

# 차 례

§. 차 례 .....	i
§. 요약문 .....	iii
1. 각 모델들의 주요 특성 .....	1
2 2006년 전지구 분석 시스템 자료 추가 .....	5
3 검증 .....	6
3.1. 검증개요 .....	6
3.2. 표준 검증 방법 .....	8
3.2.1. 양분예보 (예/아니오)에 대한 방법 .....	8
3.2.2. 연속 변수형 예보에 대한 검증방법 .....	10
3.2.3. 확률 예보에 대한 검증방법 .....	11
4. 검증 결과 .....	17
4.1. 전지구예보 모델 .....	17
4.1.1. 성능 변화 추세 .....	17
4.1.2. 분석 검증 .....	24
4.1.3. 관측 검증 .....	36
4.1.4. 강수 검증 .....	40
4.2. 지역예보 모델 .....	41
4.2.1. 성능 변화 추세 .....	41
4.2.2. 분석 검증 .....	42
4.2.3. 관측 검증 .....	44
4.2.4. 강수 검증 .....	45
4.3. 파랑예보 모델 .....	47
4.3.1. 성능 변화 추세 (위성 검증) .....	47
4.3.2. 부이 검증 .....	48
4.3.3. 위성 검증 .....	62

4.4. 태풍 모델	68
4.4.1 성능 변화 추세	68
4.4.2 태풍진로오차	70
4.5. 통계 모델 및 강수 확률 검증	72
4.5.1 성능 변화 추세	72
4.5.2 최고, 최저기온 예보 검증	74
4.5.3 강수 확률 검증	76
4.6. 앙상블예보 모델	81
4.6.1 성능 변화 추세	81
4.6.2 앙상블예보 검증	96

## 요약문

### ○ 전지구예보 모델의 분석검증 영역

- 북반구 : 위도 20N ~ 90N, 경도 0 ~ 360°
- 남반구 : 위도 20S ~ 90S, 경도 0 ~ 360°
- 적도 : 위도 20S ~ 20N, 경도 0 ~ 360°

### ○ 전지구예보 모델의 관측검증 영역

- 아시아 : 위도 25N ~ 65N, 경도 60E ~ 145E
- 적도 : 위도 20S ~ 20N, 경도 0 ~ 360°
- 북미 : 위도 25N ~ 60N, 경도 50W ~ 145W
- 유럽/북아프리카 : 위도 25N ~ 70N, 경도 10W ~ 28E
- 호주/뉴질랜드 : 위도 10S ~ 55S, 경도 90E ~ 180E

### ○ 전지구예보 모델의 강수검증 : 모델 예측 누적 강수량에 대하여 00, 12UTC와 기후자료 시스템에 보관된 6개 지점 (서울, 부산, 광주, 강릉, 대전, 제주) 의 누적 강수와 비교 검증한다.

### ○ 지역예보 모델의 30km 분석 및 관측검증 영역

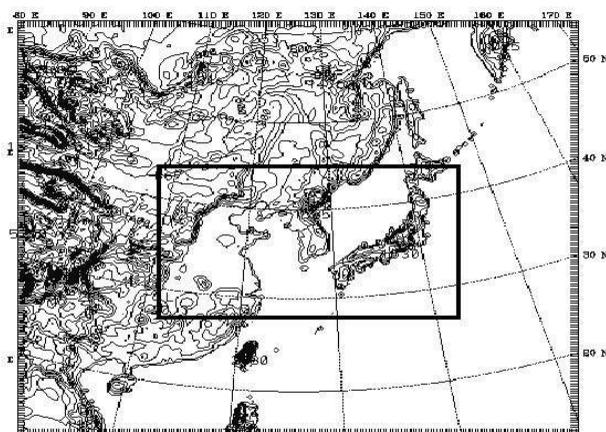


그림 1 지역 모델의 분석 및 관측 검증 영역

- 지역예보 강수검증 : 모델 예측 누적 강수량에 대하여 00, 12UTC와 기후자료 시스템에 보관된 남한 73개 관측지점의 누적강수와 비교 검증한다.
- 지상기상관측장비(ASOS) 41소 + 기상관측소 자동기상관측장비(유인관측소) 32소

- 전지구파랑예보 모델 검증에 사용된 부이들의 ID 번호와 위치

Group	Serial No.	Buoy ID	위도, 경도	위치
북 동 대서양	1	41001	72.6W 34.7N	US East Coast
	2	41002	75.2W 32.3N	US South-East Coast
	3	42001	89.7W 25.9N	Gulf of Mexico
북 서 태평양	4	46001	148.2W 56.3N	Gulf of Alaska
	5	46003	155.9W 51.8N	Aleutian Peninsula
	6	46005	131.0W 46.1N	US North-West Coast
	7	46036	133.9W 48.4N	US North_West Coast
	8	46059	130.0W 38.0N	US West Coast
	9	46184	138.9W 53.9N	Canada West Coast
북 서 대서양	10	62029	12.4W 48.7N	UK Celtic Sea shelf break
	11	62081	13.3W 51.0N	UK North-East
	12	62106	9.9W 58.0N	Atlantic
	13	62108	19.5W 53.5N	UK East Atlantic
	14	62163	8.5W 47.5N	UK Celtic Sea shelf
	15	63111	1.5E 59.5N	break
	16	64045	11.7W 59.2N	North Sea shelf break
				UK North-East Atlantic

- 지역파랑예보 모델 검증에 사용된 부이들의 ID 번호와 위치

부이이름	부이 ID	위치	수심
덕적도	22101	37.23N, 126.02E (덕적도 서방 15km)	30m
칠발도	22102	34.80N, 125.77E (칠발도 북서방 2km)	33m
거문도	22103	34.00N, 127.50E (거문도 동방 14km)	80m
거제도	22104	34.77N, 128.90E (거제도 동방 16km)	84m
동해	22105	37.53N, 129.92E (동해시 동방 70km)	1,518m

- 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

- 극궤도 위성인 TOPEX/Poseidon(T/P) 위성 관측 자료는 전지구파랑모델과 지역파랑모델의 유의파고 검증에 이용된다. 그러나 TOPEX 위성 자료는 2005년 10월 이후에는 이용할 수가 없어 Jason 위성 관측 자료로 대체하였다.
- Quikscat(Qscat) 위성 관측 자료는 전지구파랑모델과 지역파랑모델의 해상풍 검증에 이용된다.

o 칼만필터모델 (KFM) 검증에 사용된 지점수 : 남한 41개 지점

o 전지구 모델을 이용한 동적선형모형 (GDLM) 검증에 사용된 지점수 : 6지점  
(서울, 대전, 강릉, 광주, 부산, 제주)

o 전지구예보 모델

- 2005년 12월 이후 T213L30에서 고분해능 모델이 T426L40으로 변경되었다.
- 현재 저분해능(T106L21) 모델은 운영되지 않고 있으므로 검증 결과에서 제외하였다. 저분해능 모델은 수치예보 시스템의 검증 (2005년)에서 참고할 수 있다.
- T426L40으로 변경된 후 북반구의 성능은 상당수준 향상되었으나, 남반구는 큰 차이가 없고, 열대의 경우 예보시간이 길어질수록 상대적으로 나빠진 것을 볼 수 있다.
- 아시아 지역 관측검증의 경우 850 hPa 기온과 250 hPa 바람의 RMSE는 2005년에 비해 성능이 떨어지지만 500 hPa 지위고도는 전 예보시간에 걸쳐 성능이 향상되었다.

o 지역모델

- RDAPS 초기장 검증의 경우 850 hPa 기온과 300 hPa 바람의 RMSE는 2005년에 비해 나아졌으나, 바이어스는 2005년 보다 더 큰 음의 바이어스를 가졌다. 한편, 500hPa 지위고도의 RMSE 역시 작년에 비해 작아졌으나 바이어스는 더 큰 양의 바이어스를 보였다. 따라서 전반적으로 편차는 줄어들었으나 500hPa 고도의 양의 바이어스나 850 hPa 기온과 300 hPa 바람의 음의 바이어스는 더욱 뚜렷해 진 것으로 보인다.
- 강수검증의 경우 전반적으로 작년보다 좋은 성능을 보였으나, 8월의 경우는 그렇지 못하다.

o 통계 모델

- 2005년에 PPM (Perfect Prog. Method)의 경우 최저기온의 성능이 다소 떨어졌으나, KLMN (Kalman Filter)과 GDLM (Global Dynamic Linear Model)의 경우는 성능이 향상되었다. 특히 GDLM의 경우 상당량의 RMSE가 감소한 것은 GDAPS 모델 성능의 향상에 영향을 받은 듯하다.

#### o 파랑예보 모델

- 2005년 10월 초 위성 파고검증 자료로 사용되는 Topex 자료가 제공되지 않아 비슷한 자료를 제공하는 Jason으로 바꾸었다. 10월 이후 위성 파고 RMSE가 높아진 까닭은 Jason의 자료가 두 배 가량 많기 때문으로 판단된다.
- 2005년 12월 이후 전지구 파랑모델이 00UTC와 12UTC 두 번 수행되어 RMSE가 다소 높게 나타났다.
- 지역파랑 부이 검증에서는 정확도가 좋은 우리나라 서쪽 자료만을 사용하였으나, 올해부터 모든 자료를 검증에 사용하였다.

#### o 태풍모델

- 2003년 1월부터 예보관리과 태풍검증 방법( 20N 이상, 140E 서쪽에 태풍이 위치한 경우)을 동일하게 적용하였다.
- 대부분의 태풍모델이 작년보다 태풍진로오차의 성능이 조금 나빠졌으나, 분해능이 향상된 GDAPS(2005년 12월에 T213L30에서 T426L40으로 변경)와 양상블(2005년 12월에 T106L30에서 T213L40으로 변경)은 성능이 향상되었다.
- 12h에는 DBAR 순압태풍모델의 태풍진로오차가 가장 작지만, 그 이후로는 RDAPS의 오차가 가장 작다.

#### o 양상블예보 모델

- 2005년 4월 1일 : 양상블 모델에 요인 회전을 이용하여 양상블 섭동 개선
- 2005년 12월 1일부터 T213L40으로 변경하여 운영
- 북반구 500hPa 고도장의 RMSE의 경우 2005년에 비해 전반적으로 성능이 떨어졌으나, 850hPa 기온의 경우는 성능이 향상되었다.
- 기후 자료의 변경이후 7day를 제외한 나머지 예보시간의 연평균은 크게 차이가 나지 않는다. 북반구 500hPa 고도장의 RMSE의 경우 2005년에 비해 전반적으로 성능이 떨어졌으나, 850hPa 기온의 경우는 성능이 향상되었다.

## 1. 각 모델들의 주요 특성

2005년 11월까지 슈퍼컴퓨터 1호기에서 현업 운영했던 모델들은 전지구 예보시스템(Global Data Assimilation and Prediction System, GDAPS) 2종, 지역 예보시스템(Regional Data Assimilation and Prediction System, RDAPS) 3종, 태풍 모델(Barotropic Adaptive-grid Typhoon System, BATS), 통계 모델, 파랑 모델(Wave Model, WAM), 양상블 예보시스템(Ensemble Prediction System, EPS)이다. 통계 모델은 KFM(Kalman Filter Method), GDLM(GDAPS Dynamic Linear Model), RDLM(RDAPS Dynamic Linear Model), KF3H(KF 3 Hours), PPM(Perfect Prog Method)이며, 파랑 모델은 전구파랑 모델(Global Wave Model, GoWAM)과 지역파랑 모델(Regional Wave Model, ReWAM)로 구성되어 있다.

2004년 12월 슈퍼컴퓨터 2호기가 가동되면서 T426L40의 전구모델을 시험운영 하다가 슈퍼컴퓨터 1호기 가동이 중단된 2005년 12월 이후 현업화되었다. 따라서 훨씬 더 좋은 해상도의 전구모델을 기본으로 30km 지역모델의 영역을 확장하였고, 예보시간도 66시간으로 늘어났다. 또한 양상블 모델의 해상도도 T106L30에서 T213L40으로 좋아지게 되었다. 한편, 2005년 12월에는 늦은 분석을 수행하지 않았으므로 이 검증 보고서에 사용된 전구모델 자료는 이른분석 자료이다.

표 1은 전지구 예보시스템, 표 2는 지역 예보시스템, 표 3은 파랑 모델, 표 4는 태풍 모델(BATS), 표 5는 통계 모델, 표 6는 양상블 모델에 관련된 주요 특성을 간략히 나타낸 것이다.

표 1. 전지구 예보시스템 모델 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 1호기	
모델	고분해능(T213L30)	고분해능(T426L40)
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식	
수평분해능	55km	30km
영역	Global	
연직총수	30층 ( $\sim 10\text{hPa}$ )	40층 ( $\sim 0.4\text{hPa}$ )
분석	3차원 변분법	
예보시간	3.5일 (2회/일, 00, 12UTC) 10일 (1회/일, 12UTC)	10일 (2회/일, 00, 12UTC)
시간적분	반암시적 시간적분	
수평확산	2차 수평확산	
습윤과정	Kuo 방안, 대규모 응결, 천해대류방안	
복사	장파복사는 매3시간마다, 단파복사는 매 1시간마다 계산	장파복사, 단파복사를 매 1시간마다 계산
중력파저항	장파(파장 $> 100\text{km}$ ), 단파(파장 $10\text{km}$ )	
PBL 과정	비국지 방안	
지표면	Simple biosphere model	
지표상태	NOAA 일별 SST, 토양수분, 적설량, 지중온도는 기후값 사용	

표 2. 지역 예보시스템의 모델 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 1호기	슈퍼컴퓨터 2호기	슈퍼컴퓨터 1, 2호기
모델	지역모델		고분해능 모델
역학과정	비정역학계		
분해능	30km		10km 5km
격자개수	171 x 191	201 x 251	160 x 178 141 x 141
시간적분간격	75초		30초 15초
연직층수	33층(지상 ~ 50hPa)		
예보시간	48시간 (00, 12UTC)	66시간 (00, 12UTC)	24시간(00, 06, 12, 18UTC) 24시간 (00, 12, UTC)
초기화방법	FDDA(12시간)		1-way Interaction
미세물리과정	혼합상 미세물리과정(수증기, 구름, 비, 얼음, 눈)		
적운모수화	Kain-Fritsch		None
PBL 방안	비국지 행성경계층		
지상온도	5층 토양모델		
복사과정	구름복사과정		
해수면	NOAA 일별 SST		

표 3. 파랑 모델들의 주요 특성

		GoWAM	ReWAM
모델		3세대 파랑모델 (WAM Cycle 4)	
스펙트럼 분해능		24 방향 25 주파수	
격자체계		구좌표계에서의 위, 경도	
수평분해능		1.25 × 1.25deg(288×113)	0.25 × 0.25deg(141×121)
모델영역		70°S-70°N, 0°E-360°E	20°N-50°N, 115°E-150°E
적분시간		720 초	360 초
예보 시간	슈퍼컴퓨터1호기	240 시간(12UTC)	48 시간(00, 12UTC)
	슈퍼컴퓨터2호기	240 시간(00, 12UTC)	66 시간(00, 12UTC)
초기조건		전 작업에서 24시간 예보된 스펙트럼장	전 작업에서 12시간 예보된 스펙트럼장
바람장		10m 바람장(GDAPS)	10m 바람장(RDAPS)

표 4. 태풍 모델의 주요 특성

초기 및 경계 자료	전지구 분석장 및 예보장
모조태풍 및 초기화	전지구 분석장의 850 ~ 200hPa의 연직 평균 고도장에 태풍분석자료에 근거한 모조태풍 삽입
지배방정식	천수방정식
수평분해능	위, 경도 : 0.6°(태풍중심 : 0.3°)
모델영역	60° × 60°(101 × 101)

표5. 통계 모델들의 주요 특성

방법	모델명	예보인자	예보요소	예보시간 및 예보기간	예보식
PPM	PPM	RDAPS 예보 변수를 이용하여 재 산출된 45개 잠재예보인자	최고/최저 기온	00UTC : + 1일 12UTC : + 2일	다중회귀식
KFM	KFM	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	최고/최저 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 3일	상태방정식 출력방정식
	KF3H	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	3시간 간격 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 2일	
DLM	GDL M	GDAPS 최고/최저 기온예보값	최고/최저 기온	12UTC : + 10일	상태방정식 출력방정식
	RDLM	RDAPS 시그마 최하층 기온 예보값	3시간 간격 기온	00UTC : + 2일 12UTC : + 2일	

표 6. 양상블 모델의 주요 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 1호기	슈퍼컴퓨터 2호기
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식	
초기자료	전지구 분석장	
모델영역	전지구(지상 ~ 10hPa)	전지구(지상 ~ 0.4hPa)
수평분해능	1.125° Gaussian grid(110km)	0.5625° Gaussian grid (55km)
연직총수	30 층	40 층
적운모수화	Kuo 방안	
지표면	Simple Biosphere Model	
접동생성방법	Breeding of Growing Modes(BGM) method	BGM + FROT method
접동생성영역	전지구	
예보시간	10 일(1회/일, 12UTC)	10 일(2회/일, 00,12UTC)
Ensemble 멤버수	17 개	

## 2. 2006년 전지구 분석 시스템 자료 추가

- o 2006년 1월 : 울산 공항 wind profiler 추가
- o 2006년 1월 : 마산 wind profiler 추가
- o 2006년 8월 : QuikSCAT 자료 추가

### 3. 검증

#### 3. 1. 검증 개요

예보검증이란 예보의 질을 평가하기 위한 하나의 과정이다. 따라서 실제 발생한 관측자료를 가지고 예보를 비교 평가한다. 검증은 질적인(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적인(얼마나 정확한가?) 것으로 정의할 수 있다. 두 경우 모두 예보 오차에 대한 상태 정보를 제공해 준다.

예보를 검증하는 3가지 주된 이유는 첫째, 예보의 질을 감시하고, 둘째, 예보의 질을 향상시키기 위하여 잘못된 요소를 찾아내어 해결하고, 마지막으로 서로 다른 예보시스템의 예보 질을 상호 비교함으로써 각각의 장·단점을 파악하여 적절한 예보시스템을 판단하게 해준다. 즉 검증은 예보 생산자에게 각 예보시스템의 장점과 단점을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 제공해 준다. 또한 모델 개발자들에게 예보 모델을 향상시키기 위해 개선해야 할 부분을 제시해 주기도 한다. 검증·평가 없이 발표된 예보는 예보의 질과 예보 값이 신뢰할 수 없음을 간접적으로 드러낸 것이다. 검증은 예보의 형태가 다양하므로 각기 적용하는 검증 방법 역시 약간씩 다르다. 표 7은 예보를 구분하는 방법과 예보의 그에 대한 예를 보여주고 있다. 예보의 질은 예보 값과 일치하지 않는다. 만일 객관적 혹은 주관적 기준에 따라 예보한 것이 관측 값에 가까웠다면 예보의 질은 높아질 것이다. 그러나 예보값 자체는 사용자가 잘 이용하도록 도움을 주는 참고자료일 뿐이다. 예를 들어, 고분해능 수치 예보 모델이 특정지점에서 독립적인 뇌우의 발달을 예보하였다고 할 때, 뇌우 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지만 모델에서 추정한 특정 지점에서는 관측되지 않을 수 있다. 이러한 경우, 대부분의 표준 검증에 따르면 예보가 낮은 품질로 평가되지만, 예보관의 입장에서는 매우 가치 있는 예보임에 틀림없을 것이다. 예를 들어 고품질의 예보이지만 낮은 가치를 갖는 것들 중 하나는 건조기 동안 사하라 사막에서 예보하는 “맑음” 예보일 것이다.

그렇다면 검증에서는 무엇이 진짜 혹은 참(truth)으로 될 것인가? 예보를 검증하기 위해 일반적으로 사용하는 참값은 관측자료이다. 일반적으로 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 있기 때문에 정확한 참값이라 하기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(random error)와 편차(bias error), 표본 오차와 대표값 자체의 오차, 그리고 관측자료를 분석할 때 혹은 예보 규모에 일치시키기 위해 관측자료를 변환할 때 발생하는 분석 오차 등이 불확실성(uncertainty)의

원인이 된다. 오랫동안 우리는 운 좋게 참값 속에 내재된 오차를 무시하여 왔다. 만일, 참값 속에 있는 오차가 예보에 내재된 예상 오차보다 훨씬 작다면 검증결과는 의미가 있을 것이다. 왜곡된 혹은 표본보다 못한 검증자료일지라도 내부의 상이한 예보 방법을 상호 비교할 때는 어떠한 예보 결과가 나온지를 알려주는 기준점을 제공해 주기도 한다.

표 7. 예보의 형태 분류

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

검증결과는 검증자료의 양과 질이 높을 때 자연적으로 신뢰도가 높아진다. 만일 그렇지 못하다면 검증결과 자체에 어떤 오차 한계를 넣어주는 것이 좋다. 특히 어느 예보가 확연히 뛰어난 것인지를 알고 싶을 때 중요하다. 검증 스코어에서 신뢰 구간을 주는 여러 가지 방법들이 있다.

