

발간번호

11-1360709-000001-10

수치모델링센터 기술보고서

2021년 3월

수치예보시스템의 검증 (2020년)



수치모델링센터
Numerical Modeling Center

수치예보시스템의 검증 (2020년)

조아라¹⁾ · 김해근¹⁾ · 임혜란¹⁾ · 김은진¹⁾ · 박세영¹⁾ · 강현석¹⁾
장필훈²⁾ · 오상명²⁾ · 이우정²⁾ · 조정훈²⁾
강미선²⁾ · 노민²⁾ · 라나리²⁾

1) 수치모델링센터 수치모델개발과

2) 국립기상과학원 현업운영개발부



수치모델링센터
Numerical Modeling Center

차 례

표 차례	iii
그림 차례	v
1. 서론	1
2. 2020년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성	2
3. 표준 검증방법	12
3.1 전지구예보시스템 검증	12
3.1.1 분석검증	13
3.1.2 관측검증	14
3.2 국지예보시스템 검증	15
3.3 앙상블예측시스템 검증	16
3.4 파랑모델 검증	17
3.5 폭풍해일모델 검증	19
3.6 황사·연무통합예측모델 검증	20
3.7 태풍예측 검증	21
4. 수치예보시스템 성능 분석(전지구, 국지, 전지구앙상블)	22
4.1 전지구예보시스템(GDAPS)	22
4.1.1 2020년도 예측성능	22
4.1.2 연도별 예측성능 변화 추세	25
4.2 국지예보시스템(LDAPS)	29
4.2.1 2020년도 예측시간별 예측성능	29
4.2.2 2020년도 월별 예측성능	31
4.2.3 국지예보시스템(LDAPS)과 전지구예보시스템(GDAPS)의 예측성능 비교 ...	32
4.3 전지구앙상블예측시스템(EPSC)	34
4.3.1 2020년도 예측성능	34
4.3.2 연도별 예측성능 변화 추세	36

5. 수치예보시스템 성능 분석(파랑모델, 폭풍해일모델)	37
5.1 파랑모델	37
5.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세	37
5.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 부이 및 위성 검증	38
5.1.3 지역/국지연안 파랑모델(RWW3/CWW3) 부이 검증	40
5.1.4 앙상블 지역 파랑모델(EWW3) 부이 검증	43
5.2 폭풍해일모델	44
5.2.1 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능	44
5.2.2 지역/국지연안 폭풍해일모델(RTSM/CTSM) 조위 검증	44
6. 수치예보시스템 성능 분석(황사·연무통합예측모델)	49
6.1 황사·연무통합예측모델	49
6.2 2020년 황사·연무통합예측모델 성능	49
7. 태풍예측 성능 분석	50
7.1 태풍 진로예측 성능	50
7.1.1 연도별 태풍 진로예측 성능변화 추세	50
7.1.2 2020년도 태풍 진로예측 성능	51
7.2 태풍 강도 예측성능 검증	54
7.2.1 연도별 태풍 강도예측 성능변화 추세	54
7.2.2 2020년도 태풍 강도예측 성능	58
부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항	63
부록 B. 검증방법	65
부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁	81
부록 D. 수치예보시스템 검증결과(전지구, 국지, 전지구앙상블)	101
부록 E. 수치예보시스템 검증결과(파랑, 폭풍해일)	154

표 차례

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2020년 12월 현재)	4
표 2.1.2 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성	6
표 2.1.3 전지구예보시스템(UM) 주요 특성	6
표 2.1.4 국지예보시스템 주요 특성	7
표 2.1.5 전지구양상불예측시스템 주요 특성	7
표 2.1.6 국지양상불예측시스템 주요 특성	8
표 2.1.7 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성	9
표 2.1.8 지역/국지연안 폭풍해일모델 주요 특성	10
표 2.1.9 황사·연무통합예측모델 주요 특성	11
표 2.1.10 구름모의모델 주요 특성	11
표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역	12
표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수	13
표 4.1.1 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증	23
표 4.1.2 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측 관측검증	23
표 4.1.3 GDAPS 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 단위 정확도의 총합 (총 72시간 예측)	24
표 4.2.1 LDAPS 500hPa 지위고도의 24시간 예측 분석검증	31
표 4.2.2 LDAPS 500hPa 지위고도, 지상기온의 24시간 예측 관측검증(ME, RMSE)	31
표 4.2.3 LDAPS 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 단위 정확도의 총합 (총 36시간 예측)	31
표 4.3.1 EPSG 2020년 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증	35
표 5.1.1 전지구 부아에 대한 GWW3 24시간 예측 유의파고의 2019년 및 2020년 Bias, RMSE, AC	39
표 5.1.2 위성에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 Bias	40

표 5.1.3	위성에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE	40
표 5.1.4	RWW3/CWW3 전체 부이지점 평균 24시간 예측장 오차	41
표 5.1.5	RWW3/CWW3 해역별(서해) 24시간 예측장 오차	41
표 5.1.6	RWW3/CWW3 해역별(남해) 24시간 예측장 오차	41
표 5.1.7	RWW3/CWW3 해역별(동해) 24시간 예측장 오차	41
표 5.1.8	EWV3 유의파고의 예측시간별 월평균 Bias	43
표 5.1.9	EWV3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE	43
표 5.2.1	RTSM/CTSM 부산청 관할해역 24시간 예측 오차	45
표 5.2.2	RTSM/CTSM 대전청 관할해역 24시간 예측 오차	45
표 5.2.3	RTSM/CTSM 강원청 관할해역 24시간 예측 오차	46
표 5.2.4	RTSM/CTSM 광주청 관할해역 24시간 예측 오차	46
표 5.2.5	RTSM/CTSM 제주청 관할해역 24시간 예측 오차	46
표 6.2.1	2020년 목측 황사사례 별 최초·최종 관측 시점 및 지점	49
표 7.1.1	2020년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차	52
표 7.1.2	2020년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값	52
표 7.1.3	2020년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값	52
표 7.1.4	2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차	53
표 7.1.5	2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값	53
표 7.1.6	2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값	53
표 7.2.1	2020년 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, AC	58
표 7.2.2	2020년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE	59

그림 차례

그림 2.1.1 전지구/국지예보시스템 및 전지구/국지앙상블예보시스템 구성	3
그림 2.1.2 (좌) 초단기예보시스템(VDAPS) 영역/격자체계 및 지형고도[m], (우) 초단기 분석 및 예보시스템(KLAPS) 영역 및 지형고도[m]	3
그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법	13
그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층관측의 위치	14
그림 3.1.3 전지구 및 지역예보시스템의 강수검증 지점(ASOS 75개 지점)	15
그림 3.4.1 전지구 파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 부이관측 지점	17
그림 3.4.2 지역 및 국지연안 파랑모델(RWW3/CWW3) 검증을 위한 해양기상부이 지점	18
그림 3.5.1 지역/국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치	19
그림 3.6.1 황사 목측지점 및 황사·연무통합예측모델 내 우리나라 영역	20
그림 3.7.1 태풍 예측성능 검증영역. 북서태평양 및 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역 ..	21
그림 4.1.1 전지구예보시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2019년과 2020년의 RMSE 비교와 변화율	22
그림 4.1.2 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 AC 연변화(분석검증)	25
그림 4.1.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증)	25
그림 4.1.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포 ...	26
그림 4.1.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC 구간별 누적 분포	27
그림 4.1.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	27
그림 4.1.7 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	28
그림 4.1.8 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	28
그림 4.2.1. LDAPS 2020년 지상변수의 예측시간별 ME와 RMSE	30
그림 4.2.2 2020년 7, 8월 평균 국지예보시스템 영역의 전지구예보시스템 RMSE 성능 비교 ...	32
그림 4.2.3 예보시스템(GDAPS, LDAPS)별 2020년 강수검증	33
그림 4.3.1 EPSG의 예측시간에 따른 2019년과 2020년 예측성능 비교	34

그림 4.3.2	EPSG의 2020년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능 ...	35
그림 4.3.3	EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE	36
그림 4.3.4	EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC	36
그림 5.1.1	전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE	37
그림 5.1.2	전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE	37
그림 5.1.3	지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE	38
그림 5.1.4	전지구 부이에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 2019년 및 2020년 성능 비교.....	39
그림 5.1.5	RWW3/CWW3의 예측시간별 유의파고의 Bias(좌)와 RMSE(우)	42
그림 5.2.1	2020년 지역 및 국지연안 폭풍해일모델의 예측시간별 폭풍해일고 Bias(좌)와 RMSE(우)	44
그림 5.2.2	인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 RTSM(검정색)과 CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 Bias(좌)와 RMSE(우)	47
그림 5.2.3	포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 RTSM(검정색)과 CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 Bias(좌)와 RMSE(우)	48
그림 7.1.1	GDAPS의 태풍진로 모의성능 변화	50
그림 7.1.2	EPSG의 태풍진로 모의성능 변화	51
그림 7.1.3	2020년 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향(Track bias (Median)) 전지구예보시스템(좌), 앙상블예측시스템(우)	54
그림 7.1.4	2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향(Track bias (Median)) 전지구예보시스템(좌), 앙상블예측시스템(우)	54
그림 7.2.1	GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	55
그림 7.2.2	EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	55
그림 7.2.3	GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	56
그림 7.2.4	EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	57

1. 서론

예보역량에 영향을 주는 세 가지 요소에는 관측자료 수준, 수치예보모델 성능, 예보관 예보능력이 있다. 각 기여도는 32%, 40%, 28%로서¹⁾, 그 중 수치예보모델의 성능이 예보역량에 가장 크게 이바지하고 있다. 기상청은 1997년 2월 전지구예보 시스템의 현업운영을 시작으로, 현재까지 전지구 및 앙상블 모델을 포함한 여러 종류의 수치모델을 이용하여 실시간으로 예보관을 지원하고 있다. 양질의 예보지원을 위해서는 수치모델의 높은 예측정확도가 요구되며 이를 위하여 모델의 지속적 개발·개선 및 예측성능을 객관적으로 분석하는 작업이 동반되어야 한다.

기상청 수치모델링센터에서는 수치예보시스템의 예측성능을 객관적으로 파악하고 성능을 향상시키기 위하여 매년 수치예보시스템의 검증보고서를 발간하여 활용하고 있다. 기상청에서 운영한 수치예보모델의 2020년 이전 성능은 매년 발간된 '수치예보 시스템의 검증' 보고서²⁾에서 확인할 수 있다.

수치예보시스템 성능을 평가할 때 객관성을 확보하고 세계 다른 기관과 수치예보 시스템 성능을 동일한 기준으로 비교하기 위해 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)에서 제시한 검증방법 및 관련 규칙에 관한 지침³⁾을 기본 검증방법으로 따랐다.

본 보고서는 영국 통합모델(UM) 기반의 현업 수치예보시스템 검증결과를 수록하고 있으며, 1. 2020년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성, 2. 수치예보 시스템(모델)별 표준 검증방법, 3. 수치예보시스템별 성능 분석, 4. 각 검증 기법별 산출 공식 및 수치예보시스템의 주요 변경 이력으로 구성되었다.

본 자료는 예보부서에서 수치예보 자료를 바탕으로 예보할 때 수치모델의 예측성을 판단하기 위한 참고자료로 활용될 수 있으며, 모델 개발 시 모델의 특성과 문제점을 파악하여 모델의 성능을 개선하기 위한 기초자료로도 활용될 수 있을 것이다.

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

2) 기상청 도서관 또는 국립중앙도서관에서 자료 확인 가능

3) WMO-485. Manual on the Global Data-processing and Forecasting System

2. 2020년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성

기상청은 전지구예보시스템(GDAPS⁴), 전지구앙상블예측시스템(EPSP⁵), 국지예보시스템(LDAPS⁶), 국지앙상블예측시스템(LENS⁷), 초단기 분석 및 예보시스템(KLAPS⁸, VDAPS⁹), 파랑모델, 폭풍해일모델, 황사·연무통합예측모델 등의 수치예보시스템을 각 활용 목적에 따라 운영하고 있다(표2.1.1). 현재(2020년 12월 기준) 기상청이 운영 중인 수치예보시스템은 영국 통합모델을 기반으로 구축된 앙상블예측시스템을 제외하고는 영국 통합모델 및 한국형수치예보모델(KIM, Korean Integrated Model) 기반으로 구축되어 있다.

2020년에 현업운영 중인 수치예보시스템의 주요 변경사항은 다음과 같다.

첫째, 천리안 위성 1호 기상위성 자료서비스 종료('20.4.1.)에 따른 관측 공백 해소 및 천리안 위성 2A호 자료 활용을 위해 현업을 변경하였다.

- 천리안-2A(GK-2A) 위성 바람(AMV) 관측자료('20.4.1.) 및 청천복사량(CSR) 관측자료('20.4.29.)의 현업 전지구예보시스템 적용
- 천리안(COMS) 위성 운영 종료로 바람(AMV) 및 청천복사량(CSR) 자료 활용 중단

둘째, 슈퍼컴퓨터 5호기 초기분 구축이 완료되어, 2020년 4월 28일 00 UTC부터 한국형수치예보모델 기반 전지구예보시스템의 현업운영이 시작되었으며 이후 두 차례 버전이 갱신되었다.

- 한국형수치예보모델 기반의 전지구예보시스템 개선 버전(v3.5a) 현업운영('20.6.25.)
: 해양혼합층 물리과정 해양자료동화시스템 분석장 연동, 적운물리과정 모수 최적화 등
- 한국형수치예보모델 기반의 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6) 현업운영('20.10.29.)
: 관측자료 추가 활용 및 품질검사 개선, 배경오차 공분산 개선, 토양수분 경계값 수정 및 자료동화 적용, 토양수분 지면자료동화시스템 구축, SST 섭동 적용 등

4) Global Data Assimilation and Prediction System

5) Ensemble Prediction System for Global

6) Local Data Assimilation and Prediction System

7) Limited area ENsemble prediction System

8) Korea Local Analysis and Prediction System

9) Very short-range Data Assimilation and Prediction System

그림 2.1.1은 기상청 전지구/국지예보시스템 및 전지구/국지양상블예측시스템의 구성을 요약한 것이며, 그림 2.1.2는 초단기 분석 및 예보시스템 영역 및 격자 구성이다. 각 예보시스템별 주요 특성은 표 2.1.2~표 2.1.10에 요약하였다.

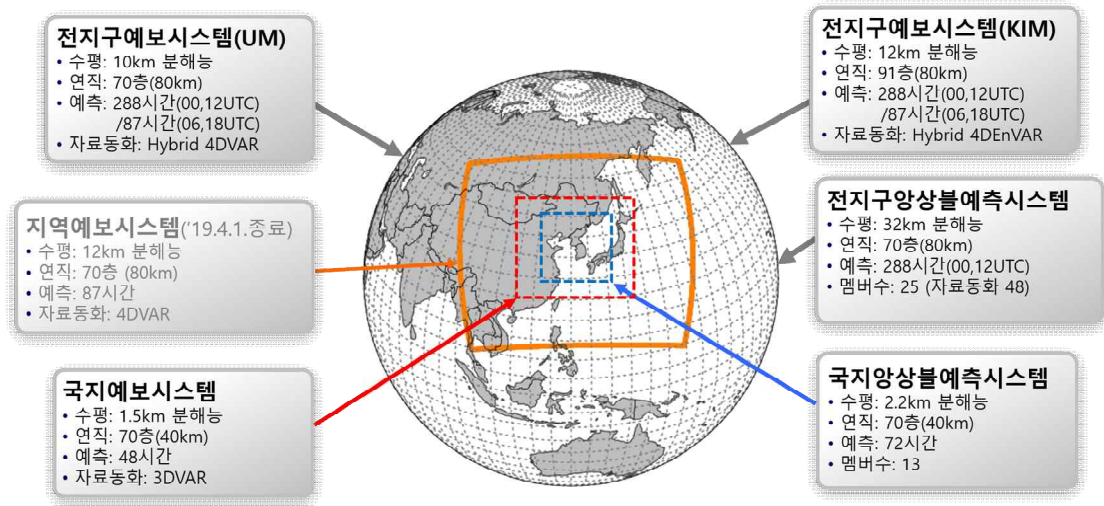


그림 2.1.1 전지구/국지예보시스템 및 전지구/국지양상블예보시스템 구성

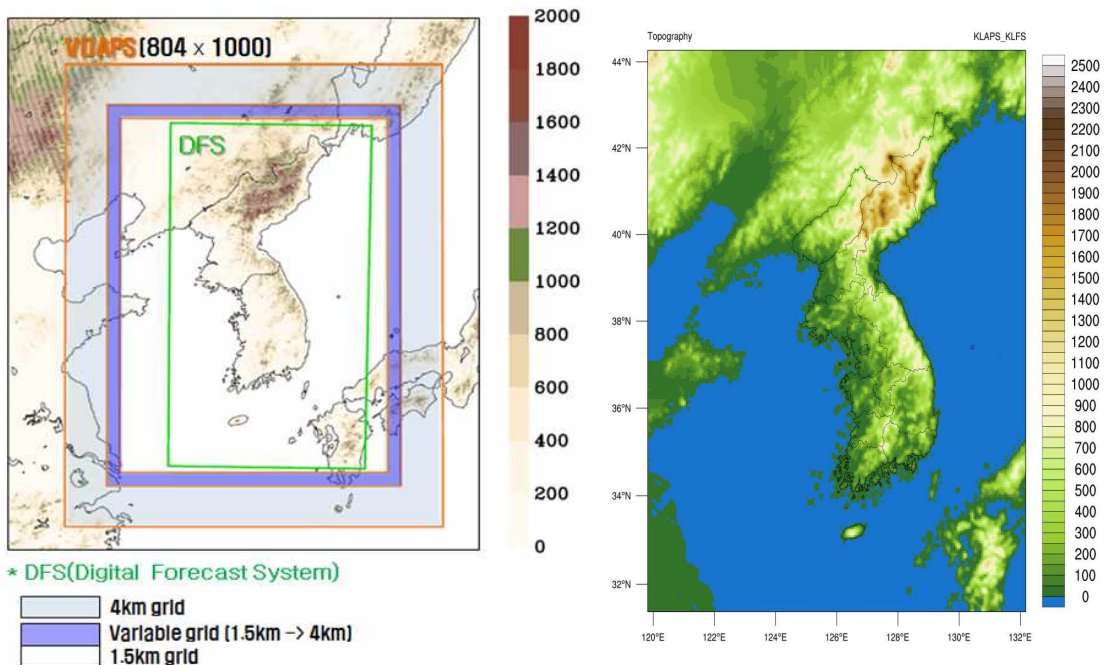


그림 2.1.2 (좌) 초단기예보시스템(VDAPS) 영역/격자체계 및 지형고도[m], (우) 초단기 분석 및 예보시스템(KLAPS) 영역 및 지형고도[m]

표 2.1.1 기상청 수치예보시스템 운영 현황(2020년 12월 현재)

구 분		수평분해능 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적	
시스템(모델)						
전지구 (GDAPS)	전지구예보시스템 (KIM NE360 NP3)	12km (91층)	4회	12일 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	대상: 전지구 날씨 예측 용도: 동네예보, 중기예보	
	전지구예보시스템 (UM N1280 L70)	10km (70층)				
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (UM 1.5km L70)	1.5km(70층)	4회	48시간	대상: 한반도 날씨 예측 용도: 동네예보	
초단기 (KLAPS)	초단기 배경예측 (UM-KLBG)	5km (40층)	4회	36시간	대상: 동아시아 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성	
	초단기 분석 (UM-KL05)	5km (22층)	144회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산	
	초단기 예측 (UM-KLFS)	5km (40층)	144회	12시간		
초단기 (VDAPS)	초단기예보시스템 (UM 1.5km L70)	1.5km (70층)	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산	
전지구 확률 (EPSG)	전지구양상블예측시스템 (UM N400 L70 M49)	32km (70층)	2회	12일 (00,12UTC)	대상: 전지구 날씨 예측 용도: 중기예보	
국지 확률 (LENS)	국지양상블예측시스템 (UM 2.2km L70 M13)	2.2km (70층)	2회	72시간	대상: 국지규모 확률예측 용도: 위험기상 예측	
통계 모델	전지구 UM 기반	모델출력 통계(MOS)	예보지점	2회	12일 87시간	용도: 단·중기 기온예보
	전지구확률 UM 기반				12일	용도: 중기예보 최고/최저기온, 하늘상태 예측
	병합모델				12일 87시간	용도: 단·중기예보 기온 등 4개 요소
구름 모의	전지구 구름모의모델 (KIM-RADM)	10km	4회	144시간 87시간	용도: 구름모의영상 생산	
	전지구 구름모의모델 (UM-RADM)					
	국지 구름모의모델 (UM-RADM)	1.5km		48시간		

시스템(모델)	구 분		수평분해능 (연직층수)	운영 횟수 /일	예측 기간	목 적
파랑	전지구 파랑모델 (KIM-GWW3)	1/2° (~55km)	2회	12일	대상: 전지구 해상파랑 용도: 동네·중기 해상예보	
	전지구 파랑모델 (UM-GWW3)					
	지역 파랑모델 (KIM-RWW3)	1/12° (~8km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 동네 해상예보	
	지역 파랑모델 (UM-RWW3)					
	국지연안 파랑모델 (KIM-CWW3)	1/120° (~1km)	2회	72시간	대상: 지방청 관할 해상파랑 용도: 관할해역 해상예보	
	국지연안 파랑모델 (UM-CWW3)					
	지역 파랑확률모델 (UM-EWW3)	1/12° (~8km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 해상확률예보	
	초단기 파랑모델 (UM-KWW3)	1/12° (~8km)	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 초단기 해상예보	
폭풍 해일	지역 폭풍해일모델 (KIM-RTSM)	1/12° (~8km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해역 용도: 조석 및 폭풍해일 예보	
	지역 폭풍해일모델 (UM-RTSM)					
	국지연안 폭풍해일모델 (KIM-CTSM)	1/120° (~1km)	2회	72시간	대상: 지방청 관할 폭풍해일 용도: 국지연안 폭풍해일	
	국지연안 폭풍해일모델 (UM-CTSM)					
황사	황사모델(KIM-ADAM2)	25km(47층)	4회	72시간	용도: 황사 수송 예측	
	황사모델(UM-ADAM2)					
황사· 연무	황사·연무통합예측모델 (KIM-ADAM3)	25km(49층)	4회	168시간 (00, 12UTC) 72시간 (06, 18UTC)	용도: 황사·연무 예측	
	황사·연무통합예측모델 (UM-ADAM3)					

표 2.1.2 전지구예보시스템(KIM) 주요 특성

모델명	GDAPS (KIM NE360 NP3)
기본모델	KIM (Korean Integrated Model) / KIM-GMODEL-v3.6
영역	전지구
수평분해능	~12km (육면격자기반 격자 수: 3110402개)
연직층수	91층 (~80km)
시간적분간격	25초
예측기간	288h (2회/일, 00, 12UTC), 87h (2회/일, 06, 18UTC)
기본방정식	비정역학(Non-hydrostatic) 플렉스 형태 방정식
시간적분	3차 Runge-Kutta 시간분할적분
자료동화	Hybrid-4DnVar
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) + GFS surface analysis + Climatology

표 2.1.3 전지구예보시스템(UM) 주요 특성

모델명	GDAPS (UM N1280 L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.8 / PS05-KMA (PS38-UK base)
영역	전지구
수평분해능	10km (2560(동서)x1290(남북)), 0.140625°(동서)x0.139534°(남북)
연직층수	70층 (~80km)
시간적분간격	240초
예측기간	288h (2회/일, 00, 12UTC), 87h (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

표 2.1.4 국지예보시스템 주요 특성

모델명	LDAPS (UM 1.5km L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.1 / PS34
수평 해상도와 격자 개수	가변격자(전체): 1188×1648(동서×남북) 고정격자(내부): 622×810, 0.0135°(해상도)
연직층수/적분간격	70층(~40km) / 60초 (계산 불안정 발생시 30초)
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
자료동화	매 3시간 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

표 2.1.5 전지구앙상블예측시스템 주요 특성

모델명	MOGREPS-G (UM vn.7.7, N320L70)	EPSG (UM vn.7.9, N320L70)	EPSG (UM vn.7.9, N320L70)	EPSG (UM vn.8.5, N400L70)	EPSG (UM vn.10.2, N400L70)
운영기간	'11.5.23~'12.6.15 ('11.3~'11.5)	'12.6.16~ '13.6.19	'13.6.20~ '16.6.28	'16.6.29~ '17.10.30	'17.10.31~
섭동장 생성	ETKF	ETKF + SST	ETKF + SST	ETKF + SST	ETKF + SST + 토양수분 + 지면온도
통계물리	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2
수평해상도	N320(~40km)	N320(~40km)	N320(~40km)	N400(~32km)	N400(~32km)
연직해상도	L70	L70	L70	L70	L70
예측기간	10	10	12일/9시간	12일/9시간	12일/9시간
앙상블 멤버수	1+23	1+23	1+23	1+24 (48: 자료동화)	1+24 (48: 자료동화)
수행 시간	00, 12UTC	00, 12UTC	00,12/06,18UTC	00,12/06,18UTC	00,12/06,18UTC
기타	-	-	-	-	time lag 적용 ('19.6.27~)

표 2.1.6 국지양상블예측시스템 주요 특성

모델명	LENS (UM vn8.2)	LENS (UM vn10.1)	LENS (UM vn10.6)
운영기간	'15.10.29~'16.6.28	'16.6.29~'18.11.28	'18.11.29~
역학코어	New Dynamics	ENDGame	ENDGame
섭동장 생성	전지구양상블예측시스템 (N320) 섭동장 규모축소 재구성	전지구양상블예측시스템 (N400) 섭동장 규모축소 재구성	전지구양상블예측시스템 (N400) 섭동장 규모축소 재구성
통계물리	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2	SKEB2, RP2
수평해상도	3km (460x482)	3km (460x482)	2.2km (630x678)
연직해상도	L70	L70	L70
예측기간	72시간	72시간	72시간
양상블 멤버수	1+12	1+12	1+12
수행 시간	00, 12UTC	00, 12UTC	00, 12UTC

표 2.1.7 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성

	전지구(GWW3)	지역(RWW3)	국지연안(CWW3)	
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 4.18)			
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계			
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수			
수평분해능 (격자수)	1/2° × 1/2° (720×281)	1/12° × 1/12° (421×361)	1/120° × 1/120°	
모델영역*	70°S-70°N, 0°E-358.75°E	20°N-50°N, 115°E-150°E	대전청 관할해상	123°E-127.0°E 36.0°N-39.0°N
			광주청 관할해상	124°E-128°E 33.0°N-36.5°N
			제주청 관할해상	123°E-129°E 31.0°N-35.5°N
			강원청 관할해상	127°E-132.5°E 36.5°N-40°N
			부산청 관할해상	127°E-131°E 33.5°N-37°N
시간적분간격	720초	300초	60초	
예측시간	288시간(00, 12UTC)	120시간(00, 12UTC)	72시간(00, 12UTC)	
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 파랑스펙트럼			
입력 바람장	GDAPS 해상풍 (KIM NE360 NP3, UM N1280 L70)	RDAPS (~'19.3.12), GDAPS('19.3.13.~) 해상풍 (KIM NE360 NP3, UM N1280 L70)		

* 대구청 관할해상(129°E-131°E, 34.0°N-37°N): 별도 수행하는 모델 없이 강원청과 부산청 관할해상 모델 결과로 표출

	지역확률(EWW3), 24멤버	초단기(KWW3)
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 4.18)	
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계	
스펙트럴 분해능	36 파향(10°), 25 파수	
수평분해능 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×361)	1/12° × 1/12° (145×145)
모델영역*	20°N-50°N, 115°E-150°E	32°N~44°N, 120°E~132°E
시간적분간격	300초	300초
예측시간	120시간(00, 12UTC)	12시간(1시간 간격)
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 파랑 스펙트럼	직전 사이클 모델수행에서 1시간 예측된 파랑스펙트럼
입력 바람장	EPSG 해상풍 (UM N400 L70 24M)	KLAPS 해상풍 (UM N400 L70 24M)

표 2.1.8 지역/국지연안 폭풍해일모델 주요 특성

	지역(RTSM)	국지연안(CTSM)	
모 델	NEMO v3.6	POM	
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계		
수평분해능 (격자수)	1/12° × 1/12° (421×385)	1/120° × 1/120°	
모델영역*	115°E-150°E, 20°N-52°N	대전청 관할해상	123°E-127.0°E 36.0°N-39.0°N
		광주청 관할해상	124°E-128°E 33.0°N-36.5°N
		제주청 관할해상	123°E-129°E 31°N-35.5°N
		강원청 관할해상	127°E-132.5°E 36.5°N-40°N
		부산청 관할해상	127°E-131°E 33.5°N-37°N
시간적분간격	180 초	10 초	
예측시간	120 시간 (00, 12UTC)	72 시간 (00, 12UTC)	
초기조건	직전 사이클 모델 수행에서 12시간 예측된 초기장		
입력 바람장	RDAPS(~'19.3.12), GDAPS('19.3.13.~) 해상풍 (KIM NE360 NP3, UM N1280 L70)		

* 대구청 관할해상(129°E-131°E, 34°N-37°N): 별도 수행하는 모델 없이 강원청과 부산청 관할해상 모델 결과로 표출

표 2.1.9 황사·연무통합예측모델 주요 특성

모델명		KIM-ADAM3 (KIM-Asian Dust Aerosol Model 3) UM-ADAM3 (UM-Asian Dust Aerosol Model 3)
모델 종류		3차원 황사·연무단기예측시스템
입력 자료		전지구예보시스템 (KIM NE360 NP3 / UM N1280L70)
해상도		수평 ~ 25km, 연직 49층
연직 좌표계		시그마 좌표
지도 투영법		람베르트 등각 좌표
모델 영역		340 x 220, (기준점: 126°E, 38°N)
입자 표현 방법	황사	11 구간 (0.2 ~ 74 μm 직경)
	비황사(연무)	3개 분포함수

표 2.1.10 구름모의모델 주요 특성

모델명	전지구 구름모의모델	국지 구름모의모델
모델 종류	RTTOV v12.3	RTTOV v12.3
입력 자료	전지구예보모델 - 모델면(pa): 구름운량, 빙정/수적형 구름물량, 온·습도 - 단일면(pc): 지표온도, 지상기압, 지상 온·습도(1.5m)	국지예보모델 - 모델면(pa): 구름운량, 빙정/수적형 구름물량, 온·습도 - 단일면(pc): 지표온도, 지상기압, 지상 온·습도(1.5m)
해상도	수평: 10km 연직(KIM): 91층(~80km) 연직(UM): 70층(~80km)	수평: 1.5km 연직: 70층(~40km)
모델 영역	동아시아 영역 (781x796 격자) 동서 방향(KIM): 70.17°E~179.86°E 동서 방향(UM): 73.05°E~180.07°E 남북 방향(KIM): -5.20°N~69.33°N 남북 방향(UM): -5.11°N~65.01°N	국지예보영역 (620x807) 동서 방향 : 120.99°E~131.64°E 남북 방향 : 32.18°N~43.02°N

3. 표준 검증방법

3.1 전지구예보시스템 검증

전지구예보시스템은 WMO에서 권고하는 분석검증과 관측검증을 실시한다. 검증 영역은 북반구, 남반구, 적도를 포함한 총 9개 지역으로, 표 3.1.1과 같으며 검증은 하루에 2번씩 매일 00UTC와 12UTC에 생산된 자료에 대해 수행된다(단, 본 보고서는 전지구예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성되었음). 24시간 간격으로 240시간 예측까지 필수적으로 검증해야 하고, 기관별로 가능할 경우 12시간 간격으로 검증하는 것을 권고하고 있다. 검증영역과 검증시간은 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용한다.

표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역

검증 영역	위도	경도	비고
북반구	20°N - 90°N	0° - 360°	
남반구	20°S - 90°N	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°	
한반도	한반도 ASOS 관측지점(75개)		대상: 강수검증 '19년 7월 이후 지점 수 변경(76→75)

검증변수는 250hPa, 500hPa, 850hPa에서의 지위고도, 기온, 풍속 등이 있으며, 각 변수별 검증고도는 표 3.1.2와 같다.

검증방법은 통계적 기법을 이용하며, 평균오차(ME, Mean Error), 치우침(Bias), 평균제곱근오차(RMSE, Root Mean Square Error), 이상상관(AC, Anomaly Correlation), S1 score 등의 검증 지수를 기본으로 산출한다.¹⁰⁾

10) 각 검증방법별 산출 공식은 부록 B에 수록됨

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***

- 참고

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

3.1.1 분석검증

분석검증이란 현재의 대기상태에 가장 가깝게 모의된 고해상도 수치모델에서 생성한 분석장과 예측장을 1.5°x1.5°의 검증격자로 변환하여 서로 비교하는 것을 말한다. 그림 3.1.1과 같이 1.5°x1.5°의 검증격자에 포함된 예측 격자의 면적비율에 따라 가중 평균한 값을 산출하여 1.5°x1.5° 모델격자를 생성 후, 분석검증을 수행한다.

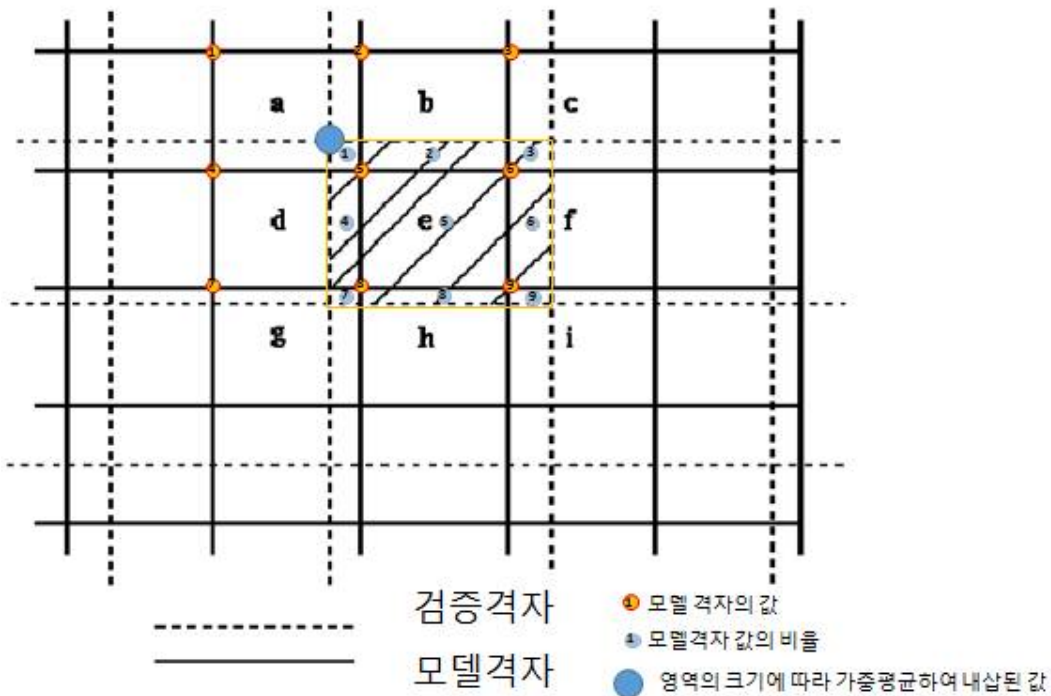


그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법

3.1.2 관측검증

매년 WMO에서 업데이트하는 약 700여개 이상의 고층관측자료를 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 자리 잡고 있다. 세계 각 기관별로 검증환경을 고려하여 고층관측자료를 품질검사 후 검증에 활용하는데, 한국은 북반구 검증 시에 약 400여개의 고층관측 자료를 활용하고 있다.

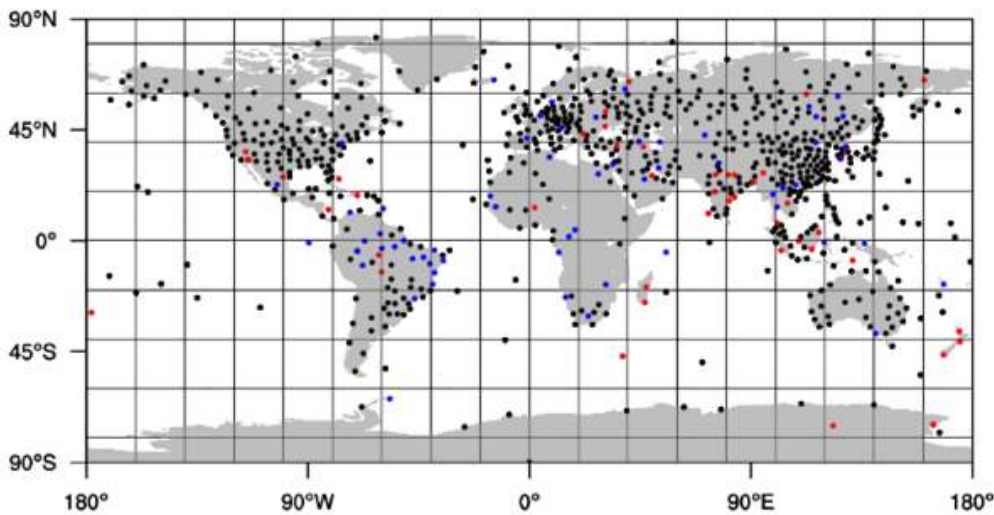


그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층관측의 위치

고층관측 자료는 관측기기가 고도에 따라 바람에 의해 수평방향으로 이동하지만, 관측검증을 할 때는 수평방향으로의 이동 없이 연직으로 올라간다고 가정한다. 이를 바탕으로 지역관측소의 위치와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 선택하여 관측값과 비교하여 검증한다.

강수검증은 한반도에 위치한 75개의 ASOS 관측지점에서 생성되는 강수량 자료를 사용한다. 해당 위치는 그림 3.1.3과 같다. 강수현상 검증 시 실제 발생 여부와 모델의 강수모의 여부를 종합적으로 고려하여 양분예보 검증을 수행한다. 주요 양분예보 검증방법으로는 정확도(Accuracy), 치우침(Bias Score), 성공임계지수(CSI, Critical Success Index), 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score), 탐지확률(POD, Probability of Detection) 등이 있다.

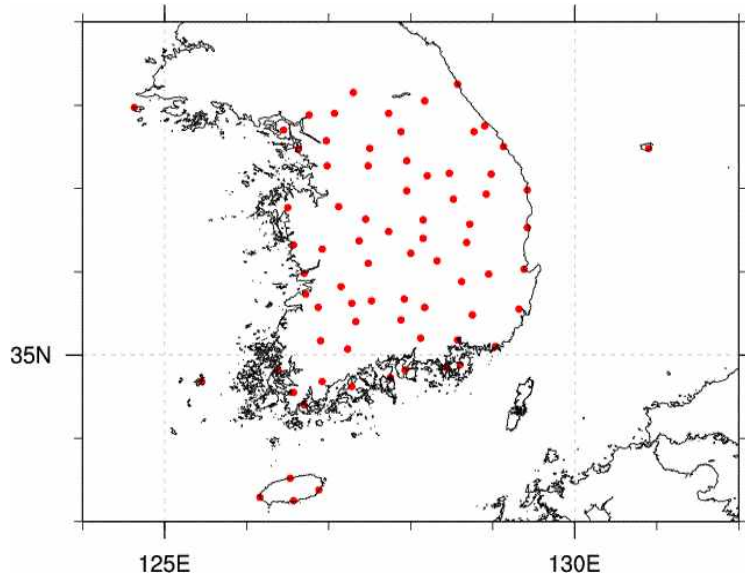


그림 3.1.3 전지구 및 국지예보시스템의 강수검증 지점
(ASOS 75개 지점)

3.2 국지예보시스템 검증

국지예보시스템 검증 시 ME, RMSE, S1 score를 산출한다. 풍속을 검증할 때는 250hPa이 아닌 300hPa 고도를 활용한다. 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 48시간 예측까지 검증¹¹⁾한다(단, 본 보고서는 국지예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성되었음). 검증영역은 검증할 때 사용하는 자료에 관계없이 모두 국지예보시스템의 영역 전체를 활용한다.

3.2.1 분석검증

국지예보시스템의 분석검증은 1.5°x1.5°의 검증 격자로 검증하지 않고, 각 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 1.5km 격자점끼리 1:1로 비교하여 검증한다. 단, 국지예보시스템은 가변격자 영역을 제외한 고정격자 영역에 대해 검증을 수행한다.

3.2.2 관측검증

국지예보시스템의 관측검증 시 고도별로 검증할 때는 고층 관측자료를 활용하고 지상의 기온 또는 상대습도 등을 검증할 때는 관측자료로 AWS를 이용한다. 강수검증은 한반도에 위치한 75개 ASOS 관측지점의 자료를 활용한다.

11) 2019년 5월 28일 00UTC부터 예측시간이 36시간에서 48시간으로 확대됨.

3.3 앙상블예측시스템 검증

검증영역은 북반구, 남반구, 적도지역으로 총 3지역이며, 검증변수는 500hPa 지위고도, 850hPa 기온, 850hPa과 250hPa에서의 각 동서(U) 및 남북(V) 풍속이다. 검증은 매일 00UTC와 12UTC에 2번씩 수행하고, 24시간 간격으로 각 기관에서 예측 가능한 마지막 시간까지 검증한다(단, 본 보고서는 국지예보시스템 12UTC 자료를 기준으로 작성되었음).

검증방법은 RMSE, AC, CRPSS (Continuous Ranked Probability Skill Score), BSS (Brier Skill Score), ROC 곡선(Relative Operating Characteristic curve), Economic value, 신뢰도 그림(Reliability diagram) 등이 있다. BSS는 산출식의 특성상 기후자료를 사용하는데, 기후자료는 모든 기관에서 동일한 기준으로 적용하기 위해 WMO에서 제공하는 자료를 이용하여 산출한다.

3.3.1 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.

3.3.2 관측검증

앙상블예측시스템의 관측검증은 전지구예보시스템과 마찬가지로 주변의 관측소와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 관측지점 정보로 내삽하여 검증한다. 다만 전지구예보시스템과는 다르게 앙상블예측시스템은 관측 자료를 각 앙상블 멤버와 비교한다는 점에서 차이가 있다.

3.4 파랑모델 검증

파랑모델검증은 부이와 위성 관측자료를 사용하여 1일 2회(00UTC, 12UTC)에 걸쳐 현업에서 생산된 예측자료와의 오차를 계산한다. 전지구 파랑모델검증은 국제 파랑모델 비교프로젝트¹²⁾에서 생산된 계류부이자료를 사용하며(그림 3.4.1), 지역, 앙상블 지역 및 국지연안 파랑모델은 그림 3.4.2와 같이 기상청에서 운영 중인 해양기상부이 자료를 이용하여 각 부이의 설치지점에 대해서 검증을 수행한다.

※ 이 보고서에서는 00, 12 UTC에 생산한 자료를 이용하여 파랑모델 검증을 수행하였음

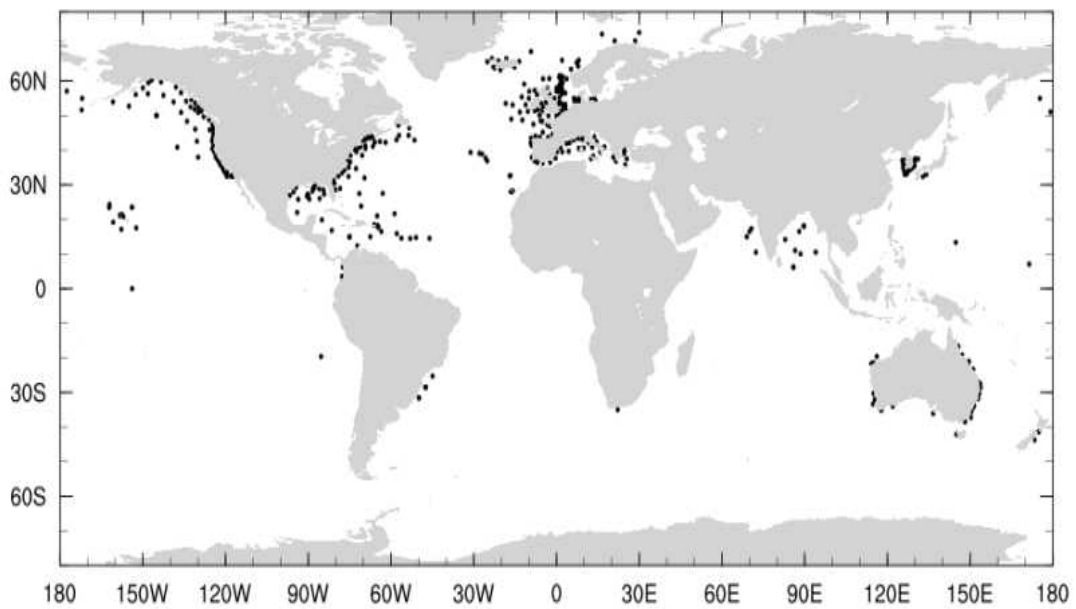


그림 3.4.1 전지구 파랑모델(GWW3)의 검증을 위한 전지구 부이관측 지점

12) 전 세계 파랑모델을 운영하는 기관을 대상으로 한 파랑모델 비교프로젝트. ECMWF에서 관리 및 운영 중임.

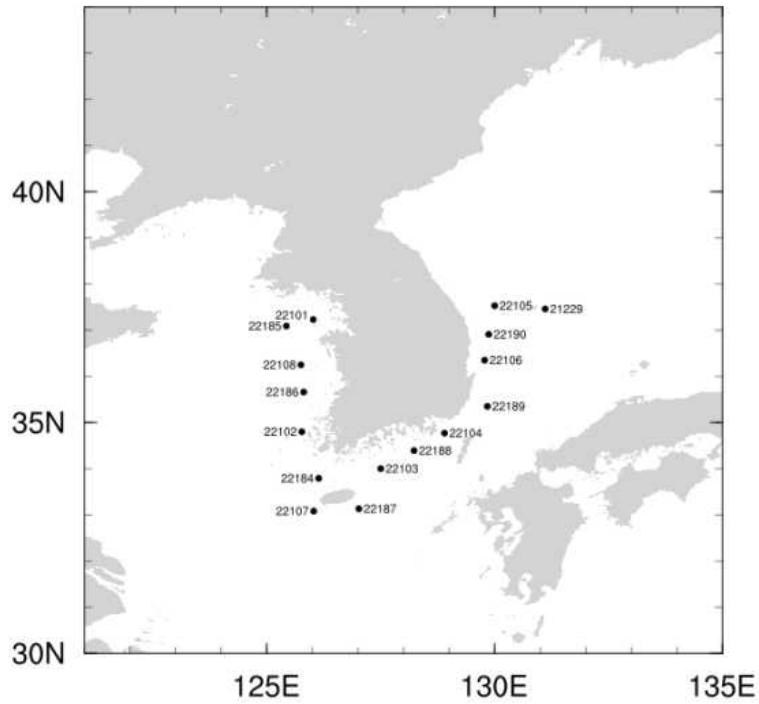


그림 3.4.2 지역 및 국지연안 파랑모델(RWW3/CWW3) 검증을 위한 해양기상부이 관측지점

부이 검증과정에서 실제 부이 설치지점과 파랑모델의 격자가 정확하게 일치하지 않기 때문에 부이 설치 위치를 포함하는 주변 4개 격자 지점의 자료를 거리에 반비례하는 가중치를 적용하여, 부이 설치 위치에서의 파랑모델 예측자료를 산정한다.

전지구 파랑모델의 위성 검증은 Jason-3 위성에서 관측한 유의파고 자료를 활용하며, 0, 24, 48, 72, 96, 120 시간의 파랑모델 예측자료를 해당 시각의 위성 관측자료와 비교한다. 1일 2회 취합된 비교 자료를 월 단위로 정리해서 유의파고의 월평균 편차 (Bias, ME) 및 RMSE, AC, 산포도(Scatter Index, SI)를 산출한다.

3.5 폭풍해일모델 검증

폭풍해일모델의 예측성능 검증은 지역 폭풍해일모델(Regional Tide/Storm surge Model; RTSM)과 국지연안 폭풍해일모델(Coastal Tide/Storm surge Model; CTSM)을 대상으로 이루어진다. 폭풍해일예측시스템 검증은 국립해양조사원(www.khoa.go.kr)에서 제공하는 1시간 간격의 조위 관측지점에서 획득한 자료를 사용한다.

성능검증에 사용된 관측자료는 국립해양조사원의 30개 검조소 지점의 해수면자료를 이용하여 1일 2회(00UTC, 12UTC)에 걸쳐 현업에서 생산된 예측자료와의 오차를 계산한다. 0, 24, 48, 72, 96, 120 시간의 모델 예측자료를 해당 시각의 관측자료와 비교하며 월 단위로 모아 폭풍해일고의 월평균 편차(Bias, ME) 및 RMSE, AC를 이용하여 검증을 수행한다.

※ 이 보고서에서는 00, 12 UTC에 생산한 자료를 이용하여 폭풍해일모델 검증을 수행하였음

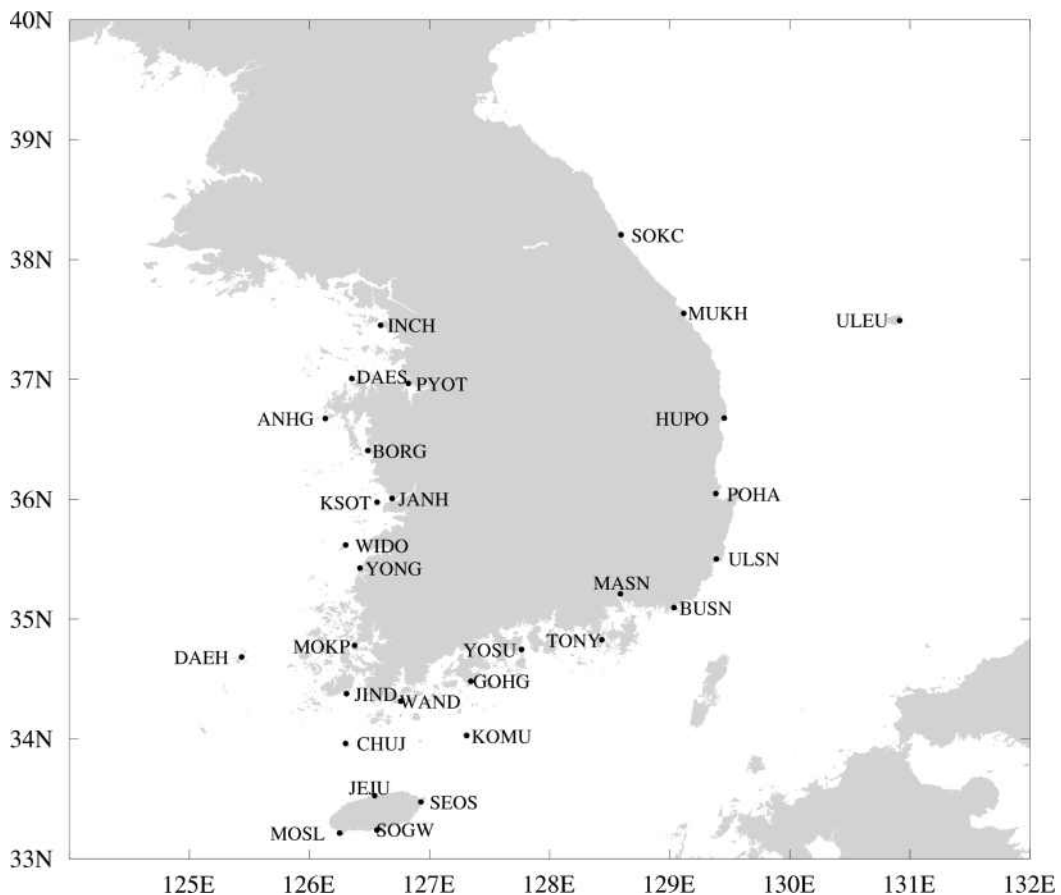


그림 3.5.1 지역/국지연안 폭풍해일모델 검증에 사용된 검조소 위치

3.6 황사·연무통합예측모델 검증

황사·연무통합예측모델은 기상청 정규 관측소(23개 지점, 그림 3.6.1 빨간색 점)에서 목측으로 관측된 황사 사례를 이용하여 검증된다. 황사·연무통합예측모델에서 황사 사례는 12~48시간 예측된 최하층 PM₁₀ 농도가 한반도 영역(그림 3.6.1 파란 상자)에서 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우로 정의된다. 모델 검증 기간은 1월 1일 00 UTC부터 12월 31일 12 UTC까지로, 12시간 간격(00, 12 UTC)의 모델 예측결과를 사용하여 분할표 기반의 정확도, 성공임계지수, 탐지확률, 거짓 경보율을 이용하여 검증이 수행된다.

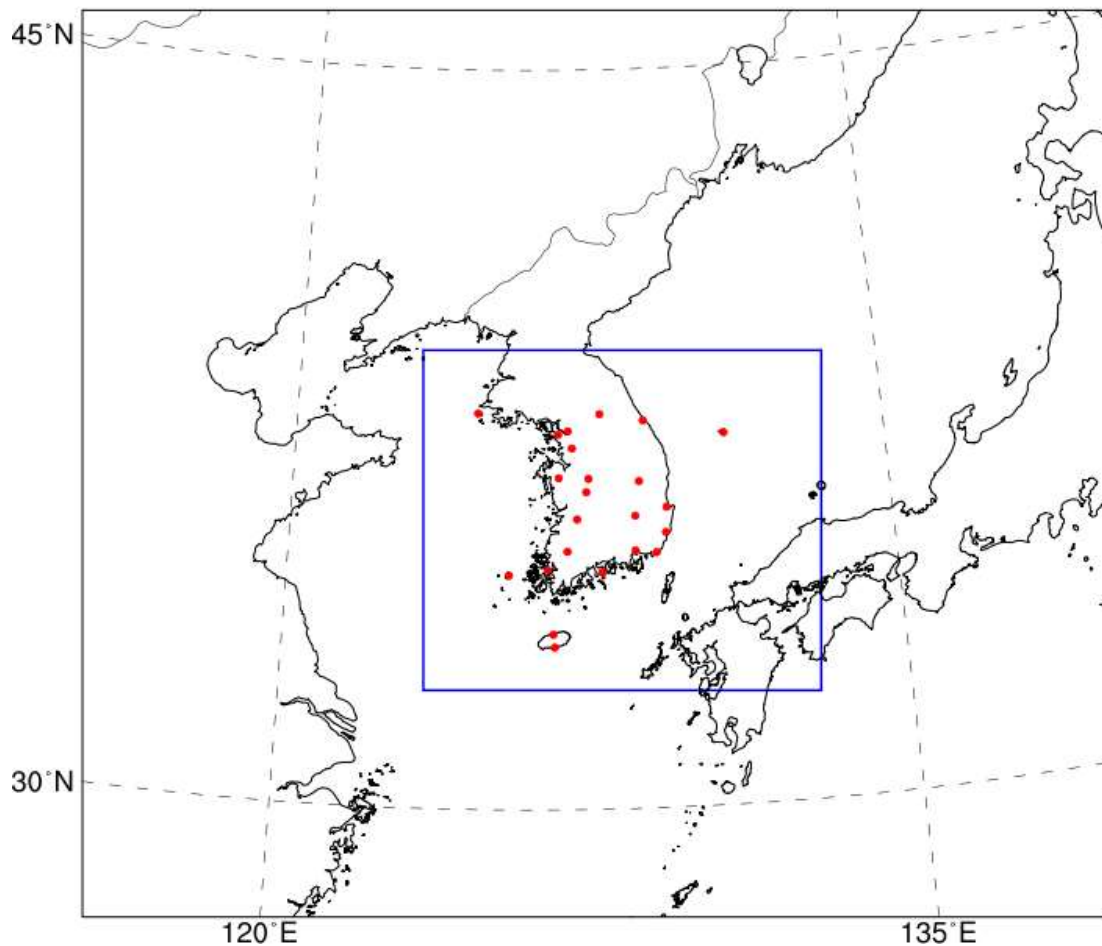


그림 3.6.1 황사 목측지점(빨간색 점) 및 황사·연무통합예측모델 내 우리나라 영역(파란색 상자)

3.7. 태풍예측 검증

기상청 현업 수치예보모델의 태풍예측성능 검증을 위해 RSMC-Tokyo¹³⁾에서 분석·제공하는 베스트트랙(Best-track) 자료를 이용하며, 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 1일 4회(00, 06, 12, 18 UTC)에 걸쳐 생산된 자료의 태풍예측 성능을 분석한다. 모델의 검증사례는 해당 연도에 발생한 전체 태풍에 대해서 두 모델의 예측 결과가 모두 존재하는 경우에만 수행한다.

태풍 모델의 진로예측성능 검증은 그림 3.7.1의 북서태평양 전체영역과 빨간 선으로 나타낸 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역에 모델의 예측 태풍이 위치할 때 실시한다. 진로예측성능은 단순거리오차를 기본적으로 분석하고, 이동속도와 방향을 고려하는 지표인 태풍 진행방향의 편차(ATE, Along-Track Error)와 오차(ATB, Along-Track Bias), 태풍 진행수직방향의 편차(CTE, Clong-Track Error)와 오차(CTB, Clong-Track Bias)를 이용하여 추가 검증을 수행한다.

이때 ATE, ATB, CTE, CTB는 검증시간 기준의 직전 시간(6시간) 분석 위치를 이용하여 검증을 수행한다. (부록 B.3 태풍 검증방법 참고) 태풍 모델의 강도예측성능은 북서태평양 전체영역에서 발생한 태풍에 대한 통합 검증과 함께 태풍의 강도 등급에 따른 검증도 실시한다¹⁴⁾.

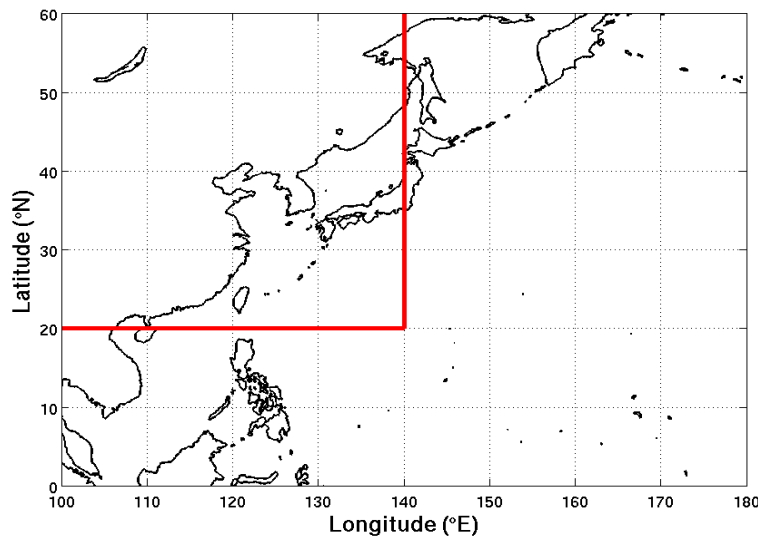


그림 3.7.1 태풍 예측성능 검증영역. 북서태평양 및 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽 영역(붉은색)

13) Regional Specialized Meteorological Centre-Tokyo

14) 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. 수치예보시스템 성능 분석(전지구, 국지, 전지구앙상블)

4.1 전지구예보시스템(GDAPS)

4.1.1 2020년도 예측성능

그림 4.1.1은 북반구 영역에서 예측시간에 따른 2019년과 2020년 (a)해면기압, (b)500hPa 지위고도, (c)850hPa 기온, (d)250hPa 풍속의 RMSE를 비교하고 성능의 변화율¹⁵⁾을 제시한 자료이다.

2020년에는 2019년과 비교하여 500hPa 지위고도, 850hPa 기온, 250hPa 풍속의 모든 예측시간에서 RMSE가 감소하여 예측성능이 향상되었고, 해면기압의 RMSE는 10일 예측시간을 제외한 모든 예측시간에서 RMSE가 감소하여 예측성능이 향상되었다.

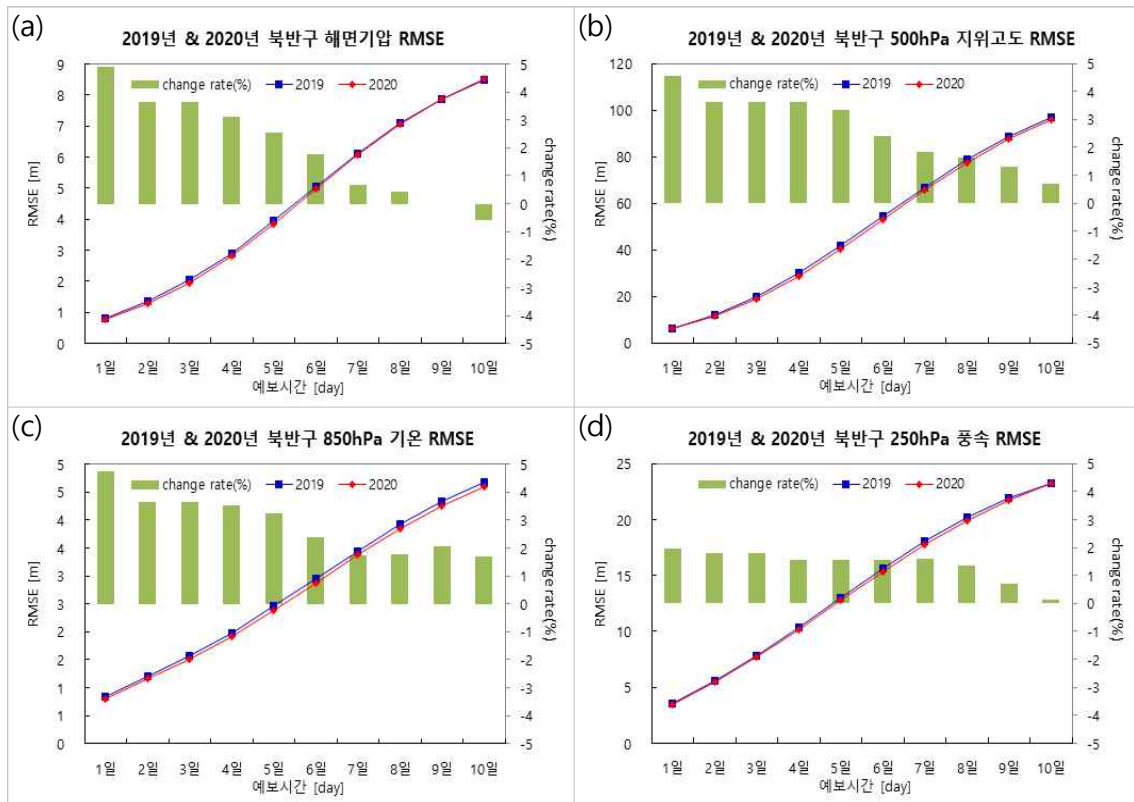


그림 4.1.1 전지구예보시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2019년과 2020년의 RMSE 비교와 변화율. (a)해면기압, (b)500hPa 지위고도, (c)850hPa 기온, (d)250hPa 풍속

15) 기존의 예측성능보다 현재의 예측성능이 변화된 정도를 표현하는 방법으로서, 다음과 같이 정의한다. RMSE의 경우 변화율이 양수이면 오차가 감소한 것이므로 성능이 향상된 것을 의미함.

$$\text{변화율} = \frac{\text{기존의 예측성능} - \text{현재의 예측성능}}{\text{기존의 예측성능}}$$

표 4.1.1~4.1.2 은 500hPa 지위고도의 120시간 예측에 대한 분석 및 관측검증의 결과이다. 500hPa 지위고도의 5일 예측의 분석검증 결과, 적도에서는 ME가 연중 음의 값을 나타냈으며, RMSE가 다른 지역과 비교하여 가장 작게 나타났다. 북반구는 4~6월에 양의 ME가 나타났는데, 다른 월에 비해 큰 오차값이 나타났다. 남반구의 연중 ME는 가장 작게 나타났으며, 연중 RMSE는 가장 크게 나타났다. 500hPa 지위 고도의 5일 예측의 관측검증 결과, 북반구는 1~3월과 12월은 음의 ME, 4~11월은 양의 ME 값이 나타났으며, 남반구와 적도에서는 연중 음의 ME 값이 나타났다.

※ 영역별/월별/요소별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.1.1~3 참고

표 4.1.1 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	-0.28	-1.37	-0.13	1.75	4.00	2.52	-0.55	-2.28	-1.06	-0.47	0.56	-0.05	0.22
	RMSE	45.49	44.02	46.02	45.69	41.90	38.30	34.26	32.62	34.23	37.96	40.53	43.70	40.39
남반구	ME	0.55	-0.61	-0.03	-0.06	-1.35	-1.28	-1.71	-0.78	-0.02	2.02	2.12	1.75	0.05
	RMSE	40.33	44.28	47.68	55.33	50.84	51.26	54.22	57.78	53.39	49.75	43.19	40.76	49.07
적도	ME	-4.24	-4.62	-2.87	-1.22	-2.01	-0.42	-1.48	-3.17	-0.30	-0.98	-1.16	-1.86	-2.03
	RMSE	8.51	9.20	7.67	7.01	7.25	6.31	7.12	7.73	6.38	6.80	6.92	7.42	7.36

표 4.1.2 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측 관측검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	-1.25	-1.97	-1.24	3.04	5.47	5.45	5.4	2.85	0.56	0.6	1.36	-0.82	1.62
	RMSE	45.06	43.29	44.33	43.5	41.64	37.56	34.73	31.4	35.51	37.15	39.14	44.52	39.82
남반구	ME	-2.46	-1.49	-1.62	-5.16	-5.24	-6.45	-5.7	-2.92	-0.56	-0.96	-0.18	-3.88	-3.05
	RMSE	27.84	30.61	33.03	40.35	40.14	38.77	42.63	42.89	40.54	38.13	31.76	29.72	36.37
적도	ME	-5.03	-3.52	-2.22	-0.28	-0.15	-2.11	-3.19	-3.26	-1.11	-2.94	-3.61	-3.86	-2.61
	RMSE	13.61	15.67	11.69	11.36	12.44	12.62	11.23	11.93	10.77	12.37	12	12.07	12.31

표 4.1.3은 12시간 누적강수에 대한 약한 강수(0.1mm/12hr 이상)의 정확도를 나타내고 있다. 정확도(Accuracy)는 7월에 가장 낮은 값이 나타났으며 적중률(POD)은 12월에 가장 낮은 값이 나타났다. 12월에는 성공임계지수(CSI)는 0.07, 공정임계지수(ETS)는 0.01로 가장 낮은 값이 나타났으며, 치우침(Bias Score)은 매월 과대모의되어 평균 1.50가 나타났다.

표 4.1.3 GDAPS 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 단위 정확도의 총합(총 72시간 예측)

검증지수 \ 임계값	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
정확도(Accuracy)	0.90	0.89	0.90	0.91	0.81	0.79	0.69	0.71	0.77	0.92	0.89	0.78	0.83
치우침(Bias Score)	1.27	1.30	1.52	1.45	1.68	1.63	1.38	1.58	1.47	1.68	1.75	1.47	1.50
성공임계지수(CSI)	0.60	0.64	0.51	0.52	0.51	0.51	0.56	0.54	0.51	0.33	0.47	0.07	0.50
공정임계지수(ETS)	0.52	0.55	0.45	0.47	0.39	0.36	0.25	0.28	0.33	0.30	0.41	0.01	0.49
적중률(POD)	0.85	0.90	0.85	0.84	0.91	0.89	0.85	0.91	0.83	0.67	0.88	0.17	0.84

4.1.2 연도별 예측성능 변화 추세

그림 4.1.2은 2002년 이후 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온 예측에 대한 ACC의 변화이다. 850hPa 기온의 5일 예측 ACC는 2015년, 2017년을 제외하고 2003년 이후 지속적으로 증가하였으나, 2020년에는 0.84로 2019년에 비해 소폭 감소하였다.

그림 4.1.3는 2001년 이후 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도 1~10일 예측에 대한 분석검증 RMSE의 연평균 변화이다. 모든 예측시간에서 예측 오차가 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며 통합모델이 현업운명을 시작한 2010년과 2011년에 성능 개선이 뚜렷하게 나타났다. 2020년에는 1~8일에 대한 예측 오차가 2001년 이후 가장 낮게 나타났다.

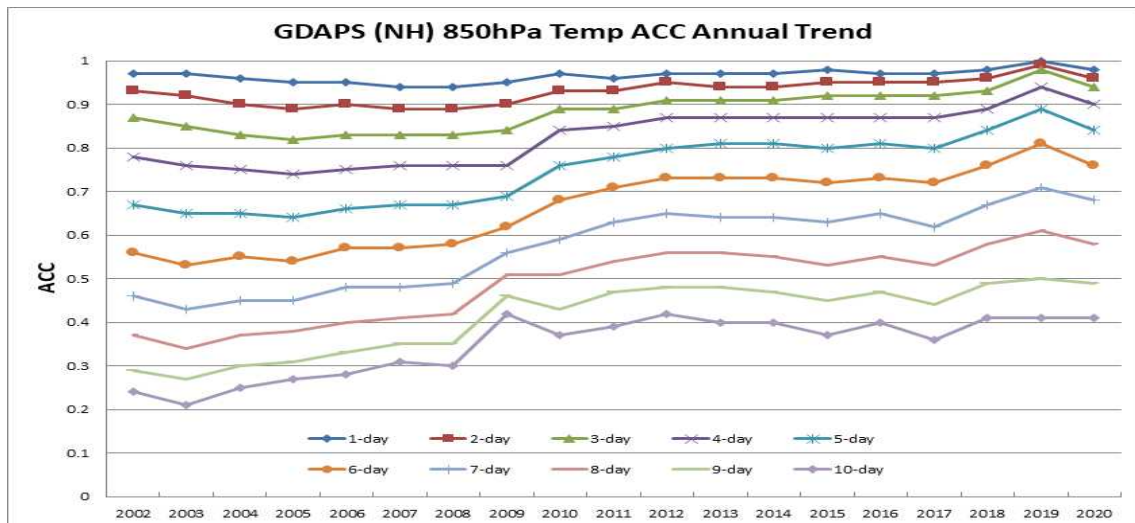


그림 4.1.2 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 AC 연변화(분석검증)

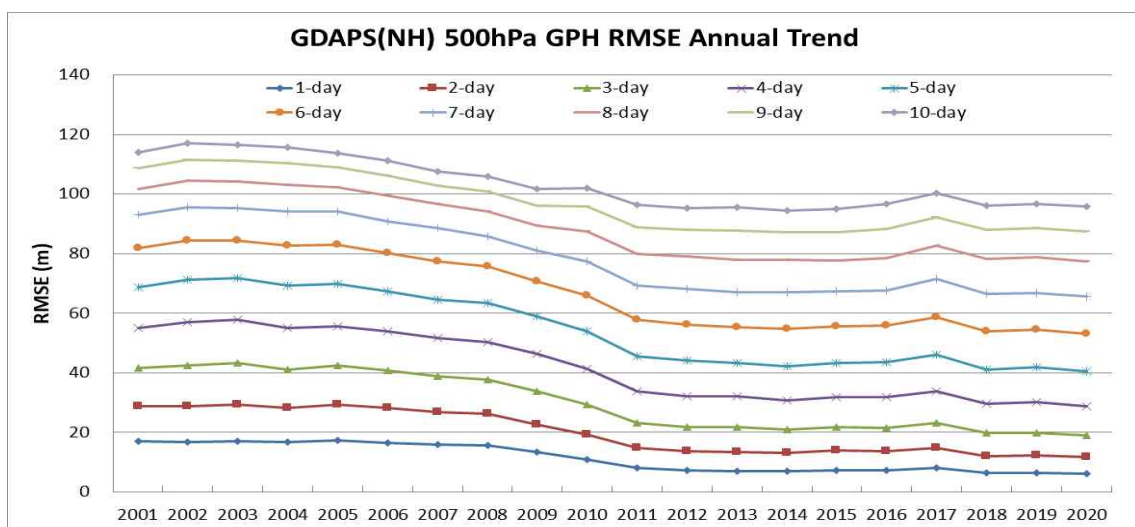


그림 4.1.3 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 RMSE 연변화(분석검증)

그림 4.1.4는 북반구 500hPa 지위고도 5일 예측에 대한 2011년 이후 월별 forecast bust 분포도이며, RMSE는 43m 초과이고 AC가 0.87 미만인 낮은 예측 성능조건을 만족하는 사례 빈도를 나타낸다. 낮은 예측성능을 보인 횟수는 148회 5~12월(2011년), 161회(2012년), 132회(2013년) 및 108회(2014년)로 2011년 이후 지속적인 감소 경향을 보였다. 2015년부터 2019년까지 각 연별로 171회, 150회, 213회, 72회, 123회로 증가와 감소를 반복하였으나, 전체기간 동안 감소하는 추세를 보였다. 2020년에는 낮은 예측성능 사례 빈도가 66회로 가장 적게 나타났다.

