

수치예측시스템의 검증 (2019년)

강현석¹⁾ · 박세영¹⁾ · 김해근¹⁾ · 조아라¹⁾ · 임혜란¹⁾
장태규¹⁾ · 차은정²⁾ · 이정림²⁾ · 이태윤²⁾
강기룡³⁾ · 오상명³⁾ · 임윤규³⁾ · 노민³⁾ · 라나리³⁾

- 1) 수치모델링센터 수치모델개발과
- 2) 기상청 예보국 국가태풍센터
- 3) 국립기상과학원 현업운영개발부

차 례

표 차례	iii
그림 차례	v
1. 서론	1
2. 2019년 현업 수치예측시스템의 운영 현황 및 주요 특성	2
3. 표준 검증방법	12
3.1 전지구예측시스템 검증	12
3.1.1 분석검증	13
3.1.2 관측검증	14
3.2 국지예측시스템 검증	15
3.3 앙상블예측시스템 검증	16
3.4 파랑모델 검증	17
3.5 폭풍해일모델 검증	17
3.6 황사·연무통합예측모델 검증	18
3.7 태풍예측 검증	19
4. 수치예측시스템 성능 분석(전지구, 국지, 전지구앙상블)	20
4.1 전지구예측시스템(GDAPS)	20
4.1.1 2019년도 예측성능	20
4.1.2 연도별 예측성능 변화 추세	22
4.2 국지예측시스템(LDAPS)	26
4.2.1 2019년도 예측시간별 예측성능	26
4.2.2 2019년도 월별 예측성능	28
4.2.3 국지예측시스템(LDAPS)과 전지구예측시스템(GDAPS)의 예측성능 비교 ...	29
4.3 전지구앙상블예측시스템(EPSC)	31
4.3.1 2019년도 예측성능	31
4.3.2 연도별 예측성능 변화 추세	33

5. 수치예측시스템 성능 분석(파랑모델, 폭풍해일모델)	34
5.1 파랑모델	34
5.1.1 지역 파랑모델 예측성능 변화 추세	34
5.1.2 파랑모델의 예측시간별 예측성능	34
5.1.3 전지구 파랑모델(GWW3) 부이 검증	35
5.1.4 지역/국지연안 파랑모델 (RWW3/CWW3) 부이 검증	37
5.1.5 앙상블 지역 파랑모델 (EWW3) 부이 검증	41
5.1.6 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증	41
5.2 폭풍해일모델	42
5.2.1 지역 폭풍해일모델 예측성능변화 추세	42
5.2.2 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능	42
5.2.3 지역/국지연안 폭풍해일모델 (RTSM/CTSM) 조위 검증	43
6. 수치예측시스템 성능 분석(황사·연무통합예측시스템)	48
6.1 황사·연무통합예측시스템	48
6.2 2019년 황사·연무통합예측모델 성능	48
7. 태풍예측 성능 분석	50
7.1 태풍 진로예측 성능	51
7.1.1 연도별 태풍 진로예측 오차	51
7.1.2 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 진로예측 오차 비교	52
7.2 태풍 강도 예측성능 검증	56
7.2.1 연도별 태풍 강도예측 오차	56
7.2.2 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 강도예측 오차 비교	60
부록 A. 수치예측시스템별 검증 변경사항	65
부록 B. 검증방법	67
부록 C. 기상청 수치예측시스템 개발 연혁	82
부록 D. 수치예측시스템 검증결과(전지구, 국지, 전지구앙상블)	97
부록 E. 수치예측시스템 검증결과(파랑, 폭풍해일)	146

표 차례

표 2.1.1 기상청 수치예측시스템 운영 현황(2019년 12월 현재)	4
표 2.1.2 전지구예측시스템 주요 특성	5
표 2.1.3 국지예측시스템 주요 특성	6
표 2.1.4 전지구양상불예측시스템 주요 특성	7
표 2.1.5 국지양상불예측시스템 주요 특성	8
표 2.1.6 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성	9
표 2.1.7 지역/국지연안 폭풍해일모델 주요 특성	10
표 2.1.8 황사·연무통합예측모델 주요 특성	11
표 3.1.1 전지구예측시스템의 검증영역	12
표 3.1.2 전지구예측시스템의 검증변수	13
표 4.1.1 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 분석검증	21
표 4.1.2 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 관측검증	21
표 4.1.3 GDAPS 12시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 12시간 단위 정확도의 총합(총 72시간 예측)	22
표 4.2.1 LDAPS 500hPa 지위고도의 24시간 예측(12UTC) 분석검증	28
표 4.2.2 LDAPS 지상기온, 500hPa 지위고도의 24시간 예측(12UTC) 관측검증	28
표 4.2.3 LDAPS 6시간 누적 강수(0.1mm 이상)에 대한 6시간 단위 정확도의 총합 (총 36시간 예측)	28
표 4.3.1 EPSG 2019년 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 분석검증	32
표 5.1.1 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +24H 비교	36
표 5.1.2 RWW3/CWW3 덕적도(22101) 지점 24시간 예측장 오차	39
표 5.1.3 RWW3/CWW3 칠발도(22102) 지점 24시간 예측장 오차	39
표 5.1.4 RWW3/CWW3 거문도(22103) 지점 24시간 예측장 오차	39
표 5.1.5 RWW3/CWW3 거제도(22104) 지점 24시간 예측장 오차	40

표 5.1.6 RWW3/CWW3 동해(22105) 지점 24시간 예측장 오차	40
표 5.1.7 RWW3/CWW3 포항(22106) 지점 24시간 예측장 오차	40
표 5.1.8 RWW3/CWW3 마라도(22107) 지점 24시간 예측장 오차	40
표 5.1.9 EWW3 24시간 예측장 오차	41
표 5.1.10 GWW3 위성에 대한 유의파고 24시간 예측장 오차	41
표 5.2.1 RTSM/CTSM 인천 지점 24시간 예측장 오차	46
표 5.2.2 RTSM/CTSM 목포 지점 24시간 예측장 오차	46
표 5.2.3 RTSM/CTSM 여수 지점 24시간 예측장 오차	46
표 5.2.4 RTSM/CTSM 부산 지점 24시간 예측장 오차	46
표 5.2.5 RTSM/CTSM 포항 지점 24시간 예측장 오차	47
표 5.2.6 RTSM/CTSM 속초 지점 24시간 예측장 오차	47
표 5.2.7 RTSM/CTSM 울릉도 지점 24시간 예측장 오차	47
표 5.2.8 RTSM/CTSM 서귀포 지점 24시간 예측장 오차	47
표 6.2.1 2019년 황사·연무통합예측모델 예측률	48
표 7.1.1 2019년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차	53
표 7.1.2 2019년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 태풍 진행방향 오차의 평균과 태풍 진행방향 편차의 중간값	53
표 7.1.3 2019년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 태풍 진행의 수직방향 오차의 평균과 태풍 진행의 수직방향 편차의 중간값	54
표 7.1.4 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 ..	54
표 7.1.5 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 진행방향 오차의 평균과 태풍 진행방향 편차의 중간값	55
표 7.1.6 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 진행의 수직방향 오차의 평균과 태풍 진행의 수직방향 편차의 중간값 ...	55
표 7.2.1 2019년 수치예보모델의 최대풍속 평균제곱근오차, 평균편차, 상관계수 ...	60
표 7.2.2 2019년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제곱근오차	61

그림 차례

그림 2.1.1	통합모델 기반 전지구/지역/국지예측시스템 및 전지구/국지양상불예측시스템 구성	3
그림 2.1.2	(좌) 초단기예측시스템(VDAPS) 영역/격자체계 및 지형고도[m], (우) 초단기 분석 및 예측시스템(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 지역예측시스템의 강수검증 지점(ASOS 76개 지점)	15
그림 3.6.1	황사 목측지점 및 황사연무통합예측모델 내 우리나라 영역	18
그림 3.7.1	수치예보모델 예측성능 검증영역. 북서태평양 및 태풍검증영역	19
그림 4.1.1	전지구예측시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2018년과 2019년의 평균제곱근오차 비교와 변화율	20
그림 4.1.2	GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측 시간별 RMSE 연변화	22
그림 4.1.3	GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 AC 연변화	23
그림 4.1.4	GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포	23
그림 4.1.5	GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 이상상관의 구간별 누적 분포	24
그림 4.1.6	GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	24
그림 4.1.7	GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	25
그림 4.1.8	GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE [m]	25
그림 4.2.1	LDAPS 2019년 지상변수의 예측시간별 Bias와 RMSE	27
그림 4.2.2	2019년 7, 8월 평균 국지예측시스템 영역의 전지구예측시스템 평균제곱근오차 성능 비교	29
그림 4.2.3	예측시스템(GDAPS, LDAPS)별 2019년 강수검증	30
그림 4.3.1	EPSG의 예측시간에 따른 2018년과 2019년 예측성능 비교	31
그림 4.3.2	EPSG의 2019년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측성능	32
그림 4.3.3	EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE	33

그림 4.3.4	EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 이상상관 계수 ...	33
그림 5.1.1	지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차	34
그림 5.1.2	전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차	35
그림 5.1.3	전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성검증 평균제곱근오차	35
그림 5.1.4	GWW3 +24H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교	36
그림 5.1.5	덕적도, 칠발도, 마라도 지점 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)	37
그림 5.1.6	거문도, 거제도, 동해, 포항 지점 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)	38
그림 5.2.1	지역 폭풍해일모델(RTSM) 폭풍해일고 평균제곱근오차	42
그림 5.2.2	2019년 지역 및 국지연안 폭풍해일모델의 예측시간별 폭풍해일고 평균 제곱근오차(좌)와 상관계수(우)	43
그림 5.2.3	인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해일고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)	44
그림 5.2.4	포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해일고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)	45
그림 6.2.1	황사연무통합예측모델 예측 성능 추세	49
그림 7.1.1	GDAPS의 태풍진로 모의성능 변화	51
그림 7.1.2	EPSG의 태풍진로 모의성능 변화	52
그림 7.1.3	2019년 수치예보모델별 태풍모의 경향(Track bias (Median))	56
그림 7.2.1	GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	57
그림 7.2.2	EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	57
그림 7.2.3	GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	58
그림 7.2.4	EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	59

1. 서론

예보역량에 영향을 주는 세 가지 요소에는 관측자료 수준, 수치예보 모델 성능, 예보관 예보능력이 있다. 각 기여도는 32%, 40%, 28%로서¹⁾, 그 중 수치예보 모델의 성능이 예보역량의 향상에 가장 크게 이바지하고 있다. 기상청에서는 독자적인 전지구예측시스템을 1997년 2월 처음 갖춘 이후, 현재까지도 전지구와 앙상블예측 정보를 포함한 여러 가지 응용모델의 정보를 활용하여 끊임없이 수치예보결과를 예보관에게 지원하고 있다. 이러한 이유로 수치모델의 예보 정확도를 높이기 위해서 모델의 성능을 개선해야 하며 수치모델의 현 수준을 파악하는 작업을 선행해야 한다.

수치모델링센터에서는 수치예측시스템의 예측성능을 객관적으로 파악하고 성능을 향상하기 위하여 매년 수치예측시스템의 검증보고서를 발간하여 활용하고 있다.

수치예측시스템 성능을 평가할 때 객관성을 확보하고 세계 다른 기관과 수치예측시스템 성능을 동일한 기준으로 비교하기 위해 WMO에서 제시한 검증방법 및 관련 규칙에 관한 지침²⁾을 기본 검증방법으로 따랐다.

이 보고서는 1. 2019년 현업 수치예측시스템의 운영 현황 및 주요특성, 2. 수치예보모델별 표준검증방법, 3. 각 수치예측시스템별 성능 분석, 4. 수치예측시스템 검증 영역 및 변경사항, 5. 각 검증 기법별 산출 공식 및 수치예측시스템의 주요 변경이력으로 구성되었다.

기상청에서 운영한 수치모델의 2019년 이전 성능이 궁금한 경우 과거에 발간된 '수치예측시스템의 검증' 보고서³⁾를 참고하기 바란다.

이는 예보부서에서 수치예보 자료를 바탕으로 예보할 때 모델의 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) WMO-485. Manual on the Global Data-processing and Forecasting System

3) 기상청 도서관 혹은 국립중앙도서관에서 자료 확인 가능

2. 2019년 현업 수치예측시스템의 운영 현황 및 주요 특성

기상청은 전지구예측시스템(GDAPS⁴), 전지구앙상블예측시스템(EPSPG⁵), 국지예측시스템(LDAPS⁶), 국지앙상블예측시스템(LENS⁷), 초단기 분석 및 예측시스템(KLAPS⁸, VDAPS⁹), 해양기상예측시스템(파랑, 폭풍해일), 황사모델, 통계모델로 구성된 총 9종의 수치예측시스템을 활용 목적에 따라 운영하고 있다(표2.1.1). 현재(2019년 12월 기준) 기상청이 운영 중인 전지구/국지예측시스템 및 전지구/국지앙상블예측시스템은 영국 통합모델(UM)을 기반으로 구축되어 있다.

2019년에 현업운영 중인 수치예측시스템의 주요 변경사항은 시기에 따라 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 10km 해상도 전구모델 기반 수치예측시스템의 현업운영에 따라 2019년 4월 1일 00UTC 이후부터 통합모델 기반 12km 지역예보모델 운영이 종료되었다.

둘째, 2019년 6월 27일 이후부터 시간차 기법을 적용한 전지구앙상블예측시스템을 운영하였다. 시간차 기법 적용을 통해 슈퍼컴퓨터 전산자원을 확보하였다

셋째, 2019년 7월 16일부터 시·공간 상세 객관예보 정보 제공을 위한 10분 단위 초단기 분석 및 예측시스템이 현업 운영되었다.

- 제공요소: 강우강도(mm/h)
- 제공시간: 7시간 강수 예측(표출은 6시간), 10분 간격 업데이트
- 제공영역/해상도: KLAPS 영역/5km×5km
- 운영체계: KLAPSV4.0 기반 10분마다 갱신되는 10분간격 6시간 강수 예측

그림 2.1.1은 기상청 전지구, 국지예측시스템 및 전지구/국지앙상블예측시스템의 구성을 요약한 것이며, 그림 2.1.2는 초단기 분석 및 예측시스템 영역 및 격자 구성이다. 각 예측시스템별 주요 특성은 표 2.1.2 ~ 표 2.1.8에 요약하였다.

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

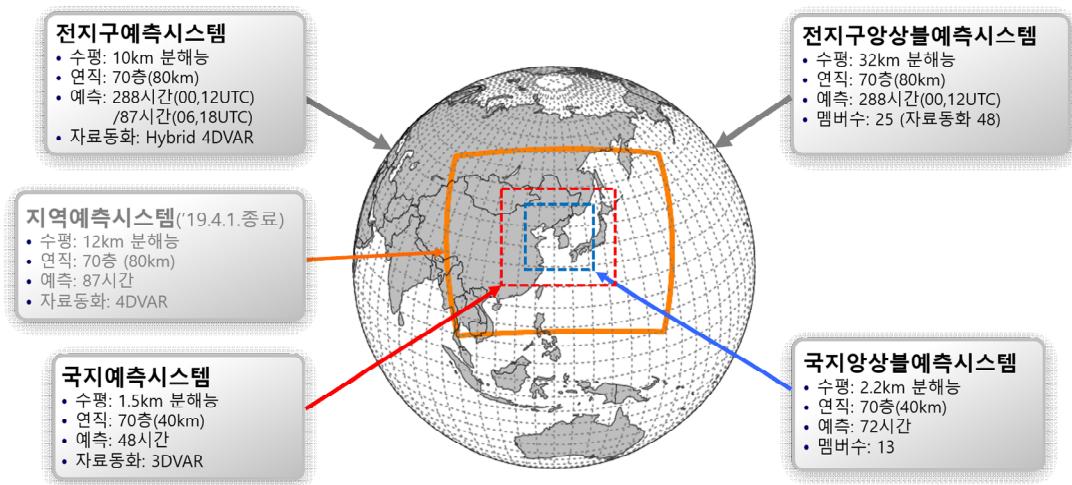


그림 2.1.1 통합모델 기반 전지구/지역/국지예측시스템 및 전지구/국지앙상블예측시스템 구성

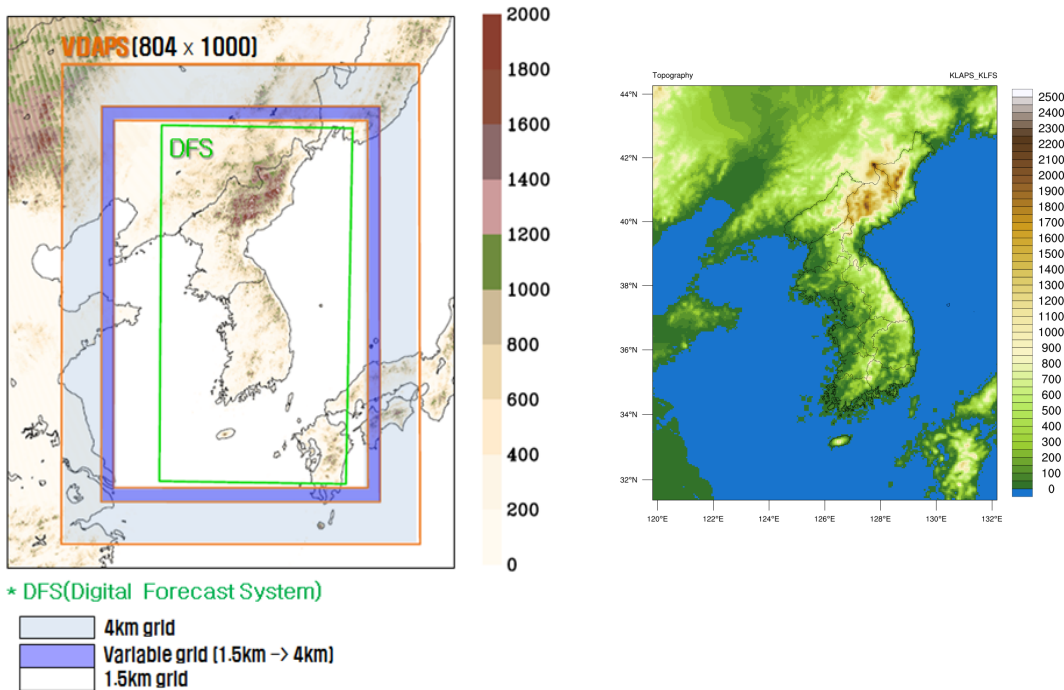


그림 2.1.2 (좌) 초단기예측시스템(VDAPS) 영역/격자체계 및 지형고도[m], (우) 초단기 분석 및 예측시스템(KLAPS) 영역 및 지형고도[m]

표 2.1.1 기상청 수치예측시스템 운영 현황(2019년 12월 현재)

구 분		수평분해능 (연직층수)	운영횟수 /일	예측 기간	목 적
전지구 (GDAPS)	전지구예측시스템 (UM N1280 L70)	10km (70층)	4회	12일 (00,12UTC) /87시간 (06,18UTC)	대상: 전지구 날씨 예측 용도: 동네예보, 중기예보
국지 (LDAPS)	국지예측시스템 (UM 1.5km L70)	1.5km(70층)	4회	48시간	대상: 한반도 날씨 예측 용도: 동네예보
초단기 (KLAPS)	초단기 배경분석 (KL15)	15km (22층)	8회	-	대상: 동아시아 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성
	초단기 배경예측 (KLBG)	15km (40층) 5km (40층)	4회	36시간	
	초단기 분석 (KL05)	5km (22층)	144회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
	초단기 예측 (KLFS)	5km (40층)	120회 24회	6시간 12시간	
초단기 (VDAPS)	초단기예측시스템 (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)	4회	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
파랑	전지구 파랑모델 (GWW3)	1/2° (~55km)	2회	12일	대상: 전지구 해상파랑 용도: 동네·중기 해상예보
	지역 파랑모델 (RWW3)	1/12° (~8km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 동네 해상예보
	지역 파랑확률모델 (EWW3 M24)	1/12° (~8km)	2회	120시간	대상: 동아시아 해상파랑 용도: 동네 해상예보
	국지연안 파랑모델 (CWW3)	1/120° (~1km)	2회	72시간	대상: 지방청 관할 해상파랑 용도: 관할해역 해상예보
폭풍 해일	지역 폭풍해일모델 (RTSM)	1/12° (~8km)	2회	120시간	용도: 동아시아 폭풍해일
	국지연안 폭풍해일모델 (CTSM)	1/120° (~1km)	2회	72시간	대상: 지방청 관할 폭풍해일 용도: 국지연안 폭풍해일
황사	황사모델(ADAM2)	25km(47층)	4회	72시간	용도: 황사 수송 예측
황사· 연무	황사·연무통합예측모델 (ADAM3)	25km(49층)	4회	72시간	용도: 황사 연무 예측

표 2.1.2 전지구예측시스템 주요 특성

모델명	GDAPS (UM N1280 L70)
기본모델	UM (Unified Model) vn 10.8 / PS05-KMA ¹⁰⁾ (PS38-UK base)
영역	전지구
수평분해능	10km (2560(동서)x1290(남북)) 0.140625°(동서)×0.139534°(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	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

10) Parallel Suite

표 2.1.3 국지예측시스템 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) / 50초 (계산 불안정 발생시 30초)
수행 소요시간	약 45분 / 150노드 사용 시
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 2.1.4 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 2.1.5 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 2.1.6 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성

	전지구 (GWW3)	지역확률 (EWW3) 24 멤버	지역 (RWW3)	국지연안 (CWW3)
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III ver. 4.18)			
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계			
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	720 초	300 초	60 초	
예측시간	288 시간 (00, 12UTC)	120 시간 (00, 12UTC)	72 시간 (00, 12UTC)	
초기조건	직전 사이클 모델수행에서 12시간 예측된 파랑스펙트럼			
입력 바람장	GDAPS UM N1280 L70 해상풍	EPSG UM N400 L70 24M 해상풍	RDAPS (~'19.3.12), GDAPS('19.3.13.~) UM 12km L70 해상풍	

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

표 2.1.7 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 모델수행에서 12시간 예측된 초기장		
입력 바람장	RDAPS (~'19.3.12), GDAPS('19.3.13.~) UM 12km L70 해상풍		

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

표 2.1.8 황사·연무통합예측모델 주요 특성

모델명	UM-ADAM3 (UM-Asian Dust Aerosol Model 3)
모델 종류	3차원 황사농도단기예측시스템
입력 자료	전지구예측시스템 (UM N1280L70)
해상도	수평 ~ 25km, 연직 49층
좌표계	람베르트 등각 좌표
모델 영역	340 x 220, 중심: (126°E, 38°N)
입자크기별 구간	11 구간 (0.2 ~ 74 μm 직경)
수행 소요시간	약 60분 (전처리포함)

3. 표준 검증방법

3.1 전지구예측시스템 검증

전지구예측시스템은 WMO CBS¹¹⁾에서 권고하는 분석검증과 관측검증을 실시한다. 검증영역은 북반구, 남반구, 적도를 포함한 총 9개 지역으로, 표 3.1.1과 같으며 검증은 하루에 2번씩 매일 00UTC와 12UTC에 생산된 자료에 대해 수행된다. 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 전지구예측시스템의 검증영역

검증 영역	위도	경도	비고
북반구	20°N - 90°N	0° - 360°	
남반구	20°S - 90°S	0° - 360°	
적도	20°S - 20°N	0° - 360°	
아시아	25°N - 65°N	60°E - 145°E	
북미	25°N - 60°N	50°W - 145°W	
유럽/북아프리카	25°N - 70°N	10°W - 28°E	
호주/뉴질랜드	10°S - 55°S	90°E - 180°E	
북극	90°N - 60°N	0° - 360°	
남극	90°S - 60°S	0° - 360°	
한반도	한반도 ASOS 지점(76개)		강수검증 2009년부터 변경

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

검증방법은 통계적 기법을 이용하며, 평균오차(mean error), 치우침(Bias), 평균 제곱근오차(Root Mean Square Error), 이상상관(Anomaly Correlation), S1 score 등의 검증지수를 기본으로 산출한다.¹²⁾

11) WMO CBS(Commission for Basic System): 기본체계위원회

12) 각 검증방법별 산출 공식은 부록 B에 수록

표 3.1.2 전지구예측시스템의 검증변수

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

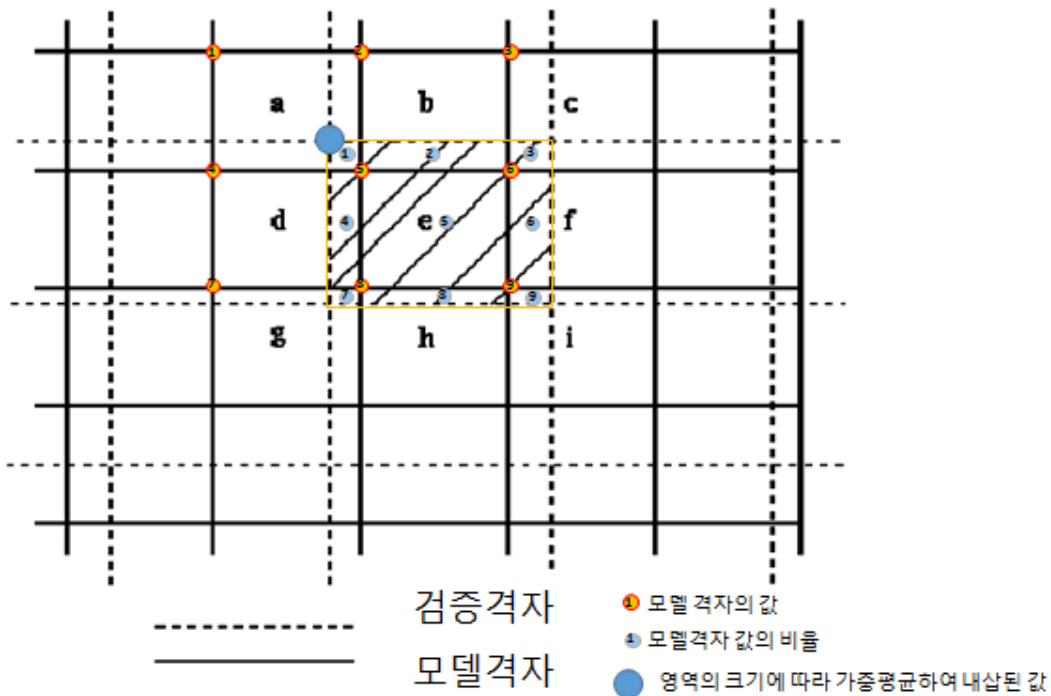


그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법

3.1.2 관측검증

매년 WMO CBS에서 업데이트하는 약 700여개 이상의 고층관측자료를 이용하여 표준 등압면의 기상요소를 관측 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 관측검증에 활용하는데, 한국은 북반구 검증 시에 약 300여개의 고층 관측 자료를 활용한다.

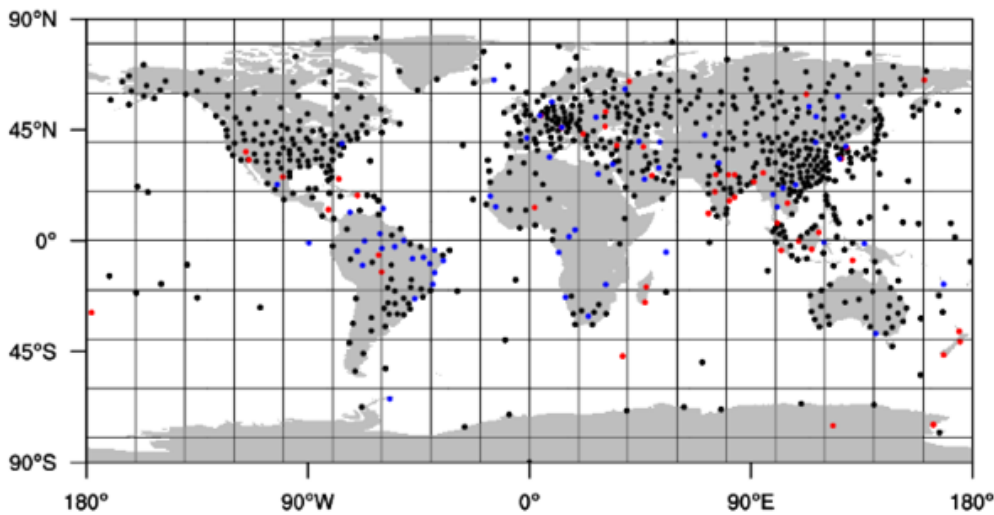


그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층관측의 위치

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 관측지점 정보로 내삽하여 검증한다.

지상에서 실시하는 관측검증은 강수검증이 있다. 강수검증 시에 활용하는 자료는 ASOS 76개 지점에서 생성되는 자료를 사용한다¹³⁾. 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), 공정임계지수(Equivalent Threat Score) 등이 있다.

13) ASOS 지점 중, 진도(47175)는 2019년 8월 1일부터 AWS 진도(175)로 변경되어 이후 강수검증 지점은 이를 제외한 75개로 변경됨.

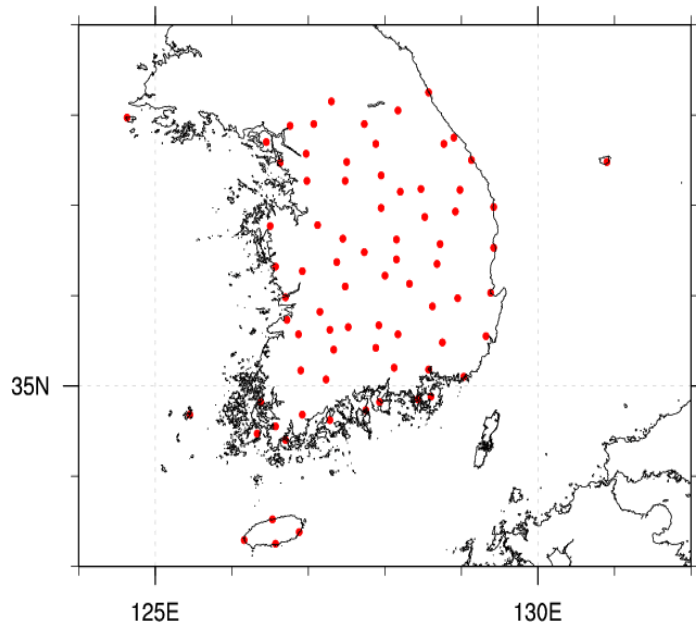


그림 3.1.3 전지구 및 지역예측시스템의 강수검증 지점
(ASOS 76개 지점)

3.2 국지예측시스템 검증

국지예측시스템 검증 시, 평균오차, 평균제곱근오차, S1 score를 산출한다. 풍속을 검증할 때는 250hPa이 아닌 300hPa 고도를 활용한다. 하루에 2번, 00UTC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 48시간 예측까지 검증¹⁴⁾한다. 검증영역은 검증할 때 사용하는 자료에 관계없이 모두 국지예측시스템의 영역 전체를 활용한다.

3.2.1 분석검증

국지예측시스템의 분석검증은 1.5°x1.5°의 검증 격자로 나누어 검증하지 않고, 각 모델의 원래 해상도를 활용하여 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 1.5km 격자점끼리 1:1로 비교하여 검증한다.

3.2.2 관측검증

국지예측시스템의 관측검증 시 고도별로 검증할 때는 고층 관측자료를 활용하고 지상의 기온 또는 상대습도 등을 검증할 때는 관측자료로 AWS를 이용한다. 강수검증은 한반도에 설치된 76개 ASOS지점의 자료를 활용한다.¹⁵⁾

14) 2019년 5월 28일 00UTC부터 예측시간이 36시간에서 48시간으로 확대됨.

15) 13)과 동일

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.

검증방법은 평균제곱근오차, 이상상관, 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 전지구예측시스템의 방법과 동일하다.

3.3.2 관측검증

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

3.4 파랑모델 검증

파랑모델검증은 부이 관측 자료와 위성 관측 자료를 사용하여 수행한다. 전지구 파랑모델검증은 국제 파랑모델 비교프로젝트¹⁶⁾에서 생산된 계류부이자료를 사용하며, 지역, 앙상블 지역 및 국지연안 파랑모델은 기상청에서 운영 중인 16개의 해양기상 부이 자료를 이용하여 각 부이의 설치지점에 대해서 검증을 수행한다¹⁷⁾.

검증에 사용된 위성 관측자료는 Jason-3¹⁸⁾ 위성에서 생산된 유의파고 자료를 활용한다. 검증은 00, 24, 48, 72, 96, 120 시간의 파랑모델 예측자료를 해당 시각의 위성 관측자료와 비교하며, 1일 2회 취합된 비교 자료를 월 단위로 정리해서 해상풍 및 유의파고의 월평균 편차(Bias) 및 평균제곱근오차(RMSE), 상관계수(Correlation Coefficient), 산포도(Scatter Index, SI)를 산출한다. 부이 설치지점과 파랑모델 격자가 정확하게 일치하지 않기 때문에 부이 설치 위치를 포함하는 주변 4개 격자 지점의 자료를 거리에 반비례하는 가중치를 적용하여 부이 위치에서의 수치모델 예측자료를 산정한다.

3.5 폭풍해일모델 검증¹⁹⁾

폭풍해일모델의 예측성능 검증은 지역 폭풍해일예측시스템(Regional Tide/Storm surge Model; RTSM)과 국지연안 폭풍해일예측시스템(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. 00, 24, 48, 72, 96, 120 시간의 모델 예측자료를 해당 시각의 관측자료와 비교하며 월 단위로 모아 폭풍해일고의 월평균 편차(Bias) 및 평균제곱근오차(RMSE), 상관계수(Correlation Coefficient), 산포도(Scatter Index, SI)를 이용하여 검증을 수행한다.

16) 전 세계 파랑모델을 운영하는 기관을 대상으로 한 파랑모델 비교프로젝트. JCOMM (Joint Committee of Oceanography and Marine Meteorology)이 주관하고 ECMWF에서 추진함.

17) 전지구/지역/앙상블지역/국지연안 파랑모델 검증에 사용되는 부이들의 ID번호와 위치는 부록 A.5~6 참고

18) 2017년부터 Jason-2에서 Jason-3으로 변경

19) 2019년에 신규로 추가됨.

3.6 황사·연무통합예측모델 검증

황사는 그림 3.6.1에서 빨간 점으로 나타낸 기상청 정규 관측소에서 관측자가 황사를 실제로 목측했는지의 여부에 따라 검증이 이루어진다. 이때, 황사연무통합예측모델 결과 중 12시간에서 48시간 사이의 예측결과에서 모델 내에서 우리나라 영역으로 정의된 파란색 안쪽의 최하층 농도가 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우에만 황사가 예측된 것으로 인정된다.

황사연무통합예측모델을 검증할 때는 정확도(Accuracy)를 사용하여 예측성을 평가한다.

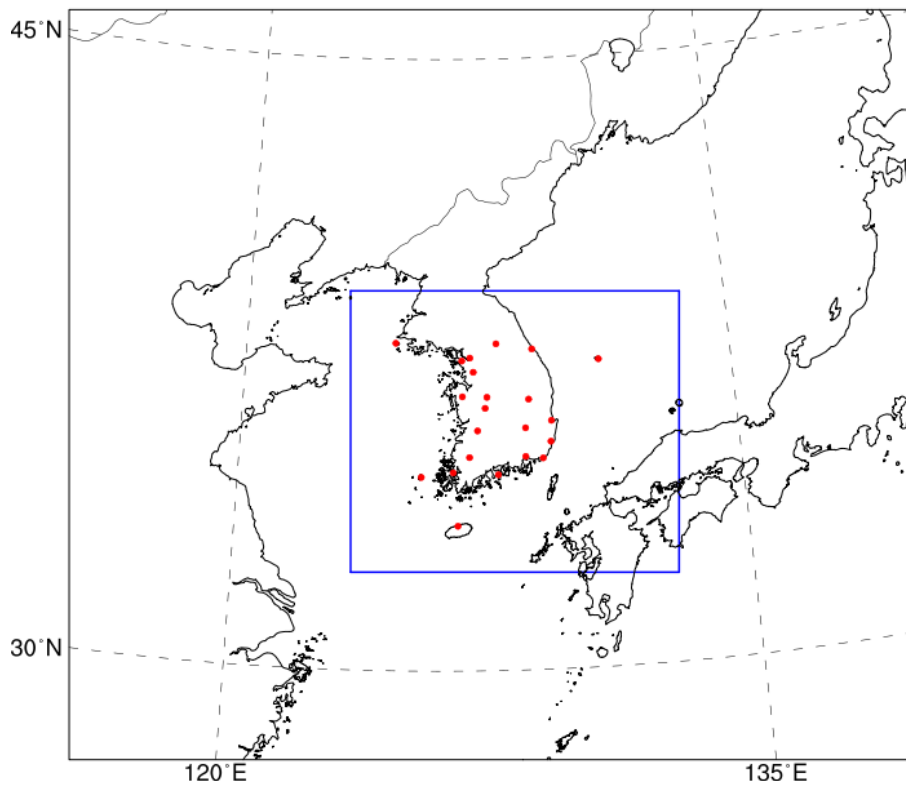


그림 3.6.1 황사 목측지점(빨간색 점) 및 황사연무통합예측모델 내 우리나라 영역(파란색 box)

3.7. 태풍예측 검증

기상청 현업 수치예보모델의 태풍예측성능을 검증하기 위해 일본기상청에서 분석·제공하는 Best-track을 이용하여 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 태풍예측성능을 분석한다. 모델의 검증사례는 해당년도에 발생한 전체 태풍에 대해서 두 모델의 예측 결과가 모두 존재하는 경우에만 수행한다. 태풍 모델의 진로예측성능 검증은 그림 3.7.1의 북서태평양 전체영역과 빨간선으로 나타낸 위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽에 해당하는 태풍검증영역에 대해 실시한다. 진로예측성능은 단순거리오차를 기본적으로 분석하고, 이동속도와 방향을 고려하는 지표인 태풍 진행방향의 편·오차, 태풍 진행 수직방향의 편·오차를 이용하여 추가 검증을 수행한다. 태풍 모델의 강도 예측성능은 북서태평양 전체 영역에서 발생한 태풍에 대한 통합 검증과 함께 태풍의 강도 등급에 따른 검증도 실시한다²⁰⁾.

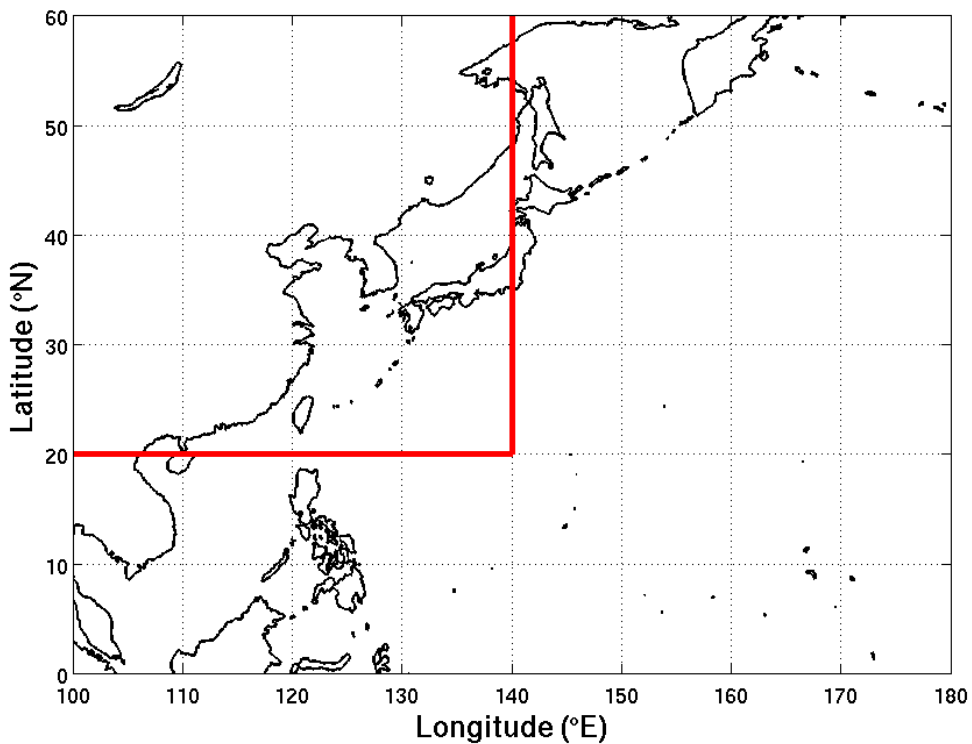


그림 3.7.1 수치예보모델 예측성능 검증영역. 북서태평양(전체) 및 태풍검증영역(붉은색)

20) 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. 수치예측시스템 성능 분석(전지구, 국지, 전지구앙상블)

4.1 전지구예측시스템(GDAPS)

4.1.1 2019년도 예측성능

그림 4.1.1은 북반구 영역에서 예측시간에 따른 2018년과 2019년 (a)해면기압, (b)500hPa 지위고도, (c)850hPa 기온, (d)250hPa 풍속의 평균제곱근오차를 비교하고 성능의 변화율²¹⁾을 제시한 자료이다.

2019년에는 2018년 대비 850hPa 기온의 모든 예측시간에서 평균제곱근오차가 약간 감소하여 예측성능이 향상되었으나, 해면기압과 500hPa 지위고도, 250hPa 풍속에서의 예측성능은 전년보다 다소 낮게 나타났다.

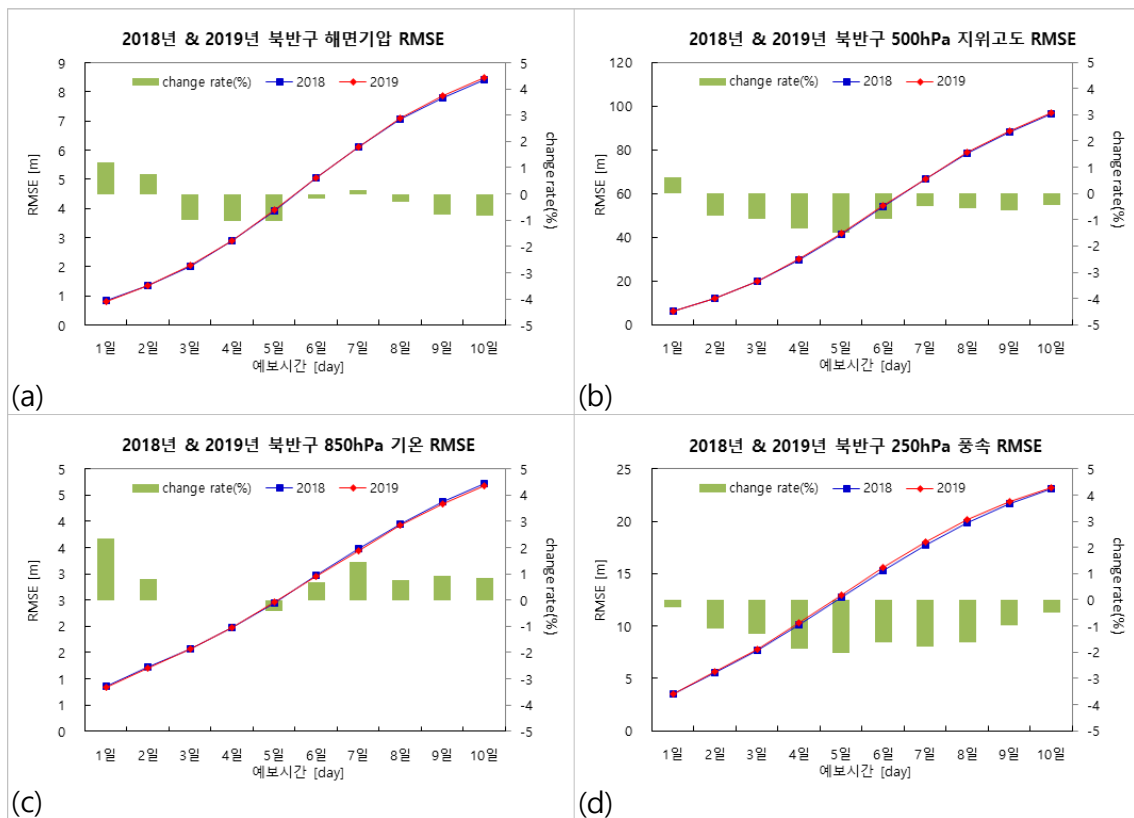


그림 4.1.1 전지구예측시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2018년과 2019년의 평균제곱근오차 비교와 변화율. (a)해면기압, (b)500hPa 지위고도, (c)850hPa 기온, (d)250hPa 풍속

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

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

표 4.1.1~4.1.2 은 500hPa 지위고도의 120시간 예측에 대한 분석 및 관측 검증의 결과이다. 500hPa 지위고도의 5일 예측에 대한 분석검증 결과, 연중 음의 절대오차가 나타난 적도에서 평균제곱근오차가 가장 작게 나타났으며, 북반구는 음의 절대오차가 나타난 여름철에 평균제곱근오차가 가장 작게 나타났다. 남반구의 관측검증의 경우, 분석검증과 반대로 절대오차가 음으로 나타났으나 평균제곱근오차는 유사한 경향을 나타냈다.

표 4.1.3은 12시간 누적강수에 대한 정확도로서, 약한 강수(0.1mm/12hr 이상)는 매월 과대모의되어 평균 1.54가 나타났으며, 임계성공지수는 8월이 가장 낮아 0.39로 나타났다.

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

표 4.1.1 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 분석검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	0.77	0.13	0.95	2.10	4.68	2.21	-0.40	-1.48	-2.10	0.71	0.78	0.40	0.73
	RMSE	46.91	48.22	46.89	46.76	41.70	34.94	33.59	33.86	36.85	41.43	44.16	46.00	41.78
남반구	ME	1.59	1.00	1.03	-0.48	-0.26	-1.63	-2.17	-2.09	-1.51	0.33	2.57	1.72	0.01
	RMSE	41.54	44.81	45.41	50.14	53.29	58.27	53.77	58.06	57.90	51.11	50.56	40.31	50.43
적도	ME	-3.91	-3.97	-2.85	-1.88	-1.10	-2.62	-1.78	-1.96	-0.87	-0.34	-0.86	-2.21	-2.03
	RMSE	9.17	8.93	8.33	7.33	6.53	7.55	6.83	7.43	7.47	6.70	6.58	7.31	7.51

표 4.1.2 GDAPS 영역별 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 관측검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
북반구	ME	0.49	0.43	-2.57	0.41	3.43	3.48	2.14	-1.14	-1.89	2.97	-0.03	-2.04	-1.25
	RMSE	43.19	44.99	44.50	41.85	39.88	33.65	34.92	34.42	37.06	41.85	42.47	43.65	45.06
남반구	ME	-1.81	-2.97	-3.48	-3.85	-6.64	-3.65	-1.85	-3.64	-0.93	-0.97	-0.35	-5.09	-2.46
	RMSE	33.98	34.60	33.61	39.63	41.36	46.20	38.73	42.35	41.27	36.69	36.32	29.75	27.84
적도	ME	-3.98	-2.60	-2.95	-0.17	-0.74	-0.35	-1.48	-0.87	0.66	-0.30	-2.52	-4.52	-5.03
	RMSE	13.85	12.57	10.51	10.78	10.73	11.43	11.44	12.25	12.21	11.15	11.55	12.34	13.61

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.
	치우침(Bias Score)		1.21	1.28	1.42	1.60	1.39	1.70	1.75	1.92	1.43	1.38	1.40	1.27
성공임계지수(CSI)		0.45	0.55	0.52	0.51	0.49	0.44	0.46	0.39	0.58	0.51	0.51	0.53	0.49
공정임계지수(ETS)		0.42	0.49	0.43	0.41	0.44	0.30	0.24	0.23	0.40	0.44	0.45	0.45	0.39

4.1.2 연도별 예측성능 변화 추세

그림 4.1.2는 2001년 이후 전지구예측시스템의 북반구 500hPa 지위고도 1일~10일 예측에 대한 분석검증 평균제곱근오차의 연평균 변화이다. 모든 예측시간에서 예측 오차가 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며 통합모델이 현업운영을 시작한 2010년과 2011년에 성능 개선이 뚜렷하게 나타났다.

그림 4.1.3은 2002년 이후 전지구예측시스템의 북반구 850hPa 기온 예측에 대한 이상상관(Anomaly Correlation)의 변화이다. 850hPa 기온의 5일 예측 이상상관은 2015년, 2017년을 제외하고 2003년 이후 지속적으로 증가하였으며, 2019년에는 0.89로 가장 높게 나타났다.

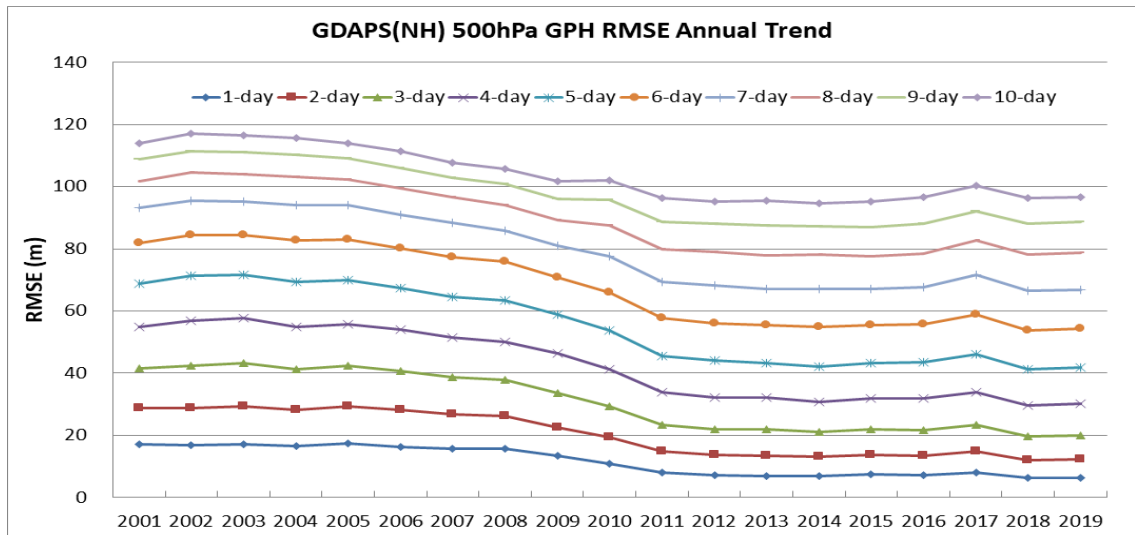


그림 4.1.2 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측 시간별 RMSE 연변화(분석검증)

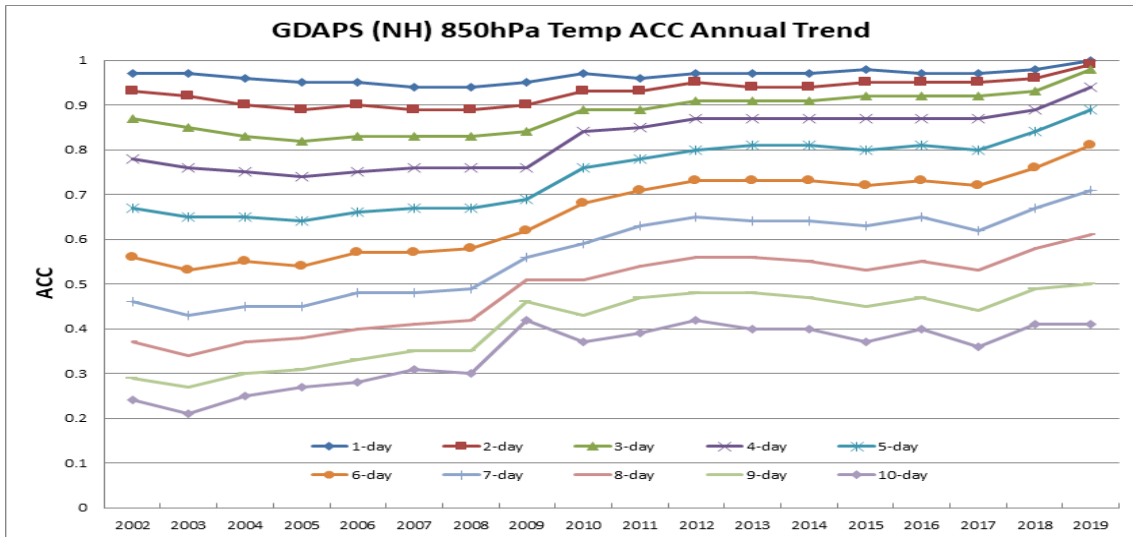


그림 4.1.3 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 AC 연변화(분석검증)

그림 4.1.4는 북반구 500hPa 지위고도 5일 예측에 대한 2011년 이후 월별 forecast bust 분포도이며, 평균제곱근오차가 43m 이상이고 이상상관이 0.87 미만인 낮은 예측 성능조건을 만족하는 사례 빈도를 나타낸다. 낮은 예측성능을 보인 횟수는 148회 5월~12월(2011년), 161회(2012년), 132회(2013년) 및 108회(2014년)으로 2011년 이후 지속적인 감소경향을 보였다. 2015년부터 2019년까지 각 연별로 171회, 150회, 213회, 72회, 123회로 증가와 감소를 반복하였으나, 전체 기간 동안 감소하는 추세를 보였다.

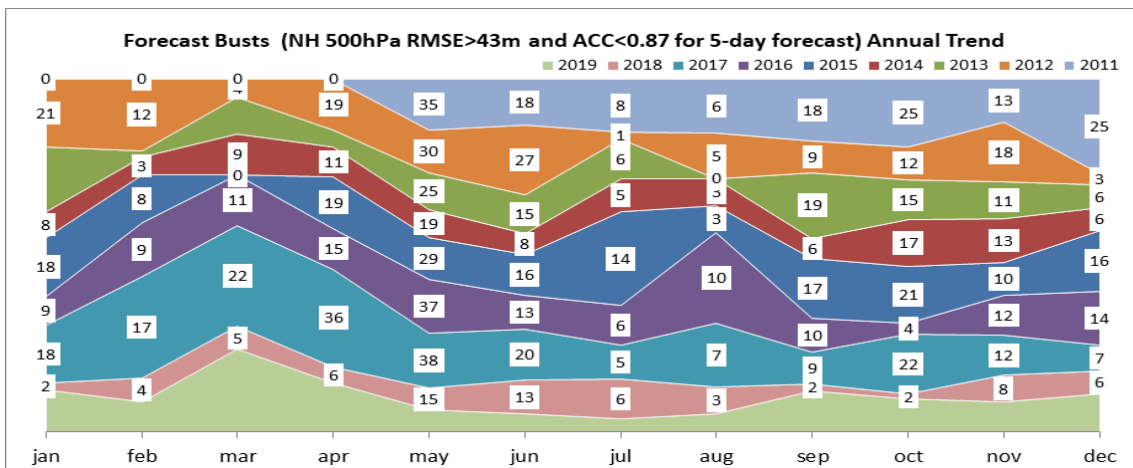


그림 4.1.4 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 5일 예측 forecast bust의 연별 및 월별 분포. 2011년 이후 분석검증 (2011년은 5월~12월 기간임)

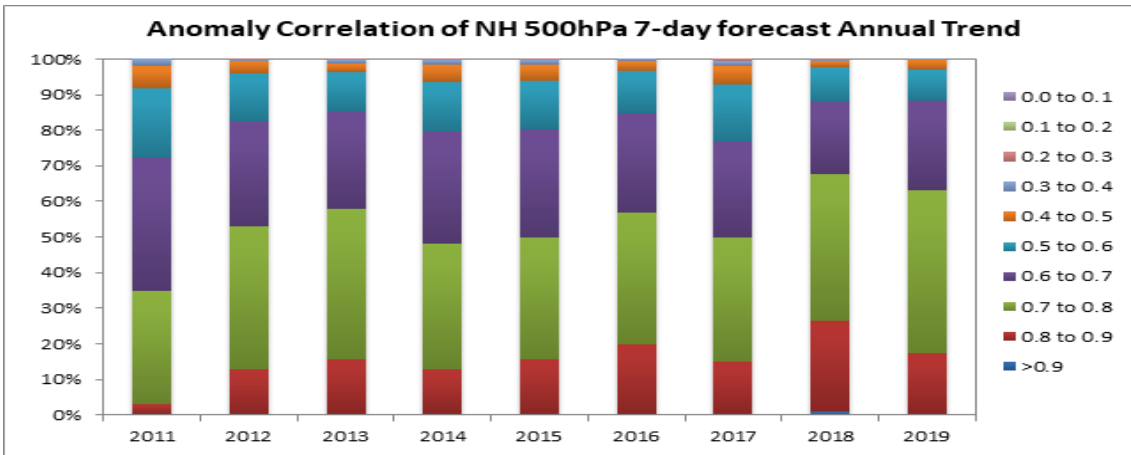


그림 4.1.5 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측 이상상관의 구간별 누적 분포. 2011년 이후 분석검증 (2011년은 5월~12월 기간임)

그림 4.1.5는 2019년 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측에 대한 이상상관의 구간별 누적분포이다. 2018년과 비교하여 80% 이상 90% 미만의 이상상관을 보이는 빈도가 184에서 126으로 감소하였으나, 70% 이상 80% 미만의 이상상관을 보이는 빈도는 2018년에 301에서 2019년에 334으로 증가하였다.

그림 4.1.6 ~ 4.1.8은 전지구예측시스템의 북반구 500hPa 지위고도, 850hPa 기온, 250hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차를 나타낸다. 2001년 이후로 전체적인 오차는 감소하는 추세를 보인다(적도 및 남반구 성능변화 추세는 부록 D.1.4 참고).

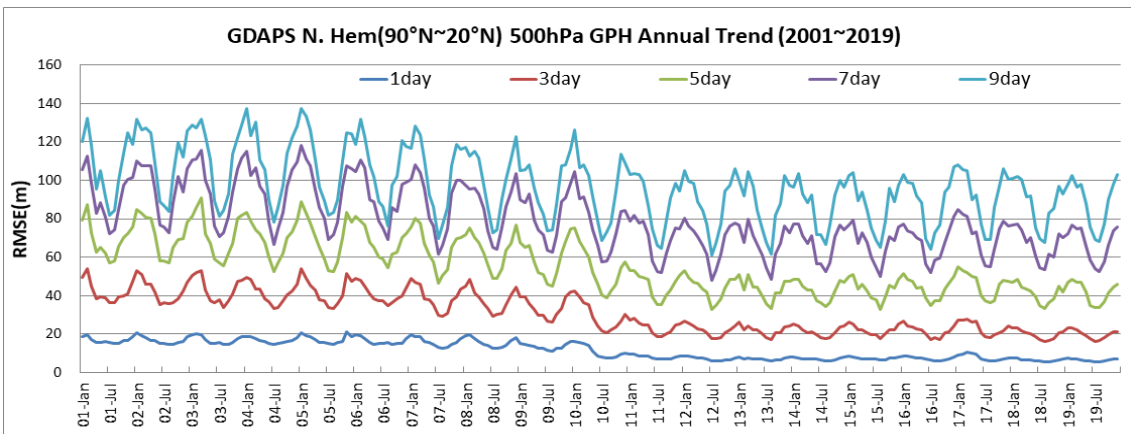


그림 4.1.6 GDAPS 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

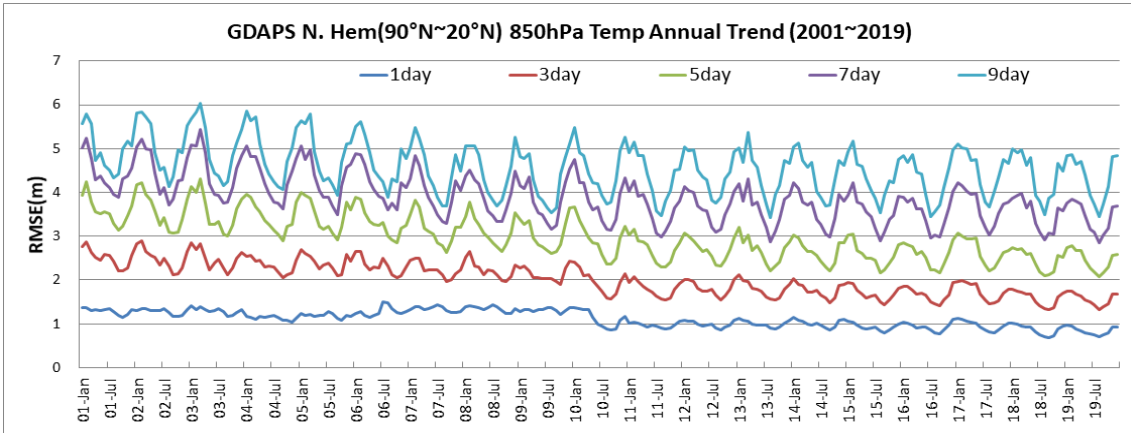


그림 4.1.7 GDAPS 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

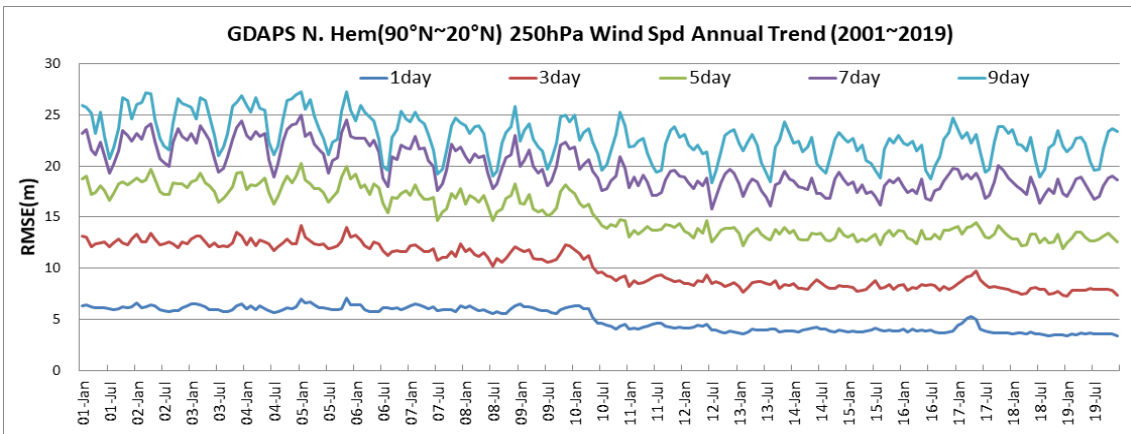


그림 4.1.8 GDAPS 북반구 250hPa 풍속의 예측시간별 월평균 RMSE [m]

4.2 국지예측시스템(LDAPS)

4.2.1 2019년도 예측시간별 예측성능

그림 4.2.1.은 국지예측시스템의 2019년도 예측시간별 (a) 기온, (b) 풍속, (c) 상대습도의 평균오차(bias)와 평균제곱근오차이다.

그림 4.2.1. (a)에서 기온의 평균오차와 평균제곱근오차는 12시간 주기를 보였다. 36시간예측에서 평균제곱근오차는 1시간 예측보다 0.4°C 증가한 1.95°C로 2018년 2.07°C와 비교하여 0.12°C 낮게 나타났다. 예측자료와 AWS자료간의 평균오차는 11시간, 22~24시간, 34~36시간 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. 1시간 예측과 36시간 예측의 평균제곱근오차 차이는 0.4m/s로, 평균제곱근오차가 예측시간에 따라 점차 증가하는 추세를 나타냈다. 양의 값을 나타내는 평균오차를 볼 때 관측에 비해 예측이 강하게 모의하였으며, 12시간 주기로 평균오차가 커짐과 작아짐을 반복하면서 10시간, 21시간, 33시간 예측에서 각 주기마다 가장 큰 오차인 1.36, 1.44, 1.45로 나타났다.

상대습도의 평균오차와 평균제곱근오차 또한 기온 및 풍속과 유사하게 12시간 주기를 나타내었다(그림 4.2.1 (c)). 다만 평균제곱근오차의 최대값은 11, 23, 35시간 예측에서 나타났으며, 평균오차는 평균제곱오차가 최대일 때 음의 값이 나타내는 경향을 보였다.

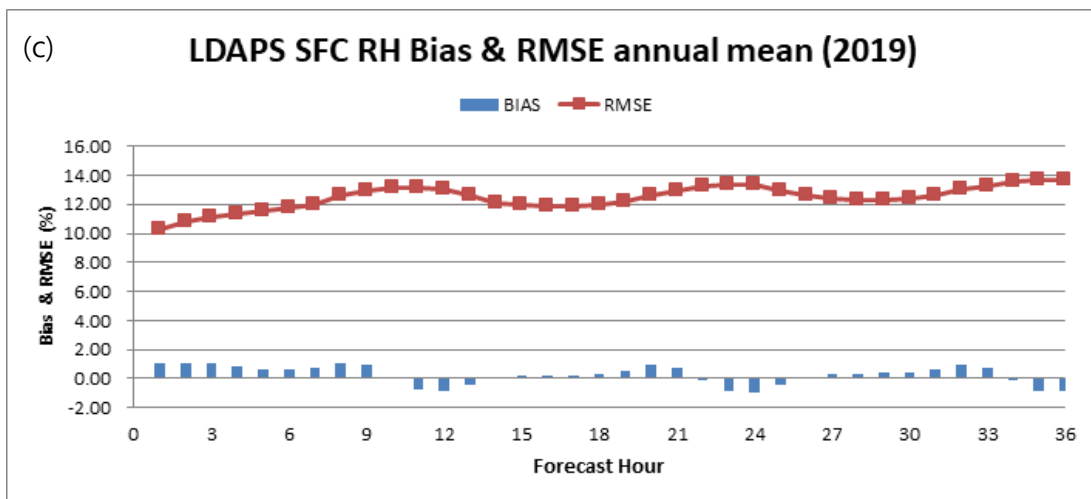
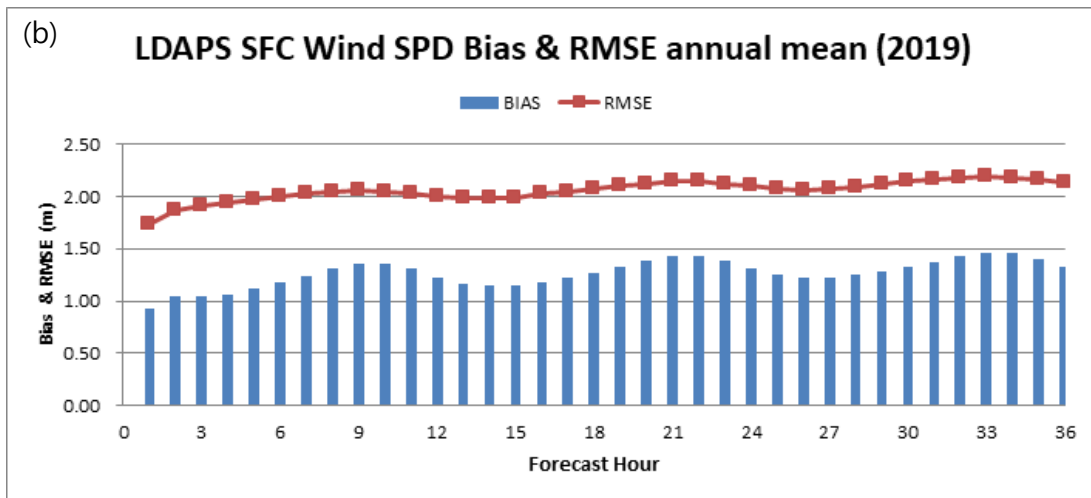
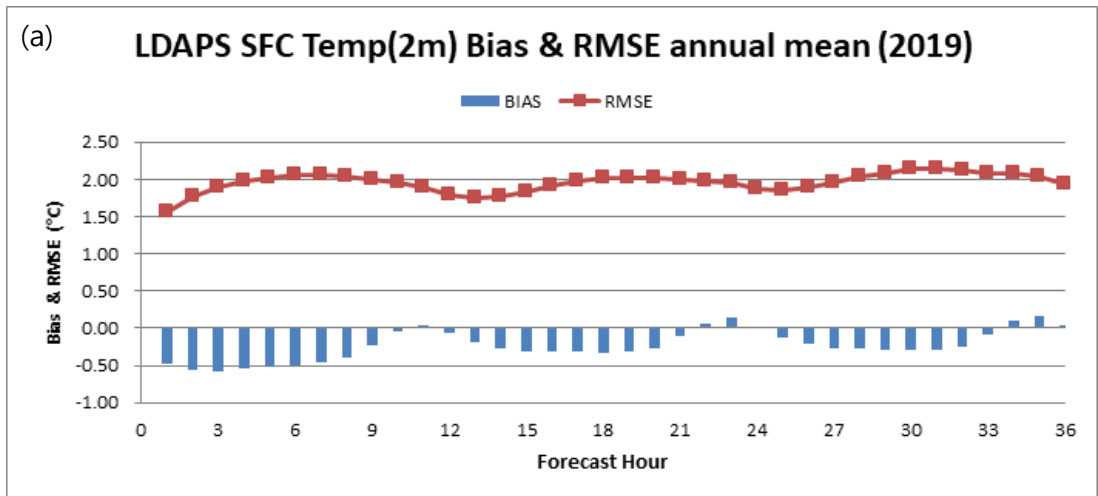


그림 4.2.1. LDAPS 2019년 지상변수의 예측시간별 Bias와 RMSE. (a) 기온, (b) 풍속, (c) 상대습도

4.2.2 2019년도 월별 예측성능

국지예측시스템의 500 hPa 지위고도 24시간 예측에 대한 분석검증 결과, 봄철인 5월과 6월에 상대적으로 우수하게 나타났고, 1월과 3월에 가장 낮은 성능을 보였다. 관측검증은 분석검증과 유사한 경향을 나타내어 겨울에서 봄철까지 성능이 낮게 나타났다. 0.1mm 이상에 대한 6시간 누적강수는 1월을 제외하고는 1미만의 치우침(Bias)이 나타나 대체적으로 과소모의 되었음을 알 수 있으며, 8월이 가장 낮은 성공 임계지수가 나타났다.

※ 월별/요소별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.2.1~3 참고

표 4.2.1 LDAPS 500hPa 지위고도의 24시간 예측(12UTC) 분석검증(ME, RMSE [m])

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
ME	-12.59	-4.53	-6.24	-4.79	-0.91	-1.57	-2.50	-2.86	-3.35	-2.18	-4.97	-4.14	-4.22
RMSE	15.56	7.62	9.65	8.71	6.49	5.07	5.78	6.00	6.54	5.86	7.09	6.58	7.58

표 4.2.2 LDAPS 지상기온, 500hPa 지위고도의 24시간 예측(12UTC) 관측검증(ME, RMSE [m])

영역	방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
500hPa 지위고도	ME	-16.61	-11.02	-10.36	-7.15	0.01	-3.27	-3.57	-6.69	-6.70	-7.31	-8.82	-10.12	-7.63
	RMSE	19.58	16.82	15.39	12.64	22.35	8.98	12.32	14.85	11.73	15.14	20.25	14.27	15.36
지상 기온	ME	0.41	0.14	-0.09	-0.47	-0.49	-0.53	-0.66	-0.04	0.28	0.61	0.73	0.44	0.03
	RMSE	2.33	1.83	1.83	1.79	1.91	1.7	1.52	1.49	1.61	1.96	2.28	2.32	1.88

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.
	치우침(Bias Score)		0.84	0.98	0.94	1.04	0.69	0.82	0.66	0.64	0.70	0.71	0.86	0.85
성공임계지수(CSI)		0.35	0.54	0.54	0.57	0.45	0.5	0.43	0.35	0.5	0.54	0.54	0.45	0.48
공정임계지수(ETS)		0.33	0.51	0.50	0.52	0.42	0.44	0.35	0.29	0.41	0.50	0.50	0.41	0.43

4.2.3 국지예측시스템(LDAPS)과 전지구예측시스템(GDAPS)의 예측성능 비교

그림 4.2.2은 국지예측시스템 영역에서의 2019년 7월과 8월의 각 예측시스템의 평균제곱근오차에 대한 (a) 500hPa 지위고도의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 분석검증, (c) 500hPa 지위고도의 관측검증 (d) 850hPa 기온의 관측검증 결과이다.

36시간 예측에 대해 500hPa 지위고도 분석검증 중 전지구는 7.23, 국지는 7.52의 예측 오차를 보였다. 850hPa 기온 분석검증 중 전지구는 0.71, 국지는 0.87의 예측 오차를 나타냈다. 관측검증에서는 500hPa 지위고도의 36시간 예측에 대해 전지구는 11.59, 국지는 14.59의 예측 오차를 보였다. 850hPa 기온에서 전지구와 국지의 예측 오차는 1.04로 같았다.

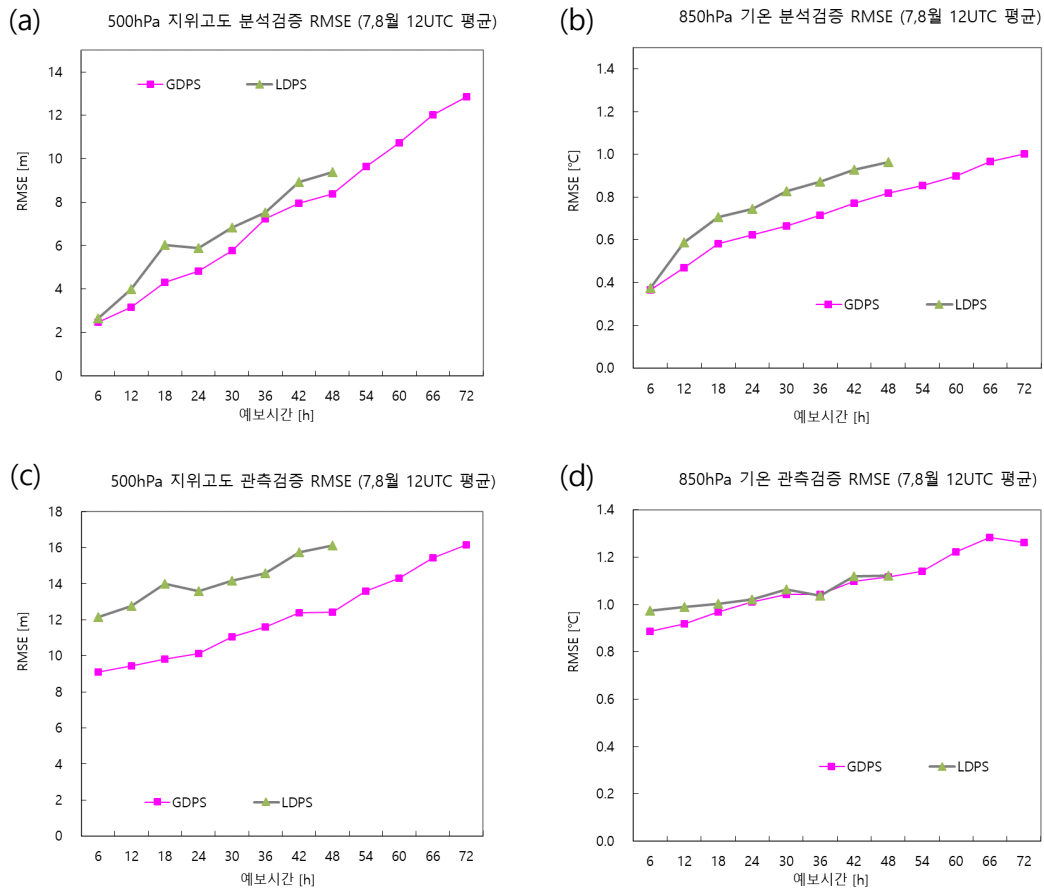


그림 4.2.2 2019년 7, 8월 평균 국지예측시스템 영역의 전지구예측시스템 평균제곱근오차 성능 비교

- (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 성공임계지수다. 전지구예측시스템과 국지예측시스템은 12시간~36시간 예측에서(12시간 간격) 각각 0.55, 0.52, 0.51과 0.56, 0.53, 0.52로 국지예측시스템이 약 0.01 높은 정확도를 보였다. 전지구예측시스템은 치우침이 1.5~1.6으로 강수를 과대모의하는 경향을 보인 반면, 국지예측시스템은 0.8 정도로 과소모의하는 경향을 보였다(그림 4.2.3 (b)).

25mm 이상의 12시간 누적강수에서는 두 시스템이 0.3~0.4로 유사한 결과를 나타내었으며(그림 4.2.3 (c)), 약한 강수와 다르게 전지구예측시스템은 치우침이 0.8 정도로 과소모의한 반면, 국지예측시스템은 0.8~1.0으로 약한 강수와 유사하게 여전히 과소모의하는 경향을 보였다.

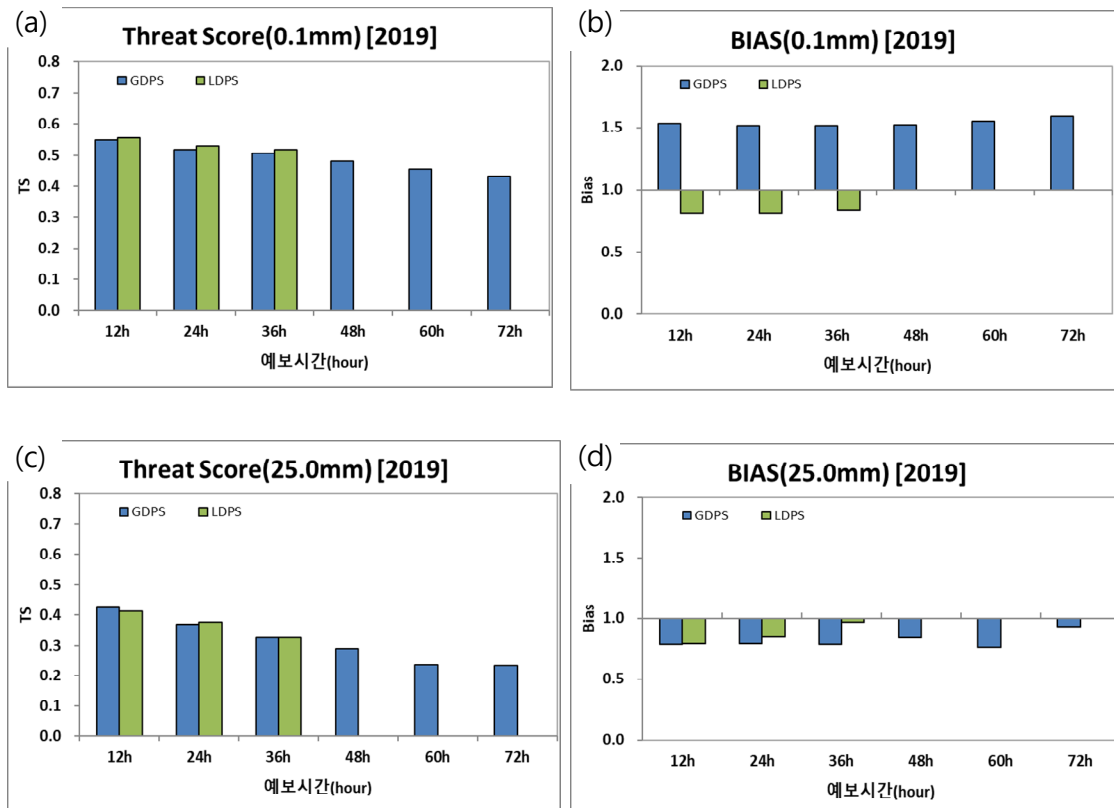


그림 4.2.3 예측시스템(GDAPS, LDAPS)별 2019년 강수검증(파란색은 GDAPS, 초록색은 LDAPS)
 (a) 강수량 0.1mm/12hr에 대한 성공임계지수 (b) 강수량 0.1mm/12hr에 대한 평균편차
 (c) 강수량 25mm/12hr에 대한 성공임계지수 (d) 강수량 25mm/12hr에 대한 평균편차

4.3 전지구앙상블예측시스템(EPSG)

4.3.1 2019년도 예측성능

그림 4.3.1은 2019년 500hPa 지위고도와 850hPa 기온의 북반구영역 평균제곱근 오차/스프레드²²⁾와 CRPSS²³⁾이다. 제시된 그림에서 평균제곱근오차와 스프레드는 2019년에 2018년보다 예측 후반부의 성능이 향상된 것으로 나타났다. 그림 (a)에서 5일 예측에 대한 500hPa 지위고도의 평균제곱근오차는 2018년 37.25에서 2019년 37.99로 증가하였다. 앙상블 평균값을 기준으로 모델의 예측값 편차를 종합적으로 설명해 주는 스프레드는 33.36에서 33.92로 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 0.62에서 0.59로 예측 성능이 하락하였다. 그림 (c)를 볼 때, 5일 예측에 대한 850hPa 지위고도의 평균제곱근 오차는 2.18에서 2.19로 증가하였고 스프레드는 1.81에서 1.82로 감소한 것을 알 수 있다. 5일 예측에 대한 CRPSS는 0.51에서 0.49로 예측성능이 하락한 것을 그림 (d)로부터 확인할 수 있다.

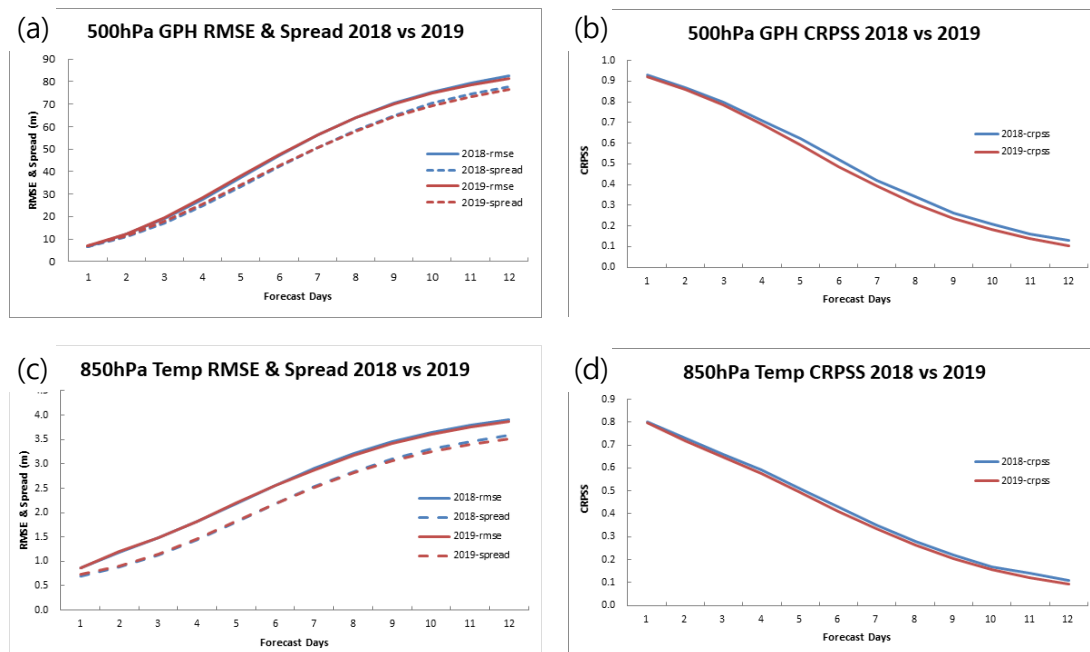


그림 4.3.1 EPSG의 예측시간에 따른 2018년과 2019년 예측성능 비교. (a) 500hPa 지위고도의 RMSE와 스프레드, (b) 500hPa 지위고도의 CRPSS, (c) 850hPa 기온의 RMSE와 스프레드, (d) 850hPa 지위고도의 CRPSS

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

23) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

표 4.3.1 EPSG 2019년 500hPa 지위고도의 120시간 예측(12UTC) 분석검증(RMSE, 스프레드, 이상상관)

방법	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
RMSE	42.43	42.19	43.55	41.19	36.41	31.53	30.38	30.42	35.70	38.15	41.14	42.82	37.99
스프레드	37.42	38.10	34.55	34.59	33.45	28.74	28.04	27.15	32.80	35.95	37.84	38.39	33.92
이상상관	0.92	0.93	0.90	0.91	0.91	0.92	0.88	0.91	0.90	0.91	0.92	0.92	0.91

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

※ 월별/요소별/예측시간별 상세 검증결과는 부록 D.3.1 참고

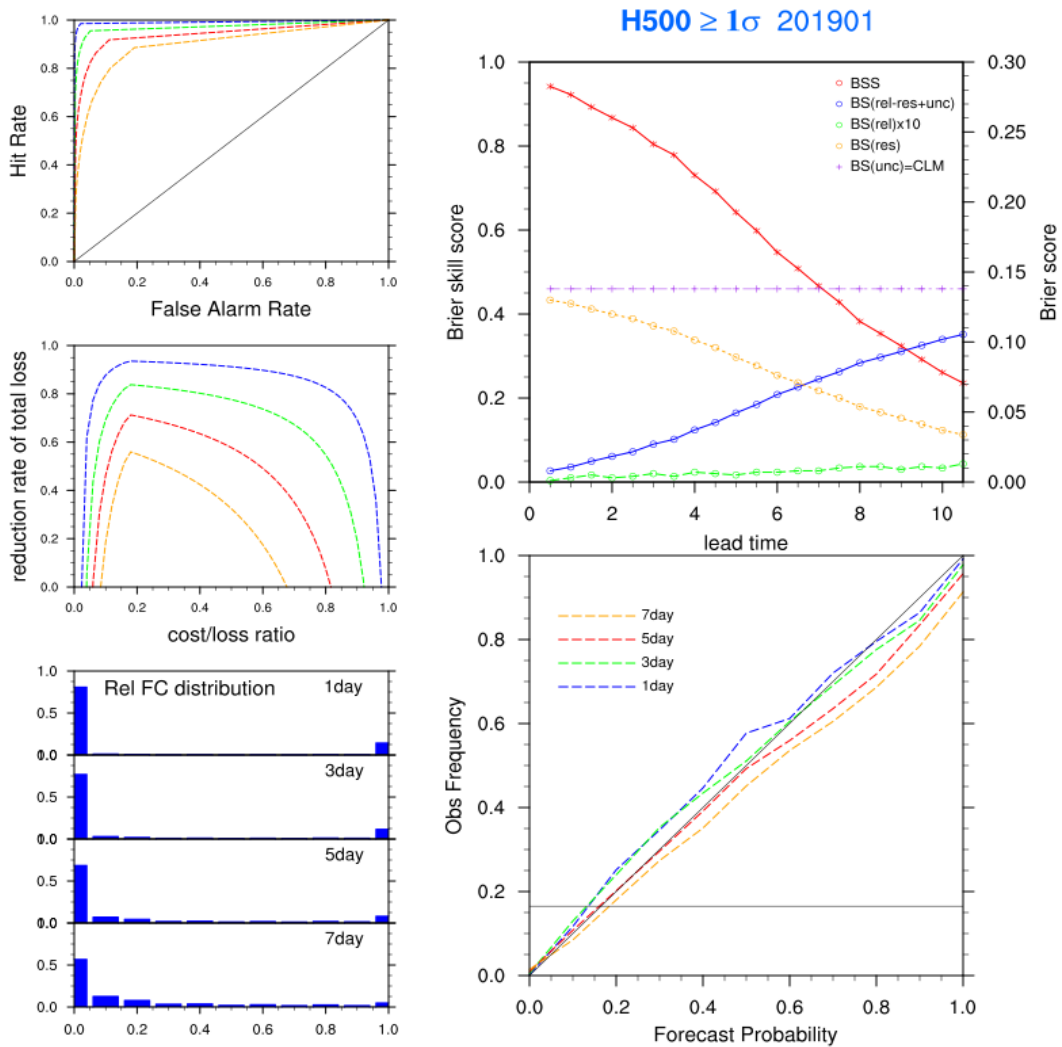


그림 4.3.2 EPSG의 2019년 1월 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차에 대한 예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

※ 월별/요소별 +1 표준편차 검증결과는 부록 D.3.2 참고

4.3.2 연도별 예측성능 변화 추세

500hPa 지위고도의 평균제곱근오차는 2011년 이후 급격히 줄어든 이후, 2017년까지는 유지되는 경향을 보였으며, 2018년 이후 다소 정확도가 높아지는 경향을 보였다. 이상상관계수 또한 평균제곱근오차와 유사한 특징을 보였는데, 특히 2011년부터 2019년도까지 3일 예측의 이상상관 계수가 0.97을 중심으로 안정적으로 유지되면서 오차 또한 가장 낮게 나타났다.

※ 월별/요소별/예측시간별 검증결과는 부록 D.3.3 참고

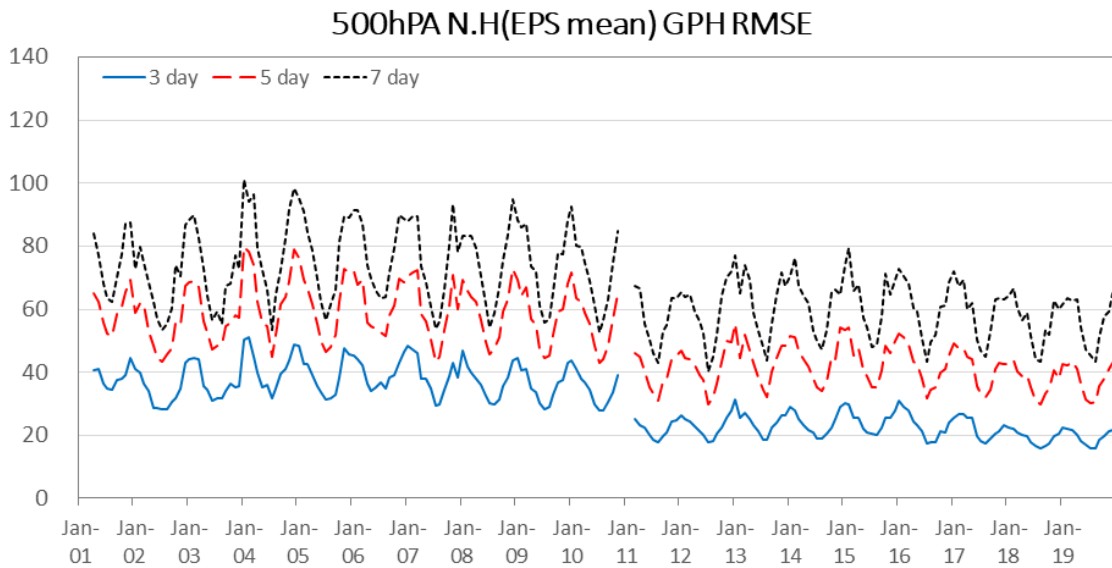


그림 4.3.3 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 RMSE

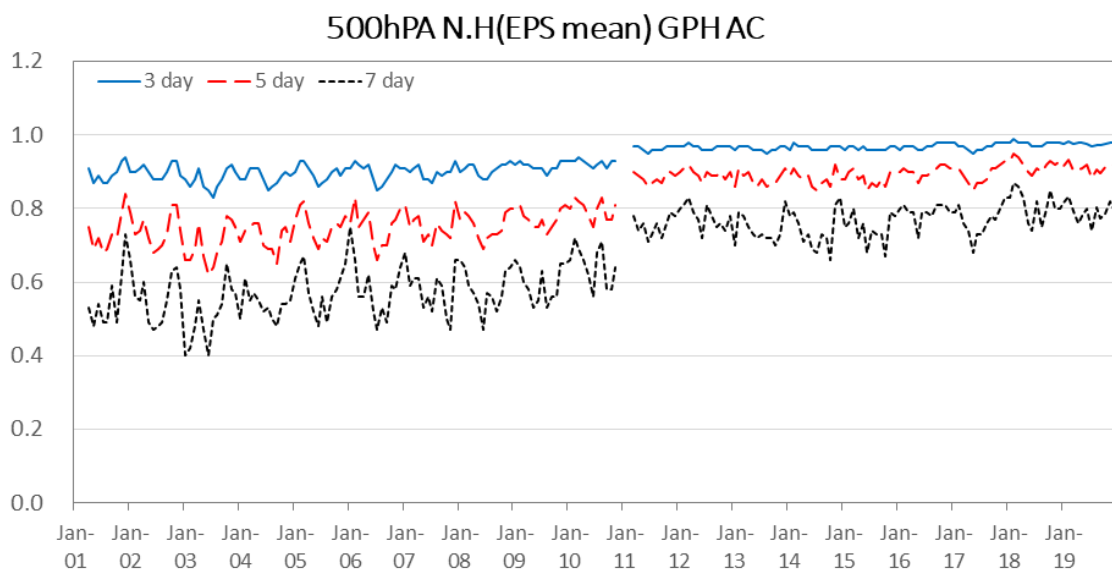


그림 4.3.4 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 이상상관 계수

5. 수치예측시스템 성능 분석(파랑모델, 폭풍해일모델)

5.1 파랑모델

5.1.1 지역 파랑모델 예측성능 변화 추세

지역 파랑모델의 예측성능 변화 추세를 파악하기 위해 한반도 주변 해양기상부이 관측자료를 이용하여 유의파고를 검증하였다. 그림 5.1.1은 지역 파랑모델의 유의파고 대해 검증한 결과로 전년도 검증결과와 비교하여 전체적으로 비슷한 수준의 오차를 보였다. 가을철 태풍 시기에 오차가 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 이처럼 대기 상황이 급변하는 시기에는 파랑모델의 예측성능은 저하되는 것으로 분석되었다.

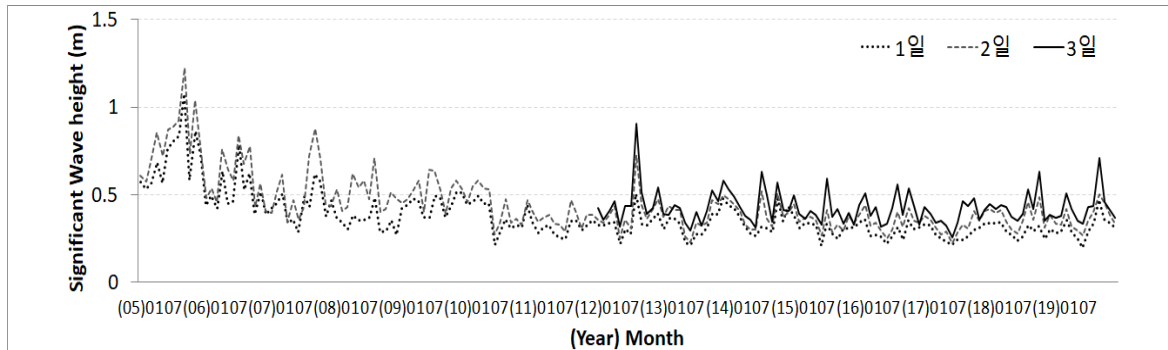


그림 5.1.1 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차

5.1.2 파랑모델의 예측시간별 예측성능

전지구 계류 부이 관측 자료를 이용한 전지구 파랑예측 유의파고 검증분석 결과, 여름철이 겨울철에 비해 상대적으로 오차가 낮게 나타났다. 전년도 월별 예측성능과 비교하면, 모든 예측시간에 대하여 1월부터 3월까지의 예측성능이 낮은 경향을 보였으며, 4월부터 예측성능이 전년도 대비 향상되는 경향을 나타냈다(그림 5.1.2). 그림 5.1.3는 위성자료를 이용하여 전지구 파랑모델의 유의파고에 대해 검증한 결과이다. 72시간 예측시간에 대한 평균제곱근오차(0.64 m)가 전년도(0.65 m)에 비하여 낮게 나타났으며, 모든 예측시간에 대해 전년도 대비 평균제곱근오차가 감소하였다.

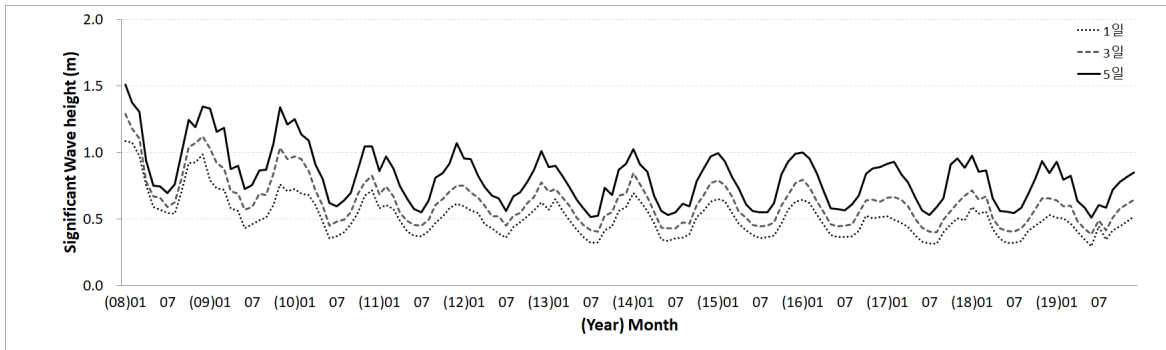


그림 5.1.2 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차

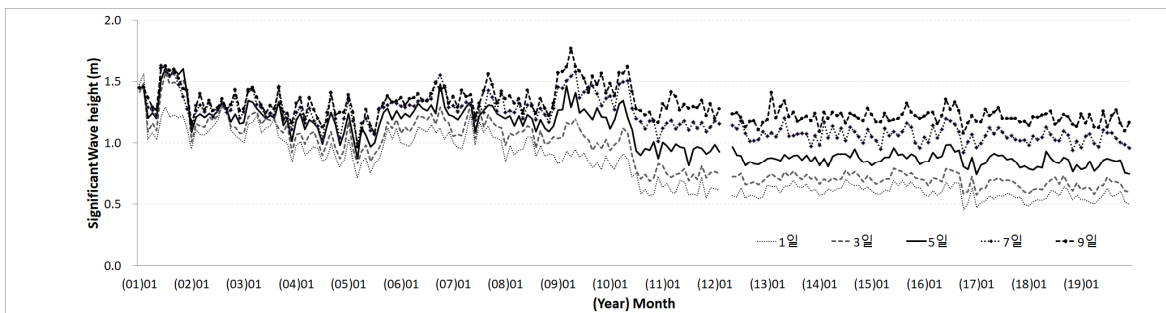


그림 5.1.3 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성검증 평균제곱근오차

5.1.3 전지구 파랑모델 (GWW3) 부이 검증

전지구 파랑모델의 예측성능에 대해 전년도 파랑 예측성능과 비교 분석하였다. 2018년의 경우, 3월 예측성능이 전체 예측시간에 걸쳐 모두 다른 계절에 비해 낮게 나타났었지만, 2019년에는 3월 예측성능이 다른 계절과 유사한 수준으로 예측하는 것으로 확인되었다. 또한 7월의 예측성능은 전체 예측시간에 걸쳐 다른 계절에 비해 낮게 나타났다. 2019년도 상반기(1~6월)까지는 2018년에 비해 조금 향상된 예측성능을 나타내었으며, 7월을 제외한 하반기(8~12월)는 전년도와 비슷한 예측성능을 나타내었다. 표 5.1.1과 그림 5.1.4는 전지구 파랑예측시스템의 평균오차, 평균제곱근오차, 상관관계, 그리고 전년도와의 차이를 24시간 예측장을 기준으로 나타낸 것이다 (예측시간에 따른 성능검증은 부록 E.5.5.1 참고).

표 5.1.1 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +24H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (RMSE)
	ME (m)	RMSE (m)	C.C	entries	ME (m)	RMSE (m)	C.C	entries	
Jan.	0.036	0.588	0.943	8546	0.006	0.495	0.940	7693	0.093
Feb.	0.027	0.538	0.936	7638	0.017	0.504	0.936	7709	0.034
Mar.	0.052	0.618	0.921	8715	0.075	0.442	0.946	6902	0.176
Apr.	0.063	0.423	0.924	8238	0.103	0.395	0.935	6695	0.028
May.	0.074	0.349	0.913	8654	0.048	0.313	0.933	6682	0.036
Jun.	0.039	0.320	0.922	8145	0.064	0.275	0.919	6507	0.045
Jul.	0.081	0.322	0.914	8500	0.071	0.443	0.843	7926	-0.121
Aug.	0.056	0.335	0.911	8555	0.082	0.341	0.914	8606	-0.006
Sep.	0.095	0.408	0.921	8396	0.106	0.414	0.930	8767	-0.006
Oct.	0.065	0.448	0.936	8667	0.070	0.436	0.942	8690	0.012
Nov.	0.037	0.484	0.938	8664	0.086	0.475	0.938	8541	0.009
Dec.	0.011	0.529	0.950	8803	0.078	0.504	0.945	10030	0.025
Ave.	0.053	0.447	0.928	8460	0.067	0.420	0.927	7896	0.027

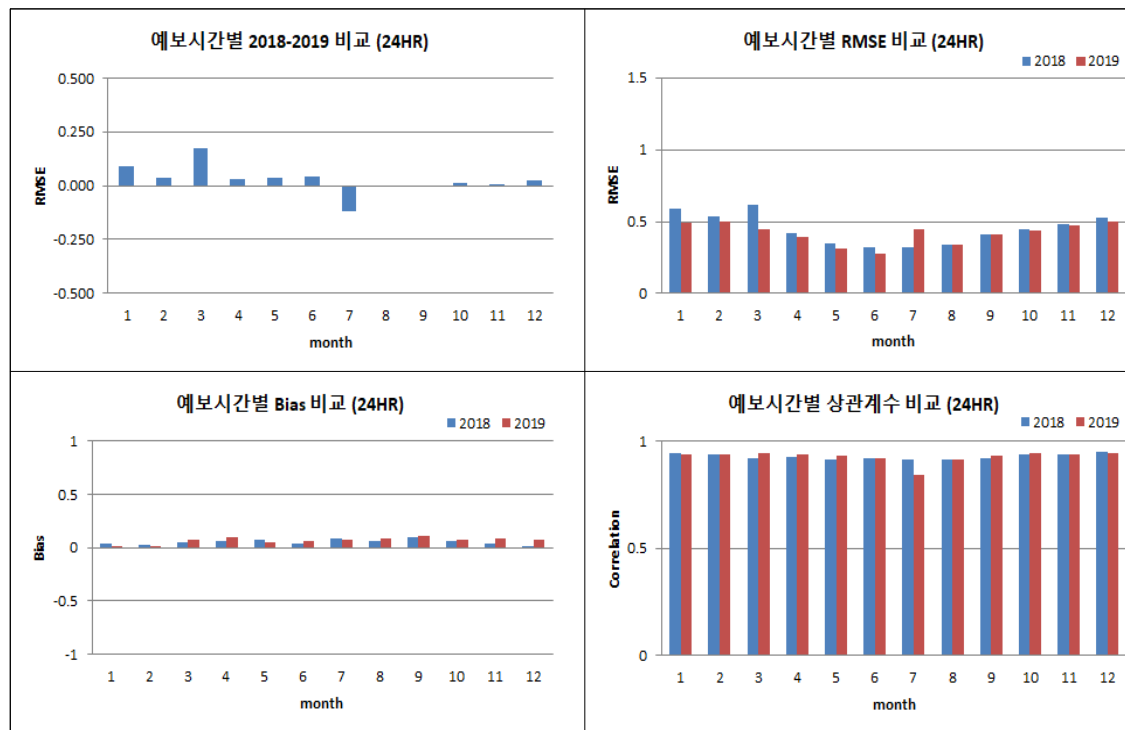


그림 5.1.4 GWW3 +24H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

5.1.4 지역/국지연안 파랑모델 (RWW3/CWW3) 부이 검증

지역/국지연안 파랑모델의 경우, 전년에 비해 평균제곱근오차가 비슷한 수준이며, 월별 24시간 예측성능을 살펴보면 9월에 평균제곱근오차 값이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 이는 대기 상황이 급변하는 태풍으로 인해 예측오차가 증가한 것으로 분석된다. 전체 기간 중 7월과 9월 일부 지역을 제외하고 전반적으로 CWW3가 RWW3보다 예측성능이 조금 더 우수한 것으로 나타났다(그림 5.1.5~5.1.6). 전년과 비교하여 월별 평균제곱근오차 검증 오차를 살펴본 결과 태풍 내습 시기를 제외하고 비슷한 예측성능을 보였다. 표 5.1.2~5.1.8은 지역과 국지연안 파랑예측시스템의 부이 지점별 예측오차와 평균제곱근오차를 24시간 기준으로 나타낸 것이다(지점별 시계열 및 예측시간에 따른 지점별 성능검증은 부록 E.5.1.2 참고).

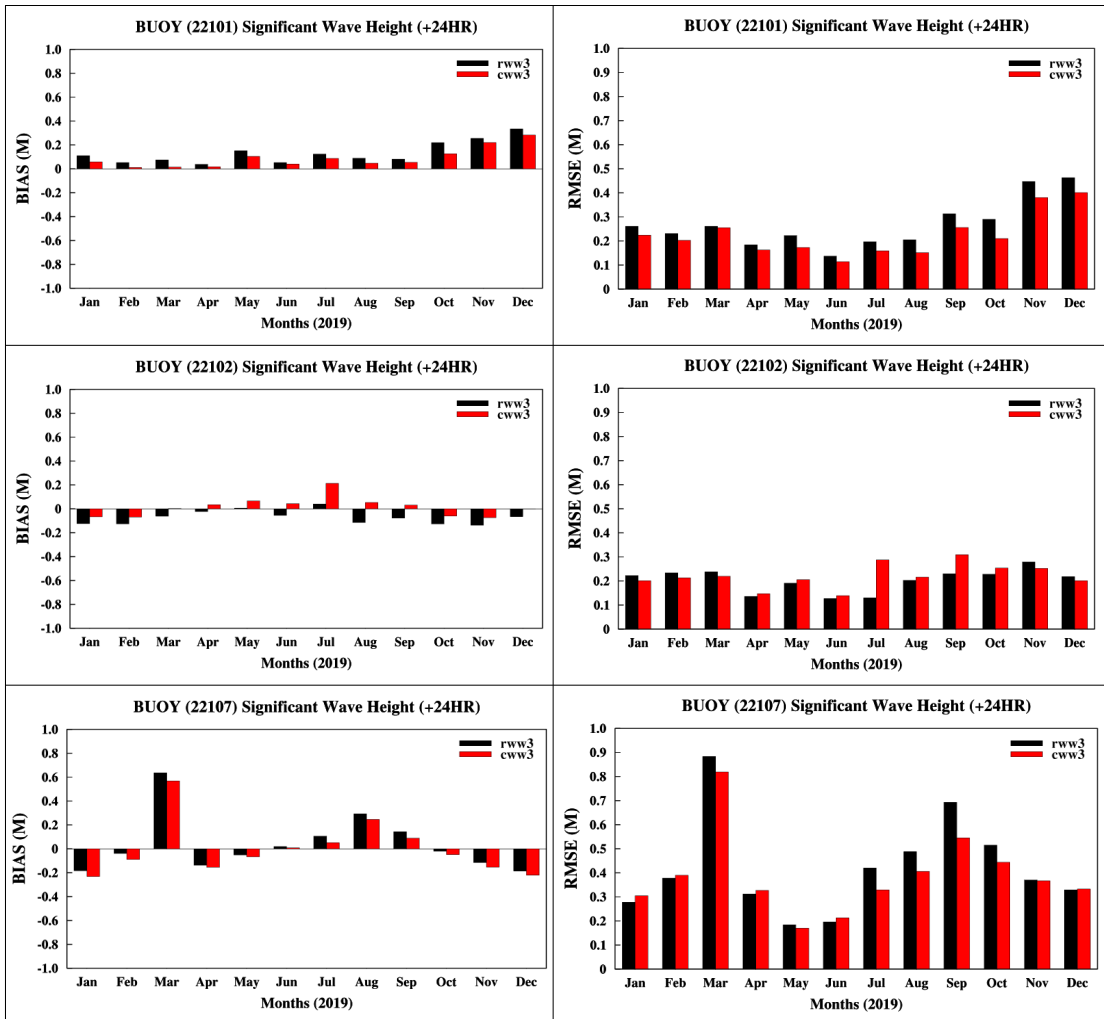


그림 5.1.5 덕적도, 칠발도, 마라도 지점 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의 파고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)

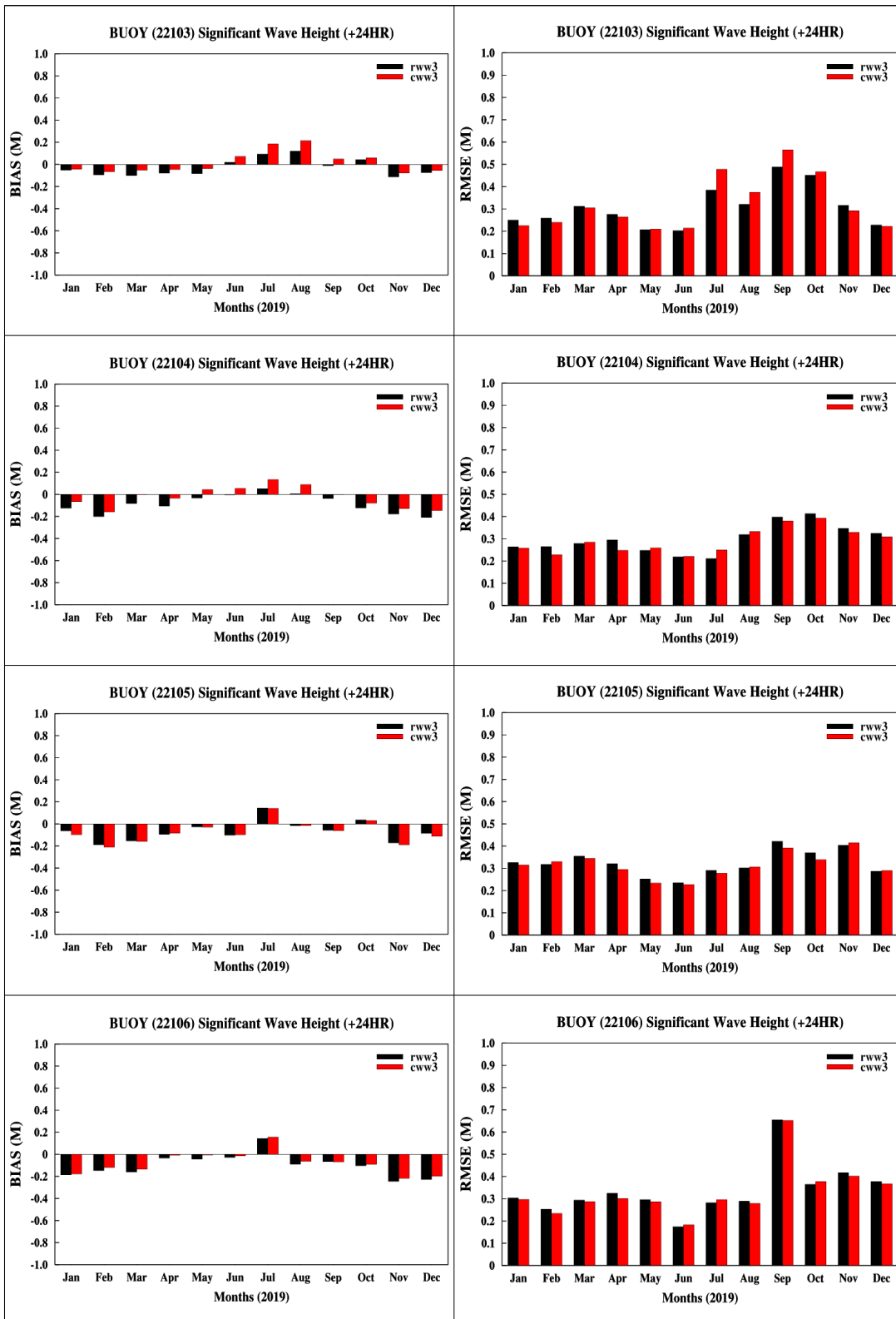


그림 5.1.6 거문도, 거제도, 동해, 포항 지점 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)

표 5.1.2 RWW3/CWW3 덕적도(22101) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	0.11	0.05	0.07	0.04	0.15	0.05	0.12	0.09	0.08	0.22	0.26	0.33	0.13
	평균 제공근 오차	0.26	0.23	0.26	0.18	0.22	0.14	0.20	0.20	0.31	0.29	0.45	0.46	0.27
국지 연안	평균 오차	0.06	0.01	0.01	0.02	0.10	0.04	0.09	0.05	0.06	0.13	0.22	0.28	0.09
	평균 제공근 오차	0.22	0.20	0.26	0.16	0.17	0.11	0.16	0.15	0.26	0.21	0.38	0.40	0.22

표 5.1.3 RWW3/CWW3 칠발도(22102) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.12	-0.13	-0.06	-0.02	0.01	-0.06	0.04	-0.12	-0.08	-0.13	-0.14	-0.07	-0.07
	평균 제공근 오차	0.22	0.23	0.24	0.14	0.19	0.13	0.13	0.20	0.23	0.23	0.28	0.22	0.20
국지 연안	평균 오차	-0.07	-0.07	0.00	0.03	0.07	0.04	0.21	0.05	0.03	-0.06	-0.07	0.00	0.01
	평균 제공근 오차	0.20	0.21	0.22	0.15	0.21	0.14	0.29	0.22	0.31	0.25	0.25	0.20	0.22

표 5.1.4 RWW3/CWW3 거문도(22103) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.05	-0.09	-0.10	-0.08	-0.08	0.02	0.09	0.12	-0.01	0.04	-0.11	-0.08	-0.03
	평균 제공근 오차	0.25	0.26	0.31	0.28	0.21	0.20	0.39	0.32	0.49	0.45	0.32	0.23	0.31
국지 연안	평균 오차	-0.04	-0.07	-0.05	-0.05	-0.04	0.07	0.18	0.21	0.05	0.06	-0.08	-0.06	0.02
	평균 제공근 오차	0.23	0.24	0.30	0.26	0.21	0.21	0.48	0.37	0.56	0.47	0.29	0.22	0.32

표 5.15 RWW3/CWW3 거제도(22104) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.12	-0.20	-0.08	-0.10	-0.03	0.00	0.05	0.01	-0.04	-0.12	-0.18	-0.21	-0.09
	평균 제곱근 오차	0.26	0.27	0.28	0.29	0.25	0.22	0.21	0.32	0.40	0.41	0.35	0.33	0.30
국지 연안	평균 오차	-0.07	-0.16	0.00	-0.04	0.04	0.06	0.13	0.09	0.00	-0.08	-0.13	-0.15	-0.02
	평균 제곱근 오차	0.26	0.23	0.28	0.25	0.26	0.22	0.25	0.33	0.38	0.39	0.33	0.31	0.29

표 5.16 RWW3/CWW3 동해(22105) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.06	-0.19	-0.15	-0.09	-0.03	-0.10	0.14	-0.02	-0.06	0.04	-0.17	-0.09	-0.07
	평균 제곱근 오차	0.33	0.32	0.35	0.32	0.25	0.23	0.29	0.30	0.42	0.37	0.40	0.29	0.32
국지 연안	평균 오차	-0.10	-0.21	-0.16	-0.08	-0.03	-0.10	0.14	-0.01	-0.06	0.03	-0.19	-0.11	-0.07
	평균 제곱근 오차	0.32	0.33	0.34	0.29	0.23	0.23	0.28	0.31	0.39	0.34	0.41	0.29	0.31

표 5.17 RWW3/CWW3 포항(22106) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.19	-0.15	-0.16	-0.03	-0.04	-0.03	0.14	-0.09	-0.07	-0.10	-0.24	-0.23	-0.10
	평균 제곱근 오차	0.30	0.25	0.29	0.33	0.30	0.17	0.28	0.29	0.66	0.36	0.42	0.38	0.34
국지 연안	평균 오차	-0.18	-0.12	-0.14	-0.01	-0.01	-0.01	0.16	-0.06	-0.07	-0.09	-0.22	-0.20	-0.08
	평균 제곱근 오차	0.30	0.23	0.29	0.30	0.29	0.18	0.30	0.28	0.65	0.38	0.40	0.37	0.33

표 5.18 RWW3/CWW3 마라도(22107) 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.18	-0.04	0.64	-0.14	-0.05	0.02	0.11	0.29	0.14	-0.02	-0.12	-0.18	0.04
	평균 제곱근 오차	0.28	0.38	0.88	0.31	0.18	0.20	0.42	0.49	0.69	0.52	0.37	0.33	0.42
국지 연안	평균 오차	-0.23	-0.09	0.57	-0.16	-0.07	0.01	0.05	0.24	0.09	-0.05	-0.15	-0.22	0.00
	평균 제곱근 오차	0.30	0.39	0.82	0.33	0.17	0.21	0.33	0.41	0.55	0.44	0.37	0.33	0.39

5.1.5 앙상블 지역 파랑모델 (EWW3) 부이 검증

앙상블 지역 파랑모델은 2018년 10월부터 현업으로 운영 중이며, 2019년 11월에 87시간에서 120시간 예측시간으로 연장되었다. 2019년 앙상블 지역 파랑모델의 예측성 분석은 72시간에 대해 수행되었다. 해양기상 부이 지점 24시간 예측에 대한 평균오차와 평균제공근오차를 전체 평균하여 표 5.1.9에 나타냈다(예측시간에 따른 성능검증 및 월별 예측성능은 부록 E.5.1.3 참고).

표 5.1.9 EWW3 24시간 예측장 오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
평균오차	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	-0.03	0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03
평균제공근오차	0.17	0.17	0.16	0.13	0.13	0.12	0.24	0.21	0.47	0.42	0.39	0.33	0.24

5.1.6 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증

위성 관측자료를 이용하여 전지구 파랑예측시스템의 예측성능을 예측시간별, 월별로 분석하였다. 24시간에서 216시간 예측까지 전지구 평균오차는 0.12~0.14m로 예측시간에 따른 평균오차 분포는 크지 않은 것으로 분석되었으나, 평균제공근오차는 0.55~1.18m로 예측시간이 길어짐에 따라 점차 커지는 경향을 나타냈다. 표 5.1.10은 24시간 예측장에 대한 월별 평균오차와 평균제공근오차를 나타내고 있다(예측시간에 따른 성능검증은 부록 E.5.2.1 참고).

표 5.1.10 GWW3 위성에 대한 유의파고 24시간 예측장 오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
평균오차	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.12	0.14	0.15	0.16	0.11	0.10	0.12	0.13
평균제공근오차	0.53	0.53	0.51	0.50	0.53	0.57	0.62	0.56	0.57	0.60	0.51	0.50	0.55

5.2 폭풍해일 모델

5.2.1 지역 폭풍해일모델 예측성능변화 추세

지역 폭풍해일모델은 2019년 6월부터 POM (Princeton Ocean Model)에서 NEMO (Nucleus for European Modeling of the Ocean) 기반의 모델로 변경되었고, 예측시간 또한 87시간에서 120시간으로 연장되었다. 그림 5.2.1은 2019년 월별 평균제곱근오차를 나타낸 것으로, 6월 이전과 이후에는 기본모델이 달라 오차의 연속성을 표현하는 데는 한계가 있지만, 태풍이 발생하는 여름철이 상대적으로 오차가 크게 나타났다.

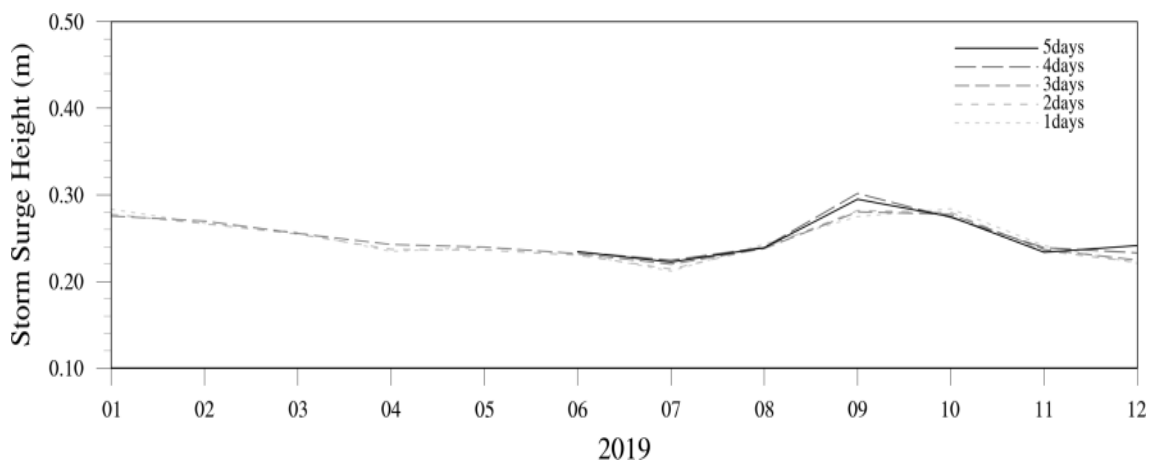


그림 5.2.1 지역 폭풍해일모델(RTSM) 폭풍해일고 평균제곱근오차

5.2.2 폭풍해일모델의 예측시간별 예측성능

그림 5.2.2는 30개 검조소 영역에 대하여 2019년 1년 동안 평균제곱근오차와 상관계수가 예측시간별로 평균된 그림이다. 대부분 예측시간에서 RMSE는 0.24 이상의 값을 나타내며, 예측시간에 대한 평균제곱근오차가 지역 폭풍해일 예측시스템이 국지연안 예측시스템보다 낮게 나타났다. 예측시간에 따른 상관계수는 전 시간에 걸쳐 0.97 이상의 높은 값을 나타내고 있다.

