

발 간 등 록 번 호
11-1360000-000230-10

2011-01

수치모델관리관실 기술보고서

2011년 3월

수치예보 시스템의 검증 (2010년)

손주형¹⁾, 강기룡²⁾, 원성희³⁾,
박영연¹⁾, 박윤호¹⁾

- 1) 기상청 예보국 수치모델개발과
- 2) 국립기상연구소 지구환경시스템연구과
- 3) 기상청 예보국 국가태풍센터

서울 동작구 기상청길 45 기상청 예보국 수치모델관리관실 (156-720)

전화: 02-2181-0522, 본 기술노트의 저작권은 기상청에 있습니다.

차 례

표 차례	ii
그림 차례	vii
1. 현업 수치모델 운영 현황 및 주요 특성	1
2. 2009년 모델 성능 분석	6
2.1 전지구 모델	6
2.2 지역 모델	6
2.3 앙상블 모델	7
2.4 통계 모델	7
2.5 파랑 모델	7
2.6 태풍 모델	7
3. 검증 결과	8
3.1 전지구예보 모델	8
3.1.1 전지구 모델 성능 변화 추세	8
3.1.1.1 500 hPa 고도상의 RMSE	8
3.1.1.2 850 hPa 기온의 RMSE	10
3.1.1.3 250 hPa 바람의 RMSE	11
3.1.2 전지구모델 분석 검증	13
3.1.2.1 북반구 분석 검증	13
3.1.2.2 열대지역 분석검증	17
3.1.2.3 남반구 분석검증	22
3.1.3 전지구모델 관측 검증	28
3.1.3.1 존재자료를 이용한 아시아 영역 검증	28
3.1.3.2 GDAPS (T426L40, 2호기) ASOS 강수 검증	29
3.1.3.3 GDAPS (N320L50, 3호기) ASOS 강수 검증	33
3.2 지역예보 모델	35
3.2.1 지역모델 성능 변화 추세	35
3.2.2 지역모델 초기장/분석장 검증	37
3.2.2.1 RDAPS 30km (MM5, 2호기) 초기장 검증	38
3.2.2.2 KWRP 10km (2호기) 분석장 검증	73
3.2.2.1 RDAPS 12km (UM, 3호기) 초기장 검증	14
3.2.2.2 KWRP 10km (3호기) 분석장 검증	34
3.2.3 지역모델 관측 검증	45
3.2.3.1 KWRP, RDAPS 성능 비교	51

3.2.3.2	존데자료를 이용한 RDAPS 30km (MM5, 2호기) 검증	64
3.2.3.3	존데자료를 이용한 KWRP 10km (2호기) 검증	74
3.2.3.4	존데자료를 이용한 RDAPS 12km (UM, 3호기) 검증	94
3.2.3.5	존데자료를 이용한 KWRP 10km (3호기) 검증	05
3.2.3.6	ASOS RDAPS 30km (MM5, 2호기) 강수검증	25
3.2.3.7	ASOS KWRP 10km (2호기) 강수검증	55
3.2.3.8	ASOS RDAPS 12km (UM, 3호기) 강수검증	85
3.2.3.9	ASOS KWRP 10km (3호기) 강수검증	16
3.3	양상블예보 모델	4
3.3.1	양상블모델 성능 변화 추세	6
3.3.2	양상블모델 분석검증	6
3.4	통계 모델 및 강수 확률 검증	8
3.4.1	통계모델 성능 변화 추세	8
3.4.2	통계모델(KLMN, GDLM) 최고·최저기온 예보 (2호기) 검증	90
3.4.3	통계모델(KLMN, GDLM) 최고·최저기온 예보 (2호기) 검증	91
3.4.4	RDLM 3시간 기온 예보 (2호기) 검증	3
3.4.5	RDLM 3시간 기온 예보 (3호기) 검증	5
3.5	전지구/지역/국지연안 파랑예보 검증	97
3.5.1	예측 성능 변화 추세	9
3.5.2	부이 검증	8
3.5.2.1	전지구 파랑모델 (GoWW3) 부이 검증	8
3.5.2.2	지역 파랑모델 (ReWW3) 부이 검증	11
3.5.2.3	국지연안 파랑모델 (CoWW3) 부이 검증	15
3.5.3	위성 검증	13
3.5.3.1	전지구파랑모델 (GoWW3) 위성 검증	13
3.6	태풍 모델	125
3.6.1	태풍모델의 성능 변화 추세	125
3.6.1.1	태풍진로오차	125
3.6.2	태풍진로오차	127
부록 A.	모델 검증 영역 및 관측자료	128
부록 B.	검증 방법	138

표 차례

표 1.1	2·3호기 전지구 예보시스템 모델 특성	2
표 1.2	2호기 지역 예보시스템의 모델 특성	3
표 1.3	3호기 지역 예보시스템의 모델 특성	3

표 1.4	양상블 예측 시스템의 주요 특성	4
표 1.5	통계 모델들의 주요 특성	4
표 1.6	전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성	5
표 1.7	태풍 모델의 주요 특성	5
표 3.1.1	GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증	3·1
표 3.1.2	GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증	3·1
표 3.1.3	GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증	3·1
표 3.1.4	GDAPS 북반구 850hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증	4·1
표 3.1.5	GDAPS 북반구 850hPa 기온 RMSE [℃] 분석검증	4·1
표 3.1.6	GDAPS 북반구 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증	4·1
표 3.1.7	GDAPS 북반구 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	5·1
표 3.1.8	GDAPS 북반구 500hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증	5·1
표 3.1.9	GDAPS 북반구 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증	5·1
표 3.1.10	GDAPS 북반구 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증	6·1
표 3.1.11	GDAPS 북반구 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	6·1
표 3.1.12	GDAPS 북반구 250hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증	6·1
표 3.1.13	GDAPS 북반구 250hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증	7·1
표 3.1.14	GDAPS 열대 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증	7·1
표 3.1.15	GDAPS 열대 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증	7·1
표 3.1.16	GDAPS 열대 해면기압(MSLP) S1 Score [hPa] 분석검증	8·1
표 3.1.17	GDAPS 열대 850hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증	8·1
표 3.1.18	GDAPS 열대 850hPa 기온 RMSE [℃] 분석검증	8·1
표 3.1.19	GDAPS 열대 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증	9·1
표 3.1.20	GDAPS 열대 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	9·1
표 3.1.21	GDAPS 열대 500hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증	9·1
표 3.1.22	GDAPS 열대 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증	10·2
표 3.1.23	GDAPS 열대 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증	10·2
표 3.1.24	GDAPS 열대 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	10·2
표 3.1.25	GDAPS 열대 250hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증	11·2
표 3.1.26	GDAPS 열대 250hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증	11·2
표 3.1.27	GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증	11·2
표 3.1.28	GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증	12·2
표 3.1.29	GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증	12·2
표 3.1.30	GDAPS 남반구 850 hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증	12·2
표 3.1.31	GDAPS 남반구 850 hPa 기온 RMSE [℃] 분석검증	13·2
표 3.1.32	GDAPS 남반구 850 hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증	13·2
표 3.1.33	GDAPS 남반구 850 hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	13·2
표 3.1.34	GDAPS 남반구 500 hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증	14·2
표 3.1.35	GDAPS 남반구 500 hPa 고도 RMSE [m] 분석검증	14·2

표 3.1.36 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증	4· 2
표 3.1.37 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	5· 2
표 3.1.38 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증	5· 2
표 3.1.39 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증	5· 2
표 3.1.40 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 Mean Error [℃] 관측검증	6· 2
표 3.1.41 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 RMSE [℃] 관측검증	6· 2
표 3.1.42 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 TRAND [무차원] 관측검증	6· 2
표 3.1.43 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 Mean Error [m/s] 관측검증	7· 2
표 3.1.44 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 RMSE [m/s] 관측검증	7· 2
표 3.1.45 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 TRAND [무차원] 관측검증	7· 2
표 3.1.46 GDAPS 아시아 250 hPa 풍속 Mean Error [m/s] 관측검증	8· 2
표 3.1.47 GDAPS 아시아 250 hPa 풍속 RMSE [m/s] 관측검증	8· 2
표 3.1.48 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	9· 2
표 3.1.49 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	0· 3
표 3.1.50 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	1· 3
표 3.1.51 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	2· 3
표 3.1.52 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	3· 3
표 3.1.53 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	4· 3
표 3.2.1 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증	7· 3
표 3.2.2 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증	7· 3
표 3.2.3 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	7· 3
표 3.2.4 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 초기장 검증	7· 3
표 3.2.5 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 초기장 검증	8· 3
표 3.2.6 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	8· 3
표 3.2.7 RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증	8· 3
표 3.2.8 RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증	8· 3
표 3.2.9 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증	9· 3
표 3.2.10 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증	9· 3
표 3.2.11 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	9· 3
표 3.2.12 KWRF 10km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [℃] 초기장 검증	9· 3
표 3.2.13 KWRF 10km ((2호기) 2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [℃] 초기장 검증	0· 4
표 3.2.14 KWRF 10km (2호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	0· 4
표 3.2.15 KWRF 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증	0· 4
표 3.2.16 KWRF 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증	0· 4
표 3.2.17 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증	1· 4
표 3.2.18 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증	1· 4
표 3.2.19 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	1· 4
표 3.2.20 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 초기장 검증	1· 4
표 3.2.21 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 초기장 검증	2· 4
표 3.2.22 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	2· 4

표 3.2.23	RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증	2·4
표 3.2.24	RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증	2·4
표 3.2.25	KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증	3·4
표 3.2.26	KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증	3·4
표 3.2.27	KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	3·4
표 3.2.28	KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [℃] 초기장 검증	3·4
표 3.2.29	KWRF 10km (3호기) 2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [℃] 초기장 검증	4·4
표 3.2.30	KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증	4·4
표 3.2.31	KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증	4·4
표 3.2.32	KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증	4·4
표 3.2.33	RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증	6·4
표 3.2.34	RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증	6·4
표 3.2.35	RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증	6·4
표 3.2.36	RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증	6·4
표 3.2.37	RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증	7·4
표 3.2.38	RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증	7·4
표 3.2.39	KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증	7·4
표 3.2.40	KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증	7·4
표 3.2.41	KWRF 10km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증	8·4
표 3.2.42	KWRF 10km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증	8·4
표 3.2.43	KWRF 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증	8·4
표 3.2.44	KWRF 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증	8·4
표 3.2.45	DAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증	9·4
표 3.2.46	DAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증	9·4
표 3.2.47	RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증	9·4
표 3.2.48	RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증	9·4
표 3.2.49	RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증	0·5
표 3.2.50	RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증	0·5
표 3.2.51	KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증	0·5
표 3.2.52	KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증	0·5
표 3.2.53	KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증	1·5
표 3.2.54	KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증	1·5
표 3.2.55	KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증	1·5
표 3.2.56	KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증	1·5
표 3.2.57	RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	2·5
표 3.2.58	RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	3·5
표 3.2.59	RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	4·5
표 3.2.60	KWRF 10km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	5·5
표 3.2.61	KWRF 10km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	6·5
표 3.2.62	KWRF 10km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	7·5
표 3.2.63	RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	8·5

표 3.2.64 RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	9.5
표 3.2.65 RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	0.6
표 3.2.66 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS	1.6
표 3.2.67 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS	2.6
표 3.2.68 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS	3.6
표 3.3.1 2008년 1월 전후 변수별 확률검증 변경 사항	46
표 3.3.2 앙상블 북반구 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증	7.6
표 3.3.3 앙상블 북반구 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	7.6
표 3.3.4 앙상블 북반구 500hPa 고도 CRPSS [무차원] 분석검증	7.6
표 3.3.5 앙상블 북반구 500hPa 고도 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증	7.6
표 3.3.6 앙상블 북반구 850hPa 기온 RMSE [m] 분석검증	7.7
표 3.3.7 앙상블 북반구 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증	7.7
표 3.3.8 앙상블 북반구 850hPa 기온 CRPSS [무차원] 분석검증	7.7
표 3.3.9 앙상블 북반구 850hPa 기온 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증	7.7
표 3.4.1 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최고기온 Mean Error	98
표 3.4.2 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최저기온 Mean Error	98
표 3.4.3 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최고기온 RMSE	9
표 3.4.4 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최저기온 RMSE	9
표 3.4.5 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최고기온 Mean Error	19
표 3.4.6 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최저기온 Mean Error	19
표 3.4.7 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최고기온 RMSE	2
표 3.4.8 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최저기온 RMSE	2
표 3.4.9 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 Mean Error	39
표 3.4.10 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 Mean Error	39
표 3.4.11 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 RMSE	49
표 3.4.12 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 RMSE	49
표 3.4.13 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 Mean Error	59
표 3.4.14 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 Mean Error	59
표 3.4.15 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 RMSE	69
표 3.4.16 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 RMSE	69
표 3.5.1 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +00H 비교	89
표 3.5.2 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +24H 비교	99
표 3.5.3 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +48H 비교	0
표 3.5.4 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +72H 비교	0
표 3.5.5 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +96H 비교	2
표 3.5.6 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR +120H 비교	3
표 3.5.7 지역 파랑모델(ReWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 BIAS	4
표 3.5.8 지역 파랑모델(ReWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 RMSE	4

표 3.5.9 지역 파랑모델(ReWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 BIAS	41
표 3.5.10 지역 파랑모델(ReWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 RMSE	41
표 3.5.11 지역 파랑모델(ReWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 BIAS	41
표 3.5.12 지역 파랑모델(ReWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 RMSE	51
표 3.5.13 지역 파랑모델(ReWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 BIAS	51
표 3.5.14 지역 파랑모델(ReWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 RMSE	51
표 3.5.15 지역 파랑모델(ReWW3) 동해 부이 (22105) 지점 BIAS	51
표 3.5.16 지역 파랑모델(ReWW3) 동해 부이 (22105) 지점 RMSE	51
표 3.5.17 지역 파랑모델(ReWW3) 포항 부이 (22106) 지점 BIAS	61
표 3.5.18 지역 파랑모델(ReWW3) 포항 부이 (22106) 지점 RMSE	61
표 3.5.19 지역 파랑모델(ReWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 BIAS	61
표 3.5.20 지역 파랑모델(ReWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 RMSE	61
표 3.5.21 지역 파랑모델(ReWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 BIAS	61
표 3.5.22 지역 파랑모델(ReWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 RMSE	71
표 3.5.23 국지연안 파랑모델(CoWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 BIAS	51
표 3.5.24 국지연안 파랑모델(CoWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 RMSE	51
표 3.5.25 국지연안 파랑모델(CoWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 BIAS	51
표 3.5.26 국지연안 파랑모델(CoWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 RMSE	51
표 3.5.27 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 BIAS	51
표 3.5.28 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 RMSE	51
표 3.5.29 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 BIAS	61
표 3.5.30 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 RMSE	61
표 3.5.31 국지연안 파랑모델(CoWW3) 동해 부이 (22105) 지점 BIAS	61
표 3.5.32 국지연안 파랑모델(CoWW3) 동해 부이 (22105) 지점 RMSE	61
표 3.5.33 전지구파랑모델 (GoWW3) 위성에 대한 유의파고 BIAS	2
표 3.5.34 전지구파랑모델 (GoWW3) 위성에 대한 유의파고 RMSE	2
표 3.6.1 2010년 20N 이북, 140E 서쪽에 위치한 모델별 태풍 진로 오차 [단위: km]	721
표 3.6.2 2010년 북서태평양 전체 영역에 대한 모델별 태풍 진로 오차 [단위: km]	2

그림 차례

그림 1.1 3호기 통합모델 기반 전지구·지역 모델 구성	2
그림 2.1 GDAPS 북반구 분석검증 RMSE 2009년 대비 개선 정도	8
그림 2.2 앙상블 북반구 CRPSS 2009년 대비 개선 정도	01
그림 3.1.1 GDAPS 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE	8
그림 3.1.2 GDAPS 남반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE	9

그림 3.1.3 GDAPS 적도 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE	9
그림 3.1.4 GDAPS 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE	01
그림 3.1.5 GDAPS 남반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE	01
그림 3.1.6 GDAPS 적도 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE	11
그림 3.1.7 GDAPS 북반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE	11
그림 3.1.8 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE	21
그림 3.1.9 GDAPS 적반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE	21
그림 3.2.1 지역모델 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE	53
그림 3.2.2 지역모델 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE	53
그림 3.2.3 지역모델 300 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE	63
그림 3.2.4 KWRf, RDAPS 850 hPa 기온 관측검증 RMSE의 월평균 시계열	54
그림 3.2.5 KWRf, RDAPS 500 hPa 고도 관측검증 RMSE의 월평균 시계열	54
그림 3.3.1 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE	56
그림 3.3.2 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 Anomaly correlation	56
그림 3.3.3 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 CRPSS	56
그림 3.3.4 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE	66
그림 3.3.5 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 Anomaly correlation	66
그림 3.3.6 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 CRPSS	66
그림 3.3.7 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Reliability Diagram과 Talagrand Diagram. 1월-4월	86
그림 3.3.7 (계속) 단 5월-8월	96
그림 3.3.7 (계속) 단 9월-12월	07
그림 3.3.8 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Brier Score. 1월-6월	17
그림 3.3.8 (계속) 단 7월-12월	27
그림 3.3.9 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 ROC Curve 1월-6월	37
그림 3.3.9 (계속) 단, 7월-12월	47
그림 3.3.10 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Economic Value Curve. 1월-6월	57
그림 3.3.10 (계속) 단, 1월-6월	67
그림 3.3.11 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Reliability Diagram과 Talagrand Diagram. 1월-4월	87
그림 3.3.11 (계속) 단, 5월-8월	97
그림 3.3.11 (계속) 단, 9월-12월	08
그림 3.3.12 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Brier Score. 1월-6월	18
그림 3.3.12 (계속) 단, 7월-12월	28
그림 3.3.13 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 ROC	

Curve. 1월-6월	3
그림 3.3.13 (계속), 단 7월-12월	4 8
그림 3.3.14 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Economic Value Curve. 1월-6월	58
그림 3.3.14 (계속) 단, 7월-12월	6 8
그림 3.4.1 KLMN 최고기온 월별 RMSE 성능 변화	8
그림 3.4.2 KLMN 최저기온 월별 RMSE 성능 변화	8
그림 3.4.5 GDLN 최고기온 월별 RMSE 성능 변화	8
그림 3.4.6 GDLN 최저기온 월별 RMSE 성능 변화	8
그림 3.5.1 전지구 파랑모델(GoWW3) 유의파고 위성검증 RMSE	9
그림 3.5.2 전지구 파랑모델 (GoWW3) 유의파고 부이검증 RMSE	9
그림 3.5.3 지역 파랑모델 (ReWW3) 유의파고 부이검증 RMSE	9
그림 3.5.4 CoWW3 + 00H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	8 9
그림 3.5.5 CoWW3 + 24H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	9 9
그림 3.5.6 CoWW3 + 48H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	10 1
그림 3.5.7 CoWW3 + 72H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	11 1
그림 3.5.8 CoWW3 + 96H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	21 1
그림 3.5.9 CoWW3 + 120H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation	11 1
그림 3.5.10 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	0
그림 3.5.11 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	8
그림 3.5.12 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	9
그림 3.5.13 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	0
그림 3.5.14 동해 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계 열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	1
그림 3.5.15 포항 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계 열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고	2
그림 3.5.16 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	3
그림 3.5.17 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	4
그림 3.5.18 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	1
그림 3.5.19 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	8
그림 3.5.20 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	9

그림 3.5.21	거제도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2009년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	2
그림 3.5.22	동해 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.	2
그림 3.5.23	5개 부이관측지점(22101~22105)에 대한 CoWW3(붉은색)과 ReWW3(파란색)의 + 24H 예측 유의파고의 BIAS(왼쪽)와 RMSE(오른쪽)	2
그림 3.5.24	Jason 위성에 대한 GoWW3 의 + 24H 예측 유의파고의 월별 산포도	2
그림 3.6.1	GDAPS의 태풍진로오차 성능 변화. (T213L40: 2005년 이전, T426L40: 2006년 -2009년, N320L50: 2010s년)	521
그림 3.6.2	RDAPS의 태풍진로오차 성능 변화 (RDA{S 30km(MM5): 2009년 이전, RDAPS 12km(UM): 2010년)	8
그림 3.6.3	순압태풍모델의 태풍진로오차 성능 변화. (BATS: 2003년 이전, DVAR: 2004년 이후)	126
그림 3.6.4	앙상블모델의 태풍진로오차 성능 변화	16
그림 3.6.5	2010년도 모델별 태풍 진로 오차	2

1. 현업 수치모델의 운영 현황 및 주요 특성

2005년 11월까지 슈퍼컴퓨터 1호기에서 현업 운영했던 모델들은 전지구 예보시스템(Global Data Assimilation and Prediction System, GDAPS) 2종, 지역 예보시스템(Regional Data Assimilation and Prediction System, RDAPS) 3종, 태풍 모델(Double-Fourier Series Barotropic Typhoon Model, DBAR), 통계 모델, 파랑 모델(Wave Model, WAM), 앙상블 예보시스템(Ensemble Prediction System, EPS)이다. 통계 모델은 KFM(Kalman Filter Method), GDLM(GDAPS Dynamic Linear Model), RDLM(RDAPS Dynamic Linear Model), PPM(Perfect Prog Method)이며, 파랑 모델은 전지구파랑 모델(Global WAVEWATCH-III, GoWW3), 지역파랑 모델(Regional WAVEWATCH-III, ReWW3), 국지연안 파랑모델(Coastal WAVEWATCH-III, CoWW3)로 구성되어 있다.

2004년 12월 슈퍼컴퓨터 2호기가 가동되면서 T426L40의 전구모델을 시험운영 하다 슈퍼컴퓨터 1호기 가동이 중단된 2005년 12월 이후 현업화 되었다. 따라서 향상된 해상도의 전구모델을 기본으로 30km 지역모델의 영역을 확장하였고, 예보시간도 66시간으로 늘어났다. 또한 앙상블 모델의 해상도도 T106L30에서 T213L40으로 향상되었다. 2007년 5월에는 10km 해상도의 KWRF 지역모델이 현업화 되었으며 이에 대응하여 같은 해 6월부터 KWRF 월검증이 수행되고 있다. 2008년 3월에는 이전 지역 파랑모델(Regional WAM, ReWAM)의 모델을 대체하고(WAM → WAVEWATCH-III) 수평해상도를 개선한($1/4^\circ \rightarrow 1/12^\circ$) 새로운 지역 파랑모델(Regional WAVEWATCH-III, ReWW3)의 운영을 시작하였다. 또한 기상청 해양 예보구역에 따른 6개 영역으로 구분된 국지연안 파랑모델(Coastal WAVEWATCH-III, CoWW3)의 운영을 새롭게 시작하였다. 2009년 5월에는 이전 전지구 파랑모델(Global WAM, GoWAM)의 모델을 대체하고(WAM → WAVEWATCH-III) 수평해상도를 개선한($1.25^\circ \rightarrow 0.5^\circ$) 새로운 전지구 파랑모델(Global WAVEWATCH-III, GoWW3)의 운영을 시작하였다.

2010년 5월 슈퍼컴퓨터 3호기가 운영되면서 수치예보 시스템은 2호기 기반에서 3호기 기반으로 전환되었다. 운영 모델 또한 영국에서 도입된 통합모델을 기반으로 전지구 모델(GDAPS), 지역모델(RDAPS)이 변경되었고, 그 외 KWRF, 통계모델, 해양모델 등의 입력자료도 통합모델의 출력물로 변경되었다. 앙상블 예측 모델은 11월까지 2호기에서만 운영되었다.

그림 1.1은 3호기에서 운영되는 통합모델 기반 전지구, 지역 모델의 구성이며, 표 1.1에서 표 1.7은 각 모델의 주요 특성을 간략히 나타낸 것이다.

전지구 통합모델

- 수평 40km 분해능
(N320 / 0.5625도x0.375도)
- 연직 50층
(top ~ 63km)
- 252시간 예측
- 4차원 변분자료동화
- 버전 : UM 6.6

지역 통합모델

- 수평 12km 분해능
(540x432 / 0.11도x0.11도)
- 연직 38층
(top ~ 39km)
- 72시간 예측
- 전지구 초기자료 Downscaling
- 버전 : UM 6.6

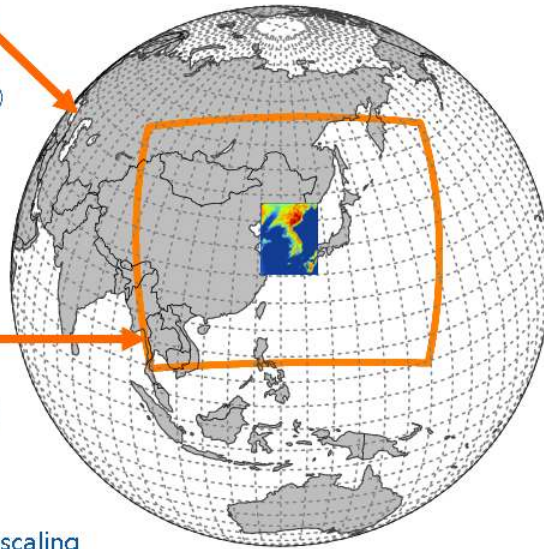


그림 1.1 3호기 통합모델 기반 전지구·지역 모델 구성

표 1.1 2·3호기 전지구 예보시스템 모델 특성.

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기	슈퍼컴 3호기
모델	GDAPS (T426L40)	GDAPS (N320L50)
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식	Complete equation (Non-hydrostatic)
수평분해능	30km	40km (0.5625×0.375)
영역	Global	Global
연직층수	40층 (~ 0.4hPa)	50층 (~63km)
분석	3차원 변분법	4차원 변분법
예보시간	10일 (2회/일, 00, 12UTC)	10일 (2회/일, 00, 12UTC)
시간적분	반암시적 시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
수평확산	2차 수평확산	-
습윤 과정	Kuo 방안, 대규모 응결, 천해대류방안	Mass flux convection with CAPE closure, Mixed phase preipitation
복사	장파복사, 단파복사를 매 1시간마다 계산	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	장파(파장 > 100km), 단파(파장 10km)	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL 과정	비국지 방안	MOSES-II Non-Local PBL
지표면	Simple biosphere model	MOSES-II land-surface scheme
지표상태	NOAA 일별 SST, 토양수분, 적설 량, 지중온도는 기후값 사용	Surface analysis + climatology

표 1.2 2호기 지역 예보시스템의 모델 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기			
모 델	지역모델 KWRF	지역모델 RDAPS	고분해능 모델 RDAPS	
역학과정	비정역학계	비정역학계		
분해능	10 km	30 km	10 km	5 km
격자개수	574 x 514	201 x 251	160 x 178	141 x 141
시간적분간격	60초	75초	30초	15초
연직층수	31층(지상 ~ 50hPa)	33층(지상 ~ 50hPa)		
예보시간	60시간 (00, 12UTC)	66시간 (00, 12UTC)	24시간 (00, 06, 12, 18UTC)	24시간 (00, 12, UTC)
초기화방법	3차원 변분자료동화(U3VR): 6시간 사이클	FDDA(12시간)	1-way Interaction	
미세물리과정	WSM6 미세물리과정(수증기, 구름, 비, 얼음, 눈, 우박)	혼합상 미세물리과정 (수증기, 구름, 비, 얼음, 눈)		
적운모수화	new Kain-Fritsch	Kain-Fritsch		None
PBL 방안	YSU PBL	비국지 행성경계층		
지상온도	4층 NOAH LSM	5층 토양모델		
복사과정	RRTM 구름복사과정	구름복사과정		
해수면	0.1× 0.1° SST	NOAA 일별 SST		

표 1.3 3호기 지역 예보시스템의 모델 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기	
모 델	KWRF	RDAPS
역학과정	비정역학계	비정역학계
분해능	10 km	12km (0.11°x0.11°)
격자개수	574 x 514	540x432
시간적분간격	60초	240초
연직층수	31층(지상 ~ 50hPa)	38층 (~39km)
예보시간	60시간 (00, 12UTC)	72시간 (00, 12UTC)
초기화방법	3차원 변분자료동화(U3VR): 6시간 사이클	전지구 초기자료 downscaling
미세물리과정	WSM6 미세물리과정(수증기, 구름, 비, 얼음, 눈, 우박)	Mixed phase precipitation

적운모수화	new Kain-Fritsch	mass flux convection with CAPE closure
PBL 방안	YSU PBL	MOSES-II Non-local PBL
지면자료과정	4층 NOAH LSM	MOSES-II land-surface scheme
복사과정	RRTM 구름복사과정	Edwards-Slingo general 2-stream scheme
해수면	0.1° × 0.1° SST	OSTIA SST

표 1.4 앙상블 예측 시스템의 주요 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식
초기자료	전지구 분석장
모델영역	전지구(지상 ~ 0.4hPa)
수평분해능	0.5625° Gaussian grid (55km)
연직층수	40 층
적운모수화	Kuo 방안
지표면	Simple Biosphere Model
섭동생성방법	BGM + FROT method
섭동생성영역	전지구
예보시간	10 일(2회/일, 00,12UTC)
Ensemble 멤버수	(control 1개, member 16 개) × 2

표 1.5 통계 모델들의 주요 특성

방법	모델명	예보인자	예보요소	예보시간 및 예보기간	예보식
PPM	PPM	RDAPS 예보 변수를 이용하여 재 산출된 45개 잠재예보인자	최고/최저 기온	00UTC : + 1일 12UTC : + 2일	다중회귀식
KFM	KFM	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	최고/최저 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 3일	상 태 방 정 식 출력방정식
	KF3H	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	3시간 간격 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 2일	
DLM	GDLM	GDAPS 최고/최저 기온예보 값	최고/최저 기온	12UTC : + 10일	상 태 방 정 식 출력방정식
	RDLM	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	3시간 간격 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 2일	

표 1.6 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성

	GoWW3	ReWW3	CoWW3	
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III v. 2.22)			
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계			
스펙트럴 분해능	24 파향(15°) 25 파수	36 파향(10°) 25 파수		
수평분해능 (격자수)	0.5° × 0.5° (720×281)	0.083°× 0.083° (421×361)	0.0083°× 0.0083° (361×241)	
모델영역	70°S-70°N, 0°E-358.75°E	20°N-50°N, 115°E-150°E	서해중부	124.0°E-127.0°E 36.5°N-38.5°N
			서해남부	124.0°E-127.0°E 34.75°N-36.75°N
			남해서부	125.0°E-128.0°E 33.0°N-35.0°N
			남해동부	127.5°E-130.5°E 33.5°N-35.5°N
			동해중부	128.5°E-131.5°E 37.0°N-39.0°N
			동해남부	128.5°E-131.5°E 35.25°N-37.25°N
적분 시간격	720 초	300 초	60초	
예보 시간	240 시간 (00, 12UTC)	66 시간 (00, 12UTC)	24 시간 (00, 12UTC)	
초기조건	전 시간 모델수행에서 12시간 예보된 스펙트럼장			
바람장	GDAPS 해상풍	RDAPS 해상풍		

표 1.7 태풍 모델의 주요 특성

기본방정식	천수방정식
초기자료	전지구 분석장
모델영역	전지구
수평분해능	0.356°
연직층수	1 층
모조태풍 작성	GFDL 방식, 비대칭
예보시간	3일(4회/일, 00,06,12,18UTC)

2. 2010년 모델 성능 분석

2.1 전지구 모델

- 1) 2010년 5월 15일 이후 통합모델 기반 GDAPS로 변경된 이후 예측성능이 월등히 향상되어, 예보 전반적인 성능 향상에 영향을 주었다. 특히 예보 초반의 향상률이 상당히 증가하여 MSLP는 20% 이상, 500hPa 고도는 15% 이상의 향상율을 보였다.
- 2) 통합모델의 경우 850 hPa 기온은 전기간에 걸쳐 음의 편차를 가지며, 2호기 기반의 GDAPS보다 크거나 비슷한 RMSE를 가진다. 따라서 예보후반의 성능이 작년에 비해 다소 감소하였다.

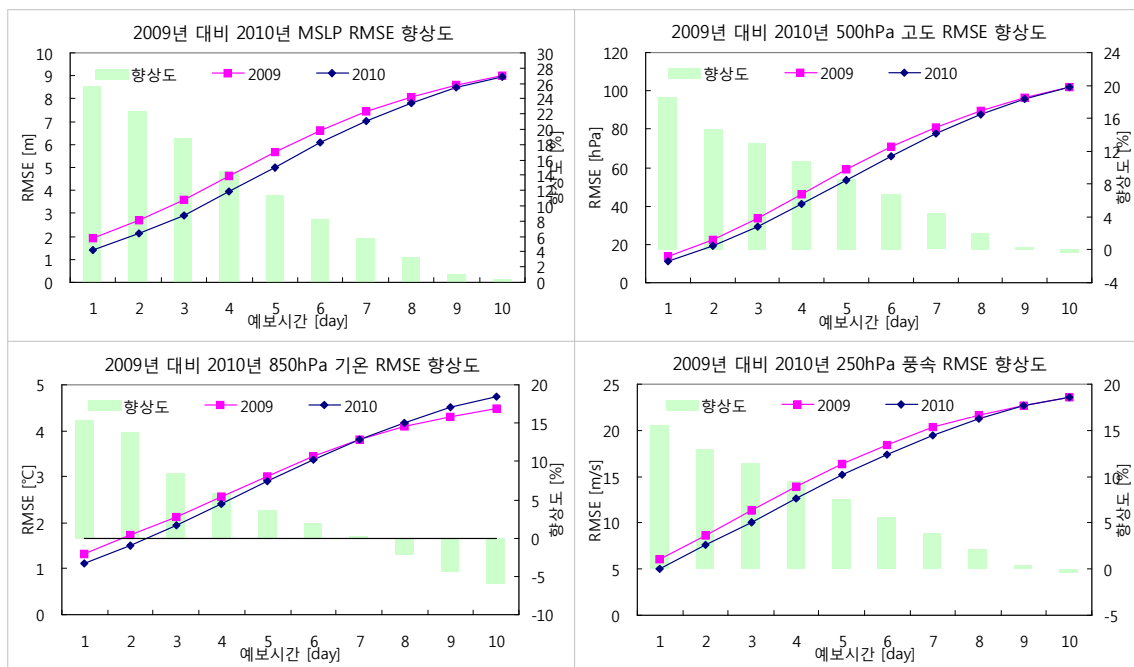


그림 2.1 GDAPS 북반구 분석검증 RMSE 2009년 대비 개선 정도

2.2 지역 모델

- 1) 그림 3.2.4와 그림 3.2.5에서 보듯이 2호기에서 운영된 RDAPS 30km와 KWRP는 작년대비 성능이 다소 감소하였다. 그러나 3호기에서 운영된 통합모델 기반 RDAPS와 KWRP는 훨씬 향상된 것을 볼 수 있다.
- 2) 3호기에서 운영된 두 지역모델 중 RDAPS 성능이 KWRP보다 좀 더 우수하다.
- 3) 강수검증 또한 3호기에서 RDAPS 성능이 KWRP보다 좀 더 우수하다. 그러나 RDAPS의 경우 약한 강수에 대해 과대모의 하는 경향이 있다.

2.3 앙상블 모델

- 1) 2009년에 대비하여 전반적인 예측 성능 향상이 있었으며, 특히 예보 후반의 성능향상이 두드러진다.

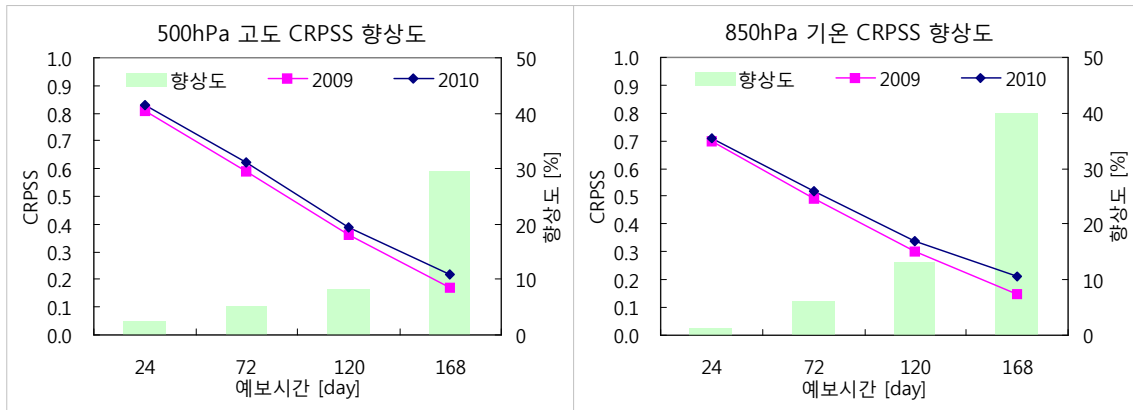


그림 2.2 앙상블 북반구 CRPS 2009년 대비 개선 정도

2.4 통계 모델

- 1) 통계모델의 성능은 전반적으로 2009년에 비해 감소하였다.
- 2) 입력 모델이 통하모델 기반으로 변경된 후에도 다른 모델의 향상에 비하여 개선도 적다.

2.5 파랑 모델

- 1) 전지구 파랑예측 시스템의 72시간 예측에 대한 년 평균 RMSE가 2009년 2009년 0.799m에서 2010년 0.676m로 감소하였다.
- 2) 특히 입력자료의 해상풍이 통합모델 기반 GDAPS로 변경되면서 2호기 GDAPS의 해상풍을 입력자료로 사용하였을 때보다 예보의 정확성이 더욱 향상되었으며, 이러한 경향은 지역 및 국지연안 파랑모델에서도 나타나고 있다.

2.6 태풍 모델

- 1) 전년 대비 RDAPS와 GDAPS는 UM 기반으로 대체되면서 정확도가 향상되었다.
- 2) 앙상블 예측과 DBAR의 경우는 전년보다 오차가 다소 증가하였으나 비슷한 수준이다.
- 3) 각 모델들을 비교하였을 때 RDAPS가 가장 우수하다.

3. 검증 결과

3.1 전지구예보 모델

1) 검증 방법 : 분석 검증 (이른분석 결과)

- 이른분석 검증 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
- 늦은분석 검증 : 2005년 12월 ~ 2006년 4월
- 이른분석 검증 : 2006년 5월 ~ 현재

2) 모델 분해능

- T213L30 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
- T426L40(고분해능) : 2005년 12월 ~ 2010년 5월 14일
2009. 1 ~ 2010. 5. 14 500 hPa 고도에 편차보정 적용
- N320L50 (version 6.6) : 2010년 5월 15일 ~ 현재

3) 검증 격자 간격

- 1.125° : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
- 0.5625° : 2005년 12월 ~ 2006년 7월
- 2.5° : 2006년 8월 ~ 현재

3.1.1 전지구 모델 성능 변화 추세

3.1.1.1 500 hPa 고도장의 RMSE

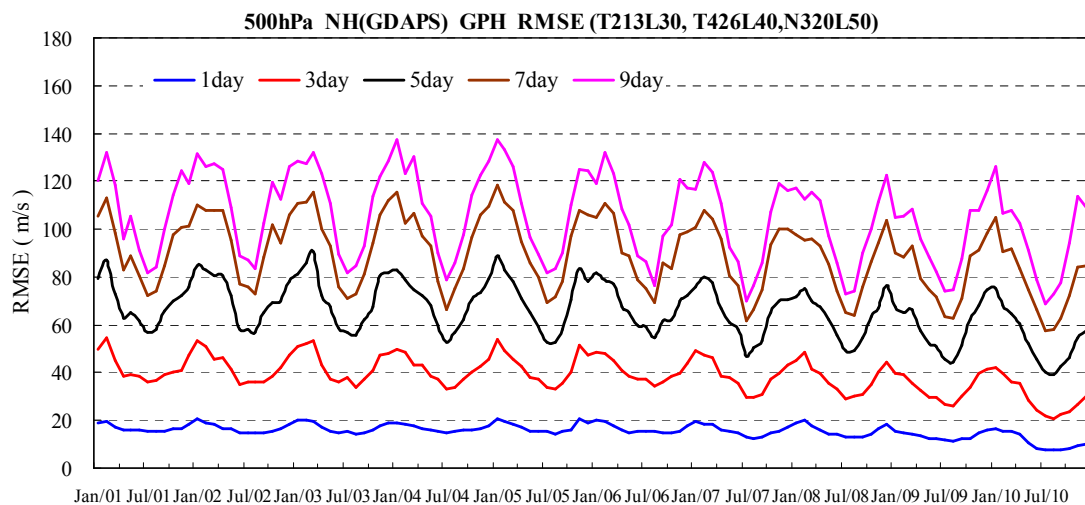


그림 3.1.1 GDAPS 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE

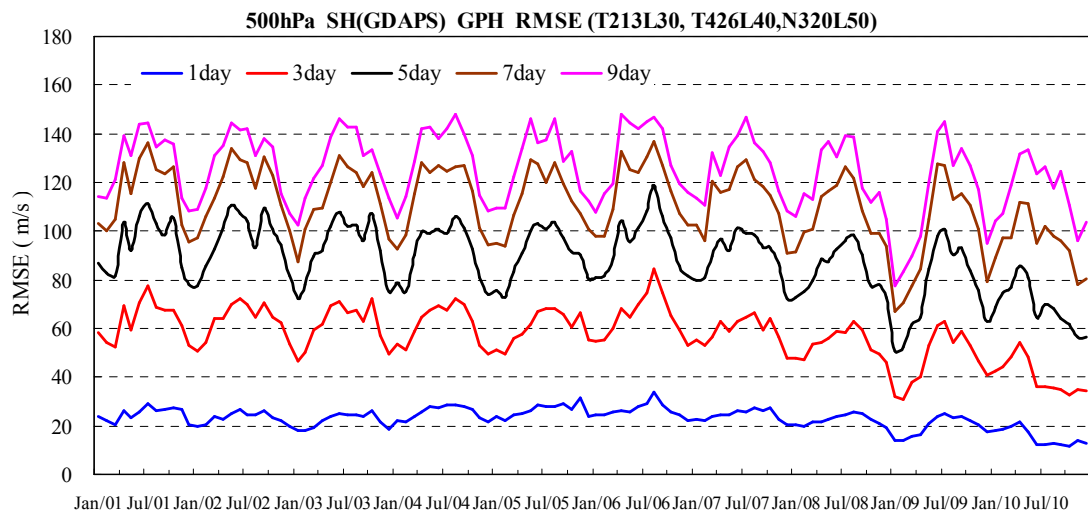


그림 3.1.2 GDAPS 남반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE

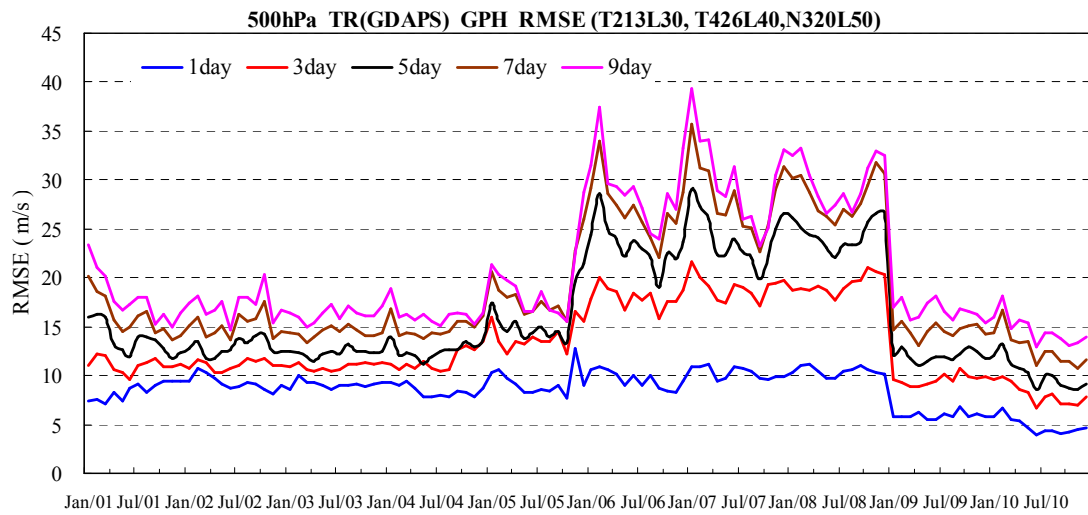


그림 3.1.3 GDAPS 적도 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE

3.1.1.2 850 hPa 기온의 RMSE

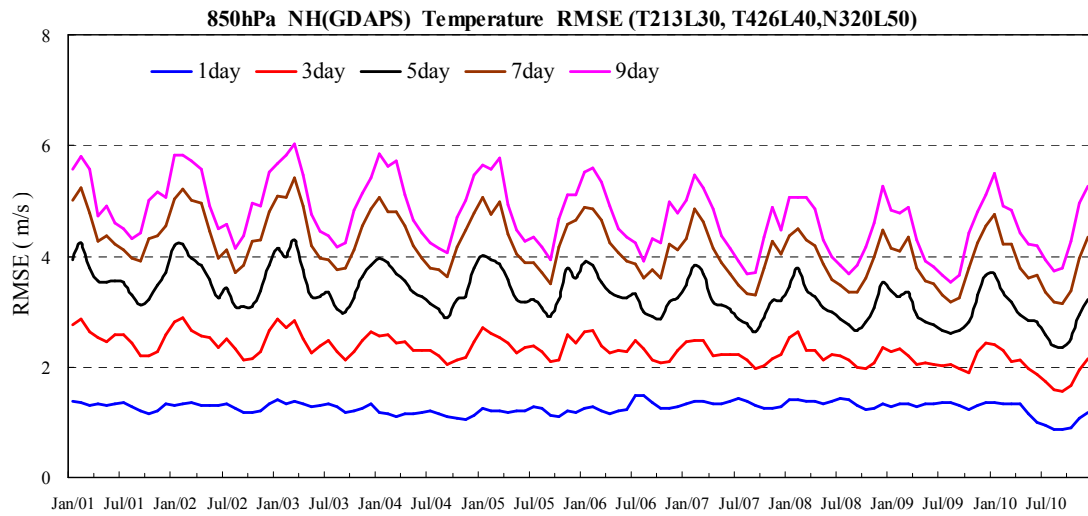


그림 3.1.4 GDAPS 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE

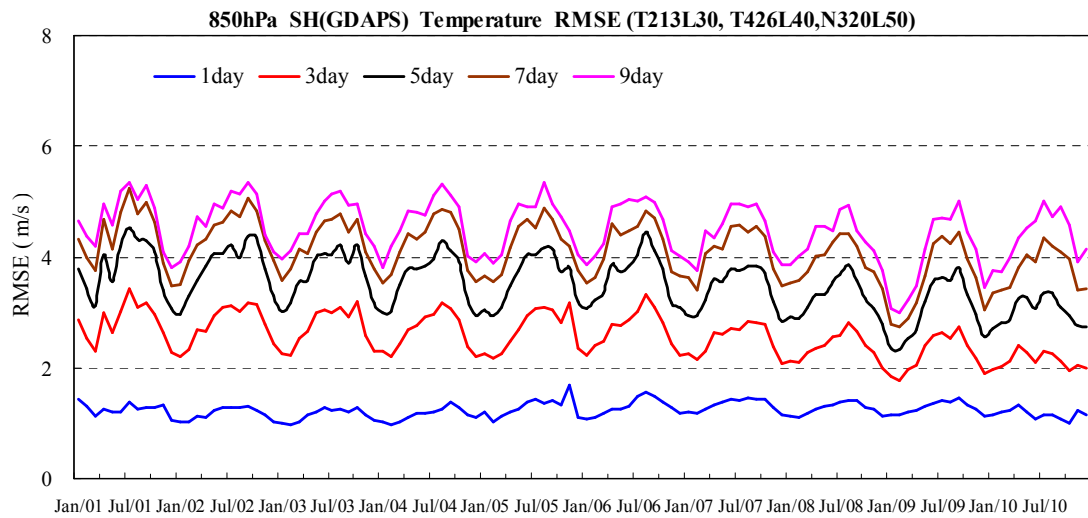


그림 3.1.5 GDAPS 남반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE

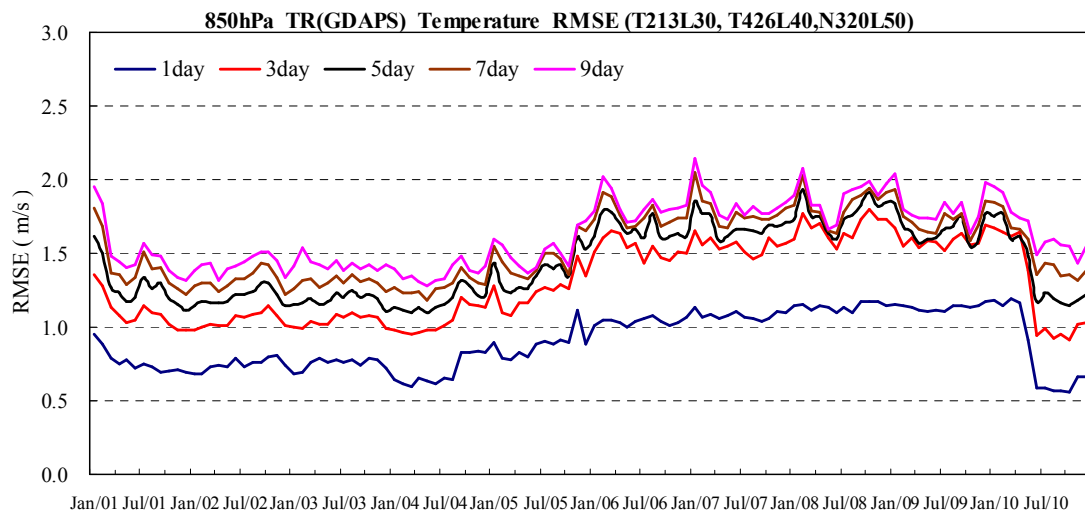


그림 3.1.6 GDAPS 적도 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE

3.1.1.3 250 hPa 바람의 RMSE

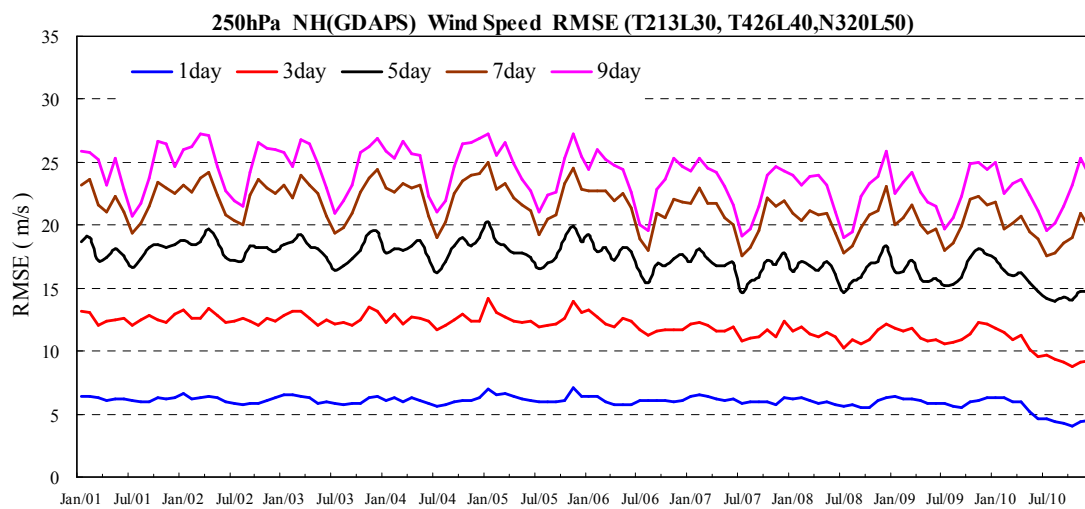


그림 3.1.7 GDAPS 북반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE

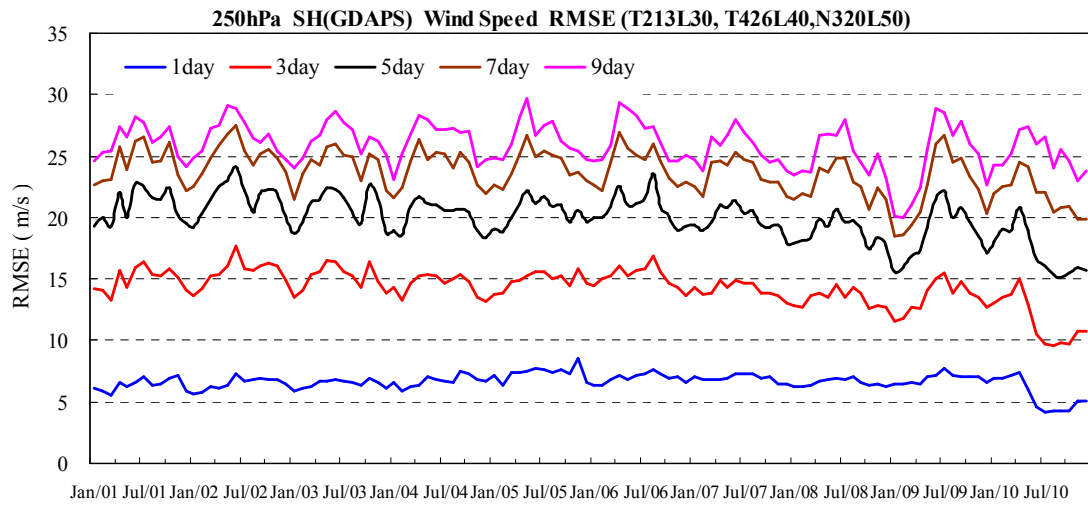


그림 3.1.8 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE

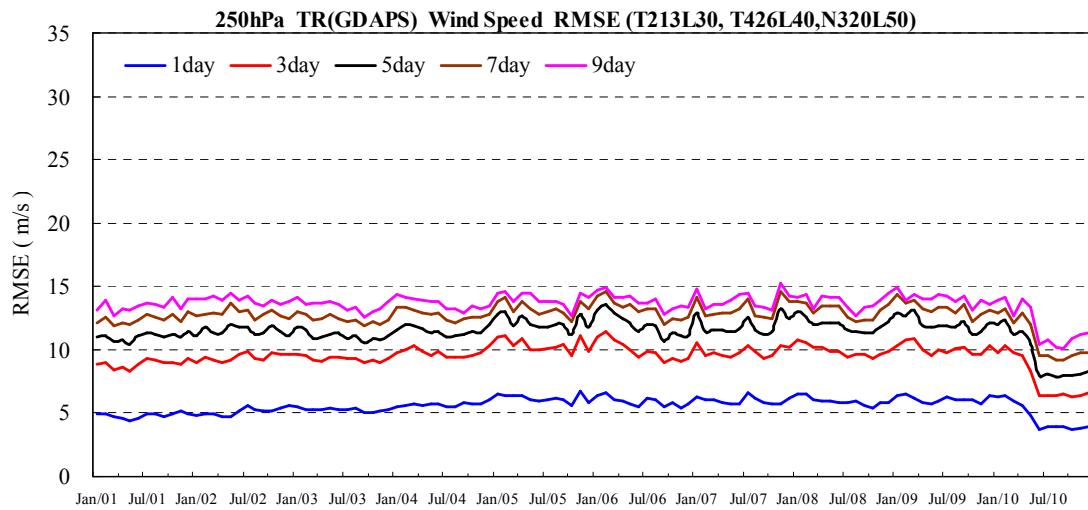


그림 3.1.9 GDAPS 적반구 250 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE

3.1.2 전지구모델 분석 검증

3.1.2.1 북반구 분석 검증

표 3.1.1 GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.00	0.05	0.10	0.09	0.04	0.10	-0.09	-0.07	0.00	0.02	0.16	0.20	0.05
48H	0.08	0.03	0.13	0.09	0.00	0.13	-0.16	-0.18	-0.05	-0.03	0.26	0.33	0.05
72H	0.23	0.13	0.22	0.13	0.06	0.23	-0.08	-0.15	-0.03	-0.03	0.30	0.38	0.12
96H	0.38	0.30	0.37	0.16	0.16	0.34	0.03	-0.10	0.02	-0.05	0.33	0.40	0.20
120H	0.61	0.46	0.51	0.20	0.28	0.46	0.12	-0.07	0.04	-0.09	0.33	0.45	0.28
144H	0.84	0.61	0.58	0.25	0.31	0.58	0.25	-0.03	0.06	-0.11	0.35	0.52	0.35
168H	1.00	0.74	0.65	0.34	0.29	0.65	0.39	0.06	0.08	-0.12	0.38	0.46	0.41
192H	1.05	0.86	0.74	0.36	0.29	0.68	0.55	0.12	0.14	-0.12	0.45	0.35	0.46
216H	1.04	0.83	0.76	0.35	0.29	0.68	0.65	0.10	0.13	-0.08	0.42	0.30	0.46
240H	1.05	0.75	0.74	0.32	0.17	0.69	0.74	0.07	0.11	-0.02	0.37	0.25	0.44

