

ISSN 2950-8584

발간등록번호

11-1360770-100001-10



2025

수치예보시스템의 검증



수치예보센터

Numerical Weather Prediction Center

2025

수치예보시스템의 검증

박혜자¹⁾ · 박소라¹⁾ · 강채연¹⁾
박세영¹⁾ · 공연지¹⁾ · 김정훈¹⁾ · 하종철¹⁾
윤석준²⁾ · 박종숙²⁾ · 임정옥²⁾ · 이용희²⁾
김미경³⁾ · 박미은³⁾ · 김영아³⁾ · 김상백³⁾

1) 수치예보센터 수치예보기획과

2) 수치예보센터 수치예보기술과

3) 국립기상과학원 지구대기감시연구과



수치예보센터

Numerical Weather Prediction Center

차례

1. 서론	1
2. 현업 수치예보시스템 변경사항 및 주요 특성	2
2.1 현황	2
2.2 2025년 주요 변경사항	5
2.3 현업 수치예보시스템 주요 특성	6
2.3.1 전지구예보시스템(GDAPS)	6
2.3.2 한국형모델 기반 지역예보시스템(RDAPS)과 국지예보시스템(LDAPS)	8
2.3.3 통합모델 기반 국지예보시스템(LDAPS)	9
2.3.4 초단기예측시스템(KLAPS)	10
2.3.5 전지구앙상블예측시스템(GENS)	11
2.3.6 국지앙상블예측시스템(LENS)	12
2.3.7 상세실황분석장(KAS)	13
2.3.8 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무)	14
3. 표준 검증방법	16
3.1 전지구예보시스템 검증	16
3.1.1 분석검증	17
3.1.2 관측검증	19
3.1.3 강수검증	20
3.2 지역예보시스템 검증	24
3.2.1 분석검증	24
3.2.2 관측검증	24
3.2.3 강수검증	26
3.3 국지예보시스템 검증	27
3.3.1 분석검증	27

3.3.2 관측검증	27
3.3.3 강수검증	27
3.4 초단기예측시스템 검증	28
3.4.1 분석검증	28
3.4.2 관측검증	28
3.4.3 강수검증	29
3.5 전지구앙상블예측시스템 검증	30
3.5.1 분석검증	31
3.5.2 관측검증	31
3.6 국지앙상블예측시스템 검증	32
3.6.1 분석검증	32
3.6.2 관측검증	32
3.6.3 강수검증	33
3.7 파랑모델 검증	34
3.8 폭풍해일모델 검증	36
3.9 황사·연무통합예측모델 검증	37
3.10. 태풍 예측성능 검증	38
4. 전지구예보시스템(GDAPS) 성능	39
4.1 2025년도 예측성능	39
4.1.1 한국형모델 기반 전지구예보시스템(KIM-Global)	39
4.1.2 통합모델 기반 전지구예보시스템(UM-Global)	44
4.2. 연도별 예측성능 변화 추세	48
4.3. 국외 수치예보모델과 비교	53
5. 지역예보모델(RDAPS) 성능	54
5.1 예측시간별 예측성능	54
5.2. 월별 예측성능	56

6. 국지예보시스템(LDAPS) 성능	58
6.1 예측시간별 예측성능	58
6.2 월별 예측성능	60
6.3 지역예보시스템과 국지예보시스템의 예측성능 비교	62
7. 초단기예측시스템(KLAPS) 성능	64
7.1 예측시간별 예측성능	64
7.2 월별 예측성능	66
8. 전지구앙상블예측시스템(GENS) 성능	68
8.1 예측시간별 예측성능	68
8.2 월별 예측성능	69
8.3 연도별 예측성능 변화 추세	70
9. 국지앙상블예측시스템(LENS) 성능	71
9.1 예측시간별 예측성능	71
9.2 월별 예측성능	72
10. 파랑모델 및 폭풍해일모델 성능	74
10.1 파랑모델	74
10.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세	74
10.1.2 전구 파랑모델(KIM-GWW3) 검증	76
10.1.3 지역/국지 파랑모델(KIM-RWW3/KIM-CWW3) 검증	77
10.1.4 지역앙상블 파랑모델(UM-EWW3) 검증	79
10.1.5 초단기 파랑모델(UM-KWW3) 검증	80
10.2 폭풍해일 모델	81
11. 황사 및 연무통합예측모델 성능	83
11.1 황사·연무통합예측모델 현황	83
11.2 2025년 황사·연무통합예측모델 성능	83

12. 태풍 예측성능	84
12.1 태풍 진로 예측	84
12.1.1 연도별 태풍 진로 예측 성능변화 추세	84
12.1.2 2025년 태풍 진로 예측성능	85
12.2 태풍 강도 예측	89
12.2.1 연도별 태풍 강도 예측 성능변화 추세	89
12.2.2 2025년도 태풍 강도 예측성능	92
부 록	95
부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항	97
A.1 전지구예보시스템의 검증 및 모델 변경사항	97
A.2 앙상블예측시스템의 검증 및 모델 변경사항	98
A.3 검증용 기후자료 변경사항	99
부록 B. 검증방법	100
B.1 검증의 개요	100
B.2 표준 검증 지수	103
B.3 태풍 검증 방법	115
부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁	117
부록 D. 전지구예보시스템 검증결과	147
D.1 북반구 분석검증	147
D.2 북반구 관측검증	157
D.3 남반구 분석검증	163
D.4 남반구 관측검증	173
D.5 적도 분석검증	179
D.6 적도 관측검증	189
D.7 아시아 영역 분석검증	195

D.8 아시아 영역 관측검증	201
D.9 한반도 영역 강수검증(12시간 누적)	207
D.10 성능변화 추세	217
부록 E. 지역예보시스템 검증결과	220
E.1 분석검증	220
E.2 관측검증	221
E.3 강수검증(6시간 누적)	225
부록 F. 국지예보시스템 검증결과	230
F.1 분석검증	230
F.2 관측검증	231
F.3 강수검증(6시간 누적)	235
부록 G. 초단기예보시스템 검증결과	240
G.1 분석검증	240
G.2 관측검증	241
G.3 강수검증(3시간 누적)	243
부록 H. 전지구양상불예측시스템 검증결과	248
H.1 분석검증	248
H.2 월별 +1 표준편차 예측성능	253
H.3 성능변화 추세	265
부록 I. 국지양상불예측시스템 검증결과	267
I.1 분석검증	267
I.2 강수검증(12시간 누적)	269
부록 J. 파랑모델 및 폭풍해일모델 검증결과	274
J.1 파랑모델	274
J.2 폭풍해일모델	282
부록 K. 황사·연무통합예측모델 검증결과	285

부록 L. 태풍예측 검증결과	286
L.1 KIM-Global 태풍 예측성능	286
L.2 UM-Global 태풍 예측성능	288
L.3 KIM-GENS 태풍 예측성능	290

표 차례

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2025년 12월 31일 기준)	2
표 2.2.1 2025년 기상청 현업 수치예보시스템 주요 변경 사항(2025년 12월 31일 기준)	5
표 2.3.1 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성	7
표 2.3.2 전지구예보시스템(UM) 주요 특성	7
표 2.3.3 한국형모델 기반 지역 및 국지예보시스템 주요 특성	8
표 2.3.4 통합모델 기반 국지예보시스템 주요 특성	9
표 2.3.5 초단기예측시스템 주요 특성	10
표 2.3.6 한국형모델 기반 전지구양상불예측시스템(KIM-GENS) 주요 특성	11
표 2.3.7 통합모델 기반 전지구양상불예측시스템(UM-GENS) 주요 특성	11
표 2.3.8 한국형모델 기반 국지양상불예측시스템(KIM-LENS) 주요 특성	12
표 2.3.9 통합모델 기반 국지양상불예측시스템(UM-LENS) 주요 특성	12
표 2.3.10 상세실황분석장 주요 특성	13
표 2.3.11 한국형모델 기반 파랑모델 주요 특성	14
표 2.3.12 통합모델 기반 파랑모델 주요 특성	14
표 2.3.13 한국형모델 기반 폭풍해일모델 주요 특성	14
표 2.3.14 통합모델 기반 폭풍해일모델 주요 특성	15
표 2.3.15 황사·연무통합예측모델 주요 특성	15
표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역	16
표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수	17
표 3.1.3 면적 가중 평균 계산 예시	18
표 3.1.4 영역별 고층 관측지점 개수	20
표 3.1.5 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 목록(ASOS 75개 지점)	21
표 3.1.6 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 목록(AWS 244개 지점, ASOS 75개 지점 포함)	22

표 3.2.1 지역예보시스템의 검증변수	24
표 3.4.1 초단기예측시스템의 검증변수	28
표 3.5.1 전지구앙상블예측시스템의 검증변수 및 검증영역	30
표 3.5.2 전지구앙상블예측시스템 검증 구분에 따른 검증스코어	31
표 3.6.1 국지앙상블예측시스템의 검증변수 및 검증영역	32
표 3.7.1 지역, 지역앙상블, 국지, 초단기 파랑모델의 해역별 유의파고 검증 부이 목록	35
표 3.8.1 폭풍해일모델의 해역별 검조소 목록	36
표 4.1.1 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증	42
표 4.1.2 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증	42
표 4.1.3 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ..	43
표 4.1.4 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도 ..	43
표 4.1.5 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증	46
표 4.1.6 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증	46
표 4.1.7 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도 ..	47
표 4.1.8 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도 ..	47
표 4.2.1 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 자료 ...	50
표 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포 자료 ...	51
표 5.2.1 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증	56
표 5.2.2 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증	56
표 5.2.3 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도	56
표 5.2.4 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도	56
표 5.2.5 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도	57
표 6.2.1 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증	60
표 6.2.2 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증	60
표 6.2.3 UM-Local 지상기온, 상대습도의 24시간 예측 관측검증	60

표 6.2.4 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도	61
표 6.2.5 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도	61
표 7.2.1 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 분석검증	66
표 7.2.2 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 관측검증	66
표 7.2.3 KIM-KLAPS 지상기온, 상대습도의 6시간 예측 관측검증	66
표 7.2.4 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 예측정확도	67
표 7.2.5 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 예측정확도	67
표 8.1.1 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(AC, RMSE, SPREAD, CPRSS)	69
표 9.2.1 KIM-LENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(RMSE, SPREAD, CPRS)	72
표 9.2.2 KIM-LENS 75% 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도	73
표 9.2.3 KIM-LENS 75% 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도	73
표 10.1.1 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 ME 및 RMSE	76
표 10.1.2 KIM-RWW3/KIM-CWW3 전체 부이 지점 24시간 예측 오차	77
표 10.1.3 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(서해) 24시간 예측 오차	77
표 10.1.4 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(남해) 24시간 예측 오차	77
표 10.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(동해) 24시간 예측 오차	78
표 10.1.6 UM-EWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 ME	79
표 10.1.7 UM-EWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 RMSE	79
표 10.1.8 UM-KWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 ME	80
표 10.1.9 UM-KWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 RMSE	80
표 10.2.1 KIM-RTSM/CTSM 전체 검조소 24시간 예측오차	81
표 10.2.2 KIM-RTSM/CTSM 해역별(서해) 24시간 예측오차	81

표 10.2.3 KIM-RTSM/CTSM 해역별(남해) 24시간 예측오차	82
표 10.2.4 KIM-RTSM/CTSM 해역별(동해) 24시간 예측오차	82
표 11.2.1 2025년 황사 사례별 최초 및 최종 관측 시점과 지점 목록	83
표 12.1.1 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차	86
표 12.1.2 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)	86
표 12.1.3 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)	86
표 12.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차	87
표 12.1.5 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)	87
표 12.1.6 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)	87
표 12.2.1 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, r	92
표 12.2.2 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE	93

그림 차례

그림 2.1.1	현업 수치예보시스템 운영 현황(2025년 12월 기준)	2
그림 2.3.1	한국형수치예보모델(KIM)의 격자체계를 설명하기 위한 모식도. $n_e=8$, $n_p=3$ 인 육면체구 격자	6
그림 2.3.2	한국형모델 기반 지역 및 국지예보시스템 예측영역	8
그림 2.3.3	통합모델 기반 국지예보시스템 영역 및 격자체계	9
그림 2.3.4	초단기예측시스템 예측영역	10
그림 2.3.5	KIM (좌) 및 UM (우) 국지양상블예측시스템 예측영역	12
그림 2.3.6	상세실황분석장(KAS) 분석영역	13
그림 3.1.1	분석검증을 위한 모델 격자와 검증 격자 간의 내삽방법	17
그림 3.1.2	전세계에 분포되어 있는 고층 관측지점 위치(2025년 관측검증 적용 지점)	19
그림 3.1.3	전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점	21
그림 3.2.1	지역예보시스템의 분석검증 및 관측 검증영역('25.11.13. 12UTC 검증까지) ...	25
그림 3.2.2	지역예보시스템의 분석검증 및 관측 검증영역('25.11.14. 00UTC 검증부터) ...	25
그림 3.7.1	전구 파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 계류부이 관측 지점	34
그림 3.7.2	지역, 지역양상블, 국지, 초단기 파랑모델(RWW3/EWW3/CWW3/KWW3) 검증에 사용된 해양기상부이 관측 지점	35
그림 3.8.1	지역 및 국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치	36
그림 3.9.1	황사 목측지점 및 황사·연무통합예측모델 검증영역	37
그림 3.10.1	태풍 예측성능 검증영역: 북서태평양 및 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역(붉은색)	38
그림 4.1.1	전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c,f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error	39

그림 4.1.2 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error	40
그림 4.1.3 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도 RMSE에 대한 북반구 (a, d), 남반구(b, e), 아시아(c, f)의 예측시간별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 연평균 향상률 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE(m), 막대그래프는 향상률(%).	41
그림 4.1.4 전지구예보시스템(KIM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.	43
그림 4.1.5 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error	44
그림 4.1.6 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error	45
그림 4.1.7 전지구예보시스템(UM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.	47
그림 4.2.1 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 AC 연변화(분석검증)	48
그림 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증) ...	49
그림 4.2.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포	50
그림 4.2.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포	51
그림 4.2.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE	52
그림 4.2.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE	52
그림 4.2.7 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE	52
그림 4.3.1 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 RMSE 비교	53

그림 4.3.2 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 AC 비교	53
그림 5.1.1 2025년 연평균 지역예보모델(KIM-Regional) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증	54
그림 5.1.2 지역예보모델(KIM-Regional)의 강수검증 6시간 누적강수의 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score, 6시간 누적강수의 25.0mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score	55
그림 6.1.1 2025년 연평균 국지예보시스템(UM-Local) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증	58
그림 6.1.2 국지예보시스템(UM-Local)의 강수검증 6시간 누적강수의 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score, 6시간 누적강수의 25.0mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score	59
그림 6.3.1 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교	62
그림 6.3.2 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 850hPa 온도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교	63
그림 7.1.1 2025년 연평균 초단기예측시스템(KIM-KLAPS) RMSE 성능 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증	64
그림 7.1.2 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 강수검증 3시간 누적강수 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score, 3시간 누적강수 12.5mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score	65
그림 8.1.1 KIM-GENS의 예측시간에 따른 2025년 예측성능 (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS, (c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS	68

그림 8.1.2 KIM-GENS의 2025년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)	69
그림 8.2.1 GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE	70
그림 8.2.2 GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC	70
그림 9.1.1 KIM-LENS의 예측시간에 따른 2025년 예측성능 (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPS, (c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPS	71
그림 9.2.1 국지양상불예측시스템(KIM-LENS) 75% 강수 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI	72
그림 10.1.1 전구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE	74
그림 10.1.2 전구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE	75
그림 10.1.3 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE	75
그림 10.1.4 KIM-GWW3의 부이 검증과 위성 검증의 예측 시간별 유의파고의 ME와 RMSE	76
그림 10.1.5 KIM-RWW3/KIM-CWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)	78
그림 10.1.6 UM-EWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)	79
그림 10.1.7 UM-KWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)	80
그림 10.2.1 KIM-RTSM과 KIM-CTSM의 예측 시간별 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우)	82
그림 12.1.1 GDAPS의 태풍 진로 모의성능 변화	84
그림 12.1.2 GENS의 태풍 진로 모의성능 변화	85
그림 12.1.3 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)	88
그림 12.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)	88
그림 12.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	89
그림 12.2.2 GENS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	89
그림 12.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	90
그림 12.2.4 GENS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	91

1. 서론

기상예보의 정확도에 가장 큰 영향을 미치는 3요소로는 기상 관측자료의 품질, 수치예보모델의 성능, 그리고 예보관의 역량이 꼽힌다. 각 요소가 예보 정확도에 기여하는 기여도는 각각 32%, 40%, 28%로서¹⁾, 수치예보모델의 성능이 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 최근 기후변화로 전례없는 이상기상 현상이 빈번해지고 예측의 불확실성이 커짐에 따라 예보관의 수치예보모델 의존도는 더욱 높아지는 추세이다.

기상청은 1989년 수치예보 업무를 처음으로 시작하였고, 1997년 2월 일본 기상청으로부터 도입한 전지구예보시스템의 현업운영을 시작한 이래, 현재까지 전지구 및 동아시아 지역예보모델을 비롯한 여러 종류의 수치예보모델을 운영하면서 기상예보 생산을 실시간으로 지원하고 있다.

기상예보 정확도의 향상을 위해서는 이를 뒷받침하는 수치예보모델의 예측정확도가 높아져야 하며, 이를 위하여 수치예보모델의 예측정확도 수준에 대한 객관적이고 과학적인 검증과 진단이 필수적이다.

기상청 수치예보센터에서는 수치예보시스템²⁾의 예측성능을 객관적으로 파악하고 이를 바탕으로 지속적으로 성능을 높여가기 위하여, 매년 수치예보시스템의 검증보고서를 발간하여 활용³⁾하고 있다. 수치예보시스템의 검증은 그 결과의 객관성을 최대한 확보하고 국제적으로도 다른 기관 수치예보시스템과의 비교 분석이 가능하도록 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)에서 제시한 검증 방법 및 관련 규칙에 관한 지침⁴⁾을 기본 검증방법으로 따랐다.

본 보고서는 ① 2025년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성, ② 검증보고서에 사용된 수치예보시스템(또는 모델)별 표준 검증방법, ③ 수치예보시스템(또는 수치예보모델)별 성능, ④ 부록으로 구성되며, 부록은 각 검증 기법별 산출 공식 및 수치예보시스템의 주요 변경 이력으로 구성되었다.

본 자료는 수치예보모델의 예측성을 향상시키기 위한 개발 과정에서 수치예보모델의 예측 특성과 문제점을 파악할 수 있는 정량적 기초정보로써 활용될 것이며, 더 나아가 장기적으로는 긴 기간에 걸친 정보의 축적을 통하여 기상청 수치예보의 변화와 발전을 보여줄 수 있는 자료가 될 수 있을 것이다.

1) 예보역량 진단을 통한 기술력평가에 관한 연구, 기상청, 2007

2) 수치예보시스템은 예보의 대상기간, 관심영역과 현상 등 목적에 따라 각각 운영되는 수치예보모델과 이와 연계된 전처리 및 후처리 과정을 모두 포함한 포괄적 의미를 갖음

3) 연도별 '수치예보시스템의 검증' 보고서는 기상청 홈페이지(<https://www.kma.go.kr/kma>)에서 파일형태로 확인이 가능하고, 국립중앙도서관(<https://www.nl.go.kr>)에서는 책자형태로 확인 가능함

4) Manual on the WMO Integrated Processing and Prediction System (WMO-No. 485)

2. 현업 수치예보시스템 변경사항 및 주요 특성

2.1 현황

기상청은 초단기(6시간 이내)~단기(5일 이내)~중기(10일 이내)까지의 예보 및 특보 업무를 지원하기 위해 대상 영역, 예측기간 등에 따라 20여 종의 수치예보시스템을 운영하고 있다(표 2.1.1). 그림 2.1.1은 기상청이 운영하는 주요 수치예보시스템 구성을 요약한 것으로, 한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model, 이하 한국형모델)과 통합모델(UM, Unified Model) 기반의 수치예보시스템을 병행 운영하여 예보관에게 다양한 수치예측자료를 제공함으로써 기상예보 의사결정을 지원하고 있다.

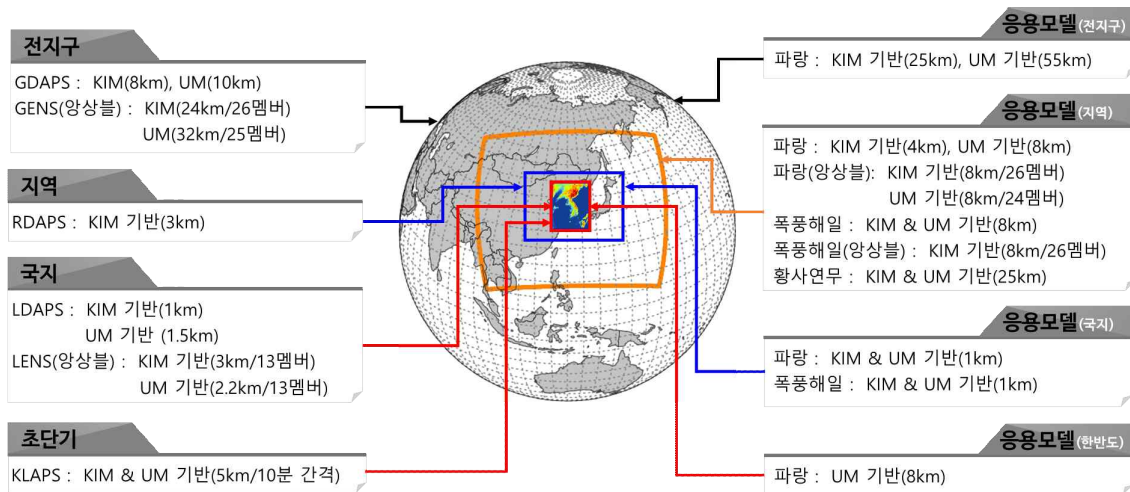


그림 2.1.1 현업 수치예보시스템 운영 현황(2025년 12월 기준)

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2025년 12월 31일 기준)

시스템(모델)		구분	수평해상도 (연직층수)	운영수 /일	예측 기간	목적
전지구 (GDAPS)	전지구예보시스템 (KIM-Global)		8km (91층)	4회	15.5일 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	대상: 전지구 영역 용도: 단기예보, 중기예보
	전지구예보시스템 (UM-Global)		10km (70층)		12일 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	
지역 (RDAPS)	지역예보시스템 (KIM-Regional)		3km (40층)	4회	120시간 (00,12UTC) /72시간 (06,18UTC)	대상: 동아시아 영역 용도: 단기예보
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (KIM-Local)		1km (40층)	4회	48시간	대상: 한반도 영역 용도: 단기예보
	국지예보시스템 (UM-Local)		1.5km (70층)	4회	48시간	대상: 한반도 영역 용도: 단기예보

시스템(모델)		구 분		수평해상도 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적
초단기 (KLAPS)	초단기 예측 시스템	초단기 배경예측 (KIM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기예측모델의 배경장 생성	
		초단기 배경예측 (UM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간		
		초단기 분석 (KIM-KL05)	5km (22층)	48회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/초단기 예측	
		초단기 분석 (UM-KL05)	5km (22층)	144회			
		초단기 예측 (KIM-KLFS)	5km (40층)	48회	12시간		
		초단기 예측 (UM-KLFS)	5km (40층)	144회	12시간		
전지구 확률 (GENS)	전지구양상블예측시스템 (KIM-GENS)		24km (91층)	2회	15.5일 (00,12UTC)	대상: 전지구 영역 용도: 단기예보, 중기예보	
	전지구양상블예측시스템 (UM-GENS)		32km (70층)				
국지 확률 (LENS)	국지양상블예측시스템 (KIM-LENS)		3km (40층)	2회	120시간	대상: 국지규모 확률예측 용도: 단기예보, 위험기상 예측	
	국지양상블예측시스템 (UM-LENS)		2.2km (70층)	2회	72시간		
실황 분석	상세실황분석장 (KAS)		3km (28층)	24회	-	대상: 동아시아 영역 용도: 3차원 실황분석	
통계 모델	UM기반 전지구	모델출력 통계(MOS)	예보지점	2회	135시간 12일	용도: 단기예보(기온, 습도, 풍속), 중기예보(최고/최저기온)	
	UM기반 전지구확률				12일		용도: 중기예보(최고/최저기온, 하늘상태)
	병합모델	단기	5km	4회	135시간	용도: 단·중기예보 기온 등 4개 요소	
중기		광역지점	2회	12일			
구름 모의 (RADM)	KIM기반 전지구 구름모의모델		8km	4회	144시간 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	용도: 구름모의영상 생산	
	UM기반 전지구 구름모의모델						
	KIM기반 지역 구름모의모델		3km	4회 (2회)	72시간 (120시간)		
	UM기반 국지 구름모의모델		1.5km	4회	48시간		

시스템(모델)		구 분	수평해상도 (연직층수)	운영수 /일	예측 기간	목 적
파랑	전지구 파랑예보시스템 (KIM-GWW3)	1/4° (~25km)	2회	12일	대상: 전지구 영역 용도: 해상파랑 단기·중기 예보	
	전지구 파랑예보시스템 (UM-GWW3)					1/2° (~55km)
	지역 파랑예보시스템 (KIM-RWW3)	1/30° (~4km)	2회	120시간	대상: 동아시아 영역 용도: 해상 파랑 단기에보	
	지역 파랑예보시스템 (UM-RWW3)	1/12° (~8km)				
	국지연안 파랑예보시스템 (KIM-CWW3)	약 1km	2회	120시간	대상: 국지연안 영역 용도: 해상 파랑 단기에보	
	국지연안 파랑예보시스템 (UM-CWW3)	약 1km (5개 지방청 관할 해역)	2회	120시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 해상 파랑 단기에보	
	양상블 지역파랑예보시스템 (KIM-EWW3)	1/12° (~8km) 26개 멤버	2회	120시간	대상: 동아시아 영역 용도: 해상 파랑 단기에보, 확률예보	
	양상블 지역파랑예보시스템 (UM-EWW3)	1/12° (~8km) 24개 멤버	2회	120시간		
	초단기 파랑예보시스템 (UM-KWW3)	1/12° (~8km)	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 해상 파랑 초단기 예보	
폭풍 해일	지역 폭풍해일예보시스템 (KIM-RTSM)	약 8km	2회	120시간	대상: 동아시아 영역 용도: 해상 조석 및 폭풍해일 단기에보	
	지역 폭풍해일예보시스템 (UM-RTSM)					
	국지연안 폭풍해일예보시스템 (KIM-CTSM)	약 1km	2회	72시간	대상: 국지연안 영역 용도: 해상 조석 및 폭풍해일 단기에보	
	국지연안 폭풍해일예보시스템 (UM-CTSM)					
	양상블 지역폭풍해일예보시스템 (KIM-ETSM)	1/12° (~8km) 26개 멤버	2회	120시간	대상: 동아시아 영역 용도: 해상조석 및 폭풍해일 단기에보, 확률예보	
황사· 연무	KIM기반 황사·연무통합예측모델 (KIM-ADAM3)	25km (49층)	4회	168시간 (00,12UTC) 72시간 (06,18UTC)	용도: 황사 · 연무 예측	
	UM기반 황사·연무통합예측모델 (UM-ADAM3)					

2.2 2025년 주요 변경사항

현업 수치예보시스템의 2025년도 주요 변경 사항은 다음과 같다.

표 2.2.1 2025년 기상청 현업 수치예보시스템 주요 변경 사항(2025년 12월 31일 기준)

일자	주요 변경 사항	컴퓨팅 환경
2025.5. (5.14. 00UTC)	KIM-전구(KIM-Global) 개선버전(v4.0) 현업 운영 - (해상도 향상) 모델 12 → 8km, 자료동화 및 앙상블: 32 → 24km - (역학) 점성 변경(동적점성 → 부분동적 점성) ※ 안정성 및 계산 속도 향상 - (물리과정) 적운물리과정 해빙온도 초기화 복사과정구름수직 결합 등 개선 - (적분시간 연장) 12일 → 15.5일	슈퍼컴퓨터 5호기 시스템 (Lenovo SD-650)
2025.5 (5.22. 00UTC)	KIM-지역앙상블 파랑모델(KIM-EWW3) 현업운영 - 동아시아 영역의 8km 수평해상도 - 120시간 예측(3시간 간격)/26개 멤버 - KIM-전구앙상블 예측 자료 사용	
	KIM-지역앙상블 폭풍해일모델(KIM-ETSM) 현업운영 - 동아시아 영역의 8km 수평해상도 - 120시간 예측(1시간 간격)/26개 멤버 - KIM-전구앙상블 예측 자료(해상풍, 해면기압) 사용	
2025.6. (6.18. 01UTC)	상세실황분석장(KAS, Korea Analysis System) 개선 - 기초입력자료 최신화 - 지상분석의 지상관측 종별 영향반경 최적화 - 신규 관측자료 3종 활용 (국외 낙뢰 및 METAR, GK2A AMV) - 바람 관측자료 품질검사 개선	
2025.8. (8.12. 05UTC)	KIM-초단기예보시스템 개선 버전 현업 운영 - 레이더 시선속도 추가 활용 - 한국형 물리과정 패키지 적용(한반도 관측자료 기반 미세 물리과정(KDM6) 및 지면물리과정 개선)	
2025.11. (11.14. 00UTC)	한국형 지역과 국지예보시스템(KIM-Regional/KIM-Local) 통합 운영 체계 현업 운영 - KIM-지역은 5일 예측(00,12UTC), KIM-국지는 2일 예측	
	KIM-국지앙상블(KIM-LENS) 개선버전 현업운영 - KIM-지역-국지 통합운영체계 개선 내용 적용 - 신재생(친환경) 에너지 기상지원용 변수 추가 출력	

2.3 현업 수치예보시스템 주요 특성

2.3.1 전지구예보시스템(GDAPS)

2.3.1.1 한국형수치예보모델(KIM)

전지구예보시스템(GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)으로 현업 운영 중인 한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model)은 육면체구 격자 기반의 전지구모델로 분광요소법 기반 수치계의 비정역학 코어와 고해상도 모델에 적합한 물리과정으로 구성되어 있다. 육면체구 격자는 위경도 격자의 극 특이점 문제를 해결하고 격자 거리가 비교적 균일하도록 고안된 격자이다(Sadourny, 1972). 육면체구 격자체계는 내접하는 정육면체의 각 면에서 직교좌표계를 형성한 다음 구 표면으로 투영시킨 형태의 격자로 6개의 패널을 가지는데, 각 패널에서 x축 또는 y축 한 방향으로의 요소 개수를 n_e 라고 하고, 각 요소에서 한 방향으로의 가우스 구적점 개수를 n_p 라고 한다. 아래 그림 2.3.1은 한반도가 패널의 중심에 위치하도록 구성된 $n_e=8$, $n_p=3$ 인 육면체구 격자로, 육면체구의 한 면을 차지하는 패널 안에는 8개의 요소를 가지고 각 요소는 패널 경계상의 점을 포함하여 3개의 점으로 구성되어 있음을 볼 수 있다. 2025년 5월 14일부터 KIM의 해상도는 n_e576n_p3 으로, 하나의 패널에 576×576 개의 요소와 각 요소에서는 3개의 점으로 구성되어 있으며, 이는 공간해상도 약 8km에 해당한다.

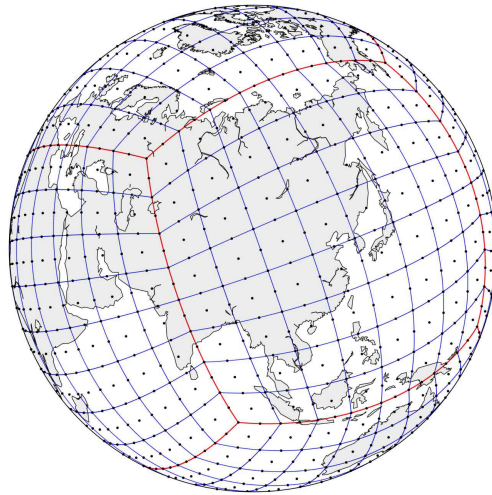


그림 2.3.1 한국형수치예보모델(KIM)의 격자체계를 설명하기 위한 모식도. $n_e=8$, $n_p=3$ 인 육면체구 격자

표 2.3.1 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성

시스템	GDAPS (KIM NE576 NP3)
기본모델	KIM (Korean Integrated Model) / KIM v4.0
영역	전지구
수평분해능	~8km(육면격자기반 격자 수: 7,962,626개), 0.0833°(동서)×0.0833°(남북)(등위경도 격자 수: 4,320(동서)×2,160(남북))
연직층수	91층(~80km, full level) ※ half level: 92층
시간적분간격	15초
예측기간	372시간 (2회/일, 00, 12UTC), 87시간 (2회/일, 06, 18UTC)
기본방정식	비정역학(Non-hydrostatic) 플렉스 형태 방정식
시간적분	3차 Runge-Kutta 시간분할적분
자료동화	Hybrid-4DEnVar
습윤 과정	Scale-aware mass-flux deep/shallow convection, WRF Single Moment 5-Class (WSM5) microphysics
복사	Revised RRTMG (RRTMK)
중력파 항력	Sub-grid orographic and Non-orographic (frontal and convective) GWD
경계층	Scale-aware non-Local PBL
지표면	Revised land-surface module based on Noah LSM
지표상태	KIM surface analysis(soil moisture, snow) + Climatology

2.3.1.2 영국 통합모델(UM, Unified Model)

표 2.3.2 전지구예보시스템(UM) 주요 특성

시스템	GDAPS (UM N1280 L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.8 / PS05-KMA (PS38-UK base)
영역	전지구
수평분해능	10km (2,560(동서)×1,920(남북)), 0.140625°(동서)×0.139534°(남북)
연직층수	70층 (~80km)
시간적분간격	240초
예측기간	288시간 (2회/일, 00, 12UTC), 87시간 (2회/일, 06, 18UTC)
기본방정식	Complete equation (Non-hydrostatic)
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
자료동화	하이브리드 4차원 변분법
습윤 과정	Mass flux convection with CAPE closure, Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	Subgrid orographic and Non-orographic GWD
PBL	Non-Local PBL
지표면	JULES (Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

2.3.2 한국형모델 기반 지역예보시스템(RDAPS)과 국지예보시스템(LDAPS)

한국형모델 기반 지역예보시스템(RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System)과 국지예보시스템(LDAPS, Local Data Assimilation and Prediction System)은 2025년 11월 14일부터 단일 모델 수행 기반의 통합운영체계로 개편하여 현업 운영을 시작하였다. 본 체계는 동아시아 영역의 RDAPS(수평해상도 3km)와 한반도 영역의 LDAPS(수평해상도 1km)를 한방향 등지격자체계로 구성하였다. 또한 한반도 관측 기반의 물리과정 및 기초지형자료가 개선되었으며 지역과 국지예보자료를 동시에 생산하는 체계이다. RDAPS의 예측기간은 00과 12UTC는 5일, 06과 18UTC는 3일이며, LDAPS의 예측기간은 00, 06, 12, 18UTC 모두 48시간이다. 두 시스템 모두 1시간 간격의 예측자료를 제공한다.

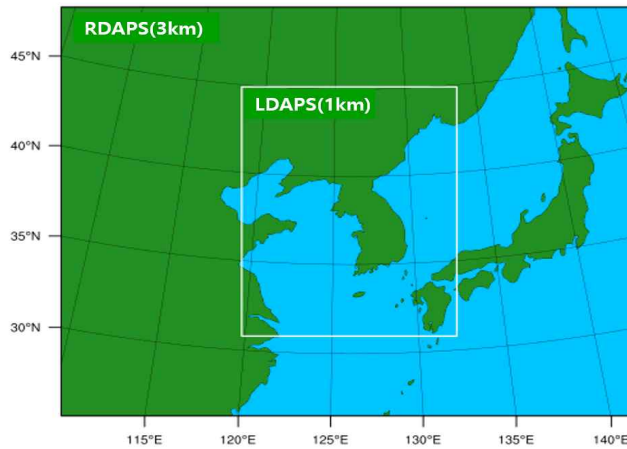


그림 2.3.2 한국형모델 기반 지역 및 국지예보시스템 예측영역

표 2.3.3 한국형모델 기반 지역 및 국지예보시스템 주요 특성

시스템	RDAPS (KIM 3km L40)	LDAPS (KIM 1km L40)
수평 해상도와 격자 개수	3km x 3km / 1,050(동서) x 840(남북)	1km x 1km / 1,177(동서) x 1537(남북)
연직층수/적분간격	40층(상단: 50 hPa) / 18초	40층(상단: 50 hPa) / 6초
영역중심	38°N, 126°E	
지도투영법	Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응 위도: 30°N, 60°N)	
수평격자체계	Arakawa C-grid staggering	
연직좌표계	Hybrid sigma-pressure vertical coordinate	
방정식계	압축성 오일러 비정역 방정식계	
적운모수	KSAS	-
미세물리	KNU Double Moment 6-Class(KDM6) microphysics	
복사	RRTMG with FARMS	
경계층	Shin-Hong Scale-aware	
지표면	Modified Noah land-surface model	

2.3.3 통합모델 기반 국지예보시스템(LDAPS)

통합모델(Unified Model) 기반의 국지예보시스템(LDAPS, Local Data Assimilation and Prediction System)은 2011년 5월 15일부터 현업 운영을 시작하였다. 한반도 영역에 대해 일 4회 2일(48시간) 예측을 수행하며, 수평해상도는 1.5km이며 예측간격은 1시간이다.

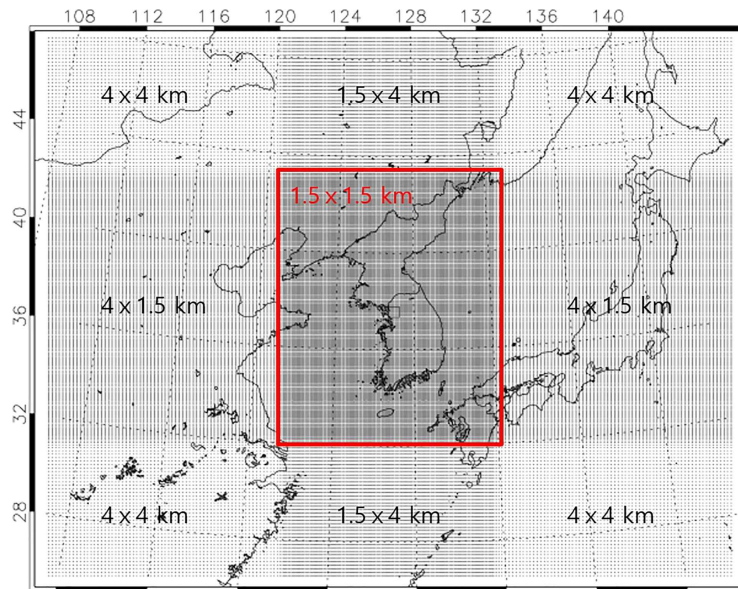


그림 2.3.3 통합모델 기반 국지예보시스템 영역 및 격자체계

표 2.3.4 통합모델 기반 국지예보시스템 주요 특성

시스템	LDAPS (UM 1.5km L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.1
수평해상도/ 격자개수	가변격자(전체): 1,188×1,148(동서×남북) 고정격자(내부): 622×810, 0.0135°(해상도)
연직층수/적분간격	70층(~40km) / 60초
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
자료동화	3차원 변분자료동화 (3DVAR)
초기화	분석 증분 갱신법 (IAU)/잠열넛징
습윤 과정	Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL	Non-Local PBL
지표면	JULES (Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

2.3.4 초단기예측시스템(KLAPS)

초단기예측시스템(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System)은 배경 및 초기장으로 활용되는 전지구예보시스템에 따라 UM-KLAPS(2019년 7월 현업 운영)와 KIM-KLAPS(2023년 2월 현업 운영) 두 개의 초단기모델이 운영 중이다. 초단기 분석 및 예측 시스템은 한반도 영역에 대해 5km 수평해상도로 매 10분마다 원격, 지점, 종관 등 다양한 기상관측자료를 수집·분석하고 이를 초기장으로 활용하여 12시간까지 초단기 강수 및 예측정보를 생산하고 있다.

2025년에는 6층 수상당량과 수농도 예단 및 지면 물리과정 개선 등을 고려한 한국형 물리과정 패키지를 초단기 예측모델에 적용하였으며, 레이더 시선속도를 초단기 3차원 바람분석에 활용하여 현업 KIM-KLAPS를 개선하였다.

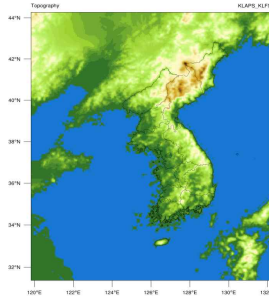


그림 2.3.4 초단기예측시스템 예측영역

표 2.3.5 초단기예측시스템 주요 특성

시스템	KLAPS (5km L40)	
	UM	KIM
수평해상도/격자개수	5km x 5km / 235(동서) x 283(남북)	
연직층수/적분간격	40층(상단: 50 hPa) / 20초	40층(상단: 50 hPa) / 동적적분시간
예측시간/출력간격	12시간 / 1시간, 10분(강수)	
초기·경계장	UM(N128) 전구 자료	KIM(NE576, 8km)
지면/해수면 자료	UM-전구 Soil data/GODAPS2 SST 및 해양혼합층 자료	KIM전구 Soil data/GODAPS2 해양혼합층/UKMO SST + 차녹계수
자료동화	객관분석(Barnes) + 순차적 변분법 + 구름분석 + 초기화	
영역중심	38°N, 126°E	
지도투영법	Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응 위도: 30°N, 60°N)	
지형정보	gmted2010_30s + GEBCO 2014_30s (해면)	
격자체계	수평	Arakawa C-grid staggering
	연직	Sigma-pressure vertical coordinate
습윤과정	적운모수	KSAS(한국형수치예보모델 물리과정)
	미세물리	WRF Double Moment 7-Class(WDM7) microphysics
복사	RRTMG	RRTMG + 전천일사/지형경사/지형그림자 효과 반영(FARMS) 옵션 적용
경계층	Shin-Hong	
지면/지표	Noah LSM/MM5 Monin-Obukhov Scheme	Modified Noah LSM 개선 MM5 Monin-Obukhov Scheme 개선

2.3.5 전지구앙상블예측시스템(GENS)

한국형모델 기반의 전지구앙상블예측시스템(GENS, Global ENsemble prediction System)은 2025년 5월 14일부터 24km의 수평해상도와 91개의 연직층을 가지고 있으며, 총 26개의 앙상블 멤버를 활용하여 일 2회(00, 12UTC) 15.5일 예측을 생산한다. 또 일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 50개의 앙상블멤버로부터 앙상블 에러 정보를 생산하는데, 이렇게 생산된 에러 정보는 4차원 앙상블 변분자료동화과정에서 전지구모델의 오차정보를 실시간 갱신하는데 활용된다.

통합모델 기반의 전지구앙상블예측시스템은 32km 수평해상도와 70개의 연직층을 가지고 있으며, 총 25개의 멤버를 활용해 일 2회 12일 예측을 생산한다.

표 2.3.6 한국형모델 기반 전지구앙상블예측시스템 주요 특성

시스템		GENS (KIM NE192NP3)
섭동장 생성		LETKF+SST
통계물리		SPPT, SPDT, SSST
수평해상도		NE192NP3(~24km)
연직해상도		L91
예측기간/ 멤버수/ 수행 횟수(UTC)	확률 예측용	12일 / 1(control)+25 / 2회(00,12)
	전지구 분석용	12시간 / 50 / 2회(06,18)

표 2.3.7 통합모델 기반 전지구앙상블예측시스템 주요 특성

시스템		GENS (UM N400 L70)
섭동장 생성		ETKF + SST + 토양수분 + 지면온도
통계물리		SKEB2, RP2
수평해상도		N400(~32km)
연직해상도		L70
예측기간/ 멤버수/ 수행 횟수(UTC)	확률 예측용	12일 / 1(control)+24 / 2회(00,12)
	전지구 분석용	9시간 / 48 / 2회(06,18)
기타		time lag 적용 ('19.6.27~)

2.3.6 국지앙상블예측시스템(LENS)

국지앙상블예측시스템(LENS, Local ENsemble prediction System)은 KIM 및 UM 기반으로 각각 운영되고 있다. 두 모델 모두 13개의 앙상블 멤버를 활용하여 일 2회 (00, 12UTC) 자료를 생산하며, KIM-LENS는 5일까지, UM-LENS는 3일까지 예측이 이루어진다. UM 국지앙상블예측시스템은 UM 기반의 국지예보시스템과 유사하게, 고정격자와 가변격자 영역으로 나뉘어서 구성되어 예측이 수행된다.

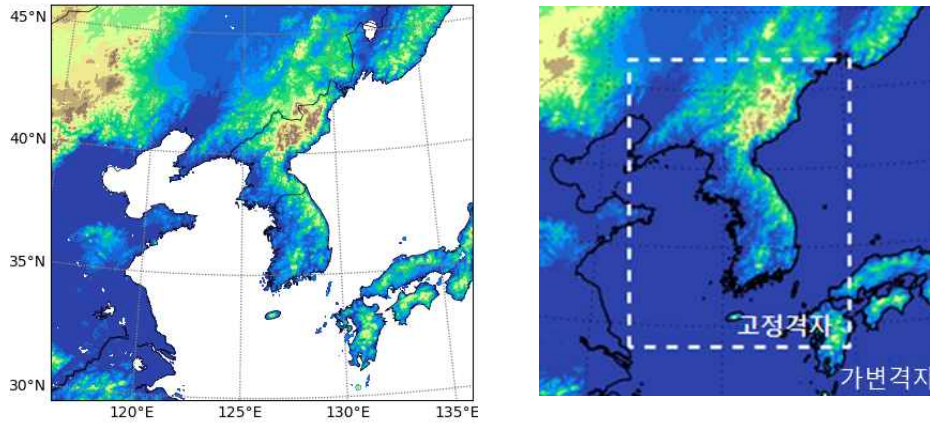


그림 2.3.5 KIM (좌) 및 UM (우) 국지앙상블예측시스템 예측영역

표 2.3.8 한국형모델 기반 국지앙상블예측시스템 주요 특성

시스템	LENS (KIM 3km L40)
섭동장 생성	전지구앙상블예측시스템(24km) 섭동장 규모축소 재구성
통계물리	-
수평해상도/격자개수	3km / 628×590
연직해상도	L40
예측기간	120시간
앙상블 멤버수	1+12
수행 횟수(UTC)	2회(00,12)

표 2.3.9 통합모델 기반 국지앙상블예측시스템 주요 특성

시스템	LENS (UM vn10.8)
섭동장 생성	전지구앙상블예측시스템(N400) 섭동장 규모축소 재구성
통계물리	RP2
수평해상도/격자개수	2.2km / 630×678
연직해상도	L70
예측기간	72시간
앙상블 멤버수	1+12
수행 횟수(UTC)	2회(00,12)

2.3.7 상세실황분석장(KAS)

상세실황분석체계(KAS, Korea Analysis System)는 2024년 5월 14일부터 현업 운영을 시작하여, 2025년 6월 18일 버전 갱신을 하였다. 분석영역은 동아시아 지역이며, 3km의 수평해상도와 상단 50hPa까지 총 28개의 연직층으로 구성되어 있다. 매시 15분까지 수집되는 고층, 지상, 위성, 레이더, 항공기 등 총 15종의 종관 및 비종관 관측자료와 현업 지역예보모델의 예측장을 중규모 자료동화 기법으로 결합하여 1시간 간격으로 3차원 분석장을 생산한다.

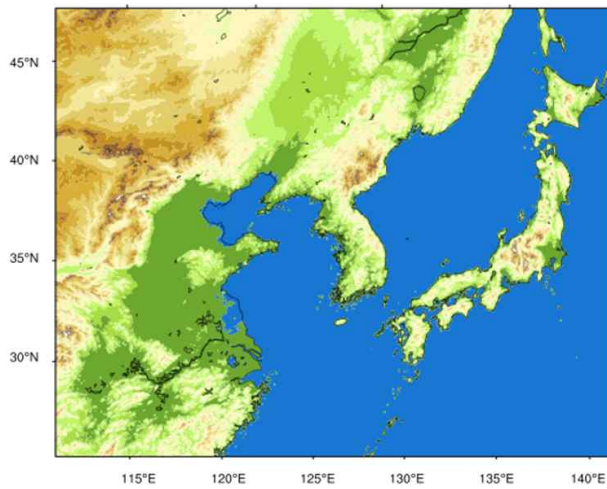


그림 2.3.6 상세실황분석장(KAS) 분석영역

표 2.3.10 상세실황분석장 주요 특성

시스템	KAS
수평해상도/ 격자개수	3km x 3km / 1,050(동서) x 840(남북)
연직층수	28층(등압면, 상단: 50 hPa)
영역중심	38°N, 126°E
지도투영법	Lambert 정형 원추도법(실측거리 대응 위도: 30°N, 60°N)
활용관측자료	자동기상관측(AWS), 일본기상관측(AMEDAS), 부이, 낙뢰, 운고계, 시정계, 지상 GNSS, GTS(SYNOP), 라디오존데(SND), 국내연직바람관측(KWPF), 일본연직바람관측(JWPF), 공항기상관측자료(METAR), 항공기관측자료(AMDAR), 국내 기상레이더(반사도, 시선속도), 국내 기상위성(GK2A: 5개 채널, 온습도프로파일, AMV)

2.3.8 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무)

표 2.3.11 한국형모델 기반 파랑모델 주요 특성

시스템	KIM-GWW3	KIM-RWW3	KIM-CWW3	KIM-EWW3
모델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 6.07)			
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계			
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수			
수평해상도 (격자수)	1/4° × 1/4° (1440×561)	1/30° × 1/30° (1051×901)	1/120° × 1/120° (1201×1501)	1/12° × 1/12° (421×361)
모델영역	70°S-70°N, 0°E-358.75°E	20°N-50°N, 115°E-150°E	31.0°N-43.5°N, 123°E-133°E	20°N-50°N, 115°E-150°E
시간적분간격	1200초	300초	60초	300초
예측시간	288시간 (00, 12UTC)	135시간 (00, 12UTC)	120시간 (00, 12UTC)	120시간 (00, 12UTC)
멤버 수	-	-	-	26
초기조건	24시간 자료동화를 통해 얻은 파랑 스펙트럼	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 파랑 스펙트럼		
대기 입력장	KIM-Global 해상풍			KIM-GENS 해상풍

※ GWW3: Global WaveWatch-3, RWW3: Regional WaveWatch-3,
CWW3: Coastal WaveWatch-3, EWW3: Ensemble WaveWatch-3

표 2.3.12 통합모델 기반 파랑모델 주요 특성

시스템	UM-KWW3
모델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 4.18)
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수
수평해상도 (격자수)	1/12° × 1/12° (145×145)
모델영역	32°N~44°N, 120°E~132°E
시간적분간격	300초
예측시간	12시간(1시간 간격)
초기조건	24시간 자료동화를 통해 얻은 파랑 스펙트럼
대기 입력장	UM-KLAPS 해상풍

※ KWW3: Korea WaveWatch-3

표 2.3.13 한국형모델 기반 폭풍해일모델 주요 특성

시스템	KIM-RTSM	KIM-CTSM	KIM-ETSM
모델	NEMO v3.6		
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계		
수평분해능 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×385)	1/120° × 1/120° (1201×1501)	1/12° × 1/12° (421×385)
모델영역	20°N-52°N, 115°E-150°E	31°N-43.5°N, 123°E-133°E	20°N-52°N, 115°E-150°E
시간적분간격	180초	60초	180초
예측시간	120시간 (00, 12UTC)	72시간 (00, 12UTC)	120시간 (00, 12UTC)
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 초기장		
대기 입력장	KIM-Global 해상풍, 해면기압		KIM-GENS 해상풍, 해면기압

※ RTSM: Regional Tide/Storm surge Model, CTSM: Coastal Tide/Storm surge Model,
ETSM: Ensemble Tide/Storm surge Model

표 2.3.14 통합모델 기반 폭풍해일모델 주요 특성

시스템	UM-RTSM	UM-CTSM
모 델	NEMO v3.6	
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계	
수평분해능 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×385)	1/120° × 1/120° (1201×1501)
모델영역*	115°E-150°E, 20°N-52°N	123°E-133°E, 31°N-43.5°N
시간적분간격	180초	60초
예측시간	120시간 (00, 12UTC)	72시간 (00, 12UTC)
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 초기장	
입력장	UM-Global 해상풍, 해면기압	

표 2.3.15 황사·연무통합예측모델 주요 특성

시스템	KIM-ADAM3	UM-ADAM3
기본모델	CMAQ vn 4.7.1	
기상자료	KIM NE576 NP3	UM N1280 L70
수평해상도/격자개수	25km x 25km / 340(동서) x 220(남북)	
연직층수/적분간격	49층(상단: 100 hPa) / 720초	
영역중심	38°N, 126°E	
지도투영법	Lambert 등각 좌표	
지형정보	KIM 지형정보 (25km)	UM 지형정보 (25km)
격자체계	수평	Arakawa B-grid staggering
	연직	Sigma vertical coordinate
방정식계	압축성 오일러 비정역 방정식계	
자료동화	3차원 변분자료동화 (3DVAR)	
인위적 배출량	국내	CAPSS 2013 (Clean Air Policy Support System 2013)
	국외	MICS-Asia 2010 (Model Inter Comparison Study for Asia 2010)
자연 배출량	MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature version 2.0.4)	
입자 표현 방법	황사	11구간 (0.2 ~ 74µm직경)
	비황사(연무)	3개 분포함수

※ ADAM3: Asian Dust Aerosol Model version 3

3. 표준 검증방법

3.1 전지구예보시스템 검증

기상청은 전지구예보시스템에 대하여 WMO에서 권고하는 분석검증과 관측검증을 수행한다. 검증영역은 북반구, 남반구, 적도를 포함한 총 9개 영역으로 표 3.1.1과 같으며, 예보생산에 직접적 영향권에 있는 동아시아 및 한반도 영역에 대해 추가 검증을 수행하고 있다.

전지구예보시스템에 대한 검증은 하루에 2번씩(00, 12UTC) 전지구예보시스템에서 생산된 예측자료에 대해 수행된다(단, 본 보고서는 전지구예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). WMO 권고 기준은 24시간 간격으로 240시간 예측까지 필수적으로 검증해야 하고, 기관별로 가능할 경우 12시간 간격으로 검증하는 것을 권고하고 있다. 검증영역과 검증시간은 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용한다. 검증변수는 250hPa, 500hPa, 850hPa에서의 지위고도, 기온, 풍속 등이 있으며, 각 변수별 검증고도는 표 3.1.2와 같다.

표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역

검증영역	위도	경도	비고
북반구	20°N - 90°N	0° - 360°	WMO 표준검증영역
남반구	20°S - 90°S	0° - 360°	
적도	20°S - 20°N	0° - 360°	
아시아	25°N - 65°N	60°E - 145°E	
북미	25°N - 60°N	50°W - 145°W	
유럽/북아프리카	25°N - 70°N	10°W - 28°E	
호주/뉴질랜드	10°S - 55°S	90°E - 180°E	
북극	90°N - 60°N	0° - 360°	
남극	90°S - 60°S	0° - 360°	
동아시아	20°N - 55°N	100° - 150°	기상청 추가 검증영역
한반도(강수만)	한반도 ASOS 관측지점(75개)		대상 지점 변경: 76→75개('19.7~)

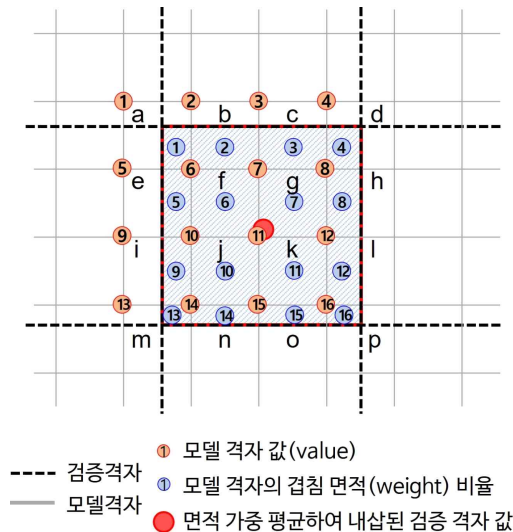
표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압	해면*
지위고도	850hPa, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
기온	850hPa, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
바람	925hPa**, 850hPa, 700hPa**, 500hPa**, 250hPa, 100hPa***
상대습도	850hPa***, 700hPa***

* 분석검증에서만 수행
 ** 적도지역에서는 제외
 *** 권고 검증기상변수

3.1.1 분석검증

분석검증은 수치예보모델이 산출한 예측장을 분석장(자료동화를 통해 관측자료와 수치모델 정보를 결합하여 생성된 현재 대기상태에 가장 가깝게 모의된 값)과 비교하여 예측정확도를 평가하는 검증 방법이다. 각 기관의 수치모델은 서로 다른 격자 해상도를 사용하기 때문에 직접 비교가 어렵다. 따라서 WMO에서는 공통 검증 격자(1.5°x1.5°)로 변환하여 비교하는 방법을 권고하고 있으며, 이때 검증 격자 내 수치모델 값은 아래의 식과 같이 면적 가중 평균 방식으로 계산된다. 단순 평균이 아니라 겹치는 면적을 고려하기 때문에, 겹치는 면적이 클수록 가중치가 커지며, 검증 격자의 경계 부분에서는 일부 수치모델 격자만 포함될 수 있다(그림 3.1.1).



$$V_{regrid} = \frac{\sum(w_i \times v_i)}{\sum w_i}$$

v_i : 수치모델 격자 값
 w_i : 검증격자와 수치모델 격자가 겹치는 면적

그림 3.1.1 분석검증을 위한 모델 격자와 검증 격자 간의 내삽방법

표 3.1.3은 면적 가중 평균 계산 예시를 나타낸 것으로, 격자 a부터 p까지 16개의 수치모델 격자를 이용해서 하나의 검증 격자값을 산출하는 방법이다.

표 3.1.3 면적 가중 평균 계산 예시

격자	값(value)	겹침 면적(weight)
a	10	0.25
b	12	0.7
c	13	0.7
d	8	0.3
e	11	0.4
f	14	1.0
g	9	1.0
h	10	0.55
i	12	0.4
j	11	1.0
k	10	1.0
l	13	0.55
m	12	0.1
n	8	0.22
o	12	0.22
p	10	0.15

$$V_{regrid} = \frac{(10 \times 0.25) + (12 \times 0.7) + (13 \times 0.7) + \dots + (8 \times 0.22) + (12 \times 0.22) + (10 \times 0.15)}{0.25 + 0.7 + 0.7 + 0.3 + \dots + 0.1 + 0.22 + 0.22 + 0.15} = 11.17$$

검증은 표준 검증지수를 기반으로 관측과 예보의 차이를 측정하여 하나의 값으로 나타내는 방법을 이용한다. 바람을 제외한 변수(해면기압, 지위고도, 기온, 상대 습도)에 대해서는 평균오차(ME, Mean Error), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 이상상관(AC, Anomaly Correlation)을 산출하며 바람은 평균오차와 평균제곱근오차를 통해 예보값의 오차⁵⁾를 나타낸다.

5) 각 검증 방법별 산출 공식은 부록 B에 수록됨

3.1.2 관측검증

관측검증은 약 700여개의 고층 관측자료(라디오존데)를 이용하여 표준 등압면의 기상요소를 검증한다. 고층관측의 구성분포를 지역별로 볼 때, 그림 3.1.2와 같이 500여개 자료는 북반구에 있고, 약 120개는 적도에, 나머지 80여개는 남반구에 위치하고 있다. 고층관측지점 목록은 매년 WMO에서 업데이트(연 1회, 상반기)하여 회원국에 제공하고 있으며, 현업검증시스템에 적용된 2025년도(2025.5.1. 00UTC 검증부터) 라디오존데의 영역별 지점 수 및 2024년 대비 변경사항은 표3.1.4과 같다. 전지구영역에 대해, 2024년 대비 15개소의 고층 관측지점이 감소하였다. 세계 각 기관별로 모델특성을 고려하여 고층 관측자료를 품질검사 후 검증에 활용하는데, 한국은 북반구 검증 시에 약 400여 개의 고층 관측자료를 활용하고 있다.

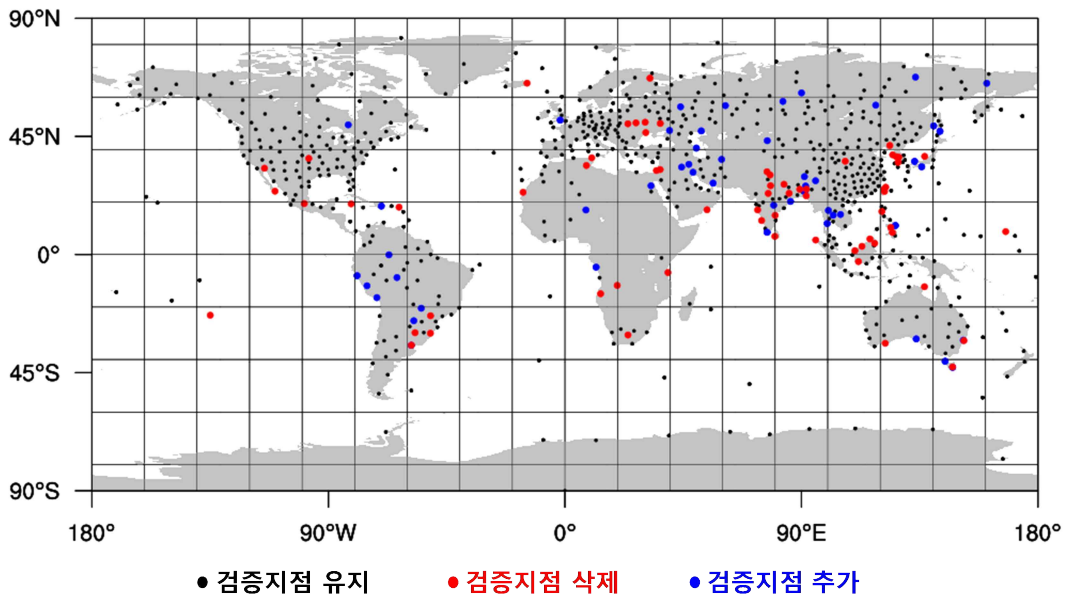


그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층 관측지점 위치(2025년 관측검증 적용 지점)

표 3.1.4 영역별 고층 관측지점 개수

구분	지점수('24)	지점수(삭제)	지점수(추가)	지점수('25)	비고(증감)
전지구	708	65	50	693	△15
북반구	501*	34	28	495	△6
남반구	74	9	7	72	△2
적도	134	22	15	127	△7
아시아	155	13**	12	154	△1
북미	93	2	1	92	△1
유럽/북아프리카	90	4	1	87	△3
호주/뉴질랜드	38	4	4	38	-
북극	72	2	3	73	1
남극	11	-	-	11	-

* 59758 지점(20.0°N, 110.250°E)이 북반구와 적도 목록에 중복되어 있음

** 한반도 4개 지점 제외(47102: 백령도, 47122:오산, 47158:광주, 47230:덕적북리)

고층 관측자료는 관측기기가 고도에 따라 바람에 의해 수평 방향으로 이동하지만, 관측검증을 할 때는 수평 방향으로의 이동 없이 연직으로 올라간다고 가정한다. 이를 바탕으로 관측소의 위치와 가장 가까운 예측장의 모델 격자를 선택한 뒤, 관측값과 비교하여 검증하며, 모든 관측검증 변수에 대해 평균오차(ME, Mean Error)와 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error) 등을 산출한다.

3.1.3 강수검증

전지구예보시스템의 강수검증은 두 가지로 나누어 수행한다. ① 전지구에 대한 고해상도 격자 강수 관측자료인 GPM 위성자료를 활용한 전지구 영역 강수검증과 ② 한반도에 위치한 75개 지점(그림 3.1.3(a) 및 표 3.1.5)의 ASOS(Automated Synoptic Observing System) 및 244개⁶⁾ 지점(ASOS 75개 지점 포함, 그림 3.1.3(b) 및 표 3.1.6)의 AWS(Automatic Weather System, 2025년 1월부터 강수검증에 활용) 강수자료를 기반으로 한 한반도 영역 강수검증으로 구성되어 있다.

위성자료 기반 강수 검증은 전지구, 적도, 동아시아 및 한반도 영역에 대한 검증을 수행하며 12시간 간격으로 72시간 범위의 한 달 평균 검증 결과를 산출한다.

ASOS 및 AWS 자료 기반 강수 검증은 한반도 영역에 대해서만 수행하며 각 임계 시간(3, 6, 12시간)에 따라 예측시간 120시간까지의 검증지수를 산출한다. 강수 현상 검증 시, 실제 발생 여부와 모델의 강수모의 여부를 종합적으로 고려하여 양분예보

6) 「예보 및 특보 평가 지침」(예보정책과-18(2025.01.02.))의 [별표2] 단기예보 평가지점 244개소를 준용

검증을 수행한다. 주요 양분예보 검증 방법으로는 정확도(Accuracy), 치우침(Bias Score), 성공임계지수(CSI, Critical Success Index), 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score), 탐지확률(POD, Probability of Detection) 등이 있다.

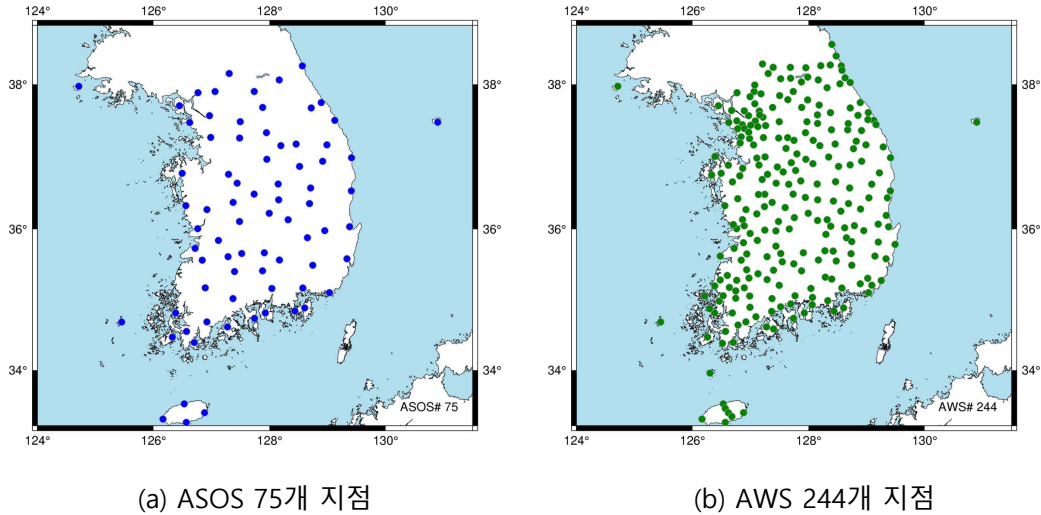


그림 3.1.3 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점

표 3.1.5 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 목록(ASOS 75개 지점)

지점번호 및 지점명									
47090	속초	47127	충주	47159	부산	47211	인제	47261	해남
47095	철원	47129	서산	47162	통영	47212	홍천	47262	고흥
47098	동두천	47130	울진	47165	목포	47216	태백	47271	봉화
47099	파주	47131	청주	47168	여수	47221	제천	47272	영주
47100	대관령	47133	대전	47169	흑산도	47226	보은	47273	문경
47101	춘천	47135	추풍령	47170	완도	47232	천안	47277	영덕
47102	백령도	47136	안동	47174	순천	47235	보령	47278	의성
47105	강릉	47137	상주	47184	제주	47236	부여	47279	구미
47106	동해	47138	포항	47185	고산	47238	금산	47281	영천
47108	서울	47140	군산	47188	성산	47243	부안	47284	거창
47112	인천	47143	대구	47189	서귀포	47244	임실	47285	합천
47114	원주	47146	전주	47192	진주	47245	정읍	47288	밀양
47115	울릉도	47152	울산	47201	강화	47247	남원	47289	산청
47119	수원	47155	창원	47202	양평	47248	장수	47294	거제
47121	영월	47156	광주	47203	인천	47260	장흥	47295	남해

표 3.1.6 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점 목록(AWS 244개 지점, ASOS 75개 지점 포함)

지점번호 및 지점명											
47090	속초	47185	고산	47279	구미	47549	용인	47624	상당	47761	태인
47095	철원	47188	성산	47281	영천	47550	오산	47627	태안	47767	포두
47096	독도	47189	서귀포	47283	경주시	47551	평택	47628	예산	47768	곡성
47098	동두천	47192	진주	47284	거창	47552	김화	47629	세종전의	47769	염산
47099	파주	47201	강화	47285	합천	47555	화천	47630	노은	47775	월야
47100	대관령	47202	양평	47288	밀양	47556	양구	47634	아산	47782	성판악
47101	춘천	47203	이천	47289	산청	47557	기린	47635	양화	47789	압해도
47102	백령도	47211	인제	47294	거제	47561	청일	47636	계룡	47801	영양
47105	강릉	47212	홍천	47295	남해	47563	북평	47640	청천	47804	청하
47106	동해	47216	태백	47322	상서	47565	시흥	47651	외촌	47810	성주
47108	서울	47217	정선	47324	송계	47569	구리	47652	연천청산	47812	고령
47112	인천	47221	제천	47329	산천단	47571	화성	47661	현내	47813	청도
47114	원주	47226	보은	47348	하조대	47572	성남	47670	양양	47815	예천
47115	울릉도	47232	천안	47376	광명노은	47579	하장	47671	속초조양	47817	수비
47119	수원	47235	보령	47377	안양만안	47580	옥계	47674	사북	47822	김천
47121	영월	47236	부여	47379	번암	47581	상동	47677	달방댐	47823	군위
47127	충주	47238	금산	47400	강남	47582	신림	47699	무안	47825	칠곡
47129	서산	47239	세종	47427	김포장기	47583	안흥	47701	무주	47826	신녕
47130	울진	47243	부안	47428	하남덕풍	47586	북산	47702	익산	47827	경산
47131	청주	47244	임실	47433	부천	47587	방산	47703	진안	47828	달성
47133	대전	47245	정읍	47445	의왕	47588	남산	47704	변산	47830	기계
47135	추풍령	47247	남원	47455	경기가평	47590	과천	47706	담양	47832	단북
47136	안동	47248	장수	47497	삼당령	47592	부론	47707	지도	47834	화서
47137	상주	47252	영광군	47504	포천	47593	양양영덕	47708	광산	47835	봉화읍
47138	포항	47253	김해시	47516	안성	47594	서화	47709	구례	47836	현서
47140	군산	47254	순창군	47517	간성	47595	진부령	47710	나주	47844	영덕읍
47143	대구	47257	양산시	47519	사내	47598	양주	47711	이양	47850	감포
47146	전주	47259	강진군	47522	화촌	47601	단양	47712	순천시	47853	팔공산
47152	울산	47260	장흥	47525	봉평	47602	진천	47724	추자도	47876	삼척
47155	창원	47261	해남	47526	평창	47603	괴산	47730	장성	47885	한남
47156	광주	47262	고흥	47529	원덕	47604	옥천	47731	영암	47900	두서
47159	부산	47263	의령군	47532	의정부	47605	영동	47732	보성	47907	삼천포
47162	통영	47264	함양군	47534	장호원	47606	대산	47733	함라	47917	사천
47165	목포	47266	광양시	47535	서석	47612	공주	47734	완주	47918	고성
47168	여수	47268	진도군	47536	횡성	47614	서천	47737	김제	47919	창녕
47169	흑산도	47271	봉화	47540	고양	47615	논산	47741	화순	47920	함안
47170	완도	47272	영주	47541	남양주	47616	당진	47746	땅골	47923	기장
47172	고창	47273	문경	47542	청평	47617	직산	47748	별교	47932	하동
47174	순천	47276	청송군	47545	안산	47618	청양	47754	함평	47940	동래
47177	홍성	47277	영덕	47546	경기광주	47619	음성	47757	진안추천	-	-
47184	제주	47278	의성	47548	여주	47623	증평	47760	복흥	-	-

기상청은 한반도 영역 강수검증의 표준화를 위해 2024년 강수검증체계를 정비·개선하였으며, 개선된 체계는 2025년 1월 검증부터 적용되었다. 기존에는 KIM-초단기 및 UM-초단기 모델에 한해 AWS 자료를 활용하였으나, 개선 이후에는 AWS 기반 강수검증 대상을 KIM-전구, UM-전구, KIM-지역, UM-국지 및 국외모델(IFS, UKMO, GFS)까지 확대하였다. 또한 강수검증 소스코드의 유지보수성과 활용성을 높이기 위해 기존 포트란 기반 코드를 파이썬 기반으로 전환하고 코드 구조를 모듈화하였다. 이 과정에서 프로그래밍 언어 간 부동소수점 정밀도, 반올림 방식 및 컴파일 옵션 차이 등으로 발생할 수 있는 미세한 값의 차이는 계산 방식의 정형화*를 통해 일관된 계산이 수행되도록 하여 검증 결과의 무결성을 확보하였다. 아울러 일별 분할표 생산 기능 추가, 네임리스트 형식 통일, API-URL 기반 AWS 관측소 목록 자동 갱신 기능 도입 등 강수 검증체계 전반에 대한 개선을 통해 고도화하였다.

* 모델 예측값은 소수점 이하 셋째 자리에서 반올림하여 둘째 자리까지 사용하고, 관측값은 관측값 그대로 소수점 이하 첫째 자리까지 사용하여 분할표(Contingency Table) 생산 및 검증지수를 산출하였다. 최종 검증값은 계산 마지막 단계에서 소수점 이하 셋째 자리에서 반올림하여 둘째 자리까지를 제시하였다.

3.2 지역예보시스템 검증

지역예보시스템은 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 최대 120시간 예측(72시간까지 6시간, 이후 12시간 간격)까지 분석검증과 관측검증을 실시한다(단, 본 보고서는 지역예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 검증변수는 해면기압, 지위고도, 기온, 바람, 상대습도로 변수별 검증 고도는 표 3.2.1과 같다. 분석검증은 표에 표기된 모든 변수에 대한 검증을 수행하지만, 관측검증은 해면기압과 상대습도를 제외한 변수에 대해서만 수행한다. 검증방법은 통계적 기법을 기반으로 평균오차(ME, Mean Error), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error)를 산출한다. 단, 바람에 대해서는 평균오차와 평균제곱근오차만 산출하며, 해면기압에 대해서는 S1 score를 추가로 산출한다. 검증영역은 수행하는 검증에 따라 달리한다. 분석검증은 지역예보시스템의 전체영역에 대해 수행하며, 관측검증은 비교 대상 모델에 맞춰 두 영역으로 구분한다. 영역에 대한 자세한 내용은 3.2.1장 및 3.2.2장에서 확인할 수 있다.

표 3.2.1 지역예보시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압*	해면
지위고도	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
기온	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
바람	850hPa, 500hPa, 250hPa, 100hPa
상대습도**	850hPa, 700hPa

* 분석검증에서만 수행

** 권고 검증기상변수

3.2.1 분석검증

지역예보시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증 격자인 분석장과 모델 격자인 예측장의 격자점(격자 크기: 3km)끼리 1:1로 비교하여 검증하며, 지역예보모델 전체 영역(그림 3.2.1)에 대해 검증을 수행한다.

3.2.2 관측검증

지역예보시스템의 관측검증은 고층관측자료를 기반으로 수행된다. 기존에는 상층검증 영역을 ① 한반도 영역(UM-국지)과 ② 동아시아 영역(KIM-지역)의 2개 영역으로 구분(그림 3.2.1)하여 운영하였으나, 지역예보시스템이 KIM-지역·국지 통합운영체제로 전환됨에 따라 관측검증 영역을 보다 체계적으로 반영하기 위해 3개의 영역(그림 3.2.2, 지역예보시스템 영역, 국지예보시스템 영역(KIM-Local), 국지앙상블 영역

(KIM-LENS))으로 구분하여 검증을 수행한다. ① 지역예보시스템 영역은 지역모델 전체 영역을 대상으로 고층 관측자료 기반의 검증을 수행하는 영역으로, 57여 개 지점의 관측자료를 활용한다. 관측자료 수집률에 따라 실제 검증에 사용되는 지점 수는 약 5개소 내외의 변동이 발생할 수 있다. 이 영역은 전지구예보시스템의 관측검증 결과와 비교하여 지역예보시스템의 전반적인 성능을 분석하는 데 활용된다. ② 국지예보시스템 영역은 KIM-국지 모델의 관측검증 결과와 비교하기 위한 영역으로, 지역예보시스템에 대해 KIM-국지 모델 영역 내의 고층 관측자료를 활용하여 검증을 수행한다. 해당 영역에서는 약 17개 내외의 상층 관측지점이 사용된다. 기존에는 UM-국지모델 영역을 기준으로 검증을 수행하였으나, 2025년 11월 14일 KIM-지역·국지 통합모델이 운영됨에 따라 KIM-국지 영역 기준으로 변경되었으며, 2025년 11월 14일 00UTC 검증부터 해당 영역의 자료가 산출되고 있다. ③ 국지양상불 영역은 KIM-국지양상불 예측시스템의 관측검증 결과와 비교하기 위한 영역으로, 국지양상불 영역 내 고층 관측자료를 이용하여 KIM-지역모델의 검증을 수행한다. 해당 영역의 검증 자료는 2025년 9월 1일 00UTC 검증부터 생산되고 있다.

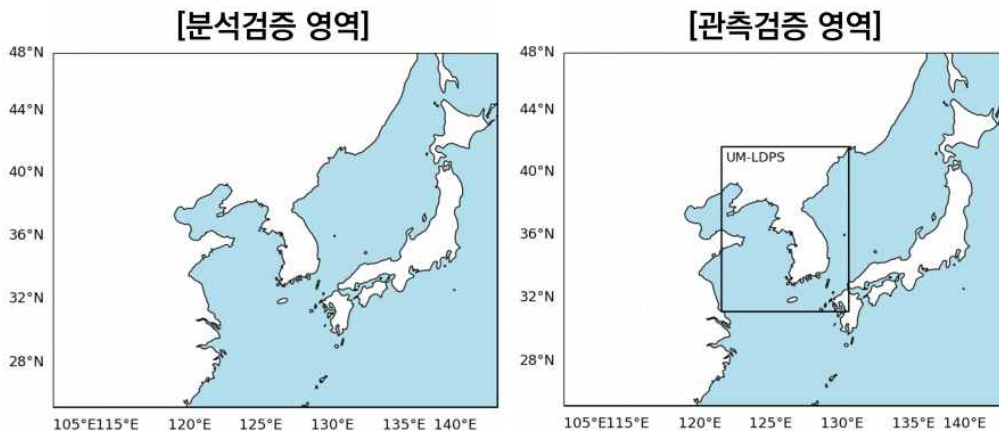


그림 3.2.1 지역예보시스템의 분석검증 및 관측검증 영역('25.11.13. 12UTC 검증까지)

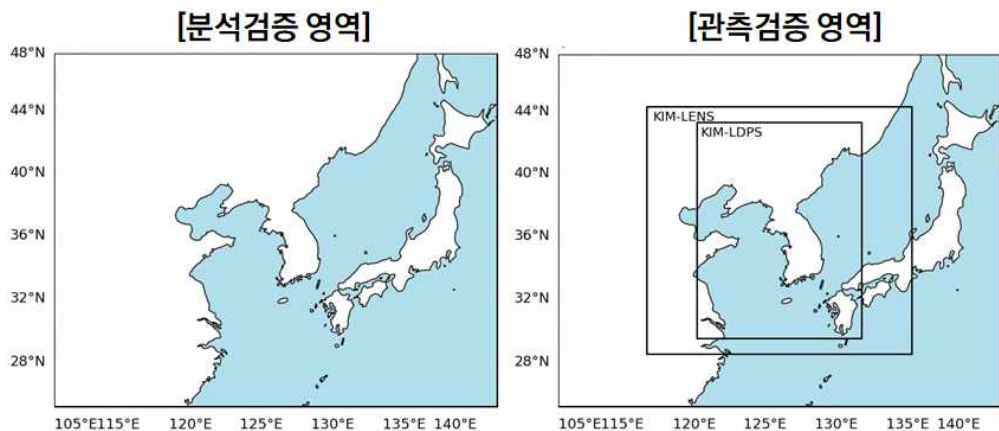


그림 3.2.2 지역예보시스템의 분석검증 및 관측검증 영역('25.11.14. 00UTC 검증부터)

3.2.3 강수검증

강수검증은 전지구예보시스템의 한반도 영역 강수검증과 동일하게 한반도에 위치한 75개 ASOS 및 244개 AWS 관측지점의 자료를 활용하여 각 임계시간(1, 3, 6, 12시간)에 따라 120시간 범위의 한 달 평균 검증을 수행한다. 산출되는 검증지수는 전지구예보시스템의 강수검증 지수와 동일하다.

3.3 국지예보시스템 검증

국지예보시스템 검증 시 평균오차(ME), 평균제곱근오차(RMSE), S1 score(해면기압 변수만 해당)를 산출한다. 풍속을 검증할 때는 250hPa이 아닌 300hPa 고도를 활용하며, 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 48시간 예측까지 검증⁷⁾한다(단, 본 보고서는 국지예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 검증영역은 검증할 때 사용하는 자료와 관계없이 국지예보시스템의 영역 전체를 활용한다.

3.3.1 분석검증

국지예보시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 격자점(1.5km)끼리 1:1로 비교하여 검증한다. 단, 국지예보시스템은 가변격자 영역을 제외한 고정격자 영역에 대해 검증을 수행한다(그림 3.2.1의 UM-LDPS 영역).

3.3.2 관측검증

국지예보시스템의 관측검증은 지상 및 상층으로 구분하여 수행한다. 기온, 상대습도 등 지상 변수에 대한 검증은 한반도 영역의 AWS 관측자료(236개소 지점)를 이용하며, 고도별 상층검증은 고층 관측자료(라디오존데)를 활용한다. 상층 관측검증을 위해 9개 지점(한반도:5개, 중국:3개, 일본:1개)의 고층 관측자료가 사용된다.

3.3.3 강수검증

강수검증은 전지구예보시스템의 한반도 영역 강수검증과 동일한 방법으로 수행하며 자세한 내용은 3.1.3장에서 확인할 수 있다.

7) 2019년 5월 28일 00UTC부터 예측시간이 36시간에서 48시간으로 확대됨.

3.4 초단기예측시스템 검증

초단기예측시스템은 하루에 8번(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC), 1시간 간격으로 최대 12시간 예측까지 분석검증과 관측검증을 시행하며, 관측검증 시 고층 관측자료(라디오존데)를 활용한 상층검증과 AWS 자료 기반의 지상검증을 함께 수행한다(단, 본 보고서는 초단기예측시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 검증변수는 해면기압, 지위고도, 기온, 바람, 상대습도로 변수별 검증 고도는 표 3.4.1과 같다. 예측자료에 대하여 검증 시 평균오차(ME), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error)를 산출하며, 바람에 대해서는 평균오차와 평균제곱근오차만 산출한다. 또한 해면기압에 대해서는 S1 score를 추가로 산출한다. 검증영역은 검증에 사용하는 자료와 관계없이 모두 초단기예측시스템의 전체 영역(그림 2.3.4)을 대상으로 한다.

표 3.4.1 초단기예측시스템의 검증변수

변수명	고도
해면기압	해면*
지위고도	850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
기온	2m**, 850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
바람	10m**, 850hPa, 500hPa, 300hPa, 200hPa
상대습도	2m**, 850hPa***, 700hPa***

* 분석검증에서만 수행
 ** 지상 검증(관측) 변수
 *** 권고 검증기상변수

3.4.1 분석검증

초단기예측시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 5km 격자점끼리 1:1로 비교하여 검증한다.

3.4.2 관측검증

초단기예측시스템의 관측검증은 지상 및 상층으로 구분하여 수행한다. 기온, 상대습도 등 지상 변수에 대한 검증은 한반도 영역의 AWS 관측자료(247개소 지점)를 이용하며, 고도별 상층 검증은 고층 관측자료(라디오존데)를 활용한다. 상층 관측검증을 위해 15개 지점⁸⁾의 고층 관측자료가 사용된다.

8) 2025.5.1. 00UTC 이후 검증 기준이며, 매년 갱신되는 WMO 검증선도센터의 라디오존데 리스트에 따라 변동 여지 있음

3.4.3 강수검증

강수검증은 한반도에 위치한 75개 ASOS 및 244개 AWS 관측지점의 자료를 활용하여 임계시간(1, 3시간)에 따라 예측 12시간까지의 한 달 평균 검증을 수행한다. 산출되는 검증지수는 전지구예보시스템의 강수검증과 동일하게 양분예보 검증방법을 이용하며 정확도(Accuracy), 성공임계지수(CSI), 치우침(Bias) 등을 산출한다.

3.5 전지구양상불예측시스템 검증

전지구양상불예측시스템의 검증은 3개의 표준 검증영역(북반구, 남반구, 적도)과 2개의 자체 검증영역(아시아, 동아시아)에 대해 수행한다. 분석검증과 관측검증 모두 지위고도(500hPa), 기온(850hPa), 동서(U) 및 남북(V) 풍속(250hPa 및 850hPa)에 대해 검증 값을 산출하며, 분석검증의 경우 해면기압을 추가로 검증한다(표 3.5.1). 검증은 1일 2회(00, 12UTC) 수행하고, 12시간 간격으로 각 기관에서 예측 가능한 마지막 시간까지 검증한다(단, 본 보고서는 양상불예측시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성되었음). 양상불예측시스템의 검증 방법은 단일 예측을 기반으로 하는 결정론적 모델과 달리, 확률적 예측 특성을 반영한 평가 방식을 적용한다는 점에서 차이를 보인다. 전지구예보시스템의 경우, 자체 분석장을 기준으로 이에 대한 예측장의 오차를 평가하는 분석검증 방식을 적용하는 반면, 양상불예측시스템에서는 다수의 예측 멤버로 구성된 특성을 반영하여 검증이 수행된다. 개별 양상불 멤버의 예측장을 직접 비교하기보다는 전체 양상불 멤버의 평균장(ensemble mean)을 산출한 후 이를 기준 멤버와 비교하여 예측오차를 평가한다. 이와 같은 접근은 양상불예측이 확률적 예측체계라는 점을 반영한 것으로, 개별 예측의 변동성을 평균화함으로써 보다 안정적인 예측 성능을 평가하는 데 목적이 있다.

또한, 양상불예측시스템의 검증은 목적에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 양상불예측시스템의 일반적인 예측오차 특성을 파악하기 위한 ① 일반 검증과 임의의 임계값에 대한 양상불 예측 확률을 확인하기 위한 ② 확률 예측 검증이 있다. 이에 따른 검증방법은 표 3.5.2와 같으며 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용된다. 그 중, BSS는 산출식의 특성상 기후자료를 사용하는데, 기후자료는 모든 기관에서 동일한 기준으로 적용하기 위해 WMO에서 제공하는 자료를 이용하여 산출한다.

표 3.5.1 전지구양상불예측시스템의 검증변수 및 검증영역

변수명(고도)	고도	검증영역
해면기압*	해면	북반구, 남반구, 적도 아시아**, 동아시아**
지위고도	500hPa	
기온	850hPa	
동서 및 남북 풍속	250hPa, 850hPa	

* 분석검증에서만 수행
** 기상청 자체 검증 영역

표 3.5.2 전지구양상불예측시스템 검증 구분에 따른 검증스코어

구분	검증스코어
일반 검증	<ul style="list-style-type: none"> • RMSE • Spread • Anomaly Correlation • Mean Absolute Error
확률 예측 검증	<ul style="list-style-type: none"> • RPS (Ranked Probability Score) • CRPS (Continuous ranked probability score) • BS (Brier score) • ROC (Relative Operating Characteristic) diagram • Reliability diagram

3.5.1 분석검증

분석검증 시, 수치모델에서 생성한 분석장을 이용하여 1.5°x1.5° 격자로 나누어 앙상블의 각 모델과 비교하여 검증 값을 산출한다. 격자로 나누는 방법은 앞서 설명한 전지구예보시스템의 방법과 동일하다.

3.5.2 관측검증

앙상블예측시스템의 관측검증은 전지구예보시스템과 마찬가지로 관측소와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 선택하여 관측값과 비교하여 검증한다. 다만 전지구예보시스템과는 다르게 앙상블예측시스템은 관측자료를 각 앙상블 멤버의 평균장과 비교한다는 점에서 차이가 있다.

3.6 국지양상불예측시스템 검증

국지양상불예측시스템은 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 12시간 간격으로 최대 120시간 예측까지 분석검증과 관측검증을 실시한다(단, 본 보고서는 지역예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성). 분석검증과 관측검증 모두 지위고도, 기온, 동서(U) 및 남북(V) 풍속, 상대습도에 대해 검증 값을 산출하며, 분석검증의 경우 해면기압을 추가로 검증한다(표 3.6.1). 국지양상불예측시스템의 검증 방법은 전지구양상불예측시스템과 동일하게 개별 앙상블 멤버의 평균장(ensemble mean)을 구한 후 컴트롤 멤버(또는 관측자료)와 비교하여 예측오차를 평가한다. 분석검증은 표에 표기된 모든 변수에 대한 검증을 수행하지만, 관측검증은 해면기압을 제외한 변수에 대해서만 수행한다. 검증방법은 통계적 기법을 기반으로 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 평균절대오차(MAE, Mean Absolute Error), spread, 연속형 순위 확률 점수(CRPS, Continuous Ranked Probability Score)를 산출한다. 분석검증 및 관측검증 모두 국지양상불예측시스템의 전체영역에 대해 수행한다.

표 3.6.1 국지양상불예측시스템의 검증변수 및 검증영역

변수명	고도	검증영역
해면기압*	해면	모델 영역
지위고도	500hPa	
기온	850hPa	
동서 및 남북 풍속	250hPa, 850hPa	

* 분석검증에서만 수행

3.6.1 분석검증

국지양상불예측시스템의 분석검증은 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 기준 멤버와 앙상블 평균 예측장의 격자점(3km)끼리 1:1로 비교하여 검증한다.

3.6.2 관측검증

관측검증은 관측소와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 선택하여 관측값과 비교하여 검증하며, 전지구양상불예측시스템과 동일하게 관측자료를 각 앙상블 멤버의 평균장과 비교한다. 고도별 상층 검증은 고층 관측자료(라디오존데)를 활용하며, 상층 관측검증을 위해 27개 지점의 고층 관측자료가 사용된다.

3.6.3 강수검증

양상블예측시스템의 강수 검증은 전지구모델 또는 지역모델과 같은 단일모델의 검증 방식과는 차별화된 접근이 요구된다. 단일모델이 단일 예측값을 기반으로 검증을 수행하는 반면, 양상블 시스템은 다수의 멤버로 구성되므로 각 멤버의 강수 값을 활용한 통계적 처리 과정이 필수적이다. 이에 따라 본 강수 검증체계에서는 양상블 멤버별 강수 값을 계급별로 구분하고, 이를 기반으로 강수 검증을 수행하였다. 또한 양상블 기준 멤버에 대한 개별 검증을 병행하여, 단일 예측 관점에서의 성능도 함께 평가하였다. 양상블 분포 특성을 반영하기 위해 계급별 대표값으로 최댓값, 중앙값, 75% 및 90% 분위값, 그리고 확률매칭(Probability Matching) 기법을 적용한 강수 자료를 산출하였으며, 이를 활용하여 강수 검증을 수행하였다. 검증을 위해 사용한 관측자료는 한반도에 위치한 75개 ASOS 및 244개 AWS 관측지점의 자료이며, 임계시간(1, 3시간)에 따라 예측 12시간까지의 한 달 평균 검증을 수행한다. 산출되는 검증지수는 단일모델의 강수검증과 동일하게 양분예보 검증방법을 이용하며 정확도(Accuracy), 성공임계지수(CSI), 치우침(Bias) 등을 산출한다.

3.7 파랑모델 검증

파랑모델은 부이와 위성 관측자료를 이용하여 검증을 수행한다. 현업 파랑모델은 1일 2회(00, 12UTC) 예측을 수행하며(초단기 파랑모델은 24회(1시간 간격) 수행), 이때 생산된 예측자료 중 유의파고에 대해 선행시간별로 검증을 수행한다. 전구 파랑모델(Global WaveWatch-III; GWW3)의 부이 검증은 국제 파랑모델 비교 프로젝트(LC-WFV)⁹⁾에서 처리·제공하는 전지구 계류부이에서 관측된 유의파고 자료를 사용하며(그림 3.7.1), 위성 검증은 JASON-3(Joint Altimetry Satellite Oceanography Network-3) 위성 관측자료를 활용한다. 유의파고 검증 방법으로 월별 ME, RMSE를 적용하였다.

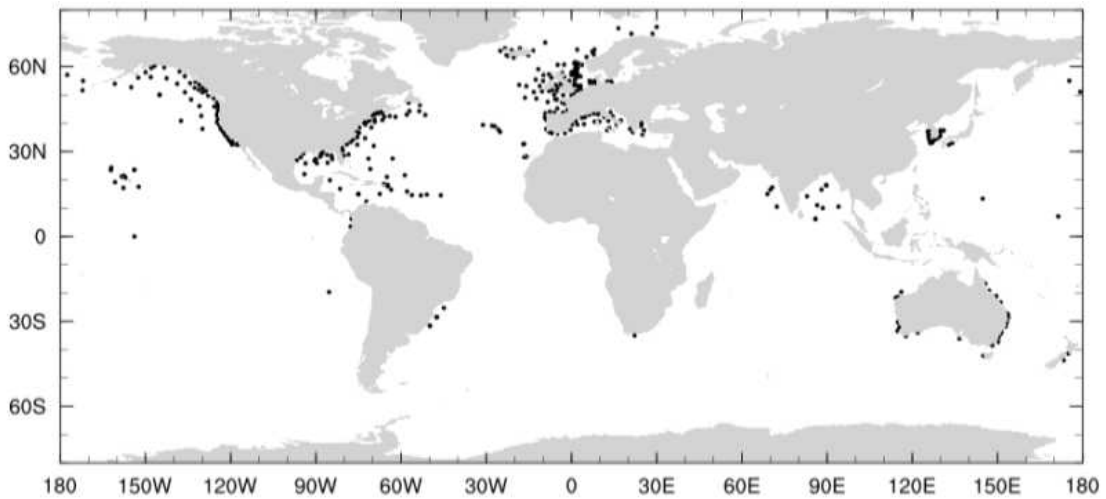


그림 3.7.1 전구 파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 계류부이 관측 지점

지역(Regional WaveWatch-3, RWW3), 지역앙상블(Ensemble WaveWatch-3, EWW3), 국지(Coastal WaveWatch-3, CWW3), 초단기(Korea WaveWatch-3, KWW3) 파랑모델의 예측 결과는 기상청에서 설치·운영 중인 해양기상부이에서 수집한 유의파고 관측자료 중 품질관리 기준을 통과한 자료만을 이용하여 검증한다(표 3.7.1 및 그림 3.7.2 참조). 지역앙상블 파랑모델은 5월부터 한국형모델 기반의 현업 운영을 시작했으며, 초단기 파랑모델은 통합모델 기반만 운영되었다. 따라서 2025년 검증보고서에서는 전구, 지역, 국지 파랑모델은 한국형모델 기반의 모델에 대하여 검증을 수행하였고 지역앙상블, 초단기 파랑모델은 통합모델 기반의 모델에 대해 검증을 수행하였다.

9) 전 세계 파랑모델을 운영하는 기관을 대상으로 한 파랑모델 비교 프로젝트(LC-WFV: Lead Center for Wave Forecast Verification). ECMWF에서 관리 및 운영 중임.

표 3.7.1 지역, 지역양상블, 국지, 초단기 파랑모델의 해역별 유의파고 검증 부이 목록

해역별 부이명(부이 ID)		
서해	남해	동해
덕적도(22101)	거문도(22103)	울릉도(21229)
칠발도(22102)	거제도(22104)	동해(22105)
외연도(22108)	마라도(22107)	포항(22106)
인천(22185)	추자도(22184)	울산(22189)
부안(22186)	서귀포(22187)	울진(22190)
서해170(22191)	통영(22188)	동해78(22302)
서해206(22192)	남해239(22300)	동해57(22305)
가거도(22297)	남해465(22301)*	고성(22310)
홍도(22298)	남해244(22304)	삼척(22311)
서해190(22299)	남해111(22309)	-
풍도(22303)	-	-
서해151(22306)	-	-
서해192(22308)	-	-

* 초단기 파랑모델 검증에서 제외(모델 영역 외 위치)

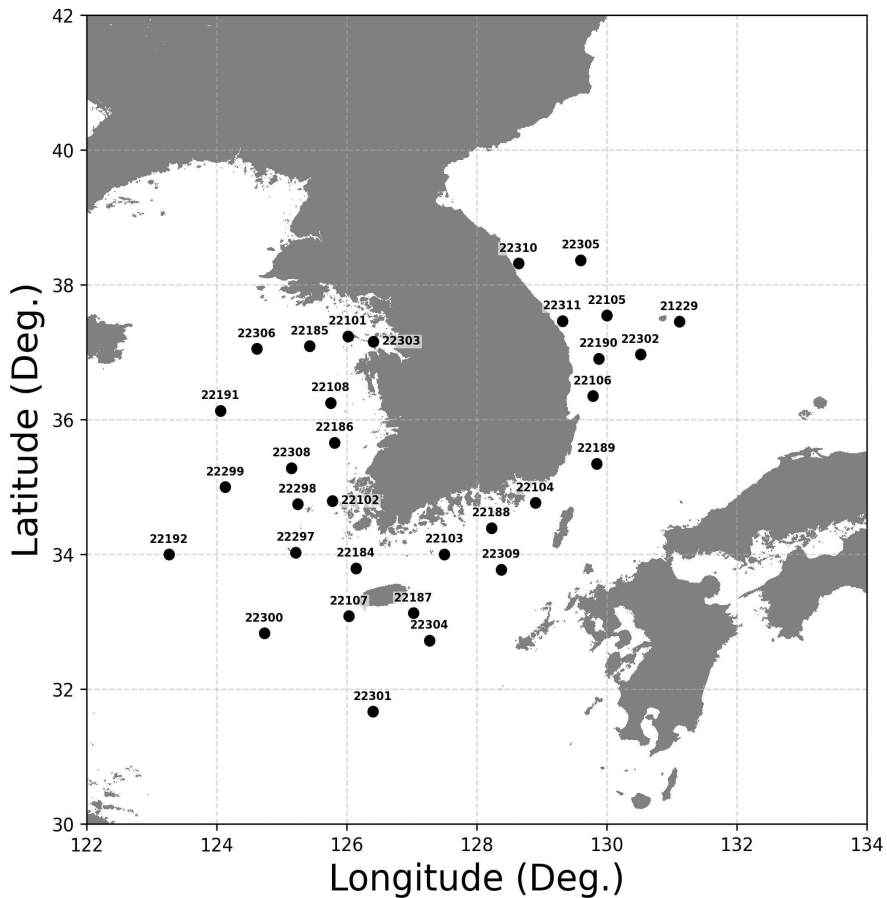


그림 3.7.2 지역, 지역양상블, 국지, 초단기 파랑모델(RWW3/EWW3/CWW3/KWW3) 검증에 사용된 해양기상부이 관측 지점

3.8 폭풍해일모델 검증

지역폭풍해일(RTSM, Regional Tide/Storm surge Model)과 국지폭풍해일(CTSM, Coastal Tide/Storm surge Model) 모델의 검증을 위해 국립해양조사원에서 제공하는 1시간 간격의 조위 관측자료를 사용한다. 검증에 사용한 주요 30개 검조소 지점의 위치를 그림 3.8.1에 나타내었다.

모델 검증은 12시간 간격(00UTC, 12UTC)으로 생산된 현업 예측 시간별(지역폭풍해일은 120시간까지, 국지폭풍해일은 72시간까지 예측에 대하여 검증) 자료를 해당 시각 관측자료와 비교하여 해일고의 월별 ME와 RMSE를 해역별로 계산한다(표 3.8.1 참조).

표 3.8.1 폭풍해일모델의 해역별 검조소 목록

해역별 검조소 명(부이 ID)		
서해	남해	동해
안흥(ANHG)	부산(BUSN)	후포(HUPO)
보령(BORG)	추자도(CHUJ)	묵호(MUKH)
흑산도(DAEH)	고흥발포(GOYG)	포항(POHA)
대산(DAES)	제주(JEJU)	속초(SOKC)
인천(INCH)	진도(JINDO)	울릉도(ULEU)
장항(JANH)	거문도(KOMU)	울산(ULSN)
군산(KSOT)	마산(MASN)	-
목포(MOKP)	모슬포(MOSL)	-
평택(PYOT)	성산포(SEOS)	-
위도(WIDO)	서귀포(SOGW)	-
영광(YONG)	통영(TONY)	-
-	완도(WAND)	-
-	여수(YOSU)	-

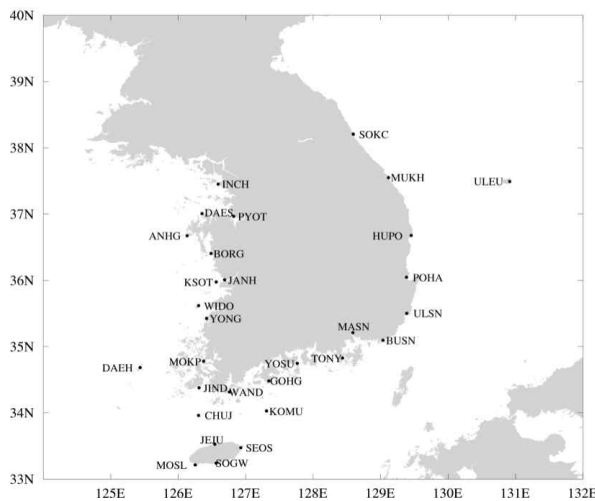


그림 3.8.1 지역 및 국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치

3.9 황사·연무통합예측모델 검증

황사·연무통합예측모델을 검증하기 위해 검증 대상 시간(+12h~+48h, 1시간 간격)에 대해 모델이 예측한 국내 황사가 실제로 관측이 되었는지 유인관측소(24개 지점, 그림 3.9.1)의 황사 목측과 비교하였다. 모델의 검증영역(그림 3.9.1의 파란색 상자)에서 검증 대상 시간의 최하층 PM₁₀ 농도가 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우, 국내 황사를 예측한 것으로 정의하였다. 이때, 동일한 시간 구간의 황사 관측 여부에 따라 예측과 관측의 일치성을 판단한다. 검증 기간은 1월 1일 00UTC부터 12월 31일 12UTC까지이며, 양분예보 검증방법을 이용하여 정확도(Accuracy), 성공임계지수(CSI), 탐지확률(POD), 거짓경보율(FAR)을 산출한다.

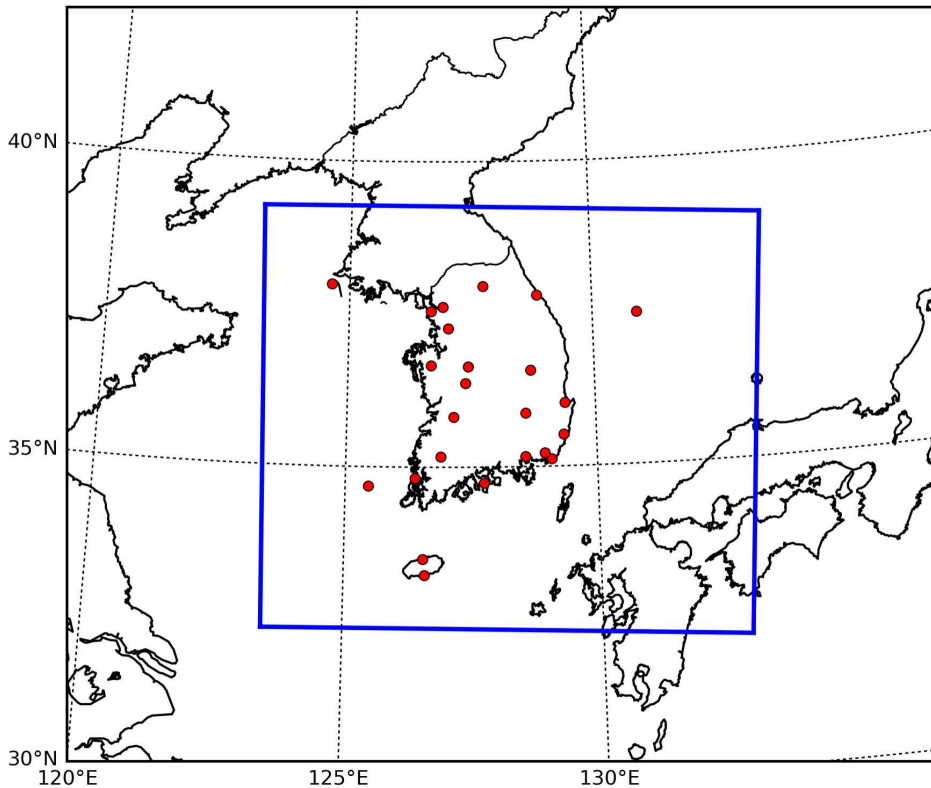


그림 3.9.1 황사 목측지점 및 황사·연무통합예측모델 검증영역

3.10. 태풍 예측성능 검증

태풍 예측성능 검증은 기상청 현업 전지구예보시스템과 전지구앙상블예측시스템에서 생산된 태풍 예측자료에 대해 태풍 발생 시 실시간으로 제공되는 기상청 국가태풍센터와 RSMC¹⁰⁾의 분석경로를 이용하여 일 2회(00, 12 UTC) 실시된다. 태풍 예측성능 검증은 해당 연도에 발생한 태풍에 대한 예측 결과가 존재하고, 그림 3.10.1의 북서태평양 전체영역과 빨간 선으로 나타낸 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역에 태풍이 위치하는 경우 수행된다. 또한 태풍 소멸 후 RSMC에서 재분석하여 제공하는 베스트트랙(Best-track)을 이용으로 사후 검증도 추가 실시한다.

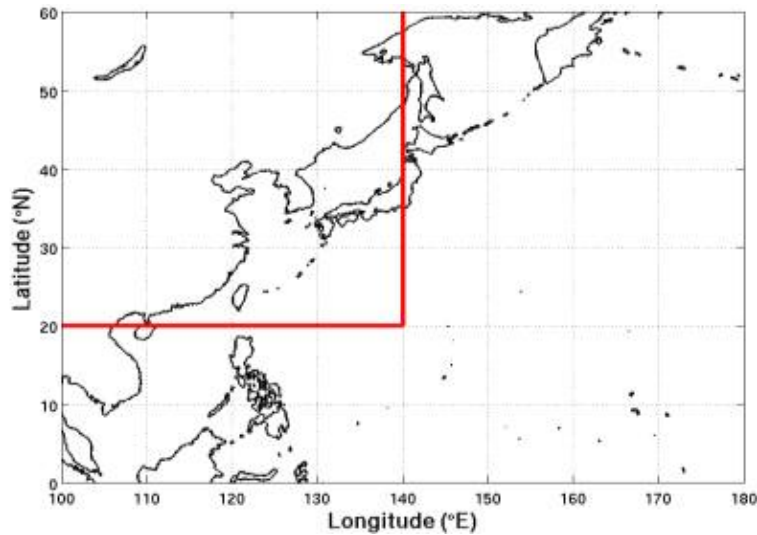


그림 3.10.1 태풍 예측성능 검증영역: 북서태평양 및 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역(붉은색)

태풍 예측성능 검증을 위해 태풍 진로 및 강도를 분석한다. 태풍 진로 예측성능 검증방법은 기본적으로 단순거리오차(DPE, Direct Position Error)이며 이동속도와 방향을 고려하는 지표인 태풍 진행방향의 오차(ATE, Along-Track Error)와 편차(ATB, Along-Track Bias), 태풍 진행수직방향의 오차(CTE, Cross-Track Error)와 편차(CTB, Cross-Track Bias)를 추가적으로 검증에 활용한다. 이때 ATE, ATB, CTE, CTB는 검증 시간 기준의 직전 시간(6시간) 분석 위치를 이용하여 검증을 수행한다. 태풍 강도 예측성능 검증방법은 북서태평양 전체영역에서 발생한 태풍에 대해 태풍 강도 등급¹¹⁾ 별 및 전체 강도에 대한 피어슨 상관계수(r) 및 RMSE 등이 있다(부록 B.3 태풍 검증방법 참고).

10) 지역특별기상센터(Regional Specialized Meteorological Centre, RSMC): 지역별로 세계 기상 예보 등을 담당하는 전문기관으로 북서태평양지역은 일본 기상청이 담당하고 있음

11) 태풍의 강도는 WMO 기준에 의해 분류함. 열대저압부(Tropical Depression, TD): 17 m/s 미만, 열대폭풍(Tropical Storm, TS): 17~24 m/s, 강한 열대폭풍(Severe Tropical Storm, STS): 25~32 m/s, 태풍(Typhoon, TY): 33 m/s 이상

4. 전지구예보시스템(GDAPS) 성능

4.1 2025년도 예측성능

4.1.1 한국형모델 기반 전지구예보시스템(KIM-Global)

그림 4.1.1은 전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 비교 변수 모두 관측검증이 분석검증보다 예측 초반의 오차가 다소 크게 나타났으며, RMSE와 Mean Error 모두 예측시각이 증가할수록 지속적으로 커지는 모습을 보였다. 또한 모든 변수에서 Mean Error는 음의 값으로 나타나 기준(분석 및 관측) 보다 작게 모의한 것을 알 수 있다.

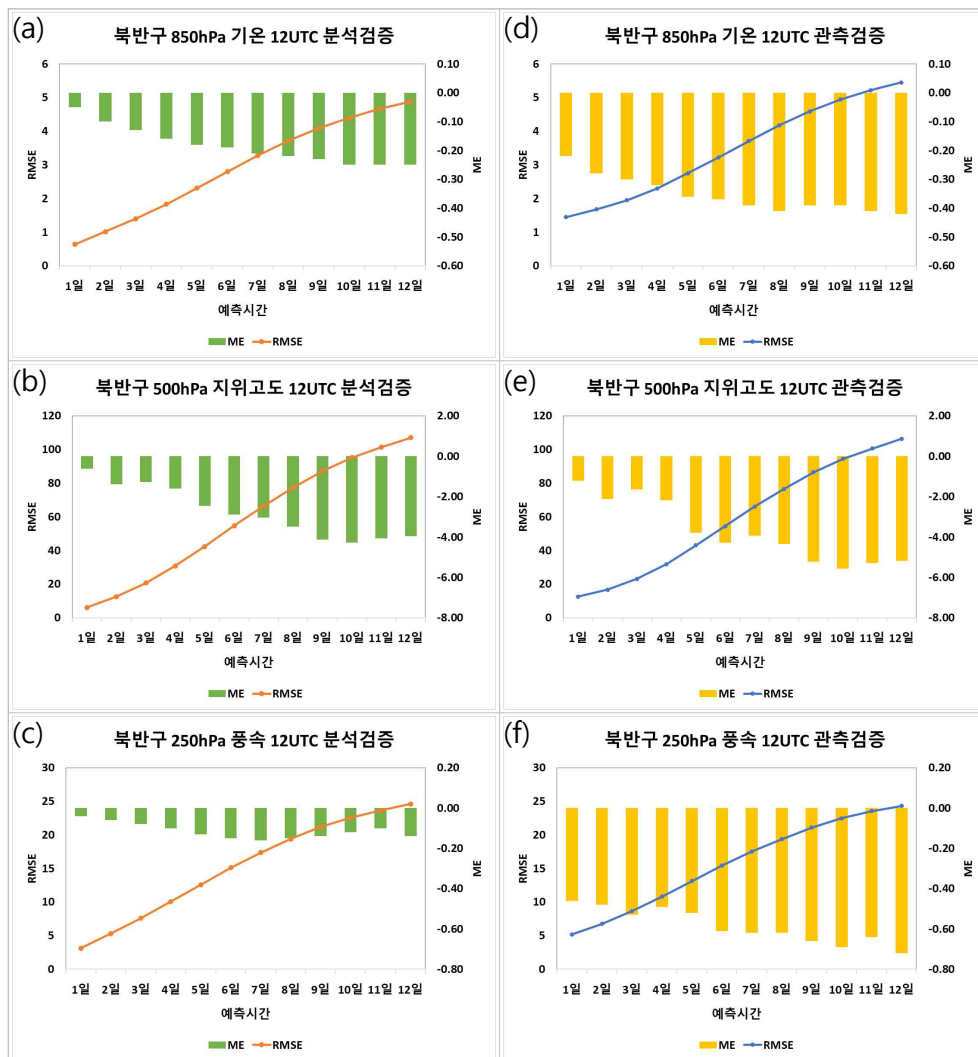


그림 4.1.1 전지구예보시스템(KIM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.2는 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 북반구 영역에서의 오차 특성과 유사하게 비교 변수에 대하여 관측검증이 분석검증보다 예측 초반의 오차가 크게 나타나고 있으며, 다른 변수와 다르게 500hPa 지위고도 관측검증은 4일예측까지 양의 Mean Error가 나타났고, 분석검증의 Mean Error는 5일예측부터 관측검증보다 상대적으로 크게 나타났다.

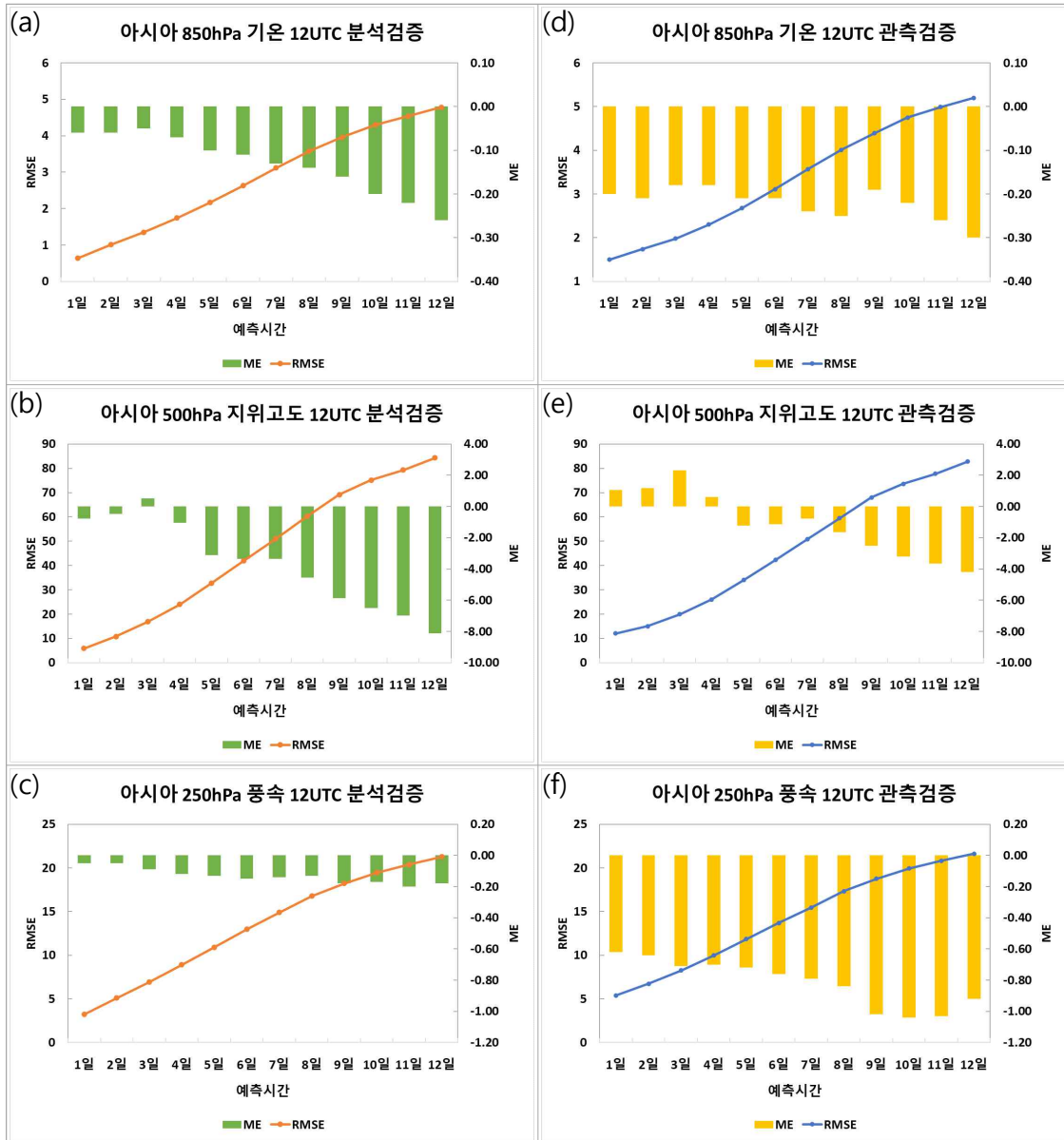


그림 4.1.2 전지구예보시스템(KIM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.3은 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도에 대한 전년 (2024년) 대비 향상률을 비교한 것이다. 북반구와 아시아의 전년 대비 향상률은 초반(1~2일) 하락, 이후 상승 경향으로 비슷하게 나타냈으며, 남반구는 대체적으로 반대의 경향을 보였다. 특히 관측검증의 예측 1일의 오차 변화율은 모든 변수에서 크게 나타났다.

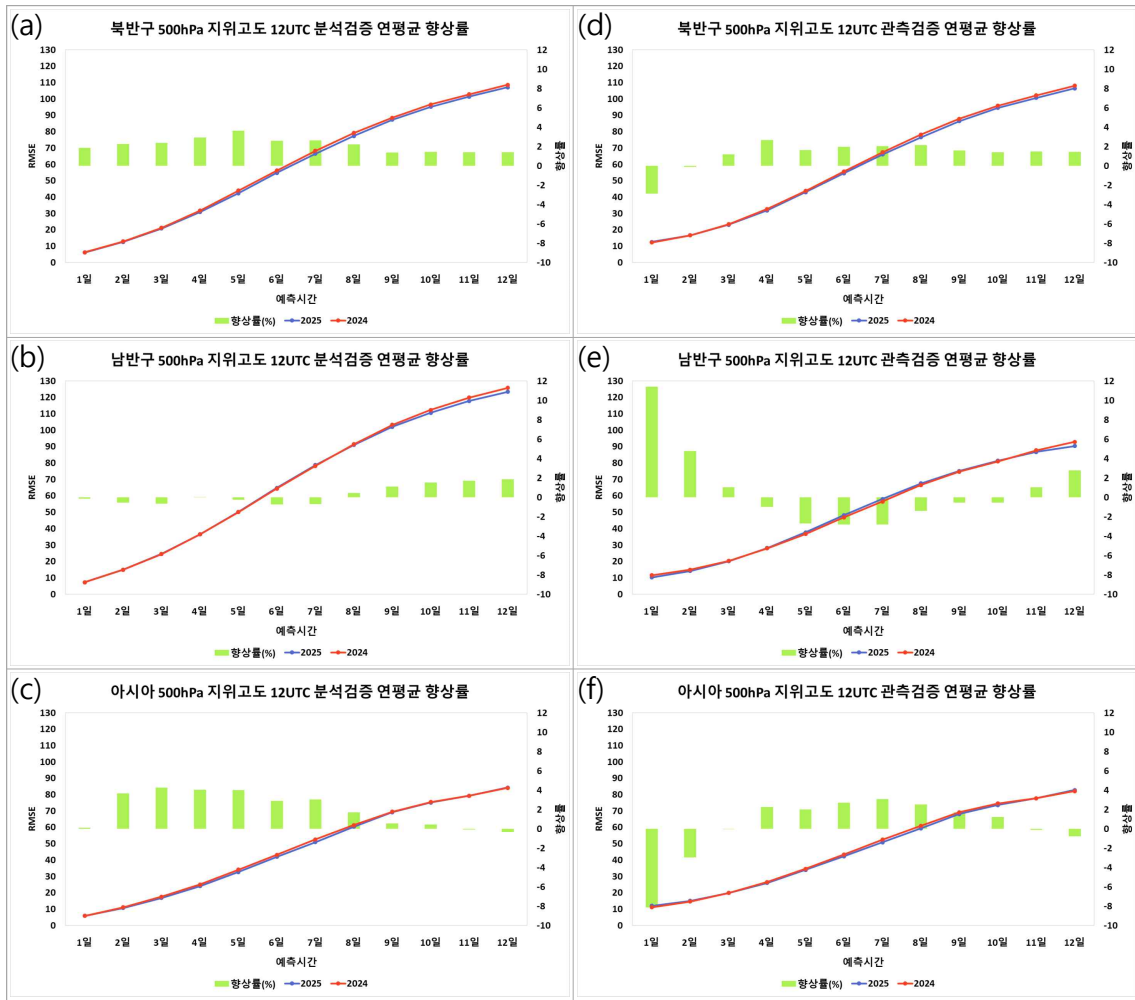


그림 4.1.3 전지구예보시스템(KIM-Global)의 500hPa 지위고도 RMSE에 대한 북반구 (a, d), 남반구 (b, e), 아시아(c, f)의 예측시간별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 연평균 향상률 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE(m), 막대그래프는 향상률(%).