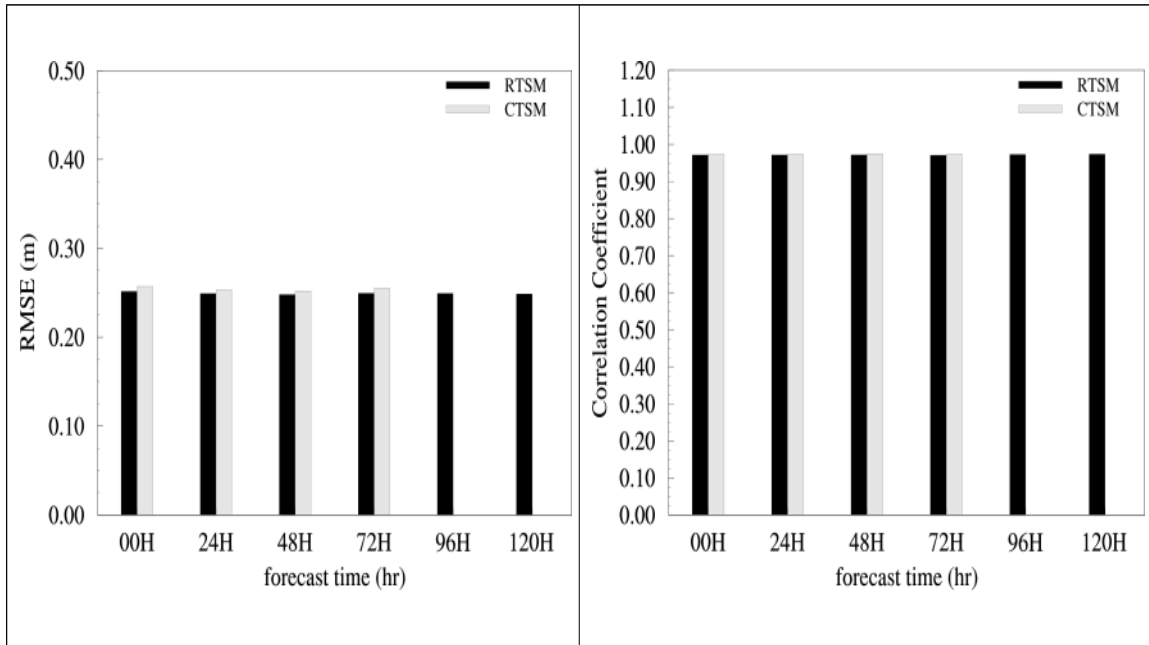


그림 5.2.2 2019년 지역 및 국지연안 폭풍해일모델의 예측시간별 폭풍해일고 평균제곱근오차 (좌)와 상관계수(우)

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

국립해양조사원 검조소 별로 폭풍해일 예측시스템(RTSM/CTSM)의 월별 24시간 예측성능을 분석한 결과, 대부분 검조소에서 9월과 10월에 평균제곱근오차 값이 0.309, 0.298로 상대적으로 크게 나타났다. 9월의 경우 제13호 태풍 링링(LINGLING)이 서해안으로 내습하면서 모델의 예측오차가 다소 증가하는 것으로 나타났으며, 지방청별 평균제곱근오차는 평균 0.233으로 나타났다. 그림 5.2.3~5.2.4을 보면 월별, 검조소별 차이는 있으나 모든 검조소를 평균했을 때, 전반적으로 RTSM이 CTSM 보다 좋은 예측성능을 보인 것을 확인할 수 있다. 표 5.2.1~5.2.8은 각 검조소 지점 별로 24시간 예측장에 대해 지역/국지연안 폭풍해일모델의 평균오차와 평균제곱근오차를 월별로 분석한 결과이다(지점에 따른 월별 예측성능 및 시계열은 부록 E.6.1 참고).

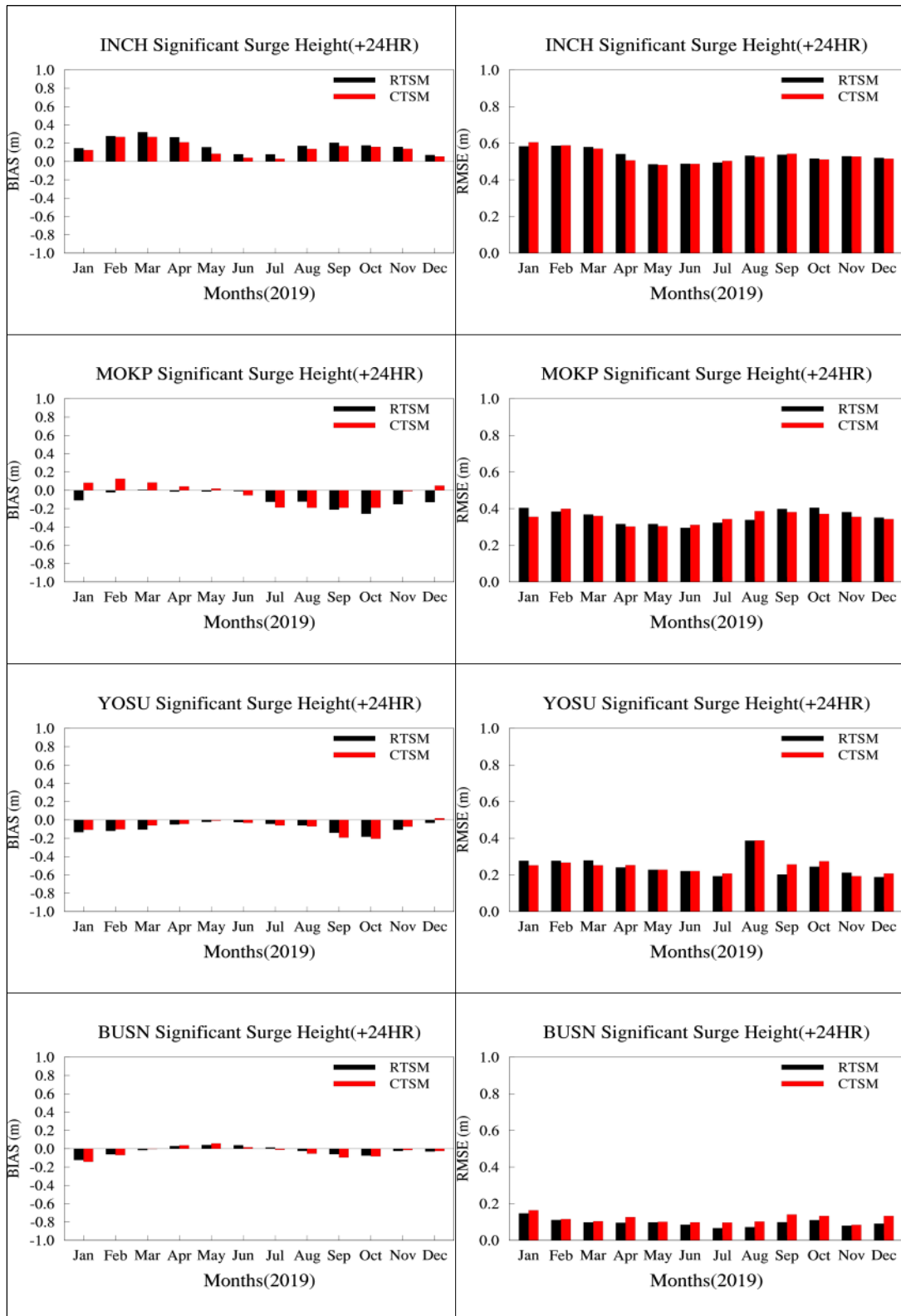


그림 5.2.3 인천, 목포, 여수, 부산 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해일고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)

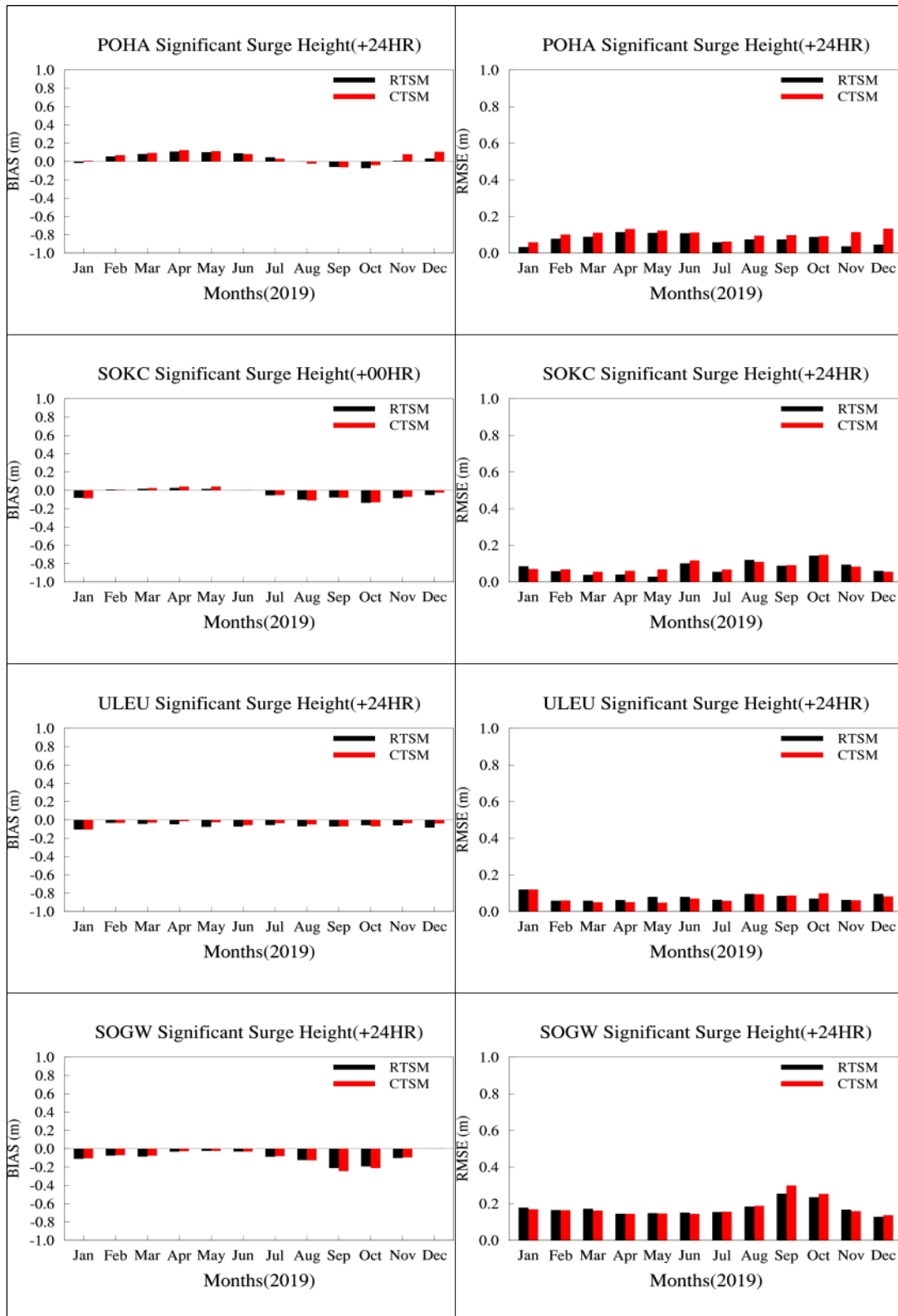


그림 5.2.4 포항, 속초, 울릉도, 서귀포 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해일고의 평균오차(좌)와 평균제곱근오차(우)

표 5.2.1 RTSM/CTSM 인천 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	0.146	0.278	0.320	0.266	0.156	0.079	0.078	0.171	0.205	0.176	0.159	0.071	0.175
	평균 제곱근 오차	0.583	0.586	0.579	0.541	0.485	0.488	0.494	0.532	0.537	0.516	0.529	0.520	0.533
국지 연안	평균 오차	0.124	0.268	0.268	0.210	0.084	0.041	0.029	0.138	0.169	0.159	0.139	0.055	0.140
	평균 제곱근 오차	0.605	0.588	0.570	0.506	0.481	0.487	0.503	0.525	0.542	0.511	0.527	0.515	0.530

표 5.2.2 RTSM/CTSM 목포 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.109	-0.022	0.006	-0.014	-0.013	-0.009	-0.126	-0.123	-0.211	-0.256	-0.151	-0.130	-0.097
	평균 제곱근 오차	0.404	0.384	0.368	0.316	0.316	0.295	0.323	0.338	0.398	0.405	0.381	0.351	0.357
국지 연안	평균 오차	0.082	0.126	0.084	0.042	0.019	-0.054	-0.188	-0.190	-0.190	-0.190	-0.009	0.051	-0.035
	평균 제곱근 오차	0.355	0.399	0.360	0.302	0.304	0.311	0.343	0.386	0.381	0.371	0.355	0.343	0.351

표 5.2.3 RTSM/CTSM 여수 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.134	-0.120	-0.105	-0.050	-0.021	-0.024	-0.044	-0.059	-0.140	-0.183	-0.107	-0.032	-0.085
	평균 제곱근 오차	0.277	0.277	0.279	0.241	0.228	0.221	0.193	0.387	0.202	0.245	0.212	0.188	0.246
국지 연안	평균 오차	-0.108	-0.102	-0.059	-0.043	-0.007	-0.031	-0.060	-0.070	-0.193	-0.205	-0.073	0.019	-0.078
	평균 제곱근 오차	0.252	0.267	0.252	0.253	0.228	0.221	0.207	0.388	0.257	0.274	0.193	0.207	0.250

표 5.2.4 RTSM/CTSM 부산 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균 오차	-0.124	-0.061	-0.015	0.029	0.041	0.038	0.014	-0.024	-0.059	-0.075	-0.024	-0.030	-0.024
	평균 제곱근 오차	0.147	0.111	0.098	0.096	0.098	0.085	0.066	0.072	0.099	0.110	0.080	0.091	0.096
국지 연안	평균 오차	-0.142	-0.069	-0.004	0.037	0.058	0.016	-0.011	-0.053	-0.095	-0.084	-0.014	-0.024	-0.032
	평균 제곱근 오차	0.164	0.116	0.104	0.126	0.101	0.098	0.097	0.102	0.141	0.133	0.084	0.133	0.117

표 5.2.5 RTSM/CTSM 포항 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균오차	-0.015	0.055	0.082	0.108	0.102	0.090	0.046	-0.002	-0.058	-0.072	0.007	0.033	0.031
	평균제곱근오차	0.033	0.078	0.089	0.114	0.110	0.108	0.059	0.074	0.074	0.088	0.037	0.046	0.076
국지연안	평균오차	0.007	0.069	0.094	0.123	0.112	0.081	0.029	-0.022	-0.061	-0.039	0.078	0.106	0.048
	평균제곱근오차	0.059	0.101	0.111	0.131	0.123	0.112	0.062	0.095	0.098	0.092	0.114	0.133	0.103

표 5.2.6 RTSM/CTSM 속초 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균오차	-0.078	0.011	0.013	0.022	0.014	-0.006	-0.049	-0.101	-0.079	-0.134	-0.084	-0.052	-0.044
	평균제곱근오차	0.085	0.058	0.038	0.040	0.028	0.101	0.055	0.120	0.088	0.143	0.094	0.060	0.076
국지연안	평균오차	-0.060	0.030	0.031	0.042	0.048	0.002	-0.032	-0.088	-0.079	-0.128	-0.055	-0.007	-0.025
	평균제곱근오차	0.070	0.068	0.055	0.060	0.068	0.117	0.067	0.109	0.091	0.147	0.083	0.055	0.083

표 5.2.7 RTSM/CTSM 울릉도 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균오차	-0.103	-0.031	-0.044	-0.047	-0.075	-0.072	-0.055	-0.069	-0.071	-0.057	-0.058	-0.083	-0.064
	평균제곱근오차	0.120	0.059	0.059	0.062	0.080	0.080	0.064	0.096	0.085	0.070	0.063	0.096	0.078
국지연안	평균오차	-0.103	-0.031	-0.029	-0.013	-0.024	-0.055	-0.034	-0.049	-0.069	-0.069	-0.036	-0.038	-0.046
	평균제곱근오차	0.120	0.060	0.050	0.051	0.048	0.070	0.058	0.094	0.087	0.099	0.061	0.082	0.073

표 5.2.8 RTSM/CTSM 서귀포 지점 24시간 예측장 오차

FCST		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
지역	평균오차	-0.110	-0.075	-0.086	-0.031	-0.022	-0.030	-0.087	-0.124	-0.211	-0.193	-0.101	0.001	-0.089
	평균제곱근오차	0.178	0.165	0.172	0.145	0.148	0.151	0.154	0.184	0.254	0.235	0.167	0.128	0.173
국지연안	평균오차	-0.104	-0.069	-0.075	-0.026	-0.022	-0.030	-0.080	-0.125	-0.244	-0.211	-0.094	0.001	-0.090
	평균제곱근오차	0.169	0.164	0.162	0.144	0.146	0.144	0.156	0.188	0.299	0.253	0.159	0.137	0.177

6. 수치예측시스템 성능 분석(황사·연무통합예측시스템)

6.1 황사·연무통합예측시스템

- 1) 황사·연무통합예측시스템은 고해상도(N128) 사계절용이며 2013년 9월부터 일 4회 운영되고 있으며, 황사의 출현에 대한 정량적 예보에 지원되었다.
- 2) 2019년 상반기(1월)에 위성 AOD 자료를 이용한 자료동화 기법을 적용하여 현업에 반영, 개선된 예측모델 결과가 산출되었다.
- 3) 황사·연무통합예측시스템의 검증은 정확도 지수를 사용하여 수행하였으며, 검증에 사용된 자료는 2019년 전 기간에 대해서 지상 목측자료와 Dust PM10 예측 농도값이 사용되었다.
- 4) 2016년부터 2019년까지의 정확도(Accuracy)는 2016년 0.85, 2017년 0.83, 2018년 0.88 그리고 2019년 0.84로 평가되었다.

6.2 2019년 황사·연무통합예측모델 성능

검증 기간은 각 연도별로 1월 1일부터 12월 31일이며, 12시간(00, 12UTC) 주기로 분석되었다.

관측 기준으로는 기상청 정규 목측관측 지점(2019년 기준 22지점)에서의 황사 목측 여부로, 예측 기준으로는 황사모델 결과 중 12시간부터 48시간 사이의 예측결과에서 우리나라 영역의 최하층 농도가 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우 존재 여부로 분석되었다.

표 6.2.1 2019년 황사·연무통합예측모델 예측률

연도	정확도(Accuracy)	성공임계지수(CSI)	탐지 확률(POD)	거짓 경보율(FAR)
2016	0.85	0.26	1.00	0.74
2017	0.83	0.24	0.95	0.75
2018	0.88	0.26	0.88	0.73
2019	0.84	0.15	0.69	0.84

※ 정확도 지수

- 정확도(Accuracy) = $(H + C) / n$
- 성공임계지수(Critical Success Index) = $H / (H+M+F)$
- 탐지 확률(Probability of Detection) = $H / (H+M)$
- 거짓 경보율(False-Alarm Rate) = $F / (H+F)$

(n=H+M+F+C)		모델	
		Yes	No
관측	Yes	H	M
	No	F	C

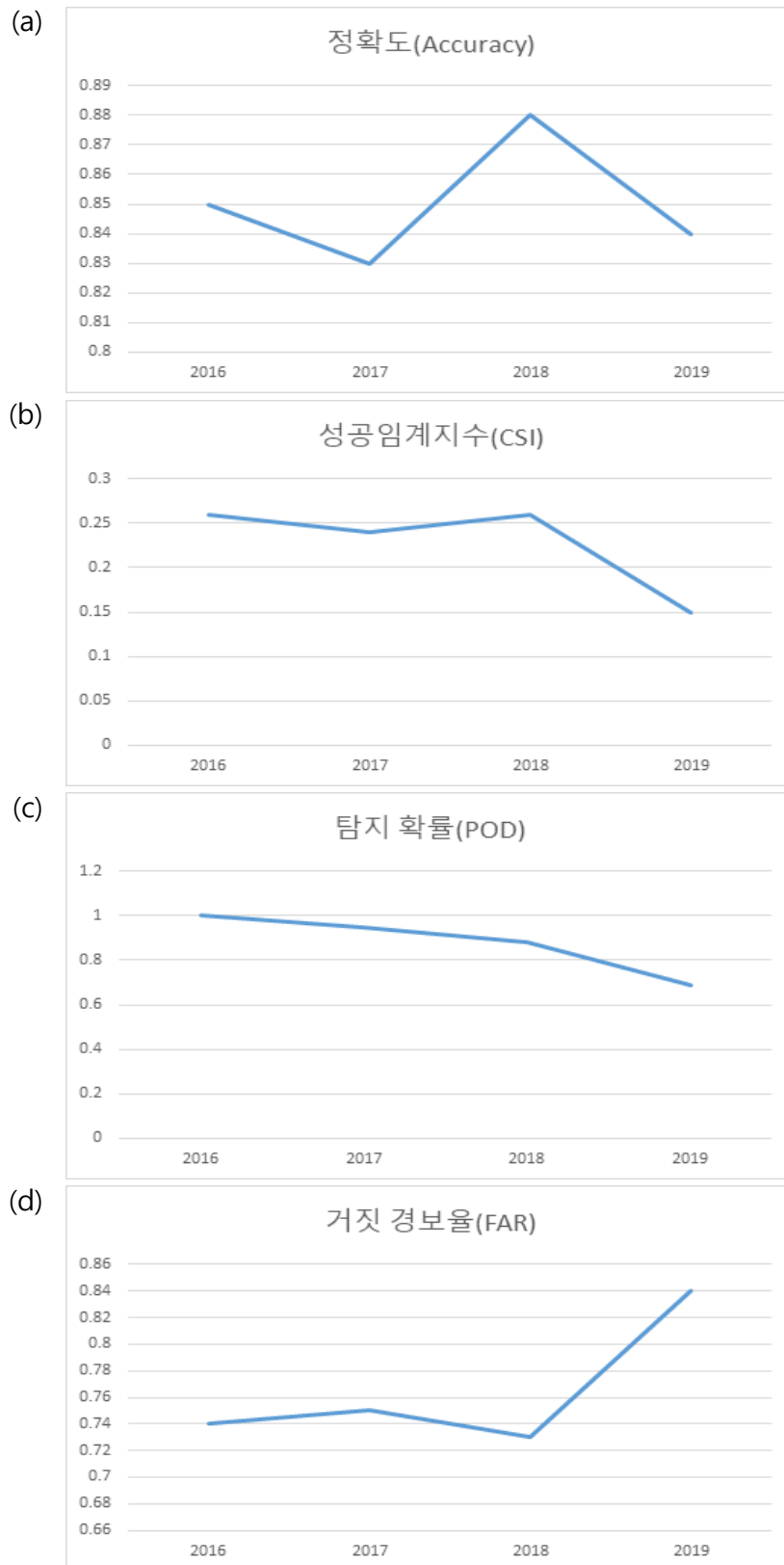


그림 6.2.1 황사연무통합예측모델 예측 성능 추세
 (a) 정확도 (b) 성공임계지수 (c) 탐지확률 (d) 거짓경보율

7. 태풍예측 성능 분석

전지구예측시스템의 진로예측 오차는 꾸준히 감소하는 경향을 보이지만, 2019년에는 2018년에 비해 72시간까지의 예측 오차가 증가하고 96시간부터는 감소하였다. 앙상블예측시스템의 진로예측 오차도 2018년에 비해 72시간까지 증가, 96시간과 120시간에는 감소하였다. 2019년 두 모델의 태풍검증영역(20°N의 북쪽, 140°E의 서쪽) 태풍에 대한 단순거리 오차는 72시간 예측까지는 전지구예측시스템의 오차가 앙상블예측시스템보다 더 작고, 그 이후 시간에서는 앙상블예측시스템의 오차가 작은 것으로 분석되었다. 태풍 진행방향 오차(태풍의 이동속도오차)와 태풍 진행수직방향 오차는 96시간 예측 오차를 제외하고는 전지구예측시스템의 오차가 작게 분석되었다. 두 수치모델의 태풍 이동속도 및 태풍 방향의 수직 방향의 예측경향 분석결과 72시간 이전의 초기예측에서는 태풍의 이동속도를 느리게, 진행 방향의 왼쪽으로 예측하는 경향이 있으며, 96시간 이후의 예측에서는 이동속도가 이전 예측보다는 빨라지고, 중심에서 오른쪽으로 예측하는 경향을 보이는 것으로 분석되었다.

전지구예측시스템의 2019년 전체 태풍에 대한 강도예측은 2018년과 비교하여 48시간 이전의 예측에서는 강도예측 오차가 감소하였으나, 72시간까지 태풍의 강도를 약하게 모의하는 경향을 보였다. 태풍의 강도별 예측 오차는 2018년에 비해 모든 등급의 태풍에서 60시간 예측 이전에는 감소하고, STS/TY 등급의 태풍은 96시간 이후 예측에서 오차가 증가하였다. 앙상블예측시스템은 전체 태풍에 대한 강도예측에서 2018년에 비해 2019년에 예측오차가 전체적으로 증가하였으며, 태풍의 강도를 매우 약하게 모의하였다.

7.1 태풍 진로예측 성능

7.1.1 연도별 태풍 진로예측 오차

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

그림 7.1.2는 북서태평양 전체영역에 대한 앙상블예측시스템의 연도별 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. 또한 전지구예측시스템과 같이 2019년은 전년도에 비해 72시간 예측시간까지의 오차가 증가하였다.

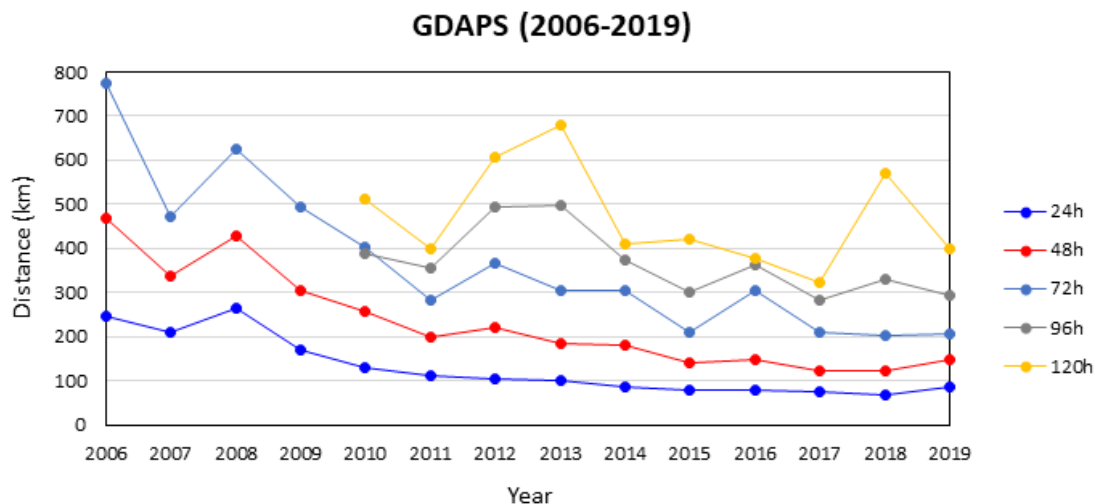


그림 7.1.1 GDAPS의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2019년(UM N128L70))

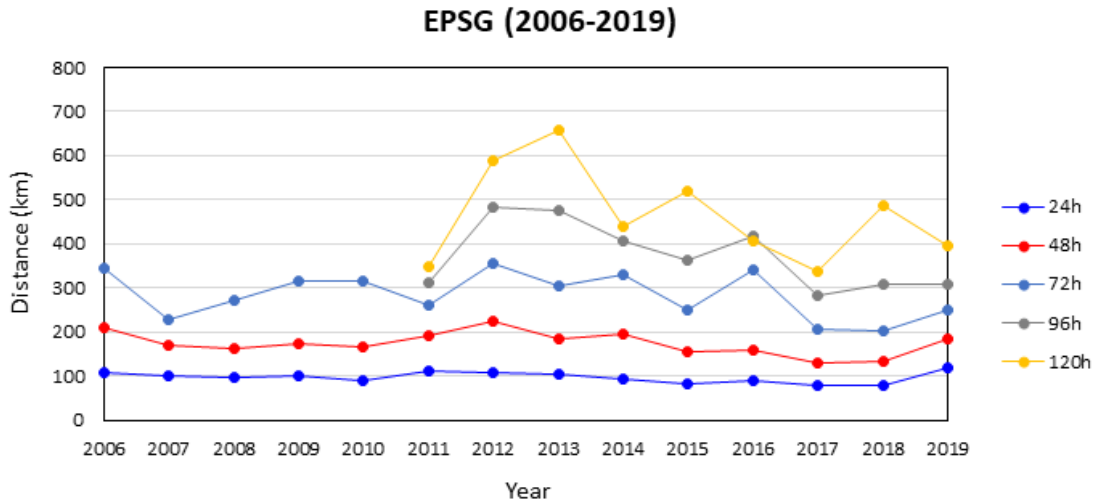


그림 7.1.2 EPSG의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2010년: T213L40, 2011~2015년: UM N320L70, 2016~2019년: UM N400L70)

7.1.2 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 진로예측 오차 비교

북서태평양 전체영역에 대한 전지구예측시스템과 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. 단순 거리오차는 5일(120시간) 예보를 제외하고는 전지구예측시스템이 앙상블예측시스템보다 평균 30 km 정도 적고, 태풍 진행방향 오차와 태풍 진행수직방향 오차도 전지구예측시스템이 적게 나타나 앙상블예측시스템보다 진로예측 정확도가 큰 것으로 분석된다.

태풍검증영역(위도 20°N 북쪽, 경도 140°E 서쪽)의 진로오차(표 4.8.4-6)는 72시간 예측까지는 전지구예측시스템이 정확하나, 96시간과 120시간 예측에는 단순 거리오차, 태풍 진행방향 오차, 태풍 진행수직방향 오차 모두 앙상블예측시스템의 예측 오차가 더 적게 분석되었다.

그림 7.1.3은 모델 예측진로의 모의경향을 나타내는 그림으로, along-track은 태풍의 진행속도, cross-track은 태풍 진행 방향의 모의 경향을 의미한다. 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템 모두 72시간 예측까지는 태풍의 이동속도는 느리고(along-track 편차가 음의 값) 진행 방향의 왼쪽으로 예측(cross-track 편차가 음의 값)하는 경향을 보였다. 하지만, 120시간 예측에서는 전지구예측시스템은 이동속도가 빠르고 태풍 진행방향의 오른쪽으로 예측하는 한편, 앙상블예측시스템은 이동속도는 느리지만 태풍 진행방향의 오른쪽으로 예측하는 경향을 보였다.

표 7.1.1 2019년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 (단위: km, (): 사례수)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSSG (UM N400L70)	
	12hr	54.8	(236)	84.9
24hr	84.8	(213)	118.9	(214)
36hr	115	(189)	153.3	(190)
48hr	148.3	(166)	185.4	(167)
60hr	177.9	(144)	219.5	(143)
72hr	207.2	(122)	251	(121)
96hr	293.7	(83)	307.4	(83)
120hr	397.5	(53)	396.3	(52)

표 7.1.2 2019년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 태풍 진행방향 오차(Along Track Error, ATE)의 평균과 태풍 진행방향 편차(Along Track Bias, ATB)의 중간값(median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSSG (UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	32.4	0.8	61.4	-47.7
24hr	48.7	-11.1	81.4	-58.6
36hr	71.9	-27.6	106.2	-71.2
48hr	96.6	-23.5	129.2	-75.5
60hr	122.9	-30.7	160.5	-96.4
72hr	148.2	-26.6	193.4	-104.1
96hr	224.3	-41.7	246.9	-140
120hr	311.5	-46.7	312.3	-90.8

표 7.1.3 2019년 북서태평양 전체영역에 대한 수치예보모델별 태풍 진행의 수직방향 오차(Cross Track Error, CTE)의 평균과 태풍 진행의 수직방향 편차(Cross Track Bias, CTB)의 중간값 (median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	37.8	-6.9	45.5	-21.3
24hr	59.9	-10.7	69.6	-27.4
36hr	76.4	-5.8	86.5	-32.3
48hr	89	-4.1	103.9	-30.6
60hr	100.5	-19.1	115.6	-40.3
72hr	111.2	0	120.9	-34.4
96hr	145.1	17.4	134.4	-2.4
120hr	182.9	55.5	176.1	66.8

표 7.1.4 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 단순 거리오차 (단위: km, (): 사례수)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	12hr	45.5	(86)	83.9
24hr	76.2	(82)	117	(83)
36hr	111.3	(76)	157.5	(77)
48hr	148.3	(68)	191.8	(69)
60hr	182.9	(62)	229.4	(62)
72hr	214.9	(53)	259.4	(53)
96hr	298.2	(35)	289.3	(36)
120hr	425.5	(24)	412.4	(24)

표 7.1.5 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 진행방향 오차(ATE)의 평균과 태풍 진행방향 편차(ATB)의 중간값(median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	27.3	0.1	62.8	-53.1
24hr	42.5	-11.4	81.5	-62.7
36hr	70.1	-25.9	106.6	-66.7
48hr	93.1	-11.9	132	-69
60hr	124	-20.4	163.4	-91
72hr	157.8	-27.1	200.7	-103.5
96hr	219.2	-4.2	217.6	-69.3
120hr	331.1	142.6	302.7	-21.4

표 7.1.6 2019년 20°N 북쪽, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델별 태풍 진행의 수직방향 오차(CTE)의 평균과 태풍 진행의 수직방향 편차(CTB)의 중간값(median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	30.8	-14.2	44.5	-37.9
24hr	55.7	-37.7	67.3	-45
36hr	71.4	-50.2	86	-60.9
48hr	86.5	-57.2	100.2	-67.3
60hr	101.4	-58.9	117.4	-81
72hr	107.7	-77.9	123.6	-91.5
96hr	144.4	-67.8	141.4	-57.5
120hr	208.7	51.5	226.8	100.1

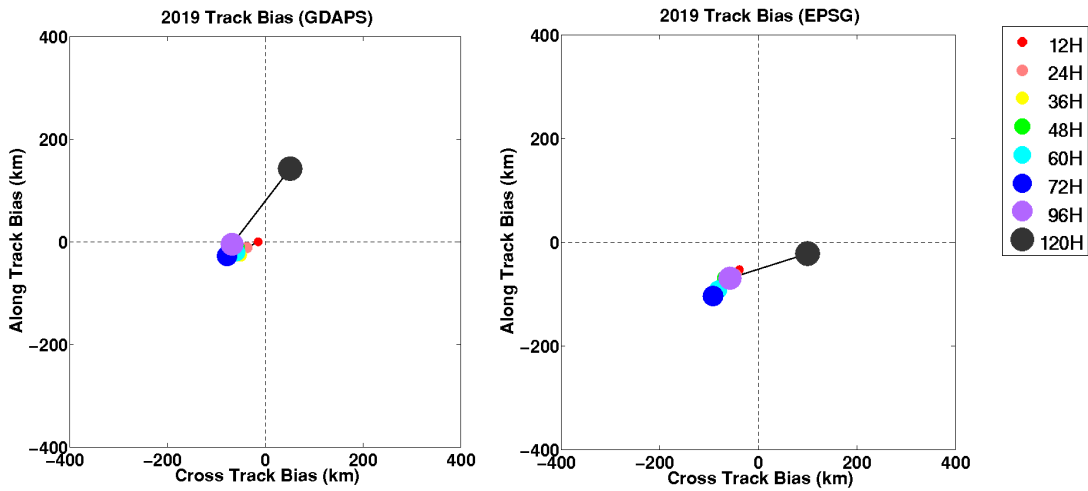


그림 7.1.3 2019년 수치예보모델별 태풍모의 경향(Track bias (Median))

7.2 태풍 강도 예측성능 검증

7.2.1 연도별 태풍 강도예측 오차

전지구예측시스템의 태풍의 연도별 강도 예측오차(그림 7.1.4)는 모델의 해상도가 변경(N768L70→N128L70)된 2018년부터 급격히 감소하였다. 한편 앙상블예측시스템은 통합모델이 도입된 2011년부터 강도예측 오차가 급격히 증가하였다(그림 7.1.5). 2019년도는 전년에 비해 전지구예측시스템 48시간까지의 강도예측 오차가 감소하고 이후 예측시간에서는 전년도와 비슷한 결과를 보이는 한편, 앙상블예측시스템의 강도오차는 2018년에 비해 증가하였다.

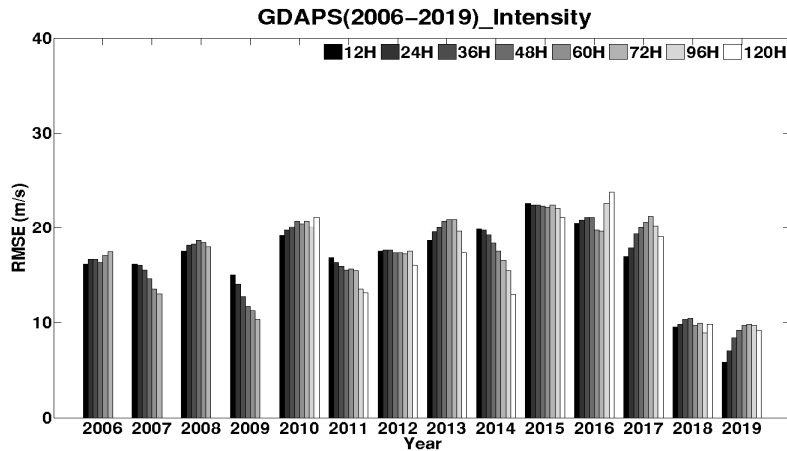


그림 7.2.1 GDAPS의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년 (UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2019년 (UM N128L70)).

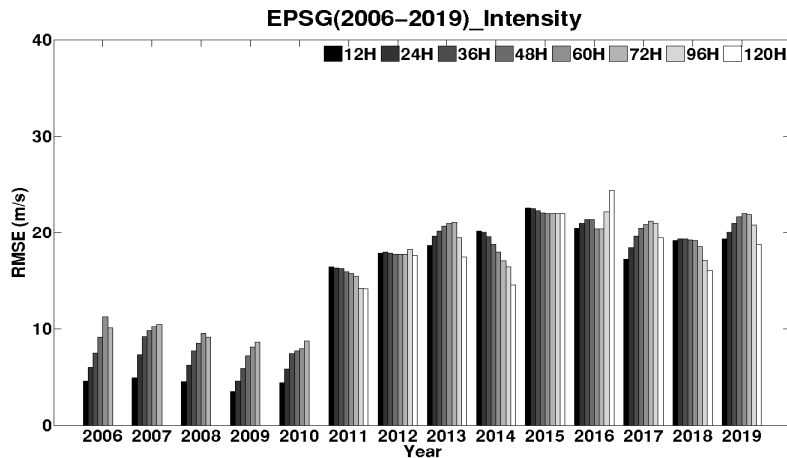


그림 7.2.2 EPSG의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2010년 이전(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016~2019년(UM N400L70))

그림 7.1.6은 전지구예측시스템의 태풍 강도별 강도예측의 평균 제곱근오차의 연도별 경향을 나타낸 그림으로 전지구예측시스템은 24시간까지의 예측오차가 모든 등급에서 감소하였으며, STS와 TY 등급에서는 96시간 이후 예측오차가 2018년에 비해 증가하였다. 그림 7.1.4에서 보였던 고해상도 수치모델 도입에 따른 강도예측 성능 향상은 TY 등급에서 크게 나타났던 것으로 분석되었다.

양상블예측시스템의 태풍 강도별 강도 예측오차(그림 7.1.7)는 전년에 비해 2019년의 오차가 거의 모든 예측시간에서 증가하는 모습을 보이며, 통합모델이 도입되었던 2010년부터 나타나던 예측정확도 감소가 강도가 높은 태풍 등급(TY>STS>TS)에서 더 크게 나타나고 있음을 보여준다.

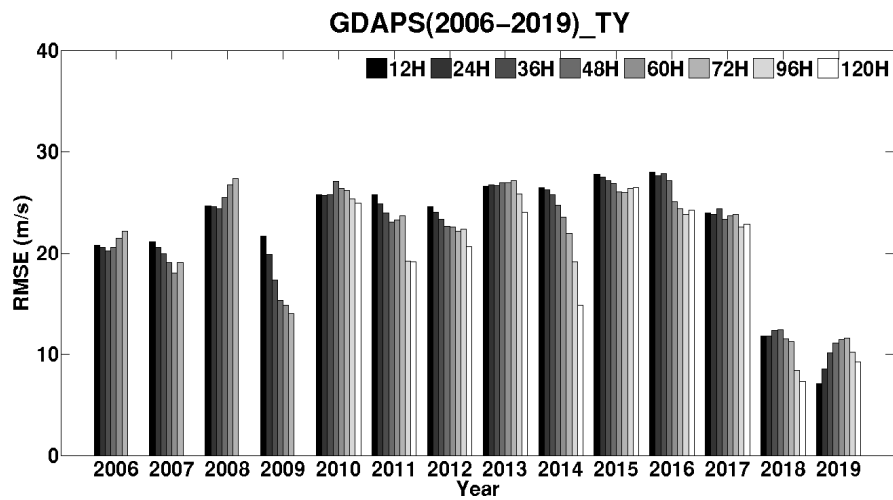
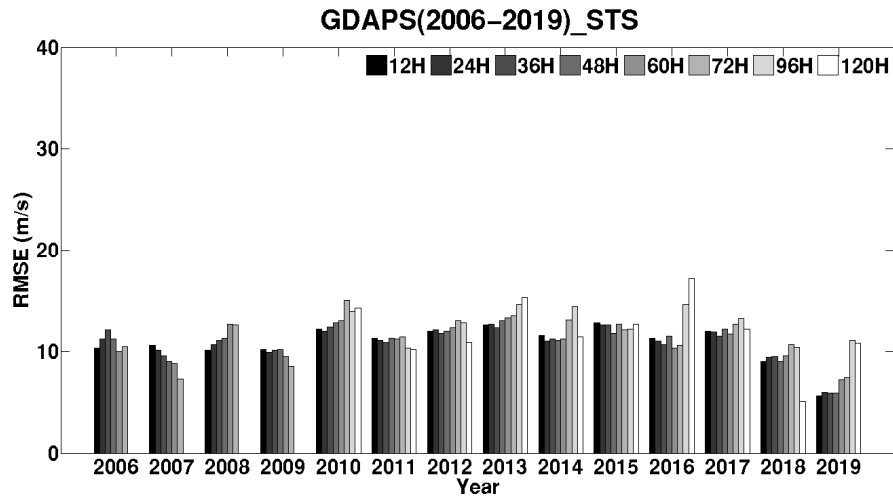
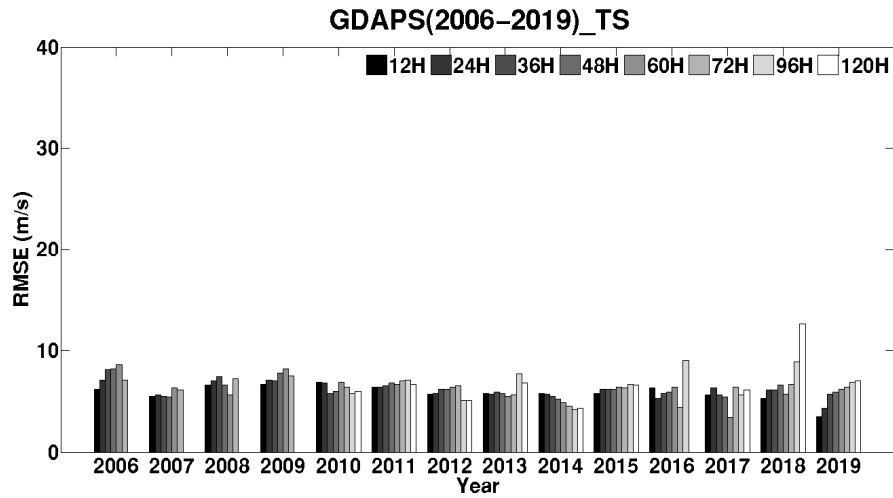


그림 7.2.3 GDAPS의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년 (UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018~2019년(UM N1280L70))

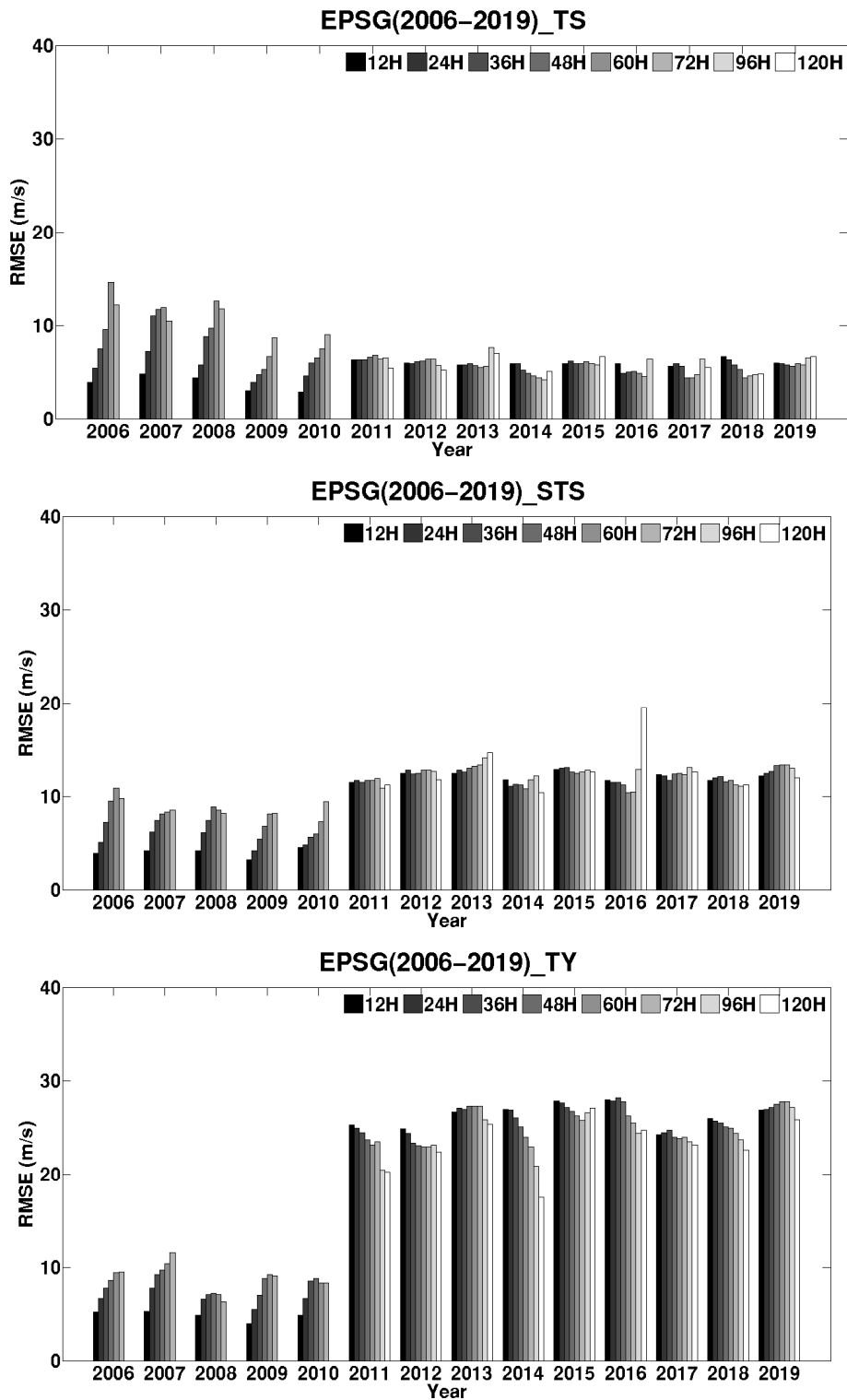


그림 7.2.4 EPSG의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2010년(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016~2019년(UM N400L70))

7.2.2 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 강도예측 오차 비교

표 7.1.7은 수치모델의 평균 제곱근오차와 평균편차, 상관계수를 나타낸 표이다. 태풍 강도예측성능 검증 결과, 전지구예측시스템은 모든 예측시간에서 앙상블예측시스템보다 평균제곱근 오차가 적으며 12시간 예측에서 그 차가 13.5 m/s로 가장 큰 차이를 보인다. 전지구예측시스템은 72시간까지 음의 편차를 보여, 모델이 태풍을 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. 앙상블예측시스템의 편차는 전 예보시간 평균 약 -17.5 m/s를 나타내 태풍의 강도를 매우 약하게 모의하고 있음을 알 수 있다. 일본기상청 best-track과의 태풍 강도 상관성을 분석한 결과 전지구예측시스템은 12/24 시간 예측시간에서 0.88/0.8의 상관계수를 보이는 한편 앙상블예측시스템은 상관성이 매우 작은 것으로 분석된다.

표 7.2.1 2019년 수치예보모델의 최대풍속 평균제곱근오차, 평균편차, 상관계수 ((): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSCG (UM N400L70)	
		RMSE (m/s)	Bias (m/s)	R (m/s)	
RMSE (m/s)	12hr	5.8	(236)	19.3	(236)
	24hr	7	(213)	20.1	(214)
	36hr	8.4	(189)	21	(190)
	48hr	9.2	(166)	21.7	(167)
	60hr	9.7	(144)	22	(143)
	72hr	9.8	(122)	21.9	(121)
	96hr	9.7	(83)	20.8	(83)
	120hr	9.2	(53)	18.7	(52)
Bias (m/s)	12hr	-2.8	(236)	-15.8	(236)
	24hr	-2.7	(213)	-16.8	(213)
	36hr	-3	(189)	-17.9	(189)
	48hr	-3.2	(166)	-18.6	(166)
	60hr	-3.1	(144)	-18.9	(144)
	72hr	-2.8	(122)	-18.8	(122)
	96hr	0.2	(83)	-17.8	(83)
	120hr	1.2	(53)	-15.9	(53)
R (m/s)	12hr	0.88	(236)	-0.03	(236)
	24hr	0.8	(213)	-0.04	(213)
	36hr	0.7	(189)	-0.07	(189)
	48hr	0.64	(166)	-0.12	(166)
	60hr	0.59	(144)	-0.08	(144)
	72hr	0.57	(122)	-0.09	(122)
	96hr	0.51	(83)	-0.25	(83)
	120hr	0.53	(53)	-0.28	(53)

표 7.1.8은 전지구예측시스템과 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 평균 제공근 오차를 나타낸다. 두 모델의 평균제공근오차는 TS 등급에서는 두 모델 간 큰 차이를 보이지 않지만, STS 등급과 TY등급에서는 앙상블예측시스템의 오차가 급격히 커져 두 모델간 차이가 크게 나타났다. 특히 TY등급의 12시간 예측에서 전지구예측시스템은 7.1 m/s, 앙상블예측시스템은 26.9 m/s의 오차를 보여주며 19.8 m/s의 차이를 보인다.

표 7.2.2 2019년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제공근오차 (단위: m/s, (): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS (UM N1280L70)		EPSG (UM N400L70)	
		Value	(Cases)	Value	(Cases)
TS (17~24 m/s)	12hr	3.5	(74)	6.0	(74)
	24hr	4.3	(56)	5.9	(57)
	36hr	5.7	(44)	5.8	(45)
	48hr	5.9	(38)	5.6	(39)
	60hr	6.2	(33)	5.9	(32)
	72hr	6.4	(28)	5.8	(27)
	96hr	6.9	(20)	6.5	(20)
	120hr	7.0	(14)	6.7	(14)
STS (25~32 m/s)	12hr	5.6	(56)	12.2	(56)
	24hr	6.0	(52)	12.5	(52)
	36hr	5.9	(43)	12.7	(43)
	48hr	5.9	(34)	13.3	(34)
	60hr	7.2	(30)	13.4	(30)
	72hr	7.4	(26)	13.4	(26)
	96hr	11.1	(20)	13.0	(20)
	120hr	10.8	(16)	12.0	(15)
TY (33~ m/s)	12hr	7.1	(106)	26.9	(106)
	24hr	8.5	(105)	27.0	(105)
	36hr	10.1	(102)	27.2	(102)
	48hr	11.1	(94)	27.5	(94)
	60hr	11.4	(81)	27.8	(81)
	72hr	11.6	(68)	27.8	(68)
	96hr	10.2	(43)	27.2	(43)
	120hr	9.2	(23)	25.9	(23)

부 록

부록 A. 수치예측시스템별 검증 변경사항

A.1 전지구예측시스템의 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
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 ²⁴⁾ , RPSS ²⁵⁾ , CRPS ²⁶⁾ , CRPSS ²⁷⁾	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

24) RPS: Ranked Probability Score

25) RPSS: Ranked Probability Skill Score

26) CRPS: Continuous Ranked Probability Score

27) 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 예측시스템의 예보 질을 상호 비교함으로써 각각의 장.단점을 파악하여 적절한 예측시스템을 판단

즉 검증은 예보 생산자에게 각 예측시스템의 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 방법

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 방법

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 예보된 관측이든 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은

완벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(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.

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

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.

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

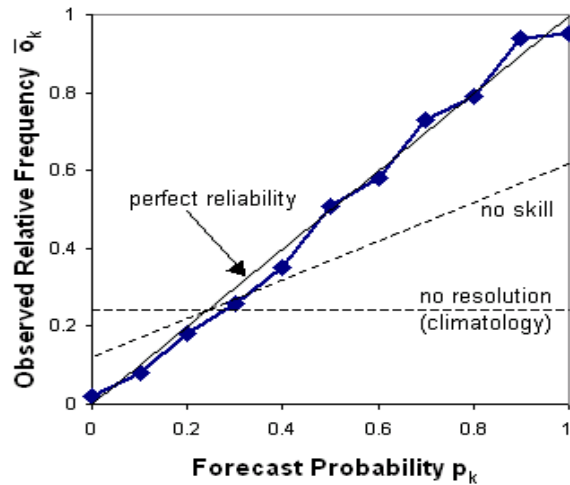
3) 확률 예측에 대한 검증방법

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.



앙상블예측의 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 앙상블예측과 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

$$\begin{aligned} BS &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - o_i)^2 \\ &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (p_k - o_k)^2 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (\bar{o}_k - \bar{o})^2 + \bar{o} (1 - \bar{o}) \end{aligned}$$

(3) Brier skill score(BSS)

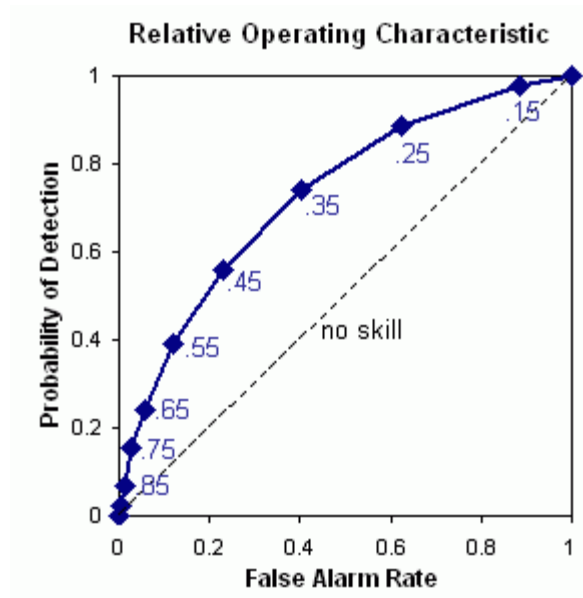
기준 예보에 대한 앙상블예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0은 기준 예보에 비해 skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다; 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

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

(4) Relative Operating Characteristic(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)

o 적중률 = Hit Rate(HR) = $H / (H+M)$

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

(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. 상황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

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

- ① 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이 된다.
- ② 둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다.
- ③ 셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도(F)×대책비용(C)이 된다.

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

$$E_F = HC + FC + ML \tag{1}$$

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.

$$E_P = \bar{o}C \tag{2}$$

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.

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

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.

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

여기서 모든 항을 L로 나누고 비용/손실의 비를 $C/L=r$ 로 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.

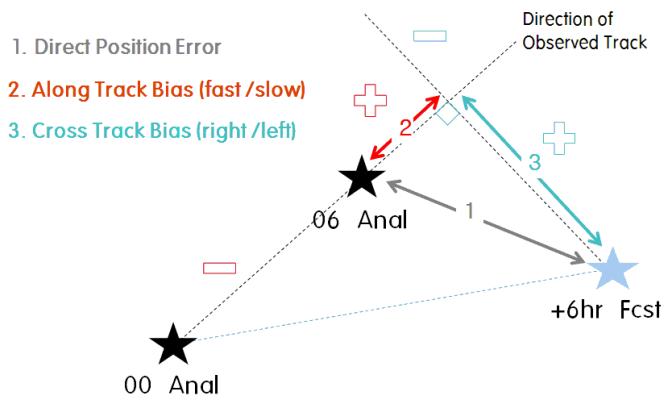
$$EV = (1 - FAR) - \left(\frac{1 - C/L}{C/L} \right) \left(\frac{\bar{o}}{1 - \bar{o}} \right) (1 - HR) \quad \text{if } C/L < \bar{o} \quad (7)$$

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

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 양 옆으로 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.



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

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

(※ $\| \ \|$ 는 벡터의 크기를 의미함.)

부록 C. 기상청 수치예측시스템 개발 연혁

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
1989.05	수치 예보반 신설			Cray2s (KIST ²⁸⁾)
1990.12	수치 예보과 29) 신설			
1991.02	수치 예보과	A-LAM ³⁰⁾ , F-LAM ³¹⁾ , OFM ³²⁾ 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) ³³⁾ 을 이용한 최저·최고 기온 현업 제공		
1993.07		K-LAM ³⁴⁾ (59x59, 40km/L15)		
1994.06		태풍 모델 운영 (KTM, Korea Typhoon Model, 109x109, 50km, 연직 8층)		
			Cyber932 (KMA, 백업)	

28) Korea Institute of Science & Technology

29) 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.

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

31) 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.

32) OFM(Ocean Forecast Model) : 파랑 수치예보모델로 서울대 해양학과와의 용역을 통해 공동으로 개발된 모델이다. ECMWF에서 개발된 파랑모델 WAM(WAve Model)을 기반코드로 사용하고 있다.

33) 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				
	조직	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) 수치예측시스템 현업 운영 ³⁵⁾			
		GDAPS(T106L21, 110km, 모델 top 10hPa) 현업 운영 RDAPS(105x121, 40km/L22, MM4) ³⁶⁾ 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°) ³⁷⁾	R-전구 분석장 사용		1호기 도입 NEC SX-5/16 (128Gflops)

(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.

- 34) K-LAM(Korea Limited Area Model) : 국지 예보모델. F-LAM과 동일하게 MM4에 기반하고 Barnes 분석체계를 적용한 국지 기상예보용 모델로 개발하여 시험운영만 하였다.
- 35) 전지구예측시스템은 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 예측시스템(GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)을 공식 운영하였다.
- 36) 1997년 2월부터 F-LAM을 개선한 지역예측시스템(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.
- 37) 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, 지역예측시스템(RDAPS, MM5, 30km)의 영역 및 분해능 개선에 따라 기존 예보 영역을 확대하고 분해능을 증가시켜 운영을 시작하였다. 수치예보과 기술보고서 2000-2 참조.

※ G: 전지구 자료동화 시스템, R: 지역 자료동화 시스템

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2000.06	수치 예보과	RDAPS 정역학 → 비정역학 역학체계 개선(MM4 → MM5) 및 고해상도(10km, 5km) 지역예보모델 운영 ³⁸⁾	R-전구 분석장 사용	NEC SX-5/28M2 (224Gflops)
2001.03		전지구 예측시스템 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 예측시스템 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) ³⁹⁾	R-3dVar(10 km) AWS 동화 포함	
2003.12		RDAPS 적운모수화 방안 교체 ⁴⁰⁾	G-3dVar(inner loop: T63) ⁴¹⁾	

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

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

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

41) 다양한 관측 자료를 제한 없이 동시 동화 할 수 있는 3차원 변분법 체계로 진일보한 개선이다. 수치예보과

※ GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2004.03	수치 예보과	GBEPS 초기장 변경 ⁴²⁾		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		전지구예측시스템 개선(T426L40) 운영 ⁴³⁾		
2005.12		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선 (T213L30→T426L40, 모델 top 10hPa→0.4hPa) GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선(T106L30 →T213L40) 및 초기장 변경 ⁴⁴⁾	G-3dVar(inner loop: T106) G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 적용	Cray X1E (18.5Tflops)
2006.01		전구 및 지역 파랑예측 시스템 모델 코드 대체 (WAM→WAVEWATCH-III)		

기술보고서 2004-2 참조.

42) 중기 확률 예보를 위한 앙상블 모델의 초기장은 자체 동화 없이 전지구예측시스템의 초기장을 그대로 사용하였다. 2001년 3월부터 전지구예측시스템의 분석 체계가 3차원 최적내삽(3DOI)에서 3차원 변분법(3dVar)로 변경됨에 따라서 전지구예측시스템의 초기장을 사용하도록 변경하였다.

43) 2005년 2월 시험운영을 시작하여 2005년 8월 1단계 물리과정 튜닝 후 2005년 12월 현업 운영되었다. 고해상도 전지구예측시스템은 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.

연월	주요 변경 사항			
	조직	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 ⁴⁵⁾	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 단기예측시스템(ADAM) 현업 운영 ⁴⁶⁾		
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	

44) 2005년 12월부터 기존 T213L30 전지구예측시스템의 운영이 중단됨에 따라서 앙상블 모델의 초기장은 고해상도 전지구예측시스템(T426L40)의 초기장을 내삽 하여 사용하였다.

45) 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.

46) 황사농도 단기예측시스템(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			
	조직	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 ⁴⁷⁾	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) ⁴⁸⁾	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 ⁴⁹⁾		Cray X1E (18.5Tflops)
2009.05		전지구 고해상도 파랑예측 시스템 현업 운영 ⁵⁰⁾		
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 -전지구예측시스템 편차 보정 -편차보정방법: Decaying average method		

47) 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.

48) 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			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2009.11	수치모델 관리관실	황사예측모델(ADAM) 현업 개선 (과대 모의를 일으키는 소스코드 수정)		3호기 인터림 시스템 Cray XT5 (14.17TF)
2010.01			통합모델 관측자료 전처리 과정 개선 ⁵¹⁾	
2010.03		KWRF 경계장을 UM으로 변경		
2010.05		통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N320L50), -지역(12kmL38)	전구: 4DVAR, 지역: No DA GPSRO 자료동화 현업적용	
2010.06		개선된 초단기 분석 및 예측시스템 (KLAPS) 현업운영 ⁵²⁾		3호기 초기분 시스템 Cray XT5 (27.65TF)
2010.07		통합모델 기반 황사농도단기예측시스템 (ADAM) 현업운영 ⁵³⁾ KWRF 모델 낮은분석 체계로 현업 적용	SSMIS 위성자료동화 현업적용	N320L50 현업운영 (2010.5.14~)
2010.08		통합모델 출력변수 조정 에 관한 현업 변경 -84시간까지 모델면 자료 출력간격 조정		
2010.09		슈퍼컴퓨터 3호기 기반 수치예보 현업 개선 ⁵⁴⁾		
2010.10		사계절 황사농도예측시스템 (UM-ADAM2) 현업운영		
2010.11		수치예보 현업 개선 ⁵⁵⁾	지상자료 결측자료 오류 개선	3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF)
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 ⁵⁶⁾		

- 49) 전지구예측시스템의 구름양이 관측보다 적게 예측하는 현상을 개선하기 위하여 상대습도를 이용한 확률함수 형태의 진단식으로 교체
- 50) 개선 사항: 수치예보 모델의 대체(WAM cycle4→WAVEWATCH-III V2.22), 수치예보 모델의 공간해상도와 스펙트럴 해상도 개선, 입력 자료의 주기를 12시간에서 6시간으로 단축
- 51) 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
- 52) 변경 사항: 버전 업그레이드(V2.2→V3.0), 1시간 간격 5km 예보, 분석시스템과 예측시스템을 통합하여 운영
- 53) 변경 사항: ADAM의 입력 기상장을 RDAPS에서 통합모델(UM 40km L50)로 전환, 모델 예측시간을 48시간에서 72시간으로 변경
- 54) 현업 개선 내용: 초단기예측시스템 하늘상태 실행/예측 자료 개선, 파랑실행도 현업화, 지역통합모델 레이더자료 처리과정 추가

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2011.05	수치모델 관리관실	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 수치예보 현업 개선 ⁵⁷⁾		
2011.06		후처리 구름모의 운영 시작(RADM)	RTTOV 9.3 기반의 구름복사모의와 표출	
2011.08			기상1호 자료 현업 적용	
2011.12		천리안 대기운동벡터 활용 시작	고도별 에어분석, 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 재해기상예측시스템 현업운영 ⁵⁸⁾ 앙상블예측기반 악기상예측 지수(EFI) 현업 제공	3DVAR(재해기상예보모델)	
2012.06		전지구 및 지역예보모델 물리과정 개선 ⁵⁹⁾	전지구 분석해상도 개선(N144→N216)	
2013.06		전지구, 지역, 국지예보모델 예측기간 ⁶⁰⁾ 연장 전지구, 지역, 국지예보모델 물리과정 개선 ⁶¹⁾ PS01 현업 운영(전지구, 지역 및 국지 개선)	하이브리드 4차원 변분자료 동화 적용	
2013.10	모델 출력물 중 grain 추가			

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

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

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

58) 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

59) 전지구/지역예보모델의 대규모 강수과정, 대류물리과정, 복사물리과정 개선 적용, 전지구예측시스템 구름량 예단 적용

60) 전지구예측시스템 252→288시간, 지역예보모델 72 → 87시간, 국지예보모델 24→36시간

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2014.06	수치모델 관리관실	지역예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	지점특화가이던스 산출시스템 지원을 위한 출력자료 변경	PS02(지역/국지) 현업운영 (2014.6.20~)
		국지예보모델 입력용 기초자료(Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	대규모 강수과정 및 경계층 물리과정 개선	
		지역/국지예보모델 버전 갱신 ⁶³⁾		
2015.6	국립기상 과학원 수치모델 연구부	지역자료동화 및 모델 (RODB, R4VR - OPS, SURF, RDAPS) 개선 - SURF 활용 주기 강화(일 1회→4회) - 전지구예측시스템에 활용 중인 8종의 에어러즐 기후값 처방의 지역예측시스템 적용 - 전지구예측시스템에 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	국립기상 과학원 수치모델 연구부	전지구예측시스템 (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)

61) 전지구예측시스템 VN7.7PS26→VN7.9PS28, 지역예보모델 VN7.9PS26→VN7.9PS28, 국지예보모델 VN7.9PS27→VN7.9PS28

62) Parallel Suite

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

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상과학원 수치모델연구부	<ul style="list-style-type: none"> - 모델 물리과정 <ul style="list-style-type: none"> • 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 국지예측시스템 (LDAPS) <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 <ul style="list-style-type: none"> • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame • 모델 가변격자 영역 확장 : 744 x 928 → 1188 x 1148 전지구양상불예측시스템 (EPSG) <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 <ul style="list-style-type: none"> • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 => vn8.5 • 해상도 변경 : N320(40km) → N400(32km) • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame 	<p>전지구예측시스템(GDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 개선 <ul style="list-style-type: none"> • VAR 버전 업그레이드 (vn32.0) : 극지방의 PF모델 안정성 향상 • 자료동화 해상도 증가 : 기존 60km (N216) → 변경 40km (N320) • 하이브리드 4DVAR : 49개 멤버의 양상불 섭동장 사용 • 이큰분석에 지면자료동화 (SURF vn30.0.1) 적용 추가 <p>국지예측시스템(LDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 <ul style="list-style-type: none"> • 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			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상과학원 수치모델연구부	국지양상블예측시스템(LENS) <ul style="list-style-type: none"> • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 → vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics → ENDGame 		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/국지/양상블/국지양상블)
2016.10		전지구, 지역, 국지 파랑모델 (GWW3, RWW3, CWW3) (10.31 현업적용) <ul style="list-style-type: none"> - 모델버전 업그레이드 : WAVEWATCH-III vn2.22 → vn3.14 - 전지구 파랑모델 해상풍 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) <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 모듈 적용 : 황사, 연무 관측자료(중국 및 한국관측 PM10 자료) 자료동화(최적내삽법) 		

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2017.6 (6.21. 00utc)	수치모델 랑센터	초단기예측시스템(VDAPS ⁶⁴) - 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	초단기예측시스템 (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)	수치모델 랑센터	전지구예측시스템(GDAPS) - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn8.5 → vn10.2	전지구예측시스템 (GDAPS) - 관측자료 활용 확대 (ATOVS 26, 27채널, SEVIRIClear활용, Himawari-8 추가) - 전지구 위성자료 변분 편차 보정 기법 (VarBC ⁶⁵) 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)

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

65) Variational 평균오차 Correction

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2018.1 (1. 18. 00UTC)	수치모델 링센터	국지예측시스템(LDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 고해상도 역학과정 최적화 - 200m 지형고도자료 적용 - 고정/가변격자를 포함한 표출체계 추가 제공	국지예측시스템(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)		초단기예측시스템(VDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	초단기예측시스템(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)		전지구예측시스템(GDAPS) - 수평해상도 개선: 17km(N768)→10km(N1280) - 적분간격 7.5분→4분 - 모델(UM)버전 업그레이드: vn10.2→vn10.8 (대기/지면과정 GA6.1/G6.1 유지) - 액상구름특성 진단시 오류수정, 시정 진단 위한 에어로졸 적용 - murk 기반 구름입자수 계산방식 개선 - OpenMP 코드 개선, 적설분석 stash 변경	전지구예측시스템(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)			전지구예측시스템(GDAPS) - 구름모의영상(적외, 수증기) • 지역예측시스템(12km)에서 전지구예측시스템(10km) 기반으로 전환	

2018.8 (8.30. 00UTC)		전지구파랑모델(GWW3) - 파랑 평균파주기 산출 - 파랑변수 Grib2 포맷 자료 산출	
2018.10 (10.8. 00UTC)		전지구예측시스템(GDAPS) - 모델 재수행을 위한 dump 파일 추가 생성: (기존) 2회: 003H, 120H 예측장 (개선) 4회: 003H, 72H, 120H, 204H 예측장	전지구예측시스템(GDAPS) - M성공임계지수APHIR 및 COMS 청천복사량 변분편차보정기법(VarBC) 적용
2018.10 (10.31. 00UTC)		지역파랑양상블예측시스템 (EWW3) 운영 시작 - 지역파랑모델 (RWW 3) 기반으로 전지구양상블예측시스템(EPSC) 24-멤버의 해상풍을 입력자료로 사용하여 24-멤버 양상블 지역파랑모델 운영 시작	
2018.11 (11.15. 00UTC)			전지구예측시스템(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)		국지양상블예측시스템(LENS) - 수평해상도 개선: 3→2.2km - 통합모델버전 업그레이드: vn10.1→vn10.6 - 물리과정 개선: • 중위도지역 최적옵선 적용 vn2016.09.0→vn2017.07.2 • Total 에어로졸 물리과정 적용	
2018.12 (12.27. 00UTC)			전지구예측시스템(GDAPS) - 일기도 연직층 추가 • 단열선도: 13층→22층 • 연직시계열도: 15층→19층

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2019.4 (4. 1. 00UTC)	수치모델 랑센터	지역예측시스템(RDAPS, 12km 해상도) 운영 종료 -10km 전지구예측모델 기반의 수치예측시스템 현업운영)	<ul style="list-style-type: none"> - 예상일기도 : 2019.2.1. 00UTC부터 전구 예상일기도로 대체 생산/ 제공 중 - 이진자료(GRIB2) : 전구모델을 이용한 지역영역 GRIB2 자료만 제공 	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2019.6 (6.27. 00UTC)		<p>시간차 기법을 적용한 전지구 앙상블 예측시스템 협업 운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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)		<p>10분 단위 빠른 갱신 주기 초단기 기상분석 및 예측시스템 현업운영</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수치모델 기반 강수 실황분석 및 초단기 예보지원 - 가용 관측자료 활용을 통한 관측자료 분석 및 모델 개선을 통한 초단기 기상분석 및 예측시스템 개선 	<p>6분 이내 가용 관측자료 활용 강화, 초기화 기법</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	

부록 D. 수치예측시스템 검증결과(전지구, 국지, 전지구앙상블)

D.1 전지구예측시스템

D.1.1 영역별(북반구, 적도, 남반구) 분석검증

표 D.1.1 GDAPS 북반구 해면기압 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	0.00	0.04	0.02	-0.01	-0.01	-0.06	-0.03	-0.01	-0.01	-0.04	-0.01	-0.01
24hr	-0.05	-0.04	0.02	0.01	0.01	-0.05	-0.12	-0.12	-0.10	-0.08	-0.10	-0.06	-0.06
36hr	-0.07	-0.06	0.05	0.03	-0.03	-0.10	-0.21	-0.18	-0.12	-0.08	-0.11	-0.04	-0.08
48hr	-0.12	-0.10	-0.01	-0.03	-0.06	-0.15	-0.25	-0.23	-0.22	-0.13	-0.17	-0.09	-0.13
60hr	-0.05	-0.04	0.06	0.03	-0.02	-0.15	-0.28	-0.28	-0.22	-0.15	-0.15	-0.04	-0.11
72hr	-0.10	-0.11	0.02	0.00	-0.05	-0.17	-0.29	-0.26	-0.24	-0.15	-0.19	-0.06	-0.13
96hr	-0.04	-0.08	0.08	0.05	-0.01	-0.16	-0.32	-0.31	-0.29	-0.21	-0.25	-0.10	-0.14
120hr	-0.08	-0.04	0.13	0.07	-0.01	-0.16	-0.39	-0.41	-0.36	-0.28	-0.32	-0.17	-0.17
144hr	-0.08	0.10	0.16	0.12	0.00	-0.15	-0.45	-0.46	-0.41	-0.30	-0.41	-0.19	-0.17
168hr	-0.08	0.26	0.18	0.20	0.05	-0.08	-0.46	-0.49	-0.43	-0.31	-0.48	-0.27	-0.16
192hr	-0.13	0.32	0.20	0.26	0.10	0.02	-0.43	-0.50	-0.51	-0.39	-0.55	-0.32	-0.16
216hr	-0.19	0.37	0.07	0.31	0.17	0.05	-0.36	-0.59	-0.52	-0.52	-0.56	-0.34	-0.18
240hr	-0.26	0.36	0.02	0.36	0.22	0.05	-0.33	-0.71	-0.49	-0.61	-0.57	-0.56	-0.21
264hr	-0.37	0.34	0.16	0.47	0.25	-0.01	-0.27	-0.76	-0.46	-0.67	-0.62	-0.74	-0.22
288hr	-0.54	0.35	0.31	0.54	0.26	-0.01	-0.24	-0.75	-0.41	-0.82	-0.76	-0.87	-0.24
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.66	0.65	0.64	0.59	0.56	0.56	0.56	0.55	0.53	0.55	0.61	0.61	0.59
24hr	0.97	0.95	0.91	0.83	0.75	0.73	0.72	0.69	0.70	0.79	0.89	0.92	0.82
36hr	1.24	1.24	1.21	1.08	0.99	0.98	0.98	0.95	0.95	1.07	1.15	1.19	1.09
48hr	1.56	1.58	1.54	1.36	1.21	1.19	1.18	1.15	1.20	1.35	1.44	1.48	1.35
60hr	1.92	1.92	1.97	1.64	1.47	1.44	1.39	1.43	1.47	1.64	1.79	1.84	1.66
72hr	2.35	2.42	2.41	2.10	1.77	1.70	1.67	1.69	1.85	2.06	2.23	2.25	2.04
96hr	3.37	3.44	3.44	3.07	2.59	2.33	2.28	2.37	2.63	2.96	3.21	3.28	2.91
120hr	4.58	4.66	4.59	4.30	3.53	3.09	3.00	3.18	3.56	4.05	4.32	4.54	3.95
144hr	5.78	5.90	5.81	5.57	4.50	4.02	3.77	4.00	4.53	5.22	5.74	5.76	5.05
168hr	6.97	7.07	7.05	6.80	5.43	4.93	4.48	4.84	5.30	6.29	7.12	7.01	6.11
192hr	8.31	8.13	8.12	7.72	6.39	5.58	5.03	5.49	6.20	7.43	8.37	8.16	7.08
216hr	9.33	9.07	8.77	8.51	7.16	5.96	5.43	6.04	7.00	8.44	9.36	9.26	7.86
240hr	10.07	10.13	9.32	9.03	7.71	6.39	5.83	6.51	7.73	9.12	10.03	9.96	8.49
264hr	10.72	11.05	9.87	9.40	8.15	6.74	6.24	6.82	8.27	9.58	10.22	10.73	8.98
288hr	11.08	11.65	10.43	9.73	8.32	6.97	6.51	7.03	8.61	9.70	10.27	11.35	9.30

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	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99
36hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48hr	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96
96hr	0.92	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93
120hr	0.86	0.89	0.87	0.85	0.85	0.86	0.85	0.87	0.86	0.85	0.87	0.87	0.86
144hr	0.79	0.82	0.79	0.75	0.76	0.77	0.76	0.79	0.77	0.75	0.78	0.79	0.78
168hr	0.69	0.75	0.69	0.63	0.65	0.66	0.66	0.69	0.69	0.65	0.65	0.70	0.68
192hr	0.56	0.66	0.60	0.53	0.53	0.57	0.57	0.61	0.58	0.51	0.53	0.60	0.57
216hr	0.46	0.58	0.52	0.43	0.42	0.50	0.50	0.52	0.47	0.38	0.42	0.49	0.47
240hr	0.39	0.47	0.46	0.35	0.34	0.42	0.43	0.44	0.35	0.29	0.35	0.43	0.39
264hr	0.32	0.36	0.40	0.29	0.26	0.35	0.35	0.39	0.26	0.22	0.32	0.36	0.32
288hr	0.29	0.32	0.34	0.25	0.22	0.30	0.30	0.35	0.21	0.20	0.32	0.28	0.28
S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	14.10	13.57	14.05	14.32	14.71	15.74	15.58	15.31	13.77	13.24	13.81	13.34	14.29
24hr	19.04	18.36	18.96	19.19	19.70	21.08	20.72	20.13	18.25	17.83	18.66	18.01	19.16
36hr	22.77	22.01	23.09	22.98	23.74	25.27	24.94	24.49	21.94	21.79	22.55	21.60	23.10
48hr	26.31	25.58	26.96	26.76	27.34	29.18	28.99	28.27	25.87	25.35	25.97	24.88	26.79
60hr	30.36	29.14	31.20	30.35	31.11	33.14	32.65	32.47	29.38	29.10	29.60	28.59	30.59
72hr	34.23	33.46	35.37	35.01	34.92	37.01	36.96	36.25	34.09	33.25	33.63	32.28	34.70
96hr	43.14	41.84	44.36	44.50	43.80	45.09	45.37	44.78	42.81	42.01	41.93	40.68	43.36
120hr	51.92	50.29	52.92	54.43	52.89	53.30	53.79	53.74	51.38	51.58	50.42	49.76	52.20
144hr	59.16	57.96	61.26	63.44	61.53	61.61	60.98	61.51	59.53	60.77	59.40	57.51	60.39
168hr	66.29	64.67	68.64	70.56	69.21	69.03	66.62	68.71	65.84	68.23	67.34	64.11	67.44
192hr	72.62	70.31	74.05	76.27	74.98	74.21	71.03	73.56	72.45	74.50	73.54	70.06	73.13
216hr	77.34	74.72	77.68	80.49	80.05	76.90	74.35	77.75	77.10	80.20	78.46	74.46	77.46
240hr	79.96	78.87	80.48	83.48	82.72	79.53	77.00	80.59	80.80	83.78	82.69	77.70	80.63
264hr	82.17	83.11	83.10	85.27	85.49	81.78	79.44	82.44	83.85	86.30	84.33	80.70	83.17
288hr	83.18	84.89	84.81	87.05	86.50	83.53	81.05	83.70	85.15	87.67	84.63	82.61	84.56

표 D.1.2 GDAPS 북반구 850hPa 기온 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.04	-0.07	-0.09	-0.05	-0.02	0.03	0.04	0.02	-0.06	-0.04	-0.05	-0.03	-0.03
24hr	-0.02	-0.06	-0.13	-0.06	-0.01	0.05	0.06	0.01	-0.09	-0.06	-0.03	-0.04	-0.03
36hr	-0.02	-0.08	-0.17	-0.08	-0.01	0.07	0.08	0.02	-0.11	-0.06	-0.03	-0.03	-0.03
48hr	0.00	-0.06	-0.18	-0.08	0.01	0.10	0.09	0.02	-0.13	-0.07	-0.02	-0.03	-0.03
60hr	0.02	-0.06	-0.19	-0.10	0.03	0.12	0.10	0.03	-0.13	-0.05	0.01	-0.01	-0.02
72hr	0.02	-0.06	-0.19	-0.09	0.05	0.14	0.11	0.03	-0.14	-0.05	0.02	-0.01	-0.01
96hr	0.04	-0.07	-0.20	-0.09	0.09	0.18	0.13	0.05	-0.14	-0.01	0.06	0.00	0.00
120hr	0.04	-0.08	-0.21	-0.10	0.14	0.21	0.15	0.08	-0.15	0.03	0.08	0.00	0.02
144hr	0.07	-0.09	-0.21	-0.11	0.19	0.24	0.16	0.09	-0.15	0.07	0.12	0.01	0.03
168hr	0.09	-0.07	-0.18	-0.12	0.21	0.27	0.18	0.10	-0.12	0.07	0.18	0.02	0.05
192hr	0.12	-0.07	-0.14	-0.15	0.24	0.28	0.19	0.12	-0.08	0.07	0.23	0.04	0.07
216hr	0.17	-0.06	-0.12	-0.18	0.24	0.32	0.18	0.13	-0.05	0.08	0.29	0.04	0.09
240hr	0.20	-0.09	-0.11	-0.24	0.22	0.35	0.18	0.15	-0.04	0.14	0.31	0.02	0.09
264hr	0.26	-0.10	-0.08	-0.26	0.25	0.37	0.19	0.14	-0.01	0.18	0.36	0.08	0.12
288hr	0.34	-0.13	-0.05	-0.26	0.27	0.39	0.20	0.13	0.01	0.22	0.43	0.10	0.14
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.69	0.69	0.65	0.61	0.58	0.56	0.54	0.55	0.60	0.60	0.67	0.65	0.62
24hr	0.96	0.95	0.89	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71	0.74	0.79	0.93	0.93	0.84
36hr	1.19	1.17	1.10	1.04	1.02	0.98	0.94	0.90	0.94	1.00	1.15	1.13	1.05
48hr	1.37	1.35	1.29	1.23	1.18	1.15	1.10	1.03	1.07	1.14	1.32	1.31	1.21
60hr	1.56	1.52	1.47	1.41	1.38	1.34	1.26	1.19	1.23	1.31	1.49	1.49	1.39
72hr	1.75	1.74	1.68	1.63	1.55	1.50	1.43	1.33	1.38	1.46	1.67	1.67	1.57
96hr	2.23	2.21	2.13	2.09	1.99	1.88	1.79	1.69	1.76	1.85	2.08	2.09	1.98
120hr	2.75	2.79	2.66	2.66	2.45	2.28	2.18	2.08	2.16	2.30	2.57	2.58	2.46
144hr	3.23	3.33	3.22	3.23	2.96	2.73	2.64	2.48	2.59	2.75	3.15	3.13	2.95
168hr	3.77	3.83	3.79	3.73	3.47	3.15	3.08	2.85	3.04	3.19	3.68	3.69	3.44
192hr	4.33	4.37	4.27	4.21	3.98	3.59	3.47	3.14	3.43	3.69	4.24	4.32	3.92
216hr	4.83	4.87	4.64	4.71	4.40	3.94	3.72	3.45	3.74	4.14	4.81	4.84	4.34
240hr	5.26	5.28	4.99	5.04	4.76	4.18	3.93	3.72	4.09	4.45	5.23	5.15	4.67
264hr	5.55	5.68	5.31	5.31	4.99	4.39	4.09	3.91	4.31	4.72	5.37	5.39	4.92
288hr	5.64	5.95	5.54	5.56	5.17	4.60	4.24	4.11	4.44	4.87	5.40	5.59	5.09
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	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
48hr	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
60hr	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94
72hr	0.92	0.94	0.93	0.93	0.93	0.92	0.91	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
96hr	0.87	0.90	0.89	0.89	0.89	0.88	0.86	0.87	0.89	0.89	0.90	0.90	0.89
120hr	0.81	0.84	0.83	0.81	0.83	0.82	0.80	0.81	0.84	0.83	0.84	0.84	0.82
144hr	0.74	0.77	0.75	0.72	0.75	0.74	0.70	0.73	0.76	0.76	0.76	0.77	0.75
168hr	0.65	0.70	0.66	0.63	0.65	0.66	0.60	0.65	0.68	0.68	0.67	0.67	0.66
192hr	0.53	0.61	0.57	0.53	0.54	0.56	0.50	0.58	0.58	0.57	0.56	0.56	0.56
216hr	0.42	0.52	0.49	0.42	0.44	0.47	0.42	0.49	0.50	0.45	0.44	0.44	0.46
240hr	0.32	0.44	0.41	0.34	0.35	0.41	0.36	0.42	0.40	0.36	0.34	0.36	0.38
264hr	0.24	0.35	0.33	0.26	0.28	0.35	0.32	0.36	0.34	0.28	0.30	0.30	0.31
288hr	0.23	0.29	0.27	0.19	0.22	0.28	0.26	0.30	0.30	0.23	0.29	0.24	0.26

표 D.1.3 GDAPS 북반구 500hPa 고도 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.33	-0.01	-0.16	-0.07	0.08	0.03	-0.31	-0.19	-0.28	0.06	-0.10	0.40	-0.02
24hr	0.45	0.00	-0.21	0.22	0.72	0.17	-0.52	-0.85	-1.12	-0.20	-0.07	0.05	-0.11
36hr	0.64	0.07	-0.10	0.51	1.07	0.14	-0.86	-1.07	-1.19	0.16	0.21	0.71	0.03
48hr	0.30	-0.07	-0.34	0.42	1.38	0.24	-0.94	-1.36	-1.86	0.06	0.06	0.22	-0.16
60hr	1.10	0.52	0.12	1.10	2.33	0.64	-0.88	-1.46	-1.69	0.33	0.48	0.95	0.29
72hr	0.66	-0.01	-0.01	1.17	2.58	0.86	-0.64	-1.17	-1.73	0.57	0.53	0.73	0.30
96hr	1.17	0.17	0.49	1.82	3.89	1.68	-0.26	-1.18	-1.66	0.76	0.73	0.64	0.69
120hr	0.77	0.13	0.95	2.10	4.68	2.21	-0.40	-1.48	-2.10	0.71	0.78	0.40	0.73
144hr	1.14	0.80	1.70	2.27	5.42	2.96	-0.40	-1.73	-2.07	0.86	0.77	0.52	1.02
168hr	1.19	1.67	2.51	2.72	6.52	4.00	-0.25	-1.77	-1.62	0.66	1.16	0.52	1.44
192hr	1.03	1.61	3.04	3.08	7.53	5.39	-0.01	-1.66	-1.79	0.09	1.72	0.63	1.72
216hr	1.41	1.35	2.33	3.06	8.31	6.27	0.66	-2.30	-1.69	-0.55	2.41	1.14	1.87
240hr	1.71	0.03	2.44	3.08	8.56	6.74	0.87	-3.15	-1.18	-0.65	2.59	0.29	1.78
264hr	1.85	-1.21	3.38	3.68	8.82	6.71	1.25	-3.76	-0.63	-0.78	3.20	-0.22	1.86
288hr	1.40	-2.00	4.09	4.26	8.72	6.84	1.51	-3.69	-0.38	-1.21	3.80	-0.73	1.88
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.64	4.29	4.27	4.01	3.87	3.75	3.71	3.85	4.02	4.25	4.42	4.30	4.12
24hr	7.35	6.99	6.95	6.29	6.04	5.85	5.38	5.50	5.87	6.54	6.88	6.86	6.38
36hr	10.67	9.99	9.86	8.88	8.70	8.13	7.44	7.87	8.00	8.93	9.67	9.79	9.00
48hr	14.25	14.06	13.30	12.32	11.45	10.87	10.09	10.27	11.04	12.31	12.84	13.08	12.16
60hr	18.28	17.82	17.66	15.82	15.14	14.19	12.93	13.35	14.00	15.31	16.77	17.08	15.70
72hr	23.20	23.25	22.31	20.82	19.05	17.46	16.27	16.41	18.04	19.79	21.18	21.39	19.93
96hr	34.14	35.16	34.05	32.40	29.84	25.55	24.29	24.42	27.15	29.69	31.34	32.63	30.06
120hr	46.91	48.22	46.89	46.76	41.70	34.94	33.59	33.86	36.85	41.43	44.16	46.00	41.78
144hr	59.45	61.91	60.36	61.79	53.49	46.48	43.88	42.95	47.87	54.26	59.31	60.17	54.33
168hr	72.06	76.70	74.62	75.39	65.79	58.65	53.84	52.29	57.67	66.17	73.53	75.85	66.88
192hr	85.92	90.59	86.97	87.11	78.07	69.04	62.18	60.55	68.54	78.94	87.26	89.71	78.74
216hr	98.11	102.51	96.26	97.82	87.92	75.83	69.20	68.32	77.18	89.87	98.09	102.82	88.66
240hr	107.93	114.24	104.60	105.23	95.59	80.11	75.75	74.79	86.21	98.34	105.38	111.59	96.65
264hr	117.25	123.94	113.03	112.12	101.46	84.24	80.80	78.98	93.79	104.95	110.52	120.07	103.43
288hr	122.11	129.84	118.68	118.22	105.88	88.36	84.32	82.23	99.94	106.73	114.01	126.77	108.09
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	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98
72hr	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
96hr	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
120hr	0.89	0.91	0.89	0.88	0.88	0.89	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.89
144hr	0.83	0.85	0.82	0.78	0.81	0.81	0.77	0.80	0.80	0.81	0.82	0.83	0.81
168hr	0.76	0.77	0.73	0.67	0.71	0.69	0.66	0.71	0.71	0.71	0.72	0.73	0.71
192hr	0.65	0.67	0.64	0.56	0.60	0.57	0.54	0.61	0.59	0.59	0.61	0.63	0.60
216hr	0.54	0.58	0.55	0.45	0.49	0.47	0.44	0.50	0.48	0.47	0.51	0.51	0.50
240hr	0.46	0.49	0.47	0.36	0.41	0.40	0.32	0.40	0.35	0.37	0.44	0.44	0.41
264hr	0.37	0.40	0.38	0.29	0.33	0.32	0.22	0.33	0.25	0.29	0.39	0.36	0.33
288hr	0.33	0.36	0.33	0.21	0.25	0.24	0.15	0.28	0.16	0.26	0.36	0.28	0.27

표 D.1.4 GDAPS 북반구 250hPa 풍속 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.10	-0.08	-0.10	-0.15	-0.16	-0.09	-0.11	-0.08	-0.08	-0.06	-0.07	-0.10	-0.10
24hr	-0.14	-0.16	-0.16	-0.13	-0.15	-0.13	-0.16	-0.13	-0.16	-0.13	-0.16	-0.17	-0.15
36hr	-0.18	-0.17	-0.18	-0.18	-0.20	-0.14	-0.18	-0.14	-0.14	-0.16	-0.17	-0.19	-0.17
48hr	-0.22	-0.22	-0.21	-0.16	-0.20	-0.19	-0.22	-0.19	-0.21	-0.20	-0.18	-0.20	-0.20
60hr	-0.30	-0.25	-0.21	-0.23	-0.25	-0.17	-0.20	-0.20	-0.19	-0.26	-0.20	-0.21	-0.22
72hr	-0.34	-0.32	-0.23	-0.27	-0.23	-0.22	-0.21	-0.18	-0.25	-0.32	-0.22	-0.21	-0.25
96hr	-0.48	-0.41	-0.26	-0.33	-0.24	-0.24	-0.23	-0.21	-0.29	-0.43	-0.26	-0.28	-0.31
120hr	-0.59	-0.57	-0.32	-0.44	-0.31	-0.24	-0.24	-0.28	-0.34	-0.55	-0.36	-0.37	-0.38
144hr	-0.67	-0.76	-0.44	-0.54	-0.44	-0.31	-0.24	-0.35	-0.33	-0.60	-0.45	-0.35	-0.46
168hr	-0.75	-1.00	-0.53	-0.56	-0.58	-0.40	-0.23	-0.42	-0.30	-0.54	-0.47	-0.27	-0.50
192hr	-0.85	-1.07	-0.65	-0.65	-0.67	-0.61	-0.17	-0.36	-0.39	-0.45	-0.58	-0.24	-0.56
216hr	-0.94	-1.13	-0.75	-0.75	-0.73	-0.72	-0.13	-0.28	-0.50	-0.49	-0.60	-0.25	-0.61
240hr	-0.99	-1.18	-0.87	-0.75	-0.66	-0.70	-0.16	-0.21	-0.52	-0.60	-0.64	-0.29	-0.63
264hr	-0.94	-1.18	-0.98	-0.75	-0.63	-0.61	-0.17	-0.16	-0.57	-0.65	-0.75	-0.39	-0.65
288hr	-0.93	-1.16	-1.08	-0.75	-0.58	-0.55	-0.12	-0.16	-0.62	-0.73	-0.85	-0.55	-0.67
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.26	2.37	2.28	2.38	2.36	2.33	2.27	2.32	2.33	2.39	2.39	2.22	2.33
24hr	3.39	3.60	3.47	3.66	3.61	3.66	3.56	3.58	3.58	3.57	3.58	3.41	3.56
36hr	4.32	4.61	4.43	4.59	4.66	4.73	4.55	4.64	4.57	4.58	4.61	4.32	4.55
48hr	5.18	5.71	5.47	5.62	5.67	5.90	5.71	5.72	5.72	5.66	5.61	5.33	5.61
60hr	6.24	6.67	6.62	6.60	6.73	6.90	6.72	6.84	6.72	6.72	6.73	6.31	6.65
72hr	7.31	7.86	7.86	7.86	7.81	8.06	7.90	7.94	7.96	7.96	7.81	7.41	7.81
96hr	9.76	10.39	10.76	10.40	10.38	10.32	10.28	10.28	10.51	10.68	10.21	9.83	10.32
120hr	12.48	12.95	13.56	13.49	13.10	12.65	12.64	12.83	13.12	13.42	13.07	12.62	12.99
144hr	14.76	15.51	16.20	16.33	15.68	15.14	14.81	15.10	15.71	16.15	16.22	15.43	15.59
168hr	16.99	17.90	18.69	18.96	18.26	17.37	16.79	17.07	18.06	18.87	18.98	18.60	18.04
192hr	19.17	20.13	20.89	21.19	20.52	19.16	18.37	18.45	20.22	21.47	21.50	21.17	20.19
216hr	21.38	21.86	22.69	22.80	22.27	20.49	19.55	19.72	21.63	23.41	23.67	23.41	21.91
240hr	23.34	23.64	23.93	23.90	23.75	21.38	20.38	20.87	23.17	24.74	25.31	24.76	23.26
264hr	24.95	25.10	25.11	25.00	24.98	22.16	21.27	21.74	24.20	25.81	26.30	26.20	24.40
288hr	25.53	26.59	25.56	26.13	25.65	23.23	22.00	22.29	24.79	26.47	27.04	27.56	25.24

표 D.1.5 GDAPS 적도 해면기압 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	-0.02	-0.05	-0.06	-0.06	-0.05	-0.04	-0.07	-0.04	-0.04	-0.01	-0.02	-0.04
24hr	0.01	0.00	-0.04	-0.05	-0.05	-0.02	0.01	-0.03	-0.05	-0.06	-0.03	-0.02	-0.03
36hr	0.03	0.01	-0.05	-0.06	-0.05	-0.02	0.03	-0.02	-0.02	-0.05	0.01	-0.01	-0.02
48hr	-0.01	-0.01	-0.08	-0.07	-0.06	-0.01	0.05	-0.01	-0.03	-0.08	-0.02	-0.04	-0.03
60hr	0.01	0.00	-0.08	-0.08	-0.07	-0.01	0.06	0.01	0.01	-0.06	0.01	-0.04	-0.02
72hr	-0.03	-0.03	-0.13	-0.12	-0.10	-0.03	0.06	0.01	-0.02	-0.10	-0.04	-0.07	-0.05
96hr	-0.08	-0.08	-0.19	-0.17	-0.14	-0.04	0.07	0.07	-0.02	-0.09	-0.05	-0.09	-0.07
120hr	-0.12	-0.15	-0.26	-0.21	-0.20	-0.07	0.09	0.11	-0.01	-0.09	-0.07	-0.13	-0.09
144hr	-0.18	-0.27	-0.33	-0.25	-0.19	-0.08	0.11	0.13	-0.02	-0.09	-0.07	-0.17	-0.12
168hr	-0.22	-0.42	-0.37	-0.30	-0.17	-0.11	0.09	0.13	-0.04	-0.10	-0.11	-0.18	-0.15
192hr	-0.27	-0.56	-0.37	-0.35	-0.17	-0.15	0.13	0.11	-0.08	-0.06	-0.20	-0.18	-0.18
216hr	-0.33	-0.66	-0.29	-0.38	-0.19	-0.15	0.17	0.07	-0.03	-0.05	-0.30	-0.20	-0.20
240hr	-0.35	-0.74	-0.20	-0.34	-0.20	-0.09	0.22	-0.04	0.00	-0.03	-0.41	-0.09	-0.19
264hr	-0.36	-0.77	-0.21	-0.31	-0.17	-0.06	0.24	-0.07	0.01	-0.01	-0.43	-0.01	-0.18
288hr	-0.37	-0.74	-0.25	-0.30	-0.15	-0.06	0.25	-0.07	0.01	0.02	-0.43	-0.01	-0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.41	0.37	0.35	0.37	0.39	0.39	0.40	0.44	0.46	0.43	0.39	0.40
24hr	0.50	0.56	0.50	0.45	0.45	0.48	0.49	0.48	0.52	0.55	0.51	0.51	0.50
36hr	0.61	0.65	0.59	0.55	0.54	0.59	0.59	0.60	0.71	0.72	0.68	0.66	0.62
48hr	0.71	0.75	0.71	0.66	0.63	0.67	0.69	0.71	0.80	0.78	0.77	0.76	0.72
60hr	0.72	0.79	0.72	0.69	0.64	0.70	0.70	0.76	0.88	0.88	0.84	0.77	0.76
72hr	0.78	0.87	0.81	0.75	0.71	0.73	0.75	0.83	0.95	0.93	0.89	0.84	0.82
96hr	0.91	0.99	0.94	0.86	0.80	0.80	0.81	0.92	1.04	1.05	1.00	0.91	0.92
120hr	1.03	1.11	1.07	0.94	0.90	0.90	0.89	1.03	1.13	1.14	1.09	1.02	1.02
144hr	1.20	1.29	1.24	1.09	1.04	1.02	0.97	1.14	1.26	1.25	1.22	1.14	1.16
168hr	1.32	1.46	1.38	1.26	1.18	1.15	1.09	1.28	1.36	1.32	1.37	1.24	1.28
192hr	1.47	1.67	1.55	1.43	1.31	1.31	1.21	1.36	1.47	1.42	1.51	1.35	1.42
216hr	1.61	1.86	1.66	1.55	1.46	1.47	1.33	1.50	1.59	1.54	1.64	1.44	1.55
240hr	1.71	1.99	1.74	1.63	1.52	1.62	1.46	1.66	1.71	1.67	1.73	1.51	1.66
264hr	1.82	2.16	1.84	1.73	1.54	1.71	1.58	1.78	1.81	1.73	1.77	1.60	1.76
288hr	1.91	2.31	1.85	1.75	1.60	1.72	1.68	1.84	1.94	1.76	1.81	1.66	1.82
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97
24hr	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96
36hr	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94
48hr	0.93	0.94	0.92	0.93	0.93	0.91	0.92	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.92
60hr	0.92	0.93	0.92	0.92	0.93	0.90	0.91	0.89	0.90	0.88	0.89	0.90	0.91
72hr	0.91	0.92	0.90	0.91	0.92	0.89	0.90	0.87	0.88	0.86	0.88	0.89	0.89
96hr	0.88	0.90	0.88	0.88	0.90	0.87	0.88	0.84	0.86	0.82	0.84	0.86	0.87
120hr	0.84	0.87	0.84	0.86	0.87	0.83	0.85	0.80	0.83	0.79	0.81	0.83	0.84
144hr	0.79	0.83	0.79	0.82	0.83	0.78	0.83	0.76	0.79	0.75	0.77	0.80	0.79
168hr	0.75	0.79	0.76	0.77	0.80	0.73	0.79	0.70	0.75	0.72	0.72	0.77	0.75
192hr	0.70	0.74	0.72	0.72	0.76	0.66	0.75	0.66	0.69	0.68	0.68	0.72	0.71
216hr	0.66	0.69	0.68	0.68	0.70	0.58	0.71	0.60	0.63	0.64	0.64	0.69	0.66
240hr	0.61	0.65	0.65	0.65	0.66	0.52	0.63	0.53	0.58	0.58	0.61	0.64	0.61
264hr	0.56	0.60	0.61	0.62	0.64	0.47	0.58	0.49	0.54	0.55	0.58	0.60	0.57
288hr	0.50	0.54	0.58	0.60	0.63	0.46	0.52	0.45	0.50	0.53	0.54	0.57	0.53

S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	22.21	22.03	22.19	22.10	21.78	19.75	19.08	19.85	22.84	25.83	24.93	22.97	22.13
24hr	27.59	27.85	28.01	27.93	27.17	24.51	23.82	24.67	28.28	31.44	30.29	28.80	27.53
36hr	31.09	31.49	31.82	31.36	30.58	27.70	27.07	27.83	32.26	35.43	34.20	32.39	31.10
48hr	33.55	34.30	34.35	34.10	33.09	29.77	29.40	30.37	34.94	38.00	36.77	35.02	33.64
60hr	35.36	36.23	36.33	35.80	34.56	31.43	31.18	32.20	37.21	40.05	38.87	36.56	35.48
72hr	36.98	37.82	38.11	37.36	35.95	32.70	32.77	33.81	39.08	41.81	40.43	38.12	37.08
96hr	39.63	40.34	41.19	39.56	38.28	34.65	35.06	35.89	41.80	44.62	42.99	40.67	39.56
120hr	41.82	42.78	43.75	41.72	40.06	36.54	36.89	38.05	44.47	46.96	45.20	43.09	41.78
144hr	44.45	45.24	46.19	43.76	42.62	38.47	38.73	40.21	47.00	49.27	47.83	45.37	44.10
168hr	46.81	47.59	48.93	45.98	44.90	40.22	40.46	42.04	49.03	51.39	50.82	47.46	46.30
192hr	48.86	50.21	51.27	48.18	46.72	42.23	42.33	43.70	51.30	53.31	53.48	49.29	48.41
216hr	50.62	52.55	52.87	50.14	48.45	44.25	44.06	45.40	53.19	55.12	55.64	50.97	50.27
240hr	52.10	54.34	54.41	51.97	50.07	46.41	45.71	47.16	54.50	57.03	56.90	52.39	51.92
264hr	53.26	55.81	55.90	53.36	51.18	47.77	47.27	48.52	55.16	58.47	57.90	53.53	53.18
288hr	54.70	57.51	56.48	53.79	52.32	48.63	48.46	49.46	56.27	59.36	58.97	54.79	54.23

표 D.1.6 GDAPS 적도 850hPa 기온 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.04	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
24hr	0.04	0.03	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06	0.05
36hr	0.02	0.02	0.08	0.09	0.08	0.07	0.04	0.08	0.06	0.10	0.09	0.06	0.06
48hr	0.00	0.01	0.10	0.09	0.09	0.06	0.03	0.07	0.06	0.11	0.11	0.07	0.07
60hr	-0.02	-0.02	0.09	0.10	0.10	0.07	0.03	0.08	0.07	0.14	0.12	0.07	0.07
72hr	-0.04	-0.03	0.09	0.11	0.10	0.06	0.01	0.06	0.06	0.13	0.12	0.07	0.06
96hr	-0.07	-0.05	0.09	0.12	0.13	0.07	-0.01	0.03	0.05	0.13	0.13	0.08	0.06
120hr	-0.08	-0.06	0.08	0.13	0.14	0.07	-0.01	0.01	0.04	0.13	0.13	0.08	0.06
144hr	-0.11	-0.08	0.07	0.15	0.14	0.08	-0.02	-0.02	0.02	0.12	0.13	0.06	0.05
168hr	-0.14	-0.09	0.04	0.16	0.15	0.07	-0.04	-0.04	0.01	0.10	0.12	0.02	0.03
192hr	-0.16	-0.10	0.00	0.16	0.15	0.07	-0.05	-0.05	0.02	0.10	0.13	-0.02	0.02
216hr	-0.19	-0.09	-0.05	0.13	0.16	0.08	-0.06	-0.05	0.02	0.09	0.13	-0.07	0.01
240hr	-0.22	-0.09	-0.09	0.10	0.19	0.09	-0.06	-0.04	0.00	0.06	0.11	-0.09	0.00
264hr	-0.26	-0.09	-0.11	0.07	0.20	0.09	-0.06	-0.06	0.00	0.05	0.08	-0.11	-0.02
288hr	-0.27	-0.14	-0.12	0.05	0.19	0.12	-0.06	-0.07	-0.01	0.04	0.04	-0.13	-0.03
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.40	0.38	0.37	0.36	0.39	0.39	0.44	0.55	0.55	0.50	0.41	0.43
24hr	0.57	0.58	0.56	0.54	0.52	0.56	0.54	0.58	0.68	0.66	0.62	0.59	0.58
36hr	0.70	0.70	0.68	0.66	0.64	0.68	0.67	0.74	0.90	0.86	0.77	0.72	0.73
48hr	0.80	0.80	0.78	0.75	0.73	0.76	0.76	0.82	0.95	0.90	0.83	0.82	0.81
60hr	0.87	0.87	0.84	0.83	0.79	0.84	0.84	0.91	1.06	1.02	0.92	0.89	0.89
72hr	0.95	0.93	0.91	0.90	0.85	0.90	0.90	0.95	1.09	1.06	0.96	0.96	0.95
96hr	1.07	1.04	1.03	1.01	0.95	1.00	1.01	1.06	1.20	1.17	1.08	1.06	1.06
120hr	1.19	1.14	1.14	1.10	1.05	1.10	1.09	1.16	1.30	1.28	1.18	1.16	1.16
144hr	1.31	1.25	1.25	1.22	1.15	1.19	1.18	1.27	1.41	1.38	1.29	1.25	1.26
168hr	1.43	1.38	1.35	1.32	1.26	1.31	1.28	1.38	1.52	1.50	1.42	1.35	1.38
192hr	1.50	1.53	1.45	1.43	1.37	1.42	1.40	1.49	1.63	1.61	1.57	1.45	1.49
216hr	1.61	1.66	1.53	1.53	1.48	1.53	1.48	1.59	1.72	1.67	1.65	1.53	1.58
240hr	1.69	1.78	1.65	1.59	1.56	1.64	1.56	1.66	1.80	1.75	1.76	1.61	1.67
264hr	1.77	1.87	1.72	1.65	1.61	1.73	1.62	1.72	1.87	1.83	1.82	1.68	1.74
288hr	1.85	1.99	1.75	1.72	1.68	1.81	1.69	1.75	1.93	1.92	1.87	1.75	1.81
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.94	0.93	0.94	0.97	0.96
24hr	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.91	0.90	0.91	0.93	0.93
36hr	0.91	0.92	0.91	0.91	0.91	0.89	0.89	0.89	0.85	0.83	0.86	0.90	0.89
48hr	0.88	0.90	0.89	0.88	0.88	0.86	0.86	0.87	0.83	0.81	0.84	0.87	0.86
60hr	0.85	0.88	0.87	0.85	0.86	0.84	0.83	0.84	0.79	0.77	0.81	0.85	0.84
72hr	0.83	0.87	0.85	0.83	0.84	0.81	0.80	0.82	0.78	0.74	0.79	0.83	0.82
96hr	0.78	0.84	0.81	0.79	0.80	0.77	0.75	0.78	0.74	0.69	0.74	0.79	0.77
120hr	0.74	0.80	0.77	0.75	0.77	0.73	0.71	0.73	0.69	0.64	0.69	0.76	0.73
144hr	0.68	0.76	0.74	0.71	0.73	0.69	0.67	0.68	0.64	0.58	0.64	0.72	0.69
168hr	0.62	0.71	0.69	0.67	0.68	0.63	0.62	0.62	0.58	0.51	0.56	0.67	0.63
192hr	0.59	0.64	0.66	0.62	0.62	0.57	0.55	0.57	0.52	0.46	0.48	0.63	0.58
216hr	0.54	0.57	0.61	0.57	0.56	0.50	0.50	0.51	0.47	0.41	0.41	0.57	0.52
240hr	0.48	0.50	0.56	0.53	0.51	0.44	0.44	0.46	0.42	0.35	0.36	0.52	0.46
264hr	0.43	0.45	0.51	0.50	0.47	0.39	0.40	0.42	0.39	0.30	0.32	0.48	0.42
288hr	0.38	0.38	0.48	0.46	0.43	0.35	0.35	0.40	0.35	0.23	0.28	0.43	0.38

표 D.1.7 GDAPS 적도 500hPa 고도 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.21	-0.22	-0.30	-0.34	-0.60	-0.45	-0.42	0.13	0.12	0.14	-0.08	-0.20
24hr	-0.58	-0.52	-0.44	-0.64	-0.65	-1.39	-1.13	-0.98	-0.52	-0.01	-0.18	-0.50	-0.63
36hr	-0.76	-0.72	-0.62	-0.72	-0.57	-1.47	-1.01	-0.95	-0.09	0.12	-0.15	-0.63	-0.63
48hr	-1.40	-1.20	-0.92	-0.92	-0.72	-2.02	-1.59	-1.46	-0.63	-0.05	-0.36	-1.06	-1.03
60hr	-1.54	-1.42	-1.11	-1.07	-0.67	-1.89	-1.36	-1.29	-0.09	0.25	-0.31	-1.04	-0.96
72hr	-2.08	-1.83	-1.36	-1.30	-0.79	-2.37	-1.74	-1.66	-0.55	-0.02	-0.48	-1.42	-1.30
96hr	-3.00	-2.74	-2.00	-1.57	-0.82	-2.48	-1.86	-1.73	-0.65	0.00	-0.60	-1.73	-1.60
120hr	-3.91	-3.97	-2.85	-1.88	-1.10	-2.62	-1.78	-1.96	-0.87	-0.34	-0.86	-2.21	-2.03
144hr	-5.22	-5.58	-3.69	-2.32	-1.05	-2.58	-1.61	-2.17	-1.28	-0.70	-1.21	-2.79	-2.52
168hr	-6.33	-7.45	-4.67	-2.86	-0.99	-2.77	-1.78	-2.59	-1.71	-1.02	-1.79	-3.35	-3.11
192hr	-7.40	-9.28	-5.46	-3.52	-1.21	-3.03	-1.55	-3.29	-2.45	-1.03	-2.90	-3.82	-3.75
216hr	-8.39	-10.88	-5.82	-4.30	-1.76	-2.90	-1.34	-3.89	-2.48	-1.25	-4.13	-4.48	-4.30
240hr	-9.04	-12.25	-6.24	-4.50	-2.20	-2.42	-1.18	-4.57	-2.71	-1.47	-5.30	-4.17	-4.67
264hr	-9.77	-12.99	-7.41	-4.98	-2.18	-2.22	-0.98	-5.10	-3.27	-1.74	-6.08	-4.20	-5.08
288hr	-10.46	-13.62	-8.59	-5.51	-2.31	-2.13	-0.96	-5.27	-3.60	-1.78	-6.81	-4.52	-5.46
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.52	2.49	2.09	2.05	2.23	2.39	2.44	2.46	2.10	2.18	2.09	2.25	2.28
24hr	3.20	3.37	2.91	2.69	2.62	3.23	3.21	3.13	3.19	3.45	2.97	3.01	3.08
36hr	4.27	4.10	3.44	3.28	3.36	4.06	3.98	3.99	4.11	4.07	3.68	4.04	3.86
48hr	5.15	4.85	4.22	3.97	3.85	4.82	4.64	4.53	4.71	4.42	4.12	4.65	4.49
60hr	5.45	5.30	4.63	4.46	4.20	5.04	4.72	4.85	5.03	4.72	4.42	4.81	4.80
72hr	6.08	5.84	5.28	4.85	4.61	5.62	5.40	5.56	5.67	5.05	4.72	5.38	5.34
96hr	7.61	7.46	6.87	6.24	5.57	6.58	5.99	6.42	6.50	5.87	5.60	6.12	6.40
120hr	9.17	8.93	8.33	7.33	6.53	7.55	6.83	7.43	7.47	6.70	6.58	7.31	7.51
144hr	11.12	10.78	9.71	8.38	7.83	8.67	7.78	8.48	8.78	7.88	7.79	8.61	8.82
168hr	12.76	12.99	11.23	9.58	8.88	9.79	8.84	9.64	10.16	8.95	9.23	9.89	10.16
192hr	14.46	15.41	12.76	11.07	10.08	11.28	10.01	10.68	11.37	10.14	10.83	11.27	11.61
216hr	16.29	17.54	13.98	12.55	11.51	12.82	11.54	12.06	12.48	11.35	12.42	12.43	13.08
240hr	17.45	19.31	15.16	13.38	12.89	14.32	12.55	13.81	13.16	12.41	13.73	13.22	14.28
264hr	18.89	20.62	16.57	13.90	13.64	15.45	13.29	14.99	14.61	13.15	14.83	14.28	15.35
288hr	19.89	21.88	17.59	14.59	14.08	15.95	14.17	15.40	15.81	13.80	15.72	15.16	16.17
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98
24hr	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97
36hr	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.95	0.94	0.96	0.96	0.96
48hr	0.95	0.96	0.94	0.94	0.95	0.95	0.93	0.93	0.94	0.93	0.95	0.94	0.94
60hr	0.94	0.95	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.92	0.93	0.92	0.94	0.94	0.93
72hr	0.93	0.94	0.91	0.92	0.93	0.93	0.90	0.90	0.91	0.91	0.93	0.93	0.92
96hr	0.89	0.92	0.85	0.86	0.90	0.91	0.88	0.86	0.88	0.87	0.91	0.91	0.89
120hr	0.85	0.89	0.79	0.81	0.85	0.87	0.84	0.81	0.84	0.83	0.87	0.87	0.84
144hr	0.80	0.85	0.73	0.74	0.80	0.81	0.78	0.75	0.77	0.77	0.83	0.82	0.79
168hr	0.75	0.80	0.66	0.68	0.74	0.77	0.72	0.69	0.70	0.71	0.76	0.77	0.73
192hr	0.70	0.74	0.60	0.58	0.68	0.68	0.65	0.63	0.64	0.63	0.69	0.69	0.66
216hr	0.63	0.67	0.53	0.50	0.59	0.58	0.56	0.54	0.57	0.54	0.61	0.64	0.58
240hr	0.56	0.60	0.45	0.45	0.47	0.50	0.46	0.41	0.52	0.45	0.53	0.58	0.50
264hr	0.49	0.55	0.37	0.45	0.40	0.42	0.40	0.33	0.43	0.40	0.46	0.51	0.43
288hr	0.44	0.49	0.30	0.41	0.37	0.39	0.32	0.28	0.34	0.34	0.39	0.44	0.37

표 D.1.8 GDAPS 적도 250hPa 풍속 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	0.01	-0.03	-0.05	-0.10	-0.04	-0.05	-0.03	-0.01	-0.04	-0.05	0.00	-0.04
24hr	-0.08	0.00	-0.05	-0.11	-0.18	-0.04	-0.07	-0.04	-0.03	-0.08	-0.11	-0.06	-0.07
36hr	0.01	0.06	-0.05	-0.10	-0.17	0.00	-0.05	-0.06	-0.05	-0.07	-0.11	-0.05	-0.05
48hr	0.04	0.07	-0.02	-0.11	-0.15	0.04	-0.05	-0.08	-0.08	-0.12	-0.10	-0.04	-0.05
60hr	0.12	0.12	-0.04	-0.10	-0.11	0.07	0.04	0.00	-0.02	-0.06	-0.09	-0.02	-0.01
72hr	0.21	0.17	0.01	-0.04	-0.08	0.12	0.08	0.00	-0.02	-0.09	-0.05	0.07	0.03
96hr	0.38	0.31	0.02	0.02	0.06	0.24	0.19	0.05	0.02	-0.02	-0.01	0.13	0.12
120hr	0.57	0.44	0.13	0.07	0.19	0.31	0.23	0.03	0.08	0.06	-0.01	0.18	0.19
144hr	0.74	0.53	0.27	0.11	0.33	0.41	0.27	0.10	0.05	0.08	-0.03	0.25	0.26
168hr	0.87	0.59	0.36	0.14	0.44	0.51	0.30	0.10	-0.05	0.06	-0.06	0.37	0.30
192hr	0.94	0.72	0.38	0.14	0.40	0.51	0.34	0.14	-0.06	0.04	-0.09	0.42	0.32
216hr	1.11	0.91	0.38	0.20	0.40	0.55	0.37	0.24	-0.05	-0.04	-0.12	0.43	0.36
240hr	1.18	1.04	0.37	0.30	0.38	0.51	0.35	0.24	0.01	-0.08	-0.19	0.37	0.37
264hr	1.21	1.21	0.37	0.32	0.42	0.50	0.34	0.24	0.04	0.00	-0.27	0.38	0.40
288hr	1.26	1.42	0.30	0.36	0.46	0.51	0.37	0.32	-0.04	0.02	-0.35	0.35	0.41
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.36	2.28	2.11	2.03	1.95	2.07	2.03	2.13	2.11	2.02	2.14	2.15	2.11
24hr	3.70	3.57	3.36	3.19	3.06	3.24	3.15	3.28	3.28	3.10	3.26	3.35	3.30
36hr	4.62	4.44	4.16	3.97	3.76	4.10	3.96	4.12	4.17	3.83	4.12	4.14	4.12
48hr	5.55	5.19	4.99	4.71	4.51	4.87	4.65	4.81	4.91	4.53	4.79	4.86	4.86
60hr	6.18	5.87	5.57	5.23	5.04	5.51	5.21	5.44	5.55	5.07	5.42	5.47	5.46
72hr	6.88	6.47	6.22	5.89	5.67	6.15	5.78	5.97	6.11	5.61	5.98	6.04	6.06
96hr	7.96	7.51	7.22	6.93	6.68	7.29	6.71	6.96	7.07	6.54	6.95	7.03	7.07
120hr	8.95	8.39	8.19	7.87	7.58	8.30	7.51	7.73	7.94	7.38	7.73	7.86	7.95
144hr	9.94	9.28	9.10	8.68	8.45	9.15	8.27	8.46	8.62	8.22	8.53	8.71	8.78
168hr	10.90	10.28	10.05	9.52	9.26	9.96	9.08	9.10	9.34	8.95	9.33	9.53	9.61
192hr	11.63	11.30	10.77	10.36	9.94	10.70	9.78	9.71	9.98	9.55	10.14	10.21	10.34
216hr	12.40	12.28	11.57	11.05	10.56	11.40	10.43	10.20	10.62	10.07	10.82	10.77	11.01
240hr	13.18	12.84	12.18	11.77	11.22	11.98	10.85	10.77	11.16	10.41	11.39	11.27	11.58
264hr	13.74	13.14	12.54	12.26	11.81	12.60	11.22	11.35	11.58	10.88	11.77	11.80	12.06
288hr	14.27	13.62	12.78	12.62	12.27	13.17	11.79	11.79	11.86	11.21	12.18	12.25	12.48

표 D.1.9 GDAPS 남반구 해면기압 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.06	0.03	0.03	0.04	0.09	0.07	0.09	0.07	0.07	0.04	0.08	0.04	0.06
24hr	0.00	-0.01	0.02	0.02	0.04	0.08	0.09	0.11	0.14	0.09	0.08	0.02	0.06
36hr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.11	0.11	0.13	0.16	0.09	0.09	0.00	0.06
48hr	0.03	0.01	0.05	0.05	0.07	0.13	0.14	0.17	0.22	0.13	0.10	0.02	0.09
60hr	-0.03	-0.06	-0.02	-0.01	0.03	0.11	0.13	0.16	0.19	0.13	0.10	0.01	0.06
72hr	0.00	0.00	0.04	0.03	0.06	0.12	0.15	0.13	0.19	0.13	0.10	0.00	0.08
96hr	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.07	0.15	0.08	0.20	0.14	0.15	0.03	0.07
120hr	0.03	0.03	0.02	-0.01	0.04	0.07	0.17	0.10	0.26	0.19	0.21	0.11	0.10
144hr	0.07	0.03	0.06	-0.04	0.01	0.05	0.17	0.13	0.31	0.18	0.28	0.14	0.11
168hr	0.12	0.03	0.06	-0.09	-0.09	0.00	0.19	0.15	0.35	0.18	0.35	0.21	0.12
192hr	0.23	0.10	0.02	-0.10	-0.18	-0.02	0.09	0.18	0.47	0.18	0.47	0.26	0.14
216hr	0.37	0.14	0.05	-0.09	-0.23	-0.08	-0.07	0.27	0.43	0.29	0.58	0.31	0.16
240hr	0.46	0.26	-0.04	-0.20	-0.26	-0.16	-0.16	0.45	0.34	0.36	0.71	0.39	0.18
264hr	0.56	0.34	-0.18	-0.35	-0.35	-0.15	-0.25	0.53	0.29	0.40	0.81	0.46	0.18
288hr	0.73	0.32	-0.28	-0.44	-0.42	-0.14	-0.31	0.56	0.20	0.54	0.91	0.61	0.19
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.50	0.50	0.51	0.54	0.58	0.60	0.66	0.67	0.68	0.62	0.57	0.46	0.57
24hr	0.76	0.74	0.76	0.82	0.90	0.95	0.99	1.02	1.11	0.98	0.86	0.73	0.88
36hr	1.04	1.05	1.06	1.16	1.28	1.34	1.40	1.45	1.49	1.34	1.23	1.04	1.24
48hr	1.34	1.33	1.39	1.51	1.68	1.70	1.79	1.85	1.97	1.72	1.59	1.35	1.60
60hr	1.64	1.65	1.76	1.97	2.17	2.19	2.27	2.43	2.50	2.13	2.01	1.71	2.04
72hr	1.99	2.09	2.22	2.42	2.67	2.75	2.81	2.94	3.10	2.64	2.48	2.09	2.52
96hr	2.88	3.12	3.26	3.53	3.87	4.15	4.06	4.28	4.28	3.74	3.56	2.94	3.64
120hr	3.95	4.23	4.38	4.84	5.20	5.66	5.50	5.91	5.71	4.94	4.83	3.90	4.92
144hr	5.15	5.43	5.71	6.16	6.85	7.27	6.84	7.49	7.08	6.28	5.99	4.88	6.26
168hr	6.25	6.71	7.01	7.31	8.34	9.01	8.02	8.76	8.45	7.66	6.90	5.84	7.52
192hr	7.18	7.90	8.24	8.52	9.59	10.27	9.26	9.74	9.69	9.11	7.95	6.63	8.67
216hr	8.01	8.76	9.26	9.50	10.55	11.26	10.48	10.85	10.64	9.99	8.68	7.47	9.62
240hr	8.74	9.23	10.17	10.27	11.11	12.06	11.29	11.81	11.23	10.53	9.24	8.13	10.32
264hr	9.43	9.64	10.59	10.84	11.31	12.74	12.02	12.49	11.58	11.04	9.91	8.46	10.84
288hr	9.66	10.21	10.75	11.43	11.60	13.08	12.76	13.02	12.00	11.27	10.24	8.81	11.24
AC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24hr	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	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	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99
60hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98
72hr	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96
96hr	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.94	0.92
120hr	0.86	0.85	0.87	0.85	0.86	0.87	0.87	0.85	0.85	0.87	0.86	0.89	0.86
144hr	0.76	0.76	0.77	0.76	0.75	0.78	0.80	0.76	0.77	0.78	0.78	0.82	0.78
168hr	0.64	0.64	0.67	0.67	0.63	0.66	0.73	0.68	0.67	0.67	0.72	0.74	0.68
192hr	0.53	0.50	0.55	0.56	0.50	0.56	0.63	0.60	0.57	0.54	0.62	0.67	0.57
216hr	0.43	0.40	0.44	0.47	0.41	0.48	0.53	0.51	0.48	0.45	0.55	0.57	0.48
240hr	0.32	0.34	0.33	0.39	0.37	0.40	0.46	0.42	0.43	0.38	0.50	0.50	0.40
264hr	0.20	0.28	0.28	0.32	0.35	0.33	0.39	0.34	0.39	0.32	0.41	0.47	0.34
288hr	0.18	0.19	0.25	0.25	0.31	0.29	0.31	0.27	0.33	0.31	0.38	0.43	0.29

