

발간번호

11-1360709-000001-10



수치모델링센터 기술보고서

2019년 3월

수치예보시스템의 검증 (2018년)



수치모델링센터
Numerical Modeling Center

수치예보시스템의 검증 (2018년)

이재복¹⁾ · 박상욱¹⁾ · 정남재¹⁾ · 김해근¹⁾ · 심재면¹⁾
이태윤²⁾ · 원성희²⁾ · 강남영²⁾
김소연³⁾ · 박종숙³⁾ · 강기룡³⁾
임윤규⁴⁾ · 이희춘⁵⁾

- 1) 수치모델링센터 미래수치기술팀
- 2) 기상청 예보국 국가태풍센터
- 3) 국립기상과학원 지구시스템연구과
- 4) 국립기상과학원 환경기상연구과
- 5) 국립기상과학원 미래전략연구팀



수치모델링센터
Numerical Modeling Center

차 례

표 차례	vi
그림 차례	xv
1. 서론	1
2. 2018년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성	2
3. 표준 검증방법	13
3.1 전지구예보시스템 검증	13
3.1.1 분석검증	15
3.1.2 관측검증	16
3.2 지역예보시스템 검증	18
3.2.1 분석검증	18
3.2.2 관측검증	18
3.3 국지예보시스템 검증	19
3.3.1 분석검증	19
3.3.2 관측검증	19
3.4 앙상블예측시스템 검증	20
3.4.1 분석검증	20
3.4.2 관측검증	20
3.5 파랑모델 검증	21
3.6 태풍모델 검증	22
3.7 황사연무통합예측모델 검증	23
4. 2018년 수치예보시스템 성능 분석	24
4.1 전지구예보시스템	24

4.2 지역예보시스템	25
4.3 국지예보시스템	27
4.4 예보시스템(전지구, 지역, 국지)별 강수 예측성능 비교	29
4.5 국지예보시스템 영역에서의 전지구, 지역예보시스템 예측성능 비교	31
4.6 전지구양상블예측시스템	32
4.7 파랑모델	33
4.8 태풍모델	34
4.8.1 태풍진로예측성능검증	34
4.8.2 태풍강도예측성능검증	39
4.9 황사연무통합예측모델	45
5. 수치예보시스템의 성능변화 추세	46
5.1 전지구예보시스템(GDAPS)	46
5.1.1 500hPa 고도장의 영역별 평균제곱근오차	46
5.1.2 850hPa 기온의 영역별 평균제곱근오차	51
5.1.3 250hPa 풍속의 영역별 평균제곱근오차	52
5.2 지역예보시스템(RDAPS)	53
5.2.1 분석검증 성능변화추세	53
5.2.2 관측검증 성능변화 추세	54
5.3 양상블예측시스템(EPSP)	56
5.3.1 분석검증 성능변화추세	56
5.4 파랑모델	59
5.4.1 지역 파랑모델 예측 성능변화 추세	59
5.5 태풍모델	60
5.5.1 모델의 태풍진로 예측성능 변화추세	60
5.5.1.1 지역예보시스템	60

5.5.1.2	양상블예측시스템	61
5.6	황사연무통합예측모델	62
6.	수치예보시스템의 예측성능	63
6.1.	전지구예보시스템	63
6.1.1	2018년 전지구예보시스템 분석검증	63
6.1.1.1	북반구 분석검증	63
6.1.1.2	적도지역 분석검증	67
6.1.1.3	남반구 분석검증	71
6.1.2	2018년 전지구예보시스템 관측검증	75
6.1.2.1	고층관측자료를 이용한 아시아 영역 관측검증	75
6.1.2.2	강수검증	78
6.2.	지역예보시스템	81
6.2.1	2018년 지역예보시스템 분석검증	81
6.2.2	2018년 지역예보시스템 관측검증	83
6.2.2.1	고층관측자료를 이용한 지역예보모델영역 관측검증	83
6.2.2.2	강수검증	85
6.3.	국지예보시스템	88
6.3.1	2018년 국지예보시스템 분석검증	88
6.3.2	2018년 국지예보시스템 관측검증	90
6.3.2.1	고층관측자료를 이용한 국지예보시스템 관측검증	90
6.3.2.2	지상관측 자료(AWS)를 이용한 국지예보시스템 관측검증	92
6.3.2.3	강수검증	94
6.4.	양상블예측시스템	97
6.4.1	2018년 양상블예측시스템 분석검증	97
6.5.	전지구/지역/국지연안 파랑예보 검증	113

6.5.1 부이 검증	113
6.5.1.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 부이 검증	113
6.5.1.2 지역/국지연안 파랑모델 (RWW3/CWW3) 부이 검증	119
6.5.2 위성 검증	172
6.5.2.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증	172
6.6. 태풍모델 검증	174
6.6.1 태풍진로오차	174
6.6.1.1 2018년 태풍진로오차	174
6.6.1.2 2006~2018년 태풍진로오차 추세	176
6.6.2 태풍강도오차	183
6.6.2.1 모델의 태풍강도 예측성능 변화추세	183
6.6.2.2 태풍 강도 등급에 따른 태풍강도오차	184
부록 A. 수치예보시스템 검증 영역 및 관측자료	187
부록 B. 검증 방법	202
부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁	217

표 차례

표 2.1.1 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2018년 12월 현재)	5
표 2.1.2 전지구예보시스템 주요 특성	6
표 2.1.3 지역예보시스템 주요 특성	7
표 2.1.4 국지예보시스템 주요 특성	8
표 2.1.5 전지구양상불예측시스템 주요 특성	9
표 2.1.6 국지양상불예측시스템 주요 특성	10
표 2.1.7 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성	11
표 2.1.8 황사모델 주요 특성	12
표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역	13
표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증변수	14
표 4.8.1 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 단순 거리오차	35
표 4.8.2 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 태풍 진행방향 오차(ATE, Along Track Error)의 평균과 태풍진행방향 편차(ATB, Along Track 평균오차)의 중간값(Median)	36
표 4.8.3 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 태풍 진행 수직방향 오차(CTE, Cross Track Error)의 평균과 태풍진행 수직방향 편차(CTB, Cross Track 평균오차)의 중간값(Median)	37
표 4.9.1 황사모델 예측 성능 추세	45
표 6.1.1 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증	63
표 6.1.2 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증	63
표 6.1.3 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증 ..	64
표 6.1.4 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증	64
표 6.1.5 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증	64

표 6.1.6 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	65
표 6.1.7 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증	65
표 6.1.8 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증	65
표 6.1.9 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	66
표 6.1.10 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증	66
표 6.1.11 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증	66
표 6.1.12 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증 ..	67
표 6.1.13 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증	67
표 6.1.14 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증	67
표 6.1.15 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증	68
표 6.1.16 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증	68
표 6.1.17 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	68
표 6.1.18 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증	69
표 6.1.19 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증	69
표 6.1.20 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	69
표 6.1.21 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증	70
표 6.1.22 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증	70
표 6.1.23 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증	71
표 6.1.24 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증	71
표 6.1.25 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증	71
표 6.1.26 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증	72
표 6.1.27 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증 ..	72
표 6.1.28 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	72
표 6.1.29 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증	73
표 6.1.30 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증 ..	73

표 6.1.31 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	73
표 6.1.32 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증	74
표 6.1.33 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증	74
표 6.1.34 전지구예보시스템 아시아 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증	75
표 6.1.35 전지구예보시스템 아시아 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증	75
표 6.1.36 전지구예보시스템 아시아 500hPa 고도 평균오차 [m] 관측검증	76
표 6.1.37 전지구예보시스템 아시아 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증	76
표 6.1.38 전지구예보시스템 아시아 250hPa 풍속 평균오차 [m] 관측검증	77
표 6.1.39 전지구예보시스템 아시아 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증	77
표 6.1.40 전지구예보시스템 한반도 강수 성공임계지수	78
표 6.1.41 전지구예보시스템 한반도 강수 공정임계지수	79
표 6.1.42 전지구예보시스템 한반도 강수 치우침	80
표 6.2.1 지역예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증	81
표 6.2.2 지역예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증	81
표 6.2.3 지역예보시스템 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증	81
표 6.2.4 지역예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증	81
표 6.2.5 지역예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증	82
표 6.2.6 지역예보시스템 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증	82
표 6.2.7 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증	82
표 6.2.8 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증	82
표 6.2.9 지역예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증	83
표 6.2.10 지역예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증	83
표 6.2.11 지역예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 관측검증	83
표 6.2.12 지역예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증	84
표 6.2.13 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증	84

표 6.2.14 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측 검증	84
표 6.2.15 지역예보시스템 한반도 강수 성공임계지수	85
표 6.2.16 지역예보시스템 한반도 강수 공정임계지수	86
표 6.2.17 지역예보시스템 한반도 강수 치우침	87
표 6.3.1 국지예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증	88
표 6.3.2 국지예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증	88
표 6.3.3 국지예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증	88
표 6.3.4 국지예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증	89
표 6.3.5 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증	89
표 6.3.6 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증	89
표 6.3.7 국지예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증	90
표 6.3.8 국지예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증	90
표 6.3.9 국지예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 관측검증	90
표 6.3.10 국지예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증	91
표 6.3.11 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증	91
표 6.3.12 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증	91
표 6.3.13 국지예보시스템 지상기온 평균오차 [°C] 관측검증	92
표 6.3.14 국지예보시스템 지상기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증	92
표 6.3.15 국지예보시스템 지상 상대습도 평균오차 [%] 관측검증	92
표 6.3.16 국지예보시스템 지상 상대습도 평균제곱근오차 [%] 관측검증	93
표 6.3.17 국지예보시스템 지상 풍속의 평균오차 [m/s] 관측검증	93
표 6.3.18 국지예보시스템 지상 풍속의 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증	93
표 6.3.19 국지예보시스템 한반도 강수 성공임계지수	94
표 6.3.20 국지예보시스템 한반도 강수 공정임계지수	95
표 6.3.21 국지예보시스템 한반도 강수 치우침	96

표 6.4.1	앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증	97
표 6.4.2	앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 스프레드 [m] 분석검증	97
표 6.4.3	앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	97
표 6.4.4	앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 CRPSS [무차원] 분석검증	98
표 6.4.5	앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증	98
표 6.4.6	앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증	98
표 6.4.7	앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 스프레드 [°C] 분석검증	99
표 6.4.8	앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증	99
표 6.4.9	앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 CRPSS [무차원] 분석검증	99
표 6.4.10	앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증	100
표 6.5.1	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +00H 비교	113
표 6.5.2	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +24H 비교	114
표 6.5.3	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +48H 비교	115
표 6.5.4	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +72H 비교	116
표 6.5.5	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +96H 비교	117
표 6.5.6	전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +120H 비교	118
표 6.5.7	지역 파랑모델(RWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차	156
표 6.5.8	지역 파랑모델(RWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제곱근오차	156
표 6.5.9	지역 파랑모델(RWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차	156

표 6.5.10	지역 파랑모델(RWW3) 칠발도 부이 (22102)	지점 평균제곱근오차	156
표 6.5.11	지역 파랑모델(RWW3) 거문도 부이 (22103)	지점 평균오차	157
표 6.5.12	지역 파랑모델(RWW3) 거문도 부이 (22103)	지점 평균제곱근오차	157
표 6.5.13	지역 파랑모델(RWW3) 거제도 부이 (22104)	지점 평균오차	157
표 6.5.14	지역 파랑모델(RWW3) 거제도 부이 (22104)	지점 평균제곱근오차	157
표 6.5.15	지역 파랑모델(RWW3) 동해 부이 (22105)	지점 평균오차	158
표 6.5.16	지역 파랑모델(RWW3) 동해 부이 (22105)	지점 평균제곱근오차	158
표 6.5.17	지역 파랑모델(RWW3) 포항 부이 (22106)	지점 평균오차	158
표 6.5.18	지역 파랑모델(RWW3) 포항 부이 (22106)	지점 평균제곱근오차	158
표 6.5.19	지역 파랑모델(RWW3) 마라도 부이 (22107)	지점 평균오차	159
표 6.5.20	지역 파랑모델(RWW3) 마라도 부이 (22107)	지점 평균제곱근오차	159
표 6.5.21	지역 파랑모델(RWW3) 외연도 부이 (22108)	지점 평균오차	159
표 6.5.22	지역 파랑모델(RWW3) 외연도 부이 (22108)	지점 평균제곱근오차	159
표 6.5.23	지역 파랑모델(RWW3) 울릉도 부이 (21229)	지점 평균오차	160
표 6.5.24	지역 파랑모델(RWW3) 울릉도 부이 (21229)	지점 평균제곱근오차	160
표 6.5.25	지역 파랑모델(RWW3) 추자도 부이 (22184)	지점 평균오차	160
표 6.5.26	지역 파랑모델(RWW3) 추자도 부이 (22184)	지점 평균제곱근오차	160
표 6.5.27	지역 파랑모델(RWW3) 인천 부이 (22185)	지점 평균오차	161
표 6.5.28	지역 파랑모델(RWW3) 인천 부이 (22185)	지점 평균제곱근오차	161
표 6.5.29	지역 파랑모델(RWW3) 부안 부이 (22186)	지점 평균오차	161
표 6.5.30	지역 파랑모델(RWW3) 부안 부이 (22186)	지점 평균제곱근오차	161
표 6.5.31	지역 파랑모델(RWW3) 서귀포 부이 (22187)	지점 평균오차	162
표 6.5.32	지역 파랑모델(RWW3) 서귀포 부이 (22187)	지점 평균제곱근오차	162
표 6.5.33	지역 파랑모델(RWW3) 통영 부이 (22188)	지점 평균오차	162
표 6.5.34	지역 파랑모델(RWW3) 통영 부이 (22188)	지점 평균제곱근오차	162

표 6.5.35 지역 파랑모델(RWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균오차	163
표 6.5.36 지역 파랑모델(RWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차	163
표 6.5.37 지역 파랑모델(RWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균오차	163
표 6.5.38 지역 파랑모델(RWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차	163
표 6.5.39 국지연안 파랑모델(CWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차	164
표 6.5.40 국지연안 파랑모델(CWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제곱근오차	164
표 6.5.41 국지연안 파랑모델(CWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차	164
표 6.5.42 국지연안 파랑모델(CWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균제곱근오차	164
표 6.5.43 국지연안 파랑모델(CWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균오차	165
표 6.5.44 국지연안 파랑모델(CWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균제곱근오차	165
표 6.5.45 국지연안 파랑모델(CWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균오차	165
표 6.5.46 국지연안 파랑모델(CWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균제곱근오차	165
표 6.5.47 국지연안 파랑모델(CWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균오차	166
표 6.5.48 국지연안 파랑모델(CWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균제곱근오차 ...	166
표 6.5.49 국지연안 파랑모델(CWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균오차	166
표 6.5.50 국지연안 파랑모델(CWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균제곱근오차 ...	166
표 6.5.51 국지연안 파랑모델(CWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균오차	167
표 6.5.52 국지연안 파랑모델(CWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균제곱근오차	167
표 6.5.53 국지연안 파랑모델(CWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균오차	167
표 6.5.54 국지연안 파랑모델(CWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균제곱근오차	167
표 6.5.55 국지연안 파랑모델(CWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균오차	168
표 6.5.56 국지연안 파랑모델(CWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균제곱근오차	168
표 6.5.57 국지연안 파랑모델(CWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균오차	168
표 6.5.58 국지연안 파랑모델(CWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균제곱근오차	168
표 6.5.59 국지연안 파랑모델(CWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균오차	169

표 6.5.60 국지연안 파랑모델(CWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균제곱근오차 ...	169
표 6.5.61 국지연안 파랑모델(CWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균오차	169
표 6.5.62 국지연안 파랑모델(CWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균제곱근오차 ...	169
표 6.5.63 국지연안 파랑모델(CWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균오차	170
표 6.5.64 국지연안 파랑모델(CWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균제곱근오차	170
표 6.5.65 국지연안 파랑모델(CWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균오차	170
표 6.5.66 국지연안 파랑모델(CWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균제곱근오차 ...	170
표 6.5.67 국지연안 파랑모델(CWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균오차	171
표 6.5.68 국지연안 파랑모델(CWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차 ...	171
표 6.5.69 국지연안 파랑모델(CWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균오차	171
표 6.5.70 국지연안 파랑모델(CWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차 ...	171
표 6.5.71 전지구 파랑모델(GWW3) 위성에 대한 유의파고 평균오차	172
표 6.5.72 전지구 파랑모델(GWW3) 위성에 대한 유의파고 평균제곱근오차	172
표 6.6.1 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순거리오차 ...	174
표 6.6.2 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 태풍진행방향 오차 (ATE)와 태풍진행방향 편차(ATB)	174
표 6.6.3 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 태풍진행 수직방향 오차(CTE)와 태풍진행 수직방향 편차(CTB)	175
표 6.6.4 GDAPS의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델의 단순 거리오차	177
표 6.6.5 GDAPS의 연도별 북서태평양 전체 태풍의 수치예보모델의 단순거리오차	178
표 6.6.6 RDAPS의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델 단순거리오 차	179
표 6.6.7 RDAPS의 연도별 북서태평양 전체 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차	180
표 6.6.8 EPSG의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차	181
표 6.6.9 EPSG의 연도별 북서태평양 전체 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차	182

표 6.6.10 2018년 수치예보모델의 최대풍속 평균제곱근오차, 평균편차, 상관관계	183
표 6.6.11 2018년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제곱근오차	184

그림 차례

그림 2.1.1 통합모델 기반 전지구, 지역, 국지 및 전지구/국지양상불예측시스템 구성	3
그림 2.1.2 가변격자 영역확장 국지예보시스템 격자계	4
그림 2.1.3 초단기 분석 및 예보시스템 (VDAPS) 영역 및 격자계	4
그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법	15
그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층관측의 위치	16
그림 3.1.3 전지구 및 지역예보시스템의 강수검증 지점(ASOS 76개 지점)	17
그림 3.2.1 지역예보시스템의 검증영역	18
그림 3.7.1 국내 황사 목측지점(빨간 점) 및 황사모델 내 설정된 우리나라 영역	23
그림 4.1.1 전지구예보시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2017년과 2018년의 평균제곱근오차 비교와 변화율	23
그림 4.2.1 지역예보시스템의 2017년과 2018년의 북반구 분석검증 평균제곱근오차와 변화율	26
그림 4.3.1 국지예보시스템의 2018년 지상변수의 예보시간별 평균제곱근오차와 평균오차	28
그림 4.4.1 예보시스템(GDAPS, RDAPS, LDAPS) 별 2018년 강수 검증	30
그림 4.5.1 2018년 7, 8월 평균 전지구(GDAPS), 지역(RDAPS), 국지(LDAPS) 예측시스템의 평균제곱근오차 비교	31
그림 4.6.1 북반구에서의 2017년과 2018년 전지구양상불예측시스템(EPSP) 예측성능 변화	32
그림 4.7.1 전지구 파랑모델 유의파고 부이검증 평균제곱근오차	33
그림 4.7.2 전지구 파랑모델 유의파고 위성검증 평균제곱근오차	33
그림 4.8.1 전지구 예보모델의 태풍진로 모의성능 변화	34
그림 4.8.2 2018년 수치예보모델별 평균단순거리오차	35
그림 4.8.3 2018년 수치예보모델별 평균이동속도오차	36
그림 4.8.4 2018년 수치예보모델별 평균방향오차	37
그림 4.8.5 2018년 수치예보모델별 모의경향	38
그림 4.8.6 전지구예보시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	39

그림 4.8.7 지역예보시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	40
그림 4.8.8 앙상블예측시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화	40
그림 4.8.9 전지구예보시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	41
그림 4.8.10 지역예보시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	42
그림 4.8.11 앙상블예측시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화	43
그림 5.1.1 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도 1일~10일 예측에 대한 분석 검증 평균제공근오차의 연평균 변화	47
그림 5.1.2 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온 1일~10일 예측에 대한 정확도의 연평균 변화	47
그림 5.1.3 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도 분석검증 이상상관계수 연 평균 변화	48
그림 5.1.4 전지구예보시스템의 5일 북반구 500hPa 고도 분석검증에 대한 forecast bust의 연별 및 월별 분포	49
그림 5.1.5 전지구예보시스템의 7일 북반구 500hPa 고도 분석검증에 대한 이상상관 계수의 연별 분포(2011년은 5월~12월 기간임)	49
그림 5.1.6 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	50
그림 5.1.7 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	50
그림 5.1.8 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 평균제 공근오차	50
그림 5.1.9 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	51
그림 5.1.10 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	51
그림 5.1.11 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 평균제 공근오차	51
그림 5.1.12 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	52
그림 5.1.13 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 평균제공	

근오차	52
그림 5.1.14 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 평균제 공근오차	52
그림 5.2.1 지역예보시스템 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 평균제공근오차 ..	53
그림 5.2.2 지역예보시스템 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 평균제공근오차 ..	53
그림 5.2.3 지역예보시스템 300hPa 풍속의 예측 시간별 월평균 평균제공근오차 ..	53
그림 5.2.4 지역예보시스템 500hPa 고도의 관측검증 평균제공근오차의 월평균 시계열	54
그림 5.2.5 지역예보시스템 850hPa 기온의 관측검증 평균제공근오차의 월평균 시계열	54
그림 5.2.6 지역예보시스템 300hPa 풍속의 관측검증 평균제공근오차의 월평균 시계열	54
그림 5.2.7 2005년 이후 지역예보시스템 강수예측(12~72h 성공임계지수평균) 연 평 균 변화	55
그림 5.3.1 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	56
그림 5.3.2 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 이상상관 계수	56
그림 5.3.3 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도의 예측 시간별 월평균 CRPSS ·	57
그림 5.3.4 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 평균제공 근오차	57
그림 5.3.5 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 이상상관 계수	58
그림 5.3.6 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온의 예측 시간별 월평균 CRPSS ·	58
그림 5.4.1 지역 파랑모델 (RWW3) 유의파고 부이검증 평균제공근오차	59
그림 5.5.1 지역예보시스템의 태풍진로 모의성능 변화	60
그림 5.5.2 앙상블예측시스템의 태풍진로 모의성능 변화	61
그림 5.6.1 황사모델 예측 성능추세	62
그림 6.4.1 2018년 1월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	101
그림 6.4.2 2018년 2월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	102

그림 6.4.3	2018년 3월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	103
그림 6.4.4	2018년 4월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	104
그림 6.4.5	2018년 5월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	105
그림 6.4.6	2018년 6월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	106
그림 6.4.7	2018년 7월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	107
그림 6.4.8	2018년 8월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	108
그림 6.4.9	2018년 9월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	109
그림 6.4.10	2018년 10월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	110
그림 6.4.11	2018년 11월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	111
그림 6.4.12	2018년 12월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도와 850hPa 기온의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능	112
그림 6.5.1	GWW3 +00H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	113
그림 6.5.2	GWW3 +24H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	114
그림 6.5.3	GWW3 +48H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	115
그림 6.5.4	GWW3 +72H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	116
그림 6.5.5	GWW3 +96H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	117
그림 6.5.6	GWW3 +120H 예측장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수	

근오차, 상관계수	118
그림 6.5.7 4개 부이관측지점(22101~22104)에 대한 CWW3과 RWW3의 +24H 예측 유의파고의 평균오차와 평균제곱근오차	121
그림 6.5.8 4개 부이관측지점(22105~22108)에 대한 CWW3과 RWW3의 +24H 예측 유의파고의 평균오차와 평균제곱근오차	122
그림 6.5.9 4개 부이관측지점(21229, 22184~22186)에 대한 CWW3과 RWW3의 +24H 예측 유의파고의 평균오차와 평균제곱근오차	123
그림 6.5.10 4개 부이관측지점(22187~22190)에 대한 CWW3과 RWW3의 +24H 예측 유의파고의 평균오차와 평균제곱근오차	124
그림 6.5.11 덕적도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	125
그림 6.5.12 칠발도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	126
그림 6.5.13 거문도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	127
그림 6.5.14 거제도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	128
그림 6.5.15 동해 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	129
그림 6.5.16 포항 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	130
그림 6.5.17 마라도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	131
그림 6.5.18 외연도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	132
그림 6.5.19 울릉도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	133
그림 6.5.20 추자도 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	134
그림 6.5.21 인천 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	135
그림 6.5.22 부안 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	136
그림 6.5.23 서귀포 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	137
그림 6.5.24 통영 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	138
그림 6.5.25 울산 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	139
그림 6.5.26 울진 부이 관측과 RWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	140
그림 6.5.27 덕적도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	141
그림 6.5.28 칠발도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	142
그림 6.5.29 거문도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	143

그림 6.5.30	거제도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	144
그림 6.5.31	동해 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	145
그림 6.5.32	포항 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	146
그림 6.5.33	마라도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	147
그림 6.5.34	외연도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	148
그림 6.5.35	울릉도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	149
그림 6.5.36	추자도 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	150
그림 6.5.37	인천 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	151
그림 6.5.38	부안 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	152
그림 6.5.39	서귀포 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	153
그림 6.5.40	통영 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	154
그림 6.5.41	울산 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	155
그림 6.5.42	울진 부이 관측과 CWW3 +24H 예측 유의파고 시계열	156
그림 6.5.43	Jason-3 위성에 대한 GWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도	119
그림 6.6.1	연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델 태풍진로 모의 성능변화	176
그림 6.6.2	2018년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제곱근오차	185

1. 서론

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

수치모델링센터에서는 수치예보시스템의 예측 성능을 객관적으로 파악하고 성능을 향상하기 위하여 매년 수치예보시스템의 검증보고서를 발간하여 활용하고 있다.

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

이 보고서는 1. 2018년 현업 수치예보모델의 주요 변화현황 및 수치모델의 구성 2. 수치모델별 검증방법 3. 각 수치모델의 전년대비 성능변화율, 4. 수치모델의 과거 성능 추세와 2018년 검증 값에 대한 자료, 5. 각 검증 기법별 산출공식 및 수치모델의 주요 변경 이력으로 구성되었다.

기상청에서 운영한 수치모델의 2018년 이전 성능이 궁금한 경우 과거에 발간된 '수치예보시스템의 검증' 보고서³⁾를 참고하기 바란다.

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

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

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

3) 기상청 도서관 혹은 국립중앙도서관에서 자료 확인이 가능

2. 2018년 현업 수치예보시스템의 운영 현황 및 주요 특성

기상청은 전지구예보시스템(GDAPS⁴), 전지구앙상블예측시스템(EPGS⁵), 지역예보시스템(RDAPS⁶), 국지예보시스템(LDAPS⁷), 국지앙상블예측시스템(LENS⁸), 초단기 분석 및 예측시스템(KLAPS⁹, VDAPS¹⁰), 해양기상예측시스템(파랑, 폭풍해일), 황사모델, 통계모델로 구성된 총 10종의 수치예보시스템을 활용 목적에 따라 운영하고 있다(표 2.1.1). 현재(2018년 12월 기준) 기상청이 운영중인 전지구/지역/국지예보시스템 및 전지구/국지앙상블예측시스템은 영국 통합모델(UM)을 기반으로 구축되어 있으며 매년 새로운 버전으로 업그레이드하여 사용하고 있다.

2018년에 현업운영 중인 수치예보시스템의 업그레이드 주요 내용은 시기에 따라 세 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 2018년 6월 7일 00UTC 이후 시점부터 반영된 내용으로 전지구예보시스템의 수평해상도 및 통합모델을 구성하고 있는 각 부분이 업그레이드되었다. 수평해상도가 17km(N768)에서 10km(N1280)로 변경되었으며, 통합모델 버전은 UM-vn10.2에서 UM-vn10.8로, 관측자료 전처리(OPS)는 OPS-vn2016.09.0에서 OPS-vn2017.07.2로 변경되었다. 또한 자료동화(VAR)와 지면자료동화(SURF)는 각각 VAR-vn2016.09.0에서 VAR-vn2017.07.0으로, SURF-vn32.0.0에서 SURF-vn2017.0.0으로 업그레이드되었다.

둘째, 2018년 10월 30일 00UTC 이후부터 지역파랑모델(RWW3)과 전지구앙상블예측시스템(EPGS) 24개 멤버에서 산출된 해상풍 자료를 사용하여 24개 멤버로 구성된 지역앙상블파랑모델(EWW3)을 운영하기 시작하였다.

셋째, 2018년 11월 29일 00UTC 이후 국지앙상블예측시스템(LENS)의 수평해상도가 3km에서 2.2km로, 통합모델 버전이 UM-vn10.1에서 UM-vn10.6로 업그레이드되었다.

그림 2.1.1은 기상청 전지구, 지역, 국지예보시스템 및 전지구/국지앙상블예측시스템의 구성을 요약한 것이며, 그림 2.1.2는 국지예보시스템 영역 및 격자구성을 나타낸 것이다. 파선으로 표현된 모의영역 중앙 내부는 동서방향과 남북방향으로 622개 x

4) Global Data Assimilation and Prediction System

5) Ensemble Prediction System for Global

6) Regional Data Assimilation and Prediction System

7) Local Data Assimilation and Prediction System

8) Limited area ENsemble prediction System

9) Korea Local Analysis and Prediction System

10) Very short-range Data Assimilation and Prediction System

810개의 격자로 구성되어 있으며, 한 개의 격자 크기는 1.5km x 1.5km이다. 이와 함께, 중앙의 동쪽과 서쪽의 격자크기는 4km x 1.5km, 남쪽과 북쪽의 격자크기는 1.5km x 4km이다. 국지예보시스템 영역이 기존에는 붉은색 실선과 같은 영역크기로, 중앙의 동서방향과 남북방향으로 744개 x 928개였으나, 현재는 1188개 x 1148개의 해상도를 갖도록 영역이 그림 2.1.2의 가장 외곽부분까지 확장되었다.

그림 2.1.3은 초단기 분석 및 예보시스템 영역 및 격자구성이다. 각 예보시스템 별 주요 특성은 표 2.1.2 ~ 표 2.1.9에 요약하였다.

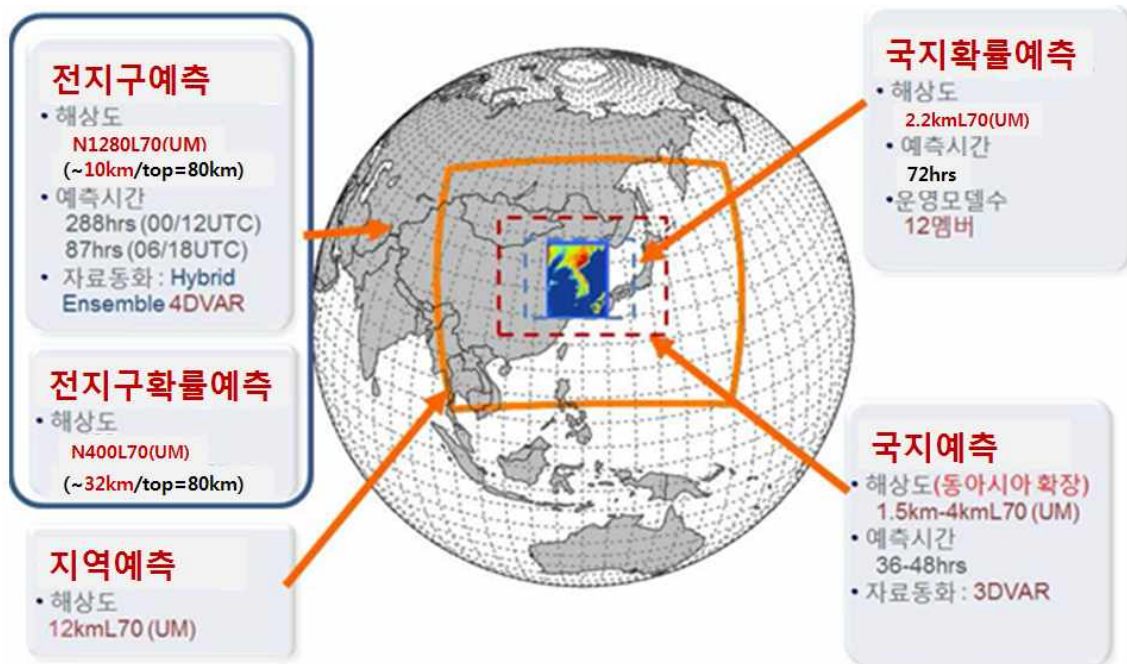


그림 2.1.1 통합모델 기반 전지구, 지역, 국지예보시스템 및 전지구/국지양상불예측시스템 구성

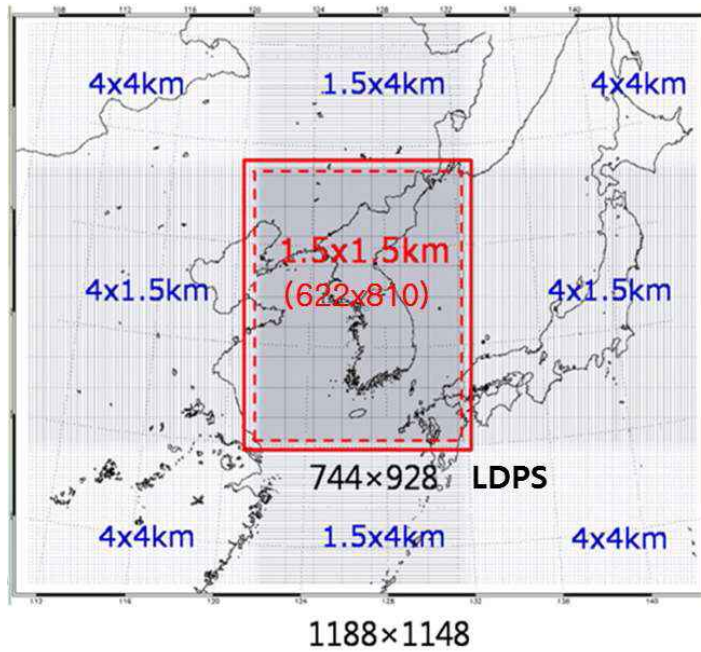


그림 2.1.2 가변격자계를 사용하는 영역확장 국지예보시스템 해상도 변화

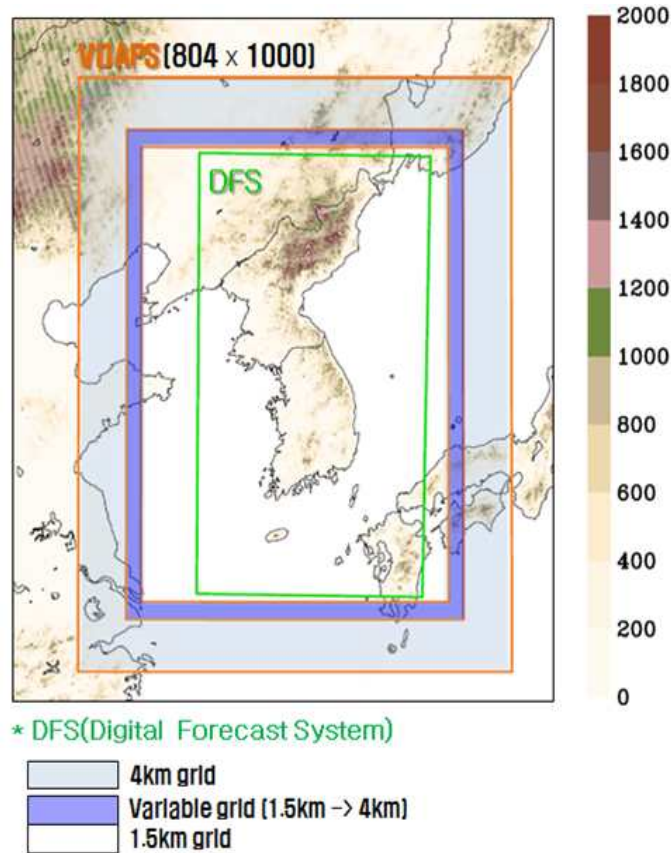


그림 2.1.3 초단기 분석 및 예보시스템 (VDAPS) 영역 및 격자계

표 2.1.1 기상청의 수치예보시스템 운영 현황(2018년 12월 현재)

구 분		수평분해능 (연직층수)	운영횟수 /일	예측 기간	목 적
전지구 (GDAPS)	전지구예보시스템 (UM N1280 L70)	10km (70층)	4회	12일, 288시간	전지구 날씨 예측 동네예보, 주간예보
지역 (RDAPS)	지역예보시스템 (UM 12km L70)	12km (70층)	4회	87시간	아시아 날씨 예측 / 동네예보
국지 (LDAPS)	국지예보시스템 (UM 1.5km L70)	1.5km(70층)	4회	36시간	한반도 날씨 예측
초단기 (KLAPS)	초단기 배경분석 (KL15)	15km (22층)	8회	-	대상: 동아시아 영역 용도: 초단기예보모델의 배경장 생성
	초단기 배경예측 (KLBG)	15km (40층) 5km (40층)	4회	30시간	
	초단기 분석 (KL05)	5km (22층)	24회	-	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
	초단기 예측 (KLFS)	5km (40층)	24회	12시간	
초단기 (VDAPS)	초단기예측 (UM 1.5km L70)	1.5km (70층)	24회	12시간	대상: 한반도 영역 용도: 3차원 분석/예측 생산
전지구 확률 (EPSG)	전지구양상블예측시스템 (UM N400 L70 M49)	32km (70층)	2회	12일	대상: 전지구 날씨 예측 용도: 주간 예보
국지 확률 (LENS)	국지양상블예측시스템 (UM 2.2km L70 M13)	2.2km (70층)	2회	72시간	대상: 국지규모 확률 예측 용도: 위험기상 예측
파랑	전지구 파랑모델 (GWW3)	1/2° (~55km)	2회	12일	전지구 해상파랑 동네.주간 해상예보
	지역 파랑모델 (RWW3)	1/12° (~8km)	2회	87시간	동아시아 해상파랑 동네 해상예보
	지역파랑확률모델 (EWW3 M24)	1/12° (~8km)	2회	87시간	동아시아 해상파랑 동네 해상예보
	국지연안 파랑모델 (CWW3)	1/120° (~1km) (5개 지방청 관할해역)	2회	72시간	대전청, 광주청, 제주청, 강원청, 부산청 관할해역 해상예보
폭풍 해일	지역폭풍해일모델 (RTSM)	1/12° (~8km)	2회	87시간	용도: 동아시아 폭풍해일
	국지연안폭풍해일모델 (CTSM)	1/120° (~1km) (5개 지역청 관할 해역)	2회	72시간	대상: 대전청, 광주청, 부산청, 강원청, 제주청 용도: 국지연안 폭풍해일
황사	황사모델(ADAM2)	25km(47층)	4회	72시간	용도: 황사 수송 예측
황사· 연무	황사·연무통합예측모델 (ADAM3)	25km(49층)	4회	72시간	용도: 황사 연무 예측

표 2.1.2 전지구예보시스템 주요 특성

모델명	GDAPS(UM N1280 L70)
기본모델	UM(Unified Model) vn 10.8 / PS05-KMA ¹¹⁾ (PS38-UK base)
기본방정식	Complete equation (Non-hydrostatic)
수평분해능	10km (2560(동서)x1290(남북)) 0.140625°(동서)×0.139534°(남북)
시간적분간격	240초
영역	전지구
연직층수	70층 (~80km)
분석	하이브리드 4차원 변분법
예보시간	288h (2회/일, 00, 12UTC) 87h (2회/일, 06, 18UTC)
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
습윤 과정	Mass flux convection with CAPE closure, Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL 과정	Non-Local PBL
지표면	JULES(Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

11) Parallel Suite

표 2.1.3 지역예보시스템 주요 특성

모델명	RDAPS(UM 12km L70)
기본모델	UM(Unified Model, vn 8.2 / PS30)
기본방정식	Complete equation (Non-hydrostatic)
수평분해능	12km (540(동서)×432(남북))
시간적분간격	200초
연직층수	70층 (~80km)
분석	4차원 변분법
예보시간	87시간 (4회/일)
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
습윤 과정	Mass flux convection with CAPE closure, Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL 과정	MOSES-II Non-Local PBL
지표면	MOSES-II land-surface scheme
지표상태	Surface analysis + climatology
해수면온도	OSTIA SST (0.054° × 0.054° daily mean)

표 2.1.4 국지예보시스템 주요 특성

모델명	LDAPS(UM 1.5km L70)
기본모델	UM(Unified Model) vn 10.1 / PS34
수평 해상도와 격자 개수	가변격자(전체): 1188×1648(동서×남북) 고정격자(내부): 622×810, 0.0135°(해상도)
연직층수/적분간격	70층(~40km) / 50초 (계산 불안정 발생시 30초)
자료동화 방법	매 3시간 3차원 변분자료동화 (3DVAR)
초기화 방법	분석 증분 갱신법 (IAU)/잠열넛징
수행 소요시간	약 45분 / 150노드 사용 시
시간적분	Semi-Implicit semi-Lagrangian scheme
습윤 과정	Mixed phase precipitation
복사	Edward-Slingo general 2-stream scheme
중력파저항	GWDO (G.W. drag due to orography)
PBL 과정	Non-Local PBL
지표면	JULES(Joint UK Land Environment Simulator) land-surface module
지표상태	Surface analysis + climatology

표 2.15 전지구양상블예측시스템 주요 특성

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

표 2.1.6 국지양상블예측시스템 주요 특성

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

표 2.1.7 전지구/지역/국지연안 파랑모델 주요 특성

	전지구(GWW3)	지역 확률 (EWW3) 24 멤버	지역 (RWW3)	국지연안(CWW3)
모 델	3세대 파랑모델 (WAVEWATCH-III vn 4.18)			
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자체계			
스펙트럴 분해능	36 파향(10°) 25 파수			
수평분해능 (격자수)	1/2° × 1/2° (720×281)	1/12° × 1/12° (421×361)	1/120° × 1/120°	
모델영역	70°S-70°N, 0°E-358.75°E	20°N-50°N, 115°E-150°E	대전청	123°E-127.0°E 36.0°N-39.0°N
			광주청	124°E-128°E 33.0°N-36.5°N
			제주청	123°E-129°E 31°N-35.5°N
			강원청	127°E-132.5°E 36.5°N-40°N
			부산청	127°E-131°E 33.5°N-37°N
시간적분간격	720 초	300 초	60 초	
예측시간	288 시간 (00, 12UTC)	87 시간 (00, 12UTC)	72 시간 (00, 12UTC)	
초기조건	직전 사이클 모델수행에서 12시간 예측된 파랑스펙트럼			
입력 바람장	GDAPS UM N1280 L70 해상풍	EPSG UM N400 L70 24M 해상풍	RDAPS UM 12km L70 해상풍	

표 2.1.8 황사연무통합예측모델 주요 특성

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

3. 표준 검증방법

3.1 전지구예보시스템 검증

전지구예보시스템은 WMO CBS¹²⁾에서 권고하는 분석검증과 관측검증을 실시한다. 검증영역은 북반구, 남반구, 열대를 포함한 총 7개 지역으로, 표 3.1.1과 같으며 검증은 하루에 2번씩 매일 00UTC와 12UTC에 생산된 자료에 대해 수행된다. 24시간 간격으로 240시간 예측까지 필수적으로 검증해야 하고, 기관별로 가능할 경우 12시간 간격으로 검증하는 것을 권고하고 있다. 검증영역과 검증시간은 분석검증과 관측검증에 모두 동일하게 적용한다.

표 3.1.1 전지구예보시스템의 검증영역

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

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

검증방법은 통계적인 방법을 이용하여 산출한다. 바람은 풍속의 평균오차(mean error of wind speed)를 기본적으로 산출하고, 바람을 제외한 다른 변수들은 평균오차(Bias), 평균제곱근오차(Root Mean Square Error), 이상상관(Anomaly Correlation), S1 score를 기본으로 산출한다.¹³⁾

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

13) 각 검증방법별 산출 공식은 부록 B에 수록

표 3.1.2 전지구예보시스템의 검증 변수

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

- 참고

* 분석검증에서만 수행

** 열대지역에서는 제외

*** 권고 검증기상변수

3.1.1 분석검증

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

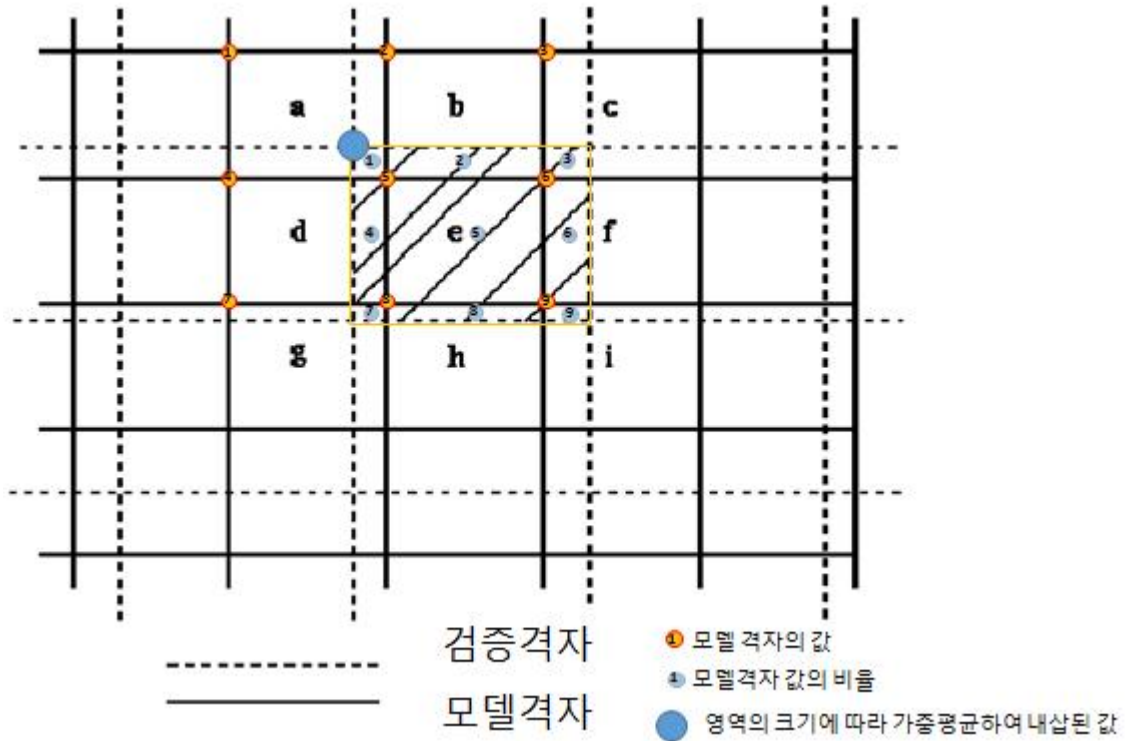


그림 3.1.1 분석검증을 위한 검증격자와 모델격자간의 내삽방법

3.1.2 관측 검증

매년 WMO CBS에서 업데이트하는 약 700여개 이상의 고층관측자료를 이용하여 표준 등압면의 기상요소를 관측 검증한다. 고층관측의 구성분포를 지역별로 볼 때, 그림 3.1.2와 같이 500여개 자료는 북반구에 있고, 약 120개는 적도에, 나머지 80여개는 남반구에 자리 잡고 있다. 세계 각 기관별로 검증환경을 고려하여 고층관측자료를 품질검사 후 관측검증에 활용하는데, 한국은 북반구 검증 시에 약 300여개의 고층관측자료를 활용한다.

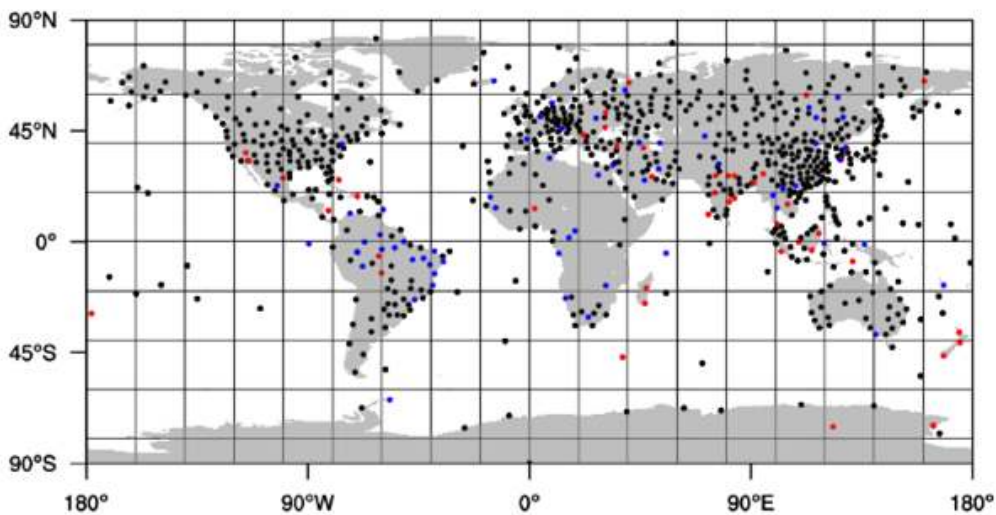


그림 3.1.2 전세계에 분포되어 있는 고층관측의 위치

고층관측 자료는 관측기기가 고도에 따라 바람에 의해 수평방향으로 이동하지만, 관측검증을 할 때는 수평방향으로의 이동없이 연직으로 올라간다고 가정한다. 이를 바탕으로 지역관측소의 위치와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 관측지점 정보로 내삽하여 검증한다.

지상에서 실시하는 관측검증은 강수검증이 있다. 강수검증 시에 활용하는 자료는 ASOS 76개 지점에서 생성되는 자료를 사용한다. 해당 위치는 전지구예보시스템뿐만 아니라 지역예보시스템에서도 강수검증 지점을 공통으로 활용하는데, 해당 위치는 그림 3.1.3과 같다. 강수현상 검증 시 실제 발생 여부와 모델의 강수 모의여부를 종합적으로 고려하여 양분예보 검증을 수행한다. 주요 양분예보 검증방법으로는 정확도(Accuracy), 치우침(Bias Score), 공정임계지수(Equivalent Threat Score) 등이 있다.

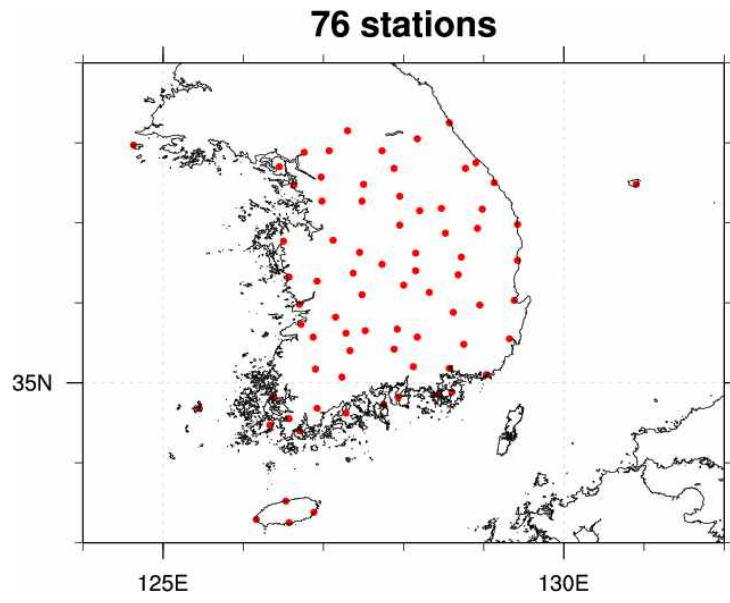


그림 3.1.3 전지구 및 지역예보시스템의 강수검증 지점(ASOS 76개 지점)

3.2 지역예보시스템 검증

분석검증과 관측검증에서 동일하게 적용하는 검증방법은 평균오차(Bias), 평균제곱근오차(RMSE), S1 score이며, 풍속에 대해 검증 시 300hPa 고도를 활용한다. 전지구 예보시스템과 동일하게 하루에 2번 00UC와 12UTC에 검증작업을 수행하며, 각 검증 시마다 6시간 간격으로 최대 84시간 예측까지 검증한다.

지역예보시스템의 검증영역은 그림 3.2.1과 같이 검증 시 활용하는 자료에 따라 달라지는데, 분석검증은 파란색과 노란색으로 음영 처리된 지역에서 수행하고 관측검증은 노란색으로 음영 처리된 영역에 한하여 수행한다.

3.2.1 분석검증

지역예보시스템의 분석검증은 전지구예보시스템처럼 1.5°x1.5°의 검증 격자로 나누어 검증하지 않고 검증격자인 분석장과 모델격자인 예측장의 해상도인 12km의 격자점 값끼리 1:1로 값을 비교하여 검증한다.

3.2.2 관측검증

강수검증은 한반도에 설치된 76개 ASOS지점의 자료를 활용한다. 검증방법은 전지구 예보시스템과 동일하게 이상상관, 치우침(Bias Score), 공정임계지수(Equivalent Threat Score) 등을 산출한다.

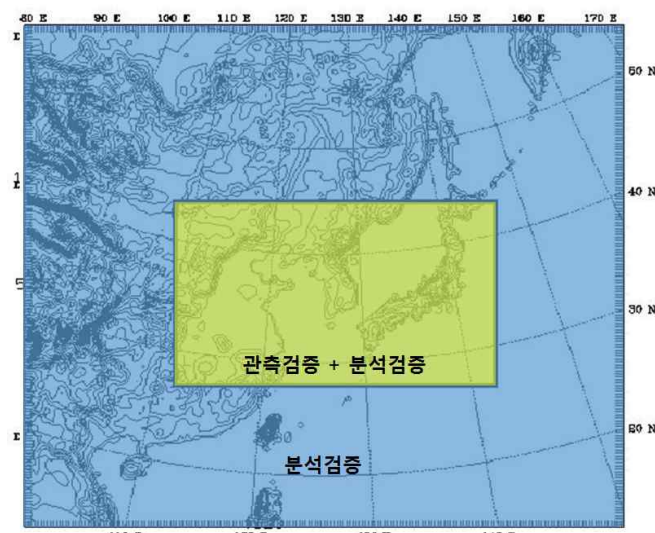


그림 3.2.1 지역예보시스템의 검증영역

3.3 국지예보시스템의 검증

국지예보시스템 검증 시, 평균오차, 평균제곱근오차, S1 score를 산출한다. 풍속을 검증할 때는 250hPa이 아닌 300hPa 고도를 활용한다. 하루에 2번, 00UC와 12UTC 예측자료에 대하여 6시간 간격으로 최대 36시간 예측까지 검증한다. 검증영역은 검증할 때 사용하는 자료에 관계없이 모두 국지예보시스템의 영역 전체를 활용한다.

3.3.1 분석검증

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

3.3.2 관측검증

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

3.4 앙상블예측시스템의 검증

앙상블예측시스템은 00, 12UTC마다 1개의 섭동장이 추가되지 않은 모델과 총 48개로 구성된 앙상블 모델 중 24개를 합하여 총 25개 모델에 대해 분석검증과 관측검증을 수행한다.

검증영역은 북반구, 남반구, 열대지역으로 총 3지역이며, 검증변수는 500hPa 지위고도, 850hPa 기온, 850hPa과 250hPa에서의 각 동서(U) 및 남북 풍속(V)이다. 검증은 매일 00UTC와 12UTC에 2번씩 수행하고, 24시간 간격으로 각 기관에서 예측 가능한 마지막 시간까지 검증한다.

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

3.4.1 분석검증

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

3.4.2 관측검증

앙상블예측시스템의 관측검증은 전지구예보시스템과 마찬가지로 주변의 관측소와 가장 가까운 예측장의 모델격자를 관측지점 정보로 내삽하여 검증한다. 다만 전지구 모델과는 다르게 앙상블예측시스템은 관측자료를 각 앙상블 모델과 비교한다는 점에서 차이가 있다.

3.5 파랑모델 검증

파랑모델은 관측검증만 수행하며, 관측검증에 부이 관측 자료와 위성자료를 사용한다.

전지구 파랑모델 검증에는 국제 파랑모델 비교프로젝트¹⁴⁾에서 생산된 381개의 전지구 계류부이자료를 사용한다. 지역 및 국지연안 파랑 모델 검증에는 기상청에서 운영 중인 16개의 계류부이 관측자료를 이용하였다.¹⁵⁾ 각 부이가 설치된 지점에 대해서 검증을 수행한다.

파랑모델의 위성검증에 Jason-3¹⁶⁾위성에서 관측된 유의파고 자료를 활용한다. 모델 검증은 00, 24, 48, 72, 96, 120 시간의 모델 예측자료를 해당 시각의 관측 자료와 비교하며 1일 2회 취합된 비교 자료는 월 단위로 모아서 해상풍 및 유의파고의 월평균 편차(Bias) 및 평균제곱근오차(RMSE), 상관계수(Correlation Coefficient), 산포도(Scatter Index, SI)로 산출한다. 부이 위치와 수치 모델 격자는 일치하지 않으므로 부이 위치를 포함하는 주위 4개 격자점 자료를 취한 후, 거리에 반비례하는 가중치를 적용하여 부이 위치에서의 수치 모델 자료를 계산한다. 단, 격자점 일부분이 육지에 해당할 때는 해당 격자점을 제외한다.

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

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

16) 2017년부터 Jason-2에서 Jason-3으로 변경

3.6 태풍모델 검증

일본의 RSMC(Regional Specialized Meteorological Center)에서 제공하는 Best-track을 이용하여 전지구예보시스템, 지역예보시스템, 앙상블예측시스템의 태풍예측 성능을 검증한다.

태풍모델의 진로예측 성능을 검증할 때 해당하는 영역은 20°N 이북, 140°E 서쪽에 해당하는 지역과 북서태평양 전체 영역이다. 북서태평양에서 태풍으로 발달하여 이름을 얻은 사례에 한하여 검증대상으로 삼는다.

또한 태풍 검증사례를 선정 시, 2017년 이전에는 모델의 예측위치를 기준으로 태풍의 포함유무를 결정하였다. 그러나 2018년부터 Best-track의 위치를 기준으로 태풍의 사례를 선정하는 방식으로 사례선정 기준을 변경하여 검증업무를 실시하였다.

단순 거리오차는 오차의 원인을 구체적으로 파악하기 어렵기 때문에, 이동속도와 방향을 고려한 지표인 태풍진행방향의 편차와 오차 및 태풍 진행의 수직방향 편차와 오차를 이용하여 진로예측 검증을 수행한다. 이 때, 태풍의 기준위치는 RSMC의 Best-track을 기준으로 선정한다.

태풍의 강도예측성능을 검증할 때도 RSMC에서 제공하는 재분석자료의 태풍강도를 이용하여 북서태평양 전체 영역의 모든 태풍에 대해 강도 등급에 따라 분류한 태풍을 검증한다.¹⁷⁾

17) 태풍의 강도는 WMO에서 제시된 기준인 최대풍속의 세기에 따라 분류함

열대폭풍(TS): 17 ~ 24m/s, 강한 열대폭풍(STS): 25 ~ 32m/s, 태풍(TY): 33m/s 이상

3.7 황사연무통합예측모델

황사는 그림 3.7.1에서 빨간 점으로 나타낸 기상청 정규 관측소에서 관측자가 황사를 실제로 목측했는지의 여부에 따라 검증이 이루어진다. 이 때, 황사연무통합예측모델 결과 중 12시간~48시간 사이의 예측결과에서 모델 내에서 우리나라 영역으로 정의된 파란색 안쪽의 최하층 농도가 $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상인 경우에만 황사가 예측된 것으로 인정 이 된다.

황사연무통합예측모델을 검증할 때는 정확도(Accuracy)를 사용하여 예측성을 평가 한다.

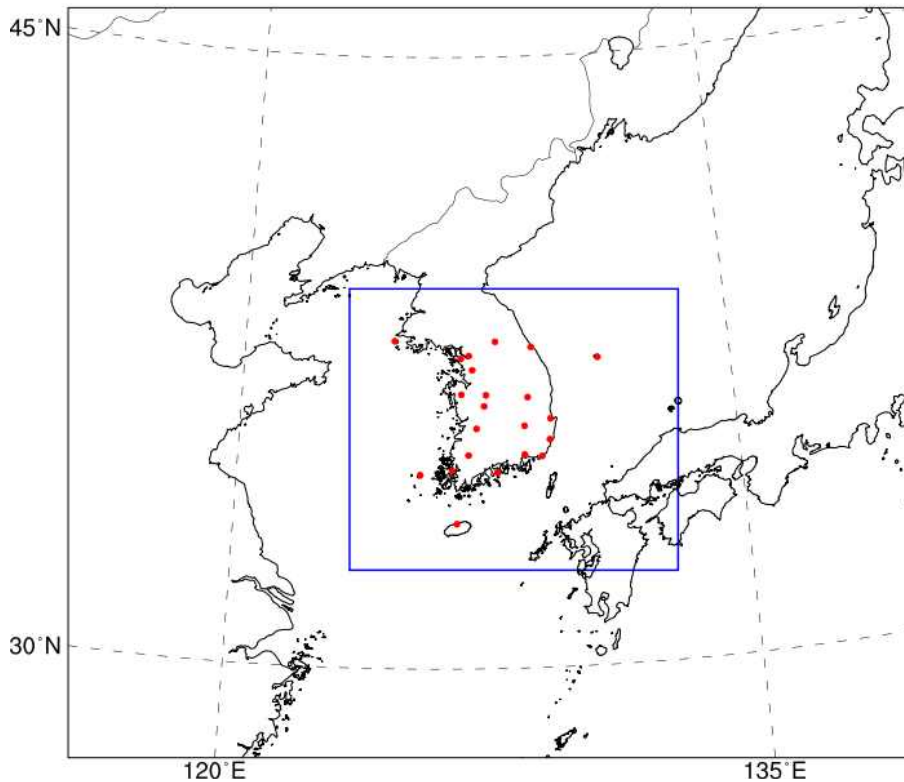


그림 3.7.1 국내 황사 목측지점(빨간 점) 및 황사연무통합예측모델 내 설정된 우리나라 영역

4. 2018년 수치예보시스템 성능 분석

4.1 전지구예보시스템(GDAPS)

그림 4.1.1은 북반구 영역에서 예측시간에 따른 2017년과 2018년 (a)해면기압의 평균제곱근오차, (b)500hPa 지위고도의 평균제곱근오차, (c)850hPa 기온의 평균제곱근오차, (d)250hPa 풍속의 평균제곱근오차를 비교하고 성능의 변화율¹⁸⁾을 제시한 자료이다.

4개 변수 모두 2017년보다 2018년에 모든 예측시간에서 평균제곱근오차가 감소하였으므로 예측성능이 향상되었다고 할 수 있다. 그 중 5일 예측 값 변화율에 대한 500hPa 북반구 지위고도의 평균제곱근오차가 10.3% 감소하여 예측성능 향상비율이 가장 높게 나타났다.

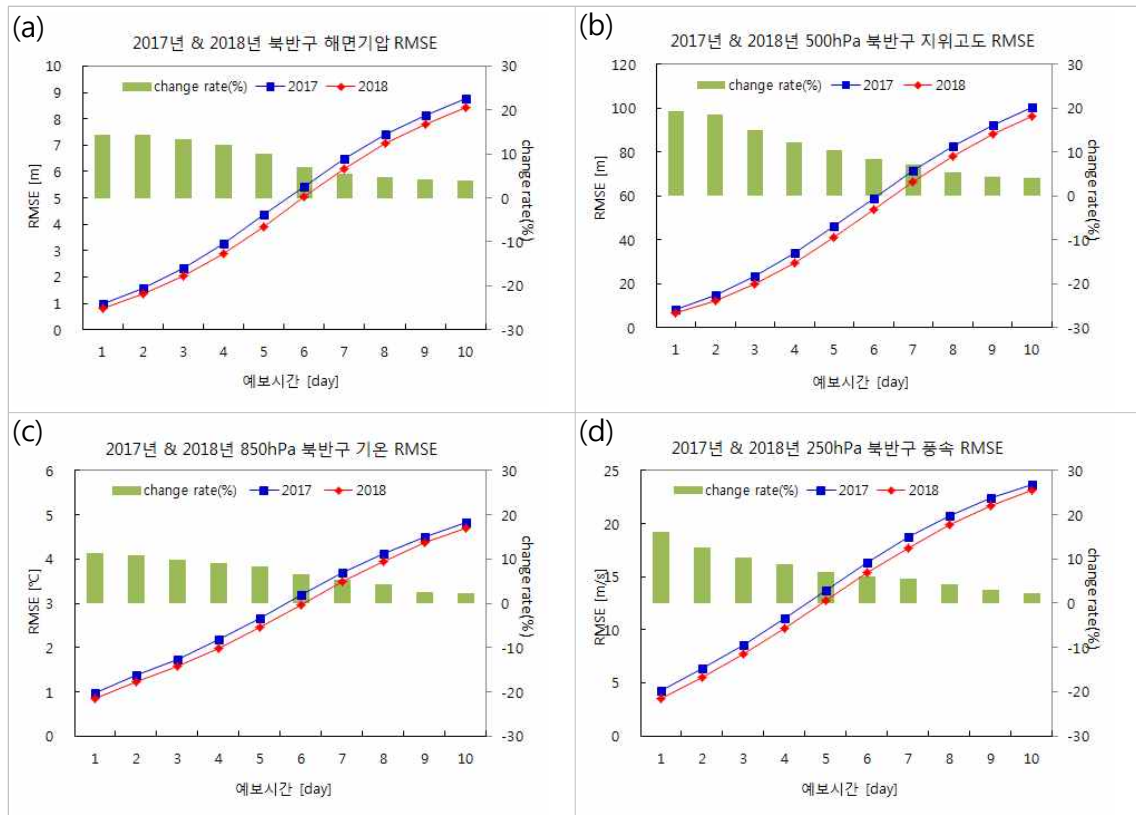


그림 4.1.1 전지구예보시스템의 북반구 영역 예측시간에 따른 2017년과 2018년의 (a)해면기압, (b)500hPa 지위고도, (c)850hPa 기온, (d)250hPa 풍속의 평균제곱근오차 비교와 변화율.

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

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

4.2 지역예보시스템(RDAPS)

그림 4.2.1은 2017년과 2018년에 예측시간에 따라 지역예보시스템에 대해 분석검증한 결과로 (a)500hPa 지위고도, (b)850hPa 기온, (c)300hPa 풍속의 평균제곱근오차와 변화율을 나타낸다. 2018년에 500hPa 지위고도의 예측성능만 향상되었음을 알 수 있다.

그림 4.2.1(a)에서 2018년 500 hPa 지위고도는 36시간 이후 2017년보다 평균제곱근오차가 감소하기 시작하여 최종 72시간 예측에서는 예측성능이 2.64% 향상된 결과를 보였다.

그림 4.2.1(b)에서 850hPa 기온은 전 예측시간에 대하여 2017년보다 평균제곱근오차가 증가하였으며, 72시간 예측오차가 1.78°C로 나타났다. 전체 예측시간을 평균한 예측오차가 전년보다 2.5% 증가하였다.

그림 4.2.1(c)에서 300hPa 풍속은 전 예측시간에 대하여 2017년보다 평균제곱근오차가 증가하였으며, 72시간 예측오차는 전년보다 1.23% 증가한 8.24m/s로 나타났다.

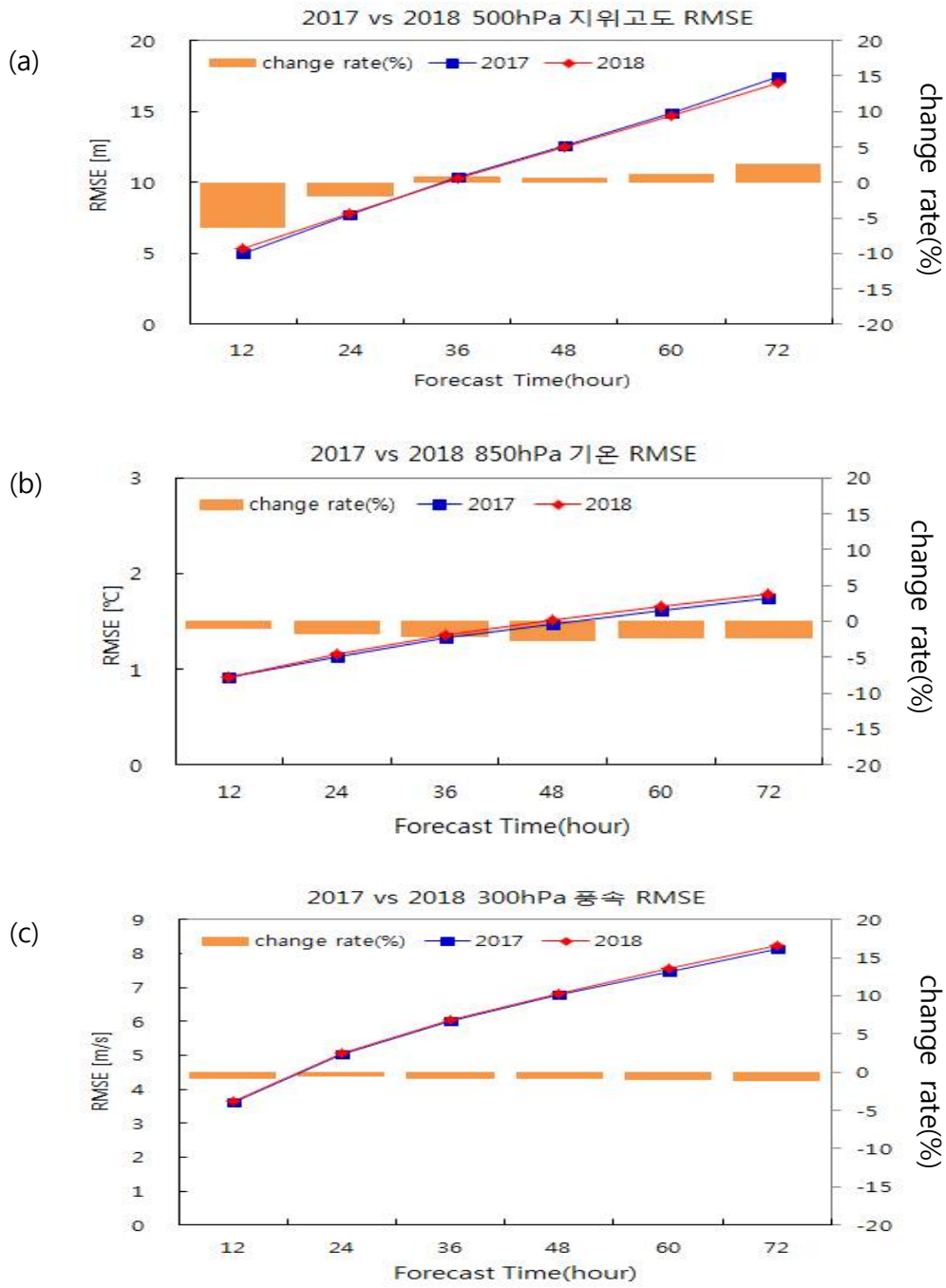


그림 4.2.1. 지역예보시스템의 2017년과 2018년의 북반구 분석검증 평균제곱근오차와 변화율. (a)500hPa 지위고도 (b) 850hPa 기온 (c) 300hPa 풍속

4.3 국지예보시스템(LDAPS)

그림 4.3.1.은 국지예보시스템의 2018년도 예보시간별 (a) 기온, (b) 풍속, (c) 상대습도의 평균오차(bias)와 평균제곱근오차이다.

그림 4.3.1. (a)에서 기온의 평균오차와 평균제곱근오차는 12시간 주기를 보였다. 36시간예측에서 평균제곱근오차는 1시간 예측보다 0.46°C 증가한 2.07°C로 나타났으며, 예측시간이 증가함에 따라 오차가 커지는 경향을 나타냈다. 예측자료와 AWS자료 간의 평균오차는 23시간과 35시간 예측을 제외한 모든 예측시간에서 음의 값을 나타내었다. 이는 지상기온에 대해 예측이 실제 관측보다 기온을 낮게 모의함을 의미한다.

지상의 풍속을 나타내는 그림 4.3.1 (b)에서도 12시간 주기로 값이 작아졌다가 커지는 주기성을 보였다. 2시간 예측과 36시간 예측의 평균제곱근오차 차이는 0.3m/s로, 평균제곱근오차가 예측시간에 따라 점차 증가하는 추세를 나타냈다. 평균오차인 평균오차를 볼 때 관측에 비해 예측이 바람을 강하게 모의하였으며, 12시간 주기로 평균오차가 커짐과 작아짐을 반복하면서 10시간, 22시간, 34시간 예측에서 각 주기마다 가장 큰 오차인 1.33, 1.41, 1.45로 나타났다.

그림 4.3.1 (c)에서는 상대습도의 평균오차가 1시간부터 9시간 예측까지 평균 1.7의 값을 보인 후 10시간 예측에서 0.9로 감소하였다. 다시 12시간 예측부터 점차 평균오차가 증가하여 20시간 예측에서 1.4로 가장 큰 값을 보인 이후에 급격히 작아졌다. 24시간 예측부터 다시 점차 평균오차가 커지기 시작하면서 32시간 예측에서 2.1로 최대로 나타났다.

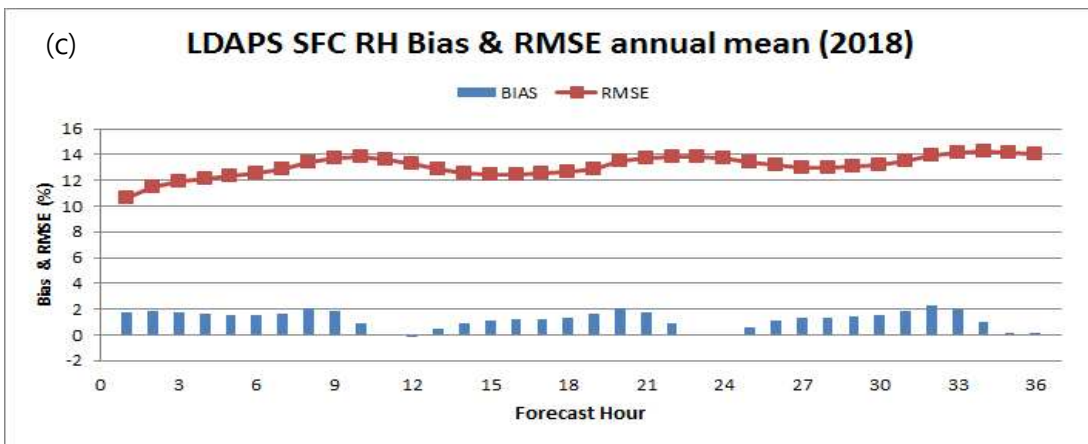
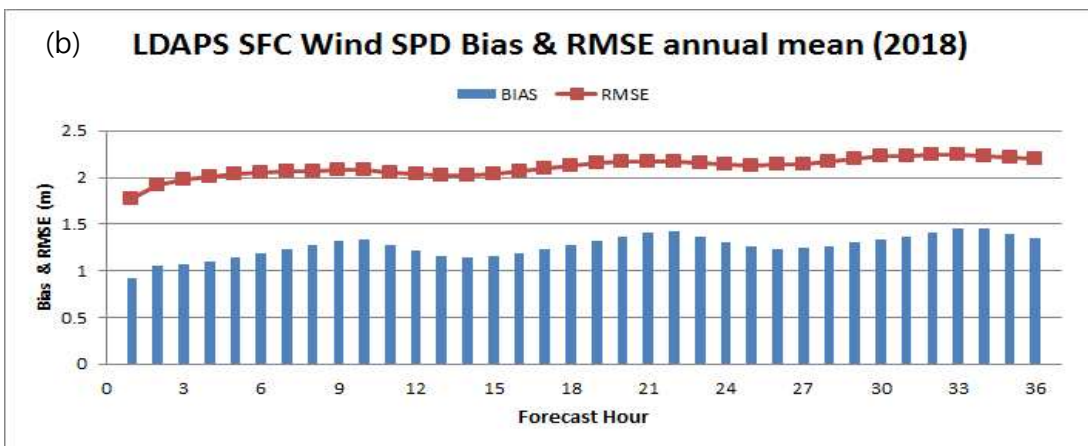
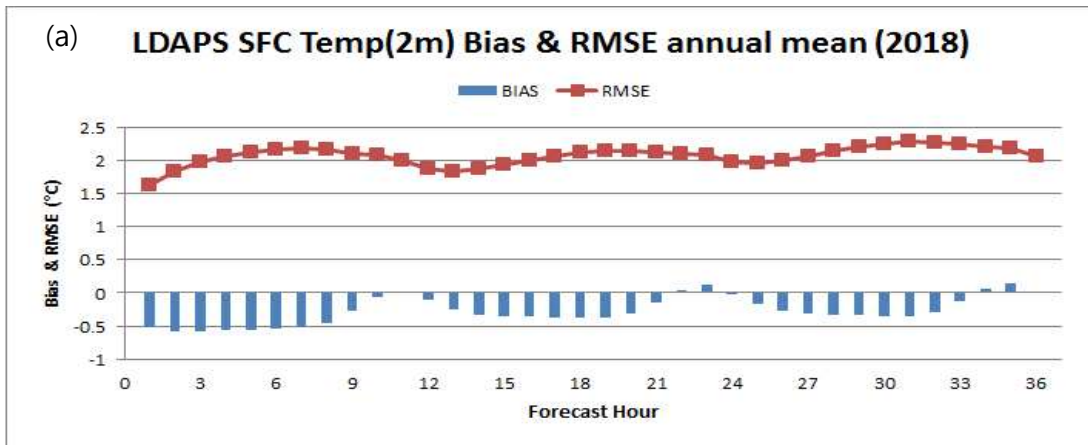


그림 4.3.1. 국지예보시스템의 2018년 지상변수의 예보시간별 평균오차와 평균제곱근오차(a) 기온, (b) 풍속, (c) 상대습도

4.4 예보시스템(전지구, 지역, 국지)별 강수 예측성능 비교

그림 4.4.1 (a)는 강수유무(0.1 mm/12 hr 이상)에 대한 성공임계지수다. 전지구예보시스템과 지역예보시스템이 12시간 간격으로 12시간~36시간 예측에서 각각 0.53, 0.51, 0.49로 동일한 예측성능을 보였다. 국지예보시스템에서는 전지구예보시스템보다 약 1.0이 작은 0.42, 0.40, 0.40의 성공임계지수를 보였다. 48시간~72시간 예측에서 전지구예보시스템은 0.46, 0.44, 0.43을 보이고 지역예보시스템은 0.47, 0.44, 0.42의 값을 나타내어 두 모델이 약한 강수에 대해 비슷한 수준의 성공임계지수를 보였다.

그림 4.4.1 (b)는 강수유무(0.1 mm/12 hr 이상)에 대한 치우침이다. 전지구와 지역예보시스템이 모두 과다모의하였다. 전지구예보시스템의 치우침은 12시간, 24시간, 60시간 예측에서 1.47, 1.47, 1.48이었고, 지역예보시스템은 1.53, 1.49, 1.52이었다. 이로부터 전지구예보시스템과 지역예보시스템이 과다모의하는 경향이 있으나, 상대적으로 전지구예보시스템이 지역예보시스템보다 빈도는 적다는 것을 알 수 있다. 국지예보시스템의 치우침은 전 예측시간에서 0.81, 0.83, 0.83로 나타나 과소모의하는 특징이 있음을 알 수 있다.

25 mm/12 hr 이상 강수는 강한 강수가 있었음을 의미하며, 이에 대한 성공임계지수는 4.4.1 (c)에 있다. 전지구예보시스템은 12시간 예측부터 72시간 예측까지 초반 12시간 예측을 제외한 모든 예측시간에서 지역예측시스템과 국지예측시스템에 비해 높은 예측성능을 보였다. 36시간 예측을 기준으로 볼 때 전지구에서는 0.32이었고, 지역예보시스템에서는 0.26이었으며, 국지예보시스템에서는 0.20이었다. 강한 강수에 대해서 전지구예보시스템과 지역예보시스템이 국지예보시스템에 비하여 높은 예측성능을 보였으나, 0.1 mm/12 hr 이상 강수에서의 36시간 예측에 대한 성공임계지수 값을 비교해 볼 때 전체적으로 모델이 0.2 정도 낮은 값을 보인다.

그림 4.4.1 (d)는 25 mm/12 hr 이상 강수의 치우침을 나타낸다. 전지구, 지역, 국지예보시스템 모두 과소모의하는 경향을 보이며, 치우침의 크기는 동일예측시간 기준으로 강수유무를 나타내는 0.1mm/12hr 보다 작게 나타났다. 전 예측시간에서 강한 강수의 치우침 값이 1에 가깝게 나타났다. 이로부터 강수의 유무수준을 의미하는 강수량보다 오히려 강한 강수가 나타날 때 예보에 대응을 잘하는 것으로 판단할 수 있다. 또한 예측시간이 증가함에 따라 치우침 값이 점차 향상되는 결과를 보였다. 이는 전지구예보시스템과 지역예보시스템은 각각 24시간 예측과 36시간 예측 이후로 예측시간이 증가함에 따라 치우침이 점차 1에 가까워져 72시간 예측에는 각각 0.96, 0.92로 나타났다. 국지예보시스템은 예측시간이 증가하면서 치우침이 12시간~36시간까지 12시간 간격으로 0.74, 0.86, 0.92로 나타난 것을 확인할 수 있다.

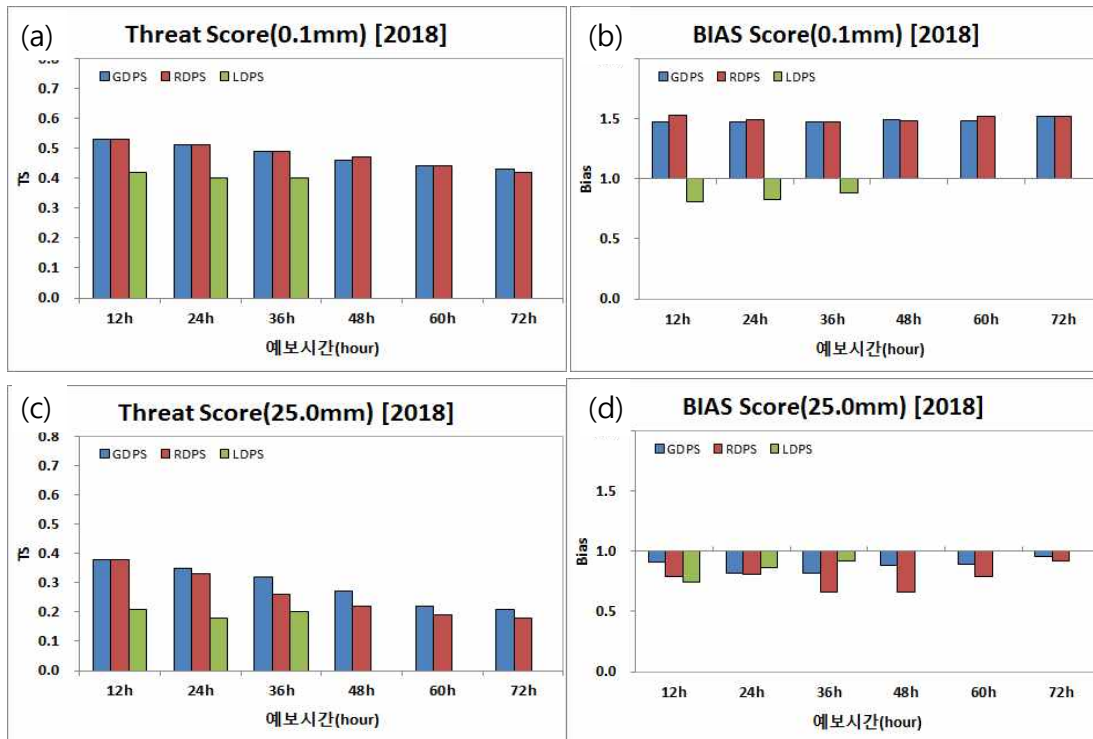


그림 4.4.1 예보시스템(GDAPS, RDAPS, LDAPS)별 2018년 강수검증. (a)강수량 0.1mm/12hr에 대한 성공임계지수 (b) 강수량 0.1mm/12hr에 대한 평균오차 (c) 강수량 25mm/12hr에 대한 성공임계지수 (d) 강수량 25mm/12hr에 대한 평균오차. 각 그림 내 파란 막대는 GDAPS를, 붉은 막대는 RDAPS를, 초록 막대는 LDAPS를 의미함

4.5 국지예보시스템(LDAPS) 영역에서의 전지구, 지역예보시스템 예측성능 비교

그림 4.51은 2018년 7월과 8월 기간의 각 예측시스템의 평균제곱근오차에 대한 (a) 500hPa 지위고도의 분석검증, (b)850hPa 기온의 분석검증 (c)500hPa 지위고도의 관측검증 (d)850hPa 기온의 관측검증 결과이다.

500hPa 지위고도의 36시간 예측에 대해 500hPa지위고도 분석검증 중 전지구는 6.02, 국지는 8.97, 지역은 10.25의 예측오차를 보였다. 850hPa기온 분석검증 중 전지구는 0.7, 국지는 0.86, 지역은 1.08의 예측오차를 나타냈다. 관측에서도 전지구예측이 분석검증과 관측검증 모두에서 지역·국지예보시스템보다 전 예측시간에서 모두 오차가 작게 나타났다.