신뢰할만한 검증 통계를 얻기 위하여 상당한 양의 예보와 관측 표본들이 시공간에 대해서 채워지게 된다. 표본이 많을수록 검증결과의 신뢰도 또한 높아진다. 그러나 표본을 채워 넣을 때 감수해야 할 점은 자료가 균질하지 않을 때 예보 성능에 많은 차이가 날 수 있다는 점이다. 더구나 이것은 검증결과를 가장 일반적인 표본 구간(예를 들어 고밀도 관측지역 혹은 악기상이 없는 날들)으로 편향시킬 수 있다는 점이다. 표본들을 비슷한 균질 집합으로 나누는 것은(계절별, 지역별, 관측의 강도 별 등) 특정 기간동안 예보의 양상을 추출하는 데 도움을 준다. 신뢰도 높은 검증결과를 제공하기 위해서는 충분한 양의 표본들을 포함하도록 해야만 한다는 것이다.

### 3. 2. 표준 검증 방법

가장 오래되고 가장 뛰어난 검증 방법의 하나가 눈으로 직접 비교하는 방법으로 예보와 관측을 나란히 놓고 비교하여 사람의 판단력으로 예보 오차를 가려내는 방법이다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요없을 때 사용한다.

예보의 형태에 따라 검증 방법이 다르기 때문에 여기에서는 양분 예보 (dichotomous), 연속 예보와 확률예보에 대한 표준 검증방법과 점수 (score)에 대해 간략히 설명을 한다.

#### 3.2.1. 양분 예보 (예/아니오)에 대한 방법

양분 (dichotomous) 예보는 “사건이 일어날 것인가?”에 대해 “예 혹은 아니오”라 말하는 것과 같은 예보를 말한다. 강우와 안개가 일반적인 양분 예보의 예이다. 이런 형태의 예보를 검증하기 위해서는 예보와 발생 각각에 대한 “예”와 “아니오”의 빈도수를 보여주는 분할표 (contingency table)를 먼저 작성해야 한다. 분할표는 조건 분포라 부르기도 하며, 예보와 관측에 대한 “예”와 “아니오”로 구성된 4 개의 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

표 8. 분할표 (contingency table)

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

분할표는 오차의 분류가 어떻게 만들어지는지를 볼 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 완벽한 예보 체계는 단지 맞힘(hits, 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 분할표에 있는 요소들을 가지고 다양한 형태의 범주형 통계를 계산한다. 범주형 통계는 다음과 같다.

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

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

(2) 치우침 (bias score): 평균적인 예보와 평균적인 관측간의 일치 정도를 나타내는 것으로 전체적인 치우침(overall bias), 체계적 치우침 (systematic bias), 혹은 무조건적 치우침 (unconditional bias)으로도 알려져 있다. 범주형 예보에 대한 bias의 척도는 사건 예보 총 수를 관측된 사건의 총 수로 나눈 것이다. 값의 범위는 0에서 무한대까지이며 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 1 보다 작은 값은 예보 시스템이 과소예보 경향을, 1 보다 큰 경우에는 예보 시스템이 과대 예보 경향을 갖는다고 말한다. 따라서 예보가 얼마나 정확히 관측에 대응하는지를 측정하는 것이 아니라 단지 상대적 빈도를 측정한다.

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

(3) 성공 임계 지수 (CSI, Critical Success Index): Threat Score 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보이든 관측이던 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(correct negatives)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 또한, CSI는 무강수에 대한 정확한 예측(H)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 ACC를 의미하게 된다. 예를 들면 CSI가 0인 경우 무강수가 많았던 경우이다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 강수 일수가 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.

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

### 3.2.2. 연속 변수형 예보에 대한 검증방법

연속 변수들의 예보 검증은 예보가 얼마나 관측으로부터 떨어져 있는지를 측정한다. 연속 검증 방법과 통계는 다음과 같은 표본 자료를 가지고 설명할 수 있다.

표 9. 연속 범주형 예보의 예. 예는 어느 지점의 일 최고기온이다.

Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Forecast, $F_i(C)$	5	10	9	15	22	13	17	17	19	23
Observation, $O_i(C)$	-1	8	12	13	18	10	16	19	23	24

(1) 편차 또는 평균오차 (BIAS or Mean Error): 예보값과 관측값의 차이를 평균한 값이다. 음의 무한대에서 양의 무한대까지의 값을 가지며 평균오차가 양수이면 관측값보다 크게 예보가 되고 있음을 나타낸다. 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 간단한 척도로 오차의 크기를 측정하지 않으면 예보와 오차 사이의 일치성도 측정하지 않는다.

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

(2) Root Mean Square Error (RMSE): 예보값과 관측값의 차이를 제곱근하여 평균을 취한 값이다. 0에서 무한대까지 값을 가지며 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. RMSE는 편차 (deviation)에 대한 방향성을 지시하지 않는다.

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

(3) 상관계수 (Correlation Coefficient): 예보와 관측 차이의 일치와 위상을 측정하며 -1에서 1 사이의 값을 갖는다. 만점은 1이다. 일치성을 측정하는 좋은 도구이며 예보의 편차 (bias)에 민감하지 않다.

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

(4) 이상 상관 (AC, Anomaly Correlation): 표본 평균 값 대신에 기후 평균값, C를 사용하여 예보와 관측 차이의 일치와 위상 차이를 측정한다. 이상상관은 수치

예보모델의 결과를 검증하는 데 자주 사용된다. 값은 -1에서 1 사이이며 만점은 1이다. 상관 계수와 같이 예보 bias에 덜 민감하며 일치성의 척도로서 좋은 도구의 하나이다.

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

(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.

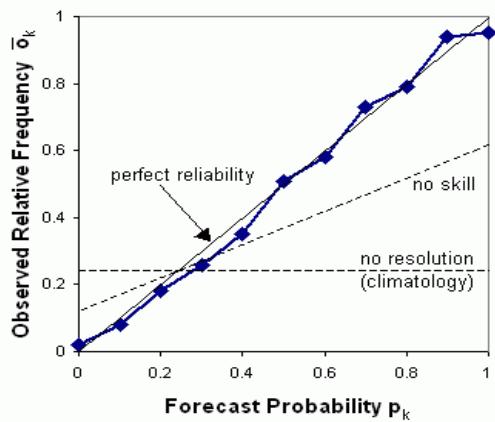
$$S1 = \frac{\sum_{\text{adjacent pairs}} |\Delta F - \Delta O|}{\sum_{\text{adjacent pairs}} \max(|\Delta F|, |\Delta O|)} \times 100$$

### 3.2.3. 확률 예보에 대한 검증방법

확률예보서는 어떤 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값 (혹은 0에서 100%)으로 주어진다. 일련의 확률예보,  $p_i$ , 를 관측, 즉 사건이 발생 ( $o_i = 1$ ) 혹은 발생하지 않음 ( $o_i = 0$ )을 이용하여 검증한다. 좋은 확률예보시스템은 몇 가지 특성으로 나타낼 수 있다;

- 신뢰도 (reliability): categorical bias처럼 예보 확률과 평균 관측 빈도 사이의 일치
- 예리함 (sharpness): 극값을 예보하는 경향
- 분해능 (resolution): 표본 사건들 특징적으로 상이한 빈도수를 가지는 부분집합으로 분해할 수 있는 능력.

(1) 신뢰도 그림 (Reliability diagram, also called "attributes diagram"): 예보 확률에 대해 관측 빈도수를 찍은 것으로 예보 확률의 범위는 K 개의 구간으로 나뉜다 (예를 들어, 0-5%, 5-15%, 등). 대각선으로부터의 편차 (deviation)가 조건부 편차 (conditional bias)를 제공한다.



확률예보의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm이상 일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram (Atger, 1999)이 있다. 이 때 사용되는 확률예보와 실황에 따른 Reliability table은 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 10에 N개의 양상을 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등등)를 표시하는 방법이다.

표 10. 양상을 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability Table

	$F = N$ , $NF=0$	$F \geq N-1$ , $NF \leq 1$	$F \geq N-2$ , $NF \leq 2$	.....	$F \geq 1$ , $N - F \leq N-1$	$F \geq 0$ , $NF \leq N$
O	$H_N$	$H_{N-1}$	$H_{N-2}$	.....	$H_1$	$H_0$
NO	$F_N$	$F_{N-1}$	$F_{N-2}$	.....	$F_1$	$F_0$

다른 한 가지 방법은 표 11처럼 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도( $H_{100}$  또는  $F_0$  등등)를 표시하는 방법이다.

표 11. 10% 간격의 확률 구간으로 나누어 만든 Reliability Table

	$P=100\%$	$P \geq 90\%$	$P \geq 80\%$	.....	$P \geq 10\%$	$P \geq 0\%$
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 제곱하여 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

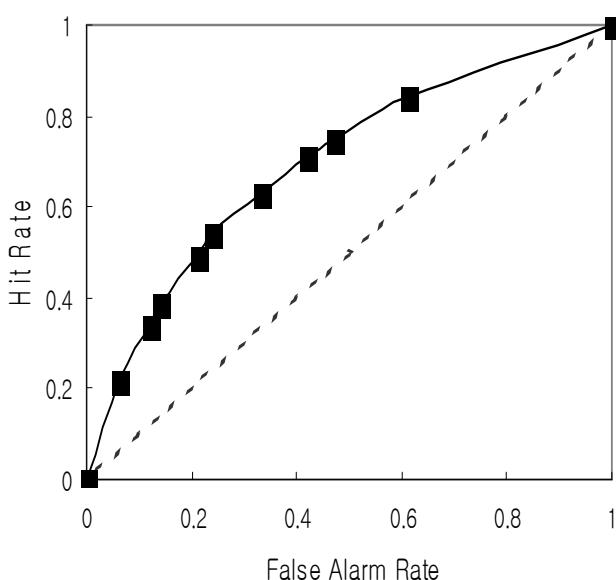
$$\begin{aligned} BS &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - o_i)^2 \\ &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (p_k - o_k)^2 - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^K n_k (\bar{o}_k - \bar{o})^2 + \bar{o}(1 - \bar{o}) \end{aligned}$$

(3) Brier skill score (BSS): 기준 예보에 대한 확률예보의 향상 정도를 측정하는 요소로 기준 예보로는 보통 장기간 혹은 기후 표본을 사용한다. 값의 범위는 음의 무한대로부터 1까지이며 0은 기준 예보에 비해 skill 이 없음을 완벽한 예보는 1의 값을 갖는다. 기후학적 발생 빈도수를 고려한다. 소량의 자료에 적용할 때는 불안정 해진다; 사건이 적을수록 더 많은 표본 수를 필요로 한다.

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

(4) Relative Operating Characteristic (ROC): 양분 예보를 하기 위해 일련의 누적 확률 임계 (threshold) 값을 (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 Characteristic



Relative Operating Characteristics(이하, ROC) 곡선은 어떤 현상을 확률예보에서 얼마나 잘 감지할 수 있는지를 판단하는 “signal detection theory”를 기초로 하고 있다(Swets, 1973). 이 ROC 곡선은 양상을 확률예보의 성능을 평가하는 방법으로 ECMWF를 비롯하여 미국 기상청(NCEP)과 일본 기상청(JMA)에서도 채택하여 사용하고 있다.

ROC 곡선은 적중률을 표현하는 Hit Rate(HR)와 비적중률을 나타내는 False Alarm Rate(FAR) 사이의 분포도를 각 확률 구간별로 구해서 한 그래프에 곡선으로 나타낸 것이다. 적중률과 비적중률 계산은 표 12으로부터 다음과 같이 구해진다.

표 12. 실황에 따른 예보 분할표(Contingency Table)

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

$$\circ \text{ 적중률} = \text{Hit Rate (HR)} = H / (H+M)$$

$$\circ \text{ 비적중률} = \text{False Alarm Rate (FAR)} = F / (F+R)$$

그리고 ROC 곡선에서  $HR=1$ 이고  $FAR=0$ 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 확률예보의 감지 성능이 뛰어나다고 볼 수 있다. 일반적으로 예보시간이 길어질수록 좌측하단으로 치우치는 경향을 보인다.

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

### (5) 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 양상을 예보의 성능 평가 기준으로 사용되고 있다(Richardson 2000, Zhu et al. 2001).

예보의 경제 가치는 예보의 정확도에도 의존하지만 어떤 기상 현상이 발생했을 경

우 대책을 세우는 데 필요한 비용(cost)과 대책이 없었을 때 생기는 손실(loss)에도 관계가 있는데 이 값들은 사용자에 따라 각기 다르다.

표 13. 실황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

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

위의 표 13는 실황에 따른 예보의 분할표와 비용(C)과 손실(L)의 비용 매트릭스(Expense matrix)를 함께 나타낸 것이다. 이들 관계로부터 해당 예보를 이용했을 때의 지출 비용이 기후정보를 이용했을 때에 비해 절감되는 경제적인 비용에 대한 값으로 EV를 정의하면 다음과 같이 구할 수 있다.

먼저 해당 예보를 항상 이용하여 대책을 세울 때의 지출 비용( $E_F$ )은 표 13에서 얻어지는 모든 경우에 대한 지출비용의 합계로 구할 수 있다. 여기서 지출이 발생되는 경우는 모두 세 경우이다.

첫째, 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이다.

둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다.

셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도 (F)×대책비용(C)가 된다. 또한, 현상이 발생하지 않았고 예보가 이를 맞추었을 때의 빈도를 R이라고 할 경우 대책 비용이나 손실 비용이 없으므로 0이다. 따라서  $E_F$ 는 세 경우에 발생하는 지출의 합이 되므로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$E_F = HC + FC + ML \quad (5.1)$$

다음으로 예보가 완벽하게 적중할 경우 지출비용( $E_P$ )을 구하면 F(예보가 빗나간 경우)나 M(현상을 놓친 경우)이 없으므로 위 식 (5.1)에서  $FC=0$ ,  $ML=0$ 이다. 그러므로 지출 비용  $E=HC$ 인데, 예보가 적중한 빈도가 그 현상이 일어난 빈도( $\bar{o}$ )와 같으므로 아래와 같은 비용이 지출된다.

$$E_P = \bar{o} C \quad (5.2)$$

또한, 기후 정보를 이용할 때의 지출 비용( $E_C$ )은 대책을 마련할 때 드는 비용(C)

이 예상되는 손실액( $\bar{o}L$ )보다 적을 때만 대비를 할 것이므로 아래와 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_C = \min(C, \bar{o}L) \quad (5.3)$$

경제 가치(EV)는 특정 예보를 이용했을 때의 경제적인 비용 절감으로 정의되며 식 (5.4)으로 구할 수 있다.

$$EV = \frac{E_C - E_F}{E_C - E_P} = \frac{\text{saving from using forecast}}{\text{saving from perfect forecast}}$$

식 (5.4)에 식 (5.1), 식 (5.2), 식 (5.3)을 대입하면 식 (5.5)이 얻어진다.

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

여기서 모든 항을 L로 나누고 비용/손실의 비를  $C/L=r$ 로 정의하면 식 (5.6)이 유도된다.

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

이 식은 비용/손실의 비가 현상 발생 빈도( $\bar{o}$ )보다 클 때와 작을 때로 나누어 구해야 되므로 식 (5.7)이 최종적으로 EV값이 된다.

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

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

## 4. 검증 결과

2장에서 설명하였던 WMO 권고사항의 표준 방법을 따르며 요소는 연속 변수형 검증방법을 강수에 대해서는 범주형 검증방법을 따라 수행하였다.

### 4. 1. 전지구예보 모델

#### 4.1.1 성능 변화 추세

◎ 검증 방법 : 분석 검증 (이론분석 결과)

◎ 모델 분해능

o T213L30 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월

o 고분해능(T426L40) : 2005년 12월 ~ 현재

◎ 검증 격자 간격

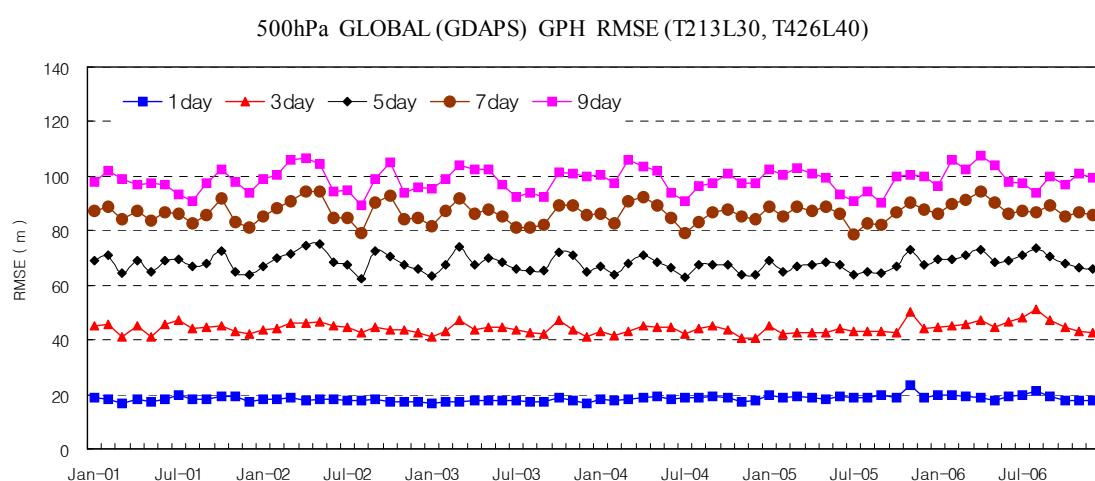
o 0.5625도 : 2001년 1월 ~ 2006년 7월

o 0.25도 : 2006년 8월 ~ 현재

(주의) 전지구 RMSE는 각각의 검증지역에 격자수의 가중치를 두어 계산하여, 이전의 검증보고서 결과와 다르므로 유의하기 바람.

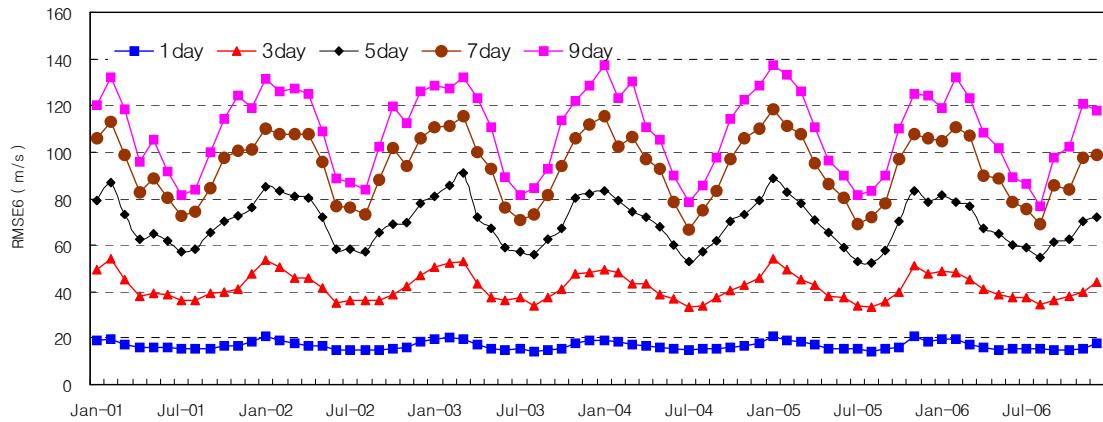
가. 500 hPa 고도장의 RMSE (단위 : m)

(1) 전지구



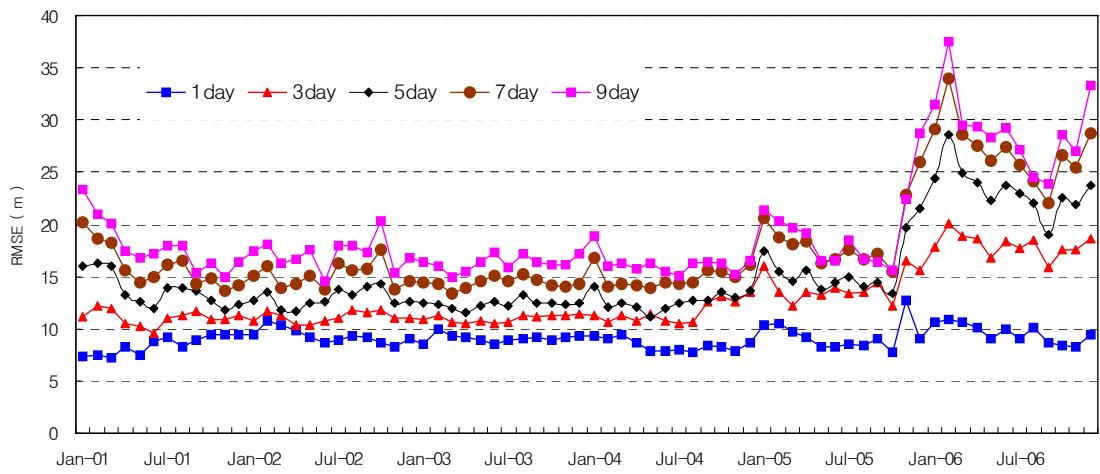
## (2) 북반구

500hPa N.H.(GDAPS) GPH RMSE (T213L30, T426L40)