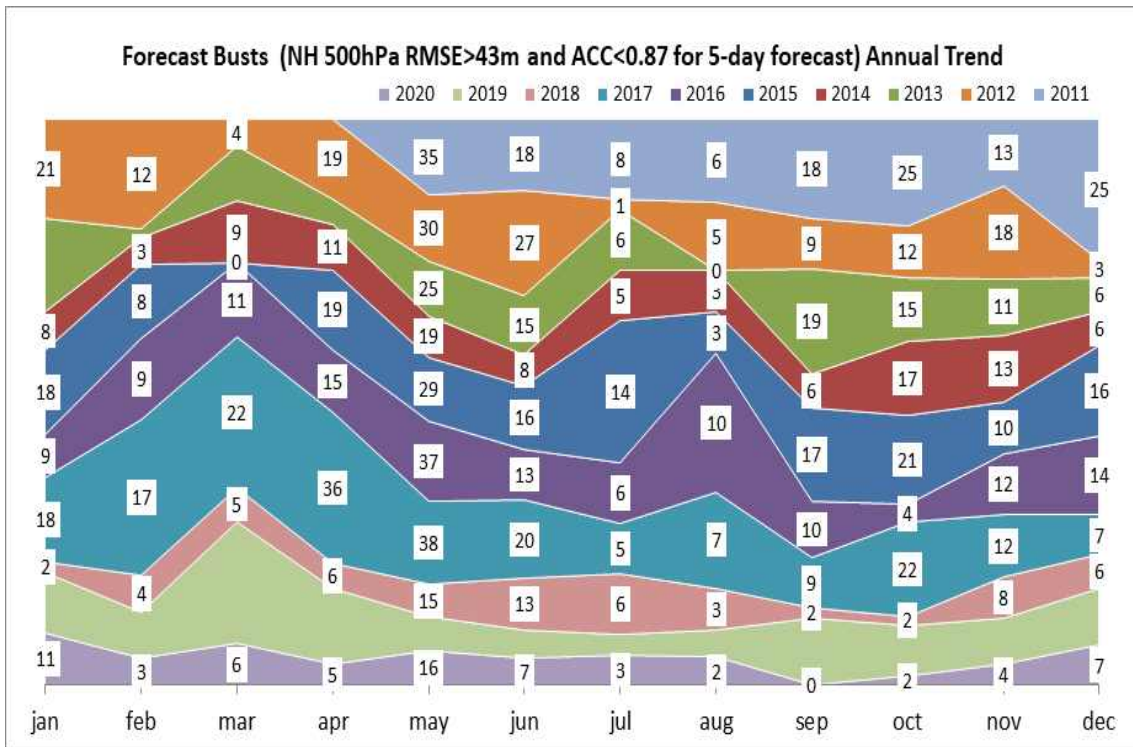


그림 4.1.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포. 2011년 이후 분석검증 (2011년은 5~12월 기간임)

그림 4.1.5는 2011년부터 2020년까지의 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측에 대한 AC의 구간별 누적분포이다. 2020년에는 2019년과 비교하여 80% 이상 90% 미만의 AC를 보이는 빈도가 126에서 201로 증가하였고 90% 이상의 AC 값을 가지는 빈도도 0에서 6으로 증가하였다.

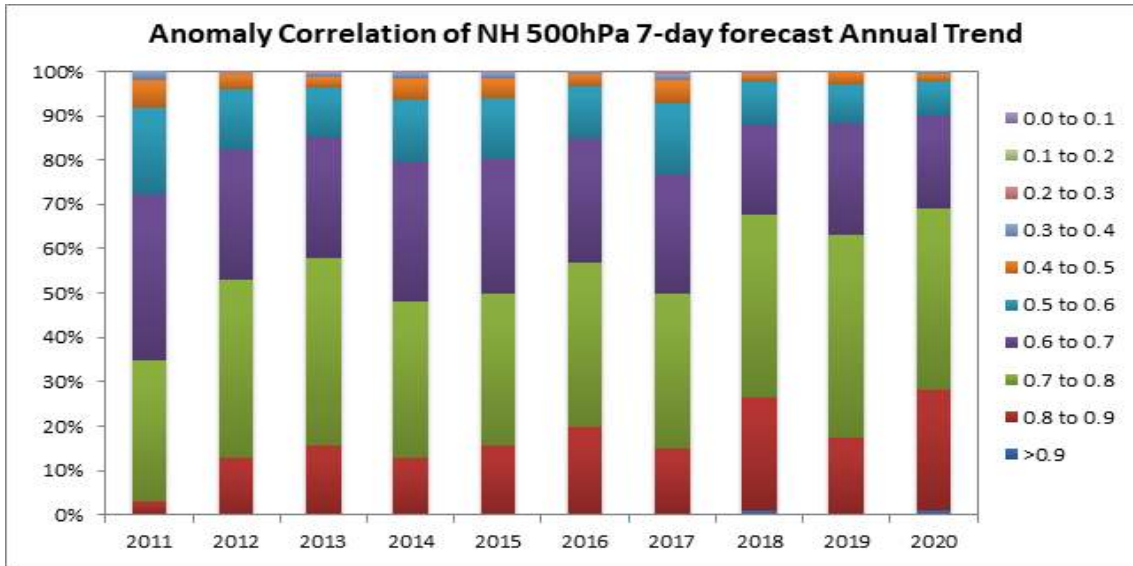


그림 4.1.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 AC의 구간별 누적 분포. 2011년 이후 분석검증 (2011년은 5~12월 기간임)

그림 4.1.6~4.1.8은 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도, 850hPa 기온, 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE를 나타낸다. 2001년 이후 전체적인 오차는 감소하는 추세를 보인다(적도 및 남반구 성능변화 추세는 부록 D.1.4 참고).

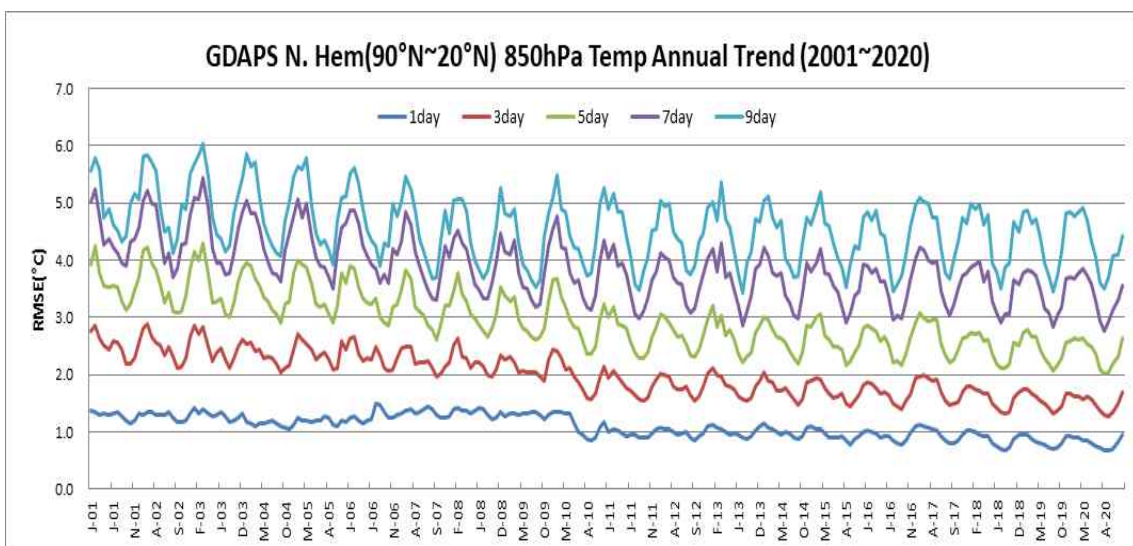


그림 4.1.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

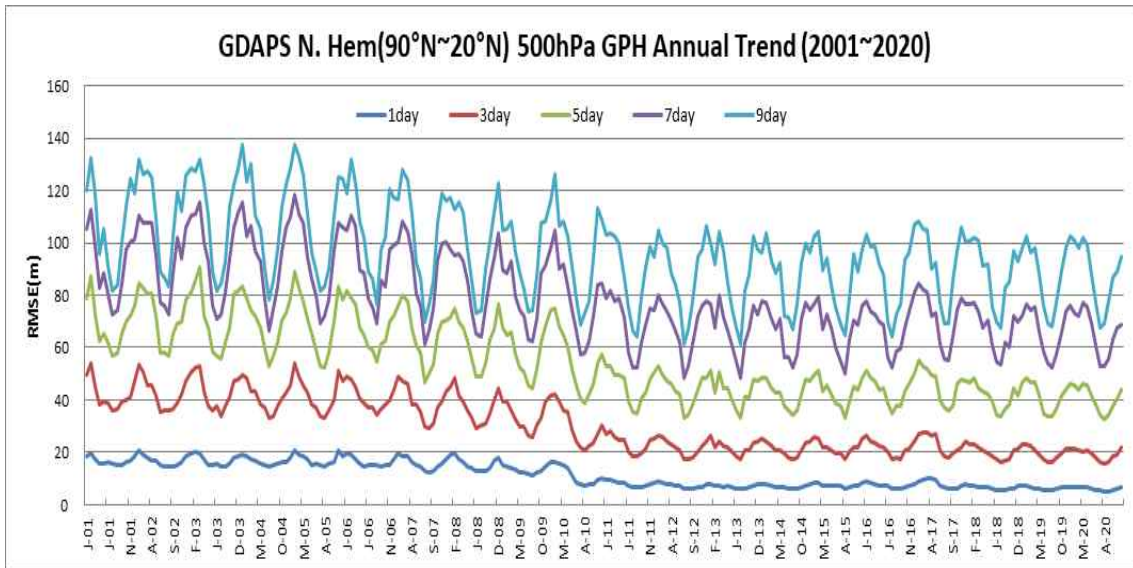


그림 4.1.7 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

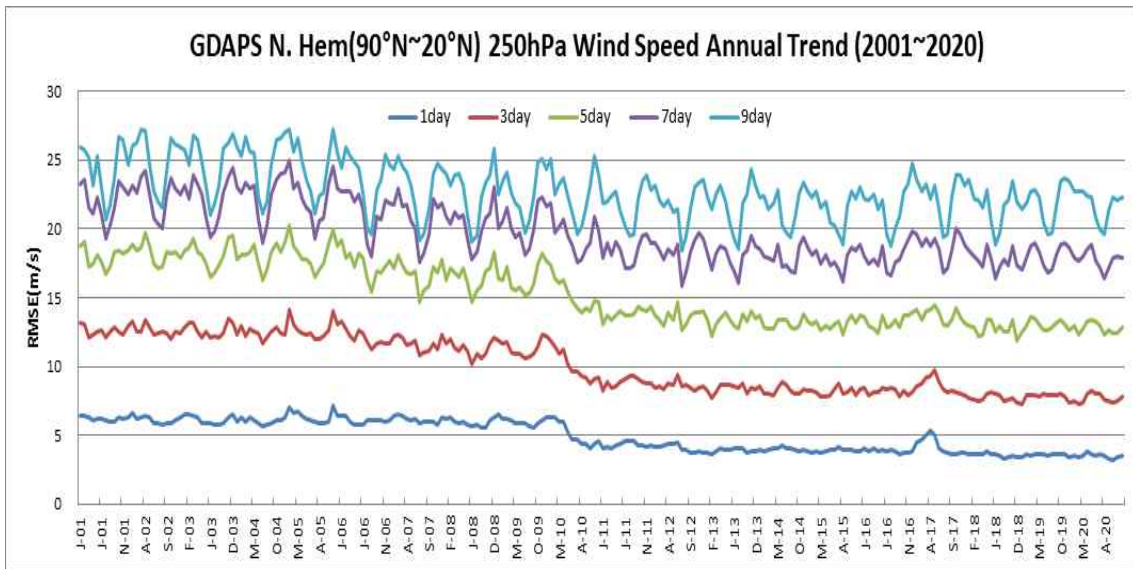


그림 4.1.8 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

4.2 국지예보시스템(LDAPS)

4.2.1 2020년도 예측시간별 예측성능

그림 4.2.1.은 국지예보시스템의 2020년도 예측시간별 (a) 지상 기온, (b) 지상 풍속, (c) 지상 상대습도의 ME와 RMSE이다.

그림 4.2.1. (a)에서 기온의 ME와 RMSE는 12시간 주기를 보였다. 36시간 예측에서 RMSE는 1시간 예측보다 0.49°C 증가한 1.92°C로 2019년 1.95°C와 비교하여 0.03°C 낮게 나타났다. 예측자료와 AWS 자료 간의 ME는 10~11시간, 22~24시간, 34~36시간, 46~47시간 예측을 제외한 모든 예측시간에서 음의 값을 나타내었다. 이는 지상기온에 대해 예측이 실제 관측보다 기온을 낮게 모의함을 의미한다.

지상의 풍속을 나타내는 그림 4.2.1 (b)에서도 (a)와 비슷하게 12시간 주기로 값이 작아졌다가 커지는 주기성을 보였다. 12시간 주기로 ME가 커짐과 작아짐을 반복하면서 9시간(1.40), 21시간(1.49), 33시간(1.53), 45시간(1.54) 예측에서 주기의 가장 큰 오차가 나타났다. 1시간 예측과 36시간 예측의 RMSE 차이는 0.48m/s이고, RMSE는 예측시간에 따라 점차 증가하는 추세를 보이고 있다. 1시간 예측을 제외한 전 구간에서 양의 ME 값이 나타난 것을 볼 때 관측보다 예측이 강하게 모의하였음을 알 수 있다.

그림 4.2.1 (c) 상대습도의 ME와 RMSE 또한 기온 및 풍속과 유사하게 12시간 주기를 나타내었다. ME의 최대값은 8시간, 20시간, 32시간, 44시간에서 나타났으며, RMSE의 최대값은 11시간, 23시간, 35시간, 46시간 예측에서 나타났다. ME는 RMSE가 최대일 때 음의 값이 나타내는 경향을 보였다.

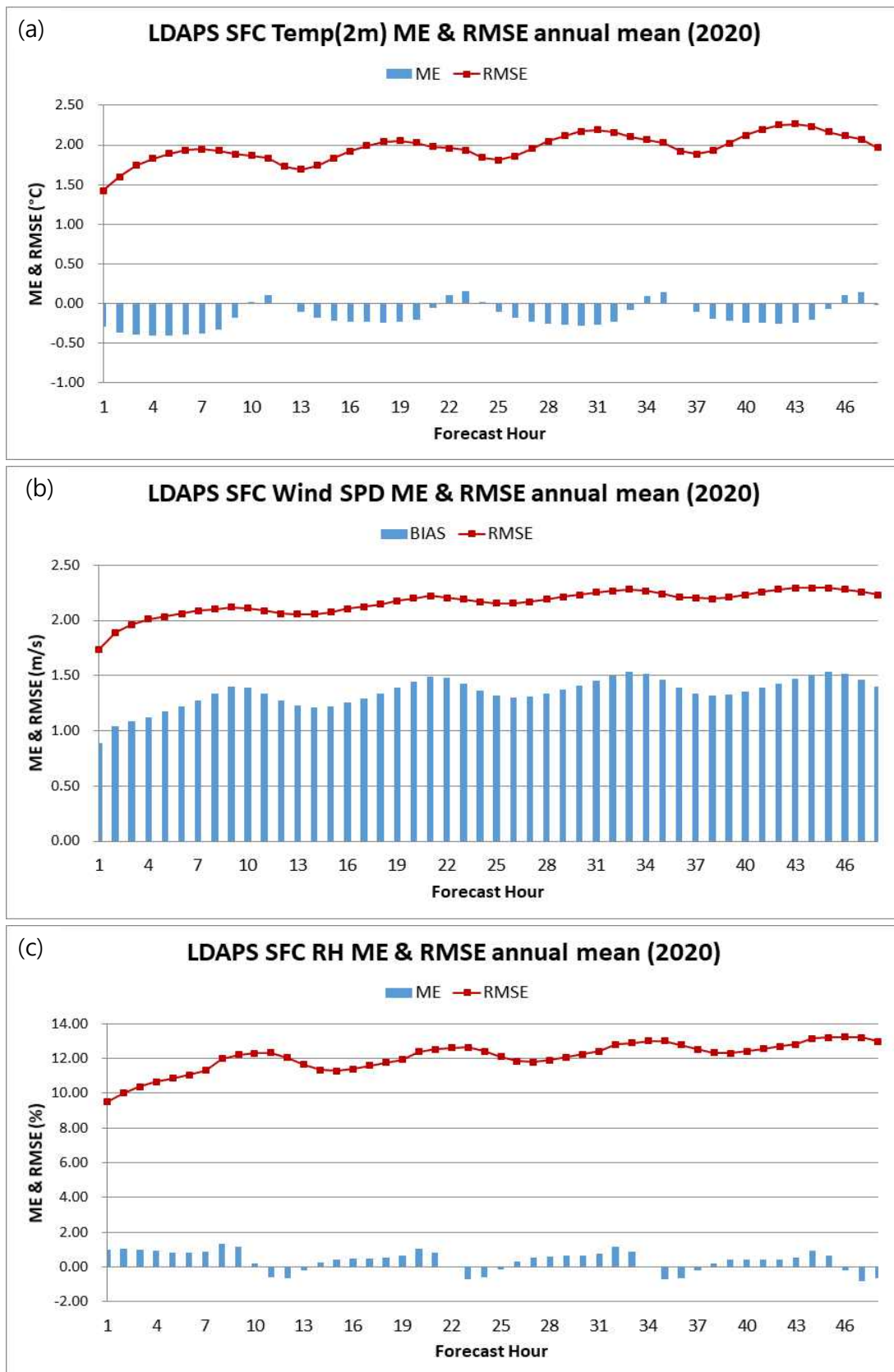


그림 4.21. LDAPS 2020년 지상변수의 예측시간별 ME와 RMSE. (a) 기온, (b) 풍속, (c) 상대습도

4.2.2 2020년도 월별 예측성능

국지예보시스템의 500hPa 지위고도 24시간 예측성능 분석검증 결과, ME는 5월부터 8월에 상대적으로 우수한 성능을 나타냈고 12월에 가장 낮은 성능을 나타냈다. RMSE는 6월부터 8월에 상대적으로 우수한 성능을 나타냈고 12월에 가장 낮은 성능을 나타냈다. 관측검증 결과, ME는 5~8월 RMSE는 3~8월에 상대적으로 성능이 높아, 분석검증과 유사한 경향을 나타냈다. 0.1mm 이상에 대한 6시간 누적 강수는 12월을 제외하면 1 미만의 Bias Score가 나타나 전반적으로 과소 모의 되었음을 알 수 있다.

※ 월별/요소별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.2.1~3 참고

표 4.2.1 LDAPS 500hPa 지위고도의 24시간 예측 분석검증(ME, RMSE [m])

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
ME	-3.57	-4.79	-3.26	-3.19	-1.68	-2.02	-0.52	-1.82	-2.41	-2.87	-3.84	-5.11	-2.92
RMSE	6.80	6.97	6.81	7.86	6.34	5.46	5.87	5.35	6.72	5.24	6.27	7.27	6.41

표 4.2.2 LDAPS 500hPa 지위고도, 지상기온의 24시간 예측 관측검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
500hPa 지위고도	ME	-9.79	-9.71	-7.92	-7.31	-5.76	-7.33	-4.80	-5.69	-9.70	-10.84	-9.62	-9.25	-8.14
	RMSE	14.08	13.69	12.66	12.66	12.18	11.27	12.09	12.67	13.81	13.42	13.35	14.11	13.00
지상 기온	ME	0.40	0.29	-0.11	-0.70	-0.71	-0.88	-0.35	-0.13	0.43	0.84	0.57	0.65	0.03
	RMSE	1.98	1.89	1.79	1.75	1.79	1.79	1.38	1.42	1.71	2.10	2.25	2.25	1.84

표 4.2.3 LDAPS 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 단위 정확도의 총합(총 36시간 예측)

검증지수	임계값	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
		정확도(Accuracy)	0.94	0.93	0.95	0.96	0.92	0.90	0.80	0.81	0.86	0.96	0.94	0.87
치우침(Bias Score)		0.95	0.97	0.88	1.00	0.89	0.91	0.79	0.66	0.72	0.72	0.90	1.17	0.84
성공임계지수(CSI)		0.61	0.63	0.56	0.56	0.56	0.56	0.51	0.42	0.48	0.32	0.44	0.03	0.49
공정임계지수(ETS)		0.56	0.58	0.53	0.53	0.51	0.49	0.36	0.31	0.39	0.30	0.41	-0.01	0.48
적중률(POD)		0.74	0.76	0.68	0.72	0.68	0.69	0.60	0.49	0.56	0.41	0.58	0.06	0.60

4.2.3 국지예보시스템과 전지구예보시스템의 예측성능 비교

그림 4.2.2은 국지예보시스템 영역에서의 2020년 7월과 8월의 각 예보시스템의 RMSE에 대한 (a) 500hPa 지위고도의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 분석검증, (c) 500hPa 지위고도의 관측검증 (d) 850hPa 기온의 관측검증 결과이다.

48시간 예측에 대해 500hPa 지위고도 분석검증 중 전지구는 9.19, 국지는 9.35의 예측 오차를 보였고 850hPa 기온 분석검증 중 전지구는 0.80, 국지는 1.02의 예측 오차를 나타냈다. 관측검증에서는 500hPa 지위고도의 48시간 예측에 대해 전지구는 12.35, 국지는 15.03의 예측 오차를 보였고 850hPa 기온에서 전지구는 1.13, 국지는 1.15의 예측 오차를 보였다.

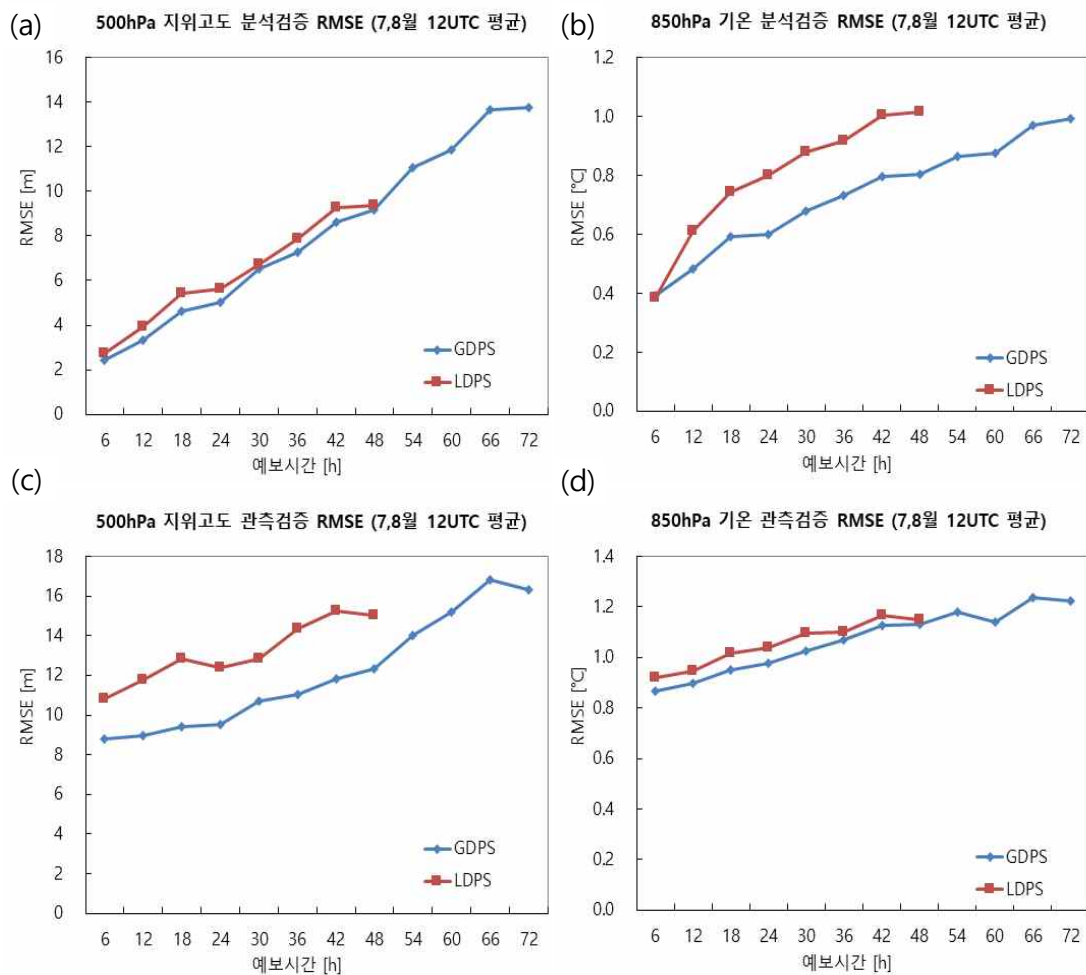


그림 4.2.2 2020년 7, 8월 평균 국지예보시스템 영역의 전지구예보시스템 RMSE 성능 비교

- (a) 500hPa 지위고도의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 분석검증
- (c) 500hPa 지위고도의 관측검증, (d) 850hPa 기온의 관측검증

그림 4.2.3 (a)는 강수유무(0.1 mm/12 hr 이상)에 대한 CSI다. 전지구예보시스템과 국지예보시스템은 12~48시간 예측에서(12시간 간격) 각각 0.53, 0.51, 0.49, 0.47과 0.56, 0.53, 0.53, 0.50으로 국지예보시스템이 약 0.03 높은 정확도를 보였다. 전지구예보시스템은 Bias가 1.48~1.56으로 강수를 과대모의하는 경향을 보인 반면, 국지예보시스템은 평균 0.91 정도로 과소모의하는 경향을 보였다(그림 4.2.3 (b)).

25mm 이상의 12시간 누적강수에서 12~48시간 예측 평균 CSI는 각각 0.29와 0.31로 유사한 결과가 나타났다(그림 4.2.3 (c)). 전지구예보시스템의 Bias는 24시간, 48시간을 제외한 예측시간에서 과대모의하는 경향을 보였고, 국지예보시스템의 Bias는 12시간을 제외한 모든 예측시간에서 과대모의하는 경향을 보였다.

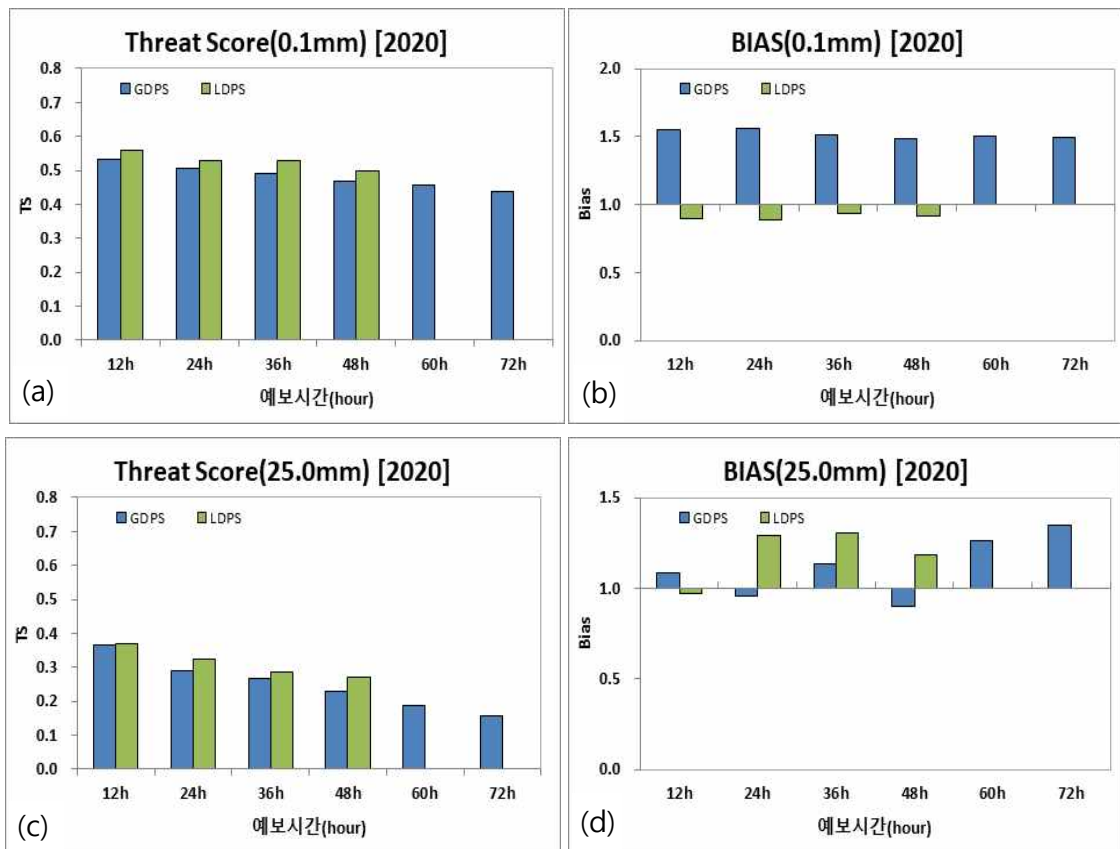


그림 4.2.3 예보시스템(GDAPS, LDAPS)별 2020년 강수검증(파란색은 GDAPS, 초록색은 LDAPS)
 (a) 강수량 0.1mm/12hr에 대한 CSI, (b) 강수량 0.1mm/12hr에 대한 Bias,
 (c) 강수량 25.0mm/12hr에 대한 CSI, (d) 강수량 25.0mm/12hr에 대한 Bias

4.3 전지구앙상블예측시스템(EPSG)

4.3.1 2020년도 예측성능

그림 4.3.1은 2020년 500hPa 지위고도와 850hPa 기온의 북반구 영역 RMSE/Spread¹⁶⁾와 CRPSS¹⁷⁾이다. 제시된 그림에서 RMSE와 Spread는 2020년에 2019년보다 예측 전반부의 성능이 향상된 것으로 나타났다. 그림 (a)에서 5일 예측에 대한 500hPa 지위고도의 RMSE는 2019년 37.99에서 2020년 37.47로 감소하였다. 앙상블 평균값을 기준으로 모델의 예측값 편차를 종합적으로 설명해 주는 Spread는 33.92에서 35.33으로 전년과 비교하여 편차가 커진 것을 알 수 있다. 그림 (b)는 각 멤버별 앙상블예측시스템의 성능을 종합적으로 고려한 CRPSS를 나타내는데 5일 예측에 대한 500hPa 지위고도 값은 0.59에서 0.61로 예측성능이 상승하였다. 그림 (c)를 볼 때, 5일 예측에 대한 850hPa 지위고도의 RMSE는 2.19에서 2.14로 감소하였고 Spread는 1.82에서 1.87로 증가한 것을 알 수 있다. 5일 예측에 대한 CRPSS는 0.49에서 0.51로 예측성능이 상승한 것을 그림 (d)로부터 확인할 수 있다.

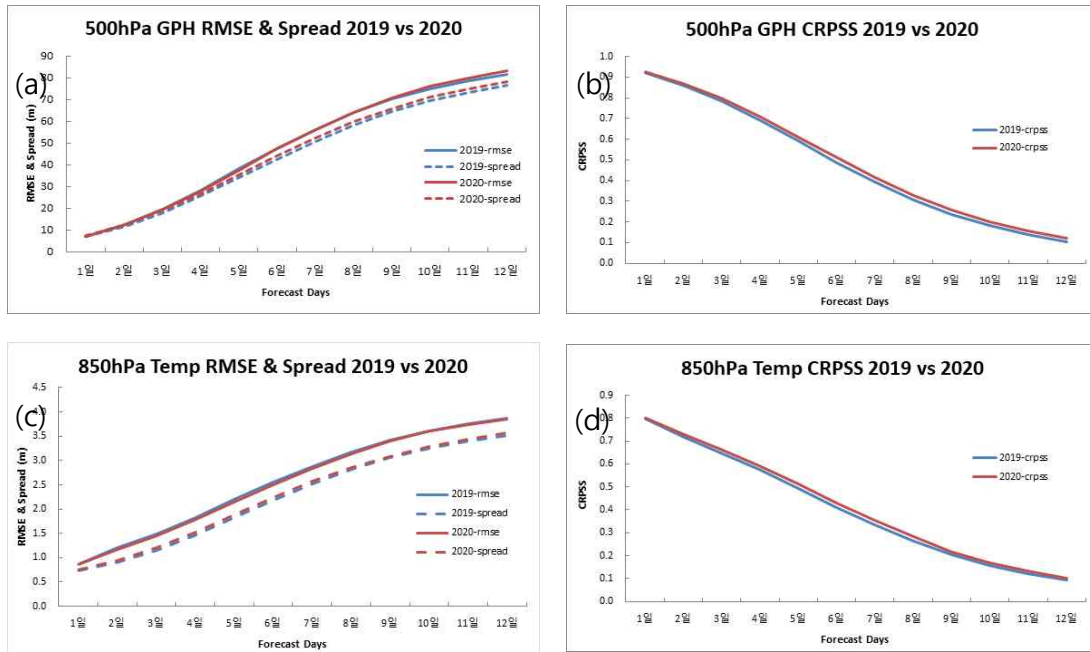


그림 4.3.1 EPSG의 예측시간에 따른 2019년과 2020년 예측성능 비교. (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 Spread, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS, (c) 850hPa 기온의 RMSE와 Spread, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS

- ※ 2019년 6월 27일부터 앙상블예측시스템에 시간차 기법(Time Lag)이 적용됨
- ※ 2019년 7월 검증자료는 시간차 기법이 완전히 적용된 9~31일 자료만 사용됨

16) 스프레드(Spread): 앙상블 평균에 대한 각 멤버의 표준편차. 스프레드의 크기를 통해서 모델의 예측성을 판단함

17) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

표 4.3.1 EPSG 2020년 500hPa 지위고도의 120시간 예측 분석검증(AC, RMSE, Spread)

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
AC	0.92	0.93	0.93	0.93	0.90	0.89	0.89	0.90	0.92	0.93	0.93	0.92	0.92
RMSE	41.93	41.14	43.38	41.54	39.11	34.39	31.65	29.83	33.24	36.05	38.20	39.24	37.47
Spread	38.60	37.72	40.71	40.46	36.32	31.99	28.27	27.25	30.63	35.46	37.63	38.98	35.33

※ 월별/요소별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.3.1 참고

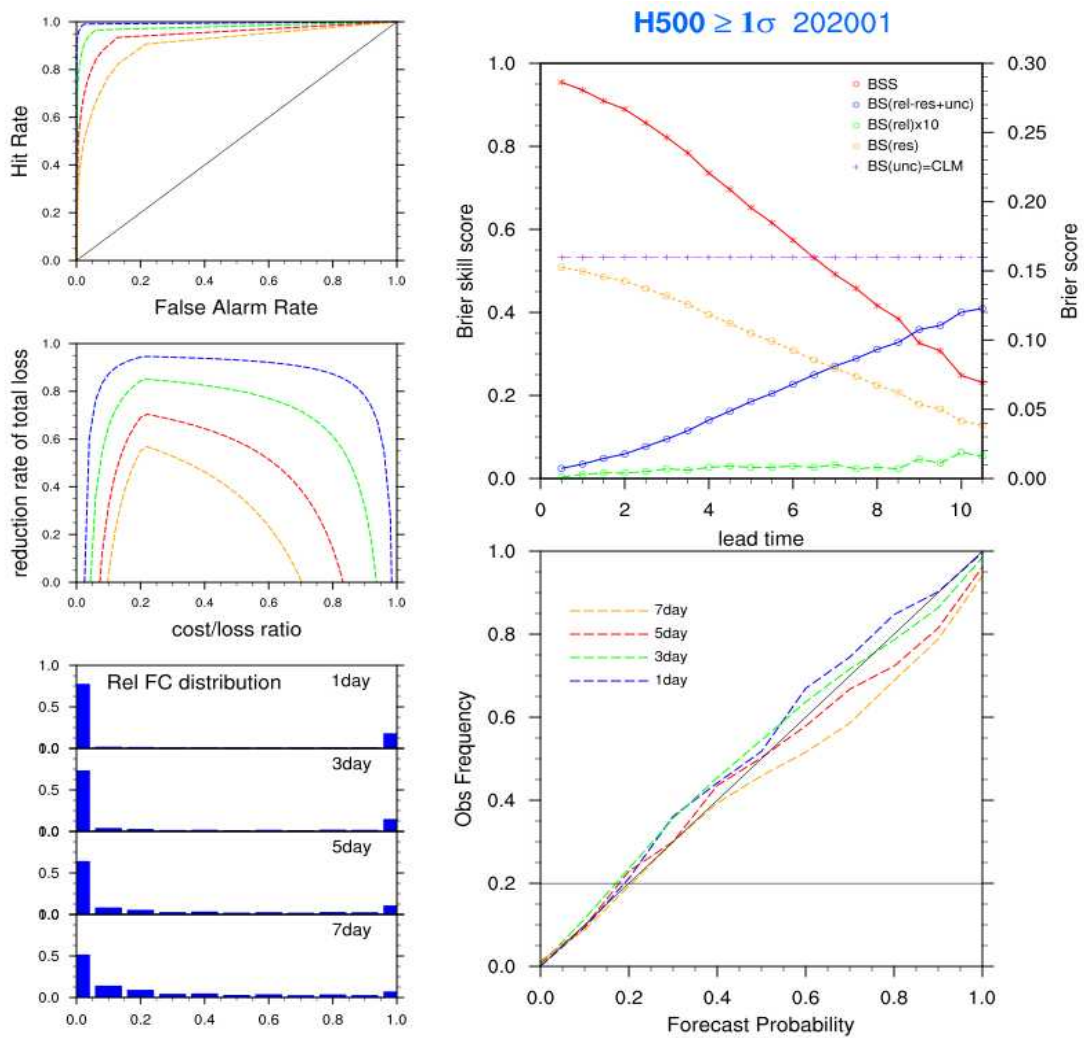


그림 4.3.2 EPSG의 2020년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

※ 월별/요소별 +1 표준편차 검증결과는 부록 D.3.2 참고

4.3.2 연도별 예측성능 변화 추세

500hPa 지위고도의 RMSE는 2011년 이후 급격히 줄어든 이후, 2017년까지는 유지되는 경향을 보였으며, 2018년 이후 다소 정확도가 높아지는 경향을 보였다. AC 또한 RMSE와 유사한 특징을 보였는데, 특히 2011년부터 2020년도까지 3일 예측의 AC 계수가 0.97을 중심으로 안정적으로 유지되면서 오차 또한 가장 낮게 나타났다.

※ 월별/요소별/예측시간별 검증결과는 부록 D.3.3 참고

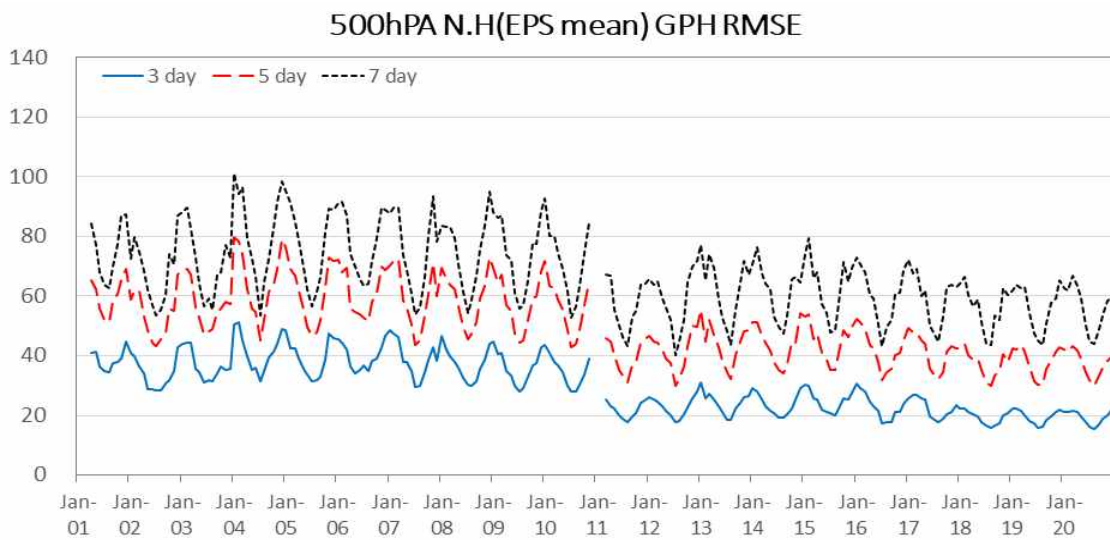


그림 4.3.3 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE

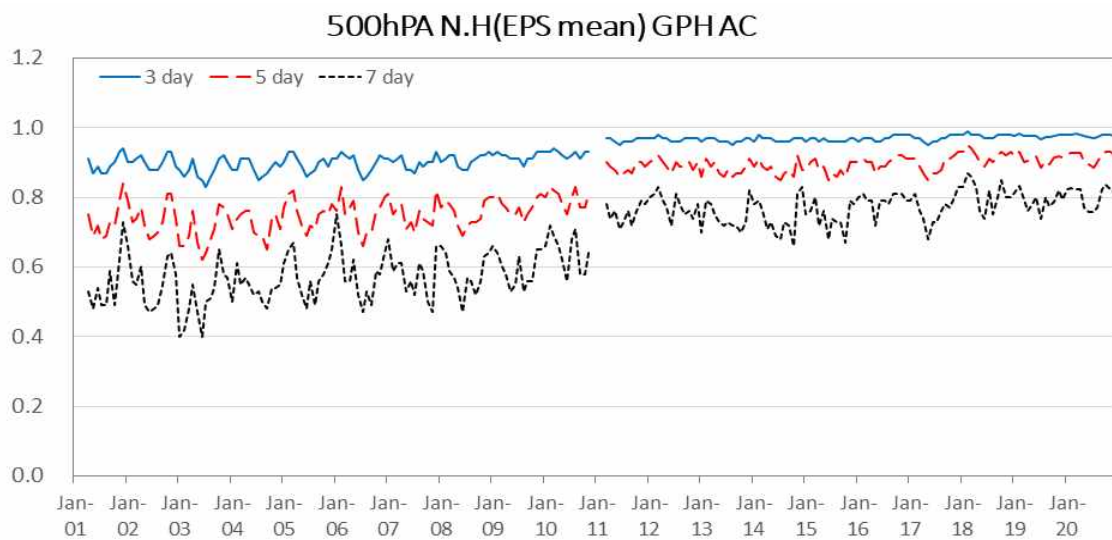


그림 4.3.4 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 AC

5. 수치예보시스템 성능 분석(파랑모델, 폭풍해일모델)

5.1 파랑모델

5.1.1 파랑모델 예측성능 변화 추세

그림 5.1.1은 2008년 이후 전지구 계류부이 관측자료와 비교한 전지구 파랑모델의 월별 유의파고 RMSE를 나타낸 것이다. 연도별로 오차는 점차 감소하는 추세를 보이는데, 특히 2010년과 2016년에 감소폭이 크게 나타난다. 이는 각각 통합모델(UM)의 현업화로 입력 해상풍의 예측성이 크게 향상되고, 파랑예측모델의 버전 업그레이드로 물리메커니즘이 개선된 결과이다. 아울러, 모든 예측시간에서 오차가 감소하나, 단기예측에서의 감소폭이 상대적으로 크게 나타난다.

그림 5.1.2는 2001년 이후 위성관측 유의파고 자료를 이용한 전지구 파랑모델의 월별 RMSE의 연도별 변화를 나타낸다. 부이 관측자료가 부족한 대양에서의 검증 목적으로 하고 있으며, 부이검증과 유사하게 2010년과 2016년 예측오차가 크게 감소하였고, 2017년부터는 안정적인 예측오차 분포를 보이고 있다.

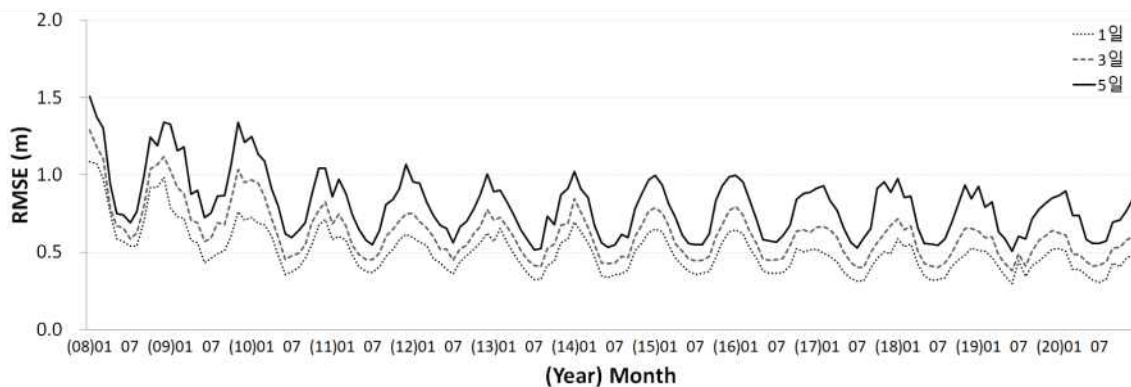


그림 5.1.1 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

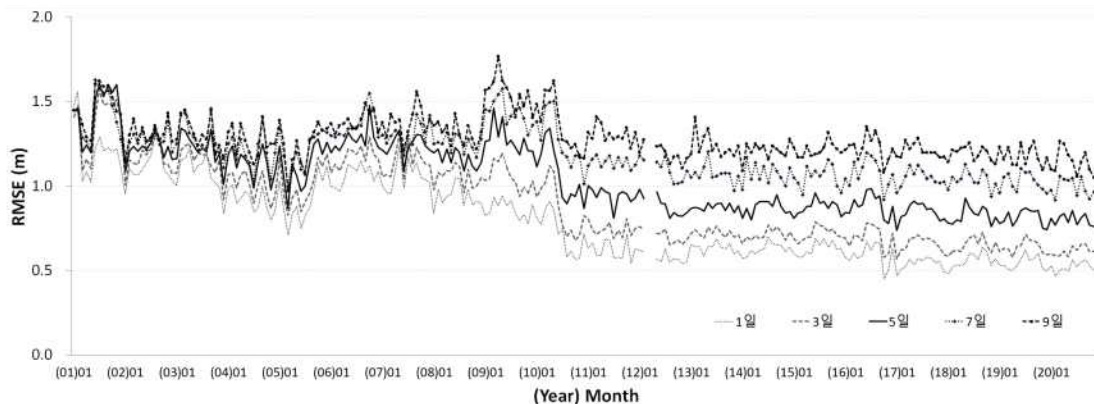


그림 5.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성 검증 RMSE

그림 5.1.3은 2005년 이후 지역 파랑모델의 유의파고 월별 RMSE를 나타낸 것이다. 예측성능 변화 추세를 파악하기 위해 한반도 주변 해양기상부이 관측자료를 이용하였으며, 예측시간은 1일 간격으로 3일까지 나타냈다. 전년도 검증결과와 비교하여 비슷한 수준의 예측오차(약 0.4 m)를 보였지만, 가을철 태풍 시기에는 전년도 태풍 시기와 동일하게 예측오차가 크게 증가하였다. 특히, 2020년 9월 북상한 9호 태풍 '마이삭'과 10호 태풍 '하이난'의 영향으로 대기가 급변하고, 높은 파고가 지속되는 날이 많았으며, 이로 인해 지역 파랑모델의 예측성능이 다소 저하된 것으로 보인다.

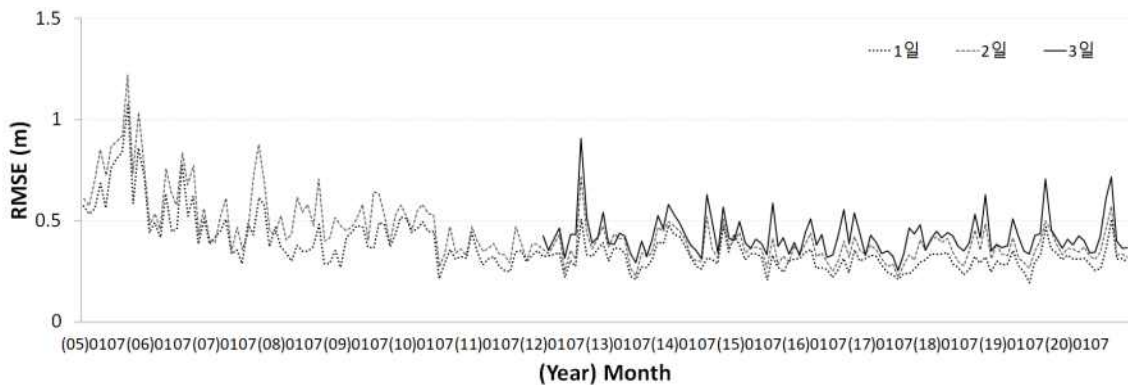


그림 5.1.3 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이 검증 RMSE

5.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 부이 및 위성 검증

전지구 파랑모델의 예측성능을 검증하기 위해 전지구 부이자료와 위성자료를 이용하였으며, 전년도 파랑 예측성능과 비교 분석하였다. 자료분석에서 2020년 3월을 제외한 이유는 ECMWF로부터 제공 받는 전지구 계류부이 관측자료가 누락되었기 때문이다. 따라서 ECMWF로부터 누락된 관측자료에 대한 조치가 이루어지면, 재분석을 통해 Bias, RMSE, 상관관계를 산정하여 추가 반영할 계획이다.

표 5.1.1은 전지구 파랑모델의 Bias, RMSE, AC, 그리고 전년도와의 차이를 24시간 예측장을 기준으로 나타낸 것이다(예측시간에 따른 전지구 파랑모델의 성능검증은 부록 E.1.1.1 전지구 파랑모델(GWW3) 부이 검증 참고). 2019년 결과와 비교하여 전반적으로 예측성능은 유사하게 나타났는데, 2020년 3월을 제외한 상반기(1~6월)에는 전년도와 비교해 상대적으로 비슷하거나 저하되었으며, 하반기(7~12월)는 전년도보다 예측성능이 향상되었다. 그림 5.1.4는 전지구 파랑모델의 예측시간별 Bias와 RMSE를 전년도 결과와 비교한 것으로 전년도보다 모든 예측시간에서 예측성능이 향상된 것을 확인할 수 있다.

표 5.1.2와 5.1.3은 위성자료를 이용하여 전지구 파랑모델의 유의파고에 대해 검증한

월별 Bias와 RMSE를 예측시간별로 나타낸 것이다. 72시간 예측시간에 대한 RMSE가 전년도와 비교하여 0.02 m 낮게 났으며, 모든 예측시간에 대해 전년도 대비 RMSE가 감소하였다(24시간 예측 유의파고 월별 산포도는 부록 E.1.2.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증 참고).

표 5.1.1 전지구 부이에 대한 GWW3 24시간 예측 유의파고의 2019년 및 2020년 Bias, RMSE, AC

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.01	0.50	0.94	7693	0.06	0.52	0.95	10084	-0.03
Feb.	0.02	0.50	0.94	7709	0.08	0.51	0.95	9472	-0.00
Mar.	0.08	0.44	0.95	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.10	0.40	0.94	6695	0.06	0.39	0.93	9379	0.00
May.	0.05	0.31	0.93	6682	0.07	0.35	0.93	9818	-0.04
Jun.	0.06	0.28	0.92	6507	0.09	0.32	0.92	10065	-0.05
Jul.	0.07	0.44	0.84	7926	0.06	0.31	0.92	9871	0.14
Aug.	0.08	0.34	0.91	8606	0.08	0.33	0.93	10174	0.02
Sep.	0.11	0.41	0.93	8767	0.06	0.43	0.93	9887	-0.02
Oct.	0.07	0.44	0.94	8690	0.10	0.41	0.93	10017	0.03
Nov.	0.09	0.48	0.94	8541	0.04	0.46	0.95	9314	0.01
Dec.	0.08	0.50	0.95	10030	0.03	0.49	0.95	9477	0.02
Ave.	0.07	0.42	0.93	7896	0.07	0.41	0.94	9778	0.01

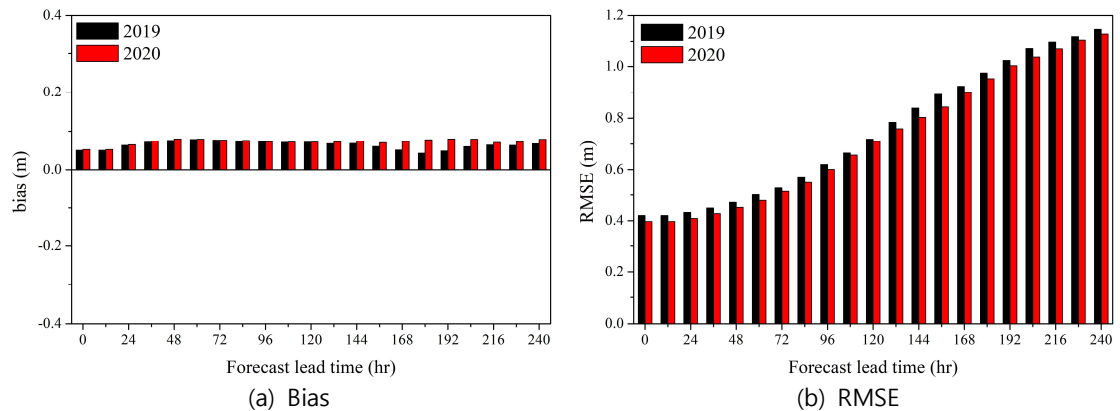


그림 5.1.4 전지구 부이에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 2019년 및 2020년 성능 비교

표 5.1.2 위성에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 Bias [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.11	0.09	0.09	0.07	0.11	0.12	0.15	0.13	0.13	0.11	0.12	0.13	0.11
3일	0.13	0.08	0.10	0.08	0.12	0.14	0.17	0.15	0.15	0.12	0.14	0.13	0.13
5일	0.14	0.02	0.11	0.07	0.12	0.20	0.20	0.15	0.19	0.13	0.14	0.12	0.13
7일	0.14	0.05	0.10	0.04	0.14	0.25	0.20	0.17	0.15	0.09	0.13	0.11	0.13
9일	0.09	0.04	0.08	0.05	0.14	0.27	0.22	0.18	0.15	0.08	0.11	0.12	0.13

표 5.1.3 위성에 대한 GWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.53	0.47	0.51	0.51	0.50	0.56	0.52	0.55	0.57	0.53	0.50	0.52	0.52
3일	0.60	0.59	0.59	0.62	0.58	0.65	0.62	0.66	0.66	0.61	0.62	0.61	0.62
5일	0.81	0.77	0.82	0.84	0.79	0.86	0.77	0.81	0.84	0.77	0.76	0.77	0.80
7일	0.98	0.92	1.06	1.04	1.03	1.05	0.95	1.06	0.97	0.92	0.97	0.93	0.99
9일	1.10	1.09	1.27	1.25	1.19	1.15	1.06	1.14	1.20	1.10	1.05	1.11	1.14

5.1.3 지역/국지연안 파랑모델(RWW3/CWW3) 부이 검증

표 5.1.4~5.1.7은 지역과 국지연안 파랑예측모델의 월별 Bias와 RMSE를 전체 부이지점과 해역별로 평균한 것을 24시간 예측장 기준으로 나타낸 결과이다. 기상청에서 운영하는 16개 부이관측 지점에 대해 해역별로 서해(22185, 22101, 22108, 22186, 22102), 남해(22184, 22107, 22187, 22103, 22188, 22104), 그리고 동해(22189, 22106, 22190, 22105, 21229)로 각각 구분하고, 해당 부이지점의 Bias와 RMSE를 평균하여 나타냈다. 지역모델과 국지연안모델의 RMSE는 비슷한 수준을 보이나, 월별 24시간 예측성능을 보면 남해와 동해에서 9월 RMSE의 값에 차이가 나타났다. 이는 2020년 9월 한반도로 북상하여 이동한 9호 태풍 '마이삭'과 10호 태풍 '하이선'의 영향으로 분석된다(지역 파랑모델의 부이지점별 예측시간에 따른 성능검증은 부록 E.1.1.2 지역 파랑모델(RWW3) 부이 검증 참고, 국지연안 파랑모델의 부이지점별 예측시간에 따른 성능검증은 E.1.1.3 국지연안 파랑모델(CWW3) 부이 검증 참고).

그림 5.1.5는 전체 부이 관측지점에 대한 지역 파랑모델과 국지연안 파랑모델의 예측시간별 성능을 비교한 결과이다. 전체 평균한 결과를 보면, 파랑모델 사이의 예측오차 차이는 크지 않았으며, 예측패턴이 유사함을 확인할 수 있었다. 해역별로 보면, 서해와 동해에서는 국지연안 파랑모델이 지역 파랑모델보다 예측성능이 상대적으로 우수한 것으로 보이며, 반면에 남해에서는 두 모델의 예측성능이 비슷하거나, 지역 파랑모델의 예측성능이 다소 우수한 것으로 나타났다.

표 5.1.4 RWW3/CWW3 전체 부이지점 평균 24시간 예측장 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.06	-0.11	-0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.08	0.01	-0.08	-0.12	-0.13	-0.03
	RMSE	0.33	0.32	0.32	0.32	0.27	0.24	0.26	0.32	0.49	0.31	0.31	0.29	0.31
국지 연안	Bias	-0.04	-0.09	-0.05	0.04	0.07	0.10	0.07	0.12	0.05	-0.06	-0.10	-0.11	0.02
	RMSE	0.32	0.30	0.31	0.31	0.27	0.26	0.26	0.33	0.50	0.30	0.29	0.27	0.31

표 5.1.5 RWW3/CWW3 해역별(서해) 24시간 예측장 오차 [m]

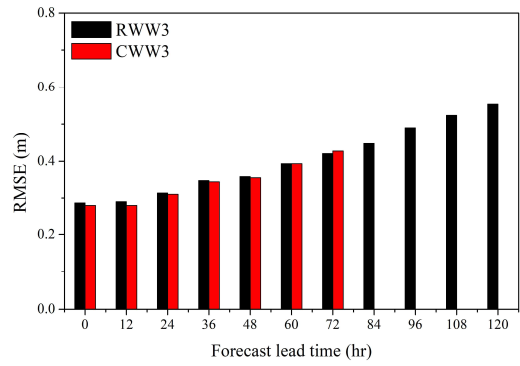
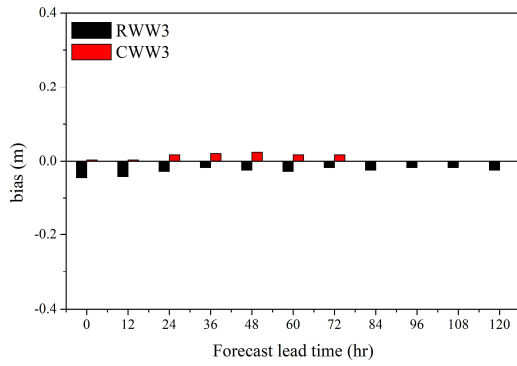
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.02	-0.02	0.04	0.14	0.12	0.09	0.08	0.12	0.02	-0.03	-0.02	-0.04	0.04
	RMSE	0.23	0.27	0.30	0.34	0.28	0.27	0.26	0.30	0.31	0.27	0.32	0.27	0.28
국지 연안	Bias	-0.01	-0.01	0.05	0.14	0.13	0.13	0.11	0.15	0.04	-0.02	-0.01	-0.04	0.06
	RMSE	0.21	0.24	0.27	0.32	0.27	0.28	0.25	0.30	0.30	0.24	0.29	0.25	0.27

표 5.1.6 RWW3/CWW3 해역별(남해) 24시간 예측장 오차 [m]

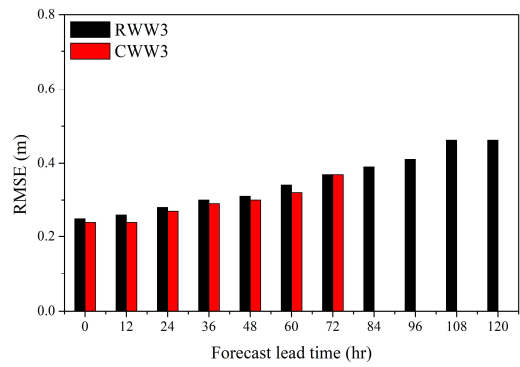
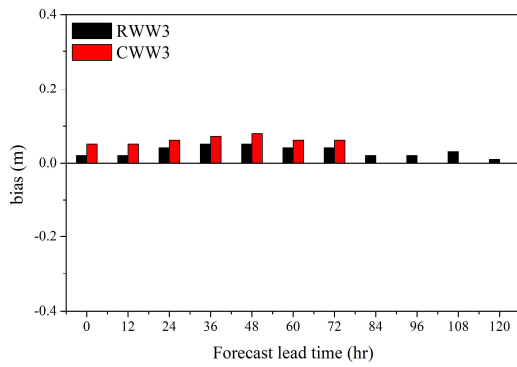
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.10	-0.17	-0.13	-0.08	0.01	0.06	0.01	0.03	0.07	-0.08	-0.17	-0.16	-0.06
	RMSE	0.35	0.32	0.32	0.30	0.22	0.22	0.25	0.31	0.60	0.33	0.30	0.29	0.32
국지 연안	Bias	-0.08	-0.14	-0.11	-0.05	0.05	0.10	0.06	0.07	0.13	-0.05	-0.14	-0.14	0.01
	RMSE	0.36	0.31	0.32	0.28	0.23	0.25	0.25	0.32	0.63	0.33	0.28	0.28	0.32

표 5.1.7 RWW3/CWW3 해역별(동해) 24시간 예측장 오차 [m]

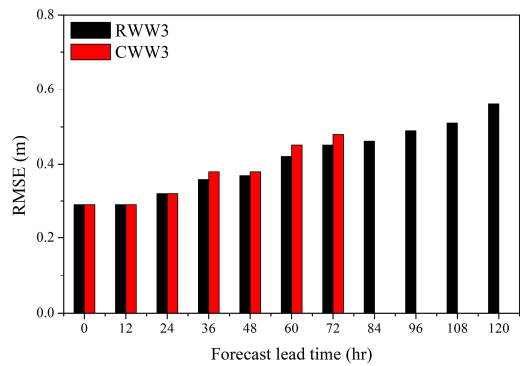
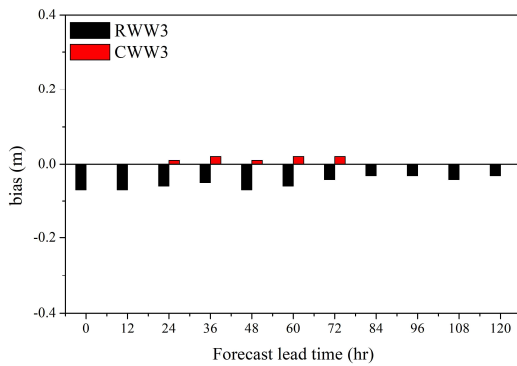
FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.05	-0.13	-0.10	0.02	-0.01	0.02	0.03	0.09	-0.05	-0.13	-0.17	-0.18	-0.06
	RMSE	0.40	0.36	0.33	0.34	0.30	0.24	0.26	0.35	0.58	0.32	0.32	0.31	0.34
국지 연안	Bias	-0.04	-0.11	-0.08	0.04	0.01	0.05	0.05	0.13	-0.03	-0.11	-0.14	-0.16	-0.02
	RMSE	0.40	0.36	0.33	0.34	0.30	0.25	0.27	0.37	0.58	0.32	0.30	0.29	0.34



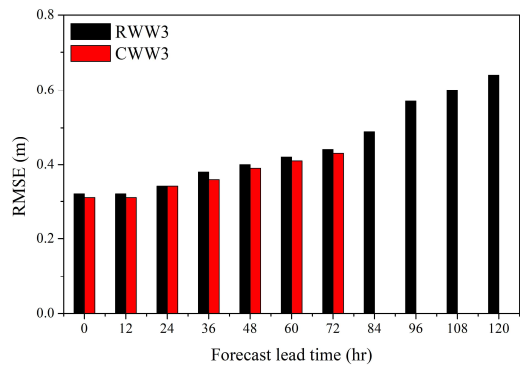
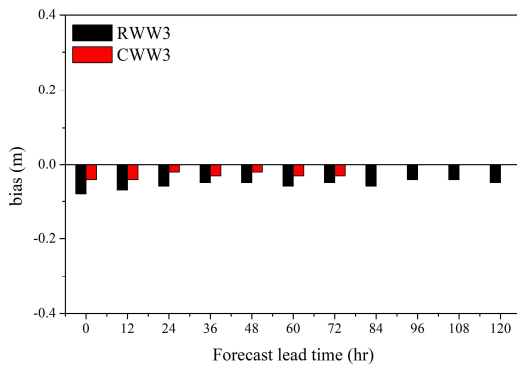
(a) 전체 부이 관측 지점 평균



(b) 해역별(서해) 부이 관측 지점 평균



(c) 해역별(남해) 부이 관측 지점 평균



(d) 해역별(동해) 부이 관측 지점 평균

그림 5.15 RWW3/CWW3의 예측시간별 유의파고의 Bias(좌)와 RMSE(우)

5.1.4 앙상블 지역 파랑모델(EWW3) 부이 검증

표 5.1.8~5.1.9는 앙상블 지역 파랑모델의 예측시간에 따른 월별 Bias와 RMSE를 각각 나타낸 것이다. 전체 24개의 앙상블 멤버의 예측장을 기상청에서 운영하는 16개 지점 부이자료와 비교하여, 앙상블 평균한 결과이다. 예측시간별 RMSE의 월별 평균 결과를 보면, 예측시간이 증가함에 따라 예측오차는 0.35~0.49m를 나타내며, 단일 모델인 지역 파랑모델결과(그림 5.1.5)와 비교하여, 초반 예측시간에서는 비슷한 예측오차 수준을 보이지만, 후반에는 앙상블 파랑모델의 예측오차보다 단일모델의 오차가 크게 나타났다(지점별 예측시간에 따른 월별 예측성능은 부록 E.1.1.4 앙상블 지역 파랑모델(EWW3) 부이 검증 참고).

표 5.1.8 EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 Bias [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.10	-0.02	-0.02	0.04	0.06	0.10	0.10	-0.02	-0.13	-0.13	-0.15	-0.03
24hr	-0.09	-0.11	0.00	0.02	0.05	0.06	0.09	0.12	0.01	-0.12	-0.14	-0.15	-0.02
48hr	-0.11	-0.11	0.03	0.00	0.04	0.05	0.06	0.11	0.02	-0.07	-0.16	-0.11	-0.02
72hr	-0.12	-0.08	0.06	-0.01	0.05	0.04	0.03	0.11	0.04	-0.07	-0.16	-0.12	-0.02
96hr	-0.17	-0.10	0.11	0.01	0.09	0.09	0.04	0.08	0.07	-0.08	-0.18	-0.19	-0.02
120hr	-0.17	-0.11	0.13	-0.02	0.05	0.12	0.11	0.01	0.09	-0.06	-0.15	-0.16	-0.01

표 5.1.9 EWW3 유의파고의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.38	0.41	0.42	0.37	0.28	0.24	0.28	0.43	0.41	0.32	0.34	0.35	0.35
24hr	0.43	0.44	0.44	0.37	0.30	0.26	0.28	0.46	0.43	0.33	0.35	0.37	0.37
48hr	0.46	0.47	0.45	0.41	0.33	0.29	0.33	0.49	0.55	0.36	0.38	0.39	0.41
72hr	0.45	0.48	0.46	0.44	0.34	0.34	0.38	0.54	0.60	0.41	0.39	0.44	0.44
96hr	0.48	0.51	0.48	0.45	0.36	0.38	0.39	0.52	0.67	0.43	0.41	0.48	0.46
120hr	0.51	0.53	0.51	0.45	0.38	0.42	0.43	0.57	0.65	0.45	0.44	0.54	0.49

5.2 폭풍해일 모델

5.2.1 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능

그림 5.2.1은 우리나라 30개 검조소 지점에 대하여 지역과 국지연안 폭풍해일모델의 폭풍해일고 예측자료의 Bias와 RMSE를 예측시간별로 평균하여 나타낸 결과이다. 지역과 국지연안 폭풍해일모델은 모든 예측시간에서 Bias 크기는 0.1 m 이하로 과소모의 하는 경향을 보였고, RMSE는 평균적으로 약 0.1 m 로 나타났다. 예측모델 간 비교에서 Bias는 국지연안 예측모델이 작고, 반면에 RMSE는 지역 예측모델이 상대적으로 작게 나타났으나 모델 간 오차 차이는 초기시각을 제외하고 거의 없는 것으로 나타났다.

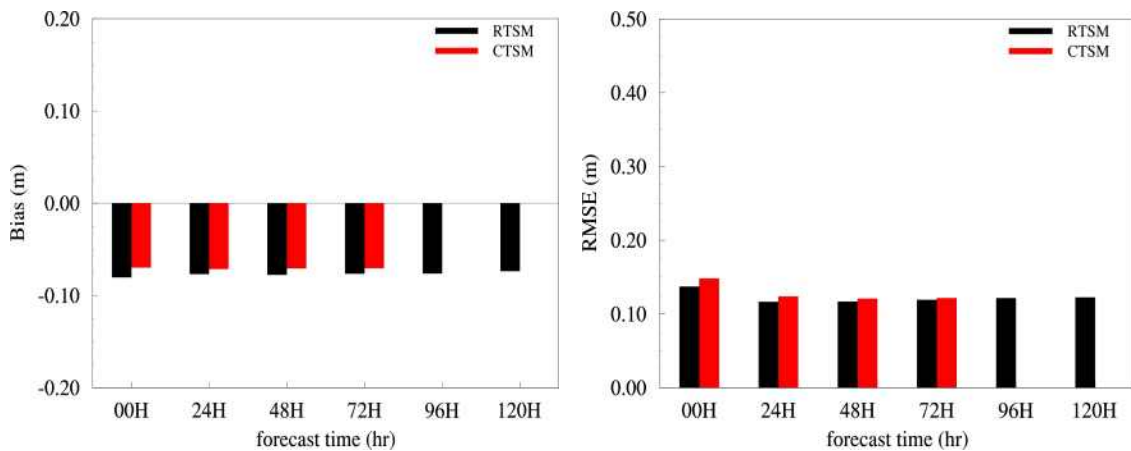


그림 5.2.1 2020년 지역 및 국지연안 폭풍해일모델의 예측시간별 폭풍해일고 Bias(좌)와 RMSE(우)

5.2.2 지역/국지연안 폭풍해일모델 (RTSM/CTSM) 조위 검증

표 5.2.1~5.2.5는 지역/국지연안 폭풍해일모델의 24시간 예측결과에 대한 월별 Bias와 RMSE를 지방청 관할해역별로 나타낸 결과이다. 부산청(거문도, 고흥, 여수, 통영, 마산, 부산, 울산, 포항), 대전청(인천, 평택, 대산, 안흥, 보령), 강원청(장항, 군산, 위도, 영광, 목포, 흑산도, 완도, 진도), 제주청(추자도, 제주, 모슬포, 서귀포, 성산포)으로 구분하고, 해당되는 검조소 지점의 Bias와 RMSE를 평균하여 나타냈다. 지역과 국지연안 폭풍해일모델의 월별 24시간 예측성능을 보면, 다른 월에 비해 8월과 9월에 대전청과 광주청에서 RMSE의 값이 크게 나타났다. 이는 제 5호 태풍 장미부터 바비, 마이삭, 하이선이 연속해서 북상하여, 태풍 경로에 해당하는 검조소 지점에서 예측오차가 다소 증가한 것이 그 원인으로 판단된다.

그림 5.2.2~5.2.3에서 국지연안모델과 지역모델을 비교해 보면 월별, 검조소별로 오차에 차이는 있으나 모든 검조소를 평균했을 때, 전반적으로 지역모델이 국지연안 모델에 비해 상대적으로 작은 예측오차를 보이고 있다(각 검조소 지점 별로 예측시간에 대해 지역/국지연안 폭풍해일모델의 Bias와 RMSE를 월별로 분석한 결과는 부록 E.2.1 참고).