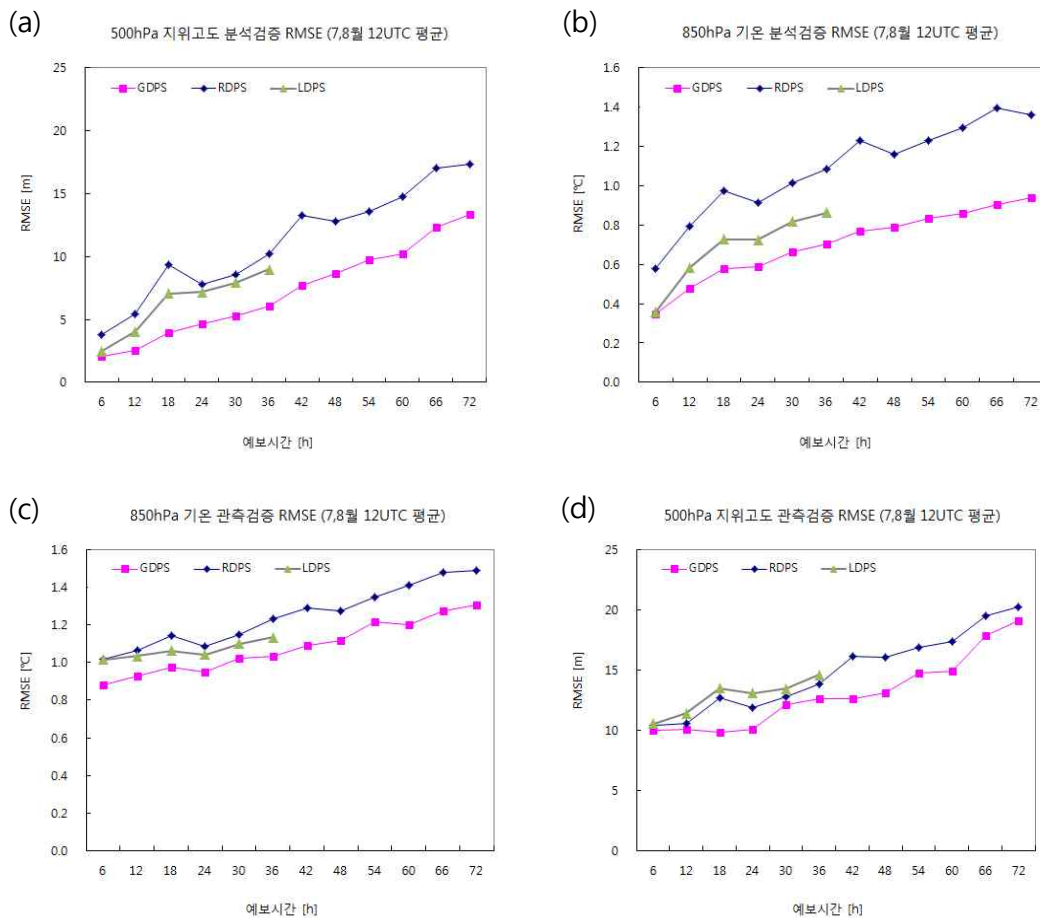


그림 4.5.1 2018년 7, 8월 평균 전지구(GDAPS), 지역(RDAPS), 국지(LDAPS), 예측시스템의 평균제곱근오차 비교 (a) 500hPa 지위고도의 분석검증, (b) 850hPa 기온의 분석검증 (c) 500hPa 지위고도의 관측검증 (d) 850hPa 기온의 관측검증

4.6 전지구앙상블예측시스템(EPSSG)

그림 4.6.1은 2018년 500hPa 지위고도와 850hPa 기온의 북반구영역 평균제곱근오차/스프레드¹⁹⁾와 CRPSS²⁰⁾이다. 제시된 그림에서 2018년은 2017년보다 전 예측 구간에서 성능이 향상된 것으로 나타났다. (a)를 볼 때, 5일 예측에서 2017년보다 500hPa 지위고도의 평균제곱근오차는 42.65에서 37.83로 11% 오차가 감소하였다. 앙상블 평균값을 기준으로 모델의 예측값 편차를 종합적으로 설명해 주는 스프레드는 38.69에서 33.98로 나타나 전년에 비해 편차가 12% 작아진 것을 알 수 있다. 각 멤버별 앙상블예측시스템의 성능을 종합적으로 고려한 CRPSS는 (c)를 통해서 500hPa 지위고도에서 0.56에서 0.62로 예측성능이 향상되었음을 알 수 있다.

(b)에서 850hPa 지위고도의 평균제곱근오차가 2.33에서 2.18로 6.4% 감소하였고 스프레드가 1.99에서 1.84로 8.1%가 감소한 것을 알 수 있다. CRPSS는 0.47에서 0.51로 전년 대비 8.5% 예측성능이 향상되었음을 (d)로부터 확인할 수 있다.

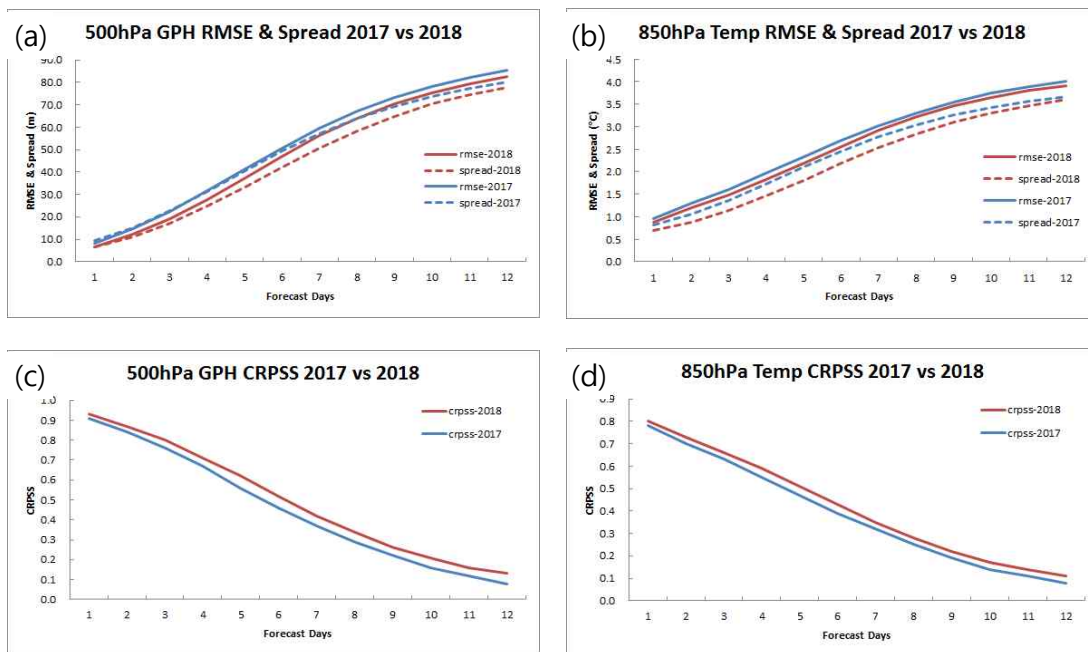


그림 4.6.1 북반구에서의 2017년과 2018년 전지구앙상블예측시스템(EPSSG) 예측성능변화 (a)500hPa 지위고도의 평균제곱근오차와 스프레드 (b)850hPa 기온의 평균제곱근오차와 스프레드 (c)500hPa 지위고도의 CRPSS (d)500hPa 지위고도의 CRPSS

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

20) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

4.7 파랑모델

4.7.1. 분석결과

2018년 6월 현업 수치예보시스템의 해상풍 자료가 개선되면서 이를 입력장으로 사용하였다. 전지구 계류 부이자료를 이용한 전지구 파랑예측 유의파고 검증분석 결과, 여름철이 겨울철에 비해 상대적으로 오차가 낮게 나타났다. 그림 4.7.1을 볼 때 전년과 월별 예측성능을 비교한 결과, 모든 예측시간에 대하여 4월부터 예측성능이 전년보다 향상되는 경향을 보인 반면 1월부터 3월까지의 예측성능이 낮은 경향을 보였다. 그림 4.7.2와 같이 위성자료를 이용한 검증결과, 72시간 예측시간에 대한 평균제곱근오차(0.72 m)가 전년도(0.65 m)에 비하여 약 10% 정도 낮게 나타났다.

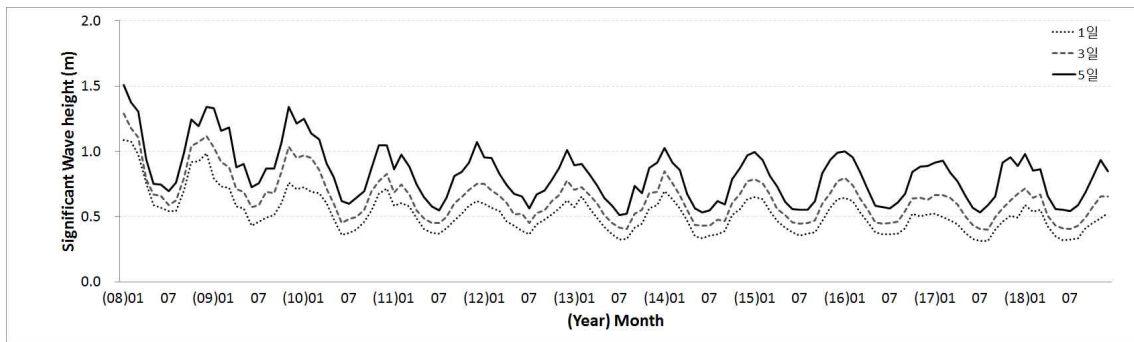


그림 4.7.1 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차

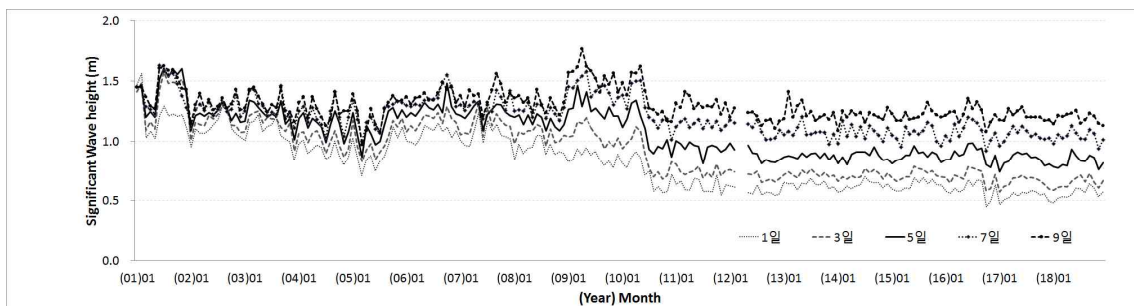


그림 4.7.2 전지구 파랑모델(GWW3) 유의파고 위성검증 평균제곱근오차

4.8. 태풍모델

4.8.1. 태풍진로예측성능 검증

북서태평양 전체 영역에 대한 모델들의 예보오차가 72시간이내의 예측시간에서 전년보다 유사하거나 감소하는 것을 확인할 수 있으나, 96시간 이후의 예측에서는 모든 모델의 오차가 증가하였으며, 그림 4.8.1에서 전지구예보시스템의 120시간의 예측오차가 2017년 322.8km에서 2018년 568.9km으로 증가하였다. 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2010년부터는 통합예보모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년: UM N128L70)의 검증 결과이다.

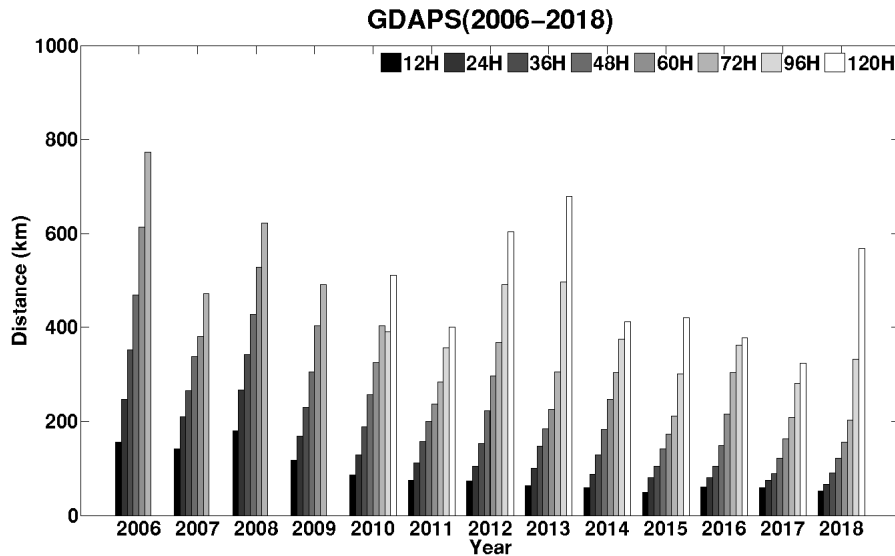


그림 4.8.1 전지구 예보모델의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018년 (UM N128L70))

표 4.8.1과 그림 4.8.2은 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 모델들의 단순 거리오차를 나타낸 그림이다. 모델 비교에서는 지역예보시스템이 가장 큰 오차를 보이며, 각 모델의 전년도 오차와 비교하였을 때 지역예보시스템은 12시간(82.6km → 72.7km), 24시간(119.9km → 109.6km) 예측을 제외한 모든 예측에서 오차가 증가하였고, 전지구예보시스템은 120시간예측(360.4km → 550.4km), 앙상블예측시스템은 96시간(260km → 305.6km), 120시간(348.1km → 516.5km)을 제외한 모든 예측에서 오차가 감소하였다.

표 4.8.1 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차 (단위: km, (): 사례수)

FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
	(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
12hr	51.9	(120)	72.7	(111)	57.9	(118)
24hr	62.6	(109)	109.6	(103)	74.3	(109)
36hr	85.3	(98)	162.5	(93)	99.9	(99)
48hr	118.1	(87)	226.9	(83)	125.9	(88)
60hr	152.5	(75)	290.6	(70)	161.2	(76)
72hr	201.8	(63)	335.1	(58)	202.3	(64)
96hr	316.8	(43)	—	—	305.6	(44)
120hr	550.4	(26)	—	—	516.5	(25)

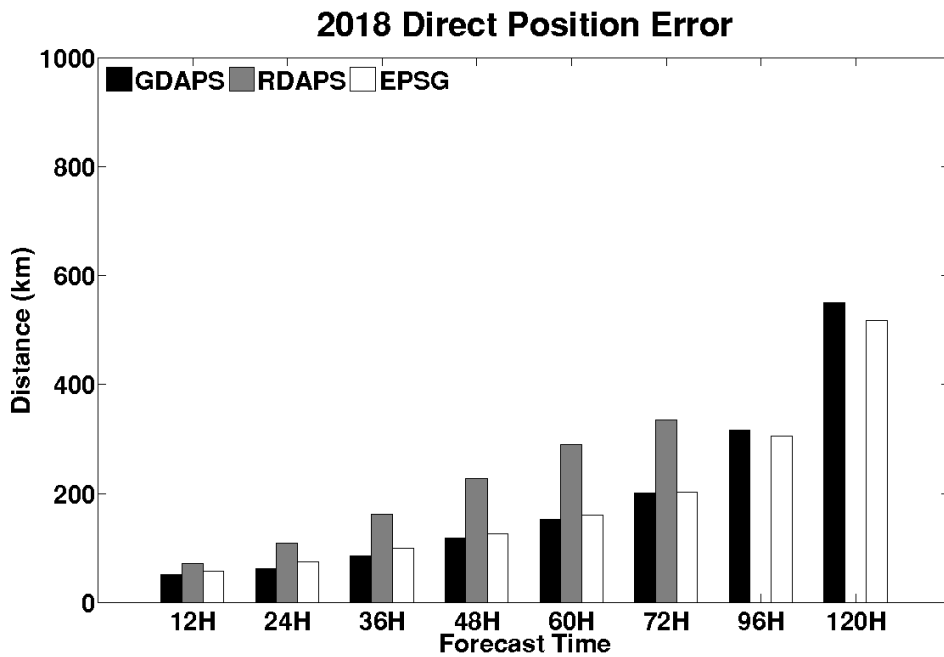


그림 4.8.2 2018년 수치예보모델별 평균단순거리오차(Direct Position Error).

태풍진행방향 오차(이동속도 오차)는 전지구예보시스템이 72시간(125.9km)과 120시간(307.6km)의 예측을 제외한 모든 시간에서 가장 작은 오차를 나타내고 지역예보시스템이 모든 예측에서 가장 큰 오차를 나타내고 있다(표 4.8.2, 그림 4.8.3).

표 4.8.2 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 태풍진행 방향 오차(ATE, Along Track Error)의 평균과 태풍진행방향 편차(ATB, Along Track 평균오차)의 중간값(Median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
	(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	34.3	-1.2	51.1	-30.1	36.9	3.6
24hr	42.2	2.5	82.0	-41.6	52.0	1.9
36hr	57.8	14.8	115.4	-59.8	69.0	23.2
48hr	79.6	25.4	152.1	-65.8	87.6	38.2
60hr	103.0	47.7	161.3	-64.2	106.0	48.4
72hr	125.9	52.7	164.1	-82.6	120.5	29.1
96hr	186.7	32.9	—	—	187.6	34.8
120hr	307.6	34.8	—	—	306.0	24.5

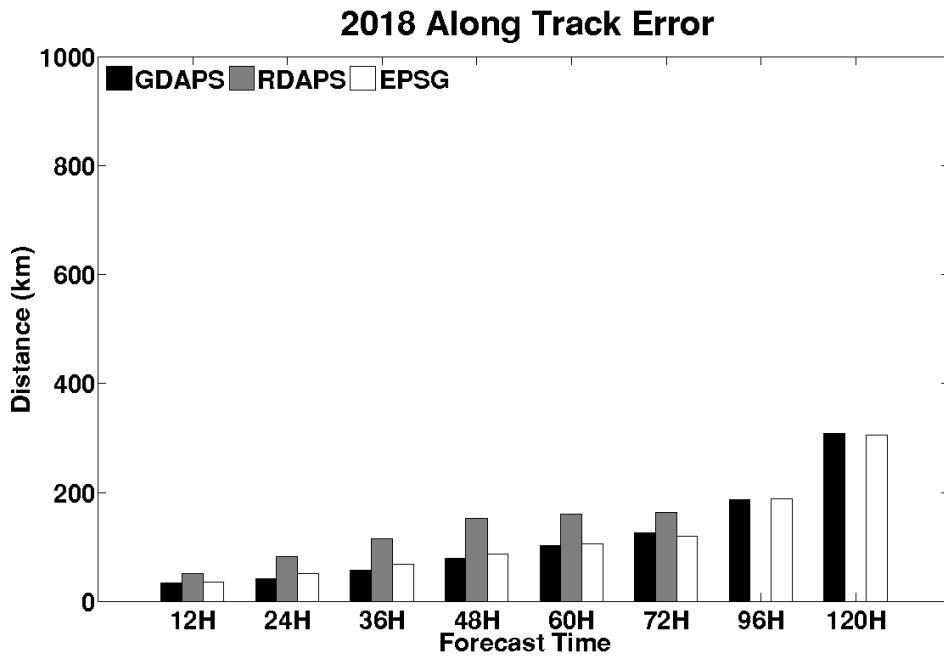


그림 4.8.3 2018년 수치예보모델별 평균이동속도오차(Along Track Error).

태풍진행 수직방향 오차(방향 오차)에서도 모든 예측시간에서 지역예보시스템의 오차가 가장 큰 오차를 보인다. 전지구예보시스템은 96시간(219.1km), 120시간(378.3km), 앙상블 모델은 96시간(194.3km), 120시간(342.0km)의 오차를 보이며, 이 예측시간을 제외한

모든 예측시간에서 전지구예보시스템이 가장 작은 오차를 나타낸다(표 4.8.3, 그림 4.8.4).

표 4.8.3 2018년 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 태풍진행 수직 방향 오차(CTE, Cross Track Error)의 평균과 태풍진행 수직방향 편차(CTB, Cross Track 평균오차)의 중간값(Median) (단위: km)

FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
	(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	32.7	-8.8	41.0	-20.4	38.0	-27.9
24hr	38.4	-15.1	54.8	-13.9	42.7	-24.5
36hr	50.1	-14.2	87.2	-12.6	59.0	-34.8
48hr	70.6	-12.0	126.2	2.7	71.2	-34.4
60hr	90.0	-9.7	197.0	17.2	94.8	-33.9
72hr	133.6	-15.1	252.7	40.8	134.3	-32.2
96hr	219.1	52.9	—	—	194.3	-46.8
120hr	378.3	105.1	—	—	342.0	1.0

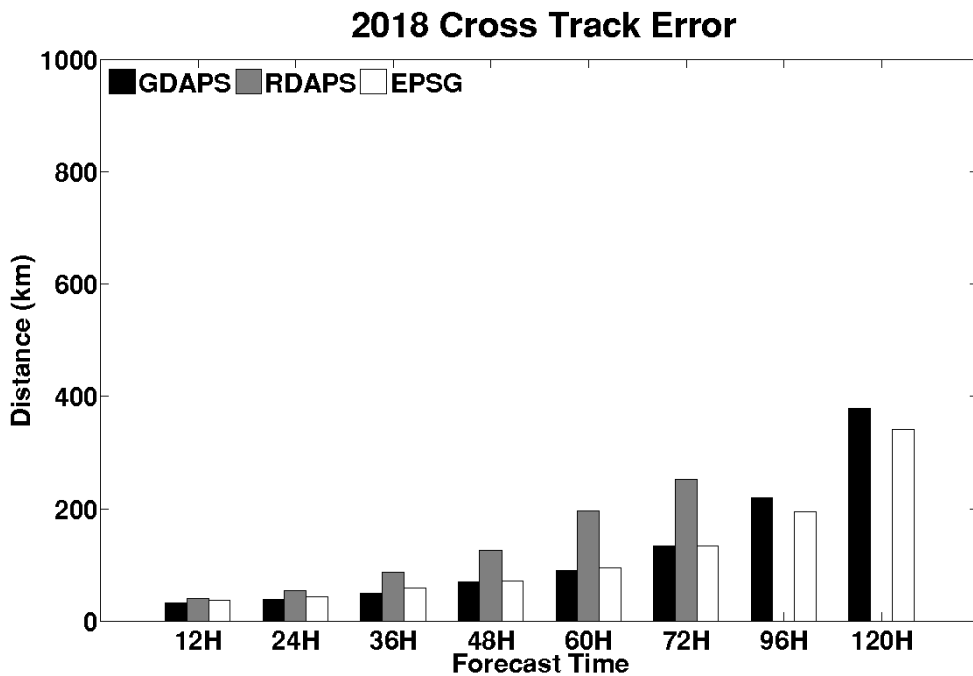


그림 4.8.4 2018년 수치예보모델별 평균방향오차(Cross Track Error).

그림 4.8.5의 모델별 모의 경향을 살펴보면 전지구예보시스템은 태풍의 이동속도는 빠르고, 예측시간이 길어질 때, 오른쪽으로 예측하는 경향을 보여주고 있으며, 지역에 보시스템은 예측이 길어질수록 태풍의 이동속도는 느리게, 오른쪽으로 예측하는 경향을 보여주고 있다.

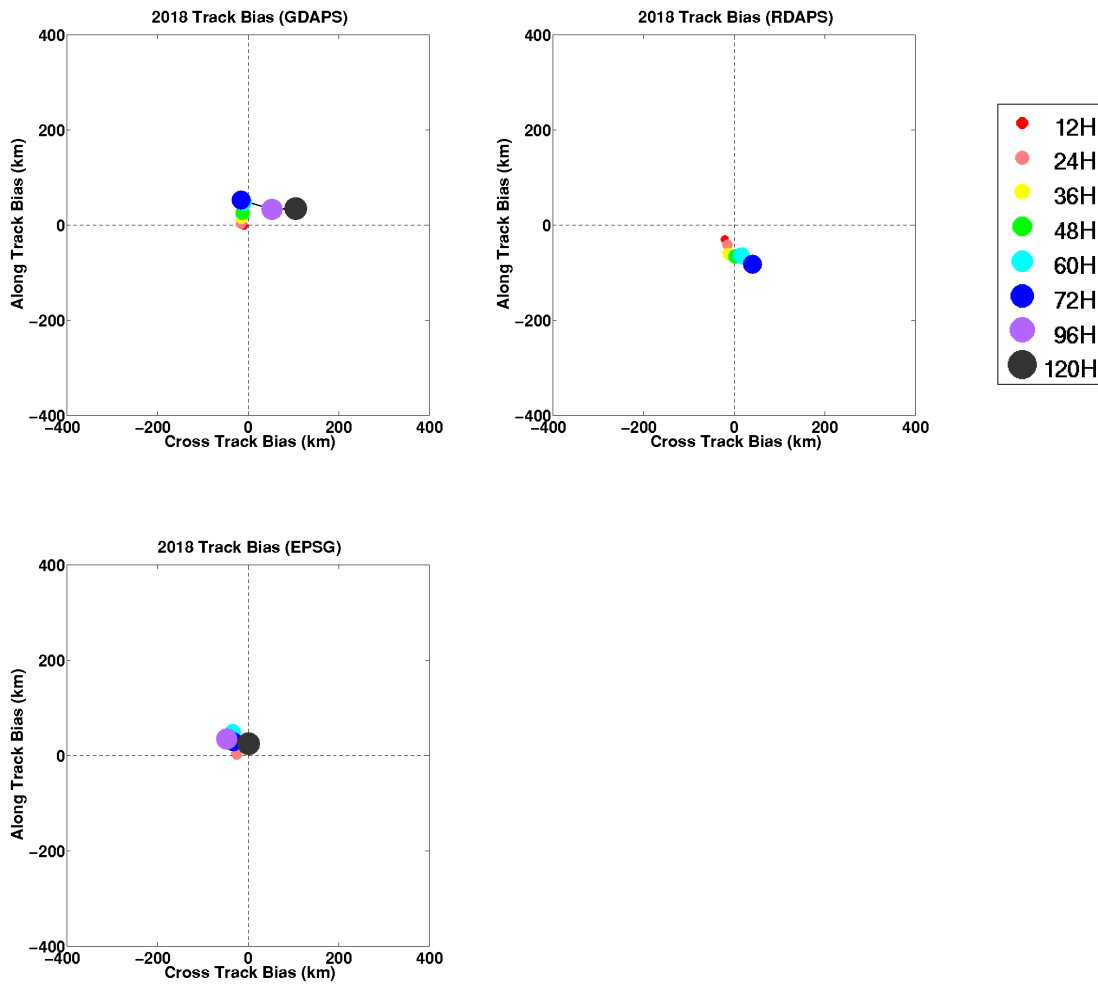


그림 4.8.5 2018년 수치예보모델별 모의경향(Track 평균오차 (Median)).

4.8.2. 태풍강도예측성능 검증

태풍강도예측성능 검증 결과, 전지구예보시스템의 모든 예측시간에서 평균제곱근 오차(RMSE, Root Mean Square Error)가 가장 작았고, 상관관계는 12시간, 24시간을 제외한 모든 예측시간에서 가장 높게 나타났다. 세 모델 중 앙상블모델의 평균제곱근 오차가 가장 크고 상관관계도 가장 작게 나타났다. 그리고 전지구예보시스템의 96시간, 120시간을 제외한 예측시간에서 세 모델 모두 음의 평균편차(Bias)를 가져 관측에 비해 강도를 과소모의 했음을 알 수 있다.

그림 4.8.6는 전지구예보시스템의 연도별 강도오차를 나타낸다. 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2010년부터는 통합예보모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년: UM N128L70)에 대한 검증 결과이다. 모든 예측시간에서 전년과 비교하여 최소 7m/s 이상의 오차가 감소하였다. 또한 상관관계도 전년보다 증가하였다.

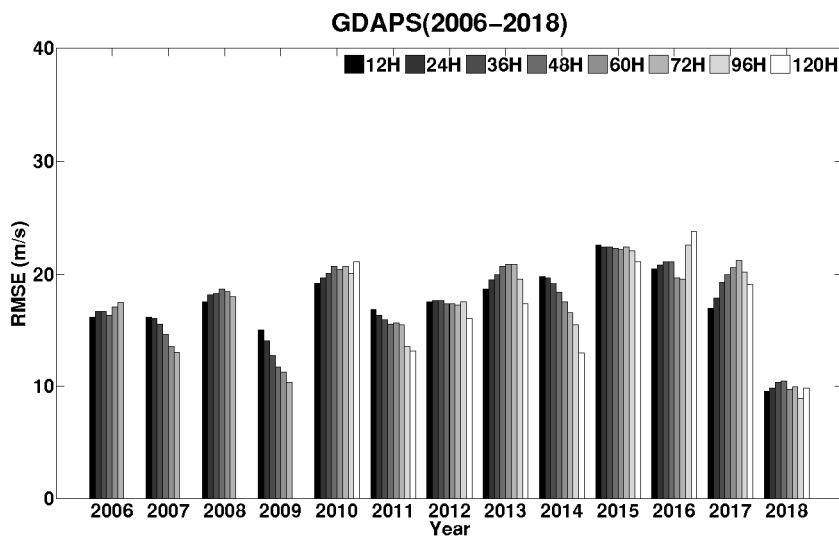


그림 4.8.6 전지구예보시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년 (T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년(UM N768L70), 2018년 (UM N128L70))

그림 4.8.7는 지역예보시스템의 연도별 강도오차를 나타낸 것으로, 2009년까지는 30km 해상도의 지역예보시스템 자료에 대한 검증결과이며, 2010년부터는 통합예보모델(2010년:UM 12kmL38, 2011년 이후: UM 12kmL70)에 대한 검증결과이다. 2017년과 비교하여 모든 예측시간에서 감소하였으며, 특히 36시간(14.5m/s → 12.8m/s), 48시간

(16.5m/s → 13.7m/s), 60시간(17.3m/s → 14.2m/s), 72시간(18.1m/s → 14.1m/s) 예측에서 오차가 감소하였다.

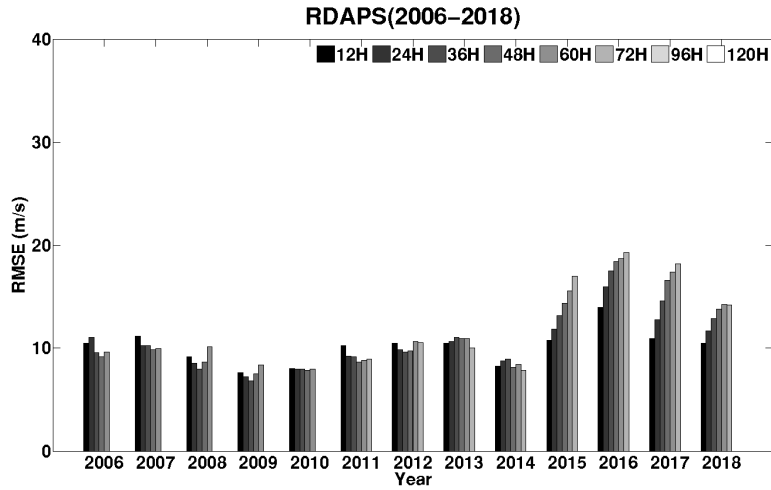


그림 4.8.7 지역예보시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2009년 이전(MM5 30km), 2010년(UM 12kmL38), 2011년 이후(UM 12kmL70))

그림 4.8.8에서 앙상블예측시스템의 강도오차는 2011년을 기점으로 증가하였으며 예측시간에 따른 오차증감경향도 변화하였다. 2018년 강도 오차는 36시간 예측까지는 전년도보다 오차가 증가하였으나, 이후 예측시간에서는 오차가 감소하였다. 2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합예보모델 (2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증결과이다.

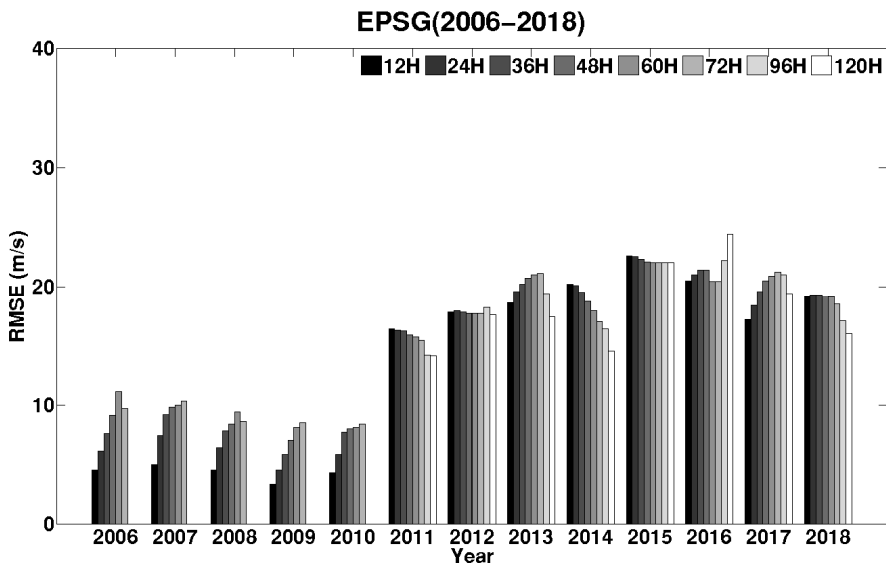


그림 4.8.8 앙상블예측시스템의 태풍 최대풍속 모의성능 변화(2010년 이전(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016년 이후(UM N400L70)).

태풍의 강도가 강할수록 평균제곱근오차가 커지는 경향이 세 모델 모두에서 나타났다.

전지구예보시스템은 강도가 TS인 등급에서 2017년과 비슷하거나 증가하였고, 특히 120시간에서 5.5m/s에서 12.6m/s로 증가하였다. STS 등급에서 전체적으로 오차가 감소하였고, 특히 120시간 예측에서는 줄어든 것을 확인하였다. TY 등급에서는 모든 예측시간에서 오차가 줄었으며, 120시간 예측에서 최대 15.6m/s까지 오차가 감소하였다(그림 4.8.9). 2006년부터 2009년까지는 T426L40, 2010년부터는 통합예보모델(2010년: UM N320L50, 2011~2015년: UM N512L70, 2016~2017년: UM N768L70, 2018년: UM N128L70)에 대한 검증결과이다.

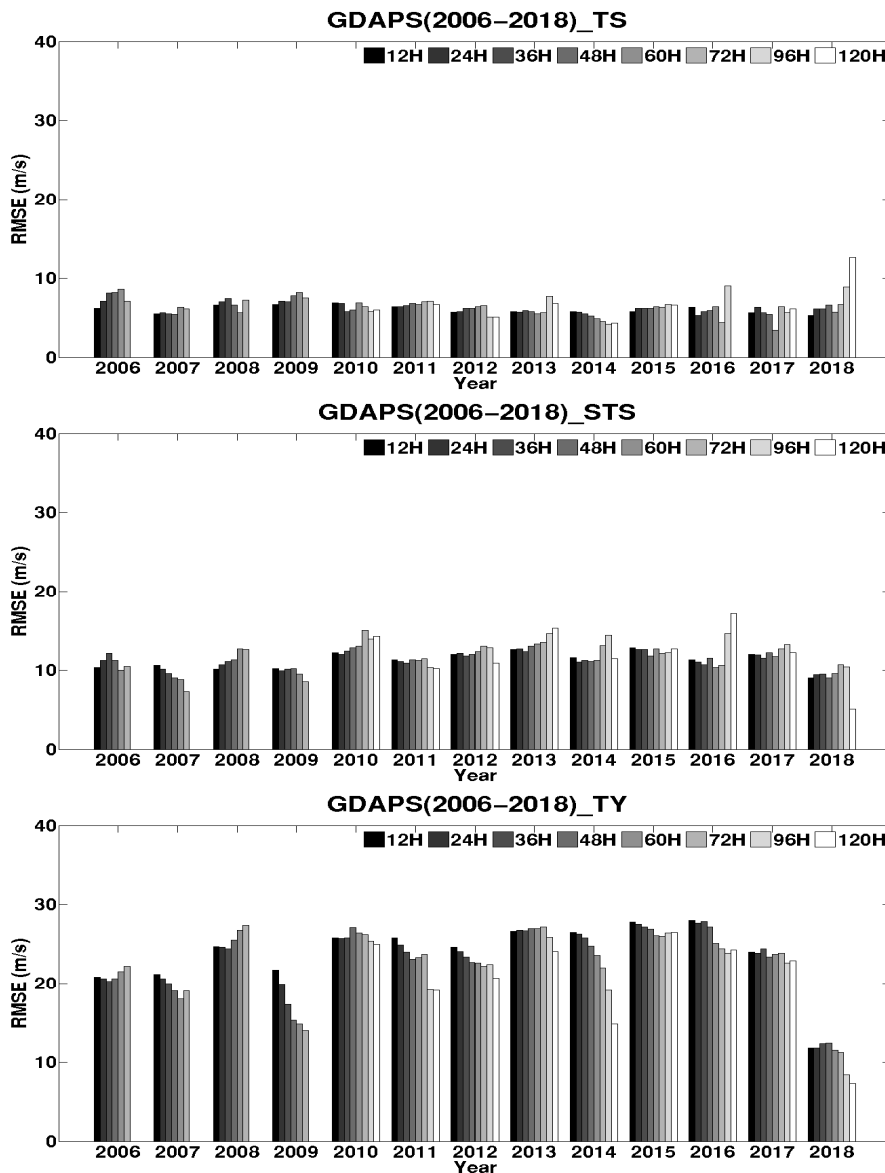


그림 4.8.9 전지구예보시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2009년(T426L40), 2010년(UM N320L50), 2011~2015년(UM N512L70), 2016~2017년 (UM N768L70), 2018년 (UM N128L70)).

지역예보시스템은 TS, STS 등급에서 2017년과 비교하여 비슷한 오차를 보여주고 있으나, TY 등급에서는 오차가 감소하였다(그림 4.8.10). 2009년까지는 30km 해상도의 지역예보시스템 자료에 대한 검증결과이며, 2010년부터는 통합예보모델 (2010년: UM 12kmL38, 2011년 이후: UM 12kmL70)에 대한 검증 결과이다.

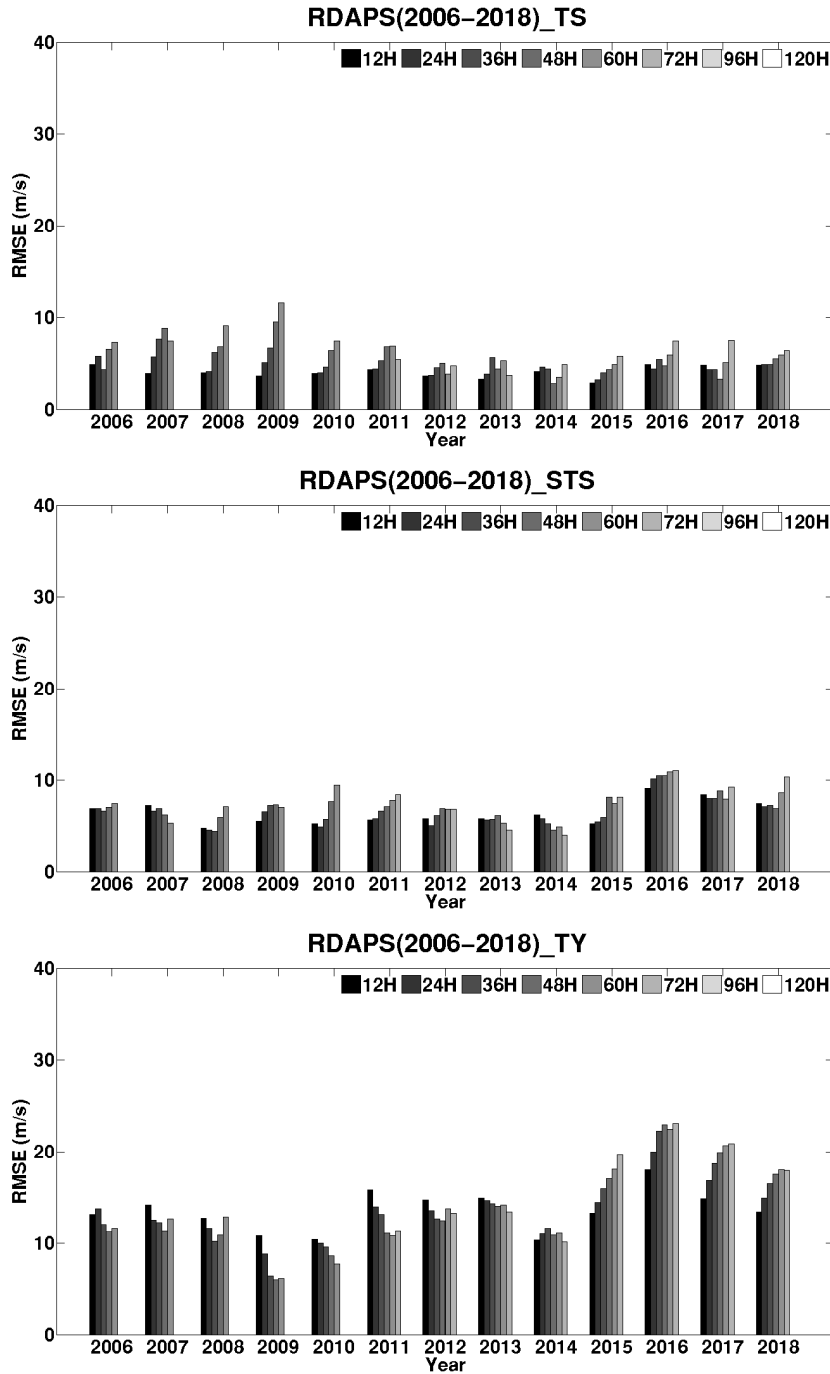


그림 4.8.10 지역예보시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2009년 이전(MM5 30km), 2010년(UM 12kmL38), 2011년 이후(UM 12kmL70)).

양상블예측시스템은 TS 등급에서 2017년과 비교하여 72시간 이후의 예측은 오차가 줄어들었으나, 이전시간 예측은 오차가 증가하였고, STS 등급은 전년과 비슷한 오차를 보였다. TY 등급에서는 120시간예측(23.2m/s → 22.6m/s)을 제외한 모든 예측에서 2017년보다 오차가 증가하였다(그림 4.8.11). 2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합예보 모델 (2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증결과이다.

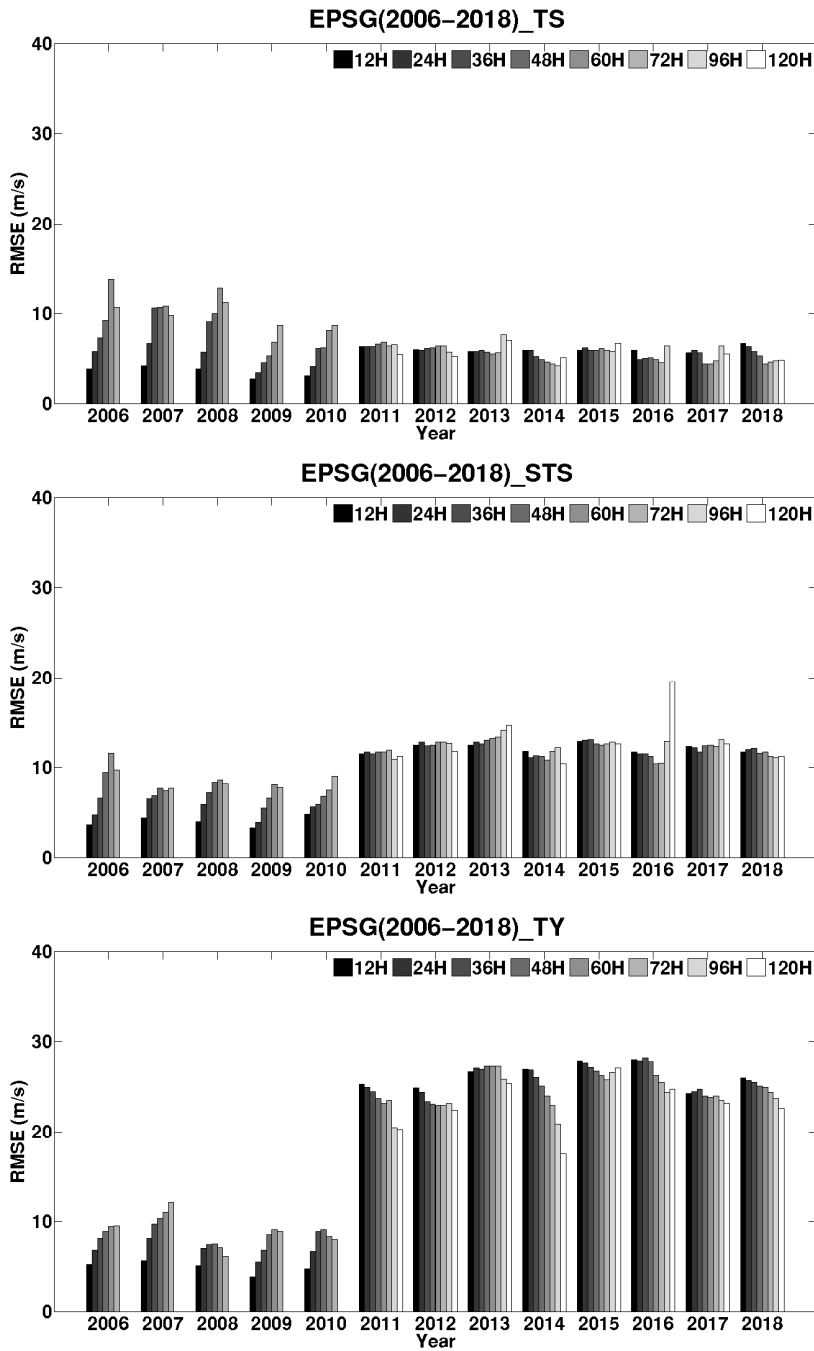


그림 4.8.11 양상블예측시스템의 태풍 강도별 최대풍속 모의성능 변화(2006~2010년(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016년 이후(UM N400L70)).

각 모델의 평균제곱근오차를 비교하였을 때, TS 등급에서는 대부분의 예측에서 전지구예보시스템의 오차가 가장 크게 나타났고, STS 등급에서는 앙상블예측시스템의 오차가 모든 예측에서 가장 크게 나타났다. TY 등급에서는 전지구예보시스템이 다른 모델에 비해 가장 작은 오차를 나타냈다.

※ 태풍모델 TWRF는 2015년 이후로 운영을 중단함.

※ 태풍모델 DBAR는 2016년 이후로 운영을 중단함.

4.9 황사연무통합예측모델

황사연무통합예측모델은 고해상도(N128) 사계절용이며 2013년 9월부터 일 4회 운영되고 있으며, 황사의 출현에 대한 정량적 예보에 지원되었다.

2018년 상반기(6월)에 최신 NDVI, 환경부 지상 PM10 관측자료가 추가된 1시간 간격의 자료동화 기법을 적용하여 현업에 반영, 하반기부터 개선된 예측시스템 결과가 산출되었다.

표 4.9.1은 황사연무통합예측모델의 예측성능이다. 2017년과 2018년의 검증값에 대한 변화를 볼 때 정확도(Accuracy)와 성공임계지수는 2017년보다 0.05, 0.02 상승하여 개선된 모습을 보였으나, 황사가 실제로 일어났던 경우에 대해 예보가 적중한 비율을 의미하는 탐지 확률이 전년도에 비해 0.95에서 0.88로 하락하였다. 황사의 발생을 예보했지만, 실제 황사가 발생하지 않았음을 의미하는 거짓 경보율이 0.75에서 0.73으로 전년에 비해 감소하였다. 이를 통해 황사연무통합예측모델이 전년도에 비해 예측성능이 개선되었다고 할 수 있다.

표 4.9.1 황사연무통합예측모델 예측 성능 추세

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

5. 수치예보시스템의 성능변화 추세

5.1. 전지구예보시스템(GDAPS)

5.1.1 500hPa 고도장의 영역별 평균제곱근오차

그림 5.1.1은 2001년 이후 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도 1일~10일 예측에 대한 분석검증 평균제곱근오차의 연평균 변화이다. 모든 예측시간에서 예측오차가 지속적으로 감소하는 추세를 보였으며 통합모델이 현업운영을 시작한 2010년과 2011년에 성능 개선이 뚜렷하게 나타났다. 또한 2012년 ~ 2017년까지 5일 예측오차 연평균 43.75m보다 2018년에 예측오차가 약 2.6m 감소하였다.

그림 5.1.2와 5.1.3는 2002년 이후 전지구 예측시스템의 북반구 850hPa 기온과 500hPa 지위고도 예측에 대한 이상 상관(Anomaly Correlation)의 변화이다. 850hPa에서 2010년의 8일~10일 이상상관이 전년도에 비해 감소한 반면, 500hPa 지위고도는 동일기간동안 1일~10일에서 모두 증가하였다. 850hPa 기온의 5일예측 이상상관은 2012~14년, 2017년을 제외하고 2003년 이후 지속적으로 증가하였으며, 2018년에는 0.84로 가장 높게 나타났다. 통합모델이 현업운영을 시작한 2010년에 2일 이후 예측의 500hPa 지위고도 이상상관이 전년보다 대폭 증가하였으며 2018년에 2017년보다 4일 이후의 이상상관 상승이 뚜렷하게 나타났다. 5일 예측 이상상관이 2010년에 약 0.12 정도 증가하였으며 2012년부터 2017년까지 0.87에서 0.88 사이값을 꾸준히 유지하다가 2018년에 0.9로 증가하였다.

그림 5.1.4는 북반구 500hPa 지위고도 5일 예측에 대한 2011년 이후 월별 forecast bust 분포도이며, 평균제곱근오차가 43m 이상이고 이상상관이 0.87 미만인 낮은 예측 성능조건을 만족하는 사례 빈도를 나타낸다. 낮은 예측 성능을 보인 횟수는 148회: 5월~12월(2011년), 161회(2012년), 132회(2013년) 및 108회(2014년)으로 2011년 이후 지속적인 감소경향을 보였다. 2015년부터 2017년까지 각 연별로 171회, 150회, 213회로 증가와 감소를 반복하였으나 2018년에 72회로 다시 감소하여, 예측 성능이 낮은 발생빈도가 전체 기간동안 감소하는 추세를 보였다.

그림 5.1.5는 2018년 북반구 500hPa 지위고도 7일 예측에 대한 이상상관의 구간별 누적분포이다. 2017년과 비교하여 70%이상의 이상상관을 보이는 빈도가 2017년에 364에서 2018년에 493으로 35%증가하여 전년보다 예측성능이 향상되었음을 나타낸다.

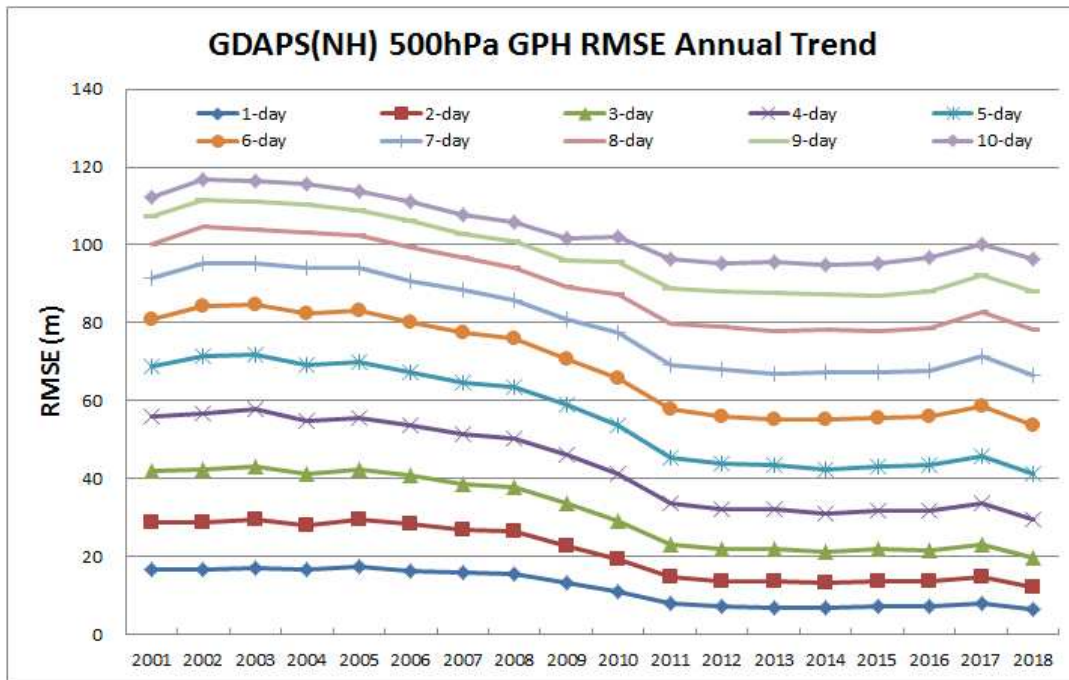


그림 5.1.1 전지구예보시스템의 북반구 500hPa 지위고도 1일~10일 예측에 대한 분석검증 평균제곱근오차의 연평균 변화

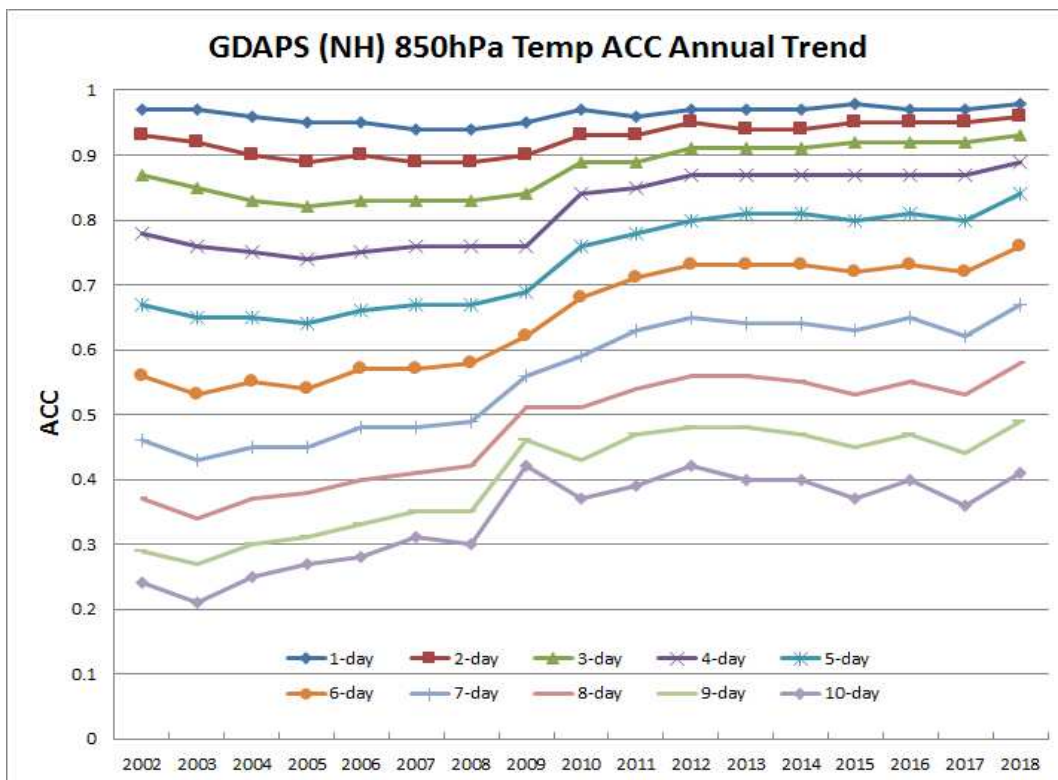


그림 5.1.2 전지구예보시스템의 북반구 850hPa 기온 1일~10일 예측에 대한 이상상관의 연평균 변화

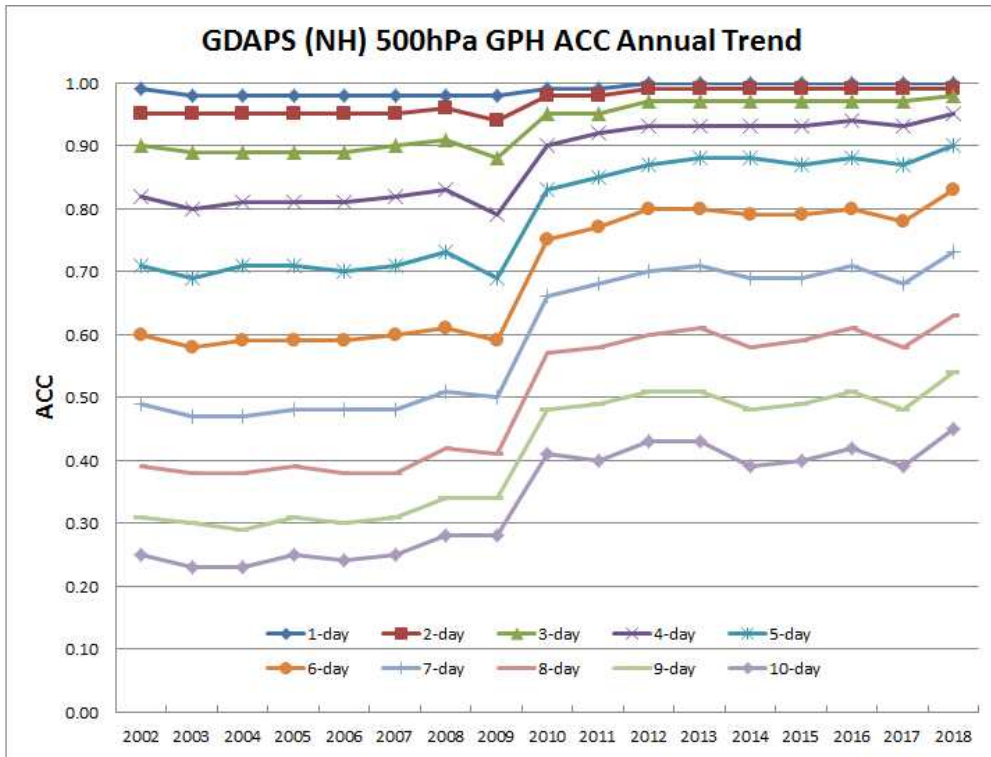


그림 5.13 전지구예보시스템(GDAPS) 북반구 500hPa 지위고도 분석검증 이상상관 연평균 변화

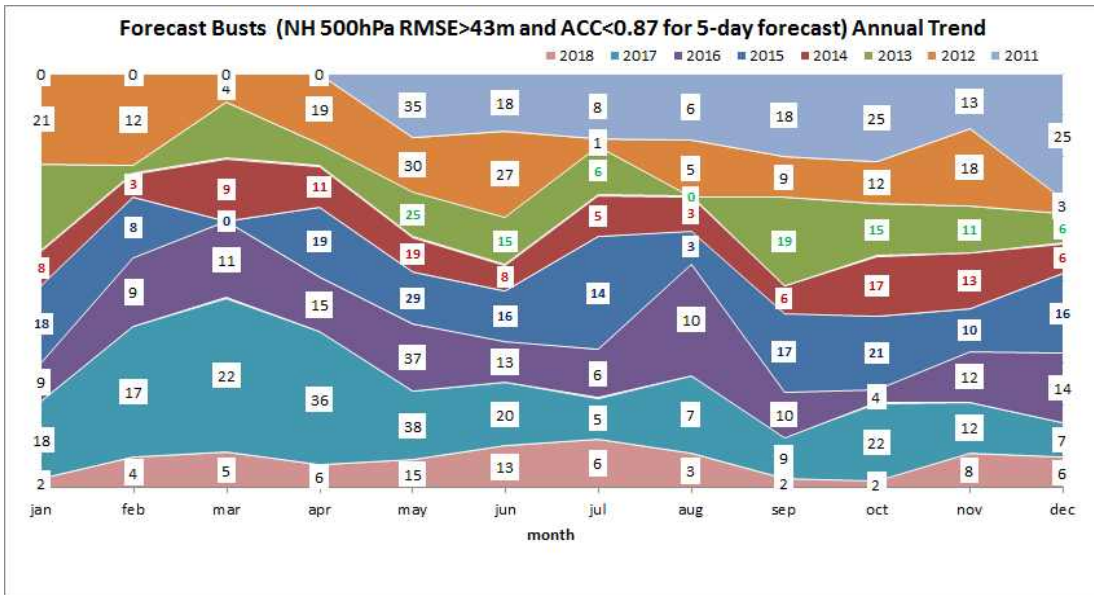


그림 5.1.4 전지구예보시스템(GDAPS) 5일 북반구 500hPa 고도 분석검증에 대한 2011년 이후 forecast bust의 월별 분포(2011년은 5월~12월 기간임)

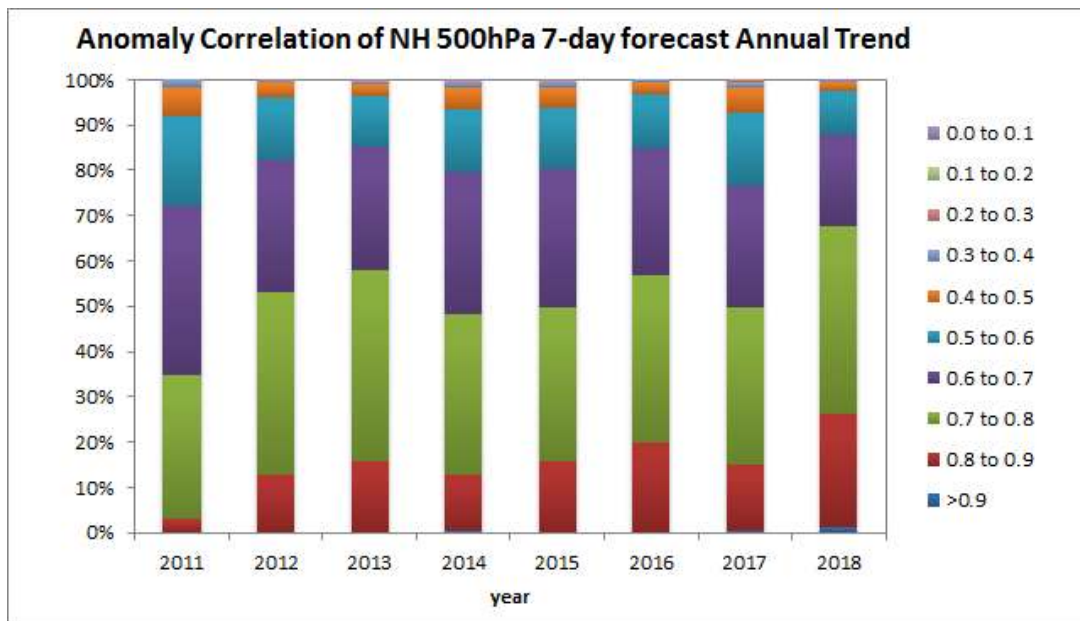


그림 5.1.5 전지구예보시스템(GDAPS) 7일 북반구 500hPa 고도 분석검증에 대한 2011년 이후 이상상관의 구간별 누적 분포(2011년은 5월~12월 기간임)

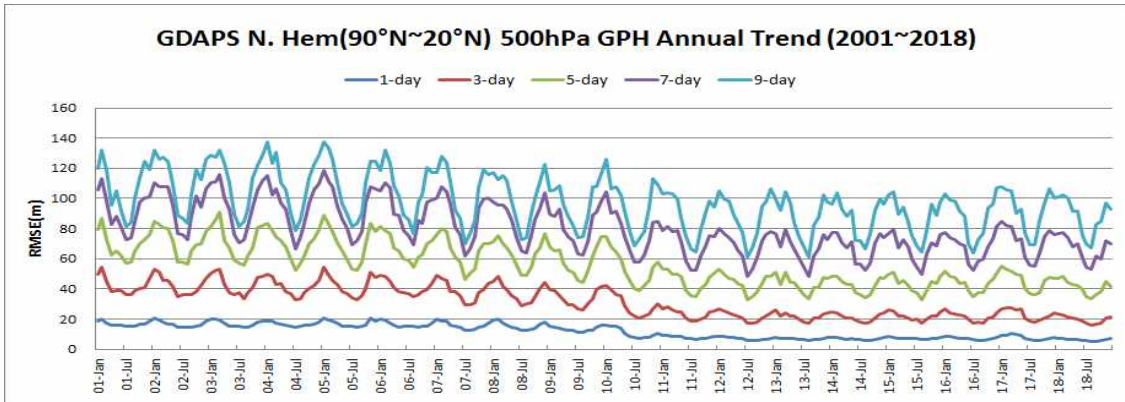


그림 5.1.6 전지구예보시스템 북반구 500hPa 지위고도의 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

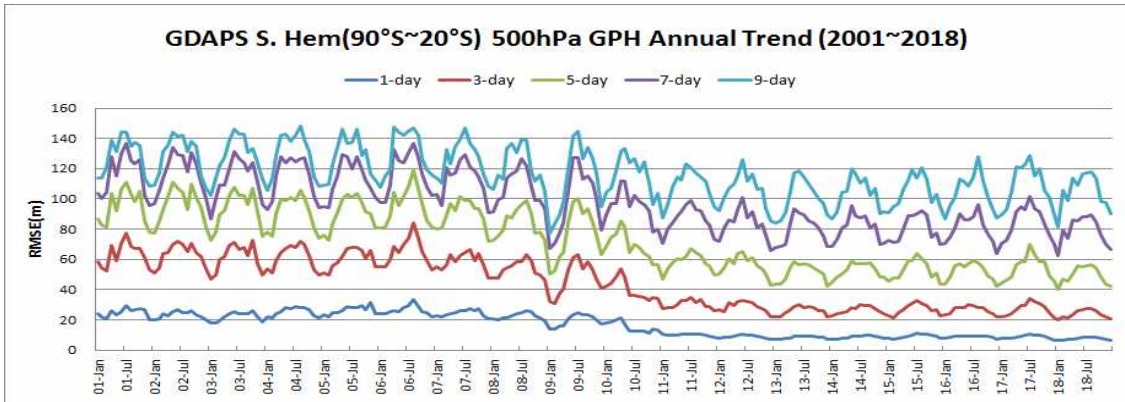


그림 5.1.7 전지구예보시스템 남반구 500hPa 지위고도의 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

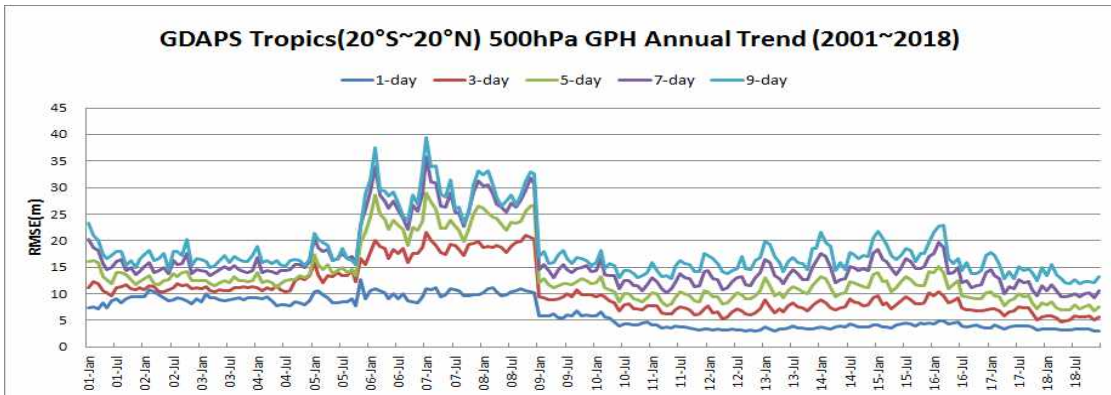


그림 5.1.8 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 지위고도의 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

5.1.2 850hPa 기온의 영역별 평균제곱근오차

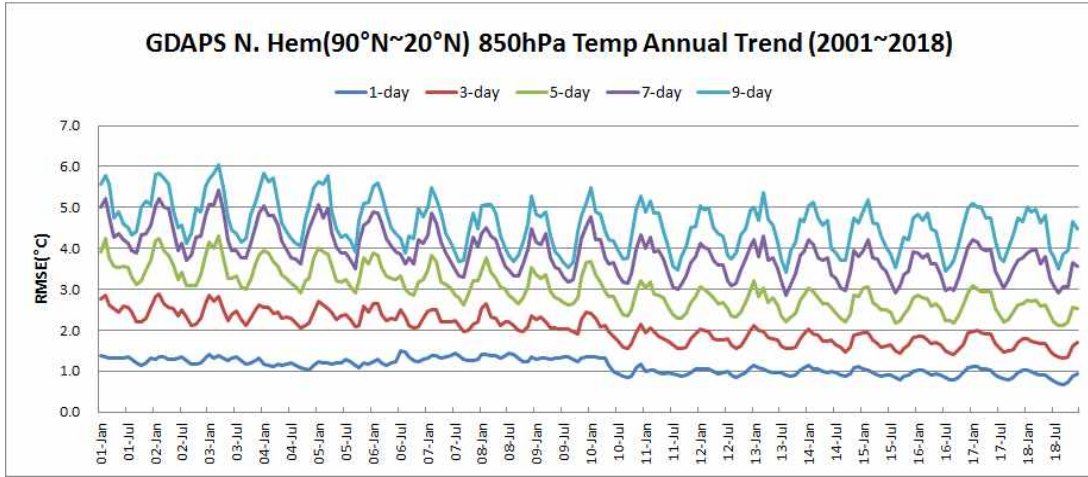


그림 5.1.9 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

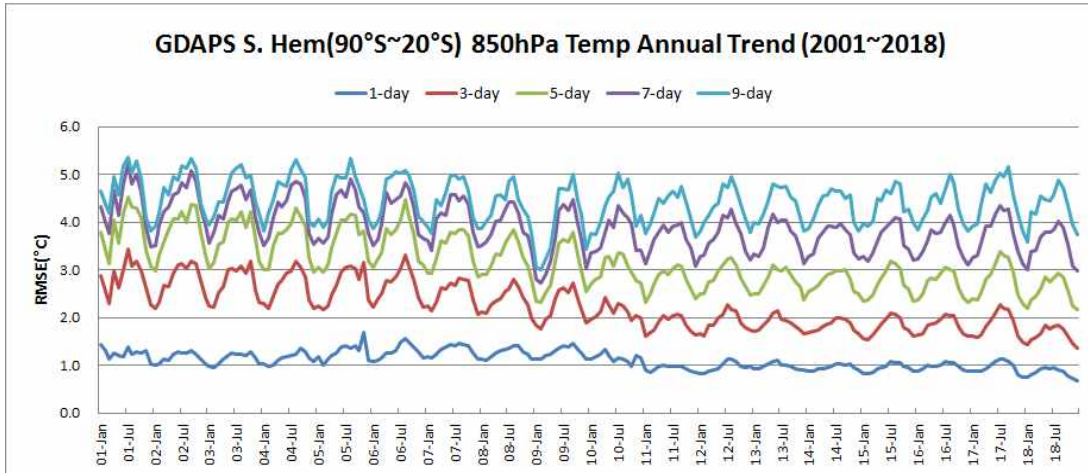


그림 5.1.10 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

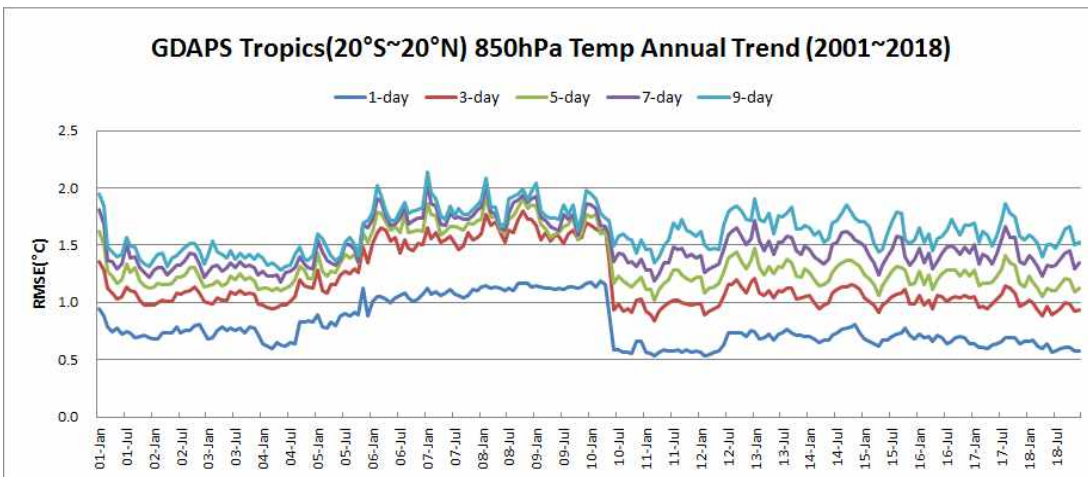


그림 5.1.11 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

5.1.3. 250hPa 풍속의 영역별 평균제곱근오차

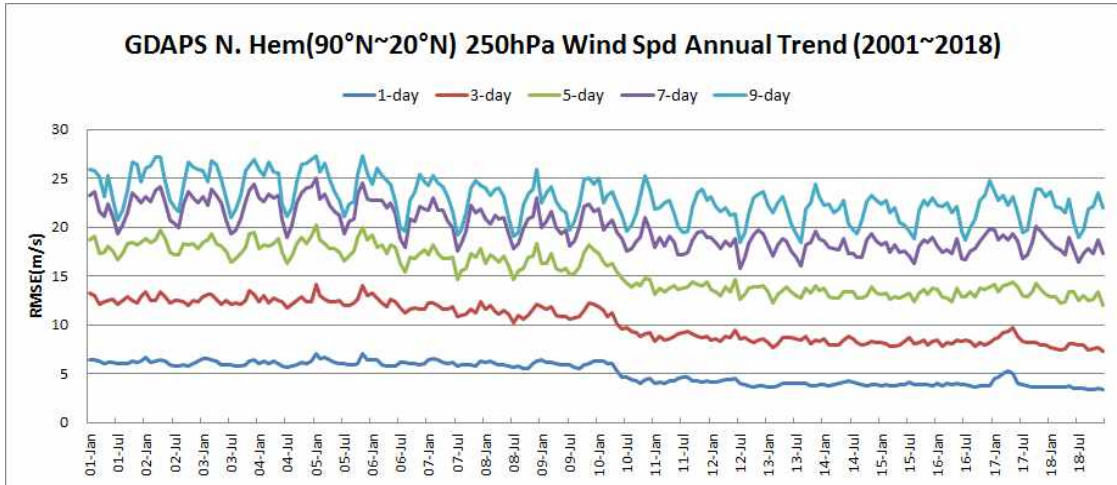


그림 5.1.12 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

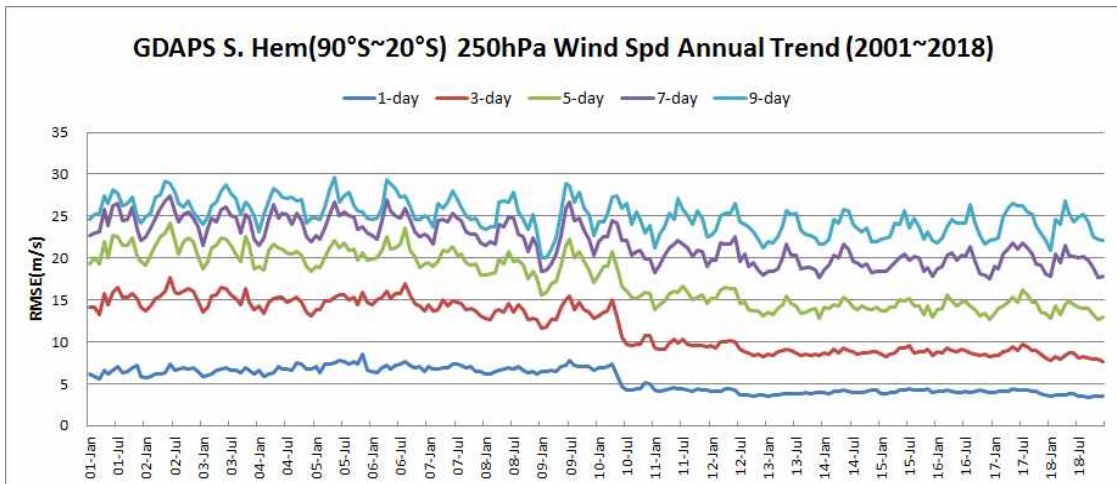


그림 5.1.13 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

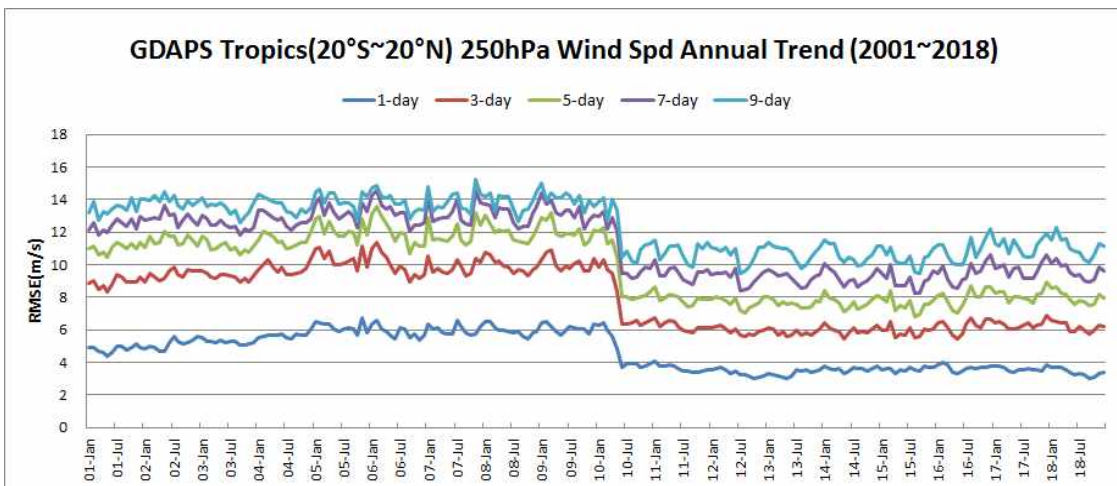


그림 5.1.14 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

5.2. 지역예보시스템(RDAPS)

5.2.1 분석검증 성능변화추세

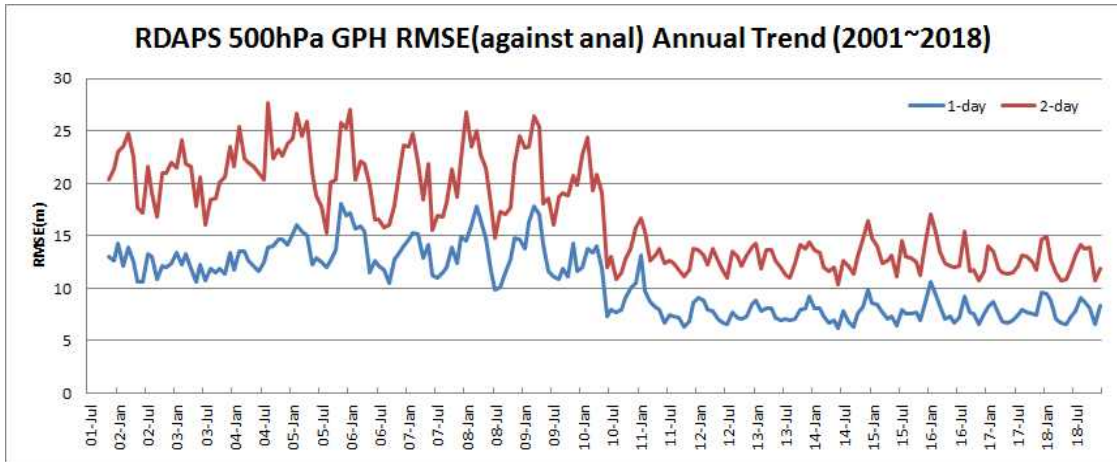


그림 5.2.1 지역예보시스템 500hPa 지위고도의 예측시간별 월평균 평균제곱근오차

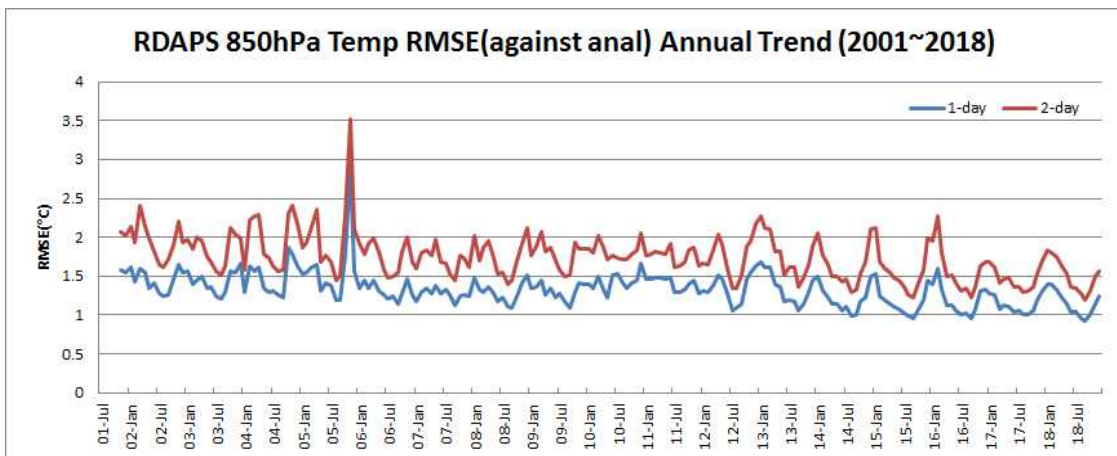


그림 5.2.2 지역예보시스템 850hPa 기온의 예측시간별 월평균 평균제곱근오차

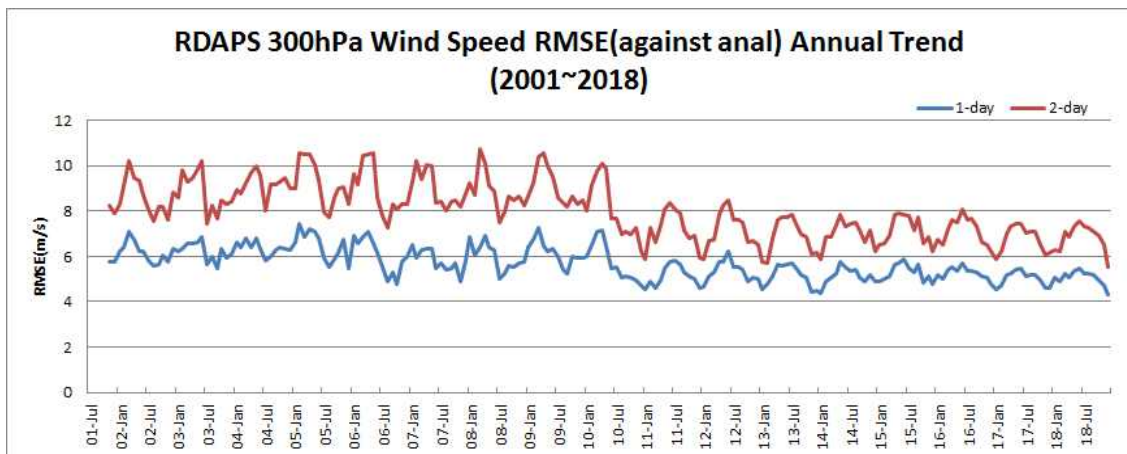


그림 5.2.3 지역예보시스템 300hPa 풍속의 예측시간별 월평균 평균제곱근오차

5.2.2 관측검증 성능변화 추세

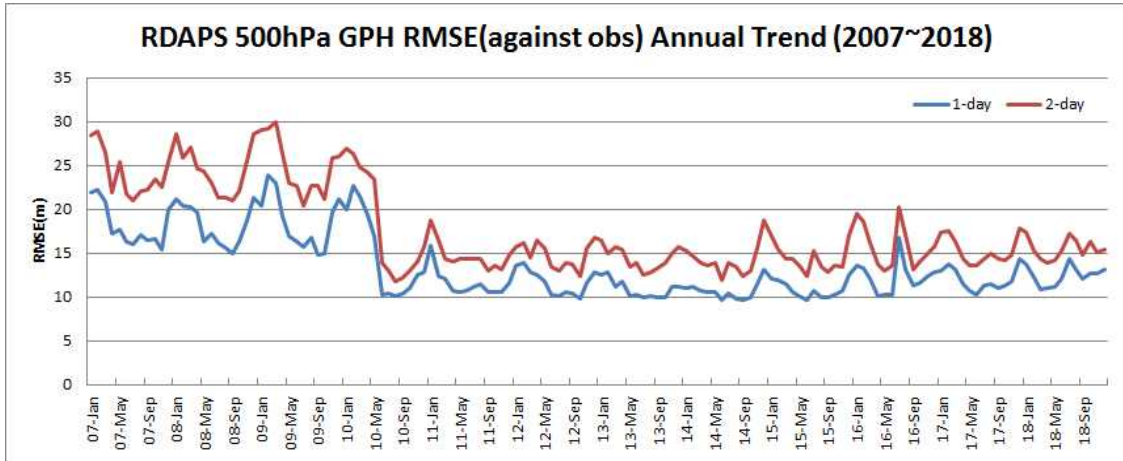


그림 5.2.4 지역예보시스템 500hPa 지위고도 관측검증 평균제곱근오차 월평균 시계열

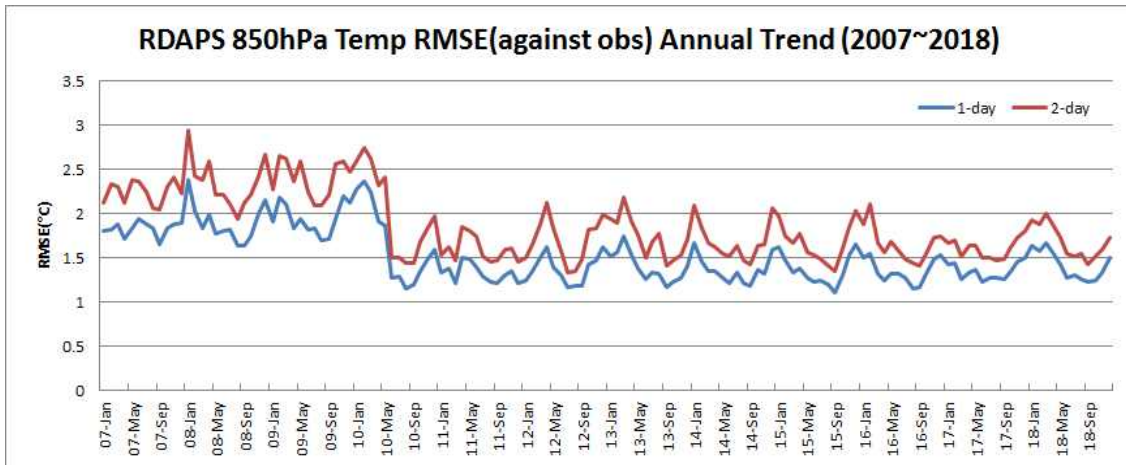


그림 5.2.5 지역예보시스템 850hPa 기온 관측검증 평균제곱근오차 월평균 시계열

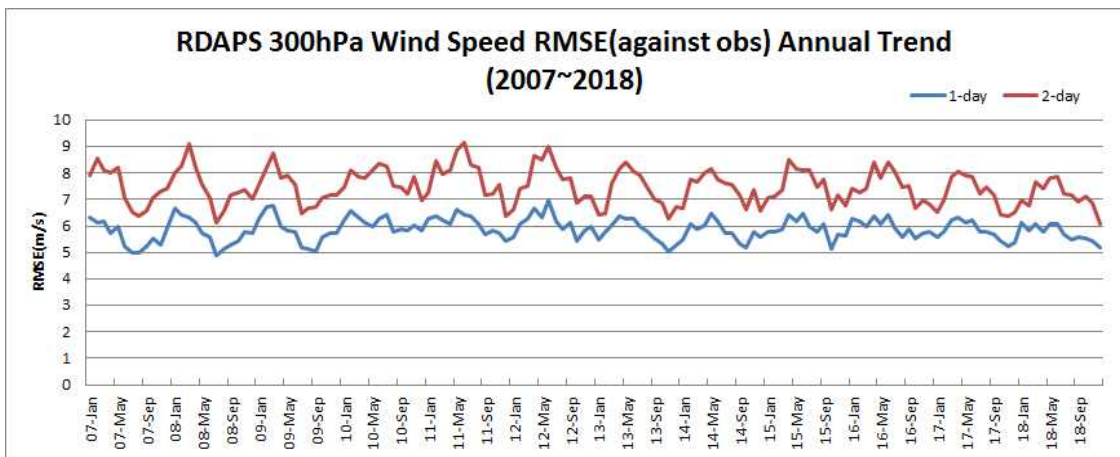


그림 5.2.6 지역예보시스템 300hPa 풍속 관측검증 평균제곱근오차 월평균 시계열

그림 5.2.7은 2005년 이후 지역예보시스템의 강수량인 0.1mm, 5mm, 15mm, 25mm에 대한 연 평균 성공임계지수 변화이다. 2018년은 2017년에 비하여 제시된 각 강수량에서 예측성능이 향상된 경향을 나타냈다. 특히 5mm, 15mm, 25mm에 대한 예측성능이 강수량에 대해 전년보다 각각 52%, 86%, 22% 향상된 결과를 보였다.