표 4.1.1 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증[단위: m]

영역	방법	예측 시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-1.35	-1.24	-0.74	0.06	0.33	-0.07	-0.37	-0.46	-0.69	-0.86	-1.07	-0.97	-0.62
		3일	-3.72	-3.17	-2.69	-1.28	1.21	1.30	0.37	-0.54	-0.79	-1.10	-2.29	-2.73	-1.29
		5일	-5.76	-4.36	-4.88	-2.23	1.25	0.83	0.00	-1.95	-1.81	-2.24	-4.07	-4.13	-2.45
	RMSE	1일	7.54	7.29	6.86	6.33	5.83	5.32	5.01	5.06	5.27	5.77	6.16	7.03	6.12
		3일	24.85	24.23	23.30	21.17	20.12	17.51	15.82	16.15	17.99	20.41	21.65	25.31	20.71
		5일	49.84	46.81	46.14	45.18	42.40	35.52	31.53	32.08	38.82	43.05	45.34	51.60	42.36
북반구	ME	1일	0.93	0.77	0.35	-0.64	-0.42	-0.69	-0.72	-0.75	-0.43	0.26	0.29	0.56	-0.04
		3일	0.90	0.14	-0.33	-2.22	-1.90	-2.76	-3.06	-3.00	-2.24	-0.55	0.33	1.21	-1.12
		5일	0.64	-1.18	-1.01	-3.62	-2.80	-3.08	-3.73	-3.92	-3.21	-0.34	0.69	1.18	-1.70
	RMSE	1일	6.14	6.43	6.92	7.84	7.61	8.11	8.37	8.31	7.95	7.04	6.75	6.46	7.33
		3일	19.74	20.72	22.73	26.67	25.86	27.82	28.21	28.92	26.99	23.73	22.75	21.42	24.63
		5일	39.76	41.95	46.13	53.21	54.26	56.19	57.02	56.43	55.76	51.45	48.34	42.23	50.23
전 도	ME	1일	0.91	1.45	1.66	1.86	1.28	0.63	0.59	0.39	0.53	0.62	0.09	0.04	0.84
		3일	1.45	2.92	3.12	3.34	2.58	1.32	0.67	0.60	0.72	0.76	-0.16	-0.35	1.41
		5일	1.09	2.27	3.24	3.02	2.86	1.25	0.26	-0.06	-0.32	-0.14	-0.72	-1.17	0.96
	RMSE	1일	2.91	3.12	3.26	3.46	3.40	3.22	3.13	3.02	3.13	2.83	2.90	2.64	3.09
		3일	4.77	5.71	5.41	5.41	5.01	4.98	4.74	4.60	4.74	4.30	4.58	4.37	4.89
		5일	6.50	7.46	7.02	6.41	6.59	7.01	6.38	6.58	6.47	6.17	6.81	6.69	6.68
아 시 아	ME	1일	-0.23	-0.91	-0.09	0.02	0.16	-1.25	-1.29	-0.63	-1.34	-1.11	-1.65	-0.78	-0.76
		3일	1.13	-3.78	-1.88	-1.42	3.60	3.15	2.57	2.87	2.26	0.61	-0.94	-1.85	0.53
		5일	-0.49	-12.14	-4.55	-2.87	1.56	-1.14	0.23	0.76	-1.40	-3.60	-5.87	-7.77	-3.11
	RMSE	1일	6.50	6.91	6.14	6.79	5.98	5.67	5.26	5.25	5.16	4.83	5.56	6.11	5.85
		3일	20.92	20.04	16.70	19.72	18.34	16.30	14.39	13.64	14.84	14.01	16.36	17.01	16.86
		5일	35.67	42.30	35.31	39.49	33.28	31.12	25.46	24.27	29.92	27.92	31.53	36.39	32.72

표 4.1.2 KIM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증[단위: m]

영역	방법	예측 시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.94	-0.72	-1.31	-0.34	-0.52	-1.58	-2.20	-2.08	-2.15	-0.94	-0.81	-1.03	-1.22
		3일	-2.30	-2.95	-3.55	-2.19	0.70	0.47	-0.16	-0.97	-1.16	-1.34	-2.22	-3.95	-1.64
		5일	-4.89	-5.86	-5.48	-3.38	0.68	-1.94	-1.00	-4.14	-2.85	-3.58	-5.70	-7.21	-3.78
	RMSE	1일	13.31	12.62	13.13	12.67	12.45	12.62	12.28	12.17	11.99	12.39	12.65	12.79	12.59
		3일	26.44	25.70	25.77	23.51	23.13	21.33	19.11	18.76	20.24	22.62	24.09	26.50	23.10
		5일	50.31	46.84	48.45	46.60	42.51	37.20	32.82	31.75	39.22	43.43	46.45	50.11	42.97
북반구	ME	1일	-0.11	-1.22	-2.14	-0.92	-1.14	-0.03	-0.25	0.56	1.66	1.62	0.89	-1.89	-0.25
		3일	1.58	0.97	0.34	-2.02	-2.32	-2.74	-2.83	-1.48	2.04	0.96	1.43	-1.15	-0.44
		5일	0.22	-0.05	0.46	-3.84	-4.82	-6.26	-5.18	-4.22	-0.76	0.70	-0.32	-2.22	-2.19
	RMSE	1일	10.02	10.20	9.85	9.74	10.34	10.49	10.41	11.09	9.93	10.48	10.48	9.63	10.22
		3일	17.58	17.57	18.02	20.09	21.08	22.48	22.03	22.64	22.27	19.99	20.84	16.94	20.13
		5일	31.49	31.96	33.27	39.30	41.78	41.83	40.94	41.91	42.53	38.37	39.90	29.41	37.72
전 도	ME	1일	-2.67	-3.18	-3.20	-1.90	-4.64	-6.27	-5.28	-5.56	-4.04	-3.51	-4.25	-5.16	-4.14
		3일	-0.66	-0.65	-1.36	-0.15	-2.72	-5.23	-4.23	-4.21	-2.98	-2.68	-3.96	-4.82	-2.80
		5일	-1.42	-1.45	-1.35	-0.85	-2.54	-5.62	-4.44	-5.29	-4.67	-3.82	-5.39	-5.39	-3.52
	RMSE	1일	11.13	10.47	10.78	10.36	11.57	12.05	11.35	11.17	10.64	11.09	11.66	11.55	11.15
		3일	11.56	10.64	10.96	10.53	11.50	12.17	11.72	11.51	11.24	11.81	12.50	11.81	11.49
		5일	12.09	11.04	11.37	10.89	12.14	13.08	12.86	13.24	12.58	12.62	13.62	12.98	12.38
아 시 아	ME	1일	2.04	2.41	2.83	2.18	1.40	-0.47	-1.05	-0.19	-0.31	1.33	1.35	1.21	1.06
		3일	3.29	-0.69	0.39	0.30	4.45	4.62	3.04	4.06	3.84	2.82	2.30	-0.57	2.32
		5일	0.43	-6.82	-1.48	-0.42	1.99	-0.88	0.39	1.89	0.82	-2.44	-2.81	-5.46	-1.23
	RMSE	1일	11.80	12.24	12.45	12.52	11.84	12.12	11.64	11.20	11.00	12.25	12.37	12.43	11.99
		3일	23.00	21.54	20.18	21.67	21.84	20.24	18.19	16.41	17.74	17.87	20.38	20.12	19.93
		5일	36.79	41.10	35.63	39.10	35.67	33.73	28.31	25.50	30.82	29.52	34.03	37.71	33.99

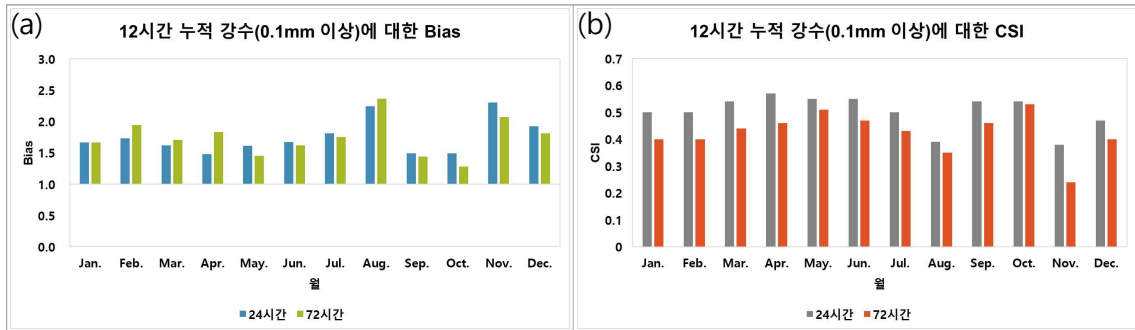


그림 4.1.4 전지구예보시스템(KIM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.

그림 4.1.4는 전지구예보시스템(KIM-Global)의 한반도 영역에서의 12시간 누적강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 및 72시간 예측정확도를 나타낸다. 강수 치우침(Bias Score)의 경우, 모든 월에서 1 이상으로 나타나서 과대 모의하는 경향을 보였다. 특히 8월은 2.3 내외로 과대 모의가 가장 크게 나타난 반면, 4~5, 9~10월에는 1.5 내외로 과대 모의가 상대적으로 작게 나타났다. 이와 유사하게 성공임계지수(CSI)는 3~6, 9~10월에 다른 월에 비해 상대적으로 높게 나타났고, 8월과 11월에 0.3 내외로 가장 낮게 나타났다.

표 4.1.3 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

검증지수	월											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.85	0.89	0.85	0.88	0.81	0.82	0.81	0.67	0.75	0.76	0.89	0.85
치우침(Bias Score)	1.66	1.73	1.62	1.48	1.61	1.67	1.81	2.24	1.49	1.49	2.30	1.92
성공임계지수(CSI)	0.50	0.50	0.54	0.57	0.55	0.55	0.50	0.39	0.54	0.54	0.38	0.47
공정임계지수(ETS)	0.40	0.43	0.44	0.48	0.41	0.41	0.38	0.21	0.33	0.35	0.33	0.39
적중률(POD)	0.88	0.90	0.92	0.91	0.92	0.95	0.94	0.91	0.87	0.88	0.91	0.94

표 4.1.4 KIM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

검증지수	월											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.80	0.84	0.79	0.81	0.80	0.77	0.78	0.62	0.69	0.77	0.86	0.82
치우침(Bias Score)	1.66	1.94	1.70	1.83	1.45	1.62	1.75	2.36	1.44	1.28	2.07	1.81
성공임계지수(CSI)	0.40	0.40	0.44	0.46	0.51	0.47	0.43	0.35	0.46	0.53	0.24	0.40
공정임계지수(ETS)	0.29	0.32	0.32	0.35	0.37	0.32	0.30	0.16	0.24	0.34	0.19	0.31
적중률(POD)	0.76	0.84	0.83	0.90	0.82	0.83	0.83	0.87	0.77	0.79	0.60	0.81

4.1.2 통합모델 기반 전지구예보시스템(UM-Global)

그림 4.1.5는 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 850hPa 기온은 관측검증이 분석검증보다 오차가 크게 나타났는데, 특히 모든 요소에서 예측 초반에 관측검증의 오차가 분석검증보다 상대적으로 크게 나타났다. 850hPa 기온과 500hPa 지위고도는 예측 초중반까지는 음의 편차(Mean Error)를 나타내다 양의 편차로 전환되었다.

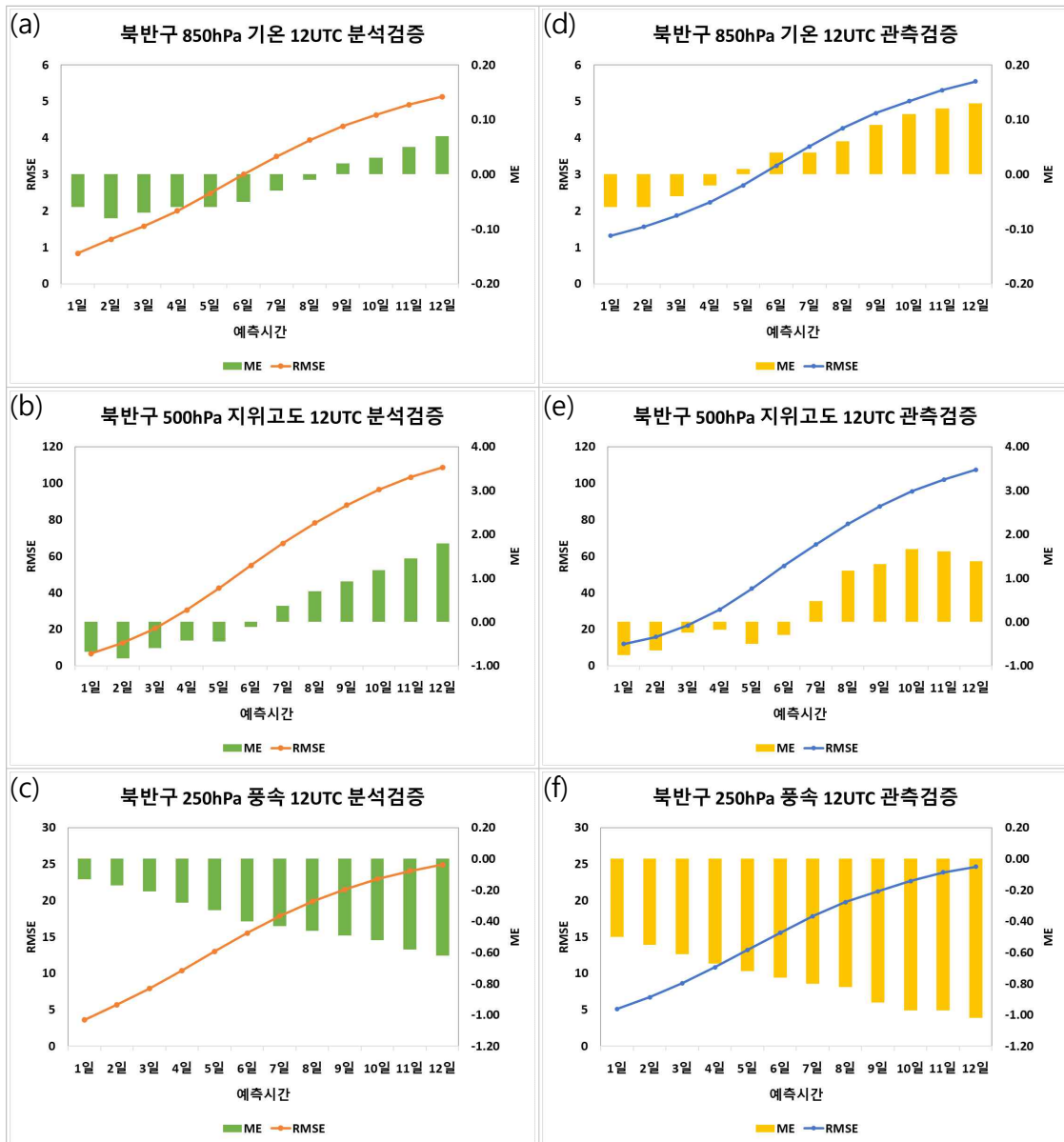


그림 4.1.5 전지구예보시스템(UM-Global)의 북반구 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교. 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

그림 4.1.6은 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역에서의 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과를 변수별로 비교한 것이다. 모든 변수에서 관측검증은 분석검증 대비 예측 초기에 오차가 크게 나타났다. 기온의 경우, 예측 초기의 음의 편차(ME)에서 양의 편차로 전환되었고, 지위고도는 예측 7일에서 편차가 두드러지게 증가하는 경향을 나타내었다. 풍속의 경우, 관측검증이 분석검증보다 약 2배의 음의 편차를 나타내었다.

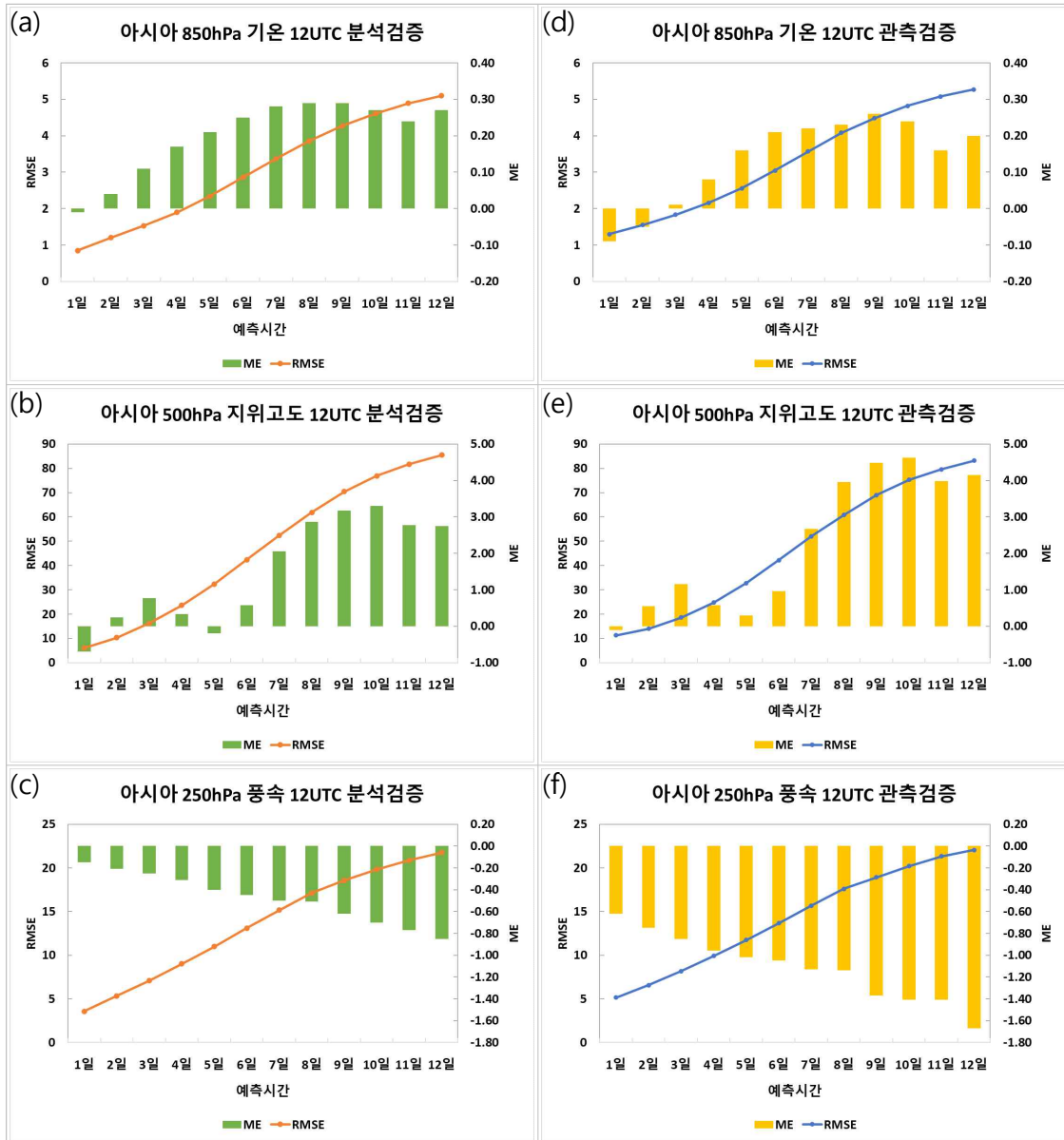


그림 4.1.6 전지구예보시스템(UM-Global)의 아시아 영역 예측시간에 따른 850hPa 기온(a, d), 500hPa 지위 고도(b, e), 250hPa 풍속(c, f)의 연평균 예측시각별 분석검증(a~c)과 관측검증(d~f) 결과 비교 꺾은선 그래프는 RMSE, 막대그래프는 Mean Error. [단위: 기온 °C, 지위고도 m, 풍속 m/s]

표 4.1.5 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 분석검증[단위: m]

영역	방법	예측 시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.58	-0.81	-0.95	-0.43	0.26	-0.20	-1.11	-1.33	-1.06	-0.57	-0.88	-0.47	-0.68
		3일	-0.94	-1.12	-1.62	0.32	1.83	0.57	-1.43	-1.68	-1.50	-0.34	-0.64	-0.70	-0.60
		5일	-1.20	-1.03	-1.98	0.98	4.02	1.42	-1.79	-2.70	-1.64	-0.11	-0.90	-0.44	-0.45
	RMSE	1일	7.68	7.39	7.13	6.74	6.40	5.99	5.72	5.75	5.82	6.26	6.86	7.70	6.62
		3일	23.49	22.72	21.41	21.14	20.23	17.23	17.07	16.73	18.51	19.83	21.38	24.72	20.37
		5일	49.37	49.03	43.65	44.67	41.97	35.27	33.70	32.85	40.18	42.58	44.18	53.14	42.55
북반구	ME	1일	-0.77	-0.80	-1.10	-1.07	-1.25	-1.62	-1.51	-1.21	-1.03	-0.88	-0.70	-0.81	-1.06
		3일	-1.20	-1.72	-2.15	-1.96	-2.11	-2.35	-2.64	-2.48	-2.09	-1.67	-0.77	-1.35	-1.87
		5일	-0.84	-1.66	-2.26	-2.22	-1.84	-2.25	-2.42	-2.04	-2.69	-1.72	0.62	-1.49	-1.73
	RMSE	1일	7.10	7.13	7.23	7.87	8.54	9.20	9.95	9.68	10.17	9.00	8.18	7.83	8.49
		3일	20.76	20.67	22.55	25.57	27.81	29.10	32.69	30.31	31.51	27.65	25.00	23.67	26.44
		5일	41.03	41.76	48.50	52.47	56.19	55.60	62.33	61.48	61.41	57.52	50.04	45.97	52.86
적도	ME	1일	-1.14	-0.73	-1.04	-0.89	-0.98	-1.40	-1.55	-1.34	-1.21	-0.95	-1.16	-1.20	-1.13
		3일	-2.57	-1.70	-1.67	-1.43	-1.36	-1.89	-2.57	-1.57	-1.47	-0.97	-2.36	-2.78	-1.86
		5일	-3.86	-3.46	-2.07	-1.94	-1.53	-1.93	-2.96	-1.72	-1.25	-1.07	-3.11	-4.07	-2.41
	RMSE	1일	3.58	3.29	3.22	2.89	2.93	3.29	3.18	3.22	3.15	3.10	3.26	3.36	3.21
		3일	6.10	5.90	5.20	4.80	4.86	5.12	5.76	5.30	5.29	5.01	5.50	5.84	5.39
		5일	8.29	8.50	7.72	6.80	6.72	7.13	7.60	7.34	7.23	6.83	7.75	8.59	7.54
아시아	ME	1일	-1.02	-0.41	0.34	0.39	0.95	-0.67	-1.30	-1.40	-1.61	-0.45	-1.80	-1.41	-0.70
		3일	1.53	-1.45	-0.49	3.94	3.64	2.96	-0.28	-0.59	-0.43	1.91	0.14	-1.63	0.77
		5일	1.74	-7.75	-0.87	5.45	6.91	0.54	-1.43	-3.22	-3.00	2.53	-1.26	-1.99	-0.19
	RMSE	1일	6.62	6.25	5.99	6.62	6.25	5.92	5.55	5.73	5.60	5.28	6.08	6.34	6.02
		3일	19.07	17.59	15.38	17.65	17.62	16.01	14.48	13.82	14.26	14.13	16.16	17.80	16.16
		5일	38.21	41.97	31.10	35.58	33.62	30.03	26.53	23.83	30.75	27.58	32.81	36.30	32.36

표 4.1.6 UM-Global 영역별 500hPa 지위고도의 예측시간별 관측검증[단위: m]

영역	방법	예측 시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	1일	-0.65	-0.59	-1.16	-1.42	-0.52	-0.21	0.02	-0.30	-1.51	-1.38	-1.23	-0.17	-0.76
		3일	0.56	-0.62	-1.74	-0.11	1.16	1.36	-0.14	0.64	-1.02	-1.39	-1.00	-0.66	-0.24
		5일	0.48	-0.35	-1.19	0.13	4.14	0.87	0.09	-1.11	-2.76	-2.03	-2.59	-1.65	-0.50
	RMSE	1일	12.46	11.70	11.85	11.69	11.62	12.27	11.91	11.64	11.29	11.79	12.25	12.51	11.92
		3일	25.20	24.09	22.61	22.55	21.85	21.06	20.27	18.77	20.02	21.29	23.27	24.40	22.11
		5일	49.32	49.38	43.64	45.26	41.31	35.91	34.64	31.91	40.58	41.57	44.15	49.31	42.25
북반구	ME	1일	-1.80	-0.75	-1.55	-1.56	-3.67	-3.43	-4.02	-2.65	-2.42	-1.88	-2.51	-2.66	-2.41
		3일	-2.19	-2.38	-2.86	-3.82	-4.57	-5.25	-5.52	-3.74	-3.37	-2.71	-3.94	-4.42	-3.73
		5일	-3.87	-5.64	-1.82	-7.02	-6.58	-7.08	-7.79	-6.35	-2.99	-1.62	-6.98	-4.85	-5.22
	RMSE	1일	9.97	8.98	9.31	9.73	10.20	10.58	11.26	12.08	11.87	11.15	11.24	10.54	10.58
		3일	18.06	17.94	17.91	19.62	21.23	22.22	25.02	24.15	25.27	22.62	22.24	18.04	21.19
		5일	31.83	32.19	35.63	38.85	40.10	43.42	47.84	46.22	46.42	44.91	41.42	31.07	39.99
적도	ME	1일	-1.25	-1.25	-1.79	-2.17	-2.87	-3.44	-1.64	-1.88	-1.93	-1.82	-2.68	-2.38	-2.09
		3일	-2.92	-2.43	-3.28	-3.20	-3.02	-3.88	-3.25	-2.17	-2.20	-1.89	-4.46	-4.61	-3.11
		5일	-5.18	-5.10	-4.95	-4.94	-4.06	-6.01	-4.50	-3.42	-3.13	-3.16	-6.09	-5.60	-4.68
	RMSE	1일	11.46	10.79	11.10	10.41	11.10	11.11	10.74	10.34	10.33	10.97	11.60	11.16	10.93
		3일	12.60	12.10	11.82	11.30	12.12	11.93	12.05	11.30	11.82	12.01	12.97	12.32	12.03
		5일	13.52	13.11	12.49	12.25	12.74	13.56	12.95	13.02	12.05	13.23	13.86	13.67	13.04
아시아	ME	1일	0.19	1.47	0.42	-1.66	-0.36	0.09	0.33	0.21	-1.15	-0.97	-0.22	0.36	-0.11
		3일	1.96	-0.21	-0.40	1.45	2.18	3.46	0.43	1.35	0.33	1.20	2.58	-0.42	1.16
		5일	2.02	-4.40	0.39	3.25	4.32	-0.66	-1.60	-1.22	-2.68	1.03	1.75	1.23	0.29
	RMSE	1일	11.05	11.14	11.22	11.12	10.90	11.31	11.04	10.42	10.62	12.08	12.21	12.06	11.26
		3일	20.60	19.27	17.98	19.04	19.54	19.08	17.57	16.15	16.80	17.73	19.00	19.83	18.55
		5일	37.75	40.24	30.80	34.70	34.08	31.32	28.58	24.95	31.06	28.81	34.47	36.75	32.79

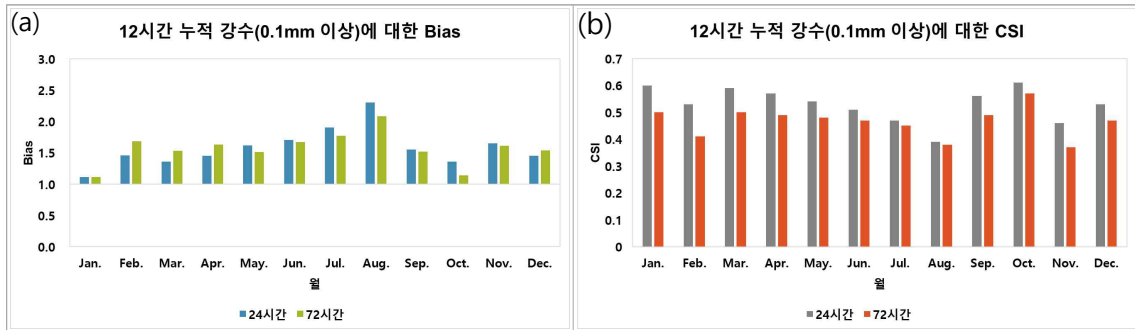


그림 4.1.7 전지구예보시스템(UM-Global)의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.

그림 4.1.7은 전지구예보시스템(UM-Global)의 한반도 영역에서의 12시간 누적강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 및 72시간 예측정확도를 나타낸다. 모든 월에서 강수 치우침 1 이상으로 나타나서 과대 모의하는 경향을 보이며, 8월에 2.0 이상으로 과대 모의가 가장 크게 나타난 반면, 1월에는 약 1.1으로 치우침이 가장 낮게 나타났다. 성공임계지수는 24시간 예측에서는 1, 3, 4월에 0.6 내외로, 그리고 72시간 예측에서는 1, 3, 10월에 0.5 이상으로 높게 나타났다.

표 4.1.7 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.91	0.91	0.88	0.88	0.81	0.79	0.78	0.66	0.75	0.81	0.93
치우침(Bias Score)		1.11	1.46	1.36	1.45	1.62	1.70	1.90	2.30	1.55	1.36	1.65	1.45
성공임계지수(CSI)		0.50	0.53	0.59	0.57	0.54	0.51	0.47	0.39	0.56	0.61	0.46	0.53
공정임계지수(ETS)		0.54	0.47	0.49	0.48	0.40	0.37	0.33	0.21	0.34	0.44	0.42	0.46
적중률(POD)		0.79	0.85	0.87	0.89	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.90	0.84	0.85

표 4.1.8 UM-Global 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.88	0.86	0.83	0.83	0.78	0.77	0.78	0.67	0.70	0.81	0.91
치우침(Bias Score)		1.11	1.68	1.53	1.63	1.51	1.67	1.77	2.08	1.52	1.14	1.61	1.54
성공임계지수(CSI)		0.50	0.41	0.50	0.49	0.48	0.47	0.45	0.38	0.49	0.57	0.37	0.47
공정임계지수(ETS)		0.42	0.34	0.39	0.38	0.33	0.32	0.32	0.20	0.26	0.41	0.33	0.39
적중률(POD)		0.70	0.78	0.85	0.86	0.81	0.86	0.85	0.84	0.83	0.78	0.70	0.81

4.2. 연도별 예측성능 변화 추세

한국형수치예보모델(KIM-Global)은 2020년 4월부터 현업운영을 시작하였으나, 세계기상기구 검증선도센터(WMO-LCDNV¹²⁾)에 검증자료를 제출하기 시작한 2022년 1월을 기준으로 기상청 공식 전지구예보모델로 변경하여 연도별 예측성능을 비교하였다. 이에 따라 4.2절에 제시한 모든 그림에서 2022년 이후 검증값은 KIM-Global에 대한 수치이다.

그림 4.2.1은 2002년 이후 기상청 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온 예측에 대한 ACC의 변화이다. 그림에서 850hPa 기온의 5일 예측 ACC는 2005년 이후 지속적인 증가 추세를 보이다가, 2019년에 가장 높은 값을 나타낸 이후 소폭 감소하여 그 이전과 유사한 수치를 보였다. 한편 KIM-Global로 변경된 2022년 이후에는 4일 이내 예측에서는 성능이 유지되고 있는 반면, 5일 이상 예측에서는 약한 상승과 하락이 반복되고 있다. 2025년도는 대부분의 예측시간에서 전년 대비 ACC가 증가하는 경향을 보였는데, 특히 10일 예측은 KIM-Global로 전환된 2022년 이후 가장 높은 수치를 보였다.

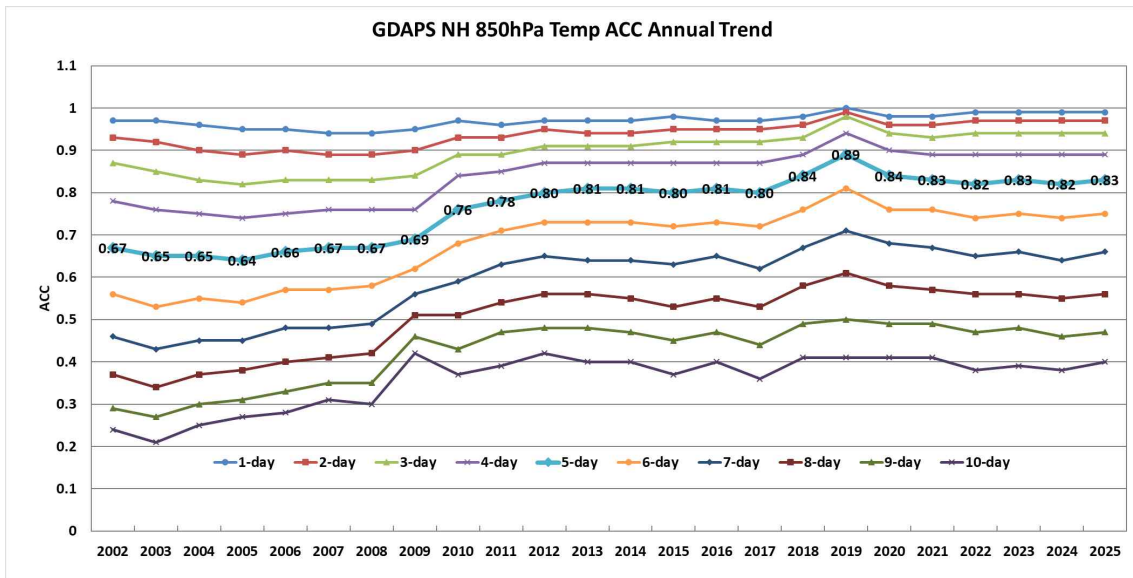


그림 4.2.1 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 ACC 연변화(분석검증)
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

12) WMO-LCDNV: WMO Lead Centre for Deterministic Forecast Verification

그림 4.2.2는 2002년 이후 기상청 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도에 대한 분석검증 RMSE의 연평균 변화이다. 제시된 모든 예측시간에서 예측오차가 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며 통합모델이 현업운영을 시작한 2010년에 뚜렷한 성능 개선이 나타났다. KIM-Global로 변경된 2022년은 대부분의 예측시각에서 전년과 대비하여 예측오차가 소폭 증가하는 경향이 나타났으며, 이후 5일 이상 예측에서는 약한 상승과 하락이 반복되고 있다. 2025년도는 대부분의 예측 시간에서 전년 대비 RMSE가 감소하는 경향을 보였는데, 특히 5일 이상 예측에서 KIM-Global로 전환된 2022년 이후 가장 높은 수치를 보였다.

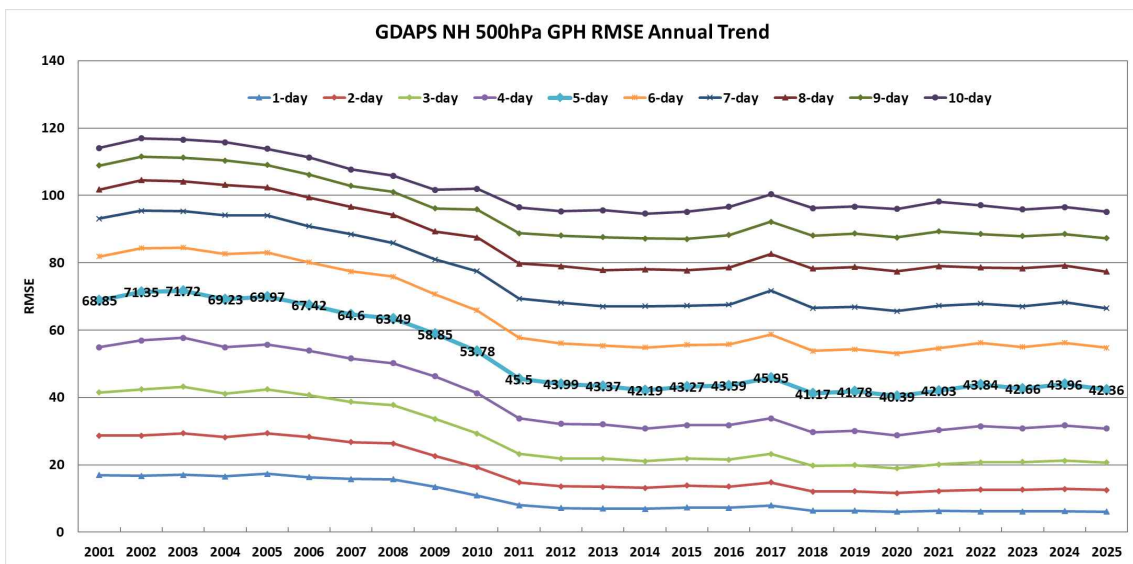


그림 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증)
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 4.2.3은 북반구 500hPa 지위고도 5일 예측에 대한 2011년 이후 월별 forecast bust 분포도이며, 이는 RMSE는 43m 초과하고 AC는 0.87 미만인 낮은 예측성능 조건을 만족하는 사례의 빈도를 나타낸다. 낮은 예측성능을 보인 횟수는 증가와 감소를 반복하였으나, 2011년 이후 지속적인 감소 경향을 보였다. 한편, 2022년은 185회로 2021년 110회에 비해 큰 폭으로 증가하였으나, 2023년에는 129회로 줄어들어 전년도보다는 bust 사례가 크게 줄어들었다. 2024년은 171회로 다시 증가하는 경향을 보였으며, 특히 봄철의 성능 하락이 다소 두드러졌다. 2025년은 142회로 2022년 이후 bust 사례 수가 가장 작았는데, 특히 여름철의 성능 향상이 두드러지게 나타났다.

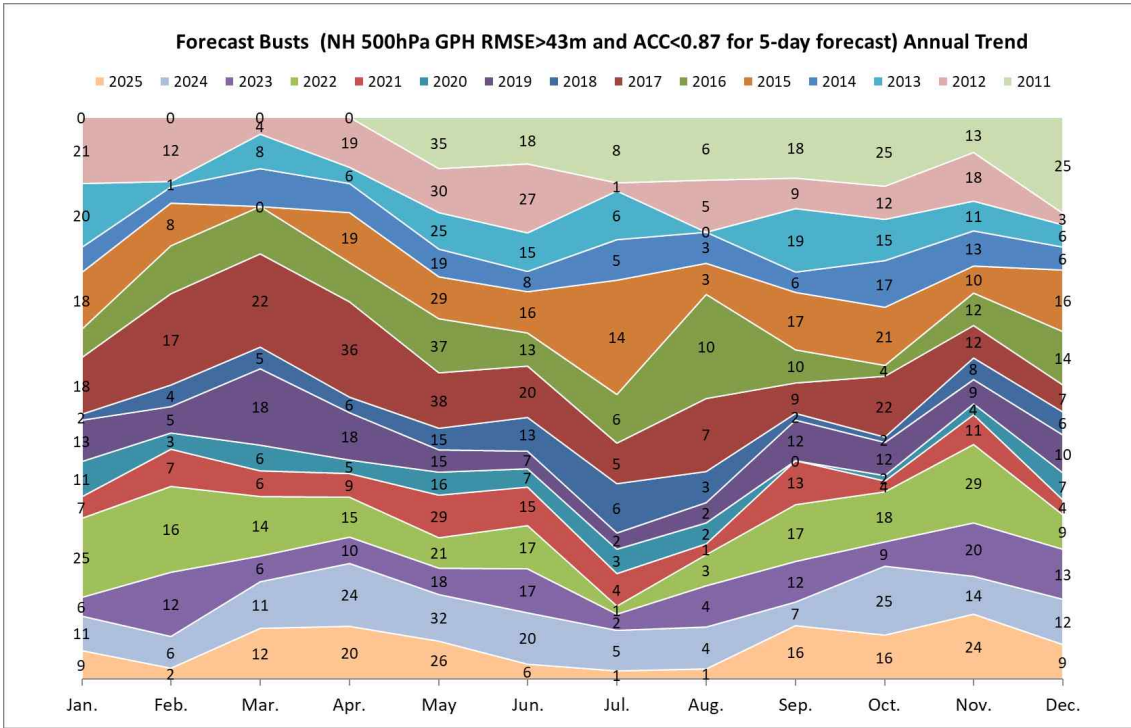


그림 4.2.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포
(※ 2011년 이후 분석검증, 2011년은 5~12월 기간임, 2022년 부터는 KIM-Global 자료임)

표 4.2.1 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 자료

연도	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Sum.
2011	-	-	-	-	35	18	8	6	18	25	13	25	148
2012	21	12	4	19	30	27	1	5	9	12	18	3	161
2013	20	1	8	6	25	15	6	0	19	15	11	6	132
2014	8	3	9	11	19	8	5	3	6	17	13	6	108
2015	18	8	0	19	29	16	14	3	17	21	10	16	171
2016	9	9	11	15	37	13	6	10	10	4	12	14	150
2017	18	17	22	36	38	20	5	7	9	22	12	7	213
2018	2	4	5	6	15	13	6	3	2	2	8	6	72
2019	13	5	18	18	15	7	2	2	12	12	9	10	123
2020	11	3	6	5	16	7	3	2	0	2	4	7	66
2021	7	7	6	9	29	15	4	1	13	4	11	4	110
2022	25	16	14	15	21	17	1	3	17	18	29	9	185
2023	6	12	6	10	18	17	2	4	12	9	20	13	129
2024	11	6	11	24	32	20	5	4	7	25	14	12	171
2025	9	2	12	20	26	6	1	1	16	16	24	9	142

그림 4.2.4는 2011년부터 2025년까지의 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측에 대한 AC의 구간별 누적분포이다. 2022년에 80% 이상 90% 미만과 70% 이상의 높은 AC 빈도가 각각 123과 409으로 전년도 대비 낮았으나, 2023년에는 153과 483으로 높아졌다.

그러나 2024년도에는 80~90% 비율은 유사하나 70~80%의 비율이 낮아지면서 70% 이상의 비율이 410으로 2022년 수준으로 나타났다. 2025년도에는 70% 이상의 비율이 약 440으로 2024년도 보다는 다소 우수한 수치를 보였다(표 4.2.2).

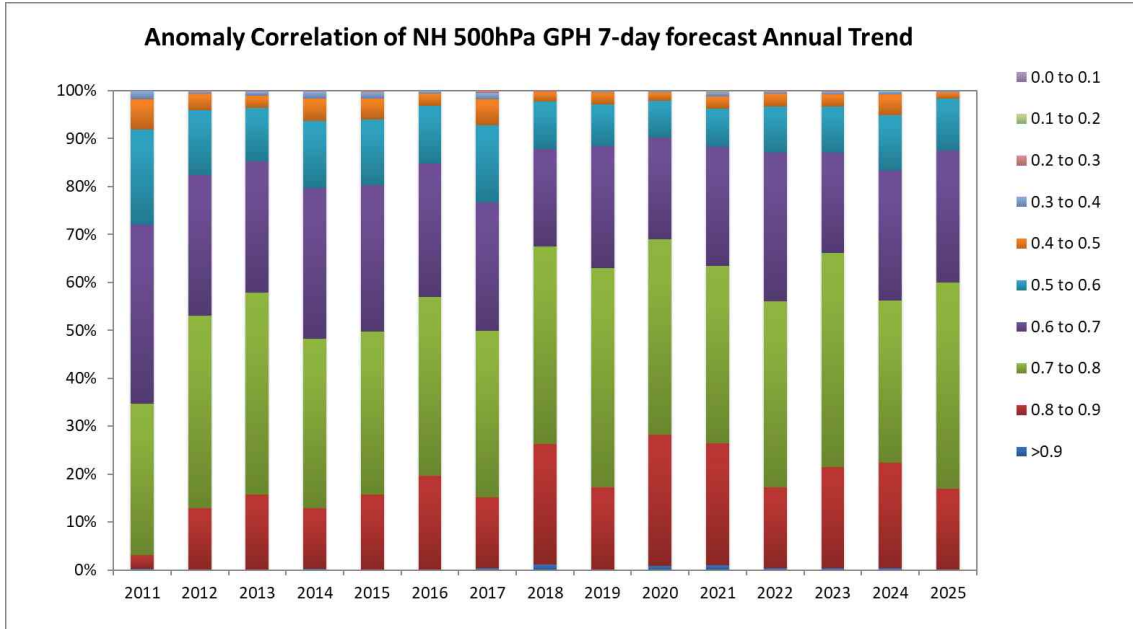


그림 4.2.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포
(※ 2011년 이후 분석검증, 2011년은 5~12월 기간임, 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

표 4.2.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포 자료

누적 범위	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0.0 to 0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1 to 0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0.2 to 0.3	0	1	1	1	2	0	4	2	0	0	2	1	2	0	0
0.3 to 0.4	9	4	7	11	10	5	9	1	2	3	6	4	4	5	2
0.4 to 0.5	31	25	19	35	32	19	40	14	19	13	19	19	18	32	10
0.5 to 0.6	97	99	81	102	100	88	118	72	64	56	58	71	71	84	79
0.6 to 0.7	183	215	200	230	223	203	195	148	185	155	181	226	152	198	201
0.7 to 0.8	155	294	308	258	248	273	254	301	334	298	270	283	327	247	314
0.8 to 0.9	14	94	114	92	115	144	107	184	126	201	186	123	153	160	123
>0.9	1	0	1	2	0	0	3	8	0	6	7	3	3	3	1

그림 4.2.5~4.2.7은 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온, 500hPa 지위고도, 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE를 나타낸다(2022년부터는 KIM-Global 자료임). 2001년 이후 전체적인 오차는 감소하는 추세를 보인다(적도 및 남반구 성능 변화 추세는 부록 D.10 참고).

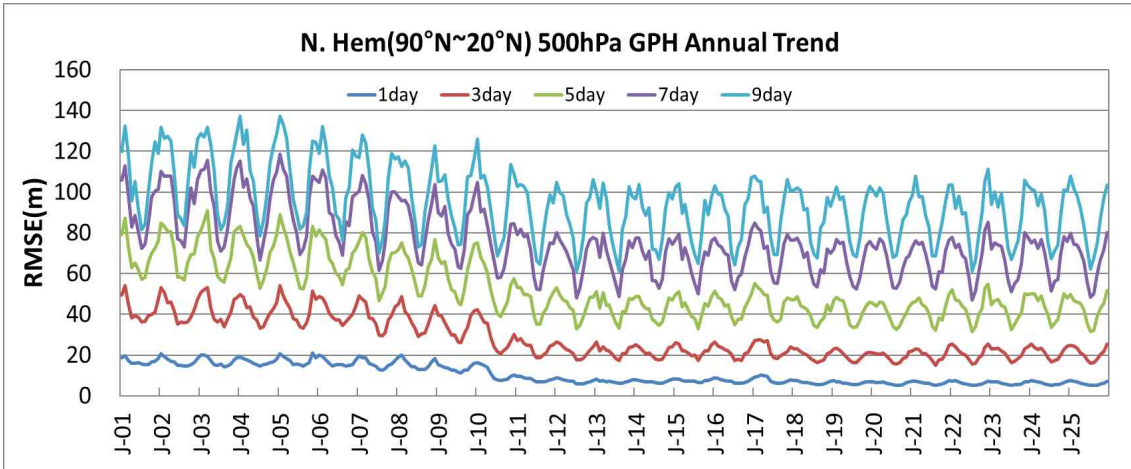


그림 4.2.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE

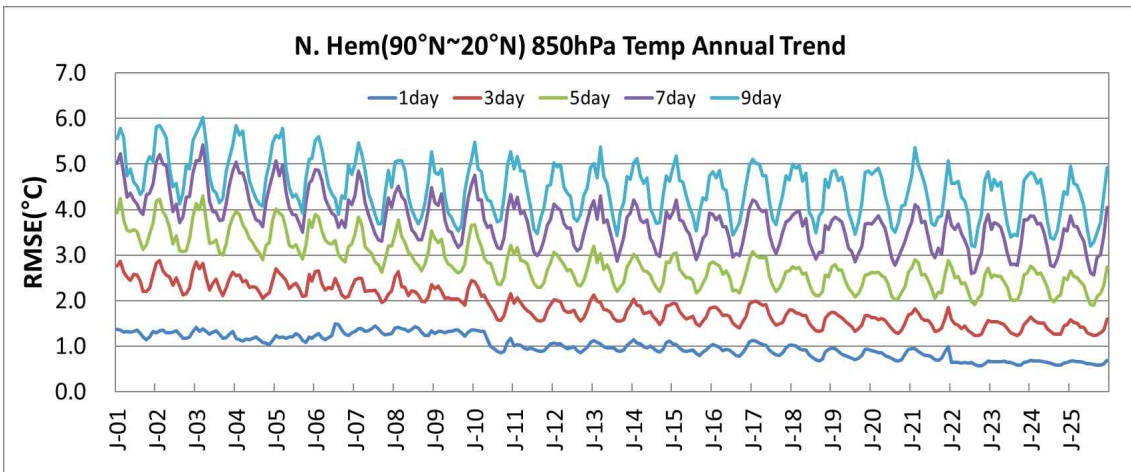


그림 4.2.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE

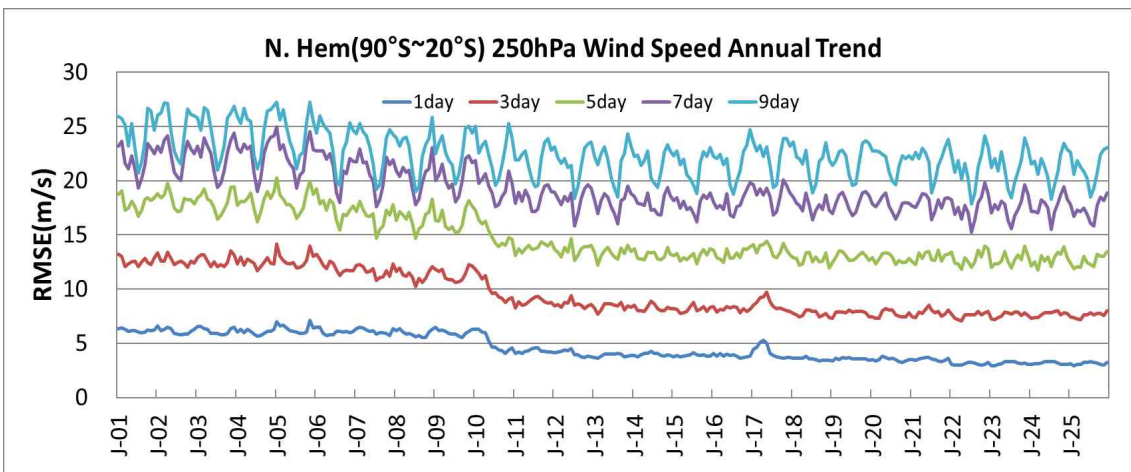


그림 4.2.7 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE

4.3. 국외 수치예보모델과 비교

그림 4.3.1과 4.3.2는 국내외 전지구예보모델들의 북반구 500hPa 지위고도에 대한 월별 120시간 예측오차를 나타내고 있다. ECMWF의 전지구모델이 가장 우수하게 나타났으며, 영국기상청(UKMO) 모델이 그 뒤를 이었다. 전지구예보모델 KIM-Global은 4~6월에는 UM-Global과 유사하다가 7~9월에는 UM-Global 보다 우수하였는데, 특히 이 시기에는 미국과 일본기상정보보다도 우수한 성능을 나타내었다.

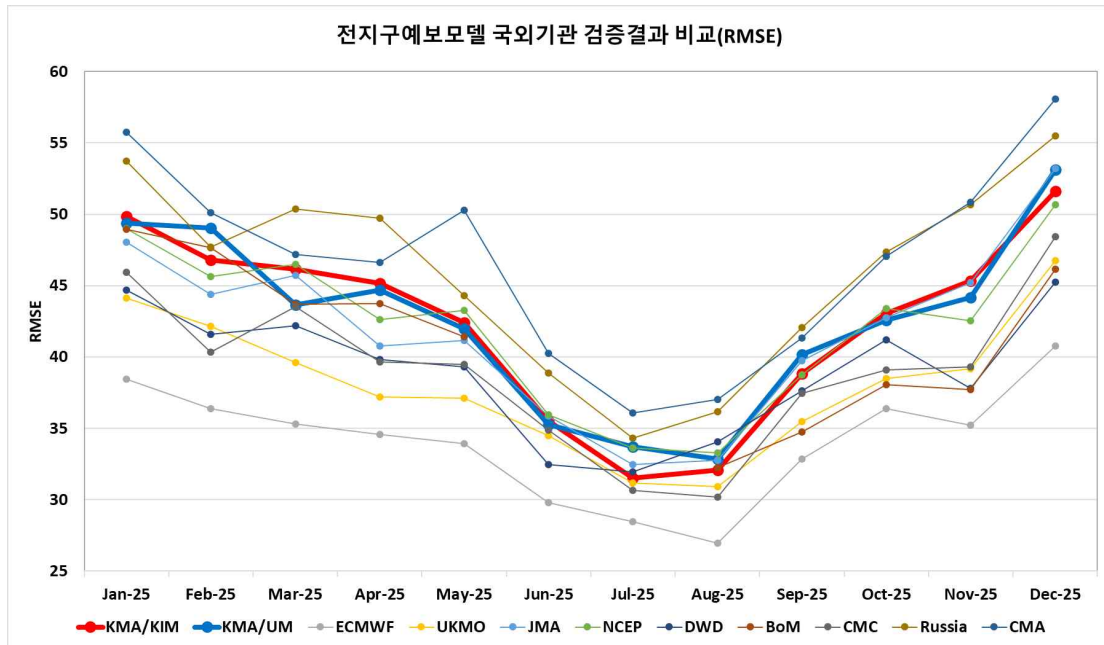


그림 4.3.1 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 RMSE 비교단위: m

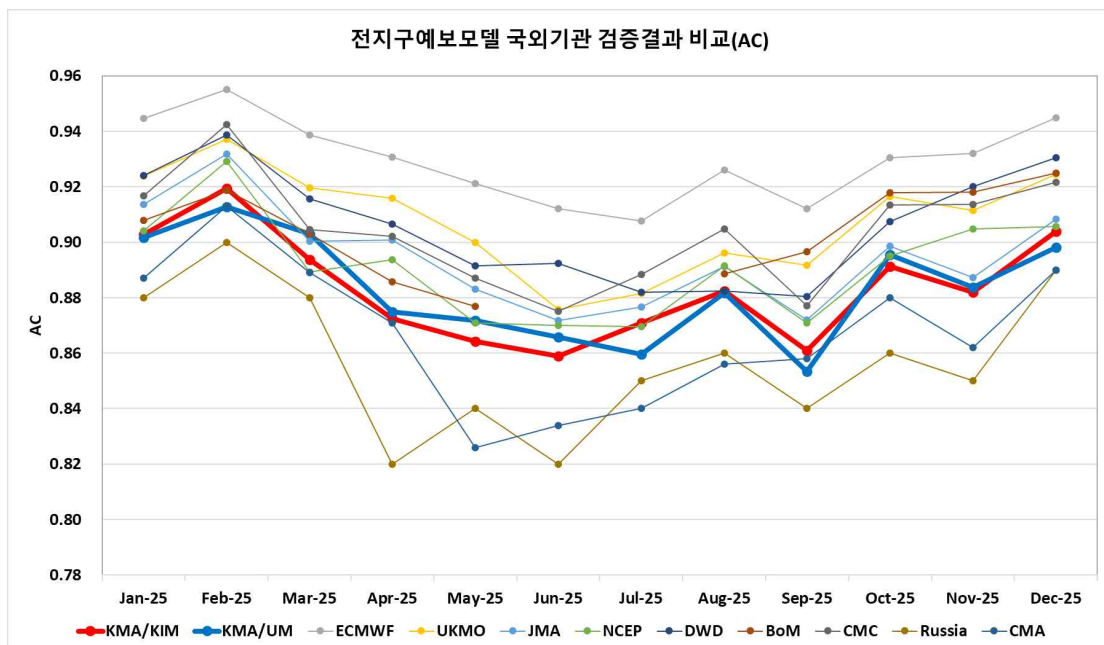


그림 4.3.2 국내외 전지구예보모델의 북반구 500hPa 지위고도 120시간 예측 월별 AC 비교단위: m

5. 지역예보모델(RDAPS) 성능

5.1 예측시간별 예측성능

그림 5.1.1은 지역예보모델(KIM-Regional)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 분석검증과 관측검증에 대한 RMSE이다. 그림에서 나타나듯이 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 다소 높게 나타나며, 특히 예측 초기에 그 차이가 크게 나타난다.

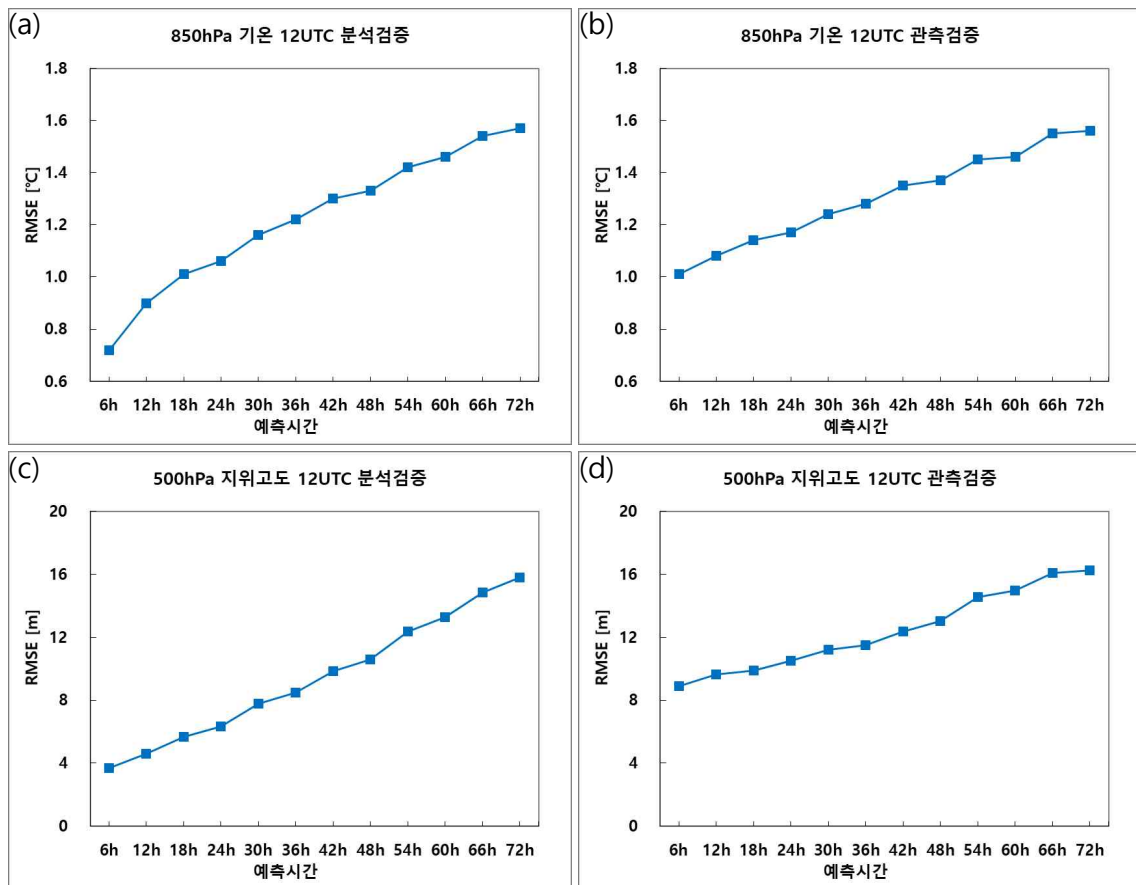


그림 5.1.1 2025년 연평균 지역예보모델(KIM-Regional) RMSE 성능
 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 5.1.2는 지역예보모델의 예측시각별 강수검증 결과이다. 약한 강수(0.1mm/6h)의 CSI는 예측시간에 따라 0.52부터 0.30으로 나타나고, 강수(25.0mm/6h)의 CSI는 0.24에서 0.05로 상대적으로 낮게 나타난다. Bias Score의 경우, 약한 강수는 1.0~1.2으로 모든 예측시간에서 관측대비 과대 모의하는 경향을 보인 반면, 강한 강수는 60시간과 120시간 예측을 제외하고는 과소 모의하는 경향을 보였다.

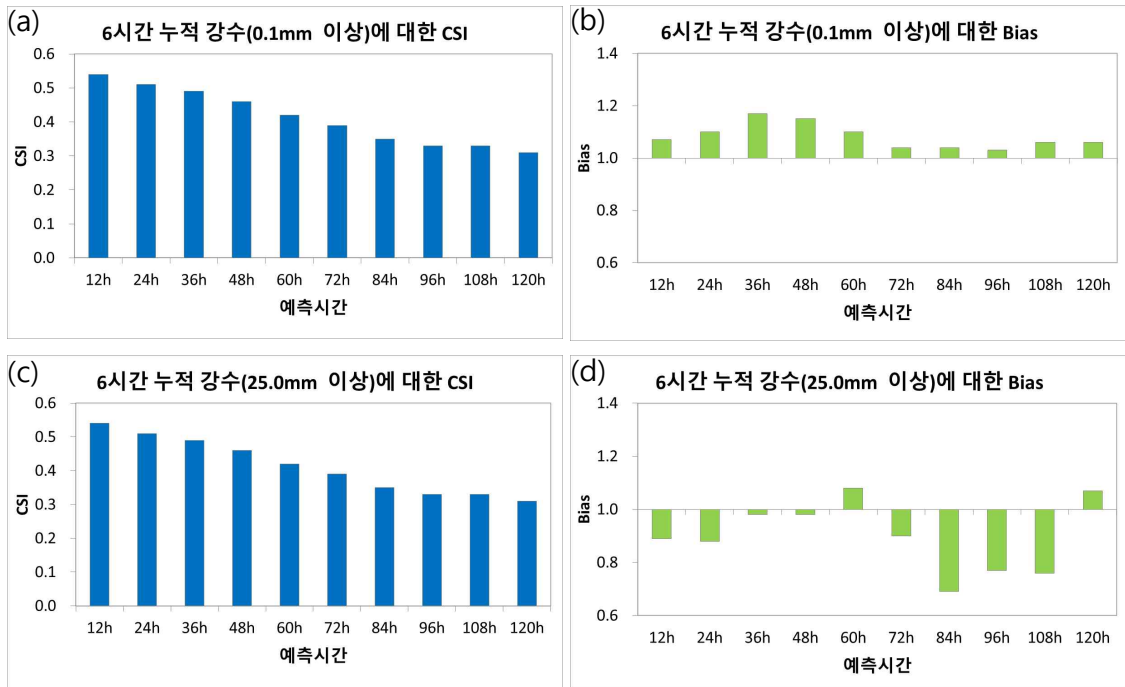


그림 5.1.2 지역예보모델(KIM-Regional)의 강수검증
 6시간 누적강수의 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score,
 6시간 누적강수의 25.0mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score

5.2. 월별 예측성능

표 5.2.1과 5.2.2는 각각 850hPa 온도와 500Pa 지위고도의 24시간 예측에 대한 월별 분석 및 관측 검증 결과이다. 기온과 지위고도 모두 연 평균적으로 기준(분석 및 관측)보다 작게 모의하여 음의 ME를 나타내었고, 계절별로는 기온은 봄철에 크고 지위고도는 관측에 대해 가을에서 겨울철의 오차가 상대적으로 크게 나타났다.

표 5.2.3~5.2.5는 각각 6시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 24, 48, 72시간 월별 예측정확도이다. Bias score는 5~6, 9~10월에 1 미만으로 과소모의하는 경향을 보였고, CSI는 8월과 11월이 가장 낮게, 그리고 4월과 10월에 높게 나타났다.

표 5.2.1 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.13	0.02	-0.36	-0.42	-0.24	-0.17	0.06	0.09	-0.05	-0.15	-0.11	0.07	-0.09
	RMSE	1.07	1.10	1.21	1.28	1.12	1.06	1.00	1.00	0.91	0.95	0.98	1.02	1.06
500hPa 지위고도	ME	2.08	-0.94	0.51	0.20	0.80	-1.25	-1.84	-1.28	-1.92	-1.54	-1.84	0.03	-0.58
	RMSE	7.32	6.93	6.88	7.89	5.97	5.81	5.51	5.45	5.34	5.46	6.83	6.59	6.33

표 5.2.2 KIM-Regional 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	-0.29	-0.35	-0.65	-0.74	-0.23	-0.20	0.07	-0.02	-0.11	-0.23	-0.32	-0.22	-0.27
	RMSE	1.29	1.39	1.59	1.67	1.33	1.21	1.09	1.13	1.05	1.17	1.27	1.32	1.29
500hPa 지위고도	ME	-3.38	-4.51	-2.28	-3.49	-2.38	-7.04	-9.21	-9.06	-9.10	-9.01	-6.21	-5.06	-5.89
	RMSE	10.62	11.17	11.16	11.59	9.61	11.79	12.25	11.93	12.65	13.88	13.66	12.43	11.90

표 5.2.3 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.88	0.91	0.90	0.94	0.90	0.91	0.90	0.85	0.84	0.86	0.95
치우침(Bias Score)		1.56	1.69	1.25	1.11	0.87	0.98	1.16	1.18	0.90	0.81	1.46	1.35
성공임계지수(CSI)		0.47	0.44	0.52	0.63	0.54	0.59	0.56	0.42	0.48	0.54	0.43	0.51
공정임계지수(ETS)		0.41	0.39	0.46	0.58	0.47	0.52	0.49	0.33	0.37	0.43	0.40	0.47
적중률(POD)		0.82	0.82	0.77	0.82	0.65	0.73	0.77	0.65	0.61	0.63	0.74	0.80

표 5.2.4 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.86	0.89	0.85	0.92	0.89	0.89	0.89	0.82	0.81	0.85	0.94
치우침(Bias Score)		1.55	1.73	1.36	1.22	0.95	1.00	1.12	1.40	0.98	0.86	1.31	1.19
성공임계지수(CSI)		0.40	0.36	0.38	0.56	0.51	0.51	0.50	0.39	0.44	0.54	0.29	0.49
공정임계지수(ETS)		0.33	0.31	0.30	0.50	0.44	0.43	0.43	0.29	0.32	0.44	0.26	0.45
적중률(POD)		0.73	0.72	0.64	0.79	0.66	0.67	0.71	0.68	0.61	0.66	0.51	0.72

표 5.2.5 KIM-Regional 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

검증지수	월											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.85	0.89	0.86	0.88	0.86	0.86	0.87	0.80	0.80	0.84	0.94	0.90
치우침(Bias Score)	1.49	1.61	1.35	1.26	0.81	0.91	0.84	1.21	0.94	0.70	1.01	1.17
성공임계지수(CSI)	0.36	0.36	0.42	0.44	0.39	0.42	0.39	0.32	0.40	0.46	0.22	0.34
공정임계지수(ETS)	0.29	0.30	0.34	0.37	0.31	0.34	0.32	0.23	0.29	0.36	0.20	0.29
적중률(POD)	0.66	0.68	0.69	0.69	0.51	0.56	0.52	0.54	0.56	0.54	0.36	0.55

6. 국지예보시스템(LDAPS) 성능

6.1 예측시간별 예측성능

그림 6.1.1은 국지예보시스템(UM-Local)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 분석검증과 관측검증에 대한 예측시각별 연평균 RMSE이다. 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 다소 높게 나타나며, 특히 분석검증은 예측시간 간의 차이가 큰 반면, 관측검증은 예측시간에 따른 차이가 상대적으로 크지 않다.

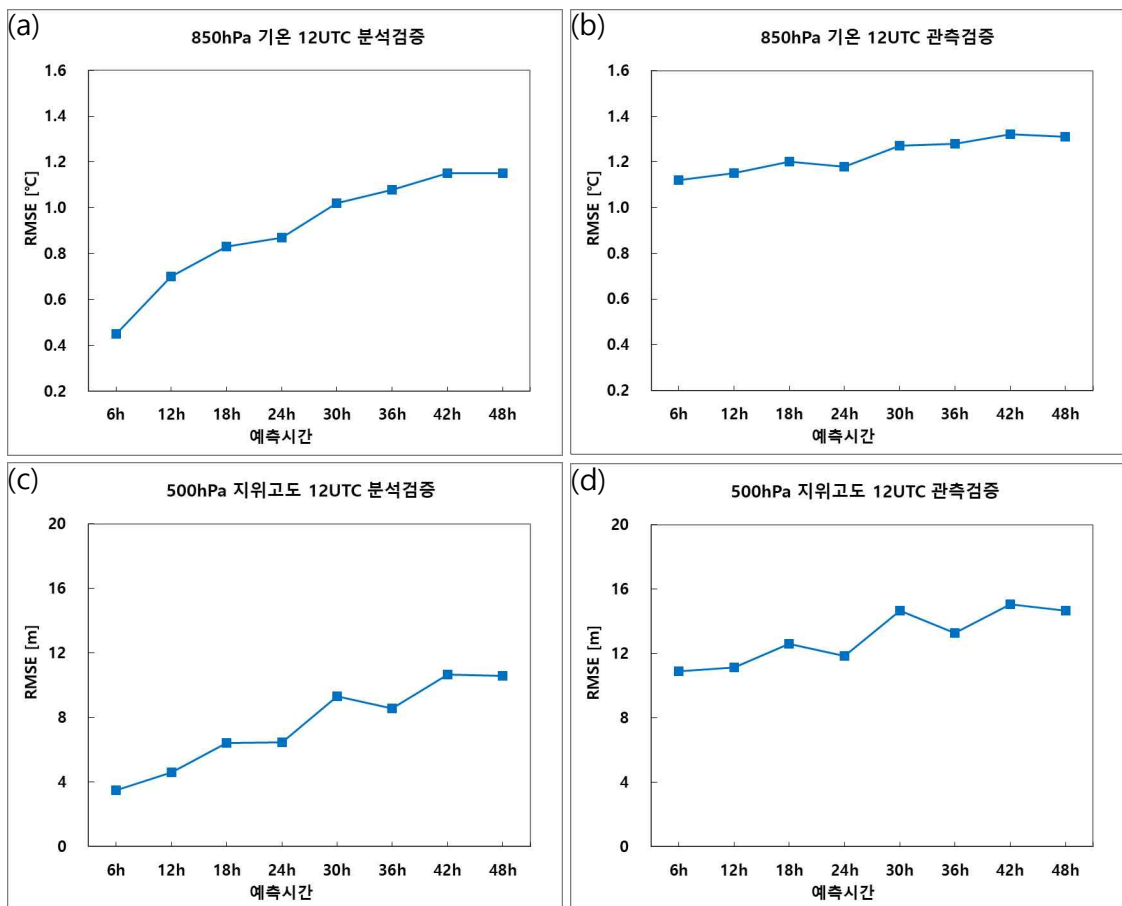


그림 6.1.1 2025년 연평균 국지예보시스템(UM-Local) RMSE 성능
 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 6.1.2는 약한 강수(0.1mm/6h)와 강한 강수(25.0mm/6h)에 대한 국지예보시스템의 예측시각별 연평균 CSI와 Bias Score이다. 약한 강수에 대한 CSI는 0.4~0.5로 0.2~0.3의 강한 강수보다 높게 나타났다. 강한 강수에서는 18시에서 48시간 예측에서 0.2 내외로 유사한 성능을 보였다. 약한 강수에 대해서는 Bias Score가 0.8~1.0으로 과소 모의하였고, 예측시간에 따른 변동은 뚜렷하진 않았다. 반면 강한 강수에 대해서는 0.7~1.0으로 과소 모의하면서 예측시간에 따른 변동이 다소 컸다.

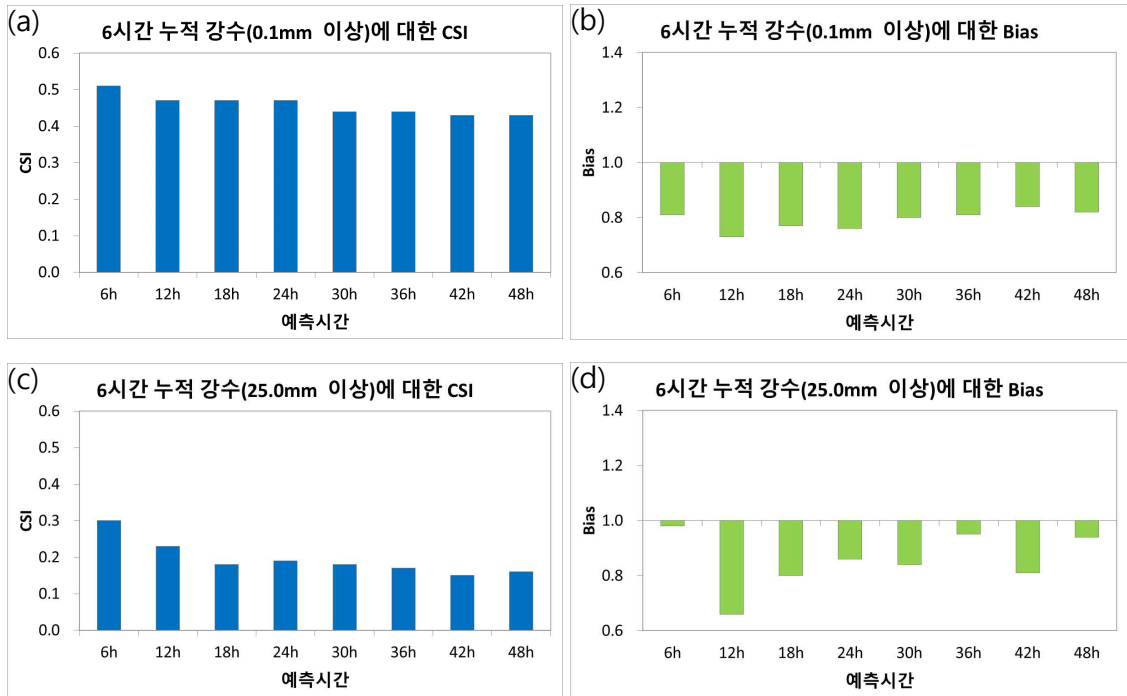


그림 6.1.2 국지예보시스템(UM-Local)의 강수검증
 6시간 누적강수의 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score,
 6시간 누적강수의 25.0mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score

6.2 월별 예측성능

표 6.2.1과 6.2.2는 각각 500Pa 지위고도와 850hPa 온도의 24시간 예측에 대한 분석장 및 관측 대비 월별 검증 결과이다. 기온과 지위고도 모두 월 평균적으로 기준(분석 및 관측)보다 작게 모의하여 음의 ME를 나타내었고, 계절별로는 기온은 봄철에 크고 지위고도는 분석과 관측 대비 봄과 겨울철의 오차가 상대적으로 크게 나타났다.

표 6.2.1 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 분석검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	-0.13	-0.27	-0.27	-0.17	0.03	-0.05	-0.01	0.07	0.03	-0.04	-0.19	-0.09	-0.09
	RMSE	0.80	0.86	0.92	0.95	0.93	0.83	0.79	0.76	0.88	0.85	0.93	0.94	0.87
500hPa 지위고도	ME	-4.41	-5.05	-1.07	1.30	2.32	-0.26	-1.96	-0.59	-0.69	-0.93	-4.96	-6.02	-1.86
	RMSE	7.57	8.02	6.27	7.00	7.79	5.74	5.01	4.58	4.91	4.53	7.37	8.63	6.45

표 6.2.2 UM-Local 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.03	-0.09	-0.17	-0.13	0.09	0.07	0.07	0.04	-0.19	-0.31	-0.23	-0.07	-0.08
	RMSE	1.15	1.40	1.33	1.28	1.42	1.12	1.01	0.93	0.94	1.16	1.20	1.18	1.18
500hPa 지위고도	ME	-12.62	-12.20	-7.88	-4.66	-3.59	-4.88	-7.04	-5.05	-8.82	-10.78	-11.28	-11.81	-8.38
	RMSE	14.71	14.38	11.04	9.30	10.07	9.87	9.62	9.18	11.34	13.15	14.70	14.65	11.83

표 6.2.3은 지상 기온 및 상대습도의 24시간 예측 관측검증 결과이다. 지상요소의 관측검증에 사용되는 자료는 자동기상장비(AWS) 자료이다. 지상기온은 2월부터 8월에는 관측보다 낮게, 그 이외에는 높게 모의하였고, 상대습도는 7~11월 중에 낮게 모의하는 경향을 보여주고 있다.

표 6.2.3 UM-Local 지상기온, 상대습도의 24시간 예측 관측검증[단위: 기온 °C, 상대습도 %]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지상기온	ME	0.58	-0.05	-0.43	-0.66	-0.23	-0.93	-0.32	-0.14	0.39	0.34	0.94	0.50	0.00
	RMSE	2.30	2.17	1.93	2.15	1.81	1.90	1.62	1.43	1.58	1.69	2.50	2.20	1.94
지상 상대습도	ME	-0.52	0.92	3.18	4.06	-0.10	0.92	-0.30	-2.14	-5.60	-5.82	-2.77	-0.73	-0.74
	RMSE	14.98	14.57	14.61	14.22	12.36	10.68	9.52	8.57	11.04	11.27	13.57	13.91	12.44

표 6.2.4과 6.2.5는 6시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 월별 예측정확도이다. 이 경우 CSI는 3월에서 6월이 높고, Accuracy는 여름철을 제외하고는 0.85 이상으로 높게 나타났다. Bias Score는 1~3월을 제외하고는 1보다 작은 값을 나타내어 과소 모의하였다.

표 6.2.4 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

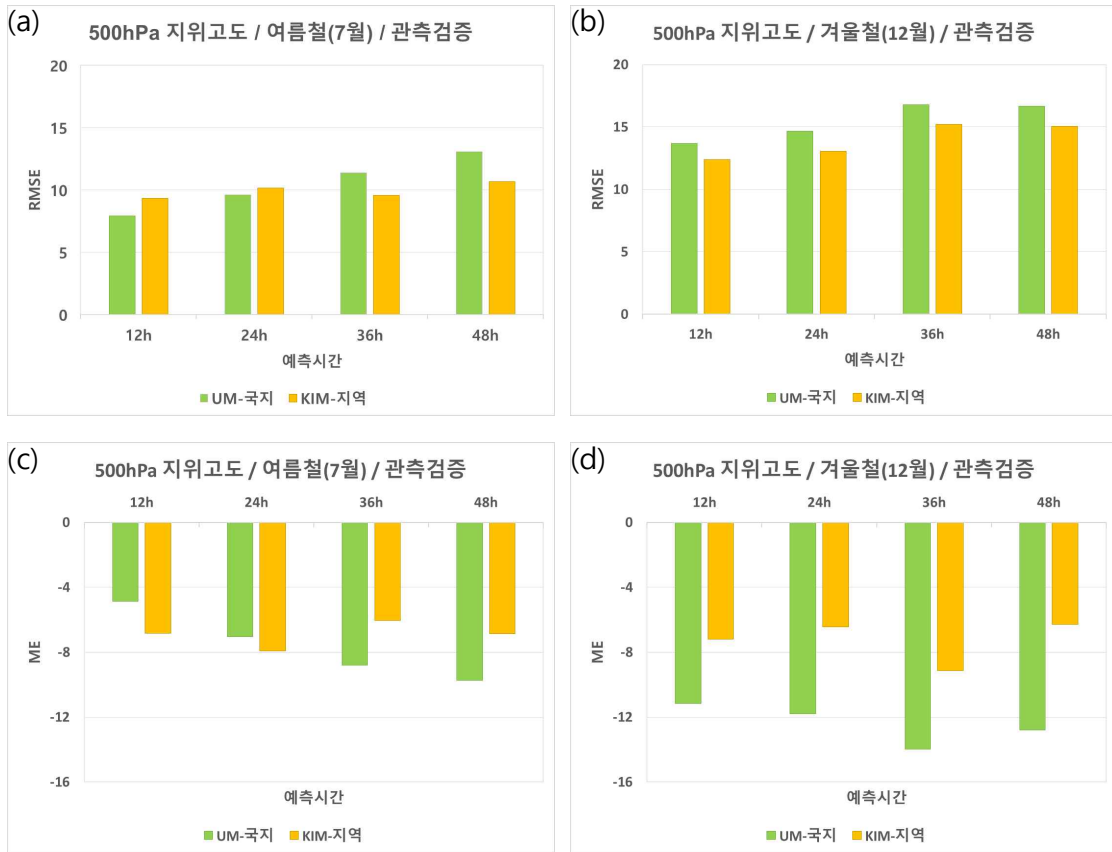
검증지수	월											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.90	0.93	0.92	0.93	0.90	0.90	0.90	0.87	0.83	0.85	0.97	0.94
치우침(Bias Score)	0.99	1.07	1.02	0.84	0.84	0.80	0.74	0.59	0.51	0.60	1.04	0.87
성공임계지수(CSI)	0.43	0.43	0.58	0.56	0.53	0.52	0.47	0.37	0.36	0.48	0.46	0.49
공정임계지수(ETS)	0.37	0.39	0.52	0.51	0.46	0.46	0.42	0.31	0.28	0.40	0.44	0.45
적중률(POD)	0.59	0.63	0.74	0.66	0.63	0.62	0.56	0.43	0.40	0.52	0.65	0.61

표 6.2.5 UM-Local 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 48시간 예측정확도

검증지수	월											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
정확도(Accuracy)	0.89	0.92	0.90	0.92	0.88	0.88	0.87	0.84	0.83	0.87	0.97	0.94
치우침(Bias Score)	1.05	1.13	0.98	0.79	1.07	0.80	0.60	0.68	0.59	0.72	1.07	0.92
성공임계지수(CSI)	0.39	0.41	0.47	0.49	0.51	0.46	0.33	0.30	0.37	0.54	0.48	0.49
공정임계지수(ETS)	0.33	0.37	0.41	0.44	0.43	0.39	0.27	0.23	0.29	0.45	0.46	0.45
적중률(POD)	0.57	0.62	0.64	0.59	0.70	0.56	0.39	0.39	0.43	0.60	0.67	0.63

6.3 지역예보시스템과 국지예보시스템의 예측성능 비교

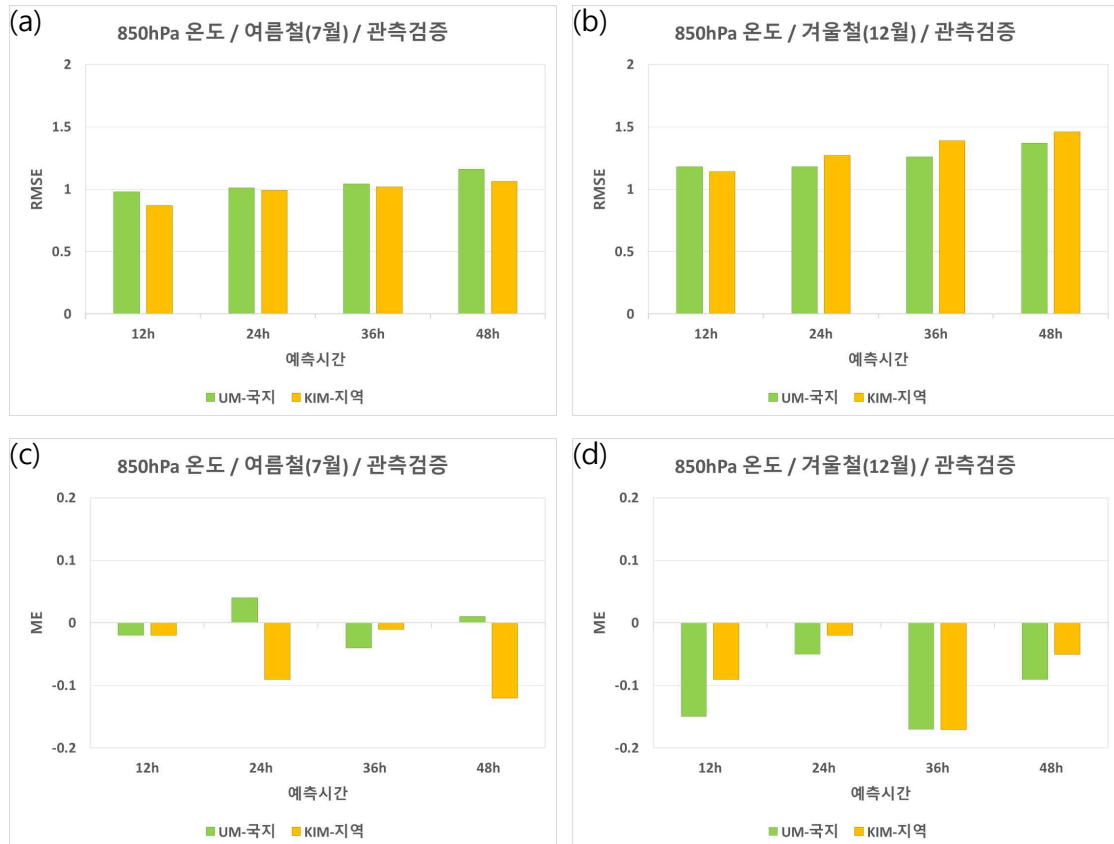
그림 6.3.1은 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측자료 대비 RMSE와 ME를 비교한 것으로, 여름철은 국지예보시스템의 예측오차(RMSE)가 지역예보시스템보다 작게 나타난 반면, 겨울철에는 지역예보시스템의 오차가 작게 나타났다. 두 모델 모두 여름철과 겨울철 ME가 음의 값을 보였으며, 겨울철의 지역예보시스템의 오차가 국지예보시스템 대비 두드러지게 작게 나타났다.



※ 관측자료: 한반도 및 주변 라디오존데 (7월) 9개, (12월) 17개 지점

그림 6.3.1 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 500hPa 지위고도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교[단위: m]

그림 6.3.2는 지역예보시스템과 국지예보시스템의 여름철(7월)과 겨울철(12월)에 대한 850hPa 기온의 RMSE와 ME를 비교한 것이다. 지역예보시스템과 국지예보시스템의 기온에 대한 예측오차는 여름철에는 유사하였으나, 겨울철에는 지역예보시스템의 성능이 다소 낮게 나타났다. 지역예보시스템과 국지예보시스템 모두 여름철과 겨울철에서 관측대비 기온을 낮게 모의하는 경향을 나타냈다.



※ 관측자료: 한반도 및 주변 라디오존데 (7월) 9개, (12월) 17개 지점

그림 6.3.2 지역예보시스템(KIM-Regional)과 국지예보시스템(UM-Local)의 여름철(7월), 겨울철(12월)에 대한 850hPa 온도의 관측검증 RMSE(a, b)와 ME(c, d) 비교[단위: m]

7. 초단기예측시스템(KLAPS) 성능

7.1 예측시간별 예측성능

그림 7.1.1은 한국형모델 기반 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 850hPa 기온(a, b)과 500hPa 지위고도(c, d)에 대한 예측시간별 분석 및 관측검증의 연평균 RMSE이다. 관측검증(b, d)이 분석검증(a, c)에 비해 RMSE가 약 1.2배 높게 나타나며, 500hPa 지위고도는 3시간 예측이 6시간 예측보다 오차가 큰 경향을 보였다.

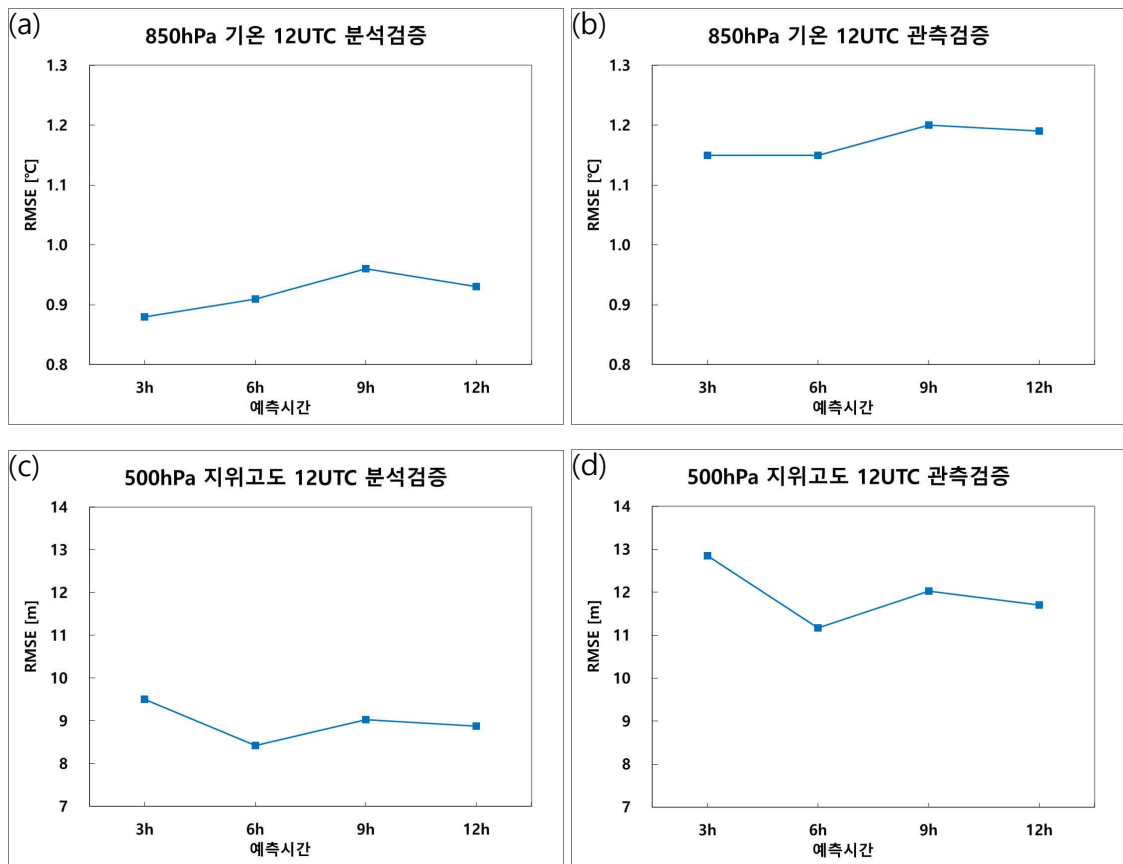
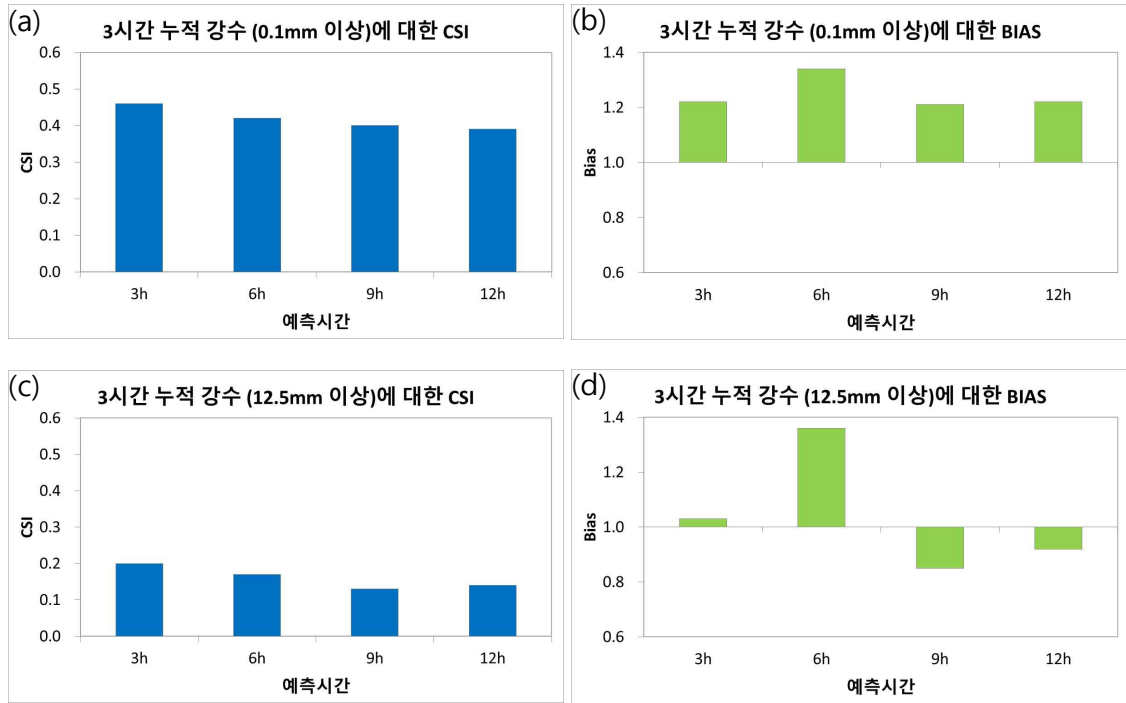


그림 7.1.1 2025년 연평균 초단기예측시스템(KIM-KLAPS) RMSE 성능
 (a) 850hPa 기온의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 관측검증
 (c) 500hPa 지위고도의 분석검증, (d) 500hPa 지위고도의 관측검증

그림 7.1.2는 약한 강수(0.1mm/3h)와 강한 강수(12.5mm/3h)에 대한 초단기예측 시스템(KIM-KLAPS)의 예측시각별 연평균 CSI와 Bias Score이다. 약한 강수의 CSI는 0.4 내외로 0.15 내외의 강한 강수보다 높게 나타났다. 약한 강수는 예측시간에 대해 과대 모의하는 경향을 보였으며, 강한 강수는 9시간 이상 예측에서 과소 모의 경향을 보였다.



※ 관측자료: AWS 244개 지점

그림 7.1.2 초단기예측시스템(KIM-KLAPS)의 강수검증
3시간 누적강수 0.1mm 이상에 대한 (a) CSI, (b) Bias Score,
3시간 누적강수 12.5mm 이상에 대한 (c) CSI, (d) Bias Score

7.2 월별 예측성능

표 7.2.1과 7.2.2는 500Pa 지위고도와 850hPa 온도의 6시간 예측에 대한 분석장 및 관측 대비 월별 검증 결과이다. 기온과 지위고도 모두 분석검증은 대체적으로 월별 편차(ME)가 양의 값을 나타낸 반면, 관측검증은 음의 편차를 보였다. 기온의 분석검증 오차는 봄과 여름에, 관측검증은 겨울과 봄에 크게 나타났다. 한편 지위고도의 분석검증 오차는 봄철에, 관측검증 오차는 여름과 가을에 크게 나타났다.

표 7.2.1 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 분석검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.16	0.11	0.00	0.17	0.20	-0.01	0.14	0.28	0.22	0.05	0.14	0.30	0.15
	RMSE	0.83	0.98	0.85	1.03	0.92	0.95	0.82	0.84	0.88	0.84	0.91	1.08	0.91
500hPa 지위고도	ME	1.68	0.61	1.66	3.63	4.21	0.33	0.50	0.67	0.89	1.25	1.79	2.34	1.63
	RMSE	8.95	9.25	8.67	9.80	8.73	7.51	7.42	7.55	7.39	7.08	8.44	10.24	8.42

표 7.2.2 KIM-KLAPS 500hPa 지위고도, 850hPa 온도의 6시간 예측 관측검증[단위: 기온 °C, 지위고도 m]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
850hPa 기온	ME	0.06	-0.05	-0.31	-0.18	-0.07	-0.13	-0.05	-0.01	0.06	-0.12	-0.08	0.14	-0.06
	RMSE	1.24	1.37	1.24	1.25	1.19	0.99	0.99	0.94	0.99	1.10	1.19	1.35	1.15
500hPa 지위고도	ME	-0.87	-1.78	-2.25	-2.74	-2.02	-7.33	-8.57	-6.96	-6.86	-6.16	-6.32	-4.96	-4.74
	RMSE	9.83	9.13	9.99	9.97	9.71	11.97	11.82	11.75	11.76	11.66	13.41	13.02	11.17

표 7.2.3은 지상 기온 및 상대습도 6시간 예측의 관측검증 결과이다. 지상기온의 ME는 모든 월에서 음의 값으로 낮게 모의하고, 특히 여름철의 음의 편차가 상대적으로 큰 경향을 보였다. 습도는 가을철을 제외하고 다소 습하게 모의하는 경향을 보였다.

표 7.2.3 KIM-KLAPS 지상기온, 상대습도의 6시간 예측 관측검증[단위: 기온 °C, 상대습도 %]

변수	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지상기온	ME	0.29	-0.08	-0.47	-0.82	-0.68	-0.70	-0.53	-0.42	-0.29	-0.05	0.19	0.11	-0.29
	RMSE	2.41	2.32	2.22	2.39	1.90	1.77	1.58	1.43	1.55	1.58	2.58	2.37	2.01
지상 상대습도	ME	-0.92	2.42	3.32	3.70	-0.03	2.61	2.62	1.99	-0.32	-2.61	-2.12	-0.28	0.86
	RMSE	14.34	14.48	15.21	13.91	12.33	9.75	8.70	7.08	8.00	9.14	15.14	14.92	11.92

표 7.2.4과 7.2.5는 3시간 0.1mm 이상의 약한 강수에 대한 6시간 및 12시간 예측 월별 정확도이다. 6시간 예측에서 Bias Score는 여름에 1 수준으로 강수 치우침이 작았으나, 겨울에는 2 내외로 과대 모의가 나타났다. 12시간 예측에서는 4월에서 9월까지 과소 모의하는 경향을 보였으며, 그 외에는 1.5 이상으로 과대모의가 크게 나타났다.

표 7.2.4 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.90	0.93	0.89	0.94	0.91	0.92	0.91	0.89	0.86	0.85	0.96
치우침(Bias Score)		1.95	2.21	2.24	1.09	1.06	1.14	1.16	1.16	1.18	1.23	1.61	1.78
성공임계지수(CSI)		0.33	0.32	0.30	0.52	0.47	0.52	0.46	0.36	0.45	0.47	0.40	0.37
공정임계지수(ETS)		0.29	0.29	0.26	0.49	0.41	0.46	0.40	0.31	0.37	0.37	0.38	0.34
적중률(POD)		0.73	0.78	0.75	0.72	0.65	0.73	0.68	0.58	0.68	0.71	0.74	0.75

표 7.2.5 KIM-KLAPS 3시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.90	0.93	0.89	0.94	0.92	0.92	0.90	0.87	0.85	0.85	0.96
치우침(Bias Score)		1.91	2.12	2.05	1.03	0.87	0.98	0.97	1.05	0.92	1.17	1.80	2.03
성공임계지수(CSI)		0.32	0.31	0.28	0.49	0.43	0.51	0.41	0.29	0.36	0.47	0.37	0.37
공정임계지수(ETS)		0.27	0.28	0.24	0.46	0.39	0.46	0.36	0.24	0.29	0.38	0.35	0.33
적중률(POD)		0.70	0.74	0.66	0.67	0.57	0.67	0.57	0.46	0.51	0.69	0.76	0.81

8. 전지구앙상블예측시스템(GENS) 성능

8.1 예측시간별 예측성능

그림 8.1.1은 한국형모델 기반 앙상블 예측시스템(KIM-GENS)에서 생산된 북반구 지역의 500hPa 지위고도(a, b) 및 850hPa 기온(c, d)에 대한 예측일별 성능(RMSE, Spread 및 CRPSS¹³⁾)을 나타낸 그래프이다. 두 변수 모두 예측이 진행될수록 RMSE와 스프레드의 격차가 커져 스프레드가 RMSE의 범위(uncertainty)를 아우르지 못하게 된다. 한편, 지위고도의 경우 3일 예측까지는 앙상블 스프레드가 RMSE 값보다 크게 나타나지만, 기온은 2일 예측부터 RMSE 대비 스프레드가 작게 나타나, 향후 예측 초기 스프레드 개선(증가)이 더 필요할 것으로 판단된다. 이러한 경향은 CRPSS 스코어에서도 나타나는데, 예측 초반 지위고도의 CRPSS는 0.9 이상의 값이 나타나, 0.9에 미치지 못하는 기온보다 우수한 예측성을 보이는 것으로 나타난다.

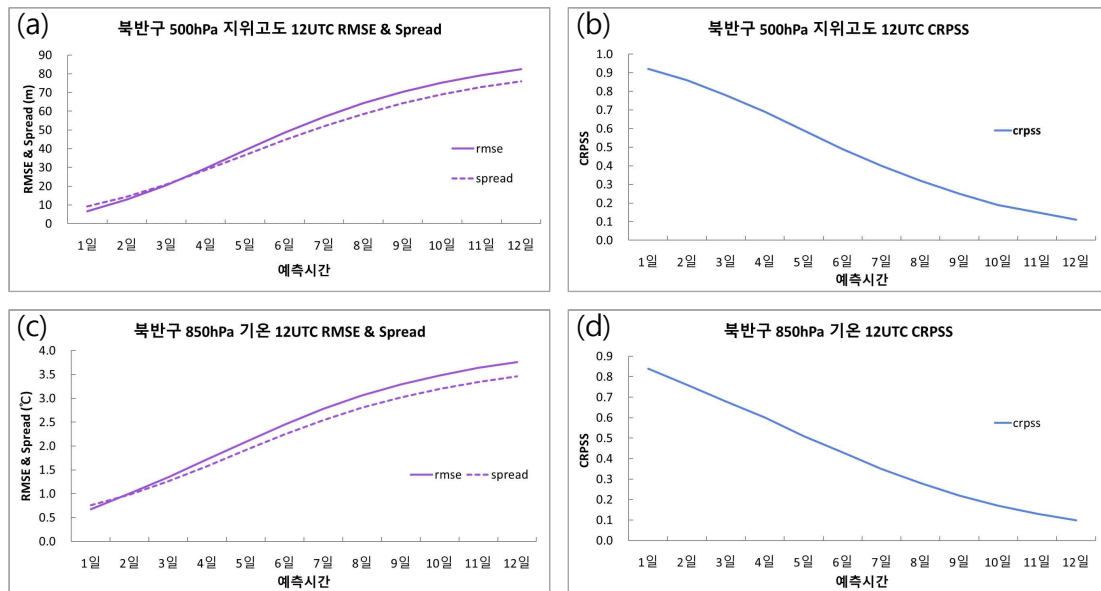


그림 8.1.1 KIM-GENS의 예측시간에 따른 2025년 예측성능

- (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS,
(c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS

13) CRPSS (Continuous Ranked Probability Skill Score): 관측값이나 기후값에 견주어 수치예보모델이 유의미하게 개선된 것인지 측정하는 검증지수로 1에 가까울수록 성능이 우수함을 의미

8.2 월별 예측성능

북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측장 기준으로 여름철은 작은 오차, 겨울철로 갈수록 오차가 커지는 경향은 전지구모델과 유사하게 나타났다. 여름철엔 오차도 작고 스프레드도 작지만 CRPS 또한 상대적으로 작게 나타났다(표 8.1.1).

표 8.1.1 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(AC, RMSE, SPREAD, CPRSS)

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
AC	0.93	0.93	0.91	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.90	0.92	0.91
RMSE	45.72	43.63	43.21	41.83	39.54	31.90	28.78	31.26	34.42	38.06	42.11	49.35	39.15
SPREAD	43.02	40.44	38.79	39.84	37.23	31.61	28.72	29.11	32.91	36.99	37.92	43.92	36.71
CRPS	0.61	0.64	0.60	0.58	0.56	0.57	0.58	0.59	0.58	0.62	0.58	0.60	0.59

※ 요소별/월별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 H.1 참고

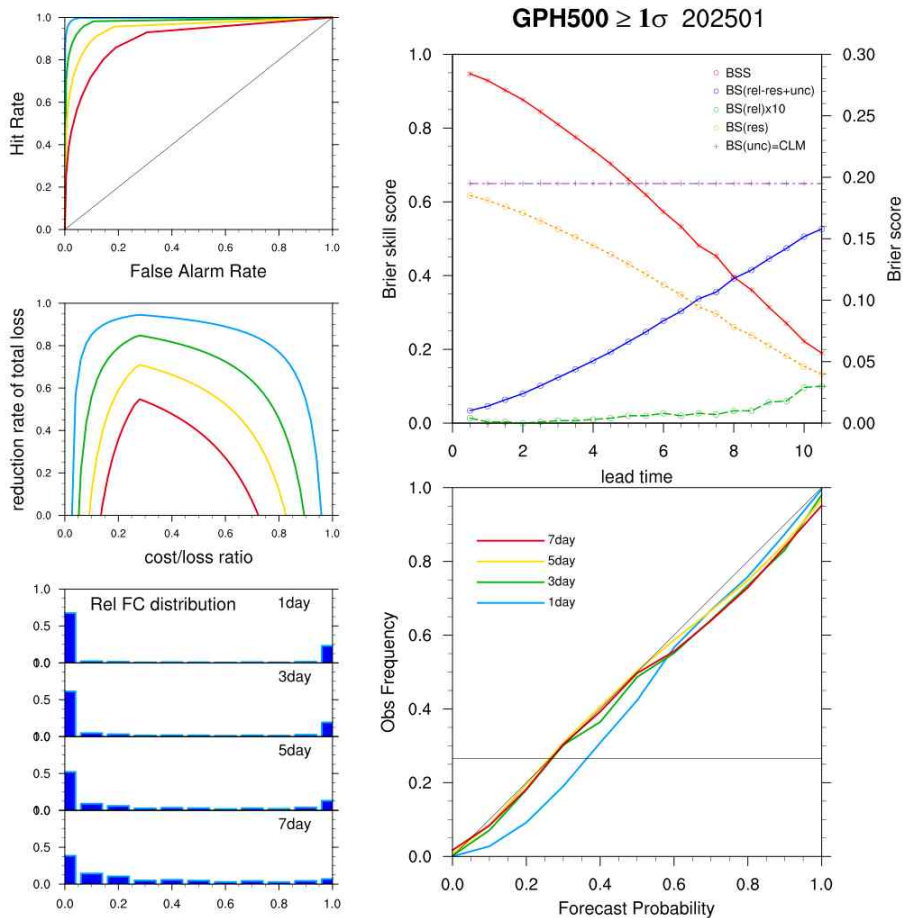


그림 8.1.2 KIM-GENS의 2025년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

※ 요소별/월별 +1 표준편차 검증결과는 부록 H.2 참고

8.3 연도별 예측성능 변화 추세

500hPa 지위고도의 RMSE는 2011년 이후 급격히 줄어든 이후, 2017년까지는 유지되는 경향을 보였으며, 2018년 이후 다소 정확도가 높아진 후 유지되는 경향을 보였다. AC 또한 RMSE와 유사한 특징을 보였는데, 특히 2011년부터 2021년도까지 3일 예측의 AC 계수가 0.97을 중심으로 안정적으로 유지되었다. 한국형모델 기반 앙상블예측모델로 변경된 2022년에는 RMSE는 소폭 상승하고, AC는 소폭 하락하였으나, 2025년도에는 전년과 유사하거나 소폭 하락된 결과를 보여주었다.

※ 요소별/월별/예측시간별 검증결과는 부록 H.3 참고

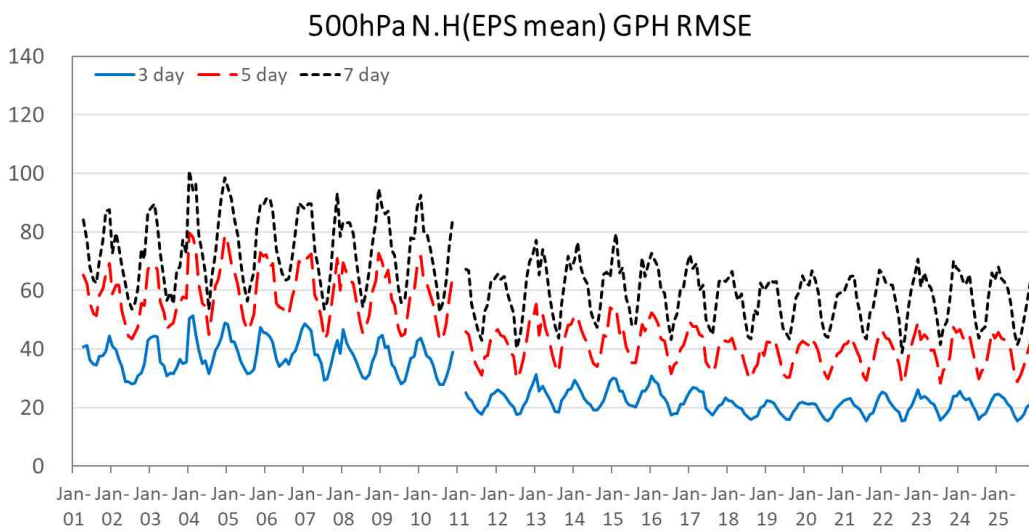


그림 8.2.1 GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE[단위: m]
(※ 2022년부터는 KIM-GENS 자료임)

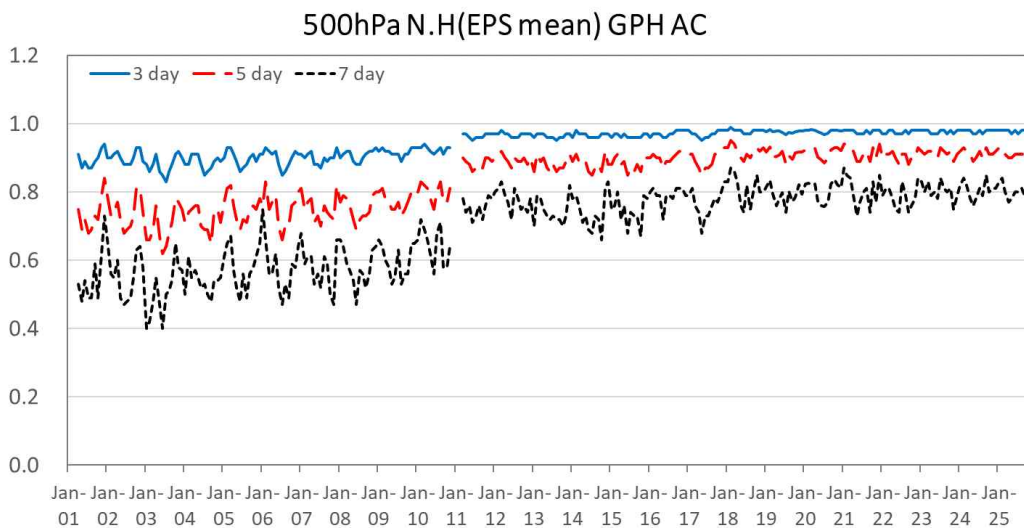


그림 8.2.2 GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC
(※ 2022년부터는 KIM-GENS 자료임)

9. 국지양상블예측시스템(LENS) 성능

9.1 예측시간별 예측성능

그림 9.1.1은 한국형모델 기반 국지양상블 예측시스템(KIM-LENS)에서 생산된 북반구 지역의 500hPa 지위고도(a, b) 및 850hPa 기온(c, d)에 대한 예측일별 성능(RMSE, Spread 및 CRPS¹⁴)을 나타낸 그래프이다.

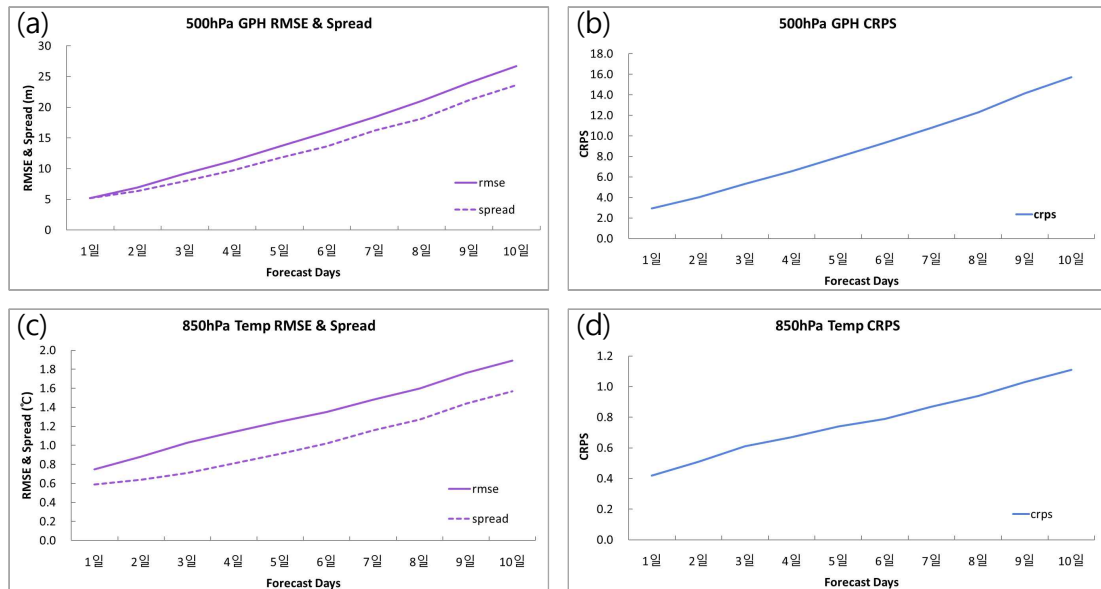


그림 9.1.1 KIM-LENS의 예측시간에 따른 2025년 예측성능

(a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPS,
(c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPS

두 변수 모두 예측이 진행될수록 RMSE와 스프레드의 격차가 커져 스프레드가 RMSE의 범위(uncertainty)를 아우르지 못하게 된다. 지위고도의 경우 예측 1일에는 RMSE와 스프레드가 거의 유사한 값을 가지는데 이는 양상블이 예측오차 수준을 적절히 반영하고 있으며, 확률예측으로서 신뢰도가 높게 보여진다. 그러나 예측 후반으로 갈수록 RMSE와 양상블 스프레드의 차이가 크게 나타나면서 양상블이 불확실성을 과소평가하며 실제 예측 오차를 충분히 반영하지 못하고 있음이 보여진다. 한편, 기온의 경우 예측 초반에서부터 RMSE 값이 양상블 스프레드보다 크게 나타나 불확실성을 과소평가하고 예측 오차를 충분히 반영하지 못하는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 CRPS에서도 나타난다. 양상블 예측에 대한 CRPS 분석 결과, 지위고도와 기온 모두 예측 시간이 증가함에 따라 CRPS가 점진적으로 증가하는 경향을

14) CRPS (Continuous Ranked Probability Score): 양상블 확률예측과 관측값(또는 분석값) 사이의 차이를 측정하는 지수로 양상블 예측분포가 관측값 근처에 얼마나 집중되어 있는지를 평가. 값이 작을수록 성능이 우수함을 의미

나타내어, 시간 경과에 따른 예측오차 및 불확실성 증가를 확인할 수 있다. 초기 예측에서 지위고도의 CRPS는 약 0.2 수준으로 기온 보다 낮게 나타나, 지위고도가 기온에 비해 상대적으로 높은 초기 예측 정확도를 가지는 것으로 보인다.

9.2 월별 예측성능

한편, 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측장 기준으로 여름철은 작은 오차, 겨울철로 갈수록 오차가 커지는 경향은 전지구양상불예측시스템과 유사하게 나타났다. RMSE와 CRPS가 모두 작게 나타나 전반적인 예측 정확도 및 확률예측 성능이 양호한 것으로 보인다. 그러나 앙상블 스프레드는 RMSE보다 작은 값을 나타내어, 앙상블이 실제 예측 오차에 비해 불확실성을 충분히 반영하지 못하는 과소분산 특성이 보여진다. 따라서 여름철 예측은 전반적인 정확도 측면에서는 우수하나, 확률적 예측의 신뢰도 측면에서는 개선의 여지가 있는 것으로 판단된다(표 9.1.1).

표 9.2.1 KIM-LENS 북반구 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(RMSE, SPREAD, CPRS)

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
RMSE	33.78	32.04	29.8	32.29	29.24	24.7	20.95	16.2	19.62	20.43	33.49	27.9	26.7
SPREAD	26.3	28.13	27.81	31.69	26.93	23.06	16.01	14.78	17.2	18.93	25.01	27.84	23.64
CRPS	20.08	19.37	17.84	17.95	17.48	14.08	12.62	9.44	11.54	12.05	20.13	15.94	15.71

※ 요소별/월별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 1.1 참고

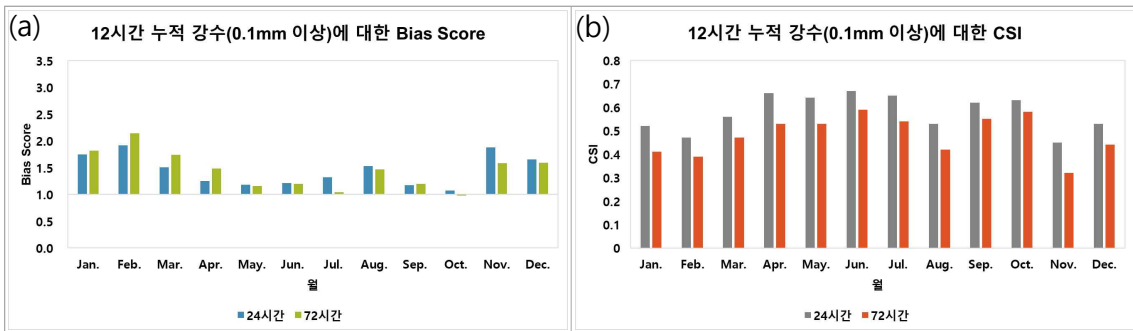


그림 9.2.1 국지양상불예측시스템(KIM-LENS) 75% 강수 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)의 24시간, 72시간의 예측정확도. (a)는 Bias Score, (b)는 CSI.

그림 9.2.1은 국지양상불예측시스템(KIM-LENS)의 75% 강수 분위값에 대한 한반도 영역 12시간 누적강수(0.1mm 이상)의 24시간 및 72시간 예측정확도를 나타낸다. 강수 치우침(Bias Score)의 경우, 모든 월에서 1 이상으로 나타나서 과대 모의하는 경향을 보이긴 했으나, 5, 6, 7, 9, 10월은 1.0~1.5 정도로 과대 모의가 다른 달에 비해 상대적으로 작게 나타났다. 특히 겨울철에 과대 모의가 다소 크게 나타났지만 그 정도가 최대 2.14로 크지 않았다. 이와 유사하게 성공임계지수(CSI)는 24시간 예측에서 2, 11월을

제외하고는 모두 0.52 이상으로 상대적으로 높게 나타났다. 2월과 11월은 다른 월에 비해 낮게 나타났으나 그 차이는 적게 나타나 전반적으로 성능이 우수했음을 보인다. 그리고 72시간 예측에서는 4, 5, 6, 7, 9, 10월에 0.5 이상으로 높게 나타나 다수의 월에 성능이 우수하였다.

표 9.2.2 KIM-LENS 75% 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 24시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.85	0.87	0.86	0.91	0.88	0.9	0.9	0.81	0.82	0.85	0.92
치우침(Bias Score)		1.75	1.92	1.51	1.25	1.18	1.21	1.32	1.53	1.17	1.07	1.88	1.65
성공임계지수(CSI)		0.52	0.47	0.56	0.66	0.64	0.67	0.65	0.53	0.62	0.63	0.45	0.53
공정임계지수(ETS)		0.42	0.40	0.46	0.59	0.53	0.58	0.57	0.39	0.45	0.49	0.41	0.46
적중률(POD)		0.94	0.93	0.91	0.89	0.85	0.89	0.92	0.87	0.83	0.81	0.89	0.92

표 9.2.3 KIM-LENS 75% 분위값의 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 72시간 예측정확도

검증지수	월	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	정확도(Accuracy)		0.80	0.83	0.8	0.86	0.84	0.86	0.88	0.76	0.78	0.83	0.90
치우침(Bias Score)		1.82	2.14	1.74	1.48	1.16	1.20	1.04	1.47	1.20	0.98	1.58	1.59
성공임계지수(CSI)		0.41	0.39	0.47	0.53	0.53	0.59	0.54	0.42	0.55	0.58	0.32	0.44
공정임계지수(ETS)		0.30	0.31	0.34	0.43	0.41	0.48	0.45	0.27	0.37	0.44	0.27	0.36
적중률(POD)		0.82	0.88	0.87	0.86	0.75	0.82	0.72	0.73	0.78	0.73	0.62	0.80

10. 파랑모델 및 폭풍해일모델 성능

10.1 파랑모델

10.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세

전구 파랑모델(GWW3)의 검증은 위성 관측자료로부터 생산된 유의파고 자료와 전지구 계류부이에서 관측된 유의파고 자료를 활용하여 선행시간별로 예측성능을 분석하였다. 지역(RWW3), 국지(CWW3), 지역앙상블(EWW3), 초단기(KWW3) 파랑모델은 기상청 해양 기상 부이에서 관측한 유의파고 자료를 활용하여 선행시간별로 예측성능을 분석하였다.

그림 10.1.1은 2008년 이후 GWW3의 예측 유의파고와 전지구 계류부이의 유의파고 관측자료 대비 월별 RMSE를 나타낸 것으로 2022년 이후는 한국형모델 기반 모델에 대한 오차를 나타낸다. 연도별로 오차는 점차 감소하는 추세를 보이는데, 특히 2010년과 2016년에 감소의 폭이 크게 나타났다. 이는 파랑모델의 대기입력장 변경(통합모델 기반)과 기반 모델의 버전 업그레이드를 통한 측면 경계장과 파랑모델의 개선 영향으로 볼 수 있다. 또한 2025년에 KIM 모델의 버전이 3.9에서 4.0으로 업그레이드되면서 예측성능이 개선된 것으로 보인다.