표 5.2.1 RTSM/CTSM 부산청 관할해역 24시간 예측 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.063	-0.035	0.027	0.028	0.013	-0.050	-0.057	-0.043	-0.142	-0.181	-0.064	-0.078	-0.054
	RMSE	0.097	0.085	0.068	0.059	0.065	0.072	0.072	0.072	0.164	0.190	0.098	0.092	0.094
국지연안	Bias	-0.045	-0.001	0.054	0.059	0.021	-0.048	-0.072	-0.038	-0.168	-0.183	-0.035	-0.025	-0.040
	RMSE	0.101	0.088	0.096	0.101	0.076	0.077	0.094	0.085	0.204	0.203	0.097	0.080	0.108

표 5.2.2 RTSM/CTSM 대전청 관할해역 24시간 예측 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.092	-0.029	0.016	0.031	-0.042	-0.095	-0.094	-0.139	-0.222	-0.199	-0.056	-0.102	-0.085
	RMSE	0.162	0.120	0.121	0.087	0.098	0.148	0.132	0.193	0.264	0.221	0.108	0.159	0.151
국지연안	Bias	-0.106	-0.057	-0.017	-0.020	-0.070	-0.109	-0.109	-0.190	-0.223	-0.224	-0.089	-0.127	-0.112
	RMSE	0.162	0.123	0.115	0.075	0.107	0.142	0.141	0.225	0.255	0.244	0.121	0.167	0.156

표 5.2.3 RTSM/CTSМ 강원청 관할해역 24시간 예측 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.129	-0.094	-0.035	-0.020	-0.019	-0.071	-0.070	-0.075	-0.160	-0.207	-0.120	-0.115	-0.093
	RMSE	0.140	0.106	0.062	0.041	0.049	0.077	0.087	0.094	0.172	0.212	0.133	0.121	0.108
국지 연안	Bias	-0.124	-0.070	-0.004	0.014	-0.007	-0.058	-0.052	-0.061	-0.153	-0.201	-0.116	-0.106	-0.078
	RMSE	0.150	0.101	0.091	0.079	0.054	0.074	0.085	0.088	0.171	0.208	0.137	0.118	0.113

표 5.2.4 RTSM/CTSМ 광주청 관할해역 24시간 예측 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.089	-0.056	-0.007	-0.003	-0.045	-0.108	-0.116	-0.149	-0.175	-0.214	-0.101	-0.082	-0.095
	RMSE	0.124	0.107	0.086	0.065	0.090	0.122	0.132	0.191	0.209	0.232	0.130	0.107	0.133
국지 연안	Bias	-0.064	-0.030	0.006	-0.001	-0.040	-0.113	-0.124	-0.140	-0.196	-0.204	-0.073	-0.064	-0.087
	RMSE	0.119	0.111	0.095	0.086	0.097	0.130	0.142	0.182	0.228	0.223	0.126	0.117	0.138

표 5.2.5 RTSM/CTSМ 제주청 관할해역 24시간 예측 오차 [m]

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	Bias	-0.032	0.000	0.037	0.043	0.011	-0.070	-0.060	-0.107	-0.170	-0.229	-0.079	-0.064	-0.060
	RMSE	0.071	0.062	0.066	0.057	0.060	0.077	0.072	0.127	0.185	0.237	0.110	0.075	0.100
국지 연안	Bias	-0.037	0.012	0.043	0.053	0.020	-0.066	-0.055	-0.095	-0.177	-0.223	-0.070	-0.048	-0.054
	RMSE	0.085	0.082	0.081	0.078	0.064	0.074	0.071	0.117	0.194	0.232	0.108	0.069	0.105

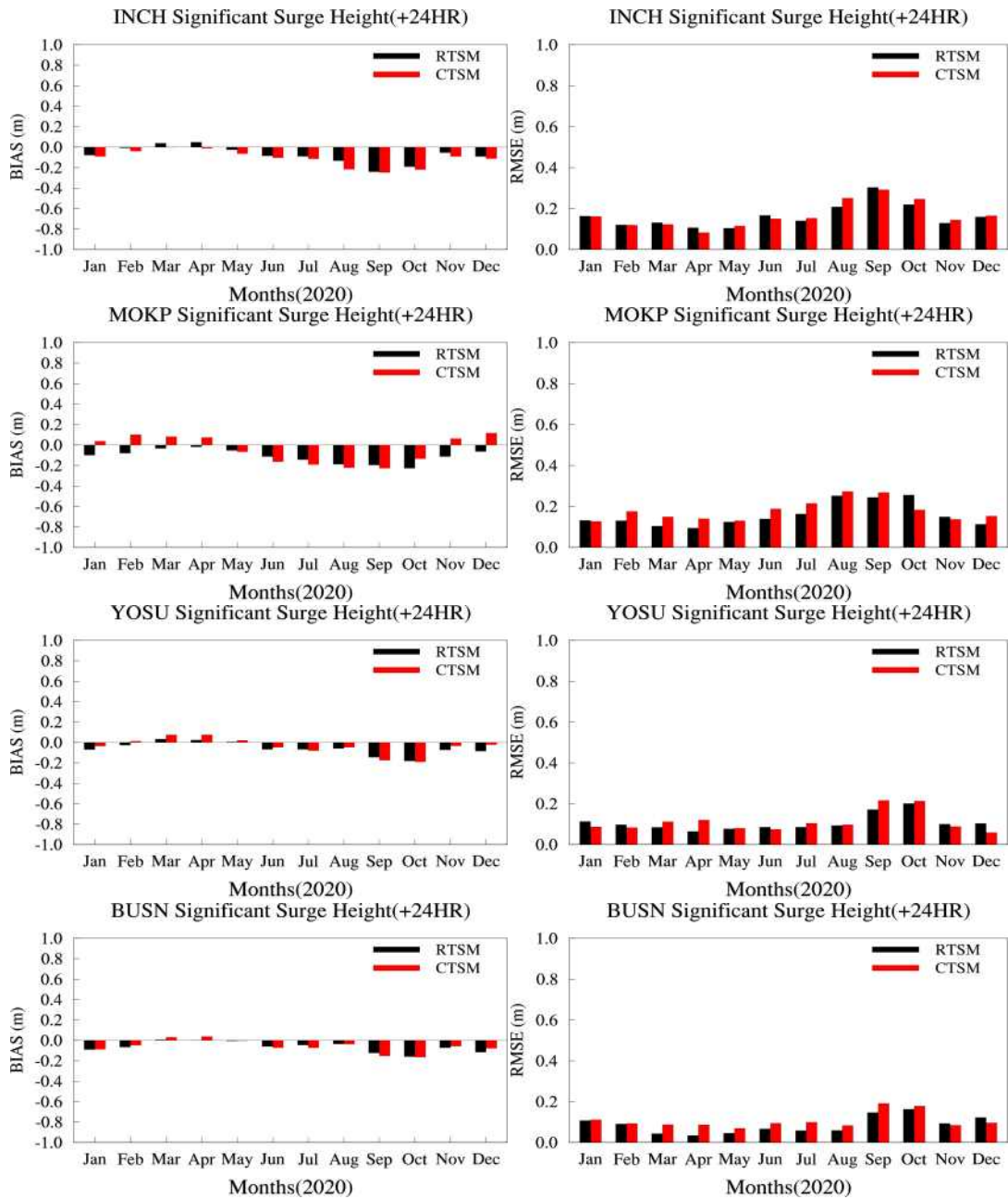


그림 5.2.2 인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 RTSM(검정색)과 CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 Bias(좌)와 RMSE(우)

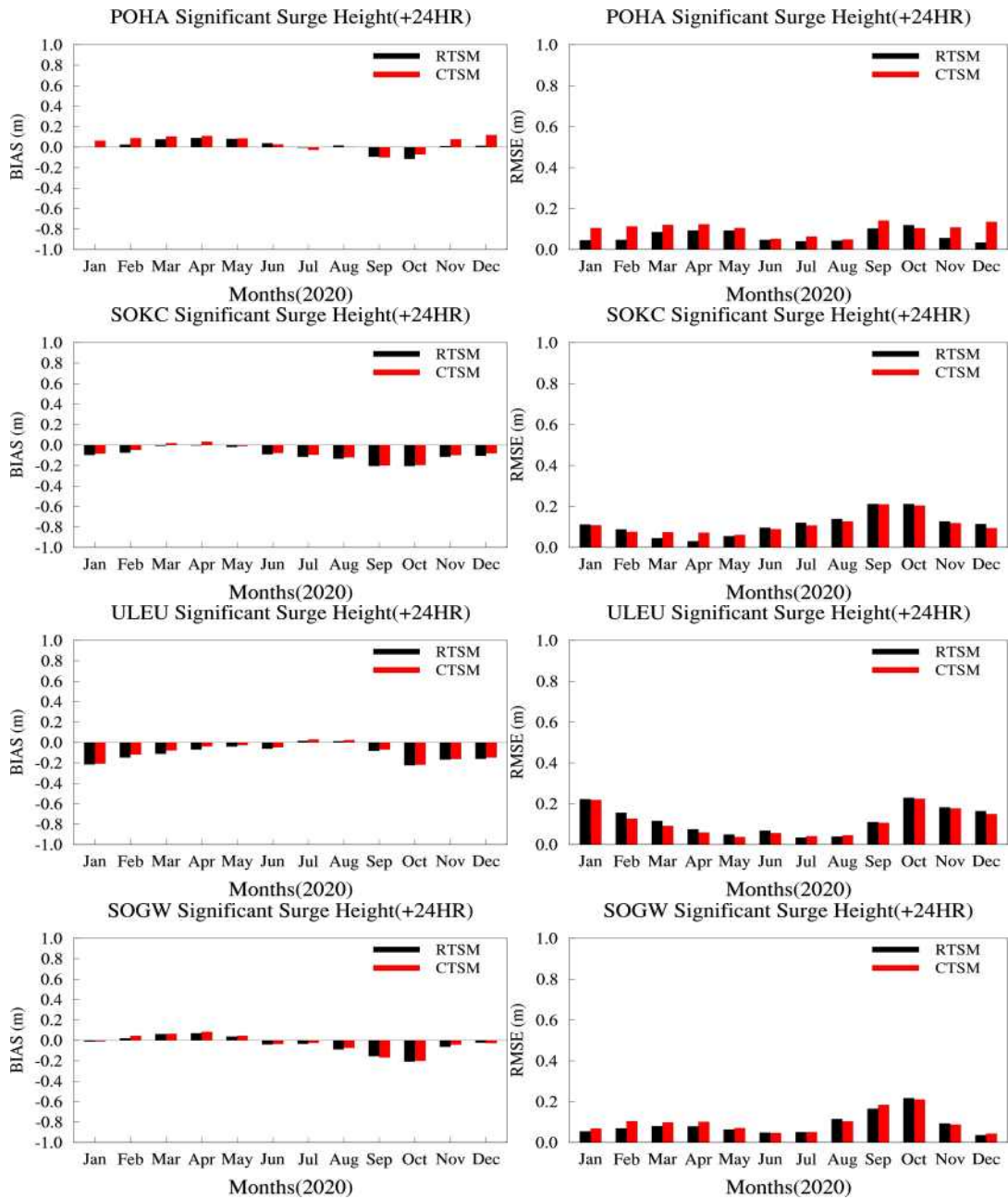


그림 5.2.3 포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 RTSM(검정색)과 CTSM(붉은색) 24시간 예측 폭풍해일고의 Bias(좌)와 RMSE(우)

6. 수치예보시스템 성능 분석(황사·연무통합예측모델)

6.1 황사·연무통합예측모델 현황

- 1) 영국 통합모델 기반의 황사·연무통합예측모델은 2016년 12월부터 1일 4회 운영되고 있고, 황사 출현에 대한 정량적 예보지원에 이용되고 있다.
- 2) 2020년 4월에는 선행시간 강수에 의한 발원 억제 효과를 고려한 황사 발원 알고리즘을 현업 황사·연무통합모델에 적용하였다.
- 3) 2020년 5월에는 황사 예보지원능력 강화를 위하여 황사예측모델의 예측 기간을 연장(3→7일)하여 현업 모델에 적용하였다.
- 4) 2020년 9월에는 황사 발원지 지역 모델 초기 자료 개선을 위해 몽골내의 7개 지점 황사감시자료(PM10 농도)를 자료동화체계에 사용할 수 있도록 품질검사방법 등을 개발하여 현업 모델에 적용하였다.
- 5) 2020년 4월에는 한국형수치예보모델 기반의 황사·연무통합예측시스템을 개발하여 실시간 운영을 시작하였다.

6.2 2020년 황사·연무통합예측모델 성능

황사·연무통합예측모델은 분할표 기반의 정확도지수를 이용하여 검증되었다. 2020년 황사는 2월에 1건, 4월에 2건, 5월에 1건, 6월에 1건, 10월에 1건, 11월에 1건으로 총 7건이 관측되었다(표 6.2.1). 모델 검증에는 지상 23개 지점 목측 황사 자료(그림 3.6.1)와 PM₁₀ 예측 자료가 사용되었고, 12시간(00, 12UTC) 주기로 분석되었다. 검증결과, 2020년 황사·연무통합예측모델의 정확도는 0.95, 성공 임계지수는 0.22, 탐지확률은 0.37, 거짓경보율은 0.66으로 평가되었다.

표 6.2.1 2020년 목측 황사사례 별 최초·최종 관측 시점 및 지점

	관측일	최초 관측시점(지점)	최종 관측시점(지점)
1	2.22	03:20(백령도)	18:20(서귀포)
2	4.4	12:05(백령도)	10:20(광주)
3	4.22	14:40(백령도)	16:40(북강릉)
4	5.11	12:10(백령도)	14:15(수원)
5	6.4	6:20(청주)	18:14(안동)
6	10.22	16:45(백령도)	17:50(북강릉)
7	11.1~11.2	14:20(백령도)	05:20(서귀포)

7. 태풍예측 성능 분석

7.1 태풍 진로예측 성능

7.1.1 연도별 태풍 진로예측 성능변화 추세

그림 7.1.1은 북서태평양 전체영역에 대한 전지구예보시스템 연도별 진로예측 오차이며 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2010년부터는 통합모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년~2020년: UM N1280L70)에 대한 검증결과이다. 수치예보모델의 태풍진로는 예측시간이 짧을 수록 오차가 적고, 오차분석이 시작된 2006년부터 2020년까지 전반적으로 오차가 감소하는 추세를 보인다. 하지만 2020년은 2019년에 비해 초기 예측시간부터 72시간 사이의 오차가 증가하고, 그 이후 시간에는 전년 대비 오차가 감소하였다.

그림 7.1.2는 북서태평양 전체영역에 대한 앙상블예측시스템의 연도별 진로예측 오차 경향을 보여주며, 2006년부터 2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합모델 (2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증결과이다. 앙상블예측시스템의 진로 오차는 시간에 따른 감소 경향이 뚜렷하진 않으나, 96-120시간 예측시간에서의 오차는 감소하는 경향을 보인다. 2020년은 전년도보다 모든 예측시간에서 오차가 감소하였다.

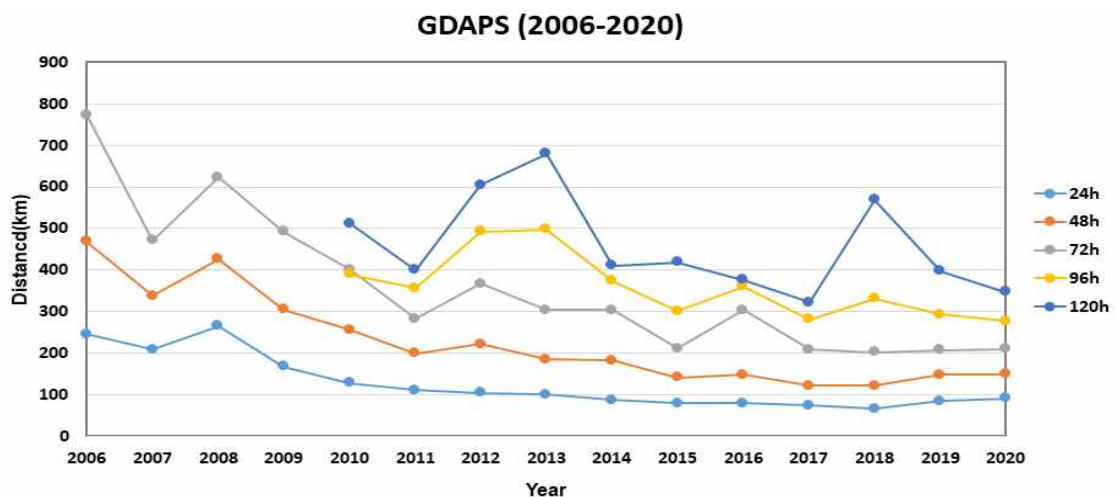


그림 7.1.1 GDAPS의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2020년(UM N128L70))

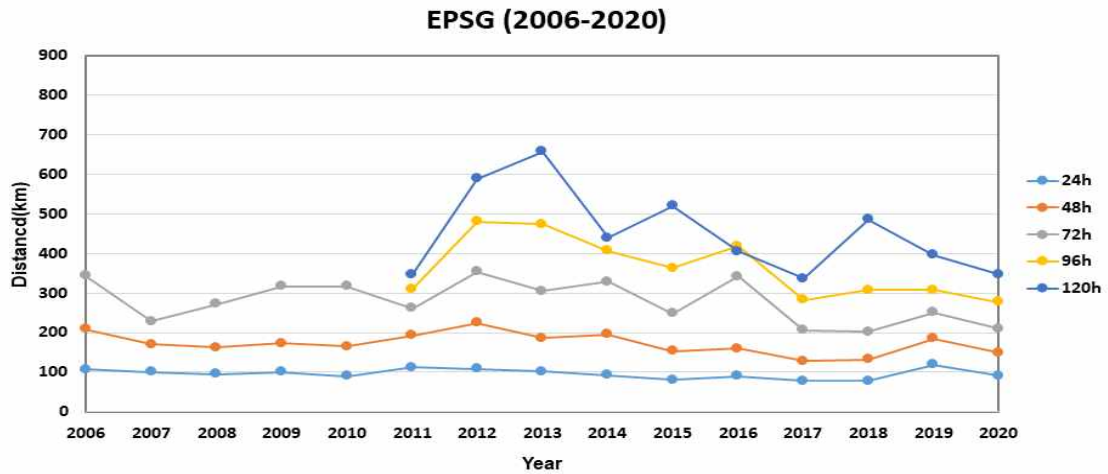


그림 7.1.2 EPSG의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2010년: T213L40, 2011~2015년: UM N320L70, 2016~2020년: UM N400L70)

7.1.2 2020년도 태풍 진로예측 성능

북서태평양 전체영역에 대한 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 태풍진로 오차를 표 7.1.1-3에 나타내었다. 표 7.1.1은 단순 거리오차이며, 표 7.1.2와 표 7.1.3은 각각 태풍 진행방향 오차(along-track error)와 태풍 진행수직방향 오차(cross-track error)이다. 단순거리오차는 72시간 예측까지는 전지구예보시스템이 앙상블예측시스템보다 평균 21.2km 정도 작게 나타났다. 태풍 진행방향 오차는 모든 예측시간에서 전지구예보시스템의 오차가 작았으며, 태풍 진행수직방향 오차는 60시간 예측까지는 전지구예보시스템이 앙상블예측시스템보다 진로예측 정확도가 큰 것으로 분석된다.

예측한 태풍이 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽에 위치할 때의 진로오차(표 7.1.4-6)는 짧은 예측시간(단순 거리오차 72h, 태풍 진행방향 오차 96h, 태풍 진행수직방향 오차 60h)에서는 전지구예보시스템이 정확하나, 긴 예측시간에서 앙상블예측시스템의 오차가 더 적게 분석되었다.

그림 7.1.3~7.1.4는 모델 예측 진로의 모의 경향을 나타내는 그림으로, ATB는 진행방향 편차, CTB는 진행 수직방향편차를 의미한다. 북서태평양과 20°N 북쪽, 140°E 서쪽 영역의 전지구예보시스템은 이동속도가 느리고(-), 96시간 예측까지는 진행 방향의 왼쪽으로(-) 120시간에는 오른쪽으로(+) 예측하는 경향을 보인다. 앙상블예측시스템은 이동속도가 빠르고(+), 96시간 예측까지는 진행 방향의 왼쪽으로(-) 120시간에는 오른쪽으로(+) 예측하는 경향을 보인다.

표 7.1.1 2020년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 ([km], (): 사례수)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	Mean	(Count)	Mean	(Count)
12hr	48.6	(287)	67.2	(143)
24hr	70.2	(248)	91.3	(124)
36hr	95.5	(209)	116.9	(105)
48hr	126.5	(176)	149.5	(89)
60hr	154.1	(147)	177.4	(74)
72hr	190.4	(117)	210.4	(60)
96hr	296.2	(41)	277.4	(41)
120hr	417.6	(26)	347.1	(26)

표 7.1.2 2020년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균과 ATB의 중간값(median) [km]

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	30.1	0.1	45.7	-10.6
24hr	44.9	-9.7	61.7	-16.1
36hr	67.4	-19.3	84.5	-33.6
48hr	88.2	-30.5	109.2	-48.6
60hr	106.4	-34.9	128.4	-78.0
72hr	130.5	-58.0	150.5	-79.8
96hr	190.6	-23.9	213.3	-118.0
120hr	293.2	69.6	299.1	-159.1

표 7.1.3 2020년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균과 CTB의 중간값(median) [km]

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	32.2	-11.1	40.3	-29.5
24hr	43.9	-21.4	54.2	-30.2
36hr	52.6	-19.3	64.8	-33.5
48hr	71.0	-25.7	79.5	-35.0
60hr	87.3	-31.7	94.6	-26.3
72hr	116.0	-26.1	114.3	-8.8
96hr	176.0	-57.3	133.0	-14.4
120hr	218.2	-25.1	128.3	63.2

표 7.1.4 2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 ([km], (): 사례수)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	Distance [km]	Count	Distance [km]	Count
12hr	46.5	(121)	74.1	(61)
24hr	75.8	(108)	104.0	(55)
36hr	99.5	(94)	123.4	(48)
48hr	118.4	(82)	139.8	(42)
60hr	131.7	(71)	161.7	(36)
72hr	167.1	(57)	192.0	(30)
96hr	271.7	(22)	259.0	(22)
120hr	413.5	(13)	330.4	(13)

표 7.1.5 2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 ATE의 평균 과 ATB의 중간값(median) [km]

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	28.5	3.2	47.9	-13.0
24hr	45.3	-7.0	62.4	-17.1
36hr	63.0	-19.5	74.8	-26.3
48hr	68.4	-26.1	81.4	-36.3
60hr	73.7	-31.8	104.8	-68.7
72hr	109.0	-68.3	138.2	-74.9
96hr	189.6	-61.4	204.0	-71.3
120hr	289.5	-89.9	282.4	-130.3

표 7.1.6 2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 CTE의 평균 과 CTB의 중간값(median) [km]

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	31.5	-15.6	46.9	-41.0
24hr	50.4	-36.7	68.9	-58.0
36hr	61.4	-44.5	81.4	-65.3
48hr	81.0	-46.9	95.4	-66.7
60hr	93.8	-55.9	101.1	-70.1
72hr	109.7	-73.3	104.5	-75.9
96hr	149.1	-79.9	120.6	-59.1
120hr	208.0	-95.5	119.6	45.7

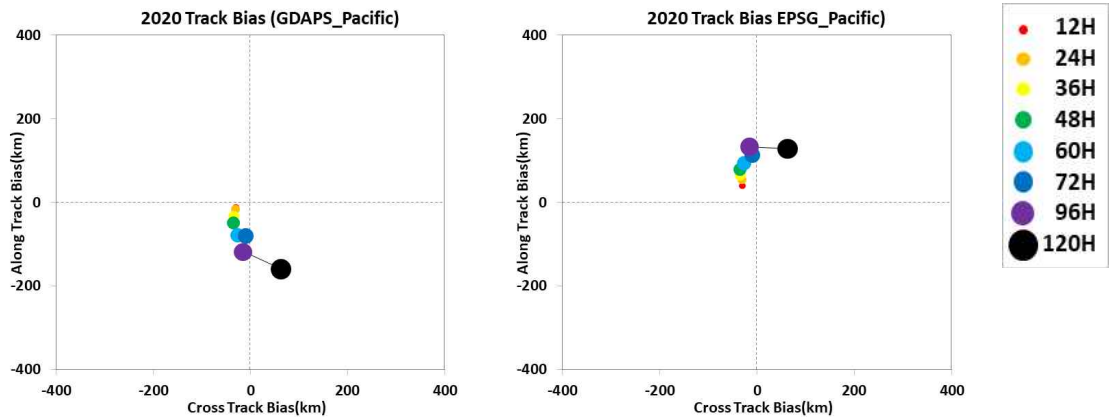


그림 7.1.3 2020년 북서태평양 전체영역에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향(Track bias (Median)) 전지구예보시스템(좌), 앙상블예측시스템(우)

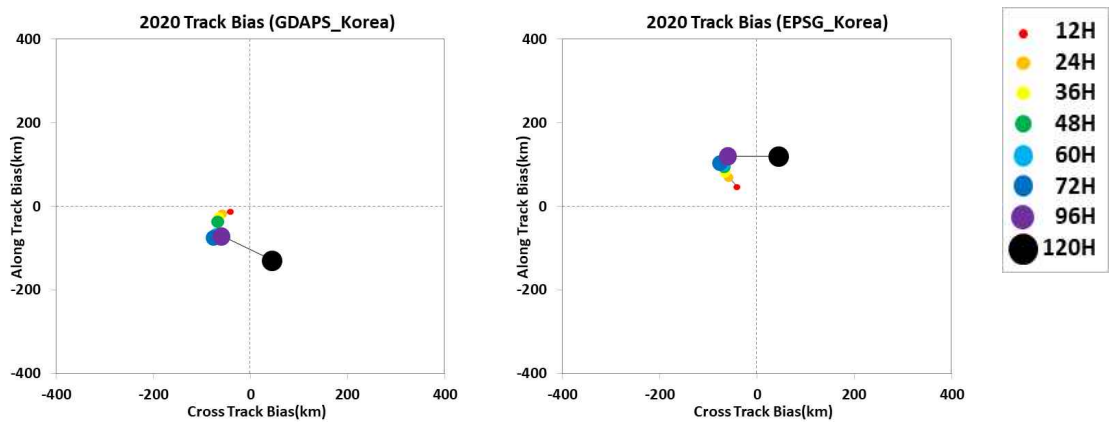


그림 7.1.4 2020년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 모의 경향(Track bias (Median)) 전지구예보시스템(좌), 앙상블예측시스템(우)

7.2 태풍 강도 예측성능 검증

7.2.1 연도별 태풍 강도예측 성능변화 추세

전지구예보시스템의 태풍의 연도별 강도 예측오차(그림 7.2.1)는 모델의 해상도가 변경(N768L70→N128L70)된 2018년부터 급격히 감소하였다. 한편 앙상블예측시스템은 통합모델이 도입된 2011년부터 강도예측 오차가 급격히 증가하였다(그림 7.2.2).

2020년 전지구예보시스템은 2019년보다 12, 24, 36, 120시간의 강도예측 오차는 증가하고 48, 60, 72, 96시간의 강도예측 오차가 감소하는 결과를 보이지만, 2020년 앙상블예측시스템의 강도예측 오차는 모든 예측시간에서 2019년에 비해 증가하였다.

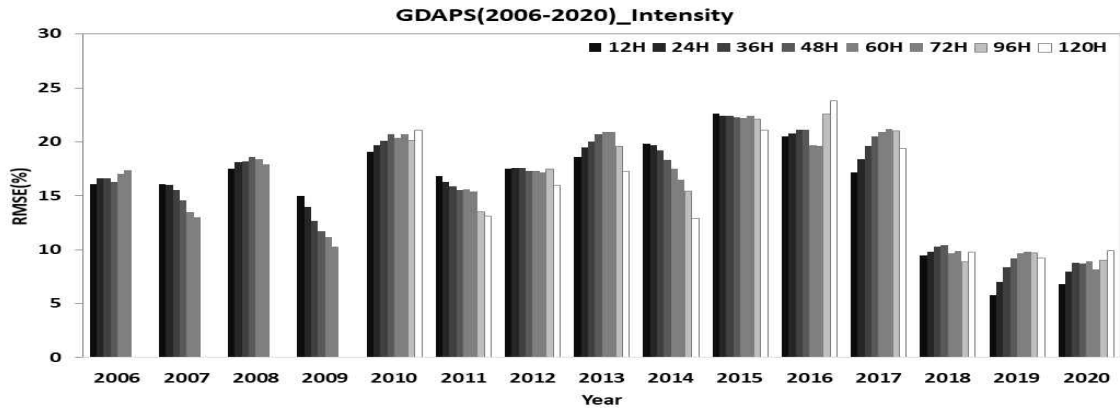


그림 7.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2020년 (UM N128L70))

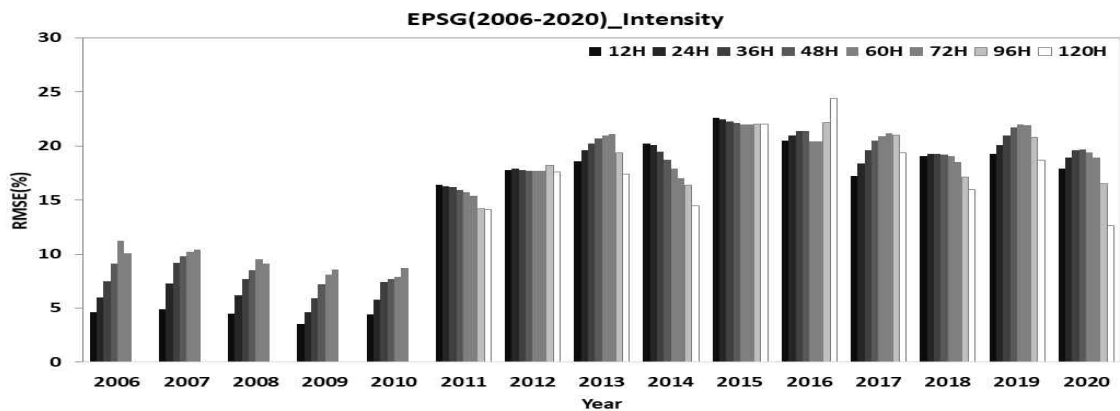


그림 7.2.2 EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2010년 이전(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016~2020년(UM N400L70))

그림 7.2.3은 전지구예보시스템의 태풍 강도별 강도예측의 RMSE의 연도별 경향을 나타낸 그림이다. 2020년의 TS 등급 강도예측 오차는 36시간을 제외하고 2019년보다 증가하였으나, STS 등급에서는 12시간 예측을 제외한 전 구간에서 전년보다 오차가 감소하였다. TY 등급에서는 36시간 이전 예측오차는 2019년보다 증가하였으나, 48시간 이후 예측 오차는 감소하였다. 그림 7.2.1에서 보였던 고해상도 수치예보모델 도입(2018년)에 따른 강도예측 성능 향상은 TY 등급에서 크게 나타났던 것으로 분석되었다.

그림 7.2.4는 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 강도예측 오차이다. TY 등급의 전 구간의 강도예측 오차가 전년보다 감소하였다. 2020년의 강도예측 오차는 TS 등급에서는 96시간 이후, STS 등급에서는 60시간 이후의 오차가 2019년보다 감소하였다.

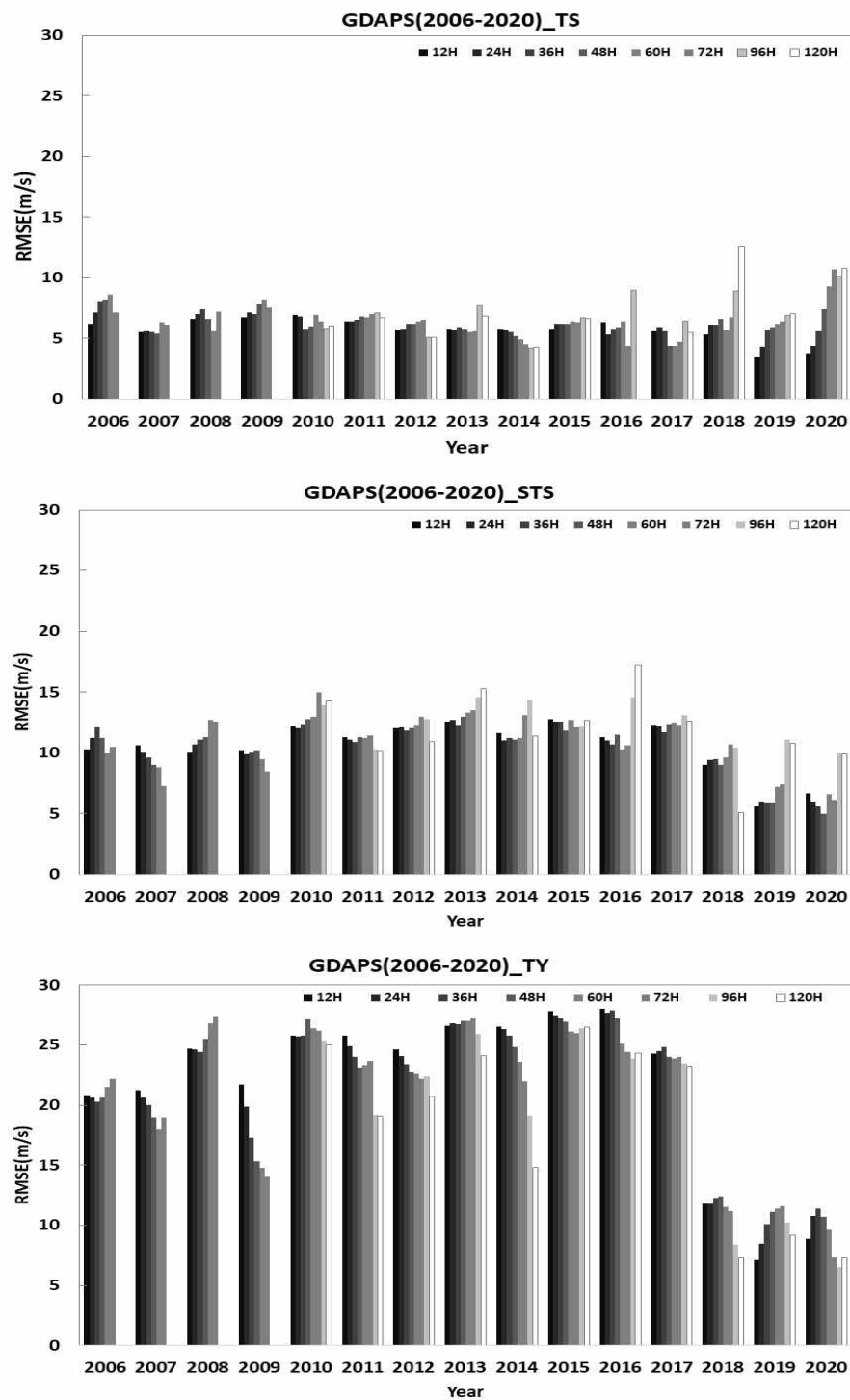


그림 7.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년 (UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2020년(UM N1280L70))

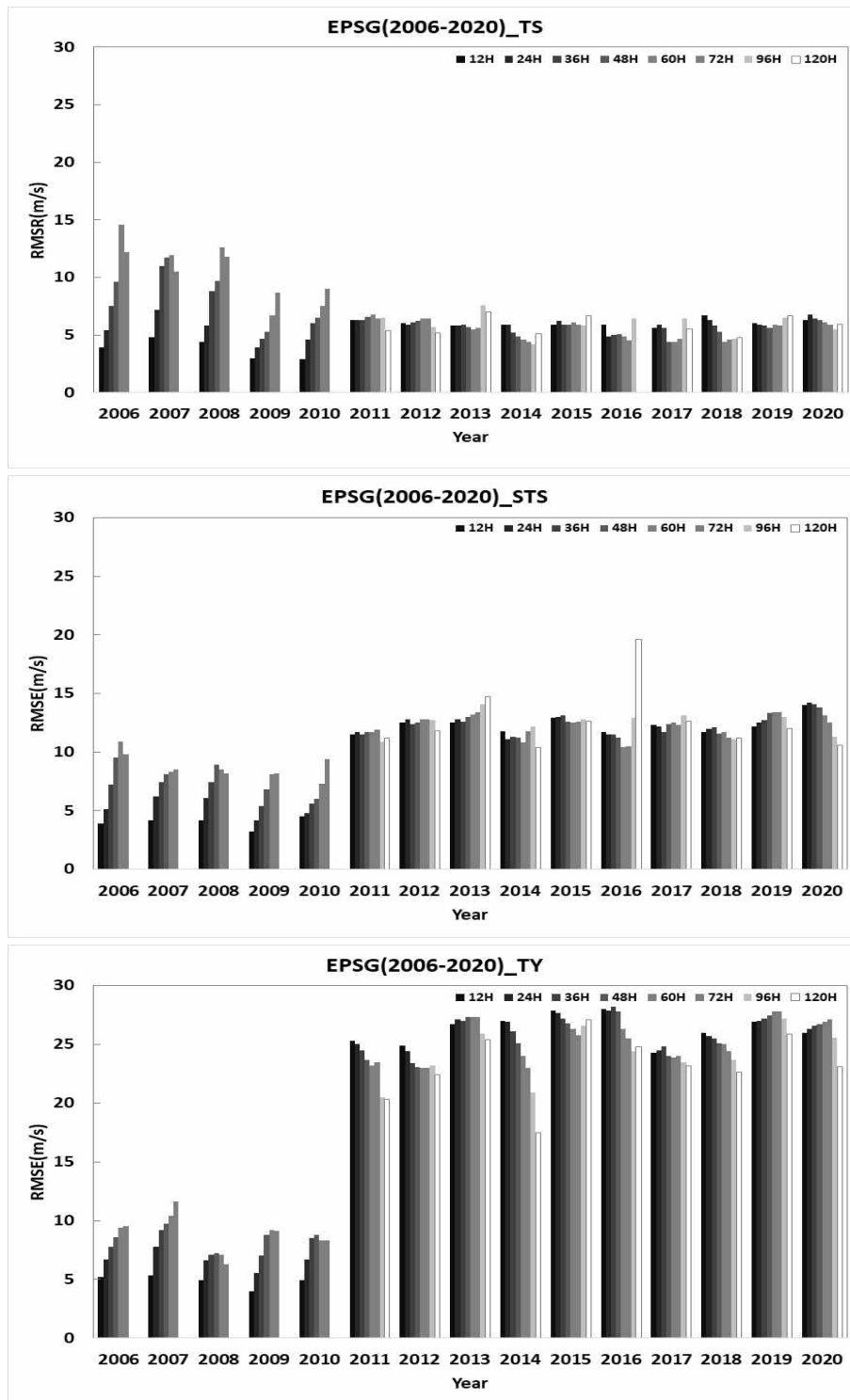


그림 7.24 EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2010년(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016~2020년(UM N400L70))

7.2.2 2020년도 태풍 강도예측 성능

표 7.2.1은 수치모델의 평균 RMSE와 평균편차, 상관계수를 나타낸 표이다. 태풍 강도예측성능 검증결과, 전지구예보시스템은 모든 예측시간에서 앙상블예측시스템보다 평균제곱근 오차가 적으며 12시간 예측에서 그 차가 11.1 m/s로 가장 큰 차이를 보인다. 전지구예보시스템은 48시간까지 음의 편차를 보여, 모델이 태풍을 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. 앙상블예측시스템의 편차는 전 예보시간 평균 약 -15.0 m/s를 나타내 태풍의 강도를 매우 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. RSMC-Tokyo 베스트트랙과의 태풍 강도 상관성을 분석한 결과 전지구예보시스템은 12시간 예측에서 0.83의 상관계수를 보이는 한편 앙상블예측시스템은 모든 예측시간에서 상관성이 매우 작은 것으로 분석된다.

표 7.2.1 2020년 수치예보모델의 태풍 최대풍속 RMSE, ME, AC (단위: m/s, (): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
		RMSE	ME	AC	AC
RMSE	12hr	6.8	(287)	17.9	(143)
	24hr	8.0	(248)	18.9	(124)
	36hr	8.8	(209)	19.6	(105)
	48hr	8.7	(176)	19.7	(89)
	60hr	8.9	(147)	19.4	(74)
	72hr	8.2	(117)	18.9	(60)
	96hr	9.0	(41)	16.5	(41)
	120hr	9.9	(26)	12.6	(26)
ME	12hr	-3.5	(287)	-14.7	(143)
	24hr	-3.2	(248)	-15.9	(124)
	36hr	-2.6	(209)	-16.8	(105)
	48hr	-1.0	(176)	-16.7	(89)
	60hr	1.2	(147)	-16.3	(74)
	72hr	3.4	(117)	-15.8	(60)
	96hr	6.6	(41)	-13.6	(41)
	120hr	7.2	(26)	-10.5	(26)
AC	12hr	0.83	(287)	0.16	(143)
	24hr	0.74	(248)	0.22	(124)
	36hr	0.65	(209)	0.30	(105)
	48hr	0.63	(176)	0.19	(89)
	60hr	0.62	(147)	0.20	(74)
	72hr	0.72	(117)	0.11	(60)
	96hr	0.79	(41)	0.31	(41)
	120hr	0.64	(26)	0.11	(26)

표 7.2.2는 전지구예보시스템과 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 평균 제공근 오차를 나타낸다. 두 모델의 RMSE는 TS 등급에서는 두 모델 간 큰 차이를 보이지 않지만, STS 등급과 TY 등급에서는 앙상블예측시스템의 오차가 급격히 커져 두 모델간 차이가 크게 나타났다. 특히 TY 등급의 12시간 예측에서 전지구예보시스템은 8.9 m/s, 앙상블예측시스템은 26.0 m/s의 오차를 보여주며 17.1 m/s의 차이를 보인다.

표 7.2.2 2020년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 RMSE (단위: m/s, (): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
		RMSE (m/s)	Case	RMSE (m/s)	Case
TS	12hr	3.8	(103)	6.3	(51)
	24hr	4.4	(79)	6.8	(39)
	36hr	5.6	(58)	6.4	(29)
	48hr	7.4	(49)	6.3	(25)
	60hr	9.3	(44)	6.1	(22)
	72hr	10.7	(36)	5.9	(19)
	96hr	10.1	(15)	5.5	(15)
	120hr	10.8	(12)	5.9	(12)
STS	12hr	6.7	(77)	14.0	(38)
	24hr	6.0	(65)	14.2	(33)
	36hr	5.6	(56)	14.1	(29)
	48hr	5.0	(44)	13.8	(23)
	60hr	6.6	(37)	13.1	(19)
	72hr	6.1	(31)	12.5	(16)
	96hr	10.0	(12)	11.3	(12)
	120hr	9.9	(9)	10.6	(9)
TY	12hr	8.9	(107)	26.0	(54)
	24hr	10.8	(104)	26.3	(52)
	36hr	11.4	(95)	26.6	(47)
	48hr	10.7	(83)	26.7	(41)
	60hr	9.6	(66)	26.9	(33)
	72hr	7.3	(50)	27.1	(25)
	96hr	6.5	(14)	25.6	(14)
	120hr	7.3	(5)	23.1	(5)

부 록

부록 A. 수치예보시스템별 검증 변경사항

A.1 전지구예보시스템의 검증 변경사항

검증 방법	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
모델 분해능	T213L30 (~60km)	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	T426L40 (~40km)	2005년 12월 ~ 2010년 5월 14일
	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 vn8.5) (~17km)	2016년 6월 29일 ~ 2018년 6월 6일
	N1280L70 (UM vn10.,8) (~10km)	2018년 6월 7일 ~ 현재
	NE360NP3 (KIM v 3.5) (~12km)	2020년 4월 28일 ~ 2020년 6월 24일
	NE360NP3 (KIM v 3.5a) (~12km)	2020년 6월 25일 ~ 2020년 10월 28일
	NE360NP3 (KIM v 3.6) (~12km)	2020년 10월 29일 ~ 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 ~ 2014년12월
	1.5° x 1.5° , area weight	2015년 1월 ~ 현재

A.2 앙상블예측시스템 검증 변경사항

검증	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 2010년 11월
	이른 분석	2011년 3월 ~ 현재
검증영역	20°N-70°N	2001년 4월 ~ 2003년 12월
	20°N-90°N	2004년 1월 ~ 2010년 11월
	20°N-90°N	2011년 3월 ~ 현재
편차보정	2009-2 ' 앙상블예측시스템편차 보정' 참고	2008년 7월 이후
기후자료	일별 NCEP 재분석 평균값	2007년 12월 까지
	일별 NCEP 40년 재분석 평균 및 표준편차 자료(1959~1998년) 활용	2008년 1월 ~ 현재
요소 추가	해면기압, RPS ¹⁸⁾ , RPSS ¹⁹⁾ , CRPS ²⁰⁾ , CRPSS ²¹⁾	2008년 1월 ~ 현재
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 6월28일
	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

A.3 앙상블예측시스템 변수별 확률검증 변경사항

요소	기후값 변경 전 (2007년 12월 이전)	기후값 변경 후 (2009년 1월 이후)
500hPa 고도	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850hPa 기온	± 2°C, ± 4°C, ± 8°C	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850hPa 풍속	± 10m/s, ± 15m/s, ± 25m/s	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
지상 10m 풍속	± 10m/s, ± 15m/s, ± 25m/s	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
해면기압	-	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd

18) RPS: Ranked Probability Score

19) RPSS: Ranked Probability Skill Score

20) CRPS: Continuous Ranked Probability Score

21) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

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 분석 자료를 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 사용자 하여금 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주었다면 그것은 가치 있는 예보로 간주할 수 있다. 예를 들어, 고분해능 수치예보 모델이 특정지점에서 독립적인 뇌우의 발달을 예보하였다고 할 때, 뇌우 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지만 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: 단일예보(deterministic) 앙상블예측(probabilistic) 질적예보(qualitative, worded)	예시 정량적 강수 예보 강수 확률, 앙상블 예보 5일 전망
시공간 영역: 시계열(time series) 공간분포(spatial distribution) 합동 공간과 시간(pooled space and time)	예시 지점의 일 최고기온 지위고도, 강수 분포도 월평균 전지구 이상기온
예보의 특수성: 양분예보(dichotomous, yes/no) 다중범주(multi-category) 연속적(continuous) 객체 혹은 사건 지향(object-or event-oriented)	예시 안개 발생 여부 추움, 정상(normal), 더움 조건들 최고기온 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 보기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(Random error)와 편차(평균오차 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 관측 오차를 가진다 하더라도 치우침이 심하거나 작은 표본의 검증 자료라 할지라도 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 악기상이 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 강도 별 등) 특정 구간의 예보의 양상을 추출하는 데 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 예보(Dichotomous), 연속 예보, 앙상블예측에 관한 검증 지수를 간략히 설명하였다.

1) 양분 예보(예/아니오)에 대한 검증방법

양분(Dichotomous) 예보는 "사건이 일어날 것인가?"에 대해 "예 혹은 아니요"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 negatives, 이하 C)만이 존재하고 놓침(Misses, 이하 M)과 거짓 알림(False alarms, 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 예보든 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(Correct negatives)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 또한, CSI는 무강수에 대한 정확한 예측(H)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 정확도(Accuracy, ACC)를 의미하게 된다. 예를 들면 CSI가 0인 경우 무강수가 많았던 경우이다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 강수일수가 적은 지역에 대해서는 잘못된 통계치를 유발할 가능성이 크다. 단점은 예보오차의 원인을 구별할 수 없다는 것이다. 어떤 경우에 맞힌 것(Hits) 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(Hit)에 민감하다. 또한 놓침(Miss)과 거짓 알람(False alarm)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 실제로 예보를 하였는지 검증하는 지수이다. 값의 범위는 0에서 1 사이의 값을 가지며 1에 가까울수록 수치 예보모델의 성능이 좋음을 의미한다. 이 지수는 비적중률(POFD, False Alarm Rate(F) = $F/(F+C)$)을 고려하지 않으므로 예보가 남발되었을 때도 값이 낮아지지 않는 특성을 가진다.

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

(6) 오보율(FAR, False Alarm Ratio)

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

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. 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(Root Mean Square Error(RMSE))

예보값과 관측값의 차이를 제곱근하여 평균을 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.

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

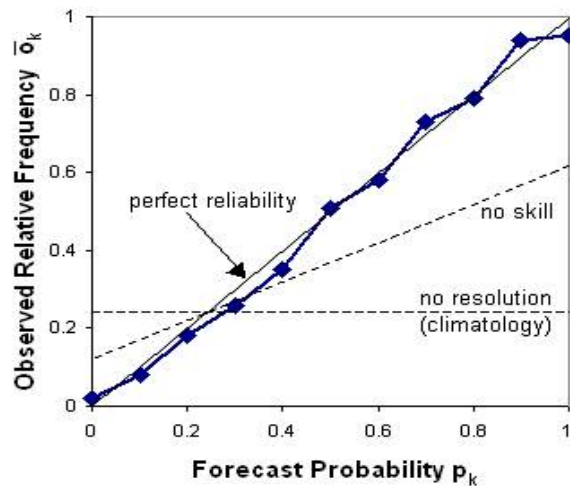
3) 확률 예측에 대한 검증방법

양상불예측은 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. 정확한 양상불 예측시스템은 다음과 같은 특성을 가진다.

- . 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)

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.



양상불예측의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm이상일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram(Atger, 1999)이 있다. 이 때 사용되는 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 앙상블 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. 앙상블 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) 불확정성으로 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 앙상블예측의 항상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0은 기준 예보에 비해

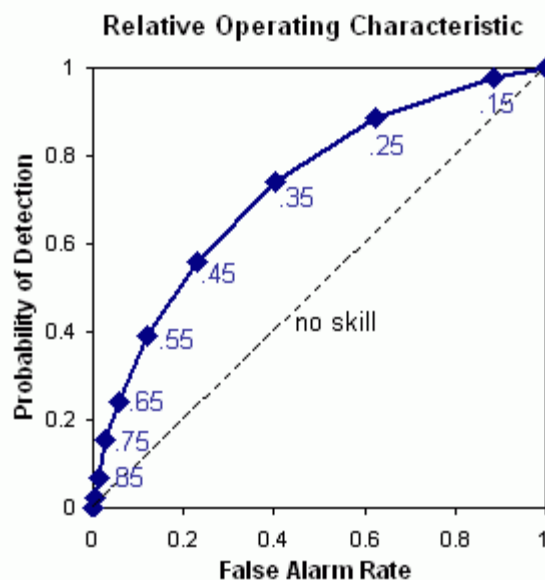
skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다; 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

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

(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.

Relative Operating Characteristics(이하, ROC) 곡선은 어떤 현상을 앙상블예측에서 얼마나 잘 감지할 수 있는지를 판단하는 "Signal detection theory"를 기초로 하고 있다(SwETS, 1973). 이 ROC 곡선은 앙상블 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 4로부터 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 면적 =1이고, ROC 면적 =0.5일 때 예보의 기술이 없다(No-skill)고 판단하게 된다.

표 4. 상황에 따른 예보 분할표 (Contingency table)

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

○ 적중률 = Hit Rate(HR) = $H / (H+M)$

○ 비적중률 = False Alarm Rate(F) = $F / (F+R)$

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

RPS는 앙상블예측에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서 M은 확률 예보의 범주를, p_k 는 예보 범주 k에서의 예측 확률, o_k 는 범주 k에서 관측유무에 대한 지시자(0="아니요", 1="예")이다. RPS는 다중 범주 확률 예보에서 확률 공간에서 제곱 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 5는 실황에 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. 실황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

		실황	
		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 EF는 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(EP)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(EC)은 대책을 마련할 때 드는 비용(C)이 예상 되는 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.

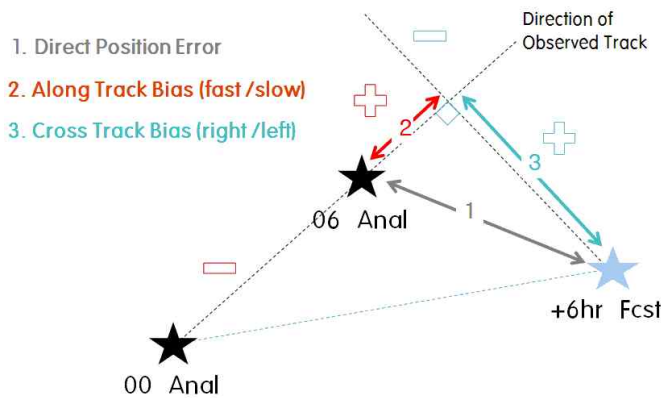
$$EV = (1 - FAR) - \left(\frac{1 - C/L}{C/L} \right) \left(\frac{\bar{o}}{1 - \bar{o}} \right) (1 - HR) \quad \text{if } C/L < \bar{o}$$

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

B.3 태풍 검증 방법: 이동속도와 방향성분을 고려한 오차 계산

태풍 진로 예보검증에 사용되는 Direct Position Error(DPE)는 예보 위치와 분석 위치 사이의 거리를 대권거리로 정의한다. 대권거리를 구하는 방법으로는 간단하면서도 정확한 하버사인 식을 사용하였다. DPE는 이동속도와 방향의 개념을 포함하는 두 가지 지표 Along-Track Bias (ATB)와 Cross-Track Bias(CTB)로 다시 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 오차이다. 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 오차이며, 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 분석된 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.



$$ATB = \frac{(\overrightarrow{OB1\ OB2} \cdot \overrightarrow{OB1\ FC})}{\| \overrightarrow{OB1\ OB2} \|} - \| \overrightarrow{OB1\ OB2} \| \quad , \quad ATE = |ATB| \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$CTB = \sqrt{\| \overrightarrow{OB1\ FC} \|^2 - \frac{(\overrightarrow{OB1\ OB2} \cdot \overrightarrow{OB1\ FC})^2}{\| \overrightarrow{OB1\ OB2} \|^2}} \quad , \quad CTE = |CTB| \quad \dots\dots\dots (2)$$

(※ $\| \ \|$ 는 벡터의 크기를 의미함.)

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		Cray2s (KIST) Cyber932 (KMA, 백업)
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		
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)		
			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 기반코드로 사용하고 있다.

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

연월	주요 변경 사항				
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경	
1994.10	수치 예보과	PPM(Perfect Prog Method)을 이용한 강수 확률 예보 현업 지원		CrayC90 (KISTI) Cyber932 (KMA, 백업)	
1995.03		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

(1987~1989)를 활용하여 개발하였는데, 이 당시 수치예보자료의 지속적인 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 기상예보용 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 Fuji성공임계지수 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 start로 모델을 운영하였다.

31) 독일 DKRZ 연구소에서 개발된 3세대 파랑 모델 WAM을 기반으로 수평해상도 2.0o(약 220km) 와 1/4o(약 30km)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.

35) 다양한 관측 자료를 제한 없이 동시 동화 할 수 있는 3차원 변분법 체계로 진일보한 개선이다. 수치예보과 기술보고서 2004-2 참조.

※ GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

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⁾		G-3dVar(inner loop: T106) G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 적용	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⁾			
2006.01		전구 및 지역 파랑예측 시스템 모델 코드 대체 (WAM→WAVEWATCH-III)			

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

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2006.05	수치 예보과	GBEPS (T213L40, 32멤버,1일 2회, 10일예보)		Cray X1E (18.5Tflops)
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 SW 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		
2007.08		GDAPS 레이리마찰(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	

전지구예보시스템(T426L40)의 초기장을 내삽 하여 사용하였다.

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 응용기상연구실에서 시험운영을 시작하였으며, 이후 최적화 및 병렬화 작업을 거쳐 2007년 3월부터 현업 운영을 시작하였다.

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2008.03	수치예보센터 → 수치모델관리관실	지역 파랑예측시스템 (ReWW3) 해상도 개선 (1/4°→1/12°) 및 국지 연안파랑예측시스템 (CoWW3, 1/120°) 6개 영역 현업 운영 ⁴¹⁾	국내 수직측풍 장비 (windprofiler) 7개 지점 추가	Cray X1E (18.5Tflops)
2008.04	수치모델관리관실		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) ⁴²⁾	KWRF-낮은 분석 cycle 운영 및 계절별 배경오차 적용	
2008.08		GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영		
2009.01	수치모델관리관실	전지구예측시스템의 개선된 구름양 진단과정 현업 적용 ⁴³⁾		Cray X1E (18.5Tflops)
2009.05		전지구 고해상도 파랑예측 시스템 현업 운영 ⁴⁴⁾		
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		

41) 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.

42) 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)

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2009.11	수치모델 관련관실	황사예측모델(ADAM) 현업 개선 (과대 모의를 일으키는 소스코드 수정)		3호기 인터림 시스템 Cray XT5 (14.17TF)
2010.01			통합모델 관측자료 전처리 과정 개선 ⁴⁵⁾	
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	3호기 초기분 시스템 Cray XT5 (27.65TF) N320L50 현업운영 (2010.5.14~)
2010.06		개선된 초단기 분석 및 예보시스템 (KLAPS) 현업운영 ⁴⁶⁾		
2010.07		통합모델 기반 황사농도단기예보시스템 (ADAM) 현업운영 ⁴⁷⁾ KWRF 모델 낮은분석 체계로 현업 적용	SSMIS 위성자료동화 현업적용	
2010.08		통합모델 출력변수 조정에 관한 현업 변경 -84시간까지 모델면 자료 출력간격 조정		
2010.09		슈퍼컴퓨터 3호기 기반 수치예보 현업 개선 ⁴⁸⁾		3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF)
2010.10		사계절 황사농도예보시스템 (UM-ADAM2) 현업운영		
2010.11		수치예보 현업 개선 ⁴⁹⁾	지상자료 결측자료 오류 개선	
2010.12			Satwind 관측오차 개선을 위한 신뢰도 지수(Q) 배열 조정	
2011.03		통합모델 기반 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L50 M24)	윈드프로파일러 결측자료 오류 개선	
2011.04		수치예보 현업 개선 ⁵⁰⁾		

- 43) 전지구예측시스템의 구름량이 관측보다 적게 예측하는 현상을 개선하기 위하여 상대습도를 이용한 확률함수 형태의 진단식으로 교체
- 44) 개선 사항: 수치예보 모델의 대체(WAM cycle4→WAVEWATCH-III V2.22), 수치예보 모델의 공간해상도와 스펙트럴 해상도 개선, 입력 자료의 주기를 12시간에서 6시간으로 단축
- 45) 개선 사항: Satwind 극 상층 바람 개선(ODB), GOES wind Q(품질신뢰도) 값 조정, 관측종별 station list 및 위성계수, 편차값 갱신, ATOVS, AIRS 자료처리 개선
- 46) 변경 사항: 버전 업그레이드(V2.2→V3.0), 1시간 간격 5km 예보, 분석시스템과 예보시스템을 통합하여 운영
- 47) 변경 사항: ADAM의 입력 기상장을 RDAPS에서 통합모델(UM 40km L50)로 전환, 모델 예측시간을 48시간에서 72시간으로 변경
- 48) 현업 개선 내용: 초단기예보시스템 하늘상태 실황/예측 자료 개선, 파랑실황도 현업화, 지역통합모델 레이더자료 처리과정 추가

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2011.05	수치모델 관련민실	고해상도 통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N512L70) -지역(12kmL70)	전구, 지역: 4DVAR 태풍보거싱기법 개선 (지상기압추가) 직수신 MetOp ATOVS 자료 현업적용	3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF) N512L70 현업운영 (2011.5.23~)
		연직축 확장 앙상블 예측시스템 현업운영 (UM N320 L70 M24)		
		지역자료동화체계(4DVAR) 운영		
2011.06		수치예보 현업 개선 ⁵¹⁾ 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 ⁵²⁾ 앙상블예측기반 악기상예측 지수(EFI) 현업 제공	3DVAR(재해기상예보모델)	
2012.06		전지구 및 지역예보모델 물리과정 개선 ⁵³⁾	전지구 분석해상도 개선(N144→N216)	
2013.06		전지구, 지역, 국지예보모델 예측기간 ⁵⁴⁾ 연장 전지구, 지역, 국지예보모델 물리과정 개선 ⁵⁵⁾ PS01 현업 운영(전지구, 지역 및 국지 개선)	하이브리드 4차원 변분자료 동화 적용	
2013.10	모델 출력물 중 qrain 추가			

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

50) 개선 사항: KLAPS 분석장과 모델 초기장 일치성 개선, 지역해양모델 해역별 파고시계열 그래픽 추가

51) 개선 사항: 고해상도 통합모델기반의 모의 위성영상 생산, 고해상도 통합모델기반의 황사추적도 현업 운영

52) 국지적으로 단시간에 발생하여 인명 및 재산 피해를 초래하는 위험/재해기상(이하 위험기상) 현상의 예측능력 향상을 위하여 지형, 토지이용도, 식생 등 지표자료 고도화('11.2), 잠열너징 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

53) 전지구/지역예보모델의 대규모 강수과정, 대류물리과정, 복사물리과정 개선 적용, 전지구예보시스템 구름량 예단 적용

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2014.06	수치모델 관련관실	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 ⁵⁷⁾		
2015.6	국립기상 과학원	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
2016.6	수치모델 연구부	전지구예보시스템 (GDAPS) - 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	관측자료 전처리 및 자료동화 (OPS, ODB, VAR) 개선 - 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	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/양상블/ 국지양상블)

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

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

56) Parallel Suite

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

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상과학원 수치모델연구부	<ul style="list-style-type: none"> - 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>국지예보시스템 (LDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame • 모델 가변격자 영역 확장 : 744 x 928 → 1188 x 1148 <p>전지구양상불예측시스템 (EPSG)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 => vn8.5 • 해상도 변경 : N320(40km) → N400(32km) • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame 	<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>국지예보시스템(LDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 • 관측자료 전처리 : OPS vn27.2 → vn32.0 • 자료동화 : VAR vn29.2 → vn32.0 • 자료동화 영역 확장 : 고정격자 영역에서 가변격자 영역으로 확장 	<p>슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40</p> <p>PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/양상불/ 국지양상불)</p>

연월	주요 변경 사항			
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상과학원 수치모델연구부	국지양상블예측시스템(LENS) • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/국 지/양상블/ 국지양상블)
2016.10		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
2017.6 (6.21. 00utc)	수치 모델링 센터	초단기예보시스템(VDAPS ⁵⁸) - 모델 역학과정 • UM 버전: vn10.1 • 수평해상도: 1.5km (고정: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 ⁵⁹) 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(EPSSG) - 토양 수분, 지중온도 섭동 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS04 현업운영 (전지구/지역/국 지/양상블/ 국지양상블)

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

59) 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 숨어내기 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 (대기지면과정 GA6.1/GL6.1 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 전지구예보시스템(10km) 기반으로 전환	

2018.8 (8.30. 00UTC)	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)	지역파랑양상불예측시스템 (EWW3) 운영 시작 - 지역파랑모델 (RWW 3) 기반으로 전지구양상불예측시스템(EPSC) 24-멤버의 해상풍을 입력자료로 사용하여 24-멤버 양상불 지역파랑모델 운영 시작	
2018.11 (11.15. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 한반도 일기도 표출해상도 변경: 40km→20km - 상세바람기온 및 대류불안정 일기도 표출시간 연장: 84H→288H - 상세바람기온 일기도 표출고도 추가: 1000hPa, 300hPa
2018.11 (11.29. 00UTC)	국지양상불예측시스템(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	황사·연무통합예측모델 (ADM3) 개선 - 모델 입력 기상자료의 10m 풍속보정기법 적용 - NDVI를 이용한 황사발원량 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 초기화 과정 추가개선 - 기초입력자료 상세화를 통한 지표 물리과정 개선		
2019.3 (3. 19. 00UTC)		지역예보모델 종료에 따른 현업 지역파랑(RWW3), 국지 파랑(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(RTTOM) 버전 향상 - 복사모의영상 예측시간 확대		
2019.5 (5.28. 00UTC)		예측시간 연장 국지예보시스템 현업운영 - 예측시간 연장(36→48h)		
2019.5 (5.30. 00UTC)		지역 폭풍해일예측시스템 기본모델 변경 및 예측시간 연장(87시간->120시간) - POM -> NEMO		
2019.6 (6. 27. 00UTC)		시간차 기법을 적용한 전지구 앙상블 예측시스템 협업 운영 - KIM 도입 등으로 피크 타임(00, 12UTC)에 과도하게 집중되는 슈퍼컴 사용량의 분산을 위한 현업 변경 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	<ul style="list-style-type: none"> - 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 현업운영 - 수치모델 기반 강수 실태분석 및 초단기 예보지원 - 가용 관측자료 활용을 통한 관측자료 분석 및 모델 개선을 통한 초단기 기상분석 및 예보시스템 개선	<ul style="list-style-type: none"> 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)		
2019.8 (8. 1. 00KST)			한반도 ASOS 지점 수 변경 (76→75개) - ASOS 진도(47175) 지점이 AWS 진도(175)로 변경	
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	

연월	주요 변경 사항				
	운영	모델	분석	컴퓨터 환경	
2020.1 (1. 20. 00UTC)	수치 모델링 센터	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)		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40	
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		
2020.4 (4. 1. 00UTC)		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 황사연무통합예측모델 (ADM3) 현업운영 : 선행시간 3~6시간 이전 강수영향 반영		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2020.9 (9. 10. 00UTC)	KIM 기반 예측시간 연장 황사연무통합 예측모델(ADM3) 현업운영 : 기존 3일 → 변경 7일		슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530
2020.9 (9.23. 09UTC)		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(KIM, UM 기반) 1시간 간격 유의파고 및 파향자료 추가 생산	

<p>2020.10 (10. 29. 00UTC)</p>		<p>한국형수치예보모델(KIM) 기반 전지구예보시스템 개선 버전(v3.6) 현업운영 : 관측자료 활용확대 및 자료동화 개선</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 추가 활용 (존데 하강관측, GK2A AMV 및 CSR, 신규 GNSS-RO) - 항공기 관측자료 연직 숙아내기 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 	<p>슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530</p>
<p>2020.11 (11. 5. 00UTC)</p>		<p>UM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화</p>		<p>슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40</p>
		<p>KIM 기반 황사·연무통합예측모델 (ADM3) 자료동화체계 변경 현업운영 : 한국, 중국, 일본 관측 PM10 농도 자료동화</p>		<p>슈퍼컴 5호기 초기분 시스템 Lenovo SD-530</p>

※ 응용모델(파랑, 폭풍해일, 황사·연무): 국립기상과학원 개발 및 수치모델링센터 현업운영

부록 D. 수치예보시스템 검증결과(전지구, 국지, 전지구앙상블)

D.1 전지구예보시스템(GDAPS)

D.1.1 영역별(북반구, 적도, 남반구) 분석검증

표 D.1.1 GDAPS 북반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.00	-0.01	0.00	0.03	0.00	-0.05	-0.06	-0.04	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.02
24hr	-0.05	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.08	-0.08	-0.09	-0.03	-0.05	-0.05	-0.04	-0.05
36hr	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	-0.06	-0.16	-0.20	-0.18	-0.10	-0.08	-0.04	-0.02	-0.08
48hr	-0.09	-0.05	-0.05	-0.06	-0.13	-0.21	-0.23	-0.21	-0.14	-0.15	-0.11	-0.07	-0.13
60hr	-0.05	-0.03	0.00	0.02	-0.10	-0.23	-0.31	-0.31	-0.20	-0.17	-0.09	-0.04	-0.13
72hr	-0.07	-0.05	-0.01	-0.03	-0.14	-0.24	-0.29	-0.26	-0.20	-0.21	-0.14	-0.09	-0.14
96hr	-0.06	-0.02	0.03	0.03	-0.11	-0.25	-0.31	-0.32	-0.26	-0.30	-0.19	-0.13	-0.16
120hr	-0.10	0.00	0.04	0.06	-0.09	-0.29	-0.37	-0.37	-0.38	-0.39	-0.22	-0.21	-0.19
144hr	-0.09	0.03	0.04	0.09	-0.06	-0.34	-0.44	-0.37	-0.50	-0.47	-0.25	-0.23	-0.22
168hr	-0.05	0.09	0.03	0.08	-0.01	-0.31	-0.44	-0.35	-0.55	-0.49	-0.34	-0.26	-0.22
192hr	-0.04	0.13	-0.02	0.02	-0.01	-0.29	-0.43	-0.28	-0.63	-0.50	-0.47	-0.35	-0.24
216hr	-0.05	0.15	-0.08	0.02	-0.05	-0.30	-0.44	-0.20	-0.72	-0.64	-0.61	-0.46	-0.28
240hr	0.04	0.23	-0.14	0.02	-0.10	-0.32	-0.44	-0.17	-0.82	-0.84	-0.67	-0.60	-0.32
264hr	0.05	0.36	-0.13	0.02	-0.12	-0.34	-0.40	-0.09	-0.82	-0.98	-0.68	-0.79	-0.33
288hr	0.08	0.42	-0.03	0.10	-0.22	-0.42	-0.33	0.01	-0.81	-1.16	-0.69	-1.00	-0.34
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.59	0.57	0.58	0.59	0.53	0.54	0.53	0.50	0.48	0.45	0.53	0.60	0.54
24hr	0.90	0.87	0.84	0.85	0.75	0.72	0.68	0.65	0.67	0.67	0.82	0.92	0.78
36hr	1.17	1.14	1.14	1.11	1.01	0.98	0.93	0.90	0.90	0.92	1.05	1.20	1.04
48hr	1.43	1.43	1.41	1.41	1.26	1.19	1.12	1.06	1.16	1.18	1.31	1.51	1.29
60hr	1.78	1.77	1.81	1.68	1.57	1.45	1.34	1.34	1.42	1.52	1.61	1.88	1.60
72hr	2.18	2.17	2.16	2.14	1.90	1.76	1.61	1.57	1.73	1.88	1.98	2.30	1.95
96hr	3.22	3.14	3.18	3.11	2.77	2.52	2.25	2.18	2.49	2.78	2.85	3.32	2.82
120hr	4.36	4.36	4.50	4.34	3.85	3.34	2.99	2.92	3.41	3.73	3.94	4.42	3.85
144hr	5.69	5.73	6.10	5.66	4.83	4.21	3.81	3.77	4.36	4.77	5.15	5.49	4.96
168hr	7.13	7.16	7.43	6.95	5.80	5.05	4.50	4.56	5.23	5.87	6.58	6.59	6.07
192hr	8.55	8.32	8.71	7.99	6.61	5.68	5.03	5.21	6.04	6.88	7.62	7.90	7.05
216hr	9.63	9.17	9.57	8.93	7.13	6.26	5.57	5.78	7.00	7.75	8.48	9.10	7.86
240hr	10.46	9.95	10.23	9.50	7.72	6.68	5.99	6.25	7.75	8.68	9.35	9.95	8.54
264hr	11.17	10.91	10.88	9.71	8.02	6.92	6.36	6.55	8.42	9.14	10.33	10.60	9.08
288hr	11.56	11.79	11.50	10.08	8.38	7.00	6.59	6.70	8.79	9.49	11.12	11.47	9.54

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	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	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.97	0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97
96hr	0.94	0.95	0.95	0.93	0.92	0.91	0.91	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94
120hr	0.89	0.90	0.91	0.87	0.84	0.84	0.85	0.88	0.88	0.89	0.91	0.89	0.88
144hr	0.82	0.84	0.83	0.79	0.75	0.74	0.76	0.79	0.81	0.82	0.84	0.83	0.80
168hr	0.72	0.75	0.75	0.68	0.63	0.63	0.67	0.69	0.73	0.72	0.74	0.75	0.71
192hr	0.61	0.67	0.66	0.57	0.53	0.54	0.58	0.59	0.64	0.62	0.65	0.65	0.61
216hr	0.51	0.60	0.58	0.46	0.45	0.46	0.48	0.50	0.53	0.53	0.58	0.53	0.52
240hr	0.41	0.52	0.52	0.39	0.36	0.39	0.39	0.43	0.41	0.43	0.48	0.44	0.43
264hr	0.33	0.43	0.46	0.36	0.31	0.34	0.33	0.37	0.32	0.36	0.37	0.38	0.36
288hr	0.29	0.34	0.40	0.32	0.26	0.31	0.29	0.34	0.26	0.30	0.27	0.29	0.31
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	13.01	12.75	13.20	14.35	14.45	15.27	15.01	14.68	12.70	11.83	12.13	13.10	13.54
24hr	17.76	17.30	17.61	19.39	19.36	20.24	19.85	19.44	17.09	15.99	16.45	17.75	18.18
36hr	21.24	20.76	21.35	23.13	23.55	24.42	23.77	23.58	20.81	19.65	19.85	21.62	21.98
48hr	24.39	23.95	24.63	27.13	27.24	28.17	27.44	26.99	24.68	22.97	22.88	24.97	25.45
60hr	28.04	27.46	28.61	30.51	31.53	32.21	30.83	31.10	28.32	26.87	26.23	28.72	29.20
72hr	31.57	30.86	31.91	35.28	35.33	36.39	35.03	34.57	32.24	30.67	29.65	32.32	32.98
96hr	40.19	38.51	40.27	44.41	44.56	45.80	43.16	42.87	40.43	39.43	37.07	40.37	41.42
120hr	48.44	47.11	49.89	53.93	53.98	54.15	51.22	51.07	49.38	47.40	45.23	48.41	50.02
144hr	56.03	55.17	59.54	62.94	62.86	61.49	58.67	58.97	57.36	55.96	53.55	55.90	58.20
168hr	62.84	62.49	67.26	71.11	70.31	68.04	64.53	65.55	63.78	63.90	61.70	62.52	65.34
192hr	69.51	68.37	74.26	76.98	75.39	72.91	69.62	71.03	69.82	70.58	67.47	68.78	71.23
216hr	75.36	73.08	78.47	82.76	78.54	76.57	73.72	75.92	75.44	75.57	71.58	73.76	75.90
240hr	78.66	76.76	81.91	85.21	81.46	79.15	77.12	78.87	79.77	79.26	75.58	77.20	79.24
264hr	81.48	79.94	84.36	86.17	83.48	81.30	78.83	80.41	83.73	81.32	79.88	79.55	81.70
288hr	82.44	82.48	86.47	88.11	85.11	82.07	79.58	81.39	84.21	83.26	84.00	81.98	83.43