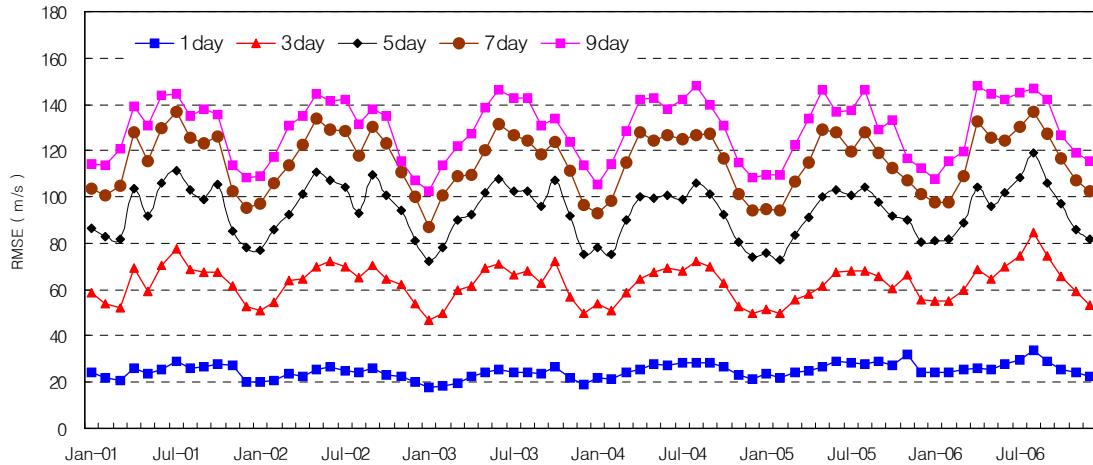
## (3) 열대

500hPa TR(GDAPS) GPH RMSE (T213L30, T426L40)



#### (4) 남반구

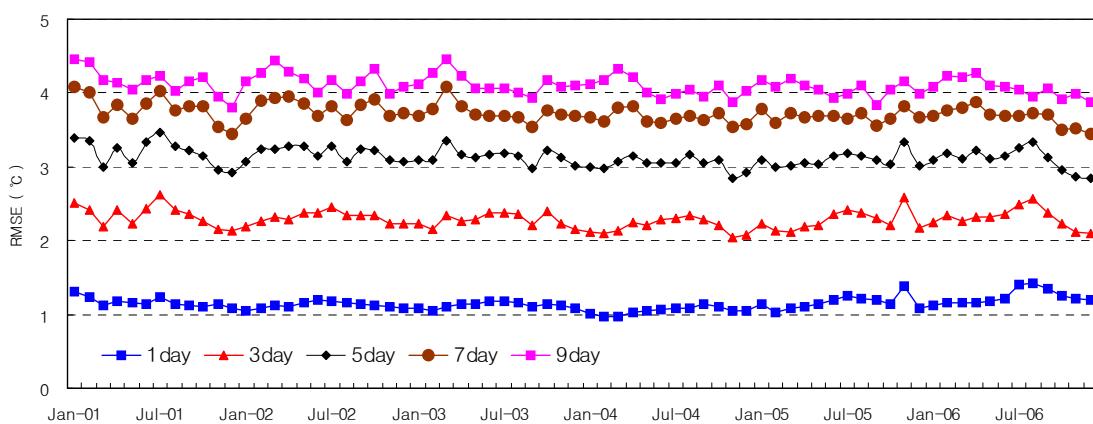
500hPa S.H.(GDAPS) GPH RMSE (T213L30, T426L40)



나. 850 hPa 기온의 RMSE (단위 : C)

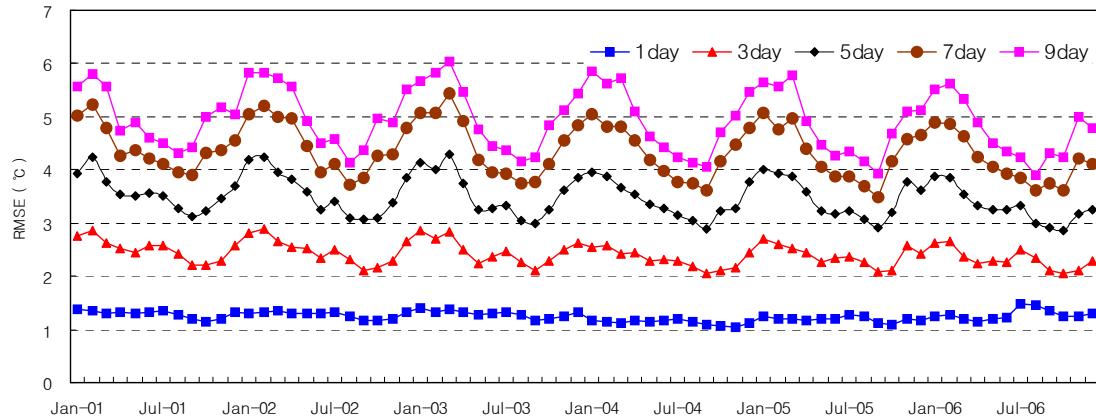
#### (1) 전지구

850hPa GLOBAL (GDAPS) Temperature RMSE (T213L30, T426L40)



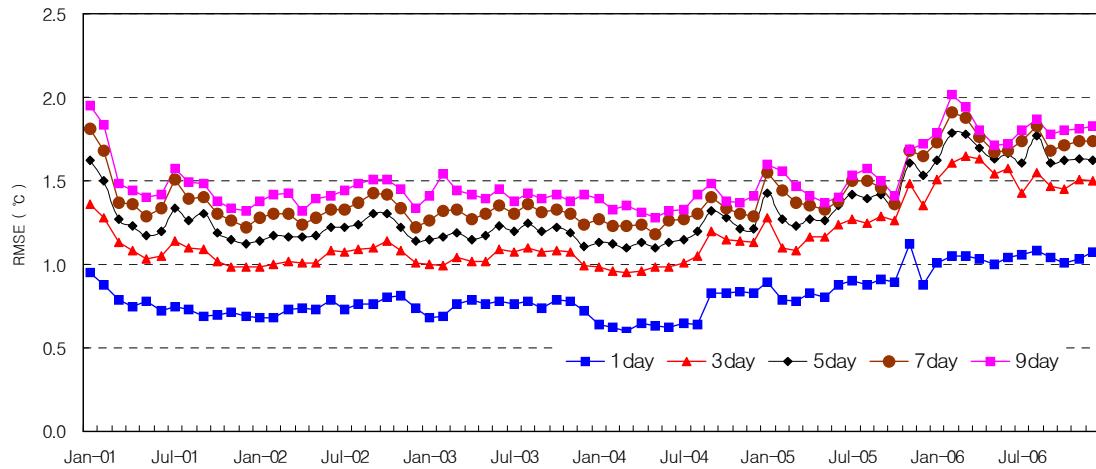
## (2) 북반구

850hPa N.H.(GDAPS) Temperature RMSE (T213L30, T426L40)



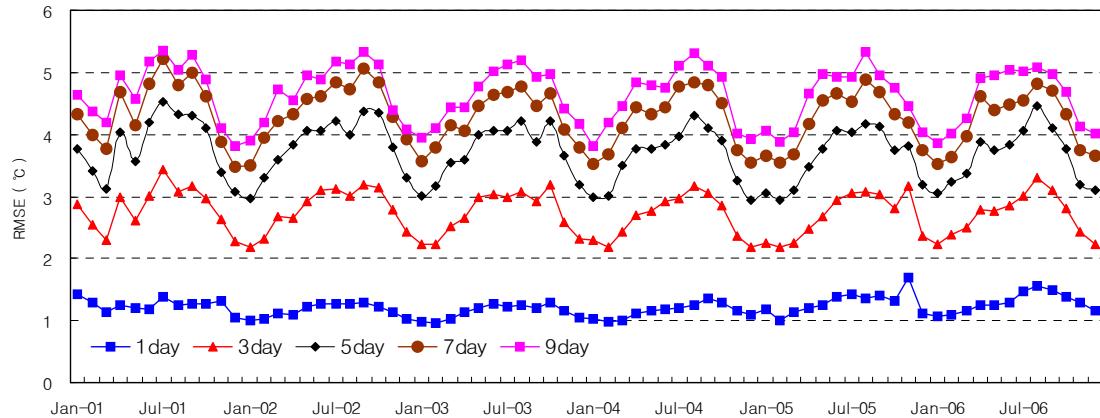
## (3) 열대

850hPa TR(GDAPS) Temperature RMSE (T213L30, T426L40)



#### (4) 남반구

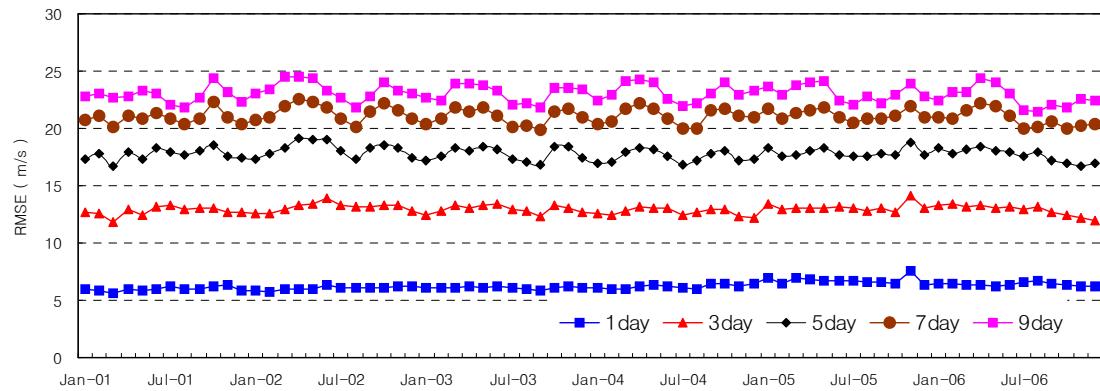
850hPa S.H.(GDAPS) Temperature RMSE (T213L30, T426L40)



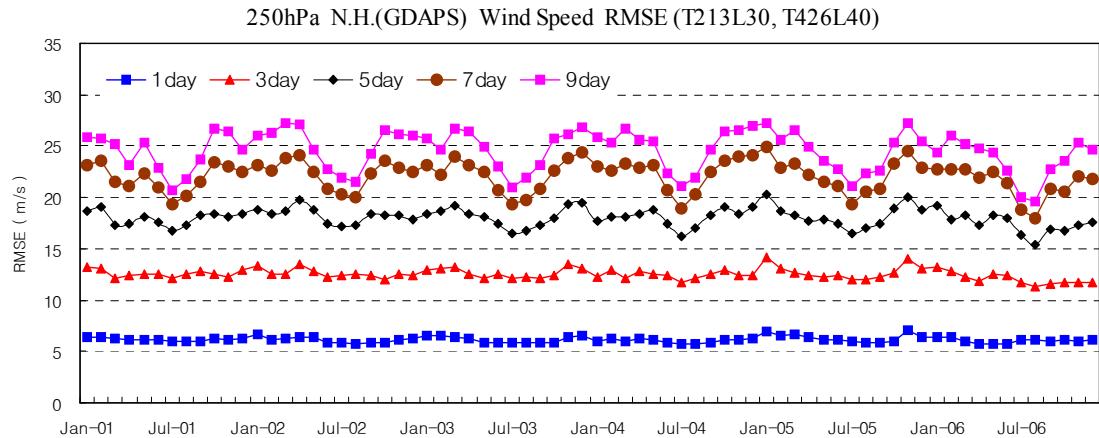
다. 250 hPa 바람의 RMSE (단위 : m/s)

#### (1) 전지구

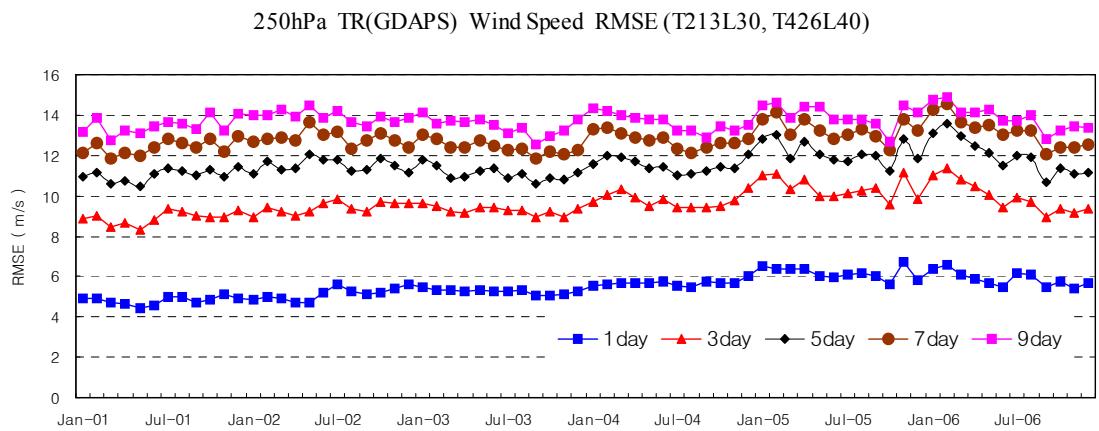
250hPa GLOBAL(GDAPS) Wind Speed RMSE (T213L30, T426L40)



## (2) 북반구

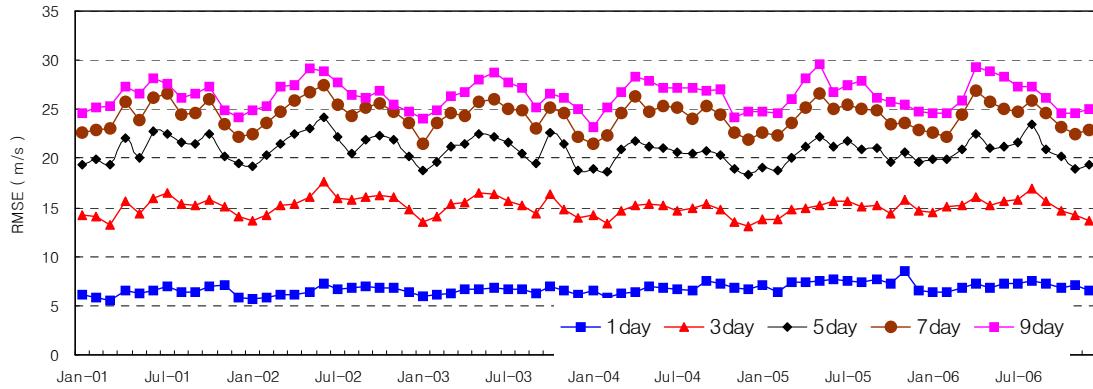


## (3) 열대



#### (4) 남반구

250hPa S.H.(GDAPS) Wind Speed RMSE (T213L30, T426L40)



#### 4.1.2. 분석 검증

- o 검증 모델: T426L40
- o 검증 변수: 해면기압(MSLP), 지위고도, 기온, 바람
- o 검증 요소: Mean Error, RMSE, S1 score, AC
- o 검증 영역: 북반구( $20^{\circ}\text{N} \sim 90^{\circ}\text{N}$ ), 열대( $20^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{S}$ ), 남반구( $20^{\circ}\text{S} \sim 90^{\circ}\text{S}$ )

##### 가. 북반구

###### (1) 해면기압(MSLP)

###### ① Mean Error(단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.14	-0.13	-0.04	0.04	0.01	-0.10	-0.09	-0.07	0.01	0.05	0.00	-0.13	-0.05
48H	-0.20	-0.17	-0.04	-0.03	-0.07	-0.22	-0.20	-0.16	0.01	0.09	0.05	-0.14	-0.09
72H	-0.21	-0.15	0.05	0.00	-0.07	-0.26	-0.19	-0.18	0.06	0.14	0.15	-0.04	-0.06
96H	-0.15	0.03	0.17	0.09	0.12	-0.24	-0.17	-0.20	0.15	0.20	0.20	0.09	0.02
120H	-0.02	0.15	0.31	0.17	0.29	-0.24	-0.15	-0.22	0.24	0.27	0.23	0.22	0.10
144H	0.12	0.25	0.45	0.19	0.32	-0.28	-0.18	-0.29	0.32	0.34	0.21	0.31	0.15
168H	0.30	0.30	0.53	0.24	0.28	-0.32	-0.29	-0.43	0.36	0.34	0.09	0.35	0.15
192H	0.48	0.36	0.52	0.24	0.22	-0.34	-0.39	-0.55	0.36	0.30	0.00	0.53	0.14
216H	0.51	0.40	0.56	0.22	0.12	-0.41	-0.51	-0.66	0.33	0.19	-0.02	0.82	0.13
240H	0.45	0.27	0.57	0.23	0.07	-0.49	-0.66	-0.83	0.28	0.06	-0.16	1.03	0.07

###### ②RMSE (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.35	2.27	2.05	1.83	1.76	1.70	2.04	2.04	1.94	1.96	1.93	2.19	2.01
48H	3.56	3.50	3.22	2.83	2.71	2.58	2.92	2.87	2.82	2.90	2.88	3.26	3.00
72H	4.70	4.64	4.43	3.90	3.73	3.48	3.71	3.53	3.65	3.90	4.06	4.42	4.01
96H	6.15	5.98	5.71	5.07	4.86	4.46	4.49	4.12	4.53	4.90	5.37	5.62	5.11
120H	7.51	7.42	7.09	6.27	6.06	5.32	5.37	4.77	5.49	6.00	6.78	6.90	6.25
144H	8.79	8.92	8.36	7.30	7.07	6.03	6.14	5.40	6.55	6.99	8.00	8.08	7.30
168H	9.59	10.18	9.72	8.03	7.72	6.63	6.60	5.82	7.39	7.69	9.05	9.13	8.13
192H	10.25	11.18	10.52	8.55	8.20	7.04	7.09	6.10	7.84	8.41	9.89	10.00	8.76
216H	10.85	11.63	10.90	9.37	8.62	7.39	7.39	6.33	8.08	9.08	10.68	10.93	9.27
240H	11.36	11.96	11.16	9.95	9.03	7.66	7.50	6.66	8.52	9.55	11.03	11.57	9.66

③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	39.09	36.54	35.90	38.52	39.80	41.61	41.51	43.25	39.31	37.33	34.54	33.40	38.40
48H	48.52	47.22	45.55	48.24	50.03	51.90	50.62	52.15	47.90	46.25	42.64	41.35	47.70
72H	56.33	55.68	53.95	56.31	58.05	59.53	58.72	59.48	55.66	55.07	51.68	50.07	55.88
96H	63.79	63.16	61.07	63.58	65.48	66.50	65.30	65.26	62.98	62.76	60.94	58.22	63.25
120H	70.24	69.15	68.05	69.95	72.05	71.64	70.83	70.49	69.88	70.02	69.86	65.61	69.81
144H	75.63	74.61	73.70	75.21	77.47	75.48	75.60	75.39	76.45	76.65	76.72	71.31	75.35
168H	78.18	79.08	79.70	78.52	80.68	78.51	78.24	78.66	80.90	81.01	82.27	75.97	79.31
192H	80.34	82.56	82.57	81.15	82.94	80.41	80.63	80.68	83.77	84.35	85.54	78.62	81.96
216H	82.57	84.47	84.34	83.84	84.37	81.74	82.23	81.55	85.29	86.82	87.68	80.85	83.81
240H	84.19	85.73	85.87	85.77	85.44	82.51	82.89	83.37	87.00	88.07	89.34	82.89	85.26

(2) 850 hPa 기온

① Mean Error (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.01	-0.03	-0.14	-0.22	-0.16	-0.20	-0.01	-0.01	-0.06	-0.09	-0.07	0.04	-0.08
48H	-0.04	-0.07	-0.19	-0.32	-0.19	-0.24	0.05	0.01	-0.05	-0.11	-0.13	0.03	-0.10
72H	-0.05	-0.08	-0.23	-0.37	-0.20	-0.23	0.13	0.04	0.01	-0.10	-0.15	0.02	-0.10
96H	-0.05	-0.11	-0.30	-0.41	-0.24	-0.19	0.22	0.10	0.05	-0.09	-0.18	0.01	-0.10
120H	-0.08	-0.14	-0.36	-0.45	-0.26	-0.15	0.30	0.15	0.09	-0.07	-0.20	0.01	-0.10
144H	-0.11	-0.17	-0.42	-0.50	-0.27	-0.12	0.36	0.20	0.13	-0.06	-0.21	-0.01	-0.10
168H	-0.14	-0.21	-0.51	-0.54	-0.27	-0.07	0.40	0.23	0.17	-0.07	-0.22	-0.05	-0.11
192H	-0.19	-0.27	-0.61	-0.56	-0.29	-0.04	0.46	0.27	0.19	-0.08	-0.22	-0.08	-0.12
216H	-0.23	-0.34	-0.68	-0.59	-0.32	-0.01	0.51	0.30	0.23	-0.08	-0.22	-0.16	-0.13
240H	-0.26	-0.40	-0.73	-0.62	-0.33	0.01	0.53	0.36	0.23	-0.08	-0.16	-0.25	-0.14

② RMSE (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.24	1.28	1.19	1.14	1.19	1.23	1.49	1.47	1.35	1.26	1.24	1.29	1.28
48H	1.96	2.01	1.80	1.71	1.78	1.8	2.02	1.96	1.74	1.63	1.65	1.76	1.82
72H	2.64	2.66	2.37	2.24	2.30	2.27	2.49	2.33	2.12	2.06	2.10	2.29	2.32
96H	3.29	3.29	2.92	2.78	2.80	2.78	2.92	2.67	2.53	2.46	2.62	2.79	2.82
120H	3.89	3.84	3.53	3.34	3.26	3.24	3.32	3.00	2.92	2.85	3.18	3.24	3.30
144H	4.44	4.36	4.08	3.82	3.71	3.62	3.61	3.33	3.32	3.24	3.71	3.71	3.75
168H	4.88	4.86	4.64	4.24	4.07	3.92	3.86	3.61	3.76	3.61	4.21	4.11	4.15
192H	5.21	5.26	5.11	4.59	4.31	4.15	4.07	3.81	4.11	3.95	4.61	4.47	4.47
216H	5.51	5.61	5.33	4.90	4.51	4.35	4.24	3.90	4.31	4.24	4.99	4.78	4.72
240H	5.79	5.80	5.43	5.14	4.68	4.52	4.36	3.96	4.38	4.47	5.18	5.03	4.89