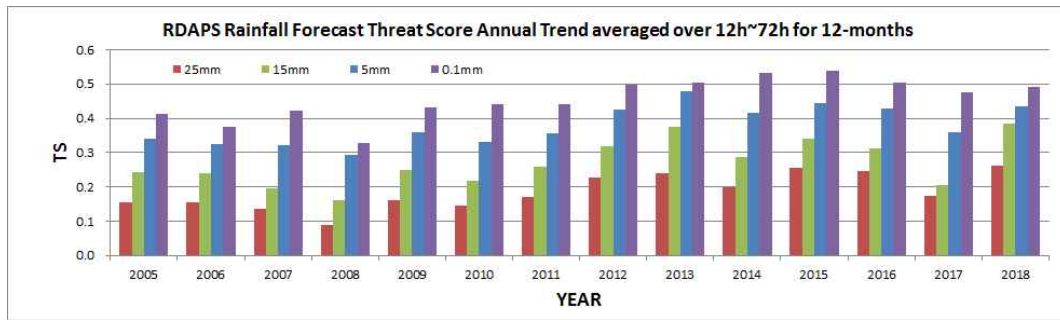


그림 5.2.7 2005년 이후 지역예보시스템 강수예측(12~72h 성공임계지수평균) 연 평균 변화

5.3. 앙상블예측시스템

5.3.1 분석검증 성능변화 추세

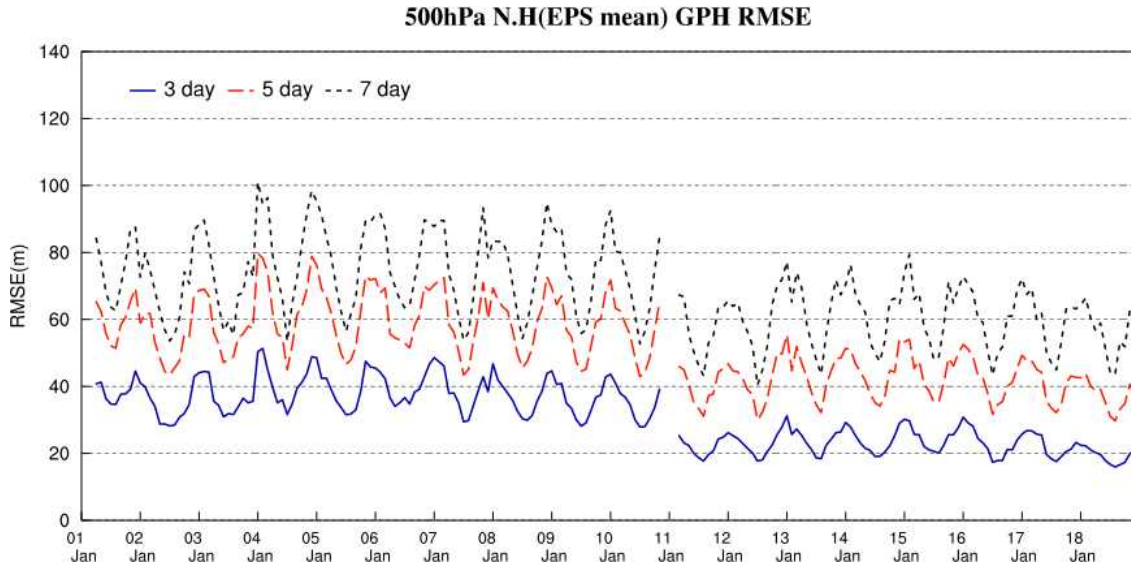


그림 5.3.1 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

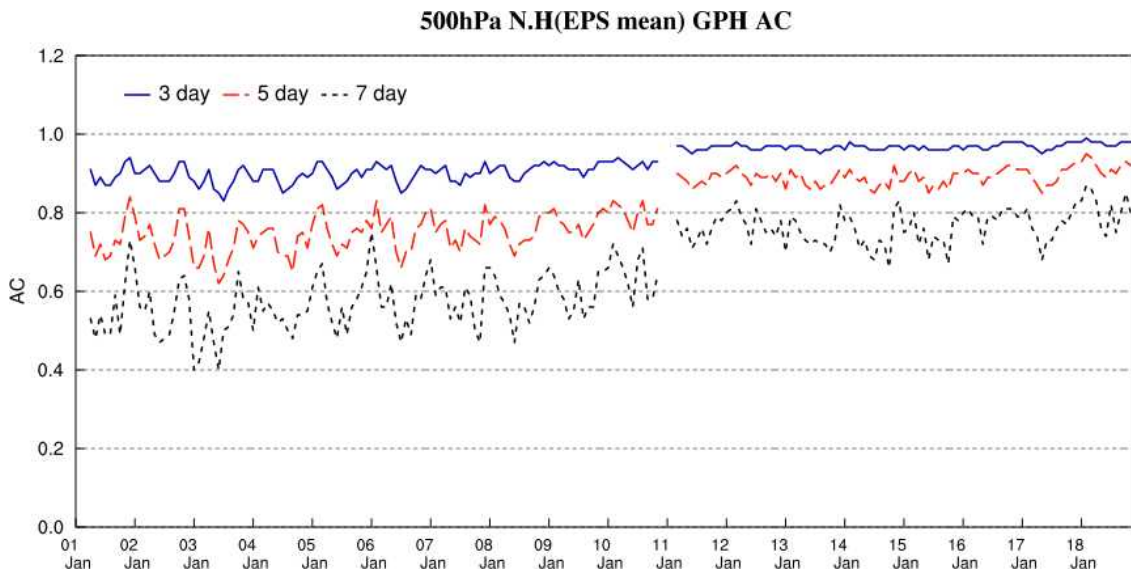


그림 5.3.2 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 예측 시간별 월평균 이상상관 계수

500hPa N.H(EPS mean) GPH CRPSS

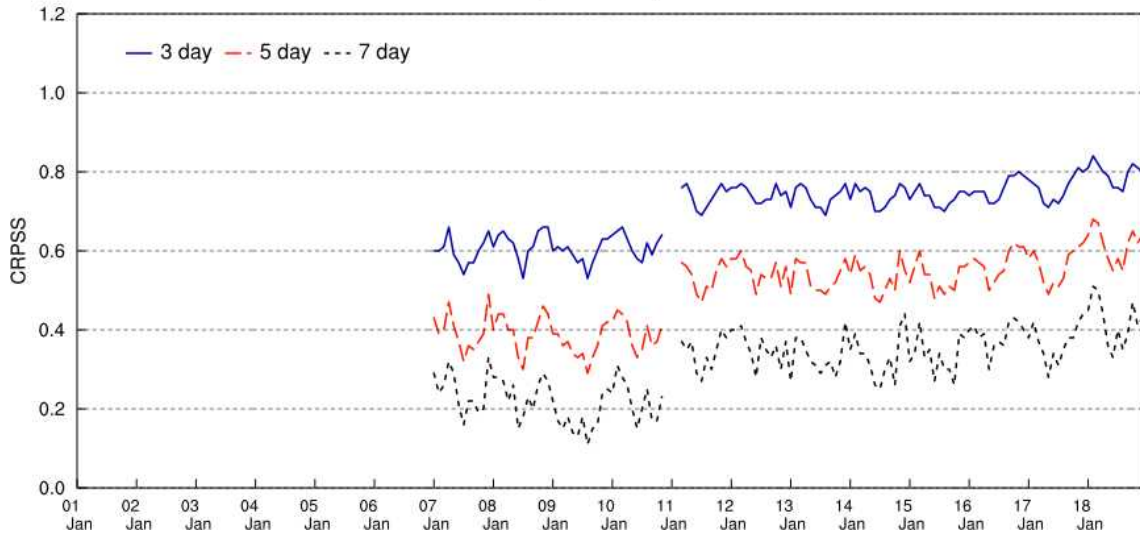


그림 5.3.3 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 예측 시간별 월평균 CRPSS

850hPa N.H(EPS mean) Temp. RMSE

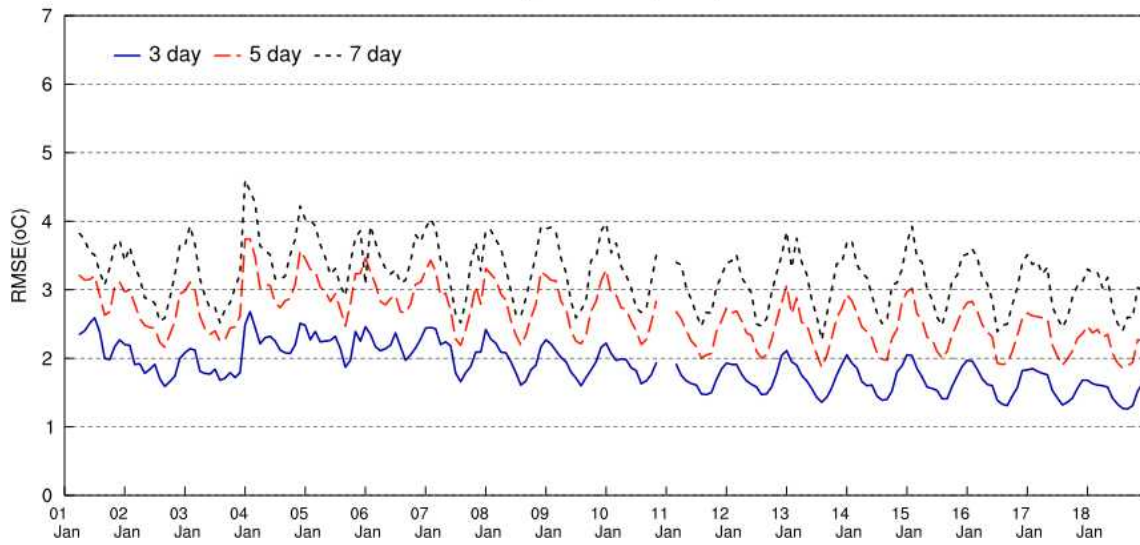


그림 5.3.4 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 평균제곱근오차

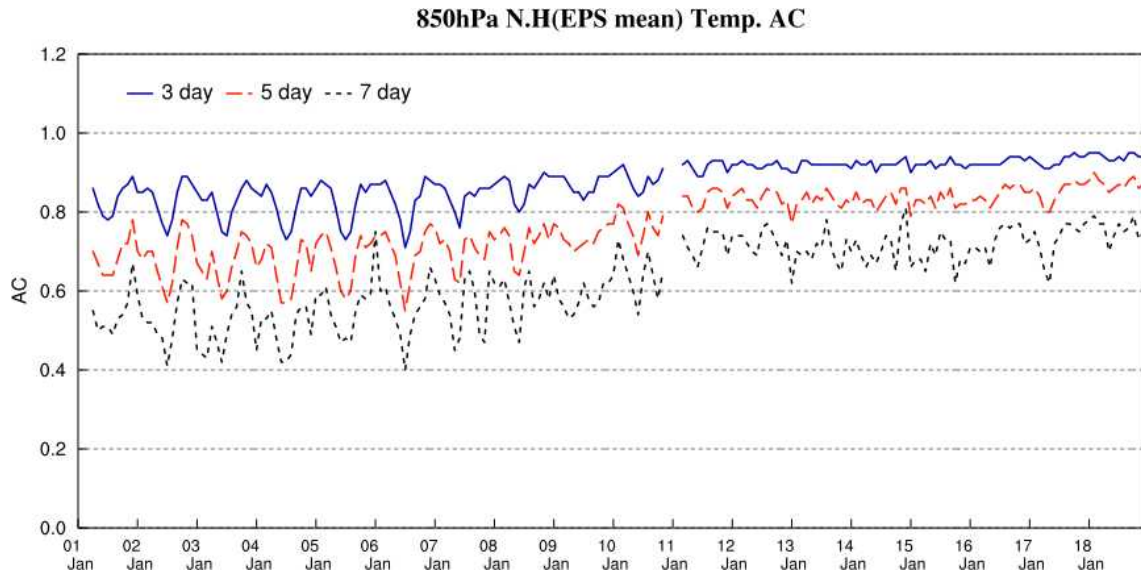


그림 5.3.5 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 이상상관

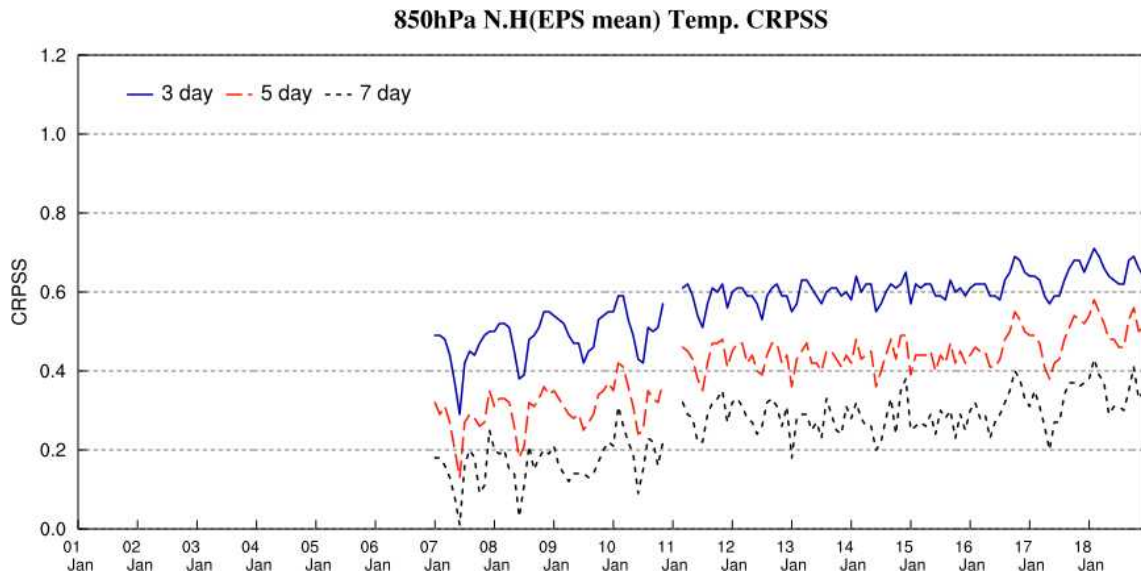


그림 5.3.6 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 예측 시간별 월평균 CRPSS

5.4. 파랑모델

5.4.1 지역 파랑모델 예측 성능변화 추세

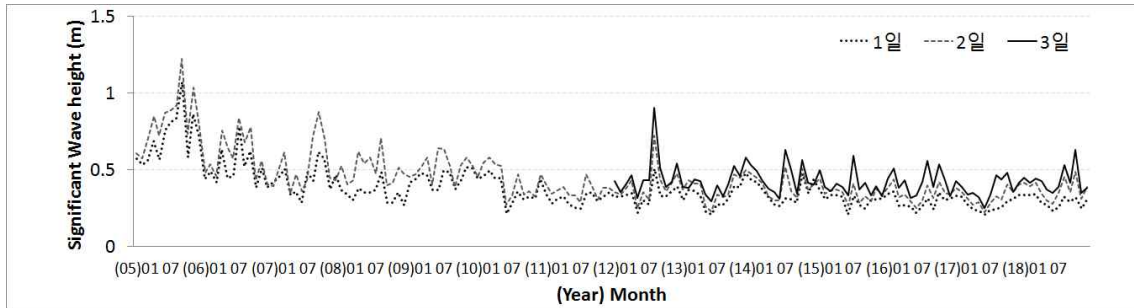


그림 5.4.1 지역 파랑모델(RWW3) 유의파고 부이검증 평균제곱근오차

5.5. 태풍모델

5.5.1. 모델의 태풍진로 예측성능 변화추세

5.5.1.1 지역예보시스템

2009년까지는 30km 해상도의 지역예보시스템 자료에 대한 검증결과이며, 2010년부터는 통합예보모델 (2010년: UM 12kmL38, 2011년 이후: UM 12kmL70)에 대한 검증결과이다.

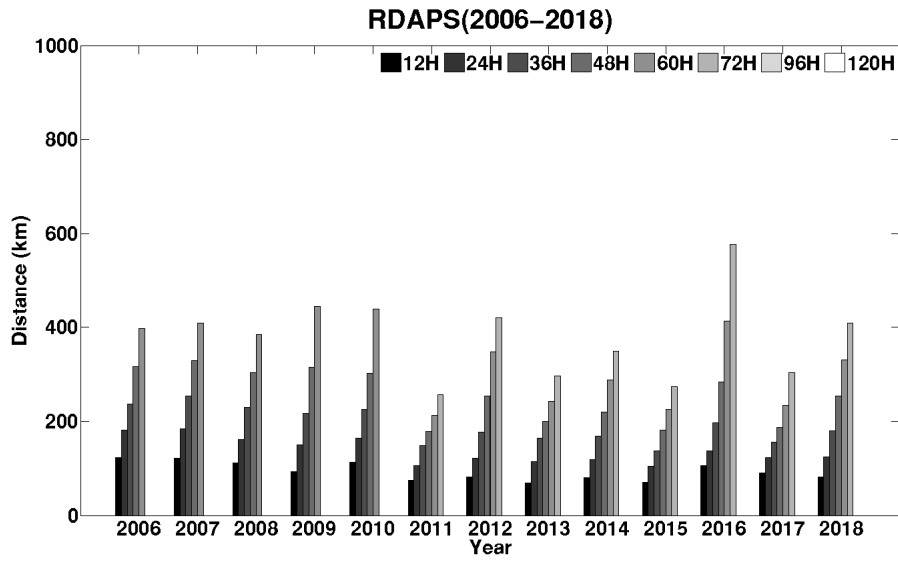


그림 5.5.1 지역예보시스템의 태풍진로 모의성능 변화(2010년 이전(MM5 30km), 2011년 이후(UM 12kmL70))

5.5.1.2 앙상블예측시스템

2010년까지는 T213L40, 2011년부터는 통합예보모델 (2011~2015년: UM N320L70, 2016년 이후: UM N400L70)에 대한 검증결과이다.

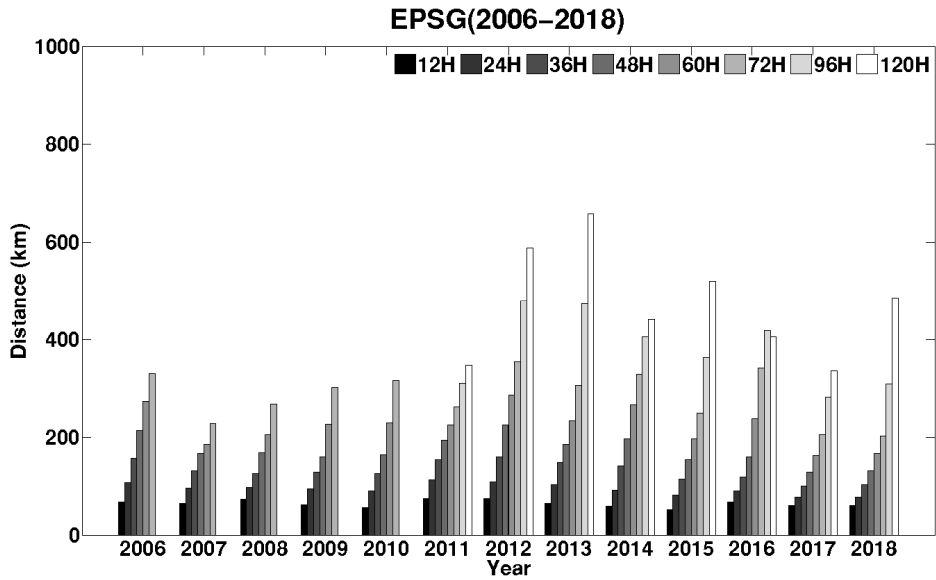


그림 5.5.2 앙상블예측시스템의 태풍진로 모의성능 변화(2006~2010년(T213L40), 2011~2015년(UM N320L70), 2016년 이후(UM N400L70))

5.6 황사연무통합예측모델

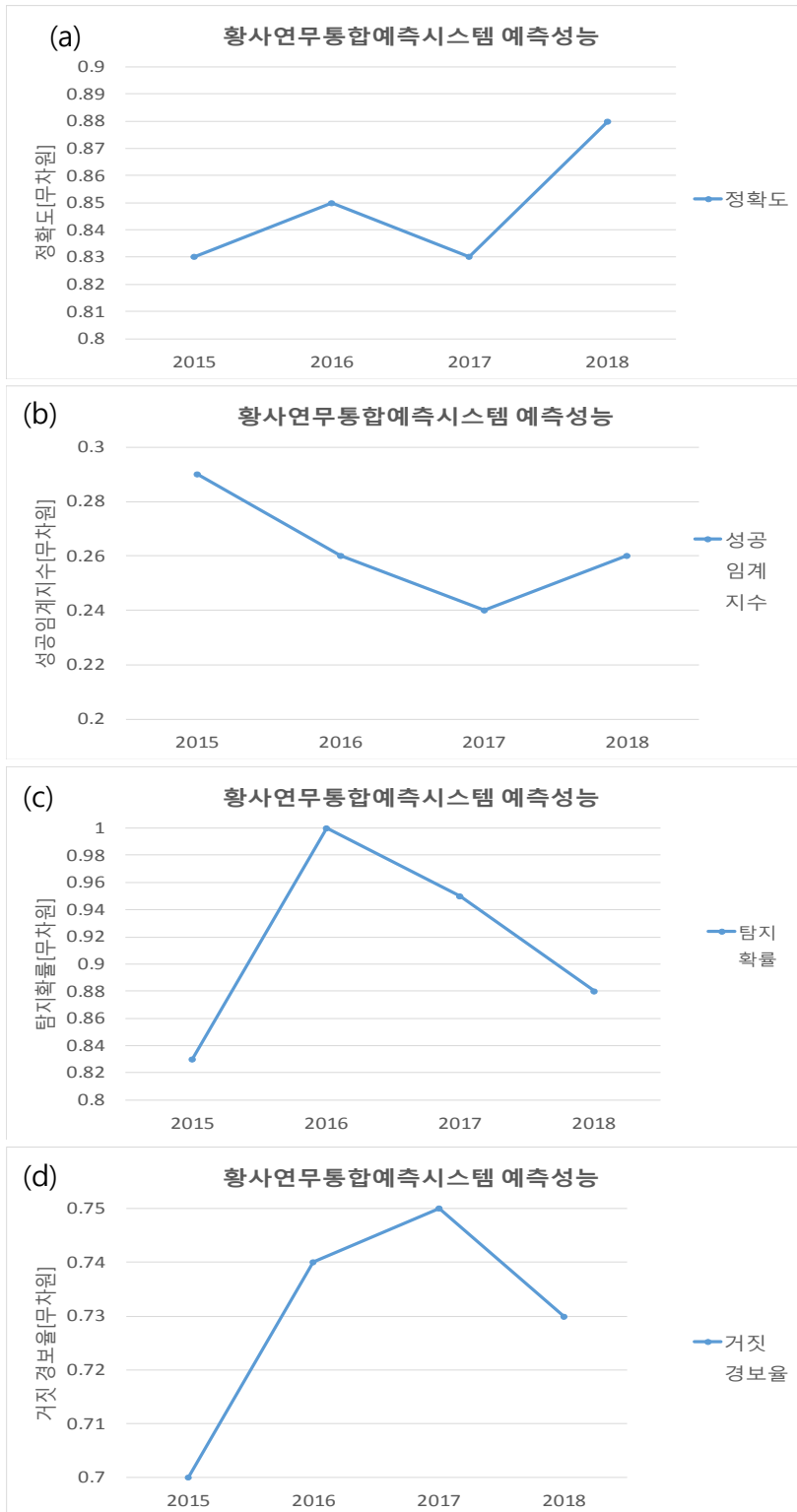


그림 5.6.1 황사연무통합예측모델 예측 성능 추세
(a) 정확도 (b) 성공임계지수 (c) 탐지확률 (d) 거짓경보율

6. 수치예보시스템의 예측성능

6.1 전지구예보시스템

6.1.1 2018년 전지구예보시스템 분석검증

※ WMO-CBS 표준검증 기준에 따라 S1 스코어는 해면기압(MSLP)에 대해서만 작성됨
(이전 년도 보고서에서 작성되었던 다른 등압면에서의 S1 스코어는 본 보고서부터 제외됨)

6.1.1.1 북반구 분석검증

표 6.1.1 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.08	-0.01	0.03	0.08	0.04	-0.06	-0.13	-0.14	-0.09	-0.04	-0.06	-0.09	-0.04
48H	-0.13	-0.05	0.05	0.06	-0.04	-0.18	-0.27	-0.30	-0.21	-0.13	-0.12	-0.17	-0.12
72H	-0.13	-0.01	0.10	0.12	-0.05	-0.22	-0.31	-0.37	-0.27	-0.18	-0.11	-0.24	-0.14
96H	-0.14	0.08	0.17	0.17	-0.03	-0.21	-0.33	-0.44	-0.30	-0.21	-0.15	-0.31	-0.14
120H	-0.22	0.14	0.19	0.18	-0.02	-0.19	-0.38	-0.53	-0.34	-0.30	-0.20	-0.36	-0.17
144H	-0.29	0.14	0.20	0.22	-0.02	-0.19	-0.42	-0.55	-0.38	-0.39	-0.23	-0.39	-0.19
168H	-0.38	0.08	0.15	0.24	0.01	-0.17	-0.43	-0.52	-0.38	-0.47	-0.29	-0.50	-0.22
192H	-0.50	0.01	0.03	0.26	0.09	-0.16	-0.44	-0.47	-0.45	-0.55	-0.49	-0.66	-0.28
216H	-0.67	-0.13	-0.10	0.35	0.14	-0.17	-0.48	-0.39	-0.50	-0.67	-0.61	-0.70	-0.33
240H	-0.74	-0.25	-0.19	0.38	0.25	-0.18	-0.47	-0.36	-0.54	-0.71	-0.69	-0.64	-0.35
264H	-0.74	-0.29	-0.23	0.36	0.37	-0.16	-0.48	-0.30	-0.55	-0.72	-0.84	-0.67	-0.35
288H	-0.77	-0.27	-0.13	0.31	0.47	-0.24	-0.47	-0.22	-0.61	-0.76	-1.08	-0.64	-0.37

표 6.1.2 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.02	0.97	0.87	0.84	0.82	0.78	0.73	0.71	0.69	0.74	0.86	0.96	0.83
48H	1.63	1.56	1.43	1.36	1.31	1.23	1.21	1.19	1.15	1.23	1.39	1.57	1.36
72H	2.48	2.38	2.21	2.01	1.92	1.76	1.70	1.74	1.75	1.85	2.11	2.34	2.02
96H	3.45	3.47	3.14	2.94	2.71	2.52	2.32	2.41	2.50	2.71	3.09	3.27	2.88
120H	4.52	4.82	4.36	3.93	3.70	3.46	3.04	3.21	3.48	3.72	4.37	4.30	3.91
144H	5.86	6.07	5.74	5.06	4.85	4.40	3.84	4.09	4.58	4.69	5.65	5.68	5.04
168H	7.13	7.35	6.92	6.01	6.05	5.22	4.60	4.84	5.73	5.61	6.95	7.00	6.12
192H	8.04	8.76	8.13	6.94	6.78	5.81	5.23	5.48	6.61	6.74	8.13	8.07	7.06
216H	9.09	9.72	8.96	7.80	7.25	6.25	5.71	5.93	7.26	7.78	8.83	9.01	7.80
240H	9.84	10.42	9.74	8.30	7.76	6.78	5.96	6.44	7.86	8.42	9.65	9.83	8.42
264H	10.57	11.02	10.39	8.70	8.52	7.19	6.21	6.82	8.51	8.94	10.46	10.47	8.98
288H	11.09	11.44	10.54	9.03	8.84	7.36	6.37	6.92	8.80	9.35	11.17	11.18	9.34

표 6.1.3 전지구예보시스템 북반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	18.05	19.33	19.11	19.18	20.96	20.56	19.55	18.85	17.76	16.96	17.71	18.00	18.84
48H	24.98	26.37	26.42	26.14	28.66	28.13	27.14	26.80	25.29	24.32	24.90	25.23	26.20
72H	32.26	33.87	34.13	33.43	36.35	35.90	34.40	34.98	33.24	31.54	32.71	32.42	33.77
96H	39.64	42.21	42.36	42.02	45.23	44.69	42.28	43.37	41.69	39.89	41.43	40.27	42.09
120H	46.98	50.89	51.91	50.25	54.60	53.84	49.48	51.94	50.76	48.88	51.15	47.80	50.71
144H	54.70	58.90	61.14	58.73	63.79	62.20	56.86	60.33	59.62	56.23	59.87	55.69	59.01
168H	61.69	66.39	68.54	65.57	71.47	68.36	63.68	66.71	67.52	63.22	67.33	63.31	66.15
192H	67.47	73.11	75.08	70.49	76.61	72.66	68.90	71.53	73.56	69.52	73.43	69.38	71.81
216H	71.77	77.46	78.94	75.51	79.49	75.49	72.35	74.83	77.81	74.96	77.10	73.36	75.76
240H	74.60	80.37	82.37	78.96	82.39	78.91	73.75	77.84	81.07	78.65	80.76	76.87	78.88
264H	77.52	81.62	84.97	81.11	86.27	82.09	75.64	79.79	83.95	81.76	83.31	79.91	81.50
288H	79.36	83.06	86.06	83.21	86.41	83.88	76.49	81.09	85.08	83.67	85.48	83.01	83.07

표 6.1.4 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.08	-0.08	-0.12	-0.12	-0.03	0.03	0.05	0.03	-0.01	0.01	0.02	-0.03	-0.02
48H	-0.09	-0.11	-0.18	-0.18	-0.03	0.05	0.07	0.05	0.00	0.03	0.07	-0.01	-0.02
72H	-0.09	-0.13	-0.21	-0.20	-0.02	0.06	0.09	0.06	0.02	0.06	0.12	0.00	-0.01
96H	-0.08	-0.13	-0.23	-0.21	0.01	0.08	0.10	0.07	0.05	0.11	0.16	0.04	0.00
120H	-0.09	-0.12	-0.25	-0.21	0.04	0.10	0.11	0.09	0.06	0.16	0.20	0.05	0.01
144H	-0.09	-0.11	-0.26	-0.22	0.07	0.13	0.11	0.10	0.07	0.21	0.24	0.05	0.02
168H	-0.07	-0.12	-0.30	-0.23	0.09	0.14	0.11	0.11	0.10	0.25	0.28	0.06	0.03
192H	-0.06	-0.11	-0.33	-0.27	0.12	0.15	0.12	0.13	0.17	0.28	0.32	0.07	0.04
216H	-0.08	-0.11	-0.36	-0.29	0.12	0.17	0.15	0.13	0.22	0.32	0.40	0.10	0.06
240H	-0.05	-0.05	-0.40	-0.30	0.10	0.19	0.16	0.14	0.25	0.38	0.46	0.12	0.08
264H	-0.04	0.02	-0.39	-0.31	0.09	0.20	0.17	0.14	0.27	0.44	0.52	0.15	0.11
288H	-0.04	0.03	-0.36	-0.32	0.06	0.19	0.17	0.13	0.32	0.47	0.58	0.21	0.12

표 6.1.5 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.02	1.00	0.95	0.92	0.92	0.81	0.75	0.70	0.68	0.72	0.88	0.94	0.86
48H	1.42	1.38	1.33	1.30	1.31	1.17	1.10	1.02	1.00	1.05	1.26	1.34	1.22
72H	1.79	1.74	1.71	1.68	1.67	1.51	1.42	1.35	1.33	1.36	1.61	1.71	1.57
96H	2.25	2.19	2.17	2.09	2.10	1.90	1.81	1.72	1.70	1.75	2.02	2.11	1.98
120H	2.75	2.70	2.73	2.58	2.61	2.37	2.19	2.11	2.11	2.20	2.56	2.52	2.45
144H	3.30	3.30	3.36	3.14	3.21	2.85	2.62	2.52	2.61	2.64	3.08	3.06	2.97
168H	3.88	3.94	3.97	3.64	3.80	3.28	3.09	2.91	3.06	3.06	3.65	3.57	3.49
192H	4.50	4.36	4.54	4.17	4.31	3.63	3.49	3.25	3.43	3.48	4.18	4.08	3.95
216H	5.00	4.90	4.96	4.62	4.80	3.94	3.80	3.49	3.87	3.95	4.67	4.49	4.38
240H	5.26	5.28	5.39	4.97	5.13	4.23	4.00	3.80	4.24	4.37	5.01	4.81	4.71
264H	5.50	5.51	5.78	5.26	5.29	4.50	4.15	4.02	4.40	4.70	5.29	5.18	4.97
288H	5.69	5.81	6.03	5.43	5.45	4.68	4.24	4.12	4.51	4.92	5.50	5.47	5.15

표 6.1.6 전지구예보시스템 북반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [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	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
48H	0.96	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.97	0.97	0.96	0.95	0.96
72H	0.94	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.94	0.95	0.93	0.93	0.93
96H	0.90	0.92	0.91	0.90	0.88	0.88	0.87	0.87	0.90	0.92	0.89	0.88	0.89
120H	0.86	0.87	0.85	0.84	0.81	0.81	0.81	0.80	0.85	0.87	0.82	0.83	0.84
144H	0.79	0.81	0.77	0.76	0.71	0.73	0.73	0.72	0.78	0.81	0.74	0.75	0.76
168H	0.71	0.72	0.68	0.68	0.60	0.64	0.63	0.62	0.69	0.75	0.64	0.67	0.67
192H	0.61	0.66	0.59	0.58	0.49	0.56	0.53	0.54	0.61	0.67	0.53	0.57	0.58
216H	0.51	0.57	0.52	0.48	0.37	0.48	0.45	0.47	0.50	0.57	0.42	0.48	0.49
240H	0.45	0.50	0.43	0.40	0.29	0.41	0.39	0.38	0.40	0.47	0.34	0.39	0.41
264H	0.39	0.44	0.36	0.34	0.24	0.34	0.36	0.32	0.35	0.40	0.27	0.30	0.34
288H	0.35	0.38	0.31	0.29	0.20	0.29	0.33	0.29	0.31	0.34	0.23	0.23	0.30

표 6.1.7 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.66	-0.52	-0.57	-0.19	0.33	0.13	-0.62	-0.68	-0.23	0.69	0.77	0.39	-0.09
48H	-1.04	-0.94	-0.69	-0.41	0.41	0.06	-1.22	-1.34	-0.50	0.86	1.25	0.37	-0.27
72H	-0.96	-0.81	-0.50	0.03	1.17	0.59	-1.07	-1.33	-0.19	1.37	1.97	0.35	0.05
96H	-0.74	0.09	-0.11	0.71	2.13	1.45	-0.89	-1.40	0.25	1.96	2.48	0.36	0.52
120H	-0.90	0.86	-0.15	0.73	2.84	2.24	-1.16	-1.72	0.38	2.12	2.62	0.51	0.70
144H	-0.87	1.38	-0.20	1.01	3.23	2.86	-1.45	-1.55	0.56	2.44	3.04	0.73	0.93
168H	-0.95	1.14	-0.72	0.68	3.91	3.48	-1.28	-1.10	1.01	2.71	3.31	0.65	1.07
192H	-1.31	0.61	-1.52	0.31	4.80	4.05	-1.27	-0.79	1.49	2.70	2.62	-0.09	0.97
216H	-2.78	-0.60	-2.29	0.64	4.76	4.45	-1.71	-0.19	1.59	2.81	2.74	-0.15	0.77
240H	-3.11	-1.06	-3.00	0.73	4.72	4.45	-1.91	0.09	1.65	3.57	3.45	0.28	0.82
264H	-3.30	-0.67	-2.89	0.44	5.07	4.87	-2.00	0.41	1.73	4.76	3.82	0.18	1.04
288H	-3.72	-0.55	-1.81	-0.03	5.05	4.25	-2.00	0.61	1.76	5.25	3.48	1.10	1.12

표 6.1.8 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.54	7.54	6.75	6.54	6.48	6.07	5.77	5.50	5.52	5.87	6.41	7.03	6.42
48H	14.12	13.96	13.09	12.53	12.33	11.17	10.80	10.03	10.13	11.02	12.27	13.22	12.06
72H	23.16	23.00	21.70	20.69	19.93	18.41	17.31	16.22	16.83	17.64	20.67	21.27	19.74
96H	34.53	34.91	31.89	31.52	30.00	27.94	25.46	24.10	25.78	27.11	31.68	31.10	29.67
120H	46.95	48.59	44.48	43.17	42.17	39.32	34.60	33.55	36.43	38.36	44.74	41.69	41.17
144H	61.49	62.63	59.81	55.26	56.05	50.62	44.37	43.59	48.80	49.66	57.73	55.69	53.81
168H	76.54	77.34	74.07	67.87	70.23	60.56	54.65	53.44	61.84	60.07	72.06	69.95	66.55
192H	89.19	89.78	89.57	79.77	82.25	69.10	62.94	61.79	73.05	72.53	86.45	83.01	78.29
216H	100.97	102.02	100.66	91.25	91.87	75.24	69.74	67.51	82.61	85.14	97.19	92.98	88.10
240H	109.66	112.78	110.09	98.87	99.71	82.39	73.71	74.02	90.99	93.82	106.13	102.63	96.23
264H	117.33	120.29	118.52	104.73	107.42	88.71	76.89	79.19	97.94	101.79	114.02	110.17	103.08
288H	122.92	127.37	123.60	110.39	112.38	91.94	79.61	81.66	102.38	107.80	121.44	117.74	108.27

표 6.1.9 전지구예보시스템 북반구 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48H	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72H	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96H	0.95	0.96	0.96	0.95	0.94	0.93	0.93	0.93	0.95	0.96	0.95	0.95	0.95
120H	0.91	0.93	0.92	0.90	0.89	0.86	0.87	0.86	0.90	0.92	0.90	0.91	0.90
144H	0.85	0.88	0.86	0.83	0.80	0.76	0.79	0.76	0.83	0.87	0.84	0.84	0.83
168H	0.76	0.82	0.78	0.75	0.68	0.65	0.68	0.64	0.73	0.81	0.75	0.74	0.73
192H	0.68	0.75	0.69	0.66	0.56	0.55	0.58	0.52	0.62	0.72	0.64	0.64	0.63
216H	0.58	0.68	0.61	0.54	0.46	0.47	0.48	0.43	0.51	0.62	0.55	0.55	0.54
240H	0.51	0.60	0.53	0.46	0.36	0.36	0.42	0.34	0.41	0.53	0.46	0.46	0.45
264H	0.44	0.54	0.45	0.40	0.26	0.27	0.37	0.26	0.32	0.45	0.39	0.37	0.38
288H	0.38	0.48	0.41	0.34	0.19	0.22	0.34	0.22	0.26	0.37	0.32	0.30	0.32

표 6.1.10 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.11	-0.13	-0.08	-0.09	-0.09	-0.10	-0.12	-0.13	-0.11	-0.11	-0.14	-0.16	-0.11
48H	-0.14	-0.25	-0.12	-0.08	-0.15	-0.13	-0.14	-0.18	-0.15	-0.17	-0.16	-0.18	-0.15
72H	-0.14	-0.34	-0.16	-0.08	-0.20	-0.13	-0.14	-0.22	-0.18	-0.18	-0.20	-0.21	-0.18
96H	-0.21	-0.43	-0.20	-0.14	-0.24	-0.13	-0.11	-0.21	-0.24	-0.21	-0.24	-0.28	-0.22
120H	-0.32	-0.54	-0.27	-0.24	-0.30	-0.17	-0.11	-0.21	-0.28	-0.27	-0.35	-0.33	-0.28
144H	-0.46	-0.64	-0.34	-0.32	-0.40	-0.20	-0.10	-0.27	-0.18	-0.46	-0.47	-0.32	-0.35
168H	-0.45	-0.73	-0.34	-0.36	-0.45	-0.19	-0.06	-0.31	-0.16	-0.48	-0.51	-0.32	-0.36
192H	-0.49	-0.84	-0.26	-0.35	-0.55	-0.14	-0.08	-0.33	-0.23	-0.46	-0.53	-0.42	-0.39
216H	-0.51	-1.03	-0.22	-0.44	-0.53	-0.14	-0.13	-0.34	-0.30	-0.57	-0.54	-0.54	-0.44
240H	-0.57	-1.29	-0.17	-0.49	-0.53	-0.12	-0.16	-0.35	-0.37	-0.71	-0.60	-0.61	-0.50
264H	-0.58	-1.43	-0.17	-0.46	-0.55	-0.13	-0.13	-0.43	-0.42	-0.77	-0.62	-0.54	-0.52
288H	-0.59	-1.52	-0.12	-0.52	-0.48	-0.06	-0.15	-0.44	-0.57	-0.81	-0.52	-0.61	-0.53

표 6.1.11 전지구예보시스템 북반구 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	3.62	3.65	3.65	3.60	3.80	3.57	3.57	3.48	3.35	3.44	3.46	3.45	3.55
48H	5.54	5.55	5.50	5.44	5.89	5.76	5.74	5.62	5.29	5.44	5.47	5.36	5.55
72H	7.72	7.62	7.46	7.54	8.05	8.10	7.97	7.93	7.44	7.57	7.75	7.36	7.71
96H	10.19	10.10	9.61	9.91	10.41	10.71	10.30	10.30	9.95	10.07	10.45	9.58	10.13
120H	12.90	12.83	12.19	12.32	13.33	13.38	12.50	12.96	12.51	12.56	13.34	11.93	12.73
144H	15.66	15.43	15.04	15.01	16.34	15.81	14.51	15.19	15.18	15.19	16.04	14.71	15.34
168H	18.47	17.94	17.72	17.19	18.89	17.73	16.37	17.25	17.82	17.32	18.70	17.31	17.72
192H	21.20	20.07	20.24	19.30	21.02	19.40	17.78	18.70	19.85	19.72	21.37	19.82	19.87
216H	23.57	22.16	22.03	21.53	22.83	20.41	18.89	19.71	21.79	22.11	23.50	21.92	21.70
240H	25.07	24.14	23.88	23.01	24.12	21.62	19.60	20.68	23.03	24.15	25.02	23.52	23.15
264H	26.26	25.37	25.10	24.22	25.12	22.85	20.18	21.47	24.02	25.64	26.19	25.09	24.29
288H	27.37	26.31	26.28	25.17	25.67	23.54	20.49	21.80	24.67	26.62	26.94	26.23	25.09

6.1.1.2 적도지역 분석검증

표 6.1.12 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.00	-0.04	-0.06	-0.08	-0.07	-0.03	0.00	0.00	-0.06	-0.09	-0.05	0.01	-0.03
48H	-0.01	-0.07	-0.11	-0.13	-0.07	0.01	0.06	0.05	-0.07	-0.11	-0.09	0.01	-0.04
72H	-0.03	-0.12	-0.17	-0.19	-0.10	0.00	0.09	0.08	-0.04	-0.12	-0.13	0.00	-0.06
96H	-0.05	-0.17	-0.23	-0.25	-0.11	-0.02	0.10	0.10	0.01	-0.12	-0.17	-0.03	-0.07
120H	-0.09	-0.22	-0.28	-0.32	-0.17	-0.02	0.09	0.12	0.01	-0.12	-0.22	-0.07	-0.11
144H	-0.13	-0.25	-0.33	-0.39	-0.20	-0.05	0.09	0.11	0.04	-0.07	-0.27	-0.12	-0.13
168H	-0.16	-0.27	-0.36	-0.48	-0.22	-0.10	0.06	0.05	0.06	0.00	-0.30	-0.12	-0.15
192H	-0.18	-0.37	-0.35	-0.55	-0.31	-0.16	0.03	-0.01	0.08	-0.01	-0.30	-0.13	-0.19
216H	-0.17	-0.49	-0.29	-0.61	-0.40	-0.23	-0.04	-0.08	0.10	0.01	-0.36	-0.22	-0.23
240H	-0.18	-0.55	-0.18	-0.69	-0.43	-0.23	-0.06	-0.14	0.07	0.07	-0.41	-0.33	-0.26
264H	-0.21	-0.59	-0.10	-0.73	-0.41	-0.23	-0.09	-0.14	0.02	0.14	-0.37	-0.38	-0.26
288H	-0.25	-0.62	-0.12	-0.73	-0.38	-0.23	-0.11	-0.12	0.04	0.23	-0.27	-0.46	-0.25

표 6.1.13 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.56	0.57	0.56	0.52	0.50	0.48	0.51	0.51	0.56	0.55	0.50	0.52	0.53
48H	0.72	0.74	0.77	0.67	0.64	0.63	0.70	0.71	0.77	0.78	0.72	0.75	0.72
72H	0.82	0.86	0.89	0.76	0.74	0.73	0.79	0.82	0.92	0.93	0.80	0.85	0.83
96H	0.92	0.99	0.98	0.86	0.85	0.82	0.85	0.91	1.01	1.06	0.88	0.92	0.92
120H	1.02	1.08	1.07	0.95	0.97	0.93	0.97	1.02	1.12	1.18	0.97	0.98	1.02
144H	1.16	1.21	1.24	1.13	1.09	1.04	1.06	1.17	1.25	1.31	1.13	1.13	1.16
168H	1.26	1.37	1.41	1.29	1.21	1.15	1.13	1.28	1.37	1.44	1.24	1.22	1.28
192H	1.40	1.52	1.59	1.46	1.36	1.29	1.24	1.38	1.51	1.61	1.36	1.35	1.42
216H	1.53	1.70	1.67	1.60	1.53	1.40	1.38	1.46	1.66	1.69	1.51	1.42	1.55
240H	1.58	1.79	1.78	1.73	1.65	1.49	1.49	1.57	1.83	1.84	1.67	1.53	1.66
264H	1.70	1.82	1.93	1.83	1.74	1.53	1.61	1.62	1.88	1.91	1.75	1.65	1.75
288H	1.78	1.92	1.98	1.87	1.81	1.57	1.68	1.68	1.96	2.01	1.78	1.78	1.82

표 6.1.14 전지구예보시스템 적도지역 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	29.21	32.12	32.81	32.99	30.93	26.32	25.11	25.99	28.12	30.58	28.58	26.95	29.14
48H	34.51	37.62	38.70	38.38	35.87	31.32	30.17	31.50	34.41	37.31	34.60	32.75	34.76
72H	37.60	40.56	41.93	41.04	38.47	34.00	32.95	34.69	38.49	41.29	38.05	35.95	37.92
96H	39.81	42.82	44.17	43.07	40.75	36.23	34.75	37.29	41.43	44.58	40.50	38.00	40.28
120H	42.01	44.92	45.95	44.79	42.45	38.24	36.93	39.29	43.78	47.04	42.62	39.98	42.33
144H	44.16	46.82	48.10	47.06	44.16	40.18	38.61	41.59	46.62	49.64	44.71	42.26	44.49
168H	46.33	48.89	50.45	49.32	46.05	41.84	40.47	43.75	49.21	51.97	46.83	44.31	46.62
192H	48.21	50.76	53.21	51.06	48.13	43.26	42.50	45.63	51.54	54.46	49.19	46.24	48.68
216H	50.23	52.65	55.31	52.72	49.80	44.74	44.30	47.07	53.78	56.15	51.61	47.72	50.51
240H	51.67	54.82	57.28	54.17	51.65	46.57	45.76	48.43	55.78	57.89	54.08	49.40	52.29
264H	52.76	55.99	58.54	55.55	53.23	47.45	47.23	49.37	56.89	59.29	55.35	50.65	53.52
288H	53.87	57.42	59.46	56.48	54.54	48.40	48.34	50.15	57.80	60.65	56.38	52.19	54.64

표 6.1.15 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.01	0.03	0.08	0.07	0.07	0.01	0.00	0.04	0.09	0.09	0.10	0.06	0.05
48H	-0.02	0.02	0.12	0.11	0.11	0.02	0.00	0.05	0.13	0.14	0.13	0.05	0.07
72H	-0.06	0.00	0.13	0.13	0.13	0.03	-0.02	0.05	0.14	0.16	0.14	0.02	0.07
96H	-0.08	-0.02	0.13	0.15	0.16	0.03	-0.04	0.03	0.13	0.18	0.14	-0.01	0.06
120H	-0.10	-0.03	0.13	0.16	0.17	0.03	-0.05	0.01	0.13	0.18	0.12	-0.02	0.06
144H	-0.12	-0.06	0.13	0.18	0.19	0.04	-0.05	0.01	0.09	0.17	0.12	-0.04	0.05
168H	-0.15	-0.09	0.15	0.20	0.21	0.06	-0.05	0.01	0.06	0.14	0.09	-0.06	0.04
192H	-0.17	-0.11	0.15	0.22	0.22	0.07	-0.03	0.02	0.04	0.14	0.11	-0.09	0.04
216H	-0.19	-0.10	0.14	0.22	0.23	0.08	-0.01	0.04	-0.01	0.15	0.12	-0.10	0.04
240H	-0.20	-0.08	0.13	0.21	0.26	0.09	0.00	0.05	-0.03	0.17	0.13	-0.09	0.05
264H	-0.18	-0.06	0.11	0.19	0.27	0.12	0.01	0.05	-0.07	0.17	0.16	-0.08	0.05
288H	-0.15	-0.07	0.08	0.18	0.26	0.14	0.05	0.03	-0.09	0.12	0.17	-0.09	0.05

표 6.1.16 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.66	0.68	0.62	0.60	0.64	0.57	0.58	0.60	0.61	0.61	0.57	0.58	0.61
48H	0.88	0.88	0.82	0.78	0.84	0.77	0.78	0.82	0.87	0.84	0.79	0.80	0.82
72H	1.02	1.00	0.94	0.88	0.96	0.89	0.91	0.95	1.00	0.99	0.92	0.94	0.95
96H	1.12	1.09	1.03	0.96	1.04	1.00	1.02	1.06	1.11	1.10	1.02	1.04	1.05
120H	1.23	1.18	1.12	1.05	1.12	1.11	1.11	1.15	1.21	1.20	1.09	1.13	1.14
144H	1.33	1.28	1.21	1.14	1.24	1.21	1.21	1.25	1.30	1.32	1.18	1.23	1.24
168H	1.41	1.38	1.32	1.23	1.32	1.31	1.32	1.38	1.43	1.45	1.29	1.34	1.35
192H	1.50	1.46	1.42	1.32	1.41	1.40	1.41	1.49	1.53	1.57	1.39	1.44	1.44
216H	1.59	1.57	1.52	1.40	1.51	1.51	1.47	1.55	1.64	1.67	1.51	1.53	1.54
240H	1.68	1.66	1.61	1.48	1.61	1.57	1.53	1.64	1.74	1.73	1.63	1.60	1.62
264H	1.74	1.75	1.70	1.53	1.68	1.62	1.61	1.71	1.78	1.80	1.67	1.69	1.69
288H	1.77	1.83	1.79	1.57	1.74	1.69	1.69	1.75	1.85	1.90	1.73	1.74	1.75

표 6.1.17 전지구예보시스템 적도지역 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.91	0.92	0.92	0.90	0.90	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92	0.93	0.94	0.92
48H	0.85	0.88	0.86	0.84	0.83	0.86	0.85	0.86	0.84	0.85	0.86	0.88	0.85
72H	0.80	0.84	0.82	0.80	0.78	0.81	0.79	0.82	0.78	0.79	0.82	0.84	0.81
96H	0.76	0.81	0.79	0.76	0.74	0.77	0.75	0.77	0.73	0.75	0.78	0.81	0.77
120H	0.72	0.78	0.75	0.72	0.71	0.72	0.70	0.73	0.69	0.71	0.75	0.77	0.73
144H	0.69	0.74	0.71	0.67	0.65	0.66	0.65	0.69	0.64	0.64	0.71	0.73	0.68
168H	0.65	0.70	0.67	0.62	0.60	0.61	0.58	0.62	0.57	0.58	0.65	0.68	0.63
192H	0.61	0.67	0.62	0.57	0.55	0.55	0.52	0.57	0.50	0.51	0.60	0.63	0.58
216H	0.57	0.62	0.57	0.52	0.49	0.49	0.48	0.54	0.42	0.47	0.54	0.59	0.52
240H	0.53	0.57	0.51	0.47	0.43	0.45	0.44	0.49	0.37	0.43	0.47	0.55	0.47
264H	0.48	0.53	0.46	0.43	0.38	0.42	0.38	0.44	0.34	0.39	0.44	0.49	0.43
288H	0.45	0.49	0.40	0.40	0.34	0.37	0.33	0.40	0.31	0.33	0.39	0.45	0.39

표 6.1.18 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.63	-0.64	-0.47	-0.57	-0.43	-0.81	-0.89	-0.68	-0.46	-0.11	-0.32	-0.55	-0.55
48H	-1.20	-1.12	-0.74	-0.76	-0.30	-1.00	-1.18	-0.85	-0.59	0.06	-0.58	-1.05	-0.78
72H	-1.51	-1.40	-1.07	-0.99	-0.12	-1.12	-1.32	-0.85	-0.51	0.22	-0.81	-1.35	-0.90
96H	-1.84	-1.95	-1.47	-1.16	0.08	-1.13	-1.47	-0.84	-0.45	0.23	-1.16	-1.81	-1.08
120H	-2.46	-2.65	-1.97	-1.49	-0.19	-1.01	-1.58	-0.87	-0.69	-0.07	-1.92	-2.49	-1.45
144H	-3.01	-3.23	-2.72	-1.95	-0.41	-0.79	-1.58	-0.98	-0.85	-0.09	-2.76	-3.26	-1.80
168H	-3.64	-3.96	-3.23	-2.83	-0.60	-0.74	-1.76	-1.38	-1.15	-0.26	-3.50	-3.79	-2.24
192H	-4.24	-5.27	-3.65	-3.70	-1.43	-0.96	-2.21	-1.94	-1.54	-0.83	-3.85	-4.49	-2.84
216H	-4.64	-6.80	-3.66	-4.71	-2.18	-1.30	-2.84	-2.53	-1.89	-1.02	-4.68	-5.74	-3.50
240H	-4.92	-7.66	-3.57	-5.80	-2.38	-0.78	-3.21	-3.26	-2.49	-0.67	-5.28	-7.07	-3.92
264H	-5.20	-8.37	-3.73	-6.61	-2.44	-0.24	-3.66	-3.85	-3.15	-0.59	-5.27	-7.82	-4.24
288H	-5.58	-9.19	-4.49	-7.04	-2.33	0.17	-3.68	-4.39	-3.03	-0.58	-4.75	-8.75	-4.47

표 6.1.19 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	3.44	3.38	3.39	3.12	3.22	3.09	3.29	3.36	3.37	3.39	3.08	2.97	3.26
48H	4.57	4.77	4.51	3.86	3.98	4.17	4.80	4.76	4.61	4.82	4.38	4.63	4.49
72H	5.77	5.83	5.37	4.72	4.92	5.04	5.81	5.61	5.60	5.91	5.05	5.63	5.44
96H	6.58	7.34	6.22	5.76	5.84	5.94	6.76	6.32	6.50	6.92	5.85	6.60	6.39
120H	7.86	8.53	7.44	6.88	7.00	6.97	7.94	7.18	7.63	7.86	6.78	7.57	7.47
144H	9.25	10.08	9.10	8.22	8.22	8.33	9.09	8.45	8.82	9.01	8.20	9.22	8.83
168H	10.51	11.78	10.56	9.50	9.38	9.63	10.02	9.53	10.09	10.22	9.31	10.54	10.09
192H	11.88	13.62	12.24	11.22	10.62	10.77	11.24	10.61	11.15	11.58	10.37	11.95	11.44
216H	13.41	15.48	13.54	12.77	12.02	11.91	12.58	11.86	12.21	12.35	12.09	13.21	12.79
240H	14.60	16.91	14.45	14.11	13.49	12.74	13.78	13.03	13.66	13.46	13.77	14.67	14.05
264H	15.69	17.83	15.97	15.45	14.47	13.62	14.94	14.20	14.49	14.47	14.94	15.78	15.15
288H	16.53	18.92	17.10	16.07	14.98	14.42	15.26	15.05	15.31	15.52	15.52	16.98	15.97

표 6.1.20 전지구예보시스템 적도지역 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97
48H	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.95	0.93	0.92	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94
72H	0.93	0.94	0.95	0.92	0.90	0.92	0.90	0.89	0.90	0.89	0.92	0.91	0.92
96H	0.91	0.91	0.93	0.89	0.87	0.89	0.87	0.86	0.87	0.85	0.90	0.88	0.89
120H	0.87	0.88	0.89	0.84	0.81	0.85	0.82	0.82	0.82	0.80	0.87	0.85	0.84
144H	0.83	0.83	0.84	0.78	0.74	0.79	0.76	0.75	0.76	0.74	0.82	0.79	0.79
168H	0.78	0.78	0.79	0.72	0.67	0.73	0.71	0.69	0.69	0.67	0.77	0.74	0.73
192H	0.72	0.72	0.72	0.63	0.60	0.67	0.63	0.64	0.64	0.60	0.72	0.67	0.66
216H	0.64	0.66	0.67	0.56	0.50	0.61	0.55	0.57	0.57	0.54	0.64	0.61	0.59
240H	0.57	0.59	0.63	0.51	0.38	0.55	0.46	0.50	0.48	0.47	0.55	0.54	0.52
264H	0.52	0.56	0.55	0.43	0.31	0.47	0.39	0.42	0.43	0.42	0.46	0.51	0.46
288H	0.47	0.52	0.49	0.38	0.26	0.40	0.36	0.34	0.38	0.35	0.40	0.46	0.40

표 6.1.21 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	3.73	3.72	3.69	3.56	3.41	3.28	3.29	3.27	3.01	3.08	3.36	3.43	3.40
48H	5.41	5.33	5.29	5.16	4.85	4.79	4.93	4.82	4.62	4.77	5.04	5.02	5.00
72H	6.62	6.54	6.45	6.40	5.92	5.87	6.17	5.96	5.76	5.95	6.26	6.21	6.18
96H	7.66	7.62	7.37	7.32	6.97	6.75	7.02	6.92	6.71	6.87	7.23	7.18	7.14
120H	8.56	8.62	8.23	8.18	7.89	7.60	7.82	7.70	7.50	7.54	8.19	7.97	7.98
144H	9.34	9.53	9.03	9.18	8.75	8.46	8.65	8.30	8.20	8.25	9.01	8.78	8.79
168H	10.06	10.40	9.92	10.01	9.54	9.28	9.39	9.02	8.94	9.05	9.84	9.59	9.59
192H	10.79	11.42	10.85	10.83	10.36	9.99	10.11	9.58	9.69	9.87	10.53	10.36	10.36
216H	11.54	12.31	11.53	11.58	10.95	10.79	10.76	10.28	10.17	10.63	11.29	11.16	11.08
240H	12.11	12.94	12.24	12.15	11.55	11.50	11.52	10.89	10.63	11.17	12.02	11.88	11.72
264H	12.68	13.67	12.87	12.76	12.38	12.21	12.18	11.37	11.16	11.56	12.65	12.57	12.34
288H	13.05	14.26	13.58	13.15	13.15	12.71	12.71	11.96	11.66	12.15	13.22	13.18	12.90

표 6.1.22 전지구예보시스템 적도지역 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.11	-0.02	-0.12	-0.08	-0.06	0.03	-0.03	-0.01	-0.01	-0.06	-0.18	-0.08	-0.05
48H	-0.08	0.04	-0.13	-0.03	-0.02	0.06	-0.04	0.03	0.01	0.00	-0.17	0.02	-0.02
72H	0.01	0.15	-0.08	0.09	0.06	0.14	0.06	0.14	0.11	0.07	-0.06	0.11	0.06
96H	0.07	0.24	-0.08	0.15	0.14	0.28	0.23	0.26	0.24	0.16	0.00	0.17	0.16
120H	0.17	0.27	0.04	0.25	0.27	0.36	0.36	0.34	0.29	0.16	0.04	0.25	0.23
144H	0.22	0.39	0.13	0.40	0.34	0.41	0.42	0.38	0.36	0.23	0.07	0.28	0.30
168H	0.25	0.51	0.25	0.50	0.42	0.36	0.39	0.40	0.44	0.34	0.11	0.30	0.36
192H	0.19	0.58	0.35	0.67	0.45	0.33	0.47	0.49	0.53	0.40	0.13	0.33	0.41
216H	0.03	0.65	0.40	0.84	0.50	0.35	0.48	0.52	0.58	0.35	0.15	0.34	0.43
240H	-0.09	0.90	0.41	0.81	0.63	0.40	0.57	0.55	0.63	0.37	0.11	0.37	0.47
264H	-0.12	0.95	0.45	0.75	0.73	0.43	0.58	0.62	0.72	0.40	0.10	0.47	0.51
288H	-0.09	0.89	0.44	0.70	0.77	0.47	0.50	0.79	0.87	0.40	0.07	0.50	0.53

6.1.1.3 남반구 분석검증

표 6.1.23 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) 평균오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.05	0.06	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.16	0.10	0.06	0.01	0.08
48H	0.09	0.11	0.08	0.12	0.13	0.16	0.17	0.20	0.27	0.18	0.10	0.04	0.14
72H	0.08	0.09	0.08	0.12	0.15	0.19	0.14	0.20	0.27	0.20	0.10	0.08	0.14
96H	0.11	0.04	0.06	0.10	0.11	0.18	0.12	0.22	0.24	0.22	0.14	0.14	0.14
120H	0.20	0.02	0.07	0.15	0.13	0.15	0.16	0.27	0.27	0.29	0.23	0.20	0.18
144H	0.30	0.03	0.10	0.17	0.14	0.12	0.19	0.29	0.27	0.29	0.28	0.24	0.20
168H	0.43	0.12	0.16	0.25	0.11	0.14	0.21	0.31	0.23	0.28	0.34	0.32	0.24
192H	0.56	0.29	0.26	0.29	0.10	0.20	0.24	0.32	0.21	0.37	0.52	0.47	0.32
216H	0.74	0.55	0.34	0.27	0.10	0.30	0.38	0.29	0.23	0.46	0.69	0.61	0.41
240H	0.76	0.72	0.33	0.30	0.04	0.29	0.42	0.30	0.31	0.43	0.81	0.69	0.45
264H	0.79	0.76	0.30	0.36	-0.13	0.26	0.46	0.24	0.38	0.36	0.92	0.74	0.45
288H	0.87	0.80	0.23	0.37	-0.23	0.33	0.44	0.13	0.41	0.28	1.05	0.81	0.46

표 6.1.24 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) 평균제곱근오차 [hPa] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.74	0.76	0.79	0.87	0.93	0.96	1.03	0.98	1.01	0.87	0.80	0.76	0.87
48H	1.32	1.34	1.43	1.51	1.68	1.75	1.84	1.78	1.77	1.54	1.41	1.35	1.56
72H	2.03	2.13	2.17	2.37	2.69	2.77	2.91	2.84	2.72	2.43	2.15	2.06	2.44
96H	2.94	3.20	3.12	3.49	4.09	3.93	4.15	4.10	4.02	3.56	3.09	3.01	3.56
120H	3.95	4.30	4.41	4.86	5.60	5.52	5.60	5.60	5.46	4.70	4.26	4.05	4.86
144H	4.97	5.50	5.79	6.46	7.04	7.11	7.21	7.12	6.84	5.90	5.44	5.08	6.20
168H	5.89	6.85	6.82	7.88	8.25	8.56	8.54	8.54	8.24	7.19	6.67	6.14	7.46
192H	6.94	8.01	7.81	9.12	8.99	10.04	10.09	9.88	9.58	8.34	7.95	7.18	8.66
216H	7.61	8.97	8.73	10.05	10.06	11.16	11.24	10.99	10.76	9.04	8.85	8.03	9.62
240H	7.99	9.62	9.70	10.92	11.07	11.94	11.88	11.91	11.69	10.01	9.41	8.58	10.39
264H	8.28	9.99	10.14	11.34	11.81	12.41	12.47	12.29	12.37	10.83	9.99	9.05	10.91
288H	8.75	10.34	10.55	11.59	12.05	12.93	12.96	12.48	12.92	11.77	10.73	9.61	11.39

표 6.1.25 전지구예보시스템 남반구 해면기압(MSLP) S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	15.28	15.14	15.03	15.90	16.27	16.11	15.74	15.48	15.19	14.93	14.39	14.87	15.36
48H	23.05	22.62	22.67	23.99	25.18	25.09	24.37	24.25	23.13	22.82	21.75	22.81	23.48
72H	30.64	30.34	29.66	32.01	34.23	33.75	32.97	32.90	31.48	30.66	28.77	30.55	31.50
96H	38.77	39.11	37.49	40.98	44.59	42.28	41.70	41.31	40.64	39.18	36.28	38.82	40.10
120H	46.87	47.01	46.41	49.76	53.61	51.32	50.50	50.30	48.80	47.23	44.16	46.82	48.57
144H	53.91	55.38	54.62	58.92	60.89	59.69	58.77	58.09	56.01	54.26	51.33	54.25	56.34
168H	59.62	63.02	61.31	66.28	66.74	66.33	64.72	65.06	62.70	60.21	58.16	60.80	62.91
192H	65.05	68.95	66.31	71.59	70.28	72.14	71.19	70.70	68.72	65.06	64.31	65.49	68.32
216H	68.15	72.58	70.74	75.92	74.44	75.36	75.39	74.72	72.47	68.56	68.83	69.62	72.23
240H	70.14	75.76	74.64	79.98	77.91	78.38	77.93	78.16	75.56	72.23	71.62	72.33	75.39
264H	71.49	77.39	76.58	81.13	80.22	80.05	79.43	79.59	78.09	74.26	74.36	75.23	77.32
288H	73.08	77.96	77.24	81.76	81.20	81.71	81.30	79.97	79.51	76.68	76.81	76.76	78.67

표 6.1.26 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.01	-0.04	0.01	-0.10	-0.15	-0.24	-0.24	-0.21	-0.13	-0.02	0.04	0.04	-0.08
48H	-0.02	-0.05	0.03	-0.11	-0.19	-0.32	-0.31	-0.30	-0.18	-0.03	0.04	0.04	-0.12
72H	-0.04	-0.06	0.05	-0.10	-0.19	-0.35	-0.33	-0.35	-0.20	-0.03	0.05	0.02	-0.13
96H	-0.07	-0.09	0.08	-0.06	-0.16	-0.34	-0.33	-0.36	-0.19	-0.03	0.05	0.00	-0.13
120H	-0.10	-0.09	0.11	-0.03	-0.13	-0.34	-0.34	-0.33	-0.22	-0.02	0.06	0.00	-0.12
144H	-0.11	-0.08	0.13	0.00	-0.09	-0.28	-0.31	-0.29	-0.20	-0.01	0.05	0.00	-0.10
168H	-0.12	-0.07	0.14	0.02	-0.04	-0.21	-0.28	-0.22	-0.18	-0.01	0.07	-0.03	-0.07
192H	-0.13	-0.09	0.12	0.04	0.01	-0.18	-0.24	-0.20	-0.10	-0.01	0.06	-0.05	-0.06
216H	-0.15	-0.10	0.11	0.09	0.06	-0.17	-0.16	-0.14	-0.07	-0.03	0.06	-0.06	-0.04
240H	-0.17	-0.11	0.11	0.15	0.09	-0.11	-0.15	-0.12	-0.07	-0.05	0.04	-0.07	-0.03
264H	-0.16	-0.13	0.12	0.15	0.14	-0.07	-0.14	-0.12	-0.04	-0.08	0.03	-0.10	-0.03
288H	-0.15	-0.19	0.13	0.16	0.19	-0.04	-0.11	-0.10	0.02	-0.05	0.01	-0.15	-0.02

표 6.1.27 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.76	0.82	0.86	0.92	0.95	0.92	0.95	0.92	0.88	0.79	0.74	0.67	0.85
48H	1.11	1.19	1.24	1.31	1.40	1.36	1.39	1.40	1.33	1.22	1.11	1.03	1.26
72H	1.43	1.54	1.59	1.67	1.83	1.78	1.82	1.85	1.78	1.61	1.45	1.36	1.64
96H	1.78	1.92	1.97	2.08	2.32	2.20	2.31	2.39	2.29	2.08	1.83	1.74	2.08
120H	2.19	2.37	2.45	2.59	2.85	2.76	2.83	2.92	2.86	2.58	2.24	2.16	2.57
144H	2.62	2.88	2.97	3.15	3.36	3.30	3.40	3.50	3.42	3.07	2.68	2.61	3.08
168H	2.99	3.39	3.41	3.69	3.79	3.78	3.85	4.03	3.88	3.52	3.08	2.97	3.53
192H	3.33	3.83	3.82	4.16	4.16	4.14	4.24	4.49	4.34	3.96	3.53	3.35	3.95
216H	3.58	4.21	4.17	4.55	4.47	4.45	4.56	4.87	4.72	4.36	3.95	3.75	4.30
240H	3.82	4.55	4.48	4.77	4.77	4.73	4.85	5.14	5.15	4.69	4.28	4.07	4.61
264H	4.03	4.74	4.74	4.96	4.99	4.89	5.17	5.31	5.32	4.95	4.44	4.37	4.83
288H	4.18	4.82	4.91	5.15	5.11	5.11	5.37	5.39	5.37	5.10	4.59	4.56	4.97

표 6.1.28 전지구예보시스템 남반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
48H	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.96	0.95	0.96	0.95
72H	0.92	0.91	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.91
96H	0.87	0.86	0.87	0.86	0.83	0.85	0.86	0.85	0.85	0.87	0.88	0.88	0.86
120H	0.80	0.79	0.80	0.79	0.75	0.76	0.78	0.76	0.77	0.81	0.81	0.82	0.79
144H	0.72	0.70	0.70	0.69	0.65	0.66	0.68	0.66	0.68	0.73	0.73	0.73	0.69
168H	0.64	0.58	0.61	0.58	0.56	0.55	0.59	0.55	0.58	0.64	0.65	0.66	0.60
192H	0.56	0.45	0.51	0.47	0.47	0.45	0.50	0.45	0.48	0.55	0.54	0.56	0.50
216H	0.50	0.36	0.42	0.36	0.40	0.38	0.41	0.36	0.39	0.45	0.44	0.44	0.41
240H	0.43	0.25	0.34	0.31	0.31	0.30	0.33	0.28	0.29	0.37	0.35	0.34	0.33
264H	0.36	0.19	0.26	0.25	0.24	0.27	0.24	0.24	0.24	0.30	0.29	0.25	0.26
288H	0.30	0.17	0.20	0.20	0.21	0.21	0.19	0.22	0.22	0.26	0.23	0.18	0.21

표 6.1.29 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.50	0.21	0.08	-0.21	-0.32	-0.43	-0.56	-0.08	0.48	0.66	0.88	0.86	0.17
48H	1.09	0.77	0.40	0.03	-0.01	-0.25	-0.51	0.16	1.05	1.39	1.59	1.71	0.62
72H	1.29	0.79	0.48	0.07	0.23	0.06	-0.59	0.30	1.06	1.76	2.04	2.38	0.82
96H	1.56	0.41	0.58	0.13	0.26	0.27	-0.58	0.82	1.06	2.00	2.83	3.11	1.04
120H	2.50	0.41	0.99	0.87	1.14	0.68	0.11	1.82	1.74	2.74	3.88	4.18	1.76
144H	3.42	0.33	1.64	1.77	1.87	1.93	0.65	2.80	2.41	3.18	4.38	4.84	2.44
168H	4.39	0.92	2.25	2.93	2.44	3.11	1.08	3.39	2.54	3.39	4.98	5.37	3.07
192H	5.42	1.83	3.21	3.91	3.06	4.06	1.84	3.78	3.06	4.38	6.42	6.24	3.93
216H	6.64	3.38	3.87	4.45	4.33	5.17	2.87	4.06	3.81	4.89	7.78	6.95	4.85
240H	7.12	4.34	4.32	5.43	4.61	5.92	3.03	4.42	5.19	4.66	8.22	7.08	5.36
264H	7.20	4.39	4.70	6.21	4.51	6.69	3.21	4.14	6.41	3.95	8.90	7.06	5.62
288H	7.58	4.18	4.75	7.13	4.66	8.13	3.32	3.76	7.69	3.76	9.75	6.82	5.96

표 6.1.30 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.53	6.80	7.10	7.56	7.93	8.31	8.72	8.54	8.53	7.63	7.26	6.62	7.63
48H	12.39	13.17	13.74	14.46	15.63	16.20	16.82	16.55	16.10	14.69	13.80	12.89	14.70
72H	19.99	22.26	21.56	23.47	25.95	26.66	27.27	27.44	25.82	23.67	22.00	20.61	23.89
96H	30.03	33.64	32.04	35.47	40.35	38.99	40.14	40.86	39.36	35.14	31.90	30.71	35.72
120H	40.38	47.18	45.88	50.59	56.05	55.44	55.80	56.29	54.79	48.13	43.53	42.23	49.69
144H	51.36	62.76	61.37	68.80	72.11	72.66	73.56	73.48	69.54	62.23	56.44	54.95	64.94
168H	62.49	79.24	74.28	86.13	85.83	88.42	88.24	89.33	84.98	76.35	69.77	66.68	79.31
192H	73.18	93.53	87.11	102.16	96.53	102.96	104.12	104.31	99.42	90.70	85.10	78.86	93.17
216H	81.57	105.83	98.89	113.49	109.32	116.58	117.02	117.65	113.70	98.52	97.93	90.47	105.08
240H	87.88	115.18	110.31	121.81	120.70	126.32	126.15	128.65	123.55	109.67	105.81	99.05	114.59
264H	93.18	118.91	119.37	127.67	132.06	133.51	134.07	133.74	130.60	119.12	112.03	106.19	121.70
288H	97.96	122.10	124.22	132.02	135.51	141.61	141.17	137.77	136.58	128.87	117.95	111.80	127.30

표 6.1.31 전지구예보시스템 남반구 500hPa 고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48H	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72H	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97
96H	0.94	0.93	0.95	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94
120H	0.89	0.87	0.90	0.87	0.86	0.88	0.88	0.87	0.87	0.90	0.90	0.89	0.88
144H	0.82	0.77	0.82	0.76	0.76	0.79	0.80	0.78	0.80	0.84	0.84	0.82	0.80
168H	0.74	0.64	0.74	0.63	0.67	0.69	0.71	0.68	0.71	0.75	0.75	0.73	0.70
192H	0.64	0.50	0.64	0.49	0.59	0.58	0.60	0.57	0.60	0.65	0.62	0.62	0.59
216H	0.55	0.36	0.54	0.38	0.48	0.46	0.49	0.46	0.49	0.59	0.50	0.49	0.48
240H	0.48	0.25	0.43	0.30	0.37	0.37	0.40	0.36	0.41	0.50	0.41	0.39	0.39
264H	0.41	0.21	0.33	0.24	0.25	0.30	0.32	0.31	0.35	0.41	0.33	0.31	0.31
288H	0.33	0.17	0.28	0.21	0.21	0.23	0.24	0.28	0.29	0.31	0.27	0.23	0.26

표 6.1.32 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.11	-0.13	-0.08	-0.09	-0.09	-0.10	-0.12	-0.13	-0.11	-0.11	-0.14	-0.16	-0.11
48H	-0.14	-0.25	-0.12	-0.08	-0.15	-0.13	-0.14	-0.18	-0.15	-0.17	-0.16	-0.18	-0.15
72H	-0.14	-0.34	-0.16	-0.08	-0.20	-0.13	-0.14	-0.22	-0.18	-0.18	-0.20	-0.21	-0.18
96H	-0.21	-0.43	-0.20	-0.14	-0.24	-0.13	-0.11	-0.21	-0.24	-0.21	-0.24	-0.28	-0.22
120H	-0.32	-0.54	-0.27	-0.24	-0.30	-0.17	-0.11	-0.21	-0.28	-0.27	-0.35	-0.33	-0.28
144H	-0.46	-0.64	-0.34	-0.32	-0.40	-0.20	-0.10	-0.27	-0.18	-0.46	-0.47	-0.32	-0.35
168H	-0.45	-0.73	-0.34	-0.36	-0.45	-0.19	-0.06	-0.31	-0.16	-0.48	-0.51	-0.32	-0.36
192H	-0.49	-0.84	-0.26	-0.35	-0.55	-0.14	-0.08	-0.33	-0.23	-0.46	-0.53	-0.42	-0.39
216H	-0.51	-1.03	-0.22	-0.44	-0.53	-0.14	-0.13	-0.34	-0.30	-0.57	-0.54	-0.54	-0.44
240H	-0.57	-1.29	-0.17	-0.49	-0.53	-0.12	-0.16	-0.35	-0.37	-0.71	-0.60	-0.61	-0.50
264H	-0.58	-1.43	-0.17	-0.46	-0.55	-0.13	-0.13	-0.43	-0.42	-0.77	-0.62	-0.54	-0.52
288H	-0.59	-1.52	-0.12	-0.52	-0.48	-0.06	-0.15	-0.44	-0.57	-0.81	-0.52	-0.61	-0.53

표 6.1.33 전지구예보시스템 남반구 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	3.43	3.59	3.64	3.72	3.87	3.74	3.47	3.49	3.33	3.45	3.50	3.47	3.56
48H	5.55	5.78	5.79	5.91	6.21	6.07	5.74	5.82	5.56	5.73	5.59	5.50	5.77
72H	7.80	8.26	7.92	8.37	8.71	8.60	8.11	8.29	8.03	7.89	7.88	7.67	8.13
96H	10.38	11.04	10.43	11.21	11.80	11.31	10.97	10.94	10.85	10.46	10.18	10.14	10.81
120H	12.79	14.23	13.27	14.46	14.91	14.48	14.18	14.00	13.94	13.28	12.68	12.95	13.76
144H	15.32	17.63	16.32	18.08	17.87	17.47	17.41	17.03	16.87	16.08	15.33	15.56	16.75
168H	17.82	20.50	19.42	21.44	20.35	20.22	20.00	20.11	19.70	18.79	17.72	17.80	19.49
192H	19.64	22.86	21.65	24.45	22.79	22.31	22.69	22.79	22.10	21.01	20.22	20.02	21.88
216H	20.94	24.62	23.97	26.77	25.33	24.26	24.90	25.26	24.24	22.61	22.25	22.04	23.93
240H	22.08	26.14	25.66	28.19	27.10	26.10	26.71	27.36	26.08	24.28	23.85	23.52	25.59
264H	23.01	26.79	27.15	29.15	28.85	27.41	28.19	28.59	27.07	25.96	24.84	24.60	26.80
288H	23.78	27.30	27.86	29.86	29.71	28.64	29.60	29.32	27.88	27.06	25.98	25.50	27.71

6.1.2 2018년 전지구예보시스템 관측검증

6.1.2.1 고층관측자료를 이용한 아시아 영역 관측검증

※ WMO-CBS 표준검증 기준에 따라 이전년도에 작성되었던 아시아 관측검증 850hPa 기온, 500hPa 지위고도 TREND 스코어는 본 보고서부터 제외됨

표 6.1.34 전지구예보시스템 아시아 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.07	-0.29	-0.46	-0.52	-0.30	0.02	0.16	0.04	-0.19	-0.34	-0.11	0.04	-0.17
48H	0.08	-0.29	-0.59	-0.70	-0.33	0.07	0.27	0.11	-0.27	-0.44	0.04	0.25	-0.15
72H	0.27	-0.24	-0.57	-0.75	-0.26	0.09	0.37	0.18	-0.27	-0.47	0.24	0.44	-0.08
96H	0.38	-0.19	-0.56	-0.78	-0.18	0.20	0.44	0.29	-0.29	-0.35	0.43	0.58	0.00
120H	0.44	-0.09	-0.55	-0.81	-0.05	0.26	0.50	0.40	-0.38	-0.34	0.46	0.59	0.03
144H	0.53	-0.15	-0.65	-0.97	0.11	0.28	0.71	0.43	-0.29	-0.31	0.45	0.51	0.05
168H	0.56	-0.12	-0.73	-1.15	0.08	0.21	0.81	0.33	-0.15	-0.21	0.46	0.48	0.04
192H	0.60	0.02	-0.65	-1.35	0.15	0.26	0.70	0.36	0.04	-0.29	0.37	0.49	0.05
216H	0.36	0.27	-0.46	-1.26	0.44	0.18	0.81	0.47	-0.04	-0.20	0.45	0.46	0.12
240H	0.53	0.27	-0.86	-1.21	0.53	0.23	0.71	0.52	0.06	-0.03	0.61	0.60	0.16
264H	0.87	0.12	-1.33	-1.28	0.46	0.25	0.79	0.58	0.04	-0.06	0.63	0.70	0.15
288H	1.16	0.01	-1.03	-1.25	0.29	0.20	0.91	0.47	0.17	-0.04	0.82	0.82	0.21

표 6.1.35 전지구예보시스템 아시아 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.81	1.63	1.31	1.40	1.39	1.29	1.26	1.25	1.19	1.26	1.37	1.55	1.39
48H	2.05	1.93	1.63	1.74	1.69	1.61	1.52	1.45	1.44	1.46	1.59	1.77	1.66
72H	2.34	2.18	1.91	2.13	2.10	1.87	1.82	1.67	1.63	1.73	1.74	1.95	1.92
96H	2.59	2.42	2.21	2.57	2.61	2.26	2.10	1.98	1.93	1.93	2.02	2.17	2.23
120H	3.11	2.82	2.62	3.27	3.23	2.69	2.47	2.33	2.29	2.26	2.41	2.59	2.67
144H	3.52	3.40	2.96	3.81	4.00	2.99	2.88	2.50	2.73	2.57	2.92	3.17	3.12
168H	3.87	4.06	3.46	4.57	4.63	3.50	3.16	2.82	3.13	2.97	3.65	3.70	3.63
192H	4.17	4.47	3.95	4.95	5.13	4.11	3.37	3.17	3.41	3.47	4.12	4.26	4.05
216H	4.56	4.76	4.21	5.58	5.54	4.47	3.52	3.37	3.78	4.00	4.90	4.76	4.45
240H	5.03	5.37	4.57	5.99	5.88	4.48	3.65	3.63	4.01	4.16	5.50	5.22	4.79
264H	5.45	5.63	5.05	6.14	5.83	4.77	3.66	3.77	4.34	4.54	5.83	5.36	5.03
288H	5.48	5.98	5.12	6.14	6.14	4.90	3.71	3.88	4.59	5.02	6.28	5.35	5.22

표 6.1.36 전지구예보시스템 아시아 500hPa 고도 평균오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.43	-1.49	-0.98	-1.95	-1.10	-0.96	-0.81	-2.03	-2.48	-0.97	-0.02	-0.65	-1.08
48H	-0.52	-1.89	-0.30	-2.05	-0.53	-0.47	-0.90	-2.64	-1.36	0.77	2.29	-0.10	-0.64
72H	0.92	-2.02	1.96	-1.69	0.84	0.74	-0.03	-1.27	0.41	2.20	5.82	1.19	0.76
96H	-0.55	-1.44	4.08	-1.08	0.97	0.27	-0.47	-1.08	0.19	2.04	7.55	0.92	0.95
120H	-1.90	-0.72	5.55	-1.69	1.31	0.53	-1.60	-2.43	-0.33	0.59	9.27	-0.60	0.66
144H	-2.65	-2.65	6.88	-3.34	0.86	1.15	-0.60	-2.96	0.13	1.34	9.34	-3.54	0.33
168H	0.74	-1.92	5.98	-2.22	-0.55	1.76	-0.37	-2.93	2.18	2.51	9.77	-3.78	0.93
192H	2.38	-1.05	10.38	-4.92	-1.04	3.30	-1.52	-5.63	3.20	1.98	7.34	-8.12	0.52
216H	0.95	1.82	13.75	-7.37	1.77	3.65	-1.67	-6.74	1.92	2.36	8.76	-11.84	0.61
240H	0.73	5.64	8.76	-8.87	1.66	3.13	-1.41	-7.85	1.08	5.75	16.14	-11.60	1.09
264H	3.56	9.26	4.26	-12.64	-0.95	0.43	-2.24	-7.22	2.23	9.85	20.75	-9.41	1.49
288H	8.67	12.33	5.02	-13.75	-0.84	-3.42	-2.61	-6.45	1.92	10.94	20.55	-7.12	2.10

표 6.1.37 전지구예보시스템 아시아 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	13.04	10.90	11.08	11.80	12.14	13.02	13.44	12.78	11.98	11.71	11.93	12.12	12.16
48H	15.65	13.22	14.23	15.08	15.50	15.27	15.85	15.24	14.48	13.98	14.96	14.48	14.83
72H	19.67	17.30	20.25	19.61	20.68	19.27	20.09	19.35	17.91	18.14	20.62	18.14	19.25
96H	25.64	23.12	28.34	27.16	28.17	24.25	24.47	24.72	22.77	23.92	28.53	23.37	25.37
120H	35.07	31.43	38.84	35.72	39.47	31.03	30.65	30.28	29.40	31.08	39.53	31.64	33.68
144H	45.57	43.04	51.48	44.23	51.12	39.56	37.70	35.63	41.39	38.50	47.47	44.05	43.31
168H	56.66	53.46	62.24	55.24	61.49	48.15	43.44	39.64	50.49	47.83	56.02	52.02	52.22
192H	68.54	62.13	75.50	62.65	71.74	50.32	48.12	46.90	56.15	55.94	65.30	61.74	60.42
216H	77.39	74.04	85.94	67.57	79.65	54.21	51.91	50.44	62.02	64.68	70.52	67.59	67.17
240H	85.34	77.72	91.72	76.21	84.96	59.83	55.66	53.95	66.29	74.15	79.33	78.19	73.61
264H	91.98	80.90	94.26	82.96	87.52	67.49	55.96	58.70	73.73	83.16	89.33	89.71	79.64
288H	99.26	85.15	99.63	84.48	87.41	69.98	59.02	57.70	77.26	92.74	99.41	99.19	84.27

표 6.1.38 전지구예보시스템 아시아 250hPa 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.86	-0.90	-0.64	-0.48	-0.33	-0.35	-0.38	-0.32	-0.20	-0.36	-0.70	-0.83	-0.53
48H	-1.00	-1.07	-0.93	-0.63	-0.61	-0.45	-0.39	-0.34	-0.28	-0.56	-1.01	-0.95	-0.68
72H	-1.01	-0.94	-1.10	-0.73	-0.69	-0.47	-0.40	-0.39	-0.41	-0.62	-1.06	-0.88	-0.72
96H	-1.10	-1.04	-1.49	-0.88	-0.66	-0.55	-0.51	-0.25	-0.40	-0.60	-1.12	-1.08	-0.81
120H	-1.17	-1.03	-1.58	-0.79	-0.87	-0.35	-0.60	-0.21	-0.65	-0.56	-1.14	-1.02	-0.83
144H	-1.34	-0.94	-1.53	-0.80	-1.06	-0.56	-0.85	-0.35	-0.44	-0.85	-0.90	-0.92	-0.88
168H	-1.45	-0.98	-1.71	-1.03	-0.81	-0.42	-0.90	-0.14	-0.65	-0.87	-1.00	-1.02	-0.92
192H	-1.77	-1.41	-1.41	-0.92	-1.24	-0.70	-0.90	0.27	-0.75	-0.65	-1.05	-0.74	-0.94
216H	-2.08	-1.87	-1.23	-0.75	-1.13	-0.49	-0.80	0.34	-0.96	-0.60	-1.15	-0.85	-0.96
240H	-2.06	-2.27	-0.97	-0.18	-1.36	-0.20	-0.74	0.41	-1.11	-0.91	-1.04	-1.24	-0.97
264H	-2.28	-2.52	-0.95	0.34	-1.03	-0.01	-0.66	0.56	-1.53	-1.21	-1.44	-1.51	-1.02
288H	-2.39	-2.64	-1.47	0.54	-1.26	0.44	-0.88	0.62	-1.79	-1.25	-1.21	-1.87	-1.10