표 D.1.2 GDAPS 북반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.09	-0.08	-0.06	-0.01	0.03	0.06	-0.01	-0.04	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03
24hr	-0.04	-0.12	-0.11	-0.09	-0.01	0.04	0.06	-0.02	-0.06	-0.03	-0.06	-0.05	-0.04
36hr	-0.05	-0.15	-0.14	-0.10	0.01	0.06	0.10	-0.02	-0.07	-0.02	-0.05	-0.04	-0.04
48hr	-0.04	-0.16	-0.15	-0.11	0.02	0.07	0.11	-0.02	-0.06	-0.02	-0.04	-0.04	-0.04
60hr	-0.05	-0.18	-0.16	-0.11	0.06	0.10	0.14	-0.02	-0.06	0.00	-0.01	-0.03	-0.03
72hr	-0.04	-0.19	-0.17	-0.12	0.07	0.11	0.14	-0.01	-0.05	0.00	0.00	-0.03	-0.02
96hr	-0.07	-0.21	-0.19	-0.11	0.12	0.15	0.17	-0.01	-0.04	0.02	0.02	-0.02	-0.01
120hr	-0.09	-0.25	-0.21	-0.10	0.16	0.20	0.20	-0.01	-0.03	0.06	0.05	0.00	0.00
144hr	-0.13	-0.28	-0.23	-0.12	0.20	0.24	0.22	-0.01	0.00	0.11	0.08	0.04	0.01
168hr	-0.14	-0.27	-0.24	-0.13	0.23	0.30	0.24	-0.01	0.01	0.15	0.12	0.04	0.02
192hr	-0.16	-0.29	-0.24	-0.12	0.26	0.36	0.25	-0.02	0.05	0.19	0.18	0.07	0.04
216hr	-0.19	-0.31	-0.23	-0.08	0.28	0.39	0.25	-0.02	0.08	0.24	0.25	0.12	0.07
240hr	-0.22	-0.30	-0.24	-0.07	0.31	0.39	0.26	-0.02	0.11	0.33	0.33	0.15	0.09
264hr	-0.20	-0.29	-0.20	-0.03	0.32	0.42	0.27	-0.03	0.15	0.39	0.42	0.18	0.12
288hr	-0.27	-0.33	-0.18	-0.05	0.32	0.44	0.27	-0.03	0.17	0.43	0.49	0.24	0.13
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.64	0.65	0.62	0.63	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51	0.52	0.58	0.67	0.59
24hr	0.91	0.89	0.86	0.86	0.80	0.76	0.74	0.69	0.67	0.71	0.83	0.94	0.80
36hr	1.11	1.09	1.05	1.07	1.02	0.97	0.92	0.88	0.85	0.89	1.01	1.14	1.00
48hr	1.27	1.27	1.23	1.24	1.19	1.12	1.07	1.00	0.98	1.03	1.19	1.32	1.16
60hr	1.44	1.44	1.41	1.42	1.39	1.31	1.21	1.17	1.14	1.20	1.33	1.49	1.33
72hr	1.63	1.63	1.58	1.61	1.57	1.48	1.38	1.31	1.28	1.36	1.50	1.69	1.50
96hr	2.11	2.07	2.07	2.03	2.01	1.92	1.72	1.65	1.63	1.75	1.86	2.13	1.91
120hr	2.63	2.61	2.63	2.55	2.50	2.36	2.10	2.02	2.05	2.19	2.31	2.63	2.38
144hr	3.15	3.19	3.27	3.11	3.05	2.82	2.52	2.41	2.49	2.62	2.78	3.09	2.88
168hr	3.69	3.78	3.86	3.72	3.59	3.27	2.94	2.77	2.94	3.13	3.31	3.55	3.38
192hr	4.21	4.37	4.44	4.21	4.03	3.73	3.29	3.15	3.37	3.60	3.77	4.03	3.85
216hr	4.78	4.85	4.91	4.69	4.32	4.04	3.61	3.50	3.71	4.07	4.10	4.43	4.25
240hr	5.25	5.25	5.27	5.07	4.57	4.29	3.90	3.77	4.00	4.48	4.42	4.77	4.59
264hr	5.61	5.52	5.53	5.36	4.85	4.49	4.06	3.96	4.29	4.72	4.75	5.04	4.85
288hr	5.84	5.72	5.84	5.62	5.06	4.70	4.20	4.07	4.41	4.83	5.14	5.23	5.05
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	0.99	0.98	0.98	0.98
36hr	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
48hr	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96
60hr	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.96	0.96	0.95	0.94	0.95
72hr	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93	0.93	0.92	0.93	0.94	0.95	0.94	0.92	0.94
96hr	0.89	0.90	0.91	0.91	0.89	0.88	0.87	0.88	0.91	0.92	0.91	0.88	0.90
120hr	0.83	0.84	0.85	0.85	0.83	0.81	0.80	0.82	0.85	0.87	0.86	0.82	0.84
144hr	0.76	0.77	0.77	0.78	0.75	0.73	0.72	0.75	0.79	0.81	0.80	0.75	0.76
168hr	0.68	0.67	0.68	0.68	0.65	0.64	0.63	0.67	0.70	0.73	0.72	0.67	0.68
192hr	0.58	0.56	0.58	0.59	0.56	0.53	0.54	0.57	0.61	0.64	0.63	0.58	0.58
216hr	0.46	0.46	0.49	0.49	0.49	0.45	0.45	0.47	0.52	0.54	0.56	0.50	0.49
240hr	0.35	0.38	0.41	0.41	0.42	0.40	0.37	0.39	0.44	0.44	0.48	0.42	0.41
264hr	0.27	0.32	0.35	0.34	0.35	0.34	0.31	0.33	0.36	0.38	0.40	0.36	0.34
288hr	0.21	0.28	0.28	0.28	0.30	0.27	0.27	0.29	0.33	0.36	0.31	0.31	0.29

표 D.1.3 GDAPS 북반구 500hPa 고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	-0.18	-0.34	-0.06	0.15	-0.02	0.03	-0.29	-0.12	0.01	0.26	0.13	0.00
24hr	0.00	-0.39	-0.65	-0.41	0.30	0.02	-0.42	-0.85	-0.37	-0.17	-0.01	0.24	-0.22
36hr	0.47	-0.46	-0.49	0.08	0.59	0.06	-0.74	-1.36	-0.70	-0.07	0.51	0.78	-0.11
48hr	0.01	-0.74	-0.75	-0.31	0.60	0.05	-1.02	-1.55	-0.91	-0.50	0.02	0.43	-0.39
60hr	0.42	-0.62	-0.37	0.60	1.51	0.51	-1.09	-2.15	-1.14	-0.24	0.55	0.98	-0.09
72hr	0.09	-1.03	-0.31	0.47	1.64	0.81	-0.90	-1.74	-0.82	-0.50	0.22	0.51	-0.13
96hr	0.04	-1.14	0.06	1.35	2.96	1.84	-0.51	-1.93	-0.72	-0.54	0.30	0.30	0.17
120hr	-0.28	-1.37	-0.13	1.75	4.00	2.52	-0.55	-2.28	-1.06	-0.47	0.56	-0.05	0.22
144hr	-0.34	-1.44	-0.10	1.95	4.79	2.95	-0.91	-2.19	-1.46	0.07	0.77	0.21	0.36
168hr	-0.35	-1.11	-0.10	2.08	5.68	3.94	-0.83	-1.95	-1.18	0.58	0.99	0.23	0.67
192hr	-0.54	-1.01	-0.35	2.11	6.22	4.83	-0.52	-1.31	-0.96	1.15	1.16	0.08	0.91
216hr	-0.85	-1.02	-0.70	2.61	6.40	5.38	-0.47	-0.75	-0.87	1.09	1.58	-0.05	1.03
240hr	-0.30	-0.40	-1.42	3.07	6.47	5.90	-0.60	-0.35	-0.91	0.90	2.29	-0.13	1.21
264hr	-0.56	1.04	-1.05	3.41	6.13	6.28	-0.27	0.37	-0.46	0.98	3.35	-0.09	1.59
288hr	-1.46	1.35	-0.03	3.91	5.15	6.13	0.10	1.26	0.07	0.54	4.26	-0.84	1.70
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.16	4.15	4.10	4.17	3.89	3.65	3.46	3.45	3.37	3.50	4.04	4.26	3.85
24hr	6.77	6.63	6.48	6.68	6.08	5.69	5.39	5.24	5.20	5.60	6.35	6.94	6.09
36hr	9.65	9.49	9.45	9.27	9.05	8.11	7.33	7.38	7.17	8.04	9.09	9.87	8.66
48hr	12.72	12.74	12.33	12.74	11.96	10.72	9.95	9.71	9.89	10.92	11.89	13.27	11.57
60hr	16.69	16.41	16.56	16.13	15.97	14.08	12.39	12.53	12.57	14.19	15.43	17.12	15.01
72hr	21.14	20.65	20.25	20.94	19.63	17.97	16.09	15.57	16.13	18.43	19.09	21.84	18.98
96hr	32.78	30.78	31.76	32.03	29.57	27.71	24.42	23.06	24.34	27.67	28.86	32.49	28.79
120hr	45.49	44.02	46.02	45.69	41.90	38.30	34.26	32.62	34.23	37.96	40.53	43.70	40.39
144hr	59.42	57.77	62.15	60.36	56.01	49.56	44.33	43.10	45.03	49.92	52.32	56.32	53.03
168hr	73.21	71.85	76.93	75.28	69.24	60.88	53.01	52.72	55.64	62.86	67.56	68.62	65.65
192hr	87.75	85.94	91.65	88.32	80.09	70.23	60.55	61.23	66.96	75.20	79.33	82.18	77.45
216hr	100.69	97.99	101.93	99.19	87.69	77.40	67.87	69.10	77.68	86.62	89.03	94.88	87.51
240hr	111.32	106.54	109.33	107.96	94.72	84.01	73.97	75.09	86.74	96.89	98.61	106.63	95.98
264hr	121.15	115.38	116.63	114.34	100.14	88.62	77.91	78.88	94.93	102.56	110.56	113.16	102.85
288hr	128.75	125.43	125.08	120.03	105.10	90.64	81.11	81.43	101.06	106.56	120.44	120.59	108.85
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	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	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
60hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96hr	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.93	0.93	0.94	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
120hr	0.91	0.91	0.92	0.91	0.89	0.86	0.86	0.87	0.91	0.92	0.92	0.91	0.90
144hr	0.84	0.85	0.85	0.84	0.80	0.77	0.76	0.77	0.85	0.86	0.86	0.85	0.83
168hr	0.77	0.77	0.78	0.75	0.69	0.65	0.66	0.66	0.76	0.77	0.76	0.78	0.74
192hr	0.68	0.68	0.69	0.65	0.59	0.54	0.55	0.54	0.66	0.68	0.67	0.69	0.64
216hr	0.57	0.58	0.62	0.56	0.50	0.45	0.44	0.42	0.54	0.58	0.59	0.59	0.54
240hr	0.47	0.51	0.57	0.48	0.42	0.36	0.33	0.32	0.43	0.48	0.51	0.48	0.44
264hr	0.37	0.44	0.51	0.41	0.34	0.29	0.25	0.25	0.33	0.41	0.38	0.41	0.37
288hr	0.30	0.35	0.45	0.36	0.27	0.24	0.19	0.20	0.26	0.36	0.28	0.35	0.30

표 D.1.4 GDAPS 북반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.08	-0.10	-0.07	-0.07	-0.09	-0.08	-0.06	-0.06	-0.02	-0.03	-0.07	-0.04	-0.06
24hr	-0.15	-0.14	-0.13	-0.09	-0.15	-0.11	-0.11	-0.11	-0.08	-0.09	-0.12	-0.13	-0.12
36hr	-0.18	-0.17	-0.15	-0.14	-0.22	-0.11	-0.11	-0.10	-0.10	-0.10	-0.14	-0.14	-0.14
48hr	-0.20	-0.22	-0.21	-0.14	-0.24	-0.13	-0.17	-0.15	-0.17	-0.12	-0.14	-0.17	-0.17
60hr	-0.25	-0.24	-0.23	-0.22	-0.31	-0.12	-0.18	-0.13	-0.16	-0.11	-0.17	-0.19	-0.19
72hr	-0.26	-0.26	-0.27	-0.22	-0.32	-0.14	-0.19	-0.17	-0.20	-0.11	-0.20	-0.24	-0.21
96hr	-0.33	-0.38	-0.39	-0.39	-0.39	-0.13	-0.20	-0.20	-0.23	-0.10	-0.25	-0.35	-0.28
120hr	-0.39	-0.41	-0.52	-0.55	-0.47	-0.12	-0.27	-0.17	-0.23	-0.12	-0.29	-0.41	-0.33
144hr	-0.52	-0.41	-0.62	-0.68	-0.53	-0.18	-0.36	-0.16	-0.15	-0.20	-0.22	-0.48	-0.38
168hr	-0.55	-0.49	-0.82	-0.72	-0.62	-0.21	-0.38	-0.09	-0.16	-0.27	-0.35	-0.47	-0.43
192hr	-0.65	-0.54	-0.78	-0.89	-0.68	-0.19	-0.38	-0.10	-0.19	-0.27	-0.53	-0.39	-0.47
216hr	-0.77	-0.60	-0.73	-1.00	-0.76	-0.27	-0.38	-0.24	-0.18	-0.27	-0.71	-0.36	-0.52
240hr	-0.83	-0.72	-0.65	-1.07	-0.80	-0.43	-0.48	-0.34	-0.22	-0.18	-0.76	-0.31	-0.57
264hr	-0.75	-0.85	-0.65	-1.27	-0.83	-0.40	-0.51	-0.41	-0.21	-0.14	-0.75	-0.36	-0.59
288hr	-0.81	-0.80	-0.88	-1.29	-0.98	-0.35	-0.59	-0.48	-0.25	-0.34	-0.79	-0.41	-0.66
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.28	2.27	2.29	2.47	2.39	2.26	2.28	2.24	2.13	2.09	2.20	2.29	2.27
24hr	3.47	3.39	3.48	3.81	3.66	3.53	3.60	3.48	3.29	3.22	3.40	3.49	3.49
36hr	4.36	4.34	4.39	4.85	4.74	4.64	4.64	4.57	4.25	4.20	4.33	4.48	4.48
48hr	5.32	5.28	5.29	5.89	5.85	5.71	5.80	5.57	5.33	5.19	5.34	5.50	5.51
60hr	6.34	6.25	6.32	6.81	6.93	6.84	6.83	6.59	6.34	6.26	6.26	6.69	6.54
72hr	7.45	7.28	7.33	8.00	8.18	8.04	8.05	7.60	7.48	7.41	7.44	7.82	7.67
96hr	10.09	9.71	9.76	10.39	10.73	10.67	10.46	9.90	10.04	9.97	9.86	10.35	10.16
120hr	12.92	12.31	12.74	13.28	13.37	13.27	12.97	12.29	12.63	12.44	12.45	12.81	12.79
144hr	15.45	15.07	15.61	15.88	16.29	15.48	15.15	14.53	15.10	15.12	15.04	15.45	15.35
168hr	17.88	17.62	18.04	18.53	18.85	17.67	17.10	16.43	17.09	17.92	17.98	17.91	17.75
192hr	20.53	20.22	20.73	20.52	20.87	19.46	18.54	18.17	19.28	20.34	20.33	20.12	19.92
216hr	22.72	22.75	22.67	22.42	22.23	20.81	19.96	19.63	21.32	22.32	22.02	22.27	21.76
240hr	24.62	24.50	24.25	24.14	23.49	21.80	20.89	20.76	22.67	24.17	23.61	23.87	23.23
264hr	26.05	25.82	25.75	25.10	24.54	22.36	21.46	21.58	23.97	25.27	25.20	25.00	24.34
288hr	27.20	26.81	26.52	26.01	25.28	23.16	21.76	21.77	24.66	25.97	26.97	25.85	25.16

표 D.1.5 GDAPS 남반구 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.05	0.04	0.05	0.05	0.10	0.09	0.10	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07
24hr	0.03	0.00	0.04	0.06	0.08	0.09	0.06	0.08	0.10	0.09	0.05	0.02	0.06
36hr	0.02	-0.01	0.03	0.04	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.04	-0.01	0.07
48hr	0.03	0.00	0.06	0.07	0.13	0.14	0.11	0.14	0.18	0.19	0.08	0.03	0.09
60hr	0.01	-0.04	0.00	0.00	0.10	0.11	0.12	0.17	0.16	0.18	0.06	-0.02	0.07
72hr	0.03	-0.02	0.03	0.03	0.13	0.12	0.09	0.13	0.16	0.23	0.09	0.02	0.09
96hr	0.04	-0.03	0.01	0.01	0.13	0.10	0.04	0.14	0.13	0.28	0.13	0.07	0.09
120hr	0.10	0.00	0.03	0.02	0.16	0.13	0.05	0.17	0.18	0.34	0.17	0.17	0.13
144hr	0.14	0.05	0.05	0.02	0.18	0.17	0.09	0.15	0.25	0.36	0.21	0.24	0.16
168hr	0.16	0.06	0.12	0.06	0.19	0.09	0.07	0.08	0.26	0.34	0.30	0.34	0.17
192hr	0.21	0.08	0.19	0.13	0.23	0.06	0.00	0.02	0.28	0.28	0.44	0.45	0.20
216hr	0.29	0.12	0.27	0.12	0.28	0.04	-0.09	-0.07	0.36	0.36	0.58	0.57	0.24
240hr	0.31	0.10	0.30	0.16	0.35	0.11	-0.12	-0.09	0.47	0.51	0.67	0.70	0.29
264hr	0.40	0.06	0.29	0.24	0.37	0.17	-0.13	-0.20	0.47	0.67	0.69	0.83	0.32
288hr	0.51	0.05	0.24	0.23	0.40	0.27	-0.18	-0.41	0.52	0.86	0.69	1.05	0.35
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.46	0.45	0.50	0.53	0.55	0.59	0.63	0.66	0.61	0.59	0.51	0.49	0.55
24hr	0.72	0.71	0.76	0.81	0.88	0.94	0.98	1.02	0.94	0.90	0.80	0.73	0.85
36hr	1.04	1.01	1.07	1.15	1.25	1.29	1.37	1.45	1.28	1.26	1.10	1.05	1.19
48hr	1.31	1.31	1.37	1.54	1.65	1.69	1.78	1.84	1.65	1.60	1.42	1.30	1.54
60hr	1.64	1.68	1.73	1.96	2.10	2.15	2.28	2.33	2.08	2.01	1.76	1.64	1.95
72hr	2.01	2.06	2.22	2.51	2.64	2.61	2.83	2.86	2.66	2.44	2.15	1.95	2.41
96hr	2.96	3.07	3.32	3.76	3.88	3.80	4.04	4.26	3.88	3.62	3.07	2.83	3.54
120hr	4.05	4.20	4.54	5.21	5.21	5.14	5.39	5.82	5.38	4.91	4.16	3.85	4.82
144hr	5.00	5.33	5.78	6.75	6.69	6.57	6.73	7.26	6.91	6.10	5.34	5.03	6.12
168hr	5.91	6.35	7.22	8.27	8.00	7.86	8.25	8.55	8.40	7.33	6.46	6.19	7.40
192hr	6.97	7.24	8.34	9.38	9.28	9.03	9.77	10.02	9.47	8.50	7.51	7.14	8.55
216hr	7.86	8.05	9.28	10.20	10.55	9.99	10.83	11.47	10.64	9.58	8.38	7.71	9.54
240hr	8.53	8.75	9.88	10.89	11.36	11.03	11.75	12.38	11.60	10.32	9.20	8.41	10.34
264hr	8.92	9.45	10.46	11.40	11.82	11.99	12.28	13.14	12.24	11.20	9.80	8.91	10.97
288hr	9.27	10.17	10.83	11.52	12.19	12.46	12.89	13.60	12.53	11.87	10.40	9.29	11.42

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	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	0.98	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	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
96hr	0.92	0.93	0.93	0.92	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93
120hr	0.85	0.86	0.86	0.85	0.87	0.88	0.87	0.87	0.86	0.86	0.89	0.88	0.87
144hr	0.77	0.77	0.78	0.74	0.78	0.81	0.80	0.79	0.77	0.79	0.81	0.80	0.78
168hr	0.69	0.68	0.65	0.61	0.68	0.73	0.70	0.71	0.65	0.70	0.73	0.70	0.68
192hr	0.57	0.59	0.52	0.50	0.57	0.64	0.58	0.60	0.57	0.60	0.64	0.60	0.58
216hr	0.47	0.49	0.42	0.43	0.45	0.55	0.48	0.47	0.46	0.50	0.55	0.53	0.48
240hr	0.38	0.41	0.35	0.37	0.37	0.47	0.41	0.38	0.36	0.42	0.45	0.44	0.40
264hr	0.33	0.31	0.27	0.30	0.31	0.38	0.35	0.30	0.28	0.31	0.39	0.37	0.33
288hr	0.28	0.20	0.23	0.28	0.27	0.34	0.28	0.26	0.25	0.24	0.32	0.32	0.27
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	9.83	9.39	9.80	9.96	9.84	10.19	10.78	10.79	10.14	10.02	9.78	9.99	10.04
24hr	14.36	13.71	14.29	14.60	14.75	15.11	16.08	15.92	14.86	14.73	14.18	14.27	14.74
36hr	18.60	17.62	18.18	18.85	19.24	19.58	20.63	20.76	19.18	18.90	18.05	18.17	18.98
48hr	22.04	21.12	21.84	22.99	23.38	23.59	24.93	24.79	22.88	22.44	21.66	21.29	22.75
60hr	25.94	25.08	25.67	27.14	27.71	27.95	29.52	28.70	27.13	26.55	25.24	24.65	26.77
72hr	29.62	28.58	29.78	31.83	32.09	31.83	33.95	33.00	31.38	30.36	28.78	27.80	30.75
96hr	37.74	37.25	38.69	40.97	40.90	40.31	42.53	42.55	40.10	38.49	36.49	35.36	39.28
120hr	46.26	45.73	47.11	50.16	49.17	48.58	50.67	51.40	49.23	46.85	44.31	43.14	47.72
144hr	53.29	52.49	55.21	58.73	56.48	56.02	57.42	58.73	57.05	54.12	51.41	50.89	55.15
168hr	58.84	58.69	62.33	65.90	62.57	62.64	64.37	64.78	63.76	60.11	58.43	57.73	61.68
192hr	64.47	63.28	68.01	71.23	68.49	67.31	70.16	70.45	68.39	65.19	63.79	63.18	67.00
216hr	68.58	67.70	71.95	74.62	73.57	71.54	73.77	75.22	72.38	69.34	67.86	66.66	71.10
240hr	72.36	71.06	73.81	77.59	76.36	74.82	76.74	78.34	76.05	71.83	71.20	70.12	74.19
264hr	74.54	74.29	76.59	79.69	77.63	77.90	78.84	80.66	78.70	74.51	72.85	72.10	76.53
288hr	76.57	76.25	77.59	80.70	79.70	79.65	81.43	82.29	79.16	76.33	74.90	72.90	78.12

표 D.1.6 GDAPS 남반구 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.03	-0.03	-0.01	-0.06	-0.12	-0.19	-0.20	-0.15	-0.08	-0.04	0.01	0.02	-0.08
24hr	-0.04	-0.05	-0.03	-0.10	-0.20	-0.32	-0.34	-0.29	-0.16	-0.07	0.03	0.03	-0.13
36hr	-0.07	-0.09	-0.02	-0.11	-0.24	-0.38	-0.41	-0.35	-0.18	-0.09	0.03	0.03	-0.16
48hr	-0.08	-0.09	-0.02	-0.12	-0.27	-0.44	-0.46	-0.42	-0.23	-0.11	0.04	0.04	-0.18
60hr	-0.10	-0.12	0.00	-0.11	-0.29	-0.45	-0.49	-0.43	-0.24	-0.13	0.03	0.02	-0.19
72hr	-0.10	-0.12	0.01	-0.11	-0.31	-0.48	-0.52	-0.46	-0.29	-0.14	0.04	0.03	-0.20
96hr	-0.11	-0.13	0.03	-0.09	-0.33	-0.49	-0.55	-0.48	-0.32	-0.16	0.03	0.01	-0.22
120hr	-0.13	-0.14	0.05	-0.04	-0.33	-0.47	-0.52	-0.51	-0.33	-0.16	0.01	0.00	-0.22
144hr	-0.16	-0.15	0.09	-0.02	-0.31	-0.47	-0.52	-0.50	-0.32	-0.17	0.00	-0.04	-0.21
168hr	-0.19	-0.16	0.11	-0.05	-0.26	-0.47	-0.50	-0.51	-0.32	-0.14	0.02	-0.05	-0.21
192hr	-0.20	-0.18	0.13	-0.03	-0.23	-0.41	-0.48	-0.53	-0.36	-0.13	0.03	-0.06	-0.20
216hr	-0.20	-0.16	0.14	0.02	-0.22	-0.35	-0.42	-0.52	-0.43	-0.11	-0.01	-0.10	-0.20
240hr	-0.21	-0.15	0.16	0.02	-0.23	-0.30	-0.37	-0.47	-0.47	-0.11	-0.07	-0.12	-0.19
264hr	-0.21	-0.17	0.18	0.01	-0.18	-0.28	-0.31	-0.37	-0.48	-0.13	-0.13	-0.12	-0.18
288hr	-0.22	-0.17	0.24	0.04	-0.14	-0.19	-0.28	-0.30	-0.51	-0.14	-0.17	-0.13	-0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.48	0.49	0.53	0.54	0.58	0.63	0.66	0.66	0.59	0.56	0.49	0.49	0.56
24hr	0.70	0.73	0.78	0.81	0.87	0.96	1.01	1.02	0.88	0.83	0.74	0.73	0.84
36hr	0.92	0.94	0.99	1.03	1.11	1.20	1.27	1.29	1.13	1.08	0.94	0.93	1.07
48hr	1.08	1.12	1.18	1.23	1.32	1.41	1.51	1.54	1.35	1.26	1.14	1.10	1.27
60hr	1.25	1.30	1.37	1.44	1.51	1.63	1.72	1.76	1.57	1.47	1.31	1.26	1.47
72hr	1.41	1.47	1.58	1.66	1.74	1.82	1.95	2.01	1.81	1.68	1.48	1.42	1.67
96hr	1.76	1.89	2.01	2.16	2.18	2.24	2.40	2.53	2.30	2.13	1.85	1.78	2.10
120hr	2.15	2.33	2.49	2.70	2.64	2.71	2.93	3.11	2.88	2.66	2.28	2.18	2.59
144hr	2.62	2.76	3.00	3.23	3.16	3.26	3.35	3.67	3.41	3.17	2.76	2.59	3.08
168hr	3.05	3.18	3.52	3.76	3.63	3.70	3.85	4.11	3.97	3.64	3.21	3.03	3.55
192hr	3.45	3.58	4.00	4.13	4.08	4.09	4.30	4.43	4.33	4.13	3.66	3.51	3.97
216hr	3.78	3.91	4.30	4.45	4.50	4.35	4.61	4.77	4.67	4.59	4.08	3.83	4.32
240hr	4.04	4.17	4.61	4.72	4.85	4.54	4.89	5.03	4.98	4.90	4.40	4.09	4.60
264hr	4.29	4.45	4.84	4.92	4.99	4.82	5.04	5.29	5.22	5.10	4.59	4.25	4.82
288hr	4.54	4.76	4.99	5.11	5.13	5.02	5.27	5.57	5.44	5.30	4.75	4.35	5.02
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	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97
48hr	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95
60hr	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94
72hr	0.92	0.92	0.91	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92
96hr	0.88	0.88	0.85	0.87	0.86	0.86	0.85	0.84	0.86	0.87	0.89	0.87	0.87
120hr	0.82	0.81	0.77	0.79	0.80	0.79	0.77	0.76	0.79	0.80	0.83	0.81	0.80
144hr	0.74	0.73	0.67	0.70	0.70	0.69	0.70	0.67	0.70	0.71	0.75	0.73	0.71
168hr	0.64	0.65	0.55	0.59	0.61	0.61	0.61	0.58	0.59	0.62	0.67	0.63	0.61
192hr	0.54	0.56	0.43	0.50	0.51	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.57	0.50	0.51
216hr	0.46	0.46	0.34	0.42	0.40	0.45	0.43	0.43	0.42	0.40	0.47	0.41	0.43
240hr	0.38	0.39	0.25	0.35	0.31	0.40	0.35	0.36	0.34	0.32	0.37	0.33	0.35
264hr	0.31	0.30	0.17	0.30	0.27	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.31	0.28	0.28
288hr	0.24	0.20	0.12	0.24	0.22	0.26	0.24	0.21	0.22	0.20	0.27	0.24	0.22

표 D.1.7 GDAPS 남반구 500hPa 고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	-0.11	0.05	0.22	0.10	-0.31	-0.20	-0.24	0.11	0.19	0.30	0.24	0.03
24hr	0.02	-0.34	-0.32	-0.15	-0.59	-1.33	-1.41	-1.02	-0.38	0.23	0.44	0.23	-0.39
36hr	-0.26	-0.64	-0.51	-0.15	-0.64	-1.39	-1.25	-0.86	-0.17	0.27	0.38	-0.13	-0.45
48hr	0.05	-0.44	-0.35	-0.12	-0.79	-1.67	-1.71	-1.21	-0.15	0.80	0.89	0.50	-0.35
60hr	-0.26	-0.83	-0.75	-0.44	-1.19	-1.74	-1.69	-0.86	-0.12	0.67	0.82	-0.04	-0.54
72hr	0.04	-0.68	-0.59	-0.45	-1.17	-1.91	-2.01	-1.38	-0.40	1.11	1.17	0.53	-0.48
96hr	0.20	-0.71	-0.47	-0.38	-1.34	-1.92	-2.19	-1.19	-0.67	1.45	1.71	1.02	-0.37
120hr	0.55	-0.61	-0.03	-0.06	-1.35	-1.28	-1.71	-0.78	-0.02	2.02	2.12	1.75	0.05
144hr	0.93	-0.64	0.58	0.27	-1.20	-0.55	-1.04	-0.72	0.60	2.15	2.20	2.14	0.39
168hr	0.87	-0.91	1.27	0.45	-0.75	-0.19	-0.84	-1.19	0.68	2.24	2.60	2.51	0.56
192hr	1.25	-0.84	2.15	1.42	-0.06	0.19	-0.91	-1.60	0.70	1.84	3.30	2.72	0.85
216hr	2.10	-0.60	3.20	2.19	0.75	0.65	-0.45	-1.79	0.73	2.77	3.88	3.45	1.40
240hr	2.14	-0.50	3.97	3.16	1.67	1.56	0.18	-1.22	1.25	3.82	3.95	4.10	2.01
264hr	2.43	-0.95	4.75	3.96	2.74	2.51	0.27	-0.71	0.76	4.83	3.22	4.59	2.37
288hr	2.97	-1.15	5.33	4.34	3.47	3.72	-0.20	-1.28	0.51	5.81	2.82	5.75	2.67
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	3.77	3.76	4.01	4.24	4.55	4.70	5.13	5.45	4.94	4.68	4.27	4.25	4.48
24hr	6.43	6.39	6.76	7.28	7.70	8.08	8.60	9.13	8.01	7.86	7.25	6.86	7.53
36hr	9.38	9.37	10.09	10.73	11.37	11.64	12.51	13.33	11.67	11.37	10.41	9.97	10.99
48hr	12.25	12.55	13.19	15.00	15.40	15.69	16.91	17.52	15.46	14.77	13.96	12.94	14.64
60hr	15.57	16.56	17.38	19.58	19.85	20.30	21.75	22.23	20.09	18.88	17.71	16.28	18.85
72hr	19.50	20.90	22.22	25.50	25.24	25.12	27.68	27.66	25.56	23.36	21.57	20.16	23.70
96hr	29.17	31.88	34.07	38.93	37.32	37.09	40.03	41.11	38.01	35.33	31.29	29.87	35.34
120hr	40.33	44.28	47.68	55.33	50.84	51.26	54.22	57.78	53.39	49.75	43.19	40.76	49.07
144hr	53.16	57.14	63.44	73.09	66.05	67.04	68.60	74.03	69.67	63.31	56.39	52.47	63.70
168hr	64.82	69.12	80.27	91.12	81.73	81.72	86.09	88.35	85.66	76.80	69.78	66.30	78.48
192hr	77.23	80.95	93.82	104.32	97.67	95.11	102.11	101.09	97.19	90.07	81.93	78.81	91.69
216hr	87.34	91.36	105.19	114.31	113.07	106.15	113.72	115.48	109.58	102.17	94.41	87.62	103.37
240hr	97.10	99.32	113.03	123.64	124.68	116.15	125.21	127.38	122.30	111.07	104.94	95.62	113.37
264hr	103.84	107.30	119.98	132.70	131.71	127.23	130.49	138.90	131.00	121.06	111.49	101.40	121.42
288hr	107.62	116.25	125.09	138.09	137.49	133.74	138.46	144.76	136.39	129.14	118.55	106.48	127.67
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	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	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	0.99	0.98	0.98
72hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
96hr	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
120hr	0.89	0.89	0.87	0.87	0.89	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.91	0.90	0.89
144hr	0.81	0.81	0.78	0.77	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.85	0.83	0.81
168hr	0.72	0.73	0.65	0.64	0.72	0.74	0.73	0.73	0.71	0.73	0.77	0.73	0.72
192hr	0.62	0.63	0.51	0.53	0.60	0.65	0.61	0.65	0.62	0.63	0.69	0.62	0.61
216hr	0.52	0.53	0.39	0.46	0.47	0.56	0.52	0.54	0.52	0.53	0.58	0.53	0.51
240hr	0.42	0.45	0.30	0.38	0.36	0.48	0.43	0.45	0.40	0.44	0.48	0.44	0.42
264hr	0.34	0.35	0.22	0.28	0.29	0.39	0.38	0.36	0.31	0.34	0.42	0.38	0.34
288hr	0.31	0.24	0.16	0.24	0.23	0.33	0.29	0.30	0.25	0.26	0.34	0.32	0.27

표 D.1.8 GDAPS 남반구 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.01	-0.04	-0.05	-0.05	-0.07	-0.04	0.00	0.01	0.01	-0.05	-0.05	-0.04	-0.03
24hr	-0.07	-0.09	-0.10	-0.12	-0.16	-0.06	0.00	-0.02	0.00	-0.07	-0.09	-0.09	-0.07
36hr	-0.05	-0.11	-0.10	-0.09	-0.12	-0.02	0.02	-0.02	0.00	-0.10	-0.08	-0.09	-0.06
48hr	-0.08	-0.12	-0.11	-0.08	-0.13	0.01	0.01	-0.04	0.05	-0.07	-0.08	-0.09	-0.06
60hr	-0.09	-0.15	-0.12	-0.09	-0.12	0.00	0.02	0.02	0.09	-0.09	-0.10	-0.13	-0.06
72hr	-0.15	-0.16	-0.12	-0.15	-0.16	0.03	-0.01	0.03	0.13	-0.06	-0.07	-0.15	-0.07
96hr	-0.17	-0.23	-0.11	-0.23	-0.25	-0.04	-0.09	-0.03	0.14	-0.08	-0.07	-0.19	-0.11
120hr	-0.15	-0.29	-0.10	-0.27	-0.24	-0.04	-0.16	-0.03	0.17	-0.18	-0.09	-0.20	-0.13
144hr	-0.14	-0.33	-0.04	-0.30	-0.21	-0.07	-0.19	0.02	0.14	-0.19	-0.12	-0.26	-0.14
168hr	0.00	-0.31	0.06	-0.26	-0.28	-0.02	-0.17	-0.05	0.14	-0.08	-0.24	-0.29	-0.13
192hr	0.08	-0.23	0.12	-0.30	-0.26	-0.10	-0.15	-0.05	0.16	0.02	-0.25	-0.30	-0.10
216hr	0.10	-0.14	0.15	-0.24	-0.19	-0.17	-0.07	0.11	0.26	0.02	-0.33	-0.41	-0.08
240hr	-0.08	-0.10	0.12	-0.23	-0.29	-0.20	-0.21	0.13	0.27	-0.05	-0.29	-0.54	-0.12
264hr	-0.20	-0.13	0.06	-0.34	-0.41	-0.32	-0.42	0.09	0.21	-0.05	-0.29	-0.76	-0.21
288hr	-0.22	-0.26	0.02	-0.36	-0.39	-0.45	-0.46	0.23	0.31	-0.17	-0.27	-0.86	-0.24
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.08	2.14	2.20	2.23	2.38	2.27	2.20	2.13	2.07	2.20	2.18	2.16	2.19
24hr	3.31	3.42	3.54	3.67	3.84	3.66	3.58	3.47	3.29	3.52	3.53	3.38	3.52
36hr	4.40	4.53	4.74	4.87	5.02	4.82	4.71	4.61	4.45	4.67	4.66	4.52	4.66
48hr	5.42	5.62	5.82	6.04	6.18	5.85	5.83	5.78	5.51	5.64	5.73	5.51	5.74
60hr	6.48	6.74	6.95	7.18	7.26	7.05	6.93	6.81	6.65	6.77	6.77	6.62	6.85
72hr	7.59	8.01	8.25	8.42	8.45	8.16	8.23	8.04	7.78	7.85	7.75	7.74	8.02
96hr	10.06	10.67	11.02	11.37	11.17	10.60	10.86	10.61	10.40	10.41	10.12	10.36	10.64
120hr	12.48	13.33	14.16	14.46	13.96	13.32	13.58	13.62	13.24	13.20	12.73	13.00	13.42
144hr	15.05	16.01	17.36	17.59	16.97	16.32	16.20	16.61	16.06	16.08	15.40	15.56	16.27
168hr	17.68	18.27	20.40	20.60	19.73	19.15	19.11	19.44	19.08	18.85	18.17	18.04	19.04
192hr	20.16	20.47	22.78	23.17	22.21	21.43	21.90	21.79	21.28	21.60	20.20	20.52	21.46
216hr	21.86	22.46	24.58	25.09	24.70	23.43	24.38	24.10	23.24	23.59	21.99	22.09	23.46
240hr	23.81	24.17	26.01	26.29	26.90	24.93	26.10	26.31	25.07	24.93	23.87	23.43	25.15
264hr	24.86	25.40	27.31	27.38	28.02	26.78	27.33	28.16	26.71	26.35	25.18	24.15	26.47
288hr	25.81	26.67	27.73	28.64	28.82	27.98	29.00	29.12	27.79	27.43	26.20	24.78	27.50

표 D.1.9 GDAPS 적도 해면기압 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.03	-0.03	-0.02	-0.05	-0.09	-0.05	-0.05	-0.05	-0.07	-0.05	-0.02	-0.01	-0.04
24hr	-0.04	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	0.00	0.00	-0.05	-0.05	-0.02	-0.01	-0.03
36hr	-0.02	0.00	-0.01	-0.04	-0.06	0.01	0.04	0.03	-0.04	-0.04	0.00	0.02	-0.01
48hr	-0.05	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	0.03	0.05	0.04	-0.04	-0.07	-0.02	-0.01	-0.02
60hr	-0.04	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05	0.05	0.11	0.08	0.00	-0.05	0.01	0.02	0.00
72hr	-0.10	-0.05	-0.07	-0.06	-0.06	0.05	0.10	0.08	0.00	-0.08	-0.03	-0.01	-0.02
96hr	-0.15	-0.09	-0.13	-0.11	-0.10	0.06	0.13	0.09	0.06	-0.06	-0.05	-0.03	-0.03
120hr	-0.18	-0.17	-0.17	-0.16	-0.13	0.04	0.14	0.10	0.11	-0.05	-0.08	-0.06	-0.05
144hr	-0.24	-0.25	-0.21	-0.20	-0.18	0.04	0.13	0.11	0.15	-0.02	-0.11	-0.13	-0.07
168hr	-0.29	-0.33	-0.27	-0.23	-0.27	0.05	0.15	0.14	0.17	-0.01	-0.12	-0.20	-0.10
192hr	-0.37	-0.41	-0.29	-0.27	-0.31	0.06	0.18	0.14	0.20	0.03	-0.15	-0.23	-0.12
216hr	-0.43	-0.49	-0.33	-0.31	-0.33	0.09	0.23	0.14	0.22	0.04	-0.17	-0.26	-0.13
240hr	-0.54	-0.56	-0.35	-0.36	-0.36	0.04	0.24	0.11	0.17	0.06	-0.21	-0.27	-0.17
264hr	-0.63	-0.63	-0.38	-0.44	-0.36	-0.03	0.21	0.12	0.16	0.06	-0.26	-0.25	-0.20
288hr	-0.72	-0.68	-0.45	-0.51	-0.32	-0.10	0.20	0.19	0.09	0.05	-0.27	-0.27	-0.23
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.36	0.36	0.36	0.38	0.36	0.36	0.39	0.38	0.39	0.37	0.35	0.37
24hr	0.50	0.49	0.47	0.46	0.47	0.46	0.46	0.48	0.48	0.51	0.48	0.47	0.48
36hr	0.63	0.61	0.59	0.56	0.58	0.55	0.58	0.64	0.62	0.65	0.60	0.60	0.60
48hr	0.71	0.70	0.69	0.64	0.67	0.61	0.65	0.73	0.72	0.76	0.70	0.70	0.69
60hr	0.72	0.76	0.72	0.68	0.70	0.65	0.70	0.79	0.77	0.81	0.74	0.73	0.73
72hr	0.78	0.84	0.80	0.75	0.76	0.69	0.76	0.85	0.83	0.87	0.81	0.79	0.80
96hr	0.88	0.95	0.92	0.88	0.85	0.77	0.82	0.90	0.93	0.96	0.92	0.89	0.89
120hr	0.95	1.06	1.04	0.98	0.94	0.88	0.90	0.97	1.05	1.05	1.03	0.98	0.99
144hr	1.12	1.25	1.21	1.14	1.10	1.00	0.99	1.06	1.18	1.20	1.18	1.15	1.13
168hr	1.29	1.40	1.35	1.29	1.24	1.13	1.07	1.15	1.27	1.34	1.28	1.26	1.26
192hr	1.50	1.53	1.49	1.43	1.40	1.28	1.18	1.26	1.35	1.43	1.36	1.36	1.38
216hr	1.70	1.64	1.54	1.48	1.58	1.40	1.30	1.42	1.48	1.55	1.43	1.47	1.50
240hr	1.85	1.79	1.63	1.58	1.67	1.53	1.41	1.58	1.58	1.69	1.50	1.56	1.61
264hr	2.08	1.92	1.73	1.73	1.75	1.63	1.48	1.67	1.65	1.77	1.59	1.62	1.72
288hr	2.23	2.00	1.79	1.87	1.82	1.73	1.52	1.75	1.68	1.83	1.73	1.72	1.80

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	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97
24hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96
36hr	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.94
48hr	0.93	0.92	0.92	0.92	0.90	0.92	0.91	0.93	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92
60hr	0.92	0.91	0.91	0.91	0.89	0.91	0.90	0.92	0.91	0.89	0.91	0.92	0.91
72hr	0.91	0.90	0.90	0.90	0.88	0.90	0.89	0.91	0.90	0.88	0.90	0.91	0.90
96hr	0.89	0.87	0.87	0.87	0.85	0.88	0.87	0.90	0.87	0.85	0.87	0.89	0.87
120hr	0.87	0.84	0.83	0.84	0.81	0.84	0.84	0.88	0.84	0.83	0.83	0.87	0.84
144hr	0.84	0.79	0.78	0.80	0.76	0.80	0.81	0.85	0.79	0.77	0.80	0.83	0.80
168hr	0.79	0.75	0.74	0.76	0.72	0.76	0.77	0.83	0.75	0.71	0.77	0.80	0.76
192hr	0.73	0.71	0.68	0.72	0.66	0.71	0.74	0.79	0.72	0.67	0.74	0.76	0.72
216hr	0.66	0.68	0.67	0.70	0.59	0.67	0.70	0.74	0.67	0.63	0.70	0.73	0.68
240hr	0.60	0.62	0.63	0.66	0.55	0.64	0.64	0.67	0.61	0.57	0.66	0.68	0.63
264hr	0.52	0.57	0.58	0.61	0.52	0.59	0.61	0.63	0.58	0.53	0.62	0.65	0.58
288hr	0.46	0.52	0.56	0.58	0.47	0.54	0.58	0.58	0.57	0.50	0.59	0.59	0.54
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	22.26	21.62	23.71	24.26	22.40	20.60	20.18	20.19	21.52	22.66	22.15	22.02	21.96
24hr	27.74	27.09	29.56	30.14	27.90	25.48	25.10	25.01	27.33	28.30	27.59	27.48	27.39
36hr	31.17	30.47	33.14	33.73	31.31	28.66	28.17	28.45	31.11	32.27	31.44	31.22	30.93
48hr	33.41	32.94	35.79	36.37	33.73	30.75	30.37	30.72	33.63	35.00	34.13	33.89	33.39
60hr	34.98	34.94	37.76	38.18	35.22	32.60	32.09	32.87	35.88	37.45	36.18	35.89	35.34
72hr	36.49	36.54	39.33	39.76	36.58	33.67	33.43	34.24	37.35	39.02	37.81	37.50	36.81
96hr	38.76	39.07	42.00	42.15	38.56	35.81	35.41	36.56	40.15	41.84	40.70	40.20	39.27
120hr	40.77	41.33	44.29	44.11	40.57	37.90	37.34	38.52	42.56	44.24	43.18	42.70	41.46
144hr	42.89	44.05	46.69	46.10	42.69	39.77	39.03	40.40	44.42	46.94	45.44	45.36	43.65
168hr	45.20	46.13	48.91	48.31	44.46	41.40	40.64	42.13	46.63	49.56	47.57	47.64	45.71
192hr	47.81	47.99	50.95	50.13	46.29	43.18	42.18	43.71	48.43	51.41	49.54	49.48	47.59
216hr	50.10	49.25	52.78	52.03	48.25	44.64	43.69	45.32	49.93	53.52	51.18	50.76	49.29
240hr	52.17	51.41	53.96	53.42	50.08	45.97	44.97	47.11	51.55	54.90	52.67	52.28	50.87
264hr	54.11	53.06	55.47	54.74	51.45	47.32	46.34	48.73	52.71	56.10	54.19	53.64	52.32
288hr	55.03	54.20	56.85	56.02	52.58	48.24	47.51	50.18	53.72	57.56	55.81	54.73	53.54

표 D.1.10 GDAPS 적도 850hPa 기온 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03	0.07	0.09	0.05	0.05	0.05
24hr	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.10	0.12	0.08	0.07	0.06
36hr	0.05	0.05	0.06	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01	0.12	0.15	0.08	0.06	0.07
48hr	0.05	0.04	0.08	0.11	0.07	0.04	0.01	-0.01	0.14	0.17	0.10	0.08	0.07
60hr	0.02	0.02	0.07	0.11	0.08	0.05	0.01	-0.02	0.14	0.18	0.09	0.06	0.07
72hr	0.01	0.00	0.08	0.13	0.08	0.04	0.00	-0.03	0.14	0.19	0.10	0.07	0.07
96hr	-0.01	-0.02	0.08	0.16	0.10	0.06	-0.01	-0.08	0.13	0.19	0.10	0.08	0.06
120hr	-0.03	-0.02	0.08	0.17	0.11	0.07	-0.01	-0.11	0.13	0.18	0.08	0.08	0.06
144hr	-0.05	-0.02	0.08	0.18	0.11	0.07	-0.03	-0.14	0.12	0.17	0.07	0.07	0.05
168hr	-0.07	-0.03	0.07	0.16	0.12	0.07	-0.03	-0.17	0.10	0.14	0.06	0.04	0.04
192hr	-0.11	-0.04	0.04	0.15	0.13	0.10	-0.05	-0.18	0.07	0.13	0.05	0.00	0.03
216hr	-0.15	-0.03	0.04	0.13	0.15	0.12	-0.04	-0.19	0.08	0.11	0.04	-0.04	0.02
240hr	-0.18	-0.03	0.05	0.12	0.15	0.14	-0.04	-0.18	0.08	0.10	0.03	-0.06	0.02
264hr	-0.18	-0.07	0.06	0.09	0.16	0.19	-0.02	-0.17	0.07	0.06	0.03	-0.09	0.01
288hr	-0.18	-0.07	0.05	0.05	0.15	0.23	-0.04	-0.16	0.04	0.04	0.01	-0.13	0.00
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.44	0.42	0.40	0.40	0.38	0.40
24hr	0.58	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.56	0.62	0.59	0.58	0.58	0.56	0.57
36hr	0.70	0.68	0.68	0.67	0.67	0.68	0.69	0.77	0.73	0.72	0.69	0.68	0.70
48hr	0.80	0.77	0.77	0.77	0.76	0.75	0.78	0.87	0.82	0.82	0.78	0.77	0.79
60hr	0.87	0.83	0.85	0.83	0.83	0.83	0.85	0.95	0.91	0.91	0.85	0.84	0.86
72hr	0.95	0.89	0.92	0.91	0.90	0.88	0.91	1.00	0.96	0.97	0.91	0.91	0.93
96hr	1.06	0.99	1.03	1.01	1.01	0.98	1.01	1.13	1.07	1.07	1.01	1.02	1.03
120hr	1.14	1.11	1.13	1.11	1.11	1.08	1.11	1.25	1.17	1.17	1.11	1.13	1.13
144hr	1.22	1.21	1.24	1.20	1.23	1.18	1.20	1.36	1.27	1.30	1.19	1.22	1.23
168hr	1.34	1.32	1.35	1.30	1.32	1.29	1.31	1.47	1.37	1.40	1.28	1.31	1.34
192hr	1.49	1.41	1.46	1.41	1.41	1.40	1.42	1.55	1.49	1.52	1.38	1.41	1.44
216hr	1.65	1.50	1.54	1.50	1.51	1.48	1.51	1.65	1.55	1.63	1.46	1.50	1.54
240hr	1.76	1.61	1.63	1.58	1.62	1.58	1.52	1.73	1.62	1.69	1.53	1.57	1.62
264hr	1.86	1.68	1.72	1.68	1.72	1.66	1.56	1.79	1.69	1.76	1.59	1.65	1.70
288hr	1.96	1.76	1.80	1.77	1.77	1.73	1.63	1.86	1.73	1.82	1.65	1.71	1.77
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
24hr	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93
36hr	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.88	0.90	0.91	0.89	0.90
48hr	0.89	0.89	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.87	0.88	0.86	0.87
60hr	0.88	0.87	0.84	0.85	0.84	0.83	0.83	0.84	0.82	0.84	0.86	0.84	0.84
72hr	0.85	0.85	0.82	0.82	0.81	0.82	0.80	0.82	0.79	0.82	0.83	0.81	0.82
96hr	0.82	0.82	0.78	0.79	0.77	0.77	0.76	0.77	0.74	0.78	0.80	0.76	0.78
120hr	0.79	0.77	0.74	0.75	0.72	0.73	0.71	0.73	0.70	0.74	0.76	0.72	0.74
144hr	0.76	0.74	0.69	0.71	0.67	0.68	0.66	0.69	0.65	0.68	0.72	0.68	0.69
168hr	0.70	0.69	0.63	0.66	0.62	0.62	0.61	0.64	0.60	0.63	0.68	0.64	0.64
192hr	0.64	0.64	0.58	0.61	0.57	0.57	0.55	0.60	0.54	0.56	0.64	0.58	0.59
216hr	0.56	0.59	0.53	0.55	0.51	0.53	0.48	0.55	0.50	0.48	0.60	0.53	0.53
240hr	0.49	0.53	0.49	0.50	0.44	0.48	0.47	0.49	0.46	0.44	0.56	0.48	0.48
264hr	0.42	0.50	0.44	0.43	0.38	0.44	0.44	0.43	0.41	0.40	0.53	0.44	0.44
288hr	0.36	0.45	0.38	0.36	0.34	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.49	0.41	0.39

표 D.1.11 GDAPS 적도 500hPa 고도 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.22	-0.42	-0.24	-0.35	-0.61	-0.49	-0.30	-0.48	-0.15	-0.21	0.00	-0.23	-0.31
24hr	-0.84	-1.00	-0.58	-0.36	-0.86	-0.73	-0.85	-1.12	-0.55	-0.45	-0.29	-0.37	-0.67
36hr	-0.96	-1.33	-0.72	-0.54	-1.10	-0.80	-0.77	-1.20	-0.49	-0.48	-0.35	-0.59	-0.78
48hr	-1.66	-2.04	-1.03	-0.43	-1.14	-0.78	-1.24	-1.84	-0.75	-0.56	-0.52	-0.81	-1.07
60hr	-1.80	-2.23	-1.20	-0.59	-1.24	-0.70	-0.92	-1.78	-0.47	-0.58	-0.47	-0.93	-1.08
72hr	-2.51	-2.76	-1.53	-0.58	-1.42	-0.63	-1.30	-2.22	-0.56	-0.61	-0.59	-1.07	-1.31
96hr	-3.42	-3.64	-2.14	-0.83	-1.70	-0.44	-1.42	-2.77	-0.42	-0.63	-0.73	-1.36	-1.63
120hr	-4.24	-4.62	-2.87	-1.22	-2.01	-0.42	-1.48	-3.17	-0.30	-0.98	-1.16	-1.86	-2.03
144hr	-5.16	-5.69	-3.76	-1.64	-2.41	-0.29	-1.60	-3.59	-0.21	-1.15	-1.80	-2.81	-2.51
168hr	-6.40	-7.06	-4.87	-2.20	-3.12	-0.20	-1.68	-3.96	-0.33	-1.53	-2.57	-4.12	-3.17
192hr	-7.71	-8.40	-5.85	-3.06	-3.49	-0.06	-1.77	-4.38	-0.33	-1.83	-3.24	-5.16	-3.77
216hr	-8.97	-9.61	-6.95	-3.99	-3.77	0.06	-1.50	-4.52	-0.34	-2.35	-3.74	-6.36	-4.34
240hr	-10.33	-10.79	-7.72	-4.90	-3.91	-0.16	-1.47	-4.80	-0.80	-2.64	-4.38	-7.40	-4.94
264hr	-11.58	-12.31	-8.38	-5.98	-4.00	-0.28	-1.73	-4.85	-1.07	-2.93	-5.31	-7.89	-5.53
288hr	-12.80	-13.62	-9.37	-6.95	-3.91	-0.28	-1.99	-4.34	-2.01	-3.19	-5.90	-8.43	-6.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.21	2.06	2.03	2.00	2.14	2.01	2.00	2.22	1.99	2.16	2.08	2.00	2.07
24hr	3.22	3.24	2.81	2.71	2.91	2.88	3.00	3.17	2.91	3.16	2.92	3.01	2.99
36hr	4.24	4.20	3.66	3.44	3.70	3.57	3.81	4.34	3.99	4.06	3.79	4.03	3.90
48hr	5.02	5.15	4.24	4.05	4.26	3.94	4.51	4.96	4.44	4.58	4.07	4.49	4.48
60hr	5.25	5.62	4.61	4.48	4.66	4.30	4.78	5.29	4.68	4.77	4.33	4.91	4.81
72hr	5.95	6.34	5.00	4.87	5.04	4.73	5.41	6.01	4.94	4.97	4.66	5.38	5.27
96hr	7.44	7.72	6.32	5.97	6.14	5.53	6.29	6.86	5.60	5.75	5.71	6.39	6.31
120hr	8.51	9.20	7.67	7.01	7.25	6.31	7.12	7.73	6.38	6.80	6.92	7.42	7.36
144hr	10.23	11.01	9.22	8.02	8.39	7.26	7.93	8.71	7.53	8.13	8.20	9.01	8.64
168hr	12.00	12.87	10.68	9.46	9.57	8.47	9.02	9.96	8.76	9.73	9.39	10.46	10.03
192hr	14.24	14.62	12.39	10.83	11.00	9.93	10.38	11.34	9.94	11.08	10.55	11.82	11.51
216hr	16.40	16.30	14.07	11.82	12.80	11.12	11.49	12.71	11.16	12.31	11.63	13.59	12.95
240hr	18.30	17.69	15.88	13.10	14.05	12.57	12.40	14.23	12.43	13.58	12.69	15.01	14.33
264hr	20.40	19.42	17.21	14.54	14.86	13.86	12.93	15.02	13.47	14.24	13.92	16.36	15.52
288hr	22.18	21.08	18.13	15.74	15.62	14.30	13.86	15.44	14.08	15.13	15.04	17.41	16.50
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
36hr	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96
48hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.93	0.95	0.94	0.95
60hr	0.95	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.92	0.94
72hr	0.94	0.93	0.94	0.93	0.92	0.93	0.91	0.92	0.93	0.92	0.93	0.91	0.93
96hr	0.91	0.90	0.90	0.90	0.88	0.90	0.87	0.90	0.90	0.90	0.90	0.87	0.89
120hr	0.89	0.86	0.86	0.86	0.83	0.86	0.84	0.87	0.87	0.85	0.85	0.83	0.86
144hr	0.84	0.81	0.81	0.82	0.77	0.82	0.80	0.83	0.83	0.79	0.80	0.76	0.81
168hr	0.78	0.76	0.77	0.76	0.71	0.75	0.74	0.78	0.77	0.70	0.74	0.70	0.75
192hr	0.71	0.70	0.71	0.69	0.65	0.65	0.66	0.72	0.69	0.60	0.68	0.64	0.67
216hr	0.62	0.64	0.62	0.63	0.54	0.58	0.59	0.65	0.61	0.52	0.62	0.55	0.60
240hr	0.54	0.58	0.52	0.57	0.45	0.49	0.52	0.57	0.53	0.43	0.55	0.46	0.52
264hr	0.45	0.52	0.44	0.49	0.38	0.39	0.48	0.52	0.44	0.37	0.48	0.38	0.45
288hr	0.38	0.44	0.38	0.43	0.31	0.34	0.41	0.45	0.40	0.30	0.43	0.32	0.38

표 D.1.12 GDAPS 적도 250hPa 풍속 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.04	-0.04	0.03	0.00	0.01	-0.01	-0.01	0.00
24hr	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.02	-0.04	-0.09	-0.01	-0.03	-0.05	-0.02	-0.06	-0.05
36hr	0.03	0.01	-0.04	-0.05	0.02	0.01	-0.03	0.05	-0.01	-0.03	-0.07	-0.04	-0.01
48hr	0.06	0.00	-0.01	-0.06	0.09	0.09	-0.05	-0.01	-0.04	-0.03	0.01	-0.02	0.00
60hr	0.09	0.04	0.00	0.00	0.11	0.15	0.01	0.04	0.06	0.00	-0.03	-0.03	0.04
72hr	0.18	0.10	0.06	0.01	0.20	0.23	0.00	0.01	0.05	0.03	0.03	0.04	0.08
96hr	0.19	0.16	0.09	0.12	0.28	0.39	-0.01	0.01	0.12	0.11	0.01	0.06	0.13
120hr	0.30	0.27	0.15	0.17	0.40	0.52	0.00	0.07	0.16	0.14	-0.02	0.07	0.19
144hr	0.34	0.32	0.27	0.23	0.47	0.58	0.01	0.06	0.16	0.18	-0.07	0.10	0.22
168hr	0.40	0.41	0.36	0.25	0.52	0.61	0.07	0.03	0.15	0.16	-0.03	0.08	0.25
192hr	0.44	0.49	0.42	0.34	0.62	0.65	0.14	-0.02	0.16	0.14	0.03	0.05	0.29
216hr	0.46	0.58	0.51	0.37	0.71	0.73	0.23	-0.05	0.16	0.08	0.08	0.15	0.33
240hr	0.44	0.64	0.58	0.35	0.71	0.76	0.23	-0.10	0.24	0.00	0.11	0.27	0.35
264hr	0.40	0.65	0.70	0.25	0.66	0.82	0.08	-0.03	0.26	-0.06	0.05	0.33	0.34
288hr	0.46	0.68	0.75	0.16	0.59	0.89	0.03	-0.11	0.20	-0.12	0.00	0.34	0.32
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.40	2.36	2.18	2.06	2.05	2.06	2.08	2.18	2.00	2.05	2.05	2.14	2.13
24hr	3.69	3.70	3.39	3.31	3.27	3.17	3.26	3.39	3.13	3.29	3.29	3.42	3.36
36hr	4.56	4.56	4.20	4.08	4.17	4.05	4.11	4.27	3.93	4.21	4.18	4.28	4.22
48hr	5.33	5.41	4.92	4.80	4.94	4.71	4.76	4.95	4.61	4.95	4.93	5.08	4.95
60hr	6.01	6.02	5.48	5.33	5.57	5.31	5.38	5.52	5.18	5.58	5.51	5.69	5.55
72hr	6.58	6.68	6.04	5.90	6.19	5.87	5.89	6.00	5.69	6.12	6.11	6.29	6.11
96hr	7.63	7.71	6.92	6.85	7.20	6.79	6.81	6.82	6.57	7.01	7.16	7.21	7.06
120hr	8.61	8.53	7.77	7.66	8.06	7.66	7.65	7.59	7.29	7.82	8.19	8.12	7.91
144hr	9.36	9.24	8.61	8.47	8.75	8.45	8.43	8.22	7.91	8.62	8.99	8.99	8.67
168hr	10.32	10.02	9.37	9.36	9.47	9.19	9.16	8.89	8.55	9.37	9.74	9.63	9.42
192hr	11.15	10.80	10.13	10.14	10.36	10.04	9.81	9.67	9.28	10.19	10.39	10.42	10.20
216hr	11.97	11.64	10.82	10.99	11.25	10.84	10.43	10.22	9.92	11.04	10.97	11.13	10.93
240hr	12.78	12.31	11.63	11.61	11.96	11.46	10.91	10.80	10.45	11.79	11.60	11.84	11.60
264hr	13.53	12.90	12.31	12.07	12.58	11.89	11.32	11.29	10.94	12.54	12.24	12.44	12.17
288hr	14.18	13.44	12.82	12.71	13.02	12.27	11.79	11.66	11.33	13.03	12.79	12.91	12.66

D.1.2 아시아 영역 관측검증

표 D.1.13 GDAPS 아시아 850hPa 기온 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.37	-0.41	-0.58	-0.34	0.03	0.14	-0.05	-0.24	-0.30	-0.14	-0.14	-0.22
24hr	-0.02	-0.18	-0.29	-0.50	-0.28	0.15	0.27	0.10	-0.10	-0.19	0.01	0.01	-0.09
36hr	-0.03	-0.30	-0.37	-0.67	-0.37	0.21	0.34	0.06	-0.22	-0.31	0.03	-0.02	-0.14
48hr	0.12	-0.21	-0.28	-0.62	-0.25	0.27	0.39	0.16	-0.15	-0.19	0.16	0.10	-0.04
60hr	0.15	-0.24	-0.32	-0.70	-0.31	0.29	0.43	0.18	-0.20	-0.25	0.17	0.12	-0.06
72hr	0.30	-0.21	-0.28	-0.69	-0.23	0.37	0.49	0.30	-0.09	-0.14	0.26	0.19	0.02
96hr	0.44	-0.11	-0.27	-0.77	-0.17	0.38	0.57	0.40	-0.10	-0.06	0.35	0.32	0.08
120hr	0.46	-0.15	-0.29	-0.73	-0.18	0.45	0.69	0.51	-0.10	0.02	0.40	0.43	0.13
144hr	0.37	-0.08	-0.08	-0.68	-0.13	0.48	0.76	0.61	-0.11	0.10	0.41	0.52	0.18
168hr	0.30	-0.02	0.09	-0.71	-0.08	0.53	0.93	0.66	-0.08	0.24	0.35	0.31	0.21
192hr	0.28	0.08	0.11	-0.63	0.09	0.64	0.97	0.70	0.01	0.30	0.23	0.16	0.24
216hr	0.28	0.21	0.03	-0.35	0.15	0.63	1.14	0.60	0.20	0.36	0.39	0.20	0.32
240hr	0.00	0.23	-0.08	-0.02	0.07	0.58	1.37	0.64	0.19	0.61	0.82	0.40	0.40
264hr	-0.51	0.09	0.06	0.08	0.30	0.60	1.45	0.76	0.28	0.78	1.01	0.58	0.46
288hr	-0.76	-0.18	0.19	0.21	0.38	0.75	1.63	0.77	0.25	0.88	1.10	1.14	0.53
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.26	1.31	1.30	1.29	1.31	1.17	1.18	1.11	1.07	1.10	1.14	1.24	1.21
24hr	1.32	1.31	1.35	1.34	1.37	1.28	1.31	1.19	1.08	1.12	1.23	1.28	1.26
36hr	1.47	1.48	1.53	1.62	1.61	1.42	1.48	1.31	1.26	1.30	1.35	1.39	1.43
48hr	1.52	1.51	1.61	1.69	1.68	1.57	1.57	1.38	1.30	1.33	1.41	1.48	1.50
60hr	1.66	1.63	1.74	1.85	1.92	1.73	1.71	1.51	1.49	1.46	1.52	1.59	1.65
72hr	1.74	1.71	1.82	1.91	2.08	1.89	1.87	1.63	1.56	1.52	1.66	1.65	1.75
96hr	2.05	1.96	2.02	2.29	2.49	2.28	2.12	1.90	1.86	1.74	2.01	1.92	2.05
120hr	2.35	2.46	2.41	2.77	2.95	2.63	2.50	2.20	2.13	2.12	2.33	2.34	2.43
144hr	2.78	2.93	3.15	3.11	3.42	2.97	2.83	2.45	2.36	2.39	2.60	2.88	2.82
168hr	3.18	3.56	3.85	3.71	3.88	3.35	3.12	2.73	2.71	2.75	3.08	3.37	3.27
192hr	3.58	4.21	4.36	4.25	4.33	3.69	3.40	3.06	3.06	3.25	3.66	3.83	3.72
216hr	3.98	4.82	4.92	4.75	4.65	4.02	3.72	3.29	3.46	3.70	4.07	4.36	4.15
240hr	4.40	4.90	5.15	5.06	4.85	4.30	4.09	3.51	3.68	4.06	4.48	4.89	4.45
264hr	4.75	5.24	5.31	5.58	5.17	4.57	4.29	3.59	3.92	4.42	4.67	5.17	4.72
288hr	5.10	5.40	5.94	6.06	5.51	4.76	4.44	3.72	3.97	4.65	4.95	5.35	4.99

표 D.1.14 GDAPS 아시아 500hPa 고도 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.45	-0.07	0.50	0.05	0.31	1.46	2.40	1.69	1.39	1.39	2.35	1.36	1.11
24hr	2.04	1.55	1.48	0.24	2.01	2.42	3.06	2.44	2.24	1.69	3.36	2.66	2.10
36hr	2.50	1.26	2.24	1.81	2.95	2.67	2.34	1.93	2.23	2.34	4.05	2.75	2.42
48hr	2.52	1.17	1.88	1.31	3.25	3.73	3.97	3.30	3.26	2.79	4.30	2.77	2.85
60hr	4.02	1.89	2.31	2.58	3.36	2.88	2.59	2.37	2.97	3.70	5.70	3.12	3.12
72hr	4.12	0.74	2.43	1.92	3.46	4.90	5.20	4.00	4.84	4.68	5.48	3.46	3.77
96hr	4.49	-0.38	3.74	2.87	4.02	3.48	5.50	3.38	4.40	4.57	6.43	3.06	3.80
120hr	4.85	-1.82	5.22	4.86	4.65	3.35	5.17	2.91	2.84	3.76	7.57	2.20	3.80
144hr	5.28	-4.43	9.05	5.77	3.41	3.75	3.71	2.09	2.74	3.29	7.39	1.27	3.61
168hr	7.52	-6.38	14.16	4.10	3.70	3.80	3.11	0.87	5.38	3.49	7.52	-0.13	3.93
192hr	14.35	-8.31	12.72	1.24	5.57	4.31	4.52	0.32	6.19	3.31	4.39	-3.87	3.73
216hr	17.64	-7.46	11.20	-0.77	7.05	3.83	8.16	1.97	4.38	1.34	3.21	-5.39	3.76
240hr	15.10	-3.91	9.62	0.50	6.50	7.98	8.14	3.18	2.21	0.14	3.06	-2.46	4.17
264hr	11.33	-5.32	13.41	0.04	4.45	11.64	6.91	4.62	2.05	2.47	4.35	3.11	4.92
288hr	10.31	-6.76	19.52	3.92	3.38	13.34	8.47	6.00	2.76	3.73	6.55	10.90	6.84
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.71	10.05	11.13	10.53	11.03	10.95	11.41	11.08	10.53	9.76	10.26	10.74	10.68
24hr	11.56	10.92	11.99	11.45	11.87	11.84	12.45	11.93	11.46	10.40	11.39	11.67	11.58
36hr	12.76	11.91	13.55	13.09	13.55	12.68	13.28	12.71	12.05	11.51	12.78	12.76	12.72
48hr	13.99	13.05	14.90	14.74	15.29	14.15	14.91	13.98	13.58	12.93	14.40	14.16	14.17
60hr	16.16	15.07	17.31	16.98	17.51	16.30	16.14	15.38	15.12	14.66	16.84	16.07	16.13
72hr	18.93	17.16	18.74	19.47	20.52	18.70	18.46	17.24	17.57	17.45	18.62	18.33	18.43
96hr	26.12	24.62	24.82	26.47	28.13	23.52	23.93	21.60	23.83	22.54	24.84	24.92	24.61
120hr	34.78	35.81	35.54	33.67	34.98	28.84	30.04	25.03	30.23	29.52	31.92	34.34	32.06
144hr	42.84	45.71	47.70	43.62	43.22	34.34	35.93	30.94	37.50	36.48	40.21	45.64	40.34
168hr	53.69	55.22	63.35	56.12	52.83	40.90	42.27	38.49	45.87	44.62	53.87	56.44	50.31
192hr	61.59	67.46	75.79	65.98	60.31	46.51	48.03	45.30	56.00	54.09	63.02	62.79	58.91
216hr	71.64	78.30	81.63	73.50	68.00	52.90	54.34	50.86	64.79	63.47	72.50	73.55	67.12
240hr	80.92	80.49	83.28	81.69	71.76	59.99	57.26	52.86	69.98	69.73	78.14	84.16	72.52
264hr	88.38	87.31	86.14	87.55	76.16	63.95	59.15	55.80	75.89	75.55	81.43	90.46	77.31
288hr	91.19	91.45	95.93	93.77	83.72	65.55	61.91	58.37	78.16	79.00	84.31	91.56	81.24