S1	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	10.04	10.06	9.72	9.89	10.11	9.94	10.57	10.65	11.19	11.19	10.91	10.33	10.38
24hr	14.42	14.47	14.18	14.55	15.26	15.08	15.83	15.79	16.76	16.41	15.88	14.90	15.29
36hr	18.27	18.55	18.08	18.88	20.08	19.62	20.71	20.94	21.34	20.85	20.62	19.30	19.77
48hr	21.97	22.07	21.80	22.57	24.30	23.38	24.90	24.91	25.81	24.99	24.85	23.14	23.72
60hr	25.66	25.84	25.54	26.84	28.86	27.85	29.59	29.92	30.30	29.00	29.24	27.29	27.99
72hr	29.38	29.84	29.48	30.74	33.10	32.21	33.91	34.05	34.87	33.33	33.42	31.12	32.12
96hr	37.09	38.49	37.79	39.39	41.74	41.91	42.65	43.27	43.08	41.84	41.99	38.91	40.68
120hr	44.95	47.23	45.83	48.40	50.10	50.92	50.93	51.92	51.24	49.60	50.67	46.53	49.03
144hr	52.65	55.01	54.38	56.10	58.53	59.20	58.44	59.08	58.36	57.26	57.91	53.37	56.69
168hr	59.33	62.44	61.32	62.61	65.73	66.90	63.94	64.59	64.53	63.87	63.48	59.39	63.18
192hr	64.83	68.60	66.47	67.81	71.07	71.70	68.79	68.62	69.49	69.91	68.20	64.55	68.34
216hr	69.33	72.85	70.50	71.44	74.80	75.38	72.95	72.81	73.63	73.70	71.66	68.93	72.33
240hr	72.69	74.89	73.73	73.77	76.26	77.84	75.73	76.45	75.69	76.40	73.44	72.45	74.94
264hr	74.82	76.45	75.90	76.30	77.06	80.06	77.94	78.74	76.81	77.92	76.53	74.45	76.91
288hr	75.77	78.31	77.23	78.54	78.27	81.37	80.23	80.28	77.73	78.47	77.92	75.84	78.33

표 D.1.10 GDAPS 남반구 850hPa 기온 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	-0.05	-0.04	-0.06	-0.13	-0.17	-0.18	-0.20	-0.24	-0.18	-0.11	-0.03	-0.12
24hr	0.00	-0.05	-0.04	-0.11	-0.20	-0.28	-0.30	-0.32	-0.33	-0.20	-0.12	-0.02	-0.16
36hr	-0.02	-0.08	-0.05	-0.12	-0.24	-0.33	-0.36	-0.39	-0.45	-0.31	-0.20	-0.06	-0.22
48hr	0.00	-0.07	-0.04	-0.14	-0.26	-0.39	-0.42	-0.44	-0.48	-0.32	-0.19	-0.04	-0.23
60hr	-0.02	-0.09	-0.05	-0.14	-0.27	-0.40	-0.44	-0.47	-0.55	-0.38	-0.24	-0.07	-0.26
72hr	0.00	-0.07	-0.05	-0.15	-0.27	-0.43	-0.48	-0.48	-0.54	-0.38	-0.22	-0.04	-0.26
96hr	-0.01	-0.07	-0.05	-0.14	-0.28	-0.43	-0.50	-0.50	-0.57	-0.42	-0.24	-0.05	-0.27
120hr	-0.02	-0.08	-0.07	-0.12	-0.25	-0.41	-0.51	-0.52	-0.58	-0.43	-0.26	-0.05	-0.28
144hr	-0.03	-0.07	-0.07	-0.10	-0.24	-0.40	-0.50	-0.52	-0.59	-0.43	-0.27	-0.05	-0.27
168hr	-0.05	-0.11	-0.07	-0.07	-0.20	-0.39	-0.51	-0.48	-0.60	-0.43	-0.30	-0.06	-0.27
192hr	-0.11	-0.14	-0.04	-0.06	-0.17	-0.32	-0.51	-0.43	-0.61	-0.44	-0.32	-0.06	-0.27
216hr	-0.14	-0.14	-0.01	-0.04	-0.15	-0.28	-0.53	-0.40	-0.60	-0.46	-0.32	-0.07	-0.26
240hr	-0.19	-0.16	-0.03	-0.01	-0.15	-0.21	-0.55	-0.40	-0.60	-0.49	-0.35	-0.05	-0.26
264hr	-0.19	-0.18	-0.04	0.05	-0.14	-0.16	-0.52	-0.41	-0.57	-0.50	-0.40	-0.04	-0.26
288hr	-0.21	-0.21	-0.04	0.13	-0.13	-0.10	-0.48	-0.41	-0.59	-0.52	-0.47	-0.06	-0.26
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.48	0.50	0.52	0.55	0.57	0.60	0.61	0.68	0.84	0.77	0.67	0.48	0.61
24hr	0.72	0.72	0.77	0.83	0.87	0.92	0.93	0.97	1.09	0.95	0.83	0.72	0.86
36hr	0.92	0.93	0.98	1.07	1.11	1.18	1.20	1.26	1.44	1.26	1.11	0.92	1.12
48hr	1.10	1.08	1.16	1.26	1.32	1.40	1.41	1.47	1.66	1.43	1.27	1.11	1.31
60hr	1.26	1.25	1.34	1.49	1.54	1.61	1.63	1.72	1.94	1.67	1.47	1.28	1.52
72hr	1.42	1.44	1.53	1.67	1.75	1.82	1.86	1.94	2.15	1.85	1.65	1.46	1.71
96hr	1.78	1.86	1.92	2.11	2.21	2.35	2.32	2.44	2.64	2.30	2.07	1.82	2.15
120hr	2.18	2.33	2.36	2.58	2.67	2.88	2.82	2.98	3.18	2.73	2.55	2.18	2.62
144hr	2.57	2.74	2.91	3.02	3.23	3.37	3.34	3.53	3.68	3.23	3.09	2.54	3.10
168hr	3.02	3.20	3.45	3.54	3.75	3.90	3.76	4.04	4.14	3.76	3.58	2.94	3.59
192hr	3.51	3.70	3.88	4.03	4.16	4.41	4.17	4.38	4.54	4.25	3.95	3.32	4.02
216hr	3.91	4.10	4.31	4.36	4.51	4.76	4.52	4.64	4.92	4.62	4.25	3.57	4.37
240hr	4.19	4.39	4.61	4.60	4.76	4.96	4.77	4.91	5.21	4.93	4.45	3.86	4.64
264hr	4.43	4.66	4.75	4.87	4.87	5.18	4.95	5.19	5.41	5.16	4.66	4.01	4.84
288hr	4.51	4.90	4.93	5.04	4.96	5.38	5.13	5.39	5.54	5.28	4.78	4.23	5.01
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	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
24hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98
36hr	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.96
48hr	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.96	0.95
60hr	0.94	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.93	0.93	0.94	0.93
72hr	0.93	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.89	0.91	0.92	0.93	0.91
96hr	0.88	0.89	0.88	0.85	0.85	0.84	0.85	0.85	0.83	0.86	0.87	0.89	0.86
120hr	0.82	0.82	0.81	0.78	0.77	0.75	0.78	0.77	0.75	0.80	0.80	0.84	0.79
144hr	0.75	0.75	0.72	0.71	0.67	0.66	0.69	0.68	0.67	0.72	0.70	0.78	0.71
168hr	0.66	0.66	0.60	0.60	0.56	0.55	0.61	0.57	0.58	0.61	0.60	0.70	0.61
192hr	0.54	0.54	0.49	0.49	0.45	0.42	0.52	0.49	0.49	0.51	0.51	0.62	0.51
216hr	0.43	0.44	0.39	0.40	0.36	0.32	0.45	0.43	0.40	0.42	0.43	0.55	0.42
240hr	0.35	0.34	0.31	0.34	0.29	0.27	0.37	0.36	0.33	0.34	0.37	0.46	0.34
264hr	0.28	0.26	0.27	0.26	0.25	0.22	0.32	0.30	0.28	0.27	0.30	0.41	0.29
288hr	0.24	0.21	0.20	0.20	0.22	0.16	0.28	0.25	0.25	0.23	0.26	0.35	0.24

표 D.1.11 GDAPS 남반구 500hPa 고도 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.34	0.11	0.14	0.21	0.17	-0.46	-0.38	-0.44	-1.05	-0.44	-0.14	-0.06	-0.17
24hr	0.27	0.09	0.15	-0.25	-0.57	-1.37	-1.26	-0.90	-0.88	-0.15	0.41	0.26	-0.35
36hr	0.36	0.19	0.04	-0.40	-0.50	-1.48	-1.39	-1.26	-1.70	-0.68	0.01	-0.20	-0.58
48hr	1.02	0.53	0.57	-0.22	-0.58	-1.77	-1.66	-1.42	-1.46	-0.31	0.68	0.56	-0.34
60hr	0.51	-0.03	0.10	-0.63	-0.80	-1.93	-1.84	-1.59	-1.99	-0.46	0.48	0.17	-0.67
72hr	1.11	0.58	0.65	-0.47	-0.70	-1.99	-1.96	-2.00	-2.04	-0.32	1.01	0.69	-0.45
96hr	1.07	0.61	0.66	-0.62	-0.78	-2.17	-2.29	-2.30	-1.94	-0.14	1.70	1.07	-0.43
120hr	1.59	1.00	1.03	-0.48	-0.26	-1.63	-2.17	-2.09	-1.51	0.33	2.57	1.72	0.01
144hr	1.69	1.02	1.68	-0.30	-0.08	-1.28	-1.92	-1.91	-1.34	0.51	3.44	1.96	0.29
168hr	1.74	0.80	1.95	-0.21	-0.07	-1.16	-1.84	-1.43	-1.31	0.45	3.98	2.50	0.45
192hr	2.11	0.94	2.41	0.06	-0.47	-0.87	-2.13	-1.06	-0.62	0.47	4.49	2.97	0.69
216hr	2.95	1.18	3.45	0.77	-0.36	-0.36	-2.75	0.04	-1.03	1.34	4.88	3.28	1.11
240hr	3.37	2.18	3.16	0.96	-0.20	-0.15	-3.56	1.38	-1.40	1.56	5.34	3.63	1.36
264hr	3.83	2.74	2.47	1.15	-0.07	0.43	-3.80	1.78	-1.54	1.74	4.91	3.94	1.47
288hr	4.62	3.01	1.80	1.68	0.42	0.33	-3.34	2.10	-1.47	2.88	4.71	4.21	1.75
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.05	4.29	4.20	4.55	4.65	5.04	5.31	5.92	6.70	5.66	4.94	3.92	4.94
24hr	6.45	6.51	6.77	7.37	7.79	8.55	8.61	9.00	10.03	8.96	7.91	6.54	7.87
36hr	9.11	9.30	9.83	10.89	11.51	12.41	12.69	13.52	14.49	12.79	11.51	9.81	11.49
48hr	12.51	12.18	13.26	14.58	15.64	16.55	16.54	17.45	19.37	16.90	15.46	13.18	15.30
60hr	15.64	15.18	17.17	19.29	20.59	21.23	21.71	23.36	24.70	21.04	19.89	16.74	19.71
72hr	19.83	20.21	22.21	24.33	25.84	27.27	26.79	28.23	31.12	26.09	24.86	21.15	24.83
96hr	29.63	31.94	33.27	36.12	38.44	41.74	38.83	42.23	43.72	37.56	36.30	30.35	36.68
120hr	41.54	44.81	45.41	50.14	53.29	58.27	53.77	58.06	57.90	51.11	50.56	40.31	50.43
144hr	54.50	57.97	60.47	64.61	71.49	75.15	68.81	74.30	72.55	66.29	65.47	50.86	65.21
168hr	67.62	73.07	75.13	78.33	88.82	93.59	82.23	89.84	87.75	82.85	77.53	61.96	79.89
192hr	79.28	87.46	89.91	92.66	102.36	109.93	95.82	101.64	100.96	99.44	89.14	71.66	93.36
216hr	90.24	98.58	102.77	104.37	113.27	121.67	108.41	112.20	112.05	110.92	98.45	80.46	104.45
240hr	99.83	106.10	112.08	115.44	121.52	132.26	119.08	122.97	120.03	119.64	105.32	88.10	113.53
264hr	106.28	113.27	119.00	124.62	123.96	141.09	129.87	131.13	126.55	126.54	112.82	92.80	120.66
288hr	108.80	120.92	123.49	132.04	128.21	146.58	139.51	138.93	131.43	130.61	117.39	97.53	126.29
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	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99
48hr	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
60hr	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98
72hr	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.97
96hr	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.95	0.95	0.95	0.94
120hr	0.88	0.90	0.89	0.88	0.88	0.87	0.89	0.88	0.87	0.90	0.90	0.92	0.89
144hr	0.80	0.83	0.80	0.80	0.78	0.78	0.82	0.80	0.80	0.83	0.83	0.87	0.81
168hr	0.69	0.72	0.70	0.71	0.67	0.66	0.75	0.70	0.70	0.74	0.76	0.80	0.72
192hr	0.58	0.60	0.58	0.60	0.55	0.54	0.66	0.62	0.60	0.62	0.68	0.73	0.61
216hr	0.46	0.49	0.47	0.50	0.46	0.44	0.57	0.53	0.51	0.52	0.61	0.66	0.52
240hr	0.34	0.41	0.38	0.39	0.39	0.34	0.48	0.44	0.45	0.43	0.55	0.59	0.43
264hr	0.26	0.34	0.29	0.31	0.36	0.26	0.38	0.36	0.40	0.37	0.47	0.54	0.36
288hr	0.23	0.27	0.23	0.23	0.32	0.21	0.29	0.28	0.35	0.33	0.42	0.50	0.30

표 D.1.12 GDAPS 남반구 250hPa 풍속 12UTC 분석검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.03	-0.05	-0.08	-0.06	-0.03	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	-0.02	0.01	-0.04	-0.03
24hr	-0.11	-0.12	-0.15	-0.13	-0.11	-0.06	-0.04	0.02	0.04	-0.01	-0.07	-0.10	-0.07
36hr	-0.09	-0.14	-0.15	-0.11	-0.10	-0.06	-0.03	0.00	0.00	-0.06	-0.09	-0.10	-0.08
48hr	-0.14	-0.17	-0.18	-0.16	-0.08	-0.06	-0.05	0.04	0.06	0.00	-0.08	-0.13	-0.08
60hr	-0.15	-0.20	-0.19	-0.16	-0.08	-0.07	-0.04	0.08	0.02	-0.05	-0.09	-0.14	-0.09
72hr	-0.16	-0.22	-0.22	-0.17	-0.07	-0.10	-0.04	0.08	0.04	-0.01	-0.08	-0.15	-0.09
96hr	-0.12	-0.25	-0.21	-0.15	-0.10	-0.12	-0.01	0.05	0.01	-0.09	-0.12	-0.12	-0.10
120hr	-0.06	-0.30	-0.12	-0.11	-0.06	-0.14	-0.01	0.05	-0.02	-0.14	-0.07	-0.05	-0.09
144hr	-0.09	-0.29	-0.06	-0.10	-0.11	-0.15	-0.11	0.09	-0.08	-0.16	-0.09	-0.03	-0.10
168hr	-0.06	-0.29	-0.01	-0.14	-0.24	-0.24	-0.16	0.07	-0.10	-0.17	-0.16	-0.08	-0.13
192hr	-0.16	-0.24	0.03	-0.10	-0.17	-0.35	-0.01	-0.01	-0.14	-0.14	-0.22	-0.09	-0.13
216hr	-0.22	-0.35	0.14	-0.10	-0.17	-0.22	0.08	-0.18	-0.06	-0.16	-0.38	-0.14	-0.15
240hr	-0.18	-0.47	0.25	-0.08	-0.13	-0.27	0.09	-0.28	-0.02	-0.07	-0.55	-0.18	-0.16
264hr	-0.10	-0.48	0.28	-0.06	0.00	-0.35	0.09	-0.26	0.04	-0.14	-0.62	-0.31	-0.16
288hr	-0.08	-0.33	0.23	-0.29	0.03	-0.37	0.15	-0.25	-0.04	-0.14	-0.63	-0.32	-0.17
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	2.13	2.20	2.23	2.27	2.23	2.35	2.18	2.16	2.39	2.39	2.36	2.17	2.26
24hr	3.36	3.43	3.61	3.61	3.61	3.83	3.49	3.47	3.92	3.74	3.64	3.39	3.59
36hr	4.44	4.50	4.77	4.85	4.82	5.03	4.61	4.59	5.07	4.87	4.82	4.51	4.74
48hr	5.59	5.54	5.99	5.97	5.99	6.22	5.76	5.65	6.29	6.01	5.84	5.51	5.86
60hr	6.68	6.52	7.09	7.22	7.29	7.43	6.90	6.98	7.41	7.02	7.08	6.61	7.02
72hr	7.89	7.84	8.40	8.34	8.61	8.83	8.11	8.07	8.76	8.26	8.19	7.81	8.26
96hr	10.40	10.56	11.20	11.08	11.37	11.96	10.69	10.80	11.26	10.64	10.64	10.29	10.91
120hr	13.31	13.66	14.13	14.16	14.38	15.18	13.56	13.66	14.27	13.33	13.54	12.71	13.82
144hr	16.16	16.34	17.21	17.19	17.60	18.36	16.58	16.85	17.20	16.36	16.36	14.90	16.76
168hr	18.45	19.26	20.11	19.97	20.62	21.56	19.30	19.77	20.02	19.36	19.18	17.13	19.56
192hr	20.67	21.85	22.64	22.53	23.06	24.23	21.57	21.86	22.66	21.93	21.34	19.27	21.97
216hr	22.79	23.68	24.44	24.87	25.06	26.61	23.59	23.87	24.67	23.84	23.10	20.81	23.94
240hr	24.47	25.12	25.71	26.67	26.36	28.47	25.73	25.78	26.18	25.54	24.31	22.20	25.55
264hr	25.28	25.95	26.65	27.77	27.54	30.06	27.37	27.59	27.06	26.48	25.42	23.31	26.71
288hr	25.84	26.85	27.56	28.57	28.54	31.35	28.58	28.82	28.03	26.91	26.37	24.03	27.62

D.1.2 아시아 영역 관측검증

표 D.1.13 GDAPS 아시아 850hPa 기온 12UTC 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.22	-0.25	-0.50	-0.47	-0.31	-0.10	0.08	-0.12	-0.42	-0.35	-0.26	-0.22	-0.26
24hr	-0.01	-0.05	-0.32	-0.34	-0.21	0.07	0.26	0.13	-0.21	-0.16	-0.10	-0.01	-0.08
36hr	-0.07	-0.08	-0.49	-0.45	-0.35	0.07	0.31	0.07	-0.38	-0.34	-0.15	-0.03	-0.16
48hr	0.10	0.08	-0.40	-0.38	-0.31	0.16	0.43	0.22	-0.24	-0.20	-0.03	0.14	-0.04
60hr	0.10	0.13	-0.45	-0.38	-0.36	0.14	0.46	0.19	-0.34	-0.29	-0.02	0.20	-0.05
72hr	0.25	0.29	-0.43	-0.36	-0.34	0.22	0.54	0.32	-0.19	-0.19	0.00	0.32	0.03
96hr	0.34	0.44	-0.42	-0.43	-0.29	0.31	0.64	0.46	-0.15	-0.20	0.07	0.41	0.10
120hr	0.38	0.47	-0.40	-0.56	-0.16	0.46	0.69	0.61	-0.15	-0.13	0.20	0.55	0.16
144hr	0.44	0.44	-0.32	-0.51	-0.03	0.56	0.80	0.76	-0.23	-0.08	0.17	0.56	0.21
168hr	0.42	0.37	-0.48	-0.46	0.11	0.70	0.99	0.82	-0.30	-0.25	0.20	0.60	0.23
192hr	0.41	0.47	-0.24	-0.33	0.19	0.80	1.10	0.85	-0.23	-0.45	0.28	0.67	0.29
216hr	0.38	0.63	-0.23	-0.17	0.25	0.83	1.11	0.88	-0.18	-0.45	0.40	0.57	0.33
240hr	0.32	0.29	-0.22	-0.21	0.28	0.88	1.13	0.89	-0.41	-0.13	0.47	0.38	0.31
264hr	0.21	0.32	0.00	-0.26	0.27	1.20	1.11	0.92	-0.53	0.14	0.28	0.76	0.37
288hr	0.29	0.53	0.10	-0.38	0.30	1.32	1.02	0.88	-0.68	0.25	0.12	0.83	0.38
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	1.36	1.40	1.31	1.35	1.31	1.25	1.14	1.14	1.23	1.23	1.30	1.28	1.28
24hr	1.37	1.42	1.33	1.40	1.35	1.35	1.29	1.19	1.19	1.23	1.35	1.33	1.32
36hr	1.50	1.64	1.53	1.63	1.58	1.49	1.44	1.36	1.38	1.41	1.46	1.45	1.49
48hr	1.54	1.68	1.57	1.74	1.64	1.67	1.60	1.43	1.42	1.40	1.52	1.52	1.56
60hr	1.68	1.84	1.70	1.90	1.81	1.85	1.80	1.61	1.57	1.58	1.63	1.64	1.72
72hr	1.79	1.94	1.87	2.05	1.90	2.00	1.97	1.69	1.60	1.65	1.70	1.77	1.83
96hr	2.16	2.20	2.12	2.47	2.29	2.39	2.20	1.97	1.90	1.98	2.01	2.10	2.15
120hr	2.62	2.68	2.57	2.98	2.74	2.91	2.54	2.32	2.34	2.32	2.52	2.58	2.59
144hr	2.98	3.28	3.08	3.40	3.25	3.27	2.91	2.66	2.69	2.87	3.24	3.02	3.05
168hr	3.46	3.73	3.66	3.82	3.74	3.61	3.30	2.91	3.03	3.37	3.63	3.43	3.47
192hr	3.95	4.15	4.25	4.31	4.20	3.85	3.56	3.15	3.20	3.77	4.15	4.02	3.88
216hr	4.32	4.67	4.45	4.97	4.58	4.12	3.80	3.43	3.68	4.15	4.82	4.71	4.31
240hr	4.92	4.77	4.79	5.27	5.09	4.29	3.93	3.63	4.00	4.35	5.35	4.92	4.61
264hr	5.09	5.29	5.23	5.59	5.44	4.56	4.06	3.79	4.24	4.52	5.87	5.06	4.89
288hr	4.96	5.98	5.65	5.90	5.88	4.58	4.12	3.97	4.49	4.91	5.92	5.29	5.14

표 D.1.14 GDAPS 아시아 500hPa 고도 12UTC 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-2.61	-1.01	-2.45	-1.86	-1.17	0.30	-0.08	-1.00	0.04	0.24	-0.67	-0.61	-0.91
24hr	-1.48	0.51	-0.98	-0.56	0.32	1.37	0.50	-0.24	1.30	2.74	0.83	1.04	0.45
36hr	-1.28	2.04	-0.33	1.35	1.81	1.98	-0.10	-1.15	0.29	2.12	1.01	1.22	0.75
48hr	-1.91	2.49	-0.54	1.19	2.16	2.84	0.73	-0.38	1.10	4.12	2.29	1.58	1.31
60hr	-0.05	4.86	0.16	2.31	3.58	2.13	0.54	-1.18	1.06	3.69	3.75	2.91	1.98
72hr	0.06	5.27	-0.33	2.19	3.97	3.74	2.18	0.39	2.31	4.25	4.33	3.73	2.67
96hr	2.27	7.09	-0.95	2.29	3.87	2.34	1.92	-0.31	0.46	3.85	3.38	4.40	2.55
120hr	1.88	6.44	-0.99	0.16	4.11	2.63	1.97	-2.00	-1.52	5.82	4.62	4.54	2.30
144hr	-0.10	5.27	1.40	-0.82	6.44	4.29	2.16	-3.53	-1.13	8.57	5.40	2.76	2.56
168hr	0.47	4.52	2.94	1.24	7.99	6.65	3.11	-4.39	2.45	9.66	9.32	2.82	3.90
192hr	2.19	4.84	3.60	2.94	9.22	9.34	3.49	-4.12	1.34	4.41	9.70	3.66	4.22
216hr	1.06	2.41	3.64	3.98	10.36	9.75	2.53	-4.67	-0.78	0.71	12.89	7.93	4.15
240hr	2.00	-3.83	4.92	3.96	10.06	11.32	1.44	-5.22	-2.99	2.95	13.91	7.08	3.80
264hr	2.03	-2.32	9.87	10.15	9.73	12.37	2.18	-4.58	-4.08	6.45	13.20	9.70	5.39
288hr	0.36	2.70	11.58	11.48	6.20	14.13	2.27	-3.00	-2.95	8.14	10.57	15.22	6.39
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	12.39	11.30	11.27	11.83	11.44	11.93	12.34	12.08	11.06	11.29	11.56	10.63	11.59
24hr	12.85	12.37	11.89	12.45	11.95	12.75	12.93	12.58	11.73	12.17	12.22	11.67	12.30
36hr	14.64	13.28	12.74	13.88	13.66	13.66	14.11	13.77	13.10	13.02	13.81	12.55	13.52
48hr	15.90	15.20	14.50	15.54	14.85	15.43	15.47	14.92	14.02	14.81	14.93	14.14	14.98
60hr	18.29	17.30	16.31	17.16	17.38	17.30	17.51	16.54	16.19	16.56	17.65	15.89	17.00
72hr	20.88	20.12	18.29	20.21	19.46	19.46	19.34	18.31	18.26	18.46	19.58	18.92	19.27
96hr	28.08	27.15	25.64	27.74	27.22	25.19	23.65	22.33	25.15	25.57	26.97	25.97	25.89
120hr	37.23	37.20	35.81	35.83	35.88	31.79	29.96	28.42	30.87	35.21	37.36	35.73	34.27
144hr	45.49	46.79	46.82	45.09	44.63	37.85	35.87	34.83	38.22	47.59	48.05	45.47	43.06
168hr	52.76	57.03	56.63	51.59	55.40	43.60	40.41	39.97	44.85	54.68	57.21	56.39	50.88
192hr	63.49	66.21	67.16	60.35	61.11	50.79	44.75	44.42	50.72	62.35	68.49	66.80	58.89
216hr	72.69	74.73	72.59	68.44	66.64	58.27	49.43	48.55	54.83	65.80	77.12	77.62	65.56
240hr	82.86	79.61	76.32	76.12	74.85	61.96	53.50	53.33	61.70	66.94	88.57	84.90	71.72
264hr	88.29	88.38	84.21	81.39	82.68	63.51	56.10	56.77	70.99	69.18	95.28	92.61	77.45
288hr	85.78	96.47	89.21	85.60	90.17	67.60	60.67	59.22	76.64	76.66	95.23	91.31	81.21

표 D.1.15 GDAPS 아시아 250hPa 풍속 12UTC 관측검증

ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.78	-0.87	-0.82	-0.76	-0.67	-0.61	-0.35	-0.34	-0.46	-0.47	-0.66	-0.66	-0.62
24hr	-0.94	-0.99	-0.79	-0.68	-0.47	-0.65	-0.50	-0.39	-0.48	-0.47	-0.70	-0.75	-0.65
36hr	-0.87	-0.99	-0.95	-0.73	-0.60	-0.59	-0.42	-0.31	-0.35	-0.39	-0.71	-0.95	-0.65
48hr	-0.93	-1.10	-0.85	-0.82	-0.73	-0.91	-0.48	-0.40	-0.38	-0.61	-0.86	-0.94	-0.75
60hr	-0.93	-1.28	-0.94	-1.02	-0.90	-0.69	-0.57	-0.47	-0.17	-0.54	-1.01	-1.07	-0.80
72hr	-1.05	-1.16	-0.93	-0.90	-0.78	-0.96	-0.67	-0.48	-0.29	-0.79	-0.94	-1.04	-0.83
96hr	-1.14	-1.38	-1.20	-0.68	-1.07	-1.04	-0.76	-0.55	-0.30	-0.87	-0.90	-1.25	-0.93
120hr	-1.19	-1.78	-1.30	-0.45	-1.04	-1.01	-0.91	-0.64	-0.21	-1.14	-0.88	-1.32	-0.99
144hr	-1.44	-1.89	-1.11	-0.81	-1.20	-1.02	-0.84	-0.73	-0.41	-1.12	-0.86	-1.48	-1.08
168hr	-1.67	-1.73	-1.44	-1.38	-1.21	-1.07	-0.74	-0.60	-0.55	-0.94	-0.83	-1.39	-1.13
192hr	-1.58	-1.91	-1.99	-1.58	-1.42	-1.38	-0.57	-0.50	-0.50	-0.84	-1.17	-1.42	-1.24
216hr	-1.67	-2.47	-1.80	-1.86	-1.42	-1.35	-0.82	-0.41	-0.79	-0.87	-1.14	-1.74	-1.36
240hr	-1.99	-2.86	-2.04	-1.69	-1.00	-1.25	-0.86	-0.34	-0.57	-0.79	-0.98	-1.69	-1.34
264hr	-1.92	-3.21	-2.63	-1.88	-0.62	-1.46	-1.10	-0.79	-0.91	-1.06	-1.10	-1.67	-1.53
288hr	-2.17	-2.95	-2.48	-1.35	-0.43	-1.56	-1.05	-0.97	-0.55	-0.97	-1.05	-2.36	-1.49
RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	4.44	4.87	4.83	5.17	4.82	5.22	4.76	4.43	4.24	4.15	4.16	3.91	4.58
24hr	4.82	5.50	5.41	6.23	5.74	6.41	5.79	5.25	5.02	4.86	4.54	4.33	5.32
36hr	5.25	5.98	5.95	6.85	6.75	7.26	6.66	6.27	5.85	5.87	5.31	4.88	6.07
48hr	5.62	6.77	6.58	7.86	7.50	8.57	7.85	6.97	6.59	6.46	5.77	5.43	6.83
60hr	6.24	7.27	7.36	8.55	8.34	9.46	8.78	7.88	7.31	7.43	6.60	6.06	7.61
72hr	6.66	8.13	8.08	9.56	9.26	10.66	9.64	8.62	8.06	8.09	7.09	6.61	8.37
96hr	8.10	9.81	9.74	11.42	11.19	12.90	11.01	10.02	9.80	10.63	8.90	8.35	10.16
120hr	9.94	11.75	11.74	13.49	13.12	15.06	12.91	12.08	11.58	13.49	11.00	10.13	12.19
144hr	11.89	13.64	13.92	14.67	15.32	16.51	14.42	13.96	13.85	16.04	13.06	12.15	14.12
168hr	13.52	15.29	16.15	16.39	17.45	17.72	15.75	15.71	15.80	17.95	14.69	13.70	15.84
192hr	15.17	16.82	18.32	18.18	19.51	19.01	17.26	17.12	17.18	18.31	16.11	15.91	17.41
216hr	16.78	17.67	19.85	19.97	20.53	20.27	18.19	18.13	18.19	19.80	17.79	17.93	18.76
240hr	18.53	18.79	20.75	20.84	21.72	20.87	18.95	19.11	19.84	20.51	20.94	19.04	19.99
264hr	19.80	20.23	20.79	22.35	23.17	22.04	19.52	19.48	20.89	20.99	22.17	20.20	20.97
288hr	19.59	21.69	21.22	23.78	24.50	22.56	20.41	20.16	23.03	22.32	22.89	21.18	21.94

D.1.3 한반도 영역 강수검증(12시간 누적)

표 D.1.16 GDAPS 한반도 강수 성공임계지수(CSI)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MCNH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MCNH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.59	0.49	0.44	0.41	0.36	0.44	0.45	Jan.	0.55	0.34	0.21	0.13	0.17	0.17	0.25
Feb.	0.60	0.57	0.55	0.55	0.53	0.48	0.55	Feb.	0.73	0.66	0.48	0.53	0.54	0.46	0.57
Mar.	0.66	0.61	0.54	0.50	0.45	0.40	0.52	Mar.	0.64	0.58	0.48	0.43	0.49	0.34	0.48
Apr.	0.60	0.57	0.53	0.50	0.46	0.44	0.51	Apr.	0.74	0.66	0.58	0.47	0.46	0.44	0.55
May.	0.62	0.58	0.58	0.46	0.41	0.35	0.49	May.	0.64	0.48	0.41	0.32	0.25	0.24	0.38
Jun.	0.50	0.45	0.46	0.44	0.41	0.36	0.44	Jun.	0.54	0.44	0.48	0.38	0.37	0.31	0.42
Jul.	0.50	0.46	0.47	0.45	0.46	0.45	0.46	Jul.	0.50	0.49	0.46	0.42	0.41	0.42	0.45
Aug.	0.41	0.42	0.39	0.38	0.38	0.36	0.39	Aug.	0.40	0.35	0.34	0.32	0.30	0.19	0.31
Sep.	0.63	0.60	0.58	0.59	0.56	0.54	0.58	Sep.	0.53	0.51	0.44	0.43	0.40	0.37	0.44
Oct.	0.54	0.57	0.56	0.51	0.45	0.45	0.51	Oct.	0.72	0.62	0.61	0.58	0.40	0.51	0.57
Nov.	0.57	0.54	0.51	0.52	0.47	0.46	0.51	Nov.	0.62	0.53	0.56	0.55	0.46	0.45	0.53
Dec.	0.58	0.56	0.57	0.53	0.49	0.45	0.53	Dec.	0.44	0.38	0.33	0.30	0.15	0.17	0.28
TOTAL	0.55	0.52	0.51	0.48	0.46	0.43	0.49	TOTAL	0.56	0.50	0.46	0.42	0.38	0.35	0.44
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MCNH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MCNH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	Jan.	0.00	-	-	0.00	0.00	-	0.00
Feb.	0.51	0.12	0.09	0.15	0.22	0.10	0.21	Feb.	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Mar.	0.31	0.16	0.16	0.16	0.11	0.12	0.16	Mar.	0.10	0.05	0.06	0.08	0.02	0.03	0.05
Apr.	0.63	0.45	0.34	0.28	0.31	0.32	0.38	Apr.	0.48	0.29	0.20	0.13	0.13	0.23	0.24
May.	0.57	0.46	0.35	0.21	0.15	0.17	0.30	May.	0.47	0.37	0.26	0.10	0.07	0.08	0.22
Jun.	0.56	0.50	0.45	0.37	0.36	0.32	0.43	Jun.	0.49	0.45	0.36	0.27	0.32	0.30	0.36
Jul.	0.46	0.41	0.34	0.31	0.29	0.29	0.35	Jul.	0.41	0.35	0.29	0.27	0.23	0.27	0.30
Aug.	0.36	0.28	0.32	0.20	0.20	0.09	0.24	Aug.	0.31	0.28	0.24	0.18	0.12	0.08	0.20
Sep.	0.48	0.47	0.42	0.38	0.38	0.31	0.40	Sep.	0.46	0.40	0.42	0.38	0.35	0.27	0.37
Oct.	0.56	0.50	0.53	0.58	0.25	0.47	0.48	Oct.	0.57	0.56	0.51	0.54	0.27	0.40	0.47
Nov.	0.61	0.43	0.50	0.51	0.35	0.39	0.47	Nov.	0.50	0.41	0.31	0.36	0.21	0.17	0.32
Dec.	0.29	0.21	0.13	0.05	0.02	0.02	0.12	Dec.	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
TOTAL	0.48	0.41	0.37	0.32	0.28	0.27	0.35	TOTAL	0.42	0.37	0.33	0.29	0.23	0.23	0.31
Threshold = 50 mm															
MCNH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.03								
Apr.	0.16	0.11	0.17	0.06	0.07	0.05	0.10								
May.	0.25	0.13	0.17	0.14	0.13	0.03	0.14								
Jun.	0.24	0.27	0.18	0.13	0.14	0.20	0.19								
Jul.	0.17	0.24	0.28	0.10	0.08	0.08	0.15								
Aug.	0.19	0.23	0.24	0.21	0.22	0.17	0.21								
Sep.	0.57	0.53	0.39	0.44	0.23	0.20	0.39								
Oct.	0.14	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.06								
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Dec.	0.25	0.25	0.23	0.19	0.15	0.14	0.20								
TOTAL	0.27	0.25	0.23	0.19	0.14	0.16	0.21								

표 D.1.17 GDAPS 한반도 강수 공정임계지수(ETS)

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.57	0.46	0.41	0.38	0.33	0.41	0.42	Jan.	0.54	0.34	0.21	0.12	0.17	0.17	0.24
Feb.	0.56	0.52	0.50	0.50	0.48	0.42	0.49	Feb.	0.72	0.65	0.46	0.52	0.52	0.44	0.55
Mar.	0.59	0.54	0.46	0.42	0.36	0.30	0.43	Mar.	0.63	0.57	0.46	0.41	0.47	0.31	0.46
Apr.	0.51	0.48	0.43	0.39	0.35	0.32	0.41	Apr.	0.72	0.63	0.55	0.44	0.43	0.40	0.52
May.	0.57	0.53	0.53	0.41	0.34	0.29	0.44	May.	0.63	0.46	0.39	0.30	0.24	0.21	0.36
Jun.	0.38	0.32	0.33	0.30	0.27	0.22	0.30	Jun.	0.51	0.40	0.45	0.34	0.33	0.28	0.38
Jul.	0.28	0.24	0.25	0.22	0.23	0.22	0.24	Jul.	0.43	0.42	0.39	0.35	0.35	0.35	0.38
Aug.	0.25	0.26	0.23	0.22	0.22	0.20	0.23	Aug.	0.36	0.31	0.30	0.28	0.26	0.15	0.27
Sep.	0.47	0.43	0.40	0.41	0.37	0.34	0.40	Sep.	0.46	0.44	0.37	0.35	0.33	0.29	0.37
Oct.	0.47	0.50	0.49	0.43	0.38	0.38	0.44	Oct.	0.70	0.60	0.59	0.56	0.38	0.49	0.55
Nov.	0.51	0.47	0.44	0.46	0.41	0.40	0.45	Nov.	0.60	0.51	0.54	0.53	0.44	0.43	0.51
Dec.	0.51	0.48	0.49	0.45	0.41	0.35	0.45	Dec.	0.42	0.37	0.31	0.28	0.13	0.15	0.26
TOTAL	0.46	0.42	0.41	0.38	0.35	0.32	0.39	TOTAL	0.53	0.47	0.43	0.39	0.35	0.32	0.41
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	Jan.	0.00	-	-	0.00	0.00	-	0.00
Feb.	0.51	0.12	0.09	0.15	0.21	0.10	0.20	Feb.	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
Mar.	0.31	0.16	0.16	0.16	0.10	0.12	0.15	Mar.	0.10	0.05	0.06	0.08	0.02	0.03	0.05
Apr.	0.62	0.44	0.32	0.27	0.30	0.30	0.37	Apr.	0.47	0.29	0.19	0.13	0.13	0.23	0.23
May.	0.57	0.45	0.34	0.20	0.15	0.16	0.30	May.	0.47	0.37	0.26	0.10	0.07	0.08	0.22
Jun.	0.55	0.48	0.43	0.35	0.34	0.31	0.30	Jun.	0.47	0.44	0.35	0.26	0.31	0.29	0.35
Jul.	0.42	0.37	0.31	0.28	0.26	0.25	0.31	Jul.	0.39	0.33	0.27	0.25	0.21	0.25	0.28
Aug.	0.34	0.27	0.30	0.18	0.18	0.08	0.22	Aug.	0.30	0.27	0.23	0.17	0.11	0.07	0.18
Sep.	0.44	0.43	0.39	0.34	0.34	0.27	0.36	Sep.	0.44	0.38	0.40	0.35	0.33	0.24	0.35
Oct.	0.55	0.48	0.52	0.57	0.24	0.46	0.47	Oct.	0.56	0.55	0.50	0.53	0.26	0.39	0.46
Nov.	0.60	0.42	0.49	0.51	0.34	0.38	0.46	Nov.	0.50	0.40	0.30	0.36	0.21	0.16	0.32
Dec.	0.29	0.21	0.13	0.05	0.02	0.01	0.11	Dec.	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
TOTAL	0.47	0.40	0.36	0.31	0.27	0.25	0.34	TOTAL	0.42	0.36	0.32	0.28	0.23	0.22	0.30
Threshold = 50 mm															
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Apr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.03								
May.	0.16	0.10	0.17	0.06	0.07	0.05	0.10								
Jun.	0.25	0.12	0.16	0.14	0.12	0.03	0.14								
Jul.	0.23	0.26	0.17	0.12	0.13	0.19	0.18								
Aug.	0.16	0.24	0.27	0.10	0.08	0.07	0.15								
Sep.	0.18	0.22	0.23	0.20	0.21	0.16	0.20								
Oct.	0.57	0.53	0.38	0.43	0.22	0.20	0.39								
Nov.	0.14	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.06								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TOTAL	0.25	0.25	0.23	0.19	0.15	0.14	0.20								

표 D.1.18 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.	1.17	1.23	1.17	1.23	1.25	1.18	1.21	Jan.	1.00	0.48	0.44	0.65	1.25	1.10	0.82
Feb.	1.29	1.19	1.25	1.20	1.27	1.50	1.28	Feb.	1.19	0.85	0.65	0.63	1.05	0.84	0.87
Mar.	1.28	1.27	1.42	1.47	1.46	1.61	1.42	Mar.	0.97	0.97	1.32	1.26	1.21	1.64	1.23
Apr.	1.46	1.43	1.49	1.58	1.69	1.93	1.60	Apr.	1.13	1.07	1.03	0.91	1.14	1.28	1.09
May.	1.44	1.41	1.34	1.28	1.42	1.46	1.39	May.	1.02	1.02	1.01	0.78	0.71	1.15	0.95
Jun.	1.70	1.71	1.71	1.75	1.71	1.64	1.70	Jun.	1.01	0.92	0.97	0.91	0.95	0.82	0.93
Jul.	1.75	1.78	1.77	1.75	1.73	1.75	1.75	Jul.	1.29	1.31	1.31	1.26	1.10	1.20	1.25
Aug.	2.01	1.97	1.88	1.83	1.89	1.94	1.92	Aug.	1.01	0.97	0.86	0.92	0.92	0.96	0.94
Sep.	1.42	1.34	1.43	1.40	1.49	1.51	1.43	Sep.	1.22	1.10	1.08	1.20	1.31	1.41	1.22
Oct.	1.42	1.42	1.36	1.41	1.41	1.23	1.38	Oct.	0.97	0.83	0.92	0.87	0.71	0.74	0.84
Nov.	1.51	1.49	1.42	1.36	1.31	1.34	1.40	Nov.	0.93	0.85	0.82	0.83	0.65	0.80	0.81
Dec.	1.25	1.26	1.19	1.27	1.28	1.35	1.27	Dec.	0.71	0.56	0.47	0.75	0.93	0.99	0.74
TOTAL	1.53	1.51	1.51	1.52	1.55	1.59	1.54	TOTAL	1.09	1.01	1.00	1.00	1.02	1.11	1.04
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	5.00	2.00	5.00	2.00	5.00	5.00	4.00	Jan.	-	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.95	0.45	0.29	0.21	0.47	0.13	0.42	Feb.	0.90	0.10	0.10	0.20	0.20	0.00	0.25
Mar.	1.22	1.56	2.94	2.81	2.50	3.56	2.43	Mar.	0.38	1.75	3.25	4.13	4.50	6.50	3.42
Apr.	1.23	1.01	0.84	0.70	1.17	1.37	1.05	Apr.	1.04	0.76	0.58	0.40	1.04	1.76	0.93
May.	0.76	0.85	0.75	0.68	0.44	0.90	0.73	May.	0.69	0.85	0.90	0.54	0.29	0.69	0.66
Jun.	0.84	0.84	0.79	0.67	0.73	0.74	0.77	Jun.	0.76	0.77	0.72	0.51	0.63	0.64	0.67
Jul.	0.98	0.99	0.95	0.98	0.79	0.87	0.93	Jul.	0.86	0.97	0.88	1.01	0.74	0.82	0.88
Aug.	0.79	0.64	0.65	0.73	0.83	0.74	0.73	Aug.	0.76	0.54	0.73	0.79	0.81	0.72	0.72
Sep.	0.92	0.91	0.90	1.05	1.08	1.28	1.02	Sep.	0.85	0.96	0.89	1.05	1.11	1.35	1.03
Oct.	0.70	0.70	0.75	0.84	0.46	0.74	0.70	Oct.	0.73	0.68	0.82	1.04	0.45	0.73	0.74
Nov.	1.01	0.82	0.96	0.95	0.64	0.82	0.87	Nov.	1.00	0.92	0.78	0.67	0.44	0.75	0.76
Dec.	0.44	0.29	0.18	0.11	0.17	0.34	0.25	Dec.	0.24	0.02	0.00	0.04	0.04	0.08	0.07
TOTAL	0.89	0.84	0.84	0.86	0.82	0.96	0.87	TOTAL	0.79	0.79	0.79	0.84	0.76	0.93	0.82
Threshold = 50 mm															
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
Mar.	1.00	2.00	2.00	3.00	9.00	6.00	3.83								
Apr.	1.00	2.00	1.00	1.00	11.00	11.00	4.50								
May.	0.57	0.50	0.50	0.29	0.07	0.43	0.39								
Jun.	0.47	0.42	0.60	0.40	0.58	0.25	0.45								
Jul.	1.09	1.09	1.14	1.51	0.92	0.95	1.12								
Aug.	0.95	0.67	1.26	1.02	1.14	0.93	1.00								
Sep.	0.96	1.20	1.40	1.23	1.53	2.37	1.45								
Oct.	0.77	0.80	0.84	1.41	0.52	0.58	0.82								
Nov.	0.60	0.40	0.20	0.00	0.00	0.20	0.23								
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.01								
TOTAL	0.80	0.82	0.97	1.05	0.90	1.01	0.93								

D.1.4 성능변화 추세

그림 D.1.19 GDAPS 북반구 요소별 예측시간별 월평균 평균제곱근오차

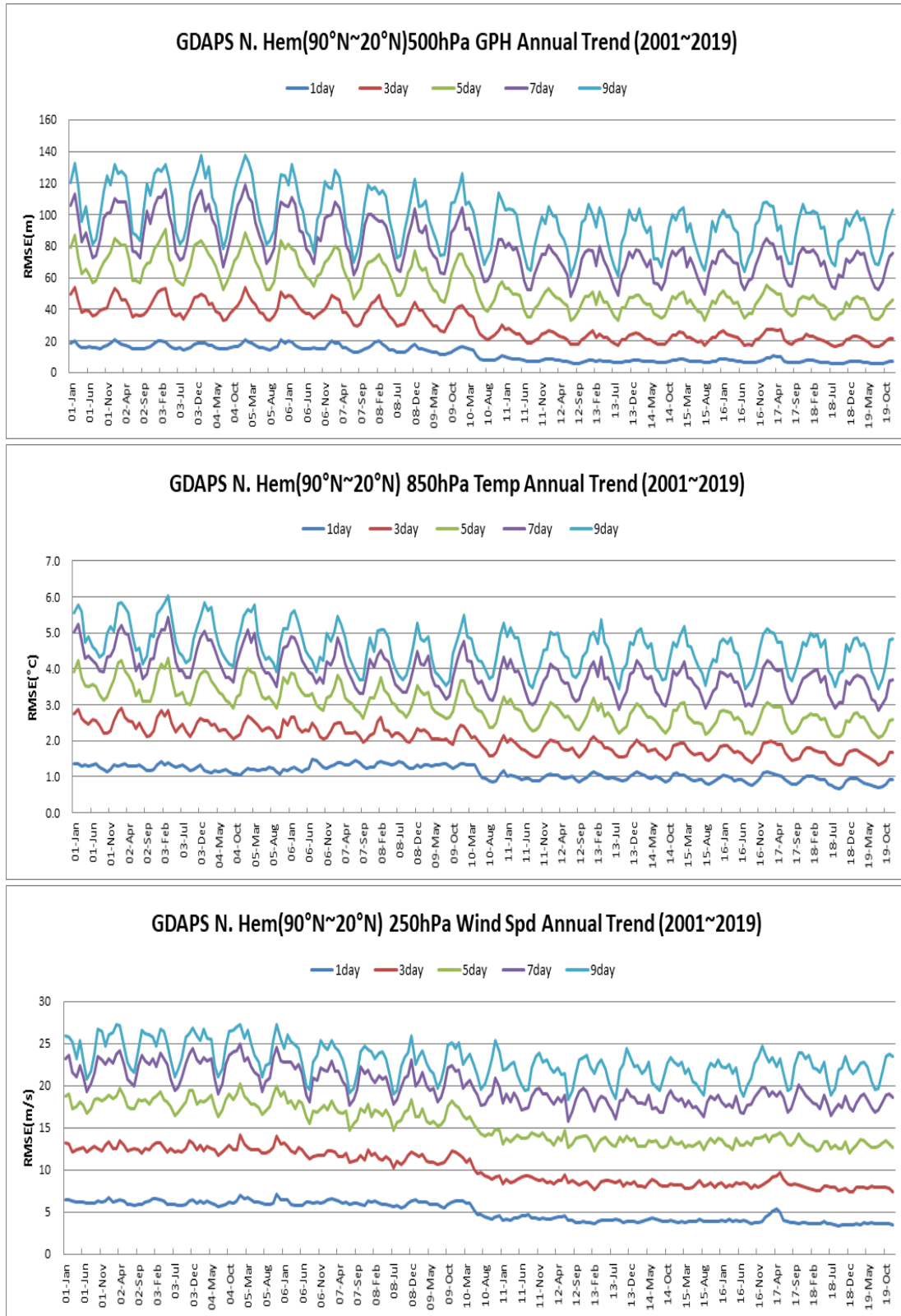


그림 D.1.20 GDAPS 적도 요소별 예측시간별 월평균 평균제곱근오차

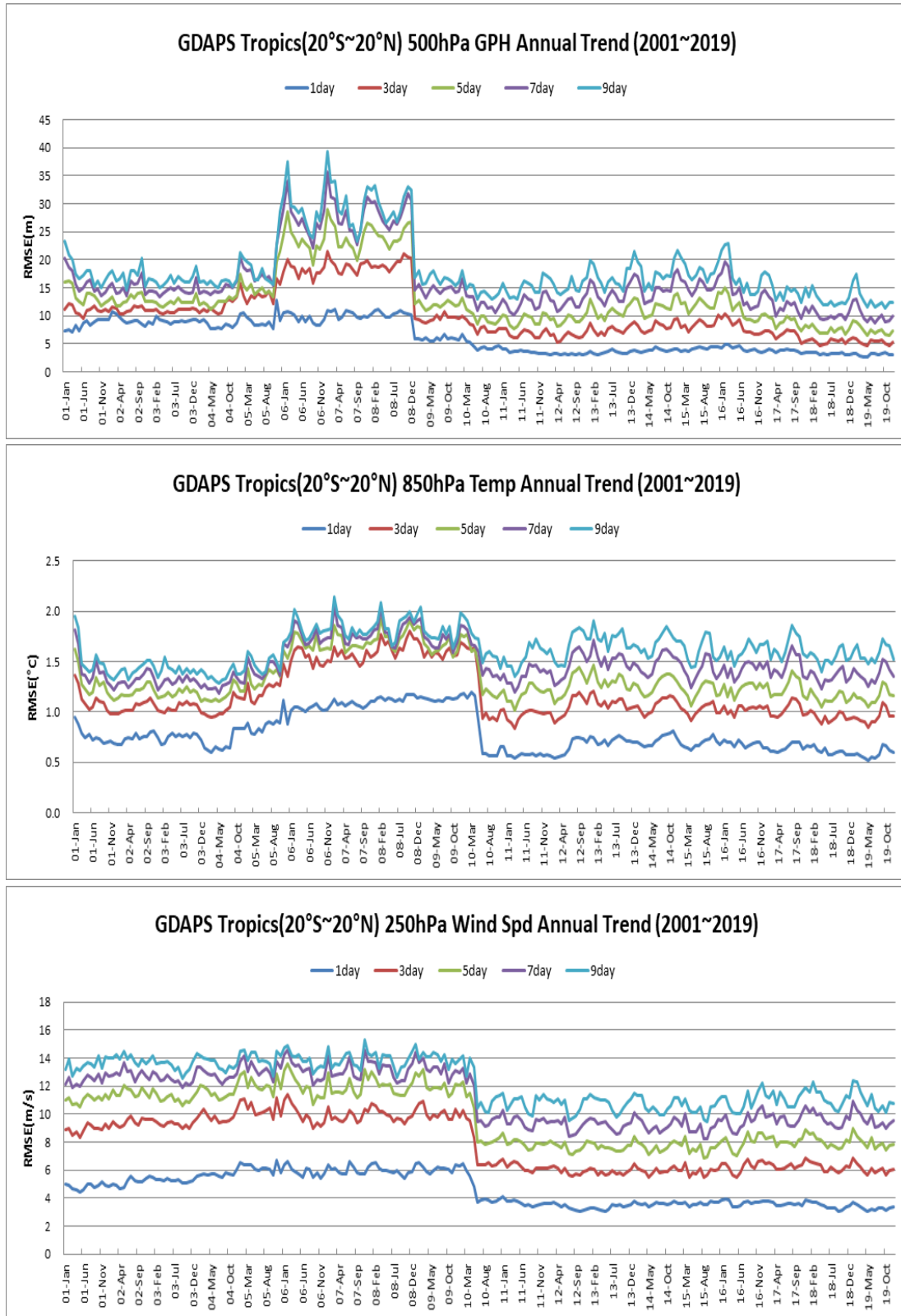
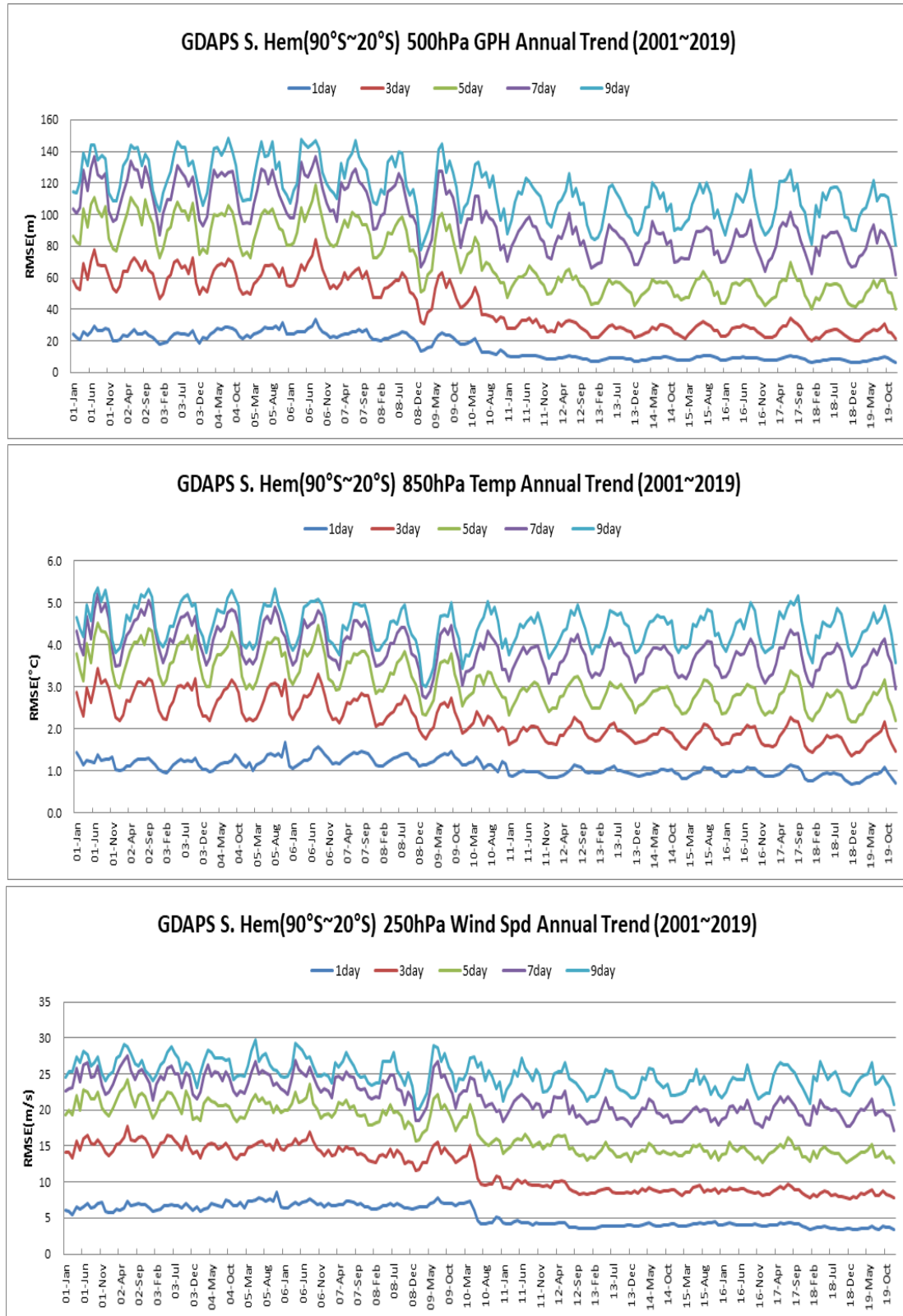


그림 D.1.21 GDAPS 남반구 요소별 예측시간별 월평균 평균제곱근오차



D.2 국지예측시스템

D.2.1 분석검증

표 D.2.1 LDAPS 12UTC 분석검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.03	0.00	0.02	-0.06	0.00	0.10	0.09	0.14	0.08	0.03	0.08	0.07	0.05
12hr	-0.18	-0.29	-0.15	-0.27	-0.19	-0.01	0.01	0.05	-0.10	-0.29	-0.25	-0.25	-0.16
18hr	-0.16	-0.31	-0.25	-0.37	-0.35	-0.12	-0.03	-0.03	-0.16	-0.32	-0.28	-0.27	-0.22
24hr	-0.21	-0.21	-0.22	-0.28	-0.18	0.00	0.06	0.11	0.04	-0.14	-0.14	-0.12	-0.11
30hr	-0.34	-0.36	-0.37	-0.41	-0.27	0.04	0.10	0.18	0.05	-0.24	-0.20	-0.30	-0.18
36hr	-0.42	-0.27	-0.41	-0.47	-0.38	-0.06	0.02	0.11	-0.07	-0.35	-0.17	-0.21	-0.22
42hr	-	-	-	-	-	-0.10	-0.05	0.02	0.02	-0.38	-0.13	-0.23	-0.12
48hr	-	-	-	-	-	0.00	0.01	0.14	0.07	-0.24	-0.10	-0.08	-0.03
t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	0.60	0.42	0.40	0.44	0.39	0.38	0.36	0.39	0.41	0.44	0.43	0.44	0.42
12hr	0.92	0.77	0.64	0.80	0.68	0.60	0.58	0.60	0.66	0.76	0.74	0.78	0.71
18hr	1.01	0.90	0.77	1.03	0.87	0.76	0.70	0.71	0.82	0.91	0.86	0.92	0.85
24hr	1.03	0.91	0.84	1.03	0.83	0.77	0.74	0.75	0.82	0.89	0.84	0.89	0.86
30hr	1.17	1.06	1.03	1.19	0.99	0.91	0.81	0.85	0.96	1.02	0.98	1.07	1.00
36hr	1.23	1.11	1.10	1.28	1.14	0.95	0.87	0.88	0.99	1.08	1.05	1.07	1.06
42hr	-	-	-	-	-	1.05	0.91	0.95	1.09	1.16	1.14	1.16	1.07
48hr	-	-	-	-	-	1.07	0.95	0.98	1.10	1.11	1.15	1.14	1.07
z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-7.97	-3.09	-1.72	-0.92	-0.94	0.06	-0.77	-0.96	-1.92	-1.74	-2.82	-2.87	-2.14
12hr	-11.50	-4.56	-3.84	-3.22	-2.27	-1.02	-1.87	-1.78	-2.88	-3.53	-5.57	-5.92	-3.99
18hr	-12.55	-5.59	-6.76	-6.61	-3.21	-2.82	-3.82	-3.44	-4.84	-3.73	-6.75	-8.20	-5.69
24hr	-12.59	-4.53	-6.24	-4.79	-0.91	-1.57	-2.50	-2.86	-3.35	-2.18	-4.97	-4.14	-4.22
30hr	-15.85	-6.10	-7.63	-5.06	-0.90	-0.69	-2.16	-2.42	-4.17	-3.94	-8.34	-8.67	-5.49
36hr	-14.06	-2.28	-5.68	-3.59	0.25	-1.65	-3.46	-3.06	-4.61	-3.75	-5.20	-3.55	-4.22
42hr	-	-	-	-	-	-2.56	-4.42	-3.94	-4.93	-5.25	-5.29	-4.92	-4.47
48hr	-	-	-	-	-	-1.62	-4.28	-3.93	-5.35	-3.33	-5.14	-3.43	-3.87
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	9.63	4.07	3.58	3.32	3.13	2.65	2.56	2.73	3.20	3.05	3.99	3.76	3.81
12hr	14.08	5.55	5.97	6.01	4.86	3.69	3.88	4.12	4.61	4.86	6.54	6.80	5.92
18hr	15.43	7.74	9.07	9.16	6.48	5.55	6.00	6.07	7.28	6.07	8.28	9.36	8.04
24hr	15.56	7.62	9.65	8.71	6.49	5.07	5.78	6.00	6.54	5.86	7.09	6.58	7.58
30hr	19.03	9.75	11.65	9.35	8.11	6.66	6.50	7.13	8.49	7.21	10.24	11.37	9.63
36hr	17.46	8.48	10.75	9.88	9.15	7.33	7.60	7.44	8.92	7.90	8.03	8.31	9.27
42hr	-	-	-	-	-	9.52	8.86	8.98	10.95	9.79	9.54	9.69	9.62
48hr	-	-	-	-	-	9.31	9.61	9.17	10.35	8.93	9.79	9.16	9.47

w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.20	-0.37	-0.38	-0.21	-0.16	-0.09	-0.18	-0.08	0.02	-0.10	0.02	-0.31	-0.05
12hr	1.19	-0.75	-0.38	-0.33	-0.50	-0.18	-0.29	-0.59	-0.23	-0.34	-0.23	-0.54	-0.26
18hr	1.01	-0.64	-0.06	-0.25	-0.34	-0.21	-0.38	-0.54	-0.16	-0.42	-0.11	-0.23	-0.19
24hr	0.89	-0.46	-0.06	-0.22	-0.48	-0.34	-0.39	-0.74	-0.25	-0.67	-0.11	-0.30	-0.26
30hr	1.18	-0.12	-0.17	-0.24	-0.54	-0.25	-0.49	-0.69	-0.04	-0.49	-0.14	-0.04	-0.17
36hr	0.59	-0.71	-0.05	-0.08	-0.63	-0.65	-0.70	-0.83	-0.15	-0.55	-0.02	-0.27	-0.34
42hr	-	-	-	-	-	-0.28	-0.54	-0.74	0.15	-0.33	-0.18	0.13	-0.25
48hr	-	-	-	-	-	-0.50	-0.68	-0.77	-0.04	-0.48	-0.32	-0.11	-0.42

w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.06	1.31	1.52	1.69	1.66	1.86	1.98	1.86	1.76	1.47	1.31	1.28	1.81
12hr	5.05	2.11	2.27	2.57	2.67	3.04	3.17	3.05	2.94	2.22	1.93	1.94	2.75
18hr	5.49	3.79	3.12	3.65	4.00	4.28	4.05	3.92	4.00	3.57	2.92	3.02	3.82
24hr	5.70	4.30	3.86	4.13	4.59	4.65	4.46	4.22	4.27	4.26	3.30	3.51	4.27
30hr	5.92	4.85	4.54	4.91	5.42	5.89	5.40	5.11	4.87	5.15	4.02	4.52	5.05
36hr	6.18	5.05	4.90	5.46	6.12	6.35	5.63	5.76	5.35	5.43	4.70	4.77	5.47
42hr	-	-	-	-	-	7.33	6.23	6.34	6.12	6.21	5.15	5.44	6.12
48hr	-	-	-	-	-	7.40	6.43	6.26	6.32	6.35	5.47	5.44	6.24

D.2.2 관측검증

표 D.2.2 LDAPS 12UTC 관측검증

t850hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.08	0.30	-0.01	-0.09	-0.01	0.15	0.26	0.21	0.04	-0.27	-0.07	0.14	0.05
12hr	-0.20	-0.04	-0.19	-0.23	-0.24	0.01	0.11	0.08	-0.13	-0.57	-0.37	-0.23	-0.17
18hr	-0.20	-0.07	-0.31	-0.31	-0.40	-0.02	0.07	0.01	-0.16	-0.61	-0.42	-0.26	-0.22
24hr	-0.24	0.05	-0.29	-0.19	-0.19	0.07	0.14	0.13	-0.01	-0.48	-0.26	-0.10	-0.11
30hr	-0.36	-0.02	-0.41	-0.34	-0.26	0.11	0.21	0.18	0.02	-0.56	-0.30	-0.21	-0.16
36hr	-0.43	0.03	-0.46	-0.43	-0.39	0.00	0.15	0.16	-0.12	-0.66	-0.24	-0.12	-0.21
42hr	-	-	-	-	-	-0.04	0.04	0.10	-0.03	-0.65	-0.16	-0.17	-0.13
48hr	-	-	-	-	-	0.01	0.08	0.15	0.07	-0.52	-0.13	-0.08	-0.06

t850hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.28	1.36	1.00	1.14	1.10	0.99	1.03	0.92	0.98	1.14	1.22	1.29	1.12
12hr	1.29	1.29	1.08	1.23	1.14	1.05	1.03	0.95	1.14	1.30	1.27	1.31	1.17
18hr	1.34	1.33	1.13	1.46	1.19	1.11	1.11	0.90	1.15	1.36	1.31	1.35	1.23
24hr	1.34	1.39	1.15	1.43	1.15	1.16	1.09	0.95	1.09	1.27	1.29	1.27	1.21
30hr	1.39	1.45	1.32	1.53	1.27	1.22	1.11	1.02	1.19	1.33	1.32	1.30	1.29
36hr	1.44	1.49	1.39	1.56	1.38	1.20	1.06	1.01	1.25	1.45	1.37	1.33	1.33
42hr	-	-	-	-	-	1.18	1.20	1.04	1.33	1.46	1.40	1.38	1.29
48hr	-	-	-	-	-	1.19	1.21	1.03	1.35	1.43	1.36	1.37	1.28

z500hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-12.84	-9.52	-5.67	-3.38	-0.04	-1.55	-1.78	-4.62	-5.01	-6.97	-6.89	-8.93	-5.60
12hr	-15.33	-11.15	-8.09	-5.67	-1.47	-2.80	-2.97	-5.28	-6.00	-8.69	-9.71	-12.09	-7.44
18hr	-16.45	-12.10	-11.03	-9.01	-2.42	-4.60	-5.01	-7.32	-8.04	-8.99	-10.98	-14.21	-9.18
24hr	-16.61	-11.02	-10.36	-7.15	0.01	-3.27	-3.57	-6.69	-6.70	-7.55	-8.82	-10.12	-7.65
30hr	-19.70	-12.45	-11.83	-7.19	0.19	-2.05	-3.04	-6.21	-7.67	-8.98	-12.07	-14.26	-8.77
36hr	-18.15	-8.81	-9.61	-5.78	1.13	-3.14	-4.36	-6.86	-7.92	-8.88	-9.03	-9.16	-7.55
42hr	-	-	-	-	-	-3.84	-5.30	-7.90	-8.27	-10.82	-9.23	-10.71	-8.01
48hr	-	-	-	-	-	-3.42	-5.40	-8.24	-8.98	-9.18	-9.26	-9.40	-7.70
z500hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	16.35	15.06	11.65	9.74	22.12	7.63	10.83	13.44	9.50	13.82	18.68	13.09	13.49
12hr	18.39	16.16	13.28	10.93	22.28	8.12	11.48	14.03	10.18	15.38	20.59	15.48	14.69
18hr	19.48	17.26	15.44	13.52	22.66	9.33	12.94	15.09	12.15	15.80	21.52	17.41	16.05
24hr	19.58	16.82	15.39	12.64	22.35	8.98	12.32	14.85	11.73	15.01	20.25	14.27	15.35
30hr	22.91	18.45	16.92	13.37	23.64	9.60	13.08	15.28	13.35	16.05	22.65	18.02	16.94
36hr	21.68	16.05	15.43	13.01	23.80	10.14	13.71	15.46	13.34	16.59	20.77	14.46	16.20
42hr	-	-	-	-	-	11.42	14.68	16.78	14.22	18.86	21.66	16.11	16.25
48hr	-	-	-	-	-	11.20	15.49	16.74	14.75	17.51	21.78	15.36	16.12
w300hPa ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-1.76	-1.35	-1.41	-0.96	-0.44	-0.80	-0.46	-0.49	-0.51	-0.52	-0.68	-1.23	-0.88
12hr	-1.79	-1.71	-1.50	-0.88	-0.70	-0.89	-0.48	-0.95	-0.64	-0.67	-0.94	-1.33	-1.04
18hr	-1.92	-1.48	-1.11	-0.78	-0.80	-0.99	-0.50	-0.86	-0.56	-0.60	-0.74	-0.88	-0.94
24hr	-2.01	-1.27	-1.08	-0.80	-0.99	-1.10	-0.54	-1.03	-0.58	-0.91	-1.07	-1.01	-1.03
30hr	-1.76	-0.77	-1.33	-0.93	-0.80	-1.14	-0.78	-1.08	-0.52	-0.77	-1.02	-0.85	-0.98
36hr	-2.48	-1.51	-1.14	-0.62	-0.96	-1.50	-0.99	-1.14	-0.44	-0.86	-0.85	-1.27	-1.15
	-	-	-	-	-	-1.19	-0.87	-1.10	-0.60	-0.23	-0.91	-0.99	-0.84
48hr	-	-	-	-	-	-1.36	-0.75	-1.11	-0.57	-0.61	-1.07	-1.20	-0.95
w300hPa RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	5.60	5.56	5.01	5.32	4.82	5.55	5.31	4.95	4.67	4.50	4.37	4.81	5.04
12hr	5.85	5.81	5.02	5.54	5.00	5.60	5.58	5.25	4.87	4.59	4.47	4.81	5.20
18hr	6.10	6.29	5.36	5.81	5.64	6.14	5.91	5.42	5.29	5.20	4.75	5.03	5.58
24hr	6.17	6.34	5.77	6.07	6.07	6.05	6.20	5.52	5.64	5.72	4.93	5.45	5.83
30hr	6.40	6.65	5.89	6.48	6.38	6.69	6.31	5.78	5.81	6.50	5.50	6.05	6.20
36hr	7.01	7.01	6.32	6.88	6.94	7.28	6.65	6.21	6.08	6.49	6.05	6.16	6.59
42hr	-	-	-	-	-	7.98	7.12	6.68	7.28	7.35	6.24	6.58	7.03
48hr	-	-	-	-	-	8.35	6.84	6.59	7.27	7.73	6.47	6.64	7.13

표 D.2.3 LDAPS 12UTC 지상자료 관측검증

지상기온 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	-0.63	-0.49	-0.35	-0.29	-0.32	-0.47	-0.56	-0.43	-0.57	-0.54	-0.65	-0.59	-0.49
12hr	0.29	0.03	-0.13	-0.42	-0.46	-0.39	-0.58	-0.18	0.05	0.35	0.48	0.28	-0.06
18hr	-0.35	-0.34	-0.24	-0.39	-0.39	-0.5	-0.64	-0.27	-0.13	-0.11	-0.23	-0.29	-0.32
24hr	0.41	0.14	-0.09	-0.47	-0.49	-0.53	-0.66	-0.04	0.28	0.61	0.73	0.44	0.03
30hr	-0.3	-0.28	-0.29	-0.45	-0.38	-0.57	-0.66	-0.21	-0.13	-0.06	-0.05	-0.19	-0.30
36hr	0.49	0.16	-0.22	-0.57	-0.5	-0.57	-0.66	0.01	0.37	0.7	0.8	0.57	0.05
42hr	-	-	-	-	-	-0.5	-0.65	-0.09	-0.01	-0.03	0.01	-0.14	-0.20
48hr	-	-	-	-	-	-0.63	-0.67	0.1	0.42	0.7	0.86	0.64	0.20
지상기온 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.46	1.97	1.99	2.18	2.42	1.84	1.61	1.62	1.80	2.03	2.46	2.28	2.06
12hr	2.32	1.82	1.83	1.71	1.86	1.58	1.40	1.41	1.49	1.78	2.15	2.15	1.79
18hr	2.16	1.85	1.99	2.21	2.33	1.90	1.80	1.70	1.79	1.98	2.25	2.20	2.01
24hr	2.33	1.83	1.83	1.79	1.91	1.70	1.52	1.49	1.61	1.96	2.28	2.32	1.88
30hr	2.31	1.95	2.12	2.42	2.50	2.05	1.86	1.75	1.90	2.08	2.30	2.35	2.13
36hr	2.42	1.87	1.89	1.91	1.99	1.68	1.57	1.54	1.65	2.04	2.33	2.45	1.95
42hr	-	-	-	-	-	2.13	1.95	1.83	1.96	2.15	2.34	2.36	2.10
48hr	-	-	-	-	-	1.77	1.64	1.62	1.75	2.08	2.35	2.48	1.96
상대습도 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	4.14	0.90	0.81	3.39	-0.49	-1.09	-1.12	-2.21	-1.69	-0.44	2.41	2.93	0.63
12hr	1.34	-0.59	0.61	4.49	2.35	-1.31	-1.27	-3.71	-4.36	-5.39	-2.19	-0.42	-0.87
18hr	2.78	0.46	1.31	3.82	0.74	-0.85	-0.78	-2.74	-2.54	-1.88	1.37	2.32	0.33
24hr	0.52	-0.66	0.39	4.18	2.96	-0.92	-1.12	-3.92	-4.12	-6.06	-2.38	-0.59	-0.98
30hr	2.56	0.76	1.75	3.49	0.71	-0.38	-0.74	-2.67	-1.78	-1.87	1.17	2.62	0.47
36hr	0.44	-0.17	0.66	4.61	2.97	-0.63	-1.17	-4.13	-4.24	-6.60	-2.25	-0.43	-0.91
42hr	-	-	-	-	-	-0.60	-0.80	-3.12	-1.80	-2.36	1.01	2.65	-0.72
48hr	-	-	-	-	-	-0.48	-0.99	-4.44	-3.70	-7.02	-2.10	-0.42	-2.74
상대습도 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	13.37	12.23	12.86	12.88	14.21	10.76	9.18	9.59	9.85	10.56	12.81	13.01	11.78
12hr	15.79	14.70	15.08	14.42	14.01	11.23	9.02	10.43	10.77	12.84	13.85	14.06	13.02
18hr	13.40	11.99	13.37	13.49	13.67	10.98	9.74	10.33	10.25	11.11	12.59	12.76	11.97
24hr	15.97	14.94	15.46	15.09	14.35	11.51	9.18	10.95	10.83	13.59	14.19	14.17	13.35
30hr	13.41	12.42	13.99	14.58	14.16	11.31	10.03	10.86	10.77	11.30	13.00	13.48	12.44
36hr	16.54	15.21	15.96	15.60	14.72	11.31	9.38	11.19	10.84	14.24	14.23	14.32	13.63
42hr	-	-	-	-	-	11.69	10.25	11.26	10.96	11.82	13.37	13.30	11.81
48hr	-	-	-	-	-	11.46	9.65	11.52	10.99	14.47	14.69	14.71	12.50

지상풍속 ME	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	1.29	1.04	1.23	1.08	1.18	0.95	1.28	1.14	1.27	1.31	1.18	1.19	1.18
12hr	1.43	1.22	1.28	1.04	1.07	0.85	1.28	1.10	1.31	1.42	1.35	1.39	1.23
18hr	1.47	1.20	1.38	1.14	1.22	1.01	1.27	1.21	1.31	1.37	1.29	1.32	1.27
24hr	1.52	1.32	1.48	1.15	1.11	0.88	1.32	1.17	1.40	1.47	1.40	1.47	1.31
30hr	1.45	1.23	1.52	1.21	1.17	0.98	1.36	1.36	1.44	1.42	1.36	1.40	1.33
36hr	1.49	1.26	1.54	1.16	1.08	0.93	1.33	1.27	1.46	1.50	1.45	1.47	1.33
42hr	-	-	-	-	-	1.03	1.34	1.38	1.44	1.45	1.37	1.42	1.35
48hr	-	-	-	-	-	0.94	1.28	1.30	1.52	1.52	1.50	1.51	1.37
지상풍속 RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6hr	2.20	1.91	2.14	1.92	2.02	1.66	1.99	1.82	2.14	2.10	2.07	2.06	2.00
12hr	2.22	1.94	2.10	1.87	1.95	1.62	2.03	1.81	2.16	2.13	2.08	2.13	2.00
18hr	2.33	1.98	2.27	2.01	2.09	1.72	2.01	1.92	2.21	2.11	2.12	2.15	2.08
24hr	2.30	2.04	2.30	1.99	1.98	1.68	2.08	1.91	2.33	2.19	2.16	2.21	2.10
30hr	2.29	2.00	2.42	2.10	2.04	1.73	2.12	2.10	2.37	2.15	2.18	2.22	2.14
36hr	2.27	1.98	2.38	2.02	1.95	1.74	2.13	2.04	2.41	2.26	2.22	2.20	2.13
42hr	-	-	-	-	-	1.79	2.16	2.13	2.40	2.28	2.21	2.25	2.17
48hr	-	-	-	-	-	1.77	2.10	2.08	2.57	2.32	2.28	2.24	2.19

D.2.3 강수검증

표 D.2.4 LDAPS 한반도 강수 성공임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MCNH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MCNH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.38	0.37	0.36	0.34	0.36	0.30	0.35	Jan.	0.26	0.24	0.24	0.14	0.28	0.17	0.22
Feb.	0.58	0.57	0.56	0.53	0.53	0.49	0.54	Feb.	0.46	0.59	0.24	0.60	0.29	0.48	0.46
Mar.	0.53	0.61	0.49	0.58	0.44	0.56	0.54	Mar.	0.67	0.48	0.63	0.41	0.57	0.40	0.51
Apr.	0.57	0.64	0.54	0.59	0.54	0.57	0.57	Apr.	0.62	0.44	0.52	0.42	0.54	0.36	0.47
May.	0.56	0.55	0.44	0.47	0.33	0.38	0.45	May.	0.36	0.32	0.29	0.21	0.30	0.13	0.26
Jun.	0.56	0.51	0.46	0.50	0.48	0.50	0.50	Jun.	0.50	0.40	0.53	0.37	0.49	0.39	0.44
Jul.	0.48	0.45	0.43	0.44	0.41	0.40	0.43	Jul.	0.44	0.41	0.34	0.36	0.42	0.39	0.39
Aug.	0.41	0.36	0.34	0.33	0.34	0.35	0.35	Aug.	0.38	0.28	0.30	0.25	0.26	0.29	0.29
Sep.	0.54	0.48	0.47	0.48	0.49	0.52	0.50	Sep.	0.55	0.45	0.43	0.44	0.38	0.38	0.43
Oct.	0.57	0.52	0.48	0.54	0.55	0.54	0.54	Oct.	0.62	0.58	0.50	0.54	0.56	0.51	0.55
Nov.	0.53	0.58	0.51	0.56	0.49	0.54	0.54	Nov.	0.48	0.44	0.43	0.46	0.34	0.42	0.43
Dec.	0.55	0.41	0.48	0.44	0.43	0.41	0.45	Dec.	0.30	0.35	0.17	0.34	0.14	0.37	0.28
TOTAL	0.52	0.50	0.46	0.48	0.45	0.47	0.48	TOTAL	0.49	0.42	0.40	0.39	0.40	0.37	0.41
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MCNH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MCNH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.	-	-	-	-	-	-	-
Feb.	1.00	0.19	0.00	0.04	0.50	0.03	0.10	Feb.	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Mar.	0.39	0.11	0.30	0.20	0.15	0.24	0.22	Mar.	0.40	0.00	0.33	0.00	0.00	0.13	0.14
Apr.	0.44	0.31	0.34	0.16	0.32	0.09	0.29	Apr.	0.41	0.10	0.14	0.15	0.29	0.13	0.21
May.	0.35	0.20	0.32	0.28	0.31	0.08	0.25	May.	0.64	0.13	0.35	0.22	0.39	0.04	0.26
Jun.	0.46	0.32	0.38	0.33	0.29	0.28	0.34	Jun.	0.40	0.43	0.39	0.29	0.25	0.17	0.31
Jul.	0.34	0.29	0.30	0.26	0.36	0.27	0.30	Jul.	0.33	0.18	0.24	0.24	0.32	0.17	0.24
Aug.	0.30	0.23	0.15	0.21	0.11	0.15	0.19	Aug.	0.27	0.18	0.16	0.14	0.10	0.15	0.16
Sep.	0.46	0.41	0.41	0.38	0.37	0.37	0.39	Sep.	0.35	0.32	0.28	0.28	0.23	0.32	0.29
Oct.	0.67	0.65	0.53	0.65	0.63	0.63	0.62	Oct.	0.54	0.49	0.42	0.68	0.56	0.60	0.54
Nov.	0.33	0.11	0.29	0.06	0.21	0.09	0.20	Nov.	0.21	0.00	0.12	0.00	0.06	0.00	0.08
Dec.	0.00	0.19	0.00	0.20	0.00	0.03	0.12	Dec.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00
TOTAL	0.42	0.33	0.34	0.30	0.33	0.28	0.33	TOTAL	0.38	0.28	0.28	0.28	0.28	0.25	0.29
Threshold = 50 mm															
MCNH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	-	-	-	-	-	-	-								
Mar.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00								
Apr.	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00								
May.	0.00	0.25	0.00	0.20	0.10	0.00	0.08								
Jun.	0.07	0.43	0.31	0.12	0.18	0.04	0.19								
Jul.	0.26	0.11	0.10	0.20	0.15	0.12	0.15								
Aug.	0.21	0.07	0.20	0.02	0.12	0.00	0.09								
Sep.	0.29	0.09	0.20	0.09	0.11	0.11	0.13								
Oct.	0.51	0.49	0.29	0.41	0.40	0.38	0.41								
Nov.	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.29	0.23	0.19	0.17	0.19	0.14	0.19								

표 D.2.5 LDAPS 한반도 강수 공정임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.36	0.35	0.34	0.32	0.34	0.28	0.33	Jan.	0.26	0.24	0.23	0.14	0.28	0.17	0.22
Feb.	0.55	0.54	0.53	0.50	0.50	0.46	0.51	Feb.	0.45	0.59	0.23	0.59	0.28	0.47	0.46
Mar.	0.49	0.57	0.46	0.53	0.40	0.52	0.50	Mar.	0.66	0.47	0.62	0.40	0.56	0.39	0.50
Apr.	0.52	0.60	0.49	0.54	0.48	0.51	0.52	Apr.	0.61	0.42	0.50	0.40	0.53	0.34	0.46
May.	0.53	0.52	0.41	0.44	0.30	0.35	0.42	May.	0.35	0.31	0.28	0.20	0.29	0.12	0.26
Jun.	0.51	0.45	0.40	0.44	0.42	0.44	0.44	Jun.	0.48	0.38	0.51	0.35	0.48	0.36	0.42
Jul.	0.40	0.37	0.34	0.35	0.33	0.32	0.35	Jul.	0.41	0.37	0.30	0.33	0.38	0.35	0.36
Aug.	0.36	0.30	0.28	0.27	0.28	0.28	0.29	Aug.	0.36	0.25	0.28	0.22	0.23	0.26	0.27
Sep.	0.46	0.40	0.38	0.39	0.39	0.42	0.41	Sep.	0.52	0.42	0.40	0.39	0.34	0.34	0.40
Oct.	0.54	0.49	0.44	0.50	0.52	0.51	0.50	Oct.	0.61	0.57	0.49	0.53	0.55	0.50	0.54
Nov.	0.50	0.54	0.48	0.53	0.45	0.50	0.50	Nov.	0.47	0.42	0.42	0.45	0.33	0.41	0.42
Dec.	0.51	0.37	0.44	0.40	0.38	0.37	0.41	Dec.	0.30	0.34	0.16	0.33	0.13	0.36	0.28
TOTAL	0.48	0.45	0.41	0.43	0.40	0.42	0.43	TOTAL	0.48	0.41	0.39	0.38	0.38	0.35	0.40
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.	-	-	-	-	-	-	-
Feb.	1.00	0.19	0.00	0.04	0.50	0.03	0.10	Feb.	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Mar.	0.39	0.11	0.30	0.20	0.14	0.24	0.22	Mar.	0.40	0.00	0.33	0.00	0.00	0.12	0.13
Apr.	0.44	0.31	0.33	0.16	0.31	0.09	0.28	Apr.	0.41	0.10	0.14	0.15	0.29	0.13	0.21
May.	0.35	0.20	0.32	0.27	0.30	0.07	0.25	May.	0.64	0.12	0.35	0.22	0.39	0.04	0.26
Jun.	0.45	0.31	0.37	0.32	0.28	0.27	0.33	Jun.	0.39	0.43	0.38	0.28	0.24	0.17	0.31
Jul.	0.32	0.27	0.28	0.24	0.34	0.25	0.28	Jul.	0.32	0.17	0.23	0.23	0.31	0.16	0.23
Aug.	0.29	0.22	0.14	0.20	0.10	0.14	0.18	Aug.	0.26	0.17	0.16	0.14	0.09	0.15	0.16
Sep.	0.44	0.39	0.39	0.35	0.35	0.34	0.37	Sep.	0.34	0.31	0.27	0.27	0.22	0.30	0.28
Oct.	0.66	0.64	0.53	0.64	0.63	0.62	0.62	Oct.	0.53	0.49	0.41	0.68	0.56	0.60	0.54
Nov.	0.33	0.11	0.29	0.06	0.20	0.09	0.19	Nov.	0.21	0.00	0.12	0.00	0.06	0.00	0.08
Dec.	0.00	0.19	0.00	0.20	0.00	0.03	0.12	Dec.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00
TOTAL	0.41	0.32	0.33	0.29	0.32	0.27	0.32	TOTAL	0.37	0.28	0.28	0.27	0.28	0.25	0.28
Threshold = 50 mm															
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	-	-	-	-	-	-	-								
Mar.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00								
Apr.	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00								
May.	0.00	0.25	0.00	0.20	0.10	0.00	0.08								
Jun.	0.07	0.43	0.31	0.11	0.18	0.04	0.19								
Jul.	0.25	0.11	0.10	0.20	0.15	0.12	0.15								
Aug.	0.21	0.07	0.20	0.02	0.11	0.00	0.08								
Sep.	0.28	0.09	0.20	0.09	0.11	0.10	0.13								
Oct.	0.51	0.48	0.29	0.41	0.39	0.37	0.41								
Nov.	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.29	0.23	0.19	0.16	0.19	0.13	0.19								

표 D.2.6 LDAPS 한반도 강수 치우침

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.95	1.01	0.78	0.81	0.73	0.73	0.84	Jan.	1.15	0.72	1.10	1.22	0.60	0.56	0.89
Feb.	0.94	1.03	0.95	1.01	0.94	1.00	0.98	Feb.	1.26	0.81	0.88	0.80	0.93	0.65	0.84
Mar.	0.82	0.95	0.87	0.93	1.05	1.00	0.94	Mar.	1.03	0.85	1.22	0.84	1.34	1.17	1.06
Apr.	1.06	1.02	0.97	1.00	1.10	1.07	1.04	Apr.	0.99	0.91	0.97	0.95	1.04	1.05	0.99
May.	0.76	0.78	0.70	0.73	0.57	0.61	0.69	May.	0.59	0.45	0.69	0.32	0.60	0.30	0.48
Jun.	0.89	0.77	0.89	0.77	0.82	0.79	0.82	Jun.	0.98	0.74	1.03	0.71	0.96	0.91	0.88
Jul.	0.72	0.61	0.69	0.64	0.67	0.64	0.66	Jul.	0.86	0.69	0.81	0.70	0.90	0.80	0.79
Aug.	0.63	0.58	0.59	0.66	0.68	0.73	0.64	Aug.	0.87	0.71	0.73	0.96	0.97	1.03	0.88
Sep.	0.71	0.57	0.67	0.67	0.81	0.77	0.70	Sep.	0.93	0.74	0.89	0.88	1.19	1.00	0.93
Oct.	0.71	0.63	0.68	0.71	0.81	0.76	0.71	Oct.	0.84	0.83	0.63	0.87	0.75	1.07	0.82
Nov.	0.89	0.87	0.86	0.86	0.78	0.86	0.86	Nov.	0.99	1.05	0.79	1.13	0.70	1.02	0.94
Dec.	0.79	0.87	0.83	0.90	0.84	0.85	0.85	Dec.	0.61	0.43	0.41	0.48	0.52	0.41	0.47
TOTAL	0.79	0.75	0.77	0.78	0.81	0.80	0.78	TOTAL	0.92	0.75	0.84	0.80	0.95	0.87	0.85
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-	-	Jan.	-	-	-	-	-	-	-
Feb.	1.00	0.35	3.00	0.22	2.00	0.30	0.36	Feb.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.17
Mar.	1.13	1.21	1.87	1.14	2.13	1.21	1.46	Mar.	1.33	0.25	1.67	0.50	1.33	1.25	1.00
Apr.	0.77	1.05	0.80	0.76	0.66	1.07	0.82	Apr.	0.72	2.14	0.78	1.14	0.72	1.43	0.97
May.	0.53	0.28	0.84	0.28	0.79	0.21	0.46	May.	0.77	0.23	1.08	0.27	1.46	0.27	0.57
Jun.	0.73	0.62	1.11	0.66	0.96	0.71	0.79	Jun.	0.47	0.64	0.90	0.55	0.75	0.57	0.64
Jul.	0.90	0.72	0.94	0.83	1.03	0.93	0.89	Jul.	0.95	0.87	1.11	1.03	1.00	1.28	1.04
Aug.	1.19	0.79	0.82	1.05	1.26	0.97	1.00	Aug.	1.26	0.92	0.88	1.31	1.48	1.19	1.17
Sep.	1.01	0.86	1.10	0.94	1.53	0.98	1.05	Sep.	1.19	0.89	1.57	1.14	2.01	1.24	1.28
Oct.	0.85	0.93	0.74	0.88	0.94	1.28	0.93	Oct.	0.73	1.03	0.73	1.12	0.86	1.52	0.95
Nov.	0.83	0.52	0.63	0.93	0.52	0.78	0.69	Nov.	0.42	0.00	0.58	0.29	0.50	0.14	0.37
Dec.	0.33	0.32	0.33	0.29	0.67	0.25	0.30	Dec.	-	0.00	-	0.50	-	0.50	0.33
TOTAL	0.90	0.75	0.94	0.82	1.10	0.89	0.89	TOTAL	0.89	0.83	1.04	0.97	1.17	1.10	1.00
Threshold = 50 mm															
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	-	-	-	-	-	-	-								
Mar.	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.00								
Apr.	-	-	-	-	-	-	-								
May.	0.00	0.25	0.17	0.50	0.83	0.25	0.33								
Jun.	0.25	0.43	0.75	0.26	0.67	0.09	0.36								
Jul.	1.20	1.13	1.75	1.35	1.25	1.39	1.34								
Aug.	1.64	1.50	1.18	2.50	1.64	2.08	1.77								
Sep.	1.25	1.00	2.50	2.33	4.08	3.06	2.32								
Oct.	1.00	1.04	0.89	1.15	1.39	1.30	1.13								
Nov.	0.00	-	2.00	-	0.00	-	0.67								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.98	0.94	1.30	1.34	1.60	1.40	1.26								

D.3 앙상블예측시스템

D.3.1 분석검증

표 D.3.1 EPSG 북반구 500hPa 고도 분석검증

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	7.63	7.13	7.13	6.37	6.07	6.08	5.91	6.22	6.73	7.15	7.68	7.62	9.94
48hr	14.27	13.73	13.27	12.12	11.33	11.11	10.44	10.61	11.86	12.69	13.42	13.74	14.04
72hr	22.39	22.26	21.64	20.07	18.19	17.19	15.92	16.06	18.52	19.80	21.34	21.83	20.04
96hr	31.96	31.94	32.33	30.04	26.96	23.93	22.71	22.95	26.78	28.60	30.20	31.74	27.72
120hr	42.43	42.19	43.55	41.19	36.41	31.53	30.38	30.42	35.70	38.15	41.14	42.82	36.50
144hr	52.31	53.22	53.43	52.59	45.53	39.41	37.98	37.36	43.72	48.66	51.70	54.10	45.43
168hr	61.71	63.60	62.75	63.16	54.08	47.24	45.18	43.53	51.03	57.68	59.34	65.12	53.67
192hr	71.49	73.28	69.77	72.08	61.38	54.54	51.18	49.38	57.16	65.89	67.46	73.67	61.33
216hr	78.67	82.65	74.28	79.44	66.91	59.56	56.35	54.42	62.10	71.93	73.67	80.76	67.33
240hr	84.97	89.53	78.59	84.70	71.43	62.61	60.26	58.34	67.04	76.17	77.58	85.58	71.79
264hr	89.62	94.20	82.92	88.41	75.32	65.25	62.95	61.32	71.42	79.95	79.93	90.32	76.59
288hr	92.32	98.53	85.94	91.30	78.56	67.24	64.46	63.46	75.15	82.72	83.43	94.54	79.86
ACC	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	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
72hr	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.97
96hr	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.96	0.96	0.95
120hr	0.92	0.93	0.90	0.91	0.91	0.92	0.88	0.91	0.90	0.91	0.92	0.92	0.91
144hr	0.87	0.89	0.85	0.84	0.85	0.87	0.82	0.86	0.84	0.85	0.87	0.86	0.86
168hr	0.82	0.83	0.79	0.76	0.78	0.80	0.74	0.80	0.77	0.79	0.82	0.79	0.79
192hr	0.74	0.77	0.73	0.67	0.70	0.71	0.66	0.74	0.70	0.71	0.75	0.72	0.72
216hr	0.67	0.70	0.69	0.58	0.64	0.64	0.56	0.68	0.64	0.64	0.69	0.66	0.65
240hr	0.59	0.64	0.64	0.50	0.57	0.58	0.48	0.62	0.57	0.57	0.63	0.60	0.58
264hr	0.53	0.59	0.58	0.43	0.50	0.53	0.40	0.57	0.50	0.51	0.60	0.54	0.54
288hr	0.48	0.54	0.53	0.37	0.42	0.49	0.34	0.53	0.42	0.45	0.55	0.47	0.48
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	7.48	7.18	6.74	6.87	6.52	5.74	5.88	6.00	6.90	7.56	7.99	8.27	6.79
48hr	12.62	12.68	11.52	11.59	11.07	9.80	9.81	9.76	11.38	12.27	13.16	13.61	10.98
72hr	19.49	19.87	17.93	17.96	17.37	15.28	14.99	14.78	17.51	18.75	20.20	20.67	16.70
96hr	27.89	28.43	25.77	25.84	25.06	21.58	21.29	20.77	24.73	26.84	28.75	29.09	23.84
120hr	37.42	38.10	34.55	34.59	33.45	28.74	28.04	27.15	32.80	35.95	37.84	38.39	31.90
144hr	47.17	47.91	43.67	43.68	41.72	36.23	34.56	33.59	40.61	45.52	47.52	48.14	40.34
168hr	56.16	57.98	52.71	52.57	49.60	42.83	40.27	39.60	47.64	54.80	56.64	58.13	48.46
192hr	64.13	66.96	60.67	60.62	56.58	48.45	44.85	44.74	53.78	63.17	65.65	67.72	55.88
216hr	71.58	74.19	68.11	67.12	62.40	52.90	48.47	48.98	58.72	69.64	73.28	76.11	62.16
240hr	78.57	80.55	74.39	72.49	67.15	56.18	51.11	52.05	62.85	74.41	79.79	82.54	67.20
264hr	84.20	86.44	78.96	77.28	70.67	58.79	53.12	54.31	65.98	78.26	84.71	87.14	74.08
288hr	88.59	91.14	82.64	80.97	73.40	60.95	54.49	56.35	68.61	80.68	88.89	91.11	77.13
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.91	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.88
48hr	0.86	0.88	0.87	0.87	0.87	0.84	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.87	0.83
72hr	0.79	0.81	0.80	0.80	0.79	0.77	0.75	0.77	0.77	0.79	0.80	0.80	0.77
96hr	0.70	0.73	0.69	0.70	0.70	0.69	0.65	0.68	0.68	0.69	0.71	0.71	0.68
120hr	0.60	0.64	0.58	0.59	0.59	0.59	0.54	0.58	0.57	0.59	0.61	0.61	0.59
144hr	0.50	0.54	0.49	0.47	0.49	0.49	0.43	0.49	0.47	0.47	0.51	0.51	0.49
168hr	0.42	0.45	0.40	0.36	0.39	0.39	0.32	0.40	0.38	0.37	0.43	0.40	0.40
192hr	0.32	0.36	0.33	0.26	0.30	0.29	0.24	0.32	0.30	0.28	0.35	0.32	0.31
216hr	0.25	0.27	0.29	0.19	0.24	0.22	0.16	0.25	0.24	0.21	0.28	0.25	0.24
240hr	0.18	0.21	0.24	0.12	0.18	0.18	0.10	0.20	0.18	0.16	0.23	0.20	0.18
264hr	0.14	0.17	0.19	0.08	0.14	0.14	0.06	0.17	0.13	0.12	0.20	0.15	0.15
288hr	0.11	0.13	0.16	0.05	0.10	0.11	0.03	0.14	0.09	0.08	0.17	0.11	0.12

표 D.3.2 EPSG 북반구 850hPa 기온 분석검증

RMSE	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.99	0.97	0.90	0.85	0.81	0.79	0.77	0.76	0.80	0.85	1.00	0.98	0.87
48hr	1.35	1.32	1.27	1.20	1.15	1.11	1.06	1.02	1.07	1.15	1.33	1.31	1.19
72hr	1.67	1.64	1.60	1.55	1.46	1.41	1.34	1.26	1.35	1.42	1.63	1.63	1.50
96hr	2.04	2.02	1.98	1.93	1.80	1.70	1.63	1.54	1.66	1.72	1.97	1.96	1.83
120hr	2.44	2.44	2.40	2.36	2.17	1.98	1.94	1.82	1.99	2.06	2.38	2.34	2.19
144hr	2.81	2.84	2.80	2.76	2.54	2.26	2.23	2.10	2.30	2.43	2.80	2.76	2.55
168hr	3.19	3.19	3.15	3.12	2.89	2.55	2.51	2.32	2.57	2.77	3.14	3.20	2.88
192hr	3.58	3.55	3.44	3.45	3.21	2.82	2.75	2.51	2.79	3.05	3.47	3.55	3.18
216hr	3.86	3.90	3.64	3.76	3.47	3.06	2.95	2.68	2.93	3.29	3.77	3.82	3.43
240hr	4.09	4.17	3.80	3.97	3.66	3.21	3.06	2.80	3.10	3.48	3.99	4.00	3.61
264hr	4.23	4.38	3.97	4.16	3.77	3.32	3.14	2.90	3.26	3.64	4.08	4.18	3.75
288hr	4.33	4.55	4.13	4.29	3.88	3.40	3.19	2.97	3.38	3.76	4.17	4.31	3.86
ACC	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	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
72hr	0.93	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
96hr	0.90	0.92	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90
120hr	0.85	0.88	0.85	0.85	0.86	0.87	0.84	0.87	0.87	0.87	0.86	0.87	0.86
144hr	0.80	0.83	0.79	0.79	0.80	0.82	0.79	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81
168hr	0.73	0.78	0.73	0.72	0.73	0.77	0.73	0.78	0.77	0.75	0.75	0.74	0.75
192hr	0.64	0.71	0.67	0.65	0.65	0.71	0.68	0.74	0.72	0.69	0.68	0.66	0.68
216hr	0.55	0.64	0.61	0.56	0.57	0.65	0.62	0.70	0.69	0.62	0.60	0.59	0.62
240hr	0.47	0.57	0.56	0.49	0.51	0.59	0.58	0.66	0.64	0.56	0.53	0.54	0.56
264hr	0.40	0.51	0.50	0.41	0.47	0.55	0.55	0.63	0.60	0.50	0.48	0.47	0.51
288hr	0.34	0.46	0.44	0.35	0.42	0.52	0.53	0.61	0.56	0.45	0.46	0.42	0.46
SPREAD	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.80	0.77	0.74	0.74	0.69	0.64	0.64	0.65	0.69	0.73	0.81	0.84	0.73
48hr	0.98	0.95	0.91	0.92	0.87	0.82	0.81	0.80	0.85	0.89	0.98	1.02	0.90
72hr	1.27	1.24	1.16	1.18	1.12	1.06	1.04	1.01	1.09	1.14	1.25	1.29	1.15
96hr	1.63	1.61	1.50	1.50	1.45	1.33	1.33	1.26	1.38	1.45	1.61	1.63	1.47
120hr	2.04	2.02	1.86	1.85	1.80	1.64	1.62	1.53	1.71	1.81	1.99	2.01	1.82
144hr	2.46	2.44	2.24	2.22	2.15	1.96	1.91	1.81	2.03	2.17	2.38	2.41	2.18
168hr	2.84	2.84	2.61	2.56	2.49	2.25	2.17	2.07	2.32	2.54	2.74	2.79	2.52
192hr	3.16	3.20	2.93	2.87	2.78	2.51	2.40	2.29	2.57	2.86	3.07	3.15	2.82
216hr	3.42	3.51	3.20	3.13	3.02	2.73	2.57	2.48	2.76	3.11	3.33	3.45	3.06
240hr	3.62	3.75	3.44	3.34	3.22	2.89	2.71	2.64	2.92	3.28	3.55	3.67	3.25
264hr	3.80	3.93	3.63	3.52	3.36	3.02	2.82	2.76	3.04	3.41	3.72	3.83	3.40
288hr	3.96	4.08	3.80	3.64	3.47	3.12	2.88	2.86	3.14	3.51	3.85	3.94	3.52
CRPSS	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.79	0.81	0.80	0.81	0.81	0.79	0.78	0.78	0.80	0.80	0.79	0.79	0.80
48hr	0.71	0.74	0.72	0.73	0.73	0.71	0.69	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
72hr	0.64	0.68	0.65	0.65	0.66	0.63	0.61	0.64	0.66	0.66	0.66	0.66	0.65
96hr	0.56	0.61	0.57	0.57	0.58	0.55	0.52	0.56	0.59	0.59	0.59	0.59	0.57
120hr	0.48	0.54	0.48	0.48	0.49	0.48	0.44	0.48	0.51	0.52	0.51	0.51	0.49
144hr	0.40	0.46	0.39	0.39	0.41	0.41	0.35	0.41	0.43	0.43	0.42	0.42	0.41
168hr	0.32	0.39	0.32	0.31	0.33	0.33	0.28	0.35	0.36	0.35	0.36	0.33	0.33
192hr	0.23	0.31	0.26	0.23	0.25	0.26	0.21	0.29	0.30	0.28	0.29	0.26	0.26
216hr	0.17	0.24	0.21	0.16	0.18	0.20	0.15	0.24	0.26	0.22	0.22	0.19	0.20
240hr	0.11	0.19	0.17	0.11	0.13	0.15	0.12	0.21	0.22	0.17	0.16	0.15	0.16
264hr	0.07	0.14	0.13	0.06	0.10	0.12	0.09	0.18	0.18	0.13	0.13	0.11	0.12
288hr	0.05	0.11	0.09	0.03	0.08	0.09	0.07	0.15	0.15	0.09	0.11	0.08	0.09

표 D.3.3 EPSG 북반구 +1 표준편차 이상 BSS 분석검증

z500hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.92	0.93	0.92	0.92	0.91	0.88	0.84	0.86	0.88	0.90	0.91	0.92	0.83
48hr	0.87	0.88	0.85	0.86	0.85	0.80	0.77	0.79	0.82	0.84	0.85	0.86	0.79
72hr	0.80	0.81	0.79	0.79	0.78	0.75	0.69	0.72	0.76	0.77	0.79	0.80	0.73
96hr	0.73	0.73	0.69	0.71	0.69	0.67	0.60	0.65	0.68	0.69	0.71	0.72	0.67
120hr	0.64	0.65	0.59	0.62	0.58	0.59	0.50	0.56	0.58	0.59	0.61	0.64	0.59
144hr	0.55	0.56	0.49	0.51	0.50	0.51	0.40	0.48	0.48	0.48	0.52	0.54	0.50
168hr	0.47	0.48	0.40	0.41	0.40	0.41	0.30	0.40	0.40	0.37	0.47	0.43	0.41
192hr	0.38	0.40	0.34	0.31	0.31	0.33	0.22	0.32	0.32	0.28	0.41	0.34	0.33
216hr	0.32	0.30	0.28	0.21	0.23	0.25	0.16	0.25	0.24	0.21	0.33	0.26	0.26
240hr	0.26	0.23	0.23	0.14	0.17	0.20	0.10	0.21	0.18	0.15	0.27	0.20	0.20
264hr	0.21	0.18	0.16	0.08	0.12	0.16	0.06	0.17	0.13	0.10	0.22	0.16	0.16
288hr	0.16	0.14	0.12	0.04	0.08	0.13	0.04	0.13	0.09	0.06	0.18	0.11	0.11
t850hPa	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.77	0.78	0.77	0.78	0.80	0.77	0.74	0.77	0.77	0.78	0.78	0.78	0.77
48hr	0.68	0.70	0.68	0.68	0.71	0.67	0.65	0.69	0.70	0.70	0.70	0.71	0.69
72hr	0.61	0.63	0.61	0.60	0.63	0.60	0.57	0.62	0.64	0.64	0.63	0.64	0.62
96hr	0.53	0.57	0.53	0.52	0.55	0.53	0.49	0.56	0.57	0.57	0.57	0.57	0.55
120hr	0.46	0.49	0.44	0.44	0.47	0.46	0.41	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51	0.47
144hr	0.39	0.41	0.35	0.37	0.39	0.39	0.34	0.43	0.42	0.41	0.42	0.43	0.40
168hr	0.32	0.34	0.27	0.30	0.32	0.32	0.28	0.37	0.36	0.33	0.37	0.34	0.33
192hr	0.24	0.27	0.22	0.22	0.25	0.25	0.22	0.32	0.30	0.28	0.31	0.27	0.26
216hr	0.18	0.20	0.17	0.15	0.18	0.19	0.18	0.28	0.26	0.22	0.26	0.21	0.21
240hr	0.13	0.15	0.14	0.11	0.12	0.16	0.15	0.25	0.21	0.18	0.19	0.16	0.16
264hr	0.09	0.12	0.11	0.07	0.10	0.12	0.13	0.23	0.17	0.14	0.14	0.11	0.13
288hr	0.06	0.09	0.07	0.04	0.07	0.09	0.11	0.21	0.15	0.10	0.11	0.08	0.10

D.3.2 월별 +1 표준편차 예측성능

그림 D.3.4 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 1월)

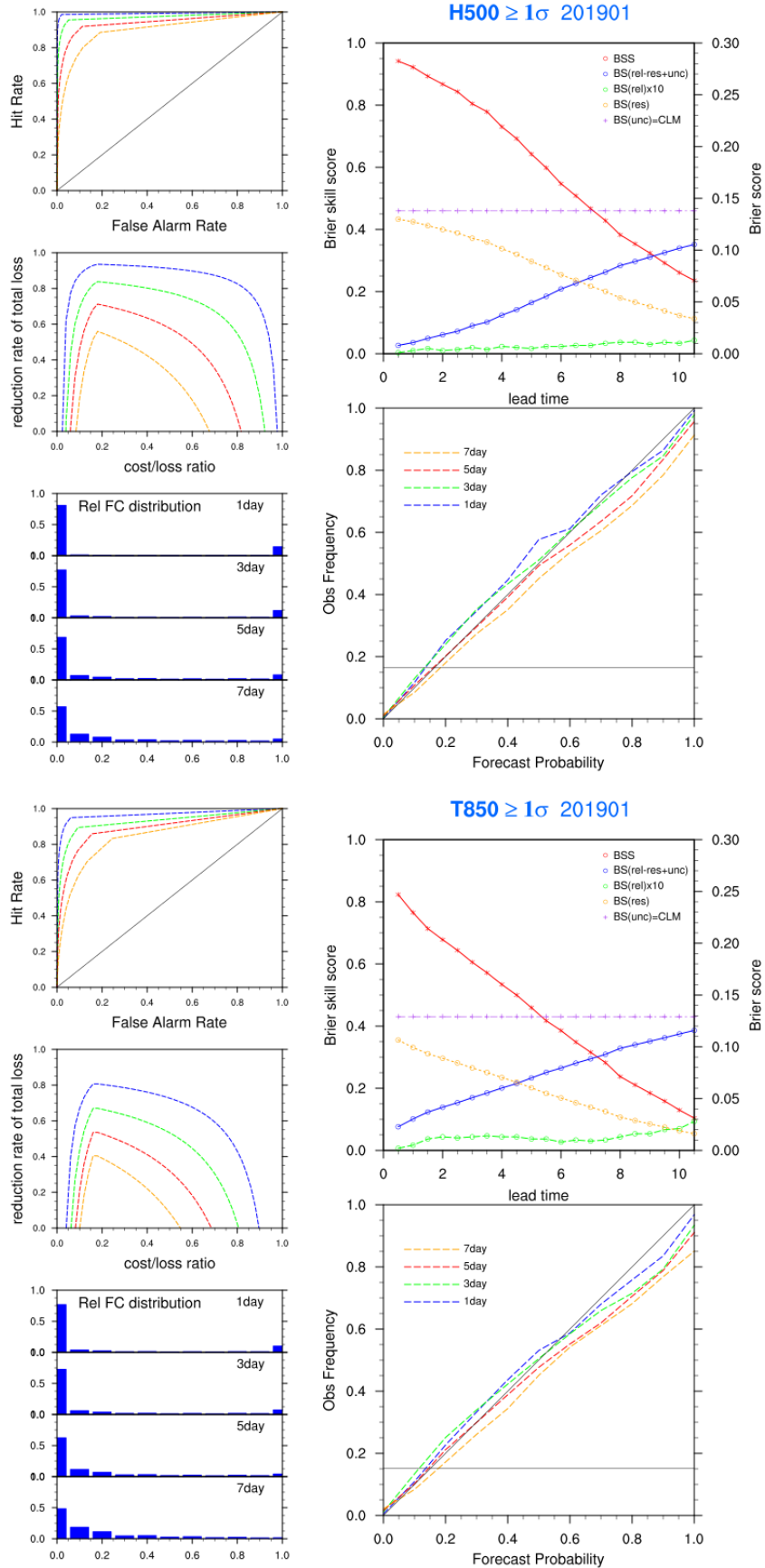


그림 D.3.5 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 2월)

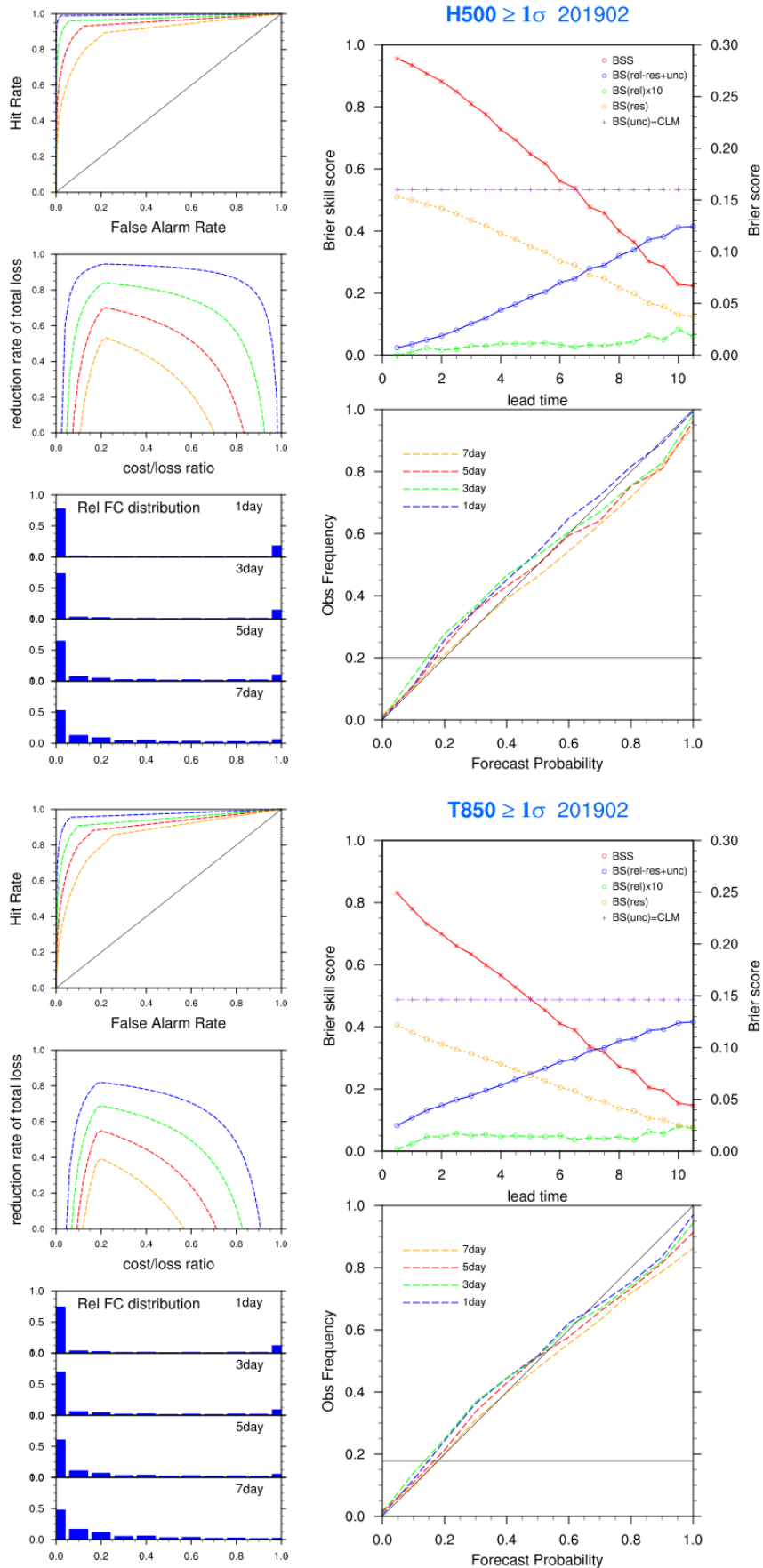


그림 D.3.6 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 3월)

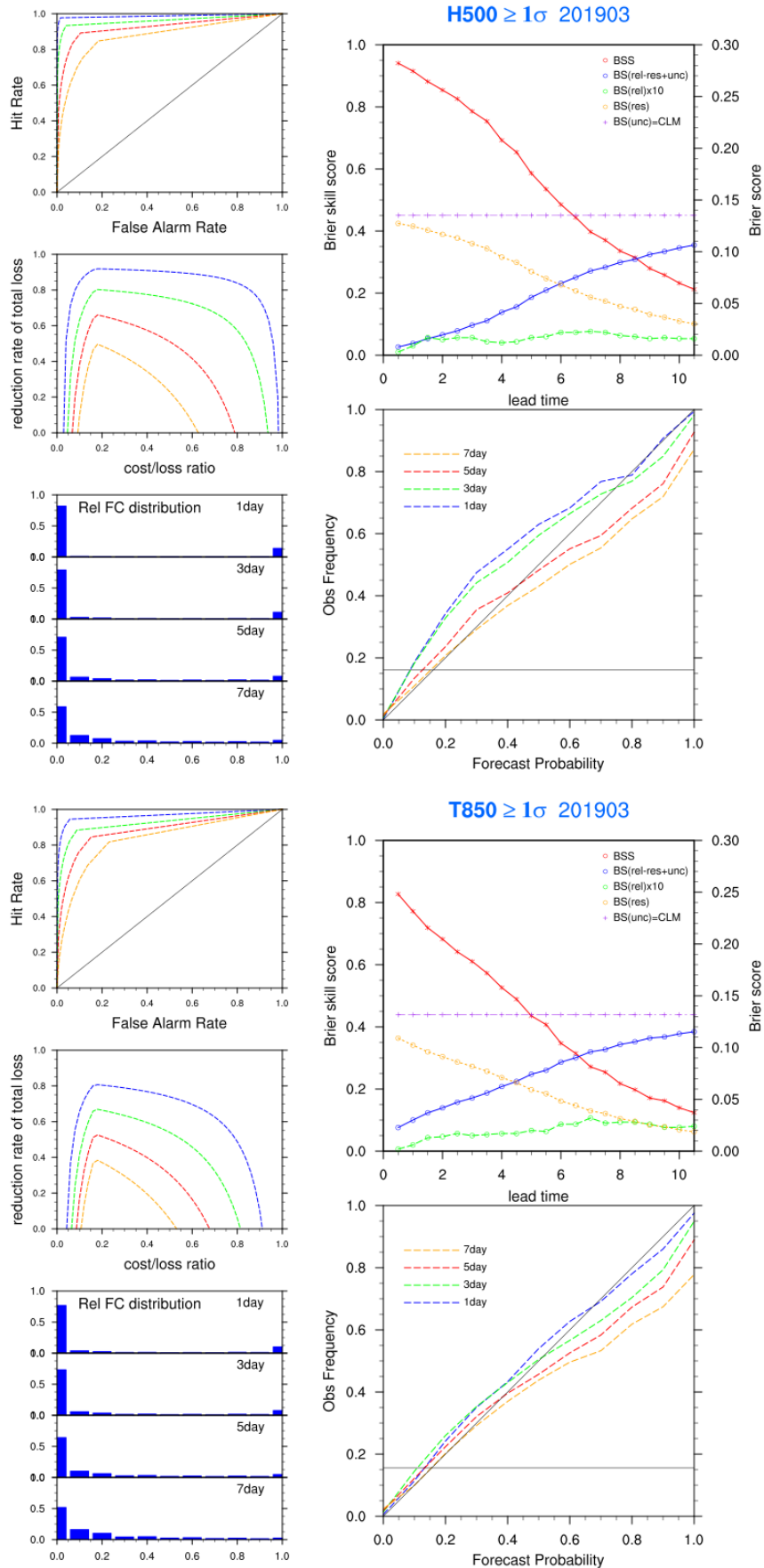


그림 D.3.7 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 4월)

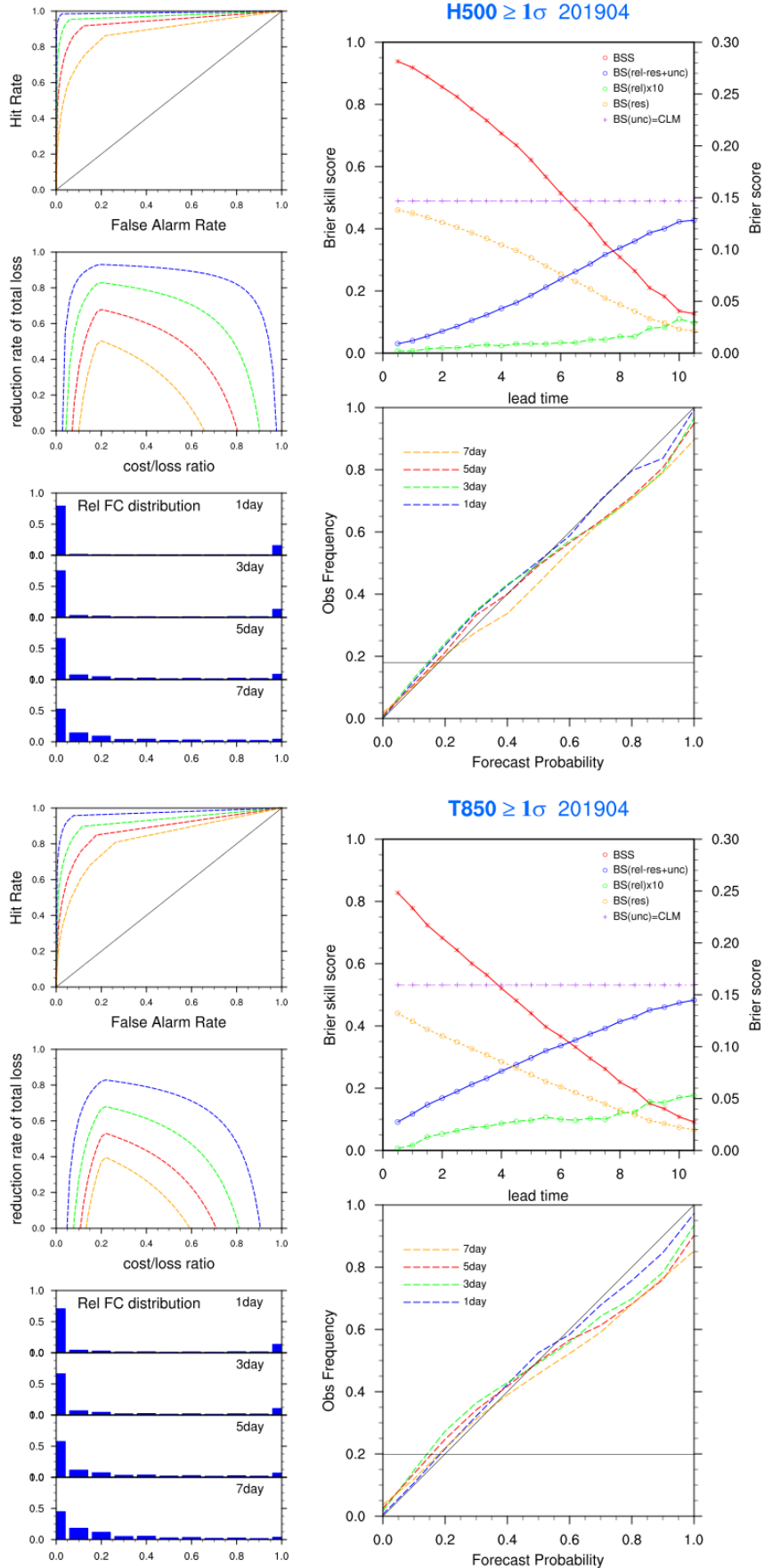


그림 D.3.8 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 5월)