표 3.1.2 GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.20	2.07	2.03	1.89	1.43	0.99	0.95	0.90	0.92	0.96	1.26	1.36	1.41
48H	3.22	2.93	2.77	2.64	2.10	1.54	1.52	1.43	1.49	1.60	1.98	2.16	2.12
72H	4.34	4.09	3.67	3.58	2.84	2.17	2.11	2.01	2.23	2.41	2.84	3.15	2.95
96H	5.65	5.36	4.85	4.51	3.67	2.97	2.84	2.75	3.10	3.35	3.99	4.23	3.94
120H	7.18	6.55	6.18	5.54	4.50	3.80	3.59	3.57	4.01	4.33	5.37	5.54	5.01
144H	8.52	7.72	7.39	6.62	5.43	4.67	4.36	4.29	4.95	5.49	6.63	6.77	6.07
168H	9.66	8.50	8.47	7.54	6.29	5.43	5.02	4.97	5.86	6.65	7.81	7.86	7.01
192H	10.62	9.36	9.24	8.50	7.00	5.95	5.49	5.69	6.39	7.64	9.13	8.92	7.83
216H	11.31	10.08	9.76	9.25	7.69	6.35	5.70	6.22	6.91	8.49	10.37	9.86	8.50
240H	11.88	10.52	10.43	9.55	8.11	6.61	6.03	6.39	7.43	9.13	11.12	10.45	8.97

표 3.1.3 GDAPS 북반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	32.87	33.58	33.64	34.81	29.12	22.96	22.74	21.97	19.47	18.58	22.45	22.48	26.22
48H	40.53	40.92	40.11	42.21	37.52	31.37	31.50	30.57	27.81	26.65	30.23	30.20	34.14
72H	48.87	49.53	47.46	50.10	46.01	39.68	39.62	38.73	36.52	35.32	38.10	38.51	42.37
96H	57.01	57.86	55.82	57.71	54.14	48.68	47.99	47.79	45.70	44.38	47.46	46.58	50.93
120H	64.75	64.84	63.99	64.44	61.65	56.61	55.66	56.06	54.52	52.80	56.85	54.74	58.91
144H	71.24	70.38	70.73	71.20	68.84	64.19	62.60	62.90	62.57	60.34	65.14	62.33	66.04
168H	76.41	74.06	76.61	75.70	74.23	70.18	67.97	68.73	69.86	67.86	72.38	68.73	71.89
192H	79.70	78.36	80.20	79.95	78.35	74.20	71.23	73.58	74.92	73.61	78.97	74.33	76.45
216H	81.41	81.49	82.44	83.37	82.69	77.44	73.17	76.93	78.66	78.60	84.98	78.69	79.99
240H	83.24	82.15	85.10	85.05	84.37	78.97	74.86	78.36	81.56	81.56	87.87	81.49	82.05

표 3.1.4 GDAPS 북반구 850hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.00	-0.03	-0.15	-0.26	-0.12	-0.04	0.00	-0.04	-0.08	-0.16	-0.25	-0.31	-0.12
48H	-0.01	-0.03	-0.22	-0.37	-0.21	-0.14	-0.04	-0.09	-0.15	-0.26	-0.42	-0.51	-0.20
72H	0.01	0.01	-0.25	-0.42	-0.26	-0.23	-0.08	-0.12	-0.19	-0.32	-0.52	-0.63	-0.25
96H	0.01	0.00	-0.28	-0.44	-0.29	-0.29	-0.12	-0.16	-0.20	-0.33	-0.57	-0.69	-0.28
120H	0.01	-0.02	-0.32	-0.46	-0.32	-0.34	-0.17	-0.21	-0.22	-0.34	-0.59	-0.73	-0.31
144H	-0.02	-0.06	-0.33	-0.48	-0.35	-0.35	-0.21	-0.23	-0.24	-0.32	-0.63	-0.76	-0.33
168H	-0.04	-0.12	-0.34	-0.51	-0.38	-0.35	-0.25	-0.23	-0.25	-0.31	-0.65	-0.76	-0.35
192H	-0.05	-0.15	-0.34	-0.53	-0.41	-0.35	-0.27	-0.23	-0.23	-0.30	-0.65	-0.78	-0.36
216H	-0.05	-0.17	-0.38	-0.56	-0.43	-0.34	-0.29	-0.21	-0.22	-0.25	-0.66	-0.75	-0.36
240H	-0.09	-0.22	-0.39	-0.58	-0.48	-0.33	-0.30	-0.21	-0.19	-0.20	-0.66	-0.75	-0.37

표 3.1.5 GDAPS 북반구 850hPa 기온 RMSE [℃] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.36	1.34	1.33	1.32	1.15	0.99	0.95	0.88	0.86	0.89	1.08	1.17	1.11
48H	1.87	1.80	1.69	1.71	1.59	1.44	1.36	1.25	1.23	1.30	1.55	1.68	1.54
72H	2.41	2.29	2.10	2.12	1.98	1.86	1.74	1.59	1.57	1.67	1.95	2.15	1.95
96H	3.03	2.84	2.62	2.54	2.40	2.32	2.15	1.95	1.97	2.07	2.40	2.66	2.41
120H	3.67	3.36	3.18	2.95	2.84	2.82	2.59	2.37	2.36	2.50	2.95	3.22	2.90
144H	4.24	3.82	3.72	3.37	3.25	3.27	3.00	2.80	2.73	2.93	3.50	3.79	3.37
168H	4.76	4.22	4.21	3.77	3.61	3.66	3.36	3.17	3.14	3.38	3.97	4.34	3.80
192H	5.18	4.55	4.56	4.14	3.96	3.97	3.68	3.46	3.49	3.87	4.47	4.80	4.18
216H	5.49	4.90	4.84	4.41	4.22	4.19	3.94	3.73	3.78	4.27	4.96	5.27	4.50
240H	5.65	5.20	5.11	4.66	4.44	4.41	4.11	3.96	3.93	4.50	5.33	5.66	4.75

표 3.1.6 GDAPS 북반구 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	35.47	35.58	36.52	38.31	33.91	31.17	31.54	30.80	28.48	27.56	29.86	28.33	32.29
48H	41.75	41.76	42.06	44.76	42.88	42.24	42.16	41.40	38.64	37.35	38.87	37.37	40.94
72H	48.00	47.70	47.50	50.80	49.80	50.08	49.44	48.79	46.24	44.66	45.64	44.11	47.73
96H	53.96	53.62	53.19	56.21	55.93	57.22	55.80	55.04	53.13	51.17	51.86	50.37	53.96
120H	59.66	58.31	58.42	60.47	61.09	63.18	61.67	60.68	58.96	57.04	57.87	56.23	59.47
144H	63.79	62.06	62.71	64.41	65.61	67.93	66.33	65.18	63.44	62.03	63.46	60.99	64.00
168H	67.45	64.82	66.26	67.75	68.89	71.62	69.80	69.06	67.80	66.48	67.85	65.44	67.77
192H	69.93	67.01	68.92	70.59	71.96	74.09	72.30	71.90	71.08	70.45	71.45	68.47	70.68
216H	71.78	68.86	70.42	72.31	74.42	75.97	74.74	74.50	73.84	73.50	74.75	71.64	73.06
240H	72.53	69.97	72.23	73.81	76.02	77.53	76.09	76.14	75.37	75.35	76.63	73.98	74.64

표 3.1.7 GDAPS 북반구 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.96	0.97	0.98	0.98	0.97
48H	0.92	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94	0.96	0.93
72H	0.87	0.88	0.90	0.88	0.87	0.88	0.90	0.92	0.89	0.90	0.91	0.93	0.89
96H	0.79	0.82	0.84	0.82	0.81	0.81	0.85	0.88	0.83	0.84	0.86	0.88	0.84
120H	0.68	0.75	0.76	0.75	0.73	0.72	0.78	0.82	0.77	0.77	0.79	0.83	0.76
144H	0.57	0.67	0.67	0.67	0.65	0.63	0.70	0.74	0.69	0.68	0.70	0.76	0.68
168H	0.47	0.60	0.57	0.59	0.57	0.54	0.63	0.67	0.60	0.58	0.61	0.69	0.59
192H	0.37	0.53	0.50	0.51	0.47	0.47	0.56	0.60	0.51	0.47	0.50	0.62	0.51
216H	0.30	0.46	0.43	0.45	0.39	0.41	0.50	0.53	0.43	0.37	0.38	0.54	0.43
240H	0.25	0.40	0.36	0.39	0.32	0.35	0.47	0.47	0.37	0.29	0.29	0.46	0.37

표 3.1.8 GDAPS 북반구 500hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.83	-0.43	-0.99	-1.21	0.64	1.10	0.27	0.21	0.53	0.07	-0.31	-0.58	-0.13
48H	-1.03	-1.16	-1.46	-1.81	0.69	1.12	-0.13	-0.45	0.33	-0.52	-0.75	-1.26	-0.54
72H	-1.18	-1.50	-2.08	-2.04	1.28	1.57	0.44	-0.04	0.76	-0.48	-1.04	-2.00	-0.53
96H	-1.72	-1.36	-2.31	-2.20	2.24	2.42	1.36	0.53	1.47	-0.27	-1.10	-2.62	-0.30
120H	-1.40	-1.39	-2.39	-2.37	3.12	3.49	2.02	0.79	1.88	-0.12	-1.13	-2.65	-0.01
144H	-1.15	-1.61	-2.66	-2.40	3.18	4.60	3.01	1.29	2.07	0.31	-0.86	-2.49	0.27
168H	-1.21	-1.66	-2.42	-1.65	2.85	5.57	3.91	2.35	2.36	0.99	-0.54	-2.74	0.65
192H	-0.73	-0.97	-2.30	-1.71	2.62	6.24	4.93	3.27	2.96	1.81	-0.11	-3.38	1.05
216H	-0.57	-0.86	-2.25	-2.02	2.66	6.57	5.45	3.28	3.16	3.26	-0.23	-3.12	1.28
240H	-0.44	-1.62	-2.28	-1.81	1.94	6.99	5.76	2.96	3.16	4.99	-0.18	-3.17	1.36

표 3.1.9 GDAPS 북반구 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	16.35	15.45	15.11	14.04	10.94	8.38	7.92	7.54	7.76	8.03	9.39	10.30	10.93
48H	28.03	26.81	24.82	23.87	18.93	15.48	14.52	13.73	14.26	15.08	17.01	19.24	19.32
72H	42.31	39.40	36.26	35.45	28.65	24.05	21.84	20.69	22.28	23.71	26.74	30.14	29.29
96H	58.81	53.95	50.03	48.15	40.39	34.62	30.89	29.69	31.97	34.02	39.67	42.85	41.25
120H	75.03	67.96	64.77	60.17	51.89	45.78	40.37	39.08	42.46	45.92	54.35	57.57	53.78
144H	89.95	80.93	79.46	72.19	63.62	56.48	49.46	48.46	52.27	58.64	68.66	70.69	65.90
168H	104.70	90.32	91.64	83.49	74.48	66.25	57.69	58.08	62.66	72.01	84.07	84.49	77.49
192H	117.04	99.66	100.30	93.95	83.84	73.34	64.44	66.69	70.04	84.05	99.59	97.23	87.51
216H	126.13	106.71	108.01	102.53	91.41	78.94	68.61	73.04	77.84	94.21	113.47	108.94	95.82
240H	130.56	113.13	114.71	106.92	96.59	83.05	72.56	76.56	84.10	102.04	123.45	120.06	101.98

표 3.1.10 GDAPS 북반구 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	16.40	17.03	16.36	17.63	15.91	14.90	15.56	14.76	12.90	11.52	11.90	11.83	14.73
48H	24.94	26.17	24.23	26.38	24.69	24.39	24.79	23.78	21.19	19.03	19.33	19.56	23.21
72H	33.63	34.62	32.11	35.08	33.84	33.79	33.60	32.44	29.87	27.13	27.15	27.45	31.73
96H	41.74	42.64	40.15	43.36	42.61	43.27	42.88	41.84	38.64	35.52	35.67	35.17	40.29
120H	48.70	49.23	47.37	50.15	50.21	51.99	51.26	49.74	46.93	43.45	43.53	42.70	47.94
144H	54.51	54.48	53.35	56.62	57.16	59.36	58.45	56.70	53.79	50.45	50.63	48.79	54.52
168H	59.94	58.19	58.33	61.80	62.47	65.32	64.51	63.38	60.47	57.55	57.60	54.97	60.38
192H	63.41	61.28	62.19	65.65	67.12	69.27	69.03	68.63	65.21	63.11	63.52	60.30	64.89
216H	65.75	63.63	65.05	69.21	70.95	72.93	72.01	72.55	69.63	66.92	68.37	64.52	68.46
240H	66.73	65.01	67.63	71.19	73.13	75.77	74.58	74.53	72.70	69.81	71.57	68.11	70.90

표 3.1.11 GDAPS 북반구 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
48H	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98
72H	0.94	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.95
96H	0.88	0.90	0.89	0.87	0.87	0.87	0.90	0.92	0.91	0.92	0.93	0.95	0.90
120H	0.79	0.84	0.81	0.80	0.80	0.78	0.83	0.87	0.84	0.86	0.87	0.91	0.83
144H	0.70	0.77	0.72	0.71	0.70	0.67	0.75	0.79	0.76	0.77	0.80	0.86	0.75
168H	0.59	0.72	0.63	0.62	0.60	0.56	0.67	0.70	0.65	0.66	0.70	0.80	0.66
192H	0.50	0.66	0.55	0.52	0.50	0.46	0.59	0.61	0.56	0.54	0.57	0.73	0.57
216H	0.43	0.61	0.48	0.44	0.40	0.38	0.54	0.53	0.45	0.42	0.44	0.66	0.48
240H	0.39	0.56	0.42	0.39	0.33	0.32	0.49	0.47	0.35	0.33	0.32	0.57	0.41

표 3.1.12 GDAPS 북반구 250hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.05	0.11	0.12	0.39	0.11	-0.13	-0.24	-0.29	-0.29	-0.19	-0.15	-0.09	-0.05
48H	-0.19	-0.16	-0.04	0.26	0.03	-0.21	-0.40	-0.48	-0.44	-0.27	-0.17	-0.09	-0.18
72H	-0.22	-0.19	0.02	0.28	-0.02	-0.29	-0.55	-0.64	-0.53	-0.37	-0.13	-0.07	-0.23
96H	-0.27	-0.18	0.14	0.36	0.03	-0.37	-0.66	-0.72	-0.64	-0.46	-0.13	-0.05	-0.25
120H	-0.25	-0.18	0.20	0.48	0.16	-0.40	-0.81	-0.76	-0.75	-0.54	-0.10	-0.15	-0.26
144H	-0.34	-0.05	0.15	0.72	0.28	-0.45	-0.95	-0.76	-0.78	-0.62	-0.08	-0.14	-0.25
168H	-0.30	0.02	0.12	0.81	0.35	-0.52	-1.07	-0.89	-0.86	-0.64	-0.02	-0.11	-0.26
192H	-0.28	0.17	0.12	0.90	0.51	-0.57	-1.23	-1.02	-1.00	-0.46	-0.08	-0.21	-0.26
216H	-0.22	0.27	0.25	0.95	0.54	-0.64	-1.35	-1.09	-1.11	-0.39	-0.20	-0.27	-0.27
240H	-0.08	0.39	0.50	0.90	0.66	-0.72	-1.44	-1.14	-1.10	-0.48	-0.32	-0.20	-0.25

표 3.1.13 GDAPS 북반구 250hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.30	6.30	6.02	6.00	5.23	4.64	4.64	4.40	4.32	4.08	4.37	4.55	5.07
48H	9.09	9.00	8.53	8.67	7.80	7.10	7.22	6.91	6.70	6.32	6.66	6.80	7.57
72H	11.84	11.45	10.90	11.27	10.13	9.58	9.66	9.30	9.17	8.80	9.07	9.23	10.03
96H	14.60	14.23	13.59	13.89	12.70	12.21	11.98	11.75	11.83	11.51	11.90	11.83	12.67
120H	17.31	16.38	16.03	16.25	15.37	14.78	14.22	13.93	14.24	14.07	14.76	14.63	15.16
144H	19.60	18.31	18.33	18.52	17.66	17.01	16.10	15.81	16.52	16.57	17.83	17.08	17.45
168H	21.84	19.73	20.14	20.66	19.49	18.86	17.57	17.78	18.53	19.00	20.93	19.76	19.52
192H	23.66	21.19	21.68	22.46	20.91	20.22	18.79	19.18	20.10	21.24	23.33	22.33	21.26
216H	25.02	22.54	23.24	23.66	22.36	21.21	19.56	20.14	21.49	23.14	25.28	23.93	22.63
240H	25.89	23.33	24.82	24.47	23.33	21.90	20.19	20.76	22.23	24.18	26.99	25.76	23.65

3.1.2.2 열대지역 분석검증

표 3.1.14 GDAPS 열대 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.40	0.28	0.34	0.25	0.10	-0.19	-0.17	-0.17	-0.19	-0.18	-0.24	-0.21	0.00
48H	0.45	0.36	0.40	0.31	0.17	-0.25	-0.21	-0.22	-0.22	-0.23	-0.36	-0.33	-0.01
72H	0.34	0.23	0.28	0.23	0.12	-0.33	-0.26	-0.27	-0.25	-0.27	-0.39	-0.40	-0.08
96H	0.17	0.02	0.11	0.10	0.04	-0.44	-0.36	-0.31	-0.32	-0.32	-0.43	-0.44	-0.18
120H	-0.05	-0.14	-0.02	-0.08	-0.03	-0.54	-0.48	-0.32	-0.40	-0.39	-0.50	-0.49	-0.29
144H	-0.26	-0.29	-0.11	-0.28	-0.08	-0.66	-0.57	-0.36	-0.47	-0.44	-0.56	-0.55	-0.39
168H	-0.36	-0.40	-0.22	-0.44	-0.09	-0.76	-0.63	-0.41	-0.57	-0.50	-0.62	-0.56	-0.46
192H	-0.37	-0.42	-0.30	-0.55	-0.08	-0.85	-0.70	-0.48	-0.68	-0.52	-0.70	-0.54	-0.52
216H	-0.27	-0.33	-0.35	-0.68	-0.05	-0.95	-0.77	-0.54	-0.75	-0.60	-0.75	-0.54	-0.55
240H	-0.22	-0.19	-0.41	-0.78	-0.02	-1.04	-0.91	-0.62	-0.80	-0.69	-0.78	-0.54	-0.58

표 3.1.15 GDAPS 열대 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.43	1.32	1.38	1.42	1.06	0.64	0.62	0.64	0.63	0.60	0.65	0.62	0.92
48H	1.87	1.62	1.63	1.69	1.40	0.87	0.77	0.83	0.80	0.78	0.82	0.82	1.16
72H	1.80	1.70	1.66	1.75	1.53	0.99	0.89	0.95	0.94	0.93	0.94	0.92	1.25
96H	1.80	1.79	1.57	1.60	1.52	1.10	1.01	1.04	1.06	1.02	1.00	1.01	1.29
120H	2.02	2.02	1.82	1.73	1.66	1.21	1.17	1.13	1.19	1.12	1.09	1.10	1.44
144H	2.20	2.22	1.92	1.84	1.74	1.33	1.32	1.24	1.30	1.26	1.22	1.24	1.57
168H	2.23	2.34	2.01	1.97	1.77	1.49	1.45	1.36	1.46	1.42	1.35	1.34	1.68
192H	2.29	2.44	2.03	2.10	1.85	1.60	1.56	1.48	1.60	1.56	1.48	1.44	1.79
216H	2.41	2.49	2.15	2.27	1.90	1.70	1.71	1.54	1.74	1.64	1.61	1.60	1.90
240H	2.44	2.48	2.30	2.36	2.03	1.85	1.85	1.67	1.81	1.76	1.72	1.70	2.00

표 3.1.16 GDAPS 열대 해면기압(MSLP) S1 Score [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	44.30	46.13	45.95	45.14	36.18	27.91	26.34	27.70	28.43	30.61	33.36	32.48	35.38
48H	51.07	52.51	51.55	50.46	41.67	32.25	30.07	32.04	32.92	35.44	37.59	36.51	40.34
72H	54.60	55.82	54.32	52.91	44.84	34.63	32.49	34.44	36.11	38.46	39.92	38.87	43.12
96H	55.82	57.92	55.97	54.14	47.00	36.59	34.48	36.45	38.22	40.59	41.84	40.74	44.98
120H	57.14	59.49	57.34	55.71	48.94	38.20	36.59	38.09	39.94	42.52	43.44	42.62	46.67
144H	58.22	60.71	58.60	57.06	51.22	39.81	38.53	39.87	41.72	44.66	45.51	44.54	48.37
168H	59.15	61.58	59.50	58.44	52.77	41.35	40.09	41.19	43.25	46.41	47.48	46.46	49.81
192H	60.15	62.62	60.66	59.59	54.34	42.07	41.58	42.66	45.21	48.47	49.18	48.55	51.26
216H	61.08	63.56	61.70	60.59	55.88	43.20	42.96	43.89	47.15	50.01	50.49	50.35	52.57
240H	62.19	63.61	62.74	61.21	56.81	44.37	44.38	45.00	48.09	51.53	52.02	52.09	53.67

표 3.1.17 GDAPS 열대 850hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.71	-0.65	-0.69	-0.69	-0.46	-0.06	-0.12	-0.09	-0.07	-0.05	-0.08	-0.09	-0.31
48H	-1.02	-0.94	-0.95	-0.99	-0.69	-0.09	-0.19	-0.17	-0.14	-0.12	-0.17	-0.20	-0.47
72H	-1.09	-1.03	-1.00	-1.05	-0.77	-0.12	-0.23	-0.23	-0.20	-0.19	-0.22	-0.28	-0.53
96H	-1.10	-1.07	-0.96	-1.00	-0.75	-0.12	-0.23	-0.26	-0.23	-0.22	-0.24	-0.31	-0.54
120H	-1.08	-1.06	-0.91	-0.95	-0.73	-0.12	-0.21	-0.29	-0.23	-0.25	-0.25	-0.30	-0.53
144H	-1.05	-1.03	-0.88	-0.91	-0.72	-0.11	-0.17	-0.30	-0.22	-0.28	-0.25	-0.29	-0.52
168H	-1.05	-0.99	-0.87	-0.89	-0.74	-0.09	-0.14	-0.31	-0.20	-0.30	-0.24	-0.28	-0.51
192H	-1.08	-0.98	-0.88	-0.89	-0.76	-0.08	-0.08	-0.30	-0.18	-0.31	-0.23	-0.27	-0.50
216H	-1.09	-0.95	-0.90	-0.89	-0.80	-0.05	-0.04	-0.28	-0.17	-0.32	-0.21	-0.26	-0.50
240H	-1.10	-0.97	-0.90	-0.90	-0.82	-0.02	0.02	-0.26	-0.15	-0.33	-0.22	-0.24	-0.49

표 3.1.18 GDAPS 열대 850hPa 기온 RMSE [℃] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.18	1.14	1.19	1.16	0.91	0.59	0.59	0.57	0.57	0.56	0.66	0.66	0.82
48H	1.55	1.50	1.55	1.55	1.24	0.80	0.81	0.78	0.79	0.76	0.88	0.89	1.09
72H	1.67	1.64	1.62	1.64	1.38	0.94	0.99	0.92	0.95	0.91	1.02	1.03	1.23
96H	1.72	1.72	1.60	1.61	1.43	1.06	1.13	1.06	1.07	1.03	1.11	1.13	1.31
120H	1.75	1.77	1.60	1.62	1.48	1.17	1.23	1.19	1.16	1.14	1.18	1.22	1.38
144H	1.78	1.79	1.63	1.63	1.54	1.27	1.33	1.30	1.26	1.26	1.25	1.30	1.45
168H	1.85	1.82	1.67	1.66	1.60	1.36	1.43	1.42	1.35	1.36	1.32	1.38	1.52
192H	1.91	1.87	1.73	1.71	1.67	1.42	1.50	1.50	1.46	1.46	1.39	1.46	1.59
216H	1.95	1.91	1.78	1.74	1.72	1.49	1.58	1.60	1.56	1.55	1.43	1.55	1.66
240H	2.00	1.99	1.83	1.77	1.75	1.56	1.64	1.69	1.65	1.65	1.49	1.61	1.72

표 3.1.19 GDAPS 열대 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	59.56	58.23	58.08	56.45	46.09	35.99	35.42	35.01	35.50	37.55	42.42	41.50	45.15
48H	67.97	66.28	65.75	63.63	54.52	45.36	44.39	43.98	45.13	47.62	51.72	50.63	53.92
72H	72.06	70.23	69.07	66.72	59.35	50.12	49.39	48.75	50.21	52.79	56.21	54.98	58.32
96H	74.11	72.57	70.65	68.39	62.50	53.62	52.72	51.87	53.24	55.84	58.65	57.75	60.99
120H	75.78	74.32	71.82	69.90	64.99	56.23	55.21	54.62	55.49	58.56	60.48	59.73	63.09
144H	77.01	75.59	73.30	71.09	66.70	58.36	57.38	56.46	57.47	60.66	62.09	61.68	64.82
168H	77.77	76.32	74.23	72.06	68.44	59.71	59.25	58.51	58.82	62.22	63.57	63.32	66.19
192H	78.31	77.33	75.13	72.99	69.88	60.85	60.80	59.79	60.80	63.88	65.10	65.09	67.50
216H	78.97	77.67	75.70	73.99	71.44	61.86	62.15	61.25	62.19	65.30	66.28	66.65	68.62
240H	79.49	78.22	76.47	74.63	71.79	63.03	63.37	62.45	63.74	66.49	67.21	68.12	69.58

표 3.1.20 GDAPS 열대 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.86	0.87	0.85	0.80	0.88	0.96	0.95	0.96	0.95	0.97	0.95	0.95	0.91
48H	0.77	0.79	0.76	0.70	0.80	0.93	0.91	0.93	0.91	0.94	0.91	0.90	0.85
72H	0.71	0.74	0.72	0.66	0.74	0.91	0.87	0.89	0.88	0.91	0.88	0.87	0.82
96H	0.66	0.70	0.70	0.63	0.70	0.88	0.84	0.87	0.85	0.88	0.86	0.84	0.78
120H	0.63	0.66	0.67	0.59	0.66	0.86	0.82	0.83	0.83	0.86	0.84	0.81	0.76
144H	0.58	0.63	0.64	0.56	0.64	0.83	0.79	0.80	0.80	0.82	0.82	0.79	0.73
168H	0.54	0.60	0.60	0.52	0.60	0.81	0.76	0.77	0.77	0.79	0.80	0.76	0.69
192H	0.50	0.57	0.56	0.48	0.57	0.79	0.74	0.73	0.73	0.76	0.77	0.73	0.66
216H	0.48	0.53	0.52	0.44	0.54	0.78	0.71	0.69	0.70	0.73	0.76	0.70	0.63
240H	0.46	0.49	0.48	0.40	0.51	0.76	0.69	0.66	0.66	0.69	0.74	0.67	0.60

표 3.1.21 GDAPS 열대 500hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.07	-0.24	-0.16	-0.64	-1.56	-1.29	-2.33	-2.44	-1.94	-1.76	-2.49	-2.56	-1.45
48H	-0.12	-0.44	0.54	-0.64	-1.89	-1.77	-3.62	-3.89	-2.93	-2.66	-3.67	-3.96	-2.09
72H	0.08	-0.60	1.27	-0.33	-1.71	-1.76	-3.89	-4.66	-3.21	-3.05	-3.67	-4.36	-2.16
96H	0.09	-0.80	1.90	-0.09	-1.20	-1.74	-3.82	-5.07	-3.54	-3.16	-3.43	-4.33	-2.10
120H	-0.13	-0.88	2.29	-0.19	-0.63	-1.59	-3.58	-5.25	-3.95	-3.27	-3.62	-4.33	-2.09
144H	-0.17	-0.78	2.70	-0.49	0.02	-1.47	-3.16	-5.33	-4.23	-3.55	-3.80	-4.27	-2.04
168H	-0.06	-0.93	2.43	-0.95	0.53	-1.50	-2.46	-5.59	-4.67	-3.80	-3.92	-3.93	-2.07
192H	0.01	-1.01	2.00	-1.07	0.91	-1.68	-1.84	-5.77	-5.10	-3.95	-4.20	-3.65	-2.11
216H	0.61	-0.85	1.48	-1.25	1.27	-1.92	-1.29	-5.86	-5.46	-4.67	-4.28	-3.62	-2.15
240H	0.83	-0.68	0.89	-1.53	1.89	-2.06	-1.12	-6.09	-5.59	-5.34	-4.47	-3.46	-2.23

표 3.1.22 GDAPS 열대 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	5.78	6.62	5.57	5.39	4.70	3.86	4.37	4.39	4.12	4.16	4.55	4.65	4.85
48H	8.57	8.77	8.04	7.31	6.82	5.54	6.54	6.64	6.12	6.18	6.40	6.96	6.99
72H	9.52	9.88	9.43	8.63	8.25	6.74	7.88	8.17	7.17	7.13	7.04	7.80	8.14
96H	10.50	11.53	10.17	9.64	9.19	7.69	8.98	9.11	7.97	7.83	7.57	8.29	9.04
120H	12.06	13.18	11.21	10.80	10.37	8.54	10.02	9.99	9.04	8.78	8.52	9.18	10.14
144H	13.54	15.16	12.42	12.14	11.75	9.57	11.24	11.16	10.10	10.19	9.46	10.46	11.43
168H	14.38	16.73	13.62	13.36	13.45	10.98	12.48	12.46	11.44	11.51	10.67	11.68	12.73
192H	14.99	17.58	14.00	14.80	14.44	12.21	13.74	13.36	12.74	12.22	12.01	12.64	13.73
216H	15.98	18.10	14.77	15.71	15.37	12.97	14.32	14.34	13.76	13.03	13.36	13.96	14.64
240H	16.93	18.64	16.17	16.90	16.90	14.10	15.06	15.55	14.50	14.18	14.53	15.38	15.74

표 3.1.23 GDAPS 열대 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	43.02	40.79	42.29	41.81	36.60	31.47	31.49	32.39	32.75	34.35	35.52	33.94	36.37
48H	53.52	50.42	51.93	51.01	45.40	39.14	39.49	40.62	40.75	42.51	42.94	41.08	44.90
72H	59.36	56.13	58.12	57.02	51.51	44.47	45.40	46.40	46.46	48.24	48.14	46.08	50.61
96H	63.44	60.52	62.30	61.45	56.39	49.04	50.28	51.00	50.44	52.70	52.28	50.18	55.00
120H	66.86	64.69	65.69	64.78	59.94	52.80	54.51	55.15	54.04	56.86	55.87	54.04	58.77
144H	69.11	68.03	69.03	67.77	63.75	56.69	58.33	59.11	57.52	61.47	59.48	58.27	62.38
168H	71.32	69.78	71.30	70.33	67.47	60.45	62.13	62.66	61.01	65.11	63.73	62.33	65.64
192H	72.98	71.18	72.75	73.05	69.97	63.30	65.27	65.54	64.68	67.84	67.54	65.88	68.33
216H	75.06	72.40	74.12	75.21	72.43	65.40	67.86	67.80	67.50	70.56	71.14	68.76	70.69
240H	76.61	73.85	76.63	77.22	75.79	67.25	70.91	70.01	69.85	73.47	74.64	71.90	73.18

표 3.1.24 GDAPS 열대 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.94	0.93	0.93	0.93	0.96	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.95	0.96	0.96
48H	0.86	0.87	0.86	0.87	0.92	0.99	0.97	0.96	0.96	0.96	0.92	0.92	0.92
72H	0.82	0.84	0.81	0.82	0.87	0.98	0.95	0.94	0.94	0.95	0.90	0.89	0.89
96H	0.79	0.80	0.80	0.78	0.83	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.89	0.88	0.87
120H	0.74	0.73	0.75	0.73	0.79	0.97	0.92	0.91	0.91	0.91	0.86	0.85	0.84
144H	0.67	0.65	0.68	0.68	0.72	0.96	0.89	0.88	0.88	0.88	0.83	0.80	0.79
168H	0.62	0.60	0.61	0.63	0.66	0.95	0.87	0.85	0.85	0.84	0.78	0.76	0.75
192H	0.60	0.57	0.58	0.56	0.62	0.94	0.85	0.82	0.81	0.81	0.74	0.72	0.72
216H	0.57	0.53	0.54	0.50	0.60	0.93	0.84	0.79	0.77	0.78	0.68	0.65	0.68
240H	0.51	0.53	0.46	0.44	0.53	0.91	0.82	0.75	0.74	0.72	0.61	0.59	0.63

표 3.1.25 GDAPS 열대 250hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.57	0.36	0.36	0.37	0.09	-0.16	-0.21	-0.16	-0.27	-0.30	-0.23	-0.15	0.02
48H	0.46	0.17	0.21	0.00	-0.04	-0.15	-0.35	-0.31	-0.38	-0.42	-0.18	-0.02	-0.08
72H	0.28	0.28	0.26	-0.16	-0.12	-0.18	-0.46	-0.39	-0.43	-0.47	-0.20	0.05	-0.13
96H	0.25	0.44	0.32	-0.16	-0.16	-0.22	-0.47	-0.40	-0.50	-0.52	-0.21	0.15	-0.12
120H	0.31	0.69	0.41	-0.16	-0.29	-0.16	-0.40	-0.35	-0.55	-0.55	-0.22	0.21	-0.09
144H	0.41	0.79	0.55	-0.09	-0.29	-0.06	-0.31	-0.34	-0.55	-0.55	-0.20	0.30	-0.03
168H	0.50	0.78	0.67	0.04	-0.29	0.02	-0.23	-0.30	-0.53	-0.51	-0.16	0.32	0.03
192H	0.55	0.80	0.79	0.14	-0.20	0.10	-0.18	-0.25	-0.54	-0.51	-0.18	0.40	0.08
216H	0.63	0.86	0.93	0.22	-0.13	0.21	-0.15	-0.24	-0.58	-0.50	-0.24	0.44	0.12
240H	0.78	0.92	1.12	0.23	-0.05	0.20	-0.12	-0.26	-0.55	-0.45	-0.22	0.47	0.17

표 3.1.26 GDAPS 열대 250hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.30	6.44	5.97	5.58	4.82	3.71	3.89	3.94	3.89	3.73	3.76	3.96	4.67
48H	8.37	8.64	8.23	7.88	6.93	5.29	5.38	5.47	5.52	5.26	5.32	5.48	6.48
72H	9.81	10.29	9.73	9.49	8.35	6.35	6.37	6.40	6.56	6.30	6.40	6.57	7.72
96H	10.99	11.49	10.63	10.57	9.51	7.23	7.24	7.16	7.30	7.21	7.27	7.50	8.68
120H	12.01	12.29	11.27	11.49	10.43	8.02	8.04	7.85	7.92	8.00	8.12	8.32	9.48
144H	12.57	12.91	11.83	12.21	11.39	8.79	8.78	8.50	8.59	8.77	8.96	9.10	10.20
168H	12.93	13.25	12.17	12.89	12.05	9.48	9.50	9.15	9.21	9.57	9.81	9.74	10.81
192H	13.43	13.55	12.40	13.61	12.59	9.99	10.17	9.69	9.71	10.22	10.50	10.58	11.37
216H	13.87	14.13	12.73	14.02	13.35	10.43	10.81	10.21	10.11	10.92	11.20	11.32	11.93
240H	14.21	14.58	13.13	14.34	13.98	10.95	11.23	10.62	10.58	11.49	11.71	11.99	12.40

3.1.2.3 남반구 분석검증

표 3.1.27 GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) Mean Error [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.48	-0.40	-0.43	-0.28	-0.17	-0.01	0.13	0.15	0.11	0.08	-0.02	-0.06	-0.12
48H	-0.62	-0.49	-0.52	-0.32	-0.22	0.00	0.22	0.29	0.18	0.16	-0.04	-0.10	-0.12
72H	-0.65	-0.44	-0.49	-0.28	-0.24	-0.02	0.19	0.30	0.20	0.20	-0.06	-0.11	-0.12
96H	-0.65	-0.40	-0.47	-0.17	-0.27	-0.01	0.16	0.30	0.23	0.27	-0.09	-0.10	-0.10
120H	-0.65	-0.37	-0.49	-0.04	-0.31	0.00	0.18	0.29	0.30	0.38	-0.04	-0.08	-0.07
144H	-0.63	-0.36	-0.47	0.11	-0.27	0.01	0.14	0.28	0.37	0.46	-0.01	-0.08	-0.04
168H	-0.65	-0.38	-0.44	0.17	-0.25	0.02	0.05	0.26	0.48	0.53	0.01	-0.02	-0.02
192H	-0.67	-0.47	-0.46	0.28	-0.26	0.07	-0.06	0.26	0.54	0.57	0.04	0.06	-0.01
216H	-0.76	-0.55	-0.43	0.40	-0.26	0.15	-0.11	0.33	0.65	0.63	0.09	0.11	0.02
240H	-0.80	-0.59	-0.35	0.53	-0.16	0.19	-0.09	0.46	0.73	0.66	0.16	0.19	0.08

표 3.1.28 GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) RMSE [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.32	2.47	2.61	2.79	2.15	1.50	1.55	1.56	1.51	1.37	1.81	1.71	1.95
48H	3.38	3.54	3.83	4.24	3.51	2.50	2.58	2.56	2.54	2.19	2.64	2.59	3.01
72H	4.44	4.70	4.93	5.66	5.06	3.65	3.81	3.70	3.71	3.30	3.59	3.52	4.17
96H	5.48	5.81	6.12	7.11	6.48	5.02	5.32	5.11	4.99	4.51	4.41	4.42	5.40
120H	6.49	7.03	7.21	8.28	7.97	6.44	6.90	6.70	6.27	5.92	5.32	5.29	6.65
144H	7.54	7.94	8.03	9.37	9.44	7.70	8.33	7.96	7.74	7.37	6.12	6.22	7.81
168H	8.20	8.67	8.66	10.29	10.45	8.83	9.65	9.08	9.11	8.65	6.99	7.33	8.83
192H	8.90	9.30	9.24	11.18	11.37	10.08	10.81	10.00	10.47	9.53	7.70	8.29	9.74
216H	9.57	9.60	10.24	12.01	12.19	11.25	11.75	10.80	11.35	10.07	8.38	9.15	10.53
240H	10.02	10.09	10.73	12.31	12.45	12.10	12.37	11.47	11.63	10.73	8.90	9.76	11.05

표 3.1.29 GDAPS 남반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	30.85	31.28	30.12	31.86	24.54	18.75	18.48	18.85	18.53	17.82	26.92	27.93	24.66
48H	39.88	40.51	39.68	42.09	35.16	28.46	27.95	28.20	27.74	25.90	34.43	35.61	33.80
72H	47.78	49.04	47.20	50.83	45.09	37.49	37.43	37.03	36.43	35.00	41.30	42.92	42.30
96H	55.05	55.96	54.46	58.53	53.42	46.45	46.61	45.48	44.67	43.62	47.02	49.37	50.05
120H	60.75	62.23	59.79	64.43	61.18	54.16	54.83	53.98	52.01	51.60	52.54	55.20	56.89
144H	66.11	67.01	63.88	68.88	66.48	60.55	61.35	60.41	59.03	58.67	57.01	60.10	62.46
168H	68.97	70.19	66.31	71.98	70.69	65.63	67.36	65.87	65.15	65.05	61.56	65.77	67.04
192H	71.65	72.95	69.15	75.55	73.83	70.62	71.71	70.54	70.32	69.01	64.88	70.06	70.86
216H	74.25	74.36	72.62	78.05	76.54	74.99	75.64	73.71	74.33	71.56	68.53	72.99	73.96
240H	75.72	76.69	73.98	78.40	77.25	77.42	77.92	75.47	75.75	73.58	71.32	75.28	75.73

표 3.1.30 GDAPS 남반구 850 hPa 기온 Mean Error [℃] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.02	-0.06	-0.06	-0.19	-0.23	-0.04	-0.29	-0.28	-0.18	-0.10	-0.02	-0.04	-0.13
48H	-0.12	-0.17	-0.15	-0.36	-0.37	-0.04	-0.43	-0.45	-0.33	-0.18	-0.08	-0.13	-0.23
72H	-0.19	-0.24	-0.19	-0.43	-0.42	-0.01	-0.49	-0.55	-0.42	-0.23	-0.13	-0.20	-0.29
96H	-0.22	-0.28	-0.19	-0.46	-0.45	-0.01	-0.49	-0.60	-0.50	-0.27	-0.16	-0.25	-0.32
120H	-0.23	-0.30	-0.18	-0.47	-0.46	0.00	-0.44	-0.62	-0.55	-0.31	-0.19	-0.28	-0.34
144H	-0.24	-0.29	-0.17	-0.48	-0.46	0.01	-0.39	-0.61	-0.62	-0.35	-0.19	-0.30	-0.34
168H	-0.23	-0.27	-0.18	-0.48	-0.45	0.03	-0.33	-0.61	-0.70	-0.37	-0.23	-0.33	-0.35
192H	-0.22	-0.28	-0.19	-0.47	-0.42	0.04	-0.27	-0.60	-0.79	-0.41	-0.23	-0.34	-0.35
216H	-0.20	-0.30	-0.20	-0.46	-0.38	0.07	-0.20	-0.63	-0.81	-0.46	-0.23	-0.34	-0.35
240H	-0.18	-0.29	-0.22	-0.42	-0.37	0.14	-0.15	-0.69	-0.83	-0.48	-0.25	-0.35	-0.34

표 3.1.31 GDAPS 남반구 850 hPa 기온 RMSE [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.14	1.19	1.23	1.34	1.21	1.07	1.15	1.14	1.07	0.99	1.22	1.16	1.16
48H	1.58	1.63	1.71	1.88	1.78	1.62	1.77	1.75	1.64	1.47	1.69	1.61	1.68
72H	1.96	2.02	2.13	2.41	2.27	2.09	2.30	2.24	2.11	1.95	2.04	1.99	2.13
96H	2.31	2.38	2.50	2.86	2.77	2.60	2.82	2.73	2.61	2.46	2.42	2.36	2.57
120H	2.70	2.80	2.86	3.25	3.28	3.07	3.36	3.34	3.09	2.95	2.77	2.73	3.02
144H	3.08	3.13	3.24	3.55	3.71	3.52	3.90	3.83	3.62	3.46	3.13	3.05	3.44
168H	3.36	3.39	3.46	3.80	4.04	3.90	4.34	4.20	4.09	3.96	3.40	3.42	3.78
192H	3.59	3.64	3.68	4.08	4.33	4.29	4.68	4.49	4.46	4.35	3.67	3.83	4.09
216H	3.76	3.73	4.00	4.34	4.53	4.64	5.02	4.73	4.90	4.58	3.92	4.15	4.36
240H	3.87	3.84	4.22	4.50	4.62	4.93	5.21	5.00	5.09	4.79	4.20	4.37	4.55

표 3.1.32 GDAPS 남반구 850 hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	38.56	38.41	38.11	39.08	33.43	29.21	29.52	29.25	28.53	27.68	37.44	38.74	34.00
48H	46.56	46.28	46.68	48.01	44.39	41.39	41.99	41.29	40.49	39.05	47.76	49.14	44.42
72H	52.69	52.21	52.47	55.06	51.95	49.47	50.57	49.79	48.30	47.44	53.54	55.26	51.56
96H	57.30	56.79	56.88	60.00	58.14	56.28	57.31	55.93	54.68	54.71	58.74	60.27	57.25
120H	61.37	61.33	60.54	63.57	63.14	61.60	62.87	62.00	59.84	60.23	62.59	64.33	61.95
144H	64.92	64.69	63.98	66.01	66.13	65.23	67.26	66.15	64.60	64.98	66.39	67.71	65.67
168H	67.29	66.90	65.50	67.68	69.12	68.33	70.94	69.10	68.48	69.26	68.54	70.88	68.50
192H	69.26	68.69	66.93	69.79	71.04	71.30	73.11	71.69	70.70	71.67	70.71	73.53	70.70
216H	70.69	69.52	69.16	71.69	72.39	73.84	75.46	73.16	73.45	72.93	72.86	75.95	72.59
240H	71.63	70.46	70.99	72.49	72.55	75.55	76.36	74.45	74.77	74.14	74.88	77.48	73.81

표 3.1.33 GDAPS 남반구 850 hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.95	0.93	0.95	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.95	0.95	0.96
48H	0.89	0.87	0.90	0.91	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.90	0.91	0.92
72H	0.83	0.79	0.84	0.85	0.88	0.90	0.88	0.90	0.90	0.90	0.85	0.86	0.87
96H	0.76	0.70	0.78	0.79	0.82	0.85	0.82	0.85	0.86	0.84	0.79	0.80	0.81
120H	0.67	0.57	0.71	0.73	0.75	0.79	0.75	0.78	0.80	0.77	0.72	0.73	0.73
144H	0.57	0.45	0.63	0.67	0.68	0.72	0.66	0.70	0.73	0.68	0.63	0.66	0.65
168H	0.50	0.37	0.58	0.62	0.62	0.66	0.58	0.64	0.65	0.59	0.56	0.57	0.58
192H	0.42	0.29	0.52	0.56	0.56	0.59	0.52	0.59	0.58	0.51	0.49	0.47	0.51
216H	0.35	0.26	0.43	0.51	0.52	0.53	0.45	0.55	0.50	0.45	0.42	0.37	0.45
240H	0.32	0.21	0.38	0.48	0.50	0.48	0.41	0.49	0.47	0.40	0.34	0.29	0.40

표 3.1.34 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 Mean Error [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.27	0.23	0.29	-0.17	-0.77	1.13	-0.86	-0.64	0.17	0.96	0.55	0.48	0.09
48H	-0.64	0.23	0.78	-0.54	-1.26	1.95	-1.32	-1.10	-0.04	1.52	0.84	0.90	0.11
72H	-0.95	0.48	1.39	-0.76	-1.63	2.57	-1.73	-2.02	-0.41	1.70	1.27	1.62	0.13
96H	-1.34	0.45	1.74	-0.52	-2.31	3.33	-1.27	-2.71	-0.65	2.05	1.82	2.29	0.24
120H	-2.10	-0.02	1.81	-0.25	-2.88	4.33	-0.37	-2.96	-0.58	2.69	2.76	3.00	0.45
144H	-2.81	-0.49	2.13	0.22	-2.52	5.36	0.21	-3.17	-0.59	3.26	3.58	3.44	0.72
168H	-3.65	-0.82	2.21	0.31	-2.22	6.08	0.68	-3.70	-0.33	3.13	4.12	4.14	0.83
192H	-4.17	-1.53	2.10	1.49	-1.48	6.96	0.89	-4.14	-0.71	3.00	4.25	5.30	1.00
216H	-4.83	-2.30	2.75	2.83	-1.00	7.76	1.70	-4.47	-0.90	2.63	4.48	6.15	1.23
240H	-5.21	-2.20	3.37	4.04	-0.33	8.99	3.58	-4.30	-1.40	2.23	4.62	7.09	1.71

표 3.1.35 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 RMSE [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	18.07	18.55	20.07	21.55	17.46	12.47	12.52	12.59	12.38	11.51	13.90	13.04	15.34
48H	29.50	30.47	33.51	36.37	31.78	23.26	23.24	23.56	22.76	20.90	23.55	23.31	26.85
72H	42.30	44.56	48.15	54.01	48.14	36.35	36.35	35.71	35.00	32.63	34.80	34.21	40.18
96H	56.04	58.61	63.71	71.60	64.04	51.06	52.33	50.38	48.46	45.91	45.63	45.10	54.41
120H	68.64	74.65	77.02	85.77	81.24	64.91	69.88	68.11	63.88	61.57	56.46	56.55	69.06
144H	80.91	87.18	87.81	99.89	99.13	79.55	87.03	84.29	80.55	77.71	67.42	67.73	83.27
168H	89.25	97.09	97.05	111.63	111.54	95.07	102.20	98.13	96.25	92.17	77.99	80.27	95.72
192H	96.92	103.62	105.65	122.37	122.13	109.50	115.21	108.39	111.29	103.82	87.29	93.01	106.60
216H	104.39	107.40	118.72	131.51	133.18	123.72	126.56	117.59	124.47	110.65	96.40	103.55	116.51
240H	109.65	112.60	126.10	137.00	138.13	134.05	135.32	127.01	129.25	117.10	104.49	110.99	123.47

표 3.1.36 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	20.34	19.97	19.86	20.41	16.54	12.23	11.69	11.91	11.90	11.94	15.31	15.79	15.66
48H	30.11	29.62	29.83	30.99	26.72	20.67	19.60	20.03	19.85	19.64	23.47	24.69	24.60
72H	38.54	38.18	38.09	40.78	35.72	28.71	27.63	27.61	27.49	27.81	31.01	32.43	32.83
96H	46.04	46.03	45.79	48.92	43.39	36.29	35.70	34.47	34.47	35.34	37.39	39.23	40.26
120H	52.22	53.42	52.31	55.07	50.73	42.77	42.83	41.60	41.20	42.82	42.92	45.42	46.94
144H	57.65	58.63	56.68	59.78	56.58	48.65	49.23	48.17	47.88	49.56	48.16	50.81	52.65
168H	60.82	62.67	59.75	63.02	61.12	53.90	54.55	53.46	53.82	54.97	52.40	55.98	57.21
192H	63.29	65.39	62.61	66.21	64.40	58.65	58.77	57.24	58.63	59.15	55.93	60.87	60.93
216H	65.76	66.73	66.43	69.01	67.52	62.62	62.48	60.35	62.67	61.54	59.65	64.50	64.11
240H	68.17	68.42	68.63	70.07	68.60	65.41	65.07	63.13	64.21	63.29	63.00	66.64	66.22

표 3.1.37 GDAPS 남반구 500 hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
48H	0.93	0.94	0.94	0.93	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.96
72H	0.87	0.88	0.87	0.84	0.88	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.91
96H	0.77	0.78	0.77	0.73	0.80	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.89	0.89	0.85
120H	0.66	0.64	0.67	0.62	0.69	0.85	0.83	0.83	0.84	0.82	0.83	0.84	0.76
144H	0.54	0.51	0.57	0.49	0.56	0.77	0.74	0.73	0.75	0.72	0.75	0.77	0.66
168H	0.45	0.40	0.48	0.36	0.45	0.67	0.64	0.64	0.65	0.60	0.67	0.68	0.56
192H	0.36	0.32	0.39	0.25	0.36	0.57	0.55	0.56	0.53	0.50	0.59	0.57	0.46
216H	0.26	0.28	0.25	0.17	0.27	0.46	0.46	0.48	0.41	0.43	0.50	0.47	0.37
240H	0.20	0.22	0.17	0.11	0.23	0.37	0.39	0.39	0.37	0.37	0.41	0.40	0.30

표 3.1.38 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속 Mean Error [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.59	0.71	0.55	0.50	0.24	0.12	0.07	0.01	0.02	-0.03	-0.01	-0.05	0.23
48H	0.50	0.67	0.43	0.45	0.27	0.26	0.08	-0.01	0.02	-0.03	0.04	-0.04	0.22
72H	0.63	0.74	0.46	0.58	0.38	0.39	0.08	-0.04	-0.03	-0.02	0.09	-0.01	0.27
96H	0.74	0.70	0.58	0.76	0.53	0.47	0.06	-0.06	-0.10	-0.04	0.13	-0.02	0.31
120H	0.84	0.72	0.64	0.79	0.68	0.54	0.08	-0.07	-0.17	-0.09	0.13	-0.04	0.34
144H	1.01	0.75	0.82	0.96	0.89	0.59	0.12	-0.13	-0.22	-0.17	0.09	-0.05	0.39
168H	1.27	0.78	0.96	0.96	1.00	0.68	0.15	-0.21	-0.28	-0.22	0.06	-0.08	0.42
192H	1.46	1.01	1.04	1.10	1.06	0.72	0.16	-0.28	-0.33	-0.25	0.03	-0.10	0.47
216H	1.54	1.28	1.16	1.28	1.14	0.77	0.14	-0.37	-0.39	-0.26	0.01	-0.14	0.51
240H	1.69	1.47	1.30	1.30	1.29	0.82	0.16	-0.42	-0.42	-0.30	-0.04	-0.15	0.56

표 3.1.39 GDAPS 남반구 250 hPa 풍속 RMSE [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.96	6.95	7.11	7.4	6.03	4.67	4.21	4.25	4.33	4.33	5.07	5.04	5.53
48H	10.19	10.43	10.59	11.16	9.6	7.63	6.89	6.96	7.05	7.06	7.99	8	8.63
72H	13.06	13.55	13.69	15.03	12.91	10.53	9.76	9.59	9.77	9.68	10.79	10.7	11.59
96H	15.58	16.24	16.59	18.41	15.78	13.64	12.86	12.35	12.41	12.58	13.45	13.33	14.44
120H	18.02	19.04	18.98	20.8	18.92	16.6	16.08	15.38	15.1	15.53	15.95	15.71	17.18
144H	20.14	21.13	21.14	23.01	21.94	19.55	19.07	18.16	17.97	18.44	18	17.9	19.70
168H	21.96	22.57	22.6	24.45	24.19	22.07	22.03	20.39	20.76	20.88	19.82	19.88	21.80
192H	23.31	23.74	23.71	25.82	25.67	24.05	24.6	22.41	23.2	23.12	21.37	22.09	23.59
216H	24.3	24.24	25.16	27.2	27.4	25.95	26.55	24.03	25.48	24.66	22.99	23.84	25.15
240H	25.39	25.21	26.43	28.18	28.31	27.69	28.12	25.73	26.46	25.48	24.35	24.72	26.34