③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	45.15	40.27	41.26	45.49	47.14	49.18	46.31	46.96	43.93	41.72	38.30	37.61	43.61
48H	56.07	52.01	52.41	56.62	59.03	61.05	54.74	54.71	50.92	48.49	44.61	44.19	52.90
72H	62.68	58.93	59.09	63.21	65.54	67.15	61.02	60.37	56.88	54.75	50.42	50.49	59.21
96H	67.50	64.14	64.08	67.75	70.46	71.65	66.10	64.69	62.12	59.64	56.06	55.67	64.15
120H	71.16	67.93	68.43	71.78	74.20	75.30	70.39	68.60	66.43	63.61	61.21	60.03	68.26
144H	74.39	71.20	71.73	74.94	77.20	77.83	73.33	71.76	70.73	67.22	65.55	64.07	71.66
168H	76.30	73.94	74.88	77.01	79.10	79.84	75.34	74.20	74.24	70.41	69.15	67.00	74.28
192H	77.71	75.94	77.20	78.80	80.34	80.85	77.25	75.88	76.89	72.75	71.54	68.91	76.17
216H	78.81	77.04	78.54	80.05	81.23	81.78	78.46	76.73	78.36	74.15	73.62	70.75	77.46
240H	79.64	77.86	79.49	81.15	82.08	82.59	79.14	77.17	79.07	75.30	74.73	72.07	78.36

④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.90	0.90	0.93	0.94	0.96	0.96	0.95
48H	0.92	0.92	0.93	0.92	0.90	0.88	0.83	0.83	0.89	0.89	0.93	0.92	0.90
72H	0.85	0.85	0.87	0.86	0.84	0.82	0.74	0.77	0.83	0.82	0.88	0.86	0.83
96H	0.77	0.77	0.81	0.78	0.76	0.72	0.64	0.70	0.77	0.74	0.81	0.79	0.75
120H	0.67	0.68	0.72	0.68	0.66	0.63	0.54	0.61	0.68	0.66	0.72	0.71	0.66
144H	0.58	0.58	0.63	0.59	0.56	0.54	0.45	0.51	0.59	0.58	0.63	0.61	0.57
168H	0.49	0.48	0.53	0.50	0.47	0.46	0.37	0.43	0.47	0.48	0.52	0.52	0.48
192H	0.41	0.39	0.44	0.42	0.41	0.41	0.30	0.38	0.37	0.38	0.43	0.43	0.40
216H	0.34	0.32	0.37	0.34	0.35	0.36	0.24	0.35	0.31	0.31	0.34	0.35	0.33
240H	0.27	0.29	0.32	0.28	0.30	0.31	0.21	0.33	0.28	0.26	0.28	0.28	0.28

(3) 500 hPa 지위고도

① Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-1.70	-1.85	-2.57	-3.07	-2.42	-3.24	-0.96	-0.87	-0.33	-0.17	-0.75	-0.86	-1.57
48H	-4.20	-4.39	-4.91	-6.39	-4.87	-5.66	-2.17	-2.74	-1.65	-1.46	-2.08	-2.31	-3.57
72H	-5.74	-5.85	-6.18	-8.15	-5.92	-6.41	-1.82	-3.33	-1.72	-1.94	-2.49	-2.57	-4.34
96H	-6.76	-6.17	-7.26	-9.21	-5.57	-6.40	-0.98	-3.41	-1.37	-2.10	-3.01	-2.28	-4.54
120H	-7.26	-6.77	-8.22	-10.2	-5.22	-6.33	-0.37	-3.36	-0.97	-2.15	-3.63	-2.15	-4.72
144H	-7.54	-7.55	-9.05	-11.4	-5.89	-6.37	-0.21	-3.69	-0.65	-2.37	-4.51	-2.66	-5.16
168H	-7.98	-8.78	-10.6	-12.3	-6.98	-6.47	-0.65	-4.65	-0.69	-3.11	-6.31	-3.50	-6.00
192H	-8.27	-10.1	-12.4	-13.4	-8.18	-6.64	-1.10	-5.45	-0.99	-3.87	-7.43	-3.63	-6.79
216H	-9.45	-11.6	-13.3	-14.4	-9.54	-7.29	-1.78	-6.14	-1.19	-5.32	-7.76	-3.76	-7.63
240H	-10.8	-14.1	-14.2	-15.2	-10.6	-7.77	-2.90	-7.25	-1.83	-6.83	-8.77	-4.30	-8.72

② RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.89	19.39	17.48	15.81	14.65	15.26	15.28	15.38	14.72	15.09	15.27	17.65	16.32
48H	34.37	34.44	30.80	27.85	26.29	25.91	26.08	25.06	25.11	26.37	26.71	30.25	28.27
72H	48.83	48.12	44.99	40.77	38.57	37.34	37.24	34.58	36.33	38.28	39.89	43.89	40.74
96H	65.19	63.24	60.35	53.97	50.89	49.29	48.41	44.54	48.47	49.81	54.70	57.97	53.90
120H	81.43	78.76	76.88	67.44	65.06	60.06	58.97	54.58	61.37	62.39	70.00	72.07	67.42
144H	95.26	94.81	91.84	79.84	78.71	70.22	68.13	62.93	74.77	74.18	84.77	86.02	80.12
168H	104.73	110.71	106.79	89.81	88.68	78.73	75.40	69.06	85.61	83.64	97.77	98.96	90.82
192H	111.90	123.69	117.57	98.20	96.44	84.94	81.91	73.37	92.83	93.38	109.74	109.01	99.42
216H	118.81	131.98	122.94	108.16	101.97	89.00	86.45	76.45	97.37	102.06	120.58	117.50	106.11
240H	126.21	137.87	125.85	115.38	106.80	93.39	89.32	80.52	101.14	106.87	126.76	125.20	111.28

③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	21.84	20.49	20.45	21.94	23.34	25.61	23.71	24.07	21.27	19.66	17.53	17.56	21.46
48H	33.05	31.90	31.45	33.20	35.55	38.27	35.86	35.53	31.66	30.06	26.81	26.79	32.51
72H	42.07	40.52	40.83	42.56	45.31	48.40	46.57	45.22	41.39	39.47	36.03	35.71	42.01
96H	50.00	47.84	48.65	50.84	53.54	57.39	56.44	54.12	50.51	47.31	44.94	43.81	50.45
120H	56.19	53.72	55.59	57.81	61.26	64.08	64.25	61.39	58.63	54.31	53.01	50.56	57.57
144H	61.53	59.57	61.50	63.37	67.80	70.35	70.04	66.99	66.04	60.50	59.82	56.13	63.64
168H	64.56	64.53	66.93	68.01	72.19	74.92	74.60	71.24	71.34	65.18	64.92	60.17	68.22
192H	66.68	68.68	70.78	71.42	75.69	77.80	77.97	73.43	74.60	69.18	69.11	62.90	71.52
216H	68.63	71.08	73.05	74.58	78.21	79.42	79.81	75.20	76.58	72.13	72.32	65.44	73.87
240H	70.65	72.91	74.57	77.18	80.27	81.31	80.97	76.83	77.79	73.34	74.09	67.80	75.64

④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
48H	0.95	0.95	0.97	0.96	0.96	0.95	0.92	0.92	0.95	0.95	0.97	0.96	0.95
72H	0.90	0.91	0.93	0.90	0.91	0.88	0.84	0.85	0.89	0.89	0.93	0.90	0.89
96H	0.81	0.84	0.86	0.82	0.84	0.79	0.72	0.75	0.81	0.81	0.86	0.83	0.81
120H	0.71	0.75	0.77	0.71	0.74	0.68	0.58	0.62	0.69	0.70	0.77	0.73	0.70
144H	0.60	0.64	0.67	0.59	0.61	0.56	0.44	0.49	0.56	0.59	0.66	0.61	0.59
168H	0.51	0.53	0.56	0.48	0.51	0.44	0.33	0.39	0.43	0.50	0.56	0.50	0.48
192H	0.44	0.42	0.45	0.38	0.41	0.35	0.22	0.32	0.34	0.39	0.45	0.41	0.38
216H	0.37	0.36	0.38	0.25	0.34	0.29	0.15	0.27	0.27	0.29	0.34	0.32	0.30
240H	0.28	0.31	0.33	0.16	0.28	0.22	0.09	0.21	0.21	0.25	0.28	0.23	0.24

#### (4) 250 hPa 바람

##### ① Mean Error (단위 : $\text{ms}^{-1}$ )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.68	-0.75	-0.61	-0.44	-0.42	-0.32	1.11	1.11	0.94	0.53	0.29	0.27	0.09
48H	-0.95	-1.15	-0.95	-0.64	-0.73	-0.58	0.91	0.95	0.69	0.18	-0.01	-0.02	-0.19
72H	-1.05	-1.31	-1.05	-0.70	-0.83	-0.68	0.75	0.86	0.57	-0.01	-0.12	-0.15	-0.31
96H	-1.17	-1.60	-1.13	-0.73	-0.84	-0.67	0.66	0.76	0.45	-0.11	-0.19	-0.22	-0.40
120H	-1.30	-1.84	-1.08	-0.74	-0.84	-0.69	0.64	0.77	0.33	-0.14	-0.26	-0.33	-0.46
144H	-1.38	-2.03	-0.99	-0.73	-0.85	-0.72	0.61	0.81	0.31	-0.17	-0.18	-0.51	-0.49
168H	-1.36	-1.92	-0.87	-0.67	-0.76	-0.76	0.55	0.80	0.32	-0.06	0.00	-0.64	-0.45
192H	-1.39	-1.82	-0.73	-0.62	-0.62	-0.63	0.55	0.86	0.49	0.01	0.16	-0.77	-0.38
216H	-1.50	-1.82	-0.61	-0.57	-0.46	-0.68	0.61	0.98	0.56	-0.04	0.15	-0.68	-0.34
240H	-1.47	-1.87	-0.59	-0.48	-0.28	-0.63	0.74	1.08	0.65	0.02	0.11	-0.54	-0.27

##### ② RMSE (단위 : $\text{ms}^{-1}$ )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.46	6.46	5.93	5.73	5.77	5.78	6.11	6.12	6.05	6.09	5.95	6.09	6.04
48H	9.99	10.00	9.29	9.08	9.46	9.37	8.99	8.83	8.86	8.85	8.68	8.73	9.18
72H	13.23	12.75	12.21	11.90	12.58	12.42	11.73	11.25	11.61	11.73	11.66	11.66	12.06
96H	16.27	15.50	15.29	14.64	15.41	15.43	14.25	13.48	14.39	14.39	14.58	14.77	14.87
120H	19.22	17.87	18.19	17.26	18.22	17.93	16.33	15.44	16.92	16.80	17.29	17.63	17.43
144H	21.38	20.41	20.57	19.79	20.60	19.89	17.80	16.82	19.20	18.86	19.82	20.10	19.60
168H	22.73	22.73	22.74	21.95	22.51	21.38	18.86	17.98	20.89	20.62	22.07	21.81	21.36
192H	23.60	24.59	24.31	23.31	23.49	22.31	19.56	18.95	22.12	22.36	24.01	23.37	22.66
216H	24.40	25.97	25.24	24.80	24.41	22.58	19.99	19.59	22.79	23.59	25.34	24.65	23.61
240H	25.77	26.66	25.90	25.76	25.41	22.99	20.54	19.94	23.37	24.05	26.42	25.85	24.39

#### 나. 열대

##### (1) 850 hPa 기온

##### ① Mean Error (단위 : $^{\circ}\text{C}$ , 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.67	-0.73	-0.70	-0.66	-0.58	-0.64	-0.46	-0.49	-0.44	-0.45	-0.50	-0.51	-0.57
48H	-0.91	-0.99	-0.99	-0.94	-0.81	-0.86	-0.59	-0.64	-0.56	-0.60	-0.73	-0.74	-0.78
72H	-1.00	-1.11	-1.12	-1.05	-0.90	-0.97	-0.63	-0.74	-0.58	-0.71	-0.85	-0.84	-0.88
96H	-1.04	-1.18	-1.19	-1.09	-0.92	-1.00	-0.65	-0.81	-0.57	-0.76	-0.90	-0.89	-0.92
120H	-1.03	-1.21	-1.22	-1.10	-0.92	-1.00	-0.62	-0.85	-0.55	-0.74	-0.94	-0.92	-0.92
144H	-1.03	-1.25	-1.24	-1.11	-0.89	-0.96	-0.60	-0.84	-0.53	-0.72	-0.95	-0.94	-0.92
168H	-1.04	-1.26	-1.24	-1.11	-0.85	-0.94	-0.59	-0.81	-0.53	-0.70	-0.94	-0.98	-0.92
192H	-1.04	-1.28	-1.23	-1.10	-0.81	-0.90	-0.58	-0.77	-0.52	-0.70	-0.92	-1.00	-0.90
216H	-1.04	-1.33	-1.23	-1.07	-0.79	-0.87	-0.56	-0.73	-0.48	-0.69	-0.90	-1.00	-0.89
240H	-1.04	-1.38	-1.22	-1.04	-0.75	-0.83	-0.57	-0.69	-0.45	-0.67	-0.85	-1.01	-0.88

② RMSE (단위 : ℃)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.01	1.05	1.05	1.03	1.00	1.04	1.06	1.08	1.04	1.01	1.03	1.07	1.04
48H	1.39	1.45	1.49	1.48	1.40	1.44	1.33	1.38	1.34	1.29	1.36	1.37	1.39
72H	1.51	1.61	1.65	1.63	1.54	1.57	1.43	1.55	1.47	1.45	1.51	1.50	1.53
96H	1.57	1.71	1.72	1.68	1.60	1.63	1.53	1.68	1.55	1.55	1.57	1.57	1.61
120H	1.62	1.79	1.78	1.70	1.63	1.66	1.61	1.77	1.61	1.62	1.63	1.62	1.67
144H	1.68	1.86	1.84	1.73	1.66	1.67	1.68	1.80	1.63	1.67	1.69	1.67	1.72
168H	1.73	1.91	1.88	1.76	1.67	1.68	1.74	1.83	1.68	1.71	1.74	1.74	1.76
192H	1.76	1.97	1.91	1.78	1.69	1.71	1.79	1.84	1.74	1.76	1.78	1.79	1.79
216H	1.79	2.02	1.94	1.80	1.71	1.72	1.80	1.87	1.78	1.80	1.81	1.83	1.82
240H	1.82	2.09	1.96	1.80	1.71	1.70	1.84	1.89	1.81	1.82	1.81	1.89	1.84

③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	62.48	56.44	58.01	63.44	62.28	63.56	55.94	56.52	56.40	56.85	58.59	61.18	59.31
48H	76.55	70.87	71.70	75.82	75.52	76.39	62.00	63.02	63.22	63.43	65.39	67.43	69.28
72H	80.31	75.39	76.18	79.43	78.86	79.59	65.03	67.19	67.58	66.86	69.14	71.00	73.05
96H	81.93	77.75	78.07	80.85	80.42	80.90	67.18	69.75	70.22	69.19	71.39	73.40	75.09
120H	83.01	78.82	79.32	81.59	81.38	81.90	69.23	71.50	71.94	70.89	72.97	75.10	76.47
144H	83.75	79.88	80.19	82.44	82.38	82.60	70.96	72.86	73.25	72.48	74.57	76.48	77.65
168H	84.26	80.47	80.82	83.03	82.89	82.89	72.05	73.78	74.38	73.36	75.73	77.60	78.44
192H	84.81	80.97	81.46	83.40	83.39	83.49	73.05	74.40	75.01	74.26	76.62	78.77	79.14
216H	84.86	81.26	82.21	84.00	83.75	83.95	73.89	75.25	75.80	74.95	77.56	79.42	79.74
240H	85.10	81.51	82.79	84.21	83.97	84.28	74.65	75.91	76.22	75.37	78.42	80.06	80.21

④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.89	0.89	0.88	0.88	0.87	0.87	0.84	0.86	0.86	0.88	0.88	0.85	0.87
48H	0.79	0.78	0.78	0.76	0.76	0.76	0.74	0.77	0.77	0.80	0.80	0.77	0.77
72H	0.74	0.73	0.73	0.71	0.72	0.71	0.67	0.70	0.71	0.75	0.75	0.71	0.72
96H	0.71	0.69	0.71	0.68	0.69	0.68	0.62	0.65	0.66	0.71	0.71	0.67	0.68
120H	0.67	0.65	0.69	0.66	0.66	0.65	0.57	0.62	0.62	0.67	0.68	0.64	0.65
144H	0.64	0.62	0.66	0.64	0.63	0.62	0.53	0.59	0.60	0.64	0.64	0.61	0.62
168H	0.61	0.59	0.64	0.62	0.61	0.61	0.50	0.56	0.56	0.61	0.60	0.59	0.59
192H	0.59	0.57	0.62	0.60	0.59	0.58	0.48	0.55	0.52	0.57	0.57	0.56	0.57
216H	0.57	0.55	0.59	0.58	0.57	0.57	0.47	0.53	0.49	0.54	0.54	0.55	0.55
240H	0.55	0.53	0.57	0.57	0.56	0.57	0.44	0.51	0.46	0.51	0.52	0.51	0.52

## 나) 500 hPa 지위고도

### ① Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-6.13	-7.05	-6.89	-6.88	-5.93	-6.84	-5.08	-5.80	-4.94	-5.16	-5.44	-5.57	-5.98
48H	-10.63	-12.61	-11.87	-11.86	-10.32	-12.06	-9.50	-10.20	-9.02	-9.41	-10.44	-10.94	-10.74
72H	-13.68	-16.72	-14.93	-14.94	-12.98	-15.28	-12.07	-12.62	-11.06	-12.40	-13.60	-14.52	-13.73
96H	-16.89	-20.90	-17.78	-17.62	-15.59	-18.16	-14.52	-14.95	-12.73	-15.27	-15.98	-17.59	-16.50
120H	-19.55	-24.30	-20.07	-20.15	-18.30	-20.60	-16.16	-16.31	-13.81	-17.56	-18.01	-20.16	-18.75
144H	-22.09	-27.29	-21.99	-22.03	-20.04	-22.50	-17.27	-16.68	-14.63	-19.45	-19.39	-22.46	-20.49
168H	-24.33	-29.41	-22.83	-23.71	-21.43	-24.03	-18.09	-16.63	-15.54	-21.14	-20.48	-24.52	-21.84
192H	-26.07	-31.52	-23.41	-24.31	-22.35	-24.60	-18.41	-16.30	-16.11	-22.47	-21.14	-26.94	-22.80
216H	-27.20	-32.99	-23.92	-24.52	-23.16	-25.42	-18.63	-16.08	-16.28	-23.03	-21.67	-29.12	-23.50
240H	-27.32	-33.48	-24.42	-24.70	-24.27	-25.90	-18.83	-15.48	-16.43	-23.03	-21.93	-31.02	-23.90

### ② RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	10.58	10.87	10.59	10.15	9.02	10.03	9.02	10.05	8.69	8.40	8.32	9.42	9.60
48H	14.82	16.17	15.39	14.67	13.15	14.45	14.36	15.12	12.79	13.78	13.41	14.43	14.38
72H	17.85	20.01	18.86	18.58	16.74	18.41	17.69	18.49	15.82	17.60	17.59	18.67	18.03
96H	21.22	24.45	21.49	20.91	19.37	21.08	20.12	20.13	17.28	20.12	19.62	20.86	20.55
120H	24.43	28.58	24.98	24.02	22.23	23.77	22.92	22.08	19.02	22.54	21.96	23.73	23.36
144H	27.34	31.91	27.34	26.07	24.79	26.05	24.64	23.30	20.74	25.32	24.24	26.33	25.67
168H	29.11	34.00	28.56	27.50	26.10	27.47	25.70	24.16	22.08	26.61	25.49	28.73	27.13
192H	30.60	35.74	28.53	28.58	27.32	28.40	26.33	24.12	23.47	27.83	26.45	31.00	28.20
216H	31.52	37.48	29.55	29.38	28.38	29.26	27.09	24.56	23.91	28.59	26.96	33.28	29.16
240H	31.75	38.45	30.52	30.03	29.68	30.36	27.28	24.48	24.89	29.54	27.83	35.41	30.02

### ③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	56.64	55.06	53.33	59.27	57.61	55.05	42.43	42.25	43.08	44.27	43.00	44.25	49.69
48H	67.98	66.81	64.54	69.91	67.56	65.48	51.94	51.21	52.73	55.63	52.87	54.15	60.07
72H	72.70	71.38	69.64	74.77	71.89	70.54	58.18	57.86	59.88	62.74	59.25	60.97	65.82
96H	76.14	74.05	72.82	77.73	74.93	73.76	62.88	63.18	64.87	67.51	63.74	65.43	69.75
120H	78.90	76.68	76.06	80.01	77.49	76.18	67.26	67.35	68.95	71.49	67.78	68.99	73.09
144H	80.84	78.48	78.51	82.61	79.75	78.02	70.40	70.95	72.41	74.53	70.66	71.34	75.71
168H	82.30	80.04	80.63	84.99	81.37	79.35	73.40	73.06	75.65	77.01	73.94	74.42	78.01
192H	83.30	81.93	82.45	86.76	82.95	80.48	75.59	74.67	78.28	78.81	76.87	76.26	79.86
216H	84.01	83.59	83.92	88.73	84.29	81.82	77.88	76.42	80.25	80.82	78.70	77.72	81.51
240H	84.98	84.69	85.10	90.00	84.99	83.19	79.21	78.14	81.49	82.48	79.87	78.99	82.76