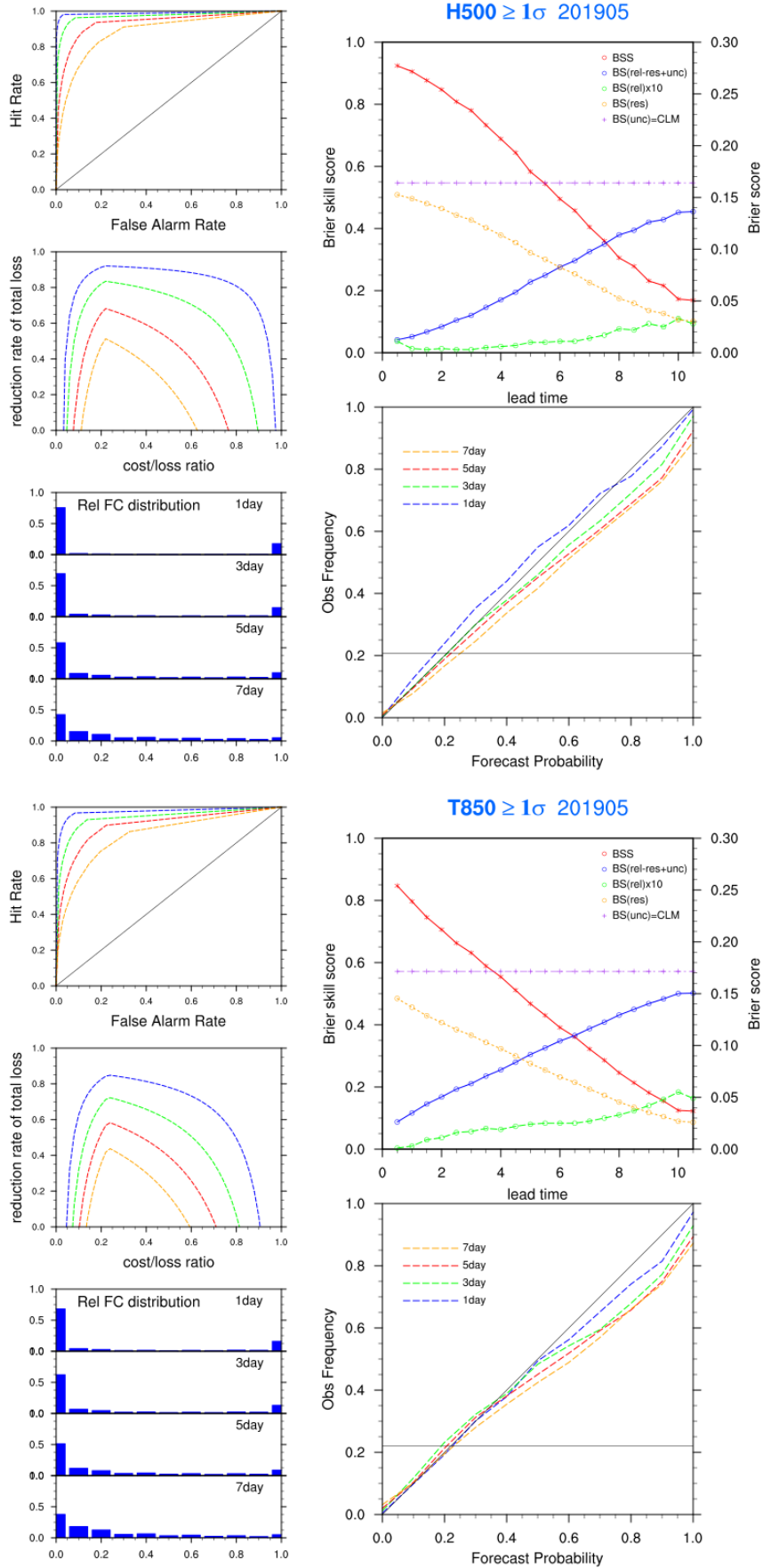


그림 D.3.9 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 6월)

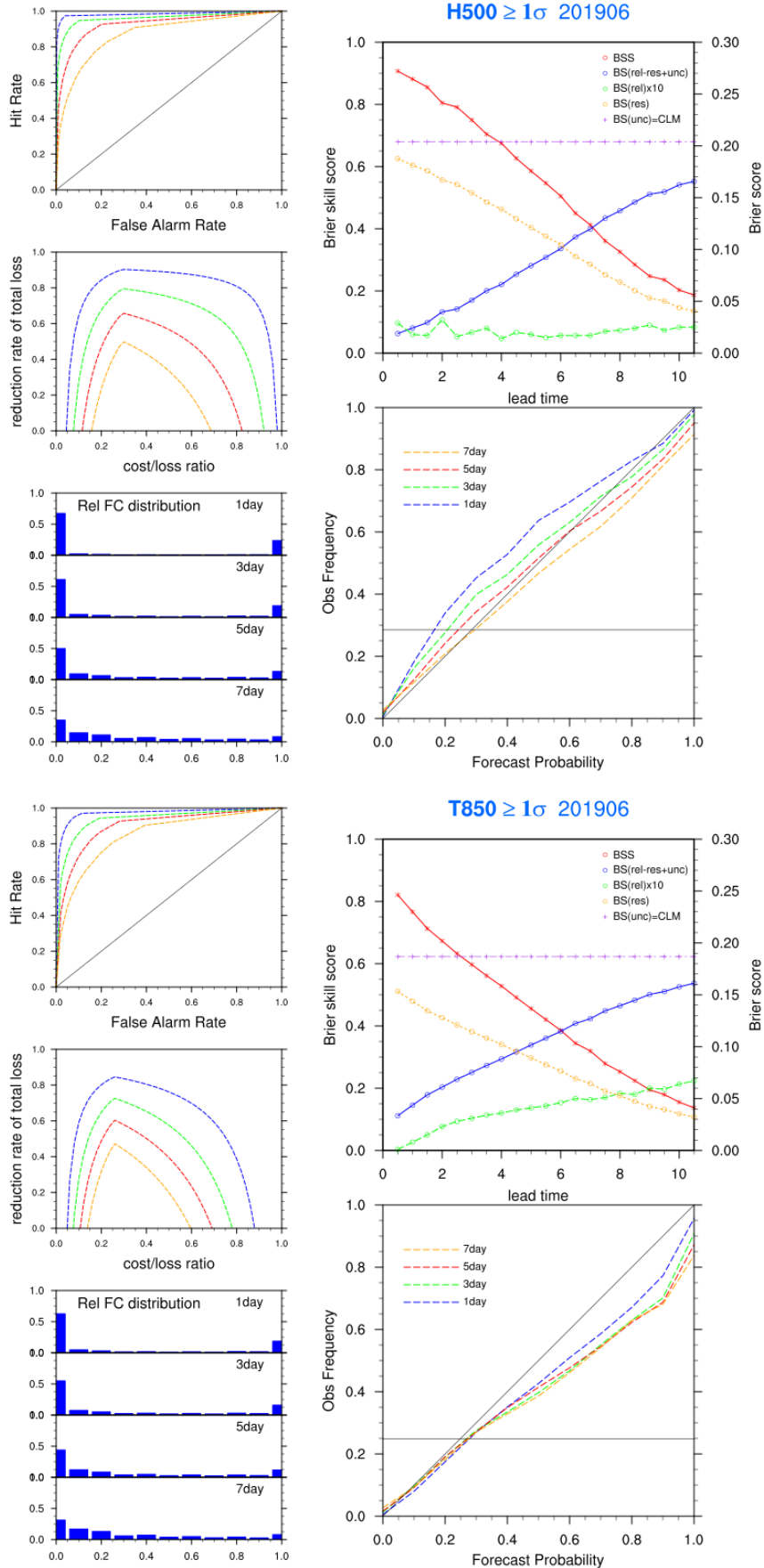


그림 D.3.10 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 7월)

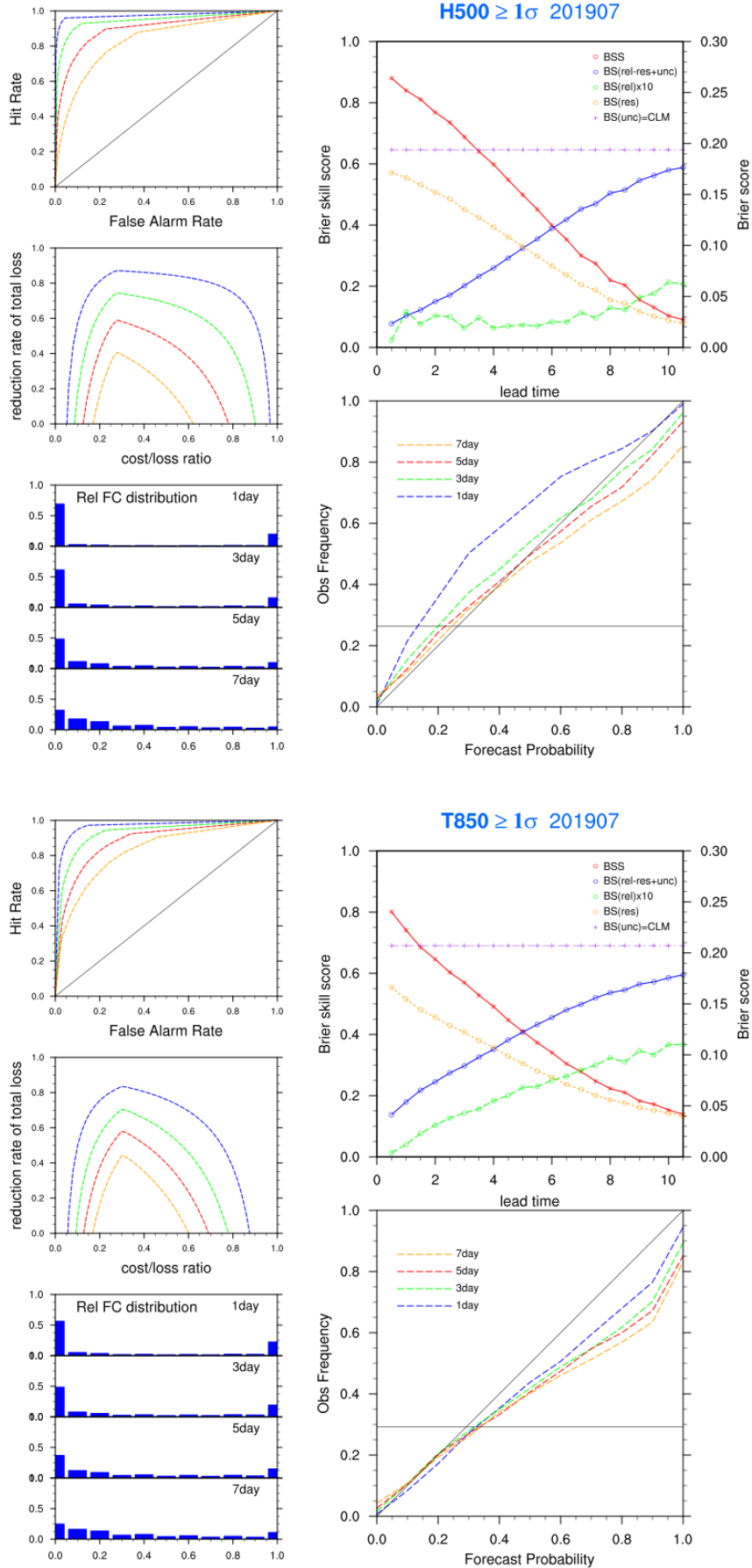


그림 D.3.11 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 8월)

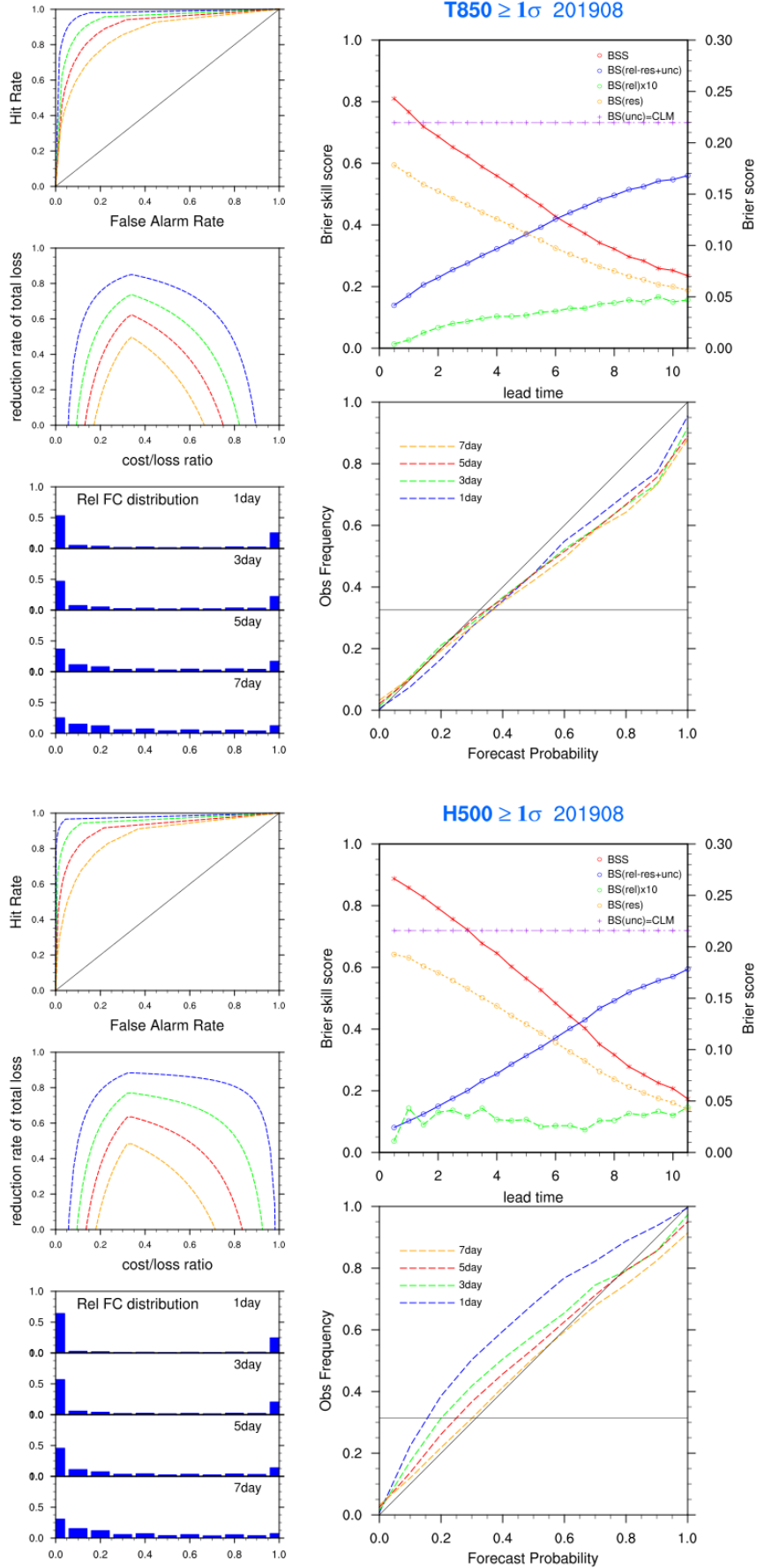


그림 D.3.12 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 9월)

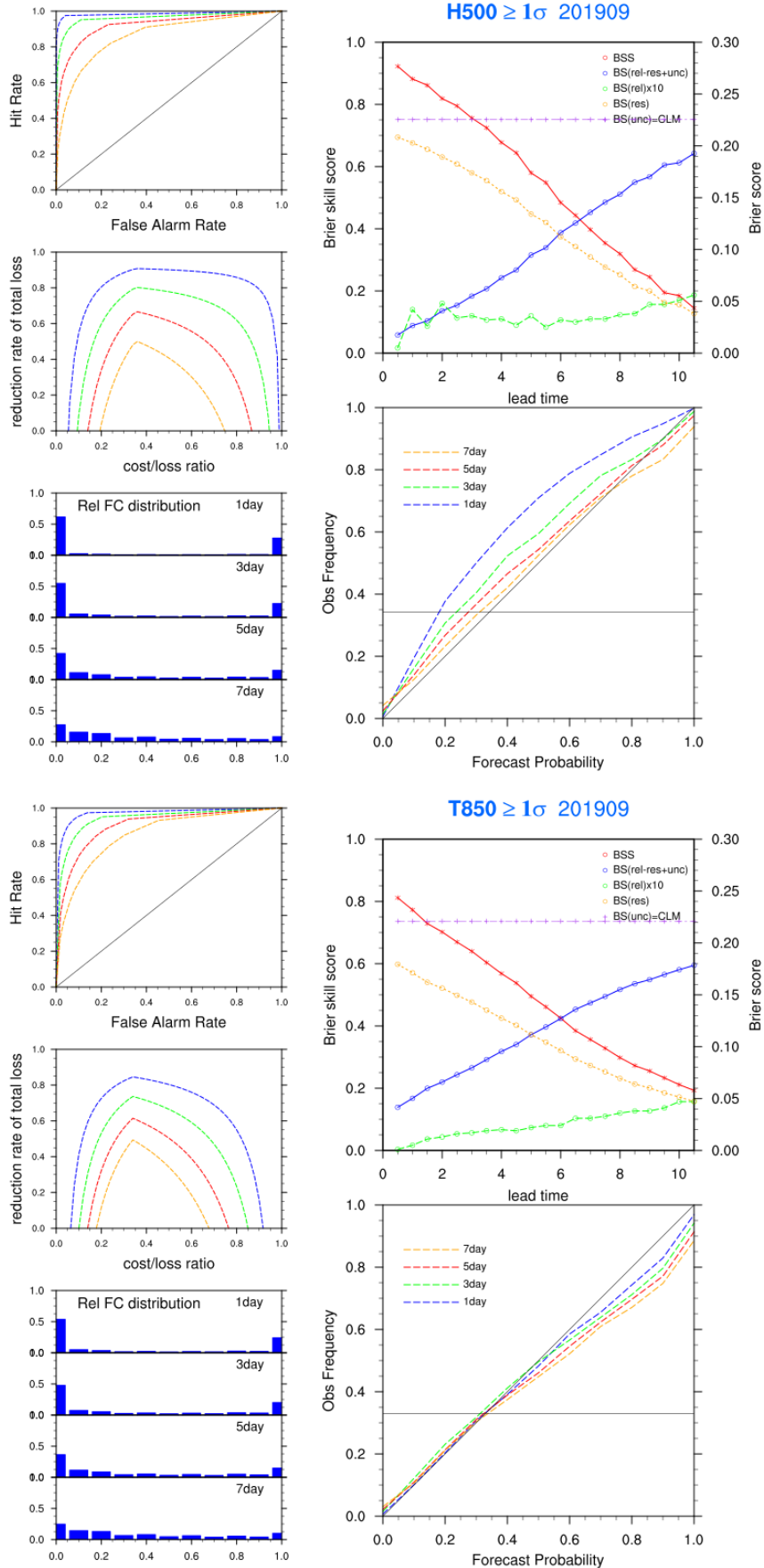


그림 D.3.13 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 10월)

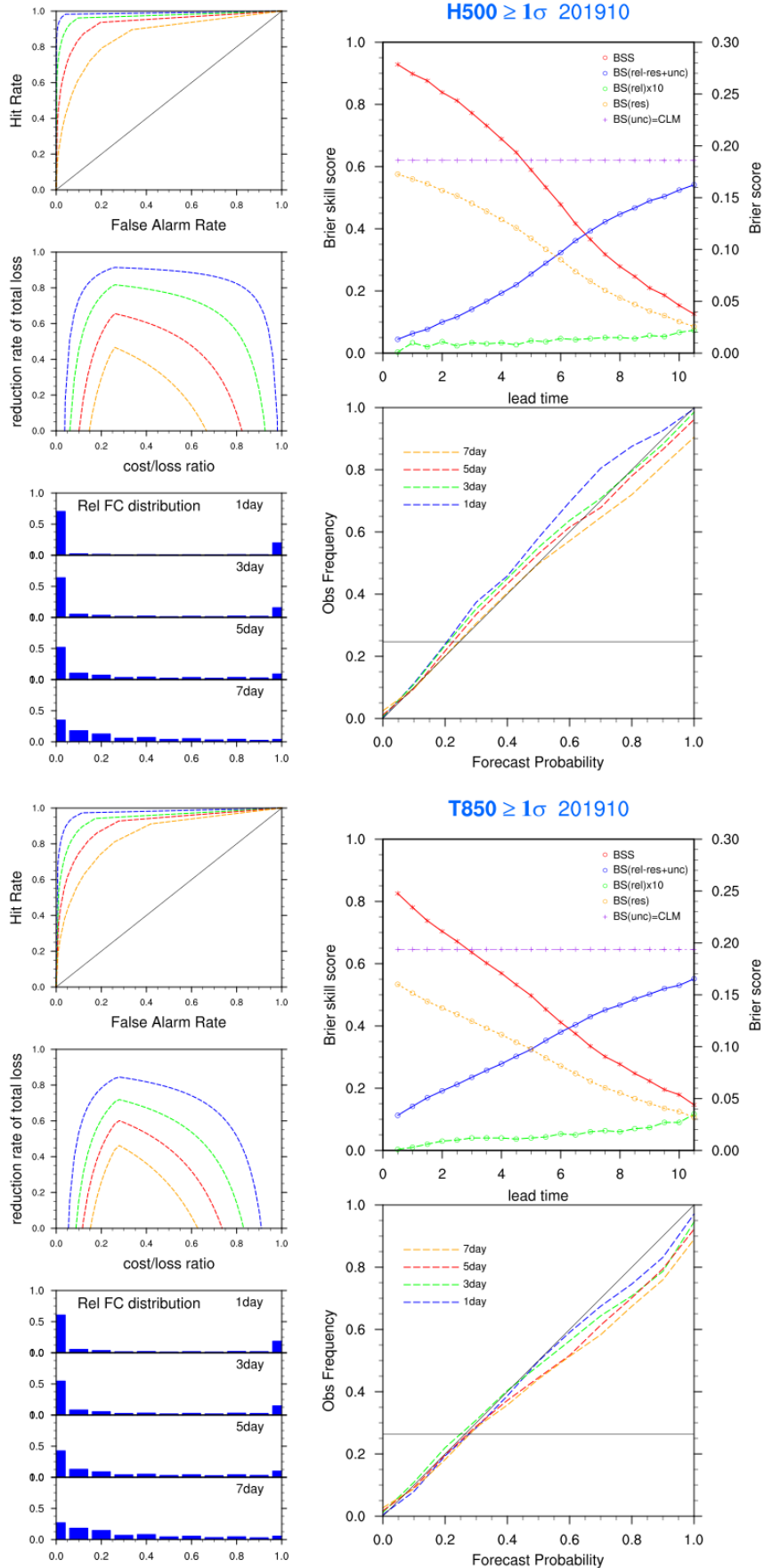


그림 D.3.14 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 11월)

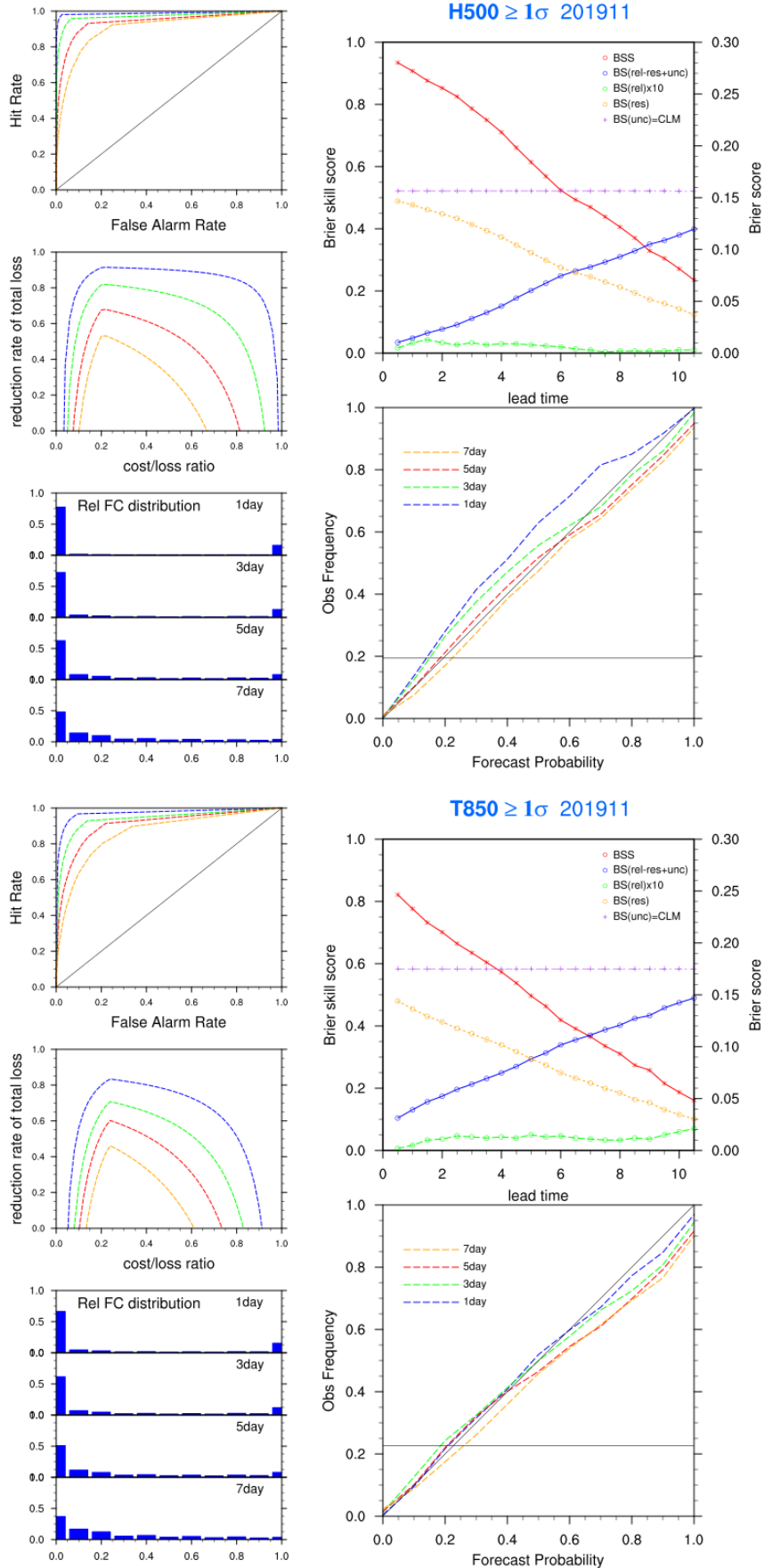
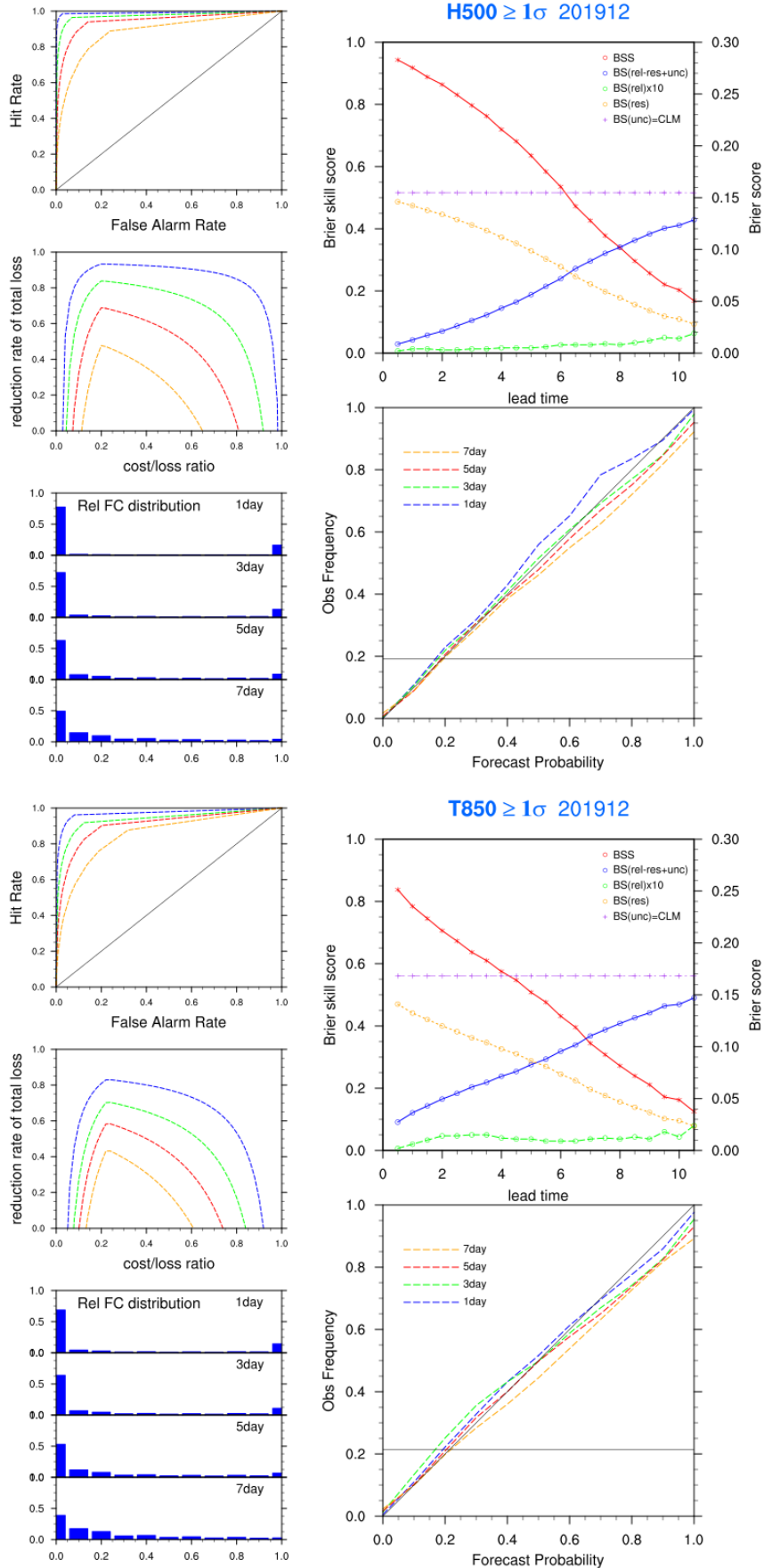


그림 D.3.15 EPSG 북반구 500hPa 지위고도 및 850hPa 기온의 예측성능(2019년 12월)



D.3.3 성능변화 추세

그림 D.3.16 EPSG 북반구 500hPa 지위고도의 예측시간별 연평균 검증

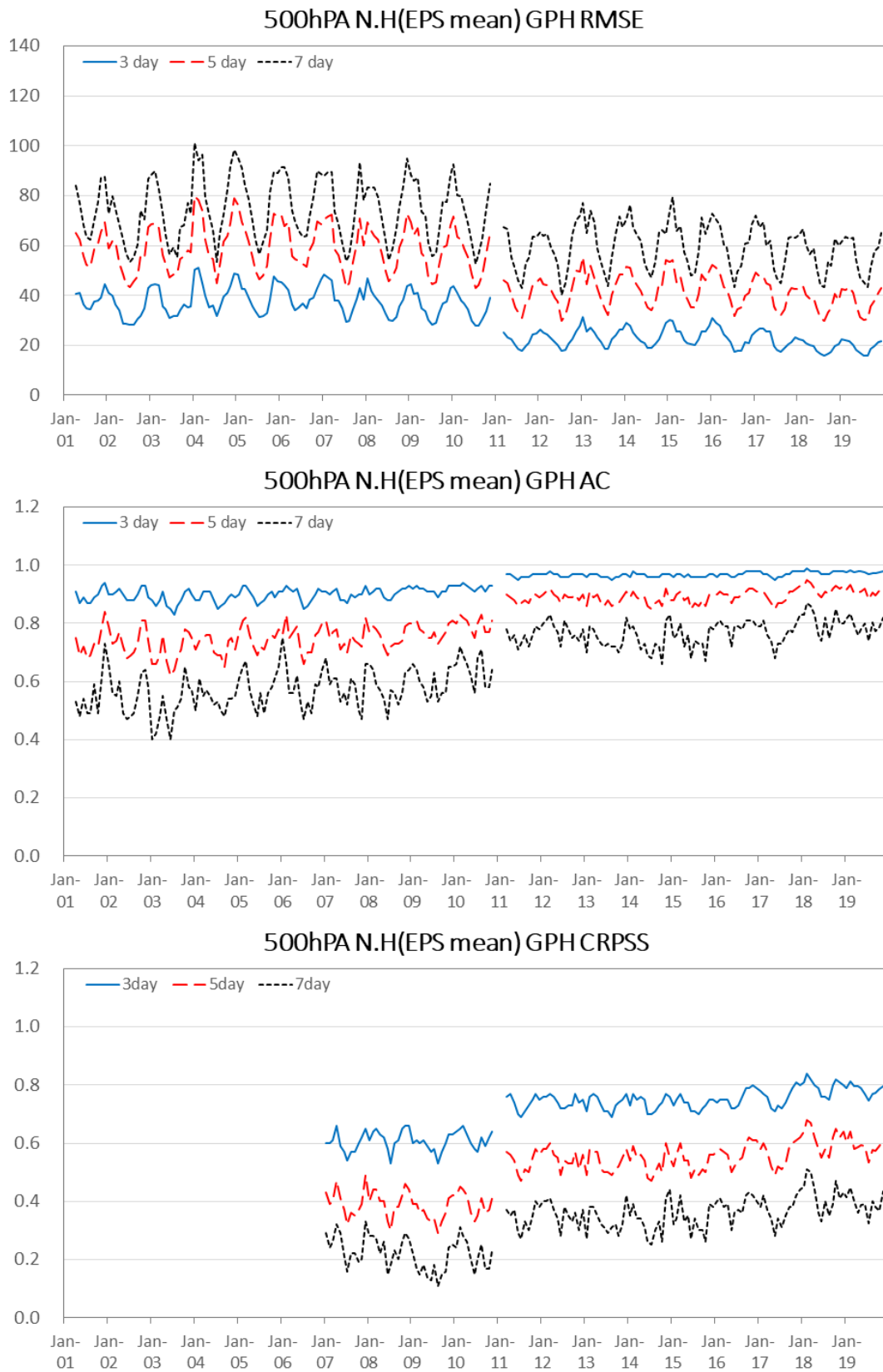
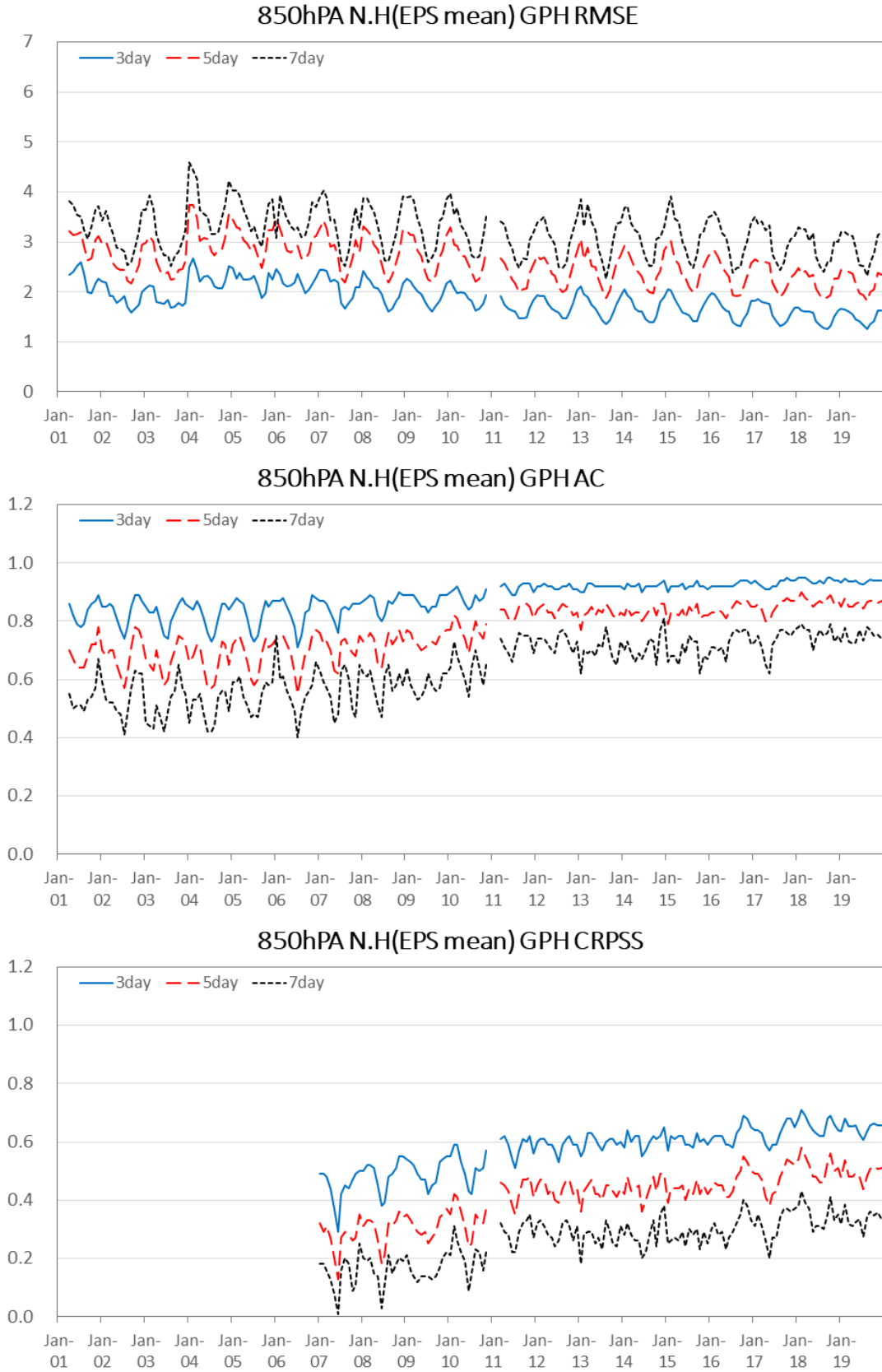
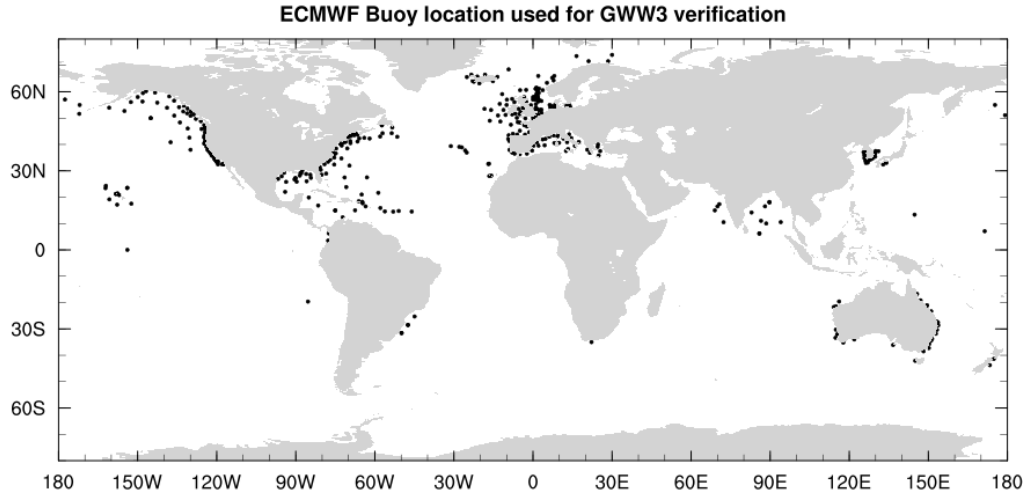


그림 D.3.17 EPSG 북반구 850hPa 기온의 예측시간별 연평균 검증



부록 E. 수치예측시스템 검증결과(파랑, 폭풍해일)

E.1 전지구 파랑모델(GWW3) 검증에 사용된 부이 ID 번호와 위치



13130	28.183	-15.817	0	Gran Canaria (Spain)
13131	28.000	-16.583	0	Tenerife (Spain)
21178	33.190	133.620	1	Japan, Tosa Bay
22101	37.230	126.020	1	Deok-Jeok-Do , Yellow Sea, South Korea
22102	34.800	125.770	1	Chil-Bal-Do Yellow Sea, South Korea
22103	34.000	127.500	1	Geo-Mun-Do, Korean Strait, South Korea
22104	34.770	128.900	1	Geo-Jae-Do, Korean Strait, South Korea
22105	37.530	130.000	1	Dong-Hae, Eastern Sea, South Korea
22106	36.350	129.780	0	Fohang, Eastern Sea, South Korea
22107	33.000	126.330	0	Jeju, Korean Strait, South Korea
22108	36.250	125.750	0	Oeyeondo, Yellow Sea South Korea
23020	22.200	38.501	1	Red Sea (KAUST buoy)
23092	16.960	71.120	0	Arabian Sea
23097	15.470	69.240	0	Arabian Sea
23098	10.650	72.510	0	Arabian Sea
23099	12.140	90.740	0	Bay of Bengal
23100	18.350	87.560	0	Bay of Bengal
23101	13.970	83.270	0	Bay of Bengal
23167	12.600	85.000	0	Bay of Bengal

23168	15.000	87.500	0	Bay of Bengal
23169	18.130	90.140	0	Bay of Bengal
23170	8.330	72.660	0	Arabian Sea
23171	12.000	69.000	0	Arabian Sea
23172	12.500	72.001	0	Arabian Sea
23174	11.570	81.530	0	Bay of Bengal
23451	10.520	91.660	0	Bay of Bengal
23455	10.970	89.040	0	Bay of Bengal
23456	9.990	86.980	0	Bay of Bengal
23491	5.160	70.100	0	Arabian Sea
23492	13.890	68.080	0	Arabian Sea
23493	11.120	66.980	0	Arabian Sea
23494	6.460	75.000	0	Arabian Sea
23495	7.130	68.970	0	Arabian Sea
31260	-28.490	-47.530	1	PNBOIA-INPE (Brazil)
31261	-31.540	-49.860	1	PNBOIA-INPE (Brazil)
32012	-19.620	-85.380	1	Peru-Chile (WHOI stratus wave buoy)
32487	3.517	-77.737	1	Buenaventura, Pacific Coast, Columbia (DIMAR buoy)
32488	6.258	-77.511	1	Bahia Solano, Pacific Coast, Columbia (DIMAR buoy)
3ERR2	63.200	5.200	1	Norwegian Sea
3FYT	71.600	21.100	0	N Norwegian Sea (Snohvit, StatoilHydro)
41001	34.700	-72.700	1	US East Coast, E Hatteras
41002	32.380	-75.420	1	US South-East Coast, S Hatteras
41004	32.500	-79.100	1	US South-East Coast, Edisto
41008	31.400	-80.870	1	US South-East Coast, Grays reef
41009	28.500	-80.180	1	US East Florida , Cape Canaveral
41010	28.950	-78.470	1	US East Florida , Cape Canaveral East
41012	30.400	-80.550	1	US East Florida , St Augustine
41013	33.440	-77.740	1	US South-East Coast , Frying Pan Shoals
41025	35.010	-75.400	1	US East Coast, Diamond Shoals (Red Buoy)
41035	34.480	-77.280	1	US East Coast, Onslow Bay onshore
41036	34.210	-76.950	1	US East Coast, Onslow Bay offshore
41040	14.500	-53.020	1	Tropical Atlantic, West Atlantic
41041	14.530	-46.000	1	Tropical Atlantic, Middle Atlantic
41043	20.990	-65.010	1	South Western Atlantic
41044	21.652	-58.695	1	South Western Atlantic
41046	23.840	-70.860	1	E Bahamas
41047	27.470	-71.490	1	NE Bahamas

41048	31.978	-69.640	1	W Bermuda
41049	27.500	-63.000	1	South Western Atlantic
41053	18.476	-66.099	1	San Juan, Puerto Rico (CarlCoos)
41100	15.900	-57.900	1	French West Indies (Antilles 1)
41101	14.600	-56.200	1	French West Indies (Antilles 2)
41141	17.684	-64.635	1	Fareham, St Croix, Virgin Island (scripps 432)
41193	12.351	-72.218	1	Puerto Bolivar, Gulf of Mexico, Columbia (DIMAR buoy)
42001	25.860	-89.670	1	Mid Gulf of Mexico
42002	25.790	-93.670	1	Western Gulf of Mexico
42003	26.030	-85.890	1	East Gulf of Mexico
42012	30.065	-87.555	1	Gulf of Mexico, Orange Beach (AL)
42019	27.910	-95.360	1	Gulf of Mexico Lanelle
42020	26.950	-96.700	1	Gulf of Mexico Corpus Christi
42035	29.250	-94.410	1	Gulf of Mexico Galveston
42036	28.510	-84.510	1	Gulf of Mexico W Tampa
42039	28.800	-86.060	1	Gulf of Mexico Pensacola S
42040	29.212	-88.207	1	Gulf of Mexico Mobile S
42055	22.020	-94.050	1	Bay of Campeche
42056	19.870	-85.060	1	Yucatan Basin
42057	16.830	-81.500	1	Western Caribbean
42058	14.980	-74.990	1	Central Caribbean
42059	15.010	-67.500	1	Eastern Caribbean
42060	16.500	-63.500	1	Eastern Caribbean
42099	27.340	-84.245	1	Gulf Mexico, St Peterburg (scripps 144)
42360	26.700	-90.460	1	Gulf Mexico, BW Pioneer buoy
42369	27.189	-90.269	0	Gulf Mexico, Mad Dog platform (BP)
42376	29.108	-87.944	0	Gulf Mexico, Marlin platform (BP)
42392	27.196	-90.027	0	Gulf Mexico, Atlantis platform (BP)
42887	28.191	-88.496	0	Gulf Mexico, ThunderHorse platform (BP)
44004	38.500	-70.470	1	US North East Coast, Hotel
44005	43.190	-69.160	1	US North East Coast, Gulf of Maine
44008	40.500	-69.250	1	US North-East Coast, Nantucket
44009	38.460	-74.700	1	US North-East Coast, Delaware bay
44011	41.110	-66.580	1	US North-East Coast, Georges Bank
44014	36.610	-74.840	1	US East Coast, Virginia Beach
44017	40.700	-72.000	1	US North-East Coast, Momauk Point
44018	41.260	-69.300	1	US North-East Coast, SE Cape Cod
44024	42.310	-65.930	1	US North East Coast, Northeast Channel

44025	40.250	-73.170	1	US North East Coast, Long Island
44027	44.270	-67.310	1	US North East Coast, Jonesport
44030	43.183	-70.418	1	US North East Coast, GMOOS B0102 Western Maine Shelf
44032	43.715	-69.358	1	US North East Coast, GMOOS E0104 Central Maine Shelf
44034	44.110	-68.110	1	US North East Coast, GMOOS I0103 Eastern Maine Shelf
44037	43.484	-67.883	1	US North East Coast, GMOOS M0102 Jordan Basin
44038	43.633	-66.550	1	US North East Coast, GMOOS L0102 Scotian Shelf
44056	36.200	-75.720	1	US South East Coast, Duck FRF
44066	39.583	-72.601	1	US North East Coast, Texas #4
44097	40.981	-71.117	1	US North East Coast, Block Island RI (scripps 154)
44098	42.801	-70.169	1	US North East Coast, Jeffrey's Ledge, NH(scripps 160)
44099	36.910	-75.780	1	US South East Coast, Cape Henry (scripps 147)
44100	36.260	-75.590	1	US South East Coast, Duck FRF (scripps 430)
44137	42.270	-62.000	1	Nova Scotia, East Scotia slope
44138	44.260	-53.620	1	Newfoundland, SW Grand Bank
44139	44.250	-57.080	1	Newfoundland, Banquerau
44140	43.750	-51.750	1	Newfoundland, Tail Of The Bank
44141	43.000	-58.000	1	Nova Scotia, Laurentian Fan
44150	42.500	-64.010	1	Nova Scotia, La Have Bank
44235	47.263	-57.341	1	Newfoundland, South Ramea Island (scripps 170)
44251	46.440	-53.390	1	Newfoundland, Nickerson Bank
44255	47.280	-57.350	1	Newfoundland, NE Bugeo Bank
46001	56.300	-148.170	1	Gulf of Alaska
46002	42.580	-130.360	1	US West Coast, Oregon
46004	50.930	-136.100	1	Canada West Coast, Middle Nomad
46005	46.050	-131.020	1	US North-West Coast, W Astoria
46006	40.840	-137.490	1	US West Coast, SW Astoria
46011	34.868	-120.857	1	US South-West Coast, Santa Maria
46012	37.360	-122.880	1	US South-West Coast, Half Moon Bay
46013	38.240	-123.300	1	US South-West Coast, Bodega
46014	39.220	-123.970	1	US South-West Coast, Point Arena
46015	42.750	-124.850	1	US West Coast, Port Orford
46022	40.763	-124.577	1	US West Coast, Eel River
46026	37.760	-122.840	1	US West Coast, San Francisco
46027	41.850	-124.381	1	US West Coast, St Georges
46028	35.740	-121.890	1	US South-West Coast, Cape St Martin
46029	46.120	-124.510	1	US West Coast, Columbia River Bar
46030	40.420	-124.530	1	US West Coast, Blunt Reef

46035	57.050	-177.590	1	Bering Sea
46036	48.350	-133.940	1	Canada West Coast, South Nomad
46041	47.340	-124.750	1	US North-West Coast, Cape Elisabeth
46042	36.750	-122.420	1	US South-West Coast, Monterey
46047	32.430	-119.530	1	US South-West Coast, Tanner Banks
46050	44.610	-124.500	1	US West Coast, Yaquina Bay
46054	34.274	-120.459	1	US South-West Coast, Santa Barbara
46059	37.980	-129.950	1	US West Coast, California
46061	60.220	-146.830	1	Gulf of Alaska, S.P.WM. Sound
46062	35.100	-121.010	1	US West Coast, Pt San Luis
46063	34.280	-120.670	1	US West Coast, Pt Conception
46066	52.700	-155.000	1	Gulf of Alaska, S Aleutians
46069	33.650	-120.200	1	US West Coast, South Santa Rosa Island
46070	55.000	175.280	1	Southwest Bering Sea
46071	51.100	179.100	1	North Pacific, Western Aleutians
46072	51.630	-172.160	1	North Pacific, Central Aleutians
46073	54.991	-172.011	1	Southeast Bering Sea
46075	53.930	-160.810	1	North Pacific, Shumagin Islands
46076	59.500	-148.000	1	Gulf of Alaska, Cape Cleare
46078	56.074	-152.572	1	Gulf of Alaska, Albatross Banks
46080	58.000	-150.000	1	Gulf of Alaska, Kennedy Entrance
46082	59.690	-143.420	1	Gulf of Alaska, Cape Suckling
46083	58.250	-138.000	1	Gulf of Alaska, Fairweather Grounds
46084	56.590	-136.160	1	Gulf of Alaska, Cape Edgecumbe
46085	55.860	-142.560	1	Central Gulf of Alaska
46086	32.500	-118.000	1	US South-West Coast, San Clemente Basin
46089	45.880	-125.770	1	US West Coast, Tillamook, OR
46132	49.740	-127.930	1	Canada West Coast, South Brooks
46147	51.830	-131.220	1	Canada West Coast, South Moresby
46184	53.910	-138.850	1	Canada West Coast, North Nomad
46185	52.420	-129.810	1	Canada West Coast, South Hecate Strait
46204	51.370	-128.750	1	Canada West Coast, West Sea Otter
46205	54.160	-134.280	1	Canada West Coast, W. Dixon Entrance
46206	48.840	-126.000	1	Canada West Coast, La Perouse Bank
46207	50.870	-129.920	1	Canada West Coast, East Dellwood
46208	52.520	-132.680	1	Canada West Coast, West Moresby
46211	46.860	-124.240	1	US North-West Coast, Gays Harbor (scripps 036)
46212	40.750	-124.310	1	US West Coast, Humboldt Bay South Spit (scripps 128)

46213	40.290	-124.740	1	US South-West Coast, Cape Mendocino (scripps 094)
46214	37.950	-123.470	1	US South-West Coast, Point Reyes (scripps 029)
46218	34.450	-120.770	1	US South-West Coast, Harvest (scripps 071)
46219	33.220	-119.880	1	US South-West Coast, San Nicolas Island (scripps 067)
46227	32.630	-117.440	1	US South-West Coast, Point Loma (scripps 091)
46229	43.400	-124.650	1	US West Coast, Coos Bay (scripps 126)
46232	32.425	-117.330	1	US South West Coast, Coronado Islands MX (scripps 133)
46238	33.400	-119.470	1	US South West Coast, San Nicolas Island North (scripps 167)
46239	36.338	-122.101	1	US South West Coast, Point Sur (scripps 157)
46244	40.890	-124.360	1	US West Coast, Humboldt Bay North Spit (scripps 168)
46246	49.985	-145.089	1	US West Coast, Ocean Station PAPA (scripps 166)
48400	50.000	-145.000	1	US West Coast, Ocean Climate Station PAPA
51000	23.464	-154.000	1	Northern Hawaii
51001	23.430	-162.210	1	Hawaii North West
51002	17.150	-157.790	1	Hawaii South West
51003	19.160	-160.740	1	Hawaii West
51004	17.520	-152.380	1	Hawaii South East
51028	0.000	-153.910	1	Christmas Island DWA
51100	23.558	-153.900	1	Northern Hawaii
51101	24.321	-162.058	1	North West Hawaii
51200	21.196	-158.303	1	Hawaii Barbers Point (scripps 164)
51202	21.420	-157.600	1	Hawaii Mokapu Point (scripps 098)
52121	-12.680	141.750	1	Weipa
52200	13.540	144.790	1	Guam Ipan (scripps 131)
52201	7.092	171.395	1	Kalo,Majuro, Marshall Islands (scripps 163)
55014	-35.710	150.340	1	Bateman's Bay
55017	-28.690	153.730	1	Byron Bay
55018	-30.350	153.270	1	Coffs Harbour
55019	-31.830	152.860	1	Crowdy Head
55020	-37.290	150.180	1	Eden
55022	-34.480	151.030	1	Port Kembla
55024	-33.770	151.420	1	Sydney
55026	-42.080	145.010	1	Strahan
55028	-16.730	145.710	1	Cairns
55029	-19.160	147.060	1	Townsville
55031	-21.040	149.550	1	Mackay
55032	-21.270	149.310	1	Hay Point

55033	-23.310	151.070	1	Emu Park
55034	-27.250	153.200	1	Moreton Bay
55035	-27.490	153.630	1	Brisbane
55036	-27.960	153.440	1	Gold Coast
55037	-28.180	153.580	1	Tweed Heads
55039	-38.600	148.190	1	Kingfish B
55040	-36.070	136.620	1	Cape Du Couedic
56002	-19.590	116.140	1	North Rankin
56004	-30.290	114.910	1	Jurien
56005	-32.110	115.400	1	Rottnest Island
56006	-33.360	114.780	1	Cape Naturaliste
56007	-21.410	114.940	1	Thevenard
56008	-31.980	115.690	1	Cottesloe
56010	-34.000	121.900	1	Esperance
56011	-35.200	117.720	1	Albany
56012	-21.700	114.100	1	Exmouth
61001	43.400	7.800	1	Ligurian Sea (Cote d'Azure)
61002	42.100	4.700	1	Gulf of Lion
61004	42.930	6.210	1	CANHIS Porquerolles
61005	43.060	9.280	1	CANHIS Cap Corse
61196	41.917	3.650	0	Begur (Spain)
61197	39.700	4.417	0	Mahon (Spain)
61198	36.500	-2.333	0	Cabo Gata (Spain)
61199	36.233	-5.033	0	Alboran (Spain)
61208	37.520	12.530	1	Mazara (Italy)
61209	38.260	13.330	1	Palermo (Italy)
61211	39.450	15.920	1	Cetraro (Italy)
61212	40.620	9.890	1	Siniscola (Italy)
61213	40.550	8.110	1	Alghero (Italy)
61214	40.870	12.950	1	Ponza (Italy)
61215	40.970	17.380	1	Monopoli (Italy)
61216	42.240	11.550	1	Civitavecchia (Italy)
61217	42.410	14.540	1	Ortona (Italy)
61218	43.830	13.720	1	Ancona (Italy)
61280	40.772	1.473	0	Tarragona (Spain)
61281	39.517	0.208	0	Valencia (Spain)
61417	37.650	-0.317	0	Cabo de Palos (Spain)
61430	39.550	2.100	0	Dragonera (Spain)

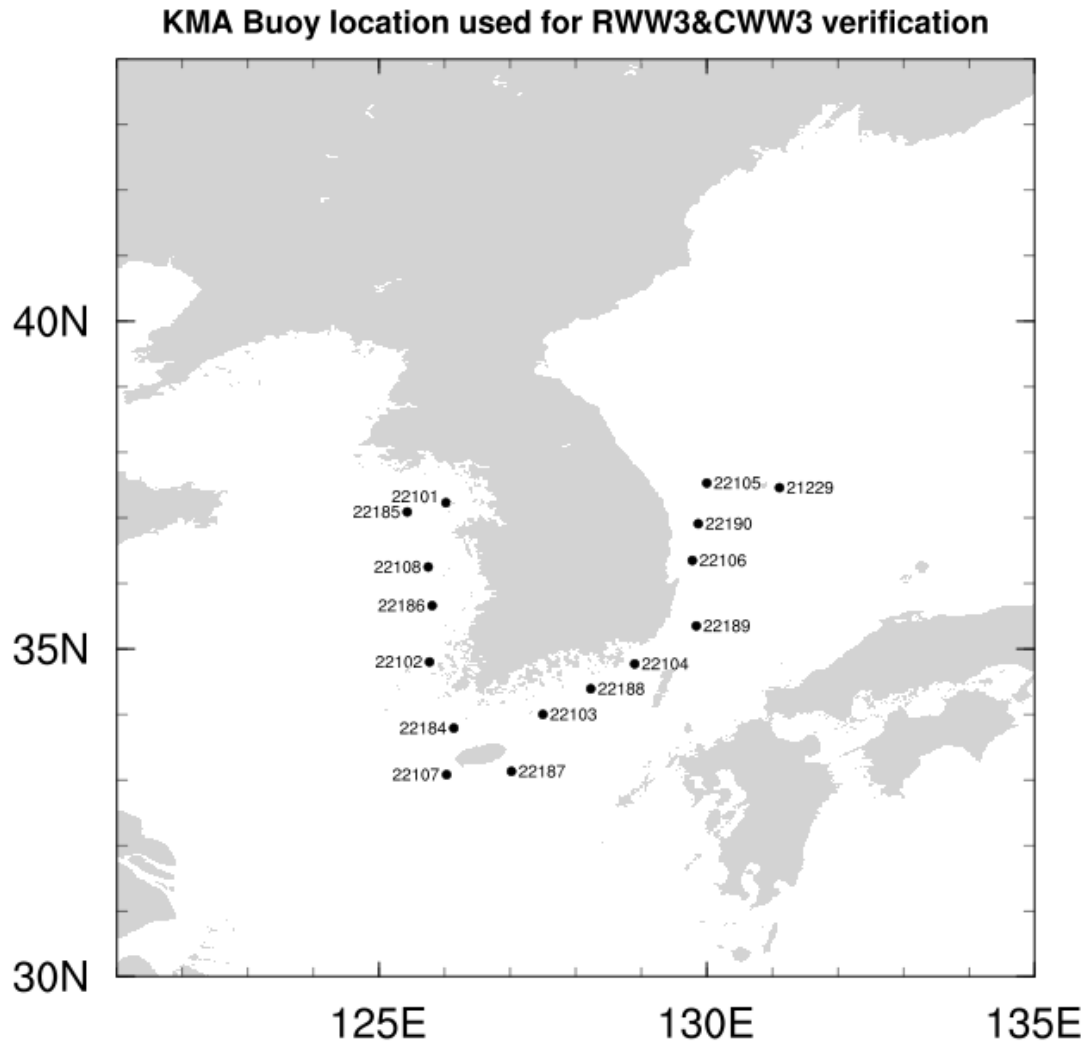
61X00	39.100	24.500	0	Skyros, North Aegean Sea (HCMR)
61X03	40.000	24.700	0	Athos, North Aegean Sea (HCMR)
61X05	37.500	25.500	0	Mykonos, Central Aegean Sea (HCMR)
61X07	35.800	24.900	0	E1M3A, North Crete (HCMR)
61X08	36.800	21.600	0	Pytos, Ionian Sea (HCMR)
61X09	38.000	20.600	0	Zakynthos, Ionian Sea (HCMR)
62001	45.200	-5.000	0	Gulf of Biscay, Gascogne
62023	51.400	-7.900	0	South Ireland, Marathon rig
62024	43.733	-3.033	0	Bilbao (Spain)
62025	43.750	-6.000	0	Cabo de Penas (Spain)
62026	55.300	1.100	0	North Sea (K17)
62029	48.700	-12.400	0	UK Celtic Sea shelf break (K1)
62042	53.057	1.111	1	North Sea, Blakeney, CEFAS
62044	51.571	1.580	1	English Channel, South Knock CEFAS
62045	56.188	-2.504	1	North Sea, Firth of Forth, CEFAS
62046	57.966	-3.332	1	North Sea, Moray Firth, CEFAS
62047	56.062	-7.056	1	UK East Atlantic, Blackstones, CEFAS
62048	57.292	-7.914	1	UK East Atlantic, West of Hebrides, CEFAS
62052	48.500	-5.800	0	CETMEF Ouessant (Brest)
62060	49.650	0.130	1	CANHIS Antifer
62064	44.650	-1.450	0	SHOM Cap Ferret
62067	46.830	-2.290	1	CANHIS Ile d'Yeu Nord
62069	48.290	-4.970	1	CANHIS Les Pierres Noires
62081	51.000	-13.300	0	UK East Atlantic (K2)
62082	44.067	-7.617	0	Estaca de Bares (Spain)
62083	43.483	-9.217	0	Villano-Sisargas (Spain)
62084	42.117	-9.400	0	Silleiro Spain)
62085	36.483	-6.967	0	Cadiz (Spain)
62090	53.100	-11.200	0	West Ireland (M1), Aran Islands
62091	53.500	-5.400	0	Irish Sea (M2), Lambay
62092	51.200	-10.400	0	South West Ireland (M3), Mizen Head
62093	55.000	-10.000	0	North West Ireland (M4), Donegal Bay
62094	51.700	-6.700	0	South Ireland (M5), South East
62095	53.060	-15.920	0	West Ireland (M6), West Coast
62103	49.900	-2.900	0	Channel light vessel
62105	55.400	-12.600	0	UK East Atlantic (K4)
62106	57.000	-9.900	0	UK North-East Atlantic (RARH)
62107	50.100	-6.100	0	Isle of Scilly (7 stones)

62108	53.500	-18.400	0	UK East Atlantic (K3)
62109	57.000	0.000	0	North Sea (K16)
62111	58.100	0.400	0	North Sea (Ivanhoe, shell UK)
62112	58.700	1.300	0	North Sea (Brae A, Marathon UK)
62116	57.700	1.400	0	North Sea (Nelson A, Shell UK)
62117	57.900	0.000	0	North Sea (Buchan A, Talisman)
62118	57.700	0.900	0	North Sea (Forties, BP UK)
62119	57.000	2.000	0	North Sea (Shearwater, Shell UK)
62125	53.800	-3.500	0	Liverpool Bay, Douglas Complex AP1
62126	53.900	-3.600	0	Liverpool Bay, Douglas Complex
62128	58.700	1.400	0	North Sea (Brae West, Marathon UK)
62132	56.400	2.000	0	North Sea (Auk Alpha, Shell UK)
62133	57.100	1.000	0	North Sea (Gannet, Shell UK)
62135	54.000	-3.800	0	Liverpool Bay, Douglas Complex
62142	53.000	2.100	0	North Sea (Leman AD1, Shell UK)
62143	57.700	1.800	0	North Sea (Everest, BP UK)
62144	53.400	1.700	0	North Sea (Clipper PT, Shell UK)
62145	53.100	2.800	0	North Sea (Sean PaPa, Shell UK)
62146	57.100	2.100	0	North Sea (Lomond, BP-Amoco)
62152	57.000	1.800	0	North Sea (Elgin, TotalFinaElf)
62162	57.400	0.500	0	North Sea (Kittiwake, Shell UK)
62163	47.500	-8.400	0	UK Celtic Sea shelf break (Brittany)
62164	57.200	0.800	0	North Sea (Anasuria, Shell UK)
62165	54.000	1.100	0	North Sea (Ravenspurn South, BP-Amoco)
62170	51.400	2.000	0	Channel (F3 light vessel)
62287	53.534	-3.352	1	Irish Sea, Liverpool Bay, CEFAS
62288	50.745	0.753	1	English Channel, Hastings, CEFAS
62289	53.531	1.053	1	North Sea, Dowsing, CEFAS
62293	54.920	-0.750	1	North Sea, Tyne and Tees, CEFAS
62301	52.400	-4.700	0	Irish Sea (Cardigan Bay)
62303	51.500	-5.100	0	Bristol Channel (Pembroke buoy)
62304	51.150	1.800	0	Channel (Sandettie light vessel)
62305	50.400	0.000	0	Channel (Greenwich light vessel)
62442	49.000	-16.400	0	UK East Atlantic (Porcupine Abyssal Plain)
62X20	54.000	-3.433	1	Irish Sea, Barrow, CEFAS
63055	60.600	1.700	0	North Sea shelf break (Dunbar, TotalFinaElf)
63056	59.500	1.600	0	North Sea shelf break (Beryl B, Exxon-Mobil)
63057	59.200	1.500	0	North Sea shelf break (Harding, BP-Amoco)

63103	61.200	1.100	0	S Norwegian Sea (North Cormorant, Shell UK)
63108	60.800	1.700	0	S Norwegian Sea (North Alwyn, Total UK)
63110	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (Beryl A, Exxon-Mobil)
63111	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (Beryl A, Exxon-Mobil)
63112	61.100	1.000	0	North Sea shelf break (Cormorant Alpha, Shell UK)
63113	61.000	1.700	0	North Sea shelf break (Brent A, Shell UK)
63115	61.600	1.300	0	North Sea shelf break (Magnus, BP-Amoco)
64045	59.100	-11.700	0	UK North-East Atlantic (K5)
64046	60.600	-4.900	0	UK North-East Atlantic (K7)
64071	68.480	-9.260	1	North East Iceland (Dreki buoy)
66021	54.880	13.870	1	Baltic Sea (Arkona Becken)
66022	54.100	14.200	1	Baltic Sea (Oder Bank)
66024	54.700	12.700	1	Baltic Sea (Darsser Schwelle)
BSH01	55.000	6.330	1	North Sea, German Bight (NSB2)
BSH02	54.160	7.890	1	North Sea, German Bight (Helgoland)
BSH03	54.000	8.120	1	North Sea, German Bight (Elbe)
BSH04	54.000	6.580	1	North Sea, German Bight (FINO 1)
BSH05	54.920	8.220	1	North Sea, German Bight (Westerland)
BSH54	54.880	13.870	1	Baltic Sea (Arkona Becken)
BSH71	54.700	12.700	1	Baltic Sea (Darsser Schwelle)
CNCAL	32.700	-16.700	0	Canical (Madeira)
FARO	36.906	-7.899	0	Faro (Portugal)
FCHAL	32.600	-16.950	0	Funchal (Madeira)
KCH10	33.030	134.120	1	Japan, off Muroto
KCH13	32.380	132.860	1	Japan, off Tosashimizu
LDWR	66.000	2.000	0	N Norwegian Sea (Mike)
LEIXS	41.315	-8.985	0	Leixoes (Portugal)
LF3F	64.300	7.800	0	N Norwegian Sea (Draugen, Norske Shell)
LF3J	61.200	2.300	0	S Norwegian Sea (Gullfaks, StatoilHydro)
LF3N	65.300	7.300	0	N Norwegian Sea (Heidrun, StatoilHydro)
LF4B	60.600	3.700	0	S Norwegian Sea (Troll A, StatoilHydro)
LF4C	58.400	1.900	0	North Sea (Sleipner, StatoilHydro)
LF4H	59.600	2.200	0	S Norwegian Sea (Heimdal, StatoilHydro)
LF5T	66.000	8.100	0	N Norwegian Sea (Norne FPS0, StatoilHydro)
LF5U	56.500	3.200	0	North Sea (Ekofisk, ConoccoPhillips)
LFB1	73.550	16.500	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy)
LFB2	74.000	30.000	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy)
LFB3	71.580	28.500	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy, Nordkyn)

AUK	56.390	2.050	0	North Sea (Auk buoy, RWS. The Netherlands)
K13	53.200	3.220	0	North Sea (K13 buoy, RWS. The Netherlands)
EURO	51.990	3.270	0	North Sea (Euro platform buoy, RWS. The Netherlands)
NZBHd	-41.402	174.847	1	Baring Head, NZ
NZBan	-43.760	173.340	1	Banks Peninsula, NZ
PRDVA	38.900	-27.000	0	Praia da Victoria (Azores)
PTDGD	37.700	-25.800	0	Ponta Delgada (Azores)
FLRES	39.360	-31.170	0	Lajes des Flores (Azores)
GRCSA	39.090	-27.960	0	Graciosa (Azores)
STMRA	36.920	-25.170	0	Vila do Porto, Santa Maria (Azores)
SINES	37.923	-8.930	0	Sines (Portugal)
TFBLK	65.600	-25.100	0	West Iceland (Blakksnes)
TFDRN	65.766	-21.122	0	North Iceland (Drangsnæs)
TFGRS	66.500	-18.200	0	North Iceland (Grimseyjarsund)
TFGRV	63.822	-22.468	0	West Iceland (Grindavík)
TFGSK	64.100	-22.900	0	West Iceland (Gardskagi)
TFHFN	64.000	-15.200	0	South Iceland (Hornafjörður)
TFKGR	65.658	-13.500	0	East Iceland (Kogur)
TFSRT	63.170	-20.353	0	South Iceland (Sur성공임계지수ey)
TFSTD	66.500	-23.400	0	North West Iceland (Straumnes)
ZSWAV	-35.000	22.200	0	SA Agulhas Bank

E.2 지역파랑모델(RWW3)과 국지연안 파랑모델(CWW3) 검증에 사용된 부이 ID 번호와 위치



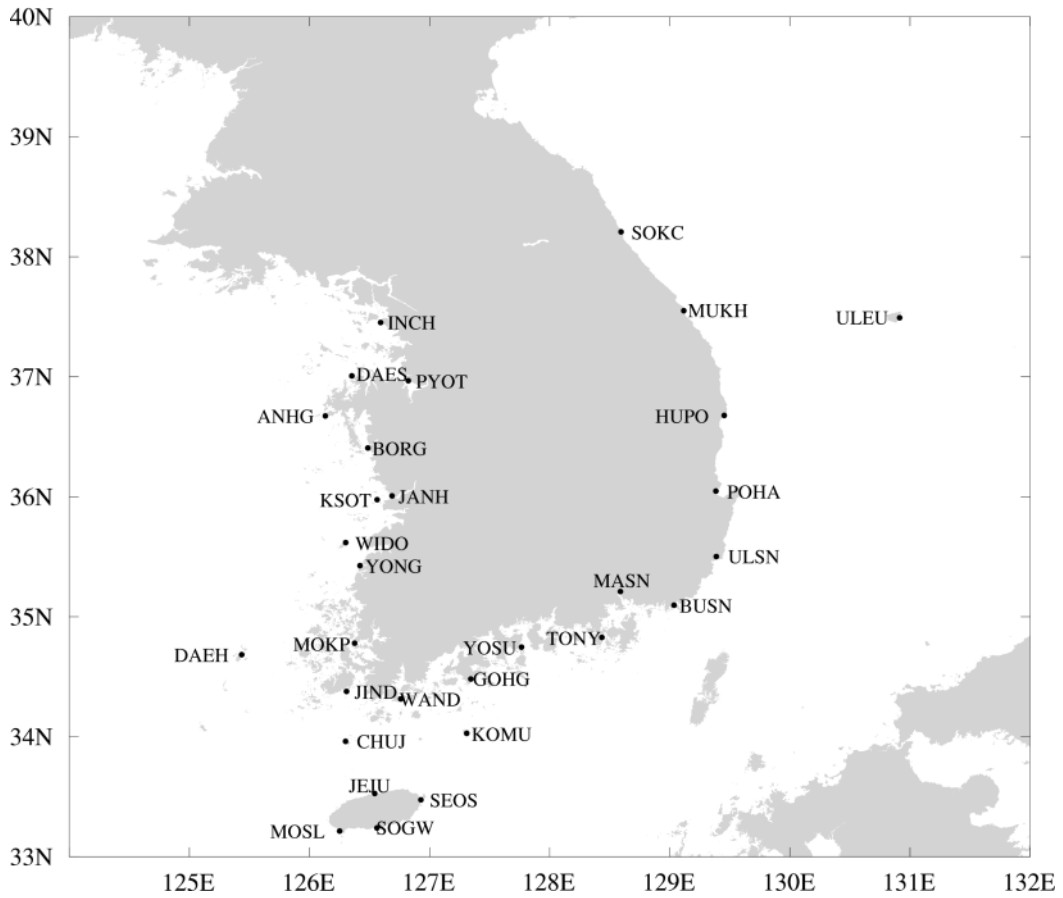
부이이름	부이 ID	위 치	수 심
덕적도	22101	37.23N, 126.02E (덕적도 서방 15km)	30 m
칠발도	22102	34.80N, 125.77E (칠발도 북서방 2km)	33 m
거문도	22103	34.00N, 127.50E (거문도 동방 14km)	80 m
거제도	22104	34.77N, 128.90E (거제도 동방 16km)	84 m
동 해	22105	37.53N, 129.92E (동해시 동방 70km)	1518 m
포 항	22106	36.35N, 129.78E (포항시 북동방 32km)	400m
마라도	22107	33.08N, 126.03E (제주도 화순 남방 24km)	110 m
외연도	22108	36.25N, 125.75E (보령 서방 70km)	45 m
울릉도	21229	37.46N, 131.11E (울릉도 도동항 동방 18.5km)	2200 m
추자도	22184	33.79N, 126.14E	85m
인 천	22185	37.09N, 125.43E	40m
부 안	22186	35.66N, 125.82E	50m
서귀포	22187	33.13N, 127.02E	105m
통 영	22188	34.39N, 128.23E	55m
울 산	22189	35.35N, 129.84E	145m
울 진	22190	36.91N, 129.87E	700m

E.3 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

검증변수	위 성	비 고
유의파고	Jason-3	1 cycle = 약 10 days

E.4 지역 폭풍해일모델(RTSM)과 국지연안 폭풍해일모델(CTSM) 검증에
 사용된 검조소 위치

KHOA point used for RTSM&CTSM verification



지점명	약자	경도	위도	해역	관할청
안흥	ANHG	126.132	36.674	서해중부	대전청
보령	BORG	126.486	36.406	서해중부	대전청
부산	BUSN	129.035	35.096	남해동부	부산청
추자도	CHUJ	126.300	33.962	제주	제주청
흑산도	DAEH	125.436	34.684	서해남부	광주청
대산	DAES	126.353	37.008	서해중부	대전청
고층	GOHG	127.343	34.481	남해서부	광주청
후포	HUPO	129.453	36.678	동해남부	대구지청
인천	INCH	126.592	37.452	서해중부	수도권청
장항	JANH	126.688	36.007	서해중부	대전청
제주	JEJU	126.543	33.528	제주	제주청
진도	JIND	126.309	34.378	남해서부	광주청
거문도	KOMU	127.309	34.028	남해서부	광주청
군산	KSOT	126.563	35.976	서해중부	전주지청
마산	MASN	128.589	35.210	남해동부	부산청
목포	MOKP	126.376	34.780	서해남부	광주청
모슬포	MOSL	126.251	33.214	제주	제주청
목호	MUKH	129.116	37.550	동해중부	강원청
포항	POHA	129.384	36.047	동해남부	대구지청
평택	PYOT	126.823	36.967	서해중부	수도권청
성산포	SEOS	126.928	33.475	제주	제주청
서귀포	SOGW	126.562	33.240	제주	제주청
속초	SOKC	128.594	38.207	동해중부	강원청
통영	TONY	128.435	34.828	남해동부	부산청
울릉도	ULEU	130.914	37.491	동해남부	대구지청
울산	ULSN	129.387	35.502	동해남부	부산청
완도	WAND	126.760	34.316	남해서부	광주청
위도	WIDO	126.302	35.618	서해중부	전주지청
영광	YONG	126.421	35.426	서해남부	광주청
여수	YOSU	127.766	34.747	남해서부	광주청

E.5 수치예측시스템(파랑 모델) 성능분석 결과

E.5.1 부이 검증

E.5.1.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 부이 검증

표 E.5.1 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +00H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제곱 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차(m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차(m)	C.C	entries	
Jan.	0.024	0.567	0.947	8546	0.002	0.480	0.943	7693	0.087
Feb.	0.017	0.518	0.941	7638	0.008	0.493	0.938	7709	0.025
Mar.	0.043	0.512	0.928	8715	0.060	0.426	0.948	6902	0.086
Apr.	0.046	0.407	0.933	8238	0.085	0.379	0.938	6695	0.028
May.	0.062	0.339	0.921	8654	0.033	0.306	0.935	6682	0.033
Jun.	0.027	0.307	0.924	8145	0.050	0.265	0.921	6507	0.042
Jul.	0.069	0.312	0.919	8500	0.059	0.434	0.847	7926	-0.122
Aug.	0.043	0.322	0.914	8555	0.073	0.330	0.918	8606	-0.008
Sep.	0.078	0.397	0.925	8396	0.093	0.403	0.932	8767	-0.006
Oct.	0.055	0.435	0.939	8667	0.056	0.421	0.944	8690	0.014
Nov.	0.035	0.443	0.942	8664	0.076	0.461	0.941	8541	-0.018
Dec.	0.004	0.514	0.952	8803	0.072	0.493	0.947	10030	0.021
Ave.	0.042	0.423	0.932	8460	0.056	0.408	0.929	7896	0.015

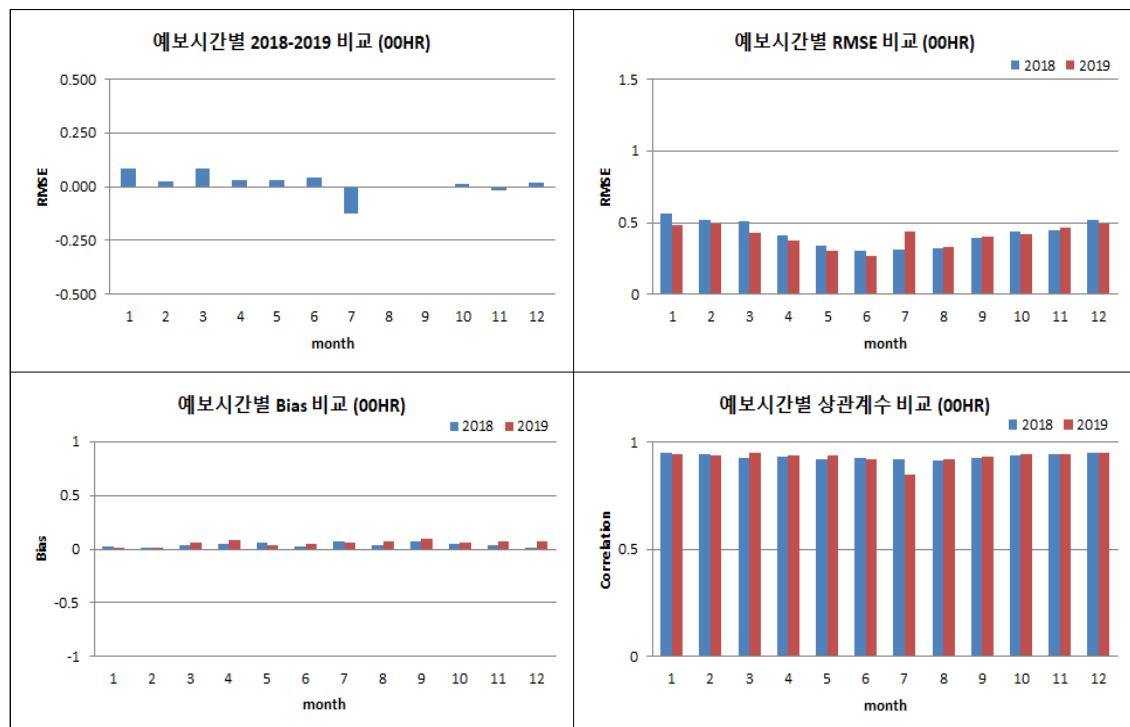


그림 E.5.1 GWW3 +00H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 E.5.2 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수 +24H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제공근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.036	0.588	0.943	8546	0.006	0.495	0.940	7693	0.093
Feb.	0.027	0.538	0.936	7638	0.017	0.504	0.936	7709	0.034
Mar.	0.052	0.618	0.921	8715	0.075	0.442	0.946	6902	0.176
Apr.	0.063	0.423	0.924	8238	0.103	0.395	0.935	6695	0.028
May.	0.074	0.349	0.913	8654	0.048	0.313	0.933	6682	0.036
Jun.	0.039	0.320	0.922	8145	0.064	0.275	0.919	6507	0.045
Jul.	0.081	0.322	0.914	8500	0.071	0.443	0.843	7926	-0.121
Aug.	0.056	0.335	0.911	8555	0.082	0.341	0.914	8606	-0.006
Sep.	0.095	0.408	0.921	8396	0.106	0.414	0.930	8767	-0.006
Oct.	0.065	0.448	0.936	8667	0.070	0.436	0.942	8690	0.012
Nov.	0.037	0.484	0.938	8664	0.086	0.475	0.938	8541	0.009
Dec.	0.011	0.529	0.950	8803	0.078	0.504	0.945	10030	0.025
Ave.	0.053	0.447	0.928	8460	0.067	0.420	0.927	7896	0.027

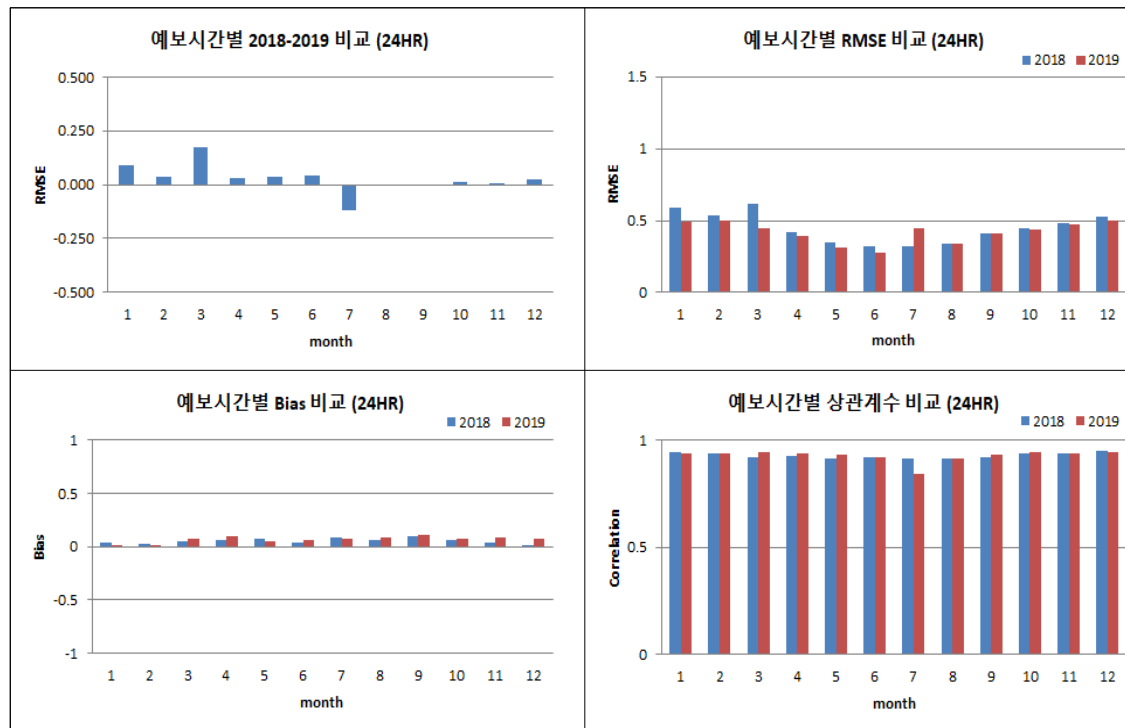


그림 E.5.2 GWW3 +24H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수

표 E.5.3 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +48H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제곱근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.056	0.588	0.921	8546	0.004	0.540	0.928	7693	0.048
Feb.	0.064	0.538	0.915	7638	0.031	0.535	0.929	7709	0.003
Mar.	0.068	0.618	0.891	8715	0.072	0.480	0.935	6902	0.138
Apr.	0.083	0.423	0.902	8238	0.129	0.433	0.924	6695	-0.010
May.	0.089	0.349	0.889	8654	0.069	0.339	0.923	6682	0.010
Jun.	0.058	0.320	0.904	8145	0.090	0.316	0.899	6507	0.004
Jul.	0.095	0.322	0.897	8500	0.079	0.465	0.826	7926	-0.143
Aug.	0.072	0.335	0.897	8555	0.087	0.372	0.895	8606	-0.037
Sep.	0.102	0.408	0.906	8396	0.116	0.441	0.921	8767	-0.033
Oct.	0.061	0.448	0.926	8667	0.088	0.489	0.928	8690	-0.041
Nov.	0.039	0.484	0.927	8664	0.104	0.536	0.923	8541	-0.052
Dec.	0.019	0.529	0.935	8803	0.091	0.551	0.936	10030	-0.022
Ave.	0.067	0.447	0.909	8460	0.080	0.458	0.914	7896	-0.011

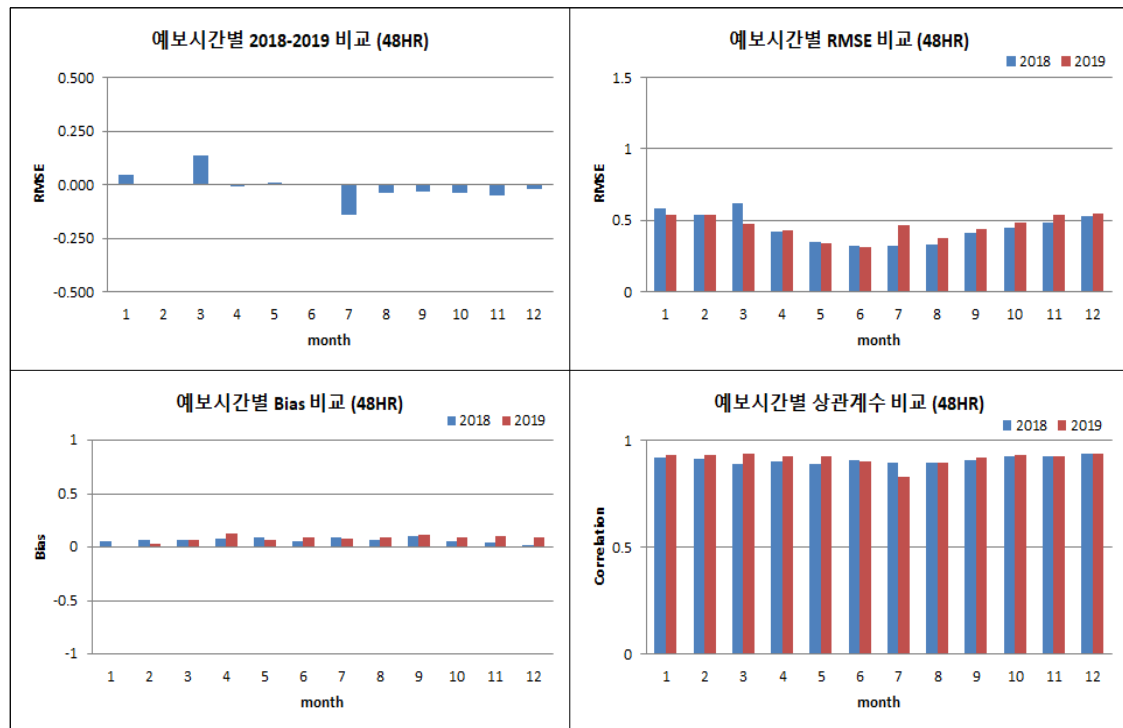


그림 E.5.3 GWW3 +48H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 E.5.4 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +72H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제곱근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.081	0.715	0.908	8546	0.004	0.618	0.905	7693	0.097
Feb.	0.063	0.644	0.885	7638	0.039	0.594	0.911	7709	0.050
Mar.	0.059	0.822	0.857	8715	0.058	0.559	0.911	6902	0.263
Apr.	0.095	0.507	0.868	8238	0.134	0.472	0.910	6695	0.035
May.	0.094	0.428	0.849	8654	0.064	0.395	0.893	6682	0.033
Jun.	0.068	0.412	0.871	8145	0.089	0.359	0.865	6507	0.053
Jul.	0.102	0.404	0.871	8500	0.083	0.490	0.809	7926	-0.086
Aug.	0.078	0.430	0.861	8555	0.095	0.405	0.875	8606	0.025
Sep.	0.101	0.490	0.882	8396	0.128	0.502	0.898	8767	-0.012
Oct.	0.071	0.575	0.905	8667	0.100	0.563	0.906	8690	0.012
Nov.	0.045	0.656	0.906	8664	0.092	0.600	0.900	8541	0.056
Dec.	0.022	0.656	0.906	8803	0.095	0.624	0.918	10030	0.032
Ave.	0.073	0.562	0.881	8460	0.082	0.515	0.892	7896	0.047

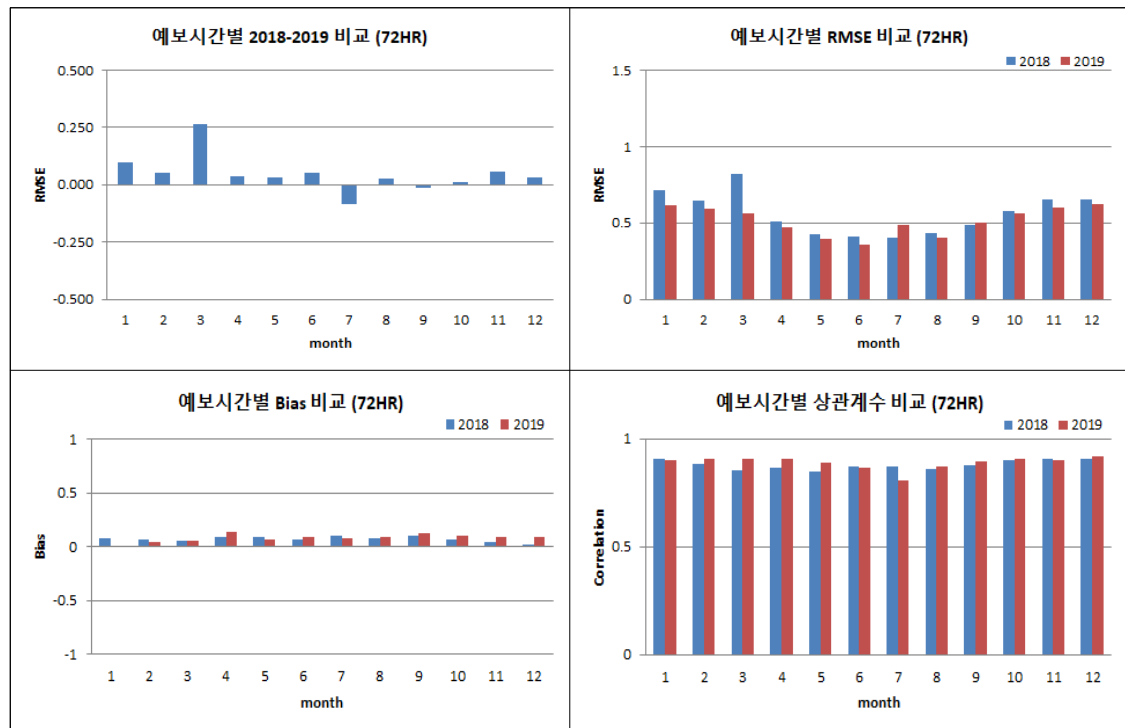


그림 E.5.4 GWW3 +72H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 E.5.5 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수 +96H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제공근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.130	0.858	0.874	8546	-0.004	0.759	0.856	7693	0.099
Feb.	0.049	0.725	0.839	7638	0.039	0.708	0.876	7709	0.017
Mar.	0.070	0.982	0.816	8715	0.068	0.683	0.870	6902	0.299
Apr.	0.068	0.586	0.835	8238	0.114	0.537	0.877	6695	0.049
May.	0.092	0.496	0.799	8654	0.063	0.460	0.852	6682	0.036
Jun.	0.065	0.489	0.828	8145	0.078	0.404	0.822	6507	0.085
Jul.	0.090	0.466	0.817	8500	0.086	0.526	0.777	7926	-0.060
Aug.	0.079	0.473	0.798	8555	0.086	0.462	0.831	8606	0.011
Sep.	0.093	0.569	0.834	8396	0.130	0.598	0.848	8767	-0.029
Oct.	0.099	0.683	0.859	8667	0.099	0.649	0.872	8690	0.034
Nov.	0.031	0.805	0.870	8664	0.105	0.683	0.870	8541	0.122
Dec.	0.020	0.748	0.879	8803	0.100	0.725	0.890	10030	0.023
Ave.	0.074	0.657	0.837	8460	0.080	0.600	0.853	7896	0.057

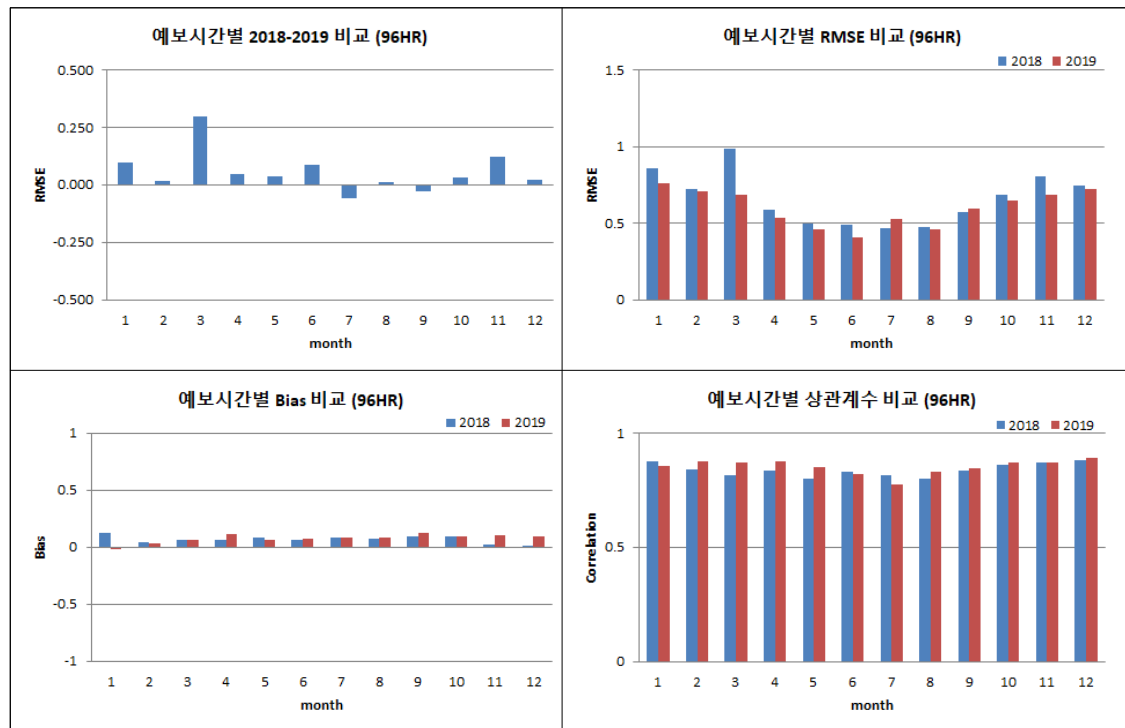


그림 E.5.5 GWW3 +96H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수

표 E.5.6 GWW3 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +120H 비교

month	2018년				2019년				2018-2019 (평균제곱근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.124	0.977	0.822	8546	-0.001	0.886	0.801	7693	0.091
Feb.	0.100	0.854	0.777	7638	0.007	0.787	0.843	7709	0.067
Mar.	0.043	1.085	0.754	8715	0.068	0.764	0.836	6902	0.321
Apr.	0.057	0.657	0.786	8238	0.101	0.624	0.825	6695	0.033
May.	0.089	0.559	0.737	8654	0.056	0.554	0.780	6682	0.005
Jun.	0.051	0.553	0.761	8145	0.084	0.477	0.754	6507	0.076
Jul.	0.084	0.544	0.761	8500	0.089	0.597	0.712	7926	-0.053
Aug.	0.115	0.586	0.704	8555	0.096	0.568	0.755	8606	0.018
Sep.	0.067	0.686	0.791	8396	0.132	0.706	0.784	8767	-0.020
Oct.	0.159	0.803	0.760	8667	0.111	0.752	0.829	8690	0.051
Nov.	0.015	0.935	0.776	8664	0.102	0.812	0.812	8541	0.123
Dec.	-0.001	0.847	0.819	8803	0.085	0.819	0.852	10030	0.028
Ave.	0.075	0.757	0.771	8460	0.078	0.696	0.799	7896	0.062

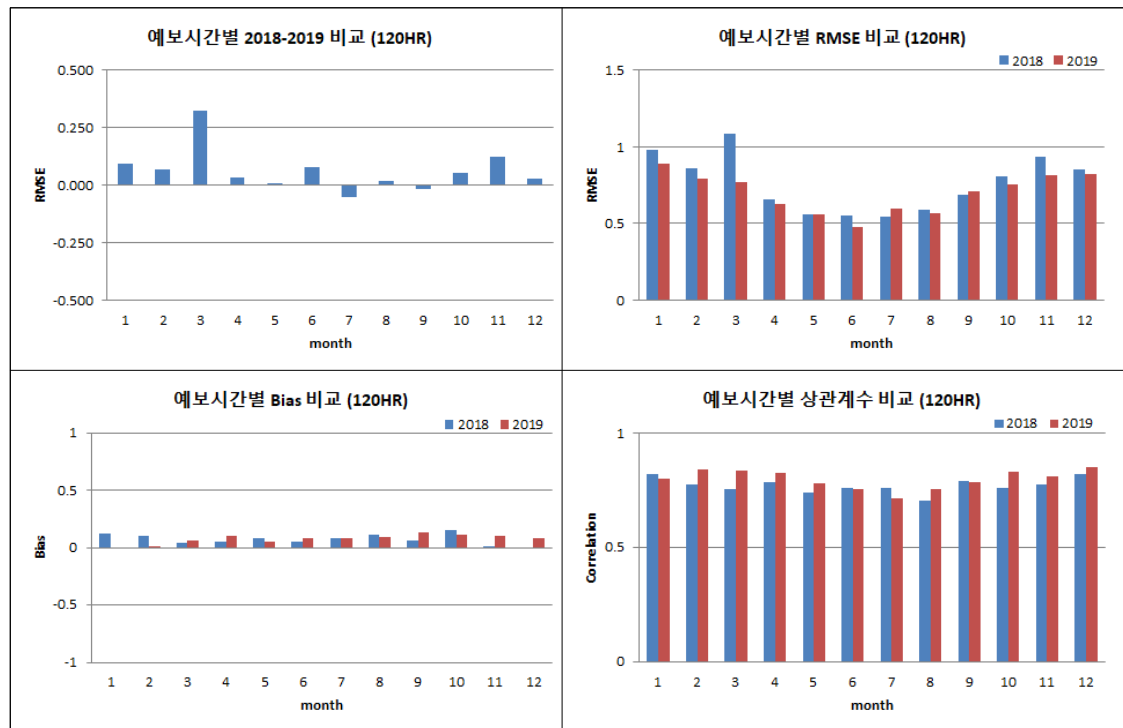


그림 E.5.6 GWW3 +120H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

E.5.1.2 지역/국지연안 파랑모델 (RWW3/CWW3) 부이 검증

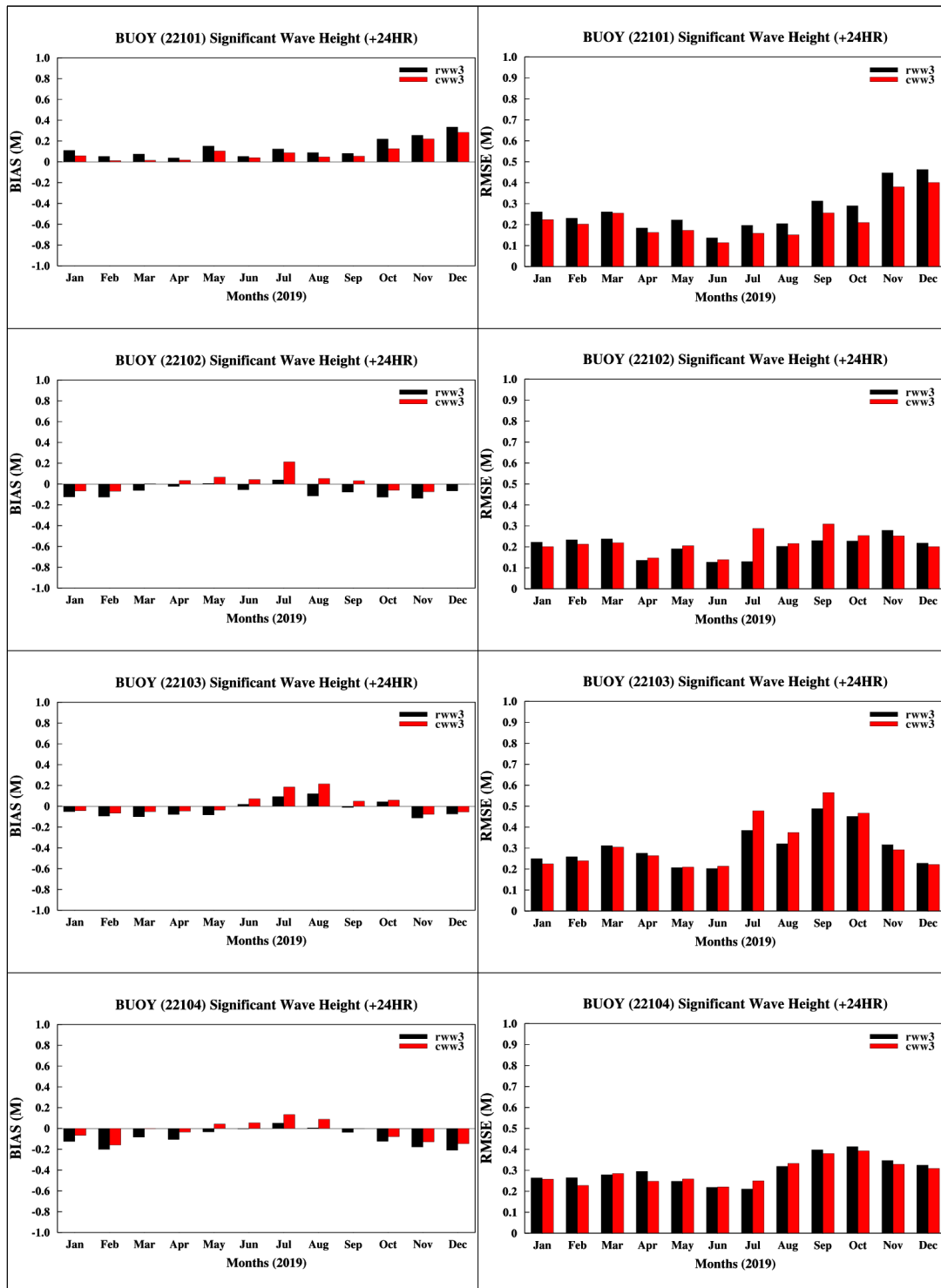


그림 E.5.7 4개 부이관측지점(22101~22104)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

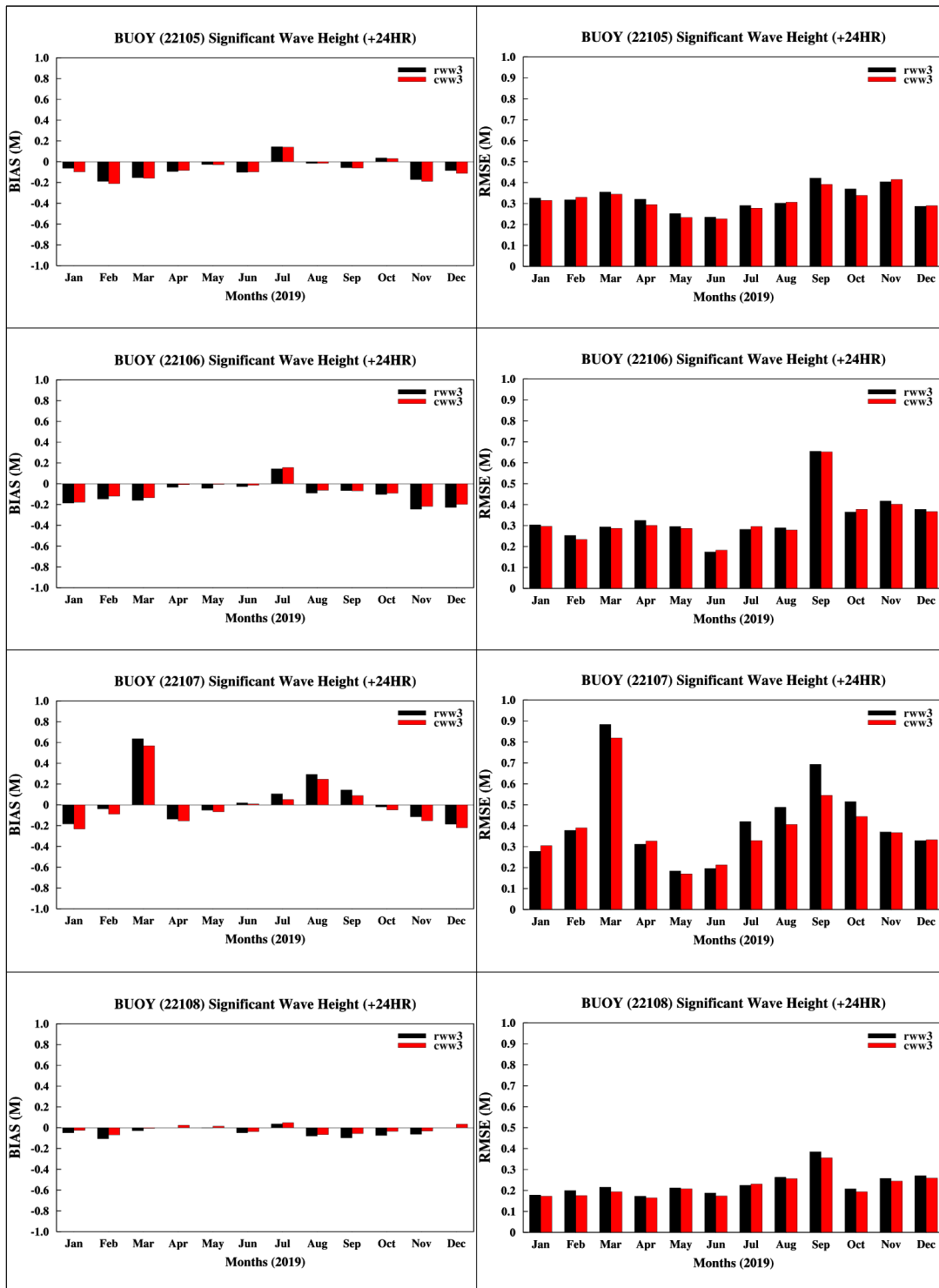


그림 E.5.8 4개 부이관측지점(22105~22108)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

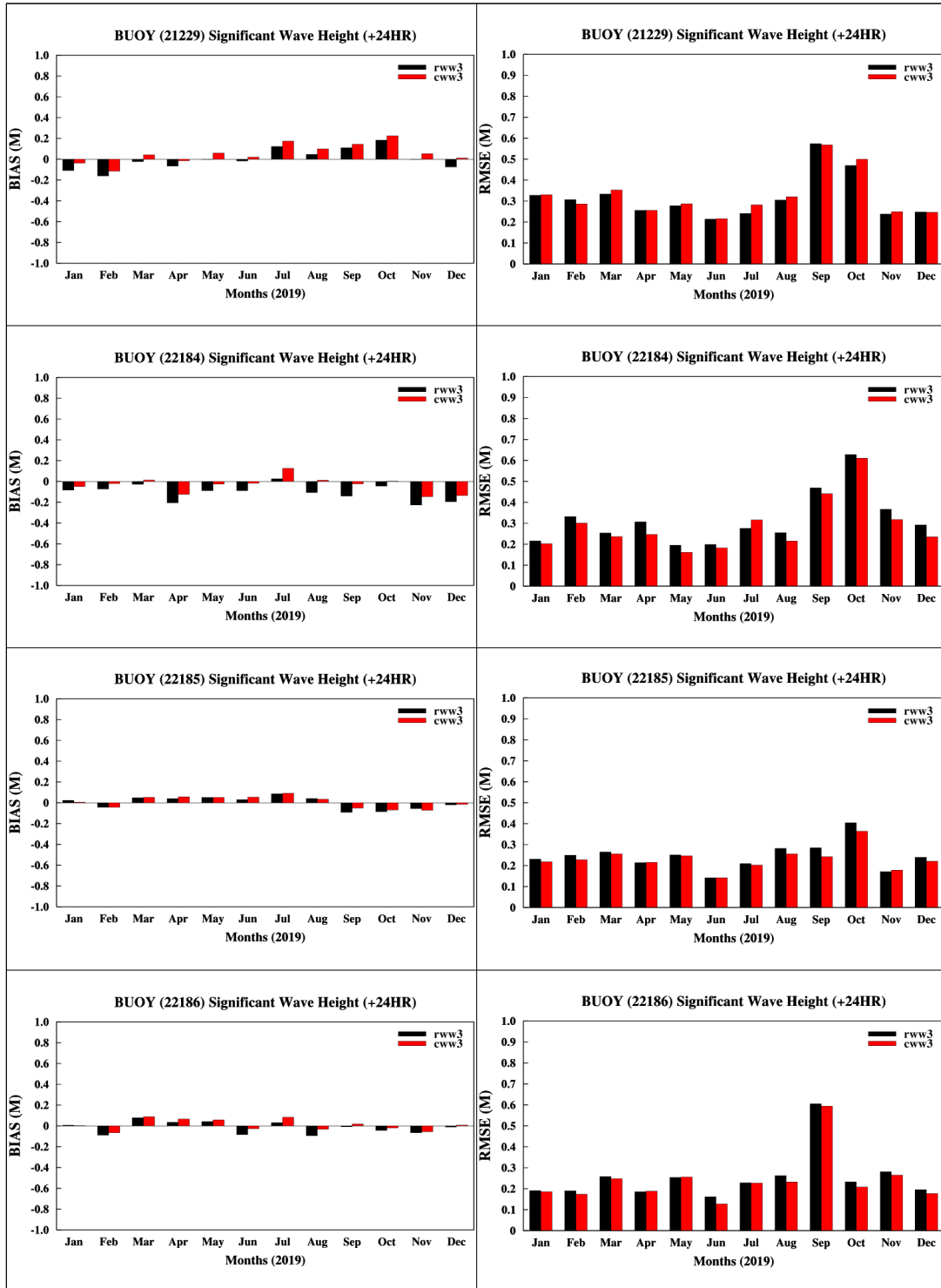


그림 E.5.9 4개 부이관측지점(21229, 22184~22186)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

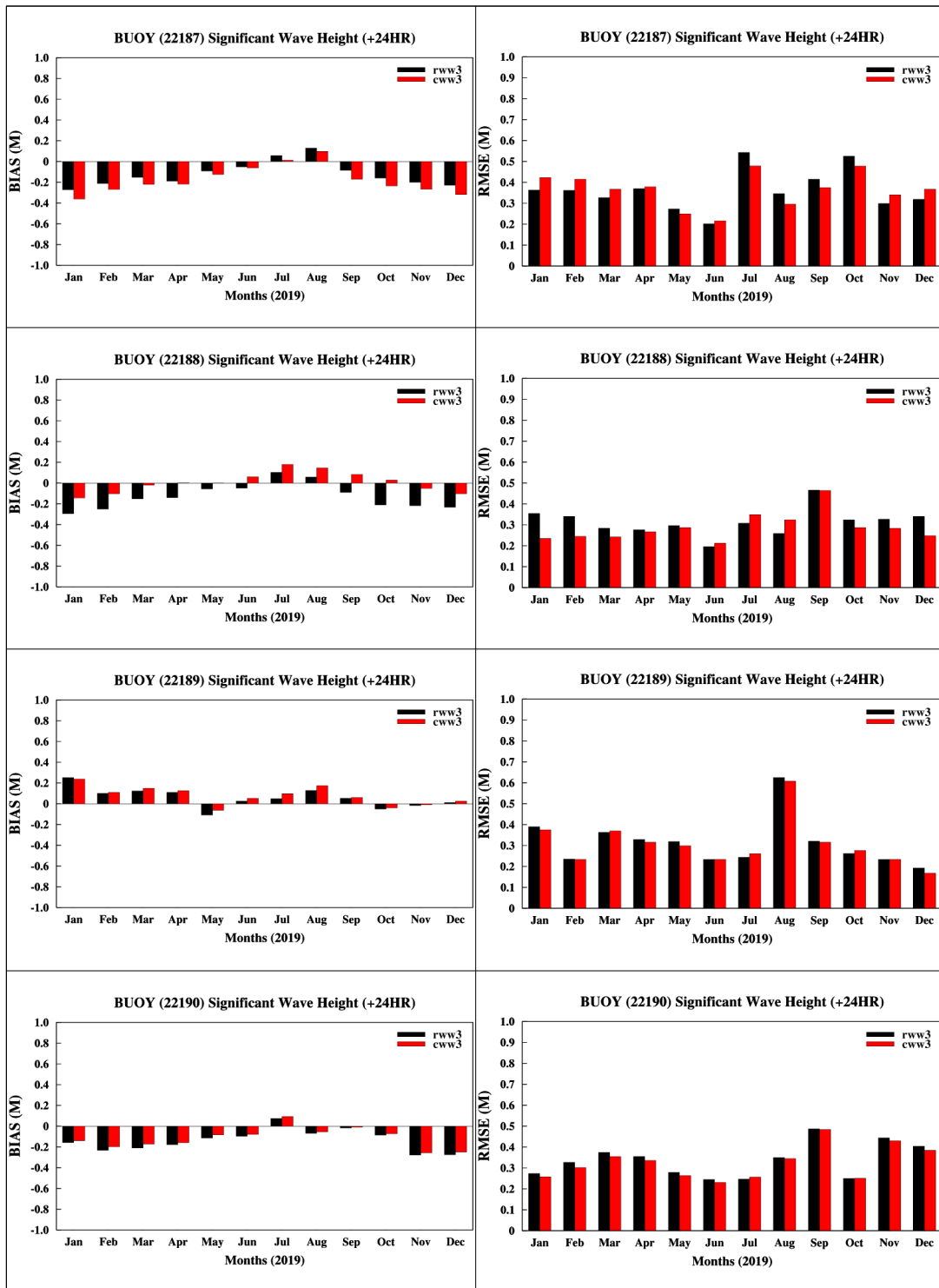


그림 E.5.10 4개 부이관측지점(22187~22190)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