표 6.1.39 전지구예보시스템 아시아 250hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	4.70	5.07	5.67	5.58	5.90	6.13	5.65	5.08	4.83	4.81	4.66	4.59	5.22
48H	5.50	5.94	7.27	7.20	7.77	8.09	7.48	6.81	6.21	6.04	5.90	5.40	6.64
72H	6.47	7.06	8.85	8.62	9.53	9.75	9.35	8.78	7.64	7.38	7.57	6.62	8.13
96H	7.72	8.13	10.52	10.39	11.48	11.62	11.32	10.77	9.31	9.34	9.51	8.24	9.86
120H	9.35	9.71	12.76	12.22	14.57	13.47	13.16	12.68	11.22	11.64	12.31	9.67	11.90
144H	11.60	11.67	15.04	14.75	16.74	15.44	14.86	13.92	13.42	13.51	14.17	11.68	13.90
168H	13.38	13.45	17.31	16.95	18.80	17.56	16.22	15.46	15.62	14.91	15.84	13.36	15.74
192H	15.76	15.50	19.27	18.89	20.45	18.70	17.43	16.92	17.08	16.88	17.13	15.53	17.46
216H	18.64	17.40	20.66	19.99	22.18	19.30	18.37	17.73	18.58	19.23	18.31	17.15	18.96
240H	19.80	18.79	21.60	21.31	23.98	20.40	18.66	18.83	19.65	21.00	19.40	18.18	20.13
264H	19.83	20.02	22.27	22.75	24.79	22.70	18.93	19.68	21.66	21.95	21.19	20.62	21.37
288H	20.64	20.90	23.28	23.87	25.72	22.86	19.08	20.25	22.17	23.09	22.55	21.93	22.20

6.1.2.2 강수검증 (한반도 76개 ASOS 지점 관측자료)

표 6.1.40 전지구예보시스템 한반도 강수 성공임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.57	0.49	0.49	0.48	0.48	0.49	0.5	Jan.	0.5	0.32	0.38	0.23	0.48	0.34	0.37
Feb.	0.56	0.51	0.46	0.45	0.41	0.44	0.47	Feb.	0.78	0.73	0.64	0.68	0.64	0.59	0.67
Mar.	0.72	0.68	0.62	0.58	0.52	0.53	0.6	Mar.	0.7	0.65	0.62	0.53	0.52	0.44	0.57
Apr.	0.67	0.68	0.64	0.62	0.62	0.58	0.63	Apr.	0.74	0.74	0.63	0.6	0.57	0.64	0.65
May.	0.23	0.24	0.24	0.22	0.2	0.21	0.22	May.	0.09	0.1	0.06	0.06	0.09	0.08	0.08
Jun.	0.54	0.51	0.5	0.46	0.45	0.44	0.48	Jun.	0.56	0.48	0.44	0.44	0.42	0.39	0.45
Jul.	0.5	0.47	0.47	0.4	0.41	0.4	0.44	Jul.	0.49	0.47	0.42	0.35	0.33	0.25	0.38
Aug.	0.5	0.47	0.46	0.45	0.44	0.42	0.46	Aug.	0.54	0.43	0.44	0.4	0.38	0.35	0.42
Sep.	0.57	0.55	0.51	0.51	0.48	0.45	0.51	Sep.	0.61	0.56	0.46	0.46	0.4	0.36	0.47
Oct.	0.66	0.65	0.62	0.61	0.59	0.56	0.61	Oct.	0.78	0.76	0.66	0.68	0.68	0.67	0.7
Nov.	0.69	0.62	0.54	0.47	0.46	0.42	0.53	Nov.	0.55	0.51	0.49	0.42	0.47	0.44	0.48
Dec.	0.6	0.54	0.51	0.42	0.44	0.44	0.49	Dec.	0.52	0.39	0.55	0.34	0.41	0.44	0.44
TOTAL	0.53	0.51	0.49	0.46	0.44	0.43	0.48	TOTAL	0.51	0.48	0.43	0.4	0.4	0.37	0.43
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.62	0.7	0.52	0.48	0.16	0.06	0.39	Jan.	0.22	0.25	0.07	0.1	0	0	0.12
Feb.	0.82	0.8	0.79	0.68	0.69	0.68	0.74	Feb.	0.58	0.56	0.54	0.47	0.52	0.53	0.54
Mar.	0.62	0.64	0.54	0.36	0.33	0.22	0.44	Mar.	0.47	0.47	0.44	0.22	0.23	0.1	0.31
Apr.	0.58	0.46	0.54	0.45	0.38	0.38	0.45	Apr.	0.4	0.27	0.35	0.18	0.24	0.28	0.28
May.	0.09	0.07	0.03	0.03	0.05	0.05	0.05	May.	0.08	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
Jun.	0.51	0.47	0.37	0.43	0.37	0.33	0.41	Jun.	0.48	0.47	0.41	0.4	0.32	0.3	0.39
Jul.	0.36	0.33	0.27	0.28	0.19	0.13	0.26	Jul.	0.3	0.28	0.23	0.21	0.14	0.1	0.21
Aug.	0.43	0.31	0.35	0.32	0.3	0.24	0.32	Aug.	0.36	0.23	0.27	0.26	0.2	0.17	0.25
Sep.	0.49	0.37	0.28	0.24	0.22	0.22	0.3	Sep.	0.29	0.34	0.15	0.25	0.15	0.08	0.21
Oct.	0.76	0.75	0.66	0.63	0.49	0.58	0.64	Oct.	0.68	0.68	0.66	0.55	0.32	0.48	0.56
Nov.	0.74	0.8	0.79	0.78	0.73	0.7	0.76	Nov.	0.38	0.4	0.51	0.45	0.5	0.31	0.43
Dec.	0.24	0.12	0.13	0.07	0.11	0.15	0.14	Dec.	0.33	0	0.14	0	0	0	0.06
TOTAL	0.46	0.41	0.38	0.34	0.3	0.27	0.36	TOTAL	0.38	0.35	0.32	0.27	0.22	0.21	0.29
Threshold = 50 mm															
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0	0	-	-	-	-	0								
Feb.	0.14	0	0.17	0	0.17	0	0.08								
Mar.	0.08	0	0	0	0	0	0.01								
Apr.	0.08	0	0.08	0	0.04	0.11	0.06								
May.	0.03	0	0	0	0	0	0.01								
Jun.	0.38	0.46	0.39	0.25	0.28	0.24	0.33								
Jul.	0.08	0.14	0.12	0.13	0.07	0.01	0.09								
Aug.	0.26	0.12	0.15	0.14	0.14	0.13	0.15								
Sep.	0.24	0.26	0.09	0.13	0.06	0.02	0.13								
Oct.	0.55	0.51	0.45	0.43	0.17	0.35	0.41								
Nov.	0	0.2	0	0	0.2	0	0.07								
Dec.	0	0	0	0	0	0	0								
TOTAL	0.27	0.25	0.23	0.19	0.14	0.16	0.21								

표 6.1.41 전지구예보시스템 한반도 강수 공정임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.5	0.41	0.42	0.41	0.41	0.41	0.42	Jan.	0.49	0.31	0.37	0.22	0.47	0.33	0.36
Feb.	0.51	0.46	0.41	0.39	0.35	0.38	0.41	Feb.	0.78	0.72	0.64	0.68	0.63	0.58	0.67
Mar.	0.64	0.6	0.53	0.48	0.41	0.42	0.51	Mar.	0.67	0.62	0.59	0.49	0.48	0.4	0.54
Apr.	0.59	0.59	0.54	0.51	0.52	0.47	0.54	Apr.	0.71	0.7	0.59	0.56	0.52	0.6	0.61
May.	0.04	0.06	0.07	0.04	0.02	0.02	0.04	May.	0.02	0.04	0	0	0.02	0.01	0.01
Jun.	0.43	0.39	0.38	0.33	0.32	0.32	0.36	Jun.	0.53	0.45	0.4	0.39	0.38	0.35	0.41
Jul.	0.38	0.35	0.35	0.28	0.29	0.28	0.32	Jul.	0.45	0.44	0.38	0.31	0.29	0.21	0.35
Aug.	0.32	0.28	0.27	0.27	0.25	0.23	0.27	Aug.	0.47	0.35	0.36	0.33	0.3	0.27	0.34
Sep.	0.44	0.42	0.38	0.37	0.33	0.29	0.37	Sep.	0.57	0.53	0.42	0.42	0.35	0.31	0.43
Oct.	0.6	0.59	0.55	0.54	0.51	0.48	0.54	Oct.	0.76	0.74	0.64	0.66	0.65	0.64	0.68
Nov.	0.64	0.57	0.48	0.4	0.4	0.36	0.47	Nov.	0.53	0.5	0.47	0.4	0.46	0.43	0.46
Dec.	0.53	0.47	0.44	0.33	0.36	0.36	0.41	Dec.	0.51	0.38	0.54	0.33	0.4	0.43	0.43
TOTAL	0.43	0.4	0.38	0.34	0.33	0.32	0.37	TOTAL	0.48	0.44	0.4	0.36	0.36	0.33	0.39
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.61	0.7	0.51	0.48	0.16	0.06	0.38	Jan.	0.22	0.25	0.07	0.1	0	0	0.12
Feb.	0.82	0.79	0.79	0.67	0.69	0.67	0.74	Feb.	0.58	0.56	0.54	0.46	0.52	0.53	0.53
Mar.	0.61	0.63	0.52	0.34	0.31	0.2	0.42	Mar.	0.46	0.46	0.43	0.21	0.22	0.1	0.3
Apr.	0.56	0.44	0.52	0.42	0.35	0.35	0.43	Apr.	0.39	0.27	0.34	0.17	0.22	0.27	0.27
May.	0.06	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	May.	0.07	0.06	0	0	0	0.01	0.02
Jun.	0.49	0.45	0.35	0.4	0.34	0.3	0.39	Jun.	0.46	0.46	0.39	0.39	0.3	0.28	0.38
Jul.	0.34	0.31	0.25	0.27	0.17	0.11	0.24	Jul.	0.28	0.27	0.22	0.2	0.13	0.09	0.2
Aug.	0.39	0.27	0.31	0.28	0.26	0.2	0.28	Aug.	0.33	0.21	0.24	0.23	0.18	0.15	0.22
Sep.	0.47	0.35	0.26	0.23	0.2	0.2	0.28	Sep.	0.28	0.33	0.15	0.24	0.14	0.07	0.2
Oct.	0.75	0.74	0.64	0.61	0.47	0.57	0.63	Oct.	0.68	0.67	0.65	0.54	0.31	0.47	0.55
Nov.	0.74	0.8	0.79	0.77	0.73	0.69	0.75	Nov.	0.38	0.39	0.51	0.44	0.5	0.31	0.42
Dec.	0.24	0.12	0.13	0.07	0.11	0.15	0.14	Dec.	0.33	0	0.14	0	0	0	0.06
TOTAL	0.44	0.4	0.36	0.32	0.28	0.25	0.34	TOTAL	0.37	0.34	0.31	0.26	0.21	0.2	0.28
Threshold = 50 mm															
MONH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	0	0	-	-	-	-	0								
Feb.	0.14	0	0.17	0	0.17	0	0.08								
Mar.	0.08	0	0	0	0	0	0.01								
Apr.	0.08	0	0.08	0	0.04	0.11	0.05								
May.	0.02	0	0	0	0	0	0								
Jun.	0.37	0.45	0.38	0.25	0.27	0.24	0.32								
Jul.	0.08	0.13	0.11	0.13	0.07	0.01	0.09								
Aug.	0.25	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12	0.14								
Sep.	0.24	0.26	0.09	0.12	0.05	0.01	0.13								
Oct.	0.54	0.5	0.44	0.43	0.17	0.34	0.41								
Nov.	0	0.2	0	0	0.2	0	0.07								
Dec.	0	0	0	0	0	0	0								
TOTAL	0.27	0.24	0.22	0.19	0.14	0.16	0.2								

표 6.1.42 전지구예보시스템 한반도 강수 치우침

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.44	1.51	1.46	1.48	1.49	1.54	1.49	Jan.	1.23	0.85	1.21	1.2	1.3	1.51	1.22
Feb.	1.48	1.55	1.61	1.75	1.96	1.76	1.69	Feb.	0.99	1.02	1.14	1.09	1.17	1.3	1.12
Mar.	1.3	1.24	1.23	1.3	1.36	1.45	1.31	Mar.	1.06	1.11	1.04	1.1	1.04	1.08	1.07
Apr.	1.16	1.17	1.23	1.33	1.29	1.26	1.24	Apr.	0.93	0.88	0.89	0.95	1.1	1.06	0.97
May.	1.55	1.55	1.49	1.49	1.54	1.6	1.54	May.	1.35	1.05	1.21	1.23	1.21	1.41	1.24
Jun.	1.66	1.65	1.71	1.79	1.6	1.59	1.67	Jun.	1.02	1.05	1.19	1.26	0.96	1.19	1.11
Jul.	1.84	1.9	1.87	1.77	1.73	1.74	1.81	Jul.	1.17	1.11	1.05	0.9	0.82	0.93	1
Aug.	1.78	1.84	1.8	1.79	1.75	1.8	1.79	Aug.	1.25	1.18	1.2	1.18	1.19	1.15	1.19
Sep.	1.45	1.32	1.28	1.34	1.34	1.54	1.38	Sep.	1.03	0.9	0.8	0.82	0.96	1.12	0.94
Oct.	1.15	1.15	1.12	1.17	1.2	1.19	1.16	Oct.	0.92	0.94	0.88	0.93	0.93	0.99	0.93
Nov.	1.3	1.25	1.37	1.26	1.19	1.17	1.26	Nov.	0.91	0.72	0.76	0.85	0.86	0.77	0.81
Dec.	1.31	1.37	1.45	1.38	1.38	1.43	1.38	Dec.	0.88	0.8	1.21	0.8	0.9	1.23	0.97
TOTAL	1.47	1.47	1.47	1.49	1.48	1.52	1.48	TOTAL	1.09	1.01	1.04	1.04	1.04	1.13	1.06
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.47	1	1.76	1.71	1.59	1.06	1.43	Jan.	3.4	2	2.2	1.2	1.2	0.4	1.73
Feb.	1	1.04	0.99	0.86	0.88	0.86	0.94	Feb.	1.29	1.34	1.03	0.74	0.84	0.89	1.02
Mar.	1.13	1.1	0.98	1.07	1.06	0.98	1.05	Mar.	1.13	1.4	1.1	1.31	1.67	0.79	1.23
Apr.	0.92	0.67	0.81	0.95	1.3	1.33	1	Apr.	0.73	0.42	0.64	0.9	1.42	1.33	0.91
May.	1.31	1.07	0.76	1.27	1.26	1.61	1.21	May.	1.01	0.98	0.77	1.24	1.45	1.95	1.23
Jun.	0.88	0.89	0.97	1	0.82	1.1	0.94	Jun.	0.78	0.87	0.93	1	0.91	1.03	0.92
Jul.	0.89	0.73	0.73	0.72	0.55	0.64	0.71	Jul.	0.72	0.56	0.57	0.65	0.44	0.54	0.58
Aug.	1	0.77	0.85	0.96	0.84	0.82	0.87	Aug.	0.84	0.61	0.76	0.81	0.69	0.7	0.73
Sep.	1.11	0.72	0.64	0.6	0.79	0.93	0.8	Sep.	0.94	0.75	0.58	0.5	0.7	0.68	0.69
Oct.	0.97	0.99	0.91	0.93	0.79	1.1	0.95	Oct.	1.11	1.26	1.09	0.89	0.67	1.28	1.05
Nov.	1.04	1.06	1	1.06	1.1	0.91	1.03	Nov.	0.95	0.9	1.21	1.15	0.92	0.72	0.97
Dec.	1.31	0.28	1.1	0.59	0.72	1.59	0.93	Dec.	0.33	0	1.67	1.33	1.33	1.67	1.06
TOTAL	1.03	0.86	0.86	0.95	0.93	1.05	0.95	TOTAL	0.91	0.82	0.82	0.88	0.89	0.96	0.88
Threshold = 50 mm															
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0.6	0.2	0.4	0.4	0.4	0	0.33								
Mar.	0.63	0.13	0.5	0.38	1	0.13	0.46								
Apr.	0.86	0.71	0.86	0.86	2.43	1.86	1.26								
May.	2	1.54	0.31	1.31	1.62	1.15	1.32								
Jun.	0.86	1.15	1.22	1.27	1.27	1.2	1.16								
Jul.	0.58	0.82	0.92	0.56	0.48	0.52	0.65								
Aug.	0.57	0.46	0.62	0.65	0.64	0.67	0.6								
Sep.	0.79	0.67	0.42	0.44	0.33	0.37	0.5								
Oct.	1.13	1.19	1.48	1.02	0.38	1.55	1.12								
Nov.	1	1	0.67	0.33	1	0.33	0.72								
Dec.	0	0	0	0	1	2	0.5								
TOTAL	0.79	0.81	0.87	0.8	0.73	0.87	0.81								

6.2 지역예보시스템

6.2.1 2018년 지역예보시스템 분석검증

표 6.2.1 지역예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.21	-0.24	-0.23	-0.19	-0.12	-0.05	-0.04	-0.09	-0.09	-0.14	-0.10	-0.17	-0.14
24H	-0.31	-0.39	-0.41	-0.35	-0.24	-0.12	-0.09	-0.18	-0.18	-0.25	-0.17	-0.26	-0.25
36H	-0.36	-0.50	-0.49	-0.45	-0.32	-0.16	-0.13	-0.23	-0.21	-0.31	-0.20	-0.30	-0.30
48H	-0.39	-0.57	-0.56	-0.53	-0.39	-0.20	-0.18	-0.25	-0.23	-0.37	-0.20	-0.32	-0.35
60H	-0.40	-0.60	-0.59	-0.58	-0.42	-0.21	-0.21	-0.25	-0.25	-0.40	-0.17	-0.31	-0.37
72H	-0.40	-0.64	-0.58	-0.61	-0.41	-0.21	-0.24	-0.25	-0.24	-0.42	-0.14	-0.28	-0.37
84H	-0.42	-0.69	-0.57	-0.64	-0.39	-0.18	-0.24	-0.20	-0.26	-0.44	-0.13	-0.27	-0.37

표 6.2.2 지역예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.08	1.09	1.07	0.96	0.91	0.85	0.82	0.79	0.77	0.84	0.93	0.97	0.92
24H	1.40	1.39	1.34	1.23	1.14	1.04	1.04	0.96	0.93	1.01	1.15	1.24	1.15
36H	1.67	1.65	1.57	1.45	1.34	1.22	1.20	1.15	1.08	1.19	1.37	1.46	1.36
48H	1.84	1.81	1.75	1.63	1.53	1.37	1.34	1.28	1.20	1.32	1.49	1.57	1.51
60H	1.99	1.99	1.92	1.79	1.70	1.51	1.47	1.42	1.32	1.47	1.63	1.70	1.66
72H	2.10	2.10	2.06	1.94	1.85	1.63	1.59	1.54	1.40	1.61	1.74	1.81	1.78
84H	2.21	2.22	2.22	2.07	2.04	1.78	1.71	1.66	1.47	1.76	1.87	1.92	1.91

표 6.2.3 지역예보시스템 850hPa 기온 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	50.90	52.23	55.07	56.84	59.56	62.73	62.74	63.77	60.98	59.51	54.91	50.61	57.49
24H	58.08	59.46	62.86	65.44	68.96	72.28	73.56	74.14	70.42	68.10	63.02	57.98	66.19
36H	60.73	61.71	65.80	68.41	72.07	75.44	76.95	77.68	73.46	70.93	65.78	60.26	69.10
48H	62.30	63.14	67.59	70.39	74.01	77.65	78.97	79.87	75.33	72.58	67.43	61.54	70.90
60H	63.35	64.43	69.12	72.01	75.76	78.94	80.33	81.26	76.86	73.91	68.82	62.56	72.28
72H	64.17	65.61	70.47	73.55	77.14	80.22	81.72	82.35	77.94	74.95	69.99	63.61	73.48
84H	65.03	66.58	71.82	74.80	78.25	81.35	82.77	83.30	78.80	76.12	71.40	64.56	74.57

표 6.2.4 지역예보시스템 500hPa 지위고도 평균오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-3.41	-3.66	-0.81	-1.89	-1.95	-2.42	-2.55	-3.68	-3.24	-2.43	-1.19	-2.57	-2.48
24H	-4.67	-5.09	-0.98	-1.43	-1.69	-2.86	-3.57	-5.39	-4.49	-3.81	-1.53	-3.51	-3.25
36H	-5.69	-6.03	-0.48	-1.21	-1.68	-3.51	-4.38	-5.81	-4.34	-3.76	-1.03	-3.77	-3.47
48H	-6.87	-6.60	-0.67	-1.37	-1.18	-3.47	-4.14	-5.47	-3.76	-4.10	-0.27	-4.29	-3.51
60H	-6.73	-5.89	0.19	-0.94	-1.31	-4.17	-4.19	-5.07	-3.38	-4.25	1.19	-3.75	-3.19
72H	-6.22	-5.49	1.61	0.49	-0.49	-3.60	-3.83	-3.54	-3.05	-5.24	2.77	-2.93	-2.46
84H	-8.02	-6.47	2.72	1.02	-0.27	-3.60	-4.38	-2.87	-3.79	-7.81	2.64	-3.78	-2.88

표 6.2.5 지역예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	6.35	6.26	4.83	4.99	4.83	5.03	5.09	5.74	5.62	5.09	4.42	5.66	5.33
24H	9.45	8.80	7.11	6.72	6.51	7.13	7.86	9.03	8.68	8.09	6.52	8.33	7.85
36H	12.41	11.02	9.39	8.89	8.66	9.56	10.67	11.65	11.32	10.84	8.61	10.21	10.27
48H	14.87	12.78	11.46	10.78	10.83	11.74	13.15	14.14	13.71	13.89	10.75	11.81	12.49
60H	16.89	14.48	14.01	12.82	13.34	14.34	16.02	16.37	15.89	16.56	12.55	13.33	14.72
72H	18.75	16.25	16.76	15.24	15.79	16.73	18.73	18.38	18.29	19.31	14.79	14.70	16.98
84H	21.03	18.56	18.95	17.40	18.89	19.29	21.37	20.99	20.80	23.40	17.44	16.51	19.55

표 6.2.6 지역예보시스템 500hPa 고도 S1 Score [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	17.58	17.08	20.57	23.27	27.47	34.03	36.69	35.61	27.21	23.21	19.39	17.20	24.94
24H	20.75	20.02	24.02	26.97	31.73	38.84	42.51	41.53	32.12	27.52	22.65	20.14	29.07
36H	22.68	21.46	25.89	28.88	33.99	41.58	46.12	45.08	35.29	30.43	24.56	21.72	31.47
48H	24.03	22.48	27.43	30.58	35.95	43.95	49.27	48.15	37.83	32.84	26.17	22.70	33.45
60H	25.06	23.65	28.97	32.01	38.01	46.09	52.53	50.77	40.05	34.83	27.35	23.80	35.26
72H	26.10	24.70	30.74	33.62	39.93	48.38	55.38	53.34	42.12	36.50	28.59	24.71	37.01
84H	27.12	25.75	32.41	35.00	41.71	50.45	57.89	56.22	43.84	38.35	30.19	25.68	38.72

표 6.2.7 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.27	-0.23	-0.14	0.00	0.04	-0.11	-0.24	-0.06	-0.10	0.03	-0.08	-0.08	-0.10
24H	-0.19	-0.09	-0.06	0.02	0.03	-0.10	-0.28	-0.03	-0.08	0.15	-0.19	-0.04	-0.07
36H	-0.19	-0.12	-0.18	-0.09	-0.11	-0.16	-0.39	-0.16	-0.15	0.22	-0.29	-0.02	-0.14
48H	-0.20	-0.12	-0.28	-0.16	-0.18	-0.15	-0.55	-0.20	-0.25	0.23	-0.33	-0.10	-0.19
60H	-0.22	-0.03	-0.43	-0.22	-0.29	-0.11	-0.64	-0.26	-0.38	0.23	-0.36	-0.08	-0.23
72H	-0.18	-0.01	-0.58	-0.19	-0.44	-0.09	-0.74	-0.24	-0.50	0.25	-0.46	-0.05	-0.27
84H	-0.21	-0.02	-0.71	-0.22	-0.56	-0.08	-0.82	-0.29	-0.55	0.24	-0.52	-0.10	-0.32

표 6.2.8 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	3.73	3.63	3.78	3.68	3.78	3.86	3.73	3.63	3.65	3.48	3.35	3.34	3.64
24H	5.08	4.87	5.25	5.09	5.35	5.46	5.26	5.22	5.19	4.95	4.72	4.34	5.06
36H	5.85	5.67	6.30	6.06	6.40	6.65	6.36	6.38	6.23	6.00	5.71	4.99	6.05
48H	6.26	6.23	7.09	6.85	7.32	7.56	7.31	7.27	7.09	6.93	6.51	5.52	6.83
60H	6.63	6.65	7.86	7.68	8.27	8.35	8.12	8.13	7.88	7.77	7.15	5.98	7.54
72H	7.06	7.25	8.75	8.44	9.05	9.12	8.88	8.84	8.58	8.61	7.79	6.44	8.24
84H	7.48	7.83	9.57	9.18	10.09	9.87	9.62	9.64	9.25	9.43	8.45	6.98	8.95

6.2.2 2018년 지역예보시스템 관측검증

6.2.2.1 고층관측자료를 이용한 지역예보모델영역 관측검증

표 6.2.9 지역예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.25	-0.30	-0.29	-0.29	-0.15	-0.02	-0.03	-0.14	-0.12	-0.28	-0.22	-0.26	-0.20
24H	-0.32	-0.43	-0.48	-0.46	-0.25	-0.08	-0.08	-0.27	-0.19	-0.38	-0.27	-0.31	-0.29
36H	-0.32	-0.50	-0.55	-0.56	-0.33	-0.10	-0.12	-0.35	-0.22	-0.48	-0.30	-0.31	-0.34
48H	-0.33	-0.53	-0.61	-0.64	-0.39	-0.13	-0.20	-0.41	-0.24	-0.53	-0.26	-0.29	-0.38
60H	-0.34	-0.62	-0.62	-0.69	-0.38	-0.14	-0.25	-0.41	-0.26	-0.56	-0.21	-0.28	-0.40
72H	-0.35	-0.67	-0.62	-0.70	-0.35	-0.15	-0.29	-0.39	-0.27	-0.56	-0.15	-0.24	-0.39
84H	-0.40	-0.76	-0.64	-0.76	-0.31	-0.14	-0.30	-0.33	-0.27	-0.57	-0.13	-0.26	-0.41

표 6.2.10 지역예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.47	1.41	1.50	1.41	1.31	1.21	1.24	1.18	1.15	1.16	1.26	1.39	1.31
24H	1.63	1.57	1.67	1.56	1.41	1.27	1.30	1.25	1.22	1.24	1.33	1.49	1.41
36H	1.78	1.74	1.83	1.73	1.56	1.42	1.43	1.41	1.32	1.39	1.49	1.62	1.56
48H	1.93	1.87	1.99	1.87	1.72	1.53	1.51	1.54	1.41	1.51	1.59	1.73	1.68
60H	2.07	2.01	2.12	2.06	1.86	1.64	1.62	1.67	1.53	1.65	1.71	1.83	1.81
72H	2.18	2.14	2.26	2.14	1.98	1.81	1.70	1.76	1.61	1.75	1.82	1.94	1.93
84H	2.32	2.26	2.43	2.28	2.18	1.96	1.79	1.89	1.68	1.88	1.91	2.00	2.05

표 6.2.11 지역예보시스템 500hPa 지위고도 평균오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-2.33	-3.76	-0.76	-1.90	-1.14	-1.26	-1.67	-3.33	-2.74	-3.75	-1.90	-2.51	-2.25
24H	-3.36	-4.77	-0.53	-1.24	-0.76	-1.44	-2.70	-5.50	-3.97	-4.90	-2.02	-3.34	-2.88
36H	-4.33	-5.68	0.24	-0.90	-0.60	-2.10	-3.81	-6.32	-3.74	-4.71	-1.33	-3.33	-3.05
48H	-5.71	-6.50	0.29	-0.75	0.26	-2.26	-3.82	-6.10	-3.20	-5.11	-0.35	-3.79	-3.09
60H	-5.89	-6.54	0.93	-0.07	0.51	-3.02	-4.26	-5.81	-2.86	-5.63	1.19	-3.19	-2.89
72H	-5.61	-6.50	2.14	1.25	1.38	-2.78	-4.22	-4.58	-2.56	-6.81	2.73	-2.64	-2.35
84H	-7.60	-7.43	3.25	1.81	1.79	-3.15	-4.99	-4.02	-3.29	-9.59	2.54	-3.67	-2.86

표 6.2.12 지역예보시스템 500hPa 지위고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	11.81	10.84	9.51	10.09	10.25	11.18	13.38	10.99	10.79	11.03	11.76	11.88	11.12
24H	13.70	12.27	10.81	10.95	11.18	12.03	14.41	13.06	12.04	12.66	12.61	13.14	12.40
36H	15.81	13.89	12.45	12.49	12.37	13.52	15.87	14.84	13.41	14.06	13.70	14.42	13.90
48H	17.32	15.27	14.37	13.95	14.17	15.27	17.21	16.51	14.74	16.32	15.06	15.39	15.46
60H	19.21	16.94	16.56	15.73	15.89	17.42	19.32	18.34	16.54	18.80	16.42	16.57	17.31
72H	20.71	18.61	18.62	17.63	17.94	19.58	21.46	19.86	18.69	21.60	18.35	17.55	19.22
84H	22.92	20.54	20.63	19.25	20.79	21.94	23.39	22.25	20.83	25.58	20.55	19.06	21.48

표 6.2.13 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-1.43	-1.22	-0.76	-0.34	-0.32	-0.41	-0.34	-0.25	-0.22	-0.53	-0.61	-0.93	-0.61
24H	-1.36	-1.10	-0.80	-0.40	-0.35	-0.48	-0.30	-0.22	-0.21	-0.35	-0.78	-0.82	-0.60
36H	-1.34	-1.22	-1.05	-0.69	-0.59	-0.61	-0.35	-0.35	-0.26	-0.46	-1.01	-0.83	-0.73
48H	-1.37	-1.22	-1.29	-0.81	-0.76	-0.61	-0.46	-0.34	-0.37	-0.49	-1.15	-0.92	-0.82
60H	-1.33	-1.04	-1.41	-1.02	-0.87	-0.59	-0.52	-0.42	-0.60	-0.52	-1.21	-0.89	-0.87
72H	-1.24	-0.98	-1.52	-1.00	-1.01	-0.50	-0.56	-0.40	-0.69	-0.54	-1.32	-0.80	-0.88
84H	-1.27	-0.92	-1.71	-1.12	-1.23	-0.63	-0.59	-0.38	-0.74	-0.54	-1.30	-0.77	-0.93

표 6.2.14 지역예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.49	5.31	5.24	4.99	5.19	5.15	4.95	4.71	4.80	4.77	4.81	4.86	5.02
24H	6.14	5.84	6.08	5.78	6.09	6.07	5.66	5.48	5.59	5.53	5.45	5.20	5.74
36H	6.64	6.40	6.93	6.61	6.96	7.10	6.49	6.41	6.27	6.25	6.19	5.56	6.49
48H	6.99	6.79	7.68	7.41	7.83	7.85	7.24	7.19	6.91	7.10	6.86	6.08	7.16
60H	7.35	7.25	8.57	8.16	8.64	8.70	7.98	7.92	7.55	7.90	7.43	6.48	7.83
72H	7.71	7.86	9.35	8.90	9.21	9.48	8.69	8.63	8.09	8.55	8.03	6.95	8.45
84H	8.12	8.44	10.01	9.66	10.28	10.29	9.49	9.44	8.78	9.38	8.69	7.54	9.18

6.2.2.2 강수검증 (한반도 76개 ASOS 지점 관측자료)

표 6.2.15 지역예보시스템 한반도 강수 성공임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.52	0.5	0.49	0.49	0.47	0.46	0.49	Jan.	0.48	0.33	0.38	0.33	0.32	0.31	0.36
Feb.	0.49	0.5	0.47	0.43	0.38	0.37	0.44	Feb.	0.75	0.77	0.73	0.66	0.57	0.54	0.66
Mar.	0.69	0.64	0.62	0.59	0.55	0.58	0.61	Mar.	0.71	0.65	0.6	0.5	0.47	0.38	0.54
Apr.	0.67	0.68	0.66	0.61	0.62	0.57	0.63	Apr.	0.71	0.7	0.63	0.69	0.62	0.6	0.66
May.	0.22	0.22	0.23	0.22	0.2	0.19	0.21	May.	0.09	0.1	0.09	0.09	0.09	0.06	0.09
Jun.	0.55	0.52	0.52	0.5	0.47	0.43	0.5	Jun.	0.54	0.51	0.46	0.4	0.34	0.32	0.42
Jul.	0.5	0.46	0.47	0.45	0.4	0.41	0.45	Jul.	0.53	0.42	0.35	0.39	0.29	0.32	0.38
Aug.	0.51	0.49	0.46	0.43	0.41	0.39	0.45	Aug.	0.53	0.44	0.32	0.27	0.23	0.2	0.33
Sep.	0.58	0.54	0.5	0.5	0.5	0.46	0.51	Sep.	0.55	0.4	0.31	0.23	0.36	0.28	0.36
Oct.	0.66	0.66	0.61	0.6	0.57	0.51	0.6	Oct.	0.72	0.71	0.71	0.6	0.55	0.48	0.62
Nov.	0.64	0.61	0.57	0.51	0.45	0.43	0.53	Nov.	0.52	0.46	0.41	0.41	0.45	0.38	0.44
Dec.	0.59	0.54	0.5	0.46	0.47	0.4	0.49	Dec.	0.63	0.37	0.23	0.14	0.36	0.54	0.37
TOTAL	0.53	0.51	0.49	0.47	0.44	0.42	0.47	TOTAL	0.51	0.45	0.4	0.36	0.35	0.32	0.4
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.57	0.68	0.5	0.29	0.3	0.35	0.41	Jan.	0.23	0.43	0.06	0	0.33	0.1	0.14
Feb.	0.82	0.82	0.84	0.78	0.79	0.78	0.8	Feb.	0.63	0.58	0.56	0.52	0.53	0.52	0.55
Mar.	0.63	0.56	0.43	0.35	0.36	0.27	0.42	Mar.	0.44	0.36	0.35	0.22	0.23	0.2	0.29
Apr.	0.59	0.53	0.53	0.52	0.42	0.35	0.48	Apr.	0.31	0.28	0.31	0.34	0.3	0.25	0.3
May.	0.06	0.05	0.03	0.08	0.07	0.05	0.06	May.	0.01	0.06	0.01	0.04	0.03	0.01	0.02
Jun.	0.55	0.47	0.46	0.46	0.3	0.25	0.41	Jun.	0.45	0.42	0.42	0.41	0.27	0.25	0.37
Jul.	0.43	0.32	0.23	0.31	0.17	0.23	0.28	Jul.	0.39	0.29	0.21	0.24	0.18	0.23	0.26
Aug.	0.42	0.29	0.19	0.13	0.14	0.09	0.21	Aug.	0.38	0.22	0.14	0.09	0.09	0.07	0.17
Sep.	0.38	0.32	0.23	0.11	0.13	0.09	0.2	Sep.	0.28	0.28	0.13	0.04	0.03	0.04	0.13
Oct.	0.78	0.65	0.63	0.4	0.34	0.33	0.51	Oct.	0.69	0.61	0.48	0.23	0.22	0.26	0.41
Nov.	0.74	0.6	0.78	0.75	0.64	0.71	0.7	Nov.	0.4	0.42	0.4	0.44	0.31	0.61	0.42
Dec.	0.21	0.13	0.07	0.03	0.07	0.17	0.12	Dec.	0.25	0.17	0.14	0	0	0.07	0.09
TOTAL	0.46	0.39	0.34	0.3	0.26	0.22	0.32	TOTAL	0.38	0.33	0.26	0.22	0.19	0.18	0.25
Threshold = 50 mm															
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	0	-	-	-	0	0								
Feb.	0.43	0	0.1	0.29	0	0	0.12								
Mar.	0.36	0	0	0	0	0	0.04								
Apr.	0.19	0.09	0	0	0.05	0.08	0.06								
May.	0	0	0	0	0	0	0								
Jun.	0.19	0.24	0.23	0.38	0.22	0.23	0.25								
Jul.	0.05	0.08	0.04	0.02	0.08	0.06	0.06								
Aug.	0.21	0.09	0.09	0.04	0.04	0.06	0.09								
Sep.	0.32	0.26	0.02	0	0.04	0	0.11								
Oct.	0.63	0.6	0.39	0.1	0.06	0.22	0.31								
Nov.	0.2	0.67	0	0.33	0	0	0.17								
Dec.	0	0	0	0	0	0	0								
TOTAL	0.26	0.21	0.14	0.11	0.08	0.11	0.15								

표 6.2.16 지역예보시스템 한반도 강수 공정임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.44	0.42	0.41	0.4	0.39	0.37	0.4	Jan.	0.47	0.32	0.38	0.32	0.31	0.3	0.35
Feb.	0.44	0.45	0.42	0.37	0.32	0.3	0.38	Feb.	0.75	0.77	0.73	0.65	0.56	0.52	0.65
Mar.	0.6	0.55	0.53	0.49	0.45	0.48	0.52	Mar.	0.69	0.62	0.56	0.46	0.42	0.33	0.51
Apr.	0.58	0.59	0.56	0.51	0.51	0.47	0.54	Apr.	0.67	0.67	0.59	0.65	0.57	0.55	0.62
May.	0.04	0.05	0.05	0.05	0.03	0.01	0.04	May.	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0	0.02
Jun.	0.43	0.4	0.4	0.38	0.35	0.3	0.38	Jun.	0.5	0.47	0.41	0.35	0.29	0.28	0.38
Jul.	0.39	0.34	0.36	0.33	0.28	0.29	0.33	Jul.	0.49	0.38	0.31	0.36	0.25	0.28	0.34
Aug.	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.2	0.27	Aug.	0.47	0.38	0.26	0.21	0.17	0.14	0.27
Sep.	0.45	0.41	0.37	0.38	0.37	0.32	0.38	Sep.	0.52	0.37	0.28	0.19	0.32	0.24	0.32
Oct.	0.59	0.6	0.55	0.53	0.49	0.42	0.53	Oct.	0.7	0.69	0.69	0.58	0.52	0.44	0.6
Nov.	0.59	0.55	0.5	0.45	0.38	0.36	0.47	Nov.	0.5	0.44	0.39	0.39	0.43	0.37	0.42
Dec.	0.53	0.47	0.42	0.38	0.39	0.32	0.41	Dec.	0.62	0.35	0.21	0.13	0.35	0.53	0.36
TOTAL	0.42	0.4	0.38	0.36	0.33	0.3	0.36	TOTAL	0.48	0.42	0.36	0.33	0.31	0.28	0.36
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	0.57	0.68	0.5	0.29	0.3	0.35	0.41	Jan.	0.23	0.43	0.06	0	0.33	0.1	0.14
Feb.	0.82	0.81	0.83	0.78	0.79	0.78	0.8	Feb.	0.62	0.58	0.56	0.51	0.53	0.52	0.55
Mar.	0.62	0.54	0.42	0.33	0.34	0.25	0.4	Mar.	0.44	0.36	0.34	0.21	0.22	0.19	0.28
Apr.	0.57	0.51	0.51	0.5	0.39	0.32	0.45	Apr.	0.3	0.27	0.3	0.32	0.28	0.24	0.28
May.	0.04	0.02	0.01	0.05	0.04	0.02	0.03	May.	0	0.05	0	0.03	0.01	0	0.01
Jun.	0.53	0.45	0.44	0.44	0.28	0.22	0.39	Jun.	0.44	0.4	0.4	0.4	0.26	0.24	0.35
Jul.	0.41	0.3	0.21	0.29	0.16	0.21	0.26	Jul.	0.37	0.29	0.2	0.23	0.17	0.22	0.25
Aug.	0.39	0.26	0.16	0.11	0.12	0.07	0.18	Aug.	0.36	0.21	0.13	0.08	0.08	0.06	0.15
Sep.	0.36	0.31	0.21	0.09	0.11	0.07	0.19	Sep.	0.27	0.27	0.13	0.04	0.02	0.03	0.12
Oct.	0.77	0.64	0.61	0.38	0.32	0.31	0.49	Oct.	0.68	0.59	0.46	0.22	0.21	0.24	0.39
Nov.	0.74	0.6	0.78	0.75	0.64	0.71	0.7	Nov.	0.4	0.42	0.39	0.43	0.31	0.61	0.42
Dec.	0.21	0.12	0.07	0.03	0.07	0.16	0.12	Dec.	0.25	0.17	0.14	0	0	0.07	0.09
TOTAL	0.45	0.37	0.33	0.29	0.24	0.21	0.31	TOTAL	0.38	0.32	0.25	0.21	0.18	0.17	0.25
Threshold = 50 mm															
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	0	-	-	-	0	0								
Feb.	0.43	0	0.1	0.29	0	0	0.12								
Mar.	0.36	0	0	0	0	0	0.04								
Apr.	0.19	0.09	0	0	0.05	0.08	0.06								
May.	0	0	0	0	0	0	0								
Jun.	0.19	0.23	0.23	0.38	0.21	0.23	0.24								
Jul.	0.05	0.08	0.04	0.01	0.08	0.06	0.05								
Aug.	0.2	0.09	0.09	0.04	0.04	0.05	0.09								
Sep.	0.32	0.26	0.02	0	0.04	0	0.11								
Oct.	0.63	0.6	0.39	0.1	0.05	0.21	0.31								
Nov.	0.2	0.67	0	0.33	0	0	0.17								
Dec.	0	0	0	0	0	0	0								
TOTAL	0.26	0.21	0.14	0.11	0.07	0.11	0.15								

표 6.2.17 지역예보시스템 한반도 강수 치우침

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.78	1.71	1.77	1.72	1.79	1.7	1.74	Jan.	1.16	0.83	0.92	1.19	1.3	1	1.07
Feb.	1.87	1.65	1.71	2.01	2.32	2.42	2	Feb.	1.02	0.95	0.92	1.14	1.27	1.3	1.1
Mar.	1.41	1.38	1.32	1.33	1.35	1.35	1.36	Mar.	1.04	1.08	1.01	1.05	1.09	0.99	1.05
Apr.	1.17	1.23	1.28	1.34	1.28	1.23	1.25	Apr.	0.86	0.86	0.93	1.03	1.06	1.12	0.98
May.	1.51	1.48	1.4	1.4	1.46	1.54	1.47	May.	1.32	1.21	1.08	1.18	1.28	1.35	1.24
Jun.	1.72	1.69	1.63	1.69	1.64	1.71	1.68	Jun.	1.16	1.27	1.19	1.44	1.22	1.28	1.26
Jul.	1.91	1.94	1.76	1.78	1.83	1.86	1.85	Jul.	1.14	0.79	0.77	0.72	0.72	1.14	0.88
Aug.	1.76	1.75	1.72	1.62	1.61	1.61	1.68	Aug.	1	0.79	0.71	0.74	0.62	0.65	0.75
Sep.	1.35	1.18	1.08	1.09	1.28	1.22	1.2	Sep.	0.92	0.6	0.52	0.47	0.82	0.76	0.68
Oct.	1.18	1.12	1.11	1.2	1.32	1.37	1.22	Oct.	0.87	0.85	0.81	0.77	0.87	0.84	0.83
Nov.	1.43	1.39	1.52	1.47	1.46	1.24	1.42	Nov.	1.12	0.72	0.93	0.92	0.94	0.64	0.88
Dec.	1.45	1.49	1.65	1.49	1.5	1.5	1.51	Dec.	1.16	0.83	0.93	0.5	0.85	0.94	0.87
TOTAL	1.53	1.49	1.47	1.48	1.52	1.52	1.5	TOTAL	1.04	0.91	0.88	0.91	0.96	0.99	0.95
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL	MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL
Jan.	1.59	1.18	1.82	1.88	3.06	2.65	2.03	Jan.	2.2	1	2.6	2.4	2.2	5.8	2.7
Feb.	0.95	1.04	0.99	0.9	1.11	1.12	1.02	Feb.	1.18	1.37	1.34	1.16	1.58	1.53	1.36
Mar.	1.04	1.2	1.11	1.12	1.36	1.15	1.16	Mar.	1.17	1.65	1.31	1.35	2.08	1.67	1.54
Apr.	0.84	0.9	0.92	1.12	1.3	1.34	1.07	Apr.	0.64	0.84	0.82	1.18	1.74	1.43	1.11
May.	1.06	1.12	0.93	1.35	1.42	1.65	1.25	May.	0.71	0.95	0.86	1.19	1.44	1.82	1.16
Jun.	0.82	1.03	0.96	0.94	0.78	0.96	0.91	Jun.	0.76	0.99	0.81	0.83	0.66	0.84	0.82
Jul.	0.88	0.59	0.56	0.53	0.49	0.82	0.65	Jul.	0.74	0.45	0.48	0.42	0.34	0.68	0.52
Aug.	0.74	0.49	0.39	0.34	0.33	0.33	0.44	Aug.	0.66	0.39	0.31	0.23	0.2	0.28	0.34
Sep.	0.72	0.56	0.39	0.33	0.65	0.71	0.56	Sep.	0.6	0.63	0.31	0.15	0.49	0.71	0.48
Oct.	0.92	0.9	0.92	0.67	0.75	0.86	0.84	Oct.	1.07	1.19	0.83	0.57	0.65	0.96	0.88
Nov.	1.11	0.86	0.99	1.1	1.04	0.79	0.98	Nov.	1.05	0.82	0.54	1.1	1.05	0.82	0.9
Dec.	1.34	0.55	0.62	0.14	0.55	1.17	0.73	Dec.	0.67	1.33	1.67	0.33	2	4	1.67
TOTAL	0.88	0.83	0.77	0.78	0.86	0.94	0.84	TOTAL	0.79	0.81	0.66	0.66	0.79	0.92	0.77
Threshold = 50 mm															
MON/H	12H	24H	36H	48H	60H	72H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	1	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8	0.9								
Mar.	0.88	0.88	0.88	1.13	2.38	1	1.19								
Apr.	1.71	2.43	1.43	2.86	5	2.71	2.69								
May.	0	0.69	0.08	0.69	0.85	2	0.72								
Jun.	0.42	0.77	0.64	0.85	0.66	0.93	0.71								
Jul.	0.54	0.54	0.46	0.3	0.32	0.66	0.47								
Aug.	0.43	0.24	0.16	0.12	0.09	0.21	0.21								
Sep.	0.53	0.58	0.12	0	0.28	0.05	0.26								
Oct.	1.02	1.16	0.61	0.55	0.75	0.92	0.83								
Nov.	1	0.67	0	0.33	0	1	0.5								
Dec.	0	1	0	0	1	2	0.67								
TOTAL	0.57	0.63	0.4	0.43	0.51	0.64	0.53								

6.3 국지예보시스템

6.3.1 2018년 국지예보시스템 분석검증

표 6.3.1 국지예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	0.04	-0.02	0.01	0.00	0.09	0.10	0.11	0.10	0.06	0.00	-0.03	0.00	0.03
12H	-0.23	-0.30	-0.32	-0.32	-0.06	-0.03	0.01	-0.06	-0.12	-0.28	-0.27	-0.14	-0.18
18H	-0.22	-0.30	-0.39	-0.38	-0.17	-0.15	-0.09	-0.16	-0.21	-0.46	-0.40	-0.11	-0.25
24H	-0.11	-0.22	-0.30	-0.29	-0.07	-0.01	0.05	0.01	-0.02	-0.28	-0.18	-0.06	-0.12
30H	-0.22	-0.41	-0.38	-0.34	-0.13	-0.04	0.15	0.04	-0.01	-0.29	-0.24	-0.21	-0.17
36H	-0.22	-0.52	-0.39	-0.41	-0.31	-0.10	0.11	-0.08	-0.06	-0.35	-0.27	-0.16	-0.23

표 6.3.2 국지예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	0.44	0.40	0.43	0.40	0.40	0.38	0.35	0.37	0.43	0.49	0.58	0.56	0.43
12H	0.72	0.72	0.81	0.77	0.64	0.62	0.55	0.62	0.66	0.81	0.92	0.90	0.73
18H	0.88	0.82	0.97	0.97	0.83	0.78	0.68	0.77	0.82	1.02	1.09	0.99	0.89
24H	0.92	0.89	0.96	0.96	0.84	0.78	0.69	0.76	0.80	0.95	1.04	1.02	0.88
30H	1.14	1.17	1.09	1.10	1.01	0.91	0.78	0.85	0.92	1.07	1.16	1.17	1.03
36H	1.20	1.22	1.19	1.22	1.13	0.96	0.84	0.89	0.97	1.14	1.18	1.14	1.09

표 6.3.3 국지예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-4.17	-3.24	-1.84	-1.84	-0.89	-1.25	-0.37	-0.71	-2.23	-3.59	-5.10	-7.34	-2.71
12H	-8.29	-7.41	-4.08	-3.55	-1.99	-2.05	-1.98	-2.65	-3.48	-6.80	-8.07	-10.65	-5.08
18H	-10.73	-10.56	-6.68	-6.64	-5.08	-4.75	-4.75	-5.35	-7.50	-11.37	-11.19	-11.26	-7.99
24H	-7.92	-8.11	-5.48	-5.47	-4.21	-3.54	-4.47	-4.45	-5.31	-9.79	-8.49	-10.12	-6.45
30H	-12.57	-10.73	-5.12	-4.70	-3.47	-4.11	-3.61	-4.17	-3.83	-8.67	-10.37	-14.15	-7.12
36H	-10.33	-9.56	-2.12	-3.54	-4.12	-4.22	-4.94	-5.92	-4.28	-7.09	-7.25	-12.25	-6.30

표 6.3.4 국지예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	4.84	4.19	3.15	3.21	2.94	2.93	2.28	2.65	3.69	6.27	8.49	9.26	4.49
12H	8.89	8.43	5.34	5.22	4.36	4.16	3.54	4.58	5.51	11.23	13.34	13.58	7.35
18H	11.71	11.65	8.74	8.16	7.21	6.66	6.62	7.52	9.18	15.53	16.41	14.58	10.33
24H	9.52	9.55	8.08	7.80	6.57	6.40	6.77	7.56	7.88	14.76	15.10	14.10	9.51
30H	15.20	12.70	8.70	8.18	7.33	7.79	7.11	8.73	7.67	14.47	16.99	17.99	11.07
36H	14.20	12.63	7.43	8.80	8.96	8.86	8.13	9.82	8.12	13.63	15.42	16.47	11.04

표 6.3.5 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-0.14	-0.14	-0.29	-0.25	-0.31	-0.11	-0.02	-0.14	0.19	1.39	2.30	1.23	0.31
12H	-0.59	-0.28	-0.47	-0.30	-0.20	-0.12	-0.19	-0.26	0.29	1.65	2.76	1.50	0.32
18H	-0.43	-0.24	-0.39	-0.27	-0.01	-0.03	-0.30	-0.58	0.32	1.73	2.49	1.41	0.31
24H	-0.37	-0.32	-0.35	-0.21	0.09	-0.14	-0.32	-0.68	0.25	1.55	2.59	1.33	0.29
30H	-0.57	-0.59	-0.46	-0.47	-0.12	-0.10	-0.31	-0.77	0.35	1.51	2.68	1.58	0.23
36H	-0.81	-0.89	-0.32	-0.49	0.02	-0.23	-0.39	-0.68	0.37	1.44	2.58	1.16	0.15

표 6.3.6 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	1.04	1.22	1.44	1.42	1.53	1.89	1.51	1.70	1.89	3.94	5.72	3.88	2.26
12H	2.09	2.03	2.34	2.20	2.41	3.19	2.62	2.86	2.89	5.80	7.60	4.98	3.42
18H	3.28	3.16	3.46	3.49	3.71	4.51	3.56	3.71	4.10	6.42	7.70	5.47	4.38
24H	3.75	3.46	4.05	3.91	4.09	4.62	3.83	3.97	4.33	6.63	7.97	5.76	4.70
30H	4.67	4.21	4.93	4.69	5.41	5.77	4.72	4.64	4.93	7.05	8.16	6.26	5.45
36H	5.17	4.56	5.09	4.80	5.77	6.21	5.28	5.11	5.28	7.29	8.45	6.40	5.78

6.3.2 2018년 국지예보시스템 관측검증

6.3.2.1 고층관측자료를 이용한 국지예보시스템 관측검증

표 6.3.7 국지예보시스템 850hPa 기온 평균오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-0.19	-0.15	-0.03	-0.17	0.21	0.01	0.28	0.08	-0.06	-0.19	-0.35	-0.09	-0.05
12H	-0.47	-0.48	-0.40	-0.53	0.09	-0.10	0.18	-0.03	-0.20	-0.36	-0.48	-0.22	-0.25
18H	-0.50	-0.49	-0.45	-0.54	-0.02	-0.25	0.13	-0.10	-0.26	-0.54	-0.64	-0.15	-0.32
24H	-0.36	-0.36	-0.33	-0.44	0.09	-0.12	0.29	0.00	-0.09	-0.36	-0.42	-0.10	-0.18
30H	-0.47	-0.62	-0.42	-0.53	0.08	-0.17	0.36	0.02	-0.09	-0.43	-0.40	-0.33	-0.25
36H	-0.46	-0.72	-0.39	-0.60	-0.12	-0.24	0.35	-0.05	-0.10	-0.48	-0.49	-0.21	-0.29

표 6.3.8 국지예보시스템 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	1.24	1.04	1.15	1.22	1.13	1.00	1.03	1.00	0.88	1.07	1.18	1.33	1.11
12H	1.32	1.28	1.29	1.45	1.19	1.07	1.00	1.07	0.98	1.22	1.28	1.40	1.21
18H	1.37	1.26	1.38	1.46	1.24	1.13	1.06	1.06	1.06	1.36	1.35	1.35	1.26
24H	1.34	1.30	1.28	1.49	1.22	1.08	1.09	0.99	1.01	1.24	1.20	1.30	1.21
30H	1.54	1.50	1.38	1.64	1.35	1.15	1.12	1.08	1.05	1.30	1.23	1.36	1.31
36H	1.51	1.58	1.46	1.69	1.34	1.17	1.17	1.09	1.10	1.37	1.32	1.34	1.35

표 6.3.9 국지예보시스템 500hPa 고도 평균오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-8.10	-4.35	-1.66	-0.75	2.29	2.66	-2.16	-3.66	-5.45	-6.69	-10.86	-10.87	-4.13
12H	-12.29	-8.76	-4.14	-2.43	1.02	1.73	-3.87	-5.58	-6.51	-8.99	-12.76	-13.57	-6.35
18H	-14.86	-11.93	-6.99	-5.80	-2.17	-0.89	-6.65	-8.35	-10.54	-13.36	-15.67	-14.00	-9.27
24H	-11.92	-9.51	-5.61	-4.48	-1.45	0.42	-6.16	-7.48	-8.32	-11.59	-12.91	-12.72	-7.64
30H	-16.52	-12.18	-5.21	-3.96	-0.62	-0.22	-5.62	-7.16	-6.71	-10.50	-14.65	-16.87	-8.35
36H	-14.19	-10.78	-1.97	-2.74	-1.25	-0.22	-6.77	-8.99	-7.07	-8.86	-11.36	-15.28	-7.46

표 6.3.10 국지예보시스템 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	13.90	12.05	10.29	10.48	12.47	14.69	9.79	11.34	12.66	12.74	17.13	14.34	12.66
12H	16.70	14.33	11.00	10.81	12.46	14.84	10.60	12.24	13.47	13.81	17.46	16.35	13.67
18H	18.74	16.60	13.10	12.31	13.23	15.09	12.66	14.33	15.93	17.58	20.24	17.07	15.57
24H	16.83	15.05	12.68	12.35	12.77	14.95	12.39	13.76	14.82	16.19	17.88	16.13	14.65
30H	21.66	17.78	13.18	12.74	13.18	15.32	12.71	14.21	14.32	15.59	19.60	20.25	15.88
36H	20.25	17.39	12.07	13.02	13.90	15.76	13.47	15.75	14.58	14.79	17.22	19.00	15.60

표 6.3.11 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-1.28	-0.94	-0.94	-0.63	-1.24	-0.90	-0.30	-0.65	-0.87	-0.75	-0.73	-0.87	-0.84
12H	-1.71	-0.99	-1.05	-0.62	-1.13	-0.92	-0.35	-0.73	-0.69	-0.76	-0.45	-0.63	-0.83
18H	-1.58	-1.01	-0.99	-0.74	-0.88	-0.76	-0.30	-1.15	-0.79	-0.59	-0.78	-0.74	-0.86
24H	-1.51	-1.14	-0.94	-0.69	-0.59	-0.86	-0.33	-1.19	-0.82	-0.91	-0.73	-0.89	-0.88
30H	-1.75	-1.30	-0.97	-0.91	-0.88	-0.72	-0.33	-1.30	-0.73	-1.04	-0.71	-0.52	-0.93
36H	-2.12	-1.66	-0.65	-0.83	-0.77	-0.82	-0.65	-1.17	-0.69	-1.05	-0.89	-0.85	-1.01

표 6.3.12 국지예보시스템 300hPa 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	5.88	5.48	4.70	4.88	5.39	5.42	4.67	4.73	4.74	5.20	5.35	5.59	5.17
12H	6.26	5.66	4.89	4.84	5.24	5.54	4.91	4.97	4.86	4.75	4.68	5.61	5.18
18H	6.52	6.01	5.44	5.51	5.74	5.76	5.26	5.42	5.37	5.33	4.79	5.72	5.57
24H	6.72	6.17	5.71	5.74	5.79	6.00	5.26	5.51	5.50	5.48	4.89	5.88	5.72
30H	7.02	6.61	6.35	6.28	6.67	6.27	5.85	5.94	6.18	6.11	5.67	6.39	6.28
36H	7.43	6.97	6.54	6.33	6.88	6.84	6.18	6.09	5.99	6.36	6.13	6.57	6.53

6.3.2.2 지상관측 자료(AWS)를 이용한 국지예보시스템 관측검증

표 6.3.13 국지예보시스템 지상기온 평균오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	-0.69	-0.48	-0.81	-0.40	-0.36	-0.62	-0.40	-0.46	-0.48	-0.49	-0.74	-0.62	-0.55
12H	0.17	0.01	-0.45	-0.53	-0.56	-0.50	-0.44	-0.33	-0.02	0.55	0.64	0.23	-0.10
18H	-0.43	-0.30	-0.80	-0.51	-0.58	-0.63	-0.45	-0.34	-0.16	0.10	-0.21	-0.24	-0.38
24H	0.32	0.07	-0.48	-0.59	-0.72	-0.61	-0.59	-0.26	0.21	0.98	1.01	0.43	-0.02
30H	-0.33	-0.37	-0.89	-0.56	-0.61	-0.73	-0.60	-0.30	0.04	0.27	-0.01	-0.14	-0.35
36H	0.36	-0.07	-0.50	-0.66	-0.71	-0.64	-0.68	-0.24	0.38	1.09	1.19	0.53	0.00

표 6.3.14 국지예보시스템 지상기온 평균제곱근오차 [°C] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	2.35	2.28	2.32	2.34	1.97	1.98	1.75	1.83	1.78	2.22	2.80	2.42	2.17
12H	2.10	2.06	2.00	1.97	1.75	1.64	1.49	1.49	1.56	2.00	2.19	2.21	1.87
18H	2.16	2.18	2.30	2.38	2.10	1.95	1.86	1.96	1.83	2.19	2.32	2.16	2.12
24H	2.17	2.17	2.02	2.04	1.90	1.71	1.63	1.57	1.65	2.23	2.34	2.27	1.98
30H	2.31	2.37	2.46	2.56	2.23	2.08	2.00	1.98	1.88	2.37	2.51	2.29	2.25
36H	2.29	2.35	2.09	2.11	1.92	1.80	1.73	1.62	1.69	2.36	2.52	2.34	2.07

표 6.3.15 국지예보시스템 지상 상대습도 평균오차 [%] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	6.39	4.04	3.16	1.48	-0.49	-0.31	-1.83	-0.50	-1.97	0.42	4.37	3.59	1.53
12H	3.39	2.25	2.67	3.31	0.82	-0.03	-1.43	-0.74	-4.59	-5.26	-1.98	-0.25	-0.15
18H	5.59	3.61	4.19	3.06	1.00	0.14	-1.63	-0.62	-2.72	-0.96	2.62	2.01	1.36
24H	3.25	2.89	3.76	4.29	1.69	0.61	-1.08	-0.70	-5.18	-6.40	-2.95	-0.58	-0.03
30H	5.98	3.88	5.18	3.98	1.31	0.85	-1.07	-0.65	-3.07	-1.87	1.82	2.11	1.54
36H	2.94	3.50	4.27	5.24	2.03	1.00	-0.90	-0.66	-5.63	-7.54	-3.16	-0.50	0.05

표 6.3.16 국지예보시스템 지상 상대습도 평균제곱근오차 [%] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	14.51	13.98	12.64	13.60	12.09	11.37	9.95	9.89	10.81	12.19	15.39	14.52	12.58
12H	15.63	16.20	13.88	14.41	12.10	11.38	10.07	9.77	12.24	13.79	14.84	15.79	13.34
18H	14.59	14.04	12.95	13.56	11.95	11.00	10.43	10.55	11.43	12.10	14.17	15.16	12.66
24H	16.01	16.39	14.13	14.78	12.50	11.09	10.44	9.95	12.81	14.51	15.09	16.76	13.71
30H	15.69	14.74	13.61	14.14	12.85	11.27	10.73	10.84	11.88	12.46	14.97	15.78	13.25
36H	16.64	16.77	14.54	15.15	12.87	11.12	10.55	10.15	13.16	15.64	15.37	17.04	14.08

표 6.3.17 국지예보시스템 지상 풍속 평균오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	1.35	1.30	1.23	1.24	1.23	0.91	1.07	1.03	1.19	1.29	1.03	1.37	1.19
12H	1.57	1.54	1.19	1.12	1.17	0.86	0.94	1.00	1.23	1.34	1.16	1.42	1.21
18H	1.56	1.55	1.22	1.23	1.35	0.96	1.07	1.15	1.26	1.42	1.15	1.47	1.28
24H	1.70	1.71	1.23	1.23	1.23	0.94	0.98	1.18	1.32	1.45	1.22	1.48	1.31
30H	1.64	1.69	1.23	1.31	1.39	1.02	1.13	1.27	1.35	1.46	1.15	1.44	1.34
36H	1.70	1.74	1.24	1.31	1.26	0.99	1.04	1.27	1.39	1.52	1.23	1.49	1.35

표 6.3.18 국지예보시스템 지상 풍속 평균제곱근오차 [m/s] 관측검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
6H	2.32	2.25	2.24	2.15	2.12	1.73	1.79	1.84	1.93	2.17	1.9	2.26	2.06
12H	2.38	2.36	2.14	2.08	2.06	1.69	1.7	1.84	1.93	2.2	1.81	2.23	2.04
18H	2.47	2.44	2.19	2.14	2.22	1.79	1.82	1.99	1.99	2.27	1.93	2.34	2.13
24H	2.53	2.56	2.17	2.17	2.12	1.78	1.75	2.09	2.04	2.35	1.87	2.29	2.14
30H	2.59	2.59	2.23	2.26	2.28	1.86	1.91	2.2	2.09	2.42	1.97	2.32	2.23
36H	2.56	2.61	2.19	2.26	2.16	1.86	1.89	2.27	2.1	2.39	1.89	2.29	2.21

6.3.2.3 강수검증 (한반도 76개 ASOS 지점 관측자료)

표 6.3.19 국지예보시스템 한반도 강수 성공임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.51	0.54	0.46	0.48	0.41	0.45	0.48	Jan.	0.53	0.39	0.37	0.24	0.38	0.21	0.33
Feb.	0.57	0.46	0.5	0.44	0.49	0.44	0.48	Feb.	0.37	0.81	0.51	0.84	0.3	0.74	0.59
Mar.	0.74	0.62	0.68	0.58	0.68	0.57	0.64	Mar.	0.58	0.5	0.47	0.36	0.38	0.35	0.44
Apr.	0.63	0.63	0.61	0.59	0.56	0.58	0.6	Apr.	0.61	0.48	0.61	0.46	0.48	0.44	0.51
May.	0.1	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12	May.	0.03	0.08	0.03	0.07	0.03	0.06	0.05
Jun.	0.43	0.42	0.42	0.44	0.42	0.48	0.43	Jun.	0.48	0.46	0.44	0.41	0.37	0.42	0.43
Jul.	0.46	0.36	0.36	0.37	0.37	0.32	0.37	Jul.	0.39	0.3	0.33	0.29	0.29	0.28	0.31
Aug.	0.51	0.43	0.42	0.37	0.42	0.4	0.42	Aug.	0.4	0.24	0.32	0.28	0.29	0.26	0.3
Sep.	0.41	0.38	0.35	0.38	0.33	0.37	0.37	Sep.	0.43	0.34	0.32	0.31	0.27	0.34	0.34
Oct.	0.66	0.59	0.64	0.58	0.6	0.52	0.6	Oct.	0.64	0.73	0.6	0.62	0.56	0.6	0.62
Nov.	0.43	0.41	0.42	0.31	0.33	0.31	0.37	Nov.	0.46	0.61	0.33	0.57	0.16	0.5	0.44
Dec.	0.36	0.43	0.27	0.38	0.28	0.38	0.35	Dec.	0.07	0.35	0.12	0.34	0.11	0.54	0.35
TOTAL	0.46	0.42	0.41	0.4	0.4	0.4	0.41	TOTAL	0.41	0.38	0.36	0.34	0.3	0.34	0.35
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.2	0.2	0.33	0.4	0.13	0.2	0.23	Jan.	0	0	-	0	-	-	0
Feb.	0.39	0.58	0.48	0.68	0.32	0.56	0.55	Feb.	0.4	0.13	0.5	0.18	0.1	0.14	0.21
Mar.	0.42	0.22	0.38	0.14	0.32	0.1	0.28	Mar.	0.32	0.09	0.26	0	0.15	0.03	0.16
Apr.	0.32	0.19	0.22	0.17	0.2	0.19	0.21	Apr.	0.18	0.05	0.07	0.06	0.08	0.11	0.09
May.	0.01	0.06	0	0.04	0	0.03	0.02	May.	0	0.01	0	0	0	0	0
Jun.	0.41	0.42	0.43	0.4	0.34	0.33	0.39	Jun.	0.41	0.4	0.38	0.41	0.29	0.36	0.38
Jul.	0.36	0.17	0.21	0.14	0.19	0.23	0.22	Jul.	0.26	0.1	0.11	0.07	0.13	0.14	0.14
Aug.	0.27	0.22	0.22	0.21	0.21	0.2	0.22	Aug.	0.24	0.16	0.13	0.15	0.16	0.17	0.17
Sep.	0.21	0.24	0.24	0.14	0.22	0.17	0.2	Sep.	0.07	0.09	0.09	0.1	0.16	0.09	0.1
Oct.	0.54	0.54	0.46	0.5	0.4	0.52	0.49	Oct.	0.43	0.51	0.3	0.33	0.23	0.39	0.36
Nov.	0.29	0.34	0.1	0.51	0	0.48	0.34	Nov.	0.2	0.05	0	0.04	0	0.04	0.05
Dec.	0	0.07	0	0.05	0	0.15	0.09	Dec.	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0.31	0.27	0.26	0.25	0.23	0.25	0.26	TOTAL	0.25	0.21	0.18	0.18	0.17	0.2	0.2
Threshold = 50 mm															
MONTH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0	-	0	0	0	0	0								
Mar.	0	-	0	-	0	-	0								
Apr.	0	0	0	0	0	0.5	0.05								
May.	0	0	0	0	0	0	0								
Jun.	0.11	0.42	0.1	0.27	0.08	0.27	0.23								
Jul.	0.09	0.03	0.05	0.05	0.03	0	0.04								
Aug.	0.06	0.03	0.13	0.09	0.15	0.1	0.09								
Sep.	0	0	0.13	0	0.03	0.05	0.03								
Oct.	0.28	0.29	0.21	0.29	0.09	0.33	0.25								
Nov.	0	0	0	0	0	0	0								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.08	0.15	0.11	0.14	0.08	0.16	0.12								

표 6.3.20 국지예보시스템 한반도 강수 공정임계지수

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.47	0.49	0.41	0.42	0.36	0.4	0.42	Jan.	0.53	0.38	0.36	0.23	0.37	0.21	0.33
Feb.	0.54	0.43	0.47	0.4	0.45	0.4	0.45	Feb.	0.36	0.81	0.51	0.83	0.29	0.74	0.59
Mar.	0.7	0.56	0.64	0.52	0.63	0.51	0.59	Mar.	0.56	0.48	0.45	0.34	0.36	0.32	0.41
Apr.	0.58	0.58	0.56	0.54	0.5	0.52	0.54	Apr.	0.59	0.46	0.58	0.43	0.45	0.41	0.48
May.	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	May.	0	0.05	-0.01	0.04	-0.01	0.02	0.02
Jun.	0.38	0.36	0.36	0.39	0.37	0.42	0.38	Jun.	0.46	0.44	0.42	0.39	0.35	0.4	0.41
Jul.	0.41	0.3	0.3	0.32	0.31	0.27	0.32	Jul.	0.37	0.28	0.31	0.27	0.27	0.25	0.29
Aug.	0.43	0.35	0.34	0.29	0.34	0.31	0.34	Aug.	0.37	0.21	0.28	0.25	0.25	0.22	0.26
Sep.	0.35	0.31	0.3	0.31	0.28	0.3	0.31	Sep.	0.42	0.32	0.3	0.28	0.25	0.32	0.31
Oct.	0.62	0.55	0.6	0.53	0.56	0.48	0.56	Oct.	0.62	0.72	0.58	0.61	0.54	0.58	0.6
Nov.	0.4	0.37	0.39	0.27	0.29	0.28	0.33	Nov.	0.45	0.61	0.32	0.56	0.15	0.49	0.43
Dec.	0.32	0.38	0.23	0.34	0.24	0.33	0.31	Dec.	0.06	0.34	0.12	0.33	0.11	0.53	0.35
TOTAL	0.4	0.36	0.36	0.34	0.34	0.33	0.36	TOTAL	0.39	0.36	0.34	0.32	0.28	0.32	0.33
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	0.2	0.2	0.33	0.4	0.12	0.2	0.23	Jan.	0	0	-	0	-	-	0
Feb.	0.39	0.58	0.47	0.68	0.32	0.56	0.54	Feb.	0.4	0.12	0.5	0.18	0.1	0.14	0.21
Mar.	0.41	0.21	0.37	0.14	0.31	0.09	0.27	Mar.	0.32	0.09	0.25	0	0.14	0.03	0.15
Apr.	0.31	0.18	0.21	0.16	0.19	0.18	0.2	Apr.	0.18	0.05	0.07	0.06	0.08	0.11	0.09
May.	0	0.05	-0.01	0.03	-0.01	0.02	0.01	May.	0	0.01	0	0	0	0	0
Jun.	0.4	0.4	0.42	0.39	0.33	0.32	0.37	Jun.	0.4	0.39	0.38	0.4	0.28	0.35	0.37
Jul.	0.34	0.16	0.2	0.13	0.18	0.22	0.21	Jul.	0.25	0.09	0.1	0.07	0.12	0.13	0.13
Aug.	0.26	0.2	0.21	0.19	0.19	0.18	0.2	Aug.	0.23	0.15	0.12	0.13	0.15	0.15	0.15
Sep.	0.2	0.24	0.23	0.13	0.21	0.16	0.19	Sep.	0.07	0.09	0.08	0.09	0.16	0.08	0.1
Oct.	0.53	0.53	0.45	0.49	0.39	0.51	0.48	Oct.	0.42	0.5	0.3	0.32	0.22	0.38	0.35
Nov.	0.29	0.34	0.1	0.5	0	0.48	0.34	Nov.	0.2	0.05	0	0.04	0	0.04	0.05
Dec.	0	0.07	0	0.04	0	0.14	0.09	Dec.	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0.3	0.26	0.25	0.24	0.22	0.24	0.25	TOTAL	0.25	0.2	0.18	0.18	0.16	0.19	0.19
Threshold = 50 mm															
MONH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0	-	0	0	0	0	0								
Mar.	0	-	0	-	0	-	0								
Apr.	0	0	0	0	0	0.5	0.05								
May.	0	0	0	0	0	0	0								
Jun.	0.1	0.41	0.09	0.26	0.08	0.27	0.23								
Jul.	0.09	0.03	0.05	0.04	0.03	0	0.04								
Aug.	0.06	0.02	0.13	0.08	0.14	0.1	0.09								
Sep.	0	0	0.13	0	0.03	0.04	0.03								
Oct.	0.28	0.29	0.21	0.29	0.08	0.32	0.25								
Nov.	0	0	0	0	0	0	0								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.08	0.15	0.11	0.14	0.08	0.15	0.12								

표 6.3.21 국지예보시스템 한반도 강수 치우침

Threshold = 0.1 mm								Threshold = 5 mm							
MONIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	1.37	1.39	1.39	1.42	1.42	1.39	1.4	Jan.	1.12	1.1	1.29	0.79	1.26	0.67	0.99
Feb.	1.26	1.2	1.13	1.29	1.24	1.52	1.27	Feb.	0.95	0.91	0.78	0.93	0.65	1.09	0.89
Mar.	1.02	0.9	0.92	0.91	0.95	0.92	0.94	Mar.	0.94	0.74	0.87	0.81	1	0.93	0.88
Apr.	0.8	0.81	0.75	0.77	0.81	0.85	0.8	Apr.	0.81	0.61	0.81	0.65	0.81	0.73	0.73
May.	0.9	0.93	0.95	0.98	1	1.04	0.97	May.	0.95	0.98	1.07	1.16	1.08	1.1	1.06
Jun.	0.7	0.65	0.72	0.71	0.81	0.86	0.74	Jun.	0.79	0.69	0.84	0.71	0.9	0.95	0.81
Jul.	0.73	0.63	0.71	0.69	0.74	0.69	0.7	Jul.	0.85	0.61	0.71	0.65	0.9	0.67	0.73
Aug.	0.76	0.61	0.67	0.64	0.72	0.75	0.69	Aug.	0.7	0.57	0.64	0.68	0.78	0.78	0.69
Sep.	0.59	0.56	0.54	0.59	0.56	0.58	0.57	Sep.	0.67	0.61	0.66	0.77	0.59	0.79	0.68
Oct.	0.91	0.85	0.87	0.84	0.82	0.82	0.85	Oct.	0.89	0.96	0.77	0.83	0.77	0.84	0.84
Nov.	0.78	0.69	0.63	0.61	0.65	0.7	0.68	Nov.	1.11	0.86	0.74	0.84	0.49	0.95	0.83
Dec.	1.11	0.95	0.96	0.93	1.01	1	0.99	Dec.	1.45	0.54	0.85	0.53	1.05	1	0.74
TOTAL	0.87	0.81	0.82	0.83	0.86	0.88	0.85	TOTAL	0.84	0.72	0.79	0.77	0.84	0.86	0.8
Threshold = 15 mm								Threshold = 25 mm							
MONIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL	MONIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL
Jan.	1.4	3	1.4	1.33	0.8	1	1.42	Jan.	-	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.68	0.81	0.63	1.12	0.53	1.05	0.87	Feb.	0.56	0.8	0.67	1.6	0.22	1.4	0.89
Mar.	0.82	0.67	0.86	0.76	1.17	0.69	0.85	Mar.	0.58	0.41	0.58	0.71	1	0.82	0.69
Apr.	0.77	0.35	0.85	0.56	0.81	0.67	0.66	Apr.	0.34	0.24	0.62	0.53	0.83	0.5	0.5
May.	0.9	1.16	1.14	1.26	1.04	0.96	1.08	May.	1.19	1.32	1.08	1.13	1.04	1.03	1.13
Jun.	0.79	0.65	1.01	0.79	1.05	1.04	0.88	Jun.	0.88	0.75	1.07	0.87	1.09	1.01	0.93
Jul.	0.98	0.79	0.65	0.68	0.92	0.88	0.82	Jul.	0.96	0.82	0.55	0.64	0.97	0.96	0.82
Aug.	0.7	0.52	0.68	0.65	0.91	0.8	0.7	Aug.	0.79	0.56	0.69	0.67	0.95	0.81	0.74
Sep.	0.56	0.7	0.72	0.8	0.6	0.84	0.7	Sep.	0.2	0.84	0.36	1	0.66	0.67	0.58
Oct.	0.95	1.16	0.91	1.12	0.87	0.96	0.99	Oct.	0.83	1.07	1.08	1.26	1.17	1.14	1.1
Nov.	1.45	0.8	0.65	1.02	0.35	0.95	0.89	Nov.	1	0.82	0.67	1.18	0.33	1.27	1
Dec.	2	0.55	1	0.15	0.5	1.75	0.85	Dec.	0	0	0	0	0	3.5	0.78
TOTAL	0.82	0.72	0.82	0.81	0.89	0.89	0.83	TOTAL	0.73	0.74	0.74	0.86	0.94	0.92	0.82
Threshold = 50 mm															
MONIH	06H	12H	18H	24H	30H	36H	TOTAL								
Jan.	-	-	-	-	-	-	-								
Feb.	0.33	-	0	-	0	-	0.33								
Mar.	0	-	0.43	-	0	-	0.14								
Apr.	1	2	3	2	4	2	2.33								
May.	1.2	1	0.8	0.25	0.2	1.25	0.78								
Jun.	1.47	1.34	1	1.14	0.53	1.28	1.16								
Jul.	0.92	1.13	0.54	0.53	1.46	0.93	0.92								
Aug.	0.84	0.44	0.53	0.65	0.91	1.02	0.73								
Sep.	0.05	0.62	0.18	1.15	0.45	0.77	0.46								
Oct.	1	0.43	0.81	0.89	1.38	1.04	0.89								
Nov.	0	0	0	0	0	0	0								
Dec.	-	-	-	-	-	-	-								
TOTAL	0.76	0.73	0.57	0.83	0.81	1.06	0.8								

6.4 앙상블예측시스템

6.4.1 2018년 앙상블예측시스템 분석검증

표 6.4.1 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 평균제곱근오차 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.82	7.80	6.96	6.78	6.69	6.410	6.17	6.09	5.95	6.11	6.510	7.19	6.71
48H	14.09	13.86	13.06	12.47	12.47	11.49	11.22	10.69	10.48	11.08	12.10	13.13	12.18
72H	22.42	22.23	21.03	20.22	19.68	17.89	16.69	15.95	16.59	17.32	19.89	20.63	19.21
96H	32.16	32.42	29.77	29.54	28.56	25.96	23.65	22.31	24.18	25.74	29.69	29.14	27.76
120H	42.61	43.85	40.14	38.7	39.10	35.32	31.00	29.76	33.21	34.87	40.63	37.83	37.25
144H	53.87	54.98	50.81	47.95	49.34	44.02	38.13	36.88	43.13	43.42	52.29	49.22	47.00
168H	64.31	66.45	60.39	56.71	58.93	51.39	44.12	43.54	53.39	51.86	62.67	60.21	56.16
192H	73.04	74.23	70.71	63.87	66.45	57.41	49.31	49.14	61.93	59.64	71.93	69.16	63.90
216H	80.28	81.98	78.54	71.28	73.16	61.95	53.79	53.15	68.62	66.53	78.72	75.51	70.29
240H	85.36	88.84	84.18	77.58	77.92	65.31	56.76	56.95	72.66	72.65	83.16	80.17	75.13
264H	90.51	94.49	88.73	82.30	82.12	67.55	59.46	59.88	75.64	78.20	87.60	84.33	79.23
288H	96.43	100.79	91.71	85.53	84.27	69.50	61.27	62.18	77.76	81.55	91.52	87.67	82.52

표 6.4.2 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 고도 스프레드 [m] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.20	7.18	7.22	7.30	7.42	6.12	5.68	5.21	5.67	5.99	6.10	6.82	6.49
48H	12.39	12.11	12.32	12.39	12.78	10.54	9.51	8.91	9.75	10.10	10.47	11.57	11.07
72H	19.09	19.03	19.32	19.14	19.80	16.42	14.55	14.14	15.51	15.75	16.59	17.68	17.25
96H	27.12	27.91	27.94	27.19	27.95	23.39	20.62	20.52	22.72	22.79	24.34	25.25	24.81
120H	36.47	38.07	37.74	36.26	36.53	30.89	27.30	27.46	30.77	31.10	33.74	33.98	33.36
144H	46.54	48.56	48.08	45.62	45.37	38.31	33.83	34.37	39.22	40.14	43.70	43.35	42.26
168H	56.26	58.59	57.83	54.66	53.66	45.15	39.54	40.31	47.40	49.55	53.24	53.05	50.77
192H	65.37	67.72	66.48	62.58	60.76	50.75	44.43	45.06	54.39	58.13	61.99	62.20	58.32
216H	73.45	76.32	74.27	69.34	66.43	55.44	48.79	49.01	60.12	65.80	69.97	69.75	64.89
240H	80.29	83.47	80.87	74.66	70.26	59.27	52.10	52.46	64.56	71.97	76.95	76.04	70.24
264H	85.39	89.38	86.19	78.82	73.29	62.06	54.78	55.07	67.91	76.72	82.71	81.46	74.48
288H	89.61	93.86	89.89	82.55	75.44	64.52	56.91	57.11	70.58	80.29	87.64	86.10	77.88

표 6.4.3 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 이상상관 계수 [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48H	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
72H	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
96H	0.96	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94	0.95	0.94	0.96	0.97	0.96	0.96	0.96
120H	0.93	0.95	0.94	0.92	0.90	0.89	0.91	0.90	0.92	0.93	0.92	0.93	0.92
144H	0.89	0.91	0.90	0.88	0.84	0.82	0.87	0.83	0.87	0.89	0.86	0.87	0.87
168H	0.83	0.87	0.86	0.83	0.76	0.74	0.82	0.75	0.80	0.85	0.80	0.80	0.81
192H	0.77	0.84	0.80	0.77	0.68	0.66	0.76	0.67	0.71	0.79	0.72	0.73	0.74
216H	0.71	0.80	0.74	0.69	0.59	0.58	0.71	0.60	0.63	0.73	0.66	0.66	0.68
240H	0.66	0.75	0.68	0.61	0.52	0.51	0.67	0.53	0.57	0.67	0.61	0.61	0.62
264H	0.60	0.71	0.63	0.55	0.45	0.45	0.63	0.46	0.51	0.60	0.55	0.55	0.56
288H	0.53	0.65	0.59	0.49	0.40	0.40	0.60	0.40	0.46	0.54	0.49	0.50	0.50

표 6.4.4 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 CRPSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.93	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.91	0.90	0.92	0.93	0.94	0.93	0.93
48H	0.88	0.90	0.89	0.87	0.86	0.84	0.83	0.82	0.87	0.88	0.88	0.87	0.87
72H	0.81	0.84	0.82	0.80	0.79	0.76	0.76	0.75	0.80	0.82	0.81	0.80	0.80
96H	0.73	0.76	0.75	0.71	0.69	0.67	0.67	0.66	0.72	0.74	0.72	0.72	0.71
120H	0.64	0.68	0.67	0.62	0.58	0.55	0.58	0.55	0.62	0.65	0.62	0.64	0.62
144H	0.54	0.60	0.58	0.53	0.47	0.43	0.48	0.45	0.51	0.56	0.51	0.53	0.52
168H	0.45	0.51	0.50	0.44	0.36	0.33	0.40	0.35	0.39	0.47	0.41	0.43	0.42
192H	0.37	0.45	0.41	0.36	0.28	0.25	0.33	0.26	0.29	0.39	0.31	0.33	0.34
216H	0.30	0.38	0.33	0.28	0.20	0.19	0.26	0.20	0.21	0.32	0.24	0.26	0.26
240H	0.25	0.33	0.28	0.21	0.14	0.14	0.22	0.14	0.16	0.25	0.20	0.21	0.21
264H	0.19	0.28	0.23	0.16	0.09	0.10	0.18	0.09	0.13	0.20	0.15	0.17	0.16
288H	0.14	0.23	0.20	0.13	0.07	0.08	0.16	0.05	0.10	0.16	0.11	0.13	0.13

표 6.4.5 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.93	0.94	0.93	0.90	0.89	0.87	0.88	0.85	0.87	0.92	0.93	0.92	0.90
48H	0.88	0.90	0.88	0.85	0.83	0.80	0.80	0.75	0.81	0.88	0.88	0.86	0.84
72H	0.83	0.85	0.82	0.78	0.77	0.74	0.73	0.69	0.76	0.82	0.81	0.80	0.78
96H	0.75	0.78	0.77	0.70	0.68	0.66	0.67	0.61	0.70	0.74	0.74	0.73	0.71
120H	0.67	0.70	0.69	0.61	0.58	0.55	0.57	0.52	0.62	0.65	0.65	0.65	0.62
144H	0.57	0.63	0.60	0.50	0.46	0.45	0.48	0.44	0.52	0.57	0.55	0.55	0.53
168H	0.48	0.54	0.53	0.39	0.35	0.36	0.41	0.37	0.42	0.49	0.44	0.44	0.44
192H	0.39	0.48	0.45	0.31	0.25	0.28	0.35	0.29	0.33	0.40	0.35	0.35	0.35
216H	0.31	0.42	0.39	0.23	0.16	0.22	0.29	0.21	0.24	0.32	0.27	0.29	0.28
240H	0.26	0.36	0.33	0.17	0.10	0.16	0.24	0.15	0.19	0.26	0.21	0.22	0.22
264H	0.20	0.31	0.27	0.12	0.05	0.12	0.20	0.11	0.15	0.19	0.16	0.18	0.17
288H	0.14	0.26	0.24	0.08	0.01	0.08	0.17	0.07	0.10	0.13	0.12	0.13	0.13