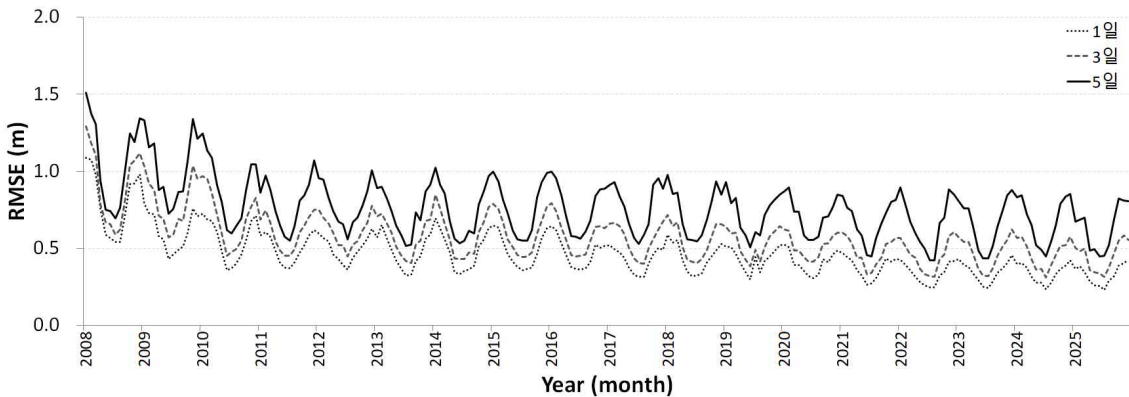


그림 10.1.1 전구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

그림 10.1.2는 2001년 이후 위성 관측으로부터 생산된 유의파고와 GWW3의 유의파고를 비교한 월별 RMSE를 나타냈다. 위성 자료 검증은 부이 관측자료가 부족한 대양에서의 검증을 목적으로 하고 있다. 2025년에는 1월 7일부터 2월 18일(사유: 궤도 변경)과 6월 2일부터 18일(사유: 궤도 이동)에 JASON-3 위성의 관측자료에 결측이 있었다. 부이 검증 결과와 마찬가지로 2010년에 예측 오차가 감소하였고, 이후에는 전반적으로

유사한 경향성을 보인다. 특히 2010년 이후에는 5일 이내 예측에 대한 성능 향상이 두드러졌다. 2025년에는 부이 검증 결과와 마찬가지로 전년도와 비교하여 예측성능이 개선되었다.

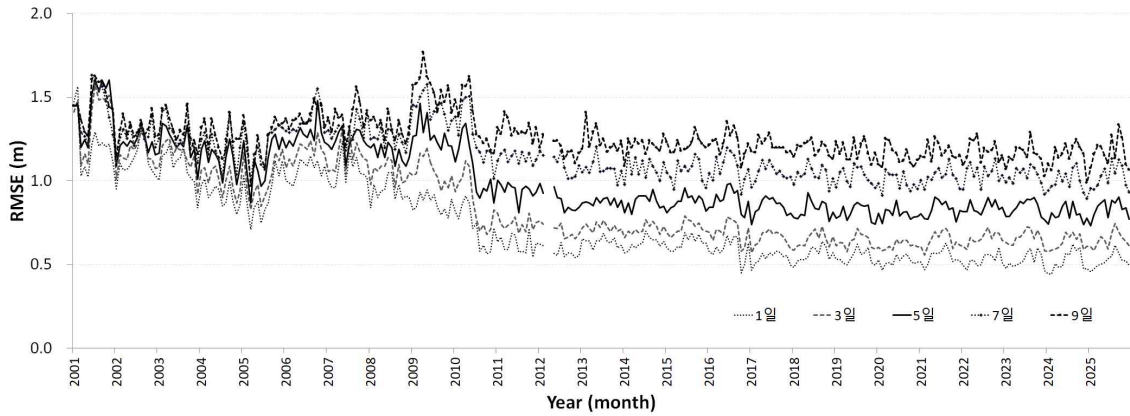


그림 10.1.2 전구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE

그림 10.1.3은 RWW3의 예측성능 변화 추세를 나타낸 것으로 2022년 이후부터는 한국형모델 기반의 검증 결과이다. 예측성능의 연내 변화 추이에서 여름철의 경우 태풍의 영향으로 오차가 급격히 커지는 특성이 있는데, 2025년도에는 한반도 영향 태풍이 없어 전반적으로 큰 오차가 없었고, 2024년도와 비교하여 예측성능이 개선되었다.

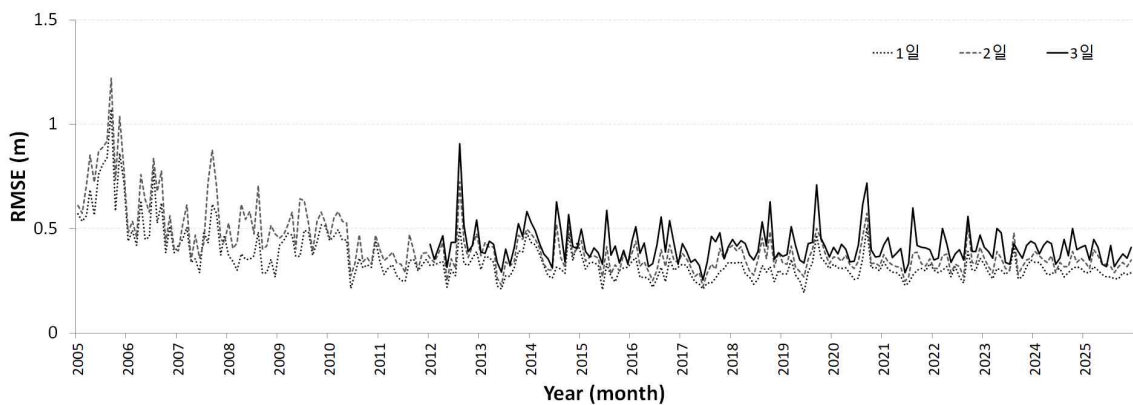


그림 10.1.3 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

10.1.2 전구 파랑모델(KIM-GWW3) 검증

KIM-GWW3의 예측성능을 검증하기 위해 전지구 계류부이 자료와 위성 자료를 이용하였고, 표 10.1.1은 예측 1, 3, 5일에 대한 월별 ME와 RMSE를 나타낸 것이다. 그림 10.1.4는 예측 시간별 연평균 ME, RMSE를 나타낸 것으로 전반적으로 부이 검증에서는 음의 편차를 보였고, 위성 검증에서는 양의 편차를 나타냈다. 5일 예측을 기준으로 RMSE의 경우 부이 검증에서는 0.63 m, 위성 검증에서는 0.84 m로 나타났다. 전지구 부이 관측은 그림 3.7.1처럼 북반구 연안 부근에 관측이 집중되었고, 위성 관측의 경우는 전지구를 대상으로 관측하기 때문에 부이 관측자료에 비하여 상대적으로 높은 파고가 포함되어 위성 검증 결과가 부이 검증 결과에 비하여 RMSE가 크게 나타난 것으로 보인다(부록 J.1.1 참조).

표 10.1.1 KIM-GWW3 유의파고의 예측시간별 ME 및 RMSE[단위: m]

관측 방법	예측 시간	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.	
부이	ME	1일	-0.09	-0.08	-0.07	-0.05	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.10	-0.10	-0.06
		3일	-0.06	-0.05	-0.06	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.08	-0.07	-0.04
		5일	-0.03	-0.07	-0.06	-0.03	0.00	0.00	-0.04	-0.04	-0.04	-0.06	-0.07	-0.09	-0.04
	RMSE	1일	0.37	0.39	0.35	0.29	0.26	0.26	0.23	0.29	0.32	0.39	0.41	0.43	0.33
		3일	0.50	0.48	0.50	0.36	0.34	0.34	0.31	0.37	0.47	0.55	0.58	0.55	0.45
		5일	0.67	0.69	0.70	0.49	0.49	0.45	0.45	0.52	0.69	0.82	0.81	0.81	0.63
위성	ME	1일	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.01	0.01	0.03
		3일	0.13	0.05	0.09	0.06	0.09	0.10	0.08	0.10	0.06	0.04	0.05	0.06	0.08
		5일	0.06	0.08	0.10	0.05	0.09	0.12	0.12	0.11	0.06	0.08	0.05	0.08	0.08
	RMSE	1일	0.46	0.48	0.50	0.50	0.51	0.54	0.55	0.62	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52
		3일	0.61	0.58	0.63	0.67	0.65	0.59	0.69	0.75	0.70	0.66	0.64	0.61	0.65
		5일	0.73	0.80	0.85	0.87	0.89	0.78	0.89	0.87	0.91	0.83	0.84	0.77	0.84



그림 10.1.4 KIM-GWW3의 부이 검증과 위성 검증의 예측 시간별 유의파고의 ME와 RMSE

10.1.3 지역/국지 파랑모델(KIM-RWW3/KIM-CWW3) 검증

그림 10.1.5는 전체 부이 관측 지점과 해역별 관측 지점에 대한 KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 예측 시간별 성능을 비교한 결과이다. 예측 시간이 길어지면서 RMSE는 증가하는 경향을 보인다. KIM-RWW3와 KIM-CWW3는 남해를 제외하고는 전반적으로 음의 ME를 나타냈지만, 범위는 ± 0.1 m 이내로 크지 않았다.

표 10.1.2~10.1.5는 KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 24시간 예측에 대한 전체 부이 지점과 해역별로 평균한 월별 ME와 RMSE를 나타낸 것으로 KIM-RWW3와 KIM-CWW3의 월별 RMSE 및 연평균 값은 유사하게 나타났다. 두 모델 모두 전반적으로 1~4월의 예측성능이 5~12월과 비교하여 상대적으로 향상되었는데 KIM 모델의 버전 업그레이드의 영향으로 판단된다. 해역별 검증 결과에서는 대체로 서해에서의 RMSE 오차가 남해와 동해에 비해 낮게 나타났다(부록 J.1.2와 J.1.3 참조).

표 10.1.2 KIM-RWW3/KIM-CWW3 전체 부이 지점 24시간 예측 오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.09	-0.08	-0.02	0.03	0.01	0.07	0.05	0.05	-0.05	-0.06	-0.09	-0.06	-0.02
	RMSE	0.29	0.29	0.32	0.30	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.29	0.28	0.29	0.28
KIM-CWW3	ME	-0.08	-0.06	-0.01	0.03	0.01	0.06	0.05	0.04	-0.06	-0.06	-0.10	-0.05	-0.02
	RMSE	0.30	0.31	0.35	0.33	0.28	0.27	0.28	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29

표 10.1.3 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(서해) 24시간 예측 오차[단위: m]

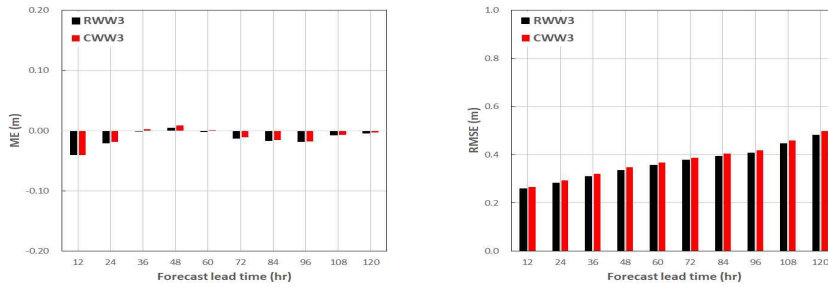
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.13	-0.08	-0.03	0.05	0.00	0.05	-0.01	0.02	-0.08	-0.12	-0.12	-0.06	-0.04
	RMSE	0.29	0.27	0.30	0.27	0.24	0.23	0.22	0.24	0.24	0.28	0.28	0.27	0.26
KIM-CWW3	ME	-0.11	-0.05	-0.02	0.06	0.01	0.03	0.00	0.02	-0.07	-0.12	-0.10	-0.03	-0.03
	RMSE	0.30	0.27	0.32	0.30	0.25	0.22	0.22	0.24	0.25	0.27	0.27	0.26	0.26

표 10.1.4 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(남해) 24시간 예측 오차[단위: m]

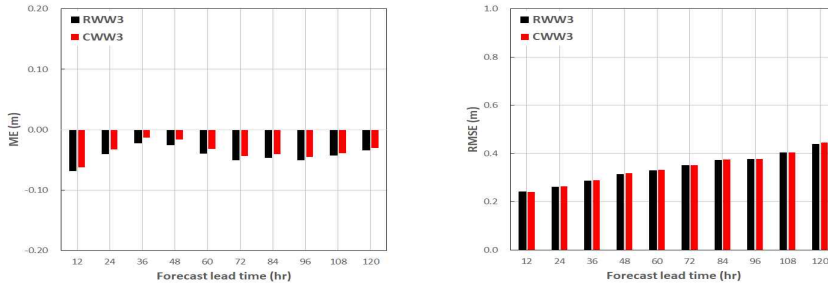
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	-0.14	-0.14	-0.02	0.07	0.06	0.18	0.14	0.13	-0.03	-0.01	-0.10	-0.07	0.01
	RMSE	0.31	0.36	0.35	0.37	0.28	0.32	0.32	0.29	0.25	0.29	0.29	0.29	0.31
KIM-CWW3	ME	-0.12	-0.13	-0.01	0.06	0.05	0.17	0.15	0.12	-0.04	0.01	-0.10	-0.06	0.01
	RMSE	0.31	0.35	0.36	0.37	0.28	0.32	0.36	0.30	0.25	0.30	0.29	0.29	0.32

표 10.15 KIM-RWW3/KIM-CWW3 해역별(동해) 24시간 예측 오차[단위: m]

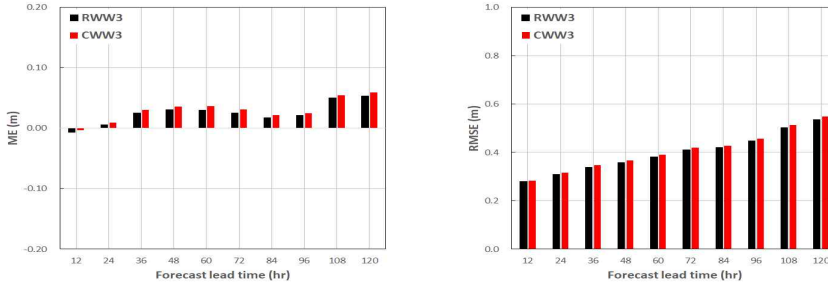
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RWW3	ME	0.00	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	-0.03	0.04	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02
	RMSE	0.26	0.26	0.32	0.28	0.33	0.28	0.28	0.24	0.30	0.28	0.27	0.33	0.29
KIM-CWW3	ME	0.03	0.01	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	0.03	-0.05	-0.08	-0.06	-0.07	-0.05	-0.03
	RMSE	0.31	0.31	0.38	0.32	0.34	0.28	0.29	0.27	0.31	0.28	0.30	0.33	0.31



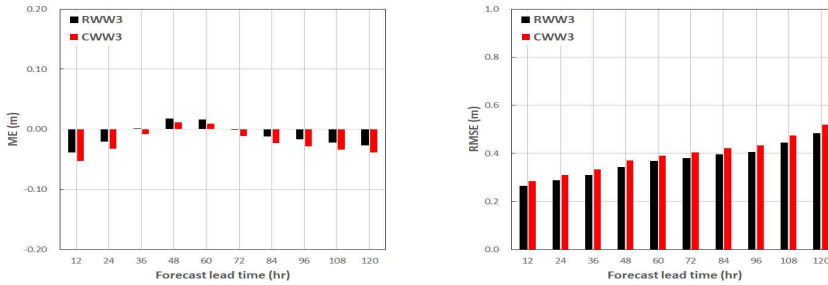
(a) 전체 부이 관측 지점 평균



(b) 해역별(서해) 부이 관측 지점 평균



(c) 해역별(남해) 부이 관측 지점 평균



(d) 해역별(동해) 부이 관측 지점 평균

그림 10.15 KIM-RWW3/KIM-CWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)

10.1.4 지역앙상블 파랑모델(UM-EWW3) 검증

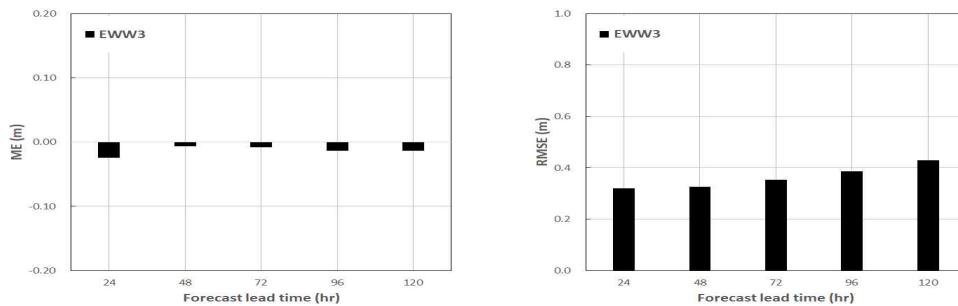
표 10.1.6~10.1.7은 UM-EWW3의 월별 ME와 RMSE를 예측 시간별로 나타낸 것이고 그림 10.1.6은 예측 시간별 연평균 ME와 RMSE를 24개 앙상블 멤버의 예측장을 평균하여 비교 분석하였다. 예측 시간별 RMSE의 전체 평균 결과를 보면, 예측 시간 증가에 따라 RMSE는 0.30~0.43 m로 나타났다. 단일모델인 KIM-RWW3의 결과(부록 J.1.2의 표 J.1.3 참조)와 비교하면 초기 예측 시간에는 유사한 예측 오차를 나타내지만, 예측 시간이 증가하면서 UM-EWW3의 예측 오차는 KIM-RWW3의 결과와 비교하여 낮게 나타났다(해역별 예측 시간에 따른 월별 예측성능은 부록 J.1.4 참조).

표 10.1.6 UM-EWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 ME[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	-0.09	-0.07	0.00	0.05	-0.02	0.02	0.06	-0.02	-0.01	-0.05	-0.09	-0.09	-0.02
48hr	-0.08	-0.03	0.01	0.07	0.03	0.03	0.10	-0.01	-0.01	-0.06	-0.06	-0.07	-0.01
72hr	-0.13	-0.04	0.03	0.06	0.02	0.05	0.10	-0.02	-0.02	-0.05	-0.03	-0.08	-0.01
96hr	-0.16	-0.08	0.02	0.06	0.01	0.10	0.07	-0.01	-0.01	-0.05	0.03	-0.13	-0.01
120hr	-0.19	-0.11	-0.01	0.07	0.02	0.14	0.03	-0.01	0.01	-0.05	0.16	-0.21	-0.01

표 10.1.7 UM-EWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 RMSE[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.31	0.29	0.33	0.29	0.65	0.23	0.30	0.23	0.28	0.32	0.29	0.34	0.32
48hr	0.35	0.34	0.38	0.31	0.26	0.26	0.36	0.28	0.32	0.38	0.31	0.36	0.33
72hr	0.39	0.37	0.42	0.32	0.27	0.31	0.40	0.28	0.36	0.40	0.33	0.40	0.35
96hr	0.45	0.42	0.42	0.37	0.28	0.31	0.41	0.30	0.41	0.47	0.35	0.43	0.39
120hr	0.50	0.45	0.42	0.36	0.34	0.35	0.42	0.34	0.41	0.51	0.48	0.55	0.43



전체 부이 관측 지점 평균

그림 10.1.6 UM-EWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)

10.1.5 초단기 파랑모델(UM-KWW3) 검증

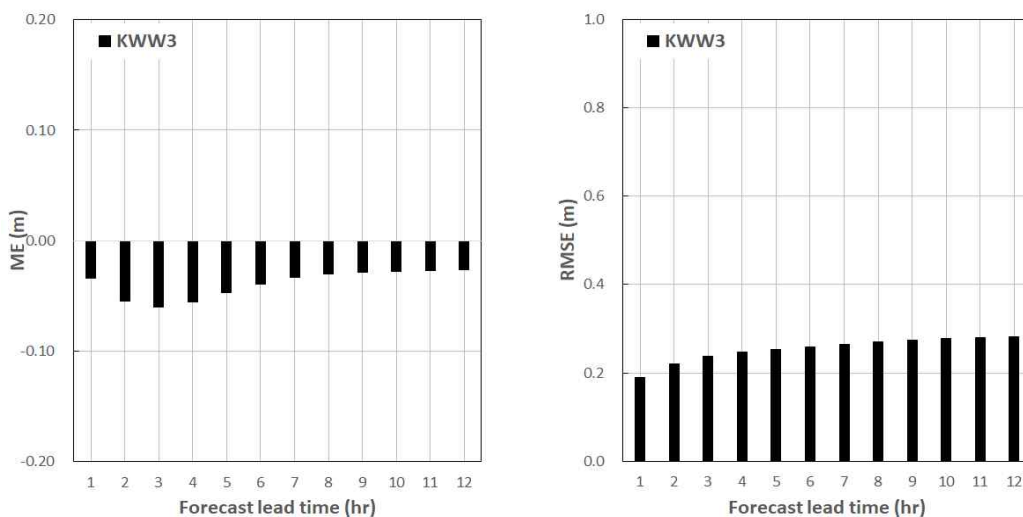
표 10.1.8~10.1.9는 UM-KWW3의 월별 ME와 RMSE를 예측 시간별로 나타낸 것이다. 그림 10.1.7은 UM-KWW3의 12시간 예측에 대한 검증 결과를 나타낸다. 전반적으로 모든 예측 시간에 대해 과소 모의 경향이 나타났고, RMSE는 초기 3시간 예측 시간 이후로는 0.24~0.28 m 이내로 나타나 유사한 경향을 보였다. 계절별로 분석하면 여름철보다 겨울철에 ME와 RMSE가 크게 나타났다(해역별 예측 시간에 따른 월별 예측성능은 부록 J.1.5 참조).

표 10.1.8 UM-KWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 ME[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.09	-0.12	-0.11	-0.04	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.04	-0.09	-0.09	-0.12	-0.06
6hr	-0.08	-0.11	-0.08	-0.02	-0.01	0.02	0.00	0.02	-0.01	-0.05	-0.06	-0.08	-0.04
9hr	-0.07	-0.12	-0.07	-0.01	0.01	0.04	0.03	0.04	0.01	-0.04	-0.07	-0.09	-0.03
12hr	-0.08	-0.13	-0.07	0.00	0.02	0.04	0.05	0.06	0.01	-0.04	-0.08	-0.10	-0.03

표 10.1.9 UM-KWW3 유의파고의 예측 시간별 월평균 RMSE[단위: m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	0.26	0.29	0.31	0.21	0.19	0.17	0.20	0.16	0.23	0.26	0.24	0.30	0.24
6hr	0.28	0.30	0.32	0.23	0.21	0.20	0.23	0.20	0.26	0.28	0.26	0.32	0.26
9hr	0.29	0.32	0.33	0.25	0.23	0.22	0.25	0.22	0.28	0.30	0.28	0.34	0.27
12hr	0.29	0.32	0.33	0.26	0.24	0.23	0.26	0.23	0.27	0.31	0.29	0.35	0.28



전체 부이 관측 지점 평균

그림 10.1.7 UM-KWW3의 예측 시간별 유의파고의 ME(좌)와 RMSE(우)

10.2 폭풍해일 모델

그림 10.2.1는 KIM-RTSM과 KIM-CTSM의 전체 검조소 지점과 각 해역에 대한 예측 시간별 ME와 RMSE를 나타낸다. ME에서는 KIM-RTSM가 양의 편차를 KIM-CTSM은 음의 편차가 뚜렷이 나타났지만, 예측성능(RMSE)은 두 모델이 유사하게 나타났다. 또한 전반적으로 예측 시간에 따른 오차의 변동이 크지 않았으며 이러한 경향은 KIM-RTSM과 KIM-CTSM에서 유사하게 나타났다(부록 I.2.1, I.2.2 참조).

표 10.2.1~10.2.4는 KIM-RTSM 및 KIM-CTSM의 24시간 해일고 예측 결과에 대한 월별 ME와 RMSE를 전체 지점과 해역별로 나타낸 것으로 해역별 결과는 해역 내 검조소 지점들의 월별 ME와 RMSE를 평균하였다. 전체 검조소 지점에서 1월, 11~12월에는 음의 편차를 보이고, 5~9월에는 양의 편차를 보였으며, 겨울철 음의 편차가 여름철 양의 편차보다 더 크게 나타났다. RMSE 결과에서도 겨울철 RMSE가 여름철보다 높게 나타났으나 전반적인 오차값을 비교해보면 두 모델의 예측 오차는 유사한 것으로 판단된다. 해역별로는 서해가 다른 해역에 비해 상대적으로 큰 RMSE를 나타냈다.

표 10.2.1 KIM-RTSM/CTSM 전체 검조소 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.078	0.035	-0.031	0.004	0.058	0.033	0.051	0.095	0.065	-0.035	-0.060	-0.071	0.006
	RMSE	0.113	0.108	0.128	0.085	0.092	0.071	0.111	0.124	0.107	0.105	0.114	0.135	0.108
KIM-CTSM	ME	-0.141	-0.041	-0.055	0.007	0.044	0.031	0.014	0.091	0.040	-0.089	-0.124	-0.161	-0.032
	RMSE	0.156	0.094	0.101	0.070	0.076	0.066	0.071	0.113	0.092	0.131	0.143	0.217	0.111

표 10.2.2 KIM-RTSM/CTSM 해역별(서해) 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.078	0.075	-0.030	0.013	0.065	0.046	0.048	0.088	0.061	-0.011	-0.051	-0.058	0.014
	RMSE	0.137	0.172	0.159	0.109	0.107	0.087	0.128	0.120	0.130	0.130	0.148	0.164	0.133
KIM-CTSM	ME	-0.179	-0.047	-0.071	0.013	0.047	0.047	0.023	0.082	0.022	-0.091	-0.137	-0.188	-0.040
	RMSE	0.202	0.123	0.143	0.095	0.093	0.092	0.098	0.111	0.117	0.153	0.165	0.281	0.139

표 10.2.3 KIM-RTSM/CTSM 해역별(남해) 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.073	0.025	-0.033	0.013	0.062	0.031	0.042	0.103	0.068	-0.043	-0.060	-0.082	0.004
	RMSE	0.092	0.081	0.107	0.071	0.091	0.064	0.093	0.133	0.095	0.089	0.094	0.133	0.095
KIM-CTSM	ME	-0.122	-0.036	-0.049	0.015	0.052	0.028	0.008	0.099	0.056	-0.077	-0.116	-0.155	-0.025
	RMSE	0.133	0.085	0.078	0.061	0.075	0.058	0.057	0.118	0.084	0.112	0.132	0.201	0.099

표 10.2.4 KIM-RTSM/CTSM 해역별(동해) 24시간 예측오차[단위: m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KIM-RTSM	ME	-0.088	-0.019	-0.029	-0.033	0.037	0.013	0.075	0.092	0.067	-0.059	-0.078	-0.069	-0.008
	RMSE	0.112	0.047	0.117	0.069	0.065	0.054	0.119	0.115	0.090	0.094	0.096	0.087	0.089
KIM-CTSM	ME	-0.113	-0.039	-0.038	-0.024	0.022	0.008	0.011	0.091	0.037	-0.111	-0.119	-0.122	-0.033
	RMSE	0.119	0.062	0.075	0.048	0.045	0.039	0.053	0.103	0.064	0.132	0.128	0.137	0.084

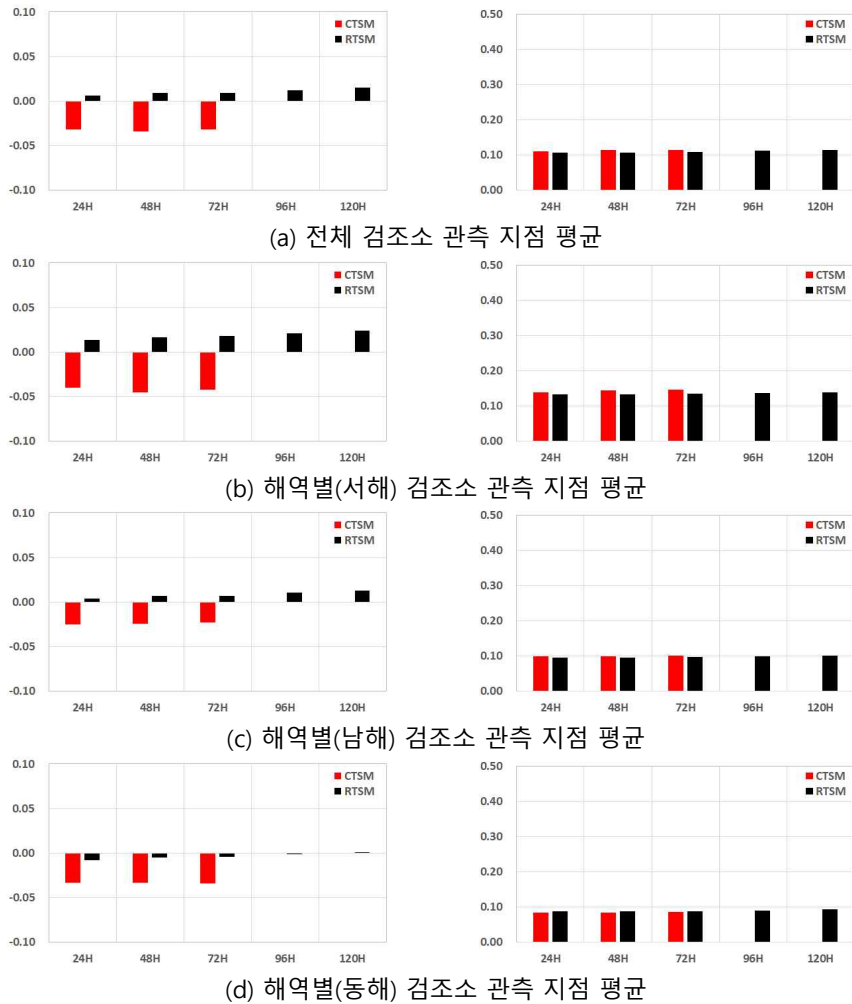


그림 10.2.1 KIM-RTSM과 KIM-CTSM의 예측 시간별 폭풍해일고의 ME(좌)와 RMSE(우)

11. 황사 및 연무통합예측모델 성능

11.1 황사·연무통합예측모델 현황

한국형모델 기반의 황사·연무통합예측모델(ADAM3)은 2020년 4월부터 운영 중이며, 통합모델(UM) 기반의 ADAM3는 2016년 12월부터 운영되고 있다. ADAM3는 1일 4회(00, 06, 12, 18UTC) 수행되며 국내 황사 영향에 대한 정량적 예보지원에 이용되고 있다.

11.2 2025년 황사·연무통합예측모델 성능

황사·연무통합예측모델의 성능 평가를 위해 기상청 유인관측소 24개 지점(그림 3.9.1)에서 목측된 황사 사례를 이용하여 모델의 국내 황사 예측 유무를 검증하였다. 양분예보 검증 방법을 이용하여 검증을 수행하며, 황사를 판단하기 위한 기준 PM₁₀ 농도는 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 정의하였다. 표 11.2.1에는 우리나라에서 관측된 황사의 최초 및 최종 관측 시점과 관측 지점을 나타내었다. 2025년에는 총 7건의 황사가 관측되었으며, 1월에 1건, 2월에 1건, 3월에 2건, 4월에 1건, 5월에 1건, 11월에 1건의 황사 영향을 받았다. 2025년 한국형모델 기반 황사·연무통합예측모델의 정확도(ACC)는 0.94, 성공임계지수(CSI)는 0.31, 탐지확률(POD)은 0.58, 거짓경보율(FAR)은 0.61로 평가되었다. 통합모델 기반 황사·연무통합예측모델의 예측 성능은 부록 K의 표 K.2를 참고하면 된다.

표 11.2.1 2025년 황사 사례별 최초 및 최종 관측 시점과 지점 목록

번호	관측일	최초 관측		최종 관측	
		시점	지점	시점	지점
1	1.27.	10:50	홍성	15:20	홍성
2	2.26.	01:40	백령도	16:55	목포
3	3.13.	11:50	수원	22:50	수원
4	3.24.-3.27.	15:30	대구	19:10	서울
5	4.13.	09:30	서울	13:15	서울, 홍성
6	5.8.	17:50	서울	20:45	서울
7	11.27.	12:10	흑산도	22:15	서귀포

12. 태풍 예측성능

12.1 태풍 진로 예측

12.1.1 연도별 태풍 진로 예측 성능변화 추세

그림 12.1.1은 북서태평양 전체영역에 대한 전지구예보시스템 연도별 진로 예측 오차이며 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2021년까지는 통합모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년~2021년: UM N1280L70), 2022년부터는 KIM-Global에 대한 검증결과이다. 수치예보모델의 태풍 진로는 예측시간이 짧을수록 오차가 적고, 연도별 태풍 발생 경향은 불확실성과 변동성이 크지만, 특히 KIM-Global로 변경된 2022년 이후는 초기 예측시간부터 72시간 사이의 오차는 점차 감소하는 경향을 보이거나 96~120시간 예측은 큰 변동성을 보인다. 또한, 2025년은 72시간을 제외하고 전년대비 오차가 소폭으로 감소하는 경향을 보였다.

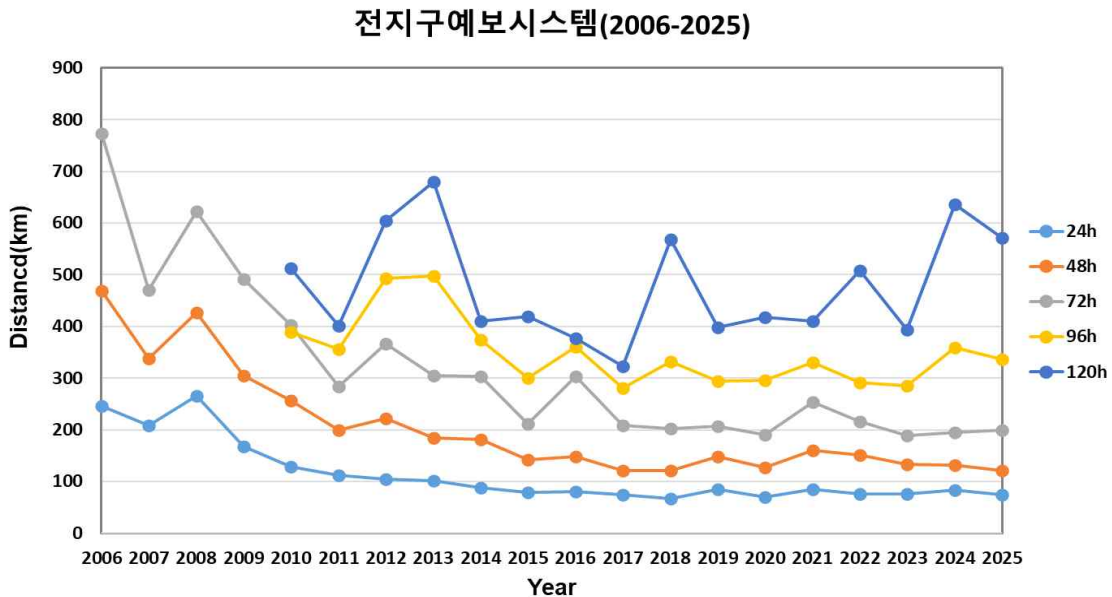


그림 12.1.1 GDAPS의 태풍 진로 모의성능 변화(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 12.1.2는 북서태평양 전체영역에 대한 앙상블예측시스템의 연도별 진로 예측 오차 경향을 보여주며, 2006년부터 2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합모델(2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증 결과이다. 앙상블예측시스템의 진로 오차는 시간에 따른 감소 경향이 뚜렷하지 않으나, 2022년 이후는 초기 예측시간부터 72시간 사이의 오차는 점차 감소하는 경향을 보이고

96~120시간 예측은 큰 변동성을 보인다. 2025년은 48시간 예측을 제외한 예측시간에서 전년대비 오차가 감소하는 경향을 보였다.

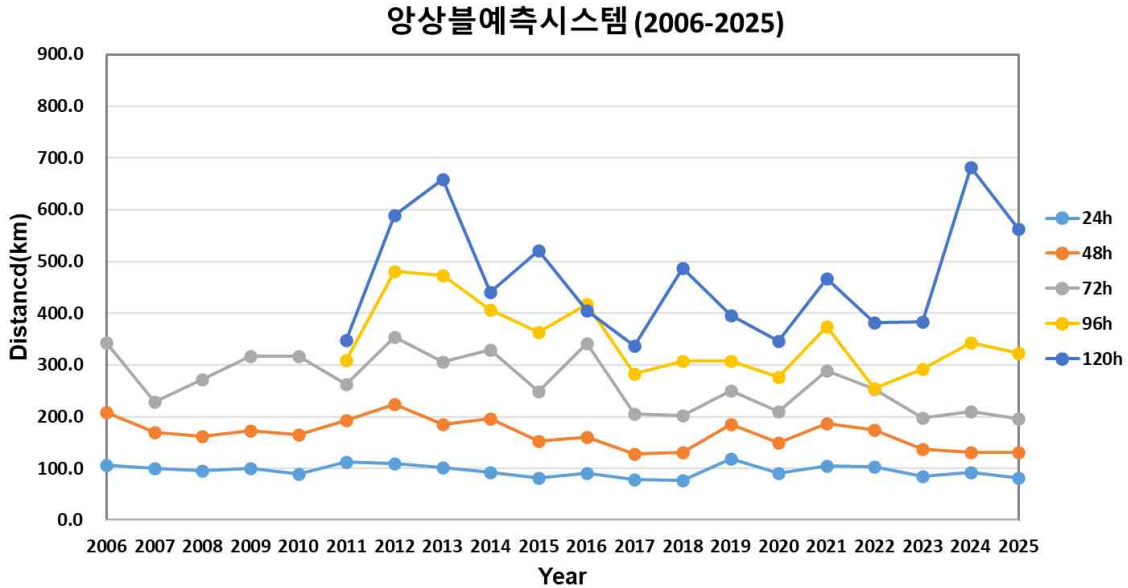


그림 12.1.2 GENS의 태풍 진로 모의성능 변화(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

12.1.2 2025년 태풍 진로 예측성능

북서태평양 전체영역에 대한 KIM-Global과 한국형모델 기반 양상블예측시스템(KIM-GENS)의 태풍 진로 오차를 표 12.1.1~12.1.3에 나타내었다. 표 12.1.1은 단순거리오차를, 표 12.1.2와 표 12.1.3은 각각 태풍 진행방향 오차(ATE, Along-Track Error) 및 편차(ATB, Along-Track Bias), 태풍 진행수직방향 오차(CTE, Cross-Track Error) 및 편차(CTB, Cross-Track Bias)를 나타낸다. 오차는 사례들의 평균값을, 그리고 편차는 사례들의 중앙값으로 산출하였다. 단순거리오차는 초기시간부터 60시간 예측까지는 전지구예보시스템이 양상블예측시스템보다 오차가 적었고, 그 이후 시간은 양상블예측시스템의 오차가 적었다. 또한 두 모델 모두 60시간 이상 예측에서는 사례 수가 줄어들면서 성능도 눈에 띄게 하락하는 것을 보였다. 태풍 진행방향 및 수직방향 오차는 두 모델 간의 단순거리오차 경향과 유사한 성능을 보였고, 두 시스템 모두 전 예측시간에서 예측이 분석보다 이동속도가 느리고, 60시간 이후 예측에서 태풍 진행방향의 오른쪽으로 예측하는 경향이 나타났다.

표 12.1.1 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차[단위: km, (): 사례수]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	거리오차	사례수	거리오차	사례수
12hr	54.6	(210)	57.5	(201)
24hr	75.1	(183)	82.2	(175)
36hr	97.0	(157)	108.1	(151)
48hr	120.9	(134)	131.4	(129)
60hr	152.8	(114)	161.5	(110)
72hr	199.5	(97)	195.7	(92)
96hr	336.9	(62)	323.1	(61)
120hr	571.8	(40)	562.2	(37)

표 12.1.2 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	39.0	-8.3	42.0	-13.7
24hr	57.4	-23.4	63.7	-26.9
36hr	77.3	-42.8	84.9	-33.4
48hr	95.7	-54.6	100.9	-54.8
60hr	116.1	-81.4	121.1	-78.5
72hr	151.4	-116.0	143.8	-95.8
96hr	237.2	-196.1	238.6	-185.6
120hr	466.2	-314.7	460.5	-268.3

표 12.1.3 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	29.1	0.0	30.6	-0.9
24hr	39.3	3.7	39.6	0.0
36hr	45.2	11.1	50.5	0.0
48hr	54.5	7.6	62.6	10.7
60hr	75.4	13.6	79.2	11.0
72hr	104.0	30.9	102.4	23.2
96hr	171.0	93.0	158.6	68.8
120hr	246.1	114.6	245.9	115.3

예측한 태풍이 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽에 위치할 때의 진로 오차(표 12.1.4~12.1.6)의 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 예측성능은 북서태평양 전체영역에 대한 경향과 유사하게 나타났으나, 단순 거리오차의 경우 북서태평양에 비해 다소 적은 오차가 나타났다.

표 12.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차[단위: km, (): 사례수]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	거리오차	사례수	거리오차	사례수
12hr	46.8	(61)	54.2	(59)
24hr	78.7	(52)	82.8	(50)
36hr	96.4	(45)	108.9	(43)
48hr	112.1	(39)	129.6	(37)
60hr	142.8	(32)	161.6	(30)
72hr	186.8	(28)	198.0	(26)
96hr	321.1	(13)	324.7	(13)
120hr	447.5	(9)	386.2	(7)

표 12.1.5 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	31.2	9.3	34.3	-0.3
24hr	56.1	-21.8	59.1	-25.2
36hr	68.3	-40.6	75.0	-44.1
48hr	81.0	-41.3	83.8	-56.7
60hr	96.7	-62.9	95.3	-89.4
72hr	135.9	-106.5	118.4	-85.1
96hr	205.6	-205.2	191.1	-196.2
120hr	348.5	-317.6	313.4	-291.1

표 12.1.6 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median)[단위: km]

FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	28.1	2.5	34.8	5.5
24hr	45.9	3.6	46.7	10.6
36hr	53.5	7.6	61.4	-2.9
48hr	61.6	10.5	74.2	8.0
60hr	84.9	-9.1	100.3	-2.3
72hr	106.4	6.6	121.6	-4.1
96hr	211.9	115.6	202.3	55.9
120hr	224.8	144.6	162.2	56.2

그림 12.1.3과 12.1.4는 모델 예측 진로 경향을 나타내는 그림으로, 북서태평양과 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 영역에서 두 시스템 모두 60시간 이후에서 오차가 두드러지게 나타나기 시작했다. 특히 72시간 이후에서 분석에 비해 다소 느리고, 진행방향의 우측으로 치우쳐서 이동하는 경향이 뚜렷하게 나타났다.

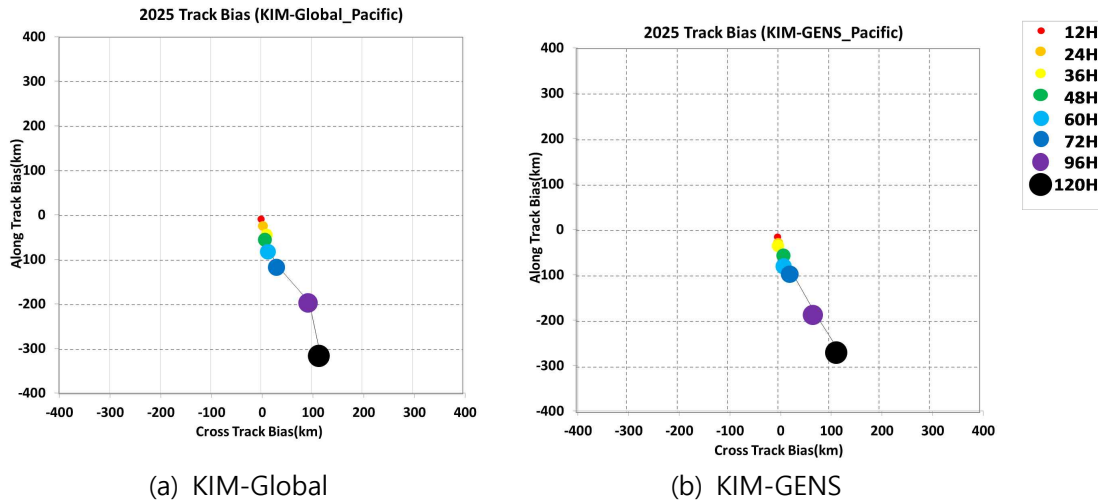


그림 12.1.3 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)

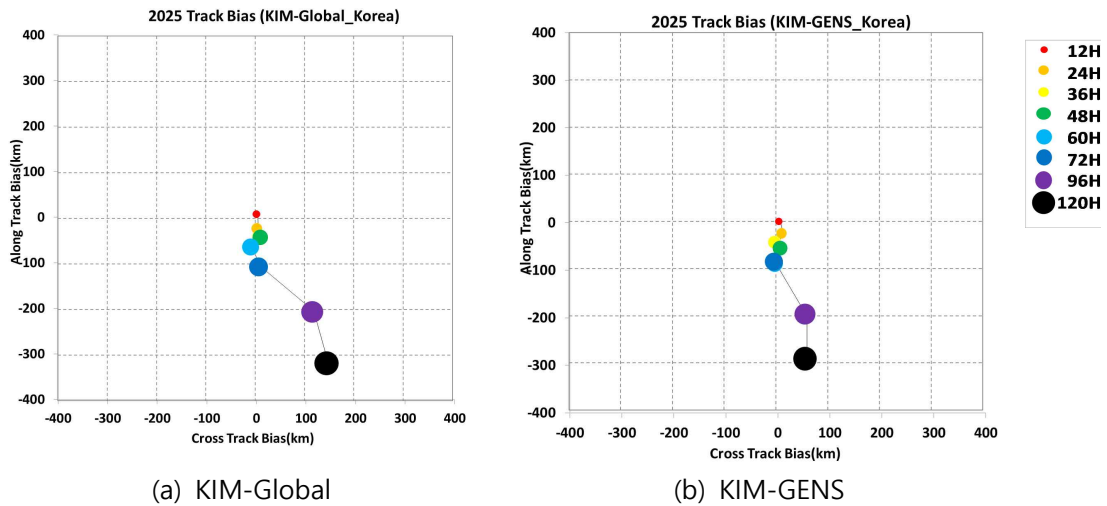


그림 12.1.4 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향 (ATB와 CTB의 중간값)

12.2 태풍 강도 예측

12.2.1 연도별 태풍 강도 예측 성능변화 추세

그림 12.2.1은 전지구예보시스템의 최대풍속 기준 연도별 태풍 강도 예측오차를 나타내고 있다. KIM-Global이 적용된 2022년도 이후 전 예측기간에서 2025년이 가장 적은 오차를 보였다.

양상블예측시스템의 연도별 태풍 강도 오차는 2023년부터 한국형모델 기반 양상블 예측시스템으로 변경되어 산출되었으며(그림 12.2.2), 이후 태풍 강도 예측 성능이 점차 향상되었다. 특히 2025년은 전년 대비 전 예측기간에서 오차가 감소하는 경향을 보였다.

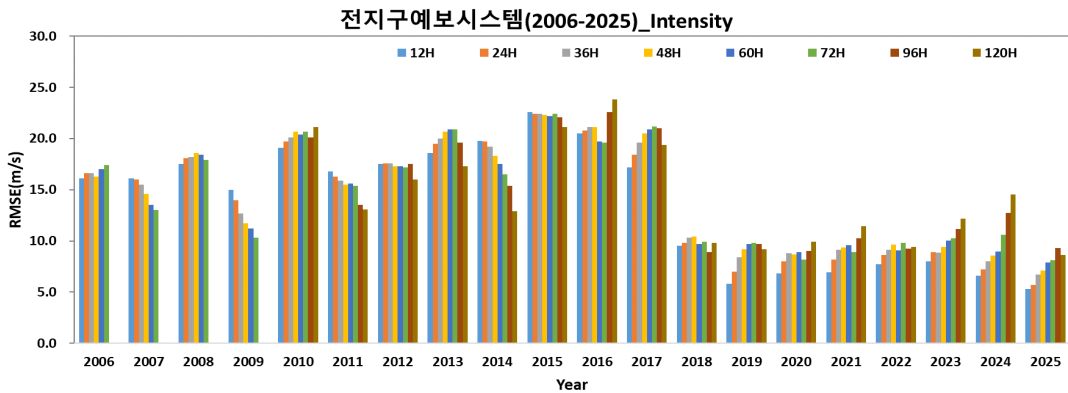


그림 12.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

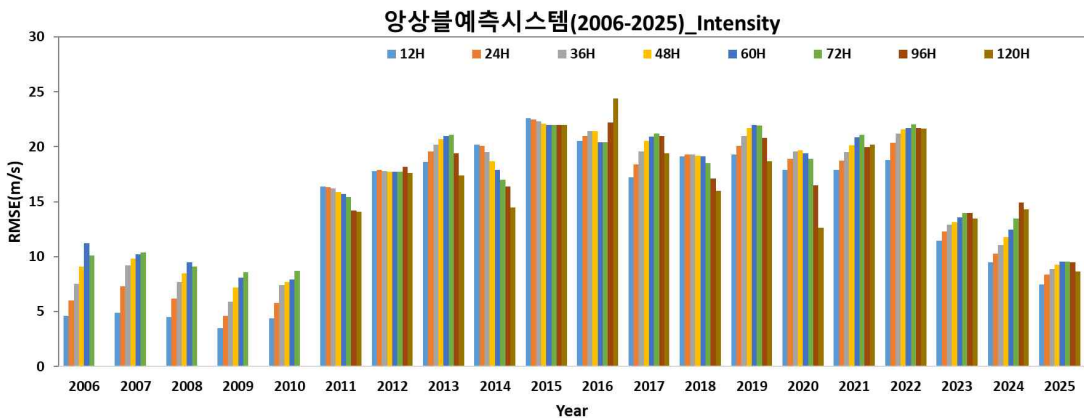
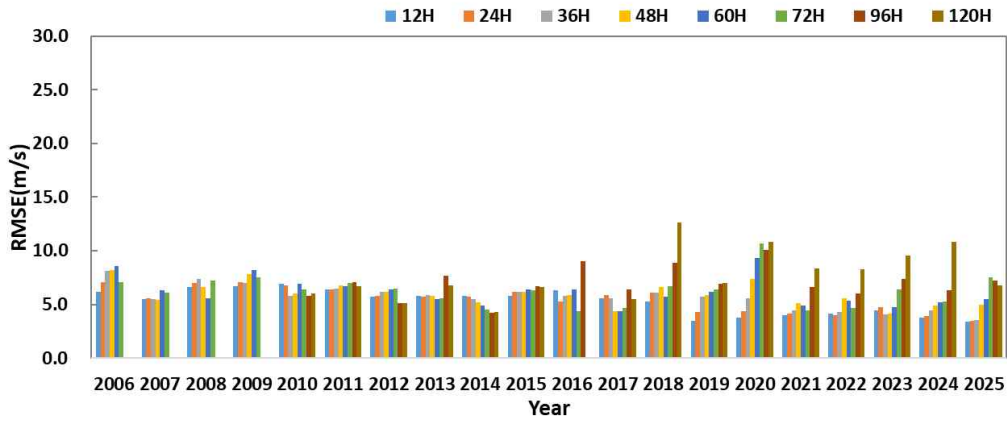


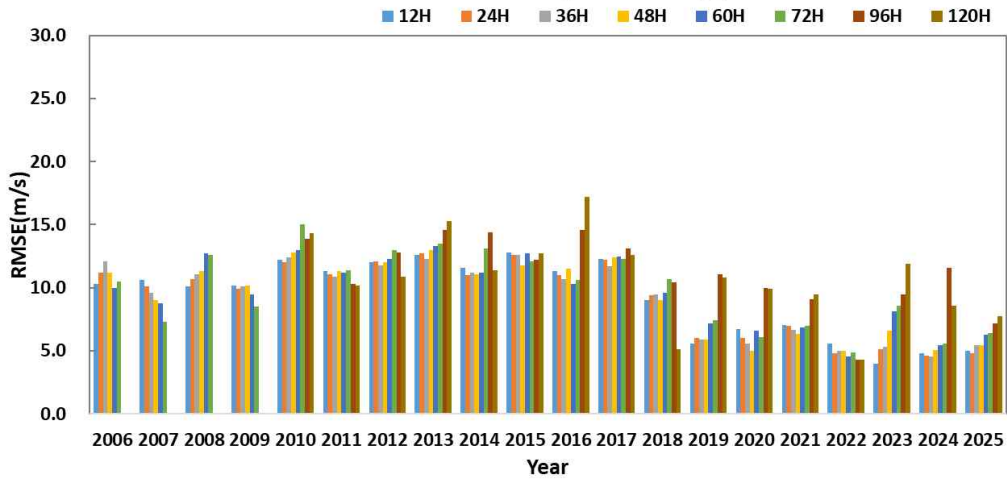
그림 12.2.2 GENS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

그림 12.2.3은 전지구예보시스템의 태풍 강도별 강도예측의 RMSE의 연도별 경향을 나타낸 그림이다. 2025년의 TS 등급과 TY 등급의 강도예측 오차는 전년 대비 전 예측기간 오차가 감소하였으나, STS 등급에서는 96시간 이후 예측을 제외하고 전년보다 오차가 증가하였다.

전지구예보시스템(2006-2025)_TS



전지구예보시스템(2006-2025)_STS



전지구예보시스템(2006-2025)_TY

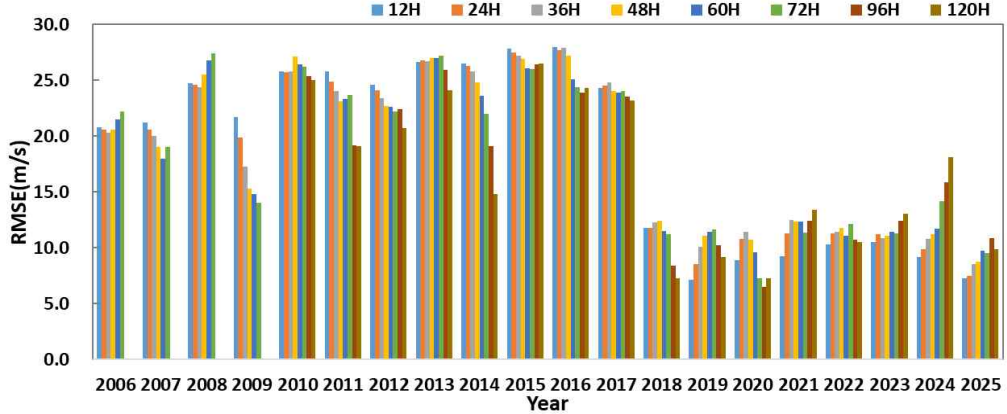


그림 12.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화
(※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임)

그림 12.2.4는 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 강도예측 오차로 2023년도 이후 점차 예측성능이 향상되는 경향이 보이며, 특히 2025년도는 전년도 대비 전 예측기간에서 예측오차가 감소하였다.

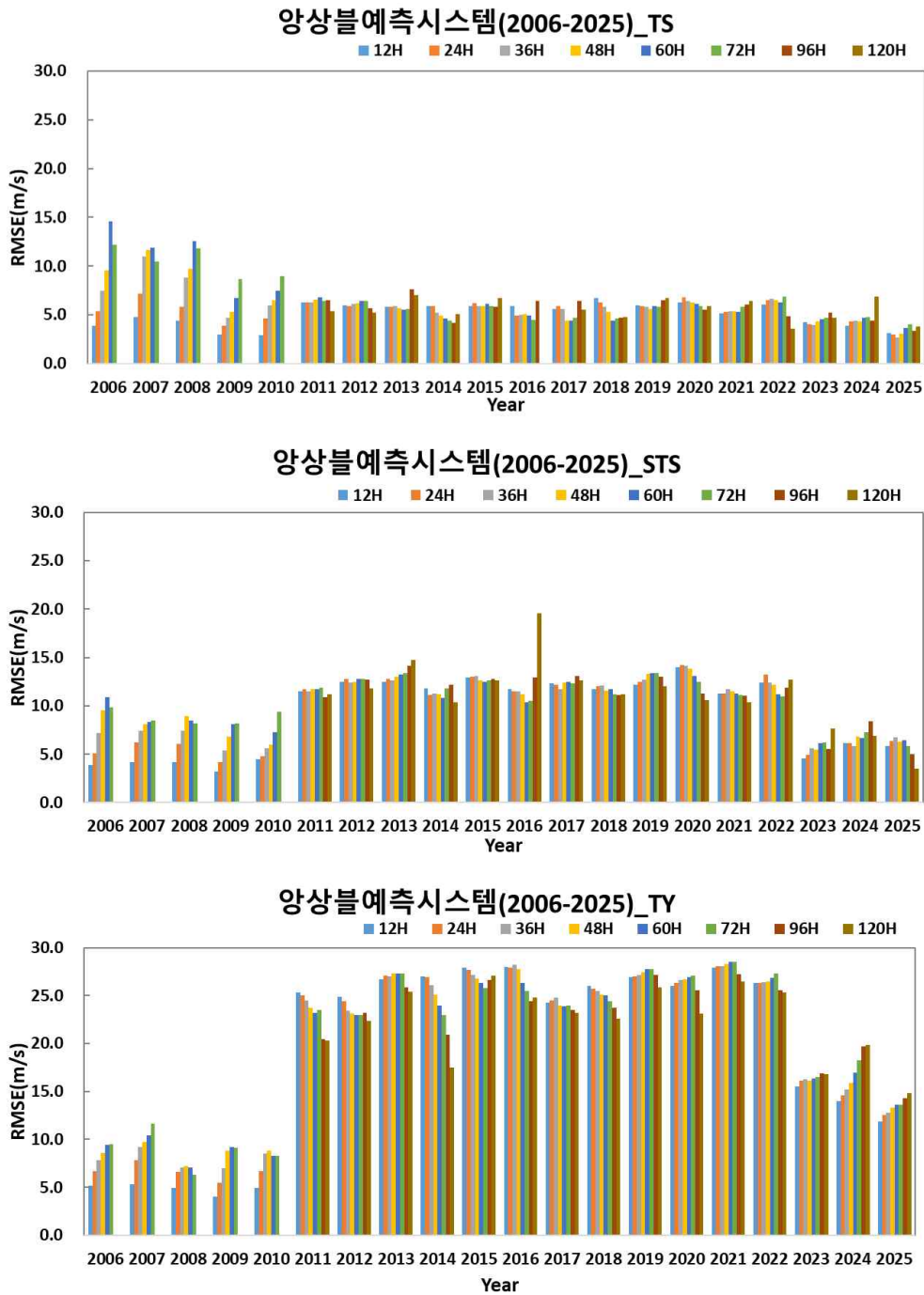


그림 12.2.4 GENS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화
(※ 2023년부터는 KIM-GENS 자료임)

12.2.2 2025년도 태풍 강도 예측성능

표 12.2.1은 수치모델의 평균 RMSE와 ME, r를 나타낸 표이다. 태풍 강도 예측성능 검증 결과, 전지구예보시스템은 전 예측시간에서 앙상블예측시스템보다 RMSE가 작았다. 또한, 두 모델 모두 모든 예측시간에서 ME가 음의 편차를 보여, 모델이 태풍을 분석보다 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. RSMC-Tokyo 베스트트랙과의 태풍 강도 상관성을 분석한 결과 전지구예보시스템은 12시간, 24시간 예측에서 상관계수 0.82로 가장 크게 나타났고, 앙상블예측시스템은 12시간 예측에서 0.83으로 가장 큰 상관계수 값이 나타났고, 72시간까지 앙상블예측시스템이 전지구예측시스템에 비해 상관성이 높게 나타났다.

표 12.2.1 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, r[단위: m/s, (): 사례수]

검증 지수	FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
		검증결과	사례수	검증결과	사례수
RMSE	12hr	5.3	(210)	7.5	(201)
	24hr	5.5	(183)	8.4	(175)
	36hr	6.4	(157)	8.9	(151)
	48hr	6.8	(134)	9.2	(129)
	60hr	7.6	(114)	9.6	(110)
	72hr	8.0	(97)	9.5	(92)
	96hr	8.8	(62)	9.5	(61)
	120hr	8.3	(40)	8.6	(37)
ME	12hr	-0.9	(210)	-5.3	(201)
	24hr	-1.4	(183)	-6.2	(175)
	36hr	-1.4	(157)	-6.6	(151)
	48hr	-1.4	(134)	-6.6	(129)
	60hr	-1.4	(114)	-6.7	(110)
	72hr	-0.9	(97)	-6.6	(92)
	96hr	0.0	(62)	-6.0	(61)
	120hr	0.7	(40)	-4.8	(37)
r	12hr	0.82	(210)	0.83	(201)
	24hr	0.82	(183)	0.80	(175)
	36hr	0.76	(157)	0.77	(151)
	48hr	0.73	(134)	0.74	(129)
	60hr	0.68	(114)	0.69	(110)
	72hr	0.63	(97)	0.66	(92)
	96hr	0.54	(62)	0.50	(61)
	120hr	0.50	(40)	0.29	(37)

표 12.2.2는 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 평균 제공근 오차(RMSE)를 나타낸다. 두 모델의 RMSE는 TS와 STS 등급에서는 두 모델 간에 큰 차이를 보이지 않지만, TY 등급에서는 앙상블예측시스템의 오차가 보다 커져 두 모델 간 차이가 크게 나타났다. 특히 TY 등급의 120시간 예측에서 전지구예보시스템은 9.9m/s, 앙상블예측시스템은 14.8m/s의 오차를 보여주며 4.9m/s의 차이를 보였다.

표 12.2.2 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE[단위: m/s]

Intensity Grade	FCST Time	KIM-Global		KIM-GENS	
		RMSE	사례수	RMSE	사례수
TS	12hr	3.4	(79)	3.1	(73)
	24hr	3.5	(56)	3.0	(52)
	36hr	3.5	(42)	2.7	(40)
	48hr	5.0	(32)	3.1	(31)
	60hr	5.5	(27)	3.7	(26)
	72hr	7.5	(23)	4.0	(20)
	96hr	7.3	(13)	3.3	(14)
	120hr	6.8	(8)	3.8	(8)
STS	12hr	5.0	(73)	5.8	(70)
	24hr	4.8	(68)	6.3	(64)
	36hr	5.5	(59)	6.7	(55)
	48hr	5.4	(51)	6.3	(48)
	60hr	6.3	(43)	6.5	(41)
	72hr	6.4	(36)	5.8	(35)
	96hr	7.2	(25)	5.0	(24)
	120hr	7.8	(20)	3.5	(18)
TY	12hr	7.3	(58)	11.8	(58)
	24hr	7.5	(59)	12.5	(59)
	36hr	8.6	(56)	12.8	(56)
	48hr	8.7	(51)	13.3	(50)
	60hr	9.7	(44)	13.6	(43)
	72hr	9.5	(38)	13.6	(37)
	96hr	10.9	(24)	14.3	(23)
	120hr	9.9	(12)	14.8	(11)

부록

부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항

A.1 전지구예보시스템의 검증 및 모델 변경사항

A.1.1 검증 변경사항

검증 방법	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
검증 격자 (분해능 및 내삽방안)	1.125° x 1.125°, bi-linear	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	0.5625° x 0.5625°, bi-linear	2005년 12월 ~ 2006년 7월
	2.5° x 2.5°, bi-linear	2006년 8월 ~ 2014년 12월
	1.5° x 1.5°, area weight	2015년 1월 ~ 현재

A.1.2 모델 변경사항

GSM ¹⁵⁾ 기반	T106L21 (~110km)	1997년 2월 ~ 2001년 2월
	T213L30 (~60km)	2001년 3월 ~ 2005년 11월
	T426L40 (~40km)	2005년 12월 ~ 2010년 5월 14일
통합모델 기반	N320L50 (UM vn.6.6) (~40km)	2010년 5월 15일 ~ 2011년 5월 22일
	N512L70 (UM vn.7.7) (~25km)	2011년 5월 23일 ~ 2012년 5월
	N512L70 (UM vn.7.9) (~25km)	2012년 6월 ~ 2016년 6월 28일
	N768L70 (UM vn.8.5) (~17km)	2016년 6월 29일 ~ 2018년 6월 6일
	N1280L70 (UM vn.10.,8) (~10km)	2018년 6월 7일 ~ 현재
한국형모델 기반	NE360NP3 (KIM v3.5) (~12km)	2020년 4월 28일 ~ 2020년 6월 24일
	NE360NP3 (KIM v3.5a) (~12km)	2020년 6월 25일 ~ 2020년 10월 28일
	NE360NP3 (KIM v3.6) (~12km)	2020년 10월 29일 ~ 2021년 4월 19일
	NE360NP3 (KIM v3.6a) (~12km)	2021년 4월 20일 ~ 2021년 12월 28일
	NE360NP3 (KIM v3.7) (~12km)	2021년 12월 29일 ~ 2023년 2월 22일
	NE360NP3 (KIM v3.8) (~12km)	2023년 2월 23일 ~ 2024년 5월 13일
	NE360NP3 (KIM v3.9) (~12km)	2024년 5월 14일 ~ 2025년 5월 13일
	NE576NP3 (KIM v4.0) (~8km)	2025년 5월 14일 ~ 현재

15) GSM: Global Spectral Model(일본 기상청의 전지구수치예보모델)

A.2 앙상블예측시스템의 검증 및 모델 변경사항

A.2.1 검증 변경사항

검증	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
검증영역	20°N-70°N	2001년 4월 ~ 2003년 12월
	20°N-90°N	2004년 1월 ~ 현재
검증지수	Reliability diagram, ROC ¹⁶⁾ Curve, Economic Value,	2002년 ~ 현재
	RMSE, AC, Brier Skill Score	2003년 ~ 현재
	RPS ¹⁷⁾ , RPSS ¹⁸⁾ , CRPS ¹⁹⁾ , CRPSS ²⁰⁾	2007년 1월 ~ 현재

A.2.2 변수별 확률검증 변경사항

요소	기후값 변경 전 (2006년 12월 이전)	기후값 변경 후 (2007년 1월 이후)	비고
500hPa 지위고도	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
850hPa 기온	±2°C, ±4°C, ±8°C	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
850hPa 풍속	±10m/s, ±15m/s, ±25m/s	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
지상 10m 풍속	±10m/s, ±15m/s, ±25m/s	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	
해면기압	-	±1.0sd, ±1.5sd, ±2.0sd	2007년 검증요소 추가

16) ROC: Relative Operating Characteristics

17) RPS: Ranked Probability Score

18) RPSS: Ranked Probability Skill Score

19) CRPS: Continuous Ranked Probability Score

20) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

A.2.3 모델 변경사항

GSM 기반	GBEPS ²¹⁾ 현업 운영(T106L21, 16멤버)	2001년 3월
	GBEPS 연직층 증가 (T106L21 → T106L30, 16멤버)	2003년 11월
	GBEPS 초기장 변경	2004년 3월
	GBEPS 섭동장 개선(요인 회전 도입)	2005년 4월
	GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L30 → T213L40) 및 초기장 변경	2005년 12월
	GBEPS (T213L40, 32멤버, 1일 2회, 10일예보)	2006년 5월
	GBEPS 편차 보정 적용	2008년 7월
	GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영	2008년 8월
통합모델 기반	N320L50 M24 앙상블예측시스템	2011년 3월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.6(ps26-UK, ps01-KMA))	2011년 5월 ~ 2012년 5월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.9(ps28-UK, ps02-KMA)) - 지상섭동(SST perturbation) 추가	2012년 6월 ~ 2016년 6월 28일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn8.5(ps34-UK, ps03-KMA))	2016년 6월 29일 ~ 2017년 10월 30일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn10.2(ps37-UK, ps03-KMA)) - 토양수분, 지중온도 섭동 추가	2017년 10월 31일 ~ 현재
한국형모델 기반	NE144NP3 M26 앙상블예측시스템	2021년 12월 19일 ~ 2025년 5월 13일
	NE192NP3 M26 앙상블예측시스템	2025년 5월 14일 ~ 현재

A.3 검증용 기후자료 변경사항

일별 NCEP 재분석 평균값	2007년 12월 까지
일별 NCEP 40년 재분석 평균 및 표준편차 자료(1959~1998년)	2008년 1월 ~ 2011년 8월
일별 ECMWF ERA-Interim의 10년(1989~2008년) 재분석 평균값	2011년 9월 ~ 현재

21) GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

부록 B. 검증방법

B.1 검증의 개요

1) 검증이란?

예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 하면, 예보검증은 예보의 질을 평가하는 과정이라 할 수 있다. 예보는 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석자료를 이용하여 평가한다. 이러한 평가과정을 검증이라고 하며, 검증은 질적인(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적인(얼마나 정확한가?) 것으로 정의할 수 있다. 검증과정을 통해 예보 오차에 대한 상태 정보를 제공하게 된다.

예보를 검증하는 3가지 주된 이유는 아래와 같다.

- ① 예보의 질을 감시
- ② 예보의 질을 향상시키기 위하여 잘못된 요소를 찾아내어 해결
- ③ 서로 다른 예보시스템의 예보 질을 상호 비교함으로써 각각의 장·단점을 파악하여 적절한 예보시스템을 판단

즉 검증은 예보 생산자에게 각 예보시스템의 장점과 단점을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 제공하고, 모델 개발자들에게는 예보 모델을 향상시키기 위하여 개선해야 할 부분을 제시해 준다. 이는 검증·평가 없이 발표된 예보는 예보의 질과 예보값이 신뢰할 수 없음을 간접적으로 드러낸 것이다.

다양한 예보형태에 따라 검증방법 또한 다양하다. 표 1은 David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 각 예보 형태의 예시를 나타낸다. 각각의 예보 형태는 자료의 재배열, 분류, 자료의 임계치 등으로 분류될 수 있다.

좋은 예보란 어떤 것인가? Allen Murphy(1993)는 그의 저서에서 좋은 예보를 만드는 세 가지 요소로 일관성(Consistency), 품질(Quality), 가치(Value)를 제시하였다. 일관성은 예보관이 그들의 지식기반에 근거하여 주어진 상황에 대해 최상의 판단을 내렸을 때 예보관의 판단과 예보가 일치하는 정도, 품질은 실제로 일어난 사건과 예보가 일치하는 정도, 가치는 예보를 활용하여 예보관이 경제적 혹은 다른 종류의 이익을 인식하도록 도울 수 있는 정도를 의미한다. 그렇다고 하여 예보의 품질이 예보의 가치와 동일한 것은 아니다. 객관적 혹은 주관적 기준을 통해 관측된 조건이 적절히 예측되었다면 예보의 품질은 높은 것인 반면, 예보가 사용자로 하여금 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주었다면 그것은 가치 있는 예보로 간주할 수 있다. 예를 들어, 고분해능 수치예보모델이 특정지점에서 독립적인 뇌우의 발달을 예보하였다고 할 때, 뇌우 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지

만 모델에서 추정된 특정 지점에서는 관측되지 않을 수 있다. 이러한 경우, 대부분의 표준 검증에 따르면 예보의 품질이 낮은 것으로 평가되지만, 예보관의 입장에서는 매우 가치 있는 예보가 되는 것이다.

표 1. David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 예시

예보 상태:	예시
단일예보(deterministic (non-probabilistic))	정량적 강수 예보
양상불예측(probabilistic)	강수 확률, 양상불 예보
질적예보(qualitative (worded))	5일 전망
시공간 영역:	예시
시계열(time series)	지점의 일 최고기온
공간분포(spatial distribution)	지위고도, 강수 분포도
합동 공간과 시간(pooled space and time)	월평균 전지구 이상기온
예보의 특수성:	예시
양분예보(dichotomous (yes/no))	안개 발생 여부
다중범주(multi-category)	추움, 정상(normal), 더움 조건들
연속적(continuous)	최고기온
객체 혹은 사건 지향(object- or event-oriented)	열대저기압 이동 및 강도

2) 관측자료

일반적으로 예보를 검증하기 위해 사용하는 참값은 관측 자료다. 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측 자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 내포되어있으므로 정확한 참값으로 보기에 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(Random error)와 편차(mean error), 표본 오차와 대푯값 자체의 오차, 그리고 관측 자료를 분석할 때 혹은 예보 규모에 일치시키기 위해 관측 자료를 변환할 때 발생하는 분석 오차 등이 불확실성(Uncertainty)의 원인이 된다. 오랫동안 우리는 참값 속에 내재된 이러한 관측 오차를 무시하여 왔다. 만일 관측 오차가 예보에서 예측된 오차보다 훨씬 작다면(높은 신호대의 잡음비를 가진다면) 이러한 오차는 무시될 수 있다. 그러나 치우침이 심한 관측 오차를 가지거나, 적은 수의 표본을 가지더라도 다양한 예측 방법으로 예측된 결과를 상호 비교할 때는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

검증결과는 검증자료의 양과 품질이 높을 때 자연적으로 신뢰도가 높아진다. 따라서 검증결과 자체에 오차 한계를 넣어주는 것이 좋다. 이는 특히 검증 표본이 작은(Rare event), 검증 자료가 가변적일 때, 통계적 관점에서 두 예측 자료를 비교하고자 할 때 유용하다. 검증 스코어에서 신뢰구간을 주는 여러 가지 방법들이 있다.

신뢰할만한 검증 통계를 얻기 위하여 시공간적으로 상당한 양의 예보와 관측 표본이 필요하다. 표본이 많을수록 검증결과의 신뢰도 또한 높아진다. 그러나 표본을 추출할 때 주의해야 할 점은 자료가 균질하지 않을 때 예보 성능에 많은 차이가 날 수 있다는 점이다. 일반적으로 표본이 많은 구간(예를 들면 관측지점이 밀집한 지역이나 위험기상이 나타나지 않은 일)으로 편향될 수 있다. 이러한 비균질 표본은 예보성능을 과대평가할 수 있는 여지를 제공한다. 표본들을 비슷한 균질 집합으로 나누는 것은(계절별, 지역별, 관측의 강도별 등) 특정 구간의 예보의 양상을 추출하는데 도움을 준다. 신뢰도 높은 검증결과를 제공하기 위해서는 충분한 양의 표본들을 포함하도록 하여야 한다.

B.2 표준 검증 지수

가장 오래되고 가장 뛰어난 검증 방법의 하나는 눈으로 직접 비교하는 방법으로 예보와 관측을 나란히 놓고 비교하여 사람의 판단력으로 예보 오차를 가려내는 방법이다. 일반적으로 사용되는 방법으로는 시계열이 있다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요 없을 때 유용하다. 그러나 이 방법은 정량적이지 않고 해석하는 과정에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 예보 검증 시 주의가 요구된다. 아래에 양분(Dichotomous) 예보, 연속 변수형 예보, 확률 예측에 관한 검증 지수를 간략히 설명하였다.

1) 양분 예보(예/아니오)에 대한 검증방법

양분(Dichotomous) 예보는 "사건이 일어날 것인가?"에 대해 "예 혹은 아니오"라 말하는 것과 같다. 강우와 안개가 일반적인 양분 예보의 예이다. 바람이 10m/s 이상이나 아니냐를 분류하는 것도 양분 예보의 예시가 될 수 있다. 이런 형태의 예보를 검증하기 위해서는 예보와 발생여부 각각에 대한 "예"와 "아니오"의 빈도수를 보여주는 분할표(Contingency Table)가 필요하다. 분할표는 조건 분포(Joint distribution)라 부르기도 하며, 예보와 관측에 대한 "예"와 "아니오"로 구성된 4개의 조합으로 구성된다.

- 맞힘(Hit): 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생
- 놓침(Miss): 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생
- 거짓 알림(False alarm): 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음
- 부의 정확(Correct negative): 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음

분할표는 오차의 분류가 어떻게 만들어지는 지를 볼 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 완벽한 예보 체계는 맞힘(Hit, 이하 H)과 부의 정확(Correct negative, 이하 C)만이 존재하고 놓침(Miss, 이하 M)과 거짓 알림(False alarm, 이하 F)이 없는 결과를 산출한다. 예보 성능의 특정 상태를 설명하기 위해 분할표의 요소들을 이용하여 다양한 형태의 범주형 통계를 계산한다.

표 1. 분할표(Contingency Table)

		Forecast		
		Yes	No	Total
Observed	Yes	H	M	H+M
	No	F	C	F+C
	Total	H+F	M+C	H+M+F+C

(1) 정확도(Accuracy)

개개의 예보와 관측간의 평균적인 일치 정도를 나타내는 것으로 정확히 예보한 것에 대한 백분율로 나타낸다. 값의 범위는 0에서 1이며, 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 문제는 가장 일상적인 범주, 즉 거의 발생하지 않는 현상에 대해 발생하지 않는다고 예보한 것에 의해 심각히 영향을 받을 수 있다는 점이다.

$$accuracy = \frac{H + C}{H + M + F + C}$$

(2) 치우침(Bias Score)

평균적인 예보와 평균적인 관측간의 일치 정도를 나타내는 것으로 전체적인 치우침(Overall 평균오차), 체계적 치우침(Systematic 평균오차), 혹은 무조건적 치우침(Unconditional 평균오차)으로 알려져 있다. 범주형 예보에 대한 평균오차의 척도는 사건 예보 총수를 관측된 사건의 총수로 나눈 것이다. 값의 범위는 0에서 무한대까지이며, 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 1 보다 작은 값은 예보 시스템이 과소예보 경향, 1 보다 큰 경우에는 예보 시스템이 과대 예보 경향을 보인다고 말한다. 따라서 예보가 얼마나 정확히 관측에 대응하는 지를 측정하는 것이 아니라 단지 상대적 빈도를 측정한다.

$$Bias\ score = \frac{H + F}{H + M}$$

(3) 성공임계지수(CSI, Critical Success Index)

성공임계지수 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보된 관측이든 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(C)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 강수일수가 적은 지역에 대해서는 잘못된 통계치를 유발할 가능성이 크다. 또한, CSI는 무강수에 대한 예측(C)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 정확도(Accuracy, ACC)와 같다.

단점은 예보오차의 원인을 구별할 수 없다는 것이다. 어떤 경우에 맞힌 것(H) 자체가 우연한 기회에 의한 것일 수 있기 때문에 사건의 기후학적 발생빈도에 의존하는 경향을 가지고 있다.

$$TS = CSI = \frac{H}{H+M+F}$$

(4) 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score)

Gilbert Skill Score로도 불리며 성공임계지수의 분모, 분자에 각각 무작위 맞힘(Random hit, a_r) 만큼을 뺀 것으로 성공임계지수에서 우연에 의한 맞힘을 고려한 지수이다. 값은 -1/3에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를, 0은 예측 능력이 없음을 의미한다. ETS는 강수검증에 주로 사용되며 이는 ETS가 가지는 공정성이 다양한 상황에서 공정하게 비교될 수 있기 때문이다. ETS는 맞힘(H)에 민감하다. 또한 놓침(M)과 거짓 알람(F)에는 분리하기 때문에 예측 오차의 원인을 구별하지는 않는다.

$$ETS = GSS = \frac{H - a_r}{H + M + F - a_r}, \quad \text{where } a_r = \frac{(H + M)(H + F)}{H + M + F + C}$$

(5) 탐지확률(POD, Probability of Detection)

탐지확률은 현상이 일어났던 표본 수 중에서 정확한 예보가 이루어진 표본의 수로 정의되며, 적중률(Hit Rate)로도 불린다. 관측으로 나타난 강수 현상에 대하여 실

제로 예보를 하였는지 검증하는 지수이다. 값의 범위는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 수치예보모델의 성능이 좋음을 의미한다. 이 지수는 비적중률(POFD, False Alarm Rate(F) = F/(F+C))을 고려하지 않으므로 예보가 남발되었을 때 도 값이 낮아지지 않는 특성을 가진다.

$$POD(Hit Rate) = \frac{H}{H+M} \leftrightarrow POFD(False Alarm Rate) = \frac{F}{F+C}$$

(6) 오보율(FAR, False Alarm Ratio)

오보율은 현상의 발생을 예보한 표본 수에 대한 적중하지 못한 예보 표본의 수로 정의된다. 0에서 1 사이의 값을 가지며, 이 지수는 0에 가까울수록 수치예보모델이 성능이 좋음을 의미한다.

$$FAR = \frac{F}{H+F}$$

모델이 실제 발생한 현상을 예보하지 못한 경우인 M(Miss)에 대한 분포가 이 지수에 영향을 미치지 않으므로, 현상의 발생 예보를 놓치는 경우가 많아도 지수에 영향을 주지 않는다. 성공률(SR, Success Ratio)을 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$SR = 1 - FAR = \frac{H}{H+F}$$

2) 연속 변수형 예보에 대한 검증방법

연속 변수의 예보에 대한 검증은 관측과 예보의 차이를 측정하는 것이다.

(1) 편차 또는 평균오차(Bias or Mean Error)

예보값과 관측값의 차이를 평균한 값이다. 음의 무한대에서 양의 무한대까지의 값을 가지며, 평균오차가 양수이면 관측값보다 크게 예보가 되고 있음을 나타낸다. 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 간단한 척도로 오차의 크기를 측정하지 않으며 예보와 오차 사이의 일치성도 측정하지 않는다.

$$Mean Error = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)$$

(2) 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error)

예보값과 관측값의 차이를 제곱한 후 평균을 구하고 제곱근을 취한 값이다. 0에서 무한대까지 값을 가지며, 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 평균제곱근오차는 편차(Deviation)에 대한 방향성을 지시하지 않는다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$$

(3) 상관계수(Correlation Coefficient)

예보와 관측 차이의 일치와 위상을 측정하며 -1에서 1 사이의 값을 갖는다. 만점은 1이다. 일치성을 측정하는 좋은 도구이며 예보의 편차(Bias)에 민감하지 않다.

$$r = \frac{\sum (F - \bar{F})(O - \bar{O})}{\sqrt{\sum (F - \bar{F})^2} \sqrt{\sum (O - \bar{O})^2}}$$

(4) 이상상관(AC, Anomaly Correlation)

표본 평균 값 대신에 기후 평균값, C를 사용하여 예보와 관측 차이의 일치와 위상 차이를 측정한다. 이상상관은 수치예보모델의 결과를 검증하는 데 자주 사용된다. 값은 -1에서 1 사이이며 만점은 1이다. 상관 계수와 같이 예보 평균오차에 덜 민감하며 일치성의 척도로서 좋은 도구의 하나이다.

$$AC = \frac{\sum (F - C)(O - C)}{\sqrt{\sum (F - C)^2} \sqrt{\sum (O - C)^2}}$$

(5) S1 score

예보 공간 기울기의 정확도를 측정한다. 보통은 지위고도 혹은 해면기압장에 적용한다. 0에서 무한대의 값을 가지며, 완벽한 예보는 0이다. 수치예보 기록에서 긴 역사를 가지고 있으며 다년간의 모델 성능이 향상되는 것을 보여주기에 좋은 도구이다. 또한 예보의 공간 분해능에도 좌우된다.

$$S1 = \frac{\sum_{adjacent\ pairs} |\Delta F - \Delta O|}{\sum_{adjacent\ pairs} \max(|\Delta F|, |\Delta O|)} \times 100$$

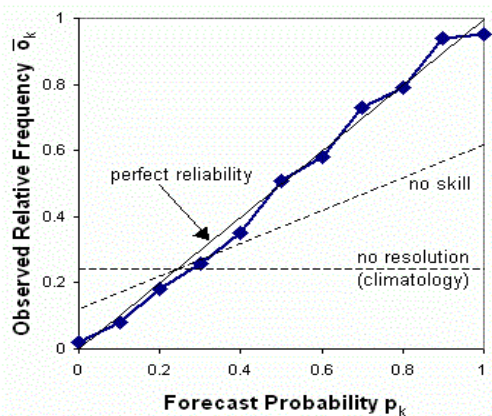
3) 확률 예측에 대한 검증방법

앙상블예측은 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸다. 일반적으로 단일 확률 예보를 검증하기는 어렵다. 대신 일련의 확률 예보 p_i 를 관측, 즉 사건의 발생($o_i=1$) 혹은 발생하지 않음($o_i=0$)을 이용하여 검증하고 있다. 확률 예측에 기반한 앙상블예측시스템에서는 다음의 특성을 분석해 낼 수 있다.

- 신뢰도(Reliability): 예측 확률과 평균 관측 빈도 사이의 일치성
- 예리함(Sharpness): 극값을 예보하는 경향
- 분해능(Resolution): 표본 사건들을 특징적으로 상이한 빈도수를 가지는 부분집합으로 분해할 수 있는 능력

(1) 신뢰도 그림(Reliability diagram)

앙상블예측의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm 이상일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram(Atger, 1999)이 있다. Reliability diagram은 예보 확률에 대한 관측빈도를 표시한 것으로 예보 확률의 범위는 K 개의 구간으로 나누고, 각 구간의 표본 빈도를 히스토그램이나 데이터 포인트 사이의 값으로 나타낸 것이다. 신뢰도는 구간별 표본 빈도를 이은 선과 대각선이 근접한 정도를 나타낸다. 대각선으로부터의 편차(Deviation)는 조건부 편차(Conditional bias)이다. 표본 빈도를 이은 선이 대각선 아래에 위치하면 과대모의(확률이 높음), 대각선 위에 위치하면 과소모의(확률이 낮음)임을 의미한다. Reliability Diagram에서 표본 빈도를 이은 선이 편편한 경우 분해능(Resolution)이 낮음을 의미한다. No skill 선과 대각선 사이의 빈도 분포는 BSS(Brier Skill Score)에 긍정적으로 기여하며, 각각의 확률 구간의 빈도는 예보의 예리함(Sharpness)을 나타낸다.



양상불예측과 실황에 따른 Reliability 표는 다음과 같이 두 가지 방법으로 나타낼 수 있다. 첫째는 실제로 어떠한 현상이 나타난 경우를 O라 하고 나타나지 않은 경우는 NO라 하자. 그 현상을 예상했을 때를 F로, 예상하지 못했을 때를 NF로 표시할 때, 표 2.에 N개의 양상불 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 표 3.과 같이 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도(H100 또는 F0 등)를 표시하는 방법이다.

표 2. 양상불 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability 표

	F=N NF=0	F≥N-1 NF≤1	F≥N-2 NF≤2	...	F≥1 NF≤N-1	F≥0 NF≤N
O	H _N	H _{N-1}	H _{N-2}	...	H ₁	H ₀
NO	F _N	F _{N-1}	F _{N-2}	...	F ₁	F ₀

표 3. 10% 간격의 확률 구간으로 나누어 만든 Reliability 표

	P=100%	P≥90%	P≥80%	P≥10%	P≥0%
O	H ₁₀₀	H ₉₀	H ₈₀	H ₁₀	H ₀
NO	F ₁₀₀	F ₉₀	F ₈₀	F ₁₀	F ₀

(2) Brier Score (BS)

확률 오차를 제공하여 평균한 수치로 다음과 같은 3가지 항: (1) 신뢰도, (2) 분해능, (3) 불확실성으로 나눈다. 값의 범위는 0에서 1이며, 완벽한 예보는 0의 값을 갖는다. 일반적으로 사건의 기후학적 빈도에 민감하다

$$BS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - o_i)^2$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (p_k - o_k)^2 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (\bar{o}_k - \bar{o})^2 + \bar{o} (1 - \bar{o})$$

(3) Brier skill score (BSS)

기준 예보에 대한 양상불예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며,

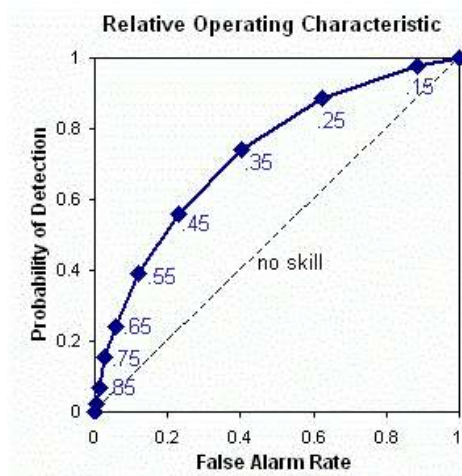
0은 기준 예보에 비해 skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해지며 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

$$BSS = \frac{BS - BS_{reference}}{0 - BS_{reference}} = 1 - \frac{BS}{BS_{reference}}$$

(4) Relative Operating Characteristics (ROC)

양분 예보를 위해 일련의 누적 확률 임계(Threshold) 값들을(예를 들어, 0.05, 0.15, 0.25 등) 사용하여 Hit Rate 대 false alarm rate를 기입한 것이다. 두개의 선택적 결과를 구분하기 위해 예보의 능력을 측정한다. 0에서 1 사이의 값을 가지며, 0.5는 Skill 이 없음을 1은 완벽한 예보를 의미한다. 신뢰도에 대해서는 아무것도 말할 수 없다.

ROC 곡선은 어떤 현상을 앙상블예측에서 얼마나 잘 감지할 수 있는지를 판단하는 "Signal detection theory"를 기초로 하고 있다(SwETS, 1973). 이 ROC 곡선은 앙상블예측의 성능을 평가하는 방법으로 ECMWF를 비롯하여 미국 기상청(NCEP)과 일본 기상청(JMA)에서도 채택하여 사용하고 있다. ROC 곡선은 적중률을 표현하는 Hit Rate(HR)와 비적중률을 나타내는 False Alarm Rate(FAR) 사이의 분포도를 각 확률 구간별로 구해서 한 그래프에 곡선으로 나타낸 것이다. 적중률과 비적중률 계산은 표 4.로부터 다음과 같이 구해진다. 그리고 ROC 곡선에서 HR=1이고 FAR=0 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 앙상블예측의 감지 성능이 뛰어나다고 볼 수 있다. 일반적으로 예보시간이 길어질수록 좌측하단으로 치우치는 경향을 보인다.



여기서 $y=x$ 의 직선은 " HR = FAR " 이므로 이 대각선 하단으로 곡선이 존재할 경우 예보의 가치가 없음을 의미한다. 이에 따라 스코어 중의 하나로 ROC 곡선과 $y=x$ 의 대각선이 이루는 ROC 면적(ROC Area)을 구해서 예보기술의 척도로 사용하고 있다. 예보가 완전하다면 ROC 면적은 1이고, ROC 면적이 0.5일 때 예보의 기술이 없다(No-skill)고 판단하게 된다.

표 4. 실황에 따른 예보 분할표 (Contingency table)

		실황	
		Yes	No
예보	Yes	Hit(H)	False(F)
	No	Missing(M)	correct Rejection(R)

○ 적중률: $Hit\ Rate(HR) = \frac{H}{H+M}$

○ 비적중률: $False\ Alarm\ Rate(FAR) = \frac{F}{F+R}$

(5) RPS (Ranked Probability Score), CRPS (Continuous RPS)

RPS는 앙상블예측에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서 M 은 확률 예보의 범주를, p_k 는 예보 범주 k 에서의 예측 확률, o_k 는 범주 k 에서 관측유무에 대한 지시자(0="아니요", 1="예")이다. RPS는 다중 범주 확률 예보에서 확률 공간에서 제공 차의 누적 합이다. 범주가 2일 경우 RPS는 BS와 동일하며, 범주가 연속적일 경우 CRPS가 된다.

$$RPS = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M \left[\left(\sum_{k=1}^i p_k \right) - \left(\sum_{k=1}^i o_k \right) \right]^2$$

$$CRPS = \int_{-\infty}^{\infty} (P_f(x) - P_o(X))^2 dx$$

(6) RPSS (Ranked Probability Skill Score), CRPSS (Continuous RPSS)

기준 예보에 대한 앙상블예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며, 0은 기준 예보에 비해 Skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생

빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다. 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

$$RPSS = \frac{RPS - RPS_{reference}}{0 - RPS_{reference}} = 1 - \frac{RPS}{RPS_{reference}}$$

$$CRPSS = \frac{CRPS - CRPS_{reference}}{0 - CRPS_{reference}} = 1 - \frac{CRPS}{CRPS_{reference}}$$

(7) Economic Value : 사용자 측면에서의 평가 방법

예보의 경제 가치에 대한 자세한 논의는 "Economic Value of Weather and Climate Forecasts (Kats & Murphy, 1997)"를 참고하면 된다. 여기서 설명하는 경제 가치(EV)는 1998년 이후부터 앙상블 예보의 성능 평가 기준으로 사용되고 있다 (Richardson 2000, Zhu et al. 2001). 예보의 경제 가치는 예보의 정확도에도 의존하지만 어떤 기상 현상이 발생했을 경우 대책을 세우는 데 필요한 비용(Cost)과 대책이 없었을 때 생기는 손실(Loss)에도 관계가 있는데 이 값들은 사용자에게 따라 각기 다르다.

표 5.는 상황에 따른 예보의 분할표와 비용(C)과 손실(L)의 비용 매트릭스 (Expense matrix)를 함께 나타낸 것이다. 이들 관계로부터 해당 예보를 이용했을 때의 지출 비용이 기후정보를 이용했을 때에 비해 절감되는 경제적인 비용에 대한 값으로 EV를 정의하면 다음과 같이 구할 수 있다. 먼저 해당 예보를 항상 이용하여 대책을 세울 때의 지출 비용(EF)은 표 5.에서 얻어지는 모든 경우에 대한 지출비용의 합계로 구할 수 있다. 여기서 지출이 발생하는 경우는 모두 세 경우이다.

표 5. 상황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

		상황	
		Yes	No
예보와 대책	Yes	Hit(H) Cost(C)	False(F) Cost(C)
	No	Missing(M) Loss(L)	Rejection(R) No cost(=0)

- ① 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이 된다.
- ② 둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다.

③ 셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도(F)×대책비용(C)이 된다.

여기서, 현상이 발생하지 않았고 예보가 이를 맞추었을 때의 빈도를 R이라고 할 경우 대책 비용이나 손실 비용이 없으므로 0이다. 따라서 지출 비용(E_F)은 세 경우에 발생하는 지출의 합이 되므로 지출 비용은 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$E_F = HC + FC + ML \quad (1)$$

다음으로 예보가 완벽하게 적중할 경우 지출비용(E_P)을 구하면 F(예보가 빗나간 경우)나 M(현상을 놓친 경우)이 없으므로 위 식(1)에서 FC=0, ML=0이다. 그러므로 지출 비용 E=HC인데, 예보가 적중한 빈도가 그 현상이 일어난 빈도(\bar{o})와 같으므로 아래와 같은 비용이 지출된다.

$$E_P = \bar{o}C \quad (2)$$

또한, 기후 정보를 이용할 때의 지출 비용(E_C)은 대책을 마련할 때 드는 비용(C)이 예상되는 손실액($\bar{o}L$)보다 적을 때만 대비를 할 것이므로 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_C = \text{Min}(C, \bar{o}L) \quad (3)$$

경제 가치(EV)는 특정 예보를 이용했을 때의 경제적인 비용 절감으로 정의되며 식(4)로 구할 수 있다.

$$EV = \frac{E_C - E_F}{E_C - E_P} = \text{saving} \quad (4)$$

식(4)에 식(1), 식(2), 식(3)을 대입하면 식(5)이 얻어진다.

$$EV = \frac{\text{min}[\bar{o}L, C] - (H + F)C - ML}{\text{min}[\bar{o}L, C] - \bar{o}C} \quad (5)$$

여기서 모든 항을 L로 나누고 비용/손실의 비를 C/L=r로 정의하면 식(6)이 유도된다.

$$EV = \frac{\min[\bar{o}, r] - (H + F)r - M}{\min[\bar{o}, r] - \bar{o}r} \quad (6)$$

이 식은 비용/손실의 비가 현상 발생 빈도(\bar{o})보다 클 때와 작을 때로 나누어 구해야 되므로 식(7)이 최종적으로 EV값이 된다.

$$EV = (1 - FAR) - \left(\frac{1 - C/L}{C/L} \right) \left(\frac{\bar{o}}{1 - \bar{o}} \right) (1 - HR) \quad \text{if } C/L < \bar{o}$$

$$EV = HR - \left(\frac{C/L}{1 - C/L} \right) \left(\frac{1 - \bar{o}}{\bar{o}} \right) FAR \quad \text{if } C/L > \bar{o} \quad (7)$$

B.3 태풍 검증 방법

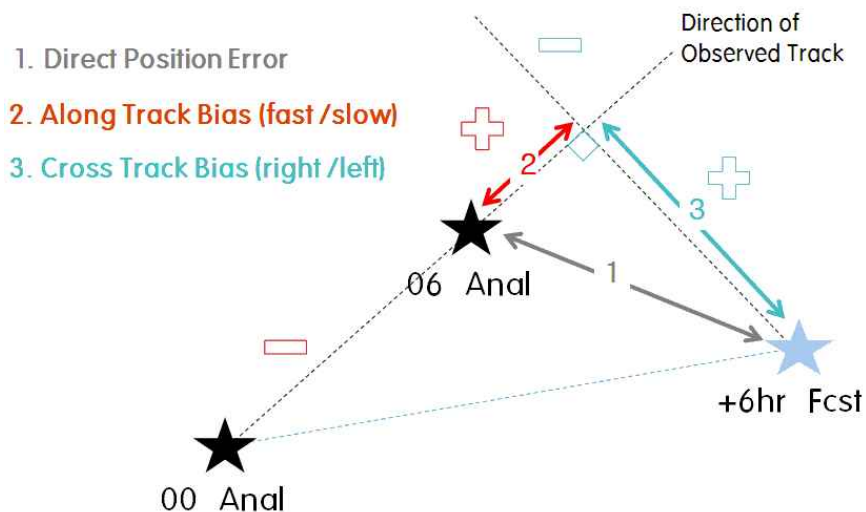
1) 태풍 진로 예측 검증

태풍 진로 예측성능 검증에 사용되는 단순거리오차(DPE, Direct Position Error)는 예보 위치와 분석 위치 사이의 거리를 대권거리로 정의한다. 대권거리를 구하는 방법으로는 간단하면서도 정확한 하버사인 식(Haversine Formula)을 사용하였다. DPE는 이동속도와 방향의 개념을 포함하는 두 가지 지표 Along-Track Bias (ATB)와 Cross-Track Bias (CTB)로 나누어 생각할 수 있다. Along-Track Error (ATE)는 $ATE = |ATB|$ 로, Cross-Track Error (CTE)는 $CTE = |CTB|$ 로 정의된다.

이동속도개념이 포함된 ATB는 태풍의 진행 방향을 따르는 위치 오차로, 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 속도로 움직였을 때 발생하는 편차이다. 양의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 빨랐다는 의미이고, 음의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 느렸다는 의미이다.

방향 개념이 포함된 지표 CTB는 태풍의 진행 방향에 수직인 축을 따르는 위치 오차로 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 방향으로 움직였을 때 발생하는 편차이며, 예측 위치가 태풍의 진행 방향 양옆으로 얼마나 벗어나 있는지 알 수 있다. 양의 값은(북반구 기준) 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 오른쪽으로 치우쳐 있다는 의미이고, 음의 값은 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 왼쪽으로 치우쳐 있다는 의미이다.

ATB와 CTB의 개념도(영국 기상청)는 아래의 그림과 같으며, 그림의 00 Anal과 06 Anal을 OB1, OB2(태풍의 실제 진로)로 두고, +6hr Fcst를 FC(6시간 후의 태풍 예상 위치)로 두었을 때 ATB와 CTB를 구하는 공식(Aemisegger 2009)은 식(1), (2)와 같다.



$$ATB = \frac{(\overrightarrow{OB_1 OB_2} \cdot \overrightarrow{OB_1 FC})}{\| \overrightarrow{OB_1 OB_2} \|} - \| \overrightarrow{OB_1 OB_2} \|, ATE = |ATB| \quad (1)$$

$$CTB = \sqrt{\| \overrightarrow{OB_1 FC} \|^2 - \frac{(\overrightarrow{OB_1 OB_2} \cdot \overrightarrow{OB_1 FC})^2}{\| \overrightarrow{OB_1 OB_2} \|^2}}, CTE = |CTB| \quad (2)$$

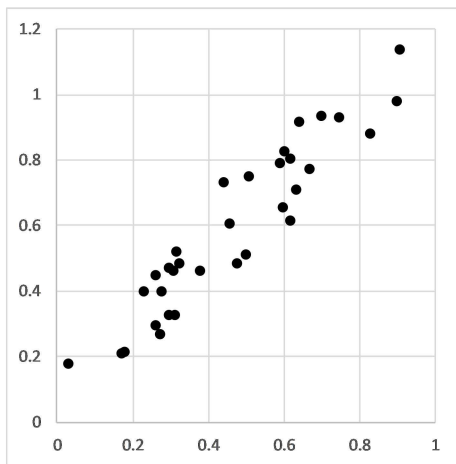
(※ $\| \|$ 는 벡터의 크기를 의미함)

2) 태풍 강도 예측 검증

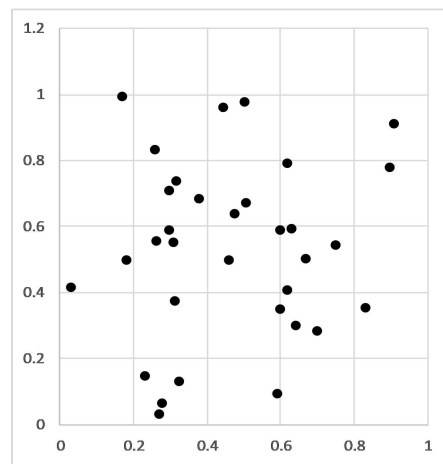
태풍 강도 예측성능 검증에 사용되는 r 값은 피어슨 상관계수로 태풍의 최대풍속의 예측값과 관측값의 얼마나 관련성이 있는지를 표현한다. 피어슨 상관계수는 식 (3)으로 산출된다.

$$r = \frac{\sum(F - \bar{F})(O - \bar{O})}{\sqrt{\sum(F - \bar{F})^2} \sqrt{\sum(O - \bar{O})^2}} \quad (3)$$

r 값이 1에 가까울수록 예측과 관측의 상관성이 높아서 예측성능이 우수하고, 0에 가까울수록 예측과 관측의 상관성이 낮아지고 예측성능이 낮다. 다음 그림에서 r 값에 따른 상관성을 보여주고 있다.



$r=0.8$, 상관성이 높은 경우



$r=0$, 상관성이 없는 경우

부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
1989.05	수치 예보반 신설			Cray2s (KIST ²²⁾)
1990.12	수치 예보과 ²³⁾ 신설			
1991.02	수치 예보과	A-LAM ²⁴⁾ , F-LAM ²⁵⁾ , OFM ²⁶⁾ 공식 현업 운영		
1991.02		F-LAM(46X61, 80km/L10)	객관분석(Barnse 방법, 관측 + JMA GSM +12 예측장)	
1992.04		F-LAM(46X61, 80km/L15) 연직층 증가 해상풍 모델(Cardone Model, 19X15, 2.5°) 및 제 1세대 파랑모델(DAS-5) 운영		Cray2s (KIST) Cyber932 (KMA,백업)
1993.03		PPM (Perfect Prog Method) ²⁷⁾ 을 이용한 최저·최고 기온 현업 제공		
1993.07		K-LAM ²⁸⁾ (59x59, 40km/L15)		
1994.06		태풍 모델 운영 (KTM, Korea Typhoon Model, 109x109, 50km, 연직 8층)		CrayC90 (KIST)
1994.10		PPM(Perfect Prog Method)을 이용한 강수 확률 예보 현업 지원		Cyber932 (KMA,백업)

22) Korea Institute of Science & Technology

23) 수치예보과는 1990년 12월에 신설되어 수치예보반에서 운영하던 3가지의 수치예보모델(아시아 수치예보모델 A-LAM, 극동아시아 수치예보모델 F-LAM, 해양 수치예보모델 OFM)을 인수하여 1991년 2월부터 수치예보자료의 현업 제공을 위하여 현업 근무를 정식적으로 시작하였다.

24) A-LAM(Asia Limited Area Model) : 아시아 수치예보모델(아일랜드에서 도입한 dry model)

25) F-LAM : 극동아시아 수치예보모델. Far East Limited Area Model. F-LAM은 미국 대기과학연구소(NCAR)와 펜실베이니아 주립대학(PSU)이 공동으로 개발한 NCAR/PSU 중규모모델(MM4: Mesoscale Model)을 기반으로 하여 기상청의 용역과제로 서울대학교 대기과학과 수치예보연구실이 개발하여 기상청과 협동으로 현업화한 수치모델이다. 전처리와 후처리과정은 기상청이 자체 개발하였다.

26) OFM(Ocean Forecast Model) : 파랑 수치예보모델로 서울대 해양학과와의 용역을 통해 공동으로 개발된 모델이다. ECMWF에서 개발된 파랑모델 WAM(Wave Model)을 기반으로 사용하고 있다.

연월	주요 변경 사항				
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경	
1995.03	수치 예보과	F-LAM(77x63, 60km/L15) 수평 해상도 증가		Fujitsu VPX220(KMA) CrayC90 (KISTI,백업)	
1997.02		전지구(GDAPS) 및 지역(RDAPS) 수치예보시스템 현업 운영 ²⁹⁾			
		GDAPS(T106L21, 110km, 모델 top 10hPa) 현업 운영 RDAPS(105x121, 40km/L22, MM4) ³⁰⁾ 현업 운영 BA성공임계지수(Barotropic Typhoon forecast System) 현업 운영 천해(40km) 및 심해(80km) 파랑 모델 운영	G-2DOI(최적 내삽법) R-전구 분석장 사용		
1998.04		KF(Kalman Filter)를 이용한 최저·최고 기온 현업 제공			
1999.03		KF(Kalman Filter)를 이용한 3시간 기온 현업 제공			
1999.05			G-1dVar(TOVS 동화)		
1999.06		RDAPS 수평 및 연직 해상도 개선(171x191, 30km/L33, MM4) GoWAM(2.0°)/ReWAM(1/4°) ³¹⁾	R-전구 분석장 사용		1호기 도입 NEC SX-5/16 (128Gflops)

※ G: 전지구 자료동화 시스템, R: 지역 자료동화 시스템

- 27) PPM 모델은 1990년 UNDP 자금으로 일본기상청 MOS 연수를 통하여, 일본기상청 ASM(80km) 분석 자료를 활용하여 개발하였다. 1992년 1990~1991년 분석 자료를 일본 기상청 방문하여 추가 입수하고 기존 입수한 자료(1987~1989)를 활용하여 개발하였는데, 이 당시 수치예보자료의 계속적인 개선 때문에 MOS 개발대신 PPM 개발을 추진하였다. 또한 ECMWF와 미국 기상청의 분석 자료가 160km 정도이었기 때문에 일본의 ASM 분석 자료를 활용하였다.
- 28) K-LAM(Korea Limited Area Model) : 국지 예보모델. F-LAM과 동일하게 MM4에 기반하고 Barnes 분석체계를 적용한 국지 지상예보용 모델로 개발하여 시험운영만 하였다.
- 29) 전지구예보시스템은 1993년 일본 기상청 연수를 통하여 일본 기상청의 GSM89를 도입하였으며, 1994년 KISTI Cray90에 모델부분 시험 가동을 시작으로 하여 1995년 3월 Fujitsu VPX220(기상청)에 이식하였으며, 1997년 2월부터 6시간 간격의 자료동화 체계를 가지는 전지구 자료동화 및 예보시스템(GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)을 공식 운영하였다.
- 30) 1997년 2월부터 F-LAM을 개선한 지역예보시스템(RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System) 현업 운영을 시작하였다. 자료동화 부분을 6시간으로 시도 하였으나, 동쪽 경계부분에서 단파가 지속적으로 형성되어 3일 경과 시 blow-up 되어 GDAPS GPV를 활용한 12시간 간격으로 cold start 로 모델을 운영하였다.
- 31) 독일 DKRZ 연구소에서 개발된 3세대 파랑 모델 WAM을 기반으로 수평해상도 2.0o(약 220km) 와 1/4o(약30km)의 전구(GeWAM, Global Wave Model) 및 지역(ReWAM, Regional Wave Mode) 파랑 예측시스템을 구성하여 운영하였다. 특히, 지역예보시스템(RDAPS, MM5, 30km)의 영역 및 분해능 개선에 따라 기존 예보 영역을 확대하고 분해능을 증가시켜 운영을 시작하였다. 수치예보과 기술보고서 2000-2 참조.

연월	주요 변경 사항				
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경	
2000.06	수치 예보과	RDAPS 정역학 → 비정역학 역학체계 개선(MM4 → MM5) 및 고해상도(10km, 5km) 지역예보모델 운영 ³²⁾	R-전구 분석장 사용	NEC SX-5/28M2 (224Gflops)	
2001.03		전지구 예보시스템 개선(T213L30) 운영			G-3DOI(3차원 최적내삽법)
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L21 →T213L30, 모델 top 10hPa) 및 NNMI 초기화 도입 GBEPS 현업 운영 (T106L21, 16멤버) RDAPS 전처리 개선 전지구 파랑 예보시스템 수평 해상도 개선 (GoWAM, 2.0° → 1.25°)			
2001.11			R-3DOI(3차원 최적내삽법)		
2001.12		DLM (Dynamic Linear Model)을 이용한 중기 최저·최고 기온 현업 제공			
2002.02		DLM (Dynamic Linear Model)을 이용한 3시간 기온 현업 제공			
2002.04			SATEM, SATOB 자료 동화		
2002.11		NCEP daily SST 자료 적용			
2003.11		GBEPS 연직층 증가 (T106L21 → T106L30, 16멤버) ³³⁾	R-3dVar(10 km) AWS 동화 포함		
2003.12		RDAPS 적운모수화 방안 교체 ³⁴⁾	G-3dVar(inner loop: T63) ³⁵⁾		

32) 미국 대기과학연구소(NCAR)와 펜실베이니아 주립대학(PSU)이 공동 개발한 NCAR/PSU 중규모모델(MM5)에 기초한 비정수계 역학체계로의 변경 및 2개의 등지격자 체계(10km, 5km)를 가지는 고해상도 지역예보모델 운영. 수치예보과 기술보고서 2002-3 참조.

33) 중기 확률 예보를 위한 앙상블 모델은 2001년 3월부터 T106L21 저해상도 전지구예보시스템을 바탕으로 구축되어 운영하여왔다. 이에 따라 연직 분해능을 기존 21층에서 전지구예보시스템과 동일한 30층으로 증가시켰으며, 전구 영역에 적용하였던 Bread vector를 북반구로 한정시켜 섭동장을 생산하도록 개선하였다.

34) 기존 KF(Kain-Fri성공임계지수ch) 적운모수화 방안의 계통적 오차를 수정한 KF 적운모수화 방안(MM5V3.5 공개 버전)을 RDAPS에 적용시켜 기존 강수 예측 오차를 상당부분 개선시키는 효과를 보였다. 수치예보과 기술보고서 2003-3 참조.

연월	주요 변경 사항				
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경	
2004.03	수치 예보과	GBEPS 초기장 변경 ³⁶⁾		NEC SX-5/28M2 (224Gflops)	
2004.08			G-direct 3dVar R-3dVar(10 km) 레이더 자료동화 현업운영		
2004.09				2호기 도입 Cray X1 (2.45Tflops)	
2005.04		GBEPS 섭동장 개선 (요인 회전 도입)		Cray X1 (2.45Tflops)	
2005.05			G-QuikSCAT(해상풍 자료) 동화		
2005.06		MOS (Model Output Statics)를 이용한 3시간 기온 현업 제공			
2005.08		MOS (Model Output Statics)를 이용한 최저·최고 기온 및 강수 확률 현업 제공			
2005.12		전지구예보시스템 개선(T426L40) 운영 ³⁷⁾			Cray X1E (18.5Tflops)
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선 (T213L30→T426L40, 모델 top 10hPa→0.4hPa) GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L30 →T213L40) 및 초기장 변경 ³⁸⁾	G-3dVar(inner loop: T106) G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 적용		

※ GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

- 35) 다양한 관측 자료를 제한 없이 동시 동화 할 수 있는 3차원 변분법 체계로 진일보한 개선이다. 수치예보과 기술보고서 2004-2 참조.
- 36) 중기 확률 예보를 위한 앙상블 모델의 초기장은 자체 동화 없이 전지구예보시스템의 초기장을 그대로 사용하였다. 2001년 3월부터 전지구예보시스템의 분석 체계가 3차원 최적내삽(3DOI)에서 3차원 변분법(3dVar)로 변경됨에 따라서 전지구예보시스템의 초기장을 사용하도록 변경하였다.
- 37) 2005년 2월 시험운영을 시작하여 2005년 8월 1단계 물리과정 튜닝 후 2005년 12월 현업 운영되었다. 고해상도 전지구예보시스템은 기존 10hPa의 대기 상한을 0.4hPa까지 확대함에 따라 지면으로부터 약 55km까지의 대기 운동을 포함하게 되었으며, 기존 30층의 연직층이 40층으로 증가하였다. 또한 수평 해상도는 기존 55km에서 30km로 개선되었다. 1차 물리과정 튜닝을 통하여 적용된 물리과정 개선 사항은 수치예보과 기술 노트 2005-08 참조. 또한 3차원 변분법을 위한 분석 분해능이 T63에서 T106으로 개선되었으며, 적도 대류권 상부의 동서 바람의 비정상적인 성장을 제어하기 위하여 유럽중기예보센터(ECMWF) 재분석자료인 ERA40 기후값을 비용함수로 제한하는 처방을 적용하였다.
- 38) 2005년 12월부터 기존 T213L30 전지구예보시스템의 운영이 중단됨에 따라서 앙상블 모델의 초기장은 고해상도 전지구예보시스템(T426L40)의 초기장을 내삽 하여 사용하였다.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2006.01	수치 예보과	전구 및 지역 파랑예측 시스템 모델 코드 대체 (WAM→WAVEWATCH-III)		Cray X1E (18.5Tflops)
2006.05		GBEPS (T213L40, 32멤버,1일 2회, 10일예보)		
2006.07		광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/ Storm surge Model) 현업화 ³⁹⁾	3차원 분석시스템(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System) 현업 운영	
2006.11		MOS (Model Output Statics)를 이용한 강수 형태 현업 제공	Burf 형식 자료 해독 S/W 개선	
2006.12			G-FGAT(배경장 적시 활용법) 적용	
2007.03	수치 예보 센터 설립	황사농도 단기예보시스템(ADAM) 현업 운영 ⁴⁰⁾		
2007.05	수치 예보 센터	KWRF(10km) 현업 운영	G-MODIS 극지역 바람자료 동화	
2007.07		GBEPS 편차 보정 적용 ⁴¹⁾		
2007.08		GDAPS 레일리마찰(Rayleigh Friction) 적용		
2007.09			KWRF-레이더 자료동화	
2007.11			G-BUFR M성공임계지수AT-1R AMV 자료 추가 KWRF-QuikSCAT	
2008.01			G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 제거 KWRF-태풍보거싱 적용	
2008.02			KWRF-M성공임계지수AT 위성자료 적용	

39) 2004년 8월 8km 광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/Storm surge Model) 구축을 시작하여, 슈퍼컴퓨터 2호기 도입과 더불어 2005년 6월부터 시험운영 하였으며, 수평 해상도 및 모델 수행 영역은 지역 파랑 예측 시스템 모델(ReWW3, 2007년 12월 현업 버전)과 동일하다.

40) 황사농도 단기예보시스템(ADAM, Asian Dust Aerosol Model)은 미국 환경보호청(ERA)의 대기질 확산 모델인 CMAQ(Community Multiscale Air Quality)를 기본으로 2003년 3월부터 기상연구소 응용기상 연구실에서 시험운영을 시작하였으며, 이후 최적화 및 병렬화 작업을 거쳐 2007년 3월부터 현업 운영을 시작하였다.

41) TN2008-2 앙상블예측시스템 편차 보정(발간등록번호 11-1360000-000364-01) 참고

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2008.03	수치예보센터 → 수치모델 관리관실	지역 파랑예측시스템 (ReWW3) 해상도 개선 (1/4°→1/12°) 및 국지 연안파랑예측시스템 (CoWW3, 1/120°) 6개 영역 현업 운영 ⁴²⁾	국내 수직측풍 장비 (windprofiler) 7개 지점 추가	Cray X1E (18.5Tflops)
2008.04			G-1dVar(NOAA18호 ATOVS 동화)	
2008.05			G-ECMWF 분석장을 이용한 보거싱 적용 (제한적 적용: 5-10월)	
2008.06		KWRF 연직 해상도 개선 (31층→40층) 및 예보시간 증가(60시간→66시간) ⁴³⁾	KWRF-늦은 분석 cycle 운영 및 계절별 배경오차 적용	
2008.08		GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영		
2009.01		전지구예측시스템의 개선된 구름양 진단과정 현업 적용 ⁴⁴⁾		Cray X1E (18.5Tflops)
2009.05	수치모델 관리관실	전지구 고해상도 파랑예측 시스템 현업 운영 ⁴⁵⁾		
2009.06		KWRF 현업 개선 -적운물리방안, 초기화 과정 개선 -자료동화(ATOVS 추가) 개선 -버전 업그레이드(V2.3→V3.0)		
2009.08		초단기 분석 및 예측 시스템(KLAPS) 현업 운영 -현업 성능 개선(관측자료 추가) -초기화 과정, 물리과정 개선		
2009.09		GDAPS 현업 개선 -전지구예보시스템 편차 보정 -편차보정방법: Decaying average method		

42) 기상연구소 해양기상연구실에서는 2006년 1월 전구 및 지역 파랑 예측 시스템 모델 소스를 기존 WAM에서 WAVEWATCH-III로의 교체 작업을 수행하였으며, 2006년 12월부터 고해상도 지역 파랑예측 시스템(ReWW3) 및 국지연안 파랑예측 시스템(CoWW3) 6개 영역에 대한 시험운영 시작. 이후, 2007년 12월부터 현업 운영을 위한 안정도 테스트 후 2008년 3월부터 현업 운영.