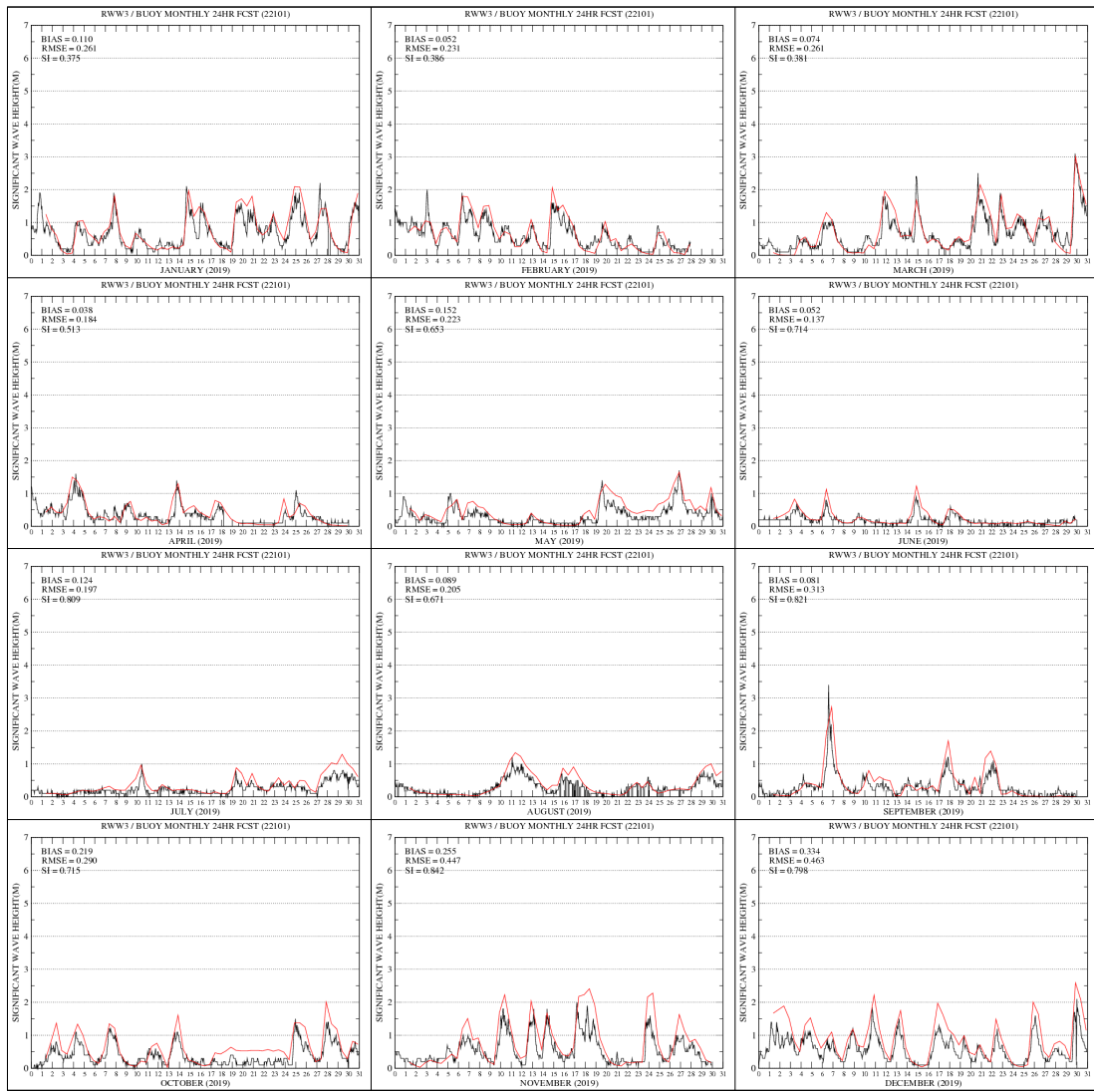


그림 E.5.11 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

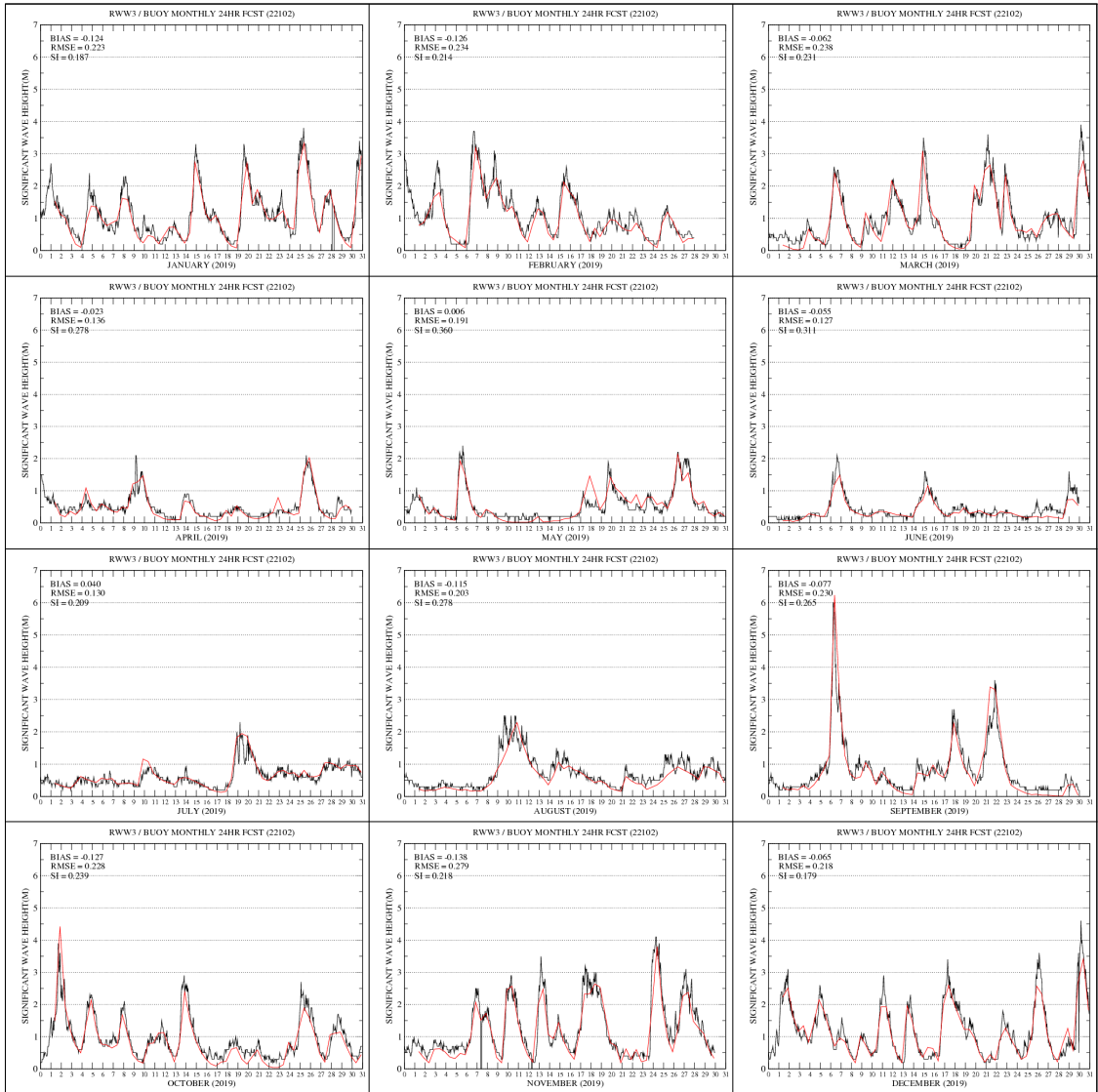


그림 E.5.12 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

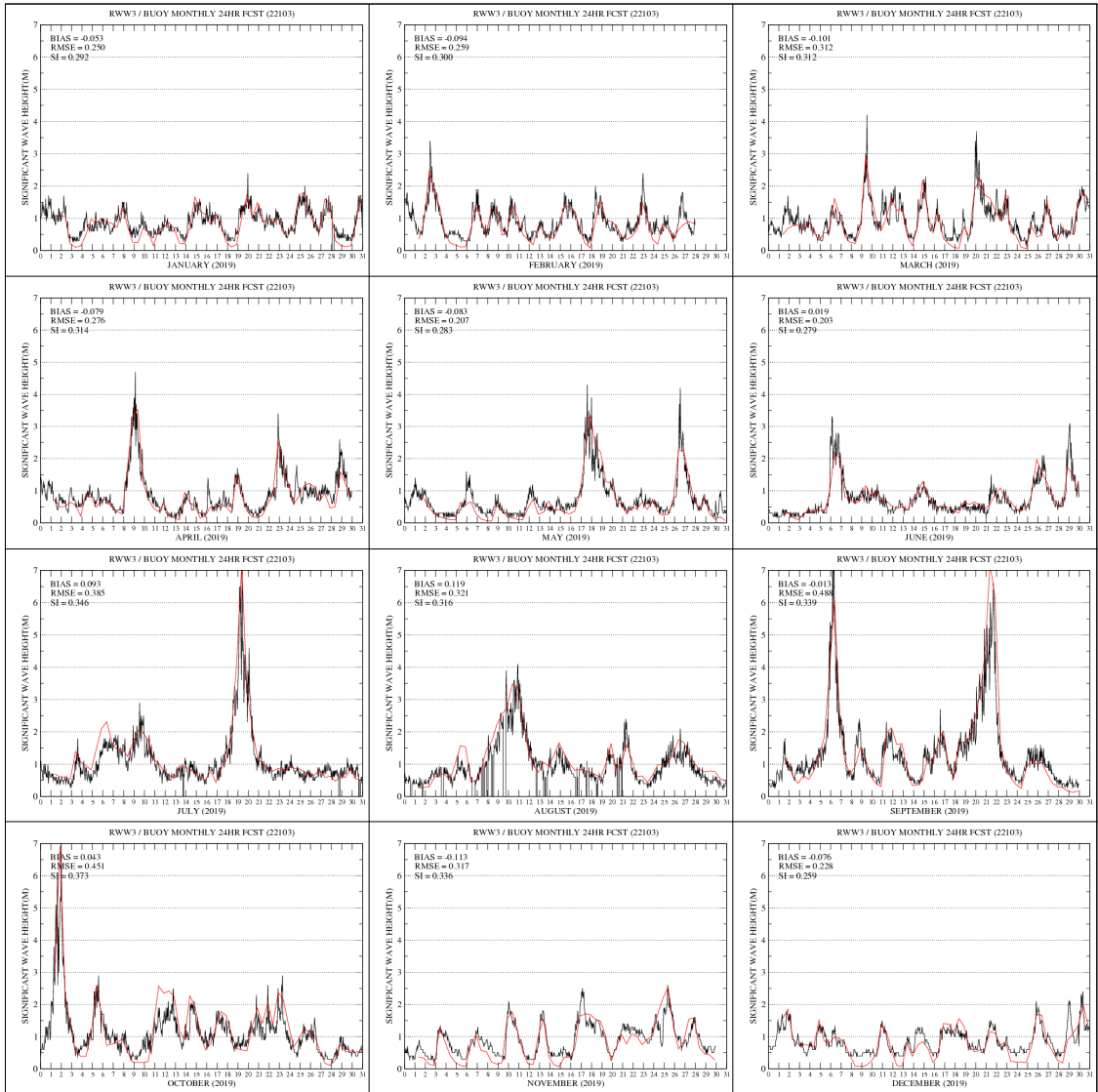


그림 E.5.13 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

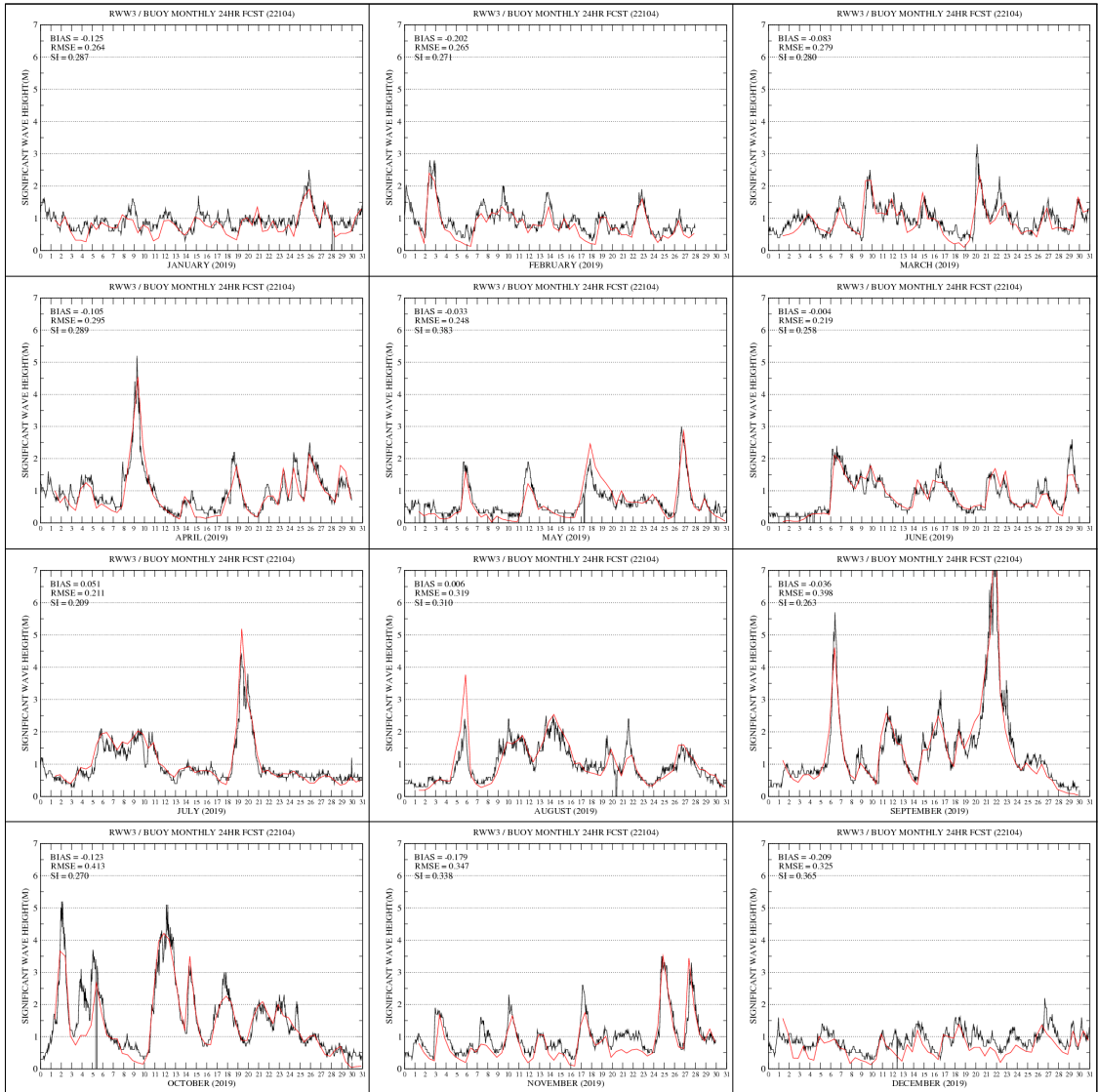


그림 E.5.14 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

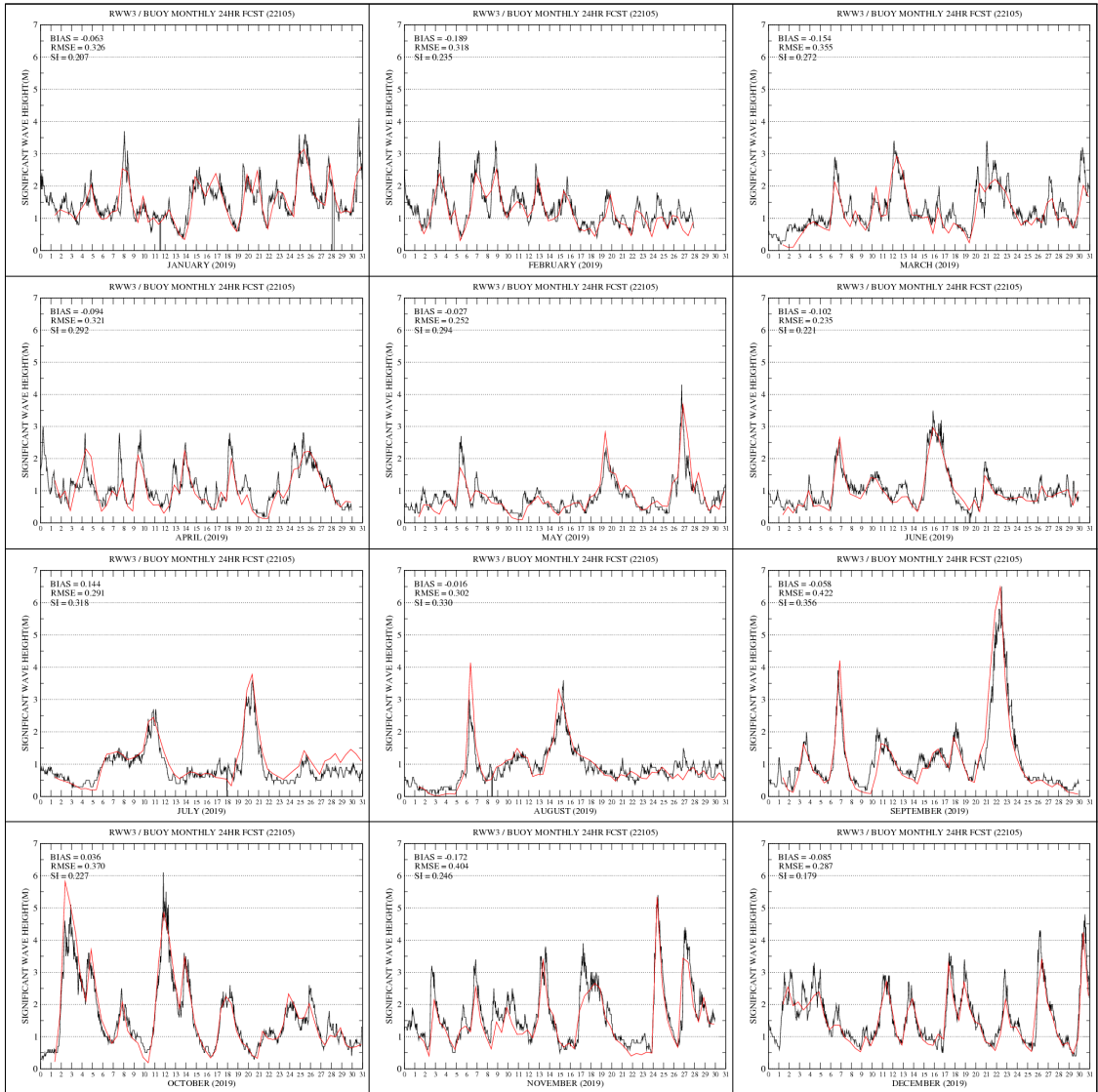


그림 E.5.15 동해 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

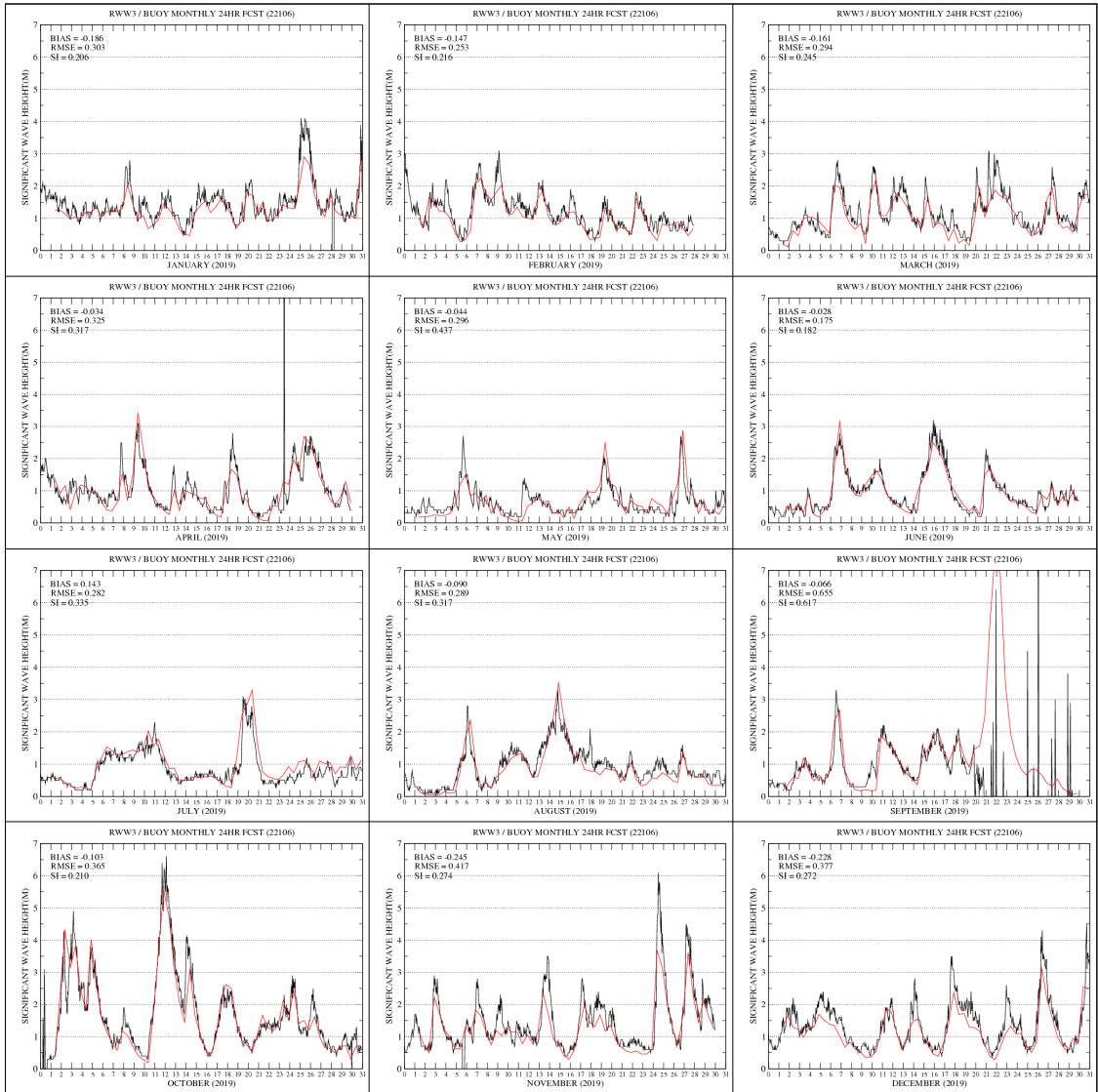


그림 E.5.16 포항 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

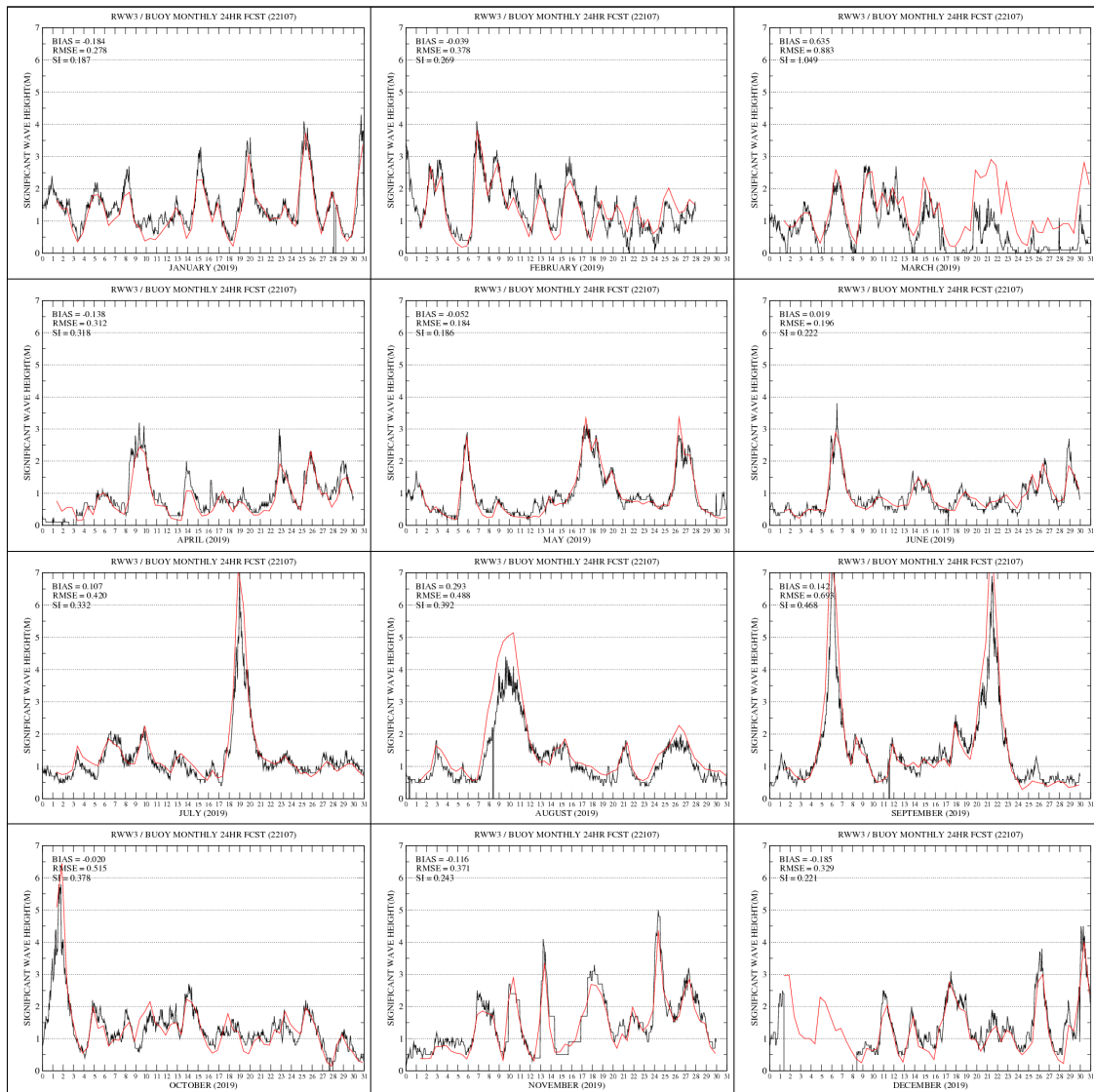


그림 E.5.17 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

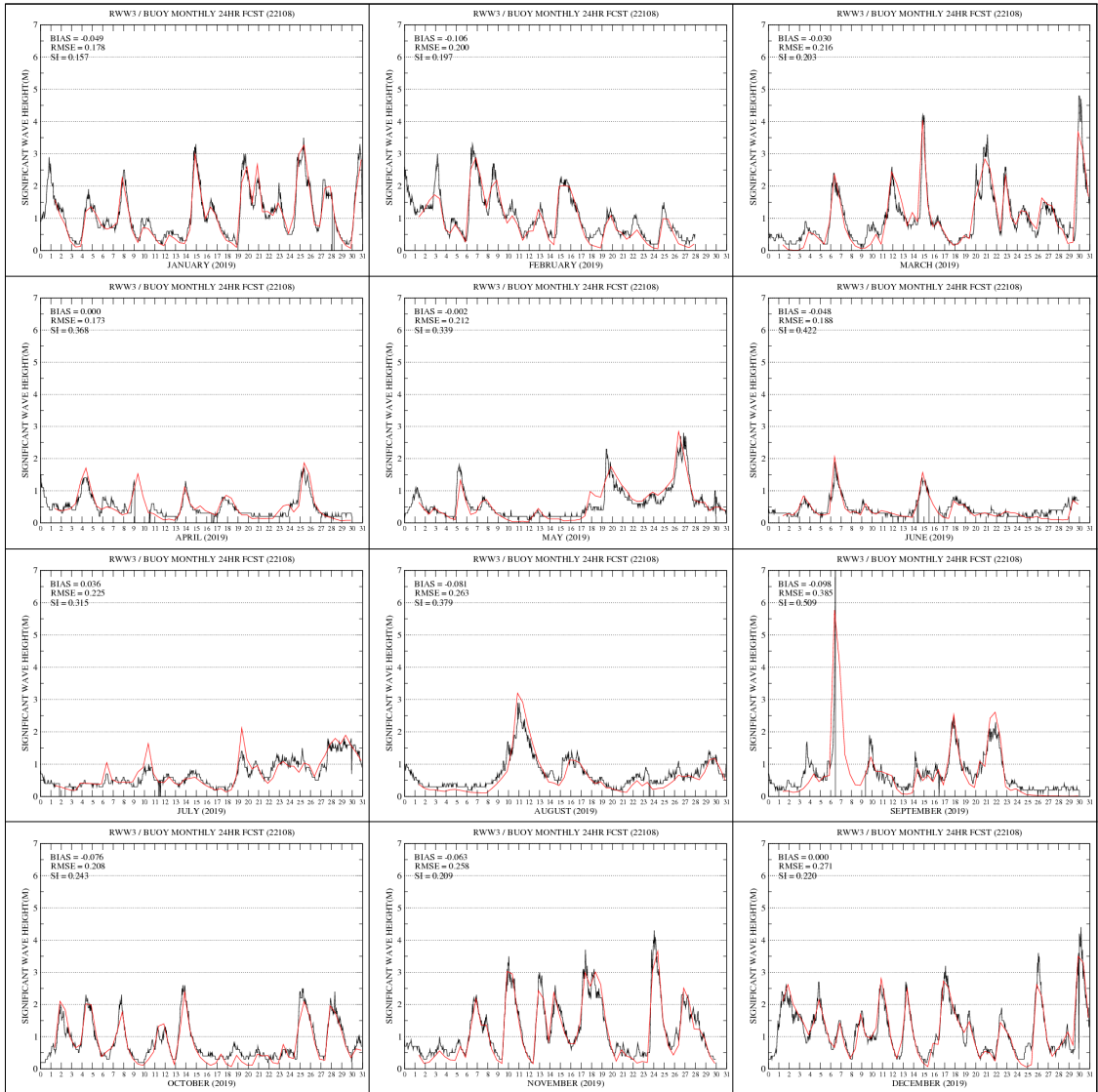


그림 E.5.18 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

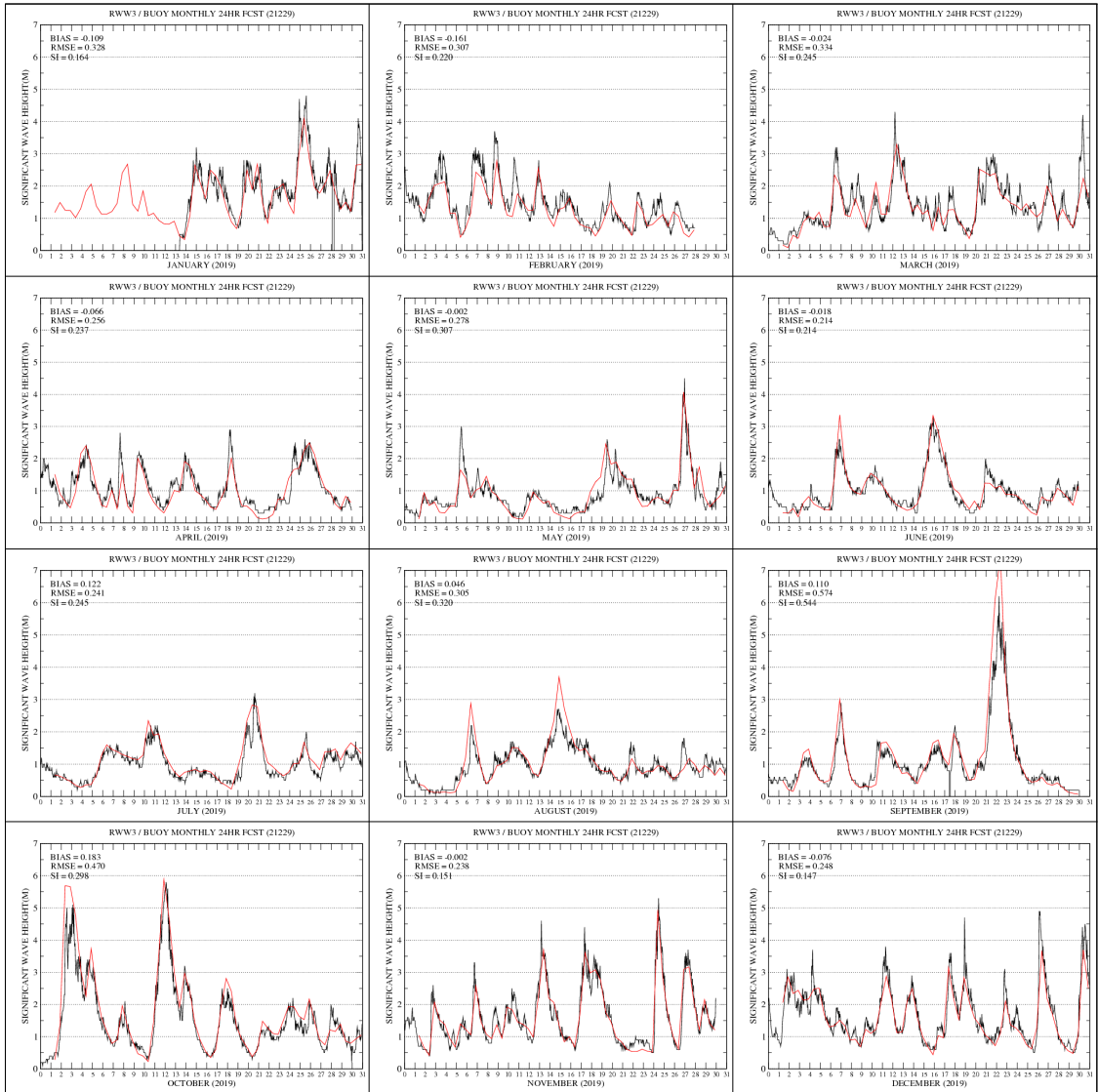


그림 E.5.19 울릉도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

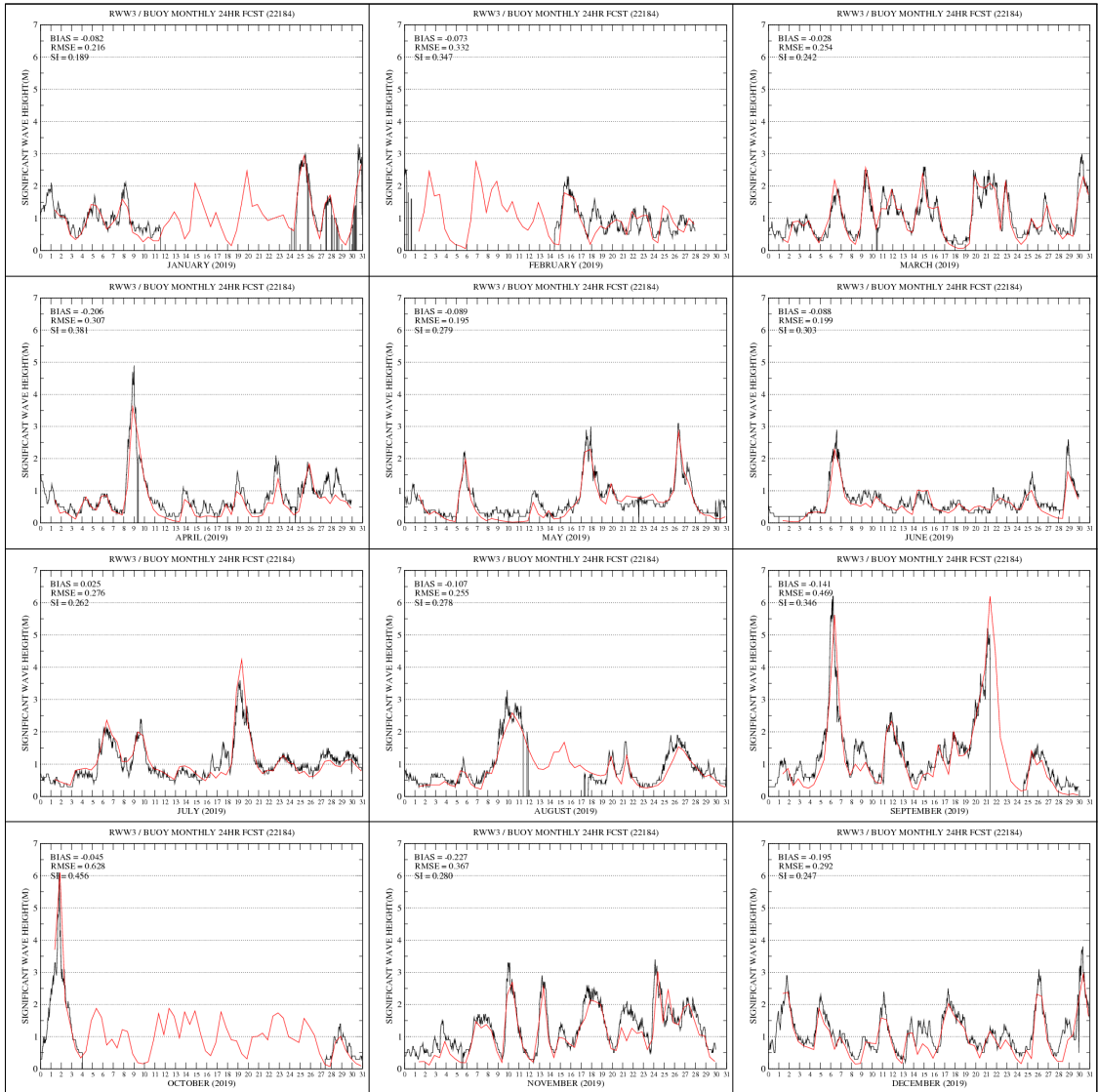


그림 E.5.20 추자도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

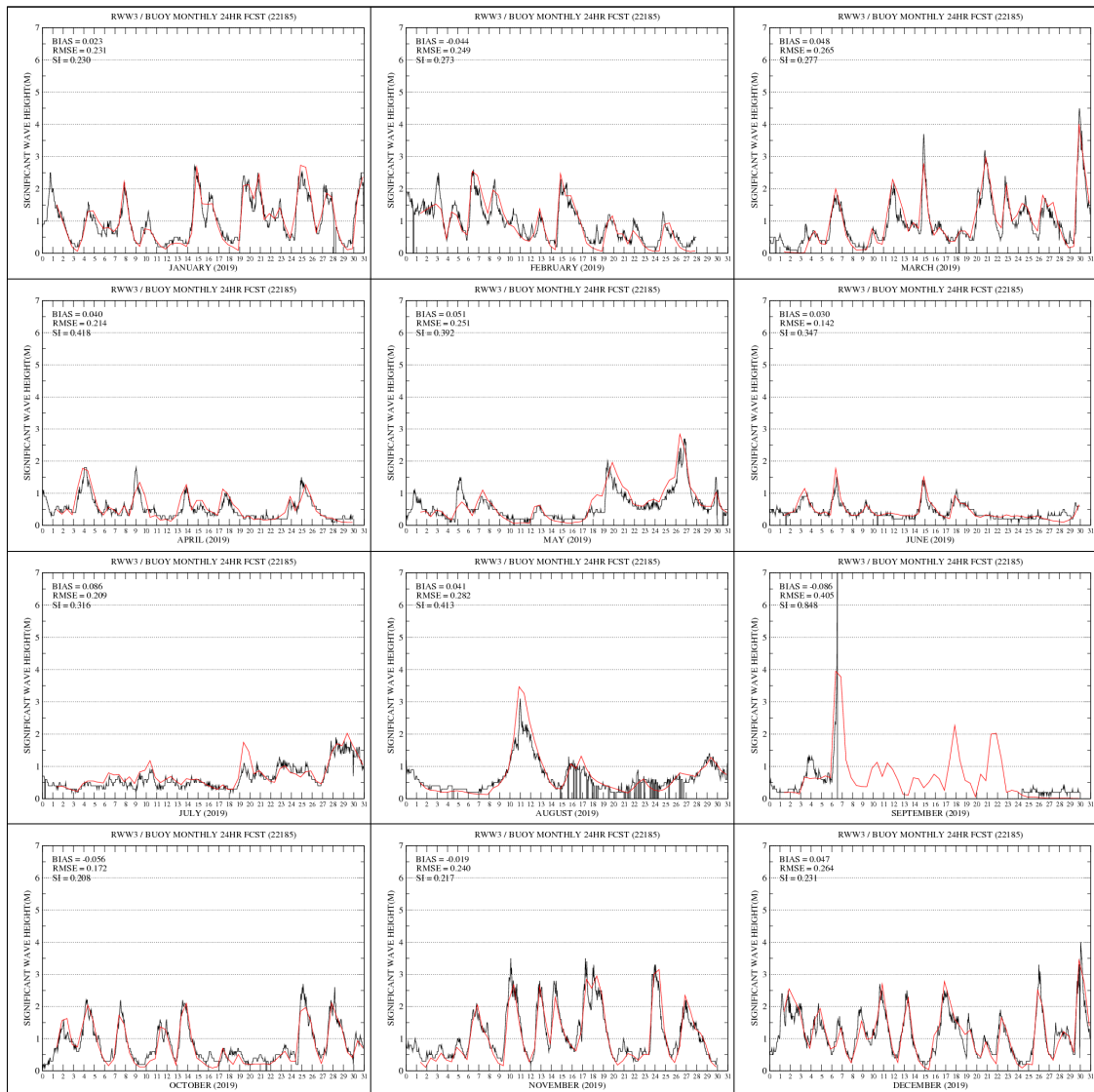


그림 E.5.21 인천 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

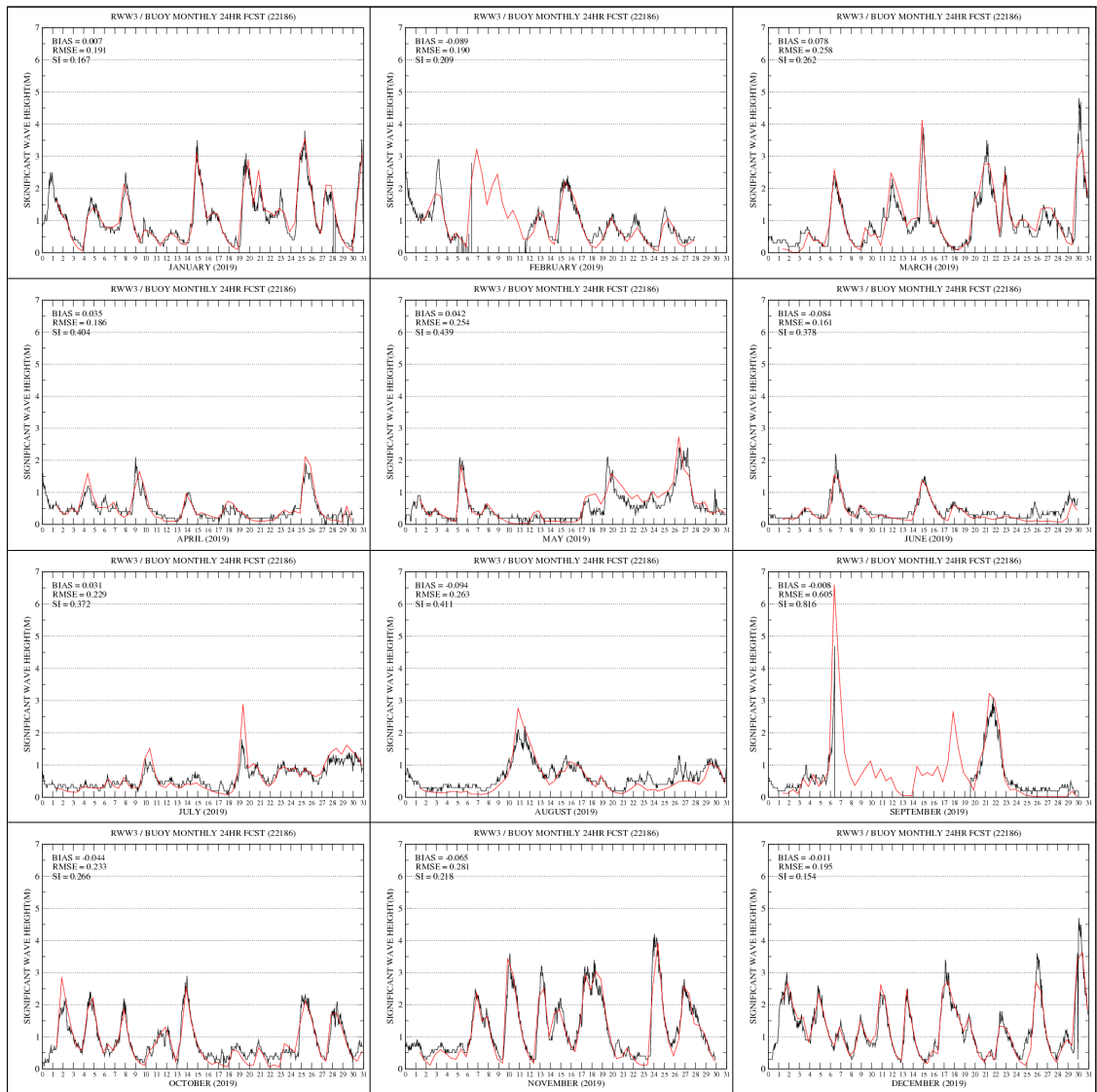


그림 E.5.22 부안 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

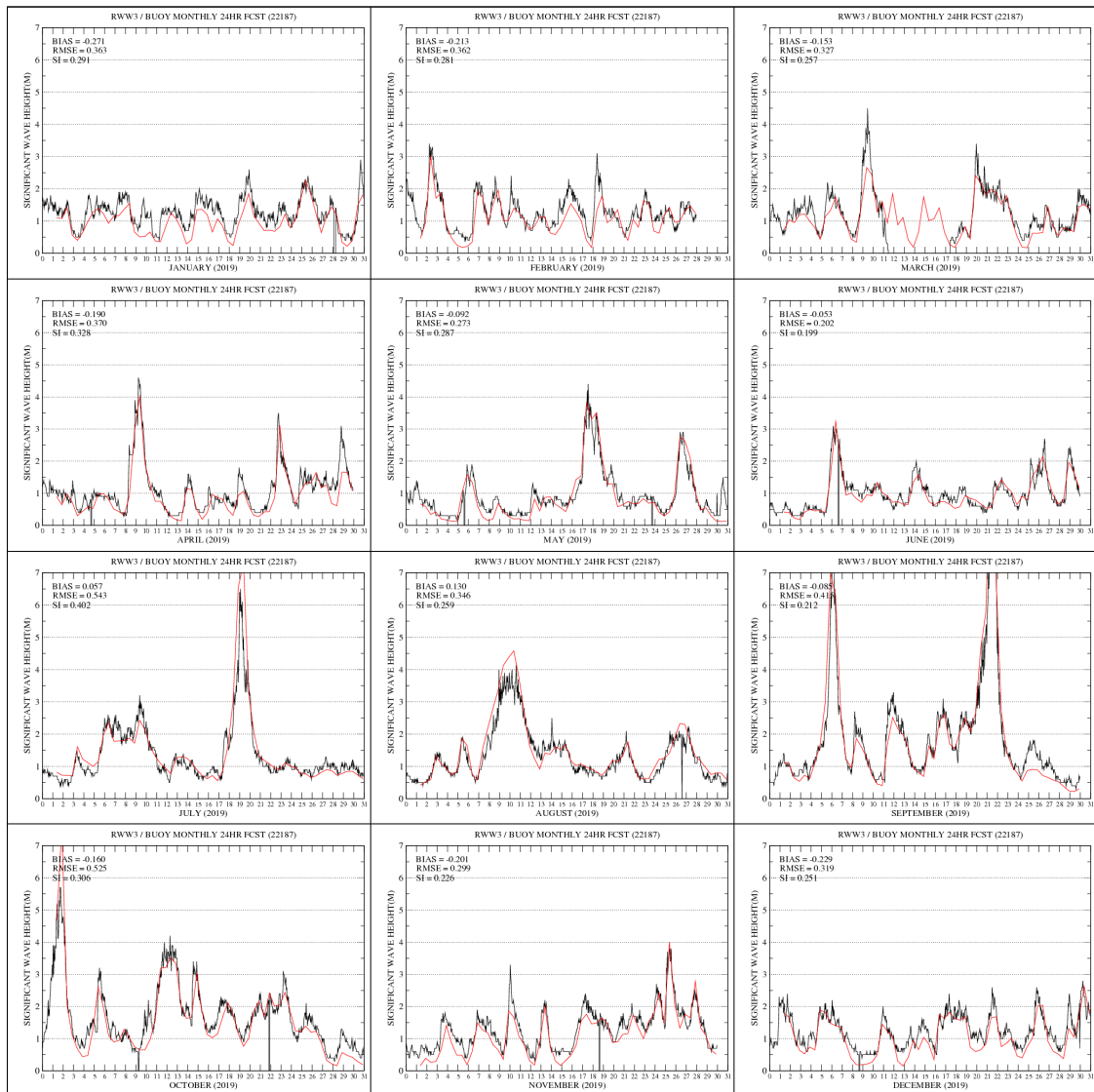


그림 E.5.23 서귀포 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

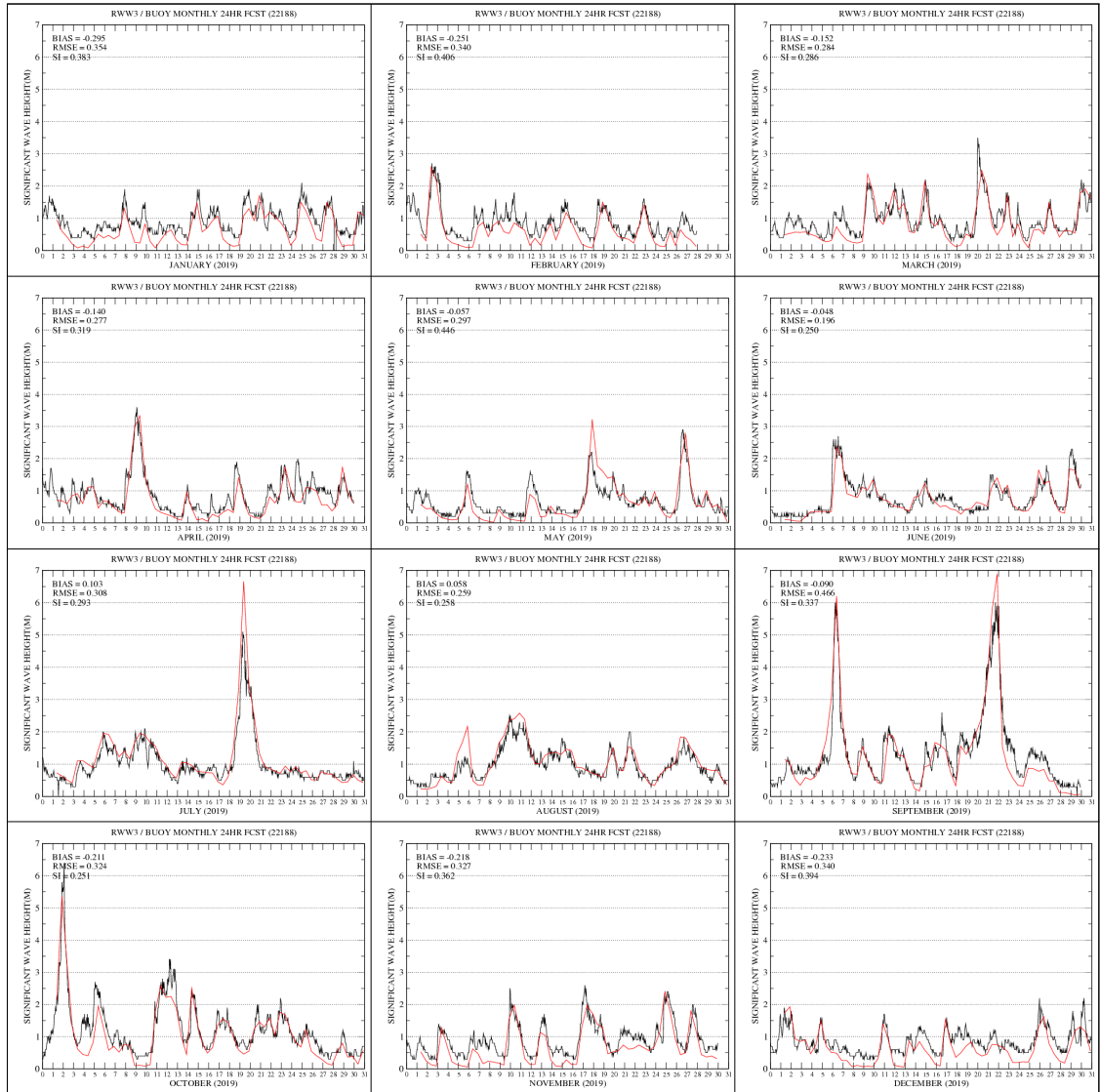


그림 E.5.24 통영 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

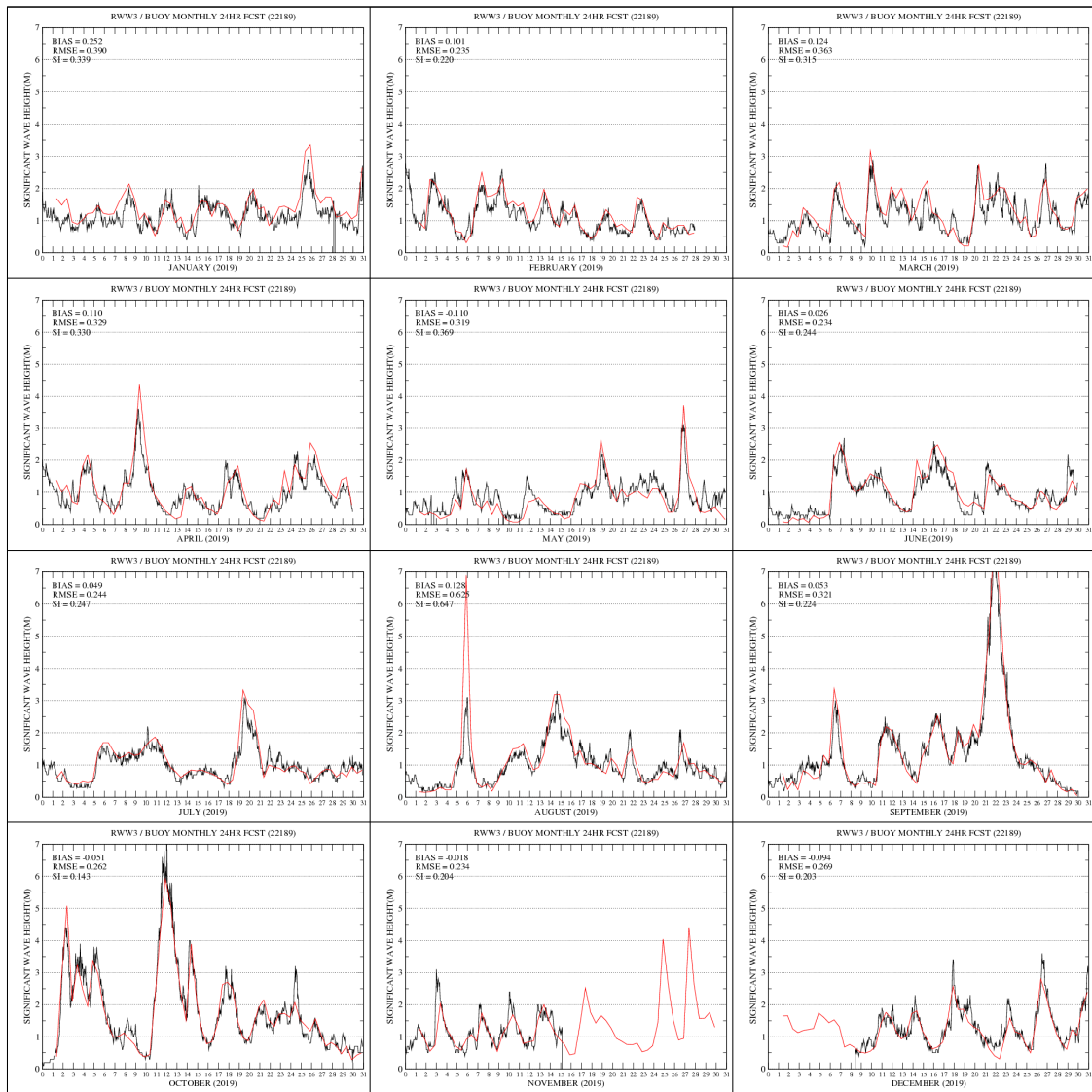


그림 E.5.25 울산 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

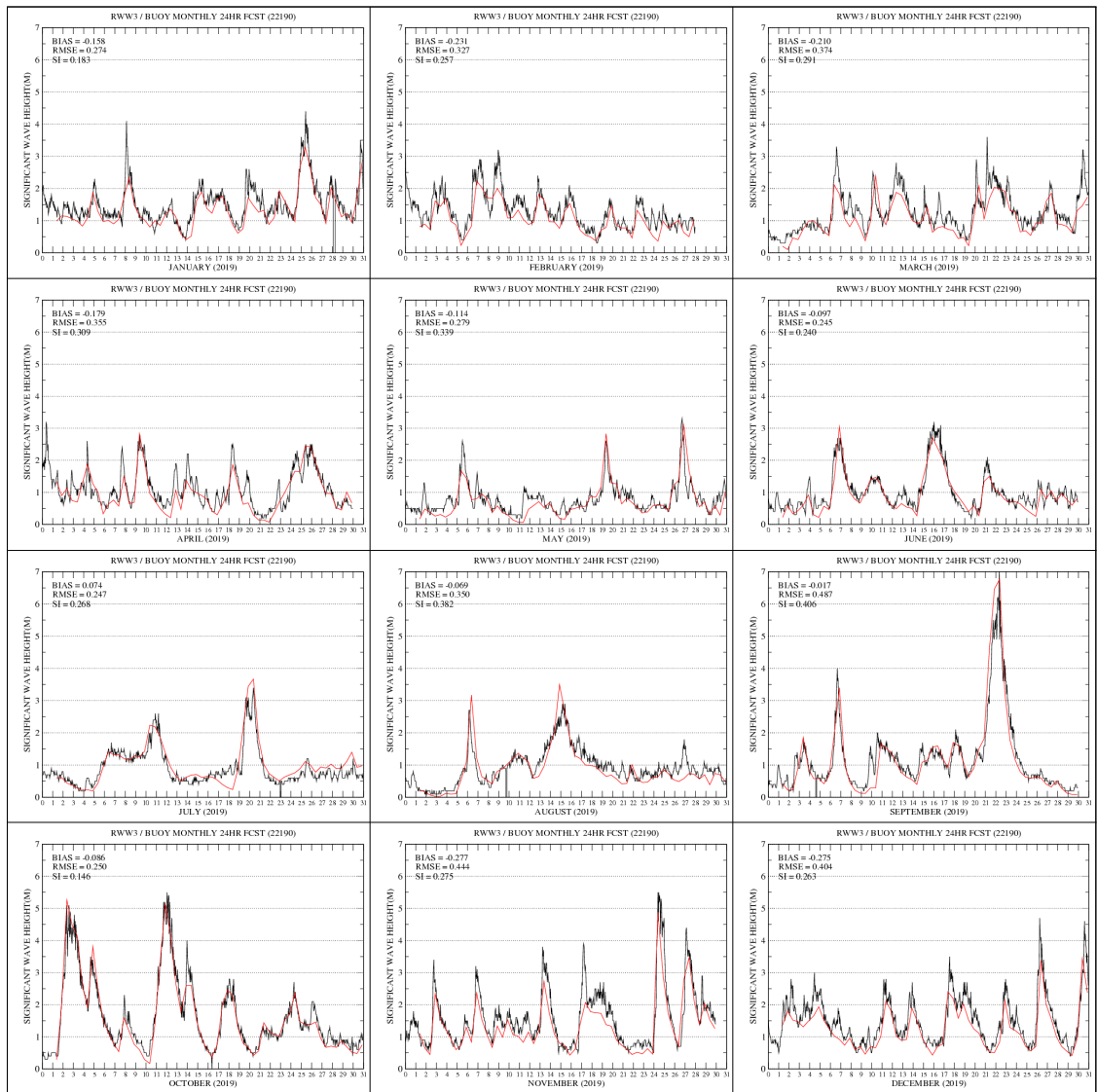


그림 E.5.26 울진 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

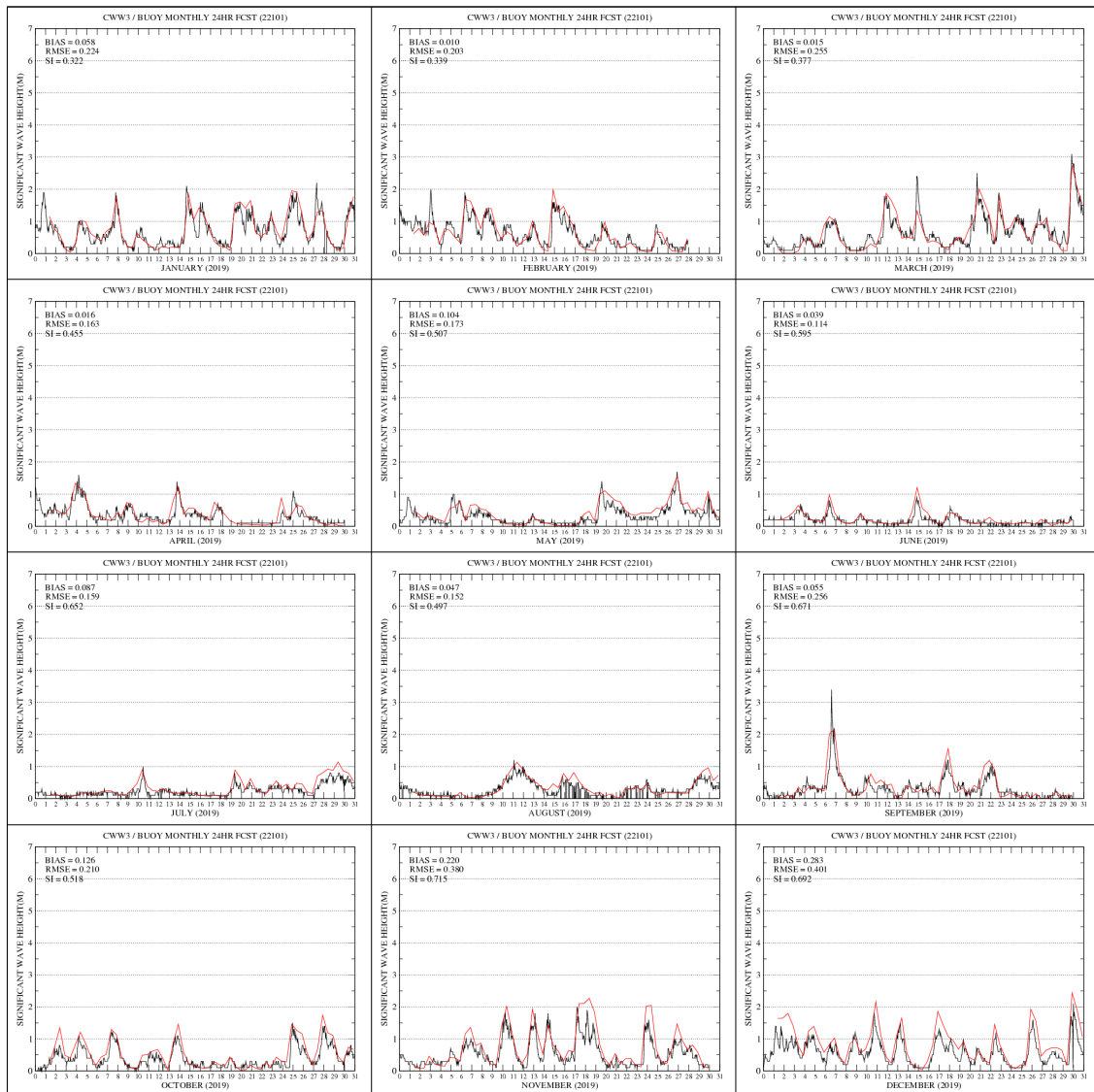


그림 E.5.27 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

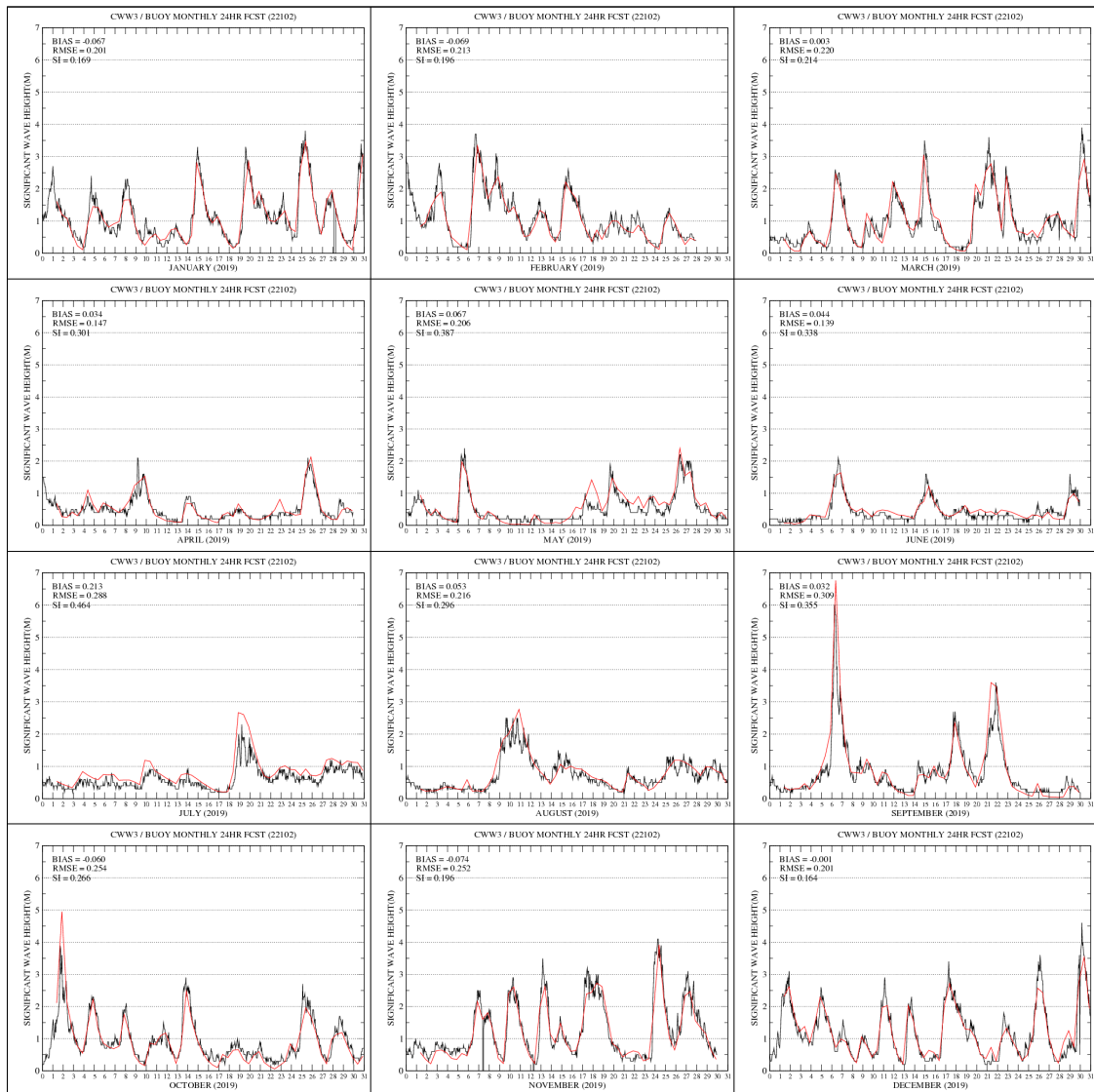


그림 E.5.28 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

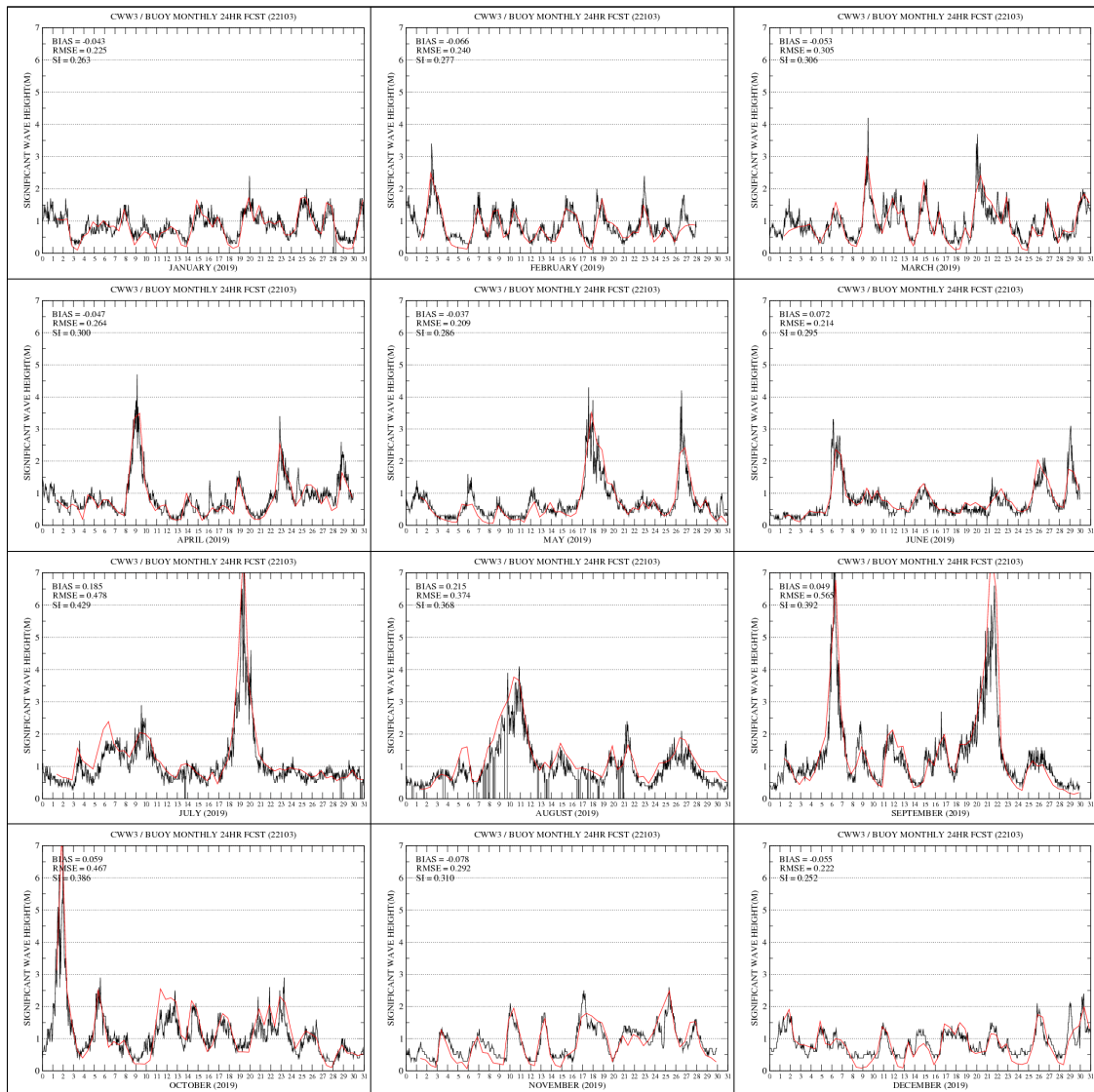


그림 E.5.29 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

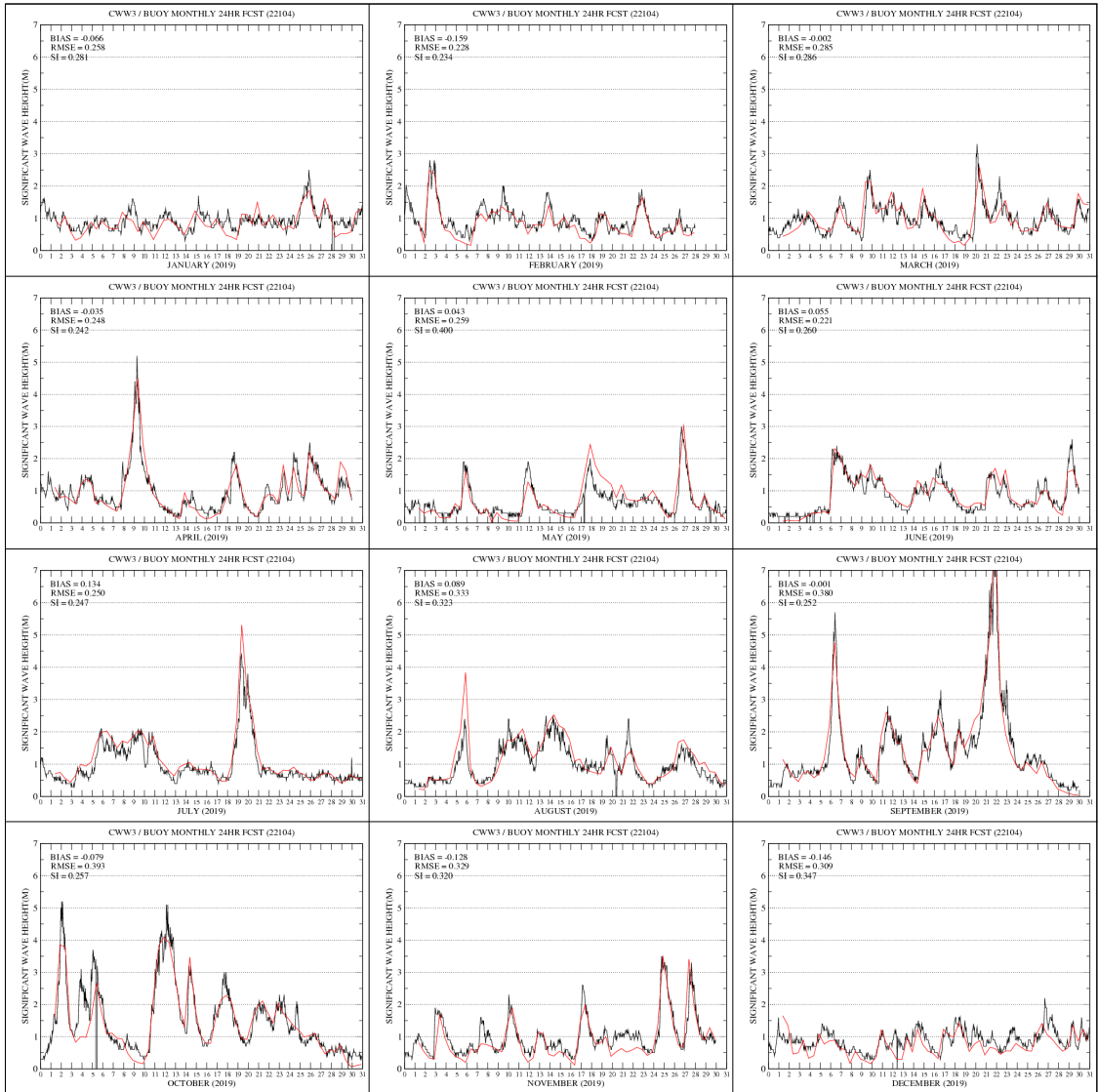


그림 E.5.30 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

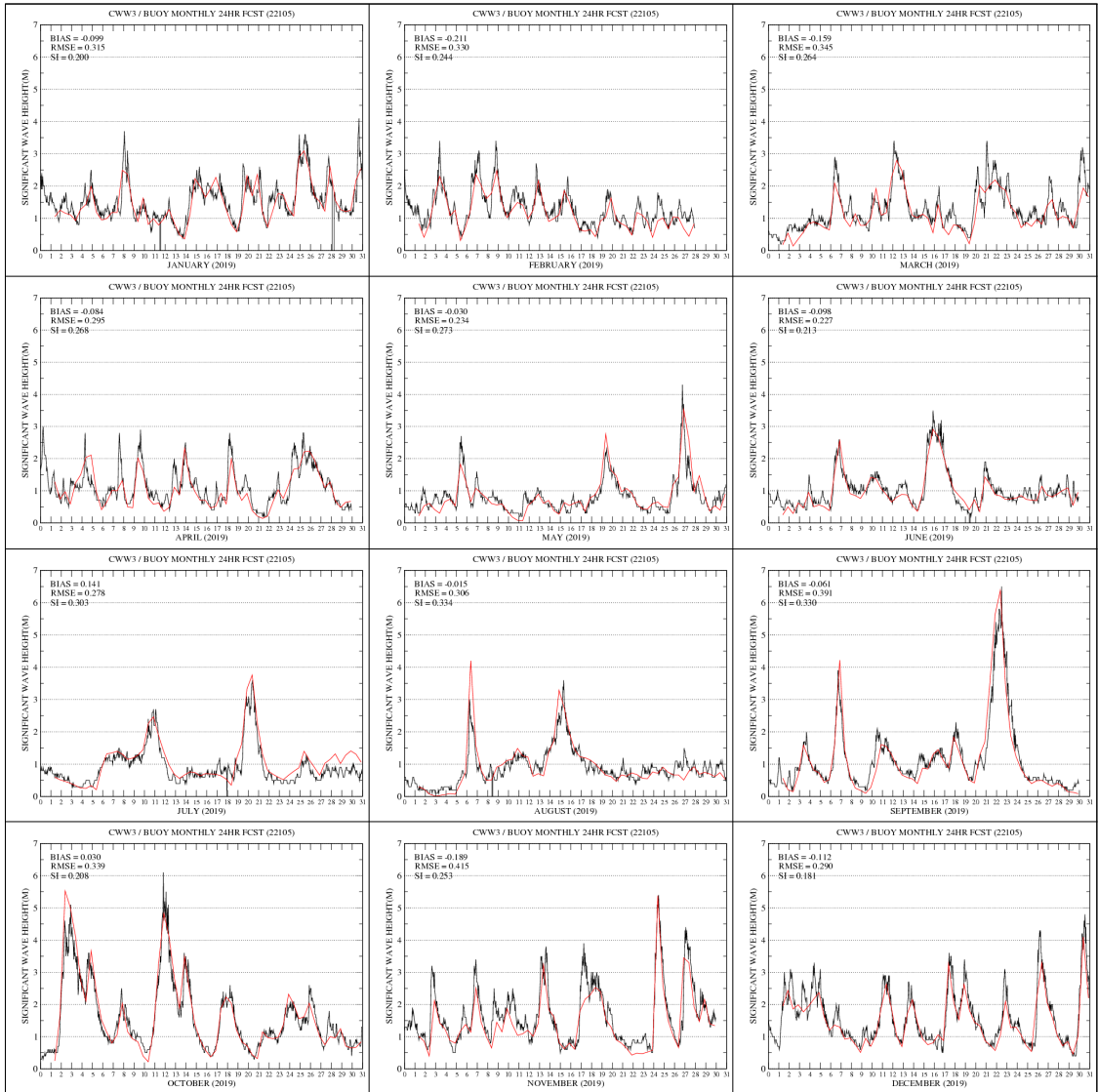


그림 E.5.31 동해 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

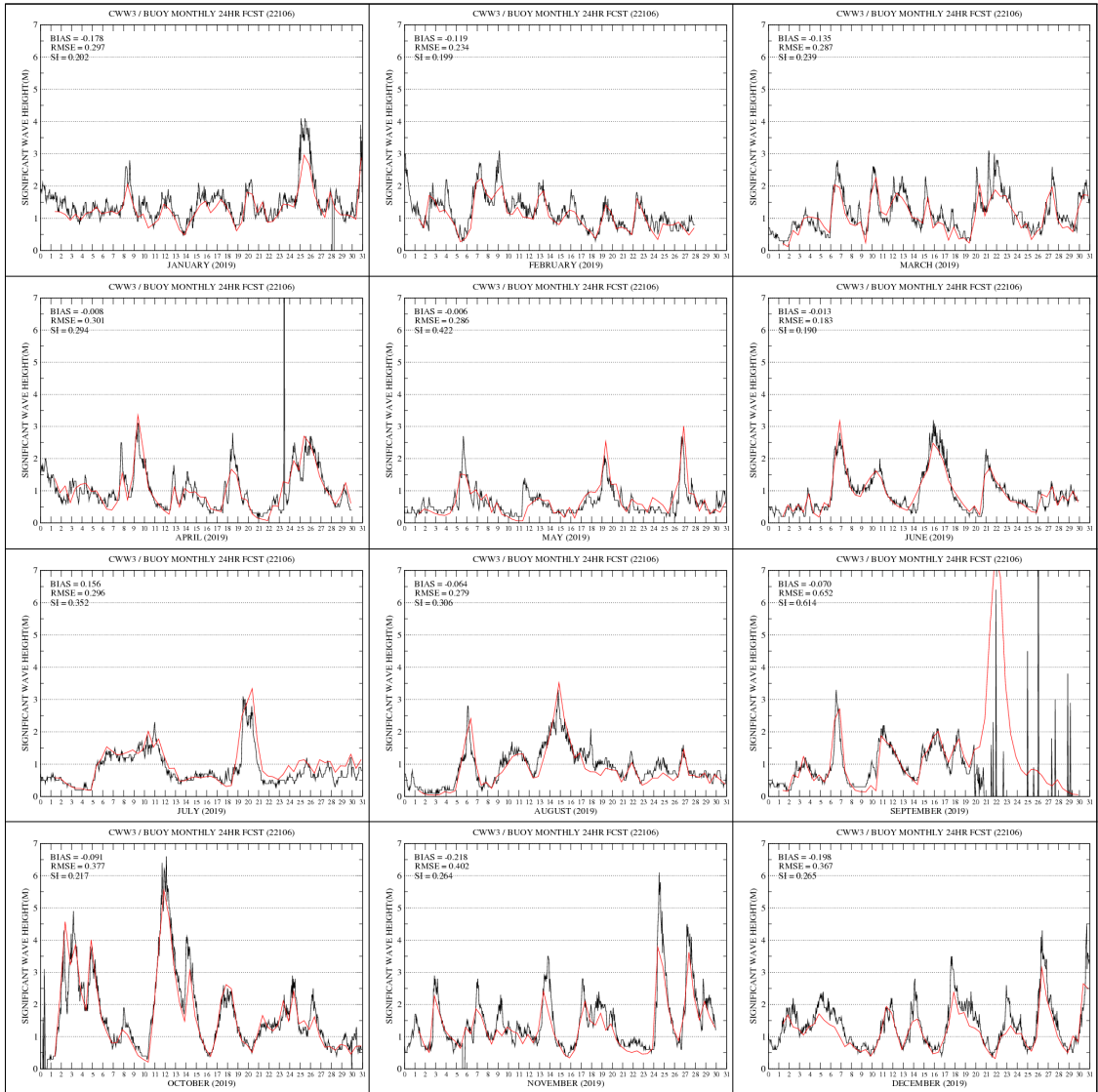


그림 E.5.32 포항 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

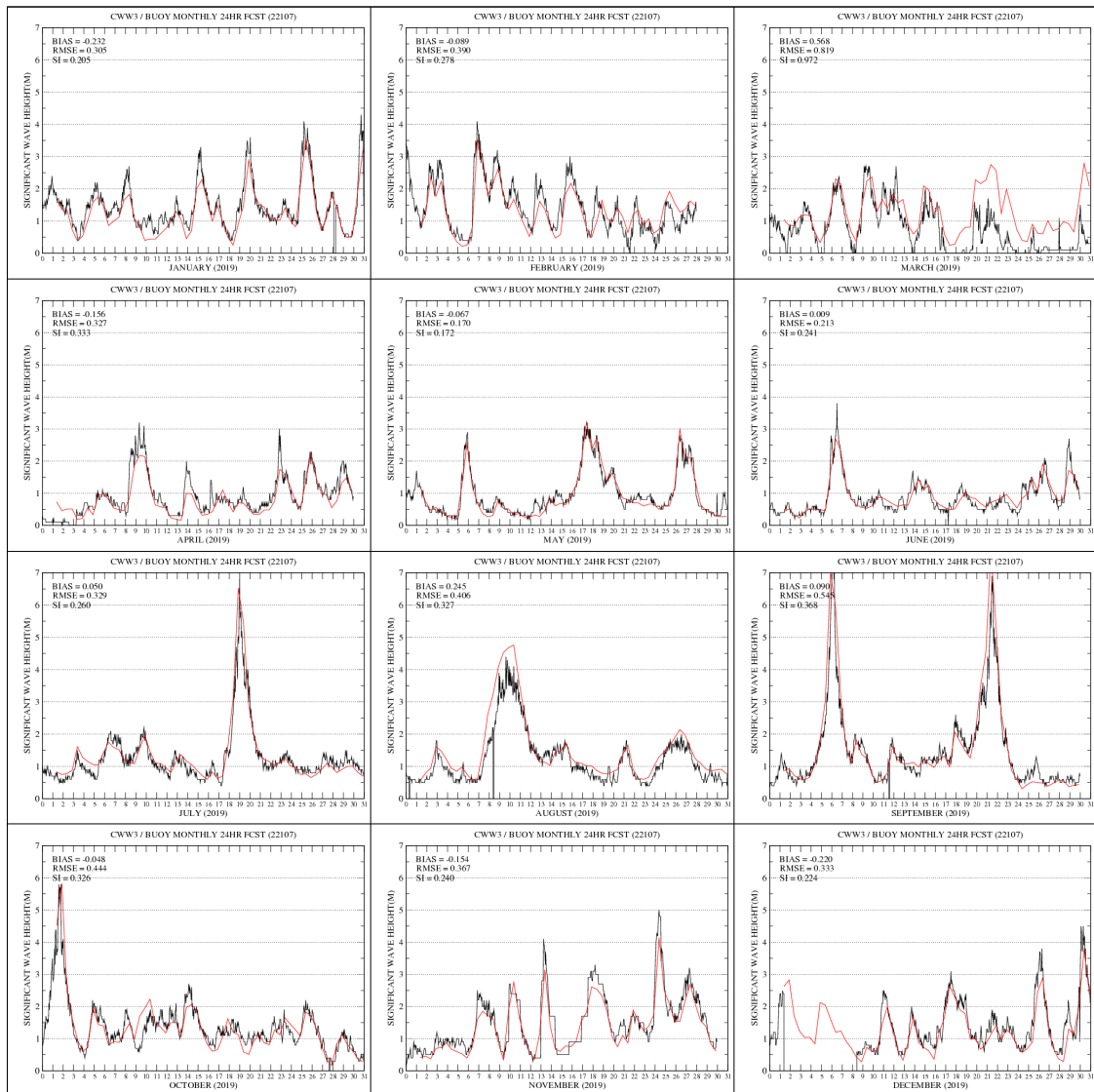


그림 E.5.33 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

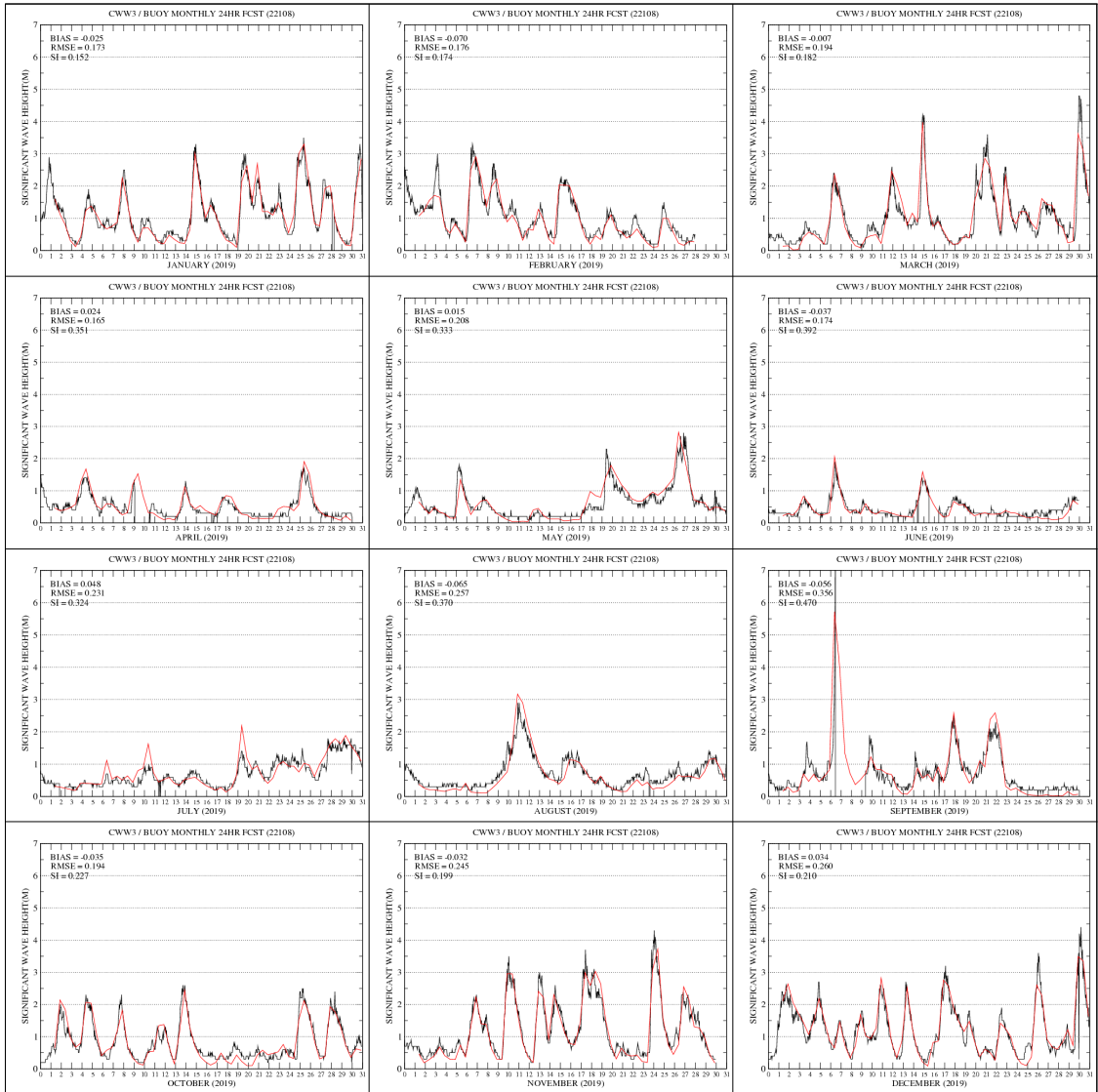


그림 E.5.34 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

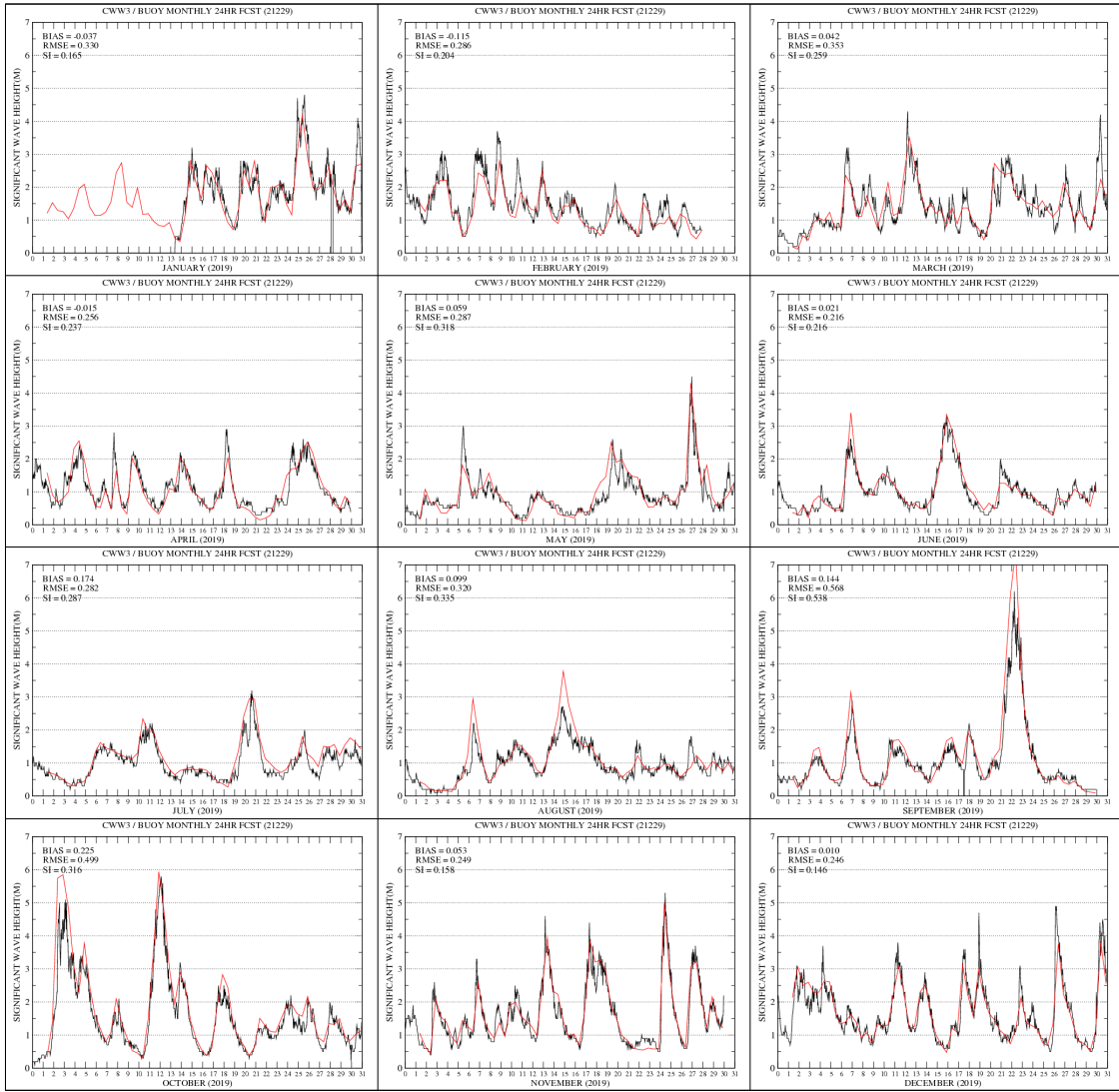


그림 E.5.35 울릉도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

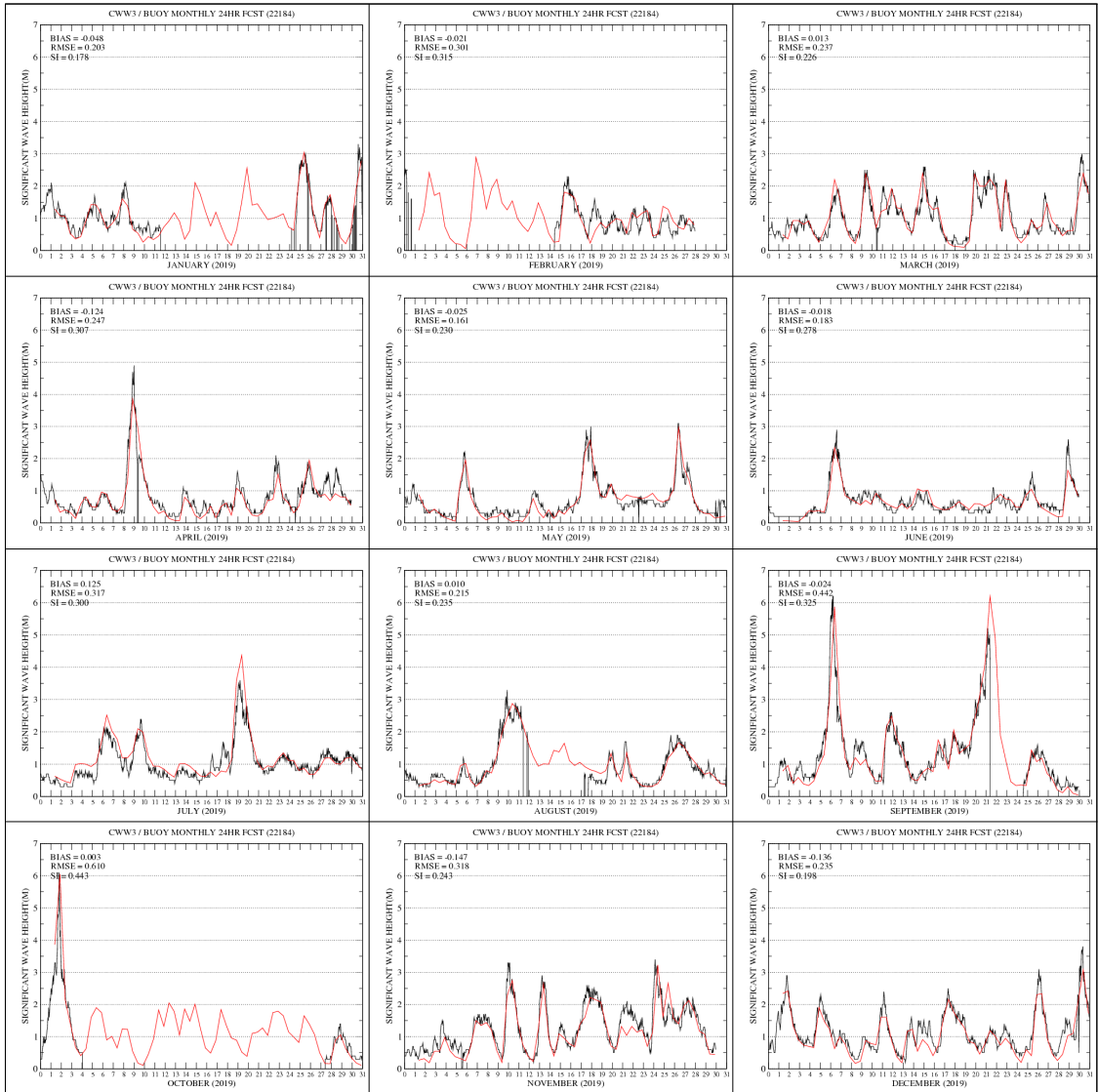


그림 E.5.36 추자도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

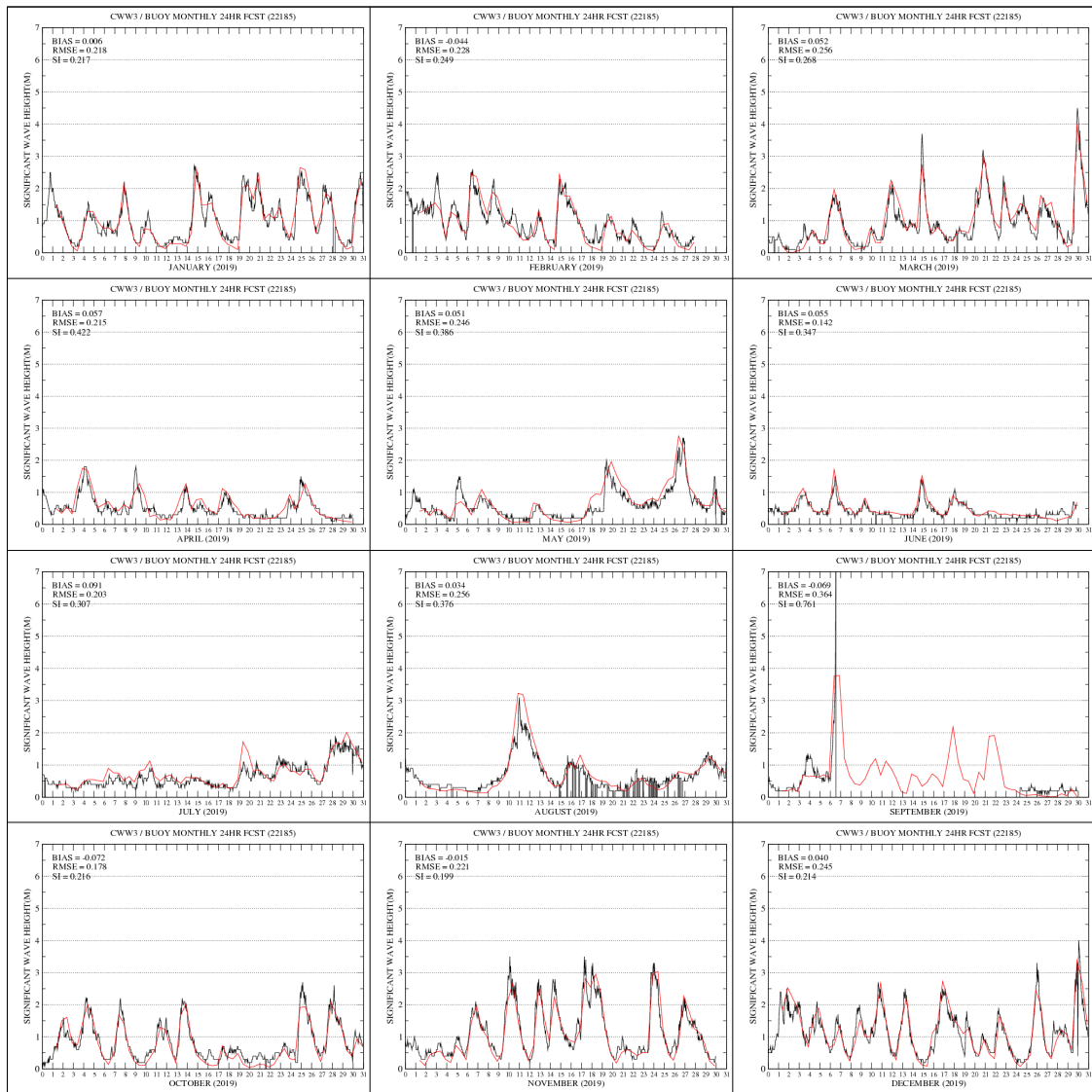


그림 E.5.37 인천 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

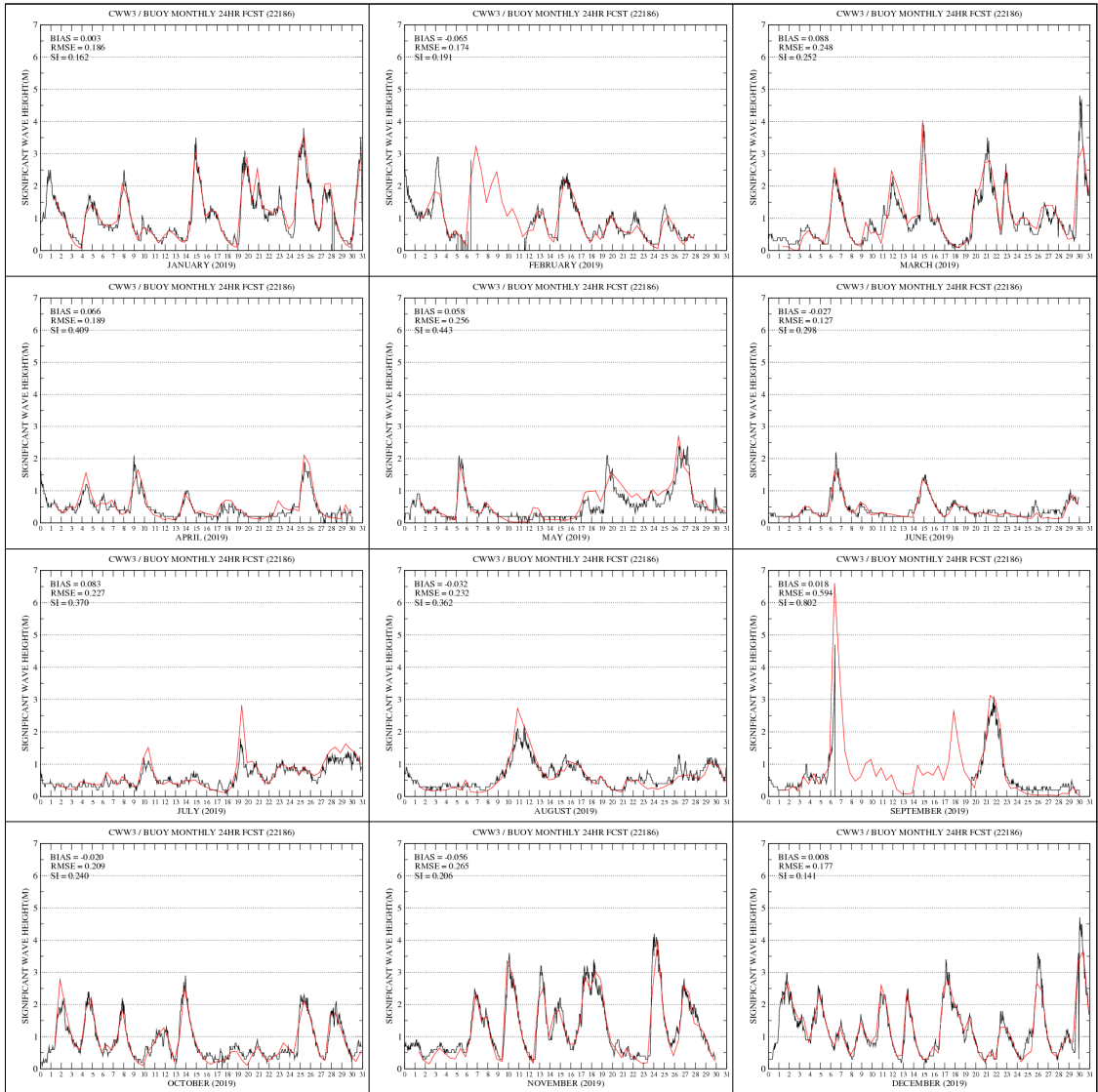


그림 E.5.38 부안 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

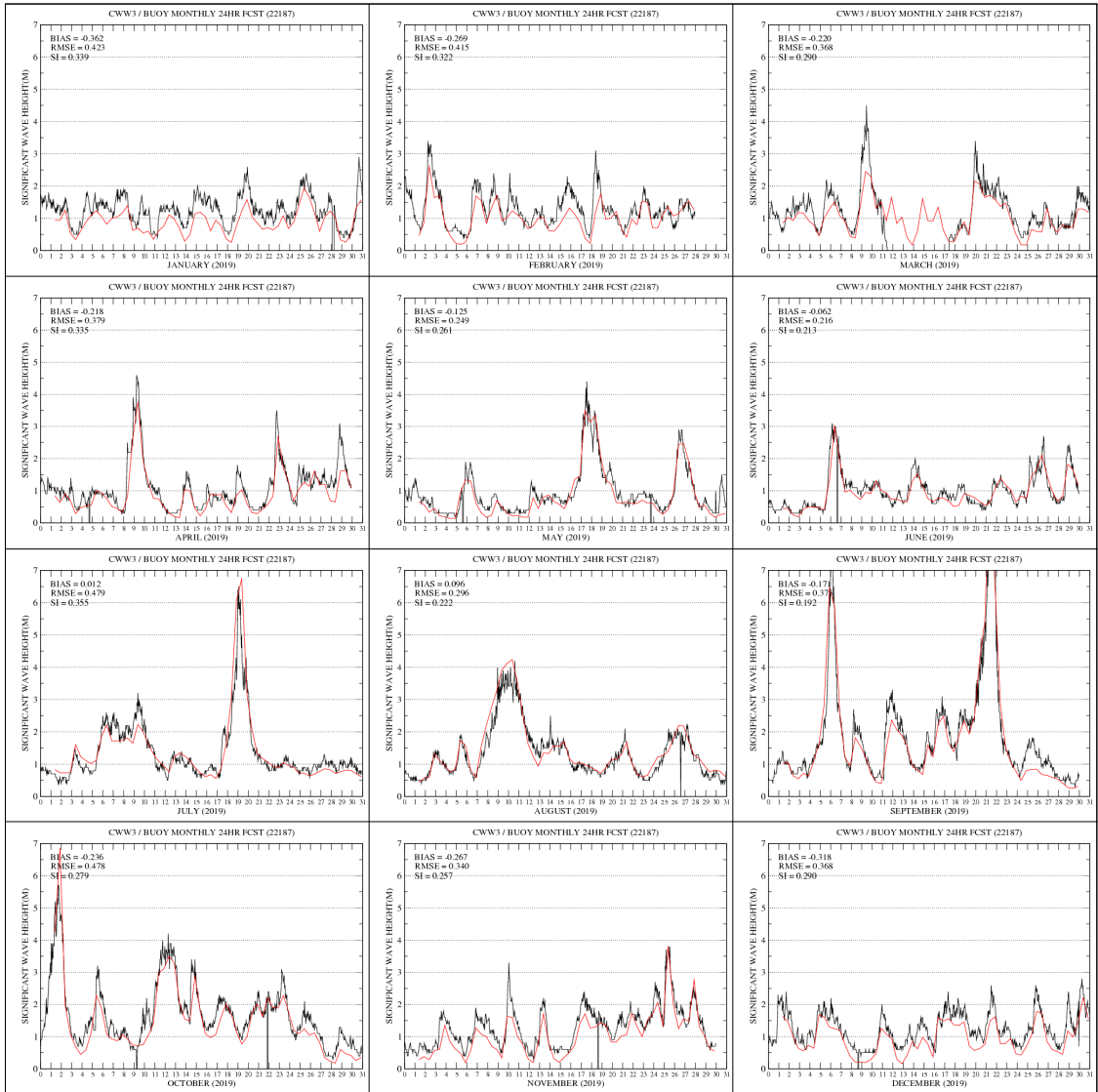


그림 E.5.39 서귀포 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

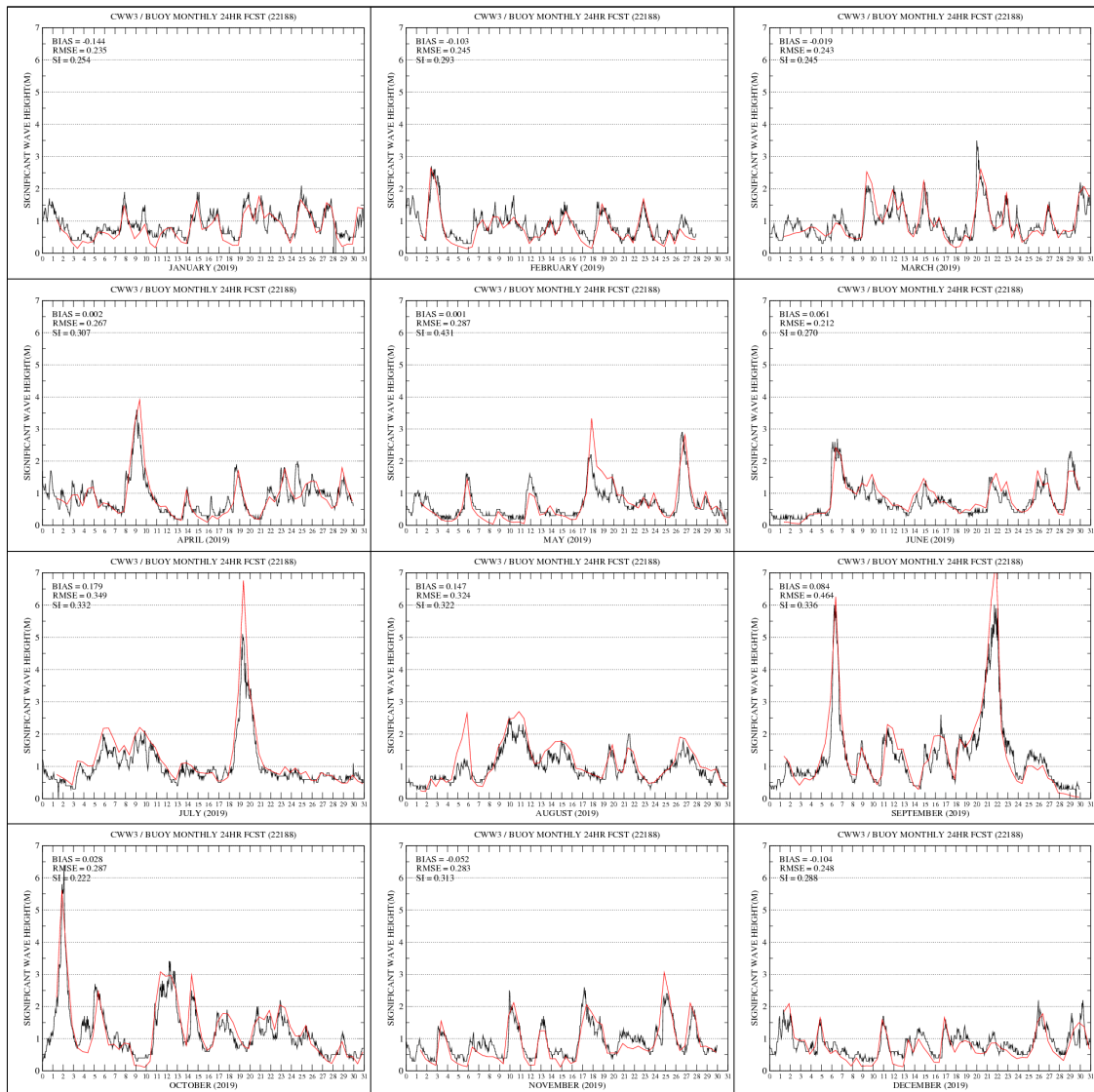


그림 E.5.40 통영 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

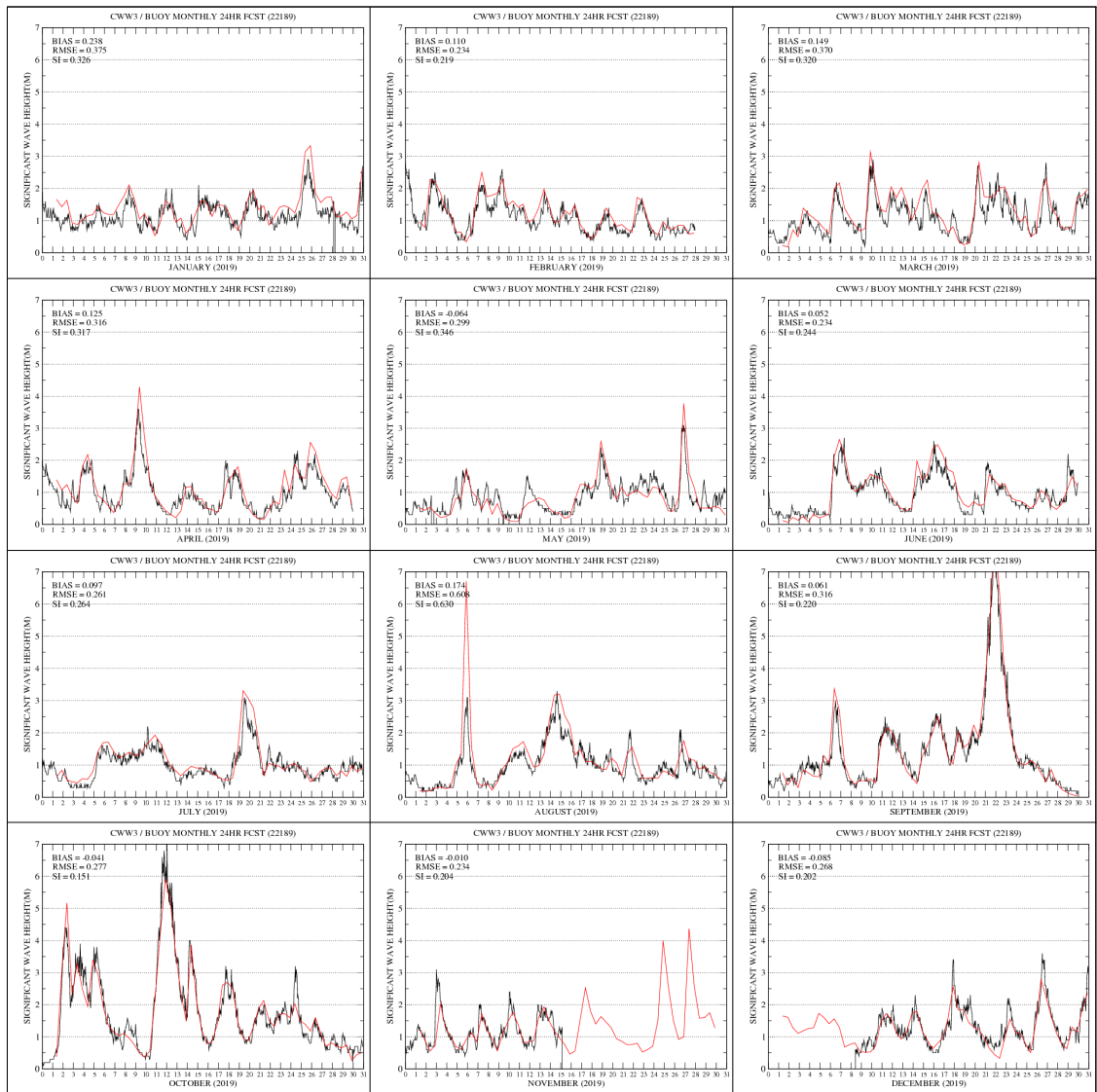


그림 E.5.41 울산 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

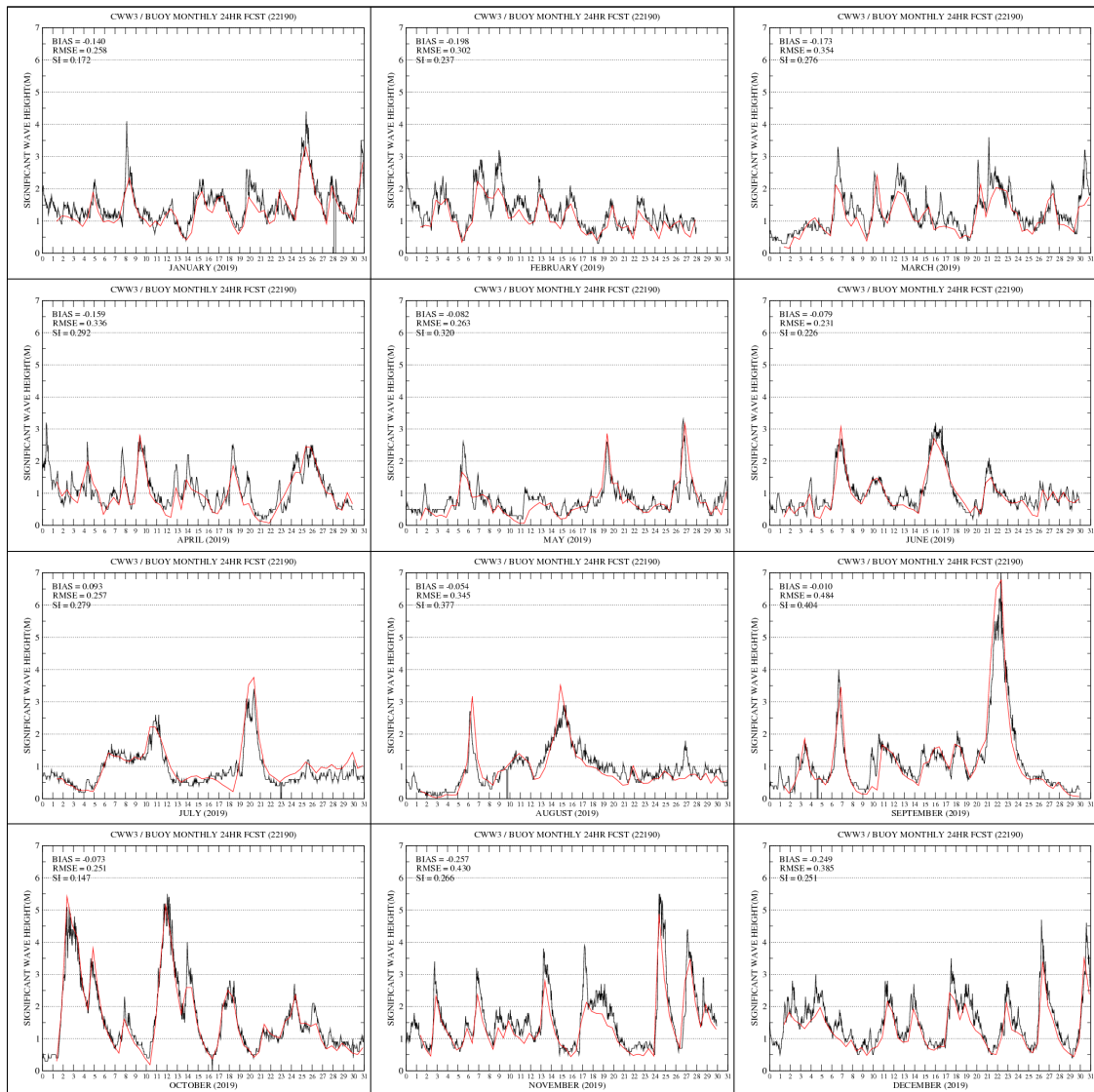


그림 E.5.42 울진 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2019년1월~12월)

표 E.5.7 RWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.09	0.03	0.07	0.02	0.14	0.05	0.09	0.08	0.09	0.20	0.23	0.31	0.12
12hr	0.09	0.04	0.07	0.02	0.14	0.05	0.10	0.08	0.09	0.20	0.23	0.32	0.12
24hr	0.11	0.05	0.07	0.04	0.15	0.05	0.12	0.09	0.08	0.22	0.26	0.33	0.13
36hr	0.11	0.04	0.08	0.01	0.15	0.06	0.13	0.11	0.07	0.26	0.27	0.31	0.13
48hr	0.12	0.03	0.07	0.05	0.15	0.08	0.16	0.14	0.06	0.23	0.28	0.30	0.14
60hr	0.13	-0.03	0.09	0.04	0.14	0.09	0.17	0.13	0.11	0.21	0.29	0.25	0.14
72hr	0.15	-0.04	0.07	0.14	0.19	0.06	0.20	0.12	0.13	0.17	0.28	0.24	0.14

표 E.5.8 RWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.21	0.21	0.24	0.14	0.20	0.13	0.17	0.19	0.27	0.27	0.39	0.46	0.24
12hr	0.21	0.21	0.24	0.14	0.20	0.13	0.17	0.19	0.28	0.27	0.39	0.47	0.24
24hr	0.26	0.23	0.26	0.18	0.22	0.14	0.20	0.20	0.31	0.29	0.45	0.46	0.27
36hr	0.29	0.25	0.29	0.18	0.24	0.15	0.21	0.24	0.33	0.34	0.45	0.41	0.28
48hr	0.28	0.26	0.34	0.21	0.25	0.15	0.28	0.30	0.38	0.34	0.46	0.43	0.31
60hr	0.29	0.28	0.39	0.28	0.26	0.18	0.30	0.31	0.36	0.32	0.48	0.37	0.32
72hr	0.32	0.30	0.33	0.36	0.30	0.18	0.41	0.32	0.45	0.34	0.50	0.35	0.35

표 E.5.9 RWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.09	-0.08	-0.08	-0.04	0.01	-0.05	0.01	-0.12	-0.09	-0.15	-0.16	-0.05	-0.07
12hr	-0.10	-0.08	-0.08	-0.04	0.01	-0.05	0.01	-0.12	-0.09	-0.15	-0.15	-0.05	-0.07
24hr	-0.12	-0.13	-0.06	-0.02	0.01	-0.06	0.04	-0.12	-0.08	-0.13	-0.14	-0.07	-0.07
36hr	-0.15	-0.17	-0.04	-0.01	0.00	-0.03	0.08	-0.11	-0.09	-0.08	-0.14	-0.07	-0.07
48hr	-0.18	-0.20	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	0.07	-0.10	-0.09	-0.05	-0.15	-0.06	-0.07
60hr	-0.18	-0.23	-0.04	0.03	-0.01	-0.02	0.06	-0.09	-0.08	-0.09	-0.17	-0.09	-0.08
72hr	-0.18	-0.25	-0.06	0.09	-0.01	0.00	0.10	-0.09	-0.05	-0.12	-0.20	-0.10	-0.07

표 E.5.10 RWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.18	0.18	0.22	0.14	0.16	0.14	0.11	0.20	0.25	0.20	0.28	0.23	0.19
12hr	0.18	0.18	0.22	0.14	0.16	0.14	0.11	0.20	0.25	0.20	0.28	0.23	0.19
24hr	0.22	0.23	0.24	0.14	0.19	0.13	0.13	0.20	0.23	0.23	0.28	0.22	0.20
36hr	0.26	0.28	0.31	0.12	0.20	0.14	0.35	0.26	0.22	0.23	0.31	0.26	0.24
48hr	0.33	0.30	0.29	0.16	0.23	0.13	0.27	0.27	0.37	0.29	0.39	0.29	0.28
60hr	0.32	0.37	0.30	0.21	0.22	0.16	0.25	0.32	0.33	0.31	0.42	0.29	0.29
72hr	0.34	0.37	0.36	0.30	0.28	0.21	0.36	0.40	0.49	0.30	0.46	0.34	0.35

표 E.5.11 RWW3 거문도 부이 (22103) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.08	-0.11	-0.09	-0.09	-0.08	0.01	0.08	0.10	-0.04	0.01	-0.13	-0.10	-0.04
12hr	-0.08	-0.11	-0.10	-0.09	-0.08	0.02	0.08	0.11	-0.04	0.01	-0.14	-0.10	-0.04
24hr	-0.05	-0.09	-0.10	-0.08	-0.08	0.02	0.09	0.12	-0.01	0.04	-0.11	-0.08	-0.03
36hr	-0.05	-0.14	-0.07	-0.06	-0.08	0.05	0.07	0.14	-0.04	0.04	-0.14	-0.07	-0.03
48hr	-0.04	-0.13	0.00	-0.06	-0.10	0.05	0.05	0.15	-0.02	-0.02	-0.11	-0.08	-0.03
60hr	-0.04	-0.10	-0.03	0.05	-0.07	0.08	0.09	0.17	0.03	-0.05	-0.14	-0.09	-0.01
72hr	-0.05	-0.06	-0.01	0.11	-0.09	0.10	0.13	0.19	0.12	-0.03	-0.12	-0.11	0.01

표 E.5.12 RWW3 거문도 부이 (22103) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.23	0.26	0.29	0.28	0.20	0.20	0.29	0.26	0.45	0.44	0.29	0.24	0.29
12hr	0.23	0.26	0.29	0.28	0.20	0.20	0.29	0.27	0.45	0.45	0.30	0.24	0.29
24hr	0.25	0.26	0.31	0.28	0.21	0.20	0.39	0.32	0.49	0.45	0.32	0.23	0.31
36hr	0.27	0.31	0.36	0.38	0.22	0.22	0.33	0.39	0.42	0.46	0.34	0.25	0.33
48hr	0.28	0.31	0.34	0.40	0.31	0.24	0.32	0.44	0.53	0.47	0.36	0.28	0.36
60hr	0.25	0.29	0.39	0.43	0.37	0.33	0.37	0.47	0.71	0.49	0.41	0.28	0.40
72hr	0.25	0.35	0.51	0.45	0.40	0.32	0.40	0.62	0.99	0.52	0.37	0.31	0.46

표 E.5.13 RWW3 거제도 부이 (22104) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.15	-0.19	-0.11	-0.10	-0.06	-0.02	0.04	-0.04	-0.06	-0.14	-0.18	-0.20	-0.10
12hr	-0.14	-0.19	-0.11	-0.10	-0.06	-0.01	0.04	-0.04	-0.06	-0.14	-0.18	-0.21	-0.10
24hr	-0.12	-0.20	-0.08	-0.10	-0.03	0.00	0.05	0.01	-0.04	-0.12	-0.18	-0.21	-0.09
36hr	-0.10	-0.25	-0.05	-0.12	-0.04	0.00	0.03	0.07	-0.07	-0.08	-0.18	-0.21	-0.08
48hr	-0.13	-0.28	-0.05	-0.11	-0.06	0.03	0.01	0.07	0.00	-0.03	-0.18	-0.22	-0.08
60hr	-0.16	-0.22	-0.04	-0.06	-0.08	0.07	0.03	0.01	-0.03	-0.07	-0.19	-0.24	-0.08
72hr	-0.16	-0.14	-0.01	0.06	-0.04	0.12	0.06	0.01	0.02	-0.03	-0.17	-0.22	-0.04