3.1.3 전지구모델 관측 검증

3.1.3.1 존데자료를 이용한 아시아 영역 검증

표 3.1.40 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 Mean Error [℃] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.36	0.43	0.38	0.80	0.20	0.13	0.27	0.31	-0.07	-0.39	-0.49	-0.59	0.11
48H	0.39	0.45	0.18	0.81	0.20	0.09	0.37	0.38	-0.06	-0.62	-0.75	-0.84	0.05
72H	0.46	0.42	0.09	1.03	0.09	-0.01	0.33	0.41	-0.08	-0.77	-0.95	-0.93	0.01
96H	0.52	0.34	0.12	1.25	0.00	-0.06	0.27	0.42	-0.06	-0.88	-1.06	-0.93	-0.01
120H	0.72	0.25	0.29	1.30	-0.10	-0.07	0.10	0.41	-0.08	-0.94	-1.14	-1.02	-0.02
144H	0.85	0.18	0.42	1.54	-0.19	-0.02	-0.01	0.42	-0.10	-0.93	-1.20	-1.12	-0.01
168H	0.67	-0.14	0.39	1.51	-0.12	-0.01	-0.02	0.32	-0.12	-0.98	-1.41	-1.34	-0.10
192H	0.24	-0.01	0.39	1.52	0.00	-0.01	-0.05	0.24	-0.31	-1.14	-1.56	-1.69	-0.20
216H	-0.16	-0.03	0.36	1.52	0.12	0.03	-0.01	0.20	-0.46	-1.07	-1.64	-1.63	-0.23
240H	-0.72	-0.58	0.31	1.70	0.46	0.14	0.06	0.10	-0.48	-0.65	-1.60	-1.50	-0.23

표 3.1.41 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 RMSE [℃] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.30	2.42	2.48	2.54	1.86	1.20	1.32	1.33	1.27	1.34	1.39	1.62	1.76
48H	2.44	2.73	2.53	2.70	2.18	1.53	1.68	1.61	1.55	1.63	1.72	1.99	2.02
72H	2.70	3.02	2.61	2.98	2.38	1.91	1.94	1.79	1.84	1.95	2.08	2.29	2.29
96H	2.98	3.28	2.94	3.30	2.70	2.18	2.11	2.00	2.13	2.24	2.51	2.58	2.58
120H	3.28	3.73	3.64	3.74	3.04	2.54	2.36	2.23	2.45	2.60	2.93	3.12	2.97
144H	3.88	4.29	4.30	4.18	3.34	2.88	2.64	2.34	2.66	2.96	3.53	3.63	3.39
168H	4.59	4.94	4.93	4.26	3.52	3.21	2.72	2.58	3.00	3.39	4.12	4.29	3.80
192H	5.04	5.13	5.33	4.76	3.64	3.50	2.84	2.88	3.30	3.82	4.47	4.96	4.14
216H	5.41	5.15	5.75	5.08	3.85	3.75	3.04	3.02	3.70	4.02	4.81	5.81	4.45
240H	5.53	5.22	5.89	5.41	4.33	3.73	3.22	3.23	3.74	4.28	5.13	6.19	4.66

표 3.1.42 GDAPS 아시아 850 hPa 기온 TRAND [무차원] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.18	0.18	0.21	0.25	0.53	0.86	0.79	0.83	0.89	0.89	0.92	0.92	0.62
48H	0.22	0.20	0.23	0.31	0.55	0.90	0.80	0.86	0.92	0.92	0.93	0.93	0.65
72H	0.22	0.19	0.21	0.30	0.56	0.86	0.79	0.85	0.91	0.92	0.91	0.93	0.64
96H	0.23	0.20	0.22	0.23	0.54	0.84	0.76	0.82	0.89	0.91	0.89	0.91	0.62
120H	0.24	0.22	0.20	0.19	0.53	0.80	0.72	0.77	0.85	0.88	0.85	0.87	0.59
144H	0.20	0.21	0.18	0.13	0.49	0.75	0.69	0.76	0.82	0.87	0.76	0.86	0.56
168H	0.09	0.19	0.12	0.10	0.48	0.71	0.67	0.72	0.76	0.84	0.71	0.80	0.52
192H	0.06	0.17	-0.03	0.03	0.45	0.65	0.63	0.64	0.76	0.77	0.70	0.69	0.46
216H	0.08	0.20	-0.08	-0.05	0.40	0.61	0.59	0.58	0.68	0.71	0.65	0.60	0.41
240H	0.04	0.17	-0.04	-0.08	0.35	0.60	0.57	0.56	0.69	0.65	0.63	0.56	0.39

표 3.1.43 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 Mean Error [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	5.43	8.23	0.65	1.44	0.88	2.61	0.43	0.47	0.48	-2.43	-5.17	-4.62	0.70
48H	1.83	6.12	0.31	1.68	2.60	4.64	2.27	3.01	4.76	-1.32	-2.15	-4.99	1.56
72H	0.83	6.55	6.48	7.96	5.69	5.56	3.00	4.01	7.53	1.52	1.67	-2.91	3.99
96H	-1.20	6.13	8.10	8.95	3.87	4.69	2.23	4.02	6.13	1.90	0.68	-2.59	3.58
120H	-2.84	6.49	5.39	6.34	2.83	3.30	-0.24	1.74	3.82	0.37	-2.08	-3.88	1.77
144H	-2.08	5.78	5.86	5.55	4.88	0.80	-2.05	-1.12	3.95	-0.54	-0.88	-3.88	1.36
168H	-2.29	5.73	4.40	8.69	5.80	-1.02	-0.66	-2.05	5.03	1.07	-2.03	-3.87	1.57
192H	-5.39	8.68	4.34	11.54	8.61	0.16	-0.13	-2.92	6.00	2.55	-0.79	-5.05	2.30
216H	-6.94	16.34	5.05	12.64	9.83	-0.06	-0.16	-4.21	5.85	3.01	1.42	-7.13	2.97
240H	-9.98	19.48	8.19	14.07	12.27	0.38	-0.99	-5.12	3.15	6.77	5.50	-2.51	4.27

표 3.1.44 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 RMSE [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	21.21	19.90	20.21	19.03	13.90	11.92	12.25	11.74	11.27	11.02	12.70	13.25	14.87
48H	25.88	24.57	22.64	22.97	16.91	15.78	16.06	15.13	15.02	14.18	14.94	16.96	18.42
72H	30.65	29.43	27.48	29.49	21.53	19.98	19.43	17.68	18.93	17.47	19.14	22.99	22.85
96H	38.39	36.33	34.78	35.22	27.44	23.86	23.49	21.59	21.94	23.03	26.62	29.88	28.55
120H	47.22	43.14	42.43	40.81	33.55	29.11	27.24	24.83	26.64	26.99	36.76	39.88	34.88
144H	58.67	53.36	55.70	49.14	39.90	35.53	31.27	28.06	31.51	34.14	44.25	48.30	42.49
168H	72.12	62.24	64.43	52.23	44.33	41.18	33.95	32.94	36.90	42.23	49.33	57.29	49.10
192H	79.80	65.85	71.53	59.88	47.85	44.83	37.06	38.19	41.84	50.09	55.76	67.33	55.00
216H	87.77	68.72	79.59	63.67	53.56	47.45	39.79	41.38	46.34	56.07	68.40	82.64	61.28
240H	92.12	73.64	79.41	69.48	58.83	50.51	41.14	44.96	48.95	58.64	73.27	88.83	64.98

표 3.1.45 GDAPS 아시아 500 hPa 고도 TRAND [무차원] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.91	0.89	0.92	0.91	0.93	0.91	0.85	0.92	0.95	0.96	0.97	0.98	0.93
48H	0.93	0.91	0.95	0.93	0.96	0.93	0.88	0.94	0.96	0.97	0.97	0.98	0.94
72H	0.90	0.91	0.94	0.91	0.95	0.91	0.88	0.93	0.95	0.97	0.96	0.96	0.93
96H	0.89	0.89	0.93	0.88	0.93	0.90	0.85	0.89	0.93	0.95	0.94	0.95	0.91
120H	0.84	0.86	0.89	0.86	0.91	0.86	0.82	0.87	0.88	0.94	0.89	0.92	0.88
144H	0.75	0.82	0.83	0.82	0.89	0.81	0.80	0.83	0.84	0.90	0.80	0.89	0.83
168H	0.62	0.79	0.74	0.77	0.87	0.74	0.78	0.78	0.82	0.84	0.73	0.82	0.77
192H	0.53	0.77	0.63	0.71	0.84	0.70	0.75	0.71	0.80	0.78	0.71	0.70	0.72
216H	0.54	0.74	0.64	0.71	0.77	0.67	0.70	0.66	0.74	0.72	0.65	0.56	0.67
240H	0.47	0.67	0.61	0.65	0.71	0.61	0.66	0.62	0.74	0.67	0.64	0.49	0.63

표 3.1.46 GDAPS 아시아 250 hPa 풍속 Mean Error [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	13.90	10.83	14.34	12.76	5.81	-0.19	-0.76	-0.47	-0.63	-0.18	-0.47	-0.74	4.52
48H	13.20	10.32	14.40	12.44	5.62	-0.36	-1.00	-0.82	-0.87	-0.39	-0.68	-0.88	4.25
72H	13.10	10.47	14.27	12.64	5.26	-0.51	-1.28	-1.07	-0.88	-0.45	-0.57	-0.79	4.18
96H	13.19	10.88	14.30	12.43	5.17	-0.46	-1.48	-1.16	-0.90	-0.47	-0.43	-0.89	4.18
120H	13.23	10.99	14.59	12.64	5.44	-0.28	-1.46	-1.13	-0.90	-0.35	-0.33	-0.76	4.31
144H	13.31	11.31	14.77	12.62	5.37	-0.07	-1.49	-1.04	-0.91	-0.18	-0.06	-0.57	4.42
168H	13.60	11.62	14.52	12.99	4.90	-0.37	-1.48	-0.93	-0.96	-0.04	-0.30	-0.62	4.41
192H	13.87	11.72	14.48	12.91	4.96	-0.46	-1.43	-0.95	-0.89	-0.27	-0.19	-0.83	4.41
216H	13.49	12.03	13.63	13.06	5.52	-0.40	-1.75	-0.95	-1.10	-0.34	-0.12	-1.02	4.34
240H	13.98	11.50	14.14	12.93	5.28	-0.58	-1.80	-0.91	-0.99	-0.24	0.19	-1.01	4.37

표 3.1.47 GDAPS 아시아 250 hPa 풍속 RMSE [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	17.30	14.05	18.07	16.68	11.41	6.91	6.98	5.67	5.73	4.95	4.86	5.11	9.81
48H	16.43	13.44	18.12	16.26	12.47	9.36	9.30	7.70	7.26	6.37	6.37	6.05	10.76
72H	16.46	13.63	17.97	16.44	13.51	11.33	10.99	9.17	9.12	8.28	8.02	7.56	11.87
96H	16.72	14.26	17.99	15.96	15.27	13.28	12.52	11.11	10.97	10.05	10.28	9.13	13.13
120H	16.75	14.54	18.63	16.22	16.35	14.99	14.34	12.52	12.87	11.74	12.84	11.16	14.41
144H	16.84	14.69	18.48	16.26	16.84	16.87	15.78	13.84	14.83	13.41	14.71	13.68	15.52
168H	17.29	15.04	18.51	16.60	16.55	18.52	16.97	16.24	15.98	15.37	16.31	15.51	16.57
192H	17.58	15.07	18.64	16.57	17.04	19.60	18.03	17.73	16.83	17.25	18.05	18.43	17.57
216H	17.20	15.36	17.37	16.52	18.60	20.88	18.67	18.82	18.72	18.73	19.99	20.89	18.48
240H	17.83	14.79	17.88	16.51	19.41	20.94	19.44	20.14	19.48	19.92	21.30	22.21	19.15

3.1.3.2 GDAPS (T426L40, 2호기) ASOS 강수 검증

표 3.1.48 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.47	0.40	0.38	0.38	0.36	0.40	Jan.	0.46	0.36	0.32	0.18	0.16	0.29
Feb.	0.66	0.59	0.53	0.44	0.42	0.52	Feb.	0.51	0.40	0.27	0.23	0.14	0.32
Mar.	0.52	0.54	0.48	0.44	0.43	0.48	Mar.	0.34	0.31	0.30	0.31	0.25	0.30
Apr.	0.53	0.43	0.41	0.44	0.41	0.44	Apr.	0.61	0.60	0.44	0.40	0.31	0.46
May.	0.55	0.44	0.42	0.38	0.34	0.42	May.	0.55	0.47	0.37	0.34	0.23	0.39
Jun.	0.37	0.39	0.38	0.36	0.31	0.36	Jun.	0.21	0.26	0.22	0.21	0.17	0.21
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.52	0.47	0.44	0.41	0.38	0.44	TOTAL	0.45	0.41	0.32	0.29	0.22	0.33
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.04	0.04	0.04	0.00	0.00	0.02	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.36	0.30	0.29	0.20	0.03	0.23	Feb.	0.05	0.15	0.26	0.04	0.00	0.10
Mar.	0.17	0.13	0.13	0.09	0.08	0.11	Mar.	0.50	0.29	0.00	0.00	0.03	0.11
Apr.	0.55	0.56	0.34	0.23	0.15	0.33	Apr.	0.34	0.41	0.13	0.10	0.10	0.20
May.	0.44	0.33	0.34	0.21	0.19	0.30	May.	0.20	0.11	0.17	0.10	0.13	0.14
Jun.	0.11	0.15	0.11	0.10	0.11	0.12	Jun.	0.06	0.09	0.03	0.08	0.07	0.07
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.35	0.30	0.24	0.16	0.12	0.22	TOTAL	Jul.	0.19	0.17	0.11	0.08	0.08
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.	-	-	-	-	-	-							
Feb.	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.04							
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
May.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Jun.	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01							
Jul.													
Aug.													
Sep.													
Oct.													
Nov.													
Dec.													
TOTAL	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01							

표 3.1.49 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.37	0.29	0.26	0.26	0.24	0.28	Jan.	0.45	0.35	0.30	0.16	0.15	0.28
Feb.	0.54	0.44	0.37	0.26	0.24	0.36	Feb.	0.47	0.36	0.24	0.21	0.11	0.28
Mar.	0.34	0.35	0.30	0.25	0.23	0.29	Mar.	0.30	0.27	0.26	0.27	0.21	0.26
Apr.	0.41	0.28	0.26	0.30	0.27	0.30	Apr.	0.58	0.57	0.41	0.36	0.26	0.42
May.	0.45	0.32	0.29	0.25	0.21	0.29	May.	0.52	0.43	0.33	0.30	0.19	0.34
Jun.	0.27	0.27	0.25	0.23	0.16	0.23	Jun.	0.19	0.23	0.18	0.17	0.13	0.17
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.40	0.33	0.29	0.26	0.23	0.30	TOTAL	0.42	0.37	0.28	0.25	0.18	0.30
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.04	0.03	0.04	0.00	0.00	0.02	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.35	0.30	0.28	0.19	0.02	0.22	Feb.	0.05	0.15	0.26	0.03	0.00	0.10
Mar.	0.17	0.12	0.13	0.08	0.07	0.11	Mar.	0.50	0.29	0.00	0.00	0.03	0.11
Apr.	0.54	0.55	0.32	0.22	0.13	0.31	Apr.	0.34	0.40	0.12	0.09	0.09	0.20
May.	0.42	0.31	0.32	0.20	0.17	0.28	May.	0.20	0.10	0.16	0.09	0.12	0.13
Jun.	0.10	0.14	0.10	0.08	0.10	0.10	Jun.	0.06	0.08	0.02	0.07	0.06	0.06
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.34	0.29	0.23	0.15	0.11	0.21	TOTAL	0.19	0.17	0.11	0.07	0.07	0.11
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.	-	-	-	-	-	-							
Feb.	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.04							
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
May.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Jun.	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01							
Jul.													
Aug.													
Sep.													
Oct.													
Nov.													
Dec.													
TOTAL	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01							

표 3.1.50 GDAPS (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.85	2.18	2.24	2.12	2.06	2.09	Jan.	0.81	0.81	1.00	0.69	0.65	0.79
Feb.	1.31	1.54	1.49	1.39	1.36	1.42	Feb.	0.89	0.84	0.37	0.33	0.35	0.56
Mar.	1.71	1.76	1.67	1.70	1.71	1.71	Mar.	1.39	1.51	1.48	1.30	1.52	1.44
Apr.	1.69	2.04	1.94	1.86	1.93	1.89	Apr.	0.93	1.19	1.02	0.97	1.32	1.09
May.	1.55	1.96	2.07	2.15	2.05	1.96	May.	1.10	1.36	1.28	0.99	1.12	1.17
Jun.	1.07	1.59	1.74	1.83	1.97	1.64	Jun.	0.68	1.43	1.67	1.69	1.97	1.49
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	1.53	1.82	1.82	1.80	1.81	1.76	TOTAL	0.98	1.20	1.10	0.97	1.14	1.08

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.09	0.32	0.18	0.55	0.09	0.25	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.63	0.46	0.40	0.29	0.48	0.45	Feb.	0.16	0.36	0.64	0.18	0.50	0.37
Mar.	1.27	1.76	1.24	1.73	3.98	2.00	Mar.	0.62	0.69	0.00	0.69	4.08	1.22
Apr.	0.69	0.95	0.77	0.87	1.50	0.96	Apr.	0.55	0.68	0.29	0.32	1.25	0.62
May.	0.78	0.78	0.70	0.54	0.50	0.66	May.	0.38	0.53	0.50	0.26	0.47	0.43
Jun.	0.58	1.55	2.23	2.11	2.56	1.81	Jun.	0.53	1.53	2.83	2.95	3.10	2.19
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.71	0.94	0.94	0.91	1.27	0.95	TOTAL	0.42	0.72	0.86	0.75	1.26	0.80

Threshold = 50 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.04
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.00	0.14	0.00	0.00	1.43	0.31
May.	0.00	0.07	0.33	0.00	0.67	0.21
Jun.	0.00	1.31	2.69	5.23	3.85	2.62
Jul.						
Aug.						
Sep.						
Oct.						
Nov.						
Dec.						
TOTAL	0.00	0.44	0.95	1.58	1.63	0.92

3.1.3.3 GDAPS (N320L50, 3호기) ASOS 강수 검증

표 3.1.51 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

hreshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.53	0.49	0.51	0.49	0.45	0.49	May.	0.65	0.60	0.61	0.54	0.37	0.55
Jun.	0.41	0.39	0.36	0.35	0.35	0.37	Jun.	0.25	0.23	0.21	0.18	0.16	0.21
Jul.	0.45	0.45	0.44	0.42	0.40	0.43	Jul.	0.44	0.36	0.30	0.27	0.27	0.33
Aug.	0.50	0.47	0.47	0.46	0.45	0.47	Aug.	0.35	0.31	0.26	0.25	0.22	0.28
Sep.	0.51	0.47	0.48	0.47	0.43	0.47	Sep.	0.47	0.38	0.34	0.34	0.32	0.37
Oct.	0.37	0.34	0.34	0.33	0.36	0.35	Oct.	0.43	0.41	0.34	0.28	0.37	0.37
Nov.	0.32	0.31	0.33	0.33	0.32	0.32	Nov.	0.11	0.06	0.12	0.16	0.11	0.11
Dec.	0.40	0.40	0.40	0.38	0.38	0.39	Dec.	0.23	0.12	0.25	0.16	0.28	0.21
TOTAL	0.46	0.44	0.43	0.42	0.41	0.43	TOTAL	0.40	0.35	0.31	0.29	0.27	0.32
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.59	0.48	0.46	0.43	0.25	0.44	May.	0.28	0.22	0.21	0.18	0.13	0.20
Jun.	0.18	0.14	0.17	0.11	0.07	0.13	Jun.	0.11	0.10	0.11	0.04	0.04	0.07
Jul.	0.33	0.35	0.29	0.13	0.18	0.25	Jul.	0.23	0.34	0.23	0.07	0.17	0.21
Aug.	0.24	0.19	0.18	0.11	0.08	0.16	Aug.	0.22	0.14	0.12	0.06	0.03	0.11
Sep.	0.36	0.26	0.20	0.24	0.21	0.25	Sep.	0.26	0.17	0.13	0.18	0.13	0.17
Oct.	0.23	0.13	0.20	0.07	0.18	0.16	Oct.	0.05	0.07	0.06	0.00	0.20	0.07
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.11	0.11	0.10	0.12	0.14	0.12	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.05
TOTAL	0.32	0.26	0.23	0.18	0.15	0.23	TOTAL	0.23	0.20	0.15	0.10	0.10	0.16
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.13	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04							
Jun.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.03							
Jul.	0.10	0.20	0.08	0.04	0.11	0.11							
Aug.	0.10	0.10	0.06	0.03	0.01	0.06							
Sep.	0.10	0.05	0.05	0.15	0.05	0.08							
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.10	0.10	0.06	0.07	0.05	0.08							

표 3.1.52 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.42	0.37	0.40	0.37	0.33	0.38	May.	0.63	0.57	0.58	0.51	0.33	0.52
Jun.	0.27	0.25	0.21	0.20	0.20	0.23	Jun.	0.22	0.20	0.17	0.15	0.12	0.17
Jul.	0.17	0.17	0.16	0.15	0.12	0.15	Jul.	0.38	0.29	0.23	0.20	0.20	0.26
Aug.	0.18	0.15	0.16	0.14	0.12	0.15	Aug.	0.23	0.20	0.16	0.15	0.12	0.17
Sep.	0.32	0.27	0.29	0.27	0.23	0.28	Sep.	0.41	0.31	0.27	0.27	0.25	0.30
Oct.	0.30	0.26	0.27	0.25	0.28	0.27	Oct.	0.41	0.39	0.32	0.27	0.35	0.35
Nov.	0.28	0.26	0.28	0.28	0.27	0.28	Nov.	0.11	0.05	0.12	0.15	0.10	0.11
Dec.	0.28	0.28	0.27	0.26	0.25	0.27	Dec.	0.22	0.12	0.24	0.15	0.27	0.20
TOTAL	0.31	0.28	0.28	0.26	0.25	0.28	TOTAL	0.36	0.31	0.27	0.25	0.23	0.28
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.57	0.47	0.45	0.42	0.23	0.42	May.	0.27	0.22	0.20	0.17	0.12	0.20
Jun.	0.17	0.13	0.16	0.10	0.05	0.11	Jun.	0.11	0.10	0.11	0.04	0.03	0.07
Jul.	0.30	0.32	0.26	0.10	0.16	0.22	Jul.	0.22	0.32	0.22	0.06	0.15	0.19
Aug.	0.20	0.14	0.13	0.06	0.05	0.12	Aug.	0.20	0.12	0.10	0.03	0.02	0.09
Sep.	0.33	0.23	0.17	0.20	0.17	0.22	Sep.	0.24	0.15	0.11	0.16	0.10	0.15
Oct.	0.22	0.13	0.19	0.07	0.17	0.16	Oct.	0.05	0.06	0.06	0.00	0.20	0.06
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.11	0.11	0.10	0.11	0.14	0.12	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.05
TOTAL	0.30	0.24	0.22	0.16	0.14	0.21	TOTAL	0.22	0.19	0.14	0.09	0.09	0.15
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.13	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04							
Jun.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.03							
Jul.	0.09	0.19	0.07	0.03	0.10	0.10							
Aug.	0.09	0.09	0.05	0.02	0.00	0.05							
Sep.	0.09	0.04	0.04	0.14	0.04	0.07							
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.10	0.10	0.05	0.07	0.04	0.07							

표 3.1.53 GDAPS (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	1.81	1.98	1.85	1.85	1.88	1.88	May.	0.99	0.92	0.88	0.92	0.86	0.91
Jun.	2.17	2.35	2.35	2.37	2.11	2.27	Jun.	1.40	1.37	1.33	1.24	1.03	1.27
Jul.	1.90	1.92	1.92	1.80	1.85	1.88	Jul.	0.90	0.95	0.84	0.92	0.87	0.90
Aug.	1.62	1.64	1.53	1.61	1.61	1.60	Aug.	0.98	0.96	0.81	0.80	0.80	0.87
Sep.	1.60	1.59	1.54	1.52	1.56	1.56	Sep.	0.95	0.86	0.85	1.01	1.03	0.94
Oct.	1.84	1.63	1.70	1.81	1.84	1.77	Oct.	0.68	0.78	0.57	0.51	0.61	0.63
Nov.	1.44	1.40	1.74	1.79	1.69	1.61	Nov.	0.40	0.29	0.57	0.66	0.81	0.54
Dec.	1.61	1.69	1.78	1.67	1.72	1.69	Dec.	0.53	0.42	0.76	0.47	0.84	0.60
TOTAL	1.75	1.79	1.77	1.77	1.76	1.77	TOTAL	0.95	0.92	0.85	0.88	0.87	0.90
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.76	0.65	0.63	0.56	0.65	0.65	May.	0.40	0.49	0.43	0.31	0.28	0.38
Jun.	0.64	0.63	0.65	0.83	1.05	0.76	Jun.	0.36	0.48	0.40	1.10	1.36	0.74
Jul.	0.64	0.73	0.50	0.58	0.55	0.60	Jul.	0.54	0.73	0.48	0.39	0.52	0.53
Aug.	0.70	0.60	0.59	0.54	0.39	0.56	Aug.	0.62	0.50	0.52	0.53	0.30	0.49
Sep.	0.84	0.62	0.72	0.85	0.78	0.76	Sep.	0.76	0.53	0.66	0.83	0.65	0.68
Oct.	0.72	1.12	1.13	0.48	0.43	0.78	Oct.	0.50	1.29	2.93	0.50	0.29	1.10
Nov.	0.00	0.00	2.00	2.67	1.67	1.27	Nov.	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99
Dec.	0.20	0.20	0.28	0.16	1.28	0.42	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.05
TOTAL	0.71	0.65	0.63	0.63	0.61	0.65	TOTAL	0.59	0.57	0.56	0.58	0.49	0.56
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.13	0.00	0.00	0.00	0.13	0.05							
Jun.	0.08	0.15	0.23	2.31	2.92	1.14							
Jul.	0.58	0.88	0.39	0.27	0.39	0.50							
Aug.	0.50	0.48	0.43	0.47	0.19	0.41							
Sep.	0.68	0.47	0.57	1.04	0.54	0.66							
Oct.	0.00	0.50	0.25	0.00	0.00	0.15							
Nov.	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99							
Dec.	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99	-9.99							
TOTAL	0.54	0.54	0.43	0.62	0.44	0.51							

3.2 지역예보 모델

3.2.1 지역모델 성능 변화 추세

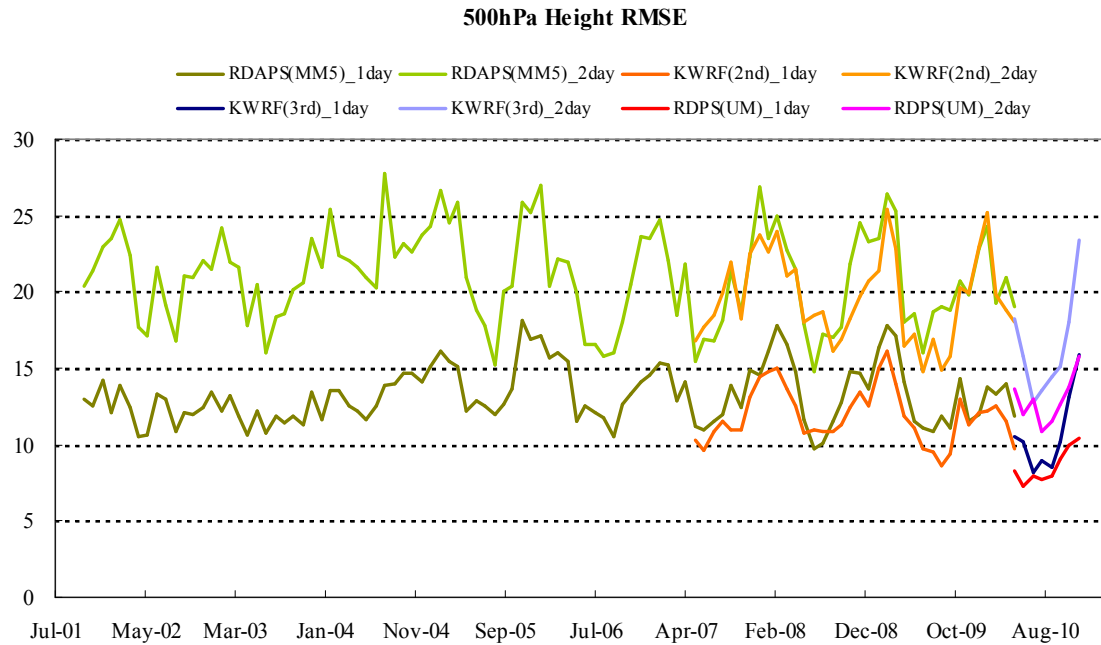


그림 3.2.1 지역모델 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE

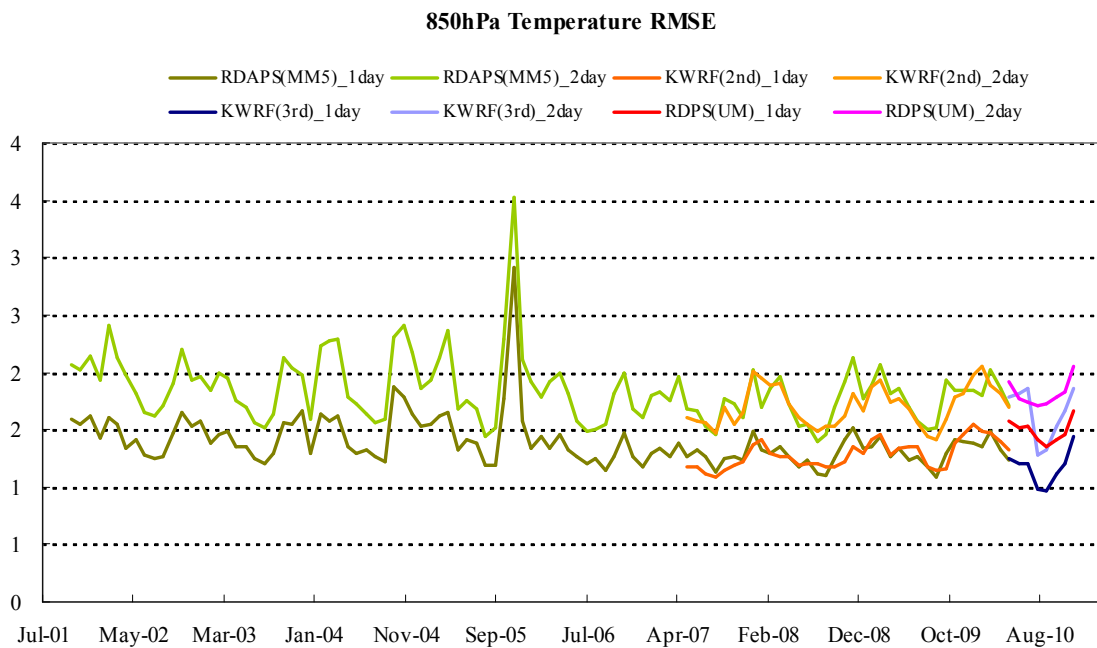


그림 3.2.2 지역모델 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE

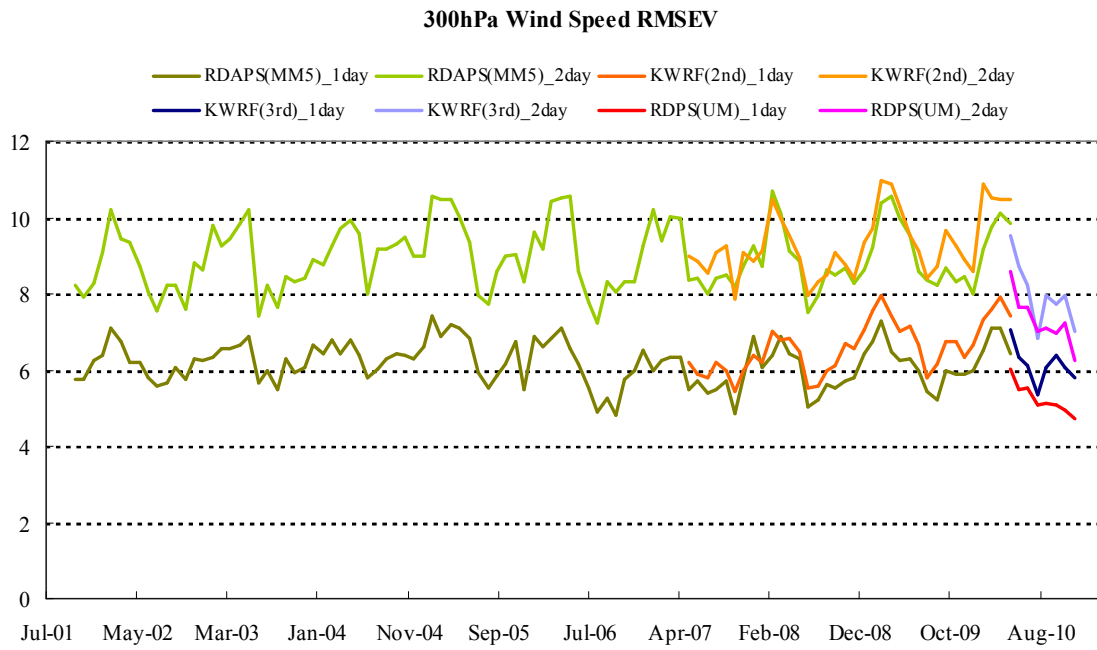


그림 3.2.3 지역모델 300 hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 RMSE

3.2.2 지역모델 초기장/분석장 검증

3.2.2.1 RDAPS 30km (MM5, 2호기) 분석장 검증

표 3.2.1 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.16	0.03	-0.08	-0.01	-0.13								-0.07
24H	-0.19	0.01	-0.12	-0.02	-0.22								-0.11
36H	-0.24	-0.11	-0.22	-0.06	-0.29								-0.18
48H	-0.27	-0.16	-0.25	-0.07	-0.31								-0.21
60H	-0.36	-0.33	-0.26	-0.10	-0.35								-0.28

표 3.2.2 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.08	1.04	1.12	1.02	0.96								1.04
24H	1.39	1.35	1.49	1.33	1.23								1.36
36H	1.63	1.61	1.80	1.63	1.48								1.63
48H	1.85	1.80	2.02	1.86	1.71								1.85
60H	2.07	2.05	2.17	2.04	1.91								2.05

표 3.2.3 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	45.51	44.73	45.92	48.96	54.28								47.88
24H	50.54	49.84	51.92	55.94	62.36								54.12
36H	52.63	52.62	55.16	59.47	67.04								57.38
48H	53.89	54.21	57.48	62.14	70.42								59.63
60H	54.76	55.50	59.14	63.69	72.53								61.12

표 3.2.4 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-2.01	4.34	5.61	7.78	9.54								5.05
24H	-1.13	3.64	5.57	7.21	7.10								4.48
36H	-8.70	-4.40	0.68	5.01	5.77								-0.33
48H	-12.87	-11.95	-2.65	3.79	3.51								-4.03
60H	-16.53	-18.32	-3.73	4.43	1.68								-6.49

표 3.2.5 RDPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	7.97	9.58	10.09	11.57	11.60								10.16
24H	12.01	13.79	13.32	13.99	11.88								13.00
36H	17.74	18.33	16.47	17.53	15.10								17.03
48H	22.80	24.33	19.30	20.89	19.08								21.28
60H	28.31	30.24	22.38	24.78	23.74								25.89

표 3.2.6 RDPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	11.81	12.38	12.22	14.06	18.33								13.76
24H	15.21	16.35	15.42	17.83	22.78								17.52
36H	17.44	19.14	18.13	20.98	26.91								20.52
48H	19.05	21.38	20.29	23.85	30.99								23.11
60H	20.85	23.27	22.25	25.84	34.72								25.39

표 3.2.7 RDPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.49	-0.53	-0.38	-0.83	-0.47								-0.54
24H	-1.20	-0.72	-0.78	-1.11	-0.62								-0.89
36H	-1.58	-0.89	-0.89	-1.12	-0.40								-0.98
48H	-1.74	-1.05	-0.89	-1.16	-0.32								-1.03
60H	-1.51	-0.92	-0.58	-1.00	-0.19								-0.84

표 3.2.8 RDPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	3.70	4.38	4.66	4.60	4.39								4.35
24H	5.98	6.52	7.08	7.12	6.43								6.63
36H	7.28	7.82	8.51	9.00	8.22								8.17
48H	8.00	9.19	9.76	10.11	9.85								9.38
60H	8.55	10.23	10.46	10.92	11.10								10.25

3.2.2.2 KWRF 10km (2호기) 분석장 검증

표 3.2.9 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.08	0.12	-0.03	-0.04	-0.04								0.02
24H	0.05	0.06	-0.17	-0.17	-0.14								-0.07
36H	0.03	-0.07	-0.26	-0.29	-0.16								-0.15
48H	-0.02	-0.23	-0.39	-0.36	-0.23								-0.25
60H	-0.04	-0.39	-0.47	-0.44	-0.30								-0.33

표 3.2.10 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.29	1.23	1.19	1.13	1.12								1.19
24H	1.55	1.49	1.47	1.40	1.32								1.45
36H	1.79	1.77	1.70	1.62	1.52								1.68
48H	1.98	2.05	1.89	1.81	1.70								1.89
60H	2.10	2.34	2.08	1.99	1.92								2.09

표 3.2.11 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	62.38	59.88	59.76	63.55	69.82								63.08
24H	65.80	63.63	63.52	68.47	74.44								67.17
36H	66.97	65.72	65.83	70.45	77.01								69.20
48H	67.71	67.10	67.44	71.90	78.67								70.56
60H	68.06	68.09	68.44	72.94	80.39								71.58

표 3.2.12 KWRF 10km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.13	5.51	3.56	2.77	4.21								3.18
24H	-4.15	3.15	1.21	1.52	2.72								0.89
36H	-10.60	-4.33	-2.07	-0.16	1.96								-3.04
48H	-15.39	-11.60	-4.87	-0.56	-0.29								-6.54
60H	-19.78	-18.72	-5.88	-0.69	-2.44								-9.50

표 3.2.13 KWRP 10km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	8.61	10.08	9.54	8.97	8.19								9.08
24H	12.12	12.24	12.51	11.50	9.79								11.63
36H	17.72	17.71	16.09	14.92	13.70								16.03
48H	22.97	25.19	19.77	18.77	18.06								20.95
60H	27.59	32.20	23.20	22.23	22.97								25.64

표 3.2.14 KWRP 10km (2호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	19.69	19.36	18.14	19.68	24.01								20.18
24H	22.32	22.32	20.82	22.54	27.18								23.04
36H	23.93	24.84	23.15	25.22	30.81								25.59
48H	25.13	27.18	24.84	27.12	34.16								27.69
60H	26.47	29.22	26.06	29.01	37.65								29.68

표 3.2.15 KWRP 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.31	-0.06	-0.20	-0.95	-1.01								-0.51
24H	-1.04	-0.05	-0.33	-0.95	-1.10								-0.69
36H	-1.60	-0.24	-0.46	-0.98	-0.91								-0.84
48H	-2.02	-0.11	-0.75	-1.11	-0.65								-0.93
60H	-2.12	-0.04	-0.66	-0.90	-0.35								-0.81

표 3.2.16 KWRP 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.04	5.88	5.99	5.98	5.80								5.74
24H	6.65	7.34	7.60	7.89	7.43								7.38
36H	7.72	8.97	9.34	9.53	9.16								8.94
48H	8.57	10.88	10.52	10.47	10.46								10.18
60H	9.12	12.25	11.41	11.26	11.64								11.14

3.2.2.3 3호기 RDAPS 12km (UM, 3호기) 초기장 검증

표 3.2.17 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [°C] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.29	-0.24	-0.21	-0.23	-0.21	-0.19	-0.22	-0.34	-0.24
24H					-0.41	-0.34	-0.26	-0.37	-0.35	-0.33	-0.36	-0.55	-0.37
36H					-0.50	-0.40	-0.28	-0.46	-0.45	-0.42	-0.44	-0.66	-0.45
48H					-0.56	-0.45	-0.29	-0.51	-0.53	-0.48	-0.50	-0.73	-0.51
60H					-0.59	-0.47	-0.30	-0.54	-0.58	-0.53	-0.56	-0.75	-0.54

표 3.2.18 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [°C] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					1.30	1.29	1.31	1.18	1.09	1.14	1.18	1.34	1.23
24H					1.57	1.51	1.53	1.42	1.35	1.41	1.45	1.67	1.49
36H					1.79	1.68	1.67	1.61	1.55	1.64	1.68	1.88	1.69
48H					1.92	1.77	1.74	1.71	1.72	1.78	1.83	2.05	1.82
60H					2.03	1.89	1.80	1.78	1.87	1.95	1.98	2.22	1.94

표 3.2.19 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					71.54	71.56	74.32	73.58	73.29	68.14	67.07	63.43	70.37
24H					76.38	77.14	79.73	78.97	78.15	72.65	71.09	66.77	75.11
36H					78.53	79.26	81.84	80.89	80.18	74.58	72.62	68.03	76.99
48H					80.09	80.98	83.19	82.31	81.72	75.80	73.91	68.86	78.36
60H					81.36	82.22	84.13	83.25	82.69	76.84	74.78	69.51	79.35

표 3.2.20 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-1.05	-0.83	-2.31	-3.63	-4.18	-4.45	-4.18	-3.62	-3.03
24H					0.37	0.60	-1.38	-3.21	-3.47	-5.11	-5.28	-4.41	-2.74
36H					1.32	1.38	0.01	-1.84	-1.20	-4.42	-4.36	-4.20	-1.66
48H					1.96	1.49	0.76	-0.90	0.65	-3.32	-2.90	-3.44	-0.71
60H					2.77	1.58	2.09	0.35	2.56	-1.35	-0.82	-2.02	0.64

표 3.2.21 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					5.96	5.36	5.95	6.42	6.78	6.98	7.41	7.69	6.57
24H					8.26	7.31	7.95	7.73	7.99	9.09	10.00	10.44	8.60
36H					10.86	9.64	10.62	9.08	9.38	10.85	12.03	13.03	10.69
48H					13.68	12.02	13.01	10.87	11.53	12.70	13.79	15.75	12.92
60H					16.53	14.52	15.23	12.61	13.89	14.60	15.78	18.83	15.25

표 3.2.22 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					51.54	44.86	45.86	39.86	53.62	35.97	29.64	30.75	41.51
24H					54.62	48.12	49.43	42.73	56.47	38.08	31.57	32.41	44.18
36H					57.05	50.54	52.35	44.64	58.88	39.75	33.17	33.54	46.24
48H					59.50	52.89	55.08	46.45	61.15	41.24	34.63	34.75	48.21
60H					62.02	54.86	57.42	47.98	63.80	42.66	36.04	35.77	50.07

표 3.2.23 RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					0.03	0.11	-0.14	-0.16	-0.11	-0.01	-0.12	-0.19	-0.07
24H					-0.03	-0.04	-0.40	-0.27	-0.25	0.03	-0.18	-0.12	-0.16
36H					-0.25	-0.15	-0.65	-0.33	-0.34	0.01	-0.31	-0.25	-0.28
48H					-0.32	-0.20	-0.92	-0.45	-0.39	-0.01	-0.39	-0.27	-0.37
60H					-0.42	-0.29	-1.16	-0.53	-0.44	-0.06	-0.41	-0.26	-0.45

표 3.2.24 RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					4.32	3.95	4.00	3.71	3.71	3.57	3.42	3.35	3.75
24H					6.01	5.50	5.51	5.09	5.14	5.06	4.95	4.74	5.25
36H					7.32	6.64	6.67	6.12	6.25	6.10	6.15	5.54	6.35
48H					8.58	7.64	7.66	6.99	7.10	6.95	7.25	6.24	7.30
60H					9.87	8.45	8.39	7.72	7.82	7.75	8.18	6.94	8.14

3.2.2.4 KWRF 10km (3호기) 분석장 검증

표 3.2.25 KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.27	-0.29	-0.23	-0.02	-0.02	-0.02	-0.16	-0.34	-0.17
24H					-0.56	-0.59	-0.51	-0.16	-0.13	-0.21	-0.38	-0.63	-0.40
36H					-0.80	-0.87	-0.82	-0.31	-0.23	-0.40	-0.54	-0.78	-0.59
48H					-0.96	-1.13	-1.13	-0.45	-0.32	-0.50	-0.65	-0.84	-0.75
60H					-1.18	-1.34	-1.43	-0.55	-0.41	-0.60	-0.79	-0.82	-0.89

표 3.2.26 KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					0.86	0.80	0.80	0.69	0.71	0.80	0.85	0.97	0.81
24H					1.25	1.20	1.21	0.98	0.97	1.11	1.21	1.44	1.17
36H					1.55	1.54	1.54	1.14	1.17	1.38	1.50	1.74	1.44
48H					1.79	1.82	1.86	1.28	1.32	1.53	1.66	1.86	1.64
60H					2.08	2.04	2.12	1.38	1.45	1.72	1.83	1.94	1.82

표 3.2.27 KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					54.18	58.34	61.92	61.34	58.77	53.08	49.09	43.94	55.08
24H					66.43	72.32	75.90	75.15	71.49	64.73	60.44	53.95	67.55
36H					71.03	76.62	80.24	79.14	75.45	68.25	64.39	57.43	71.57
48H					73.35	79.30	82.96	80.87	78.06	69.96	65.90	58.96	73.67
60H					75.77	80.86	84.95	82.21	79.47	71.29	66.82	60.31	75.21

표 3.2.28 KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-4.06	1.29	0.93	0.62	-1.68	-5.34	-6.99	-8.43	-2.96
24H					-3.80	4.78	2.58	1.66	0.93	-5.67	-8.52	-11.37	-2.43
36H					-5.83	5.66	2.13	1.65	3.56	-6.26	-8.57	-14.39	-2.76
48H					-7.61	6.52	1.69	0.83	5.80	-6.62	-8.40	-16.52	-3.04
60H					-9.69	6.99	1.76	0.24	6.77	-6.32	-7.86	-16.83	-3.12

표 3.2.29 KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [℃] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					8.30	6.82	5.85	6.54	6.91	8.22	9.50	11.39	7.94
24H					10.47	10.21	8.19	8.96	8.54	10.20	13.11	15.88	10.69
36H					14.69	13.30	10.73	12.01	11.53	12.94	15.96	20.64	13.98
48H					18.30	15.77	12.77	13.49	14.45	15.10	18.02	23.37	16.41
60H					21.85	17.65	15.19	15.63	17.57	17.76	20.27	24.77	18.84

표 3.2.30 KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 S1 Score [무차원] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					21.58	28.80	31.33	29.54	28.42	21.90	17.50	16.79	24.48
24H					26.54	35.39	37.65	36.18	33.48	26.54	22.42	21.23	29.93
36H					29.78	39.47	41.32	39.57	36.43	29.11	24.99	23.54	33.03
48H					32.24	42.77	44.83	40.84	39.04	30.65	26.59	24.87	35.23
60H					34.63	45.25	47.49	43.33	41.36	31.95	27.93	25.99	37.24

표 3.2.31 KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.25	-0.46	-0.36	-0.06	-0.12	0.08	0.30	0.19	-0.08
24H					0.07	-0.36	-0.40	-0.22	-0.31	0.29	0.61	0.28	-0.01
36H					0.30	-0.43	-0.35	-0.32	-0.24	0.47	0.79	0.31	0.07
48H					0.59	-0.38	-0.45	-0.36	-0.18	0.63	1.02	0.48	0.17
60H					0.79	-0.38	-0.49	-0.52	-0.13	0.77	1.13	0.69	0.23

표 3.2.32 KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 초기장 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					5.41	4.89	4.70	4.27	4.69	4.86	4.66	4.60	4.76
24H					7.07	6.32	6.10	5.34	6.08	6.37	6.06	5.81	6.14
36H					8.53	7.61	7.20	6.19	7.04	7.27	7.04	6.50	7.17
48H					9.55	8.72	8.22	6.81	7.97	7.75	7.97	7.01	8.00
60H					10.85	9.44	9.13	7.57	8.86	8.15	8.77	7.45	8.78

3.2.3 지역모델 관측 검증

3.2.3.1 KWRF, RDAPS 성능 비교

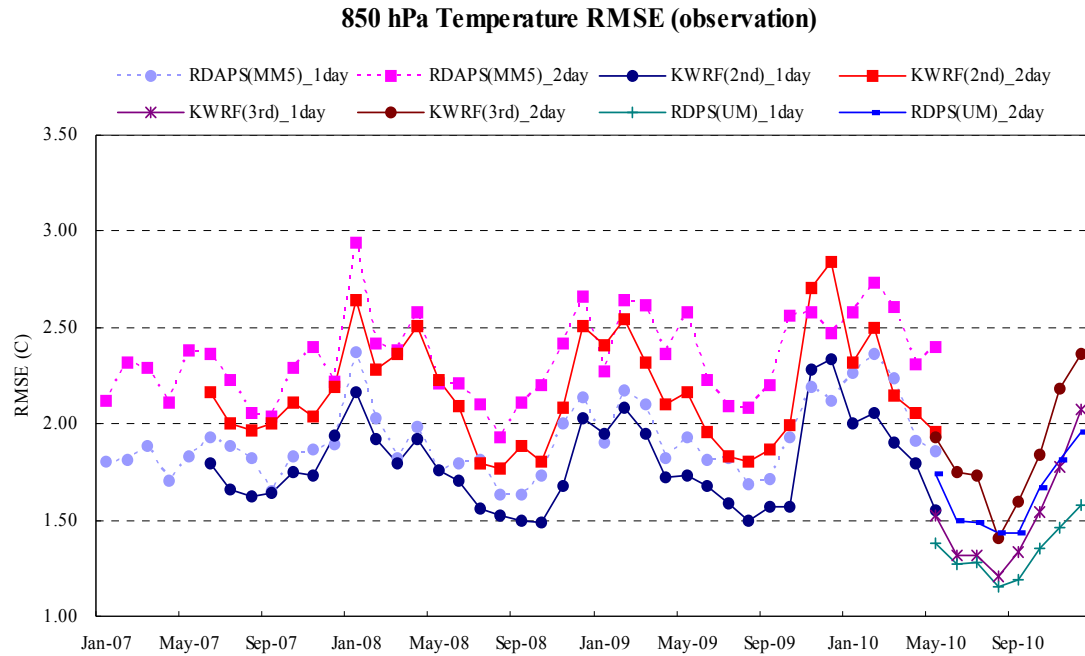


그림 3.2.4 KWRF, RDAPS 850 hPa 기온 관측검증 RMSE의 월평균 시계열

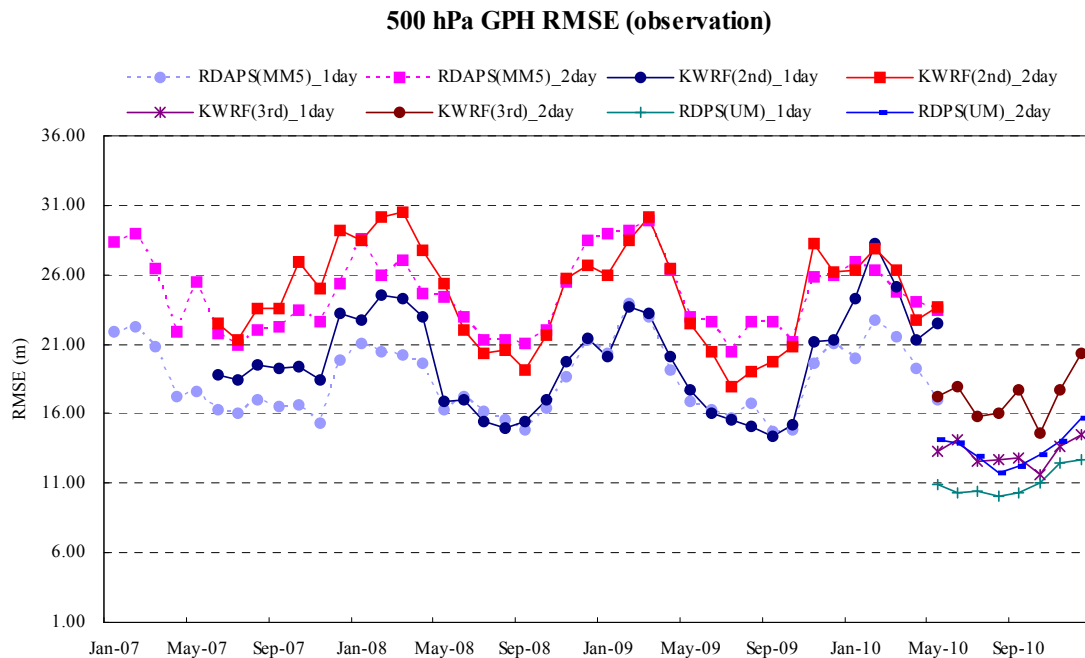


그림 3.2.5 KWRF, RDAPS 500 hPa 고도 관측검증 RMSE의 월평균 시계열

3.2.3.2 존테자료를 이용한 RDAPS 30km (MM5, 2호기) 검증

표 3.2.33 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.33	0.35	0.09	0.10	-0.04								0.17
24H	0.36	0.41	0.18	0.21	-0.01								0.23
36H	0.27	0.34	0.15	0.23	-0.04								0.19
48H	0.16	0.30	0.07	0.18	-0.09								0.12
60H	-0.01	0.22	0.00	0.12	-0.15								0.04

표 3.2.34 RDAPS 30km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	2.11	2.04	1.97	1.69	1.62								1.89
24H	2.26	2.36	2.24	1.91	1.86								2.13
36H	2.40	2.57	2.47	2.16	2.14								2.35
48H	2.58	2.73	2.61	2.31	2.40								2.53
60H	2.74	2.96	2.72	2.40	2.62								2.69

표 3.2.35 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	2.19	8.56	7.95	7.00	6.02								6.34
24H	3.13	9.99	8.88	7.94	4.12								6.81
36H	-4.18	3.16	4.49	5.99	2.78								2.45
48H	-9.02	-3.78	0.47	3.48	0.56								-1.66
60H	-13.73	-9.76	-1.53	3.10	-0.83								-4.55

표 3.2.36 RDAPS 30km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	17.00	18.80	18.72	16.83	15.22								17.31
24H	19.97	22.70	21.52	19.27	16.95								20.08
36H	22.75	23.49	22.71	21.09	19.86								21.98
48H	26.88	26.28	24.74	24.11	23.49								25.10
60H	32.60	30.23	27.41	27.67	27.63								29.11

표 3.2.37 RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-1.16	-0.98	-0.77	-0.95	-0.85								-0.94
24H	-1.73	-1.30	-1.08	-1.34	-1.17								-1.32
36H	-2.04	-1.37	-1.16	-1.49	-1.27								-1.47
48H	-2.20	-1.57	-1.14	-1.55	-1.27								-1.55
60H	-2.06	-1.70	-0.92	-1.29	-1.02								-1.40

표 3.2.38 RDAPS 30km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.26	5.29	5.29	5.08	5.08								5.20
24H	6.24	6.55	6.35	6.13	5.98								6.25
36H	6.97	7.33	7.18	7.10	7.13								7.14
48H	7.46	8.09	7.86	7.83	8.13								7.87
60H	7.94	8.70	8.35	8.45	8.94								8.48

3.2.3.3 존데자료를 이용한 KWRF 10km (2호기) 검증

표 3.2.39 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.49	0.63	0.43	0.36	0.16								0.41
24H	0.43	0.61	0.37	0.31	0.10								0.36
36H	0.39	0.56	0.24	0.18	0.07								0.29
48H	0.30	0.40	0.02	-0.01	-0.01								0.14
60H	0.26	0.20	-0.11	-0.17	-0.07								0.02