43) 개선 사항: 모델(KWRF) 및 분석 시스템(U3VR) 버전 업그레이드(WRF V2.1 → V2.3), 복사 계산 정확도 증가를 위한 NCEP SST(수평해상도 0.083o)로 변경, 분석시스템(U3VR)의 수행 시간 단축을 위한 계산 환경 변경(Cray X1E → New Prepost)

44) 전지구예측시스템의 구름양이 관측보다 적게 예측하는 현상을 개선하기 위하여 상대습도를 이용한 확률함수 형태의 진단식으로 교체

45) 개선 사항: 수치예보 모델의 대체(WAM cycle4→WAVEWATCH-III V2.22), 수치예보 모델의 공간해상도와 스펙트럴 해상도 개선, 입력 자료의 주기를 12시간에서 6시간으로 단축

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2009.11	수치모델 관리관실	황사예측모델(ADAM) 현업 개선 (과대 모의를 일으키는 소스코드 수정)		3호기 인터림 시스템 Cray XT5 (14.17TF)
2010.01			통합모델 관측자료 전처리 과정 개선 ⁴⁶⁾	
2010.03		KWRF 경계장을 UM으로 변경		
2010.05		통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N320L50), -지역(12kmL38)	전구: 4DVAR, 지역: No DA GPSRO 자료동화 현업적용	
2010.06		개선된 초단기 분석 및 예보시스템 (KLAPS) 현업운영 ⁴⁷⁾		3호기 초기분 시스템 Cray XT5 (27.65TF)
2010.07		통합모델 기반 황사농도단기예보시스템 (ADAM) 현업운영 ⁴⁸⁾ KWRF 모델 늦은분석 체계로 현업 적용	SSMIS 위성자료동화 현업적용	N320L50 현업운영 (2010.5.14~)
2010.08		통합모델 출력변수 조정 에 관한 현업 변경 -84시간까지 모델면 자료 출력간격 조정		
2010.09		슈퍼컴퓨터 3호기 기반 수치예보 현업 개선 ⁴⁹⁾		
2010.10		사계절 황사농도예보시스템 (UM-ADAM2) 현업운영		3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF)
2010.11		수치예보 현업 개선 ⁵⁰⁾	지상자료 결측자료 오류 개선	
2010.12			Satwind 관측오차 개선을 위한 신뢰도 지수(Q) 배열 조정	

46) 개선 사항: Satwind 극 상층 바람 개선(ODB), GOES wind QI(품질신뢰도) 값 조정, 관측종별 station list 및 위성계수, 편차값 갱신, ATOVS, AIRS 자료처리 개선

47) 변경 사항: 버전 업그레이드(V2.2→V3.0), 1시간 간격 5km 예보, 분석시스템과 예보시스템을 통합하여 운영

48) 변경 사항: ADAM의 입력 기상장을 RDAPS에서 통합모델(UM 40km L50)로 전환, 모델 예측시간을 48 시간에서 72시간으로 변경

49) 현업 개선 내용: 초단기예보시스템 하늘상태 실황/예측 자료 개선, 파랑실황도 현업화, 지역통합모델 레이더자료 처리과정 추가

50) 개선 사항: 초단기예보시스템 강수유형 판별 알고리즘 개선 적용, 강설 및 눈 혼합비 자료 생산 추가, 북반구 분석일기도 및 북반구 예상일기도 확대 생산

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2011.03	수치모델 관리관실	통합모델 기반 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L50 M24)	윈드프로파일러 결측자료 오류 개선	3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF) N512L70 현업운영 (2011.5.23~)
2011.04		수치예보 현업 개선 ⁵¹⁾		
2011.05		고해상도 통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N512L70) -지역(12kmL70)	전구, 지역: 4DVAR 태풍보거싱기법 개선 (지상기압추가) 직수신 MetOp ATOVS 자료 현업적용	
		연직축 확장 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L70 M24)		
		지역자료동화체계(4DVAR) 운영		
2011.06		수치예보 현업 개선 ⁵²⁾		
		후처리 구름모의 운영 시작(RADM)	RTTOV 9.3 기반의 구름복사모의와 표출	
2011.08			기상1호 자료 현업 적용	
2011.12		천리안 대기운동벡터 활용 시작	고도별 에러분석, 가변적 QI 활용 기술 적용 드롭고층관측자료입력 모듈 현업적용 고해상도 고층관측자료 모니터링 파일 출력	
2012.01		앙상블 TrimObstore 관측자료 전처리 개선 -missing된 관측자료에서 발생하던 오류 처리		
2012.05	1.5km 재해기상예보시스템 현업운영 ⁵³⁾ 앙상블예측기반 약기상예측 지수(EFI) 현업 제공	3DVAR(재해기상예보모델)		
2012.06	전지구 및 지역예보모델 물리과정 개선 ⁵⁴⁾	전지구 분석해상도 개선(N144→N216)		

- 51) 개선 사항: KLAPS 분석장과 모델 초기장 일치성 개선, 지역해양모델 해역별 파고시계열 그래픽 추가
- 52) 개선 사항: 고해상도 통합모델기반의 모의 위성영상 생산, 고해상도 통합모델기반의 황사추적도 현업 운영
- 53) 국지적으로 단시간에 발생하여 인명 및 재산 피해를 초래하는 위험/재해기상(이하 위험기상) 현상의 예측능력 향상을 위하여 지형, 토지이용도, 식생 등 지표자료 고도화('11.2), 잠열녀징 기법 최적화('11.3), 레이더 시선속도 활용 체계를 최적화('11.4)하고 대규모 강수 생산 방안이 강수 예측에 미치는 영향을 평가 및 적용('11.5)하였음. 이를 기반으로 3시간 간격의 분석-예측 순환 시스템을 정기적으로 운영('11.7.1 부터)하여 예보관에게 제공
- 54) 전지구/지역예보모델의 대규모 강수과정, 대류물리과정, 복사물리과정 개선 적용, 전지구예보시스템 구름량 예단 적용

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2013.06		전지구, 지역, 국지예보모델 예측기간 ⁵⁵⁾ 연장 전지구, 지역, 국지예보모델 물리과정 개선 ⁵⁶⁾ PS01 현업 운영(전지구, 지역 및 국지 개선)	하이브리드 4차원 변분자료 동화 적용	PS01 ⁵⁷⁾ (N512L70) 현업운영 (2013.6.20~)
2013.10		모델 출력물 중 qrain 추가		
2014.06	수치모델 관리관실	지역예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	지점특화가이던스 산출시스템 지원을 위한 출력자료 변경	PS02(지역/국지) 현업운영 (2014.6.20~)
		국지예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	대규모 강수과정 및 경계층 물리과정 개선	
		지역/국지예보모델 버전 갱신 ⁵⁸⁾		
2015.06	국립 기상 과학원 수치 모델 연구부	지역자료동화 및 모델 (RODB, R4VR - OPS, SURF, RDAPS) 개선 - SURF 활용 주기 강화(일 1회→4회) - 전지구예보시스템에 활용 중인 8종의 에어러졸 기후값 처방의 지역예보시스템 적용 - 전지구예보시스템에 적용된 개선된 태풍보거싱 적용 - 위성자료 숙아내기(thinning) 조정 : 전지구와 동기화	전지구 자료동화 시스템 (G4VR - OPS, SURF) 개선 - 태풍보거싱 알고리즘개선 • 태풍의 강도가 약할 경우, 모조태풍 알고리즘 미적용 • 모조태풍 자료가 모두 사용될 수 있도록 QC 변수 조정 - SURF 개선 • 위성자료를 이용한 토양수분 정보 보정 작업 시 기존 MetOpA에 부가하여 MetOpB 정보 추가	슈퍼컴 4호기 초기분 시스템 Cray XC-40

55) 전지구예보시스템 252→288시간, 지역예보모델 72 → 87시간, 국지예보모델 24→36시간

56) 전지구예보시스템 VN7.7PS26→VN7.9PS28, 지역예보모델 VN7.9PS26→VN7.9PS28, 국지예보모델
VN7.9PS27→VN7.9PS28

57) Parallel Suite

58) 지역예보모델 VN7.9PS28→VN8.2PS30, 국지예보모델 VN7.9PS28→VN8.2PS31

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.06	국립 기상 과학원 수치 모델 연구부	<p>전지구예보시스템 (GDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 → vn8.5 • 해상도 변경 : N512(25km)→N768(17km) • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame • 역학 과정(Dynamics/Solver/Diffusion) : 이류 운동방정식의 연직 내삽 방법 개선 • 중력파 항력(Gravity Wave Drag) : 지형에 의한 중력파 항력 및 유연성 개선 - 모델 물리과정 • 대규모 강수과정(large scale precipitation) : 보슬비 입자크기 분포 개선 (Abel & Boutle, 2011) • 대류물리과정 (convection) : 대류 상승/하강 비율 및 QCL, QCF 하강 과정 개선 • 미세물리과정(large scale cloud) : 구름침식과정 개선 • 경계층 및 지면 물리과정 (PBL & Land-Surface process) : 대류 진단방식(convective diagnosis) 중 해안 타일의 지면 알베도 개선 	<p>관측자료 전처리 및 자료동화 (OPS, ODB, VAR) 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리 • OPS버전 업그레이드 (vn32.0) • ODB포맷의 관측 입력자료 생산과정 추가 • 정지위성 복사량(GOES E/W, MVIRI, SEVIRI), 극궤도위성자료(CriS, ATMS)및 GroundGPS 활용 추가 <p>전지구예보시스템(GDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 개선 • VAR 버전 업그레이드 (vn32.0) : 극지방의 PF모델 안정성 향상 • 자료동화 해상도 증가 : 기존 60km (N216) → 변경 40km (N320) • 하이브리드 4DVAR : 49개 멤버의 앙상블 섭동장 사용 • 이른분석에 지면자료동화 (SURF vn30.0.1) 적용 추가 	<p>슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40</p> <p>PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/앙상블/ 국지앙상블)</p>

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.06		국지예보시스템 (LDAPS) - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame • 모델 가변격자 영역 확장 : 744 x 928 → 1188 x 1148 전지구양상블예측시스템 (EPSG) - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 ⇒ vn8.5 • 해상도 변경 : N320(40km) → N400(32km) • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame	국지예보시스템(LDAPS) - 자료동화 • 관측자료 전처리 : OPS vn27.2 → vn32.0 • 자료동화 : VAR vn29.2 → vn32.0 • 자료동화 영역 확장 : 고정격자 영역에서 가변격자 영역으로 확장	
2016.06	국립 기상 과학원	국지양상블예측시스템(LENS) • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/양상블/ 국지양상블)
2016.10	수치 모델 연구부	전지구, 지역, 국지 파랑모델 (GWW3, RWW3, CWW3) (10.31 현업적용) - 모델버전 업그레이드 : WAVEWATCH-III vn2.22 → vn3.14 - 전지구 파랑모델 해상도 입력주기 변경: 6시간 → 3시간 - 지역 파랑모델 : 전지구 파랑모델로부터 제공된 측면경계자료 사용 - 유의파고 예측장의 풍파성분과 너울성분 분리 표출		
2016.12		황사, 연무예측시스템 (ADAM2, ADAM3) (12.29 현업적용) - 자료동화 모듈 적용 : 황사, 연무 관측자료(중국 및 한국관측 PM10 자료) 자료동화(최적내삽법)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2017.06 (6.21. 00utc)	수치 모델링 센터	초단기예보시스템(VDAPS ⁵⁹) - 모델 역학과정 • UM 버전: vn10.1 • 수평해상도: 1.5km (고장:744(동서)x928(남북), 가변:804(동서)x1000(남북)) • 연직해상도: 70층(39km) • 예측시간: 12시간 • 적분간격: 50초	초단기예보시스템 (VDAPS) - 관측자료 전처리(OPS) • 버전: vn32.0 • 시정 및 레이더 시선속도/강우강도 활용 - 자료동화(VAR, SURF) • 버전: vn32.0 • 3DVAR(잠열넛징) • 분석주기: 1시간	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2017.10 (10.31. 00utc)		전지구예보시스템(GDAPS) - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn8.5 → vn10.2	전지구예보시스템 (GDAPS) - 관측자료 활용 확대 (ATOVS 26, 27채널, SEVIRIClear활용, Himawari-8 추가) - 전지구 위성자료 변분 편차 보정 기법 (VarBC ⁶⁰) 적용 - 버전 업그레이드 : • 관측자료 전처리 (OPS) vn32.0 → vn2016.09.0 • 자료동화 (VAR) vn32.0 → vn2016.09.0 • 지면자료동화 (SURF) vn30.0.1 → vn32.0.0	전지구양상블예측시스템(EPSPG) - 토양 수분, 지중온도 섭동 추가

59) Very-short-range Data Assimilation and Prediction System

60) Variational 평균오차 Correction

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2018.1 (1.18. 00UTC)	수치 모델링 센터	국지예보시스템(LDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 고해상도 역학과정 최적화 - 200m 지형고도자료 적용 - 고정/가변격자를 포함한 표출체계 추가 제공	국지예보시스템(LDAPS) - GNSS, AMSUB 위성자료 활용 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 태풍보거싱 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2018.2 (2.7. 07UTC)		초단기예보시스템(VDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	초단기예보시스템(VDAPS) - 고층관측(Sonde) 북강릉 추가 - 레이더시선속도 숨아내기 개선 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 잠열넛징 조절계수 변경 - Maple 예측강우강도 활용시간 범위 조정: 0~60분→0~30분	
2018.3 (3.27. 00UTC)		지역파랑모델(RWW3) - 파랑실황도 산출 부이관측 지점 추가 (기존) 8개 지점: 덕적도, 외연도, 칠발도, 마라도, 거문도, 거제도, 포항, 동해 (개선) 8개 지점 추가: 인천, 부안, 추자도, 서귀포, 통영, 울산, 울진, 울릉도		
2018.6 (6.7. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 수평해상도 개선: 17km(N768)→10km(N1280) - 적분간격 7.5분→4분 - 모델(UM)버전 업그레이드: vn10.2→vn10.8 (대기/지면과정 GA61/GL61 유지) - 액상구름특성 진단시 오류수정, 시정 진단 위한 에어로졸 적용 - murk 기반 구름입자수 계산방식 개선 - OpenMP 코드 개선, 적설분석 stash 변경	전지구예보시스템(GDAPS) - 버전 업그레이드 : • 관측자료 전처리(OPS) vn2016.09.0→vn2017.07.2 • 자료동화 (VAR) vn2016.09.0→vn2017.07.0 • 지면자료동화 (SURF) vn32.0.0→vn2017.07.0 - 배경오차공분산 최적화 및 오차규모 국지화 적용	
2018.8 (8.7. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 구름모의영상(적외, 수증기) • 지역예보시스템(12km)에서 지구예보시스템(10km) 기반으로 전환	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2018.08 (8.30. 00UTC)	수치 모델링 센터	전지구파랑모델(GWW3) - 파랑 평균파주기 산출 - 파랑변수 Grib2 포맷 자료 산출		
2018.10 (10.8. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 모델 재수행을 위한 dump 파일 추가 생성: (기존) 2회: 003H, 120H 예측장 (개선) 4회: 003H, 72H, 120H, 204H 예측장	전지구예보시스템(GDAPS) - M성공임계지수APHIR 및 COMS 청천복사량 변분편차보정기법(VarBC) 적용	
2018.10 (10.31. 00UTC)		지역파랑양상블예측시스템 (EWW3) 운영 시작 - 지역파랑모델 (RWW 3) 기반으로 전지구양상블예측시스템(EPSSG) 24-멤버의 해상풍을 입력자료로 사용하여 24-멤버 양상블 지역파랑모델 운영 시작		
2018.11 (11.15. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 한반도일기도 표출해상도 변경: 40km→20km - 상세바람기온 및 대류불안정 일기도 표출시간 연장: 84H→288H - 상세바람기온 일기도 표출고도 추가: 1000hPa, 300hPa	
2018.11 (11.29. 00UTC)		국지양상블예측시스템(LENS) - 수평해상도 개선: 3→2.2km - 통합모델버전 업그레이드: vn10.1→vn10.6 - 물리과정 개선: • 중위도지역 최적옵션 적용: vn2016.09.0→vn2017.07.2 • Total 에어로졸 물리과정 적용		
2018.12 (12.27. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 일기도 연직층 추가 • 단열선도: 13층→22층 • 연직시계열도: 15층→19층	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.1 (1.16. 00UTC)	수치 모델링 센터	항사·연무통합예측모델 (ADM3) 개선 - 모델 입력 기상자료의 10m 풍속보정기법 적용 - NDVI를 이용한 항사발원량 저감지수 계산과정 병렬화 - 천리안 에어로졸 광학두께 자료동화 체계 적용		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.2 (2.21. 06UTC)		통합모델 기반 현업 초단기예보시스템(VDPS) 개선 - 항공기 및 국내 지상 GNSS 수증기 자료 등 정시 10분 이내 관측 자료 활용확대 - 토양수분 초기화과정 추가개선 - 기초입력자료 상세화를 통한 지표 물리과정 개선		
2019.3 (3.19. 00UTC)		지역예보모델 종료에 따른 현업 지역파랑(RWW3), 국지파랑(CWW3), 지역 폭풍해일(RTSM), 국지 폭풍해일(CTSM) 대기입력장 변경 - 지역예보모델→전구예보모델		
2019.4 (4.1. 00UTC)		지역예보시스템(RDAPS, 12km 해상도) 운영 종료 - 10km 전지구예측모델 기반의 수치예보시스템 현업운영)	- 예상일기도 : 2019.2.1. 00UTC부터 전구 예상일기로 대체 생산/ 제공 중 - 이진자료(GRIB2) : 전구모델을 이용한 지역 영역 GRIB2 자료만 제공	
2019.4 (4.22. 00UTC)		국지예보시스템의 정지궤도 위성자료 추가 현업적용 - 청천복사량, 대기 운동 벡터 위성자료 추가		
2019.5 (5.14. 00UTC)		전지구모델 기반의 위성 구름모의 영상 산출체계 개선 - 복사전달모델(RTTM) 버전 향상 - 복사모의영상 예측시간 확대		
2019.5 (5.28. 00UTC)		예측시간 연장 국지예보시스템 현업운영 - 예측시간 연장(36→48h)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.5 (5.30. 00UTC)	수치 모델링 센터	지역 폭풍해일예측시스템 기반모델 변경 및 예측시간 연장(87시간->120시간) - POM -> NEMO		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.6 (6.27. 00UTC)		시간차 기법을 적용한 전지구 양상불 예측시스템 협업 운영 - KIM 도입 등으로 피크 타임(00, 12UTC)에 과도하게 집중되는 슈퍼컴 사용량의 분산을 위한 협업 변경 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	- 12일 예측 멤버 분산 (기존) 00/12 UTC 25개 → (변경) 00/12 UTC 13개, 06/18 UTC 12개 - 00/12 UTC 13개 멤버와 6시간 전 18/06 UTC 12개 멤버로 00/12UTC의 25개 멤버 구성 - 자원 및 운영 시간 분산 780 node/200분 → 390 node/400분	
2019.7 (7.16. 00UTC)		10분 단위 빠른 갱신 주기 초단기 기상분석 및 예보시스템 협업운영 - 수치모델 기반 강수 실황분석 및 초단기 예보지원 - 가용 관측자료 활용을 통한 관측자료 분석 및 모델 개선을 통한 초단기 기상분석 및 예보시스템 개선	6분 이내 가용 관측자료 활용 강화, 초기화 기법 - 초단기 분석활용 관측자료 기존 6종 → 12종으로 확대 한국형수치모델 기반 한반도 적합한 고해상도 물리과정 적용 - 미세물리과정(WDM7) : 대기수상체 6종 → 7종 확대 - 한국형수치예보모델 적운 모수화(KSAS): 해상도를 고려 규모인지 계수 최적화 - 지면물리: 분석장(ERA5) 기반 기후 값으로 지중 변수 초기장 생산 및 적용 - 해면물리: 수심이 고려된 해면 거칠기 길이 반영	
2019.7 (7.18. 00UTC)		지역파랑예측시스템 예측시간 연장 (87시간→120시간) 및 파랑실황도 생산주기 변경 (3시간→30분)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.8 (8.1. 00KST)	수치 모델링 센터		한반도 ASOS 지점 수 변경 (76→75개) - ASOS 진도(47175) 지점이 AWS 진도(175)로 변경	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.10 (10.24. 00UTC)		초단기 파랑예측시스템 현업 운영 시작 - WaveWatchⅢv4.18을 기반으로, 120-132°E, 32-44°N 영역에 대하여 1시간 간격으로 12시간 예보 수행		
2019.10 (10.24. 00UTC)		양상블 지역파랑예측시스템(EWW3) 예측시간 연장 - 87시간 -> 120시간		
2019.11 (11.11. 08UTC)			초단기 분석 및 예보시스템의 천리안2A호 위성관측자료 활용체계 현업적용 - 5개 채널(가시광선, 근적외, 수증기, 적외 1, 2) 복사량 관측자료 활용	
2020.1 (1.20. 00UTC)		전지구모델(GDPS) 3시간 간격 7일 예측자료 생산 - 기존: 0~84시간(3h 간격) 84~288시간(6h 간격) - 변경: 0~168시간(3h 간격) 168~288시간(6h 간격)		
2020.2 (2.5. 06UTC)		초단기 분석-예보시스템(KLAPS) 요소 추가 및 예측시간 연장 - 1시간 단위 초단기 동네예보 · 예측시간 연장(6→12시간) · 기온, 상대습도, 동서바람, 남북 바람 요소 추가 - 10분 단위 초단기 강수예측 · 매 10분 단위(7→12시간) · 최하층 레이더 반사도 변수 추가		
2020.3 (3.24. 00UTC)			천리안 2A호 구름모의모델 예측자료 산출체계 현업운영 - 적외/수증기 채널 관측 영상을 활용한 구름모의모델	

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.4 (4.1. 00UTC)	수치 모델링 센터	천리안 위성 2A호 자료 활용을 위한 현업 변경 - 천리안 위성 2A호 바람(AMV) 관측자료(4.1.) 및 청천복사량(CSR) 관측자료(4.29.) 활용	천리안 위성 1호 기상위성 자료서비스 종료 - 천리안 위성 운영 종료로 바람(AMV), 청천복사량(CSR) 자료 활용 중단(4.1.)	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.4 (4.28. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model) 기반 수치예보시스템 현업운영	- 한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 - 한국형수치예보모델 기반 황사·연무통합예측모델 - 한국형수치예보모델 기반 해양(파랑, 폭풍해일)모델	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.5 (5.27. 00UTC)		UM 기반 예측시간 연장 황사·연무통합 예측모델(ADM3) 현업운영 : 기존 3일 → 변경 7일		
2020.5 (5.27. 00UTC)			국지예보모델 상세영역 구름모의영상 생산체계 현업운영 - 천리안 2A호 위성 정보를 활용한 구름모의영상 자료 (적외, 수증기)	
2020.6 (6.25. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM) 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.5a) 현업운영 : 전지구 해양자료동화시스템 분석장을 KIM과 연동하여 해양혼합층 물리과정 개선	- 해양혼합층 물리과정 해양 자료동화시스템 분석장 연동 · 혼합층 깊이 초기장 개선 · 평균 해양 수온 자료 도입 - 적운물리과정 모수 최적화 · 대류발생 조건 임계값 최적화 · 상승기류 유입률 최적화 · 격자규모 구름물로의 전환 비율 최적화 - 복사물리과정 반사도 계산과정 오류 수정	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.6 (6.30. 06UTC)		UM 기반 황사발원과정 개선 버전 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 현업운영 : 선행시간 3~6시간 이전 강수영향 반영		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.9 (9.10. 00UTC)		KIM 기반 예측시간 연장 황사·연무통합 예측모델(ADM3) 현업운영 : 기존 3일 → 변경 7일		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.9 (9.23. 09UTC)	수치 모델링 센터		관측자료 확대 적용을 위한 파랑실황도 현업 변경 - 파랑실황도 자료동화 관측자료 추가 (우리나라 주변 부이 관측지점 추가, 신규 부이 14개소 반영)	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.10 (10.15. 00UTC)			상세예보 지원을 위해 지역파랑예측시스템(UM, KIM 기반) 1시간 간격 유의파고 및 파향자료 추가 생산	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.10 (10.29. 00UTC)		한국형수치예보모델(KIM) 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6) 현업운영 : 관측자료 활용확대 및 자료동화 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 추가 활용 (존데 하강관측, GK2A AMV 및 CSR, 신규 GNSS-RO) - 항공기 관측자료 연직 슈아내기 및 블랙리스트 개선 - 위성바람자료 개별벡터 관측 오차 산출 및 품질검사 개선 - 마이크로파 위성편차보정기법 개선 - GNSS-RO 위성자료 품질검사 개선 - AMSR2, AMV, GPS-RO 위성 관측오차 증가 - KIM3.5a 기후학적 배경오차 공분산 적용, 공분산 팽창 계수 조절 - 위성변분편차보정 적용 확대(ATMS, IASI, CrIS) - 토양수분 경계값 수정 및 토양수분 지면자료동화 구축 - 내륙호수 등 물지역 지면과정 개선 및 해빙역 오류수정 - 앙상블 모델에 SST 섭동 적용 	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2020.11 (11.5. 00UTC)	수치 모델링 센터	UM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
		KIM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.1 (1.21. 00UTC)		UM 기반 황사·연무통합예측모델(ADM3) 개선 현업운영 : 앙상블 기반 3차원 변분 자료동화체계 적용		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2021.3 (2.26. 00UTC)		국지연안 폭풍해일예측시스템(CTSM) 전·후처리과정 변경 현업운영 : UM 기반 CTSM 대기입력장 추출과정 변경 : KIM 및 UM 기반 CTSM 대구청 해일고 공간장 그래픽 변경		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40,
2021.3 (3.30. 06UTC)		관측자료 확대 파랑실황도 현업 적용 : KIM 및 UM 기반 현업 파랑실황도		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.4 (4.20. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6a) 현업 운영 : KIM의 계통 오차 개선 및 예측성능 향상을 위해 물리 과정, 자료동화 및 관측활용 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리 : (위성) AMV 적도 오차 개선, 마이크로파 정적 편차 보정 개선 - 자료동화: KIM3.5 배경오차 공분산 활용 및 20% 감소 - 지면동화: 눈덮임 위성관측 자료를 활용한 적설 초기화 개선 - 예측모델 : 마이크로 유전알고리즘을 활용하여 물리과정 간 균형을 고려한 지면, 해양혼합층, 경계층, 얇은 대류 모수 최적화 : (복사) 눈 유효 규모, 단파 스펙트럴 밴드 오류 수정 : (지면) 육지 최하층 바람식 오류 및 해양/해빙역 방출율, 거칠기 길이 초기화 오류 개선 : (경계층) 비/눈/오존/구름비 난류 수송 제거, 벌크 리처드슨 수 계산식 수정, 해양 안정경계층 임계 리처드슨 수 수정, 모듈 내 분모가 0으로 나누어지는 계산식 개선 : (미세물리) 감마함수 오류 개선, ICE-POP 집중 관측자료 기반 빗방울 낙하속도-크기 관계식 수정 : (깊은대류) 응결물의 대류강수 전환 조절 모수 수정 및 구름하한 질량속 강도 감소 	슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.6 (6.17. 00UTC 이른분석)		수도권 집중관측 및 유관기관 해양관측 조사선박 관측자료 현업 활용 : 관측자료 수집 스크립트 및 고층관측자료(Sonde) 전처리 소프트웨어 변경		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.7 (7.29. 00UTC)		해상 예특보 체계 개선에 따른 해양기상모델 표출구역 상세화 현업적용	<ul style="list-style-type: none"> - 수치모델 공간예측장에 조정된 앞바다 및 세분화된 먼바다 경계 반영 - 변경된 앞바다 및 먼바다 해역에서의 해역별 시계열 생성 - 수치모델 그래픽 관련 예보관 요청사항 반영 (예보국, 지방청) 	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40, 슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2021.10 (10.27. 00UTC)	수치 모델링 센터	태양광 및 풍력 에너지분야 지원을 위한 현업 국지예보모델(LDAPS) 및 현업 초단기모델(KLAPS) 예측정보 추가 산출	<ul style="list-style-type: none"> - LDAPS(변수 4종 추가) <ul style="list-style-type: none"> · 지표면 일사량: 직달일사량, 산란일사 · 80m 고도 바람장: 동서바람성분, 남북바람성분 - KLAPS(변수 5종 추가) <ul style="list-style-type: none"> · 지표면 일사량: 직달일사, 산란일사, 선면직달일사 · 80m 고도 바람장: 동서바람성분, 남북바람성분 	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2021.10 (10.28. 00UTC)		슈퍼컴퓨터 5호기 최종분 기반 한국형수치예보시스템 현업 운영 : KIM 기반 전지구예보시스템(v3.6a) : KIM 기반 전지구양상불예측시스템(v3.6a) - 해상도 32km 91층 - 멤버수 26개		슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.10 (10.28 00UTC)	수치 모델링 센터	KIM 기반 고해상도 전지구 및 지역 파랑예측모델 현업운영 - 기반모델 변경: v4.18 → v6.07 - 해상도 변경: (전지구) 50km → 25km (지역) 8km → 4km 전지구 파랑자료동화시스템 현업운영 KIM 기반 통합국지연안 (123-133°E, 31-43.5°N) 파랑예측모델 현업운영 KIM 기반 통합형 국지연안 폭풍해일예측시스템(CTSM) 현업 운영 : NEMO v3.6을 기반으로, 123-133°E, 31-43.5°N 영역에 대하여 72시간 예보 수행		슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
		KIM 기반 황사·연무통합예측모델(ADM3) 슈퍼컴퓨5호기 기반 현업운영		
2021.11 (11.15. 00UTC 이른분석)		한국형수치예보모델 토양수분 관측자료 운영 종료에 따른 현업 변경 : Metop-A 위성자료의 관측 공백 해소를 위해 Metop-C 위성으로 교체		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2021.12 (12.29. 00UTC)	수치 모델링 센터	<p>한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.7) 현업 운영 : 관측자료 활용 및 자료동화, 물리과정 개선</p> <p>한국형수치예보모델 기반 전지구양상블예측시스템 (v3.7) 현업 운영 - 해상도 32km 91층 - 멤버수 26개</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리 : 신규 마이크로파 3종 및 청천복사량 3종 추가 활용 : 신규 COSMIC-2 GNSS-RO 추가 활용 : Aladin 위성 바람자료 추가 활용 : ATMS 수증기 채널 활용 확대 : 복사전달모델(RTTOV) 버전 개선(10.2→12.3) : GK-2A AMV 전처리과정 개선(숙아내기, 블랙리스트) - 자료동화 : 자료동화 해상도 증가(50→32km) : 계절별 배경오차공분산 산출 및 최적화 : 위성 변분편차보정기법 개선 - 지면동화: 양상블 적설 초기장 개선(전구 적설 초기장 일괄 적용) - 예측모델 : 점진적 분석중분 기법 개선 (triangle → modified dolph) : 얼음상 관련 구름미세물리과정 개선 : 구름밀면 상향 질량속 원복 : 지면자료동화 관련 remap 등 수정 : 신재생 에너지 관련 80m 풍속 자료 출력 추가 - 양상블 자료동화 : AMSR2 위성자료 활용 확대 : 상층 댐핑 제거를 통한 양상블 초기장 개선 	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
		슈퍼컴퓨터 5호기 최종분 기반 UM 병행운영체계 현업 운영		
		현업운영 종료 : 황사농도예측모델(ADAM2) : 초단기예보시스템(VDAPS)		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2022.5 (5.12. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형지역모델(RDAPS-KIM) 현업 운영 - 동아시아 영역의 3km 수평 해상도 - 3일 예보(1시간 간격) - KIM 물리과정 도입	- 전구 분석장 사용	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2022.5 (5.26. 00UTC)		지역 구름모의모델(KIM-RADM) 현업 운영 - 적외, 수증기 영상 산출		
2022.6 (6.1. 00UTC)			한국형모델(KIM) 지면과정 개선사항 현업 적용 - 식생 변화를 고려한 지면 초기화 과정 개선(v3.7 패치)	
2022.12 (12.8. 00UTC)		한국형모델 기반 황사연무통합예측모델 (KIM-ADAM3) 개선 - 강수저감팩터 적용을 통한 황사 발원 알고리즘 개선	- 3차원변분자료동화체계 적용	
		국지연안 파랑예측모델(KIM-CWW3, UM-CWW3) 개선 - 예측시간 연장 (72hr → 120hr)		
2023.2 (2.23. 00UTC)		- 관측자료 전처리 : 해상바람(ASCAT/Metop-C) 추가 활용 : 전지구위성항법시스템 (GRACE-C) 전자차폐자료 추가 활용 : 적외초분광 복사관측 (IASI/Metop-C, Cris/NOAA-20) 추가 활용 : 지상 기반 전지구위성항법시스템 총지연량(GNSS ZTD) 동화 [사업단] : 마이크로파 육지 상층민감 채널 활용 : AWS 지상 관측자료 활용체계 구축 및 활용 (‘22년 8월 현업 적용) : GNSS ZTD 편향보정 최적화		
		한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.8) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화, 물리과정 개선		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2023.2 (2.23. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.8) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화, 물리과정 개선(계속)	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리(계속) : 관측연산자(RTTOV) 버전 선택 가능한 프레임으로 개선 [사업단] : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경 (1→ 5) - 자료동화 : 해상도 증가에 따른 정적오차 파수 증가 (170→200) : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경 (1→ 5) : 자료동화 최적화에 따른 계산시간 단축 [사업단] : 자료동화체계 개선 [hybda(intel)→kvar(fcm)] [사업단] : 모조태풍 자료동화 최소화 과정 수정 [사업단] - 초기화 : IAU 계산 시 습도 최소값 설정 : 4D-IAU 개발 및 적용 [사업단] - 예측모델 : 해빙역 구름응결핵 농도 변경 : 해빙역 기준 변경 : 구름양 예단과정에서 비단열포화수증기 변화율 계산과정 수정 - 앙상블 자료동화 : RTTOV 연직 내삽 옵션 변경에 따른 위성자료 연직국지화 규모 변경 	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2023.2 (2.23. 00UTC)		한국형초단기모델(KIM-초단기 (KIM-KLAPS)) 현업 운영 - 한반도 영역의 5km 수평 해상도 - 12시간(30분 간격) - KIM-전구 예측 및 지면자료 사용	<ul style="list-style-type: none"> - 객관분석 + 3차원 구름 분석 	
2023.5 (5.8. 00UTC)		국지연안 파랑모델(KIM-CWW3) - 대기입력장 시간해상도 개 선(3hr→1hr) 국지연안 파랑모델 (KIM-CWW3, UM-CWW3) - 예측결과 시간해상도 개선 (3hr→1hr)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2023.11 (11.7. 00UTC)	수치 모델링 센터		- 한국형지역모델 초기장애 구름 수상체 정보(혼합비 4종) 추가 : (기존) 혼합비 1종(수증기) → 혼합비 5종(수증기, 구름물, 구름얼음, 강수물, 눈)	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2023.12 (12.28. 00UTC)		초단기 파랑모델 (UM-KWW3) 개선 - 파랑자료동화 체계 구축 (2차원 최적 내삽법 적용)		
		국지연안 폭풍해일예측모델 (UM-CTSM) 개선 - 기반 모델 변경(POM → NEMO) - 모델 구성 변경(5개 권역별 → 통합형 모델)		
		한국형수치예보모델 기반 황사연무통합예측모델 (KIM-ADAM3) 개선 - 토양수분 효과 적용을 통한 황사 발원 알고리즘 개선		
2024.5. (5.13. 00UTC)		한국형국지양상불 모델 (KIM-국지양상불(KIM-LENS)) 현업 운영 - 한반도 영역의 3km 수평 해상도 - 120시간(1시간 간격) - KIM-전구양상불 예측 및 해수면자료 사용		
2024.5. (5.14. 00UTC)		상세실황분석장(KAS, Korea Analysis System) 현업운영 - 동아시아영역 3km 수평해상도 - 매 시 분석장 생산		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2024.5. (5.14. 00UTC)	수치 모델링 센터	한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.9) 현업 운영 : 관측자료 활용 확대 및 자료동화 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리 : (존데)상층자료 활용 확대 : 극바람(AVHRR/Metop-C, VIIRS/NOAA-20) 추가 활용 : 전지구위성항법시스템(SPIRE, Sentinel-6A, GRACE-D) 전파염폐 추가 활용 : 마이크로파(MWHS-2/FY-3D) 추가 활용 : ATMS 마이크로파 육상 상층채널 활용 확대[사업단] : 전지구위성항법시스템 전파염폐 관측오차 개선 - 자료동화 : IASI, CrIS, ATMS 위성 변분편차보정 기법 개선(코드 버그 개선) - 앙상블 자료동화 : 마이크로파(MWHS-2/FY-3D) 추가 활용 : 지면기압변수 배열 계산 오류 수정 	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2024.6. (6.27. 00UTC)		한국형지역예보시스템 (KIM-지역) 예측시간연장 - 00, 12UTC 3일에서 5일로 연장 (06,18UTC 3일 유지)		

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2025.5. (5.14. 00UTC)	수치 모델링 센터	<p>한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v4.0) 현업 운영</p> <p>: 해상도 향상 및 물리과정 개선</p> <p>- 해상도 변경: (전구)12km→8km, (전구양상블)32km→24km</p> <p>- 적분시간 연장(12일→15.5일)</p> <p>※ 「사공간 통합형 수치예보기술 개발 사업 1단계 종료(22.12.)에 따른 연구개발 성과의 현업 도입을 통한 개선으로, 기존 현업 모델 개선사항 (물리과정 개선 요소 일부 및 물리 모수 최적화) 미적용</p>	<p>- 해상도 : (모델)12 → 8km : (자료동화 및 양상블) 32 → 24km</p> <p>- 초기화 및 지면자료동화 : (초기화) 지면자료 초기화과정 개선 : (적설초기화) 양상블 멤버별 적설배경장 사용 : (토양수분 지면동화) 8km 적용을 위한 수정 KIM 기반 누적분포함수(CDF) 사용 ASCAT 자료 전처리 과정 개선 최신 위성(MetOp-Q) 사용 수치모델과 자료동화 내 지면모델의 일관성 확보</p> <p>- 예측모델 : (역학) 동적점성 → 부분동적 점성 (비습 등 추적변수에만 동적점성 적용) ※ 안정성 및 계산 속도 향상 : (지면/해빙) 호수역 지표속 모의 개선 및 해빙온도 초기화 개선 : (복사) 성층권 오존 기후자료 개선 (GMAO 자료 → CAMS 자료), RRTMG5.0 업데이트 요소 반영 (태양 스펙트럼 변경 등), 상세화된 구름 수직결집 방안 적용 및 지형효과(경사도, 그림자, 하늘시계) 고려 아격자 수상량 산출에 대류 구름 시간규모 적용 등 : (대류) 격자적용 인자(적운대류 구름 비율) 개선 및 깊은 대류 발생 조건 관련 임계 모수 최적화, 지상강수 눈/비 분리, 얇은대류-깊은대류 코드 통합 : (미세물리) 계산 효율성 향상 (1-D 모델 개발 및 침강과정 세마라그랑주 방안 개선), 격자 규모 수상량에 대한 구름양 진단식 개선 등 : (기타) 100m 바람장 출력 추가, 리맵 등 관련 유틸리티 수정, 최적화 등</p>	슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2025.5 (5.22. 00UTC)	수치 모델링 센터	KIM-지역양상블파랑 모델 (KIM-EWW3) 현업운영 - 동아시아 영역의 8km 수평해상도 - 120시간 예측(3시간 간격) - KIM-전구양상블 예측 자료(해상풍) 사용		슈퍼컴 5호기 시스템 Lenovo SD-650
2025.5 (5.22. 00UTC)		KIM-지역양상블폭풍해일 모델 (KIM-ETSM) 현업운영 - 동아시아 영역의 8km 수평해상도 - 120시간 예측(1시간 간격) - KIM-전구양상블 예측 자료 해상풍, 해면기압) 사용		
2025.6. (6.18. 01UTC)			상세실황분석장(KAS, Korea Analysis System) 개선 - 기초입력자료 최신화 - 지상분석의 지상관측 종별 영향반경 최적화 - 신규 관측자료 추가 활용 : 국외 낙뢰, 국외 공항기상관측자료, GK2A 위성바람벡터 - 바람 관측자료 품질검사 개선	
2025.8. (8.12. 05UTC)		한국형 초단기예측시스템(KIM-KLAPS) 한국형 물리과정 패키지 적용	레이더 시선속도 추가 활용	
2025.11. (11.14. 00UTC)		KIM-지역·국지 통합운영체계 현업운영 : 동아시아 영역 3km(5일)와 한반도 영역 1km(2일) 모델을 동시에 수행하여 지원 : 한반도 관측자료를 기반으로 개선된 물리과정 및 기초지형자료 개선 : 차녹계수의 시공간 변화 적용 등 초기 및 경계조건 개선		
2025.11. (11.14. 00UTC)		KIM-국지양상블 개선버전 현업운영 - KIM-지역·국지 통합운영체계 개선 내용 적용 - 신재생(친환경) 에너지 기상 지원용 변수 추가 출력		

※ 응용모델(황사·연무): 국립기상과학원 개발 및 수치예보센터 현업운영

부록 D. 전지구예보시스템 검증결과

D.1 북반구 분석검증

D.1.1 KIM-Global

표 D.1.1 KIM-Global 북반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.07	-0.14	-0.14	-0.12	-0.11	-0.08	-0.05	-0.02	0.00	-0.03	-0.04	-0.07	-0.07
24hr	0.00	-0.05	-0.03	-0.06	-0.13	-0.14	-0.16	-0.13	-0.11	-0.06	0.00	0.02	-0.07
36hr	0.00	-0.05	-0.04	-0.09	-0.13	-0.13	-0.15	-0.14	-0.11	-0.05	0.02	-0.01	-0.07
48hr	-0.07	-0.16	-0.14	-0.20	-0.24	-0.16	-0.18	-0.16	-0.12	-0.06	-0.02	-0.02	-0.13
60hr	0.05	-0.02	-0.02	-0.12	-0.17	-0.14	-0.21	-0.22	-0.16	-0.05	0.06	0.06	-0.08
72hr	0.01	-0.06	-0.08	-0.20	-0.22	-0.14	-0.17	-0.19	-0.12	-0.04	0.06	0.08	-0.09
96hr	0.03	0.05	-0.05	-0.18	-0.25	-0.18	-0.20	-0.27	-0.17	-0.09	0.06	0.13	-0.09
120hr	-0.04	0.06	-0.14	-0.21	-0.32	-0.23	-0.22	-0.32	-0.20	-0.18	-0.07	0.09	-0.15
144hr	-0.10	0.12	-0.14	-0.23	-0.35	-0.22	-0.19	-0.32	-0.18	-0.23	-0.14	0.05	-0.16
168hr	-0.11	0.16	-0.02	-0.25	-0.36	-0.16	-0.17	-0.29	-0.17	-0.27	-0.18	0.09	-0.15
192hr	-0.18	0.05	0.03	-0.29	-0.28	-0.11	-0.20	-0.30	-0.21	-0.34	-0.25	0.10	-0.16
216hr	-0.31	-0.16	0.02	-0.36	-0.13	-0.05	-0.20	-0.30	-0.20	-0.43	-0.38	-0.03	-0.21
240hr	-0.38	-0.15	-0.02	-0.32	-0.03	0.06	-0.19	-0.27	-0.17	-0.52	-0.34	-0.23	-0.21
264hr	-0.38	-0.08	0.03	-0.24	0.13	0.17	-0.12	-0.25	-0.20	-0.48	-0.25	-0.40	-0.17
288hr	-0.50	-0.02	0.11	-0.16	0.32	0.26	-0.10	-0.25	-0.31	-0.52	-0.32	-0.35	-0.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.49	0.52	0.50	0.47	0.44	0.43	0.40	0.40	0.39	0.41	0.43	0.48	0.45
24hr	0.92	0.92	0.85	0.79	0.72	0.67	0.65	0.65	0.64	0.70	0.73	0.85	0.76
36hr	1.28	1.28	1.20	1.07	0.96	0.89	0.85	0.88	0.90	1.00	1.02	1.21	1.04
48hr	1.71	1.68	1.57	1.38	1.28	1.12	1.09	1.12	1.17	1.33	1.38	1.61	1.37
60hr	2.14	2.09	2.01	1.73	1.55	1.38	1.32	1.41	1.52	1.68	1.75	2.01	1.72
72hr	2.60	2.56	2.40	2.09	1.94	1.69	1.60	1.66	1.88	2.14	2.19	2.56	2.11
96hr	3.75	3.58	3.37	3.05	2.81	2.39	2.24	2.32	2.83	3.15	3.18	3.80	3.04
120hr	5.09	4.81	4.38	4.10	3.79	3.16	2.90	3.02	3.79	4.27	4.34	5.11	4.06
144hr	6.56	6.08	5.60	5.05	4.75	3.91	3.58	3.75	4.75	5.37	5.61	6.40	5.12
168hr	7.92	7.37	6.82	6.08	5.54	4.74	4.14	4.41	5.50	6.43	6.90	7.67	6.13
192hr	9.21	8.65	7.85	7.05	6.29	5.47	4.70	5.08	6.10	7.38	8.08	8.74	7.05
216hr	10.37	9.95	9.04	7.74	6.89	5.94	5.22	5.66	6.59	8.07	9.10	9.53	7.84
240hr	11.19	10.79	9.99	8.27	7.47	6.41	5.63	6.05	7.12	8.59	9.74	10.47	8.48
264hr	11.87	11.66	10.71	8.77	7.90	6.81	5.89	6.37	7.59	9.13	10.16	11.21	9.00
288hr	12.54	12.69	10.95	9.23	8.23	6.98	6.09	6.50	7.84	9.43	10.53	11.73	9.39

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98
60hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97
72hr	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96
96hr	0.93	0.95	0.93	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.90	0.93	0.92	0.92	0.92
120hr	0.88	0.90	0.88	0.84	0.83	0.84	0.86	0.86	0.82	0.86	0.86	0.86	0.86
144hr	0.80	0.84	0.81	0.76	0.74	0.76	0.79	0.78	0.72	0.78	0.77	0.79	0.78
168hr	0.71	0.76	0.71	0.66	0.65	0.65	0.71	0.70	0.63	0.69	0.64	0.69	0.68
192hr	0.62	0.67	0.64	0.54	0.53	0.53	0.64	0.60	0.54	0.58	0.52	0.60	0.59
216hr	0.52	0.56	0.52	0.46	0.43	0.46	0.57	0.51	0.47	0.50	0.43	0.53	0.50
240hr	0.43	0.49	0.40	0.40	0.34	0.37	0.50	0.45	0.38	0.43	0.36	0.43	0.41
264hr	0.35	0.42	0.31	0.32	0.26	0.31	0.45	0.40	0.31	0.36	0.30	0.35	0.34
288hr	0.28	0.32	0.29	0.25	0.20	0.27	0.42	0.36	0.28	0.31	0.24	0.29	0.29
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.98	8.77	9.47	10.08	10.75	11.86	11.92	11.82	10.61	9.35	9.32	9.37	10.19
24hr	15.12	14.51	15.28	16.22	17.07	18.17	18.28	18.34	16.74	15.11	15.05	15.34	16.27
36hr	19.58	18.91	20.11	20.75	21.53	22.77	22.87	23.13	21.61	19.70	19.49	19.95	20.87
48hr	24.09	22.97	24.28	24.87	25.99	26.83	27.06	27.63	25.96	24.10	23.86	24.33	25.16
60hr	28.22	27.16	28.92	29.51	30.10	31.12	30.84	31.98	30.84	28.29	27.91	28.58	29.45
72hr	32.07	31.14	32.59	33.54	34.63	35.20	35.14	36.13	35.62	33.27	32.50	33.50	33.78
96hr	41.09	39.49	41.27	43.00	44.05	43.96	43.05	44.46	46.10	43.10	41.46	43.15	42.85
120hr	50.30	48.01	49.43	52.06	52.89	52.03	50.40	52.60	55.00	52.56	50.62	52.49	51.53
144hr	59.00	54.79	57.29	59.88	61.20	59.19	57.30	59.81	63.55	60.61	59.20	60.70	59.38
168hr	65.87	61.47	64.68	67.16	68.47	66.10	63.18	66.04	69.58	67.61	67.43	67.99	66.30
192hr	71.37	66.96	70.00	73.70	73.74	71.73	68.14	71.87	74.19	74.06	73.70	74.11	71.96
216hr	76.19	72.30	75.51	78.28	77.66	74.59	71.33	76.20	77.46	77.90	78.38	77.49	76.11
240hr	79.93	75.82	80.12	81.45	81.36	77.29	73.88	78.92	80.45	80.27	81.13	81.24	79.32
264hr	82.62	79.55	83.53	84.32	83.11	79.52	75.89	80.21	82.58	83.30	82.96	83.98	81.80
288hr	84.64	82.51	84.99	86.75	84.96	80.75	76.98	81.06	84.48	84.29	85.17	84.81	83.45

표 D.1.2 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.07	-0.05	-0.05	-0.01	0.01	0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02
24hr	-0.11	-0.08	-0.08	-0.01	0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05	-0.07	-0.08	-0.08	-0.05
36hr	-0.19	-0.13	-0.13	-0.03	0.01	-0.03	-0.06	-0.06	-0.08	-0.09	-0.13	-0.12	-0.09
48hr	-0.22	-0.15	-0.16	-0.03	0.03	-0.03	-0.07	-0.07	-0.10	-0.12	-0.16	-0.16	-0.10
60hr	-0.26	-0.18	-0.19	-0.04	0.04	-0.04	-0.09	-0.10	-0.12	-0.12	-0.18	-0.17	-0.12
72hr	-0.29	-0.19	-0.21	-0.04	0.06	-0.03	-0.09	-0.11	-0.13	-0.14	-0.20	-0.20	-0.13
96hr	-0.34	-0.22	-0.27	-0.04	0.07	-0.03	-0.12	-0.15	-0.15	-0.15	-0.24	-0.24	-0.16
120hr	-0.38	-0.27	-0.33	-0.03	0.08	-0.04	-0.15	-0.17	-0.18	-0.16	-0.27	-0.27	-0.18
144hr	-0.41	-0.32	-0.36	-0.04	0.10	-0.05	-0.16	-0.19	-0.18	-0.14	-0.28	-0.30	-0.19
168hr	-0.46	-0.38	-0.40	-0.05	0.12	-0.05	-0.17	-0.20	-0.19	-0.13	-0.29	-0.32	-0.21
192hr	-0.48	-0.42	-0.43	-0.08	0.14	-0.05	-0.17	-0.23	-0.19	-0.12	-0.28	-0.34	-0.22
216hr	-0.48	-0.43	-0.46	-0.14	0.13	-0.06	-0.18	-0.24	-0.20	-0.11	-0.26	-0.36	-0.23
240hr	-0.51	-0.42	-0.53	-0.18	0.11	-0.08	-0.20	-0.27	-0.20	-0.07	-0.24	-0.39	-0.25
264hr	-0.52	-0.37	-0.56	-0.22	0.09	-0.11	-0.22	-0.27	-0.23	-0.07	-0.24	-0.33	-0.25
288hr	-0.51	-0.30	-0.60	-0.23	0.08	-0.14	-0.23	-0.28	-0.24	-0.08	-0.26	-0.26	-0.25
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.39	0.39	0.40	0.40	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.37	0.40	0.38
24hr	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	0.62	0.61	0.60	0.58	0.58	0.62	0.69	0.64
36hr	0.91	0.88	0.89	0.86	0.85	0.81	0.79	0.78	0.76	0.77	0.80	0.91	0.83
48hr	1.14	1.09	1.09	1.04	1.04	0.97	0.95	0.92	0.91	0.94	0.98	1.13	1.02
60hr	1.36	1.30	1.31	1.24	1.21	1.13	1.11	1.08	1.08	1.10	1.16	1.35	1.20
72hr	1.58	1.52	1.51	1.42	1.41	1.30	1.26	1.23	1.25	1.30	1.36	1.60	1.40
96hr	2.08	2.03	1.99	1.89	1.85	1.67	1.58	1.55	1.67	1.70	1.82	2.16	1.83
120hr	2.66	2.54	2.51	2.42	2.34	2.09	1.91	1.90	2.10	2.15	2.34	2.75	2.31
144hr	3.28	3.10	3.08	2.92	2.85	2.50	2.25	2.23	2.58	2.57	2.88	3.40	2.80
168hr	3.86	3.64	3.62	3.44	3.31	2.92	2.61	2.57	2.96	3.00	3.43	4.04	3.28
192hr	4.46	4.11	4.07	3.94	3.73	3.28	2.94	2.96	3.25	3.45	3.95	4.54	3.72
216hr	4.96	4.58	4.53	4.34	4.08	3.58	3.20	3.29	3.51	3.71	4.33	4.92	4.09
240hr	5.33	5.03	4.97	4.64	4.41	3.84	3.45	3.49	3.71	3.95	4.62	5.35	4.40
264hr	5.65	5.49	5.41	4.93	4.62	4.07	3.62	3.65	3.89	4.16	4.92	5.64	4.67
288hr	5.96	5.92	5.70	5.13	4.80	4.22	3.75	3.77	4.05	4.31	5.19	5.79	4.88
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
36hr	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98
48hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
60hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95
72hr	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.92	0.91	0.92	0.93	0.95	0.94	0.94	0.94
96hr	0.91	0.92	0.91	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.87	0.91	0.90	0.90	0.89
120hr	0.86	0.87	0.86	0.84	0.82	0.79	0.80	0.81	0.80	0.85	0.83	0.84	0.83
144hr	0.78	0.81	0.79	0.76	0.74	0.70	0.73	0.74	0.69	0.79	0.75	0.76	0.75
168hr	0.69	0.73	0.70	0.67	0.64	0.59	0.64	0.65	0.60	0.71	0.65	0.65	0.66
192hr	0.58	0.66	0.62	0.56	0.54	0.49	0.54	0.53	0.51	0.62	0.53	0.55	0.56
216hr	0.49	0.59	0.52	0.48	0.44	0.40	0.45	0.42	0.43	0.56	0.45	0.47	0.47
240hr	0.41	0.51	0.42	0.41	0.33	0.31	0.37	0.34	0.37	0.50	0.39	0.39	0.40
264hr	0.35	0.41	0.32	0.34	0.27	0.24	0.30	0.28	0.30	0.45	0.32	0.32	0.32
288hr	0.28	0.33	0.25	0.27	0.20	0.18	0.25	0.24	0.24	0.40	0.24	0.29	0.26

표 D.1.3 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.46	-1.63	-1.47	-0.82	-0.42	-0.13	0.02	0.29	0.02	-0.50	-1.00	-1.12	-0.68
24hr	-1.35	-1.24	-0.74	0.06	0.33	-0.07	-0.37	-0.46	-0.69	-0.86	-1.07	-0.97	-0.62
36hr	-2.22	-1.94	-1.28	-0.34	0.67	0.39	0.00	-0.39	-0.76	-0.85	-1.42	-1.89	-0.84
48hr	-3.32	-3.17	-2.39	-1.15	0.36	0.50	-0.07	-0.49	-0.88	-1.17	-2.25	-2.57	-1.38
60hr	-3.00	-2.47	-1.88	-0.76	1.09	0.82	-0.16	-1.07	-1.20	-1.14	-1.90	-2.33	-1.17
72hr	-3.72	-3.17	-2.69	-1.28	1.21	1.30	0.37	-0.54	-0.79	-1.10	-2.29	-2.73	-1.29
96hr	-4.39	-3.24	-3.25	-1.35	1.54	1.24	0.23	-1.23	-1.32	-1.59	-2.89	-3.03	-1.61
120hr	-5.76	-4.36	-4.88	-2.23	1.25	0.83	0.00	-1.95	-1.81	-2.24	-4.07	-4.13	-2.45
144hr	-6.97	-5.19	-5.74	-3.29	1.24	1.01	0.31	-2.22	-1.75	-2.42	-4.54	-5.19	-2.89
168hr	-7.66	-5.78	-5.56	-4.24	1.32	1.57	0.40	-2.21	-1.90	-2.39	-4.63	-5.41	-3.04
192hr	-8.38	-7.05	-5.92	-5.54	1.68	2.18	0.10	-2.73	-2.49	-2.69	-4.72	-6.27	-3.49
216hr	-9.07	-8.58	-7.11	-7.24	2.18	2.44	-0.41	-2.83	-2.69	-3.19	-5.27	-7.74	-4.13
240hr	-9.67	-8.30	-8.04	-7.67	2.13	2.77	-0.62	-2.72	-2.87	-3.37	-4.03	-9.16	-4.29
264hr	-9.91	-7.34	-8.13	-7.89	2.65	3.22	-0.53	-2.62	-3.37	-2.96	-2.60	-9.22	-4.06
288hr	-10.69	-6.39	-7.87	-8.15	3.20	3.55	-0.72	-2.76	-4.16	-2.94	-2.75	-7.87	-3.96
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.15	4.19	4.00	3.57	3.24	3.04	2.93	2.94	3.11	3.27	3.62	3.80	3.49
24hr	7.54	7.29	6.86	6.33	5.83	5.32	5.01	5.06	5.27	5.77	6.16	7.03	6.12
36hr	11.32	10.89	10.29	9.39	8.54	7.79	7.10	7.40	7.83	8.59	9.11	10.64	9.07
48hr	15.69	14.99	14.27	12.85	12.08	10.59	9.58	9.77	10.63	12.00	12.97	15.07	12.54
60hr	20.05	19.30	19.00	16.97	15.62	13.76	12.48	12.90	14.32	15.68	16.78	19.65	16.38
72hr	24.85	24.23	23.30	21.17	20.12	17.51	15.82	16.15	17.99	20.41	21.65	25.31	20.71
96hr	35.96	34.97	34.25	32.10	30.38	25.93	23.21	23.99	27.78	30.98	32.40	37.73	30.81
120hr	49.84	46.81	46.14	45.18	42.40	35.52	31.53	32.08	38.82	43.05	45.34	51.60	42.36
144hr	65.23	60.05	59.86	58.54	55.32	45.60	40.58	41.11	50.29	55.09	58.69	66.71	54.76
168hr	79.90	74.44	73.88	70.61	65.80	55.85	48.40	49.89	60.00	66.96	71.77	80.16	66.47
192hr	94.34	87.54	85.47	82.89	75.19	64.97	55.14	59.48	68.34	78.60	84.37	91.83	77.35
216hr	107.63	101.70	97.88	91.79	83.56	72.39	62.18	67.62	74.66	87.27	97.09	103.48	87.27
240hr	117.11	113.37	107.63	98.81	91.55	78.76	67.19	72.44	79.80	94.54	105.88	114.89	95.16
264hr	127.04	123.35	114.48	105.68	97.28	83.11	70.78	76.41	84.43	99.95	110.64	123.72	101.41
288hr	136.30	135.22	119.72	112.17	102.07	85.53	73.73	79.26	88.23	104.33	117.56	130.15	107.02
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
72hr	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97
96hr	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.92	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94
120hr	0.90	0.92	0.89	0.87	0.86	0.86	0.87	0.88	0.86	0.89	0.88	0.90	0.88
144hr	0.83	0.87	0.82	0.78	0.77	0.77	0.79	0.81	0.77	0.82	0.80	0.84	0.81
168hr	0.75	0.79	0.73	0.69	0.68	0.66	0.70	0.71	0.67	0.73	0.70	0.77	0.71
192hr	0.66	0.71	0.64	0.58	0.57	0.54	0.61	0.60	0.57	0.64	0.60	0.69	0.62
216hr	0.56	0.61	0.52	0.49	0.46	0.44	0.51	0.48	0.48	0.54	0.49	0.61	0.52
240hr	0.48	0.53	0.42	0.42	0.36	0.33	0.42	0.40	0.40	0.46	0.41	0.52	0.43
264hr	0.41	0.45	0.35	0.35	0.27	0.25	0.36	0.33	0.34	0.40	0.35	0.44	0.36
288hr	0.32	0.35	0.29	0.27	0.19	0.21	0.32	0.28	0.27	0.34	0.28	0.38	0.29

표 D.1.4 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.03	-0.08	-0.06	-0.04	-0.03	0.04	0.02	-0.01	-0.02	-0.04	-0.03	-0.05	-0.03
24hr	-0.04	-0.08	-0.06	-0.05	-0.04	0.04	0.00	-0.05	-0.03	-0.06	-0.06	-0.07	-0.04
36hr	-0.05	-0.07	-0.04	0.02	-0.01	0.05	0.00	-0.07	-0.05	-0.06	-0.03	-0.01	-0.03
48hr	-0.07	-0.07	-0.07	-0.03	-0.07	0.00	-0.05	-0.07	-0.09	-0.10	-0.06	-0.06	-0.06
60hr	-0.07	-0.06	-0.05	-0.01	-0.08	-0.02	-0.07	-0.11	-0.12	-0.12	-0.10	-0.06	-0.07
72hr	-0.07	-0.10	-0.06	-0.03	-0.08	-0.02	-0.08	-0.12	-0.13	-0.11	-0.09	-0.11	-0.08
96hr	-0.12	-0.17	0.01	-0.05	-0.09	-0.05	-0.11	-0.20	-0.15	-0.11	-0.02	-0.08	-0.10
120hr	-0.12	-0.26	0.05	-0.18	-0.15	-0.03	-0.12	-0.30	-0.25	-0.09	0.06	-0.15	-0.13
144hr	-0.06	-0.25	0.01	-0.27	-0.26	-0.05	-0.10	-0.35	-0.27	-0.09	0.08	-0.21	-0.15
168hr	-0.19	-0.06	-0.04	-0.30	-0.32	-0.11	-0.08	-0.40	-0.31	-0.02	0.16	-0.29	-0.16
192hr	-0.18	0.13	-0.03	-0.26	-0.38	-0.07	-0.06	-0.49	-0.33	0.12	0.25	-0.46	-0.15
216hr	-0.12	0.32	0.03	-0.24	-0.55	-0.05	-0.10	-0.59	-0.34	0.07	0.35	-0.45	-0.14
240hr	0.02	0.37	0.12	-0.21	-0.70	0.03	-0.07	-0.61	-0.37	-0.02	0.40	-0.37	-0.12
264hr	0.12	0.44	0.23	-0.15	-0.91	0.07	-0.08	-0.65	-0.36	-0.07	0.42	-0.27	-0.10
288hr	0.04	0.32	0.30	-0.20	-1.10	0.12	-0.06	-0.66	-0.40	-0.13	0.49	-0.36	-0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.78	1.70	1.79	1.78	1.86	1.89	1.92	1.91	1.84	1.76	1.72	1.85	1.82
24hr	3.09	2.94	3.05	3.07	3.27	3.22	3.28	3.27	3.16	3.06	3.02	3.25	3.14
36hr	4.19	4.04	4.12	4.09	4.29	4.28	4.40	4.38	4.29	4.16	4.04	4.38	4.22
48hr	5.30	5.15	5.12	5.08	5.41	5.35	5.51	5.40	5.40	5.25	5.16	5.52	5.31
60hr	6.40	6.21	6.26	6.10	6.37	6.47	6.60	6.57	6.59	6.34	6.29	6.70	6.41
72hr	7.46	7.34	7.25	7.17	7.61	7.64	7.83	7.62	7.77	7.77	7.59	7.99	7.59
96hr	9.90	9.56	9.70	9.47	10.19	10.12	10.11	9.94	10.55	10.40	10.23	10.52	10.06
120hr	12.40	11.86	12.10	12.03	13.00	12.44	12.28	12.10	13.21	13.04	13.02	13.46	12.58
144hr	15.22	14.27	14.69	14.70	15.40	14.71	14.32	14.04	15.78	15.89	15.90	16.44	15.11
168hr	17.76	16.72	17.27	17.12	17.47	16.90	16.10	15.80	17.75	18.46	18.17	18.89	17.37
192hr	20.29	18.55	19.50	19.42	19.42	18.77	17.40	17.70	19.33	20.77	20.60	21.08	19.40
216hr	22.59	20.61	21.85	21.31	20.85	20.22	18.50	19.32	20.69	22.44	22.84	23.08	21.19
240hr	24.18	22.42	23.59	22.70	22.26	21.19	19.17	20.20	21.93	23.77	23.95	25.35	22.56
264hr	25.91	23.80	24.84	24.00	23.31	22.10	19.71	20.91	22.69	24.58	24.92	26.75	23.63
288hr	27.48	25.23	26.18	25.17	24.06	22.58	20.32	21.39	23.40	25.18	26.54	27.52	24.59

D.1.2 UM-Global

표 D.1.5 UM-Global 북반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	-0.01	0.04	0.02	-0.03	-0.07	-0.08	-0.07	-0.04	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
24hr	-0.02	-0.04	0.04	0.03	0.00	-0.08	-0.14	-0.14	-0.08	-0.04	-0.06	-0.05	-0.05
36hr	0.00	-0.01	0.07	0.04	-0.05	-0.15	-0.21	-0.20	-0.13	-0.06	-0.03	-0.05	-0.06
48hr	-0.02	-0.04	0.04	0.01	-0.08	-0.20	-0.25	-0.25	-0.18	-0.10	-0.08	-0.07	-0.10
60hr	0.02	0.00	0.10	0.06	-0.05	-0.21	-0.29	-0.29	-0.20	-0.12	-0.07	-0.06	-0.09
72hr	0.00	-0.01	0.08	0.05	-0.07	-0.26	-0.29	-0.29	-0.23	-0.15	-0.08	-0.08	-0.11
96hr	0.01	0.03	0.12	0.09	-0.05	-0.30	-0.34	-0.37	-0.29	-0.24	-0.13	-0.09	-0.13
120hr	0.00	0.10	0.12	0.14	-0.06	-0.34	-0.43	-0.48	-0.38	-0.33	-0.22	-0.09	-0.16
144hr	0.00	0.21	0.18	0.16	-0.05	-0.36	-0.50	-0.50	-0.40	-0.34	-0.26	-0.04	-0.16
168hr	-0.08	0.27	0.30	0.16	0.03	-0.36	-0.53	-0.47	-0.37	-0.30	-0.29	0.00	-0.14
192hr	-0.05	0.23	0.35	0.23	0.13	-0.36	-0.54	-0.48	-0.36	-0.35	-0.43	-0.07	-0.14
216hr	-0.09	0.24	0.44	0.27	0.25	-0.38	-0.55	-0.51	-0.42	-0.38	-0.48	-0.08	-0.14
240hr	-0.11	0.19	0.50	0.31	0.35	-0.35	-0.52	-0.46	-0.50	-0.40	-0.41	-0.20	-0.13
264hr	-0.09	0.17	0.46	0.40	0.44	-0.31	-0.43	-0.39	-0.57	-0.48	-0.42	-0.29	-0.13
288hr	-0.21	0.12	0.39	0.54	0.49	-0.24	-0.34	-0.34	-0.61	-0.55	-0.44	-0.36	-0.13
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.64	0.64	0.62	0.58	0.55	0.55	0.53	0.51	0.50	0.51	0.56	0.66	0.57
24hr	0.99	0.95	0.90	0.84	0.79	0.74	0.71	0.71	0.73	0.78	0.84	1.00	0.83
36hr	1.28	1.23	1.17	1.09	1.04	0.96	0.96	0.96	0.99	1.05	1.13	1.33	1.10
48hr	1.65	1.54	1.46	1.36	1.28	1.16	1.17	1.19	1.28	1.38	1.47	1.67	1.38
60hr	2.02	1.93	1.79	1.66	1.58	1.42	1.42	1.46	1.58	1.70	1.82	2.10	1.71
72hr	2.50	2.33	2.16	2.02	1.88	1.71	1.70	1.72	1.97	2.11	2.23	2.60	2.08
96hr	3.57	3.51	3.12	2.95	2.70	2.36	2.34	2.40	2.87	3.09	3.18	3.82	2.99
120hr	4.91	4.86	4.24	3.98	3.68	3.23	3.05	3.18	3.85	4.27	4.35	5.20	4.07
144hr	6.25	6.25	5.34	5.15	4.60	4.09	3.77	3.98	4.81	5.43	5.59	6.48	5.15
168hr	7.62	7.26	6.45	6.20	5.42	4.85	4.38	4.67	5.73	6.28	6.79	7.73	6.12
192hr	8.71	8.31	7.65	6.92	6.31	5.45	4.95	5.31	6.53	7.27	8.11	9.10	7.05
216hr	9.78	9.27	8.78	7.62	7.05	5.92	5.44	5.85	7.09	8.23	9.08	9.92	7.84
240hr	10.63	10.42	9.70	8.30	7.59	6.35	5.93	6.28	7.49	8.92	9.65	10.80	8.51
264hr	11.68	11.36	10.39	8.83	7.96	6.64	6.12	6.55	7.91	9.35	9.93	11.70	9.04
288hr	12.26	12.09	10.90	9.25	8.20	6.95	6.20	6.70	8.13	9.62	10.36	12.44	9.42

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
60hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.96
96hr	0.94	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.90	0.93	0.92	0.92	0.92
120hr	0.88	0.90	0.88	0.85	0.85	0.85	0.85	0.84	0.83	0.87	0.86	0.86	0.86
144hr	0.81	0.83	0.82	0.76	0.77	0.76	0.78	0.76	0.73	0.79	0.77	0.78	0.78
168hr	0.72	0.77	0.73	0.66	0.67	0.66	0.71	0.67	0.62	0.71	0.67	0.69	0.69
192hr	0.65	0.70	0.63	0.57	0.57	0.57	0.63	0.57	0.50	0.61	0.53	0.58	0.59
216hr	0.57	0.62	0.52	0.48	0.46	0.50	0.55	0.49	0.40	0.50	0.43	0.48	0.50
240hr	0.49	0.53	0.43	0.39	0.36	0.42	0.47	0.41	0.34	0.42	0.35	0.39	0.42
264hr	0.38	0.45	0.35	0.31	0.29	0.38	0.43	0.35	0.27	0.36	0.32	0.30	0.35
288hr	0.31	0.38	0.28	0.25	0.26	0.33	0.41	0.33	0.24	0.31	0.27	0.21	0.30
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	13.61	13.21	13.90	14.79	14.91	15.66	15.79	15.49	14.30	12.95	13.29	14.29	14.35
24hr	18.40	17.74	18.63	19.81	19.92	20.83	20.91	20.63	19.48	17.69	18.11	19.13	19.27
36hr	22.02	21.24	22.44	23.62	24.05	24.83	25.25	25.18	23.66	21.60	22.16	23.14	23.27
48hr	25.73	24.43	25.86	27.16	27.50	28.52	28.70	28.91	27.96	25.39	26.10	26.66	26.91
60hr	29.33	28.13	29.29	31.06	31.64	32.37	32.86	33.21	32.02	29.37	29.77	30.78	30.82
72hr	33.31	31.75	32.75	35.06	35.17	36.22	36.55	37.09	36.93	33.71	33.83	35.10	34.79
96hr	41.47	40.20	40.75	44.03	43.67	44.27	44.76	45.85	46.82	42.61	41.95	44.12	43.38
120hr	50.40	49.12	49.29	52.87	52.62	52.36	52.55	53.86	55.81	52.11	50.50	53.24	52.06
144hr	58.83	56.62	57.21	61.29	60.77	60.16	59.37	61.43	63.81	60.26	58.43	61.79	60.00
168hr	65.66	61.86	63.66	68.22	67.55	66.59	64.43	67.96	70.91	66.10	66.35	69.00	66.52
192hr	70.60	66.42	69.72	74.13	73.39	71.40	68.55	72.88	76.69	72.86	73.12	75.86	72.14
216hr	74.61	70.14	74.91	78.45	78.27	74.75	72.09	75.71	80.50	78.28	77.48	80.64	76.32
240hr	77.94	75.16	79.02	82.68	82.22	77.47	75.14	78.77	82.32	80.40	80.63	83.52	79.61
264hr	82.54	78.74	82.34	85.68	83.55	79.24	77.03	80.81	84.32	82.52	81.93	85.51	82.02
288hr	84.28	81.70	85.27	87.40	84.83	80.82	77.06	81.76	85.80	84.32	84.09	88.47	83.82

표 D.1.6 UM-Global 북반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.13	-0.10	-0.12	-0.07	-0.01	0.04	0.03	0.01	-0.05	-0.05	-0.09	-0.08	-0.05
24hr	-0.13	-0.11	-0.17	-0.10	-0.02	0.04	0.04	-0.01	-0.08	-0.09	-0.09	-0.06	-0.06
36hr	-0.18	-0.15	-0.23	-0.12	-0.01	0.07	0.05	-0.01	-0.11	-0.09	-0.11	-0.08	-0.08
48hr	-0.17	-0.13	-0.25	-0.12	-0.01	0.07	0.06	0.00	-0.12	-0.10	-0.09	-0.07	-0.08
60hr	-0.19	-0.15	-0.28	-0.13	0.02	0.10	0.06	-0.01	-0.13	-0.09	-0.09	-0.07	-0.08
72hr	-0.19	-0.14	-0.29	-0.12	0.02	0.11	0.07	0.01	-0.13	-0.09	-0.08	-0.07	-0.07
96hr	-0.21	-0.16	-0.31	-0.10	0.07	0.16	0.09	0.01	-0.12	-0.06	-0.07	-0.06	-0.06
120hr	-0.22	-0.18	-0.35	-0.09	0.11	0.19	0.09	0.01	-0.10	-0.03	-0.08	-0.05	-0.06
144hr	-0.24	-0.20	-0.35	-0.09	0.16	0.23	0.10	0.02	-0.08	0.01	-0.07	-0.05	-0.05
168hr	-0.25	-0.22	-0.36	-0.07	0.20	0.26	0.13	0.04	-0.05	0.06	-0.02	-0.04	-0.03
192hr	-0.25	-0.24	-0.36	-0.06	0.25	0.31	0.14	0.03	0.00	0.11	0.02	-0.01	-0.01
216hr	-0.22	-0.26	-0.37	-0.08	0.28	0.36	0.15	0.03	0.03	0.17	0.10	0.02	0.02
240hr	-0.18	-0.26	-0.39	-0.11	0.30	0.38	0.18	0.04	0.06	0.21	0.15	0.05	0.03
264hr	-0.19	-0.22	-0.39	-0.16	0.33	0.40	0.21	0.05	0.10	0.26	0.16	0.06	0.05
288hr	-0.21	-0.21	-0.34	-0.21	0.36	0.44	0.22	0.08	0.10	0.29	0.21	0.11	0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.70	0.68	0.66	0.63	0.59	0.58	0.55	0.55	0.56	0.54	0.60	0.70	0.61
24hr	0.97	0.95	0.91	0.86	0.81	0.77	0.75	0.72	0.73	0.75	0.83	0.98	0.84
36hr	1.21	1.17	1.14	1.07	1.03	0.98	0.94	0.92	0.92	0.93	1.02	1.21	1.05
48hr	1.40	1.36	1.34	1.26	1.20	1.13	1.09	1.05	1.07	1.10	1.20	1.40	1.22
60hr	1.59	1.54	1.52	1.45	1.40	1.32	1.27	1.23	1.25	1.25	1.37	1.61	1.40
72hr	1.79	1.74	1.71	1.63	1.58	1.47	1.41	1.37	1.42	1.43	1.56	1.81	1.58
96hr	2.24	2.21	2.13	2.08	2.02	1.86	1.76	1.70	1.84	1.82	1.98	2.33	2.00
120hr	2.79	2.78	2.64	2.66	2.50	2.25	2.15	2.03	2.31	2.31	2.46	2.92	2.48
144hr	3.41	3.37	3.17	3.25	2.98	2.72	2.55	2.42	2.78	2.75	3.01	3.60	3.00
168hr	4.05	3.86	3.68	3.82	3.46	3.14	2.94	2.84	3.22	3.13	3.56	4.21	3.49
192hr	4.58	4.36	4.18	4.26	3.94	3.53	3.27	3.16	3.66	3.50	4.00	4.81	3.94
216hr	5.07	4.82	4.66	4.65	4.36	3.79	3.58	3.43	3.98	3.85	4.34	5.25	4.32
240hr	5.46	5.27	5.13	4.95	4.68	4.07	3.83	3.67	4.18	4.12	4.69	5.55	4.63
264hr	5.85	5.60	5.59	5.27	4.97	4.34	4.00	3.87	4.31	4.37	4.91	5.78	4.91
288hr	6.16	5.94	5.83	5.64	5.13	4.51	4.12	4.01	4.44	4.62	5.10	6.04	5.13
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
36hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97
48hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96
60hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.96	0.95	0.95	0.95
72hr	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.94	0.93	0.93	0.93
96hr	0.90	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87	0.87	0.88	0.87	0.90	0.89	0.89	0.89
120hr	0.84	0.85	0.85	0.82	0.82	0.81	0.81	0.83	0.80	0.84	0.82	0.82	0.83
144hr	0.76	0.79	0.79	0.73	0.74	0.73	0.73	0.75	0.71	0.78	0.73	0.73	0.75
168hr	0.67	0.72	0.71	0.63	0.65	0.64	0.65	0.66	0.61	0.71	0.62	0.63	0.66
192hr	0.57	0.64	0.63	0.53	0.55	0.54	0.57	0.58	0.50	0.63	0.53	0.53	0.57
216hr	0.48	0.57	0.54	0.45	0.44	0.48	0.49	0.50	0.41	0.56	0.45	0.44	0.48
240hr	0.40	0.49	0.43	0.38	0.35	0.40	0.41	0.43	0.35	0.49	0.37	0.37	0.41
264hr	0.33	0.43	0.32	0.30	0.27	0.33	0.36	0.37	0.30	0.42	0.30	0.31	0.34
288hr	0.26	0.35	0.26	0.21	0.23	0.27	0.33	0.33	0.26	0.35	0.26	0.23	0.28

표 D.1.7 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.54	-0.81	-0.63	-0.43	-0.24	-0.39	-0.69	-0.77	-0.68	-0.57	-0.79	-0.52	-0.59
24hr	-0.58	-0.81	-0.95	-0.43	0.26	-0.20	-1.11	-1.33	-1.06	-0.57	-0.88	-0.47	-0.68
36hr	-0.79	-1.01	-1.05	-0.25	0.40	-0.15	-1.47	-1.66	-1.37	-0.61	-0.74	-0.63	-0.78
48hr	-0.78	-1.09	-1.44	-0.31	0.65	-0.04	-1.50	-1.80	-1.57	-0.61	-0.86	-0.67	-0.83
60hr	-0.85	-1.08	-1.25	0.18	1.59	0.39	-1.75	-2.02	-1.57	-0.51	-0.77	-0.55	-0.68
72hr	-0.94	-1.12	-1.62	0.32	1.83	0.57	-1.43	-1.68	-1.50	-0.34	-0.64	-0.70	-0.60
96hr	-1.00	-1.28	-1.64	0.86	3.19	1.14	-1.44	-2.01	-1.45	-0.20	-0.71	-0.65	-0.43
120hr	-1.20	-1.03	-1.98	0.98	4.02	1.42	-1.79	-2.70	-1.64	-0.11	-0.90	-0.44	-0.45
144hr	-1.19	-0.54	-1.55	0.89	4.90	2.00	-1.98	-2.75	-1.54	0.77	-0.25	-0.23	-0.12
168hr	-1.50	-0.45	-0.99	0.59	6.11	2.82	-1.89	-2.26	-1.01	2.31	0.64	0.13	0.37
192hr	-0.73	-0.82	-0.82	0.86	7.21	3.64	-1.87	-2.26	-0.49	3.00	0.99	-0.33	0.70
216hr	-0.59	-1.09	-0.46	0.79	8.23	4.30	-1.87	-2.26	-0.71	3.46	1.72	-0.48	0.92
240hr	-0.55	-1.41	-0.30	0.48	9.18	4.81	-1.47	-1.75	-0.89	3.73	3.19	-0.92	1.18
264hr	-0.68	-1.43	-0.01	0.22	9.95	5.45	-0.49	-1.13	-0.59	3.73	3.80	-1.43	1.45
288hr	-1.23	-0.93	-0.24	0.57	10.36	6.23	0.47	-0.75	-0.50	3.88	4.86	-1.21	1.79
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.79	4.85	4.62	4.29	3.89	3.93	3.85	4.00	3.93	3.97	4.34	4.89	4.28
24hr	7.68	7.39	7.13	6.74	6.40	5.99	5.72	5.75	5.82	6.26	6.86	7.70	6.62
36hr	10.87	10.42	10.13	9.74	9.26	8.36	8.07	8.11	8.38	8.93	9.64	11.10	9.42
48hr	14.73	13.92	13.73	12.96	12.40	10.88	10.59	10.48	11.25	12.08	13.34	15.01	12.61
60hr	18.59	18.41	17.36	16.87	16.31	14.12	13.66	13.68	14.56	15.44	16.88	19.53	16.28
72hr	23.49	22.72	21.41	21.14	20.23	17.23	17.07	16.73	18.51	19.83	21.38	24.72	20.37
96hr	35.22	34.95	31.54	31.73	30.87	25.36	24.86	24.11	28.81	30.02	31.50	37.15	30.51
120hr	49.37	49.03	43.65	44.67	41.97	35.27	33.70	32.85	40.18	42.58	44.18	53.14	42.55
144hr	64.51	63.59	55.94	59.32	53.43	45.56	42.63	43.04	51.07	54.55	57.62	68.65	54.99
168hr	79.49	76.55	68.95	72.92	66.10	55.63	50.86	52.42	62.38	65.01	70.55	83.19	67.00
192hr	93.19	88.00	81.57	83.87	78.03	64.97	58.78	60.34	72.17	76.80	83.61	98.25	78.30
216hr	106.93	97.97	93.61	93.01	86.63	72.52	65.96	67.57	79.66	87.09	94.72	110.16	87.99
240hr	117.82	111.42	103.72	100.63	93.71	78.94	72.11	74.07	85.95	95.15	103.09	120.84	96.45
264hr	126.72	123.15	113.85	108.12	99.11	83.26	75.29	79.10	90.63	102.02	108.63	130.05	103.33
288hr	134.06	131.43	120.78	115.38	102.14	87.64	78.33	81.52	93.78	106.75	113.64	138.27	108.64
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
72hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97
96hr	0.95	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.94	0.93	0.95	0.94	0.95	0.94
120hr	0.90	0.91	0.90	0.87	0.87	0.87	0.86	0.88	0.85	0.90	0.88	0.90	0.88
144hr	0.83	0.85	0.84	0.78	0.79	0.78	0.77	0.80	0.76	0.83	0.80	0.83	0.81
168hr	0.76	0.79	0.76	0.68	0.68	0.67	0.68	0.70	0.64	0.75	0.71	0.75	0.71
192hr	0.67	0.72	0.67	0.58	0.55	0.56	0.57	0.59	0.52	0.66	0.60	0.65	0.61
216hr	0.59	0.65	0.57	0.48	0.44	0.46	0.46	0.49	0.42	0.56	0.51	0.56	0.52
240hr	0.50	0.56	0.47	0.40	0.35	0.37	0.35	0.39	0.34	0.47	0.42	0.46	0.42
264hr	0.43	0.46	0.37	0.31	0.27	0.30	0.29	0.30	0.27	0.38	0.36	0.37	0.34
288hr	0.36	0.39	0.30	0.22	0.22	0.22	0.23	0.26	0.21	0.32	0.30	0.29	0.28

표 D.1.8 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.09	-0.11	-0.11	-0.11	-0.05	-0.06	-0.05	-0.03	-0.04	-0.01	-0.05	-0.06
24hr	-0.13	-0.17	-0.18	-0.16	-0.12	-0.07	-0.10	-0.13	-0.09	-0.14	-0.09	-0.16	-0.13
36hr	-0.17	-0.20	-0.24	-0.17	-0.18	-0.09	-0.08	-0.12	-0.11	-0.13	-0.09	-0.18	-0.15
48hr	-0.20	-0.25	-0.26	-0.19	-0.14	-0.06	-0.12	-0.16	-0.16	-0.18	-0.13	-0.21	-0.17
60hr	-0.22	-0.29	-0.32	-0.22	-0.22	-0.10	-0.09	-0.17	-0.18	-0.17	-0.14	-0.25	-0.20
72hr	-0.25	-0.35	-0.31	-0.25	-0.19	-0.06	-0.10	-0.21	-0.21	-0.18	-0.15	-0.27	-0.21
96hr	-0.32	-0.51	-0.39	-0.35	-0.31	-0.07	-0.13	-0.29	-0.23	-0.20	-0.15	-0.39	-0.28
120hr	-0.33	-0.58	-0.50	-0.49	-0.40	-0.06	-0.13	-0.37	-0.29	-0.14	-0.08	-0.56	-0.33
144hr	-0.34	-0.56	-0.65	-0.61	-0.53	-0.06	-0.16	-0.44	-0.46	-0.22	-0.06	-0.68	-0.40
168hr	-0.30	-0.53	-0.68	-0.71	-0.64	-0.03	-0.14	-0.47	-0.52	-0.29	-0.16	-0.73	-0.43
192hr	-0.42	-0.48	-0.61	-0.76	-0.75	-0.05	-0.08	-0.52	-0.46	-0.33	-0.20	-0.82	-0.46
216hr	-0.45	-0.50	-0.55	-0.76	-0.82	-0.06	-0.06	-0.53	-0.46	-0.38	-0.31	-0.93	-0.49
240hr	-0.49	-0.45	-0.56	-0.71	-0.95	-0.16	-0.16	-0.56	-0.43	-0.48	-0.33	-1.00	-0.52
264hr	-0.53	-0.36	-0.60	-0.73	-1.05	-0.21	-0.23	-0.62	-0.53	-0.55	-0.48	-1.01	-0.58
288hr	-0.58	-0.42	-0.66	-0.76	-1.14	-0.13	-0.20	-0.71	-0.56	-0.64	-0.63	-1.06	-0.62
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.45	2.24	2.40	2.36	2.35	2.24	2.29	2.28	2.23	2.20	2.28	2.50	2.32
24hr	3.72	3.48	3.60	3.65	3.76	3.56	3.59	3.56	3.53	3.47	3.50	3.78	3.60
36hr	4.71	4.42	4.61	4.62	4.84	4.54	4.75	4.64	4.60	4.47	4.50	4.89	4.63
48hr	5.79	5.52	5.56	5.56	5.95	5.67	5.88	5.71	5.74	5.56	5.63	5.91	5.71
60hr	6.82	6.57	6.53	6.52	6.98	6.68	7.05	6.81	6.87	6.63	6.74	7.02	6.77
72hr	8.01	7.67	7.57	7.62	8.11	7.83	8.28	7.93	8.25	7.84	7.87	8.17	7.93
96hr	10.53	10.23	9.72	9.95	10.57	10.09	10.68	10.13	11.15	10.43	10.34	10.90	10.39
120hr	13.32	12.84	12.19	12.48	13.04	12.61	12.89	12.36	13.96	13.47	13.22	14.10	13.04
144hr	16.08	15.34	14.46	15.41	15.40	14.75	14.96	14.44	16.32	16.07	15.90	17.14	15.52
168hr	18.65	17.66	17.05	17.90	17.90	16.88	16.53	16.48	18.56	18.28	18.47	19.98	17.86
192hr	20.77	19.67	19.39	20.07	20.31	18.63	18.01	18.05	20.24	20.47	20.45	22.54	19.88
216hr	22.50	21.10	21.47	22.07	21.84	20.01	19.03	19.33	21.70	22.29	21.94	24.71	21.50
240hr	24.30	22.90	23.26	23.70	23.08	21.01	20.02	20.30	22.79	23.71	23.71	26.59	22.95
264hr	25.69	24.78	25.21	24.95	23.96	21.82	20.46	20.96	23.56	24.80	24.97	27.50	24.05
288hr	26.94	25.79	26.30	26.17	24.70	22.40	21.13	21.24	24.14	25.70	26.10	28.35	24.91

D.2 북반구 관측검증

D.2.1 KIM-Global

표 D.2.1 KIM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.16	-0.19	-0.18	-0.21	-0.15	-0.17	-0.16	-0.19	-0.22	-0.16	-0.16	-0.17	-0.18
24hr	-0.22	-0.23	-0.26	-0.26	-0.16	-0.20	-0.16	-0.20	-0.25	-0.20	-0.20	-0.23	-0.22
36hr	-0.33	-0.30	-0.33	-0.28	-0.16	-0.19	-0.20	-0.22	-0.28	-0.22	-0.27	-0.30	-0.26
48hr	-0.38	-0.35	-0.38	-0.31	-0.14	-0.20	-0.19	-0.22	-0.30	-0.24	-0.30	-0.34	-0.28
60hr	-0.41	-0.37	-0.43	-0.34	-0.10	-0.21	-0.18	-0.25	-0.33	-0.27	-0.33	-0.39	-0.30
72hr	-0.43	-0.35	-0.43	-0.36	-0.10	-0.20	-0.17	-0.23	-0.31	-0.28	-0.35	-0.38	-0.30
96hr	-0.51	-0.35	-0.46	-0.36	-0.08	-0.23	-0.16	-0.25	-0.30	-0.27	-0.42	-0.44	-0.32
120hr	-0.64	-0.44	-0.55	-0.37	-0.06	-0.25	-0.17	-0.29	-0.32	-0.27	-0.48	-0.49	-0.36
144hr	-0.63	-0.57	-0.55	-0.36	-0.08	-0.18	-0.13	-0.32	-0.34	-0.24	-0.53	-0.50	-0.37
168hr	-0.71	-0.80	-0.60	-0.38	-0.02	-0.19	-0.15	-0.29	-0.34	-0.20	-0.57	-0.49	-0.39
192hr	-0.75	-0.84	-0.67	-0.34	0.10	-0.24	-0.18	-0.30	-0.38	-0.16	-0.64	-0.48	-0.41
216hr	-0.73	-0.76	-0.75	-0.31	0.19	-0.22	-0.23	-0.30	-0.45	-0.10	-0.54	-0.47	-0.39
240hr	-0.60	-0.62	-0.93	-0.28	0.22	-0.26	-0.26	-0.30	-0.52	-0.10	-0.42	-0.62	-0.39
264hr	-0.66	-0.45	-0.98	-0.41	0.29	-0.40	-0.26	-0.27	-0.60	-0.13	-0.41	-0.63	-0.41
288hr	-0.75	-0.25	-0.91	-0.51	0.23	-0.49	-0.25	-0.27	-0.56	-0.13	-0.54	-0.58	-0.42
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.52	1.50	1.45	1.35	1.32	1.30	1.23	1.24	1.17	1.23	1.27	1.39	1.33
24hr	1.66	1.63	1.60	1.48	1.43	1.40	1.32	1.36	1.27	1.33	1.39	1.52	1.45
36hr	1.81	1.75	1.73	1.60	1.55	1.51	1.43	1.44	1.39	1.44	1.51	1.66	1.57
48hr	1.92	1.88	1.87	1.72	1.68	1.62	1.54	1.53	1.49	1.54	1.61	1.80	1.68
60hr	2.10	2.02	2.02	1.84	1.82	1.73	1.66	1.63	1.60	1.65	1.73	1.97	1.81
72hr	2.25	2.17	2.18	2.01	1.97	1.83	1.77	1.72	1.72	1.77	1.88	2.16	1.95
96hr	2.62	2.59	2.55	2.44	2.36	2.15	2.00	1.93	2.07	2.08	2.24	2.60	2.30
120hr	3.22	3.06	3.05	2.97	2.78	2.54	2.28	2.23	2.50	2.46	2.74	3.15	2.75
144hr	3.73	3.62	3.53	3.45	3.30	2.92	2.60	2.53	2.94	2.89	3.34	3.76	3.22
168hr	4.36	4.09	4.04	4.01	3.81	3.27	2.95	2.89	3.27	3.31	4.07	4.45	3.71
192hr	5.05	4.57	4.59	4.52	4.26	3.70	3.28	3.24	3.63	3.78	4.64	4.93	4.18
216hr	5.61	5.16	5.07	4.90	4.70	3.99	3.56	3.57	3.92	4.06	5.05	5.47	4.59
240hr	6.07	5.68	5.64	5.24	5.00	4.24	3.79	3.82	4.17	4.28	5.37	5.98	4.94
264hr	6.34	6.26	6.06	5.53	5.14	4.49	3.98	3.95	4.44	4.42	5.79	6.21	5.22
288hr	6.69	6.75	6.40	5.78	5.33	4.62	4.07	4.06	4.54	4.67	6.19	6.29	5.45

표 D.2.2 KIM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.19	-1.49	-2.13	-1.36	-1.51	-1.69	-2.09	-1.76	-1.72	-0.91	-0.84	-1.19	-1.49
24hr	-0.94	-0.72	-1.31	-0.34	-0.52	-1.58	-2.20	-2.08	-2.15	-0.94	-0.81	-1.03	-1.22
36hr	-1.88	-1.84	-2.07	-0.53	0.10	-0.73	-1.49	-1.75	-2.08	-0.97	-1.22	-2.33	-1.40
48hr	-2.88	-3.27	-3.66	-1.72	-0.51	-0.70	-1.48	-1.64	-2.36	-1.53	-2.39	-3.19	-2.11
60hr	-1.94	-2.69	-3.20	-1.53	0.32	-0.14	-1.20	-2.02	-2.43	-1.97	-2.04	-3.45	-1.86
72hr	-2.30	-2.95	-3.55	-2.19	0.70	0.47	-0.16	-0.97	-1.16	-1.34	-2.22	-3.95	-1.64
96hr	-2.85	-3.38	-3.12	-2.67	1.05	-0.58	-0.12	-2.25	-1.50	-2.30	-3.23	-5.29	-2.19
120hr	-4.89	-5.86	-5.48	-3.38	0.68	-1.94	-1.00	-4.14	-2.85	-3.58	-5.70	-7.21	-3.78
144hr	-5.45	-7.61	-6.66	-4.41	0.75	-1.62	-0.80	-4.74	-2.99	-3.47	-7.03	-7.17	-4.27
168hr	-4.39	-10.24	-5.41	-5.60	1.68	-0.44	-0.04	-4.79	-3.18	-3.70	-7.04	-4.10	-3.94
192hr	-5.18	-13.16	-4.67	-6.65	1.83	0.95	-0.75	-5.29	-4.24	-4.43	-6.60	-3.99	-4.35
216hr	-3.58	-17.53	-7.21	-7.78	3.30	1.27	-2.26	-4.86	-6.20	-4.77	-8.70	-4.50	-5.23
240hr	-3.31	-17.26	-9.66	-7.71	4.83	0.89	-4.81	-3.77	-7.27	-5.63	-7.22	-5.91	-5.57
264hr	-5.30	-15.05	-10.26	-7.61	6.13	0.76	-5.07	-3.39	-7.07	-5.65	-2.85	-8.06	-5.29
288hr	-8.62	-14.75	-7.72	-7.68	6.38	0.87	-6.17	-4.26	-7.54	-3.05	-2.76	-6.80	-5.18
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.64	11.28	11.59	11.34	11.37	11.64	11.41	11.16	10.86	11.29	11.43	11.27	11.36
24hr	13.31	12.62	13.13	12.67	12.45	12.62	12.28	12.17	11.99	12.39	12.65	12.79	12.59
36hr	15.78	14.74	15.41	14.65	14.12	14.07	13.21	13.32	13.36	13.92	14.20	14.92	14.31
48hr	18.97	17.74	18.33	17.14	16.56	15.90	14.64	14.45	15.02	16.27	16.78	18.04	16.65
60hr	22.85	21.29	21.84	20.32	19.42	18.24	16.70	16.48	17.46	18.99	19.98	21.84	19.62
72hr	26.44	25.70	25.77	23.51	23.13	21.33	19.11	18.76	20.24	22.62	24.09	26.50	23.10
96hr	35.95	35.55	36.47	33.62	31.54	28.58	24.91	24.28	28.04	31.96	33.66	37.09	31.80
120hr	50.31	46.84	48.45	46.60	42.51	37.20	32.82	31.75	39.22	43.43	46.45	50.11	42.97
144hr	63.50	59.26	59.66	59.82	54.80	45.81	41.11	39.82	49.42	55.88	59.98	65.17	54.52
168hr	77.88	71.64	72.16	72.53	65.44	55.59	49.34	47.90	59.21	67.40	75.57	77.27	66.00
192hr	94.64	85.62	82.86	83.05	75.19	64.50	56.27	56.51	65.78	77.03	88.44	88.41	76.53
216hr	107.63	102.25	96.50	89.63	82.76	71.97	63.30	65.46	72.91	85.47	98.59	100.52	86.42
240hr	117.74	113.96	107.50	97.05	90.79	78.57	68.07	69.11	80.84	93.43	106.38	110.54	94.50
264hr	126.76	124.02	117.61	104.02	95.77	81.75	71.40	71.67	83.64	96.99	113.91	119.68	100.60
288hr	136.14	134.40	122.25	109.92	100.44	84.09	74.26	75.43	86.62	102.08	123.36	128.25	106.44

표 D.2.3 KIM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.53	-0.56	-0.58	-0.49	-0.50	-0.36	-0.27	-0.37	-0.33	-0.36	-0.33	-0.39	-0.42
24hr	-0.60	-0.63	-0.61	-0.55	-0.56	-0.38	-0.28	-0.37	-0.33	-0.42	-0.40	-0.42	-0.46
36hr	-0.67	-0.65	-0.57	-0.50	-0.53	-0.36	-0.34	-0.40	-0.36	-0.42	-0.36	-0.32	-0.46
48hr	-0.75	-0.64	-0.59	-0.52	-0.49	-0.37	-0.44	-0.38	-0.33	-0.42	-0.39	-0.38	-0.48
60hr	-0.82	-0.64	-0.53	-0.47	-0.57	-0.47	-0.46	-0.41	-0.40	-0.38	-0.40	-0.36	-0.49
72hr	-0.88	-0.63	-0.59	-0.60	-0.57	-0.45	-0.48	-0.47	-0.47	-0.35	-0.39	-0.43	-0.53
96hr	-0.95	-0.59	-0.56	-0.63	-0.53	-0.48	-0.55	-0.43	-0.59	-0.21	-0.16	-0.24	-0.49
120hr	-0.97	-0.65	-0.45	-0.75	-0.64	-0.31	-0.54	-0.53	-0.54	-0.18	-0.27	-0.40	-0.52
144hr	-0.96	-0.78	-0.42	-0.96	-0.91	-0.37	-0.64	-0.64	-0.63	-0.23	-0.29	-0.56	-0.61
168hr	-1.16	-0.71	-0.50	-1.16	-1.08	-0.49	-0.38	-0.68	-0.47	0.01	-0.26	-0.51	-0.62
192hr	-1.47	-0.73	-0.35	-1.15	-1.10	-0.40	-0.44	-0.77	-0.36	0.18	0.00	-0.83	-0.62
216hr	-1.31	-0.64	-0.20	-1.35	-1.53	-0.36	-0.39	-1.00	-0.34	0.18	-0.15	-0.79	-0.66
240hr	-1.24	-0.80	-0.11	-1.56	-1.86	-0.38	-0.16	-0.93	-0.40	0.07	0.09	-0.95	-0.69
264hr	-1.06	-0.49	-0.21	-1.59	-2.12	-0.30	-0.26	-0.95	-0.25	0.01	0.35	-0.79	-0.64
288hr	-1.29	-0.53	-0.14	-1.76	-2.21	-0.29	-0.28	-0.93	-0.40	0.00	0.23	-1.03	-0.72
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.42	4.26	4.58	4.59	4.79	4.85	4.75	4.59	4.45	4.10	4.04	4.32	4.48
24hr	4.97	4.94	5.26	5.34	5.63	5.72	5.56	5.46	5.27	4.77	4.57	4.91	5.20
36hr	5.68	5.66	6.00	6.01	6.38	6.46	6.38	6.32	6.17	5.51	5.24	5.58	5.95
48hr	6.53	6.49	6.76	6.68	7.22	7.40	7.17	7.09	7.04	6.32	5.98	6.39	6.76
60hr	7.35	7.30	7.55	7.47	8.10	8.41	8.17	7.97	7.96	7.24	6.99	7.37	7.66
72hr	8.41	8.26	8.60	8.32	9.24	9.31	9.21	8.86	8.91	8.43	8.07	8.30	8.66
96hr	10.84	10.12	10.82	10.43	11.46	11.37	11.30	10.73	11.25	10.71	10.39	10.47	10.82
120hr	12.89	12.36	13.04	12.98	14.18	13.64	13.30	12.63	13.98	13.12	12.55	12.76	13.12
144hr	15.47	14.73	15.13	15.35	16.41	15.58	15.14	14.62	16.32	15.72	15.11	15.58	15.43
168hr	17.95	16.59	17.51	17.46	18.45	17.51	16.71	16.13	18.06	18.19	17.77	17.75	17.51
192hr	20.09	18.53	19.81	19.74	19.95	19.31	17.89	17.69	19.49	20.47	19.84	19.44	19.35
216hr	22.57	20.57	21.91	21.46	21.48	20.61	19.23	19.31	20.71	22.01	21.50	21.59	21.08
240hr	24.43	21.88	23.68	22.87	22.74	21.60	19.62	20.11	22.41	23.31	23.08	23.74	22.46
264hr	25.85	23.54	25.16	23.95	23.39	22.34	20.42	20.88	23.11	23.95	24.65	25.01	23.52
288hr	27.45	24.77	26.38	24.86	24.42	22.37	21.24	21.32	23.46	24.56	25.65	25.07	24.30

D.2.2 UM-Global

표 D.2.4 UM-Global 북반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.10	-0.13	-0.20	-0.23	-0.17	-0.05	0.04	0.00	-0.11	-0.09	-0.09	-0.01	-0.10
24hr	-0.04	-0.06	-0.21	-0.27	-0.15	0.00	0.13	0.04	-0.10	-0.08	-0.05	0.05	-0.06
36hr	-0.08	-0.09	-0.26	-0.28	-0.16	0.01	0.14	0.04	-0.16	-0.13	-0.09	0.04	-0.08
48hr	-0.01	-0.03	-0.26	-0.30	-0.16	0.05	0.18	0.07	-0.16	-0.11	-0.05	0.10	-0.06
60hr	-0.01	-0.08	-0.29	-0.29	-0.12	0.06	0.20	0.07	-0.18	-0.13	-0.05	0.11	-0.06
72hr	0.03	-0.02	-0.29	-0.29	-0.14	0.09	0.24	0.11	-0.18	-0.12	-0.02	0.17	-0.04
96hr	0.01	-0.05	-0.27	-0.25	-0.10	0.12	0.29	0.15	-0.17	-0.08	-0.05	0.16	-0.02
120hr	-0.01	-0.05	-0.27	-0.24	-0.05	0.20	0.38	0.20	-0.11	-0.02	-0.07	0.21	0.01
144hr	-0.07	-0.02	-0.27	-0.27	0.02	0.30	0.44	0.25	-0.09	0.09	-0.08	0.15	0.04
168hr	-0.14	-0.12	-0.33	-0.28	0.06	0.39	0.52	0.34	-0.10	0.15	-0.09	0.15	0.04
192hr	-0.14	-0.14	-0.46	-0.27	0.12	0.46	0.52	0.33	-0.09	0.22	-0.07	0.20	0.06
216hr	-0.04	-0.12	-0.47	-0.33	0.17	0.46	0.51	0.34	-0.12	0.32	0.01	0.30	0.09
240hr	0.08	-0.12	-0.52	-0.40	0.33	0.47	0.54	0.41	-0.16	0.29	0.08	0.38	0.11
264hr	0.02	0.00	-0.54	-0.40	0.44	0.50	0.57	0.46	-0.18	0.29	-0.12	0.38	0.12
288hr	0.05	0.05	-0.55	-0.38	0.45	0.46	0.61	0.46	-0.26	0.31	0.07	0.32	0.13
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.32	1.32	1.28	1.24	1.20	1.18	1.14	1.13	1.11	1.16	1.24	1.33	1.22
24hr	1.41	1.42	1.40	1.35	1.31	1.28	1.23	1.22	1.17	1.24	1.33	1.43	1.32
36hr	1.53	1.55	1.53	1.51	1.47	1.43	1.37	1.33	1.29	1.35	1.45	1.60	1.45
48hr	1.66	1.68	1.68	1.64	1.60	1.53	1.48	1.41	1.40	1.43	1.55	1.70	1.56
60hr	1.82	1.86	1.84	1.82	1.76	1.68	1.63	1.55	1.55	1.54	1.68	1.87	1.72
72hr	2.02	2.04	1.99	1.98	1.93	1.79	1.74	1.64	1.69	1.67	1.84	2.07	1.87
96hr	2.44	2.48	2.36	2.39	2.30	2.18	2.05	1.94	2.04	1.97	2.20	2.49	2.24
120hr	2.94	3.05	2.82	2.98	2.80	2.52	2.39	2.21	2.51	2.41	2.65	3.11	2.70
144hr	3.62	3.68	3.33	3.65	3.24	2.93	2.83	2.61	3.07	2.88	3.26	3.78	3.24
168hr	4.25	4.26	3.82	4.37	3.73	3.38	3.21	3.03	3.56	3.27	3.97	4.38	3.77
192hr	4.91	4.87	4.33	4.85	4.22	3.84	3.58	3.33	3.93	3.64	4.49	5.21	4.27
216hr	5.46	5.42	4.89	5.24	4.62	4.19	3.89	3.57	4.28	4.05	4.86	5.66	4.68
240hr	5.75	5.82	5.52	5.58	4.96	4.50	4.18	3.89	4.45	4.35	5.20	5.88	5.01
264hr	6.24	6.15	6.03	5.98	5.25	4.71	4.32	4.14	4.51	4.62	5.63	6.10	5.31
288hr	6.60	6.63	6.43	6.24	5.43	4.90	4.44	4.27	4.59	4.88	5.80	6.42	5.55

표 D.2.5 UM-Global 북반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.11	-1.34	-1.55	-1.94	-1.53	-1.03	-0.13	-0.50	-1.78	-1.67	-1.35	-0.60	-1.21
24hr	-0.65	-0.59	-1.16	-1.42	-0.52	-0.21	0.02	-0.30	-1.51	-1.38	-1.23	-0.17	-0.76
36hr	-0.84	-1.03	-1.19	-0.84	-0.01	0.03	-0.12	-0.55	-1.83	-1.34	-1.21	-0.30	-0.77
48hr	-0.39	-0.80	-1.58	-0.92	0.12	0.43	-0.38	-0.15	-1.38	-1.14	-1.19	-0.38	-0.65
60hr	-0.20	-0.92	-1.50	-0.09	1.41	1.05	-0.25	-0.06	-1.14	-1.22	-0.91	-0.67	-0.37
72hr	0.56	-0.62	-1.74	-0.11	1.16	1.36	-0.14	0.64	-1.02	-1.39	-1.00	-0.66	-0.24
96hr	1.15	-0.86	-1.01	0.58	2.71	1.36	0.40	0.07	-1.37	-1.79	-1.60	-1.74	-0.18
120hr	0.48	-0.35	-1.19	0.13	4.14	0.87	0.09	-1.11	-2.76	-2.03	-2.59	-1.65	-0.50
144hr	-0.03	0.02	-1.49	-0.58	5.42	2.39	-0.04	-1.70	-3.26	-1.20	-2.02	-1.12	-0.30
168hr	0.91	-1.07	-0.92	-2.51	7.52	4.48	0.21	-1.14	-2.53	0.86	-0.66	0.52	0.47
192hr	3.84	-1.99	-2.01	-2.94	8.47	6.82	1.03	-0.81	-0.96	2.92	-0.50	0.15	1.17
216hr	6.66	-2.45	-3.08	-2.62	9.38	7.29	0.60	-0.42	-2.77	3.40	-2.22	2.07	1.32
240hr	5.61	-2.05	-4.05	-2.10	12.64	8.08	-0.77	0.90	-4.02	1.84	0.25	3.55	1.66
264hr	5.27	-3.03	-4.17	-1.74	14.41	8.32	-1.46	1.36	-6.40	1.58	-0.19	5.33	1.61
288hr	4.31	-2.84	-5.58	-2.02	14.40	7.01	-0.05	1.59	-7.41	0.32	1.43	5.37	1.38
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.00	10.51	10.38	10.55	10.71	11.37	10.94	10.76	10.57	11.05	11.06	11.02	10.83
24hr	12.46	11.70	11.85	11.69	11.62	12.27	11.91	11.64	11.29	11.79	12.25	12.51	11.92
36hr	14.63	13.69	13.50	13.63	13.34	13.81	13.26	12.74	12.86	13.41	13.83	14.32	13.59
48hr	17.45	16.24	16.26	15.96	15.62	15.72	15.11	14.13	14.46	15.42	16.15	16.81	15.78
60hr	20.77	20.24	19.10	19.11	18.37	18.36	17.54	16.09	16.90	18.18	19.23	20.34	18.69
72hr	25.20	24.09	22.61	22.55	21.85	21.06	20.27	18.77	20.02	21.29	23.27	24.40	22.11
96hr	35.77	35.61	31.57	31.90	31.05	27.82	26.61	24.42	28.94	30.21	32.05	34.66	30.88
120hr	49.32	49.38	43.64	45.26	41.31	35.91	34.64	31.91	40.58	41.57	44.15	49.31	42.25
144hr	65.32	63.90	54.71	61.22	51.58	44.70	43.18	40.90	52.41	54.84	58.70	64.63	54.67
168hr	78.35	76.24	65.98	75.30	63.99	53.94	51.34	49.45	64.50	64.69	73.55	79.70	66.42
192hr	94.41	87.43	77.17	86.00	75.21	64.16	58.63	56.37	73.86	76.47	86.53	97.18	77.78
216hr	107.67	97.81	91.87	96.44	83.33	71.87	65.18	63.23	80.88	86.39	97.16	107.22	87.42
240hr	119.38	109.08	103.84	103.60	90.45	78.26	70.62	69.51	85.74	95.13	106.14	114.87	95.55
264hr	129.39	117.83	114.84	107.99	96.83	82.93	73.43	74.77	90.05	99.88	114.18	121.72	101.99
288hr	131.95	127.46	123.60	114.11	100.31	88.11	76.56	78.72	91.31	106.13	118.41	132.98	107.47

표 D.2.6 UM-Global 북반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.48	-0.52	-0.51	-0.54	-0.51	-0.44	-0.37	-0.38	-0.32	-0.38	-0.38	-0.47	-0.44
24hr	-0.56	-0.66	-0.57	-0.53	-0.43	-0.45	-0.47	-0.46	-0.33	-0.46	-0.46	-0.60	-0.50
36hr	-0.60	-0.69	-0.62	-0.53	-0.52	-0.55	-0.43	-0.43	-0.36	-0.50	-0.46	-0.61	-0.52
48hr	-0.70	-0.79	-0.67	-0.54	-0.47	-0.52	-0.50	-0.43	-0.39	-0.49	-0.48	-0.64	-0.55
60hr	-0.76	-0.87	-0.70	-0.59	-0.55	-0.63	-0.43	-0.43	-0.42	-0.50	-0.51	-0.61	-0.58
72hr	-0.83	-0.93	-0.67	-0.61	-0.57	-0.59	-0.52	-0.46	-0.46	-0.51	-0.57	-0.57	-0.61
96hr	-0.86	-1.02	-0.74	-0.73	-0.81	-0.54	-0.58	-0.59	-0.46	-0.45	-0.48	-0.78	-0.67
120hr	-0.87	-1.02	-0.83	-0.73	-0.99	-0.50	-0.65	-0.70	-0.46	-0.36	-0.53	-1.03	-0.72
144hr	-0.97	-1.03	-0.90	-0.88	-0.85	-0.65	-0.43	-0.69	-0.59	-0.28	-0.60	-1.20	-0.76
168hr	-0.91	-1.12	-1.07	-1.00	-1.18	-0.55	-0.42	-0.80	-0.53	-0.32	-0.63	-1.10	-0.80
192hr	-0.91	-1.29	-0.85	-1.13	-1.29	-0.60	-0.28	-0.67	-0.32	-0.39	-0.64	-1.43	-0.82
216hr	-1.07	-1.48	-0.69	-1.32	-1.41	-0.66	-0.47	-0.72	-0.24	-0.54	-0.88	-1.57	-0.92
240hr	-1.42	-1.53	-0.49	-1.26	-1.74	-0.75	-0.43	-0.86	-0.15	-0.53	-0.81	-1.69	-0.97
264hr	-1.37	-1.34	-0.57	-1.33	-1.87	-0.76	-0.37	-0.93	-0.30	-0.39	-0.69	-1.68	-0.97
288hr	-1.44	-1.04	-0.76	-1.43	-2.01	-0.72	-0.50	-0.96	-0.30	-0.58	-0.79	-1.73	-1.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.37	4.20	4.52	4.57	4.62	4.68	4.59	4.40	4.29	3.99	4.06	4.37	4.39
24hr	4.90	4.83	5.13	5.37	5.58	5.56	5.46	5.19	5.14	4.69	4.63	4.92	5.12
36hr	5.62	5.57	5.87	6.08	6.55	6.29	6.39	6.07	5.98	5.39	5.33	5.62	5.90
48hr	6.45	6.33	6.66	6.81	7.50	7.25	7.24	6.93	6.95	6.20	6.10	6.29	6.73
60hr	7.40	7.17	7.47	7.61	8.39	8.11	8.47	7.86	7.93	7.13	7.10	7.23	7.66
72hr	8.45	8.10	8.35	8.42	9.35	9.28	9.38	8.84	9.10	8.10	8.16	8.17	8.64
96hr	10.85	10.44	10.26	10.60	11.70	11.45	11.71	10.64	11.52	10.33	10.14	10.52	10.85
120hr	13.45	12.97	12.54	12.77	14.12	13.53	13.75	12.60	14.28	12.86	12.63	13.24	13.23
144hr	16.24	15.36	14.59	15.79	16.16	15.31	15.42	14.44	16.76	15.60	15.33	15.88	15.57
168hr	18.60	17.62	16.63	18.35	18.66	17.18	16.98	16.45	19.44	17.78	17.98	18.53	17.85
192hr	20.49	19.49	18.82	20.39	20.48	18.95	18.37	18.02	20.96	19.88	20.24	21.11	19.77
216hr	22.16	21.12	20.97	22.53	21.93	20.35	19.17	19.16	21.99	21.46	21.16	23.17	21.26
240hr	24.28	22.70	23.20	23.90	23.20	21.41	19.96	20.02	22.65	23.22	22.89	24.53	22.66
264hr	25.92	24.35	25.14	24.75	24.23	22.43	20.75	21.03	23.64	24.01	24.49	25.48	23.85
288hr	26.74	25.61	26.20	25.83	25.09	22.74	21.27	21.23	24.26	24.92	25.07	26.39	24.61

D.3 남반구 분석검증

D.3.1 KIM-Global

표 D.3.1 KIM-Global 남반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.05	0.08	0.08	0.06	0.07	-0.01	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.02	0.02	0.01
24hr	0.00	0.02	0.03	0.05	0.10	0.08	0.08	0.08	0.05	0.01	-0.05	-0.04	0.03
36hr	-0.01	-0.01	-0.02	0.02	0.07	0.04	0.04	0.07	0.04	-0.05	-0.07	-0.03	0.01
48hr	0.04	0.08	0.11	0.15	0.18	0.08	0.07	0.07	0.03	-0.02	-0.03	-0.01	0.06
60hr	-0.05	-0.07	-0.04	0.05	0.14	0.07	0.09	0.14	0.07	-0.05	-0.08	-0.08	0.02
72hr	-0.01	-0.02	0.04	0.14	0.20	0.06	0.07	0.08	0.03	-0.04	-0.08	-0.06	0.03
96hr	-0.03	-0.11	-0.01	0.11	0.24	0.09	0.12	0.16	0.10	0.02	-0.05	-0.09	0.05
120hr	0.04	-0.06	0.04	0.18	0.29	0.15	0.17	0.25	0.18	0.13	0.04	-0.05	0.11
144hr	0.10	-0.04	0.06	0.19	0.31	0.16	0.14	0.25	0.18	0.17	0.11	0.01	0.14
168hr	0.09	-0.04	-0.02	0.14	0.34	0.10	0.08	0.21	0.14	0.24	0.13	0.04	0.12
192hr	0.10	0.02	-0.05	0.13	0.29	0.08	0.04	0.20	0.16	0.24	0.23	0.09	0.13
216hr	0.17	0.16	0.01	0.16	0.21	0.07	0.05	0.24	0.21	0.28	0.38	0.18	0.18
240hr	0.24	0.19	0.00	0.16	0.13	-0.07	0.02	0.23	0.26	0.36	0.36	0.20	0.17
264hr	0.28	0.13	-0.08	0.13	-0.03	-0.33	-0.02	0.24	0.29	0.41	0.28	0.20	0.12
288hr	0.38	0.15	-0.16	0.03	-0.20	-0.52	-0.07	0.22	0.34	0.50	0.33	0.14	0.10
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.42	0.43	0.42	0.45	0.47	0.49	0.51	0.51	0.50	0.47	0.46	0.43	0.46
24hr	0.67	0.70	0.74	0.83	0.86	0.92	0.96	0.96	0.91	0.81	0.76	0.71	0.82
36hr	0.96	1.02	1.06	1.18	1.26	1.35	1.44	1.43	1.31	1.19	1.14	1.03	1.20
48hr	1.25	1.32	1.42	1.64	1.72	1.85	1.89	1.96	1.74	1.57	1.47	1.36	1.60
60hr	1.61	1.74	1.77	2.09	2.24	2.38	2.42	2.50	2.27	2.04	1.90	1.73	2.06
72hr	1.99	2.11	2.21	2.66	2.73	2.92	2.99	3.06	2.77	2.45	2.33	2.15	2.53
96hr	2.87	3.03	3.24	3.79	3.97	4.08	4.29	4.34	4.12	3.62	3.31	3.07	3.64
120hr	3.83	4.06	4.39	5.08	5.50	5.52	5.66	5.67	5.50	5.05	4.57	4.00	4.90
144hr	4.87	5.16	5.69	6.41	7.02	6.94	7.13	7.05	7.02	6.38	5.76	5.07	6.21
168hr	5.63	6.44	6.71	7.42	8.19	8.22	8.36	8.40	8.51	7.60	6.66	6.14	7.36
192hr	6.37	7.38	7.81	8.52	9.22	9.61	9.55	9.55	9.55	8.64	7.61	6.99	8.40
216hr	7.20	8.17	8.63	9.32	10.20	11.01	10.34	10.50	10.44	9.58	8.31	7.87	9.30
240hr	7.86	8.95	9.12	9.55	10.80	11.72	10.96	11.55	11.19	10.36	8.92	8.83	9.98
264hr	8.38	9.55	9.54	10.04	11.31	12.30	11.72	12.30	11.73	10.93	9.40	9.52	10.56
288hr	8.77	10.09	9.87	10.54	11.86	12.92	12.37	12.83	12.16	11.14	10.04	9.49	11.01

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
72hr	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
96hr	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92
120hr	0.86	0.86	0.87	0.86	0.84	0.85	0.85	0.86	0.84	0.84	0.85	0.86	0.85
144hr	0.77	0.78	0.78	0.77	0.74	0.76	0.77	0.77	0.74	0.75	0.76	0.78	0.76
168hr	0.70	0.66	0.69	0.70	0.64	0.67	0.68	0.68	0.62	0.65	0.67	0.68	0.67
192hr	0.62	0.55	0.57	0.61	0.54	0.56	0.59	0.58	0.53	0.54	0.56	0.59	0.57
216hr	0.51	0.45	0.47	0.53	0.45	0.45	0.51	0.50	0.44	0.43	0.48	0.48	0.47
240hr	0.42	0.34	0.42	0.52	0.38	0.38	0.45	0.40	0.37	0.33	0.40	0.35	0.40
264hr	0.35	0.27	0.36	0.47	0.34	0.32	0.39	0.33	0.31	0.25	0.33	0.24	0.33
288hr	0.30	0.19	0.31	0.42	0.28	0.26	0.32	0.28	0.27	0.21	0.24	0.23	0.28
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.61	8.40	8.09	7.97	8.08	8.45	8.71	8.26	8.31	8.26	8.67	9.02	8.40
24hr	13.56	13.28	13.45	13.60	13.63	14.12	14.60	13.94	13.80	13.49	13.83	14.31	13.80
36hr	18.10	18.06	17.88	18.06	18.39	19.22	20.09	19.18	18.71	18.27	18.91	19.06	18.66
48hr	22.03	21.83	22.22	23.01	23.15	23.90	24.81	23.94	23.05	22.40	22.85	23.23	23.04
60hr	26.30	26.34	26.08	27.21	28.00	28.63	29.73	28.73	27.79	26.86	27.38	27.62	27.55
72hr	30.22	30.16	30.33	32.42	32.05	33.17	34.38	33.16	32.12	30.71	31.17	31.75	31.80
96hr	38.63	38.26	38.94	41.29	41.16	41.89	43.36	41.76	41.67	39.59	39.27	40.32	40.51
120hr	46.75	45.97	46.89	49.79	50.60	50.53	51.19	49.42	50.52	48.60	47.85	48.19	48.86
144hr	54.40	53.62	55.38	57.69	58.73	58.31	59.08	56.03	58.09	56.11	55.57	55.41	56.54
168hr	59.77	61.36	61.28	62.95	64.58	64.24	65.49	61.93	65.03	61.90	61.54	62.31	62.70
192hr	64.17	66.50	67.18	67.65	69.55	69.42	70.75	66.84	69.58	66.87	66.24	67.10	67.65
216hr	68.39	71.00	71.19	71.21	73.25	74.37	74.04	70.56	73.03	70.12	69.83	71.19	71.52
240hr	71.18	74.72	73.67	72.50	75.77	77.51	76.13	74.36	75.65	73.54	72.53	75.11	74.39
264hr	73.23	76.49	75.85	74.29	77.06	79.26	77.97	77.18	77.65	75.90	74.44	77.99	76.44
288hr	75.34	78.53	76.94	76.23	78.53	81.06	79.95	78.57	78.68	76.89	76.34	78.45	77.96

표 D.3.2 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.03	0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	0.01	0.04	0.05	0.04	0.01
24hr	0.03	0.01	-0.03	-0.06	-0.08	-0.10	-0.08	-0.08	-0.01	0.04	0.05	0.04	-0.02
36hr	0.03	0.00	-0.05	-0.09	-0.11	-0.14	-0.13	-0.13	-0.05	0.05	0.07	0.06	-0.04
48hr	0.02	-0.01	-0.07	-0.12	-0.17	-0.18	-0.17	-0.18	-0.08	0.04	0.07	0.07	-0.06
60hr	0.01	-0.03	-0.09	-0.15	-0.19	-0.19	-0.19	-0.22	-0.11	0.04	0.07	0.08	-0.08
72hr	0.01	-0.03	-0.11	-0.18	-0.23	-0.22	-0.23	-0.25	-0.14	0.02	0.06	0.08	-0.10
96hr	-0.01	-0.05	-0.13	-0.22	-0.27	-0.22	-0.29	-0.32	-0.20	-0.02	0.05	0.06	-0.13
120hr	-0.03	-0.08	-0.16	-0.24	-0.31	-0.23	-0.34	-0.41	-0.27	-0.07	0.03	0.06	-0.17
144hr	-0.06	-0.10	-0.18	-0.27	-0.35	-0.25	-0.35	-0.48	-0.35	-0.12	0.00	0.05	-0.20
168hr	-0.09	-0.11	-0.19	-0.28	-0.35	-0.31	-0.32	-0.52	-0.40	-0.18	-0.04	0.01	-0.23
192hr	-0.12	-0.13	-0.18	-0.29	-0.38	-0.35	-0.27	-0.51	-0.45	-0.24	-0.08	-0.03	-0.25
216hr	-0.12	-0.18	-0.19	-0.25	-0.39	-0.33	-0.24	-0.53	-0.49	-0.27	-0.14	-0.06	-0.26
240hr	-0.15	-0.22	-0.18	-0.26	-0.40	-0.26	-0.19	-0.55	-0.58	-0.33	-0.18	-0.07	-0.28
264hr	-0.22	-0.25	-0.20	-0.26	-0.40	-0.19	-0.17	-0.55	-0.63	-0.43	-0.19	-0.07	-0.30
288hr	-0.27	-0.28	-0.20	-0.23	-0.38	-0.16	-0.11	-0.55	-0.65	-0.50	-0.22	-0.08	-0.30
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.36	0.37	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.45	0.43	0.42	0.40	0.38	0.41
24hr	0.58	0.60	0.64	0.69	0.72	0.73	0.76	0.75	0.71	0.67	0.63	0.61	0.67
36hr	0.75	0.79	0.84	0.92	0.95	0.97	1.03	1.02	0.94	0.89	0.84	0.80	0.89
48hr	0.90	0.96	1.04	1.16	1.18	1.21	1.26	1.27	1.16	1.08	1.01	0.96	1.10
60hr	1.06	1.14	1.21	1.36	1.40	1.44	1.51	1.53	1.42	1.27	1.19	1.13	1.31
72hr	1.19	1.30	1.40	1.61	1.61	1.67	1.78	1.77	1.66	1.48	1.35	1.30	1.51
96hr	1.54	1.66	1.82	2.09	2.13	2.14	2.33	2.32	2.21	1.95	1.76	1.66	1.97
120hr	1.91	2.06	2.28	2.56	2.64	2.61	2.84	2.91	2.76	2.46	2.23	2.07	2.44
144hr	2.29	2.49	2.78	3.07	3.19	3.15	3.36	3.41	3.28	2.94	2.66	2.49	2.93
168hr	2.64	2.99	3.23	3.52	3.70	3.66	3.83	3.85	3.82	3.40	3.02	2.91	3.38
192hr	2.91	3.37	3.64	3.90	4.08	4.14	4.20	4.28	4.18	3.79	3.33	3.27	3.76
216hr	3.16	3.66	3.96	4.23	4.40	4.54	4.51	4.52	4.62	4.15	3.67	3.63	4.09
240hr	3.44	3.98	4.20	4.43	4.66	4.76	4.68	4.82	4.89	4.43	3.96	3.93	4.35
264hr	3.67	4.11	4.34	4.50	4.74	4.93	4.83	5.09	5.14	4.67	4.11	4.18	4.53
288hr	3.83	4.23	4.49	4.59	4.79	5.06	5.04	5.34	5.32	4.83	4.32	4.32	4.68
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99
36hr	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
48hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
60hr	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94
72hr	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
96hr	0.88	0.89	0.89	0.86	0.87	0.87	0.86	0.86	0.87	0.88	0.88	0.88	0.87
120hr	0.82	0.83	0.82	0.79	0.80	0.81	0.80	0.77	0.80	0.81	0.80	0.81	0.80
144hr	0.74	0.76	0.73	0.70	0.70	0.72	0.72	0.69	0.71	0.73	0.72	0.72	0.72
168hr	0.66	0.65	0.64	0.60	0.60	0.63	0.63	0.61	0.61	0.63	0.64	0.63	0.63
192hr	0.59	0.55	0.54	0.51	0.51	0.53	0.56	0.52	0.53	0.54	0.56	0.53	0.54
216hr	0.51	0.47	0.45	0.43	0.43	0.44	0.49	0.46	0.43	0.45	0.47	0.43	0.45
240hr	0.43	0.37	0.38	0.39	0.37	0.38	0.45	0.40	0.37	0.36	0.39	0.33	0.38
264hr	0.36	0.32	0.33	0.38	0.35	0.34	0.41	0.34	0.31	0.29	0.34	0.25	0.33
288hr	0.29	0.28	0.29	0.34	0.33	0.31	0.36	0.29	0.27	0.24	0.27	0.19	0.29