표 6.4.6 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 평균제곱근오차 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.02	0.99	0.94	0.92	0.91	0.81	0.77	0.73	0.71	0.75	0.89	0.97	0.87
48H	1.37	1.33	1.28	1.26	1.26	1.13	1.07	1.01	0.99	1.04	1.23	1.31	1.19
72H	1.68	1.63	1.61	1.6	1.58	1.42	1.33	1.27	1.26	1.31	1.52	1.63	1.49
96H	2.08	1.98	1.98	1.94	1.95	1.73	1.63	1.56	1.56	1.61	1.87	1.94	1.82
120H	2.47	2.37	2.42	2.30	2.35	2.07	1.93	1.86	1.89	1.94	2.27	2.26	2.18
144H	2.87	2.81	2.85	2.69	2.78	2.43	2.23	2.15	2.25	2.27	2.66	2.63	2.55
168H	3.30	3.25	3.25	3.03	3.18	2.72	2.51	2.40	2.60	2.59	3.03	3.01	2.91
192H	3.69	3.55	3.63	3.34	3.51	2.95	2.73	2.61	2.88	2.88	3.41	3.34	3.21
216H	3.97	3.86	3.93	3.62	3.76	3.16	2.88	2.76	3.13	3.16	3.74	3.58	3.46
240H	4.17	4.08	4.18	3.88	3.93	3.32	2.99	2.89	3.27	3.41	3.94	3.76	3.65
264H	4.32	4.26	4.35	4.08	4.07	3.42	3.11	2.99	3.38	3.61	4.06	3.93	3.80
288H	4.50	4.45	4.47	4.20	4.14	3.49	3.18	3.06	3.47	3.74	4.15	4.08	3.91

표 6.4.7 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 스프레드 [°C] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.82	0.78	0.78	0.77	0.76	0.65	0.63	0.59	0.61	0.62	0.68	0.75	0.70
48H	0.99	0.96	0.98	0.95	0.97	0.85	0.80	0.76	0.77	0.78	0.84	0.91	0.88
72H	1.26	1.23	1.27	1.22	1.26	1.10	1.02	0.98	1.01	1.00	1.10	1.17	1.14
96H	1.59	1.59	1.65	1.56	1.60	1.40	1.29	1.26	1.30	1.30	1.42	1.48	1.45
120H	1.98	2.01	2.07	1.94	1.97	1.73	1.59	1.55	1.62	1.63	1.80	1.84	1.81
144H	2.39	2.44	2.51	2.33	2.37	2.07	1.89	1.84	1.95	1.98	2.21	2.22	2.18
168H	2.78	2.84	2.93	2.70	2.74	2.40	2.17	2.10	2.25	2.32	2.61	2.59	2.54
192H	3.13	3.19	3.31	3.04	3.04	2.65	2.40	2.33	2.52	2.64	2.93	2.92	2.84
216H	3.43	3.48	3.64	3.32	3.25	2.86	2.60	2.51	2.74	2.93	3.19	3.19	3.10
240H	3.65	3.71	3.91	3.54	3.41	3.04	2.77	2.65	2.93	3.16	3.41	3.43	3.30
264H	3.83	3.91	4.12	3.71	3.52	3.17	2.89	2.77	3.08	3.33	3.61	3.62	3.46
288H	3.97	4.08	4.27	3.87	3.61	3.28	3.00	2.86	3.18	3.47	3.77	3.80	3.60

표 6.4.8 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 이상상관 계수 [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	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
48H	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96
72H	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.93	0.94	0.93	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94
96H	0.92	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.92	0.93	0.91	0.91	0.91
120H	0.88	0.90	0.88	0.87	0.85	0.86	0.87	0.86	0.88	0.89	0.86	0.87	0.87
144H	0.84	0.85	0.83	0.82	0.78	0.80	0.82	0.80	0.83	0.84	0.80	0.82	0.82
168H	0.78	0.79	0.77	0.77	0.70	0.74	0.77	0.75	0.76	0.79	0.73	0.75	0.76
192H	0.71	0.75	0.71	0.70	0.61	0.69	0.72	0.70	0.70	0.74	0.64	0.68	0.70
216H	0.65	0.70	0.64	0.64	0.53	0.63	0.68	0.65	0.63	0.67	0.55	0.62	0.63
240H	0.60	0.65	0.58	0.56	0.47	0.59	0.64	0.62	0.59	0.60	0.47	0.56	0.58
264H	0.56	0.61	0.53	0.49	0.41	0.55	0.61	0.58	0.55	0.53	0.42	0.50	0.53
288H	0.49	0.57	0.48	0.44	0.37	0.52	0.58	0.56	0.51	0.48	0.38	0.45	0.49

표 6.4.9 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 CRPSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.81	0.82	0.82	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.82	0.82	0.80	0.79	0.80
48H	0.74	0.76	0.75	0.73	0.71	0.71	0.69	0.70	0.74	0.75	0.72	0.71	0.73
72H	0.68	0.71	0.69	0.66	0.64	0.63	0.62	0.62	0.68	0.69	0.66	0.64	0.66
96H	0.61	0.65	0.62	0.59	0.56	0.56	0.54	0.54	0.61	0.63	0.58	0.58	0.59
120H	0.54	0.58	0.55	0.52	0.48	0.48	0.46	0.46	0.53	0.56	0.50	0.51	0.51
144H	0.46	0.51	0.46	0.44	0.38	0.39	0.38	0.37	0.44	0.48	0.41	0.43	0.43
168H	0.38	0.43	0.39	0.37	0.29	0.31	0.31	0.30	0.35	0.41	0.33	0.35	0.35
192H	0.31	0.37	0.32	0.30	0.22	0.25	0.25	0.24	0.28	0.34	0.24	0.27	0.28
216H	0.26	0.31	0.25	0.23	0.15	0.19	0.20	0.19	0.21	0.28	0.16	0.22	0.22
240H	0.21	0.27	0.20	0.17	0.10	0.15	0.16	0.15	0.17	0.22	0.11	0.17	0.17
264H	0.17	0.24	0.16	0.12	0.07	0.12	0.13	0.12	0.14	0.17	0.08	0.13	0.14
288H	0.13	0.20	0.13	0.09	0.05	0.10	0.11	0.09	0.12	0.14	0.06	0.10	0.11

표 6.4.10 앙상블예측시스템 북반구 850hPa 기온 +1 표준편차 이상 BSS [무차원] 분석검증

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.78	0.80	0.81	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.76	0.78	0.76	0.78	0.77
48H	0.70	0.74	0.74	0.70	0.69	0.67	0.66	0.65	0.68	0.70	0.67	0.69	0.69
72H	0.64	0.68	0.68	0.63	0.62	0.60	0.58	0.57	0.61	0.63	0.61	0.61	0.62
96H	0.57	0.62	0.61	0.56	0.53	0.53	0.51	0.49	0.54	0.57	0.53	0.54	0.55
120H	0.50	0.56	0.55	0.49	0.45	0.44	0.43	0.40	0.47	0.49	0.45	0.48	0.48
144H	0.43	0.48	0.47	0.41	0.36	0.36	0.36	0.32	0.39	0.42	0.37	0.40	0.40
168H	0.35	0.41	0.41	0.35	0.28	0.30	0.30	0.25	0.31	0.35	0.30	0.31	0.33
192H	0.27	0.35	0.34	0.28	0.21	0.24	0.24	0.20	0.24	0.28	0.21	0.24	0.26
216H	0.21	0.29	0.29	0.22	0.15	0.19	0.19	0.15	0.18	0.23	0.14	0.19	0.20
240H	0.18	0.25	0.25	0.16	0.10	0.15	0.15	0.11	0.14	0.17	0.09	0.14	0.16
264H	0.15	0.22	0.21	0.12	0.06	0.12	0.12	0.08	0.11	0.12	0.06	0.10	0.12
288H	0.10	0.19	0.17	0.08	0.04	0.09	0.10	0.06	0.08	0.09	0.05	0.08	0.09

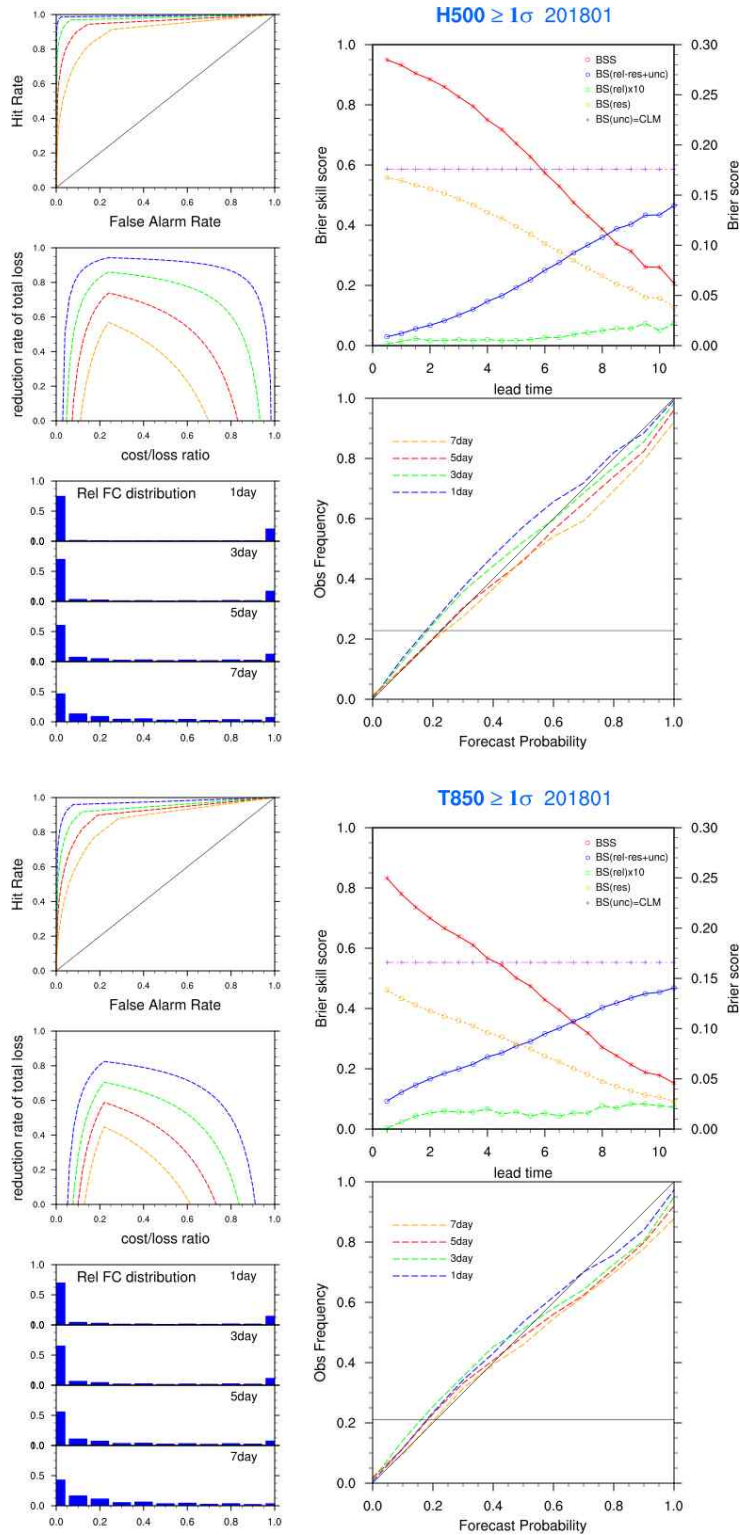


그림 6.4.1 2018년 1월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

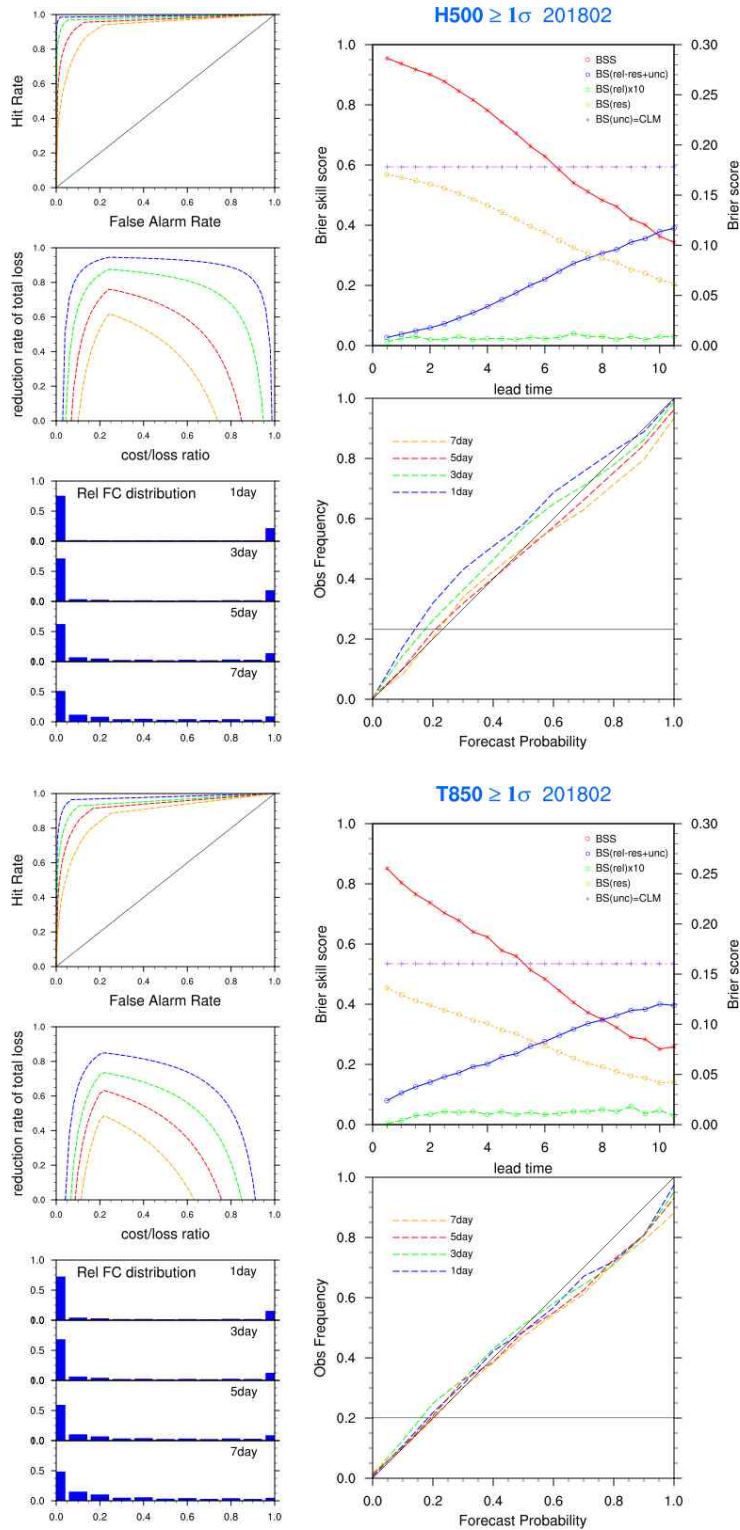


그림 6.4.2 2018년 2월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

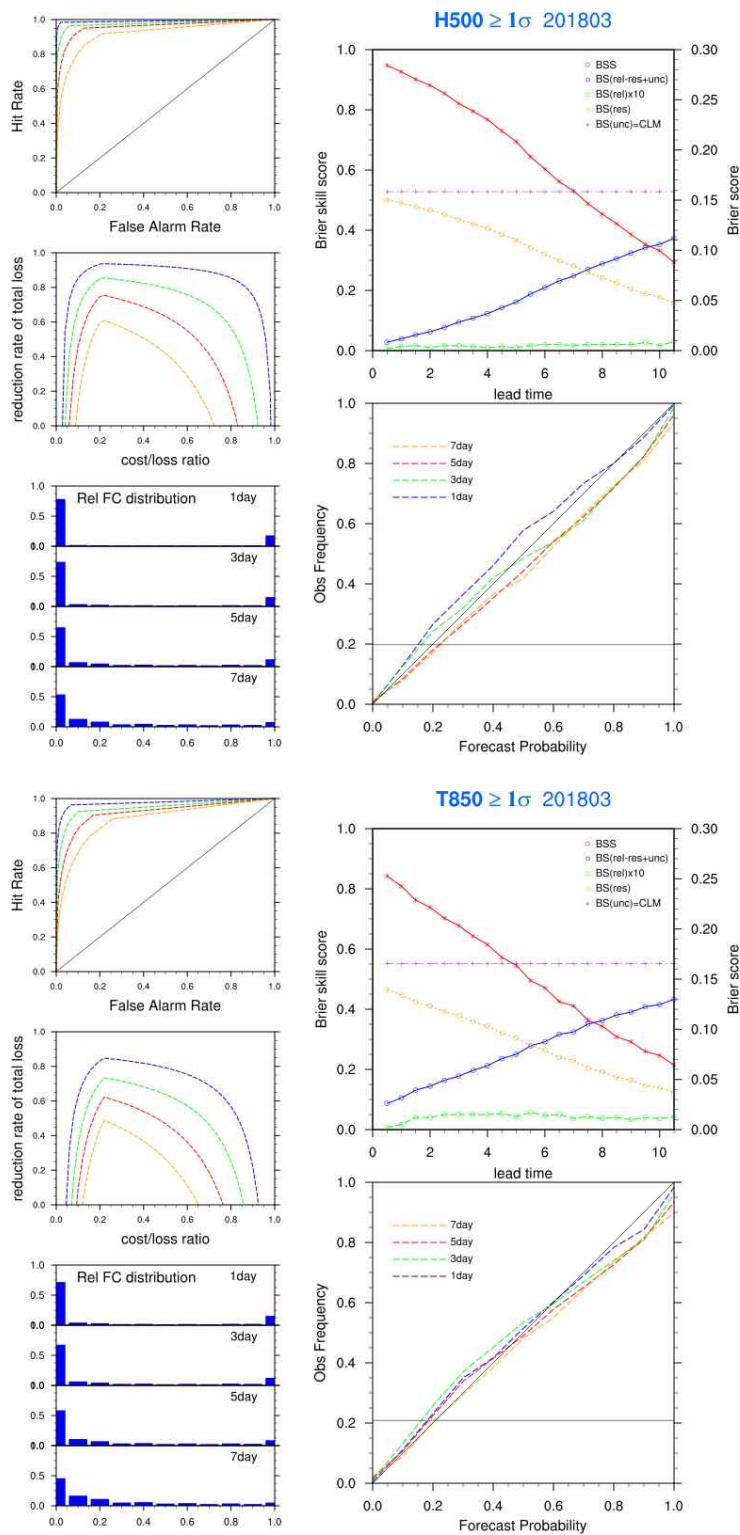


그림 6.4.3 2018년 3월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

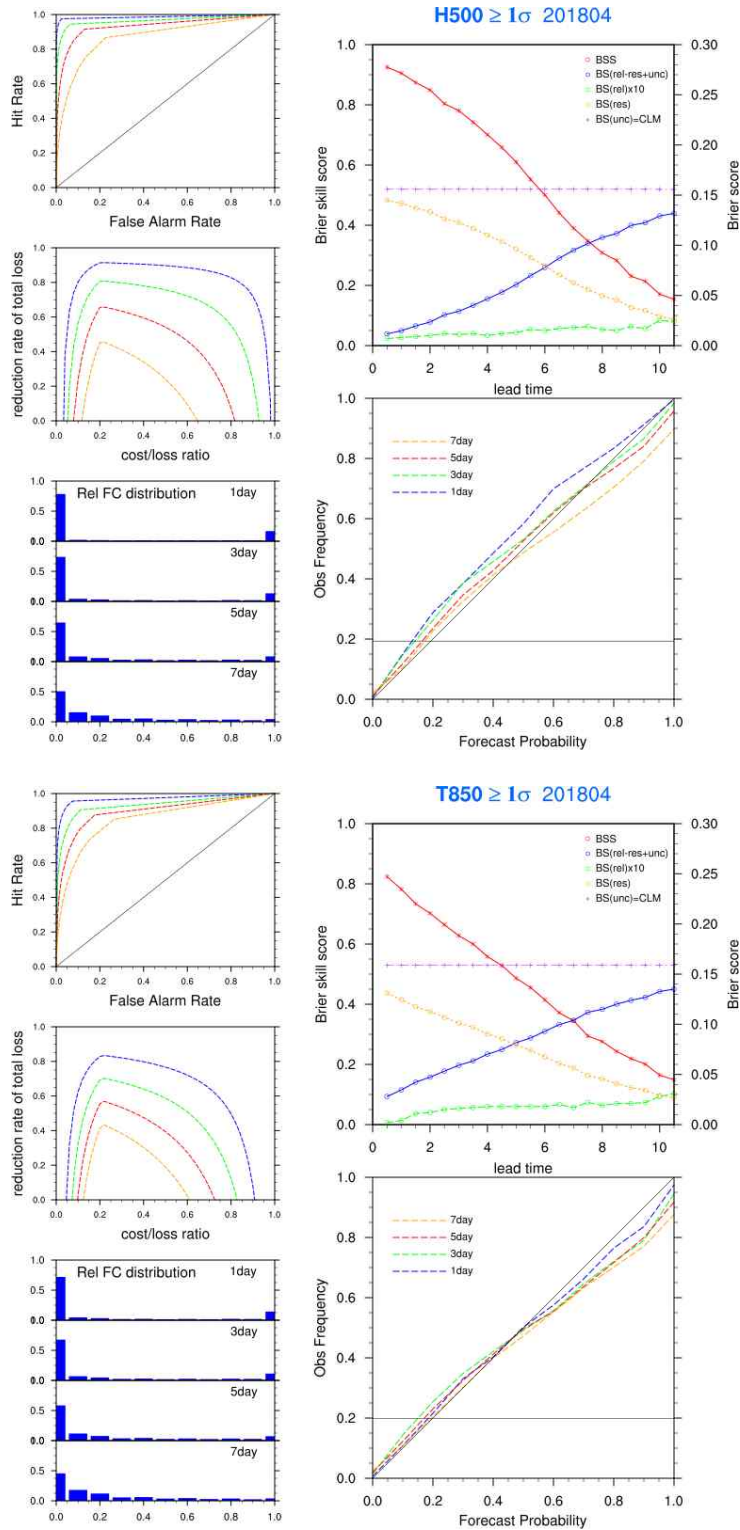


그림 6.4.4 2018년 4월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

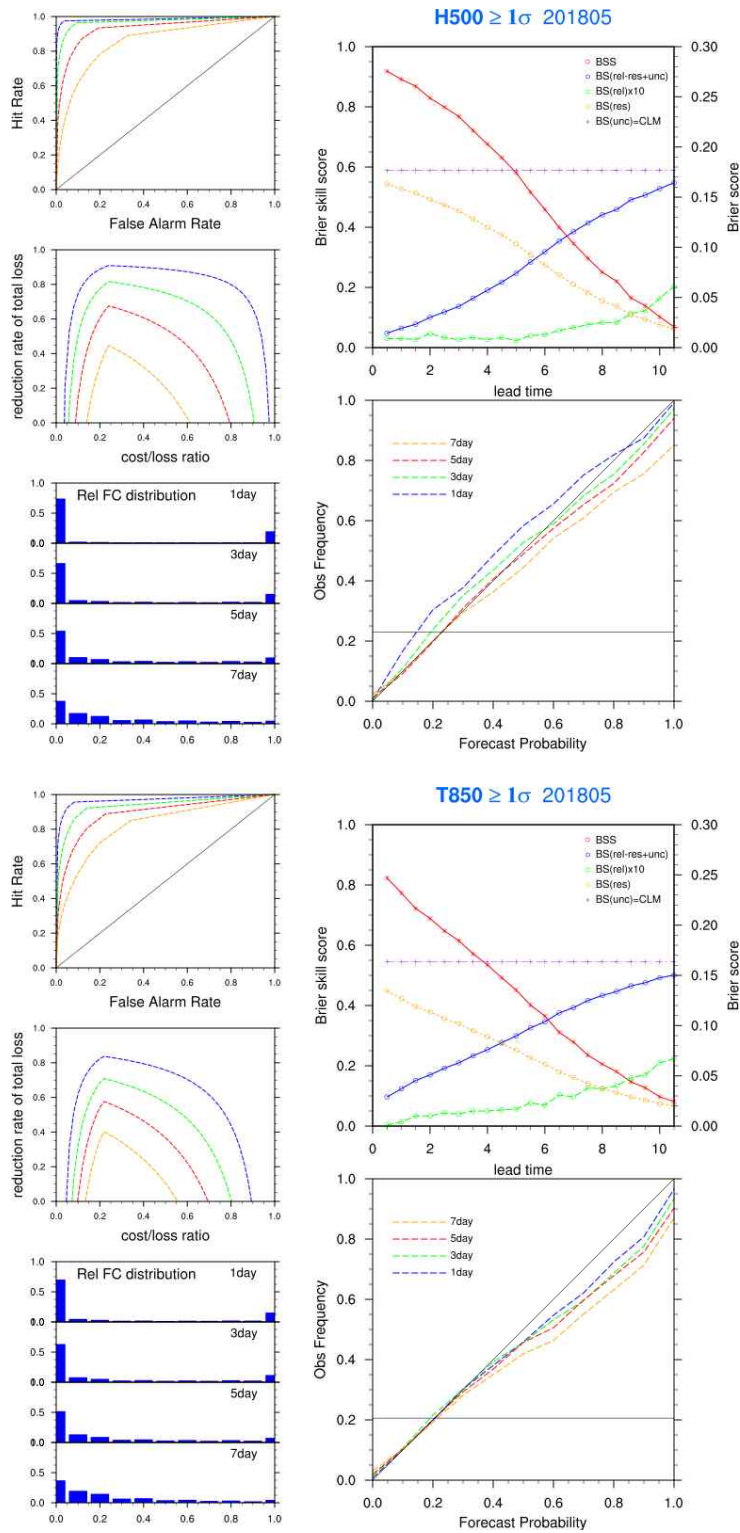


그림 6.4.5 2018년 5월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

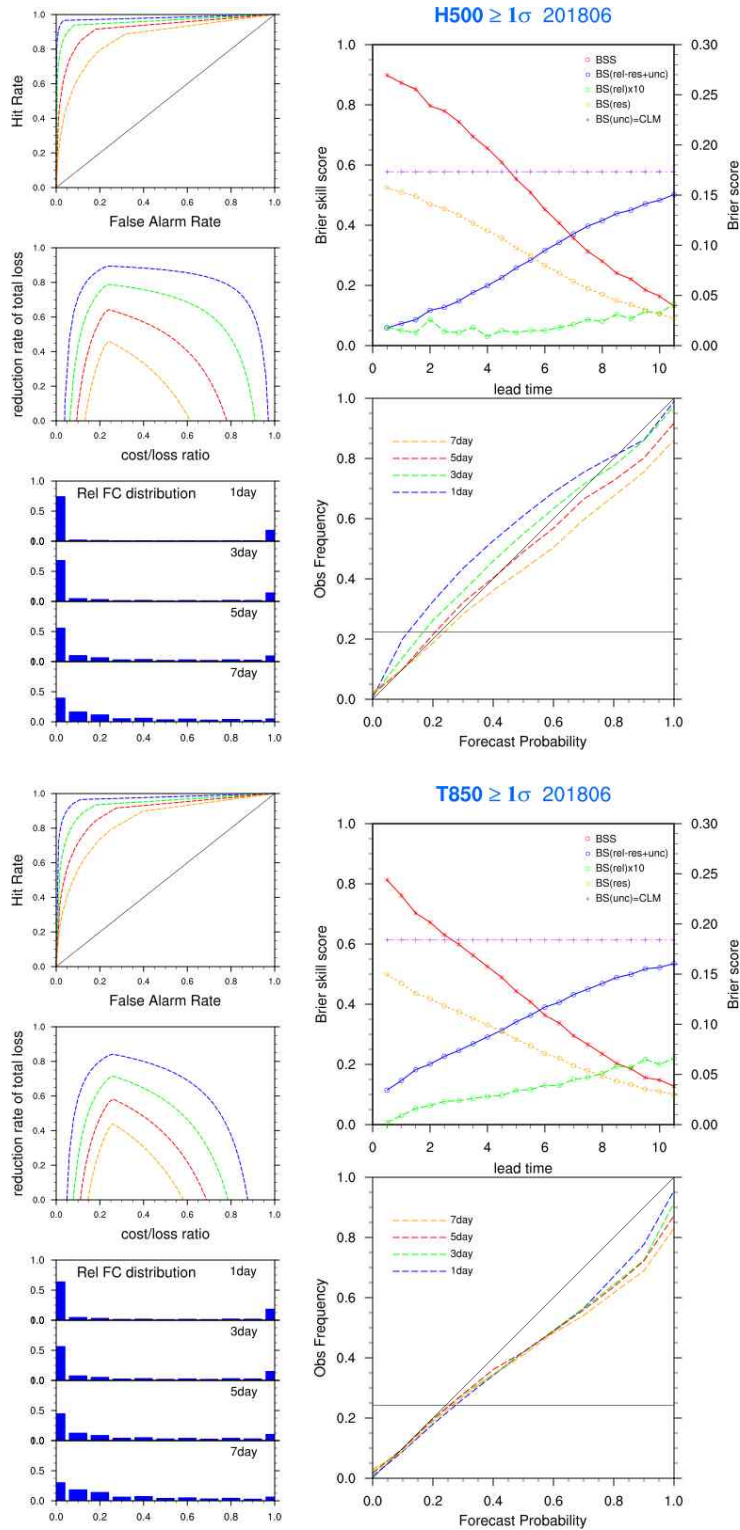


그림 6.4.6 2018년 6월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

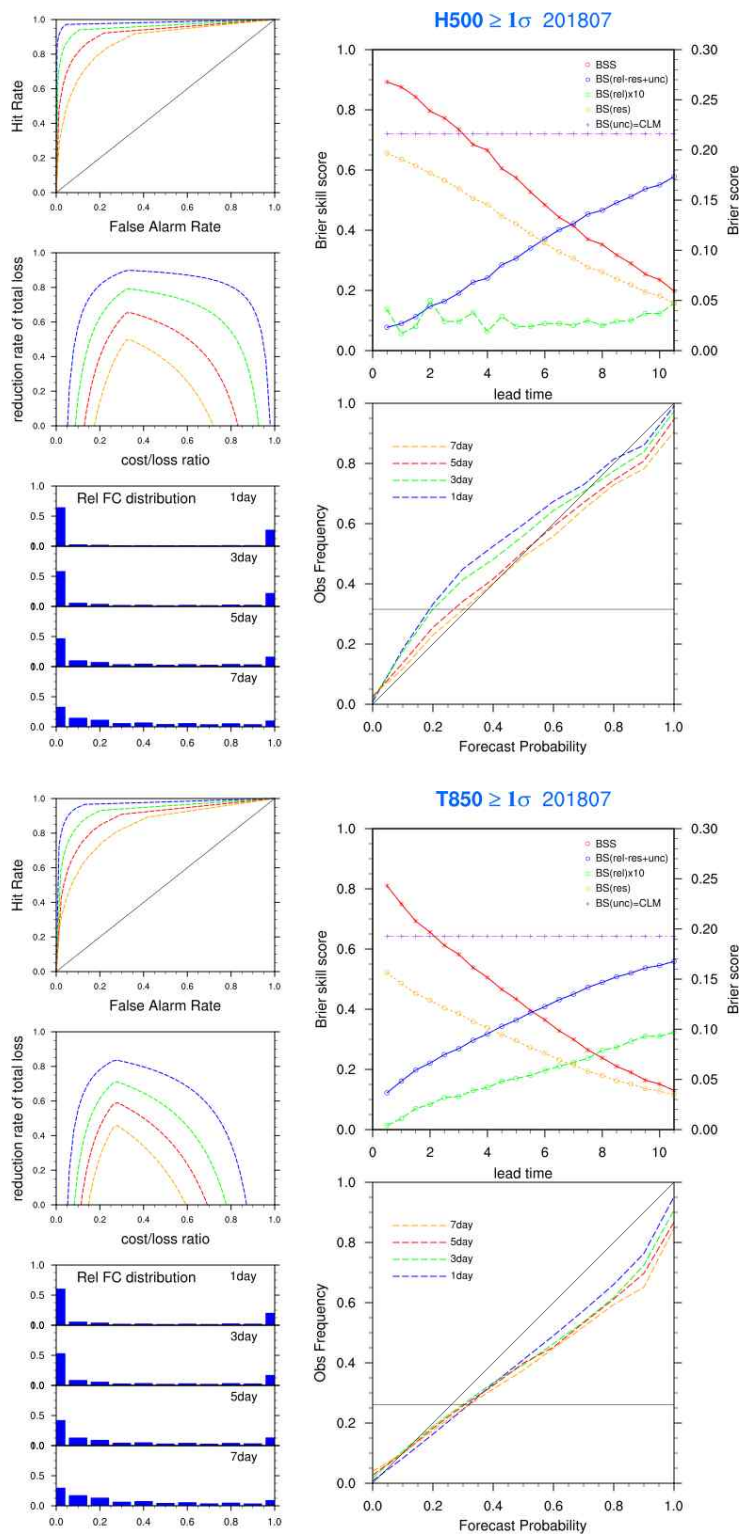


그림 6.4.7 2018년 7월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

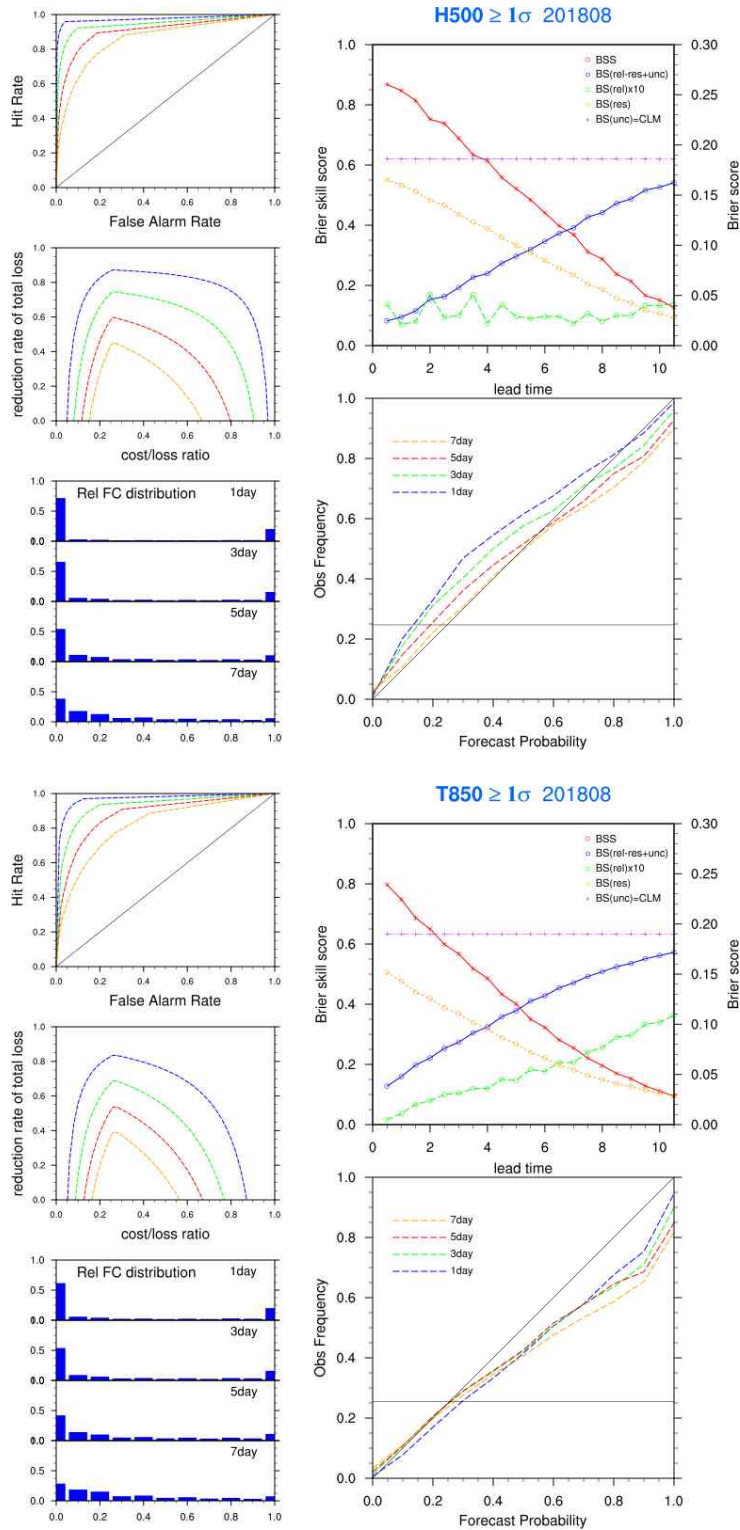


그림 6.4.8 2018년 8월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

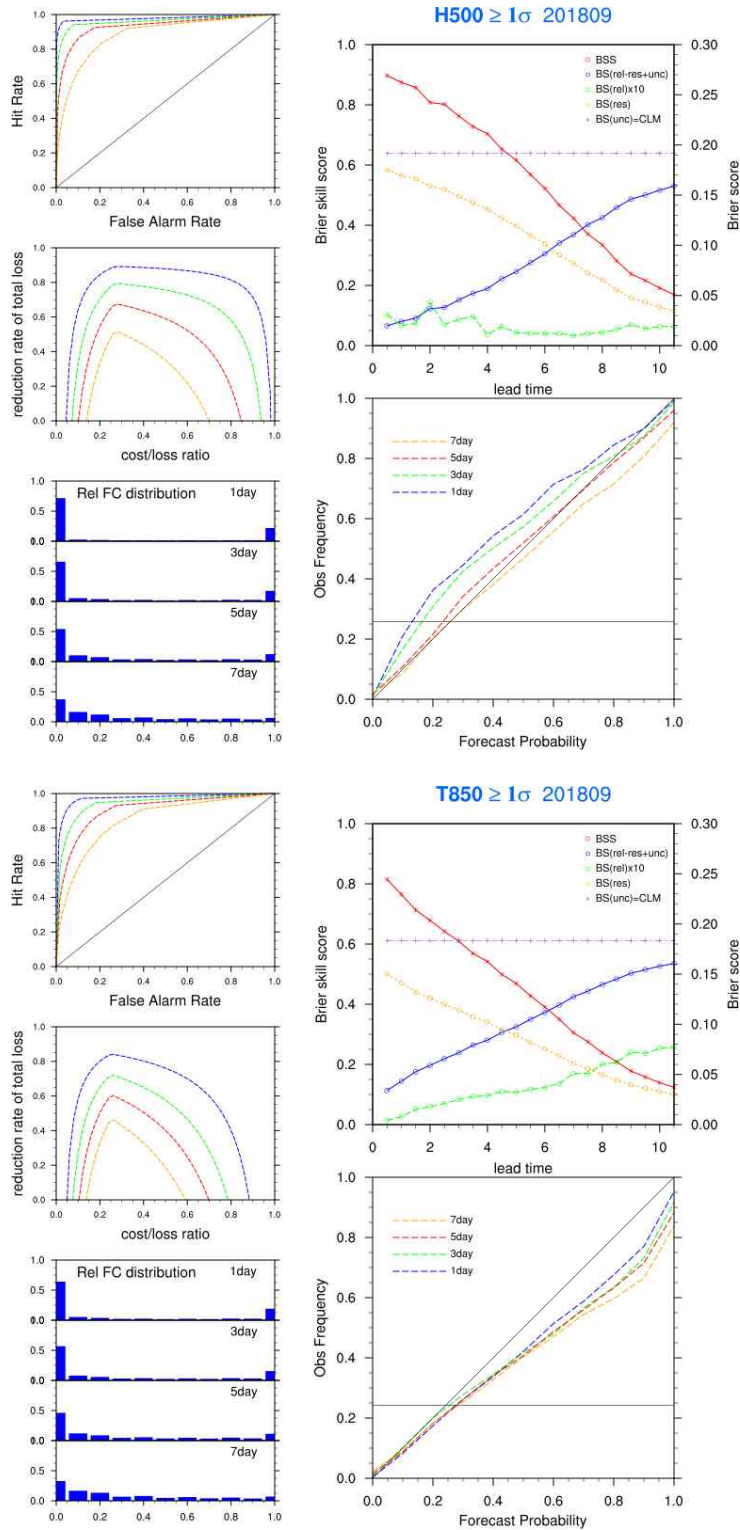


그림 6.4.9 2018년 9월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

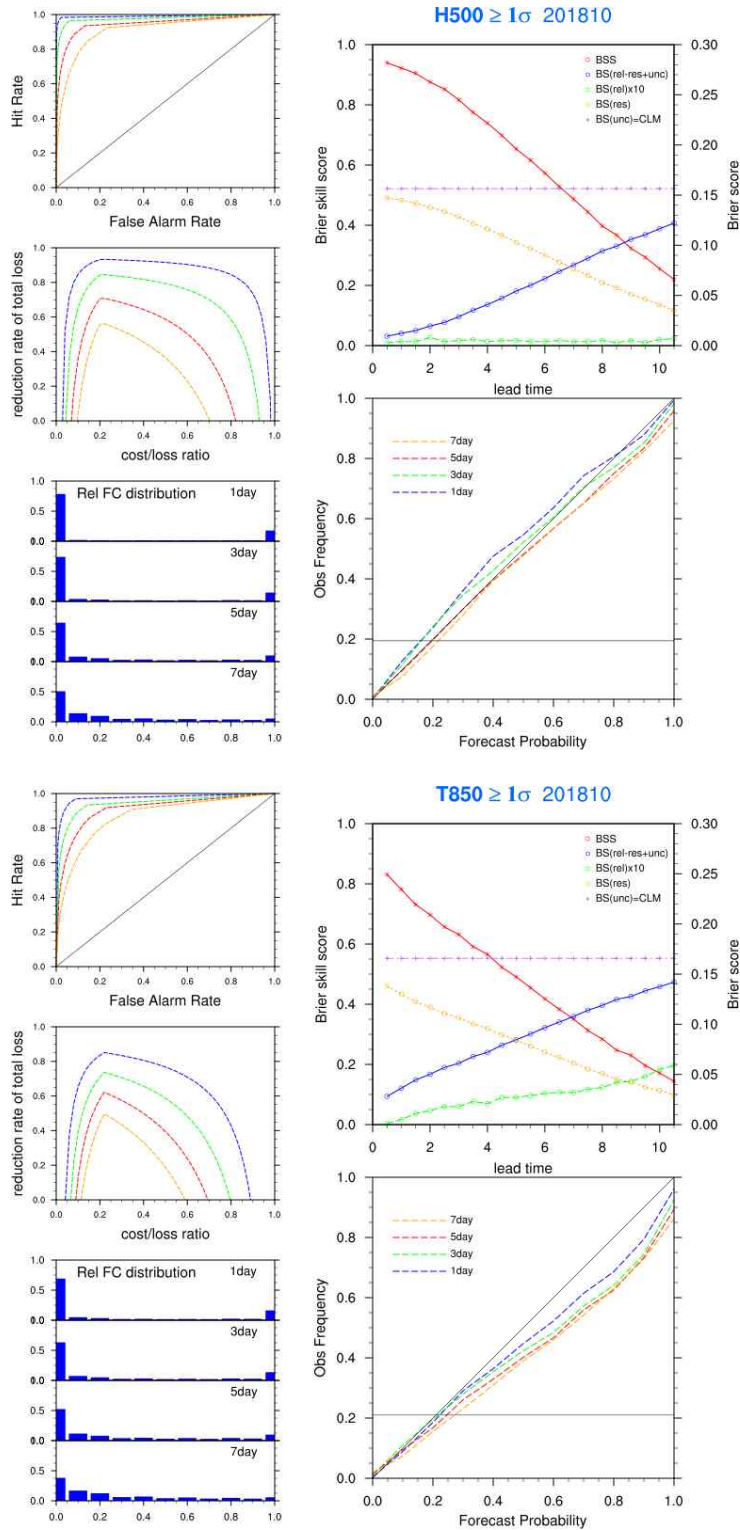


그림 6.4.10 2018년 10월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

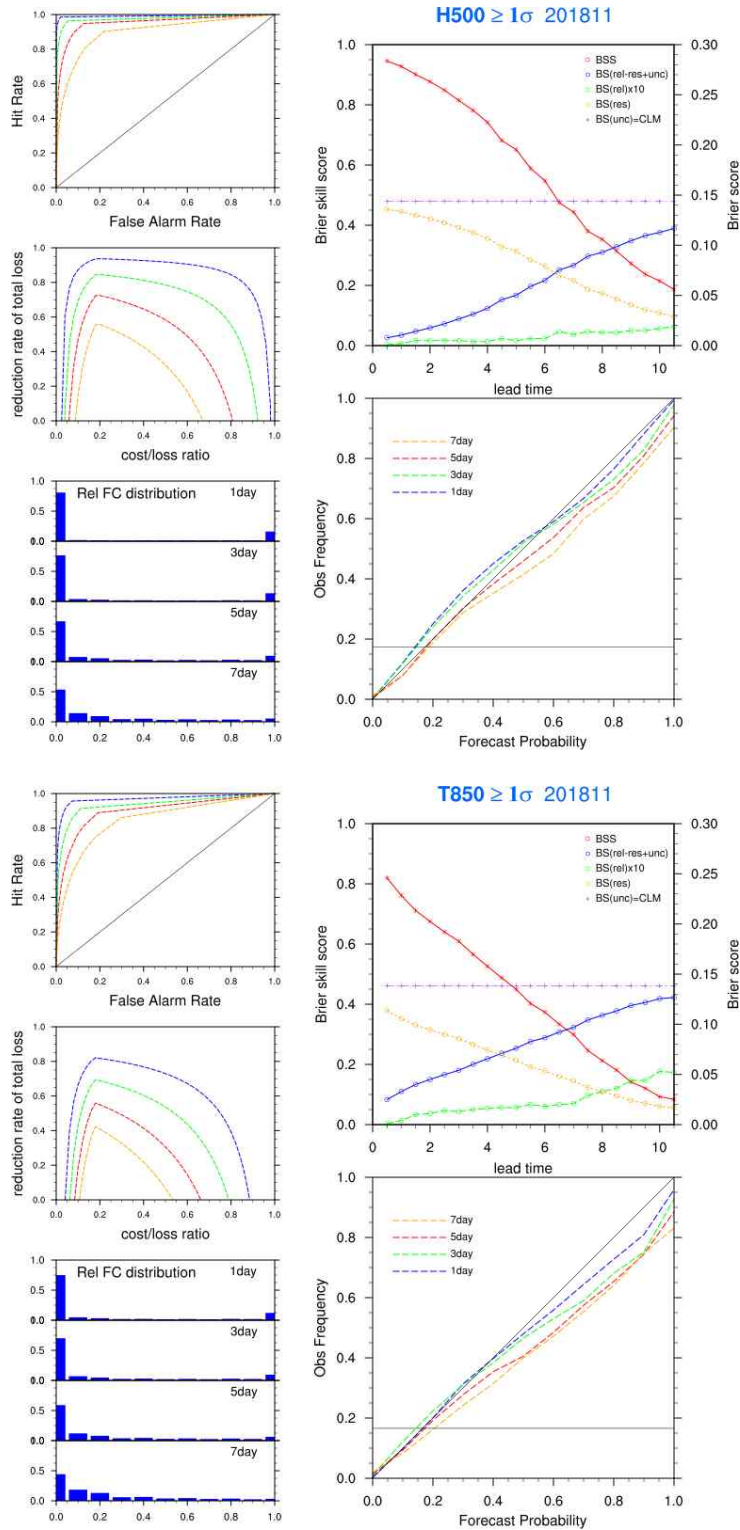


그림 6.4.11 2018년 11월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

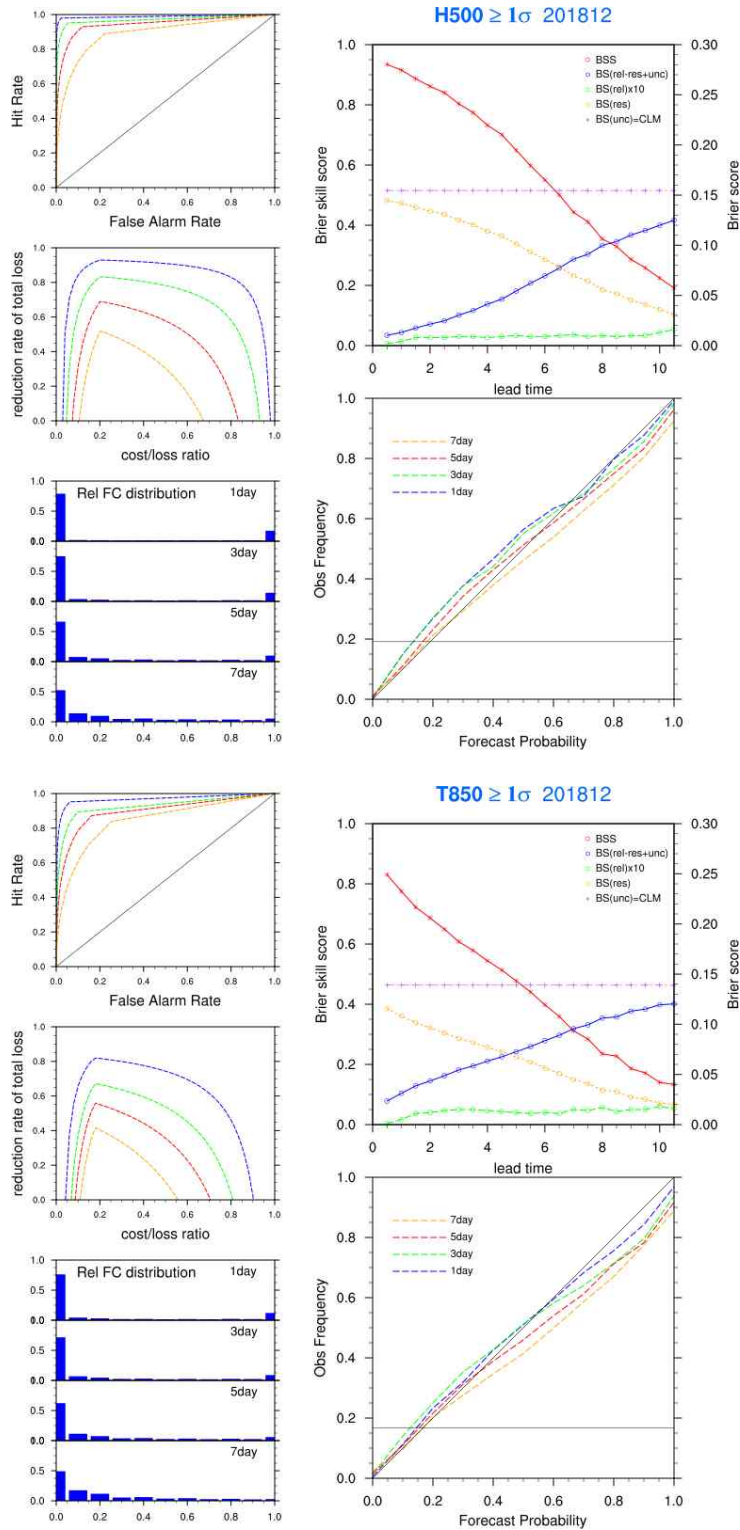


그림 6.4.12 2018년 12월 앙상블예측시스템 북반구 500hPa 지위고도(상)와 850hPa 기온(하)의 +1 표준편차에 대한 앙상블예측 성능 (왼쪽 상단부터 ROC curve, Economic Value, Rank histogram, 오른쪽 상단부터 Brier Score, Reliability Table)

6.5 전지구/지역/국지연안 파랑예보 검증

6.5.1 부이 검증

6.5.1.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 부이 검증

표 6.5.1 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +00H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제곱 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	-0.036	0.503	0.947	10619	0.024	0.567	0.947	8546	-0.064
Feb.	0.012	0.476	0.941	9722	0.017	0.518	0.941	7638	-0.042
Mar.	-0.010	0.449	0.928	10598	0.043	0.512	0.928	8715	-0.063
Apr.	0.004	0.411	0.933	10248	0.046	0.407	0.933	8238	0.004
May.	0.009	0.354	0.921	10170	0.062	0.339	0.921	8654	0.015
Jun.	0.028	0.320	0.924	9773	0.027	0.307	0.924	8145	0.013
Jul.	0.040	0.298	0.919	10038	0.069	0.312	0.919	8500	-0.014
Aug.	0.023	0.306	0.914	9641	0.043	0.322	0.914	8555	-0.016
Sep.	0.056	0.385	0.925	9272	0.078	0.397	0.925	8396	-0.012
Oct.	0.026	0.444	0.939	18844	0.055	0.435	0.939	8667	0.009
Nov.	-0.035	0.485	0.942	8687	0.035	0.443	0.942	8664	0.042
Dec.	0.011	0.479	0.952	9148	0.004	0.514	0.952	8803	-0.035
Ave.	0.011	0.409	0.932	10563	0.042	0.423	0.932	8460	-0.014

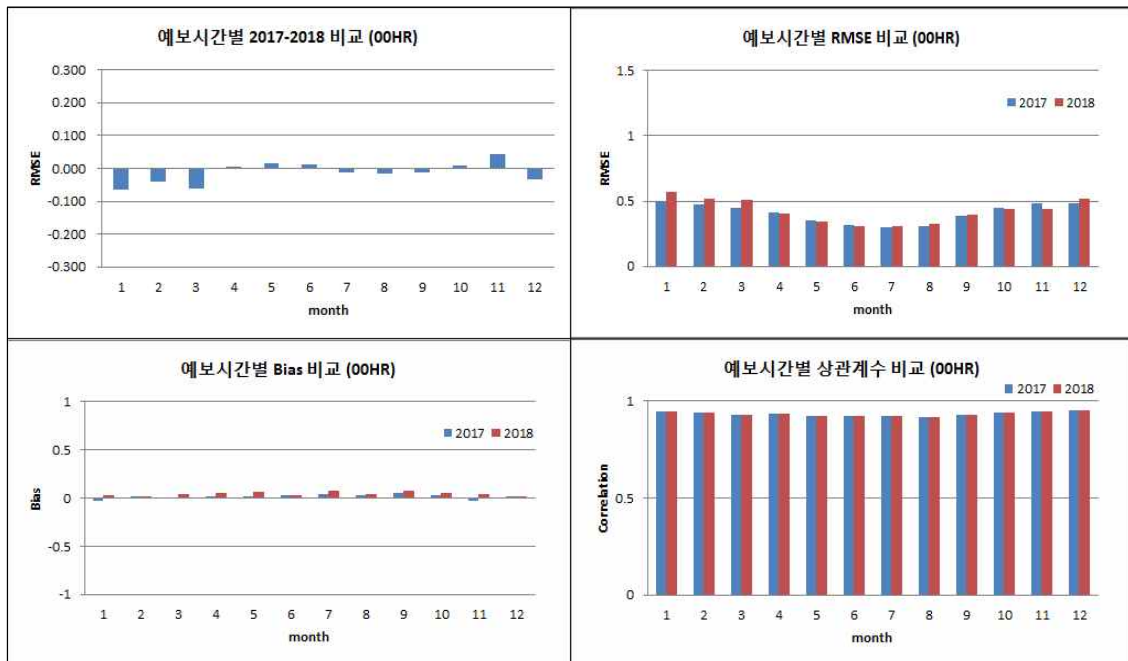


그림 6.5.1 GWW3 +00H 예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 6.5.2 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +24H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제곱 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	-0.022	0.520	0.943	10619	0.036	0.588	0.943	8546	-0.068
Feb.	0.018	0.494	0.936	9722	0.027	0.538	0.936	7638	-0.044
Mar.	-0.003	0.472	0.921	10598	0.052	0.618	0.921	8715	-0.146
Apr.	0.017	0.438	0.924	10248	0.063	0.423	0.924	8238	0.015
May.	0.030	0.375	0.913	10170	0.074	0.349	0.913	8654	0.026
Jun.	0.046	0.330	0.922	9773	0.039	0.320	0.922	8145	0.010
Jul.	0.056	0.314	0.914	10038	0.081	0.322	0.914	8500	-0.008
Aug.	0.037	0.315	0.911	9641	0.056	0.335	0.911	8555	-0.020
Sep.	0.072	0.399	0.921	9272	0.095	0.408	0.921	8396	-0.009
Oct.	0.044	0.460	0.936	18238	0.065	0.448	0.936	8667	0.012
Nov.	-0.011	0.504	0.938	8687	0.037	0.484	0.938	8664	0.020
Dec.	0.018	0.491	0.950	9148	0.011	0.529	0.950	8803	-0.038
Ave.	0.025	0.426	0.928	10513	0.053	0.447	0.928	8460	-0.021

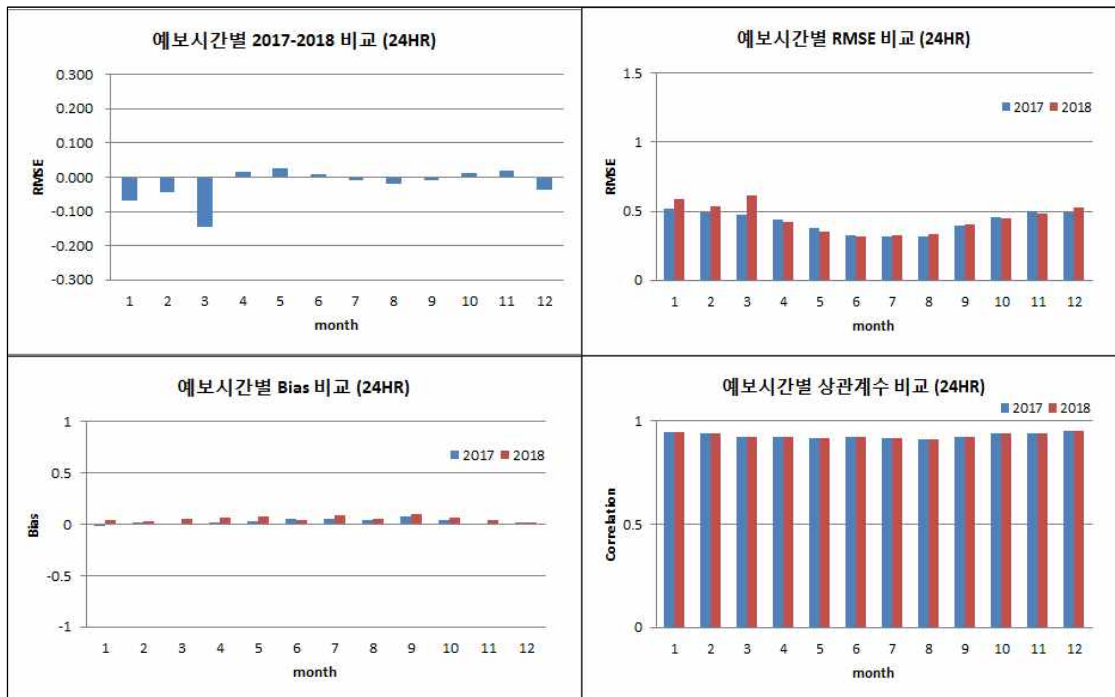


그림 6.5.2 GWW3 +24H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 6.5.3 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +48H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제곱 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.001	0.520	0.921	10619	0.056	0.588	0.921	8546	-0.068
Feb.	0.019	0.494	0.915	9722	0.064	0.538	0.915	7638	-0.044
Mar.	0.026	0.472	0.891	10598	0.068	0.618	0.891	8715	-0.146
Apr.	0.046	0.438	0.902	10248	0.083	0.423	0.902	8238	0.015
May.	0.048	0.375	0.889	10170	0.089	0.349	0.889	8654	0.026
Jun.	0.071	0.330	0.904	9773	0.058	0.320	0.904	8145	0.010
Jul.	0.095	0.314	0.897	10038	0.095	0.322	0.897	8500	-0.008
Aug.	0.064	0.315	0.897	9641	0.072	0.335	0.897	8555	-0.020
Sep.	0.109	0.399	0.906	9272	0.102	0.408	0.906	8396	-0.009
Oct.	0.068	0.460	0.926	17608	0.061	0.448	0.926	8667	0.012
Nov.	0.011	0.504	0.927	8687	0.039	0.484	0.927	8664	0.020
Dec.	0.034	0.491	0.935	9148	0.019	0.529	0.935	8803	-0.038
Ave.	0.049	0.426	0.909	10460	0.067	0.447	0.909	8460	-0.021

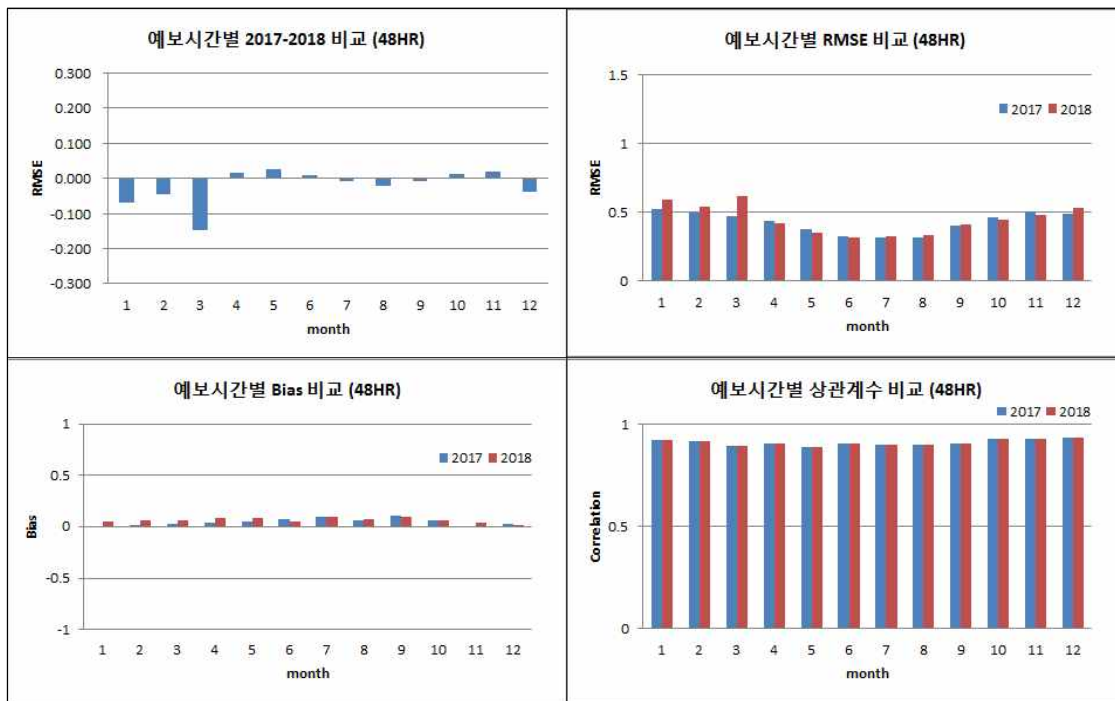


그림 6.5.3 GWW3 +48H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

표 6.5.4. 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수 +72H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제공 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.019	0.662	0.908	10619	0.081	0.715	0.908	8546	-0.053
Feb.	0.005	0.665	0.885	9722	0.063	0.644	0.885	7638	0.021
Mar.	0.030	0.645	0.857	10598	0.059	0.822	0.857	8715	-0.177
Apr.	0.091	0.594	0.868	10248	0.095	0.507	0.868	8238	0.087
May.	0.059	0.502	0.849	10170	0.094	0.428	0.849	8654	0.074
Jun.	0.099	0.436	0.871	9773	0.068	0.412	0.871	8145	0.024
Jul.	0.107	0.404	0.871	10038	0.102	0.404	0.871	8500	0.000
Aug.	0.070	0.401	0.861	9641	0.078	0.430	0.861	8555	-0.029
Sep.	0.117	0.497	0.882	9272	0.101	0.490	0.882	8396	0.007
Oct.	0.074	0.560	0.905	17010	0.071	0.575	0.905	8667	-0.015
Nov.	0.007	0.621	0.906	8687	0.045	0.656	0.906	8664	-0.035
Dec.	0.034	0.673	0.906	9148	0.022	0.656	0.906	8803	0.017
Ave.	0.059	0.555	0.881	10411	0.073	0.562	0.881	8460	-0.007

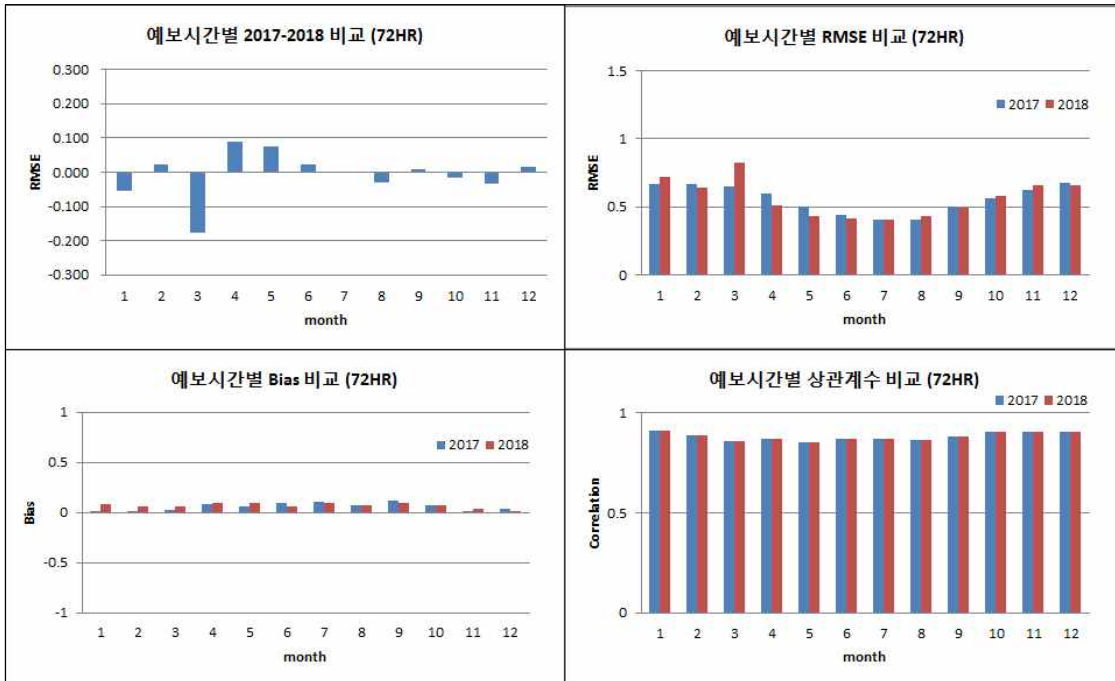


그림 6.5.4. GWW3 +72H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수

표 6.5.5 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수 +96H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제공 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제공근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.042	0.779	0.874	10619	0.130	0.858	0.874	8546	-0.079
Feb.	-0.008	0.788	0.839	9722	0.049	0.725	0.839	7638	0.063
Mar.	0.045	0.726	0.816	10598	0.070	0.982	0.816	8715	-0.256
Apr.	0.116	0.672	0.835	10248	0.068	0.586	0.835	8238	0.086
May.	0.070	0.579	0.799	10170	0.092	0.496	0.799	8654	0.083
Jun.	0.116	0.494	0.828	9773	0.065	0.489	0.828	8145	0.005
Jul.	0.097	0.468	0.817	10038	0.090	0.466	0.817	8500	0.002
Aug.	0.063	0.477	0.798	9641	0.079	0.473	0.798	8555	0.004
Sep.	0.113	0.581	0.834	9272	0.093	0.569	0.834	8396	0.012
Oct.	0.126	0.701	0.859	16396	0.099	0.683	0.859	8667	0.018
Nov.	-0.008	0.726	0.870	8687	0.031	0.805	0.870	8664	-0.079
Dec.	0.028	0.748	0.879	9148	0.020	0.748	0.879	8803	0.000
Ave.	0.067	0.645	0.837	10359	0.074	0.657	0.837	8460	-0.012

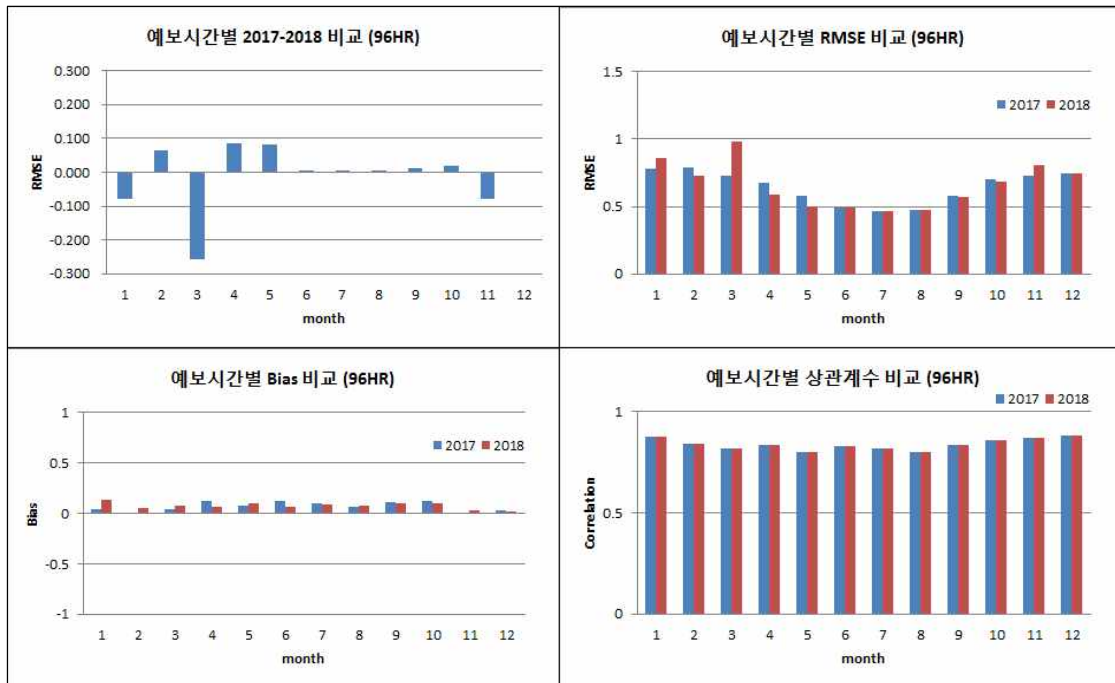


그림 6.5.5 GWW3 +96H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제공근오차, 상관계수

표 6.5.6 전지구 파랑모델(GWW3) 전년 대비 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수 +120H 비교

month	2017 년				2018 년				2017-2018 (평균제곱 근오차)
	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	평균 오차 (m)	평균 제곱근 오차 (m)	C.C	entries	
Jan.	0.032	0.914	0.822	10619	0.124	0.977	0.822	8546	-0.063
Feb.	-0.001	0.929	0.777	9722	0.100	0.854	0.777	7638	0.075
Mar.	0.037	0.835	0.754	10598	0.043	1.085	0.754	8715	-0.250
Apr.	0.142	0.773	0.786	10248	0.057	0.657	0.786	8238	0.116
May.	0.066	0.660	0.737	10170	0.089	0.559	0.737	8654	0.101
Jun.	0.096	0.566	0.761	9773	0.051	0.553	0.761	8145	0.013
Jul.	0.095	0.530	0.761	10038	0.084	0.544	0.761	8500	-0.014
Aug.	0.074	0.590	0.704	9641	0.115	0.586	0.704	8555	0.004
Sep.	0.129	0.655	0.791	9272	0.067	0.686	0.791	8396	-0.031
Oct.	0.111	0.912	0.760	15766	0.159	0.803	0.760	8667	0.109
Nov.	-0.018	0.954	0.776	8687	0.015	0.935	0.776	8664	0.019
Dec.	0.040	0.887	0.819	9148	-0.001	0.847	0.819	8803	0.040
Ave.	0.067	0.767	0.771	10307	0.075	0.757	0.771	8460	0.010

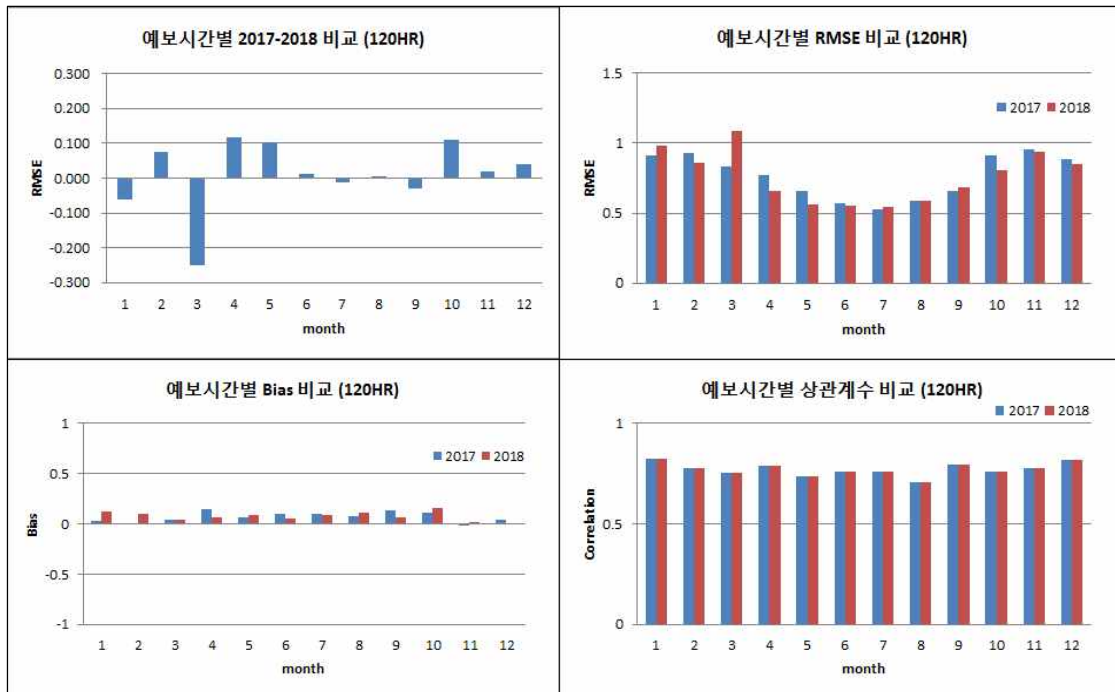


그림 6.5.6 GWW3 +120H예보장에 대한 전년 대비 성능 비교. 평균오차, 평균제곱근오차, 상관계수

6.5.1.2 지역/국지연안 파랑모델 (RWW3/CWW3) 부이 검증

국지연안 파랑모델의 경우, 전년에 비해 서해, 남해, 동해 각각 평균제곱근오차 0.001, 0.040, 0.005 차이가 나는 비슷한 수준이라 할 수 있다. 월별 24시간 예측성능을 살펴본 결과, 10월에 평균제곱근오차 값이 0.432로, 상대적으로 오차가 크게 나타났다. 제25호 태풍 콩레이(KONG-REY) 내습 시 모델의 예측성능이 48시간 이후 상당히 떨어지는 것을 확인하였다. 지방청별로 살펴보면 강원청은 전년보다 2.8 % 정도 예측성능이 향상되었고, 나머지 지방청은 전년보다 비슷하거나 소폭 하락한 것으로 나타났다. 그림 6.5.7~6.5.10을 보면 월별, 부이 지점별 차이는 있으나 대체적으로 CWW3가 RWW3보다 좋은 예측 성능을 보인 것을 확인 할 수 있었다.

그림 6.5.11~6.5.16을 참고해 볼 때, 지역 파랑 예측시스템(RWW3)의 경우 관측에 비하여 다소 과소모의하는 경향을 보였다. 또한 부이 지점별로 예측성능의 차이를 보였으며, 동해와 남해상의 오차가 서해와 비교하여 상대적으로 크게 나타났다. 전년과 비교하여 월별 평균제곱근오차 검증 오차를 살펴본 결과 3월과 8월을 제외하고는 비슷한 예측성능을 보였다. 8월의 경우, 제19호 태풍 솔릭(SOULIK) 내습 시 예측결과가 관측값과 상당한 차이를 보였으며, 특히 48시간 이후의 예측성능이 낮게 나타났다.