표 3.2.40 KWRF 10km (2호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.86	1.88	1.69	1.53	1.36								1.66
24H	2.00	2.06	1.90	1.79	1.55								1.86
36H	2.18	2.27	2.03	1.95	1.78								2.04
48H	2.32	2.50	2.15	2.06	1.96								2.20
60H	2.45	2.68	2.30	2.14	2.14								2.34

표 3.2.41 KWRP 10km (2호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	11.53	16.87	14.15	10.85	9.28								12.54
24H	9.49	17.47	13.18	10.46	7.58								11.64
36H	3.54	12.14	10.21	8.64	7.31								8.37
48H	-0.85	5.66	7.00	6.66	5.71								4.84
60H	-4.47	-0.42	5.87	6.63	3.97								2.32

표 3.2.42 KWRP 10km (2호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	24.22	25.29	26.02	22.92	22.59								24.21
24H	24.34	28.19	25.15	21.29	22.51								24.30
36H	24.57	27.37	24.59	21.00	22.07								23.92
48H	26.33	27.89	26.28	22.78	23.73								25.40
60H	27.93	30.93	28.88	25.74	26.14								27.92

표 3.2.43 KWRP 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.07	-0.27	-0.02	-1.24	-0.26								-0.37
24H	-0.42	-0.23	-0.46	-0.97	-1.25								-0.67
36H	-1.22	-1.39	-0.91	-1.33	-1.34								-1.24
48H	-1.49	-1.10	-0.93	-1.23	-1.08								-1.17
60H	-1.69	-1.38	-0.68	-1.31	-0.87								-1.19

표 3.2.44 KWRP 10km (2호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	14.66	15.63	17.43	17.41	14.44								15.91
24H	15.23	15.33	16.81	16.63	14.65								15.73
36H	14.35	16.10	17.55	16.27	14.29								15.71
48H	15.57	17.34	18.95	18.36	15.59								17.16
60H	15.11	18.21	18.58	18.35	18.71								17.79

3.2.3.4 존테자료를 이용한 RDAPS 12km (UM, 3호기) 검증

표 3.2.45 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.10	-0.06	-0.12	-0.12	-0.15	-0.11	-0.28	-0.36	-0.16
24H					-0.14	-0.06	-0.11	-0.21	-0.20	-0.23	-0.47	-0.63	-0.26
36H					-0.17	-0.08	-0.11	-0.29	-0.26	-0.35	-0.60	-0.79	-0.33
48H					-0.22	-0.09	-0.12	-0.33	-0.30	-0.45	-0.71	-0.85	-0.38
60H					-0.32	-0.11	-0.16	-0.35	-0.31	-0.54	-0.81	-0.87	-0.43

표 3.2.46 RDAPS 12km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					1.23	1.15	1.19	1.07	1.06	1.21	1.27	1.36	1.19
24H					1.38	1.27	1.28	1.15	1.19	1.35	1.46	1.58	1.33
36H					1.58	1.42	1.40	1.34	1.33	1.55	1.64	1.79	1.51
48H					1.74	1.50	1.49	1.43	1.43	1.67	1.81	1.96	1.63
60H					1.83	1.67	1.60	1.52	1.55	1.85	2.01	2.11	1.77

표 3.2.47 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					0.07	1.09	-1.34	-2.58	-2.53	-3.61	-5.66	-4.76	-2.41
24H					1.95	2.99	-0.52	-2.03	-1.97	-4.77	-6.96	-5.64	-2.12
36H					2.93	4.27	0.29	-0.85	0.26	-4.79	-5.93	-5.94	-1.22
48H					3.70	4.96	0.90	0.38	2.39	-3.92	-3.77	-4.82	-0.02
60H					4.52	5.63	1.65	1.88	4.81	-1.79	-1.30	-3.21	1.52

표 3.2.48 RDAPS 12km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					9.81	8.98	9.36	9.64	9.88	9.09	10.82	11.52	9.99
24H					10.96	10.27	10.43	10.09	10.36	11.07	12.49	12.76	11.05
36H					12.47	12.04	11.47	10.57	10.96	12.14	13.26	14.39	12.16
48H					14.09	13.86	12.98	11.76	12.19	13.04	14.04	15.68	13.46
60H					16.57	15.64	14.60	12.80	14.02	14.38	15.21	17.46	15.08

표 3.2.49 RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.10	-0.06	-0.12	-0.12	-0.15	-0.11	-0.28	-0.36	-0.16
24H					-0.14	-0.06	-0.11	-0.21	-0.20	-0.23	-0.47	-0.63	-0.26
36H					-0.17	-0.08	-0.11	-0.29	-0.26	-0.35	-0.60	-0.79	-0.33
48H					-0.22	-0.09	-0.12	-0.33	-0.30	-0.45	-0.71	-0.85	-0.38
60H					-0.32	-0.11	-0.16	-0.35	-0.31	-0.54	-0.81	-0.87	-0.43

표 3.2.50 RDAPS 12km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					1.23	1.15	1.19	1.07	1.06	1.21	1.27	1.36	1.19
24H					1.38	1.27	1.28	1.15	1.19	1.35	1.46	1.58	1.33
36H					1.58	1.42	1.40	1.34	1.33	1.55	1.64	1.79	1.51
48H					1.74	1.50	1.49	1.43	1.43	1.67	1.81	1.96	1.63
60H					1.83	1.67	1.60	1.52	1.55	1.85	2.01	2.11	1.77

3.2.3.5 존데자료를 이용한 KWRF 10km (3호기) 검증

표 3.2.51 KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 Mean Error [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.09	-0.09	0.01	-0.08	-0.14	-0.08	-0.51	-0.40	-0.17
24H					-0.29	-0.28	-0.18	-0.14	-0.21	-0.24	-0.79	-0.77	-0.36
36H					-0.49	-0.52	-0.43	-0.24	-0.32	-0.45	-1.01	-0.96	-0.55
48H					-0.66	-0.73	-0.69	-0.31	-0.40	-0.60	-1.17	-1.03	-0.70
60H					-0.84	-0.95	-1.00	-0.40	-0.47	-0.72	-1.30	-1.04	-0.84

표 3.2.52 KWRF 10km (3호기) 850 hPa 기온의 RMSE [℃] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					1.33	1.19	1.21	1.12	1.23	1.43	1.57	1.77	1.36
24H					1.52	1.32	1.32	1.21	1.33	1.54	1.78	2.07	1.51
36H					1.72	1.54	1.50	1.30	1.46	1.71	2.02	2.27	1.69
48H					1.93	1.75	1.73	1.41	1.60	1.84	2.18	2.36	1.85
60H					2.11	1.93	1.96	1.50	1.72	1.99	2.33	2.41	1.99

표 3.2.53 KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 Mean Error [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					4.48	5.29	4.23	4.11	2.75	-0.05	-2.54	0.33	2.33
24H					5.28	8.35	5.36	5.97	4.89	-0.41	-4.18	-2.96	2.79
36H					4.80	9.49	4.90	7.01	7.29	-0.55	-3.91	-5.50	2.94
48H					3.86	10.03	4.25	7.97	9.53	-0.49	-3.9	-7.55	2.96
60H					2.77	10.56	4.06	8.59	10.85	0.37	-2.93	-8.03	3.28

표 3.2.54 KWRF 10km (3호기) 500 hPa 고도의 RMSE [m] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					11.49	11.58	10.76	11.05	11.1	10.55	10.91	11.70	11.14
24H					13.31	14.10	12.57	12.76	12.80	11.62	13.68	14.54	13.17
36H					15.31	15.99	13.60	14.06	15.10	13.17	15.97	17.83	15.13
48H					17.28	17.91	15.78	16.00	17.73	14.57	17.78	20.33	17.17
60H					19.59	19.46	17.75	17.62	19.96	17.19	19.72	22.24	19.19

표 3.2.55 KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 Mean Error [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					0.10	-0.04	-0.30	-0.21	-0.32	-0.02	0.01	-0.02	-0.10
24H					0.34	0.01	-0.36	-0.22	-0.46	0.12	0.12	-0.04	-0.06
36H					0.29	-0.03	-0.35	-0.23	-0.47	0.12	0.12	-0.12	-0.08
48H					0.40	-0.06	-0.39	-0.29	-0.47	0.11	0.15	0.00	-0.07
60H					0.48	-0.15	-0.46	-0.33	-0.46	0.25	0.18	0.14	-0.04

표 3.2.56 KWRF 10km (3호기) 300 hPa 풍속의 RMSE [m/s] 관측 검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					7.56	6.72	6.45	6.47	6.82	7.65	8.34	8.43	7.31
24H					8.60	7.55	7.19	7.19	7.58	8.51	8.96	9.16	8.09
36H					9.73	8.50	8.05	8.02	8.29	9.14	9.65	9.79	8.90
48H					10.59	9.55	9.01	8.60	9.03	9.66	10.18	10.11	9.59
60H					11.85	10.32	9.69	9.23	9.74	10.20	10.89	10.31	10.28

3.2.3.6 ASOS RDAPS 30km (MM5, 2호기) 강수검증

표 3.2.57 RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.50	0.49	0.43	0.44	0.41	0.45	Jan.	0.40	0.37	0.19	0.25	0.26	0.29
Feb.	0.71	0.61	0.53	0.46	0.44	0.54	Feb.	0.53	0.40	0.42	0.34	0.33	0.41
Mar.	0.54	0.56	0.52	0.50	0.50	0.52	Mar.	0.35	0.33	0.30	0.31	0.29	0.32
Apr.	0.62	0.59	0.50	0.48	0.39	0.51	Apr.	0.54	0.71	0.62	0.55	0.41	0.56
May.	0.59	0.59	0.54	0.50	0.49	0.54	May.	0.55	0.55	0.49	0.44	0.38	0.48
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.59	0.57	0.51	0.47	0.45	0.51	TOTAL	0.48	0.47	0.42	0.39	0.34	0.42
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.02	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.41	0.07	0.30	0.32	0.23	0.27	Feb.	0.14	0.00	0.34	0.17	0.12	0.16
Mar.	0.23	0.20	0.15	0.14	0.10	0.14	Mar.	0.44	0.12	0.19	0.20	0.09	0.15
Apr.	0.52	0.58	0.39	0.47	0.32	0.45	Apr.	0.43	0.54	0.39	0.28	0.17	0.34
May.	0.40	0.52	0.43	0.22	0.26	0.37	May.	0.23	0.26	0.27	0.18	0.19	0.23
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.40	0.40	0.34	0.28	0.22	0.32	TOTAL	0.28	0.29	0.31	0.21	0.15	0.24
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.	-	-	-	-	-	-							
Feb.	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.09							
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.04							
May.	0.00	0.05	0.11	0.05	0.05	0.06							
Jun.													
Jul.													
Aug.													
Sep.													
Oct.													
Nov.													
Dec.													
TOTAL	0.05	0.06	0.08	0.02	0.03	0.05							

표 3.2.58 RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.41	0.39	0.33	0.33	0.30	0.35	Jan.	0.39	0.35	0.17	0.23	0.24	0.28
Feb.	0.61	0.49	0.38	0.30	0.28	0.40	Feb.	0.49	0.37	0.39	0.30	0.31	0.37
Mar.	0.38	0.41	0.35	0.33	0.33	0.36	Mar.	0.31	0.29	0.26	0.27	0.25	0.27
Apr.	0.54	0.49	0.39	0.37	0.26	0.40	Apr.	0.51	0.69	0.60	0.52	0.37	0.53
May.	0.51	0.50	0.44	0.39	0.39	0.44	May.	0.51	0.52	0.45	0.41	0.34	0.44
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.49	0.46	0.38	0.35	0.32	0.39	TOTAL	0.44	0.44	0.39	0.35	0.30	0.38

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.02	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.40	0.06	0.29	0.31	0.22	0.26	Feb.	0.14	0.00	0.34	0.16	0.11	0.15
Mar.	0.22	0.19	0.15	0.13	0.09	0.13	Mar.	0.44	0.12	0.18	0.20	0.09	0.14
Apr.	0.51	0.57	0.38	0.45	0.30	0.43	Apr.	0.43	0.53	0.39	0.27	0.16	0.33
May.	0.39	0.50	0.41	0.21	0.24	0.35	May.	0.22	0.25	0.26	0.17	0.18	0.22
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.39	0.39	0.33	0.27	0.20	0.31	TOTAL	0.27	0.29	0.30	0.21	0.14	0.23

Threshold = 50 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.09
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.03
May.	0.00	0.05	0.11	0.04	0.05	0.06
Jun.	0.05	0.06	0.08	0.01	0.03	0.05
Jul.						
Aug.						
Sep.						
Oct.						
Nov.						
Dec.						
TOTAL						

표 3.2.59 RDAPS 30km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.41	1.70	1.89	1.80	1.79	1.72	Jan.	0.80	0.95	0.59	0.79	0.73	0.77
Feb.	1.11	1.20	1.25	1.15	1.14	1.17	Feb.	0.97	0.60	0.69	0.54	0.45	0.65
Mar.	1.33	1.43	1.43	1.42	1.36	1.39	Mar.	1.54	1.59	1.50	1.76	2.10	1.70
Apr.	1.05	1.20	1.21	1.30	1.34	1.22	Apr.	0.72	1.07	0.84	1.02	0.95	0.92
May.	1.30	1.39	1.51	1.53	1.44	1.43	May.	1.01	0.93	1.08	0.96	1.05	1.01
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	1.23	1.37	1.43	1.41	1.38	1.37	TOTAL	1.01	1.01	0.96	1.01	1.05	1.01

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.23	0.23	0.09	0.14	0.23	0.18	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.69	0.22	0.47	0.54	0.37	0.46	Feb.	0.28	0.10	0.64	0.80	0.54	0.47
Mar.	1.29	1.31	2.02	4.36	6.91	3.18	Mar.	0.77	0.46	1.46	3.62	10.46	3.35
Apr.	0.78	1.22	1.04	1.36	1.30	1.14	Apr.	0.53	1.18	0.96	1.34	1.46	1.09
May.	0.63	0.82	0.64	0.42	0.61	0.62	May.	0.53	0.74	0.63	0.29	0.53	0.54
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.72	0.82	0.80	0.99	1.21	0.91	TOTAL	0.49	0.72	0.76	0.84	1.27	0.81

Threshold = 50 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	0.00	2.40	0.00	0.20	0.52
Mar.	0.00	0.00	0.67	0.67	2.33	0.73
Apr.	0.86	2.43	3.14	3.86	1.57	2.37
May.	0.40	0.33	1.73	0.53	1.67	0.93
Jun.						
Jul.						
Aug.						
Sep.						
Oct.						
Nov.						
Dec.						
TOTAL	0.40	0.73	2.07	1.23	1.47	1.18

3.2.3.7 ASOS KWRF 10km (2호기) 강수검증

표 3.2.60 KWRF 10km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

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

표 3.2.61 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.42	0.35	0.33	0.28	0.30	0.33	Jan.	0.44	0.32	0.24	0.21	0.24	0.28
Feb.	0.59	0.51	0.38	0.28	0.19	0.38	Feb.	0.52	0.42	0.39	0.35	0.27	0.39
Mar.	0.48	0.44	0.38	0.32	0.30	0.38	Mar.	0.34	0.28	0.27	0.27	0.28	0.29
Apr.	0.58	0.45	0.43	0.37	0.34	0.43	Apr.	0.54	0.65	0.56	0.47	0.44	0.53
May.	0.55	0.45	0.39	0.39	0.37	0.42	May.	0.55	0.40	0.40	0.47	0.39	0.44
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.52	0.44	0.38	0.33	0.30	0.39	TOTAL	0.48	0.41	0.38	0.36	0.34	0.39

Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.18	0.13	0.09	0.13	0.15	0.13	Jan.	0.12	0.00	0.00	0.00	0.12	0.06
Feb.	0.24	0.30	0.24	0.20	0.30	0.26	Feb.	0.13	0.15	0.24	0.09	0.30	0.19
Mar.	0.28	0.19	0.15	0.11	0.16	0.16	Mar.	0.17	0.13	0.07	0.05	0.11	0.09
Apr.	0.55	0.60	0.47	0.35	0.33	0.44	Apr.	0.39	0.53	0.44	0.32	0.27	0.38
May.	0.51	0.39	0.41	0.39	0.30	0.39	May.	0.35	0.27	0.27	0.27	0.23	0.27
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.42	0.38	0.33	0.29	0.28	0.33	TOTAL	0.30	0.31	0.30	0.23	0.23	0.27

Threshold = 50 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	0.00	0.11	0.00	0.37	0.12
Mar.	0.50	0.25	0.20	0.17	0.17	0.23
Apr.	0.22	0.22	0.10	0.03	0.00	0.08
May.	0.11	0.11	0.13	0.13	0.10	0.11
Jun.						
Jul.						
Aug.						
Sep.						
Oct.						
Nov.						
Dec.						
TOTAL	0.16	0.15	0.12	0.08	0.10	0.11

표 3.2.62 KWRF 10km (2호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.27	1.70	1.70	1.56	1.59	1.56	Jan.	0.91	1.11	0.92	0.96	1.02	0.98
Feb.	0.97	1.25	1.14	0.96	0.95	1.05	Feb.	0.92	1.00	0.88	0.73	0.56	0.82
Mar.	1.11	1.27	1.18	1.18	1.09	1.17	Mar.	1.20	1.56	1.69	1.67	1.61	1.55
Apr.	0.93	1.25	1.18	1.27	1.26	1.18	Apr.	0.72	1.11	1.08	1.05	1.19	1.03
May.	1.03	1.47	1.47	1.50	1.49	1.39	May.	0.85	1.11	0.97	1.17	1.30	1.08
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	1.05	1.36	1.30	1.26	1.23	1.24	TOTAL	0.91	1.17	1.11	1.11	1.12	1.08
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.50	0.91	0.64	0.91	0.73	0.74	Jan.	1.25	1.00	0.00	0.75	1.25	0.85
Feb.	0.80	1.16	1.16	0.83	0.95	0.98	Feb.	0.40	0.80	1.10	0.66	1.32	0.86
Mar.	1.29	2.96	3.38	3.80	4.87	3.26	Mar.	1.15	2.38	2.46	3.85	6.92	3.35
Apr.	0.75	1.33	1.39	1.62	1.61	1.34	Apr.	0.66	1.63	1.70	2.03	1.91	1.58
May.	0.62	0.69	0.77	0.93	0.94	0.79	May.	0.55	0.66	0.70	0.98	0.86	0.75
Jun.							Jun.						
Jul.							Jul.						
Aug.							Aug.						
Sep.							Sep.						
Oct.							Oct.						
Nov.							Nov.						
Dec.							Dec.						
TOTAL	0.74	1.15	1.22	1.31	1.42	1.17	TOTAL	0.59	1.05	1.13	1.35	1.54	1.13
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.	-	-	-	-	-	-							
Feb.	0.20	0.20	1.00	0.00	1.20	0.52							
Mar.	1.00	0.67	1.00	1.33	3.67	1.53							
Apr.	0.57	2.14	2.14	4.43	3.14	2.49							
May.	0.93	0.93	1.27	1.33	2.67	1.43							
Jun.													
Jul.													
Aug.													
Sep.													
Oct.													
Nov.													
Dec.													
TOTAL	0.73	1.07	1.40	1.83	2.63	1.53							

3.2.3.8 ASOS RDAPS 12km (UM, 3호기) 강수검증

표 3.2.63 RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.58	0.52	0.49	0.45	0.44	0.49	May.	0.66	0.60	0.61	0.49	0.39	0.54
Jun.	0.44	0.41	0.38	0.33	0.33	0.38	Jun.	0.29	0.25	0.25	0.22	0.22	0.25
Jul.	0.46	0.45	0.44	0.38	0.39	0.42	Jul.	0.46	0.41	0.33	0.19	0.24	0.33
Aug.	0.51	0.47	0.46	0.45	0.42	0.46	Aug.	0.37	0.31	0.25	0.24	0.20	0.27
Sep.	0.52	0.47	0.48	0.46	0.43	0.47	Sep.	0.48	0.37	0.33	0.32	0.31	0.36
Oct.	0.37	0.32	0.32	0.32	0.36	0.34	Oct.	0.43	0.40	0.38	0.33	0.37	0.38
Nov.	0.31	0.26	0.28	0.29	0.28	0.29	Nov.	0.12	0.03	0.15	0.12	0.17	0.12
Dec.	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.38	Dec.	0.23	0.18	0.22	0.24	0.24	0.22
TOTAL	0.47	0.43	0.43	0.40	0.39	0.42	TOTAL	0.42	0.36	0.32	0.27	0.26	0.33
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.62	0.53	0.47	0.42	0.38	0.48	May.	0.41	0.31	0.32	0.29	0.23	0.30
Jun.	0.23	0.19	0.18	0.11	0.10	0.16	Jun.	0.16	0.11	0.09	0.06	0.04	0.08
Jul.	0.33	0.35	0.24	0.08	0.16	0.23	Jul.	0.28	0.29	0.20	0.05	0.11	0.19
Aug.	0.23	0.17	0.16	0.10	0.04	0.14	Aug.	0.18	0.12	0.10	0.05	0.00	0.09
Sep.	0.37	0.28	0.22	0.21	0.24	0.26	Sep.	0.27	0.20	0.16	0.17	0.16	0.19
Oct.	0.25	0.17	0.24	0.14	0.25	0.21	Oct.	0.21	0.06	0.10	0.03	0.10	0.09
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.17	0.10	0.19	0.16	0.17	0.16	Dec.	0.00	0.00	0.17	0.14	0.09	0.09
TOTAL	0.33	0.27	0.23	0.16	0.17	0.23	TOTAL	0.25	0.19	0.16	0.11	0.10	0.16
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.19	0.00	0.12	0.00	0.08	0.07							
Jun.	0.07	0.03	0.03	0.02	0.06	0.04							
Jul.	0.11	0.19	0.11	0.00	0.07	0.10							
Aug.	0.05	0.04	0.05	0.03	0.00	0.03							
Sep.	0.14	0.02	0.08	0.06	0.08	0.07							
Oct.	0.75	0.00	0.00	0.00	0.50	0.16							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.1	0.07	0.07	0.03	0.06	0.07							

표 3.2.64 RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.48	0.41	0.37	0.33	0.31	0.38	May.	0.63	0.57	0.58	0.45	0.35	0.51
Jun.	0.31	0.27	0.24	0.19	0.19	0.24	Jun.	0.25	0.21	0.21	0.19	0.19	0.21
Jul.	0.19	0.16	0.16	0.10	0.10	0.14	Jul.	0.39	0.34	0.26	0.13	0.17	0.26
Aug.	0.20	0.14	0.15	0.13	0.10	0.14	Aug.	0.26	0.19	0.14	0.14	0.10	0.16
Sep.	0.34	0.26	0.28	0.26	0.22	0.27	Sep.	0.42	0.30	0.26	0.25	0.23	0.29
Oct.	0.30	0.24	0.24	0.24	0.28	0.26	Oct.	0.41	0.38	0.36	0.32	0.35	0.36
Nov.	0.27	0.21	0.23	0.24	0.23	0.24	Nov.	0.11	0.03	0.14	0.11	0.16	0.12
Dec.	0.29	0.27	0.26	0.24	0.24	0.26	Dec.	0.22	0.17	0.20	0.23	0.23	0.21
TOTAL	0.33	0.28	0.27	0.24	0.23	0.27	TOTAL	0.38	0.31	0.27	0.23	0.22	0.28
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.61	0.51	0.46	0.41	0.36	0.47	May.	0.40	0.30	0.31	0.28	0.22	0.30
Jun.	0.22	0.17	0.17	0.10	0.08	0.14	Jun.	0.16	0.10	0.08	0.06	0.03	0.08
Jul.	0.30	0.32	0.21	0.06	0.14	0.20	Jul.	0.26	0.27	0.18	0.04	0.10	0.17
Aug.	0.19	0.13	0.11	0.06	0.01	0.10	Aug.	0.16	0.09	0.08	0.03	-0.01	0.07
Sep.	0.33	0.25	0.18	0.17	0.20	0.23	Sep.	0.24	0.18	0.14	0.14	0.13	0.17
Oct.	0.24	0.17	0.23	0.13	0.24	0.21	Oct.	0.21	0.06	0.10	0.03	0.10	0.09
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.17	0.10	0.19	0.16	0.17	0.16	Dec.	0.00	0.00	0.17	0.14	0.09	0.09
TOTAL	0.31	0.25	0.21	0.14	0.15	0.21	TOTAL	0.24	0.18	0.15	0.10	0.09	0.15
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.19	0.00	0.12	0.00	0.08	0.07							
Jun.	0.07	0.03	0.03	0.02	0.06	0.04							
Jul.	0.10	0.18	0.11	0.00	0.07	0.09							
Aug.	0.04	0.03	0.04	0.02	0.00	0.03							
Sep.	0.13	0.01	0.07	0.05	0.07	0.07							
Oct.	0.75	0.00	0.00	0.00	0.50	0.16							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.10	0.07	0.07	0.03	0.05	0.06							

표 3.2.65 RDAPS 12km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	1.59	1.80	1.84	1.82	1.89	1.79	May.	1.04	0.98	0.93	0.99	1.01	0.99
Jun.	1.90	2.16	2.15	2.12	1.93	2.05	Jun.	1.42	1.54	1.62	1.29	1.15	1.40
Jul.	1.83	1.97	1.94	1.79	1.91	1.89	Jul.	1.06	1.09	0.93	0.72	0.85	0.93
Aug.	1.56	1.66	1.53	1.60	1.58	1.59	Aug.	1.03	1.04	0.83	0.80	0.70	0.88
Sep.	1.49	1.64	1.65	1.56	1.63	1.59	Sep.	1.00	0.98	0.93	1.03	1.10	1.01
Oct.	1.53	1.71	1.76	1.75	1.79	1.71	Oct.	0.77	0.92	0.79	0.80	1.05	0.87
Nov.	1.31	1.51	1.81	1.99	1.90	1.70	Nov.	0.47	0.21	0.74	0.66	1.05	0.62
Dec.	1.47	1.53	1.69	1.68	1.72	1.62	Dec.	0.69	0.83	1.10	0.86	1.02	0.90
TOTAL	1.62	1.77	1.77	1.74	1.76	1.73	TOTAL	1.03	1.04	0.95	0.89	0.92	0.97
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.87	0.76	0.63	0.58	0.76	0.72	May.	0.58	0.61	0.70	0.57	0.77	0.64
Jun.	0.61	1.14	1.33	1.02	1.24	1.07	Jun.	0.34	1.28	1.40	1.29	1.72	1.21
Jul.	0.63	0.83	0.57	0.43	0.51	0.59	Jul.	0.49	0.81	0.53	0.36	0.36	0.51
Aug.	0.64	0.56	0.53	0.43	0.23	0.48	Aug.	0.57	0.45	0.35	0.33	0.20	0.38
Sep.	0.95	0.68	0.67	0.78	0.90	0.80	Sep.	0.91	0.63	0.62	0.76	0.83	0.75
Oct.	1.02	1.25	1.53	0.77	1.93	1.30	Oct.	1.07	1.64	3.57	1.36	3.00	2.13
Nov.	0.00	0.00	0.33	0.33	1.00	0.33	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.36	0.28	0.48	0.76	1.44	0.66	Dec.	0.50	0.25	0.75	1.00	2.00	0.90
TOTAL	0.74	0.73	0.67	0.58	0.65	0.67	TOTAL	0.63	0.66	0.60	0.54	0.59	0.61
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.27	0.67	0.27	0.07	0.73	0.40							
Jun.	0.23	1.62	1.69	2.46	3.08	1.82							
Jul.	0.39	1.04	0.51	0.31	0.36	0.52							
Aug.	0.28	0.37	0.27	0.22	0.17	0.26							
Sep.	0.58	0.52	0.53	0.77	0.72	0.63							
Oct.	0.75	1.00	2.75	0.25	1.25	1.20							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.40	0.65	0.48	0.48	0.52	0.51							

3.2.3.9 ASOS KWRF 10km (3호기) 강수검증

표 3.2.66 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 TS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.58	0.54	0.50	0.48	0.45	0.51	May.	0.62	0.54	0.42	0.39	0.41	0.47
Jun.	0.38	0.41	0.35	0.32	0.29	0.35	Jun.	0.21	0.21	0.21	0.18	0.17	0.20
Jul.	0.46	0.44	0.44	0.41	0.36	0.42	Jul.	0.36	0.38	0.32	0.27	0.23	0.31
Aug.	0.49	0.46	0.43	0.42	0.39	0.44	Aug.	0.34	0.34	0.28	0.23	0.20	0.28
Sep.	0.53	0.51	0.48	0.46	0.38	0.47	Sep.	0.42	0.39	0.36	0.32	0.25	0.35
Oct.	0.33	0.35	0.37	0.34	0.35	0.35	Oct.	0.31	0.32	0.24	0.24	0.25	0.27
Nov.	0.30	0.30	0.28	0.28	0.28	0.29	Nov.	0.09	0.15	0.16	0.13	0.05	0.12
Dec.	0.39	0.36	0.36	0.38	0.35	0.37	Dec.	0.16	0.18	0.14	0.17	0.11	0.15
TOTAL	0.45	0.44	0.41	0.40	0.36	0.41	TOTAL	0.35	0.35	0.30	0.26	0.23	0.29
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.54	0.50	0.42	0.33	0.35	0.43	May.	0.37	0.39	0.31	0.27	0.27	0.32
Jun.	0.20	0.13	0.15	0.13	0.14	0.15	Jun.	0.15	0.07	0.08	0.06	0.06	0.08
Jul.	0.35	0.35	0.26	0.20	0.18	0.26	Jul.	0.30	0.29	0.16	0.13	0.13	0.19
Aug.	0.24	0.23	0.19	0.15	0.11	0.18	Aug.	0.19	0.18	0.16	0.09	0.06	0.14
Sep.	0.31	0.27	0.28	0.29	0.17	0.26	Sep.	0.21	0.16	0.17	0.23	0.10	0.17
Oct.	0.12	0.17	0.10	0.10	0.14	0.12	Oct.	0.14	0.03	0.10	0.00	0.06	0.06
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	0.00	0.00
Dec.	0.06	0.05	0.15	0.20	0.03	0.10	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.03
TOTAL	0.30	0.27	0.23	0.20	0.16	0.23	TOTAL	0.23	0.20	0.16	0.14	0.10	0.17
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.14	0.24	0.09	0.10	0.08	0.12							
Jun.	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03							
Jul.	0.16	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08							
Aug.	0.08	0.09	0.10	0.03	0.03	0.07							
Sep.	0.04	0.02	0.03	0.08	0.05	0.05							
Oct.	0.00	0.00	0.09	0.00	0.38	0.11							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	0.00	-	0.00							
TOTAL	0.09	0.07	0.07	0.05	0.05	0.07							

표 3.2.67 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 ETS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.49	0.45	0.40	0.38	0.35	0.41	May.	0.59	0.51	0.38	0.35	0.37	0.44
Jun.	0.26	0.28	0.21	0.18	0.15	0.21	Jun.	0.17	0.17	0.17	0.14	0.12	0.16
Jul.	0.22	0.20	0.20	0.16	0.10	0.17	Jul.	0.28	0.31	0.25	0.20	0.15	0.24
Aug.	0.21	0.17	0.15	0.14	0.12	0.16	Aug.	0.22	0.21	0.15	0.11	0.09	0.15
Sep.	0.38	0.36	0.33	0.31	0.22	0.32	Sep.	0.36	0.32	0.29	0.25	0.19	0.28
Oct.	0.28	0.29	0.31	0.27	0.28	0.29	Oct.	0.30	0.30	0.22	0.22	0.22	0.25
Nov.	0.25	0.25	0.22	0.23	0.23	0.23	Nov.	0.09	0.14	0.15	0.13	0.04	0.11
Dec.	0.27	0.24	0.24	0.26	0.22	0.25	Dec.	0.15	0.16	0.12	0.16	0.09	0.14
TOTAL	0.32	0.30	0.27	0.26	0.22	0.27	TOTAL	0.31	0.30	0.25	0.21	0.18	0.25
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.53	0.49	0.40	0.32	0.33	0.41	May.	0.36	0.39	0.30	0.26	0.26	0.31
Jun.	0.19	0.11	0.13	0.11	0.12	0.13	Jun.	0.14	0.06	0.07	0.05	0.05	0.07
Jul.	0.32	0.32	0.22	0.16	0.14	0.23	Jul.	0.28	0.27	0.14	0.11	0.10	0.17
Aug.	0.18	0.17	0.13	0.09	0.06	0.13	Aug.	0.16	0.14	0.13	0.06	0.04	0.10
Sep.	0.27	0.24	0.24	0.25	0.13	0.23	Sep.	0.18	0.14	0.15	0.20	0.08	0.15
Oct.	0.12	0.16	0.09	0.09	0.13	0.12	Oct.	0.14	0.03	0.10	0.00	0.06	0.06
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	-	-	-	-	0.00	0.00
Dec.	0.06	0.05	0.15	0.20	0.03	0.10	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.03
TOTAL	0.28	0.25	0.21	0.18	0.14	0.21	TOTAL	0.22	0.19	0.15	0.13	0.09	0.15
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.14	0.24	0.09	0.10	0.08	0.12							
Jun.	0.04	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02							
Jul.	0.16	0.07	0.07	0.06	0.05	0.08							
Aug.	0.07	0.08	0.09	0.02	0.02	0.06							
Sep.	0.04	0.02	0.03	0.06	0.04	0.04							
Oct.	0.00	0.00	0.09	0.00	0.37	0.11							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	0.00	-	0.00							
TOTAL	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06							

표 3.2.68 KWRF 10km (3호기) 한반도 76개 지점에 대한 강수 BIAS

Threshold = 0.1 mm							Threshold = 5 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	1.23	1.43	1.44	1.34	1.32	1.35	May.	0.99	0.99	1.08	0.95	0.84	0.97
Jun.	1.62	1.82	1.90	1.89	1.91	1.83	Jun.	1.71	2.02	1.96	1.88	1.84	1.88
Jul.	1.47	1.51	1.53	1.54	1.47	1.50	Jul.	1.25	1.10	1.04	1.04	0.95	1.07
Aug.	1.29	1.32	1.27	1.23	1.12	1.25	Aug.	1.11	1.15	1.09	0.96	0.93	1.05
Sep.	0.99	1.00	1.06	1.00	0.92	1.00	Sep.	0.85	0.97	0.99	1.01	0.83	0.93
Oct.	0.81	0.98	1.30	1.40	1.48	1.19	Oct.	0.53	0.77	1.09	1.08	1.19	0.93
Nov.	1.45	1.80	2.28	2.07	1.97	1.91	Nov.	0.45	1.10	2.07	1.34	1.00	1.19
Dec.	1.44	1.53	1.55	1.44	1.50	1.49	Dec.	0.73	1.20	1.09	1.37	1.18	1.11
TOTAL	1.30	1.39	1.45	1.40	1.36	1.38	TOTAL	1.06	1.14	1.15	1.09	1.01	1.09
Threshold = 15 mm							Threshold = 25 mm						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.							Jan.						
Feb.							Feb.						
Mar.							Mar.						
Apr.							Apr.						
May.	0.61	0.64	0.64	0.53	0.57	0.60	May.	0.55	0.64	0.61	0.58	0.64	0.60
Jun.	1.12	1.77	2.07	2.23	1.92	1.82	Jun.	1.03	1.81	2.69	2.83	2.34	2.14
Jul.	0.77	0.77	0.78	0.75	0.80	0.77	Jul.	0.56	0.56	0.62	0.59	0.77	0.62
Aug.	0.85	0.98	0.95	0.81	0.67	0.85	Aug.	0.73	0.89	0.77	0.80	0.54	0.74
Sep.	0.75	0.62	0.84	0.95	0.58	0.75	Sep.	0.66	0.39	0.67	0.99	0.45	0.63
Oct.	0.53	0.75	1.18	1.07	1.23	0.95	Oct.	0.79	1.43	2.14	2.29	2.86	1.90
Nov.	0.00	0.00	0.67	0.33	0.67	0.33	Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.48	0.68	0.80	1.16	0.44	0.71	Dec.	0.00	0.50	0.75	1.75	0.50	0.70
TOTAL	0.78	0.85	0.93	0.90	0.76	0.84	TOTAL	0.67	0.71	0.82	0.91	0.71	0.76
Threshold = 50 mm													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.													
Feb.													
Mar.													
Apr.													
May.	0.67	0.73	0.60	1.27	1.60	0.97							
Jun.	1.08	2.31	4.46	4.54	3.92	3.26							
Jul.	0.43	0.46	0.62	0.49	0.72	0.54							
Aug.	0.52	0.66	0.64	0.55	0.33	0.54							
Sep.	0.45	0.23	0.50	1.09	0.30	0.51							
Oct.	0.25	0.25	2.00	0.75	1.75	1.00							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	-	-	-	-	-	-							
TOTAL	0.50	0.54	0.75	0.87	0.62	0.66							

3.3 앙상블예보 모델

- 1) 2005년 12월 이후 CRAY 시스템(슈퍼컴 2호기)으로 바뀌면서 T213L40으로 변경
- 2) 2008년 7월 이후 편차보정 적용
 - 수치예보센터 2009-2 ‘앙상블 예측모델 편차 보정’ 참고
- 3) 검증: 앙상블 mean의 분석검증
 - 이른분석 검증 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
 - 늦은분석 검증 : 2005년 12월 ~ 2006년 4월
 - 이른분석 검증 : 2006년 5월 ~ 2010년 11월
- 4) 검증 범위: 2001년 4월 ~ 2003년 12월 (20-70N)
 2004년 1월 ~ 2010년 11월 (20-90N)
- 5) 2008년 1월 이후 기후자료 변경
 - 변경 전(2007년 12월 까지): 일별 NCEP 재분석 평균값 이용
 - 변경 후(2008년 1월 이후): 1959년부터 1998년까지의 일별 NCEP 40년 재분석 평균과 표준편차 자료 사용
 - 해면기압 검증 추가
 - RPS (Ranked Probability Score), RPSS (Ranked Probability Skill Score), CRPS (Continuous Ranked Probability Score), CRPSS (Continuous Ranked Probability Skill Score) 검증 추가

표 3.3.1 2008년 1월 전후 변수별 확률검증 변경 사항

요소	기후값 변경 전 (2007년 12월 이전)	기후값 변경 후 (2009년 1월 이후)
500 hPa 고도	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850 hPa 기온	± 2℃, ± 4℃, ± 8℃	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850 hPa 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

3.3.1 앙상블모델 성능 변화 추세

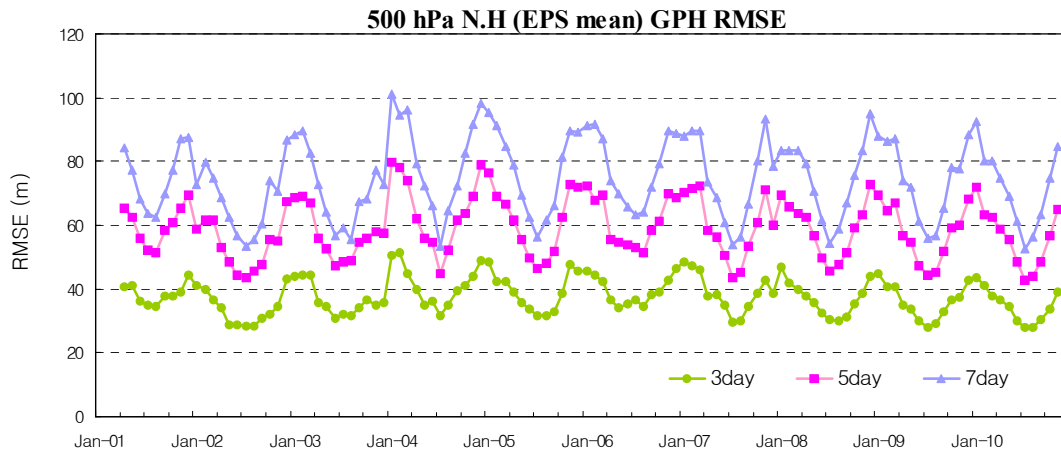


그림 3.3.1 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 RMSE

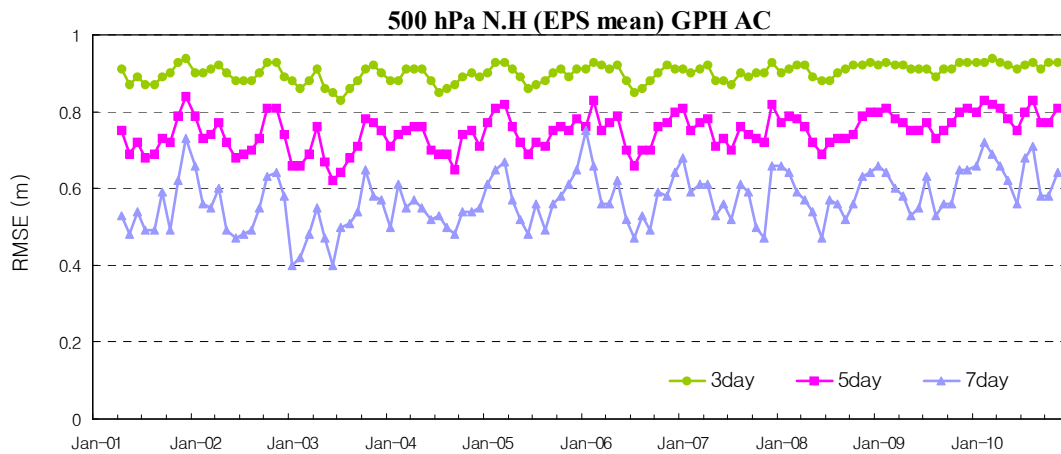


그림 3.3.2 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 Anomaly correlation

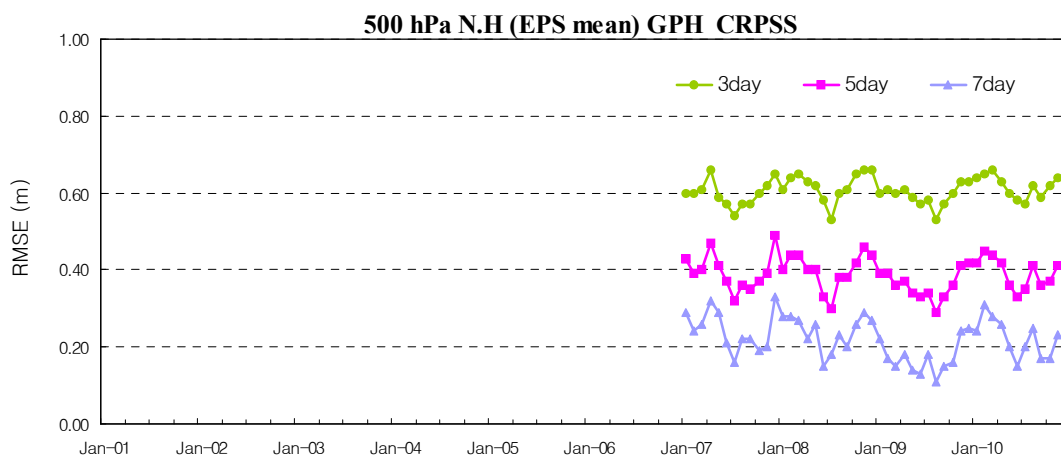


그림 3.3.3 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도의 예측 시간별 월평균 CRPSS

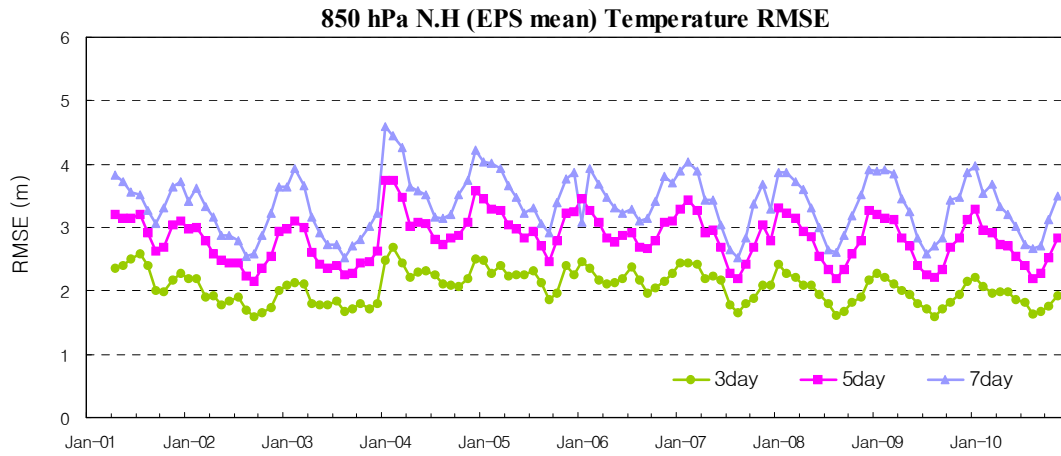


그림 3.3.4 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 RMSE

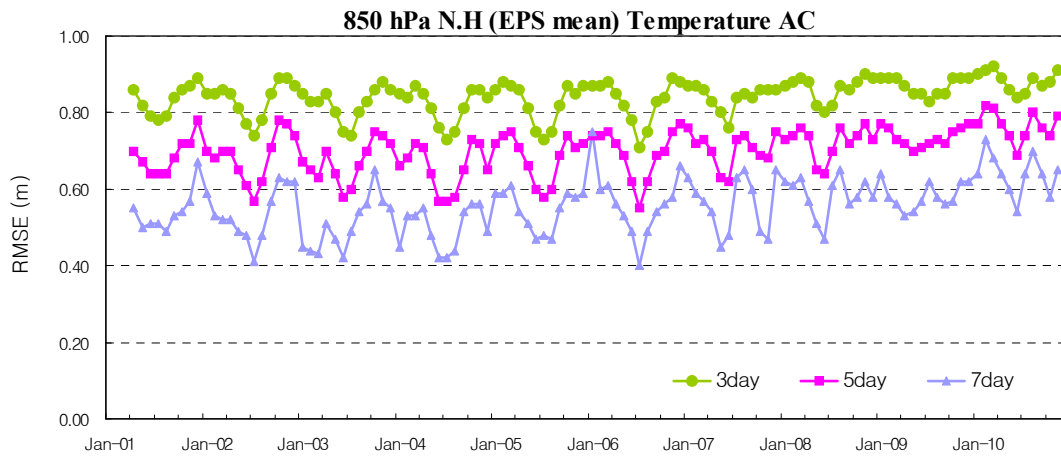


그림 3.3.5 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 Anomaly correlation

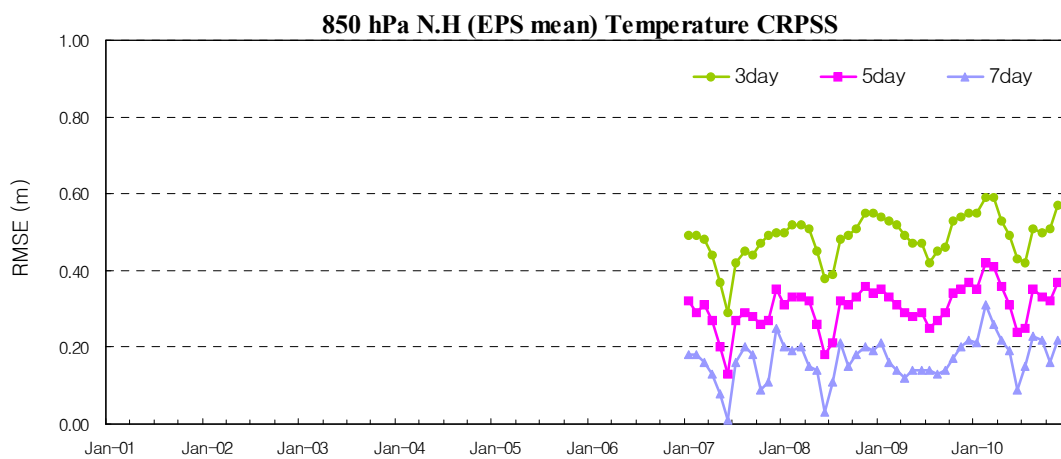


그림 3.3.6 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온의 예측 시간별 월평균 CRPSS

3.3.2 앙상블모델 분석검증

표 3.3.2 앙상블 북반구 500hPa 고도 RMSE [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	18.34	17.99	15.93	14.98	14.15	12.90	12.11	12.13	12.61	13.95	15.83		14.63
72H	43.64	41.01	37.87	36.76	34.51	30.01	27.89	27.98	30.41	33.67	39.10		34.80
120H	71.81	63.42	62.52	58.72	55.38	48.47	42.94	44.13	48.57	56.82	65.09		56.17
168H	92.53	80.28	79.99	74.60	68.99	61.40	52.71	56.39	63.32	74.61	84.70		71.77

표 3.3.3 앙상블 북반구 500hPa 고도 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99		0.99
72H	0.93	0.93	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0.93	0.91	0.93	0.93		0.93
120H	0.80	0.83	0.82	0.81	0.78	0.75	0.80	0.83	0.77	0.77	0.81		0.80
168H	0.66	0.72	0.69	0.66	0.62	0.56	0.68	0.71	0.58	0.58	0.64		0.65

표 3.3.4 앙상블 북반구 500hPa 고도 CRPSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.84	0.84	0.85	0.84	0.82	0.8	0.8	0.82	0.81	0.83	0.85		0.83
72H	0.64	0.65	0.66	0.63	0.6	0.58	0.57	0.62	0.59	0.62	0.64		0.62
120H	0.42	0.45	0.44	0.42	0.36	0.33	0.35	0.41	0.36	0.37	0.41		0.39
168H	0.24	0.31	0.28	0.26	0.2	0.15	0.2	0.25	0.17	0.17	0.23		0.22

표 3.3.5 앙상블 북반구 500hPa 고도 + 1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.83	0.83	0.82	0.80	0.79	0.79	0.74	0.76	0.76	0.78	0.84		0.79
72H	0.63	0.66	0.65	0.61	0.57	0.60	0.48	0.56	0.53	0.57	0.65		0.59
120H	0.43	0.48	0.48	0.44	0.37	0.37	0.23	0.34	0.34	0.37	0.43		0.39
168H	0.27	0.34	0.33	0.28	0.23	0.20	0.09	0.17	0.15	0.20	0.27		0.23