표 D.3.3 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.18	1.19	0.85	0.11	0.37	-0.42	-0.81	-0.95	-0.68	-0.16	0.37	0.79	0.15
24hr	0.93	0.77	0.35	-0.64	-0.42	-0.69	-0.72	-0.75	-0.43	0.26	0.29	0.56	-0.04
36hr	1.20	0.71	-0.06	-1.34	-0.90	-1.29	-1.52	-1.27	-0.71	-0.03	0.52	1.15	-0.30
48hr	1.49	1.36	0.67	-1.05	-1.00	-1.74	-2.00	-2.04	-1.41	-0.03	0.78	1.43	-0.30
60hr	0.79	-0.02	-0.59	-2.14	-1.46	-2.04	-2.15	-1.82	-1.35	-0.22	0.46	1.08	-0.79
72hr	0.90	0.14	-0.33	-2.22	-1.90	-2.76	-3.06	-3.00	-2.24	-0.55	0.33	1.21	-1.12
96hr	0.50	-1.09	-1.14	-3.21	-2.54	-3.12	-3.59	-3.43	-2.71	-0.46	0.23	1.01	-1.63
120hr	0.64	-1.18	-1.01	-3.62	-2.80	-3.08	-3.73	-3.92	-3.21	-0.34	0.69	1.18	-1.70
144hr	0.45	-1.50	-1.22	-4.07	-3.20	-3.56	-4.14	-5.38	-4.44	-0.66	0.62	1.41	-2.14
168hr	-0.23	-2.12	-2.12	-5.02	-3.68	-4.54	-4.34	-6.89	-5.46	-0.90	-0.09	0.97	-2.87
192hr	-0.68	-2.28	-2.55	-5.61	-4.45	-4.66	-4.41	-7.28	-5.91	-1.76	-0.38	0.95	-3.25
216hr	-0.57	-2.13	-2.50	-5.57	-5.32	-4.00	-4.07	-7.53	-6.66	-2.31	-0.38	1.52	-3.29
240hr	-0.70	-2.97	-2.89	-6.04	-6.23	-3.87	-3.73	-7.87	-7.57	-3.01	-1.31	1.60	-3.72
264hr	-1.25	-4.19	-3.81	-6.40	-7.26	-5.44	-3.59	-7.81	-8.34	-4.17	-2.67	1.55	-4.45
288hr	-1.21	-4.79	-4.47	-6.83	-8.03	-6.47	-3.17	-7.87	-8.67	-4.98	-2.65	0.84	-4.86
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.87	4.05	4.05	4.12	4.04	4.28	4.53	4.46	4.26	4.01	3.88	3.88	4.12
24hr	6.14	6.43	6.92	7.84	7.61	8.11	8.37	8.31	7.95	7.04	6.75	6.46	7.33
36hr	9.06	9.71	10.16	11.37	11.40	12.24	12.81	12.73	11.85	10.76	10.32	9.80	11.02
48hr	11.98	12.59	14.01	16.13	15.65	16.98	17.17	17.70	16.33	14.43	13.85	13.19	15.00
60hr	15.85	17.01	17.88	20.76	20.81	22.37	22.49	22.97	21.54	19.19	18.44	17.11	19.70
72hr	19.74	20.72	22.73	26.67	25.86	27.82	28.21	28.92	26.99	23.73	22.75	21.42	24.63
96hr	29.25	30.32	33.60	39.07	38.48	40.58	41.91	41.85	40.82	36.52	34.35	31.40	36.51
120hr	39.76	41.95	46.13	53.21	54.26	56.19	57.02	56.43	55.76	51.45	48.34	42.23	50.23
144hr	51.41	54.79	61.18	68.49	72.15	71.93	72.71	72.52	71.83	65.66	62.41	53.55	64.89
168hr	60.78	69.43	74.05	81.20	87.62	87.08	87.15	88.44	89.87	79.48	73.49	66.22	78.73
192hr	69.32	80.56	86.64	93.86	100.10	102.35	100.06	102.58	103.51	92.39	83.20	77.41	91.00
216hr	79.54	90.11	96.87	104.23	110.79	118.31	110.78	113.23	115.83	103.35	92.33	89.00	102.03
240hr	88.42	99.80	104.64	108.23	118.05	127.18	118.97	124.70	124.36	112.44	99.45	100.88	110.59
264hr	95.66	107.32	110.09	114.12	124.25	133.73	127.55	134.90	130.73	120.65	104.29	109.86	117.76
288hr	99.18	113.34	114.57	119.70	130.87	139.59	135.65	143.43	135.78	125.02	110.90	112.92	123.41
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
96hr	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
120hr	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88	0.87	0.88	0.88	0.89	0.88
144hr	0.82	0.82	0.78	0.78	0.77	0.79	0.79	0.79	0.79	0.81	0.80	0.82	0.80
168hr	0.75	0.71	0.67	0.69	0.66	0.70	0.69	0.70	0.67	0.72	0.72	0.74	0.70
192hr	0.68	0.60	0.54	0.59	0.55	0.58	0.60	0.60	0.56	0.62	0.63	0.65	0.60
216hr	0.58	0.50	0.42	0.50	0.45	0.46	0.50	0.51	0.45	0.51	0.55	0.54	0.50
240hr	0.49	0.38	0.32	0.48	0.38	0.38	0.43	0.40	0.37	0.41	0.48	0.40	0.41
264hr	0.41	0.29	0.26	0.42	0.33	0.31	0.35	0.31	0.31	0.32	0.43	0.28	0.33
288hr	0.37	0.21	0.20	0.36	0.26	0.25	0.28	0.23	0.27	0.27	0.35	0.24	0.27

표 D.3.4 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.06	-0.03	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04	-0.03	-0.06	-0.03	-0.04
24hr	-0.03	-0.03	-0.03	-0.06	-0.05	-0.08	-0.03	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05
36hr	-0.04	-0.06	-0.04	-0.02	0.03	-0.05	-0.01	-0.04	0.01	0.00	-0.05	-0.04	-0.03
48hr	-0.04	-0.09	-0.05	-0.06	0.00	0.01	0.06	0.02	0.04	0.02	-0.08	-0.05	-0.02
60hr	-0.07	-0.14	-0.09	-0.08	0.00	0.02	0.08	0.03	0.07	0.00	-0.07	-0.07	-0.03
72hr	-0.08	-0.17	-0.06	-0.07	-0.03	0.02	0.06	0.01	0.05	0.02	-0.09	-0.10	-0.04
96hr	-0.14	-0.21	-0.14	-0.12	-0.01	0.04	0.05	-0.02	0.01	-0.01	-0.15	-0.19	-0.07
120hr	-0.18	-0.24	-0.28	-0.11	-0.01	-0.01	0.03	-0.06	-0.02	0.03	-0.25	-0.22	-0.11
144hr	-0.19	-0.25	-0.31	-0.11	-0.04	-0.02	0.03	0.00	0.01	0.10	-0.40	-0.22	-0.12
168hr	-0.17	-0.37	-0.39	-0.16	-0.13	0.25	0.09	0.13	0.03	0.06	-0.50	-0.24	-0.12
192hr	-0.15	-0.48	-0.45	-0.25	-0.05	0.35	0.22	0.17	0.07	0.13	-0.59	-0.27	-0.11
216hr	-0.16	-0.51	-0.45	-0.28	0.05	0.24	0.27	0.18	0.01	0.02	-0.52	-0.21	-0.11
240hr	-0.14	-0.55	-0.46	-0.16	0.03	0.14	0.25	0.22	0.02	-0.13	-0.38	-0.12	-0.11
264hr	-0.07	-0.67	-0.39	-0.11	0.01	0.31	0.42	0.24	0.05	-0.07	-0.34	-0.21	-0.07
288hr	-0.04	-0.66	-0.25	-0.17	0.14	0.33	0.41	0.30	0.16	-0.13	-0.31	-0.20	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.84	1.87	1.89	1.91	1.88	1.91	1.85	1.85	1.78	1.78	1.88	1.87	1.86
24hr	3.12	3.13	3.27	3.38	3.25	3.30	3.12	3.23	3.03	3.07	3.24	3.17	3.19
36hr	4.19	4.23	4.42	4.53	4.45	4.49	4.28	4.47	4.19	4.12	4.32	4.27	4.33
48hr	5.19	5.16	5.63	5.87	5.62	5.68	5.35	5.68	5.30	5.19	5.32	5.31	5.44
60hr	6.30	6.39	6.72	7.03	6.85	6.96	6.62	6.90	6.55	6.30	6.50	6.44	6.63
72hr	7.41	7.37	8.03	8.45	8.06	8.20	7.84	8.20	7.77	7.46	7.62	7.49	7.83
96hr	9.78	9.81	10.83	11.32	10.81	10.90	10.60	10.84	10.74	10.24	10.43	10.00	10.53
120hr	12.23	12.32	13.62	14.31	14.01	13.84	13.36	13.60	13.64	13.22	13.50	12.60	13.35
144hr	14.49	15.00	16.60	17.06	17.25	16.89	16.23	16.25	16.54	15.99	16.34	15.14	16.15
168hr	16.48	17.78	19.22	19.48	20.23	19.62	18.95	18.98	19.46	18.55	18.48	17.63	18.74
192hr	18.10	19.70	21.51	21.67	22.65	22.21	21.67	21.55	21.90	20.97	20.10	19.75	20.98
216hr	19.82	21.32	23.28	23.33	24.93	24.77	23.80	23.63	24.22	22.71	22.05	21.72	22.97
240hr	20.97	23.03	24.75	24.40	26.37	26.74	25.20	25.48	25.89	24.30	23.66	23.64	24.53
264hr	22.12	24.27	25.68	25.70	27.56	28.07	26.41	27.37	27.26	25.79	24.37	24.97	25.80
288hr	22.79	25.02	26.09	26.67	28.40	28.90	27.71	28.63	27.94	26.59	25.34	25.65	26.64

D.3.2 UM-Global

표 D.3.5 UM-Global 남반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.03	0.03	0.04	0.04	0.09	0.09	0.09	0.10	0.08	0.09	0.06	0.04	0.06
24hr	-0.02	0.01	0.01	0.04	0.07	0.09	0.13	0.14	0.14	0.11	0.07	0.00	0.07
36hr	-0.02	-0.04	-0.03	0.03	0.12	0.12	0.15	0.17	0.17	0.13	0.06	0.02	0.07
48hr	-0.04	-0.02	-0.01	0.06	0.13	0.16	0.19	0.20	0.23	0.15	0.11	0.02	0.10
60hr	-0.05	-0.08	-0.08	0.02	0.10	0.13	0.17	0.17	0.19	0.13	0.13	0.03	0.07
72hr	-0.05	-0.06	-0.06	0.04	0.11	0.17	0.17	0.14	0.22	0.13	0.15	0.04	0.08
96hr	-0.02	-0.08	-0.09	0.01	0.08	0.17	0.16	0.12	0.21	0.14	0.23	0.07	0.08
120hr	0.01	-0.08	-0.09	0.00	0.11	0.21	0.20	0.20	0.21	0.15	0.34	0.08	0.11
144hr	0.06	-0.07	-0.13	0.01	0.10	0.26	0.25	0.20	0.22	0.09	0.42	0.09	0.12
168hr	0.14	-0.04	-0.18	0.04	0.08	0.22	0.27	0.15	0.25	0.02	0.46	0.14	0.13
192hr	0.15	0.00	-0.25	-0.01	0.02	0.23	0.27	0.14	0.27	0.08	0.58	0.29	0.15
216hr	0.22	0.05	-0.32	-0.06	-0.01	0.25	0.29	0.20	0.31	0.19	0.68	0.38	0.18
240hr	0.32	0.19	-0.42	-0.14	-0.03	0.21	0.26	0.23	0.34	0.26	0.65	0.42	0.19
264hr	0.40	0.28	-0.42	-0.25	-0.17	0.09	0.16	0.20	0.33	0.34	0.61	0.44	0.17
288hr	0.53	0.34	-0.42	-0.39	-0.28	-0.01	0.07	0.22	0.33	0.46	0.60	0.44	0.16
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.50	0.49	0.51	0.59	0.62	0.65	0.70	0.68	0.69	0.66	0.59	0.54	0.60
24hr	0.78	0.77	0.80	0.90	0.96	1.03	1.14	1.08	1.15	1.02	0.89	0.85	0.95
36hr	1.08	1.06	1.10	1.25	1.36	1.47	1.63	1.55	1.57	1.40	1.27	1.18	1.33
48hr	1.37	1.36	1.40	1.60	1.81	1.86	2.16	1.99	2.09	1.82	1.62	1.51	1.72
60hr	1.70	1.74	1.76	1.99	2.30	2.42	2.77	2.55	2.57	2.25	2.07	1.86	2.17
72hr	2.04	2.10	2.15	2.52	2.90	2.97	3.47	3.12	3.20	2.83	2.45	2.32	2.67
96hr	2.91	2.96	3.23	3.67	4.14	4.16	4.86	4.53	4.58	4.07	3.51	3.32	3.83
120hr	3.88	4.04	4.50	5.06	5.56	5.51	6.30	6.09	6.02	5.55	4.72	4.38	5.13
144hr	4.93	5.25	5.94	6.44	7.08	6.96	7.85	7.35	7.54	6.85	5.98	5.40	6.46
168hr	5.93	6.57	7.04	7.76	8.43	8.51	9.23	8.70	8.82	7.90	7.09	6.49	7.71
192hr	6.73	7.61	7.98	8.99	9.77	9.82	10.41	9.88	9.77	8.83	8.13	7.41	8.78
216hr	7.46	8.46	9.00	9.69	10.77	10.94	11.22	11.11	10.76	9.63	9.11	8.20	9.70
240hr	8.22	9.36	9.62	10.38	11.35	11.92	11.80	12.16	11.59	10.51	9.66	8.79	10.45
264hr	8.76	10.06	10.04	11.03	11.83	12.63	12.41	12.97	12.00	10.99	10.15	9.10	11.00
288hr	9.06	10.43	10.31	11.33	12.53	13.04	12.79	13.25	12.24	11.44	10.61	9.41	11.37

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
60hr	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
72hr	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.94	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96
96hr	0.92	0.93	0.93	0.93	0.91	0.92	0.89	0.91	0.89	0.90	0.91	0.91	0.91
120hr	0.87	0.87	0.86	0.86	0.84	0.86	0.82	0.84	0.82	0.82	0.84	0.84	0.84
144hr	0.78	0.79	0.77	0.78	0.74	0.77	0.72	0.76	0.71	0.72	0.75	0.76	0.75
168hr	0.69	0.67	0.68	0.69	0.63	0.67	0.62	0.67	0.60	0.62	0.64	0.66	0.65
192hr	0.61	0.56	0.59	0.59	0.50	0.55	0.53	0.58	0.52	0.52	0.52	0.55	0.55
216hr	0.52	0.46	0.47	0.53	0.41	0.45	0.45	0.47	0.41	0.43	0.39	0.44	0.45
240hr	0.42	0.34	0.40	0.46	0.34	0.36	0.40	0.37	0.33	0.31	0.31	0.35	0.37
264hr	0.36	0.25	0.34	0.40	0.28	0.29	0.33	0.28	0.30	0.25	0.24	0.31	0.30
288hr	0.32	0.19	0.30	0.36	0.21	0.24	0.30	0.24	0.27	0.20	0.19	0.26	0.26
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.40	9.64	9.68	10.04	10.20	10.45	10.79	10.32	10.62	10.81	10.51	11.02	10.37
24hr	15.33	14.42	14.63	14.95	15.43	15.88	16.71	15.73	16.41	16.20	15.67	16.48	15.65
36hr	19.76	18.57	18.81	19.30	20.26	20.66	22.05	20.73	21.20	20.76	20.51	21.09	20.31
48hr	23.56	22.31	22.70	23.22	24.77	24.74	27.06	25.04	26.24	25.15	24.41	25.34	24.54
60hr	27.38	26.39	26.56	27.17	29.17	29.42	32.09	29.49	30.59	29.28	28.86	29.34	28.81
72hr	31.06	30.14	30.42	31.53	33.71	33.98	37.13	33.65	35.10	33.90	32.54	33.98	33.09
96hr	39.04	37.81	38.85	40.29	42.38	42.55	46.31	42.38	44.03	42.78	40.81	42.76	41.67
120hr	46.91	45.46	47.82	48.78	50.73	50.73	55.11	50.44	53.07	51.26	48.64	51.07	50.00
144hr	54.49	52.91	56.22	56.53	58.71	57.78	62.89	57.32	60.88	58.39	56.28	57.69	57.51
168hr	60.78	61.02	62.41	63.34	64.84	64.17	68.70	63.38	66.16	63.98	62.90	63.59	63.77
192hr	64.61	66.73	67.15	69.04	70.03	69.28	73.33	67.96	70.05	68.08	67.62	67.90	68.48
216hr	68.60	71.38	71.51	72.18	73.99	73.01	75.97	72.06	73.83	71.06	72.19	71.60	72.28
240hr	72.77	75.36	73.96	74.72	75.94	76.07	78.06	75.37	76.16	74.01	74.33	74.67	75.12
264hr	75.04	78.10	75.99	76.57	77.71	79.55	79.95	77.65	78.18	75.39	75.69	76.51	77.19
288hr	76.89	79.02	76.76	77.82	80.23	81.52	80.98	79.03	78.72	77.18	77.07	77.78	78.58

표 D.3.6 UM-Global 남반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.00	-0.02	-0.03	-0.07	-0.17	-0.25	-0.24	-0.21	-0.16	-0.10	-0.04	0.00	-0.11
24hr	-0.05	-0.07	-0.08	-0.15	-0.29	-0.39	-0.38	-0.33	-0.25	-0.17	-0.11	-0.06	-0.19
36hr	-0.05	-0.07	-0.08	-0.17	-0.35	-0.49	-0.47	-0.43	-0.35	-0.24	-0.14	-0.07	-0.24
48hr	-0.09	-0.09	-0.11	-0.22	-0.42	-0.56	-0.54	-0.49	-0.40	-0.28	-0.18	-0.11	-0.29
60hr	-0.10	-0.09	-0.10	-0.21	-0.45	-0.58	-0.57	-0.52	-0.46	-0.32	-0.20	-0.13	-0.31
72hr	-0.12	-0.12	-0.12	-0.25	-0.48	-0.61	-0.62	-0.55	-0.49	-0.35	-0.24	-0.17	-0.34
96hr	-0.13	-0.13	-0.11	-0.26	-0.49	-0.61	-0.64	-0.58	-0.54	-0.38	-0.26	-0.21	-0.36
120hr	-0.14	-0.13	-0.12	-0.26	-0.50	-0.59	-0.67	-0.58	-0.56	-0.43	-0.27	-0.25	-0.38
144hr	-0.16	-0.15	-0.12	-0.23	-0.47	-0.60	-0.67	-0.59	-0.57	-0.47	-0.29	-0.28	-0.38
168hr	-0.19	-0.17	-0.11	-0.19	-0.44	-0.56	-0.63	-0.60	-0.58	-0.49	-0.32	-0.32	-0.38
192hr	-0.20	-0.17	-0.08	-0.14	-0.40	-0.54	-0.56	-0.64	-0.62	-0.50	-0.32	-0.34	-0.38
216hr	-0.20	-0.15	-0.05	-0.11	-0.36	-0.51	-0.50	-0.67	-0.68	-0.53	-0.33	-0.37	-0.37
240hr	-0.22	-0.18	-0.02	-0.07	-0.34	-0.45	-0.47	-0.66	-0.77	-0.57	-0.37	-0.38	-0.38
264hr	-0.22	-0.21	-0.02	-0.01	-0.28	-0.39	-0.42	-0.62	-0.79	-0.61	-0.39	-0.39	-0.36
288hr	-0.21	-0.21	0.02	0.05	-0.23	-0.37	-0.37	-0.61	-0.77	-0.66	-0.38	-0.40	-0.35
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.49	0.47	0.50	0.54	0.60	0.64	0.64	0.64	0.64	0.59	0.54	0.50	0.57
24hr	0.71	0.71	0.77	0.84	0.91	1.00	1.02	1.01	1.01	0.90	0.80	0.75	0.87
36hr	0.93	0.94	0.99	1.08	1.19	1.28	1.34	1.32	1.30	1.15	1.04	0.98	1.13
48hr	1.09	1.11	1.18	1.28	1.41	1.51	1.60	1.55	1.56	1.39	1.25	1.17	1.34
60hr	1.27	1.30	1.38	1.49	1.63	1.72	1.87	1.80	1.80	1.59	1.46	1.35	1.55
72hr	1.43	1.46	1.56	1.72	1.85	1.94	2.15	2.04	2.05	1.82	1.64	1.55	1.77
96hr	1.78	1.84	2.00	2.21	2.36	2.39	2.71	2.54	2.57	2.30	2.06	1.97	2.23
120hr	2.16	2.24	2.49	2.72	2.86	2.84	3.21	3.05	3.10	2.84	2.48	2.43	2.70
144hr	2.57	2.71	2.99	3.22	3.34	3.33	3.75	3.54	3.65	3.32	2.93	2.86	3.19
168hr	2.94	3.13	3.49	3.74	3.83	3.84	4.20	4.02	4.11	3.74	3.33	3.29	3.64
192hr	3.26	3.54	3.90	4.23	4.21	4.30	4.56	4.38	4.47	4.07	3.70	3.60	4.02
216hr	3.51	3.91	4.22	4.53	4.55	4.61	4.87	4.76	4.80	4.36	4.07	3.85	4.34
240hr	3.82	4.23	4.44	4.73	4.79	4.78	5.09	5.09	5.07	4.74	4.37	4.13	4.61
264hr	4.12	4.49	4.60	4.95	4.91	4.96	5.25	5.26	5.36	5.01	4.56	4.38	4.82
288hr	4.32	4.66	4.82	5.10	5.08	5.16	5.33	5.42	5.56	5.27	4.60	4.53	4.99
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
36hr	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
48hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95
60hr	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.90	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93
72hr	0.91	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.87	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.90
96hr	0.87	0.88	0.86	0.84	0.84	0.84	0.79	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85	0.84
120hr	0.80	0.82	0.78	0.76	0.76	0.77	0.70	0.76	0.75	0.78	0.79	0.77	0.77
144hr	0.72	0.74	0.69	0.66	0.67	0.68	0.59	0.67	0.65	0.69	0.70	0.69	0.68
168hr	0.64	0.65	0.58	0.55	0.56	0.57	0.49	0.57	0.55	0.61	0.62	0.58	0.58
192hr	0.57	0.55	0.48	0.43	0.46	0.45	0.40	0.49	0.47	0.52	0.53	0.50	0.49
216hr	0.51	0.45	0.39	0.35	0.37	0.38	0.31	0.40	0.39	0.45	0.43	0.42	0.40
240hr	0.43	0.36	0.32	0.30	0.31	0.33	0.25	0.31	0.32	0.34	0.34	0.34	0.33
264hr	0.34	0.28	0.26	0.24	0.27	0.27	0.21	0.26	0.24	0.26	0.28	0.26	0.27
288hr	0.27	0.24	0.19	0.20	0.23	0.20	0.20	0.22	0.18	0.18	0.26	0.21	0.21

표 D.3.7 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	0.00	-0.11	-0.02	0.07	-0.47	-0.79	-0.53	-0.60	-0.26	-0.03	0.09	-0.22
24hr	-0.77	-0.80	-1.10	-1.07	-1.25	-1.62	-1.51	-1.21	-1.03	-0.88	-0.70	-0.81	-1.06
36hr	-0.86	-1.17	-1.39	-1.17	-1.03	-1.80	-1.91	-1.49	-1.47	-1.15	-0.88	-0.73	-1.25
48hr	-1.08	-1.30	-1.66	-1.56	-1.56	-2.15	-2.07	-1.68	-1.40	-1.31	-0.89	-1.13	-1.48
60hr	-1.24	-1.68	-1.98	-1.71	-1.73	-2.27	-2.34	-2.05	-2.11	-1.55	-0.77	-1.15	-1.71
72hr	-1.20	-1.72	-2.15	-1.96	-2.11	-2.35	-2.64	-2.48	-2.09	-1.67	-0.77	-1.35	-1.87
96hr	-1.07	-1.78	-2.35	-2.18	-2.34	-2.54	-2.92	-2.70	-2.57	-1.61	-0.05	-1.43	-1.96
120hr	-0.84	-1.66	-2.26	-2.22	-1.84	-2.25	-2.42	-2.04	-2.69	-1.72	0.62	-1.49	-1.73
144hr	-0.53	-1.61	-2.33	-1.85	-1.33	-1.88	-1.63	-2.00	-2.72	-2.24	0.87	-1.60	-1.57
168hr	0.12	-1.39	-2.19	-1.19	-0.87	-1.41	-0.65	-2.66	-3.14	-2.98	0.75	-1.33	-1.41
192hr	0.56	-1.00	-1.93	-0.81	-0.84	-0.39	-0.09	-2.91	-3.64	-2.85	1.49	-0.16	-1.05
216hr	1.12	-0.51	-2.11	-0.25	-0.42	0.59	0.86	-2.63	-3.93	-2.62	1.86	0.55	-0.62
240hr	1.73	0.05	-2.21	-0.01	0.01	1.63	1.23	-2.14	-4.06	-3.03	0.99	0.88	-0.41
264hr	2.34	0.44	-1.82	0.10	0.10	1.61	1.48	-2.34	-4.67	-3.44	0.29	0.69	-0.43
288hr	3.42	0.88	-1.71	0.12	0.55	0.98	1.90	-2.60	-4.83	-3.42	0.43	0.08	-0.35
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.33	4.24	4.28	4.80	5.00	5.32	5.76	5.64	5.82	5.25	4.92	4.63	5.00
24hr	7.10	7.13	7.23	7.87	8.54	9.20	9.95	9.68	10.17	9.00	8.18	7.83	8.49
36hr	10.29	10.13	10.44	11.80	12.53	13.57	14.47	14.37	14.77	12.99	12.14	11.36	12.41
48hr	13.23	13.12	13.86	15.60	16.86	17.86	19.70	18.94	19.94	17.34	15.89	14.91	16.44
60hr	17.13	17.20	17.87	20.10	21.76	23.43	25.56	24.38	25.03	21.85	20.75	18.78	21.15
72hr	20.76	20.67	22.55	25.57	27.81	29.10	32.69	30.31	31.51	27.65	25.00	23.67	26.44
96hr	30.05	30.24	34.42	38.13	41.44	41.97	47.55	44.05	45.96	41.41	36.90	34.22	38.86
120hr	41.03	41.76	48.50	52.47	56.19	55.60	62.33	61.48	61.41	57.52	50.04	45.97	52.86
144hr	52.99	54.77	63.50	67.50	72.98	70.64	79.07	76.86	79.21	71.48	64.31	57.87	67.60
168hr	64.79	68.47	77.35	83.05	89.05	88.03	94.63	91.41	93.76	83.47	77.16	70.85	81.83
192hr	73.99	80.63	89.37	97.96	103.72	104.84	110.41	104.14	105.68	94.55	90.00	81.96	94.77
216hr	83.24	91.55	101.24	108.67	115.64	118.19	121.83	119.33	116.74	104.55	100.72	91.44	106.09
240hr	92.98	104.27	108.94	116.85	124.07	128.50	129.14	131.38	126.47	114.89	108.33	101.10	115.58
264hr	101.28	114.05	114.38	125.88	130.53	136.36	136.72	141.12	132.37	122.66	114.52	106.78	123.05
288hr	106.48	119.68	119.70	130.14	138.19	142.86	141.48	144.70	137.14	128.88	118.79	111.99	128.34
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
96hr	0.94	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93
120hr	0.89	0.90	0.87	0.88	0.86	0.87	0.84	0.86	0.85	0.85	0.87	0.88	0.87
144hr	0.82	0.83	0.77	0.79	0.77	0.80	0.75	0.78	0.75	0.78	0.79	0.80	0.79
168hr	0.74	0.73	0.67	0.69	0.66	0.70	0.65	0.69	0.65	0.69	0.70	0.71	0.69
192hr	0.66	0.63	0.56	0.59	0.55	0.58	0.53	0.60	0.55	0.60	0.59	0.61	0.59
216hr	0.58	0.52	0.43	0.50	0.44	0.47	0.43	0.48	0.44	0.51	0.48	0.51	0.48
240hr	0.49	0.39	0.34	0.43	0.36	0.38	0.37	0.38	0.34	0.38	0.40	0.40	0.39
264hr	0.40	0.27	0.27	0.35	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.33	0.33	0.31
288hr	0.35	0.20	0.21	0.30	0.22	0.23	0.26	0.24	0.25	0.22	0.28	0.26	0.25

표 D.3.8 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.02	-0.04	0.02	0.01	0.01	-0.01	0.00	0.02	0.02	-0.02	-0.02	0.00
24hr	-0.10	-0.07	-0.11	-0.07	-0.04	-0.05	-0.02	-0.02	0.01	0.00	-0.07	-0.08	-0.05
36hr	-0.11	-0.07	-0.12	-0.07	-0.04	-0.08	-0.05	-0.07	0.00	-0.01	-0.08	-0.08	-0.06
48hr	-0.13	-0.10	-0.13	-0.09	-0.03	-0.08	-0.01	-0.06	0.03	0.06	-0.09	-0.09	-0.06
60hr	-0.12	-0.11	-0.15	-0.08	-0.04	-0.08	0.01	-0.05	0.07	0.10	-0.10	-0.08	-0.05
72hr	-0.13	-0.10	-0.14	-0.06	-0.02	-0.11	0.01	-0.06	0.15	0.12	-0.11	-0.11	-0.05
96hr	-0.13	-0.11	-0.14	-0.09	-0.01	-0.15	-0.06	-0.14	0.16	0.14	-0.19	-0.08	-0.07
120hr	-0.18	-0.12	-0.11	-0.05	-0.02	-0.16	-0.14	-0.27	0.11	0.20	-0.28	-0.07	-0.09
144hr	-0.15	-0.16	-0.10	-0.11	-0.08	-0.18	-0.15	-0.24	0.02	0.33	-0.29	-0.06	-0.10
168hr	-0.06	-0.09	-0.02	-0.13	-0.14	-0.19	-0.17	-0.12	0.03	0.36	-0.33	-0.11	-0.08
192hr	-0.05	-0.11	0.04	-0.06	-0.26	-0.18	-0.14	-0.09	0.13	0.19	-0.40	-0.17	-0.09
216hr	-0.08	-0.21	-0.02	0.07	-0.22	-0.21	-0.21	-0.15	0.24	0.08	-0.47	-0.19	-0.12
240hr	-0.14	-0.25	-0.04	0.06	-0.18	-0.33	-0.08	-0.21	0.25	0.07	-0.36	-0.12	-0.11
264hr	-0.12	-0.31	-0.14	0.10	-0.15	-0.43	-0.05	-0.23	0.11	-0.07	-0.24	-0.15	-0.14
288hr	-0.09	-0.42	-0.23	0.07	-0.24	-0.52	-0.10	-0.23	0.04	-0.17	-0.36	-0.13	-0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.11	2.02	2.07	2.20	2.13	2.20	2.12	2.15	2.11	2.13	2.20	2.10	2.13
24hr	3.50	3.36	3.47	3.61	3.58	3.69	3.49	3.51	3.50	3.49	3.55	3.45	3.52
36hr	4.73	4.58	4.71	4.95	4.90	5.04	4.80	4.87	4.81	4.75	4.88	4.71	4.81
48hr	5.80	5.64	5.96	6.08	6.16	6.25	6.07	6.12	6.10	5.95	5.97	5.85	6.00
60hr	6.94	6.93	7.11	7.39	7.52	7.55	7.42	7.38	7.45	7.12	7.20	6.97	7.25
72hr	7.94	7.90	8.45	8.61	8.86	8.88	8.88	8.73	8.75	8.35	8.36	8.12	8.48
96hr	10.22	10.27	11.32	11.60	11.75	11.52	11.98	11.50	11.61	11.28	11.16	10.73	11.24
120hr	12.70	12.81	14.27	14.36	14.80	14.42	15.04	14.61	14.82	14.48	13.97	13.53	14.15
144hr	14.97	15.52	17.51	17.29	17.93	17.16	18.13	17.47	18.15	17.44	16.92	16.07	17.05
168hr	17.26	18.21	20.21	20.57	20.95	20.31	20.76	20.33	20.88	20.00	19.50	18.47	19.79
192hr	18.93	20.42	22.51	23.46	23.54	23.64	23.61	22.62	23.43	21.84	21.46	20.46	22.16
216hr	20.53	22.49	24.28	25.28	25.46	25.76	25.78	24.90	25.46	23.30	23.29	22.40	24.08
240hr	22.01	24.44	25.23	26.62	27.11	27.26	27.03	26.75	26.77	25.41	25.02	23.98	25.63
264hr	23.59	25.73	26.13	27.76	28.23	28.58	28.07	28.23	27.99	26.48	26.32	25.31	26.87
288hr	24.63	26.32	27.35	28.13	29.11	29.90	29.08	28.99	28.74	27.27	26.70	26.19	27.70

D.4 남반구 관측검증

D.4.1 KIM-Global

표 D.4.1 KIM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.21	-0.38	-0.30	-0.39	-0.27	-0.20	-0.22	-0.17	-0.15	-0.01	-0.09	-0.10	-0.21
24hr	-0.26	-0.48	-0.41	-0.44	-0.38	-0.28	-0.26	-0.27	-0.18	-0.03	-0.16	-0.16	-0.27
36hr	-0.24	-0.45	-0.38	-0.49	-0.42	-0.31	-0.33	-0.32	-0.18	-0.03	-0.13	-0.16	-0.29
48hr	-0.25	-0.45	-0.46	-0.55	-0.47	-0.38	-0.34	-0.34	-0.19	-0.01	-0.14	-0.17	-0.31
60hr	-0.23	-0.40	-0.43	-0.52	-0.51	-0.42	-0.33	-0.40	-0.19	-0.05	-0.10	-0.16	-0.31
72hr	-0.26	-0.44	-0.46	-0.60	-0.51	-0.44	-0.36	-0.42	-0.18	-0.11	-0.11	-0.18	-0.34
96hr	-0.24	-0.42	-0.44	-0.65	-0.59	-0.50	-0.41	-0.55	-0.24	-0.17	-0.08	-0.19	-0.37
120hr	-0.27	-0.43	-0.40	-0.67	-0.63	-0.51	-0.44	-0.60	-0.38	-0.26	-0.17	-0.25	-0.42
144hr	-0.31	-0.37	-0.37	-0.52	-0.65	-0.62	-0.59	-0.61	-0.61	-0.30	-0.25	-0.40	-0.47
168hr	-0.42	-0.50	-0.34	-0.68	-0.71	-0.61	-0.67	-0.51	-0.50	-0.56	-0.42	-0.49	-0.53
192hr	-0.52	-0.58	-0.33	-0.63	-0.79	-0.51	-0.62	-0.46	-0.33	-0.41	-0.48	-0.62	-0.52
216hr	-0.51	-0.66	-0.39	-0.61	-0.75	-0.54	-0.50	-0.49	-0.31	-0.29	-0.52	-0.64	-0.52
240hr	-0.53	-0.65	-0.37	-0.61	-0.85	-0.30	-0.32	-0.32	-0.52	-0.38	-0.57	-0.57	-0.50
264hr	-0.54	-0.62	-0.32	-0.63	-0.78	0.07	-0.45	-0.46	-0.71	-0.27	-0.45	-0.60	-0.48
288hr	-0.75	-0.79	-0.26	-0.66	-0.82	0.04	-0.59	-0.36	-0.56	-0.31	-0.63	-0.58	-0.52
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.12	1.21	1.18	1.21	1.29	1.28	1.37	1.35	1.32	1.31	1.19	1.09	1.24
24hr	1.21	1.28	1.31	1.31	1.42	1.39	1.47	1.42	1.40	1.42	1.30	1.20	1.34
36hr	1.32	1.33	1.39	1.40	1.48	1.46	1.57	1.53	1.51	1.47	1.34	1.24	1.42
48hr	1.39	1.43	1.52	1.56	1.58	1.51	1.69	1.61	1.59	1.51	1.43	1.33	1.51
60hr	1.50	1.53	1.56	1.68	1.70	1.64	1.79	1.70	1.81	1.63	1.55	1.42	1.63
72hr	1.59	1.57	1.67	1.76	1.82	1.78	1.89	1.92	1.96	1.78	1.73	1.51	1.75
96hr	1.76	1.81	1.91	2.09	2.07	2.11	2.26	2.34	2.34	2.03	2.02	1.70	2.04
120hr	2.10	2.14	2.36	2.46	2.64	2.46	2.68	2.72	2.77	2.45	2.37	2.04	2.43
144hr	2.28	2.47	2.79	2.72	3.21	3.05	3.11	3.16	3.11	2.86	2.81	2.42	2.83
168hr	2.65	2.84	3.20	3.32	3.61	3.39	3.69	3.59	3.59	3.32	3.07	2.76	3.25
192hr	3.02	3.15	3.56	3.70	4.04	3.98	3.83	4.06	4.06	3.73	3.55	3.06	3.65
216hr	3.10	3.44	3.84	4.03	4.46	4.28	4.52	4.19	4.78	4.29	3.90	3.51	4.03
240hr	3.46	3.64	3.97	4.32	4.82	4.47	4.89	4.54	5.17	4.76	4.24	3.84	4.34
264hr	3.69	3.76	4.20	4.42	4.99	4.61	4.82	5.19	5.43	4.83	4.33	4.06	4.53
288hr	4.00	3.95	4.35	4.42	4.94	4.67	5.07	5.19	5.51	5.01	4.88	4.23	4.68

표 D.4.2 KIM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.57	-1.49	-2.15	-1.28	-0.98	-0.71	-0.94	-0.06	0.50	0.76	0.70	-1.56	-0.65
24hr	-0.11	-1.22	-2.14	-0.92	-1.14	-0.03	-0.25	0.56	1.66	1.62	0.89	-1.89	-0.25
36hr	0.64	-0.11	-1.76	-1.68	-1.50	-0.06	-1.11	0.05	2.26	1.68	1.34	-1.27	-0.13
48hr	1.68	0.68	-1.06	-1.38	-1.15	-0.40	-1.37	-0.06	2.55	1.77	1.95	-1.04	0.18
60hr	1.40	0.72	-1.64	-1.79	-1.69	-0.27	-1.87	-0.46	2.89	1.91	2.32	-0.96	0.05
72hr	1.58	0.97	0.34	-2.02	-2.32	-2.74	-2.83	-1.48	2.04	0.96	1.43	-1.15	-0.44
96hr	0.79	0.09	0.20	-3.87	-3.96	-5.32	-3.32	-3.39	0.87	0.61	0.05	-2.30	-1.63
120hr	0.22	-0.05	0.46	-3.84	-4.82	-6.26	-5.18	-4.22	-0.76	0.70	-0.32	-2.22	-2.19
144hr	0.93	-2.52	-0.21	-2.39	-8.14	-6.17	-7.47	-2.20	-1.85	-0.28	-1.13	-3.86	-2.94
168hr	1.06	-5.55	1.09	-3.92	-12.23	-5.48	-9.72	-2.96	0.93	-0.64	-1.74	-4.24	-3.61
192hr	-0.88	-5.53	1.28	-4.43	-11.61	-2.78	-8.23	-4.29	-1.57	1.27	-3.81	-4.10	-3.72
216hr	-2.97	-2.96	-0.59	-4.94	-9.11	1.65	-4.59	-6.05	-3.43	0.41	-3.03	-0.27	-2.99
240hr	-5.07	-2.28	0.10	-8.74	-9.70	2.93	-7.91	-9.56	-3.52	-4.74	-4.18	2.53	-4.18
264hr	-6.46	-3.95	1.76	-10.13	-9.26	4.85	-8.22	-10.34	-7.61	-4.89	-7.60	5.61	-4.69
288hr	-7.38	-7.29	4.05	-12.35	-13.46	4.51	-8.48	-9.56	-4.79	-7.16	-11.74	6.58	-5.59
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.64	9.52	9.34	9.07	9.30	9.11	9.15	9.83	8.84	10.05	10.16	9.04	9.42
24hr	10.02	10.20	9.85	9.74	10.34	10.49	10.41	11.09	9.93	10.48	10.48	9.63	10.22
36hr	11.55	12.05	11.27	11.32	12.39	12.91	12.88	13.14	12.31	12.44	12.30	11.67	12.19
48hr	12.81	12.95	13.77	13.91	14.64	15.13	15.52	16.16	14.92	13.94	14.12	12.84	14.23
60hr	14.76	15.78	15.65	17.36	17.55	18.98	19.27	18.15	18.45	16.23	17.99	15.06	17.10
72hr	17.58	17.57	18.02	20.09	21.08	22.48	22.03	22.64	22.27	19.99	20.84	16.94	20.13
96hr	23.79	24.58	26.41	28.37	29.32	31.14	29.60	31.86	33.07	27.85	29.43	23.40	28.23
120hr	31.49	31.96	33.27	39.30	41.78	41.83	40.94	41.91	42.53	38.37	39.90	29.41	37.72
144hr	37.59	42.77	44.92	48.85	53.67	56.00	52.77	53.58	52.89	51.04	46.54	37.57	48.18
168hr	43.58	52.58	54.72	58.67	65.68	70.74	62.84	62.48	65.03	60.39	56.03	44.07	58.07
192hr	50.28	56.78	61.67	65.68	77.73	81.25	74.12	73.67	77.04	74.67	63.92	53.65	67.54
216hr	58.97	63.95	68.85	70.60	89.79	84.98	80.02	80.77	88.72	83.07	70.61	61.11	75.12
240hr	64.84	69.74	72.24	74.97	87.74	92.25	92.60	92.26	94.10	93.23	72.72	69.54	81.35
264hr	70.04	71.54	75.69	83.03	95.37	98.12	94.43	100.63	100.94	97.26	78.92	75.14	86.76
288hr	75.62	79.33	76.70	85.72	96.40	99.51	98.59	103.43	103.11	97.67	87.72	79.86	90.31

표 D.4.3 KIM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.35	-0.28	-0.40	-0.67	-0.19	-0.26	-0.32	-0.57	-0.59	-0.41	-0.78	-0.33	-0.43
24hr	-0.65	-0.29	-0.38	-0.56	-0.28	-0.34	-0.42	-0.54	-0.55	-0.42	-0.78	-0.56	-0.48
36hr	-0.71	-0.40	-0.65	-0.47	-0.23	-0.19	-0.45	-0.55	-0.37	-0.24	-0.69	-0.30	-0.44
48hr	-0.80	-0.43	-0.60	-0.56	-0.10	-0.26	-0.24	-0.27	-0.34	-0.17	-0.76	-0.37	-0.41
60hr	-0.84	-0.43	-0.68	-0.84	-0.30	-0.52	0.05	-0.36	-0.02	-0.27	-1.10	-0.39	-0.47
72hr	-0.66	-0.77	-0.67	-0.63	-0.37	-0.70	-0.11	-0.41	0.05	-0.14	-0.93	-0.59	-0.49
96hr	-0.63	-0.58	-1.21	-0.83	-0.34	-0.61	-0.29	-0.58	0.22	-0.30	-0.76	-0.89	-0.57
120hr	-0.23	-0.65	-1.08	-0.82	-0.78	-0.38	-0.10	-0.62	0.42	-0.28	-0.81	-0.88	-0.52
144hr	-0.37	-0.47	-1.22	-1.30	-1.14	-1.06	-0.02	-0.33	0.52	0.04	-1.18	-0.93	-0.62
168hr	-0.72	-0.39	-1.39	-1.69	-0.91	-0.13	0.39	0.61	0.71	-0.44	-0.69	-1.10	-0.48
192hr	-0.42	-0.31	-1.46	-1.72	-0.18	-0.32	0.23	-0.10	1.44	-0.52	-0.99	-0.59	-0.41
216hr	-0.60	-0.24	-1.88	-1.09	-0.55	-1.09	0.54	-0.20	0.86	-0.62	-0.16	-0.65	-0.47
240hr	-0.19	-0.72	-1.97	-1.60	-0.45	-1.66	0.37	-0.21	0.43	-1.41	-0.87	-0.79	-0.76
264hr	0.14	-0.50	-1.19	-1.79	-0.48	-1.61	0.26	0.82	-0.25	-1.33	-0.67	-0.61	-0.60
288hr	-0.28	-0.81	-0.87	-1.53	-0.91	-1.03	0.49	1.04	0.15	-1.00	-0.46	-1.30	-0.54
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.66	4.68	5.38	4.73	4.71	5.12	4.86	4.98	5.09	5.08	4.88	4.49	4.89
24hr	5.30	5.25	6.08	5.40	5.28	5.65	5.39	5.73	5.54	5.57	5.26	5.01	5.45
36hr	5.81	6.07	6.48	5.85	5.94	6.37	6.17	6.47	6.12	5.90	6.09	5.56	6.07
48hr	6.14	6.20	7.52	6.96	6.95	7.13	6.91	7.41	6.77	6.50	6.90	6.26	6.80
60hr	6.82	6.94	8.01	7.73	7.46	8.02	7.74	8.32	7.52	7.12	7.63	6.77	7.51
72hr	7.81	7.46	9.31	9.29	8.40	8.61	8.68	9.56	8.25	8.04	8.24	7.71	8.45
96hr	10.02	9.01	11.23	11.67	10.61	10.66	10.24	11.31	10.16	10.12	10.99	9.69	10.47
120hr	11.53	11.01	13.16	14.09	13.73	13.42	12.49	14.06	12.50	12.03	13.28	11.24	12.71
144hr	12.79	12.88	15.56	16.05	16.32	16.53	15.16	16.78	15.26	14.52	15.76	13.07	15.06
168hr	15.10	15.07	18.36	17.99	18.66	20.89	18.54	18.84	18.31	17.38	17.48	14.63	17.60
192hr	16.42	16.97	20.37	19.00	22.28	22.24	21.95	21.44	20.51	19.55	19.38	17.07	19.77
216hr	17.70	18.40	22.13	20.47	24.37	24.93	24.85	23.57	22.80	21.87	21.39	18.56	21.75
240hr	19.25	19.93	22.90	21.67	25.40	26.39	27.53	25.93	25.75	23.76	21.57	20.38	23.37
264hr	19.92	20.77	23.90	23.21	26.34	27.74	28.19	28.31	26.37	22.57	22.44	22.00	24.31
288hr	21.51	21.95	24.48	24.78	26.54	28.67	28.90	30.31	26.89	24.14	23.37	22.59	25.34

D.4.2 UM-Global

표 D.4.4 UM-Global 남반구 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.03	-0.04	-0.04	-0.13	-0.13	-0.11	-0.16	-0.07	-0.12	-0.02	-0.01	0.09	-0.06
24hr	-0.02	-0.10	-0.13	-0.22	-0.29	-0.25	-0.32	-0.19	-0.32	-0.22	-0.18	-0.06	-0.19
36hr	-0.01	-0.08	-0.10	-0.22	-0.35	-0.32	-0.35	-0.26	-0.37	-0.31	-0.17	-0.09	-0.22
48hr	0.00	-0.09	-0.10	-0.26	-0.37	-0.33	-0.47	-0.34	-0.44	-0.41	-0.27	-0.19	-0.27
60hr	0.02	-0.09	-0.08	-0.23	-0.41	-0.36	-0.47	-0.37	-0.46	-0.41	-0.28	-0.18	-0.28
72hr	0.00	-0.12	-0.08	-0.30	-0.36	-0.38	-0.48	-0.41	-0.51	-0.40	-0.29	-0.19	-0.29
96hr	0.00	-0.11	-0.06	-0.40	-0.35	-0.37	-0.48	-0.51	-0.58	-0.43	-0.27	-0.20	-0.31
120hr	0.01	-0.11	-0.07	-0.33	-0.39	-0.37	-0.41	-0.52	-0.66	-0.43	-0.38	-0.40	-0.34
144hr	-0.19	-0.05	0.13	-0.16	-0.31	-0.45	-0.57	-0.51	-0.68	-0.43	-0.57	-0.53	-0.36
168hr	-0.15	-0.07	0.19	-0.29	-0.23	-0.30	-0.70	-0.32	-0.56	-0.39	-0.74	-0.70	-0.35
192hr	-0.04	-0.10	0.11	-0.46	-0.16	-0.03	-0.66	-0.27	-0.57	-0.44	-0.86	-0.97	-0.37
216hr	-0.08	-0.09	0.11	-0.37	-0.28	0.01	-0.32	-0.58	-0.53	-0.52	-0.90	-0.91	-0.37
240hr	-0.23	-0.01	0.09	-0.32	-0.30	0.06	-0.31	-0.42	-0.51	-0.43	-0.96	-0.77	-0.34
264hr	-0.28	-0.11	0.07	-0.22	0.16	0.20	-0.15	-0.51	-0.46	-0.47	-0.89	-0.59	-0.27
288hr	-0.18	-0.04	0.34	-0.07	0.02	0.07	-0.33	-0.58	-0.36	-0.42	-0.95	-0.57	-0.26
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.16	1.21	1.11	1.15	1.33	1.34	1.30	1.36	1.40	1.39	1.34	1.20	1.27
24hr	1.30	1.29	1.23	1.25	1.40	1.37	1.39	1.43	1.55	1.59	1.49	1.30	1.38
36hr	1.38	1.31	1.35	1.38	1.50	1.47	1.52	1.59	1.66	1.71	1.58	1.44	1.49
48hr	1.48	1.40	1.53	1.50	1.63	1.61	1.58	1.72	1.81	1.86	1.69	1.49	1.61
60hr	1.57	1.50	1.58	1.59	1.68	1.76	1.79	1.92	1.98	1.98	1.74	1.59	1.72
72hr	1.65	1.58	1.68	1.75	1.82	1.86	1.95	2.12	2.17	2.11	1.88	1.69	1.85
96hr	1.87	1.91	1.95	2.09	2.22	2.27	2.40	2.52	2.49	2.39	2.21	1.94	2.19
120hr	2.26	2.10	2.35	2.48	2.66	2.74	3.04	2.87	2.99	2.84	2.61	2.37	2.61
144hr	2.51	2.54	2.79	2.95	3.07	3.03	3.47	3.29	3.58	3.30	3.13	2.75	3.03
168hr	2.90	3.04	3.13	3.39	3.44	3.66	3.99	3.89	4.04	3.69	3.66	3.14	3.50
192hr	3.25	3.32	3.48	3.78	3.83	4.06	4.41	4.40	4.42	4.16	4.03	3.40	3.88
216hr	3.30	3.60	3.89	4.26	4.57	4.52	4.59	4.63	5.09	4.18	4.49	3.80	4.24
240hr	3.67	3.77	4.19	4.31	4.73	4.74	5.10	4.97	5.29	4.53	4.63	4.00	4.49
264hr	4.18	3.99	4.20	4.61	4.67	4.93	5.30	5.23	5.49	5.21	4.73	4.12	4.72
288hr	4.30	4.25	4.30	4.69	5.00	4.90	5.28	5.47	5.66	5.45	4.85	4.30	4.87

표 D.4.5 UM-Global 남반구 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.96	-1.24	-1.50	-1.73	-2.54	-2.51	-3.33	-2.50	-2.41	-1.89	-2.09	-1.50	-2.10
24hr	-1.80	-0.75	-1.55	-1.56	-3.67	-3.43	-4.02	-2.65	-2.42	-1.88	-2.51	-2.66	-2.41
36hr	-2.03	-1.38	-1.95	-1.49	-3.84	-3.74	-4.54	-2.77	-3.01	-2.54	-3.45	-3.64	-2.87
48hr	-1.52	-1.77	-2.76	-2.09	-3.88	-3.75	-4.67	-2.78	-3.04	-2.30	-3.68	-4.69	-3.08
60hr	-2.18	-1.85	-3.25	-2.75	-4.56	-5.04	-5.50	-3.33	-4.25	-2.57	-4.19	-4.83	-3.69
72hr	-2.19	-2.38	-2.86	-3.82	-4.57	-5.25	-5.52	-3.74	-3.37	-2.71	-3.94	-4.42	-3.73
96hr	-2.87	-4.38	-2.85	-6.10	-6.14	-8.24	-6.16	-6.33	-3.37	-1.82	-3.97	-5.71	-4.83
120hr	-3.87	-5.64	-1.82	-7.02	-6.58	-7.08	-7.79	-6.35	-2.99	-1.62	-6.98	-4.85	-5.22
144hr	-4.92	-7.15	-1.20	-7.01	-7.73	-3.44	-10.31	-6.69	-1.44	-0.75	-7.98	-7.22	-5.49
168hr	-2.26	-6.67	-1.25	-7.58	-5.94	-2.13	-13.52	-5.07	-0.74	0.97	-9.18	-9.12	-5.21
192hr	-1.24	-6.61	-1.23	-10.31	-8.31	-4.85	-16.15	-7.38	-3.41	-1.39	-9.06	-9.09	-6.59
216hr	-4.25	-4.59	-3.78	-6.54	-9.94	-4.62	-11.08	-13.10	-5.37	-3.63	-6.06	-4.32	-6.44
240hr	-7.30	-3.34	-2.47	-5.36	-5.60	2.04	-15.67	-11.36	-2.65	-2.77	-9.78	-1.68	-5.49
264hr	-7.59	-4.25	-0.04	-5.77	-5.50	6.19	-12.92	-17.99	-5.18	-3.57	-10.30	-0.60	-5.63
288hr	-7.21	-5.26	4.01	-7.15	-10.00	3.63	-15.78	-25.11	-5.60	-6.14	-12.31	5.09	-6.82
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	8.99	8.10	8.35	8.08	8.50	9.37	9.64	9.96	10.18	9.59	9.51	8.73	9.08
24hr	9.97	8.98	9.31	9.73	10.20	10.58	11.26	12.08	11.87	11.15	11.24	10.54	10.58
36hr	11.81	11.20	10.84	12.08	12.20	12.51	13.92	14.66	13.89	13.17	14.05	12.62	12.75
48hr	13.60	12.83	13.13	14.20	14.62	14.77	16.59	17.20	17.38	16.07	16.13	14.00	15.04
60hr	15.47	15.50	15.71	16.53	17.60	19.05	20.82	20.40	20.74	18.67	19.25	16.12	17.99
72hr	18.06	17.94	17.91	19.62	21.23	22.22	25.02	24.15	25.27	22.62	22.24	18.04	21.19
96hr	24.14	24.58	26.87	27.90	31.68	33.69	34.96	32.77	35.81	30.43	28.17	24.42	29.62
120hr	31.83	32.19	35.63	38.85	40.10	43.42	47.84	46.22	46.42	44.91	41.42	31.07	39.99
144hr	40.83	41.40	44.35	49.86	53.07	56.37	57.58	58.83	59.90	55.54	51.17	38.64	50.63
168hr	48.52	49.89	56.02	57.19	66.11	67.95	70.46	68.06	69.27	66.93	60.93	45.23	60.55
192hr	54.78	59.33	61.94	69.18	74.06	81.13	78.11	77.28	79.26	73.91	66.71	52.06	68.98
216hr	61.32	65.55	69.05	75.81	88.72	93.20	82.27	89.80	92.91	80.98	74.02	60.81	77.87
240hr	68.06	73.26	75.91	79.70	93.11	96.22	93.18	96.82	93.00	89.99	79.67	64.80	83.64
264hr	74.44	75.47	78.20	88.39	96.16	99.14	96.55	101.32	97.93	96.06	86.97	70.85	88.46
288hr	80.57	83.75	78.25	88.06	102.59	101.27	99.69	102.38	104.75	98.03	94.41	78.29	92.67

표 D.4.6 UM-Global 남반구 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.12	0.08	-0.18	-0.72	-0.21	-0.21	-0.10	-0.58	-0.25	-0.06	-0.65	-0.34	-0.28
24hr	-0.29	0.06	-0.07	-0.75	-0.36	-0.31	-0.17	-0.68	-0.49	-0.09	-0.87	-0.59	-0.38
36hr	-0.63	0.15	-0.33	-0.86	-0.35	-0.69	-0.05	-1.10	-0.50	-0.32	-0.93	-0.63	-0.52
48hr	-0.79	0.11	-0.38	-0.96	-0.57	-1.02	-0.11	-1.06	-0.60	-0.16	-1.00	-0.54	-0.59
60hr	-1.05	0.00	-0.46	-1.16	-0.42	-1.04	-0.18	-1.11	-0.32	-0.34	-0.86	-0.60	-0.63
72hr	-1.08	-0.21	-0.21	-0.70	-0.34	-1.30	-0.18	-1.08	-0.34	-0.20	-1.18	-0.69	-0.63
96hr	-1.09	0.24	-0.51	-0.96	-0.62	-1.02	-0.41	-1.02	-0.10	0.14	-1.23	-0.83	-0.62
120hr	-0.47	0.51	0.38	-0.23	-1.17	-1.12	-0.46	-1.54	0.52	0.30	-0.91	-0.73	-0.41
144hr	-0.35	0.11	-0.08	-0.02	-0.55	-1.75	-0.63	-0.97	0.00	0.30	-0.31	-1.01	-0.44
168hr	0.24	0.28	-0.20	0.12	-0.87	-0.66	-0.16	-0.55	-0.80	0.52	-0.16	-0.73	-0.25
192hr	-0.18	0.20	-0.28	-0.39	-1.21	-0.58	0.10	-1.20	0.35	0.04	-0.65	-0.87	-0.39
216hr	-0.57	0.27	-0.73	-0.81	-1.23	-2.04	0.04	-0.44	0.91	-0.67	-0.41	-1.34	-0.58
240hr	-0.05	0.04	-0.69	-1.08	-0.58	-1.96	-0.85	-0.78	1.18	-0.69	-0.52	-1.52	-0.63
264hr	0.28	-0.85	-0.99	-1.59	-1.33	-2.49	-0.70	-0.98	0.59	-1.45	-1.17	-1.27	-1.00
288hr	-0.21	-0.68	-0.65	-1.22	-1.50	-2.31	0.47	-0.65	0.03	-2.62	-1.45	-1.57	-1.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.94	4.76	5.32	5.15	5.09	5.51	5.36	5.43	5.47	5.49	5.51	5.00	5.25
24hr	5.68	5.72	6.24	5.89	5.87	6.23	5.95	6.09	6.14	5.96	6.23	5.50	5.96
36hr	6.22	6.48	6.93	6.72	6.58	7.19	7.02	7.17	6.87	6.56	7.26	6.35	6.78
48hr	6.74	6.57	7.70	7.51	7.30	8.18	7.75	8.11	7.45	7.17	7.65	6.95	7.42
60hr	7.54	7.34	8.53	8.55	8.09	8.98	8.74	8.75	7.92	8.24	8.45	8.01	8.26
72hr	8.71	8.49	9.91	9.60	9.01	9.66	9.80	9.89	8.81	8.92	9.46	8.31	9.21
96hr	10.73	10.16	11.76	11.48	10.93	12.05	12.40	11.77	11.15	10.64	11.75	10.18	11.25
120hr	11.99	12.16	13.72	13.90	14.44	14.79	15.12	15.32	13.48	13.58	13.80	12.30	13.72
144hr	14.53	13.59	16.49	16.36	17.14	17.50	18.07	18.64	16.96	16.35	15.82	14.56	16.33
168hr	17.18	15.19	18.61	19.05	19.98	20.76	20.78	21.45	18.87	18.71	19.16	15.61	18.78
192hr	18.25	17.46	21.05	20.62	22.57	24.00	24.24	23.32	21.30	19.84	20.74	17.12	20.88
216hr	18.69	19.04	22.12	22.70	24.68	25.81	26.62	25.46	22.76	21.82	20.64	19.28	22.47
240hr	19.89	21.86	24.21	24.15	25.73	28.34	28.18	27.60	25.35	23.49	21.85	19.97	24.22
264hr	22.03	20.50	24.24	25.06	25.82	28.63	28.40	28.46	26.67	24.48	22.82	22.07	24.93
288hr	22.58	22.25	25.96	25.44	27.85	29.36	29.72	29.68	27.57	25.01	23.49	23.48	26.03

D.5 적도 분석검증

D.5.1 KIM-Global

표 D.5.1 KIM-Global 적도 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.03	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
24hr	-0.10	-0.07	-0.10	-0.09	-0.08	-0.04	-0.01	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06
36hr	-0.14	-0.08	-0.12	-0.11	-0.09	-0.07	-0.03	-0.07	-0.09	-0.08	-0.10	-0.08	-0.09
48hr	-0.13	-0.07	-0.11	-0.10	-0.10	-0.06	-0.01	-0.06	-0.08	-0.07	-0.11	-0.09	-0.08
60hr	-0.18	-0.09	-0.14	-0.15	-0.16	-0.12	-0.06	-0.11	-0.12	-0.12	-0.16	-0.13	-0.13
72hr	-0.18	-0.09	-0.12	-0.11	-0.16	-0.10	-0.05	-0.10	-0.13	-0.10	-0.17	-0.16	-0.12
96hr	-0.20	-0.11	-0.12	-0.12	-0.20	-0.12	-0.09	-0.12	-0.16	-0.14	-0.22	-0.22	-0.15
120hr	-0.20	-0.18	-0.10	-0.14	-0.21	-0.16	-0.14	-0.17	-0.22	-0.18	-0.23	-0.24	-0.18
144hr	-0.19	-0.25	-0.12	-0.13	-0.23	-0.19	-0.15	-0.17	-0.25	-0.19	-0.25	-0.27	-0.20
168hr	-0.19	-0.28	-0.16	-0.09	-0.28	-0.17	-0.13	-0.15	-0.24	-0.23	-0.24	-0.33	-0.21
192hr	-0.18	-0.28	-0.19	-0.06	-0.32	-0.21	-0.10	-0.16	-0.23	-0.18	-0.28	-0.37	-0.21
216hr	-0.15	-0.25	-0.25	-0.06	-0.38	-0.28	-0.09	-0.20	-0.27	-0.15	-0.30	-0.35	-0.23
240hr	-0.15	-0.28	-0.22	-0.12	-0.41	-0.26	-0.09	-0.21	-0.32	-0.14	-0.33	-0.22	-0.23
264hr	-0.20	-0.28	-0.18	-0.16	-0.42	-0.13	-0.13	-0.22	-0.31	-0.18	-0.32	-0.11	-0.22
288hr	-0.20	-0.34	-0.17	-0.16	-0.45	-0.07	-0.11	-0.20	-0.26	-0.22	-0.30	-0.08	-0.21
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.27	0.28	0.30	0.30	0.33	0.31	0.30
24hr	0.43	0.43	0.43	0.46	0.48	0.45	0.43	0.44	0.46	0.44	0.45	0.43	0.44
36hr	0.50	0.48	0.47	0.47	0.51	0.50	0.52	0.53	0.54	0.49	0.50	0.47	0.50
48hr	0.54	0.55	0.54	0.55	0.56	0.56	0.58	0.57	0.58	0.54	0.59	0.56	0.56
60hr	0.62	0.68	0.60	0.59	0.61	0.61	0.64	0.62	0.60	0.57	0.62	0.63	0.61
72hr	0.65	0.70	0.64	0.60	0.63	0.63	0.68	0.66	0.67	0.62	0.65	0.65	0.65
96hr	0.75	0.84	0.74	0.66	0.71	0.72	0.76	0.76	0.75	0.71	0.76	0.76	0.74
120hr	0.85	0.99	0.86	0.74	0.80	0.86	0.85	0.88	0.88	0.85	0.89	0.87	0.86
144hr	0.95	1.12	0.97	0.81	0.87	0.96	0.98	1.01	1.01	0.98	1.04	0.99	0.97
168hr	1.06	1.27	1.10	0.89	1.00	1.06	1.07	1.11	1.10	1.09	1.14	1.12	1.08
192hr	1.14	1.44	1.23	1.01	1.12	1.16	1.18	1.20	1.20	1.19	1.30	1.25	1.20
216hr	1.24	1.53	1.36	1.12	1.28	1.28	1.26	1.33	1.34	1.26	1.49	1.35	1.32
240hr	1.33	1.63	1.46	1.20	1.40	1.40	1.37	1.39	1.46	1.40	1.60	1.44	1.42
264hr	1.44	1.77	1.57	1.32	1.46	1.52	1.46	1.49	1.51	1.52	1.63	1.50	1.52
288hr	1.60	1.92	1.70	1.41	1.53	1.63	1.57	1.57	1.59	1.64	1.64	1.59	1.62

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
24hr	0.97	0.98	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96
36hr	0.97	0.97	0.97	0.96	0.94	0.95	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95
48hr	0.96	0.96	0.96	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94
60hr	0.95	0.94	0.95	0.93	0.92	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93
72hr	0.94	0.93	0.94	0.93	0.92	0.92	0.90	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.92
96hr	0.92	0.90	0.92	0.92	0.90	0.90	0.88	0.89	0.89	0.91	0.89	0.90	0.90
120hr	0.89	0.87	0.89	0.90	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.88	0.85	0.86	0.87
144hr	0.87	0.84	0.86	0.87	0.86	0.84	0.82	0.82	0.83	0.84	0.81	0.82	0.84
168hr	0.83	0.80	0.83	0.85	0.82	0.81	0.78	0.77	0.79	0.81	0.77	0.78	0.80
192hr	0.81	0.74	0.80	0.81	0.77	0.77	0.73	0.74	0.75	0.77	0.70	0.73	0.76
216hr	0.78	0.71	0.76	0.76	0.71	0.71	0.70	0.70	0.70	0.74	0.62	0.67	0.71
240hr	0.76	0.66	0.73	0.73	0.64	0.66	0.65	0.67	0.65	0.68	0.57	0.62	0.67
264hr	0.72	0.60	0.69	0.69	0.60	0.61	0.60	0.61	0.62	0.62	0.54	0.59	0.62
288hr	0.64	0.55	0.62	0.65	0.59	0.56	0.56	0.56	0.58	0.58	0.53	0.55	0.58
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	18.11	17.96	18.86	18.86	17.88	16.44	15.47	17.53	18.52	19.43	20.16	19.25	18.21
24hr	24.97	24.90	25.87	25.80	24.57	22.47	21.50	23.87	25.67	26.50	27.32	26.33	24.98
36hr	28.63	28.70	29.59	29.47	27.75	25.85	24.93	27.46	29.10	29.96	31.02	29.86	28.53
48hr	31.19	31.20	31.96	31.67	29.71	27.85	27.10	29.68	31.25	32.17	33.31	32.04	30.76
60hr	33.09	33.14	33.85	33.36	31.16	29.50	28.99	31.45	32.97	33.88	35.11	33.90	32.53
72hr	34.38	34.86	35.47	34.76	32.37	30.74	30.26	32.85	34.68	35.84	36.60	35.40	34.02
96hr	37.19	37.90	38.19	37.47	34.51	33.12	32.27	35.60	37.32	38.39	39.60	38.00	36.63
120hr	39.54	40.91	41.02	40.14	36.59	35.29	34.43	38.29	40.06	41.31	42.65	40.45	39.22
144hr	41.77	43.51	43.46	42.18	38.56	37.20	36.50	40.80	42.56	44.12	45.26	43.02	41.58
168hr	43.94	45.66	45.67	44.23	40.71	39.38	38.26	43.22	44.96	46.54	47.47	45.45	43.79
192hr	45.72	48.18	47.90	46.75	42.70	41.38	40.20	44.46	47.17	48.89	50.01	47.69	45.92
216hr	47.76	49.47	49.52	48.82	44.80	42.70	41.21	46.36	48.88	50.68	52.15	50.11	47.71
240hr	48.97	51.19	51.17	50.61	47.14	44.22	42.57	47.25	50.48	52.88	54.00	52.30	49.40
264hr	50.34	53.06	52.80	52.08	48.87	45.51	43.98	48.71	52.21	54.63	55.35	53.97	50.96
288hr	52.00	54.67	54.36	53.22	49.54	46.49	45.05	49.49	53.25	56.20	56.32	55.06	52.14

표 D.5.2 KIM-Global 적도 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.03	0.04	0.06	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	0.01	-0.01	0.02
24hr	0.01	0.05	0.06	0.08	0.02	-0.03	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	0.01
36hr	0.01	0.06	0.09	0.13	0.05	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	-0.05	-0.07	0.02
48hr	0.00	0.06	0.10	0.14	0.06	0.00	0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.05	-0.07	0.02
60hr	0.00	0.07	0.11	0.17	0.09	0.03	0.02	-0.01	-0.01	0.00	-0.05	-0.08	0.03
72hr	0.02	0.09	0.13	0.18	0.10	0.03	0.02	-0.03	-0.01	0.00	-0.04	-0.06	0.03
96hr	0.03	0.13	0.16	0.22	0.14	0.08	0.04	-0.03	-0.01	0.02	-0.03	-0.05	0.06
120hr	0.04	0.14	0.17	0.24	0.17	0.10	0.04	-0.01	0.00	0.03	-0.03	-0.04	0.07
144hr	0.02	0.13	0.15	0.25	0.19	0.11	0.05	0.00	-0.02	0.01	-0.03	-0.03	0.07
168hr	0.00	0.10	0.15	0.25	0.19	0.10	0.07	0.00	-0.04	-0.01	-0.04	-0.03	0.06
192hr	-0.01	0.09	0.13	0.23	0.18	0.10	0.07	-0.01	-0.05	-0.03	-0.06	-0.03	0.05
216hr	-0.03	0.07	0.11	0.23	0.18	0.12	0.06	-0.02	-0.09	-0.06	-0.07	-0.06	0.04
240hr	-0.04	0.06	0.09	0.23	0.19	0.14	0.06	-0.03	-0.10	-0.11	-0.09	-0.08	0.03
264hr	-0.06	0.07	0.08	0.22	0.19	0.13	0.05	-0.02	-0.12	-0.15	-0.13	-0.07	0.02
288hr	-0.07	0.07	0.06	0.21	0.20	0.14	0.06	-0.02	-0.14	-0.17	-0.15	-0.07	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.33	0.33	0.31	0.31	0.30	0.33	0.33	0.35	0.35	0.33	0.33	0.31	0.33
24hr	0.52	0.51	0.49	0.48	0.49	0.52	0.52	0.55	0.54	0.51	0.51	0.50	0.51
36hr	0.64	0.63	0.61	0.62	0.60	0.64	0.66	0.68	0.68	0.63	0.62	0.61	0.63
48hr	0.73	0.72	0.69	0.69	0.66	0.69	0.73	0.75	0.73	0.68	0.68	0.68	0.70
60hr	0.81	0.80	0.75	0.77	0.72	0.75	0.79	0.81	0.80	0.74	0.74	0.74	0.77
72hr	0.86	0.85	0.82	0.82	0.77	0.80	0.84	0.85	0.84	0.80	0.78	0.79	0.82
96hr	0.97	0.96	0.92	0.92	0.86	0.90	0.93	0.95	0.94	0.88	0.88	0.89	0.92
120hr	1.07	1.07	1.01	1.02	0.95	1.00	1.02	1.06	1.04	0.96	0.97	0.98	1.01
144hr	1.16	1.17	1.10	1.12	1.04	1.09	1.09	1.16	1.15	1.05	1.04	1.07	1.10
168hr	1.28	1.25	1.19	1.21	1.12	1.17	1.18	1.25	1.23	1.13	1.12	1.15	1.19
192hr	1.38	1.32	1.26	1.29	1.21	1.25	1.29	1.33	1.31	1.20	1.20	1.24	1.27
216hr	1.48	1.39	1.32	1.35	1.31	1.31	1.35	1.38	1.39	1.28	1.29	1.35	1.35
240hr	1.56	1.46	1.41	1.41	1.41	1.39	1.43	1.44	1.49	1.37	1.38	1.44	1.43
264hr	1.62	1.54	1.49	1.49	1.48	1.45	1.52	1.52	1.62	1.45	1.49	1.51	1.52
288hr	1.72	1.66	1.58	1.54	1.55	1.51	1.55	1.59	1.66	1.51	1.54	1.58	1.58
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
24hr	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93	0.92	0.93	0.92	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93
36hr	0.91	0.91	0.92	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.90	0.90	0.90	0.91	0.90
48hr	0.89	0.89	0.90	0.87	0.88	0.87	0.86	0.85	0.88	0.88	0.87	0.89	0.88
60hr	0.86	0.86	0.88	0.84	0.86	0.84	0.84	0.83	0.86	0.86	0.85	0.86	0.85
72hr	0.84	0.84	0.86	0.82	0.84	0.82	0.82	0.81	0.84	0.84	0.83	0.84	0.83
96hr	0.80	0.80	0.83	0.78	0.80	0.77	0.77	0.76	0.80	0.80	0.79	0.80	0.79
120hr	0.76	0.75	0.79	0.73	0.76	0.73	0.73	0.71	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75
144hr	0.72	0.71	0.76	0.67	0.71	0.68	0.70	0.65	0.70	0.72	0.71	0.72	0.70
168hr	0.66	0.66	0.71	0.61	0.67	0.63	0.65	0.60	0.65	0.68	0.67	0.67	0.66
192hr	0.62	0.63	0.68	0.56	0.62	0.59	0.59	0.55	0.60	0.63	0.62	0.62	0.61
216hr	0.57	0.59	0.64	0.51	0.56	0.55	0.55	0.51	0.55	0.58	0.56	0.56	0.56
240hr	0.52	0.55	0.60	0.47	0.48	0.51	0.50	0.46	0.49	0.53	0.51	0.50	0.51
264hr	0.47	0.50	0.55	0.41	0.43	0.47	0.45	0.41	0.40	0.47	0.43	0.45	0.45
288hr	0.40	0.43	0.49	0.38	0.38	0.43	0.42	0.37	0.37	0.42	0.38	0.40	0.41

표 D.5.3 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.67	0.99	0.99	1.39	1.02	0.71	0.60	0.60	0.65	0.59	0.30	0.24	0.73
24hr	0.91	1.45	1.66	1.86	1.28	0.63	0.59	0.39	0.53	0.62	0.09	0.04	0.84
36hr	1.15	2.12	2.30	2.69	2.03	1.05	0.64	0.48	0.80	0.81	0.10	0.18	1.20
48hr	1.51	2.58	2.79	3.00	2.38	1.28	0.88	0.71	0.97	0.96	0.15	0.09	1.44
60hr	1.38	2.74	2.80	3.09	2.47	1.28	0.71	0.64	0.87	0.78	-0.11	-0.07	1.38
72hr	1.45	2.92	3.12	3.34	2.58	1.32	0.67	0.60	0.72	0.76	-0.16	-0.35	1.41
96hr	1.35	2.90	3.22	3.38	2.71	1.47	0.52	0.35	0.34	0.40	-0.54	-0.80	1.27
120hr	1.09	2.27	3.24	3.02	2.86	1.25	0.26	-0.06	-0.32	-0.14	-0.72	-1.17	0.96
144hr	0.78	1.26	2.75	2.73	2.84	1.06	0.02	-0.20	-0.83	-0.86	-1.03	-1.72	0.57
168hr	0.41	0.34	2.03	2.45	2.37	1.01	0.18	-0.51	-1.03	-1.65	-1.37	-2.64	0.13
192hr	0.03	-0.32	1.30	1.96	1.90	0.65	0.51	-0.83	-1.45	-1.87	-2.02	-3.52	-0.31
216hr	-0.27	-0.63	0.51	1.32	1.21	0.18	0.40	-1.14	-2.43	-2.38	-2.65	-4.03	-0.83
240hr	-0.60	-1.00	0.55	0.32	0.83	0.30	0.27	-1.41	-3.38	-3.09	-3.27	-3.50	-1.17
264hr	-1.38	-1.01	0.51	-0.76	0.77	0.93	-0.17	-1.77	-3.82	-4.11	-3.77	-3.05	-1.47
288hr	-1.75	-1.85	0.04	-1.29	0.35	1.31	-0.35	-1.96	-4.07	-4.92	-4.33	-3.22	-1.84
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.30	2.38	2.33	2.43	2.23	2.11	1.98	1.94	2.06	1.96	2.21	2.01	2.16
24hr	2.91	3.12	3.26	3.46	3.40	3.22	3.13	3.02	3.13	2.83	2.90	2.64	3.09
36hr	3.40	3.89	3.89	4.06	3.81	3.60	3.57	3.59	3.63	3.17	3.15	3.09	3.57
48hr	3.93	4.60	4.58	4.67	4.30	4.19	4.12	4.01	4.02	3.68	3.92	3.61	4.13
60hr	4.31	5.25	4.88	4.87	4.60	4.44	4.39	4.25	4.23	3.89	4.03	4.03	4.43
72hr	4.77	5.71	5.41	5.41	5.01	4.98	4.74	4.60	4.74	4.30	4.58	4.37	4.89
96hr	5.61	6.63	6.10	5.93	5.74	5.87	5.39	5.52	5.41	5.07	5.54	5.48	5.69
120hr	6.50	7.46	7.02	6.41	6.59	7.01	6.38	6.58	6.47	6.17	6.81	6.69	6.68
144hr	7.43	8.20	7.87	7.17	7.49	8.00	7.65	7.67	7.65	7.26	8.21	8.03	7.72
168hr	8.50	9.16	8.76	8.01	8.56	9.07	8.71	8.90	8.64	8.35	9.31	9.45	8.78
192hr	9.63	10.57	9.80	8.99	9.66	10.03	9.68	10.15	9.68	9.32	10.76	11.17	9.95
216hr	10.96	11.73	11.08	9.87	10.72	10.96	10.50	11.50	11.26	10.49	12.45	12.59	11.18
240hr	12.20	12.69	12.04	10.74	11.59	12.22	11.10	12.38	12.43	11.74	13.73	13.70	12.21
264hr	13.30	14.11	12.62	11.73	12.08	13.16	12.08	13.06	13.31	12.77	14.66	14.49	13.12
288hr	14.30	15.58	13.63	12.76	13.08	13.76	13.28	13.57	14.06	13.79	15.52	15.76	14.09
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97
36hr	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96
48hr	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95
60hr	0.96	0.94	0.94	0.94	0.94	0.92	0.93	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.94
72hr	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.90	0.92	0.92	0.91	0.93	0.94	0.95	0.93
96hr	0.92	0.89	0.91	0.90	0.90	0.87	0.89	0.88	0.88	0.90	0.90	0.92	0.90
120hr	0.90	0.85	0.86	0.87	0.86	0.80	0.85	0.84	0.83	0.85	0.86	0.88	0.85
144hr	0.86	0.81	0.81	0.83	0.82	0.74	0.79	0.79	0.76	0.79	0.81	0.83	0.80
168hr	0.83	0.76	0.76	0.77	0.75	0.69	0.73	0.72	0.70	0.74	0.76	0.77	0.75
192hr	0.78	0.70	0.69	0.68	0.68	0.63	0.68	0.66	0.63	0.66	0.69	0.69	0.68
216hr	0.71	0.64	0.60	0.60	0.60	0.55	0.63	0.57	0.54	0.57	0.59	0.62	0.60
240hr	0.65	0.58	0.54	0.53	0.52	0.46	0.58	0.49	0.46	0.49	0.50	0.54	0.53
264hr	0.60	0.50	0.51	0.47	0.45	0.40	0.51	0.43	0.37	0.43	0.42	0.48	0.46
288hr	0.54	0.39	0.45	0.40	0.39	0.36	0.43	0.37	0.31	0.37	0.34	0.39	0.40

표 D.5.4 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.06	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03
24hr	-0.01	-0.08	-0.11	-0.06	-0.02	-0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.03	-0.03	-0.03
36hr	0.02	-0.05	-0.13	-0.06	0.00	-0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	-0.01
48hr	0.04	-0.05	-0.18	-0.10	0.03	0.02	0.16	0.16	0.12	0.04	0.04	0.05	0.03
60hr	0.06	-0.03	-0.19	-0.11	0.07	0.07	0.25	0.24	0.22	0.13	0.07	0.09	0.07
72hr	0.07	-0.05	-0.21	-0.16	0.07	0.04	0.25	0.26	0.21	0.15	0.07	0.13	0.07
96hr	0.14	-0.07	-0.17	-0.22	0.08	0.09	0.31	0.29	0.29	0.25	0.09	0.30	0.12
120hr	0.21	0.02	-0.16	-0.33	0.10	0.12	0.28	0.30	0.30	0.33	0.11	0.39	0.14
144hr	0.20	0.08	-0.11	-0.38	0.08	0.13	0.23	0.27	0.22	0.35	0.16	0.45	0.14
168hr	0.22	0.08	-0.06	-0.42	0.02	0.12	0.26	0.19	0.15	0.38	0.20	0.46	0.13
192hr	0.10	0.10	-0.01	-0.48	-0.03	0.11	0.27	0.11	0.16	0.38	0.15	0.47	0.11
216hr	0.00	0.18	0.02	-0.58	0.03	0.02	0.24	0.07	0.13	0.37	-0.04	0.45	0.07
240hr	-0.01	0.19	0.10	-0.63	0.10	-0.11	0.30	-0.02	0.10	0.34	-0.18	0.44	0.05
264hr	-0.07	0.08	0.11	-0.65	0.12	-0.07	0.35	0.02	0.16	0.33	-0.32	0.48	0.04
288hr	-0.07	-0.12	0.13	-0.68	0.18	-0.12	0.33	0.11	0.14	0.28	-0.36	0.46	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.85	1.90	1.78	1.69	1.74	1.80	1.89	1.87	1.76	1.76	1.81	1.89	1.81
24hr	3.10	3.18	2.95	2.77	2.92	3.01	3.14	3.08	2.88	2.90	3.03	3.15	3.01
36hr	3.92	4.16	3.77	3.48	3.64	3.75	3.95	3.91	3.65	3.62	3.81	4.01	3.80
48hr	4.57	4.81	4.41	4.08	4.31	4.42	4.64	4.55	4.29	4.19	4.53	4.73	4.46
60hr	5.13	5.37	4.95	4.57	4.84	4.94	5.18	5.08	4.81	4.70	5.07	5.35	5.00
72hr	5.57	5.80	5.44	5.05	5.35	5.43	5.68	5.56	5.38	5.16	5.60	5.86	5.49
96hr	6.40	6.66	6.26	5.91	6.22	6.32	6.58	6.41	6.30	6.01	6.48	6.85	6.37
120hr	7.13	7.49	7.04	6.71	7.09	7.24	7.32	7.10	7.08	6.75	7.30	7.68	7.16
144hr	7.90	8.22	7.71	7.44	7.83	8.01	8.04	7.81	7.75	7.48	8.22	8.50	7.91
168hr	8.61	8.93	8.42	8.10	8.61	8.82	8.82	8.53	8.53	8.08	9.28	9.35	8.67
192hr	9.38	9.60	9.19	8.67	9.28	9.47	9.64	9.11	9.23	8.81	10.17	10.22	9.40
216hr	10.12	10.25	9.86	9.17	10.05	10.12	10.27	9.73	9.76	9.59	10.93	11.17	10.08
240hr	10.94	10.68	10.40	9.61	10.74	10.68	10.93	10.37	10.26	10.08	11.70	12.05	10.70
264hr	11.76	11.36	10.89	10.14	11.37	11.41	11.37	10.88	10.74	10.62	12.27	12.78	11.30
288hr	12.49	11.93	11.40	10.63	11.94	11.93	11.80	11.26	11.03	11.01	12.71	13.32	11.79

D.5.2 UM-Global

표 D.5.5 UM-Global 적도 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	-0.04	-0.04	-0.03	0.00	0.02	-0.02
24hr	0.02	0.02	-0.01	-0.05	-0.06	-0.02	0.01	-0.01	-0.05	-0.04	0.00	0.02	-0.01
36hr	0.03	0.03	0.01	-0.03	-0.06	0.00	0.04	0.02	-0.04	-0.02	0.00	0.05	0.00
48hr	0.01	0.03	0.00	-0.07	-0.07	0.00	0.03	0.02	-0.05	-0.03	-0.03	0.01	-0.01
60hr	0.01	0.04	0.01	-0.06	-0.07	0.01	0.07	0.08	-0.01	0.02	-0.02	0.03	0.01
72hr	-0.02	0.01	0.01	-0.10	-0.10	0.01	0.07	0.09	-0.02	0.02	-0.06	-0.03	-0.01
96hr	-0.06	-0.03	-0.01	-0.13	-0.12	0.02	0.11	0.16	0.03	0.07	-0.09	-0.06	-0.01
120hr	-0.08	-0.10	-0.02	-0.15	-0.17	0.00	0.13	0.18	0.11	0.13	-0.11	-0.10	-0.01
144hr	-0.13	-0.20	-0.05	-0.17	-0.20	-0.02	0.12	0.20	0.15	0.17	-0.16	-0.15	-0.04
168hr	-0.16	-0.29	-0.12	-0.23	-0.26	-0.01	0.11	0.19	0.12	0.18	-0.16	-0.23	-0.07
192hr	-0.23	-0.32	-0.16	-0.29	-0.29	-0.05	0.12	0.20	0.09	0.16	-0.15	-0.32	-0.10
216hr	-0.26	-0.36	-0.19	-0.30	-0.39	-0.08	0.09	0.19	0.10	0.11	-0.19	-0.38	-0.14
240hr	-0.33	-0.42	-0.18	-0.29	-0.47	-0.08	0.07	0.13	0.13	0.09	-0.22	-0.33	-0.16
264hr	-0.42	-0.47	-0.15	-0.29	-0.44	-0.01	0.06	0.09	0.16	0.08	-0.20	-0.26	-0.15
288hr	-0.44	-0.50	-0.10	-0.29	-0.43	0.02	0.05	0.01	0.19	0.02	-0.17	-0.20	-0.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.37	0.36	0.37	0.37	0.37	0.36	0.39	0.41	0.39	0.36	0.36	0.35	0.37
24hr	0.51	0.51	0.48	0.48	0.46	0.44	0.48	0.51	0.49	0.46	0.47	0.48	0.48
36hr	0.63	0.62	0.59	0.59	0.57	0.54	0.63	0.67	0.64	0.60	0.59	0.61	0.61
48hr	0.71	0.71	0.67	0.69	0.63	0.61	0.70	0.74	0.74	0.68	0.68	0.71	0.69
60hr	0.74	0.76	0.69	0.72	0.68	0.66	0.75	0.78	0.79	0.73	0.72	0.74	0.73
72hr	0.78	0.82	0.75	0.79	0.74	0.72	0.80	0.84	0.84	0.79	0.77	0.78	0.79
96hr	0.87	0.94	0.88	0.91	0.85	0.83	0.87	0.93	0.93	0.90	0.89	0.90	0.89
120hr	0.94	1.05	1.00	0.97	0.93	0.97	0.99	1.03	1.05	1.01	1.05	0.96	1.00
144hr	1.08	1.22	1.18	1.08	1.09	1.14	1.11	1.16	1.20	1.16	1.20	1.09	1.14
168hr	1.22	1.38	1.33	1.20	1.23	1.29	1.21	1.24	1.33	1.32	1.30	1.23	1.27
192hr	1.34	1.48	1.43	1.33	1.39	1.40	1.30	1.34	1.43	1.43	1.40	1.35	1.39
216hr	1.45	1.58	1.55	1.43	1.59	1.55	1.42	1.50	1.50	1.52	1.49	1.51	1.51
240hr	1.57	1.69	1.63	1.53	1.76	1.67	1.54	1.61	1.56	1.60	1.59	1.61	1.61
264hr	1.70	1.80	1.76	1.63	1.81	1.75	1.64	1.68	1.63	1.74	1.65	1.64	1.70
288hr	1.72	1.91	1.84	1.76	1.97	1.91	1.77	1.79	1.77	1.83	1.72	1.69	1.81

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97
24hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96
36hr	0.94	0.95	0.95	0.94	0.93	0.94	0.92	0.92	0.92	0.94	0.93	0.94	0.94
48hr	0.93	0.94	0.94	0.92	0.92	0.92	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92	0.92
60hr	0.93	0.93	0.93	0.91	0.91	0.91	0.89	0.89	0.88	0.91	0.90	0.91	0.91
72hr	0.92	0.92	0.92	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.87	0.90	0.89	0.90	0.90
96hr	0.89	0.90	0.90	0.87	0.86	0.85	0.86	0.83	0.83	0.86	0.85	0.87	0.86
120hr	0.88	0.87	0.87	0.84	0.84	0.81	0.81	0.80	0.80	0.82	0.80	0.84	0.83
144hr	0.84	0.83	0.82	0.81	0.79	0.75	0.77	0.74	0.75	0.78	0.75	0.80	0.79
168hr	0.80	0.78	0.78	0.78	0.74	0.70	0.72	0.70	0.69	0.72	0.70	0.75	0.74
192hr	0.76	0.75	0.76	0.74	0.68	0.65	0.66	0.66	0.63	0.67	0.66	0.71	0.69
216hr	0.72	0.72	0.72	0.71	0.62	0.59	0.58	0.58	0.59	0.64	0.61	0.65	0.64
240hr	0.66	0.68	0.69	0.67	0.55	0.53	0.53	0.52	0.56	0.57	0.56	0.60	0.59
264hr	0.61	0.64	0.63	0.64	0.51	0.51	0.49	0.48	0.52	0.50	0.51	0.56	0.55
288hr	0.62	0.58	0.58	0.59	0.43	0.45	0.42	0.43	0.47	0.45	0.47	0.52	0.50
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	21.28	20.43	21.80	22.33	20.69	18.79	17.96	19.89	20.71	21.53	22.31	21.30	20.75
24hr	27.05	26.42	27.67	28.17	25.95	23.57	22.69	25.16	26.30	27.34	28.30	27.11	26.31
36hr	31.04	30.30	31.51	31.86	29.27	26.78	26.04	28.93	30.00	31.48	32.65	31.23	30.09
48hr	33.68	33.32	34.47	34.50	31.65	29.07	28.29	31.37	32.89	34.47	35.54	33.97	32.77
60hr	35.87	35.45	36.52	36.35	33.32	30.77	30.27	33.37	35.19	36.63	37.65	36.14	34.79
72hr	37.28	37.39	38.37	37.87	34.66	32.24	31.74	35.04	36.92	38.46	39.42	37.64	36.42
96hr	39.85	40.06	41.16	40.30	36.91	34.73	33.95	37.56	39.55	41.19	42.20	40.27	38.98
120hr	42.00	42.46	43.63	42.20	38.66	36.87	36.22	39.78	42.13	43.51	44.85	42.63	41.24
144hr	44.16	44.96	46.33	44.23	40.85	38.86	37.74	42.05	44.81	46.43	47.56	44.98	43.58
168hr	46.07	47.24	48.43	46.41	42.72	41.06	39.55	43.86	47.30	49.31	49.94	47.33	45.77
192hr	47.99	49.28	50.22	49.08	44.93	42.42	41.25	45.33	49.16	51.24	51.87	49.60	47.70
216hr	49.39	51.18	52.35	50.70	46.69	44.15	43.07	47.22	50.77	53.01	53.36	51.42	49.44
240hr	51.26	53.08	53.72	52.88	48.30	45.77	44.43	48.72	52.31	54.32	54.89	53.17	51.07
264hr	52.96	54.26	55.30	54.30	49.75	46.99	45.51	50.14	53.56	55.59	56.33	54.81	52.46
288hr	53.63	55.54	56.13	56.16	51.51	48.16	46.50	50.92	55.30	56.85	57.56	55.75	53.67

표 D.5.6 UM-Global 적도 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.01	0.03	0.03	0.06	0.05	0.03	0.03	0.04	0.06	0.06	0.01	0.01	0.04
24hr	-0.01	0.03	0.02	0.06	0.05	0.01	0.01	0.01	0.04	0.04	-0.01	-0.01	0.02
36hr	-0.02	0.02	0.02	0.08	0.08	0.03	0.01	0.02	0.06	0.06	-0.03	-0.03	0.02
48hr	-0.05	0.02	0.03	0.08	0.08	0.01	-0.01	0.00	0.05	0.04	-0.05	-0.04	0.01
60hr	-0.07	0.00	0.02	0.08	0.09	0.03	-0.02	-0.01	0.04	0.04	-0.08	-0.07	0.00
72hr	-0.09	0.00	0.02	0.08	0.09	0.01	-0.04	-0.02	0.04	0.02	-0.10	-0.07	0.00
96hr	-0.11	-0.01	0.03	0.09	0.12	0.03	-0.06	-0.05	0.01	-0.01	-0.12	-0.09	-0.02
120hr	-0.12	-0.03	0.04	0.10	0.13	0.04	-0.07	-0.06	0.00	-0.04	-0.15	-0.11	-0.02
144hr	-0.14	-0.05	0.05	0.12	0.15	0.05	-0.07	-0.07	-0.02	-0.06	-0.18	-0.12	-0.03
168hr	-0.17	-0.05	0.06	0.14	0.17	0.05	-0.09	-0.07	-0.05	-0.08	-0.19	-0.14	-0.03
192hr	-0.19	-0.07	0.06	0.15	0.19	0.05	-0.11	-0.08	-0.05	-0.08	-0.21	-0.15	-0.04
216hr	-0.20	-0.09	0.05	0.15	0.21	0.07	-0.12	-0.11	-0.06	-0.10	-0.23	-0.16	-0.05
240hr	-0.20	-0.11	0.02	0.15	0.22	0.09	-0.12	-0.13	-0.06	-0.14	-0.26	-0.18	-0.06
264hr	-0.21	-0.11	-0.01	0.14	0.25	0.11	-0.14	-0.11	-0.04	-0.16	-0.29	-0.21	-0.06
288hr	-0.21	-0.13	-0.03	0.14	0.27	0.12	-0.14	-0.10	-0.04	-0.17	-0.32	-0.21	-0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.35	0.36	0.36	0.36	0.38	0.38	0.40	0.38	0.36	0.39	0.38	0.37
24hr	0.56	0.52	0.52	0.51	0.50	0.53	0.53	0.57	0.55	0.52	0.55	0.54	0.53
36hr	0.70	0.66	0.63	0.62	0.63	0.66	0.67	0.71	0.67	0.64	0.69	0.69	0.66
48hr	0.80	0.76	0.72	0.72	0.71	0.76	0.77	0.81	0.78	0.75	0.79	0.78	0.76
60hr	0.89	0.85	0.80	0.80	0.80	0.84	0.86	0.90	0.87	0.82	0.89	0.87	0.85
72hr	0.96	0.91	0.85	0.86	0.86	0.91	0.93	0.97	0.94	0.89	0.94	0.94	0.91
96hr	1.07	1.03	0.95	0.97	0.97	1.04	1.05	1.08	1.06	1.02	1.07	1.06	1.03
120hr	1.17	1.14	1.05	1.09	1.08	1.14	1.18	1.17	1.18	1.11	1.19	1.16	1.14
144hr	1.28	1.26	1.17	1.17	1.18	1.25	1.29	1.27	1.29	1.22	1.30	1.25	1.24
168hr	1.39	1.38	1.27	1.27	1.30	1.39	1.40	1.38	1.41	1.33	1.39	1.35	1.36
192hr	1.50	1.49	1.37	1.35	1.42	1.50	1.51	1.50	1.52	1.42	1.48	1.44	1.46
216hr	1.58	1.57	1.48	1.40	1.52	1.59	1.62	1.60	1.61	1.52	1.56	1.54	1.55
240hr	1.68	1.63	1.58	1.50	1.61	1.68	1.70	1.69	1.67	1.63	1.66	1.63	1.64
264hr	1.75	1.69	1.67	1.60	1.68	1.78	1.77	1.77	1.77	1.73	1.74	1.71	1.72
288hr	1.83	1.74	1.78	1.68	1.77	1.85	1.83	1.83	1.81	1.81	1.82	1.76	1.79
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97
24hr	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.94	0.92	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93
36hr	0.89	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.88	0.90	0.90	0.89	0.90	0.90
48hr	0.86	0.87	0.89	0.86	0.87	0.86	0.87	0.85	0.87	0.87	0.86	0.88	0.87
60hr	0.83	0.84	0.87	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.84	0.84	0.82	0.85	0.84
72hr	0.81	0.81	0.85	0.81	0.81	0.81	0.81	0.79	0.81	0.82	0.80	0.82	0.81
96hr	0.76	0.77	0.82	0.76	0.76	0.76	0.76	0.74	0.76	0.76	0.74	0.78	0.76
120hr	0.72	0.71	0.77	0.70	0.71	0.70	0.69	0.69	0.70	0.72	0.69	0.74	0.71
144hr	0.68	0.66	0.73	0.66	0.66	0.65	0.64	0.64	0.64	0.67	0.64	0.70	0.66
168hr	0.62	0.60	0.68	0.61	0.59	0.57	0.58	0.58	0.57	0.61	0.59	0.65	0.60
192hr	0.57	0.54	0.63	0.56	0.52	0.51	0.51	0.52	0.51	0.56	0.54	0.60	0.55
216hr	0.53	0.49	0.58	0.52	0.46	0.45	0.44	0.46	0.45	0.51	0.49	0.55	0.49
240hr	0.48	0.46	0.52	0.46	0.40	0.41	0.39	0.40	0.41	0.44	0.42	0.50	0.44
264hr	0.43	0.41	0.46	0.39	0.35	0.36	0.35	0.35	0.34	0.37	0.38	0.45	0.39
288hr	0.37	0.38	0.38	0.34	0.29	0.32	0.30	0.29	0.31	0.31	0.33	0.42	0.34

표 D.5.7 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.47	-0.40	-0.46	-0.20	-0.29	-0.52	-0.63	-0.39	-0.32	-0.11	-0.40	-0.33	-0.38
24hr	-1.14	-0.73	-1.04	-0.89	-0.98	-1.40	-1.55	-1.34	-1.21	-0.95	-1.16	-1.20	-1.13
36hr	-1.43	-0.95	-1.08	-0.80	-1.00	-1.41	-1.64	-1.22	-1.21	-0.88	-1.42	-1.37	-1.20
48hr	-1.93	-1.24	-1.48	-1.18	-1.23	-1.84	-2.32	-1.77	-1.61	-1.19	-1.85	-2.08	-1.64
60hr	-2.19	-1.46	-1.60	-1.17	-1.19	-1.71	-2.18	-1.33	-1.38	-0.85	-2.02	-2.19	-1.60
72hr	-2.57	-1.70	-1.67	-1.43	-1.36	-1.89	-2.57	-1.57	-1.47	-0.97	-2.36	-2.78	-1.86
96hr	-3.27	-2.36	-1.92	-1.61	-1.38	-1.78	-2.71	-1.56	-1.45	-0.93	-2.72	-3.44	-2.09
120hr	-3.86	-3.46	-2.07	-1.94	-1.53	-1.93	-2.96	-1.72	-1.25	-1.07	-3.11	-4.07	-2.41
144hr	-4.56	-4.95	-2.57	-2.49	-1.63	-2.02	-3.19	-1.91	-1.37	-1.36	-3.87	-4.90	-2.90
168hr	-5.25	-6.39	-3.55	-3.31	-2.00	-2.00	-3.50	-2.33	-2.06	-1.81	-4.33	-6.12	-3.56
192hr	-6.34	-7.47	-4.49	-4.24	-2.15	-2.30	-3.59	-2.72	-2.81	-2.48	-4.82	-7.42	-4.24
216hr	-7.20	-8.88	-5.53	-4.77	-3.02	-2.66	-4.02	-3.14	-3.03	-3.48	-5.70	-8.56	-5.00
240hr	-8.55	-10.06	-6.45	-5.13	-3.68	-2.39	-4.54	-3.83	-3.06	-4.09	-6.20	-8.66	-5.55
264hr	-9.69	-11.03	-7.24	-5.74	-3.58	-1.71	-5.08	-4.15	-3.27	-4.68	-6.55	-8.68	-5.95
288hr	-10.16	-11.70	-7.72	-6.10	-3.79	-1.21	-5.52	-4.92	-3.31	-5.52	-7.00	-8.65	-6.30
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.36	2.26	2.15	2.02	1.99	2.25	2.30	2.15	2.00	1.96	2.11	2.17	2.14
24hr	3.58	3.29	3.22	2.89	2.93	3.29	3.18	3.22	3.15	3.10	3.26	3.36	3.21
36hr	4.48	4.19	3.95	3.47	3.49	3.84	4.22	4.15	4.04	3.83	4.01	4.05	3.98
48hr	4.97	4.88	4.55	4.08	4.05	4.36	4.87	4.68	4.71	4.30	4.68	4.87	4.58
60hr	5.39	5.29	4.82	4.36	4.46	4.66	5.10	4.75	4.89	4.63	5.02	5.10	4.87
72hr	6.10	5.90	5.20	4.80	4.86	5.12	5.76	5.30	5.29	5.01	5.50	5.84	5.39
96hr	7.15	7.19	6.43	5.94	5.82	5.87	6.52	6.20	6.16	5.78	6.40	7.11	6.38
120hr	8.29	8.50	7.72	6.80	6.72	7.13	7.60	7.34	7.23	6.83	7.75	8.59	7.54
144hr	9.72	10.23	9.00	7.99	7.94	8.51	8.93	8.47	8.49	8.06	9.36	10.27	8.91
168hr	11.35	11.95	10.40	9.17	9.18	9.76	10.15	10.00	10.00	9.49	10.73	12.37	10.38
192hr	12.94	13.50	11.64	10.66	10.30	10.88	11.25	11.48	11.30	10.81	11.94	14.30	11.75
216hr	14.17	15.18	12.75	12.08	11.58	12.31	12.58	12.83	12.68	11.97	13.46	16.09	13.14
240hr	15.36	16.70	13.93	13.04	12.98	13.32	13.89	13.72	13.57	13.08	15.01	17.38	14.33
264hr	16.79	18.24	15.43	14.17	13.85	14.32	15.06	14.23	14.05	14.06	15.90	18.16	15.35
288hr	17.45	19.35	16.43	15.00	15.37	15.40	16.37	15.24	14.65	14.97	16.57	18.56	16.28
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
24hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
36hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96
48hr	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.94
60hr	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.94	0.95	0.93
72hr	0.93	0.91	0.92	0.92	0.93	0.91	0.91	0.92	0.91	0.92	0.93	0.93	0.92
96hr	0.90	0.87	0.88	0.88	0.89	0.87	0.89	0.88	0.87	0.88	0.90	0.90	0.89
120hr	0.87	0.83	0.82	0.85	0.86	0.80	0.84	0.83	0.82	0.84	0.85	0.85	0.84
144hr	0.83	0.78	0.76	0.79	0.80	0.72	0.76	0.77	0.75	0.77	0.79	0.79	0.78
168hr	0.79	0.72	0.70	0.74	0.74	0.65	0.70	0.70	0.66	0.70	0.74	0.70	0.71
192hr	0.75	0.66	0.64	0.66	0.66	0.59	0.62	0.62	0.58	0.62	0.69	0.63	0.64
216hr	0.70	0.60	0.60	0.58	0.59	0.51	0.53	0.54	0.48	0.55	0.61	0.56	0.57
240hr	0.65	0.54	0.54	0.51	0.49	0.44	0.44	0.48	0.40	0.47	0.50	0.47	0.49
264hr	0.60	0.47	0.47	0.46	0.40	0.38	0.36	0.45	0.37	0.40	0.41	0.40	0.43
288hr	0.57	0.39	0.40	0.40	0.29	0.29	0.25	0.39	0.33	0.34	0.35	0.33	0.36

표 D.5.8 UM-Global 적도 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.01	-0.01	0.01	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	-0.01
24hr	-0.04	-0.07	-0.07	-0.12	-0.01	-0.04	-0.01	-0.04	-0.03	-0.01	-0.08	-0.08	-0.05
36hr	0.00	-0.02	-0.07	-0.12	0.01	-0.05	-0.07	-0.08	-0.08	-0.02	-0.07	-0.10	-0.06
48hr	-0.03	-0.02	-0.15	-0.13	0.06	-0.05	-0.09	-0.09	-0.14	-0.05	-0.06	-0.14	-0.07
60hr	-0.04	-0.01	-0.16	-0.13	0.09	-0.01	-0.04	-0.05	-0.11	-0.04	-0.07	-0.11	-0.06
72hr	-0.01	0.02	-0.18	-0.10	0.15	0.05	-0.01	0.00	-0.11	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03
96hr	0.02	0.09	-0.12	-0.03	0.21	0.13	0.08	0.06	-0.05	-0.03	-0.03	0.10	0.04
120hr	0.05	0.32	-0.09	0.03	0.31	0.17	0.09	0.06	-0.06	-0.03	-0.07	0.16	0.08
144hr	0.17	0.47	0.03	0.08	0.36	0.20	0.02	0.11	-0.14	-0.04	-0.12	0.27	0.12
168hr	0.30	0.60	0.12	0.08	0.29	0.22	0.03	0.08	-0.12	0.01	-0.19	0.19	0.13
192hr	0.51	0.68	0.18	0.08	0.30	0.27	0.03	0.08	-0.11	-0.03	-0.27	0.10	0.15
216hr	0.59	0.73	0.26	0.07	0.38	0.22	-0.01	0.10	-0.09	-0.12	-0.41	0.12	0.15
240hr	0.62	0.81	0.33	0.09	0.44	0.29	0.01	0.12	-0.18	-0.24	-0.48	0.23	0.17
264hr	0.65	0.71	0.38	0.09	0.49	0.22	0.02	0.14	-0.24	-0.23	-0.52	0.23	0.16
288hr	0.62	0.64	0.37	0.13	0.56	0.13	0.06	0.10	-0.21	-0.19	-0.64	0.13	0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.27	2.26	2.05	1.94	1.93	1.95	2.08	2.01	1.94	1.91	2.06	2.14	2.04
24hr	3.59	3.64	3.22	3.11	3.11	3.12	3.33	3.22	3.20	3.06	3.27	3.38	3.27
36hr	4.52	4.65	4.05	3.92	3.98	3.96	4.27	4.13	4.12	3.97	4.19	4.33	4.17
48hr	5.27	5.48	4.81	4.66	4.74	4.70	5.05	4.88	4.94	4.70	5.02	5.14	4.95
60hr	5.95	6.17	5.43	5.15	5.41	5.35	5.71	5.52	5.60	5.33	5.66	5.80	5.59
72hr	6.51	6.80	6.03	5.71	6.04	5.96	6.34	6.05	6.17	5.86	6.26	6.51	6.19
96hr	7.50	7.97	6.94	6.68	7.14	7.02	7.46	6.92	7.17	6.85	7.34	7.66	7.22
120hr	8.40	8.91	7.73	7.58	8.08	7.98	8.39	7.78	7.99	7.77	8.25	8.65	8.12
144hr	9.18	9.56	8.52	8.42	8.90	8.82	9.17	8.63	8.76	8.58	9.11	9.52	8.93
168hr	9.90	10.20	9.33	9.07	9.66	9.65	9.88	9.46	9.52	9.48	10.09	10.49	9.73
192hr	10.78	11.14	10.00	9.84	10.39	10.47	10.52	10.09	10.24	10.29	10.91	11.25	10.49
216hr	11.47	12.04	10.61	10.57	11.05	11.19	11.11	10.58	10.95	10.87	11.76	11.93	11.18
240hr	11.94	12.74	11.26	11.35	11.77	11.91	11.69	11.09	11.35	11.30	12.62	12.64	11.81
264hr	12.55	13.24	11.88	11.95	12.38	12.45	12.20	11.69	11.73	11.66	13.27	13.33	12.36
288hr	13.15	13.65	12.41	12.35	12.99	12.89	12.58	12.01	11.99	12.12	13.80	13.79	12.81

D.6 적도 관측검증

D.6.1 KIM-Global

표 D.6.1 KIM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.18	-0.19	-0.13	-0.14	-0.16	-0.14	-0.15	-0.16	-0.10	-0.09	-0.14	-0.15
24hr	-0.16	-0.16	-0.21	-0.13	-0.16	-0.20	-0.15	-0.18	-0.19	-0.11	-0.13	-0.16	-0.16
36hr	-0.16	-0.19	-0.20	-0.09	-0.16	-0.21	-0.13	-0.19	-0.19	-0.11	-0.15	-0.19	-0.16
48hr	-0.15	-0.21	-0.19	-0.09	-0.17	-0.22	-0.14	-0.24	-0.21	-0.12	-0.16	-0.18	-0.17
60hr	-0.18	-0.24	-0.21	-0.12	-0.14	-0.22	-0.14	-0.26	-0.22	-0.12	-0.17	-0.20	-0.18
72hr	-0.17	-0.23	-0.18	-0.11	-0.12	-0.19	-0.14	-0.24	-0.21	-0.10	-0.16	-0.20	-0.17
96hr	-0.17	-0.26	-0.21	-0.11	-0.08	-0.18	-0.11	-0.22	-0.24	-0.07	-0.17	-0.23	-0.17
120hr	-0.23	-0.23	-0.20	-0.09	-0.11	-0.16	-0.11	-0.23	-0.25	-0.09	-0.14	-0.23	-0.17
144hr	-0.29	-0.20	-0.22	-0.10	-0.11	-0.13	-0.07	-0.25	-0.27	-0.08	-0.18	-0.22	-0.18
168hr	-0.32	-0.21	-0.23	-0.13	-0.10	-0.14	-0.03	-0.22	-0.28	-0.10	-0.15	-0.24	-0.18
192hr	-0.36	-0.22	-0.26	-0.16	-0.09	-0.13	-0.02	-0.23	-0.29	-0.09	-0.15	-0.25	-0.19
216hr	-0.40	-0.27	-0.32	-0.14	-0.07	-0.12	-0.02	-0.22	-0.34	-0.08	-0.13	-0.25	-0.20
240hr	-0.39	-0.25	-0.43	-0.15	-0.10	-0.12	-0.03	-0.24	-0.32	-0.11	-0.15	-0.27	-0.21
264hr	-0.31	-0.22	-0.43	-0.10	-0.08	-0.09	-0.04	-0.19	-0.34	-0.13	-0.17	-0.32	-0.20
288hr	-0.34	-0.23	-0.45	-0.08	-0.06	-0.13	-0.02	-0.23	-0.35	-0.15	-0.16	-0.37	-0.21
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.01	0.99	0.94	1.00	0.99	1.03	0.92	0.99	0.88	0.89	0.87	0.88	0.95
24hr	1.08	1.05	0.99	1.06	1.04	1.13	0.99	1.06	0.95	0.95	0.95	0.95	1.02
36hr	1.13	1.08	1.07	1.12	1.11	1.15	1.02	1.11	0.98	0.96	1.02	1.01	1.06
48hr	1.14	1.12	1.08	1.14	1.10	1.12	1.08	1.12	1.01	0.98	1.02	1.02	1.08
60hr	1.19	1.18	1.10	1.16	1.15	1.15	1.12	1.12	1.03	1.00	1.02	1.04	1.11
72hr	1.21	1.19	1.11	1.15	1.15	1.16	1.14	1.12	1.04	1.02	1.03	1.08	1.12
96hr	1.25	1.22	1.18	1.18	1.23	1.24	1.20	1.20	1.10	1.02	1.09	1.12	1.17
120hr	1.31	1.32	1.21	1.21	1.31	1.31	1.19	1.25	1.12	1.07	1.17	1.17	1.22
144hr	1.39	1.32	1.24	1.25	1.35	1.32	1.23	1.34	1.16	1.09	1.25	1.21	1.26
168hr	1.46	1.37	1.34	1.34	1.42	1.37	1.27	1.37	1.24	1.13	1.23	1.30	1.32
192hr	1.53	1.42	1.43	1.45	1.45	1.40	1.33	1.43	1.27	1.15	1.31	1.34	1.38
216hr	1.64	1.48	1.57	1.54	1.49	1.41	1.34	1.45	1.38	1.21	1.33	1.39	1.44
240hr	1.64	1.57	1.58	1.68	1.54	1.49	1.40	1.42	1.38	1.29	1.40	1.43	1.48
264hr	1.68	1.64	1.77	1.70	1.67	1.56	1.39	1.53	1.46	1.30	1.50	1.50	1.56
288hr	1.72	1.77	1.88	1.72	1.67	1.59	1.44	1.49	1.50	1.34	1.52	1.55	1.60

표 D.6.2 KIM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-3.04	-4.05	-4.63	-3.33	-5.68	-6.80	-5.53	-5.46	-4.30	-3.98	-4.49	-5.16	-4.70
24hr	-2.67	-3.18	-3.20	-1.90	-4.64	-6.27	-5.28	-5.56	-4.04	-3.51	-4.25	-5.16	-4.14
36hr	-1.74	-2.12	-2.39	-0.91	-3.66	-5.78	-4.70	-4.83	-3.15	-2.81	-3.85	-4.52	-3.37
48hr	-1.50	-1.80	-2.29	-0.94	-3.53	-5.62	-4.58	-4.61	-3.37	-3.06	-4.15	-4.83	-3.36
60hr	-1.13	-0.95	-1.79	-0.37	-3.07	-5.28	-4.83	-4.56	-3.34	-3.03	-4.06	-4.78	-3.10
72hr	-0.66	-0.65	-1.36	-0.15	-2.72	-5.23	-4.23	-4.21	-2.98	-2.68	-3.96	-4.82	-2.80
96hr	-0.91	-0.69	-1.28	-0.39	-2.67	-5.52	-4.40	-4.75	-4.11	-3.63	-5.14	-5.35	-3.24
120hr	-1.42	-1.45	-1.35	-0.85	-2.54	-5.62	-4.44	-5.29	-4.67	-3.82	-5.39	-5.39	-3.52
144hr	-2.19	-2.68	-2.51	-1.52	-3.17	-5.87	-4.91	-5.55	-5.41	-4.69	-6.15	-6.19	-4.24
168hr	-2.56	-3.22	-2.88	-1.25	-3.45	-5.66	-4.72	-5.77	-5.52	-4.60	-6.08	-6.68	-4.37
192hr	-3.71	-4.03	-3.90	-1.99	-4.24	-6.06	-4.48	-6.31	-6.66	-5.00	-7.25	-8.36	-5.17
216hr	-4.56	-4.38	-5.01	-2.37	-4.67	-6.04	-3.94	-6.45	-6.93	-5.17	-7.80	-8.59	-5.49
240hr	-5.29	-4.53	-5.26	-3.73	-5.29	-6.20	-3.87	-6.78	-7.39	-6.39	-8.02	-8.15	-5.91
264hr	-5.97	-4.68	-4.76	-4.90	-5.22	-6.04	-4.32	-6.86	-7.47	-7.52	-8.50	-7.89	-6.18
288hr	-6.34	-5.58	-5.06	-6.17	-5.72	-6.28	-5.26	-6.97	-7.71	-8.51	-9.83	-8.67	-6.84
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.29	11.17	11.26	10.73	11.65	12.03	11.24	10.84	10.35	10.99	11.81	11.48	11.24
24hr	11.13	10.47	10.78	10.36	11.57	12.05	11.35	11.17	10.64	11.09	11.66	11.55	11.15
36hr	11.29	10.43	10.83	10.38	11.46	12.05	11.28	11.20	10.71	11.33	11.98	11.52	11.20
48hr	11.44	10.85	11.08	10.60	11.55	12.21	11.42	11.32	10.79	11.38	12.18	11.57	11.37
60hr	11.35	10.46	10.60	10.15	11.30	12.17	11.67	11.34	10.93	11.41	12.26	11.62	11.27
72hr	11.56	10.64	10.96	10.53	11.50	12.17	11.72	11.51	11.24	11.81	12.50	11.81	11.49
96hr	11.84	10.74	11.38	10.74	11.90	12.57	12.27	12.38	12.12	12.27	12.95	12.37	11.96
120hr	12.09	11.04	11.37	10.89	12.14	13.08	12.86	13.24	12.58	12.62	13.62	12.98	12.38
144hr	12.55	11.93	12.13	11.52	12.56	13.74	13.48	13.81	13.53	13.12	14.33	13.76	13.04
168hr	12.88	12.75	13.09	12.18	13.14	14.53	13.86	14.37	14.54	13.63	15.48	14.62	13.75
192hr	13.80	13.68	13.94	13.00	14.00	15.24	14.08	14.67	15.26	14.11	16.17	16.39	14.53
216hr	15.08	14.54	15.05	14.08	14.91	15.49	14.30	15.55	16.10	15.10	17.44	17.30	15.41
240hr	16.33	15.87	15.47	15.07	15.65	16.43	14.57	16.25	16.65	16.52	18.05	18.11	16.25
264hr	17.16	16.66	16.30	16.22	15.92	17.37	15.57	17.64	17.30	17.69	18.46	18.75	17.09
288hr	17.56	17.46	17.16	17.30	16.60	17.80	16.37	17.16	18.53	18.45	19.69	19.08	17.76

표 D.6.3 KIM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.58	-0.40	-0.31	-0.32	-0.20	-0.24	-0.04	-0.14	-0.14	-0.27	-0.39	-0.27
24hr	-0.12	-0.43	-0.48	-0.31	-0.14	0.06	0.02	0.04	-0.04	-0.12	-0.17	-0.49	-0.18
36hr	0.00	-0.42	-0.48	-0.20	-0.35	-0.11	0.00	-0.04	-0.05	-0.12	-0.09	-0.38	-0.19
48hr	0.07	-0.28	-0.55	-0.14	-0.26	-0.08	0.14	0.09	0.06	-0.20	-0.08	-0.42	-0.14
60hr	0.20	-0.38	-0.50	-0.06	-0.21	-0.07	0.25	0.21	0.09	-0.07	-0.15	-0.45	-0.10
72hr	0.35	-0.23	-0.44	-0.06	-0.24	-0.01	0.39	0.33	0.24	-0.04	-0.22	-0.44	-0.03
96hr	0.57	-0.12	-0.23	0.13	-0.23	0.16	0.49	0.50	0.20	-0.05	-0.10	-0.27	0.09
120hr	0.56	-0.35	-0.30	0.13	-0.20	-0.04	0.60	0.58	0.42	0.22	-0.02	-0.24	0.11
144hr	0.50	-0.52	-0.35	0.37	-0.08	0.14	0.61	0.65	0.43	0.30	0.08	-0.12	0.17
168hr	0.44	-1.02	-0.42	0.29	0.02	0.14	0.80	0.82	0.28	0.54	0.10	0.06	0.17
192hr	0.31	-1.19	-0.24	0.56	0.21	-0.03	0.70	0.91	0.35	0.48	0.35	0.10	0.21
216hr	0.37	-1.13	-0.16	0.71	0.23	-0.05	0.73	0.81	0.25	0.30	0.18	0.18	0.20
240hr	0.27	-1.12	-0.07	0.61	0.43	-0.04	0.92	0.80	0.15	0.30	0.02	0.45	0.23
264hr	0.36	-1.02	-0.09	0.65	0.53	-0.06	1.05	0.94	0.32	0.31	0.30	0.32	0.30
288hr	0.67	-1.15	-0.19	0.28	0.75	0.27	0.87	1.12	0.74	0.26	0.41	0.30	0.36
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.57	4.59	4.48	4.11	4.38	4.75	4.68	4.68	4.57	4.34	4.65	4.64	4.54
24hr	5.24	5.22	5.07	4.71	5.00	5.47	5.47	5.34	5.32	5.10	5.25	5.21	5.20
36hr	5.68	5.86	5.54	5.00	5.25	5.75	5.89	5.88	5.55	5.55	5.83	5.71	5.62
48hr	5.94	6.26	5.99	5.43	5.61	6.16	6.30	6.34	5.91	5.88	6.22	6.20	6.02
60hr	6.28	6.61	6.29	5.65	5.88	6.40	6.72	6.52	6.27	6.05	6.45	6.45	6.30
72hr	6.55	6.79	6.56	6.03	6.27	6.66	6.94	6.88	6.74	6.42	6.68	6.83	6.61
96hr	6.99	7.46	7.07	6.65	6.93	7.32	7.53	7.41	7.53	6.86	7.20	7.69	7.22
120hr	7.40	8.03	7.62	7.05	7.36	7.94	8.20	7.99	7.99	7.54	7.83	8.33	7.77
144hr	7.82	8.44	8.01	7.75	7.93	8.55	8.79	8.39	8.39	7.90	8.50	8.79	8.27
168hr	8.13	9.04	8.47	8.15	8.53	9.18	9.32	9.01	8.68	8.62	9.38	8.93	8.79
192hr	8.61	9.76	9.19	8.63	9.33	9.56	9.89	9.29	9.12	9.09	9.96	9.72	9.35
216hr	9.12	10.26	9.77	8.92	9.60	10.01	10.36	9.74	9.64	9.79	10.45	10.44	9.84
240hr	9.57	10.79	10.11	9.37	10.44	10.50	10.73	10.29	10.11	10.32	10.95	11.17	10.36
264hr	10.27	11.39	10.38	9.86	10.69	11.05	11.22	10.50	10.42	10.77	11.52	11.54	10.80
288hr	11.01	11.57	10.97	9.95	11.20	11.54	11.32	10.85	10.56	10.87	12.01	11.99	11.15