#### ④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.83	0.85	0.86	0.85	0.86	0.85	0.85	0.87	0.86	0.90	0.91	0.86	0.86
48H	0.75	0.76	0.80	0.79	0.79	0.82	0.71	0.75	0.77	0.76	0.83	0.76	0.77
72H	0.70	0.72	0.71	0.65	0.66	0.71	0.59	0.64	0.66	0.66	0.71	0.64	0.67
96H	0.62	0.61	0.69	0.64	0.61	0.69	0.56	0.66	0.67	0.64	0.70	0.68	0.65
120H	0.52	0.49	0.53	0.52	0.55	0.62	0.44	0.59	0.59	0.57	0.65	0.63	0.56
144H	0.44	0.41	0.44	0.45	0.47	0.58	0.39	0.51	0.53	0.49	0.56	0.57	0.49
168H	0.44	0.37	0.36	0.39	0.43	0.55	0.36	0.43	0.45	0.46	0.48	0.47	0.43
192H	0.41	0.35	0.39	0.31	0.38	0.49	0.34	0.43	0.39	0.44	0.43	0.43	0.40
216H	0.42	0.28	0.30	0.18	0.31	0.43	0.26	0.37	0.32	0.38	0.40	0.37	0.34
240H	0.40	0.23	0.23	0.13	0.28	0.36	0.21	0.35	0.25	0.32	0.35	0.32	0.29

다) 250 hPa 바람

#### ① Mean Error (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.02	-0.19	-0.12	-0.12	-0.06	0.08	0.54	0.77	0.65	0.71	0.62	0.74	0.30
48H	-0.16	-0.40	-0.36	-0.32	-0.29	0.16	0.57	0.82	0.73	0.59	0.59	0.71	0.22
72H	-0.38	-0.53	-0.33	-0.42	-0.40	0.40	0.87	1.18	1.11	0.65	0.79	0.66	0.30
96H	-0.55	-0.34	-0.25	-0.46	-0.35	0.81	1.30	1.44	1.46	0.86	1.01	0.76	0.47
120H	-0.60	-0.12	-0.09	-0.50	-0.23	1.15	1.76	1.61	1.77	1.11	1.13	0.78	0.65
144H	-0.65	0.02	-0.10	-0.56	-0.09	1.27	2.01	1.62	1.92	1.22	1.22	0.75	0.72
168H	-0.62	0.08	-0.11	-0.65	0.07	1.47	2.00	1.57	1.97	1.26	1.38	0.77	0.77
192H	-0.51	0.15	-0.15	-0.60	0.17	1.56	2.02	1.59	2.04	1.31	1.52	0.87	0.83
216H	-0.35	0.19	-0.22	-0.49	0.29	1.62	2.03	1.67	2.14	1.40	1.54	0.96	0.90
240H	-0.30	0.15	-0.26	-0.38	0.46	1.66	2.13	1.76	2.17	1.51	1.55	1.08	0.96

#### ② RMSE (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.39	6.57	6.08	5.89	5.71	5.48	6.16	6.07	5.50	5.78	5.40	5.71	5.89
48H	9.30	9.53	8.94	8.78	8.32	8.03	8.51	8.21	7.55	7.88	7.50	7.87	8.37
72H	10.98	11.39	10.78	10.44	10.03	9.43	9.91	9.72	8.93	9.36	9.14	9.36	9.96
96H	12.17	12.72	12.04	11.59	11.28	10.52	11.01	10.85	9.98	10.48	10.29	10.33	11.10
120H	13.10	13.55	12.93	12.47	12.13	11.47	11.99	11.88	10.70	11.33	11.11	11.12	11.98
144H	13.80	14.11	13.36	13.02	12.88	12.32	12.72	12.66	11.41	11.99	11.70	11.86	12.65
168H	14.25	14.55	13.63	13.38	13.53	13.03	13.20	13.22	12.03	12.43	12.39	12.54	13.18
192H	14.50	14.73	13.87	13.76	13.89	13.43	13.53	13.69	12.55	12.81	13.00	13.02	13.57
216H	14.73	14.87	14.15	14.10	14.26	13.74	13.73	13.98	12.83	13.25	13.42	13.35	13.87
240H	14.92	15.09	14.24	14.34	14.62	14.08	13.86	14.27	13.10	13.62	13.74	13.53	14.12

## 다. 남반구

### (1) 해면기압(MSLP)

#### ① Mean Error (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.43	-0.33	-0.29	-0.28	-0.20	-0.14	-0.15	-0.18	-0.23	-0.28	-0.26	-0.25	-0.25
48H	-0.50	-0.32	-0.30	-0.31	-0.16	-0.05	-0.08	-0.17	-0.27	-0.37	-0.39	-0.29	-0.27
72H	-0.43	-0.19	-0.28	-0.28	-0.12	0.05	0.00	-0.14	-0.23	-0.36	-0.40	-0.29	-0.22
96H	-0.35	-0.12	-0.25	-0.22	-0.10	0.13	0.10	-0.12	-0.21	-0.27	-0.32	-0.28	-0.17
120H	-0.23	0.02	-0.21	-0.08	0.00	0.26	0.22	-0.12	-0.22	-0.13	-0.23	-0.21	-0.08
144H	-0.11	0.19	-0.21	0.09	0.20	0.51	0.36	-0.05	-0.24	0.04	-0.08	-0.08	0.05
168H	-0.03	0.33	-0.23	0.25	0.48	0.70	0.57	0.08	-0.22	0.27	0.14	0.03	0.20
192H	0.00	0.45	-0.22	0.28	0.75	0.82	0.75	0.21	-0.18	0.52	0.30	0.07	0.31
216H	0.04	0.49	-0.22	0.31	1.00	1.04	0.94	0.34	-0.03	0.72	0.41	0.06	0.42
240H	0.15	0.53	-0.16	0.33	1.24	1.26	1.16	0.57	0.13	0.84	0.62	0.04	0.56

#### ② RMSE (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.75	2.86	2.89	2.99	3.10	3.29	3.65	4.08	3.54	3.13	2.88	2.57	3.14
48H	4.06	4.21	4.51	4.79	4.95	5.29	5.94	6.43	5.75	5.06	4.47	4.02	4.96
72H	5.19	5.39	5.85	6.57	6.52	7.08	7.75	8.57	7.64	6.71	5.75	5.37	6.53
96H	6.26	6.51	7.12	8.04	7.76	8.47	9.06	10.24	9.11	8.18	6.91	6.53	7.85
120H	7.22	7.29	8.10	9.21	9.06	9.80	10.50	11.49	10.43	9.51	7.81	7.52	8.99
144H	7.96	8.02	8.94	10.30	10.42	10.73	11.52	12.38	11.43	10.37	8.74	8.25	9.92
168H	8.45	8.75	9.67	11.22	11.42	11.71	12.25	12.92	12.25	11.14	9.62	8.94	10.69
192H	8.81	9.50	10.34	12.16	12.17	12.60	12.65	13.31	12.73	11.50	10.23	9.57	11.30
216H	9.23	10.24	10.57	12.59	12.74	13.17	13.15	13.56	13.34	11.80	10.31	9.71	11.70
240H	9.72	10.66	10.74	12.99	13.18	13.56	13.69	13.77	13.92	12.14	10.50	9.86	12.06

#### ③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	35.72	34.88	34.22	33.86	34.57	35.14	34.05	35.65	32.71	31.61	30.74	32.51	33.80
48H	48.18	47.97	47.60	47.59	48.37	49.10	47.04	49.23	45.08	43.54	41.23	44.08	46.58
72H	57.03	57.20	56.16	57.20	57.70	58.43	56.58	60.07	54.67	52.36	49.06	53.01	55.79
96H	63.53	64.07	62.63	64.55	63.74	64.13	62.57	67.60	61.15	59.04	55.53	59.52	62.34
120H	67.98	68.13	67.14	69.60	68.56	68.83	67.82	72.02	66.09	64.77	59.56	64.22	67.06
144H	71.48	70.92	70.33	73.34	72.87	72.33	70.88	74.26	69.39	67.90	63.40	68.22	70.44
168H	73.56	73.53	72.72	76.25	76.04	75.79	73.18	75.76	71.99	69.94	66.53	71.20	73.04
192H	74.95	75.72	74.59	78.85	77.89	78.63	75.37	77.03	73.82	71.22	68.63	74.02	75.06
216H	76.29	78.36	75.61	80.12	79.63	80.11	77.42	77.94	75.10	72.50	69.72	74.74	76.46
240H	77.35	79.42	76.37	80.79	81.06	80.55	78.82	78.76	77.18	73.88	70.87	75.51	77.55

## (2) 850 hPa 기온

### ① Mean Error (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.11	-0.14	-0.23	-0.35	-0.33	-0.36	-0.19	-0.15	-0.13	-0.08	-0.12	-0.04	-0.19
48H	-0.26	-0.30	-0.41	-0.59	-0.56	-0.62	-0.35	-0.24	-0.25	-0.15	-0.23	-0.14	-0.34
72H	-0.37	-0.41	-0.51	-0.70	-0.68	-0.77	-0.42	-0.28	-0.31	-0.21	-0.31	-0.19	-0.43
96H	-0.45	-0.50	-0.57	-0.76	-0.71	-0.87	-0.45	-0.33	-0.36	-0.25	-0.37	-0.21	-0.49
120H	-0.50	-0.58	-0.63	-0.79	-0.74	-0.94	-0.46	-0.36	-0.39	-0.27	-0.40	-0.21	-0.52
144H	-0.53	-0.63	-0.67	-0.80	-0.73	-0.97	-0.46	-0.36	-0.38	-0.28	-0.41	-0.22	-0.54
168H	-0.56	-0.66	-0.69	-0.83	-0.70	-0.98	-0.44	-0.37	-0.39	-0.31	-0.41	-0.22	-0.55
192H	-0.56	-0.68	-0.67	-0.83	-0.70	-1.00	-0.46	-0.34	-0.36	-0.32	-0.42	-0.23	-0.55
216H	-0.58	-0.68	-0.68	-0.82	-0.72	-1.03	-0.49	-0.32	-0.38	-0.32	-0.42	-0.22	-0.56
240H	-0.62	-0.67	-0.65	-0.82	-0.70	-1.04	-0.53	-0.31	-0.37	-0.31	-0.42	-0.20	-0.55

### ② RMSE (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.07	1.10	1.17	1.26	1.25	1.30	1.48	1.56	1.49	1.38	1.29	1.17	1.29
48H	1.72	1.79	1.90	2.07	2.09	2.20	2.29	2.47	2.31	2.13	1.90	1.70	2.05
72H	2.23	2.39	2.49	2.78	2.76	2.85	3.02	3.31	3.09	2.80	2.43	2.22	2.70
96H	2.67	2.85	2.99	3.40	3.29	3.37	3.59	4.04	3.71	3.35	2.83	2.67	3.23
120H	3.06	3.23	3.36	3.87	3.74	3.84	4.05	4.46	4.11	3.77	3.18	3.10	3.65
144H	3.32	3.48	3.72	4.27	4.10	4.21	4.36	4.71	4.46	4.06	3.49	3.40	3.97
168H	3.52	3.63	3.97	4.61	4.40	4.48	4.54	4.82	4.71	4.32	3.74	3.65	4.20
192H	3.70	3.76	4.14	4.85	4.73	4.77	4.78	4.96	4.90	4.54	3.96	3.85	4.41
216H	3.86	4.01	4.25	4.90	4.95	5.04	5.02	5.08	4.98	4.68	4.12	4.02	4.58
240H	3.98	4.20	4.34	4.88	5.07	5.27	5.16	5.17	5.16	4.76	4.22	4.11	4.69

### ③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	46.32	41.54	44.15	49.29	49.04	50.23	40.07	39.85	39.03	36.90	37.17	36.64	42.52
48H	60.99	56.90	59.01	63.05	63.60	64.63	51.18	51.64	49.76	47.41	46.51	45.65	55.03
72H	67.53	64.82	66.16	69.88	70.18	70.81	59.06	59.35	57.48	54.45	52.79	52.61	62.09
96H	71.80	69.44	70.29	74.20	74.04	74.01	63.44	65.02	62.57	59.63	57.29	57.65	66.61
120H	74.75	72.29	73.00	77.06	76.37	76.52	66.57	68.06	65.53	63.41	60.47	61.81	69.65
144H	76.23	73.84	75.43	78.54	78.42	77.99	68.95	69.96	68.21	65.80	62.95	64.26	71.72
168H	77.61	75.32	77.02	80.05	79.73	79.19	69.57	70.56	69.68	67.23	65.03	66.54	73.13
192H	78.97	76.36	78.16	81.50	80.90	80.49	71.09	71.43	70.96	67.95	66.81	68.60	74.43
216H	79.69	77.76	78.69	81.83	81.74	81.20	72.66	72.08	70.83	68.66	67.94	69.60	75.22
240H	80.22	78.67	78.78	81.63	82.21	81.89	73.56	72.53	71.37	69.42	68.68	70.54	75.79

④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
24H	0.95	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.94	0.95
48H	0.87	0.84	0.88	0.90	0.91	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.89
72H	0.79	0.71	0.79	0.81	0.84	0.82	0.78	0.77	0.77	0.75	0.77	0.81
96H	0.69	0.59	0.71	0.71	0.77	0.74	0.68	0.65	0.67	0.64	0.68	0.72
120H	0.59	0.48	0.63	0.63	0.70	0.66	0.59	0.57	0.59	0.53	0.60	0.63
144H	0.52	0.40	0.55	0.56	0.63	0.60	0.53	0.51	0.51	0.45	0.51	0.56
168H	0.47	0.35	0.50	0.49	0.56	0.54	0.48	0.48	0.45	0.38	0.44	0.49
192H	0.41	0.31	0.45	0.44	0.49	0.49	0.42	0.44	0.41	0.32	0.37	0.43
216H	0.36	0.22	0.43	0.43	0.45	0.43	0.36	0.42	0.39	0.26	0.30	0.38
240H	0.32	0.15	0.41	0.45	0.42	0.38	0.32	0.40	0.33	0.22	0.26	0.36

(3) 500 hPa 지위고도

① Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-5.32	-4.62	-4.89	-5.94	-4.99	-5.12	-3.16	-3.34	-3.08	-3.02	-2.73	-1.81	-4.00
48H	-8.84	-7.91	-8.20	-9.99	-8.29	-8.27	-5.15	-5.42	-5.63	-5.76	-5.84	-3.98	-6.94
72H	-10.44	-9.46	-9.98	-11.75	-9.80	-10.22	-5.75	-6.24	-6.37	-6.94	-7.20	-4.88	-8.25
96H	-11.78	-11.05	-11.30	-12.56	-10.72	-11.92	-6.20	-7.18	-7.15	-7.49	-7.60	-5.26	-9.18
120H	-12.64	-12.04	-12.50	-12.63	-10.62	-12.91	-6.01	-7.99	-7.93	-7.36	-7.91	-5.17	-9.64
144H	-13.30	-12.27	-13.56	-12.16	-9.49	-12.32	-5.42	-7.95	-8.43	-6.72	-7.42	-4.76	-9.48
168H	-14.14	-12.33	-14.50	-11.64	-7.87	-11.69	-4.48	-7.63	-8.97	-5.78	-6.37	-4.73	-9.18
192H	-14.87	-12.28	-14.99	-11.63	-6.54	-11.36	-3.79	-7.04	-9.57	-4.78	-5.95	-5.06	-8.99
216H	-15.55	-12.75	-15.71	-11.63	-5.09	-10.54	-3.40	-6.11	-9.27	-3.77	-5.99	-5.53	-8.78
240H	-16.00	-12.82	-15.71	-11.93	-3.41	-9.18	-2.77	-4.87	-8.16	-3.47	-5.02	-6.02	-8.28

② RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	24.24	24.26	25.72	25.96	25.58	28.12	29.37	33.67	28.81	25.68	24.57	22.29	26.52
48H	40.41	40.04	43.70	46.51	45.28	49.85	53.45	60.22	52.19	46.20	42.39	37.91	46.51
72H	54.81	55.14	59.93	68.39	64.65	69.98	74.33	84.43	74.34	65.51	59.28	53.23	65.33
96H	68.10	69.28	75.57	88.79	81.18	85.61	91.73	103.79	92.40	82.94	73.87	67.65	81.74
120H	80.87	81.76	88.55	104.33	95.79	101.64	108.38	119.07	106.20	97.20	85.73	81.52	95.92
144H	90.92	90.43	99.45	119.12	111.39	114.78	121.64	129.75	116.72	107.45	96.95	92.92	107.63
168H	97.77	97.68	108.90	132.83	125.28	124.11	130.45	137.05	127.16	116.77	107.46	102.52	117.33
192H	102.54	105.97	115.61	143.44	135.82	133.60	137.59	143.20	135.54	123.07	115.70	110.22	125.19
216H	107.50	115.26	119.42	147.74	144.48	142.26	144.89	146.67	142.18	126.73	119.29	115.71	131.01
240H	112.63	121.31	124.39	150.29	151.52	148.83	150.71	148.88	149.06	131.59	121.70	118.53	135.79

③ S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	23.45	23.22	23.67	24.22	22.67	23.83	20.91	22.19	21.06	19.95	19.81	20.20	22.10
48H	36.70	36.59	36.97	37.66	36.07	37.76	33.92	36.19	34.19	32.23	31.05	31.96	35.11
72H	46.36	46.32	46.28	47.83	45.48	47.14	43.63	47.34	44.25	41.76	39.84	41.35	44.80
96H	53.54	53.32	53.27	56.12	52.19	53.12	50.41	55.28	51.30	49.11	46.71	48.65	51.92
120H	59.15	58.69	59.11	61.74	57.28	58.36	55.95	60.69	56.10	54.92	51.53	54.49	57.33
144H	63.05	62.16	63.17	66.23	62.18	62.32	59.87	63.20	59.88	58.60	55.75	59.09	61.29
168H	65.79	64.87	66.87	70.15	66.24	65.82	62.66	65.10	62.97	60.88	59.51	62.76	64.47
192H	67.41	67.33	68.80	73.27	68.77	68.97	64.84	66.82	65.27	62.13	62.46	65.75	66.82
216H	68.95	70.09	69.42	74.52	71.37	71.27	67.46	67.94	66.18	63.49	64.03	67.36	68.51
240H	70.58	72.07	70.58	74.77	73.36	72.64	69.04	69.05	67.86	65.09	65.43	68.20	69.89

④ AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.96	0.95	0.96	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
48H	0.90	0.88	0.89	0.90	0.93	0.90	0.90	0.88	0.90	0.91	0.92	0.90	0.90
72H	0.80	0.77	0.79	0.79	0.85	0.81	0.80	0.75	0.80	0.81	0.83	0.81	0.80
96H	0.69	0.64	0.67	0.65	0.77	0.70	0.70	0.60	0.69	0.70	0.74	0.70	0.69
120H	0.55	0.50	0.53	0.52	0.67	0.58	0.58	0.46	0.60	0.58	0.65	0.58	0.57
144H	0.44	0.39	0.42	0.38	0.55	0.46	0.47	0.35	0.51	0.49	0.54	0.46	0.46
168H	0.36	0.29	0.31	0.25	0.43	0.38	0.39	0.28	0.41	0.40	0.43	0.36	0.36
192H	0.31	0.19	0.23	0.14	0.33	0.29	0.32	0.22	0.31	0.34	0.34	0.27	0.27
216H	0.26	0.08	0.20	0.08	0.25	0.21	0.24	0.19	0.24	0.30	0.28	0.21	0.21
240H	0.20	0.01	0.15	0.06	0.19	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.23	0.19	0.16

(4) 250 hPa 바람

① Mean Error (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.11	-0.33	-0.21	-0.14	-0.18	-0.42	0.36	0.43	0.40	0.31	0.53	0.40	0.09
48H	-0.17	-0.50	-0.26	-0.31	-0.28	-0.68	0.11	0.27	0.27	0.14	0.38	0.31	-0.06
72H	-0.12	-0.55	-0.19	-0.33	-0.34	-0.75	-0.04	0.24	0.38	0.08	0.51	0.40	-0.06
96H	-0.01	-0.54	-0.11	-0.25	-0.42	-0.84	-0.14	0.17	0.47	0.08	0.54	0.47	-0.05
120H	0.12	-0.43	-0.10	-0.14	-0.50	-0.93	-0.05	0.08	0.42	0.09	0.44	0.49	-0.04
144H	0.26	-0.22	-0.03	0.08	-0.49	-0.88	0.17	-0.01	0.39	0.03	0.48	0.57	0.03
168H	0.32	-0.01	0.10	0.32	-0.49	-0.82	0.28	-0.14	0.45	0.14	0.48	0.62	0.10
192H	0.47	0.11	0.26	0.49	-0.45	-0.76	0.42	-0.14	0.65	0.27	0.50	0.65	0.21
216H	0.69	0.30	0.18	0.56	-0.31	-0.75	0.44	-0.07	0.78	0.22	0.47	0.61	0.26
240H	0.81	0.47	0.15	0.55	-0.22	-0.62	0.29	-0.03	0.89	0.10	0.40	0.53	0.28