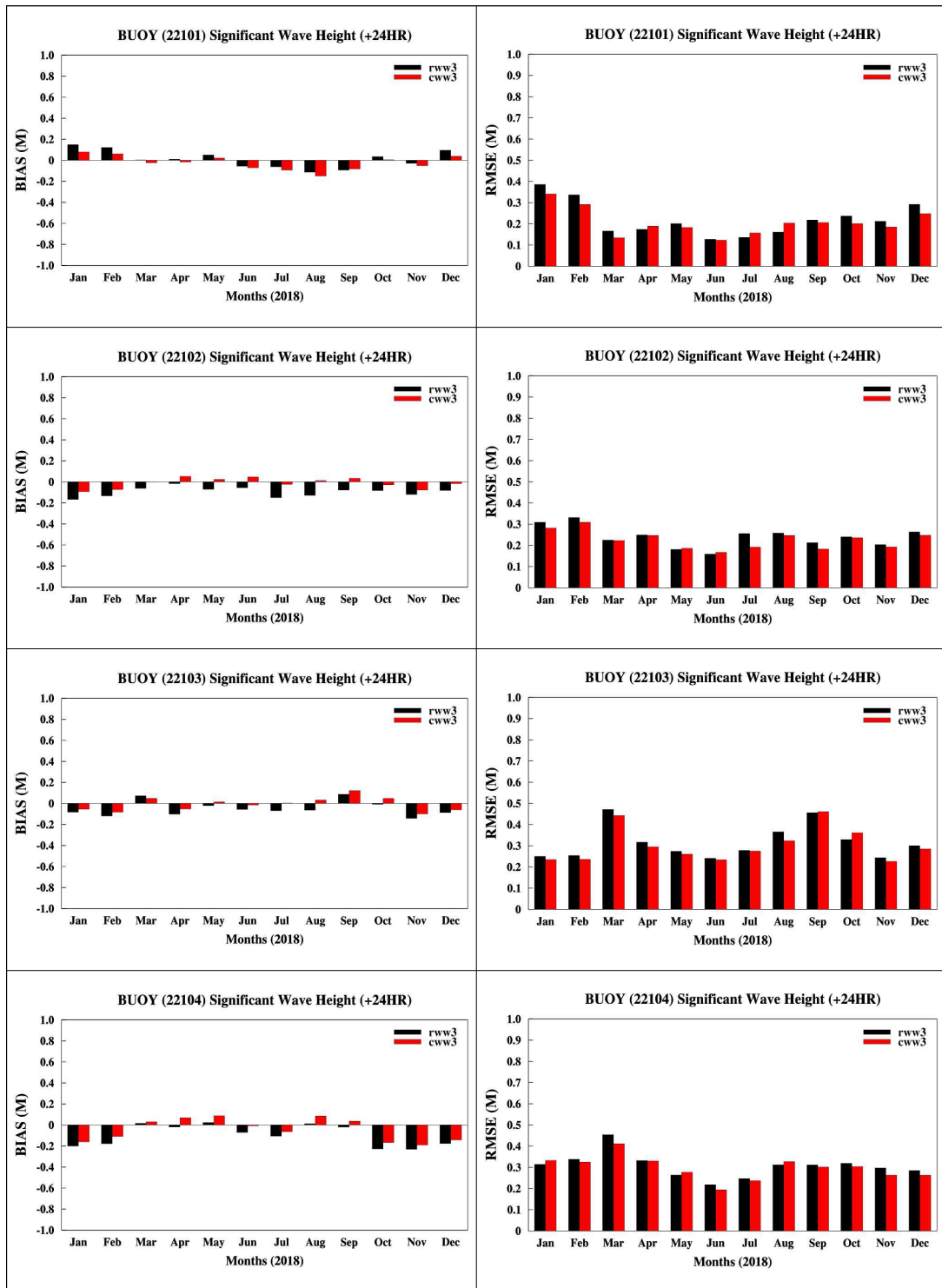


그림 6.5.7 4개 부이관측지점(22101~22104)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24h 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

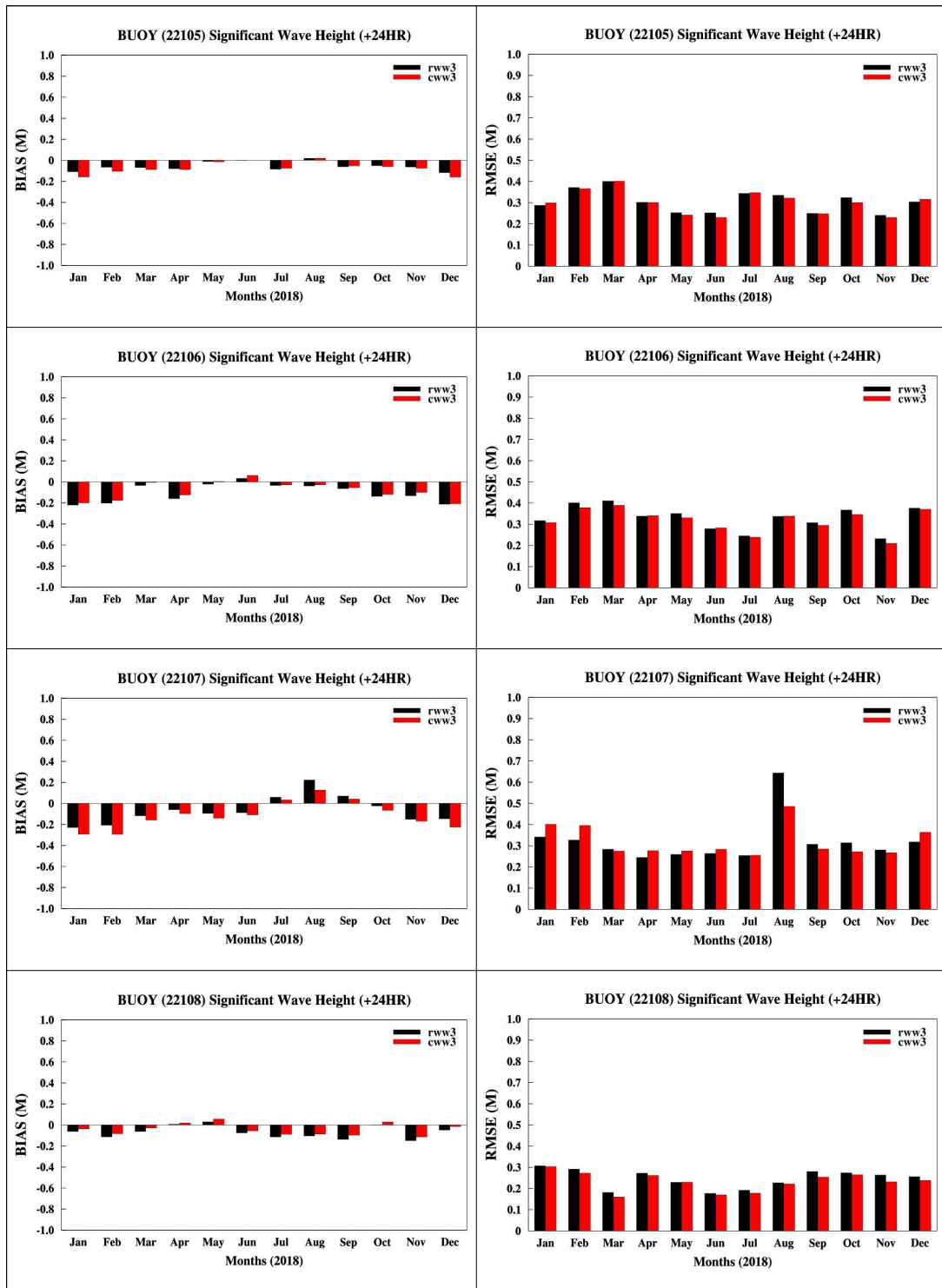


그림 6.5.8 4개 부이관측지점(22105~22108)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

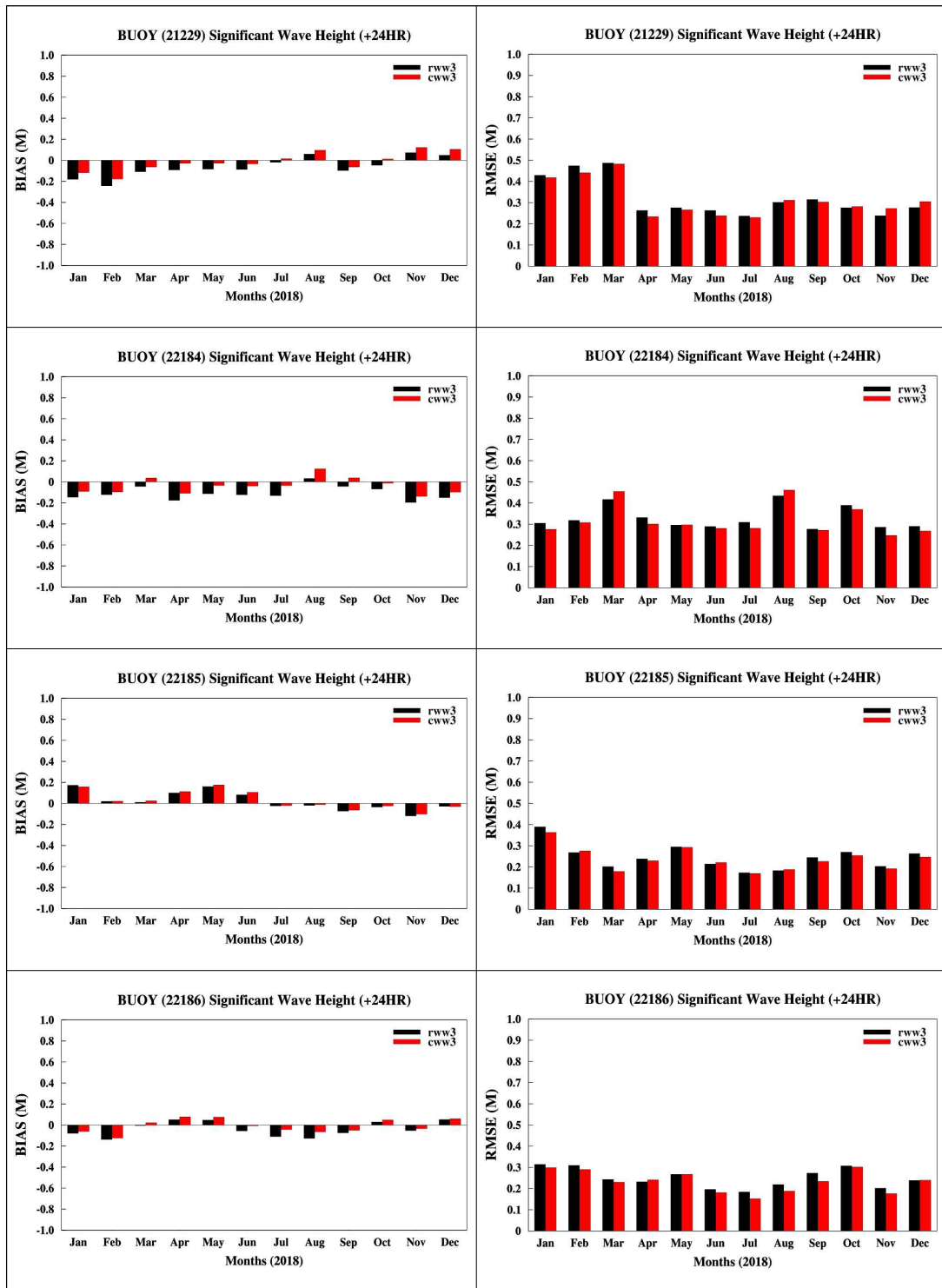


그림 6.5.9 4개 부이관측지점(21229, 22184~22186)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)



그림 6.5.10 4개 부이관측지점(22187~22190)에 대한 CWW3(붉은색)과 RWW3(검정색)의 +24H 예측 유의파고의 평균오차(왼쪽)와 평균제곱근오차(오른쪽)

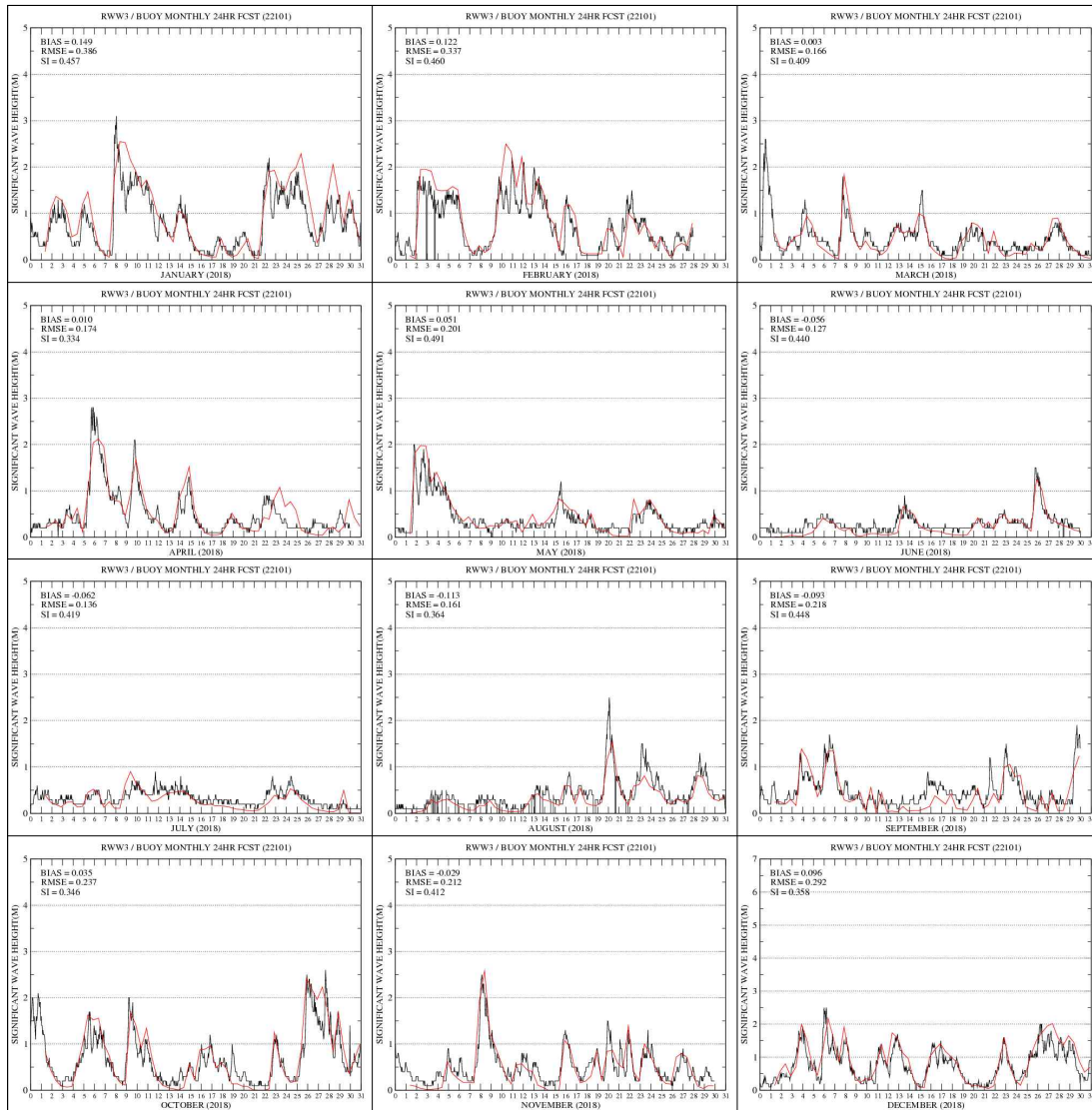


그림 6.5.11 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

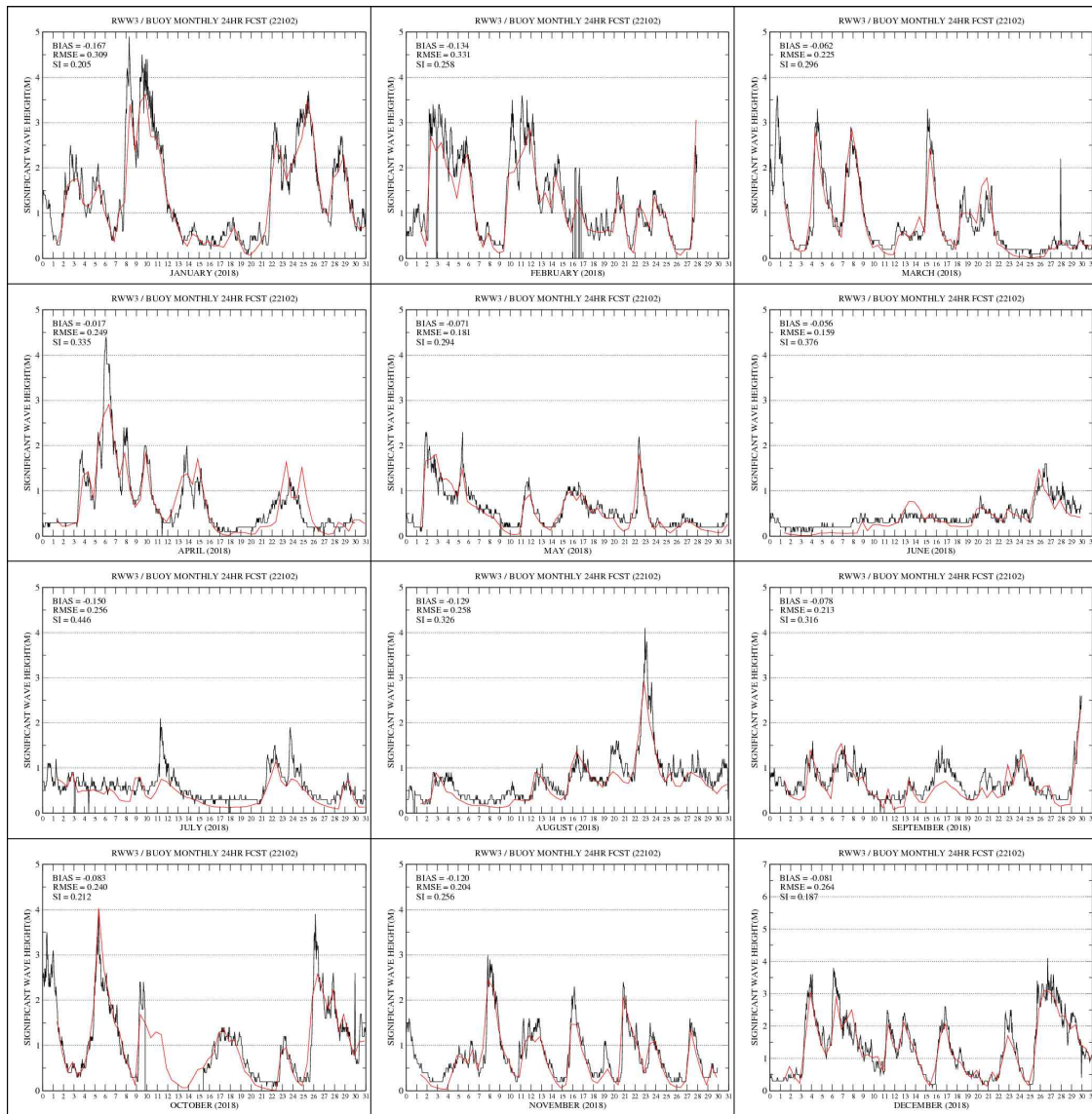


그림 6.5.12 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

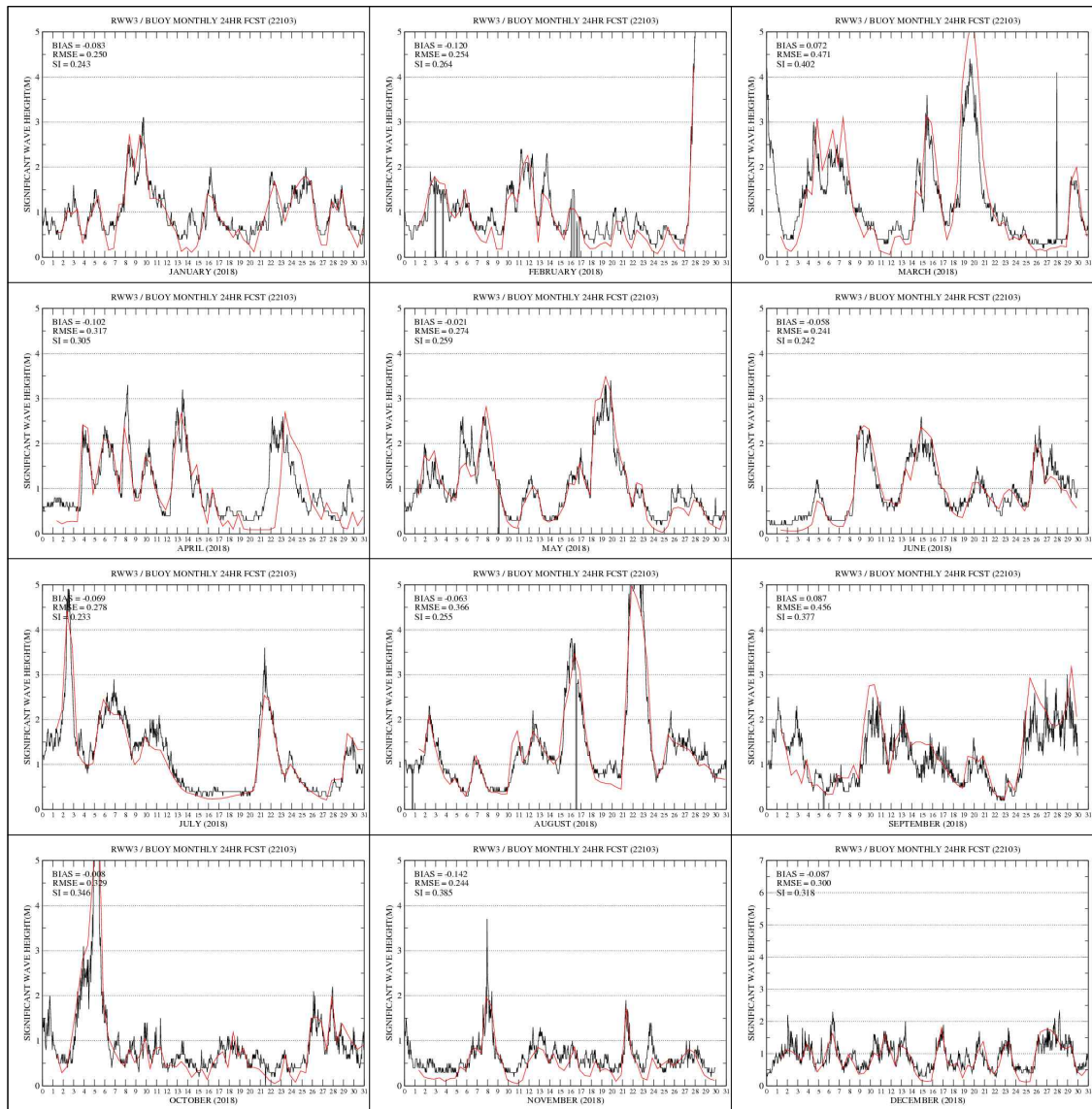


그림 6.5.13 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

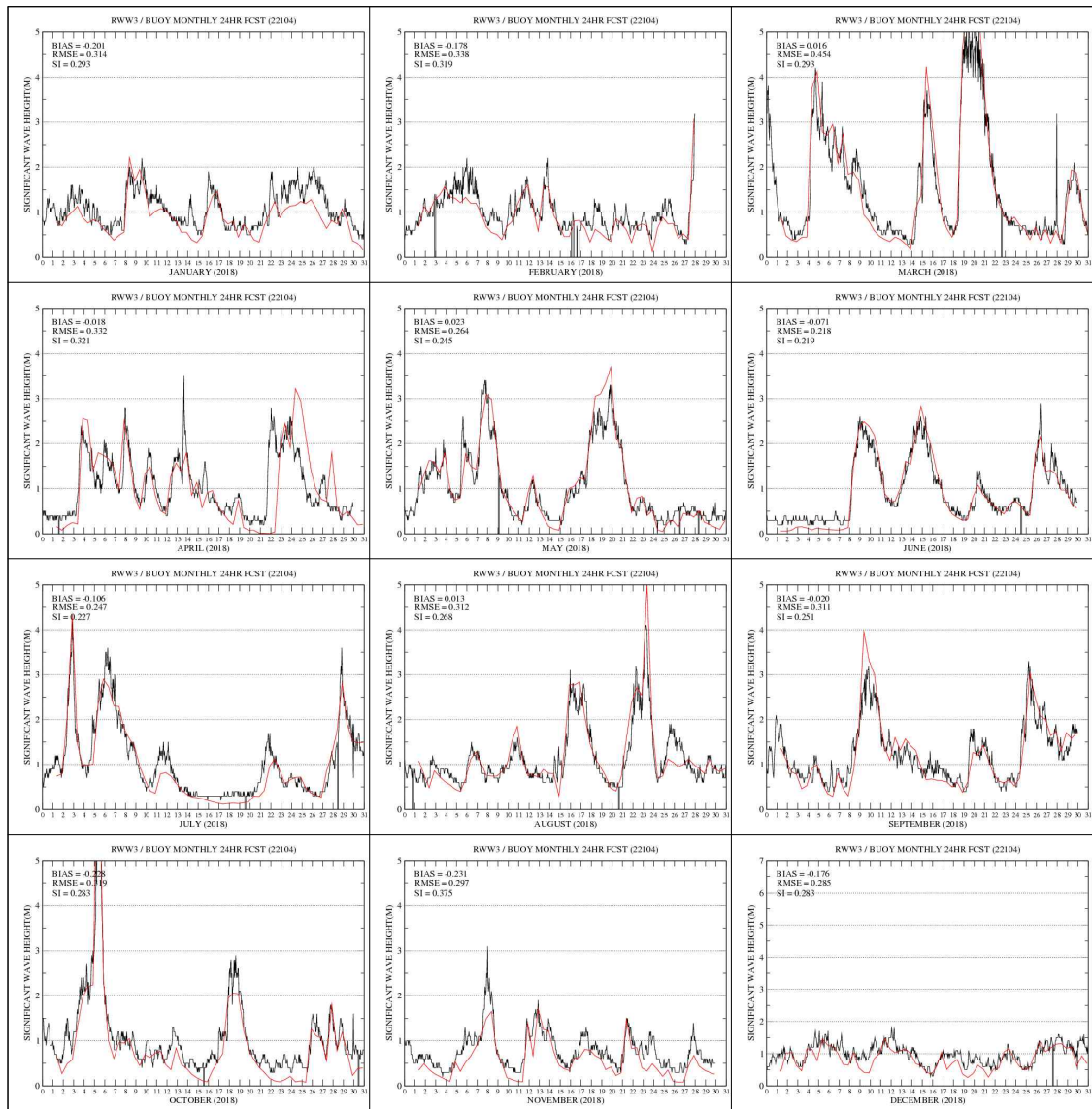


그림 6.5.14 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

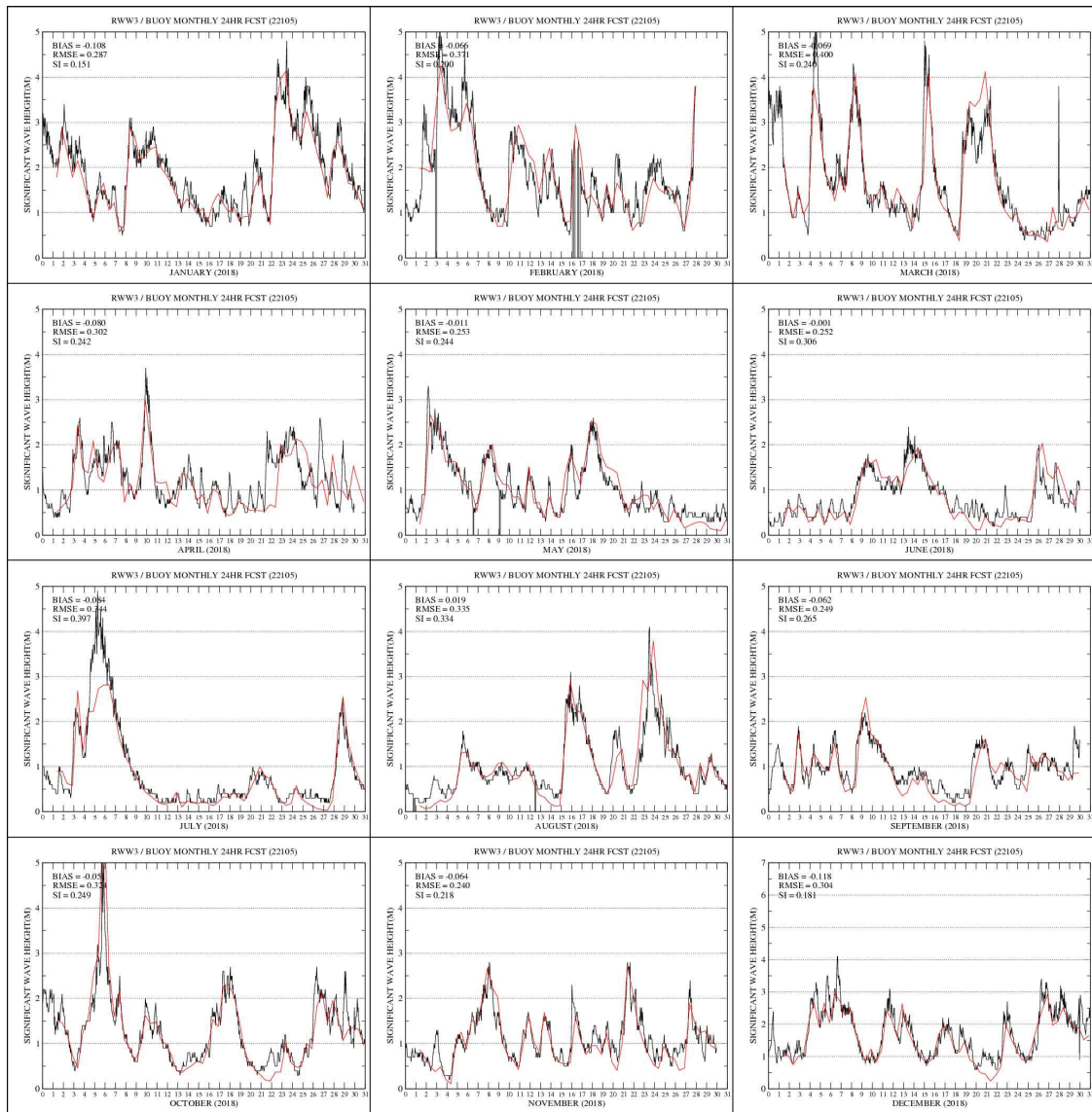


그림 6.5.15 동해 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

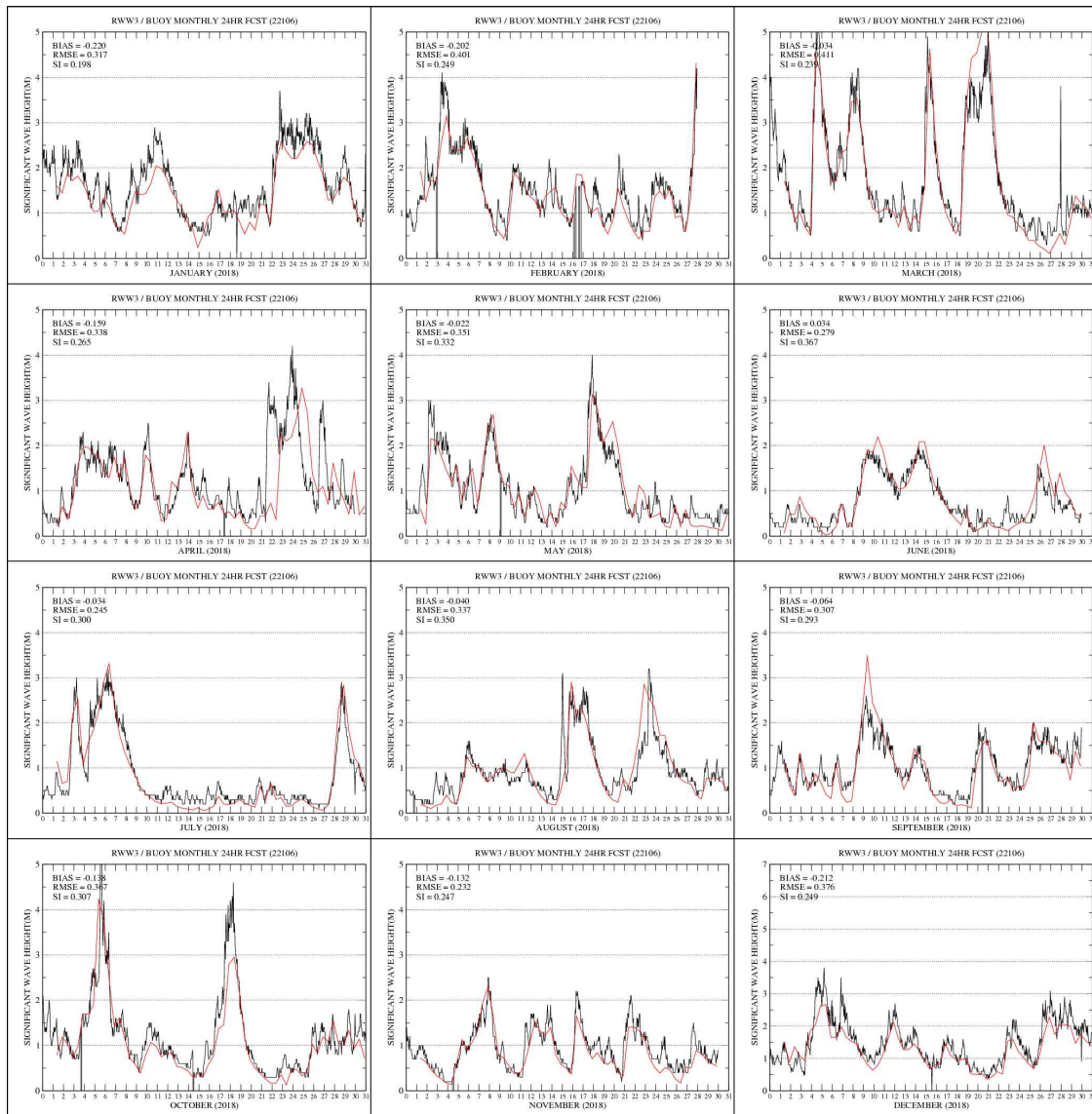


그림 6.5.16 포항 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

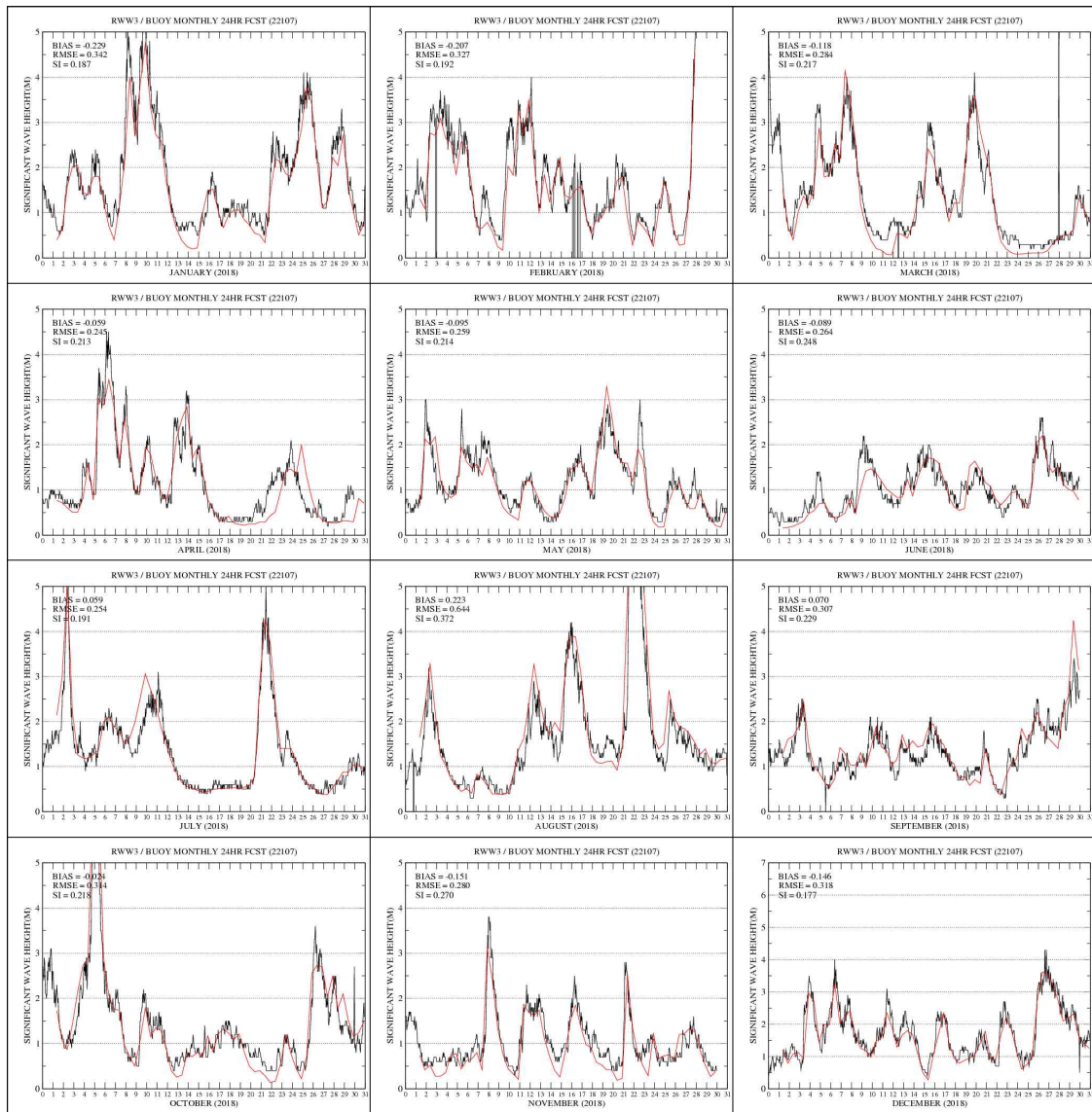


그림 6.5.17 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

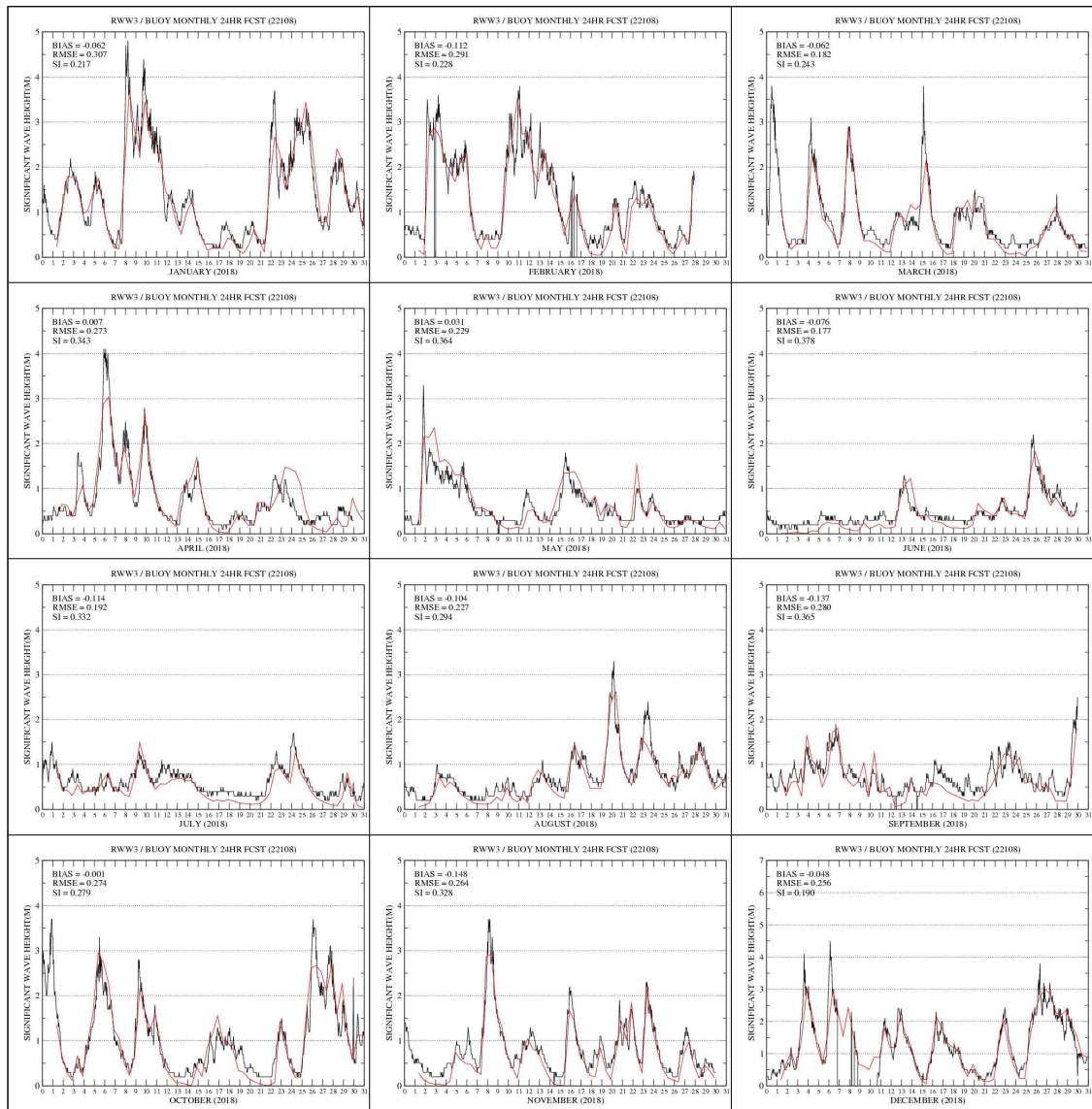


그림 6.5.18 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

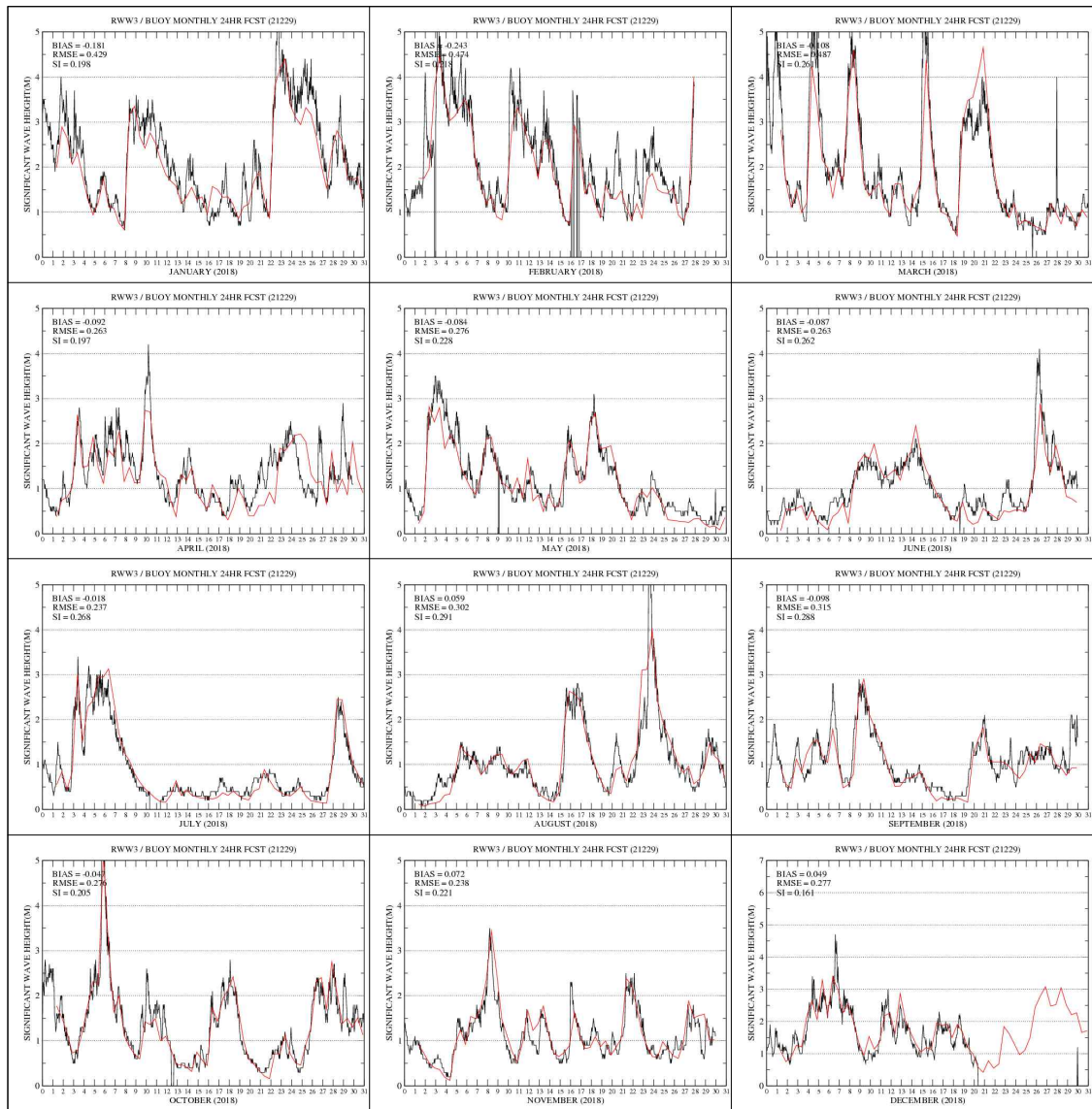


그림 6.5.19 울릉도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

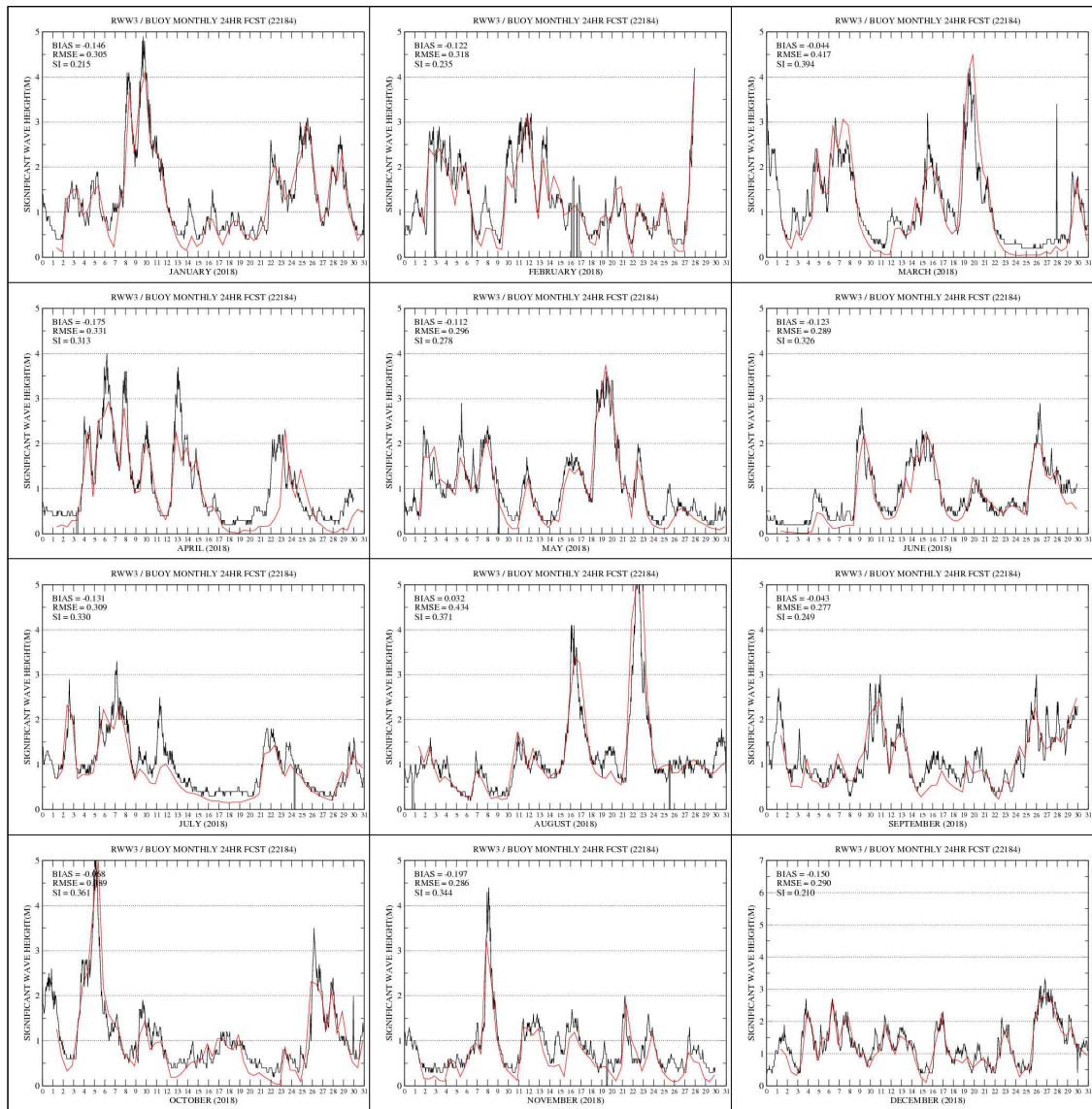


그림 6.5.20 추자도 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

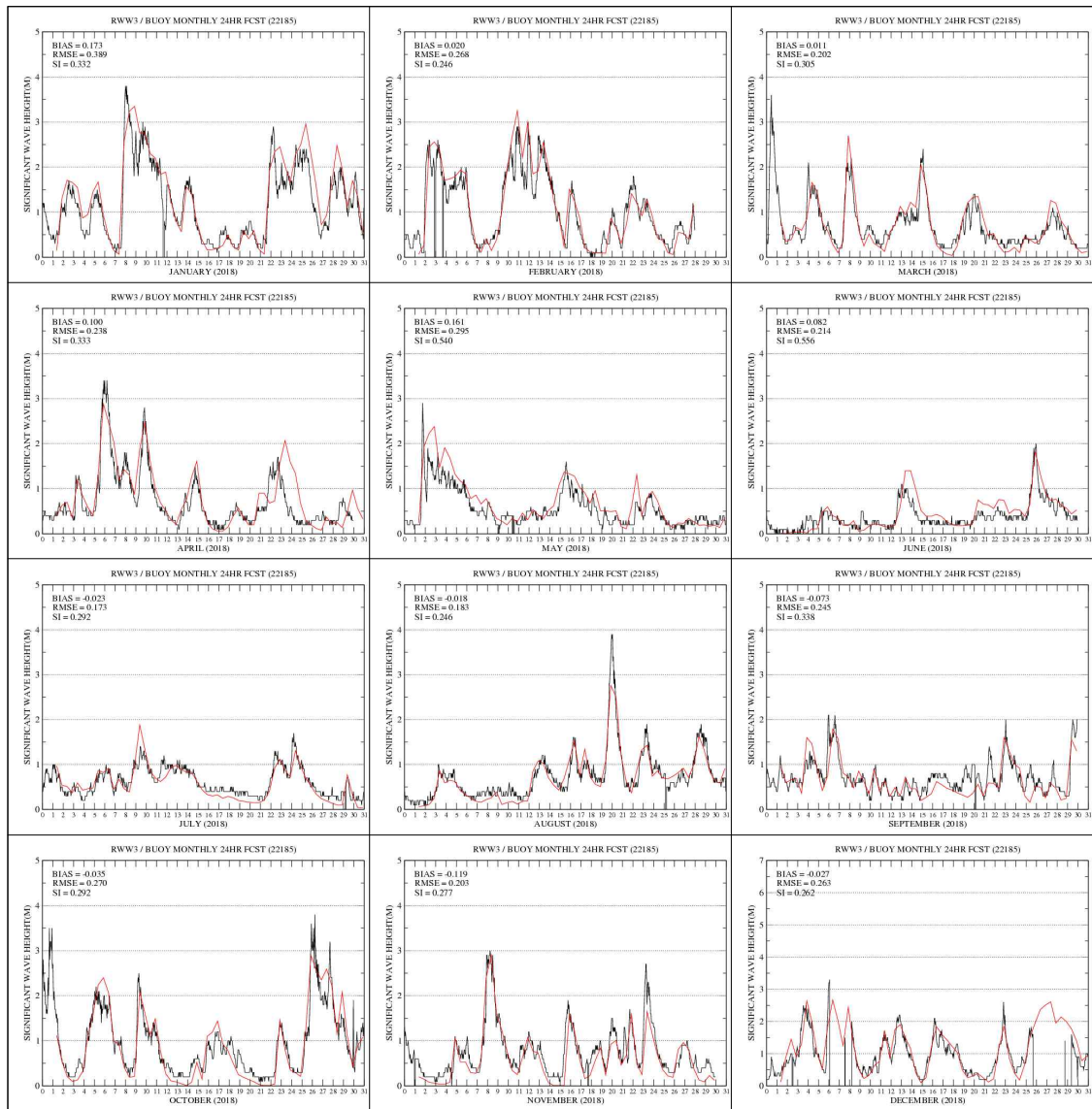


그림 6.5.21 인천 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

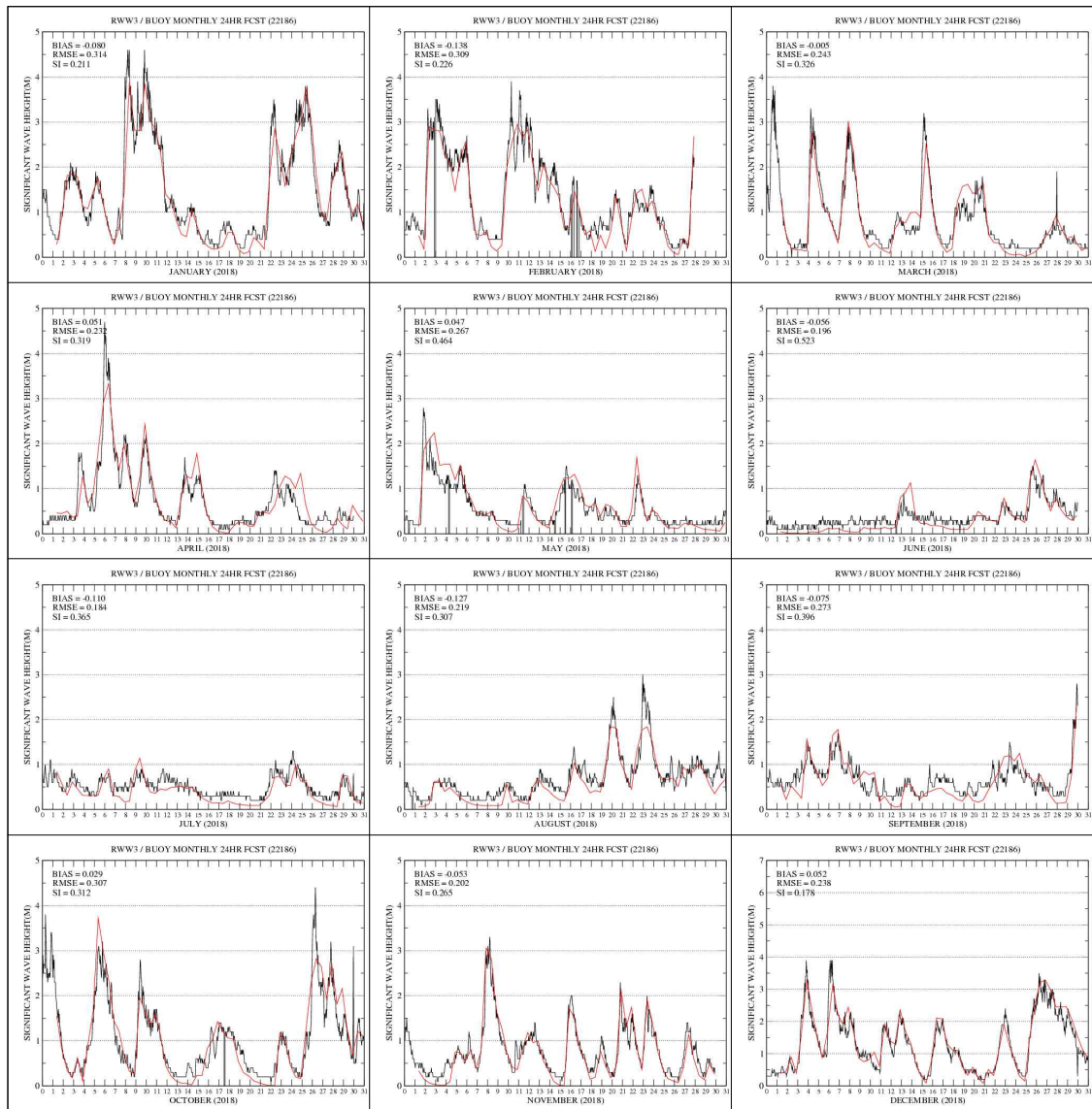


그림 6.5.22 부안 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

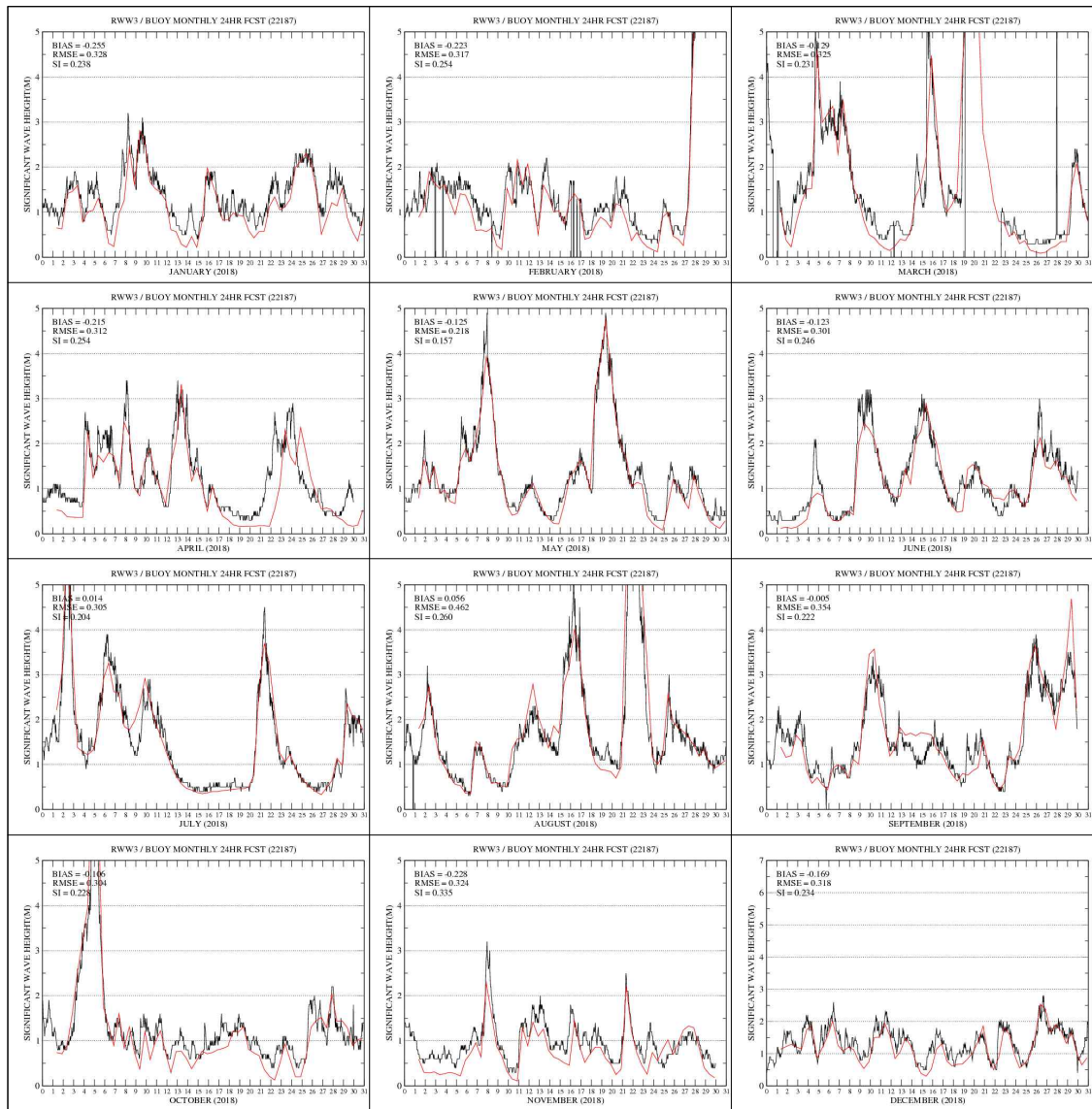


그림 6.5.23 서귀포 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

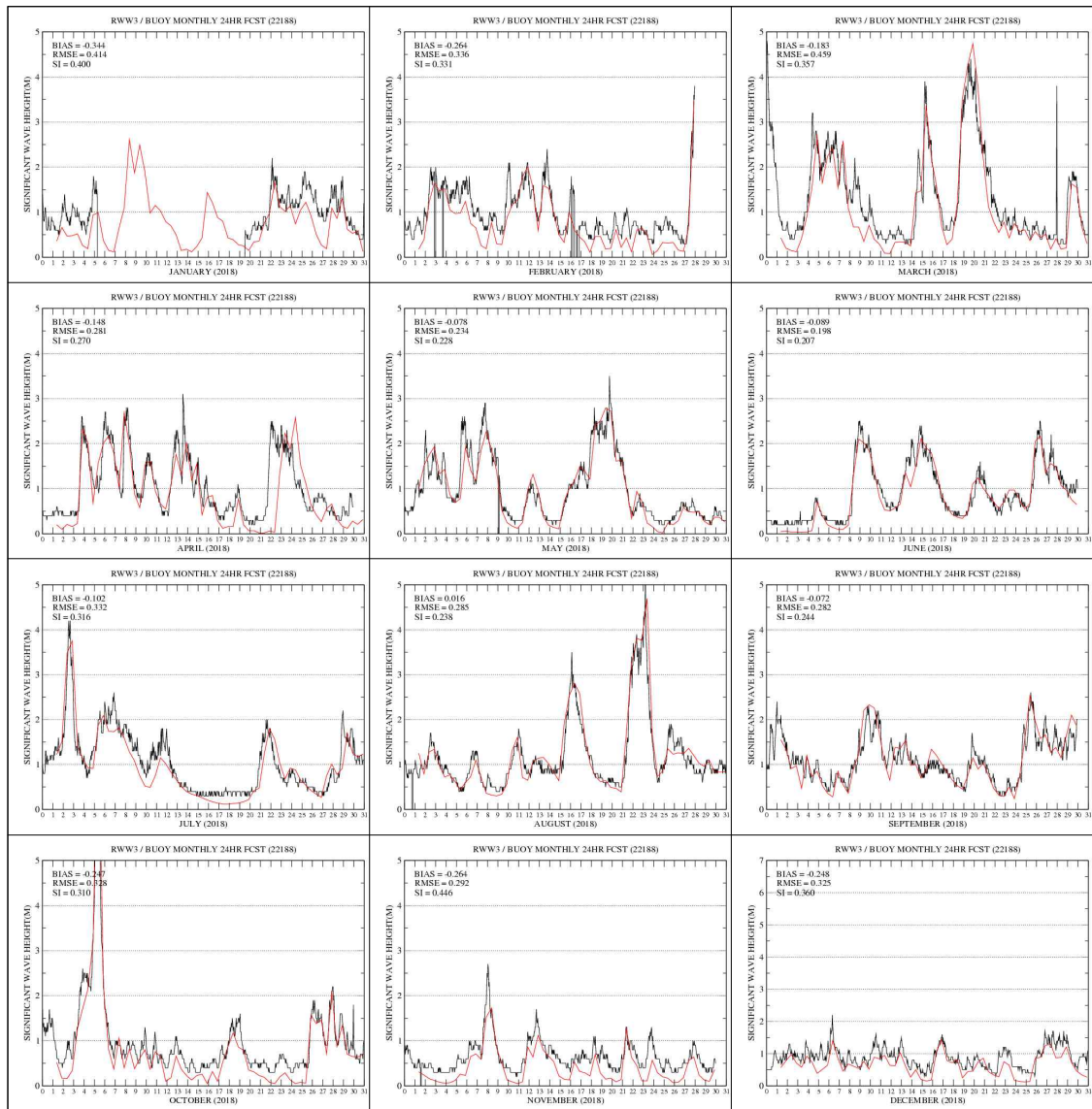


그림 6.5.24 통영 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

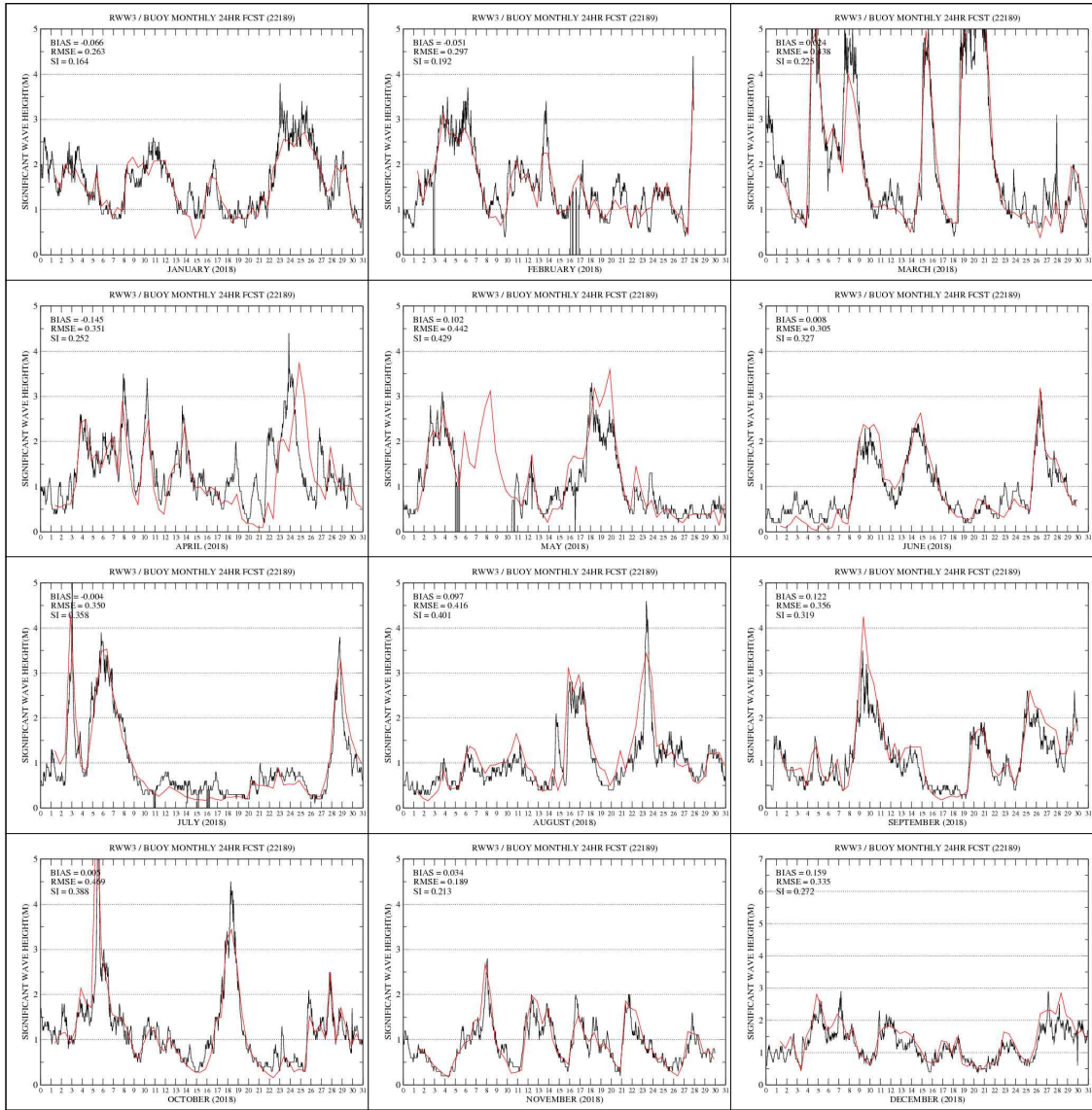


그림 6.5.25 울산 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

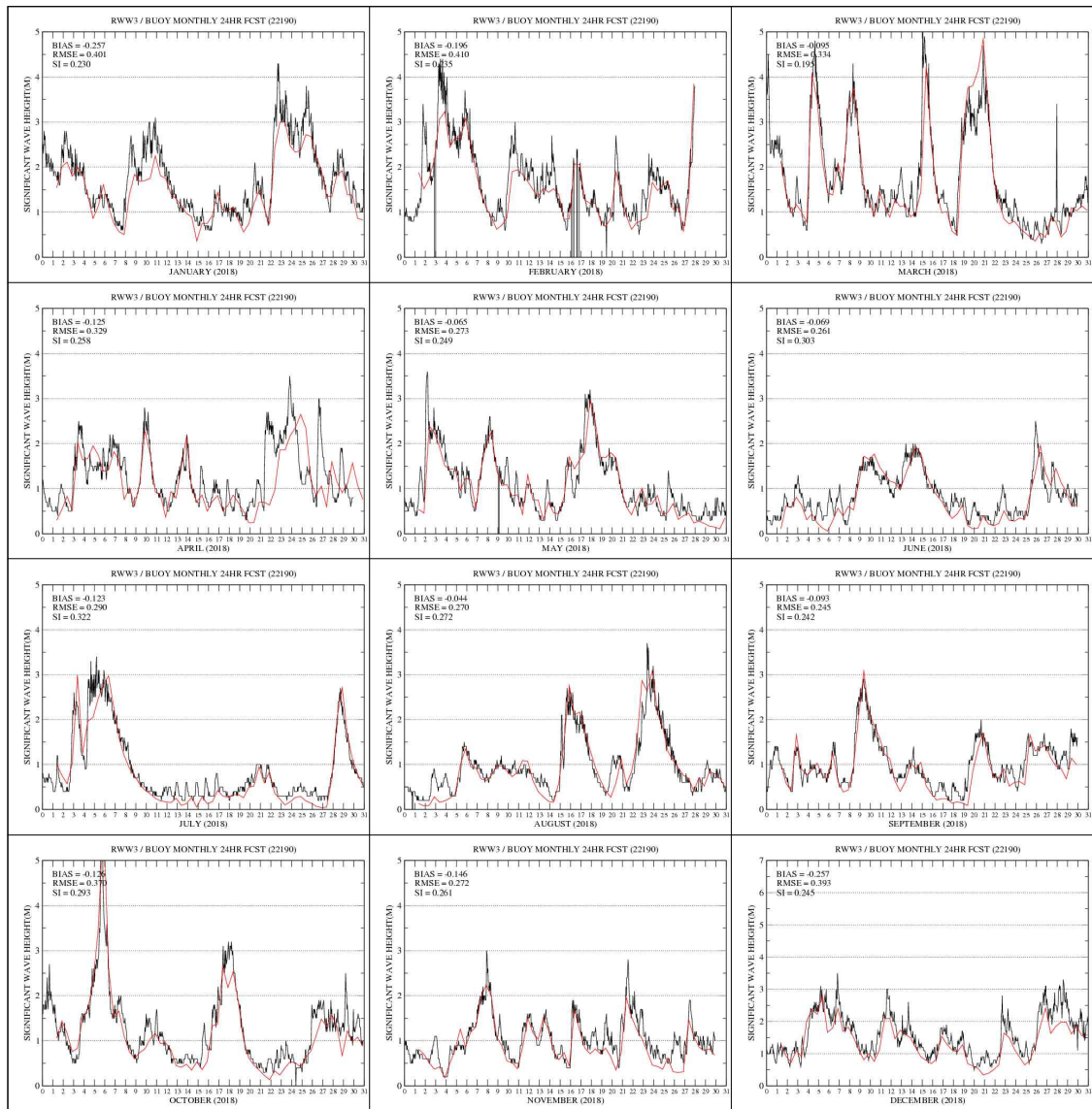


그림 6.5.26 울진 부이 관측(검은색 실선)과 RWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