D.6.2 UM-Global

표 D.6.4 UM-Global 적도 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.13	0.12	0.10	0.15	0.23	0.26	0.27	0.25	0.17	0.20	0.18	0.13	0.18
24hr	0.19	0.20	0.14	0.18	0.28	0.26	0.29	0.29	0.22	0.23	0.19	0.15	0.22
36hr	0.21	0.23	0.17	0.25	0.37	0.34	0.36	0.33	0.29	0.28	0.18	0.17	0.27
48hr	0.21	0.23	0.19	0.25	0.39	0.36	0.39	0.32	0.29	0.29	0.18	0.16	0.27
60hr	0.21	0.23	0.20	0.27	0.43	0.41	0.41	0.34	0.32	0.30	0.17	0.15	0.29
72hr	0.21	0.24	0.23	0.27	0.42	0.40	0.41	0.31	0.30	0.29	0.19	0.14	0.28
96hr	0.23	0.22	0.22	0.29	0.46	0.40	0.41	0.30	0.30	0.31	0.21	0.15	0.29
120hr	0.21	0.21	0.28	0.30	0.48	0.43	0.42	0.30	0.28	0.33	0.24	0.15	0.30
144hr	0.16	0.22	0.32	0.32	0.51	0.45	0.42	0.30	0.29	0.36	0.22	0.18	0.31
168hr	0.12	0.29	0.28	0.35	0.55	0.47	0.44	0.34	0.27	0.38	0.26	0.18	0.33
192hr	0.10	0.32	0.29	0.36	0.58	0.49	0.45	0.32	0.28	0.41	0.26	0.18	0.34
216hr	0.10	0.34	0.26	0.35	0.61	0.50	0.47	0.29	0.31	0.42	0.26	0.15	0.34
240hr	0.06	0.38	0.28	0.39	0.64	0.53	0.48	0.32	0.31	0.43	0.26	0.11	0.35
264hr	0.10	0.29	0.21	0.37	0.72	0.52	0.46	0.34	0.27	0.39	0.21	0.09	0.33
288hr	0.11	0.27	0.07	0.39	0.70	0.53	0.43	0.38	0.32	0.42	0.16	0.04	0.32
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.95	0.90	0.93	0.87	0.92	0.99	0.96	0.99	0.88	0.90	0.89	0.90	0.92
24hr	1.03	0.97	0.98	0.93	0.96	1.02	1.03	1.03	0.94	0.98	0.97	0.96	0.98
36hr	1.07	1.01	1.03	1.01	1.03	1.12	1.09	1.08	0.99	1.04	1.03	0.99	1.04
48hr	1.11	1.07	1.06	1.04	1.08	1.13	1.14	1.14	1.03	1.06	1.09	0.98	1.08
60hr	1.13	1.11	1.08	1.09	1.14	1.17	1.19	1.18	1.07	1.11	1.10	1.04	1.12
72hr	1.15	1.14	1.11	1.11	1.16	1.16	1.22	1.18	1.10	1.13	1.12	1.04	1.14
96hr	1.25	1.19	1.20	1.13	1.21	1.26	1.27	1.21	1.16	1.19	1.19	1.10	1.20
120hr	1.35	1.28	1.27	1.21	1.28	1.28	1.35	1.30	1.21	1.21	1.29	1.16	1.27
144hr	1.37	1.34	1.39	1.25	1.36	1.34	1.38	1.37	1.25	1.30	1.40	1.24	1.33
168hr	1.41	1.50	1.41	1.32	1.41	1.40	1.43	1.43	1.33	1.40	1.46	1.34	1.40
192hr	1.48	1.63	1.43	1.49	1.53	1.48	1.43	1.49	1.35	1.45	1.57	1.42	1.48
216hr	1.57	1.74	1.60	1.60	1.66	1.53	1.47	1.51	1.39	1.55	1.55	1.44	1.55
240hr	1.61	1.92	1.56	1.67	1.68	1.57	1.50	1.52	1.42	1.63	1.64	1.52	1.60
264hr	1.70	1.89	1.81	1.77	1.83	1.66	1.56	1.61	1.58	1.67	1.60	1.65	1.69
288hr	1.73	1.86	1.98	1.85	1.89	1.72	1.54	1.70	1.62	1.72	1.71	1.62	1.75

표 D.6.5 UM-Global 적도 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-2.00	-2.43	-2.73	-2.59	-3.31	-3.31	-1.16	-1.67	-1.73	-1.69	-2.57	-2.62	-2.32
24hr	-1.25	-1.25	-1.79	-2.17	-2.87	-3.44	-1.64	-1.88	-1.93	-1.82	-2.68	-2.38	-2.09
36hr	-1.00	-0.87	-1.49	-1.65	-2.56	-3.19	-1.01	-0.92	-0.93	-1.27	-2.72	-2.52	-1.68
48hr	-2.34	-1.72	-2.47	-2.19	-2.56	-3.28	-2.25	-1.56	-1.22	-1.36	-3.47	-3.92	-2.36
60hr	-2.71	-2.25	-3.03	-2.54	-2.60	-3.58	-2.54	-1.57	-1.31	-1.38	-3.84	-4.21	-2.63
72hr	-2.92	-2.43	-3.28	-3.20	-3.02	-3.88	-3.25	-2.17	-2.20	-1.89	-4.46	-4.61	-3.11
96hr	-4.93	-4.33	-4.83	-4.36	-3.68	-5.10	-4.11	-2.90	-2.93	-2.62	-5.53	-6.16	-4.29
120hr	-5.18	-5.10	-4.95	-4.94	-4.06	-6.01	-4.50	-3.42	-3.13	-3.16	-6.09	-5.60	-4.68
144hr	-6.09	-6.55	-6.11	-5.41	-4.83	-6.14	-4.94	-4.01	-3.63	-3.83	-7.04	-6.62	-5.43
168hr	-5.88	-7.22	-6.71	-5.51	-5.35	-5.59	-4.44	-3.75	-3.95	-3.35	-6.89	-7.40	-5.51
192hr	-7.24	-8.84	-7.43	-6.07	-5.75	-5.92	-3.78	-3.70	-4.70	-3.53	-7.97	-9.26	-6.18
216hr	-8.17	-10.09	-8.19	-6.03	-6.55	-6.06	-3.19	-3.39	-4.11	-4.44	-8.67	-10.33	-6.60
240hr	-10.31	-12.15	-9.83	-7.09	-7.11	-6.01	-4.21	-4.23	-4.04	-5.93	-9.31	-11.72	-7.66
264hr	-11.22	-13.19	-10.64	-7.89	-7.53	-4.94	-4.85	-4.35	-3.82	-6.72	-9.81	-12.48	-8.12
288hr	-11.76	-14.44	-11.09	-8.58	-8.88	-5.08	-5.12	-5.47	-3.67	-8.00	-10.89	-13.15	-8.84
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	11.30	10.71	10.94	10.28	10.98	10.96	10.57	9.97	10.09	10.75	11.41	10.85	10.73
24hr	11.46	10.79	11.10	10.41	11.10	11.11	10.74	10.34	10.33	10.97	11.60	11.16	10.93
36hr	12.21	11.44	11.80	10.92	11.49	11.50	11.27	10.90	11.06	11.51	12.04	11.55	11.47
48hr	12.43	11.87	12.14	11.32	11.97	11.72	11.54	11.02	11.37	11.81	12.52	12.06	11.81
60hr	12.33	11.86	11.99	11.22	12.10	11.85	11.73	11.05	11.28	12.12	12.88	11.99	11.87
72hr	12.60	12.10	11.82	11.30	12.12	11.93	12.05	11.30	11.82	12.01	12.97	12.32	12.03
96hr	13.28	12.58	12.30	12.01	12.58	12.74	12.54	12.16	11.87	12.67	13.42	13.17	12.61
120hr	13.52	13.11	12.49	12.25	12.74	13.56	12.95	13.02	12.05	13.23	13.86	13.67	13.04
144hr	14.49	14.29	13.42	13.24	13.66	13.90	13.71	13.75	13.08	14.86	15.05	14.62	14.00
168hr	15.19	15.52	14.55	14.04	14.94	14.82	14.34	14.11	14.28	15.04	15.94	15.64	14.87
192hr	16.52	17.12	15.41	14.95	15.52	15.72	14.51	15.08	15.90	15.89	17.65	17.64	15.99
216hr	17.92	18.76	16.44	16.15	16.12	16.31	15.00	16.05	16.20	16.68	17.81	19.19	16.89
240hr	19.09	20.49	18.02	17.29	17.39	16.40	15.79	16.53	17.51	17.85	19.04	21.04	18.04
264hr	19.88	21.92	19.24	17.56	17.91	17.10	16.72	17.33	17.94	18.62	19.35	21.48	18.76
288hr	21.09	23.29	20.82	18.29	20.23	18.54	17.66	18.08	17.50	19.07	19.86	21.46	19.66

표 D.6.6 UM-Global 적도 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.13	-0.35	-0.15	-0.18	-0.09	-0.13	-0.19	-0.02	-0.20	-0.06	-0.29	-0.28	-0.17
24hr	-0.24	-0.57	-0.46	-0.28	-0.07	-0.01	-0.14	0.00	-0.13	-0.12	-0.33	-0.37	-0.23
36hr	-0.33	-0.60	-0.45	-0.32	-0.04	-0.06	-0.18	-0.01	-0.06	-0.10	-0.32	-0.40	-0.24
48hr	-0.25	-0.62	-0.57	-0.30	0.01	0.01	-0.22	-0.08	-0.02	-0.06	-0.24	-0.40	-0.23
60hr	-0.26	-0.59	-0.57	-0.32	-0.01	0.04	-0.19	0.02	0.18	-0.10	-0.29	-0.45	-0.21
72hr	-0.20	-0.68	-0.59	-0.30	0.10	0.19	-0.10	0.16	0.17	-0.11	-0.20	-0.30	-0.16
96hr	-0.23	-0.62	-0.36	-0.27	0.16	0.34	-0.06	0.23	0.38	-0.22	-0.22	-0.33	-0.10
120hr	-0.08	-0.41	-0.26	-0.24	0.15	0.56	0.08	0.27	0.26	-0.17	-0.30	-0.38	-0.04
144hr	-0.06	-0.39	-0.06	-0.21	0.11	0.70	0.21	0.36	0.13	-0.12	-0.28	-0.20	0.02
168hr	0.09	-0.19	0.10	-0.31	0.14	0.83	0.16	0.36	0.17	-0.22	-0.28	-0.23	0.05
192hr	0.34	-0.14	0.09	-0.24	0.30	0.77	0.19	0.19	0.17	-0.10	-0.14	-0.07	0.11
216hr	0.09	-0.13	0.20	-0.13	0.48	0.40	-0.02	0.16	0.29	-0.17	-0.30	-0.01	0.07
240hr	0.02	-0.15	0.35	-0.04	0.54	0.61	-0.26	0.34	0.34	-0.27	-0.58	0.12	0.09
264hr	-0.03	-0.07	0.12	0.10	0.53	0.60	-0.47	0.27	0.40	-0.39	-0.60	0.39	0.07
288hr	0.06	-0.36	0.04	0.23	0.57	0.49	-0.38	0.08	0.36	-0.36	-0.70	0.39	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.59	4.48	4.33	4.12	4.35	4.61	4.71	4.62	4.51	4.35	4.53	4.70	4.49
24hr	5.25	5.34	4.99	4.68	4.94	5.25	5.47	5.34	5.20	4.95	5.23	5.45	5.17
36hr	5.72	5.97	5.46	5.15	5.35	5.79	5.93	5.82	5.79	5.49	5.77	5.98	5.68
48hr	6.05	6.46	5.95	5.60	5.77	6.20	6.46	6.20	6.23	5.83	6.16	6.50	6.12
60hr	6.55	6.90	6.30	5.79	6.24	6.59	6.73	6.71	6.72	6.34	6.53	6.67	6.50
72hr	6.84	7.37	6.62	6.16	6.64	6.96	7.12	7.00	7.27	6.67	7.07	7.21	6.91
96hr	7.30	8.17	7.39	6.82	7.25	7.76	7.91	7.71	7.95	7.38	7.77	7.92	7.61
120hr	7.90	8.79	8.11	7.41	7.82	8.51	8.53	8.14	8.32	7.91	8.23	8.71	8.20
144hr	8.27	9.40	8.56	8.20	8.38	9.21	9.20	8.86	8.56	8.51	8.73	9.29	8.76
168hr	8.70	9.71	9.00	8.35	9.10	9.78	9.68	9.44	9.18	9.20	9.33	9.92	9.28
192hr	9.37	10.44	9.43	8.88	9.59	10.34	10.21	9.81	9.66	9.76	10.15	10.42	9.84
216hr	9.74	11.11	9.68	9.32	10.12	10.60	10.76	10.28	10.16	10.05	10.35	11.11	10.27
240hr	10.15	11.72	10.43	10.06	10.76	11.00	11.26	10.89	10.33	10.39	10.49	11.72	10.77
264hr	10.62	11.90	10.88	10.66	10.85	11.30	11.39	11.30	10.67	10.72	11.06	12.13	11.12
288hr	11.21	12.40	11.35	11.35	11.57	11.68	11.58	11.08	10.83	11.11	11.61	12.36	11.51

D.7 아시아 영역 분석검증

D.7.1 KIM-Global

표 D.7.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.11	-0.10	-0.09	-0.05	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.05	-0.05	-0.10	-0.04	-0.05
24hr	-0.13	-0.12	-0.14	-0.07	-0.01	-0.04	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	-0.07	-0.03	-0.06
36hr	-0.20	-0.19	-0.21	-0.07	0.03	0.00	0.01	0.01	-0.03	-0.01	-0.15	-0.08	-0.07
48hr	-0.20	-0.19	-0.23	-0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	-0.13	-0.08	-0.06
60hr	-0.27	-0.21	-0.31	-0.07	0.11	0.05	0.07	0.01	0.00	0.05	-0.19	-0.13	-0.07
72hr	-0.28	-0.19	-0.31	-0.07	0.14	0.10	0.08	0.04	0.04	0.09	-0.18	-0.11	-0.05
96hr	-0.41	-0.25	-0.36	-0.07	0.23	0.14	0.10	0.04	0.01	0.15	-0.24	-0.18	-0.07
120hr	-0.54	-0.38	-0.44	-0.02	0.25	0.16	0.09	0.07	-0.03	0.15	-0.30	-0.23	-0.10
144hr	-0.63	-0.55	-0.46	0.08	0.31	0.18	0.14	0.14	-0.08	0.17	-0.27	-0.34	-0.11
168hr	-0.75	-0.70	-0.60	0.13	0.38	0.18	0.20	0.17	-0.12	0.22	-0.27	-0.39	-0.13
192hr	-0.74	-0.77	-0.64	0.10	0.41	0.14	0.24	0.16	-0.22	0.34	-0.41	-0.34	-0.14
216hr	-0.74	-0.68	-0.66	0.06	0.49	0.06	0.26	0.14	-0.32	0.29	-0.36	-0.45	-0.16
240hr	-0.74	-0.67	-0.64	-0.09	0.47	-0.10	0.20	0.16	-0.40	0.28	-0.19	-0.70	-0.20
264hr	-0.70	-0.59	-0.62	-0.19	0.56	-0.30	0.20	0.22	-0.53	0.37	-0.19	-0.85	-0.22
288hr	-0.84	-0.46	-0.52	-0.22	0.56	-0.44	0.23	0.18	-0.54	0.28	-0.38	-0.98	-0.26
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.40	0.42	0.46	0.48	0.47	0.43	0.42	0.38	0.35	0.37	0.38	0.41
24hr	0.63	0.64	0.67	0.71	0.72	0.70	0.65	0.63	0.56	0.54	0.58	0.63	0.64
36hr	0.86	0.85	0.90	0.94	0.98	0.94	0.86	0.83	0.77	0.73	0.77	0.86	0.86
48hr	1.05	1.03	1.04	1.12	1.17	1.08	1.00	0.95	0.89	0.85	0.92	1.03	1.01
60hr	1.26	1.20	1.23	1.34	1.36	1.30	1.18	1.09	1.05	1.01	1.06	1.19	1.19
72hr	1.46	1.37	1.37	1.50	1.57	1.42	1.32	1.20	1.26	1.16	1.23	1.35	1.35
96hr	1.93	1.74	1.76	1.99	2.06	1.81	1.59	1.47	1.71	1.44	1.59	1.80	1.74
120hr	2.33	2.29	2.24	2.53	2.52	2.30	1.81	1.75	2.14	1.79	2.01	2.32	2.17
144hr	2.80	2.83	2.84	3.00	3.06	2.66	2.09	2.01	2.56	2.17	2.54	3.02	2.63
168hr	3.31	3.33	3.43	3.51	3.64	3.03	2.38	2.26	2.97	2.59	3.23	3.75	3.12
192hr	3.77	3.87	4.05	3.96	4.10	3.32	2.73	2.55	3.14	3.20	4.01	4.30	3.58
216hr	4.30	4.34	4.53	4.46	4.49	3.53	2.99	2.84	3.31	3.49	4.47	4.83	3.96
240hr	4.76	4.70	5.02	4.89	4.87	3.77	3.22	3.05	3.38	3.72	4.97	5.27	4.30
264hr	5.19	5.04	5.50	4.88	5.02	4.08	3.33	3.20	3.65	3.81	5.39	5.45	4.54
288hr	5.42	5.39	5.82	5.04	5.20	4.30	3.54	3.23	3.91	3.93	5.87	5.64	4.78

표 D.7.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-2.14	-2.38	-2.09	-1.38	-0.80	-1.28	-0.86	-0.99	-1.49	-1.84	-2.37	-2.00	-1.64
24hr	-0.23	-0.91	-0.09	0.02	0.16	-1.25	-1.29	-0.63	-1.34	-1.11	-1.65	-0.78	-0.76
36hr	-0.11	-1.89	-0.54	0.42	1.73	0.85	1.02	1.05	-0.20	-0.46	-1.84	-1.61	-0.13
48hr	-0.47	-3.21	-1.57	-0.73	1.30	1.33	0.80	1.64	0.11	-0.51	-2.23	-1.98	-0.46
60hr	0.77	-3.46	-1.56	-0.97	2.39	1.61	1.19	1.18	0.41	-0.66	-1.56	-2.45	-0.26
72hr	1.13	-3.78	-1.88	-1.42	3.60	3.15	2.57	2.87	2.26	0.61	-0.94	-1.85	0.53
96hr	0.32	-7.05	-3.09	-2.08	3.25	0.92	1.26	1.41	0.49	-1.14	-2.60	-4.30	-1.05
120hr	-0.49	-12.14	-4.55	-2.87	1.56	-1.14	0.23	0.76	-1.40	-3.60	-5.87	-7.77	-3.11
144hr	-2.63	-13.23	-3.46	-4.64	1.52	-0.04	1.26	0.76	-0.50	-3.91	-6.91	-8.43	-3.35
168hr	-3.72	-15.49	-1.32	-6.06	-0.63	1.60	2.51	0.36	-0.45	-4.43	-8.32	-4.26	-3.35
192hr	-5.44	-19.64	-0.55	-6.33	-1.96	2.58	0.48	0.40	-2.71	-6.74	-12.46	-2.36	-4.56
216hr	-7.56	-22.58	-2.44	-7.44	1.51	-0.52	-0.48	1.86	-4.07	-10.00	-17.65	-1.04	-5.87
240hr	-12.82	-19.62	-4.39	-6.24	1.60	-3.01	-2.47	4.13	-5.49	-10.04	-15.78	-4.05	-6.51
264hr	-17.20	-20.00	-5.37	-6.14	3.24	-5.46	-3.52	4.71	-7.90	-6.22	-9.69	-10.15	-6.98
288hr	-22.60	-23.34	-4.92	-10.36	7.12	-7.40	-4.86	1.37	-8.86	-4.64	-10.35	-8.63	-8.12
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.03	4.46	4.13	4.01	3.61	3.43	3.24	3.40	3.51	3.44	3.99	3.81	3.75
24hr	6.50	6.91	6.14	6.79	5.98	5.67	5.26	5.25	5.16	4.83	5.56	6.11	5.85
36hr	9.65	10.03	8.87	9.91	8.43	7.94	7.09	7.33	7.32	6.61	7.58	8.55	8.28
48hr	12.83	13.27	11.10	12.99	11.22	10.18	9.11	8.85	9.28	8.76	10.16	11.09	10.74
60hr	16.74	16.46	14.34	16.38	14.27	13.63	11.67	11.06	11.89	11.15	12.82	14.28	13.72
72hr	20.92	20.04	16.70	19.72	18.34	16.30	14.39	13.64	14.84	14.01	16.36	17.01	16.86
96hr	28.42	28.84	24.78	28.52	25.98	23.22	19.67	18.85	21.71	19.88	22.84	25.58	24.02
120hr	35.67	42.30	35.31	39.49	33.28	31.12	25.46	24.27	29.92	27.92	31.53	36.39	32.72
144hr	44.11	54.23	44.44	49.98	45.24	38.74	32.05	29.57	37.92	35.14	42.51	49.15	41.92
168hr	54.39	63.87	57.00	60.21	53.76	45.96	38.13	35.18	43.58	43.56	56.36	59.60	50.97
192hr	66.67	79.56	67.69	66.98	60.60	51.71	44.01	41.21	49.06	53.71	71.60	70.80	60.30
216hr	81.46	93.69	77.13	78.00	67.53	55.59	48.32	47.02	54.90	62.04	83.26	81.39	69.19
240hr	94.23	100.02	87.99	80.82	74.52	58.89	50.53	50.71	59.53	67.83	87.73	88.95	75.15
264hr	104.00	105.98	95.26	81.58	78.96	63.67	54.80	51.51	64.06	68.33	90.30	93.22	79.31
288hr	109.20	114.57	99.29	85.73	83.86	67.75	59.18	52.30	66.89	72.44	101.04	99.71	84.33

표 D.7.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	-0.12	-0.13	-0.05	-0.04	0.10	0.09	0.05	-0.01	-0.09	-0.07	-0.09	-0.03
24hr	-0.11	-0.06	-0.13	-0.06	-0.04	0.09	0.04	0.01	0.00	-0.08	-0.12	-0.09	-0.05
36hr	-0.13	-0.02	-0.13	0.03	0.04	0.13	0.06	0.03	0.10	-0.02	-0.05	0.06	0.01
48hr	-0.25	-0.08	-0.21	0.01	0.03	0.09	-0.05	0.01	0.02	-0.06	-0.20	0.03	-0.05
60hr	-0.32	0.02	-0.11	0.08	-0.01	-0.05	-0.11	0.00	-0.02	-0.04	-0.21	0.09	-0.06
72hr	-0.38	-0.03	-0.25	0.09	0.03	-0.10	-0.13	-0.07	-0.08	-0.03	-0.22	0.08	-0.09
96hr	-0.41	-0.13	-0.22	0.05	0.03	-0.18	-0.14	-0.18	-0.21	-0.07	-0.15	0.16	-0.12
120hr	-0.42	-0.13	-0.02	-0.07	0.05	-0.14	-0.19	-0.30	-0.19	-0.14	-0.12	0.09	-0.13
144hr	-0.45	-0.17	0.05	-0.23	-0.06	-0.21	-0.14	-0.34	-0.17	-0.08	-0.10	0.12	-0.15
168hr	-0.32	-0.11	0.20	-0.25	-0.27	-0.27	-0.07	-0.71	-0.02	0.05	0.14	-0.05	-0.14
192hr	-0.46	0.02	0.17	-0.33	-0.23	-0.14	-0.22	-0.71	-0.01	0.18	0.44	-0.29	-0.13
216hr	-0.22	0.17	-0.13	-0.34	-0.30	0.06	-0.32	-0.71	-0.20	0.25	0.15	-0.49	-0.18
240hr	-0.07	0.43	-0.37	-0.44	-0.35	0.19	-0.29	-0.78	-0.06	0.12	0.03	-0.44	-0.17
264hr	-0.03	0.45	-0.45	-0.62	-0.78	0.43	-0.39	-1.12	0.28	-0.04	0.20	-0.30	-0.20
288hr	0.40	0.65	-0.80	-0.65	-1.05	0.54	-0.34	-1.10	0.31	-0.04	0.24	-0.31	-0.18
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.51	1.61	1.90	2.12	2.28	2.51	2.40	2.29	2.07	1.64	1.48	1.55	1.95
24hr	2.50	2.76	3.24	3.56	3.88	4.12	3.89	3.62	3.29	2.79	2.51	2.62	3.23
36hr	3.31	3.63	4.27	4.65	5.03	5.40	5.10	4.84	4.47	3.46	3.25	3.39	4.23
48hr	4.06	4.55	4.92	5.57	6.09	6.47	6.16	5.72	5.35	4.22	3.95	4.17	5.10
60hr	5.02	5.29	5.80	6.53	7.02	7.67	7.14	6.72	6.32	4.98	4.73	4.83	6.01
72hr	6.03	6.14	6.56	7.46	8.13	8.44	8.28	7.50	7.30	5.98	5.55	5.59	6.91
96hr	8.08	7.92	8.35	9.63	10.46	10.67	10.28	9.50	9.57	7.70	7.15	7.43	8.89
120hr	9.78	10.27	10.51	11.82	12.73	13.00	12.03	11.24	11.51	9.62	9.01	9.43	10.91
144hr	11.70	12.54	12.60	13.80	15.14	15.02	13.44	12.88	13.46	11.61	11.62	11.67	12.96
168hr	13.90	14.28	14.94	15.64	16.84	16.95	14.85	14.09	15.29	13.81	14.44	13.74	14.90
192hr	15.73	16.60	17.39	17.52	18.32	18.52	15.83	15.69	16.79	16.09	17.20	15.54	16.77
216hr	17.62	18.33	19.06	19.48	20.09	19.42	16.65	17.04	17.86	17.73	18.50	16.94	18.23
240hr	20.17	19.17	21.03	20.66	21.30	20.00	17.04	17.95	19.00	18.99	19.36	18.60	19.44
264hr	21.97	19.94	22.40	21.40	21.85	20.68	17.98	18.34	20.26	18.86	21.06	19.89	20.39
288hr	22.64	21.39	22.96	21.98	22.82	21.30	19.28	18.77	21.09	19.50	22.43	21.01	21.26

D.7.2 UM-Global

표 D.7.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.24	-0.26	-0.29	-0.19	-0.03	0.11	0.08	-0.06	-0.22	-0.16	-0.21	-0.13	-0.13
24hr	-0.06	-0.11	-0.17	-0.14	0.00	0.18	0.18	0.07	-0.11	-0.01	-0.05	0.05	-0.01
36hr	-0.13	-0.21	-0.30	-0.13	0.03	0.25	0.23	0.06	-0.22	-0.05	-0.11	0.03	-0.05
48hr	0.02	-0.09	-0.23	-0.08	0.06	0.31	0.30	0.17	-0.10	0.06	-0.01	0.13	0.04
60hr	-0.03	-0.14	-0.30	-0.03	0.15	0.42	0.36	0.16	-0.17	0.05	-0.02	0.12	0.05
72hr	0.06	-0.06	-0.27	-0.03	0.18	0.49	0.43	0.25	-0.08	0.15	0.05	0.19	0.11
96hr	0.06	-0.06	-0.31	0.04	0.33	0.66	0.54	0.29	-0.05	0.24	0.10	0.21	0.17
120hr	0.00	-0.15	-0.33	0.10	0.48	0.76	0.60	0.30	-0.04	0.31	0.16	0.27	0.21
144hr	-0.10	-0.18	-0.25	0.13	0.65	0.83	0.65	0.36	-0.06	0.37	0.24	0.38	0.25
168hr	-0.16	-0.23	-0.21	0.10	0.71	0.86	0.75	0.39	-0.09	0.47	0.29	0.42	0.28
192hr	-0.19	-0.28	-0.18	0.10	0.81	0.85	0.79	0.39	-0.16	0.61	0.14	0.55	0.29
216hr	-0.14	-0.33	-0.23	0.02	0.82	0.76	0.86	0.44	-0.26	0.69	0.20	0.61	0.29
240hr	-0.19	-0.34	-0.22	-0.02	0.85	0.64	0.87	0.49	-0.27	0.61	0.28	0.59	0.27
264hr	-0.25	-0.25	-0.11	-0.16	0.89	0.53	0.91	0.49	-0.28	0.60	0.21	0.36	0.24
288hr	-0.26	-0.12	-0.02	-0.21	1.02	0.45	0.94	0.52	-0.28	0.75	0.20	0.23	0.27
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.69	0.72	0.79	0.77	0.78	0.80	0.73	0.70	0.72	0.64	0.68	0.69	0.73
24hr	0.86	0.86	0.86	0.91	0.94	0.94	0.87	0.79	0.75	0.76	0.80	0.87	0.85
36hr	1.03	1.07	1.15	1.17	1.25	1.25	1.15	1.03	1.02	0.97	0.98	1.06	1.09
48hr	1.17	1.18	1.21	1.29	1.39	1.37	1.27	1.15	1.07	1.07	1.08	1.20	1.20
60hr	1.35	1.33	1.42	1.52	1.64	1.64	1.52	1.34	1.29	1.22	1.23	1.35	1.40
72hr	1.53	1.47	1.51	1.63	1.78	1.78	1.63	1.46	1.38	1.35	1.38	1.52	1.53
96hr	1.89	1.83	1.86	2.02	2.20	2.23	1.97	1.73	1.78	1.64	1.74	1.93	1.90
120hr	2.31	2.38	2.31	2.63	2.73	2.60	2.29	1.94	2.27	2.02	2.14	2.41	2.34
144hr	2.85	2.98	2.86	3.40	3.29	3.07	2.60	2.23	2.79	2.41	2.78	3.03	2.86
168hr	3.42	3.65	3.39	4.13	3.68	3.51	2.98	2.54	3.22	2.78	3.43	3.67	3.37
192hr	4.15	4.23	3.84	4.50	4.24	3.90	3.38	2.88	3.60	3.29	3.94	4.40	3.86
216hr	4.61	4.74	4.25	4.85	4.74	4.17	3.74	3.13	3.88	3.69	4.42	5.08	4.27
240hr	4.85	5.07	4.97	5.10	5.08	4.43	4.03	3.36	3.98	3.95	4.94	5.53	4.61
264hr	5.21	5.36	5.56	5.48	5.28	4.69	4.07	3.56	4.06	4.23	5.30	5.89	4.89
288hr	5.57	5.66	5.83	5.74	5.42	4.81	4.10	3.68	4.19	4.64	5.45	6.09	5.10

표 D.7.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.82	-1.44	-0.71	-0.03	-0.07	-1.39	-1.46	-1.90	-2.15	-1.36	-2.40	-2.08	-1.40
24hr	-1.02	-0.41	0.34	0.39	0.95	-0.67	-1.30	-1.40	-1.61	-0.45	-1.80	-1.41	-0.70
36hr	-0.94	-0.62	0.81	2.54	2.17	0.82	-0.87	-1.10	-1.54	0.37	-1.27	-1.79	-0.12
48hr	0.05	-0.05	0.63	2.23	2.43	1.62	-1.00	-0.81	-1.07	1.12	-0.93	-1.40	0.24
60hr	-0.10	-1.50	0.23	3.79	3.97	2.96	-0.36	-0.64	-0.38	1.61	-0.22	-2.52	0.57
72hr	1.53	-1.45	-0.49	3.94	3.64	2.96	-0.28	-0.59	-0.43	1.91	0.14	-1.63	0.77
96hr	2.29	-5.02	-1.90	5.44	5.38	1.99	-0.29	-1.52	-1.18	2.46	-0.25	-3.44	0.33
120hr	1.74	-7.75	-0.87	5.45	6.91	0.54	-1.43	-3.22	-3.00	2.53	-1.26	-1.99	-0.19
144hr	0.72	-7.55	1.79	4.69	9.71	2.50	-1.57	-4.70	-2.87	3.82	-1.33	1.71	0.58
168hr	0.27	-8.37	4.57	4.01	12.30	6.80	-1.35	-3.87	-0.44	5.55	1.06	4.12	2.05
192hr	3.36	-9.75	2.65	6.20	11.14	8.00	-0.29	-0.40	0.11	6.34	-0.29	7.25	2.86
216hr	2.22	-8.46	3.78	7.89	11.47	5.55	-0.45	2.66	-3.79	4.53	-0.47	13.10	3.17
240hr	-0.70	-5.46	6.41	6.66	15.66	1.80	-2.81	3.12	-5.92	3.18	2.62	15.01	3.30
264hr	-5.06	-1.48	8.00	4.23	17.55	-1.52	-3.71	2.90	-3.75	2.71	0.19	13.19	2.77
288hr	-12.64	2.77	11.77	7.75	16.77	-3.51	-0.89	1.05	-2.37	3.27	0.92	8.08	2.75
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.69	4.66	4.29	4.51	4.35	4.36	4.29	4.53	4.54	3.90	4.69	4.70	4.46
24hr	6.62	6.25	5.99	6.62	6.25	5.92	5.55	5.73	5.60	5.28	6.08	6.34	6.02
36hr	8.81	8.65	8.50	9.52	9.10	8.21	7.69	7.46	7.69	7.14	7.85	8.41	8.25
48hr	11.58	11.14	10.25	11.79	11.16	10.23	9.56	8.96	9.31	9.31	10.18	10.54	10.34
60hr	15.15	14.88	12.91	15.27	14.79	13.24	12.37	11.52	12.12	11.61	12.95	14.23	13.42
72hr	19.07	17.59	15.38	17.65	17.62	16.01	14.48	13.82	14.26	14.13	16.16	17.80	16.16
96hr	28.24	28.22	22.37	24.63	25.50	23.62	20.43	18.85	21.81	19.51	22.95	26.42	23.55
120hr	38.21	41.97	31.10	35.58	33.62	30.03	26.53	23.83	30.75	27.58	32.81	36.30	32.36
144hr	50.10	53.93	42.08	51.67	43.17	38.02	32.02	29.92	38.26	35.75	46.00	47.36	42.36
168hr	62.83	67.12	51.11	66.72	50.88	45.57	38.85	35.41	46.84	43.13	56.54	63.89	52.41
192hr	74.83	79.93	61.69	74.26	60.24	51.79	45.85	42.00	53.92	53.65	67.44	77.30	61.91
216hr	85.31	91.15	72.37	81.07	69.93	57.00	51.00	46.33	61.01	63.02	78.35	88.64	70.43
240hr	93.74	97.71	84.65	82.10	78.56	62.26	55.21	50.56	65.57	70.67	85.69	96.11	76.90
264hr	102.58	102.09	91.50	86.86	82.66	65.27	58.99	53.01	68.98	74.34	93.48	100.95	81.73
288hr	105.53	109.48	96.00	92.66	82.59	70.33	60.75	54.34	69.07	78.06	99.29	107.54	85.47

표 D.7.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.12	-0.15	-0.17	-0.17	-0.19	-0.13	-0.04	0.02	0.00	-0.10	-0.13	-0.08	-0.10
24hr	-0.24	-0.19	-0.28	-0.14	-0.16	-0.10	-0.09	-0.04	0.02	-0.13	-0.23	-0.20	-0.15
36hr	-0.26	-0.16	-0.33	-0.27	-0.34	-0.19	-0.04	-0.03	0.04	-0.18	-0.24	-0.16	-0.18
48hr	-0.40	-0.21	-0.36	-0.26	-0.26	-0.19	-0.07	-0.08	-0.01	-0.22	-0.30	-0.15	-0.21
60hr	-0.43	-0.31	-0.38	-0.37	-0.37	-0.27	-0.05	-0.11	0.02	-0.25	-0.31	-0.18	-0.25
72hr	-0.39	-0.31	-0.35	-0.39	-0.34	-0.24	-0.09	-0.16	-0.05	-0.21	-0.29	-0.15	-0.25
96hr	-0.40	-0.57	-0.42	-0.59	-0.44	-0.26	-0.08	-0.26	-0.04	-0.19	-0.21	-0.29	-0.31
120hr	-0.39	-0.73	-0.52	-0.59	-0.61	-0.36	0.07	-0.34	-0.19	-0.22	-0.39	-0.50	-0.40
144hr	-0.30	-0.71	-0.81	-0.62	-0.70	-0.37	0.14	-0.40	-0.25	-0.31	-0.40	-0.66	-0.45
168hr	-0.32	-0.67	-0.72	-0.85	-0.84	-0.39	0.16	-0.46	-0.33	-0.35	-0.47	-0.79	-0.50
192hr	-0.35	-0.66	-0.61	-1.17	-0.53	-0.47	0.06	-0.46	-0.33	-0.35	-0.39	-0.90	-0.51
216hr	-0.58	-0.96	-0.82	-1.11	-0.56	-0.40	-0.20	-0.52	-0.09	-0.57	-0.47	-1.16	-0.62
240hr	-0.69	-1.23	-1.10	-0.99	-0.72	-0.38	-0.14	-0.74	0.04	-0.58	-0.56	-1.27	-0.70
264hr	-0.57	-1.26	-1.63	-1.18	-0.88	-0.23	-0.04	-0.81	-0.20	-0.66	-0.48	-1.26	-0.77
288hr	-0.33	-1.21	-2.02	-1.55	-1.06	0.00	-0.15	-0.81	-0.19	-0.86	-0.53	-1.50	-0.85
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.04	2.20	2.52	2.67	2.73	2.72	2.67	2.54	2.42	2.05	2.01	2.08	2.39
24hr	2.92	3.16	3.65	4.17	4.26	4.19	4.07	3.86	3.70	3.08	2.93	2.98	3.58
36hr	3.65	3.89	4.67	5.08	5.45	5.22	5.35	4.88	4.60	3.82	3.63	3.73	4.50
48hr	4.39	4.66	5.46	5.83	6.51	6.34	6.27	5.84	5.53	4.64	4.32	4.41	5.35
60hr	5.23	5.41	6.15	6.79	7.43	7.22	7.52	6.76	6.48	5.37	5.13	5.12	6.22
72hr	6.06	6.31	6.91	7.61	8.57	8.36	8.36	7.79	7.45	6.07	5.77	5.81	7.09
96hr	8.22	8.56	8.62	9.22	10.58	10.62	10.44	9.66	9.49	7.54	7.39	7.69	9.00
120hr	10.23	11.02	10.46	11.32	12.92	12.61	12.20	11.12	11.43	9.52	9.55	9.51	10.99
144hr	12.62	13.02	12.65	14.42	14.99	14.21	13.65	12.48	13.81	11.45	12.23	11.63	13.10
168hr	14.83	15.33	14.97	16.67	17.05	16.05	15.01	14.11	16.05	13.22	14.42	14.24	15.16
192hr	16.81	17.72	16.66	18.80	19.23	17.83	16.01	15.70	17.90	15.84	16.29	16.59	17.12
216hr	18.29	19.39	18.47	20.64	20.74	19.10	16.96	16.52	19.02	17.36	17.62	18.59	18.56
240hr	19.80	19.83	20.49	22.07	21.59	19.92	18.23	17.56	19.92	19.31	19.12	19.98	19.82
264hr	21.73	20.26	21.85	22.55	22.45	20.86	18.88	18.38	20.87	20.23	21.04	21.27	20.86
288hr	22.70	21.06	23.33	23.48	23.51	21.44	19.69	18.51	21.48	20.75	22.05	22.86	21.74

D.8 아시아 영역 관측검증

D.8.1 KIM-Global

표 D.8.1 KIM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.23	-0.20	-0.21	-0.28	-0.12	-0.07	-0.06	-0.14	-0.22	-0.10	-0.23	-0.17	-0.17
24hr	-0.29	-0.28	-0.32	-0.37	-0.17	-0.11	-0.08	-0.12	-0.19	-0.09	-0.24	-0.17	-0.20
36hr	-0.39	-0.38	-0.42	-0.37	-0.11	-0.03	-0.05	-0.07	-0.20	-0.03	-0.33	-0.26	-0.22
48hr	-0.40	-0.41	-0.44	-0.38	-0.11	-0.01	-0.06	-0.04	-0.14	0.00	-0.30	-0.25	-0.21
60hr	-0.45	-0.43	-0.51	-0.43	0.01	0.02	0.02	-0.06	-0.17	0.05	-0.35	-0.29	-0.21
72hr	-0.42	-0.35	-0.48	-0.44	0.00	0.07	0.08	0.00	-0.11	0.08	-0.33	-0.23	-0.18
96hr	-0.55	-0.35	-0.53	-0.44	0.10	0.08	0.09	-0.02	-0.04	0.17	-0.39	-0.30	-0.18
120hr	-0.76	-0.40	-0.61	-0.40	0.13	0.10	0.10	-0.01	-0.05	0.16	-0.46	-0.31	-0.21
144hr	-0.85	-0.55	-0.60	-0.33	0.16	0.13	0.16	0.06	-0.10	0.16	-0.42	-0.30	-0.21
168hr	-1.19	-0.71	-0.82	-0.25	0.28	0.11	0.25	0.12	-0.17	0.19	-0.45	-0.26	-0.24
192hr	-1.14	-0.78	-0.85	-0.15	0.41	0.05	0.25	0.11	-0.24	0.34	-0.84	-0.14	-0.25
216hr	-0.99	-0.46	-0.86	-0.09	0.64	0.00	0.22	0.02	-0.33	0.36	-0.54	-0.26	-0.19
240hr	-0.86	-0.23	-1.07	-0.10	0.61	-0.19	0.18	0.09	-0.48	0.39	-0.26	-0.74	-0.22
264hr	-0.70	-0.17	-0.97	-0.33	0.80	-0.45	0.17	0.17	-0.79	0.45	-0.40	-0.91	-0.26
288hr	-0.82	-0.05	-0.71	-0.38	0.86	-0.59	0.17	0.11	-0.90	0.38	-0.78	-0.93	-0.30
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.69	1.58	1.62	1.46	1.46	1.41	1.32	1.33	1.16	1.23	1.24	1.34	1.40
24hr	1.79	1.68	1.75	1.55	1.58	1.46	1.38	1.42	1.24	1.31	1.34	1.43	1.50
36hr	1.95	1.81	1.90	1.71	1.73	1.63	1.50	1.54	1.41	1.44	1.49	1.59	1.64
48hr	2.03	1.90	1.98	1.81	1.89	1.73	1.61	1.61	1.49	1.52	1.56	1.70	1.74
60hr	2.20	2.00	2.12	1.95	2.05	1.89	1.77	1.71	1.60	1.64	1.65	1.81	1.87
72hr	2.34	2.05	2.21	2.11	2.22	1.96	1.89	1.80	1.76	1.74	1.77	1.94	1.98
96hr	2.68	2.31	2.54	2.53	2.62	2.31	2.10	1.97	2.14	1.99	2.13	2.23	2.30
120hr	3.05	2.74	2.90	3.03	3.06	2.73	2.27	2.30	2.59	2.29	2.51	2.72	2.68
144hr	3.43	3.27	3.32	3.54	3.61	3.11	2.56	2.47	2.95	2.63	3.09	3.34	3.11
168hr	3.96	3.67	3.90	3.99	4.16	3.46	2.79	2.68	3.29	3.04	3.72	4.17	3.57
192hr	4.31	4.16	4.56	4.51	4.67	3.75	3.07	2.89	3.50	3.59	4.41	4.68	4.01
216hr	4.75	4.60	4.95	4.92	5.15	3.98	3.31	3.21	3.68	3.86	4.85	5.46	4.39
240hr	5.17	4.90	5.61	5.53	5.49	4.21	3.47	3.40	3.77	4.17	5.35	5.99	4.75
264hr	5.54	5.50	6.00	5.44	5.55	4.55	3.61	3.50	4.05	4.21	5.89	6.06	4.99
288hr	5.75	5.93	6.31	5.53	5.67	4.80	3.74	3.48	4.31	4.29	6.45	6.12	5.20

표 D.8.2 KIM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	0.60	0.52	0.62	0.15	-0.95	-1.24	-1.26	-0.83	0.42	0.82	-0.01	-0.10
24hr	2.04	2.41	2.83	2.18	1.40	-0.47	-1.05	-0.19	-0.31	1.33	1.35	1.21	1.06
36hr	1.79	0.92	1.76	2.30	3.01	1.85	1.29	1.98	1.24	2.14	1.01	-0.28	1.58
48hr	1.46	-0.15	0.67	1.17	2.32	2.32	1.04	2.50	1.13	1.83	0.53	-0.49	1.19
60hr	2.78	-0.62	0.40	0.39	3.45	2.74	1.42	2.35	1.69	1.62	1.21	-1.32	1.34
72hr	3.29	-0.69	0.39	0.30	4.45	4.62	3.04	4.06	3.84	2.82	2.30	-0.57	2.32
96hr	1.90	-3.42	-0.52	-0.41	3.56	1.43	1.29	2.39	2.65	0.73	0.46	-2.80	0.60
120hr	0.43	-6.82	-1.48	-0.42	1.99	-0.88	0.39	1.89	0.82	-2.44	-2.81	-5.46	-1.23
144hr	-1.39	-5.54	-0.77	-1.65	2.39	0.67	1.26	2.24	2.04	-2.78	-4.10	-5.81	-1.12
168hr	-3.07	-6.59	1.39	-2.36	0.79	2.65	2.54	1.73	3.36	-3.73	-5.25	-0.59	-0.76
192hr	-3.65	-10.22	2.34	-2.39	0.84	4.28	0.05	2.14	1.71	-6.28	-10.39	1.86	-1.64
216hr	-3.77	-12.11	0.39	-2.95	5.88	0.77	-1.69	3.74	0.16	-9.05	-14.57	3.19	-2.50
240hr	-8.25	-9.41	-0.33	-0.79	5.75	-2.44	-4.74	5.72	-2.16	-9.21	-13.40	0.77	-3.21
264hr	-10.47	-10.57	0.65	-1.15	7.25	-4.51	-5.58	6.02	-4.75	-5.81	-7.92	-6.99	-3.65
288hr	-13.82	-14.11	3.77	-3.63	10.81	-5.57	-7.33	1.86	-6.47	-2.18	-8.41	-5.09	-4.18
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.55	10.80	10.94	11.02	10.91	11.25	11.13	10.74	10.46	11.67	11.46	11.27	11.02
24hr	11.80	12.24	12.45	12.52	11.84	12.12	11.64	11.20	11.00	12.25	12.37	12.43	11.99
36hr	14.06	13.80	14.22	14.32	13.51	13.62	12.36	12.04	11.83	12.95	13.34	13.85	13.32
48hr	16.28	15.89	15.49	16.64	15.60	15.12	13.79	13.34	13.33	14.34	15.05	15.43	15.03
60hr	19.73	18.41	17.98	19.13	17.93	17.95	15.79	14.57	15.24	15.64	17.31	17.78	17.29
72hr	23.00	21.54	20.18	21.67	21.84	20.24	18.19	16.41	17.74	17.87	20.38	20.12	19.93
96hr	29.34	29.22	26.87	29.49	28.36	26.61	22.48	20.60	23.09	22.83	26.02	27.12	26.00
120hr	36.79	41.10	35.63	39.10	35.67	33.73	28.31	25.50	30.82	29.52	34.03	37.71	33.99
144hr	44.80	50.60	43.89	49.67	47.58	40.02	33.93	29.41	37.80	35.99	43.98	49.60	42.27
168hr	52.81	59.47	55.93	59.20	55.39	47.30	39.61	34.92	43.71	43.46	58.43	60.05	50.86
192hr	64.68	72.25	65.45	64.52	62.85	53.65	45.31	40.18	46.68	53.31	73.37	70.64	59.41
216hr	78.62	85.52	74.75	74.72	70.39	57.34	49.47	45.75	53.51	60.91	83.77	82.15	68.08
240hr	90.37	93.50	83.09	78.98	76.84	61.53	50.86	48.24	57.62	67.53	87.24	87.69	73.62
264hr	98.42	101.21	89.32	79.64	80.97	66.25	54.17	49.59	61.24	67.93	92.52	92.31	77.80
288hr	102.88	108.78	95.16	83.94	85.81	69.29	58.53	50.29	64.58	70.39	104.57	99.01	82.77

표 D.8.3 KIM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.69	-0.84	-0.86	-0.73	-0.62	-0.47	-0.34	-0.40	-0.43	-0.45	-0.43	-0.52	-0.57
24hr	-0.82	-0.91	-0.91	-0.79	-0.64	-0.50	-0.34	-0.42	-0.40	-0.50	-0.57	-0.60	-0.62
36hr	-0.88	-0.85	-0.93	-0.74	-0.58	-0.57	-0.45	-0.46	-0.37	-0.47	-0.49	-0.47	-0.60
48hr	-1.08	-0.82	-1.03	-0.77	-0.47	-0.60	-0.56	-0.37	-0.38	-0.47	-0.64	-0.52	-0.64
60hr	-1.17	-0.67	-0.88	-0.66	-0.62	-0.82	-0.68	-0.42	-0.47	-0.39	-0.57	-0.37	-0.64
72hr	-1.30	-0.73	-1.15	-0.79	-0.50	-0.86	-0.68	-0.46	-0.56	-0.42	-0.56	-0.43	-0.71
96hr	-1.28	-0.90	-1.12	-0.77	-0.50	-0.90	-0.78	-0.48	-0.82	-0.19	-0.32	-0.37	-0.70
120hr	-1.36	-0.92	-1.07	-1.03	-0.43	-0.85	-0.72	-0.56	-0.79	-0.08	-0.28	-0.55	-0.72
144hr	-1.36	-1.00	-1.11	-1.04	-0.43	-0.75	-0.79	-0.74	-0.88	-0.12	-0.38	-0.57	-0.76
168hr	-1.17	-1.33	-0.90	-1.29	-0.79	-0.72	-0.64	-0.91	-0.91	0.04	-0.18	-0.66	-0.79
192hr	-1.62	-1.64	-0.95	-1.32	-0.86	-0.57	-0.71	-1.04	-0.85	0.32	-0.08	-0.77	-0.84
216hr	-1.63	-1.64	-1.22	-1.65	-1.38	-0.36	-0.93	-1.01	-0.89	0.39	-0.72	-1.14	-1.02
240hr	-1.27	-1.73	-1.49	-1.88	-1.45	-0.36	-0.79	-0.98	-0.64	0.16	-0.72	-1.29	-1.04
264hr	-1.26	-1.54	-1.60	-2.02	-1.82	-0.21	-1.04	-1.06	-0.33	-0.02	-0.29	-1.19	-1.03
288hr	-0.58	-1.24	-1.87	-2.21	-1.99	-0.13	-0.64	-0.87	-0.16	-0.25	-0.15	-0.98	-0.92
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.11	4.33	4.85	5.07	5.27	5.43	5.21	4.92	4.72	3.95	3.88	4.19	4.66
24hr	4.53	4.93	5.64	6.01	6.25	6.44	6.01	5.79	5.47	4.59	4.28	4.56	5.38
36hr	5.02	5.40	6.33	6.75	7.05	7.30	6.95	6.72	6.38	5.05	4.76	4.99	6.06
48hr	5.53	6.10	6.70	7.44	7.90	8.41	7.72	7.44	7.02	5.71	5.23	5.51	6.73
60hr	6.19	6.64	7.30	8.25	8.66	9.46	8.74	8.15	7.79	6.30	5.91	6.06	7.45
72hr	7.10	7.25	8.04	9.01	9.70	10.11	9.84	8.94	8.61	7.17	6.57	6.66	8.25
96hr	8.86	8.86	9.49	10.86	11.88	12.10	11.76	10.62	10.67	8.57	7.86	8.09	9.97
120hr	10.42	10.96	11.24	12.93	14.19	14.29	13.43	12.55	12.44	10.44	9.62	9.73	11.85
144hr	12.16	12.73	13.01	14.83	16.61	16.16	14.66	14.03	14.26	12.26	12.01	11.70	13.70
168hr	14.10	13.95	15.29	16.27	18.28	18.31	15.76	15.08	15.71	14.40	14.51	13.71	15.45
192hr	15.84	16.03	17.79	18.58	19.76	19.94	16.91	16.53	17.17	16.21	17.43	15.72	17.32
216hr	17.67	17.96	19.42	20.36	21.63	20.84	17.40	18.04	18.38	17.69	18.63	16.87	18.74
240hr	19.70	18.69	21.08	21.63	23.07	21.15	17.83	18.74	19.51	19.30	19.70	18.66	19.92
264hr	21.00	19.38	22.55	22.57	23.35	21.79	18.89	19.19	20.48	19.31	21.54	19.85	20.82
288hr	21.84	20.92	23.23	22.85	24.22	22.02	20.08	19.47	21.44	19.74	22.83	20.75	21.62

D.8.2 UM-Global

표 D.8.4 UM-Global 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.30	-0.30	-0.44	-0.45	-0.31	-0.02	0.04	-0.10	-0.32	-0.22	-0.29	-0.14	-0.24
24hr	-0.13	-0.12	-0.28	-0.40	-0.24	0.11	0.18	0.08	-0.15	-0.04	-0.14	0.04	-0.09
36hr	-0.23	-0.27	-0.43	-0.45	-0.27	0.13	0.20	0.03	-0.32	-0.14	-0.22	0.01	-0.16
48hr	-0.03	-0.14	-0.33	-0.37	-0.24	0.19	0.25	0.16	-0.19	0.02	-0.10	0.13	-0.05
60hr	-0.09	-0.23	-0.42	-0.35	-0.17	0.22	0.30	0.15	-0.29	-0.03	-0.10	0.10	-0.08
72hr	0.06	-0.13	-0.36	-0.33	-0.12	0.31	0.37	0.24	-0.22	0.07	0.02	0.22	0.01
96hr	0.08	-0.09	-0.34	-0.22	-0.02	0.43	0.47	0.29	-0.16	0.19	0.03	0.25	0.08
120hr	0.02	-0.08	-0.29	-0.20	0.11	0.58	0.60	0.32	-0.04	0.29	0.10	0.47	0.16
144hr	-0.10	0.01	-0.22	-0.28	0.30	0.70	0.64	0.41	0.01	0.38	0.16	0.53	0.21
168hr	-0.24	-0.07	-0.21	-0.22	0.27	0.76	0.75	0.54	-0.09	0.46	0.10	0.55	0.22
192hr	-0.35	0.00	-0.24	-0.27	0.40	0.77	0.88	0.55	-0.15	0.52	-0.10	0.76	0.23
216hr	-0.32	0.06	-0.29	-0.37	0.59	0.62	0.92	0.61	-0.38	0.66	-0.02	1.00	0.26
240hr	-0.21	0.05	-0.37	-0.46	0.69	0.50	1.00	0.65	-0.57	0.53	0.20	0.81	0.24
264hr	-0.23	0.24	-0.25	-0.52	0.74	0.42	1.01	0.64	-0.60	0.24	-0.32	0.56	0.16
288hr	-0.11	0.27	-0.01	-0.36	0.77	0.27	1.08	0.67	-0.74	0.47	-0.18	0.31	0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.27	1.28	1.35	1.32	1.28	1.24	1.23	1.16	1.16	1.17	1.23	1.33	1.25
24hr	1.29	1.34	1.37	1.36	1.38	1.32	1.30	1.22	1.15	1.21	1.26	1.39	1.30
36hr	1.41	1.49	1.60	1.59	1.60	1.55	1.47	1.37	1.34	1.35	1.40	1.55	1.48
48hr	1.51	1.59	1.65	1.66	1.69	1.63	1.55	1.42	1.41	1.41	1.44	1.65	1.55
60hr	1.65	1.69	1.83	1.85	1.90	1.82	1.74	1.59	1.59	1.55	1.58	1.73	1.71
72hr	1.79	1.82	1.90	2.00	2.06	1.93	1.81	1.68	1.68	1.67	1.71	1.89	1.83
96hr	2.18	2.09	2.20	2.31	2.48	2.39	2.13	1.97	1.99	1.91	2.02	2.27	2.16
120hr	2.59	2.58	2.54	2.91	2.97	2.72	2.40	2.17	2.46	2.27	2.42	2.67	2.56
144hr	3.11	3.12	3.05	3.71	3.47	3.09	2.74	2.43	2.94	2.65	3.01	3.30	3.05
168hr	3.59	3.89	3.62	4.54	3.83	3.58	3.00	2.69	3.27	3.09	3.75	3.95	3.57
192hr	4.37	4.59	4.15	4.90	4.50	4.03	3.37	2.97	3.66	3.48	4.19	4.69	4.08
216hr	4.89	4.91	4.60	5.22	4.89	4.33	3.71	3.20	4.02	3.88	4.72	5.39	4.48
240hr	5.06	5.36	5.29	5.54	5.23	4.65	4.08	3.41	4.12	4.21	5.15	5.79	4.82
264hr	5.29	5.55	5.91	5.87	5.37	4.89	4.08	3.61	4.10	4.50	5.67	6.17	5.08
288hr	5.55	5.94	6.39	6.06	5.45	4.94	4.14	3.66	4.24	4.82	5.69	6.39	5.27

표 D.8.5 UM-Global 아시아 500hPa 지위고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-1.16	-0.23	-1.15	-2.21	-1.52	-0.69	0.58	-0.21	-1.82	-1.99	-1.03	-0.70	-1.01
24hr	0.19	1.47	0.42	-1.66	-0.36	0.09	0.33	0.21	-1.15	-0.97	-0.22	0.36	-0.11
36hr	-0.55	0.62	0.76	0.16	0.69	1.26	0.47	0.61	-0.94	-0.07	0.17	-0.46	0.23
48hr	0.18	1.03	0.63	-0.27	0.95	2.07	-0.11	0.96	-0.22	0.73	0.72	-0.09	0.55
60hr	0.29	-0.33	0.15	1.31	2.46	3.10	0.47	1.25	0.13	0.87	1.71	-1.15	0.85
72hr	1.96	-0.21	-0.40	1.45	2.18	3.46	0.43	1.35	0.33	1.20	2.58	-0.42	1.16
96hr	2.46	-3.97	-0.96	3.14	3.35	1.35	-0.14	0.27	-0.87	1.33	2.26	-1.41	0.57
120hr	2.02	-4.40	0.39	3.25	4.32	-0.66	-1.60	-1.22	-2.68	1.03	1.75	1.23	0.29
144hr	0.68	-1.98	2.36	1.90	6.66	1.93	-2.30	-2.98	-1.85	1.74	0.85	4.54	0.96
168hr	1.38	-0.41	5.53	0.99	9.48	6.37	-2.61	-1.48	-0.03	3.88	2.24	6.65	2.67
192hr	5.20	-0.27	3.70	2.91	8.81	8.23	-0.87	2.57	0.45	4.37	1.86	10.58	3.96
216hr	5.27	2.97	6.59	5.71	10.12	5.42	-1.45	5.42	-4.32	2.49	-0.18	15.71	4.48
240hr	3.33	6.94	10.83	3.00	14.87	2.43	-4.40	4.49	-7.00	0.55	3.76	16.78	4.63
264hr	0.06	12.25	13.99	1.25	16.46	-0.20	-6.44	4.10	-6.47	-0.35	-1.52	14.68	3.98
288hr	-5.87	14.47	19.40	8.29	14.27	-2.89	-2.96	2.15	-5.72	0.20	0.05	8.45	4.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.18	10.16	10.11	10.14	10.24	10.65	10.29	9.80	10.10	11.59	11.29	11.10	10.47
24hr	11.05	11.14	11.22	11.12	10.90	11.31	11.04	10.42	10.62	12.08	12.21	12.06	11.26
36hr	12.41	12.38	12.41	12.77	12.75	12.58	12.32	11.29	11.63	12.87	13.20	13.05	12.47
48hr	14.50	14.13	13.82	14.39	14.29	14.24	13.63	12.32	12.95	14.20	14.55	14.55	13.96
60hr	17.17	16.77	15.75	16.87	17.03	16.69	15.85	14.14	15.03	16.13	16.45	16.75	16.22
72hr	20.60	19.27	17.98	19.04	19.54	19.08	17.57	16.15	16.80	17.73	19.00	19.83	18.55
96hr	28.93	28.39	23.44	24.17	26.70	25.67	22.59	20.54	22.58	22.21	24.99	27.07	24.77
120hr	37.75	40.24	30.80	34.70	34.08	31.32	28.58	24.95	31.06	28.81	34.47	36.75	32.79
144hr	48.60	51.23	41.55	51.11	42.40	38.75	33.69	30.31	37.33	36.83	46.72	47.64	42.18
168hr	59.66	63.68	49.72	66.23	50.90	46.55	38.75	35.40	46.83	43.31	58.53	64.39	52.00
192hr	72.07	75.18	59.19	73.92	60.54	52.19	44.59	40.73	52.91	53.33	67.71	77.77	60.84
216hr	82.34	84.53	70.37	80.99	69.45	57.86	49.63	44.51	59.12	61.90	79.02	88.61	69.03
240hr	91.32	92.51	81.44	82.58	77.56	62.91	54.62	48.23	62.91	69.16	85.65	94.43	75.28
264hr	97.94	95.91	89.68	85.97	81.50	65.20	58.33	49.73	66.16	72.51	94.49	98.25	79.64
288hr	99.70	104.70	92.48	90.18	81.71	69.39	59.13	51.18	65.76	76.81	100.90	106.30	83.19

표 D.8.6 UM-Global 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.67	-0.76	-0.78	-0.78	-0.55	-0.57	-0.45	-0.35	-0.35	-0.51	-0.60	-0.66	-0.58
24hr	-0.76	-0.88	-0.92	-0.63	-0.40	-0.54	-0.49	-0.38	-0.33	-0.57	-0.76	-0.83	-0.62
36hr	-0.81	-0.89	-1.06	-0.73	-0.62	-0.78	-0.49	-0.38	-0.41	-0.65	-0.84	-0.81	-0.71
48hr	-1.00	-1.01	-1.15	-0.84	-0.58	-0.80	-0.50	-0.29	-0.37	-0.67	-0.91	-0.91	-0.75
60hr	-1.10	-1.11	-1.18	-0.97	-0.74	-0.91	-0.40	-0.44	-0.41	-0.72	-0.91	-0.89	-0.82
72hr	-1.18	-1.14	-1.28	-1.10	-0.66	-0.83	-0.52	-0.42	-0.45	-0.77	-0.93	-0.92	-0.85
96hr	-1.15	-1.61	-1.37	-1.32	-0.90	-0.87	-0.55	-0.63	-0.44	-0.71	-0.81	-1.14	-0.96
120hr	-1.08	-1.60	-1.67	-1.16	-1.13	-0.98	-0.47	-0.70	-0.43	-0.66	-0.71	-1.60	-1.02
144hr	-1.11	-1.56	-1.83	-1.26	-1.04	-0.99	-0.19	-0.66	-0.75	-0.59	-0.87	-1.72	-1.05
168hr	-1.09	-1.66	-1.82	-1.55	-1.26	-1.06	-0.14	-0.72	-0.82	-0.61	-0.87	-2.03	-1.13
192hr	-1.14	-1.69	-1.72	-1.56	-1.10	-1.16	-0.08	-0.73	-0.61	-0.50	-1.09	-2.35	-1.14
216hr	-1.64	-2.47	-1.99	-1.94	-1.39	-1.09	-0.56	-0.77	-0.18	-0.50	-1.32	-2.61	-1.37
240hr	-1.98	-2.73	-2.31	-1.78	-1.49	-1.04	-0.61	-0.91	-0.12	-0.39	-1.04	-2.50	-1.41
264hr	-1.71	-2.97	-2.78	-2.21	-1.62	-1.08	-0.07	-0.82	-0.11	-0.46	-1.04	-2.06	-1.41
288hr	-1.95	-3.23	-3.05	-2.71	-1.76	-0.96	-0.67	-1.02	-0.14	-0.79	-1.30	-2.39	-1.67
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.97	4.28	4.63	4.90	4.86	5.04	4.91	4.61	4.46	3.81	3.88	4.16	4.46
24hr	4.31	4.76	5.20	5.91	5.92	6.06	5.82	5.43	5.29	4.44	4.26	4.54	5.16
36hr	4.82	5.32	6.06	6.74	6.99	6.83	6.86	6.27	5.97	5.00	4.73	4.99	5.88
48hr	5.38	5.87	6.67	7.38	7.88	7.85	7.53	7.12	6.89	5.73	5.28	5.44	6.58
60hr	6.14	6.49	7.41	8.18	8.85	8.65	8.86	8.03	7.66	6.32	5.98	6.03	7.38
72hr	6.89	7.15	7.92	8.89	9.87	9.89	9.56	9.05	8.61	7.03	6.57	6.62	8.17
96hr	8.80	9.22	9.47	10.24	11.79	12.00	11.70	10.85	10.39	8.32	8.04	8.15	9.91
120hr	10.60	11.24	11.32	12.23	14.18	13.73	13.46	12.20	12.04	10.05	10.16	9.81	11.75
144hr	12.79	12.96	13.28	15.03	16.11	15.33	14.51	13.53	14.19	11.86	12.44	11.90	13.66
168hr	14.87	15.01	15.15	17.57	18.29	17.29	15.89	14.81	16.76	13.56	14.55	14.40	15.68
192hr	16.63	17.58	16.83	19.84	20.21	19.26	17.02	16.53	18.11	15.73	16.68	16.67	17.59
216hr	18.02	19.37	18.48	21.53	21.51	20.44	17.72	17.37	19.05	17.20	17.81	18.56	18.92
240hr	19.57	20.08	20.49	22.99	22.76	21.20	18.67	18.19	19.89	19.06	19.16	20.36	20.20
264hr	21.40	20.51	22.07	23.35	23.44	22.16	19.97	18.92	21.01	20.11	21.28	21.64	21.32
288hr	22.65	20.87	23.62	24.36	24.47	22.27	20.72	18.79	21.48	20.82	22.03	22.54	22.05

D.9 한반도 영역 강수검증(12시간 누적)

D.9.1 KIM-Global

표 D.9.1 KIM-Global 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.80	Jan.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
Feb.	0.89	0.89	0.87	0.85	0.83	0.84	Feb.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
Mar.	0.86	0.85	0.84	0.81	0.80	0.79	Mar.	0.96	0.96	0.94	0.93	0.94	0.92
Apr.	0.88	0.88	0.87	0.83	0.82	0.81	Apr.	0.96	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93
May.	0.82	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	May.	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92
Jun.	0.84	0.82	0.79	0.78	0.77	0.77	Jun.	0.94	0.92	0.92	0.91	0.89	0.91
Jul.	0.82	0.81	0.79	0.79	0.79	0.78	Jul.	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.90
Aug.	0.72	0.67	0.66	0.64	0.63	0.62	Aug.	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.87
Sep.	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.69	Sep.	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84
Oct.	0.78	0.76	0.77	0.80	0.78	0.77	Oct.	0.94	0.92	0.92	0.93	0.91	0.90
Nov.	0.91	0.89	0.88	0.89	0.88	0.86	Nov.	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
Dec.	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.82	Dec.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	Mar.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
May.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	May.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.94	0.94	Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.96
Jul.	0.95	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	Jul.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Aug.	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	Aug.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
Sep.	0.94	0.94	0.94	0.92	0.92	0.92	Sep.	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95
Oct.	0.96	0.96	0.94	0.95	0.95	0.94	Oct.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
May.	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99							
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98							
Jul.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98							
Aug.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98							
Sep.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98							
Oct.	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00							
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							

표 D.9.2 KIM-Global 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.63	1.66	1.69	1.67	1.67	1.66	Jan.	1.10	1.00	1.29	1.87	1.68	1.66
Feb.	1.72	1.73	1.88	1.99	1.99	1.94	Feb.	1.14	1.31	1.52	1.48	1.45	1.86
Mar.	1.59	1.62	1.58	1.64	1.64	1.70	Mar.	1.56	1.44	1.70	1.67	1.39	1.76
Apr.	1.49	1.48	1.51	1.71	1.70	1.83	Apr.	1.30	1.24	1.17	1.31	1.28	1.29
May.	1.57	1.61	1.57	1.57	1.54	1.45	May.	1.12	1.33	1.31	1.25	1.29	1.00
Jun.	1.48	1.67	1.73	1.70	1.71	1.62	Jun.	1.18	1.36	1.41	1.32	1.35	1.41
Jul.	1.69	1.81	1.90	1.89	1.78	1.75	Jul.	1.27	1.29	1.21	1.18	1.01	0.89
Aug.	1.94	2.24	2.25	2.34	2.32	2.36	Aug.	1.22	1.52	1.65	1.68	1.61	1.62
Sep.	1.48	1.49	1.43	1.47	1.53	1.44	Sep.	1.00	1.04	0.97	0.99	0.93	1.00
Oct.	1.46	1.49	1.42	1.29	1.31	1.28	Oct.	0.92	0.99	0.92	0.84	0.87	0.83
Nov.	1.90	2.30	2.36	2.09	2.07	2.07	Nov.	0.96	1.00	0.95	0.80	0.77	0.26
Dec.	1.75	1.92	1.93	1.86	1.82	1.81	Dec.	0.88	1.03	1.08	0.82	0.84	0.91
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.57	0.29	0.14	0.43	0.36	0.14	Jan.	1.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00
Feb.	1.08	1.83	1.92	2.25	2.67	2.75	Feb.	1.50	4.00	4.50	9.00	9.50	7.00
Mar.	1.24	1.33	1.58	1.47	1.38	1.41	Mar.	1.57	1.44	2.09	1.74	1.96	1.26
Apr.	1.44	1.26	1.15	1.21	1.33	1.29	Apr.	1.27	1.08	1.32	1.57	1.73	2.08
May.	1.00	1.07	1.25	1.24	1.16	0.94	May.	1.02	1.06	1.51	1.52	1.15	1.17
Jun.	0.99	1.13	1.09	1.02	1.05	1.18	Jun.	0.77	0.99	1.00	0.90	1.05	1.10
Jul.	0.94	0.97	0.90	0.98	0.79	0.66	Jul.	0.84	0.78	0.74	0.78	0.71	0.52
Aug.	0.76	0.93	0.94	1.09	0.94	1.14	Aug.	0.66	0.72	0.75	0.92	0.75	0.99
Sep.	0.81	0.78	0.73	0.76	0.62	0.72	Sep.	0.62	0.68	0.67	0.56	0.51	0.56
Oct.	0.68	0.81	0.61	0.75	0.74	0.69	Oct.	0.59	0.70	0.43	0.66	0.73	0.64
Nov.	0.53	0.29	0.77	0.29	0.77	0.00	Nov.	0.67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.33	0.67	0.56	0.78	0.44	0.67	Dec.	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.	0.33	0.00	1.33	0.33	1.67	2.33							
May.	0.81	0.94	1.94	2.19	1.69	1.69							
Jun.	0.58	0.84	0.93	0.91	0.70	0.95							
Jul.	0.59	0.47	0.50	0.51	0.54	0.28							
Aug.	0.44	0.63	1.10	0.93	0.76	1.17							
Sep.	0.51	0.72	0.48	0.37	0.31	0.26							
Oct.	0.38	0.25	0.19	1.00	0.44	0.38							
Nov.													
Dec.													

표 D.9.3 KIM-Global 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.52	0.50	0.50	0.46	0.44	0.40	Jan.	0.26	0.21	0.22	0.20	0.22	0.14
Feb.	0.52	0.50	0.46	0.43	0.38	0.40	Feb.	0.58	0.47	0.44	0.30	0.29	0.30
Mar.	0.57	0.54	0.51	0.47	0.44	0.44	Mar.	0.48	0.45	0.37	0.30	0.33	0.26
Apr.	0.58	0.57	0.56	0.50	0.47	0.46	Apr.	0.57	0.56	0.51	0.45	0.39	0.38
May.	0.56	0.55	0.55	0.53	0.52	0.51	May.	0.62	0.58	0.51	0.48	0.47	0.41
Jun.	0.58	0.55	0.51	0.50	0.48	0.47	Jun.	0.56	0.52	0.51	0.46	0.37	0.44
Jul.	0.51	0.50	0.47	0.47	0.47	0.43	Jul.	0.50	0.45	0.47	0.46	0.44	0.36
Aug.	0.43	0.39	0.38	0.38	0.36	0.35	Aug.	0.43	0.41	0.35	0.35	0.30	0.31
Sep.	0.56	0.54	0.53	0.51	0.50	0.46	Sep.	0.49	0.48	0.43	0.41	0.36	0.34
Oct.	0.57	0.54	0.55	0.58	0.54	0.53	Oct.	0.61	0.55	0.52	0.54	0.46	0.43
Nov.	0.42	0.38	0.37	0.35	0.32	0.24	Nov.	0.50	0.44	0.49	0.36	0.34	0.16
Dec.	0.47	0.47	0.45	0.44	0.43	0.40	Dec.	0.54	0.49	0.40	0.34	0.26	0.29
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.47	0.29	0.07	0.18	0.27	0.00	Jan.	1.00	0.00	0.00	0.33	0.50	0.00
Feb.	0.67	0.42	0.46	0.39	0.26	0.25	Feb.	0.25	0.25	0.22	0.11	0.05	0.14
Mar.	0.47	0.47	0.37	0.38	0.43	0.24	Mar.	0.55	0.27	0.39	0.40	0.39	0.13
Apr.	0.42	0.37	0.35	0.31	0.30	0.39	Apr.	0.25	0.19	0.25	0.16	0.16	0.19
May.	0.48	0.48	0.52	0.40	0.38	0.39	May.	0.42	0.40	0.37	0.40	0.34	0.35
Jun.	0.54	0.48	0.52	0.50	0.35	0.37	Jun.	0.52	0.51	0.49	0.54	0.34	0.28
Jul.	0.42	0.33	0.31	0.29	0.31	0.19	Jul.	0.29	0.23	0.23	0.20	0.21	0.13
Aug.	0.35	0.40	0.27	0.31	0.28	0.28	Aug.	0.29	0.31	0.23	0.26	0.23	0.27
Sep.	0.39	0.36	0.35	0.24	0.24	0.25	Sep.	0.35	0.32	0.32	0.15	0.21	0.19
Oct.	0.49	0.48	0.31	0.43	0.37	0.36	Oct.	0.35	0.34	0.20	0.29	0.26	0.21
Nov.	0.37	0.29	0.58	0.16	0.20	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.09	0.07	0.08	0.07	0.00	0.00	Dec.	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.				0.00	0.00								
Mar.	0.00		0.00		0.00	0.00							
Apr.	0.33	0.00	0.17	0.00	0.00	0.11							
May.	0.38	0.35	0.21	0.28	0.30	0.13							
Jun.	0.30	0.58	0.46	0.44	0.29	0.17							
Jul.	0.17	0.11	0.15	0.11	0.09	0.04							
Aug.	0.15	0.14	0.13	0.09	0.07	0.07							
Sep.	0.36	0.27	0.22	0.11	0.08	0.05							
Oct.	0.05	0.11	0.00	0.10	0.05	0.00							
Nov.													
Dec.													

표 D.9.4 KIM-Global 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.43	0.40	0.40	0.36	0.33	0.29	Jan.	0.25	0.21	0.21	0.18	0.21	0.13
Feb.	0.45	0.43	0.39	0.35	0.30	0.32	Feb.	0.57	0.46	0.43	0.30	0.28	0.29
Mar.	0.47	0.44	0.40	0.36	0.32	0.32	Mar.	0.45	0.42	0.34	0.28	0.30	0.23
Apr.	0.49	0.48	0.47	0.39	0.36	0.35	Apr.	0.54	0.53	0.49	0.41	0.35	0.35
May.	0.43	0.41	0.41	0.39	0.38	0.37	May.	0.59	0.54	0.46	0.43	0.43	0.37
Jun.	0.46	0.41	0.37	0.35	0.33	0.32	Jun.	0.51	0.47	0.46	0.41	0.31	0.39
Jul.	0.39	0.38	0.34	0.34	0.34	0.30	Jul.	0.45	0.40	0.41	0.40	0.39	0.31
Aug.	0.27	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	Aug.	0.38	0.35	0.29	0.30	0.24	0.25
Sep.	0.35	0.33	0.32	0.29	0.28	0.24	Sep.	0.42	0.40	0.35	0.33	0.29	0.26
Oct.	0.38	0.35	0.36	0.41	0.36	0.34	Oct.	0.56	0.50	0.47	0.49	0.41	0.37
Nov.	0.38	0.33	0.32	0.30	0.27	0.19	Nov.	0.49	0.44	0.48	0.35	0.33	0.16
Dec.	0.39	0.39	0.36	0.35	0.34	0.31	Dec.	0.53	0.48	0.39	0.33	0.25	0.27
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.47	0.29	0.07	0.18	0.27	0.00	Jan.	1.00	0.00	0.00	0.33	0.50	0.00
Feb.	0.67	0.42	0.46	0.39	0.26	0.25	Feb.	0.25	0.25	0.22	0.11	0.05	0.14
Mar.	0.46	0.46	0.36	0.37	0.42	0.23	Mar.	0.55	0.27	0.39	0.40	0.39	0.13
Apr.	0.41	0.36	0.34	0.30	0.29	0.38	Apr.	0.25	0.18	0.24	0.15	0.16	0.18
May.	0.47	0.46	0.50	0.38	0.36	0.37	May.	0.41	0.39	0.36	0.39	0.33	0.34
Jun.	0.52	0.46	0.50	0.47	0.32	0.35	Jun.	0.51	0.50	0.47	0.53	0.32	0.27
Jul.	0.39	0.30	0.28	0.26	0.28	0.16	Jul.	0.27	0.21	0.21	0.18	0.19	0.12
Aug.	0.33	0.37	0.24	0.28	0.25	0.25	Aug.	0.28	0.29	0.21	0.24	0.21	0.25
Sep.	0.36	0.33	0.32	0.21	0.22	0.22	Sep.	0.33	0.30	0.30	0.14	0.20	0.17
Oct.	0.47	0.45	0.28	0.40	0.35	0.33	Oct.	0.34	0.32	0.19	0.27	0.24	0.19
Nov.	0.37	0.29	0.58	0.16	0.20	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.09	0.07	0.08	0.07	0.00	0.00	Dec.	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.				0.00	0.00								
Mar.	0.00		0.00		0.00	0.00							
Apr.	0.33	0.00	0.17	0.00	0.00	0.11							
May.	0.38	0.35	0.20	0.27	0.30	0.13							
Jun.	0.29	0.58	0.45	0.43	0.28	0.16							
Jul.	0.17	0.10	0.14	0.11	0.09	0.04							
Aug.	0.15	0.14	0.12	0.08	0.07	0.06							
Sep.	0.36	0.27	0.21	0.11	0.07	0.05							
Oct.	0.05	0.11	0.00	0.10	0.04	0.00							
Nov.													
Dec.													

표 D.9.5 KIM-Global 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.90	0.88	0.89	0.85	0.81	0.76	Jan.	0.43	0.35	0.42	0.47	0.48	0.33
Feb.	0.93	0.90	0.91	0.89	0.82	0.84	Feb.	0.78	0.73	0.77	0.58	0.55	0.66
Mar.	0.94	0.92	0.88	0.85	0.81	0.83	Mar.	0.83	0.76	0.72	0.62	0.59	0.57
Apr.	0.92	0.91	0.90	0.90	0.86	0.90	Apr.	0.83	0.81	0.74	0.72	0.63	0.63
May.	0.92	0.92	0.91	0.89	0.87	0.82	May.	0.81	0.85	0.78	0.73	0.73	0.58
Jun.	0.91	0.95	0.93	0.89	0.88	0.83	Jun.	0.78	0.81	0.81	0.73	0.63	0.74
Jul.	0.91	0.94	0.93	0.92	0.88	0.83	Jul.	0.76	0.71	0.70	0.68	0.61	0.50
Aug.	0.89	0.91	0.90	0.92	0.87	0.87	Aug.	0.67	0.73	0.68	0.70	0.60	0.62
Sep.	0.89	0.87	0.84	0.83	0.85	0.77	Sep.	0.66	0.66	0.59	0.58	0.52	0.51
Oct.	0.89	0.88	0.86	0.84	0.81	0.79	Oct.	0.73	0.71	0.65	0.64	0.59	0.55
Nov.	0.86	0.91	0.91	0.79	0.75	0.60	Nov.	0.65	0.62	0.64	0.47	0.45	0.17
Dec.	0.88	0.94	0.91	0.87	0.85	0.81	Dec.	0.66	0.66	0.60	0.47	0.38	0.43

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.50	0.29	0.07	0.21	0.29	0.00	Jan.	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Feb.	0.83	0.83	0.92	0.92	0.75	0.75	Feb.	0.50	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00
Mar.	0.71	0.74	0.70	0.68	0.71	0.47	Mar.	0.91	0.52	0.87	0.78	0.83	0.26
Apr.	0.72	0.61	0.56	0.53	0.54	0.64	Apr.	0.46	0.32	0.46	0.35	0.38	0.49
May.	0.65	0.67	0.77	0.64	0.60	0.55	May.	0.60	0.58	0.67	0.72	0.54	0.56
Jun.	0.69	0.69	0.72	0.67	0.53	0.59	Jun.	0.60	0.68	0.66	0.67	0.52	0.46
Jul.	0.57	0.48	0.46	0.45	0.42	0.26	Jul.	0.41	0.34	0.33	0.30	0.30	0.18
Aug.	0.45	0.55	0.41	0.49	0.42	0.47	Aug.	0.37	0.40	0.32	0.40	0.33	0.42
Sep.	0.50	0.47	0.44	0.34	0.32	0.34	Sep.	0.42	0.40	0.40	0.20	0.27	0.25
Oct.	0.55	0.58	0.38	0.52	0.47	0.44	Oct.	0.41	0.43	0.24	0.37	0.35	0.28
Nov.	0.41	0.29	0.65	0.18	0.29	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.00	Dec.	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.						
Mar.						
Apr.	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33
May.	0.50	0.50	0.50	0.69	0.63	0.31
Jun.	0.37	0.68	0.61	0.58	0.38	0.28
Jul.	0.24	0.14	0.19	0.15	0.13	0.05
Aug.	0.19	0.20	0.24	0.15	0.12	0.14
Sep.	0.40	0.37	0.26	0.14	0.09	0.06
Oct.	0.06	0.13	0.00	0.19	0.06	0.00
Nov.						
Dec.						

D.9.2 UM-Global

표 D.9.6 UM-Global 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89	0.88	Jan.	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98
Feb.	0.93	0.91	0.90	0.89	0.88	0.86	Feb.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98
Mar.	0.89	0.88	0.88	0.86	0.86	0.83	Mar.	0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.94
Apr.	0.89	0.88	0.88	0.86	0.86	0.83	Apr.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94
May.	0.84	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78	May.	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94
Jun.	0.82	0.79	0.79	0.79	0.77	0.77	Jun.	0.94	0.93	0.93	0.92	0.91	0.91
Jul.	0.82	0.78	0.80	0.78	0.79	0.78	Jul.	0.93	0.92	0.93	0.91	0.90	0.89
Aug.	0.68	0.66	0.67	0.67	0.66	0.67	Aug.	0.91	0.88	0.88	0.88	0.88	0.86
Sep.	0.76	0.75	0.76	0.75	0.74	0.70	Sep.	0.89	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84
Oct.	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.81	Oct.	0.95	0.94	0.93	0.93	0.91	0.91
Nov.	0.93	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99
Dec.	0.90	0.89	0.88	0.88	0.87	0.87	Dec.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	Mar.	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99
Apr.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
May.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	May.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	Jun.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96
Jul.	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	Jul.	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94
Aug.	0.95	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92	Aug.	0.97	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95
Sep.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	Sep.	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95
Oct.	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	Oct.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
Nov.	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
May.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98							
Jul.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96							
Aug.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98							
Sep.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98							
Oct.	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99							
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							

표 D.9.7 UM-Global 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.18	1.11	1.12	1.14	1.13	1.11	Jan.	1.14	1.23	1.43	1.34	1.18	1.09
Feb.	1.33	1.46	1.51	1.53	1.62	1.68	Feb.	1.11	1.02	1.23	1.17	1.53	1.80
Mar.	1.34	1.36	1.31	1.31	1.30	1.53	Mar.	1.07	1.07	1.13	1.00	1.30	1.48
Apr.	1.42	1.45	1.42	1.42	1.49	1.63	Apr.	1.21	1.22	1.21	1.17	1.29	1.21
May.	1.53	1.62	1.63	1.61	1.62	1.51	May.	1.01	1.12	1.07	1.05	1.05	0.89
Jun.	1.63	1.70	1.72	1.59	1.67	1.67	Jun.	1.09	1.15	1.26	1.08	1.07	1.12
Jul.	1.74	1.90	1.80	1.84	1.81	1.77	Jul.	1.02	1.12	1.05	1.03	0.93	0.84
Aug.	2.23	2.30	2.25	2.19	2.14	2.08	Aug.	1.28	1.45	1.43	1.40	1.17	1.17
Sep.	1.56	1.55	1.42	1.43	1.51	1.52	Sep.	1.02	1.04	0.96	0.97	0.97	0.95
Oct.	1.48	1.36	1.27	1.19	1.15	1.14	Oct.	0.98	0.97	0.83	0.80	0.82	0.80
Nov.	1.62	1.65	1.74	1.70	1.88	1.61	Nov.	0.81	0.70	0.71	1.11	1.14	0.84
Dec.	1.36	1.45	1.50	1.58	1.50	1.54	Dec.	1.04	1.05	1.10	1.03	1.01	1.03
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.43	0.57	0.29	0.43	0.36	0.29	Jan.	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00
Feb.	1.08	0.58	0.67	0.83	0.92	1.50	Feb.	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00
Mar.	1.26	1.15	1.30	1.21	1.53	1.82	Mar.	1.26	1.44	1.65	1.87	1.83	2.96
Apr.	1.48	1.42	1.42	1.10	1.31	1.29	Apr.	1.05	0.62	1.38	1.16	1.41	1.41
May.	0.87	1.05	0.93	1.06	1.02	0.92	May.	0.87	1.16	1.07	1.29	1.19	1.02
Jun.	0.97	0.96	1.18	1.04	0.86	0.93	Jun.	0.83	1.02	1.05	0.93	0.72	0.92
Jul.	0.73	0.92	1.01	0.84	0.82	0.83	Jul.	0.75	0.81	0.99	0.93	0.92	0.90
Aug.	0.94	1.01	0.97	0.99	0.92	0.69	Aug.	0.78	0.91	0.77	0.78	0.77	0.54
Sep.	0.93	0.98	0.71	0.77	0.79	0.86	Sep.	0.88	0.89	0.57	0.68	0.76	0.79
Oct.	0.88	0.89	0.73	0.63	0.74	0.73	Oct.	0.83	0.82	0.63	0.50	0.58	0.64
Nov.	1.12	1.06	1.35	1.82	1.41	1.77	Nov.	1.00	2.33	2.33	1.00	3.67	5.33
Dec.	0.56	1.11	1.33	0.56	1.33	1.33	Dec.	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.50
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.	0.33	0.00	0.00	0.33	1.00	0.67							
May.	0.81	0.94	0.50	1.00	1.50	1.31							
Jun.	0.85	0.91	1.01	0.60	0.50	0.70							
Jul.	0.64	0.87	1.14	1.20	1.09	1.21							
Aug.	0.85	1.03	1.00	0.98	0.93	0.59							
Sep.	1.00	0.83	0.35	0.37	0.49	0.79							
Oct.	1.19	0.63	0.50	0.25	0.81	1.00							
Nov.													
Dec.													

표 D.9.8 UM-Global 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.63	0.60	0.57	0.55	0.53	0.50	Jan.	0.31	0.26	0.22	0.22	0.19	0.20
Feb.	0.62	0.53	0.53	0.49	0.45	0.41	Feb.	0.52	0.42	0.47	0.34	0.27	0.31
Mar.	0.62	0.59	0.57	0.53	0.53	0.50	Mar.	0.54	0.56	0.48	0.47	0.38	0.35
Apr.	0.61	0.57	0.57	0.54	0.54	0.49	Apr.	0.64	0.58	0.59	0.54	0.48	0.44
May.	0.59	0.54	0.53	0.51	0.51	0.48	May.	0.67	0.65	0.58	0.54	0.52	0.50
Jun.	0.55	0.51	0.51	0.48	0.47	0.47	Jun.	0.55	0.51	0.54	0.46	0.39	0.40
Jul.	0.52	0.47	0.47	0.45	0.47	0.45	Jul.	0.53	0.48	0.52	0.43	0.38	0.32
Aug.	0.41	0.39	0.39	0.39	0.37	0.38	Aug.	0.41	0.34	0.33	0.32	0.29	0.21
Sep.	0.56	0.56	0.55	0.54	0.53	0.49	Sep.	0.51	0.48	0.43	0.40	0.37	0.34
Oct.	0.60	0.61	0.60	0.59	0.60	0.57	Oct.	0.68	0.62	0.56	0.53	0.44	0.44
Nov.	0.50	0.46	0.42	0.43	0.44	0.37	Nov.	0.55	0.44	0.48	0.49	0.44	0.47
Dec.	0.56	0.53	0.51	0.50	0.49	0.47	Dec.	0.59	0.61	0.51	0.48	0.46	0.38

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.33	0.38	0.20	0.33	0.36	0.29	Jan.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
Feb.	0.56	0.36	0.25	0.16	0.28	0.36	Feb.	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00
Mar.	0.52	0.53	0.48	0.52	0.48	0.43	Mar.	0.41	0.40	0.36	0.44	0.44	0.30
Apr.	0.51	0.49	0.44	0.37	0.36	0.42	Apr.	0.33	0.25	0.22	0.21	0.19	0.19
May.	0.54	0.47	0.50	0.50	0.44	0.37	May.	0.48	0.38	0.39	0.39	0.34	0.35
Jun.	0.54	0.47	0.45	0.41	0.34	0.28	Jun.	0.49	0.44	0.39	0.32	0.32	0.24
Jul.	0.41	0.34	0.41	0.33	0.30	0.24	Jul.	0.31	0.25	0.29	0.26	0.22	0.17
Aug.	0.38	0.26	0.29	0.27	0.23	0.11	Aug.	0.38	0.23	0.24	0.21	0.22	0.08
Sep.	0.38	0.35	0.30	0.29	0.27	0.27	Sep.	0.33	0.30	0.24	0.22	0.23	0.17
Oct.	0.58	0.53	0.44	0.39	0.32	0.30	Oct.	0.39	0.37	0.27	0.24	0.18	0.15
Nov.	0.57	0.52	0.38	0.30	0.37	0.31	Nov.	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.27	0.17	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Threshold = 50 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.						
Feb.						
Mar.	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.33	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25
May.	0.38	0.48	0.26	0.39	0.38	0.23
Jun.	0.27	0.26	0.18	0.10	0.10	0.13
Jul.	0.18	0.12	0.16	0.11	0.09	0.09
Aug.	0.17	0.17	0.17	0.11	0.19	0.04
Sep.	0.33	0.25	0.02	0.01	0.10	0.08
Oct.	0.06	0.00	0.09	0.00	0.00	0.03
Nov.						
Dec.						

표 D.9.9 UM-Global 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H		12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.56	0.54	0.50	0.47	0.45	0.42	Jan.	0.30	0.25	0.21	0.21	0.18	0.19
Feb.	0.57	0.47	0.46	0.43	0.38	0.34	Feb.	0.51	0.41	0.47	0.33	0.26	0.30
Mar.	0.53	0.49	0.48	0.43	0.44	0.39	Mar.	0.52	0.54	0.46	0.45	0.36	0.33
Apr.	0.52	0.48	0.49	0.44	0.45	0.38	Apr.	0.62	0.56	0.56	0.52	0.45	0.41
May.	0.46	0.40	0.39	0.37	0.36	0.33	May.	0.64	0.61	0.54	0.50	0.48	0.46
Jun.	0.42	0.37	0.36	0.34	0.32	0.32	Jun.	0.51	0.46	0.49	0.41	0.34	0.35
Jul.	0.40	0.33	0.35	0.32	0.34	0.32	Jul.	0.48	0.43	0.47	0.38	0.33	0.27
Aug.	0.24	0.21	0.22	0.21	0.20	0.20	Aug.	0.36	0.29	0.28	0.27	0.24	0.16
Sep.	0.35	0.34	0.34	0.34	0.31	0.26	Sep.	0.44	0.40	0.35	0.32	0.29	0.26
Oct.	0.42	0.44	0.44	0.43	0.44	0.41	Oct.	0.64	0.57	0.51	0.48	0.39	0.38
Nov.	0.46	0.42	0.38	0.39	0.39	0.33	Nov.	0.55	0.43	0.48	0.48	0.43	0.46
Dec.	0.49	0.46	0.44	0.43	0.41	0.39	Dec.	0.58	0.60	0.50	0.47	0.45	0.37
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H		12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.33	0.37	0.20	0.33	0.36	0.29	Jan.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
Feb.	0.56	0.36	0.25	0.16	0.28	0.36	Feb.	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00
Mar.	0.52	0.52	0.47	0.52	0.47	0.42	Mar.	0.40	0.40	0.35	0.43	0.44	0.30
Apr.	0.50	0.48	0.43	0.36	0.35	0.41	Apr.	0.33	0.25	0.22	0.21	0.18	0.18
May.	0.53	0.45	0.49	0.48	0.43	0.35	May.	0.48	0.37	0.39	0.38	0.33	0.35
Jun.	0.52	0.45	0.42	0.39	0.32	0.26	Jun.	0.48	0.42	0.38	0.30	0.31	0.22
Jul.	0.38	0.31	0.38	0.31	0.27	0.21	Jul.	0.30	0.23	0.27	0.24	0.19	0.15
Aug.	0.36	0.23	0.26	0.24	0.20	0.08	Aug.	0.36	0.21	0.22	0.19	0.20	0.06
Sep.	0.35	0.31	0.27	0.25	0.24	0.24	Sep.	0.31	0.28	0.22	0.20	0.21	0.15
Oct.	0.56	0.50	0.41	0.36	0.29	0.27	Oct.	0.38	0.35	0.26	0.23	0.17	0.14
Nov.	0.56	0.52	0.38	0.30	0.37	0.30	Nov.	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.27	0.17	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
	12H	24H	36H	48H	60H	72H		12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.													
Feb.													
Mar.	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.33	0.00	0.00	0.00	0.20	0.25							
May.	0.38	0.48	0.26	0.39	0.38	0.23							
Jun.	0.26	0.25	0.17	0.10	0.09	0.12							
Jul.	0.18	0.11	0.15	0.10	0.07	0.08							
Aug.	0.17	0.16	0.16	0.11	0.18	0.04							
Sep.	0.32	0.25	0.02	0.01	0.10	0.08							
Oct.	0.06	0.00	0.09	0.00	0.00	0.03							
Nov.													
Dec.													

표 D.9.10 UM-Global 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H		12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.84	0.79	0.77	0.76	0.74	0.70	Jan.	0.51	0.46	0.44	0.42	0.35	0.35
Feb.	0.89	0.85	0.87	0.84	0.81	0.78	Feb.	0.72	0.59	0.72	0.55	0.53	0.66
Mar.	0.90	0.87	0.84	0.80	0.80	0.85	Mar.	0.72	0.74	0.69	0.64	0.63	0.65
Apr.	0.91	0.89	0.88	0.85	0.87	0.86	Apr.	0.86	0.82	0.82	0.76	0.75	0.68
May.	0.94	0.92	0.91	0.89	0.88	0.81	May.	0.80	0.83	0.76	0.72	0.70	0.63
Jun.	0.93	0.92	0.91	0.84	0.85	0.86	Jun.	0.75	0.72	0.79	0.66	0.58	0.61
Jul.	0.94	0.92	0.90	0.89	0.90	0.85	Jul.	0.70	0.69	0.70	0.61	0.53	0.45
Aug.	0.94	0.93	0.92	0.90	0.85	0.84	Aug.	0.66	0.62	0.61	0.59	0.49	0.38
Sep.	0.92	0.91	0.85	0.85	0.87	0.83	Sep.	0.68	0.66	0.59	0.56	0.53	0.50
Oct.	0.93	0.90	0.86	0.81	0.80	0.78	Oct.	0.80	0.75	0.65	0.62	0.56	0.55
Nov.	0.88	0.84	0.81	0.81	0.87	0.70	Nov.	0.64	0.52	0.56	0.69	0.65	0.59
Dec.	0.84	0.85	0.85	0.86	0.82	0.81	Dec.	0.76	0.77	0.71	0.66	0.63	0.56
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
	12H	24H	36H	48H	60H	72H		12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.36	0.43	0.21	0.36	0.36	0.29	Jan.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Feb.	0.75	0.42	0.33	0.25	0.42	0.67	Feb.	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00
Mar.	0.77	0.74	0.74	0.76	0.82	0.85	Mar.	0.65	0.70	0.70	0.87	0.87	0.91
Apr.	0.84	0.80	0.74	0.57	0.62	0.67	Apr.	0.51	0.32	0.43	0.38	0.38	0.38
May.	0.66	0.65	0.65	0.69	0.62	0.52	May.	0.61	0.60	0.58	0.64	0.55	0.53
Jun.	0.69	0.62	0.67	0.60	0.48	0.43	Jun.	0.60	0.61	0.58	0.46	0.42	0.37
Jul.	0.50	0.48	0.58	0.46	0.42	0.35	Jul.	0.42	0.36	0.45	0.40	0.34	0.28
Aug.	0.54	0.42	0.44	0.42	0.36	0.17	Aug.	0.49	0.36	0.34	0.31	0.32	0.11
Sep.	0.53	0.51	0.40	0.39	0.38	0.39	Sep.	0.47	0.44	0.30	0.30	0.33	0.26
Oct.	0.69	0.65	0.53	0.46	0.42	0.40	Oct.	0.52	0.49	0.35	0.29	0.24	0.22
Nov.	0.77	0.71	0.65	0.65	0.65	0.65	Nov.	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.44	0.33	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33							
May.	0.50	0.63	0.31	0.56	0.69	0.44							
Jun.	0.39	0.39	0.31	0.15	0.14	0.19							
Jul.	0.26	0.20	0.30	0.21	0.16	0.18							
Aug.	0.27	0.29	0.29	0.20	0.31	0.07							
Sep.	0.49	0.37	0.03	0.02	0.14	0.14							
Oct.	0.13	0.00	0.13	0.00	0.00	0.06							
Nov.													
Dec.													

D.10 성능변화 추세

※ 2022년부터는 KIM-Global 자료임

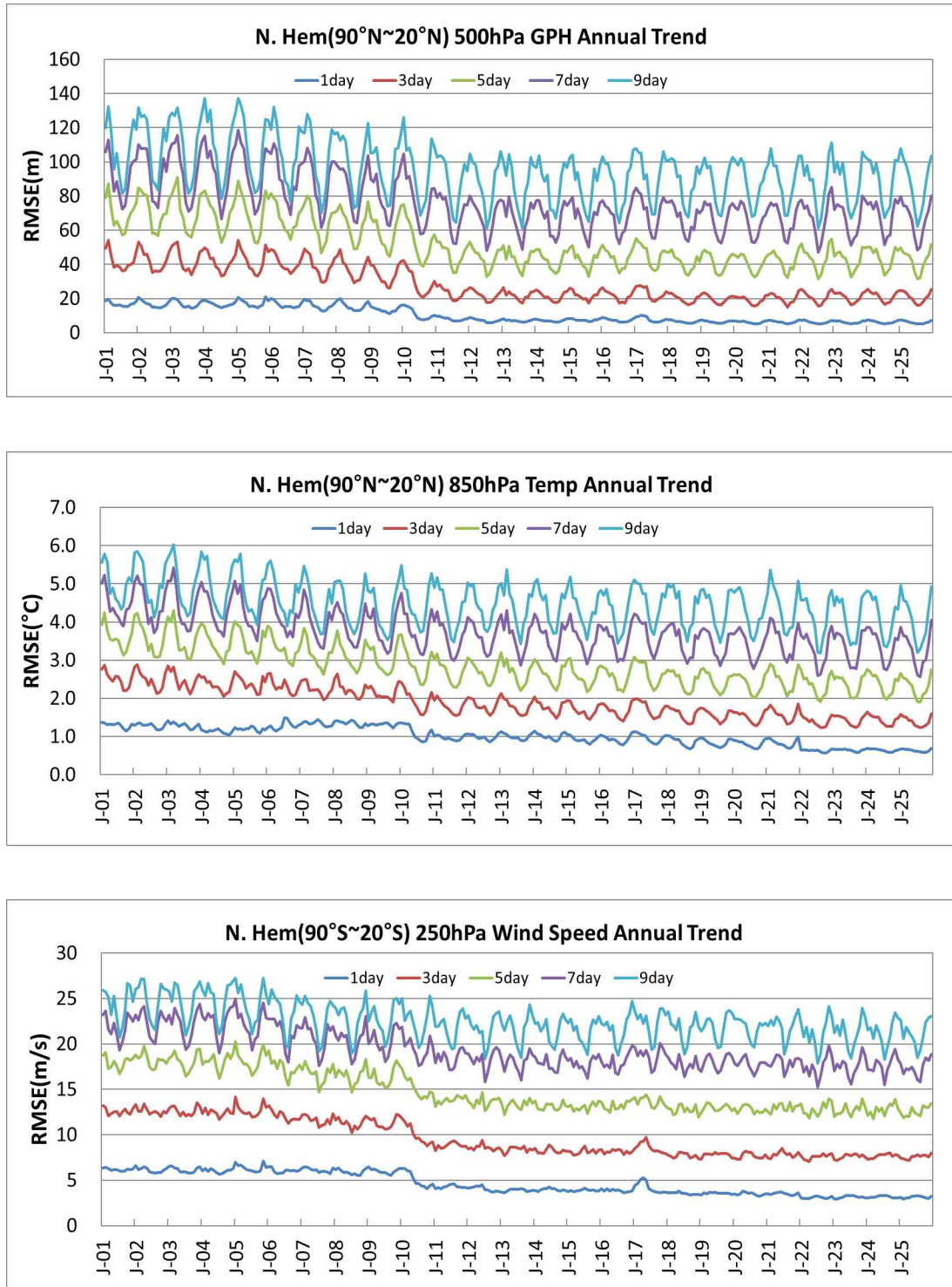


그림 D.10.1 GDAPS 북반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

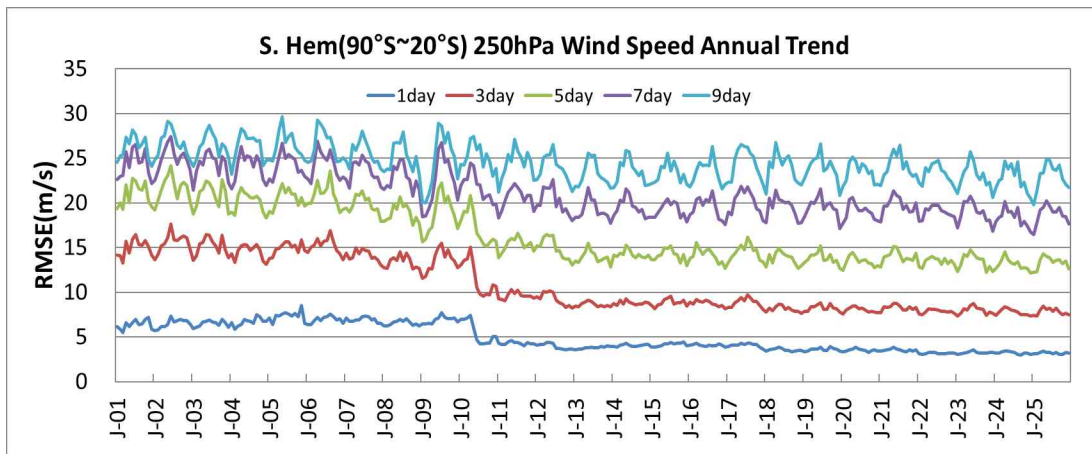
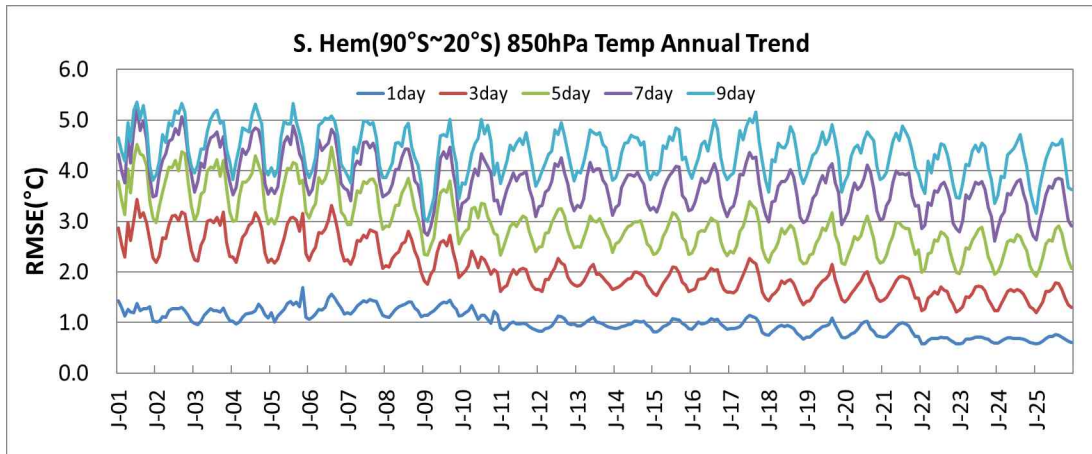
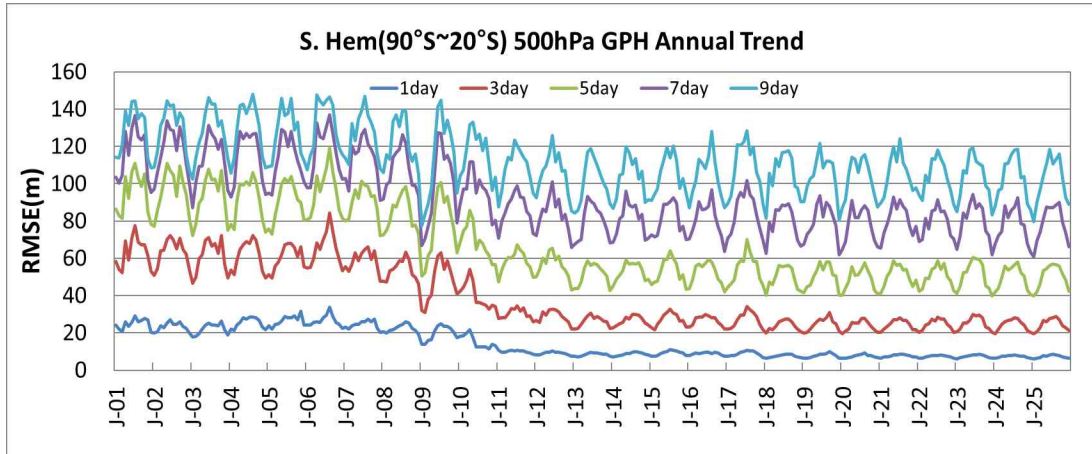


그림 D.10.2 GDAPS 남반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

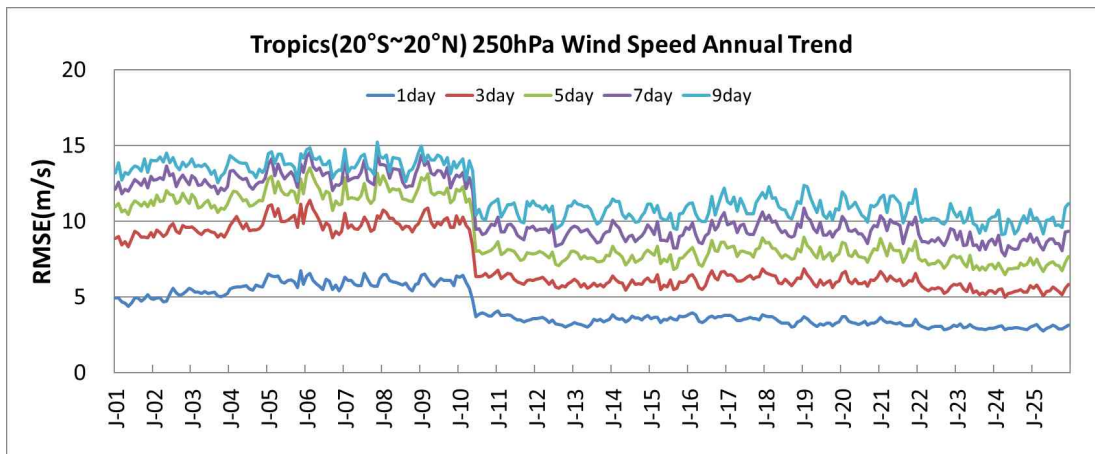
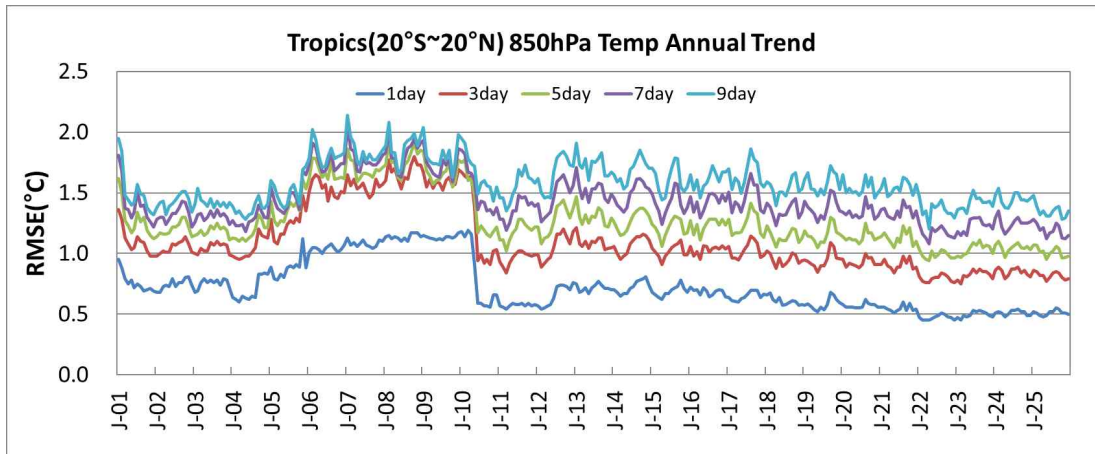
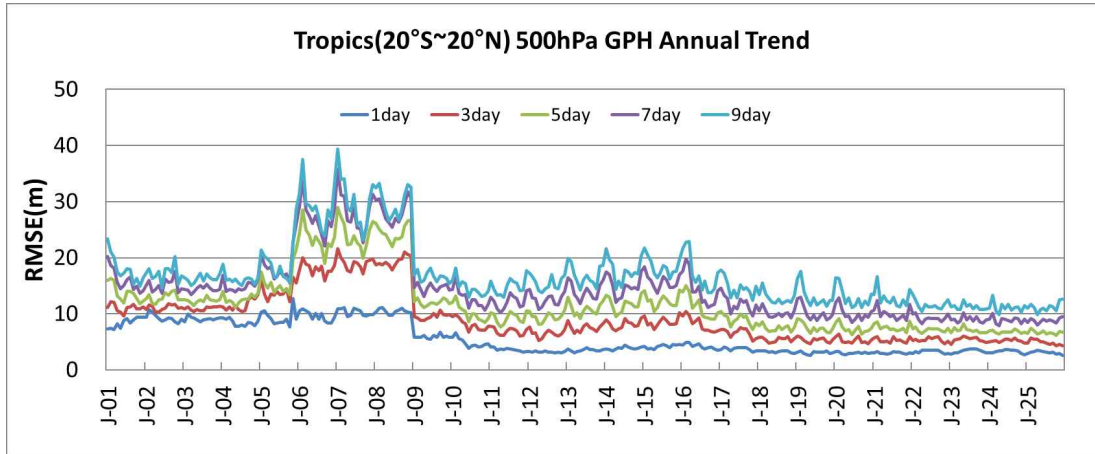


그림 D.10.3 GDAPS 적도 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

부록 E. 지역예보시스템 검증결과

E.1 분석검증

표 E.1.1 KIM-Regional 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.13	0.12	-0.06	-0.14	-0.14	-0.12	-0.03	-0.01	-0.08	-0.08	-0.05	-0.01	-0.04
12hr	0.00	-0.03	-0.28	-0.37	-0.20	-0.12	0.07	0.10	-0.06	-0.15	-0.12	0.01	-0.10
18hr	0.06	0.00	-0.37	-0.48	-0.30	-0.21	0.02	0.04	-0.12	-0.22	-0.13	0.02	-0.14
24hr	0.13	0.02	-0.36	-0.42	-0.24	-0.17	0.06	0.09	-0.05	-0.15	-0.11	0.07	-0.09
36hr	0.10	-0.02	-0.49	-0.52	-0.25	-0.10	0.14	0.19	0.00	-0.11	-0.16	0.04	-0.10
48hr	0.21	0.03	-0.55	-0.53	-0.24	-0.11	0.14	0.20	0.05	-0.06	-0.12	0.08	-0.08
60hr	0.19	0.05	-0.61	-0.63	-0.23	-0.12	0.20	0.22	0.08	-0.03	-0.15	0.10	-0.08
72hr	0.28	0.18	-0.56	-0.64	-0.16	-0.10	0.22	0.25	0.16	0.06	-0.09	0.20	-0.02
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.78	0.79	0.70	0.76	0.76	0.79	0.75	0.71	0.66	0.64	0.65	0.70	0.72
12hr	0.88	0.93	0.99	1.09	0.95	0.93	0.92	0.88	0.80	0.81	0.81	0.86	0.90
18hr	1.00	1.04	1.14	1.24	1.07	1.02	0.98	0.95	0.88	0.92	0.94	0.97	1.01
24hr	1.07	1.10	1.21	1.28	1.12	1.06	1.00	1.00	0.91	0.95	0.98	1.02	1.06
36hr	1.26	1.26	1.47	1.49	1.27	1.19	1.11	1.15	1.04	1.09	1.12	1.19	1.22
48hr	1.38	1.37	1.58	1.61	1.40	1.32	1.19	1.24	1.12	1.18	1.25	1.30	1.33
60hr	1.50	1.44	1.77	1.84	1.53	1.47	1.34	1.36	1.21	1.28	1.34	1.41	1.46
72hr	1.60	1.52	1.87	1.91	1.69	1.55	1.46	1.46	1.32	1.45	1.44	1.51	1.57
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.23	0.30	0.51	0.03	-0.13	-1.20	-0.98	-1.54	-1.54	-1.05	-0.59	-1.13	-0.59
12hr	-0.74	-1.97	-1.20	-1.77	-0.42	-1.66	-1.65	-1.94	-2.08	-2.16	-2.08	-2.00	-1.64
18hr	2.28	1.45	1.81	0.63	1.37	-0.93	-1.79	-1.81	-2.52	-1.17	-0.54	-0.64	-0.16
24hr	2.08	-0.94	0.51	0.20	0.80	-1.25	-1.84	-1.28	-1.92	-1.54	-1.84	0.03	-0.58
36hr	1.63	-3.12	-1.33	-0.23	1.36	1.19	0.17	0.90	0.49	-0.81	-1.74	-1.28	-0.23
48hr	2.11	-3.22	-2.12	-0.70	0.95	1.98	-0.21	1.01	0.31	-1.60	-2.03	-0.80	-0.36
60hr	3.46	-3.41	-2.35	-1.78	1.01	1.77	-0.88	0.53	1.13	-1.76	-1.21	-1.00	-0.37
72hr	5.22	-1.32	-0.78	-0.97	2.63	3.52	-0.14	1.33	2.92	0.12	0.23	0.58	1.11
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	3.32	3.55	3.51	3.86	3.76	3.78	3.89	4.18	3.88	3.58	3.44	3.31	3.67
12hr	4.55	4.68	4.57	5.23	4.23	4.37	4.51	4.69	4.42	4.40	4.81	4.57	4.59
18hr	6.40	6.23	6.28	6.48	5.38	4.96	5.22	5.35	5.26	4.93	5.82	5.65	5.66
24hr	7.32	6.93	6.88	7.89	5.97	5.81	5.51	5.45	5.34	5.46	6.83	6.59	6.33
36hr	10.30	9.36	10.20	10.84	8.14	8.15	6.69	6.98	6.52	6.65	9.08	8.95	8.49
48hr	12.88	11.47	12.48	13.57	10.05	9.97	8.63	8.38	8.06	8.95	11.68	11.11	10.60
60hr	16.72	12.79	14.52	16.63	13.15	13.31	11.60	10.47	10.46	10.65	14.71	14.18	13.27
72hr	18.85	15.44	16.94	18.60	15.81	15.29	14.54	12.66	12.52	13.63	18.20	17.05	15.79

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.28	-0.33	-0.40	-0.25	-0.30	-0.08	0.07	-0.05	-0.09	-0.18	-0.25	-0.29	-0.20
12hr	-0.37	-0.34	-0.49	-0.25	-0.27	-0.12	0.02	-0.05	-0.10	-0.14	-0.31	-0.34	-0.23
18hr	-0.52	-0.45	-0.49	-0.20	-0.27	-0.15	-0.05	-0.05	-0.17	-0.29	-0.53	-0.49	-0.31
24hr	-0.53	-0.54	-0.57	-0.28	-0.29	-0.14	-0.05	-0.08	-0.11	-0.15	-0.50	-0.51	-0.31
36hr	-0.52	-0.50	-0.61	-0.37	-0.35	-0.17	-0.09	-0.17	-0.16	-0.21	-0.45	-0.35	-0.33
48hr	-0.67	-0.69	-0.73	-0.40	-0.38	-0.17	-0.16	-0.14	-0.31	-0.22	-0.64	-0.46	-0.41
60hr	-0.60	-0.59	-0.48	-0.38	-0.46	-0.28	-0.20	-0.06	-0.32	-0.26	-0.68	-0.43	-0.39
72hr	-0.59	-0.69	-0.57	-0.45	-0.44	-0.34	-0.34	-0.02	-0.48	-0.20	-0.46	-0.54	-0.43
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.58	1.60	2.08	2.35	2.61	2.86	2.66	2.71	2.48	1.96	1.64	1.59	2.18
12hr	2.10	2.05	2.75	3.00	3.36	3.58	3.54	3.61	3.25	2.69	2.16	2.12	2.85
18hr	2.71	2.61	3.53	3.86	4.23	4.29	4.21	4.14	3.94	3.35	2.79	2.77	3.54
24hr	3.04	3.05	4.01	4.43	4.73	4.74	4.60	4.50	4.44	3.69	3.12	3.08	3.95
36hr	3.71	3.81	5.22	5.54	5.85	6.12	5.69	5.44	5.46	4.35	3.95	3.75	4.91
48hr	4.24	4.72	5.84	6.65	6.97	7.23	6.74	6.19	6.22	5.28	4.66	4.46	5.77
60hr	5.01	4.99	6.48	7.79	8.15	8.35	7.75	7.11	7.25	5.96	5.38	5.01	6.60
72hr	5.82	5.56	7.09	8.56	9.28	8.93	9.09	7.81	8.27	6.97	6.15	5.62	7.43

E.2 관측검증

표 E.2.1 KIM-Regional 관측검증(UM-Local 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.18	0.01	-0.11	-0.15	-0.03	-0.13	-0.16	-0.05	-0.15	-0.25	-0.08	-0.03	-0.08
12hr	0.10	-0.11	-0.30	-0.36	-0.08	-0.08	-0.02	0.07	-0.07	-0.34	-0.22	-0.09	-0.13
18hr	0.21	-0.09	-0.37	-0.42	-0.16	-0.20	-0.09	0.05	-0.13	-0.45	-0.22	-0.09	-0.16
24hr	0.26	-0.05	-0.36	-0.32	-0.09	-0.19	-0.09	0.08	-0.10	-0.39	-0.23	-0.02	-0.13
36hr	0.14	-0.16	-0.65	-0.58	-0.15	-0.31	-0.01	0.12	-0.07	-0.46	-0.42	-0.17	-0.23
48hr	0.23	-0.15	-0.82	-0.74	-0.14	-0.32	-0.12	0.05	-0.10	-0.41	-0.47	-0.05	-0.25
60hr	0.28	-0.13	-0.82	-1.02	-0.11	-0.34	0.01	0.04	0.04	-0.39	-0.56	-0.02	-0.25
72hr	0.58	0.15	-0.67	-1.01	-0.13	-0.27	-0.03	0.09	0.10	-0.28	-0.49	0.08	-0.16
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.98	1.22	1.07	1.10	1.24	0.92	0.83	0.80	0.82	0.92	1.07	1.09	1.01
12hr	1.06	1.30	1.26	1.25	1.22	1.00	0.87	0.81	0.82	0.99	1.18	1.14	1.08
18hr	1.12	1.39	1.41	1.33	1.20	1.02	0.98	0.82	0.86	1.09	1.21	1.22	1.14
24hr	1.14	1.43	1.48	1.33	1.28	1.12	0.99	0.85	0.86	1.06	1.28	1.27	1.17
36hr	1.33	1.47	1.67	1.54	1.32	1.21	1.02	0.91	0.91	1.18	1.40	1.39	1.28
48hr	1.45	1.57	1.87	1.69	1.39	1.33	1.06	0.93	1.01	1.20	1.49	1.46	1.37
60hr	1.54	1.62	1.94	1.94	1.45	1.38	1.12	1.07	1.10	1.29	1.56	1.52	1.46
72hr	1.67	1.78	2.05	2.05	1.65	1.35	1.17	1.15	1.13	1.40	1.67	1.65	1.56