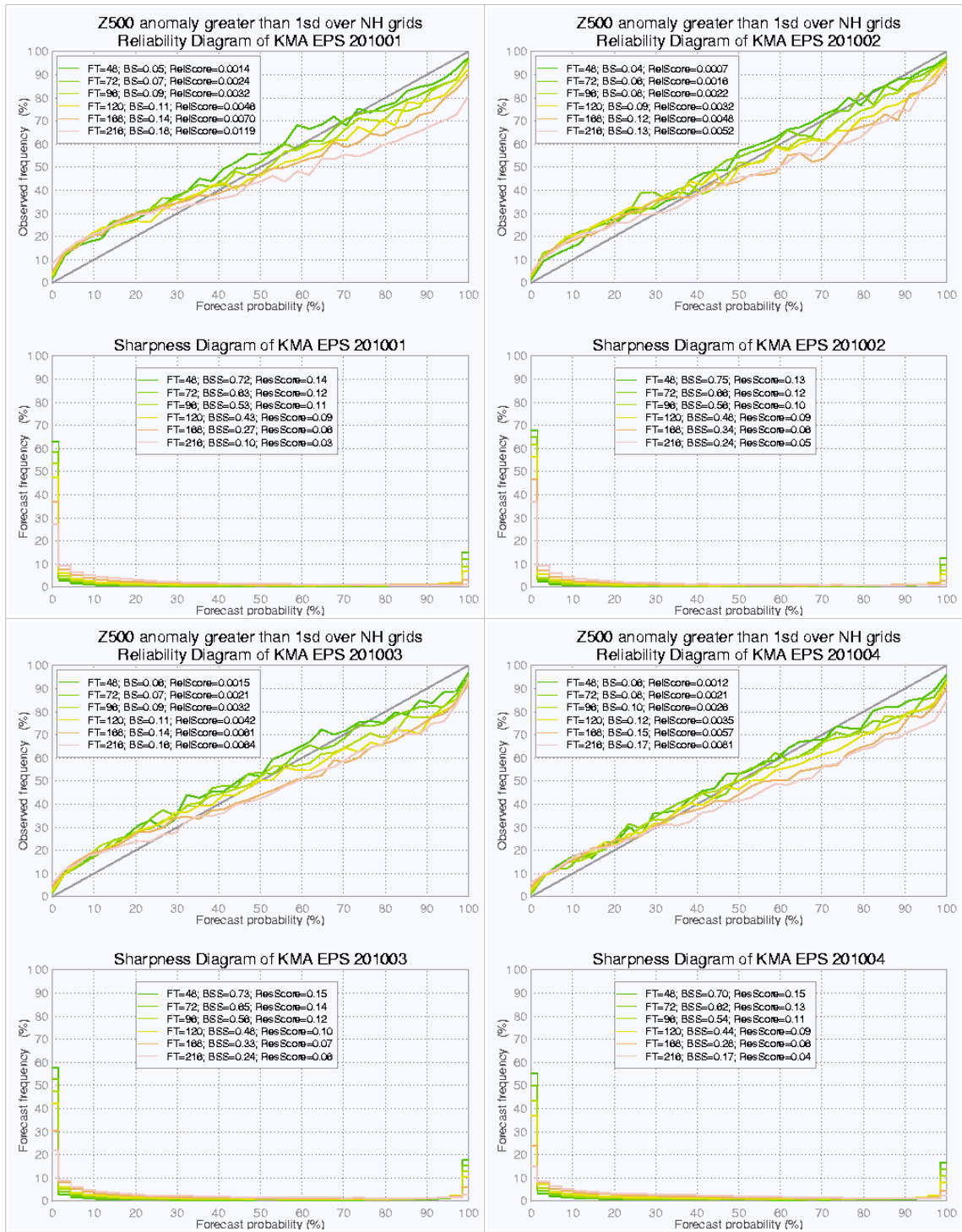


그림 3.3.7 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별

Reliability Diagram과 Talagrand Diagram. 1월~4월

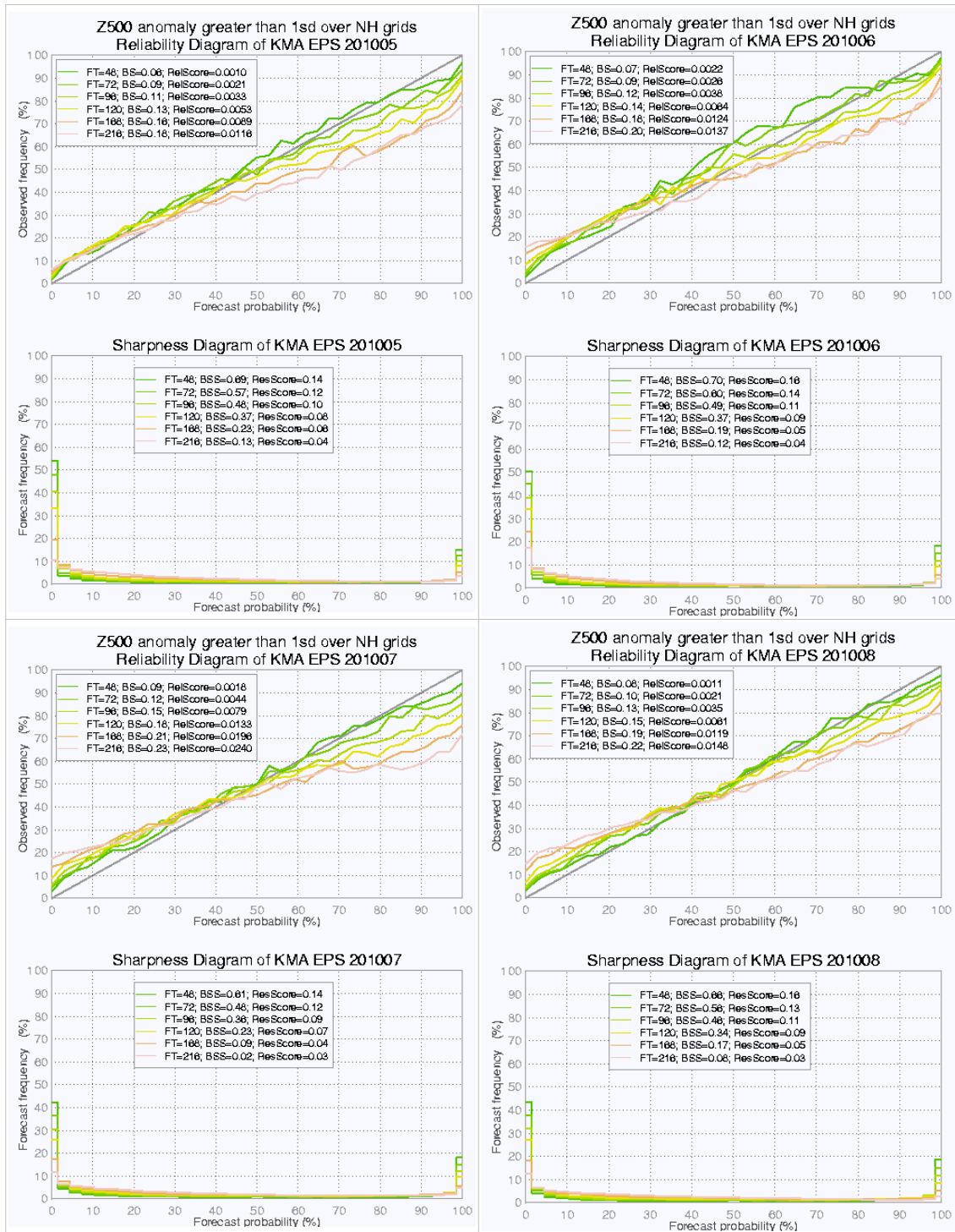


그림 3.3.7 (계속) 단 5월-8월

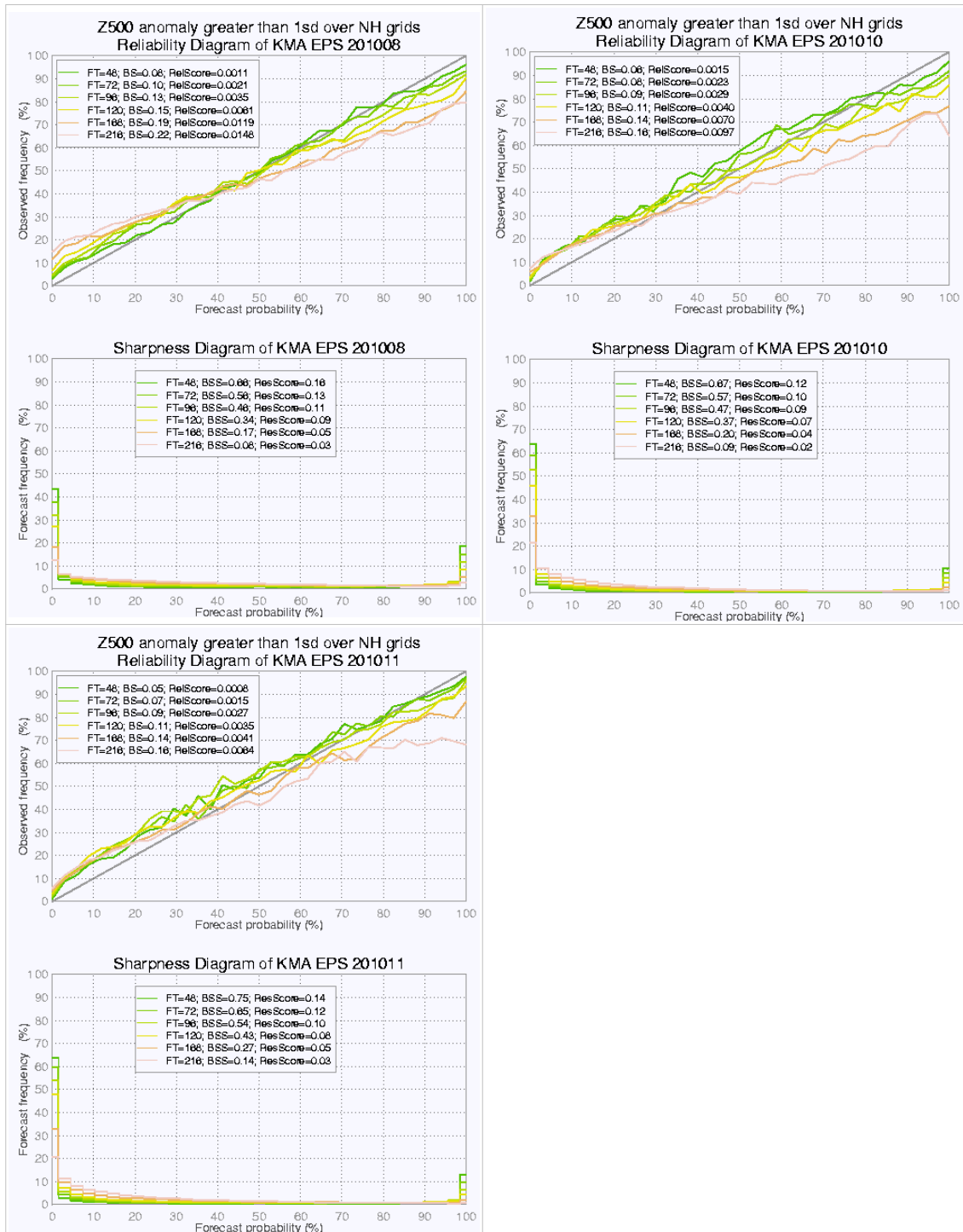


그림 3.3.7 (계속) 단 9월-12월

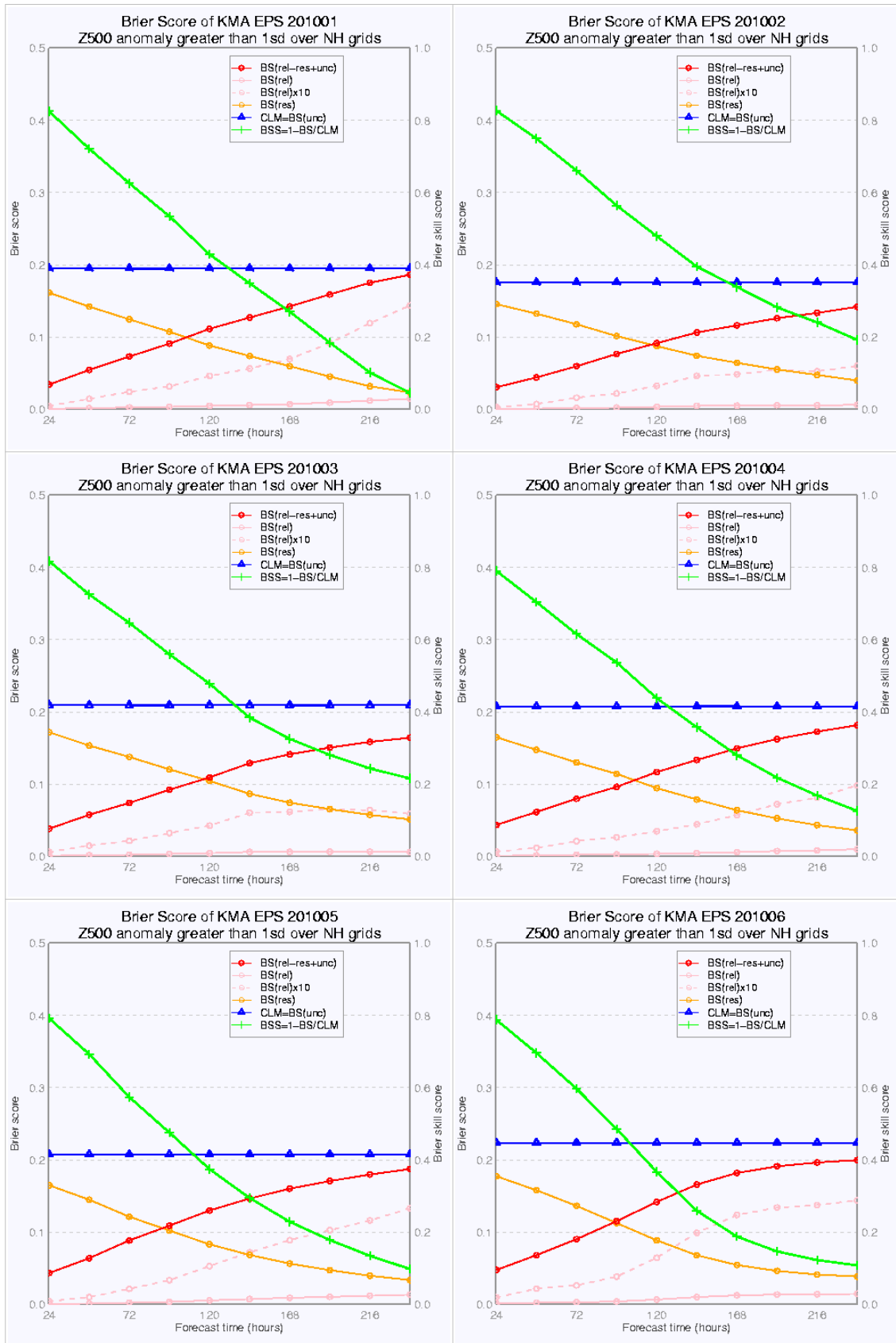


그림 3.3.8 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Brier Score. 1월-6월

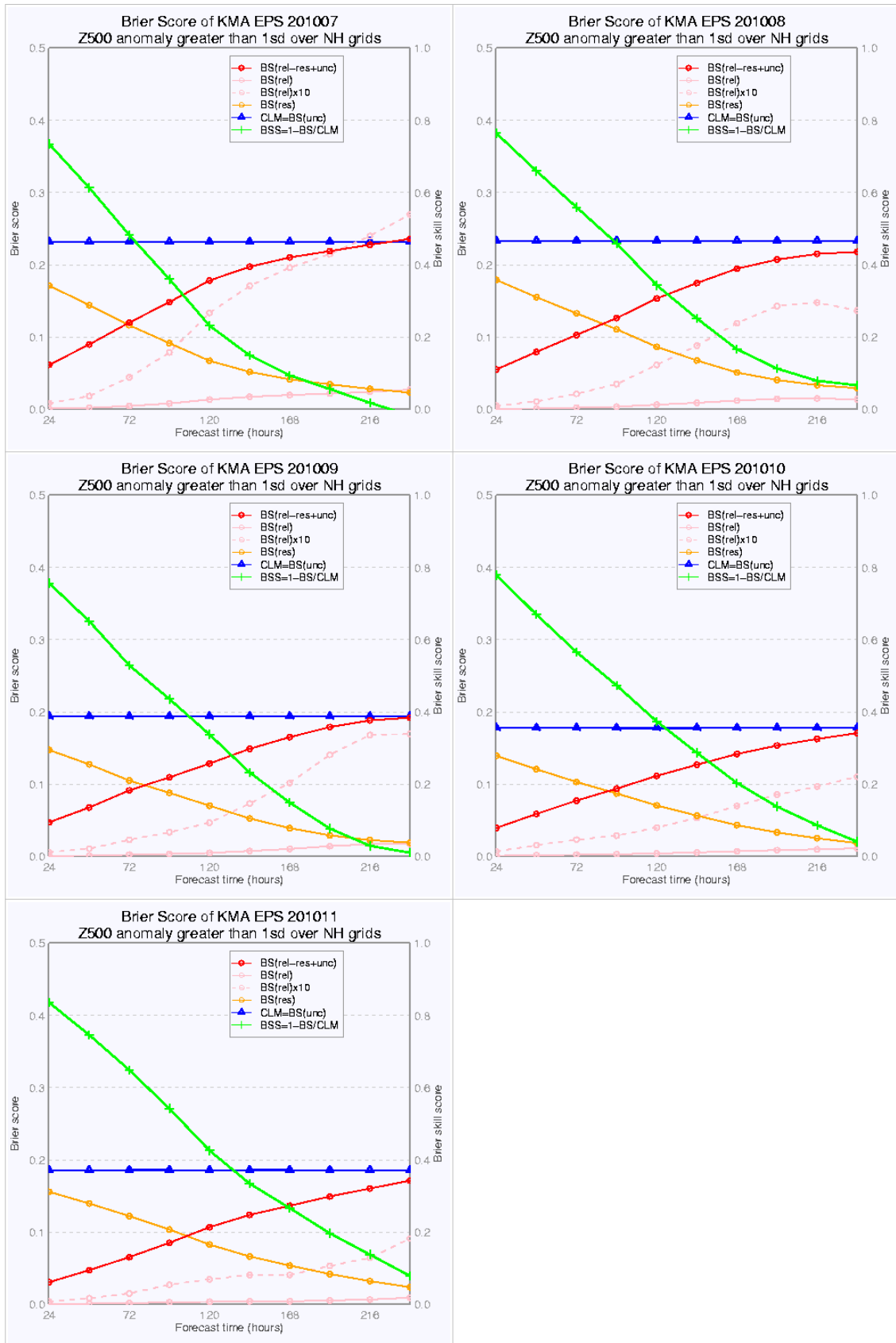


그림 3.3.8 (계속) 단 7월-12월

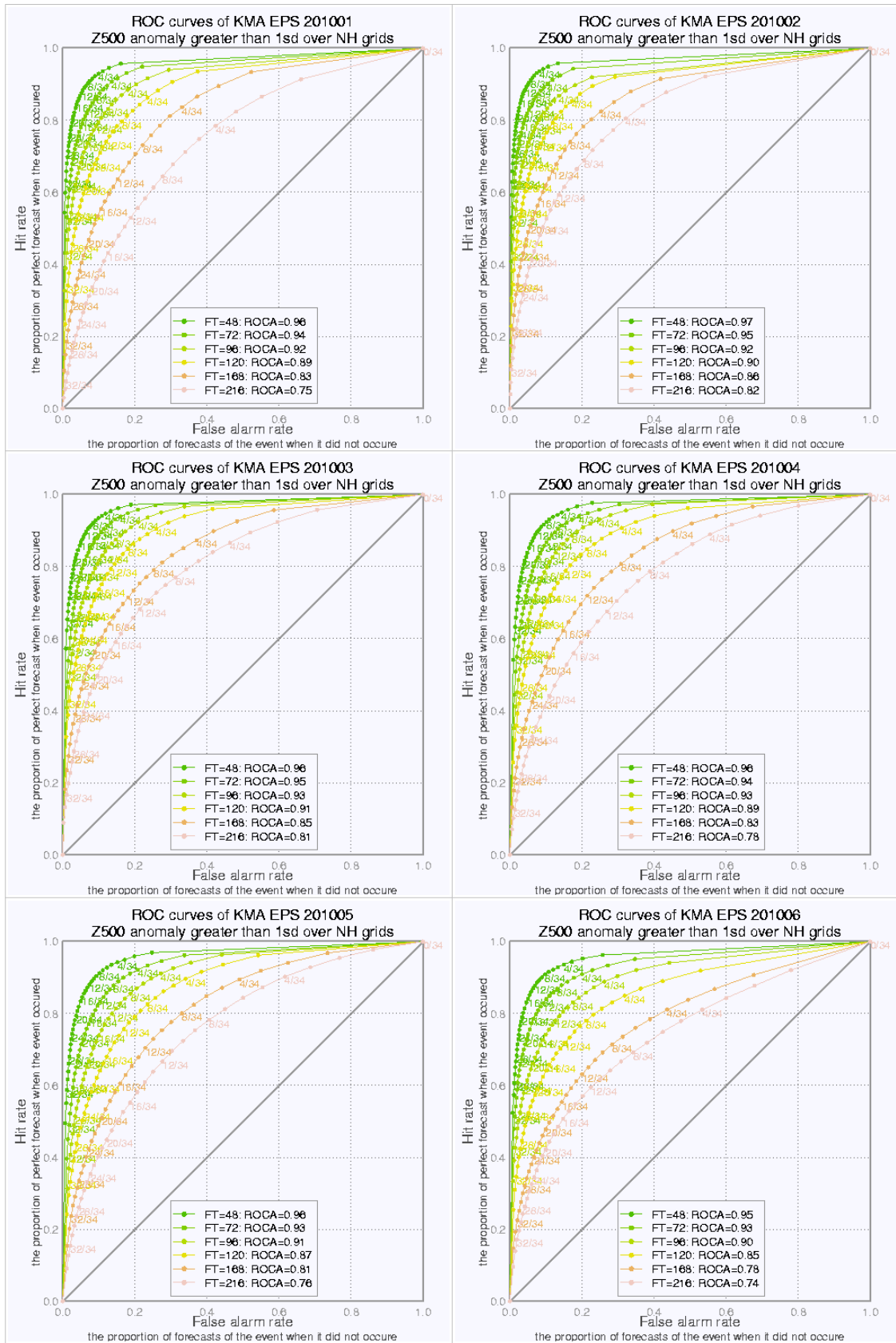


그림 3.3.9 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 ROC Curve 1월-6월

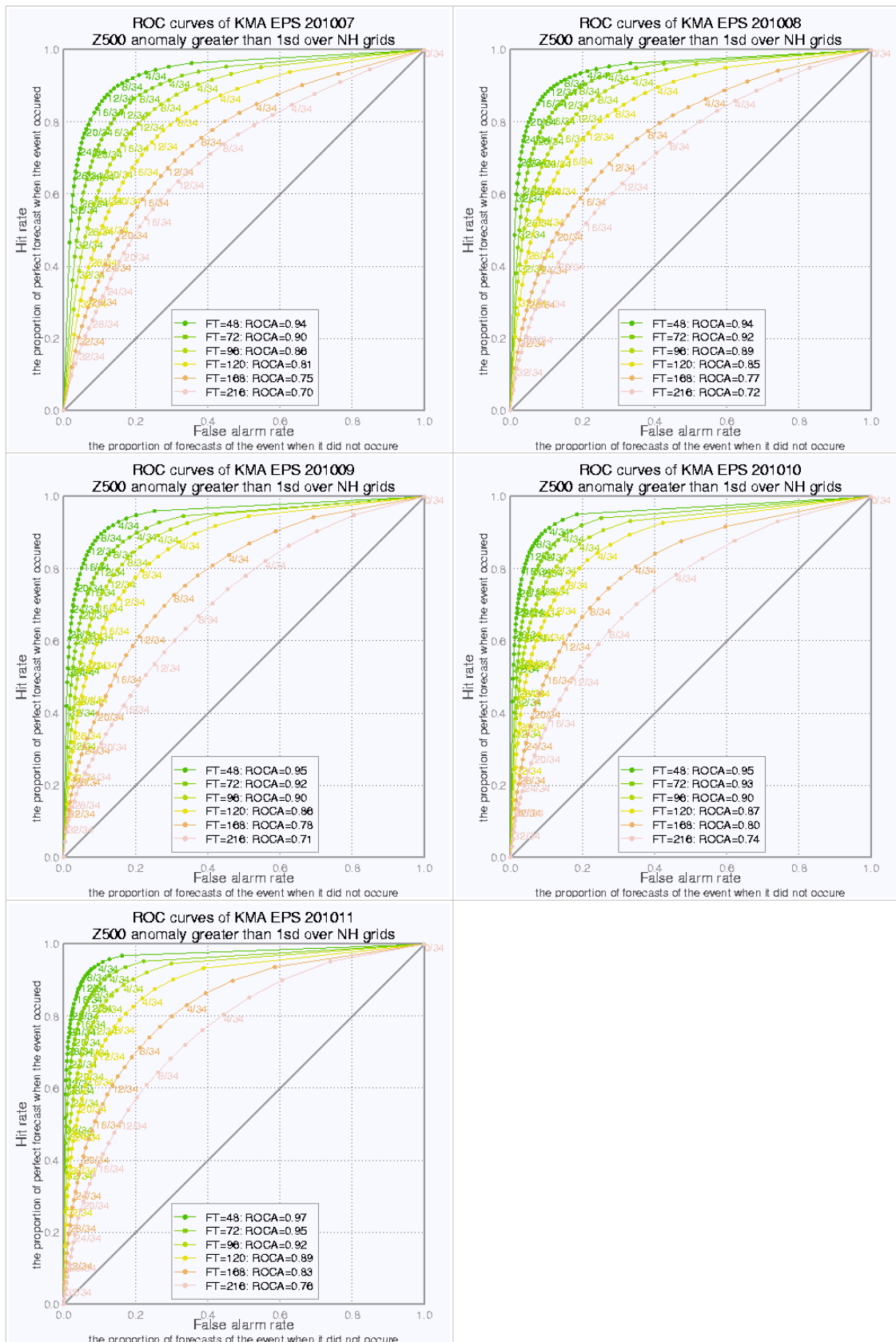


그림 3.3.9 (계속) 단, 7월-12월

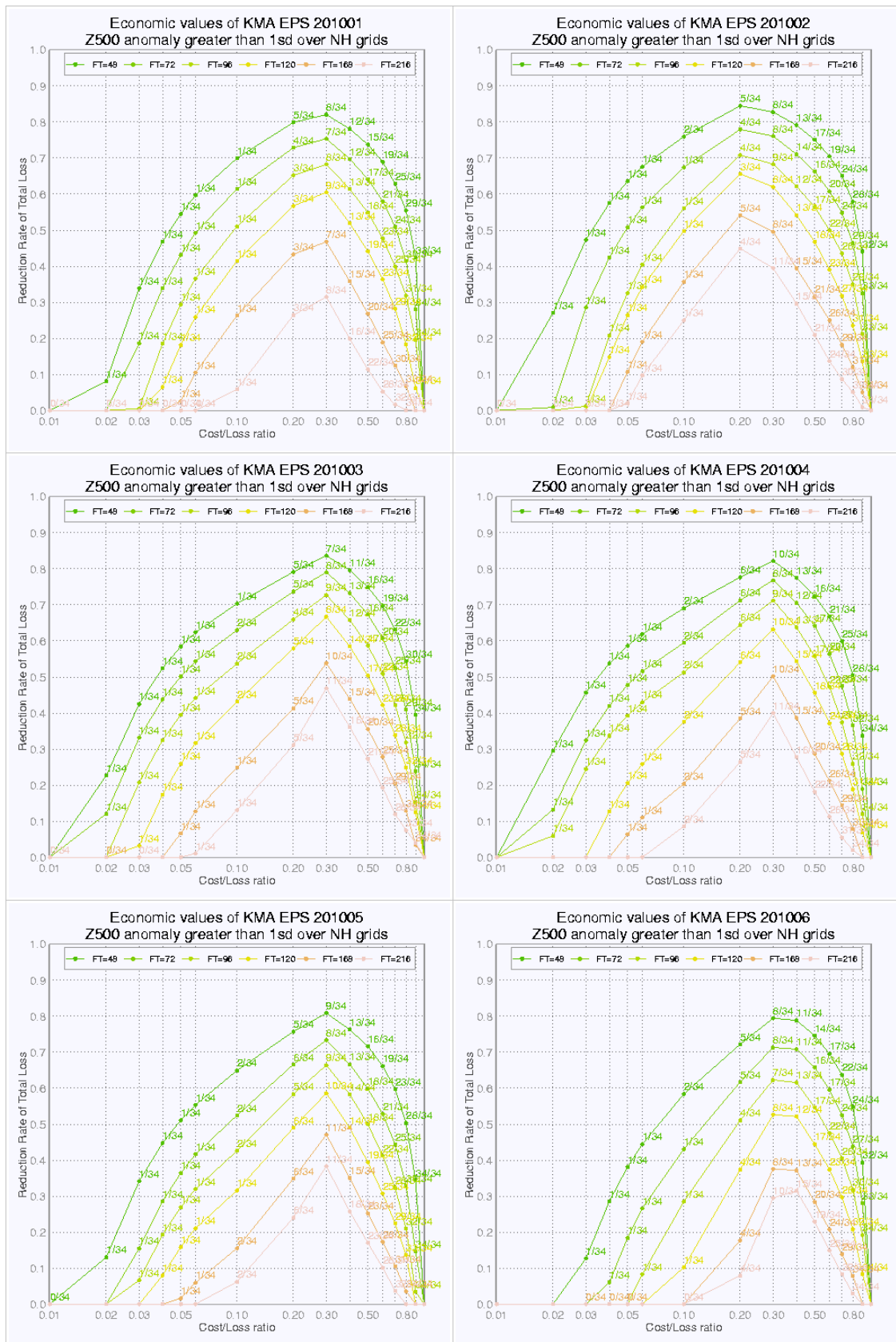


그림 3.3.10 앙상블모델 북반구 500 hPa 고도 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별
Economic Value Curve. 1월-6월

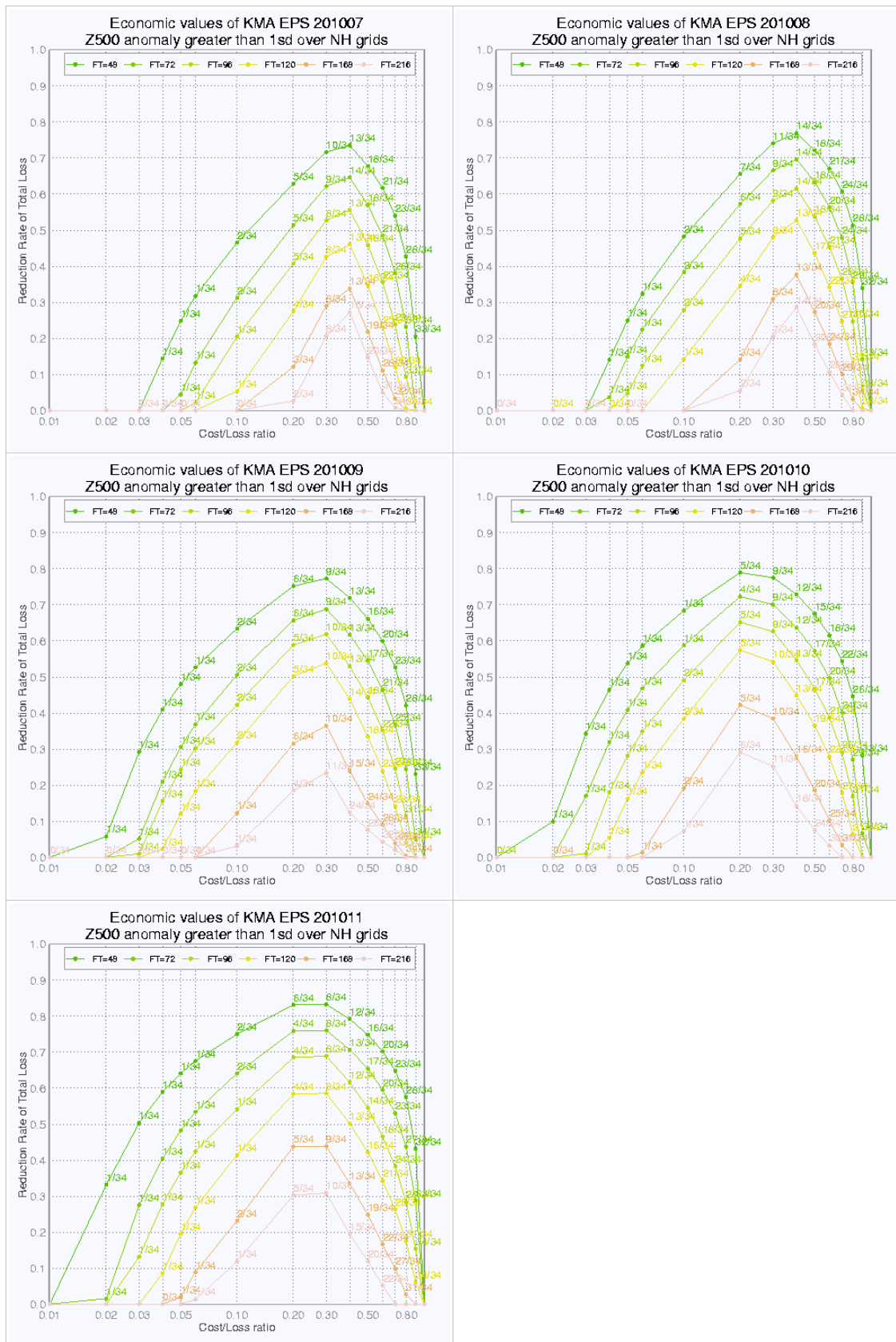


그림 3.3.10 (계속) 단, 1월-6월

표 3.3.6 앙상블 북반구 850hPa 기온 RMSE [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.15	1.14	1.12	1.13	1.18	1.12	1.13	1.02	1.03	1.04	1.06		1.10
72H	2.22	2.07	1.97	1.99	1.98	1.86	1.82	1.63	1.67	1.76	1.93		1.90
120H	3.29	2.95	2.92	2.74	2.71	2.54	2.40	2.20	2.27	2.52	2.83		2.67
168H	3.97	3.54	3.68	3.34	3.21	3.03	2.73	2.67	2.72	3.12	3.50		3.23

표 3.3.7 앙상블 북반구 850hPa 기온 Anomaly Correlation [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.96	0.95	0.96	0.97		0.96
72H	0.90	0.91	0.92	0.89	0.86	0.84	0.85	0.89	0.87	0.88	0.91		0.88
120H	0.77	0.82	0.81	0.77	0.74	0.69	0.74	0.80	0.76	0.74	0.79		0.77
168H	0.64	0.73	0.68	0.64	0.60	0.54	0.64	0.70	0.64	0.58	0.65		0.64

표 3.3.8 앙상블 북반구 850hPa 기온 CRPSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.76	0.77	0.76	0.73	0.69	0.66	0.64	0.69	0.69	0.71	0.75		0.71
72H	0.55	0.59	0.59	0.53	0.49	0.43	0.42	0.51	0.50	0.51	0.57		0.52
120H	0.35	0.42	0.41	0.36	0.31	0.24	0.25	0.35	0.33	0.32	0.37		0.34
168H	0.21	0.31	0.26	0.22	0.19	0.09	0.15	0.23	0.22	0.16	0.22		0.21

표 3.3.9 앙상블 북반구 850hPa 기온 + 1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.74	0.75	0.74	0.68	0.65	0.62	0.62	0.67	0.65	0.68	0.71		0.68
72H	0.54	0.57	0.57	0.48	0.43	0.38	0.38	0.46	0.41	0.47	0.51		0.47
120H	0.35	0.42	0.42	0.35	0.29	0.21	0.21	0.31	0.25	0.30	0.33		0.31
168H	0.21	0.32	0.28	0.19	0.20	0.07	0.11	0.20	0.15	0.18	0.18		0.19

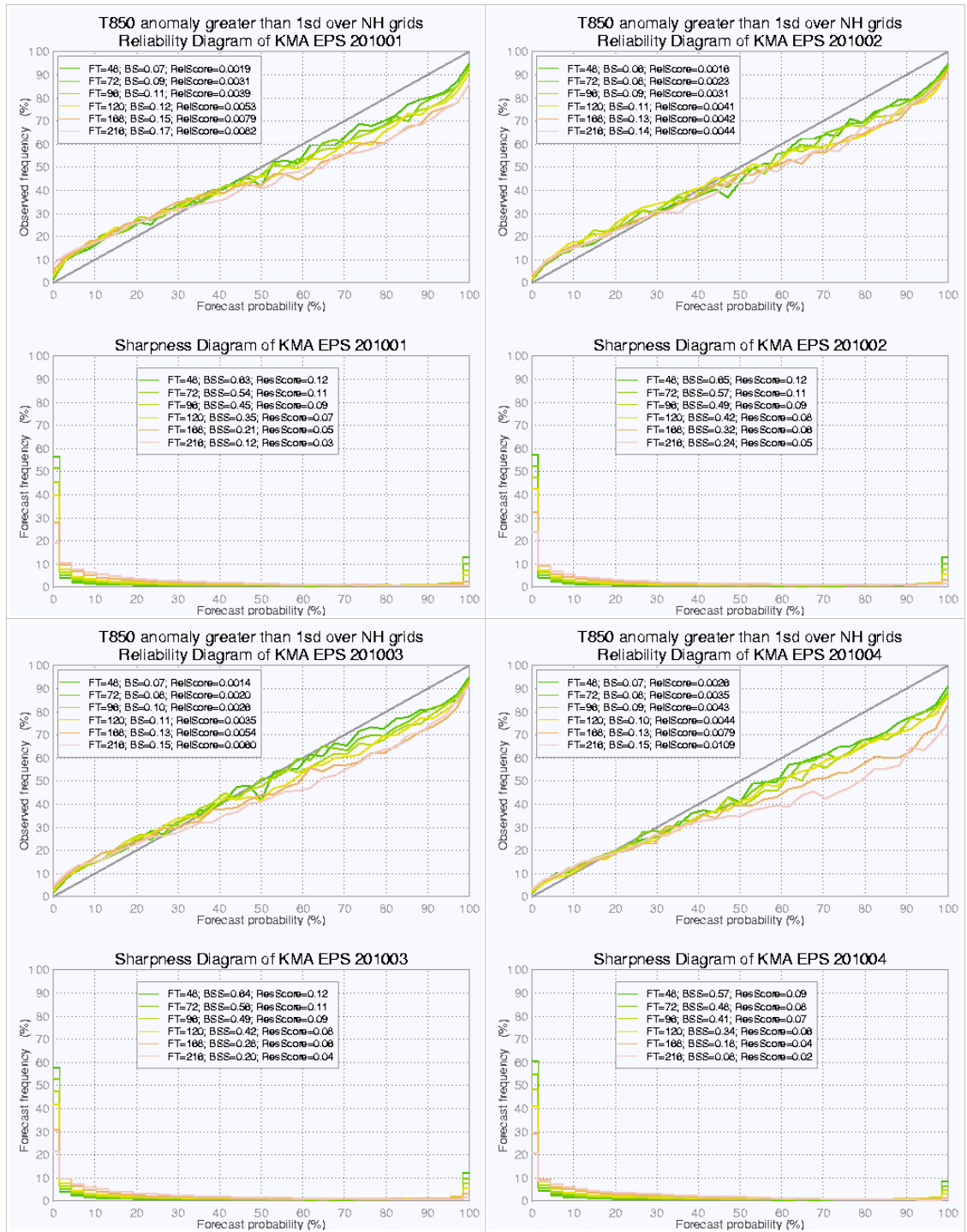


그림 3.3.11 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Reliability Diagram과 Talagrand Diagram. 1월-4월

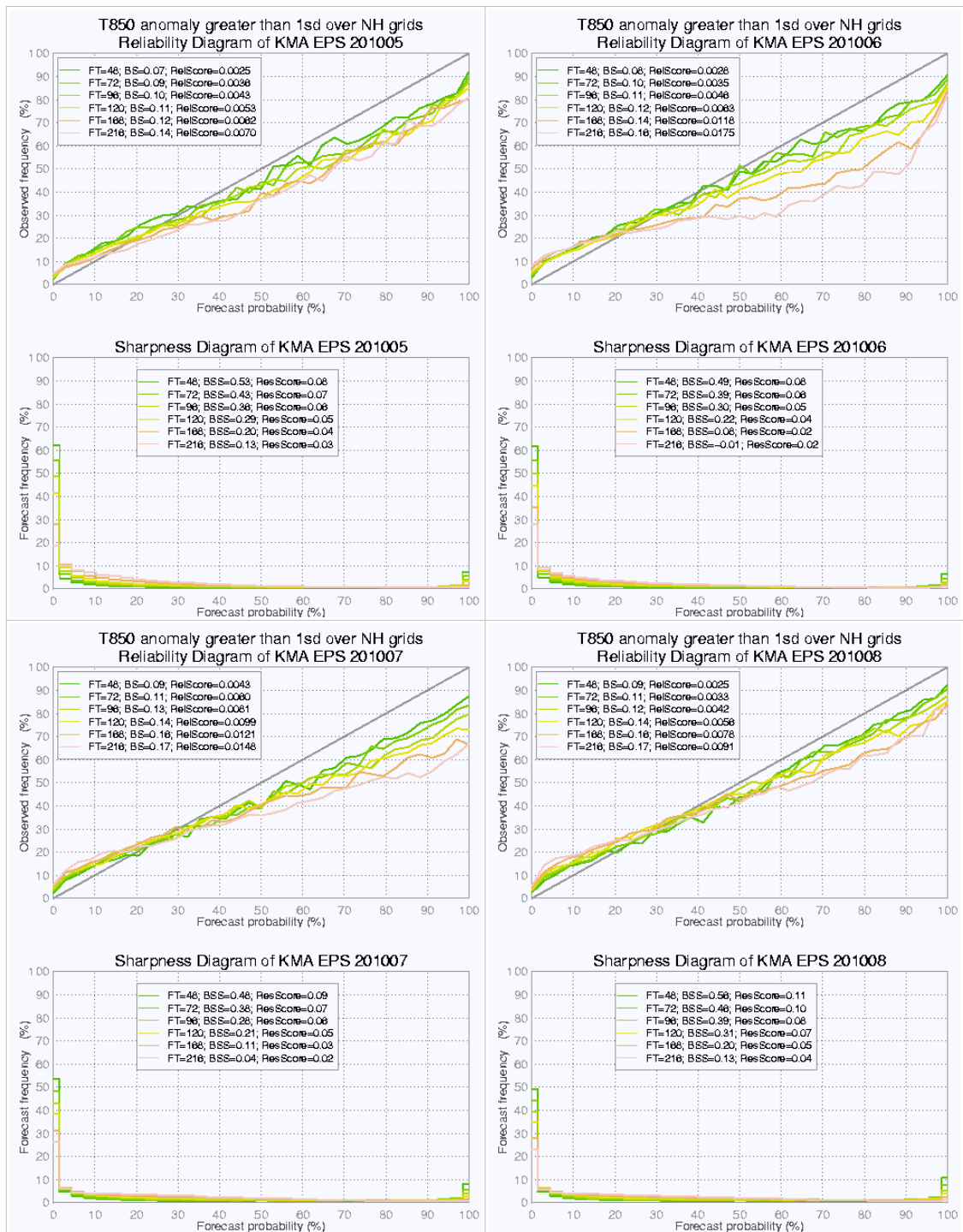


그림 3.3.11 (계속) 단, 5월-8월

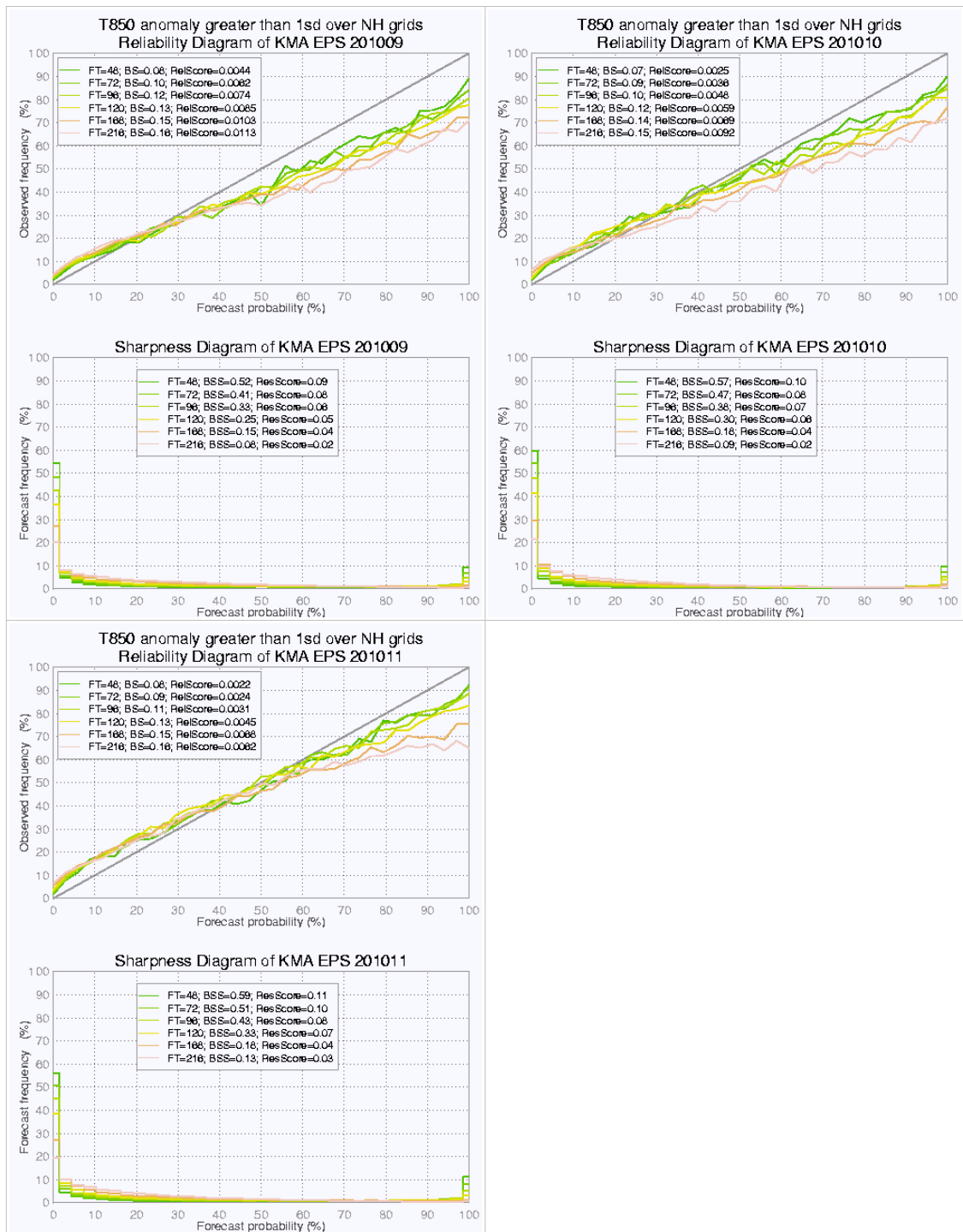


그림 3.3.11 (계속) 단, 9월-12월

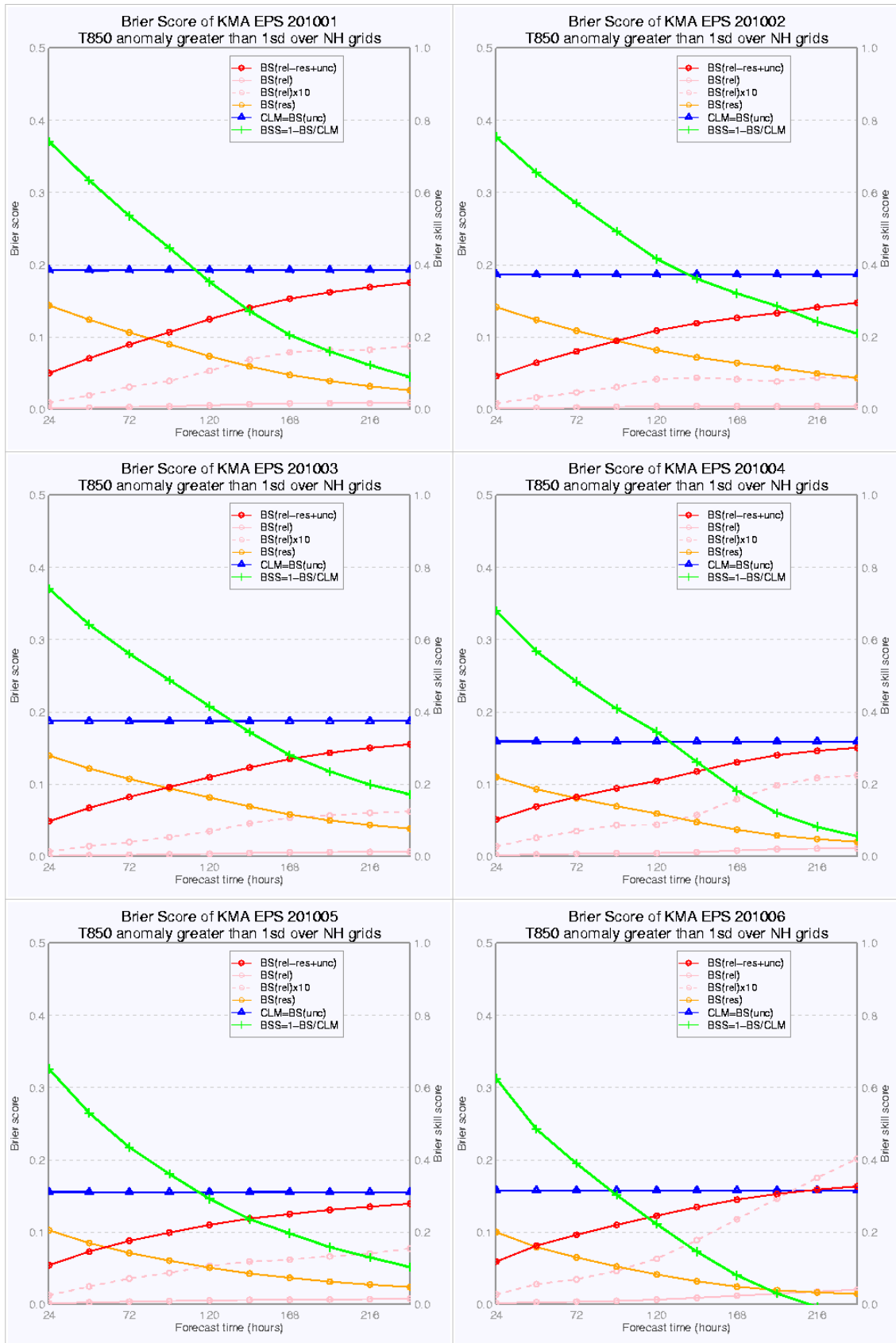


그림 3.3.12 양상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 Brier Score. 1월-6월

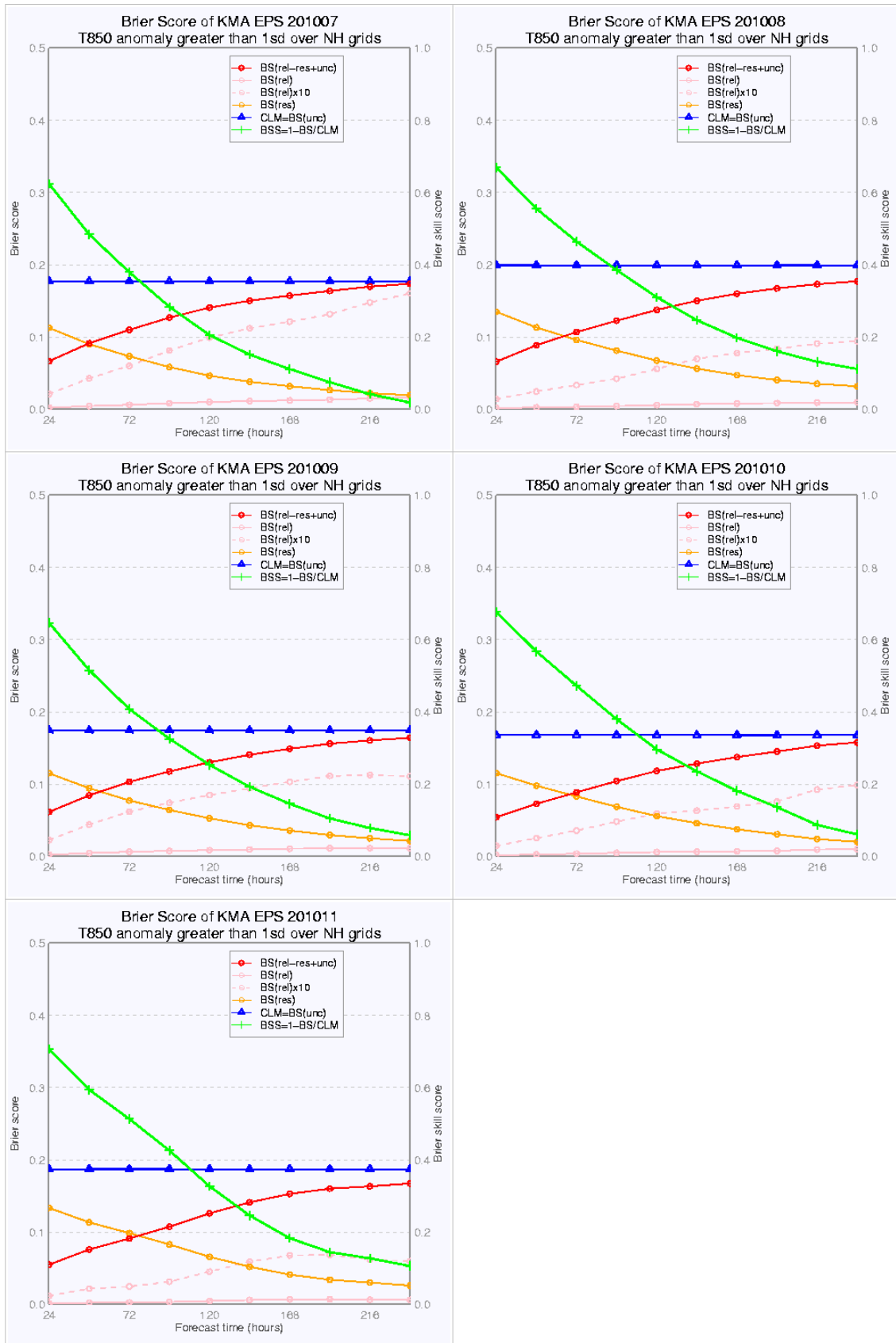


그림 3.3.12 (계속) 단, 7월-12월

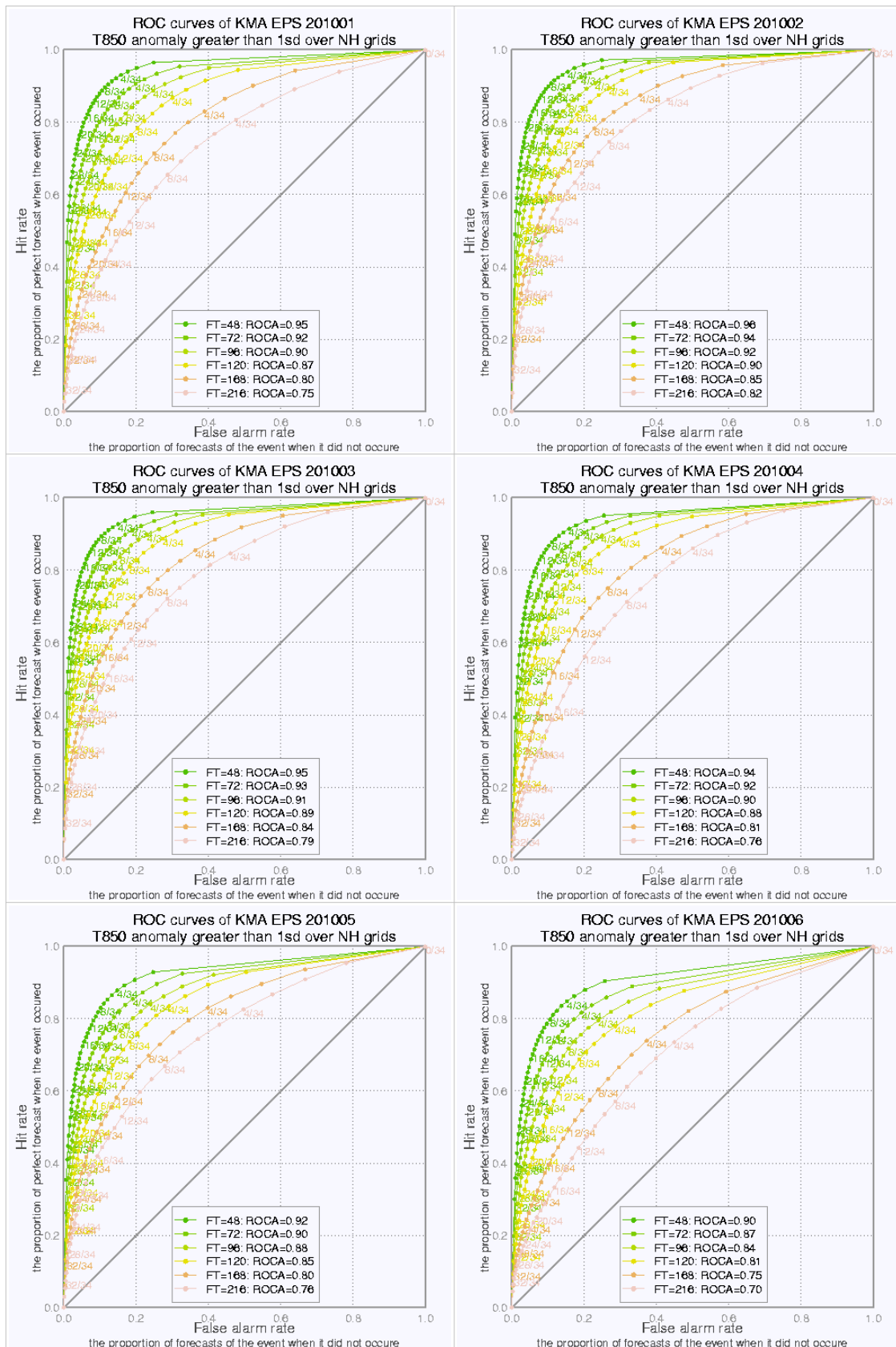


그림 3.3.13 앙상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별 ROC Curve. 1월-6월