표 D.1.15 GDAPS 아시아 250hPa 풍속 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.78	-0.80	-0.75	-0.63	-0.58	-0.45	-0.49	-0.38	-0.26	-0.45	-0.54	-0.82	-0.58
24hr	-0.99	-0.90	-0.75	-0.61	-0.64	-0.49	-0.68	-0.47	-0.41	-0.62	-0.71	-0.89	-0.68
36hr	-1.22	-1.07	-0.95	-0.85	-0.69	-0.35	-0.70	-0.38	-0.35	-0.59	-0.74	-0.92	-0.73
48hr	-1.26	-1.03	-1.03	-0.75	-0.85	-0.61	-0.82	-0.50	-0.59	-0.77	-0.96	-1.08	-0.86
60hr	-1.38	-0.97	-1.14	-1.05	-0.91	-0.50	-0.93	-0.36	-0.57	-0.67	-0.95	-1.13	-0.88
72hr	-1.37	-0.95	-0.98	-0.85	-0.97	-0.64	-1.05	-0.54	-0.62	-0.76	-0.88	-1.20	-0.90
96hr	-1.68	-1.00	-1.19	-1.04	-1.21	-0.55	-1.05	-0.72	-0.67	-0.76	-0.89	-1.27	-1.00
120hr	-1.65	-1.23	-1.58	-1.17	-1.26	-0.31	-1.33	-0.64	-0.58	-0.65	-0.89	-1.21	-1.04
144hr	-1.87	-1.12	-1.76	-1.21	-1.12	-0.29	-1.43	-0.87	-0.54	-0.81	-0.37	-1.01	-1.03
168hr	-2.03	-1.08	-1.87	-0.77	-1.23	-0.05	-1.49	-0.71	-0.58	-1.23	-0.51	-0.91	-1.04
192hr	-1.97	-1.52	-2.06	-0.79	-1.25	-0.32	-1.69	-0.66	-0.65	-1.35	-0.56	-0.57	-1.12
216hr	-1.93	-1.76	-2.57	-1.01	-1.41	-0.43	-1.82	-0.67	-0.68	-1.14	0.17	-0.74	-1.16
240hr	-2.07	-1.96	-2.87	-1.11	-1.50	-0.20	-1.95	-0.65	-0.42	-0.95	0.30	-0.74	-1.18
264hr	-2.24	-2.21	-2.81	-1.39	-1.19	-0.03	-2.15	-0.55	-0.91	-0.93	-0.14	-1.03	-1.30
288hr	-2.32	-2.78	-3.29	-1.34	-1.48	-0.23	-2.31	-0.82	-1.53	-1.01	-0.12	-1.45	-1.56
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.04	4.01	4.57	4.51	5.03	4.93	4.96	4.57	4.14	3.50	3.66	3.73	4.30
24hr	4.72	4.52	5.20	5.33	6.00	5.91	6.08	5.43	4.99	3.98	3.99	4.02	5.01
36hr	5.35	5.13	5.82	6.43	7.13	6.92	7.09	6.39	5.81	4.52	4.42	4.41	5.78
48hr	6.09	5.59	6.49	7.13	8.06	7.89	8.18	7.29	6.80	5.15	5.07	4.98	6.56
60hr	6.73	6.19	7.35	8.11	9.04	8.76	9.12	7.91	7.55	5.75	5.68	5.59	7.31
72hr	7.42	6.76	7.75	8.69	10.28	9.69	10.12	8.76	8.17	6.42	6.42	6.29	8.06
96hr	8.95	8.34	9.07	10.53	12.78	11.49	12.17	10.50	10.21	7.97	8.08	7.77	9.82
120hr	10.77	10.47	10.94	12.62	14.87	13.34	13.96	12.27	12.19	9.67	9.71	9.54	11.70
144hr	12.63	12.69	13.69	14.37	17.00	14.65	15.32	13.51	14.20	11.63	11.67	11.10	13.54
168hr	14.17	14.56	15.88	16.20	19.47	16.20	16.87	15.38	16.01	13.33	14.48	12.83	15.45
192hr	16.30	16.74	17.54	18.08	20.93	17.99	17.89	17.20	18.23	15.38	16.72	14.61	17.30
216hr	18.66	18.97	18.96	19.36	22.09	19.49	18.82	18.68	20.09	17.52	18.59	16.03	18.94
240hr	20.44	20.23	20.07	21.09	23.08	20.87	19.57	19.37	22.05	18.51	20.09	17.20	20.21
264hr	21.58	20.99	21.56	21.84	23.57	21.31	20.19	20.08	22.98	19.98	19.40	18.11	20.97
288hr	22.74	22.23	22.58	23.52	24.76	22.18	20.58	20.86	23.14	20.97	20.50	19.15	21.93

D.1.3 한반도 영역 강수검증(12시간 누적)

표 D.1.16 GDAPS 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.92	0.90	0.90	0.89	0.90	0.89	0.90	Jan.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97
Feb.	0.92	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89	Feb.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97
Mar.	0.92	0.92	0.90	0.89	0.89	0.88	0.90	Mar.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97
Apr.	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91	0.90	0.91	Apr.	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97
May.	0.84	0.83	0.82	0.81	0.79	0.78	0.81	May.	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95
Jun.	0.82	0.80	0.81	0.79	0.77	0.76	0.79	Jun.	0.95	0.94	0.94	0.93	0.91	0.90	0.93
Jul.	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.68	0.69	Jul.	0.86	0.85	0.84	0.83	0.80	0.78	0.83
Aug.	0.71	0.71	0.72	0.72	0.70	0.70	0.71	Aug.	0.83	0.82	0.82	0.81	0.81	0.79	0.82
Sep.	0.78	0.77	0.78	0.78	0.75	0.73	0.77	Sep.	0.93	0.92	0.92	0.92	0.91	0.90	0.92
Oct.	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.92	Oct.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Nov.	0.90	0.90	0.89	0.88	0.87	0.87	0.89	Nov.	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97	0.96	0.97
Dec.	0.79	0.78	0.78	0.77	0.77	0.78	0.78	Dec.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
TOTAL	0.85	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.83	TOTAL	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	Jan.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Feb.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	Feb.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Mar.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00
Apr.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	Apr.	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
May.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	May.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Jun.	0.98	0.97	0.96	0.96	0.94	0.93	0.96	Jun.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95	0.97
Jul.	0.91	0.91	0.89	0.89	0.87	0.86	0.89	Jul.	0.93	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.92
Aug.	0.88	0.88	0.88	0.87	0.87	0.86	0.87	Aug.	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.89	0.90
Sep.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96	Sep.	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Dec.	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
TOTAL	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	TOTAL	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97
Threshold = 50 mm															
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	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								
Mar.	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								
May.	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00								
Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98								
Jul.	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.94	0.96								
Aug.	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95								
Sep.	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98								
Oct.	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								
Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00								
TOTAL	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99								

표 D.1.17 GDAPS 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.26	1.24	1.23	1.26	1.29	1.35	1.27	Jan.	1.04	1.03	1.06	1.05	1.08	1.18	1.07
Feb.	1.25	1.27	1.34	1.29	1.30	1.37	1.30	Feb.	1.14	1.19	1.11	1.16	1.15	1.27	1.17
Mar.	1.43	1.43	1.48	1.56	1.62	1.62	1.52	Mar.	1.14	1.09	1.21	1.05	1.10	1.55	1.19
Apr.	1.50	1.50	1.44	1.39	1.39	1.47	1.45	Apr.	1.11	1.13	0.93	0.84	0.74	0.87	0.94
May.	1.63	1.65	1.66	1.68	1.75	1.71	1.68	May.	1.08	0.94	0.92	0.98	0.93	0.88	0.95
Jun.	1.69	1.70	1.60	1.67	1.58	1.55	1.63	Jun.	1.10	1.06	0.95	0.98	0.91	0.79	0.96
Jul.	1.57	1.55	1.44	1.29	1.23	1.19	1.38	Jul.	1.11	1.02	0.88	0.82	0.85	0.86	0.92
Aug.	1.66	1.59	1.58	1.56	1.56	1.53	1.58	Aug.	1.28	1.21	1.16	1.18	1.10	1.10	1.17
Sep.	1.64	1.59	1.46	1.40	1.35	1.38	1.47	Sep.	1.08	0.97	0.82	0.81	0.88	0.84	0.90
Oct.	2.00	2.00	1.85	1.32	1.50	1.43	1.68	Oct.	1.08	1.20	1.03	0.63	0.35	0.37	0.78
Nov.	1.66	1.68	1.66	1.77	1.89	1.86	1.75	Nov.	1.13	1.05	1.08	0.84	1.01	1.36	1.08
Dec.	1.33	1.48	1.44	1.58	1.52	1.43	1.47	Dec.	1.53	1.45	1.92	2.00	1.89	1.00	1.63
TOTAL	1.56	1.55	1.50	1.47	1.46	1.45	1.50	TOTAL	1.14	1.07	1.00	0.98	0.96	0.99	1.02
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.10	1.13	1.11	0.80	1.03	1.04	1.04	Jan.	1.25	1.25	1.08	0.57	0.89	0.94	0.99
Feb.	1.24	1.29	1.31	1.40	1.56	1.77	1.43	Feb.	1.43	1.52	2.26	2.26	2.48	3.04	2.17
Mar.	0.89	1.50	1.39	1.11	3.64	4.39	2.15	Mar.	0.71	0.86	1.71	1.29	5.00	6.43	2.67
Apr.	1.00	0.83	0.65	0.58	0.75	0.74	0.76	Apr.	1.14	0.81	0.48	0.43	0.86	0.48	0.70
May.	1.01	0.77	0.79	0.74	0.85	0.78	0.82	May.	0.99	0.67	0.90	0.69	0.77	0.51	0.76
Jun.	1.04	0.87	1.02	0.99	0.93	0.71	0.93	Jun.	0.95	0.73	0.94	0.94	0.85	0.57	0.83
Jul.	0.88	0.79	0.74	0.67	0.65	0.68	0.73	Jul.	0.87	0.80	0.64	0.61	0.62	0.62	0.69
Aug.	1.06	0.99	0.89	0.91	0.88	0.92	0.94	Aug.	1.03	0.89	0.82	0.88	0.88	0.93	0.91
Sep.	1.11	0.97	0.82	0.83	0.75	0.91	0.90	Sep.	1.12	1.01	0.89	0.92	0.72	0.81	0.91
Oct.	0.90	0.90	0.86	0.24	0.33	0.05	0.55	Oct.	1.40	0.80	1.60	0.40	0.00	0.00	0.70
Nov.	1.21	0.95	1.00	0.84	0.98	1.10	1.01	Nov.	1.62	1.12	1.31	1.31	1.54	1.38	1.38
Dec.	0.71	0.86	1.00	0.71	0.29	0.57	0.69	Dec.	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.67
TOTAL	1.02	0.92	0.88	0.83	0.87	0.89	0.90	TOTAL	1.01	0.87	0.85	0.82	0.83	0.81	0.87
Threshold = 50 mm															
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0.00	0.67	0.33	0.67	2.33	0.67	0.78								
Feb.	2.00	3.00	2.00	0.00	4.00	8.00	3.17								
Mar.	1.00	2.00	2.00	4.00	9.00	9.00	4.50								
Apr.															
May.	0.71	0.71	1.29	0.93	1.14	0.50	0.88								
Jun.	0.85	0.75	1.07	1.27	0.69	0.58	0.87								
Jul.	0.78	0.77	0.66	0.51	0.40	0.80	0.65								
Aug.	1.15	1.21	1.13	1.18	1.30	1.30	1.21								
Sep.	1.08	1.07	0.94	0.96	0.74	0.84	0.94								
Oct.	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17								
Nov.	1.67	2.67	5.00	1.00	5.33	3.00	3.11								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.33								
TOTAL	0.96	0.97	0.96	0.93	0.88	0.97	0.95								

표 D.1.18 GDAPS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.66	0.61	0.60	0.57	0.59	0.56	0.60	Jan.	0.75	0.73	0.71	0.67	0.66	0.65	0.69
Feb.	0.70	0.65	0.64	0.62	0.62	0.59	0.64	Feb.	0.70	0.66	0.64	0.62	0.60	0.61	0.64
Mar.	0.58	0.58	0.51	0.50	0.48	0.45	0.51	Mar.	0.58	0.55	0.46	0.48	0.45	0.42	0.49
Apr.	0.59	0.55	0.53	0.49	0.50	0.48	0.52	Apr.	0.71	0.65	0.60	0.47	0.37	0.35	0.52
May.	0.58	0.54	0.52	0.50	0.48	0.46	0.51	May.	0.71	0.65	0.60	0.56	0.54	0.47	0.59
Jun.	0.56	0.53	0.54	0.50	0.47	0.45	0.51	Jun.	0.64	0.58	0.56	0.50	0.42	0.35	0.51
Jul.	0.60	0.58	0.56	0.55	0.53	0.52	0.56	Jul.	0.56	0.51	0.48	0.42	0.37	0.34	0.45
Aug.	0.55	0.54	0.55	0.55	0.53	0.53	0.54	Aug.	0.47	0.45	0.45	0.43	0.41	0.37	0.43
Sep.	0.56	0.54	0.52	0.52	0.47	0.44	0.51	Sep.	0.57	0.51	0.50	0.46	0.43	0.39	0.48
Oct.	0.39	0.38	0.38	0.29	0.29	0.26	0.33	Oct.	0.54	0.53	0.40	0.38	0.16	0.21	0.38
Nov.	0.52	0.50	0.47	0.46	0.45	0.42	0.47	Nov.	0.48	0.43	0.41	0.41	0.40	0.35	0.41
Dec.	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.55	0.53	0.52	0.50	0.48	0.46	0.50	TOTAL	0.57	0.54	0.51	0.47	0.43	0.40	0.49
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.63	0.58	0.57	0.51	0.42	0.39	0.51	Jan.	0.51	0.27	0.25	0.28	0.33	0.27	0.32
Feb.	0.61	0.58	0.57	0.49	0.46	0.41	0.51	Feb.	0.40	0.41	0.29	0.25	0.19	0.19	0.27
Mar.	0.29	0.27	0.16	0.18	0.15	0.14	0.18	Mar.	0.33	0.08	0.27	0.07	0.02	0.06	0.09
Apr.	0.60	0.47	0.37	0.29	0.25	0.16	0.35	Apr.	0.50	0.27	0.15	0.11	0.08	0.07	0.20
May.	0.59	0.43	0.40	0.35	0.41	0.42	0.43	May.	0.31	0.29	0.27	0.22	0.28	0.27	0.27
Jun.	0.68	0.61	0.51	0.48	0.33	0.23	0.46	Jun.	0.61	0.55	0.46	0.46	0.31	0.18	0.42
Jul.	0.46	0.45	0.37	0.31	0.26	0.21	0.34	Jul.	0.38	0.39	0.30	0.24	0.17	0.13	0.27
Aug.	0.39	0.36	0.34	0.30	0.31	0.27	0.33	Aug.	0.31	0.29	0.26	0.22	0.25	0.21	0.25
Sep.	0.62	0.58	0.50	0.46	0.41	0.38	0.49	Sep.	0.61	0.56	0.47	0.43	0.38	0.29	0.45
Oct.	0.43	0.48	0.62	0.18	0.17	0.00	0.33	Oct.	0.20	0.12	0.18	0.17	0.00	0.00	0.13
Nov.	0.37	0.32	0.43	0.46	0.52	0.44	0.42	Nov.	0.21	0.25	0.30	0.28	0.25	0.22	0.25
Dec.	0.00	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
TOTAL	0.51	0.46	0.41	0.37	0.33	0.28	0.39	TOTAL	0.41	0.38	0.32	0.29	0.25	0.19	0.30
Threshold = 50 mm															
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0.00	0.25	0.00	0.25	0.11	0.25	0.14								
Feb.	0.50	0.33	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14								
Mar.	1.00	0.50	0.50	0.25	0.11	0.11	0.22								
Apr.															
May.	0.14	0.20	0.10	0.08	0.07	0.11	0.11								
Jun.	0.28	0.26	0.19	0.22	0.19	0.09	0.20								
Jul.	0.32	0.31	0.22	0.12	0.04	0.03	0.16								
Aug.	0.19	0.18	0.18	0.16	0.20	0.11	0.17								
Sep.	0.48	0.55	0.48	0.40	0.35	0.20	0.40								
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Nov.	0.00	0.10	0.12	0.20	0.06	0.00	0.07								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TOTAL	0.28	0.28	0.23	0.19	0.17	0.09	0.21								

표 D.1.19 GDAPS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.59	0.53	0.53	0.49	0.51	0.48	0.52	Jan.	0.73	0.71	0.69	0.65	0.64	0.62	0.67
Feb.	0.62	0.57	0.55	0.54	0.53	0.50	0.55	Feb.	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58	0.59	0.61
Mar.	0.53	0.52	0.44	0.43	0.41	0.38	0.45	Mar.	0.57	0.54	0.44	0.46	0.43	0.40	0.47
Apr.	0.54	0.50	0.48	0.44	0.45	0.42	0.47	Apr.	0.69	0.64	0.59	0.45	0.36	0.34	0.51
May.	0.46	0.42	0.40	0.37	0.35	0.33	0.39	May.	0.68	0.62	0.57	0.53	0.51	0.44	0.56
Jun.	0.42	0.39	0.40	0.36	0.32	0.30	0.36	Jun.	0.61	0.54	0.52	0.45	0.37	0.31	0.46
Jul.	0.27	0.26	0.24	0.24	0.24	0.22	0.25	Jul.	0.45	0.41	0.38	0.32	0.26	0.22	0.34
Aug.	0.29	0.28	0.30	0.30	0.27	0.27	0.28	Aug.	0.36	0.34	0.34	0.32	0.30	0.26	0.32
Sep.	0.39	0.36	0.36	0.35	0.30	0.26	0.33	Sep.	0.52	0.46	0.45	0.41	0.38	0.34	0.43
Oct.	0.36	0.34	0.34	0.25	0.25	0.22	0.30	Oct.	0.54	0.53	0.40	0.38	0.15	0.20	0.38
Nov.	0.47	0.44	0.40	0.40	0.38	0.35	0.41	Nov.	0.46	0.42	0.40	0.40	0.38	0.34	0.40
Dec.	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	Dec.	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
TOTAL	0.44	0.41	0.40	0.37	0.35	0.33	0.49	TOTAL	0.54	0.50	0.47	0.43	0.39	0.36	0.48
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.62	0.57	0.56	0.49	0.41	0.38	0.50	Jan.	0.50	0.26	0.24	0.27	0.33	0.27	0.31
Feb.	0.61	0.57	0.56	0.48	0.46	0.40	0.50	Feb.	0.40	0.41	0.29	0.25	0.19	0.19	0.27
Mar.	0.29	0.27	0.15	0.18	0.15	0.14	0.18	Mar.	0.33	0.08	0.27	0.07	0.02	0.06	0.09
Apr.	0.60	0.46	0.37	0.28	0.25	0.16	0.34	Apr.	0.50	0.26	0.15	0.11	0.08	0.07	0.19
May.	0.58	0.42	0.38	0.34	0.40	0.40	0.42	May.	0.30	0.28	0.26	0.21	0.27	0.26	0.26
Jun.	0.66	0.59	0.49	0.46	0.31	0.20	0.44	Jun.	0.59	0.54	0.44	0.45	0.29	0.16	0.40
Jul.	0.41	0.40	0.31	0.26	0.20	0.16	0.29	Jul.	0.35	0.36	0.27	0.21	0.14	0.10	0.23
Aug.	0.33	0.30	0.28	0.24	0.25	0.20	0.27	Aug.	0.26	0.25	0.22	0.18	0.21	0.16	0.21
Sep.	0.60	0.56	0.47	0.44	0.38	0.35	0.47	Sep.	0.60	0.54	0.45	0.41	0.37	0.27	0.44
Oct.	0.43	0.48	0.62	0.18	0.17	0.00	0.33	Oct.	0.20	0.12	0.18	0.17	0.00	0.00	0.13
Nov.	0.36	0.31	0.42	0.46	0.51	0.44	0.41	Nov.	0.21	0.25	0.30	0.27	0.24	0.21	0.25
Dec.	0.00	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
TOTAL	0.49	0.44	0.39	0.34	0.31	0.26	0.39	TOTAL	0.40	0.37	0.31	0.27	0.23	0.18	0.30
Threshold = 50 mm															
MONIH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0.00	0.25	0.00	0.25	0.11	0.25	0.14								
Feb.	0.50	0.33	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14								
Mar.	1.00	0.50	0.50	0.25	0.11	0.11	0.22								
Apr.															
May.	0.14	0.20	0.10	0.08	0.07	0.10	0.11								
Jun.	0.27	0.25	0.18	0.21	0.18	0.09	0.20								
Jul.	0.30	0.29	0.21	0.11	0.03	0.01	0.15								
Aug.	0.18	0.17	0.17	0.14	0.18	0.09	0.15								
Sep.	0.47	0.54	0.47	0.40	0.34	0.19	0.40								
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Nov.	0.00	0.10	0.12	0.20	0.05	0.00	0.07								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TOTAL	0.28	0.28	0.23	0.19	0.16	0.09	0.20								

표 D.1.20 GDAPS 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.90	0.85	0.84	0.82	0.85	0.85	0.85	Jan.	0.87	0.85	0.85	0.82	0.83	0.86	0.85
Feb.	0.92	0.90	0.92	0.88	0.88	0.88	0.90	Feb.	0.88	0.87	0.82	0.83	0.80	0.86	0.84
Mar.	0.90	0.89	0.83	0.85	0.84	0.82	0.85	Mar.	0.79	0.74	0.69	0.66	0.65	0.76	0.72
Apr.	0.93	0.89	0.85	0.79	0.80	0.80	0.84	Apr.	0.87	0.84	0.72	0.59	0.47	0.49	0.66
May.	0.96	0.93	0.91	0.90	0.89	0.86	0.91	May.	0.86	0.76	0.72	0.71	0.68	0.60	0.72
Jun.	0.97	0.93	0.91	0.89	0.82	0.79	0.89	Jun.	0.82	0.76	0.70	0.66	0.57	0.47	0.66
Jul.	0.96	0.94	0.88	0.81	0.78	0.75	0.85	Jul.	0.75	0.69	0.61	0.54	0.50	0.47	0.59
Aug.	0.94	0.91	0.92	0.91	0.89	0.87	0.91	Aug.	0.73	0.69	0.67	0.65	0.61	0.57	0.65
Sep.	0.95	0.90	0.85	0.82	0.75	0.73	0.83	Sep.	0.76	0.67	0.60	0.57	0.57	0.52	0.61
Oct.	0.84	0.82	0.78	0.52	0.56	0.50	0.67	Oct.	0.73	0.77	0.58	0.45	0.18	0.23	0.49
Nov.	0.92	0.89	0.85	0.88	0.90	0.85	0.88	Nov.	0.69	0.62	0.60	0.53	0.57	0.62	0.61
Dec.	0.17	0.18	0.17	0.16	0.17	0.15	0.17	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.91	0.88	0.85	0.82	0.80	0.78	0.84	TOTAL	0.78	0.72	0.67	0.63	0.59	0.57	0.66
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.81	0.78	0.76	0.61	0.61	0.57	0.69	Jan.	0.75	0.47	0.42	0.34	0.47	0.42	0.48
Feb.	0.85	0.84	0.84	0.79	0.81	0.80	0.82	Feb.	0.70	0.74	0.74	0.65	0.57	0.65	0.67
Mar.	0.43	0.54	0.32	0.32	0.61	0.68	0.48	Mar.	0.43	0.14	0.57	0.14	0.14	0.43	0.31
Apr.	0.75	0.58	0.45	0.35	0.35	0.25	0.46	Apr.	0.71	0.38	0.19	0.14	0.14	0.10	0.28
May.	0.75	0.54	0.51	0.45	0.54	0.53	0.55	May.	0.47	0.37	0.40	0.31	0.39	0.32	0.38
Jun.	0.83	0.70	0.69	0.65	0.48	0.32	0.61	Jun.	0.73	0.62	0.61	0.62	0.43	0.24	0.54
Jul.	0.60	0.56	0.47	0.40	0.34	0.29	0.44	Jul.	0.51	0.51	0.38	0.31	0.24	0.18	0.36
Aug.	0.58	0.53	0.48	0.44	0.44	0.40	0.48	Aug.	0.47	0.42	0.37	0.34	0.37	0.33	0.38
Sep.	0.81	0.72	0.60	0.58	0.51	0.52	0.62	Sep.	0.80	0.72	0.60	0.57	0.48	0.41	0.60
Oct.	0.57	0.62	0.71	0.19	0.19	0.00	0.38	Oct.	0.40	0.20	0.40	0.20	0.00	0.00	0.20
Nov.	0.60	0.47	0.60	0.58	0.68	0.65	0.59	Nov.	0.46	0.42	0.54	0.50	0.50	0.42	0.47
Dec.	0.00	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
TOTAL	0.68	0.61	0.55	0.49	0.46	0.41	0.53	TOTAL	0.58	0.51	0.45	0.41	0.36	0.29	0.43
Threshold = 50 mm															
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0.00	0.33	0.00	0.33	0.33	0.33	0.22								
Feb.	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50								
Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00								
Apr.															
May.	0.21	0.29	0.21	0.14	0.14	0.14	0.19								
Jun.	0.40	0.36	0.33	0.40	0.27	0.13	0.32								
Jul.	0.43	0.42	0.30	0.16	0.05	0.05	0.23								
Aug.	0.35	0.34	0.33	0.30	0.39	0.23	0.32								
Sep.	0.67	0.73	0.63	0.56	0.45	0.30	0.56								
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Nov.	0.00	0.33	0.67	0.33	0.33	0.00	0.28								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TOTAL	0.28	0.28	0.23	0.19	0.16	0.09	0.20								

D.1.4 성능변화 추세

그림 D.1.1 GDAPS 북반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

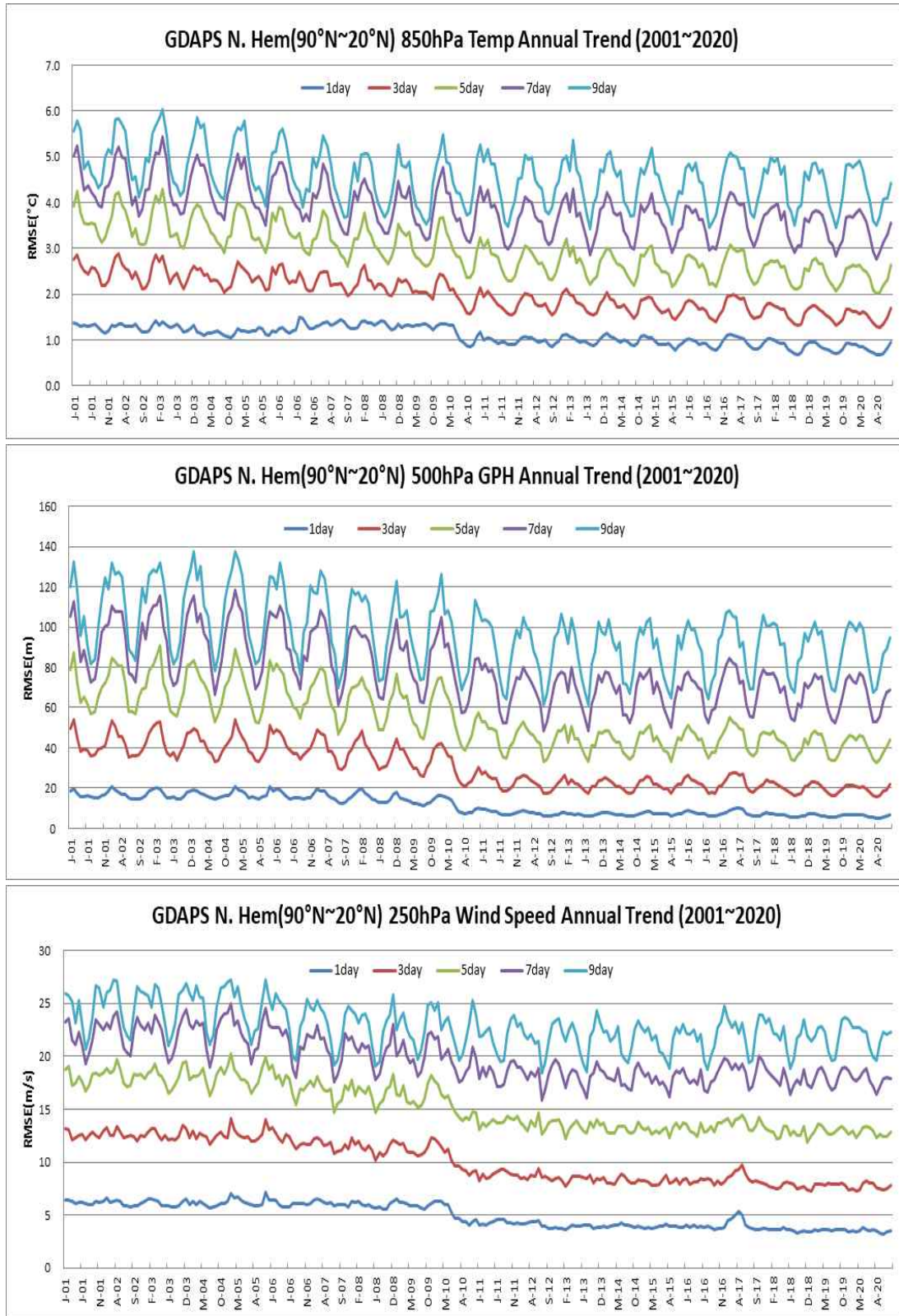


그림 D.1.2 GDAPS 남반구 요소별 예측시간별 월평균 RMSE

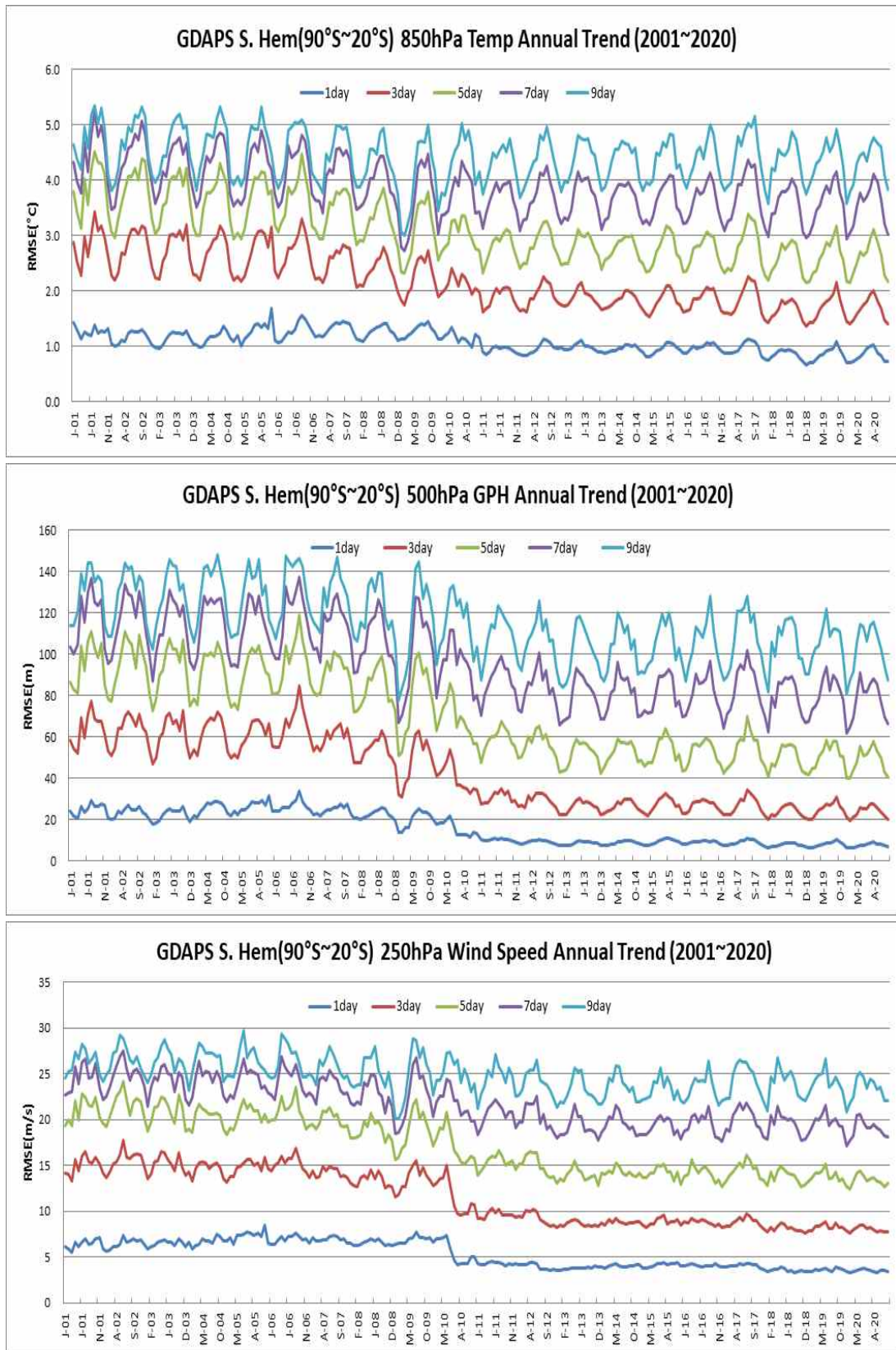
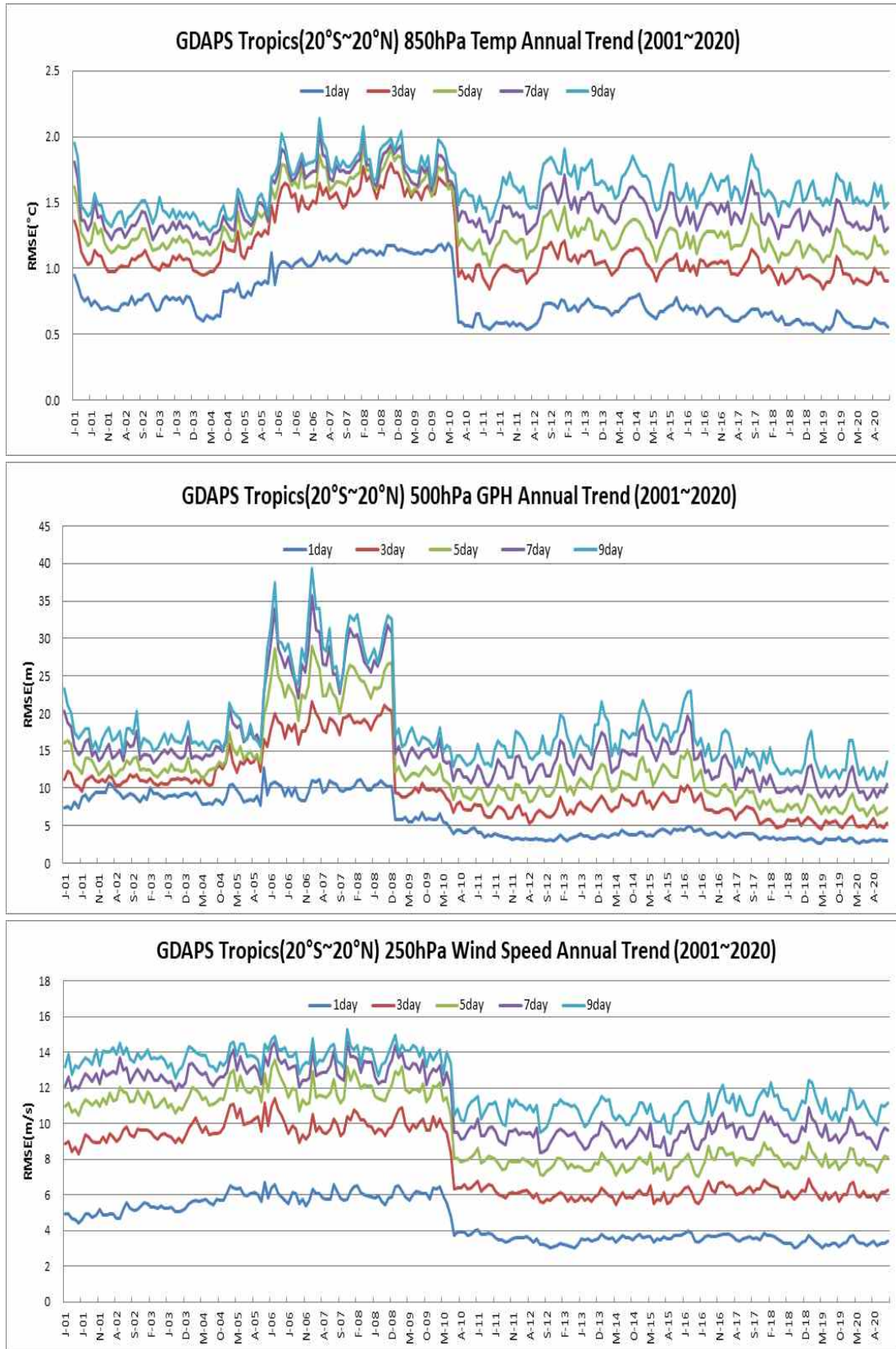


그림 D.1.3 GDAPS 적도 요소별 예측시간별 월평균 RMSE



D.2 국지예보시스템(LDAPS)

D.2.1 분석검증

표 D.2.1 LDAPS 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.04	0.01	0.00	-0.02	-0.04	0.07	0.06	0.09	0.09	0.07	0.05	0.09	0.04
12hr	-0.24	-0.31	-0.33	-0.28	-0.25	-0.14	-0.02	0.06	-0.11	-0.26	-0.32	-0.32	-0.21
18hr	-0.20	-0.33	-0.43	-0.40	-0.35	-0.17	-0.02	0.01	-0.19	-0.33	-0.32	-0.37	-0.26
24hr	-0.06	-0.21	-0.33	-0.32	-0.23	-0.06	0.10	0.11	0.01	-0.15	-0.21	-0.31	-0.14
30hr	-0.19	-0.41	-0.55	-0.43	-0.28	0.00	0.17	0.13	0.01	-0.24	-0.33	-0.48	-0.22
36hr	-0.18	-0.38	-0.54	-0.54	-0.41	-0.10	0.06	0.04	-0.10	-0.29	-0.35	-0.52	-0.28
42hr	-0.14	-0.42	-0.66	-0.60	-0.48	-0.16	0.02	-0.03	-0.14	-0.34	-0.40	-0.58	-0.33
48hr	0.02	-0.32	-0.56	-0.53	-0.36	-0.02	0.08	0.05	0.01	-0.21	-0.19	-0.42	-0.20
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.41	0.41	0.39	0.38	0.40	0.39	0.36	0.41	0.40	0.45	0.46	0.48	0.41
12hr	0.69	0.73	0.74	0.67	0.72	0.66	0.60	0.62	0.61	0.72	0.81	0.76	0.69
18hr	0.80	0.85	0.90	0.83	0.90	0.81	0.74	0.75	0.78	0.85	0.95	0.89	0.84
24hr	0.81	0.85	0.88	0.84	0.90	0.85	0.80	0.80	0.79	0.84	0.93	0.90	0.85
30hr	0.96	1.06	1.14	1.03	1.06	0.96	0.87	0.89	0.90	1.00	1.07	1.07	1.00
36hr	0.96	1.08	1.12	1.11	1.19	1.04	0.91	0.92	0.94	1.03	1.14	1.11	1.05
42hr	1.00	1.15	1.28	1.21	1.32	1.11	1.01	1.00	1.06	1.14	1.26	1.22	1.15
48hr	1.00	1.13	1.27	1.21	1.31	1.13	1.00	1.03	1.04	1.13	1.24	1.15	1.14
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-2.57	-3.19	-1.08	0.22	-0.72	0.50	0.94	0.90	1.07	0.11	-0.57	-1.05	-0.45
12hr	-5.45	-5.25	-2.23	-2.09	-3.01	-1.93	-1.02	-1.13	-2.24	-2.62	-3.87	-5.43	-3.02
18hr	-6.05	-7.33	-5.87	-4.73	-3.61	-2.53	-1.30	-2.54	-4.31	-5.47	-6.13	-8.18	-4.84
24hr	-3.57	-4.79	-3.26	-3.19	-1.68	-2.02	-0.52	-1.82	-2.41	-2.87	-3.84	-5.11	-2.92
30hr	-5.84	-9.29	-6.75	-3.88	-2.83	-1.50	0.47	-1.94	-1.87	-4.18	-6.56	-10.00	-4.51
36hr	-3.27	-6.35	-3.14	-3.74	-3.61	-3.96	-2.63	-4.55	-3.48	-2.76	-4.62	-6.70	-4.07
42hr	-2.96	-7.49	-4.35	-6.20	-5.44	-3.61	-3.24	-4.83	-4.12	-3.82	-6.90	-9.79	-5.23
48hr	-3.26	-7.05	-3.11	-4.34	-3.91	-2.16	-2.45	-4.43	-3.48	-2.62	-5.70	-7.54	-4.17
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	3.43	4.06	3.21	3.35	2.73	2.44	2.53	2.92	2.91	2.66	2.99	3.90	3.10
12hr	6.15	6.16	4.50	4.87	4.97	3.82	4.06	3.79	4.24	4.00	5.10	6.94	4.88
18hr	8.07	8.65	7.95	7.69	6.42	5.05	5.40	5.44	6.61	6.64	7.49	9.60	7.08
24hr	6.80	6.97	6.81	7.86	6.34	5.46	5.87	5.35	6.72	5.24	6.27	7.27	6.41
30hr	9.33	11.75	10.70	9.50	8.17	6.33	6.83	6.57	7.77	6.92	9.16	11.72	8.73
36hr	8.90	9.25	9.79	10.68	9.77	7.51	7.82	7.96	8.93	6.81	8.25	8.99	8.72
42hr	10.46	11.27	12.58	13.22	11.68	8.90	9.47	9.09	12.20	8.78	11.18	12.81	10.97
48hr	10.82	10.79	12.05	14.05	11.74	9.78	9.18	9.52	12.75	8.40	11.28	11.31	10.97

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.13	-0.22	-0.31	-0.22	-0.23	-0.14	-0.15	-0.26	-0.16	-0.16	-0.33	-0.55	-0.24
12hr	-0.22	-0.52	-0.74	-0.43	-0.46	-0.24	-0.42	-0.48	-0.21	-0.27	-0.53	-0.77	-0.44
18hr	-0.09	-0.46	-0.65	-0.63	-0.33	-0.03	-0.59	-0.78	-0.27	-0.45	-1.06	-0.78	-0.51
24hr	0.10	-0.38	-0.31	-0.43	-0.23	-0.15	-0.61	-0.77	-0.30	-0.25	-1.04	-0.81	-0.43
30hr	0.06	-0.40	-0.16	-0.60	-0.37	-0.29	-0.72	-0.80	-0.43	-0.44	-0.89	-1.05	-0.51
36hr	-0.08	-0.70	0.00	-0.45	-0.31	-0.35	-1.06	-0.76	-0.43	-0.27	-0.99	-0.77	-0.51
42hr	-0.05	-0.42	0.39	-0.56	-0.34	-0.23	-1.09	-0.62	-0.69	0.10	-0.69	-0.46	-0.39
48hr	-0.31	-0.46	0.43	-0.25	-0.31	-0.10	-0.86	-0.88	-0.78	-0.15	-0.72	-0.73	-0.43
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.21	1.13	1.36	1.34	1.63	1.78	1.97	2.23	1.80	1.21	1.32	1.51	1.54
12hr	1.91	1.69	2.16	2.13	2.86	2.88	3.28	3.37	2.98	1.88	2.02	2.40	2.46
18hr	3.18	2.63	3.66	3.49	4.01	4.23	4.35	4.23	4.26	2.99	3.26	3.26	3.63
24hr	3.44	3.01	3.59	3.95	4.61	4.86	4.75	4.48	4.68	3.37	3.41	3.31	3.96
30hr	4.14	4.05	4.38	5.09	5.87	6.07	5.63	5.14	5.62	4.40	4.18	4.67	4.94
36hr	4.24	4.06	4.64	5.34	6.40	6.43	6.18	5.26	6.06	4.78	4.29	4.38	5.17
42hr	5.01	4.80	5.50	6.18	7.41	7.16	7.09	5.89	7.45	5.40	5.13	5.01	6.00
48hr	5.47	4.96	5.72	6.33	7.73	7.37	7.29	6.05	7.72	5.38	5.17	5.15	6.19

D.2.2 관측검증

표 D.2.2 LDAPS 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.26	0.27	-0.09	-0.11	-0.18	0.29	0.06	0.14	-0.19	-0.07	0.32	0.47	0.10
12hr	-0.04	-0.08	-0.39	-0.41	-0.43	0.01	0.02	0.09	-0.32	-0.35	-0.08	-0.03	-0.17
18hr	-0.03	-0.09	-0.50	-0.54	-0.55	0.05	-0.01	0.01	-0.43	-0.50	-0.09	-0.11	-0.23
24hr	0.12	-0.01	-0.42	-0.43	-0.40	0.12	0.10	0.13	-0.23	-0.32	0.02	-0.02	-0.11
30hr	-0.02	-0.20	-0.70	-0.58	-0.45	0.16	0.20	0.13	-0.25	-0.36	-0.18	-0.17	-0.20
36hr	-0.06	-0.16	-0.68	-0.61	-0.53	0.11	0.04	0.03	-0.36	-0.41	-0.18	-0.29	-0.26
42hr	-0.03	-0.20	-0.79	-0.71	-0.65	-0.02	0.04	-0.06	-0.39	-0.49	-0.20	-0.35	-0.32
48hr	0.19	-0.11	-0.67	-0.62	-0.50	0.14	0.09	-0.02	-0.24	-0.37	-0.02	-0.18	-0.19
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.27	1.25	1.08	1.03	1.13	1.09	0.91	0.93	0.95	1.14	1.58	1.24	1.13
12hr	1.25	1.22	1.16	1.12	1.21	1.09	1.00	0.89	1.07	1.24	1.60	1.17	1.17
18hr	1.25	1.30	1.29	1.26	1.32	1.16	1.06	0.97	1.17	1.29	1.63	1.25	1.25
24hr	1.25	1.24	1.24	1.28	1.23	1.17	1.09	0.99	1.01	1.18	1.58	1.29	1.21
30hr	1.33	1.28	1.44	1.49	1.42	1.23	1.15	1.04	1.10	1.30	1.60	1.30	1.31
36hr	1.31	1.28	1.44	1.51	1.42	1.25	1.15	1.05	1.20	1.34	1.75	1.29	1.33
42hr	1.35	1.36	1.55	1.57	1.60	1.18	1.25	1.08	1.27	1.43	1.77	1.37	1.40
48hr	1.35	1.35	1.52	1.56	1.61	1.22	1.18	1.12	1.15	1.38	1.73	1.31	1.37

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-8.64	-7.99	-5.89	-3.84	-4.40	-4.63	-3.78	-3.21	-5.88	-7.80	-6.33	-4.75	-5.59
12hr	-11.71	-10.38	-7.07	-6.51	-7.11	-6.93	-5.53	-5.01	-9.60	-10.45	-9.68	-9.63	-8.30
18hr	-12.26	-12.49	-10.60	-8.95	-7.82	-7.66	-5.96	-6.57	-11.83	-13.39	-11.96	-12.25	-10.14
24hr	-9.79	-9.71	-7.92	-7.31	-5.76	-7.33	-4.80	-5.69	-9.70	-10.84	-9.62	-9.25	-8.14
30hr	-11.94	-14.11	-11.24	-7.77	-6.77	-6.75	-3.96	-6.02	-9.49	-11.90	-11.95	-14.36	-9.69
36hr	-9.40	-11.33	-7.85	-7.95	-7.84	-9.26	-6.83	-8.74	-11.06	-10.52	-10.59	-10.89	-9.35
42hr	-9.16	-12.50	-9.05	-10.30	-9.62	-8.88	-8.19	-8.99	-11.66	-11.70	-12.49	-14.03	-10.55
48hr	-9.66	-11.79	-7.89	-8.19	-8.17	-7.56	-7.31	-8.16	-10.41	-10.59	-11.09	-11.85	-9.39
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	12.41	12.15	10.65	9.72	10.43	9.08	10.48	11.11	11.29	10.98	10.32	10.74	10.78
12hr	14.81	13.91	11.50	11.11	12.15	10.46	11.61	11.88	13.62	12.98	12.78	14.02	12.57
18hr	15.84	15.80	14.19	13.45	13.10	11.37	12.46	13.17	15.39	15.58	15.05	16.25	14.30
24hr	14.08	13.69	12.66	12.66	12.18	11.27	12.09	12.67	13.81	13.42	13.35	14.11	13.00
30hr	16.36	17.61	16.11	14.02	13.29	11.34	12.33	13.29	14.66	14.37	15.65	18.04	14.75
36hr	15.02	15.01	14.52	14.86	14.27	12.82	13.77	14.91	16.17	13.25	15.19	15.39	14.60
42hr	15.60	16.59	17.27	17.37	15.79	13.04	15.40	15.13	18.56	14.94	17.44	18.18	16.28
48hr	16.00	16.29	16.62	17.61	15.34	13.08	14.96	15.10	17.51	13.99	17.10	16.59	15.85
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-1.06	-0.99	-0.84	-0.88	-0.72	-0.81	-0.79	-0.43	-0.28	-1.03	-1.15	-1.42	-0.87
12hr	-1.07	-1.18	-1.26	-0.89	-0.98	-0.67	-1.01	-0.49	-0.13	-1.09	-1.27	-1.62	-0.97
18hr	-1.00	-1.15	-1.09	-1.21	-0.76	-0.25	-1.28	-1.01	-0.18	-1.37	-2.00	-1.63	-1.08
24hr	-0.71	-1.09	-0.93	-1.01	-0.60	-0.51	-1.35	-0.93	-0.30	-1.19	-2.02	-1.64	-1.02
30hr	-0.81	-0.94	-0.56	-1.36	-0.77	-0.82	-1.21	-1.05	-0.42	-1.39	-1.78	-1.79	-1.08
36hr	-0.93	-1.38	-0.28	-1.12	-0.60	-0.72	-1.64	-0.85	-0.71	-1.12	-1.79	-1.53	-1.06
42hr	-1.00	-1.00	0.31	-1.27	-0.69	-0.73	-1.64	-0.74	-0.77	-0.90	-1.42	-1.30	-0.93
48hr	-1.29	-1.03	0.47	-1.10	-0.68	-0.52	-1.47	-1.13	-1.01	-1.24	-1.63	-1.64	-1.02
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.59	4.52	4.73	4.61	5.33	5.51	5.11	4.80	5.48	4.54	4.28	4.99	4.87
12hr	4.56	4.54	4.94	4.79	5.44	5.54	5.50	5.03	5.91	4.58	4.37	5.12	5.03
18hr	5.10	4.81	5.51	5.44	6.21	6.14	6.15	5.27	6.21	5.02	5.05	5.56	5.54
24hr	4.98	5.00	5.38	5.60	6.47	6.37	6.47	5.34	6.11	5.35	5.19	5.44	5.64
30hr	5.12	5.33	5.64	6.35	6.94	7.29	6.70	5.82	6.80	5.80	5.50	6.44	6.14
36hr	5.46	5.41	5.95	6.53	6.91	7.54	7.06	5.79	7.11	5.90	5.62	5.96	6.27
42hr	5.89	5.99	6.48	7.19	7.59	7.85	7.98	6.51	8.14	6.23	6.02	6.48	6.86
48hr	6.58	6.12	6.84	6.97	7.77	8.06	7.79	6.21	8.46	6.45	5.95	6.71	6.99

표 D.2.3 LDAPS 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.43	-0.48	-0.36	-0.26	-0.41	-0.62	-0.55	-0.27	-0.34	-0.29	-0.37	-0.38	-0.40
12hr	0.34	0.21	-0.09	-0.53	-0.52	-0.66	-0.34	-0.10	0.23	0.63	0.42	0.44	0.00
18hr	-0.19	-0.24	-0.32	-0.27	-0.54	-0.85	-0.49	-0.10	0.06	0.09	-0.05	-0.01	-0.24
24hr	0.40	0.29	-0.11	-0.70	-0.71	-0.88	-0.35	-0.13	0.43	0.84	0.57	0.65	0.03
30hr	-0.22	-0.24	-0.38	-0.38	-0.70	-1.04	-0.52	-0.20	0.21	0.14	-0.01	0.04	-0.28
36hr	0.39	0.26	-0.21	-0.83	-0.81	-0.96	-0.28	-0.14	0.56	0.84	0.63	0.66	0.01
42hr	-0.27	-0.26	-0.55	-0.39	-0.74	-1.03	-0.43	-0.21	0.44	0.13	0.22	0.08	-0.25
48hr	0.39	0.19	-0.27	-0.90	-0.93	-0.96	-0.30	-0.17	0.62	0.84	0.69	0.64	-0.01
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.07	2.05	2.03	2.02	1.87	1.98	1.58	1.61	1.67	2.08	2.16	2.08	1.93
12hr	1.95	1.86	1.74	1.66	1.62	1.66	1.27	1.35	1.54	1.94	2.10	2.07	1.73
18hr	1.86	1.90	2.01	2.40	2.06	2.06	1.67	1.67	1.99	2.08	2.47	2.33	2.04
24hr	1.98	1.89	1.79	1.75	1.79	1.79	1.38	1.42	1.71	2.10	2.25	2.25	1.84
30hr	2.00	1.97	2.17	2.46	2.24	2.24	1.73	1.76	2.14	2.28	2.62	2.43	2.17
36hr	2.05	1.92	1.90	1.86	1.90	1.89	1.45	1.44	1.80	2.16	2.37	2.32	1.92
42hr	1.97	1.98	2.22	2.63	2.32	2.20	1.79	1.87	2.39	2.28	2.89	2.52	2.26
48hr	2.04	1.91	1.96	1.92	2.02	1.89	1.51	1.49	1.88	2.23	2.42	2.37	1.97
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	3.14	2.58	2.74	0.65	0.09	-0.09	-0.98	-2.38	-1.53	-0.61	2.75	3.35	0.81
12hr	0.56	1.10	2.63	1.97	0.52	-0.12	-1.97	-3.09	-4.81	-5.34	-0.29	1.05	-0.65
18hr	2.61	2.72	3.02	1.05	0.09	0.67	-1.02	-2.94	-2.86	-1.78	1.80	2.82	0.52
24hr	0.02	1.64	2.80	2.38	0.47	0.53	-1.83	-2.92	-5.29	-6.34	-0.15	1.22	-0.62
30hr	2.77	3.03	3.00	0.96	-0.28	1.27	-0.58	-2.40	-3.30	-2.53	2.46	3.59	0.67
36hr	-0.17	2.03	2.54	2.61	0.20	0.52	-1.69	-2.88	-5.85	-7.35	0.67	1.42	-0.66
42hr	2.60	3.25	3.03	0.90	-0.75	1.39	-0.56	-2.20	-4.09	-3.07	2.00	2.81	0.44
48hr	-0.27	1.72	2.70	2.69	0.66	0.77	-1.65	-2.66	-6.04	-7.74	0.75	0.95	-0.68
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	11.71	11.81	11.86	12.21	10.88	10.93	8.26	9.12	9.56	11.99	11.91	12.56	11.07
12hr	13.37	13.73	13.35	12.68	11.18	10.73	8.38	8.77	11.36	13.27	13.26	14.69	12.06
18hr	11.95	11.69	12.32	13.66	12.32	10.94	8.73	9.53	11.10	12.21	13.13	13.58	11.76
24hr	13.60	13.56	13.76	13.13	11.58	10.73	8.63	8.91	11.97	14.16	13.38	15.46	12.41
30hr	12.86	12.18	12.82	13.97	12.79	11.43	8.78	9.49	11.75	12.88	13.83	14.31	12.26
36hr	14.38	13.70	14.30	13.66	11.89	11.03	8.76	8.92	12.32	15.10	13.69	15.60	12.78
42hr	13.07	12.44	13.48	14.85	13.69	11.39	9.01	9.82	12.49	13.12	14.59	14.61	12.71
48hr	14.48	13.97	14.85	13.92	12.27	11.29	8.87	9.01	12.60	15.69	13.75	15.26	13.00

지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.19	1.06	1.16	1.33	1.24	1.10	1.13	1.42	1.43	1.15	1.20	1.25	1.22
12hr	1.37	1.27	1.26	1.34	1.08	0.97	1.02	1.39	1.49	1.31	1.33	1.41	1.27
18hr	1.35	1.28	1.34	1.63	1.28	1.05	1.07	1.47	1.53	1.26	1.35	1.46	1.34
24hr	1.50	1.34	1.41	1.55	1.19	1.01	1.06	1.36	1.56	1.43	1.43	1.51	1.36
30hr	1.41	1.37	1.41	1.73	1.29	1.10	1.15	1.56	1.62	1.36	1.37	1.55	1.41
36hr	1.50	1.44	1.42	1.56	1.18	0.99	1.09	1.44	1.65	1.50	1.39	1.51	1.39
42hr	1.34	1.40	1.44	1.77	1.29	1.04	1.19	1.59	1.71	1.41	1.40	1.59	1.43
48hr	1.47	1.46	1.40	1.57	1.15	0.99	1.13	1.54	1.59	1.52	1.37	1.56	1.40
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.06	2.02	2.06	2.21	2.05	1.89	1.87	2.18	2.28	1.93	2.03	2.18	2.06
12hr	2.13	2.04	2.09	2.20	1.91	1.81	1.79	2.14	2.37	1.98	2.08	2.19	2.06
18hr	2.16	2.13	2.20	2.46	2.08	1.89	1.83	2.21	2.38	1.99	2.13	2.32	2.15
24hr	2.25	2.13	2.26	2.41	2.02	1.90	1.82	2.11	2.50	2.11	2.18	2.32	2.17
30hr	2.23	2.22	2.29	2.57	2.11	1.96	1.90	2.28	2.57	2.09	2.18	2.40	2.23
36hr	2.25	2.23	2.25	2.45	2.05	1.87	1.87	2.22	2.72	2.18	2.14	2.30	2.21
42hr	2.18	2.27	2.34	2.61	2.17	1.91	1.97	2.38	2.74	2.14	2.22	2.45	2.28
48hr	2.23	2.25	2.28	2.49	2.07	1.86	1.93	2.39	2.54	2.21	2.15	2.36	2.23

D.2.3 강수검증

표 D.2.4 LDAPS 한반도 강수 정확도(ACC)

Threshold = 0.1 mm										Threshold = 5 mm									
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	Jan.	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Feb.	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	Feb.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Mar.	0.96	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	Mar.	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98
Apr.	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96	Apr.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
May.	0.94	0.92	0.93	0.91	0.92	0.90	0.92	0.90	0.92	May.	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97
Jun.	0.93	0.89	0.91	0.90	0.90	0.89	0.88	0.88	0.90	Jun.	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95
Jul.	0.83	0.80	0.79	0.79	0.80	0.78	0.79	0.78	0.80	Jul.	0.92	0.90	0.90	0.89	0.90	0.87	0.89	0.86	0.89
Aug.	0.85	0.81	0.81	0.79	0.80	0.80	0.79	0.80	0.81	Aug.	0.90	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.85	0.88
Sep.	0.89	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	Sep.	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95
Oct.	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.96	Oct.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99
Nov.	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	Nov.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99
Dec.	0.89	0.87	0.88	0.86	0.87	0.85	0.87	0.85	0.87	Dec.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
TOTAL	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.90	TOTAL	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96
Threshold = 15 mm										Threshold = 25 mm									
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	Jan.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Feb.	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	Feb.	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	0.99	1.00	1.00	Mar.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Apr.	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	Apr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
May.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	May.	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jun.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.96	0.97	Jun.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.98
Jul.	0.96	0.94	0.95	0.94	0.94	0.92	0.94	0.91	0.94	Jul.	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.94	0.96
Aug.	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.91	0.91	0.90	0.92	Aug.	0.96	0.96	0.95	0.94	0.95	0.94	0.94	0.93	0.95
Sep.	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	Sep.	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Oct.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Nov.	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	Nov.	0.99	1.00	0.99	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	Dec.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
TOTAL	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	TOTAL	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99
Threshold = 50 mm																			
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL										
Jan.	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										
Mar.	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										
May.	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										
Jul.	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.97	0.98	0.97	0.98										
Aug.	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98										
Sep.	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										
Nov.	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										
TOTAL	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99										

표 D.2.5 LDAPS 한반도 강수 치우침(Bias)

Threshold = 0.1 mm										Threshold = 5 mm									
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.97	0.95	0.95	0.94	0.96	1.00	0.95	0.91	0.95	Jan.	1.04	0.96	0.99	0.96	1.05	1.03	0.99	0.94	0.99
Feb.	0.94	0.88	0.94	0.94	1.00	1.00	1.10	0.99	0.97	Feb.	0.93	0.87	0.90	1.07	1.06	1.50	1.13	1.39	1.09
Mar.	0.98	0.87	0.88	0.85	0.88	0.90	0.91	0.79	0.88	Mar.	1.30	0.95	0.74	1.15	0.87	1.21	1.22	0.89	1.04
Apr.	0.93	1.00	1.03	0.96	1.08	1.07	1.01	0.92	1.00	Apr.	1.17	1.14	1.45	1.25	1.40	0.97	1.46	0.66	1.15
May.	0.90	0.86	0.90	0.83	0.92	0.88	0.90	0.93	0.89	May.	0.92	0.90	0.90	0.74	0.85	0.72	0.84	0.80	0.84
Jun.	0.94	0.84	0.94	0.86	0.95	0.87	0.95	0.92	0.91	Jun.	0.98	1.05	1.03	1.13	0.98	1.11	0.99	0.97	1.03
Jul.	0.81	0.73	0.74	0.77	0.81	0.79	0.83	0.81	0.79	Jul.	0.83	0.64	0.73	0.73	0.85	0.83	0.90	0.88	0.79
Aug.	0.76	0.58	0.54	0.60	0.65	0.66	0.72	0.74	0.66	Aug.	0.84	0.64	0.56	0.69	0.71	0.79	0.75	0.97	0.74
Sep.	0.81	0.72	0.77	0.70	0.74	0.68	0.71	0.67	0.72	Sep.	1.07	0.77	0.95	0.76	0.94	0.76	0.98	0.77	0.87
Oct.	0.94	0.72	0.86	0.68	0.71	0.69	0.66	0.59	0.72	Oct.	0.96	0.85	1.04	1.03	1.12	0.90	0.88	0.74	0.93
Nov.	0.72	0.81	0.82	0.88	0.98	1.14	0.92	0.94	0.90	Nov.	0.96	0.74	1.00	1.02	0.93	1.44	1.12	0.74	1.00
Dec.	1.00	1.05	1.12	1.18	1.21	1.27	1.22	1.29	1.17	Dec.	0.51	0.19	0.26	0.32	0.40	0.35	0.51	0.35	0.37
TOTAL	0.86	0.79	0.82	0.80	0.86	0.85	0.87	0.85	0.84	TOTAL	0.93	0.78	0.82	0.84	0.89	0.90	0.93	0.89	0.87
Threshold = 15 mm										Threshold = 25 mm									
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	1.72	1.18	1.72	0.90	1.56	1.28	2.40	0.97	1.31	Jan.	0.60	1.71	0.60	0.86	0.60	2.57	1.40	2.29	1.42
Feb.	1.29	0.62	1.26	1.00	1.53	1.17	1.47	1.42	1.25	Feb.	0.00	0.57	3.40	0.57	3.60	1.00	3.00	1.57	1.58
Mar.	0.82	0.80	0.45	1.60	0.91	1.80	2.36	1.30	1.25	Mar.	0.50	1.00	1.50	3.00	1.00	2.50	2.00	3.00	1.81
Apr.	1.56	0.94	1.69	1.45	1.25	0.97	1.50	0.79	1.19	Apr.	0.50	2.40	0.50	4.00	1.00	3.00	1.25	1.80	1.92
May.	0.95	0.65	0.95	0.42	0.93	0.46	0.77	0.65	0.70	May.	1.20	0.57	1.87	0.47	1.73	0.30	1.73	0.50	0.78
Jun.	1.05	1.06	1.11	1.44	1.09	1.28	1.03	1.08	1.14	Jun.	0.98	1.27	1.12	1.83	1.12	1.69	1.12	1.29	1.29
Jul.	1.01	0.63	0.91	0.74	1.13	0.89	1.12	0.95	0.90	Jul.	1.11	0.69	1.04	0.86	1.29	1.03	1.34	1.00	1.00
Aug.	0.91	0.64	0.60	0.77	0.72	0.92	0.71	1.08	0.79	Aug.	1.01	0.83	0.64	0.95	0.67	1.19	0.77	1.30	0.91
Sep.	1.16	0.81	1.27	0.91	1.20	0.94	1.41	0.81	1.05	Sep.	1.17	0.74	1.21	0.91	1.51	1.07	1.73	0.79	1.11
Oct.	1.20	0.36	2.60	0.55	2.80	0.73	2.20	0.73	1.09	Oct.	0.00	0.00	1.50	0.00	2.00	0.00	2.50	0.00	3.12
Nov.	1.02	1.19	1.15	1.50	1.12	1.37	1.12	0.75	1.13	Nov.	2.08	1.08	2.67	1.25	1.67	0.75	1.42	0.50	1.43
Dec.	0.11	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.03	Dec.	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
TOTAL	1.02	0.74	0.93	0.86	1.01	0.94	1.04	0.95	0.93	TOTAL	1.03	0.80	0.99	0.99	1.07	1.11	1.15	1.05	1.02
Threshold = 50 mm																			
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL										
Jan.																			
Feb.																			
Mar.																			
Apr.																			
May.	1.00	0.12	1.00	0.12	4.00	0.25	1.00	0.12	0.33										
Jun.	0.95	1.89	0.91	2.06	1.18	1.72	1.23	1.67	1.41										
Jul.	1.12	0.62	1.35	0.87	2.19	0.74	2.19	0.77	0.97										
Aug.	1.29	0.84	0.71	1.04	0.62	1.44	0.98	1.24	1.01										
Sep.	0.93	0.90	0.75	0.97	1.57	1.27	1.54	0.47	1.04										
Oct.																			
Nov.	4.00	0.50	1.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.08										
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
TOTAL	1.02	0.75	0.79	0.94	1.12	0.99	1.23	0.83	0.94										

표 D.2.6 LDAPS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm										Threshold = 5 mm									
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.66	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.61	0.59	0.61	Jan.	0.66	0.62	0.56	0.60	0.58	0.55	0.56	0.48	0.58
Feb.	0.65	0.61	0.63	0.63	0.64	0.63	0.65	0.63	0.63	Feb.	0.65	0.46	0.57	0.51	0.55	0.47	0.53	0.49	0.53
Mar.	0.59	0.56	0.62	0.57	0.57	0.55	0.55	0.51	0.56	Mar.	0.44	0.38	0.35	0.34	0.29	0.32	0.34	0.37	0.35
Apr.	0.53	0.62	0.54	0.59	0.55	0.60	0.49	0.54	0.56	Apr.	0.55	0.54	0.46	0.59	0.33	0.56	0.30	0.41	0.47
May.	0.65	0.58	0.63	0.51	0.59	0.49	0.55	0.52	0.56	May.	0.59	0.52	0.52	0.41	0.44	0.30	0.42	0.38	0.45
Jun.	0.65	0.56	0.60	0.56	0.56	0.56	0.49	0.52	0.56	Jun.	0.60	0.57	0.52	0.52	0.44	0.50	0.39	0.40	0.49
Jul.	0.58	0.51	0.49	0.50	0.51	0.49	0.49	0.49	0.51	Jul.	0.49	0.40	0.39	0.40	0.42	0.37	0.38	0.34	0.39
Aug.	0.55	0.42	0.40	0.39	0.41	0.40	0.40	0.43	0.42	Aug.	0.42	0.34	0.32	0.28	0.30	0.31	0.25	0.28	0.31
Sep.	0.57	0.51	0.49	0.46	0.46	0.47	0.43	0.43	0.48	Sep.	0.57	0.47	0.47	0.43	0.45	0.42	0.44	0.42	0.46
Oct.	0.34	0.41	0.27	0.40	0.32	0.33	0.25	0.21	0.32	Oct.	0.48	0.26	0.31	0.41	0.36	0.35	0.38	0.33	0.35
Nov.	0.46	0.44	0.46	0.43	0.48	0.47	0.42	0.36	0.44	Nov.	0.58	0.36	0.54	0.31	0.43	0.28	0.59	0.23	0.43
Dec.	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.56	0.50	0.49	0.47	0.49	0.47	0.47	0.46	0.49	TOTAL	0.52	0.45	0.43	0.41	0.41	0.39	0.38	0.36	0.42
Threshold = 15 mm										Threshold = 25 mm									
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.31	0.46	0.31	0.33	0.23	0.31	0.12	0.29	0.30	Jan.	0.60	0.19	0.33	0.00	0.14	0.04	0.09	0.10	0.13
Feb.	0.47	0.30	0.40	0.45	0.43	0.53	0.40	0.53	0.44	Feb.	0.00	0.37	0.16	0.37	0.15	0.27	0.00	0.38	0.19
Mar.	0.18	0.38	0.33	0.53	0.31	0.33	0.12	0.35	0.29	Mar.	0.50	0.33	0.25	0.33	0.33	0.17	0.00	0.14	0.22
Apr.	0.32	0.45	0.23	0.53	0.29	0.51	0.29	0.37	0.39	Apr.	0.50	0.42	0.20	0.25	0.14	0.33	0.29	0.27	0.30
May.	0.41	0.33	0.26	0.25	0.27	0.26	0.21	0.32	0.29	May.	0.32	0.19	0.10	0.16	0.11	0.11	0.14	0.22	0.16
Jun.	0.49	0.43	0.43	0.42	0.33	0.38	0.33	0.26	0.38	Jun.	0.41	0.37	0.27	0.35	0.24	0.29	0.23	0.23	0.29
Jul.	0.46	0.36	0.38	0.38	0.31	0.31	0.32	0.27	0.34	Jul.	0.36	0.35	0.22	0.31	0.23	0.29	0.22	0.22	0.27
Aug.	0.34	0.27	0.22	0.23	0.21	0.23	0.13	0.20	0.23	Aug.	0.29	0.20	0.15	0.11	0.12	0.13	0.08	0.12	0.15
Sep.	0.49	0.44	0.42	0.39	0.37	0.45	0.41	0.40	0.42	Sep.	0.43	0.33	0.31	0.28	0.32	0.35	0.36	0.31	0.33
Oct.	0.57	0.15	0.20	0.31	0.12	0.27	0.14	0.19	0.22	Oct.	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Nov.	0.57	0.40	0.63	0.38	0.47	0.41	0.53	0.47	0.50	Nov.	0.23	0.56	0.29	0.50	0.23	0.17	0.26	0.38	0.31
Dec.	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.42	0.36	0.34	0.34	0.29	0.32	0.26	0.27	0.32	TOTAL	0.34	0.29	0.21	0.24	0.20	0.23	0.18	0.20	0.23
Threshold = 50 mm																			
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL										
Jan.			0.00				0.00		0.00										
Feb.																			
Mar.						0.00		0.00	0.00										
Apr.	0.00						0.00		0.00										
May.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.12	0.04										
Jun.	0.16	0.11	0.14	0.10	0.20	0.04	0.11	0.07	0.11										
Jul.	0.17	0.22	0.09	0.19	0.11	0.12	0.05	0.09	0.13										
Aug.	0.17	0.14	0.13	0.03	0.06	0.04	0.01	0.05	0.08										
Sep.	0.32	0.19	0.20	0.26	0.22	0.17	0.31	0.19	0.23										
Oct.																			
Nov.	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09										
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
TOTAL	0.18	0.16	0.12	0.13	0.12	0.09	0.09	0.08	0.12										