## ② RMSE (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.39	6.34	6.85	7.19	6.79	7.20	7.30	7.58	7.26	6.89	7.05	6.53	6.95
48H	10.84	10.97	11.42	11.97	11.38	12.00	11.87	12.41	11.69	11.03	10.80	10.20	11.38
72H	14.45	15.03	15.25	16.04	15.23	15.71	15.77	16.91	15.62	14.64	14.27	13.62	15.21
96H	17.51	17.93	18.25	19.94	18.56	18.45	18.88	20.76	18.90	17.74	16.88	16.73	18.38
120H	19.94	19.96	20.95	22.50	21.02	21.14	21.62	23.54	20.94	20.14	18.92	19.29	20.83
144H	21.55	21.30	22.85	24.77	23.64	23.47	23.44	24.94	22.86	21.89	20.82	21.23	22.73
168H	22.66	22.18	24.50	26.89	25.69	25.11	24.73	25.95	24.66	23.19	22.52	22.89	24.25
192H	23.67	23.12	25.59	28.55	27.26	26.86	26.17	26.93	25.89	24.11	23.90	24.13	25.51
216H	24.55	24.68	25.88	29.29	28.84	28.25	27.25	27.36	26.16	24.64	24.65	25.05	26.38
240H	25.05	25.78	26.64	29.31	29.79	29.09	27.85	27.75	26.82	25.23	25.05	25.30	26.97

### 4.1.3. 관측 검증

- o 검증 모델: T426L40
- o 검증 변수: 지위고도, 온도, 바람
- o 검증 요소: Mean Error, RMSE, TREND
- o 검증 영역: 아시아 (25N ~ 65N, 60E ~ 145E)

가. 아시아

#### (1) 850 hPa 기온

##### ① Mean Error[°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.50	-0.20	-0.20	-0.40	-0.27	-0.33	-0.34	-0.08	-0.03	-0.24	-0.34	-0.20	-0.26
48H	-0.49	-0.05	-0.03	-0.46	-0.19	-0.20	-0.20	0.09	0.25	-0.11	-0.37	-0.26	-0.17
72H	-0.42	0.19	-0.06	-0.59	-0.14	-0.11	-0.21	0.15	0.40	0.03	-0.51	-0.32	-0.13
96H	-0.47	0.22	-0.25	-0.79	-0.33	-0.17	-0.20	0.36	0.38	-0.01	-0.66	-0.41	-0.19
120H	-0.49	-0.04	-0.60	-0.92	-0.54	-0.20	-0.12	0.55	0.41	-0.02	-0.81	-0.72	-0.29
144H	-0.63	0.11	-0.75	-1.29	-0.73	-0.22	-0.16	0.49	0.45	-0.04	-1.04	-0.97	-0.40
168H	-1.30	0.30	-1.08	-1.74	-0.64	-0.28	-0.23	0.25	0.62	-0.09	-1.16	-1.32	-0.56
192H	-2.12	0.42	-1.37	-2.10	-0.74	-0.32	-0.28	0.35	0.64	0.09	-1.17	-1.28	-0.66
216H	-2.61	0.45	-1.37	-2.29	-1.00	-0.23	-0.38	0.24	0.86	0.24	-1.06	-1.32	-0.71
240H	-2.86	0.38	-1.25	-2.53	-1.11	-0.34	-0.62	0.14	0.85	0.31	-1.05	-1.63	-0.81

## ② RMSE[°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.37	2.29	2.41	2.21	2.29	2.15	2.02	2.05	1.99	1.98	2.15	2.22	2.18
48H	2.96	2.93	2.85	2.52	2.88	2.50	2.30	2.40	2.33	2.45	2.58	2.75	2.62
72H	3.70	3.84	3.29	2.90	3.50	2.83	2.69	2.81	2.74	3.20	3.12	3.42	3.17
96H	4.35	4.64	3.82	3.58	3.92	3.25	3.17	3.17	3.18	3.88	3.72	4.05	3.73
120H	4.80	5.20	4.64	3.91	4.34	3.73	3.55	3.56	3.67	4.42	4.44	4.66	4.24
144H	5.53	5.72	5.35	4.46	4.79	4.11	3.82	3.80	4.29	4.62	5.11	5.17	4.73
168H	6.11	6.24	5.78	5.28	5.18	4.49	3.94	4.12	4.89	4.98	6.02	5.86	5.24
192H	6.60	6.73	6.05	5.81	5.53	4.62	4.05	4.40	5.58	5.62	6.49	6.17	5.64
216H	7.13	7.27	5.98	6.12	5.90	4.73	4.25	4.20	6.11	6.07	7.04	6.66	5.96
240H	7.26	7.69	6.14	6.44	6.08	4.93	4.36	4.15	5.87	6.38	7.23	7.12	6.14

## ③ TREND[무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.91	0.91	0.87	0.87	0.86	0.80	0.81	0.78	0.84	0.91	0.91	0.89	0.86
48H	0.90	0.91	0.88	0.89	0.88	0.84	0.83	0.81	0.87	0.92	0.91	0.89	0.88
72H	0.83	0.87	0.86	0.88	0.85	0.81	0.79	0.74	0.87	0.88	0.90	0.85	0.84
96H	0.76	0.79	0.86	0.83	0.82	0.78	0.74	0.70	0.83	0.80	0.86	0.83	0.80
120H	0.72	0.73	0.83	0.79	0.77	0.74	0.66	0.65	0.75	0.75	0.80	0.80	0.75
144H	0.69	0.72	0.79	0.75	0.71	0.69	0.60	0.57	0.62	0.76	0.78	0.80	0.71
168H	0.58	0.69	0.75	0.67	0.65	0.66	0.58	0.52	0.55	0.73	0.72	0.76	0.66
192H	0.52	0.66	0.74	0.66	0.60	0.62	0.57	0.45	0.48	0.64	0.66	0.72	0.61
216H	0.53	0.63	0.76	0.64	0.55	0.60	0.54	0.49	0.38	0.55	0.58	0.68	0.58
240H	0.53	0.62	0.75	0.59	0.52	0.59	0.54	0.49	0.37	0.53	0.51	0.64	0.56

## 나) 500 hPa 지위고도

### ① Mean Error[m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-3.06	-3.42	-2.70	-1.28	2.67	0.34	0.93	2.01	3.15	0.28	-0.31	-3.73	-0.43
48H	2.59	1.10	-0.03	-0.15	5.96	3.29	3.49	1.54	3.19	0.44	-0.75	-7.22	1.12
72H	5.86	0.32	-1.49	-1.34	9.20	4.34	3.18	-0.88	0.52	3.30	-4.00	-11.82	0.60
96H	3.64	-8.09	-6.61	-6.85	5.42	3.53	0.33	-1.63	-2.63	5.55	-7.18	-10.64	-2.10
120H	-3.88	-23.84	-11.55	-7.19	3.97	5.21	0.31	3.92	1.96	7.05	-5.38	-11.10	-3.38
144H	-10.09	-26.74	-13.13	-10.82	-0.58	1.06	-1.49	6.39	3.59	1.42	-10.53	-17.44	-6.53
168H	-18.81	-21.66	-16.96	-16.83	-1.84	-4.36	-4.35	2.96	5.41	1.94	-14.65	-28.34	-9.79
192H	-23.53	-14.79	-15.97	-20.07	-2.91	-12.04	-7.77	-4.69	6.37	6.82	-19.11	-31.88	-11.63
216H	-23.16	-8.37	-11.28	-19.29	-5.13	-14.63	-12.25	-9.47	13.35	8.19	-15.32	-31.58	-10.74
240H	-27.73	-12.19	-5.84	-24.38	-6.07	-18.02	-17.46	-7.25	12.35	2.73	-17.38	-36.59	-13.15

## ② RMSE[m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	24.91	21.77	18.16	16.08	16.59	13.92	12.13	12.30	13.46	15.69	16.68	19.17	16.74
48H	43.86	40.96	30.05	25.51	29.12	23.24	20.19	19.47	21.93	28.37	28.64	35.25	28.88
72H	60.74	57.15	42.06	35.16	41.92	33.70	29.03	28.12	30.98	46.40	43.00	53.24	41.79
96H	72.50	73.16	54.78	49.55	50.10	45.63	39.24	37.79	43.09	58.97	57.06	67.45	54.11
120H	82.41	84.57	71.21	60.92	64.14	55.95	46.73	48.05	58.26	70.01	70.21	80.87	66.11
144H	93.09	91.40	84.74	76.70	78.57	62.06	52.87	55.46	74.31	80.71	87.02	91.62	77.38
168H	100.58	106.21	97.40	91.75	85.62	68.78	56.57	62.22	87.16	95.18	102.05	107.96	88.46
192H	116.98	124.91	103.43	102.94	90.89	75.02	60.26	65.40	97.67	107.46	114.87	118.74	98.21
216H	119.62	130.17	109.96	106.38	96.37	77.09	64.15	64.47	105.14	111.88	123.37	129.64	103.19
240H	128.68	134.08	117.21	115.09	99.83	81.01	68.96	64.79	104.69	116.70	130.64	136.34	108.17

## ③ TREND[무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.95	0.96	0.96	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.96	0.96	0.97	0.96	0.95
48H	0.92	0.94	0.95	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.96	0.95	0.96	0.94	0.94
72H	0.86	0.90	0.91	0.93	0.92	0.90	0.88	0.88	0.94	0.90	0.92	0.89	0.90
96H	0.82	0.82	0.88	0.88	0.90	0.82	0.79	0.81	0.88	0.87	0.87	0.85	0.85
120H	0.77	0.78	0.85	0.85	0.84	0.77	0.72	0.74	0.75	0.84	0.79	0.83	0.79
144H	0.71	0.77	0.81	0.77	0.75	0.75	0.66	0.67	0.60	0.81	0.74	0.80	0.74
168H	0.63	0.72	0.76	0.69	0.71	0.71	0.64	0.59	0.52	0.75	0.72	0.72	0.68
192H	0.48	0.67	0.74	0.65	0.67	0.65	0.60	0.53	0.43	0.65	0.67	0.65	0.62
216H	0.50	0.66	0.72	0.57	0.62	0.65	0.59	0.55	0.37	0.64	0.60	0.58	0.59
240H	0.48	0.68	0.69	0.50	0.59	0.64	0.58	0.52	0.37	0.64	0.51	0.57	0.56

## 다) 250 hPa 바람

### ① Mean Error[ms<sup>-1</sup>]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.97	-1.23	-0.38	-0.31	-1.10	-0.95	-0.66	-0.80	-1.04	-0.87	-0.85	-0.51	-0.81
48H	-1.54	-1.04	-0.43	-0.56	-1.35	-1.35	-1.02	-1.00	-1.42	-0.82	-1.14	-0.71	-1.03
72H	-1.26	-0.91	-0.61	-0.90	-1.40	-1.45	-1.05	-0.87	-1.50	-0.65	-1.20	-0.54	-1.03
96H	-0.66	-1.04	-0.55	-1.02	-1.62	-1.57	-1.24	-1.36	-1.71	-1.03	-0.88	-0.58	-1.10
120H	-0.47	-1.46	-0.86	-1.05	-1.61	-1.50	-1.14	-1.39	-1.66	-0.77	-0.74	-0.66	-1.11
144H	-0.33	-2.98	-1.06	-1.30	-1.86	-1.66	-1.08	-1.06	-1.65	-1.46	-0.31	-0.74	-1.29
168H	0.23	-3.71	-1.02	-1.19	-1.89	-1.37	-0.98	-1.21	-1.74	-1.44	-0.31	-1.22	-1.32
192H	-0.03	-3.86	-0.76	-1.06	-1.50	-1.19	-0.74	-1.02	-2.24	-1.53	0.08	-0.96	-1.23
216H	0.16	-4.17	-0.12	-1.52	-1.15	-1.00	-0.48	-1.18	-2.92	-2.22	-0.28	-0.04	-1.24
240H	0.41	-4.37	-0.21	-0.98	-0.55	-0.16	-0.26	-1.19	-2.94	-2.51	-0.07	0.38	-1.04

② RMSE [ms<sup>-1</sup>]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	9.84	10.02	8.22	7.86	8.65	8.23	7.15	7.16	7.46	7.78	8.13	8.04	8.21
48H	14.51	14.59	11.36	10.38	12.03	11.52	10.16	10.05	10.72	11.36	12.03	11.88	11.72
72H	18.14	18.20	13.92	13.05	14.80	14.55	13.04	12.61	13.46	15.22	15.45	15.82	14.86
96H	21.48	21.14	17.34	15.99	17.66	18.10	15.68	15.10	16.90	18.97	18.69	19.14	18.02
120H	24.07	22.90	19.96	18.78	20.86	20.85	18.24	17.60	20.75	22.04	21.01	21.90	20.75
144H	25.65	24.14	22.97	21.95	23.81	22.65	18.96	19.21	22.91	23.16	24.23	23.58	22.77
168H	26.86	26.35	24.27	25.35	25.53	24.07	20.16	20.68	24.55	25.80	26.70	26.07	24.70
192H	28.15	29.38	25.49	28.52	26.53	25.62	20.27	21.90	26.21	29.00	29.60	28.20	26.57
216H	28.89	30.54	26.91	28.83	27.03	25.58	20.82	22.06	27.60	29.38	30.92	30.14	27.39
240H	31.74	31.39	28.63	29.29	27.67	26.03	21.36	21.51	27.95	29.98	33.22	31.12	28.32

#### 4.1.4. 강수 검증

- o 검증 모델: T426L40
- o 검증 변수: 강수
- o 검증 요소: Bias Score(BS), Threat Score(TS)
- o 검증 영역: 남한 6개 지점 (서울, 부산, 광주, 강릉, 대전, 제주)

가. Bias Score (Rain or Not, 무차원, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.26	1.15	3.05	1.31	2.05	1.62	1.03	1.57	2.55	3.82	1.87	3.17	2.12
48H	2.51	1.32	3.11	1.27	2.26	1.86	1.03	1.29	2.96	3.64	2.17	2.83	2.19
72H	2.46	1.71	2.97	1.30	2.25	1.89	0.93	1.41	2.60	4.18	1.72	2.65	2.17
96H	2.13	1.61	2.87	1.82	2.16	1.80	1.05	1.49	2.49	4.50	1.83	2.83	2.21
120H	1.82	1.71	3.16	1.84	2.37	2.07	1.08	1.54	2.32	3.79	2.28	2.72	2.22
144H	2.18	1.49	2.66	1.34	2.02	1.93	1.06	1.54	2.89	4.00	2.38	2.25	2.15
168H	2.21	1.49	2.89	1.45	2.30	1.93	0.99	1.29	2.60	4.36	2.02	2.33	2.15
192H	2.31	1.90	2.21	1.78	2.18	1.75	0.89	1.37	2.30	4.50	2.34	2.55	2.17
216H	2.00	1.34	2.34	1.67	2.21	1.89	0.76	1.46	2.28	4.61	2.43	2.45	2.12
240H	2.31	0.98	2.45	1.51	2.16	1.57	0.68	1.36	2.77	4.18	2.04	2.72	2.06

나. Threat Score (Rain or Not, 무차원, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.30	0.26	0.22	0.18	0.25	0.20	0.39	0.29	0.22	0.12	0.14	0.18	0.23
48H	0.25	0.27	0.18	0.20	0.31	0.26	0.42	0.32	0.25	0.17	0.16	0.21	0.25
72H	0.26	0.21	0.16	0.27	0.28	0.22	0.39	0.32	0.17	0.18	0.16	0.19	0.23
96H	0.23	0.29	0.19	0.35	0.29	0.23	0.45	0.30	0.20	0.15	0.19	0.21	0.26
120H	0.20	0.31	0.18	0.26	0.30	0.26	0.47	0.33	0.26	0.12	0.21	0.20	0.26
144H	0.19	0.13	0.19	0.25	0.22	0.26	0.43	0.24	0.25	0.23	0.16	0.19	0.23
168H	0.21	0.20	0.18	0.28	0.28	0.23	0.44	0.27	0.18	0.18	0.22	0.17	0.24
192H	0.13	0.24	0.11	0.36	0.26	0.21	0.41	0.34	0.26	0.14	0.16	0.20	0.24
216H	0.14	0.16	0.12	0.31	0.30	0.26	0.30	0.26	0.23	0.15	0.23	0.16	0.22
240H	0.21	0.12	0.21	0.28	0.31	0.24	0.36	0.23	0.24	0.11	0.25	0.27	0.24

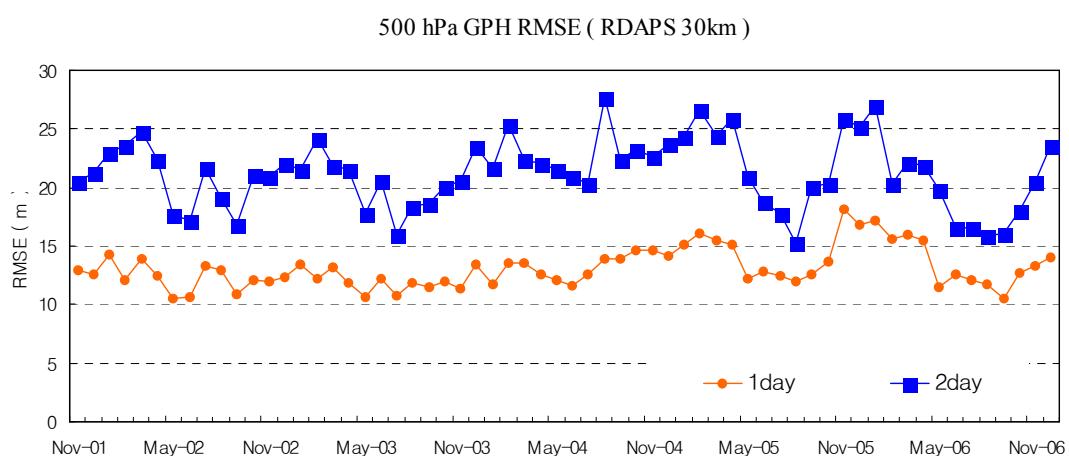
## 4. 2. 지역예보 모델

### 4.2.1 성능 변화 추세

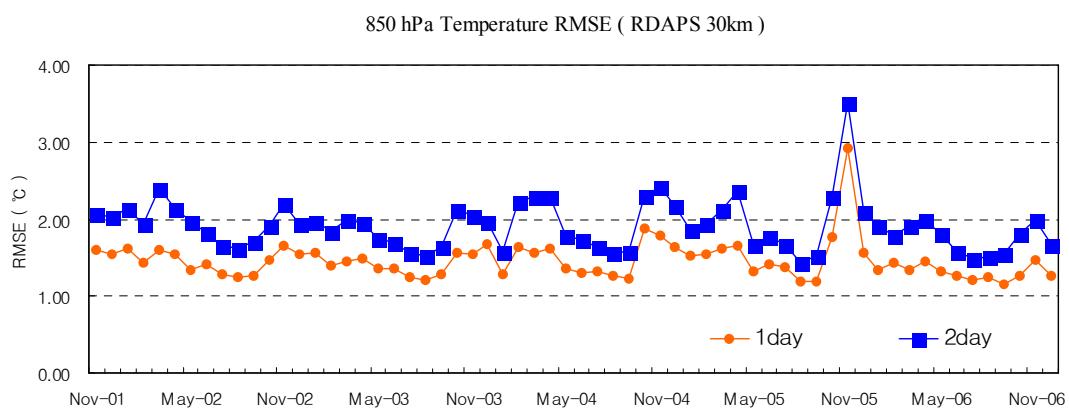
◎ 검증 방법 :

- 지역모델 분석장 검증 : 2001년 11월 ~ 2005년 11월
- 영역확장 지역모델 초기장 검증 : 2005년 12월 ~ 현재

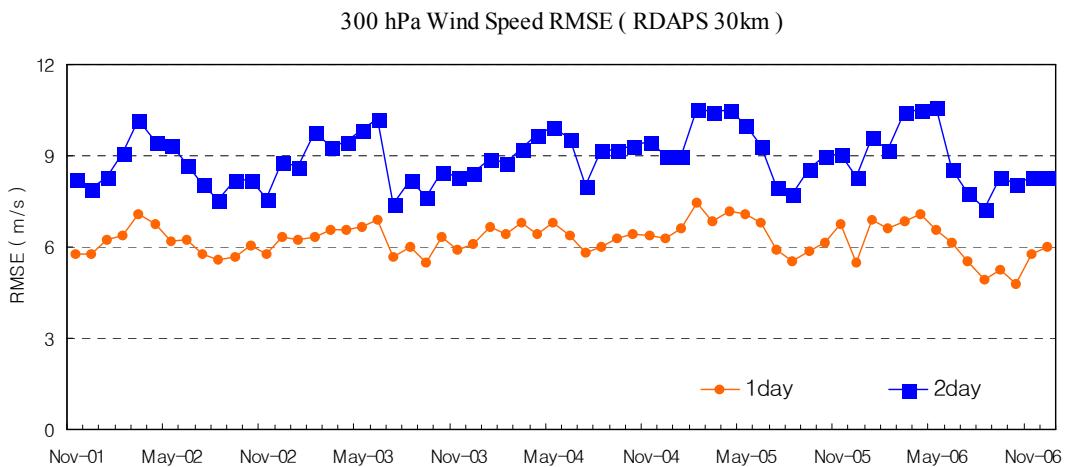
가. 500hPa 고도장의 RMSE



나. 850hPa 기온의 RMSE



다. 300hPa 바람의 RMSE



4.2.2. 초기장 검증 ( RDAPS 30km )