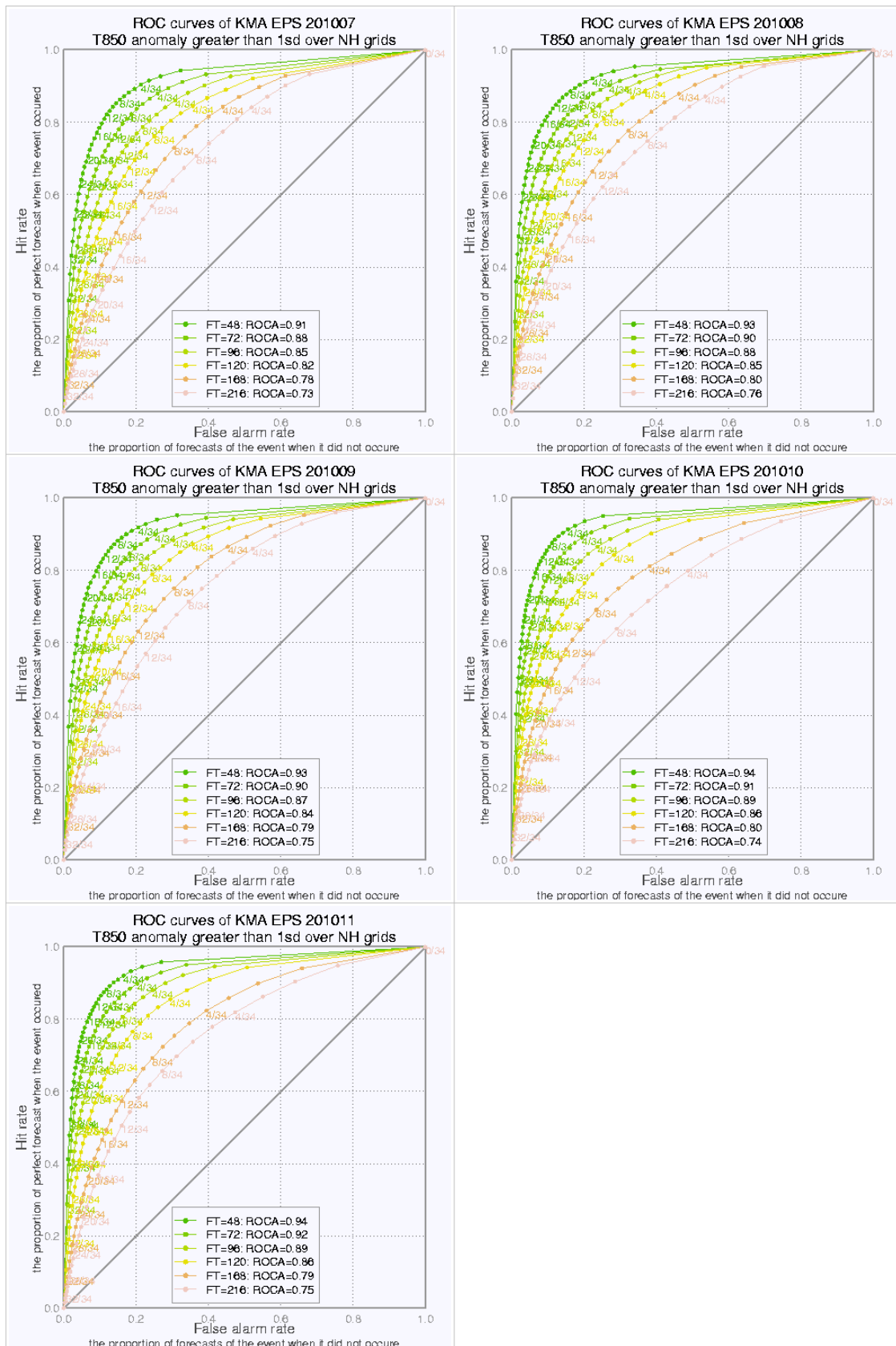


그림 3.3.13 (계속), 단 7월-12월

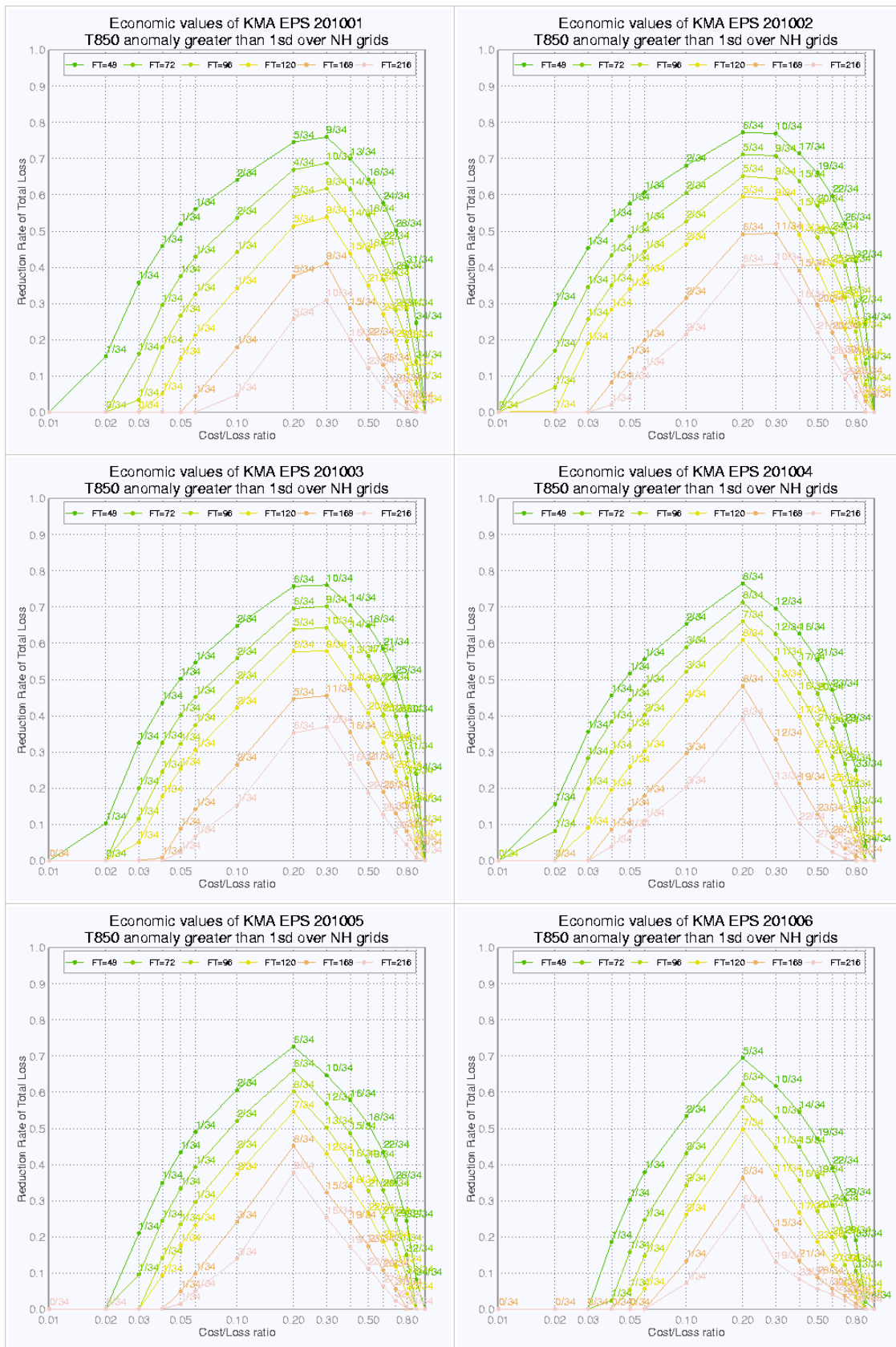


그림 3.3.14 양상블모델 북반구 850 hPa 기온 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 월별

Economic Value Curve. 1월-6월

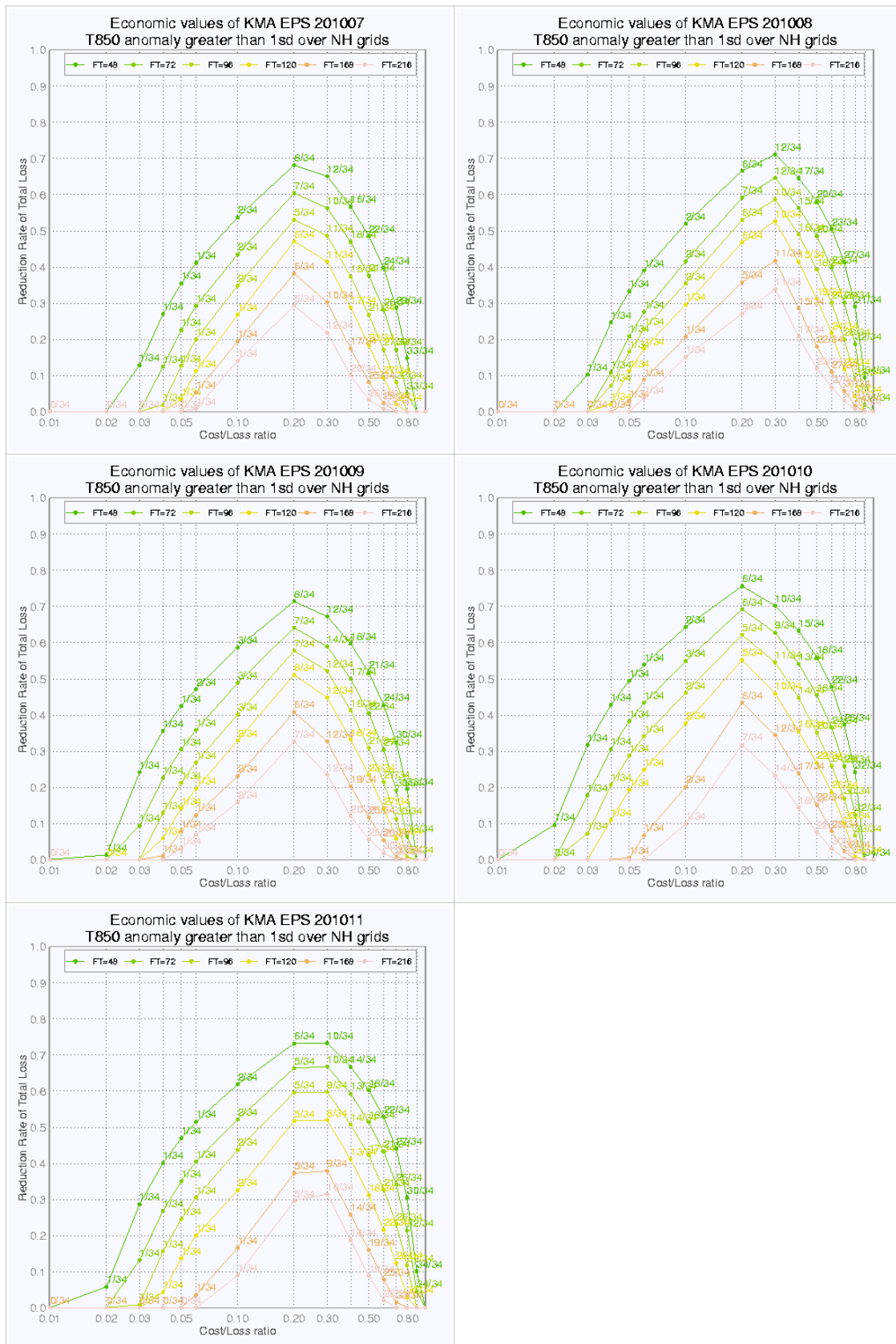


그림 3.3.14 (계속) 단, 7월-12월

3.4 통계 모델 및 강수 확률 검증

3.4.1 통계모델 성능 변화 추세

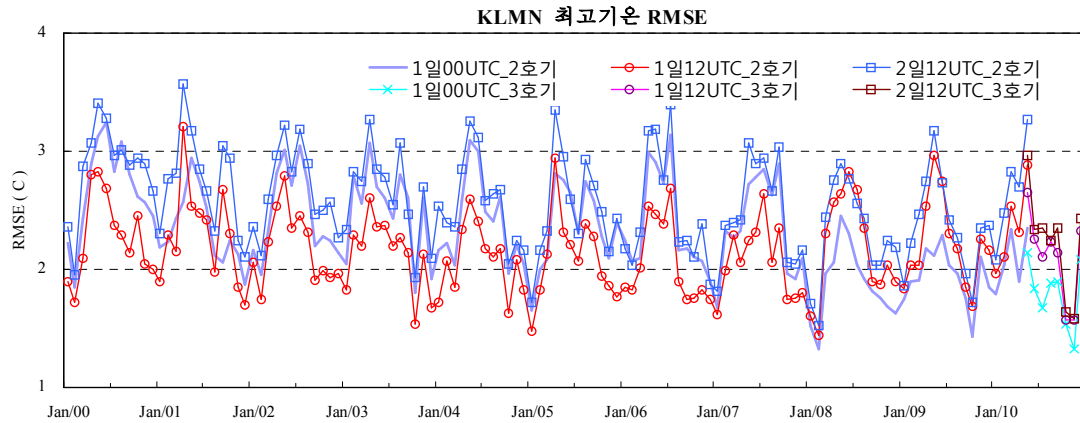


그림 3.4.1 KLMN 최고기온 월별 RMSE 성능 변화

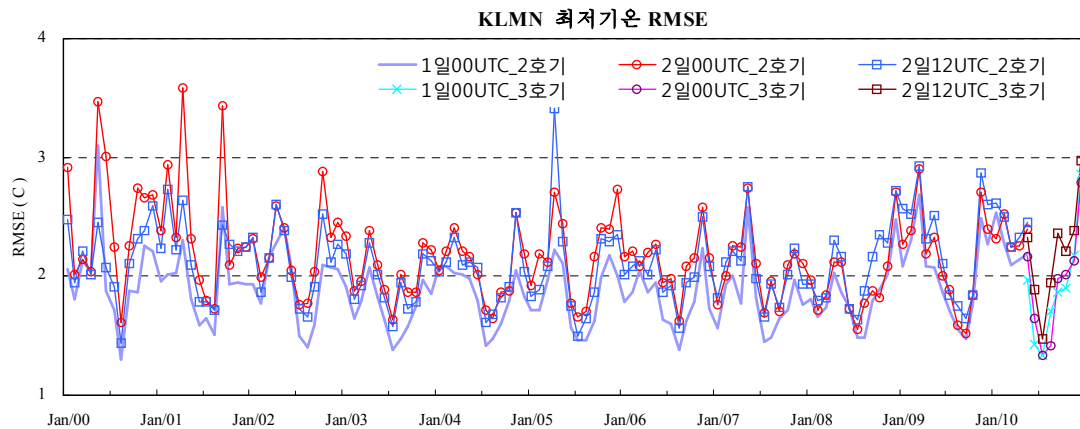


그림 3.4.2 KLMN 최저기온 월별 RMSE 성능 변화

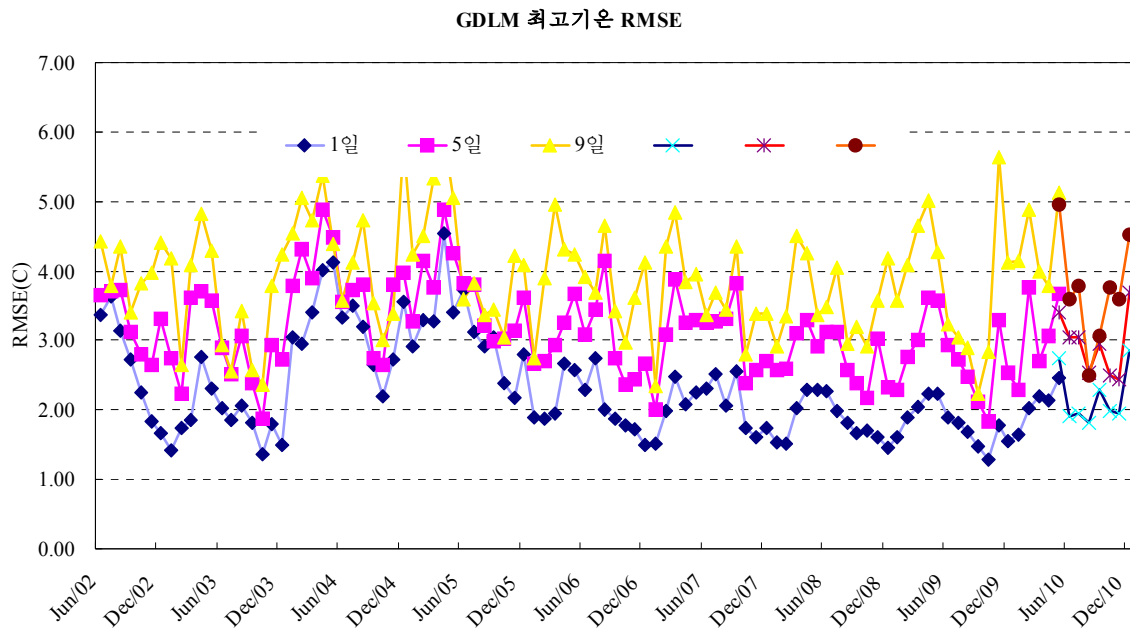


그림 3.4.5 GDLM 최고기온 월별 RMSE 성능 변화

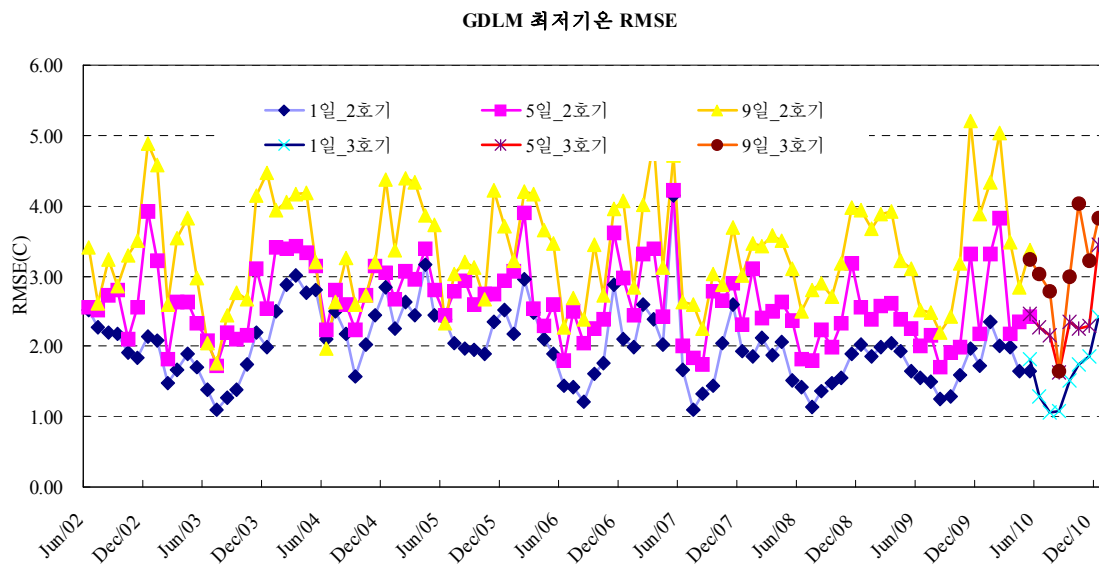


그림 3.4.6 GDLM 최저기온 월별 RMSE 성능 변화

3.4.2 통계모델 (KLMN, GDLM) 최고·최저기온 예보 (2호기) 검증

표 3.4.1 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최고기온 Mean Error

최고기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일12H	-0.01	0.00	0.05	-0.12	0.02								-0.01
	1일00H	0.18	-0.28	0.03	-0.05	0.02								-0.02
	2일12H	0.00	-0.20	0.02	-0.07	0.06								-0.04
GDLM	1일	-0.28	-0.23	0.15	-0.34	0.13								-0.11
	2일	-0.33	-0.35	-0.21	-0.43	-0.03								-0.27
	3일	-0.39	-0.63	-0.22	-0.34	-0.17								-0.35
	4일	-0.46	-1.06	-0.22	-0.02	-0.41								-0.43
	5일	-0.57	-1.54	-0.34	-0.08	-0.78								-0.66
	6일	-0.51	-1.85	-0.33	-0.62	-0.40								-0.74
	7일	-0.99	-2.20	-0.42	-0.17	-0.88								-0.93
	8일	-0.86	-2.28	-0.50	-0.48	-1.24								-1.07
	9일	-0.93	-1.82	-0.86	-1.10	-1.44								-1.23
	10일	-1.08	-1.83	-0.97	-1.65	-1.72								-1.45

표 3.4.2 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최저기온 Mean Error

최저기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일00H	0.60	0.35	0.35	0.54	0.42								0.45
	2일12H	-0.02	-0.49	-0.47	-0.16	-0.08								-0.24
	2일00H	0.65	0.05	0.37	0.50	0.45								0.40
GDLM	1일	0.03	-0.31	-0.75	0.28	0.12								-0.13
	2일	-0.17	-0.40	-0.87	0.33	0.10								-0.20
	3일	-0.36	-0.67	-0.74	0.51	-0.05								-0.26
	4일	-0.30	-1.37	-0.51	0.45	-0.27								-0.40
	5일	-0.17	-2.17	-0.36	0.36	-0.51								-0.57
	6일	-0.09	-2.75	-0.52	-0.16	-0.47								-0.80
	7일	-0.45	-3.06	-0.09	-0.31	-0.43								-0.87
	8일	-0.54	-2.63	-0.42	-0.75	-0.28								-0.92
	9일	-0.32	-2.53	-0.92	-0.90	-0.72								-1.08
	10일	-0.48	-2.12	-1.09	-1.29	-0.65								-1.13

표 3.4.3 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최고기온 RMSE

최고기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일12H	1.79	2.04	2.34	1.90	2.35								2.08
	1일00H	1.96	2.11	2.54	2.31	2.88								2.36
	2일12H	2.08	2.48	2.83	2.70	3.27								2.67
GDLM	1일	1.64	2.02	2.20	2.14	2.46								2.09
	2일	1.84	2.28	2.40	2.44	2.82								2.36
	3일	1.96	2.52	2.57	2.65	2.94								2.53
	4일	2.21	2.95	2.47	3.05	3.36								2.81
	5일	2.29	3.76	2.71	3.07	3.67								3.10
	6일	2.80	3.61	3.61	3.50	4.18								3.54
	7일	3.59	4.40	3.62	3.34	4.10								3.81
	8일	3.82	4.98	3.58	3.57	4.67								4.12
	9일	4.14	4.88	3.99	3.78	5.12								4.38
	10일	4.52	4.95	4.25	4.10	5.12								4.59

표 3.4.4 KLMN, GDLM (2호기) 월별 최저기온 RMSE

최저기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일00H	2.53	2.27	2.10	2.14	2.19								2.25
	2일12H	2.31	2.52	2.25	2.26	2.40								2.35
	2일00H	2.62	2.50	2.25	2.33	2.45								2.43
GDLM	1일	2.35	2.01	1.99	1.65	1.64								1.93
	2일	2.83	2.33	2.14	1.73	1.80								2.17
	3일	3.23	2.89	1.97	1.97	1.86								2.38
	4일	3.54	3.13	1.92	2.20	2.10								2.58
	5일	3.31	3.82	2.18	2.34	2.43								2.82
	6일	3.51	4.34	2.82	2.61	2.44								3.14
	7일	3.90	4.68	3.17	2.61	2.71								3.41
	8일	4.05	5.26	3.28	2.96	2.98								3.71
	9일	4.33	5.03	3.48	2.84	3.37								3.81
	10일	4.54	4.93	3.88	3.06	3.53								3.99

3.4.3 통계모델 (KLMN, GDLM) 최고·최저기온 예보 (3호기) 검증

표 3.4.5 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최고기온 Mean Error

최고기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일12H					-0.01	0.09	-0.01	0.01	0.04	-0.07	-0.07	-0.08	-0.01
	1일00H					-0.06	0.07	-0.01	0.01	0.14	-0.11	-0.11	0.17	0.01
	2일12H					-0.01	0.13	-0.03	0.02	0.14	-0.06	-0.08	0.24	0.04
GDLM	1일					0.35	0.35	0.50	0.17	-0.42	-0.10	-0.25	0.57	0.15
	2일					0.31	0.08	0.59	0.19	-0.49	0.01	-0.16	0.85	0.17
	3일					0.44	0.06	0.66	0.26	-0.41	-0.15	-0.19	0.91	0.20
	4일					0.37	0.13	0.61	0.28	-0.33	-0.17	-0.15	0.85	0.20
	5일					0.23	0.22	0.35	0.34	0.01	-0.30	-0.03	0.83	0.21
	6일					0.08	0.28	0.12	0.38	0.63	-0.20	-0.32	1.08	0.26
	7일					-0.02	0.04	-0.15	0.49	0.89	-0.11	-0.19	0.77	0.22
	8일					-0.44	-0.06	-0.04	0.58	0.77	-0.01	-0.28	0.65	0.15
	9일					-0.78	-0.32	-0.14	0.39	0.76	0.02	0.01	0.96	0.11
	10일					-0.37	-0.54	-0.12	0.35	1.07	0.01	-0.37	1.44	0.18

표 3.4.6 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최저기온 Mean Error

최저기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일00H					0.40	0.05	0.15	0.15	0.48	0.46	0.76	1.31	0.47
	2일12H					-0.16	-0.08	-0.03	0.05	0.33	0.20	0.59	1.04	0.24
	2일00H					0.33	0.01	0.19	0.20	0.55	0.58	1.00	1.34	0.52
GDLM	1일					-0.37	-0.37	0.00	0.14	0.30	-0.02	0.07	0.65	0.05
	2일					-0.40	-0.58	0.12	0.23	0.57	-0.03	-0.03	0.67	0.07
	3일					-0.54	-0.72	0.30	0.28	0.79	-0.06	0.05	0.78	0.11
	4일					-0.50	-0.92	0.37	0.26	0.91	-0.25	-0.05	0.81	0.08
	5일					-0.56	-1.01	0.48	0.33	1.15	-0.11	-0.11	0.62	0.10
	6일					-0.47	-1.12	0.51	0.36	1.42	-0.23	-0.34	1.01	0.14
	7일					-0.44	-1.11	0.31	0.30	1.74	-0.27	-0.32	1.02	0.15
	8일					-0.85	-1.35	0.38	0.39	1.87	-0.32	0.23	0.82	0.15
	9일					-1.21	-1.42	0.37	0.45	2.05	-0.49	0.60	0.83	0.15
	10일					-1.37	-1.24	0.38	0.53	2.08	-0.49	0.66	0.89	0.18

표 3.4.7 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최고기온 RMSE

최고기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일12H					2.14	1.84	1.67	1.88	1.89	1.54	1.33	2.08	1.80
	1일00H					2.65	2.26	2.11	2.23	2.14	1.57	1.57	2.32	2.11
	2일12H					2.96	2.34	2.35	2.25	2.35	1.64	1.58	2.43	2.24
GDLM	1일					2.75	1.92	1.94	1.81	2.28	1.98	1.94	2.86	2.19
	2일					3.21	2.25	2.38	2.05	2.66	2.19	2.07	2.99	2.47
	3일					3.09	2.61	2.55	2.32	2.79	2.28	2.08	3.05	2.60
	4일					3.30	2.85	2.77	2.50	2.94	2.26	2.26	3.31	2.77
	5일					3.40	3.04	3.04	2.54	2.95	2.50	2.45	3.68	2.95
	6일					3.80	3.35	3.37	2.67	3.05	2.53	2.50	4.07	3.17
	7일					4.26	3.54	3.54	2.62	3.14	3.04	2.63	3.90	3.33
	8일					4.23	3.53	3.58	2.53	3.26	3.78	2.99	3.93	3.48
	9일					4.95	3.59	3.79	2.49	3.06	3.77	3.60	4.52	3.72
	10일					5.02	3.83	3.54	2.44	3.17	3.27	3.75	5.30	3.79

표 3.4.8 KLMN, GDLM (3호기) 월별 최저기온 RMSE

최저기온		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
KLMN	1일00H					1.97	1.43	1.33	1.70	1.86	1.90	2.18	2.86	1.90
	2일12H					2.16	1.65	1.34	1.42	1.98	2.02	2.13	2.79	1.94
	2일00H					2.33	1.89	1.47	1.95	2.36	2.21	2.38	2.97	2.19
GDLM	1일					1.81	1.28	1.06	1.07	1.51	1.74	1.85	2.42	1.59
	2일					2.17	1.50	1.37	1.33	1.88	1.98	1.91	2.52	1.83
	3일					2.30	1.80	1.62	1.48	2.19	2.11	1.98	2.80	2.03
	4일					2.39	2.03	1.89	1.55	2.28	2.36	1.97	3.06	2.19
	5일					2.46	2.27	2.15	1.63	2.35	2.26	2.29	3.44	2.36
	6일					2.68	2.48	2.43	1.67	2.47	2.69	2.11	3.35	2.49
	7일					2.90	2.53	2.61	1.72	2.68	2.97	2.49	3.69	2.70
	8일					3.40	2.80	2.59	1.62	2.89	3.85	2.85	3.51	2.94
	9일					3.23	3.03	2.78	1.65	3.00	4.03	3.22	3.82	3.09
	10일					3.59	3.06	2.88	1.75	3.04	3.81	3.50	4.27	3.24

3.4.4 RDLM 3시간 기온 예보 (2호기) 검증

표 3.4.9 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 Mean Error

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.09	0.06	-0.30	0.08	0.00								-0.01
+ 6hr	0.07	-0.05	-0.21	-0.11	0.04								-0.05
+ 9hr	-0.02	-0.11	-0.27	-0.02	0.08								-0.07
+ 12hr	0.02	-0.10	-0.49	0.09	0.03								-0.09
+ 15hr	0.09	-0.09	-0.42	0.15	0.01								-0.05
+ 18hr	0.14	-0.14	-0.28	0.23	0.03								0.00
+ 21hr	0.21	-0.13	-0.13	0.22	0.02								0.04
+ 24hr	0.14	-0.32	-0.35	-0.11	-0.07								-0.14
+ 27hr	0.12	-0.38	-0.28	-0.17	0.08								-0.13
+ 30hr	0.04	-0.32	-0.07	-0.10	0.15								-0.06
+ 33hr	-0.04	-0.34	-0.17	0.09	-0.09								-0.11
+ 36hr	0.09	-0.32	-0.38	0.15	-0.24								-0.14
+ 39hr	0.14	-0.36	-0.33	0.21	-0.18								-0.10
+ 42hr	0.12	-0.45	-0.20	0.15	-0.20								-0.12
+ 45hr	0.26	-0.63	-0.01	0.02	-0.24								-0.12
+ 48hr	0.12	-0.72	-0.17	-0.46	-0.29								-0.30

표 3.4.10 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 Mean Error

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.07	0.05	-0.07	0.10	0.05								0.04
+ 6hr	0.15	0.03	-0.11	0.17	0.09								0.07
+ 9hr	0.26	0.01	-0.07	0.18	0.08								0.09
+ 12hr	0.09	-0.16	-0.43	-0.25	-0.06								-0.16
+ 15hr	0.07	-0.13	-0.24	-0.27	0.12								-0.09
+ 18hr	-0.04	-0.13	-0.15	-0.31	0.18								-0.09
+ 21hr	-0.10	-0.21	-0.22	-0.15	0.11								-0.11
+ 24hr	-0.09	-0.24	-0.41	-0.10	0.02								-0.16
+ 27hr	0.04	-0.16	-0.53	0.05	-0.04								-0.13
+ 30hr	0.14	-0.28	-0.45	0.12	-0.09								-0.11
+ 33hr	0.24	-0.40	-0.29	0.04	-0.13								-0.11
+ 36hr	0.23	-0.64	-0.47	-0.35	-0.36								-0.32
+ 39hr	0.02	-0.55	-0.26	-0.40	-0.24								-0.29
+ 42hr	-0.14	-0.44	-0.21	-0.41	-0.14								-0.27
+ 45hr	-0.18	-0.38	-0.28	-0.33	-0.20								-0.27
+ 48hr	-0.08	-0.47	-0.42	-0.21	-0.28								-0.29

표 3.4.11 RDLM (2호기) 월별 00UTC 예보기온 RMSE

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	1.56	1.73	1.79	1.91	1.88								1.77
+ 6hr	1.67	1.98	2.06	2.15	2.37								2.05
+ 9hr	1.39	1.69	1.70	1.70	2.08								1.71
+ 12hr	1.65	1.73	1.66	1.56	1.82								1.68
+ 15hr	1.97	1.94	1.73	1.62	1.84								1.82
+ 18hr	2.26	2.25	1.85	1.80	1.97								2.03
+ 21hr	2.43	2.41	1.94	1.97	2.07								2.16
+ 24hr	2.24	2.11	1.92	1.71	2.28								2.05
+ 27hr	2.03	2.22	2.28	2.26	2.90								2.34
+ 30hr	1.90	2.37	2.32	2.48	3.38								2.49
+ 33hr	1.79	2.01	1.84	2.11	2.69								2.09
+ 36hr	2.15	2.11	1.82	1.87	2.40								2.07
+ 39hr	2.45	2.47	1.90	1.84	2.27								2.19
+ 42hr	2.96	2.81	2.07	2.01	2.33								2.44
+ 45hr	2.95	3.02	2.21	2.18	2.37								2.55
+ 48hr	3.02	2.58	2.05	2.15	2.63								2.49

표 3.4.12 RDLM (2호기) 월별 12UTC 예보기온 RMSE

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	1.13	1.20	1.11	1.26	1.22								1.18
+ 6hr	1.77	1.75	1.47	1.65	1.60								1.65
+ 9hr	3.03	2.01	1.63	1.85	1.72								2.05
+ 12hr	2.04	1.66	1.76	1.66	1.93								1.81
+ 15hr	1.90	1.82	2.29	2.07	2.24								2.06
+ 18hr	1.79	2.11	2.31	2.22	2.80								2.25
+ 21hr	1.57	1.84	1.93	1.85	2.19								1.88
+ 24hr	1.80	1.91	1.80	1.70	1.99								1.84
+ 27hr	2.14	2.28	1.95	1.76	2.07								2.04
+ 30hr	2.42	2.68	2.11	1.97	2.19								2.27
+ 33hr	2.71	2.78	2.20	2.09	2.20								2.40
+ 36hr	2.55	2.49	2.19	2.10	2.61								2.39
+ 39hr	2.33	2.32	2.59	2.49	3.05								2.56
+ 42hr	2.20	2.58	2.64	2.89	3.27								2.72
+ 45hr	1.89	2.21	2.29	2.40	2.98								2.35
+ 48hr	2.18	2.32	2.05	2.03	2.59								2.23

3.4.5 3RDLM 3시간 기온 예보 (3호기) 검증

표 3.4.13 RDLM (3호기) 월별 00UTC 예보기온 Mean Error

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr					0.07	0.31	0.16	0.06	-0.28	-0.14	0.11	0.30	0.07
+ 6hr					0.21	0.32	0.18	0.14	-0.16	-0.16	0.02	0.18	0.09
+ 9hr					0.15	0.25	0.19	0.14	0.09	-0.13	-0.13	0.33	0.11
+ 12hr					0.05	0.04	0.20	0.13	0.19	-0.15	-0.12	0.33	0.08
+ 15hr					-0.02	-0.04	0.06	0.11	0.25	-0.16	-0.15	0.20	0.03
+ 18hr					0.04	-0.05	0.03	0.10	0.25	-0.15	-0.16	0.12	0.02
+ 21hr					0.12	-0.01	0.08	0.10	0.22	-0.11	-0.13	0.14	0.05
+ 24hr					-0.04	-0.01	0.03	0.10	0.28	-0.09	0.05	0.38	0.09
+ 27hr					-0.18	0.21	0.12	0.15	0.26	-0.13	-0.11	0.43	0.09
+ 30hr					-0.10	0.16	0.13	0.24	0.29	-0.09	-0.26	0.40	0.10
+ 33hr					-0.12	0.05	0.04	0.19	0.51	-0.17	-0.23	0.37	0.08
+ 36hr					-0.18	-0.09	0.18	0.18	0.57	-0.20	-0.13	0.39	0.09
+ 39hr					-0.20	-0.25	0.09	0.17	0.63	-0.17	-0.07	0.40	0.08
+ 42hr					-0.11	-0.32	0.12	0.15	0.59	-0.02	-0.08	0.29	0.08
+ 45hr					0.01	-0.27	0.10	0.15	0.59	0.03	-0.11	0.24	0.09
+ 48hr					-0.32	-0.16	-0.06	0.14	0.59	0.00	0.00	0.54	0.09

표 3.4.14 RDLM (3호기) 월별 12UTC 예보기온 Mean Error

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr					0.04	-0.01	-0.09	0.01	0.07	-0.09	-0.17	-0.06	-0.04
+ 6hr					0.07	0.01	-0.04	0.05	0.10	-0.11	-0.21	-0.05	-0.02
+ 9hr					0.13	0.02	0.00	0.08	0.12	-0.10	-0.18	-0.01	0.01
+ 12hr					-0.02	0.06	-0.06	0.10	0.19	-0.13	0.04	0.32	0.06
+ 15hr					0.11	0.25	-0.02	0.19	0.15	-0.26	-0.05	0.30	0.08
+ 18hr					0.18	0.21	0.01	0.24	0.25	-0.24	-0.17	0.24	0.09
+ 21hr					0.20	0.14	-0.03	0.25	0.34	-0.23	-0.22	0.24	0.09
+ 24hr					0.15	0.08	0.04	0.19	0.36	-0.20	-0.16	0.25	0.09
+ 27hr					-0.04	-0.01	-0.04	0.14	0.49	-0.27	-0.11	0.29	0.06
+ 30hr					-0.05	-0.05	-0.03	0.13	0.41	-0.17	-0.08	0.24	0.05
+ 33hr					0.02	-0.02	-0.04	0.12	0.38	-0.10	-0.06	0.27	0.07
+ 36hr					-0.19	0.00	-0.10	0.16	0.47	-0.11	0.06	0.48	0.10
+ 39hr					-0.13	0.15	-0.13	0.18	0.35	-0.10	-0.04	0.42	0.09
+ 42hr					0.12	0.07	-0.04	0.19	0.38	-0.11	-0.15	0.40	0.11
+ 45hr					0.01	0.01	-0.10	0.17	0.51	-0.19	-0.16	0.34	0.07
+ 48hr					0.00	-0.14	0.01	0.21	0.54	-0.09	-0.15	0.38	0.09

표 3.4.15 RDLM (3호기) 월별 00UTC 예보기온 RMSE

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr					1.66	1.53	1.49	1.51	1.46	1.26	1.38	1.54	1.48
+ 6hr					1.96	1.78	1.85	1.79	1.59	1.27	1.32	1.56	1.64
+ 9hr					1.93	1.75	1.79	1.51	1.45	1.00	1.38	1.82	1.58
+ 12hr					1.88	1.39	1.28	1.15	1.27	1.17	1.50	1.90	1.44
+ 15hr					1.81	1.35	1.19	1.11	1.37	1.33	1.66	1.86	1.46
+ 18hr					1.87	1.38	1.20	1.08	1.37	1.39	1.74	1.93	1.50
+ 21hr					1.86	1.36	1.15	1.03	1.37	1.52	1.74	2.04	1.51
+ 24hr					2.01	1.61	1.44	1.60	1.78	1.56	1.65	1.92	1.70
+ 27hr					2.44	2.02	1.97	1.95	2.18	1.69	1.80	1.92	2.00
+ 30hr					2.52	2.11	2.23	2.26	2.22	1.61	1.68	1.85	2.06
+ 33hr					2.50	2.01	2.17	1.85	1.90	1.35	1.57	1.99	1.92
+ 36hr					2.42	1.58	1.60	1.39	1.84	1.67	1.72	2.08	1.79
+ 39hr					2.38	1.64	1.44	1.34	1.87	1.86	1.96	2.22	1.84
+ 42hr					2.35	1.78	1.39	1.32	1.79	1.91	1.98	2.24	1.85
+ 45hr					2.20	1.77	1.34	1.29	1.81	2.01	1.98	2.22	1.83
+ 48hr					2.37	2.02	1.73	1.84	2.11	1.82	1.89	2.06	1.98

표 3.4.16 RDLM (3호기) 월별 12UTC 예보기온 RMSE

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr					1.14	0.90	0.80	0.72	0.82	0.88	1.13	1.14	0.94
+ 6hr					1.40	1.14	0.93	0.84	1.03	1.12	1.43	1.50	1.17
+ 9hr					1.43	1.21	0.93	0.88	1.18	1.28	1.59	1.70	1.27
+ 12hr					1.72	1.49	1.32	1.47	1.53	1.43	1.47	1.69	1.52
+ 15hr					2.09	1.79	1.75	1.91	1.85	1.49	1.58	1.71	1.77
+ 18hr					2.26	1.91	1.96	2.43	2.00	1.51	1.39	1.67	1.89
+ 21hr					2.23	1.80	1.79	1.81	1.77	1.15	1.37	1.66	1.70
+ 24hr					2.13	1.45	1.36	1.32	1.63	1.38	1.61	1.75	1.58
+ 27hr					2.14	1.46	1.26	1.26	1.64	1.57	1.87	1.94	1.64
+ 30hr					2.08	1.56	1.26	1.20	1.67	1.60	1.94	2.08	1.67
+ 33hr					1.98	1.52	1.25	1.16	1.71	1.72	1.92	2.17	1.68
+ 36hr					2.26	1.81	1.58	1.76	2.09	1.62	1.78	2.04	1.87
+ 39hr					2.77	2.20	2.18	2.17	2.35	1.69	1.82	1.96	2.14
+ 42hr					3.16	2.28	2.50	2.46	2.36	1.62	1.68	1.99	2.26
+ 45hr					2.82	2.14	2.30	1.94	2.04	1.35	1.55	1.94	2.01
+ 48hr					2.55	1.69	1.64	1.44	1.94	1.60	1.76	1.89	1.81

3.5 전지구/지역/국지연안 파랑예보 검증

3.5.1 예측 성능 변화 추세

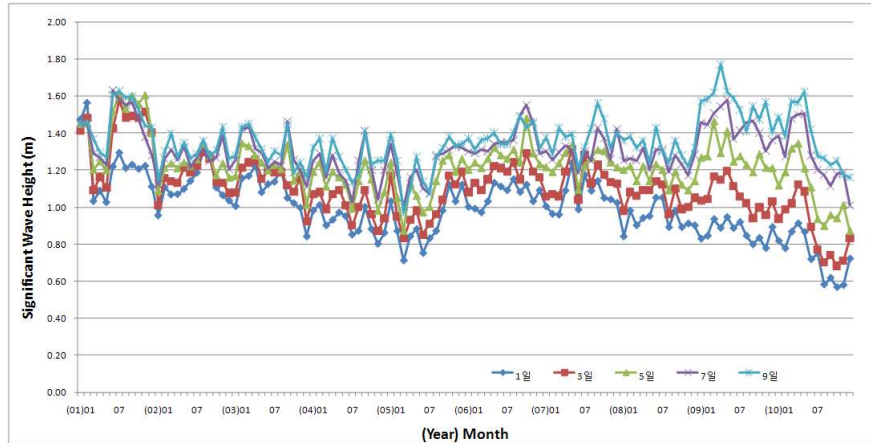


그림 3.5.1 전지구 파랑모델(GoWW3) 유의파고 위성검증 RMSE

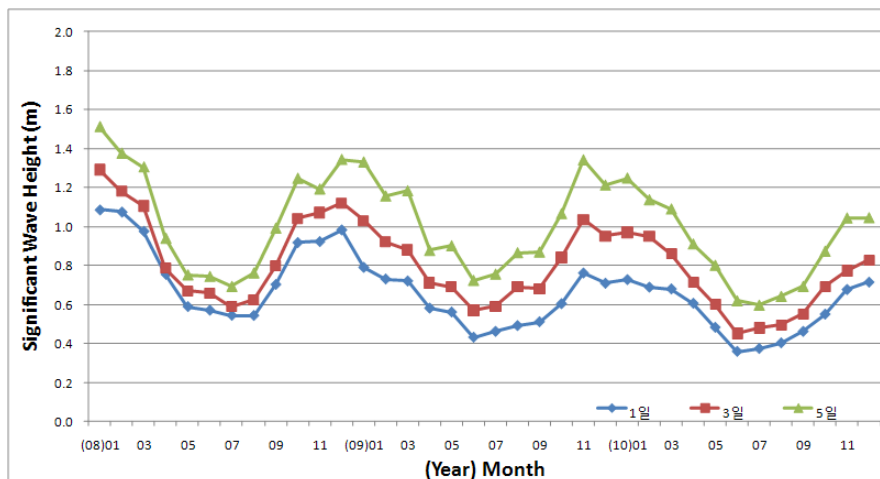


그림 3.5.2 전지구 파랑모델 (GoWW3) 유의파고 부이검증 RMSE

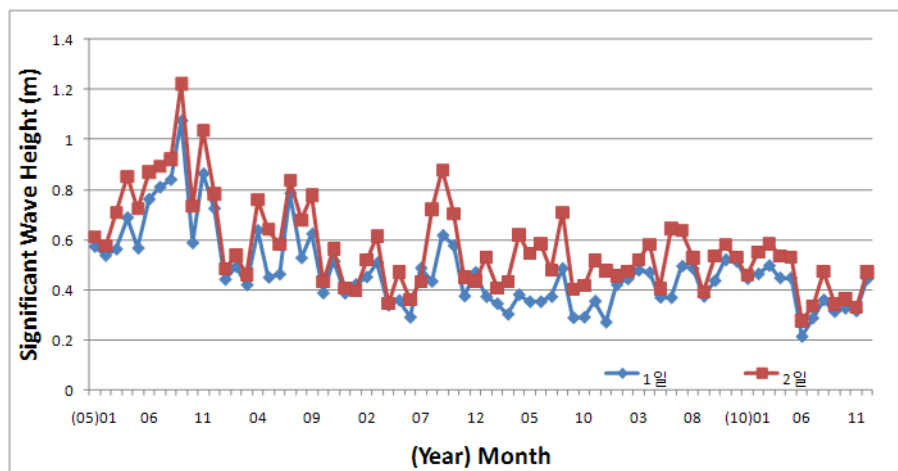


그림 3.5.3 지역 파랑모델 (ReWW3) 유의파고 부이검증 RMSE

3.5.2 부이 검증

3.5.2.1 전지구 파랑모델 (GoWW3) 부이 검증

표 3.5.1 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 00H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.110	0.760	0.900	8024	0.048	0.689	0.890	8154	0.071
2	0.050	0.720	0.850	7140	0.014	0.654	0.871	7469	0.066
3	0.130	0.680	0.880	7758	0.087	0.650	0.897	8260	0.030
4	0.190	0.560	0.860	8334	0.179	0.585	0.902	7990	-0.025
5	0.250	0.550	0.880	8774	0.147	0.469	0.865	8490	0.081
6	0.130	0.420	0.850	8495	-0.003	0.347	0.926	8338	0.073
7	0.130	0.440	0.860	8844	0.072	0.355	0.900	8687	0.085
8	0.110	0.470	0.870	9032	0.073	0.384	0.868	8840	0.086
9	0.060	0.490	0.910	8999	0.071	0.446	0.915	8290	0.044
10	0.107	0.579	0.894	9078	0.021	0.532	0.917	8214	0.047
11	0.121	0.729	0.907	8510	-0.059	0.666	0.890	11239	0.063
12	0.028	0.689	0.878	8378	-0.117	0.704	0.853	11540	-0.015
average	0.118	0.591	0.878	8447	0.044	0.540	0.891	8793	0.051

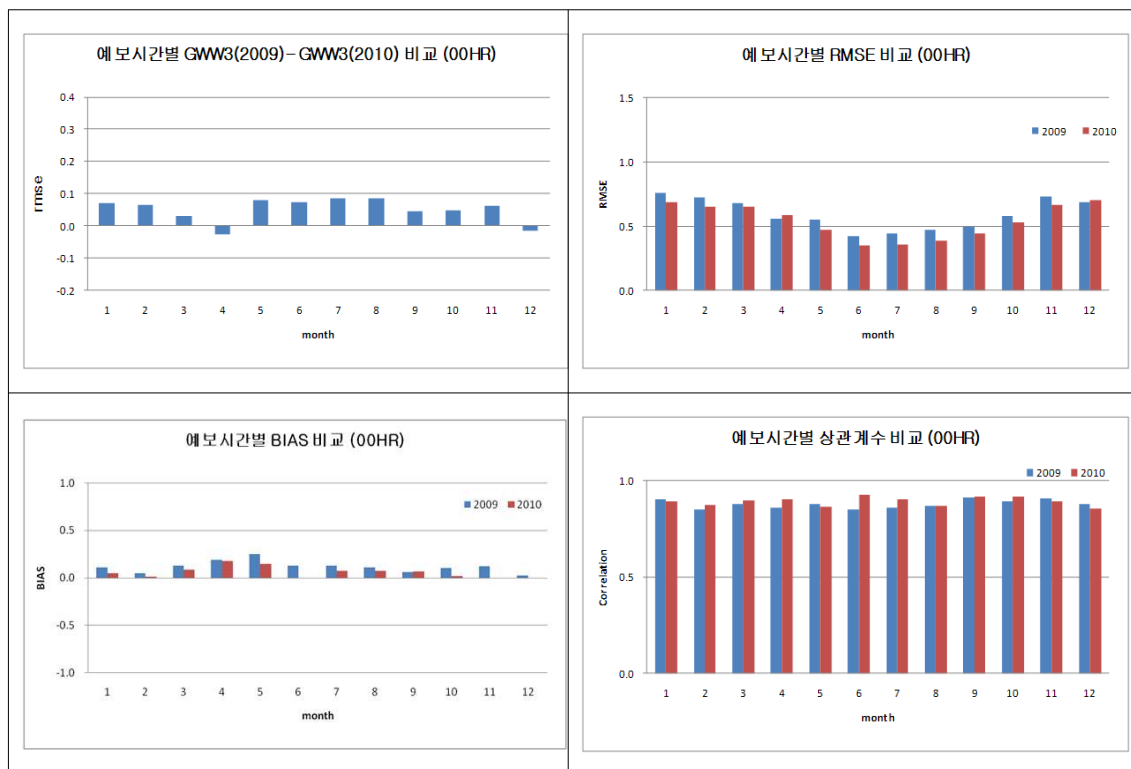


그림 3.5.4 CoWW3 + 00H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

표 3.5.2 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 24H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.120	0.790	0.890	8024	0.034	0.727	0.878	8154	0.063
2	0.070	0.730	0.850	7140	0.016	0.688	0.859	7469	0.042
3	0.140	0.720	0.870	7758	0.084	0.679	0.887	8260	0.041
4	0.190	0.580	0.850	8334	0.181	0.605	0.893	7990	-0.025
5	0.250	0.560	0.870	8774	0.150	0.481	0.857	8490	0.079
6	0.140	0.430	0.850	8495	0.021	0.357	0.922	8338	0.073
7	0.140	0.460	0.850	8844	0.086	0.372	0.894	8687	0.088
8	0.110	0.490	0.850	9032	0.083	0.401	0.859	8840	0.089
9	0.060	0.510	0.900	8999	0.081	0.460	0.910	8290	0.050
10	0.105	0.603	0.885	9078	0.031	0.549	0.912	8214	0.054
11	0.116	0.761	0.899	8510	-0.045	0.676	0.886	11239	0.085
12	0.022	0.708	0.870	8378	-0.107	0.714	0.848	11540	-0.006
average	0.122	0.612	0.869	8447	0.051	0.559	0.884	8793	0.053

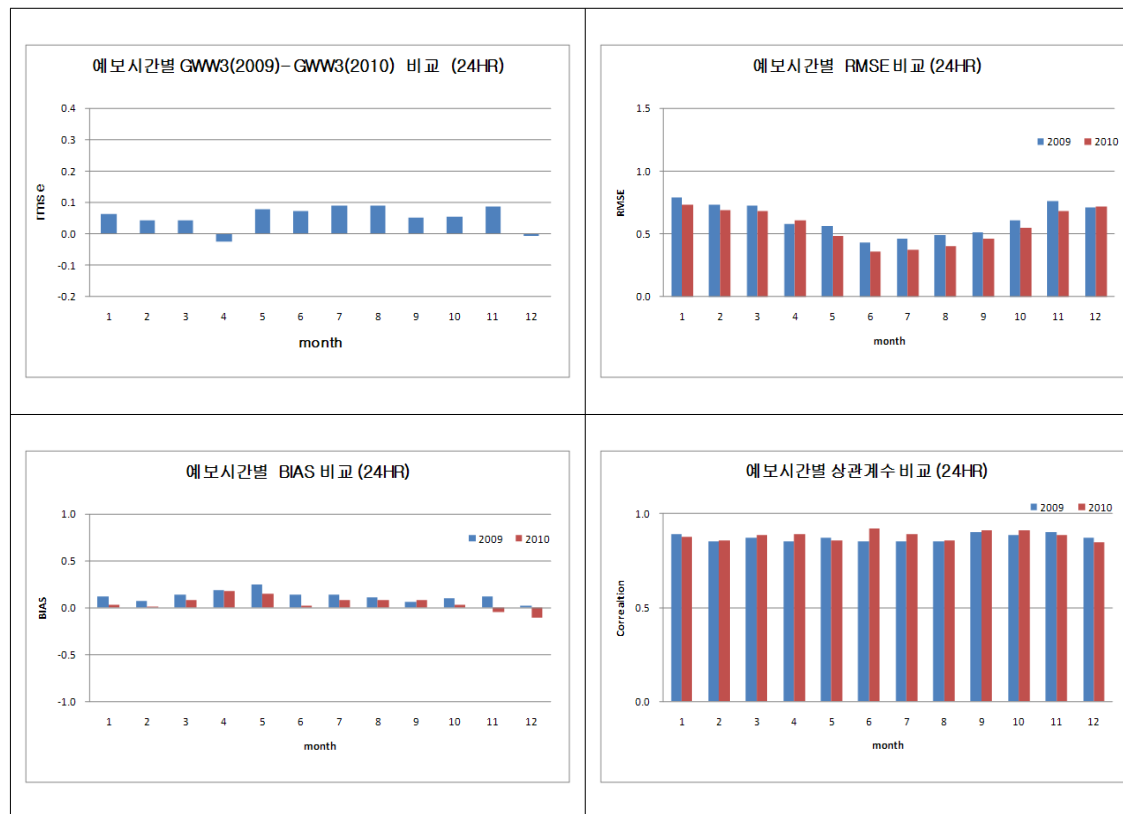


그림 3.5.5 CoWW3 + 24H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

표 3.5.3 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 48H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.120	0.890	0.860	8024	-0.007	0.842	0.832	8154	0.048
2	0.090	0.800	0.810	7140	0.012	0.791	0.817	7469	0.009
3	0.160	0.800	0.840	7758	0.086	0.762	0.859	8260	0.038
4	0.190	0.610	0.830	8334	0.180	0.670	0.863	7990	-0.060
5	0.270	0.620	0.840	8774	0.162	0.520	0.830	8490	0.100
6	0.160	0.500	0.810	8495	0.062	0.399	0.903	8338	0.101
7	0.150	0.520	0.800	8844	0.102	0.421	0.866	8687	0.099
8	0.110	0.570	0.800	9032	0.092	0.447	0.828	8840	0.123
9	0.050	0.570	0.870	8999	0.095	0.499	0.895	8290	0.071
10	0.105	0.708	0.839	9078	0.044	0.605	0.896	8214	0.103
11	0.109	0.876	0.864	8510	-0.022	0.713	0.871	11239	0.163
12	-0.002	0.813	0.828	8378	-0.074	0.754	0.830	11540	0.059
average	0.126	0.690	0.833	8447	0.061	0.619	0.857	8793	0.071