표 E.5.14 RWW3 거제도 부이 (22104) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.25	0.27	0.27	0.24	0.19	0.16	0.23	0.30	0.40	0.36	0.31	0.27
12hr	0.24	0.25	0.27	0.28	0.24	0.18	0.16	0.24	0.30	0.40	0.36	0.31	0.27
24hr	0.26	0.27	0.28	0.29	0.25	0.22	0.21	0.32	0.40	0.41	0.35	0.33	0.30
36hr	0.27	0.32	0.29	0.32	0.28	0.21	0.19	0.56	0.31	0.47	0.38	0.33	0.33
48hr	0.28	0.38	0.26	0.34	0.27	0.26	0.31	0.51	0.46	0.50	0.37	0.33	0.35
60hr	0.30	0.34	0.32	0.29	0.30	0.32	0.36	0.34	0.47	0.55	0.40	0.35	0.36
72hr	0.31	0.33	0.37	0.46	0.31	0.40	0.30	0.45	0.41	0.56	0.38	0.37	0.39

표 E.5.15 RWW3 동해 부이 (22105) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.18	-0.08	-0.13	-0.07	-0.11	0.09	0.00	-0.10	-0.02	-0.14	-0.09	-0.07
12hr	-0.06	-0.18	-0.08	-0.13	-0.07	-0.11	0.09	-0.01	-0.10	-0.01	-0.15	-0.09	-0.07
24hr	-0.06	-0.19	-0.15	-0.09	-0.03	-0.10	0.14	-0.02	-0.06	0.04	-0.17	-0.09	-0.07
36hr	-0.08	-0.26	-0.10	-0.10	0.02	-0.13	0.14	0.01	0.00	0.07	-0.18	-0.09	-0.06
48hr	-0.08	-0.26	-0.06	-0.13	0.00	-0.16	0.17	-0.01	-0.03	0.12	-0.17	-0.12	-0.06
60hr	-0.09	-0.26	-0.06	-0.12	0.00	-0.16	0.09	-0.04	-0.02	0.07	-0.17	-0.17	-0.08
72hr	-0.09	-0.28	0.00	-0.10	-0.01	-0.20	0.13	-0.03	0.05	0.13	-0.12	-0.21	-0.06

표 E.5.16 RWW3 동해 부이 (22105) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.29	0.27	0.32	0.24	0.24	0.23	0.29	0.36	0.30	0.34	0.28	0.29
12hr	0.35	0.29	0.27	0.32	0.24	0.24	0.23	0.29	0.37	0.30	0.34	0.28	0.29
24hr	0.33	0.32	0.35	0.32	0.25	0.23	0.29	0.30	0.42	0.37	0.40	0.29	0.32
36hr	0.31	0.42	0.40	0.34	0.29	0.33	0.35	0.40	0.49	0.53	0.40	0.26	0.38
48hr	0.35	0.40	0.39	0.35	0.28	0.34	0.38	0.35	0.41	0.68	0.41	0.29	0.39
60hr	0.39	0.46	0.42	0.34	0.32	0.39	0.40	0.28	0.46	0.60	0.44	0.38	0.41
72hr	0.41	0.45	0.43	0.40	0.27	0.46	0.39	0.34	0.72	0.67	0.40	0.40	0.44

표 E.5.17 RWW3 포항 부이 (22106) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.18	-0.18	-0.17	-0.10	-0.07	-0.05	0.12	-0.09	-0.09	-0.19	-0.19	-0.22	-0.12
12hr	-0.18	-0.17	-0.17	-0.10	-0.08	-0.05	0.12	-0.10	-0.09	-0.14	-0.19	-0.22	-0.11
24hr	-0.19	-0.15	-0.16	-0.03	-0.04	-0.03	0.14	-0.09	-0.07	-0.10	-0.24	-0.23	-0.10
36hr	-0.18	-0.18	-0.16	-0.03	-0.04	-0.05	0.14	-0.04	-0.04	-0.05	-0.26	-0.25	-0.10
48hr	-0.22	-0.22	-0.12	-0.03	-0.04	-0.09	0.14	-0.10	-0.02	0.00	-0.27	-0.25	-0.10
60hr	-0.21	-0.18	-0.08	-0.02	-0.06	-0.04	0.09	-0.10	-0.03	-0.03	-0.31	-0.27	-0.10
72hr	-0.19	-0.20	-0.05	0.02	0.00	-0.04	0.12	-0.12	0.00	0.01	-0.28	-0.28	-0.08

표 E.5.18 RWW3 포항 부이 (22106) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.33	0.25	0.30	0.27	0.28	0.16	0.23	0.30	0.64	0.52	0.36	0.34	0.33
12hr	0.32	0.25	0.30	0.27	0.28	0.15	0.23	0.31	0.65	0.34	0.36	0.34	0.32
24hr	0.30	0.25	0.29	0.33	0.30	0.17	0.28	0.29	0.66	0.36	0.42	0.38	0.34
36hr	0.32	0.29	0.36	0.32	0.32	0.27	0.31	0.44	0.68	0.49	0.45	0.39	0.39
48hr	0.37	0.34	0.37	0.31	0.32	0.33	0.33	0.36	0.68	0.55	0.46	0.39	0.40
60hr	0.37	0.31	0.38	0.28	0.29	0.28	0.30	0.31	0.72	0.39	0.51	0.42	0.38
72hr	0.37	0.31	0.41	0.45	0.32	0.33	0.35	0.34	0.80	0.37	0.46	0.41	0.41

표 E.5.19 RWW3 마라도 부이 (22107) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.12	0.01	0.65	-0.06	-0.05	0.04	0.11	0.28	0.14	-0.04	-0.12	-0.16	0.06
12hr	-0.12	0.00	0.65	-0.08	-0.05	0.05	0.11	0.29	0.14	-0.04	-0.12	-0.15	0.06
24hr	-0.18	-0.04	0.64	-0.14	-0.05	0.02	0.11	0.29	0.14	-0.02	-0.12	-0.18	0.04
36hr	-0.24	-0.06	0.68	-0.15	-0.07	0.04	0.09	0.30	0.19	-0.02	-0.10	-0.21	0.04
48hr	-0.28	-0.09	0.70	-0.13	-0.07	0.05	0.05	0.28	0.20	-0.08	-0.12	-0.21	0.03
60hr	-0.28	-0.07	0.79	-0.04	-0.01	0.10	0.11	0.28	0.21	-0.09	-0.15	-0.20	0.05
72hr	-0.27	-0.08	0.84	0.06	0.00	0.07	0.19	0.30	0.27	-0.17	-0.17	-0.26	0.06

표 E.5.20 RWW3 마라도 부이 (22107) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.22	0.35	0.88	0.33	0.17	0.16	0.35	0.45	0.73	0.44	0.39	0.30	0.40
12hr	0.23	0.34	0.88	0.29	0.17	0.16	0.35	0.46	0.73	0.44	0.39	0.29	0.39
24hr	0.28	0.38	0.88	0.31	0.18	0.20	0.42	0.49	0.69	0.52	0.37	0.33	0.42
36hr	0.36	0.42	0.97	0.33	0.22	0.21	0.49	0.51	0.75	0.62	0.38	0.33	0.47
48hr	0.41	0.41	1.02	0.32	0.27	0.28	0.47	0.45	0.77	0.39	0.39	0.34	0.46
60hr	0.43	0.45	1.11	0.27	0.36	0.38	0.46	0.46	0.92	0.44	0.42	0.32	0.50
72hr	0.47	0.46	1.20	0.39	0.46	0.32	0.73	0.49	1.13	0.40	0.49	0.38	0.58

표 E.5.21 RWW3 외연도 부이 (22108) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.03	-0.08	-0.06	-0.01	0.02	-0.06	0.00	-0.08	-0.08	-0.11	-0.08	0.00	-0.05
12hr	-0.04	-0.07	-0.06	-0.01	0.02	-0.06	0.00	-0.08	-0.08	-0.11	-0.09	0.01	-0.05
24hr	-0.05	-0.11	-0.03	0.00	0.00	-0.05	0.04	-0.08	-0.10	-0.08	-0.06	0.00	-0.04
36hr	-0.06	-0.14	-0.04	0.00	0.04	-0.05	0.07	-0.02	-0.15	-0.05	-0.07	-0.01	-0.04
48hr	-0.08	-0.20	-0.02	-0.01	0.03	-0.03	0.09	0.01	-0.12	-0.02	-0.06	-0.02	-0.04
60hr	-0.04	-0.23	-0.03	0.02	0.02	-0.01	0.11	0.00	-0.15	-0.09	-0.07	-0.06	-0.05
72hr	-0.04	-0.26	-0.09	0.16	0.03	-0.05	0.12	-0.01	-0.10	-0.11	-0.10	-0.07	-0.04

표 E.5.22 RWW3 외연도 부이 (22108) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.19	0.17	0.20	0.15	0.18	0.22	0.14	0.26	0.34	0.20	0.23	0.26	0.21
12hr	0.19	0.16	0.20	0.15	0.18	0.22	0.14	0.26	0.35	0.20	0.23	0.26	0.21
24hr	0.18	0.20	0.22	0.17	0.21	0.19	0.23	0.26	0.39	0.21	0.26	0.27	0.23
36hr	0.21	0.23	0.29	0.19	0.24	0.18	0.28	0.34	0.27	0.25	0.27	0.26	0.25
48hr	0.26	0.30	0.34	0.22	0.26	0.22	0.40	0.37	0.28	0.34	0.33	0.33	0.30
60hr	0.25	0.36	0.45	0.26	0.28	0.19	0.57	0.37	0.33	0.30	0.39	0.30	0.34
72hr	0.30	0.42	0.49	0.43	0.33	0.20	0.43	0.39	0.51	0.34	0.40	0.32	0.38

표 E.5.23 RWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.12	-0.14	-0.01	-0.09	-0.03	-0.03	0.07	0.05	0.07	0.14	0.03	-0.08	-0.01
12hr	-0.12	-0.13	-0.01	-0.10	-0.03	-0.03	0.07	0.04	0.07	0.15	0.03	-0.08	-0.01
24hr	-0.11	-0.16	-0.02	-0.07	0.00	-0.02	0.12	0.05	0.11	0.18	0.00	-0.08	0.00
36hr	-0.11	-0.19	-0.01	-0.06	0.00	-0.04	0.14	0.07	0.19	0.22	0.01	-0.07	0.01
48hr	-0.12	-0.18	0.00	-0.07	-0.02	-0.06	0.16	0.08	0.15	0.21	0.01	-0.06	0.01
60hr	-0.15	-0.19	0.04	-0.09	-0.03	-0.04	0.12	0.02	0.19	0.28	0.00	-0.12	0.00
72hr	-0.17	-0.19	0.06	-0.06	-0.01	-0.08	0.10	0.04	0.20	0.22	0.01	-0.17	0.00

표 E.5.24 RWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.34	0.26	0.22	0.23	0.23	0.18	0.18	0.33	0.50	0.39	0.23	0.22	0.28
12hr	0.34	0.26	0.22	0.23	0.23	0.18	0.19	0.33	0.50	0.39	0.23	0.23	0.28
24hr	0.33	0.31	0.33	0.26	0.28	0.21	0.24	0.30	0.57	0.47	0.24	0.25	0.32
36hr	0.28	0.37	0.37	0.30	0.31	0.30	0.33	0.35	0.73	0.53	0.26	0.27	0.37
48hr	0.37	0.35	0.39	0.32	0.33	0.36	0.45	0.50	0.57	0.55	0.28	0.29	0.40
60hr	0.36	0.36	0.41	0.27	0.35	0.37	0.39	0.33	0.63	0.76	0.30	0.34	0.41
72hr	0.42	0.41	0.49	0.35	0.31	0.44	0.32	0.39	0.60	0.60	0.34	0.37	0.42

표 E.5.25 RWW3 추자도 부이 (22184) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.05	-0.05	-0.18	-0.07	-0.07	0.04	-0.10	-0.12	-0.16	-0.24	-0.17	-0.10
12hr	-0.07	-0.06	-0.06	-0.18	-0.07	-0.07	0.04	-0.10	-0.13	-0.14	-0.24	-0.16	-0.10
24hr	-0.08	-0.07	-0.03	-0.21	-0.09	-0.09	0.03	-0.11	-0.14	-0.04	-0.23	-0.20	-0.10
36hr	-0.14	-0.08	-0.01	-0.20	-0.08	-0.06	0.06	-0.09	-0.12	0.18	-0.24	-0.17	-0.08
48hr	-0.19	-0.08	0.01	-0.18	-0.11	-0.04	0.00	-0.07	-0.10	-0.10	-0.26	-0.16	-0.11
60hr	-0.17	-0.03	0.03	-0.14	-0.08	0.01	0.01	-0.08	-0.08	-0.14	-0.31	-0.16	-0.09
72hr	-0.22	-0.05	0.03	0.00	-0.08	-0.01	0.12	-0.04	-0.12	-0.22	-0.29	-0.21	-0.09

표 E.5.26 RWW3 추자도 부이 (22184) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.21	0.23	0.23	0.31	0.19	0.16	0.25	0.24	0.49	0.36	0.37	0.28	0.28
12hr	0.21	0.23	0.23	0.31	0.19	0.16	0.25	0.24	0.49	0.36	0.37	0.28	0.28
24hr	0.22	0.33	0.25	0.31	0.20	0.20	0.28	0.26	0.47	0.63	0.37	0.29	0.32
36hr	0.26	0.36	0.29	0.32	0.21	0.17	0.62	0.24	0.56	1.32	0.39	0.29	0.42
48hr	0.30	0.30	0.28	0.36	0.32	0.26	0.38	0.33	0.68	0.43	0.43	0.31	0.37
60hr	0.29	0.34	0.44	0.33	0.35	0.29	0.32	0.41	0.79	0.30	0.49	0.32	0.39
72hr	0.40	0.39	0.42	0.40	0.37	0.25	0.46	0.49	0.73	0.35	0.47	0.36	0.42

표 E.5.27 RWW3 인천 부이 (22185) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.03	-0.02	0.02	0.02	0.05	0.02	0.07	0.03	-0.09	-0.06	-0.03	0.05	0.01
12hr	0.03	-0.01	0.03	0.02	0.06	0.03	0.07	0.03	-0.09	-0.06	-0.04	0.05	0.01
24hr	0.02	-0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.09	0.04	-0.09	-0.06	-0.02	0.05	0.01
36hr	0.04	-0.06	0.04	0.03	0.08	0.05	0.10	0.07	-0.17	-0.02	0.00	0.04	0.02
48hr	0.06	-0.09	0.06	0.07	0.07	0.08	0.13	0.11	-0.10	-0.02	0.01	0.04	0.03
60hr	0.06	-0.13	0.04	0.05	0.06	0.09	0.17	0.11	-0.13	-0.07	-0.01	-0.02	0.02
72hr	0.07	-0.14	0.02	0.20	0.10	0.04	0.19	0.10	-0.14	-0.09	-0.04	-0.04	0.02

표 E.5.28 RWW3 인천 부이 (22185) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.22	0.23	0.23	0.17	0.21	0.13	0.17	0.26	0.28	0.15	0.21	0.26	0.21
12hr	0.23	0.23	0.22	0.17	0.20	0.14	0.17	0.26	0.28	0.15	0.21	0.26	0.21
24hr	0.23	0.25	0.27	0.21	0.25	0.14	0.21	0.28	0.41	0.17	0.24	0.26	0.24
36hr	0.26	0.23	0.38	0.23	0.29	0.14	0.26	0.36	0.28	0.21	0.26	0.24	0.26
48hr	0.25	0.27	0.41	0.25	0.29	0.18	0.29	0.46	0.30	0.27	0.31	0.26	0.30
60hr	0.28	0.28	0.50	0.31	0.33	0.19	0.52	0.41	0.23	0.28	0.34	0.30	0.33
72hr	0.34	0.31	0.46	0.46	0.32	0.16	0.52	0.46	0.29	0.34	0.36	0.30	0.36

표 E.5.29 RWW3 부안 부이 (22186) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.03	-0.04	0.05	0.01	0.05	-0.09	0.00	-0.10	-0.02	-0.09	-0.09	0.00	-0.03
12hr	0.02	-0.04	0.05	0.00	0.05	-0.09	0.00	-0.10	-0.01	-0.09	-0.09	0.00	-0.03
24hr	0.01	-0.09	0.08	0.04	0.04	-0.08	0.03	-0.09	-0.01	-0.04	-0.07	-0.01	-0.02
36hr	-0.01	-0.14	0.09	0.04	0.04	-0.06	0.06	-0.06	-0.11	-0.01	-0.07	-0.02	-0.02
48hr	-0.04	-0.15	0.12	0.03	0.03	-0.06	0.09	-0.03	-0.07	0.01	-0.07	-0.01	-0.01
60hr	-0.01	-0.18	0.07	0.04	0.03	-0.07	0.09	-0.03	-0.09	-0.06	-0.11	-0.04	-0.03
72hr	-0.01	-0.22	0.03	0.14	0.03	-0.07	0.10	-0.03	0.02	-0.06	-0.13	-0.07	-0.02

표 E.5.30 RWW3 부안 부이 (22186) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.21	0.17	0.21	0.17	0.22	0.18	0.16	0.26	0.62	0.21	0.25	0.21	0.24
12hr	0.21	0.17	0.21	0.17	0.22	0.18	0.16	0.26	0.63	0.21	0.25	0.21	0.24
24hr	0.19	0.19	0.26	0.19	0.25	0.16	0.23	0.26	0.60	0.23	0.28	0.20	0.25
36hr	0.24	0.24	0.31	0.19	0.27	0.17	0.30	0.30	0.37	0.26	0.30	0.22	0.26
48hr	0.31	0.24	0.32	0.22	0.30	0.16	0.41	0.32	0.46	0.38	0.39	0.28	0.32
60hr	0.28	0.33	0.36	0.21	0.32	0.20	0.49	0.34	0.31	0.36	0.41	0.27	0.32
72hr	0.35	0.35	0.37	0.40	0.35	0.21	0.36	0.41	0.60	0.34	0.43	0.25	0.37

표 E.5.31 RWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.23	-0.22	-0.09	-0.17	-0.10	-0.05	0.07	0.12	-0.10	-0.21	-0.20	-0.20	-0.12
12hr	-0.23	-0.22	-0.09	-0.18	-0.10	-0.04	0.06	0.12	-0.10	-0.20	-0.20	-0.20	-0.12
24hr	-0.27	-0.21	-0.15	-0.19	-0.09	-0.05	0.06	0.13	-0.09	-0.16	-0.20	-0.23	-0.12
36hr	-0.31	-0.23	-0.15	-0.16	-0.10	-0.03	0.02	0.15	-0.08	-0.12	-0.21	-0.20	-0.12
48hr	-0.33	-0.22	-0.11	-0.16	-0.11	-0.03	-0.01	0.14	-0.10	-0.21	-0.20	-0.23	-0.13
60hr	-0.31	-0.17	-0.06	-0.06	-0.05	0.02	0.05	0.14	-0.08	-0.24	-0.20	-0.20	-0.10
72hr	-0.34	-0.14	-0.02	0.08	-0.10	0.04	0.09	0.15	0.00	-0.23	-0.22	-0.25	-0.08

표 E.5.32 RWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.30	0.36	0.24	0.30	0.25	0.17	0.49	0.32	0.43	0.48	0.29	0.30	0.33
12hr	0.30	0.37	0.24	0.30	0.26	0.17	0.50	0.32	0.44	0.47	0.29	0.30	0.33
24hr	0.36	0.36	0.33	0.37	0.27	0.20	0.54	0.35	0.41	0.53	0.30	0.32	0.36
36hr	0.41	0.41	0.35	0.44	0.27	0.20	0.43	0.38	0.50	0.63	0.32	0.31	0.39
48hr	0.44	0.37	0.39	0.48	0.29	0.35	0.35	0.40	0.53	0.47	0.36	0.35	0.40
60hr	0.43	0.38	0.42	0.38	0.37	0.36	0.47	0.44	0.77	0.47	0.38	0.34	0.43
72hr	0.45	0.43	0.51	0.50	0.41	0.40	0.56	0.49	0.79	0.44	0.39	0.36	0.48

표 E.5.33 RWW3 통영 부이 (22188) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.33	-0.25	-0.15	-0.14	-0.07	-0.06	0.09	0.03	-0.12	-0.22	-0.22	-0.26	-0.14
12hr	-0.33	-0.25	-0.15	-0.14	-0.07	-0.06	0.09	0.03	-0.12	-0.22	-0.22	-0.26	-0.14
24hr	-0.29	-0.25	-0.15	-0.14	-0.06	-0.05	0.10	0.06	-0.09	-0.21	-0.22	-0.23	-0.13
36hr	-0.31	-0.28	-0.12	-0.12	-0.06	-0.04	0.10	0.09	-0.13	-0.21	-0.23	-0.24	-0.13
48hr	-0.32	-0.27	-0.08	-0.08	-0.08	-0.04	0.05	0.15	-0.08	-0.19	-0.22	-0.24	-0.12
60hr	-0.33	-0.23	-0.09	-0.04	-0.06	-0.01	0.09	0.12	-0.06	-0.20	-0.23	-0.26	-0.11
72hr	-0.30	-0.20	-0.08	0.08	-0.04	0.03	0.11	0.13	0.07	-0.17	-0.24	-0.28	-0.07

표 E.5.34 RWW3 통영 부이 (22188) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.38	0.33	0.28	0.25	0.24	0.18	0.25	0.20	0.44	0.34	0.33	0.32	0.30
12hr	0.38	0.34	0.27	0.26	0.24	0.18	0.26	0.21	0.44	0.34	0.34	0.32	0.30
24hr	0.35	0.34	0.28	0.28	0.30	0.20	0.31	0.26	0.47	0.32	0.33	0.34	0.31
36hr	0.37	0.36	0.33	0.25	0.31	0.20	0.26	0.37	0.44	0.38	0.34	0.36	0.33
48hr	0.41	0.35	0.29	0.23	0.29	0.30	0.30	0.50	0.48	0.41	0.35	0.34	0.36
60hr	0.41	0.35	0.32	0.34	0.31	0.33	0.39	0.46	0.60	0.41	0.37	0.36	0.39
72hr	0.39	0.40	0.40	0.37	0.38	0.38	0.38	0.52	0.77	0.39	0.36	0.40	0.43

표 E.5.35 RWW3 울산 부이 (22189) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.23	0.10	0.08	0.09	-0.10	0.00	0.03	0.05	0.01	-0.08	0.01	-0.10	0.03
12hr	0.23	0.10	0.08	0.09	-0.10	0.00	0.03	0.06	0.01	-0.08	0.01	-0.10	0.03
24hr	0.25	0.10	0.12	0.11	-0.11	0.03	0.05	0.13	0.05	-0.05	-0.02	-0.09	0.05
36hr	0.24	0.07	0.15	0.11	-0.09	0.00	0.04	0.09	0.07	0.00	-0.06	-0.10	0.04
48hr	0.19	0.02	0.16	0.14	-0.09	0.04	0.04	0.03	0.09	0.05	-0.04	-0.10	0.04
60hr	0.16	0.07	0.15	0.14	-0.13	0.08	0.05	0.04	0.08	0.04	-0.03	-0.13	0.04
72hr	0.17	0.09	0.20	0.21	-0.07	0.09	0.04	0.05	0.09	0.05	0.01	-0.15	0.07

표 E.5.36 RWW3 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.23	0.31	0.27	0.28	0.21	0.19	0.37	0.31	0.28	0.21	0.28	0.27
12hr	0.35	0.24	0.31	0.28	0.28	0.21	0.20	0.37	0.31	0.29	0.21	0.28	0.28
24hr	0.39	0.23	0.36	0.33	0.32	0.23	0.24	0.62	0.32	0.26	0.23	0.27	0.32
36hr	0.37	0.22	0.43	0.35	0.33	0.22	0.24	0.39	0.36	0.39	0.29	0.28	0.32
48hr	0.37	0.23	0.43	0.34	0.35	0.27	0.31	0.26	0.33	0.43	0.31	0.32	0.33
60hr	0.36	0.21	0.39	0.35	0.40	0.33	0.34	0.33	0.36	0.45	0.32	0.34	0.35
72hr	0.35	0.29	0.55	0.47	0.42	0.41	0.29	0.43	0.53	0.48	0.19	0.38	0.40

표 E.5.37 RWW3 울진 부이 (22190) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.15	-0.22	-0.23	-0.26	-0.15	-0.11	0.04	-0.07	-0.07	-0.12	-0.23	-0.26	-0.15
12hr	-0.15	-0.22	-0.23	-0.24	-0.15	-0.11	0.03	-0.07	-0.07	-0.11	-0.24	-0.26	-0.15
24hr	-0.16	-0.23	-0.21	-0.18	-0.11	-0.10	0.07	-0.07	-0.02	-0.09	-0.28	-0.28	-0.14
36hr	-0.18	-0.25	-0.18	-0.16	-0.11	-0.13	0.09	-0.01	0.02	-0.02	-0.28	-0.29	-0.13
48hr	-0.21	-0.27	-0.16	-0.17	-0.10	-0.12	0.08	-0.05	0.01	0.03	-0.29	-0.33	-0.13
60hr	-0.21	-0.25	-0.13	-0.15	-0.10	-0.11	0.04	-0.07	0.01	-0.01	-0.31	-0.35	-0.14
72hr	-0.19	-0.29	-0.05	-0.14	-0.09	-0.14	0.06	-0.08	0.08	0.04	-0.29	-0.35	-0.12

표 E.5.38 RWW3 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.30	0.35	0.38	0.27	0.21	0.21	0.36	0.42	0.26	0.40	0.39	0.32
12hr	0.28	0.30	0.35	0.35	0.27	0.21	0.21	0.36	0.43	0.26	0.41	0.39	0.32
24hr	0.27	0.33	0.37	0.35	0.28	0.24	0.25	0.35	0.49	0.25	0.44	0.40	0.34
36hr	0.29	0.38	0.40	0.37	0.31	0.34	0.30	0.53	0.57	0.38	0.43	0.43	0.39
48hr	0.33	0.37	0.39	0.36	0.30	0.30	0.31	0.43	0.42	0.50	0.43	0.44	0.38
60hr	0.36	0.42	0.39	0.37	0.29	0.36	0.39	0.28	0.51	0.50	0.47	0.48	0.40
72hr	0.39	0.41	0.42	0.45	0.33	0.43	0.39	0.31	0.74	0.55	0.44	0.50	0.45

표 E.5.39 CWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.03	0.00	0.02	0.00	0.09	0.04	0.07	0.03	0.07	0.11	0.20	0.27	0.08
12hr	0.03	0.00	0.02	0.00	0.10	0.04	0.07	0.03	0.07	0.11	0.20	0.27	0.08
24hr	0.06	0.01	0.01	0.02	0.10	0.04	0.09	0.05	0.06	0.13	0.22	0.28	0.09
36hr	0.06	0.01	0.02	0.00	0.11	0.05	0.10	0.07	0.05	0.17	0.23	0.25	0.09
48hr	0.06	0.00	0.02	0.01	0.10	0.07	0.14	0.08	0.04	0.16	0.23	0.26	0.10
60hr	0.07	-0.04	0.02	0.02	0.09	0.07	0.13	0.09	0.07	0.13	0.23	0.19	0.09
72hr	0.08	-0.06	0.01	0.10	0.15	0.04	0.14	0.07	0.09	0.11	0.22	0.19	0.09

표 E.5.40 CWW3 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.17	0.17	0.22	0.14	0.16	0.12	0.14	0.14	0.24	0.19	0.32	0.40	0.20
12hr	0.17	0.17	0.22	0.14	0.16	0.12	0.14	0.14	0.24	0.19	0.33	0.40	0.20
24hr	0.22	0.20	0.26	0.16	0.17	0.11	0.16	0.15	0.26	0.21	0.38	0.40	0.22
36hr	0.26	0.21	0.28	0.17	0.20	0.14	0.18	0.18	0.24	0.26	0.37	0.34	0.23
48hr	0.23	0.21	0.31	0.18	0.21	0.13	0.25	0.23	0.28	0.28	0.38	0.37	0.25
60hr	0.24	0.23	0.34	0.24	0.23	0.15	0.24	0.26	0.24	0.25	0.41	0.30	0.26
72hr	0.27	0.27	0.30	0.31	0.25	0.15	0.32	0.27	0.35	0.26	0.43	0.29	0.29

표 E.5.41 CWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.04	-0.03	-0.02	0.03	0.06	0.04	0.19	0.05	0.02	-0.07	-0.08	0.01	0.01
12hr	-0.04	-0.03	-0.03	0.03	0.07	0.04	0.19	0.05	0.02	-0.07	-0.07	0.01	0.01
24hr	-0.07	-0.07	0.00	0.03	0.07	0.04	0.21	0.05	0.03	-0.06	-0.07	0.00	0.01
36hr	-0.10	-0.11	0.01	0.04	0.07	0.07	0.25	0.06	0.03	-0.03	-0.09	-0.01	0.02
48hr	-0.13	-0.14	0.04	0.07	0.04	0.08	0.24	0.07	0.04	0.00	-0.09	0.00	0.02
60hr	-0.13	-0.18	0.02	0.11	0.05	0.08	0.24	0.08	0.06	-0.03	-0.11	-0.03	0.01
72hr	-0.12	-0.19	0.01	0.15	0.06	0.10	0.28	0.09	0.08	-0.07	-0.14	-0.04	0.02

표 E.5.42 CWW3 칠발도 부이 (22102) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.16	0.16	0.21	0.15	0.18	0.15	0.24	0.20	0.32	0.21	0.25	0.21	0.20
12hr	0.16	0.16	0.21	0.14	0.18	0.15	0.24	0.20	0.33	0.21	0.25	0.22	0.20
24hr	0.20	0.21	0.22	0.15	0.21	0.14	0.29	0.22	0.31	0.25	0.25	0.20	0.22
36hr	0.23	0.25	0.29	0.14	0.22	0.16	0.50	0.28	0.32	0.27	0.27	0.25	0.27
48hr	0.31	0.27	0.29	0.18	0.24	0.19	0.42	0.30	0.46	0.29	0.37	0.28	0.30
60hr	0.31	0.34	0.30	0.23	0.24	0.22	0.40	0.36	0.48	0.30	0.38	0.28	0.32
72hr	0.33	0.34	0.36	0.33	0.29	0.27	0.51	0.43	0.49	0.28	0.42	0.32	0.36

표 E.5.43 CWW3 거문도 부이 (22103) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.07	-0.08	-0.05	-0.05	-0.03	0.06	0.17	0.20	0.03	0.03	-0.09	-0.06	0.00
12hr	-0.07	-0.08	-0.05	-0.05	-0.04	0.07	0.16	0.20	0.03	0.03	-0.09	-0.06	0.00
24hr	-0.04	-0.07	-0.05	-0.05	-0.04	0.07	0.18	0.21	0.05	0.06	-0.08	-0.06	0.02
36hr	-0.04	-0.11	-0.03	-0.02	-0.03	0.10	0.15	0.24	0.02	0.04	-0.10	-0.04	0.02
48hr	-0.04	-0.10	0.04	-0.03	-0.05	0.10	0.14	0.25	0.05	-0.01	-0.08	-0.04	0.02
60hr	-0.04	-0.07	0.01	0.08	-0.02	0.12	0.17	0.26	0.10	-0.05	-0.10	-0.06	0.03
72hr	-0.04	-0.03	0.04	0.15	-0.02	0.15	0.22	0.29	0.20	-0.04	-0.09	-0.09	0.06

표 E.5.44 CWW3 거문도 부이 (22103) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.21	0.25	0.27	0.27	0.19	0.20	0.36	0.32	0.51	0.44	0.27	0.22	0.29
12hr	0.21	0.25	0.27	0.27	0.19	0.20	0.37	0.32	0.51	0.45	0.27	0.22	0.29
24hr	0.23	0.24	0.30	0.26	0.21	0.21	0.48	0.37	0.56	0.47	0.29	0.22	0.32
36hr	0.24	0.29	0.36	0.37	0.20	0.23	0.40	0.44	0.48	0.47	0.32	0.23	0.34
48hr	0.26	0.30	0.35	0.41	0.31	0.26	0.33	0.50	0.64	0.47	0.34	0.25	0.37
60hr	0.24	0.28	0.39	0.44	0.37	0.34	0.41	0.51	0.84	0.47	0.38	0.27	0.41
72hr	0.24	0.35	0.53	0.47	0.39	0.34	0.47	0.64	1.15	0.49	0.35	0.30	0.48

표 E.5.45 CWW3 거제도 부이 (22104) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.14	-0.02	-0.04	0.02	0.04	0.12	0.05	-0.02	-0.10	-0.13	-0.14	-0.04
12hr	-0.09	-0.14	-0.02	-0.04	0.02	0.04	0.12	0.05	-0.02	-0.09	-0.13	-0.14	-0.04
24hr	-0.07	-0.16	0.00	-0.04	0.04	0.06	0.13	0.09	0.00	-0.08	-0.13	-0.15	-0.02
36hr	-0.06	-0.21	0.04	-0.06	0.04	0.06	0.11	0.15	-0.04	-0.04	-0.14	-0.16	-0.02
48hr	-0.07	-0.23	0.04	-0.04	0.01	0.08	0.10	0.15	0.04	-0.01	-0.14	-0.17	-0.02
60hr	-0.11	-0.18	0.05	0.00	0.00	0.13	0.11	0.09	0.01	-0.04	-0.14	-0.19	-0.02
72hr	-0.10	-0.10	0.08	0.12	0.04	0.17	0.14	0.09	0.07	-0.01	-0.12	-0.18	0.02

표 E.5.46 CWW3 거제도 부이 (22104) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.26	0.22	0.26	0.23	0.24	0.18	0.21	0.24	0.28	0.38	0.34	0.29	0.26
12hr	0.24	0.22	0.26	0.23	0.24	0.18	0.21	0.24	0.28	0.38	0.34	0.29	0.26
24hr	0.26	0.23	0.28	0.25	0.26	0.22	0.25	0.33	0.38	0.39	0.33	0.31	0.29
36hr	0.28	0.28	0.32	0.29	0.30	0.22	0.22	0.57	0.30	0.45	0.36	0.32	0.32
48hr	0.29	0.34	0.30	0.29	0.28	0.28	0.32	0.53	0.44	0.49	0.36	0.32	0.35
60hr	0.30	0.30	0.33	0.28	0.30	0.34	0.38	0.36	0.47	0.54	0.37	0.33	0.36
72hr	0.31	0.31	0.40	0.48	0.32	0.42	0.33	0.45	0.43	0.55	0.37	0.36	0.39

표 E.5.47 CWW3 동해 부이 (22105) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.19	-0.09	-0.12	-0.07	-0.10	0.10	0.00	-0.10	-0.02	-0.15	-0.11	-0.08
12hr	-0.09	-0.19	-0.09	-0.12	-0.06	-0.10	0.10	0.00	-0.10	-0.01	-0.16	-0.11	-0.08
24hr	-0.10	-0.21	-0.16	-0.08	-0.03	-0.10	0.14	-0.01	-0.06	0.03	-0.19	-0.11	-0.07
36hr	-0.12	-0.28	-0.12	-0.09	0.02	-0.12	0.14	0.01	-0.01	0.06	-0.20	-0.12	-0.07
48hr	-0.13	-0.27	-0.08	-0.12	0.00	-0.15	0.17	-0.01	-0.04	0.12	-0.19	-0.15	-0.07
60hr	-0.13	-0.28	-0.08	-0.10	0.00	-0.16	0.09	-0.04	-0.03	0.07	-0.19	-0.20	-0.09
72hr	-0.13	-0.30	-0.02	-0.08	-0.02	-0.19	0.12	-0.03	0.04	0.12	-0.14	-0.24	-0.07

표 E.5.48 CWW3 동해 부이 (22105) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.34	0.30	0.25	0.29	0.22	0.23	0.21	0.29	0.35	0.28	0.35	0.28	0.28
12hr	0.34	0.30	0.25	0.29	0.22	0.24	0.21	0.30	0.35	0.27	0.35	0.28	0.28
24hr	0.32	0.33	0.34	0.29	0.23	0.23	0.28	0.31	0.39	0.34	0.41	0.29	0.31
36hr	0.31	0.44	0.38	0.32	0.28	0.32	0.34	0.41	0.47	0.51	0.41	0.27	0.37
48hr	0.35	0.40	0.38	0.33	0.27	0.33	0.37	0.35	0.39	0.66	0.42	0.31	0.38
60hr	0.39	0.47	0.41	0.32	0.31	0.37	0.40	0.28	0.45	0.59	0.45	0.39	0.40
72hr	0.41	0.46	0.40	0.38	0.26	0.44	0.39	0.34	0.69	0.66	0.40	0.42	0.44

표 E.5.49 CWW3 포항 부이 (22106) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.17	-0.15	-0.14	-0.07	-0.03	-0.03	0.13	-0.08	-0.09	-0.18	-0.17	-0.18	-0.10
12hr	-0.16	-0.14	-0.14	-0.07	-0.03	-0.03	0.13	-0.08	-0.08	-0.13	-0.17	-0.18	-0.09
24hr	-0.18	-0.12	-0.14	-0.01	-0.01	-0.01	0.16	-0.06	-0.07	-0.09	-0.22	-0.20	-0.08
36hr	-0.18	-0.16	-0.12	0.00	0.00	-0.05	0.15	-0.02	-0.04	-0.04	-0.23	-0.22	-0.07
48hr	-0.21	-0.19	-0.09	0.00	-0.01	-0.07	0.16	-0.07	-0.03	0.02	-0.25	-0.22	-0.08
60hr	-0.20	-0.15	-0.05	0.00	-0.01	-0.03	0.11	-0.07	-0.03	-0.03	-0.28	-0.25	-0.08
72hr	-0.18	-0.19	-0.01	0.04	0.03	-0.04	0.14	-0.11	-0.01	0.01	-0.26	-0.26	-0.07

표 E.5.50 CWW3 포항 부이 (22106) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.32	0.23	0.28	0.23	0.25	0.16	0.24	0.29	0.64	0.52	0.35	0.33	0.32
12hr	0.32	0.22	0.28	0.24	0.26	0.16	0.24	0.29	0.64	0.34	0.35	0.33	0.31
24hr	0.30	0.23	0.29	0.30	0.29	0.18	0.30	0.28	0.65	0.38	0.40	0.37	0.33
36hr	0.32	0.27	0.35	0.30	0.32	0.26	0.33	0.43	0.67	0.52	0.44	0.38	0.38
48hr	0.36	0.32	0.36	0.29	0.32	0.31	0.34	0.36	0.68	0.55	0.46	0.39	0.39
60hr	0.37	0.28	0.38	0.28	0.29	0.28	0.31	0.31	0.72	0.39	0.50	0.41	0.37
72hr	0.38	0.30	0.40	0.44	0.32	0.33	0.36	0.34	0.81	0.37	0.44	0.41	0.41

표 E.5.51 CWW3 마라도 부이 (22107) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.18	-0.05	0.58	-0.08	-0.07	0.03	0.06	0.23	0.09	-0.07	-0.16	-0.20	0.02
12hr	-0.18	-0.06	0.58	-0.10	-0.07	0.03	0.06	0.24	0.09	-0.06	-0.16	-0.19	0.01
24hr	-0.23	-0.09	0.57	-0.16	-0.07	0.01	0.05	0.24	0.09	-0.05	-0.15	-0.22	0.00
36hr	-0.29	-0.11	0.60	-0.17	-0.08	0.03	0.04	0.25	0.13	-0.04	-0.15	-0.24	0.00
48hr	-0.32	-0.14	0.62	-0.14	-0.09	0.04	0.00	0.23	0.13	-0.09	-0.16	-0.24	-0.01
60hr	-0.32	-0.13	0.70	-0.07	-0.04	0.08	0.06	0.23	0.14	-0.10	-0.19	-0.22	0.01
72hr	-0.32	-0.14	0.75	0.02	-0.03	0.06	0.13	0.25	0.21	-0.17	-0.20	-0.29	0.02

표 E.5.52 CWW3 마라도 부이 (22107) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.36	0.81	0.33	0.16	0.16	0.28	0.37	0.56	0.39	0.38	0.29	0.36
12hr	0.25	0.35	0.81	0.30	0.16	0.16	0.27	0.38	0.56	0.38	0.39	0.29	0.36
24hr	0.30	0.39	0.82	0.33	0.17	0.21	0.33	0.41	0.55	0.44	0.37	0.33	0.39
36hr	0.39	0.43	0.89	0.35	0.21	0.19	0.42	0.42	0.57	0.55	0.39	0.34	0.43
48hr	0.44	0.43	0.95	0.34	0.26	0.25	0.42	0.37	0.62	0.39	0.41	0.36	0.44
60hr	0.46	0.48	1.02	0.26	0.33	0.32	0.40	0.38	0.77	0.45	0.43	0.34	0.47
72hr	0.51	0.50	1.09	0.33	0.42	0.30	0.64	0.43	0.99	0.41	0.49	0.40	0.54

표 E.5.53 CWW3 외연도 부이 (22108) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.01	-0.05	-0.04	0.01	0.03	-0.04	0.02	-0.07	-0.04	-0.08	-0.06	0.03	-0.03
12hr	-0.02	-0.05	-0.04	0.01	0.04	-0.04	0.02	-0.06	-0.04	-0.08	-0.06	0.03	-0.02
24hr	-0.03	-0.07	-0.01	0.02	0.01	-0.04	0.05	-0.07	-0.06	-0.04	-0.03	0.03	-0.02
36hr	-0.04	-0.12	-0.02	0.03	0.05	-0.03	0.08	0.00	-0.12	-0.01	-0.04	0.02	-0.02
48hr	-0.06	-0.16	0.01	0.02	0.04	-0.01	0.10	0.02	-0.09	0.00	-0.03	0.01	-0.01
60hr	-0.02	-0.20	-0.02	0.06	0.03	0.00	0.12	0.03	-0.12	-0.05	-0.03	-0.04	-0.02
72hr	-0.02	-0.22	-0.07	0.18	0.04	-0.03	0.13	0.00	-0.07	-0.07	-0.08	-0.05	-0.02

표 E.5.54 CWW3 외연도 부이 (22108) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.19	0.15	0.18	0.14	0.18	0.20	0.15	0.25	0.33	0.18	0.22	0.25	0.20
12hr	0.19	0.15	0.18	0.14	0.18	0.20	0.15	0.25	0.33	0.18	0.22	0.25	0.20
24hr	0.17	0.18	0.19	0.17	0.21	0.17	0.23	0.26	0.36	0.19	0.24	0.26	0.22
36hr	0.20	0.22	0.28	0.17	0.24	0.16	0.28	0.33	0.23	0.24	0.25	0.26	0.24
48hr	0.25	0.27	0.33	0.20	0.26	0.20	0.40	0.36	0.27	0.32	0.32	0.32	0.29
60hr	0.25	0.33	0.45	0.25	0.29	0.18	0.56	0.37	0.31	0.28	0.38	0.28	0.33
72hr	0.29	0.37	0.48	0.43	0.33	0.18	0.42	0.38	0.49	0.33	0.39	0.31	0.37

표 E.5.55 CWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.09	0.05	-0.04	0.03	0.01	0.12	0.09	0.10	0.18	0.09	-0.01	0.04
12hr	-0.06	-0.09	0.05	-0.05	0.03	0.01	0.12	0.09	0.10	0.19	0.08	-0.01	0.04
24hr	-0.04	-0.12	0.04	-0.01	0.06	0.02	0.17	0.10	0.14	0.23	0.05	0.01	0.06
36hr	-0.04	-0.14	0.06	0.00	0.07	0.01	0.19	0.12	0.21	0.26	0.07	0.02	0.07
48hr	-0.05	-0.13	0.07	-0.01	0.05	-0.02	0.21	0.13	0.17	0.25	0.07	0.02	0.06
60hr	-0.08	-0.15	0.11	-0.03	0.03	0.01	0.18	0.07	0.22	0.32	0.07	-0.04	0.06
72hr	-0.10	-0.16	0.12	0.00	0.05	-0.04	0.15	0.09	0.22	0.25	0.08	-0.10	0.05

표 E.5.56 CWW3 울릉도 부이 (21229) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.33	0.24	0.24	0.22	0.23	0.17	0.22	0.34	0.51	0.42	0.24	0.22	0.28
12hr	0.33	0.24	0.24	0.21	0.23	0.17	0.22	0.35	0.52	0.42	0.24	0.22	0.28
24hr	0.33	0.29	0.35	0.26	0.29	0.22	0.28	0.32	0.57	0.50	0.25	0.25	0.32
36hr	0.28	0.36	0.40	0.30	0.32	0.27	0.37	0.36	0.72	0.56	0.28	0.28	0.38
48hr	0.38	0.33	0.41	0.33	0.33	0.35	0.49	0.52	0.57	0.58	0.30	0.30	0.41
60hr	0.36	0.35	0.43	0.28	0.35	0.35	0.43	0.34	0.64	0.80	0.30	0.34	0.42
72hr	0.42	0.39	0.52	0.37	0.32	0.43	0.33	0.39	0.61	0.62	0.36	0.34	0.43

표 E.5.57 CWW3 추자도 부이 (22184) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.01	0.00	-0.01	-0.11	-0.02	-0.01	0.14	0.01	-0.02	-0.08	-0.15	-0.11	-0.03
12hr	-0.02	-0.01	-0.01	-0.11	-0.01	-0.01	0.14	0.01	-0.02	-0.07	-0.15	-0.10	-0.03
24hr	-0.05	-0.02	0.01	-0.12	-0.03	-0.02	0.12	0.01	-0.02	0.00	-0.15	-0.14	-0.03
36hr	-0.10	-0.04	0.04	-0.14	-0.03	0.00	0.16	0.02	0.01	0.25	-0.17	-0.12	-0.01
48hr	-0.15	-0.04	0.05	-0.11	-0.05	0.02	0.11	0.05	0.02	-0.03	-0.19	-0.10	-0.03
60hr	-0.14	0.01	0.08	-0.06	-0.02	0.07	0.13	0.05	0.05	-0.09	-0.23	-0.10	-0.02
72hr	-0.17	0.01	0.08	0.07	-0.02	0.07	0.23	0.09	0.02	-0.16	-0.22	-0.15	-0.01

표 E.5.58 CWW3 추자도 부이 (22184) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.18	0.20	0.21	0.25	0.17	0.15	0.29	0.20	0.47	0.34	0.29	0.23	0.25
12hr	0.18	0.20	0.21	0.26	0.17	0.15	0.29	0.20	0.48	0.35	0.29	0.23	0.25
24hr	0.20	0.30	0.24	0.25	0.16	0.18	0.32	0.21	0.44	0.61	0.32	0.23	0.29
36hr	0.23	0.34	0.29	0.28	0.19	0.16	0.66	0.24	0.57	1.31	0.34	0.25	0.40
48hr	0.27	0.28	0.28	0.33	0.29	0.25	0.42	0.35	0.70	0.41	0.39	0.27	0.35
60hr	0.28	0.33	0.43	0.30	0.33	0.29	0.36	0.42	0.82	0.27	0.43	0.29	0.38
72hr	0.35	0.38	0.43	0.41	0.33	0.26	0.54	0.49	0.75	0.31	0.42	0.32	0.42

표 E.5.59 CWW3 인천 부이 (22185) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.02	-0.02	0.02	0.03	0.05	0.04	0.07	0.02	-0.05	-0.08	-0.04	0.04	0.01
12hr	0.01	-0.01	0.03	0.02	0.06	0.04	0.07	0.02	-0.05	-0.07	-0.04	0.05	0.01
24hr	0.01	-0.04	0.05	0.06	0.05	0.06	0.09	0.03	-0.07	-0.07	-0.01	0.04	0.02
36hr	0.03	-0.07	0.04	0.04	0.09	0.08	0.10	0.07	-0.13	-0.03	-0.01	0.03	0.02
48hr	0.04	-0.10	0.06	0.09	0.07	0.10	0.14	0.10	-0.07	-0.03	0.00	0.03	0.03
60hr	0.04	-0.13	0.04	0.06	0.07	0.09	0.17	0.10	-0.10	-0.07	-0.02	-0.02	0.02
72hr	0.05	-0.15	0.02	0.21	0.10	0.05	0.19	0.09	-0.12	-0.08	-0.04	-0.05	0.02

표 E.5.60 CWW3 인천 부이 (22185) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.20	0.20	0.22	0.17	0.20	0.13	0.17	0.24	0.24	0.16	0.20	0.24	0.20
12hr	0.21	0.20	0.22	0.17	0.20	0.13	0.17	0.24	0.24	0.16	0.20	0.24	0.20
24hr	0.22	0.23	0.26	0.21	0.25	0.14	0.20	0.26	0.36	0.18	0.22	0.24	0.23
36hr	0.25	0.22	0.37	0.23	0.29	0.14	0.24	0.32	0.24	0.21	0.24	0.23	0.25
48hr	0.24	0.26	0.40	0.24	0.28	0.18	0.29	0.42	0.27	0.26	0.30	0.25	0.28
60hr	0.26	0.25	0.48	0.31	0.31	0.18	0.48	0.38	0.23	0.26	0.34	0.30	0.32
72hr	0.33	0.30	0.45	0.46	0.32	0.16	0.51	0.43	0.28	0.31	0.34	0.29	0.35

표 E.5.61 CWW3 부안 부이 (22186) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.02	-0.03	0.06	0.04	0.06	-0.03	0.05	-0.04	0.04	-0.07	-0.07	0.02	0.00
12hr	0.02	-0.03	0.06	0.04	0.06	-0.03	0.05	-0.04	0.04	-0.06	-0.08	0.02	0.00
24hr	0.00	-0.07	0.09	0.07	0.06	-0.03	0.08	-0.03	0.02	-0.02	-0.06	0.01	0.01
36hr	-0.02	-0.12	0.10	0.07	0.06	-0.01	0.12	0.00	-0.05	0.01	-0.06	-0.01	0.01
48hr	-0.04	-0.13	0.13	0.06	0.05	0.00	0.14	0.03	0.00	0.03	-0.05	-0.01	0.02
60hr	-0.01	-0.16	0.09	0.10	0.06	-0.01	0.14	0.02	-0.05	-0.04	-0.09	-0.03	0.00
72hr	-0.01	-0.18	0.04	0.19	0.05	0.00	0.16	0.04	0.04	-0.04	-0.12	-0.06	0.01

표 E.5.62 CWW3 부안 부이 (22186) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.20	0.15	0.20	0.15	0.22	0.15	0.16	0.21	0.64	0.18	0.24	0.17	0.22
12hr	0.20	0.15	0.20	0.15	0.22	0.15	0.17	0.22	0.65	0.18	0.24	0.17	0.22
24hr	0.19	0.17	0.25	0.19	0.26	0.13	0.23	0.23	0.59	0.21	0.27	0.18	0.24
36hr	0.24	0.22	0.30	0.19	0.26	0.13	0.30	0.28	0.33	0.23	0.28	0.21	0.25
48hr	0.31	0.23	0.31	0.21	0.29	0.14	0.40	0.30	0.50	0.35	0.36	0.28	0.31
60hr	0.27	0.31	0.35	0.23	0.31	0.17	0.50	0.32	0.28	0.33	0.39	0.27	0.31
72hr	0.35	0.31	0.37	0.41	0.33	0.19	0.37	0.39	0.56	0.33	0.41	0.26	0.35

표 E.5.63 CWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.34	-0.28	-0.17	-0.21	-0.14	-0.06	0.02	0.09	-0.18	-0.28	-0.27	-0.29	-0.17
12hr	-0.33	-0.27	-0.16	-0.21	-0.14	-0.05	0.02	0.09	-0.19	-0.28	-0.27	-0.30	-0.17
24hr	-0.36	-0.27	-0.22	-0.22	-0.12	-0.06	0.01	0.10	-0.17	-0.24	-0.27	-0.32	-0.18
36hr	-0.40	-0.29	-0.22	-0.20	-0.14	-0.05	-0.02	0.12	-0.17	-0.19	-0.28	-0.29	-0.18
48hr	-0.42	-0.28	-0.18	-0.20	-0.15	-0.04	-0.05	0.10	-0.18	-0.27	-0.28	-0.31	-0.19
60hr	-0.40	-0.24	-0.15	-0.11	-0.09	0.00	0.00	0.11	-0.17	-0.28	-0.28	-0.28	-0.16
72hr	-0.42	-0.21	-0.11	0.02	-0.14	0.03	0.04	0.11	-0.11	-0.29	-0.29	-0.34	-0.14

표 E.5.64 CWW3 서귀포 부이 (22187) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.38	0.42	0.29	0.33	0.24	0.18	0.44	0.28	0.41	0.46	0.34	0.35	0.34
12hr	0.38	0.42	0.29	0.33	0.24	0.18	0.44	0.28	0.41	0.46	0.34	0.35	0.34
24hr	0.42	0.41	0.37	0.38	0.25	0.22	0.48	0.30	0.38	0.48	0.34	0.37	0.37
36hr	0.47	0.45	0.39	0.44	0.26	0.19	0.39	0.32	0.48	0.55	0.36	0.36	0.39
48hr	0.49	0.42	0.42	0.48	0.30	0.33	0.34	0.34	0.51	0.48	0.40	0.39	0.41
60hr	0.48	0.42	0.39	0.38	0.33	0.32	0.43	0.37	0.72	0.48	0.41	0.38	0.43
72hr	0.50	0.46	0.49	0.45	0.38	0.39	0.49	0.42	0.67	0.46	0.43	0.42	0.46

표 E.5.65 CWW3 통영 부이 (22188) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.18	-0.09	-0.02	-0.01	0.00	0.04	0.17	0.11	0.05	0.01	-0.07	-0.13	-0.01
12hr	-0.18	-0.10	-0.02	-0.01	-0.01	0.04	0.17	0.12	0.05	0.01	-0.07	-0.13	-0.01
24hr	-0.14	-0.10	-0.02	0.00	0.00	0.06	0.18	0.15	0.08	0.03	-0.05	-0.10	0.01
36hr	-0.17	-0.15	0.02	0.01	0.00	0.07	0.18	0.17	0.04	0.03	-0.08	-0.10	0.00
48hr	-0.17	-0.13	0.05	0.05	-0.01	0.08	0.13	0.21	0.10	0.07	-0.08	-0.11	0.02
60hr	-0.19	-0.10	0.05	0.10	0.01	0.12	0.17	0.19	0.12	0.06	-0.08	-0.15	0.02
72hr	-0.17	-0.05	0.06	0.21	0.04	0.16	0.20	0.19	0.24	0.08	-0.09	-0.15	0.06

표 E.5.66 CWW3 통영 부이 (22188) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.23	0.22	0.23	0.22	0.19	0.29	0.26	0.41	0.30	0.31	0.23	0.26
12hr	0.25	0.23	0.22	0.23	0.22	0.19	0.29	0.26	0.41	0.30	0.31	0.23	0.26
24hr	0.23	0.24	0.24	0.27	0.29	0.21	0.35	0.32	0.46	0.29	0.28	0.25	0.29
36hr	0.25	0.26	0.31	0.26	0.30	0.23	0.32	0.43	0.42	0.36	0.29	0.26	0.31
48hr	0.28	0.26	0.30	0.25	0.28	0.32	0.34	0.55	0.50	0.40	0.31	0.26	0.34
60hr	0.29	0.26	0.32	0.37	0.30	0.39	0.43	0.50	0.59	0.40	0.35	0.28	0.37
72hr	0.29	0.33	0.42	0.42	0.38	0.44	0.43	0.56	0.79	0.42	0.34	0.30	0.43

표 E.5.67 CWW3 울산 부이 (22189) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.22	0.10	0.10	0.10	-0.06	0.03	0.08	0.10	0.01	-0.08	0.02	-0.09	0.05
12hr	0.22	0.10	0.11	0.10	-0.06	0.03	0.08	0.11	0.01	-0.08	0.02	-0.09	0.05
24hr	0.24	0.11	0.15	0.12	-0.06	0.05	0.10	0.17	0.06	-0.04	-0.01	-0.09	0.07
36hr	0.22	0.07	0.18	0.12	-0.06	0.02	0.09	0.14	0.08	0.00	-0.05	-0.10	0.06
48hr	0.18	0.03	0.18	0.15	-0.06	0.06	0.09	0.08	0.08	0.05	-0.03	-0.10	0.06
60hr	0.14	0.07	0.17	0.15	-0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.05	-0.01	-0.12	0.06
72hr	0.16	0.09	0.22	0.22	-0.02	0.11	0.09	0.10	0.10	0.05	0.03	-0.13	0.08

표 E.5.68 CWW3 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.34	0.23	0.31	0.26	0.28	0.20	0.20	0.38	0.30	0.29	0.21	0.27	0.27
12hr	0.34	0.23	0.31	0.26	0.28	0.20	0.21	0.38	0.30	0.29	0.21	0.27	0.27
24hr	0.38	0.23	0.37	0.32	0.30	0.23	0.26	0.61	0.32	0.28	0.23	0.27	0.32
36hr	0.35	0.21	0.43	0.34	0.33	0.22	0.26	0.39	0.37	0.40	0.29	0.28	0.32
48hr	0.35	0.22	0.43	0.33	0.34	0.27	0.32	0.26	0.31	0.43	0.31	0.32	0.33
60hr	0.35	0.20	0.40	0.35	0.39	0.34	0.35	0.34	0.36	0.46	0.31	0.33	0.35
72hr	0.33	0.28	0.55	0.48	0.40	0.41	0.31	0.45	0.54	0.46	0.17	0.38	0.40

표 E.5.69 CWW3 울진 부이 (22190) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.14	-0.20	-0.19	-0.23	-0.11	-0.09	0.05	-0.05	-0.06	-0.10	-0.21	-0.22	-0.13
12hr	-0.14	-0.20	-0.19	-0.22	-0.11	-0.09	0.05	-0.05	-0.06	-0.10	-0.21	-0.23	-0.13
24hr	-0.14	-0.20	-0.17	-0.16	-0.08	-0.08	0.09	-0.05	-0.01	-0.07	-0.26	-0.25	-0.12
36hr	-0.16	-0.22	-0.14	-0.15	-0.07	-0.11	0.11	0.01	0.03	-0.01	-0.26	-0.26	-0.10
48hr	-0.18	-0.25	-0.13	-0.16	-0.06	-0.11	0.11	-0.02	0.01	0.04	-0.26	-0.29	-0.11
60hr	-0.19	-0.23	-0.10	-0.13	-0.07	-0.10	0.06	-0.05	0.01	0.00	-0.29	-0.32	-0.12
72hr	-0.18	-0.27	-0.01	-0.12	-0.06	-0.12	0.08	-0.06	0.08	0.05	-0.27	-0.33	-0.10

표 E.5.70 CWW3 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.27	0.29	0.32	0.36	0.25	0.18	0.21	0.35	0.42	0.25	0.39	0.37	0.30
12hr	0.27	0.29	0.33	0.33	0.25	0.18	0.21	0.35	0.42	0.25	0.39	0.37	0.30
24hr	0.26	0.30	0.35	0.34	0.26	0.23	0.26	0.34	0.48	0.25	0.43	0.39	0.32
36hr	0.27	0.35	0.37	0.35	0.30	0.33	0.31	0.52	0.56	0.40	0.41	0.41	0.38
48hr	0.31	0.36	0.36	0.36	0.28	0.29	0.30	0.42	0.42	0.51	0.42	0.41	0.37
60hr	0.34	0.40	0.37	0.36	0.28	0.36	0.37	0.28	0.52	0.50	0.45	0.46	0.39
72hr	0.38	0.40	0.40	0.44	0.33	0.42	0.39	0.30	0.75	0.55	0.42	0.49	0.44

E.5.1.3 앙상블 지역 파랑모델 (EWW3) 부이 검증

앙상블 지역 파랑모델은 2018년 10월부터 현업에서 운영하고 있으며, 2019년 11월 예측시간이 87시간에서 120시간 예측시간으로 연장되었으나, 2019년 앙상블 지역 파랑모델의 예측성 분석은 72시간에 대해 수행되었다. 해양기상부이 지점별 평균오차와 평균제곱근오차를 전체 평균하여 표 E.5.71과 표 E.5.72에 나타냈다. 평균제곱근오차는 예측시간 0일 때, 0.22m에서 예측시간이 증가할수록 0.24m, 0.27m, 0.30m로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

월별 앙상블예측 성능을 종합적으로 파악하기 위해 그림 E.5.43~E.5.54와 같이 나타냈다. 상단에 위치한 그림은 예측시간 24시간에 대한 앙상블예측결과와 부이관측결과의 차이를 분포도로 나타낸 것이고, 하단의 그림은 모델의 예측성능을 파악하기 위한 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, Brier Score, Reliability Table을 예측시간 0, 24, 48, 72시간에 대해 나타낸 것이다. 월별 상단의 그림을 보면 전반적으로 유의파고 0m를 기준으로 50% 이상 분포하고 있는 것을 확인할 수 있었고, 앙상블 파랑모델의 경우 대체적으로 일관된 예측성능을 가지고 있다고 판단된다. 하지만 대기상황이 급변하는 시기에는 지역 및 국지연안 파랑모델과 동일하게 예측오차가 증가하는 경향을 보였다.

표 E.5.71 EWW3 평균오차(전체 부이 지점 평균)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01	-0.02	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.02	-0.04	-0.03
24hr	-0.07	-0.05	-0.03	-0.01	-0.03	0.01	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03
48hr	-0.05	-0.05	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.02	-0.02
72hr	-0.03	-0.02	-0.01	-0.03	-0.04	-0.01	-0.09	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02

표 E.5.72 EWW3 평균제곱근오차(전체 부이 지점 평균)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.16	0.16	0.13	0.12	0.11	0.12	0.20	0.19	0.43	0.37	0.37	0.33	0.22
24hr	0.17	0.17	0.16	0.13	0.13	0.12	0.24	0.21	0.47	0.42	0.39	0.33	0.24
48hr	0.19	0.19	0.19	0.15	0.15	0.14	0.26	0.24	0.54	0.42	0.40	0.33	0.27
72hr	0.22	0.21	0.23	0.21	0.18	0.21	0.34	0.25	0.59	0.38	0.40	0.30	0.30

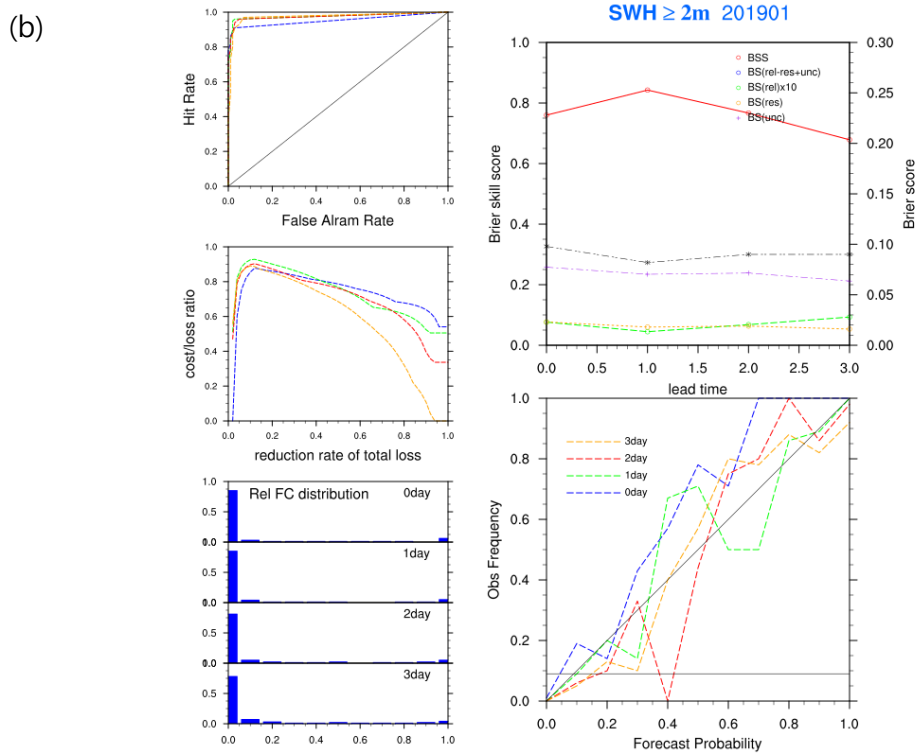
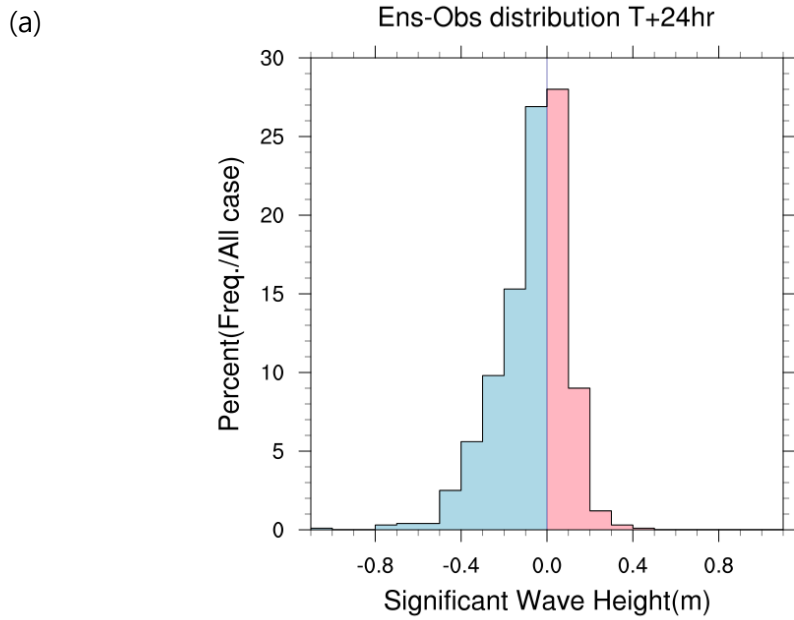


그림 E.5.43 2019년 1월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

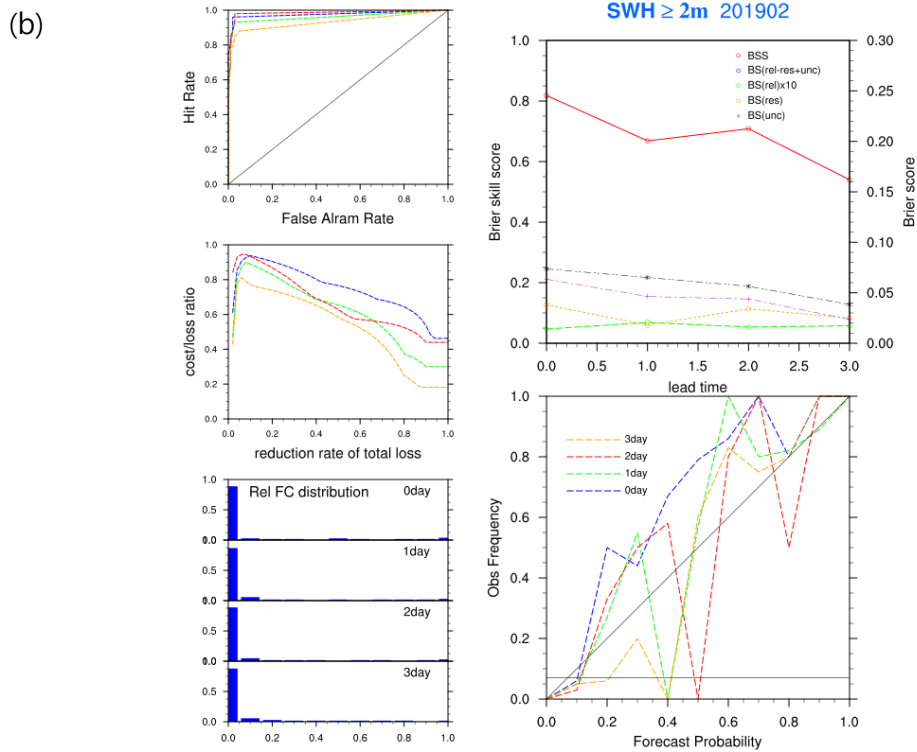
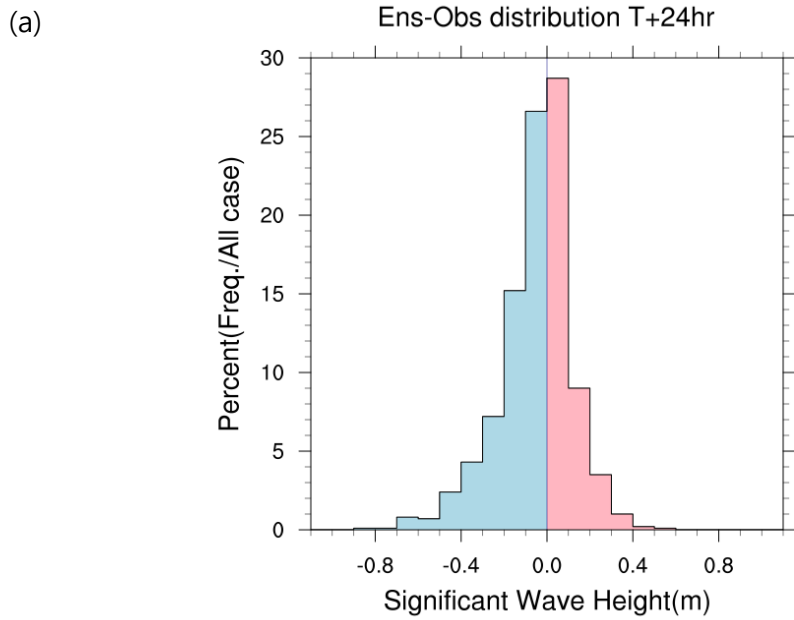


그림 E.5.44 2019년 2월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

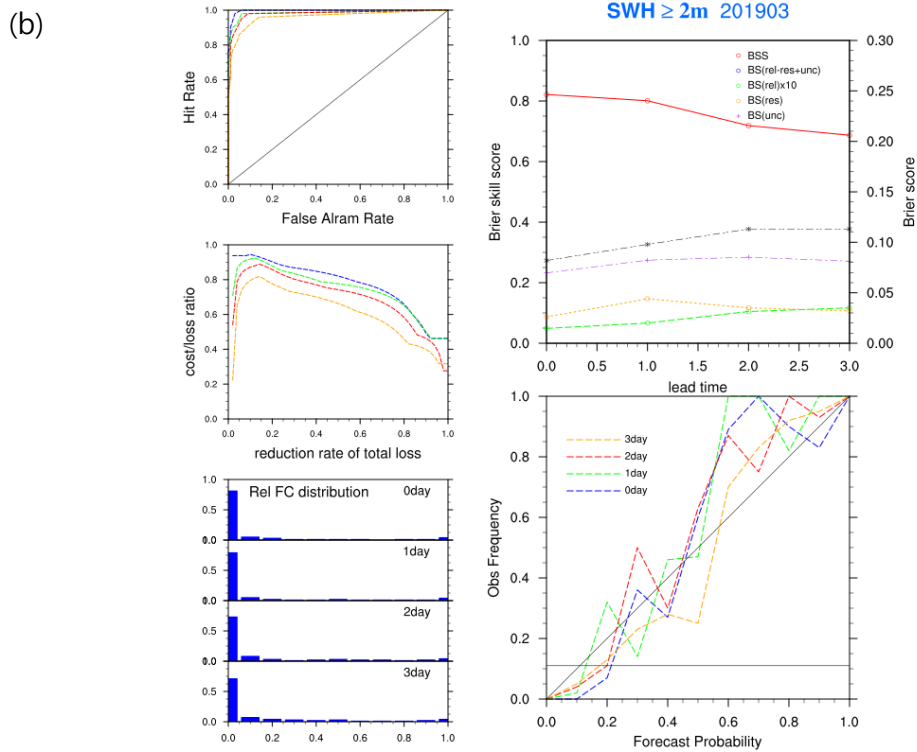
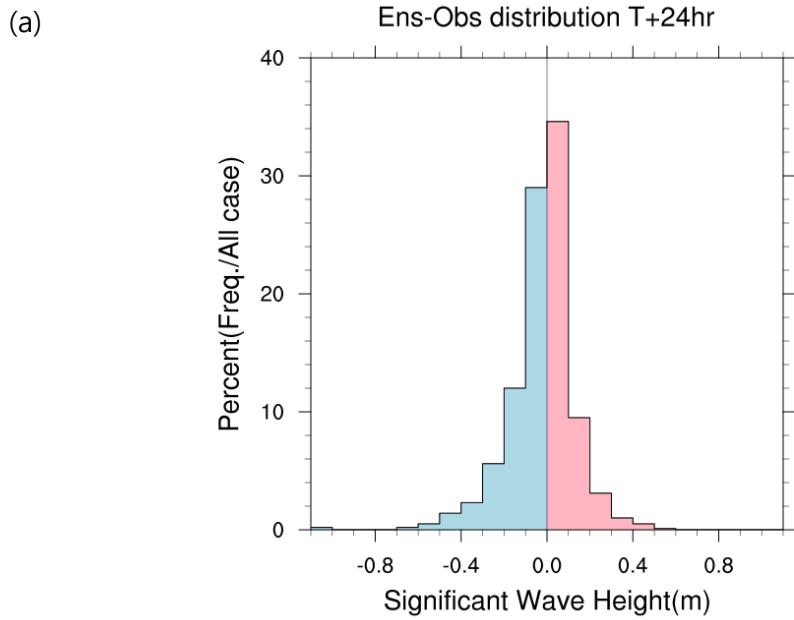


그림 E.5.45 2019년 3월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

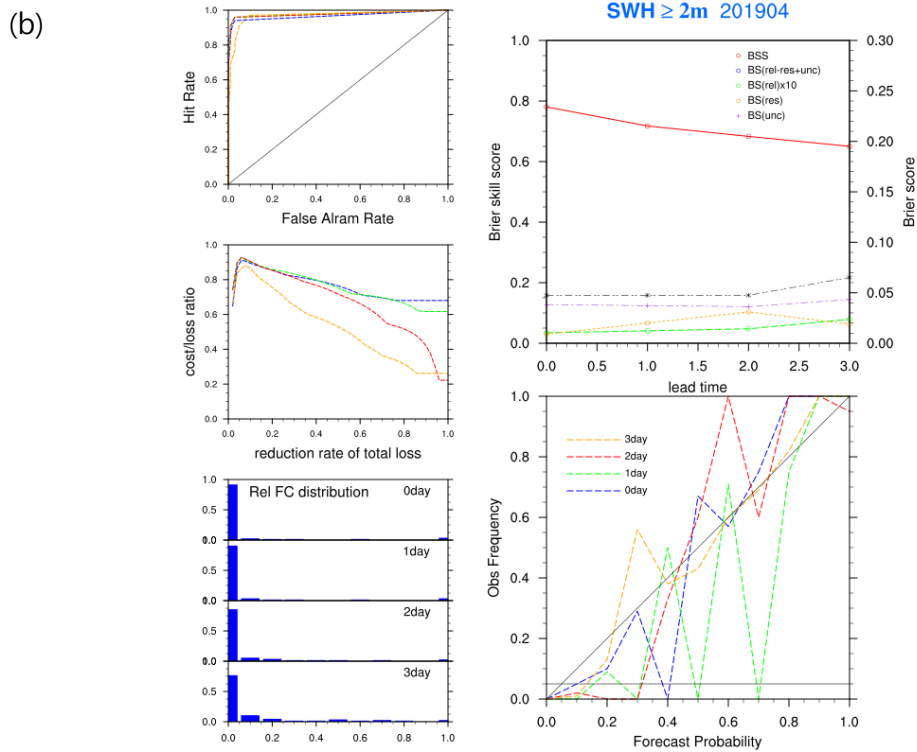
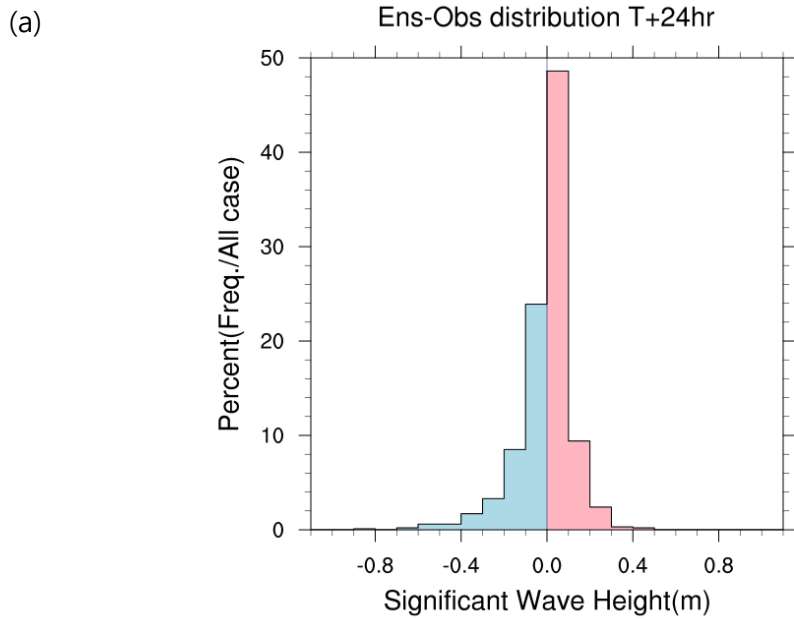


그림 E.5.46 2019년 4월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

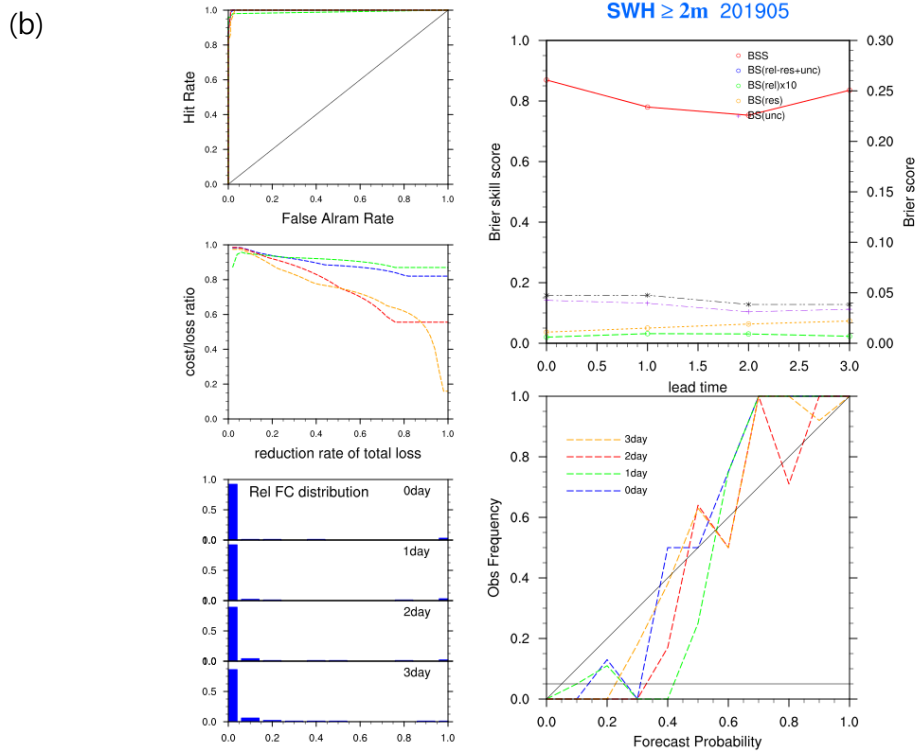
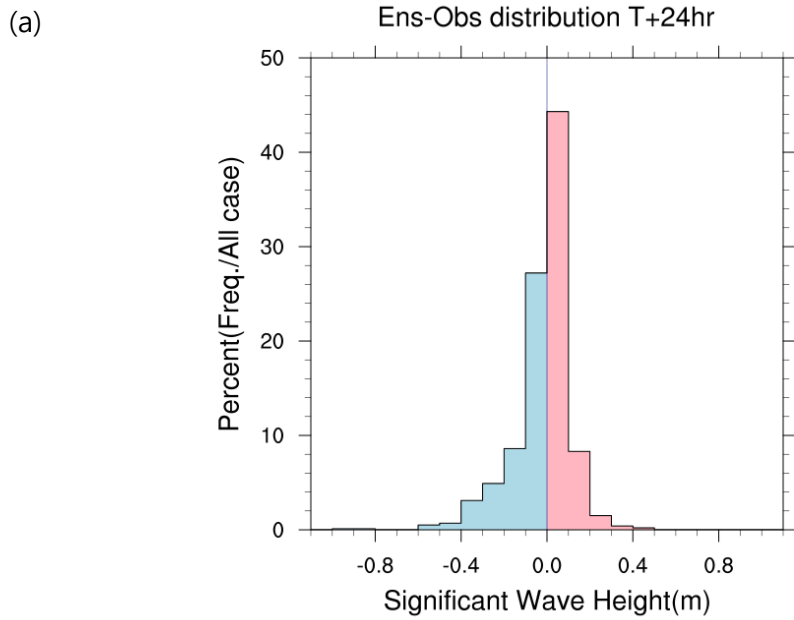


그림 E.5.47 2019년 5월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

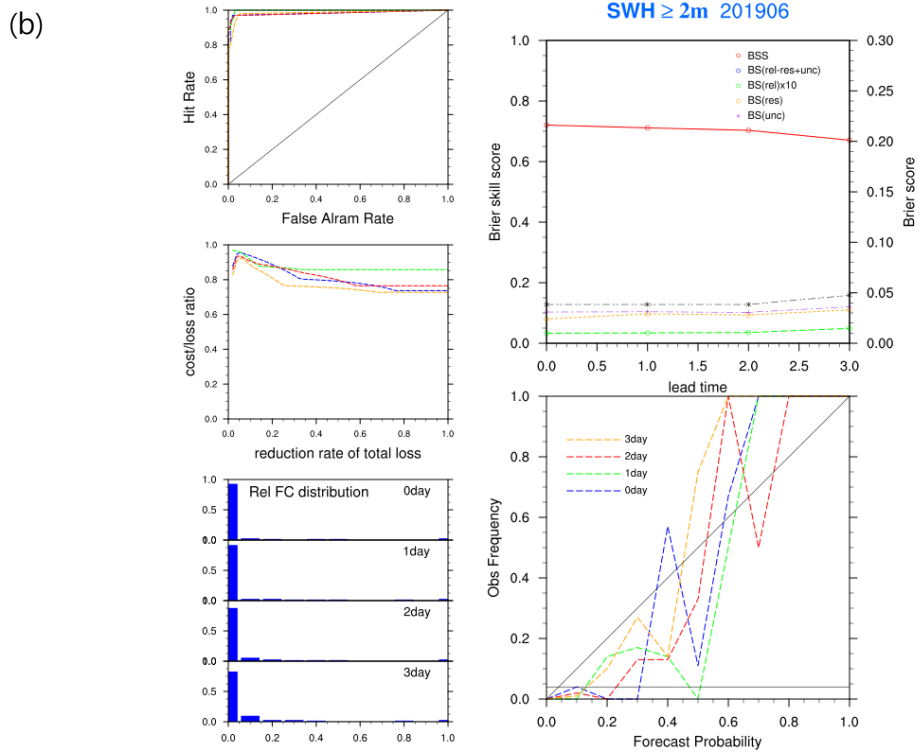
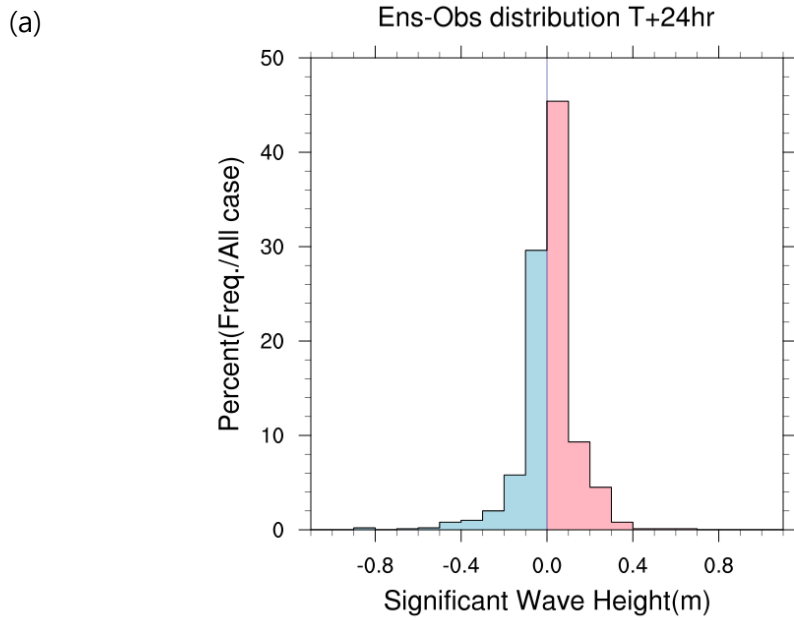


그림 E.5.48 2019년 6월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

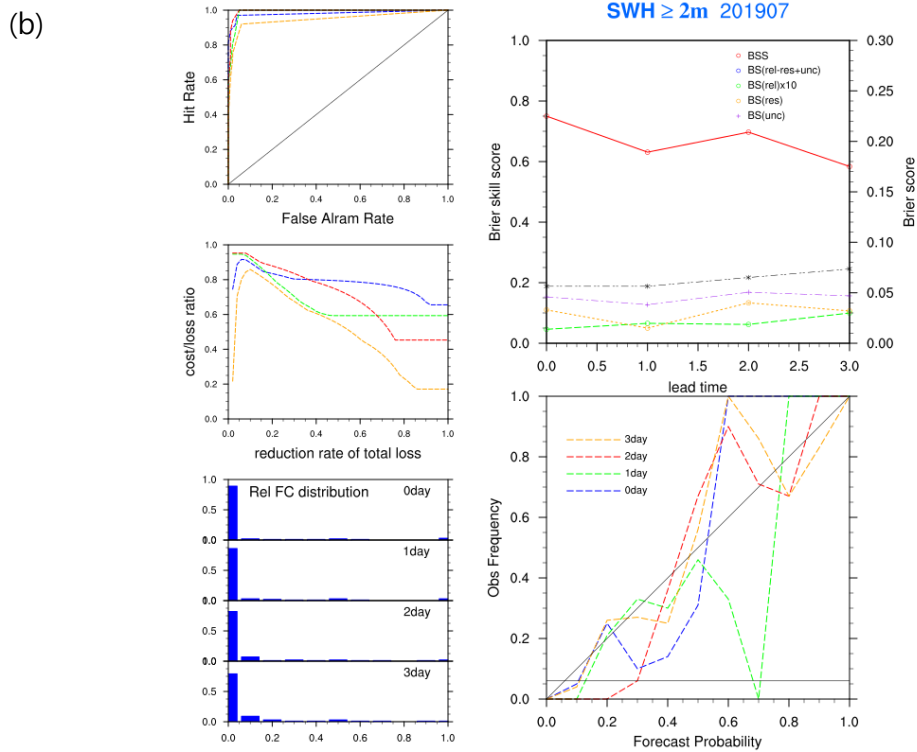
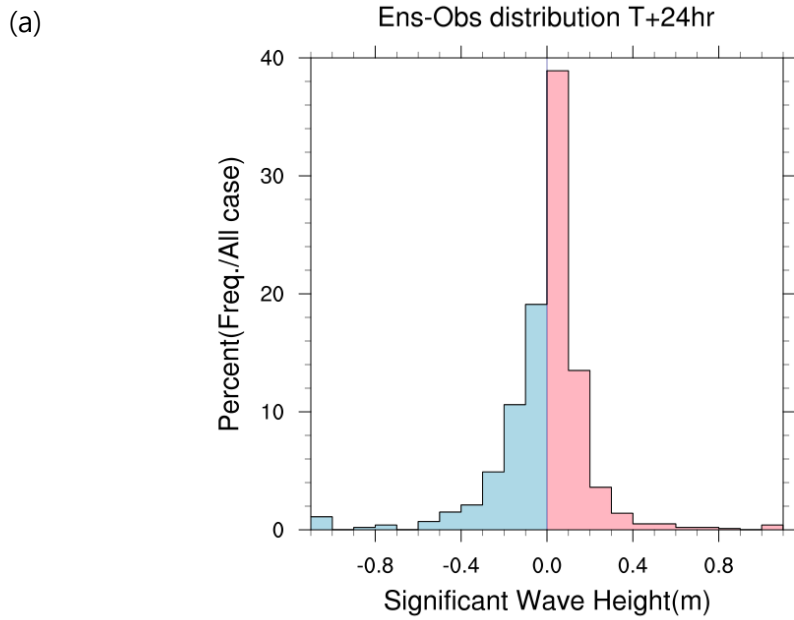


그림 E.5.49 2019년 7월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

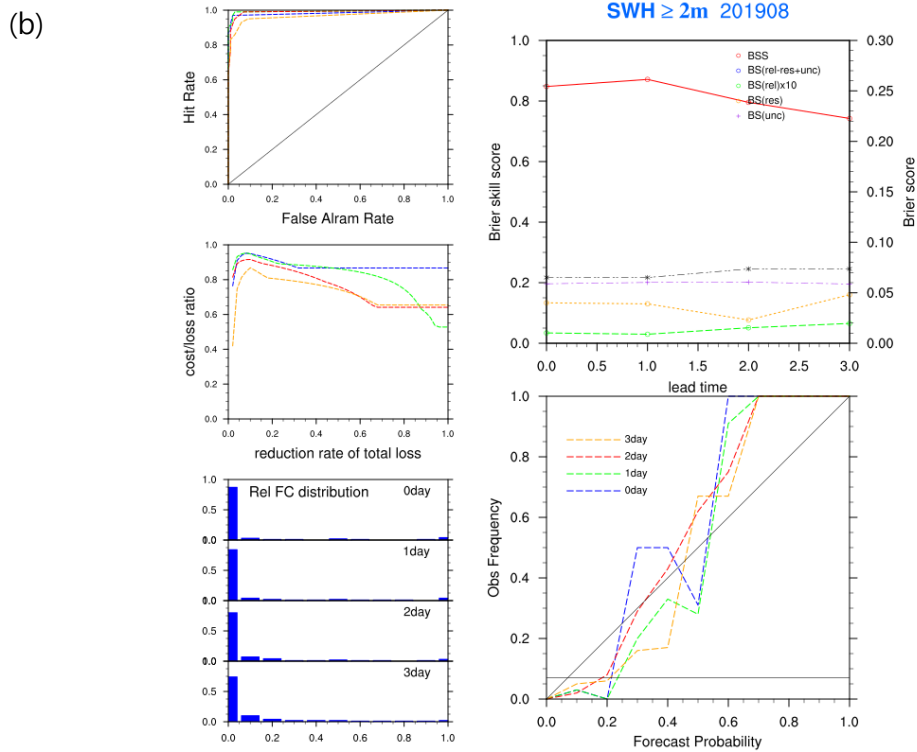
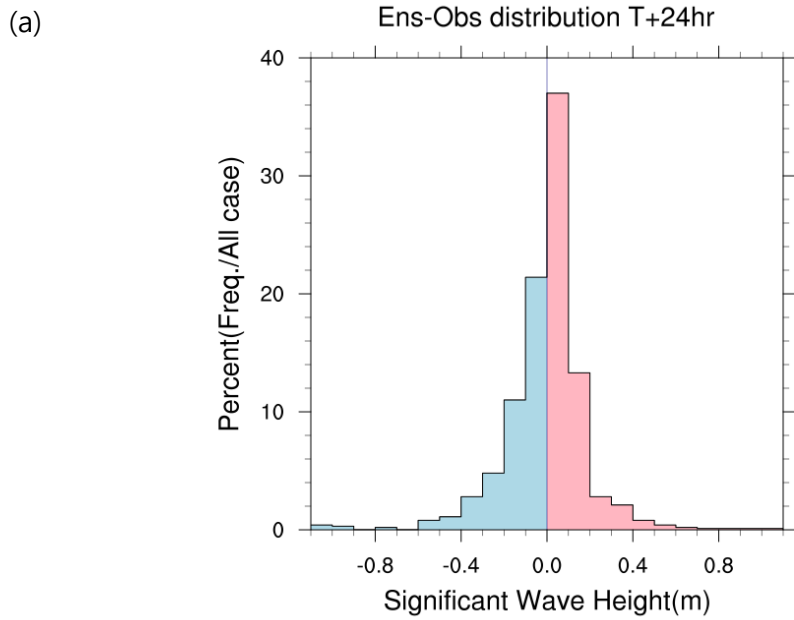


그림 E.5.50 2019년 8월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

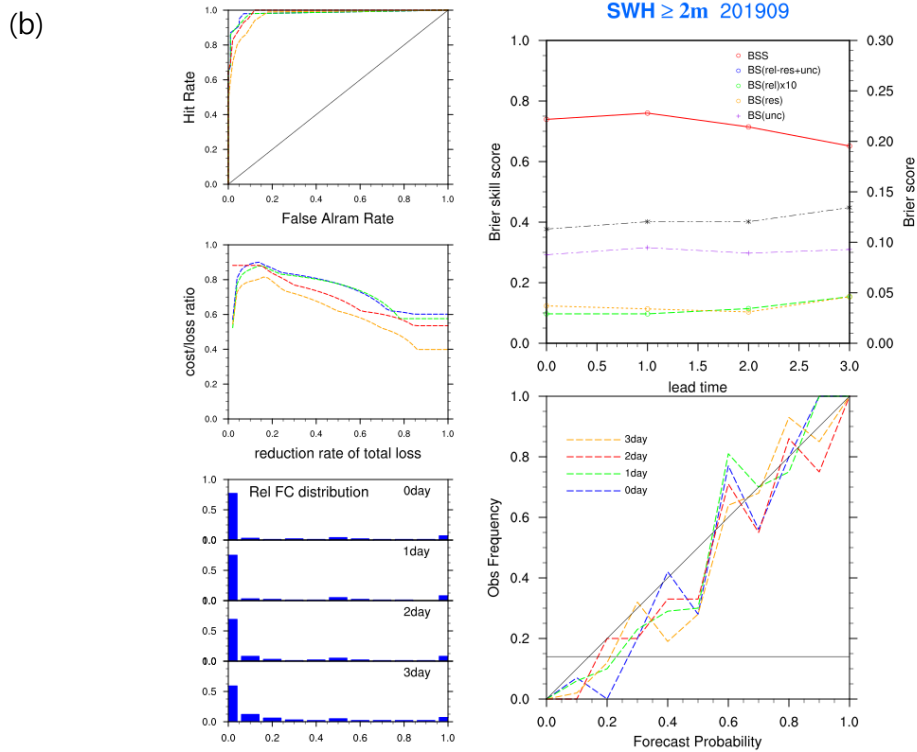
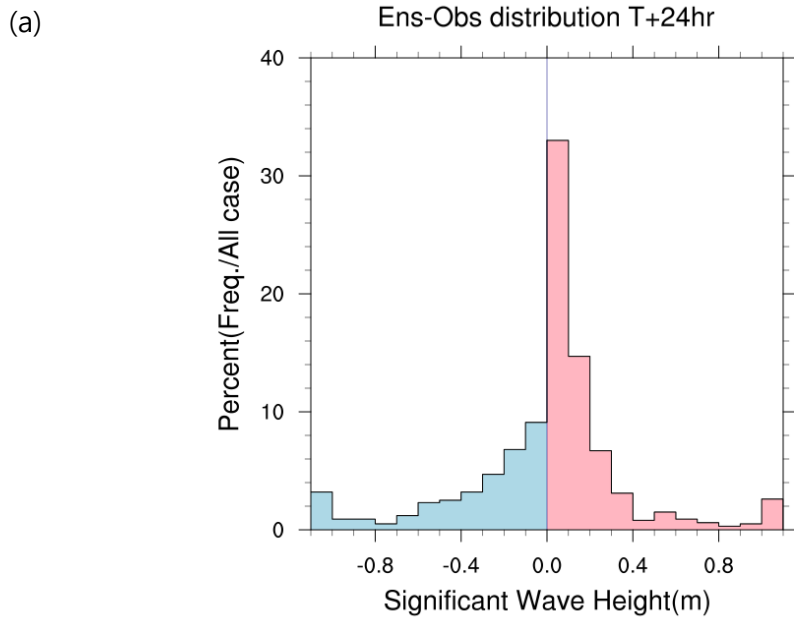


그림 E.5.51 2019년 9월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

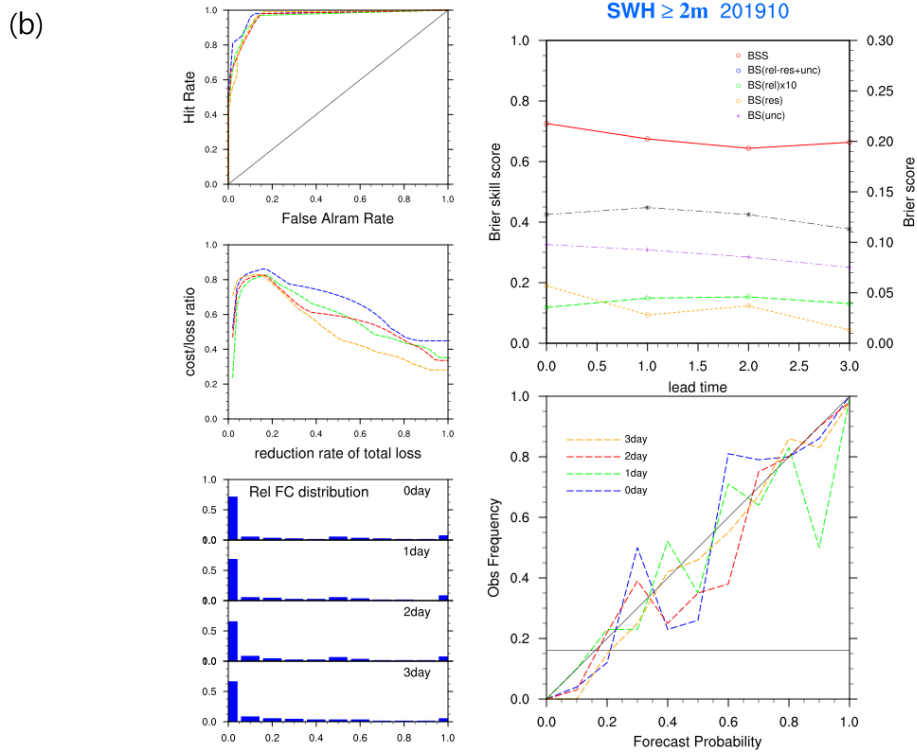
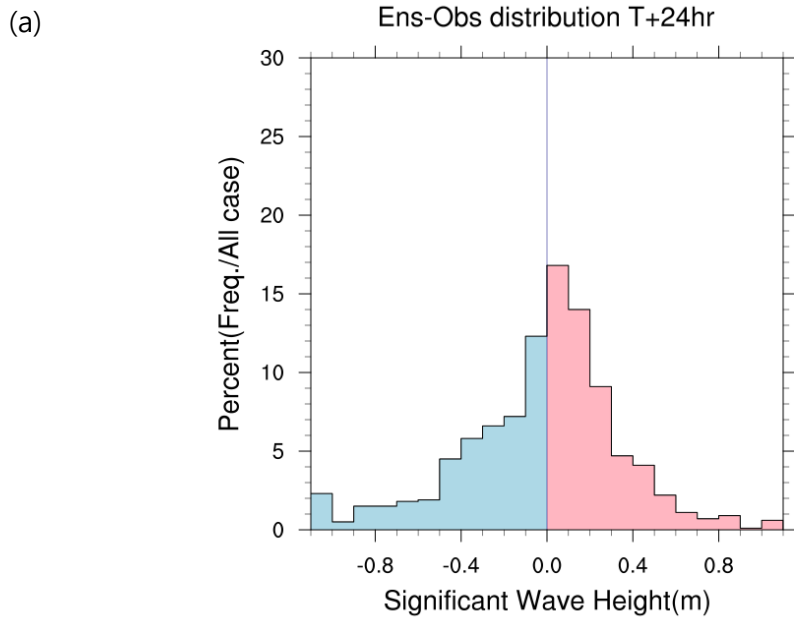


그림 E.5.52 2019년 10월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

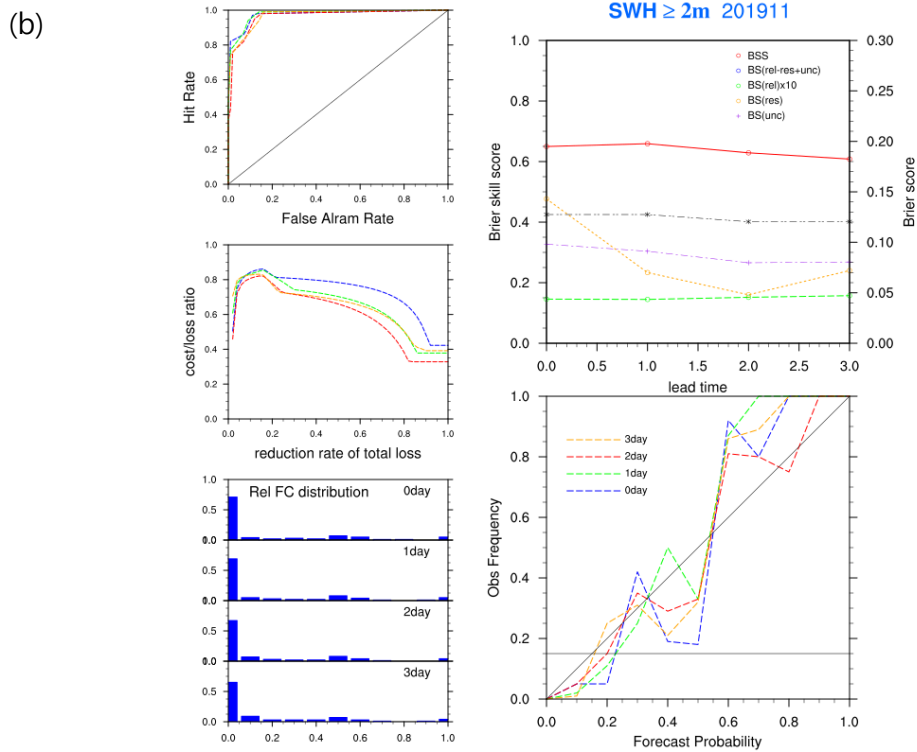
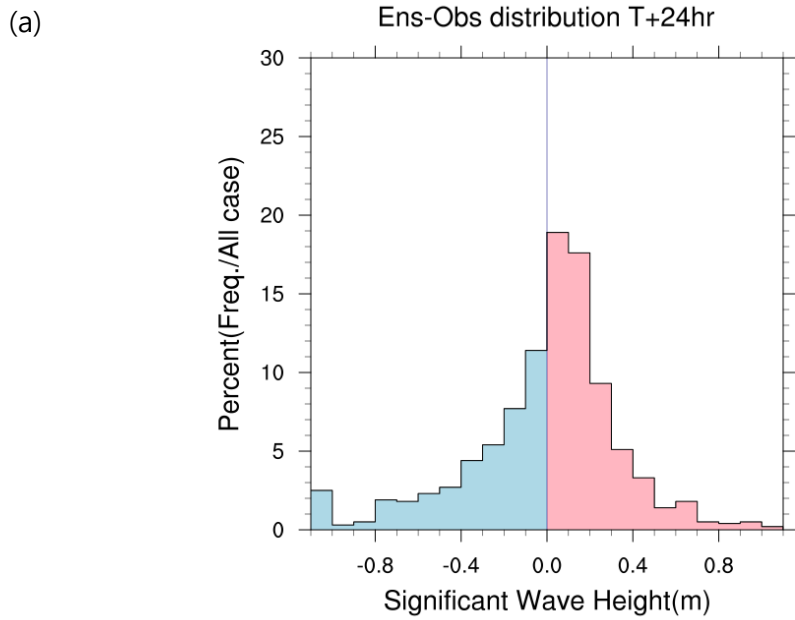


그림 E.5.53 2019년 11월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

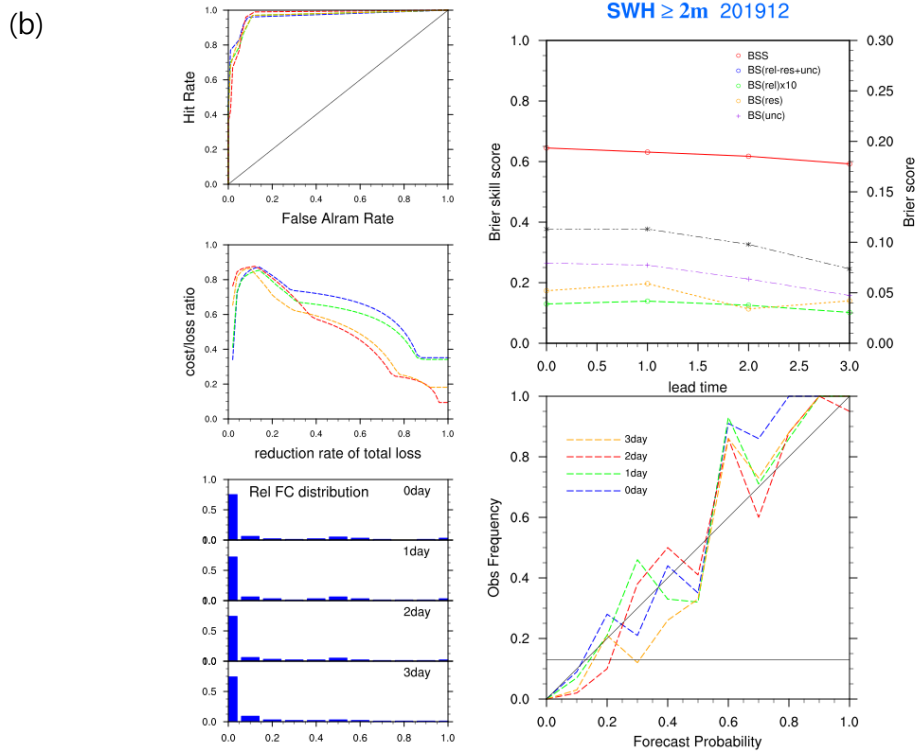
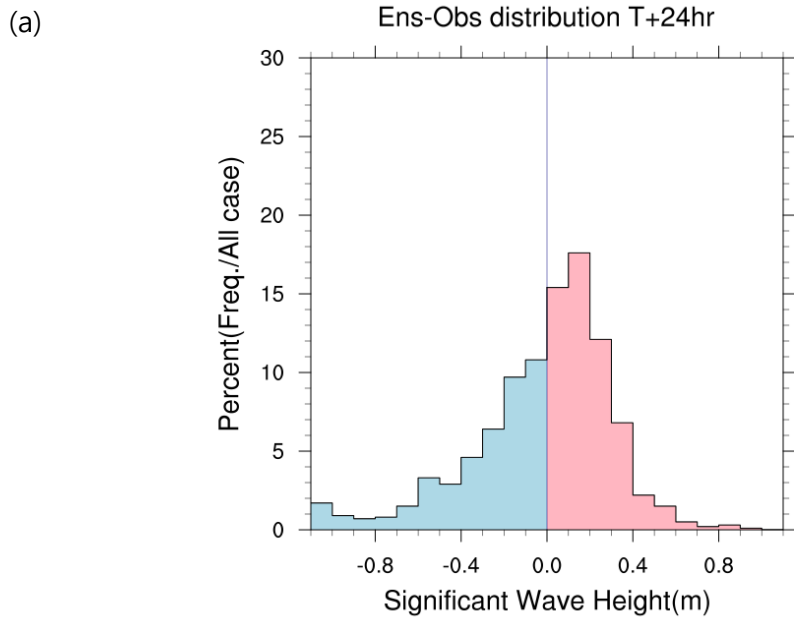


그림 E.5.54 2019년 12월 (a) 앙상블예측-관측 유의파고 분포도 (b) 앙상블 지역파랑예측시스템 2 m 유의파고에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

E.5.2 위성 검증

E.5.2.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증

위성 관측 자료를 이용하여 전지구 파랑예측시스템의 예측성능을 예측시간별, 월별로 분석하였다. 1일에서 9일까지의 예보기간 동안 전지구 평균오차는 0.12~0.14m로 예측시간에 따른 평균오차 분포는 크지 않은 것으로 분석되었으나, 평균제곱근오차는 0.55~1.18m로 예측시간이 길어짐에 따라 점차 커지는 경향을 나타냈다. 표 E.5.73~E.5.74는 예측시간에 따른 월별 평균오차와 평균제곱근오차를 나타내고 있으며, 그림 E.5.55는 24시간 예측에 대한 월별 산포도를 나타내고 있다.