- o 검증 모델 : 영역확장 지역모델
- o 검증 자료: 초기장
- o 검증 변수: 고도, 온도, 바람
- o 검증 요소: 평균 오차, RMSE, S1 score
- o 검증 영역: 동아시아 영역

가. Mean Error ( 2006년 )

① 850hPa 온도 ( C )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	0.08	-0.11	-0.16	-0.06	-0.08	-0.18	-0.23	-0.37	-0.13	-0.27	-0.24	0.04	-0.14
24H	0.18	-0.15	-0.27	-0.16	-0.19	-0.31	-0.27	-0.52	-0.23	-0.55	-0.51	0.06	-0.24
36H	0.30	-0.15	-0.38	-0.25	-0.24	-0.41	-0.31	-0.57	-0.31	-0.74	-0.71	0.07	-0.31
48H	0.52	-0.07	-0.48	-0.33	-0.27	-0.47	-0.28	-0.61	-0.38	-0.91	-0.88	0.13	-0.34
60H	0.63	-0.03	-0.66	-0.46	-0.32	-0.47	-0.24	-0.66	-0.45	-1.05	-0.96	0.14	-0.38

② 500hPa 고도 ( m )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	6.21	6.08	7.75	8.57	8.39	10.65	11.64	9.89	7.27	8.32	6.80	5.27	8.07
24H	11.07	10.54	10.70	8.53	4.97	7.00	6.89	7.13	3.70	8.43	6.00	9.06	7.84
36H	10.71	9.56	9.40	7.70	2.35	3.45	4.61	5.56	0.80	8.27	3.30	9.85	6.29
48H	9.89	9.18	7.79	5.68	-1.56	0.43	1.32	4.23	-1.13	7.10	1.22	12.58	4.73
60H	5.38	6.23	5.05	4.14	-6.03	-3.12	-3.32	2.49	-2.61	5.52	0.94	14.43	2.42

③ 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	-0.87	-0.75	-0.68	-0.53	-0.46	-0.02	0.00	0.01	-0.10	-0.33	-0.46	-0.62	-0.40
24H	-1.87	-1.41	-1.57	-1.34	-0.65	-0.44	0.10	-0.06	-0.36	-0.64	-0.77	-1.32	-0.86
36H	-2.22	-1.56	-2.03	-1.53	-0.62	-0.41	0.12	-0.02	-0.58	-0.72	-0.88	-1.36	-0.99
48H	-2.30	-1.47	-2.26	-1.58	-0.68	-0.50	0.18	0.12	-0.55	-0.74	-0.86	-1.08	-0.98
60H	-2.16	-1.13	-2.32	-1.37	-0.60	-0.39	0.29	0.15	-0.35	-0.52	-0.36	-0.57	-0.78

나. RMSE ( 2006년 )

① 850hPa 온도 ( C )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	0.99	1.07	1.00	1.12	1.01	0.97	1.02	1.01	0.88	0.91	1.03	1.01	1.00
24H	1.34	1.44	1.34	1.45	1.32	1.26	1.21	1.25	1.15	1.27	1.47	1.26	1.31
36H	1.63	1.66	1.63	1.72	1.59	1.47	1.38	1.41	1.37	1.56	1.77	1.46	1.55
48H	1.92	1.79	1.92	1.99	1.81	1.58	1.48	1.50	1.55	1.81	2.00	1.68	1.75
60H	2.14	1.98	2.20	2.30	2.03	1.68	1.61	1.62	1.73	2.05	2.18	1.86	1.95

② 500hPa 고도 ( m )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	10.45	10.62	11.82	12.71	11.35	13.23	13.56	11.46	9.98	10.40	10.60	9.41	11.30
24H	17.14	15.63	15.97	15.43	11.52	12.56	12.12	11.71	10.53	12.70	13.29	14.05	13.55
36H	22.51	18.42	18.53	19.10	15.03	13.66	14.12	13.34	13.21	15.29	16.59	18.10	16.49
48H	27.02	20.37	22.17	21.90	19.88	16.59	16.59	15.80	16.04	17.98	20.44	23.59	19.86
60H	30.42	21.84	25.44	25.72	24.96	19.92	19.67	18.68	18.81	21.06	24.03	28.50	23.25

③ 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	4.08	4.05	4.20	4.88	4.38	4.43	4.07	3.39	3.51	3.33	3.75	3.83	3.99
24H	6.89	6.59	6.84	7.09	6.56	6.14	5.53	4.90	5.27	4.80	5.76	5.99	6.03
36H	8.54	8.16	8.62	8.83	8.56	7.51	6.70	6.17	6.83	6.39	7.04	7.21	7.55
48H	9.61	9.17	10.43	10.50	10.58	8.59	7.79	7.25	8.32	8.05	8.31	8.30	8.91
60H	10.85	10.05	11.49	11.59	11.89	9.40	8.85	8.19	9.55	9.49	9.66	9.70	10.06

다. S1 score ( 단위 : 무차원, 2006년 )

### ① 850hPa 온도

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	47.09	45.34	47.62	52.24	57.23	62.33	67.80	68.17	60.08	55.42	50.14	47.06	55.04
24H	52.32	50.44	54.03	59.85	65.77	71.47	75.76	77.72	67.87	63.27	56.99	52.23	62.31
36H	54.94	53.14	57.01	63.92	70.40	75.81	79.18	81.52	72.28	67.56	60.03	54.91	65.89
48H	56.62	54.12	59.70	66.72	73.53	78.31	81.71	83.95	74.48	70.54	61.30	56.81	68.15
60H	57.90	55.35	61.57	69.42	76.08	79.42	83.90	85.57	76.01	72.63	62.05	58.36	69.86

### ② 500hPa 고도

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12H	12.18	11.61	13.13	16.26	19.82	21.77	26.22	28.67	22.64	17.75	13.56	12.05	17.97
24H	16.38	14.65	16.54	20.18	24.68	26.75	32.53	36.66	28.65	22.05	17.36	15.20	22.64
36H	20.69	17.70	19.55	23.70	29.67	30.51	37.60	42.55	33.79	25.87	20.33	18.45	26.70
48H	23.23	19.37	22.74	26.84	34.37	33.62	42.02	48.42	37.88	30.16	22.81	21.23	30.22
60H	25.22	21.18	25.08	29.02	38.20	36.47	45.36	53.55	41.14	34.15	24.95	23.88	33.18

### 4.2.3. 관측 검증 ( RDAPS 30km )

- o 검증 모델 : 영역확장 지역모델
- o 검증 변수: 고도, 온도, 바람
- o 검증 요소: 평균 오차, RMSE
- o 검증 영역: 동아시아 영역

#### 가. Mean Error ( 2006년 )

##### ① 850hPa 온도 ( C )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	0.42	0.27	-0.18	-0.20	-0.15	-0.10	-0.21	-0.34	-0.36	-0.53	-0.50	0.11	-0.15
24H	0.58	0.32	-0.26	-0.23	-0.15	-0.10	-0.15	-0.34	-0.51	-0.82	-0.79	0.13	-0.19
36H	0.70	0.34	-0.39	-0.30	-0.22	-0.16	-0.20	-0.40	-0.64	-1.02	-0.96	0.11	-0.26
48H	0.80	0.38	-0.54	-0.42	-0.28	-0.23	-0.21	-0.50	-0.82	-1.21	-1.13	0.12	-0.34
60H	0.77	0.38	-0.75	-0.57	-0.35	-0.25	-0.22	-0.60	-0.95	-1.40	-1.23	0.10	-0.42

##### ② 500hPa 고도 ( m )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	6.09	8.59	7.13	7.08	4.24	2.62	-0.76	-1.28	-2.77	3.44	3.81	3.49	3.47
24H	9.83	13.56	9.95	7.48	1.85	-0.69	-4.96	-3.38	-5.35	4.71	4.28	7.39	3.72
36H	7.41	12.26	8.15	6.38	0.12	-2.84	-6.85	-4.15	-7.42	5.22	2.55	7.40	2.35
48H	4.97	11.68	5.69	4.20	-2.93	-5.16	-9.27	-4.82	-9.27	4.41	0.42	8.53	0.70
60H	-0.57	8.85	3.05	2.38	-6.17	-8.03	-12.70	-6.12	-10.34	3.64	-0.91	9.07	-1.49

③ 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	-1.50	-1.23	-1.19	-1.18	-0.97	-0.97	-0.71	-0.75	-0.92	-0.85	-1.24	-1.05	-1.05
24H	-2.11	-1.86	-1.91	-1.81	-1.35	-1.11	-0.62	-0.78	-1.14	-1.25	-1.65	-1.72	-1.44
36H	-2.23	-2.08	-2.18	-1.98	-1.42	-1.23	-0.65	-0.85	-1.22	-1.46	-1.74	-1.82	-1.57
48H	-2.21	-2.14	-2.38	-1.99	-1.53	-1.34	-0.59	-0.81	-1.40	-1.67	-1.73	-1.71	-1.63
60H	-2.04	-2.01	-2.48	-1.90	-1.44	-1.34	-0.44	-0.81	-1.40	-1.61	-1.33	-1.49	-1.53

나. RMSE ( 2006년 )

① 850hPa 온도 ( C )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	1.86	1.97	1.67	1.76	1.74	1.62	1.67	1.61	1.56	1.66	1.84	1.68	1.72
24H	2.09	2.17	1.88	1.94	1.93	1.86	1.85	1.79	1.73	1.90	2.15	1.82	1.93
36H	2.32	2.35	2.15	2.20	2.17	2.06	2.02	1.95	1.97	2.19	2.42	1.98	2.15
48H	2.55	2.53	2.38	2.43	2.42	2.18	2.15	2.05	2.19	2.47	2.67	2.15	2.35
60H	2.74	2.71	2.58	2.73	2.68	2.28	2.25	2.19	2.40	2.78	2.85	2.34	2.54

② 500hPa 고도 ( m )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	18.27	19.39	17.56	16.86	15.77	14.53	14.81	13.58	13.52	14.09	16.36	16.62	15.95
24H	23.27	23.95	20.99	19.24	16.99	15.64	17.27	15.85	15.86	16.36	19.47	20.01	18.74
36H	26.76	25.94	23.00	21.85	19.94	17.57	19.84	17.72	18.66	18.86	22.71	22.92	21.31
48H	30.37	27.64	25.70	24.66	24.75	20.44	23.19	20.43	21.19	22.27	26.64	26.61	24.49
60H	33.84	28.61	28.25	28.48	29.50	24.13	27.22	23.32	24.09	26.00	30.56	30.38	27.86

③ 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave
12H	5.42	4.89	5.11	5.33	4.81	4.92	4.41	3.91	4.15	4.20	4.63	4.62	4.70
24H	6.70	6.09	6.46	6.44	5.93	5.76	5.08	4.59	4.89	5.09	5.73	5.85	5.72
36H	7.60	7.10	7.55	7.42	6.99	6.51	5.75	5.31	5.79	6.17	6.53	6.79	6.63
48H	8.24	7.75	8.52	8.44	8.08	7.02	6.41	5.92	6.55	7.29	7.25	7.46	7.41
60H	8.89	8.33	9.26	9.20	8.86	7.51	7.00	6.46	7.16	8.17	8.02	8.14	8.08

#### 4.2.4. 강수 검증

- o 검증 모델 : 영역확장 지역모델
- o 검증 요소: Threat Score(TS), Bias Score(BS)
- o 검증 영역: 남한

가. Bias Score (BS, 무차원, 2006년)

1) Rain or Not – 30km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	1.57	1.16	0.84	0.87	1.01	0.93	0.92	1.05	0.82	1.42	1.53	1.43	1.13
24hr	2.09	1.55	1.57	1.24	1.09	1.13	1.15	1.46	1.28	1.94	1.88	1.93	1.53
36hr	2.25	1.57	2.06	1.36	1.09	1.37	1.19	1.68	1.26	2.62	2.05	2.08	1.71
48hr	2.80	1.60	2.24	1.38	1.16	1.43	1.26	1.67	1.27	2.82	1.86	2.04	1.80
60hr	3.07	1.55	2.15	1.43	1.31	1.43	1.22	1.64	1.27	2.97	1.81	1.76	1.80

2) Rain or Not – 10km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	1.99	1.26	1.55	1.02	1.08	1.18	0.87	0.88	1.25	1.77	1.63	1.81	1.36
24hr	1.94	1.45	1.68	1.23	1.13	1.27	1.10	1.34	1.39	2.16	1.86	1.82	1.53

3) Rain or Not – 05km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	2.04	1.22	1.55	0.91	0.98	0.82	0.56	0.45	0.95	1.12	1.43	1.83	1.16
24hr	1.93	1.40	1.60	1.11	1.04	0.95	0.72	0.54	1.03	1.27	1.69	1.91	1.27

나. Threat Score (TS, 무차원, 2006년)

1) Rain or Not – 30km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	0.44	0.56	0.39	0.49	0.63	0.52	0.61	0.32	0.48	0.38	0.46	0.54	0.49
24hr	0.36	0.54	0.47	0.53	0.61	0.56	0.62	0.38	0.48	0.30	0.43	0.46	0.48
36hr	0.33	0.49	0.38	0.50	0.57	0.52	0.61	0.37	0.45	0.23	0.39	0.42	0.44
48hr	0.29	0.50	0.33	0.45	0.54	0.50	0.55	0.36	0.43	0.21	0.38	0.42	0.41
60hr	0.26	0.52	0.28	0.40	0.48	0.43	0.51	0.31	0.39	0.23	0.37	0.31	0.38

2) Rain or Not – 10km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	0.32	0.51	0.48	0.56	0.56	0.56	0.50	0.29	0.45	0.30	0.46	0.43	0.45
24hr	0.30	0.53	0.46	0.56	0.58	0.55	0.55	0.33	0.45	0.28	0.42	0.42	0.45

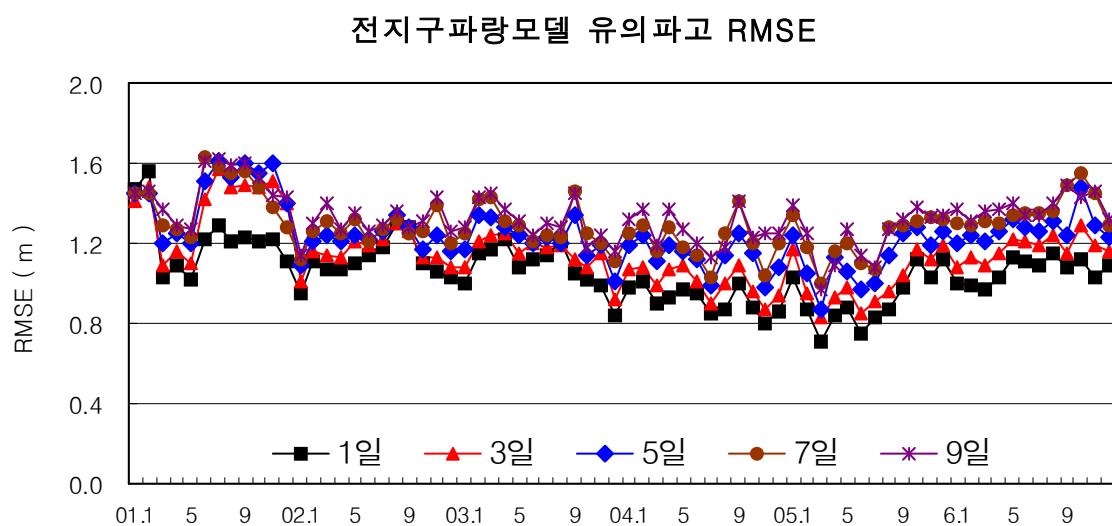
3) Rain or Not – 05km

FCST	06.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
12hr	0.30	0.48	0.45	0.54	0.55	0.54	0.41	0.25	0.45	0.33	0.45	0.40	0.43
24hr	0.29	0.52	0.44	0.53	0.59	0.53	0.44	0.27	0.45	0.34	0.42	0.37	0.43

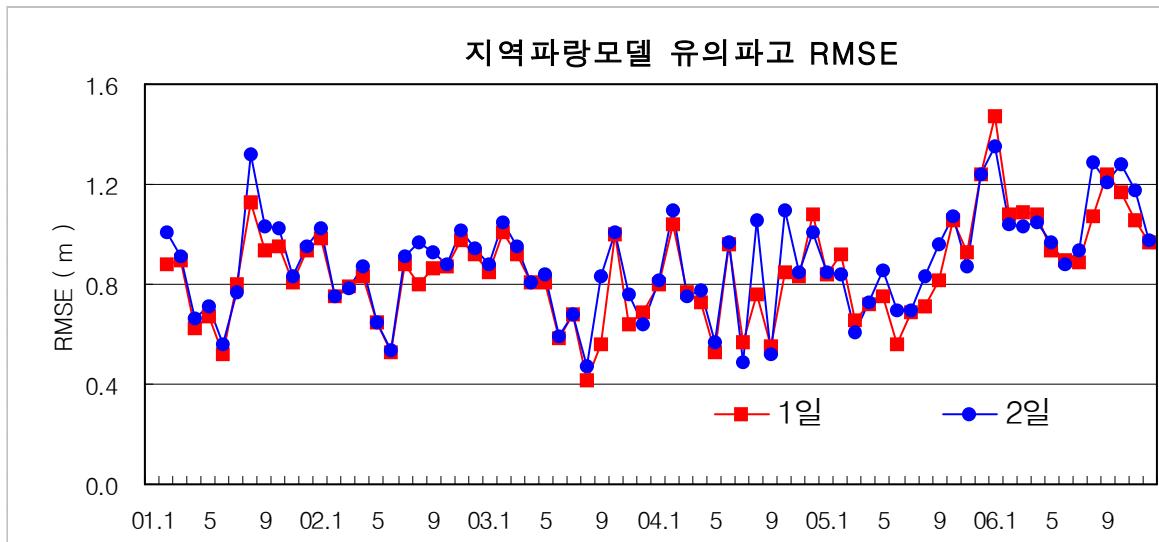
## 4. 3. 파랑예보 모델

### 4.3.1 성능 변화 추세 ( JASON 위성검증 )

가. 전지구 파랑모델 유의파고 위성검증 평방제곱근오차(RMSE)



나. 지역 파랑모델 유의파고 위성검증 평방제곱근오차(RMSE)



### 4.3.2 부이 검증

o 검증 요소: 평균 오차(Mean Error), 평방제곱근오차(RMSE)

가. 전지구 파랑모델 (GoWAM) - 유의파고

1) 북동 태평양 (46001, 46005, 46036, 46059, 46184)

1.1) 브이 46001

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.29	n/a	n/a	n/a	n/a	0.28	0.17	0.15	0.16	-0.50	-0.29	n/a	-0.05
3일	0.00	n/a	n/a	n/a	n/a	0.20	0.09	0.01	0.06	-0.69	0.04	n/a	-0.04
5일	0.12	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.05	-0.15	0.00	-0.17	-0.81	-0.27	n/a	-0.19
7일	0.10	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.10	-0.07	-0.10	-0.10	-0.62	-0.72	n/a	-0.23

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.74	n/a	n/a	n/a	n/a	0.77	0.61	0.58	0.56	0.96	0.85	n/a	0.72
3일	0.83	n/a	n/a	n/a	n/a	0.71	0.73	0.72	0.75	1.55	1.24	n/a	0.93
5일	1.01	n/a	n/a	n/a	n/a	1.02	0.92	0.64	0.89	1.72	1.44	n/a	1.09
7일	0.69	n/a	n/a	n/a	n/a	1.00	1.10	0.57	0.96	1.82	1.70	n/a	1.12

1.2) 브이 46005

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	n/a	n/a	n/a	-0.04	0.38	0.62	0.60	0.68	0.53	0.05	-0.89	-0.35	0.18
3일	n/a	n/a	n/a	-0.09	0.42	0.70	0.58	0.57	0.44	-0.05	-0.85	-0.73	0.11
5일	n/a	n/a	n/a	-0.08	0.34	0.73	0.74	0.58	0.36	-0.18	-0.85	-0.45	0.13
7일	n/a	n/a	n/a	-0.21	0.21	0.62	0.78	0.62	0.30	0.04	-0.39	-0.09	0.21

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	n/a	n/a	n/a	0.62	0.67	0.79	0.71	0.79	0.75	0.60	1.22	1.05	0.80
3일	n/a	n/a	n/a	0.62	0.71	0.84	0.77	0.70	0.70	0.67	1.29	1.90	0.91
5일	n/a	n/a	n/a	0.69	0.75	0.93	0.99	0.68	0.78	1.01	1.48	2.19	1.06
7일	n/a	n/a	n/a	0.86	0.83	0.93	1.03	0.75	0.75	1.11	1.46	2.47	1.13