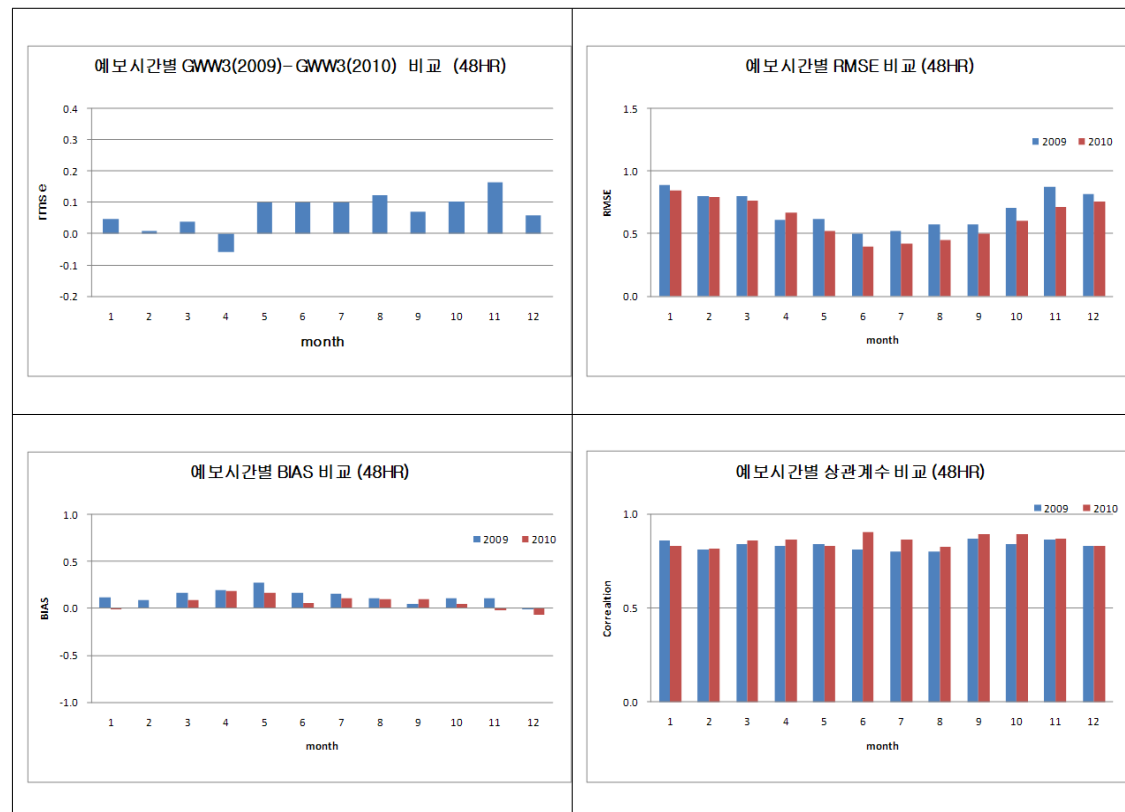


그림 3.5.6 CoWW3 + 48H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

표 3.5.4 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 72H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.110	1.030	0.810	8024	-0.017	0.970	0.774	8154	0.060
2	0.120	0.920	0.760	7140	0.020	0.949	0.741	7469	-0.029
3	0.150	0.880	0.790	7758	0.068	0.859	0.819	8260	0.021
4	0.210	0.710	0.770	8334	0.193	0.715	0.840	7990	-0.005
5	0.260	0.690	0.790	8774	0.158	0.599	0.765	8490	0.091
6	0.190	0.570	0.730	8495	0.072	0.451	0.873	8338	0.119
7	0.160	0.590	0.730	8844	0.091	0.479	0.818	8687	0.111
8	0.140	0.690	0.720	9032	0.075	0.494	0.781	8840	0.196
9	0.030	0.680	0.810	8999	0.079	0.550	0.869	8290	0.130
10	0.105	0.840	0.773	9078	0.048	0.692	0.864	8214	0.148
11	0.077	1.036	0.757	8510	-0.016	0.773	0.848	11239	0.263
12	-0.039	0.950	0.766	8378	-0.037	0.826	0.799	11540	0.124
average	0.126	0.799	0.767	8447	0.061	0.695	0.816	8793	0.102



그림 3.5.7 CoWW3 + 72H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

표 3.5.5 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 96H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.132	1.174	0.761	8024	-0.034	1.100	0.712	8154	0.074
2	0.102	0.991	0.714	7140	0.015	1.030	0.689	7469	-0.039
3	0.099	1.008	0.716	7758	0.075	1.001	0.752	8260	0.007
4	0.183	0.779	0.720	8334	0.183	0.826	0.789	7990	-0.047
5	0.290	0.787	0.729	8774	0.168	0.716	0.669	8490	0.071
6	0.205	0.653	0.644	8495	0.076	0.556	0.797	8338	0.097
7	0.184	0.679	0.665	8844	0.045	0.534	0.757	8687	0.145
8	0.171	0.781	0.638	9032	0.057	0.550	0.727	8840	0.231
9	0.044	0.793	0.740	8999	0.058	0.616	0.833	8290	0.177
10	0.123	0.962	0.709	9078	0.029	0.779	0.825	8214	0.183
11	0.021	1.135	0.757	8510	-0.035	0.881	0.800	11239	0.254
12	-0.004	1.091	0.696	8378	-0.014	0.904	0.764	11540	0.187
average	0.129	0.903	0.707	8447	0.052	0.791	0.760	8793	0.112

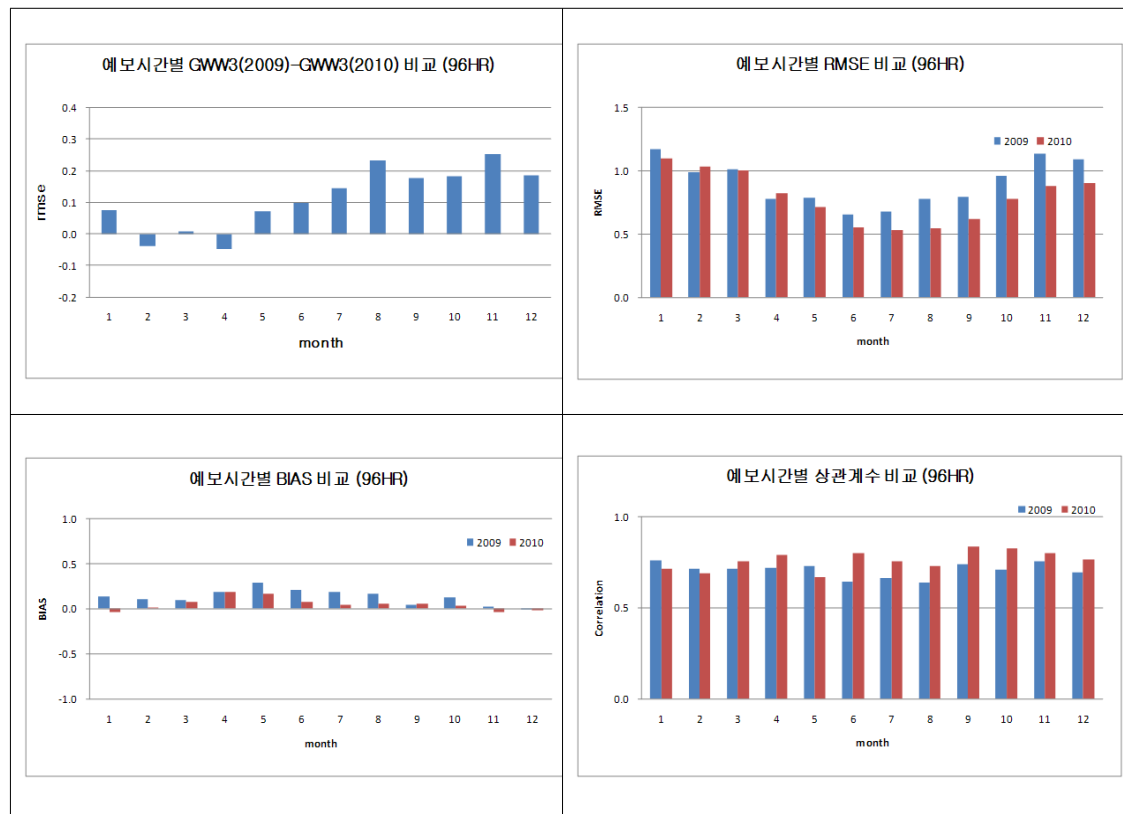


그림 3.5.8 CoWW3 + 96H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

표 3.5.6 전지구 파랑모델(GoWW3) 전년 대비 BIAS, RMSE, CORR + 120H 비교

month	2009 년				2010 년				2009-2010(rmse)
	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	bias (m)	rmse (m)	corr	entries	
1	0.125	1.329	0.687	8024	-0.038	1.247	0.639	8154	0.082
2	0.157	1.155	0.640	7140	0.036	1.136	0.635	7469	0.019
3	0.127	1.182	0.622	7758	0.075	1.089	0.709	8260	0.093
4	0.144	0.877	0.641	8334	0.166	0.910	0.737	7990	-0.033
5	0.329	0.901	0.652	8774	0.209	0.801	0.609	8490	0.100
6	0.220	0.724	0.573	8495	0.061	0.619	0.737	8338	0.105
7	0.189	0.756	0.571	8844	0.018	0.597	0.685	8687	0.159
8	0.192	0.865	0.554	9032	0.042	0.642	0.629	8840	0.223
9	0.027	0.869	0.669	8999	0.024	0.693	0.780	8290	0.176
10	0.123	1.065	0.650	9078	0.014	0.873	0.773	8214	0.192
11	-0.034	1.340	0.659	8510	-0.045	1.043	0.716	11239	0.297
12	0.043	1.211	0.637	8378	-0.010	1.044	0.690	11540	0.167
average	0.137	1.023	0.630	8447	0.046	0.891	0.695	8793	0.132

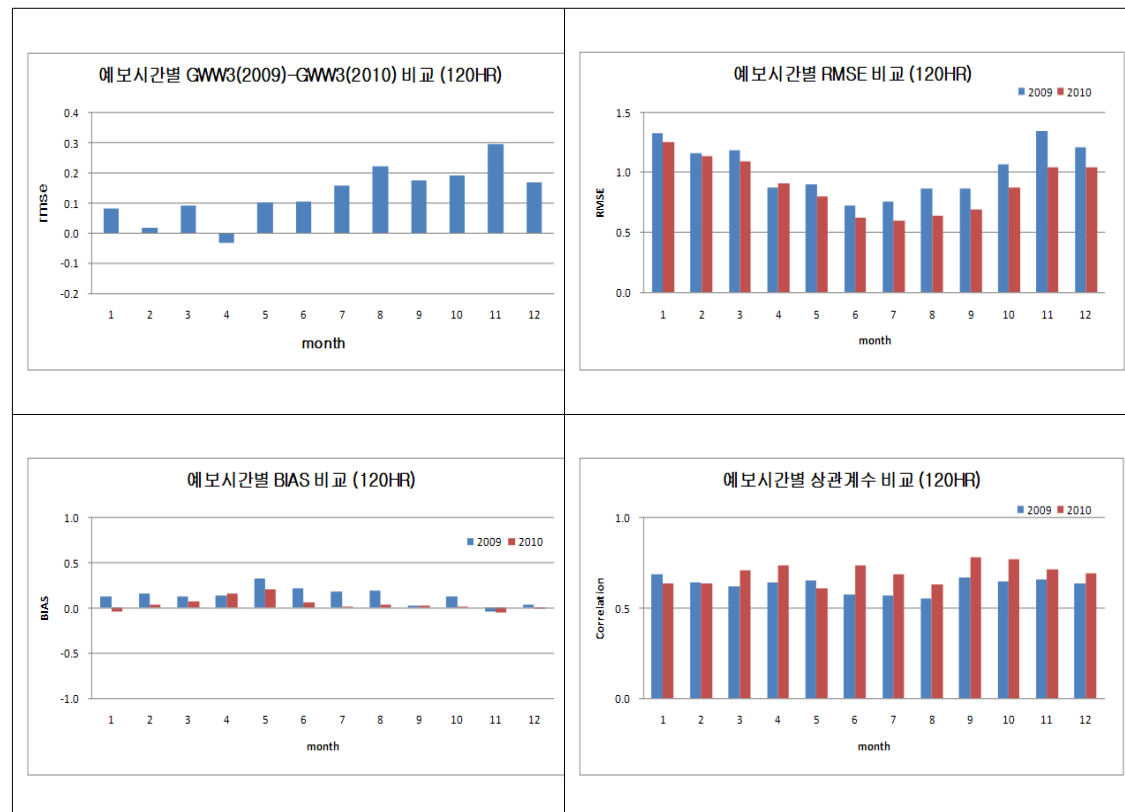


그림 3.5.9 CoWW3 + 120H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. BIAS, RMSE, Correlation

3.5.2.2 지역 파랑모델 (ReWW3) 부이 검증

표 3.5.7 지역 파랑모델(ReWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.17	0.21	0.18	0.14	0.19	-0.06	0.04	-0.06	-0.24	-0.17	-0.17	-0.22	0.00
24hr	0.25	0.29	0.29	0.21	0.25	-0.05	0.08	-0.04	-0.11	-0.18	-0.11	-0.15	0.06
36hr	0.27	0.29	0.30	0.22	0.27	-0.03	0.11	-0.03	-0.02	-0.17	-0.05	-0.12	0.09
48hr	0.27	0.29	0.33	0.22	0.33	-0.01	0.07	-0.03	-0.03	-0.16	-0.01	-0.11	0.10

표 3.5.8 지역 파랑모델(ReWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.34	0.33	0.39	0.33	0.36	0.12	0.14	0.15	0.45	0.24	0.26	0.31	0.29
24hr	0.42	0.46	0.49	0.39	0.47	0.12	0.20	0.17	0.16	0.23	0.23	0.27	0.30
36hr	0.45	0.51	0.50	0.48	0.45	0.11	0.25	0.20	0.23	0.22	0.27	0.27	0.33
48hr	0.45	0.53	0.62	0.47	0.52	0.14	0.21	0.26	0.21	0.27	0.27	0.29	0.35

표 3.5.9 지역 파랑모델(ReWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.09	-0.03	-0.08	0.09	0.20	-0.02	-0.02	-0.10	-0.08	-0.22	-0.09	-0.34	-0.07
24hr	-0.02	-0.01	-0.06	0.10	0.23	-0.01	0.01	-0.09	0.00	-0.17	-0.10	-0.26	-0.03
36hr	-0.01	0.08	-0.01	0.11	0.26	0.01	0.03	-0.08	-0.01	-0.13	-0.04	-0.28	-0.01
48hr	-0.03	0.14	0.08	0.17	0.35	0.05	0.01	-0.07	0.00	-0.12	-0.01	-0.26	0.03

표 3.5.10 지역 파랑모델(ReWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.23	0.33	0.32	0.41	0.14	0.19	0.21	0.28	0.30	0.24	0.47	0.29
24hr	0.47	0.29	0.35	0.34	0.49	0.15	0.26	0.22	0.31	0.28	0.22	0.44	0.32
36hr	0.50	0.37	0.39	0.38	0.47	0.15	0.30	0.24	0.27	0.23	0.31	0.56	0.35
48hr	0.49	0.46	0.55	0.49	0.59	0.19	0.30	0.26	0.28	0.27	0.32	0.55	0.40

표 3.5.11 지역 파랑모델(ReWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.00	-0.12	-0.31	-0.16	-0.14	-0.11	-0.11	-0.17	-0.14	-0.29	-0.28	-0.41	-0.19
24hr	0.02	-0.14	-0.29	-0.20	-0.11	-0.05	-0.07	-0.18	-0.11	-0.24	-0.26	-0.35	-0.17
36hr	0.02	-0.08	-0.20	-0.18	-0.06	-0.02	-0.11	-0.10	-0.09	-0.24	-0.23	-0.32	-0.13
48hr	0.03	-0.05	-0.14	-0.09	-0.03	-0.01	-0.13	-0.18	-0.13	-0.21	-0.22	-0.32	-0.12

표 3.5.12 지역 파랑모델(ReWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.30	0.40	0.50	0.39	0.32	0.22	0.23	0.37	0.31	0.38	0.35	0.50	0.36
24hr	0.34	0.41	0.54	0.40	0.35	0.22	0.27	0.35	0.32	0.38	0.32	0.46	0.36
36hr	0.33	0.41	0.46	0.45	0.39	0.30	0.31	0.59	0.45	0.35	0.28	0.45	0.40
48hr	0.32	0.48	0.48	0.46	0.42	0.31	0.40	0.57	0.37	0.35	0.29	0.44	0.41

표 3.5.13 지역 파랑모델(ReWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.13	-0.25	-0.34	-0.21	-0.14	0.02	-0.06	-0.15	-0.16	-0.21	-0.30	-0.30	-0.19
24hr	-0.06	-0.20	-0.23	-0.17	-0.11	0.08	0.01	-0.16	-0.13	-0.15	-0.22	-0.27	-0.13
36hr	-0.06	-0.16	-0.24	-0.16	-0.05	0.12	-0.01	-0.15	-0.18	-0.13	-0.22	-0.25	-0.12
48hr	-0.03	-0.14	-0.12	-0.09	-0.04	0.11	-0.07	-0.13	-0.19	-0.12	-0.23	-0.26	-0.11

표 3.5.14 지역 파랑모델(ReWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.32	0.44	0.56	0.42	0.41	0.24	0.25	0.39	0.31	0.33	0.38	0.40	0.37
24hr	0.31	0.39	0.51	0.46	0.41	0.24	0.33	0.60	0.35	0.35	0.35	0.38	0.39
36hr	0.32	0.46	0.59	0.46	0.43	0.33	0.34	0.55	0.39	0.40	0.31	0.41	0.42
48hr	0.34	0.48	0.56	0.46	0.44	0.34	0.37	0.67	0.38	0.41	0.33	0.40	0.43

표 3.5.15 지역 파랑모델(ReWW3) 동해 부이 (22105) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.51	0.48	0.39	0.32	0.21	0.03	-	-	-	-0.12	-0.33	-0.38	0.12
24hr	0.61	0.61	0.55	0.47	0.32	0.03	-	-	-	-0.11	-0.23	-0.28	0.22
36hr	0.59	0.64	0.58	0.48	0.32	0.07	-	-	-	-0.08	-0.19	-0.20	0.25
48hr	0.61	0.68	0.62	0.50	0.33	0.08	-	-	-	-0.01	-0.13	-0.19	0.28

표 3.5.16 지역 파랑모델(ReWW3) 동해 부이 (22105) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.65	0.72	0.55	0.52	0.42	0.17	-	-	-	0.33	0.45	0.58	0.49
24hr	0.76	0.82	0.73	0.73	0.56	0.19	-	-	-	0.30	0.37	0.48	0.55
36hr	0.76	0.85	0.75	0.75	0.61	0.20	-	-	-	0.33	0.38	0.47	0.57
48hr	0.77	0.91	0.87	0.78	0.64	0.22	-	-	-	0.39	0.31	0.45	0.59

표 3.5.17 지역 파랑모델(ReWW3) 포항 부이 (22106) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.19	-0.16	-0.28	-0.26	-0.31	-0.10	-0.14	-0.13	-0.05	-0.14	-0.27	-0.35	-0.20
24hr	-0.10	-0.07	-0.15	-0.16	-0.25	-0.07	-0.10	-0.09	-0.04	-0.13	-0.19	-0.28	-0.14
36hr	-0.12	-0.04	-0.11	-0.15	-0.22	-0.04	-0.02	-0.04	-0.02	-0.12	-0.16	-0.26	-0.11
48hr	-0.08	0.00	-0.11	-0.09	-0.22	0.01	-0.09	-0.03	-0.09	-0.10	-0.17	-0.29	-0.11

표 3.5.18 지역 파랑모델(ReWW3) 포항 부이 (22106) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.28	0.42	0.48	0.42	0.48	0.26	0.26	0.21	0.24	0.30	0.40	0.48	0.35
24hr	0.26	0.42	0.46	0.45	0.49	0.25	0.27	0.25	0.32	0.35	0.37	0.47	0.36
36hr	0.31	0.36	0.46	0.43	0.48	0.23	0.28	0.23	0.29	0.36	0.40	0.41	0.35
48hr	0.26	0.39	0.48	0.43	0.46	0.29	0.34	0.24	0.39	0.41	0.36	0.44	0.37

표 3.5.19 지역 파랑모델(ReWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.34	-0.26	-0.35	-0.20	0.06	0.22	0.19	0.13	0.09	-0.04	-0.17	-0.28	-0.08
24hr	-0.35	-0.29	-0.30	-0.23	0.05	0.24	0.21	0.16	0.11	-0.01	-0.19	-0.27	-0.07
36hr	-0.30	-0.17	-0.23	-0.18	0.11	0.28	0.19	0.17	0.15	0.01	-0.11	-0.22	-0.03
48hr	-0.31	-0.11	-0.13	-0.11	0.26	0.34	0.17	0.18	0.11	0.00	-0.13	-0.18	0.01

표 3.5.20 지역 파랑모델(ReWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.48	0.45	0.53	0.42	0.34	0.30	0.36	0.46	0.37	0.42	0.35	0.48	0.41
24hr	0.55	0.51	0.49	0.45	0.41	0.36	0.42	0.56	0.46	0.42	0.38	0.49	0.46
36hr	0.56	0.51	0.51	0.51	0.54	0.41	0.43	0.65	0.48	0.42	0.38	0.52	0.49
48hr	0.57	0.57	0.51	0.61	0.61	0.50	0.41	0.84	0.53	0.47	0.43	0.58	0.55

표 3.5.21 지역 파랑모델(ReWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.09	-0.04	-0.01	0.09	0.08	-0.08	0.03	-	-0.25	-0.21	-0.20	-0.37	-0.10
24hr	0.01	0.05	0.09	0.13	0.15	-0.07	0.11	-	-0.21	-0.20	-0.14	-0.24	-0.03
36hr	0.04	0.12	0.13	0.14	0.23	-0.05	0.12	-	-0.19	-0.16	-0.07	-0.22	0.01
48hr	0.01	0.14	0.19	0.19	0.28	-0.05	0.08	-	-0.15	-0.15	0.00	-0.21	0.03

표 3.5.22 지역 파랑모델(ReWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.38	0.34	0.36	0.32	0.31	0.16	0.22	-	0.28	0.33	0.32	0.55	0.32
24hr	0.43	0.42	0.40	0.36	0.41	0.19	0.27	-	0.26	0.31	0.29	0.56	0.35
36hr	0.49	0.47	0.46	0.49	0.47	0.16	0.33	-	0.26	0.30	0.34	0.58	0.40
48hr	0.46	0.58	0.60	0.58	0.55	0.21	0.31	-	0.24	0.32	0.34	0.60	0.44

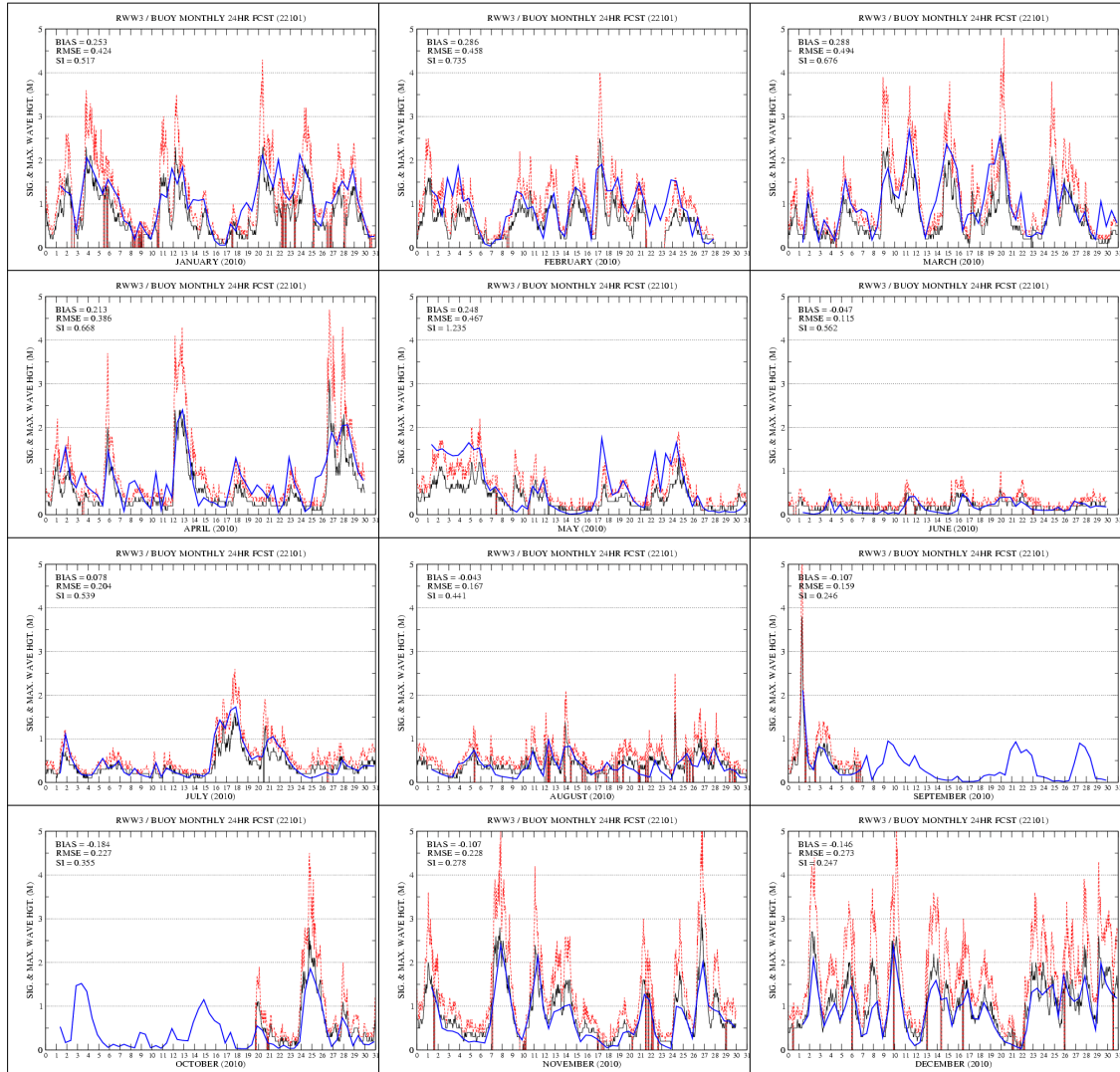


그림 3.5.10 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

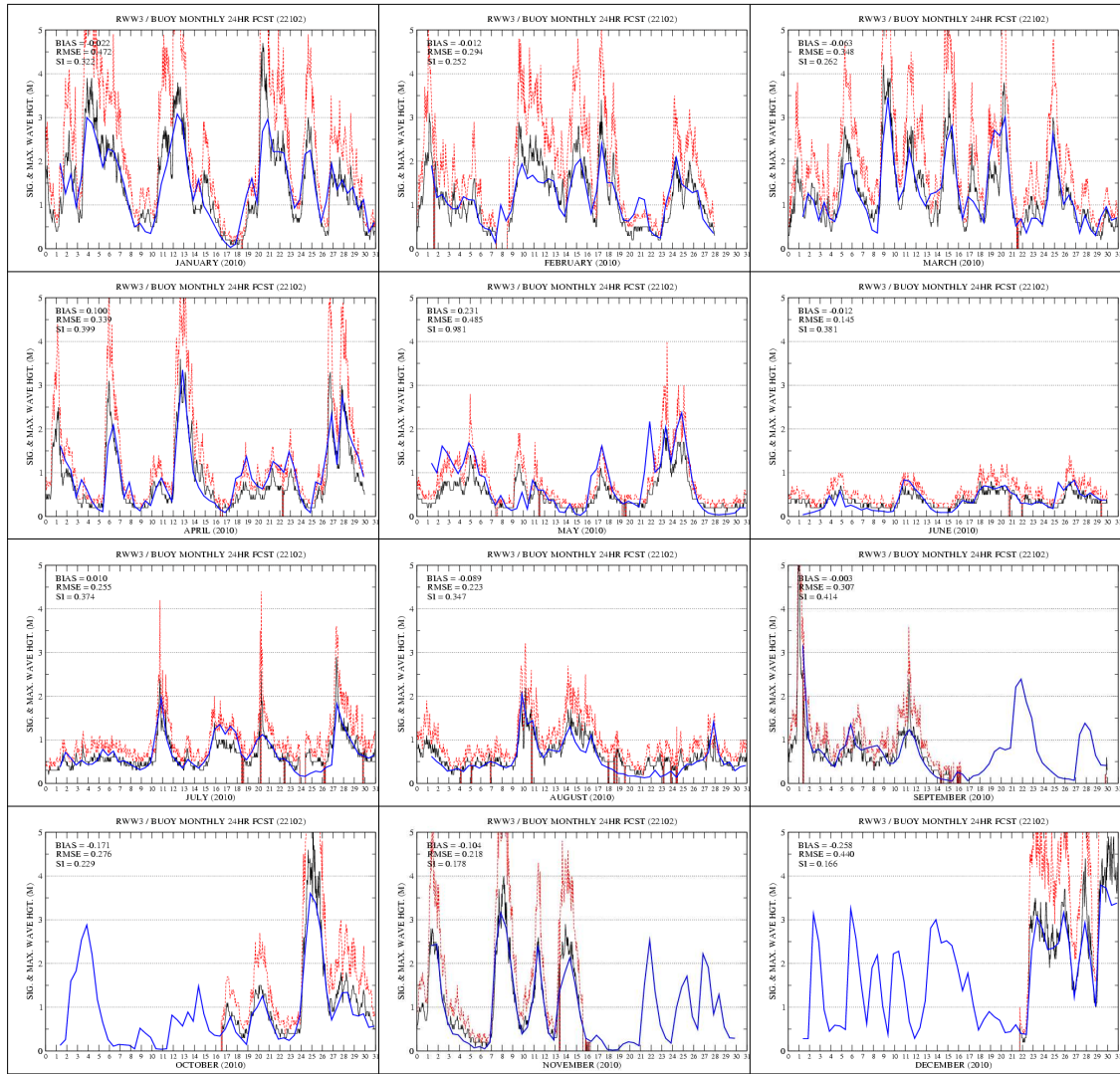


그림 3.5.11 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

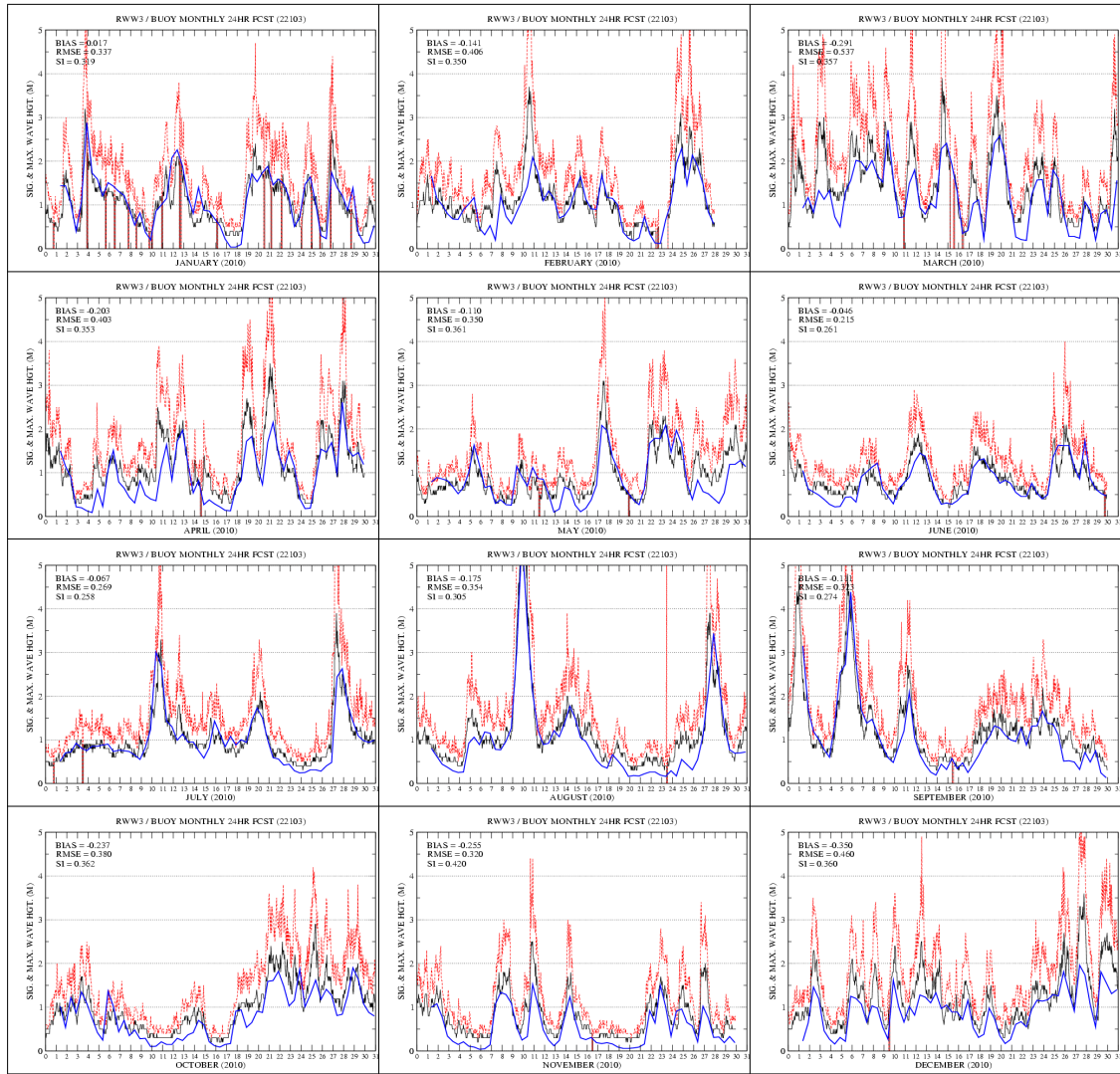


그림 3.5.12 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

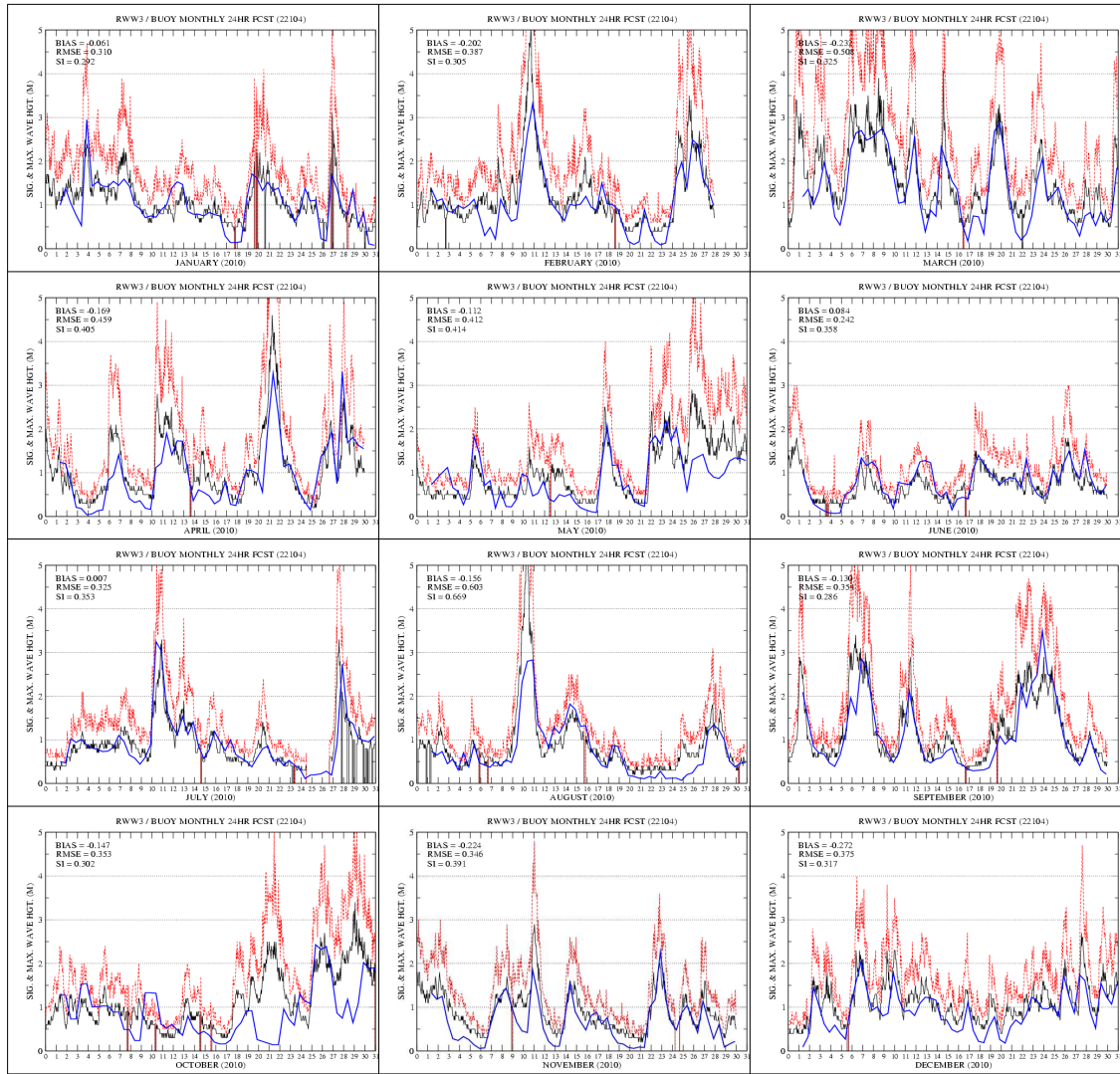


그림 3.5.13 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

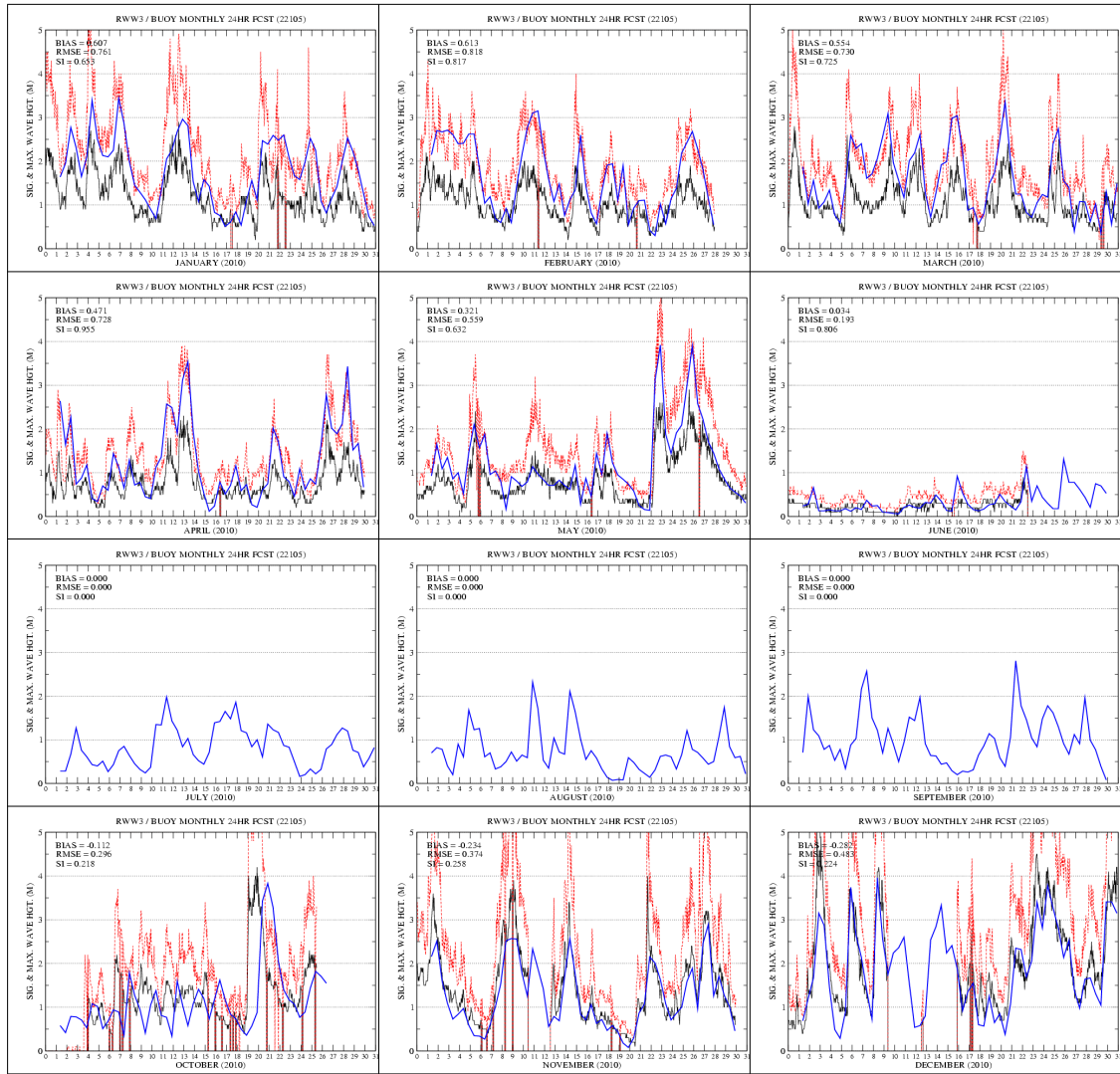


그림 3.5.14 동해 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

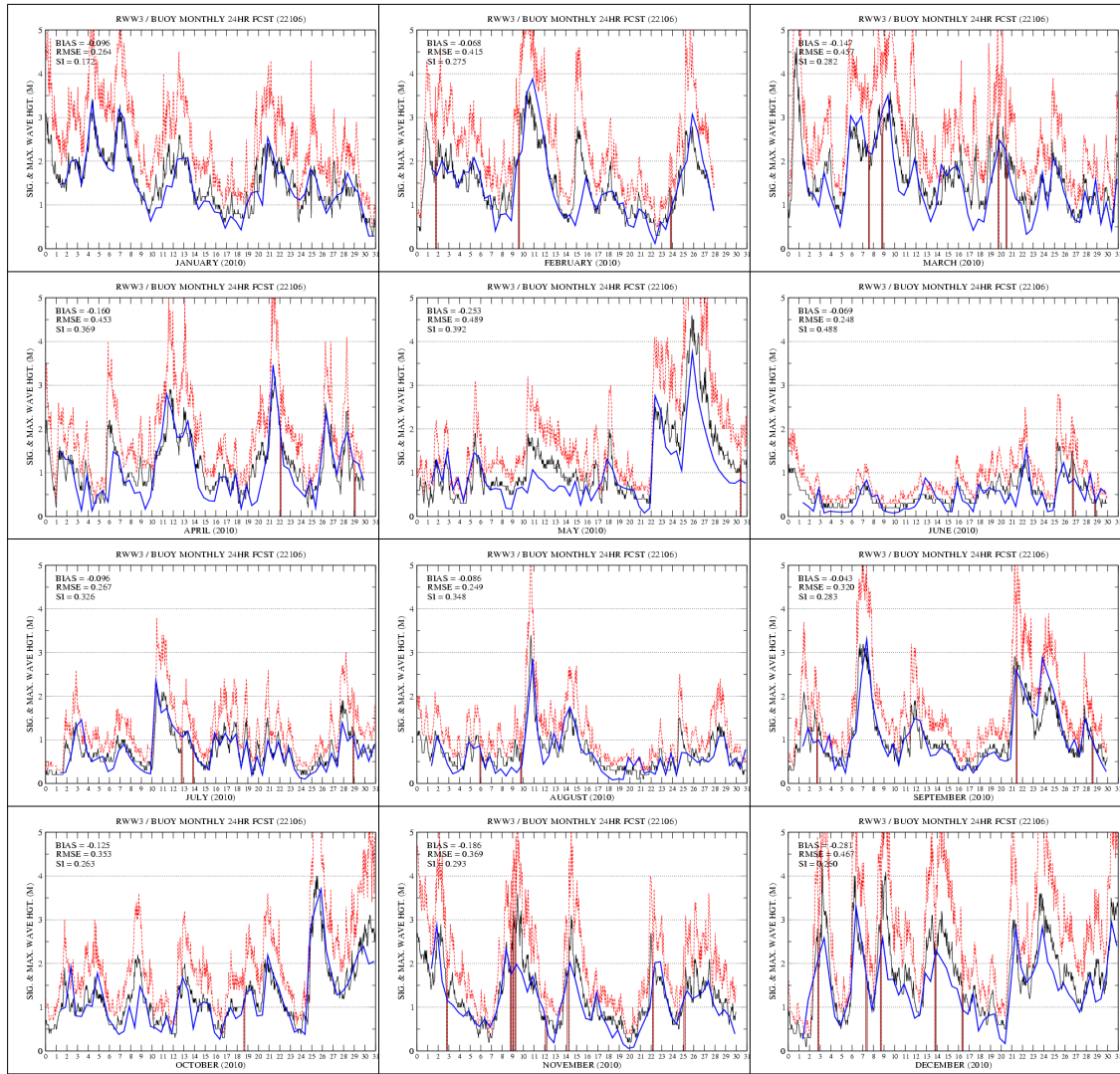


그림 3.5.15 포항 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고

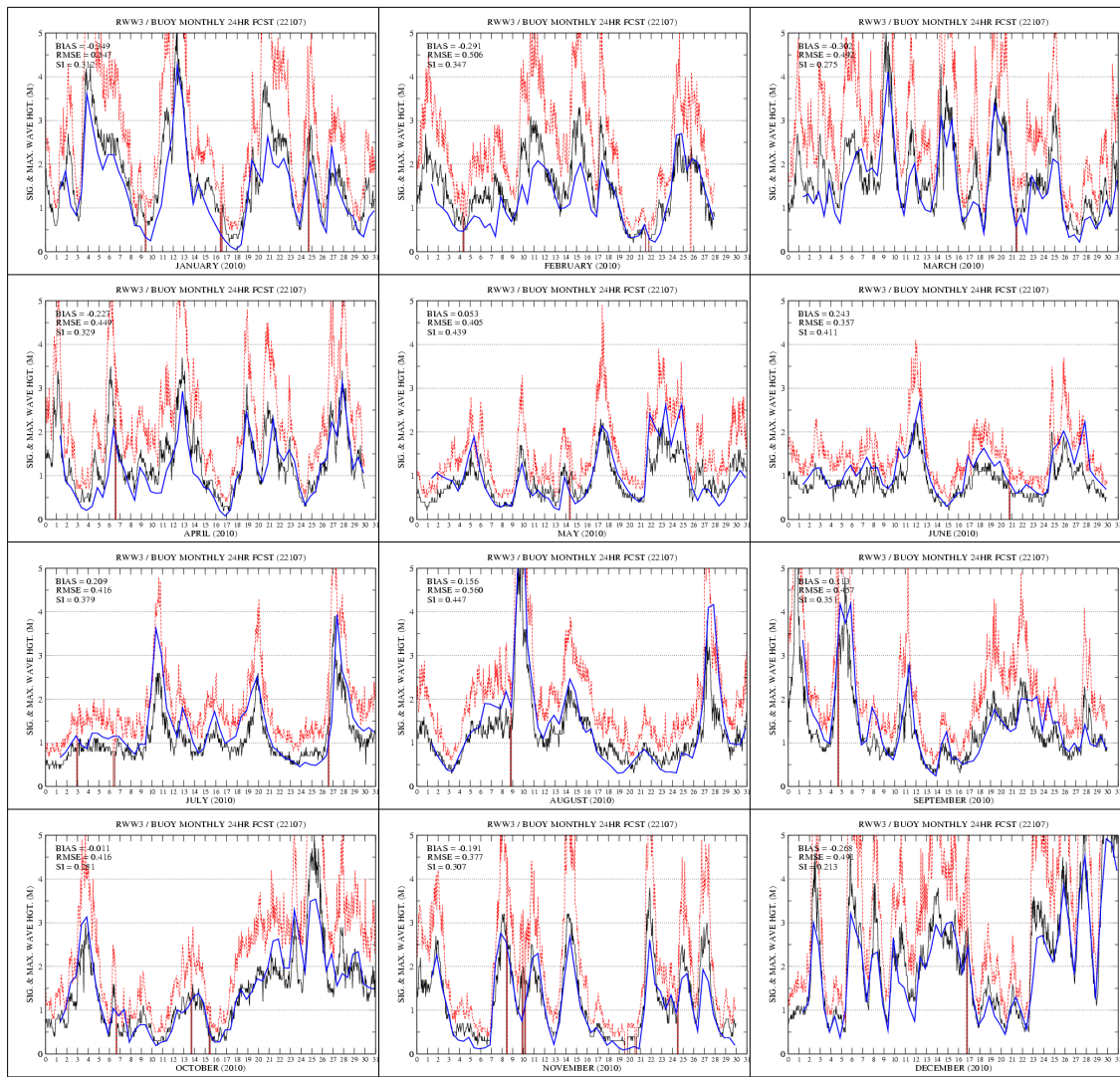


그림 3.5.16 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

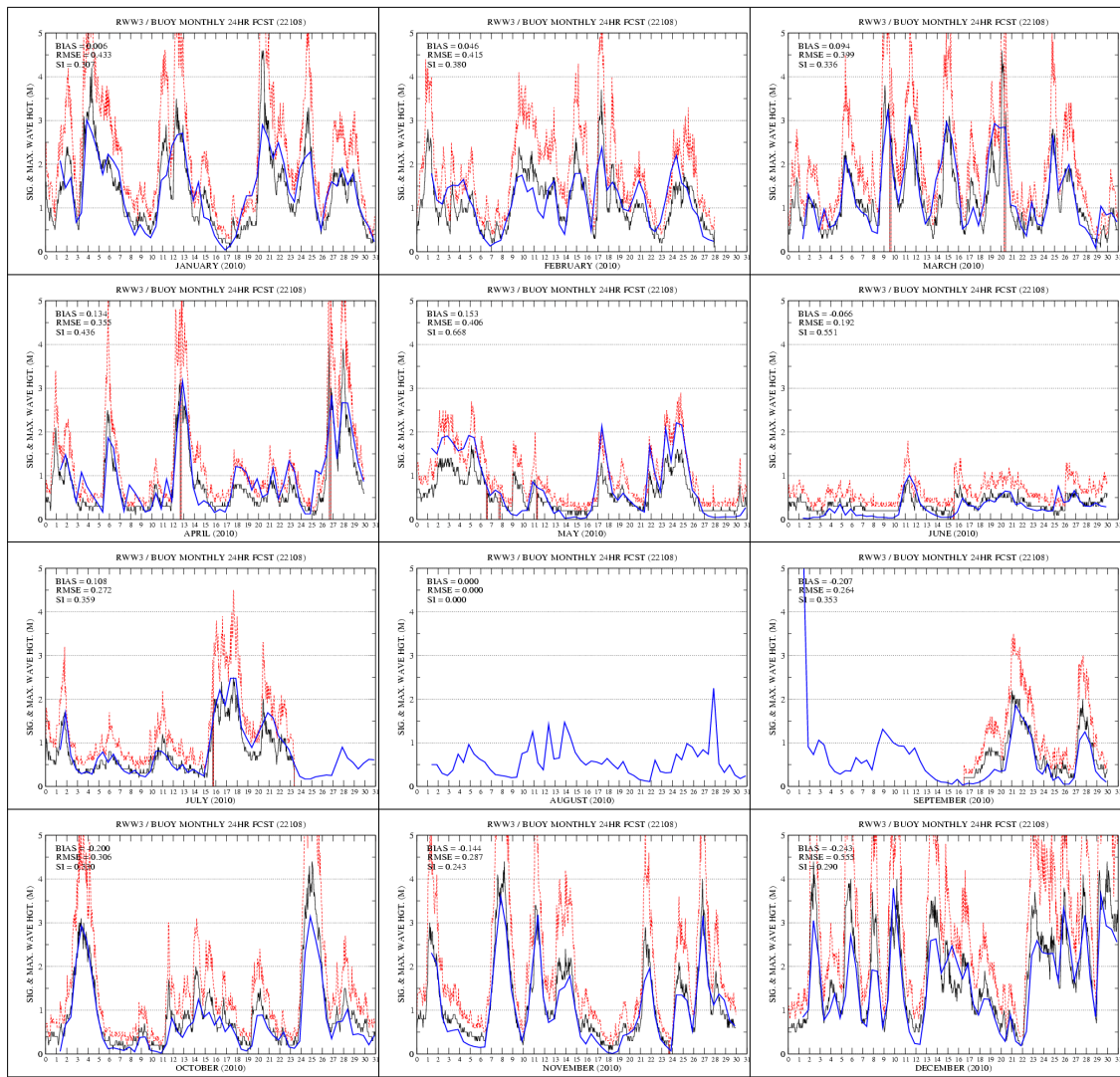


그림 3.5.17 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 ReWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

3.5.2.3 국지연안 파랑모델 (CoWW3) 부이 검증

표 3.5.23 국지연안 파랑모델(CoWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.33	0.29	0.28	0.23	0.24	0.03	0.15	0.03	-0.07	0.03	0.03	0.01	0.13
12hr	0.32	0.29	0.29	0.23	0.24	0.03	0.16	0.03	-0.06	0.03	0.03	0.02	0.13
24hr	0.41	0.38	0.38	0.31	0.31	0.04	0.23	0.04	0.17	0.04	0.12	0.12	0.21

표 3.5.24 국지연안 파랑모델(CoWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.45	0.41	0.49	0.38	0.39	0.21	0.28	0.19	0.31	0.22	0.17	0.23	0.31
12hr	0.45	0.41	0.49	0.38	0.40	0.21	0.28	0.19	0.33	0.22	0.17	0.23	0.31
24hr	0.54	0.56	0.58	0.47	0.53	0.19	0.38	0.20	0.42	0.25	0.27	0.27	0.39

표 3.5.25 국지연안 파랑모델(CoWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.10	0.10	0.05	0.19	0.23	0.02	-0.01	-0.08	-0.05	-0.04	0.04	-0.06	0.04
12hr	0.10	0.10	0.05	0.19	0.24	0.02	-0.01	-0.08	-0.04	-0.04	0.04	-0.06	0.04
24hr	0.19	0.11	0.06	0.22	0.28	0.01	0.06	-0.07	0.04	0.00	0.02	0.03	0.08

표 3.5.26 국지연안 파랑모델(CoWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.24	0.28	0.35	0.43	0.20	0.20	0.20	0.32	0.25	0.25	0.31	0.28
12hr	0.35	0.24	0.29	0.36	0.43	0.20	0.21	0.20	0.32	0.25	0.25	0.31	0.28
24hr	0.49	0.29	0.34	0.42	0.53	0.17	0.32	0.22	0.33	0.24	0.23	0.35	0.33

표 3.5.27 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 BIAS

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

표 3.5.28 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.27	0.34	0.44	0.36	0.34	0.22	0.23	0.37	0.30	0.25	0.27	0.26	0.30
12hr	0.27	0.34	0.41	0.36	0.34	0.22	0.23	0.37	0.31	0.25	0.27	0.26	0.30
24hr	0.37	0.38	0.50	0.37	0.36	0.26	0.32	0.36	0.35	0.32	0.28	0.30	0.35

표 3.5.29 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.10	-0.16	-0.19	-0.10	-0.03	0.05	0.07	-0.08	-0.06	-0.16	-0.20	-0.22	-0.10
12hr	-0.09	-0.16	-0.20	-0.12	-0.02	0.06	0.07	-0.08	-0.05	-0.16	-0.21	-0.21	-0.10
24hr	-0.03	-0.09	-0.09	-0.08	0.01	0.12	0.13	-0.09	-0.03	-0.12	-0.17	-0.18	-0.05

표 3.5.30 국지연안 파랑모델(CoWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.29	0.38	0.51	0.39	0.40	0.25	0.30	0.36	0.28	0.33	0.35	0.38	0.35
12hr	0.29	0.38	0.52	0.38	0.41	0.25	0.30	0.37	0.28	0.33	0.35	0.36	0.35
24hr	0.31	0.32	0.52	0.44	0.42	0.26	0.42	0.59	0.34	0.37	0.34	0.36	0.39

표 3.5.31 국지연안 파랑모델(CoWW3) 동해 부이 (22105) 지점 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.62	0.56	0.47	0.38	0.26	0.02	-	-	-	-0.16	-0.36	-0.43	0.15
12hr	0.61	0.57	0.47	0.39	0.26	0.02	-	-	-	-0.16	-0.35	-0.43	0.15
24hr	0.70	0.71	0.65	0.55	0.39	0.03	-	-	-	-0.14	-0.27	-0.34	0.25