표 E.5.73 GWW3 위성에 대한 유의파고 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.12	0.15	0.12	0.15	0.12	0.12	0.14	0.15	0.16	0.11	0.10	0.12	0.13
3일	0.10	0.16	0.13	0.14	0.14	0.15	0.18	0.17	0.16	0.11	0.11	0.12	0.14
5일	0.10	0.13	0.15	0.16	0.10	0.16	0.18	0.21	0.14	0.08	0.10	0.10	0.13
7일	0.06	0.10	0.14	0.16	0.12	0.16	0.22	0.21	0.15	0.06	0.12	0.07	0.13
9일	0.06	0.10	0.17	0.18	0.09	0.15	0.14	0.23	0.14	0.05	0.12	0.05	0.12

표 E.5.74 GWW3 위성에 대한 유의파고 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.53	0.53	0.51	0.50	0.53	0.57	0.62	0.56	0.57	0.60	0.51	0.50	0.55
3일	0.61	0.63	0.63	0.58	0.64	0.65	0.72	0.68	0.68	0.66	0.60	0.59	0.64
5일	0.78	0.79	0.85	0.77	0.80	0.86	0.87	0.86	0.85	0.86	0.75	0.74	0.81
7일	0.96	1.05	1.08	1.00	0.97	1.11	1.08	1.09	1.04	1.01	0.98	0.96	1.03
9일	1.23	1.16	1.23	1.13	1.13	1.26	1.13	1.22	1.27	1.16	1.10	1.17	1.18

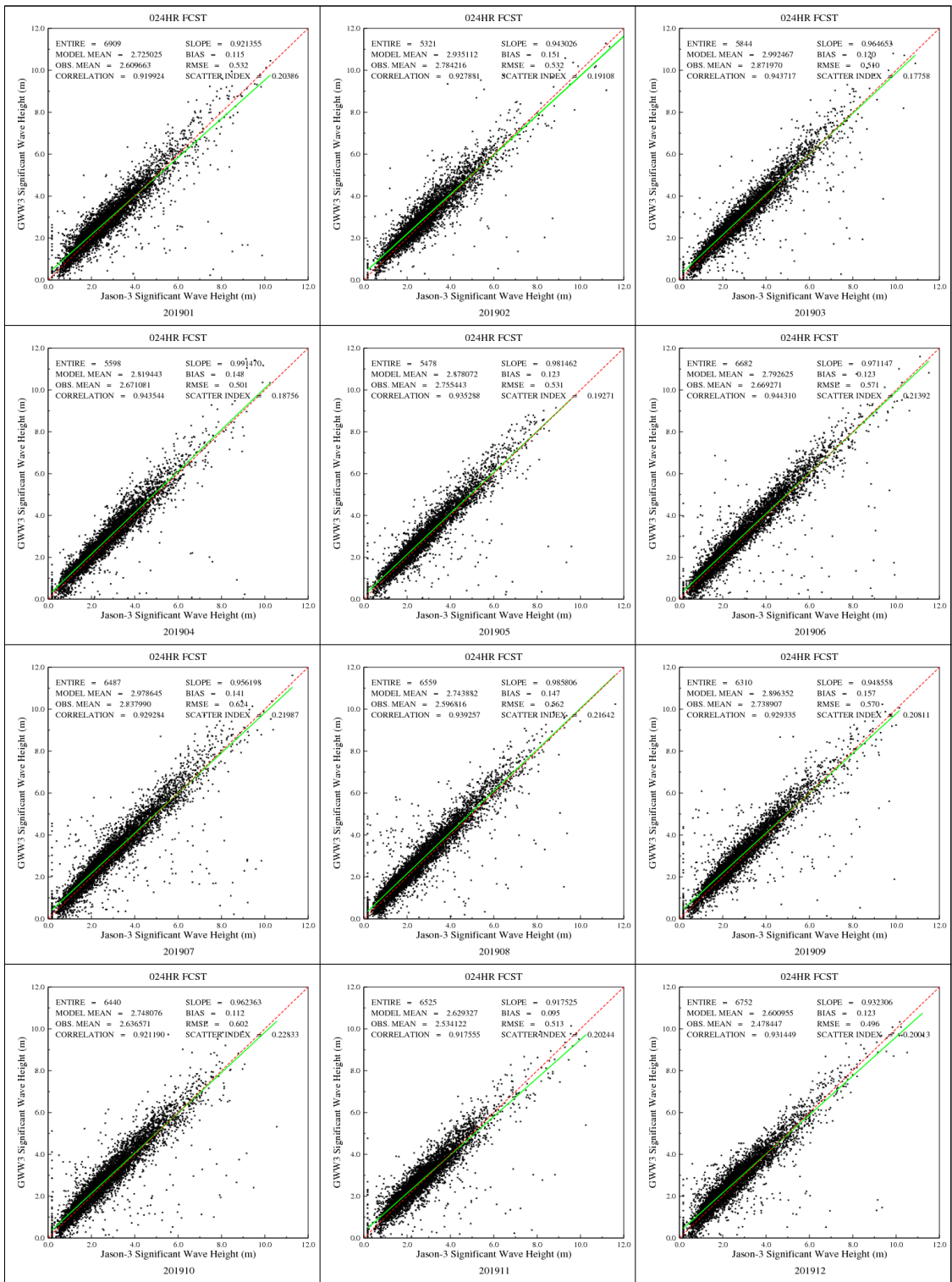


그림 E.5.5 Jason-3 위성에 대한 GWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도

E.6 수치예측시스템(폭풍해일 모델)성능분석 결과

E.6.1 국립해양조사원 조위 검증 지역/국지연안 폭풍해일모델 (RTSM/CTSM)

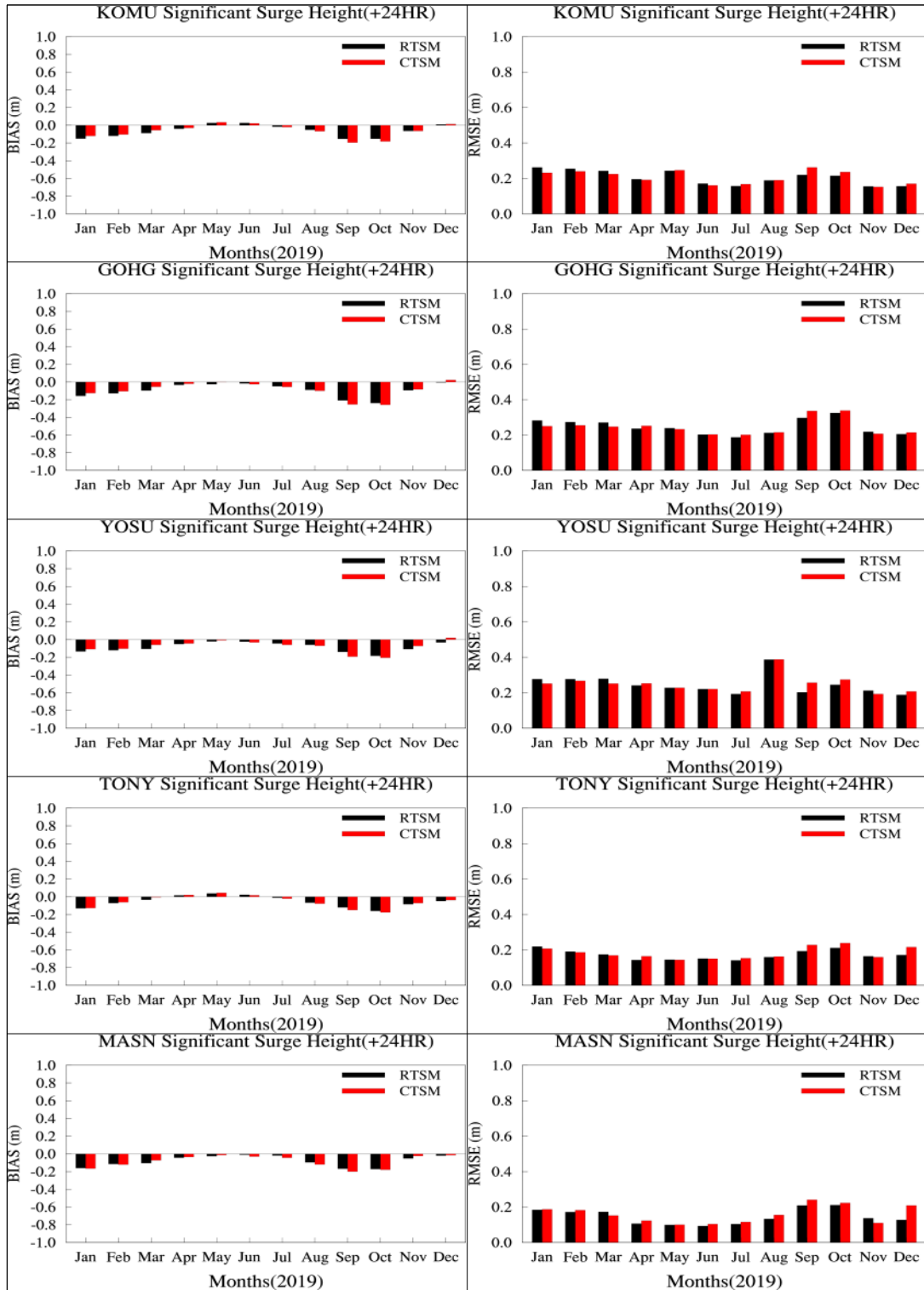


그림 E.6.1 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

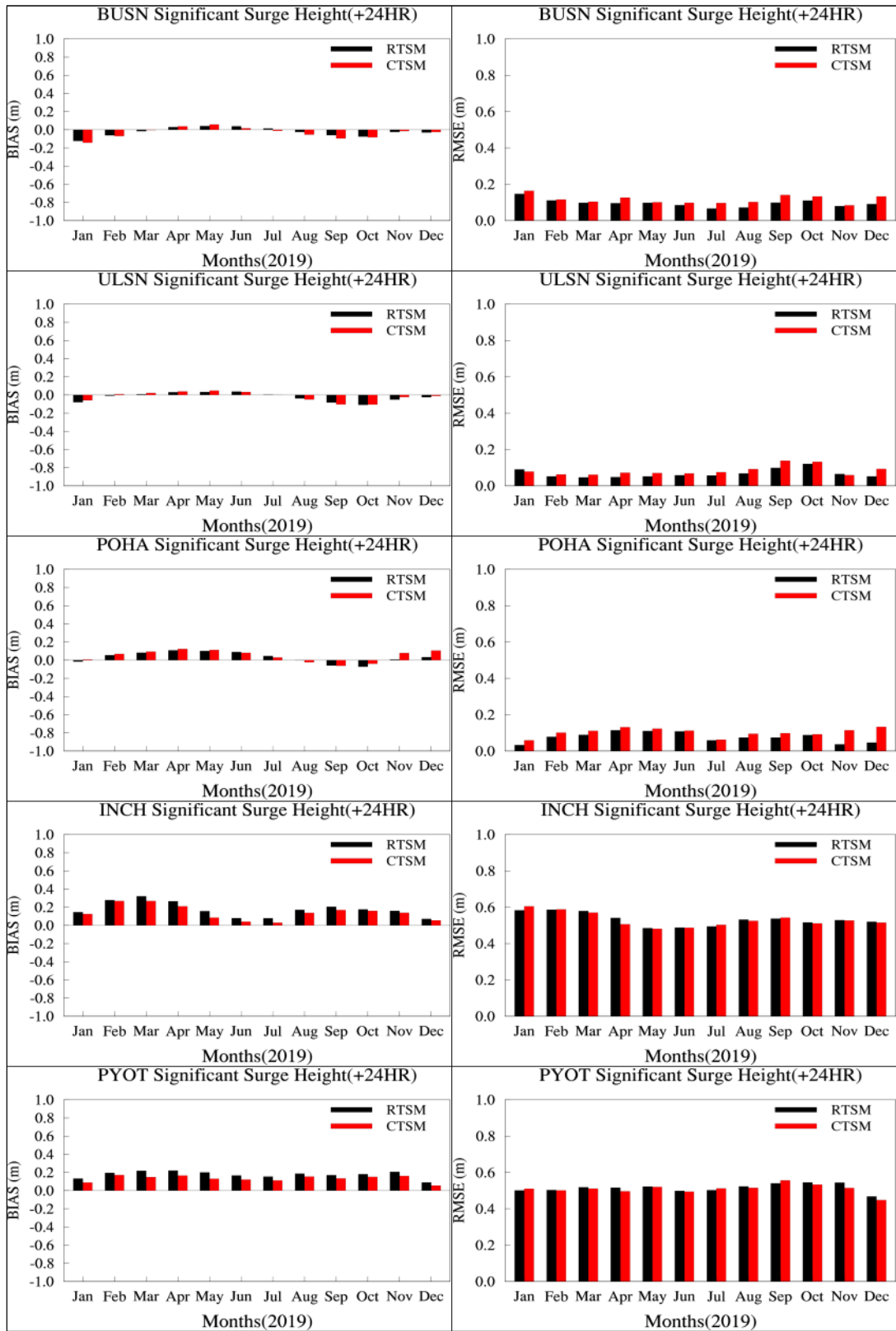


그림 E.6.2 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해 일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

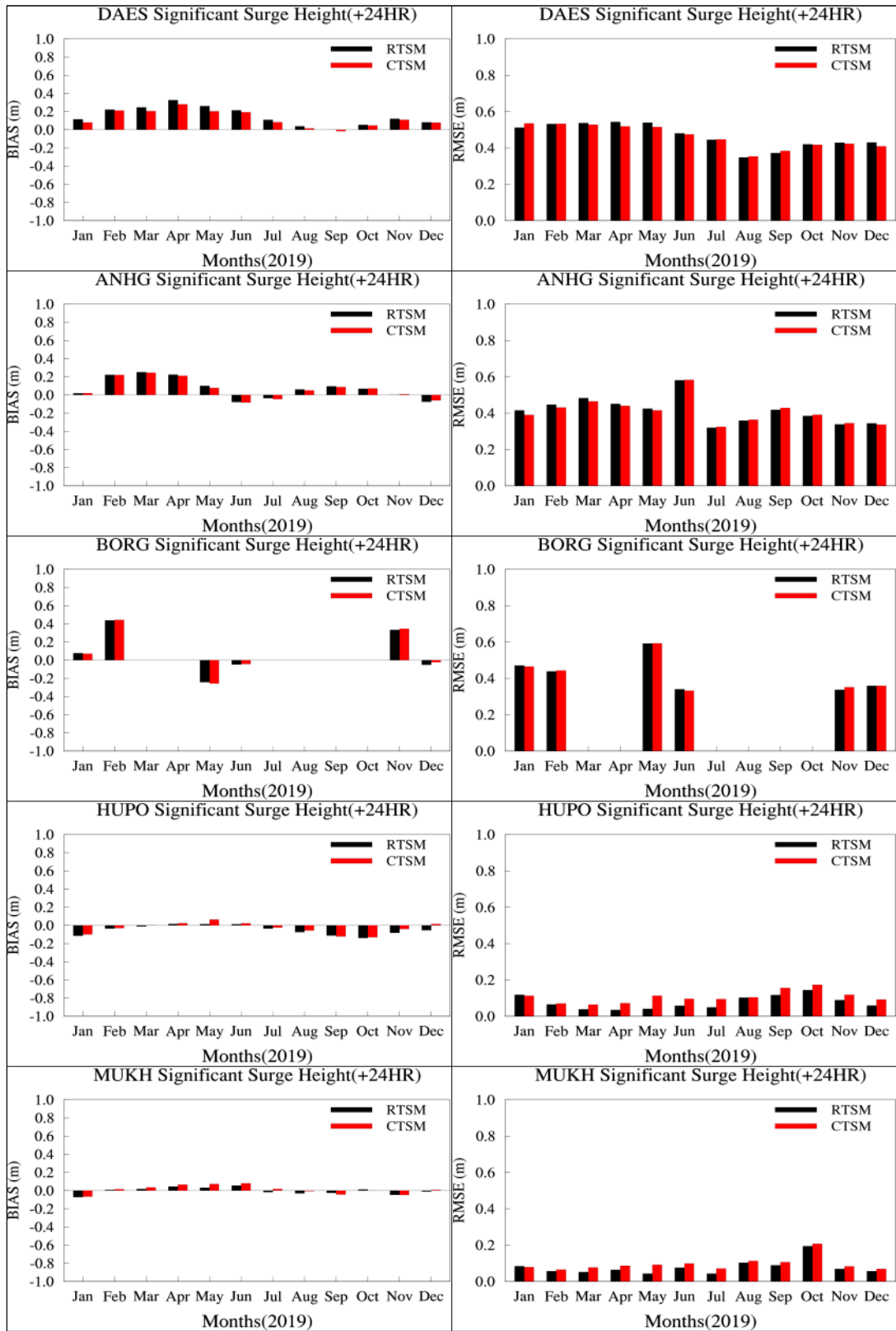


그림 E.6.3 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해 일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

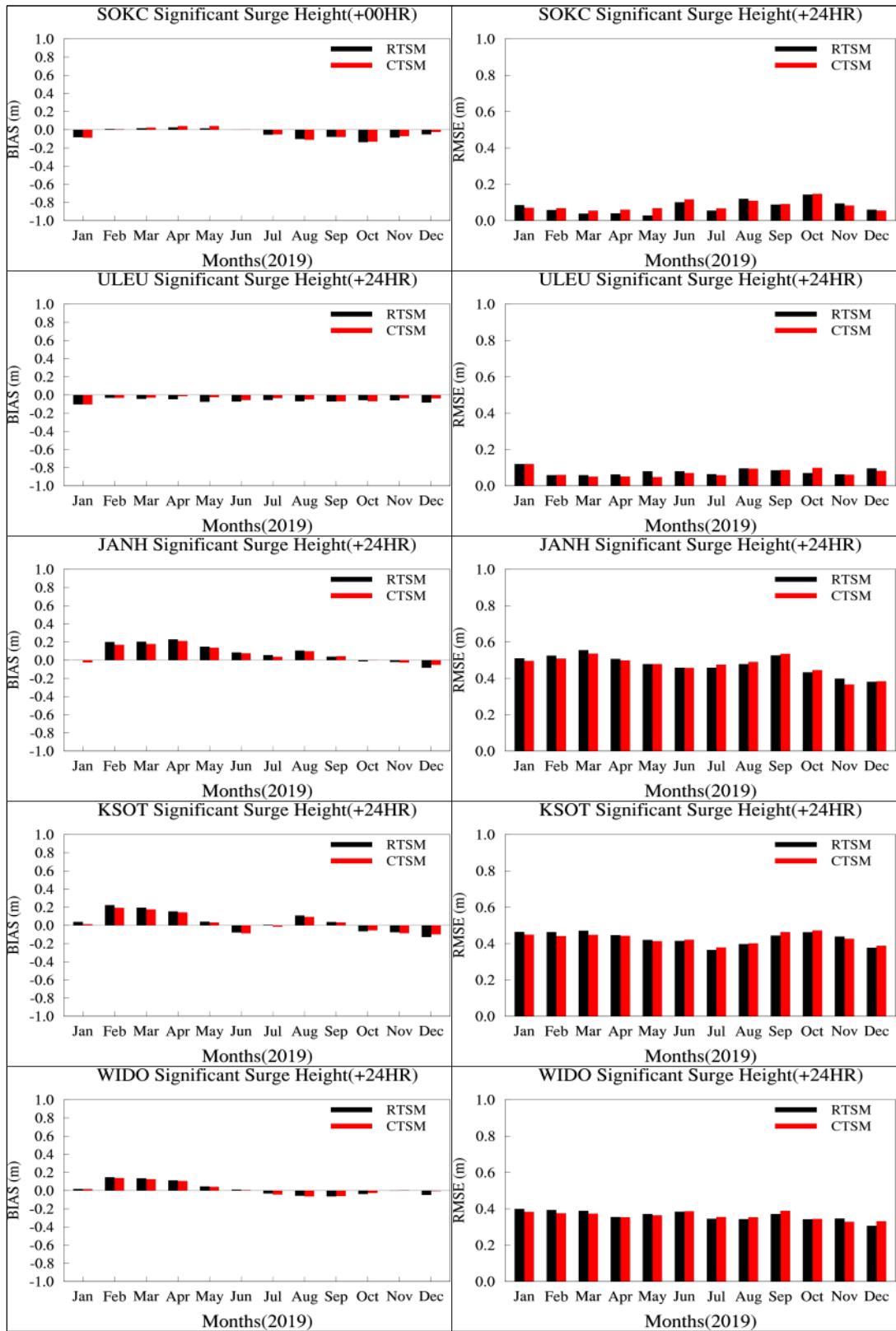


그림 E.6.4 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해 일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

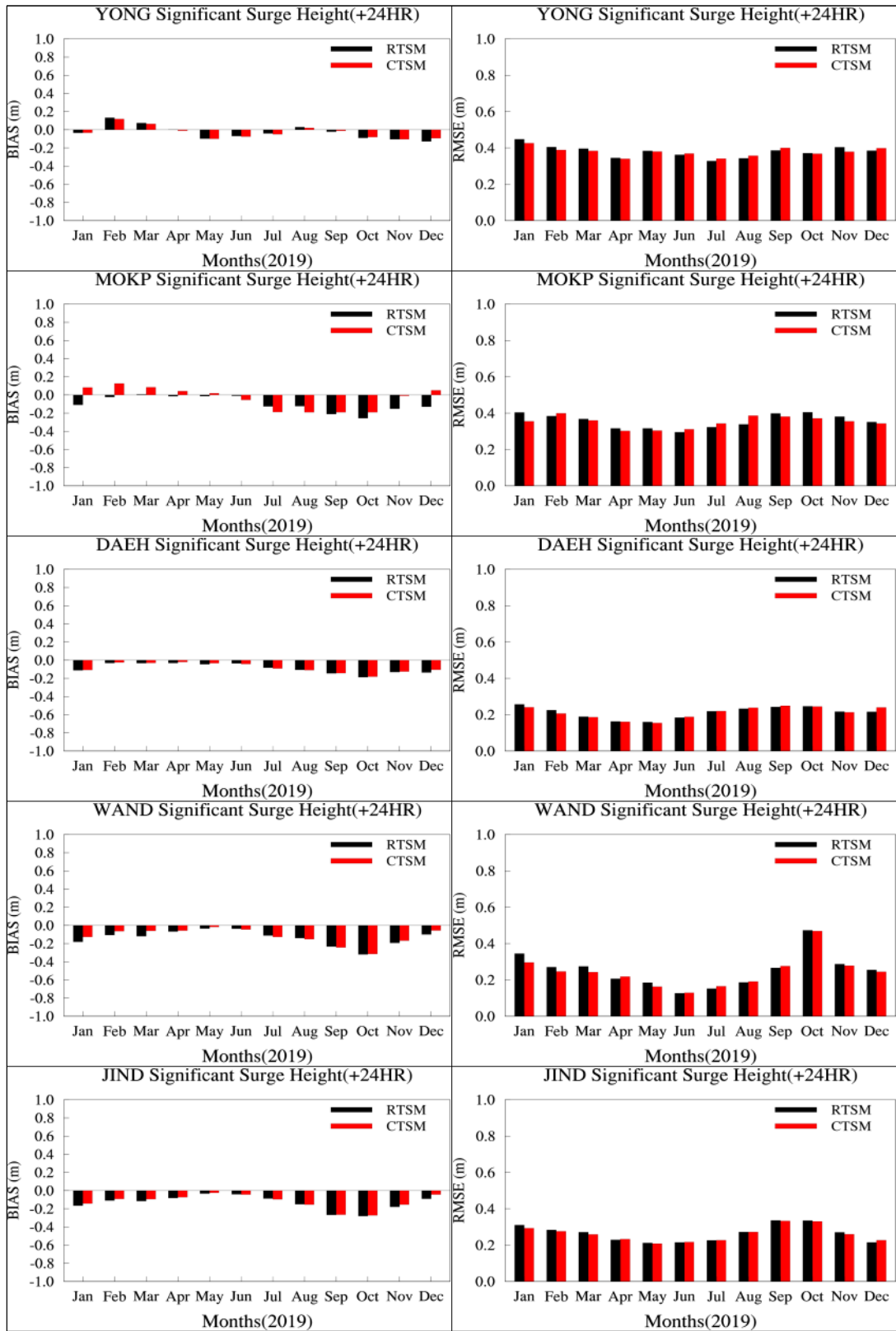


그림 E.6.5 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해 일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

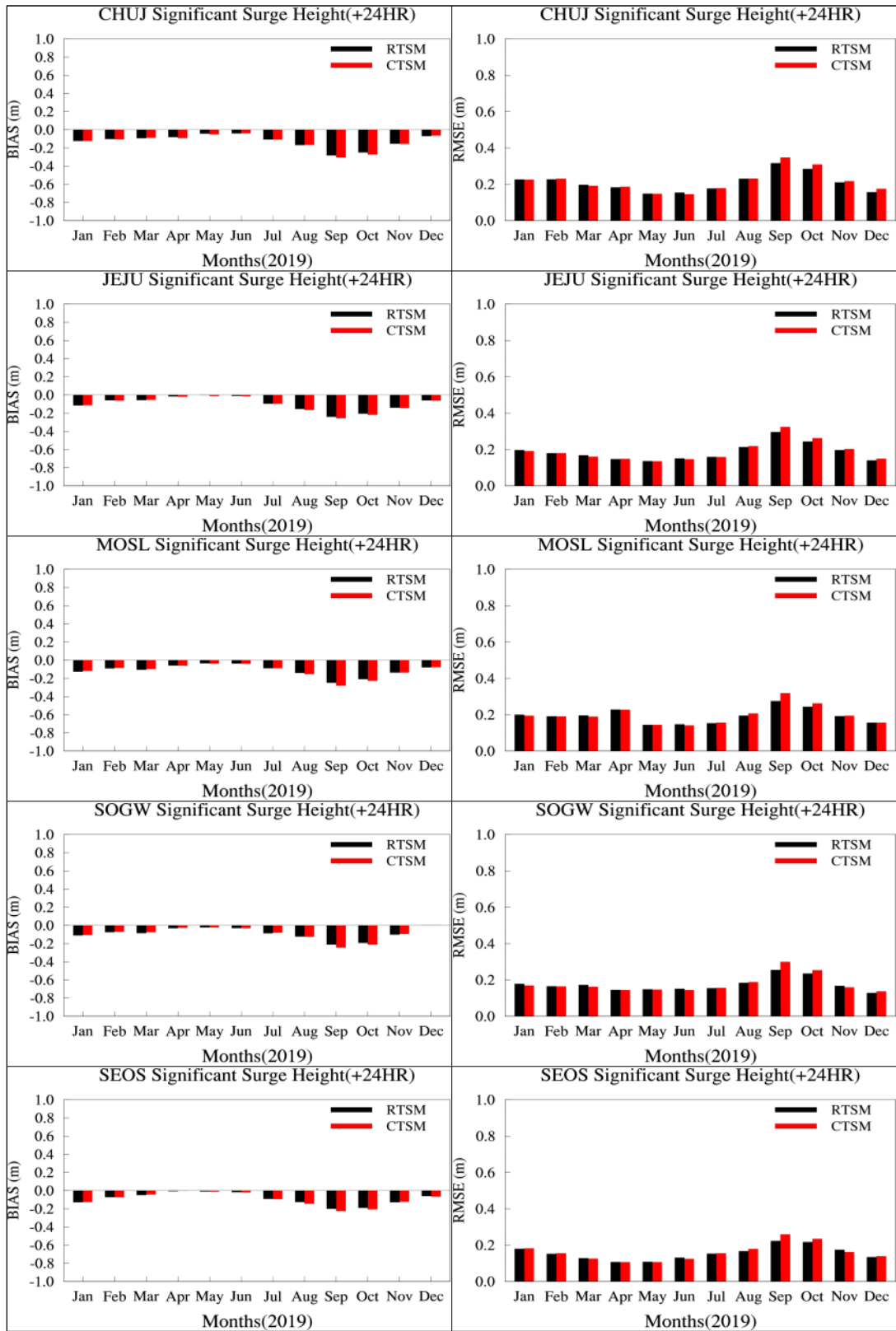


그림 E.6.6 5개 예측 검조소에 대한 CTSM(붉은색)과 RTSM(검정색)의 +24H 예측 폭풍해 일고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

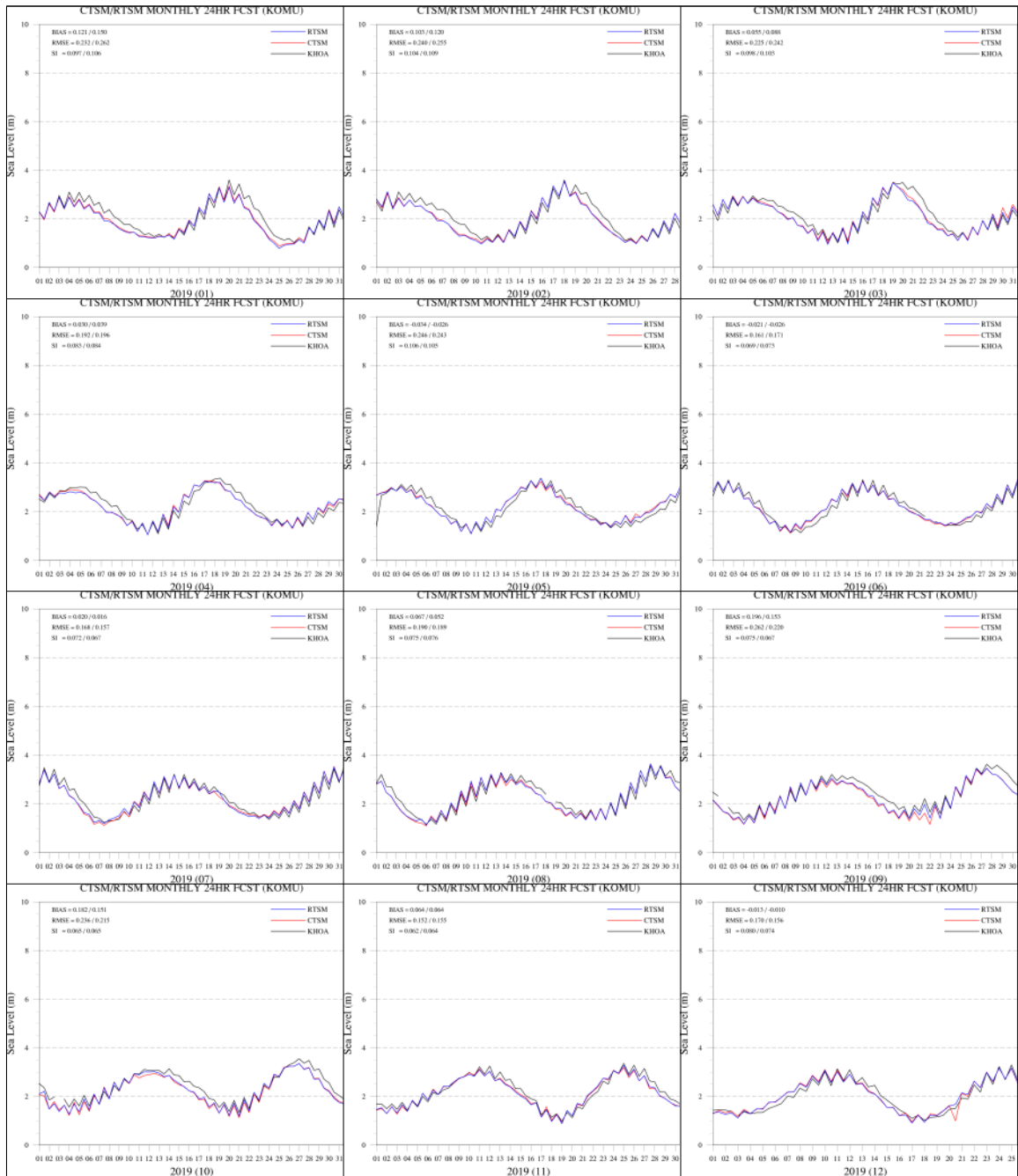


그림 E.6.7 거문도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

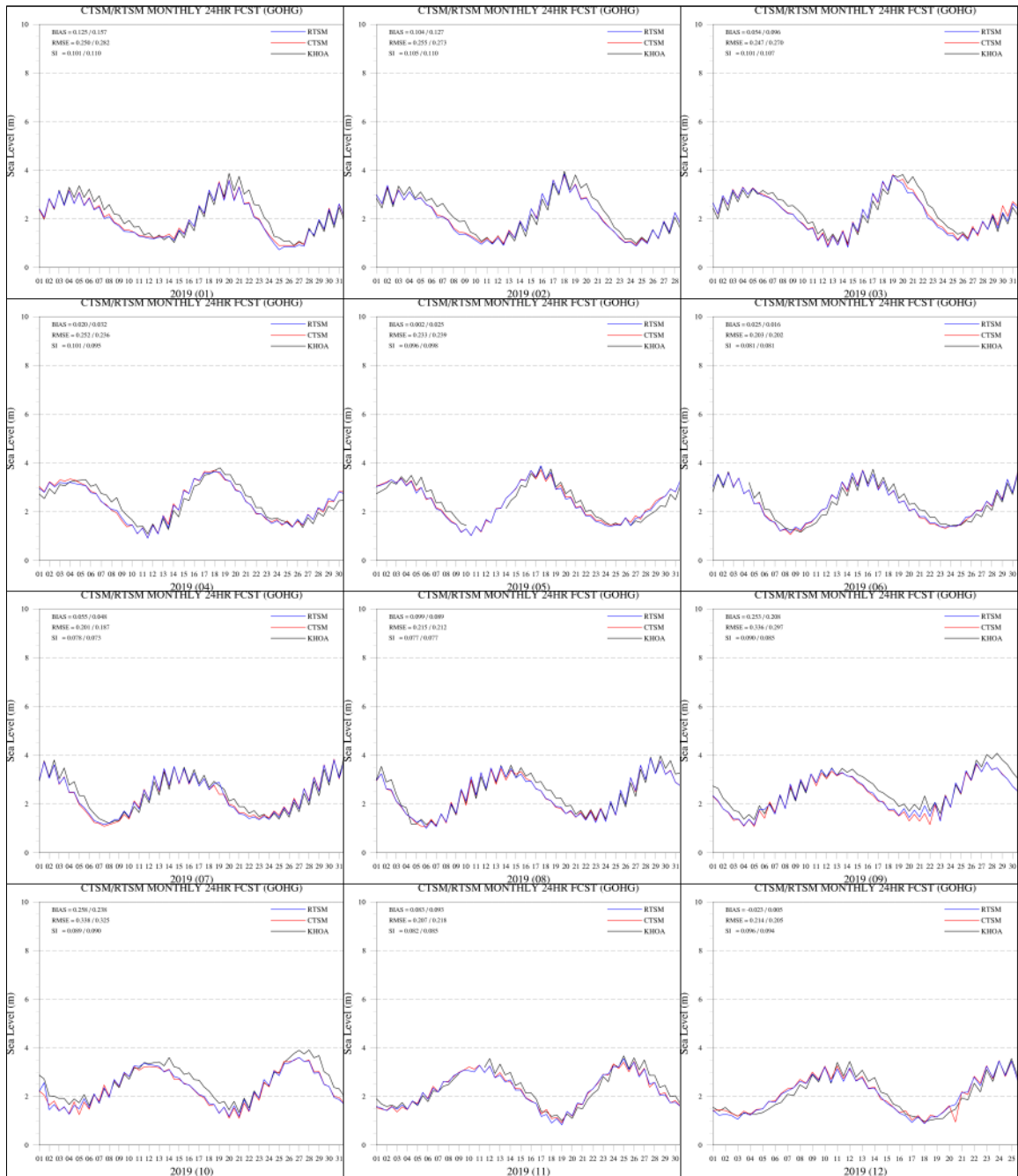


그림 E.6.8 고흥 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

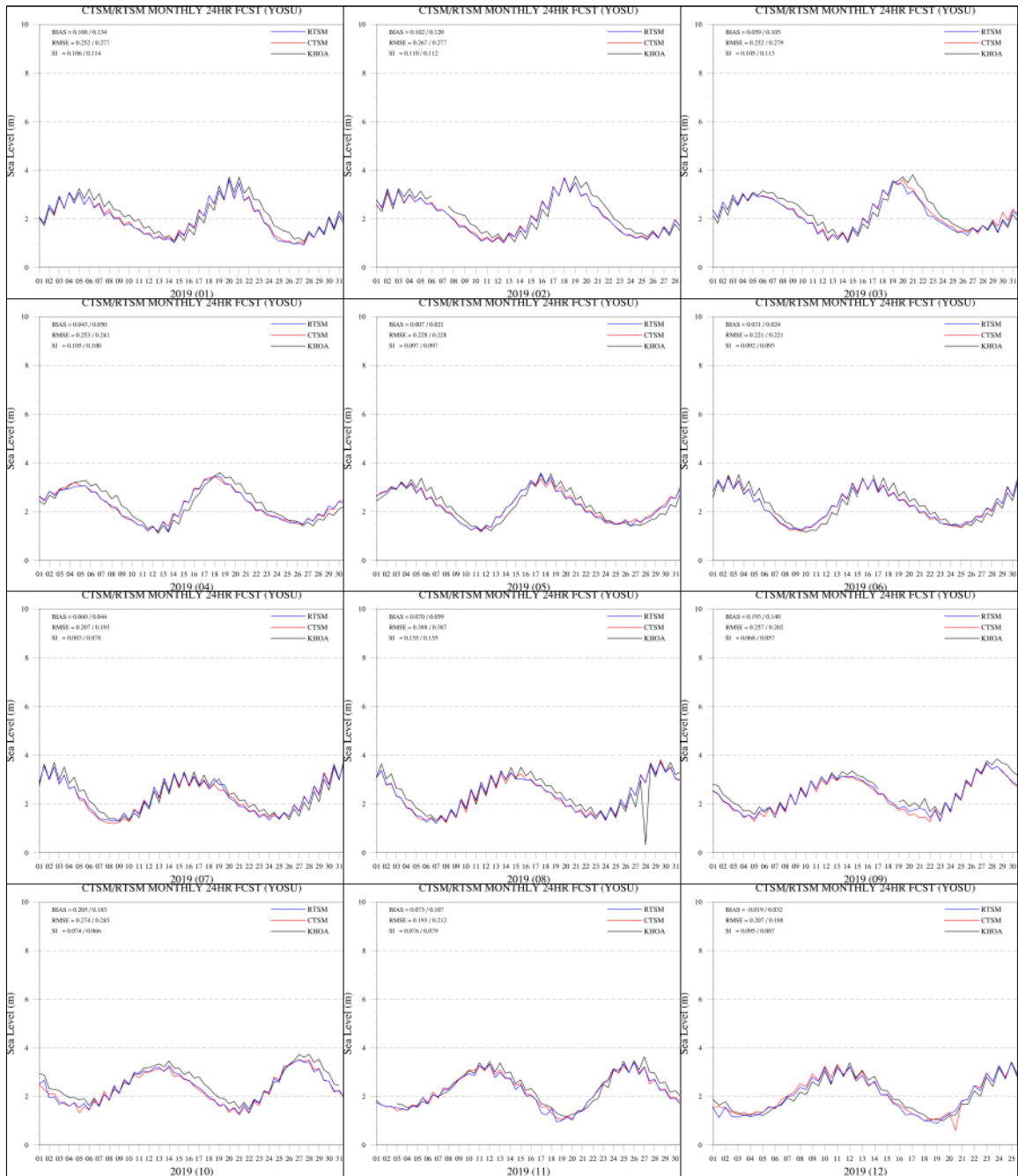


그림 E.6.9 여수 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

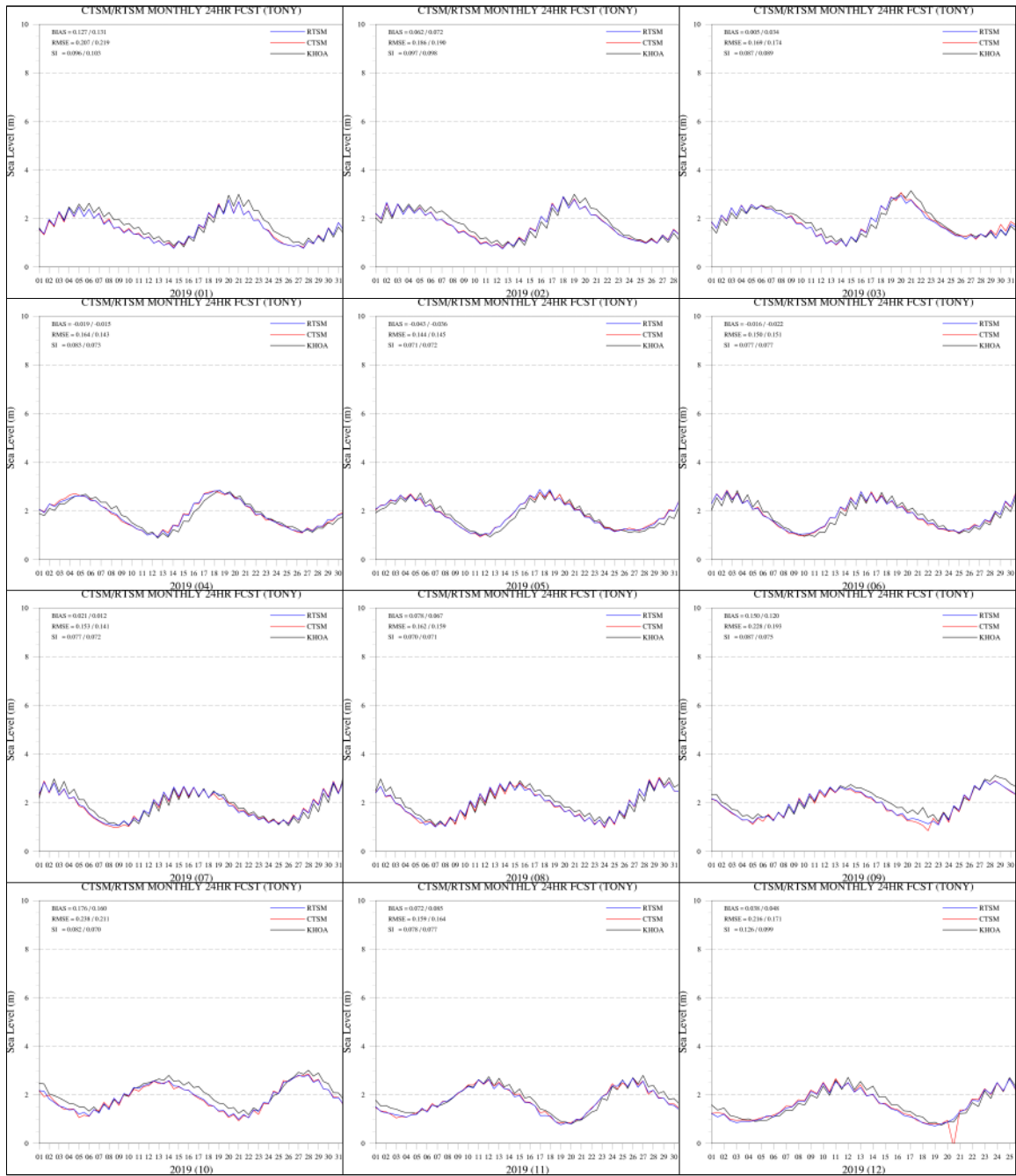


그림 E.6.10 통영 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

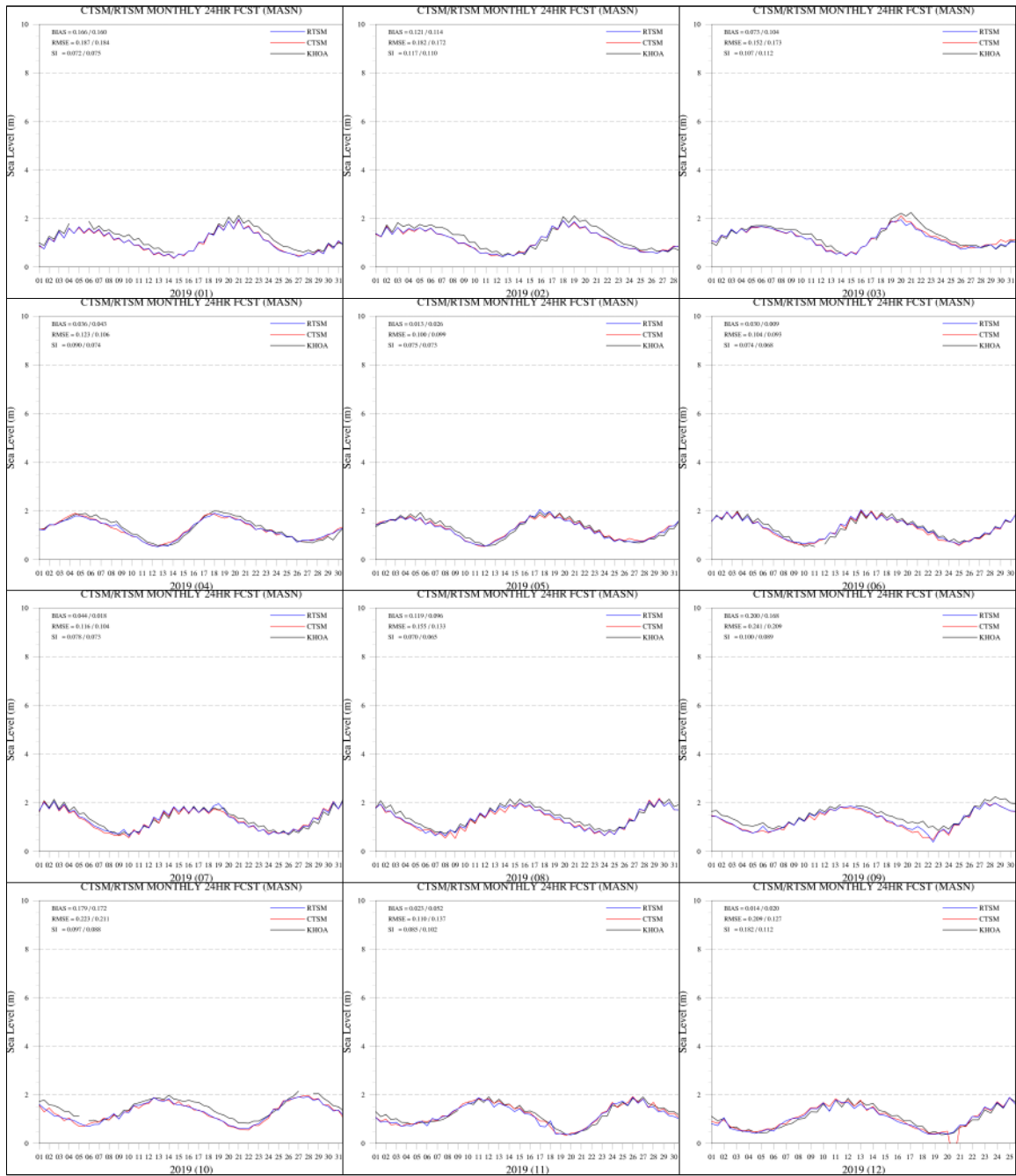


그림 E.6.11 마산 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

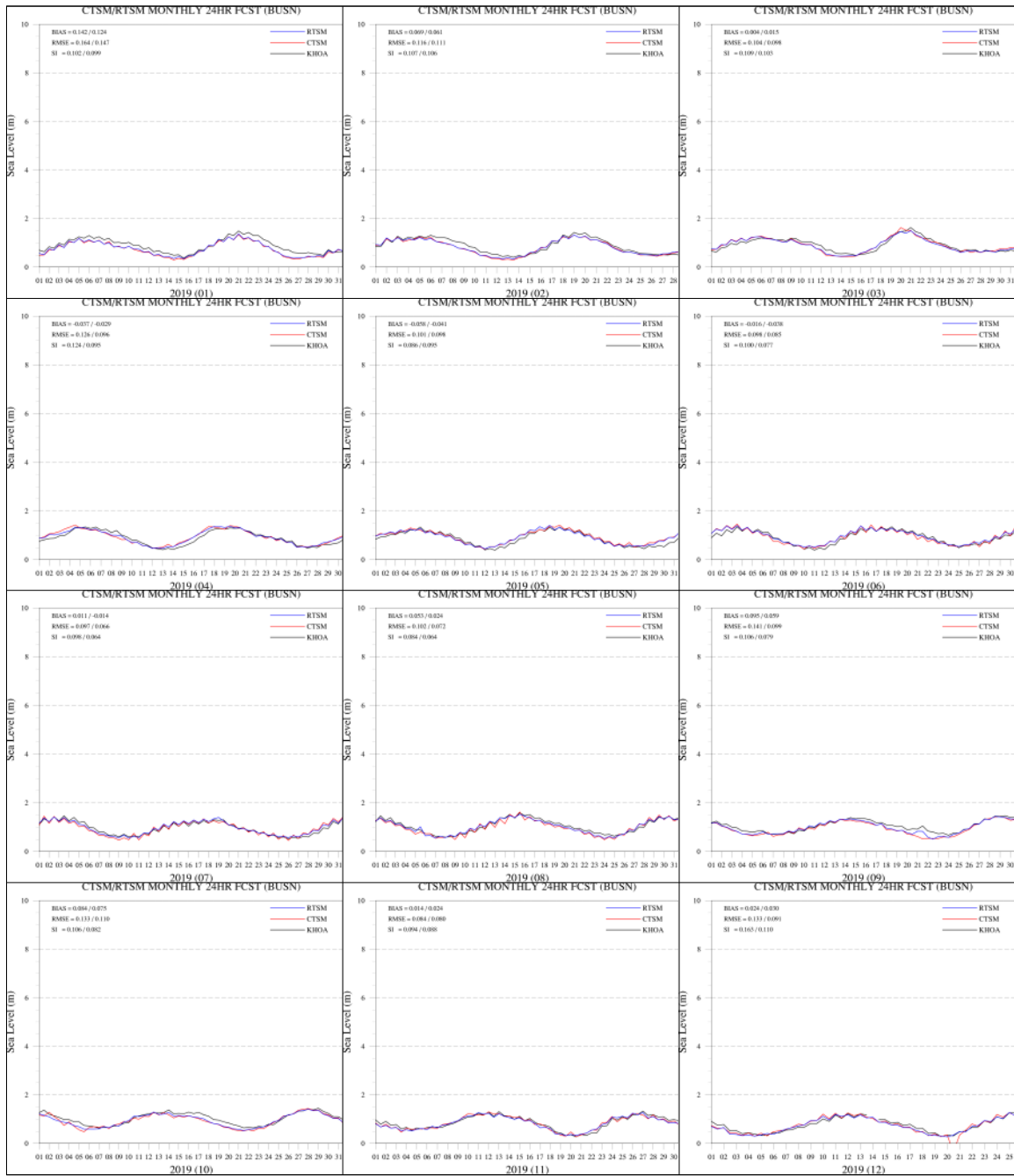


그림 E.6.12 부산 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

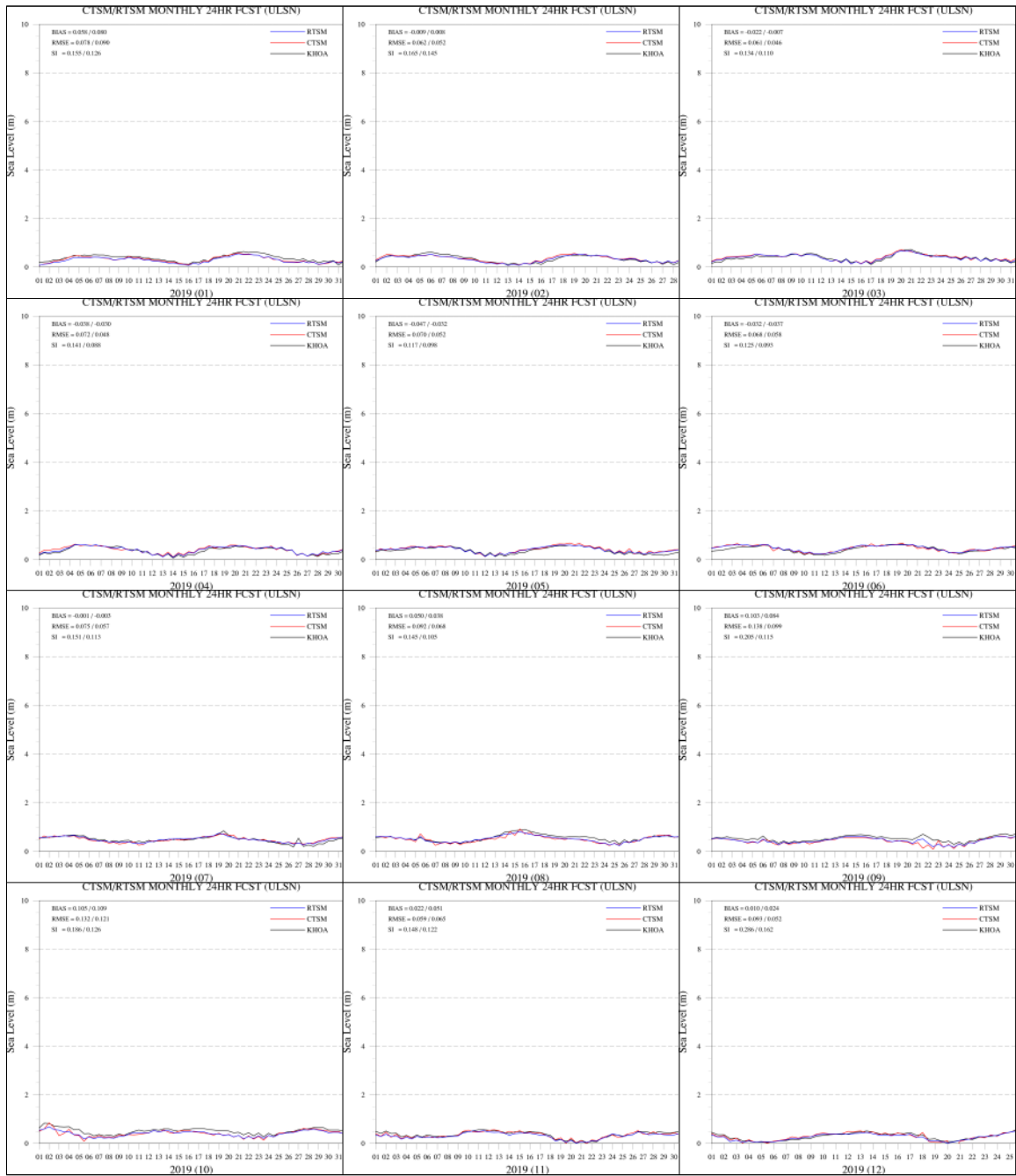


그림 E.6.13 울산 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

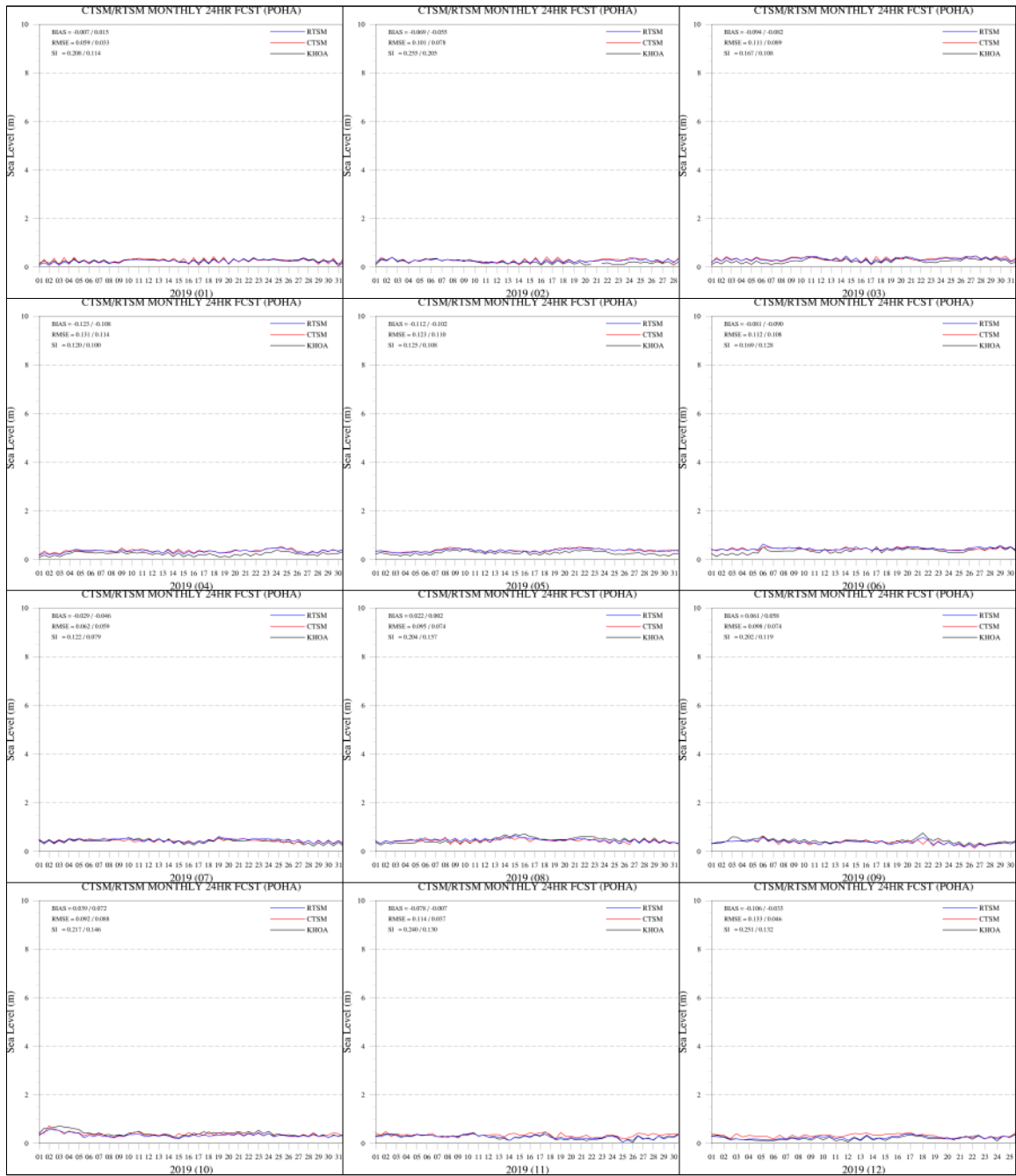


그림 E.6.14 포항 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

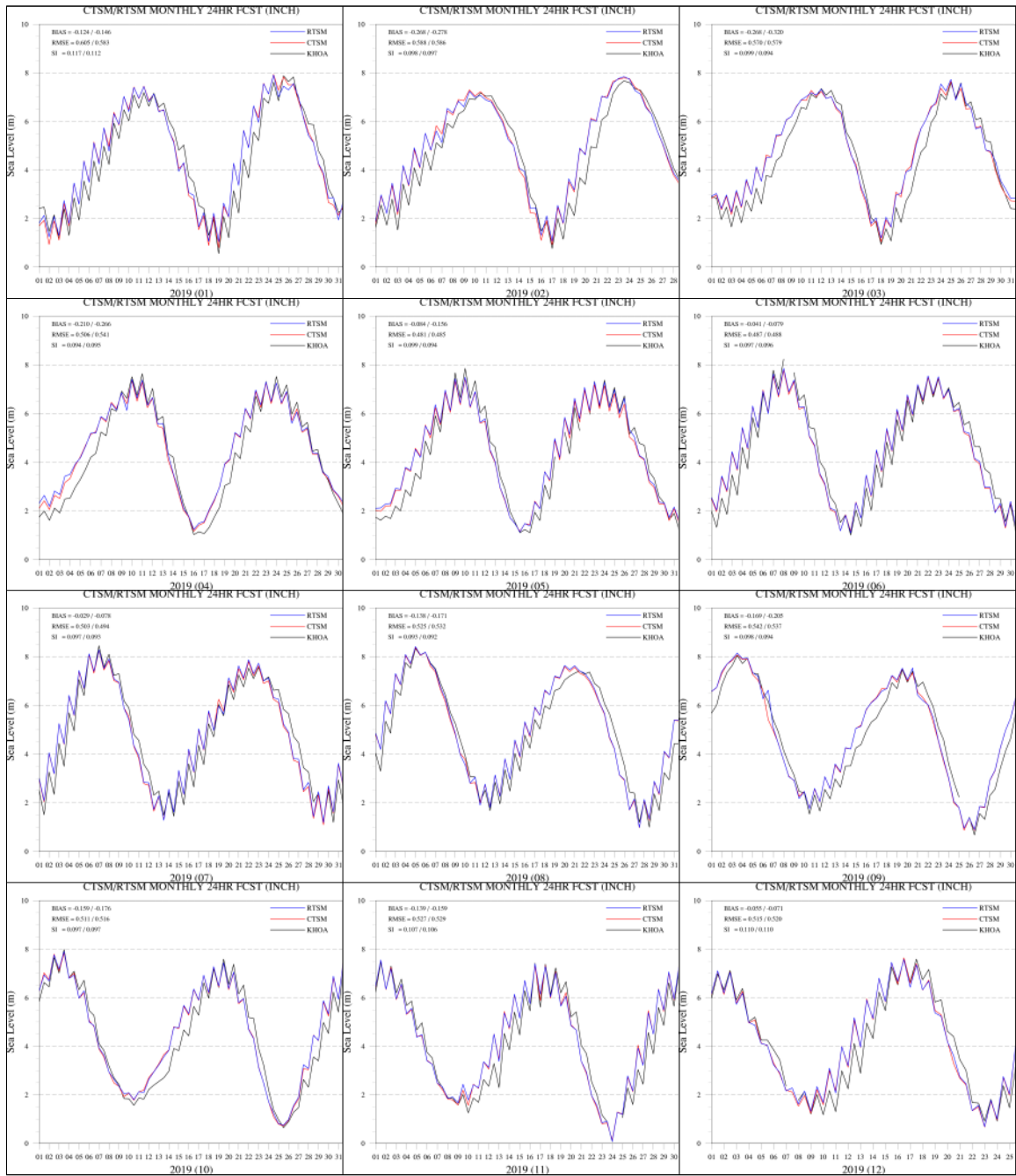


그림 E.6.15 인천 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

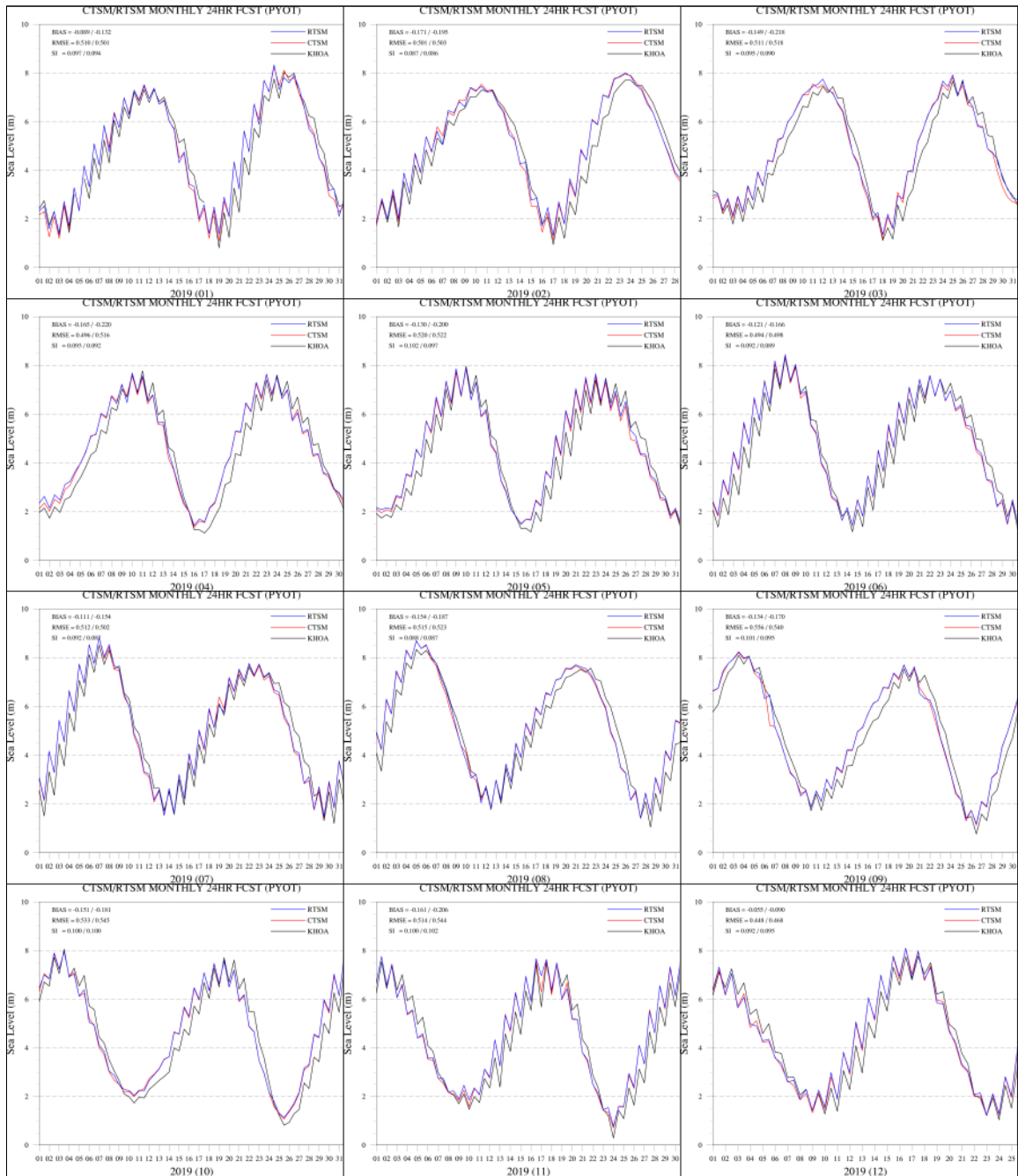


그림 E.6.16 평택 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

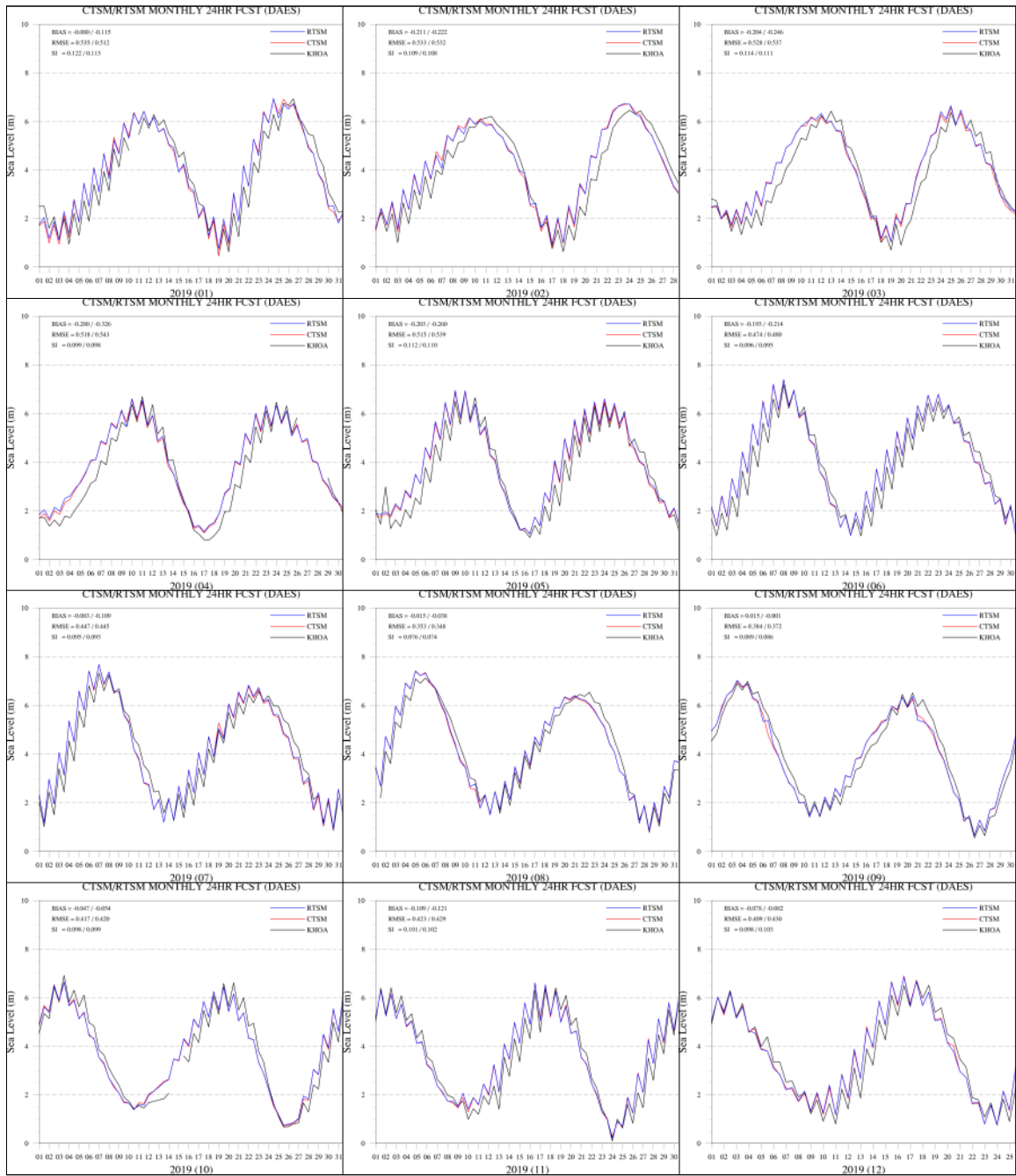


그림 E.6.17 대산 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

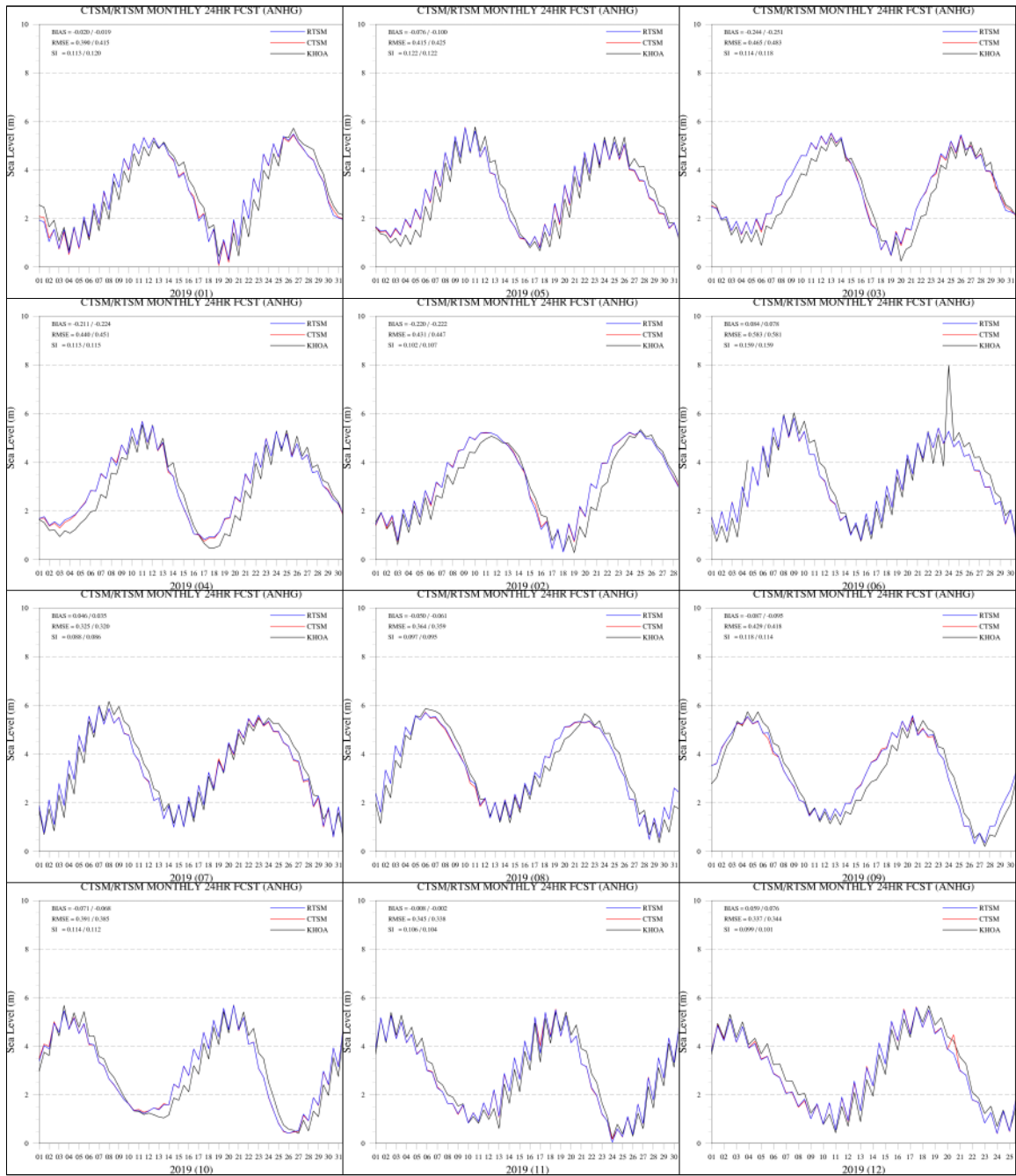


그림 E.6.18 안흥 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

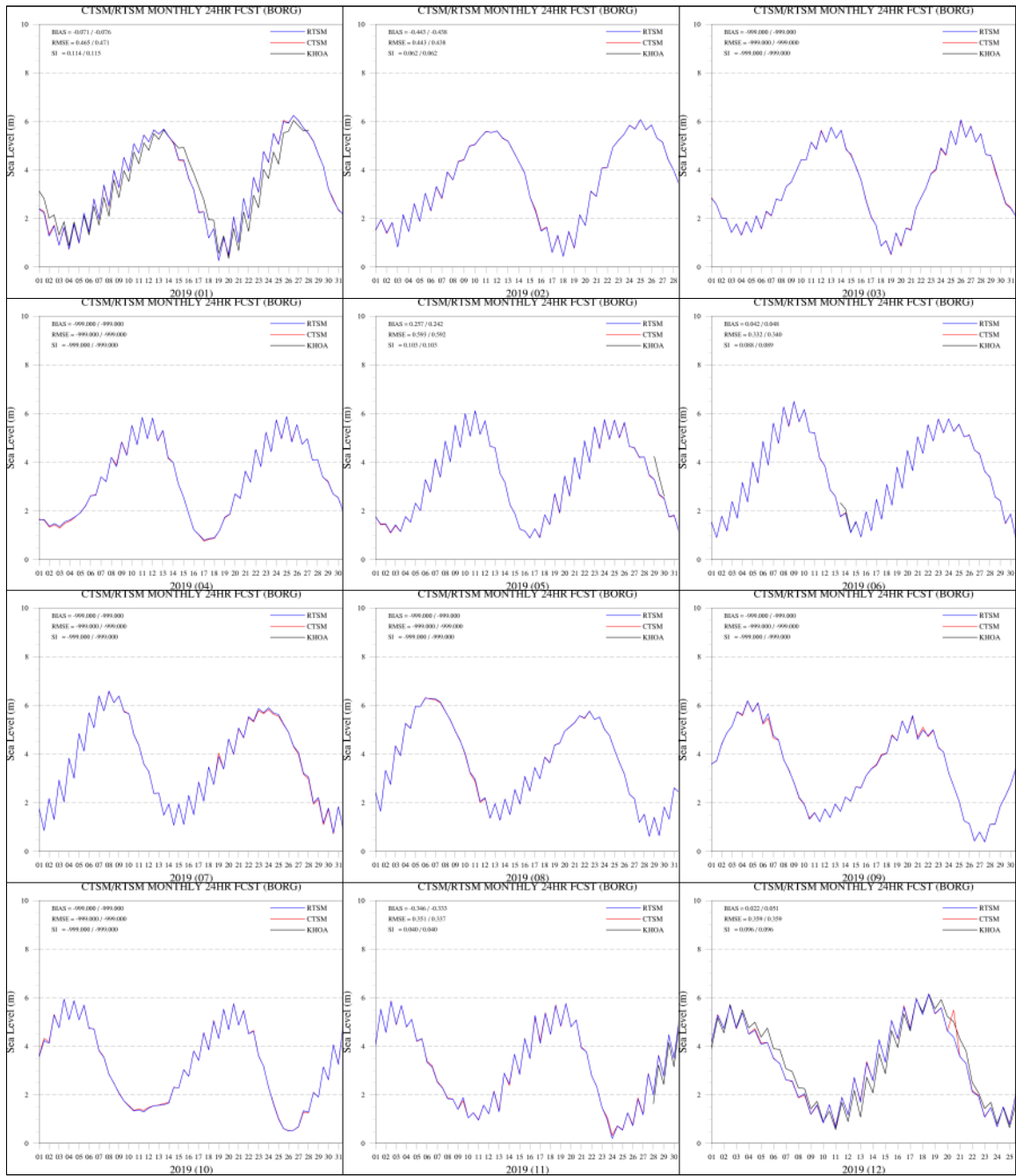


그림 E.6.19 보령 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

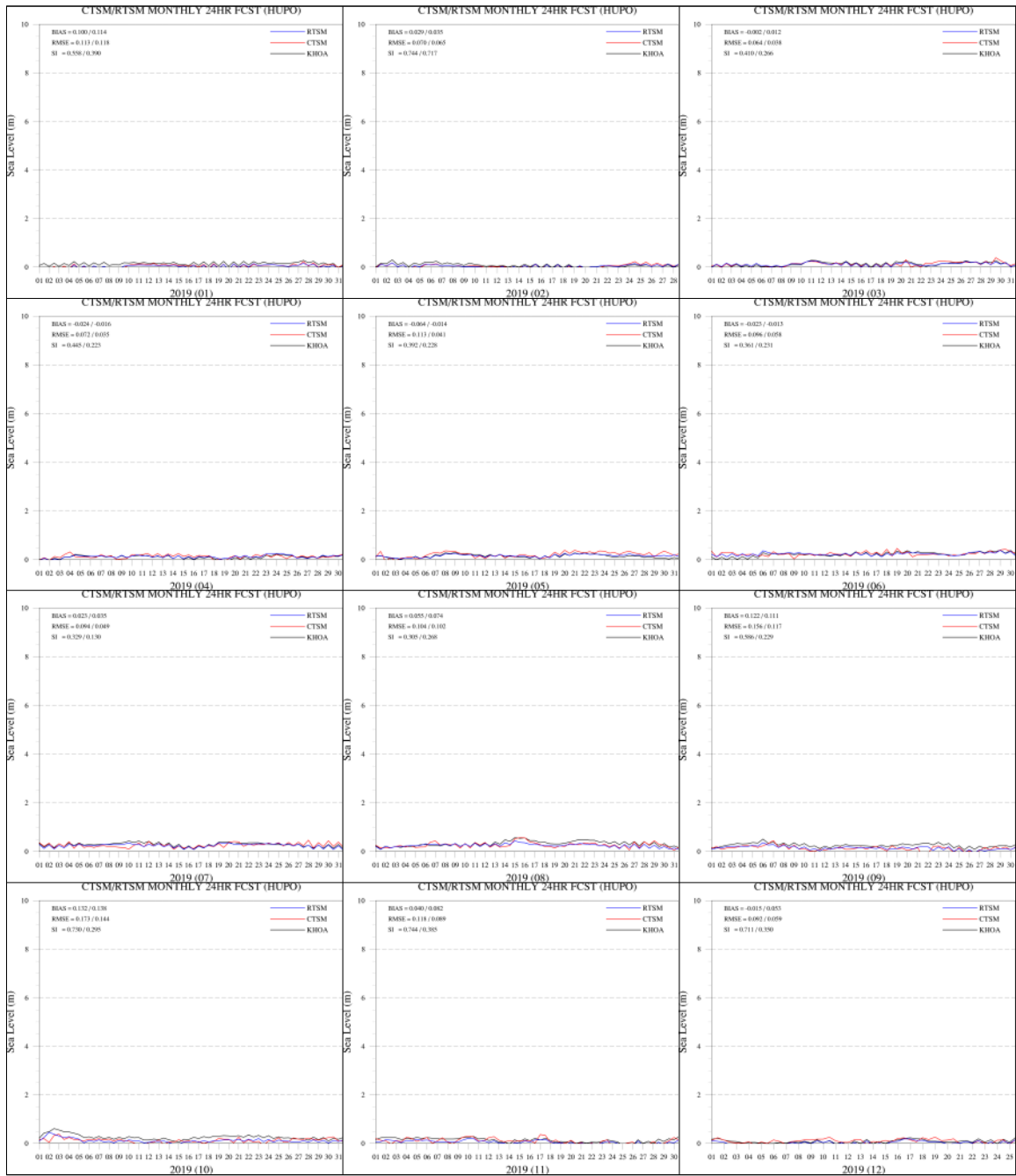


그림 E.6.20 후포 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

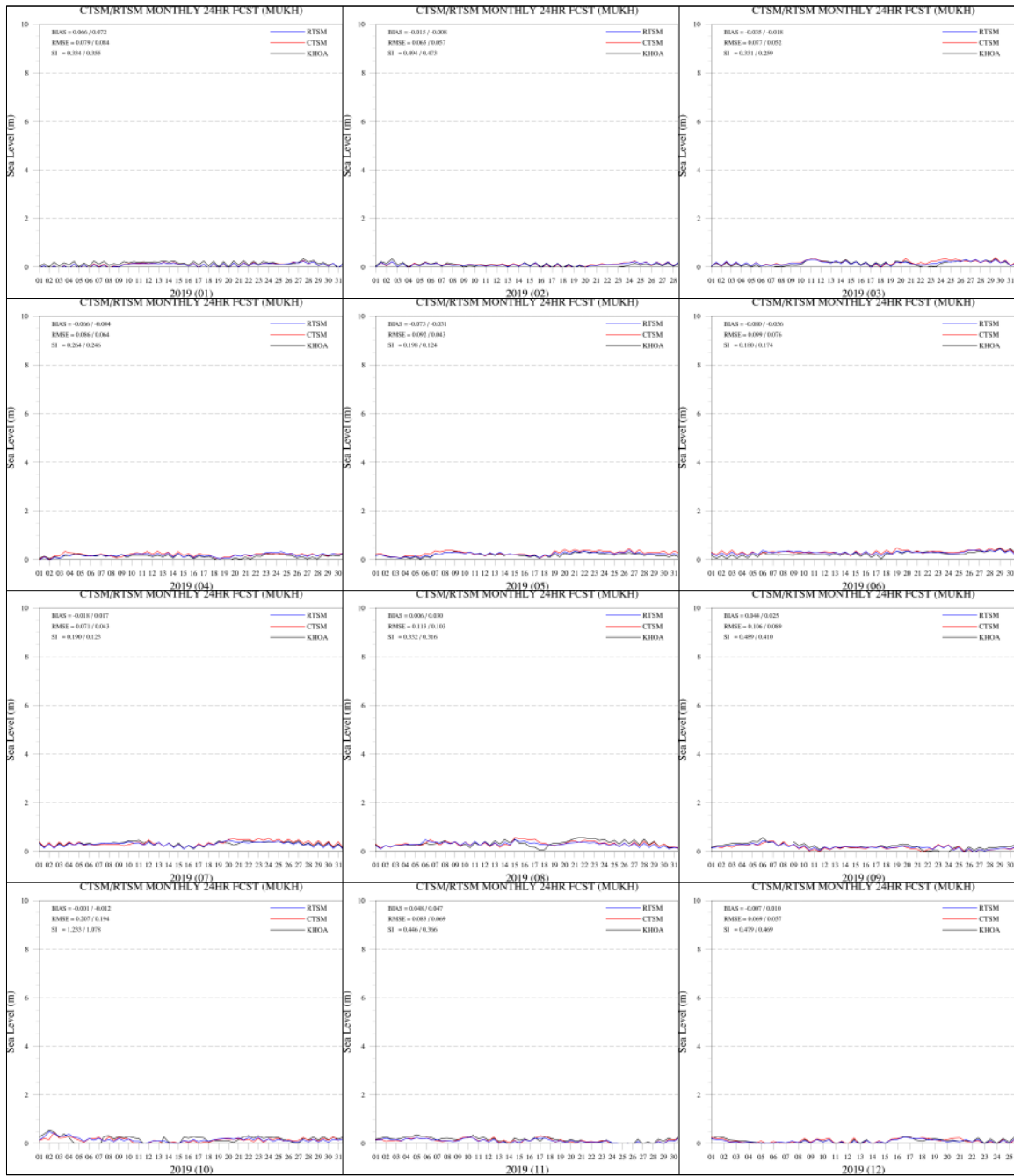


그림 E.6.21 목호 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

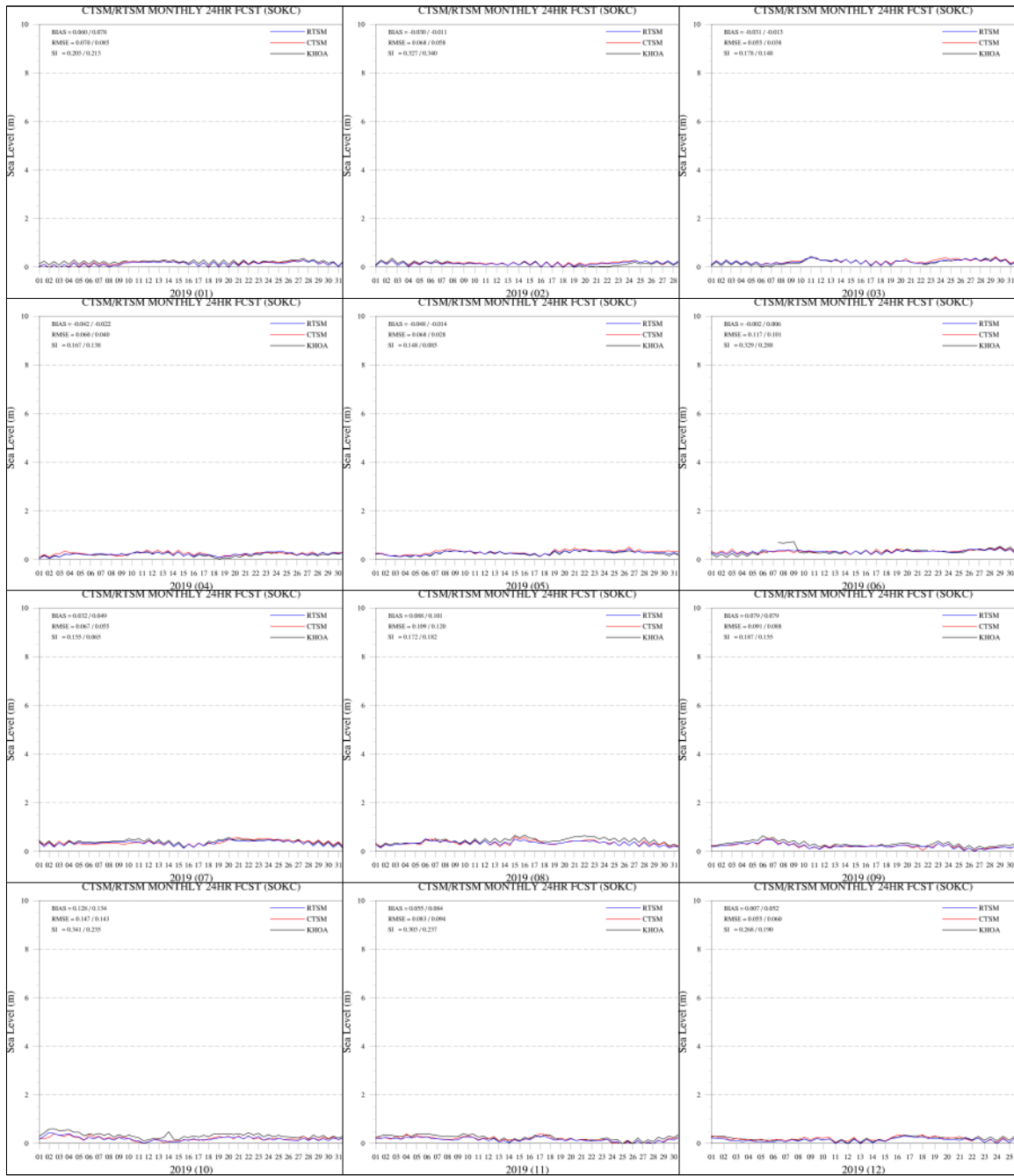


그림 E.6.22 속초 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

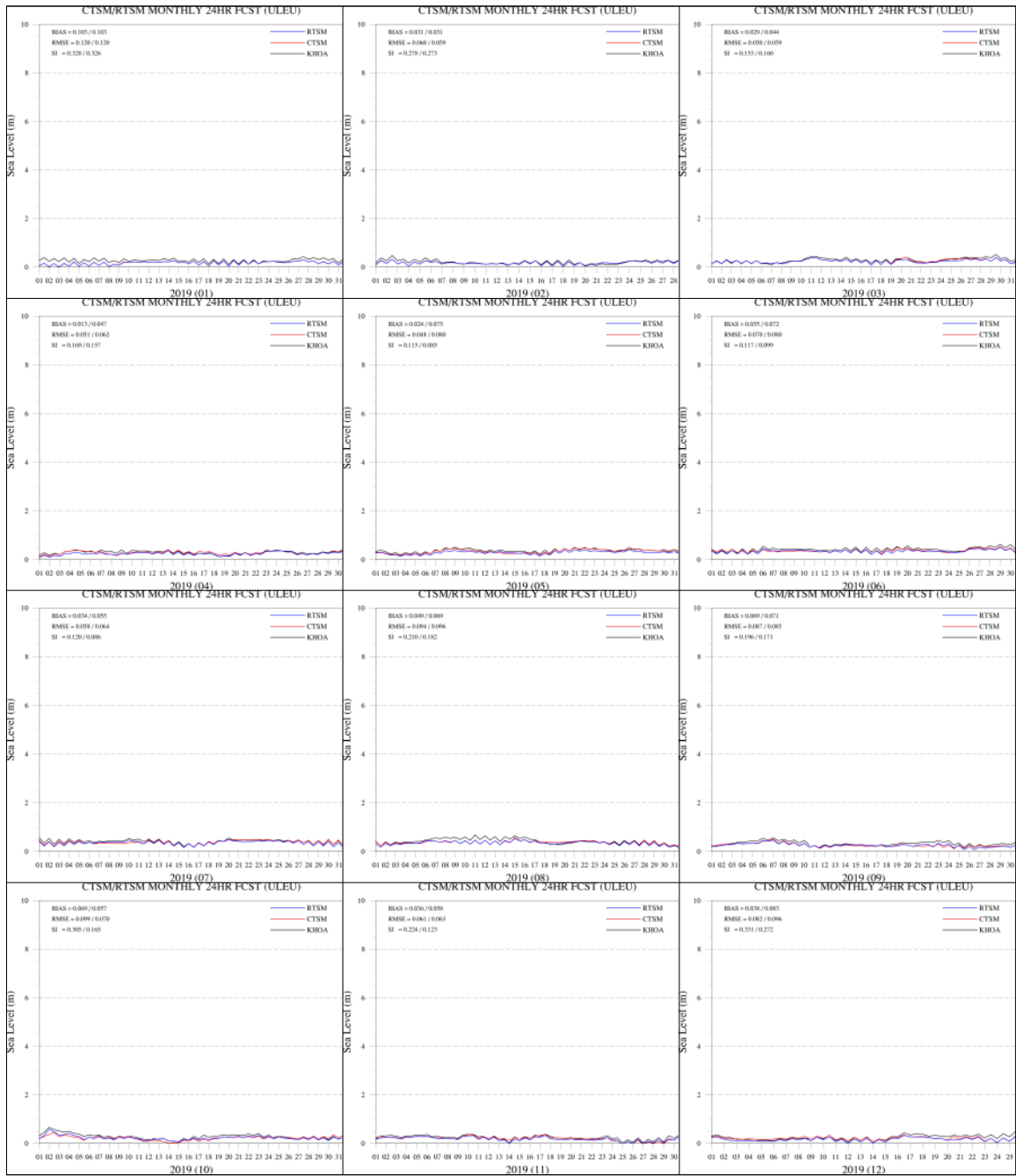


그림 E.6.23 울릉도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

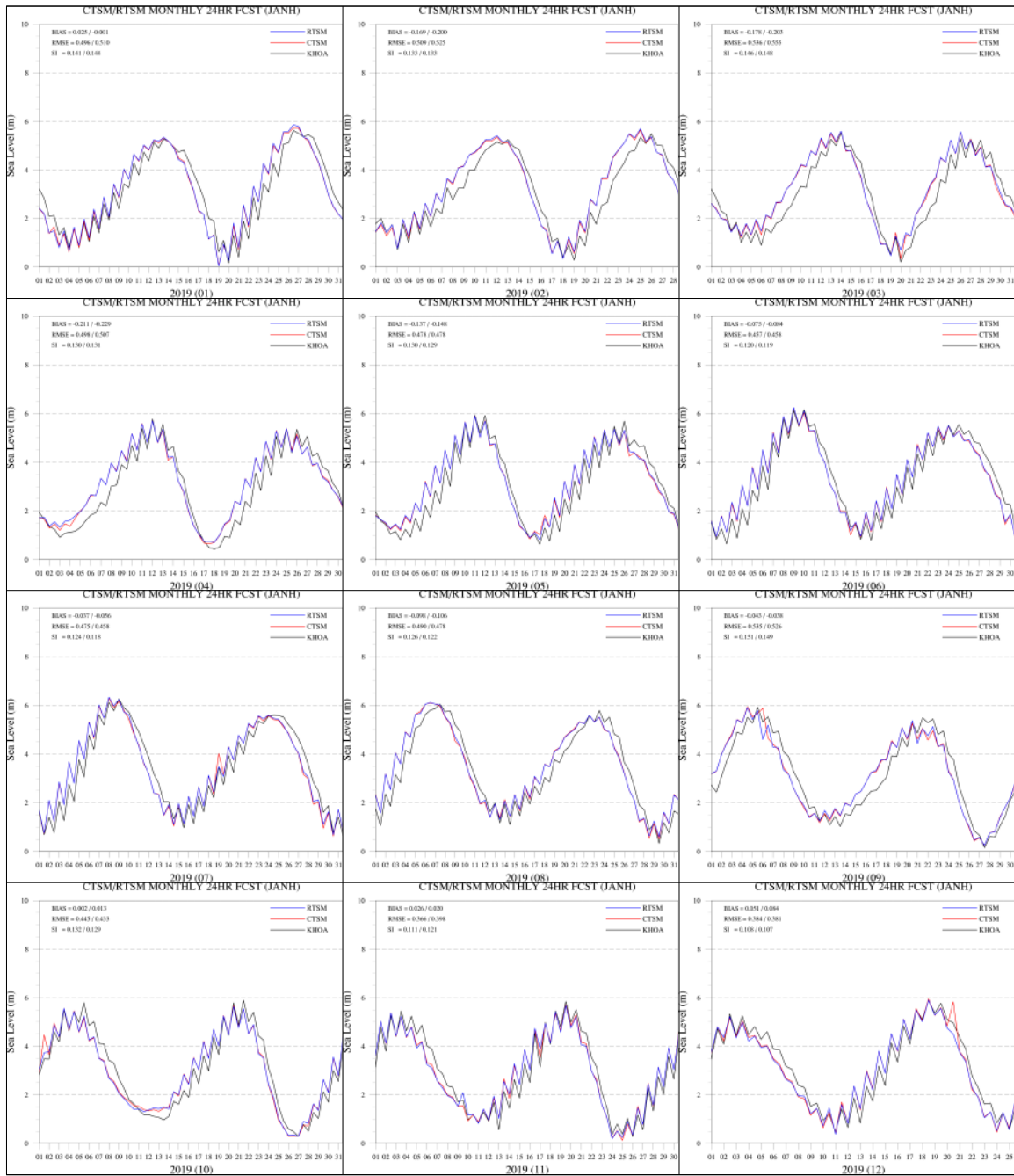


그림 E.6.24 장항 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

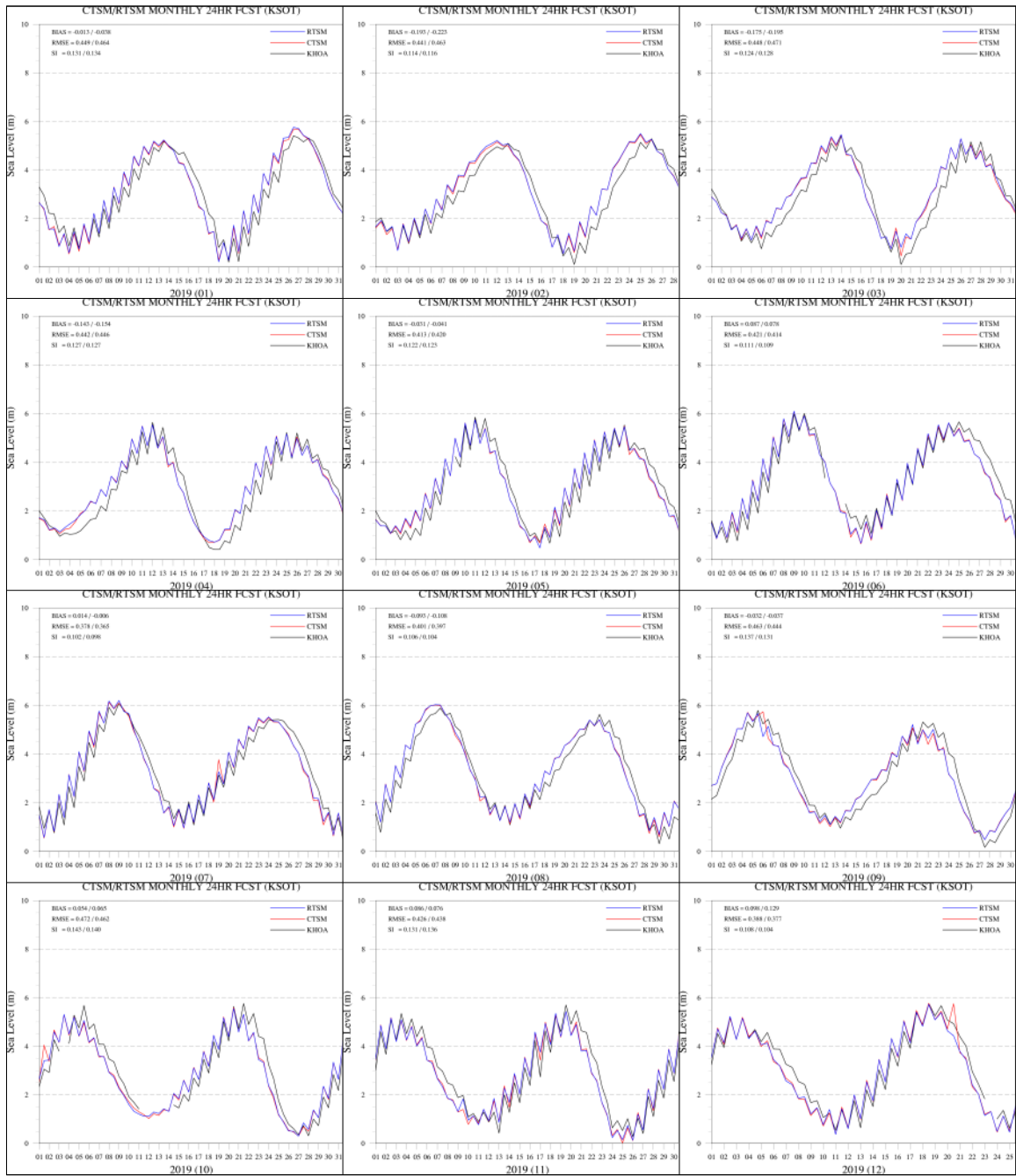


그림 E.6.25 군산 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

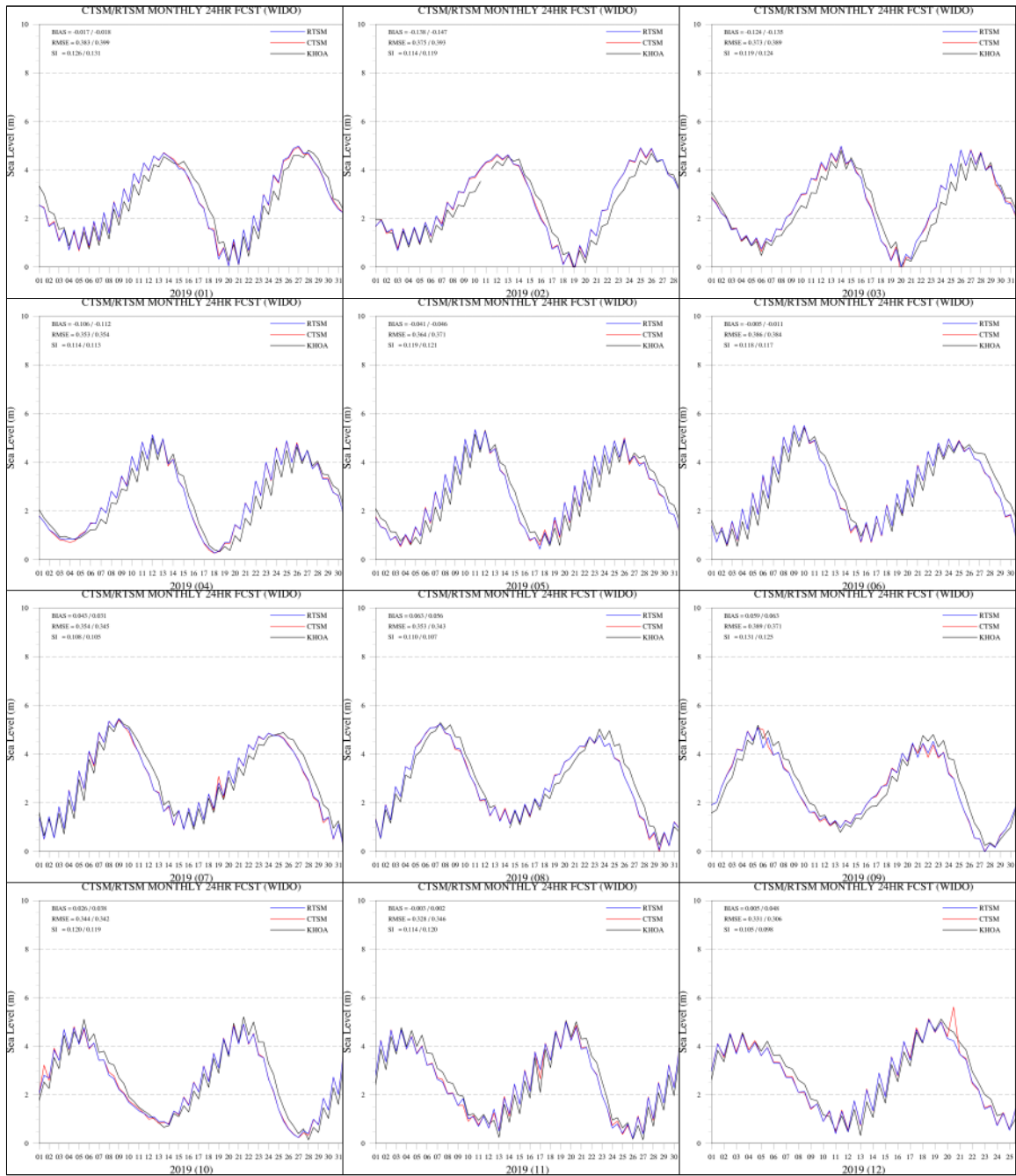


그림 E.6.26 위도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

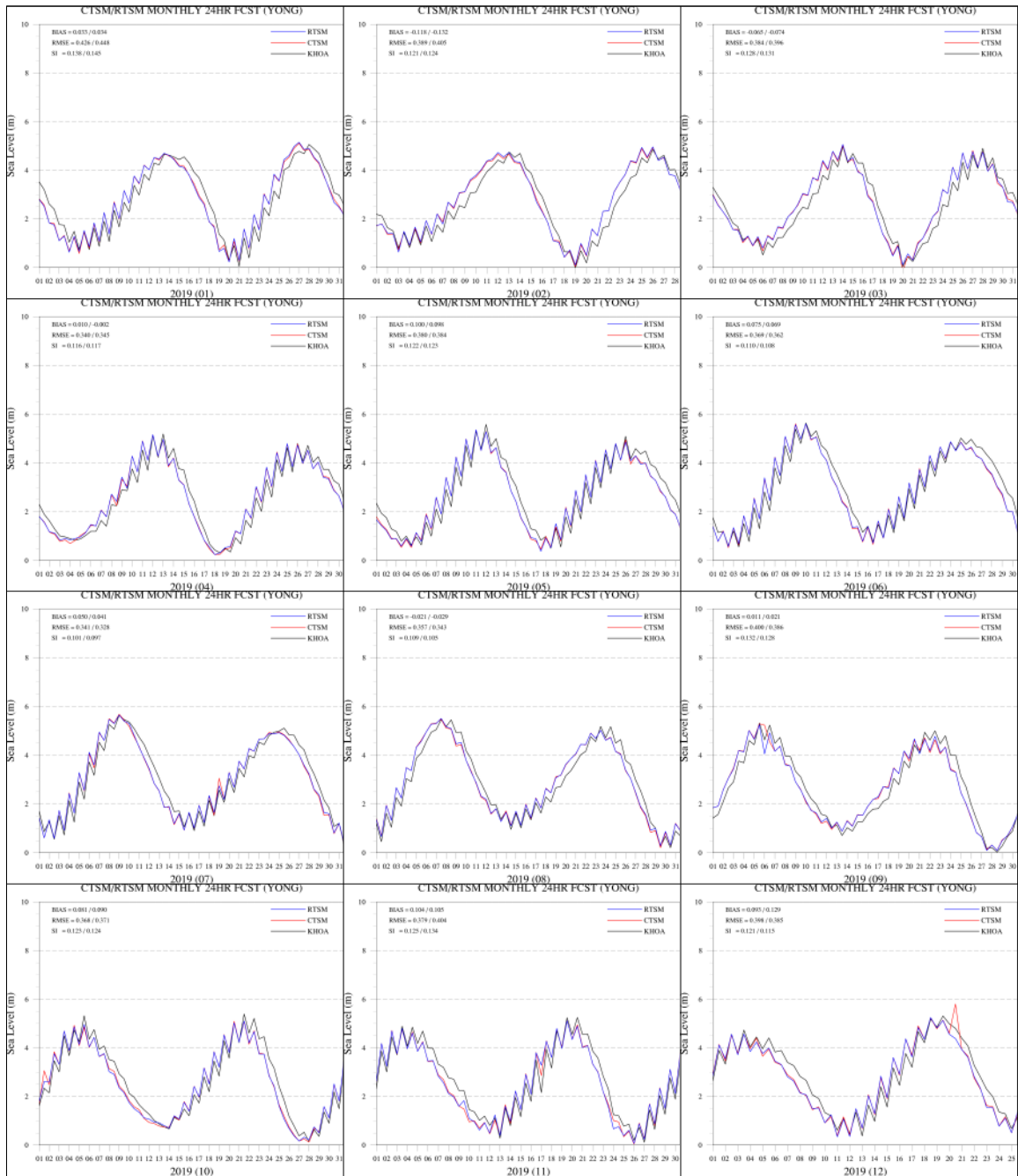


그림 E.6.27 영광 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

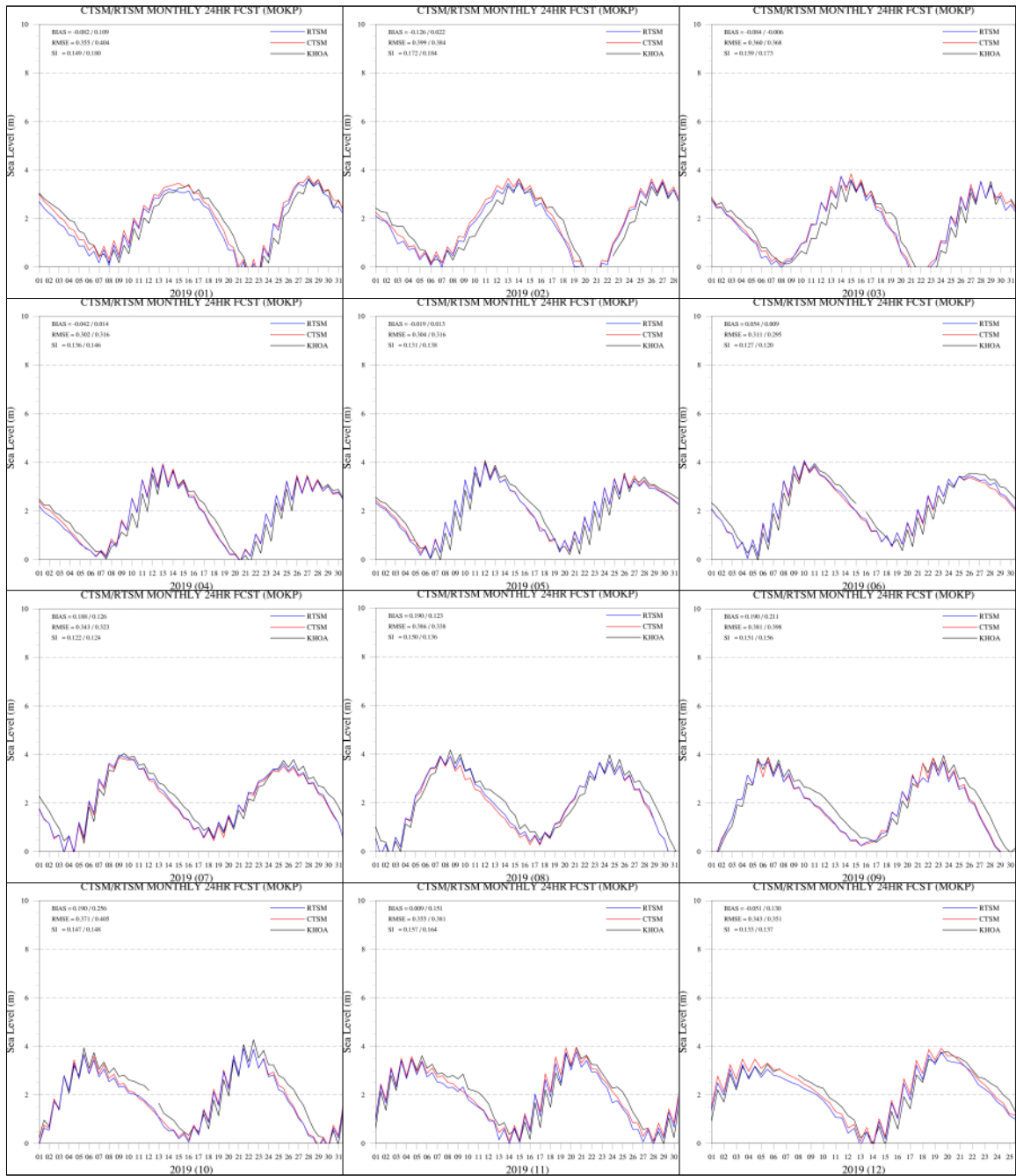


그림 E.6.28 목포 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

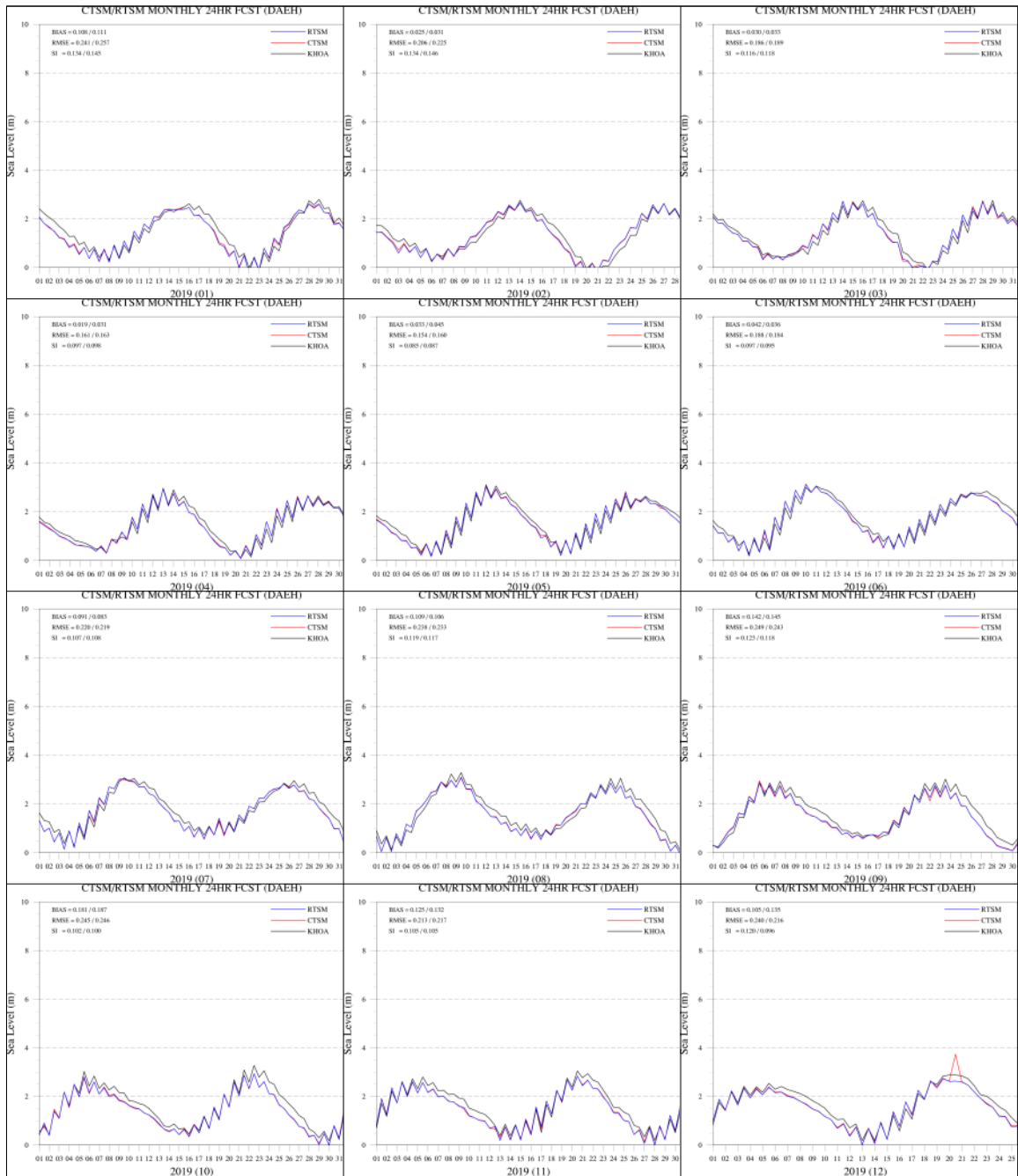


그림 E.6.29 흑산도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

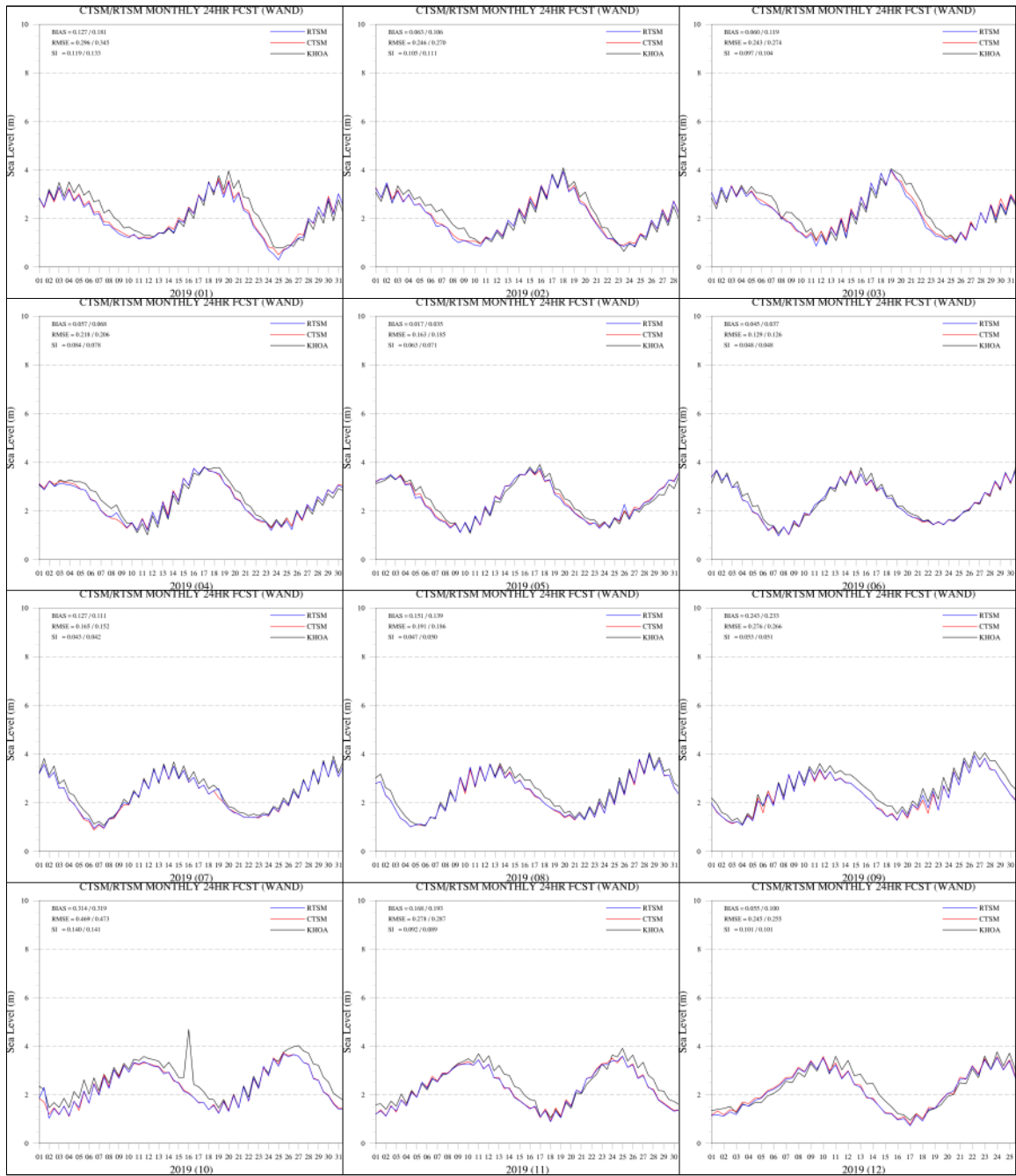


그림 E.6.30 완도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

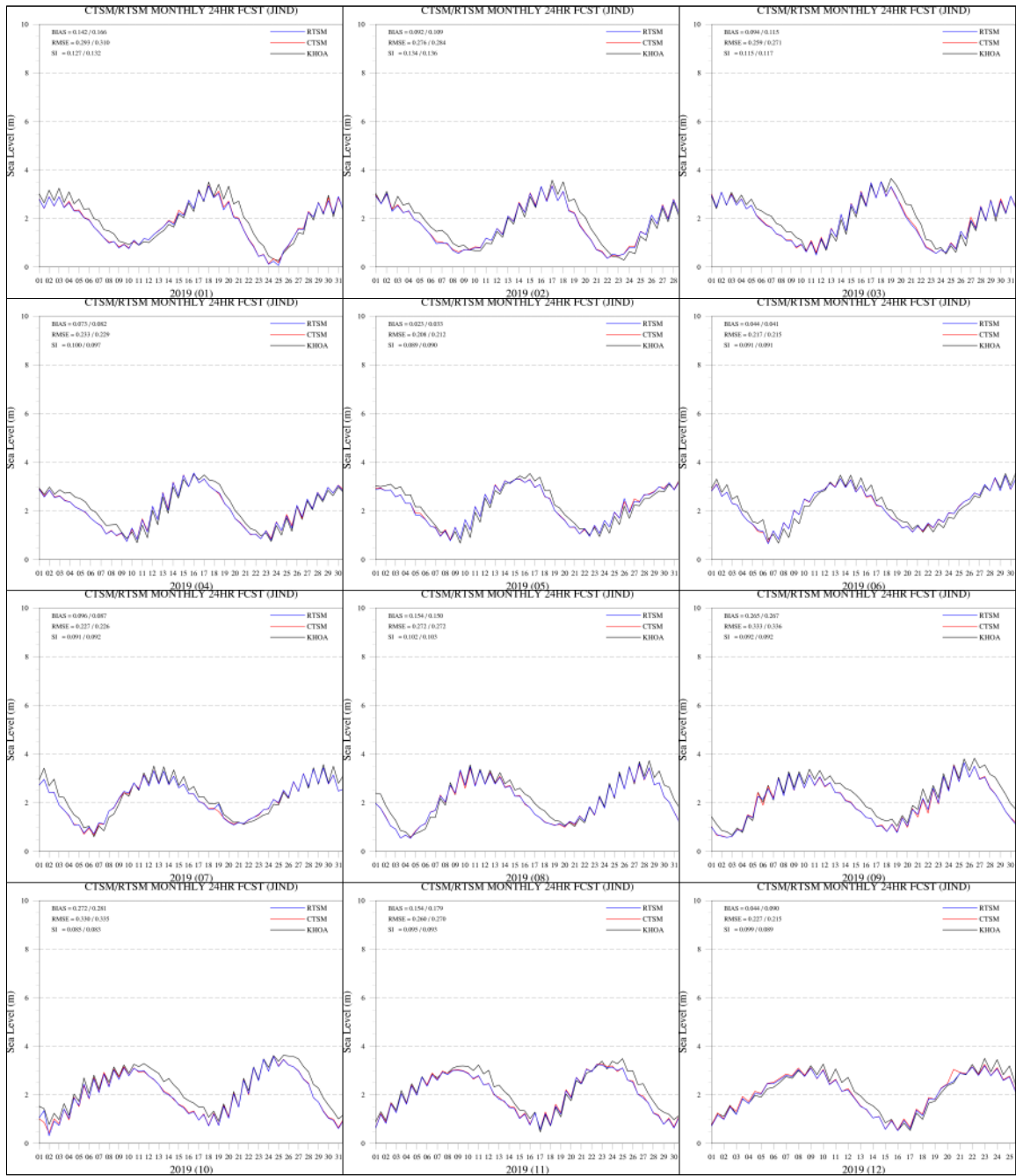


그림 E.6.31 진도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

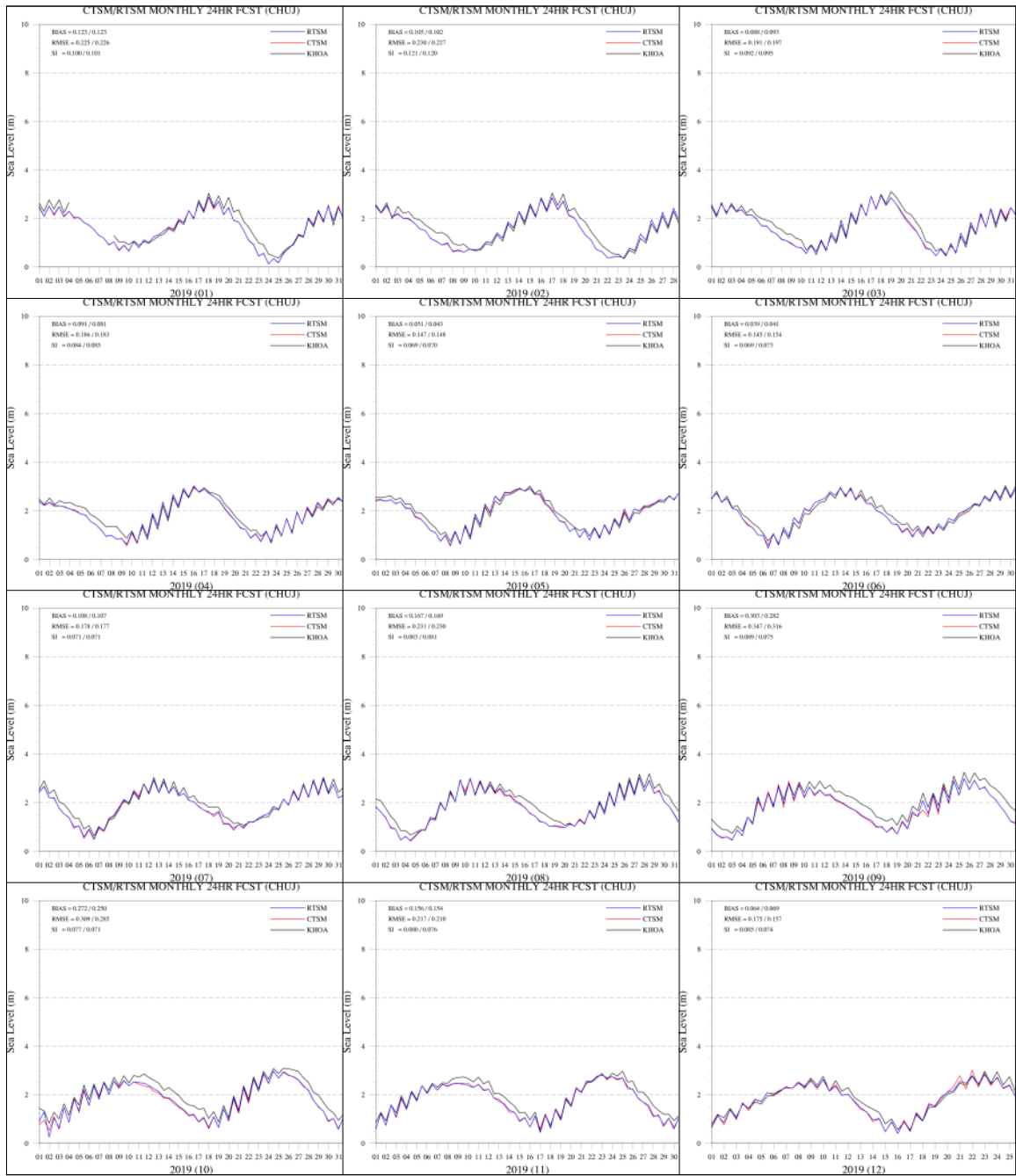


그림 E.6.32 추자도 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

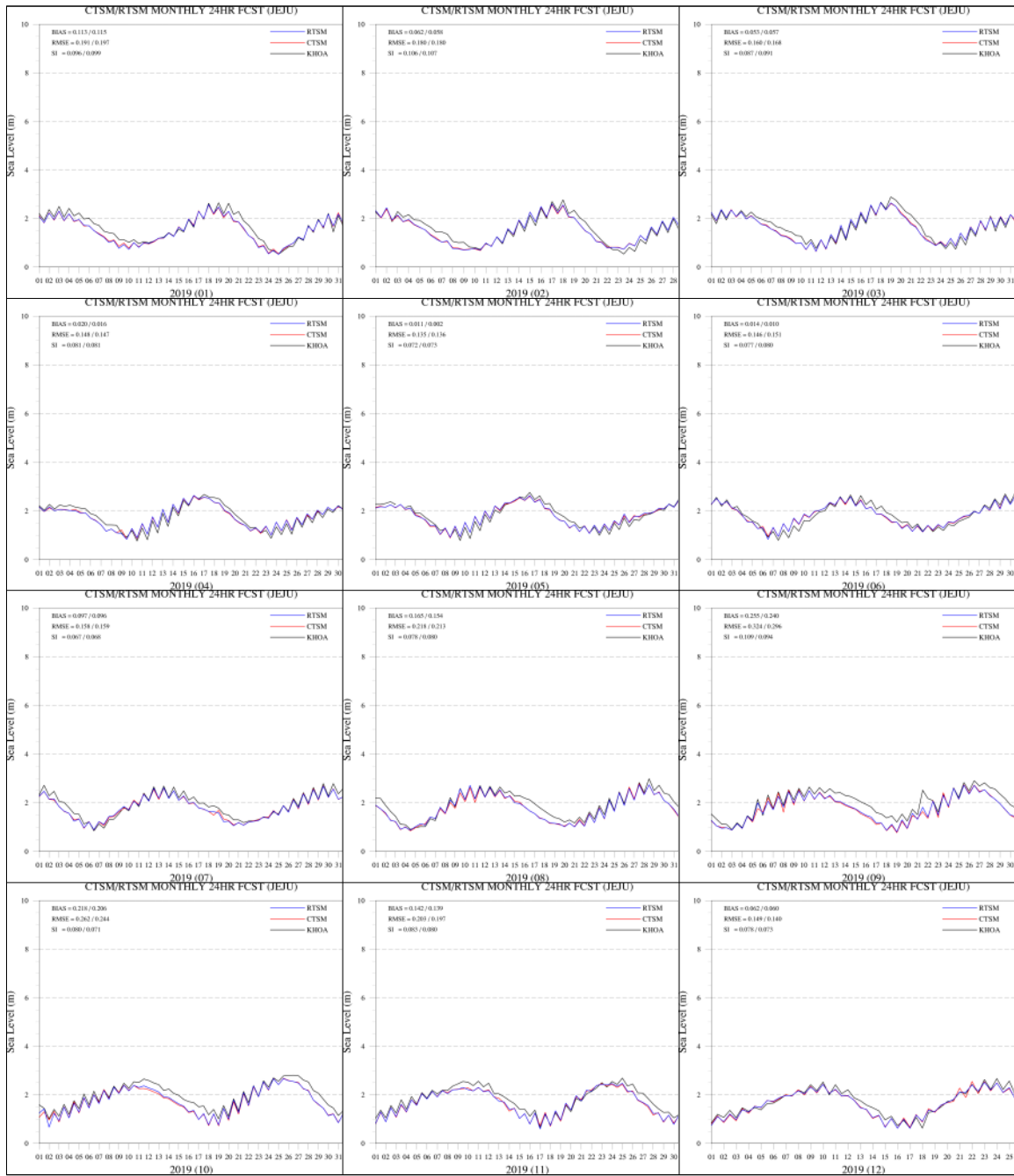


그림 E.6.33 제주 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

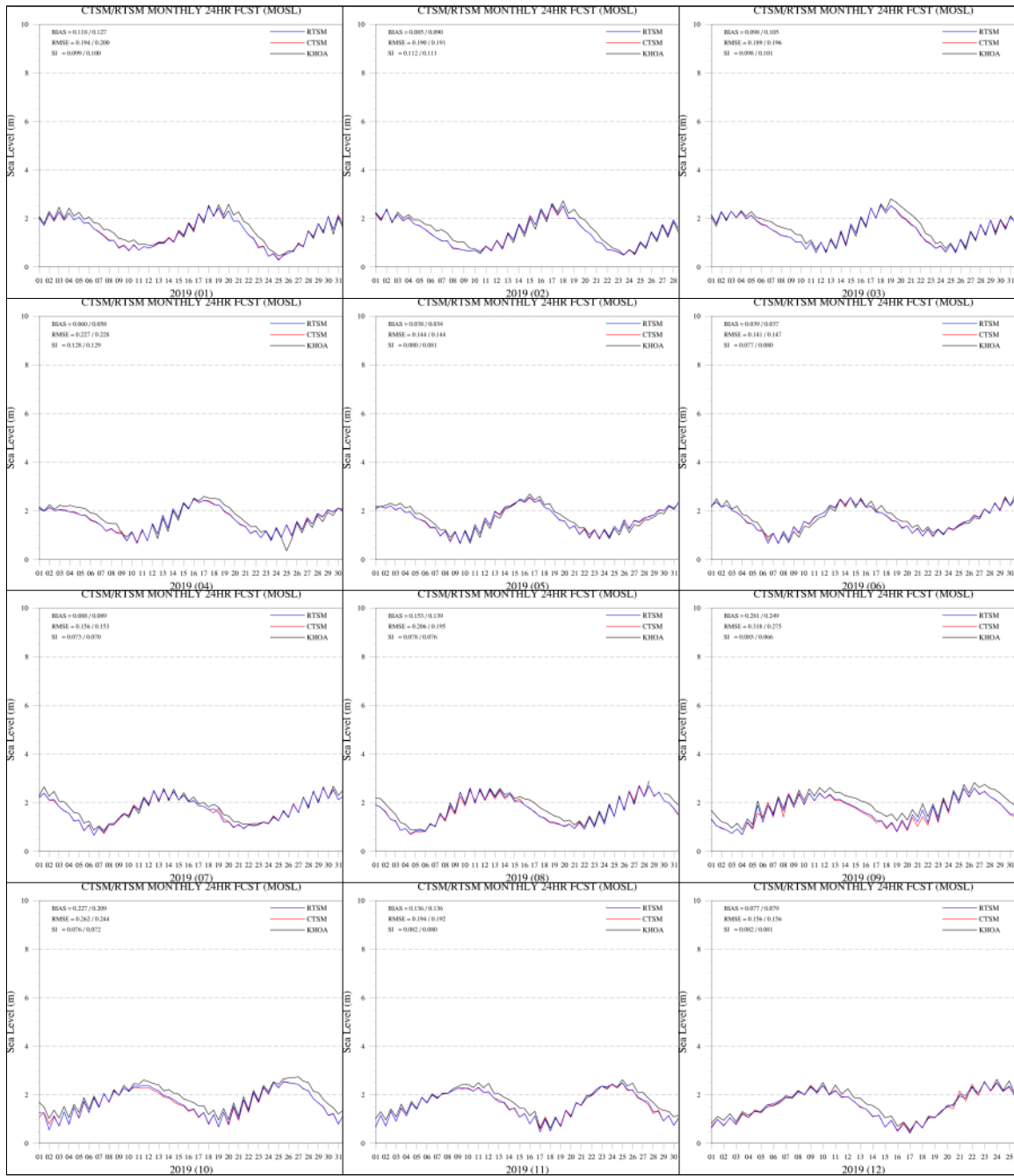


그림 E.6.34 모슬포 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

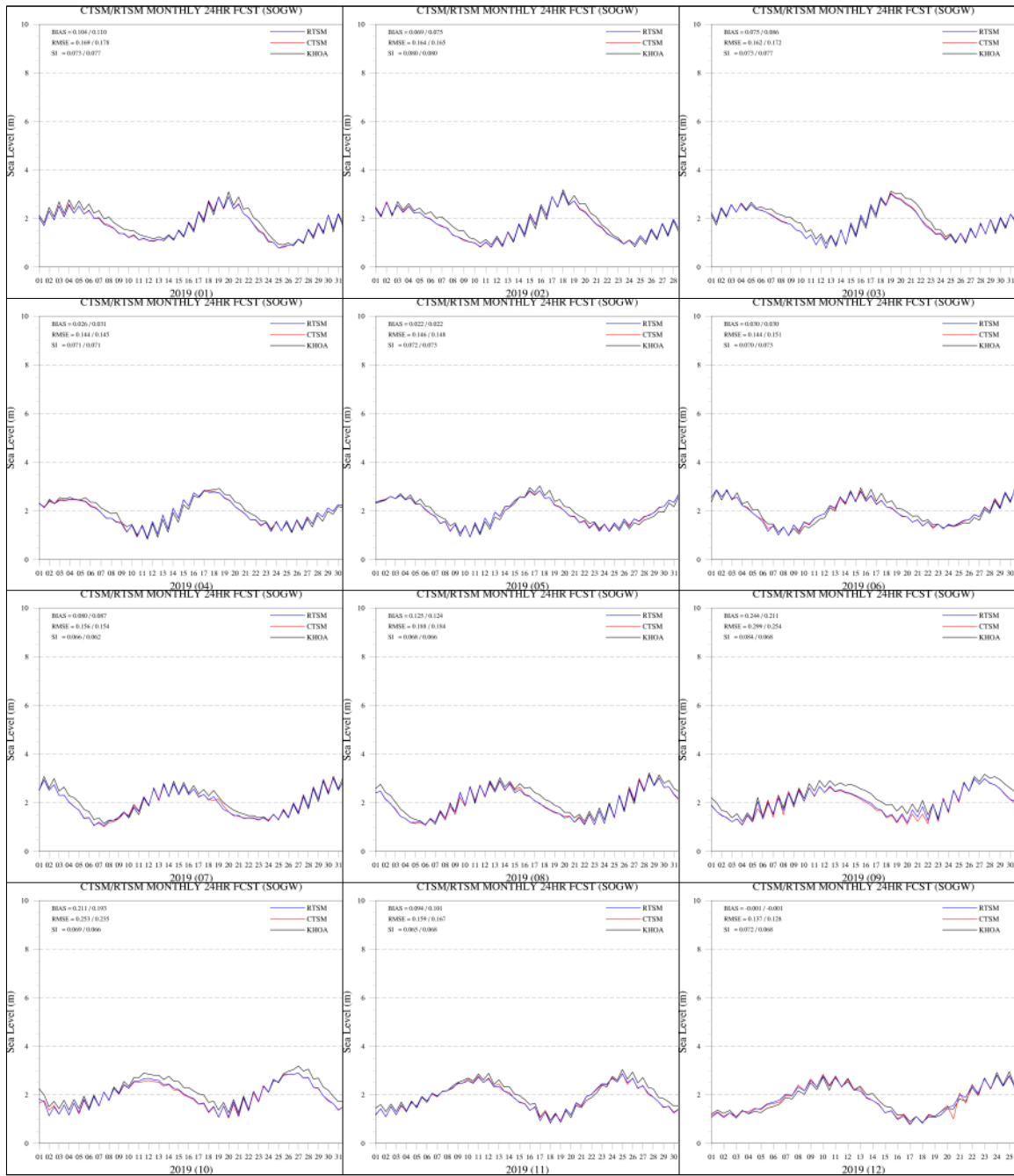


그림 E.6.35 서귀포 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

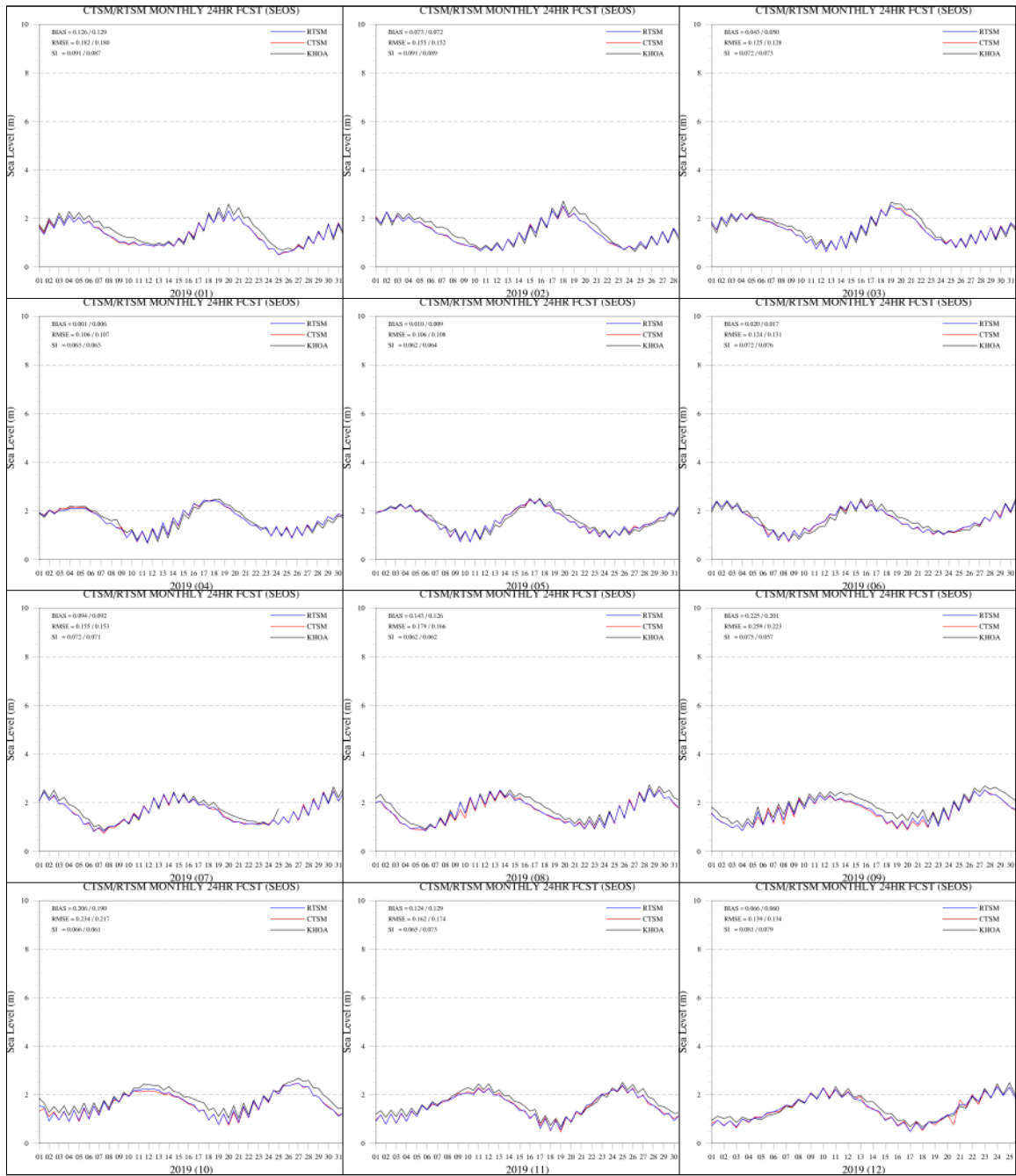


그림 E.6.36 성산포 관측(검은색 실선)과 CTSM/RTSM +24H 예측 해수면 높이(붉은색/파란색 실선) 시계열(2019년1월~12월)