표 D.2.7 LDAPS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm										Threshold = 5 mm									
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.62	0.56	0.57	0.55	0.55	0.55	0.56	0.55	0.56	Jan.	0.64	0.61	0.55	0.58	0.56	0.53	0.54	0.46	0.56
Feb.	0.60	0.55	0.58	0.57	0.58	0.57	0.60	0.57	0.58	Feb.	0.64	0.45	0.56	0.50	0.54	0.46	0.52	0.48	0.52
Mar.	0.56	0.53	0.59	0.53	0.54	0.51	0.52	0.47	0.53	Mar.	0.43	0.38	0.34	0.33	0.29	0.32	0.33	0.36	0.35
Apr.	0.50	0.59	0.51	0.56	0.53	0.57	0.46	0.52	0.53	Apr.	0.55	0.53	0.45	0.58	0.32	0.55	0.29	0.40	0.46
May.	0.60	0.52	0.58	0.45	0.54	0.43	0.50	0.46	0.51	May.	0.57	0.50	0.50	0.39	0.42	0.29	0.40	0.36	0.43
Jun.	0.60	0.48	0.54	0.49	0.49	0.48	0.42	0.44	0.49	Jun.	0.58	0.54	0.49	0.49	0.42	0.48	0.36	0.37	0.46
Jul.	0.44	0.37	0.35	0.35	0.36	0.34	0.34	0.33	0.36	Jul.	0.45	0.35	0.34	0.34	0.36	0.30	0.32	0.27	0.34
Aug.	0.44	0.32	0.30	0.28	0.29	0.29	0.28	0.30	0.31	Aug.	0.36	0.29	0.27	0.23	0.24	0.25	0.19	0.22	0.25
Sep.	0.49	0.43	0.41	0.38	0.38	0.38	0.35	0.35	0.39	Sep.	0.54	0.44	0.45	0.40	0.42	0.39	0.41	0.39	0.43
Oct.	0.32	0.39	0.26	0.38	0.31	0.31	0.24	0.19	0.30	Oct.	0.48	0.26	0.31	0.41	0.36	0.34	0.38	0.33	0.35
Nov.	0.43	0.41	0.43	0.39	0.44	0.44	0.38	0.33	0.41	Nov.	0.58	0.36	0.53	0.31	0.42	0.28	0.58	0.22	0.43
Dec.	0.00	0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.50	0.44	0.43	0.41	0.43	0.42	0.41	0.40	0.48	TOTAL	0.50	0.42	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.34	0.41
Threshold = 15 mm										Threshold = 25 mm									
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.30	0.46	0.30	0.33	0.23	0.30	0.11	0.28	0.30	Jan.	0.60	0.19	0.33	0.00	0.14	0.04	0.09	0.09	0.13
Feb.	0.47	0.30	0.40	0.45	0.43	0.53	0.40	0.52	0.44	Feb.	0.00	0.37	0.16	0.37	0.15	0.27	0.00	0.38	0.19
Mar.	0.18	0.38	0.33	0.53	0.31	0.33	0.12	0.35	0.29	Mar.	0.50	0.33	0.25	0.33	0.33	0.17	0.00	0.14	0.22
Apr.	0.32	0.45	0.23	0.53	0.28	0.51	0.29	0.37	0.39	Apr.	0.50	0.42	0.20	0.25	0.14	0.33	0.29	0.27	0.30
May.	0.41	0.32	0.26	0.24	0.26	0.25	0.21	0.31	0.28	May.	0.32	0.19	0.10	0.15	0.11	0.10	0.14	0.22	0.16
Jun.	0.47	0.42	0.41	0.40	0.32	0.36	0.32	0.24	0.37	Jun.	0.40	0.36	0.26	0.34	0.23	0.28	0.22	0.22	0.28
Jul.	0.44	0.33	0.36	0.35	0.29	0.28	0.29	0.23	0.31	Jul.	0.35	0.34	0.21	0.29	0.21	0.26	0.20	0.19	0.26
Aug.	0.31	0.24	0.20	0.20	0.18	0.20	0.10	0.16	0.20	Aug.	0.27	0.19	0.14	0.09	0.11	0.11	0.06	0.10	0.13
Sep.	0.48	0.42	0.41	0.38	0.35	0.43	0.40	0.39	0.41	Sep.	0.42	0.32	0.30	0.27	0.31	0.34	0.35	0.31	0.33
Oct.	0.57	0.15	0.20	0.31	0.12	0.27	0.14	0.19	0.22	Oct.	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Nov.	0.56	0.40	0.63	0.38	0.47	0.41	0.52	0.47	0.50	Nov.	0.23	0.56	0.29	0.50	0.23	0.17	0.26	0.38	0.31
Dec.	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.41	0.35	0.33	0.33	0.28	0.31	0.26	0.26	0.32	TOTAL	0.33	0.29	0.21	0.24	0.19	0.23	0.18	0.19	0.23
Threshold = 50 mm																			
MCNIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL										
Jan.			0.00				0.00		0.00										
Feb.																			
Mar.						0.00		0.00	0.00										
Apr.	0.00						0.00		0.00										
May.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.12	0.04										
Jun.	0.16	0.10	0.13	0.10	0.20	0.04	0.11	0.06	0.11										
Jul.	0.17	0.22	0.09	0.18	0.10	0.11	0.05	0.08	0.13										
Aug.	0.17	0.13	0.12	0.02	0.05	0.04	0.00	0.04	0.07										
Sep.	0.31	0.18	0.19	0.25	0.22	0.17	0.31	0.19	0.23										
Oct.																			
Nov.	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09										
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
TOTAL	0.18	0.16	0.12	0.12	0.12	0.09	0.09	0.08	0.12										

표 D.2.8 LDAPS 한반도 강수 적중률(POD)

Threshold = 0.1 mm										Threshold = 5 mm									
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.78	0.73	0.74	0.72	0.74	0.75	0.74	0.71	0.74	Jan.	0.81	0.75	0.72	0.73	0.75	0.72	0.71	0.63	0.73
Feb.	0.76	0.71	0.75	0.75	0.78	0.77	0.83	0.76	0.76	Feb.	0.76	0.59	0.69	0.70	0.73	0.80	0.74	0.79	0.73
Mar.	0.74	0.67	0.72	0.67	0.68	0.67	0.68	0.60	0.68	Mar.	0.70	0.54	0.45	0.54	0.43	0.54	0.56	0.51	0.53
Apr.	0.67	0.76	0.71	0.73	0.74	0.77	0.66	0.68	0.72	Apr.	0.77	0.75	0.77	0.83	0.60	0.71	0.56	0.48	0.69
May.	0.75	0.68	0.73	0.62	0.71	0.62	0.68	0.66	0.68	May.	0.71	0.65	0.65	0.51	0.56	0.40	0.55	0.50	0.57
Jun.	0.77	0.66	0.73	0.67	0.70	0.67	0.64	0.66	0.69	Jun.	0.74	0.75	0.69	0.73	0.61	0.71	0.56	0.57	0.67
Jul.	0.66	0.59	0.57	0.59	0.61	0.59	0.60	0.60	0.60	Jul.	0.60	0.47	0.48	0.49	0.54	0.49	0.52	0.48	0.51
Aug.	0.62	0.47	0.44	0.45	0.48	0.48	0.49	0.52	0.49	Aug.	0.55	0.42	0.38	0.37	0.39	0.42	0.35	0.44	0.41
Sep.	0.66	0.58	0.58	0.54	0.55	0.54	0.52	0.51	0.56	Sep.	0.75	0.56	0.63	0.53	0.60	0.52	0.60	0.52	0.59
Oct.	0.49	0.50	0.40	0.48	0.42	0.42	0.33	0.28	0.41	Oct.	0.64	0.38	0.48	0.59	0.56	0.49	0.52	0.44	0.50
Nov.	0.54	0.55	0.57	0.56	0.64	0.68	0.56	0.52	0.58	Nov.	0.72	0.46	0.70	0.48	0.58	0.54	0.78	0.32	0.60
Dec.	0.07	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.06	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.67	0.59	0.60	0.58	0.61	0.59	0.60	0.58	0.60	TOTAL	0.66	0.55	0.55	0.54	0.55	0.53	0.53	0.50	0.55
Threshold = 15 mm										Threshold = 25 mm									
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL	MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL
Jan.	0.64	0.69	0.64	0.48	0.48	0.54	0.36	0.44	0.53	Jan.	0.60	0.43	0.40	0.00	0.20	0.14	0.20	0.29	0.27
Feb.	0.74	0.37	0.65	0.62	0.76	0.75	0.71	0.83	0.69	Feb.	0.00	0.43	0.60	0.43	0.60	0.43	0.00	0.71	0.42
Mar.	0.27	0.50	0.36	0.90	0.45	0.70	0.36	0.60	0.51	Mar.	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.50	0.00	0.50	0.50
Apr.	0.62	0.61	0.50	0.85	0.50	0.67	0.56	0.48	0.62	Apr.	0.50	1.00	0.25	1.00	0.25	1.00	0.50	0.60	0.67
May.	0.57	0.41	0.41	0.28	0.41	0.30	0.31	0.40	0.38	May.	0.53	0.25	0.27	0.20	0.27	0.12	0.33	0.27	0.25
Jun.	0.67	0.62	0.64	0.72	0.52	0.63	0.51	0.43	0.59	Jun.	0.57	0.61	0.45	0.73	0.40	0.60	0.39	0.43	0.52
Jul.	0.63	0.43	0.52	0.48	0.51	0.45	0.51	0.41	0.48	Jul.	0.56	0.44	0.37	0.44	0.43	0.45	0.42	0.36	0.43
Aug.	0.48	0.35	0.29	0.33	0.30	0.36	0.20	0.35	0.33	Aug.	0.46	0.31	0.22	0.20	0.19	0.25	0.13	0.24	0.25
Sep.	0.71	0.55	0.67	0.54	0.59	0.60	0.70	0.52	0.61	Sep.	0.65	0.43	0.52	0.42	0.61	0.54	0.72	0.43	0.53
Oct.	0.80	0.18	0.60	0.36	0.40	0.36	0.40	0.27	0.38	Oct.	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.12
Nov.	0.73	0.62	0.83	0.69	0.68	0.69	0.73	0.56	0.71	Nov.	0.58	0.75	0.83	0.75	0.50	0.25	0.50	0.42	0.57
Dec.	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.59	0.46	0.49	0.47	0.45	0.47	0.43	0.42	0.47	TOTAL	0.51	0.41	0.35	0.39	0.34	0.39	0.33	0.34	0.38
Threshold = 50 mm																			
MON/H	06H	12H	18H	24H	30H	36H	42H	48H	TOTAL										
Jan.																			
Feb.																			
Mar.																			
Apr.																			
May.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.12	0.06										
Jun.	0.27	0.28	0.23	0.28	0.36	0.11	0.23	0.17	0.24										
Jul.	0.31	0.30	0.19	0.30	0.31	0.18	0.15	0.15	0.23										
Aug.	0.34	0.22	0.20	0.06	0.09	0.10	0.02	0.10	0.14										
Sep.	0.46	0.30	0.29	0.40	0.46	0.33	0.61	0.23	0.38										
Oct.																			
Nov.	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17										
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00										
TOTAL	0.31	0.24	0.19	0.22	0.23	0.16	0.18	0.14	0.20										

D.3 앙상블예측시스템(EPSS)

D.3.1 분석검증

표 D.3.1 EPSS 북반구 850hPa 기온 분석검증

AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	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
48hr	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96
72hr	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94
96hr	0.91	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.92	0.93	0.92	0.90	0.91
120hr	0.86	0.87	0.87	0.87	0.86	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.89	0.86	0.87
144hr	0.81	0.81	0.82	0.82	0.79	0.80	0.81	0.84	0.84	0.85	0.83	0.82	0.82
168hr	0.75	0.75	0.75	0.75	0.73	0.74	0.76	0.80	0.79	0.80	0.78	0.76	0.76
192hr	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.67	0.70	0.75	0.74	0.74	0.71	0.68	0.70
216hr	0.57	0.58	0.61	0.60	0.62	0.62	0.65	0.70	0.69	0.67	0.66	0.61	0.63
240hr	0.50	0.51	0.54	0.53	0.56	0.58	0.61	0.66	0.64	0.62	0.61	0.55	0.57
264hr	0.42	0.47	0.47	0.48	0.51	0.54	0.58	0.62	0.59	0.58	0.56	0.50	0.53
288hr	0.36	0.44	0.41	0.41	0.48	0.50	0.56	0.60	0.55	0.54	0.50	0.46	0.48
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.97	0.96	0.92	0.93	0.86	0.80	0.77	0.74	0.73	0.77	0.89	1.00	0.86
48hr	1.27	1.29	1.25	1.26	1.19	1.10	1.04	1.00	1.00	1.05	1.19	1.32	1.16
72hr	1.57	1.62	1.57	1.58	1.51	1.40	1.28	1.24	1.26	1.32	1.47	1.63	1.45
96hr	1.94	2.00	1.98	1.92	1.87	1.73	1.56	1.51	1.55	1.64	1.75	1.96	1.78
120hr	2.34	2.41	2.43	2.31	2.26	2.07	1.86	1.78	1.86	1.97	2.09	2.30	2.14
144hr	2.73	2.84	2.86	2.72	2.68	2.40	2.15	2.06	2.18	2.29	2.48	2.63	2.50
168hr	3.11	3.22	3.27	3.11	2.99	2.72	2.42	2.29	2.47	2.62	2.83	2.95	2.83
192hr	3.51	3.60	3.62	3.47	3.24	3.00	2.64	2.53	2.72	2.94	3.14	3.26	3.14
216hr	3.88	3.94	3.94	3.79	3.46	3.19	2.82	2.74	2.95	3.23	3.38	3.54	3.40
240hr	4.12	4.17	4.18	4.02	3.65	3.34	2.94	2.89	3.13	3.42	3.58	3.74	3.60
264hr	4.32	4.28	4.38	4.19	3.79	3.45	3.06	2.99	3.28	3.57	3.73	3.87	3.74
288hr	4.45	4.34	4.56	4.35	3.86	3.54	3.13	3.05	3.40	3.69	3.91	3.98	3.85
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.84	0.89	0.85	0.81	0.74	0.69	0.64	0.64	0.66	0.69	0.77	0.88	0.76
48hr	1.02	1.07	1.04	1.00	0.93	0.88	0.80	0.78	0.81	0.86	0.95	1.06	0.93
72hr	1.30	1.35	1.36	1.29	1.21	1.14	1.01	0.99	1.03	1.12	1.20	1.34	1.19
96hr	1.65	1.70	1.74	1.65	1.55	1.45	1.28	1.25	1.31	1.45	1.52	1.67	1.52
120hr	2.04	2.09	2.18	2.05	1.92	1.78	1.56	1.53	1.63	1.80	1.87	2.03	1.87
144hr	2.42	2.48	2.61	2.48	2.29	2.11	1.84	1.81	1.96	2.18	2.22	2.40	2.23
168hr	2.77	2.86	3.01	2.86	2.63	2.40	2.08	2.07	2.29	2.53	2.56	2.76	2.57
192hr	3.08	3.20	3.34	3.18	2.90	2.65	2.29	2.29	2.57	2.83	2.86	3.07	2.85
216hr	3.38	3.45	3.63	3.44	3.14	2.83	2.46	2.46	2.80	3.08	3.10	3.30	3.09
240hr	3.62	3.67	3.89	3.65	3.32	2.98	2.61	2.60	2.99	3.28	3.30	3.52	3.28
264hr	3.83	3.87	4.09	3.82	3.46	3.10	2.71	2.70	3.13	3.42	3.48	3.72	3.44
288hr	4.01	4.04	4.27	3.95	3.57	3.19	2.80	2.78	3.24	3.54	3.64	3.86	3.57
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.79	0.80	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.79	0.82	0.83	0.81	0.78	0.80
48hr	0.73	0.73	0.75	0.73	0.73	0.71	0.70	0.71	0.75	0.76	0.74	0.71	0.73
72hr	0.66	0.66	0.69	0.67	0.66	0.64	0.63	0.65	0.69	0.71	0.68	0.64	0.66
96hr	0.59	0.59	0.61	0.60	0.58	0.56	0.55	0.57	0.62	0.64	0.62	0.58	0.59
120hr	0.50	0.51	0.52	0.52	0.49	0.47	0.47	0.50	0.54	0.57	0.55	0.50	0.51
144hr	0.42	0.42	0.44	0.43	0.40	0.39	0.39	0.43	0.47	0.50	0.47	0.43	0.43
168hr	0.33	0.34	0.35	0.35	0.32	0.31	0.31	0.36	0.40	0.43	0.40	0.36	0.35
192hr	0.24	0.26	0.27	0.27	0.26	0.24	0.25	0.29	0.33	0.35	0.33	0.29	0.28
216hr	0.16	0.18	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.23	0.27	0.29	0.27	0.22	0.22
240hr	0.11	0.13	0.15	0.15	0.16	0.14	0.15	0.19	0.22	0.24	0.22	0.16	0.17
264hr	0.06	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.16	0.18	0.20	0.19	0.13	0.13
288hr	0.03	0.08	0.07	0.07	0.10	0.09	0.09	0.14	0.15	0.17	0.14	0.10	0.10

표 D.3.2 EPSG 북반구 500hPa 고도 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	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
120hr	0.92	0.93	0.93	0.93	0.90	0.89	0.89	0.90	0.92	0.93	0.93	0.92	0.92
144hr	0.88	0.88	0.88	0.88	0.84	0.83	0.82	0.84	0.88	0.89	0.88	0.87	0.87
168hr	0.82	0.83	0.82	0.82	0.77	0.76	0.76	0.77	0.82	0.84	0.82	0.81	0.80
192hr	0.75	0.76	0.76	0.76	0.70	0.69	0.69	0.69	0.75	0.78	0.75	0.74	0.74
216hr	0.67	0.69	0.71	0.69	0.62	0.62	0.62	0.60	0.68	0.72	0.69	0.66	0.66
240hr	0.59	0.64	0.66	0.63	0.55	0.56	0.56	0.53	0.60	0.66	0.64	0.59	0.60
264hr	0.52	0.58	0.62	0.58	0.51	0.51	0.51	0.48	0.53	0.60	0.58	0.53	0.54
288hr	0.45	0.54	0.57	0.54	0.47	0.46	0.47	0.43	0.47	0.54	0.51	0.48	0.49
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	7.64	7.44	7.19	7.30	6.67	6.12	5.82	5.77	5.84	6.35	7.18	7.67	6.75
48hr	13.42	13.50	13.25	13.33	12.26	10.86	10.31	10.03	10.57	11.60	12.74	13.65	12.13
72hr	21.32	21.26	21.38	21.28	19.53	17.58	16.07	15.38	16.78	18.85	20.15	21.35	19.24
96hr	31.11	30.54	31.68	30.52	28.61	25.62	23.55	22.01	24.71	27.33	28.50	30.43	27.88
120hr	41.93	41.14	43.38	41.54	39.11	34.39	31.65	29.83	33.24	36.05	38.20	39.24	37.47
144hr	52.78	51.82	55.55	52.47	50.13	42.64	38.72	37.42	41.38	44.90	48.28	49.70	47.15
168hr	62.63	61.82	66.79	63.22	59.08	50.10	44.68	44.01	48.97	53.57	58.52	59.39	56.07
192hr	72.69	71.50	76.26	72.84	66.69	56.41	49.05	50.14	56.19	61.08	67.84	68.77	64.12
216hr	81.81	79.10	83.47	80.55	72.85	60.82	53.40	55.01	62.70	68.26	74.58	76.74	70.78
240hr	89.19	84.55	88.83	86.63	76.90	64.53	56.59	58.40	68.70	73.91	79.94	83.00	75.93
264hr	95.20	89.48	93.29	90.97	79.10	67.01	59.08	60.51	73.37	78.43	85.34	87.66	79.95
288hr	99.93	93.61	97.07	94.30	81.09	69.04	61.12	62.20	76.49	82.10	90.18	91.01	83.18
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	8.22	8.55	8.43	8.24	7.55	6.62	5.98	5.77	6.31	6.94	8.22	8.82	7.47
48hr	13.57	14.09	14.04	13.85	12.67	11.04	9.92	9.38	10.32	11.58	13.34	14.31	12.34
72hr	20.67	21.05	21.61	21.34	19.32	17.02	15.15	14.28	15.82	18.21	20.07	21.30	18.82
96hr	29.15	29.05	30.73	30.35	27.37	24.11	21.60	20.45	22.75	26.29	28.42	29.71	26.66
120hr	38.60	37.72	40.71	40.46	36.32	31.99	28.27	27.25	30.63	35.46	37.63	38.98	35.33
144hr	48.01	47.28	50.95	50.44	45.23	39.51	34.51	33.90	38.93	44.93	47.66	48.43	44.15
168hr	56.89	56.50	60.33	59.75	53.13	46.13	39.76	39.74	47.04	54.08	57.37	57.85	52.38
192hr	65.39	64.87	68.84	67.88	59.82	51.75	44.04	44.54	54.11	62.65	65.69	66.09	59.64
216hr	73.37	71.97	76.31	74.95	65.29	56.03	47.44	48.34	60.26	69.53	73.17	72.89	65.80
240hr	79.86	78.66	82.99	80.86	69.40	59.54	49.96	51.23	64.88	74.56	79.69	79.12	70.90
264hr	85.86	84.37	88.57	85.11	72.44	62.17	51.87	53.37	68.47	78.68	84.17	84.31	74.95
288hr	90.81	89.02	93.00	88.22	74.71	64.07	53.34	54.88	70.87	81.71	88.21	88.61	78.12
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.93	0.93	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92
48hr	0.88	0.88	0.89	0.88	0.86	0.85	0.84	0.84	0.87	0.88	0.88	0.87	0.87
72hr	0.81	0.81	0.82	0.81	0.79	0.76	0.76	0.76	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80
96hr	0.72	0.73	0.74	0.74	0.70	0.66	0.66	0.67	0.72	0.73	0.73	0.72	0.71
120hr	0.62	0.64	0.64	0.65	0.59	0.55	0.55	0.56	0.62	0.64	0.64	0.63	0.61
144hr	0.52	0.55	0.54	0.55	0.47	0.44	0.44	0.45	0.53	0.54	0.55	0.53	0.51
168hr	0.43	0.45	0.45	0.46	0.38	0.34	0.35	0.36	0.44	0.45	0.45	0.44	0.42
192hr	0.33	0.36	0.36	0.37	0.30	0.25	0.28	0.26	0.35	0.37	0.36	0.35	0.33
216hr	0.25	0.28	0.30	0.29	0.22	0.19	0.22	0.19	0.27	0.30	0.30	0.27	0.26
240hr	0.17	0.23	0.25	0.24	0.17	0.15	0.16	0.13	0.21	0.24	0.25	0.21	0.20
264hr	0.11	0.18	0.20	0.20	0.14	0.11	0.12	0.10	0.16	0.19	0.19	0.16	0.15
288hr	0.07	0.15	0.17	0.16	0.11	0.08	0.09	0.07	0.12	0.15	0.14	0.13	0.12

표 D.3.3 EPSG 북반구 +1 표준편차 이상 BSS 분석검증

t850hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.78	0.79	0.81	0.79	0.79	0.75	0.74	0.76	0.80	0.81	0.75	0.76	0.78
48hr	0.71	0.71	0.74	0.71	0.71	0.66	0.65	0.67	0.72	0.75	0.69	0.68	0.70
72hr	0.64	0.64	0.67	0.64	0.64	0.58	0.58	0.60	0.66	0.69	0.64	0.61	0.63
96hr	0.56	0.57	0.60	0.57	0.57	0.49	0.51	0.54	0.60	0.62	0.57	0.54	0.56
120hr	0.49	0.50	0.52	0.50	0.50	0.41	0.42	0.47	0.53	0.55	0.50	0.47	0.49
144hr	0.42	0.41	0.45	0.42	0.41	0.34	0.35	0.39	0.46	0.47	0.43	0.39	0.41
168hr	0.33	0.34	0.37	0.35	0.34	0.26	0.27	0.33	0.40	0.41	0.35	0.33	0.34
192hr	0.25	0.27	0.31	0.28	0.28	0.19	0.21	0.27	0.33	0.34	0.28	0.25	0.27
216hr	0.16	0.20	0.26	0.22	0.22	0.14	0.15	0.21	0.28	0.28	0.23	0.18	0.21
240hr	0.11	0.15	0.21	0.17	0.18	0.10	0.10	0.17	0.23	0.24	0.18	0.13	0.16
264hr	0.09	0.12	0.17	0.12	0.14	0.07	0.06	0.13	0.19	0.19	0.15	0.10	0.13
288hr	0.06	0.10	0.13	0.07	0.11	0.04	0.03	0.11	0.16	0.17	0.00	0.07	0.09
z500hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.94	0.93	0.96	BSS	BSS	BSS	BSS	BSS	BSS	BSS	BSS	BSS	0.94
48hr	0.89	0.88	0.91	0.92	0.91	0.88	0.88	0.87	0.90	0.90	0.92	0.91	0.90
72hr	0.82	0.82	0.87	0.87	0.84	0.82	0.81	0.80	0.84	0.84	0.87	0.86	0.84
96hr	0.74	0.75	0.80	0.81	0.77	0.74	0.75	0.73	0.78	0.78	0.81	0.80	0.77
120hr	0.65	0.66	0.72	0.75	0.69	0.66	0.66	0.65	0.71	0.70	0.73	0.72	0.69
144hr	0.57	0.57	0.64	0.67	0.61	0.55	0.56	0.56	0.61	0.61	0.65	0.63	0.60
168hr	0.49	0.47	0.55	0.59	0.52	0.45	0.46	0.47	0.51	0.52	0.56	0.53	0.51
192hr	0.42	0.37	0.46	0.51	0.44	0.35	0.38	0.38	0.42	0.43	0.46	0.42	0.42
216hr	0.33	0.29	0.38	0.43	0.36	0.25	0.30	0.30	0.32	0.34	0.38	0.32	0.33
240hr	0.25	0.22	0.32	0.35	0.28	0.19	0.24	0.23	0.24	0.26	0.32	0.22	0.26
264hr	0.19	0.17	0.26	0.28	0.22	0.15	0.18	0.16	0.18	0.18	0.26	0.15	0.20
288hr	0.13	0.15	0.22	0.24	0.17	0.11	0.12	0.11	0.13	0.13	0.21	0.10	0.15

D.3.2 월별 +1 표준편차 예측성능

그림 D.3.1 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 1월)

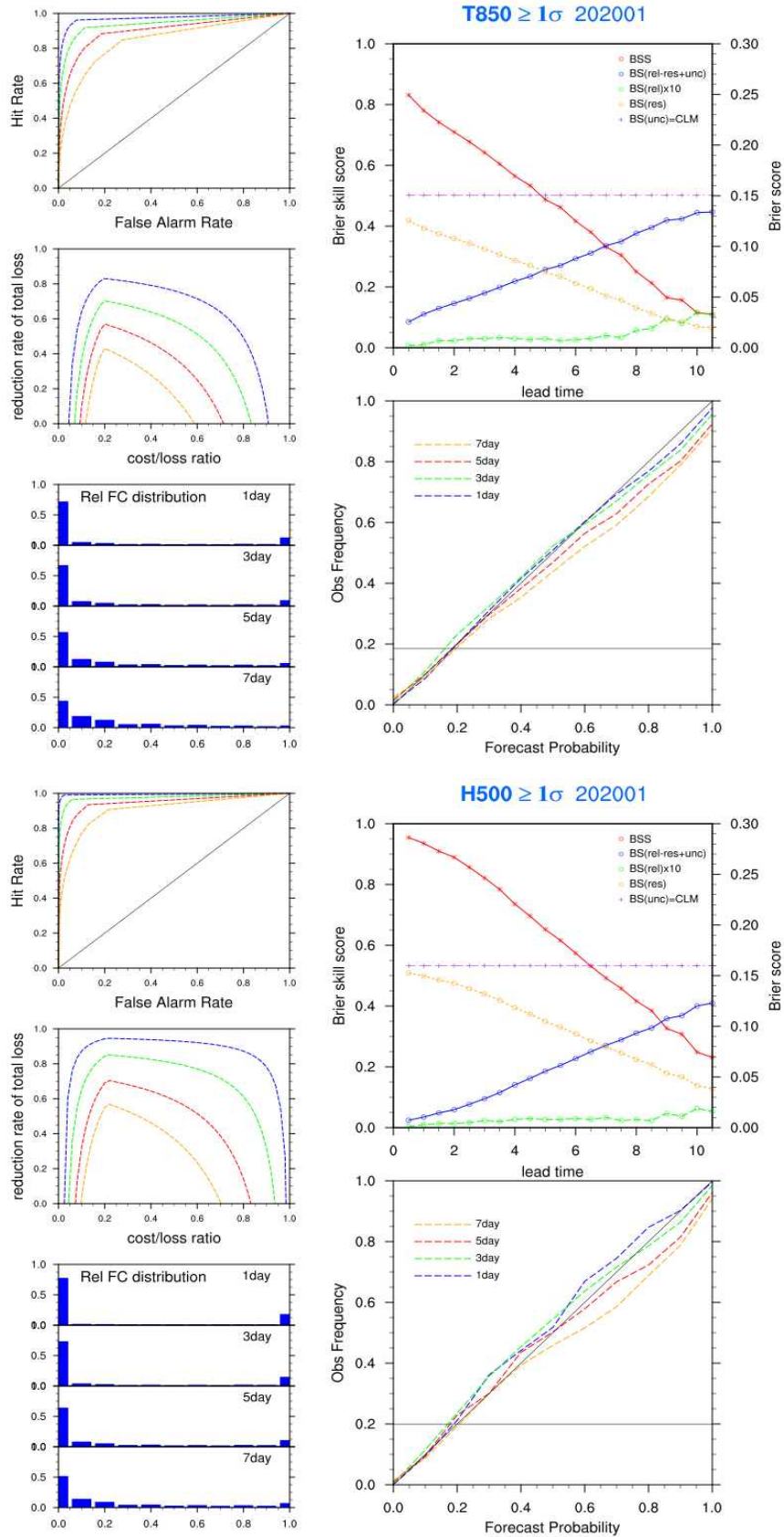


그림 D.3.2 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 2월)

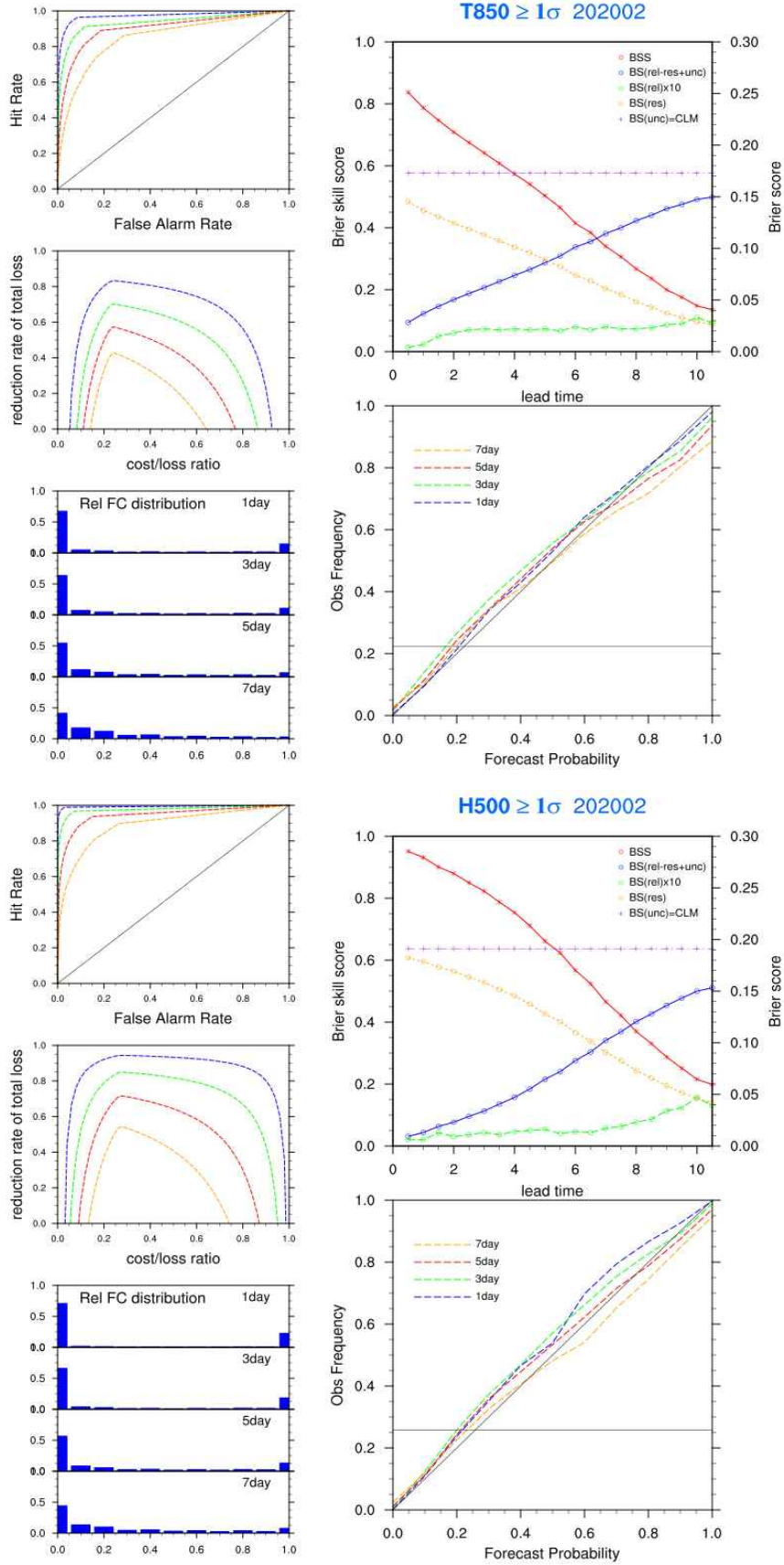


그림 D.3.3 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 3월)

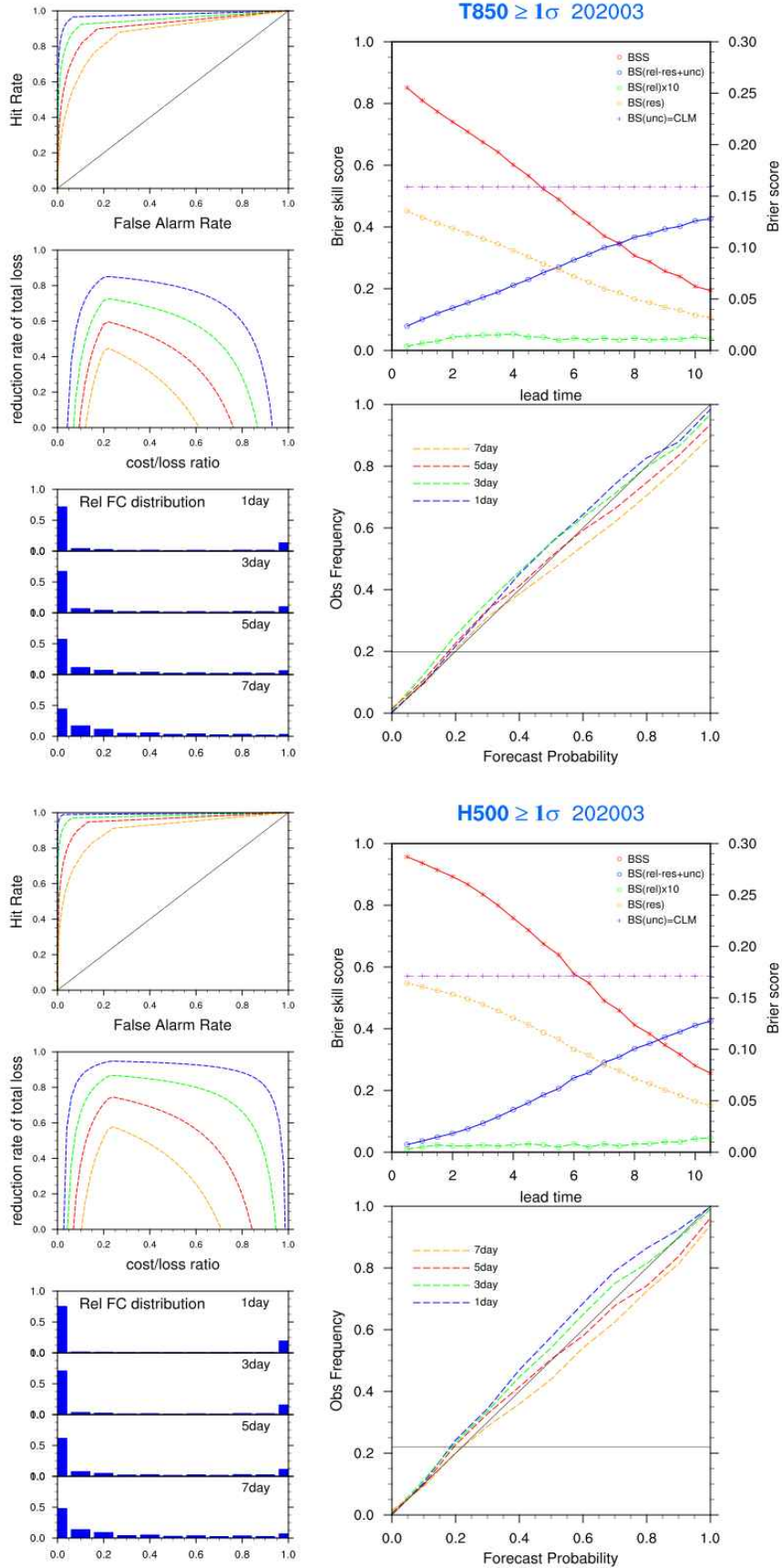


그림 D.3.4 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 4월)

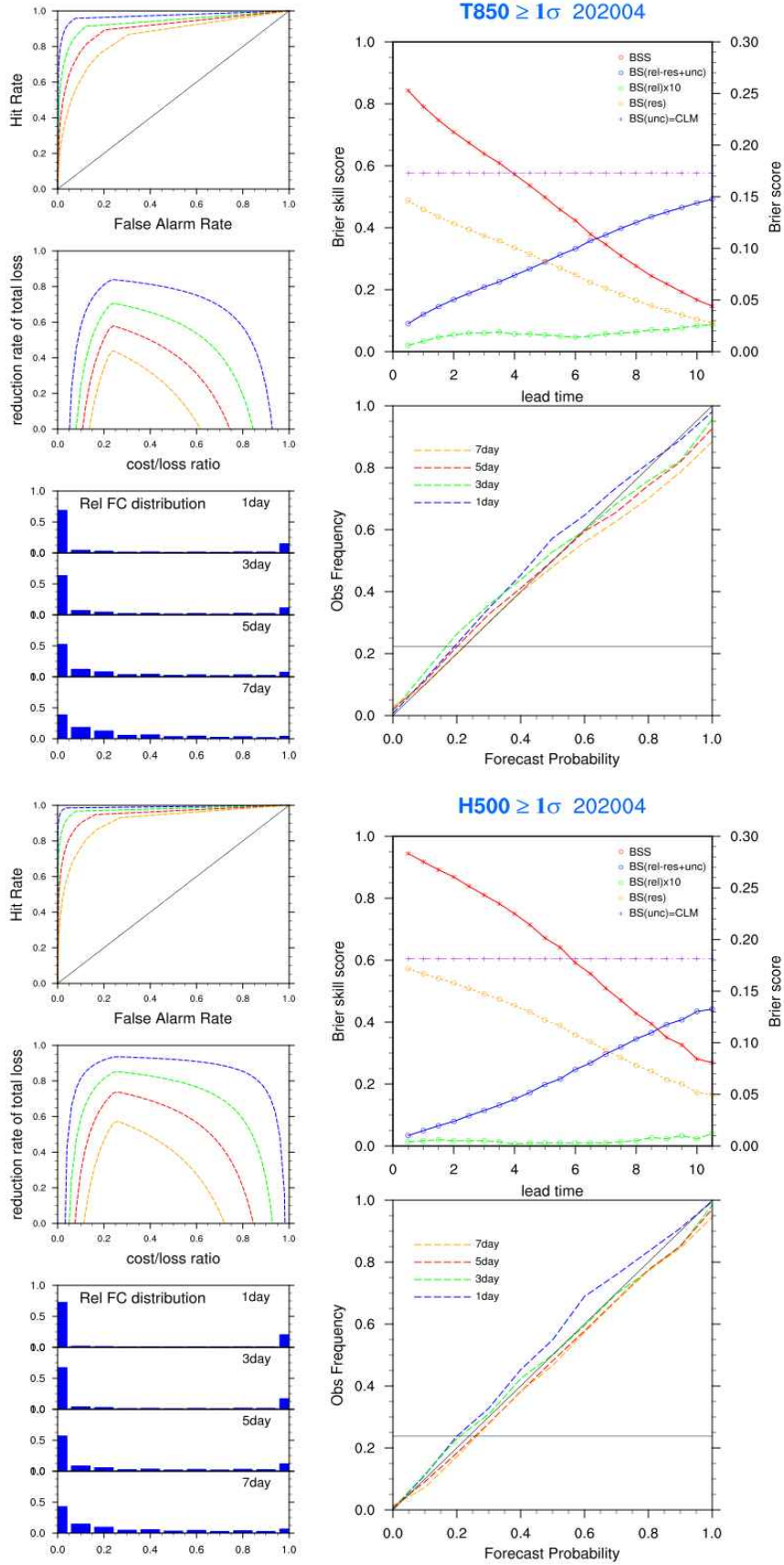


그림 D.3.5 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 5월)

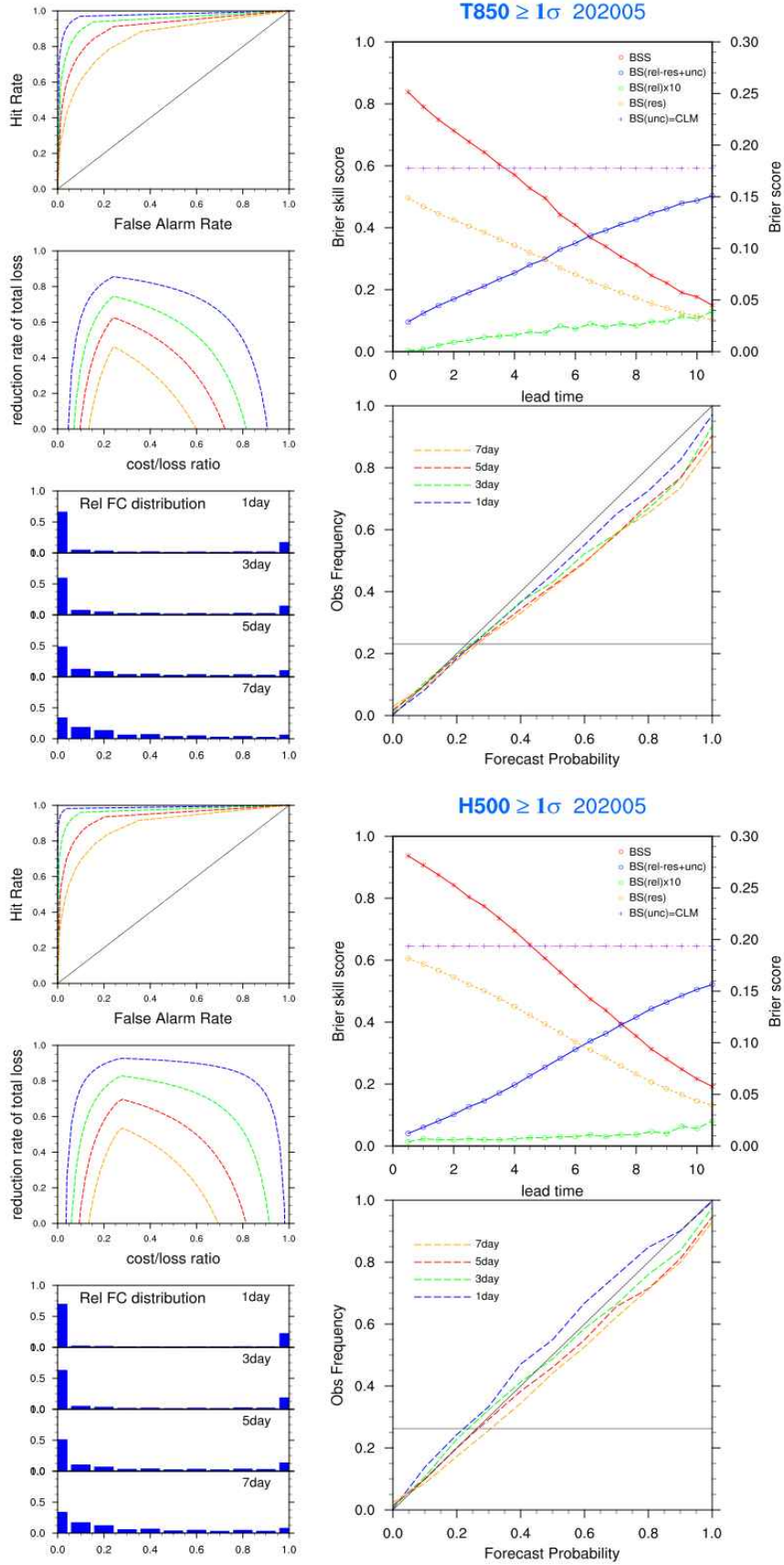


그림 D.3.6 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 6월)

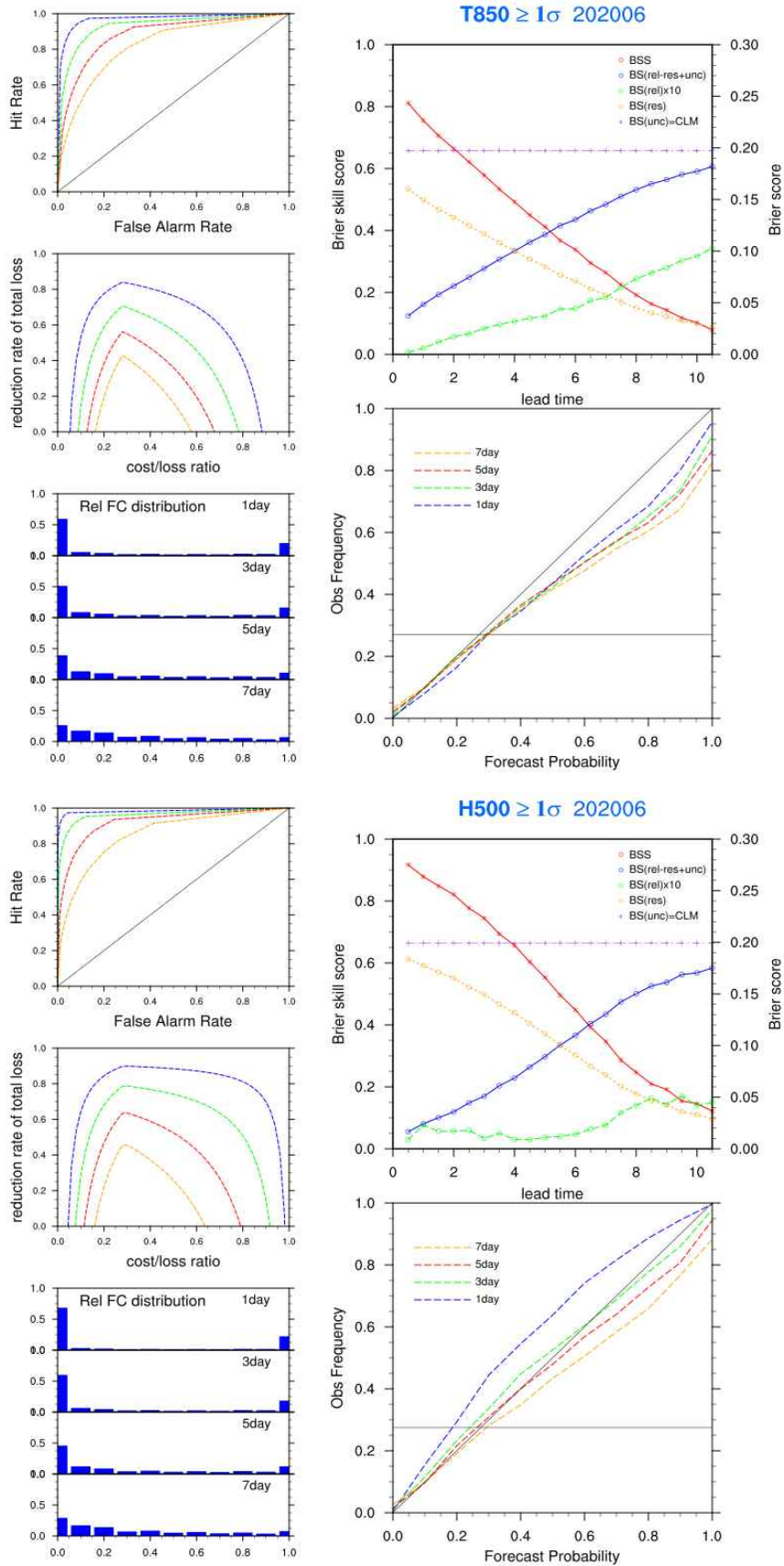


그림 D.3.7 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 7월)

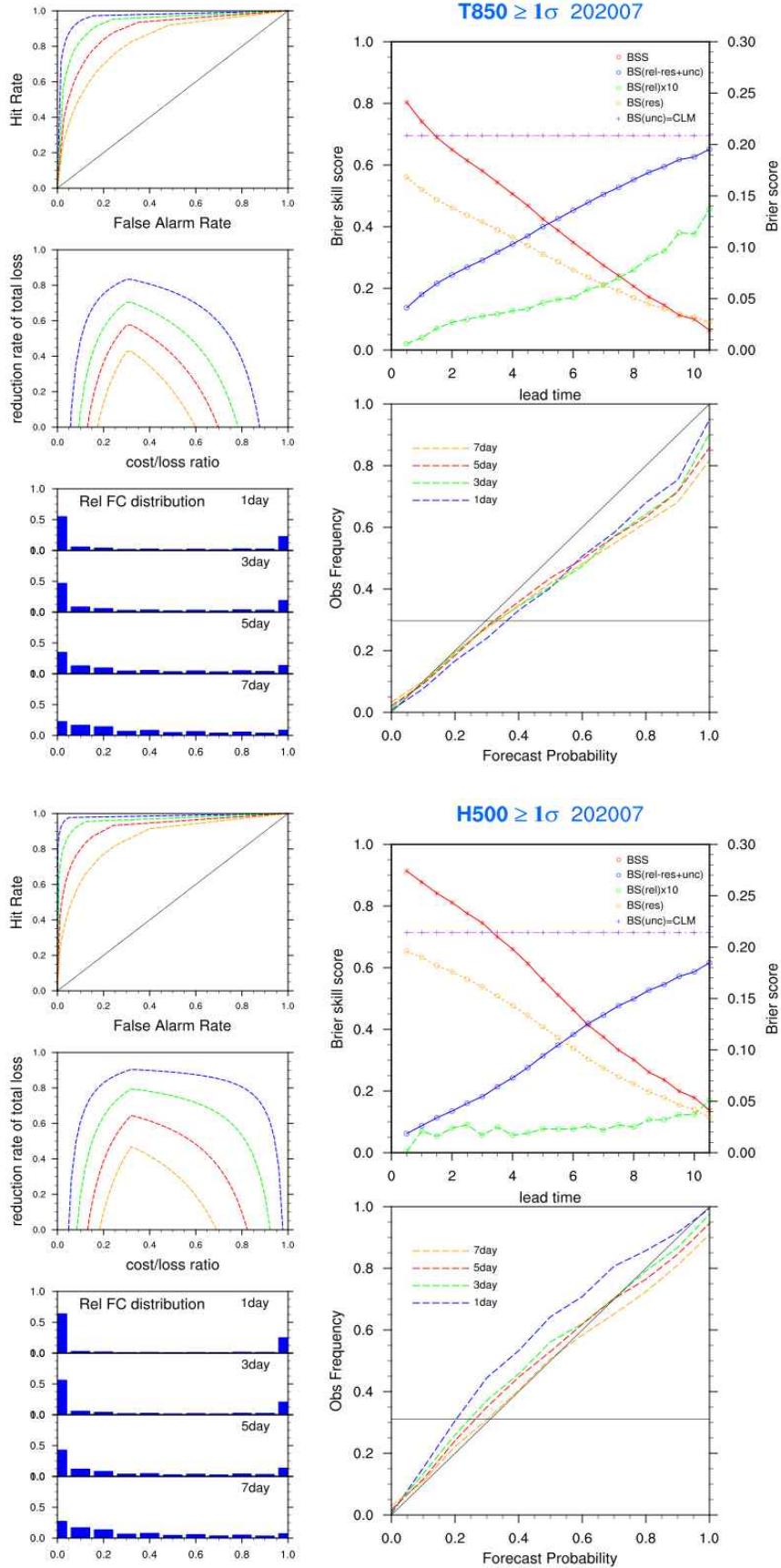


그림 D.3.8 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 8월)

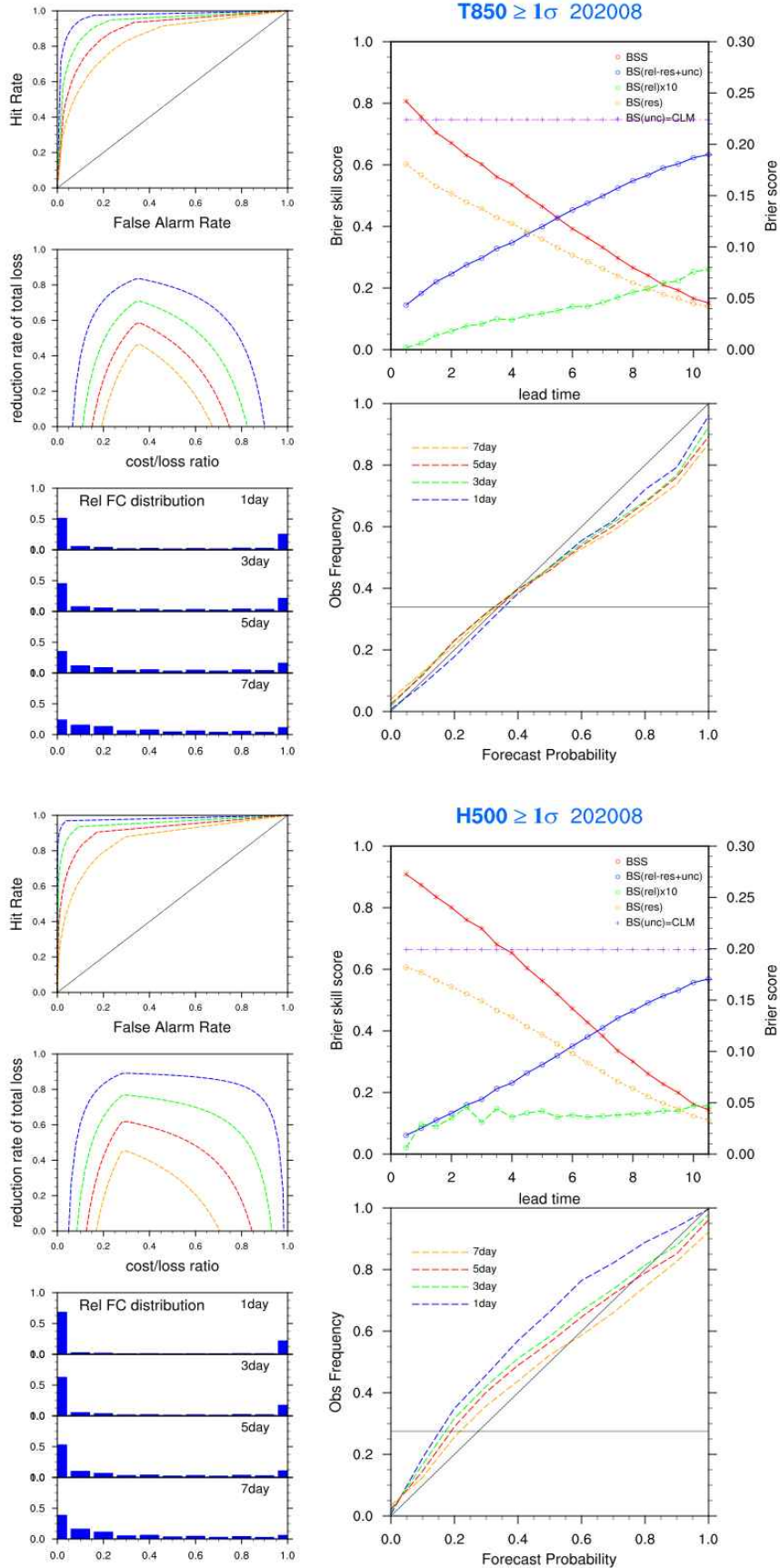


그림 D.3.9 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 9월)

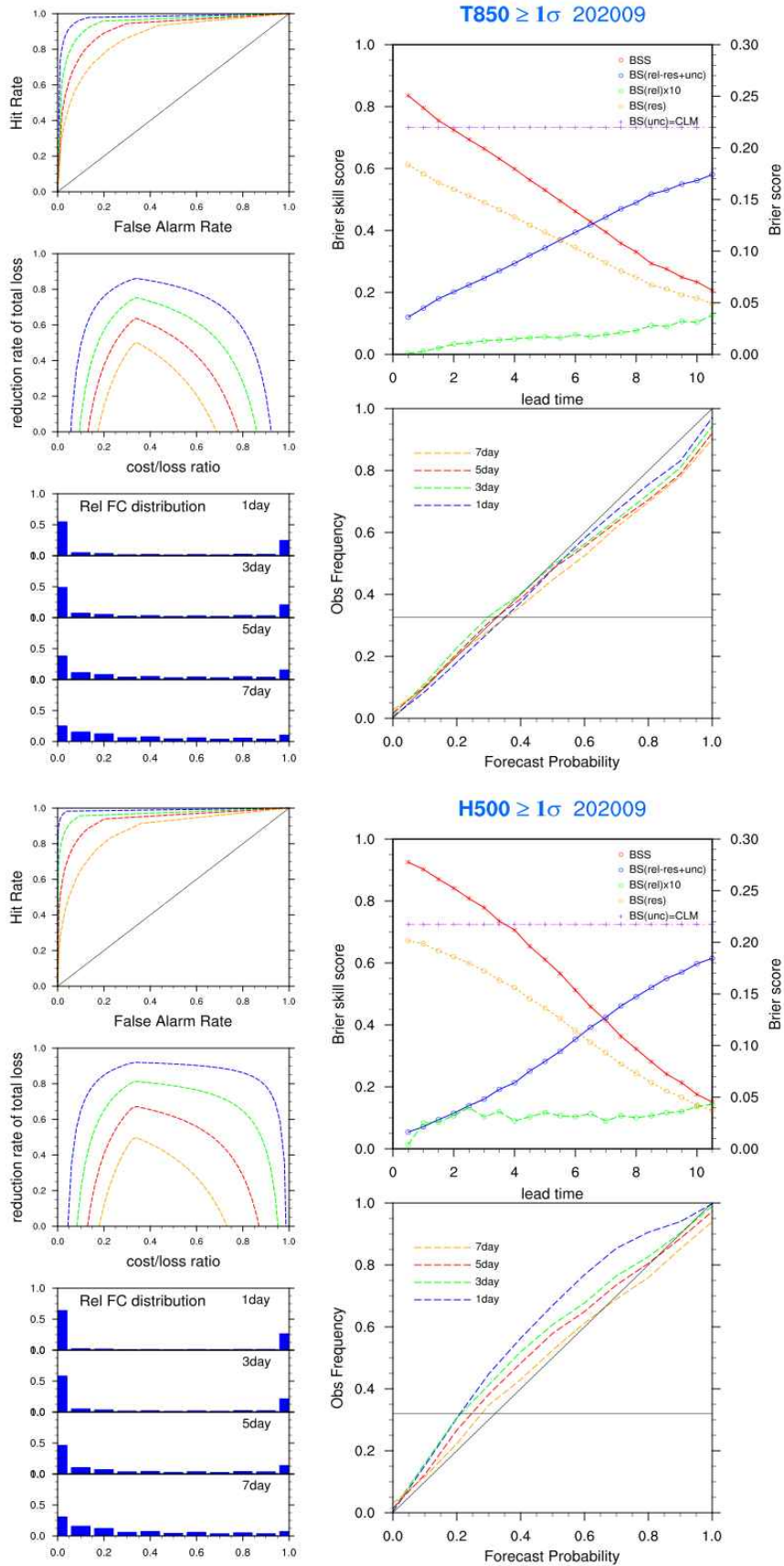


그림 D.3.10 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 10월)

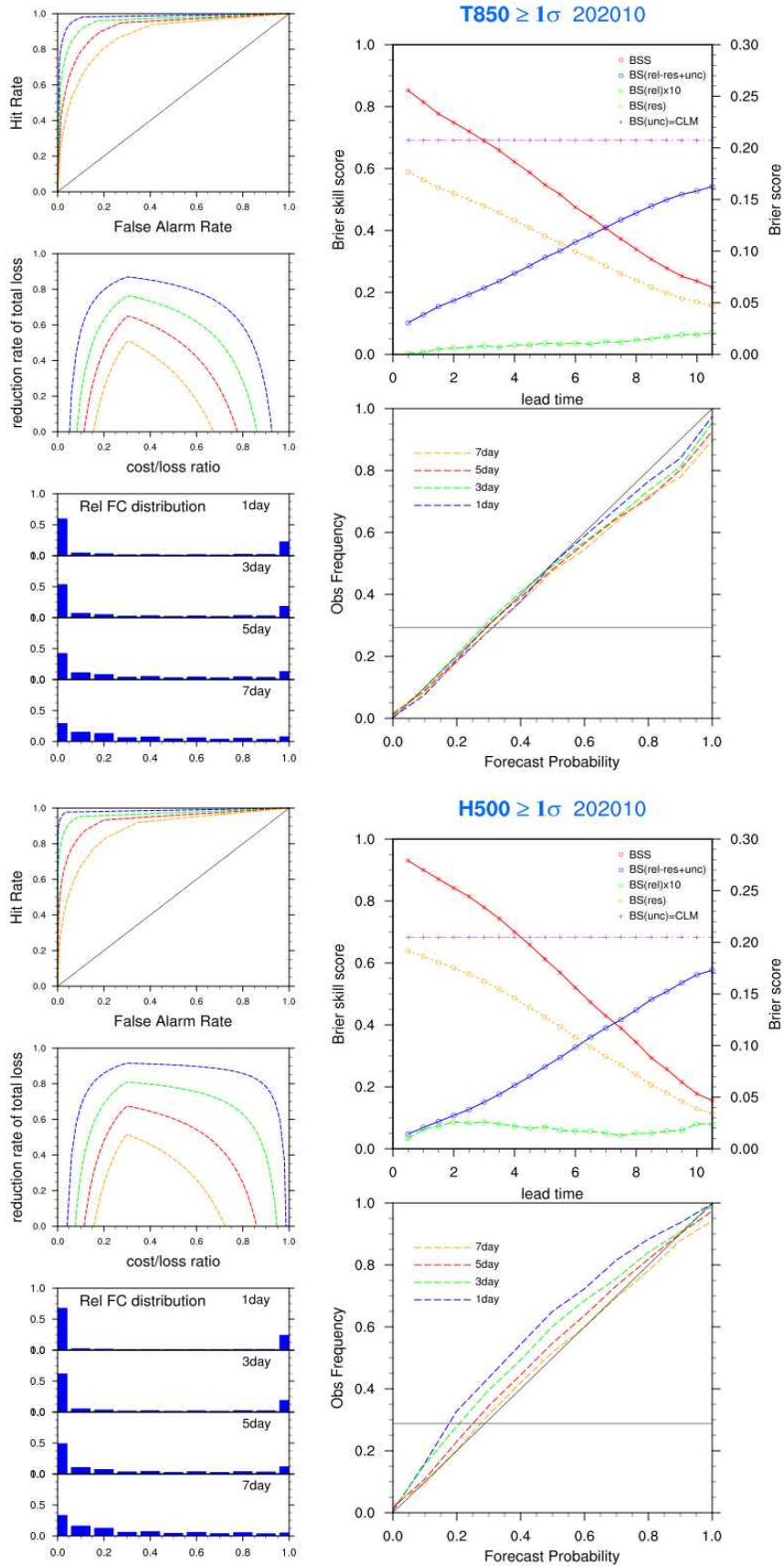


그림 D.3.11 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 11월)

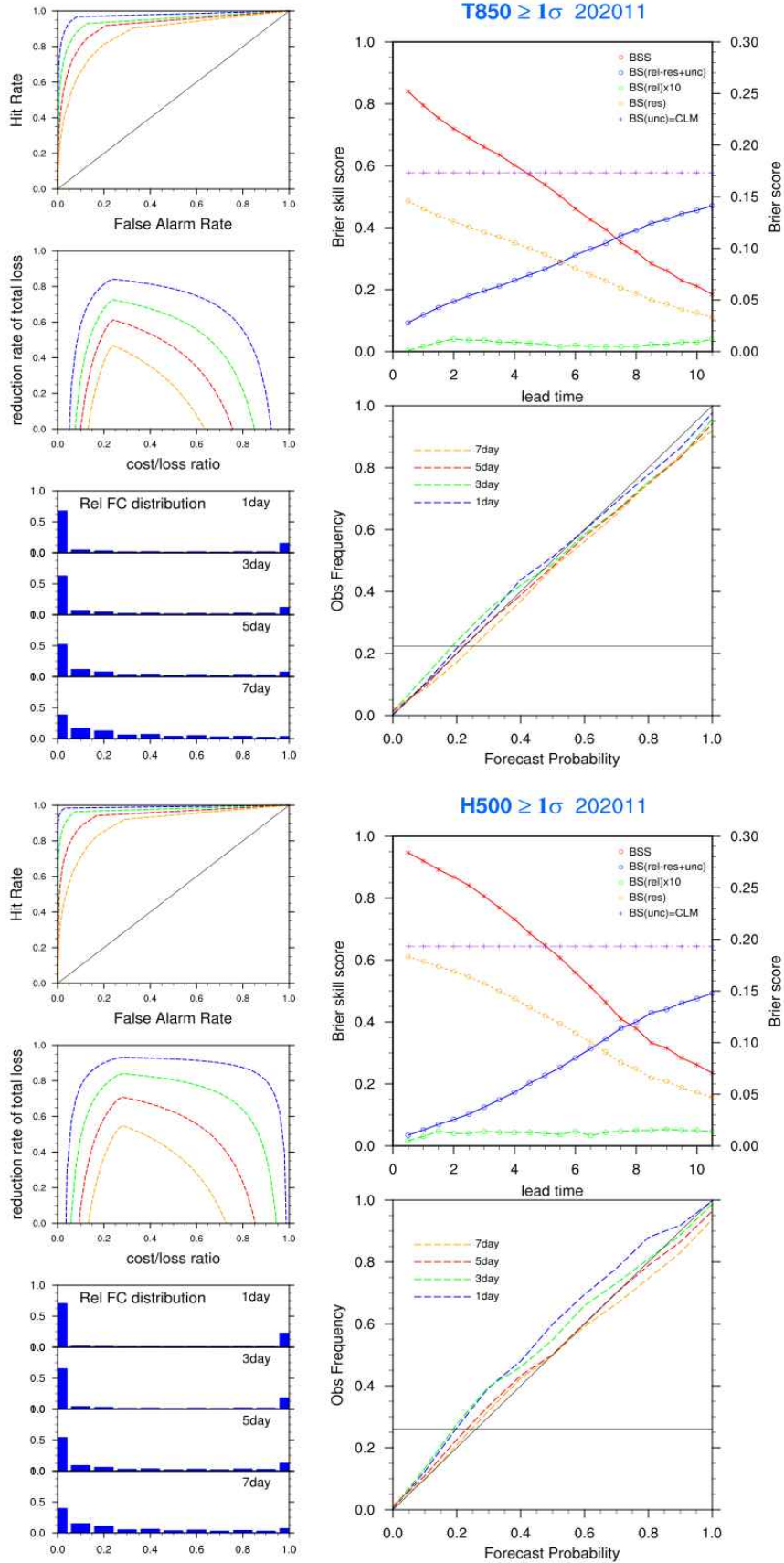
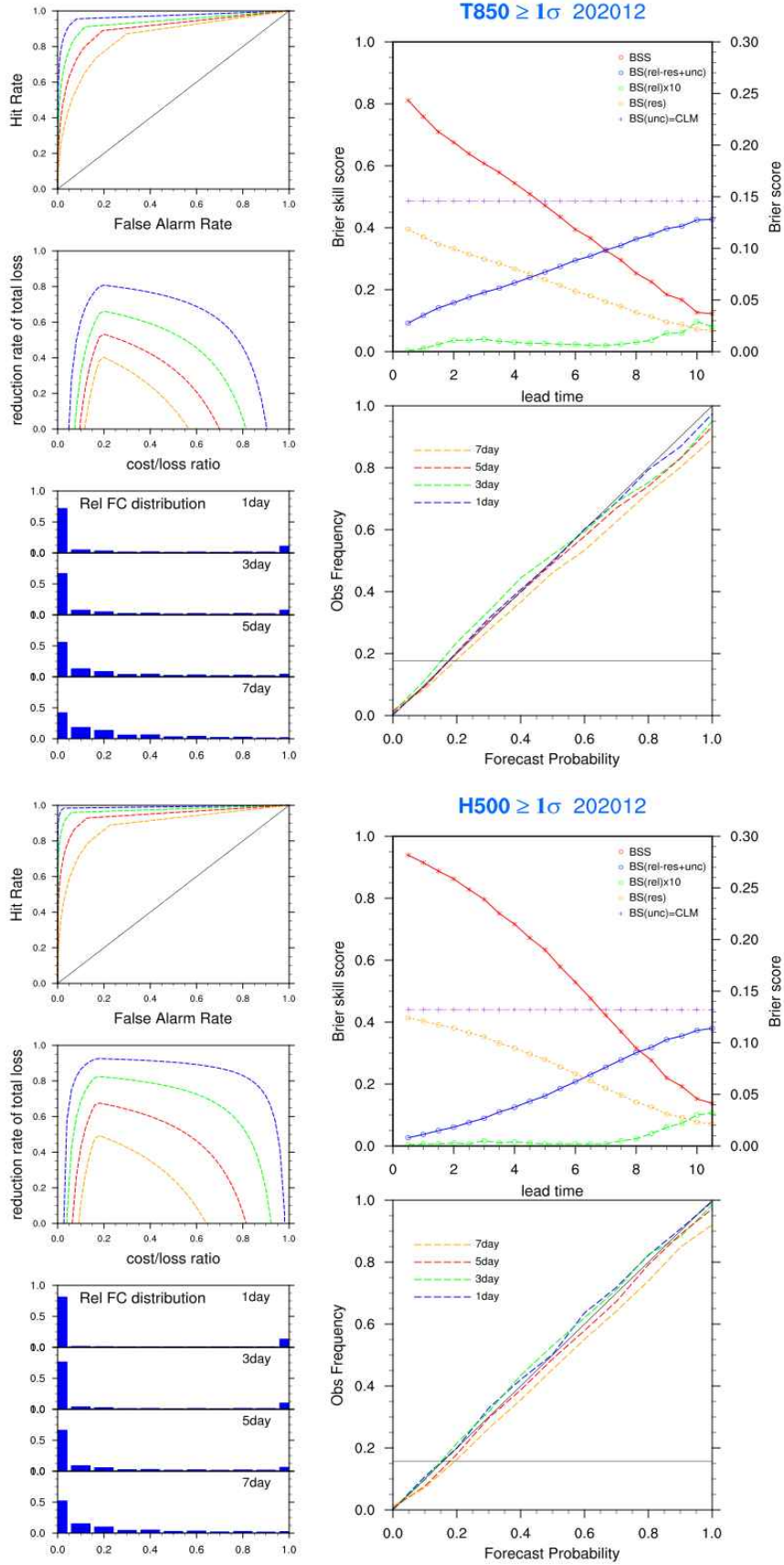


그림 D.3.12 EPSG 북반구 850hPa 기온 및 500hPa 지위고도의 예측성능(2020년 12월)