표 3.5.32 국지연안 파랑모델(CoWW3) 동해 부이 (22105) 지점 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.75	0.81	0.64	0.58	0.47	0.17	-	-	-	0.34	0.47	0.64	0.54
12hr	0.73	0.82	0.64	0.59	0.47	0.18	-	-	-	0.34	0.47	0.63	0.54
24hr	0.85	0.93	0.84	0.82	0.63	0.20	-	-	-	0.31	0.40	0.52	0.61

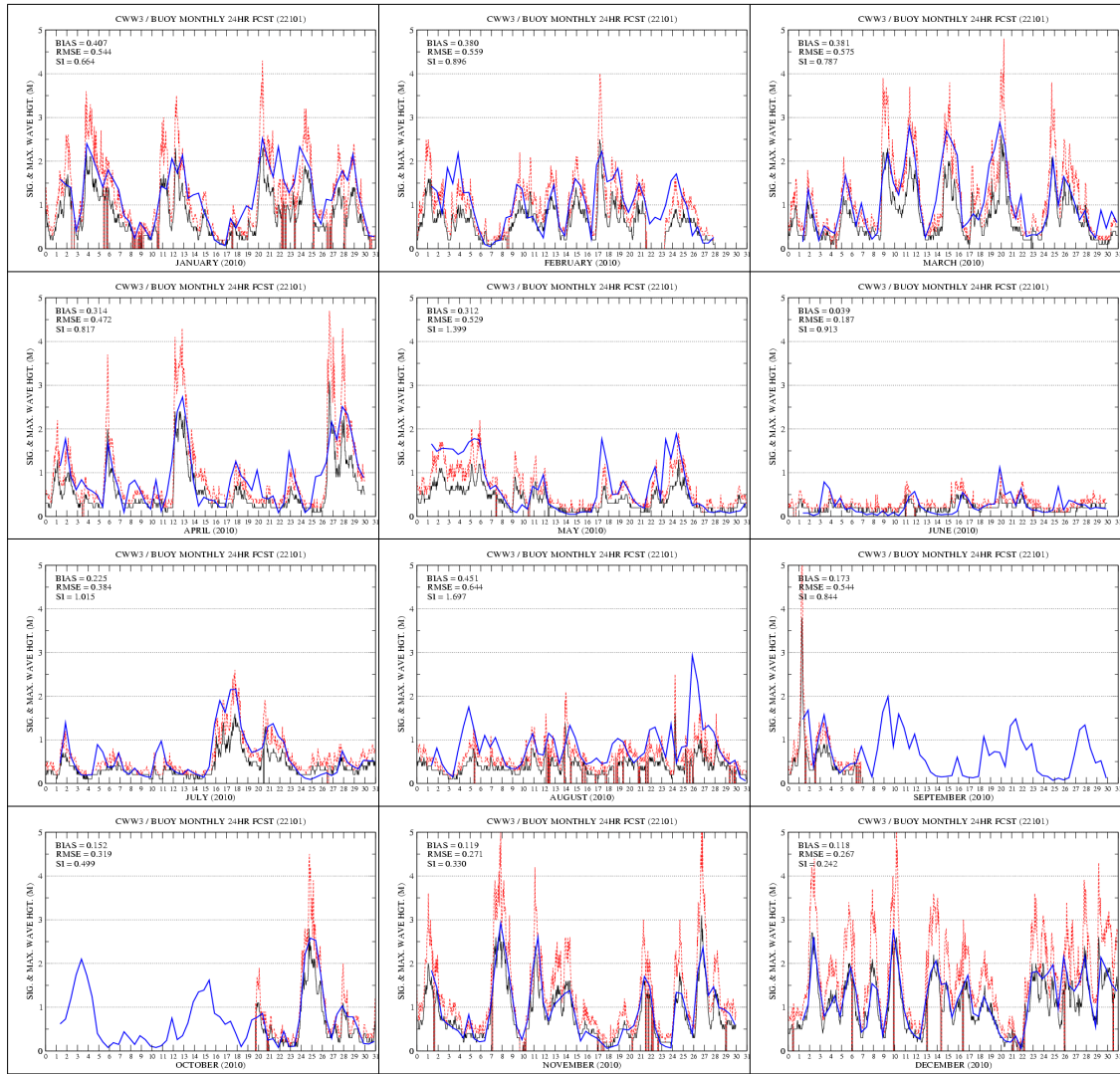


그림 3.5.18 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

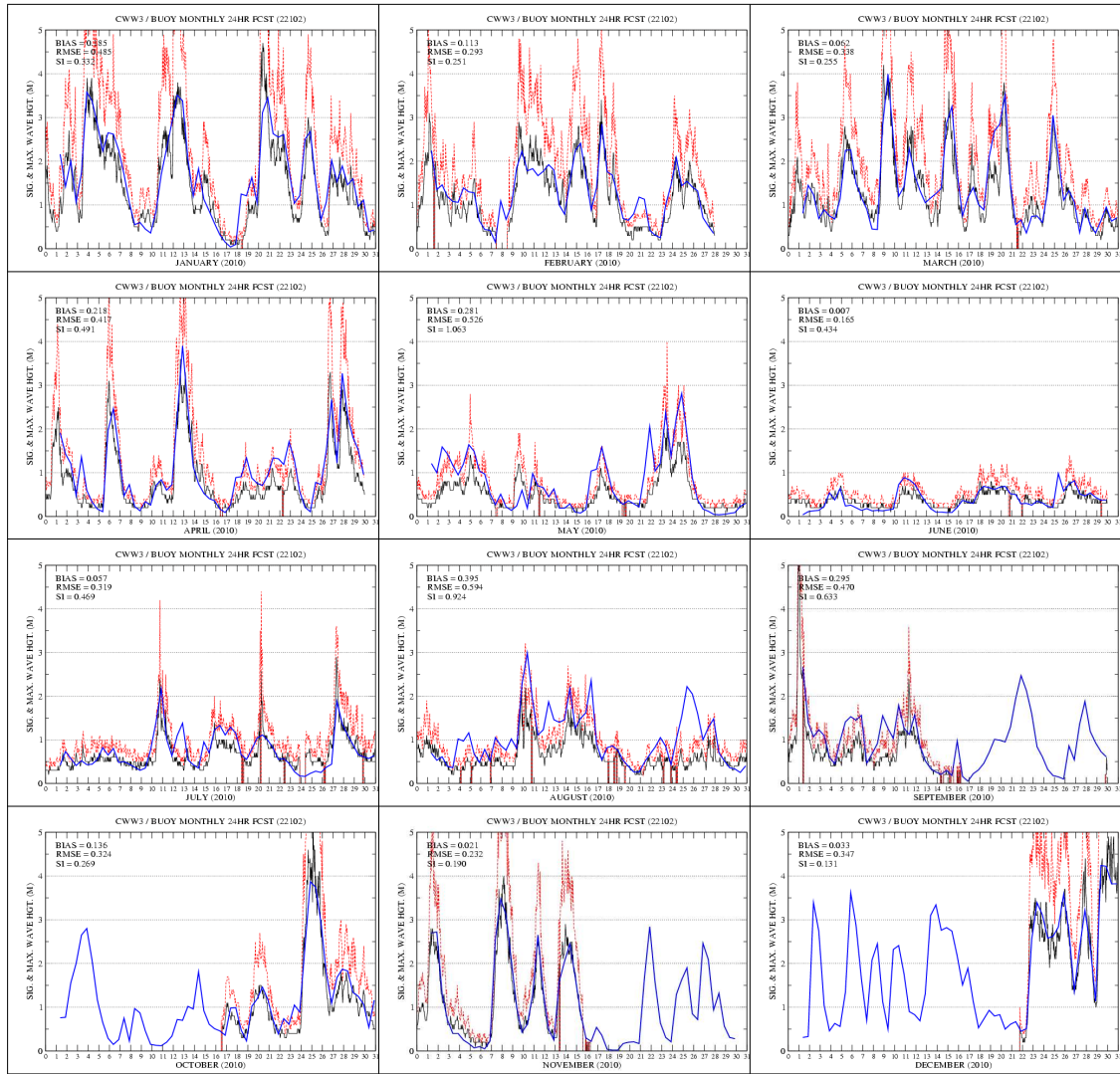


그림 3.5.19 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

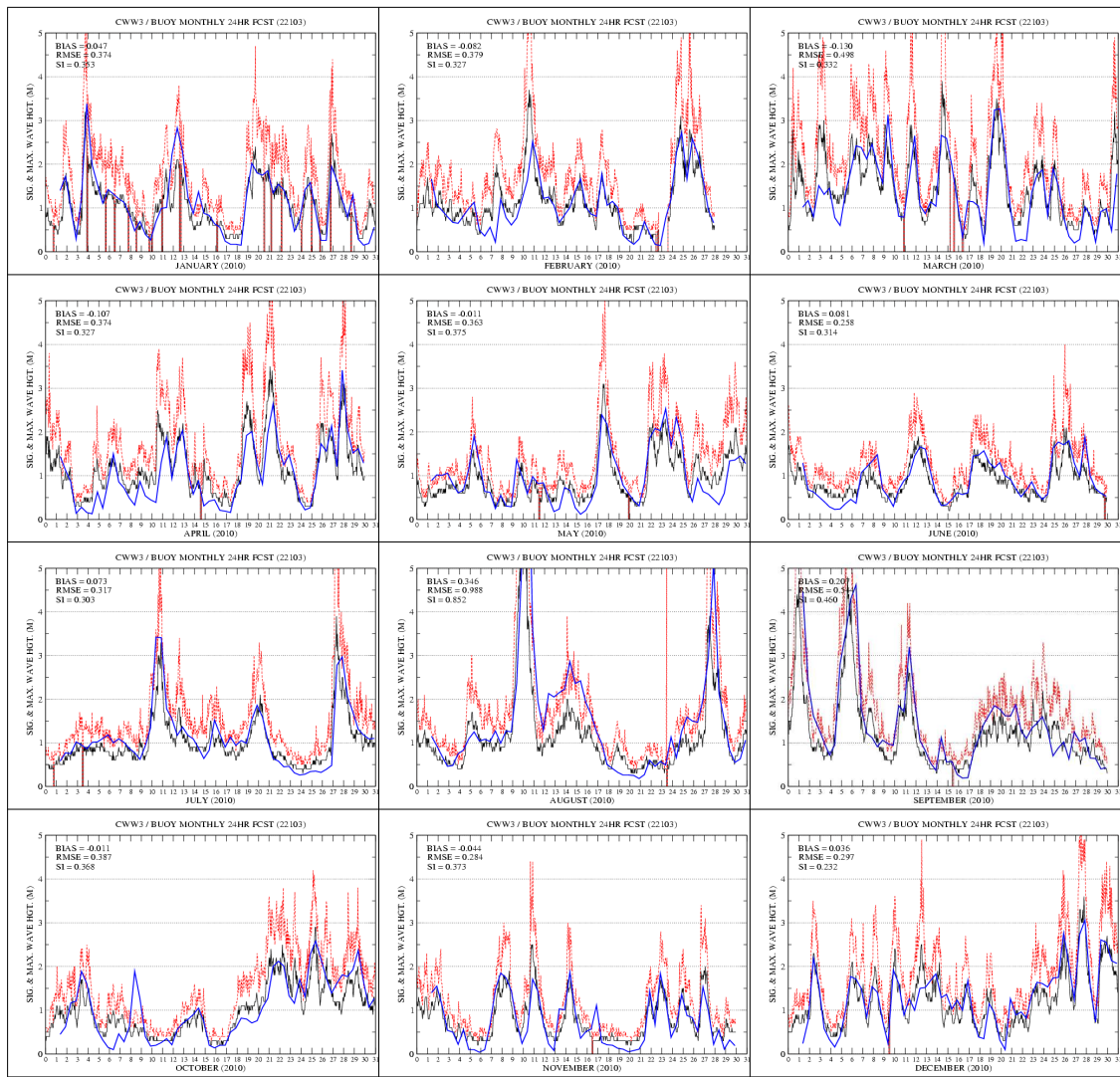


그림 3.5.20 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

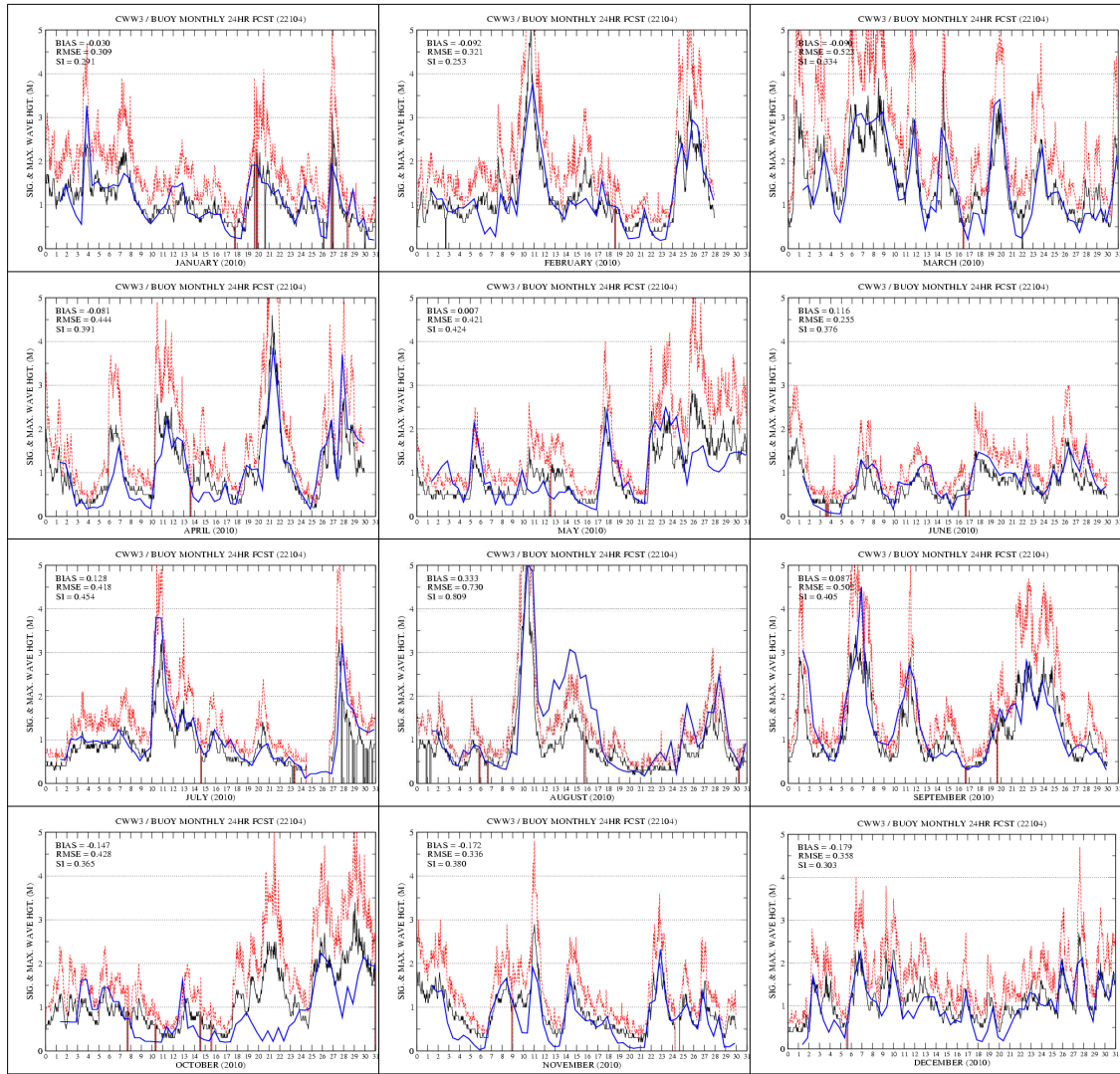


그림 3.5.21 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시 계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파고.

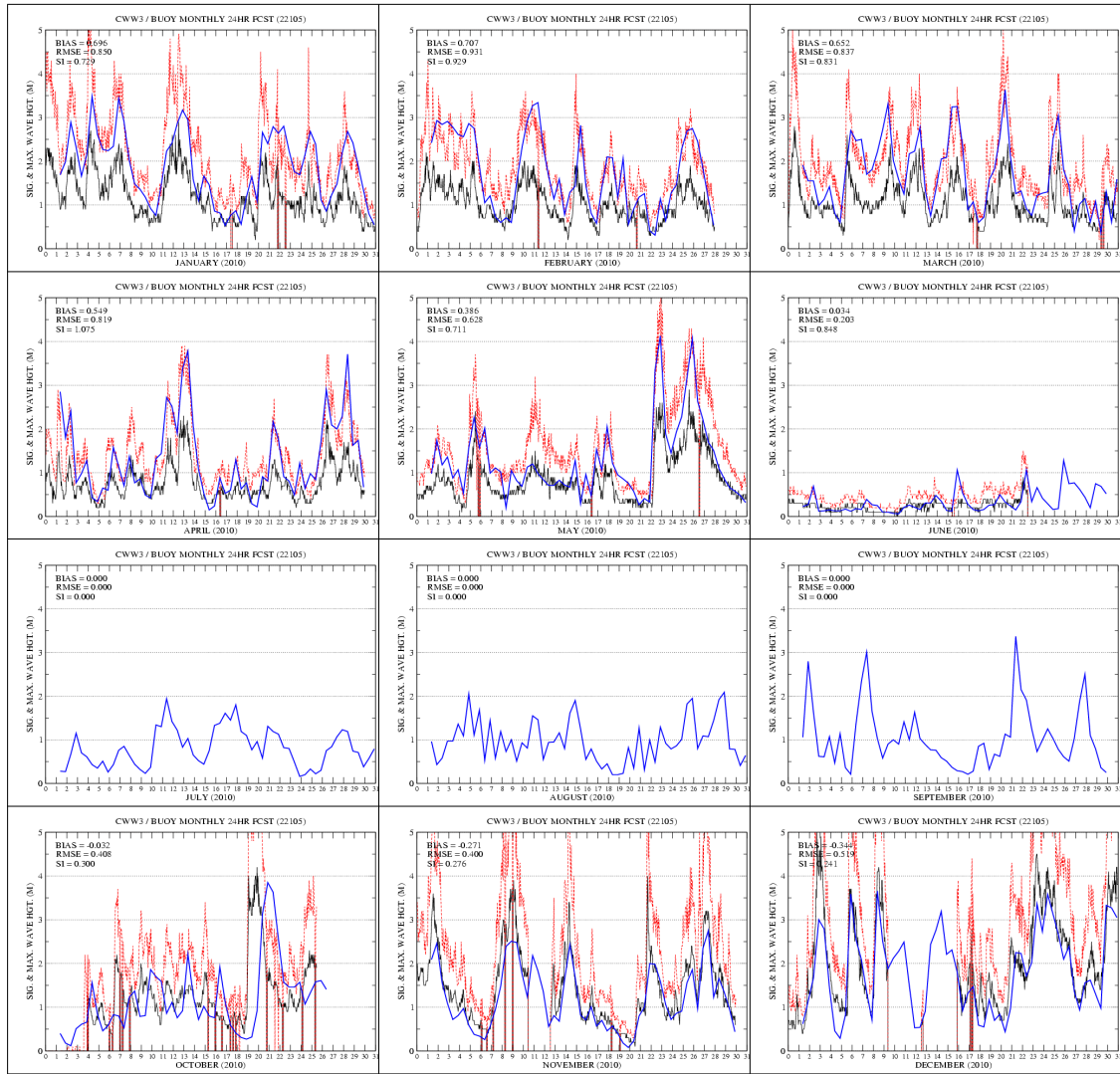


그림 3.5.22 동해 부이 관측(검은색 실선)과 CoWW3 + 24H 예측 유의파고(파란색 실선) 시계열 (2010년 1월~12월). 붉은색 점선은 최대 파거

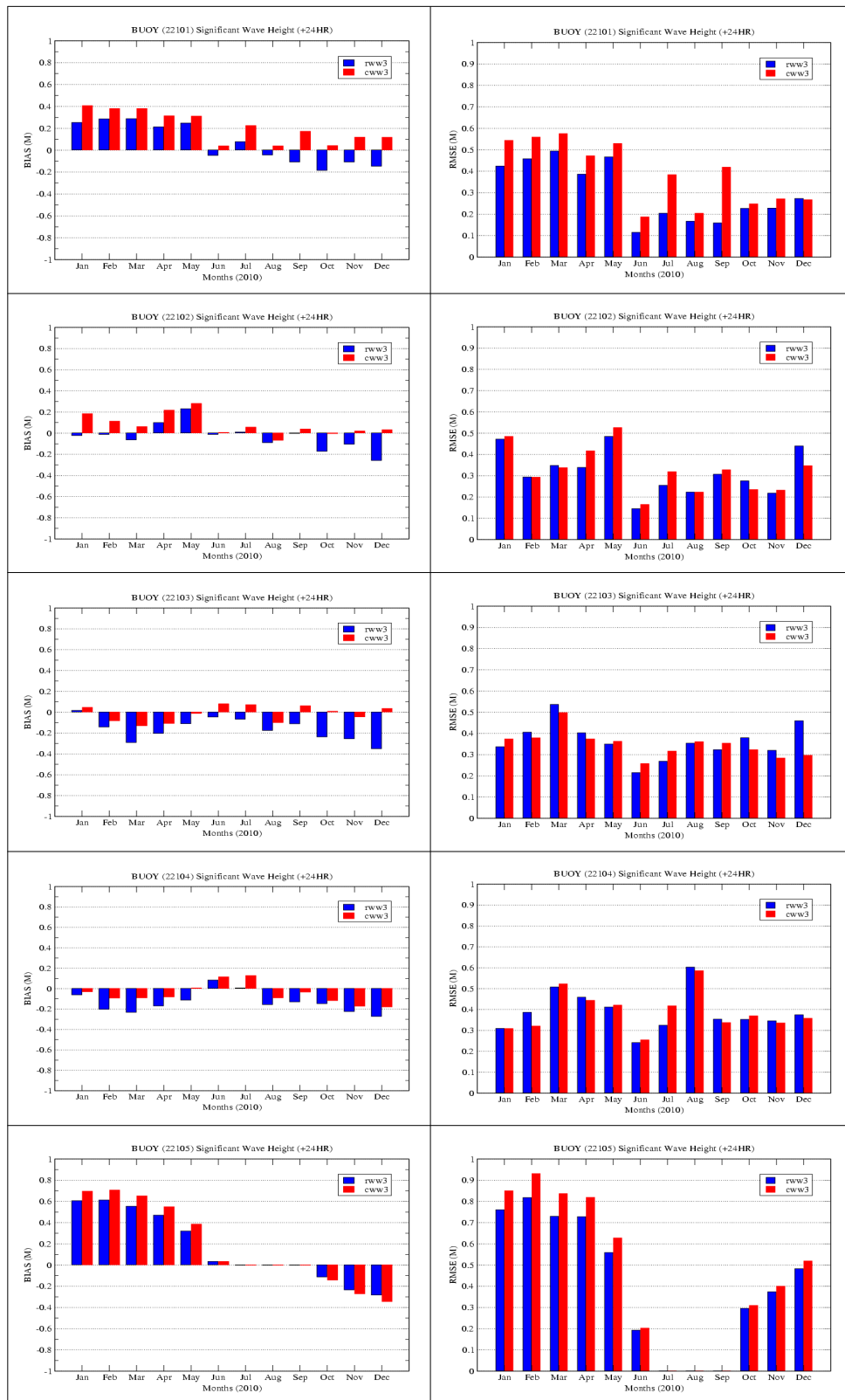


그림 3.5.23 5개 부이관측지점(22101~22105)에 대한 CoWW3(붉은색)과 ReWW3(파란색)의 +24H 예측 유의파고의 BIAS(왼쪽)와 RMSE(오른쪽)

3.5.3 위성 검증

3.5.3.1 전지구파랑모델 (GoWW3) 위성 검증

표 3.5.33 전지구파랑모델 (GoWW3) 위성에 대한 유의파고 BIAS

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.37	0.29	0.43	0.33	0.40	0.23	0.25	0.22	0.25	0.19	0.02	0.02	0.25
3일	0.35	0.28	0.40	0.34	0.40	0.24	0.24	0.23	0.23	0.19	0.08	0.11	0.26
5일	0.32	0.24	0.44	0.38	0.38	0.24	0.21	0.21	0.21	0.17	0.08	0.13	0.25
7일	0.31	0.21	0.47	0.47	0.49	0.23	0.24	0.23	0.18	0.19	0.08	0.03	0.26
9일	0.32	0.24	0.54	0.51	0.44	0.24	0.23	0.09	0.14	0.04	0.02	0.06	0.24

표 3.5.34 전지구파랑모델 (GoWW3) 위성에 대한 유의파고 RMSE

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.82	0.78	0.87	0.91	0.87	0.72	0.75	0.58	0.62	0.57	0.57	0.72	0.73
3일	0.94	0.99	1.02	1.12	1.08	0.89	0.77	0.70	0.74	0.68	0.71	0.83	0.87
5일	1.12	1.19	1.32	1.34	1.21	1.11	0.94	0.90	0.96	0.94	1.01	0.87	1.07
7일	1.38	1.27	1.48	1.50	1.51	1.28	1.20	1.17	1.11	1.18	1.19	1.01	1.27
9일	1.49	1.38	1.57	1.56	1.62	1.42	1.28	1.26	1.23	1.25	1.17	1.16	1.37

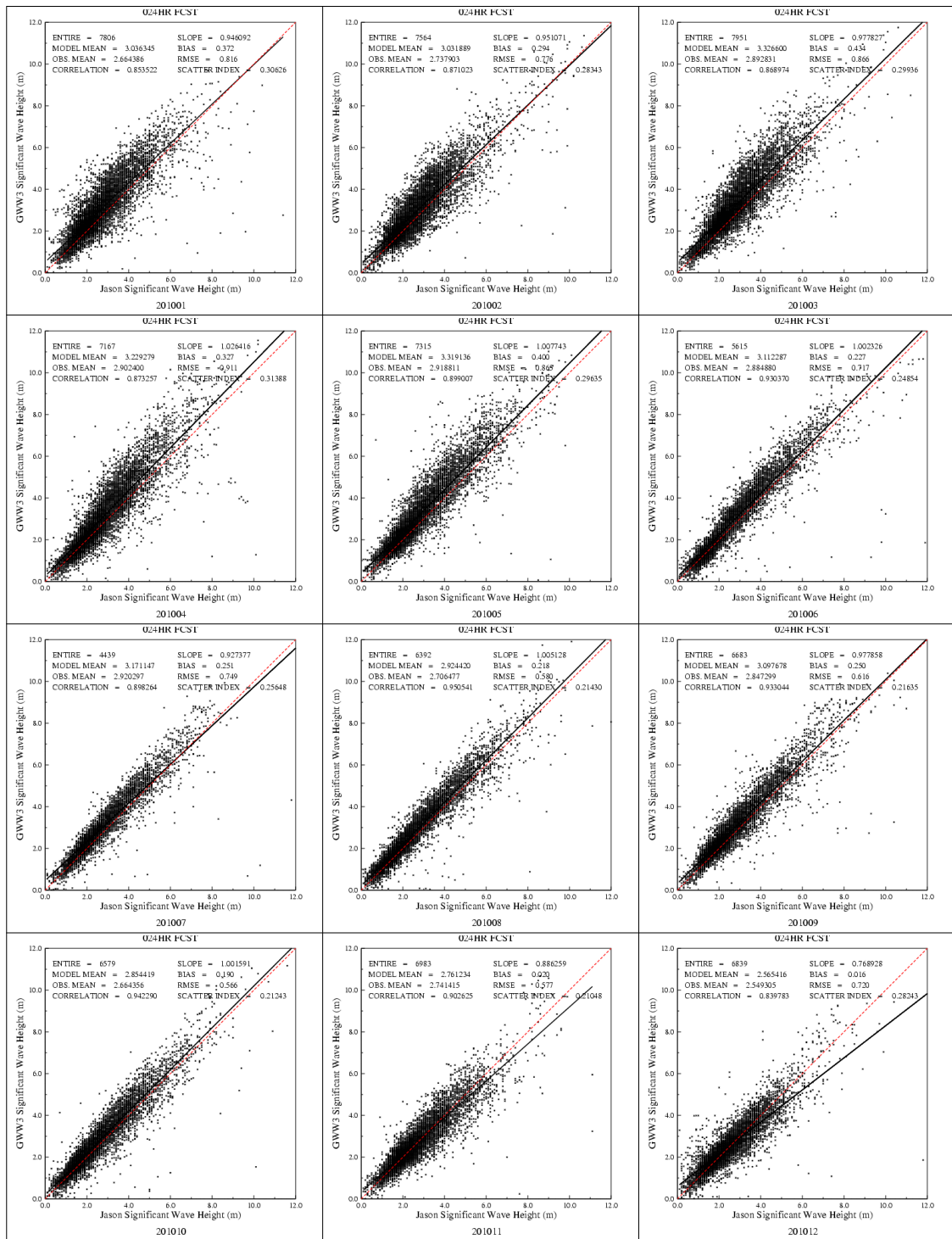


그림 3.5.24 Jason 위성예측에 대한 GoWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도

3.6 태풍 모델

1) 검증 영역: 태풍이 북위 20도 이상, 동경 140도 미만일 때 진로오차 검증

3.6.1 태풍모델의 성능 변화 추세

3.6.1.1 태풍진로오차

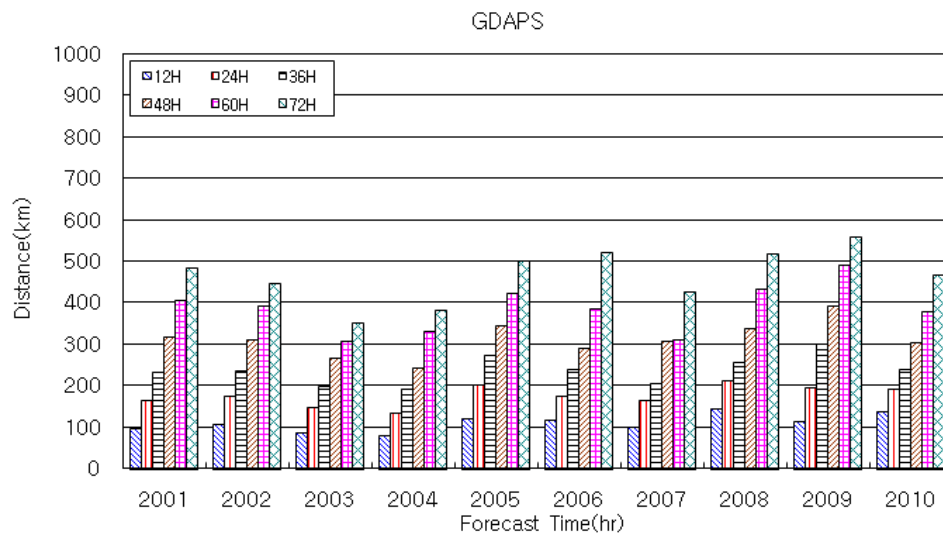


그림 3.6.1 GDAPS의 태풍진로오차 성능 변화. (T213L40: 2005년 이전, T426L40: 2006년-2009년, N320L50: 2010년)

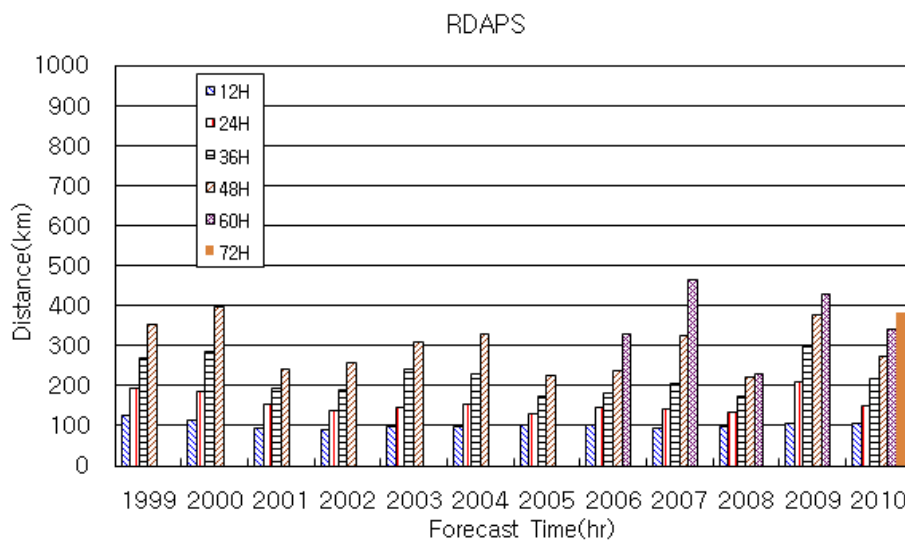


그림 3.6.2 RDAPS의 태풍진로오차 성능 변화 (RDAPS 30km (MM5): 2009년 이전, RDAPS 12km (UM): 2010년)

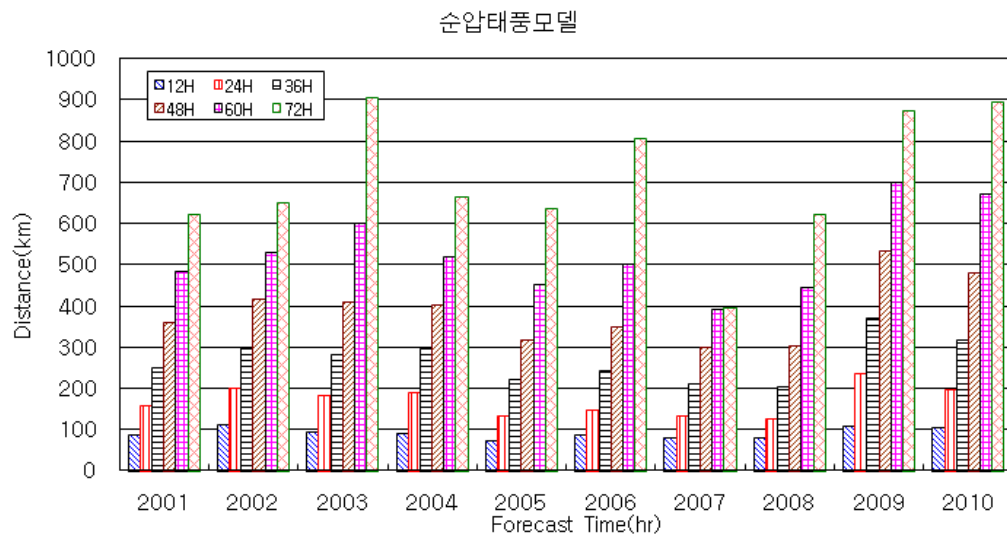


그림 3.6.3 순압태풍모델의 태풍진로오차 성능 변화. (BATS: 2003년 이전, DBAR: 2004년 이후)

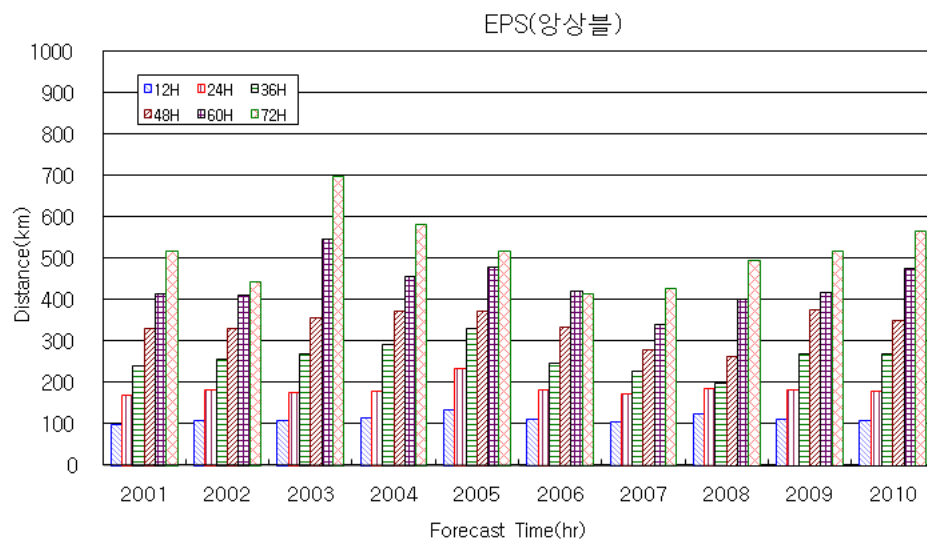


그림 3.6.4 앙상블모델의 태풍진로오차 성능 변화

3.6.2 태풍진로오차

표 3.6.1 2010년 20N 이북, 140E 서쪽에 위치한 모델별 태풍 진로 오차 [단위: km]

FCST	GDAPS	RDAPS	DBAR	EPS
12hr	138.2 (61)	104.3 (56)	106.3 (61)	107.1 (58)
24hr	191.5 (55)	149.1 (52)	198.3 (57)	178.0 (49)
36hr	237.6 (51)	216.9 (47)	318.7 (52)	268.1 (40)
48hr	304.2 (46)	271.1 (43)	481.3 (47)	350.3 (35)
60hr	377 (40)	342.5 (37)	672.1 (41)	476.0 (28)
72hr	466.9 (33)	382 (28)	895.7 (35)	567.5 (18)

km (사례수)

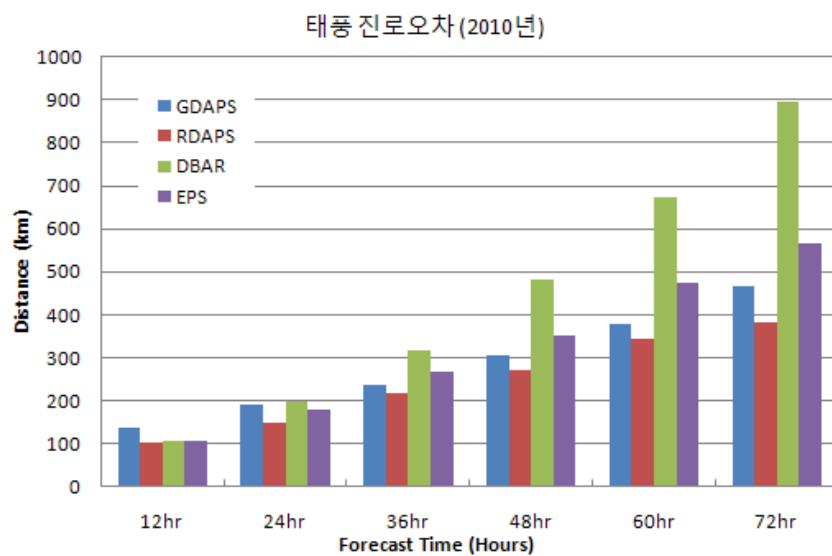


그림 3.6.5 2010년도 모델별 태풍 진로 오차

표 3.6.2 2010년 북서태평양 전체 영역에 대한 모델별 태풍 진로 오차 [단위: km]

FCST	GDAPS	DBAR	EPS
12hr	119.9(118)	97.1(119)	113.1 (114)
24hr	166.6(109)	190.2(112)	180.8 (96)
36hr	214.6(101)	319.2(103)	259.4(81)
48hr	249.9(90)	472.3(95)	321.0(70)
60hr	304.1(77)	636.0(84)	418.9(59)
72hr	376.3(66)	809.4(74)	468.7(46)

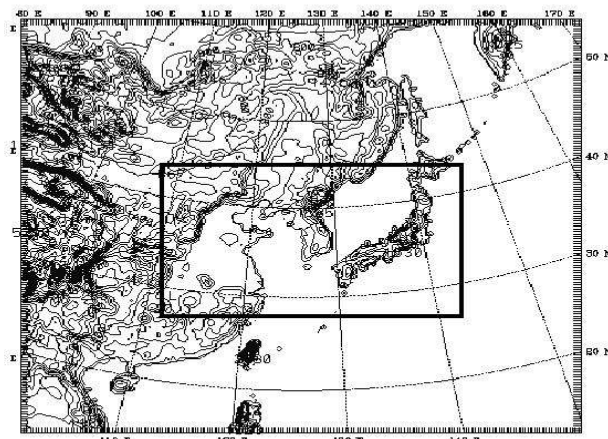
km (사례수)

부록 A. 모델 검증 영역 및 관측 자료

A.1 전지구예보 모델의 검증 영역

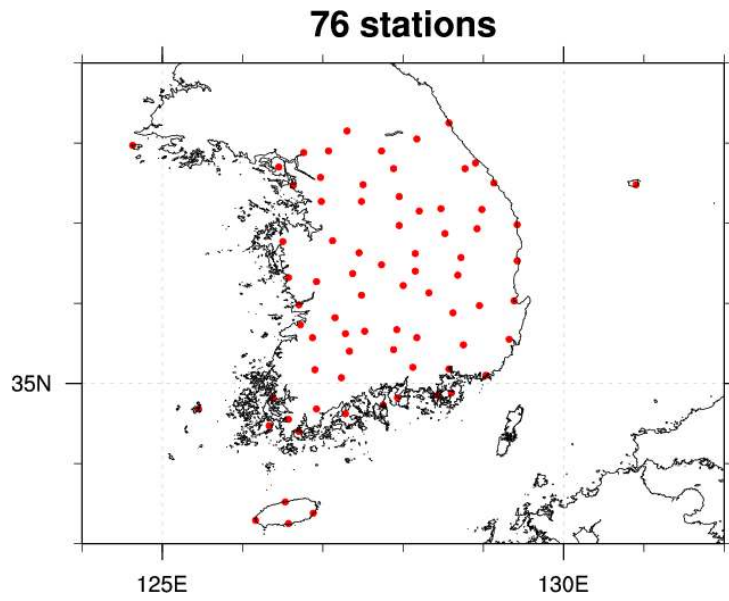
검증 방법	검증 영역	위도	경도	비고
분석검증	북반구	20 N - 90 N	0 - 360°	
	남반구	20 S - 90 S	0 - 360°	
	적도	20 S - 20 N	0 - 360°	
관측검증	아시아	25 N - 65 N	60 E - 145 E	
	적도	20 N - 20 S	0 - 360°	
	북미	25 N - 60 N	50 W - 145 W	
	유럽/북아프리카	25 N - 70 N	10 W - 28 E	
	호우/뉴질랜드	10 S - 55 S	90 E - 180 E	
강수검증	76개 관서 검증			2009년부터 변경

A.2 지역예보 모델의 분석 및 관측검증 영역



검증 방법	검증 영역	비고
분석검증	위 그림의 검증 영역	
관측검증	위 그림의 검증 영역	
강수검증	76개 관서 지점	2009년부터 변경

A.3 전지구 · 지역 모델의 강수검증 지점 (관서 76개 지점)



A.4 전지구 파랑모델(GoWW3) 검증에 사용된 부이 ID 번호와 위치

파랑 예측 시스템에서는 부이 관측 및 위성 관측 파고 자료를 예측 성능 검증에 사용하게 된다. 새로이 모델 수행이 시작되는 시각은 매일 2회 00 과 12 UTC 이다. 이러한 모델 수행 주기에 맞추어 12 시간 간격으로 00, 24, 48, 72, 96, 120 시간 모델 예측 자료를 해당 시각의 관측 자료와 비교하였다. 1일 2회 모아진 비교 자료는 월 단위로 모아서 편차(BIAS, 모델 - 관측) 및 평방 제곱근 오차 평균(root mean square error, RMSE), 상관지수(Correlation), 산포도(Scatter Index, SI)를 계산하였다.

전지구 파랑모델 검증에 사용된 관측 자료는 JCOMM (Joint Committee of Oceanography and Marine Meteorology) 주관으로 ECMWF에서 추진하는 전 세계 파랑모델 운영 기관을 대상 비교 검증 프로젝트에 사용되는 계류부이 및 기타 관측자료를 이용하여 2010년 1월~12월 각 월별 GoWW3의 예보 시간별 통계 검증 자료 (BIAS, RMSE, Correlation, Scatter Index)를 산출 비교하였다. 검증 변수는 유의파고와 해상풍이다. 2010년 1월 ~ 10월까지의 총 287개의 부이지점을 데이터를 이용하여 검증에 사용하였고 11월 이후에는 94개의 지점이 더 추가되어 총 381개의 지점에 대해서 검증이 이루어졌다. 위성 관측 자료는 JASON에서 관측된 유의파고를 검증에 이용하였다. 또한, 2010년 5월 중순부터 기상청의 수퍼컴 2호기 기반의 수치예보시스템(GDAPS: T426 L40)에서 수퍼컴 3호기 기반의 통합수치예보시스템(GDAPS : UM 40km L50)으로 변경되면서 5월까지의 전지구 모델인 GDAPS 의 해상풍이 적용된 모델의 검증결과를 나타내고 6월 이후부터는 전지구 통합모델의 해상풍이 적용된 모델의 검증결과를 나타낸다. 지역 및 국지연안 파랑 모델의 경우에도 5월까지의 RDAPS 의 해상풍이 적용된 모델의 검증결과를 나타내고 6월 이후에는 UM_lam 12의 해상풍이 적용된 모델의 검증 결과를 나타낸다.

o 전지구 파랑모델 (GoWW3) 검증에 사용된 부이들의 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	PNB01A-INPE (Brazil)
31261	-31.540	-49.860	1	PNB01A-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'Azur)
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 FPSO, StatoilHydro)
LF5U	56.500	3.200	0	North Sea (Ekofisk, ConoccoPhillips)
LFB1	73.550	16.500	0	Barents Sea (Oceanor buoy)
LFB2	74.000	30.000	0	Barents Sea (Oceanor buoy)
LFB3	71.580	28.500	0	Barents 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 (Drangsnes)
TFGRS	66.500	-18.200	0	North Iceland (Grimseyjarsund)
TFGRV	63.822	-22.468	0	West Iceland (Grindavik)
TFGSK	64.100	-22.900	0	West Iceland (Gardskagi)
TFHFN	64.000	-15.200	0	South Iceland (Hornafjordur)
TFKGR	65.658	-13.500	0	East Iceland (Kogur)
TFSRT	63.170	-20.353	0	South Iceland (Surtsey)
TFSTD	66.500	-23.400	0	North West Iceland (Straumnes)
ZSWAV	-35.000	22.200	0	SA Agulhas Bank

A.5 지역파랑모델(ReWW3)과 국지연안 파랑모델(CoWW3) 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 향	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

A.6 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

검증변수	위 성	비 고
유의과고	JASON	2005.10월 이후 TOPEX를 Jason으로 교체

A.7 통계모델 검증 자료

검증변수	모 델	검 증
최고/최저	KF	41개 지점의 도시별 검증과 전체 평균
	PPM	41개 지점의 도시별 검증과 전체 평균
	GDLM	41개 지점의 도시별 검증과 전체 평균
3시간 기온	RDLM	41개 지점의 도시별 검증과 전체 평균
강수확률	PPM	31개 지점의 도시별(31개), 지역별(18개), 전체 확률 검증

부록 B. 검증 방법

B.1 검증 개요

1) 검증이란?

예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 한다면, 예보검증은 예보의 질을 평가하는 과정이다. 예보는 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석 자료를 이용하여 검증된다. 검증은 질적인(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적인(얼마나 정확한가?) 것으로 정의할 수 있다. 모두 예보 오차에 대한 상태 정보를 제공한다.

예보를 검증하는 3가지 주된 이유는 첫째, 예보의 질을 감시하고, 둘째, 예보의 질을 향상시키기 위하여 잘못된 요소를 찾아내어 해결하고, 마지막으로 서로 다른 예보시스템의 예보 질을 상호 비교함으로써 각각의 장·단점을 파악하여 적절한 예보시스템을 판단하게 하는 것이다. 즉 검증은 예보 생산자에게 각 예보시스템의 장점과 단점을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 제공하고, 모델 개발자들에게는 예보 모델을 향상시키기 위하여 개선해야 할 부분을 제시해 준다. 검증·평가 없이 발표된 예보는 예보의 질과 예보 값이 신뢰할 수 없음을 간접적으로 드러낸 것이다.

다양한 예보형태에 따라 검증방법 또한 다양하다. 아래 표는 David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 각 예보 형태의 예를 제시하고 있다. 각각의 예보 형태는 자료의 재배열, 분류, 자료의 임계치 등으로 분류될 수 있다.

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

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

2) 관측 자료

일반적으로 예보를 검증하기 위해 사용하는 참값은 관측 자료이다. 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측 자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 내포되어있으므로 정확한 참값이라 하기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(random error)와 편차(bias error), 표본 오차와 대표값 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, 즉 높은 신호대 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 필

요하다. 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 들어 관측지점이 밀집한 지역이나 악기상이 나타나지 않은 날들)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 하여야한다.

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. 흔히 쓰이는 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 부분에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 검증 절차에 있어서는 주의를 요해야 한다.

다음 절에서는 표준 검증 방법과 양분 예보 (dichotomous), 연속 예보, 확률예보에 대한 검증 스코어에 대해 간략히 설명한다.

1) 양분 예보 (예/아니오)에 대한 방법

양분 (dichotomous) 예보는 “사건이 일어날 것인가?”에 대해 “예 혹은 아니오”라 말하는 것과 같다. 강우와 안개가 일반적인 양분 예보의 예이다. 바람이 10m/s 이상이나 아니냐를 분류하는 것도 양분 예보의 예가 될 수 있다. 이런 형태의 예보를 검증하기 위해서는 예보와 발생여부 각각에 대한 “예”와 “아니오”의 빈도수를 보여주는 분할표 (contingency 표)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 알람(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(hits, 이하 H)과 부의 정확(correct negatives, 이하 C)만이 존재하고 놓침(misses, 이하 M)과 거짓 알람(false alarms, 이하 F)이 없는 결과를 산출한다. 예보 성능의 특정 상태를 설명하기 위해 분할표의 요소들을 이용하여 다양한 형태의 범주형 통계를 계산한다. 범주형 통계는 다음과 같다.

표 B.1 분할표 (contingency 표)

		Forecast		
		yes	no	Total
Observed	yes	H (hits)	M (misses)	observed yes
	no	F (false alarms)	C (correct negatives)	observed no
Total		forecast yes	forecast no	total

(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 bias), 체계적 치우침 (systematic bias), 혹은 무조건적 치우침 (unconditional bias)으로도 알려져 있다. 범주형 예보에 대한 bias의 척도는 사건 예보 총 수를 관측된 사건의 총 수로 나눈 것이다. 값의 범위는 0에서 무한대까지이며 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 1보다 작은 값은 예보 시스템이 과소예보 경향을, 1보다 큰 경우에는 예보 시스템이 과대예보 경향을 갖는다고 말한다. 따라서 예보가 얼마나 정확히 관측에 대응하는 지를 측정하는 것이 아니라 단지 상대적 빈도를 측정한다.

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

(3) 성공 임계 지수 (CSI, Critical Success Index)

Threat Score 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보든 관측이던 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 ACC를 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) 공정 임계 지수 (ETS, Equi표 Threat Score)

Gilbert Skill Score로도 불리며 성공 임계 지수의 분모, 분자에 각각 무작위 맞힘(random hit, ar) 만큼을 뺀 것으로 성공 임계 지수에서 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 있도록 하기 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) Root Mean Square Error (RMSE)

예보값과 관측값의 차이를 제곱근하여 평균을 취한 값이다. 0에서 무한대까지 값을 가지며 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. RMSE는 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) 이상 상관 (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 bias에 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 보여주기 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

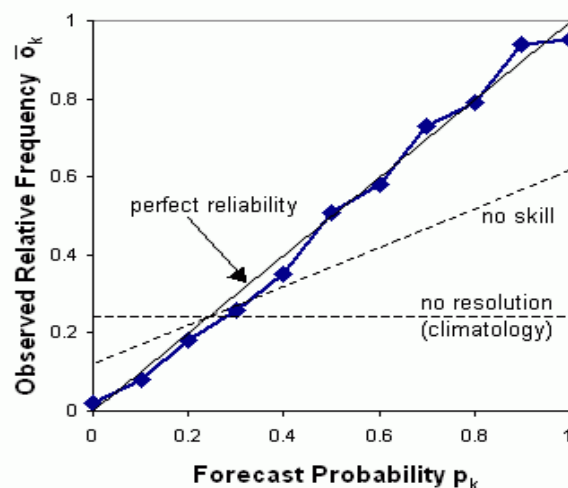
확률예보는 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸

다. 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 확률예보시스템은 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.



확률예보의 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 확률예보와 실황에 따른 Reliability 표은 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 B.2에 N개의 양상불 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 표 B.3처럼 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 B.2 양상불 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability 표

	F=N NF=0	F≥N-1 NF≤1	F≥N-2 NF≤2	...	F≥1 NF≤N-1	F≥0 NF≤N
0	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 B.3 10% 간격의 확률 구간으로 나누어 만든 Reliability 표

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

(2) Brier Score (BS)

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

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

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

(3) Brier skill score (BSS)

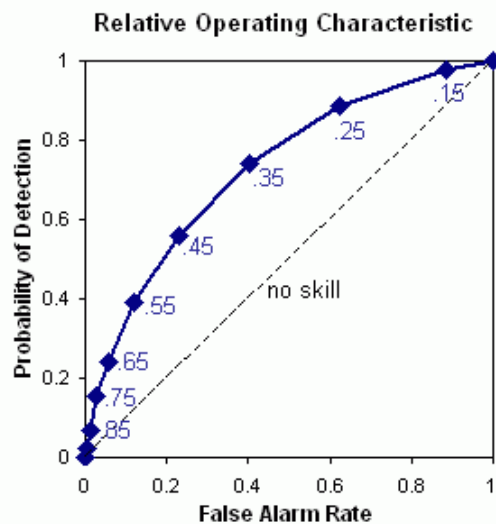
기준 예보에 대한 확률예보의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0는 기준 예보에 비해 skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다; 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

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

(4) Relative Operating Characteristic (ROC)

양분 예보를 하기 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 확률예보에서 얼마나 잘 감지할 수 있는지를 판단하는 “signal detection theory”를 기초로 하고 있다(Swets, 1973). 이 ROC 곡선은 양상불 확률예보의 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 B.4로부터 다음과 같이 구해진다. 그리고 ROC 곡선에서 HR=1이고 FAR=0 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 확률예보의 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 완전하다

면 ROC 면적 =1이고, ROC 면적 =0.5일 때 예보의 기술이 없다(no-skill)고 판단하게 된다.

표 B.4 상황에 따른 예보 분할표 (Contingency 표)

		실황	
		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 (Continous RPS)

RPS는 확률예보에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서 M은 확률 예보의 범주, pk는 예보 범주 k에서의 예측 확률, ok는 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.

$$RPS = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M \left[\left(\sum_{k=1}^m p_k \right) - \left(\sum_{k=0}^m o_k \right) \right]^2$$

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

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

기준 예보에 대한 확률예보의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0는 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 B.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 기 후정보를 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 B.5에서 얻어지는 모든 경우에 대한 지출비용의 합계로 구할 수 있다. 여기서 지출이 발생하는 경우는 모두 세 경우이다.

표 B.5 실황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

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

첫째, 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이다. 둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다. 셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도 (F)×대책비용(C)가 된다. 또한, 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 아래와 같이 나타낼 수 있다.

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

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

이 지출된다.

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

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

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

경제 가치(EV)는 특정 예보를 이용했을 때의 경제적인 비용 절감으로 정의되며 식 (4)으로 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.

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

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

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

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