표 E.6.1 RTSM 거문도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.153	-0.129	-0.087	-0.036	0.029	0.033	-0.008	-0.042	-0.148	-0.149	-0.061	0.008	-0.062
24hr	-0.150	-0.120	-0.088	-0.039	0.026	0.026	-0.016	-0.052	-0.153	-0.151	-0.064	0.010	-0.064
36hr	-0.146	-0.115	-0.082	-0.016	0.006	0.024	-0.017	-0.056	-0.150	-0.143	-0.056	0.012	-0.062
48hr	-0.130	-0.102	-0.081	-0.014	0.001	0.025	-0.018	-0.057	-0.161	-0.144	-0.057	0.006	-0.061
60hr	-0.142	-0.103	-0.079	-0.012	0.001	0.026	-0.024	-0.050	-0.153	-0.145	-0.063	0.000	-0.062
72hr	-0.132	-0.089	-0.087	-0.019	-0.004	0.018	-0.028	-0.046	-0.149	-0.138	-0.063	0.003	-0.061
96hr						0.021	-0.040	-0.039	-0.164	-0.134	-0.058	0.001	-0.059
120hr						0.019	-0.039	-0.017	-0.161	-0.130	-0.051	-0.005	-0.055

표 E.6.2 RTSM 거문도 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.261	0.257	0.240	0.199	0.247	0.173	0.156	0.188	0.216	0.214	0.157	0.155	0.205
24hr	0.262	0.255	0.242	0.196	0.243	0.171	0.157	0.189	0.220	0.215	0.155	0.156	0.205
36hr	0.268	0.261	0.238	0.255	0.182	0.165	0.156	0.189	0.222	0.207	0.152	0.158	0.204
48hr	0.256	0.252	0.235	0.257	0.179	0.166	0.158	0.188	0.237	0.204	0.149	0.156	0.203
60hr	0.267	0.261	0.233	0.259	0.184	0.164	0.163	0.189	0.224	0.205	0.150	0.156	0.205
72hr	0.260	0.257	0.233	0.262	0.182	0.168	0.171	0.185	0.221	0.201	0.154	0.159	0.204
96hr						0.171	0.185	0.183	0.260	0.197	0.150	0.169	0.188
120hr						0.184	0.176	0.192	0.242	0.194	0.152	0.176	0.188

표 E.6.3 RTSM 고흥 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.156	-0.131	-0.097	-0.029	-0.021	-0.008	-0.038	-0.082	-0.206	-0.233	-0.094	-0.004	-0.092
24hr	-0.157	-0.127	-0.096	-0.032	-0.025	-0.016	-0.048	-0.089	-0.208	-0.238	-0.093	-0.005	-0.095
36hr	-0.153	-0.123	-0.088	-0.026	-0.025	-0.017	-0.044	-0.094	-0.208	-0.231	-0.083	0.000	-0.091
48hr	-0.137	-0.109	-0.084	-0.025	-0.035	-0.015	-0.049	-0.096	-0.221	-0.229	-0.087	-0.013	-0.092
60hr	-0.152	-0.115	-0.077	-0.023	-0.038	-0.012	-0.055	-0.092	-0.205	-0.231	-0.095	-0.018	-0.093
72hr	-0.139	-0.099	-0.084	-0.035	-0.044	-0.023	-0.059	-0.089	-0.201	-0.219	-0.095	-0.015	-0.092
96hr						-0.023	-0.066	-0.094	-0.225	-0.204	-0.093	-0.020	-0.104
120hr						-0.027	-0.058	-0.081	-0.235	-0.197	-0.086	-0.027	-0.102

표 E.6.4 RTSM 고흥 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.282	0.277	0.268	0.238	0.243	0.208	0.188	0.209	0.295	0.323	0.223	0.197	0.246
24hr	0.282	0.273	0.270	0.236	0.239	0.202	0.187	0.212	0.297	0.325	0.218	0.205	0.246
36hr	0.290	0.280	0.271	0.237	0.237	0.192	0.182	0.213	0.301	0.318	0.214	0.208	0.245
48hr	0.277	0.269	0.269	0.239	0.235	0.191	0.184	0.217	0.327	0.312	0.210	0.204	0.245
60hr	0.289	0.279	0.271	0.244	0.236	0.187	0.192	0.225	0.307	0.312	0.213	0.205	0.247
72hr	0.281	0.273	0.272	0.241	0.236	0.194	0.199	0.223	0.299	0.310	0.217	0.210	0.246
96hr						0.195	0.211	0.231	0.354	0.294	0.215	0.224	0.246
120hr						0.211	0.203	0.236	0.331	0.291	0.218	0.233	0.246

표 E.6.5 RTSM 여수 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.128	-0.122	-0.103	-0.044	-0.018	-0.023	-0.042	-0.060	-0.142	-0.184	-0.095	-0.035	-0.083
24hr	-0.134	-0.120	-0.105	-0.050	-0.021	-0.024	-0.044	-0.059	-0.140	-0.183	-0.107	-0.032	-0.085
36hr	-0.125	-0.110	-0.095	-0.044	-0.020	-0.028	-0.051	-0.068	-0.142	-0.185	-0.107	-0.021	-0.083
48hr	-0.116	-0.107	-0.099	-0.046	-0.030	-0.028	-0.053	-0.061	-0.155	-0.193	-0.117	-0.027	-0.086
60hr	-0.122	-0.105	-0.089	-0.043	-0.029	-0.029	-0.059	-0.057	-0.137	-0.191	-0.128	-0.035	-0.085
72hr	-0.115	-0.097	-0.103	-0.050	-0.034	-0.038	-0.063	-0.056	-0.131	-0.184	-0.129	-0.032	-0.086
96hr						-0.035	-0.073	-0.052	-0.163	-0.174	-0.121	-0.034	-0.093
120hr						-0.032	-0.078	-0.032	-0.172	-0.165	-0.116	-0.039	-0.091

표 E.6.6 RTSM 여수 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.279	0.279	0.276	0.241	0.232	0.230	0.189	0.392	0.205	0.257	0.216	0.197	0.249
24hr	0.277	0.277	0.279	0.241	0.228	0.221	0.193	0.387	0.202	0.245	0.212	0.188	0.246
36hr	0.281	0.274	0.281	0.242	0.231	0.221	0.193	0.382	0.207	0.250	0.214	0.184	0.247
48hr	0.275	0.272	0.277	0.241	0.228	0.218	0.188	0.381	0.233	0.251	0.213	0.174	0.246
60hr	0.281	0.276	0.276	0.246	0.232	0.213	0.193	0.384	0.213	0.250	0.216	0.170	0.246
72hr	0.274	0.275	0.273	0.247	0.233	0.217	0.202	0.379	0.219	0.247	0.219	0.170	0.246
96hr						0.217	0.215	0.381	0.275	0.237	0.214	0.185	0.246
120hr						0.223	0.213	0.382	0.249	0.229	0.207	0.193	0.242

표 E.6.7 RTSM 통영 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.113	-0.061	-0.025	0.026	0.037	0.029	-0.006	-0.064	-0.113	-0.164	-0.082	-0.054	-0.049
24hr	-0.131	-0.072	-0.034	0.015	0.036	0.022	-0.012	-0.067	-0.120	-0.160	-0.085	-0.048	-0.055
36hr	-0.125	-0.067	-0.028	0.019	0.031	0.017	-0.016	-0.070	-0.117	-0.157	-0.081	-0.036	-0.053
48hr	-0.119	-0.064	-0.031	0.017	0.027	0.014	-0.021	-0.062	-0.121	-0.157	-0.086	-0.045	-0.054
60hr	-0.119	-0.059	-0.025	0.011	0.024	0.013	-0.030	-0.063	-0.117	-0.163	-0.092	-0.049	-0.056
72hr	-0.117	-0.058	-0.031	0.009	0.025	0.005	-0.032	-0.061	-0.113	-0.161	-0.091	-0.041	-0.056
96hr						0.001	-0.035	-0.056	-0.122	-0.159	-0.088	-0.041	-0.071
120hr						-0.001	-0.037	-0.046	-0.127	-0.157	-0.076	-0.047	-0.070

표 E.6.8 RTSM 통영 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.205	0.186	0.171	0.149	0.145	0.150	0.138	0.160	0.178	0.221	0.161	0.175	0.170
24hr	0.219	0.190	0.174	0.143	0.145	0.151	0.141	0.159	0.193	0.211	0.164	0.171	0.172
36hr	0.220	0.191	0.178	0.146	0.147	0.144	0.141	0.160	0.188	0.213	0.160	0.166	0.171
48hr	0.216	0.185	0.170	0.145	0.143	0.144	0.146	0.161	0.193	0.206	0.157	0.160	0.169
60hr	0.219	0.186	0.168	0.147	0.151	0.138	0.150	0.156	0.190	0.211	0.158	0.157	0.169
72hr	0.212	0.189	0.165	0.146	0.151	0.138	0.156	0.153	0.191	0.213	0.165	0.158	0.170
96hr						0.142	0.160	0.151	0.207	0.211	0.160	0.165	0.171
120hr						0.152	0.159	0.151	0.208	0.207	0.149	0.170	0.171

표 E.6.9 RTSM 마산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.139	-0.098	-0.090	-0.034	-0.022	-0.008	-0.018	-0.096	-0.163	-0.177	-0.052	-0.031	-0.077
24hr	-0.160	-0.114	-0.104	-0.043	-0.026	-0.009	-0.018	-0.096	-0.168	-0.172	-0.052	-0.020	-0.082
36hr	-0.166	-0.107	-0.105	-0.042	-0.035	-0.013	-0.024	-0.096	-0.168	-0.177	-0.046	-0.015	-0.083
48hr	-0.159	-0.101	-0.110	-0.042	-0.042	-0.010	-0.024	-0.095	-0.170	-0.178	-0.050	-0.033	-0.085
60hr	-0.169	-0.102	-0.109	-0.047	-0.043	-0.011	-0.031	-0.099	-0.163	-0.178	-0.055	-0.036	-0.087
72hr	-0.167	-0.098	-0.116	-0.043	-0.042	-0.017	-0.033	-0.100	-0.160	-0.172	-0.050	-0.026	-0.085
96hr						-0.015	-0.041	-0.099	-0.165	-0.170	-0.043	-0.023	-0.079
120hr						-0.015	-0.047	-0.092	-0.151	-0.168	-0.033	-0.029	-0.076

표 E.6.10 RTSM 마산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.164	0.155	0.167	0.105	0.103	0.087	0.096	0.131	0.198	0.213	0.137	0.119	0.140
24hr	0.184	0.172	0.173	0.106	0.099	0.093	0.104	0.133	0.209	0.211	0.137	0.127	0.146
36hr	0.191	0.172	0.174	0.108	0.107	0.094	0.101	0.136	0.204	0.216	0.123	0.118	0.145
48hr	0.183	0.167	0.171	0.107	0.101	0.091	0.094	0.137	0.209	0.208	0.115	0.118	0.142
60hr	0.192	0.171	0.173	0.118	0.104	0.087	0.097	0.134	0.202	0.208	0.116	0.111	0.143
72hr	0.188	0.173	0.166	0.122	0.104	0.089	0.104	0.135	0.200	0.204	0.120	0.113	0.143
96hr						0.089	0.115	0.133	0.209	0.201	0.108	0.118	0.139
120hr						0.091	0.121	0.134	0.283	0.199	0.108	0.119	0.151

표 E.6.11 RTSM 부산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.125	-0.063	-0.012	0.033	0.042	0.045	0.020	-0.025	-0.062	-0.077	-0.023	-0.031	-0.023
24hr	-0.124	-0.061	-0.015	0.029	0.041	0.038	0.014	-0.024	-0.059	-0.075	-0.024	-0.030	-0.024
36hr	-0.126	-0.066	-0.016	0.024	0.033	0.032	0.013	-0.026	-0.061	-0.076	-0.024	-0.028	-0.027
48hr	-0.120	-0.062	-0.016	0.024	0.034	0.034	0.012	-0.026	-0.060	-0.076	-0.027	-0.033	-0.026
60hr	-0.118	-0.056	-0.013	0.019	0.031	0.029	0.005	-0.028	-0.060	-0.079	-0.031	-0.034	-0.028
72hr	-0.118	-0.059	-0.016	0.022	0.031	0.024	0.005	-0.027	-0.059	-0.076	-0.029	-0.029	-0.028
96hr						0.022	0.003	-0.027	-0.057	-0.077	-0.028	-0.025	-0.027
120hr						0.022	0.004	-0.023	-0.055	-0.080	-0.022	-0.025	-0.026

표 E.6.12 RTSM 부산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.148	0.113	0.098	0.097	0.100	0.089	0.064	0.075	0.102	0.115	0.083	0.092	0.098
24hr	0.147	0.111	0.098	0.096	0.098	0.085	0.066	0.072	0.099	0.110	0.080	0.091	0.096
36hr	0.151	0.114	0.100	0.094	0.096	0.078	0.063	0.071	0.102	0.112	0.080	0.084	0.095
48hr	0.146	0.111	0.098	0.098	0.094	0.073	0.062	0.069	0.095	0.107	0.078	0.084	0.093
60hr	0.144	0.108	0.098	0.099	0.098	0.068	0.063	0.072	0.100	0.111	0.078	0.083	0.094
72hr	0.145	0.117	0.099	0.099	0.097	0.061	0.067	0.072	0.096	0.111	0.082	0.080	0.094
96hr						0.065	0.070	0.074	0.107	0.113	0.082	0.083	0.085
120hr						0.069	0.074	0.077	0.109	0.115	0.075	0.082	0.086

표 E.6.13 RTSM 울산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.077	-0.005	0.010	0.034	0.033	0.042	0.005	-0.039	-0.087	-0.114	-0.050	-0.025	-0.023
24hr	-0.080	-0.008	0.007	0.030	0.032	0.037	0.003	-0.038	-0.084	-0.109	-0.051	-0.024	-0.024
36hr	-0.082	-0.013	0.007	0.026	0.027	0.034	0.005	-0.040	-0.087	-0.111	-0.051	-0.024	-0.026
48hr	-0.074	-0.009	0.007	0.026	0.026	0.034	0.004	-0.042	-0.085	-0.111	-0.052	-0.027	-0.025
60hr	-0.073	-0.005	0.008	0.025	0.024	0.029	-0.001	-0.043	-0.090	-0.109	-0.052	-0.026	-0.026
72hr	-0.068	-0.001	0.008	0.028	0.023	0.025	0.000	-0.043	-0.090	-0.108	-0.052	-0.024	-0.025
96hr						0.023	0.001	-0.044	-0.080	-0.107	-0.049	-0.019	-0.039
120hr						0.020	0.002	-0.046	-0.086	-0.107	-0.041	-0.022	-0.040

표 E.6.14 RTSM 울산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.086	0.052	0.047	0.050	0.054	0.065	0.055	0.071	0.105	0.128	0.068	0.057	0.070
24hr	0.090	0.052	0.046	0.048	0.052	0.058	0.057	0.068	0.099	0.121	0.065	0.052	0.067
36hr	0.093	0.055	0.045	0.045	0.051	0.053	0.055	0.067	0.101	0.124	0.064	0.051	0.067
48hr	0.087	0.053	0.043	0.047	0.050	0.052	0.056	0.069	0.096	0.121	0.065	0.050	0.066
60hr	0.087	0.057	0.045	0.048	0.052	0.046	0.058	0.070	0.103	0.120	0.064	0.050	0.067
72hr	0.082	0.058	0.047	0.052	0.051	0.042	0.059	0.070	0.103	0.119	0.064	0.047	0.066
96hr						0.039	0.059	0.074	0.095	0.118	0.063	0.051	0.071
120hr						0.046	0.071	0.078	0.104	0.120	0.056	0.053	0.075

표 E.6.15 RTSM 포항 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.014	0.059	0.083	0.112	0.104	0.096	0.046	-0.002	-0.062	-0.075	0.010	0.038	0.033
24hr	-0.015	0.055	0.082	0.108	0.102	0.090	0.046	-0.002	-0.058	-0.072	0.007	0.033	0.031
36hr	-0.012	0.054	0.083	0.105	0.098	0.088	0.049	-0.002	-0.058	-0.072	0.007	0.034	0.031
48hr	-0.011	0.052	0.082	0.104	0.099	0.085	0.047	-0.004	-0.058	-0.072	0.006	0.033	0.030
60hr	-0.012	0.053	0.085	0.105	0.096	0.080	0.043	-0.004	-0.064	-0.069	0.007	0.033	0.029
72hr	-0.006	0.060	0.085	0.109	0.098	0.076	0.046	-0.003	-0.062	-0.066	0.006	0.036	0.032
96hr						0.072	0.047	-0.010	-0.047	-0.064	0.010	0.039	0.007
120hr						0.069	0.050	-0.015	-0.052	-0.063	0.016	0.037	0.006

표 E.6.16 RTSM 포항 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.033	0.081	0.091	0.116	0.111	0.114	0.059	0.076	0.082	0.096	0.053	0.056	0.081
24hr	0.033	0.078	0.089	0.114	0.110	0.108	0.059	0.074	0.074	0.088	0.037	0.046	0.076
36hr	0.033	0.079	0.090	0.110	0.106	0.106	0.060	0.070	0.073	0.088	0.041	0.045	0.075
48hr	0.034	0.079	0.089	0.110	0.109	0.101	0.059	0.070	0.075	0.088	0.040	0.043	0.075
60hr	0.036	0.081	0.092	0.110	0.106	0.099	0.056	0.070	0.078	0.086	0.040	0.043	0.075
72hr	0.034	0.086	0.094	0.115	0.108	0.096	0.058	0.069	0.080	0.083	0.042	0.047	0.076
96hr						0.088	0.062	0.076	0.070	0.082	0.045	0.054	0.068
120hr						0.090	0.069	0.078	0.080	0.084	0.046	0.056	0.072

표 E.6.17 RTSM 인천 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.138	0.285	0.319	0.267	0.151	0.080	0.069	0.165	0.184	0.153	0.126	0.046	0.165
24hr	0.146	0.278	0.320	0.266	0.156	0.079	0.078	0.171	0.205	0.176	0.159	0.071	0.175
36hr	0.188	0.297	0.333	0.257	0.156	0.080	0.085	0.173	0.198	0.173	0.155	0.073	0.181
48hr	0.184	0.276	0.334	0.257	0.153	0.071	0.095	0.169	0.192	0.159	0.157	0.092	0.178
60hr	0.222	0.297	0.339	0.264	0.164	0.070	0.091	0.163	0.199	0.151	0.145	0.118	0.185
72hr	0.208	0.279	0.338	0.267	0.166	0.064	0.095	0.154	0.175	0.144	0.153	0.146	0.182
96hr						0.060	0.074	0.117	0.110	0.152	0.172	0.175	0.123
120hr						0.058	0.081	0.122	0.135	0.147	0.163	0.193	0.128

표 E.6.18 RTSM 인천 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.591	0.595	0.582	0.543	0.481	0.491	0.491	0.524	0.540	0.505	0.508	0.503	0.530
24hr	0.583	0.586	0.579	0.541	0.485	0.488	0.494	0.532	0.537	0.516	0.529	0.520	0.533
36hr	0.583	0.605	0.588	0.545	0.488	0.488	0.504	0.531	0.535	0.523	0.538	0.543	0.539
48hr	0.580	0.584	0.586	0.532	0.490	0.488	0.517	0.521	0.540	0.513	0.534	0.545	0.536
60hr	0.591	0.599	0.590	0.539	0.507	0.485	0.514	0.521	0.528	0.506	0.529	0.551	0.538
72hr	0.592	0.582	0.587	0.534	0.516	0.482	0.520	0.514	0.534	0.508	0.530	0.573	0.539
96hr						0.475	0.507	0.516	0.584	0.516	0.557	0.589	0.535
120hr						0.468	0.502	0.510	0.539	0.521	0.528	0.603	0.524

표 E.6.19 RTSM 평택 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.126	0.202	0.218	0.219	0.195	0.157	0.146	0.184	0.136	0.152	0.166	0.066	0.164
24hr	0.132	0.195	0.218	0.220	0.200	0.166	0.154	0.187	0.170	0.181	0.206	0.090	0.177
36hr	0.163	0.212	0.232	0.210	0.198	0.172	0.167	0.190	0.179	0.188	0.200	0.085	0.183
48hr	0.144	0.187	0.228	0.212	0.193	0.166	0.170	0.183	0.174	0.177	0.201	0.102	0.178
60hr	0.183	0.211	0.239	0.218	0.204	0.170	0.168	0.176	0.185	0.170	0.177	0.121	0.185
72hr	0.156	0.195	0.239	0.223	0.212	0.168	0.166	0.164	0.158	0.164	0.183	0.153	0.182
96hr						0.165	0.150	0.128	0.093	0.160	0.178	0.197	0.153
120hr						0.167	0.155	0.132	0.130	0.145	0.172	0.234	0.162

표 E.6.20 RTSM 평택 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.506	0.510	0.518	0.520	0.522	0.504	0.502	0.526	0.564	0.533	0.512	0.467	0.515
24hr	0.501	0.503	0.518	0.516	0.522	0.498	0.502	0.523	0.540	0.545	0.544	0.468	0.515
36hr	0.506	0.524	0.527	0.523	0.524	0.500	0.507	0.515	0.532	0.552	0.546	0.497	0.521
48hr	0.497	0.502	0.523	0.510	0.525	0.502	0.517	0.504	0.534	0.543	0.551	0.494	0.517
60hr	0.510	0.517	0.522	0.513	0.539	0.505	0.517	0.499	0.531	0.537	0.532	0.492	0.518
72hr	0.508	0.507	0.519	0.509	0.546	0.510	0.514	0.494	0.522	0.540	0.538	0.510	0.518
96hr						0.507	0.501	0.491	0.595	0.550	0.548	0.518	0.530
120hr						0.498	0.489	0.485	0.531	0.562	0.536	0.529	0.519

표 E.6.21 RTSM 대산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.107	0.231	0.245	0.327	0.252	0.218	0.110	0.026	-0.018	0.034	0.094	0.050	0.140
24hr	0.115	0.222	0.246	0.326	0.260	0.214	0.109	0.038	0.001	0.054	0.121	0.082	0.149
36hr	0.144	0.235	0.251	0.316	0.270	0.214	0.111	0.046	0.001	0.053	0.116	0.084	0.153
48hr	0.139	0.208	0.254	0.317	0.266	0.205	0.123	0.046	0.003	0.041	0.125	0.104	0.153
60hr	0.170	0.224	0.261	0.302	0.296	0.202	0.122	0.041	0.008	0.029	0.119	0.125	0.158
72hr	0.163	0.206	0.266	0.306	0.295	0.194	0.124	0.033	-0.007	0.024	0.128	0.150	0.157
96hr						0.195	0.113	0.003	-0.058	0.034	0.151	0.172	0.087
120hr						0.200	0.117	-0.004	-0.041	0.037	0.149	0.180	0.091

표 E.6.22 RTSM 대산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.525	0.538	0.544	0.547	0.536	0.484	0.440	0.344	0.367	0.411	0.418	0.416	0.464
24hr	0.512	0.532	0.537	0.543	0.539	0.480	0.445	0.348	0.372	0.420	0.429	0.430	0.466
36hr	0.517	0.553	0.543	0.548	0.543	0.481	0.448	0.346	0.370	0.424	0.430	0.445	0.471
48hr	0.504	0.530	0.535	0.541	0.540	0.474	0.457	0.339	0.370	0.417	0.431	0.454	0.466
60hr	0.516	0.543	0.539	0.566	0.535	0.473	0.454	0.340	0.363	0.415	0.430	0.460	0.470
72hr	0.511	0.528	0.534	0.563	0.534	0.465	0.462	0.338	0.394	0.419	0.433	0.474	0.471
96hr						0.465	0.455	0.332	0.451	0.427	0.455	0.490	0.439
120hr						0.459	0.448	0.322	0.420	0.424	0.433	0.500	0.429

표 E.6.23 RTSM 안흥 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.008	0.216	0.253	0.224	0.098	-0.072	-0.035	0.052	0.089	0.052	-0.017	-0.093	0.065
24hr	0.019	0.222	0.251	0.224	0.100	-0.078	-0.035	0.061	0.095	0.068	0.002	-0.076	0.071
36hr	0.035	0.220	0.245	0.217	0.105	-0.077	-0.026	0.072	0.091	0.067	0.000	-0.081	0.072
48hr	0.029	0.213	0.246	0.216	0.101	-0.084	-0.012	0.076	0.091	0.058	0.005	-0.070	0.072
60hr	0.050	0.214	0.250	0.216	0.111	-0.088	-0.009	0.075	0.085	0.050	-0.001	-0.057	0.075
72hr	0.056	0.217	0.254	0.219	0.112	-0.097	-0.004	0.066	0.074	0.050	0.005	-0.038	0.076
96hr						-0.094	-0.008	0.043	0.047	0.062	0.016	-0.021	0.006
120hr						-0.048	-0.010	0.039	0.061	0.058	0.016	-0.014	0.015

표 E.6.24 RTSM 안흥 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.417	0.452	0.487	0.454	0.419	0.583	0.316	0.345	0.412	0.371	0.336	0.350	0.412
24hr	0.415	0.447	0.483	0.451	0.425	0.581	0.320	0.359	0.418	0.385	0.338	0.344	0.414
36hr	0.412	0.463	0.483	0.455	0.424	0.581	0.324	0.367	0.410	0.384	0.338	0.348	0.416
48hr	0.407	0.450	0.479	0.450	0.426	0.578	0.334	0.369	0.407	0.378	0.337	0.345	0.413
60hr	0.399	0.460	0.484	0.455	0.436	0.573	0.334	0.370	0.402	0.377	0.338	0.343	0.414
72hr	0.399	0.457	0.479	0.449	0.438	0.573	0.345	0.366	0.417	0.378	0.346	0.342	0.416
96hr						0.569	0.353	0.367	0.435	0.379	0.360	0.355	0.403
120hr						0.513	0.346	0.354	0.429	0.382	0.343	0.361	0.390

표 E.6.25 RTSM 보령 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.059	0.431			-0.221	-0.004					0.293	-0.066	0.082
24hr	0.076	0.438			-0.242	-0.048					0.333	-0.051	0.084
36hr	0.099	0.456			-0.252	-0.055					0.317	-0.054	0.085
48hr	0.103	0.430			-0.265	-0.073					0.286	-0.048	0.072
60hr	0.127	0.471			-0.259	-0.063					0.267	-0.037	0.084
72hr	0.137	0.451			-0.254	-0.074					0.231	-0.019	0.079
96hr						-0.070					0.214	-0.005	0.046
120hr						-0.069					0.138	0.009	0.026

표 E.6.26 RTSM 보령 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.462	0.431			0.565	0.361					0.295	0.364	0.413
24hr	0.471	0.438			0.592	0.340					0.337	0.359	0.423
36hr	0.460	0.456			0.606	0.357					0.320	0.358	0.426
48hr	0.460	0.430			0.605	0.354					0.295	0.359	0.417
60hr	0.457	0.471			0.599	0.355					0.284	0.359	0.421
72hr	0.451	0.451			0.600	0.364					0.280	0.360	0.418
96hr						0.395					0.271	0.373	0.346
120hr						0.363					0.247	0.388	0.333

표 E.6.27 RTSM 후포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.114	-0.035	-0.009	0.021	0.014	0.016	-0.038	-0.076	-0.112	-0.139	-0.079	-0.049	-0.050
24hr	-0.114	-0.035	-0.012	0.016	0.014	0.013	-0.035	-0.074	-0.111	-0.138	-0.082	-0.053	-0.051
36hr	-0.109	-0.036	-0.010	0.016	0.013	0.009	-0.037	-0.076	-0.114	-0.139	-0.079	-0.052	-0.051
48hr	-0.105	-0.035	-0.011	0.015	0.013	0.005	-0.037	-0.075	-0.110	-0.138	-0.080	-0.053	-0.051
60hr	-0.101	-0.028	-0.010	0.016	0.012	0.002	-0.039	-0.074	-0.114	-0.138	-0.080	-0.056	-0.051
72hr	-0.098	-0.025	-0.013	0.018	0.013	-0.003	-0.041	-0.077	-0.115	-0.136	-0.080	-0.052	-0.051
96hr						-0.005	-0.034	-0.077	-0.094	-0.135	-0.078	-0.052	-0.068
120hr						-0.014	-0.032	-0.086	-0.103	-0.133	-0.069	-0.053	-0.070

표 E.6.28 RTSM 후포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.118	0.064	0.036	0.036	0.040	0.060	0.051	0.105	0.118	0.148	0.091	0.062	0.077
24hr	0.118	0.065	0.038	0.035	0.041	0.058	0.049	0.102	0.117	0.144	0.089	0.059	0.076
36hr	0.114	0.065	0.035	0.032	0.042	0.054	0.049	0.102	0.120	0.145	0.088	0.058	0.075
48hr	0.110	0.067	0.036	0.032	0.044	0.052	0.049	0.102	0.116	0.144	0.088	0.058	0.075
60hr	0.107	0.063	0.035	0.032	0.044	0.052	0.049	0.099	0.120	0.143	0.088	0.061	0.074
72hr	0.104	0.062	0.039	0.038	0.047	0.050	0.050	0.100	0.126	0.141	0.087	0.059	0.075
96hr						0.046	0.051	0.102	0.120	0.141	0.087	0.062	0.087
120hr						0.056	0.055	0.110	0.126	0.140	0.081	0.066	0.091

표 E.6.29 RTSM 목호 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.071	0.010	0.022	0.047	0.032	0.060	-0.019	-0.031	-0.023	0.011	-0.049	-0.009	-0.002
24hr	-0.072	0.008	0.018	0.044	0.031	0.056	-0.017	-0.030	-0.025	0.012	-0.047	-0.010	-0.003
36hr	-0.066	0.013	0.021	0.044	0.030	0.053	-0.017	-0.029	-0.028	0.012	-0.046	-0.011	-0.002
48hr	-0.058	0.018	0.021	0.045	0.029	0.051	-0.018	-0.030	-0.024	0.012	-0.048	-0.010	-0.001
60hr	-0.063	0.015	0.018	0.047	0.030	0.046	-0.021	-0.031	-0.028	0.014	-0.050	-0.008	-0.003
72hr	-0.061	0.018	0.017	0.050	0.028	0.043	-0.023	-0.032	-0.027	0.014	-0.051	-0.003	-0.002
96hr						0.040	-0.015	-0.036	0.002	0.011	-0.050	0.009	-0.006
120hr						0.033	-0.015	-0.043	0.003	0.001	-0.040	0.008	-0.008

표 E.6.30 RTSM 목호 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.084	0.060	0.053	0.066	0.042	0.079	0.044	0.102	0.089	0.196	0.077	0.063	0.080
24hr	0.084	0.057	0.052	0.064	0.043	0.076	0.043	0.103	0.089	0.194	0.069	0.057	0.078
36hr	0.079	0.058	0.053	0.061	0.042	0.074	0.043	0.105	0.095	0.195	0.067	0.056	0.077
48hr	0.073	0.059	0.055	0.061	0.043	0.073	0.043	0.105	0.098	0.191	0.070	0.054	0.077
60hr	0.078	0.056	0.051	0.062	0.043	0.071	0.041	0.105	0.101	0.190	0.072	0.055	0.077
72hr	0.076	0.055	0.054	0.066	0.045	0.071	0.042	0.105	0.114	0.193	0.074	0.055	0.079
96hr						0.068	0.054	0.104	0.129	0.190	0.074	0.060	0.097
120hr						0.067	0.048	0.104	0.144	0.188	0.067	0.067	0.098

표 E.6.31 RTSM 속초 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.078	0.012	0.017	0.025	0.014	-0.003	-0.051	-0.102	-0.078	-0.134	-0.086	-0.053	-0.043
24hr	-0.078	0.011	0.013	0.022	0.014	-0.006	-0.049	-0.101	-0.079	-0.134	-0.084	-0.052	-0.044
36hr	-0.072	0.015	0.015	0.023	0.013	-0.010	-0.049	-0.101	-0.081	-0.134	-0.085	-0.054	-0.043
48hr	-0.066	0.018	0.014	0.023	0.012	-0.013	-0.049	-0.101	-0.078	-0.135	-0.085	-0.058	-0.043
60hr	-0.065	0.018	0.014	0.024	0.011	-0.017	-0.053	-0.100	-0.081	-0.133	-0.086	-0.059	-0.044
72hr	-0.066	0.017	0.010	0.026	0.010	-0.022	-0.055	-0.100	-0.082	-0.132	-0.087	-0.057	-0.045
96hr						-0.026	-0.048	-0.105	-0.064	-0.130	-0.083	-0.056	-0.073
120hr						-0.034	-0.048	-0.114	-0.071	-0.128	-0.075	-0.060	-0.076

표 E.6.32 RTSM 속초 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.085	0.060	0.040	0.040	0.026	0.101	0.057	0.121	0.086	0.146	0.101	0.069	0.078
24hr	0.085	0.058	0.038	0.040	0.028	0.101	0.055	0.120	0.088	0.143	0.094	0.060	0.076
36hr	0.081	0.059	0.037	0.037	0.028	0.100	0.055	0.119	0.090	0.144	0.093	0.062	0.075
48hr	0.076	0.061	0.039	0.038	0.029	0.098	0.054	0.119	0.088	0.144	0.094	0.065	0.075
60hr	0.075	0.060	0.037	0.038	0.028	0.099	0.059	0.118	0.091	0.143	0.095	0.067	0.076
72hr	0.076	0.058	0.038	0.044	0.031	0.100	0.061	0.118	0.104	0.142	0.097	0.065	0.078
96hr						0.096	0.059	0.120	0.101	0.140	0.095	0.067	0.097
120hr						0.102	0.063	0.129	0.115	0.138	0.089	0.073	0.101

표 E.6.33 RTSM 울릉도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.104	-0.030	-0.040	-0.044	-0.076	-0.068	-0.057	-0.072	-0.071	-0.061	-0.058	-0.078	-0.063
24hr	-0.103	-0.031	-0.044	-0.047	-0.075	-0.072	-0.055	-0.069	-0.071	-0.057	-0.058	-0.083	-0.064
36hr	-0.099	-0.030	-0.043	-0.048	-0.078	-0.075	-0.054	-0.067	-0.074	-0.058	-0.059	-0.085	-0.064
48hr	-0.094	-0.027	-0.045	-0.049	-0.079	-0.076	-0.055	-0.066	-0.073	-0.058	-0.059	-0.089	-0.064
60hr	-0.091	-0.025	-0.047	-0.048	-0.081	-0.078	-0.056	-0.065	-0.075	-0.055	-0.060	-0.094	-0.065
72hr	-0.090	-0.022	-0.049	-0.046	-0.082	-0.081	-0.057	-0.064	-0.078	-0.055	-0.060	-0.094	-0.065
96hr						-0.084	-0.051	-0.063	-0.059	-0.056	-0.059	-0.098	-0.067
120hr						-0.087	-0.050	-0.065	-0.065	-0.055	-0.048	-0.105	-0.068

표 E.6.34 RTSM 울릉도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.122	0.060	0.057	0.058	0.079	0.077	0.067	0.097	0.086	0.075	0.068	0.092	0.078
24hr	0.120	0.059	0.059	0.062	0.080	0.080	0.064	0.096	0.085	0.070	0.063	0.096	0.078
36hr	0.116	0.059	0.057	0.062	0.082	0.083	0.062	0.094	0.087	0.072	0.064	0.100	0.078
48hr	0.112	0.059	0.059	0.063	0.084	0.084	0.062	0.093	0.085	0.073	0.064	0.105	0.079
60hr	0.110	0.055	0.061	0.062	0.086	0.086	0.062	0.092	0.088	0.070	0.066	0.108	0.079
72hr	0.108	0.054	0.064	0.061	0.087	0.089	0.063	0.093	0.100	0.068	0.067	0.110	0.080
96hr						0.090	0.060	0.097	0.089	0.069	0.069	0.117	0.084
120hr						0.096	0.062	0.100	0.100	0.070	0.064	0.128	0.089

표 E.6.35 RTSM 장항 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.016	0.185	0.200	0.224	0.151	0.090	0.051	0.093	0.031	-0.026	-0.038	-0.097	0.071
24hr	0.001	0.200	0.203	0.229	0.148	0.084	0.056	0.106	0.038	-0.013	-0.020	-0.084	0.079
36hr	0.017	0.197	0.197	0.228	0.150	0.088	0.070	0.105	0.035	-0.007	-0.022	-0.090	0.081
48hr	0.014	0.186	0.203	0.226	0.147	0.085	0.088	0.113	0.037	-0.004	-0.008	-0.079	0.084
60hr	0.032	0.184	0.211	0.227	0.157	0.084	0.084	0.118	0.008	-0.016	-0.023	-0.074	0.083
72hr	0.041	0.185	0.220	0.229	0.156	0.083	0.090	0.112	0.007	-0.017	-0.023	-0.055	0.086
96hr						0.095	0.093	0.098	-0.014	-0.008	-0.022	-0.038	0.029
120hr						0.093	0.092	0.105	-0.007	-0.019	-0.017	-0.022	0.032

표 E.6.36 RTSM 장항 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.510	0.525	0.557	0.508	0.472	0.459	0.451	0.466	0.504	0.426	0.386	0.385	0.471
24hr	0.510	0.525	0.555	0.507	0.478	0.458	0.458	0.478	0.526	0.433	0.398	0.381	0.476
36hr	0.503	0.544	0.560	0.510	0.473	0.454	0.461	0.475	0.517	0.434	0.386	0.379	0.475
48hr	0.498	0.538	0.549	0.509	0.474	0.455	0.475	0.481	0.524	0.434	0.389	0.381	0.476
60hr	0.491	0.547	0.556	0.509	0.480	0.454	0.468	0.483	0.507	0.437	0.369	0.381	0.474
72hr	0.482	0.544	0.553	0.511	0.485	0.457	0.476	0.487	0.517	0.434	0.377	0.380	0.475
96hr						0.459	0.481	0.481	0.516	0.431	0.398	0.389	0.451
120hr						0.458	0.482	0.467	0.506	0.438	0.387	0.397	0.448

표 E.6.37 RTSM 군산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.020	0.205	0.196	0.155	0.043	-0.070	-0.004	0.099	0.031	-0.082	-0.095	-0.137	0.030
24hr	0.038	0.223	0.195	0.154	0.041	-0.078	0.006	0.108	0.037	-0.065	-0.076	-0.129	0.038
36hr	0.052	0.222	0.184	0.151	0.045	-0.078	0.023	0.112	0.034	-0.060	-0.079	-0.135	0.039
48hr	0.051	0.217	0.182	0.147	0.044	-0.087	0.046	0.115	0.042	-0.060	-0.066	-0.129	0.042
60hr	0.067	0.216	0.185	0.147	0.052	-0.093	0.051	0.117	0.026	-0.076	-0.078	-0.121	0.041
72hr	0.077	0.220	0.187	0.151	0.051	-0.097	0.060	0.113	0.028	-0.078	-0.072	-0.106	0.045
96hr						-0.088	0.063	0.109	0.006	-0.072	-0.063	-0.094	-0.020
120hr						-0.088	0.067	0.119	0.018	-0.084	-0.053	-0.088	-0.016

표 E.6.38 RTSM 군산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.463	0.461	0.469	0.447	0.415	0.407	0.373	0.387	0.427	0.451	0.428	0.384	0.426
24hr	0.464	0.463	0.471	0.446	0.420	0.414	0.365	0.397	0.444	0.462	0.438	0.377	0.430
36hr	0.457	0.476	0.480	0.451	0.415	0.415	0.365	0.397	0.435	0.460	0.428	0.371	0.429
48hr	0.453	0.471	0.474	0.450	0.412	0.418	0.372	0.396	0.447	0.459	0.426	0.373	0.429
60hr	0.448	0.477	0.479	0.450	0.417	0.414	0.376	0.395	0.439	0.459	0.414	0.371	0.428
72hr	0.438	0.477	0.472	0.451	0.417	0.413	0.383	0.398	0.455	0.454	0.424	0.372	0.430
96hr						0.412	0.388	0.407	0.458	0.442	0.436	0.381	0.418
120hr						0.407	0.397	0.400	0.457	0.446	0.423	0.397	0.418

표 E.6.39 RTSM 위도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.004	0.128	0.135	0.113	0.052	0.020	-0.038	-0.056	-0.068	-0.051	-0.015	-0.056	0.013
24hr	0.018	0.147	0.135	0.112	0.046	0.011	-0.031	-0.056	-0.063	-0.038	-0.002	-0.048	0.019
36hr	0.032	0.147	0.126	0.107	0.049	0.017	-0.026	-0.044	-0.058	-0.033	-0.001	-0.051	0.022
48hr	0.031	0.139	0.122	0.101	0.046	0.018	-0.017	-0.038	-0.052	-0.031	0.007	-0.045	0.023
60hr	0.043	0.139	0.123	0.101	0.055	0.017	-0.016	-0.031	-0.062	-0.039	-0.003	-0.041	0.024
72hr	0.052	0.139	0.122	0.101	0.059	0.012	-0.011	-0.028	-0.058	-0.036	0.001	-0.026	0.027
96hr						0.024	-0.014	-0.021	-0.077	-0.031	0.002	-0.013	-0.019
120hr						0.021	-0.014	-0.013	-0.061	-0.045	0.003	-0.003	-0.016

표 E.6.40 RTSM 위도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.397	0.389	0.388	0.355	0.367	0.377	0.355	0.333	0.356	0.337	0.329	0.310	0.358
24hr	0.399	0.393	0.389	0.354	0.371	0.384	0.345	0.343	0.371	0.342	0.346	0.306	0.362
36hr	0.386	0.399	0.391	0.361	0.368	0.385	0.342	0.339	0.368	0.339	0.337	0.297	0.359
48hr	0.381	0.395	0.387	0.362	0.362	0.382	0.341	0.338	0.378	0.342	0.335	0.298	0.358
60hr	0.376	0.400	0.392	0.364	0.367	0.384	0.342	0.342	0.372	0.342	0.320	0.298	0.358
72hr	0.368	0.400	0.392	0.372	0.361	0.382	0.345	0.347	0.393	0.337	0.333	0.302	0.361
96hr						0.387	0.341	0.364	0.386	0.330	0.345	0.311	0.352
120hr						0.377	0.348	0.357	0.387	0.331	0.332	0.322	0.351

표 E.6.41 RTSM 영광 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.045	0.115	0.071	0.000	-0.090	-0.065	-0.047	0.035	-0.027	-0.108	-0.122	-0.136	-0.035
24hr	-0.034	0.132	0.074	0.002	-0.098	-0.069	-0.041	0.029	-0.021	-0.090	-0.105	-0.129	-0.029
36hr	-0.013	0.139	0.063	0.002	-0.092	-0.063	-0.033	0.041	-0.017	-0.086	-0.107	-0.130	-0.025
48hr	-0.024	0.129	0.060	-0.007	-0.092	-0.063	-0.019	0.045	-0.011	-0.082	-0.096	-0.125	-0.024
60hr	-0.010	0.130	0.059	-0.007	-0.082	-0.064	-0.018	0.051	-0.022	-0.095	-0.109	-0.123	-0.024
72hr	-0.004	0.133	0.062	-0.011	-0.076	-0.066	-0.010	0.050	-0.015	-0.092	-0.107	-0.110	-0.021
96hr						-0.050	-0.007	0.053	-0.039	-0.087	-0.105	-0.093	-0.047
120hr						-0.045	-0.004	0.067	-0.015	-0.097	-0.106	-0.081	-0.040

표 E.6.42 RTSM 영광 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.441	0.410	0.394	0.345	0.375	0.363	0.335	0.330	0.369	0.367	0.391	0.392	0.376
24hr	0.448	0.405	0.396	0.345	0.384	0.362	0.328	0.343	0.386	0.371	0.404	0.385	0.380
36hr	0.437	0.414	0.401	0.347	0.375	0.362	0.325	0.340	0.373	0.367	0.390	0.375	0.376
48hr	0.437	0.409	0.397	0.354	0.370	0.361	0.324	0.339	0.391	0.371	0.379	0.377	0.376
60hr	0.429	0.416	0.401	0.354	0.368	0.362	0.327	0.343	0.376	0.370	0.370	0.374	0.374
72hr	0.417	0.415	0.402	0.365	0.361	0.361	0.331	0.343	0.394	0.362	0.381	0.375	0.376
96hr						0.364	0.332	0.356	0.384	0.352	0.388	0.381	0.365
120hr						0.364	0.343	0.351	0.374	0.353	0.389	0.392	0.367

표 E.6.43 RTSM 목포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.110	-0.034	0.006	-0.022	-0.007	-0.010	-0.118	-0.131	-0.205	-0.270	-0.166	-0.123	-0.099
24hr	-0.109	-0.022	0.006	-0.014	-0.013	-0.009	-0.126	-0.123	-0.211	-0.256	-0.151	-0.130	-0.097
36hr	-0.086	-0.007	0.001	-0.011	-0.013	-0.009	-0.125	-0.104	-0.227	-0.239	-0.140	-0.146	-0.092
48hr	-0.089	-0.001	0.006	-0.013	-0.013	-0.015	-0.122	-0.092	-0.231	-0.234	-0.138	-0.159	-0.092
60hr	-0.086	0.000	-0.004	-0.012	-0.014	-0.020	-0.116	-0.087	-0.242	-0.233	-0.145	-0.173	-0.094
72hr	-0.086	0.004	-0.003	-0.011	-0.014	-0.028	-0.106	-0.088	-0.241	-0.221	-0.142	-0.165	-0.092
96hr						-0.018	-0.090	-0.075	-0.241	-0.208	-0.136	-0.164	-0.133
120hr						-0.011	-0.084	-0.063	-0.257	-0.214	-0.135	-0.149	-0.130

표 E.6.44 RTSM 목포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.419	0.409	0.372	0.322	0.317	0.294	0.314	0.357	0.393	0.411	0.370	0.355	0.361
24hr	0.404	0.384	0.368	0.316	0.316	0.295	0.323	0.338	0.398	0.405	0.381	0.351	0.357
36hr	0.392	0.381	0.359	0.314	0.318	0.298	0.318	0.325	0.404	0.398	0.375	0.348	0.353
48hr	0.398	0.379	0.352	0.313	0.312	0.309	0.316	0.319	0.405	0.399	0.371	0.348	0.352
60hr	0.400	0.379	0.361	0.314	0.312	0.315	0.312	0.317	0.405	0.403	0.371	0.349	0.353
72hr	0.396	0.382	0.360	0.318	0.310	0.322	0.299	0.314	0.408	0.397	0.375	0.342	0.352
96hr						0.326	0.293	0.325	0.400	0.388	0.373	0.344	0.350
120hr						0.317	0.297	0.314	0.399	0.393	0.375	0.354	0.350

표 E.6.45 RTSM 흑산도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.122	-0.045	-0.033	-0.033	-0.042	-0.034	-0.084	-0.106	-0.136	-0.187	-0.134	-0.130	-0.091
24hr	-0.111	-0.031	-0.033	-0.031	-0.045	-0.036	-0.083	-0.106	-0.145	-0.187	-0.132	-0.135	-0.090
36hr	-0.109	-0.030	-0.039	-0.029	-0.045	-0.033	-0.081	-0.096	-0.135	-0.175	-0.124	-0.142	-0.087
48hr	-0.108	-0.025	-0.041	-0.030	-0.047	-0.035	-0.075	-0.089	-0.139	-0.177	-0.123	-0.143	-0.086
60hr	-0.106	-0.020	-0.039	-0.026	-0.044	-0.034	-0.073	-0.083	-0.130	-0.179	-0.128	-0.147	-0.084
72hr	-0.103	-0.016	-0.041	-0.030	-0.044	-0.042	-0.065	-0.073	-0.138	-0.172	-0.128	-0.141	-0.083
96hr						-0.032	-0.063	-0.067	-0.173	-0.165	-0.129	-0.133	-0.109
120hr						-0.029	-0.057	-0.063	-0.163	-0.170	-0.132	-0.127	-0.106

표 E.6.46 RTSM 흑산도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.261	0.232	0.191	0.166	0.158	0.182	0.221	0.236	0.242	0.244	0.213	0.223	0.214
24hr	0.257	0.225	0.189	0.163	0.160	0.184	0.219	0.233	0.243	0.246	0.217	0.216	0.213
36hr	0.250	0.225	0.190	0.167	0.163	0.186	0.215	0.225	0.243	0.238	0.211	0.217	0.211
48hr	0.257	0.223	0.191	0.167	0.163	0.192	0.209	0.224	0.249	0.240	0.211	0.220	0.212
60hr	0.250	0.219	0.196	0.170	0.164	0.198	0.208	0.223	0.257	0.243	0.210	0.221	0.213
72hr	0.248	0.221	0.195	0.182	0.160	0.199	0.204	0.230	0.254	0.238	0.213	0.217	0.213
96hr						0.207	0.200	0.232	0.261	0.231	0.217	0.215	0.223
120hr						0.197	0.206	0.226	0.258	0.238	0.224	0.222	0.224

표 E.6.47 RTSM 완도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.198	-0.117	-0.120	-0.066	-0.034	-0.029	-0.104	-0.135	-0.219	-0.310	-0.189	-0.096	-0.135
24hr	-0.181	-0.106	-0.119	-0.068	-0.035	-0.037	-0.111	-0.139	-0.233	-0.319	-0.193	-0.100	-0.137
36hr	-0.175	-0.097	-0.112	-0.061	-0.032	-0.039	-0.113	-0.137	-0.231	-0.314	-0.185	-0.098	-0.133
48hr	-0.161	-0.088	-0.113	-0.058	-0.040	-0.041	-0.112	-0.137	-0.243	-0.319	-0.188	-0.106	-0.134
60hr	-0.175	-0.096	-0.111	-0.050	-0.039	-0.041	-0.119	-0.132	-0.226	-0.324	-0.194	-0.111	-0.135
72hr	-0.159	-0.078	-0.122	-0.058	-0.046	-0.048	-0.122	-0.125	-0.231	-0.318	-0.194	-0.107	-0.134
96hr						-0.044	-0.136	-0.118	-0.260	-0.308	-0.188	-0.114	-0.167
120hr						-0.043	-0.132	-0.094	-0.268	-0.305	-0.179	-0.129	-0.164

표 E.6.48 RTSM 완도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.355	0.285	0.277	0.209	0.186	0.131	0.144	0.185	0.260	0.465	0.288	0.250	0.253
24hr	0.345	0.270	0.274	0.206	0.185	0.126	0.152	0.186	0.266	0.473	0.287	0.255	0.252
36hr	0.351	0.275	0.269	0.202	0.184	0.116	0.156	0.182	0.271	0.467	0.281	0.256	0.251
48hr	0.343	0.269	0.268	0.207	0.183	0.117	0.152	0.180	0.298	0.470	0.281	0.258	0.252
60hr	0.356	0.283	0.266	0.213	0.186	0.113	0.162	0.180	0.276	0.473	0.285	0.259	0.254
72hr	0.346	0.271	0.267	0.212	0.183	0.124	0.171	0.176	0.271	0.470	0.286	0.260	0.253
96hr						0.125	0.189	0.170	0.325	0.464	0.284	0.273	0.261
120hr						0.136	0.180	0.170	0.303	0.463	0.288	0.288	0.261

표 E.6.49 RTSM 진도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.184	-0.127	-0.117	-0.082	-0.030	-0.036	-0.078	-0.142	-0.253	-0.279	-0.178	-0.086	-0.133
24hr	-0.166	-0.109	-0.115	-0.082	-0.033	-0.041	-0.087	-0.150	-0.267	-0.281	-0.179	-0.090	-0.133
36hr	-0.153	-0.099	-0.113	-0.080	-0.035	-0.040	-0.089	-0.143	-0.258	-0.268	-0.167	-0.093	-0.128
48hr	-0.154	-0.101	-0.110	-0.082	-0.040	-0.041	-0.088	-0.140	-0.267	-0.272	-0.165	-0.097	-0.130
60hr	-0.157	-0.102	-0.114	-0.079	-0.042	-0.040	-0.094	-0.135	-0.250	-0.271	-0.171	-0.107	-0.130
72hr	-0.151	-0.095	-0.122	-0.089	-0.050	-0.049	-0.091	-0.123	-0.261	-0.262	-0.169	-0.105	-0.131
96hr						-0.043	-0.100	-0.112	-0.290	-0.251	-0.165	-0.111	-0.153
120hr						-0.049	-0.092	-0.094	-0.288	-0.252	-0.160	-0.124	-0.151

표 E.6.50 RTSM 진도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.321	0.297	0.271	0.234	0.212	0.213	0.218	0.274	0.331	0.336	0.271	0.212	0.266
24hr	0.310	0.284	0.271	0.229	0.212	0.215	0.226	0.272	0.336	0.335	0.270	0.215	0.265
36hr	0.310	0.286	0.264	0.231	0.209	0.213	0.231	0.267	0.331	0.323	0.261	0.221	0.262
48hr	0.310	0.289	0.263	0.230	0.211	0.220	0.234	0.261	0.350	0.325	0.260	0.225	0.265
60hr	0.310	0.293	0.266	0.237	0.217	0.222	0.241	0.257	0.332	0.324	0.263	0.233	0.266
72hr	0.307	0.289	0.264	0.238	0.217	0.237	0.241	0.252	0.333	0.318	0.264	0.233	0.266
96hr						0.235	0.245	0.247	0.378	0.310	0.261	0.240	0.274
120hr						0.255	0.231	0.254	0.351	0.312	0.269	0.253	0.275

표 E.6.51 RTSM 추자도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.131	-0.110	-0.091	-0.076	-0.040	-0.037	-0.099	-0.160	-0.270	-0.249	-0.150	-0.065	-0.123
24hr	-0.123	-0.102	-0.093	-0.081	-0.043	-0.041	-0.107	-0.169	-0.282	-0.250	-0.154	-0.069	-0.126
36hr	-0.116	-0.097	-0.093	-0.079	-0.042	-0.040	-0.107	-0.164	-0.273	-0.235	-0.144	-0.070	-0.122
48hr	-0.113	-0.090	-0.089	-0.078	-0.043	-0.040	-0.108	-0.162	-0.285	-0.238	-0.145	-0.074	-0.122
60hr	-0.114	-0.090	-0.092	-0.078	-0.043	-0.040	-0.114	-0.161	-0.271	-0.237	-0.150	-0.081	-0.123
72hr	-0.106	-0.085	-0.098	-0.085	-0.046	-0.049	-0.115	-0.153	-0.274	-0.229	-0.151	-0.079	-0.123
96hr						-0.047	-0.128	-0.144	-0.299	-0.218	-0.148	-0.085	-0.153
120hr						-0.052	-0.124	-0.125	-0.287	-0.219	-0.143	-0.098	-0.150

표 E.6.52 RTSM 추자도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.230	0.235	0.194	0.181	0.146	0.156	0.173	0.230	0.310	0.282	0.209	0.153	0.208
24hr	0.226	0.227	0.197	0.183	0.148	0.154	0.177	0.230	0.316	0.285	0.210	0.157	0.209
36hr	0.230	0.231	0.193	0.181	0.145	0.150	0.181	0.225	0.311	0.270	0.204	0.159	0.207
48hr	0.226	0.229	0.191	0.181	0.145	0.151	0.184	0.222	0.325	0.272	0.206	0.162	0.208
60hr	0.227	0.234	0.195	0.187	0.147	0.152	0.190	0.223	0.316	0.269	0.209	0.166	0.210
72hr	0.225	0.232	0.193	0.187	0.148	0.162	0.196	0.215	0.313	0.263	0.211	0.167	0.209
96hr						0.169	0.212	0.212	0.348	0.253	0.208	0.178	0.226
120hr						0.181	0.202	0.213	0.332	0.257	0.214	0.194	0.228

표 E.6.53 RTSM 제주 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.112	-0.058	-0.053	-0.010	0.000	-0.004	-0.089	-0.146	-0.233	-0.204	-0.138	-0.058	-0.092
24hr	-0.115	-0.058	-0.057	-0.016	-0.002	-0.010	-0.096	-0.154	-0.240	-0.206	-0.139	-0.060	-0.096
36hr	-0.110	-0.056	-0.059	-0.015	-0.001	-0.009	-0.097	-0.149	-0.235	-0.196	-0.130	-0.061	-0.093
48hr	-0.106	-0.049	-0.058	-0.014	-0.001	-0.010	-0.095	-0.147	-0.246	-0.198	-0.130	-0.064	-0.093
60hr	-0.108	-0.049	-0.060	-0.015	0.000	-0.010	-0.100	-0.142	-0.239	-0.200	-0.135	-0.071	-0.094
72hr	-0.101	-0.043	-0.066	-0.020	-0.001	-0.019	-0.100	-0.135	-0.236	-0.195	-0.137	-0.067	-0.093
96hr						-0.019	-0.110	-0.124	-0.260	-0.192	-0.133	-0.072	-0.130
120hr						-0.024	-0.101	-0.110	-0.247	-0.194	-0.128	-0.076	-0.126

표 E.6.54 RTSM 제주 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.192	0.185	0.164	0.147	0.136	0.150	0.152	0.214	0.291	0.241	0.196	0.137	0.184
24hr	0.197	0.180	0.168	0.147	0.136	0.151	0.159	0.213	0.296	0.244	0.197	0.140	0.186
36hr	0.199	0.181	0.165	0.150	0.133	0.149	0.162	0.209	0.302	0.235	0.193	0.143	0.185
48hr	0.194	0.179	0.166	0.150	0.132	0.153	0.163	0.204	0.311	0.235	0.193	0.146	0.186
60hr	0.195	0.183	0.165	0.155	0.134	0.154	0.166	0.203	0.302	0.237	0.195	0.150	0.187
72hr	0.193	0.182	0.165	0.156	0.133	0.163	0.169	0.197	0.307	0.234	0.199	0.152	0.188
96hr						0.173	0.178	0.195	0.340	0.231	0.193	0.163	0.210
120hr						0.176	0.166	0.199	0.338	0.232	0.196	0.170	0.211

표 E.6.55 RTSM 모슬포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.134	-0.096	-0.104	-0.053	-0.027	-0.031	-0.085	-0.130	-0.241	-0.203	-0.134	-0.078	-0.110
24hr	-0.127	-0.090	-0.105	-0.058	-0.034	-0.037	-0.089	-0.139	-0.249	-0.209	-0.136	-0.079	-0.113
36hr	-0.105	-0.077	-0.103	-0.055	-0.032	-0.038	-0.091	-0.137	-0.239	-0.196	-0.129	-0.079	-0.107
48hr	-0.107	-0.075	-0.102	-0.054	-0.036	-0.037	-0.088	-0.136	-0.255	-0.198	-0.128	-0.077	-0.108
60hr	-0.103	-0.068	-0.103	-0.053	-0.034	-0.036	-0.092	-0.134	-0.247	-0.198	-0.131	-0.081	-0.107
72hr	-0.104	-0.066	-0.109	-0.056	-0.037	-0.044	-0.091	-0.130	-0.247	-0.192	-0.133	-0.076	-0.107
96hr						-0.041	-0.106	-0.119	-0.275	-0.186	-0.131	-0.079	-0.134
120hr						-0.046	-0.097	-0.105	-0.261	-0.184	-0.128	-0.083	-0.129

표 E.6.56 RTSM 모슬포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.203	0.197	0.197	0.225	0.144	0.146	0.153	0.194	0.268	0.240	0.194	0.158	0.193
24hr	0.200	0.191	0.196	0.228	0.144	0.147	0.153	0.195	0.275	0.244	0.192	0.156	0.193
36hr	0.190	0.185	0.188	0.229	0.144	0.143	0.157	0.192	0.269	0.233	0.186	0.154	0.189
48hr	0.192	0.185	0.191	0.229	0.144	0.144	0.156	0.190	0.286	0.234	0.186	0.154	0.191
60hr	0.188	0.186	0.189	0.233	0.145	0.146	0.159	0.193	0.278	0.233	0.188	0.154	0.191
72hr	0.192	0.186	0.191	0.237	0.147	0.155	0.162	0.188	0.281	0.230	0.190	0.154	0.193
96hr						0.160	0.178	0.188	0.313	0.221	0.186	0.162	0.201
120hr						0.168	0.163	0.193	0.297	0.220	0.188	0.170	0.200

표 E.6.57 RTSM 서귀포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.118	-0.082	-0.085	-0.029	-0.020	-0.024	-0.081	-0.115	-0.203	-0.188	-0.099	0.000	-0.087
24hr	-0.110	-0.075	-0.086	-0.031	-0.022	-0.030	-0.087	-0.124	-0.211	-0.193	-0.101	0.001	-0.089
36hr	-0.095	-0.067	-0.085	-0.028	-0.023	-0.033	-0.089	-0.122	-0.205	-0.181	-0.094	0.001	-0.085
48hr	-0.089	-0.056	-0.081	-0.025	-0.027	-0.032	-0.088	-0.122	-0.221	-0.182	-0.093	0.002	-0.085
60hr	-0.095	-0.057	-0.081	-0.021	-0.024	-0.033	-0.092	-0.120	-0.214	-0.184	-0.096	-0.002	-0.085
72hr	-0.092	-0.055	-0.084	-0.024	-0.026	-0.041	-0.092	-0.116	-0.212	-0.179	-0.097	0.002	-0.085
96hr						-0.040	-0.108	-0.105	-0.238	-0.173	-0.094	-0.003	-0.109
120hr						-0.045	-0.101	-0.088	-0.223	-0.170	-0.088	-0.007	-0.103

표 E.6.58 RTSM 서귀포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.182	0.173	0.172	0.143	0.148	0.151	0.149	0.183	0.245	0.233	0.170	0.132	0.173
24hr	0.178	0.165	0.172	0.145	0.148	0.151	0.154	0.184	0.254	0.235	0.167	0.128	0.173
36hr	0.170	0.162	0.167	0.143	0.149	0.145	0.157	0.183	0.251	0.224	0.162	0.127	0.170
48hr	0.171	0.160	0.169	0.145	0.150	0.145	0.156	0.181	0.269	0.223	0.161	0.127	0.171
60hr	0.174	0.165	0.165	0.150	0.149	0.145	0.159	0.183	0.260	0.225	0.162	0.125	0.172
72hr	0.175	0.163	0.165	0.149	0.150	0.152	0.162	0.181	0.262	0.222	0.164	0.129	0.173
96hr						0.155	0.182	0.179	0.293	0.217	0.161	0.138	0.189
120hr						0.167	0.168	0.184	0.278	0.216	0.163	0.143	0.188

표 E.6.59 RTSM 성산포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.133	-0.078	-0.052	-0.002	-0.007	-0.011	-0.085	-0.119	-0.194	-0.188	-0.130	-0.063	-0.089
24hr	-0.129	-0.072	-0.050	-0.006	-0.009	-0.017	-0.092	-0.126	-0.201	-0.190	-0.129	-0.060	-0.090
36hr	-0.119	-0.068	-0.047	-0.005	-0.010	-0.019	-0.093	-0.126	-0.199	-0.183	-0.123	-0.057	-0.087
48hr	-0.114	-0.061	-0.047	-0.004	-0.011	-0.018	-0.093	-0.125	-0.209	-0.185	-0.123	-0.060	-0.088
60hr	-0.117	-0.060	-0.048	-0.005	-0.010	-0.018	-0.097	-0.122	-0.202	-0.188	-0.128	-0.062	-0.088
72hr	-0.111	-0.055	-0.052	-0.007	-0.010	-0.028	-0.100	-0.119	-0.198	-0.183	-0.129	-0.057	-0.087
96hr						-0.028	-0.112	-0.112	-0.221	-0.179	-0.125	-0.060	-0.120
120hr						-0.031	-0.108	-0.096	-0.205	-0.180	-0.118	-0.064	-0.115

표 E.6.60 RTSM 성산포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.180	0.156	0.127	0.107	0.111	0.130	0.148	0.166	0.215	0.217	0.175	0.137	0.156
24hr	0.180	0.152	0.128	0.107	0.108	0.131	0.153	0.166	0.223	0.217	0.174	0.134	0.156
36hr	0.178	0.148	0.125	0.108	0.109	0.125	0.154	0.164	0.226	0.211	0.171	0.130	0.154
48hr	0.176	0.145	0.126	0.107	0.110	0.124	0.154	0.162	0.238	0.212	0.170	0.129	0.154
60hr	0.180	0.149	0.124	0.115	0.111	0.122	0.158	0.163	0.228	0.215	0.173	0.126	0.155
72hr	0.179	0.150	0.125	0.113	0.113	0.128	0.164	0.160	0.225	0.212	0.177	0.126	0.156
96hr						0.133	0.176	0.158	0.264	0.207	0.169	0.136	0.178
120hr						0.141	0.169	0.158	0.264	0.207	0.165	0.145	0.178

표 E.6.61 CTSM 거문도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.117	-0.104	-0.054	-0.030	0.040	0.030	-0.009	-0.055	-0.192	-0.178	-0.060	0.006	-0.060
24hr	-0.121	-0.103	-0.055	-0.030	0.034	0.021	-0.020	-0.067	-0.196	-0.182	-0.064	0.013	-0.064
36hr	-0.113	-0.093	-0.050	-0.012	0.015	0.018	-0.019	-0.070	-0.198	-0.174	-0.061	0.026	-0.061
48hr	-0.106	-0.085	-0.048	-0.006	0.010	0.018	-0.019	-0.072	-0.206	-0.174	-0.060	0.012	-0.061
60hr	-0.111	-0.080	-0.048	-0.012	0.009	0.015	-0.030	-0.065	-0.202	-0.175	-0.062	0.029	-0.061
72hr	-0.108	-0.077	-0.055	-0.008	0.003	0.008	-0.031	-0.057	-0.195	-0.171	-0.063	0.017	-0.061

표 E.6.62 CTSM 거문도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.229	0.239	0.222	0.195	0.253	0.167	0.171	0.192	0.257	0.235	0.149	0.181	0.208
24hr	0.232	0.240	0.225	0.192	0.246	0.161	0.168	0.190	0.262	0.236	0.152	0.170	0.206
36hr	0.232	0.241	0.226	0.258	0.185	0.154	0.167	0.193	0.275	0.226	0.147	0.157	0.205
48hr	0.226	0.235	0.223	0.257	0.181	0.151	0.168	0.194	0.278	0.221	0.146	0.155	0.203
60hr	0.231	0.239	0.221	0.261	0.185	0.149	0.175	0.194	0.266	0.222	0.144	0.203	0.208
72hr	0.229	0.241	0.218	0.261	0.181	0.151	0.183	0.191	0.258	0.219	0.148	0.173	0.204

표 E.6.63 CTSM 고흥 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.115	-0.100	-0.052	-0.018	0.010	-0.010	-0.041	-0.096	-0.255	-0.260	-0.086	0.018	-0.084
24hr	-0.125	-0.104	-0.054	-0.020	-0.002	-0.025	-0.055	-0.099	-0.253	-0.258	-0.083	0.023	-0.088
36hr	-0.122	-0.101	-0.045	-0.020	0.000	-0.027	-0.045	-0.102	-0.260	-0.254	-0.078	0.037	-0.085
48hr	-0.109	-0.088	-0.039	-0.019	-0.013	-0.028	-0.053	-0.111	-0.267	-0.250	-0.076	0.018	-0.086
60hr	-0.121	-0.089	-0.035	-0.027	-0.015	-0.029	-0.064	-0.105	-0.264	-0.245	-0.077	0.023	-0.087
72hr	-0.113	-0.080	-0.043	-0.028	-0.028	-0.034	-0.064	-0.100	-0.254	-0.240	-0.082	0.027	-0.087

표 E.6.64 CTSM 고흥 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.240	0.250	0.239	0.252	0.240	0.208	0.208	0.213	0.338	0.344	0.209	0.197	0.245
24hr	0.250	0.255	0.247	0.252	0.233	0.203	0.201	0.215	0.336	0.338	0.207	0.214	0.246
36hr	0.255	0.259	0.252	0.256	0.233	0.193	0.198	0.219	0.358	0.332	0.202	0.203	0.247
48hr	0.247	0.248	0.243	0.255	0.227	0.193	0.204	0.231	0.361	0.320	0.200	0.203	0.244
60hr	0.254	0.255	0.251	0.262	0.229	0.194	0.213	0.231	0.350	0.315	0.197	0.213	0.247
72hr	0.250	0.255	0.249	0.255	0.228	0.195	0.220	0.227	0.341	0.311	0.206	0.261	0.250

표 E.6.65 CTSM 여수 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.088	-0.091	-0.054	-0.031	0.002	-0.025	-0.056	-0.072	-0.188	-0.212	-0.069	-0.014	-0.075
24hr	-0.108	-0.102	-0.059	-0.043	-0.007	-0.031	-0.060	-0.070	-0.193	-0.205	-0.073	0.019	-0.078
36hr	-0.099	-0.097	-0.055	-0.041	-0.004	-0.031	-0.052	-0.072	-0.197	-0.202	-0.069	0.043	-0.073
48hr	-0.090	-0.088	-0.048	-0.038	-0.014	-0.037	-0.060	-0.078	-0.207	-0.199	-0.071	0.029	-0.075
60hr	-0.094	-0.085	-0.051	-0.048	-0.016	-0.040	-0.069	-0.068	-0.204	-0.198	-0.079	0.059	-0.074
72hr	-0.095	-0.087	-0.062	-0.047	-0.026	-0.045	-0.071	-0.064	-0.201	-0.199	-0.084	0.053	-0.077

표 E.6.66 CTSM 여수 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.243	0.262	0.250	0.257	0.230	0.230	0.215	0.389	0.251	0.289	0.189	0.290	0.258
24hr	0.252	0.267	0.252	0.253	0.228	0.221	0.207	0.388	0.257	0.274	0.193	0.207	0.250
36hr	0.256	0.267	0.261	0.258	0.225	0.217	0.205	0.385	0.273	0.272	0.193	0.185	0.250
48hr	0.248	0.260	0.250	0.260	0.221	0.216	0.212	0.387	0.276	0.261	0.184	0.178	0.246
60hr	0.256	0.264	0.255	0.264	0.225	0.217	0.220	0.387	0.270	0.259	0.186	0.269	0.256
72hr	0.251	0.272	0.250	0.259	0.224	0.221	0.226	0.386	0.266	0.259	0.195	0.248	0.255

표 E.6.67 CTSM 통영 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.104	-0.054	-0.001	0.027	0.047	0.024	-0.009	-0.077	-0.141	-0.176	-0.064	-0.054	-0.049
24hr	-0.127	-0.062	-0.005	0.019	0.043	0.016	-0.021	-0.078	-0.150	-0.176	-0.072	-0.038	-0.054
36hr	-0.115	-0.059	-0.005	0.018	0.043	0.008	-0.020	-0.083	-0.154	-0.173	-0.071	-0.018	-0.052
48hr	-0.105	-0.052	0.001	0.020	0.037	0.006	-0.026	-0.085	-0.162	-0.174	-0.069	-0.020	-0.052
60hr	-0.111	-0.054	-0.006	0.007	0.034	0.003	-0.034	-0.075	-0.156	-0.177	-0.076	-0.014	-0.055
72hr	-0.112	-0.056	-0.012	0.007	0.030	-0.005	-0.033	-0.074	-0.156	-0.177	-0.075	-0.014	-0.056

표 E.6.68 CTSM 통영 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.192	0.176	0.166	0.167	0.147	0.154	0.154	0.164	0.213	0.248	0.148	0.289	0.185
24hr	0.207	0.186	0.169	0.164	0.144	0.150	0.153	0.162	0.228	0.238	0.159	0.216	0.181
36hr	0.202	0.181	0.172	0.166	0.146	0.148	0.154	0.167	0.237	0.234	0.156	0.172	0.178
48hr	0.195	0.178	0.166	0.170	0.141	0.142	0.160	0.168	0.236	0.226	0.149	0.173	0.175
60hr	0.204	0.179	0.166	0.170	0.149	0.141	0.169	0.162	0.230	0.228	0.150	0.156	0.175
72hr	0.202	0.189	0.165	0.166	0.144	0.143	0.172	0.160	0.229	0.228	0.154	0.156	0.176

표 E.6.69 CTSM 마산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.167	-0.118	-0.066	-0.028	-0.011	-0.027	-0.040	-0.119	-0.189	-0.190	-0.036	-0.038	-0.086
24hr	-0.166	-0.121	-0.073	-0.036	-0.013	-0.030	-0.044	-0.119	-0.200	-0.179	-0.023	-0.014	-0.085
36hr	-0.166	-0.114	-0.078	-0.037	-0.021	-0.036	-0.039	-0.122	-0.195	-0.185	-0.028	0.000	-0.085
48hr	-0.150	-0.097	-0.072	-0.034	-0.021	-0.035	-0.042	-0.118	-0.200	-0.186	-0.023	-0.001	-0.082
60hr	-0.160	-0.097	-0.080	-0.043	-0.026	-0.031	-0.045	-0.114	-0.200	-0.183	-0.029	-0.006	-0.085
72hr	-0.133	-0.077	-0.081	-0.047	-0.032	-0.039	-0.047	-0.116	-0.195	-0.183	-0.031	0.020	-0.080

표 E.6.70 CTSM 마산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.189	0.182	0.152	0.122	0.099	0.099	0.104	0.150	0.235	0.243	0.129	0.209	0.159
24hr	0.187	0.182	0.152	0.123	0.100	0.104	0.116	0.155	0.241	0.223	0.110	0.209	0.159
36hr	0.188	0.179	0.160	0.131	0.098	0.101	0.108	0.154	0.238	0.227	0.112	0.160	0.155
48hr	0.171	0.162	0.152	0.131	0.098	0.096	0.112	0.150	0.236	0.217	0.101	0.161	0.149
60hr	0.184	0.170	0.163	0.134	0.102	0.096	0.118	0.149	0.236	0.219	0.103	0.121	0.150
72hr	0.156	0.156	0.152	0.128	0.102	0.102	0.124	0.153	0.235	0.216	0.106	0.155	0.149

표 E.6.71 CTSM 부산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.124	-0.057	0.000	0.039	0.060	0.040	0.011	-0.046	-0.088	-0.084	0.012	0.024	-0.018
24hr	-0.142	-0.069	-0.004	0.037	0.058	0.016	-0.011	-0.053	-0.095	-0.084	-0.014	-0.024	-0.032
36hr	-0.116	-0.050	0.004	0.026	0.052	0.023	0.012	-0.045	-0.092	-0.085	-0.017	-0.010	-0.025
48hr	-0.109	-0.048	-0.002	0.023	0.048	0.018	0.002	-0.050	-0.094	-0.082	-0.006	-0.007	-0.026
60hr	-0.125	-0.061	-0.002	0.023	0.041	0.024	0.005	-0.039	-0.088	-0.086	-0.011	-0.013	-0.028
72hr	-0.131	-0.073	-0.012	0.017	0.039	0.009	-0.001	-0.047	-0.090	-0.088	-0.007	-0.002	-0.032

표 E.6.72 CTSM 부산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.150	0.111	0.106	0.127	0.105	0.119	0.110	0.109	0.142	0.145	0.093	0.122	0.120
24hr	0.164	0.116	0.104	0.126	0.101	0.098	0.097	0.102	0.141	0.133	0.084	0.133	0.117
36hr	0.138	0.098	0.102	0.120	0.099	0.083	0.088	0.090	0.137	0.132	0.080	0.104	0.106
48hr	0.135	0.092	0.101	0.123	0.095	0.077	0.086	0.089	0.133	0.125	0.085	0.104	0.104
60hr	0.146	0.108	0.093	0.119	0.100	0.079	0.090	0.084	0.136	0.132	0.083	0.122	0.108
72hr	0.159	0.129	0.106	0.117	0.097	0.071	0.092	0.088	0.136	0.126	0.080	0.096	0.108

표 E.6.73 CTSM 울산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.051	0.016	0.024	0.042	0.047	0.039	0.006	-0.054	-0.099	-0.102	-0.022	-0.012	-0.014
24hr	-0.058	0.009	0.022	0.038	0.047	0.032	0.001	-0.050	-0.103	-0.105	-0.022	-0.010	-0.017
36hr	-0.068	-0.005	0.021	0.033	0.042	0.027	0.003	-0.050	-0.112	-0.118	-0.042	-0.004	-0.023
48hr	-0.056	0.004	0.017	0.027	0.043	0.018	-0.008	-0.058	-0.105	-0.111	-0.031	-0.005	-0.022
60hr	-0.069	-0.006	0.013	0.026	0.037	0.021	-0.003	-0.055	-0.105	-0.108	-0.029	-0.001	-0.023
72hr	-0.063	-0.003	0.017	0.030	0.044	0.017	-0.003	-0.057	-0.108	-0.113	-0.024	0.014	-0.021

표 E.6.74 CTSM 울산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.069	0.058	0.062	0.075	0.069	0.082	0.077	0.096	0.133	0.138	0.078	0.112	0.087
24hr	0.078	0.062	0.061	0.072	0.070	0.068	0.075	0.092	0.138	0.132	0.059	0.093	0.083
36hr	0.086	0.064	0.056	0.066	0.066	0.060	0.071	0.083	0.140	0.139	0.067	0.062	0.080
48hr	0.076	0.054	0.051	0.068	0.067	0.054	0.075	0.088	0.122	0.131	0.058	0.077	0.077
60hr	0.087	0.062	0.048	0.066	0.066	0.052	0.077	0.081	0.125	0.132	0.054	0.068	0.077
72hr	0.085	0.069	0.056	0.071	0.071	0.047	0.073	0.082	0.126	0.130	0.050	0.053	0.076

표 E.6.75 CTSM 포항 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.019	0.095	0.103	0.125	0.111	0.080	0.022	-0.040	-0.056	-0.035	0.063	0.100	0.049
24hr	0.007	0.069	0.094	0.123	0.112	0.081	0.029	-0.022	-0.061	-0.039	0.078	0.106	0.048
36hr	-0.003	0.063	0.098	0.118	0.108	0.083	0.041	-0.020	-0.069	-0.039	0.061	0.091	0.044
48hr	0.010	0.065	0.098	0.115	0.099	0.080	0.035	-0.022	-0.071	-0.041	0.059	0.094	0.043
60hr	-0.034	0.029	0.091	0.118	0.104	0.071	0.027	-0.024	-0.071	-0.037	0.057	0.087	0.035
72hr	-0.007	0.058	0.092	0.108	0.099	0.063	0.028	-0.023	-0.072	-0.038	0.057	0.084	0.037

표 E.6.76 CTSM 포항 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.065	0.124	0.118	0.134	0.121	0.120	0.066	0.112	0.103	0.105	0.114	0.138	0.110
24hr	0.059	0.101	0.111	0.131	0.123	0.112	0.062	0.095	0.098	0.092	0.114	0.133	0.103
36hr	0.057	0.098	0.113	0.127	0.119	0.108	0.068	0.089	0.104	0.093	0.094	0.113	0.099
48hr	0.059	0.098	0.110	0.123	0.112	0.100	0.063	0.083	0.120	0.090	0.084	0.110	0.096
60hr	0.076	0.094	0.106	0.127	0.118	0.098	0.056	0.080	0.108	0.084	0.081	0.102	0.094
72hr	0.055	0.099	0.109	0.118	0.114	0.091	0.058	0.080	0.102	0.090	0.083	0.103	0.092

표 E.6.77 CTSM 인천 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.121	0.281	0.272	0.213	0.086	0.044	0.024	0.128	0.146	0.128	0.106	0.022	0.131
24hr	0.124	0.268	0.268	0.210	0.084	0.041	0.029	0.138	0.169	0.159	0.139	0.055	0.140
36hr	0.158	0.286	0.271	0.206	0.091	0.053	0.041	0.151	0.153	0.162	0.145	0.043	0.147
48hr	0.175	0.287	0.285	0.207	0.084	0.045	0.046	0.147	0.149	0.152	0.150	0.057	0.149
60hr	0.196	0.287	0.280	0.204	0.092	0.040	0.045	0.140	0.163	0.139	0.140	0.050	0.148
72hr	0.200	0.280	0.284	0.210	0.099	0.034	0.049	0.133	0.143	0.138	0.148	0.085	0.150

표 E.6.78 CTSM 인천 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.618	0.601	0.580	0.512	0.474	0.490	0.500	0.513	0.549	0.496	0.502	0.489	0.527
24hr	0.605	0.588	0.570	0.506	0.481	0.487	0.503	0.525	0.542	0.511	0.527	0.515	0.530
36hr	0.612	0.606	0.582	0.508	0.477	0.485	0.518	0.532	0.552	0.525	0.535	0.585	0.543
48hr	0.614	0.605	0.589	0.506	0.488	0.485	0.526	0.520	0.537	0.513	0.529	0.598	0.543
60hr	0.616	0.614	0.590	0.510	0.497	0.482	0.523	0.519	0.524	0.510	0.533	0.711	0.552
72hr	0.621	0.605	0.588	0.500	0.513	0.480	0.524	0.515	0.548	0.518	0.529	0.682	0.552

표 E.6.79 CTSM 평택 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.092	0.188	0.155	0.167	0.132	0.122	0.105	0.147	0.104	0.118	0.129	0.035	0.125
24hr	0.089	0.171	0.149	0.165	0.130	0.121	0.111	0.154	0.134	0.151	0.161	0.055	0.133
36hr	0.092	0.173	0.146	0.163	0.135	0.142	0.124	0.165	0.111	0.156	0.160	0.042	0.134
48hr	0.121	0.195	0.169	0.166	0.130	0.136	0.127	0.158	0.111	0.152	0.162	0.056	0.140
60hr	0.138	0.196	0.164	0.160	0.137	0.134	0.125	0.148	0.133	0.139	0.151	0.044	0.139
72hr	0.127	0.183	0.167	0.166	0.145	0.134	0.125	0.141	0.111	0.137	0.154	0.083	0.139

표 E.6.80 CTSM 평택 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.521	0.513	0.520	0.502	0.513	0.505	0.505	0.510	0.553	0.526	0.493	0.436	0.508
24hr	0.510	0.501	0.511	0.496	0.520	0.494	0.512	0.515	0.556	0.533	0.514	0.448	0.509
36hr	0.516	0.508	0.516	0.499	0.509	0.496	0.524	0.520	0.575	0.548	0.515	0.497	0.519
48hr	0.539	0.525	0.522	0.496	0.521	0.503	0.534	0.508	0.558	0.538	0.505	0.515	0.522
60hr	0.532	0.529	0.527	0.500	0.520	0.503	0.530	0.505	0.532	0.535	0.509	0.641	0.530
72hr	0.528	0.517	0.517	0.488	0.542	0.506	0.526	0.501	0.563	0.545	0.515	0.602	0.529

표 E.6.81 CTSM 대산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.058	0.208	0.204	0.279	0.201	0.201	0.089	0.009	-0.037	0.027	0.090	0.057	0.116
24hr	0.080	0.211	0.204	0.280	0.203	0.193	0.083	0.015	-0.015	0.047	0.109	0.078	0.124
36hr	0.098	0.211	0.199	0.272	0.214	0.197	0.087	0.031	-0.019	0.046	0.113	0.070	0.127
48hr	0.107	0.201	0.209	0.271	0.208	0.189	0.095	0.030	-0.013	0.037	0.121	0.083	0.128
60hr	0.125	0.202	0.208	0.246	0.238	0.185	0.094	0.023	-0.006	0.024	0.115	0.079	0.128
72hr	0.133	0.194	0.216	0.252	0.240	0.179	0.100	0.020	-0.020	0.021	0.123	0.109	0.131

표 E.6.82 CTSM 대산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.534	0.527	0.525	0.521	0.511	0.481	0.444	0.347	0.387	0.412	0.415	0.394	0.458
24hr	0.535	0.533	0.528	0.518	0.515	0.474	0.447	0.353	0.384	0.417	0.423	0.409	0.461
36hr	0.529	0.545	0.530	0.523	0.514	0.474	0.453	0.352	0.394	0.423	0.429	0.452	0.468
48hr	0.533	0.541	0.528	0.520	0.514	0.471	0.461	0.346	0.384	0.415	0.429	0.473	0.468
60hr	0.525	0.547	0.527	0.544	0.502	0.468	0.457	0.346	0.381	0.415	0.428	0.552	0.474
72hr	0.524	0.536	0.528	0.540	0.506	0.458	0.464	0.342	0.415	0.421	0.429	0.543	0.476

표 E.6.83 CTSM 안흥 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.003	0.213	0.246	0.213	0.075	-0.079	-0.044	0.045	0.082	0.060	-0.006	-0.063	0.062
24hr	0.020	0.220	0.244	0.211	0.076	-0.084	-0.046	0.050	0.087	0.071	0.008	-0.059	0.067
36hr	0.032	0.220	0.237	0.206	0.078	-0.084	-0.037	0.065	0.085	0.069	0.005	-0.076	0.067
48hr	0.025	0.205	0.235	0.202	0.078	-0.090	-0.026	0.068	0.087	0.063	0.013	-0.069	0.066
60hr	0.037	0.215	0.237	0.201	0.086	-0.093	-0.024	0.067	0.081	0.053	0.006	-0.076	0.066
72hr	0.048	0.217	0.242	0.206	0.090	-0.101	-0.015	0.061	0.073	0.054	0.010	-0.057	0.069

표 E.6.84 CTSM 안흥 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.386	0.428	0.462	0.440	0.411	0.586	0.321	0.347	0.419	0.376	0.340	0.346	0.405
24hr	0.390	0.431	0.465	0.440	0.415	0.583	0.325	0.364	0.429	0.391	0.345	0.337	0.410
36hr	0.379	0.437	0.460	0.443	0.413	0.581	0.328	0.370	0.421	0.385	0.343	0.342	0.409
48hr	0.381	0.427	0.456	0.439	0.415	0.579	0.337	0.374	0.418	0.380	0.346	0.350	0.409
60hr	0.377	0.439	0.456	0.438	0.423	0.576	0.340	0.375	0.417	0.379	0.340	0.392	0.413
72hr	0.374	0.437	0.458	0.438	0.427	0.573	0.350	0.369	0.434	0.379	0.348	0.397	0.415

표 E.6.85 CTSM 보령 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.051	0.433			-0.251	0.000					0.295	-0.035	0.082
24hr	0.071	0.443			-0.257	-0.042					0.346	-0.022	0.090
36hr	0.093	0.457			-0.275	-0.049					0.328	-0.048	0.084
48hr	0.103	0.443			-0.275	-0.066					0.302	-0.049	0.076
60hr	0.121	0.470			-0.274	-0.059					0.284	-0.062	0.080
72hr	0.135	0.452			-0.273	-0.068					0.253	-0.046	0.076

표 E.6.86 CTSM 보령 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.454	0.433			0.586	0.357					0.298	0.354	0.414
24hr	0.465	0.443			0.593	0.332					0.351	0.359	0.424
36hr	0.448	0.457			0.604	0.348					0.331	0.363	0.425
48hr	0.458	0.443			0.605	0.343					0.310	0.381	0.423
60hr	0.451	0.470			0.597	0.351					0.298	0.433	0.433
72hr	0.451	0.452			0.601	0.363					0.295	0.440	0.434

표 E.6.87 CTSM 후포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.079	0.000	0.010	0.032	0.062	0.025	-0.016	-0.064	-0.113	-0.112	-0.013	0.045	-0.019
24hr	-0.100	-0.029	0.002	0.024	0.064	0.023	-0.023	-0.055	-0.122	-0.132	-0.040	0.015	-0.031
36hr	-0.058	0.000	0.009	0.040	0.057	-0.011	-0.049	-0.086	-0.139	-0.157	-0.079	-0.019	-0.041
48hr	-0.106	-0.034	0.014	0.047	0.063	-0.009	-0.047	-0.088	-0.142	-0.146	-0.058	0.000	-0.042
60hr	-0.067	-0.002	0.011	0.043	0.064	0.005	-0.024	-0.067	-0.138	-0.137	-0.054	-0.007	-0.031
72hr	-0.091	-0.025	0.001	0.042	0.063	-0.001	-0.031	-0.070	-0.130	-0.140	-0.044	0.004	-0.035

표 E.6.88 CTSM 후포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.094	0.078	0.072	0.083	0.109	0.086	0.085	0.108	0.142	0.152	0.096	0.100	0.100
24hr	0.113	0.070	0.064	0.072	0.113	0.096	0.094	0.104	0.156	0.173	0.118	0.092	0.105
36hr	0.072	0.063	0.069	0.084	0.104	0.088	0.099	0.127	0.170	0.191	0.131	0.079	0.106
48hr	0.115	0.074	0.073	0.087	0.106	0.086	0.104	0.126	0.166	0.181	0.104	0.070	0.108
60hr	0.079	0.065	0.063	0.097	0.102	0.079	0.098	0.110	0.168	0.169	0.089	0.077	0.100
72hr	0.100	0.068	0.058	0.095	0.109	0.066	0.098	0.109	0.179	0.171	0.092	0.072	0.101

표 E.6.89 CTSM 목호 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.057	0.030	0.040	0.070	0.068	0.058	-0.019	-0.040	-0.042	0.002	-0.059	0.001	0.004
24hr	-0.066	0.015	0.035	0.066	0.073	0.080	0.018	-0.006	-0.044	0.001	-0.048	0.007	0.011
36hr	-0.047	0.033	0.037	0.065	0.070	0.066	0.002	-0.016	-0.050	0.005	-0.026	0.025	0.014
48hr	-0.048	0.031	0.036	0.063	0.068	0.045	-0.019	-0.037	-0.053	0.015	-0.007	0.050	0.012
60hr	-0.033	0.044	0.037	0.060	0.070	0.042	-0.021	-0.035	-0.048	0.021	-0.002	0.052	0.016
72hr	-0.061	0.019	0.035	0.064	0.056	0.026	-0.033	-0.040	-0.049	0.023	-0.010	0.053	0.007

표 E.6.90 CTSM 목호 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.072	0.075	0.079	0.087	0.090	0.093	0.081	0.114	0.098	0.209	0.111	0.086	0.100
24hr	0.079	0.065	0.077	0.086	0.092	0.099	0.071	0.113	0.106	0.207	0.083	0.069	0.096
36hr	0.064	0.070	0.081	0.083	0.089	0.090	0.070	0.119	0.113	0.212	0.077	0.075	0.095
48hr	0.066	0.069	0.078	0.081	0.090	0.073	0.071	0.117	0.126	0.204	0.064	0.082	0.093
60hr	0.061	0.079	0.078	0.080	0.091	0.070	0.067	0.114	0.115	0.199	0.063	0.089	0.092
72hr	0.077	0.061	0.078	0.085	0.081	0.065	0.070	0.118	0.126	0.203	0.069	0.087	0.093

표 E.6.91 CTSM 속초 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.072	0.022	0.030	0.041	0.040	-0.001	-0.043	-0.103	-0.075	-0.122	-0.032	0.000	-0.026
24hr	-0.060	0.030	0.031	0.042	0.048	0.002	-0.032	-0.088	-0.079	-0.128	-0.055	-0.007	-0.025
36hr	-0.069	0.015	0.022	0.038	0.049	-0.002	-0.034	-0.096	-0.086	-0.136	-0.063	-0.017	-0.032
48hr	-0.067	0.016	0.019	0.040	0.048	-0.019	-0.054	-0.107	-0.092	-0.131	-0.056	-0.015	-0.035
60hr	-0.064	0.017	0.019	0.039	0.048	-0.024	-0.058	-0.108	-0.093	-0.134	-0.056	-0.023	-0.036
72hr	-0.058	0.024	0.020	0.039	0.040	-0.030	-0.057	-0.103	-0.100	-0.135	-0.063	-0.022	-0.037

표 E.6.92 CTSM 속초 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.079	0.065	0.053	0.058	0.059	0.119	0.073	0.126	0.091	0.149	0.097	0.096	0.089
24hr	0.070	0.068	0.055	0.060	0.068	0.117	0.067	0.109	0.091	0.147	0.083	0.055	0.083
36hr	0.081	0.063	0.047	0.055	0.069	0.112	0.062	0.115	0.098	0.157	0.087	0.056	0.084
48hr	0.076	0.062	0.047	0.058	0.066	0.110	0.071	0.128	0.107	0.151	0.078	0.052	0.084
60hr	0.074	0.060	0.043	0.058	0.066	0.109	0.077	0.126	0.106	0.152	0.078	0.066	0.085
72hr	0.068	0.061	0.045	0.062	0.064	0.108	0.077	0.120	0.122	0.153	0.086	0.052	0.085

표 E.6.93 CTSM 울릉도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.107	-0.033	-0.027	-0.009	-0.026	-0.053	-0.041	-0.055	-0.066	-0.070	-0.037	-0.038	-0.047
24hr	-0.103	-0.031	-0.029	-0.013	-0.024	-0.055	-0.034	-0.049	-0.069	-0.069	-0.036	-0.038	-0.046
36hr	-0.102	-0.033	-0.031	-0.014	-0.026	-0.062	-0.036	-0.051	-0.073	-0.067	-0.037	-0.046	-0.048
48hr	-0.094	-0.027	-0.031	-0.016	-0.027	-0.068	-0.039	-0.052	-0.074	-0.062	-0.035	-0.047	-0.048
60hr	-0.089	-0.022	-0.033	-0.015	-0.028	-0.068	-0.039	-0.048	-0.077	-0.058	-0.034	-0.052	-0.047
72hr	-0.089	-0.020	-0.035	-0.012	-0.029	-0.072	-0.041	-0.048	-0.080	-0.058	-0.039	-0.058	-0.048

표 E.6.94 CTSM 울릉도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.125	0.062	0.049	0.047	0.045	0.071	0.062	0.097	0.089	0.099	0.065	0.083	0.075
24hr	0.120	0.060	0.050	0.051	0.048	0.070	0.058	0.094	0.087	0.099	0.061	0.082	0.073
36hr	0.119	0.061	0.051	0.050	0.048	0.076	0.058	0.096	0.087	0.100	0.061	0.092	0.075
48hr	0.113	0.059	0.050	0.053	0.050	0.079	0.059	0.097	0.086	0.098	0.058	0.095	0.075
60hr	0.108	0.055	0.053	0.052	0.050	0.079	0.059	0.093	0.089	0.087	0.059	0.100	0.074
72hr	0.108	0.054	0.055	0.054	0.052	0.081	0.062	0.095	0.102	0.085	0.065	0.102	0.076

표 E.6.95 CTSM 장항 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.086	0.130	0.171	0.218	0.142	0.095	0.042	0.099	0.059	-0.003	-0.029	-0.038	0.067
24hr	-0.025	0.169	0.178	0.211	0.137	0.075	0.037	0.098	0.043	-0.002	-0.026	-0.051	0.070
36hr	0.012	0.181	0.197	0.222	0.144	0.078	0.053	0.098	0.036	0.012	-0.024	-0.047	0.080
48hr	0.029	0.191	0.201	0.222	0.132	0.075	0.059	0.104	0.048	0.002	-0.022	-0.056	0.082
60hr	0.042	0.185	0.212	0.219	0.145	0.080	0.064	0.109	0.042	0.000	-0.021	-0.061	0.085
72hr	0.040	0.179	0.216	0.219	0.139	0.071	0.067	0.110	0.013	0.001	-0.017	-0.056	0.082

표 E.6.96 CTSM 장항 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.484	0.488	0.536	0.503	0.469	0.452	0.455	0.480	0.516	0.422	0.354	0.402	0.463
24hr	0.496	0.509	0.536	0.498	0.478	0.457	0.475	0.490	0.535	0.445	0.366	0.384	0.472
36hr	0.465	0.515	0.535	0.498	0.466	0.459	0.483	0.481	0.526	0.440	0.350	0.349	0.464
48hr	0.483	0.531	0.536	0.500	0.469	0.456	0.475	0.486	0.517	0.428	0.357	0.367	0.467
60hr	0.469	0.531	0.544	0.495	0.469	0.463	0.482	0.491	0.501	0.432	0.350	0.392	0.468
72hr	0.463	0.526	0.544	0.496	0.478	0.457	0.486	0.492	0.501	0.431	0.359	0.438	0.473

표 E.6.97 CTSM 군산 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.013	0.191	0.173	0.139	0.033	-0.073	-0.017	0.091	0.044	-0.061	-0.085	-0.082	0.031
24hr	0.013	0.193	0.175	0.143	0.031	-0.087	-0.014	0.093	0.032	-0.054	-0.086	-0.098	0.028
36hr	0.049	0.210	0.178	0.146	0.039	-0.086	0.007	0.104	0.029	-0.040	-0.074	-0.094	0.039
48hr	0.061	0.216	0.177	0.142	0.031	-0.098	0.018	0.104	0.048	-0.051	-0.069	-0.103	0.040
60hr	0.072	0.217	0.185	0.142	0.040	-0.099	0.028	0.105	0.050	-0.059	-0.070	-0.112	0.042
72hr	0.075	0.211	0.182	0.140	0.035	-0.108	0.034	0.107	0.027	-0.061	-0.062	-0.109	0.039

표 E.6.98 CTSM 군산 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.433	0.450	0.441	0.446	0.400	0.415	0.385	0.403	0.449	0.453	0.397	0.401	0.423
24hr	0.449	0.441	0.448	0.442	0.413	0.421	0.378	0.401	0.463	0.472	0.426	0.388	0.429
36hr	0.426	0.454	0.452	0.442	0.406	0.422	0.385	0.398	0.447	0.469	0.400	0.348	0.421
48hr	0.436	0.460	0.451	0.443	0.407	0.428	0.376	0.397	0.450	0.451	0.405	0.357	0.422
60hr	0.432	0.463	0.462	0.440	0.409	0.428	0.388	0.399	0.448	0.451	0.399	0.391	0.426
72hr	0.419	0.456	0.460	0.441	0.412	0.422	0.391	0.400	0.452	0.448	0.411	0.434	0.429

표 E.6.99 CTSM 위도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.010	0.121	0.127	0.108	0.046	0.011	-0.057	-0.069	-0.055	-0.029	-0.003	-0.011	0.015
24hr	0.017	0.138	0.124	0.106	0.041	0.005	-0.043	-0.063	-0.059	-0.026	0.003	-0.005	0.020
36hr	0.036	0.144	0.121	0.106	0.046	0.009	-0.035	-0.049	-0.056	-0.019	0.008	-0.010	0.025
48hr	0.040	0.138	0.114	0.100	0.037	0.010	-0.034	-0.047	-0.043	-0.024	0.013	-0.013	0.024
60hr	0.049	0.137	0.119	0.100	0.048	0.011	-0.029	-0.038	-0.041	-0.025	0.012	-0.022	0.027
72hr	0.054	0.133	0.120	0.094	0.048	0.005	-0.028	-0.032	-0.061	-0.022	0.016	-0.015	0.026

표 E.6.100 CTSM 위도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.384	0.371	0.369	0.353	0.358	0.378	0.360	0.354	0.370	0.330	0.315	0.329	0.356
24hr	0.383	0.375	0.373	0.353	0.364	0.386	0.354	0.353	0.389	0.344	0.328	0.331	0.361
36hr	0.359	0.379	0.375	0.355	0.364	0.386	0.353	0.346	0.383	0.341	0.318	0.291	0.354
48hr	0.357	0.376	0.373	0.357	0.359	0.382	0.347	0.349	0.384	0.336	0.324	0.292	0.353
60hr	0.353	0.383	0.379	0.360	0.362	0.389	0.351	0.354	0.375	0.339	0.316	0.305	0.356
72hr	0.349	0.380	0.380	0.365	0.358	0.384	0.350	0.359	0.383	0.334	0.327	0.324	0.358

표 E.6.101 CTSM 영광 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.036	0.115	0.072	-0.009	-0.090	-0.070	-0.071	0.019	-0.007	-0.078	-0.094	-0.075	-0.027
24hr	-0.033	0.118	0.065	-0.010	-0.100	-0.075	-0.050	0.021	-0.011	-0.081	-0.104	-0.093	-0.029
36hr	0.001	0.139	0.068	-0.005	-0.093	-0.070	-0.045	0.036	-0.021	-0.078	-0.092	-0.080	-0.020
48hr	-0.003	0.135	0.062	-0.015	-0.100	-0.072	-0.037	0.037	-0.005	-0.074	-0.087	-0.090	-0.021
60hr	0.005	0.133	0.065	-0.016	-0.087	-0.067	-0.033	0.042	-0.021	-0.076	-0.089	-0.100	-0.020
72hr	0.007	0.129	0.067	-0.020	-0.087	-0.072	-0.032	0.047	-0.027	-0.074	-0.086	-0.085	-0.019

표 E.6.102 CTSM 영광 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.420	0.396	0.386	0.339	0.371	0.362	0.338	0.345	0.385	0.350	0.358	0.385	0.370
24hr	0.426	0.389	0.384	0.340	0.380	0.369	0.341	0.357	0.400	0.368	0.379	0.398	0.378
36hr	0.414	0.401	0.395	0.340	0.374	0.365	0.333	0.348	0.388	0.354	0.362	0.369	0.370
48hr	0.417	0.402	0.394	0.349	0.376	0.361	0.326	0.348	0.387	0.359	0.365	0.364	0.371
60hr	0.413	0.405	0.394	0.348	0.370	0.367	0.334	0.351	0.371	0.359	0.357	0.367	0.370
72hr	0.398	0.399	0.394	0.352	0.370	0.363	0.334	0.355	0.385	0.353	0.365	0.371	0.370

표 E.6.103 CTSM 목포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.083	0.125	0.087	0.041	0.022	-0.049	-0.182	-0.202	-0.189	-0.197	-0.014	0.064	-0.034
24hr	0.082	0.126	0.084	0.042	0.019	-0.054	-0.188	-0.190	-0.190	-0.190	-0.009	0.051	-0.035
36hr	0.080	0.129	0.083	0.041	0.017	-0.058	-0.187	-0.179	-0.197	-0.179	-0.006	0.033	-0.035
48hr	0.078	0.132	0.082	0.041	0.013	-0.063	-0.187	-0.167	-0.203	-0.171	-0.002	0.019	-0.036
60hr	0.073	0.137	0.083	0.041	0.012	-0.067	-0.180	-0.162	-0.206	-0.163	-0.002	0.005	-0.036
72hr	0.075	0.137	0.082	0.039	0.008	-0.072	-0.170	-0.157	-0.211	-0.157	-0.001	0.002	-0.035

표 E.6.104 CTSM 목포 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.355	0.399	0.360	0.302	0.302	0.306	0.330	0.402	0.381	0.371	0.351	0.350	0.351
24hr	0.355	0.399	0.360	0.302	0.304	0.311	0.343	0.386	0.381	0.371	0.355	0.343	0.351
36hr	0.356	0.398	0.360	0.302	0.305	0.317	0.341	0.382	0.381	0.373	0.359	0.336	0.351
48hr	0.357	0.397	0.360	0.303	0.308	0.324	0.340	0.374	0.382	0.375	0.364	0.327	0.351
60hr	0.361	0.393	0.360	0.303	0.309	0.329	0.334	0.375	0.380	0.378	0.364	0.322	0.351
72hr	0.360	0.393	0.360	0.304	0.313	0.338	0.321	0.376	0.380	0.381	0.365	0.319	0.351

표 E.6.105 CTSM 흑산도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.090	-0.009	-0.016	-0.013	-0.025	-0.042	-0.099	-0.115	-0.135	-0.180	-0.115	-0.096	-0.078
24hr	-0.108	-0.025	-0.030	-0.019	-0.033	-0.042	-0.091	-0.109	-0.142	-0.181	-0.125	-0.105	-0.084
36hr	-0.096	-0.016	-0.030	-0.017	-0.031	-0.036	-0.089	-0.098	-0.132	-0.168	-0.119	-0.112	-0.079
48hr	-0.104	-0.020	-0.035	-0.018	-0.038	-0.039	-0.082	-0.090	-0.139	-0.171	-0.117	-0.112	-0.080
60hr	-0.102	-0.017	-0.030	-0.017	-0.033	-0.038	-0.078	-0.086	-0.134	-0.170	-0.118	-0.118	-0.078
72hr	-0.097	-0.014	-0.033	-0.022	-0.039	-0.044	-0.072	-0.077	-0.138	-0.164	-0.119	-0.117	-0.078

표 E.6.106 CTSM 흑산도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.232	0.208	0.183	0.155	0.153	0.186	0.220	0.245	0.250	0.238	0.203	0.211	0.207
24hr	0.241	0.206	0.186	0.161	0.154	0.188	0.220	0.238	0.249	0.245	0.213	0.240	0.212
36hr	0.240	0.212	0.185	0.162	0.160	0.190	0.215	0.228	0.249	0.240	0.208	0.237	0.211
48hr	0.242	0.210	0.189	0.163	0.159	0.194	0.210	0.226	0.253	0.242	0.209	0.232	0.211
60hr	0.239	0.210	0.192	0.166	0.161	0.201	0.209	0.228	0.251	0.242	0.208	0.225	0.211
72hr	0.234	0.212	0.188	0.174	0.158	0.205	0.204	0.232	0.254	0.237	0.207	0.214	0.210

표 E.6.107 CTSM 완도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.115	-0.051	-0.052	-0.047	-0.012	-0.037	-0.125	-0.144	-0.229	-0.309	-0.163	-0.066	-0.113
24hr	-0.127	-0.063	-0.060	-0.057	-0.017	-0.045	-0.127	-0.151	-0.243	-0.314	-0.168	-0.055	-0.119
36hr	-0.127	-0.066	-0.063	-0.058	-0.017	-0.041	-0.124	-0.143	-0.243	-0.307	-0.164	-0.052	-0.117
48hr	-0.119	-0.061	-0.059	-0.053	-0.022	-0.042	-0.122	-0.141	-0.255	-0.305	-0.161	-0.055	-0.116
60hr	-0.118	-0.059	-0.059	-0.055	-0.026	-0.044	-0.129	-0.140	-0.252	-0.308	-0.162	-0.052	-0.117
72hr	-0.109	-0.060	-0.067	-0.059	-0.033	-0.053	-0.131	-0.137	-0.243	-0.304	-0.161	-0.054	-0.118

표 E.6.108 CTSM 완도 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.286	0.251	0.241	0.219	0.164	0.133	0.169	0.191	0.263	0.463	0.272	0.248	0.242
24hr	0.296	0.246	0.243	0.218	0.163	0.129	0.165	0.191	0.276	0.469	0.278	0.245	0.243
36hr	0.305	0.248	0.241	0.218	0.166	0.120	0.165	0.186	0.281	0.463	0.271	0.263	0.244
48hr	0.300	0.247	0.236	0.218	0.166	0.123	0.166	0.187	0.300	0.460	0.267	0.276	0.246
60hr	0.299	0.249	0.235	0.224	0.167	0.117	0.173	0.190	0.288	0.463	0.267	0.303	0.248
72hr	0.300	0.252	0.235	0.221	0.168	0.127	0.178	0.184	0.279	0.460	0.267	0.312	0.249

표 E.6.109 CTSM 진도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.136	-0.086	-0.084	-0.063	-0.017	-0.038	-0.090	-0.146	-0.245	-0.265	-0.142	-0.056	-0.114
24hr	-0.142	-0.092	-0.094	-0.073	-0.023	-0.044	-0.096	-0.154	-0.265	-0.272	-0.154	-0.044	-0.121
36hr	-0.141	-0.088	-0.094	-0.074	-0.025	-0.037	-0.094	-0.142	-0.256	-0.258	-0.149	-0.045	-0.117
48hr	-0.137	-0.087	-0.091	-0.070	-0.030	-0.040	-0.092	-0.139	-0.267	-0.254	-0.144	-0.046	-0.116
60hr	-0.137	-0.084	-0.092	-0.075	-0.033	-0.041	-0.099	-0.137	-0.263	-0.253	-0.147	-0.048	-0.117
72hr	-0.128	-0.084	-0.101	-0.082	-0.039	-0.049	-0.101	-0.130	-0.259	-0.245	-0.146	-0.052	-0.118

표 E.6.110 CTSM 진도 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.285	0.275	0.252	0.231	0.206	0.217	0.225	0.279	0.324	0.320	0.243	0.198	0.255
24hr	0.293	0.276	0.259	0.233	0.208	0.217	0.227	0.272	0.333	0.330	0.260	0.227	0.261
36hr	0.293	0.279	0.256	0.235	0.207	0.216	0.235	0.269	0.330	0.315	0.251	0.266	0.263
48hr	0.292	0.279	0.257	0.233	0.208	0.223	0.237	0.264	0.346	0.310	0.251	0.287	0.266
60hr	0.292	0.282	0.255	0.240	0.210	0.222	0.241	0.264	0.336	0.311	0.252	0.312	0.268
72hr	0.291	0.285	0.254	0.242	0.210	0.234	0.241	0.254	0.333	0.306	0.252	0.307	0.267

표 E.6.111 CTSM 추자도 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.119	-0.104	-0.084	-0.082	-0.041	-0.030	-0.095	-0.157	-0.300	-0.264	-0.150	-0.067	-0.124
24hr	-0.123	-0.105	-0.088	-0.091	-0.051	-0.039	-0.108	-0.167	-0.303	-0.272	-0.156	-0.064	-0.131
36hr	-0.121	-0.100	-0.092	-0.090	-0.043	-0.039	-0.110	-0.167	-0.293	-0.256	-0.150	-0.061	-0.127
48hr	-0.118	-0.096	-0.086	-0.086	-0.054	-0.040	-0.112	-0.167	-0.302	-0.255	-0.152	-0.063	-0.128
60hr	-0.115	-0.093	-0.091	-0.091	-0.046	-0.041	-0.118	-0.163	-0.291	-0.252	-0.154	-0.063	-0.127
72hr	-0.110	-0.094	-0.092	-0.091	-0.052	-0.051	-0.118	-0.159	-0.286	-0.245	-0.158	-0.061	-0.126

표 E.6.112 CTSM 추자도 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.222	0.233	0.197	0.184	0.147	0.144	0.171	0.224	0.347	0.300	0.215	0.174	0.213
24hr	0.225	0.230	0.191	0.186	0.147	0.145	0.178	0.231	0.347	0.309	0.217	0.175	0.215
36hr	0.231	0.233	0.195	0.186	0.147	0.142	0.186	0.224	0.344	0.285	0.206	0.206	0.215
48hr	0.230	0.233	0.188	0.185	0.145	0.144	0.188	0.224	0.354	0.286	0.209	0.206	0.216
60hr	0.224	0.230	0.195	0.193	0.148	0.146	0.198	0.223	0.339	0.283	0.207	0.247	0.219
72hr	0.224	0.235	0.187	0.188	0.147	0.155	0.202	0.216	0.338	0.280	0.211	0.240	0.219

표 E.6.113 CTSM 제주 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.117	-0.065	-0.051	-0.015	-0.001	-0.008	-0.088	-0.158	-0.262	-0.219	-0.139	-0.068	-0.099
24hr	-0.113	-0.062	-0.053	-0.020	-0.011	-0.014	-0.097	-0.165	-0.255	-0.218	-0.142	-0.062	-0.101
36hr	-0.114	-0.062	-0.060	-0.021	-0.006	-0.013	-0.098	-0.160	-0.254	-0.208	-0.135	-0.056	-0.099
48hr	-0.111	-0.057	-0.057	-0.020	-0.018	-0.015	-0.099	-0.157	-0.260	-0.213	-0.138	-0.059	-0.100
60hr	-0.112	-0.054	-0.062	-0.024	-0.010	-0.017	-0.106	-0.153	-0.251	-0.216	-0.144	-0.060	-0.101
72hr	-0.108	-0.053	-0.066	-0.024	-0.017	-0.027	-0.105	-0.146	-0.248	-0.214	-0.149	-0.059	-0.101

표 E.6.114 CTSM 제주 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.189	0.183	0.163	0.146	0.136	0.145	0.150	0.212	0.331	0.260	0.198	0.155	0.189
24hr	0.191	0.180	0.160	0.148	0.135	0.146	0.158	0.218	0.324	0.262	0.203	0.149	0.190
36hr	0.195	0.181	0.166	0.150	0.137	0.145	0.167	0.211	0.328	0.247	0.194	0.162	0.190
48hr	0.194	0.183	0.161	0.150	0.135	0.149	0.166	0.209	0.331	0.250	0.197	0.165	0.191
60hr	0.193	0.183	0.166	0.156	0.139	0.151	0.176	0.207	0.320	0.253	0.199	0.206	0.196
72hr	0.193	0.186	0.159	0.153	0.138	0.157	0.176	0.199	0.317	0.252	0.202	0.216	0.196

표 E.6.115 CTSM 모슬포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.115	-0.086	-0.097	-0.058	-0.027	-0.031	-0.079	-0.145	-0.275	-0.221	-0.132	-0.087	-0.113
24hr	-0.118	-0.085	-0.098	-0.060	-0.038	-0.039	-0.088	-0.153	-0.281	-0.227	-0.136	-0.077	-0.117
36hr	-0.111	-0.081	-0.103	-0.060	-0.033	-0.040	-0.089	-0.151	-0.273	-0.214	-0.136	-0.078	-0.114
48hr	-0.104	-0.072	-0.097	-0.057	-0.046	-0.039	-0.088	-0.148	-0.277	-0.220	-0.142	-0.080	-0.114
60hr	-0.109	-0.073	-0.104	-0.060	-0.040	-0.039	-0.092	-0.142	-0.263	-0.222	-0.143	-0.075	-0.114
72hr	-0.103	-0.069	-0.107	-0.059	-0.048	-0.046	-0.090	-0.137	-0.268	-0.218	-0.148	-0.072	-0.114

표 E.6.116 CTSM 모슬포 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.185	0.191	0.193	0.224	0.145	0.138	0.147	0.203	0.306	0.255	0.191	0.169	0.196
24hr	0.194	0.190	0.189	0.227	0.144	0.141	0.156	0.206	0.318	0.262	0.194	0.156	0.198
36hr	0.195	0.189	0.191	0.227	0.145	0.139	0.162	0.202	0.309	0.245	0.186	0.162	0.196
48hr	0.188	0.185	0.185	0.227	0.146	0.141	0.160	0.202	0.316	0.249	0.188	0.170	0.196
60hr	0.191	0.189	0.193	0.230	0.149	0.143	0.169	0.199	0.304	0.251	0.189	0.217	0.202
72hr	0.191	0.188	0.188	0.230	0.151	0.150	0.170	0.195	0.303	0.250	0.193	0.210	0.202

표 E.6.117 CTSM 서귀포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.100	-0.069	-0.075	-0.023	-0.013	-0.023	-0.070	-0.116	-0.242	-0.209	-0.099	-0.014	-0.088
24hr	-0.104	-0.069	-0.075	-0.026	-0.022	-0.030	-0.080	-0.125	-0.244	-0.211	-0.094	0.001	-0.090
36hr	-0.098	-0.067	-0.076	-0.024	-0.018	-0.035	-0.086	-0.134	-0.242	-0.202	-0.103	-0.002	-0.091
48hr	-0.090	-0.059	-0.075	-0.022	-0.030	-0.031	-0.088	-0.135	-0.247	-0.206	-0.105	-0.006	-0.091
60hr	-0.097	-0.060	-0.078	-0.023	-0.024	-0.034	-0.092	-0.129	-0.235	-0.207	-0.111	0.001	-0.091
72hr	-0.090	-0.057	-0.081	-0.023	-0.032	-0.042	-0.094	-0.126	-0.236	-0.205	-0.112	-0.001	-0.092

표 E.6.118 CTSM 서귀포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.157	0.162	0.164	0.142	0.146	0.143	0.147	0.192	0.289	0.251	0.174	0.142	0.176
24hr	0.169	0.164	0.162	0.144	0.146	0.144	0.156	0.188	0.299	0.253	0.159	0.137	0.177
36hr	0.168	0.166	0.164	0.144	0.148	0.143	0.159	0.191	0.296	0.240	0.165	0.124	0.176
48hr	0.168	0.162	0.164	0.143	0.148	0.142	0.160	0.193	0.301	0.241	0.168	0.124	0.176
60hr	0.173	0.167	0.166	0.150	0.150	0.140	0.169	0.189	0.290	0.245	0.170	0.190	0.183
72hr	0.170	0.166	0.162	0.145	0.152	0.147	0.173	0.186	0.288	0.243	0.169	0.164	0.180

표 E.6.119 CTSM 성산포 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.122	-0.066	-0.044	0.002	-0.002	-0.015	-0.080	-0.124	-0.220	-0.208	-0.144	-0.096	-0.093
24hr	-0.126	-0.073	-0.043	-0.001	-0.010	-0.020	-0.094	-0.143	-0.225	-0.206	-0.124	-0.066	-0.094
36hr	-0.124	-0.070	-0.043	-0.005	-0.009	-0.022	-0.091	-0.137	-0.221	-0.200	-0.135	-0.067	-0.094
48hr	-0.109	-0.058	-0.041	-0.005	-0.018	-0.018	-0.091	-0.131	-0.224	-0.203	-0.136	-0.074	-0.092
60hr	-0.111	-0.055	-0.042	-0.006	-0.013	-0.023	-0.099	-0.131	-0.218	-0.206	-0.138	-0.060	-0.092
72hr	-0.109	-0.055	-0.049	-0.007	-0.017	-0.032	-0.103	-0.130	-0.214	-0.203	-0.141	-0.059	-0.093

표 E.6.120 CTSM 성산포 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.175	0.143	0.123	0.106	0.107	0.122	0.146	0.165	0.250	0.235	0.180	0.163	0.160
24hr	0.182	0.155	0.125	0.106	0.106	0.124	0.155	0.179	0.259	0.234	0.162	0.139	0.161
36hr	0.186	0.150	0.127	0.106	0.107	0.121	0.156	0.176	0.255	0.224	0.173	0.130	0.159
48hr	0.174	0.144	0.126	0.107	0.107	0.119	0.155	0.171	0.258	0.225	0.174	0.131	0.158
60hr	0.171	0.143	0.124	0.114	0.109	0.117	0.163	0.170	0.250	0.229	0.172	0.162	0.160
72hr	0.176	0.149	0.121	0.108	0.111	0.123	0.169	0.166	0.244	0.227	0.177	0.150	0.160



Numerical Modeling Center

07062 서울시 동작구 여의대방로16길 61

기상청 수치모델링센터 수치모델개발과

(☎) 02-2181-0007

본 기술노트의 저작권은 수치모델링센터에 있습니다.