D.3.3 성능변화 추세

그림 D.3.13 EPSG 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 검증

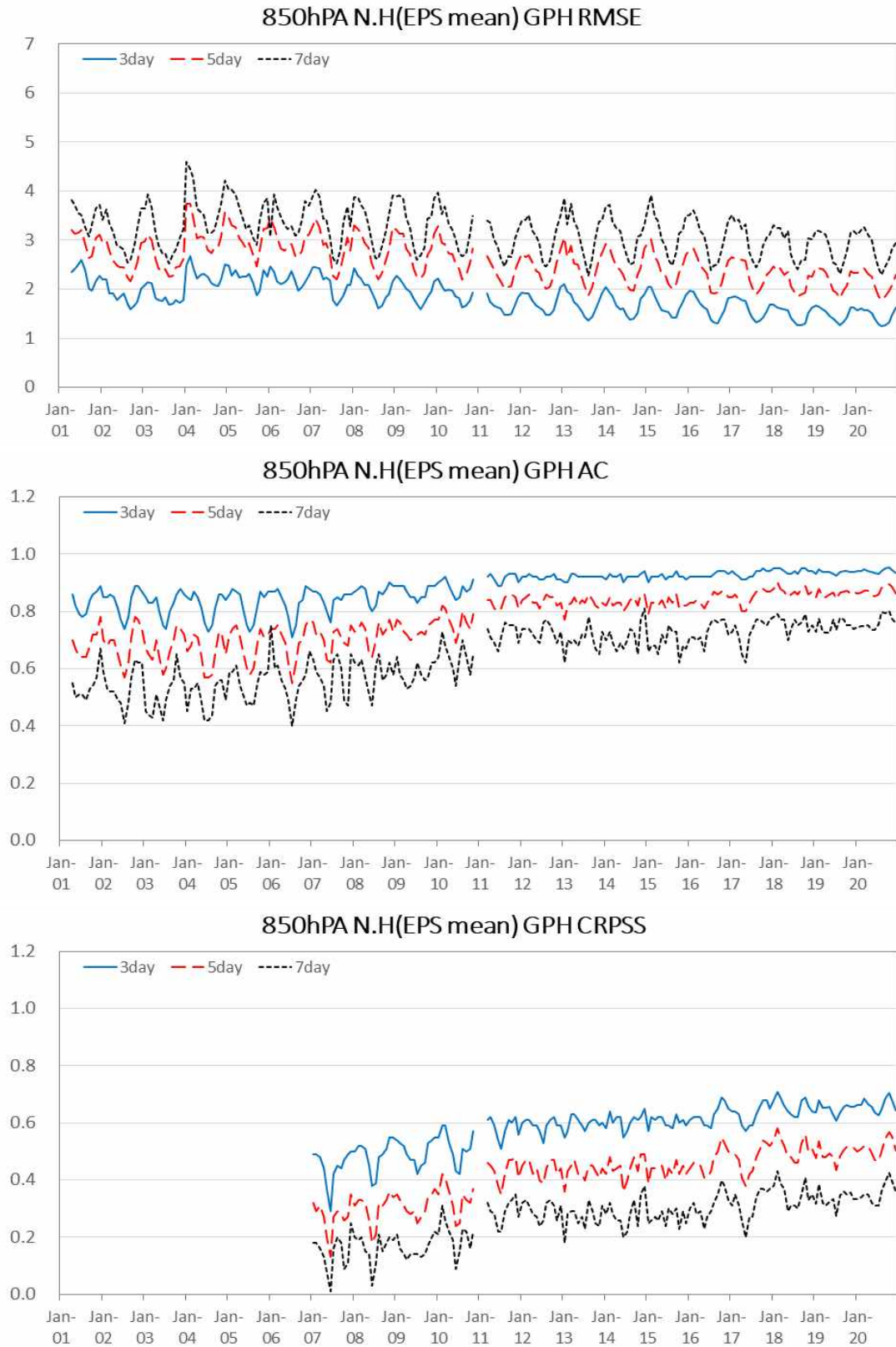
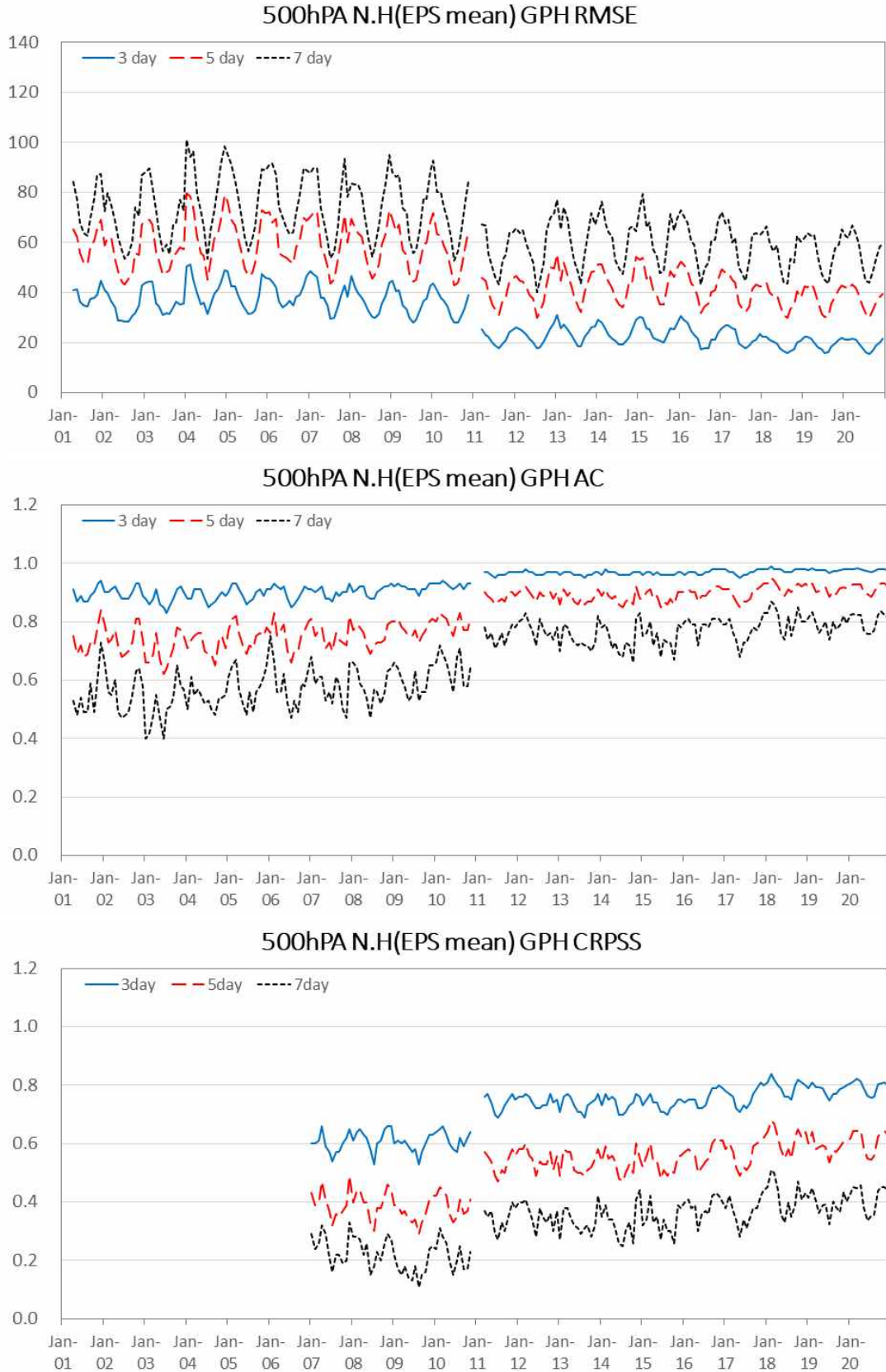


그림 D.3.14 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 검증



부록 E. 수치예측시스템 검증결과(파랑, 폭풍해일)

E.1 파랑모델

E.1.1 부이 검증

E.1.1.1 전지구 파랑예측시스템(GWW3) 부이 검증

표 E.1.1 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +00H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.48	0.94	7693	0.04	0.51	0.95	10084	-0.03
Feb.	0.01	0.49	0.94	7709	0.06	0.49	0.95	9472	0.00
Mar.	0.06	0.43	0.95	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.09	0.38	0.94	6695	0.05	0.38	0.93	9379	0.00
May.	0.03	0.31	0.94	6682	0.05	0.34	0.93	9818	-0.04
Jun.	0.05	0.27	0.92	6507	0.08	0.31	0.93	10065	-0.05
Jul.	0.06	0.43	0.85	7926	0.05	0.30	0.92	9871	0.13
Aug.	0.07	0.33	0.92	8606	0.07	0.32	0.93	10174	0.01
Sep.	0.09	0.40	0.93	8767	0.06	0.42	0.93	9887	-0.02
Oct.	0.06	0.42	0.94	8690	0.09	0.39	0.94	10017	0.03
Nov.	0.08	0.46	0.94	8541	0.03	0.45	0.95	9314	0.01
Dec.	0.07	0.49	0.95	10030	0.02	0.48	0.95	9477	0.02
Ave.	0.06	0.41	0.93	7896	0.05	0.40	0.94	9778	0.01

표 E.1.2 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +24H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.01	0.50	0.94	7693	0.06	0.52	0.95	10084	-0.03
Feb.	0.02	0.50	0.94	7709	0.08	0.51	0.95	9472	0.00
Mar.	0.08	0.44	0.95	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.10	0.40	0.94	6695	0.06	0.39	0.93	9379	0.00
May.	0.05	0.31	0.93	6682	0.07	0.35	0.93	9818	-0.04
Jun.	0.06	0.28	0.92	6507	0.09	0.32	0.92	10065	-0.05
Jul.	0.07	0.44	0.84	7926	0.06	0.31	0.92	9871	0.14
Aug.	0.08	0.34	0.91	8606	0.08	0.33	0.93	10174	0.02
Sep.	0.11	0.41	0.93	8767	0.06	0.43	0.93	9887	-0.02
Oct.	0.07	0.44	0.94	8690	0.10	0.41	0.93	10017	0.03
Nov.	0.09	0.48	0.94	8541	0.04	0.46	0.95	9314	0.01
Dec.	0.08	0.50	0.95	10030	0.03	0.49	0.95	9477	0.02
Ave.	0.07	0.42	0.93	7896	0.07	0.41	0.94	9778	0.01

표 E.1.3 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +48H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.54	0.93	7693	0.08	0.56	0.94	10084	-0.02
Feb.	0.03	0.54	0.93	7709	0.10	0.55	0.95	9472	-0.02
Mar.	0.07	0.48	0.94	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.13	0.43	0.92	6695	0.09	0.43	0.92	9379	0.01
May.	0.07	0.34	0.92	6682	0.08	0.40	0.91	9818	-0.06
Jun.	0.09	0.32	0.90	6507	0.11	0.37	0.91	10065	-0.05
Jul.	0.08	0.47	0.83	7926	0.07	0.35	0.90	9871	0.12
Aug.	0.09	0.37	0.90	8606	0.09	0.37	0.91	10174	0.00
Sep.	0.12	0.44	0.92	8767	0.08	0.48	0.92	9887	-0.03
Oct.	0.09	0.49	0.93	8690	0.11	0.47	0.91	10017	0.02
Nov.	0.10	0.54	0.92	8541	0.05	0.50	0.94	9314	0.04
Dec.	0.09	0.55	0.94	10030	0.03	0.53	0.94	9477	0.02
Ave.	0.08	0.46	0.91	7896	0.08	0.45	0.92	9778	0.00

표 E.1.4 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +72H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.62	0.91	7693	0.08	0.62	0.93	10084	-0.01
Feb.	0.04	0.59	0.91	7709	0.12	0.61	0.93	9472	-0.02
Mar.	0.06	0.56	0.91	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.13	0.47	0.91	6695	0.08	0.49	0.90	9379	-0.01
May.	0.06	0.40	0.89	6682	0.07	0.44	0.89	9818	-0.05
Jun.	0.09	0.36	0.87	6507	0.11	0.41	0.88	10065	-0.05
Jul.	0.08	0.49	0.81	7926	0.07	0.42	0.84	9871	0.08
Aug.	0.10	0.41	0.88	8606	0.10	0.44	0.87	10174	-0.04
Sep.	0.13	0.50	0.90	8767	0.07	0.53	0.89	9887	-0.03
Oct.	0.10	0.56	0.91	8690	0.08	0.53	0.89	10017	0.03
Nov.	0.09	0.60	0.90	8541	0.03	0.58	0.92	9314	0.02
Dec.	0.10	0.62	0.92	10030	0.03	0.60	0.92	9477	0.02
Ave.	0.08	0.52	0.89	7896	0.08	0.52	0.90	9778	0.00

표 E.1.5 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +96H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.76	0.86	7693	0.08	0.72	0.90	10084	0.04
Feb.	0.04	0.71	0.88	7709	0.09	0.72	0.90	9472	-0.02
Mar.	0.07	0.68	0.87	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.11	0.54	0.88	6695	0.07	0.60	0.83	9379	-0.07
May.	0.06	0.46	0.85	6682	0.08	0.51	0.85	9818	-0.05
Jun.	0.08	0.40	0.82	6507	0.11	0.47	0.84	10065	-0.06
Jul.	0.09	0.53	0.78	7926	0.08	0.47	0.80	9871	0.06
Aug.	0.09	0.46	0.83	8606	0.11	0.51	0.82	10174	-0.05
Sep.	0.13	0.60	0.85	8767	0.08	0.59	0.87	9887	0.01
Oct.	0.10	0.65	0.87	8690	0.08	0.60	0.85	10017	0.05
Nov.	0.11	0.68	0.87	8541	0.03	0.69	0.89	9314	0.00
Dec.	0.10	0.73	0.89	10030	0.01	0.73	0.89	9477	-0.01
Ave.	0.08	0.60	0.85	7896	0.07	0.60	0.86	9778	0.00

표 E.1.6 GWW3 전년 대비 Bias, RMSE, 상관계수 +120H 비교

month	2019년				2020년				2019-2020 (RMSE)
	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	Bias (m)	RMSE (m)	AC	entries	
Jan.	0.00	0.89	0.80	7693	0.09	0.87	0.85	10084	0.02
Feb.	0.01	0.79	0.84	7709	0.08	0.90	0.85	9472	-0.11
Mar.	0.07	0.76	0.84	6902	-	-	-	-	-
Apr.	0.10	0.62	0.83	6695	0.07	0.74	0.77	9379	-0.11
May.	0.06	0.55	0.78	6682	0.06	0.58	0.81	9818	-0.03
Jun.	0.08	0.48	0.75	6507	0.09	0.56	0.76	10065	-0.08
Jul.	0.09	0.60	0.71	7926	0.10	0.56	0.74	9871	0.04
Aug.	0.10	0.57	0.76	8606	0.07	0.57	0.76	10174	-0.01
Sep.	0.13	0.71	0.78	8767	0.08	0.70	0.81	9887	0.01
Oct.	0.11	0.75	0.83	8690	0.08	0.71	0.79	10017	0.05
Nov.	0.10	0.81	0.81	8541	0.05	0.77	0.87	9314	0.05
Dec.	0.09	0.82	0.85	10030	0.03	0.85	0.85	9477	-0.03
Ave.	0.08	0.70	0.80	7896	0.07	0.71	0.80	9778	-0.01

E.1.1.2 지역 파랑모델 (RWW3) 부이 검증

표 E.1.7 RWW3 전체 부이 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.11	-0.08	-0.02	0.02	0.04	0.03	0.08	-0.02	-0.11	-0.12	-0.14	-0.04
24hr	-0.06	-0.11	-0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.08	0.01	-0.08	-0.12	-0.13	-0.03
48hr	-0.07	-0.12	-0.06	0.04	0.03	0.05	0.04	0.07	0.03	-0.02	-0.14	-0.12	-0.02
72hr	-0.11	-0.07	-0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.12	0.09	-0.04	-0.14	-0.13	-0.02
96hr	-0.18	-0.11	0.06	0.03	0.04	0.06	0.02	0.14	0.10	-0.05	-0.15	-0.19	-0.02
120hr	-0.20	-0.12	0.06	-0.04	0.03	0.09	0.17	0.00	0.14	-0.05	-0.16	-0.19	-0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.30	0.30	0.29	0.29	0.24	0.22	0.23	0.31	0.42	0.29	0.30	0.28	0.29
24hr	0.33	0.32	0.32	0.32	0.27	0.24	0.26	0.32	0.49	0.31	0.31	0.29	0.31
48hr	0.36	0.37	0.35	0.38	0.30	0.30	0.32	0.41	0.58	0.33	0.33	0.31	0.36
72hr	0.40	0.39	0.43	0.41	0.32	0.33	0.39	0.53	0.73	0.38	0.36	0.36	0.42
96hr	0.48	0.41	0.52	0.49	0.45	0.39	0.44	0.60	0.82	0.43	0.41	0.41	0.49
120hr	0.54	0.51	0.54	0.51	0.55	0.50	0.56	0.57	0.92	0.45	0.48	0.48	0.55

표 E.1.8 RWW3 해역별(서해) 부이 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.04	-0.02	0.02	0.10	0.10	0.07	0.06	0.12	-0.01	-0.07	-0.01	-0.05	0.02
24hr	-0.02	-0.02	0.04	0.14	0.12	0.09	0.08	0.12	0.02	-0.03	-0.02	-0.04	0.04
48hr	-0.03	-0.02	0.06	0.15	0.11	0.04	0.11	0.12	0.07	0.02	-0.04	0.00	0.05
72hr	-0.07	0.02	0.07	0.14	0.09	-0.02	0.03	0.18	0.09	-0.01	-0.04	0.00	0.04
96hr	-0.15	-0.04	0.08	0.13	0.03	-0.03	0.08	0.23	0.07	-0.04	-0.06	-0.07	0.02
120hr	-0.16	-0.01	0.04	0.05	-0.01	0.04	0.23	0.10	0.07	-0.03	-0.11	-0.08	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.21	0.25	0.27	0.28	0.23	0.24	0.21	0.30	0.28	0.25	0.30	0.23	0.25
24hr	0.23	0.27	0.30	0.34	0.28	0.27	0.26	0.30	0.31	0.27	0.32	0.27	0.28
48hr	0.23	0.33	0.33	0.36	0.29	0.24	0.32	0.37	0.42	0.27	0.33	0.27	0.31
72hr	0.28	0.34	0.41	0.39	0.34	0.32	0.38	0.42	0.56	0.34	0.34	0.33	0.37
96hr	0.38	0.36	0.40	0.39	0.45	0.34	0.41	0.60	0.56	0.36	0.32	0.35	0.41
120hr	0.42	0.43	0.47	0.43	0.51	0.44	0.47	0.37	0.60	0.39	0.45	0.50	0.46

표 E.1.9 RWW3 해역별(남해) 부이 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.11	-0.16	-0.13	-0.13	-0.01	0.06	0.02	0.05	0.02	-0.13	-0.18	-0.18	-0.07
24hr	-0.10	-0.17	-0.13	-0.08	0.01	0.06	0.01	0.03	0.07	-0.08	-0.17	-0.16	-0.06
48hr	-0.15	-0.19	-0.14	-0.10	-0.01	0.05	-0.01	0.03	0.06	0.00	-0.20	-0.15	-0.07
72hr	-0.14	-0.10	-0.05	-0.11	0.01	0.06	-0.04	0.10	0.14	-0.02	-0.20	-0.17	-0.04
96hr	-0.23	-0.13	0.12	-0.10	-0.02	0.16	0.01	0.09	0.11	0.00	-0.19	-0.24	-0.03
120hr	-0.21	-0.14	0.10	-0.15	0.04	0.17	0.16	-0.08	0.15	0.00	-0.19	-0.23	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.34	0.30	0.29	0.28	0.21	0.23	0.24	0.30	0.45	0.32	0.29	0.28	0.29
24hr	0.35	0.32	0.32	0.30	0.22	0.22	0.25	0.31	0.60	0.33	0.30	0.29	0.32
48hr	0.37	0.37	0.36	0.35	0.28	0.29	0.31	0.48	0.61	0.39	0.32	0.32	0.37
72hr	0.39	0.38	0.42	0.38	0.30	0.34	0.41	0.75	0.84	0.45	0.36	0.33	0.45
96hr	0.45	0.42	0.60	0.46	0.32	0.44	0.40	0.67	0.71	0.54	0.40	0.42	0.49
120hr	0.54	0.46	0.59	0.50	0.55	0.53	0.48	0.83	0.87	0.53	0.44	0.43	0.56

표 E.1.10 RWW3 해역별(동해) 부이 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.05	-0.15	-0.14	-0.04	-0.03	0.01	0.02	0.07	-0.08	-0.15	-0.17	-0.20	-0.08
24hr	-0.05	-0.13	-0.10	0.02	-0.01	0.02	0.03	0.09	-0.05	-0.13	-0.17	-0.18	-0.06
48hr	-0.04	-0.14	-0.09	0.08	-0.02	0.05	0.02	0.07	-0.02	-0.07	-0.19	-0.19	-0.05
72hr	-0.12	-0.13	-0.04	0.04	-0.01	-0.01	0.01	0.07	0.04	-0.09	-0.18	-0.23	-0.05
96hr	-0.17	-0.16	-0.02	0.05	0.12	0.06	-0.04	0.12	0.13	-0.13	-0.20	-0.27	-0.04
120hr	-0.23	-0.21	0.03	-0.03	0.05	0.05	0.11	-0.03	0.20	-0.11	-0.17	-0.27	-0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.36	0.30	0.31	0.27	0.19	0.24	0.32	0.55	0.32	0.31	0.32	0.32
24hr	0.40	0.36	0.33	0.34	0.30	0.24	0.26	0.35	0.58	0.32	0.32	0.31	0.34
48hr	0.47	0.41	0.37	0.44	0.33	0.36	0.34	0.39	0.71	0.32	0.33	0.33	0.40
72hr	0.52	0.45	0.45	0.48	0.34	0.33	0.38	0.42	0.79	0.36	0.38	0.40	0.44
96hr	0.60	0.45	0.58	0.61	0.60	0.38	0.52	0.53	1.19	0.39	0.51	0.45	0.57
120hr	0.65	0.63	0.57	0.61	0.58	0.54	0.73	0.51	1.28	0.45	0.56	0.51	0.64

표 E.1.11 RWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.09	-0.08	-0.01	0.09	0.06	0.08	0.00	0.01	-0.07	-0.15	-0.16	-0.26	-0.03
24hr	0.08	-0.07	0.03	0.13	0.08	0.09	0.02	0.07	-0.04	-0.12	-0.17	-0.23	-0.01
48hr	0.11	-0.04	0.07	0.21	0.08	0.10	0.01	0.03	0.02	-0.05	-0.16	-0.25	0.01
72hr	-0.03	-0.03	0.12	0.18	0.08	0.05	0.00	0.06	0.13	-0.08	-0.15	-0.29	0.00
96hr	-0.12	-0.06	0.12	0.16	0.21	0.15	-0.06	0.14	0.16	-0.12	-0.22	-0.33	0.00
120hr	-0.16	-0.09	0.12	0.03	0.17	0.17	0.06	0.01	0.34	-0.08	-0.15	-0.30	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.37	0.26	0.37	0.20	0.17	0.18	0.22	0.46	0.32	0.30	0.44	0.30
24hr	0.40	0.39	0.30	0.43	0.24	0.25	0.25	0.30	0.52	0.34	0.34	0.40	0.35
48hr	0.51	0.44	0.41	0.59	0.28	0.30	0.35	0.30	0.68	0.32	0.32	0.47	0.41
72hr	0.57	0.47	0.50	0.63	0.29	0.28	0.39	0.34	0.84	0.39	0.39	0.55	0.47
96hr	0.65	0.42	0.63	0.80	0.55	0.39	0.57	0.50	0.83	0.40	0.58	0.65	0.58
120hr	0.63	0.71	0.44	0.72	0.60	0.63	0.72	0.49	1.11	0.45	0.60	0.69	0.65

표 E.1.12 RWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.16	0.20	0.27	0.34	0.19	0.15	0.21	0.26	0.19	0.15	0.27	0.08	0.21
24hr	0.19	0.21	0.31	0.37	0.20	0.17	0.24	0.25	0.21	0.20	0.26	0.12	0.23
48hr	0.19	0.22	0.33	0.40	0.23	0.12	0.28	0.26	0.28	0.22	0.24	0.12	0.24
72hr	0.19	0.24	0.32	0.36	0.19	0.06	0.15	0.30	0.27	0.21	0.22	0.15	0.22
96hr	0.09	0.22	0.28	0.33	0.17	0.05	0.15	0.31	0.25	0.18	0.17	0.08	0.19
120hr	0.09	0.22	0.25	0.28	0.12	0.07	0.26	0.23	0.27	0.18	0.16	0.07	0.18
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.32	0.41	0.45	0.27	0.25	0.32	0.37	0.32	0.30	0.41	0.25	0.33
24hr	0.31	0.32	0.45	0.50	0.31	0.27	0.36	0.34	0.35	0.34	0.40	0.31	0.35
48hr	0.29	0.33	0.44	0.53	0.33	0.20	0.40	0.41	0.47	0.34	0.37	0.30	0.37
72hr	0.29	0.37	0.46	0.53	0.32	0.23	0.31	0.45	0.58	0.33	0.36	0.28	0.38
96hr	0.27	0.31	0.42	0.51	0.43	0.19	0.35	0.42	0.54	0.33	0.29	0.29	0.36
120hr	0.26	0.34	0.45	0.49	0.41	0.33	0.44	0.34	0.63	0.36	0.35	0.38	0.40

표 E.1.13 RWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.14	-0.14	-0.07	0.00	0.01	-0.04	-0.03	-0.10	-0.20	-0.16	-0.21	-0.10
24hr	-0.12	-0.15	-0.13	-0.03	0.01	0.04	-0.03	-0.03	-0.06	-0.17	-0.16	-0.21	-0.09
48hr	-0.12	-0.14	-0.10	0.01	0.01	0.03	-0.02	-0.02	-0.05	-0.08	-0.19	-0.16	-0.07
72hr	-0.20	-0.12	-0.09	-0.02	0.03	-0.02	-0.08	0.05	-0.01	-0.12	-0.18	-0.19	-0.08
96hr	-0.26	-0.17	-0.02	0.00	-0.04	-0.03	-0.03	0.09	-0.02	-0.14	-0.20	-0.26	-0.09
120hr	-0.29	-0.13	-0.09	-0.10	-0.07	0.02	0.12	-0.06	-0.01	-0.15	-0.27	-0.26	-0.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.24	0.25	0.26	0.20	0.17	0.18	0.15	0.17	0.29	0.27	0.27	0.31	0.23
24hr	0.24	0.29	0.26	0.22	0.18	0.24	0.16	0.21	0.35	0.28	0.31	0.32	0.25
48hr	0.25	0.32	0.29	0.28	0.25	0.25	0.22	0.33	0.37	0.27	0.34	0.37	0.29
72hr	0.31	0.32	0.36	0.30	0.26	0.30	0.30	0.40	0.45	0.35	0.35	0.41	0.34
96hr	0.39	0.45	0.40	0.28	0.34	0.29	0.35	0.54	0.45	0.39	0.35	0.47	0.39
120hr	0.54	0.45	0.46	0.39	0.43	0.37	0.35	0.38	0.48	0.45	0.55	0.64	0.46

표 E.1.14 RWW3 거문도 부이 (22103) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.09	-0.08	-0.10	-0.05	0.02	-0.02	0.03	0.05	-0.08	-0.18	-0.15	-0.06
24hr	-0.07	-0.09	-0.06	-0.06	-0.02	0.00	-0.03	0.03	0.09	-0.02	-0.14	-0.12	-0.04
48hr	-0.09	-0.11	-0.06	-0.09	-0.02	-0.01	-0.07	0.07	0.05	0.03	-0.19	-0.11	-0.05
72hr	-0.06	-0.04	0.02	-0.09	-0.02	0.00	-0.11	0.12	0.13	0.01	-0.18	-0.12	-0.03
96hr	-0.15	-0.06	0.17	-0.11	-0.06	0.07	-0.04	0.06	0.15	0.03	-0.18	-0.19	-0.03
120hr	-0.17	-0.10	0.17	-0.15	0.01	0.06	0.08	-0.13	0.20	0.05	-0.14	-0.15	-0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.23	0.25	0.28	0.22	0.23	0.20	0.29	0.35	0.33	0.27	0.25	0.26
24hr	0.31	0.26	0.28	0.31	0.26	0.18	0.20	0.26	0.62	0.37	0.24	0.25	0.29
48hr	0.31	0.29	0.31	0.32	0.33	0.27	0.28	0.53	0.54	0.44	0.28	0.30	0.35
72hr	0.36	0.36	0.35	0.33	0.32	0.32	0.45	0.72	0.74	0.54	0.31	0.32	0.43
96hr	0.40	0.33	0.53	0.52	0.34	0.38	0.43	0.65	0.68	0.63	0.38	0.39	0.47
120hr	0.52	0.38	0.58	0.46	0.49	0.44	0.43	1.04	0.85	0.60	0.40	0.37	0.55

표 E.1.15 RWW3 거제도 부이 (22104) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.21	-0.10	-0.18	0.03	0.06	-0.02	0.03	-0.06	-0.13	-0.17	-0.18	-0.09
24hr	-0.11	-0.19	-0.09	-0.10	0.04	0.11	-0.04	-0.02	0.04	-0.09	-0.16	-0.16	-0.06
48hr	-0.20	-0.26	-0.10	-0.13	0.02	0.03	-0.04	-0.02	0.11	-0.02	-0.19	-0.18	-0.08
72hr	-0.17	-0.19	-0.06	-0.18	0.03	-0.08	-0.04	0.03	0.22	-0.05	-0.20	-0.21	-0.08
96hr	-0.27	-0.19	0.04	-0.16	0.03	0.22	-0.03	0.00	0.15	-0.08	-0.20	-0.25	-0.06
120hr	-0.14	-0.21	0.07	-0.19	0.11	0.24	0.13	-0.15	0.11	-0.07	-0.18	-0.26	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.41	0.34	0.28	0.36	0.19	0.22	0.26	0.28	0.47	0.28	0.25	0.27	0.30
24hr	0.42	0.32	0.30	0.39	0.18	0.28	0.23	0.31	0.46	0.31	0.27	0.26	0.31
48hr	0.38	0.38	0.31	0.42	0.23	0.28	0.31	0.41	0.75	0.37	0.28	0.28	0.37
72hr	0.38	0.36	0.36	0.43	0.28	0.27	0.34	0.63	1.09	0.36	0.34	0.29	0.43
96hr	0.43	0.38	0.57	0.43	0.25	0.50	0.39	0.52	0.98	0.42	0.39	0.33	0.47
120hr	0.50	0.42	0.61	0.58	0.58	0.56	0.57	0.62	0.93	0.43	0.46	0.36	0.55

표 E.1.16 RWW3 동해 부이 (22105) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	-0.11	-0.17	-0.02	-0.08	-0.05	0.02	0.09	0.00	-0.19	-0.21	-0.21	-0.08
24hr	-0.08	-0.12	-0.14	0.02	-0.07	-0.04	0.02	0.16	0.02	-0.16	-0.20	-0.16	-0.06
48hr	-0.06	-0.13	-0.10	0.10	-0.08	0.01	0.02	0.14	0.06	-0.10	-0.20	-0.18	-0.04
72hr	-0.17	-0.16	-0.07	0.07	-0.05	-0.10	0.02	0.13	0.08	-0.12	-0.22	-0.22	-0.07
96hr	-0.20	-0.20	-0.08	0.08	0.09	-0.06	-0.04	0.20	0.20	-0.15	-0.25	-0.28	-0.06
120hr	-0.31	-0.26	-0.04	-0.01	-0.07	-0.07	0.10	0.03	0.34	-0.13	-0.24	-0.27	-0.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.27	0.26	0.29	0.25	0.29	0.21	0.26	0.31	0.72	0.35	0.30	0.28	0.31
24hr	0.34	0.29	0.31	0.28	0.32	0.24	0.28	0.38	0.77	0.34	0.30	0.26	0.34
48hr	0.46	0.36	0.34	0.44	0.33	0.43	0.32	0.42	0.93	0.35	0.33	0.27	0.41
72hr	0.50	0.44	0.46	0.51	0.33	0.43	0.38	0.43	0.95	0.40	0.40	0.39	0.47
96hr	0.53	0.46	0.58	0.58	0.55	0.43	0.62	0.54	1.20	0.46	0.60	0.46	0.58
120hr	0.60	0.60	0.49	0.54	0.62	0.58	0.79	0.54	1.30	0.46	0.68	0.55	0.65

표 E.1.17 RWW3 포항 부이 (22106) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.13	-0.25	-0.22	-0.10	-0.01	0.02	0.00	0.04	-0.14	-0.06	-0.17	-0.20	-0.10
24hr	-0.13	-0.22	-0.20	-0.05	0.00	0.02	0.02	0.03	-0.12	-0.04	-0.16	-0.20	-0.09
48hr	-0.11	-0.21	-0.24	0.01	-0.01	0.09	0.02	0.00	-0.10	0.01	-0.20	-0.19	-0.08
72hr	-0.19	-0.20	-0.17	-0.03	0.00	0.05	-0.03	0.01	-0.05	-0.01	-0.19	-0.21	-0.09
96hr	-0.20	-0.23	-0.08	-0.01	0.12	0.09	-0.07	0.02	0.06	-0.04	-0.19	-0.25	-0.07
120hr	-0.25	-0.31	0.04	-0.08	0.07	0.07	0.10	-0.11	0.04	-0.03	-0.18	-0.30	-0.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.41	0.42	0.34	0.32	0.31	0.17	0.26	0.33	0.56	0.25	0.32	0.30	0.33
24hr	0.44	0.41	0.37	0.31	0.31	0.18	0.29	0.33	0.58	0.28	0.31	0.28	0.34
48hr	0.40	0.43	0.41	0.35	0.34	0.43	0.40	0.35	0.67	0.29	0.33	0.31	0.39
72hr	0.52	0.44	0.48	0.40	0.35	0.26	0.36	0.41	0.69	0.33	0.34	0.36	0.41
96hr	0.70	0.50	0.65	0.57	0.69	0.29	0.45	0.50	1.39	0.36	0.47	0.40	0.58
120hr	0.75	0.67	0.62	0.64	0.43	0.43	0.65	0.50	1.40	0.39	0.49	0.43	0.62

표 E.1.18 RWW3 마라도 부이 (22107) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.15	-0.12	-0.11	-0.07	0.05	0.12	0.07	0.10	0.24	0.07	0.00	-0.18	0.00
24hr	-0.14	-0.16	-0.09	-0.04	0.06	0.09	0.07	0.06	0.27	0.10	-0.03	-0.19	0.00
48hr	-0.20	-0.14	-0.10	-0.05	0.05	0.11	0.06	0.03	0.24	0.24	-0.07	-0.18	0.00
72hr	-0.22	-0.05	0.01	-0.03	0.06	0.15	0.02	0.09	0.30	0.22	-0.07	-0.20	0.02
96hr	-0.26	-0.09	0.18	-0.02	0.03	0.17	0.06	0.16	0.32	0.31	-0.04	-0.28	0.04
120hr	-0.30	-0.07	0.09	-0.06	0.12	0.22	0.20	0.05	0.39	0.26	-0.08	-0.28	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.29	0.24	0.27	0.21	0.18	0.27	0.21	0.22	0.46	0.30	0.28	0.29	0.27
24hr	0.31	0.28	0.29	0.24	0.18	0.24	0.26	0.22	0.57	0.30	0.30	0.34	0.29
48hr	0.40	0.34	0.33	0.37	0.25	0.30	0.29	0.25	0.66	0.38	0.32	0.38	0.36
72hr	0.50	0.32	0.49	0.39	0.25	0.39	0.41	0.52	0.75	0.39	0.34	0.38	0.43
96hr	0.55	0.40	0.61	0.42	0.31	0.45	0.37	0.45	0.64	0.57	0.40	0.55	0.48
120hr	0.68	0.47	0.52	0.54	0.56	0.60	0.48	0.36	0.90	0.53	0.46	0.58	0.56

표 E.1.19 RWW3 외연도 부이 (22108) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.07	-0.02	0.07	0.09	0.08	0.04	0.12	-0.05	-0.09	-0.07	-0.02	0.00
24hr	-0.05	-0.08	-0.01	0.11	0.12	0.09	0.06	0.11	-0.02	-0.05	-0.08	-0.02	0.02
48hr	-0.07	-0.08	0.00	0.12	0.11	0.02	0.12	0.12	0.03	0.00	-0.10	0.03	0.03
72hr	-0.09	-0.03	0.02	0.12	0.08	-0.05	0.04	0.20	0.06	-0.03	-0.06	0.04	0.02
96hr	-0.19	-0.10	0.04	0.10	0.01	-0.05	0.11	0.26	0.03	-0.05	-0.09	-0.05	0.00
120hr	-0.21	-0.08	0.01	0.01	-0.03	0.04	0.29	0.12	0.02	-0.05	-0.15	-0.05	-0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.17	0.25	0.23	0.26	0.24	0.28	0.20	0.32	0.27	0.24	0.27	0.18	0.24
24hr	0.20	0.25	0.25	0.32	0.32	0.31	0.27	0.32	0.27	0.24	0.28	0.21	0.27
48hr	0.24	0.35	0.30	0.32	0.29	0.28	0.36	0.38	0.45	0.25	0.32	0.23	0.31
72hr	0.29	0.33	0.43	0.38	0.41	0.38	0.48	0.44	0.60	0.34	0.34	0.31	0.39
96hr	0.46	0.36	0.39	0.39	0.53	0.46	0.47	0.73	0.63	0.36	0.31	0.31	0.45
120hr	0.46	0.47	0.54	0.40	0.64	0.53	0.59	0.36	0.63	0.34	0.46	0.45	0.49

표 E.1.20 RWW3 추자도 부이 (22184) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.09	-0.07	-0.09	-0.11	-0.13	0.00	-0.03	-0.01	-0.08	-0.17	-0.23	-0.17	-0.08
24hr	0.09	-0.09	-0.06	-0.08	-0.12	0.00	-0.02	-0.04	0.01	-0.14	-0.26	-0.15	-0.07
48hr	0.08	-0.10	-0.06	-0.08	-0.12	0.01	-0.01	-0.03	-0.05	-0.04	-0.29	-0.13	-0.07
72hr	0.05	0.02	0.03	-0.05	-0.12	0.05	-0.06	0.06	-0.04	-0.05	-0.28	-0.16	-0.05
96hr	-0.06	-0.06	0.19	-0.05	-0.14	0.11	0.01	0.11	-0.06	0.02	-0.23	-0.26	-0.03
120hr	-0.05	-0.07	0.10	-0.11	-0.10	0.12	0.20	-0.08	0.00	-0.02	-0.29	-0.24	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.29	0.29	0.27	0.23	0.26	0.21	0.22	0.31	0.37	0.35	0.32	0.29	0.28
24hr	0.28	0.32	0.29	0.25	0.26	0.20	0.27	0.34	0.49	0.38	0.35	0.32	0.31
48hr	0.29	0.35	0.31	0.34	0.34	0.29	0.35	0.55	0.59	0.41	0.39	0.36	0.38
72hr	0.27	0.39	0.38	0.34	0.32	0.34	0.42	0.86	0.69	0.50	0.40	0.37	0.44
96hr	0.29	0.47	0.56	0.46	0.33	0.41	0.32	0.94	0.50	0.53	0.42	0.46	0.47
120hr	0.44	0.49	0.51	0.47	0.50	0.53	0.47	1.04	0.62	0.56	0.46	0.54	0.55

표 E.1.21 RWW3 인천 부이 (22185) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	0.00	0.03	0.09	0.11	0.10	0.11	0.16	-0.03	-0.06	0.02	0.00	0.04
24hr	-0.04	-0.01	0.04	0.14	0.17	0.12	0.12	0.15	-0.03	-0.03	-0.01	0.02	0.05
48hr	-0.05	-0.02	0.07	0.15	0.16	0.06	0.15	0.12	0.04	0.03	-0.02	0.06	0.06
72hr	-0.08	0.02	0.08	0.15	0.11	0.00	0.04	0.18	0.08	-0.02	-0.03	0.07	0.05
96hr	-0.19	-0.01	0.06	0.11	0.06	0.02	0.09	0.20	0.06	-0.05	-0.05	0.01	0.03
120hr	-0.20	0.01	0.03	0.07	0.01	0.10	0.24	0.13	0.03	0.00	-0.12	0.01	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.19	0.19	0.22	0.26	0.23	0.23	0.24	0.31	0.22	0.20	0.30	0.21	0.23
24hr	0.19	0.20	0.26	0.34	0.34	0.23	0.26	0.30	0.27	0.23	0.28	0.26	0.26
48hr	0.20	0.32	0.29	0.33	0.30	0.16	0.31	0.35	0.36	0.24	0.25	0.24	0.28
72hr	0.23	0.31	0.39	0.39	0.33	0.26	0.38	0.38	0.58	0.31	0.28	0.30	0.34
96hr	0.43	0.30	0.36	0.40	0.49	0.33	0.46	0.47	0.54	0.32	0.31	0.30	0.39
120hr	0.47	0.45	0.43	0.46	0.49	0.44	0.41	0.42	0.61	0.37	0.40	0.45	0.45

표 E.1.22 RWW3 부안 부이 (22186) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	-0.08	-0.03	0.06	0.07	-0.01	-0.03	0.10	-0.05	-0.14	-0.10	-0.12	-0.03
24hr	-0.08	-0.09	-0.01	0.09	0.09	0.02	0.00	0.10	0.00	-0.10	-0.12	-0.11	-0.02
48hr	-0.08	-0.08	0.01	0.09	0.07	-0.03	0.03	0.10	0.05	-0.06	-0.13	-0.04	-0.01
72hr	-0.15	-0.03	0.02	0.10	0.05	-0.11	-0.04	0.18	0.07	-0.09	-0.13	-0.05	-0.01
96hr	-0.20	-0.13	0.06	0.11	-0.05	-0.11	0.08	0.27	0.03	-0.13	-0.15	-0.14	-0.03
120hr	-0.19	-0.09	0.01	-0.01	-0.07	-0.01	0.22	0.10	0.03	-0.15	-0.20	-0.16	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.17	0.25	0.25	0.25	0.23	0.27	0.15	0.33	0.29	0.23	0.28	0.21	0.24
24hr	0.21	0.27	0.26	0.30	0.27	0.33	0.24	0.32	0.31	0.24	0.30	0.24	0.27
48hr	0.20	0.32	0.34	0.33	0.29	0.32	0.31	0.39	0.46	0.26	0.36	0.24	0.32
72hr	0.30	0.35	0.44	0.36	0.36	0.42	0.45	0.43	0.59	0.38	0.36	0.38	0.40
96hr	0.37	0.40	0.43	0.37	0.46	0.41	0.42	0.85	0.62	0.39	0.35	0.39	0.46
120hr	0.38	0.45	0.47	0.40	0.59	0.53	0.55	0.34	0.63	0.42	0.51	0.57	0.49

표 E.1.23 RWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.24	-0.24	-0.26	-0.13	-0.01	0.04	0.01	0.07	-0.01	-0.23	-0.22	-0.18	-0.12
24hr	-0.22	-0.26	-0.33	-0.09	-0.01	0.01	0.01	0.04	-0.03	-0.15	-0.20	-0.20	-0.12
48hr	-0.28	-0.31	-0.40	-0.10	-0.03	0.06	-0.03	0.05	0.01	-0.06	-0.23	-0.19	-0.13
72hr	-0.23	-0.16	-0.26	-0.13	-0.01	0.14	-0.06	0.14	0.10	-0.09	-0.21	-0.18	-0.08
96hr	-0.32	-0.17	0.11	-0.09	-0.04	0.22	0.02	0.06	0.09	-0.05	-0.22	-0.23	-0.05
120hr	-0.32	-0.23	0.12	-0.14	0.08	0.22	0.15	-0.14	0.11	-0.08	-0.16	-0.19	-0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.35	0.36	0.27	0.17	0.20	0.24	0.42	0.52	0.34	0.30	0.30	0.32
24hr	0.37	0.38	0.43	0.28	0.18	0.19	0.27	0.44	0.58	0.32	0.29	0.29	0.33
48hr	0.45	0.46	0.52	0.32	0.25	0.26	0.35	0.64	0.56	0.37	0.32	0.33	0.40
72hr	0.46	0.42	0.51	0.38	0.30	0.35	0.47	0.94	0.80	0.50	0.35	0.33	0.48
96hr	0.56	0.53	0.69	0.49	0.35	0.49	0.49	0.86	0.80	0.60	0.38	0.42	0.55
120hr	0.61	0.56	0.78	0.45	0.62	0.59	0.44	1.16	1.13	0.63	0.42	0.40	0.65

표 E.1.24 RWW3 통영 부이 (22188) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.20	-0.26	-0.15	-0.18	0.06	0.13	0.10	0.11	-0.03	-0.22	-0.25	-0.21	-0.09
24hr	-0.17	-0.25	-0.14	-0.13	0.09	0.12	0.07	0.08	0.06	-0.18	-0.24	-0.16	-0.07
48hr	-0.23	-0.25	-0.13	-0.16	0.06	0.12	0.05	0.09	-0.03	-0.15	-0.26	-0.15	-0.09
72hr	-0.19	-0.19	-0.05	-0.20	0.11	0.08	0.01	0.18	0.12	-0.18	-0.27	-0.19	-0.06
96hr	-0.31	-0.19	0.05	-0.20	0.07	0.18	0.06	0.12	0.02	-0.20	-0.29	-0.25	-0.08
120hr	-0.26	-0.16	0.07	-0.26	0.05	0.17	0.19	-0.03	0.11	-0.16	-0.27	-0.23	-0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.38	0.38	0.31	0.30	0.26	0.28	0.29	0.29	0.51	0.30	0.35	0.31	0.33
24hr	0.41	0.36	0.33	0.32	0.27	0.26	0.27	0.30	0.87	0.32	0.34	0.29	0.36
48hr	0.37	0.39	0.35	0.33	0.31	0.32	0.29	0.48	0.54	0.38	0.36	0.29	0.37
72hr	0.35	0.44	0.42	0.39	0.33	0.38	0.40	0.85	1.00	0.42	0.43	0.32	0.48
96hr	0.46	0.44	0.62	0.44	0.32	0.38	0.42	0.58	0.65	0.47	0.45	0.41	0.47
120hr	0.50	0.46	0.56	0.52	0.54	0.48	0.47	0.75	0.78	0.42	0.45	0.36	0.52

표 E.1.25 RWW3 울산 부이 (22189) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.04	-0.01	-0.04	-0.03	-0.04	0.08	0.12	0.15	-0.04	-0.16	-0.10	-0.07	-0.01
24hr	0.05	0.02	0.02	0.05	-0.02	0.09	0.11	0.13	0.00	-0.13	-0.09	-0.05	0.01
48hr	0.02	-0.02	0.02	0.08	-0.01	0.08	0.11	0.12	-0.02	-0.09	-0.13	-0.07	0.01
72hr	0.03	0.02	0.06	0.03	0.00	0.08	0.11	0.10	0.05	-0.10	-0.14	-0.08	0.01
96hr	-0.07	-0.01	0.12	0.03	0.08	0.15	0.06	0.16	0.12	-0.15	-0.14	-0.12	0.02
120hr	-0.07	-0.02	0.17	-0.04	0.10	0.15	0.25	0.01	0.12	-0.14	-0.10	-0.13	0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.31	0.28	0.30	0.25	0.23	0.24	0.37	0.56	0.33	0.33	0.21	0.31
24hr	0.39	0.30	0.33	0.35	0.27	0.26	0.27	0.34	0.59	0.32	0.33	0.25	0.33
48hr	0.43	0.33	0.32	0.41	0.33	0.23	0.34	0.44	0.66	0.27	0.32	0.22	0.36
72hr	0.40	0.37	0.39	0.39	0.33	0.36	0.40	0.45	0.75	0.29	0.37	0.25	0.40
96hr	0.46	0.37	0.48	0.51	0.57	0.47	0.38	0.59	1.24	0.34	0.40	0.25	0.50
120hr	0.55	0.44	0.66	0.57	0.74	0.57	0.72	0.53	1.23	0.51	0.49	0.36	0.61

표 E.1.26 RWW3 울진 부이 (22190) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.19	-0.28	-0.26	-0.12	-0.06	-0.09	-0.05	0.05	-0.13	-0.19	-0.23	-0.27	-0.15
24hr	-0.18	-0.26	-0.22	-0.07	-0.05	-0.06	-0.03	0.08	-0.12	-0.19	-0.22	-0.27	-0.13
48hr	-0.16	-0.28	-0.22	-0.03	-0.10	-0.05	-0.04	0.06	-0.08	-0.13	-0.24	-0.29	-0.13
72hr	-0.27	-0.29	-0.15	-0.04	-0.07	-0.10	-0.07	0.06	-0.03	-0.15	-0.22	-0.34	-0.14
96hr	-0.28	-0.32	-0.17	0.00	0.10	-0.05	-0.11	0.07	0.09	-0.18	-0.21	-0.36	-0.12
120hr	-0.38	-0.38	-0.14	-0.07	-0.04	-0.08	0.05	-0.07	0.17	-0.17	-0.20	-0.36	-0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.39	0.43	0.35	0.32	0.28	0.18	0.25	0.38	0.45	0.34	0.30	0.36	0.34
24hr	0.45	0.42	0.36	0.33	0.36	0.26	0.24	0.42	0.46	0.34	0.30	0.35	0.36
48hr	0.54	0.49	0.38	0.40	0.39	0.44	0.30	0.47	0.60	0.37	0.33	0.39	0.42
72hr	0.60	0.51	0.43	0.45	0.38	0.30	0.37	0.47	0.72	0.39	0.39	0.45	0.45
96hr	0.66	0.52	0.56	0.57	0.64	0.35	0.59	0.54	1.31	0.40	0.52	0.49	0.59
120hr	0.72	0.74	0.62	0.56	0.53	0.50	0.77	0.51	1.38	0.44	0.54	0.49	0.65

E.1.1.3 국지연안 파랑모델 (CWW3) 부이 검증

표 E.1.27 CWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.14	-0.02	0.05	0.15	0.10	0.12	0.03	0.08	-0.02	-0.11	-0.10	-0.18	0.02
24hr	0.13	0.00	0.10	0.19	0.13	0.13	0.06	0.15	0.01	-0.07	-0.10	-0.15	0.05
48hr	0.15	0.03	0.14	0.28	0.13	0.15	0.05	0.10	0.08	-0.01	-0.11	-0.17	0.07
72hr	0.02	0.03	0.18	0.25	0.12	0.10	0.03	0.13	0.18	-0.04	-0.09	-0.20	0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.37	0.26	0.38	0.23	0.20	0.19	0.26	0.46	0.29	0.28	0.40	0.31
24hr	0.41	0.39	0.32	0.46	0.27	0.28	0.27	0.35	0.53	0.32	0.31	0.36	0.36
48hr	0.52	0.45	0.44	0.64	0.30	0.31	0.36	0.33	0.71	0.32	0.30	0.43	0.43
72hr	0.57	0.48	0.53	0.65	0.31	0.30	0.40	0.38	0.89	0.38	0.37	0.51	0.48

표 E.1.28 CWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.16	0.14	0.20	0.26	0.12	0.13	0.16	0.17	0.15	0.14	0.22	0.03	0.16
24hr	0.19	0.15	0.24	0.28	0.14	0.15	0.18	0.16	0.18	0.18	0.22	0.06	0.18
48hr	0.17	0.16	0.26	0.31	0.16	0.08	0.20	0.16	0.25	0.20	0.20	0.07	0.18
72hr	0.15	0.18	0.23	0.30	0.15	0.03	0.12	0.20	0.23	0.17	0.17	0.08	0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.24	0.33	0.37	0.21	0.22	0.24	0.26	0.27	0.26	0.34	0.21	0.27
24hr	0.28	0.25	0.37	0.40	0.25	0.24	0.28	0.23	0.30	0.30	0.34	0.27	0.29
48hr	0.26	0.27	0.37	0.44	0.25	0.16	0.31	0.27	0.40	0.30	0.30	0.25	0.30
72hr	0.24	0.30	0.37	0.46	0.27	0.22	0.26	0.32	0.47	0.29	0.29	0.23	0.31

표 E.1.29 CWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.05	-0.06	-0.07	-0.01	0.11	0.16	0.11	0.18	-0.03	-0.15	-0.10	-0.15	-0.01
24hr	-0.07	-0.07	-0.05	0.03	0.11	0.19	0.12	0.17	0.01	-0.12	-0.10	-0.15	0.01
48hr	-0.07	-0.06	-0.02	0.07	0.11	0.17	0.12	0.20	0.01	-0.03	-0.12	-0.11	0.02
72hr	-0.13	-0.04	0.00	0.05	0.12	0.13	0.06	0.29	0.04	-0.07	-0.13	-0.14	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.22	0.22	0.23	0.20	0.19	0.24	0.19	0.32	0.30	0.24	0.24	0.27	0.24
24hr	0.22	0.26	0.22	0.23	0.20	0.30	0.21	0.33	0.36	0.25	0.28	0.28	0.26
48hr	0.23	0.30	0.27	0.29	0.26	0.31	0.24	0.50	0.37	0.26	0.31	0.34	0.31
72hr	0.28	0.30	0.35	0.30	0.29	0.32	0.27	0.68	0.44	0.34	0.33	0.39	0.36

표 E.1.30 CWW3 거문도 부이 (22103) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.05	-0.05	-0.07	0.01	0.09	0.07	0.14	0.11	-0.06	-0.15	-0.10	-0.01
24hr	-0.05	-0.05	-0.03	-0.04	0.04	0.07	0.05	0.14	0.17	-0.01	-0.11	-0.07	0.01
48hr	-0.08	-0.07	-0.03	-0.08	0.03	0.08	0.01	0.18	0.10	0.04	-0.16	-0.05	0.00
72hr	-0.04	-0.01	0.06	-0.07	0.03	0.08	-0.03	0.24	0.18	0.02	-0.16	-0.09	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.26	0.23	0.24	0.25	0.22	0.25	0.23	0.39	0.44	0.32	0.26	0.20	0.27
24hr	0.29	0.25	0.28	0.29	0.27	0.21	0.22	0.36	0.91	0.37	0.23	0.20	0.32
48hr	0.29	0.27	0.29	0.31	0.34	0.30	0.29	0.66	0.61	0.44	0.27	0.25	0.36
72hr	0.34	0.37	0.35	0.33	0.32	0.33	0.45	0.87	0.88	0.54	0.30	0.31	0.45

표 E.1.31 CWW3 거제도 부이 (22104) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.14	-0.04	-0.09	0.10	0.17	0.09	0.13	0.00	-0.09	-0.12	-0.14	-0.02
24hr	-0.09	-0.12	-0.02	-0.02	0.12	0.23	0.07	0.08	0.10	-0.05	-0.12	-0.12	0.00
48hr	-0.16	-0.18	-0.03	-0.04	0.10	0.15	0.06	0.08	0.15	0.00	-0.15	-0.12	-0.01
72hr	-0.12	-0.10	0.01	-0.10	0.11	0.01	0.07	0.15	0.27	-0.03	-0.17	-0.15	-0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.41	0.34	0.28	0.33	0.23	0.30	0.29	0.33	0.48	0.27	0.24	0.25	0.31
24hr	0.41	0.32	0.31	0.38	0.24	0.38	0.25	0.35	0.49	0.30	0.26	0.25	0.33
48hr	0.35	0.37	0.33	0.43	0.28	0.32	0.33	0.45	0.79	0.36	0.27	0.25	0.38
72hr	0.36	0.37	0.38	0.43	0.31	0.27	0.37	0.66	1.19	0.35	0.34	0.25	0.44

표 E.1.32 CWW3 동해 부이 (22105) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.13	-0.18	-0.03	-0.07	-0.04	0.02	0.09	-0.02	-0.18	-0.22	-0.24	-0.09
24hr	-0.10	-0.15	-0.16	0.02	-0.07	-0.03	0.03	0.15	0.00	-0.16	-0.21	-0.19	-0.07
48hr	-0.08	-0.14	-0.12	0.10	-0.07	0.03	0.01	0.13	0.03	-0.10	-0.21	-0.21	-0.05
72hr	-0.18	-0.18	-0.08	0.06	-0.05	-0.09	0.02	0.13	0.07	-0.13	-0.23	-0.26	-0.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.27	0.28	0.25	0.27	0.20	0.24	0.29	0.67	0.34	0.32	0.30	0.31
24hr	0.34	0.29	0.29	0.28	0.30	0.24	0.28	0.36	0.72	0.35	0.31	0.28	0.34
48hr	0.47	0.35	0.32	0.43	0.31	0.41	0.32	0.40	0.87	0.37	0.32	0.30	0.40
72hr	0.50	0.44	0.45	0.51	0.32	0.43	0.38	0.41	0.92	0.40	0.39	0.41	0.46

표 E.1.33 CWW3 포항 부이 (22106) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.13	-0.23	-0.22	-0.07	0.02	0.04	0.00	0.08	-0.10	-0.04	-0.15	-0.20	-0.08
24hr	-0.12	-0.20	-0.19	-0.03	0.02	0.05	0.03	0.06	-0.09	-0.02	-0.14	-0.19	-0.07
48hr	-0.11	-0.19	-0.23	0.04	0.01	0.10	0.03	0.03	-0.06	0.02	-0.18	-0.20	-0.06
72hr	-0.18	-0.19	-0.16	0.00	0.03	0.07	-0.03	0.04	-0.04	0.00	-0.17	-0.22	-0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.41	0.41	0.33	0.31	0.31	0.18	0.27	0.34	0.58	0.24	0.32	0.29	0.33
24hr	0.44	0.41	0.37	0.30	0.31	0.19	0.29	0.34	0.59	0.27	0.32	0.27	0.34
48hr	0.40	0.42	0.41	0.35	0.32	0.46	0.40	0.36	0.71	0.29	0.32	0.31	0.40
72hr	0.52	0.44	0.49	0.41	0.35	0.27	0.36	0.42	0.71	0.32	0.34	0.36	0.42

표 E.1.34 CWW3 마라도 부이 (22107) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.22	-0.16	-0.17	-0.12	0.04	0.09	0.04	0.03	0.22	0.05	-0.03	-0.22	-0.04
24hr	-0.21	-0.19	-0.14	-0.09	0.05	0.06	0.05	0.00	0.25	0.07	-0.06	-0.23	-0.04
48hr	-0.27	-0.19	-0.14	-0.09	0.04	0.08	0.03	-0.04	0.25	0.19	-0.10	-0.22	-0.04
72hr	-0.29	-0.11	-0.05	-0.08	0.05	0.11	-0.01	0.02	0.31	0.18	-0.09	-0.24	-0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.33	0.25	0.29	0.24	0.17	0.23	0.18	0.17	0.40	0.26	0.29	0.35	0.26
24hr	0.35	0.31	0.29	0.24	0.16	0.20	0.22	0.19	0.47	0.26	0.31	0.38	0.28
48hr	0.44	0.36	0.34	0.38	0.23	0.28	0.25	0.23	0.60	0.32	0.34	0.44	0.35
72hr	0.54	0.33	0.44	0.39	0.21	0.36	0.37	0.48	0.70	0.36	0.37	0.43	0.41

표 E.1.35 CWW3 외연도 부이 (22108) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.05	0.00	0.09	0.11	0.10	0.05	0.13	-0.03	-0.07	-0.04	0.00	0.02
24hr	-0.03	-0.05	0.02	0.13	0.13	0.10	0.07	0.11	0.00	-0.02	-0.05	0.00	0.03
48hr	-0.05	-0.07	0.02	0.14	0.13	0.03	0.13	0.12	0.05	0.03	-0.08	0.06	0.04
72hr	-0.07	-0.01	0.03	0.13	0.09	-0.05	0.04	0.21	0.08	0.00	-0.04	0.06	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.15	0.24	0.22	0.26	0.24	0.27	0.19	0.31	0.27	0.23	0.25	0.18	0.23
24hr	0.19	0.25	0.25	0.32	0.31	0.31	0.26	0.31	0.27	0.23	0.26	0.21	0.26
48hr	0.23	0.35	0.30	0.32	0.29	0.27	0.36	0.37	0.45	0.25	0.31	0.23	0.31
72hr	0.28	0.32	0.42	0.38	0.40	0.38	0.47	0.43	0.58	0.33	0.33	0.31	0.38

표 E.1.36 CWW3 추자도 부이 (22184) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.12	0.00	-0.03	-0.05	-0.04	0.08	0.05	0.10	0.01	-0.09	-0.15	-0.10	-0.01
24hr	0.13	-0.02	-0.01	-0.02	-0.03	0.08	0.06	0.07	0.08	-0.06	-0.18	-0.09	0.00
48hr	0.11	-0.05	0.00	-0.02	-0.03	0.10	0.07	0.08	0.03	0.05	-0.21	-0.08	0.00
72hr	0.08	0.07	0.09	0.00	-0.04	0.13	0.02	0.17	0.06	0.04	-0.20	-0.10	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.30	0.26	0.25	0.20	0.22	0.22	0.21	0.36	0.35	0.32	0.26	0.25	0.27
24hr	0.29	0.28	0.27	0.23	0.23	0.20	0.26	0.38	0.46	0.38	0.30	0.30	0.30
48hr	0.30	0.32	0.30	0.33	0.31	0.29	0.34	0.59	0.59	0.44	0.33	0.35	0.37
72hr	0.26	0.38	0.40	0.34	0.30	0.35	0.41	0.92	0.70	0.54	0.34	0.35	0.44

표 E.1.37 CWW3 인천 부이 (22185) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.01	0.02	0.11	0.13	0.12	0.12	0.16	-0.03	-0.06	0.01	-0.02	0.04
24hr	-0.04	-0.01	0.04	0.15	0.18	0.13	0.13	0.15	-0.02	-0.02	-0.01	0.01	0.06
48hr	-0.06	-0.02	0.07	0.15	0.17	0.07	0.15	0.13	0.05	0.03	-0.02	0.05	0.06
72hr	-0.08	0.02	0.07	0.16	0.12	0.02	0.04	0.19	0.10	-0.02	-0.04	0.06	0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.18	0.19	0.22	0.25	0.24	0.23	0.22	0.31	0.21	0.19	0.29	0.20	0.23
24hr	0.18	0.20	0.26	0.34	0.33	0.23	0.25	0.29	0.25	0.21	0.27	0.25	0.25
48hr	0.20	0.32	0.29	0.32	0.29	0.17	0.29	0.34	0.35	0.23	0.24	0.23	0.27
72hr	0.22	0.29	0.39	0.38	0.33	0.26	0.36	0.40	0.57	0.29	0.28	0.28	0.34

표 E.1.38 CWW3 부안 부이 (22186) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	-0.05	-0.01	0.07	0.11	0.07	0.04	0.15	-0.04	-0.14	-0.09	-0.12	-0.01
24hr	-0.07	-0.06	0.01	0.10	0.12	0.10	0.06	0.16	0.00	-0.10	-0.11	-0.11	0.01
48hr	-0.08	-0.06	0.02	0.10	0.12	0.04	0.09	0.16	0.06	-0.06	-0.11	-0.04	0.02
72hr	-0.15	0.00	0.04	0.11	0.09	-0.03	0.03	0.24	0.09	-0.08	-0.12	-0.05	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.16	0.22	0.24	0.24	0.23	0.26	0.16	0.33	0.27	0.24	0.26	0.21	0.23
24hr	0.18	0.25	0.25	0.29	0.27	0.32	0.24	0.33	0.29	0.24	0.29	0.23	0.27
48hr	0.20	0.30	0.32	0.32	0.29	0.30	0.31	0.40	0.44	0.26	0.36	0.24	0.31
72hr	0.30	0.34	0.42	0.35	0.35	0.39	0.43	0.45	0.57	0.38	0.35	0.37	0.39

표 E.1.39 CWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.34	-0.31	-0.37	-0.17	-0.04	0.02	-0.02	0.00	-0.06	-0.30	-0.29	-0.25	-0.18
24hr	-0.31	-0.33	-0.44	-0.14	-0.04	-0.01	-0.03	-0.02	-0.06	-0.23	-0.28	-0.27	-0.18
48hr	-0.38	-0.38	-0.51	-0.16	-0.05	0.04	-0.06	-0.01	-0.03	-0.15	-0.31	-0.26	-0.19
72hr	-0.32	-0.25	-0.38	-0.18	-0.04	0.10	-0.08	0.05	0.06	-0.18	-0.29	-0.26	-0.15
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.43	0.39	0.43	0.27	0.17	0.18	0.22	0.33	0.44	0.36	0.34	0.32	0.32
24hr	0.43	0.42	0.50	0.27	0.19	0.19	0.25	0.34	0.53	0.33	0.34	0.33	0.34
48hr	0.53	0.51	0.60	0.31	0.25	0.25	0.34	0.55	0.52	0.36	0.37	0.36	0.41
72hr	0.52	0.46	0.56	0.37	0.29	0.32	0.45	0.81	0.72	0.49	0.39	0.37	0.48

표 E.1.40 CWW3 통영 부이 (22188) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.01	-0.13	-0.02	-0.02	0.13	0.20	0.17	0.17	0.15	-0.04	-0.12	-0.09	0.03
24hr	0.04	-0.12	0.00	0.03	0.17	0.19	0.15	0.14	0.25	0.00	-0.11	-0.05	0.06
48hr	-0.02	-0.11	0.00	0.00	0.14	0.18	0.12	0.15	0.17	0.03	-0.14	-0.06	0.04
72hr	0.01	-0.06	0.07	-0.04	0.18	0.16	0.09	0.24	0.31	0.01	-0.15	-0.08	0.06
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.33	0.29	0.27	0.24	0.28	0.31	0.32	0.32	0.51	0.32	0.25	0.25	0.31
24hr	0.40	0.28	0.28	0.30	0.31	0.30	0.32	0.31	0.89	0.37	0.25	0.25	0.36
48hr	0.31	0.31	0.31	0.29	0.34	0.36	0.33	0.50	0.65	0.47	0.27	0.26	0.37
72hr	0.32	0.40	0.41	0.33	0.37	0.39	0.42	0.87	1.07	0.48	0.34	0.27	0.47

표 E.1.41 CWW3 울산 부이 (22189) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.04	0.01	-0.03	-0.02	0.01	0.14	0.17	0.21	-0.02	-0.16	-0.09	-0.07	0.02
24hr	0.04	0.04	0.03	0.08	0.02	0.14	0.16	0.19	0.02	-0.13	-0.08	-0.05	0.04
48hr	0.02	0.01	0.02	0.11	0.02	0.13	0.16	0.18	0.00	-0.09	-0.12	-0.08	0.03
72hr	0.03	0.04	0.07	0.05	0.03	0.13	0.16	0.18	0.07	-0.11	-0.12	-0.09	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.30	0.28	0.28	0.26	0.25	0.28	0.41	0.58	0.33	0.33	0.21	0.32
24hr	0.38	0.31	0.33	0.34	0.27	0.29	0.29	0.39	0.59	0.32	0.32	0.23	0.34
48hr	0.43	0.32	0.32	0.41	0.32	0.25	0.36	0.48	0.67	0.27	0.32	0.21	0.36
72hr	0.40	0.37	0.39	0.39	0.33	0.38	0.41	0.50	0.76	0.28	0.36	0.24	0.40

표 E.1.42 CWW3 울진 부이 (22190) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.17	-0.25	-0.24	-0.10	-0.04	-0.07	-0.03	0.09	-0.10	-0.17	-0.20	-0.24	-0.13
24hr	-0.17	-0.24	-0.20	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	0.11	-0.10	-0.16	-0.18	-0.24	-0.11
48hr	-0.15	-0.26	-0.20	0.00	-0.07	-0.03	-0.03	0.11	-0.05	-0.12	-0.22	-0.26	-0.11
72hr	-0.26	-0.28	-0.13	-0.01	-0.05	-0.08	-0.06	0.10	-0.01	-0.14	-0.19	-0.30	-0.12
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.39	0.42	0.35	0.31	0.28	0.17	0.25	0.39	0.45	0.33	0.27	0.34	0.33
24hr	0.44	0.41	0.35	0.32	0.35	0.26	0.23	0.43	0.45	0.33	0.26	0.32	0.35
48hr	0.54	0.48	0.38	0.40	0.38	0.44	0.30	0.47	0.61	0.36	0.32	0.37	0.42
72hr	0.59	0.50	0.43	0.45	0.38	0.30	0.37	0.47	0.75	0.38	0.37	0.43	0.45

E.1.1.4 앙상블 지역 파랑모델 (EWW3) 부이 검증

표 E.1.43 EWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.08	-0.05	0.06	0.08	0.06	0.05	0.10	-0.04	-0.04	-0.14	-0.17	-0.28	-0.02
24hr	0.02	-0.07	0.08	0.12	0.08	0.05	0.11	0.03	-0.05	-0.12	-0.18	-0.27	-0.02
48hr	0.00	-0.07	0.13	0.17	0.08	0.06	0.06	0.03	-0.01	-0.07	-0.17	-0.26	0.00
72hr	-0.02	-0.01	0.12	0.17	0.10	0.05	0.06	0.00	0.13	-0.10	-0.19	-0.25	0.01
96hr	-0.06	-0.08	0.14	0.18	0.22	0.10	0.02	0.06	0.22	-0.09	-0.24	-0.32	0.01
120hr	-0.11	-0.11	0.20	0.11	0.20	0.14	0.05	-0.04	0.24	-0.05	-0.24	-0.33	0.00
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.43	0.44	0.37	0.45	0.22	0.20	0.33	0.24	0.42	0.32	0.28	0.49	0.35
24hr	0.49	0.47	0.43	0.48	0.23	0.21	0.38	0.30	0.46	0.33	0.33	0.46	0.38
48hr	0.59	0.53	0.47	0.56	0.33	0.30	0.42	0.32	0.54	0.35	0.36	0.52	0.44
72hr	0.59	0.54	0.48	0.63	0.34	0.28	0.45	0.32	0.77	0.39	0.40	0.57	0.48
96hr	0.66	0.56	0.53	0.71	0.41	0.31	0.50	0.42	0.87	0.39	0.55	0.67	0.55
120hr	0.64	0.66	0.54	0.61	0.41	0.35	0.58	0.43	1.00	0.48	0.59	0.65	0.58

표 E.1.44 EWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.15	0.20	0.26	0.36	0.21	0.16	0.19	0.29	0.17	0.14	0.29	0.12	0.21
24hr	0.19	0.22	0.30	0.40	0.22	0.17	0.20	0.29	0.19	0.18	0.29	0.14	0.23
48hr	0.20	0.24	0.33	0.37	0.23	0.12	0.19	0.27	0.25	0.21	0.28	0.19	0.24
72hr	0.17	0.26	0.32	0.34	0.21	0.06	0.15	0.30	0.23	0.20	0.26	0.18	0.22
96hr	0.12	0.27	0.31	0.31	0.21	0.06	0.15	0.30	0.20	0.18	0.23	0.12	0.20
120hr	0.12	0.26	0.28	0.24	0.15	0.08	0.20	0.27	0.21	0.20	0.26	0.13	0.20
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.26	0.34	0.43	0.45	0.29	0.23	0.25	0.39	0.30	0.29	0.40	0.27	0.32
24hr	0.31	0.37	0.45	0.53	0.31	0.25	0.26	0.37	0.34	0.31	0.41	0.30	0.35
48hr	0.30	0.38	0.47	0.52	0.32	0.22	0.26	0.37	0.44	0.33	0.40	0.33	0.36
72hr	0.26	0.43	0.45	0.51	0.31	0.19	0.22	0.37	0.43	0.33	0.36	0.35	0.35
96hr	0.23	0.39	0.41	0.48	0.36	0.18	0.23	0.38	0.43	0.32	0.33	0.33	0.34
120hr	0.25	0.40	0.39	0.44	0.25	0.22	0.27	0.37	0.49	0.35	0.38	0.39	0.35

표 E.1.45 EWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.10	-0.11	-0.03	0.01	0.00	0.00	-0.08	-0.11	-0.20	-0.14	-0.13	-0.08
24hr	-0.11	-0.10	-0.08	0.03	0.03	0.03	0.00	-0.05	-0.08	-0.17	-0.15	-0.13	-0.06
48hr	-0.11	-0.10	-0.05	0.01	0.02	0.01	-0.03	-0.06	-0.03	-0.11	-0.16	-0.07	-0.06
72hr	-0.15	-0.08	-0.04	-0.02	0.01	-0.03	-0.08	-0.04	-0.04	-0.12	-0.14	-0.08	-0.07
96hr	-0.23	-0.10	-0.02	0.03	0.03	-0.02	-0.07	-0.05	-0.02	-0.14	-0.16	-0.19	-0.08
120hr	-0.24	-0.10	-0.02	-0.02	-0.05	0.00	-0.02	-0.12	0.00	-0.12	-0.15	-0.16	-0.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.42	0.38	0.29	0.19	0.12	0.16	0.24	0.28	0.34	0.26	0.34	0.27
24hr	0.33	0.46	0.40	0.25	0.19	0.16	0.16	0.29	0.29	0.32	0.28	0.36	0.29
48hr	0.36	0.47	0.42	0.30	0.24	0.18	0.20	0.30	0.42	0.31	0.30	0.39	0.32
72hr	0.34	0.49	0.42	0.32	0.26	0.28	0.29	0.40	0.39	0.38	0.31	0.47	0.36
96hr	0.41	0.55	0.39	0.31	0.31	0.26	0.32	0.35	0.49	0.38	0.32	0.54	0.38
120hr	0.48	0.57	0.42	0.32	0.31	0.28	0.28	0.50	0.44	0.42	0.40	0.66	0.42

표 E.1.46 EWW3 거문도 부이 (22103) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.12	-0.11	-0.08	-0.12	-0.04	0.03	0.03	-0.05	0.07	-0.09	-0.20	-0.16	-0.07
24hr	-0.09	-0.11	-0.04	-0.09	-0.02	0.02	0.01	-0.04	0.09	-0.07	-0.19	-0.14	-0.06
48hr	-0.10	-0.13	-0.03	-0.12	-0.01	0.03	-0.05	-0.03	0.08	-0.03	-0.22	-0.10	-0.06
72hr	-0.05	-0.07	0.03	-0.15	0.00	0.05	-0.08	-0.03	0.10	-0.02	-0.22	-0.09	-0.05
96hr	-0.13	-0.08	0.09	-0.13	0.01	0.10	-0.05	-0.12	0.12	-0.01	-0.24	-0.16	-0.05
120hr	-0.13	-0.11	0.10	-0.17	0.02	0.14	0.03	-0.20	0.16	0.00	-0.19	-0.11	-0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.38	0.28	0.30	0.33	0.22	0.17	0.20	0.27	0.41	0.35	0.28	0.27	0.29
24hr	0.46	0.30	0.31	0.36	0.28	0.18	0.20	0.27	0.42	0.40	0.29	0.30	0.32
48hr	0.45	0.34	0.31	0.38	0.32	0.24	0.27	0.38	0.59	0.49	0.33	0.32	0.37
72hr	0.47	0.37	0.36	0.40	0.31	0.32	0.36	0.51	0.62	0.54	0.35	0.35	0.41
96hr	0.49	0.36	0.43	0.44	0.34	0.40	0.37	0.53	0.70	0.57	0.39	0.37	0.45
120hr	0.52	0.33	0.46	0.43	0.37	0.41	0.42	0.70	0.82	0.49	0.37	0.37	0.47