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-3.82	-3.28	-1.19	0.16	-2.33	-5.39	-6.04	-6.60	-7.64	-6.03	-4.07	-6.01	-4.35
12hr	-3.98	-5.81	-3.33	-1.95	-2.47	-6.02	-6.83	-7.26	-8.12	-7.59	-6.04	-7.21	-5.55
18hr	-0.08	-2.69	-0.37	0.05	-0.57	-6.20	-7.84	-8.07	-9.18	-7.10	-4.42	-6.35	-4.40
24hr	-0.09	-5.74	-2.14	-1.12	-1.26	-6.81	-7.92	-7.42	-9.00	-7.67	-6.07	-6.44	-5.14
36hr	-1.22	-9.82	-5.96	-4.86	-1.43	-5.48	-6.05	-5.85	-5.66	-7.36	-6.73	-9.12	-5.80
48hr	-1.39	-9.62	-5.96	-6.97	-1.50	-3.81	-6.85	-7.03	-7.26	-7.82	-7.46	-6.30	-6.00
60hr	1.13	-8.94	-3.82	-10.19	-2.04	-4.24	-7.33	-8.98	-5.54	-8.68	-7.59	-6.77	-6.08
72hr	5.58	-2.36	-0.58	-8.28	-1.92	-0.81	-5.30	-8.82	-4.09	-6.51	-5.75	-6.09	-3.74
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	8.57	7.71	7.28	6.96	7.96	9.07	8.63	9.10	10.08	9.64	10.48	11.46	8.91
12hr	9.48	9.22	8.10	7.81	7.36	9.45	9.34	9.77	10.40	10.49	11.68	12.40	9.63
18hr	9.13	8.69	7.81	8.88	7.75	9.76	10.05	10.35	11.31	10.50	11.42	12.78	9.87
24hr	10.18	10.45	8.81	9.91	8.23	10.51	10.18	10.08	11.19	11.14	12.53	13.05	10.52
36hr	11.63	13.40	11.75	11.93	10.02	10.82	9.59	9.36	9.52	11.00	13.86	15.22	11.51
48hr	14.21	14.36	14.62	14.88	10.98	11.12	10.68	10.64	10.73	12.30	16.53	15.05	13.01
60hr	16.43	15.29	16.53	18.44	13.40	13.64	12.85	12.48	11.57	13.20	19.01	16.53	14.95
72hr	17.79	15.83	18.31	20.03	15.94	13.79	15.10	13.56	11.83	14.24	20.08	18.53	16.25
w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.23	-2.31	-1.50	-0.87	-0.90	-1.18	-0.57	-0.45	-0.79	-0.97	-0.93	-1.14	-1.07
12hr	-1.36	-2.33	-1.51	-0.98	-0.74	-1.21	-0.70	-0.45	-1.00	-0.78	-0.96	-1.21	-1.10
18hr	-1.23	-2.64	-1.08	-0.68	-0.65	-1.05	-0.97	-0.36	-0.90	-0.84	-1.28	-1.43	-1.09
24hr	-1.62	-3.23	-1.36	-1.08	-0.75	-1.01	-1.10	-0.40	-0.73	-0.56	-1.34	-1.49	-1.22
36hr	-2.09	-3.72	-1.80	-1.41	-0.30	-1.30	-1.09	-0.51	-1.03	-0.40	-1.16	-1.44	-1.35
48hr	-2.56	-4.14	-1.80	-1.79	-0.29	-1.00	-1.05	-0.34	-1.04	-0.51	-1.66	-1.59	-1.48
60hr	-2.53	-3.66	-1.21	-1.51	-0.22	-1.08	-0.93	-0.43	-1.30	-0.91	-1.26	-1.35	-1.37
72hr	-2.40	-3.91	-1.82	-1.66	-0.21	-1.31	-0.64	-0.24	-1.53	-0.67	-1.25	-1.59	-1.44
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	4.74	6.02	5.51	5.19	5.31	5.33	4.21	4.04	4.83	4.44	4.96	5.36	5.00
12hr	4.92	6.12	5.68	5.24	5.95	5.66	4.56	4.60	5.24	4.85	5.10	5.49	5.28
18hr	5.07	6.25	6.00	5.84	6.96	6.34	4.96	5.10	5.73	5.40	5.36	5.78	5.73
24hr	5.37	6.75	6.51	6.38	7.09	6.63	5.49	5.39	6.01	5.71	5.64	5.88	6.07
36hr	5.87	7.40	7.36	7.67	7.87	7.69	6.58	6.02	6.77	6.14	6.12	6.49	6.83
48hr	6.35	8.10	7.98	8.44	8.36	8.68	7.60	6.61	7.08	6.78	6.53	6.96	7.46
60hr	6.71	7.87	8.41	9.40	10.21	9.71	7.87	7.18	7.93	7.41	7.10	6.93	8.06
72hr	7.73	8.04	8.88	9.74	11.58	8.63	9.88	7.32	8.60	8.38	7.79	7.33	8.66

표 E.2.2 KIM-Regional 관측검증(KIM-Regional 영역)

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.18	-0.17	-0.25	-0.29	-0.12	-0.15	-0.06	-0.17	-0.21	-0.13	-0.15	-0.21	-0.17
12hr	-0.38	-0.36	-0.56	-0.62	-0.17	-0.12	0.12	0.02	-0.11	-0.20	-0.28	-0.26	-0.24
18hr	-0.33	-0.34	-0.65	-0.77	-0.30	-0.22	0.02	-0.04	-0.20	-0.28	-0.31	-0.25	-0.31
24hr	-0.29	-0.35	-0.65	-0.74	-0.23	-0.20	0.07	-0.02	-0.11	-0.23	-0.32	-0.22	-0.27
36hr	-0.41	-0.44	-0.86	-0.92	-0.29	-0.13	0.19	0.09	-0.04	-0.21	-0.44	-0.33	-0.32
48hr	-0.30	-0.41	-0.89	-0.97	-0.28	-0.15	0.13	0.08	-0.04	-0.18	-0.38	-0.25	-0.30
60hr	-0.32	-0.38	-0.92	-1.12	-0.25	-0.14	0.24	0.15	0.05	-0.13	-0.45	-0.22	-0.29
72hr	-0.18	-0.20	-0.82	-1.09	-0.21	-0.10	0.21	0.20	0.11	-0.03	-0.39	-0.12	-0.22
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.01	1.13	1.13	1.23	1.17	1.08	0.93	1.03	0.99	1.03	1.06	1.11	1.08
12hr	1.21	1.27	1.39	1.49	1.22	1.14	1.01	1.07	1.01	1.10	1.15	1.20	1.19
18hr	1.28	1.32	1.54	1.62	1.30	1.18	1.06	1.08	1.06	1.18	1.21	1.28	1.26
24hr	1.29	1.39	1.59	1.67	1.33	1.21	1.09	1.13	1.05	1.17	1.27	1.32	1.29
36hr	1.49	1.50	1.84	1.87	1.43	1.31	1.18	1.20	1.17	1.30	1.38	1.46	1.43
48hr	1.52	1.56	1.93	1.94	1.52	1.48	1.21	1.30	1.27	1.33	1.43	1.53	1.50
60hr	1.62	1.61	2.06	2.12	1.61	1.52	1.34	1.35	1.27	1.44	1.48	1.61	1.59
72hr	1.70	1.64	2.13	2.21	1.80	1.59	1.39	1.45	1.42	1.58	1.55	1.69	1.68
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-4.87	-3.24	-2.33	-2.47	-3.08	-6.37	-7.65	-8.82	-8.14	-8.23	-4.13	-5.20	-5.38
12hr	-5.81	-5.70	-4.18	-4.70	-3.62	-7.29	-8.65	-9.38	-8.81	-9.60	-6.10	-6.51	-6.70
18hr	-2.75	-1.84	-0.40	-2.35	-1.51	-6.56	-9.17	-9.57	-9.66	-8.64	-4.62	-5.26	-5.19
24hr	-3.38	-4.51	-2.28	-3.49	-2.38	-7.04	-9.21	-9.06	-9.10	-9.01	-6.21	-5.06	-5.89
36hr	-4.59	-6.81	-4.43	-5.09	-1.79	-4.12	-7.11	-6.58	-6.22	-8.35	-6.58	-7.02	-5.72
48hr	-4.24	-6.69	-5.17	-5.57	-2.56	-3.06	-7.34	-6.68	-6.82	-9.15	-6.84	-6.37	-5.87
60hr	-2.83	-6.86	-5.15	-6.94	-2.02	-3.11	-7.83	-6.98	-5.71	-9.65	-6.34	-6.88	-5.86
72hr	-0.62	-4.80	-4.13	-5.13	-0.53	-0.66	-6.63	-6.00	-3.77	-7.66	-4.74	-5.78	-4.20
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	9.06	8.77	9.05	9.01	8.85	10.76	10.88	11.60	11.85	12.99	11.14	10.77	10.39
12hr	10.28	10.47	10.27	10.55	9.16	11.47	11.61	12.00	12.24	13.95	12.46	11.83	11.36
18hr	9.58	9.72	10.35	10.67	9.11	11.16	12.15	12.25	13.04	13.62	12.37	12.03	11.34
24hr	10.62	11.17	11.16	11.59	9.61	11.79	12.25	11.93	12.65	13.88	13.66	12.43	11.90
36hr	12.89	13.09	13.66	13.63	10.54	11.67	11.38	10.56	11.43	13.69	14.76	14.40	12.64
48hr	14.80	13.97	15.30	15.61	12.26	12.47	12.14	11.43	12.09	15.01	16.66	15.41	13.93
60hr	17.12	15.15	17.00	18.34	14.20	14.88	14.07	12.57	13.18	16.20	18.46	17.60	15.73
72hr	18.09	16.56	18.98	19.05	16.70	15.53	15.52	13.61	13.44	16.26	20.17	19.54	16.95

w250hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	-1.11	-1.58	-1.62	-0.98	-0.95	-0.96	-0.38	-0.52	-0.75	-0.71	-0.80	-0.92	-0.94
12hr	-1.21	-1.60	-1.68	-0.93	-0.97	-1.01	-0.48	-0.52	-0.75	-0.62	-0.84	-0.97	-0.96
18hr	-1.32	-1.75	-1.53	-0.84	-1.01	-0.81	-0.52	-0.50	-0.79	-0.77	-1.06	-1.14	-1.00
24hr	-1.45	-1.98	-1.73	-1.00	-0.98	-0.80	-0.53	-0.55	-0.66	-0.66	-1.02	-1.15	-1.04
36hr	-1.46	-1.87	-1.73	-1.10	-0.99	-0.85	-0.60	-0.62	-0.73	-0.55	-0.88	-0.91	-1.02
48hr	-1.79	-2.07	-1.92	-1.14	-1.06	-0.87	-0.69	-0.56	-0.91	-0.59	-1.00	-1.03	-1.14
60hr	-1.74	-1.85	-1.55	-1.03	-1.16	-0.94	-0.64	-0.56	-0.98	-0.61	-0.97	-0.84	-1.07
72hr	-1.89	-2.07	-1.87	-1.28	-0.95	-1.02	-0.67	-0.48	-1.08	-0.52	-0.70	-0.91	-1.12
w250hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Ave.
6hr	7.08	7.94	7.24	6.68	6.78	6.07	4.97	5.14	5.69	6.07	6.83	7.14	6.47
12hr	7.23	8.05	7.38	6.66	7.03	6.19	5.26	5.38	5.85	6.32	6.99	7.29	6.64
18hr	7.31	8.35	7.78	7.14	7.40	6.81	5.78	5.81	6.26	6.72	7.29	7.54	7.02
24hr	7.56	8.88	8.20	7.62	7.74	6.97	5.97	6.05	6.75	6.81	7.48	7.75	7.32
36hr	7.91	9.29	9.14	8.44	8.39	7.80	6.85	6.78	7.28	7.21	7.76	8.09	7.91
48hr	8.20	9.64	9.46	9.15	9.06	8.61	7.72	7.55	7.83	7.71	8.32	8.37	8.47
60hr	8.30	9.50	9.70	9.81	10.12	9.63	8.75	8.02	8.56	8.23	8.64	8.54	8.98
72hr	8.86	9.72	10.18	10.39	11.07	9.72	9.95	8.43	9.21	8.96	8.88	8.92	9.52

E.3 강수검증(6시간 누적)

표 E.3.1 KIM-Regional 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm											Threshold = 5 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.88	0.88	0.87	0.86	0.87	0.85	0.85	0.86	0.86	0.85	Jan.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.93	0.91	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	Feb.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
Mar.	0.90	0.90	0.88	0.85	0.86	0.86	0.84	0.85	0.85	0.85	Mar.	0.98	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95
Apr.	0.95	0.94	0.91	0.92	0.90	0.88	0.89	0.88	0.85	0.88	Apr.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.95	0.95
May.	0.91	0.90	0.89	0.89	0.88	0.86	0.83	0.84	0.82	0.79	May.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.93	0.91	0.94
Jun.	0.91	0.91	0.90	0.89	0.86	0.86	0.84	0.82	0.82	0.82	Jun.	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.94	0.93	0.92	0.90	0.89
Jul.	0.92	0.90	0.90	0.89	0.88	0.87	0.86	0.84	0.84	0.83	Jul.	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.90	0.92	0.90
Aug.	0.88	0.85	0.83	0.82	0.79	0.80	0.79	0.77	0.78	0.75	Aug.	0.95	0.94	0.92	0.93	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.91
Sep.	0.86	0.84	0.84	0.81	0.81	0.80	0.76	0.75	0.76	0.77	Sep.	0.92	0.92	0.92	0.90	0.89	0.90	0.88	0.87	0.87	0.86
Oct.	0.87	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.83	0.81	0.80	0.78	Oct.	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92	0.91	0.90
Nov.	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.90	0.90	0.90	0.91	0.92	Dec.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Threshold = 15 mm											Threshold = 25 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
May.	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.98	May.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99
Jun.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
Jul.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	Jul.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96
Aug.	0.97	0.97	0.95	0.96	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	Aug.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
Sep.	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.92	Sep.	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.95
Oct.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	Oct.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Threshold = 50 mm																					
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H											
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
May.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99											
Jul.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99											
Aug.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99											
Sep.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99											
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00											

표 E.3.2 KIM-Regional 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm											Threshold = 5 mm											
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	
Jan.	1.55	1.56	1.63	1.55	1.45	1.49	1.42	1.38	1.37	1.45	Jan.	1.05	1.20	1.63	1.73	1.75	1.05	0.48	0.73	1.13	1.08	
Feb.	1.44	1.69	1.71	1.73	1.63	1.61	1.64	1.55	1.57	1.51	Feb.	1.00	1.50	1.56	1.68	1.47	1.56	1.77	1.88	2.41	3.71	
Mar.	1.32	1.25	1.36	1.36	1.35	1.35	1.53	1.45	1.48	1.55	Mar.	1.28	1.39	1.57	1.76	1.29	1.26	1.81	1.84	1.53	1.82	
Apr.	0.96	1.11	1.20	1.22	1.14	1.26	1.10	1.04	1.11	1.14	Apr.	1.26	1.34	1.51	1.33	1.13	1.24	0.92	1.06	0.95	1.26	
May.	0.87	0.87	0.99	0.95	0.96	0.81	0.82	0.80	0.91	0.69	May.	1.00	1.13	1.22	1.11	1.01	0.96	0.82	1.01	1.40	0.47	
Jun.	0.99	0.98	1.00	1.00	0.93	0.91	0.92	1.13	1.17	1.08	Jun.	1.00	0.99	0.97	1.05	1.07	1.00	0.96	1.46	1.36	1.43	
Jul.	1.12	1.16	1.14	1.12	0.95	0.84	0.74	0.85	0.80	0.85	Jul.	0.85	0.95	0.82	0.85	0.69	0.61	0.44	0.56	0.47	0.67	
Aug.	1.04	1.18	1.42	1.40	1.39	1.21	1.12	1.16	1.14	1.30	Aug.	0.86	0.91	1.23	1.18	1.38	1.13	0.86	0.71	0.84	0.95	
Sep.	0.95	0.90	0.95	0.98	1.05	0.94	0.92	0.87	0.84	0.88	Sep.	0.95	0.75	0.75	0.82	0.91	0.75	0.80	0.64	0.66	0.85	
Oct.	0.81	0.81	0.84	0.86	0.74	0.70	0.70	0.65	0.74	0.72	Oct.	0.82	0.85	0.79	0.96	0.75	0.76	0.67	0.68	0.60	0.62	
Nov.	1.35	1.46	1.56	1.31	1.23	1.01	1.26	1.14	1.64	1.61	Nov.	1.14	1.31	1.38	0.90	1.28	0.79	1.41	1.48	1.35	0.76	
Dec.	1.30	1.35	1.30	1.19	1.11	1.17	1.28	1.12	1.13	1.05	Dec.	0.76	0.81	0.68	0.66	0.55	0.36	0.65	0.46	0.65	0.76	
Threshold = 15 mm											Threshold = 25 mm											
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	
Jan.	0.80	1.20	1.40	1.40	1.40	0.40	0.40	0.40	0.20	0.20	Jan.	0.00	2.00	1.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	
Feb.	1.00	1.00	1.00	2.50	1.50	1.75	0.75	2.50	3.75	8.50	Feb.	2.00	2.00	1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	7.00	
Mar.	3.71	5.43	6.43	4.71	1.00	1.14	8.71	3.86	6.14	6.29	Mar.	3.00	2.00	7.00	2.00	0.00	0.00	8.00	1.00	10.00	14.00	
Apr.	1.85	1.74	1.93	1.37	1.89	2.48	1.93	2.48	0.41	2.59	Apr.	1.30	1.30	1.50	1.00	1.50	1.90	0.90	1.20	0.20	2.30	
May.	1.11	0.98	1.59	1.06	1.07	1.17	0.99	1.04	1.73	0.38	May.	1.15	1.13	1.59	1.05	0.85	1.54	0.74	0.46	1.51	0.44	
Jun.	0.91	0.90	1.07	1.08	1.25	1.14	0.99	1.67	1.34	1.58	Jun.	0.88	0.82	1.13	1.13	1.40	1.11	0.81	1.72	1.14	1.42	
Jul.	0.77	0.92	0.63	0.71	0.64	0.58	0.40	0.58	0.45	0.65	Jul.	0.74	0.86	0.55	0.75	0.49	0.56	0.37	0.56	0.49	0.70	
Aug.	0.91	1.01	1.29	1.16	1.68	1.16	0.87	0.60	0.83	1.10	Aug.	0.82	0.99	1.28	1.09	1.84	1.24	0.83	0.50	0.71	1.29	
Sep.	1.22	0.75	0.80	0.92	1.17	0.87	0.78	0.60	0.64	1.11	Sep.	1.03	0.69	0.78	0.84	1.07	0.74	0.57	0.46	0.53	1.07	
Oct.	0.71	0.71	0.77	1.06	0.75	0.67	0.87	0.68	0.54	0.64	Oct.	0.77	0.92	1.00	1.17	0.87	0.51	1.09	0.87	0.60	0.96	
Nov.	0.20	1.60	0.40	0.80	1.20	1.20	0.60	0.20	0.60	0.60	Nov.	0.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
Dec.	0.00	0.40	1.20	0.40	0.40	0.60	0.60	0.00	0.80	1.40	Dec.											
Threshold = 50 mm																						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H												
Jan.																						
Feb.																						
Mar.																						
Apr.	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50												
May.	0.78	0.33	1.11	1.11	0.22	0.89	0.00	0.00	1.00	0.00												
Jun.	1.67	1.11	1.78	2.11	2.22	1.28	0.61	2.94	1.28	1.50												
Jul.	0.78	1.32	0.32	1.05	0.78	0.54	0.35	0.57	0.70	0.73												
Aug.	1.38	1.88	1.88	1.31	2.63	1.38	0.88	1.06	1.31	1.56												
Sep.	0.96	0.58	0.69	0.62	1.12	0.62	0.31	0.35	0.31	1.04												
Oct.	1.00	4.00	4.00	4.00	3.00	0.00	4.00	9.00	6.00	4.00												
Nov.																						
Dec.																						

표 E.3.3 KIM-Regional 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm											Threshold = 5 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.47	0.47	0.45	0.40	0.40	0.36	0.34	0.35	0.36	0.36	Jan.	0.24	0.24	0.27	0.24	0.26	0.22	0.11	0.15	0.15	0.11
Feb.	0.48	0.44	0.39	0.36	0.35	0.36	0.35	0.35	0.34	0.28	Feb.	0.55	0.39	0.38	0.20	0.27	0.30	0.24	0.32	0.26	0.22
Mar.	0.53	0.52	0.45	0.38	0.40	0.42	0.37	0.38	0.40	0.41	Mar.	0.46	0.40	0.30	0.24	0.23	0.19	0.28	0.26	0.25	0.24
Apr.	0.70	0.63	0.54	0.56	0.46	0.44	0.44	0.38	0.32	0.40	Apr.	0.36	0.34	0.36	0.30	0.34	0.30	0.32	0.27	0.21	0.26
May.	0.57	0.54	0.53	0.51	0.48	0.39	0.30	0.33	0.30	0.17	May.	0.55	0.51	0.48	0.47	0.43	0.46	0.21	0.22	0.20	0.12
Jun.	0.58	0.59	0.54	0.51	0.41	0.42	0.36	0.35	0.36	0.33	Jun.	0.47	0.47	0.41	0.40	0.33	0.37	0.31	0.31	0.20	0.17
Jul.	0.60	0.56	0.53	0.50	0.42	0.39	0.32	0.29	0.27	0.27	Jul.	0.35	0.35	0.26	0.29	0.22	0.22	0.14	0.10	0.15	0.13
Aug.	0.48	0.42	0.44	0.39	0.34	0.32	0.29	0.25	0.26	0.23	Aug.	0.37	0.29	0.27	0.31	0.21	0.19	0.13	0.11	0.14	0.14
Sep.	0.54	0.48	0.50	0.44	0.45	0.40	0.32	0.28	0.30	0.33	Sep.	0.41	0.36	0.34	0.28	0.27	0.25	0.21	0.12	0.10	0.14
Oct.	0.56	0.54	0.55	0.54	0.49	0.46	0.45	0.40	0.39	0.35	Oct.	0.46	0.44	0.45	0.53	0.37	0.37	0.33	0.32	0.24	0.20
Nov.	0.44	0.43	0.34	0.29	0.30	0.22	0.29	0.26	0.26	0.18	Nov.	0.38	0.37	0.30	0.34	0.16	0.11	0.08	0.18	0.13	0.06
Dec.	0.53	0.51	0.52	0.49	0.44	0.34	0.38	0.36	0.38	0.40	Dec.	0.60	0.51	0.34	0.33	0.23	0.12	0.28	0.25	0.28	0.34

Threshold = 15 mm											Threshold = 25 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.50	0.38	0.33	0.50	0.71	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.	0.00	0.50	1.00	0.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.60	0.33	0.60	0.17	0.25	0.22	0.00	0.17	0.06	0.06	Feb.	0.50	0.50	0.00	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.09	Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.26	0.18	0.22	0.28	0.28	0.22	0.30	0.24	0.03	0.14	Apr.	0.21	0.10	0.25	0.18	0.14	0.12	0.27	0.29	0.00	0.14
May.	0.39	0.42	0.37	0.38	0.32	0.29	0.06	0.11	0.16	0.07	May.	0.50	0.43	0.33	0.38	0.33	0.29	0.03	0.06	0.09	0.06
Jun.	0.37	0.35	0.32	0.35	0.32	0.28	0.23	0.26	0.11	0.12	Jun.	0.33	0.29	0.28	0.26	0.28	0.17	0.12	0.23	0.05	0.11
Jul.	0.20	0.23	0.12	0.19	0.19	0.17	0.08	0.07	0.12	0.09	Jul.	0.15	0.17	0.07	0.11	0.09	0.08	0.03	0.03	0.07	0.03
Aug.	0.31	0.30	0.17	0.20	0.16	0.11	0.08	0.06	0.13	0.13	Aug.	0.24	0.27	0.09	0.12	0.06	0.08	0.03	0.04	0.13	0.11
Sep.	0.33	0.29	0.28	0.23	0.26	0.18	0.10	0.04	0.04	0.05	Sep.	0.28	0.28	0.26	0.24	0.25	0.16	0.05	0.04	0.01	0.01
Oct.	0.25	0.24	0.32	0.23	0.20	0.16	0.16	0.16	0.07	0.09	Oct.	0.20	0.11	0.21	0.09	0.06	0.06	0.07	0.05	0.03	0.02
Nov.	0.00	0.08	0.17	0.29	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00					0.00	0.00			0.00

Threshold = 50 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.					0.00					0.00
Feb.										
Mar.										
Apr.	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
May.	0.33	0.33	0.19	0.36	0.22	0.06	0.00	0.00	0.13	0.00
Jun.	0.14	0.09	0.11	0.06	0.16	0.05	0.00	0.13	0.03	0.05
Jul.	0.08	0.10	0.02	0.06	0.03	0.04	0.00	0.00	0.05	0.03
Aug.	0.15	0.10	0.05	0.06	0.04	0.03	0.00	0.03	0.03	0.05
Sep.	0.16	0.14	0.13	0.08	0.17	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00
Oct.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
Nov.			0.00	0.00						
Dec.										

표 E.3.4 KIM-Regional 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm											Threshold = 5 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.40	0.41	0.38	0.33	0.33	0.29	0.27	0.28	0.29	0.28	Jan.	0.24	0.24	0.26	0.23	0.26	0.22	0.11	0.15	0.14	0.10
Feb.	0.44	0.39	0.34	0.31	0.30	0.30	0.29	0.30	0.29	0.23	Feb.	0.54	0.39	0.38	0.19	0.27	0.29	0.23	0.32	0.26	0.22
Mar.	0.47	0.46	0.38	0.30	0.32	0.34	0.29	0.30	0.32	0.33	Mar.	0.45	0.39	0.28	0.22	0.21	0.18	0.26	0.24	0.24	0.23
Apr.	0.66	0.58	0.48	0.50	0.40	0.37	0.37	0.31	0.25	0.33	Apr.	0.34	0.32	0.34	0.29	0.32	0.28	0.31	0.26	0.19	0.24
May.	0.51	0.47	0.46	0.44	0.41	0.31	0.22	0.25	0.22	0.09	May.	0.53	0.49	0.46	0.45	0.40	0.44	0.19	0.19	0.17	0.10
Jun.	0.52	0.52	0.47	0.43	0.33	0.34	0.28	0.26	0.26	0.24	Jun.	0.44	0.44	0.38	0.37	0.30	0.34	0.28	0.27	0.16	0.14
Jul.	0.54	0.49	0.46	0.43	0.35	0.32	0.26	0.22	0.20	0.20	Jul.	0.31	0.32	0.22	0.26	0.19	0.19	0.11	0.08	0.13	0.10
Aug.	0.40	0.33	0.34	0.29	0.23	0.23	0.19	0.15	0.16	0.13	Aug.	0.35	0.26	0.23	0.28	0.18	0.15	0.10	0.09	0.11	0.11
Sep.	0.44	0.37	0.40	0.32	0.33	0.29	0.20	0.16	0.19	0.21	Sep.	0.37	0.33	0.31	0.23	0.22	0.21	0.16	0.09	0.06	0.10
Oct.	0.46	0.43	0.44	0.44	0.38	0.36	0.35	0.30	0.28	0.23	Oct.	0.43	0.40	0.42	0.49	0.34	0.33	0.29	0.28	0.20	0.16
Nov.	0.42	0.40	0.32	0.26	0.28	0.20	0.26	0.23	0.23	0.16	Nov.	0.38	0.36	0.30	0.34	0.15	0.10	0.07	0.18	0.13	0.06
Dec.	0.49	0.47	0.48	0.45	0.40	0.29	0.33	0.31	0.33	0.35	Dec.	0.60	0.50	0.33	0.32	0.22	0.11	0.28	0.24	0.28	0.33
Threshold = 15 mm											Threshold = 25 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.50	0.37	0.33	0.50	0.71	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.	0.00	0.50	1.00	0.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.60	0.33	0.60	0.17	0.25	0.22	0.00	0.17	0.06	0.06	Feb.	0.50	0.50	0.00	0.33	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.06	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04	0.08	Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.26	0.17	0.21	0.28	0.28	0.22	0.29	0.23	0.03	0.14	Apr.	0.21	0.09	0.25	0.18	0.14	0.11	0.27	0.29	0.00	0.14
May.	0.38	0.41	0.36	0.38	0.31	0.28	0.05	0.10	0.15	0.07	May.	0.50	0.43	0.32	0.38	0.33	0.28	0.03	0.05	0.08	0.05
Jun.	0.36	0.34	0.31	0.33	0.31	0.27	0.22	0.24	0.09	0.10	Jun.	0.33	0.28	0.27	0.25	0.27	0.16	0.12	0.22	0.04	0.10
Jul.	0.18	0.21	0.10	0.17	0.17	0.15	0.07	0.05	0.11	0.07	Jul.	0.14	0.16	0.06	0.10	0.08	0.07	0.02	0.03	0.07	0.02
Aug.	0.29	0.29	0.15	0.18	0.14	0.10	0.07	0.05	0.12	0.11	Aug.	0.24	0.26	0.08	0.11	0.05	0.07	0.02	0.03	0.12	0.10
Sep.	0.31	0.28	0.26	0.21	0.23	0.16	0.08	0.03	0.02	0.03	Sep.	0.27	0.28	0.25	0.23	0.24	0.16	0.04	0.03	0.00	0.00
Oct.	0.23	0.23	0.31	0.21	0.19	0.15	0.14	0.15	0.05	0.08	Oct.	0.20	0.11	0.20	0.08	0.06	0.06	0.06	0.04	0.02	0.02
Nov.	0.00	0.08	0.17	0.29	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00					0.00	0.00		0.00	
Threshold = 50 mm																					
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H											
Jan.					0.00					0.00											
Feb.																					
Mar.																					
Apr.	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50											
May.	0.33	0.33	0.19	0.36	0.22	0.06	0.00	0.00	0.12	0.00											
Jun.	0.14	0.08	0.11	0.05	0.16	0.05	0.00	0.12	0.02	0.04											
Jul.	0.08	0.10	0.02	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00	0.05	0.03											
Aug.	0.15	0.09	0.04	0.06	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	0.05											
Sep.	0.16	0.14	0.13	0.08	0.17	0.08	0.00	0.03	0.00	0.00											
Oct.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00											
Nov.			0.00	0.00																	
Dec.																					

표 E.3.5 KIM-Regional 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm											Threshold = 5 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.81	0.82	0.81	0.73	0.70	0.66	0.62	0.62	0.62	0.64	Jan.	0.40	0.43	0.55	0.53	0.58	0.38	0.15	0.23	0.28	0.20
Feb.	0.79	0.82	0.76	0.72	0.68	0.68	0.68	0.66	0.65	0.55	Feb.	0.71	0.71	0.71	0.44	0.53	0.59	0.53	0.71	0.71	0.85
Mar.	0.81	0.77	0.74	0.64	0.67	0.69	0.69	0.68	0.71	0.74	Mar.	0.72	0.69	0.59	0.53	0.42	0.36	0.61	0.58	0.51	0.55
Apr.	0.81	0.82	0.77	0.79	0.68	0.69	0.64	0.56	0.51	0.61	Apr.	0.60	0.59	0.66	0.54	0.54	0.51	0.47	0.44	0.33	0.46
May.	0.68	0.65	0.69	0.66	0.64	0.51	0.42	0.44	0.44	0.24	May.	0.71	0.72	0.72	0.67	0.60	0.62	0.32	0.36	0.40	0.15
Jun.	0.73	0.73	0.71	0.67	0.56	0.56	0.51	0.55	0.57	0.52	Jun.	0.64	0.63	0.57	0.58	0.52	0.54	0.46	0.58	0.39	0.36
Jul.	0.79	0.77	0.74	0.71	0.57	0.52	0.43	0.42	0.38	0.39	Jul.	0.48	0.50	0.37	0.42	0.30	0.29	0.17	0.15	0.19	0.19
Aug.	0.66	0.65	0.74	0.68	0.60	0.54	0.47	0.43	0.45	0.43	Aug.	0.50	0.43	0.47	0.51	0.42	0.33	0.22	0.17	0.23	0.24
Sep.	0.69	0.61	0.65	0.61	0.64	0.56	0.47	0.41	0.43	0.46	Sep.	0.57	0.47	0.45	0.39	0.40	0.35	0.31	0.18	0.16	0.23
Oct.	0.65	0.63	0.65	0.66	0.57	0.54	0.53	0.47	0.49	0.44	Oct.	0.58	0.56	0.56	0.67	0.47	0.48	0.41	0.40	0.31	0.27
Nov.	0.72	0.74	0.66	0.51	0.51	0.36	0.51	0.44	0.54	0.41	Nov.	0.59	0.62	0.55	0.48	0.31	0.17	0.17	0.38	0.28	0.10
Dec.	0.80	0.80	0.79	0.72	0.65	0.55	0.62	0.56	0.59	0.58	Dec.	0.66	0.61	0.43	0.41	0.29	0.15	0.36	0.29	0.36	0.45

Threshold = 15 mm											Threshold = 25 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.	0.60	0.60	0.60	0.80	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.75	0.50	0.75	0.50	0.50	0.50	0.00	0.50	0.25	0.50	Feb.	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.29	0.43	0.29	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.29	0.57	Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.59	0.41	0.52	0.52	0.63	0.63	0.67	0.67	0.04	0.44	Apr.	0.40	0.20	0.50	0.30	0.30	0.30	0.40	0.50	0.00	0.40
May.	0.59	0.58	0.70	0.57	0.50	0.49	0.12	0.20	0.38	0.09	May.	0.72	0.64	0.64	0.56	0.46	0.56	0.05	0.08	0.21	0.08
Jun.	0.51	0.49	0.51	0.54	0.55	0.47	0.38	0.55	0.23	0.27	Jun.	0.47	0.41	0.47	0.44	0.52	0.31	0.20	0.51	0.11	0.24
Jul.	0.29	0.36	0.17	0.27	0.26	0.23	0.11	0.10	0.15	0.13	Jul.	0.23	0.27	0.10	0.17	0.12	0.11	0.03	0.05	0.10	0.05
Aug.	0.45	0.46	0.33	0.36	0.37	0.22	0.14	0.09	0.21	0.24	Aug.	0.36	0.42	0.18	0.22	0.17	0.17	0.05	0.05	0.20	0.22
Sep.	0.55	0.40	0.39	0.35	0.44	0.29	0.16	0.06	0.06	0.10	Sep.	0.44	0.37	0.36	0.35	0.41	0.25	0.07	0.05	0.01	0.02
Oct.	0.34	0.33	0.43	0.38	0.29	0.23	0.26	0.23	0.09	0.13	Oct.	0.30	0.19	0.34	0.17	0.11	0.09	0.13	0.09	0.04	0.04
Nov.	0.00	0.20	0.20	0.40	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.										

Threshold = 50 mm										
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	84H	96H	108H	120H
Jan.										
Feb.										
Mar.										
Apr.	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
May.	0.44	0.33	0.33	0.56	0.22	0.11	0.00	0.00	0.22	0.00
Jun.	0.33	0.17	0.28	0.17	0.44	0.11	0.00	0.44	0.06	0.11
Jul.	0.14	0.22	0.03	0.11	0.05	0.05	0.00	0.00	0.08	0.05
Aug.	0.31	0.25	0.13	0.13	0.13	0.06	0.00	0.06	0.06	0.13
Sep.	0.27	0.19	0.19	0.12	0.31	0.12	0.00	0.04	0.00	0.00
Oct.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Nov.										
Dec.										

부록 F. 국지예보시스템 검증결과

F.1 분석검증

표 F.1.1 UM-Local 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.06	-0.11	-0.10	-0.13	-0.07	-0.02	0.00	-0.02	-0.08	-0.12	-0.06	-0.06	-0.07
12hr	-0.23	-0.31	-0.20	-0.17	-0.04	-0.07	-0.02	0.00	-0.14	-0.15	-0.26	-0.15	-0.14
18hr	-0.08	-0.23	-0.18	-0.15	0.03	-0.03	0.10	0.04	-0.07	-0.12	-0.18	-0.11	-0.08
24hr	-0.13	-0.27	-0.27	-0.17	0.03	-0.05	-0.01	0.07	0.03	-0.04	-0.16	-0.09	-0.09
30hr	-0.19	-0.41	-0.51	-0.33	-0.04	-0.14	-0.15	0.01	-0.08	-0.16	-0.35	-0.27	-0.22
36hr	-0.29	-0.49	-0.49	-0.29	-0.06	-0.15	-0.09	-0.04	-0.08	-0.09	-0.39	-0.24	-0.23
42hr	-0.18	-0.38	-0.37	-0.34	-0.06	-0.16	0.05	-0.06	-0.12	-0.19	-0.50	-0.21	-0.21
48hr	-0.17	-0.48	-0.39	-0.36	-0.01	-0.11	-0.05	-0.02	0.00	-0.04	-0.37	-0.12	-0.18
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.46	0.48	0.45	0.48	0.46	0.39	0.43	0.39	0.43	0.44	0.51	0.50	0.45
12hr	0.69	0.74	0.71	0.76	0.73	0.65	0.64	0.61	0.69	0.67	0.78	0.73	0.70
18hr	0.75	0.81	0.82	0.88	0.89	0.79	0.78	0.74	0.87	0.83	0.89	0.88	0.83
24hr	0.80	0.86	0.92	0.95	0.93	0.83	0.79	0.76	0.88	0.85	0.92	0.94	0.87
30hr	0.92	1.04	1.15	1.14	1.10	0.93	0.91	0.88	0.96	1.00	1.14	1.09	1.02
36hr	0.99	1.15	1.23	1.23	1.15	1.01	0.92	0.92	1.00	1.03	1.16	1.12	1.08
42hr	1.00	1.18	1.26	1.34	1.21	1.07	1.01	1.00	1.11	1.10	1.30	1.17	1.15
48hr	1.03	1.24	1.25	1.35	1.23	1.08	1.06	1.00	1.12	1.08	1.21	1.16	1.15
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-3.20	-1.45	-0.08	-0.02	0.07	0.13	-0.48	-0.30	-1.23	-1.58	-2.41	-4.68	-1.27
12hr	-5.35	-4.96	-0.65	0.30	1.07	-0.48	0.23	0.64	-0.33	-0.89	-3.76	-5.12	-1.61
18hr	-6.32	-6.47	-0.75	0.61	1.63	-0.90	-2.32	-1.79	-2.14	-2.92	-6.36	-7.52	-2.94
24hr	-4.41	-5.05	-1.07	1.30	2.32	-0.26	-1.96	-0.59	-0.69	-0.93	-4.96	-6.02	-1.86
30hr	-9.36	-9.67	-3.65	0.11	0.74	-1.72	-5.12	-2.22	-1.65	-3.01	-7.71	-11.83	-4.59
36hr	-5.90	-6.55	-0.97	1.47	0.87	-1.90	-3.43	-2.24	-1.27	-1.33	-4.41	-8.06	-2.81
42hr	-6.84	-7.63	-0.95	-1.15	-0.44	-2.43	-3.76	-2.66	-3.13	-2.84	-7.76	-8.40	-4.00
48hr	-5.81	-7.59	-0.87	-0.76	0.30	-0.85	-4.47	-4.30	-3.49	-1.03	-4.89	-6.71	-3.37
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.52	3.57	3.42	3.65	3.29	2.67	2.69	2.35	2.96	2.93	3.92	5.63	3.47
12hr	6.77	6.40	4.04	4.66	4.55	3.45	3.38	3.52	3.62	3.25	5.25	6.27	4.60
18hr	8.57	8.37	5.36	5.89	7.11	5.25	5.03	4.80	5.02	4.58	8.12	8.99	6.42
24hr	7.57	8.02	6.27	7.00	7.79	5.74	5.01	4.58	4.91	4.53	7.37	8.63	6.45
30hr	12.68	12.24	9.39	8.57	9.20	7.36	8.02	6.06	6.37	6.75	11.13	14.02	9.31
36hr	10.07	10.68	8.96	9.38	9.42	7.64	7.14	6.39	6.31	6.62	9.10	10.89	8.55
42hr	12.05	13.83	11.50	11.28	11.65	9.57	8.61	7.61	8.35	7.79	12.23	13.19	10.64
48hr	11.60	13.72	10.71	12.24	11.27	9.68	9.40	8.62	8.88	7.96	10.58	12.08	10.56

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.31	-0.17	-0.27	-0.18	-0.07	-0.01	-0.15	-0.09	-0.07	-0.07	-0.26	-0.37	-0.17
12hr	-0.24	-0.37	-0.53	-0.34	-0.13	-0.12	-0.16	-0.28	-0.13	-0.02	-0.39	-0.50	-0.27
18hr	-0.41	-0.59	-0.63	-0.24	-0.23	-0.25	-0.43	-0.75	-0.42	-0.27	-0.82	-0.78	-0.49
24hr	-0.11	-0.44	-0.32	0.19	-0.07	-0.29	-0.44	-0.79	-0.51	-0.27	-0.62	-0.50	-0.35
30hr	-0.67	-0.69	-0.32	-0.01	-0.41	-0.35	-0.62	-1.12	-0.63	-0.37	-0.71	-0.51	-0.53
36hr	-0.26	-0.56	-0.38	0.05	-0.40	-0.67	-0.64	-1.03	-0.49	-0.19	-0.81	-0.68	-0.50
42hr	-0.34	-0.49	-0.22	0.06	-0.45	-0.33	-0.75	-1.11	-0.26	-0.29	-0.69	-0.48	-0.45
48hr	-0.49	-0.85	-0.17	0.26	-0.21	-0.69	-0.71	-1.28	-0.31	-0.37	-0.86	-0.67	-0.53
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.42	1.24	1.33	1.45	1.61	1.63	1.85	1.79	1.73	1.17	1.20	1.34	1.48
12hr	1.81	1.79	2.26	2.27	2.57	2.79	3.14	2.97	2.68	1.87	1.78	1.79	2.31
18hr	2.83	2.68	3.61	3.40	4.00	3.81	3.99	3.86	3.69	3.00	3.03	2.95	3.40
24hr	3.01	2.89	3.86	4.10	4.37	4.27	4.35	4.12	4.32	3.35	3.43	3.21	3.77
30hr	4.09	3.83	5.50	5.09	5.70	5.07	5.02	4.64	4.90	4.00	4.59	4.46	4.74
36hr	4.13	4.21	5.91	5.45	6.19	5.35	5.18	5.01	5.13	4.10	4.56	4.28	4.96
42hr	4.84	5.00	6.77	6.47	7.10	6.30	5.84	5.74	5.61	4.66	4.97	5.19	5.71
48hr	5.03	5.05	6.67	6.91	7.21	6.79	6.14	6.01	6.04	5.09	5.44	4.85	5.94

F.2 관측검증

표 F.2.1 UM-Local 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.02	0.01	-0.10	-0.16	-0.14	-0.01	-0.04	-0.08	-0.39	-0.48	-0.26	-0.07	-0.14
12hr	-0.12	-0.21	-0.15	-0.18	-0.02	-0.01	-0.02	-0.07	-0.40	-0.43	-0.38	-0.15	-0.18
18hr	0.09	-0.07	-0.05	-0.14	0.10	0.06	0.18	-0.01	-0.29	-0.38	-0.26	-0.07	-0.07
24hr	0.03	-0.09	-0.17	-0.13	0.10	0.03	0.04	0.08	-0.22	-0.31	-0.23	-0.05	-0.08
30hr	-0.06	-0.27	-0.36	-0.29	0.00	-0.09	-0.17	0.01	-0.30	-0.48	-0.37	-0.26	-0.22
36hr	-0.13	-0.26	-0.34	-0.25	-0.03	-0.07	-0.04	-0.05	-0.31	-0.38	-0.35	-0.17	-0.20
42hr	-0.05	-0.24	-0.28	-0.34	-0.05	-0.14	0.11	-0.08	-0.29	-0.43	-0.49	-0.18	-0.20
48hr	-0.04	-0.27	-0.29	-0.34	-0.02	-0.03	0.01	-0.06	-0.21	-0.29	-0.39	-0.09	-0.17
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.20	1.35	1.19	1.11	1.26	0.96	0.92	0.85	0.97	1.14	1.22	1.25	1.12
12hr	1.13	1.36	1.26	1.16	1.34	1.05	0.98	0.90	0.97	1.20	1.21	1.18	1.15
18hr	1.12	1.41	1.27	1.26	1.51	1.13	1.09	0.95	1.05	1.22	1.21	1.16	1.20
24hr	1.15	1.40	1.33	1.28	1.42	1.12	1.01	0.93	0.94	1.16	1.20	1.18	1.18
30hr	1.27	1.45	1.45	1.35	1.55	1.21	1.07	0.97	1.05	1.28	1.35	1.28	1.27
36hr	1.28	1.48	1.50	1.43	1.52	1.26	1.04	0.94	1.08	1.29	1.24	1.26	1.28
42hr	1.27	1.49	1.46	1.49	1.48	1.22	1.19	1.07	1.13	1.33	1.42	1.34	1.32
48hr	1.25	1.54	1.47	1.47	1.50	1.22	1.16	1.00	1.15	1.23	1.33	1.37	1.31

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-11.53	-8.46	-7.16	-6.75	-6.21	-4.58	-5.64	-5.11	-9.55	-11.49	-9.19	-10.68	-8.03
12hr	-13.60	-12.42	-7.69	-6.07	-4.70	-4.73	-4.86	-3.63	-8.29	-10.41	-10.43	-11.16	-8.17
18hr	-14.53	-13.89	-7.77	-5.62	-4.21	-5.37	-7.33	-6.20	-10.08	-12.60	-12.79	-13.53	-9.49
24hr	-12.62	-12.20	-7.88	-4.66	-3.59	-4.88	-7.04	-5.05	-8.82	-10.78	-11.28	-11.81	-8.38
30hr	-17.88	-16.48	-10.50	-5.81	-5.54	-6.52	-10.60	-6.88	-9.86	-12.91	-14.03	-17.68	-11.23
36hr	-13.78	-13.08	-7.92	-4.82	-5.78	-6.85	-8.80	-6.77	-9.59	-11.07	-10.69	-13.98	-9.43
42hr	-15.29	-14.30	-8.22	-7.02	-7.11	-7.39	-8.80	-7.12	-11.66	-12.60	-14.38	-14.66	-10.71
48hr	-14.13	-14.25	-7.80	-6.53	-6.01	-5.73	-9.73	-8.73	-11.93	-10.75	-11.61	-12.80	-10.00
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	13.82	10.92	9.83	9.76	9.69	8.87	8.47	8.09	11.39	13.64	12.58	13.48	10.88
12hr	15.43	14.13	10.14	9.29	9.13	8.94	7.92	7.92	10.74	12.71	13.54	13.70	11.13
18hr	16.48	15.82	10.69	9.49	10.06	10.13	9.68	9.90	12.35	14.59	15.87	15.94	12.58
24hr	14.71	14.38	11.04	9.30	10.07	9.87	9.62	9.18	11.34	13.15	14.70	14.65	11.83
30hr	20.34	18.45	13.73	11.09	11.77	11.36	12.82	10.64	12.53	15.31	17.83	20.08	14.66
36hr	16.35	15.49	11.93	10.96	12.08	11.70	11.37	10.81	12.47	14.02	15.53	16.79	13.29
42hr	18.60	18.16	14.27	12.70	14.01	12.41	12.26	11.44	14.44	15.52	18.80	18.20	15.07
48hr	17.42	17.92	13.27	13.74	12.72	12.12	13.08	12.51	15.07	14.52	16.87	16.65	14.66
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-1.27	-1.81	-0.71	-0.33	-0.28	-0.22	-0.03	-0.31	-0.66	-0.34	-0.51	-0.99	-0.62
12hr	-1.22	-1.93	-0.85	-0.48	-0.33	-0.31	-0.18	-0.38	-0.69	-0.12	-0.53	-1.00	-0.67
18hr	-1.44	-2.30	-1.06	-0.38	-0.62	-0.53	-0.42	-0.96	-1.20	-0.54	-1.06	-1.30	-0.98
24hr	-1.16	-2.12	-0.71	0.13	-0.38	-0.58	-0.68	-1.02	-1.25	-0.55	-0.91	-1.01	-0.85
30hr	-1.76	-2.60	-0.36	-0.02	-0.84	-0.42	-0.76	-1.56	-1.25	-0.65	-1.20	-0.90	-1.03
36hr	-1.38	-2.51	-0.46	-0.06	-0.89	-0.63	-0.76	-1.44	-1.07	-0.39	-1.28	-1.09	-1.00
42hr	-1.35	-2.32	-0.16	0.07	-1.19	-0.35	-0.61	-1.45	-0.74	-0.52	-1.19	-0.97	-0.90
48hr	-1.46	-2.75	-0.14	0.10	-0.83	-0.73	-0.62	-1.41	-0.58	-0.59	-1.13	-1.28	-0.95
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.76	5.23	4.58	4.62	5.05	4.71	4.62	4.46	4.25	4.27	4.36	4.47	4.61
12hr	4.78	5.28	4.73	4.74	5.06	4.79	4.83	4.57	4.37	4.34	4.43	4.36	4.69
18hr	5.12	5.80	5.41	5.02	5.73	5.36	5.06	5.32	5.15	4.83	5.00	4.67	5.20
24hr	5.22	5.83	5.42	5.46	5.99	5.41	5.39	5.24	5.39	4.87	4.91	4.62	5.31
30hr	5.66	6.30	6.42	6.28	6.74	5.81	5.53	5.70	5.66	5.31	5.84	5.74	5.92
36hr	5.50	6.67	6.38	6.18	7.05	5.84	5.63	5.76	5.78	5.13	5.81	5.59	5.94
42hr	6.22	6.97	7.50	7.06	7.86	6.63	6.23	6.04	6.02	5.47	6.20	5.99	6.51
48hr	6.48	7.24	7.41	7.58	7.97	7.04	6.55	6.35	6.08	5.78	6.36	5.84	6.72

표 F.2.2 UM-Local 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.26	-0.43	-0.37	-0.25	-0.21	-0.52	-0.28	-0.35	-0.38	-0.34	-0.40	-0.27	-0.34
12hr	0.47	-0.11	-0.30	-0.45	-0.16	-0.63	-0.27	-0.16	0.18	0.27	0.73	0.40	0.00
18hr	0.00	-0.24	-0.34	-0.37	-0.05	-0.62	-0.24	-0.22	-0.03	0.06	-0.11	-0.02	-0.18
24hr	0.58	-0.05	-0.43	-0.66	-0.23	-0.93	-0.32	-0.14	0.39	0.34	0.94	0.50	0.00
30hr	0.03	-0.13	-0.49	-0.49	-0.05	-0.83	-0.33	-0.29	0.01	0.00	-0.05	0.01	-0.22
36hr	0.58	-0.08	-0.57	-0.80	-0.30	-1.02	-0.35	-0.10	0.41	0.27	0.97	0.54	-0.04
42hr	0.11	0.01	-0.42	-0.39	0.01	-0.80	-0.28	-0.28	-0.01	0.04	-0.06	0.13	-0.16
48hr	0.57	-0.17	-0.61	-0.92	-0.47	-1.10	-0.34	-0.07	0.39	0.12	0.88	0.61	-0.09
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.11	1.96	2.10	2.21	2.03	1.95	1.73	1.60	1.76	1.62	2.27	1.98	1.94
12hr	2.24	2.03	1.87	1.90	1.69	1.66	1.49	1.36	1.47	1.53	2.31	2.08	1.80
18hr	2.14	2.44	2.61	2.39	2.55	2.16	1.87	1.66	1.81	1.79	2.31	2.12	2.15
24hr	2.30	2.17	1.93	2.15	1.81	1.90	1.62	1.43	1.58	1.69	2.50	2.20	1.94
30hr	2.27	2.70	2.72	2.58	2.71	2.37	2.08	1.79	1.85	1.84	2.41	2.21	2.29
36hr	2.40	2.37	2.09	2.35	1.91	2.03	1.70	1.47	1.62	1.78	2.56	2.31	2.05
42hr	2.47	3.17	3.17	2.77	2.83	2.51	2.13	1.93	1.88	1.90	2.42	2.32	2.46
48hr	2.51	2.55	2.14	2.54	1.94	2.13	1.80	1.54	1.68	2.08	2.59	2.31	2.15
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.90	1.78	1.65	0.95	-0.63	-0.82	-1.76	-1.33	-2.32	-1.67	1.74	2.11	0.13
12hr	-0.40	0.47	2.35	2.96	-0.43	-0.02	-0.79	-2.10	-5.09	-5.00	-2.83	-0.82	-0.98
18hr	0.69	1.40	2.47	3.19	-0.87	-0.60	-1.10	-1.81	-3.46	-3.82	1.46	0.72	-0.14
24hr	-0.52	0.92	3.18	4.06	-0.10	0.92	-0.30	-2.14	-5.60	-5.82	-2.77	-0.73	-0.74
30hr	1.09	1.87	3.10	3.42	-0.90	0.49	-0.97	-1.30	-3.44	-4.18	1.54	1.34	0.17
36hr	0.01	1.53	3.24	4.45	-0.03	1.67	-0.49	-2.33	-5.36	-5.95	-3.11	-0.32	-0.56
42hr	0.42	1.82	2.20	3.19	-0.79	0.51	-1.31	-1.13	-3.23	-5.28	1.46	1.23	-0.08
48hr	-0.16	2.36	3.36	4.62	1.07	1.69	-0.62	-2.27	-5.53	-6.18	-3.14	-0.47	-0.44
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	12.45	11.47	12.66	12.12	12.07	10.98	9.78	8.49	9.24	9.11	11.47	12.30	11.01
12hr	14.80	14.28	13.97	13.49	11.81	10.24	9.23	8.42	10.28	10.71	13.53	13.42	12.02
18hr	12.99	12.80	14.90	12.87	13.20	11.56	9.81	8.71	10.13	11.46	11.48	12.64	11.88
24hr	14.98	14.57	14.61	14.22	12.36	10.68	9.52	8.57	11.04	11.27	13.57	13.91	12.44
30hr	13.35	13.05	15.74	13.42	13.92	12.13	10.62	9.16	10.62	11.99	12.18	13.19	12.45
36hr	15.02	14.71	15.61	14.60	13.16	11.04	9.76	8.89	11.08	11.73	13.88	14.35	12.82
42hr	14.36	13.83	17.26	14.64	14.38	12.41	11.04	9.66	10.83	13.76	12.05	13.36	13.13
48hr	15.27	15.19	16.40	14.91	13.28	11.45	10.10	8.91	11.13	12.08	13.97	14.46	13.10

지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.21	1.40	1.31	1.29	1.19	0.98	1.11	0.92	1.04	1.17	1.13	1.24	1.17
12hr	1.37	1.44	1.31	1.12	1.09	0.92	0.98	0.76	1.11	1.24	1.31	1.46	1.18
18hr	1.44	1.60	1.40	1.37	1.22	1.08	1.16	0.99	1.07	1.26	1.29	1.48	1.28
24hr	1.52	1.65	1.43	1.24	1.15	0.99	1.11	0.90	1.12	1.28	1.42	1.54	1.28
30hr	1.55	1.75	1.46	1.47	1.28	1.10	1.23	1.05	1.06	1.31	1.41	1.55	1.35
36hr	1.55	1.74	1.43	1.31	1.12	1.01	1.09	0.92	1.10	1.34	1.43	1.54	1.30
42hr	1.57	1.92	1.46	1.56	1.25	1.12	1.24	1.07	1.10	1.43	1.36	1.50	1.38
48hr	1.51	1.89	1.35	1.30	1.15	0.98	1.10	0.96	1.16	1.35	1.39	1.48	1.30
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.15	2.33	2.32	2.18	2.03	1.79	1.84	1.63	1.75	1.93	2.05	2.17	2.01
12hr	2.17	2.32	2.21	2.05	1.90	1.75	1.74	1.51	1.80	1.97	2.04	2.27	1.98
18hr	2.31	2.47	2.35	2.27	2.04	1.88	1.87	1.71	1.80	2.05	2.10	2.35	2.10
24hr	2.36	2.55	2.35	2.20	1.98	1.83	1.88	1.66	1.83	2.04	2.13	2.38	2.10
30hr	2.45	2.62	2.42	2.38	2.11	1.92	1.93	1.79	1.80	2.11	2.21	2.40	2.18
36hr	2.41	2.64	2.34	2.29	1.98	1.88	1.87	1.68	1.84	2.11	2.14	2.40	2.13
42hr	2.47	2.77	2.43	2.49	2.08	1.95	1.98	1.86	1.84	2.30	2.14	2.37	2.22
48hr	2.40	2.82	2.30	2.33	2.03	1.88	1.91	1.74	1.93	2.16	2.14	2.34	2.17

F.3 강수검증(6시간 누적)

표 F.3.1 UM-Local 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm									Threshold = 5 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.91	0.90	0.91	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	Jan.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.95	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.92	Feb.	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00
Mar.	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.89	0.90	Mar.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.99	0.97
Apr.	0.95	0.93	0.95	0.93	0.94	0.92	0.94	0.92	Apr.	0.99	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97
May.	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.88	0.89	0.88	May.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.95
Jun.	0.93	0.91	0.92	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	Jun.	0.97	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95
Jul.	0.91	0.90	0.89	0.90	0.88	0.89	0.87	0.87	Jul.	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92
Aug.	0.88	0.87	0.87	0.87	0.86	0.85	0.85	0.84	Aug.	0.96	0.95	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92
Sep.	0.85	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.83	0.83	Sep.	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.90	0.91
Oct.	0.89	0.86	0.87	0.85	0.86	0.85	0.86	0.87	Oct.	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93
Nov.	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	0.93	0.94	0.93	0.94	0.92	0.93	0.92	0.94	Dec.	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Threshold = 15 mm									Threshold = 25 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	May.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98
Jul.	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	Jul.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96
Aug.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	Aug.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97
Sep.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.96	Sep.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.98
Oct.	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96	Oct.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Threshold = 50 mm																	
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H									
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
May.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99									
Jul.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99									
Aug.	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99									
Sep.	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99									
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									

표 F.3.2 UM-Local 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm									Threshold = 5 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.93	0.96	0.90	0.99	0.99	1.09	0.99	1.05	Jan.	1.11	0.53	0.79	0.73	1.32	0.68	1.16	0.50
Feb.	1.04	0.98	1.03	1.07	1.10	1.03	1.11	1.13	Feb.	0.92	0.44	0.88	0.56	0.50	0.68	0.79	0.68
Mar.	0.90	1.03	0.91	1.02	0.95	1.04	0.95	0.98	Mar.	0.81	1.05	0.84	1.08	0.95	1.23	0.75	1.32
Apr.	0.89	0.86	0.93	0.84	0.89	0.84	0.92	0.79	Apr.	0.91	0.79	0.78	0.89	0.67	0.80	0.83	0.83
May.	0.85	0.78	0.78	0.84	0.84	0.89	0.93	1.07	May.	0.90	0.79	0.87	0.90	0.87	0.80	0.92	1.11
Jun.	0.83	0.79	0.81	0.80	0.84	0.86	0.80	0.80	Jun.	1.07	0.98	0.98	1.10	1.00	1.21	0.96	0.86
Jul.	0.77	0.63	0.73	0.74	0.69	0.65	0.70	0.60	Jul.	0.96	0.58	0.87	0.72	0.74	0.52	0.81	0.61
Aug.	0.63	0.50	0.60	0.59	0.69	0.60	0.72	0.68	Aug.	0.93	0.64	0.76	0.96	0.88	0.86	0.94	1.03
Sep.	0.64	0.43	0.52	0.51	0.56	0.59	0.70	0.59	Sep.	0.82	0.47	0.71	0.51	0.67	0.65	0.93	0.59
Oct.	0.80	0.64	0.67	0.60	0.67	0.69	0.72	0.72	Oct.	0.85	0.67	0.78	0.69	0.72	0.77	0.81	0.90
Nov.	1.16	0.90	1.14	1.04	1.18	1.12	1.15	1.07	Nov.	1.22	0.76	1.00	0.83	1.04	0.86	0.88	1.62
Dec.	0.84	0.87	0.88	0.87	0.93	0.97	0.98	0.92	Dec.	1.22	0.49	0.89	0.60	1.19	0.59	1.26	0.53
Threshold = 15 mm									Threshold = 25 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00	0.80	0.00	0.60	2.00	0.00	1.00	0.40	Jan.		0.00		0.00		0.00		0.00
Feb.	0.67	0.50	0.50	0.75	0.33	1.00	0.67	1.25	Feb.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	3.00
Mar.	0.68	3.71	0.96	6.57	1.25	7.57	1.29	9.86	Mar.	0.75	1.00	2.25	2.00	2.50	9.00	3.00	14.00
Apr.	0.80	0.74	0.60	1.19	0.53	1.48	0.55	1.07	Apr.	0.69	0.40	0.31	0.50	0.44	1.20	0.44	0.60
May.	0.82	0.74	0.78	0.69	0.98	0.77	0.98	1.11	May.	0.81	0.72	0.71	0.49	1.03	0.62	0.77	0.59
Jun.	1.14	1.16	0.99	1.25	1.13	1.50	1.01	0.92	Jun.	1.34	1.07	1.22	1.18	1.31	1.53	0.99	0.87
Jul.	0.94	0.56	0.92	0.64	0.75	0.53	0.77	0.65	Jul.	0.92	0.43	0.70	0.62	0.67	0.52	0.70	0.70
Aug.	0.89	0.65	0.61	1.19	0.87	1.02	0.90	1.25	Aug.	0.97	0.68	0.46	1.37	0.83	1.07	0.92	1.41
Sep.	0.90	0.63	0.82	0.68	0.68	0.87	0.93	0.76	Sep.	0.98	0.62	0.83	0.68	0.56	0.78	0.76	0.80
Oct.	0.77	0.66	0.82	0.72	0.66	0.93	0.76	0.87	Oct.	0.78	0.55	1.00	0.85	0.66	1.11	0.56	1.26
Nov.	0.60	0.80	1.60	0.60	1.80	1.60	1.00	1.40	Nov.		1.00		1.50		2.50		1.00
Dec.	1.00	0.20	0.00	0.40	1.00	0.60	1.50	0.00	Dec.								
Threshold = 50 mm																	
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H									
Jan.																	
Feb.																	
Mar.																	
Apr.		0.50		0.00		0.50		1.00									
May.	0.50	0.78	0.00	0.67	1.00	0.78	2.50	0.67									
Jun.	1.72	2.00	1.89	2.33	1.83	2.11	1.28	1.06									
Jul.	0.74	0.24	0.43	0.51	0.48	0.65	0.55	0.87									
Aug.	0.89	0.56	0.28	3.00	0.47	1.56	0.64	2.38									
Sep.	1.50	0.77	1.00	0.81	0.64	0.69	0.43	1.08									
Oct.		2.00		5.00		11.00		7.00									
Nov.																	
Dec.																	

표 F.3.3 UM-Local 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm									Threshold = 5 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.45	0.44	0.43	0.43	0.43	0.41	0.38	0.39	Jan.	0.29	0.22	0.13	0.23	0.13	0.24	0.17	0.18
Feb.	0.52	0.44	0.48	0.43	0.45	0.41	0.46	0.41	Feb.	0.48	0.40	0.32	0.36	0.20	0.50	0.19	0.43
Mar.	0.51	0.55	0.53	0.58	0.47	0.53	0.42	0.47	Mar.	0.57	0.45	0.50	0.42	0.54	0.40	0.49	0.33
Apr.	0.62	0.57	0.61	0.56	0.55	0.52	0.56	0.49	Apr.	0.68	0.38	0.53	0.35	0.45	0.35	0.46	0.33
May.	0.54	0.54	0.51	0.53	0.48	0.47	0.49	0.51	May.	0.66	0.48	0.59	0.48	0.55	0.41	0.57	0.41
Jun.	0.62	0.55	0.59	0.52	0.54	0.48	0.49	0.46	Jun.	0.58	0.54	0.51	0.46	0.39	0.43	0.39	0.39
Jul.	0.49	0.44	0.42	0.47	0.36	0.41	0.34	0.33	Jul.	0.43	0.33	0.29	0.28	0.21	0.23	0.23	0.21
Aug.	0.38	0.34	0.35	0.37	0.33	0.31	0.30	0.30	Aug.	0.46	0.29	0.27	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
Sep.	0.43	0.33	0.36	0.36	0.37	0.37	0.41	0.37	Sep.	0.43	0.29	0.32	0.29	0.29	0.27	0.28	0.27
Oct.	0.59	0.51	0.51	0.48	0.48	0.50	0.49	0.54	Oct.	0.41	0.42	0.40	0.37	0.38	0.39	0.35	0.44
Nov.	0.60	0.39	0.57	0.46	0.59	0.46	0.59	0.48	Nov.	0.50	0.28	0.64	0.26	0.57	0.23	0.55	0.43
Dec.	0.41	0.51	0.44	0.49	0.39	0.45	0.37	0.49	Dec.	0.28	0.37	0.31	0.46	0.26	0.42	0.33	0.31
Threshold = 15 mm									Threshold = 25 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00	0.29	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.17	Jan.		0.00		0.00		0.00		0.00
Feb.	0.43	0.50	0.29	0.75	0.33	0.60	0.25	0.50	Feb.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.33
Mar.	0.31	0.03	0.45	0.08	0.47	0.05	0.46	0.04	Mar.	0.00	0.00	0.08	0.00	0.17	0.00	0.14	0.00
Apr.	0.44	0.42	0.23	0.28	0.21	0.24	0.22	0.19	Apr.	0.17	0.27	0.11	0.36	0.10	0.16	0.15	0.23
May.	0.53	0.40	0.33	0.33	0.33	0.37	0.37	0.30	May.	0.19	0.37	0.15	0.29	0.15	0.40	0.17	0.38
Jun.	0.55	0.50	0.43	0.39	0.39	0.34	0.37	0.38	Jun.	0.44	0.41	0.41	0.28	0.40	0.24	0.34	0.30
Jul.	0.36	0.23	0.19	0.16	0.15	0.19	0.17	0.12	Jul.	0.31	0.14	0.14	0.09	0.10	0.16	0.16	0.08
Aug.	0.38	0.21	0.24	0.23	0.25	0.21	0.15	0.18	Aug.	0.28	0.17	0.10	0.20	0.17	0.15	0.08	0.10
Sep.	0.35	0.26	0.25	0.22	0.19	0.21	0.12	0.25	Sep.	0.23	0.25	0.13	0.19	0.09	0.15	0.07	0.24
Oct.	0.31	0.21	0.21	0.19	0.22	0.22	0.16	0.19	Oct.	0.30	0.06	0.14	0.09	0.15	0.04	0.07	0.07
Nov.	0.33	0.50	0.44	0.60	0.47	0.63	0.67	0.20	Nov.		0.33	0.00	0.67	0.00	0.40		0.00
Dec.	0.33	0.20	0.00	0.17	0.00	0.00	0.25	0.00	Dec.								
Threshold = 50 mm																	
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H									
Jan.																	
Feb.																	
Mar.																	
Apr.			0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00									
May.	0.50	0.33	0.00	0.25	0.33	0.23	0.17	0.36									
Jun.	0.23	0.10	0.13	0.11	0.04	0.08	0.14	0.09									
Jul.	0.14	0.05	0.07	0.04	0.02	0.07	0.12	0.06									
Aug.	0.17	0.09	0.05	0.02	0.08	0.00	0.05	0.02									
Sep.	0.13	0.12	0.17	0.07	0.05	0.05	0.00	0.10									
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
Nov.																	
Dec.																	

표 F.3.4 UM-Local 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm									Threshold = 5 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.35	0.33	0.33	Jan.	0.29	0.22	0.13	0.23	0.13	0.24	0.17	0.17
Feb.	0.48	0.41	0.45	0.39	0.42	0.37	0.42	0.37	Feb.	0.48	0.40	0.32	0.36	0.20	0.50	0.19	0.42
Mar.	0.46	0.49	0.48	0.52	0.42	0.47	0.36	0.41	Mar.	0.57	0.44	0.49	0.41	0.54	0.39	0.48	0.31
Apr.	0.58	0.53	0.57	0.51	0.50	0.47	0.51	0.44	Apr.	0.67	0.37	0.51	0.33	0.44	0.34	0.44	0.31
May.	0.48	0.48	0.45	0.46	0.42	0.40	0.42	0.43	May.	0.65	0.46	0.57	0.46	0.53	0.39	0.56	0.39
Jun.	0.57	0.49	0.53	0.46	0.48	0.41	0.42	0.39	Jun.	0.56	0.51	0.49	0.43	0.36	0.40	0.36	0.36
Jul.	0.43	0.38	0.36	0.42	0.30	0.35	0.28	0.27	Jul.	0.40	0.31	0.26	0.25	0.18	0.20	0.21	0.18
Aug.	0.32	0.29	0.29	0.31	0.26	0.25	0.23	0.23	Aug.	0.43	0.27	0.25	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17
Sep.	0.35	0.26	0.28	0.28	0.29	0.28	0.32	0.29	Sep.	0.40	0.26	0.29	0.26	0.26	0.23	0.23	0.23
Oct.	0.50	0.42	0.43	0.40	0.39	0.41	0.40	0.45	Oct.	0.38	0.39	0.38	0.34	0.35	0.35	0.32	0.40
Nov.	0.59	0.37	0.55	0.44	0.57	0.44	0.57	0.46	Nov.	0.49	0.27	0.64	0.26	0.56	0.22	0.54	0.43
Dec.	0.37	0.48	0.40	0.45	0.35	0.41	0.33	0.45	Dec.	0.27	0.36	0.31	0.45	0.25	0.42	0.32	0.31
Threshold = 15 mm									Threshold = 25 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00	0.29	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.17	Jan.		0.00		0.00		0.00		0.00
Feb.	0.43	0.50	0.29	0.75	0.33	0.60	0.25	0.50	Feb.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.33
Mar.	0.30	0.03	0.45	0.08	0.46	0.05	0.45	0.04	Mar.	0.00	0.00	0.08	0.00	0.17	0.00	0.14	0.00
Apr.	0.44	0.42	0.23	0.28	0.21	0.24	0.22	0.19	Apr.	0.17	0.27	0.10	0.36	0.09	0.16	0.15	0.23
May.	0.52	0.40	0.32	0.32	0.32	0.36	0.36	0.29	May.	0.19	0.36	0.15	0.29	0.14	0.40	0.17	0.38
Jun.	0.54	0.49	0.42	0.37	0.37	0.32	0.35	0.37	Jun.	0.43	0.40	0.40	0.27	0.39	0.23	0.33	0.30
Jul.	0.35	0.22	0.17	0.15	0.13	0.18	0.16	0.11	Jul.	0.30	0.13	0.13	0.08	0.09	0.15	0.15	0.07
Aug.	0.36	0.20	0.23	0.22	0.23	0.20	0.13	0.16	Aug.	0.27	0.17	0.10	0.19	0.16	0.14	0.07	0.09
Sep.	0.33	0.25	0.23	0.21	0.17	0.19	0.10	0.23	Sep.	0.22	0.24	0.12	0.18	0.09	0.14	0.06	0.23
Oct.	0.30	0.19	0.19	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	Oct.	0.30	0.05	0.14	0.08	0.15	0.04	0.06	0.07
Nov.	0.33	0.50	0.44	0.60	0.47	0.63	0.67	0.20	Nov.		0.33	0.00	0.67	0.00	0.40		0.00
Dec.	0.33	0.20	0.00	0.17	0.00	0.00	0.25	0.00	Dec.								
Threshold = 50 mm																	
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H									
Jan.																	
Feb.																	
Mar.																	
Apr.			0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00									
May.	0.50	0.33	0.00	0.25	0.33	0.23	0.17	0.36									
Jun.	0.22	0.10	0.13	0.11	0.04	0.07	0.14	0.09									
Jul.	0.14	0.04	0.07	0.03	0.01	0.07	0.12	0.06									
Aug.	0.17	0.09	0.04	0.01	0.08	0.00	0.05	0.02									
Sep.	0.13	0.12	0.17	0.07	0.04	0.05	0.00	0.10									
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00									
Nov.																	
Dec.																	

표 F.3.5 UM-Local 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm									Threshold = 5 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.60	0.60	0.58	0.59	0.59	0.60	0.55	0.57	Jan.	0.47	0.28	0.21	0.33	0.26	0.33	0.32	0.23
Feb.	0.70	0.61	0.66	0.63	0.66	0.59	0.67	0.62	Feb.	0.63	0.41	0.46	0.41	0.25	0.56	0.29	0.50
Mar.	0.64	0.72	0.66	0.74	0.63	0.71	0.57	0.64	Mar.	0.66	0.64	0.61	0.62	0.69	0.64	0.58	0.57
Apr.	0.72	0.68	0.73	0.66	0.67	0.63	0.69	0.59	Apr.	0.77	0.49	0.61	0.49	0.52	0.47	0.57	0.45
May.	0.65	0.62	0.60	0.63	0.60	0.61	0.63	0.70	May.	0.76	0.58	0.70	0.61	0.66	0.52	0.70	0.61
Jun.	0.70	0.64	0.67	0.62	0.65	0.60	0.59	0.56	Jun.	0.76	0.69	0.67	0.66	0.56	0.66	0.55	0.52
Jul.	0.58	0.49	0.51	0.56	0.44	0.48	0.44	0.39	Jul.	0.59	0.39	0.42	0.38	0.30	0.28	0.34	0.28
Aug.	0.45	0.38	0.41	0.43	0.42	0.38	0.39	0.39	Aug.	0.60	0.37	0.37	0.44	0.39	0.35	0.35	0.34
Sep.	0.49	0.36	0.40	0.40	0.42	0.43	0.50	0.43	Sep.	0.55	0.33	0.42	0.34	0.38	0.35	0.42	0.33
Oct.	0.67	0.56	0.57	0.52	0.54	0.57	0.57	0.60	Oct.	0.54	0.49	0.51	0.46	0.48	0.49	0.47	0.58
Nov.	0.81	0.53	0.78	0.65	0.81	0.67	0.80	0.67	Nov.	0.74	0.38	0.78	0.38	0.74	0.35	0.67	0.79
Dec.	0.54	0.64	0.57	0.61	0.54	0.61	0.53	0.63	Dec.	0.48	0.40	0.44	0.50	0.44	0.47	0.56	0.36
Threshold = 15 mm									Threshold = 25 mm								
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H
Jan.	0.00	0.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	Jan.		0.00		0.00		0.00		0.00
Feb.	0.50	0.50	0.33	0.75	0.33	0.75	0.33	0.75	Feb.	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.39	0.14	0.61	0.57	0.71	0.43	0.71	0.43	Mar.	0.00	0.00	0.25	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
Apr.	0.55	0.52	0.30	0.48	0.27	0.48	0.28	0.33	Apr.	0.25	0.30	0.13	0.40	0.13	0.30	0.19	0.30
May.	0.63	0.50	0.44	0.42	0.50	0.48	0.54	0.49	May.	0.29	0.46	0.23	0.33	0.26	0.46	0.26	0.44
Jun.	0.76	0.72	0.60	0.63	0.59	0.63	0.54	0.53	Jun.	0.71	0.60	0.64	0.47	0.66	0.49	0.51	0.44
Jul.	0.51	0.30	0.31	0.23	0.22	0.24	0.26	0.18	Jul.	0.45	0.17	0.21	0.14	0.14	0.21	0.24	0.13
Aug.	0.52	0.28	0.31	0.41	0.37	0.35	0.24	0.34	Aug.	0.43	0.25	0.14	0.40	0.27	0.26	0.14	0.21
Sep.	0.49	0.34	0.36	0.31	0.26	0.32	0.20	0.35	Sep.	0.37	0.32	0.21	0.27	0.13	0.23	0.12	0.35
Oct.	0.42	0.28	0.31	0.27	0.30	0.34	0.24	0.30	Oct.	0.42	0.09	0.24	0.15	0.22	0.09	0.10	0.15
Nov.	0.40	0.60	0.80	0.60	0.90	1.00	0.80	0.40	Nov.		0.50		1.00		1.00		0.00
Dec.	0.50	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.50	0.00	Dec.								
Threshold = 50 mm																	
MON.	6H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H									
Jan.																	
Feb.																	
Mar.																	
Apr.		0.50		0.00		0.00		1.00									
May.	0.50	0.44	0.00	0.33	0.50	0.33	0.50	0.44									
Jun.	0.50	0.28	0.33	0.33	0.11	0.22	0.28	0.17									
Jul.	0.21	0.05	0.10	0.05	0.02	0.11	0.17	0.11									
Aug.	0.28	0.13	0.06	0.06	0.11	0.00	0.08	0.06									
Sep.	0.29	0.19	0.29	0.12	0.07	0.08	0.00	0.19									
Oct.		0.00		0.00		0.00		0.00									
Nov.																	
Dec.																	

부록 G. 초단기예보시스템 검증결과

G.1 분석검증

표 G.1.1 KIM-KLAPS 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	0.08	0.04	-0.09	0.06	0.15	-0.19	-0.03	0.13	0.11	-0.07	-0.05	0.10	0.02
6hr	0.16	0.11	0.00	0.17	0.20	-0.01	0.14	0.28	0.22	0.05	0.14	0.30	0.15
9hr	0.17	0.04	-0.03	0.13	0.16	-0.15	-0.04	0.15	0.09	-0.01	0.08	0.06	0.05
12hr	0.05	-0.03	0.03	0.17	0.21	-0.11	0.02	0.16	0.14	-0.04	0.01	-0.04	0.05
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	0.82	0.96	0.87	1.02	0.91	0.99	0.84	0.77	0.80	0.83	0.86	0.92	0.88
6hr	0.83	0.98	0.85	1.03	0.92	0.95	0.82	0.84	0.88	0.84	0.91	1.08	0.91
9hr	0.92	1.04	0.91	1.11	1.00	0.99	0.86	0.86	0.88	0.88	0.97	1.06	0.96
12hr	0.87	0.98	0.90	1.09	0.99	0.98	0.84	0.84	0.86	0.87	0.89	1.00	0.93
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-1.40	-2.63	-0.63	0.59	0.03	-2.58	-3.25	-3.04	-3.58	-1.99	-1.25	0.53	-1.60
6hr	1.68	0.61	1.66	3.63	4.21	0.33	0.50	0.67	0.89	1.25	1.79	2.34	1.63
9hr	5.01	2.75	3.81	4.47	4.71	-0.51	-2.65	-1.84	-2.06	-1.27	0.57	0.47	1.12
12hr	5.31	2.98	4.08	4.30	4.98	-0.05	-1.64	-0.74	-1.52	-0.40	1.38	0.34	1.58
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	9.96	10.20	8.94	9.29	7.94	8.42	8.82	10.02	10.66	9.04	9.30	11.56	9.51
6hr	8.95	9.25	8.67	9.80	8.73	7.51	7.42	7.55	7.39	7.08	8.44	10.24	8.42
9hr	10.61	10.50	9.65	11.04	9.10	7.76	7.95	8.25	7.94	7.12	8.11	10.31	9.03
12hr	10.86	10.77	9.88	11.32	9.26	7.70	7.50	7.45	6.92	6.35	8.30	10.30	8.88
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.79	-1.73	-0.80	-0.59	-0.66	-0.37	-0.83	-0.46	-0.51	-0.51	-0.85	-0.47	-0.71
6hr	-0.76	-1.73	-0.75	-0.43	-0.55	-0.16	-0.89	-0.35	0.11	0.09	-0.58	-0.36	-0.53
9hr	-0.79	-1.64	-0.54	-0.23	-0.40	-0.31	-0.94	-0.42	0.22	0.05	-0.55	-0.52	-0.50
12hr	-0.75	-1.59	-0.54	-0.21	-0.55	-0.28	-0.76	-0.23	0.20	-0.01	-0.55	-0.47	-0.48
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	3.77	3.99	3.77	3.86	4.69	4.80	4.68	4.96	5.28	4.49	3.58	3.34	4.27
6hr	3.68	4.12	3.91	4.02	4.63	4.99	4.74	4.89	5.24	4.40	3.61	3.48	4.31
9hr	4.21	4.33	4.32	4.42	5.15	5.19	5.33	5.26	5.18	4.59	4.04	3.77	4.65
12hr	4.20	4.32	4.30	4.39	5.06	5.08	4.88	4.93	4.99	4.43	4.12	3.76	4.54

G.2 관측검증

표 G.2.1 KIM-KLAPS 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.05	-0.18	-0.42	-0.31	-0.12	-0.33	-0.16	-0.07	0.02	-0.20	-0.28	-0.01	-0.18
6hr	0.06	-0.05	-0.31	-0.18	-0.07	-0.13	-0.05	-0.01	0.06	-0.12	-0.08	0.14	-0.06
9hr	0.05	-0.16	-0.35	-0.27	-0.15	-0.27	-0.18	-0.13	-0.05	-0.21	-0.16	-0.07	-0.16
12hr	-0.10	-0.22	-0.29	-0.20	-0.12	-0.24	-0.11	-0.08	-0.01	-0.22	-0.21	-0.16	-0.16
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.16	1.29	1.32	1.28	1.21	1.07	1.04	0.94	0.98	1.13	1.17	1.23	1.15
6hr	1.24	1.37	1.24	1.25	1.19	0.99	0.99	0.94	0.99	1.10	1.19	1.35	1.15
9hr	1.27	1.43	1.31	1.31	1.22	1.07	1.05	1.00	1.00	1.15	1.23	1.37	1.20
12hr	1.22	1.40	1.31	1.26	1.23	1.11	1.02	0.97	0.98	1.15	1.24	1.34	1.19
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-3.48	-4.98	-3.96	-5.33	-5.84	-9.88	-12.25	-10.75	-10.88	-9.02	-8.66	-6.24	-7.61
6hr	-0.87	-1.78	-2.25	-2.74	-2.02	-7.33	-8.57	-6.96	-6.86	-6.16	-6.32	-4.96	-4.74
9hr	2.62	0.79	0.07	-1.66	-1.45	-7.93	-11.56	-9.65	-9.77	-8.15	-6.71	-6.38	-4.98
12hr	2.95	0.89	0.35	-1.69	-0.98	-7.55	-10.46	-8.48	-9.15	-7.16	-6.49	-6.56	-4.53
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	10.80	10.62	10.88	10.85	10.93	13.60	14.80	14.52	14.89	14.17	14.84	13.35	12.85
6hr	9.83	9.13	9.99	9.97	9.71	11.97	11.82	11.75	11.76	11.66	13.41	13.02	11.17
9hr	10.32	9.90	10.74	10.59	10.01	12.75	14.01	13.01	12.95	12.52	13.69	13.91	12.03
12hr	10.62	9.95	10.66	10.56	9.89	12.51	13.06	11.93	12.36	11.60	13.40	13.89	11.70
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-1.22	-2.05	-1.10	-0.87	-1.43	-0.82	-0.64	-0.98	-1.35	-1.42	-1.19	-1.11	-1.18
6hr	-1.22	-2.07	-0.98	-0.64	-1.45	-0.65	-1.01	-0.82	-0.70	-0.79	-0.87	-0.97	-1.01
9hr	-1.25	-2.01	-0.84	-0.41	-1.20	-1.05	-0.93	-1.10	-0.58	-0.84	-1.00	-1.11	-1.03
12hr	-1.19	-1.91	-0.88	-0.46	-1.38	-1.01	-0.70	-0.98	-0.71	-0.94	-0.95	-1.05	-1.01
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	5.15	5.74	5.43	5.47	5.86	5.80	5.18	5.86	6.42	5.91	5.43	5.24	5.62
6hr	5.19	5.94	5.61	5.55	5.75	5.75	5.33	5.78	5.83	5.77	5.35	5.41	5.61
9hr	5.56	6.01	5.87	5.65	6.20	5.93	5.83	5.93	5.86	5.95	5.66	5.73	5.85
12hr	5.53	6.02	5.96	5.64	6.14	5.71	5.40	5.58	5.64	5.79	5.76	5.69	5.74

표 G.2.2 KIM-KLAPS 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	-0.32	-0.68	-1.10	-1.19	-1.03	-1.03	-0.85	-0.59	-0.45	-0.10	-0.29	-0.24	-0.66
6hr	0.29	-0.08	-0.47	-0.82	-0.68	-0.70	-0.53	-0.42	-0.29	-0.05	0.19	0.11	-0.29
9hr	0.59	0.43	0.03	-0.37	0.52	0.39	0.37	-0.21	-0.24	0.06	0.61	0.53	0.23
12hr	2.38	1.56	0.94	0.23	0.42	-0.24	-0.02	0.26	0.68	0.93	2.18	1.56	0.91
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	2.21	2.19	2.28	2.35	1.96	1.86	1.71	1.46	1.48	1.43	2.26	2.11	1.94
6hr	2.41	2.32	2.22	2.39	1.90	1.77	1.58	1.43	1.55	1.58	2.58	2.37	2.01
9hr	2.63	2.58	2.33	2.48	2.09	1.77	1.53	1.41	1.65	1.74	2.82	2.57	2.13
12hr	3.45	2.85	2.52	2.39	2.06	1.90	1.69	1.61	1.77	2.04	3.55	3.01	2.40
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.35	4.50	5.53	5.57	2.41	4.30	4.27	2.90	0.83	-1.00	0.06	1.18	2.66
6hr	-0.92	2.42	3.32	3.70	-0.03	2.61	2.62	1.99	-0.32	-2.61	-2.12	-0.28	0.86
9hr	-2.55	0.47	1.75	2.57	-1.74	0.45	0.93	1.22	-1.27	-4.00	-4.24	-1.83	-0.69
12hr	-10.06	-6.14	-3.30	0.37	-2.96	2.26	1.78	-1.31	-5.02	-7.89	-10.07	-6.09	-4.04
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	12.93	12.83	14.23	12.80	11.32	10.06	9.15	7.66	8.07	8.22	13.47	12.55	11.11
6hr	14.34	14.48	15.21	13.91	12.33	9.75	8.70	7.08	8.00	9.14	15.14	14.92	11.92
9hr	15.91	15.45	15.55	14.64	11.92	9.24	8.42	6.62	8.18	9.88	16.26	15.83	12.33
12hr	19.31	17.34	17.75	15.53	13.71	11.26	10.23	9.29	11.06	12.84	18.31	16.69	14.44
지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.14	1.22	1.18	1.18	0.98	0.94	0.92	0.85	0.99	1.12	1.03	1.01	1.05
6hr	1.35	1.40	1.45	1.32	1.12	1.13	1.10	0.87	1.08	1.29	1.16	1.03	1.19
9hr	1.34	1.32	1.44	1.31	1.09	1.03	1.14	0.85	1.03	1.30	1.14	0.98	1.17
12hr	1.37	1.51	1.39	1.12	0.86	0.72	0.86	0.59	0.86	1.07	0.85	1.04	1.02
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
3hr	1.88	2.12	2.05	1.87	1.66	1.55	1.49	1.36	1.54	1.71	1.79	1.91	1.74
6hr	2.04	2.27	2.15	2.02	1.74	1.68	1.66	1.39	1.67	1.93	1.90	1.99	1.87
9hr	2.02	2.18	2.15	1.96	1.70	1.62	1.71	1.39	1.64	1.96	1.87	1.93	1.84
12hr	2.03	2.24	2.13	1.82	1.54	1.43	1.54	1.30	1.61	1.89	1.72	1.98	1.77

G.3 강수검증(3시간 누적)

표 G.3.1 KIM-KLAPS 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.91	0.90	0.90	0.90	Jan.	0.94	0.94	0.94	0.93
Feb.	0.94	0.93	0.93	0.93	Feb.	0.97	0.96	0.96	0.96
Mar.	0.90	0.89	0.89	0.89	Mar.	0.92	0.92	0.91	0.91
Apr.	0.95	0.94	0.94	0.94	Apr.	0.96	0.95	0.95	0.95
May.	0.93	0.91	0.92	0.92	May.	0.94	0.93	0.93	0.93
Jun.	0.93	0.92	0.92	0.92	Jun.	0.93	0.92	0.93	0.93
Jul.	0.92	0.91	0.91	0.90	Jul.	0.93	0.91	0.91	0.91
Aug.	0.91	0.89	0.88	0.87	Aug.	0.92	0.91	0.90	0.90
Sep.	0.88	0.86	0.85	0.85	Sep.	0.90	0.88	0.88	0.87
Oct.	0.87	0.85	0.85	0.85	Oct.	0.89	0.88	0.87	0.88
Nov.	0.97	0.96	0.96	0.96	Nov.	0.98	0.98	0.97	0.97
Dec.	0.95	0.93	0.94	0.93	Dec.	0.97	0.96	0.96	0.96
Threshold = 1mm					Threshold = 5mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.96	0.96	0.96	0.96	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.98	0.98	0.98	0.98	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.94	0.93	0.93	0.93	Mar.	0.98	0.98	0.98	0.98
Apr.	0.96	0.96	0.96	0.96	Apr.	0.98	0.98	0.98	0.97
May.	0.95	0.94	0.94	0.95	May.	0.97	0.97	0.97	0.97
Jun.	0.94	0.93	0.94	0.94	Jun.	0.96	0.96	0.96	0.96
Jul.	0.93	0.91	0.92	0.91	Jul.	0.95	0.94	0.94	0.94
Aug.	0.93	0.92	0.92	0.91	Aug.	0.96	0.95	0.95	0.95
Sep.	0.91	0.90	0.90	0.89	Sep.	0.94	0.94	0.95	0.94
Oct.	0.91	0.90	0.90	0.90	Oct.	0.95	0.95	0.95	0.95
Nov.	0.98	0.98	0.98	0.98	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	0.98	0.97	0.97	0.97	Dec.	1.00	0.99	0.99	0.99
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	0.99	0.99	1.00	Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	0.99	0.99	0.99	0.99	May.	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.97	0.98	0.98	Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98
Jul.	0.97	0.96	0.96	0.96	Jul.	0.97	0.97	0.97	0.97
Aug.	0.97	0.97	0.97	0.97	Aug.	0.98	0.97	0.98	0.98
Sep.	0.97	0.96	0.97	0.97	Sep.	0.97	0.97	0.98	0.98
Oct.	0.99	0.98	0.98	0.98	Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00

표 G.3.2 KIM-KLAPS 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	2.05	1.95	1.85	1.91	Jan.	1.52	1.40	1.29	1.37
Feb.	1.95	2.21	2.21	2.12	Feb.	1.47	1.66	1.63	1.60
Mar.	2.21	2.24	2.10	2.05	Mar.	1.83	1.95	1.80	1.74
Apr.	1.11	1.09	1.11	1.03	Apr.	0.98	0.97	0.97	0.90
May.	0.96	1.06	0.91	0.87	May.	0.85	0.92	0.77	0.74
Jun.	0.97	1.14	1.01	0.98	Jun.	0.88	1.04	0.91	0.90
Jul.	1.06	1.16	0.95	0.97	Jul.	0.93	1.03	0.82	0.84
Aug.	1.10	1.16	1.00	1.05	Aug.	0.91	0.94	0.76	0.79
Sep.	1.06	1.18	0.97	0.92	Sep.	0.88	0.99	0.75	0.73
Oct.	1.09	1.23	1.12	1.17	Oct.	0.88	0.96	0.87	0.93
Nov.	1.25	1.61	1.63	1.80	Nov.	0.88	1.10	1.06	1.23
Dec.	1.38	1.78	1.73	2.03	Dec.	0.95	1.18	1.17	1.43
Threshold = 1mm					Threshold = 5mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	1.69	1.59	1.35	1.52	Jan.	2.12	2.21	2.16	2.38
Feb.	1.65	1.81	1.73	1.72	Feb.	0.97	1.29	1.04	1.32
Mar.	2.13	2.35	2.12	2.09	Mar.	4.48	5.79	5.05	4.62
Apr.	1.07	1.08	1.07	1.00	Apr.	1.07	1.43	1.28	1.14
May.	0.95	1.02	0.86	0.84	May.	1.12	1.16	1.00	1.12
Jun.	1.00	1.20	1.02	1.01	Jun.	1.06	1.43	1.01	1.10
Jul.	1.01	1.12	0.88	0.90	Jul.	1.11	1.29	0.94	0.97
Aug.	0.99	1.01	0.79	0.82	Aug.	1.13	1.23	0.82	0.90
Sep.	0.94	1.06	0.77	0.75	Sep.	1.08	1.22	0.78	0.77
Oct.	0.91	1.00	0.87	0.99	Oct.	0.79	1.16	0.81	0.99
Nov.	0.85	1.08	1.06	1.24	Nov.	0.65	0.93	1.13	1.30
Dec.	0.91	1.16	1.20	1.47	Dec.	0.33	1.38	1.18	1.88
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	1.27	1.64	1.36	1.73	Jan.	1.67	2.00	1.67	1.17
Feb.	0.40	0.80	0.80	0.47	Feb.	0.20	0.60	0.40	0.40
Mar.	4.76	14.33	11.19	6.29	Mar.	3.46	13.69	10.69	4.62
Apr.	0.67	1.62	0.90	0.62	Apr.	0.72	1.17	0.71	0.50
May.	1.09	1.15	1.08	1.41	May.	1.03	1.16	1.14	1.25
Jun.	0.78	1.21	0.63	0.71	Jun.	0.74	1.16	0.54	0.61
Jul.	1.07	1.34	0.90	0.96	Jul.	1.09	1.37	0.90	0.97
Aug.	1.21	1.34	0.75	0.88	Aug.	1.28	1.36	0.76	0.90
Sep.	1.17	1.33	0.77	0.82	Sep.	1.23	1.41	0.78	0.88
Oct.	0.79	1.40	0.93	1.03	Oct.	0.78	1.45	0.92	1.04
Nov.	0.74	1.32	1.58	1.21	Nov.	0.42	0.92	1.17	0.42
Dec.	0.70	0.60	0.40	1.30	Dec.	1.00	0.50	0.33	1.83

표 G.3.3 KIM-KLAPS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.37	0.33	0.32	0.32	Jan.	0.36	0.31	0.30	0.29
Feb.	0.36	0.32	0.31	0.31	Feb.	0.38	0.33	0.34	0.34
Mar.	0.33	0.30	0.28	0.28	Mar.	0.30	0.29	0.24	0.23
Apr.	0.56	0.52	0.53	0.49	Apr.	0.54	0.52	0.51	0.48
May.	0.51	0.47	0.45	0.43	May.	0.49	0.44	0.42	0.42
Jun.	0.54	0.52	0.52	0.51	Jun.	0.51	0.49	0.49	0.48
Jul.	0.52	0.46	0.44	0.41	Jul.	0.48	0.41	0.38	0.36
Aug.	0.44	0.36	0.32	0.29	Aug.	0.41	0.35	0.29	0.26
Sep.	0.49	0.45	0.38	0.36	Sep.	0.46	0.44	0.35	0.34
Oct.	0.50	0.47	0.45	0.47	Oct.	0.47	0.47	0.43	0.45
Nov.	0.44	0.40	0.35	0.37	Nov.	0.42	0.44	0.38	0.40
Dec.	0.43	0.37	0.38	0.37	Dec.	0.44	0.41	0.42	0.43
Threshold = 1mm					Threshold = 5mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.29	0.25	0.23	0.22	Jan.	0.25	0.19	0.20	0.19
Feb.	0.35	0.32	0.33	0.30	Feb.	0.25	0.26	0.26	0.26
Mar.	0.23	0.23	0.18	0.19	Mar.	0.06	0.06	0.05	0.05
Apr.	0.52	0.51	0.51	0.47	Apr.	0.40	0.35	0.34	0.25
May.	0.50	0.43	0.42	0.43	May.	0.39	0.34	0.36	0.35
Jun.	0.49	0.47	0.45	0.45	Jun.	0.39	0.37	0.32	0.34
Jul.	0.44	0.37	0.33	0.31	Jul.	0.29	0.24	0.20	0.18
Aug.	0.40	0.33	0.27	0.24	Aug.	0.29	0.23	0.18	0.16
Sep.	0.44	0.41	0.34	0.32	Sep.	0.34	0.30	0.27	0.26
Oct.	0.46	0.46	0.40	0.42	Oct.	0.30	0.33	0.26	0.27
Nov.	0.40	0.45	0.36	0.39	Nov.	0.16	0.25	0.25	0.23
Dec.	0.42	0.41	0.42	0.43	Dec.	0.10	0.20	0.21	0.15
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.25	0.21	0.24	0.20	Jan.	0.23	0.20	0.23	0.08
Feb.	0.40	0.50	0.42	0.29	Feb.	0.20	0.46	0.27	0.17
Mar.	0.03	0.01	0.01	0.02	Mar.	0.02	0.01	0.01	0.01
Apr.	0.16	0.09	0.03	0.06	Apr.	0.14	0.08	0.04	0.06
May.	0.20	0.19	0.20	0.15	May.	0.13	0.14	0.17	0.12
Jun.	0.23	0.19	0.14	0.17	Jun.	0.19	0.15	0.09	0.12
Jul.	0.18	0.16	0.10	0.10	Jul.	0.16	0.14	0.08	0.08
Aug.	0.19	0.16	0.11	0.10	Aug.	0.17	0.15	0.10	0.09
Sep.	0.23	0.20	0.18	0.20	Sep.	0.19	0.16	0.16	0.19
Oct.	0.20	0.17	0.14	0.12	Oct.	0.14	0.15	0.12	0.10
Nov.	0.03	0.22	0.07	0.02	Nov.	0.06	0.15	0.13	0.06
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00

표 G.3.4 KIM-KLAPS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.33	0.29	0.28	0.27	Jan.	0.33	0.29	0.27	0.26
Feb.	0.33	0.29	0.29	0.28	Feb.	0.37	0.32	0.32	0.32
Mar.	0.29	0.26	0.23	0.24	Mar.	0.27	0.26	0.21	0.20
Apr.	0.52	0.49	0.50	0.46	Apr.	0.52	0.49	0.48	0.45
May.	0.46	0.41	0.40	0.39	May.	0.46	0.40	0.38	0.38
Jun.	0.49	0.46	0.47	0.46	Jun.	0.47	0.45	0.45	0.44
Jul.	0.47	0.40	0.38	0.36	Jul.	0.44	0.37	0.33	0.31
Aug.	0.39	0.31	0.27	0.24	Aug.	0.37	0.30	0.25	0.22
Sep.	0.42	0.37	0.30	0.29	Sep.	0.39	0.37	0.29	0.28
Oct.	0.41	0.37	0.36	0.38	Oct.	0.41	0.39	0.36	0.38
Nov.	0.42	0.38	0.34	0.35	Nov.	0.41	0.43	0.36	0.39
Dec.	0.40	0.34	0.35	0.33	Dec.	0.43	0.39	0.40	0.41
Threshold = 1mm					Threshold = 5mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.28	0.24	0.21	0.20	Jan.	0.25	0.19	0.20	0.19
Feb.	0.34	0.31	0.32	0.29	Feb.	0.25	0.26	0.25	0.26
Mar.	0.21	0.20	0.16	0.16	Mar.	0.06	0.05	0.04	0.05
Apr.	0.50	0.48	0.49	0.45	Apr.	0.39	0.34	0.33	0.24
May.	0.47	0.40	0.39	0.40	May.	0.38	0.33	0.34	0.34
Jun.	0.45	0.43	0.42	0.41	Jun.	0.38	0.35	0.30	0.32
Jul.	0.40	0.32	0.29	0.27	Jul.	0.27	0.21	0.18	0.16
Aug.	0.36	0.29	0.23	0.20	Aug.	0.27	0.21	0.16	0.14
Sep.	0.39	0.35	0.29	0.27	Sep.	0.31	0.27	0.25	0.24
Oct.	0.40	0.40	0.34	0.37	Oct.	0.28	0.31	0.24	0.25
Nov.	0.39	0.44	0.36	0.38	Nov.	0.16	0.25	0.25	0.23
Dec.	0.41	0.40	0.41	0.42	Dec.	0.10	0.19	0.21	0.15
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.25	0.21	0.24	0.20	Jan.	0.23	0.20	0.23	0.08
Feb.	0.40	0.50	0.42	0.29	Feb.	0.20	0.45	0.27	0.17
Mar.	0.03	0.01	0.01	0.02	Mar.	0.02	0.01	0.01	0.01
Apr.	0.15	0.09	0.03	0.06	Apr.	0.14	0.08	0.04	0.06
May.	0.19	0.18	0.20	0.15	May.	0.13	0.14	0.17	0.12
Jun.	0.22	0.18	0.13	0.16	Jun.	0.18	0.14	0.09	0.12
Jul.	0.17	0.15	0.09	0.09	Jul.	0.15	0.13	0.07	0.07
Aug.	0.18	0.15	0.10	0.09	Aug.	0.16	0.14	0.10	0.09
Sep.	0.21	0.19	0.17	0.19	Sep.	0.18	0.15	0.15	0.18
Oct.	0.19	0.16	0.13	0.12	Oct.	0.14	0.15	0.11	0.09
Nov.	0.03	0.22	0.07	0.02	Nov.	0.06	0.15	0.13	0.06
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00

표 G.3.5 KIM-KLAPS 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm					Threshold = 0.5 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.82	0.73	0.69	0.70	Jan.	0.67	0.57	0.52	0.53
Feb.	0.77	0.78	0.77	0.74	Feb.	0.68	0.67	0.66	0.65
Mar.	0.79	0.75	0.67	0.66	Mar.	0.65	0.66	0.55	0.52
Apr.	0.75	0.72	0.74	0.67	Apr.	0.70	0.68	0.67	0.62
May.	0.66	0.65	0.59	0.57	May.	0.61	0.59	0.52	0.52
Jun.	0.69	0.73	0.68	0.67	Jun.	0.63	0.68	0.63	0.62
Jul.	0.71	0.68	0.59	0.57	Jul.	0.63	0.59	0.50	0.48
Aug.	0.64	0.58	0.49	0.46	Aug.	0.56	0.50	0.40	0.37
Sep.	0.68	0.68	0.54	0.51	Sep.	0.59	0.60	0.46	0.44
Oct.	0.70	0.71	0.66	0.69	Oct.	0.60	0.62	0.56	0.60
Nov.	0.68	0.74	0.69	0.76	Nov.	0.56	0.64	0.56	0.64
Dec.	0.71	0.75	0.75	0.81	Dec.	0.60	0.63	0.64	0.73
Threshold = 1mm					Threshold = 5mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.61	0.53	0.44	0.45	Jan.	0.62	0.51	0.53	0.54
Feb.	0.68	0.68	0.67	0.62	Feb.	0.39	0.47	0.42	0.48
Mar.	0.59	0.62	0.48	0.49	Mar.	0.31	0.35	0.27	0.27
Apr.	0.71	0.70	0.70	0.64	Apr.	0.59	0.63	0.58	0.43
May.	0.65	0.61	0.56	0.55	May.	0.59	0.55	0.52	0.55
Jun.	0.65	0.70	0.63	0.62	Jun.	0.58	0.66	0.48	0.53
Jul.	0.61	0.57	0.47	0.45	Jul.	0.48	0.44	0.32	0.30
Aug.	0.56	0.49	0.38	0.35	Aug.	0.48	0.42	0.27	0.26
Sep.	0.59	0.60	0.44	0.42	Sep.	0.52	0.51	0.38	0.36
Oct.	0.60	0.63	0.53	0.59	Oct.	0.41	0.54	0.37	0.43
Nov.	0.52	0.64	0.55	0.63	Nov.	0.23	0.38	0.42	0.43
Dec.	0.57	0.63	0.65	0.74	Dec.	0.12	0.39	0.38	0.38
Threshold = 12.5 mm					Threshold = 15 mm				
MON.	3H	6H	9H	12H	MON.	3H	6H	9H	12H
Jan.	0.46	0.46	0.46	0.46	Jan.	0.50	0.50	0.50	0.17
Feb.	0.40	0.60	0.53	0.33	Feb.	0.20	0.50	0.30	0.20
Mar.	0.14	0.19	0.10	0.14	Mar.	0.08	0.15	0.08	0.08
Apr.	0.23	0.22	0.06	0.10	Apr.	0.21	0.16	0.06	0.09
May.	0.34	0.34	0.35	0.32	May.	0.23	0.26	0.31	0.24
Jun.	0.33	0.36	0.20	0.25	Jun.	0.28	0.28	0.13	0.18
Jul.	0.32	0.32	0.18	0.17	Jul.	0.29	0.29	0.14	0.15
Aug.	0.35	0.32	0.18	0.17	Aug.	0.33	0.31	0.17	0.16
Sep.	0.40	0.39	0.27	0.30	Sep.	0.36	0.34	0.24	0.30
Oct.	0.29	0.35	0.23	0.22	Oct.	0.22	0.32	0.20	0.18
Nov.	0.05	0.42	0.16	0.05	Nov.	0.08	0.25	0.25	0.08
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00

부록 H. 전지구앙상블예측시스템 검증결과

H.1 분석검증

표 H.1.1 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 분석검증

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97
72hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95
96hr	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.93	0.92	0.91	0.91
120hr	0.88	0.89	0.88	0.87	0.86	0.86	0.87	0.86	0.86	0.89	0.87	0.86	0.87
144hr	0.83	0.85	0.83	0.81	0.80	0.80	0.82	0.81	0.80	0.85	0.80	0.80	0.82
168hr	0.77	0.79	0.78	0.75	0.74	0.74	0.76	0.76	0.74	0.80	0.72	0.71	0.76
192hr	0.70	0.73	0.72	0.68	0.67	0.69	0.70	0.70	0.68	0.75	0.65	0.63	0.69
216hr	0.64	0.67	0.65	0.62	0.60	0.63	0.64	0.64	0.63	0.70	0.58	0.56	0.63
240hr	0.58	0.60	0.57	0.56	0.53	0.58	0.59	0.59	0.59	0.66	0.52	0.50	0.57
264hr	0.53	0.52	0.50	0.50	0.47	0.52	0.56	0.54	0.55	0.62	0.46	0.45	0.52
288hr	0.48	0.46	0.44	0.44	0.40	0.48	0.53	0.50	0.51	0.59	0.40	0.41	0.47
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.76	0.74	0.72	0.69	0.69	0.63	0.62	0.60	0.57	0.59	0.64	0.72	0.67
48hr	1.17	1.11	1.11	1.05	1.05	0.94	0.92	0.90	0.87	0.91	0.96	1.11	1.01
72hr	1.54	1.48	1.48	1.40	1.39	1.23	1.20	1.18	1.18	1.23	1.29	1.55	1.35
96hr	1.94	1.89	1.91	1.79	1.77	1.55	1.46	1.48	1.52	1.56	1.69	2.03	1.72
120hr	2.37	2.27	2.34	2.23	2.16	1.87	1.73	1.76	1.85	1.89	2.13	2.51	2.09
144hr	2.83	2.64	2.73	2.63	2.53	2.16	1.99	2.02	2.18	2.19	2.56	2.97	2.45
168hr	3.26	3.03	3.06	2.98	2.83	2.42	2.23	2.26	2.45	2.49	2.94	3.43	2.78
192hr	3.61	3.40	3.39	3.29	3.09	2.62	2.45	2.47	2.67	2.73	3.24	3.78	3.06
216hr	3.90	3.72	3.70	3.53	3.32	2.79	2.64	2.64	2.80	2.93	3.47	4.00	3.29
240hr	4.13	4.03	3.99	3.73	3.51	2.95	2.78	2.79	2.92	3.10	3.66	4.20	3.48
264hr	4.28	4.33	4.20	3.89	3.66	3.07	2.87	2.92	3.02	3.23	3.82	4.34	3.64
288hr	4.42	4.51	4.36	4.05	3.79	3.17	2.93	3.00	3.12	3.33	3.94	4.46	3.76

SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.71	0.72	0.72	0.76	0.87	0.76
48hr	1.05	1.02	1.02	1.01	0.96	0.94	0.91	0.88	0.92	0.91	0.97	1.13	0.98
72hr	1.39	1.34	1.33	1.32	1.25	1.20	1.13	1.11	1.17	1.18	1.25	1.49	1.26
96hr	1.79	1.71	1.68	1.67	1.56	1.48	1.38	1.35	1.44	1.48	1.57	1.89	1.58
120hr	2.20	2.11	2.05	2.04	1.90	1.77	1.64	1.60	1.73	1.79	1.90	2.31	1.92
144hr	2.61	2.50	2.42	2.40	2.22	2.05	1.89	1.84	1.99	2.09	2.24	2.69	2.24
168hr	2.99	2.86	2.74	2.74	2.49	2.30	2.11	2.06	2.22	2.36	2.57	3.04	2.54
192hr	3.30	3.20	3.01	3.05	2.71	2.51	2.31	2.26	2.43	2.61	2.86	3.33	2.80
216hr	3.60	3.49	3.26	3.29	2.90	2.68	2.46	2.40	2.61	2.82	3.12	3.57	3.02
240hr	3.84	3.74	3.50	3.48	3.05	2.82	2.58	2.52	2.75	2.98	3.34	3.77	3.20
264hr	4.05	3.93	3.68	3.63	3.18	2.94	2.67	2.60	2.87	3.10	3.52	3.95	3.34
288hr	4.20	4.09	3.85	3.75	3.28	3.04	2.74	2.68	2.97	3.20	3.65	4.09	3.46
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.85	0.85	0.85	0.84	0.83	0.81	0.81	0.82	0.83	0.86	0.84	0.85	0.84
48hr	0.77	0.78	0.77	0.77	0.75	0.73	0.72	0.74	0.75	0.79	0.77	0.78	0.76
72hr	0.69	0.71	0.70	0.69	0.67	0.65	0.64	0.65	0.67	0.72	0.70	0.69	0.68
96hr	0.62	0.64	0.62	0.61	0.58	0.56	0.57	0.57	0.58	0.64	0.61	0.60	0.60
120hr	0.53	0.57	0.54	0.52	0.49	0.47	0.49	0.49	0.49	0.57	0.51	0.51	0.51
144hr	0.44	0.49	0.45	0.43	0.40	0.39	0.41	0.41	0.40	0.49	0.41	0.41	0.43
168hr	0.36	0.42	0.38	0.35	0.31	0.31	0.33	0.34	0.32	0.42	0.32	0.32	0.35
192hr	0.28	0.34	0.31	0.28	0.25	0.24	0.26	0.28	0.26	0.36	0.24	0.24	0.28
216hr	0.22	0.28	0.24	0.22	0.18	0.19	0.20	0.22	0.21	0.31	0.18	0.18	0.22
240hr	0.17	0.22	0.17	0.17	0.13	0.14	0.16	0.18	0.18	0.26	0.13	0.13	0.17
264hr	0.13	0.16	0.13	0.12	0.08	0.10	0.13	0.14	0.15	0.23	0.09	0.09	0.13
288hr	0.10	0.12	0.09	0.08	0.05	0.07	0.11	0.11	0.12	0.20	0.05	0.06	0.10

표 H.1.2 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96hr	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95
120hr	0.93	0.93	0.91	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.90	0.92	0.91
144hr	0.88	0.89	0.86	0.84	0.84	0.86	0.86	0.86	0.85	0.87	0.83	0.87	0.86
168hr	0.83	0.84	0.80	0.77	0.78	0.80	0.80	0.81	0.79	0.82	0.75	0.80	0.80
192hr	0.78	0.78	0.73	0.71	0.72	0.75	0.75	0.75	0.73	0.75	0.67	0.73	0.74
216hr	0.72	0.71	0.65	0.65	0.66	0.69	0.69	0.69	0.67	0.69	0.59	0.66	0.67
240hr	0.65	0.63	0.59	0.57	0.59	0.63	0.64	0.63	0.62	0.63	0.51	0.60	0.61
264hr	0.60	0.55	0.53	0.50	0.52	0.57	0.61	0.58	0.57	0.59	0.45	0.54	0.55
288hr	0.54	0.49	0.46	0.44	0.46	0.52	0.58	0.55	0.52	0.54	0.40	0.49	0.50
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	8.50	8.19	7.66	6.90	6.29	5.56	5.20	5.35	5.49	5.97	6.24	7.33	6.55
48hr	16.14	15.45	14.77	13.21	12.46	10.73	9.77	10.20	10.70	12.31	12.80	15.15	12.81
72hr	24.66	23.95	23.21	21.08	20.20	17.27	15.44	16.52	17.65	20.07	21.19	25.39	20.55
96hr	34.20	33.52	33.27	30.78	29.43	24.58	21.86	23.88	25.86	28.91	31.07	37.14	29.54
120hr	45.72	43.63	43.21	41.83	39.54	31.90	28.78	31.26	34.42	38.06	42.11	49.35	39.15
144hr	57.35	53.38	53.41	52.03	48.68	39.20	35.77	38.42	42.63	47.01	53.11	61.20	48.52
168hr	68.11	64.07	63.03	60.68	55.66	45.78	41.59	44.79	49.93	55.45	63.07	72.49	57.05
192hr	77.26	74.79	71.44	67.62	61.50	50.84	46.20	50.15	55.57	62.86	72.05	81.69	64.33
216hr	84.86	84.57	78.25	73.08	66.51	55.01	50.63	54.83	59.81	68.98	78.83	88.27	70.30
240hr	91.76	93.79	83.42	78.50	70.51	58.87	53.89	58.52	63.42	73.66	83.65	94.23	75.35
264hr	95.88	101.57	87.84	82.81	73.94	62.00	56.19	61.22	66.40	77.22	87.18	99.20	79.29
288hr	99.88	106.24	91.97	86.28	76.53	64.21	57.98	63.09	69.30	80.77	89.61	103.53	82.45

SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	10.12	9.95	9.78	9.65	9.18	8.26	7.75	7.76	8.35	8.78	9.37	10.53	9.12
48hr	16.09	15.67	15.37	15.36	14.62	12.77	11.84	11.87	13.08	13.93	14.82	16.79	14.35
72hr	23.70	22.95	22.40	22.54	21.39	18.51	16.98	17.06	19.05	20.65	21.73	24.85	20.98
96hr	32.87	31.33	30.28	30.95	29.10	25.02	22.79	23.01	25.90	28.63	29.55	33.98	28.62
120hr	43.02	40.44	38.79	39.84	37.23	31.61	28.72	29.11	32.91	36.99	37.92	43.92	36.71
144hr	53.02	49.76	47.53	48.71	44.95	37.95	34.30	35.05	39.53	44.67	46.46	53.58	44.63
168hr	62.39	59.04	55.69	56.88	51.92	43.70	39.30	40.45	45.22	51.93	54.80	62.42	51.98
192hr	70.99	68.35	62.68	64.41	57.48	48.79	43.58	44.97	50.20	58.42	62.57	70.17	58.55
216hr	79.07	76.71	69.42	69.75	61.96	53.17	47.17	48.48	54.70	64.03	69.76	76.61	64.24
240hr	85.51	84.20	75.40	74.72	65.37	56.75	50.03	51.26	58.45	68.38	75.56	82.32	69.00
264hr	91.26	90.05	80.34	78.49	68.22	59.47	52.35	53.11	61.73	71.92	80.05	87.47	72.87
288hr	95.61	94.58	84.41	81.62	70.34	61.50	54.01	54.78	64.41	74.93	83.85	91.77	75.98
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.92
48hr	0.86	0.87	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.86
72hr	0.79	0.80	0.78	0.79	0.77	0.77	0.77	0.78	0.78	0.80	0.79	0.80	0.78
96hr	0.71	0.73	0.69	0.69	0.67	0.67	0.68	0.69	0.69	0.71	0.69	0.70	0.69
120hr	0.61	0.64	0.60	0.58	0.56	0.57	0.58	0.59	0.58	0.62	0.58	0.60	0.59
144hr	0.52	0.56	0.50	0.48	0.46	0.48	0.48	0.50	0.48	0.52	0.46	0.49	0.49
168hr	0.42	0.46	0.40	0.38	0.37	0.39	0.40	0.41	0.38	0.43	0.36	0.39	0.40
192hr	0.34	0.37	0.31	0.31	0.30	0.31	0.32	0.34	0.31	0.35	0.26	0.31	0.32
216hr	0.27	0.29	0.24	0.24	0.24	0.26	0.26	0.27	0.25	0.28	0.19	0.24	0.25
240hr	0.20	0.21	0.19	0.18	0.18	0.20	0.21	0.22	0.20	0.23	0.13	0.19	0.19
264hr	0.15	0.15	0.14	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.16	0.19	0.09	0.14	0.15
288hr	0.11	0.11	0.09	0.09	0.10	0.12	0.15	0.15	0.13	0.15	0.06	0.10	0.11

표 H.1.3 KIM-GENS 북반구 +1 표준편차 이상 BSS 분석검증

t850hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.84	0.84	0.86	0.84	0.82	0.79	0.78	0.80	0.82	0.84	0.84	0.84	0.83
48hr	0.77	0.76	0.78	0.77	0.75	0.70	0.69	0.72	0.74	0.77	0.76	0.77	0.75
72hr	0.70	0.69	0.71	0.69	0.67	0.62	0.61	0.65	0.67	0.70	0.69	0.69	0.67
96hr	0.63	0.62	0.63	0.61	0.59	0.54	0.54	0.57	0.59	0.63	0.61	0.61	0.60
120hr	0.55	0.55	0.57	0.52	0.50	0.45	0.46	0.49	0.51	0.56	0.52	0.52	0.52
144hr	0.47	0.48	0.49	0.44	0.42	0.37	0.39	0.42	0.43	0.48	0.42	0.43	0.44
168hr	0.37	0.40	0.41	0.36	0.33	0.30	0.32	0.35	0.36	0.41	0.34	0.34	0.36
192hr	0.30	0.33	0.34	0.30	0.26	0.23	0.26	0.30	0.30	0.35	0.26	0.27	0.29
216hr	0.23	0.27	0.28	0.24	0.20	0.17	0.19	0.25	0.25	0.30	0.21	0.20	0.23
240hr	0.17	0.21	0.21	0.18	0.14	0.12	0.15	0.21	0.22	0.25	0.16	0.15	0.18
264hr	0.13	0.16	0.16	0.14	0.09	0.08	0.11	0.17	0.19	0.22	0.12	0.12	0.14
288hr	0.09	0.13	0.12	0.10	0.05	0.06	0.09	0.14	0.16	0.20	0.08	0.09	0.11
z500hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.93	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.91
48hr	0.88	0.88	0.86	0.86	0.86	0.84	0.85	0.84	0.85	0.88	0.87	0.89	0.86
72hr	0.81	0.83	0.81	0.79	0.80	0.76	0.78	0.77	0.79	0.81	0.80	0.82	0.80
96hr	0.74	0.77	0.73	0.70	0.72	0.68	0.71	0.68	0.71	0.73	0.72	0.74	0.72
120hr	0.66	0.68	0.65	0.60	0.64	0.59	0.62	0.58	0.62	0.65	0.61	0.64	0.63
144hr	0.57	0.60	0.56	0.51	0.55	0.50	0.53	0.50	0.52	0.55	0.51	0.55	0.54
168hr	0.48	0.51	0.46	0.42	0.47	0.42	0.45	0.42	0.43	0.46	0.42	0.46	0.45
192hr	0.40	0.42	0.38	0.35	0.40	0.36	0.38	0.35	0.34	0.38	0.33	0.37	0.37
216hr	0.31	0.34	0.30	0.28	0.33	0.30	0.32	0.29	0.29	0.31	0.26	0.30	0.30
240hr	0.22	0.25	0.23	0.21	0.27	0.25	0.27	0.24	0.23	0.24	0.22	0.24	0.24
264hr	0.16	0.17	0.16	0.16	0.21	0.20	0.23	0.19	0.18	0.19	0.16	0.19	0.18
288hr	0.11	0.13	0.11	0.11	0.17	0.16	0.20	0.15	0.16	0.16	0.12	0.14	0.14