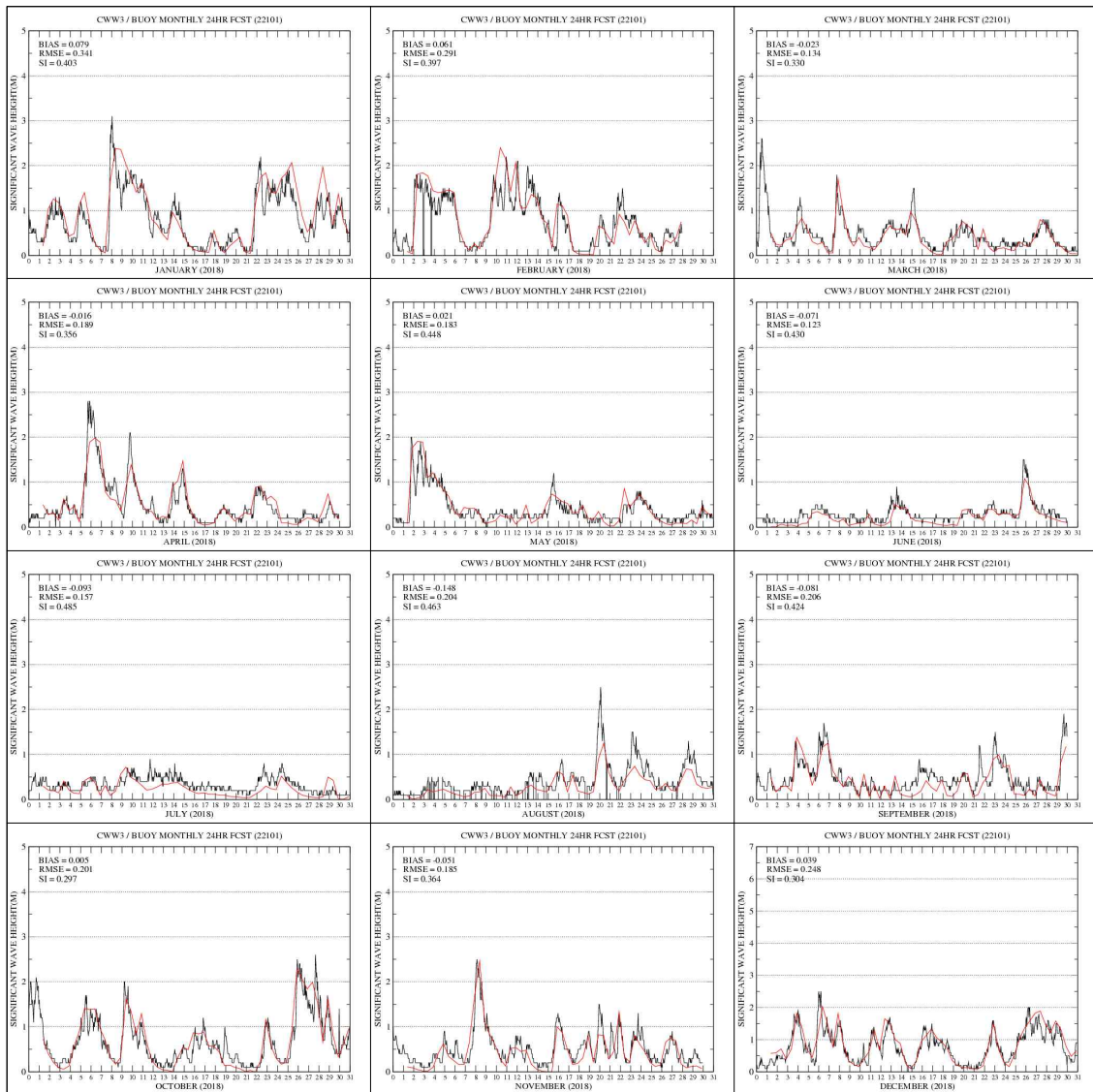


그림 6.5.27 덕적도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

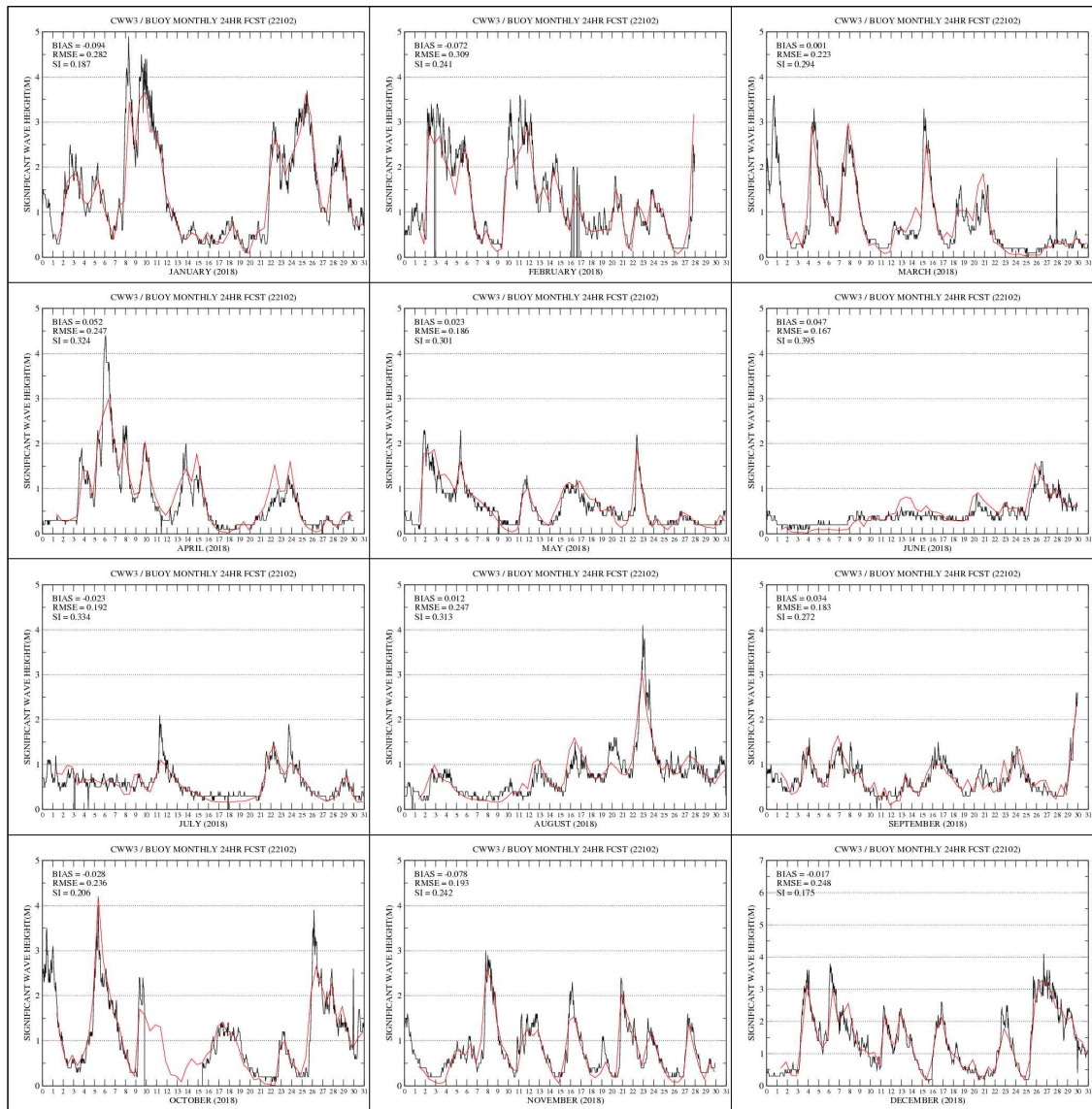


그림 6.5.28 칠발도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

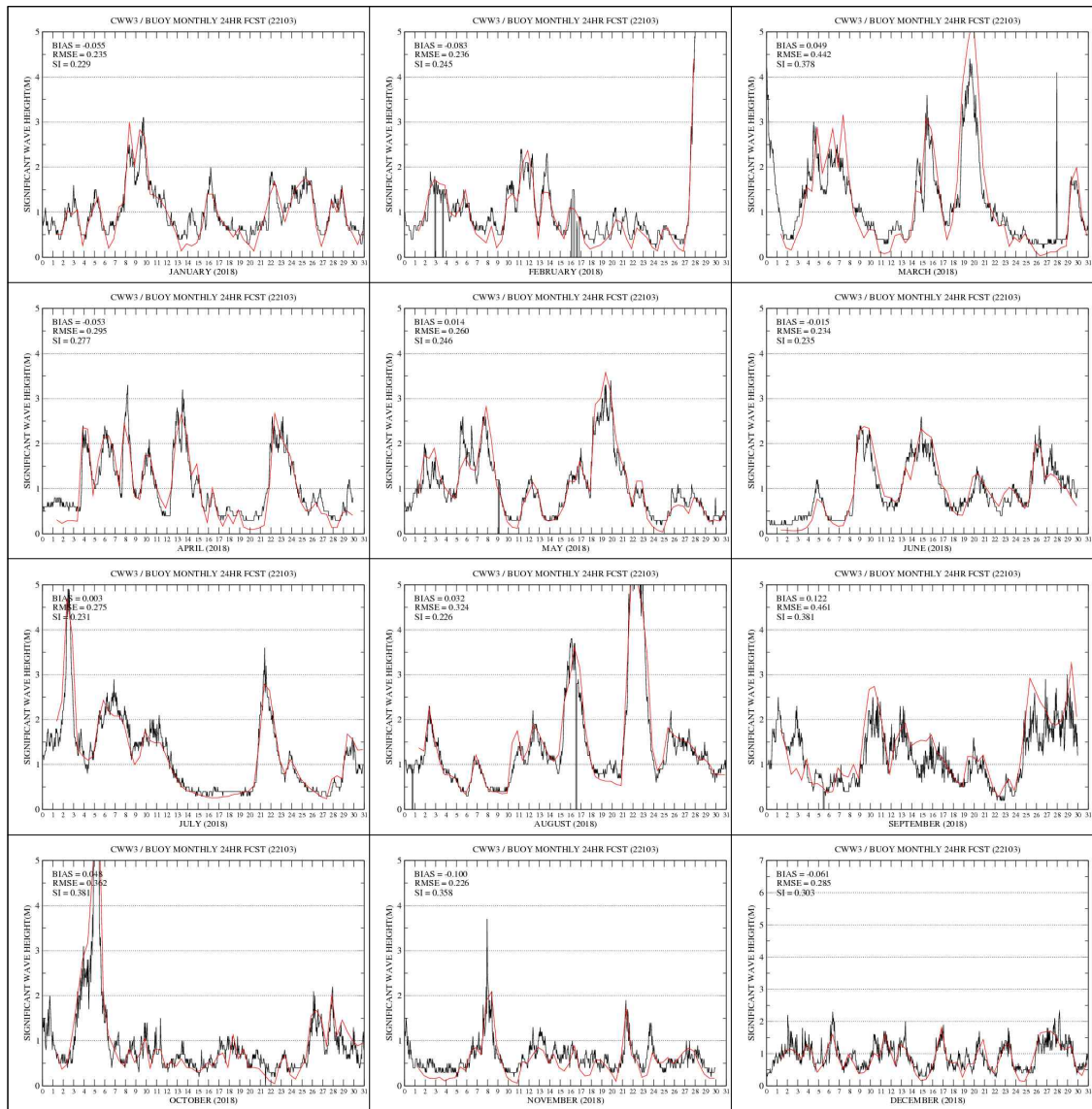


그림 6.5.29 거문도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

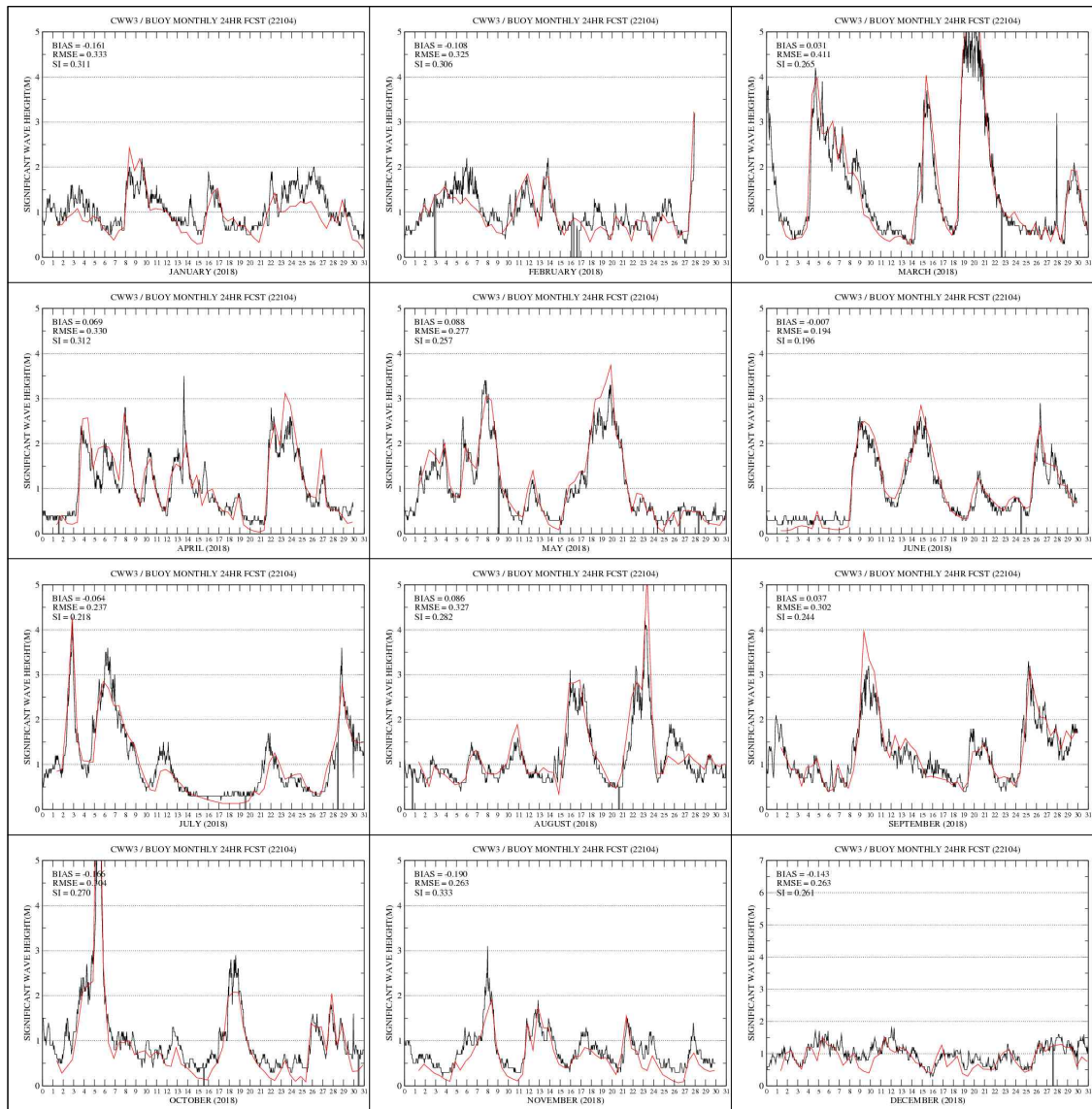


그림 6.5.30 거제도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

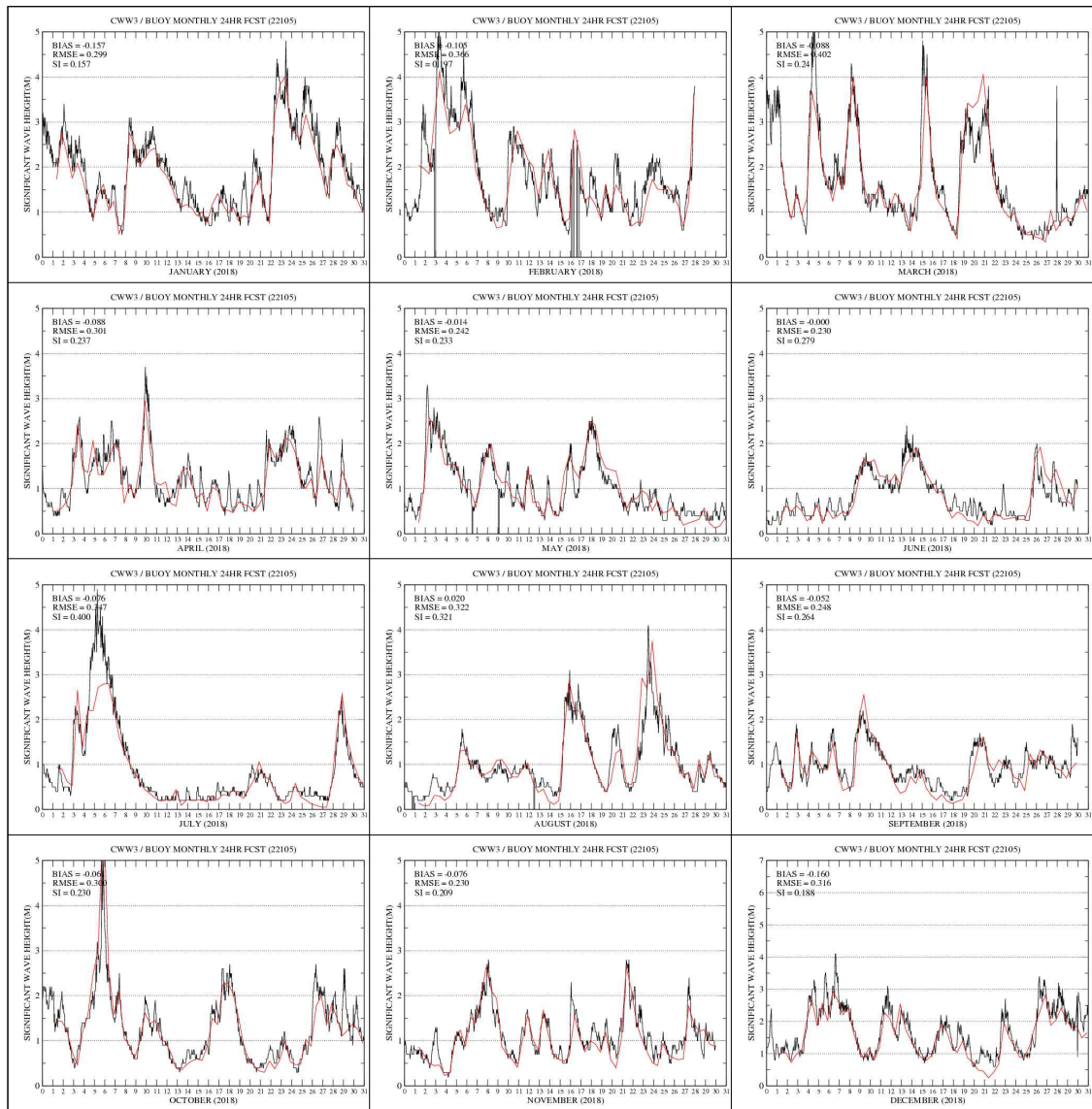


그림 6.531 동해 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

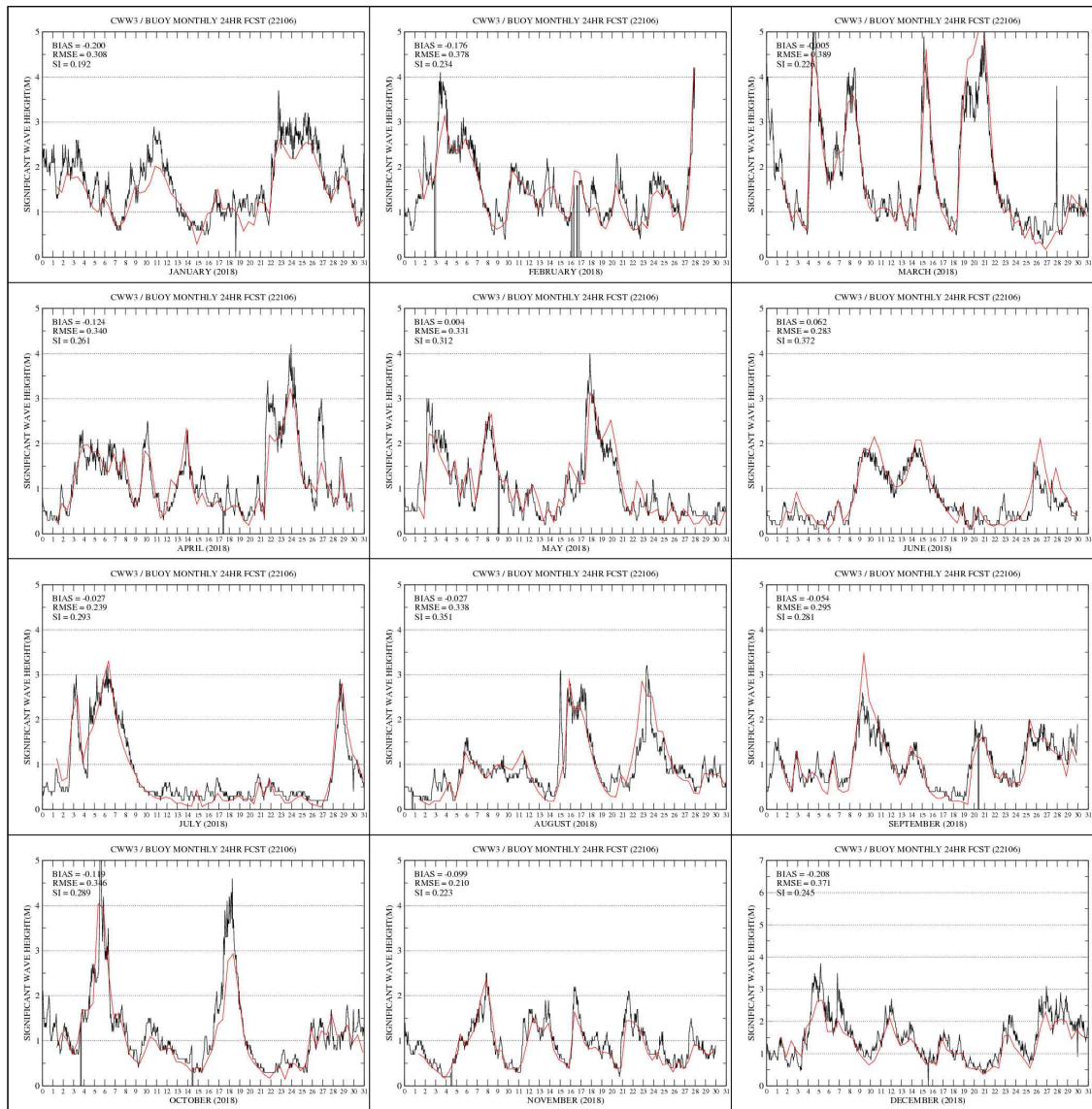


그림 6.5.32 포항 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

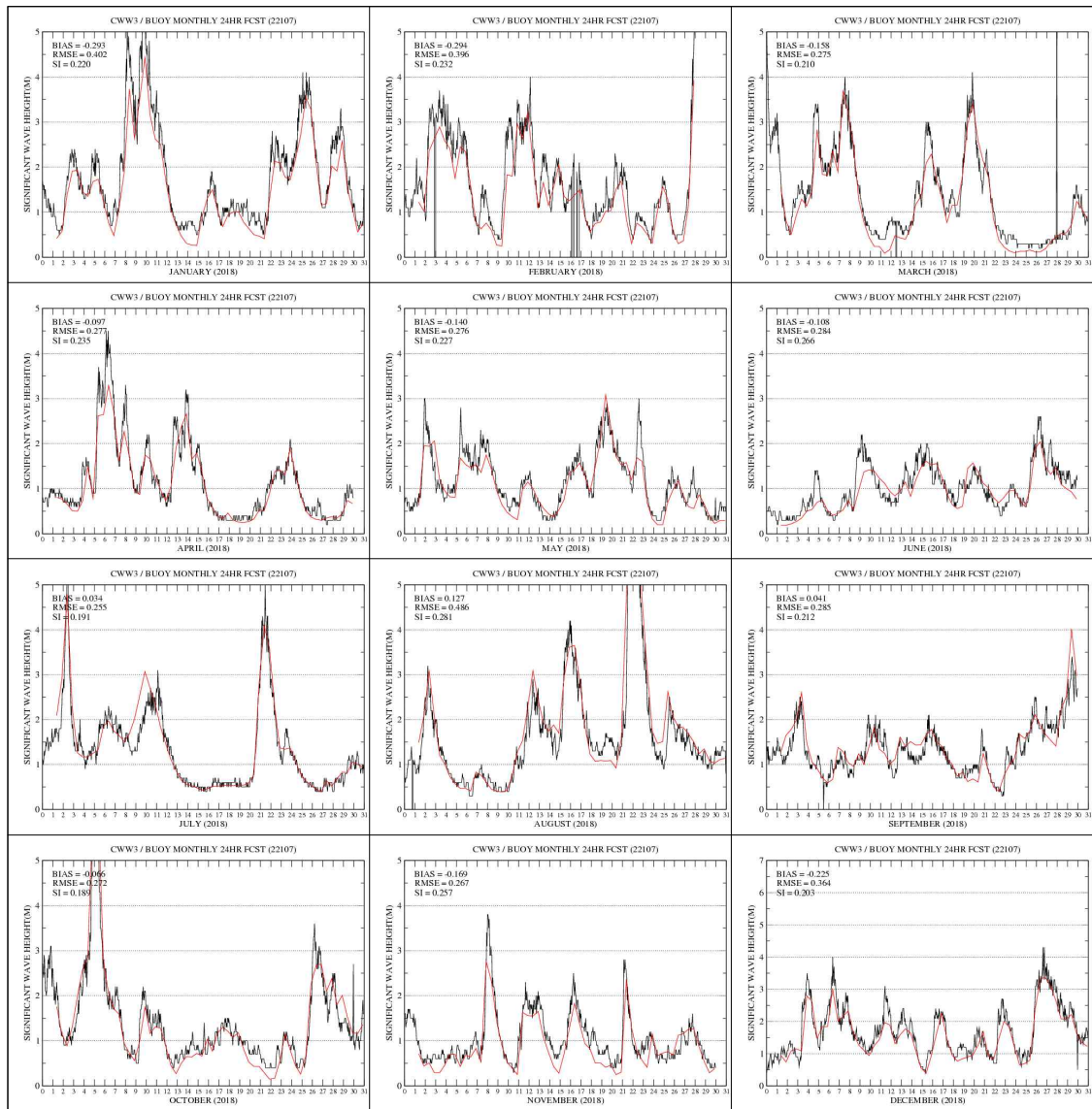


그림 6.5.33 마라도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

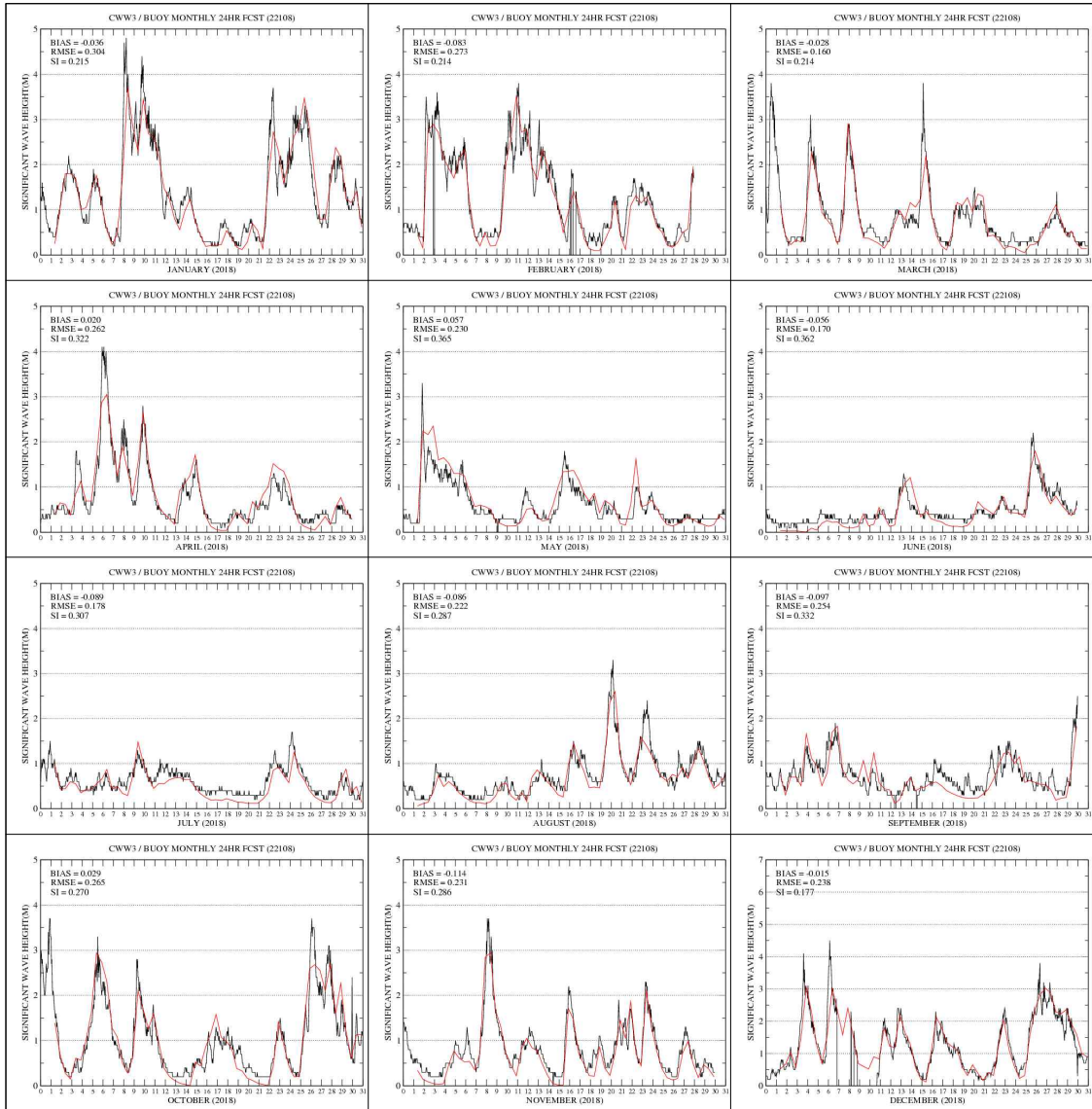


그림 6.5.34 외연도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

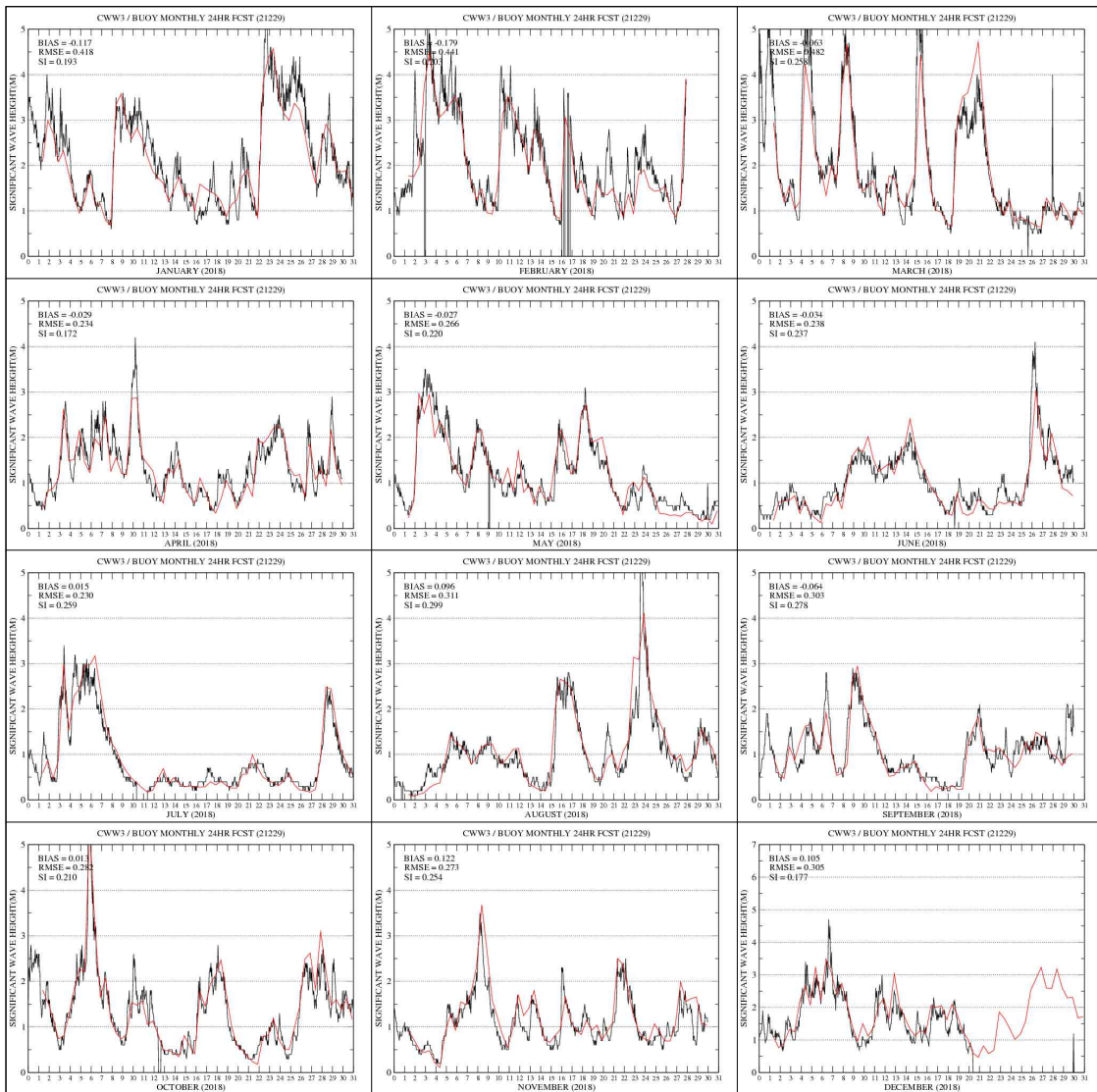


그림 6.5.35 울릉도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

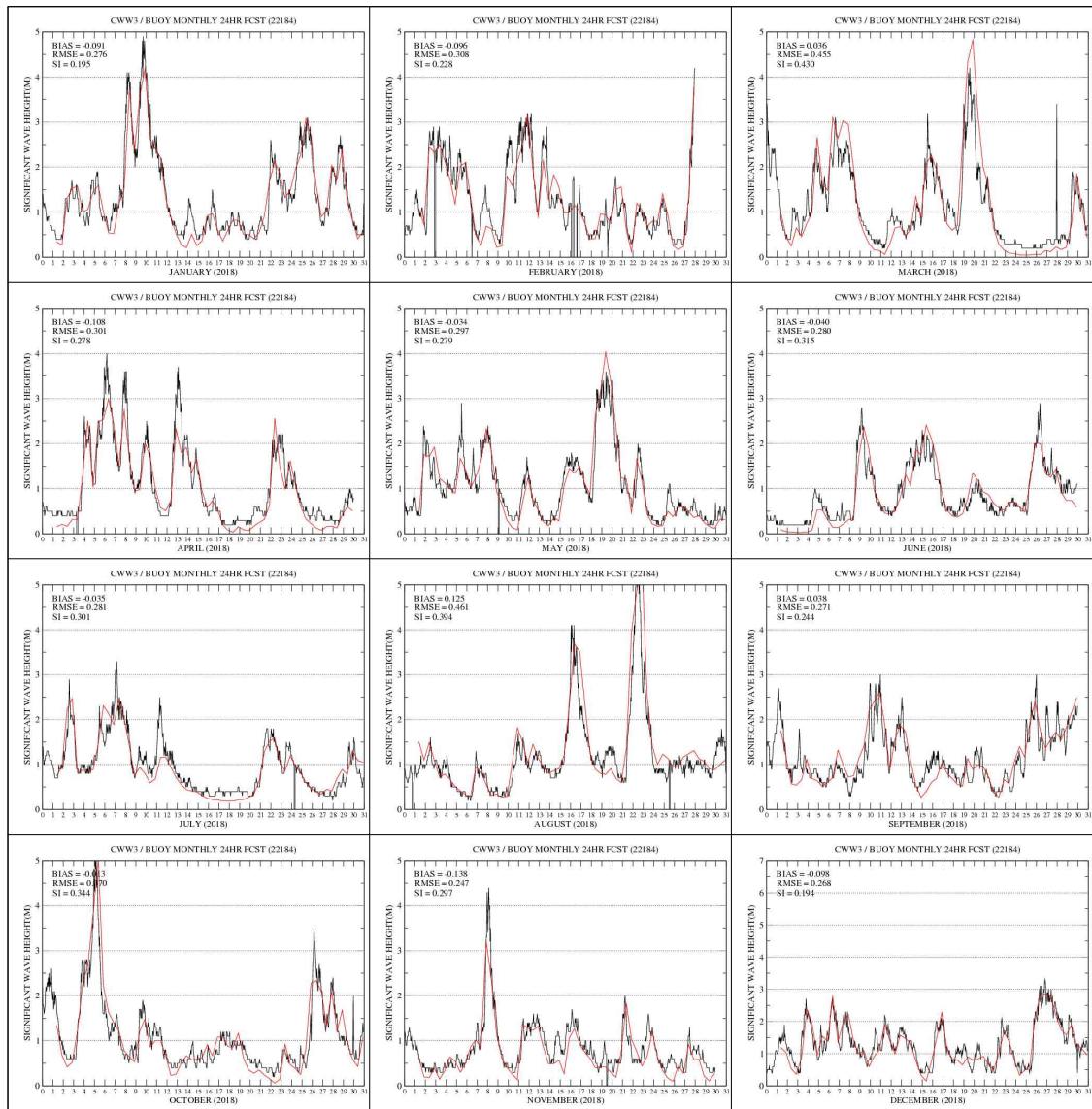


그림 6.5.36 추자도 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

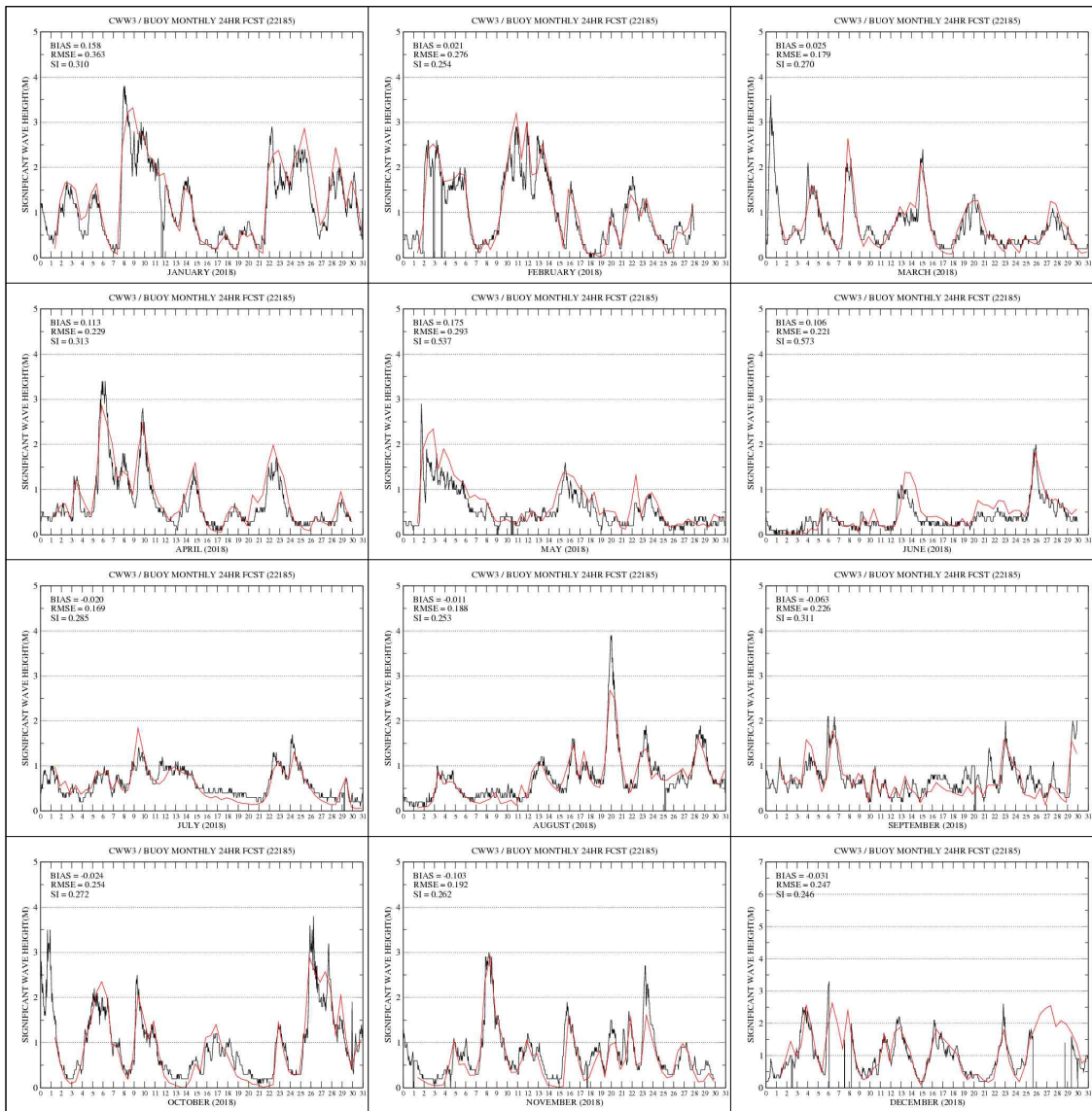


그림 6.5.37 인천 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

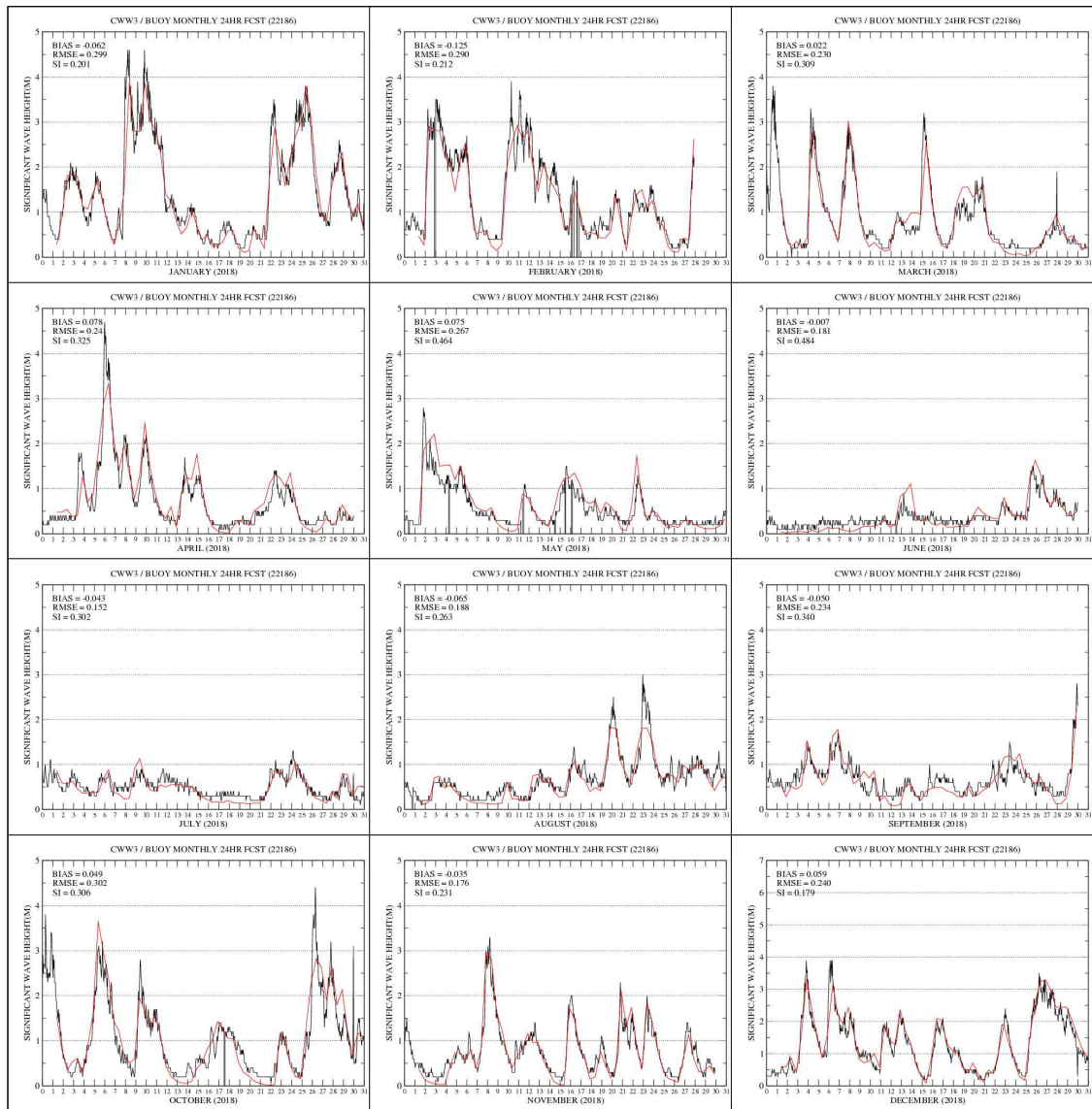


그림 6.5.38 부안 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

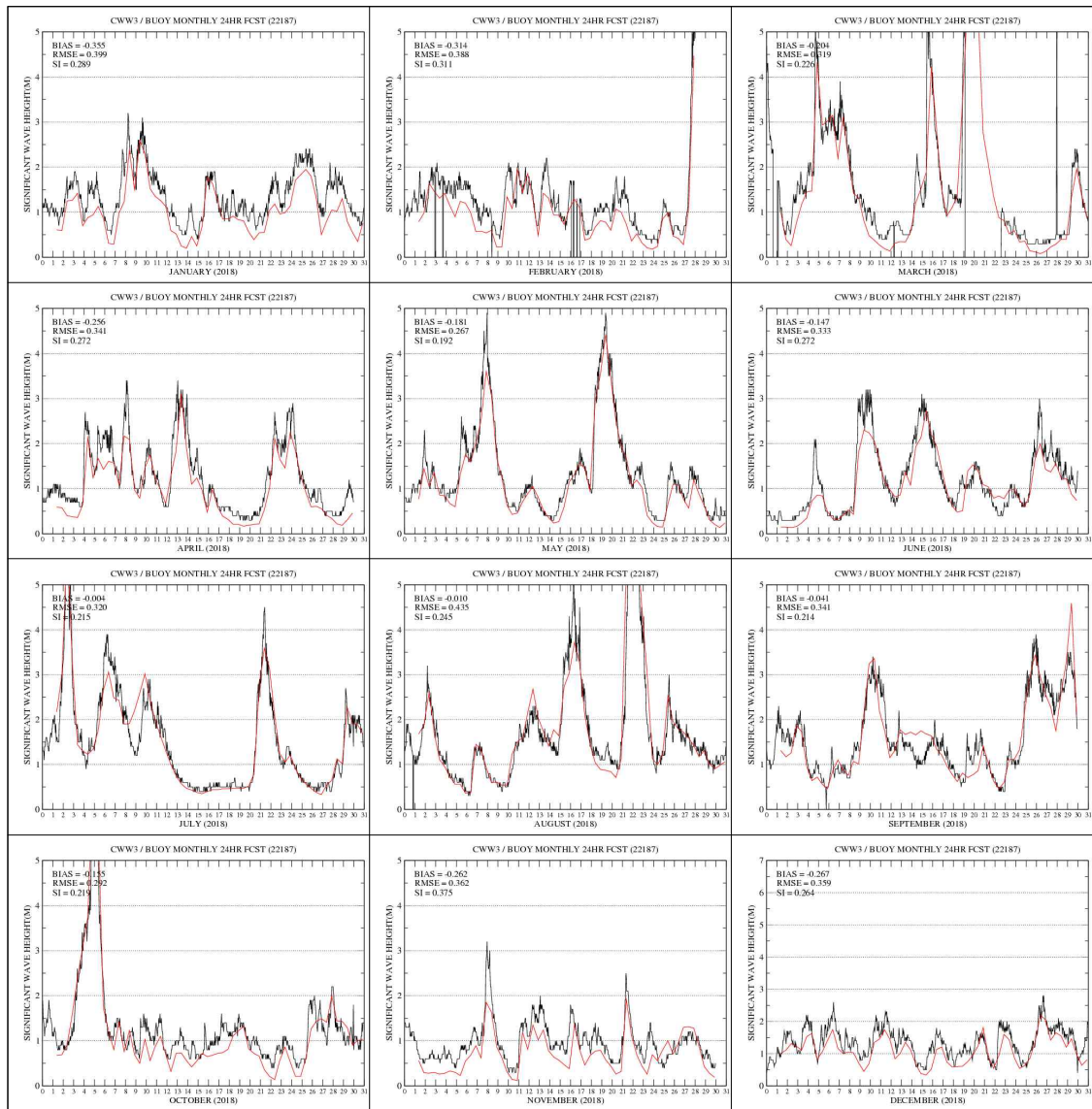


그림 6.5.39 서귀포 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

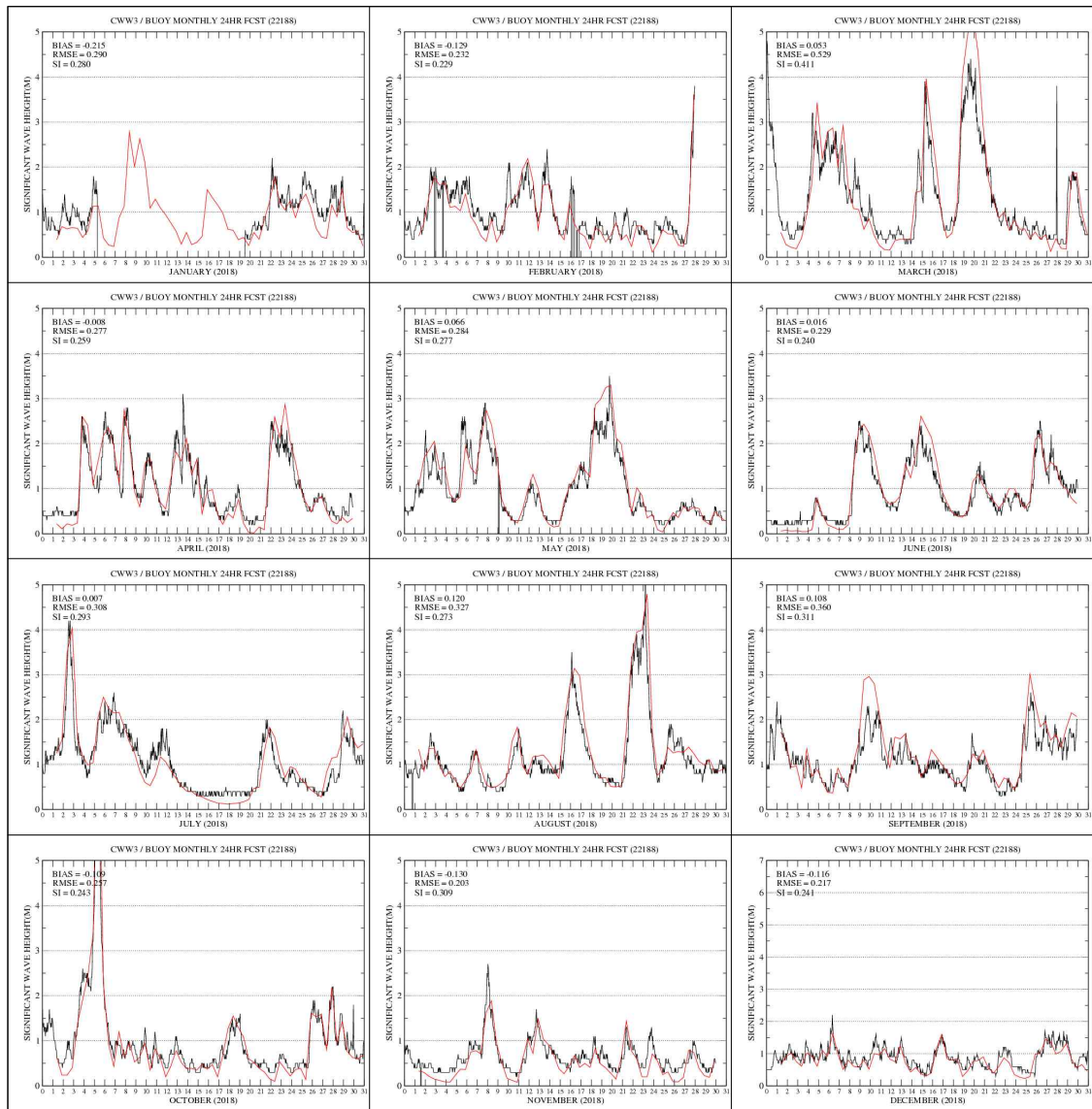


그림 6.540 통영 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열(2018년1월~12월)

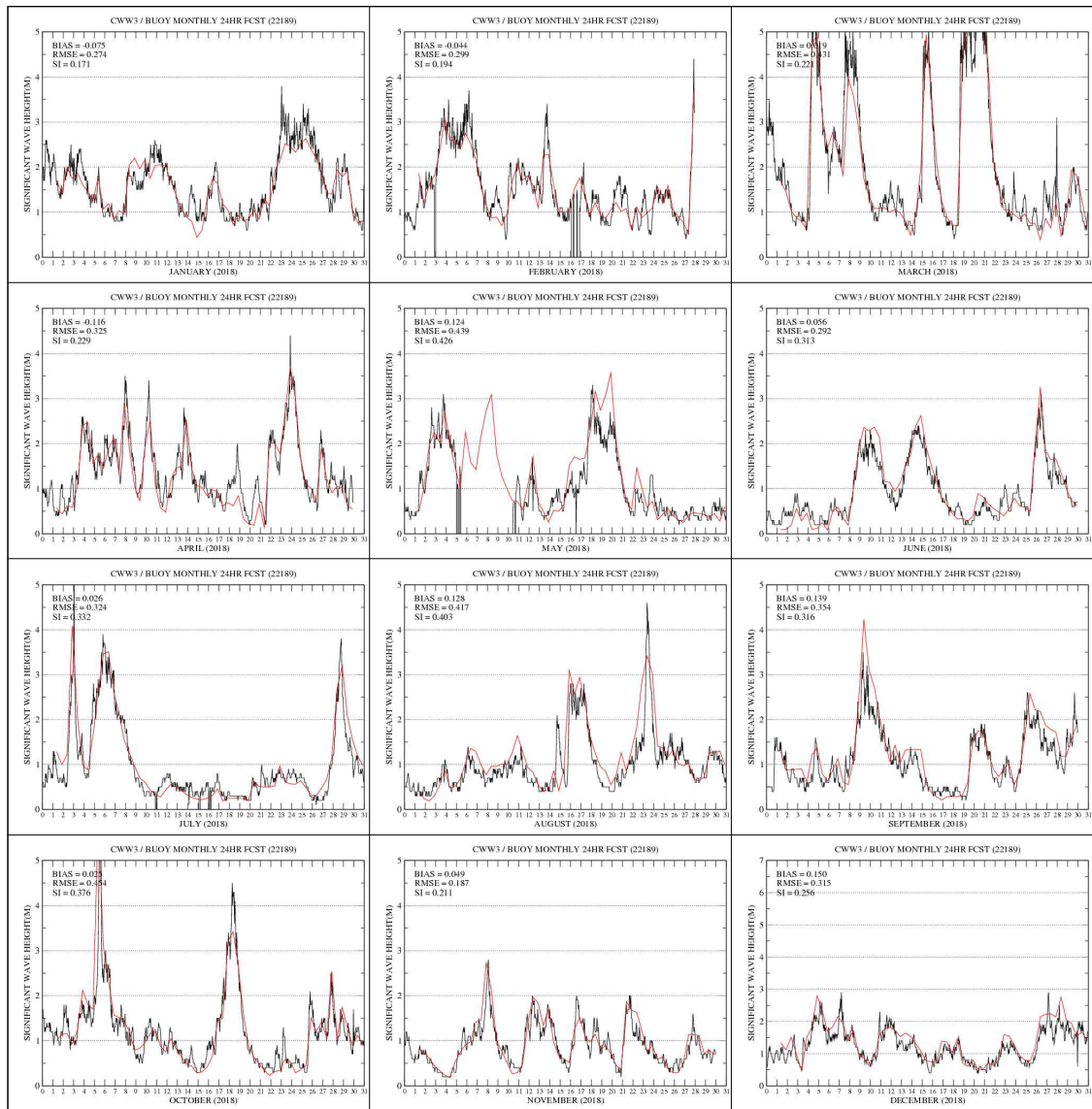


그림 6.541 울산 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

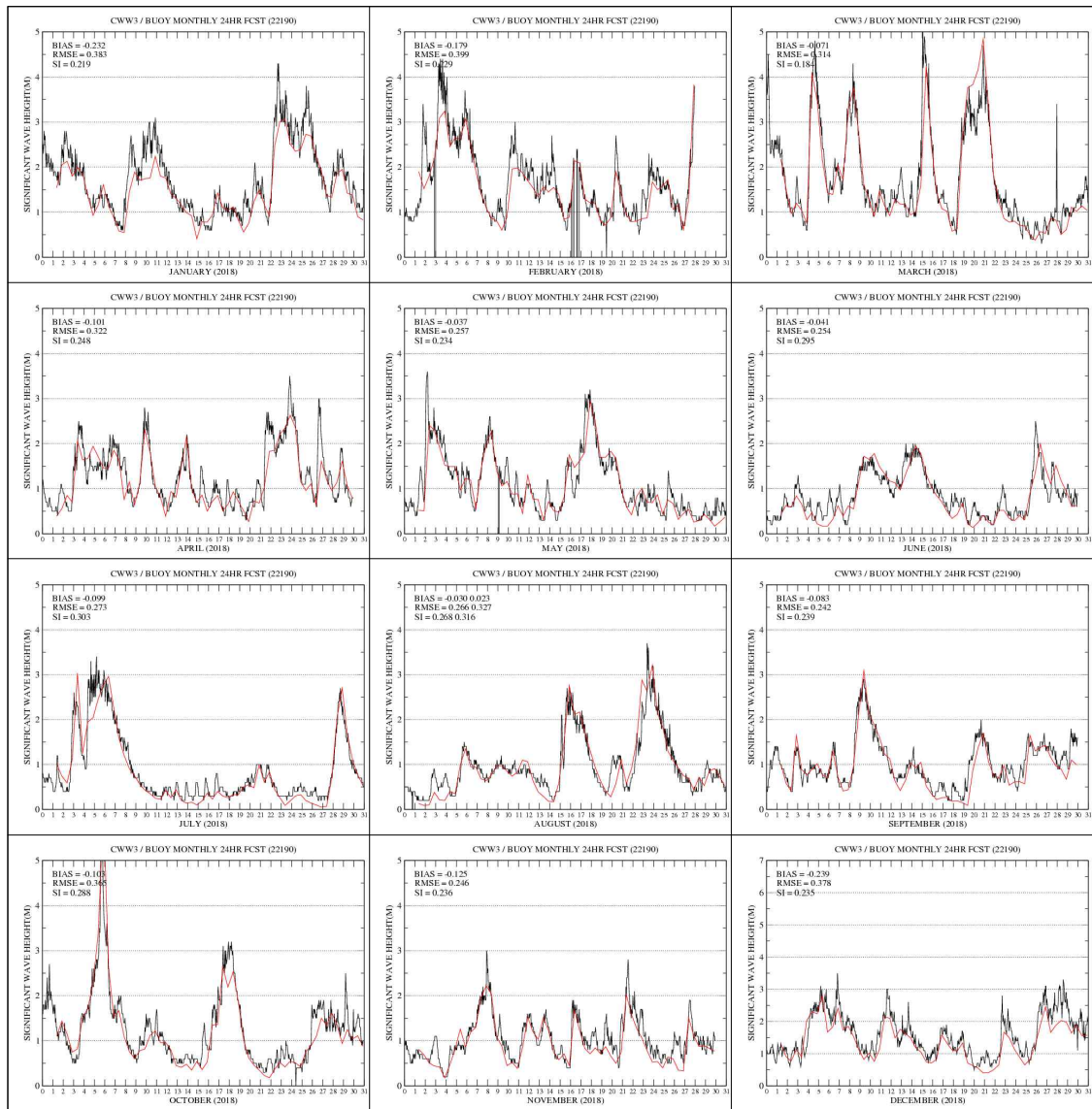


그림 6.542 울진 부이 관측(검은색 실선)과 CWW3 +24H 예측 유의파고(붉은색 실선) 시계열 (2018년1월~12월)

표 6.5.7 지역 파랑모델(RWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차

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

표 6.5.8 지역 파랑모델(RWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.26	0.29	0.17	0.12	0.17	0.12	0.13	0.14	0.20	0.20	0.18	0.28	0.19
24hr	0.39	0.34	0.17	0.17	0.20	0.13	0.14	0.16	0.22	0.24	0.21	0.29	0.22
36hr	0.46	0.30	0.16	0.20	0.25	0.13	0.14	0.22	0.25	0.25	0.27	0.30	0.24
48hr	0.49	0.31	0.17	0.23	0.24	0.15	0.15	0.26	0.26	0.25	0.37	0.29	0.26
60hr	0.52	0.39	0.18	0.23	0.23	0.18	0.16	0.31	0.23	0.29	0.27	0.29	0.27
72hr	0.50	0.39	0.17	0.26	0.26	0.16	0.17	0.35	0.19	0.31	0.24	0.28	0.27

표 6.5.9 지역 파랑모델(RWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차

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

표 6.5.10 지역 파랑모델(RWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.28	0.26	0.19	0.24	0.24	0.16	0.25	0.22	0.19	0.23	0.25	0.21	0.23
24hr	0.31	0.33	0.22	0.25	0.18	0.16	0.26	0.26	0.21	0.24	0.20	0.26	0.24
36hr	0.42	0.31	0.28	0.26	0.28	0.15	0.25	0.36	0.26	0.27	0.33	0.38	0.30
48hr	0.45	0.38	0.41	0.31	0.24	0.14	0.28	0.35	0.26	0.41	0.35	0.47	0.34
60hr	0.48	0.38	0.38	0.29	0.21	0.16	0.32	0.32	0.30	0.59	0.38	0.49	0.36
72hr	0.52	0.41	0.42	0.31	0.27	0.18	0.31	0.51	0.33	0.51	0.47	0.44	0.39

표 6.5.11 지역 파랑모델(RWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균오차

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

표 6.5.12 지역 파랑모델(RWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.24	0.27	0.41	0.31	0.26	0.23	0.25	0.32	0.41	0.37	0.24	0.28	0.30
24hr	0.25	0.25	0.47	0.32	0.27	0.24	0.28	0.37	0.46	0.33	0.24	0.30	0.32
36hr	0.28	0.31	0.49	0.43	0.33	0.27	0.42	0.52	0.47	0.35	0.27	0.35	0.37
48hr	0.29	0.36	0.56	0.41	0.32	0.25	0.45	0.61	0.53	0.35	0.30	0.38	0.40
60hr	0.30	0.37	0.59	0.43	0.34	0.31	0.55	0.72	0.53	0.62	0.32	0.36	0.45
72hr	0.31	0.34	0.53	0.50	0.32	0.44	0.53	0.64	0.48	0.78	0.36	0.38	0.47

표 6.5.13 지역 파랑모델(RWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.22	-0.19	-0.02	-0.08	0.00	-0.09	-0.15	-0.04	-0.06	-0.23	-0.21	-0.17	-0.12
24hr	-0.20	-0.18	0.02	-0.02	0.02	-0.07	-0.11	0.01	-0.02	-0.23	-0.23	-0.18	-0.10
36hr	-0.23	-0.19	0.00	-0.04	0.03	-0.02	-0.09	-0.01	0.01	-0.23	-0.24	-0.16	-0.10
48hr	-0.21	-0.22	0.00	-0.06	0.03	-0.03	-0.12	0.00	-0.04	-0.28	-0.27	-0.17	-0.11
60hr	-0.20	-0.21	0.04	-0.10	0.04	-0.03	-0.11	0.07	-0.06	-0.13	-0.27	-0.19	-0.10
72hr	-0.19	-0.19	0.07	-0.05	0.05	-0.01	-0.09	0.09	-0.02	-0.13	-0.24	-0.20	-0.08

표 6.5.14 지역 파랑모델(RWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.32	0.33	0.44	0.25	0.25	0.23	0.30	0.26	0.24	0.33	0.26	0.27	0.29
24hr	0.31	0.34	0.45	0.33	0.26	0.22	0.25	0.31	0.31	0.32	0.30	0.28	0.31
36hr	0.33	0.34	0.45	0.34	0.28	0.24	0.28	0.35	0.29	0.38	0.30	0.28	0.32
48hr	0.32	0.39	0.54	0.32	0.30	0.26	0.37	0.43	0.35	0.83	0.32	0.31	0.40
60hr	0.34	0.44	0.56	0.38	0.32	0.30	0.45	0.42	0.44	1.04	0.34	0.29	0.44
72hr	0.36	0.42	0.56	0.41	0.39	0.39	0.42	0.47	0.48	0.79	0.32	0.30	0.44

표 6.5.15 지역 파랑모델(RWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균오차

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

표 6.5.16 지역 파랑모델(RWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.23	0.29	0.37	0.30	0.28	0.24	0.35	0.29	0.25	0.31	0.24	0.27	0.29
24hr	0.29	0.37	0.40	0.30	0.25	0.25	0.34	0.34	0.25	0.32	0.24	0.30	0.30
36hr	0.37	0.38	0.38	0.31	0.29	0.33	0.41	0.37	0.32	0.40	0.29	0.36	0.35
48hr	0.43	0.44	0.38	0.34	0.29	0.37	0.41	0.41	0.36	0.48	0.32	0.42	0.39
60hr	0.42	0.43	0.43	0.38	0.35	0.37	0.39	0.48	0.39	0.58	0.36	0.40	0.42
72hr	0.43	0.49	0.46	0.45	0.37	0.42	0.41	0.55	0.42	0.71	0.38	0.41	0.46

표 6.5.17 지역 파랑모델(RWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.22	-0.23	-0.05	-0.21	-0.09	-0.01	-0.05	-0.03	-0.11	-0.16	-0.13	-0.22	-0.13
24hr	-0.22	-0.20	-0.03	-0.16	-0.02	0.03	-0.03	-0.04	-0.06	-0.14	-0.13	-0.21	-0.10
36hr	-0.24	-0.23	-0.05	-0.15	0.03	0.07	0.00	-0.02	-0.08	-0.15	-0.15	-0.25	-0.10
48hr	-0.26	-0.24	-0.06	-0.13	0.06	0.08	-0.05	0.04	-0.04	-0.15	-0.19	-0.31	-0.10
60hr	-0.25	-0.28	-0.01	-0.17	0.06	0.10	-0.06	0.03	-0.04	-0.14	-0.20	-0.36	-0.11
72hr	-0.22	-0.21	0.00	-0.21	0.06	0.09	-0.07	0.13	-0.02	-0.20	-0.21	-0.38	-0.10

표 6.5.18 지역 파랑모델(RWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.33	0.41	0.43	0.34	0.30	0.22	0.22	0.27	0.26	0.35	0.22	0.34	0.31
24hr	0.32	0.40	0.41	0.34	0.35	0.28	0.25	0.34	0.31	0.37	0.23	0.38	0.33
36hr	0.34	0.41	0.39	0.34	0.33	0.33	0.32	0.34	0.30	0.35	0.27	0.42	0.35
48hr	0.36	0.43	0.40	0.35	0.33	0.37	0.36	0.46	0.33	0.36	0.31	0.48	0.38
60hr	0.37	0.47	0.45	0.37	0.39	0.34	0.34	0.40	0.35	0.42	0.31	0.50	0.39
72hr	0.36	0.46	0.57	0.54	0.50	0.36	0.33	0.48	0.49	0.60	0.40	0.51	0.47

표 6.5.19 지역 파랑모델(RWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.18	-0.19	-0.14	-0.03	-0.09	-0.07	0.09	0.21	0.06	-0.04	-0.14	-0.08	-0.05
24hr	-0.23	-0.21	-0.12	-0.06	-0.09	-0.09	0.06	0.22	0.07	-0.02	-0.15	-0.15	-0.06
36hr	-0.28	-0.24	-0.11	-0.09	-0.12	-0.08	0.02	0.17	0.06	-0.01	-0.19	-0.19	-0.09
48hr	-0.27	-0.20	-0.12	-0.06	-0.05	-0.05	0.06	0.08	0.03	0.02	-0.19	-0.27	-0.09
60hr	-0.22	-0.18	-0.10	-0.05	0.01	-0.03	0.04	0.05	0.04	0.09	-0.17	-0.32	-0.07
72hr	-0.24	-0.06	-0.06	-0.04	0.07	0.00	0.00	0.04	0.08	0.10	-0.18	-0.31	-0.05

표 6.5.20 지역 파랑모델(RWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.31	0.29	0.23	0.25	0.24	0.24	0.33	0.65	0.27	0.29	0.26	0.28	0.30
24hr	0.34	0.33	0.28	0.25	0.26	0.26	0.25	0.64	0.31	0.31	0.28	0.32	0.32
36hr	0.39	0.38	0.32	0.32	0.35	0.27	0.32	0.58	0.27	0.46	0.30	0.34	0.36
48hr	0.45	0.45	0.37	0.37	0.33	0.29	0.46	0.58	0.35	0.82	0.30	0.47	0.44
60hr	0.41	0.42	0.40	0.42	0.38	0.33	0.50	0.68	0.34	0.63	0.32	0.54	0.45
72hr	0.44	0.44	0.37	0.42	0.38	0.42	0.55	0.69	0.39	0.79	0.36	0.50	0.48

표 6.5.21 지역 파랑모델(RWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균오차

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

표 6.5.22 지역 파랑모델(RWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.26	0.25	0.19	0.19	0.21	0.16	0.20	0.22	0.23	0.21	0.23	0.22	0.21
24hr	0.31	0.29	0.18	0.27	0.23	0.18	0.19	0.23	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25
36hr	0.43	0.27	0.23	0.31	0.30	0.17	0.21	0.31	0.31	0.31	0.25	0.32	0.29
48hr	0.41	0.35	0.24	0.38	0.27	0.18	0.23	0.41	0.36	0.35	0.30	0.33	0.32
60hr	0.44	0.33	0.23	0.39	0.28	0.19	0.30	0.41	0.39	0.42	0.28	0.32	0.33
72hr	0.49	0.41	0.24	0.43	0.32	0.23	0.30	0.47	0.39	0.47	0.31	0.26	0.36

표 6.5.23 지역 파랑모델(RWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.18	-0.27	-0.10	-0.12	-0.13	-0.08	-0.04	0.03	-0.09	-0.07	0.09	0.03	-0.08
24hr	-0.18	-0.24	-0.11	-0.09	-0.08	-0.09	-0.02	0.06	-0.10	-0.05	0.07	0.05	-0.07
36hr	-0.25	-0.29	-0.11	-0.08	-0.04	-0.02	0.01	0.09	-0.05	-0.06	0.03	0.04	-0.06
48hr	-0.31	-0.35	-0.15	-0.06	-0.04	0.00	-0.02	0.11	-0.01	-0.04	0.03	0.00	-0.07
60hr	-0.24	-0.30	-0.13	-0.08	-0.02	0.00	-0.04	0.11	-0.01	-0.12	0.03	0.00	-0.07
72hr	-0.22	-0.27	-0.14	-0.03	-0.05	0.03	-0.07	0.18	0.01	-0.08	0.02	0.00	-0.05

표 6.5.24 지역 파랑모델(RWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.37	0.43	0.45	0.27	0.28	0.22	0.21	0.27	0.33	0.30	0.24	0.29	0.31
24hr	0.43	0.47	0.49	0.26	0.28	0.26	0.24	0.30	0.31	0.28	0.24	0.28	0.32
36hr	0.44	0.50	0.49	0.34	0.29	0.26	0.28	0.44	0.37	0.34	0.22	0.34	0.36
48hr	0.51	0.54	0.54	0.33	0.25	0.36	0.42	0.49	0.38	0.31	0.24	0.37	0.40
60hr	0.49	0.57	0.51	0.40	0.33	0.29	0.43	0.51	0.43	0.56	0.28	0.46	0.44
72hr	0.53	0.54	0.60	0.44	0.40	0.36	0.44	0.49	0.44	0.74	0.31	0.54	0.49

표 6.5.25 지역 파랑모델(RWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균오차

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

표 6.5.26 지역 파랑모델(RWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.28	0.28	0.38	0.32	0.25	0.25	0.31	0.39	0.28	0.34	0.26	0.24	0.30
24hr	0.31	0.32	0.42	0.33	0.30	0.29	0.31	0.43	0.28	0.39	0.29	0.29	0.33
36hr	0.35	0.33	0.48	0.34	0.39	0.29	0.34	0.38	0.34	0.44	0.35	0.35	0.37
48hr	0.43	0.42	0.49	0.40	0.34	0.31	0.43	0.43	0.36	0.52	0.38	0.41	0.41
60hr	0.38	0.37	0.54	0.39	0.38	0.31	0.46	0.52	0.40	0.66	0.41	0.44	0.44
72hr	0.46	0.38	0.50	0.43	0.37	0.43	0.44	0.51	0.41	0.74	0.41	0.36	0.45

표 6.5.27 지역 파랑모델(RWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균오차

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

표 6.5.28 지역 파랑모델(RWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.29	0.25	0.22	0.19	0.25	0.18	0.19	0.14	0.19	0.25	0.22	0.21	0.22
24hr	0.39	0.27	0.20	0.24	0.29	0.21	0.17	0.18	0.25	0.27	0.20	0.26	0.24
36hr	0.42	0.27	0.24	0.26	0.31	0.22	0.17	0.34	0.29	0.28	0.23	0.27	0.28
48hr	0.47	0.31	0.23	0.30	0.29	0.24	0.20	0.43	0.34	0.29	0.31	0.26	0.31
60hr	0.55	0.42	0.25	0.36	0.35	0.27	0.25	0.47	0.35	0.34	0.31	0.25	0.35
72hr	0.55	0.43	0.27	0.39	0.40	0.28	0.26	0.55	0.35	0.38	0.32	0.24	0.37

표 6.5.29 지역 파랑모델(RWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균오차

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

표 6.5.30 지역 파랑모델(RWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.29	0.25	0.24	0.19	0.27	0.18	0.18	0.22	0.23	0.23	0.17	0.22	0.22
24hr	0.31	0.31	0.24	0.23	0.27	0.20	0.18	0.22	0.27	0.31	0.20	0.24	0.25
36hr	0.46	0.29	0.27	0.29	0.35	0.19	0.21	0.27	0.31	0.36	0.25	0.32	0.30
48hr	0.44	0.38	0.35	0.39	0.25	0.21	0.25	0.38	0.35	0.43	0.25	0.41	0.34
60hr	0.47	0.33	0.25	0.35	0.28	0.22	0.28	0.38	0.39	0.48	0.27	0.41	0.34
72hr	0.55	0.39	0.28	0.42	0.30	0.27	0.29	0.49	0.39	0.49	0.28	0.38	0.38

표 6.5.31 지역 파랑모델(RWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.26	-0.23	-0.16	-0.18	-0.14	-0.11	0.03	0.04	-0.01	-0.13	-0.23	-0.13	-0.13
24hr	-0.25	-0.22	-0.13	-0.22	-0.12	-0.12	0.01	0.06	0.00	-0.11	-0.23	-0.17	-0.13
36hr	-0.30	-0.23	-0.20	-0.20	-0.17	-0.12	-0.02	0.07	0.04	-0.10	-0.24	-0.16	-0.14
48hr	-0.27	-0.19	-0.14	-0.15	-0.08	-0.09	0.00	-0.01	0.00	-0.05	-0.25	-0.18	-0.12
60hr	-0.25	-0.19	-0.11	-0.17	-0.03	-0.04	-0.01	0.05	-0.01	0.03	-0.27	-0.20	-0.10
72hr	-0.27	-0.15	-0.04	-0.21	0.01	-0.04	-0.04	0.14	0.04	0.09	-0.28	-0.21	-0.08

표 6.5.32 지역 파랑모델(RWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.32	0.31	0.30	0.31	0.23	0.28	0.29	0.37	0.31	0.37	0.31	0.28	0.31
24hr	0.33	0.32	0.32	0.31	0.22	0.30	0.31	0.46	0.35	0.30	0.32	0.32	0.32
36hr	0.37	0.37	0.44	0.33	0.33	0.31	0.42	0.63	0.38	0.37	0.35	0.32	0.39
48hr	0.39	0.36	0.51	0.36	0.28	0.34	0.50	0.67	0.40	0.78	0.36	0.37	0.44
60hr	0.38	0.40	0.48	0.38	0.41	0.40	0.52	0.73	0.51	0.58	0.37	0.35	0.46
72hr	0.37	0.43	0.50	0.45	0.37	0.55	0.58	0.72	0.54	0.75	0.37	0.39	0.50

표 6.5.33 지역 파랑모델(RWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.42	-0.26	-0.21	-0.18	-0.11	-0.09	-0.14	-0.03	-0.10	-0.27	-0.23	-0.25	-0.19
24hr	-0.34	-0.26	-0.18	-0.15	-0.08	-0.09	-0.10	0.02	-0.07	-0.25	-0.26	-0.25	-0.17
36hr	-0.38	-0.26	-0.20	-0.15	-0.09	-0.06	-0.08	-0.01	-0.03	-0.24	-0.27	-0.20	-0.16
48hr	-0.40	-0.28	-0.19	-0.18	-0.09	-0.06	-0.10	-0.01	-0.11	-0.31	-0.28	-0.22	-0.19
60hr	-0.39	-0.21	-0.14	-0.16	-0.04	-0.05	-0.06	0.07	-0.12	-0.19	-0.28	-0.23	-0.15
72hr	-0.39	-0.17	-0.12	-0.18	-0.03	-0.02	-0.08	0.09	-0.07	-0.14	-0.26	-0.25	-0.14

표 6.5.34 지역 파랑모델(RWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.48	0.32	0.42	0.26	0.23	0.19	0.29	0.22	0.24	0.36	0.28	0.32	0.30
24hr	0.41	0.34	0.46	0.28	0.23	0.20	0.33	0.28	0.28	0.33	0.29	0.32	0.31
36hr	0.46	0.36	0.48	0.33	0.25	0.22	0.35	0.25	0.27	0.33	0.31	0.36	0.33
48hr	0.50	0.39	0.50	0.34	0.27	0.22	0.33	0.42	0.34	0.73	0.33	0.38	0.40
60hr	0.54	0.34	0.47	0.49	0.28	0.26	0.45	0.48	0.39	1.02	0.35	0.37	0.45
72hr	0.52	0.37	0.42	0.46	0.31	0.35	0.43	0.50	0.38	0.93	0.36	0.37	0.45

표 6.5.35 지역 파랑모델(RWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균오차

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

표 6.5.36 지역 파랑모델(RWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.29	0.27	0.41	0.35	0.39	0.27	0.26	0.32	0.29	0.36	0.18	0.29	0.31
24hr	0.26	0.30	0.44	0.35	0.44	0.31	0.35	0.42	0.36	0.47	0.19	0.34	0.35
36hr	0.29	0.31	0.49	0.38	0.42	0.42	0.30	0.48	0.39	0.40	0.21	0.35	0.37
48hr	0.30	0.32	0.58	0.39	0.48	0.41	0.42	0.63	0.42	0.47	0.23	0.37	0.42
60hr	0.36	0.30	0.57	0.46	0.50	0.41	0.44	0.60	0.44	0.56	0.25	0.35	0.44
72hr	0.32	0.29	0.67	0.47	0.55	0.46	0.44	0.67	0.56	0.48	0.34	0.34	0.47

표 6.5.37 지역 파랑모델(RWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.25	-0.20	-0.09	-0.17	-0.13	-0.09	-0.15	-0.10	-0.14	-0.17	-0.12	-0.26	-0.16
24hr	-0.26	-0.20	-0.09	-0.12	-0.06	-0.07	-0.12	-0.04	-0.09	-0.13	-0.15	-0.26	-0.13
36hr	-0.29	-0.22	-0.09	-0.12	-0.01	-0.04	-0.09	-0.05	-0.11	-0.14	-0.17	-0.29	-0.14
48hr	-0.31	-0.26	-0.11	-0.08	-0.01	0.00	-0.15	0.01	-0.07	-0.17	-0.19	-0.32	-0.14
60hr	-0.29	-0.25	-0.10	-0.11	-0.01	0.02	-0.14	0.00	-0.06	-0.19	-0.19	-0.36	-0.14
72hr	-0.28	-0.23	-0.09	-0.13	0.00	0.04	-0.17	0.09	-0.02	-0.20	-0.22	-0.36	-0.13

표 6.5.38 지역 파랑모델(RWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.36	0.34	0.32	0.28	0.22	0.28	0.26	0.24	0.36	0.25	0.37	0.31
24hr	0.40	0.41	0.33	0.33	0.27	0.26	0.29	0.27	0.25	0.37	0.27	0.39	0.32
36hr	0.45	0.42	0.34	0.30	0.31	0.31	0.36	0.25	0.29	0.46	0.32	0.43	0.35
48hr	0.46	0.47	0.37	0.33	0.30	0.34	0.38	0.32	0.30	0.41	0.36	0.47	0.38
60hr	0.46	0.45	0.42	0.36	0.41	0.31	0.38	0.35	0.31	0.46	0.41	0.49	0.40
72hr	0.46	0.49	0.52	0.46	0.48	0.33	0.36	0.42	0.42	0.61	0.42	0.47	0.45

표 6.5.39 국지연안 파랑모델(CWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균오차

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

표 6.5.40 국지연안 파랑모델(CWW3) 덕적도 부이 (22101) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.20	0.24	0.14	0.12	0.16	0.12	0.15	0.18	0.19	0.18	0.18	0.23	0.17
12hr	0.21	0.24	0.14	0.12	0.16	0.12	0.15	0.19	0.19	0.18	0.18	0.23	0.18
24hr	0.34	0.29	0.13	0.19	0.18	0.12	0.16	0.20	0.21	0.20	0.19	0.25	0.21
36hr	0.38	0.27	0.12	0.20	0.23	0.13	0.16	0.25	0.27	0.21	0.22	0.27	0.23
48hr	0.40	0.28	0.14	0.22	0.22	0.15	0.17	0.30	0.25	0.23	0.29	0.25	0.24
60hr	0.47	0.33	0.15	0.23	0.21	0.17	0.19	0.33	0.21	0.27	0.25	0.26	0.26
72hr	0.45	0.35	0.13	0.26	0.24	0.16	0.19	0.37	0.20	0.30	0.21	0.23	0.26

표 6.5.41 국지연안 파랑모델(CWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균오차

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

표 6.5.42 국지연안 파랑모델(CWW3) 칠발도 부이 (22102) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.24	0.19	0.22	0.24	0.17	0.21	0.23	0.16	0.23	0.22	0.19	0.21
12hr	0.25	0.24	0.18	0.22	0.25	0.17	0.20	0.22	0.16	0.21	0.22	0.19	0.21
24hr	0.28	0.31	0.22	0.25	0.19	0.17	0.19	0.25	0.18	0.24	0.19	0.25	0.23
36hr	0.39	0.29	0.28	0.26	0.28	0.18	0.20	0.37	0.23	0.27	0.30	0.36	0.28
48hr	0.43	0.37	0.38	0.33	0.25	0.19	0.22	0.35	0.24	0.38	0.33	0.44	0.33
60hr	0.46	0.37	0.35	0.30	0.24	0.21	0.25	0.30	0.28	0.56	0.37	0.46	0.35
72hr	0.50	0.43	0.39	0.33	0.30	0.22	0.25	0.47	0.32	0.53	0.43	0.41	0.38

표 6.5.43 국지연안 파랑모델(CWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균오차

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

표 6.5.44 국지연안 파랑모델(CWW3) 거문도 부이 (22103) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.23	0.23	0.38	0.27	0.24	0.22	0.23	0.28	0.41	0.40	0.21	0.27	0.28
12hr	0.23	0.23	0.38	0.27	0.24	0.22	0.23	0.28	0.41	0.39	0.21	0.27	0.28
24hr	0.23	0.24	0.44	0.29	0.26	0.23	0.28	0.32	0.46	0.36	0.23	0.28	0.30
36hr	0.27	0.29	0.46	0.44	0.31	0.27	0.39	0.49	0.47	0.41	0.25	0.34	0.37
48hr	0.28	0.34	0.53	0.39	0.30	0.25	0.43	0.57	0.53	0.38	0.27	0.38	0.39
60hr	0.29	0.34	0.57	0.45	0.33	0.32	0.57	0.70	0.53	0.68	0.29	0.36	0.45
72hr	0.30	0.34	0.49	0.49	0.32	0.44	0.53	0.63	0.48	0.88	0.32	0.37	0.47

표 6.5.45 국지연안 파랑모델(CWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균오차

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

표 6.5.46 국지연안 파랑모델(CWW3) 거제도 부이 (22104) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.32	0.32	0.40	0.24	0.24	0.21	0.28	0.26	0.23	0.32	0.23	0.25	0.28
12hr	0.32	0.32	0.41	0.24	0.24	0.21	0.28	0.27	0.23	0.32	0.23	0.25	0.28
24hr	0.33	0.32	0.41	0.33	0.28	0.19	0.24	0.33	0.30	0.30	0.26	0.26	0.30
36hr	0.33	0.34	0.42	0.34	0.29	0.24	0.26	0.34	0.28	0.36	0.25	0.27	0.31
48hr	0.33	0.39	0.49	0.31	0.31	0.25	0.36	0.44	0.34	0.81	0.29	0.31	0.39
60hr	0.35	0.44	0.51	0.36	0.33	0.29	0.44	0.43	0.43	1.03	0.31	0.29	0.43
72hr	0.37	0.44	0.52	0.40	0.40	0.38	0.42	0.47	0.46	0.78	0.29	0.29	0.44

표 6.5.47 국지연안 파랑모델(CWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균오차

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

표 6.5.48 국지연안 파랑모델(CWW3) 동해 부이 (22105) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.29	0.36	0.30	0.28	0.22	0.35	0.28	0.25	0.29	0.23	0.29	0.28
12hr	0.25	0.29	0.36	0.30	0.28	0.22	0.35	0.29	0.25	0.29	0.23	0.29	0.28
24hr	0.30	0.37	0.40	0.30	0.24	0.23	0.35	0.32	0.25	0.30	0.23	0.32	0.30
36hr	0.39	0.39	0.37	0.32	0.28	0.31	0.40	0.37	0.32	0.38	0.28	0.38	0.35
48hr	0.45	0.45	0.38	0.34	0.27	0.35	0.41	0.40	0.35	0.50	0.32	0.44	0.39
60hr	0.43	0.43	0.43	0.37	0.34	0.35	0.39	0.47	0.38	0.57	0.36	0.41	0.41
72hr	0.44	0.49	0.45	0.45	0.36	0.39	0.42	0.54	0.42	0.68	0.39	0.42	0.45

표 6.5.49 국지연안 파랑모델(CWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.21	-0.21	-0.01	-0.17	-0.07	0.01	-0.05	-0.02	-0.09	-0.13	-0.09	-0.21	-0.10
12hr	-0.20	-0.21	-0.01	-0.17	-0.07	0.02	-0.05	-0.02	-0.10	-0.13	-0.09	-0.21	-0.10
24hr	-0.20	-0.18	0.00	-0.12	0.00	0.06	-0.03	-0.03	-0.05	-0.12	-0.10	-0.21	-0.08
36hr	-0.23	-0.21	-0.02	-0.12	0.06	0.10	0.02	-0.02	-0.06	-0.13	-0.14	-0.24	-0.08
48hr	-0.24	-0.22	-0.04	-0.10	0.08	0.10	-0.03	0.05	-0.03	-0.14	-0.16	-0.29	-0.09
60hr	-0.23	-0.25	0.01	-0.13	0.08	0.12	-0.05	0.04	-0.02	-0.12	-0.16	-0.35	-0.09
72hr	-0.21	-0.20	0.01	-0.15	0.09	0.11	-0.04	0.13	0.00	-0.17	-0.16	-0.37	-0.08

표 6.5.50 국지연안 파랑모델(CWW3) 포항 부이 (22106) 지점 평균제공근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.32	0.39	0.40	0.33	0.27	0.22	0.22	0.27	0.25	0.32	0.21	0.34	0.30
12hr	0.32	0.39	0.40	0.34	0.27	0.22	0.22	0.27	0.25	0.32	0.21	0.34	0.30
24hr	0.31	0.38	0.39	0.34	0.33	0.28	0.24	0.34	0.29	0.35	0.21	0.37	0.32
36hr	0.34	0.38	0.36	0.34	0.32	0.34	0.30	0.34	0.29	0.32	0.26	0.41	0.33
48hr	0.35	0.41	0.38	0.35	0.33	0.37	0.35	0.48	0.32	0.35	0.30	0.47	0.37
60hr	0.37	0.45	0.43	0.37	0.39	0.36	0.33	0.39	0.34	0.41	0.27	0.49	0.38
72hr	0.36	0.45	0.55	0.50	0.50	0.37	0.31	0.48	0.48	0.59	0.37	0.50	0.46

표 6.5.51 국지연안 파랑모델(CWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.25	-0.27	-0.17	-0.07	-0.13	-0.10	0.05	0.11	0.03	-0.08	-0.16	-0.19	-0.10
12hr	-0.26	-0.28	-0.18	-0.08	-0.13	-0.09	0.05	0.12	0.03	-0.09	-0.16	-0.18	-0.10
24hr	-0.29	-0.29	-0.16	-0.10	-0.14	-0.11	0.03	0.13	0.04	-0.07	-0.17	-0.22	-0.11
36hr	-0.34	-0.32	-0.14	-0.12	-0.15	-0.10	0.00	0.09	0.04	-0.05	-0.20	-0.27	-0.13
48hr	-0.33	-0.29	-0.16	-0.10	-0.09	-0.09	0.03	0.01	0.02	-0.02	-0.21	-0.33	-0.13
60hr	-0.29	-0.27	-0.15	-0.10	-0.04	-0.06	0.02	-0.01	0.01	0.03	-0.20	-0.38	-0.12
72hr	-0.30	-0.16	-0.11	-0.09	0.01	-0.04	-0.02	-0.01	0.04	0.05	-0.20	-0.38	-0.10

표 6.5.52 국지연안 파랑모델(CWW3) 마라도 부이 (22107) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.37	0.36	0.25	0.25	0.25	0.26	0.31	0.46	0.25	0.25	0.25	0.33	0.30
12hr	0.37	0.36	0.24	0.26	0.26	0.26	0.31	0.46	0.25	0.24	0.26	0.32	0.30
24hr	0.40	0.40	0.28	0.28	0.28	0.28	0.25	0.49	0.28	0.27	0.27	0.36	0.32
36hr	0.46	0.46	0.30	0.35	0.34	0.29	0.34	0.45	0.26	0.40	0.30	0.41	0.36
48hr	0.50	0.46	0.36	0.39	0.32	0.31	0.45	0.55	0.32	0.74	0.31	0.52	0.44
60hr	0.47	0.45	0.40	0.44	0.34	0.35	0.48	0.69	0.31	0.54	0.32	0.58	0.45
72hr	0.49	0.44	0.34	0.43	0.34	0.41	0.52	0.70	0.35	0.69	0.37	0.56	0.47

표 6.5.53 국지연안 파랑모델(CWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균오차

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

표 6.5.54 국지연안 파랑모델(CWW3) 외연도 부이 (22108) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.23	0.18	0.17	0.21	0.14	0.17	0.22	0.21	0.20	0.19	0.20	0.20
12hr	0.25	0.23	0.17	0.17	0.21	0.14	0.17	0.22	0.21	0.20	0.19	0.21	0.20
24hr	0.30	0.27	0.16	0.26	0.23	0.17	0.18	0.22	0.25	0.26	0.23	0.24	0.23
36hr	0.42	0.27	0.21	0.32	0.29	0.17	0.20	0.30	0.31	0.31	0.23	0.31	0.28
48hr	0.36	0.34	0.22	0.39	0.27	0.18	0.23	0.41	0.35	0.35	0.28	0.33	0.31
60hr	0.43	0.32	0.22	0.38	0.28	0.19	0.29	0.41	0.37	0.42	0.26	0.32	0.32
72hr	0.48	0.38	0.22	0.43	0.32	0.23	0.31	0.46	0.38	0.47	0.28	0.27	0.35

표 6.5.55 국지연안 파랑모델(CWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.12	-0.21	-0.04	-0.05	-0.07	-0.03	-0.02	0.06	-0.05	0.00	0.14	0.09	-0.03
12hr	-0.11	-0.21	-0.05	-0.05	-0.08	-0.03	-0.01	0.06	-0.06	-0.01	0.14	0.08	-0.03
24hr	-0.12	-0.18	-0.06	-0.03	-0.03	-0.03	0.01	0.10	-0.06	0.01	0.12	0.10	-0.01
36hr	-0.18	-0.22	-0.06	-0.02	0.02	0.03	0.04	0.13	-0.01	0.00	0.08	0.10	-0.01
48hr	-0.24	-0.28	-0.10	0.01	0.02	0.06	0.01	0.15	0.02	0.01	0.08	0.07	-0.02
60hr	-0.17	-0.23	-0.09	0.00	0.04	0.06	0.00	0.14	0.02	-0.07	0.09	0.06	-0.01
72hr	-0.16	-0.20	-0.09	0.04	0.00	0.09	-0.03	0.23	0.05	-0.02	0.08	0.06	0.00

표 6.5.56 국지연안 파랑모델(CWW3) 울릉도 부이 (21229) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.35	0.39	0.45	0.23	0.25	0.19	0.20	0.28	0.32	0.30	0.26	0.33	0.30
12hr	0.35	0.39	0.45	0.23	0.25	0.19	0.19	0.29	0.32	0.30	0.26	0.31	0.29
24hr	0.42	0.44	0.48	0.23	0.27	0.24	0.23	0.31	0.30	0.28	0.27	0.31	0.32
36hr	0.43	0.47	0.49	0.32	0.29	0.26	0.28	0.44	0.37	0.34	0.25	0.35	0.36
48hr	0.49	0.50	0.55	0.31	0.25	0.37	0.41	0.50	0.38	0.33	0.26	0.39	0.40
60hr	0.48	0.53	0.51	0.38	0.34	0.29	0.43	0.51	0.43	0.57	0.30	0.46	0.44
72hr	0.52	0.51	0.61	0.45	0.41	0.37	0.41	0.50	0.45	0.77	0.34	0.55	0.49

표 6.5.57 국지연안 파랑모델(CWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균오차

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

표 6.5.58 국지연안 파랑모델(CWW3) 추자도 부이 (22184) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.26	0.25	0.43	0.30	0.25	0.24	0.28	0.39	0.25	0.32	0.21	0.21	0.28
12hr	0.26	0.25	0.42	0.30	0.25	0.24	0.29	0.40	0.25	0.31	0.21	0.22	0.28
24hr	0.28	0.31	0.46	0.30	0.30	0.28	0.28	0.46	0.27	0.37	0.25	0.27	0.32
36hr	0.32	0.32	0.52	0.29	0.37	0.28	0.31	0.40	0.35	0.44	0.32	0.31	0.35
48hr	0.38	0.38	0.54	0.37	0.37	0.32	0.41	0.45	0.37	0.50	0.36	0.37	0.40
60hr	0.37	0.35	0.58	0.37	0.40	0.32	0.46	0.55	0.42	0.65	0.38	0.42	0.44
72hr	0.44	0.37	0.55	0.39	0.41	0.45	0.41	0.53	0.43	0.74	0.38	0.34	0.45

표 6.5.59 국지연안 파랑모델(CWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균오차

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

표 6.5.60 국지연안 파랑모델(CWW3) 인천 부이 (22185) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.25	0.24	0.19	0.18	0.25	0.19	0.18	0.14	0.18	0.24	0.19	0.20	0.20
12hr	0.25	0.24	0.20	0.18	0.25	0.20	0.18	0.14	0.18	0.23	0.19	0.20	0.20
24hr	0.36	0.28	0.18	0.23	0.29	0.22	0.17	0.19	0.23	0.25	0.19	0.25	0.24
36hr	0.39	0.27	0.22	0.26	0.31	0.22	0.17	0.34	0.26	0.27	0.22	0.27	0.27
48hr	0.45	0.31	0.21	0.29	0.30	0.24	0.19	0.43	0.33	0.29	0.29	0.25	0.30
60hr	0.52	0.40	0.23	0.36	0.36	0.27	0.25	0.46	0.34	0.33	0.30	0.24	0.34
72hr	0.52	0.42	0.24	0.38	0.40	0.29	0.26	0.54	0.33	0.37	0.30	0.23	0.36

표 6.5.61 국지연안 파랑모델(CWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균오차

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

표 6.5.62 국지연안 파랑모델(CWW3) 부안 부이 (22186) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.28	0.23	0.23	0.19	0.25	0.17	0.15	0.17	0.20	0.22	0.16	0.22	0.21
12hr	0.28	0.23	0.23	0.19	0.26	0.17	0.15	0.17	0.20	0.22	0.16	0.22	0.21
24hr	0.30	0.29	0.23	0.24	0.27	0.18	0.15	0.19	0.23	0.30	0.18	0.24	0.23
36hr	0.43	0.29	0.24	0.29	0.34	0.19	0.17	0.25	0.28	0.34	0.24	0.31	0.28
48hr	0.41	0.36	0.33	0.40	0.25	0.21	0.20	0.35	0.33	0.42	0.24	0.40	0.33
60hr	0.47	0.33	0.23	0.35	0.29	0.22	0.24	0.36	0.37	0.47	0.26	0.41	0.33
72hr	0.54	0.37	0.26	0.42	0.31	0.26	0.25	0.47	0.38	0.48	0.27	0.38	0.37

표 6.5.63 국지연안 파랑모델(CWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.35	-0.32	-0.23	-0.23	-0.19	-0.13	0.00	-0.03	-0.05	-0.17	-0.25	-0.24	-0.18
12hr	-0.36	-0.32	-0.23	-0.23	-0.19	-0.13	0.01	-0.02	-0.05	-0.17	-0.25	-0.24	-0.18
24hr	-0.35	-0.31	-0.20	-0.26	-0.18	-0.15	0.00	-0.01	-0.04	-0.16	-0.26	-0.27	-0.18
36hr	-0.39	-0.33	-0.25	-0.24	-0.21	-0.14	-0.03	0.00	0.00	-0.15	-0.26	-0.25	-0.19
48hr	-0.36	-0.28	-0.20	-0.21	-0.14	-0.12	-0.02	-0.06	-0.03	-0.11	-0.27	-0.28	-0.17
60hr	-0.34	-0.27	-0.19	-0.23	-0.10	-0.08	-0.03	-0.01	-0.05	-0.04	-0.29	-0.30	-0.16
72hr	-0.36	-0.22	-0.11	-0.24	-0.06	-0.08	-0.05	0.06	-0.01	0.02	-0.31	-0.31	-0.14

표 6.5.64 국지연안 파랑모델(CWW3) 서귀포 부이 (22187) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.40	0.38	0.35	0.33	0.28	0.30	0.31	0.30	0.30	0.34	0.34	0.32	0.33
12hr	0.40	0.38	0.35	0.33	0.28	0.30	0.31	0.30	0.30	0.34	0.34	0.32	0.33
24hr	0.40	0.39	0.32	0.34	0.27	0.33	0.32	0.44	0.34	0.29	0.36	0.36	0.35
36hr	0.43	0.46	0.46	0.35	0.35	0.34	0.44	0.59	0.34	0.37	0.37	0.36	0.41
48hr	0.44	0.39	0.50	0.37	0.30	0.37	0.50	0.69	0.36	0.70	0.38	0.41	0.45
60hr	0.43	0.43	0.50	0.41	0.41	0.41	0.50	0.75	0.46	0.50	0.38	0.41	0.47
72hr	0.42	0.45	0.48	0.44	0.36	0.54	0.57	0.69	0.49	0.66	0.40	0.44	0.50

표 6.5.65 국지연안 파랑모델(CWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균오차

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

표 6.5.66 국지연안 파랑모델(CWW3) 통영 부이 (22188) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.34	0.22	0.47	0.22	0.26	0.22	0.24	0.25	0.28	0.30	0.20	0.21	0.27
12hr	0.34	0.22	0.47	0.22	0.26	0.22	0.24	0.25	0.28	0.30	0.20	0.21	0.27
24hr	0.29	0.23	0.53	0.28	0.28	0.23	0.31	0.33	0.36	0.26	0.20	0.22	0.29
36hr	0.34	0.26	0.55	0.32	0.30	0.26	0.37	0.31	0.36	0.26	0.24	0.27	0.32
48hr	0.40	0.30	0.60	0.32	0.32	0.27	0.34	0.44	0.40	0.69	0.27	0.30	0.39
60hr	0.43	0.28	0.60	0.48	0.36	0.32	0.47	0.54	0.47	1.00	0.28	0.29	0.46
72hr	0.41	0.32	0.57	0.44	0.36	0.42	0.44	0.56	0.48	0.93	0.27	0.30	0.46

표 6.5.67 국지연안 파랑모델(CWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균오차

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

표 6.5.68 국지연안 파랑모델(CWW3) 울산 부이 (22189) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.29	0.27	0.40	0.33	0.37	0.25	0.25	0.32	0.29	0.35	0.19	0.26	0.30
12hr	0.30	0.27	0.40	0.33	0.38	0.25	0.25	0.32	0.28	0.35	0.19	0.26	0.30
24hr	0.27	0.30	0.43	0.32	0.44	0.29	0.32	0.42	0.35	0.45	0.19	0.31	0.34
36hr	0.30	0.31	0.48	0.37	0.41	0.42	0.29	0.47	0.38	0.39	0.20	0.34	0.36
48hr	0.31	0.32	0.56	0.38	0.47	0.41	0.42	0.63	0.41	0.47	0.24	0.35	0.41
60hr	0.38	0.30	0.55	0.42	0.49	0.40	0.43	0.60	0.43	0.56	0.23	0.33	0.43
72hr	0.34	0.30	0.66	0.45	0.54	0.46	0.43	0.67	0.55	0.48	0.32	0.32	0.46

표 6.5.69 국지연안 파랑모델(CWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	-0.23	-0.17	-0.06	-0.14	-0.11	-0.06	-0.12	-0.08	-0.12	-0.13	-0.10	-0.24	-0.13
12hr	-0.23	-0.18	-0.06	-0.14	-0.11	-0.06	-0.11	-0.08	-0.12	-0.14	-0.10	-0.25	-0.13
24hr	-0.23	-0.18	-0.07	-0.10	-0.04	-0.04	-0.10	-0.03	-0.08	-0.10	-0.12	-0.24	-0.11
36hr	-0.28	-0.20	-0.07	-0.08	0.02	-0.01	-0.07	-0.03	-0.09	-0.13	-0.15	-0.27	-0.11
48hr	-0.29	-0.24	-0.09	-0.04	0.02	0.03	-0.12	0.03	-0.06	-0.14	-0.17	-0.30	-0.11
60hr	-0.28	-0.24	-0.08	-0.08	0.01	0.05	-0.13	0.02	-0.04	-0.17	-0.19	-0.34	-0.12
72hr	-0.26	-0.21	-0.07	-0.09	0.03	0.06	-0.14	0.11	-0.01	-0.18	-0.20	-0.34	-0.11

표 6.5.70 국지연안 파랑모델(CWW3) 울진 부이 (22190) 지점 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
0hr	0.36	0.34	0.31	0.30	0.27	0.19	0.25	0.25	0.23	0.34	0.23	0.36	0.29
12hr	0.36	0.34	0.31	0.31	0.27	0.19	0.25	0.25	0.23	0.34	0.23	0.36	0.29
24hr	0.38	0.40	0.31	0.32	0.26	0.25	0.27	0.27	0.24	0.37	0.25	0.38	0.31
36hr	0.44	0.40	0.33	0.28	0.30	0.30	0.34	0.25	0.28	0.47	0.30	0.42	0.34
48hr	0.44	0.45	0.36	0.32	0.29	0.34	0.37	0.33	0.29	0.41	0.33	0.45	0.37
60hr	0.45	0.44	0.40	0.35	0.41	0.31	0.37	0.34	0.31	0.45	0.40	0.47	0.39
72hr	0.44	0.47	0.52	0.44	0.48	0.34	0.35	0.42	0.42	0.62	0.41	0.46	0.45

6.5.2 위성 검증

6.5.2.1 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성 검증

표 6.5.71 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성에 대한 유의파고 평균오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.21	0.16	0.19	0.13	0.14	0.15	0.15
3일	0.13	0.12	0.12	0.14	0.15	0.17	0.25	0.19	0.19	0.13	0.13	0.16	0.16
5일	0.11	0.13	0.11	0.16	0.17	0.17	0.23	0.18	0.23	0.12	0.12	0.17	0.16
7일	0.09	0.13	0.09	0.12	0.16	0.17	0.21	0.19	0.2	0.13	0.12	0.17	0.15
9일	0.09	0.1	0.12	0.14	0.19	0.2	0.17	0.15	0.25	0.09	0.09	0.15	0.15

표 6.5.72 전지구 파랑모델 (GWW3) 위성에 대한 유의파고 평균제곱근오차

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.48	0.52	0.53	0.53	0.55	0.61	0.6	0.56	0.64	0.61	0.53	0.57	0.56
3일	0.59	0.61	0.62	0.61	0.66	0.69	0.71	0.66	0.73	0.65	0.61	0.67	0.65
5일	0.78	0.78	0.8	0.79	0.93	0.88	0.84	0.83	0.88	0.86	0.76	0.81	0.83
7일	0.98	1.05	1.03	1.04	1.13	1.07	1.02	1.02	1.1	1.07	0.94	1.01	1.04
9일	1.14	1.21	1.21	1.23	1.23	1.26	1.15	1.18	1.23	1.21	1.15	1.13	1.19

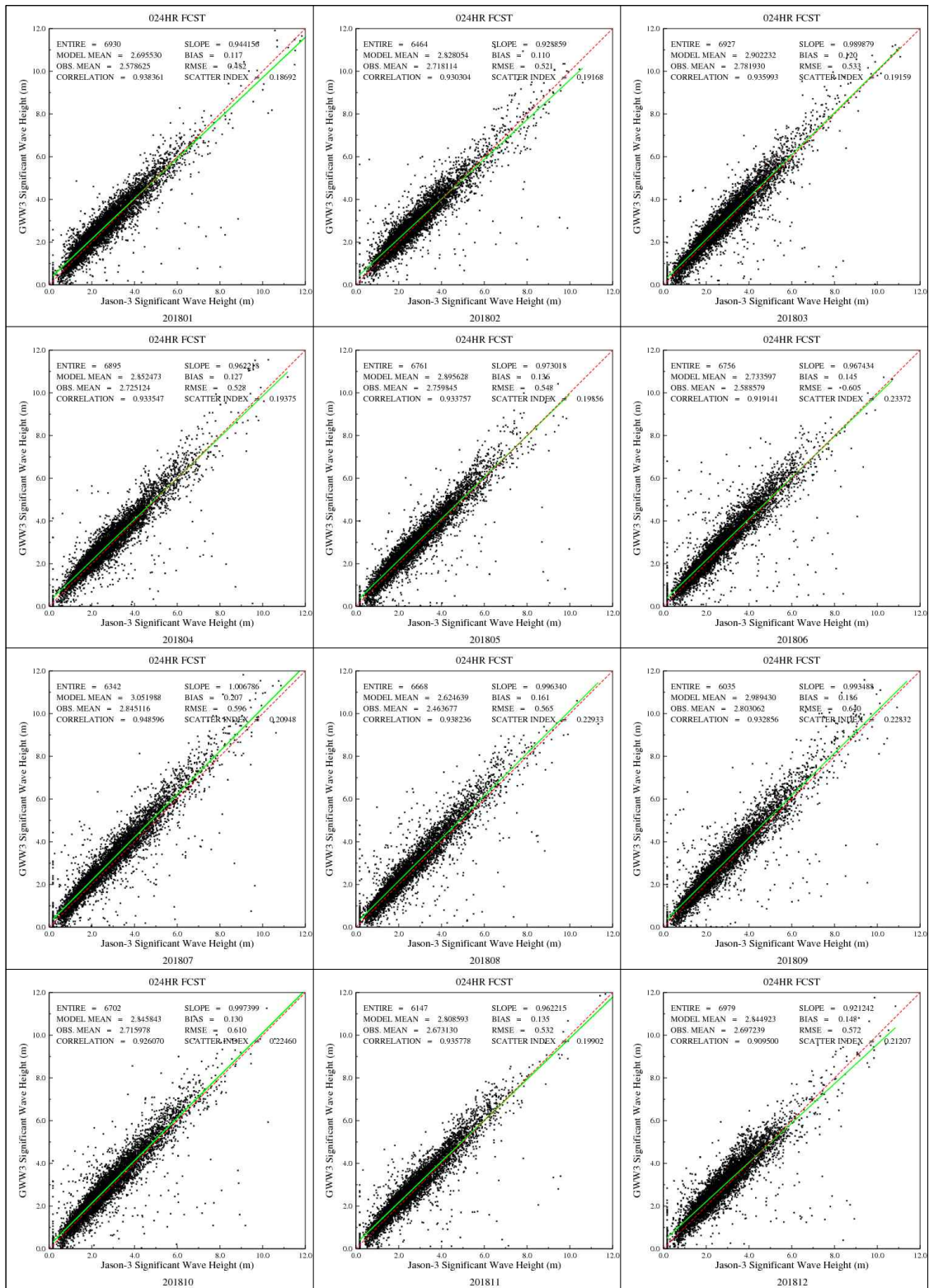


그림 6.543 Jason-3 위성에 대한 GWW3의 +24H 예측 유의파고의 월별 산포도

6.6. 태풍모델

6.6.1. 태풍진로오차

6.6.1.1. 2018년 태풍진로오차

표 6.6.1 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 단순거리오차 (단위: km, (): 사례수)

FCST Time	GDAPS (UM N128L70)		RDAPS (UM 12kmL70)		EPSG (UM N400L70)	
	12hr	51.3	(193)	81.0	(179)	59.8
24hr	66.3	(165)	123.6	(156)	77.9	(165)
36hr	89.9	(141)	179.6	(133)	103.3	(142)
48hr	121.1	(119)	253.4	(114)	131.6	(120)
60hr	156.0	(100)	330.9	(94)	166.9	(101)
72hr	202.3	(84)	408.5	(78)	202.5	(85)
96hr	331.3	(56)	—		308.3	(57)
120hr	568.9	(34)	—		486.4	(33)

표 6.6.2 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 태풍진행방향 오차(ATE)와 태풍진행 방향 편차(ATB) (단위: km)

FCST Time	GDAPS (UM N128L70)		RDAPS (UM 12kmL70)		EPSG (UM N400L70)	
	ATE	ATB	ATE	ATB	ATE	ATB
12hr	33.0	-0.1	57.2	-29.5	37.3	8.2
24hr	44.6	2.5	89.7	-44.3	52.8	-2.0
36hr	61.3	9.5	121.9	-67.8	69.6	8.4
48hr	83.3	15.7	164.2	-62.5	91.7	20.1
60hr	108.5	28.5	195.0	-72.4	113.9	17.5
72hr	132.6	33.5	217.7	-91.5	128.2	-12.9
96hr	187.0	14.4	—		186.1	-22.2
120hr	305.1	12.9	—		282.3	-28.9

표 6.6.3 2018년 북서태평양 전체 영역에 대한 수치예보모델별 태풍진행 수직방향 오차(CTE)와 태풍 진행 수직방향 편차(CTB) (단위: km)

FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
	(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
	CTE	CTB	CTE	CTB	CTE	CTB
12hr	32.6	-7.2	46.2	-14.5	39.6	-27.6
24hr	40.6	-10.4	68.5	-10.4	46.5	-25.0
36hr	54.0	-13.6	106.2	-3.5	63.0	-33.0
48hr	71.4	-5.7	151.1	-3.7	75.3	-32.2
60hr	88.7	-7.6	219.6	8.7	96.2	-38.3
72hr	129.0	8.0	294.2	24.5	127.6	-31.7
96hr	235.6	67.2		—	200.5	0.0
120hr	408.1	189.8		—	328.2	132.2