표 E.1.47 EWW3 거제도 부이 (22104) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.18	-0.21	-0.08	-0.16	0.00	0.05	0.03	-0.01	-0.07	-0.14	-0.19	-0.19	-0.09
24hr	-0.14	-0.20	-0.07	-0.14	0.04	0.06	0.02	-0.02	0.00	-0.13	-0.20	-0.19	-0.08
48hr	-0.22	-0.23	-0.08	-0.17	0.03	-0.03	-0.03	-0.06	-0.01	-0.09	-0.24	-0.19	-0.11
72hr	-0.22	-0.19	-0.03	-0.23	0.03	-0.07	-0.02	-0.07	0.02	-0.11	-0.25	-0.19	-0.11
96hr	-0.28	-0.17	0.01	-0.21	0.07	0.14	-0.02	-0.08	0.08	-0.12	-0.27	-0.23	-0.09
120hr	-0.22	-0.18	0.06	-0.20	0.08	0.26	0.05	-0.17	0.06	-0.14	-0.24	-0.19	-0.07
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.35	0.25	0.35	0.20	0.25	0.19	0.38	0.61	0.27	0.27	0.26	0.31
24hr	0.41	0.35	0.28	0.37	0.24	0.33	0.19	0.41	0.54	0.31	0.28	0.26	0.33
48hr	0.36	0.38	0.29	0.43	0.28	0.40	0.25	0.47	0.64	0.36	0.33	0.25	0.37
72hr	0.38	0.38	0.31	0.46	0.29	0.47	0.30	0.48	0.68	0.37	0.37	0.27	0.39
96hr	0.41	0.38	0.34	0.44	0.28	0.59	0.31	0.48	0.91	0.39	0.40	0.29	0.44
120hr	0.40	0.37	0.41	0.49	0.37	0.63	0.35	0.56	0.69	0.47	0.42	0.31	0.46

표 E.1.48 EWW3 동해 부이 (22105) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.15	-0.16	-0.05	-0.12	-0.13	0.10	0.01	-0.07	-0.18	-0.28	-0.30	-0.12
24hr	-0.15	-0.19	-0.16	-0.01	-0.12	-0.15	0.11	0.07	-0.06	-0.17	-0.30	-0.29	-0.12
48hr	-0.16	-0.22	-0.11	0.03	-0.12	-0.13	0.07	0.05	-0.02	-0.12	-0.29	-0.28	-0.11
72hr	-0.19	-0.19	-0.11	0.04	-0.09	-0.16	0.08	0.01	0.07	-0.14	-0.29	-0.28	-0.11
96hr	-0.20	-0.26	-0.09	0.06	0.03	-0.11	0.03	0.06	0.16	-0.16	-0.33	-0.36	-0.10
120hr	-0.24	-0.30	-0.05	0.04	-0.04	-0.10	0.07	-0.04	0.19	-0.13	-0.33	-0.37	-0.11
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.42	0.47	0.36	0.36	0.33	0.25	0.35	0.36	0.54	0.35	0.51	0.41	0.39
24hr	0.48	0.51	0.40	0.37	0.37	0.26	0.38	0.42	0.54	0.36	0.51	0.40	0.42
48hr	0.61	0.55	0.39	0.45	0.43	0.31	0.42	0.40	0.72	0.38	0.54	0.40	0.47
72hr	0.60	0.54	0.41	0.52	0.41	0.45	0.46	0.38	0.83	0.41	0.57	0.46	0.50
96hr	0.59	0.59	0.42	0.56	0.35	0.43	0.50	0.47	0.84	0.44	0.63	0.55	0.53
120hr	0.64	0.64	0.43	0.52	0.49	0.47	0.56	0.47	0.85	0.45	0.66	0.54	0.56

표 E.1.49 EWW3 포항 부이 (22106) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.24	-0.28	-0.22	-0.15	-0.06	-0.04	0.04	-0.05	-0.19	-0.10	-0.25	-0.41	-0.16
24hr	-0.25	-0.28	-0.19	-0.12	-0.06	-0.05	0.05	-0.03	-0.16	-0.10	-0.26	-0.43	-0.16
48hr	-0.28	-0.32	-0.19	-0.09	-0.06	-0.03	0.01	-0.06	-0.14	-0.07	-0.31	-0.42	-0.16
72hr	-0.30	-0.30	-0.14	-0.10	-0.05	0.00	0.02	-0.10	-0.07	-0.08	-0.29	-0.43	-0.15
96hr	-0.31	-0.33	-0.07	-0.09	0.05	0.03	-0.02	-0.06	0.01	-0.10	-0.33	-0.47	-0.14
120hr	-0.31	-0.35	0.10	-0.10	0.06	0.07	0.03	-0.15	-0.03	-0.10	-0.31	-0.48	-0.13
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.47	0.54	0.46	0.38	0.26	0.18	0.31	0.40	0.53	0.26	0.41	0.49	0.39
24hr	0.54	0.56	0.48	0.39	0.28	0.21	0.31	0.42	0.62	0.29	0.41	0.51	0.42
48hr	0.62	0.61	0.42	0.40	0.32	0.25	0.33	0.43	0.78	0.32	0.43	0.51	0.45
72hr	0.61	0.62	0.42	0.43	0.32	0.22	0.37	0.44	0.91	0.36	0.43	0.53	0.47
96hr	0.62	0.68	0.48	0.53	0.29	0.27	0.40	0.49	0.89	0.38	0.48	0.59	0.51
120hr	0.64	0.70	0.50	0.50	0.28	0.32	0.45	0.55	0.65	0.40	0.46	0.62	0.51

표 E.1.50 EWW3 마라도 부이 (22107) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.30	-0.17	-0.17	-0.16	0.05	0.14	0.16	0.72	0.26	0.00	-0.12	-0.27	0.01
24hr	-0.29	-0.20	-0.13	-0.15	0.05	0.11	0.12	0.74	0.27	0.03	-0.14	-0.29	0.01
48hr	-0.31	-0.21	-0.10	-0.15	0.04	0.12	0.05	0.76	0.25	0.10	-0.17	-0.25	0.01
72hr	-0.28	-0.15	-0.06	-0.16	0.06	0.13	-0.01	0.80	0.25	0.13	-0.16	-0.26	0.03
96hr	-0.33	-0.20	0.04	-0.11	0.09	0.20	0.03	0.69	0.28	0.17	-0.15	-0.34	0.03
120hr	-0.34	-0.18	0.06	-0.09	0.11	0.22	0.10	0.62	0.34	0.13	-0.11	-0.27	0.05
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.49	0.43	0.44	0.42	0.26	0.27	0.26	1.73	0.44	0.26	0.37	0.47	0.49
24hr	0.53	0.46	0.45	0.40	0.26	0.26	0.24	1.74	0.49	0.28	0.39	0.51	0.50
48hr	0.57	0.49	0.48	0.49	0.28	0.29	0.25	1.83	0.59	0.33	0.43	0.51	0.54
72hr	0.59	0.50	0.51	0.50	0.30	0.34	0.39	1.98	0.63	0.42	0.45	0.50	0.59
96hr	0.64	0.57	0.52	0.44	0.35	0.42	0.38	1.56	0.67	0.51	0.43	0.59	0.59
120hr	0.68	0.60	0.56	0.39	0.45	0.43	0.41	1.21	0.79	0.45	0.43	0.65	0.59

표 E.1.51 EWW3 외연도 부이 (22108) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.05	-0.01	0.09	0.09	0.06	0.09	0.15	-0.04	-0.10	-0.02	0.03	0.02
24hr	-0.06	-0.05	0.01	0.15	0.12	0.08	0.08	0.19	-0.02	-0.07	-0.03	0.04	0.04
48hr	-0.06	-0.04	0.05	0.10	0.10	0.02	0.10	0.17	0.04	-0.03	-0.04	0.11	0.04
72hr	-0.10	-0.02	0.04	0.08	0.07	-0.05	0.04	0.23	0.01	-0.06	-0.03	0.09	0.03
96hr	-0.17	-0.04	0.06	0.09	0.08	-0.03	0.06	0.20	0.01	-0.07	-0.06	0.00	0.01
120hr	-0.18	-0.03	0.03	0.03	-0.01	0.01	0.17	0.13	0.02	-0.03	-0.04	0.01	0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.27	0.38	0.41	0.31	0.29	0.25	0.25	0.43	0.32	0.32	0.27	0.20	0.31
24hr	0.36	0.40	0.44	0.32	0.30	0.27	0.23	0.46	0.32	0.32	0.26	0.23	0.33
48hr	0.38	0.46	0.47	0.36	0.33	0.31	0.27	0.46	0.52	0.33	0.30	0.28	0.37
72hr	0.36	0.45	0.46	0.39	0.35	0.36	0.34	0.49	0.50	0.39	0.31	0.38	0.40
96hr	0.42	0.49	0.41	0.39	0.43	0.36	0.31	0.44	0.57	0.32	0.31	0.39	0.40
120hr	0.47	0.56	0.43	0.42	0.34	0.38	0.34	0.37	0.50	0.35	0.35	0.50	0.42

표 E.1.52 EWW3 추자도 부이 (22184) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.03	-0.14	-0.21	-0.17	-0.16	-0.04	-0.01	-0.13	-0.10	-0.23	-0.32	-0.22	-0.14
24hr	0.00	-0.13	-0.16	-0.12	-0.13	-0.04	-0.03	-0.12	-0.07	-0.20	-0.32	-0.22	-0.13
48hr	-0.02	-0.13	-0.14	-0.13	-0.14	-0.02	-0.06	-0.09	-0.08	-0.15	-0.33	-0.17	-0.12
72hr	-0.04	-0.09	-0.08	-0.14	-0.13	0.02	-0.11	-0.05	-0.12	-0.15	-0.33	-0.17	-0.11
96hr	-0.13	-0.14	-0.01	-0.10	-0.10	0.08	-0.08	-0.11	-0.11	-0.14	-0.33	-0.25	-0.12
120hr	-0.14	-0.15	-0.01	-0.13	-0.13	0.12	0.01	-0.22	-0.07	-0.15	-0.33	-0.21	-0.12
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.44	0.40	0.39	0.34	0.26	0.32	0.32	0.44	0.37	0.41	0.42	0.37
24hr	0.40	0.47	0.40	0.37	0.35	0.28	0.34	0.35	0.41	0.37	0.41	0.45	0.38
48hr	0.40	0.47	0.42	0.42	0.38	0.32	0.39	0.39	0.59	0.39	0.45	0.47	0.42
72hr	0.38	0.46	0.39	0.45	0.35	0.35	0.46	0.51	0.52	0.48	0.46	0.46	0.44
96hr	0.41	0.52	0.45	0.45	0.37	0.40	0.45	0.34	0.54	0.50	0.46	0.53	0.45
120hr	0.50	0.59	0.45	0.41	0.41	0.45	0.47	0.55	0.55	0.42	0.48	0.59	0.49

표 E.1.53 EWW3 인천 부이 (22185) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	0.02	0.03	0.12	0.14	0.12	0.15	0.22	-0.03	-0.06	0.04	0.03	0.06
24hr	-0.06	0.01	0.06	0.17	0.16	0.14	0.16	0.21	-0.02	-0.04	0.03	0.05	0.07
48hr	-0.06	0.02	0.09	0.12	0.17	0.07	0.15	0.18	0.04	0.02	0.02	0.11	0.08
72hr	-0.10	0.04	0.09	0.12	0.14	0.01	0.07	0.21	0.04	-0.01	0.01	0.10	0.06
96hr	-0.16	0.04	0.10	0.09	0.14	0.03	0.09	0.18	0.02	-0.02	-0.01	0.03	0.04
120hr	-0.16	0.05	0.07	0.03	0.04	0.07	0.19	0.13	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.29	0.35	0.39	0.31	0.28	0.23	0.27	0.44	0.21	0.23	0.26	0.23	0.29
24hr	0.31	0.38	0.42	0.35	0.29	0.25	0.29	0.43	0.26	0.25	0.26	0.27	0.31
48hr	0.33	0.45	0.44	0.38	0.32	0.26	0.34	0.46	0.36	0.25	0.26	0.30	0.35
72hr	0.30	0.44	0.42	0.40	0.34	0.28	0.37	0.45	0.40	0.30	0.27	0.37	0.36
96hr	0.40	0.44	0.37	0.42	0.40	0.31	0.33	0.42	0.47	0.34	0.26	0.38	0.38
120hr	0.45	0.52	0.38	0.45	0.29	0.33	0.37	0.40	0.49	0.38	0.32	0.48	0.40

표 E.1.54 EWW3 부안 부이 (22186) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	-0.05	-0.02	0.06	0.06	-0.03	0.02	0.09	-0.08	-0.19	-0.08	-0.03	-0.03
24hr	-0.11	-0.05	0.00	0.13	0.09	0.00	0.01	0.13	-0.04	-0.15	-0.09	-0.02	-0.01
48hr	-0.10	-0.04	0.04	0.09	0.07	-0.04	0.01	0.12	0.02	-0.11	-0.10	0.05	0.00
72hr	-0.15	-0.02	0.04	0.07	0.04	-0.10	-0.03	0.16	-0.01	-0.14	-0.09	0.03	-0.02
96hr	-0.19	-0.04	0.07	0.10	0.04	-0.10	-0.01	0.14	0.00	-0.15	-0.12	-0.09	-0.03
120hr	-0.15	-0.04	0.04	0.03	-0.05	-0.07	0.08	0.08	0.01	-0.12	-0.09	-0.06	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.41	0.39	0.33	0.27	0.21	0.20	0.35	0.32	0.34	0.29	0.28	0.30
24hr	0.26	0.44	0.41	0.30	0.29	0.23	0.20	0.37	0.33	0.34	0.29	0.32	0.32
48hr	0.28	0.48	0.46	0.33	0.33	0.28	0.24	0.36	0.54	0.34	0.33	0.35	0.36
72hr	0.26	0.49	0.45	0.36	0.33	0.39	0.30	0.39	0.50	0.42	0.34	0.48	0.39
96hr	0.33	0.52	0.41	0.38	0.42	0.35	0.29	0.34	0.58	0.39	0.36	0.49	0.41
120hr	0.32	0.58	0.44	0.40	0.34	0.39	0.27	0.28	0.52	0.43	0.42	0.60	0.41

표 E.1.55 EWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.34	-0.26	0.62	-0.09	0.01	0.09	0.11	0.08	0.01	-0.26	-0.27	-0.20	-0.04
24hr	-0.30	-0.27	0.66	-0.12	0.01	0.09	0.07	0.07	0.03	-0.22	-0.28	-0.24	-0.04
48hr	-0.31	-0.30	0.69	-0.17	0.00	0.11	-0.01	0.06	-0.01	-0.16	-0.31	-0.20	-0.05
72hr	-0.25	-0.21	0.78	-0.20	0.03	0.16	-0.03	0.08	0.02	-0.15	-0.30	-0.19	-0.02
96hr	-0.30	-0.20	0.91	-0.16	0.06	0.26	0.02	-0.03	0.01	-0.13	-0.30	-0.24	-0.01
120hr	-0.30	-0.23	0.97	-0.13	0.10	0.29	0.12	-0.09	0.06	-0.18	-0.24	-0.16	0.02
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.52	0.45	0.99	0.46	0.28	0.24	0.30	0.44	0.45	0.37	0.36	0.34	0.43
24hr	0.58	0.46	1.06	0.41	0.29	0.25	0.30	0.44	0.52	0.38	0.36	0.38	0.45
48hr	0.58	0.49	1.11	0.43	0.32	0.29	0.35	0.56	0.59	0.47	0.40	0.38	0.50
72hr	0.57	0.50	1.17	0.47	0.40	0.35	0.46	0.79	0.71	0.54	0.42	0.40	0.56
96hr	0.57	0.54	1.25	0.39	0.43	0.50	0.45	0.71	0.78	0.58	0.42	0.42	0.59
120hr	0.62	0.49	1.29	0.41	0.56	0.50	0.50	0.77	0.99	0.62	0.38	0.44	0.63

표 E.1.56 EWW3 통영 부이 (22188) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.21	-0.29	-0.17	-0.22	0.04	0.13	0.16	0.07	-0.02	-0.24	-0.27	-0.23	-0.10
24hr	-0.19	-0.26	-0.14	-0.19	0.07	0.13	0.13	0.07	0.05	-0.23	-0.26	-0.20	-0.09
48hr	-0.23	-0.25	-0.13	-0.22	0.06	0.10	0.05	0.04	0.00	-0.19	-0.29	-0.18	-0.10
72hr	-0.20	-0.20	-0.06	-0.25	0.07	0.12	0.03	0.04	0.01	-0.21	-0.29	-0.17	-0.09
96hr	-0.26	-0.18	0.00	-0.25	0.08	0.18	0.04	-0.01	0.03	-0.20	-0.32	-0.22	-0.09
120hr	-0.24	-0.19	0.02	-0.29	0.06	0.22	0.12	-0.10	0.07	-0.21	-0.28	-0.19	-0.08
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.37	0.42	0.34	0.40	0.23	0.25	0.27	0.35	0.45	0.34	0.36	0.33	0.34
24hr	0.45	0.41	0.34	0.39	0.28	0.26	0.24	0.38	0.54	0.37	0.36	0.33	0.36
48hr	0.40	0.41	0.35	0.43	0.32	0.28	0.24	0.45	0.63	0.40	0.39	0.31	0.38
72hr	0.42	0.44	0.39	0.46	0.31	0.36	0.29	0.51	0.56	0.43	0.41	0.33	0.41
96hr	0.43	0.43	0.41	0.46	0.34	0.41	0.31	0.52	0.71	0.42	0.42	0.38	0.44
120hr	0.45	0.40	0.43	0.51	0.38	0.46	0.36	0.61	0.67	0.43	0.40	0.37	0.46

표 E.1.57 EWW3 울산 부이 (22189) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.02	-0.03	-0.01	-0.05	-0.07	0.04	0.18	0.10	-0.09	-0.17	-0.17	-0.17	-0.04
24hr	0.05	-0.02	0.01	-0.01	-0.05	0.07	0.18	0.14	-0.06	-0.16	-0.18	-0.17	-0.02
48hr	-0.02	-0.05	0.03	-0.01	-0.06	0.06	0.13	0.08	-0.09	-0.13	-0.22	-0.17	-0.04
72hr	-0.03	-0.02	0.06	-0.05	-0.05	0.09	0.15	0.04	0.00	-0.16	-0.21	-0.17	-0.03
96hr	-0.08	-0.03	0.09	-0.04	0.03	0.15	0.13	0.09	0.09	-0.17	-0.26	-0.23	-0.02
120hr	-0.04	-0.06	0.17	-0.05	0.05	0.18	0.20	-0.01	0.06	-0.19	-0.23	-0.23	-0.01
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.51	0.34	0.31	0.34	0.29	0.26	0.30	0.37	0.60	0.34	0.40	0.28	0.36
24hr	0.58	0.35	0.33	0.34	0.28	0.28	0.33	0.40	0.66	0.33	0.40	0.30	0.38
48hr	0.59	0.39	0.31	0.39	0.32	0.33	0.35	0.39	0.76	0.30	0.43	0.30	0.40
72hr	0.58	0.40	0.31	0.44	0.35	0.36	0.38	0.39	0.98	0.34	0.43	0.34	0.44
96hr	0.57	0.41	0.34	0.51	0.35	0.41	0.39	0.47	1.08	0.40	0.47	0.38	0.48
120hr	0.62	0.41	0.49	0.56	0.44	0.45	0.46	0.46	0.78	0.50	0.46	0.43	0.51

표 E.1.58 EWW3 올진 부이 (22190) 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.24	-0.32	-0.25	-0.16	-0.13	-0.16	-0.01	-0.05	-0.18	-0.20	-0.25	-0.37	-0.19
24hr	-0.26	-0.34	-0.24	-0.13	-0.11	-0.17	0.01	-0.02	-0.17	-0.21	-0.27	-0.39	-0.19
48hr	-0.28	-0.39	-0.22	-0.09	-0.13	-0.15	-0.02	-0.03	-0.14	-0.18	-0.31	-0.39	-0.19
72hr	-0.31	-0.36	-0.21	-0.08	-0.11	-0.16	-0.01	-0.08	-0.04	-0.18	-0.30	-0.40	-0.19
96hr	-0.32	-0.40	-0.19	-0.05	0.00	-0.12	-0.06	-0.03	0.05	-0.20	-0.33	-0.46	-0.18
120hr	-0.35	-0.42	-0.11	-0.05	-0.04	-0.08	-0.01	-0.12	0.05	-0.19	-0.32	-0.46	-0.18
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.49	0.54	0.45	0.40	0.35	0.29	0.32	0.40	0.47	0.34	0.35	0.47	0.41
24hr	0.57	0.59	0.48	0.40	0.38	0.31	0.31	0.45	0.43	0.36	0.36	0.49	0.43
48hr	0.69	0.65	0.45	0.43	0.42	0.35	0.37	0.42	0.65	0.39	0.40	0.50	0.48
72hr	0.68	0.65	0.45	0.47	0.39	0.39	0.44	0.41	0.82	0.40	0.42	0.53	0.50
96hr	0.65	0.69	0.46	0.50	0.33	0.39	0.51	0.48	0.80	0.41	0.49	0.59	0.53
120hr	0.69	0.71	0.48	0.48	0.41	0.43	0.57	0.53	0.64	0.45	0.52	0.59	0.54

E.1.2 위성 검증

E.1.2.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증

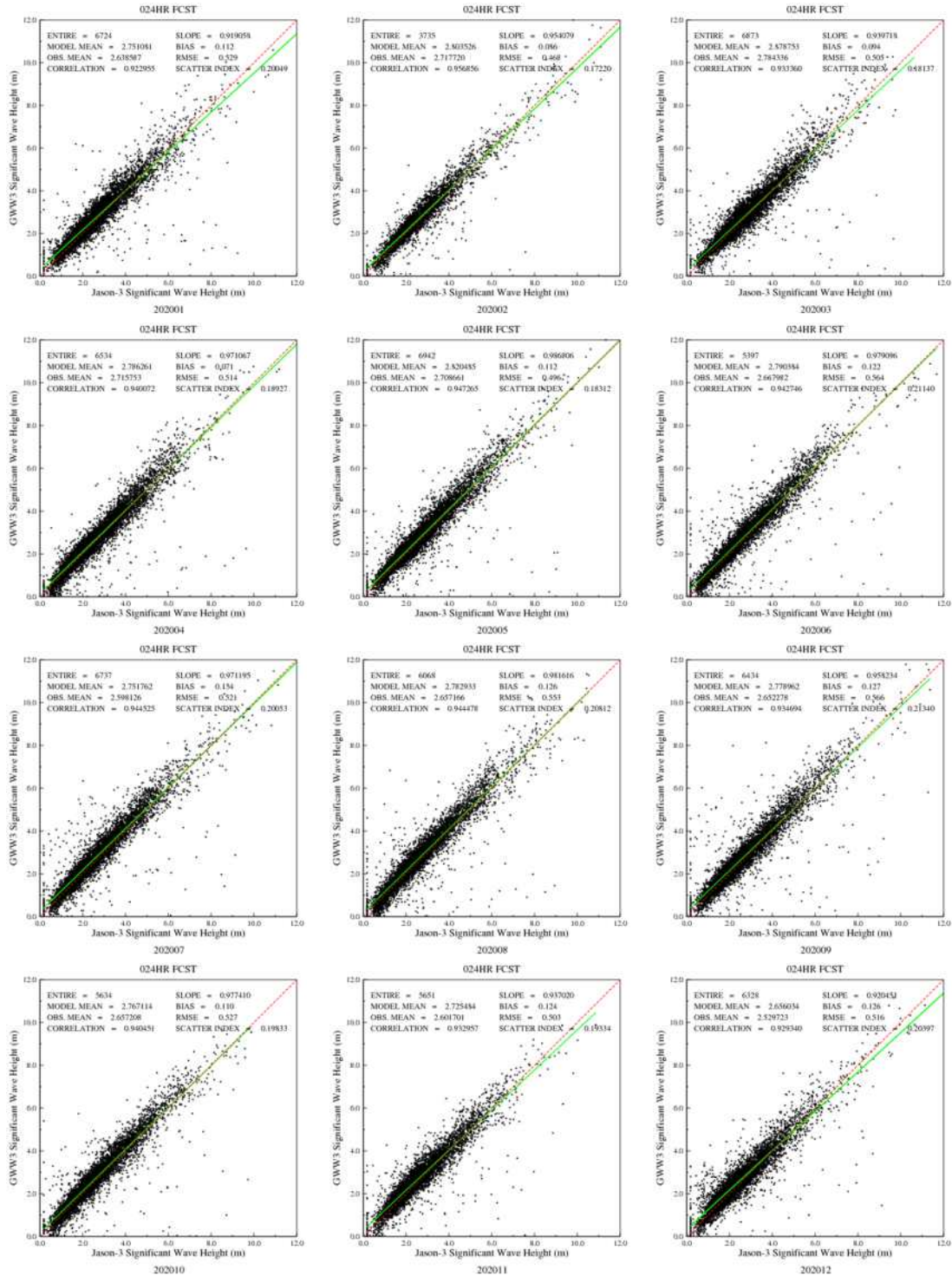


그림 E.1.1 Jason-3 위성에 대한 GWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도

E.2 폭풍해일모델

E.2.1 지역/국지연안 폭풍해일모델(RTSM/CTSM) 검조소 지점별 조위 검증

표 E.2.1 RTSM 전체 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.082	-0.053	-0.001	0.007	-0.017	-0.080	-0.081	-0.103	-0.172	-0.209	-0.097	-0.088	-0.081
24hr	-0.081	-0.043	0.007	0.016	-0.016	-0.079	-0.079	-0.103	-0.174	-0.206	-0.084	-0.088	-0.077
48hr	-0.082	-0.040	0.007	0.016	-0.023	-0.080	-0.082	-0.105	-0.175	-0.206	-0.078	-0.094	-0.078
72hr	-0.080	-0.034	0.011	0.018	-0.028	-0.078	-0.081	-0.113	-0.170	-0.204	-0.074	-0.097	-0.078
96hr	-0.087	-0.027	0.013	0.018	-0.034	-0.075	-0.077	-0.119	-0.169	-0.203	-0.073	-0.096	-0.077
120hr	-0.075	-0.031	0.018	0.014	-0.034	-0.070	-0.075	-0.127	-0.167	-0.196	-0.068	-0.088	-0.075
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.156	0.124	0.112	0.090	0.092	0.114	0.107	0.147	0.219	0.224	0.142	0.122	0.137
24hr	0.119	0.096	0.080	0.062	0.072	0.099	0.099	0.135	0.199	0.218	0.116	0.111	0.117
48hr	0.120	0.092	0.078	0.061	0.073	0.100	0.102	0.144	0.198	0.217	0.111	0.113	0.117
72hr	0.126	0.089	0.078	0.066	0.076	0.099	0.104	0.166	0.195	0.218	0.111	0.114	0.120
96hr	0.131	0.084	0.081	0.069	0.078	0.100	0.110	0.176	0.194	0.216	0.113	0.114	0.122
120hr	0.132	0.090	0.084	0.074	0.088	0.100	0.108	0.175	0.196	0.211	0.111	0.111	0.123

표 E.2.2 RTSM 여수 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.030	-0.011	0.029	0.034	-0.001	-0.084	-0.081	-0.138	-0.193	-0.256	-0.106	-0.067	-0.075
24hr	-0.032	-0.007	0.033	0.035	-0.003	-0.086	-0.079	-0.136	-0.191	-0.259	-0.105	-0.072	-0.075
48hr	-0.028	-0.005	0.038	0.039	-0.006	-0.089	-0.078	-0.139	-0.192	-0.253	-0.095	-0.068	-0.073
72hr	-0.024	-0.003	0.043	0.041	-0.012	-0.089	-0.078	-0.145	-0.187	-0.254	-0.090	-0.070	-0.072
96hr	-0.031	-0.001	0.047	0.039	-0.018	-0.083	-0.077	-0.150	-0.199	-0.254	-0.087	-0.067	-0.073
120hr	-0.016	-0.003	0.049	0.040	-0.020	-0.078	-0.076	-0.160	-0.199	-0.249	-0.081	-0.058	-0.071
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.149	0.110	0.119	0.096	0.085	0.100	0.099	0.107	0.226	0.204	0.125	0.109	0.127
24hr	0.113	0.097	0.084	0.064	0.077	0.085	0.085	0.093	0.171	0.201	0.100	0.103	0.106
48hr	0.113	0.093	0.074	0.064	0.057	0.085	0.081	0.083	0.208	0.206	0.102	0.101	0.106
72hr	0.106	0.090	0.076	0.068	0.059	0.091	0.088	0.123	0.201	0.205	0.102	0.101	0.109
96hr	0.101	0.083	0.083	0.066	0.059	0.087	0.098	0.227	0.193	0.204	0.105	0.095	0.117
120hr	0.095	0.082	0.078	0.071	0.069	0.090	0.093	0.173	0.180	0.196	0.104	0.094	0.110

표 E.2.3 RTSM 마산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.080	-0.058	0.009	0.008	0.005	-0.058	-0.089	-0.077	-0.158	-0.179	-0.063	-0.065	-0.067
24hr	-0.091	-0.054	0.011	0.007	0.009	-0.057	-0.083	-0.081	-0.168	-0.184	-0.062	-0.086	-0.070
48hr	-0.099	-0.056	0.005	0.005	-0.003	-0.072	-0.090	-0.083	-0.182	-0.187	-0.069	-0.080	-0.076
72hr	-0.091	-0.052	0.014	0.008	-0.008	-0.076	-0.095	-0.079	-0.147	-0.188	-0.057	-0.085	-0.071
96hr	-0.095	-0.051	0.018	0.012	-0.019	-0.067	-0.102	-0.083	-0.181	-0.188	-0.054	-0.082	-0.074
120hr	-0.081	-0.047	0.018	0.009	-0.020	-0.068	-0.096	-0.117	-0.195	-0.179	-0.056	-0.070	-0.075
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.133	0.104	0.097	0.078	0.078	0.085	0.105	0.090	0.238	0.191	0.115	0.091	0.117
24hr	0.127	0.094	0.077	0.058	0.070	0.081	0.097	0.096	0.220	0.194	0.107	0.098	0.110
48hr	0.125	0.090	0.054	0.057	0.063	0.085	0.101	0.095	0.224	0.194	0.099	0.091	0.107
72hr	0.122	0.086	0.059	0.063	0.057	0.090	0.108	0.108	0.188	0.194	0.091	0.095	0.105
96hr	0.123	0.082	0.059	0.069	0.056	0.083	0.117	0.121	0.209	0.194	0.090	0.093	0.108
120hr	0.104	0.083	0.056	0.067	0.066	0.084	0.109	0.200	0.286	0.186	0.092	0.087	0.118

표 E.2.4 RTSM 부산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.086	-0.071	0.003	0.001	-0.004	-0.058	-0.048	-0.038	-0.124	-0.155	-0.076	-0.101	-0.063
24hr	-0.090	-0.066	0.006	0.002	-0.005	-0.060	-0.046	-0.036	-0.124	-0.159	-0.073	-0.116	-0.064
48hr	-0.099	-0.067	0.002	0.002	-0.011	-0.062	-0.049	-0.040	-0.127	-0.162	-0.072	-0.116	-0.067
72hr	-0.093	-0.061	0.009	0.005	-0.018	-0.065	-0.055	-0.033	-0.121	-0.162	-0.067	-0.120	-0.065
96hr	-0.092	-0.060	0.012	0.008	-0.022	-0.061	-0.057	-0.042	-0.145	-0.166	-0.067	-0.118	-0.068
120hr	-0.089	-0.056	0.010	0.001	-0.024	-0.059	-0.051	-0.063	-0.144	-0.160	-0.067	-0.111	-0.068
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.112	0.101	0.060	0.051	0.056	0.068	0.063	0.059	0.166	0.162	0.100	0.111	0.092
24hr	0.107	0.090	0.043	0.034	0.045	0.066	0.058	0.059	0.146	0.163	0.093	0.122	0.086
48hr	0.114	0.089	0.037	0.035	0.042	0.070	0.062	0.063	0.145	0.167	0.088	0.123	0.086
72hr	0.110	0.085	0.038	0.043	0.044	0.070	0.068	0.094	0.162	0.166	0.085	0.125	0.091
96hr	0.109	0.083	0.040	0.048	0.046	0.068	0.072	0.067	0.163	0.170	0.084	0.123	0.089
120hr	0.106	0.082	0.043	0.047	0.057	0.069	0.064	0.120	0.160	0.163	0.086	0.118	0.093

표 E.2.5 RTSM 울산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.092	-0.075	0.001	0.006	-0.002	-0.054	-0.062	-0.036	-0.151	-0.187	-0.069	-0.068	-0.066
24hr	-0.092	-0.071	0.003	0.006	-0.005	-0.056	-0.063	-0.037	-0.164	-0.185	-0.063	-0.078	-0.067
48hr	-0.100	-0.070	0.001	0.007	-0.011	-0.059	-0.066	-0.039	-0.168	-0.189	-0.065	-0.079	-0.070
72hr	-0.096	-0.066	0.007	0.012	-0.015	-0.062	-0.069	-0.042	-0.170	-0.186	-0.060	-0.083	-0.069
96hr	-0.095	-0.065	0.010	0.011	-0.020	-0.063	-0.070	-0.041	-0.168	-0.186	-0.057	-0.081	-0.069
120hr	-0.093	-0.061	0.009	0.001	-0.024	-0.061	-0.065	-0.048	-0.170	-0.180	-0.057	-0.077	-0.069
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.111	0.097	0.053	0.040	0.053	0.066	0.070	0.056	0.160	0.192	0.094	0.077	0.089
24hr	0.104	0.087	0.035	0.025	0.041	0.064	0.070	0.054	0.168	0.188	0.085	0.084	0.084
48hr	0.112	0.086	0.034	0.028	0.039	0.068	0.073	0.057	0.172	0.192	0.086	0.086	0.086
72hr	0.110	0.081	0.034	0.036	0.041	0.069	0.078	0.065	0.174	0.190	0.081	0.089	0.087
96hr	0.111	0.082	0.035	0.041	0.042	0.071	0.083	0.059	0.173	0.190	0.079	0.087	0.088
120hr	0.111	0.080	0.040	0.044	0.055	0.069	0.072	0.065	0.174	0.183	0.081	0.084	0.088

표 E.2.6 RTSM 포항 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.005	0.021	0.079	0.089	0.087	0.043	-0.003	0.018	-0.089	-0.118	0.004	0.019	0.013
24hr	0.001	0.025	0.076	0.089	0.081	0.038	-0.005	0.016	-0.094	-0.115	0.010	0.013	0.011
48hr	-0.003	0.027	0.078	0.093	0.075	0.035	-0.005	0.017	-0.099	-0.118	0.009	0.013	0.010
72hr	-0.004	0.031	0.082	0.096	0.074	0.030	-0.008	0.015	-0.101	-0.116	0.014	0.011	0.010
96hr	-0.001	0.029	0.084	0.093	0.068	0.025	-0.012	0.011	-0.101	-0.113	0.017	0.011	0.009
120hr	0.002	0.034	0.084	0.085	0.061	0.027	-0.004	0.010	-0.098	-0.108	0.019	0.016	0.011
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.054	0.061	0.095	0.100	0.106	0.055	0.044	0.046	0.113	0.124	0.061	0.040	0.075
24hr	0.045	0.047	0.085	0.093	0.093	0.047	0.040	0.043	0.102	0.119	0.056	0.034	0.067
48hr	0.049	0.046	0.085	0.098	0.086	0.048	0.039	0.042	0.109	0.122	0.055	0.035	0.068
72hr	0.050	0.050	0.089	0.102	0.085	0.046	0.036	0.050	0.110	0.122	0.053	0.033	0.069
96hr	0.055	0.050	0.092	0.101	0.082	0.055	0.048	0.048	0.124	0.120	0.057	0.033	0.072
120hr	0.061	0.054	0.093	0.097	0.080	0.055	0.047	0.068	0.120	0.115	0.057	0.035	0.074

표 E.2.7 RTSM 인천 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.097	-0.045	0.010	0.019	-0.029	-0.098	-0.091	-0.127	-0.237	-0.200	-0.096	-0.093	-0.090
24hr	-0.078	-0.008	0.038	0.048	-0.026	-0.085	-0.090	-0.133	-0.241	-0.191	-0.054	-0.092	-0.076
48hr	-0.096	-0.012	0.022	0.037	-0.037	-0.086	-0.103	-0.140	-0.237	-0.196	-0.055	-0.122	-0.085
72hr	-0.103	-0.008	0.024	0.039	-0.046	-0.075	-0.083	-0.181	-0.218	-0.190	-0.048	-0.130	-0.085
96hr	-0.114	0.016	0.024	0.037	-0.052	-0.073	-0.064	-0.184	-0.215	-0.185	-0.052	-0.128	-0.083
120hr	-0.097	-0.003	0.040	0.027	-0.062	-0.056	-0.063	-0.209	-0.208	-0.172	-0.036	-0.115	-0.080
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.209	0.166	0.210	0.161	0.134	0.180	0.147	0.266	0.294	0.234	0.171	0.202	0.198
24hr	0.163	0.120	0.131	0.106	0.104	0.166	0.140	0.208	0.303	0.219	0.129	0.159	0.162
48hr	0.173	0.115	0.135	0.097	0.113	0.143	0.154	0.225	0.287	0.224	0.129	0.168	0.164
72hr	0.192	0.113	0.129	0.105	0.118	0.137	0.148	0.268	0.263	0.225	0.139	0.169	0.167
96hr	0.198	0.100	0.121	0.105	0.121	0.139	0.157	0.278	0.281	0.222	0.144	0.170	0.170
120hr	0.187	0.126	0.136	0.114	0.130	0.137	0.154	0.318	0.279	0.217	0.138	0.165	0.175

표 E.2.8 RTSM 평택 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.093	-0.046	0.022	0.030	-0.023	-0.093	-0.089	-0.112	-0.254	-0.209	-0.104	-0.084	-0.088
24hr	-0.071	-0.001	0.051	0.067	-0.017	-0.077	-0.086	-0.118	-0.269	-0.197	-0.058	-0.085	-0.072
48hr	-0.088	0.003	0.037	0.061	-0.031	-0.076	-0.093	-0.120	-0.253	-0.203	-0.064	-0.116	-0.079
72hr	-0.103	-0.008	0.024	0.039	-0.046	-0.075	-0.083	-0.181	-0.218	-0.190	-0.048	-0.130	-0.085
96hr	-0.115	0.022	0.037	0.058	-0.041	-0.064	-0.063	-0.162	-0.214	-0.190	-0.061	-0.143	-0.078
120hr	-0.092	0.010	0.058	0.042	-0.051	-0.045	-0.069	-0.176	-0.199	-0.176	-0.048	-0.128	-0.073
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.198	0.176	0.192	0.166	0.130	0.155	0.144	0.215	0.308	0.240	0.180	0.196	0.192
24hr	0.177	0.126	0.139	0.119	0.101	0.151	0.142	0.200	0.325	0.228	0.141	0.181	0.169
48hr	0.183	0.116	0.143	0.112	0.110	0.137	0.144	0.218	0.293	0.233	0.144	0.185	0.168
72hr	0.192	0.113	0.129	0.105	0.118	0.137	0.148	0.268	0.263	0.225	0.139	0.169	0.167
96hr	0.204	0.098	0.132	0.115	0.118	0.137	0.150	0.268	0.257	0.231	0.153	0.191	0.171
120hr	0.189	0.126	0.138	0.121	0.122	0.130	0.149	0.290	0.251	0.224	0.144	0.182	0.172

표 E.2.9 RTSM 대산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.126	-0.075	-0.015	-0.006	-0.047	-0.110	-0.092	-0.122	-0.186	-0.223	-0.128	-0.121	-0.104
24hr	-0.112	-0.049	0.009	0.020	-0.042	-0.101	-0.091	-0.129	-0.178	-0.209	-0.096	-0.113	-0.091
48hr	-0.124	-0.050	-0.005	0.010	-0.052	-0.099	-0.097	-0.133	-0.175	-0.214	-0.097	-0.141	-0.098
72hr	-0.126	-0.041	-0.003	0.012	-0.059	-0.090	-0.082	-0.149	-0.178	-0.205	-0.091	-0.152	-0.097
96hr	-0.137	-0.021	0.000	0.012	-0.067	-0.087	-0.066	-0.145	-0.166	-0.204	-0.092	-0.147	-0.093
120hr	-0.123	-0.036	0.013	0.003	-0.067	-0.073	-0.062	-0.156	-0.162	-0.194	-0.078	-0.137	-0.089
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.231	0.169	0.177	0.129	0.115	0.163	0.129	0.200	0.220	0.243	0.181	0.190	0.179
24hr	0.161	0.119	0.112	0.075	0.085	0.137	0.120	0.166	0.209	0.226	0.133	0.154	0.141
48hr	0.176	0.111	0.110	0.067	0.091	0.132	0.128	0.184	0.196	0.229	0.134	0.168	0.144
72hr	0.193	0.103	0.103	0.072	0.102	0.126	0.126	0.188	0.201	0.227	0.140	0.175	0.146
96hr	0.199	0.088	0.098	0.076	0.108	0.127	0.132	0.193	0.195	0.223	0.146	0.173	0.147
120hr	0.196	0.117	0.108	0.087	0.115	0.122	0.131	0.197	0.190	0.220	0.142	0.171	0.150

표 E.2.10 RTSM 속초 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.096	-0.080	-0.010	-0.006	-0.017	-0.086	-0.117	-0.134	-0.200	-0.210	-0.124	-0.099	-0.098
24hr	-0.098	-0.075	-0.008	-0.005	-0.020	-0.091	-0.116	-0.134	-0.205	-0.206	-0.116	-0.106	-0.098
48hr	-0.101	-0.072	-0.006	-0.005	-0.025	-0.097	-0.120	-0.135	-0.202	-0.211	-0.116	-0.106	-0.100
72hr	-0.100	-0.069	-0.003	-0.001	-0.027	-0.103	-0.124	-0.152	-0.204	-0.211	-0.113	-0.107	-0.101
96hr	-0.102	-0.069	-0.001	-0.003	-0.036	-0.104	-0.125	-0.158	-0.200	-0.210	-0.113	-0.107	-0.102
120hr	-0.104	-0.064	-0.005	-0.011	-0.044	-0.102	-0.124	-0.160	-0.196	-0.202	-0.111	-0.104	-0.102
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.116	0.099	0.055	0.049	0.071	0.094	0.127	0.142	0.230	0.220	0.139	0.111	0.121
24hr	0.112	0.088	0.045	0.030	0.055	0.096	0.120	0.139	0.212	0.212	0.127	0.114	0.113
48hr	0.115	0.084	0.040	0.032	0.054	0.103	0.123	0.140	0.212	0.216	0.128	0.114	0.113
72hr	0.116	0.080	0.038	0.032	0.055	0.114	0.129	0.172	0.212	0.216	0.123	0.115	0.117
96hr	0.124	0.084	0.040	0.038	0.061	0.119	0.134	0.182	0.206	0.216	0.126	0.113	0.120
120hr	0.131	0.079	0.050	0.046	0.080	0.117	0.138	0.171	0.204	0.208	0.123	0.110	0.121

표 E.2.11 RTSM 울릉도 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.213	-0.152	-0.110	-0.070	-0.040	-0.056	0.013	0.014	-0.076	-0.222	-0.173	-0.153	-0.103
24hr	-0.215	-0.148	-0.111	-0.069	-0.041	-0.061	0.016	0.012	-0.082	-0.224	-0.168	-0.161	-0.104
48hr	-0.214	-0.144	-0.110	-0.068	-0.043	-0.063	0.013	0.013	-0.085	-0.232	-0.165	-0.161	-0.105
72hr	-0.212	-0.139	-0.109	-0.064	-0.042	-0.067	0.009	0.008	-0.091	-0.237	-0.161	-0.165	-0.106
96hr	-0.212	-0.140	-0.107	-0.066	-0.044	-0.067	0.007	0.009	-0.094	-0.238	-0.160	-0.166	-0.107
120hr	-0.210	-0.135	-0.110	-0.076	-0.049	-0.063	0.010	0.013	-0.098	-0.234	-0.158	-0.161	-0.106
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.224	0.165	0.121	0.086	0.062	0.071	0.047	0.046	0.120	0.230	0.188	0.156	0.126
24hr	0.222	0.156	0.116	0.075	0.049	0.068	0.034	0.039	0.110	0.229	0.182	0.164	0.120
48hr	0.222	0.152	0.115	0.075	0.051	0.071	0.033	0.037	0.115	0.237	0.180	0.163	0.121
72hr	0.220	0.147	0.114	0.075	0.049	0.081	0.040	0.048	0.122	0.242	0.175	0.167	0.123
96hr	0.222	0.149	0.113	0.076	0.051	0.084	0.050	0.051	0.125	0.242	0.176	0.167	0.126
120hr	0.225	0.145	0.118	0.086	0.072	0.081	0.053	0.047	0.126	0.238	0.174	0.163	0.127

표 E.2.12 RTSM 군산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.146	-0.068	-0.041	-0.050	-0.082	-0.136	-0.140	-0.210	-0.237	-0.252	-0.129	-0.097	-0.132
24hr	-0.145	-0.061	-0.032	-0.034	-0.074	-0.135	-0.136	-0.211	-0.226	-0.241	-0.117	-0.093	-0.125
48hr	-0.141	-0.058	-0.036	-0.034	-0.085	-0.130	-0.144	-0.226	-0.235	-0.237	-0.110	-0.112	-0.129
72hr	-0.136	-0.046	-0.037	-0.033	-0.088	-0.119	-0.138	-0.220	-0.236	-0.226	-0.103	-0.115	-0.125
96hr	-0.149	-0.033	-0.034	-0.030	-0.102	-0.116	-0.131	-0.244	-0.218	-0.220	-0.101	-0.111	-0.124
120hr	-0.134	-0.044	-0.024	-0.035	-0.077	-0.109	-0.127	-0.241	-0.209	-0.214	-0.095	-0.105	-0.118
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.234	0.164	0.155	0.117	0.142	0.160	0.161	0.252	0.257	0.266	0.180	0.146	0.186
24hr	0.173	0.121	0.107	0.065	0.102	0.146	0.150	0.238	0.247	0.256	0.139	0.124	0.156
48hr	0.173	0.120	0.097	0.068	0.110	0.143	0.164	0.261	0.250	0.253	0.134	0.138	0.159
72hr	0.189	0.105	0.099	0.071	0.125	0.136	0.158	0.259	0.251	0.244	0.135	0.137	0.159
96hr	0.201	0.098	0.093	0.077	0.135	0.133	0.156	0.300	0.248	0.240	0.142	0.138	0.163
120hr	0.201	0.116	0.103	0.082	0.135	0.128	0.152	0.273	0.236	0.238	0.143	0.140	0.162

표 E.2.13 RTSM 목포 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.100	-0.084	-0.049	-0.036	-0.064	-0.121	-0.142	-0.188	-0.199	-0.242	-0.121	-0.073	-0.118
24hr	-0.100	-0.079	-0.033	-0.018	-0.053	-0.113	-0.143	-0.189	-0.196	-0.228	-0.113	-0.064	-0.111
48hr	-0.094	-0.068	-0.030	-0.016	-0.053	-0.113	-0.143	-0.194	-0.207	-0.226	-0.098	-0.068	-0.109
72hr	-0.093	-0.056	-0.031	-0.011	-0.057	-0.110	-0.147	-0.191	-0.209	-0.226	-0.096	-0.075	-0.109
96hr	-0.101	-0.046	-0.025	-0.009	-0.070	-0.106	-0.137	-0.194	-0.198	-0.233	-0.090	-0.071	-0.107
120hr	-0.080	-0.056	-0.018	-0.005	-0.061	-0.102	-0.124	-0.202	-0.200	-0.224	-0.079	-0.075	-0.102
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.214	0.167	0.159	0.123	0.156	0.170	0.174	0.258	0.253	0.270	0.170	0.137	0.188
24hr	0.132	0.130	0.104	0.094	0.124	0.139	0.163	0.252	0.244	0.256	0.149	0.113	0.158
48hr	0.128	0.121	0.100	0.091	0.124	0.143	0.167	0.276	0.242	0.254	0.136	0.107	0.157
72hr	0.139	0.113	0.106	0.098	0.119	0.138	0.176	0.288	0.245	0.254	0.140	0.113	0.161
96hr	0.146	0.107	0.115	0.099	0.119	0.140	0.174	0.275	0.239	0.259	0.137	0.117	0.161
120hr	0.150	0.119	0.108	0.099	0.128	0.147	0.161	0.267	0.244	0.255	0.131	0.128	0.161

표 E.2.14 RTSM 진도 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.056	-0.039	0.011	0.017	-0.017	-0.085	-0.079	-0.065	-0.125	-0.197	-0.072	-0.071	-0.065
24hr	-0.060	-0.034	0.017	0.023	-0.016	-0.082	-0.075	-0.056	-0.124	-0.199	-0.074	-0.072	-0.063
48hr	-0.049	-0.026	0.029	0.029	-0.018	-0.083	-0.072	-0.052	-0.123	-0.192	-0.058	-0.066	-0.057
72hr	-0.043	-0.019	0.033	0.029	-0.022	-0.080	-0.072	-0.051	-0.124	-0.191	-0.056	-0.068	-0.055
96hr	-0.050	-0.011	0.032	0.031	-0.029	-0.073	-0.063	-0.062	-0.128	-0.188	-0.050	-0.063	-0.055
120hr	-0.035	-0.021	0.044	0.034	-0.026	-0.072	-0.062	-0.069	-0.132	-0.183	-0.043	-0.054	-0.052
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.157	0.118	0.097	0.071	0.084	0.134	0.096	0.103	0.177	0.209	0.128	0.093	0.122
24hr	0.094	0.076	0.061	0.052	0.064	0.090	0.086	0.087	0.148	0.207	0.108	0.083	0.096
48hr	0.089	0.077	0.069	0.053	0.062	0.096	0.082	0.097	0.146	0.201	0.092	0.078	0.095
72hr	0.090	0.079	0.070	0.054	0.065	0.092	0.087	0.095	0.149	0.202	0.092	0.080	0.096
96hr	0.095	0.072	0.082	0.059	0.060	0.093	0.085	0.107	0.145	0.198	0.094	0.080	0.098
120hr	0.102	0.072	0.077	0.066	0.077	0.100	0.082	0.115	0.158	0.193	0.091	0.078	0.101

표 E.2.15 RTSM 제주 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.025	-0.007	0.033	0.033	-0.001	-0.080	-0.070	-0.129	-0.179	-0.238	-0.093	-0.079	-0.070
24hr	-0.028	-0.002	0.038	0.035	-0.002	-0.081	-0.069	-0.127	-0.181	-0.242	-0.091	-0.083	-0.069
48hr	-0.021	0.003	0.046	0.041	-0.004	-0.082	-0.069	-0.125	-0.181	-0.235	-0.079	-0.079	-0.065
72hr	-0.018	0.006	0.049	0.041	-0.010	-0.081	-0.070	-0.130	-0.176	-0.236	-0.076	-0.081	-0.065
96hr	-0.025	0.011	0.051	0.041	-0.017	-0.072	-0.068	-0.138	-0.185	-0.235	-0.072	-0.077	-0.066
120hr	-0.010	0.008	0.054	0.044	-0.019	-0.068	-0.067	-0.147	-0.183	-0.232	-0.066	-0.067	-0.063
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.114	0.095	0.083	0.067	0.072	0.107	0.087	0.149	0.224	0.248	0.136	0.092	0.123
24hr	0.069	0.061	0.063	0.049	0.056	0.087	0.080	0.142	0.197	0.248	0.121	0.091	0.105
48hr	0.067	0.060	0.067	0.051	0.055	0.090	0.077	0.153	0.199	0.241	0.110	0.088	0.105
72hr	0.068	0.066	0.068	0.053	0.057	0.088	0.080	0.160	0.205	0.241	0.108	0.090	0.107
96hr	0.075	0.059	0.076	0.055	0.057	0.084	0.081	0.164	0.196	0.240	0.106	0.088	0.107
120hr	0.081	0.058	0.075	0.058	0.063	0.084	0.079	0.166	0.203	0.239	0.100	0.080	0.107

표 E.2.16 RTSM 서귀포 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.009	0.016	0.060	0.071	0.039	-0.040	-0.035	-0.088	-0.153	-0.204	-0.064	-0.094	-0.042
24hr	-0.011	0.021	0.062	0.070	0.037	-0.041	-0.034	-0.089	-0.156	-0.209	-0.063	-0.022	-0.036
48hr	-0.005	0.027	0.067	0.075	0.034	-0.042	-0.034	-0.089	-0.149	-0.202	-0.056	-0.024	-0.033
72hr	-0.004	0.031	0.070	0.076	0.027	-0.041	-0.032	-0.094	-0.144	-0.203	-0.055	-0.012	-0.032
96hr	-0.012	0.033	0.073	0.076	0.021	-0.036	-0.028	-0.112	-0.150	-0.204	-0.050	-0.019	-0.034
120hr	0.000	0.031	0.074	0.078	0.020	-0.032	-0.028	-0.111	-0.153	-0.198	-0.045	-0.013	-0.031
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.099	0.093	0.091	0.090	0.075	0.069	0.058	0.123	0.194	0.216	0.104	0.094	0.109
24hr	0.054	0.069	0.080	0.079	0.063	0.048	0.050	0.115	0.165	0.217	0.093	0.036	0.089
48hr	0.055	0.069	0.081	0.083	0.059	0.051	0.048	0.128	0.160	0.210	0.087	0.038	0.089
72hr	0.057	0.076	0.085	0.084	0.056	0.051	0.047	0.135	0.162	0.211	0.085	0.025	0.090
96hr	0.062	0.071	0.092	0.086	0.052	0.052	0.054	0.151	0.162	0.211	0.084	0.027	0.092
120hr	0.068	0.068	0.091	0.087	0.058	0.056	0.052	0.141	0.172	0.207	0.082	0.031	0.093

표 E.2.17 CTSM 전체 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.061	-0.021	0.016	0.019	-0.022	-0.086	-0.093	-0.114	-0.186	-0.206	-0.080	-0.062	-0.075
24hr	-0.075	-0.029	0.016	0.021	-0.015	-0.079	-0.082	-0.105	-0.183	-0.207	-0.076	-0.074	-0.074
48hr	-0.072	-0.025	0.017	0.020	-0.018	-0.080	-0.084	-0.113	-0.184	-0.205	-0.070	-0.075	-0.074
72hr	-0.070	-0.020	0.022	0.023	-0.023	-0.084	-0.086	-0.117	-0.183	-0.201	-0.064	-0.081	-0.074
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.158	0.138	0.126	0.118	0.104	0.119	0.124	0.156	0.232	0.231	0.150	0.126	0.148
24hr	0.123	0.101	0.096	0.084	0.080	0.099	0.107	0.139	0.210	0.222	0.118	0.110	0.124
48hr	0.117	0.092	0.090	0.084	0.076	0.100	0.107	0.151	0.206	0.220	0.110	0.107	0.121
72hr	0.120	0.088	0.086	0.083	0.076	0.105	0.110	0.158	0.202	0.219	0.107	0.110	0.122

표 E.2.18 CTSM 여수 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.025	0.013	0.075	0.086	0.020	-0.049	-0.097	-0.049	-0.169	-0.209	-0.035	-0.019	-0.038
24hr	-0.035	0.013	0.075	0.075	0.020	-0.048	-0.080	-0.047	-0.174	-0.190	-0.033	-0.021	-0.037
48hr	-0.027	0.026	0.078	0.084	0.012	-0.062	-0.081	-0.053	-0.165	-0.195	-0.029	-0.012	-0.035
72hr	-0.030	0.015	0.082	0.077	0.008	-0.073	-0.079	-0.056	-0.165	-0.182	-0.031	-0.022	-0.038
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.108	0.108	0.130	0.136	0.093	0.077	0.120	0.102	0.221	0.274	0.109	0.079	0.130
24hr	0.086	0.083	0.112	0.120	0.080	0.074	0.104	0.097	0.216	0.213	0.088	0.059	0.111
48hr	0.078	0.087	0.109	0.123	0.075	0.087	0.103	0.105	0.197	0.221	0.088	0.055	0.111
72hr	0.078	0.079	0.108	0.119	0.072	0.096	0.103	0.132	0.199	0.238	0.091	0.055	0.114

표 E.2.19 CTSM 마산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.083	-0.048	0.030	0.034	-0.001	-0.079	-0.130	-0.085	-0.186	-0.181	-0.047	-0.027	-0.067
24hr	-0.088	-0.032	0.036	0.034	-0.001	-0.072	-0.116	-0.075	-0.192	-0.188	-0.044	-0.025	-0.064
48hr	-0.078	-0.020	0.038	0.043	-0.006	-0.085	-0.114	-0.084	-0.189	-0.199	-0.038	-0.024	-0.063
72hr	-0.082	-0.026	0.043	0.040	-0.007	-0.097	-0.114	-0.091	-0.174	-0.177	-0.039	-0.041	-0.064
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.130	0.103	0.102	0.092	0.080	0.100	0.145	0.107	0.211	0.196	0.111	0.067	0.120
24hr	0.128	0.085	0.093	0.092	0.068	0.095	0.133	0.098	0.228	0.225	0.105	0.060	0.118
48hr	0.111	0.072	0.083	0.088	0.069	0.102	0.128	0.113	0.202	0.222	0.085	0.051	0.111
72hr	0.108	0.076	0.081	0.090	0.065	0.115	0.128	0.143	0.186	0.211	0.086	0.060	0.112

표 E.2.20 CTSM 부산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.112	-0.075	0.010	0.026	0.020	-0.035	-0.044	-0.032	-0.149	-0.197	-0.094	-0.094	-0.065
24hr	-0.087	-0.049	0.030	0.037	-0.004	-0.073	-0.073	-0.037	-0.152	-0.165	-0.057	-0.078	-0.059
48hr	-0.078	-0.032	0.031	0.036	-0.006	-0.067	-0.068	-0.043	-0.148	-0.171	-0.046	-0.067	-0.055
72hr	-0.078	-0.027	0.035	0.035	-0.011	-0.077	-0.067	-0.043	-0.147	-0.168	-0.046	-0.072	-0.056
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.174	0.140	0.108	0.099	0.086	0.102	0.094	0.101	0.176	0.241	0.186	0.159	0.139
24hr	0.111	0.093	0.087	0.086	0.069	0.094	0.099	0.083	0.191	0.178	0.084	0.096	0.106
48hr	0.106	0.076	0.072	0.080	0.058	0.084	0.088	0.101	0.171	0.183	0.072	0.085	0.098
72hr	0.104	0.069	0.067	0.086	0.053	0.090	0.085	0.109	0.168	0.177	0.072	0.084	0.097

표 E.2.21 CTSM 울산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.077	-0.049	0.030	0.029	0.006	-0.046	-0.071	-0.023	-0.175	-0.184	-0.072	-0.043	-0.056
24hr	-0.079	-0.044	0.025	0.036	0.005	-0.054	-0.073	-0.032	-0.188	-0.182	-0.036	-0.037	-0.055
48hr	-0.088	-0.045	0.023	0.032	-0.010	-0.067	-0.083	-0.039	-0.186	-0.186	-0.041	-0.044	-0.061
72hr	-0.083	-0.037	0.027	0.034	-0.006	-0.072	-0.075	-0.035	-0.183	-0.183	-0.036	-0.043	-0.058
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.112	0.097	0.085	0.085	0.080	0.080	0.089	0.071	0.189	0.197	0.116	0.095	0.108
24hr	0.102	0.071	0.059	0.068	0.056	0.075	0.085	0.072	0.195	0.193	0.071	0.066	0.093
48hr	0.106	0.071	0.052	0.061	0.050	0.079	0.093	0.075	0.192	0.191	0.068	0.056	0.091
72hr	0.104	0.063	0.054	0.066	0.045	0.085	0.088	0.082	0.189	0.191	0.066	0.055	0.091

표 E.2.22 CTSM 포항 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.048	0.091	0.122	0.115	0.072	0.019	-0.052	-0.011	-0.115	-0.090	0.034	0.045	0.023
24hr	0.062	0.087	0.103	0.108	0.085	0.026	-0.028	0.002	-0.101	-0.071	0.077	0.118	0.039
48hr	0.035	0.070	0.105	0.117	0.078	0.026	-0.028	-0.001	-0.102	-0.075	0.063	0.087	0.031
72hr	0.027	0.070	0.107	0.119	0.074	0.012	-0.031	-0.015	-0.106	-0.075	0.065	0.072	0.027
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.107	0.136	0.147	0.139	0.124	0.063	0.092	0.060	0.153	0.169	0.109	0.117	0.118
24hr	0.105	0.113	0.120	0.123	0.105	0.052	0.063	0.049	0.141	0.104	0.108	0.135	0.102
48hr	0.077	0.090	0.118	0.130	0.093	0.053	0.059	0.048	0.125	0.092	0.083	0.097	0.089
72hr	0.069	0.085	0.117	0.129	0.090	0.051	0.059	0.071	0.137	0.095	0.084	0.081	0.089

표 E.2.23 CTSM 인천 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.112	-0.071	-0.039	-0.048	-0.075	-0.105	-0.099	-0.195	-0.235	-0.239	-0.141	-0.137	-0.125
24hr	-0.091	-0.039	-0.001	-0.012	-0.065	-0.105	-0.114	-0.217	-0.248	-0.220	-0.091	-0.113	-0.110
48hr	-0.101	-0.043	-0.008	-0.023	-0.061	-0.094	-0.105	-0.233	-0.243	-0.218	-0.086	-0.132	-0.112
72hr	-0.101	-0.025	-0.014	-0.020	-0.071	-0.101	-0.105	-0.235	-0.235	-0.201	-0.072	-0.142	-0.110
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.224	0.166	0.176	0.176	0.146	0.167	0.157	0.240	0.281	0.269	0.186	0.208	0.200
24hr	0.161	0.119	0.122	0.082	0.115	0.150	0.153	0.251	0.292	0.246	0.144	0.165	0.167
48hr	0.172	0.109	0.124	0.088	0.119	0.143	0.154	0.291	0.284	0.246	0.143	0.168	0.170
72hr	0.183	0.097	0.108	0.091	0.125	0.145	0.146	0.294	0.271	0.238	0.136	0.179	0.168

표 E.2.24 CTSM 평택 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.118	-0.085	-0.043	-0.047	-0.068	-0.097	-0.094	-0.171	-0.243	-0.266	-0.157	-0.141	-0.128
24hr	-0.110	-0.052	-0.008	-0.012	-0.065	-0.101	-0.111	-0.191	-0.272	-0.242	-0.119	-0.136	-0.118
48hr	-0.118	-0.055	-0.015	-0.020	-0.056	-0.091	-0.101	-0.212	-0.267	-0.236	-0.109	-0.159	-0.120
72hr	-0.101	-0.025	-0.014	-0.020	-0.071	-0.101	-0.105	-0.235	-0.235	-0.201	-0.072	-0.142	-0.110
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.236	0.187	0.191	0.190	0.136	0.165	0.158	0.227	0.292	0.291	0.205	0.224	0.209
24hr	0.175	0.127	0.125	0.089	0.114	0.148	0.156	0.231	0.317	0.264	0.164	0.195	0.175
48hr	0.184	0.117	0.123	0.095	0.113	0.141	0.148	0.289	0.304	0.260	0.161	0.201	0.178
72hr	0.183	0.097	0.108	0.091	0.125	0.145	0.146	0.294	0.271	0.238	0.136	0.179	0.168

표 E.2.25 CTSM 대산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.126	-0.087	-0.043	-0.050	-0.075	-0.110	-0.093	-0.160	-0.185	-0.241	-0.140	-0.139	-0.121
24hr	-0.118	-0.068	-0.017	-0.025	-0.064	-0.111	-0.100	-0.169	-0.176	-0.229	-0.118	-0.136	-0.111
48hr	-0.125	-0.069	-0.021	-0.034	-0.060	-0.100	-0.092	-0.173	-0.181	-0.223	-0.111	-0.152	-0.112
72hr	-0.120	-0.052	-0.024	-0.030	-0.069	-0.105	-0.090	-0.174	-0.186	-0.211	-0.102	-0.160	-0.110
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.234	0.173	0.162	0.142	0.128	0.153	0.131	0.201	0.214	0.260	0.185	0.193	0.181
24hr	0.164	0.123	0.111	0.070	0.095	0.136	0.127	0.203	0.200	0.244	0.147	0.166	0.149
48hr	0.174	0.115	0.112	0.078	0.095	0.129	0.128	0.222	0.204	0.240	0.146	0.174	0.151
72hr	0.186	0.100	0.097	0.077	0.104	0.131	0.127	0.216	0.208	0.233	0.141	0.181	0.150

표 E.2.26 CTSM 속초 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.075	-0.061	0.011	0.010	-0.010	-0.070	-0.103	-0.134	-0.205	-0.204	-0.120	-0.091	-0.088
24hr	-0.083	-0.047	0.018	0.032	-0.010	-0.078	-0.096	-0.121	-0.199	-0.195	-0.100	-0.081	-0.080
48hr	-0.079	-0.042	0.022	0.018	-0.020	-0.090	-0.114	-0.139	-0.222	-0.200	-0.105	-0.090	-0.088
72hr	-0.088	-0.050	0.023	0.019	-0.023	-0.098	-0.121	-0.151	-0.216	-0.207	-0.107	-0.106	-0.094
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.135	0.112	0.092	0.086	0.084	0.099	0.129	0.152	0.247	0.224	0.159	0.151	0.139
24hr	0.108	0.076	0.074	0.072	0.061	0.089	0.107	0.126	0.210	0.204	0.118	0.094	0.112
48hr	0.102	0.067	0.062	0.064	0.056	0.098	0.123	0.144	0.233	0.208	0.119	0.100	0.115
72hr	0.109	0.073	0.057	0.065	0.061	0.108	0.128	0.161	0.225	0.215	0.120	0.114	0.120

표 E.2.27 CTSM 울릉도 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.206	-0.125	-0.079	-0.044	-0.031	-0.051	0.019	0.021	-0.063	-0.216	-0.170	-0.148	-0.091
24hr	-0.208	-0.118	-0.078	-0.038	-0.026	-0.048	0.028	0.024	-0.069	-0.218	-0.162	-0.147	-0.088
48hr	-0.204	-0.114	-0.078	-0.039	-0.027	-0.055	0.023	0.017	-0.085	-0.224	-0.158	-0.149	-0.091
72hr	-0.207	-0.116	-0.075	-0.031	-0.025	-0.057	0.017	0.014	-0.089	-0.232	-0.157	-0.164	-0.094
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.217	0.141	0.098	0.073	0.054	0.064	0.047	0.049	0.127	0.226	0.186	0.152	0.120
24hr	0.218	0.126	0.091	0.059	0.037	0.056	0.041	0.045	0.106	0.224	0.177	0.149	0.111
48hr	0.215	0.122	0.091	0.062	0.038	0.064	0.038	0.038	0.111	0.229	0.174	0.151	0.111
72hr	0.218	0.124	0.086	0.061	0.037	0.071	0.036	0.040	0.115	0.238	0.172	0.166	0.114

표 E.2.28 CTSM 군산 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.031	0.067	-0.003	-0.009	-0.117	-0.198	-0.192	-0.258	-0.278	-0.207	-0.005	-0.008	-0.103
24hr	-0.147	-0.071	-0.049	-0.064	-0.075	-0.137	-0.145	-0.205	-0.243	-0.251	-0.121	-0.116	-0.135
48hr	-0.123	-0.053	-0.045	-0.060	-0.074	-0.124	-0.133	-0.203	-0.245	-0.233	-0.097	-0.103	-0.124
72hr	-0.119	-0.043	-0.035	-0.058	-0.080	-0.130	-0.139	-0.211	-0.244	-0.221	-0.093	-0.114	-0.124
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.264	0.228	0.171	0.149	0.186	0.233	0.220	0.291	0.314	0.249	0.174	0.097	0.215
24hr	0.174	0.121	0.103	0.097	0.111	0.151	0.157	0.230	0.262	0.265	0.144	0.140	0.163
48hr	0.154	0.106	0.091	0.094	0.104	0.140	0.151	0.236	0.262	0.251	0.126	0.132	0.154
72hr	0.161	0.102	0.077	0.085	0.111	0.144	0.161	0.244	0.258	0.242	0.129	0.141	0.155

표 E.2.29 CTSM 목포 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.041	0.098	0.077	0.078	-0.064	-0.159	-0.189	-0.214	-0.227	-0.141	0.051	0.116	-0.044
24hr	0.037	0.100	0.082	0.074	-0.066	-0.162	-0.191	-0.222	-0.227	-0.134	0.062	0.116	-0.044
48hr	0.035	0.110	0.078	0.072	-0.070	-0.164	-0.195	-0.222	-0.225	-0.130	0.071	0.110	-0.044
72hr	0.036	0.109	0.081	0.071	-0.078	-0.166	-0.193	-0.218	-0.226	-0.127	0.077	0.099	-0.045
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.128	0.176	0.144	0.146	0.131	0.188	0.214	0.267	0.268	0.191	0.136	0.152	0.178
24hr	0.127	0.176	0.149	0.140	0.130	0.188	0.215	0.273	0.268	0.183	0.137	0.153	0.178
48hr	0.127	0.182	0.144	0.139	0.129	0.189	0.218	0.273	0.266	0.179	0.142	0.147	0.178
72hr	0.127	0.182	0.145	0.138	0.131	0.191	0.216	0.273	0.266	0.179	0.147	0.142	0.178

표 E.2.30 CTSM 진도 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.016	0.006	0.050	0.052	-0.006	-0.086	-0.092	-0.060	-0.150	-0.180	-0.038	-0.012	-0.044
24hr	-0.041	-0.011	0.047	0.035	0.005	-0.072	-0.073	-0.035	-0.147	-0.193	-0.059	-0.049	-0.049
48hr	-0.038	-0.005	0.050	0.038	0.004	-0.080	-0.073	-0.036	-0.136	-0.187	-0.052	-0.051	-0.047
72hr	-0.031	-0.002	0.055	0.039	-0.002	-0.078	-0.071	-0.037	-0.144	-0.183	-0.043	-0.047	-0.045
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.138	0.111	0.096	0.092	0.079	0.107	0.103	0.099	0.210	0.190	0.102	0.072	0.117
24hr	0.084	0.071	0.081	0.066	0.072	0.084	0.087	0.077	0.173	0.201	0.099	0.066	0.097
48hr	0.085	0.071	0.078	0.062	0.063	0.090	0.084	0.073	0.159	0.194	0.086	0.067	0.093
72hr	0.084	0.075	0.082	0.063	0.059	0.098	0.088	0.076	0.160	0.192	0.081	0.066	0.094

표 E.2.31 CTSM 제주 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.031	0.005	0.041	0.055	0.014	-0.072	-0.066	-0.111	-0.180	-0.226	-0.088	-0.060	-0.060
24hr	-0.041	0.005	0.042	0.044	0.008	-0.075	-0.059	-0.108	-0.189	-0.233	-0.086	-0.071	-0.064
48hr	-0.028	0.009	0.043	0.051	0.008	-0.076	-0.066	-0.116	-0.179	-0.232	-0.075	-0.060	-0.060
72hr	-0.027	0.008	0.051	0.049	0.001	-0.074	-0.070	-0.125	-0.187	-0.236	-0.071	-0.066	-0.062
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.092	0.094	0.089	0.088	0.073	0.084	0.083	0.137	0.205	0.235	0.128	0.088	0.116
24hr	0.087	0.075	0.079	0.070	0.059	0.083	0.072	0.124	0.201	0.241	0.119	0.083	0.108
48hr	0.073	0.067	0.070	0.066	0.052	0.084	0.075	0.132	0.189	0.238	0.105	0.070	0.102
72hr	0.074	0.066	0.074	0.063	0.050	0.088	0.081	0.143	0.195	0.241	0.099	0.077	0.104

표 E.2.32 CTSM 서귀포 지점 Bias 및 RMSE

Bias	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.005	0.020	0.053	0.064	0.050	-0.025	-0.026	-0.072	-0.170	-0.203	-0.054	-0.037	-0.034
24hr	-0.010	0.044	0.065	0.083	0.045	-0.035	-0.025	-0.074	-0.168	-0.200	-0.042	-0.028	-0.029
48hr	-0.011	0.034	0.063	0.080	0.048	-0.035	-0.031	-0.085	-0.149	-0.201	-0.047	-0.017	-0.029
72hr	-0.014	0.030	0.070	0.081	0.039	-0.033	-0.031	-0.088	-0.158	-0.207	-0.046	0.008	-0.029
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.092	0.146	0.116	0.103	0.080	0.048	0.061	0.110	0.208	0.218	0.125	0.037	0.112
24hr	0.068	0.104	0.098	0.101	0.070	0.046	0.050	0.103	0.184	0.210	0.087	0.043	0.097
48hr	0.060	0.078	0.085	0.091	0.067	0.045	0.049	0.114	0.162	0.210	0.083	0.050	0.091
72hr	0.058	0.076	0.087	0.094	0.060	0.051	0.049	0.113	0.166	0.215	0.079	0.050	0.092



Numerical Modeling Center

07062 서울시 동작구 여의대방로16길 61

기상청 수치모델링센터 수치모델개발과

(☎) 02-2181-0539

본 기술노트의 저작권은 수치모델링센터에 있습니다.