H.2 월별 +1 표준편차 예측성능

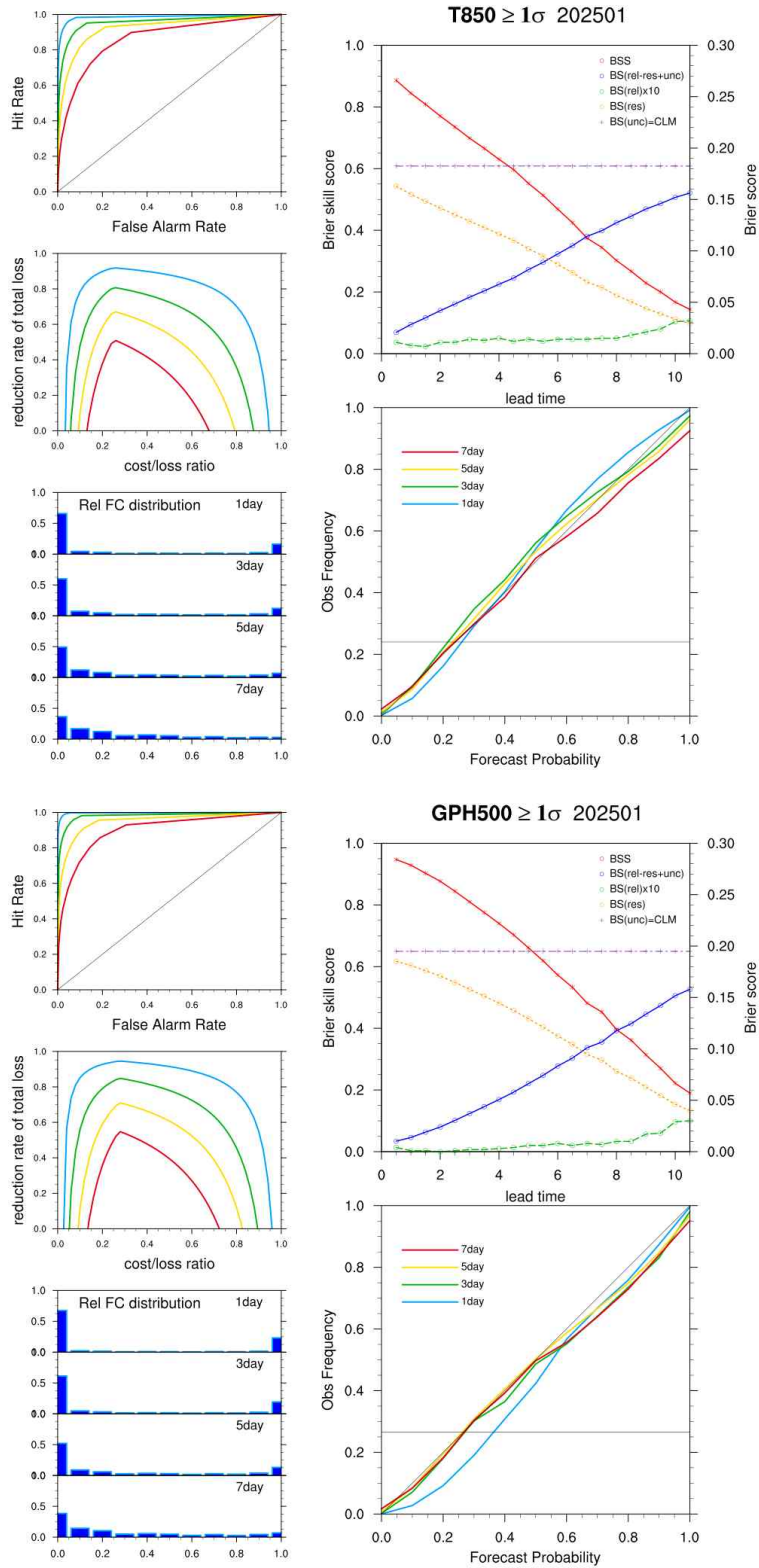


그림 H.2.1 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 1월)

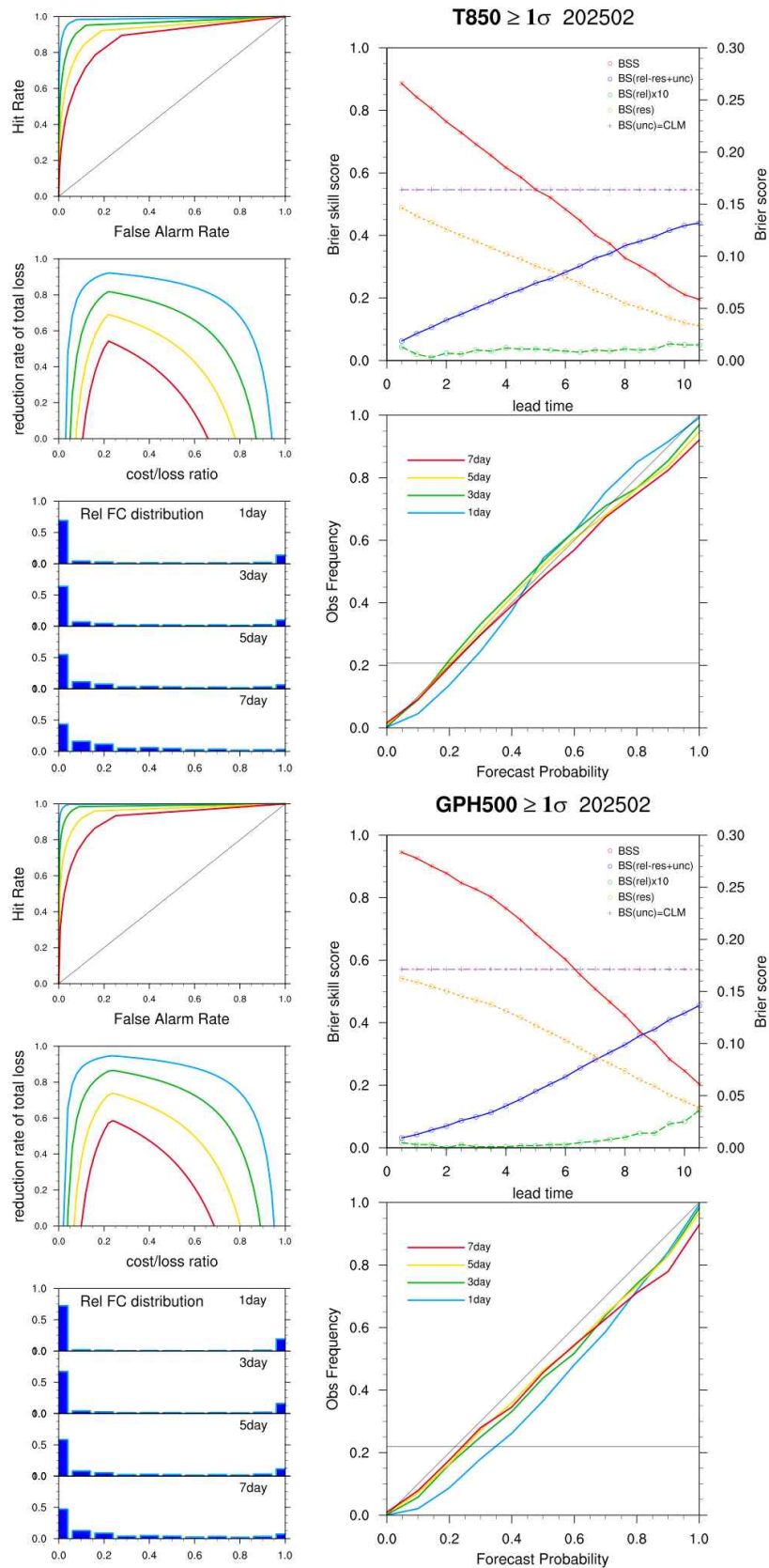


그림 H.2.2 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 2월)

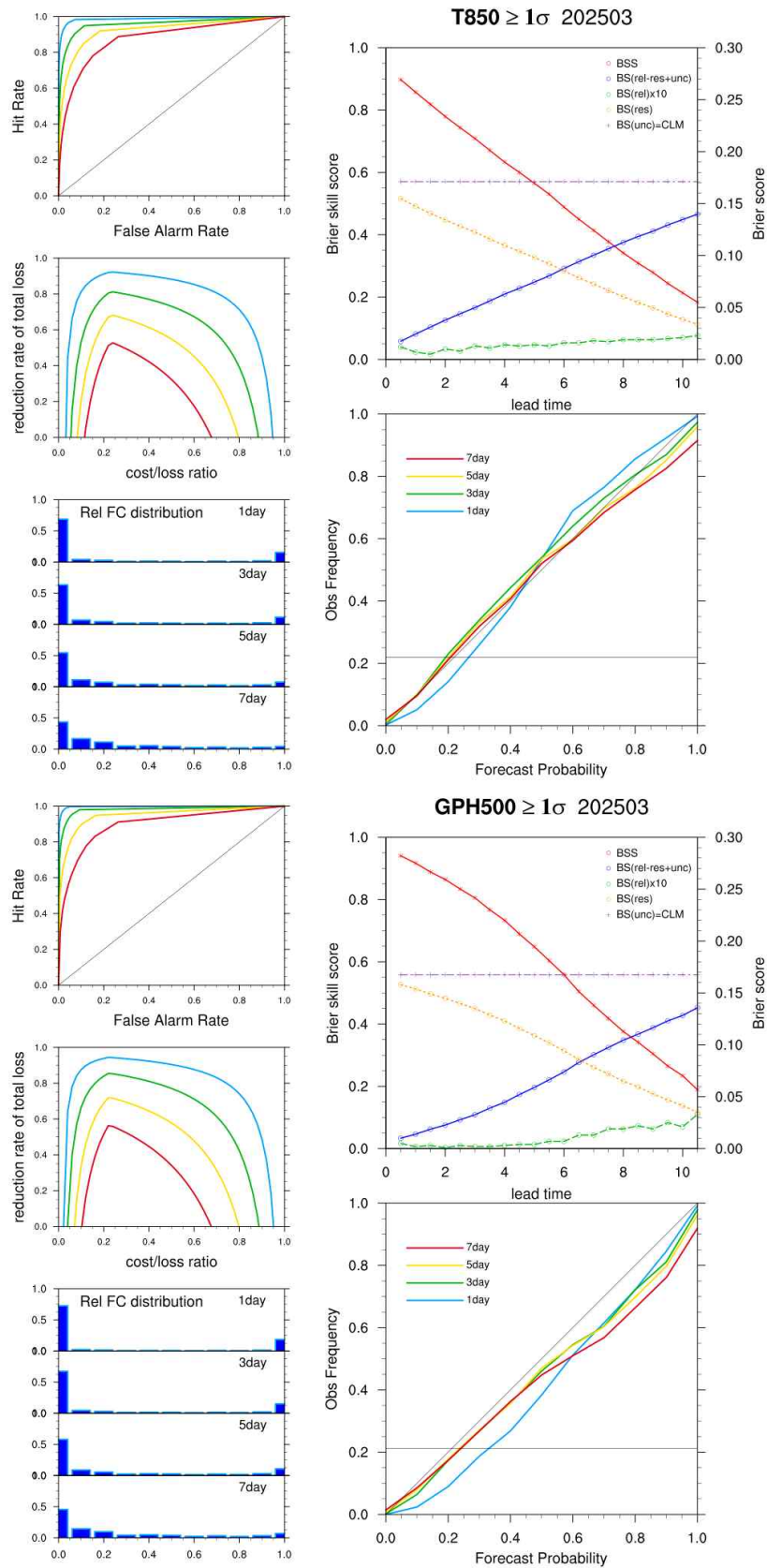


그림 H.2.3 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 3월)

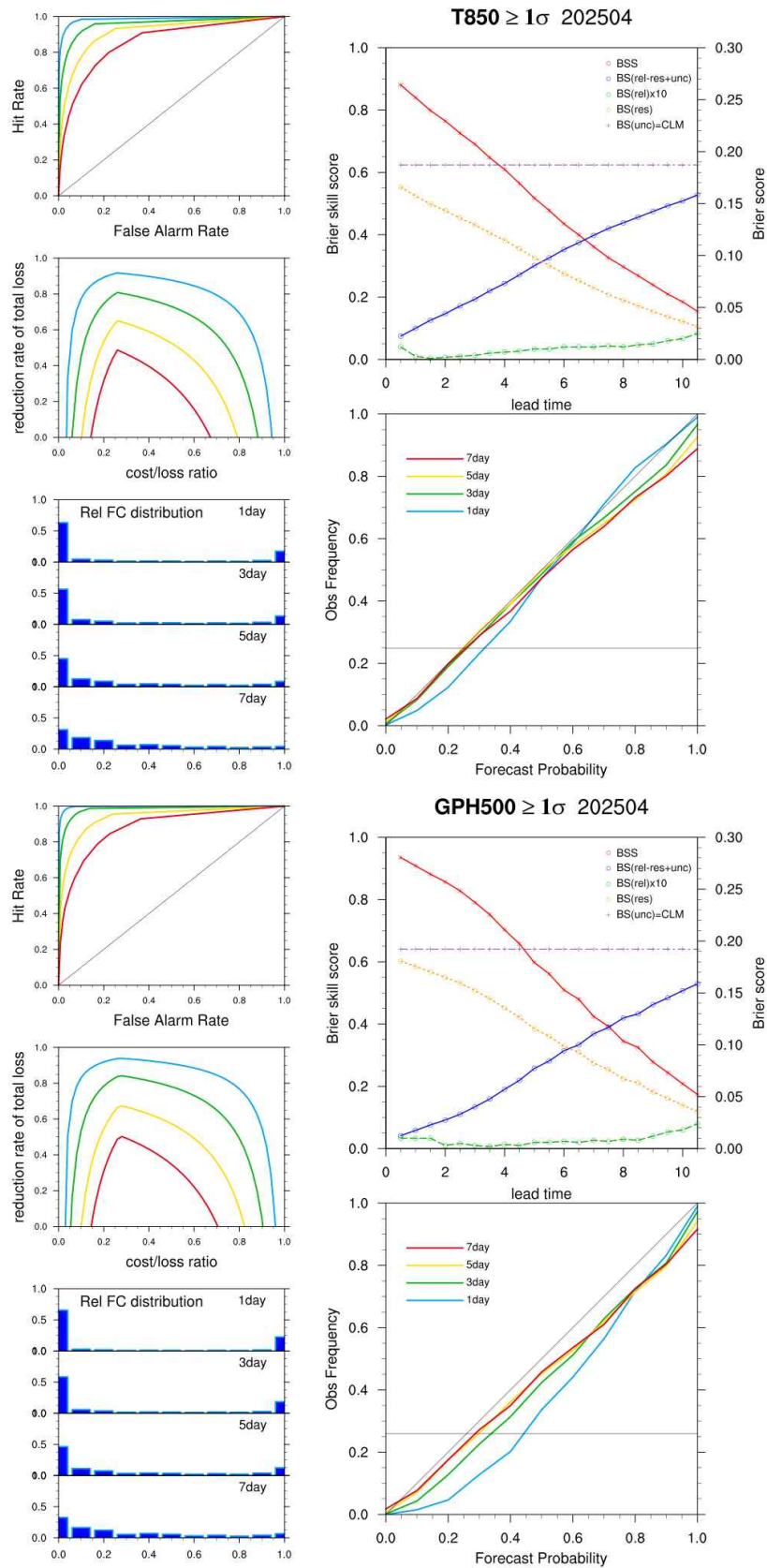


그림 H.2.4 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 4월)

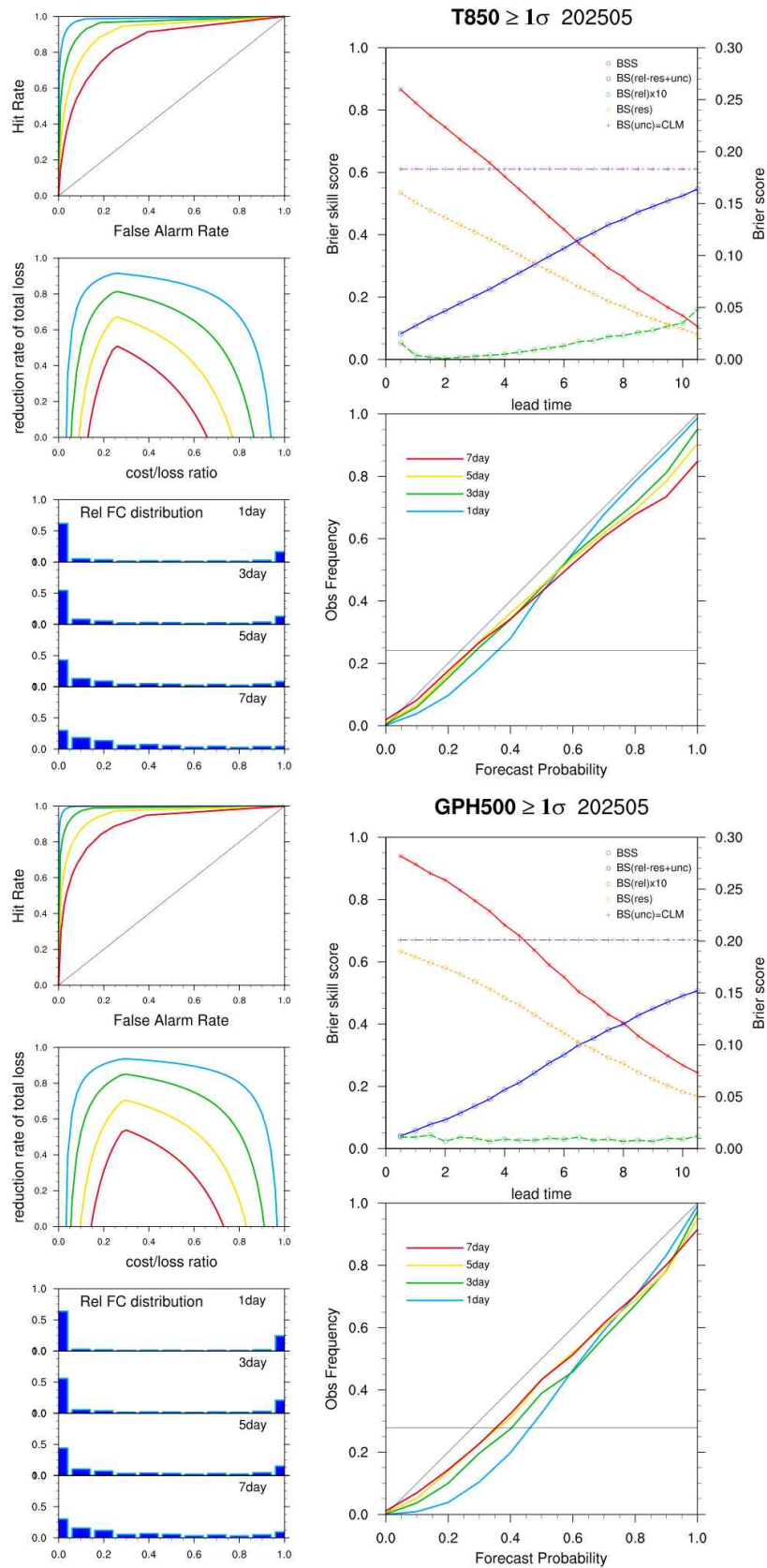


그림 H.2.5 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 5월)

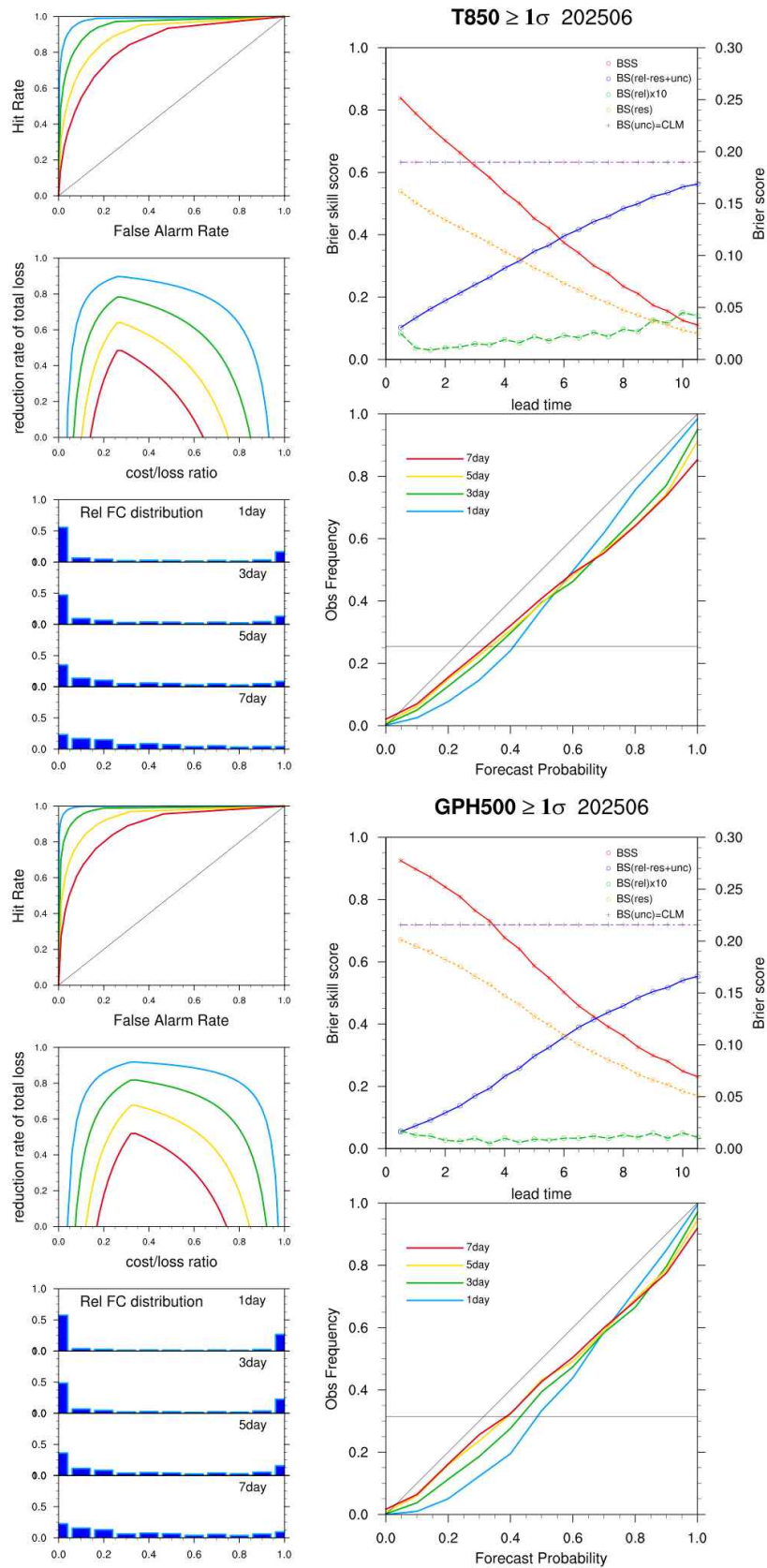


그림 H.2.6 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 6월)

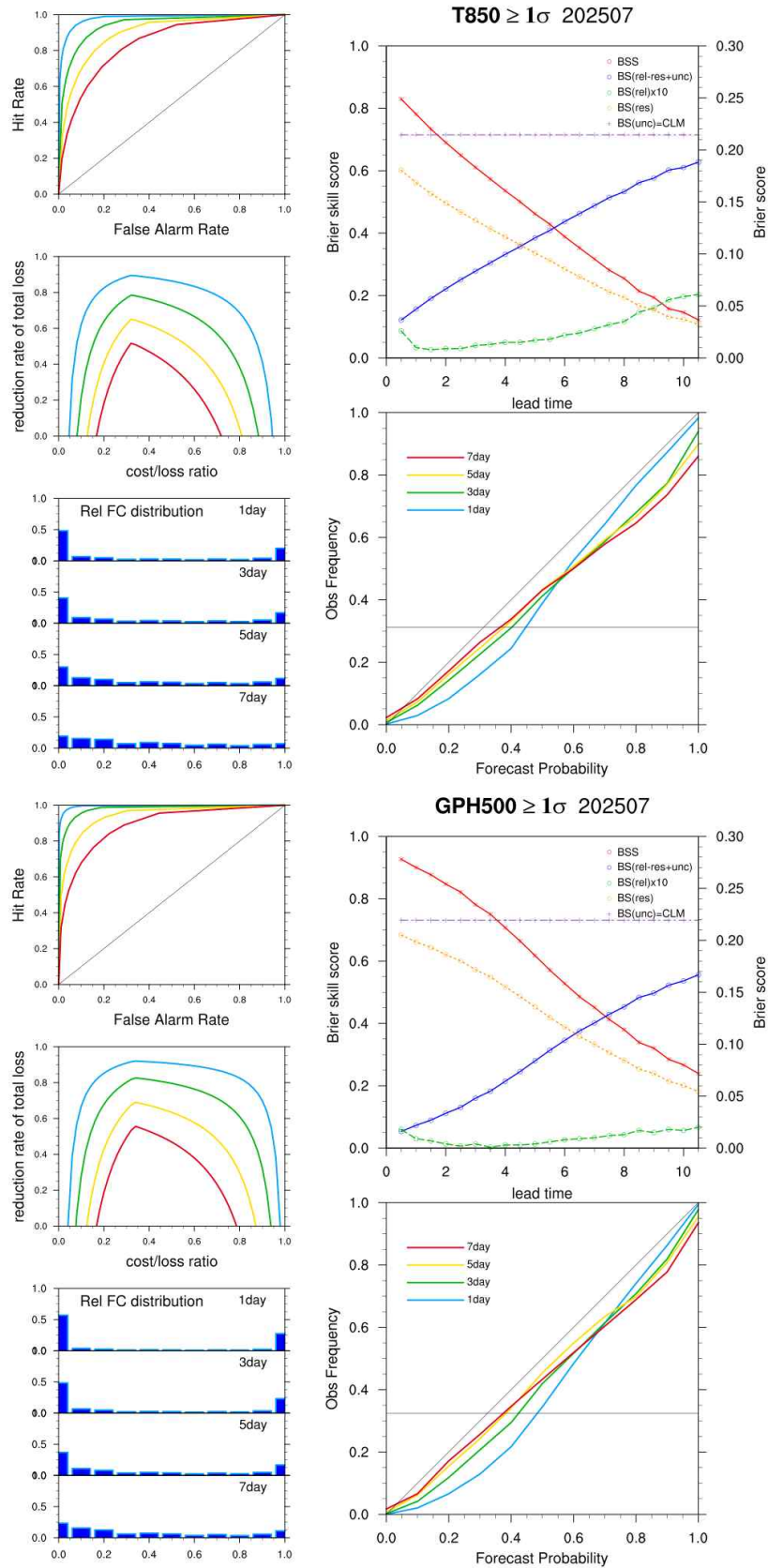


그림 H.2.7 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 7월)

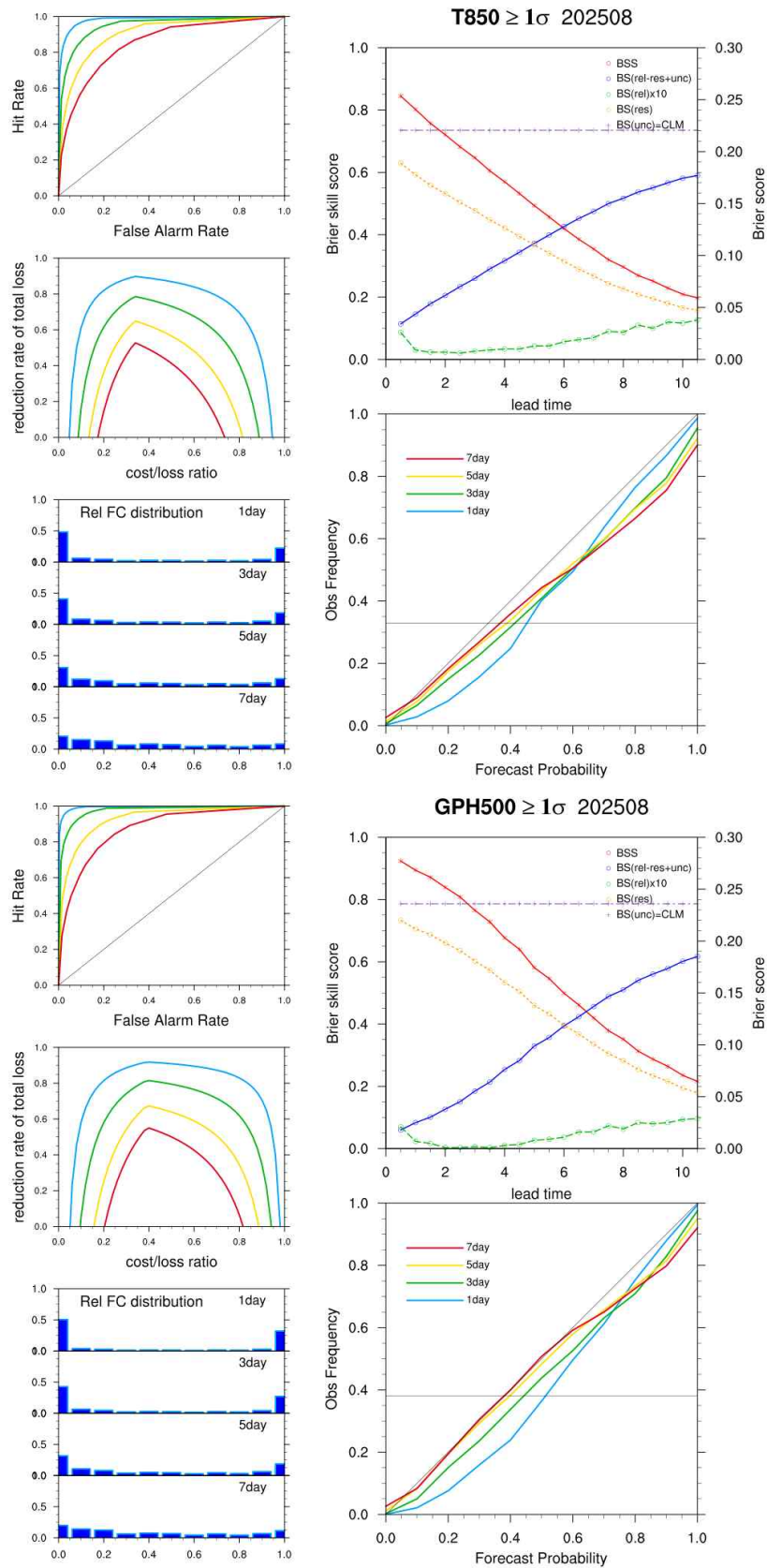


그림 H.2.8 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 8월)

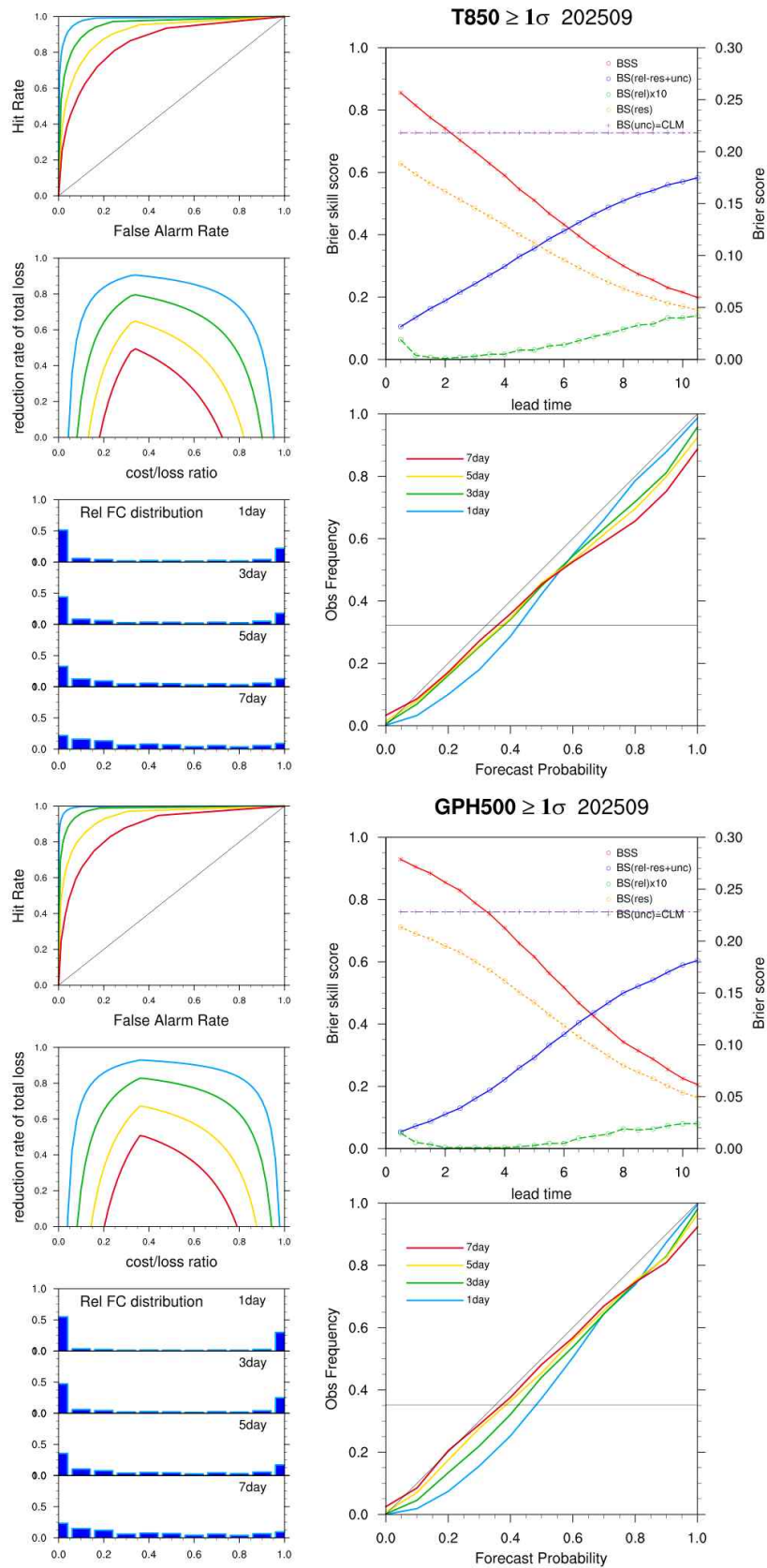


그림 H.2.9 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 9월)

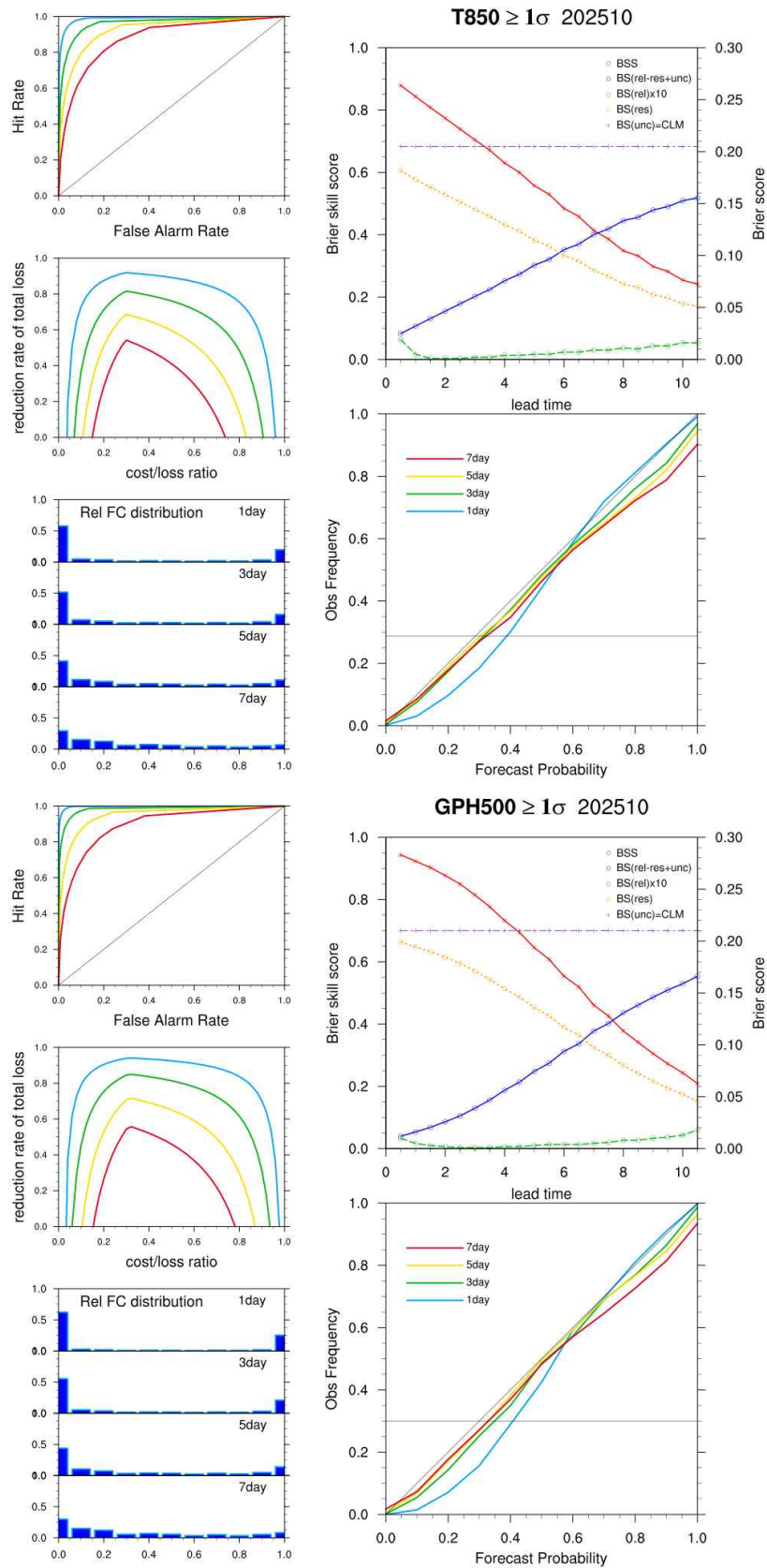


그림 H.2.10 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 10월)

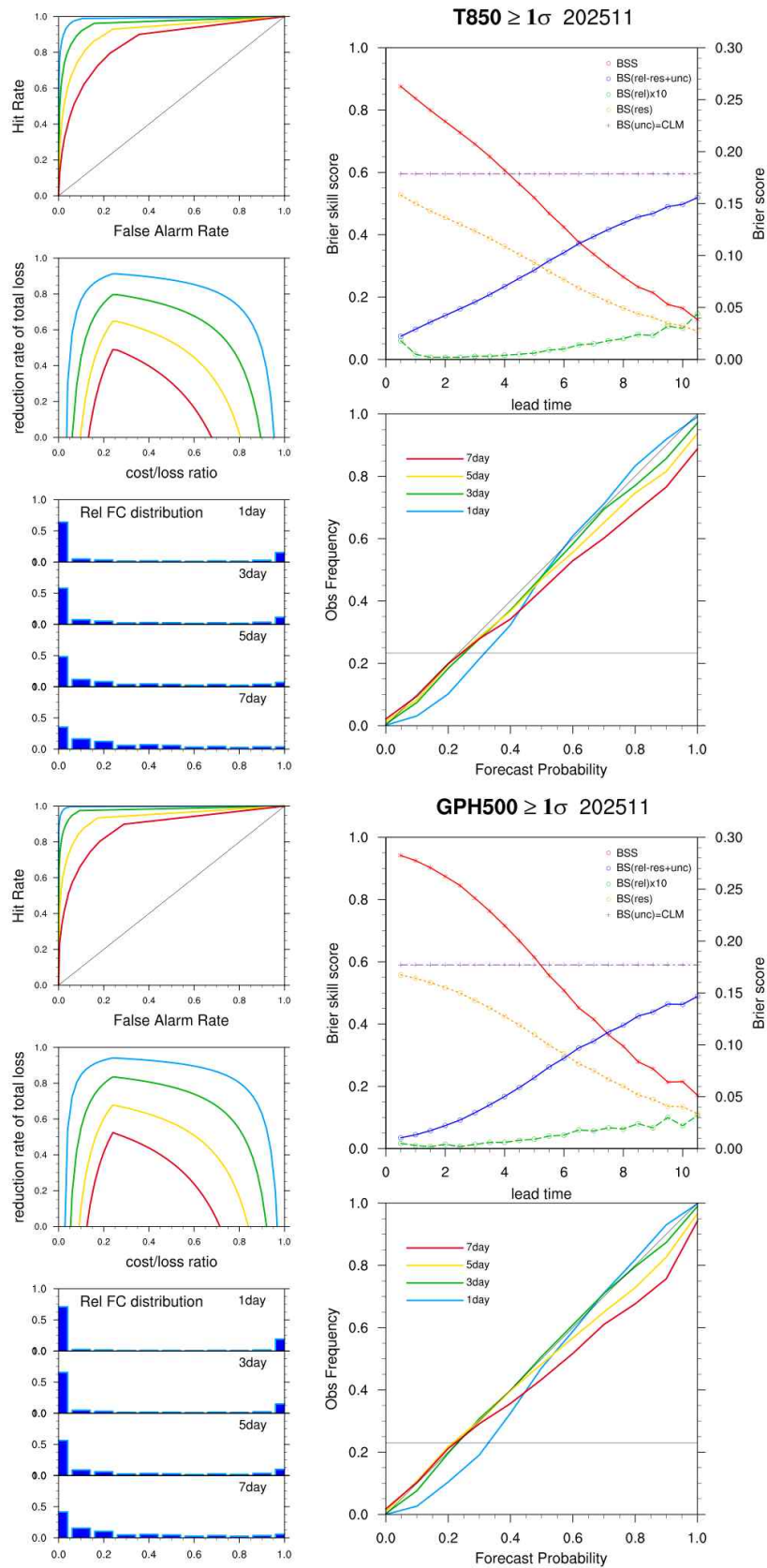


그림 H.2.11 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 11월)

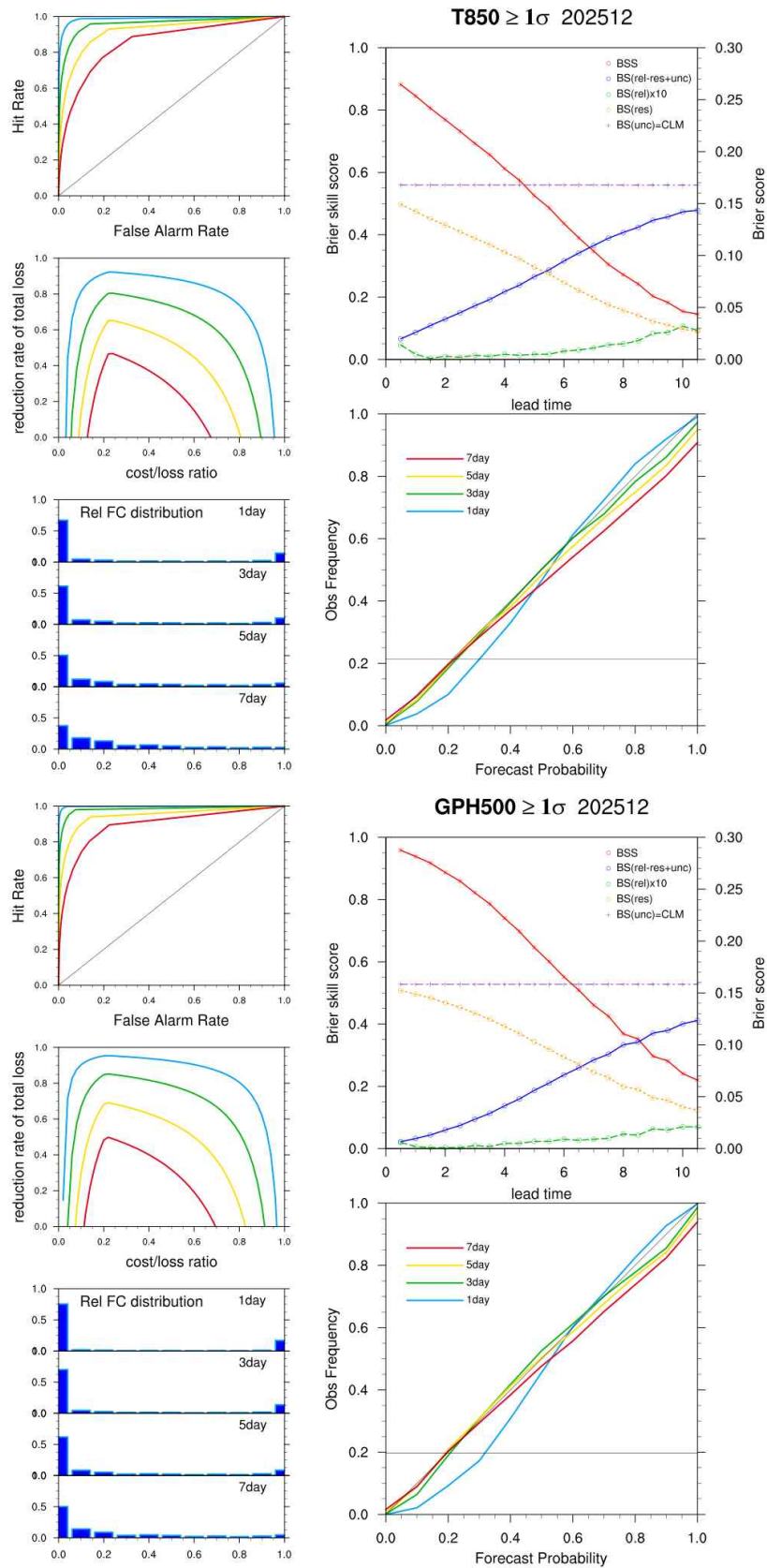


그림 H.2.12 KIM-GENS 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2025년 12월)

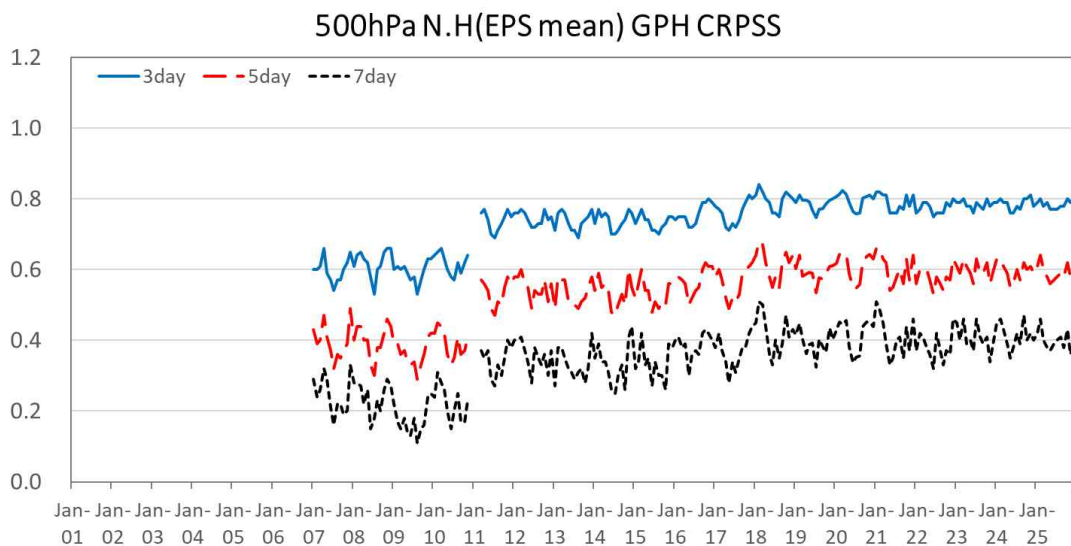
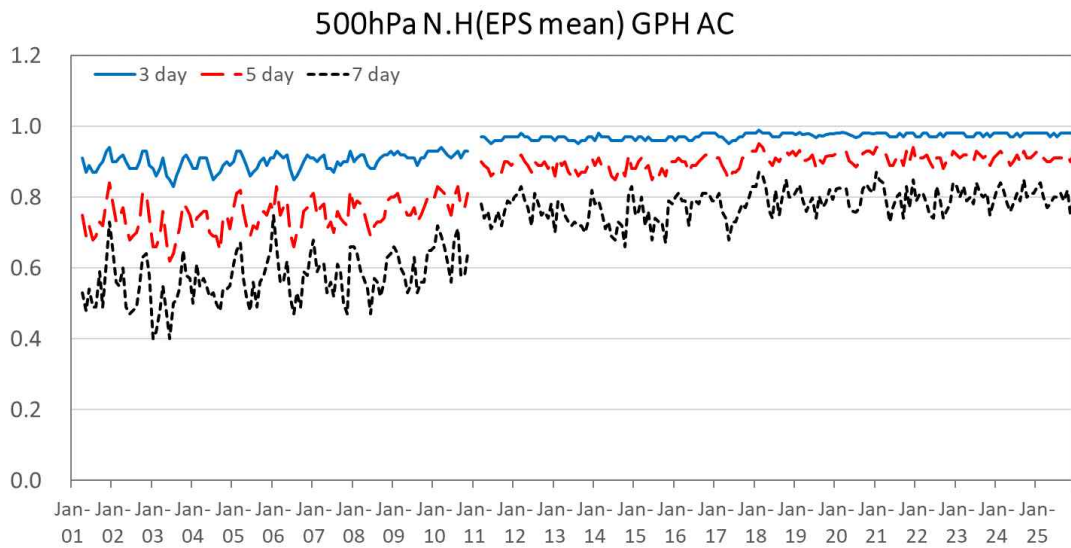
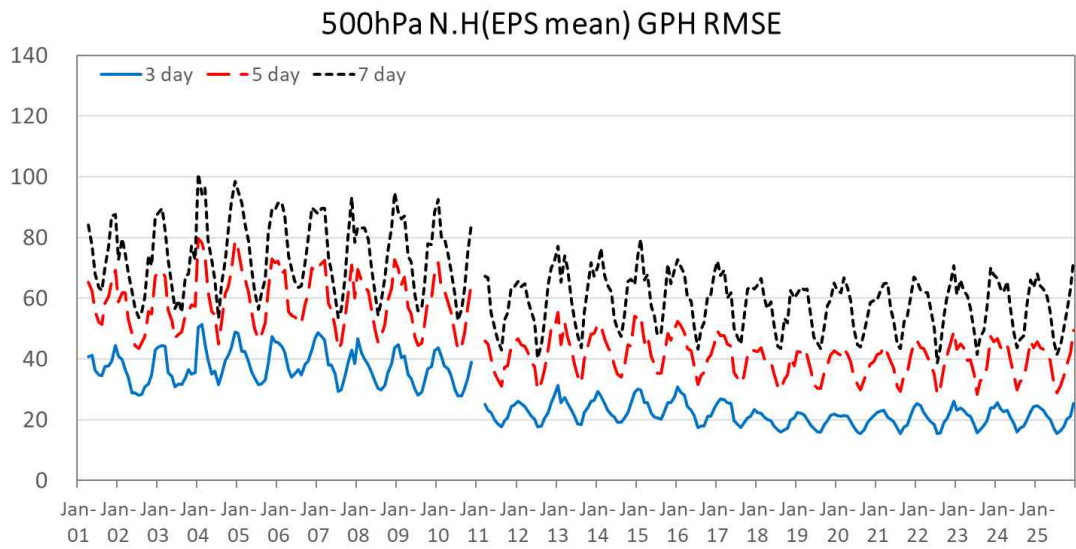


그림 H.3.2 KIM-GENS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 검증

부록 I. 국지양상불예측시스템 검증결과

I.1 분석검증

표 I.1.1 KIM-LENS 북반구 850hPa 기온 분석검증

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.80	0.86	0.90	0.87	0.74	0.68	0.64	0.63	0.64	0.70	0.71	0.77	0.75
24hr	0.96	1.01	1.16	1.04	0.88	0.79	0.73	0.73	0.70	0.84	0.86	0.89	0.88
36hr	1.12	1.18	1.38	1.26	1.02	0.92	0.82	0.81	0.80	0.98	1.02	1.10	1.03
48hr	1.24	1.25	1.54	1.41	1.11	1.02	0.90	0.90	0.86	1.05	1.18	1.20	1.14
60hr	1.36	1.37	1.65	1.65	1.26	1.13	0.98	0.98	0.92	1.15	1.29	1.30	1.25
72hr	1.51	1.44	1.74	1.70	1.38	1.22	1.03	1.05	1.02	1.26	1.41	1.43	1.35
84hr	1.66	1.59	1.92	1.84	1.54	1.35	1.18	1.13	1.10	1.35	1.49	1.57	1.48
96hr	1.87	1.73	2.04	1.90	1.67	1.42	1.20	1.22	1.21	1.49	1.71	1.69	1.60
108hr	2.11	1.93	2.21	2.13	1.92	1.53	1.33	1.31	1.29	1.58	1.85	1.88	1.76
120hr	2.30	2.14	2.32	2.34	2.06	1.72	1.37	1.38	1.34	1.64	2.07	2.06	1.89
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.53	0.51	0.55	0.62	0.66	0.65	0.61	0.62	0.62	0.59	0.58	0.60	0.59
24hr	0.57	0.58	0.61	0.68	0.73	0.69	0.64	0.66	0.65	0.64	0.62	0.64	0.64
36hr	0.63	0.64	0.70	0.78	0.84	0.77	0.67	0.70	0.69	0.72	0.70	0.72	0.71
48hr	0.72	0.73	0.83	0.90	0.97	0.86	0.75	0.76	0.77	0.81	0.77	0.83	0.81
60hr	0.80	0.84	0.96	1.04	1.09	0.97	0.79	0.84	0.83	0.89	0.90	0.96	0.91
72hr	0.96	0.92	1.11	1.22	1.22	1.09	0.90	0.89	0.91	0.99	0.97	1.09	1.02
84hr	1.05	1.09	1.27	1.38	1.38	1.21	0.97	0.98	0.97	1.18	1.14	1.29	1.16
96hr	1.22	1.21	1.45	1.55	1.51	1.32	1.05	1.03	1.05	1.22	1.23	1.42	1.27
108hr	1.30	1.48	1.65	1.79	1.69	1.46	1.12	1.13	1.13	1.45	1.43	1.61	1.44
120hr	1.56	1.63	1.90	1.97	1.81	1.56	1.19	1.17	1.22	1.50	1.55	1.81	1.57
CRPS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.45	0.48	0.52	0.49	0.40	0.38	0.35	0.35	0.35	0.39	0.40	0.43	0.42
24hr	0.56	0.59	0.70	0.61	0.49	0.45	0.41	0.40	0.39	0.49	0.50	0.51	0.51
36hr	0.67	0.72	0.86	0.75	0.58	0.53	0.46	0.46	0.45	0.57	0.60	0.65	0.61
48hr	0.74	0.76	0.96	0.85	0.63	0.58	0.51	0.50	0.48	0.62	0.72	0.71	0.67
60hr	0.82	0.83	1.03	1.01	0.72	0.64	0.55	0.54	0.53	0.67	0.78	0.77	0.74
72hr	0.91	0.87	1.07	1.03	0.79	0.69	0.59	0.58	0.58	0.74	0.85	0.84	0.79
84hr	0.99	0.97	1.17	1.10	0.89	0.76	0.66	0.63	0.63	0.77	0.90	0.93	0.87
96hr	1.13	1.07	1.25	1.12	0.97	0.80	0.68	0.68	0.68	0.85	1.04	1.00	0.94
108hr	1.29	1.16	1.36	1.24	1.11	0.87	0.75	0.74	0.73	0.89	1.11	1.10	1.03
120hr	1.40	1.29	1.40	1.35	1.19	0.98	0.77	0.78	0.75	0.96	1.25	1.22	1.11

표 1.1.2 KIM-LENS 북반구 500hPa 지위고도 분석검증

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	6.45	6.26	5.75	5.83	5.01	4.31	4.23	4.29	4.20	4.69	5.36	5.82	5.18
24hr	8.73	8.01	8.03	8.61	7.16	6.01	5.42	5.02	5.21	5.88	7.61	7.50	6.93
36hr	10.71	9.96	11.33	11.69	9.62	9.23	7.09	7.04	6.87	7.00	9.68	9.94	9.18
48hr	13.66	11.49	13.16	14.67	10.96	10.71	8.61	7.91	8.48	9.16	13.36	12.47	11.22
60hr	17.13	13.75	15.89	17.35	12.64	13.44	11.29	9.77	10.61	10.37	16.34	15.01	13.63
72hr	20.25	16.91	17.74	18.70	15.86	14.99	12.78	10.72	13.40	12.46	19.39	18.29	15.96
84hr	24.24	19.35	21.06	21.52	18.61	16.05	16.12	13.35	15.36	13.60	21.26	20.20	18.39
96hr	27.36	23.29	24.39	25.83	21.47	17.39	17.09	14.11	17.04	16.00	26.76	22.09	21.07
108hr	31.37	28.63	27.47	27.36	26.84	20.46	19.52	16.11	18.18	17.72	29.29	25.39	24.03
120hr	33.78	32.04	29.80	32.29	29.24	24.70	20.95	16.20	19.62	20.43	33.49	27.90	26.70
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	5.90	5.71	5.54	6.02	5.31	4.87	4.18	4.36	4.49	4.52	5.73	5.78	5.20
24hr	7.15	7.34	6.61	7.53	6.52	5.83	5.04	4.92	5.43	5.65	7.10	7.10	6.35
36hr	8.96	8.76	8.55	9.90	8.57	7.57	6.11	5.76	6.51	6.89	9.10	9.19	7.99
48hr	10.75	10.37	10.45	12.44	10.81	9.17	7.51	6.93	7.94	8.23	10.66	10.95	9.68
60hr	12.77	13.20	12.60	15.15	13.70	11.56	8.91	8.21	9.24	9.88	12.95	12.67	11.74
72hr	15.40	14.15	14.57	18.51	16.18	13.82	10.25	9.17	10.74	11.26	14.05	15.29	13.62
84hr	17.46	18.32	17.68	21.61	18.69	16.26	12.08	10.55	12.33	13.40	17.72	18.29	16.20
96hr	20.00	19.67	20.68	24.14	21.99	18.63	13.27	11.75	13.71	13.92	19.21	20.80	18.15
108hr	22.11	25.91	23.87	29.11	24.16	20.77	15.19	13.36	15.83	17.29	23.12	23.52	21.19
120hr	26.30	28.13	27.81	31.69	26.93	23.06	16.01	14.78	17.20	18.93	25.01	27.84	23.64
CRPS	sJan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.61	3.48	3.25	3.35	2.90	2.43	2.39	2.41	2.40	2.64	3.02	3.27	2.93
24hr	5.07	4.68	4.65	4.97	4.26	3.44	3.17	2.84	2.99	3.41	4.41	4.30	4.02
36hr	6.25	5.84	6.63	6.66	5.81	5.24	4.18	4.04	3.89	4.13	5.58	5.83	5.34
48hr	7.98	6.80	7.87	8.50	6.47	6.14	5.11	4.56	4.81	5.46	7.75	7.26	6.56
60hr	9.84	8.07	9.60	9.78	7.49	7.77	6.85	5.53	5.96	6.27	9.63	8.76	7.96
72hr	11.81	10.04	10.80	10.64	9.25	8.73	7.67	6.23	7.88	7.43	11.21	10.43	9.34
84hr	14.45	11.74	12.32	12.08	11.01	9.29	9.87	7.72	8.98	7.97	12.42	11.53	10.78
96hr	16.22	14.18	14.35	14.26	12.56	9.94	10.24	8.14	10.07	9.24	15.88	12.44	12.29
108hr	18.56	17.39	16.39	15.22	16.20	11.70	11.96	9.41	10.69	10.42	17.71	14.29	14.16
120hr	20.08	19.37	17.84	17.95	17.48	14.08	12.62	9.44	11.54	12.05	20.13	15.94	15.71

I.2 강수검증(12시간 누적)

표 I.2.1 KIM-LENS 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.81	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	Jan.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96
Feb.	0.86	0.87	0.85	0.83	0.81	0.83	Feb.	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.97
Mar.	0.85	0.86	0.85	0.82	0.81	0.80	Mar.	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.92
Apr.	0.93	0.91	0.90	0.86	0.85	0.86	Apr.	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93
May.	0.90	0.88	0.88	0.87	0.86	0.84	May.	0.95	0.95	0.94	0.92	0.92	0.93
Jun.	0.90	0.90	0.89	0.87	0.87	0.86	Jun.	0.94	0.92	0.92	0.91	0.90	0.90
Jul.	0.92	0.90	0.91	0.90	0.89	0.88	Jul.	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91
Aug.	0.85	0.81	0.79	0.79	0.77	0.76	Aug.	0.94	0.92	0.91	0.88	0.88	0.88
Sep.	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.78	Sep.	0.90	0.89	0.87	0.86	0.86	0.85
Oct.	0.87	0.85	0.86	0.86	0.85	0.83	Oct.	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.90
Nov.	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.90	Nov.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Dec.	0.89	0.88	0.88	0.87	0.87	0.85	Dec.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	Mar.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Apr.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	Apr.	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98
May.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96	May.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98
Jun.	0.97	0.96	0.96	0.96	0.94	0.94	Jun.	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96
Jul.	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	Jul.	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95
Aug.	0.96	0.95	0.95	0.93	0.93	0.93	Aug.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95
Sep.	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90	Sep.	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94
Oct.	0.96	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	Oct.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Threshold = 50 mm						
MON	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00
Jun.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
Jul.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98
Aug.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Sep.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99
Nov.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표 1.2.2 KIM-LENS 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.99	1.75	1.88	1.85	1.83	1.82	Jan.	2.27	2.14	2.91	2.79	2.58	2.26
Feb.	2.04	1.92	2.06	2.12	2.25	2.14	Feb.	1.56	1.72	2.09	2.70	2.56	2.84
Mar.	1.61	1.51	1.56	1.55	1.61	1.74	Mar.	1.93	1.51	1.66	1.77	1.51	2.09
Apr.	1.15	1.25	1.34	1.51	1.57	1.48	Apr.	1.50	1.47	1.56	1.66	1.45	1.39
May.	1.09	1.18	1.15	1.13	1.20	1.16	May.	1.11	1.18	1.17	1.35	1.32	1.06
Jun.	1.15	1.21	1.14	1.15	1.20	1.20	Jun.	1.26	1.43	1.26	1.27	1.40	1.46
Jul.	1.16	1.32	1.29	1.29	1.14	1.04	Jul.	1.09	1.32	1.23	1.16	0.94	0.75
Aug.	1.27	1.53	1.58	1.57	1.49	1.48	Aug.	0.91	1.37	1.34	1.28	1.27	1.13
Sep.	1.09	1.17	1.16	1.22	1.20	1.20	Sep.	1.08	1.14	1.05	1.10	1.11	1.12
Oct.	1.03	1.07	1.05	1.02	1.00	0.98	Oct.	1.02	1.09	0.99	0.98	1.06	1.06
Nov.	1.61	1.88	1.86	1.75	1.60	1.58	Nov.	1.39	1.27	1.19	0.80	0.75	0.59
Dec.	1.61	1.65	1.69	1.64	1.53	1.59	Dec.	1.12	1.04	1.46	1.30	1.19	1.16
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	1.14	1.29	1.07	1.43	0.79	0.64	Jan.	2.00	3.00	5.00	5.00	3.00	1.00
Feb.	1.33	1.83	2.83	3.58	2.83	2.92	Feb.	2.00	3.50	7.00	10.00	7.00	4.50
Mar.	1.59	1.74	1.92	2.14	1.67	1.92	Mar.	1.78	2.13	2.74	3.04	2.83	2.48
Apr.	1.71	1.62	1.64	1.65	1.52	1.36	Apr.	1.54	1.78	2.27	2.14	2.14	2.30
May.	1.18	1.33	1.34	1.32	1.40	1.23	May.	1.37	1.44	1.76	1.81	1.87	1.65
Jun.	1.14	1.35	1.18	1.14	1.38	1.47	Jun.	1.19	1.27	1.05	1.17	1.24	1.43
Jul.	1.26	1.45	1.29	1.16	0.91	0.66	Jul.	1.29	1.53	1.27	1.09	0.86	0.56
Aug.	0.84	1.23	1.20	1.14	1.12	0.91	Aug.	0.78	1.02	0.91	0.93	0.86	0.76
Sep.	1.16	1.03	0.99	1.08	1.00	1.08	Sep.	0.99	0.84	0.81	0.64	0.68	0.75
Oct.	1.03	1.13	0.89	0.98	1.24	1.04	Oct.	1.12	1.03	0.78	1.06	0.99	1.13
Nov.	1.24	1.00	1.06	0.35	0.65	0.59	Nov.	2.33	1.00	0.67	0.67	1.33	1.00
Dec.	1.11	1.56	1.11	0.89	1.00	1.44	Dec.	0.00	0.50	0.50	1.00	0.50	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.	1.33	0.67	1.67	3.00	1.67	2.00							
May.	1.50	1.88	1.75	2.13	2.00	1.88							
Jun.	1.05	0.97	1.05	1.12	1.00	1.08							
Jul.	1.04	1.25	1.14	0.89	0.79	0.36							
Aug.	0.83	0.97	0.81	0.56	0.81	0.68							
Sep.	0.95	0.89	0.32	0.22	0.45	0.26							
Oct.	1.50	1.06	1.19	1.25	0.69	0.94							
Nov.													
Dec.													

표 1.2.3 KIM-LENS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.47	0.52	0.49	0.46	0.44	0.41	Jan.	0.26	0.24	0.26	0.22	0.21	0.17
Feb.	0.46	0.47	0.42	0.39	0.37	0.39	Feb.	0.48	0.46	0.39	0.30	0.24	0.26
Mar.	0.56	0.56	0.54	0.48	0.47	0.47	Mar.	0.42	0.43	0.38	0.32	0.33	0.26
Apr.	0.71	0.66	0.62	0.54	0.52	0.53	Apr.	0.58	0.53	0.49	0.42	0.41	0.40
May.	0.67	0.64	0.62	0.60	0.58	0.53	May.	0.62	0.59	0.58	0.49	0.47	0.49
Jun.	0.67	0.67	0.63	0.60	0.60	0.59	Jun.	0.60	0.53	0.51	0.46	0.43	0.43
Jul.	0.69	0.65	0.66	0.65	0.59	0.54	Jul.	0.52	0.53	0.51	0.52	0.45	0.40
Aug.	0.55	0.53	0.49	0.48	0.44	0.42	Aug.	0.49	0.47	0.42	0.31	0.31	0.26
Sep.	0.66	0.62	0.60	0.59	0.58	0.55	Sep.	0.55	0.51	0.45	0.43	0.41	0.39
Oct.	0.67	0.64	0.65	0.66	0.62	0.58	Oct.	0.61	0.60	0.59	0.58	0.51	0.47
Nov.	0.48	0.45	0.44	0.38	0.39	0.32	Nov.	0.49	0.49	0.52	0.29	0.36	0.32
Dec.	0.54	0.53	0.52	0.50	0.48	0.44	Dec.	0.58	0.50	0.44	0.44	0.34	0.30
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.43	0.52	0.45	0.48	0.39	0.28	Jan.	0.50	0.33	0.20	0.20	0.33	1.00
Feb.	0.56	0.48	0.31	0.25	0.31	0.31	Feb.	0.50	0.29	0.14	0.10	0.14	0.22
Mar.	0.44	0.41	0.38	0.33	0.41	0.32	Mar.	0.46	0.31	0.32	0.31	0.29	0.29
Apr.	0.43	0.42	0.35	0.37	0.32	0.34	Apr.	0.29	0.20	0.18	0.17	0.18	0.21
May.	0.55	0.50	0.51	0.47	0.39	0.43	May.	0.48	0.46	0.38	0.37	0.34	0.35
Jun.	0.55	0.50	0.51	0.48	0.40	0.40	Jun.	0.60	0.52	0.58	0.50	0.41	0.35
Jul.	0.42	0.41	0.41	0.38	0.32	0.28	Jul.	0.32	0.34	0.33	0.31	0.29	0.18
Aug.	0.45	0.44	0.43	0.28	0.26	0.20	Aug.	0.40	0.41	0.31	0.26	0.21	0.17
Sep.	0.43	0.35	0.31	0.28	0.21	0.25	Sep.	0.36	0.36	0.29	0.19	0.15	0.13
Oct.	0.54	0.49	0.45	0.44	0.40	0.37	Oct.	0.40	0.38	0.30	0.34	0.26	0.24
Nov.	0.58	0.42	0.46	0.10	0.08	0.04	Nov.	0.00	0.20	0.25	0.25	0.00	0.00
Dec.	0.12	0.05	0.12	0.06	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.			0.00										
Feb.	0.00		0.00	0.00									
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.40	0.25	0.14	0.09	0.00	0.13							
May.	0.38	0.31	0.33	0.28	0.26	0.35							
Jun.	0.49	0.54	0.45	0.39	0.31	0.28							
Jul.	0.17	0.24	0.23	0.15	0.20	0.07							
Aug.	0.29	0.15	0.12	0.07	0.08	0.10							
Sep.	0.41	0.34	0.13	0.15	0.16	0.04							
Oct.	0.08	0.10	0.06	0.09	0.08	0.00							
Nov.													
Dec.													

표 1.2.4 KIM-LENS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.36	0.42	0.39	0.35	0.34	0.30	Jan.	0.25	0.22	0.25	0.21	0.20	0.16
Feb.	0.39	0.40	0.34	0.31	0.29	0.31	Feb.	0.47	0.46	0.38	0.29	0.23	0.25
Mar.	0.45	0.46	0.44	0.36	0.35	0.34	Mar.	0.39	0.40	0.35	0.29	0.30	0.23
Apr.	0.65	0.59	0.54	0.45	0.42	0.43	Apr.	0.55	0.50	0.45	0.39	0.37	0.37
May.	0.58	0.53	0.51	0.49	0.47	0.41	May.	0.59	0.55	0.54	0.44	0.43	0.45
Jun.	0.59	0.58	0.54	0.50	0.49	0.48	Jun.	0.55	0.48	0.46	0.41	0.38	0.37
Jul.	0.62	0.57	0.58	0.57	0.51	0.46	Jul.	0.48	0.48	0.46	0.47	0.40	0.35
Aug.	0.44	0.39	0.35	0.34	0.30	0.28	Aug.	0.45	0.43	0.37	0.26	0.26	0.21
Sep.	0.52	0.46	0.44	0.42	0.40	0.37	Sep.	0.49	0.44	0.37	0.35	0.33	0.31
Oct.	0.55	0.49	0.51	0.53	0.49	0.44	Oct.	0.56	0.55	0.55	0.53	0.45	0.41
Nov.	0.44	0.41	0.39	0.34	0.34	0.27	Nov.	0.48	0.48	0.51	0.28	0.35	0.31
Dec.	0.47	0.46	0.44	0.42	0.40	0.36	Dec.	0.57	0.49	0.42	0.43	0.33	0.28
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.43	0.52	0.45	0.48	0.39	0.28	Jan.	0.50	0.33	0.20	0.20	0.33	1.00
Feb.	0.55	0.48	0.31	0.25	0.31	0.30	Feb.	0.50	0.29	0.14	0.10	0.14	0.22
Mar.	0.43	0.41	0.37	0.32	0.40	0.31	Mar.	0.45	0.31	0.32	0.31	0.29	0.29
Apr.	0.42	0.41	0.34	0.35	0.31	0.33	Apr.	0.28	0.19	0.17	0.17	0.18	0.20
May.	0.53	0.48	0.49	0.45	0.37	0.41	May.	0.47	0.45	0.37	0.36	0.32	0.34
Jun.	0.53	0.48	0.49	0.45	0.37	0.37	Jun.	0.58	0.50	0.57	0.49	0.39	0.33
Jul.	0.39	0.37	0.38	0.35	0.29	0.26	Jul.	0.30	0.31	0.30	0.29	0.27	0.16
Aug.	0.43	0.41	0.40	0.25	0.23	0.18	Aug.	0.39	0.39	0.29	0.24	0.20	0.15
Sep.	0.39	0.32	0.28	0.24	0.17	0.21	Sep.	0.34	0.34	0.27	0.17	0.14	0.11
Oct.	0.51	0.46	0.42	0.41	0.37	0.34	Oct.	0.38	0.37	0.29	0.32	0.25	0.22
Nov.	0.58	0.42	0.46	0.09	0.08	0.04	Nov.	0.00	0.20	0.25	0.25	0.00	0.00
Dec.	0.12	0.04	0.12	0.06	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.			0.00										
Feb.	0.00		0.00	0.00									
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.40	0.25	0.14	0.09	0.00	0.13							
May.	0.38	0.31	0.33	0.28	0.26	0.35							
Jun.	0.48	0.53	0.44	0.38	0.30	0.28							
Jul.	0.16	0.23	0.22	0.14	0.19	0.07							
Aug.	0.28	0.14	0.11	0.07	0.08	0.10							
Sep.	0.41	0.33	0.13	0.14	0.16	0.04							
Oct.	0.08	0.10	0.06	0.09	0.08	0.00							
Nov.													
Dec.													

표 1.2.5 KIM-LENS 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.95	0.94	0.95	0.89	0.87	0.82	Jan.	0.68	0.60	0.81	0.68	0.62	0.48
Feb.	0.96	0.93	0.90	0.88	0.88	0.89	Feb.	0.83	0.86	0.86	0.84	0.69	0.80
Mar.	0.94	0.91	0.90	0.82	0.84	0.87	Mar.	0.86	0.75	0.73	0.67	0.62	0.64
Apr.	0.89	0.89	0.90	0.89	0.88	0.86	Apr.	0.92	0.86	0.84	0.79	0.71	0.69
May.	0.84	0.85	0.82	0.80	0.81	0.75	May.	0.81	0.80	0.79	0.77	0.74	0.68
Jun.	0.86	0.89	0.83	0.81	0.82	0.82	Jun.	0.84	0.84	0.76	0.72	0.72	0.73
Jul.	0.88	0.92	0.91	0.90	0.80	0.72	Jul.	0.72	0.81	0.76	0.74	0.60	0.50
Aug.	0.81	0.87	0.85	0.83	0.76	0.73	Aug.	0.63	0.76	0.70	0.54	0.54	0.44
Sep.	0.83	0.83	0.81	0.83	0.80	0.78	Sep.	0.74	0.72	0.64	0.63	0.62	0.60
Oct.	0.81	0.81	0.80	0.80	0.77	0.73	Oct.	0.76	0.78	0.74	0.72	0.69	0.66
Nov.	0.85	0.89	0.87	0.76	0.73	0.62	Nov.	0.78	0.75	0.75	0.40	0.46	0.39
Dec.	0.92	0.92	0.92	0.88	0.82	0.80	Dec.	0.77	0.68	0.75	0.71	0.56	0.49
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H	MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H
Jan.	0.64	0.79	0.64	0.79	0.50	0.36	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.83	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	Feb.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mar.	0.79	0.80	0.80	0.77	0.77	0.71	Mar.	0.87	0.74	0.91	0.96	0.87	0.78
Apr.	0.82	0.77	0.68	0.71	0.62	0.60	Apr.	0.57	0.46	0.49	0.46	0.49	0.57
May.	0.77	0.78	0.79	0.75	0.67	0.67	May.	0.76	0.76	0.76	0.76	0.72	0.69
Jun.	0.76	0.78	0.74	0.69	0.68	0.71	Jun.	0.82	0.77	0.75	0.72	0.65	0.63
Jul.	0.67	0.71	0.67	0.60	0.47	0.36	Jul.	0.55	0.64	0.56	0.49	0.41	0.23
Aug.	0.57	0.68	0.66	0.47	0.44	0.32	Aug.	0.51	0.59	0.45	0.40	0.33	0.26
Sep.	0.64	0.53	0.47	0.46	0.35	0.41	Sep.	0.53	0.49	0.40	0.26	0.22	0.20
Oct.	0.71	0.70	0.59	0.60	0.64	0.55	Oct.	0.61	0.56	0.41	0.52	0.41	0.41
Nov.	0.82	0.59	0.65	0.12	0.12	0.06	Nov.	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00
Dec.	0.22	0.11	0.22	0.11	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Threshold = 50 mm													
MON.	12H	24H	36H	48H	60H	72H							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.	0.67	0.33	0.33	0.33	0.00	0.33							
May.	0.69	0.69	0.69	0.69	0.63	0.75							
Jun.	0.68	0.69	0.64	0.60	0.47	0.46							
Jul.	0.30	0.44	0.40	0.25	0.30	0.09							
Aug.	0.41	0.25	0.19	0.10	0.14	0.15							
Sep.	0.57	0.48	0.15	0.15	0.20	0.05							
Oct.	0.19	0.19	0.13	0.19	0.13	0.00							
Nov.													
Dec.													

부록 J. 파랑모델 및 폭풍해일모델 검증결과

J.1 파랑모델

J.1.1 KIM-GWW3 검증

표 J.1.1 KIM-GWW3 전지구 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.09	-0.08	-0.07	-0.05	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.10	-0.10	-0.06
48hr	-0.06	-0.05	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.07	-0.07	-0.04
72hr	-0.06	-0.05	-0.06	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.08	-0.07	-0.04
96hr	-0.04	-0.04	-0.05	-0.02	0.00	-0.01	-0.03	-0.02	-0.05	-0.05	-0.09	-0.08	-0.04
120hr	-0.03	-0.07	-0.06	-0.03	0.00	0.00	-0.04	-0.04	-0.04	-0.06	-0.07	-0.09	-0.04
144hr	-0.01	-0.06	-0.04	-0.06	-0.03	0.01	-0.03	-0.06	-0.01	-0.09	-0.07	-0.08	-0.04
168hr	0.01	-0.06	-0.06	-0.07	-0.05	0.01	0.01	-0.04	-0.05	-0.12	-0.07	-0.10	-0.05
192hr	0.04	-0.02	-0.01	-0.07	-0.08	0.01	0.00	-0.05	-0.07	-0.15	-0.01	-0.09	-0.04
216hr	0.07	-0.04	0.02	-0.08	-0.10	-0.01	0.01	-0.04	-0.07	-0.16	0.02	-0.01	-0.03
240hr	0.06	-0.04	0.06	-0.06	-0.13	-0.04	0.01	-0.04	-0.11	-0.20	0.03	0.06	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.37	0.39	0.35	0.29	0.26	0.26	0.23	0.29	0.32	0.39	0.41	0.43	0.33
48hr	0.42	0.43	0.41	0.32	0.30	0.30	0.26	0.32	0.39	0.47	0.49	0.47	0.38
72hr	0.50	0.48	0.50	0.36	0.34	0.34	0.31	0.37	0.47	0.55	0.58	0.55	0.45
96hr	0.59	0.59	0.60	0.42	0.40	0.38	0.36	0.44	0.56	0.68	0.68	0.66	0.53
120hr	0.67	0.69	0.70	0.49	0.49	0.45	0.45	0.52	0.69	0.82	0.81	0.81	0.63
144hr	0.79	0.79	0.80	0.57	0.57	0.57	0.53	0.62	0.81	0.99	0.97	0.96	0.75
168hr	0.92	0.83	0.88	0.69	0.65	0.64	0.57	0.71	0.86	1.17	1.10	1.07	0.84
192hr	0.98	0.92	0.99	0.77	0.67	0.67	0.60	0.80	0.94	1.17	1.19	1.19	0.91
216hr	1.01	1.07	1.11	0.82	0.68	0.70	0.64	0.85	0.98	1.23	1.31	1.34	0.98
240hr	1.05	1.18	1.21	0.90	0.71	0.70	0.67	0.90	1.02	1.31	1.39	1.43	1.04

표 J.1.2 KIM-GWW3 위성 검증 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00	0.01	0.01	0.03
48hr	0.08	0.06	0.08	0.05	0.07	0.09	0.08	0.07	0.06	0.03	0.04	0.04	0.06
72hr	0.13	0.05	0.09	0.06	0.09	0.10	0.08	0.10	0.06	0.04	0.05	0.06	0.08
96hr	0.13	0.07	0.10	0.05	0.07	0.09	0.09	0.10	0.07	0.07	0.06	0.09	0.08
120hr	0.06	0.08	0.10	0.05	0.09	0.12	0.12	0.11	0.06	0.08	0.05	0.08	0.08
144hr	0.05	0.06	0.10	0.09	0.07	0.13	0.11	0.12	0.08	0.08	0.05	0.07	0.08
168hr	0.08	0.06	0.09	0.04	0.08	0.16	0.11	0.12	0.07	0.06	0.04	0.08	0.08
192hr	0.09	0.04	0.12	0.05	0.01	0.14	0.14	0.13	0.07	0.05	0.06	0.06	0.08
216hr	0.08	0.06	0.10	0.04	0.05	0.16	0.13	0.11	0.07	0.07	0.09	0.05	0.08
240hr	0.12	0.08	0.06	0.04	0.09	0.17	0.16	0.10	0.07	0.09	0.13	0.08	0.10
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.46	0.48	0.50	0.50	0.51	0.54	0.55	0.62	0.57	0.53	0.52	0.50	0.52
48hr	0.50	0.53	0.56	0.58	0.56	0.59	0.61	0.68	0.63	0.59	0.58	0.55	0.58
72hr	0.61	0.58	0.63	0.67	0.65	0.59	0.69	0.75	0.70	0.66	0.64	0.61	0.65
96hr	0.66	0.68	0.72	0.76	0.73	0.69	0.76	0.82	0.79	0.73	0.72	0.71	0.73
120hr	0.73	0.80	0.85	0.87	0.89	0.78	0.89	0.87	0.91	0.83	0.84	0.77	0.84
144hr	0.83	0.90	0.90	0.98	0.93	0.92	0.98	0.95	1.00	0.94	0.92	0.87	0.93
168hr	0.96	0.95	0.98	1.03	1.07	0.99	1.14	1.05	1.13	1.09	0.98	0.93	1.02
192hr	1.07	1.06	1.14	1.05	1.10	1.07	1.21	1.10	1.19	1.18	1.04	1.00	1.10
216hr	1.08	1.16	1.21	1.21	1.15	1.10	1.27	1.14	1.34	1.26	1.10	1.07	1.17
240hr	1.23	1.14	1.27	1.25	1.28	1.20	1.28	1.19	1.36	1.33	1.22	1.09	1.24

J.1.2 KIM-RWW3 검증

표 J.1.3 KIM-RWW3 전체 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.09	-0.08	-0.02	0.03	0.01	0.07	0.05	0.05	-0.05	-0.06	-0.09	-0.06	-0.02
48hr	-0.06	-0.01	0.00	0.11	0.02	0.09	0.09	0.09	-0.04	-0.07	-0.10	-0.07	0.00
72hr	-0.10	-0.05	-0.03	0.11	0.00	0.08	0.09	0.06	-0.03	-0.05	-0.11	-0.13	-0.01
96hr	-0.08	-0.08	-0.05	0.11	0.00	0.13	0.02	0.01	0.00	-0.08	-0.11	-0.09	-0.02
120hr	-0.13	-0.05	-0.07	0.07	0.02	0.23	0.04	0.01	0.06	-0.04	-0.04	-0.15	0.00
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.29	0.29	0.32	0.30	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.29	0.28	0.29	0.28
48hr	0.34	0.31	0.40	0.37	0.33	0.33	0.32	0.29	0.32	0.34	0.32	0.35	0.34
72hr	0.42	0.35	0.45	0.41	0.33	0.32	0.42	0.32	0.35	0.38	0.36	0.41	0.38
96hr	0.46	0.41	0.47	0.41	0.34	0.37	0.39	0.33	0.41	0.48	0.41	0.41	0.41
120hr	0.50	0.50	0.48	0.41	0.45	0.54	0.45	0.41	0.49	0.56	0.48	0.51	0.48

표 J.1.4 KIM-RWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.13	-0.08	-0.03	0.05	0.00	0.05	-0.01	0.02	-0.08	-0.12	-0.12	-0.06	-0.04
48hr	-0.10	0.01	-0.02	0.08	0.01	0.06	0.03	0.05	-0.05	-0.13	-0.14	-0.09	-0.02
72hr	-0.15	-0.04	-0.06	0.09	-0.02	0.06	0.03	-0.03	-0.03	-0.12	-0.19	-0.14	-0.05
96hr	-0.13	-0.08	-0.08	0.11	0.00	0.11	-0.04	-0.08	0.01	-0.13	-0.19	-0.11	-0.05
120hr	-0.17	-0.06	-0.09	0.12	-0.01	0.14	-0.01	-0.10	0.08	-0.07	-0.09	-0.16	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.29	0.27	0.30	0.27	0.24	0.23	0.22	0.24	0.24	0.28	0.28	0.27	0.26
48hr	0.36	0.31	0.38	0.30	0.29	0.31	0.26	0.29	0.31	0.32	0.32	0.32	0.31
72hr	0.47	0.35	0.44	0.33	0.25	0.29	0.33	0.31	0.33	0.34	0.37	0.40	0.35
96hr	0.48	0.39	0.38	0.36	0.26	0.34	0.34	0.33	0.38	0.43	0.44	0.38	0.38
120hr	0.49	0.52	0.44	0.37	0.28	0.41	0.37	0.40	0.45	0.49	0.48	0.56	0.44

표 J.1.5 KIM-RWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.14	-0.14	-0.02	0.07	0.06	0.18	0.14	0.13	-0.03	-0.01	-0.10	-0.07	0.01
48hr	-0.10	-0.09	-0.02	0.14	0.08	0.19	0.21	0.15	-0.03	-0.01	-0.09	-0.08	0.03
72hr	-0.13	-0.12	-0.05	0.16	0.08	0.16	0.20	0.16	0.01	0.03	-0.09	-0.11	0.03
96hr	-0.06	-0.19	-0.04	0.11	0.06	0.27	0.17	0.10	0.05	-0.04	-0.09	-0.09	0.02
120hr	-0.11	-0.15	-0.03	0.05	0.17	0.43	0.24	0.13	0.09	-0.05	-0.02	-0.12	0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.31	0.36	0.35	0.37	0.28	0.32	0.32	0.29	0.25	0.29	0.29	0.29	0.31
48hr	0.35	0.33	0.43	0.43	0.36	0.35	0.41	0.34	0.30	0.32	0.33	0.35	0.36
72hr	0.44	0.38	0.49	0.50	0.39	0.33	0.47	0.42	0.34	0.38	0.38	0.41	0.41
96hr	0.47	0.48	0.57	0.44	0.36	0.45	0.47	0.44	0.37	0.50	0.40	0.42	0.45
120hr	0.53	0.53	0.53	0.46	0.55	0.68	0.58	0.57	0.51	0.55	0.49	0.45	0.54

표 J.1.6 KIM-RWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.00	-0.02	-0.01	-0.03	-0.01	-0.03	0.04	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04	-0.02
48hr	0.06	0.04	0.04	0.10	-0.02	0.02	0.05	0.06	-0.03	-0.06	-0.04	-0.02	0.02
72hr	-0.01	0.02	0.05	0.09	-0.06	0.01	0.04	0.07	-0.05	-0.02	-0.03	-0.12	0.00
96hr	-0.01	0.04	-0.02	0.11	-0.08	-0.01	-0.07	0.05	-0.08	-0.05	-0.03	-0.04	-0.02
120hr	-0.08	0.06	-0.08	0.02	-0.11	0.12	-0.10	0.02	-0.02	0.00	0.01	-0.16	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.26	0.26	0.32	0.28	0.33	0.28	0.28	0.24	0.30	0.28	0.27	0.33	0.29
48hr	0.29	0.30	0.38	0.43	0.35	0.34	0.29	0.25	0.36	0.40	0.32	0.38	0.34
72hr	0.35	0.32	0.43	0.41	0.37	0.37	0.50	0.23	0.41	0.43	0.33	0.41	0.38
96hr	0.41	0.37	0.49	0.44	0.43	0.32	0.38	0.22	0.49	0.51	0.36	0.44	0.41
120hr	0.48	0.42	0.49	0.41	0.59	0.57	0.42	0.25	0.54	0.68	0.44	0.52	0.48

J.1.3 KIM-CWW3 검증

표 J.1.7 KIM-CWW3 전체 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.08	-0.06	-0.01	0.03	0.01	0.06	0.05	0.04	-0.06	-0.06	-0.10	-0.05	-0.02
48hr	-0.04	0.02	0.01	0.11	0.02	0.08	0.09	0.08	-0.04	-0.08	-0.10	-0.06	0.01
72hr	-0.09	-0.02	-0.02	0.12	-0.01	0.07	0.09	0.05	-0.03	-0.05	-0.12	-0.12	-0.01
96hr	-0.06	-0.06	-0.04	0.12	-0.01	0.12	0.01	0.00	-0.01	-0.09	-0.12	-0.08	-0.02
120hr	-0.11	-0.03	-0.07	0.07	0.01	0.23	0.04	0.00	0.05	-0.05	-0.04	-0.14	0.00
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.30	0.31	0.35	0.33	0.28	0.27	0.28	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29
48hr	0.36	0.34	0.43	0.41	0.34	0.33	0.34	0.30	0.33	0.33	0.33	0.34	0.35
72hr	0.45	0.37	0.49	0.44	0.33	0.32	0.44	0.33	0.35	0.37	0.37	0.39	0.39
96hr	0.49	0.44	0.51	0.44	0.34	0.37	0.40	0.34	0.41	0.47	0.42	0.41	0.42
120hr	0.53	0.54	0.52	0.45	0.47	0.55	0.47	0.43	0.50	0.55	0.50	0.50	0.50

표 J.1.8 KIM-CWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.11	-0.05	-0.02	0.06	0.01	0.03	0.00	0.02	-0.07	-0.12	-0.10	-0.03	-0.03
48hr	-0.09	0.05	-0.01	0.09	0.02	0.05	0.03	0.05	-0.04	-0.13	-0.13	-0.08	-0.02
72hr	-0.14	-0.01	-0.05	0.10	-0.01	0.05	0.02	-0.04	-0.04	-0.12	-0.17	-0.13	-0.05
96hr	-0.12	-0.05	-0.08	0.12	0.00	0.11	-0.05	-0.09	0.00	-0.13	-0.18	-0.10	-0.05
120hr	-0.16	-0.04	-0.08	0.14	-0.02	0.13	-0.03	-0.11	0.07	-0.06	-0.08	-0.14	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.30	0.27	0.32	0.30	0.25	0.22	0.22	0.24	0.25	0.27	0.27	0.26	0.26
48hr	0.38	0.33	0.41	0.32	0.30	0.30	0.26	0.28	0.32	0.30	0.31	0.30	0.32
72hr	0.50	0.37	0.47	0.35	0.26	0.29	0.32	0.30	0.32	0.32	0.35	0.38	0.35
96hr	0.51	0.41	0.41	0.39	0.27	0.35	0.32	0.31	0.37	0.41	0.42	0.37	0.38
120hr	0.52	0.56	0.47	0.41	0.29	0.42	0.35	0.39	0.45	0.47	0.48	0.54	0.45

표 J.1.9 KIM-CWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.12	-0.13	-0.01	0.06	0.05	0.17	0.15	0.12	-0.04	0.01	-0.10	-0.06	0.01
48hr	-0.08	-0.07	-0.01	0.14	0.07	0.17	0.24	0.15	-0.04	0.00	-0.09	-0.07	0.03
72hr	-0.11	-0.10	-0.04	0.16	0.08	0.15	0.23	0.16	0.00	0.04	-0.09	-0.10	0.03
96hr	-0.04	-0.17	-0.03	0.11	0.05	0.25	0.19	0.10	0.05	-0.03	-0.09	-0.08	0.03
120hr	-0.09	-0.14	-0.02	0.05	0.17	0.42	0.26	0.13	0.09	-0.04	-0.01	-0.11	0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.31	0.35	0.36	0.37	0.28	0.32	0.36	0.30	0.25	0.30	0.29	0.29	0.32
48hr	0.36	0.33	0.43	0.44	0.36	0.35	0.47	0.35	0.30	0.33	0.33	0.35	0.37
72hr	0.44	0.38	0.49	0.51	0.39	0.33	0.54	0.43	0.34	0.39	0.38	0.41	0.42
96hr	0.48	0.47	0.58	0.44	0.36	0.45	0.54	0.44	0.37	0.51	0.41	0.43	0.46
120hr	0.53	0.54	0.54	0.46	0.56	0.69	0.66	0.57	0.51	0.56	0.51	0.45	0.55

표 J.1.10 KIM-CWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.03	0.01	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	0.03	-0.05	-0.08	-0.06	-0.07	-0.05	-0.03
48hr	0.10	0.09	0.05	0.11	-0.05	0.02	0.04	0.05	-0.06	-0.10	-0.07	-0.02	0.01
72hr	0.02	0.06	0.06	0.09	-0.10	0.00	0.02	0.05	-0.07	-0.06	-0.06	-0.13	-0.01
96hr	0.01	0.07	-0.02	0.12	-0.12	-0.02	-0.09	0.02	-0.11	-0.09	-0.06	-0.06	-0.03
120hr	-0.08	0.11	-0.10	0.01	-0.15	0.13	-0.13	0.00	-0.03	-0.03	-0.02	-0.17	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.31	0.31	0.38	0.32	0.34	0.28	0.29	0.27	0.31	0.28	0.30	0.33	0.31
48hr	0.35	0.37	0.45	0.50	0.36	0.35	0.29	0.28	0.37	0.37	0.35	0.39	0.37
72hr	0.40	0.37	0.50	0.48	0.38	0.37	0.51	0.25	0.42	0.41	0.37	0.40	0.41
96hr	0.47	0.43	0.56	0.51	0.44	0.32	0.37	0.25	0.50	0.50	0.41	0.43	0.43
120hr	0.55	0.50	0.57	0.48	0.62	0.58	0.42	0.28	0.55	0.67	0.50	0.51	0.52

J.1.4 UM-EWW3 검증

표 J.1.11 UM-EWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.02	0.04	0.04	0.11	-0.08	0.02	0.01	-0.03	0.04	-0.08	-0.03	0.04	0.01
48hr	0.00	0.09	0.04	0.12	0.04	0.03	0.02	-0.05	0.02	-0.10	0.00	0.06	0.02
72hr	-0.06	0.07	0.06	0.09	0.03	0.07	0.02	-0.07	0.00	-0.08	0.02	0.04	0.02
96hr	-0.11	0.05	0.03	0.11	0.02	0.12	0.01	-0.06	0.06	-0.09	0.09	-0.01	0.02
120hr	-0.13	-0.01	-0.02	0.12	0.02	0.12	0.02	-0.04	0.09	-0.06	0.25	-0.11	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.26	0.25	0.27	0.25	1.21	0.20	0.24	0.20	0.30	0.28	0.26	0.30	0.34
48hr	0.31	0.33	0.34	0.26	0.24	0.25	0.29	0.25	0.31	0.32	0.29	0.32	0.29
72hr	0.36	0.38	0.38	0.28	0.22	0.28	0.32	0.26	0.34	0.32	0.31	0.35	0.32
96hr	0.44	0.41	0.39	0.34	0.21	0.28	0.36	0.32	0.38	0.38	0.34	0.36	0.35
120hr	0.48	0.46	0.40	0.33	0.26	0.28	0.39	0.35	0.38	0.42	0.49	0.51	0.40

표 J.1.12 UM-EWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.08	-0.08	0.01	0.06	0.04	0.08	0.18	0.02	-0.04	-0.03	-0.11	-0.10	0.00
48hr	-0.05	-0.04	0.01	0.08	0.05	0.10	0.25	0.02	-0.02	-0.03	-0.07	-0.09	0.02
72hr	-0.08	-0.05	0.03	0.08	0.07	0.14	0.29	0.01	0.00	-0.01	-0.05	-0.08	0.03
96hr	-0.12	-0.11	0.03	0.08	0.10	0.21	0.23	0.02	0.00	-0.03	0.03	-0.15	0.02
120hr	-0.16	-0.16	0.02	0.09	0.14	0.29	0.17	-0.02	0.00	-0.07	0.18	-0.20	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.32	0.29	0.37	0.33	0.24	0.25	0.41	0.23	0.26	0.34	0.30	0.32	0.31
48hr	0.37	0.34	0.41	0.36	0.27	0.25	0.52	0.29	0.32	0.39	0.32	0.35	0.35
72hr	0.38	0.38	0.43	0.35	0.31	0.32	0.58	0.28	0.36	0.43	0.31	0.38	0.38
96hr	0.42	0.45	0.44	0.41	0.32	0.33	0.57	0.30	0.44	0.52	0.34	0.44	0.42
120hr	0.49	0.50	0.42	0.40	0.39	0.43	0.53	0.36	0.43	0.58	0.50	0.55	0.47

표 J.1.13 UM-EWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.21	-0.22	-0.05	-0.06	0.01	-0.05	0.01	-0.04	-0.04	-0.01	-0.16	-0.24	-0.09
48hr	-0.20	-0.19	-0.04	-0.01	-0.01	-0.06	0.05	0.03	-0.03	-0.03	-0.15	-0.24	-0.07
72hr	-0.27	-0.20	-0.01	-0.03	-0.05	-0.06	0.04	0.04	-0.08	-0.04	-0.08	-0.23	-0.08
96hr	-0.30	-0.22	-0.02	-0.05	-0.09	-0.04	-0.01	0.05	-0.12	-0.01	-0.08	-0.27	-0.10
120hr	-0.32	-0.18	-0.04	-0.03	-0.13	0.00	-0.10	0.07	-0.10	-0.01	-0.02	-0.37	-0.10
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.36	0.32	0.38	0.29	0.28	0.26	0.28	0.28	0.28	0.35	0.32	0.40	0.32
48hr	0.39	0.35	0.40	0.32	0.28	0.29	0.32	0.31	0.35	0.47	0.34	0.44	0.36
72hr	0.46	0.34	0.46	0.36	0.31	0.33	0.34	0.29	0.40	0.48	0.36	0.48	0.38
96hr	0.51	0.40	0.46	0.38	0.35	0.34	0.32	0.28	0.41	0.55	0.38	0.53	0.41
120hr	0.55	0.40	0.45	0.37	0.41	0.36	0.35	0.30	0.43	0.57	0.46	0.61	0.44

J.1.5 UM-KWW3 검증

표 J.1.14 UM-KWW3 해역별(서해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	-0.11	-0.16	-0.09	-0.03	0.00	0.00	-0.03	0.00	-0.01	-0.08	-0.09	-0.12	-0.06
6hr	-0.11	-0.15	-0.06	-0.01	0.01	0.01	-0.01	0.03	0.03	-0.03	-0.07	-0.08	-0.04
9hr	-0.11	-0.15	-0.06	0.01	0.03	0.03	0.01	0.06	0.04	-0.03	-0.09	-0.10	-0.03
12hr	-0.12	-0.15	-0.05	0.03	0.04	0.04	0.03	0.08	0.04	-0.06	-0.10	-0.10	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	0.25	0.30	0.27	0.19	0.15	0.16	0.18	0.16	0.22	0.26	0.24	0.30	0.22
6hr	0.26	0.30	0.28	0.21	0.18	0.19	0.22	0.21	0.27	0.27	0.26	0.31	0.25
9hr	0.27	0.31	0.29	0.23	0.20	0.21	0.24	0.23	0.28	0.28	0.28	0.32	0.26
12hr	0.28	0.32	0.30	0.25	0.21	0.21	0.25	0.24	0.26	0.29	0.29	0.34	0.27

표 J.1.15 UM-KWW3 해역별(남해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	-0.13	-0.16	-0.15	-0.05	-0.04	0.01	-0.04	-0.01	-0.05	-0.12	-0.10	-0.13	-0.08
6hr	-0.14	-0.18	-0.14	-0.05	-0.04	0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.10	-0.09	-0.11	-0.07
9hr	-0.15	-0.21	-0.14	-0.04	-0.02	0.04	0.03	0.02	-0.01	-0.09	-0.11	-0.13	-0.07
12hr	-0.14	-0.22	-0.13	-0.02	-0.01	0.06	0.05	0.05	-0.01	-0.08	-0.13	-0.15	-0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	0.28	0.31	0.38	0.24	0.21	0.17	0.24	0.16	0.26	0.28	0.25	0.28	0.26
6hr	0.29	0.32	0.38	0.26	0.23	0.20	0.25	0.19	0.28	0.30	0.27	0.30	0.27
9hr	0.30	0.34	0.38	0.27	0.24	0.21	0.25	0.21	0.28	0.32	0.28	0.31	0.28
12hr	0.31	0.35	0.37	0.28	0.24	0.22	0.25	0.23	0.28	0.33	0.30	0.33	0.29

표 J.1.16 UM-KWW3 해역별(동해) 부이 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	-0.01	-0.01	-0.10	-0.04	-0.03	0.01	0.02	0.01	-0.06	-0.07	-0.07	-0.11	-0.04
6hr	0.03	0.01	-0.06	-0.01	0.00	0.03	0.05	0.02	-0.05	-0.04	-0.03	-0.04	-0.01
9hr	0.05	0.01	-0.03	-0.01	0.01	0.05	0.07	0.03	-0.02	0.01	-0.01	-0.04	0.01
12hr	0.05	0.00	-0.03	-0.02	0.01	0.04	0.08	0.04	-0.01	0.03	-0.03	-0.06	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
3hr	0.27	0.26	0.30	0.22	0.22	0.20	0.20	0.16	0.21	0.26	0.24	0.33	0.24
6hr	0.28	0.28	0.31	0.24	0.25	0.24	0.24	0.19	0.24	0.28	0.27	0.36	0.27
9hr	0.29	0.30	0.33	0.25	0.26	0.26	0.27	0.20	0.27	0.31	0.29	0.38	0.28
12hr	0.29	0.30	0.32	0.26	0.27	0.26	0.28	0.21	0.29	0.33	0.29	0.38	0.29

J.2 폭풍해일모델

J.2.1 KIM-RTSM 검조소 지점별 조위 검증

표 J.2.1 KIM-RTSM 전체 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.078	0.035	-0.031	0.004	0.058	0.033	0.051	0.095	0.065	-0.035	-0.060	-0.071	0.006
48hr	-0.077	0.039	-0.028	0.009	0.062	0.036	0.053	0.099	0.068	-0.035	-0.054	-0.068	0.009
72hr	-0.076	0.030	-0.024	0.006	0.063	0.038	0.057	0.102	0.068	-0.039	-0.049	-0.069	0.009
96hr	-0.071	0.026	-0.020	0.009	0.068	0.046	0.063	0.112	0.072	-0.039	-0.046	-0.069	0.012
120hr	-0.064	0.027	-0.022	0.011	0.072	0.053	0.063	0.120	0.073	-0.039	-0.047	-0.069	0.015
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.113	0.108	0.128	0.085	0.092	0.071	0.111	0.124	0.107	0.105	0.114	0.135	0.108
48hr	0.114	0.107	0.126	0.085	0.094	0.073	0.113	0.127	0.107	0.106	0.108	0.135	0.108
72hr	0.117	0.118	0.115	0.088	0.093	0.076	0.119	0.126	0.108	0.108	0.105	0.138	0.109
96hr	0.117	0.129	0.106	0.088	0.097	0.083	0.128	0.133	0.110	0.106	0.106	0.139	0.112
120hr	0.116	0.133	0.105	0.087	0.099	0.099	0.126	0.139	0.111	0.103	0.106	0.142	0.114

표 J.2.2 KIM-RTSM 해역별(서해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.078	0.075	-0.030	0.013	0.065	0.046	0.048	0.088	0.061	-0.011	-0.051	-0.058	0.014
48hr	-0.078	0.083	-0.028	0.024	0.068	0.049	0.051	0.056	0.064	-0.010	-0.050	-0.056	0.017
72hr	-0.074	0.067	-0.019	0.021	0.069	0.051	0.056	0.095	0.066	-0.013	-0.048	-0.057	0.018
96hr	-0.064	0.051	-0.009	0.025	0.074	0.058	0.062	0.106	0.070	-0.017	-0.044	-0.057	0.021
120hr	-0.051	0.050	-0.012	0.026	0.080	0.064	0.065	0.115	0.070	-0.018	-0.045	-0.058	0.024
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.137	0.172	0.159	0.109	0.107	0.087	0.128	0.120	0.130	0.130	0.148	0.164	0.133
48hr	0.140	0.170	0.159	0.111	0.110	0.089	0.130	0.123	0.131	0.128	0.147	0.165	0.134
72hr	0.145	0.182	0.144	0.116	0.107	0.091	0.137	0.124	0.133	0.125	0.148	0.166	0.135
96hr	0.147	0.199	0.127	0.114	0.111	0.097	0.145	0.134	0.133	0.122	0.152	0.168	0.137
120hr	0.144	0.203	0.127	0.112	0.113	0.111	0.144	0.143	0.129	0.117	0.151	0.172	0.139

표 J.2.3 KIM-RTSM 해역별(남해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.073	0.025	-0.033	0.013	0.062	0.031	0.042	0.103	0.068	-0.043	-0.060	-0.082	0.004
48hr	-0.072	0.027	-0.030	0.017	0.064	0.035	0.042	0.107	0.071	-0.044	-0.052	-0.079	0.007
72hr	-0.073	0.018	-0.024	0.013	0.066	0.037	0.045	0.111	0.071	-0.048	-0.046	-0.080	0.007
96hr	-0.070	0.015	-0.021	0.015	0.071	0.044	0.051	0.119	0.076	-0.047	-0.042	-0.080	0.011
120hr	-0.065	0.015	-0.020	0.017	0.075	0.052	0.049	0.127	0.079	-0.047	-0.043	-0.080	0.013
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.092	0.081	0.107	0.071	0.091	0.064	0.093	0.133	0.095	0.089	0.094	0.133	0.095
48hr	0.093	0.081	0.103	0.072	0.093	0.067	0.094	0.136	0.094	0.090	0.088	0.134	0.096
72hr	0.096	0.092	0.093	0.074	0.092	0.071	0.101	0.132	0.095	0.094	0.083	0.137	0.097
96hr	0.094	0.099	0.087	0.074	0.096	0.079	0.113	0.137	0.099	0.094	0.083	0.138	0.099
120hr	0.095	0.103	0.087	0.076	0.099	0.096	0.108	0.141	0.103	0.092	0.082	0.141	0.102

표 J.2.4 KIM-RTSM 해역별(동해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.088	-0.019	-0.029	-0.033	0.037	0.013	0.075	0.092	0.067	-0.059	-0.078	-0.069	-0.008
48hr	-0.083	-0.016	-0.026	-0.033	0.044	0.015	0.078	0.095	0.066	-0.064	-0.066	-0.066	-0.005
72hr	-0.087	-0.009	-0.032	-0.037	0.045	0.017	0.084	0.096	0.065	-0.067	-0.061	-0.068	-0.004
96hr	-0.087	0.003	-0.038	-0.036	0.049	0.026	0.089	0.105	0.066	-0.064	-0.059	-0.067	-0.001
120hr	-0.083	0.010	-0.042	-0.032	0.052	0.033	0.091	0.114	0.066	-0.061	-0.061	-0.067	0.001
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.112	0.047	0.117	0.069	0.065	0.054	0.119	0.115	0.090	0.094	0.096	0.087	0.089
48hr	0.110	0.048	0.116	0.067	0.068	0.055	0.120	0.118	0.091	0.102	0.080	0.083	0.088
72hr	0.111	0.060	0.111	0.069	0.069	0.059	0.124	0.116	0.090	0.105	0.072	0.087	0.089
96hr	0.111	0.066	0.106	0.069	0.071	0.066	0.131	0.122	0.093	0.104	0.071	0.087	0.091
120hr	0.110	0.071	0.105	0.067	0.074	0.081	0.133	0.127	0.096	0.102	0.072	0.089	0.094

J.2.2 KIM-CTSM 검조소 지점별 조위 검증

표 J.2.17 KIM-CTSM 전체 지점 ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.141	-0.041	-0.055	0.007	0.044	0.031	0.014	0.091	0.040	-0.089	-0.124	-0.161	-0.032
48hr	-0.146	-0.046	-0.055	0.005	0.049	0.028	0.014	0.093	0.041	-0.092	-0.129	-0.165	-0.034
72hr	-0.142	-0.043	-0.048	0.010	0.050	0.028	0.016	0.098	0.041	-0.100	-0.129	-0.163	-0.032
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.156	0.094	0.101	0.070	0.076	0.066	0.071	0.113	0.092	0.131	0.143	0.217	0.111
48hr	0.161	0.094	0.105	0.074	0.082	0.067	0.073	0.115	0.092	0.133	0.147	0.222	0.114
72hr	0.162	0.103	0.099	0.082	0.081	0.067	0.078	0.116	0.091	0.134	0.148	0.216	0.115

표 J.2.18 KIM-CTSM 해역별(서해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.179	-0.047	-0.071	0.013	0.047	0.047	0.023	0.082	0.022	-0.091	-0.137	-0.188	-0.040
48hr	-0.188	-0.061	-0.075	0.007	0.053	0.046	0.022	0.082	0.025	-0.097	-0.150	-0.198	-0.045
72hr	-0.179	-0.063	-0.063	0.021	0.052	0.041	0.026	0.084	0.028	-0.103	-0.152	-0.192	-0.042
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.202	0.123	0.143	0.095	0.093	0.092	0.098	0.111	0.117	0.153	0.165	0.281	0.139
48hr	0.212	0.126	0.154	0.102	0.101	0.098	0.100	0.112	0.122	0.155	0.175	0.287	0.145
72hr	0.214	0.150	0.138	0.120	0.096	0.093	0.106	0.112	0.122	0.152	0.179	0.272	0.146

표 J.2.19 KIM-CTSM 해역별(남해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.122	-0.036	-0.049	0.015	0.052	0.028	0.008	0.099	0.056	-0.077	-0.116	-0.155	-0.025
48hr	-0.124	-0.038	-0.046	0.014	0.055	0.024	0.009	0.102	0.057	-0.076	-0.116	-0.156	-0.024
72hr	-0.123	-0.034	-0.038	0.014	0.058	0.027	0.009	0.110	0.057	-0.085	-0.113	-0.157	-0.023
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.133	0.085	0.078	0.061	0.075	0.058	0.057	0.118	0.084	0.112	0.132	0.201	0.099
48hr	0.137	0.084	0.077	0.062	0.081	0.054	0.060	0.120	0.081	0.112	0.133	0.203	0.100
72hr	0.138	0.084	0.076	0.064	0.084	0.059	0.065	0.123	0.080	0.116	0.131	0.203	0.102

표 J.2.20 KIM-CTSM 해역별(동해) ME 및 RMSE

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	-0.113	-0.039	-0.038	-0.024	0.022	0.008	0.011	0.091	0.037	-0.111	-0.119	-0.122	-0.033
48hr	-0.114	-0.034	-0.039	-0.019	0.026	0.006	0.012	0.093	0.033	-0.118	-0.118	-0.124	-0.033
72hr	-0.114	-0.028	-0.044	-0.019	0.028	0.005	0.012	0.097	0.030	-0.125	-0.119	-0.124	-0.034
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	AvH.
24hr	0.119	0.062	0.075	0.048	0.045	0.039	0.053	0.103	0.064	0.132	0.128	0.137	0.084
48hr	0.120	0.059	0.075	0.048	0.047	0.037	0.054	0.106	0.061	0.137	0.126	0.142	0.084
72hr	0.121	0.059	0.076	0.051	0.049	0.039	0.056	0.107	0.059	0.141	0.128	0.141	0.086

부록 K. 황사·연무통합예측모델 검증결과

표 K.1 2025년 KIM 기반의 황사·연무통합예측모델(KIM-ADAM3) 검증 결과

	KIM-ADAM3
정확도(Accuracy)	0.94
성공임계지수(CSI)	0.31
탐지확률(POD)	0.58
거짓경보율(FAR)	0.61

표 K.2 2025년 UM 기반의 황사·연무통합예측모델(UM-ADAM3) 검증 결과

	UM-ADAM3
정확도(Accuracy)	0.95
성공임계지수(CSI)	0.17
탐지확률(POD)	0.26
거짓경보율(FAR)	0.68

부록 L. 태풍예측 검증결과

L.1 KIM-Global 태풍 예측성능

표 L.1.1 KIM-Global 영역별 태풍 진로 예측 단순거리오차 [단위: km, (): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	12hr	54.6	(210)	46.8
24hr	75.1	(183)	78.7	(52)
36hr	97.0	(157)	96.4	(45)
48hr	120.9	(134)	112.1	(39)
60hr	152.8	(114)	142.8	(32)
72hr	199.5	(97)	186.8	(28)
96hr	336.9	(62)	321.1	(13)
120hr	571.8	(40)	447.5	(9)

표 L.1.2 KIM-Global 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	39.0	-8.3	31.2	9.3
24hr	57.4	-23.4	56.1	-21.8
36hr	77.3	-42.8	68.3	-40.6
48hr	95.7	-54.6	81.0	-41.3
60hr	116.1	-81.4	96.7	-62.9
72hr	151.4	-116.0	135.9	-106.5
96hr	237.2	-196.1	205.6	-205.2
120hr	466.2	-314.7	348.5	-317.6

표 L.1.3 KIM-Global 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	29.1	0.0	28.1	2.5
24hr	39.3	3.7	45.9	3.6
36hr	45.2	11.1	53.5	7.6
48hr	54.5	7.6	61.6	10.5
60hr	75.4	13.6	84.9	-9.1
72hr	104.0	30.9	106.4	6.6
96hr	171.0	93.0	211.9	115.6
120hr	246.1	114.6	224.8	144.6

표 L.1.4 KIM-Global 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, (): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	3.4	(79)	5.0	(73)	7.3	(58)
	24hr	3.5	(56)	4.8	(68)	7.5	(59)
	36hr	3.5	(42)	5.5	(59)	8.6	(56)
	48hr	5.0	(32)	5.4	(51)	8.7	(51)
	60hr	5.5	(27)	6.3	(43)	9.7	(44)
	72hr	7.5	(23)	6.4	(36)	9.5	(38)
	96hr	7.3	(13)	7.2	(25)	10.9	(24)
	120hr	6.8	(8)	7.8	(20)	9.9	(12)
ME	12hr	0.7	(79)	-0.4	(73)	-3.6	(58)
	24hr	0.9	(56)	-1.3	(68)	-3.8	(59)
	36hr	1.6	(42)	-1.1	(59)	-4.1	(56)
	48hr	2.0	(32)	-0.8	(51)	-4.1	(51)
	60hr	2.7	(27)	-1.1	(43)	-4.2	(44)
	72hr	4.2	(23)	-0.3	(36)	-4.5	(38)
	96hr	5.3	(13)	2.1	(25)	-5.0	(24)
	120hr	2.2	(8)	3.3	(20)	-4.5	(12)
r	12hr	0.6	(79)	0.3	(73)	0.6	(58)
	24hr	0.7	(56)	0.3	(68)	0.6	(59)
	36hr	0.7	(42)	0.2	(59)	0.5	(56)
	48hr	0.6	(32)	0.2	(51)	0.5	(51)
	60hr	0.6	(27)	0.0	(43)	0.4	(44)
	72hr	0.6	(23)	0.1	(36)	0.5	(38)
	96hr	0.4	(13)	0.3	(25)	0.5	(24)
	120hr	0.5	(8)	0.6	(20)	0.3	(12)

L.2 UM-Global 태풍 예측성능

표 L.2.1 UM-Global 영역별 태풍 진로 예측 단순거리오차 [단위: km, (): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	12hr	54.0	(209)	50.0
24hr	72.2	(184)	69.4	(53)
36hr	98.3	(158)	102.2	(46)
48hr	127.8	(136)	142.7	(41)
60hr	155.8	(115)	170.1	(33)
72hr	195.9	(99)	195.3	(30)
96hr	378.9	(67)	296.5	(17)
120hr	600.5	(42)	343.1	(13)

표 L.2.2 UM-Global 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	34.7	1.4	28.8	2.3
24hr	49.6	-8.7	42.6	2.7
36hr	68.4	-19.5	68.2	2.9
48hr	86.5	-22.8	95.6	4.1
60hr	109.7	-34.8	100.5	9.7
72hr	137.1	-65.8	120.8	-18.8
96hr	281.0	-114.8	164.1	-52.4
120hr	415.7	-82.7	258.5	-51.7

표 L.2.3 UM-Global 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	33.2	-6.6	34.9	-7.0
24hr	42.0	0.6	44.9	0.0
36hr	57.4	-13.4	62.6	-12.4
48hr	74.4	-0.2	85.4	-39.5
60hr	89.1	3.6	108.0	-24.4
72hr	111.4	34.7	128.4	48.3
96hr	195.0	67.3	203.7	71.2
120hr	348.5	80.7	179.8	1.8

표 L2.4 UM-Global 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, (): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	4.2	(78)	5.9	(73)	7.4	(58)
	24hr	4.3	(57)	5.6	(68)	9.0	(59)
	36hr	5.0	(43)	6.3	(59)	9.5	(56)
	48hr	6.8	(34)	6.6	(51)	10.1	(51)
	60hr	6.9	(28)	7.5	(43)	9.7	(44)
	72hr	6.9	(25)	7.1	(36)	7.9	(38)
	96hr	8.7	(18)	8.5	(25)	9.5	(24)
	120hr	6.1	(12)	8.7	(19)	11.1	(11)
ME	12hr	-2.0	(78)	-1.5	(73)	-2.9	(58)
	24hr	-0.9	(57)	-0.3	(68)	-3.5	(59)
	36hr	0.8	(43)	0.7	(59)	-3.7	(56)
	48hr	2.4	(34)	1.1	(51)	-3.6	(51)
	60hr	2.6	(28)	1.7	(43)	-2.9	(44)
	72hr	2.1	(25)	3.2	(36)	-1.5	(38)
	96hr	3.7	(18)	4.9	(25)	-3.0	(24)
	120hr	1.3	(12)	5.1	(19)	-1.8	(11)
r	12hr	0.5	(78)	0.5	(73)	0.7	(58)
	24hr	0.5	(57)	0.5	(68)	0.5	(59)
	36hr	0.5	(43)	0.3	(59)	0.3	(56)
	48hr	0.4	(34)	0.2	(51)	0.2	(51)
	60hr	0.6	(28)	0.2	(43)	0.2	(44)
	72hr	0.6	(25)	0.0	(36)	0.3	(38)
	96hr	0.4	(18)	0.1	(25)	0.3	(24)
	120hr	0.7	(12)	0.2	(19)	0.0	(11)

L.3 KIM-GENS 태풍 예측성능

표 L.3.1 KIM-GENS 영역별 태풍 진로 예측 단순거리오차 [단위: km, (): 사례수]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	12hr	57.5	(201)	54.2
24hr	82.2	(175)	82.8	(50)
36hr	108.1	(151)	108.9	(43)
48hr	131.4	(129)	129.6	(37)
60hr	161.5	(110)	161.6	(30)
72hr	195.7	(92)	198.0	(26)
96hr	323.1	(61)	324.7	(13)
120hr	562.2	(37)	386.2	(7)

표 L.3.2 KIM-GENS 영역별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	42.0	-13.7	34.3	-0.3
24hr	63.7	-26.9	59.1	-25.2
36hr	84.9	-33.4	75.0	-44.1
48hr	100.9	-54.8	83.8	-56.7
60hr	121.1	-78.5	95.3	-89.4
72hr	143.8	-95.8	118.4	-85.1
96hr	238.6	-185.6	191.1	-196.2
120hr	460.5	-268.3	313.4	-291.1

표 L.3.3 KIM-GENS 영역별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [단위: km]

FCST Time	북서태평양 전체 영역		20°N 북쪽, 140°E 서쪽	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	30.6	-0.9	34.8	5.5
24hr	39.6	0.0	46.7	10.6
36hr	50.5	0.0	61.4	-2.9
48hr	62.6	10.7	74.2	8.0
60hr	79.2	11.0	100.3	-2.3
72hr	102.4	23.2	121.6	-4.1
96hr	158.6	68.8	202.3	55.9
120hr	245.9	115.3	162.2	56.2

표 L3.4 KIM-GENS 강도별 태풍 강도 예측성능 RMSE, ME, r [단위: m/s, (): 사례수]

검증 지수	FCST Time	TS		STS		TY	
RMSE	12hr	3.1	(73)	5.8	(70)	11.8	(58)
	24hr	3.0	(52)	6.3	(64)	12.5	(59)
	36hr	2.7	(40)	6.7	(55)	12.8	(56)
	48hr	3.1	(31)	6.3	(48)	13.3	(50)
	60hr	3.7	(26)	6.5	(41)	13.6	(43)
	72hr	4.0	(20)	5.8	(35)	13.6	(37)
	96hr	3.3	(14)	5.0	(24)	14.3	(23)
	120hr	3.8	(8)	3.5	(18)	14.8	(11)
ME	12hr	-2.0	(73)	-4.5	(70)	-10.4	(58)
	24hr	-1.9	(52)	-5.2	(64)	-11.0	(59)
	36hr	-1.6	(40)	-5.3	(55)	-11.3	(56)
	48hr	-1.3	(31)	-4.7	(48)	-11.8	(50)
	60hr	-1.1	(26)	-4.8	(41)	-11.8	(43)
	72hr	-0.5	(20)	-4.4	(35)	-11.8	(37)
	96hr	1.0	(14)	-3.5	(24)	-12.8	(23)
	120hr	0.3	(8)	-1.8	(18)	-13.4	(11)
r	12hr	0.6	(73)	0.4	(70)	0.6	(58)
	24hr	0.7	(52)	0.4	(64)	0.5	(59)
	36hr	0.7	(40)	0.1	(55)	0.5	(56)
	48hr	0.7	(31)	0.2	(48)	0.5	(50)
	60hr	0.6	(26)	0.1	(41)	0.5	(43)
	72hr	0.6	(20)	0.2	(35)	0.5	(37)
	96hr	0.6	(14)	0.4	(24)	0.3	(23)
	120hr	0.3	(8)	0.8	(18)	0.0	(11)

발행일 2026년 3월 27일

발행처 기상청 수치예보센터 수치예보기획과

주소 35208 대전광역시 서구 청사로 189, 정부대전청사 1동 11층

전화 042-481-7517

팩스 042-476-0365

본 보고서의 저작권은 수치예보센터에 있습니다.



Korea Meteorological Administration
**Numerical Weather Prediction
Center**