6.6.1.2. Best-track 위치에 따른 2006~2018년의 태풍 진로오차 추세

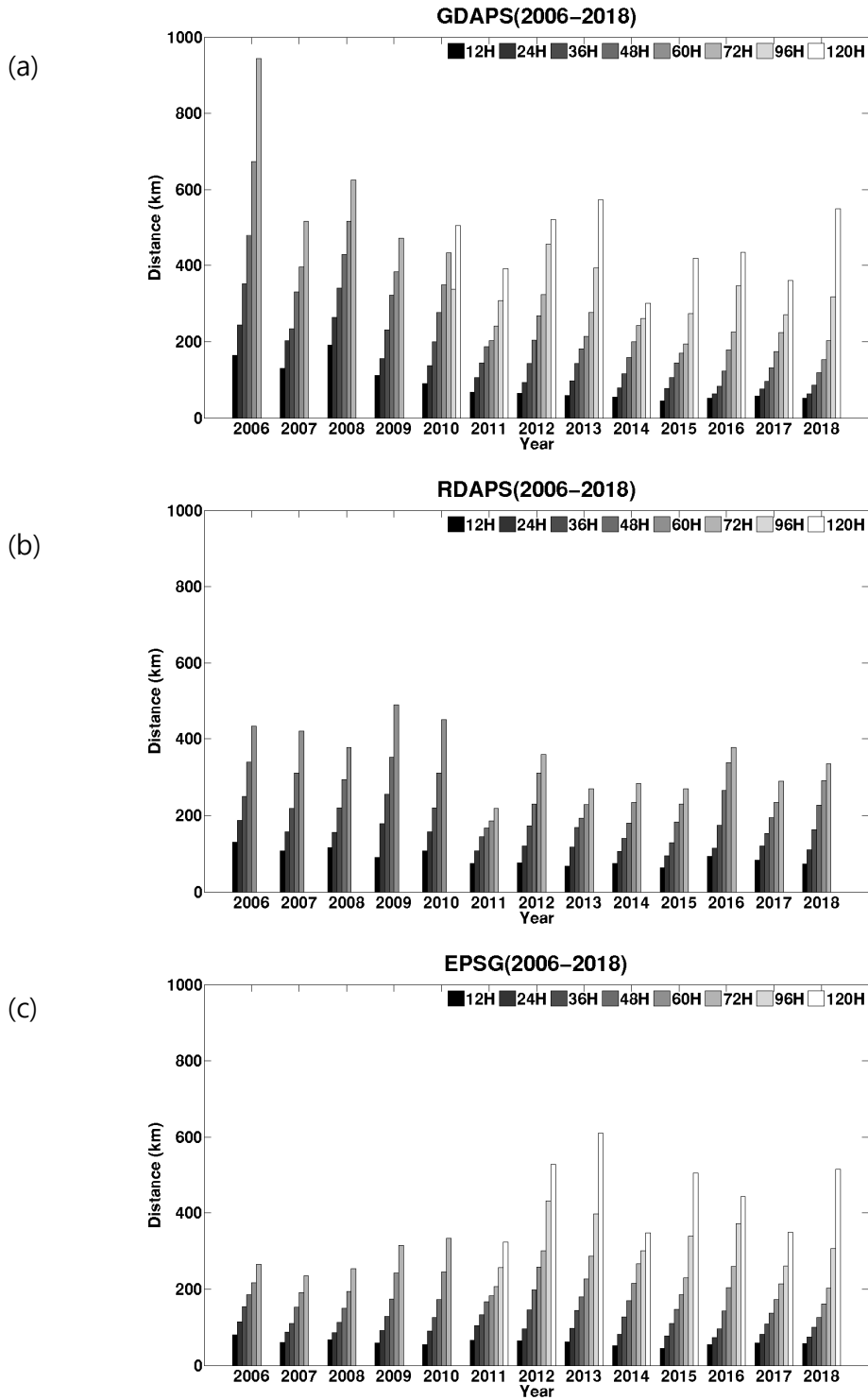


그림 6.6.1 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델 태풍진로 모의 성능변화. Best-track을 기준으로 태풍의 사례를 선정하여 태풍의 진로오차를 2006~2018년까지 계산함. (a) 전지구 예보모델 (b) 지역예보모델 (c) 앙상블예측모델

표 6.6.4. GDAPS의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델의 단순거리 오차 (단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	163.5 (94)	244.0 (91)	351.9 (78)	481.5 (61)	673.4 (37)	944.0 (25)	-	-
2007	130.6 (108)	202.7 (94)	233.5 (80)	330.7 (64)	395.9 (50)	517.4 (42)	-	-
2008	191.4 (133)	264.0 (117)	339.8 (100)	427.8 (77)	517.4 (60)	625.8 (45)	-	-
2009	111.9 (108)	155.0 (91)	231.0 (81)	322.3 (73)	383.4 (60)	470.2 (50)	-	-
2010	90.4 (112)	137.5 (100)	199.5 (87)	275.6 (73)	349.1 (57)	432.0 (43)	337.9 (22)	506.9 (6)
2011	67.3 (60)	105.6 (57)	144.6 (53)	186.2 (50)	202.3 (45)	240.8 (40)	308.2 (32)	391.5 (26)
2012	64.8 (111)	93.1 (104)	143.1 (99)	203.4 (92)	267.8 (78)	323.3 (67)	454.6 (44)	522.6 (31)
2013	59.2 (84)	97.2 (83)	143.3 (79)	181.0 (66)	213.5 (54)	275.8 (42)	392.2 (22)	575.2 (9)
2014	54.3 (70)	79.3 (67)	115.7 (63)	158.6 (56)	200.0 (48)	242.3 (40)	260.2 (23)	301.0 (12)
2015	45.3 (66)	77.9 (67)	105.4 (67)	144.6 (62)	169.9 (55)	194.5 (45)	273.2 (32)	418.4 (22)
2016	51.4 (70)	62.9 (66)	83.3 (60)	122.6 (51)	178.5 (41)	224.8 (30)	345.3 (15)	433.8 (10)
2017	58.1 (69)	76.2 (60)	95.5 (52)	131.1 (45)	174.3 (39)	223.1 (32)	270.2 (21)	360.4 (19)
2018	51.9 (120)	62.6 (109)	85.3 (98)	118.1 (87)	152.5 (75)	201.8 (63)	316.8 (43)	550.4 (26)

표 6.6.5. GDAPS의 연도별 북서태평양 전체 태풍의 수치예보모델의 단순거리오차
(단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	155.5 (195)	246.1 (164)	352.2 (131)	468.6 (106)	613.8 (75)	773.9 (53)	-	-
2007	141.5 (229)	209.1 (187)	264.6 (150)	337.9 (117)	379.4 (88)	470.9 (69)	-	-
2008	180.3 (199)	266.0 (153)	341.6 (117)	426.4 (86)	529.2 (64)	623.0 (50)	-	-
2009	117.3 (265)	168.0 (222)	230.1 (190)	304.6 (163)	403.2 (134)	492.2 (107)	-	-
2010	85.3 (167)	128.3 (144)	188.3 (119)	256.3 (97)	324.9 (76)	402.0 (58)	389.5 (29)	512.1 (8)
2011	74.1 (118)	111.4 (105)	157.1 (91)	199.4 (81)	236.8 (71)	283.2 (61)	356.5 (45)	400.5 (32)
2012	73.0 (189)	105.1 (166)	152.6 (146)	221.8 (128)	295.8 (107)	366.6 (88)	492.5 (54)	605.0 (34)
2013	63.6 (152)	100.8 (130)	147.0 (110)	184.5 (88)	224.9 (69)	304.1 (52)	498.2 (26)	679.8 (10)
2014	58.3 (109)	87.2 (96)	128.2 (83)	182.0 (72)	245.9 (60)	303.5 (49)	373.7 (28)	410.9 (14)
2015	49.7 (181)	79.6 (163)	105.0 (143)	141.5 (123)	173.1 (103)	211.2 (85)	300.7 (57)	419.2 (37)
2016	60.8 (131)	79.7 (111)	104.3 (92)	148.0 (73)	214.5 (57)	303.9 (42)	360.9 (20)	377.0 (14)
2017	58.9 (119)	74.2 (99)	88.4 (81)	121.0 (67)	163.2 (58)	208.2 (49)	281.2 (34)	322.8 (28)
2018	51.3 (193)	66.3 (165)	89.9 (141)	121.1 (119)	156.0 (100)	202.3 (84)	331.3 (56)	568.9 (34)

표 6.6.6. RDAPS의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 수치예보모델 단순거리오차
(단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	129.7 (94)	187.1 (91)	249.1 (81)	339.2 (65)	433.0 (46)	-	-	-
2007	107.3 (102)	157.6 (92)	218.7 (80)	310.8 (66)	419.4 (53)	-	-	-
2008	115.4 (134)	155.9 (124)	219.3 (110)	292.9 (91)	377.7 (75)	-	-	-
2009	90.5 (107)	178.9 (98)	254.8 (90)	351.7 (80)	490.7 (65)	-	-	-
2010	106.8 (104)	157.3 (93)	219.6 (83)	311.0 (70)	449.6 (54)	-	-	-
2011	74.8 (58)	107.0 (56)	143.9 (51)	167.5 (47)	185.4 (43)	217.7 (39)	-	-
2012	76.6 (109)	120.5 (103)	173.2 (98)	229.1 (89)	310.3 (77)	358.0 (67)	-	-
2013	67.8 (85)	116.5 (80)	167.9 (74)	192.0 (63)	227.4 (51)	269.7 (39)	-	-
2014	74.0 (69)	106.2 (66)	140.4 (62)	180.0 (56)	233.2 (48)	282.9 (40)	-	-
2015	63.6 (66)	94.5 (66)	128.7 (66)	182.6 (61)	229.7 (53)	269.6 (46)	-	-
2016	93.3 (67)	114.5 (63)	174.0 (57)	265.1 (49)	337.5 (39)	376.5 (29)	-	-
2017	82.6 (66)	119.9 (58)	152.6 (53)	194.4 (45)	233.8 (38)	289.5 (31)	-	-
2018	72.7 (111)	109.6 (103)	162.5 (93)	226.9 (83)	290.6 (70)	335.1 (58)	-	-

표 6.6.7. RDAPS의 연도별 북서태평양 전체 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차
(단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	122.3 (187)	180.8 (160)	236.4 (133)	316.7 (110)	397.4 (85)	-	-	-
2007	121.5 (208)	184.6 (174)	253.3 (139)	328.9 (107)	408.0 (85)	-	-	-
2008	110.8 (192)	161.0 (157)	228.8 (128)	303.6 (101)	384.1 (80)	-	-	-
2009	93.0 (254)	150.0 (225)	216.4 (192)	314.3 (161)	443.7 (135)	-	-	-
2010	112.8 (159)	164.4 (137)	225.4 (115)	301.3 (93)	438.5 (73)	-	-	-
2011	74.4 (115)	105.3 (103)	148.3 (89)	178.6 (76)	212.6 (68)	257.0 (59)	-	-
2012	81.7 (180)	121.4 (157)	176.2 (137)	253.8 (119)	347.9 (100)	420.4 (83)	-	-
2013	69.3 (146)	114.4 (123)	164.2 (103)	199.3 (83)	241.9 (65)	296.4 (49)	-	-
2014	80.5 (106)	118.8 (93)	167.9 (81)	220.1 (70)	287.7 (57)	348.2 (47)	-	-
2015	70.3 (179)	104.2 (160)	136.8 (140)	181.3 (120)	225.6 (99)	273.9 (84)	-	-
2016	105.4 (124)	137.3 (103)	197.0 (86)	282.7 (68)	413.3 (52)	576.8 (41)	-	-
2017	89.9 (112)	123.2 (94)	154.9 (77)	187.1 (61)	233.2 (52)	303.7 (42)	-	-
2018	81.0 (179)	123.6 (156)	179.6 (133)	253.4 (114)	330.9 (94)	408.5 (78)	-	-

표 6.6.8. EPSG의 연도별 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차
(단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	80.2 (94)	114.6 (92)	153.9 (83)	185.8 (67)	217.2 (49)	264.3 (34)	-	-
2007	60.9 (108)	87.0 (96)	109.8 (83)	153.3 (68)	190.5 (56)	235.5 (45)	-	-
2008	67.1 (131)	85.3 (120)	112.6 (101)	150.0 (84)	193.5 (68)	253.9 (54)	-	-
2009	59.6 (110)	91.1 (104)	128.4 (95)	173.9 (83)	241.9 (65)	315.0 (56)	-	-
2010	54.6 (112)	90.3 (101)	125.6 (89)	172.4 (77)	244.4 (62)	333.6 (45)	-	-
2011	65.5 (58)	104.3 (55)	132.8 (51)	166.2 (49)	182.6 (45)	206.6 (41)	255.8 (33)	322.5 (27)
2012	65.2 (111)	95.6 (104)	146.0 (98)	198.3 (90)	257.8 (77)	300.8 (63)	430.4 (43)	528.7 (31)
2013	62.0 (84)	97.8 (83)	143.7 (79)	179.3 (66)	226.4 (54)	286.7 (41)	396.6 (22)	611.6 (10)
2014	51.9 (68)	81.8 (65)	126.7 (61)	169.4 (54)	214.7 (46)	266.9 (39)	300.0 (22)	346.8 (12)
2015	44.1 (66)	77.7 (66)	110.1 (63)	147.4 (58)	185.8 (51)	230.1 (41)	338.3 (32)	505.8 (20)
2016	55.2 (70)	72.7 (66)	96.3 (60)	143.4 (51)	203.9 (42)	259.5 (31)	371.3 (16)	442.1 (10)
2017	59.3 (68)	81.3 (59)	109.0 (52)	136.5 (45)	172.0 (39)	213.4 (32)	260.4 (22)	348.1 (20)
2018	57.9 (118)	74.3 (109)	99.9 (99)	125.9 (88)	161.2 (76)	202.3 (64)	305.6 (44)	516.5 (25)

표 6.6.9. EPSG의 연도별 북서태평양 전체 태풍에 대한 수치예보모델의 단순거리오차
(단위: km, (): 사례수)

Year	12	24	36	48	60	72	96	120
2006	66.9 (195)	107.0 (165)	155.8 (137)	209.1 (114)	269.3 (90)	343.3 (65)	-	-
2007	63.2 (229)	100.1 (191)	131.7 (157)	170.4 (125)	188.0 (98)	228.8 (76)	-	-
2008	69.9 (191)	95.1 (153)	123.4 (117)	162.1 (94)	205.5 (73)	271.5 (59)	-	-
2009	65.4 (268)	101.1 (238)	136.0 (206)	173.2 (174)	240.2 (143)	316.7 (122)	-	-
2010	55.7 (167)	90.4 (145)	124.7 (121)	165.8 (101)	235.0 (81)	316.9 (60)	-	-
2011	74.2 (116)	113.0 (103)	154.4 (89)	193.2 (80)	225.8 (71)	262.2 (62)	309.8 (46)	347.6 (34)
2012	74.0 (189)	109.0 (166)	159.4 (145)	224.6 (126)	286.1 (106)	354.5 (84)	481.1 (54)	588.5 (34)
2013	64.9 (151)	102.4 (129)	147.8 (109)	185.7 (88)	233.9 (69)	305.8 (51)	473.8 (26)	658.2 (11)
2014	58.6 (107)	92.2 (94)	140.7 (81)	196.2 (70)	266.2 (58)	329.0 (48)	406.2 (27)	440.4 (14)
2015	51.5 (175)	81.2 (158)	114.7 (138)	153.5 (118)	196.3 (98)	249.0 (80)	362.9 (56)	520.4 (35)
2016	67.9 (133)	90.6 (113)	118.1 (94)	160.4 (75)	238.2 (59)	341.9 (44)	418.3 (22)	405.3 (14)
2017	60.8 (119)	78.1 (98)	100.8 (81)	128.7 (67)	163.2 (58)	205.6 (49)	282.2 (35)	336.6 (29)
2018	59.8 (191)	77.9 (165)	103.3 (142)	131.6 (120)	166.9 (101)	202.5 (85)	308.3 (57)	486.4 (33)

6.6.2. 태풍강도오차

6.6.2.1. 모델의 태풍강도 예측성능 변화추세

표 6.6.10 2018년 수치예보모델의 최대풍속 평균제곱근오차, 평균편차, 상관관계 ((): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
		(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
평균제곱근 오차 (m/s)	12hr	9.5	(193)	10.4	(179)	19.1	(191)
	24hr	9.8	(165)	11.6	(156)	19.3	(165)
	36hr	10.3	(141)	12.8	(133)	19.3	(142)
	48hr	10.4	(119)	13.7	(114)	19.2	(120)
	60hr	9.7	(100)	14.2	(94)	19.1	(101)
	72hr	9.9	(84)	14.1	(78)	18.5	(85)
	96hr	8.9	(56)	—	—	17.1	(57)
	120hr	9.8	(34)	—	—	16.0	(33)
평균오차 (m/s)	12hr	-4.8	(193)	-8.1	(179)	-14.4	(191)
	24hr	-4.1	(165)	-9.0	(156)	-14.9	(165)
	36hr	-3.3	(141)	-9.7	(133)	-15.2	(142)
	48hr	-2.5	(119)	-10.6	(114)	-15.6	(120)
	60hr	-1.8	(100)	-11.4	(94)	-15.8	(101)
	72hr	-0.5	(84)	-11.4	(78)	-15.3	(85)
	96hr	1.9	(56)	—	—	-13.8	(57)
	120hr	2.1	(34)	—	—	-13.1	(33)
R (m/s)	12hr	0.75	(193)	0.83	(179)	-0.07	(191)
	24hr	0.71	(165)	0.76	(156)	-0.10	(165)
	36hr	0.65	(141)	0.64	(133)	-0.11	(142)
	48hr	0.61	(119)	0.59	(114)	-0.03	(120)
	60hr	0.64	(100)	0.60	(94)	-0.03	(101)
	72hr	0.61	(84)	0.60	(78)	-0.04	(85)
	96hr	0.69	(56)	—	—	0.07	(57)
	120hr	0.71	(34)	—	—	0.51	(33)

6.6.2.2. 태풍 강도 등급에 따른 태풍강도오차

표 6.6.11 2018년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제곱근오차 (단위: m/s, (): 사례수)

Intensity Grade	FCST Time	GDAPS		RDAPS		EPSG	
		(UM N128L70)		(UM 12kmL70)		(UM N400L70)	
TS (17~24m/s)	12hr	5.3	(68)	4.8	(59)	6.7	(68)
	24hr	6.1	(56)	4.9	(48)	6.3	(56)
	36hr	6.1	(45)	4.9	(38)	5.8	(45)
	48hr	6.6	(36)	5.5	(33)	5.3	(36)
	60hr	5.7	(30)	5.9	(28)	4.4	(30)
	72hr	6.7	(26)	6.4	(25)	4.6	(26)
	96hr	8.9	(21)	—	—	4.7	(21)
	120hr	12.6	(15)	—	—	4.8	(14)
STS (25~32m/s)	12hr	9.0	(33)	7.4	(28)	11.7	(31)
	24hr	9.4	(25)	7.1	(24)	12.0	(25)
	36hr	9.5	(22)	7.2	(22)	12.1	(23)
	48hr	9.0	(19)	6.9	(18)	11.6	(20)
	60hr	9.6	(17)	8.6	(14)	11.7	(17)
	72hr	10.7	(14)	10.3	(12)	11.2	(14)
	96hr	10.4	(8)	—	—	11.1	(9)
	120hr	5.1	(4)	—	—	11.2	(4)
TY (33 ~ m/s)	12hr	11.8	(92)	13.4	(92)	26.0	(92)
	24hr	11.8	(84)	14.9	(84)	25.7	(84)
	36hr	12.3	(74)	16.5	(73)	25.5	(74)
	48hr	12.4	(64)	17.5	(63)	25.1	(64)
	60hr	11.5	(53)	18.0	(52)	25.0	(54)
	72hr	11.2	(44)	17.9	(41)	24.4	(45)
	96hr	8.4	(27)	—	—	23.7	(27)
	120hr	7.3	(15)	—	—	22.6	(15)

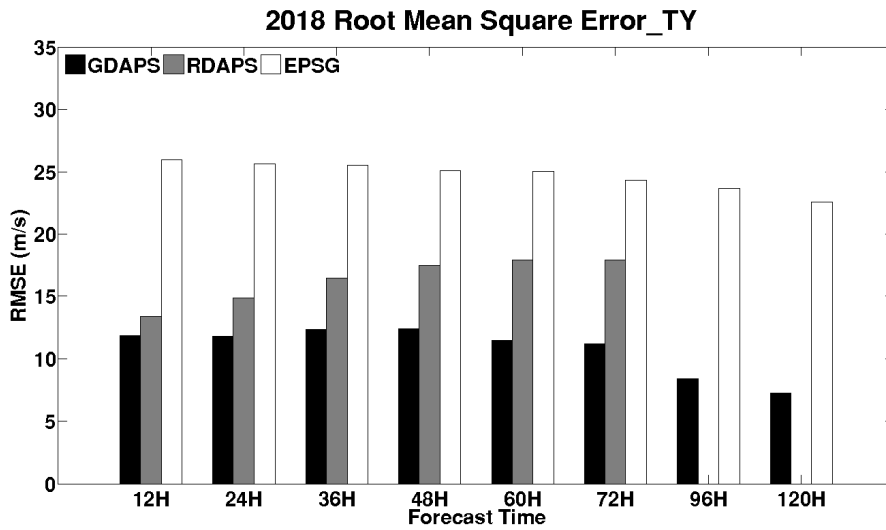
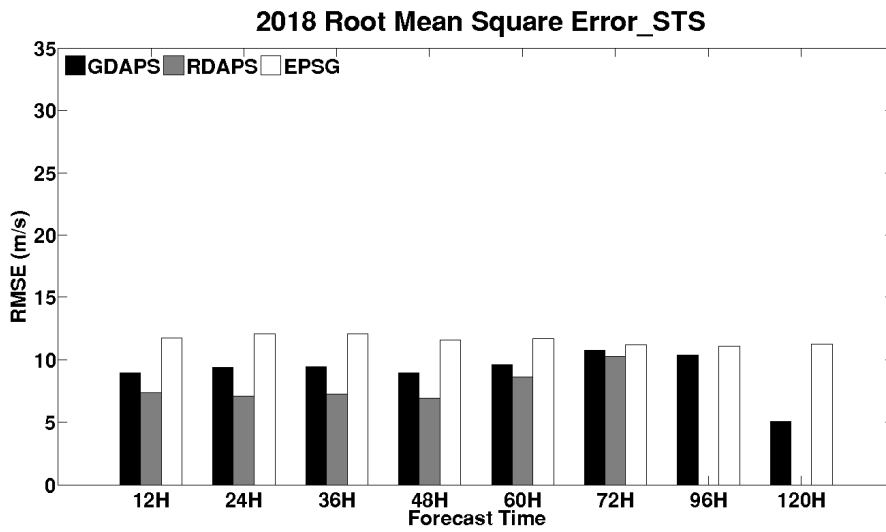
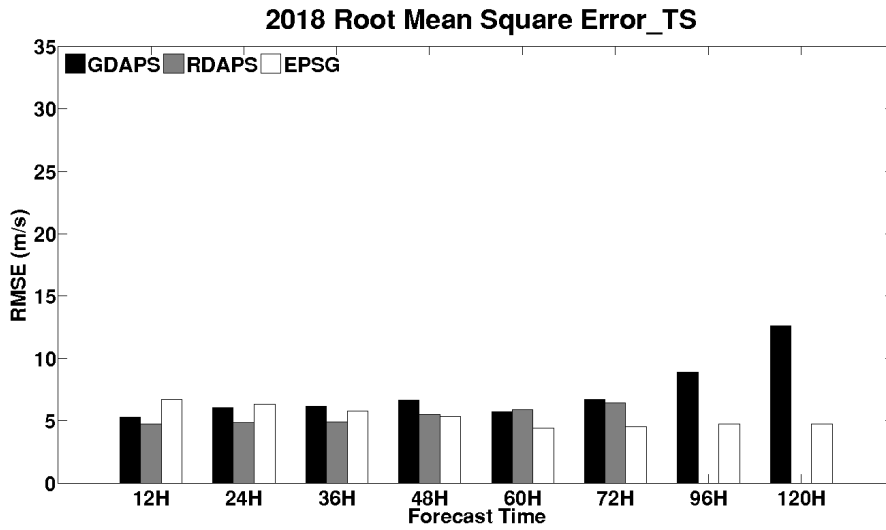


그림 6.6.2 2018년 수치예보모델의 태풍 강도별 최대풍속 평균제곱근오차(Root Mean Square Error)

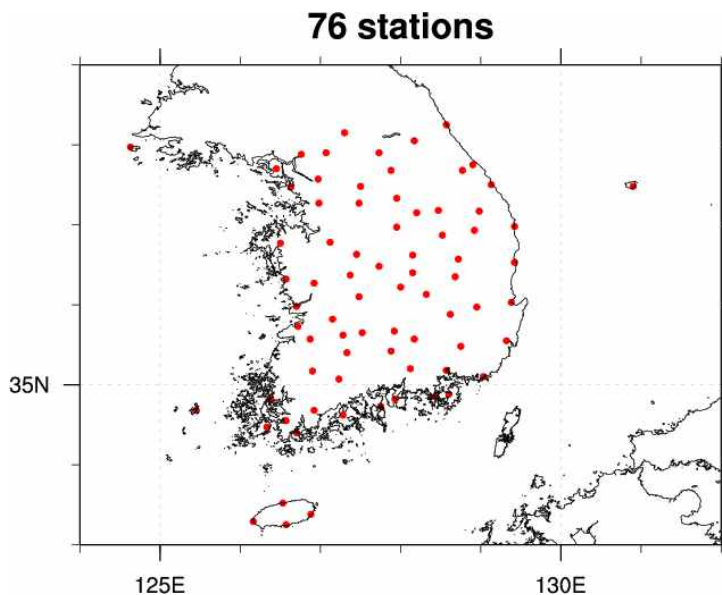
부록

부록 A. 수치예보시스템 검증 영역 및 관측자료

A.1 전지구예보시스템의 검증 변경 사항

검증 방법	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 현재
모델 분해능	T213L30 (~60km)	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	T426L40 (~40km)	2005년 12월 ~ 2010년 5월 14일
	N320L50 (UM vn,6.6) (~40km)	2010년 5월 15일 ~ 2011년 5월 22일
	N512L70 (UM vn.7.7) (~25km)	2011년 5월 23일 ~ 2012년 5월
	N512L70 (UM vn.7.9) (~25km)	2012년 6월 ~ 2016년 6월 28일
	N768L70 (UM vn8.5) (~17km)	2016년 6월 29일 ~ 2018년 6월 6일
	N1280L70 (UM vn10,8) (~10km)	2018년 6월 7일 ~ 현재
검증 격자	1.125° x 1.125° , bi-linear	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	0.5625° x 0.5625° , bi-linear	2005년 12월 ~ 2006년 7월
분해능 및 내삽방안	2.5° x 2.5° , bi-linear	2006년 8월 ~ 2014년 12월
	1.5° x 1.5° , area weight	2015년 1월 ~ 현재

A.2 전지구·지역예보시스템의 강수검증 지점(ASOS 76개 지점)



A.3 앙상블예측시스템 검증 변경 사항

검증	이른 분석	2001년 1월 ~ 2005년 11월
	늦은 분석	2005년 12월 ~ 2006년 4월
	이른 분석	2006년 5월 ~ 2010년 11월
	이른 분석	2011년 3월 ~ 현재
검증영역	20°N-70°N	2001년 4월 ~ 2003년 12월
	20°N-90°N	2004년 1월 ~ 2010년 11월
	20°N-90°N	2011년 3월 ~ 현재
편차보정	2009-2 ' 앙상블예측시스템편차 보정' 참고	2008년 7월 이후
기후자료	일별 NCEP 재분석 평균값	2007년 12월 까지
	일별 NCEP 40년 재분석 평균 및 표준편차 자료(1959~1998년) 활용	2008년 1월 ~ 현재
요소 추가	해면기압, RPS ²¹⁾ , RPSS ²²⁾ , CRPS ²³⁾ , CRPSS ²⁴⁾ 추가	2008년 1월 ~ 현재
통합모델 기반	N320L50 M24 앙상블예측시스템	2011년 3월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.6(ps26-UK, ps01-KMA))	2011년 5월 ~ 2012년 5월
	N320L70 M24 앙상블예측시스템 (vn7.9(ps28-UK, ps02-KMA)) - 지상섭동(SST perturbation) 추가	2012년 6월 ~ 2016년 6월28일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn8.5(ps34-UK, ps03-KMA))	2016년 6월 29일 ~ 2017년 10월 30일
	N400L70 M49 앙상블예측시스템 (vn10.2(ps37-UK, ps03-KMA)) - 토양수분, 지중온도 섭동 추가	2017년 10월 31일 ~ 현재

21) RPS: Ranked Probability Score

22) RPSS: Ranked Probability Skill Score

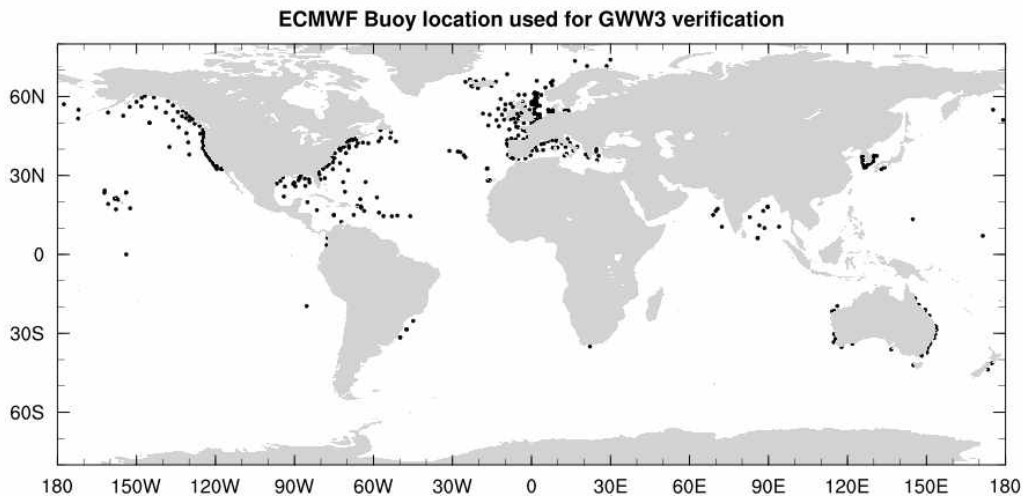
23) CRPS: Continuous Ranked Probability Score

24) CRPSS: Continuous Ranked Probability Skill Score

A.4 앙상블예측시스템 변수별 확률검증 변경 사항

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

A.5 전지구 파랑모델(GWW3) 검증에 사용된 부이 ID 번호와 위치



13130	28.183	-15.817	0	Gran Canaria (Spain)
13131	28.000	-16.583	0	Tenerife (Spain)
21178	33.190	133.620	1	Japan, Tosa Bay
22101	37.230	126.020	1	Deok-Jeok-Do , Yellow Sea, South Korea
22102	34.800	125.770	1	Chi-I-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	Rottneest Island
56006	-33.360	114.780	1	Cape Naturaliste
56007	-21.410	114.940	1	Thevenard
56008	-31.980	115.690	1	Cottesloe
56010	-34.000	121.900	1	Esperance
56011	-35.200	117.720	1	Albany
56012	-21.700	114.100	1	Exmouth
61001	43.400	7.800	1	Ligurian Sea (Cote d'Azure)
61002	42.100	4.700	1	Gulf of Lion
61004	42.930	6.210	1	CANHIS Porquerolles
61005	43.060	9.280	1	CANHIS Cap Corse
61196	41.917	3.650	0	Begur (Spain)
61197	39.700	4.417	0	Mahon (Spain)
61198	36.500	-2.333	0	Cabo Gata (Spain)
61199	36.233	-5.033	0	Alboran (Spain)
61208	37.520	12.530	1	Mazara (Italy)
61209	38.260	13.330	1	Palermo (Italy)
61211	39.450	15.920	1	Cetraro (Italy)
61212	40.620	9.890	1	Siniscola (Italy)

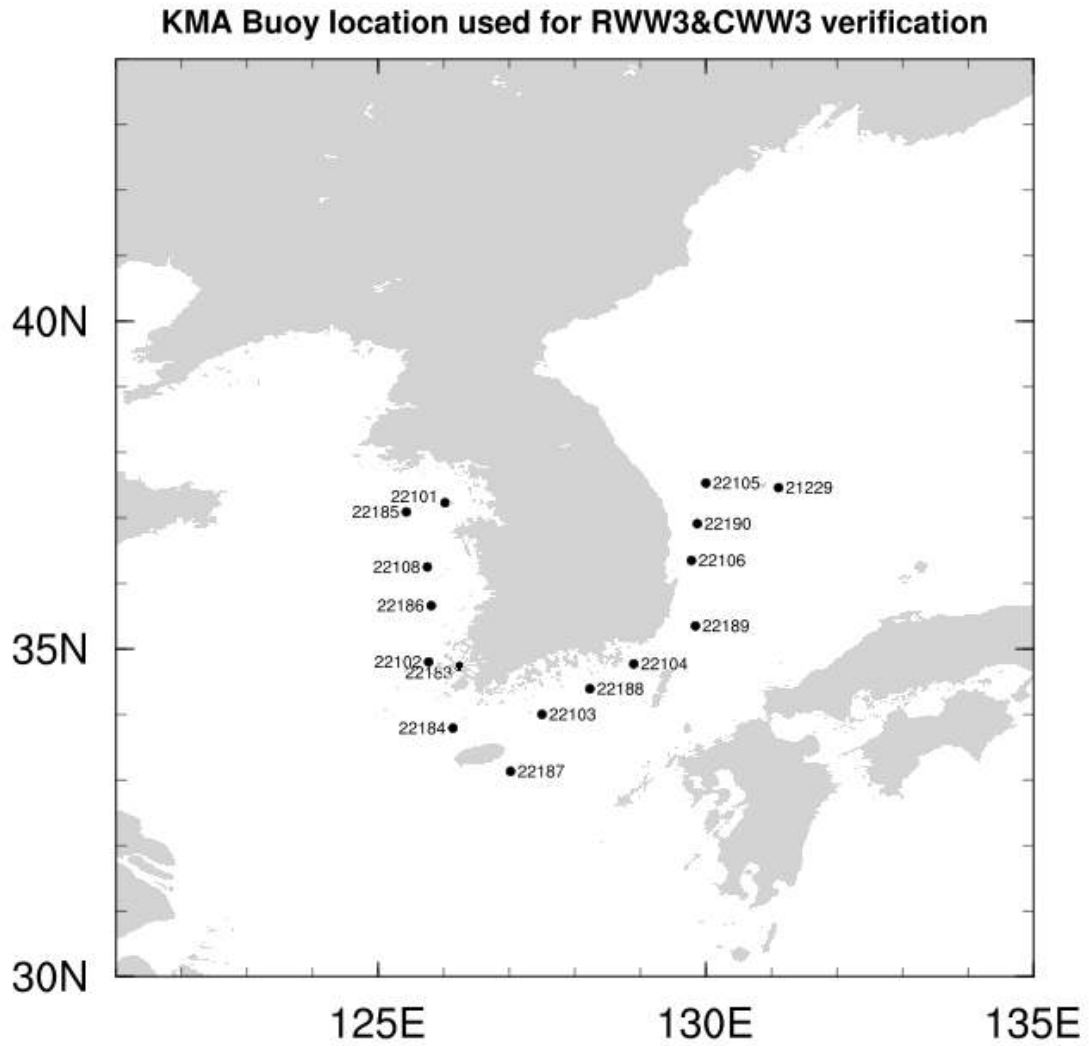
61213	40.550	8.110	1	Alghero (Italy)
61214	40.870	12.950	1	Ponza (Italy)
61215	40.970	17.380	1	Monopoli (Italy)
61216	42.240	11.550	1	Civitavecchia (Italy)
61217	42.410	14.540	1	Ortona (Italy)
61218	43.830	13.720	1	Ancona (Italy)
61280	40.772	1.473	0	Tarragona (Spain)
61281	39.517	0.208	0	Valencia (Spain)
61417	37.650	-0.317	0	Cabo de Palos (Spain)
61430	39.550	2.100	0	Dragonera (Spain)
61X00	39.100	24.500	0	Skyros, North Aegean Sea (HCMR)
61X03	40.000	24.700	0	Athos, North Aegean Sea (HCMR)
61X05	37.500	25.500	0	Mykonos, Central Aegean Sea (HCMR)
61X07	35.800	24.900	0	E1M3A, North Crete (HCMR)
61X08	36.800	21.600	0	Pytos, Ionian Sea (HCMR)
61X09	38.000	20.600	0	Zakynthos, Ionian Sea (HCMR)
62001	45.200	-5.000	0	Gulf of Biscay, Gascogne
62023	51.400	-7.900	0	South Ireland, Marathon rig
62024	43.733	-3.033	0	Bilbao (Spain)
62025	43.750	-6.000	0	Cabo de Penas (Spain)
62026	55.300	1.100	0	North Sea (K17)
62029	48.700	-12.400	0	UK Celtic Sea shelf break (K1)
62042	53.057	1.111	1	North Sea, Blakeney, CEFAS
62044	51.571	1.580	1	English Channel, South Knock CEFAS
62045	56.188	-2.504	1	North Sea, Firth of Forth, CEFAS
62046	57.966	-3.332	1	North Sea, Moray Firth, CEFAS
62047	56.062	-7.056	1	UK East Atlantic, Blackstones, CEFAS
62048	57.292	-7.914	1	UK East Atlantic, West of Hebrides, CEFAS
62052	48.500	-5.800	0	CETMEF Ouessant (Brest)
62060	49.650	0.130	1	CANHIS Antifer
62064	44.650	-1.450	0	SHOM Cap Ferret
62067	46.830	-2.290	1	CANHIS Ile d'Yeu Nord
62069	48.290	-4.970	1	CANHIS Les Pierres Noires
62081	51.000	-13.300	0	UK East Atlantic (K2)
62082	44.067	-7.617	0	Estaca de Bares (Spain)
62083	43.483	-9.217	0	Villano-Sisargas (Spain)
62084	42.117	-9.400	0	Silleiro Spain)
62085	36.483	-6.967	0	Cadiz (Spain)

62090	53.100	-11.200	0	West Ireland (M1), Aran Islands
62091	53.500	-5.400	0	Irish Sea (M2), Lambay
62092	51.200	-10.400	0	South West Ireland (M3), Mizen Head
62093	55.000	-10.000	0	North West Ireland (M4), Donegal Bay
62094	51.700	-6.700	0	South Ireland (M5), South East
62095	53.060	-15.920	0	West Ireland (M6), West Coast
62103	49.900	-2.900	0	Channel light vessel
62105	55.400	-12.600	0	UK East Atlantic (K4)
62106	57.000	-9.900	0	UK North-East Atlantic (RARH)
62107	50.100	-6.100	0	Isle of Scilly (7 stones)
62108	53.500	-18.400	0	UK East Atlantic (K3)
62109	57.000	0.000	0	North Sea (K16)
62111	58.100	0.400	0	North Sea (Ivanhoe, shell UK)
62112	58.700	1.300	0	North Sea (Brae A, Marathon UK)
62116	57.700	1.400	0	North Sea (Nelson A, Shell UK)
62117	57.900	0.000	0	North Sea (Buchan A, Talisman)
62118	57.700	0.900	0	North Sea (Forties, BP UK)
62119	57.000	2.000	0	North Sea (Shearwater, Shell UK)
62125	53.800	-3.500	0	Liverpool Bay, Douglas Complex AP1
62126	53.900	-3.600	0	Liverpool Bay, Douglas Complex
62128	58.700	1.400	0	North Sea (Brae West, Marathon UK)
62132	56.400	2.000	0	North Sea (Auk Alpha, Shell UK)
62133	57.100	1.000	0	North Sea (Gannet, Shell UK)
62135	54.000	-3.800	0	Liverpool Bay, Douglas Complex
62142	53.000	2.100	0	North Sea (Leman AD1, Shell UK)
62143	57.700	1.800	0	North Sea (Everest, BP UK)
62144	53.400	1.700	0	North Sea (Clipper PT, Shell UK)
62145	53.100	2.800	0	North Sea (Sean PaPa, Shell UK)
62146	57.100	2.100	0	North Sea (Lomond, BP-Amoco)
62152	57.000	1.800	0	North Sea (Elgin, TotalFinaElf)
62162	57.400	0.500	0	North Sea (Kittiwake, Shell UK)
62163	47.500	-8.400	0	UK Celtic Sea shelf break (Brittany)
62164	57.200	0.800	0	North Sea (Anasuria, Shell UK)
62165	54.000	1.100	0	North Sea (Ravenspurn South, BP-Amoco)
62170	51.400	2.000	0	Channel (F3 light vessel)
62287	53.534	-3.352	1	Irish Sea, Liverpool Bay, CEFAS
62288	50.745	0.753	1	English Channel, Hastings, CEFAS
62289	53.531	1.053	1	North Sea, Dowsing, CEFAS

62293	54.920	-0.750	1	North Sea, Tyne and Tees, CEFAS
62301	52.400	-4.700	0	Irish Sea (Cardigan Bay)
62303	51.500	-5.100	0	Bristol Channel (Pembroke buoy)
62304	51.150	1.800	0	Channel (Sandettie light vessel)
62305	50.400	0.000	0	Channel (Greenwich light vessel)
62442	49.000	-16.400	0	UK East Atlantic (Porcupine Abyssal Plain)
62X20	54.000	-3.433	1	Irish Sea, Barrow, CEFAS
63055	60.600	1.700	0	North Sea shelf break (Dunbar, TotalFinaElf)
63056	59.500	1.600	0	North Sea shelf break (Beryl B, Exxon-Mobil)
63057	59.200	1.500	0	North Sea shelf break (Harding, BP-Amoco)
63103	61.200	1.100	0	S Norwegian Sea (North Cormorant, Shell UK)
63108	60.800	1.700	0	S Norwegian Sea (North Alwyn, Total UK)
63110	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (Beryl A, Exxon-Mobil)
63111	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (Beryl A, Exxon-Mobil)
63112	61.100	1.000	0	North Sea shelf break (Cormorant Alpha, Shell UK)
63113	61.000	1.700	0	North Sea shelf break (Brent A, Shell UK)
63115	61.600	1.300	0	North Sea shelf break (Magnus, BP-Amoco)
64045	59.100	-11.700	0	UK North-East Atlantic (K5)
64046	60.600	-4.900	0	UK North-East Atlantic (K7)
64071	68.480	-9.260	1	North East Iceland (Dreki buoy)
66021	54.880	13.870	1	Baltic Sea (Arkona Becken)
66022	54.100	14.200	1	Baltic Sea (Oder Bank)
66024	54.700	12.700	1	Baltic Sea (Darsser Schwelle)
BSH01	55.000	6.330	1	North Sea, German Bight (NSB2)
BSH02	54.160	7.890	1	North Sea, German Bight (Helgoland)
BSH03	54.000	8.120	1	North Sea, German Bight (Elbe)
BSH04	54.000	6.580	1	North Sea, German Bight (FINO 1)
BSH05	54.920	8.220	1	North Sea, German Bight (Westerland)
BSH54	54.880	13.870	1	Baltic Sea (Arkona Becken)
BSH71	54.700	12.700	1	Baltic Sea (Darsser Schwelle)
CNCAL	32.700	-16.700	0	Canical (Madeira)
FARO	36.906	-7.899	0	Faro (Portugal)
FCHAL	32.600	-16.950	0	Funchal (Madeira)
KCH10	33.030	134.120	1	Japan, off Muroto
KCH13	32.380	132.860	1	Japan, off Tosashimizu
LDWR	66.000	2.000	0	N Norwegian Sea (Mike)
LEIXS	41.315	-8.985	0	Leixoes (Portugal)
LF3F	64.300	7.800	0	N Norwegian Sea (Draugen, Norske Shell)

LF3J	61.200	2.300	0	S Norwegian Sea (Gullfaks, StatoilHydro)
LF3N	65.300	7.300	0	N Norwegian Sea (Heidrun, StatoilHydro)
LF4B	60.600	3.700	0	S Norwegian Sea (Troll A, StatoilHydro)
LF4C	58.400	1.900	0	North Sea (Sleipner, StatoilHydro)
LF4H	59.600	2.200	0	S Norwegian Sea (Heimdal, StatoilHydro)
LF5T	66.000	8.100	0	N Norwegian Sea (Norne FPSO, StatoilHydro)
LF5U	56.500	3.200	0	North Sea (Ekofisk, ConoccoPhillips)
LFB1	73.550	16.500	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy)
LFB2	74.000	30.000	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy)
LFB3	71.580	28.500	0	Baren성공임계지수 Sea (Oceanor buoy, Nordkyn)
AUK	56.390	2.050	0	North Sea (Auk buoy, RWS. The Netherlands)
K13	53.200	3.220	0	North Sea (K13 buoy, RWS. The Netherlands)
EURO	51.990	3.270	0	North Sea (Euro platform buoy, RWS. The Netherlands)
NZBHd	-41.402	174.847	1	Baring Head, NZ
NZBan	-43.760	173.340	1	Banks Peninsula, NZ
PRDVA	38.900	-27.000	0	Praia da Victoria (Azores)
PTDGD	37.700	-25.800	0	Ponta Delgada (Azores)
FLRES	39.360	-31.170	0	Lajes des Flores (Azores)
GRCSA	39.090	-27.960	0	Graciosa (Azores)
STMRA	36.920	-25.170	0	Vila do Porto, Santa Maria (Azores)
SINES	37.923	-8.930	0	Sines (Portugal)
TFBLK	65.600	-25.100	0	West Iceland (Blakksnes)
TFDRN	65.766	-21.122	0	North Iceland (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 (Sur성공임계지수ey)
TFSTD	66.500	-23.400	0	North West Iceland (Straumnes)
ZSWAV	-35.000	22.200	0	SA Agulhas Bank

A.6 지역파랑모델(RWW3)과 국지연안 파랑모델(CWW3) 검증에 사용된
부이 ID 번호와 위치



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

A.10 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

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

부록 B. 검증방법

B.1 검증의 개요

1) 검증이란?

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

예보를 검증하는 3가지 주된 이유는 아래와 같다.

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

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

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

좋은 예보란 어떤 것인가? Allen Murphy(1993)는 그의 저서에서 좋은 예보를 만드는 세 가지 요소로 일관성(Consistency), 품질(Quality), 가치(Value)를 제시하였다. 일관성은 예보관이 그들의 지식기반에 근거하여 주어진 상황에 대해 최상의 판단을 내렸을 때 예보관의 판단과 예보가 일치하는 정도, 품질은 실제로 일어난 사건과 예보가 일치하는 정도, 가치는 예보를 활용하여 예보관이 경제적 혹은 다른 종류의 이익을 인식하도록 도울 수 있는 정도를 의미한다.

그렇다고 하여 예보의 품질이 예보의 가치와 동일한 것은 아니다. 객관적 혹은 주관적 기준을 통해 관측된 조건이 적절히 예측되었다면 예보의 품질은 높은 것인 반면, 예보가 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.

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

예보 상태:	예시
단일예보(deterministic)	정량적 강수 예보
양상불예측(probabilistic)	강수 확률, 양상불 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) 관측자료

일반적으로 예보를 검증하기 위해 사용하는 참값은 관측 자료다. 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측 자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 내포되어있으므로 정확한 참값으로 보기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(Random error)와 편차(평균오차 error), 표본 오차와 대푯값 자체의 오차, 그리고 관측 자료를 분석할 때 혹은 예보 규모에 일치시키기 위해 관측 자료를 변환할 때 발생하는 분석 오차 등이 불확실성(Uncertainty)의 원인이 된다. 오랫동안 우리는 참값 속에 내재된 이

러한 관측 오차를 무시하여 왔다. 만일 관측 오차가 예보에서 예측된 오차보다 훨씬 작다면 (높은 신호대의 잡음비를 가진다면) 이러한 오차는 무시될 수 있다. 그러나 관측 오차를 가진 다 하더라도 치우침이 심하거나 작은 표본의 검증 자료라 할지라도 다양한 예측 방법으로 예측된 결과를 상호 비교할 때는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

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

신뢰할만한 검증 통계를 얻기 위하여 시공간적으로 상당한 양의 예보와 관측 표본이 필요하다. 표본이 많을수록 검증결과의 신뢰도 또한 높아진다. 그러나 표본을 추출할 때 주의해야 할 점은 자료가 균질하지 않을 때 예보 성능에 많은 차이가 날 수 있다는 점이다. 일반적으로 표본이 많은 구간(예를 들면 관측지점이 밀집한 지역이나 악기상이 나타나지 않은 일)으로 편향될 수 있다. 이러한 비균질 표본은 예보성능을 과대평가할 수 있는 여지를 제공한다. 표본들을 비슷한 균질 집합으로 나누는 것은(계절별, 지역별, 관측의 강도 별 등) 특정 구간의 예보의 양상을 추출하는 데 도움을 준다. 신뢰도 높은 검증결과를 제공하기 위해서는 충분한 양의 표본들을 포함하도록 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. 일반적으로 사용되는 방법으로는 시계열이 있다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요 없을 때 유용하다. 그러나 이 방법은 정량적이지 않고 해석하는 과정에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 예보 검증 시 주의가 요구된다. 아래에 양분 예보(Dichotomous), 연속 예보, 앙상블예측에 관한 검증 스코어를 간략히 설명하였다.

1) 양분 예보(예/아니오)에 대한 방법

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

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

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

표 1. 분할표(Contingency Table)

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

(1) 정확도(Accuracy)

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

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

(2) 치우침(Bias Score)

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

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

(3) 성공임계지수(CSI, Critical Success Index)

성공임계지수 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보된 관측이 든 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은 완

벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(Correct negatives)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 또한, CSI는 무강수에 대한 정확한 예측(H)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 정확도(Accuracy, ACC)를 의미하게 된다. 예를 들면 CSI가 0인 경우 무강수가 많았던 경우이다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 강수일수가 적은 지역에 대해서는 잘못된 통계치를 유발할 가능성이 크다. 단점은 예보오차의 원인을 구별할 수 없다는 것이다. 어떤 경우에 맞힌 것(Hits) 자체가 우연한 기회에 의한 것일 수 있기 때문에 사건의 기후학적 발생빈도에 의존하는 경향을 가지고 있다.

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

(4) 공정임계지수(ETS, Equivalent Threat Score)

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

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

2) 연속 변수형 예보에 대한 검증방법

연속 변수의 예보에 대한 검증은 관측과 예보의 차이를 측정하는 것이다.

(1) 편차 또는 평균오차(평균오차 or Mean Error)

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

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

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

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

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

(3) 상관계수(Correlation Coefficient)

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

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

(4) 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 평균오차에 덜 민감하며 일치성의 척도로서 좋은 도구의 하나이다.

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

(5) S1 score

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

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

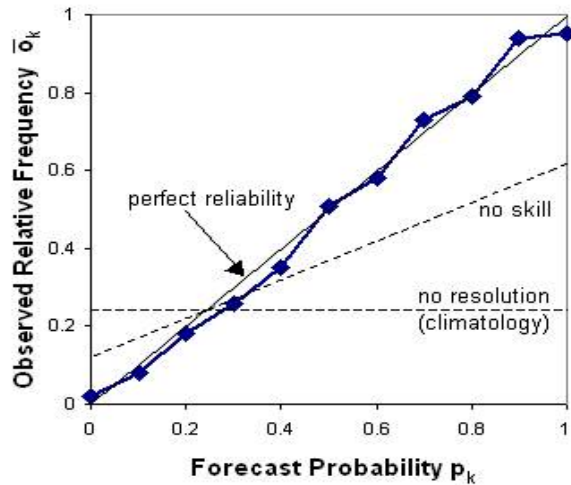
3) 확률 예측에 대한 검증방법

양상블예측은 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸다. 일반적으로 단일 확률 예보를 검증하기는 어렵다. 대신 일련의 확률 예보 p_i 를 관측, 즉 사건의 발생($o_i=1$) 혹은 발생하지 않음($o_i=0$)을 이용하여 검증하고 있다. 정확한 양상블 예측시스템은 다음과 같은 특성을 가진다.

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

(1) 신뢰도 그림(Reliability diagram)

Reliability diagram은 예보 확률에 대한 관측빈도를 표시한 것으로 예보 확률의 범위는 K개의 구간으로 나누고, 각 구간의 표본 빈도를 히스토그램이나 데이터 포인트 사이의 값으로 나타낸 것이다. 신뢰도는 구간별 표본 빈도를 이은 선과 대각선이 근접한 정도를 나타낸다. 대각선으로부터의 편차(Deviation)는 조건부 편차(Conditional bias)이다. 표본 빈도를 이은 선이 대각선 아래에 위치하면 과대모의(확률이 높음), 대각선 위에 위치하면 과소모의(확률이 낮음) 임을 의미한다. Reliability Diagram에서 표본 빈도를 이은 선이 편편한 경우 분해능(Resolution)이 낮음을 의미한다. No skill 선과 대각선 사이의 빈도 분포는 BSS(Brier Skill Score)에 긍정적으로 기여하며, 각각의 확률 구간의 빈도는 예보의 예리함(Sharpness)을 나타낸다.



양상불예측의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm이상일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram(Atger, 1999)이 있다. 이 때 사용되는 양상불예측과 실황에 따른 Reliability 표는 다음과 같이 두 가지 방법으로 나타낼 수 있다. 첫째는 실제로 어떠한 현상이 나타난 경우를 O라 하고 나타나지 않은 경우는 NO라 하자. 그 현상을 예상했을 때를 F로, 예상하지 못했을 때를 NF로 표시할 때, 표 2.에 N개의 양상불 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 표 3.과 같이 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도(H100 또는 F0 등)를 표시하는 방법이다.

표 2. 양상불 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability 표

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

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

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

(2) Brier Score(BS)

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

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

(3) Brier skill score(BSS)

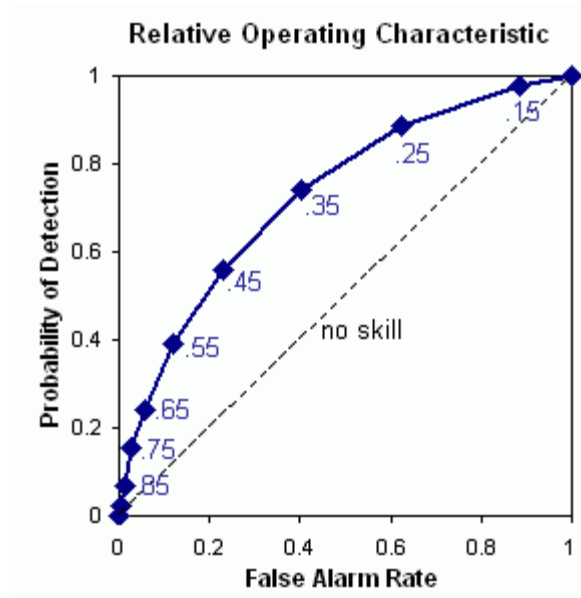
기준 예보에 대한 앙상블예측의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0은 기준 예보에 비해 skill이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정해진다; 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

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

(4) Relative Operating Characteristic(ROC)

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

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



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

표 4. 실황에 따른 예보 분할표 (Contingency table)

		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(Continuous RPS)

RPS는 앙상블예측에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서

M은 확률 예보의 범주들, p_k 는 예보 범주 k에서의 예측 확률, o_k 는 범주 k에서 관측유무에 대한 지시자(0="아니요", 1="예")이다. RPS는 다중 범주 확률 예보에서 확률 공간에서 제곱 차의 누적 합이다. 범주가 2일 경우 RPS는 BS와 동일하며, 범주가 연속적일 경우 CRPS가 된다.

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

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

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

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

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

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

(7) Economic Value : 사용자 측면에서의 평가 방법

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

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

는 모두 세 경우이다.

표 5. 상황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

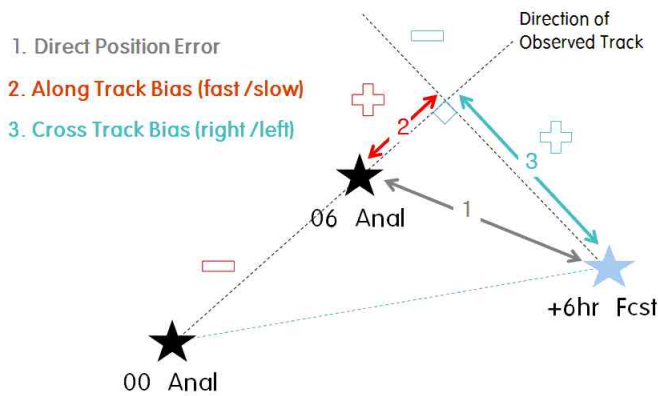
$$EV = HR - \left(\frac{C/L}{1 - C/L} \right) \left(\frac{1 - \bar{o}}{\bar{o}} \right) FAR \quad \text{if } C/L > \bar{o}$$

B.3 태풍 검증 방법

이동속도와 방향성분을 고려한 오차 계산

태풍진로 예보검증에 사용되는 DPE는 예보위치와 분석위치 사이의 거리를 대권거리(大圈距離)로 정의한다. 대권거리를 구하는 방법으로는 간단하면서도 정확한 하버사인(Haversine) 식을 사용하였다. DPE는 이동속도와 방향의 개념을 포함하는 두 가지 지표 Along-Track 평균오차 (ATB)와 Cross-Track 평균오차 (CTB)로 다시 나누어 생각할 수 있다. Along-Track Error (ATE)는 $ATE = |ATB|$ 로, Cross-Track Error (CTE)는 $CTE = |CTB|$ 로 정의된다.

이동속도개념이 포함된 ATB는 태풍의 진행방향을 따르는 위치오차로, 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 속도로 움직였을 때 발생하는 오차이다. 양의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 빨랐다는 의미이고, 음의 값은 예측된 태풍의 이동속도가 더 느렸다는 의미이다. 방향개념이 포함된 지표 CTB는 태풍의 진행방향에 수직인 축을 따르는 위치오차로 이는 분석된 태풍이 예측된 태풍과 다른 방향으로 움직였을 때 발생하는 오차이며, 예측위치가 태풍의 진행방향 양 옆으로 얼마나 벗어나 있는지 알 수 있다. 양의 값은 (북반구 기준) 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 오른쪽으로 치우쳐 있다는 의미이고, 음의 값은 분석된 예측된 태풍의 위치가 분석된 태풍의 진로에 대해 왼쪽으로 치우쳐 있다는 의미이다. ATB와 CTB의 개념도는 아래의 그림과 같으며, 그림의 00 Anal과 06 Anal을 OB1, OB2 (태풍의 실제경로)로 두고, +6hr Fcst를 FC (6시간 후의 태풍예상 위치)로 두었을 때 ATB와 CTB를 구하는 공식은 식(1), (2)와 같다(Aemisegger, 2009).



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

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

(※ $\| \|$ 는 벡터의 크기를 의미함.)

부록 C. 기상청 수치예보시스템 개발 연혁

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
1989.05	수치 예보반 신설			Cray2s (KIST ²⁵⁾)
1990.12	수치 예보과 ²⁶⁾ 신설			
1991.02	수치 예보과	A-LAM ²⁷⁾ , F-LAM ²⁸⁾ , OFM ²⁹⁾ 공식 현업 운영		Cray2s (KIST)
1991.02		F-LAM(46X61, 80km/L10)	객관분석(Barnse 방법, 관측 + JMA GSM +12 예측장)	
1992.04		F-LAM(46X61, 80km/L15) 연직층 증가 해상풍 모델(Cardone Model, 19X15, 2.5°) 및 제 1세대 파랑모델(DAS-5) 운영		Cray2s (KIST)
1993.03		PPM(Perfect Prog Method) ³⁰⁾ 을 이용한 최저.최고 기온 현업 제공		Cyber932 (KMA, 백업)
1993.07		K-LAM ³¹⁾ (59x59, 40km/L15)		CrayC90 (KIST)
1994.06		태풍 모델 운영 (KTM, Korea Typhoon Model, 109x109, 50km, 연직 8층)		Cyber932 (KMA, 백업)

25) Korea Institute of Science & Technology

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

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

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

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

30) PPM 모델은 1990년 UNDP 자금으로 일본기상청 MOS 연수를 통하여, 일본기상청 ASM(80km) 분석 자료를 활용하여 개발하였다. 1992년 1990~1991년 분석 자료를 일본 기상청 방문하여 추가 입수하고 기존 입수한 자료(1987~1989)를 활용하여 개발하였는데, 이 당시 수치예보자료의 계속적인 개선 때문에 MOS 개발대신 PPM 개발을 추진하였다. 또한 ECMWF와 미국 기상청의 분석 자료가 160km 정도이었기 때문에 일본의 ASM 분석 자료를 활용하였다.

31) K-LAM(Korea Limited Area Model) : 국지 예보모델. F-LAM과 동일하게 MM4에 기반하고 Barnes 분석체계를 적용한 국지 지상예보용 모델로 개발하여 시험운영만 하였다.

연월	주요 변경 사항				
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경	
1994.10	수치 예보과	PPM(Perfect Prog Method)을 이용한 강수 확률 예보 현업 지원		CrayC90 (KISTI) Cyber932 (KMA,백업)	
1995.03		F-LAM(77x63, 60km/L15) 수평 해상도 증가		Fuji성공임계지수 u VPX220(KMA) CrayC90 (KISTI,백업)	
1997.02		전지구(GDAPS) 및 지역(RDAPS) 수치예보시스템 현업 운영 ³²⁾			
		GDAPS(T106L21, 110km, 모델 top 10hPa) 현업 운영 RDAPS(105x121, 40km/L22, MM4) ³³⁾ 현업 운영 BA성공임계지수(Barotropic Typhoon forecast System) 현업 운영 천해(40km) 및 심해(80km) 파랑 모델 운영	G-2DOI(최적 내삽법) R-전구 분석장 사용		
		1998.04	KF(Kalman Filter)를 이용한 최저,최고 기온 현업 제공		
		1999.03	KF(Kalman Filter)를 이용한 3시간 기온 현업 제공		
1999.05			G-1dVar(TOVS 동화)		
1999.06		RDAPS 수평 및 연직 해상도 개선(171x191, 30km/L33, MM4) GoWAM(2.0°)/ReWAM(1/4°) ³⁴⁾	R-전구 분석장 사용		1호기 도입 NEC SX-5/16 (128Gflops)

※ G: 전지구 자료동화 시스템, R: 지역 자료동화 시스템

32) 전지구예보시스템은 1993년 일본 기상청 연수를 통하여 일본 기상청의 GSM89를 도입하였으며, 1994년 KISTI Cray90에 모델부분 시험 가동을 시작으로 하여 1995년 3월 Fuji성공임계지수 VPX220(기상청)에 이식하였으며, 1997년 2월부터 6시간 간격의 자료동화 체계를 가지는 전지구 자료동화 및 예측시스템(GDAPS, Global Data Assimilation and Prediction System)을 공식 운영하였다.

33) 1997년 2월부터 F-LAM을 개선한 지역예보시스템(RDAPS, Regional Data Assimilation and Prediction System) 현업 운영을 시작하였다. 자료동화 부분을 6시간으로 시도 하였으나, 동쪽 경계부분에서 단파가 지속적으로 형성되어 3일 경과 시 blow-up 되어 GDAPS GPV를 활용한 12시간 간격으로 cold start로 모델을 운영하였다.

34) 독일 DKRZ 연구소에서 개발된 3세대 파랑 모델 WAM을 기반으로 수평해상도 2.0°(약 220km) 와 1/4°(약30km) 의 전구(GeWAM, Global Wave Model) 및 지역(ReWAM, Regional Wave Mode) 파랑 예보시스템을 구성하여 운영하였다. 특히, 지역예보시스템(RDAPS, MM5, 30km)의 영역 및 분해능 개선에 따라 기존 예보 영역을 확대하고 분해능을 증가시켜 운영을 시작하였다. 수치예보과 기술보고서 2000-2 참조.

연월	주요 변경 사항				
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경	
2000.06	수치 예보과	RDAPS 정역학 → 비정역학 역학체계 개선(MM4 → MM5) 및 고해상도(10km, 5km) 지역예보모델 운영 ³⁵⁾	R-전구 분석장 사용	NEC SX-5/28M2 (224Gflops)	
2001.03		전지구 예보시스템 개선(T213L30) 운영			G-3DOI(3차원 최적 내삽법)
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개선 (T106L21 → T213L30, 모델 top 10hPa) 및 NNM 초기화 도입 GBEPS 현업 운영(T106L21, 16멤버) RDAPS 전처리 개선 전지구 파랑 예보시스템 수평 해상도 개선(GoWAM, 2.0° → 1.25°)			
		2001.11			
2001.12		DLM(Dynamic Linear Model)를 이용한 중기 최저.최고 기온 현업 제공			
2002.02		DLM(Dynamic Linear Model)을 이용한 3시간 기온 현업 제공			
2002.04			SATEM, SATOB 자료 동화		
2002.11		NCEP daily SST 자료 적용			
2003.11		GBEPS 연직층 증가 (T106L21 → T106L30, 16멤 버) ³⁶⁾	R-3dVar(10 km) AWS 동화 포함		
2003.12		RDAPS 적운모수화 방안 교체 ³⁷⁾	G-3dVar(inner loop : T63) ³⁸⁾		

※ GBEPS: Global Breeding Ensemble Prediction System

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

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

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

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

연월	주요 변경 사항				
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경	
2004.03	수치 예보과	GBEPS 초기장 변경 ³⁹⁾		NEC SX-5/28M2 (224Gflops)	
2004.08			G-direct 3dVar R-3dVar(10 km) 레이더 자료 동화 현업 운영		
2004.09				2호기 도입 Cray X1 (2.45Tflops)	
2005.04		GBEPS 설동장 개선 (요인 회전 도입)		Cray X1 (2.45Tflops)	
2005.05			G-QuikSCAT(해상풍 자료) 동화		
2005.06		MOS(Model Output Statics)를 이용한 3시간 기온 현업 제공			
2005.08		MOS(Model Output Statics)를 이용한 최저,최고 기온 및 강수 확률 현업 제공			
2005.12		전지구 예보시스템 개선(T426L40) 운영 ⁴⁰⁾			Cray X1E (18.5Tflops)
		GDAPS 수평 및 연직 해상도 개 선(T213L30 → T426L40, 모델 top 10hPa → 0.4hPa)	G-3dVar(inner loop : T106)		
		GBEPS 수평 및 연직 해상도 개선 (T106L30 →T213L40) 및 초기장 변경 ⁴¹⁾	G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 적용		
2006.01		전구 및 지역 파랑예측 시스템 모델 코드 대체 (WAM → WAVEWATCH-III)			

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

40) 2005년 2월 시험운영을 시작하여 2005년 8월 1단계 물리과정 튜닝 후 2005년 12월 현업 운영되었다. 고해상도 전지구예보시스템은 기존 10hPa의 대기 상한을 0.4hPa까지 확대함에 따라 지면으로부터 약 55km까지의 대기 운동을 포함하게 되었으며, 기존 30층의 연직층이 40층으로 증가하였다. 또한 수평 해상도는 기존 55km에서 30km로 개선되었다. 1차 물리과정 튜닝을 통하여 적용된 물리과정 개선 사항은 수치예보과 기술 노트 2005-08 참조. 또한 3차원 변분법을 위한 분석 분해능이 T63에서 T106으로 개선되었으며, 적도 대류권 상부의 동서 바람의 비정상적인 성장을 제어하기 위하여 유럽중기예보센터(ECMWF) 재분석자료인 ERA40 기후값을 비용함수로 제한하는 처방을 적용하였다.

41) 2005년 12월부터 기존 T213L30 전지구예보시스템의 운영이 중단됨에 따라서 앙상블 모델의 초기장은 고해상도 전지구예보시스템(T426L40)의 초기장을 내삽 하여 사용하였다.

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2006.05	수치 예보과	GBEPS(T213L40, 32멤버, 1일 2회, 10일 예보)		Cray X1E (18.5Tflops)
2006.07		광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/ Storm surge Model) 현업화 ⁴²⁾	3차원 분석시스템(KLAPS, Korea Local Analysis and Prediction System) 현업 운영	
2006.11		MOS(Model Output Statics)를 이용한 강수 형태 현업 제공	Burf 형식 자료 해독 S/W 개선	
2006.12			G-FGAT(배경장 적시 활용법) 적용	
2007.03	수치 예보 센터 설립	황사농도 단기예측시스템 (ADAM) 현업 운영 ⁴³⁾		
2007.05	수치 예보 센터	KWRF(10km) 현업 운영	G-MODIS 극지역 바람자료 동화	
2007.07		GBEPS 편차 보정 적용		
2007.08		GDAPS 레일리마찰(Rayleigh Friction) 적용		
2007.09			KWRF-레이더 자료동화	
2007.11			G-BUFR M성공임계지수 AT-1R AMV 자료 추가 KWRF-QuikSCAT	
2008.01		GDAPS 상층 오차 교정을 위한 배경장 수정	G-ECMWF ERA40 기후값에 대한 비용함수 제어조건 제거 KWRF-태풍보거싱 적용	
2008.02			KWRF-M성공임계지수AT 위성자료 적용	

42) 2004년 8월 8km 광역 폭풍해일 모델(RTSM, Regional Tide/Storm surge Model) 구축을 시작하여, 슈퍼컴퓨터 2호기 도입과 더불어 2005년 6월부터 시험운영 하였으며, 수평 해상도 및 모델 수행 영역은 지역 파랑 예측 시스템 모델(ReWW3, 2007년 12월 현업 버전)과 동일하다.

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

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2008.03	수치예보센터 → 수치모델 관리관실	지역 파랑 예측 시스템(ReWW3) 해상도 개선(1/4°→1/12°) 및 국지 연안 파랑 예측시스템(CoWW3, 1/120°) 6개 영역 현업 운영 ⁴⁴⁾	국내 수직측풍 장비(windprofiler) 7개 지점 추가	Cray X1E (18.5Tflops)
2008.04	수치모델 관리관실		G-1dVar(NOAA18호 ATOVS 동화)	
2008.05			G-ECMWF 분석장을 이용한 보거싱 적용 (제한적 적용 :5-10월)	
2008.06		KWRF 연직 해상도 개선(31층 → 40층) 및 예보시간 증가(60시간 → 66시간) ⁴⁵⁾	KWRF-낮은 분석 cycle 운영 및 계절별 배경오차 적용	
2008.08		GBEPS T213L40 자체 자료동화 시스템 운영		
2009.01	수치모델 관리관실	전지구예보시스템의 개선된 구름양 진단과정 현업 적용 ⁴⁶⁾		Cray X1E (18.5Tflops)
2009.05		전지구 고해상도 파랑예측 시스템 현업 운영 ⁴⁷⁾		
2009.06		KWRF 현업 개선 -적운물리방안 초기화 과정 개선 -자료동화(ATOVS 추가) 개선 -버전 업그레이드(V2.3→V3.0)		
2009.08		초단기 분석 및 예측 시스템(KLAPS) 현업 운영 -현업 성능 개선(관측자료 추가) -초기화 과정, 물리과정 개선		
2009.09		GDAPS 현업 개선 -전지구예보시스템 편차 보정 -편차보정방법 : Decaying average method		

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

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

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2009.11	수치모델 관련민실	황사예측모델(ADAM) 현업 개선 (과대 모의를 일으키는 소스코드 수정)		3호기 인터림 시스템
2010.01			통합모델 관측자료 전처리 과정 개선 ⁴⁸⁾	Cray XT5 (14.17TF)
2010.03		KWRF 경계장을 UM으로 변경		
2010.05		통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N320L50), 지역(12kmL38)	전구: 4DVAR, 지역: No DA GPSRO 자료동화 현업적용	3호기 초기분
2010.06		개선된 초단기 분석 및 예측 시스템 (KLAPS) 현업 운영 ⁴⁹⁾		시스템 Cray XT5
2010.07		통합모델 기반 황사농도단기 예측시스템(ADAM) 현업 운 영 ⁵⁰⁾ KWRF 모델 낮은 분석 체계로 현업 적용	SSMIS 위성자료동화 현업 적용	(27.65TF) N320L50
2010.08		통합모델 출력변수 조정에 관한 현업 변경 -84시간까지 모델면 자료 출력간격 조정		현업운영 (2010.5.14~)
2010.09		슈퍼컴퓨터 3호기 기반 수치예보 현업 개선 ⁵¹⁾		3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF)
2010.10		사계절 황사농도예측시스템 (UM-ADAM2) 현업 운영		
2010.11		수치예보 현업 개선 ⁵²⁾	지상자료 결측자료 오류 개선	
2010.12			Satwind 관측오차 개선을 위한 신뢰도 지수(QI) 배열 조정	
2011.03		통합모델 기반 앙상블 예측시스템 현업 운영 (UM N320 L50 M24)	윈드프로파일러 결측자료 오류개선	
2011.04	수치예보 현업 개선 ⁵³⁾			

46) 전지구예보시스템의 구름양이 관측보다 적게 예측하는 현상을 개선하기 위하여 상대습도를 이용한 확률함수 형태의 진단식으로 교체

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

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

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

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

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

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2011.05	수치모델 관리관실	고해상도 통합모델(전구, 지역) 현업 운영 -전구(N512L70), 지역 (12kmL70)	전구, 지역: 4DVAR 태풍보거상기법개선 (지상기압추가) 직수신 MetOp ATOVS 자료 현업적용	3호기 최종분 시스템 Cray XE6 (758TF) N512L70 현업운영 (2011.5.23~)
		연직축 확장 앙상블 예측시스템 현업 운영 (UM N320 L70 M24)		
		지역자료동화체계(4DVAR) 운영		
2011.06		수치예보 현업 개선 ⁵⁴⁾ 후처리 구름모의 운영 시작 (RADM)	RTTOV 9.3 기반의 구름복사 모의와 표출	
2011.08			기상1호 자료 현업 적용	
2011.12		천리안 대기운동벡터 활용 시작	고도별 에러분석, 가변적 QI 활용 기술 적용 드롭고층관측자료입력 모듈 현업 적용 고해상도 고층관측자료 모니터 링 파일 출력	
		2012.01	앙상블 TrimObstore 관측자료 전처리 개선 -missing된 관측 자료에서 발생하던 오류 처리	
2012.05		15km 재해기상예측시스템 현업운 영 ⁵⁵⁾ 앙상블예측기반 약기상예측 지수(EFI) 현업 제공	3DVAR(재해기상예보모델)	
2012.06		전지구 및 지역예보모델 물리 과정 개선 ⁵⁶⁾	전지구 분석해상도 개선(N144→N216)	
2013.06		전지구, 지역, 국지예보모델 예 측기간 ⁵⁷⁾ 연장 전지구, 지역, 국지예보모델 물 리과정 개선 ⁵⁸⁾ PS01 현업 운영(전지구, 지역 및 국지 개선)		
	2013.10	모델 출력물 중 qrain 추가		(2013.6.20~)

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

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

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

55) 국지적으로 단시간에 발생하여 인명 및 재산 피해를 초래하는 위협/재해기상(이하 위험기상) 현상의 예측능력 향상을 위하여 지형, 토지이용도, 식생 등 지표자료 고도화(11.2), 잠열너징 기법 최적화(11.3), 레이더 시선속도 활용 체계를 최적화(11.4)하고 대규모 강수 생산 방안이 강수 예측에 미치는 영향을 평가 및 적용(11.5)하였음. 이를 기반으로 3시간 간격의 분석

-예측 순환 시스템을 정규적으로 운영('11.7.1 부터)하여 예보관에게 제공

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

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

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

59) Parallel Suite

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2014.06	수치모델 관리관실	지역예보모델 입력용 기초자료 (Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	지점특화가이던스 산출 시스템 지원을 위한 출력자료 변경	PS02(지역/국지) 현업운영 (2014.6.20~)
		국지예보모델 입력용 기초자료 (Ancillary) 갱신(CAP7.7→8.1)	대규모 강수과정 및 경계층 물리과정 개선	
		지역/국지예보모델 버전 갱신 ⁶⁰⁾		
2015.6	국립기상 과학원 수치모델 연구부	지역자료동화 및 모델 (RODB, R4VR - OPS, SURF, RDAPS) 개선	전지구 자료동화 시스템 (G4VR - OPS, SURF) 개선	슈퍼컴 4호기 초기분 시스템 Cray XC-40
		<ul style="list-style-type: none"> - SURF 활용 주기 강화(일 1회→4회) - 전지구예보시스템에 활용 중인 8종의 에어러즐 기후값 처방의 지역예보시스템 적용 - 전지구예보시스템에 적용된 개선된 태풍보거싱 적용 - 위성자료 숙아내기(thinning) 조정 : 전지구와 동기화 	<ul style="list-style-type: none"> - 태풍보거싱 알고리즘개선 • 태풍의 강도가 약할 경우, 모조태풍 알고리즘 미적용 • 모조태풍 자료가 모두 사용될 수 있도록 QC 변수 조정 - SURF 개선 • 위성자료를 이용한 토양수분 정보 보정 작업 시 기존 MetOpA에 부가하여 MetOpB 정보 추가 	
2016.6	국립기상 과학원 수치모델 연구부	전지구예보시스템 (GDAPS)	관측자료 전처리 및 자료동화 (OPS, ODB, VAR) 개선	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/양상블/ 국지양상블)
		<ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 => vn8.5 • 해상도 변경 : N512(25km) => N768(17km) • 역학체계 변경 : New Dynamics => ENDGame • 역학 과정(Dynamics/ Solver/Diffusion) : 이류 운동방정식의 연직 내삽 방법 개선 • 중력파 항력(Gravity Wave Drag) : 지형에 의한 중력파 항력 및 유연성 개선 	<ul style="list-style-type: none"> - 관측자료 전처리 • OPS버전 업그레이드 (vn32.0) • ODB포맷의 관측 입력자료 생산과정 추가 • 정지위성 복사량(GOES E/W, MVIRI, SEVIRI), 극궤도위성자료(CrIS, ATMS)및 GroundGPS 활용 추가 	

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

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상과학원 수치모델연구부	<ul style="list-style-type: none"> - 모델 물리과정 <ul style="list-style-type: none"> • 대규모 강수과정(large scale precipitation) : 보슬비 입자크기 분포 개선 (Abel & Boutle, 2011) • 대류물리과정 (convection) : 대류 상승/하강 비율 및 QCL, QCF 하강 과정 개선 • 미세물리과정(large scale cloud) : 구름침식과정 개선 • 경계층 및 지면 물리과정 (PBL & Land-Surface process) : 대류 진단방식 (convective diagnosis) 중 해안 타일의 지면 알베도 개선 <p>국지예보시스템 (LDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 <ul style="list-style-type: none"> • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 => vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics => ENDGame • 모델 가변격자 영역 확장 : 744 x 928 => 1188 x 1148 <p>전지구양상불예측시스템 (EPSG)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모델 역학과정 <ul style="list-style-type: none"> • UM 버전 업그레이드 : vn7.9 => vn8.5 • 해상도 변경 : N320(40km) => N400(32km) • 역학체계 변경 : New Dynamics => ENDGame 	<p>전지구예보시스템 (GDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 개선 <ul style="list-style-type: none"> • VAR 버전 업그레이드 (vn32.0) : 극지방의 PF모델 안정성 향상 • 자료동화 해상도 증가 : 기존 60km (N216) → 변경 40km (N320) • 하이브리드 4DVAR : 49개 멤버의 앙상블 섭동장 사용 • 이큰분석에 지면자료동화 (SURF vn30.0.1) 적용 추가 <p>국지예보시스템 (LDAPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자료동화 <ul style="list-style-type: none"> • 관측자료 전처리 : OPS vn27.2 => vn32.0 • 자료동화 : VAR vn29.2 => vn32.0 • 자료동화 영역 확장 : 고정격자 영역에서 가변격자 영역으로 확장 	<p>슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40</p> <p>PS03 현업운영 (전지구/지역/ 국지/앙상블/ 국지앙상블)</p>

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2016.6	국립기상 과학원 수치모델 연구부	국지양상불예측시스템 (LENS) • UM 버전 업그레이드 : vn8.2 => vn10.1 • 역학체계 변경 : New Dynamics => ENDGame		슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS03 현업운영 (전지구/지역/국 지/양상불/ 국지양상불)
2016.10		전지구, 지역, 국지 파랑모델 (GWW3, RWW3, CWW3) (10.31 현업적용) - 모델버전 업그레이드 : WAVEWATCH-III vn2.22 => vn3.14 - 전지구 파랑모델 해상풍 입력주기 변경 : 6시간 => 3시간 - 지역 파랑모델 : 전지구 파랑모델로부터 제공된 측면경계자료 사용 - 유의파고 예측장의 풍파성분과 너울성분 분리 표출		
2016.12		황사, 연무예측시스템 (ADAM2, ADAM3) (12.29 현업적용) - 자료동화 모듈 적용 : 황사, 연무 관측자료(중국 및 한국관측 PM10 자료) 자료동화(최적내삽법)		

연월	주요 변경 사항			
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경
2017.6 (6.21. 00utc)	수치모델 링센터	초단기예보시스템 (VDAPS ⁶¹) - 모델 역학과정 • UM 버전: vn10.1 • 수평해상도: 1.5km (고정:744(동서)x928(남북), 가변:804(동서)x1000(남북)) • 연직해상도: 70층(39km) • 예측시간: 12시간 • 적분간격: 50초	초단기예보시스템 (VDAPS) - 관측자료 전처리(OPS) • 버전: vn32.0 • 시정 및 레이더 시선속도/강우강도 활용 - 자료동화(VAR, SURF) • 버전: vn32.0 • 3DVAR(잠열넛징) • 분석주기: 1시간	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2017.10 (10.31. 00utc)	수치모델 링센터	전지구예보시스템 (GDAPS) - 모델 역학과정 • UM 버전 업그레이드 : vn8.5 => vn10.2	전지구예보시스템 (GDAPS) - 관측자료 활용 확대 (ATOVS 26, 27채널, SEVIRIClear활용,. Himawari-8 추가) - 전지구 위성자료 변분 편차 보정 기법 (VarBC ⁶²) 적용 - 버전 업그레이드 : • 관측자료 전처리 (OPS) vn32.0 => vn2016.09.0 • 자료동화 (VAR) vn32.0 => vn2016.09.0 • 지면자료동화 (SURF) vn30.0.1 => vn32.0.0 전지구양상불예측시스템 (EPSG) - 토양 수분, 지중 온도 섭동 추가	슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40 PS04 현업운영 (전지구/지역/국 지/양상불/ 국지양상불)

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

62) Variational 평균오차 Correction

연월	주요 변경 사항				
	조직	모델	분석	컴퓨터 환경	
2018.1 (1. 18. 00UTC)		국지예보시스템(LDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 고해상도 역학과정 최적화 - 200m 지형고도자료 적용 - 고정/가변격자를 포함한 표출체계 추가 제공	국지예보시스템(LDAPS) - GNSS, AMSUB 위성자료 활용 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 태풍보거싱 추가		
2018.2 (2.7. 07UTC)		초단기예보시스템(VDAPS) - 강수물리과정 모수화 개선 - 대기경계층 모수화 개선 - 200m 지형고도자료 적용 - 적분간격: 50초→60초 - 상세바람장일기도 추가	초단기예보시스템(VDAPS) - 고층관측(Sonde) 복강릉 추가 - 레이더시선속도 숨어내기 개선 - 레이더 입력자료 변경: RAR → CAPPI ZR 계수 변경 - 잠열넛징 조절계수 변경 - Maple 예측강우강도 활용시간범위 조정: 0~60분 →0~30분		
2018.3 (3.27. 00UTC)	수치모델 랑센터	지역파랑모델(RWW3) - 파랑실황도 산출 부이관측 지점 추가 (기존) 8개 지점: 덕적도, 외연도, 칠발도, 마라도, 거문도, 거제도, 포항, 동해 (개선) 8개 지점 추가: 인천, 부안, 추자도, 서귀포, 통영, 울산, 울진, 울릉도			슈퍼컴 4호기 시스템 Cray XC-40
2018.6 (6.7. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 수평해상도 개선: 17km(N768)→10km(N1280) 적분간격 7.5분→4분 - 모델(UM)버전 업그레이드: vn10.2→vn10.8 (대기/지면고정 GA6.1/G6.1 유지) - 액상구름특성 진단시 오류수정, 시정 진단 위한 에어로졸 적용 - murk 기반 구름입자수	전지구예보시스템(GDAPS) - 버전 업그레이드 : • 관측자료 전처리 (OPS) vn2016.09.0→vn2017.07.2 • 자료동화 (VAR) vn2016.09.0→vn2017.07.0 • 지면자료동화 (SURF) vn32.0.0→vn2017.07.0 - 배경오차공분산 최적화 및 오차규모 국지화 적용		

		계산방식 개선 - OpenMP 코드 개선, 적설분석 stash 변경	
2018.8 (8.7. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 구름모의영상(적외, 수증기 산출 : • 지역예보시스템(12km)에서 전지구예보시스템(10km) 기반으로 전환
2018.8 (8.30. 00UTC)		전지구파랑모델(GWW3) - 파랑 평균파주기 산출 - 파랑변수 Grib2 포맷 자료 산출	
2018.10 (10.8. 00UTC)		전지구예보시스템(GDAPS) - 모델 재수행을 위한 dump 파일 추가 생성: (기존) 2회: 003H, 120H 예측장 (개선) 4회: 003H, 72H, 120H, 204H 예측장	전지구예보시스템(GDAPS) - M성공임계지수APHIR 및 COMS 청천복사량 변분편차보정기법(VarBC) 적용
2018.10 (10.31. 00UTC)		지역파랑양상블예측시스템 (EWW3) 운영 시작 - 지역파랑모델 (RWW 3) 기 반으로 전지구양상블예측 시스템(EPSC) 24-멤버의 해상도를 입력자료로 사용 하여 24-멤버 양상블 지역 파랑모델 운영 시작	
2018.11 (11.15. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) - 한반도 일기도 표출해상도 변경: 40km→20km - 상세바람기온 및 대류불안정 일기도 표출시간 연장: 84H→288H - 상세바람기온 일기도 표출고도 추가: 1000hPa, 300hPa
2018.11 (11.29. 00UTC)		국지양상블예측시스템(LENS) - 수평해상도 개선: 3km→2.2km - 통합모델버전 업그레이드: vn10.1→vn10.6	

		<ul style="list-style-type: none"> - 물리과정 개선: • 중위도지역 최적옵선 적용 		
		vn2016.09.0→vn2017.07.2 <ul style="list-style-type: none"> • Total 에어로졸 물리과정 적용 		
2018.12 (12.27. 00UTC)			전지구예보시스템(GDAPS) <ul style="list-style-type: none"> - 일기도 연직층 추가 • 단열선도: 13층→22층 • 연직시계열도: 15층→19층 	



Numerical Modeling Center

07062 서울시 동작구 여의대방로16길 61

기상청 수치모델링센터 미래수치기술팀

(☎) 02-2181-0006

본 기술노트의 저작권은 수치모델링센터에 있습니다.