1.3) 브이 46036

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.45	-0.27	n/a	n/a	0.15	0.46	0.47	0.61	0.42	-0.08	-0.67	-0.48	0.02
3일	-0.34	-0.47	n/a	n/a	0.15	0.55	0.41	0.54	0.30	-0.18	-0.54	-1.00	-0.06
5일	-0.36	-0.07	n/a	n/a	0.11	0.52	0.49	0.48	0.21	-0.34	-0.58	-0.86	-0.04
7일	-0.40	-0.21	n/a	n/a	0.00	0.39	0.55	0.55	0.09	-0.17	-0.14	-0.54	0.01

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.94	0.57	n/a	n/a	0.50	0.73	0.64	0.66	0.67	0.57	0.97	1.08	0.73
3일	0.99	0.95	n/a	n/a	0.50	0.81	0.74	0.60	0.57	0.73	1.05	1.81	0.88
5일	1.20	0.68	n/a	n/a	0.63	0.85	0.81	0.57	0.65	1.19	1.41	2.45	1.04
7일	1.23	0.82	n/a	n/a	0.78	1.00	0.96	0.65	0.59	1.42	1.57	2.46	1.15

1.4) 브이 46059

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.45	-0.63	-1.03	-0.17	0.02	0.27	0.35	0.16	0.47	0.12	-0.18	-0.08	-0.10
3일	-0.32	-0.77	-1.03	-0.28	0.16	0.30	0.35	0.04	0.45	-0.05	-0.13	-0.24	-0.13
5일	-0.20	-0.61	-1.17	-0.24	0.24	0.42	0.51	0.31	0.48	-0.04	-0.03	-0.16	-0.04
7일	-0.08	-0.42	-1.28	-0.29	0.11	0.44	0.40	0.37	0.52	0.09	0.07	-0.21	-0.02

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.77	1.06	1.43	0.64	0.60	0.50	0.52	0.51	0.73	0.48	0.81	1.08	0.76
3일	0.76	1.17	1.45	0.72	0.60	0.55	0.56	0.54	0.74	0.64	0.91	1.41	0.84
5일	0.74	0.98	1.78	0.81	0.69	0.69	0.72	0.65	0.77	0.60	0.97	1.22	0.89
7일	1.27	1.34	1.82	0.88	0.94	0.66	0.73	0.73	0.98	0.78	0.99	1.55	1.06

1.5) 브이 46184

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.23	-0.39	0.29	0.03	0.29	0.55	0.58	0.58	0.27	-0.06	0.21	-0.52	0.13
3일	-0.23	-0.25	0.00	0.11	0.34	0.54	0.50	0.45	0.27	-0.01	0.49	-0.65	0.13
5일	-0.16	-0.17	-0.07	-0.08	0.29	0.45	0.42	0.32	0.11	-0.54	0.05	-0.71	-0.01
7일	-0.18	0.04	-0.30	-0.06	0.27	0.30	0.40	0.28	-0.05	-0.33	0.49	-0.63	0.02

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.62	0.79	0.64	0.56	0.51	0.72	0.67	0.69	0.51	0.71	0.78	1.16	0.70
3일	0.87	0.93	0.84	0.67	0.59	0.71	0.82	0.61	0.95	0.82	1.31	1.52	0.89
5일	1.09	0.86	1.14	0.80	0.72	0.66	0.73	0.59	0.79	1.55	1.47	1.95	1.03
7일	1.02	0.98	1.52	1.04	0.87	0.63	0.83	0.59	0.72	1.63	1.55	1.67	1.09

2) 북서 대서양 (41001, 41002, 42001)

2.1) 브이 41001

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.61	-0.84	-0.85	-0.65	-0.28	-0.24	-0.12	-0.08	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.46
3일	-0.94	-0.58	-0.83	-0.61	-0.06	-0.25	-0.10	0.04	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.42
5일	-1.24	-0.34	-0.62	-0.84	-0.22	-0.17	-0.17	0.16	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.43
7일	-1.12	-0.46	-0.86	-0.85	-0.09	0.14	-0.11	0.19	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.40

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.32	1.09	1.23	1.01	0.63	0.43	0.61	0.36	n/a	n/a	n/a	n/a	0.83
3일	1.46	0.94	1.23	1.28	0.63	0.52	0.52	0.42	n/a	n/a	n/a	n/a	0.88
5일	1.80	0.95	1.30	1.37	0.73	0.90	0.71	0.64	n/a	n/a	n/a	n/a	1.05
7일	1.73	1.18	1.45	1.40	1.01	0.93	0.82	0.52	n/a	n/a	n/a	n/a	1.13

2.2) 브이 41002

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.03	-1.50	n/a	-0.58	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.16	0.20	-0.18	-0.32
3일	-0.63	-1.27	n/a	-0.44	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.12	0.14	-0.09	-0.36
5일	-1.15	-1.00	n/a	-0.59	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.21	0.00	-0.22	-0.46
7일	-1.45	-1.59	n/a	-0.46	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.14	0.04	-0.05	-0.56

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.25	1.79	n/a	0.89	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.15	1.10	0.57	1.13
3일	1.37	1.71	n/a	0.82	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.16	1.22	0.63	1.15
5일	1.31	1.65	n/a	0.85	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.24	1.21	0.89	1.19
7일	1.61	2.08	n/a	0.94	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.31	1.41	0.81	1.36

### 2.3) 브이] 42001

#### ① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.18	n/a	n/a	-0.01	-0.04	0.15	0.13	0.11	0.04	-0.31	-0.22	-0.16	-0.05
3일	-0.33	n/a	n/a	0.01	-0.05	0.21	0.21	0.17	0.05	-0.33	-0.37	-0.33	-0.08
5일	-0.41	n/a	n/a	-0.02	-0.15	0.20	0.33	0.30	0.10	-0.29	-0.25	-0.31	-0.05
7일	-0.34	n/a	n/a	-0.25	-0.16	0.26	0.74	0.50	0.23	-0.30	-0.14	-0.52	0.00

#### ② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.80	n/a	n/a	0.25	0.26	0.24	0.27	0.23	0.23	0.64	0.73	0.52	0.42
3일	1.02	n/a	n/a	0.41	0.30	0.62	0.38	0.31	0.25	0.76	0.91	0.75	0.57
5일	1.14	n/a	n/a	0.59	0.32	0.53	0.50	0.46	0.33	0.92	0.85	0.73	0.64
7일	1.18	n/a	n/a	0.56	0.40	0.50	0.99	0.66	0.49	1.05	0.93	0.88	0.76

### 3) 북동 대서양 (62029, 62081, 62108, 62163, 64045)

#### 3.1) 브이] 62029

#### ① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.26	-0.65	-0.84	n/a	-0.56	-0.03	0.05	-0.15	-0.41	-0.40	-0.87	-0.52	-0.42
3일	-0.28	-0.63	-0.72	n/a	-0.70	-0.20	-0.03	-0.15	-0.39	-0.56	-0.87	-0.56	-0.46
5일	-0.09	-0.74	-1.19	n/a	-0.80	-0.23	-0.15	-0.29	-0.31	-0.55	-0.77	-0.56	-0.52
7일	-0.29	-1.10	-1.65	n/a	-0.69	-0.42	-0.07	-0.37	-0.60	-0.67	-1.29	-0.65	-0.71

#### ② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.68	0.97	1.12	n/a	0.97	0.59	0.41	0.61	0.79	0.71	1.41	1.39	0.88
3일	0.79	1.15	1.26	n/a	1.31	0.72	0.49	0.63	0.90	0.98	1.51	1.63	1.03
5일	1.16	1.50	2.24	n/a	1.41	0.82	0.64	0.81	1.30	1.08	1.57	1.48	1.27
7일	1.39	2.34	2.10	n/a	1.44	0.89	0.83	0.93	1.26	1.24	1.93	1.53	1.44

#### 3.2) 브이] 62081

#### ① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.15	-0.63	-0.82	-0.21	-0.31	0.00	0.11	-0.16	-0.37	-0.44	-0.81	n/a	-0.34
3일	-0.15	-0.66	-0.56	-0.33	-0.46	-0.15	-0.02	-0.26	-0.46	-0.61	-0.87	n/a	-0.41
5일	-0.18	-0.65	-0.70	0.06	-0.52	-0.21	-0.25	-0.32	-0.35	-0.67	-0.76	n/a	-0.41
7일	-0.41	-1.10	-0.92	-0.26	-0.60	-0.51	-0.13	-0.33	-0.40	-0.64	-1.20	n/a	-0.59

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.77	0.99	1.11	0.87	0.71	0.77	0.70	0.49	0.79	0.75	1.47	n/a	0.86
3일	0.94	1.15	1.02	0.84	1.31	0.88	0.81	0.65	1.04	0.88	1.53	n/a	1.00
5일	1.14	1.64	1.71	1.10	1.31	0.94	1.00	0.72	1.27	1.26	1.73	n/a	1.26
7일	1.43	2.53	1.73	1.01	1.37	1.06	1.26	0.85	1.28	1.11	1.73	n/a	1.40

3.3) 브이 62108

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.84	-0.87	-1.23	-0.43	-0.55	-0.25	0.05	-0.19	-0.09	-0.76	-0.88	n/a	-0.55
3일	-1.01	-0.94	-1.05	-0.46	-0.55	-0.33	-0.21	-0.26	-0.38	-0.88	-1.10	n/a	-0.65
5일	-1.22	-0.82	-0.93	-0.32	-0.65	-0.37	-0.41	-0.38	-0.18	-0.99	-1.09	n/a	-0.67
7일	-1.36	-1.05	-1.11	-0.72	-0.54	-0.40	-0.28	-0.20	-0.20	-0.77	-1.71	n/a	-0.76

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.30	1.38	1.59	0.77	0.86	0.71	0.56	0.55	0.84	1.14	1.51	n/a	1.02
3일	1.66	1.47	1.44	0.87	0.92	0.75	0.58	0.65	1.13	1.34	1.59	n/a	1.13
5일	2.07	2.03	1.77	1.22	1.03	0.86	0.86	0.96	1.07	1.65	2.04	n/a	1.41
7일	1.94	2.96	2.04	1.37	1.18	0.96	1.00	1.10	1.19	1.52	2.36	n/a	1.60

3.4) 브이 62163

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.38	-0.78	-0.66	-0.31	-0.27	0.05	0.11	n/a	n/a	n/a	-0.43	-0.31	-0.33
3일	-0.33	-0.76	-0.56	-0.27	-0.33	-0.01	0.09	n/a	n/a	n/a	-0.44	-0.34	-0.33
5일	-0.34	-0.78	-0.80	-0.08	-0.35	-0.07	0.10	n/a	n/a	n/a	-0.39	-0.09	-0.31
7일	-0.40	-1.13	-1.15	-0.12	-0.37	-0.16	0.03	n/a	n/a	n/a	-0.74	-0.50	-0.50

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.82	1.07	0.92	0.59	0.51	0.44	0.39	n/a	n/a	n/a	0.91	0.83	0.72
3일	0.80	1.29	0.98	0.72	0.61	0.51	0.44	n/a	n/a	n/a	1.08	0.94	0.82
5일	0.95	1.52	1.49	0.68	0.91	0.60	0.38	n/a	n/a	n/a	1.27	1.44	1.03
7일	1.34	2.57	1.58	0.83	1.07	0.69	0.73	n/a	n/a	n/a	1.46	1.41	1.30

### 3.5) 브이 62045

#### ① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-1.18	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.81	-0.40	-1.15	-1.13	-0.97	-0.94
3일	-1.38	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.98	-0.56	-1.18	-1.21	-1.10	-1.07
5일	-1.52	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.85	-0.48	-1.22	-1.32	-1.18	-1.10
7일	-1.53	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	-0.79	-0.16	-1.81	-1.86	-1.32	-1.25

#### ② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.64	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.21	0.79	1.38	1.63	1.25	1.32
3일	1.88	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.40	0.94	1.42	1.71	1.56	1.49
5일	2.32	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.33	1.04	1.71	2.20	2.02	1.77
7일	2.62	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1.36	1.28	2.24	2.62	2.59	2.12

### 나. 지역파랑모델 - 유의파고

#### 1) 브이 22101 (덕적도)

#### ① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.16	0.24	0.18	0.30	0.26	0.36	0.78	0.24	0.04	0.00	0.15	0.06	0.23
24hr	0.08	0.25	0.22	0.39	0.29	0.38	0.85	0.28	0.03	0.02	0.29	0.06	0.26
36hr	0.07	0.30	0.25	0.47	0.34	0.40	0.87	0.31	0.10	0.05	0.33	0.08	0.30
48hr	0.09	0.33	0.30	0.48	0.37	0.42	0.83	0.35	0.14	0.11	0.27	0.09	0.32

#### ② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.29	0.40	0.29	0.43	0.35	0.45	0.95	0.39	0.25	0.22	0.39	0.29	0.39
24hr	0.28	0.43	0.32	0.55	0.39	0.47	1.02	0.46	0.26	0.25	0.51	0.26	0.43
36hr	0.31	0.46	0.37	0.65	0.48	0.51	1.07	0.47	0.32	0.29	0.54	0.30	0.48
48hr	0.37	0.45	0.44	0.67	0.57	0.52	0.97	0.56	0.37	0.39	0.51	0.30	0.51

#### 2) 브이 22102 (칠발도)

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.30	-0.18	-0.19	-0.07	0.09	0.22	0.58	0.04	-0.10	-0.28	-0.18	-0.27	-0.05
24hr	-0.34	-0.18	-0.13	-0.05	0.11	0.23	0.62	0.06	-0.05	-0.25	-0.06	-0.27	-0.03
36hr	-0.38	-0.18	-0.10	0.04	0.25	0.29	0.66	0.14	0.00	-0.22	0.03	-0.26	0.02
48hr	-0.34	-0.11	-0.10	0.12	0.34	0.40	0.67	0.19	0.08	-0.18	0.02	-0.24	0.07

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.39	0.35	0.34	0.55	0.38	0.35	0.96	0.38	0.42	0.33	0.42	0.35	0.44
24hr	0.45	0.37	0.33	0.60	0.39	0.37	1.00	0.38	0.50	0.33	0.47	0.36	0.46
36hr	0.53	0.38	0.29	0.62	0.53	0.40	1.02	0.46	0.53	0.32	0.49	0.38	0.50
48hr	0.56	0.37	0.31	0.65	0.60	0.52	1.01	0.54	0.57	0.34	0.51	0.40	0.53

3) 브이 22103 (거문도)

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.66	0.44	0.35	0.45	0.35	0.37	0.43	0.37	0.47	0.00	0.00	0.00	0.32
24hr	0.57	0.47	0.36	0.48	0.40	0.40	0.43	0.38	0.52	0.00	0.10	0.01	0.34
36hr	0.49	0.53	0.40	0.60	0.50	0.50	0.39	0.42	0.57	0.01	0.13	0.01	0.38
48hr	0.52	0.62	0.40	0.64	0.56	0.61	0.57	0.45	0.63	0.03	0.11	0.02	0.43

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.71	0.58	0.60	0.65	0.47	0.48	0.46	0.60	0.83	0.28	0.36	0.40	0.54
24hr	0.63	0.57	0.59	0.69	0.56	0.51	0.46	0.64	0.98	0.28	0.43	0.40	0.56
36hr	0.56	0.64	0.63	0.85	0.65	0.58	0.42	0.72	1.08	0.32	0.49	0.39	0.61
48hr	0.60	0.72	0.63	0.86	0.74	0.67	0.58	0.78	1.33	0.33	0.51	0.39	0.68

4) 브이 22104 (거제도)

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.29	0.32	0.18	0.38	0.32	0.42	0.79	0.21	0.26	-0.33	-0.31	-0.16	0.20
24hr	0.30	0.33	0.22	0.47	0.41	0.47	0.82	-0.25	0.32	-0.34	-0.21	-0.15	0.20
36hr	0.31	0.34	0.26	0.58	0.46	0.54	0.88	0.24	0.35	-0.33	-0.17	-0.14	0.28
48hr	0.35	0.37	0.24	0.66	0.56	0.67	0.90	0.31	0.36	-0.33	-0.21	-0.13	0.31

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.44	0.54	0.39	0.55	0.45	0.51	0.96	0.42	0.63	0.49	0.53	0.44	0.53
24hr	0.44	0.54	0.42	0.67	0.57	0.60	0.96	0.54	0.79	0.50	0.48	0.44	0.58
36hr	0.44	0.55	0.46	0.77	0.65	0.65	1.03	0.51	0.82	0.48	0.50	0.42	0.61
48hr	0.51	0.58	0.43	0.87	0.77	0.80	1.03	0.65	0.77	0.49	0.58	0.41	0.66

5) 브ㅇ] 22105 (동해)

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.06	0.06	n/a	0.25	0.02	0.16	0.19	0.05	0.06	-0.04	0.17	0.14	0.10
24hr	0.05	0.14	n/a	0.38	0.10	0.23	0.29	0.18	0.14	0.00	0.30	0.19	0.18
36hr	0.02	0.15	n/a	0.40	0.14	0.25	0.36	0.23	0.29	0.00	0.41	0.19	0.22
48hr	0.00	0.13	n/a	0.48	0.22	0.28	0.42	0.33	0.31	0.09	0.38	0.14	0.25

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.43	0.48	n/a	0.51	0.24	0.23	0.32	0.37	0.52	0.48	0.48	0.42	0.41
24hr	0.38	0.53	n/a	0.64	0.32	0.34	0.46	0.59	0.57	0.55	0.62	0.46	0.50
36hr	0.32	0.53	n/a	0.64	0.36	0.34	0.56	0.70	0.86	0.46	0.69	0.49	0.54
48hr	0.36	0.54	n/a	0.72	0.50	0.37	0.57	0.84	0.83	0.58	0.67	0.50	0.59

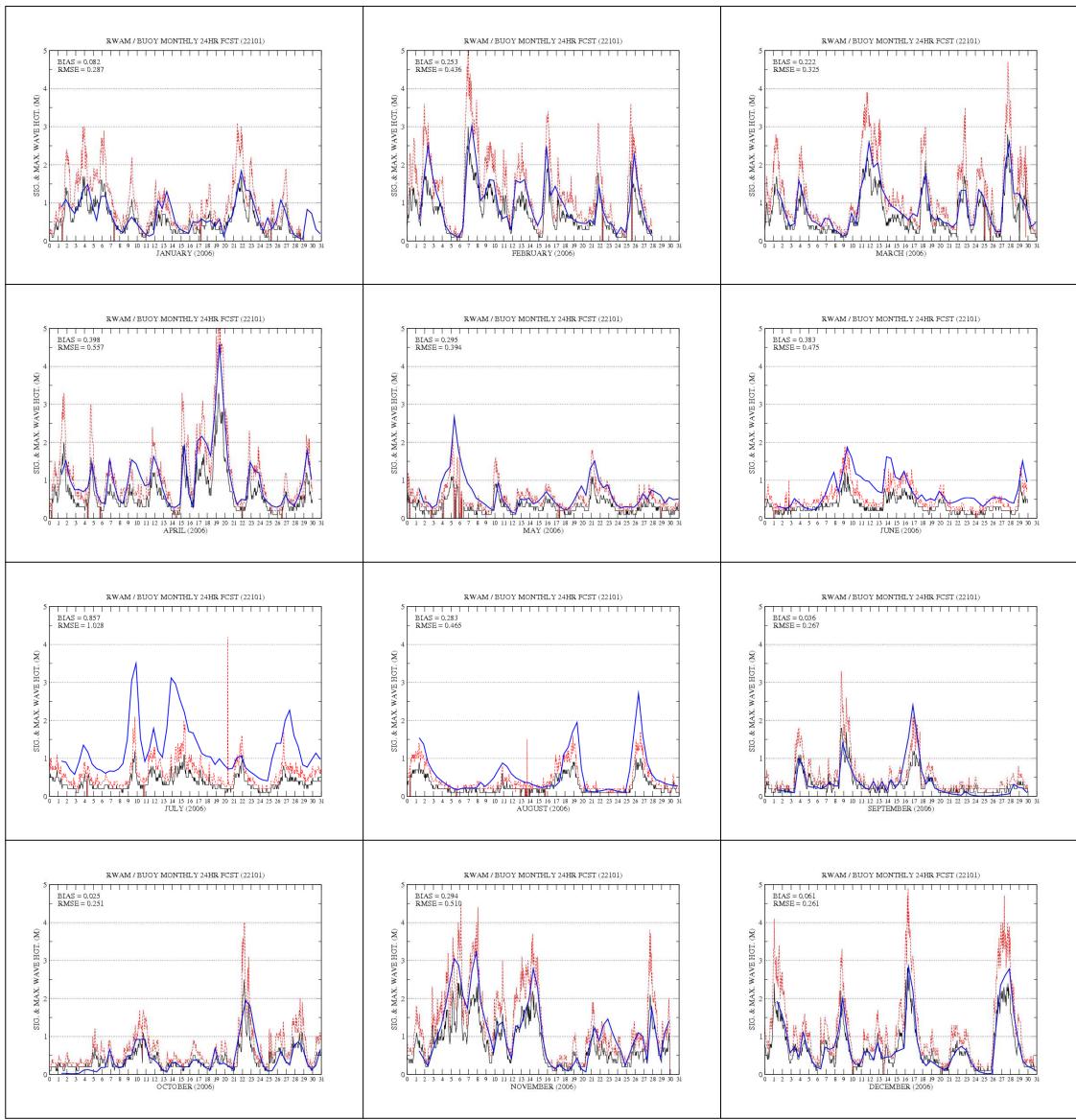
6) 이어도

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

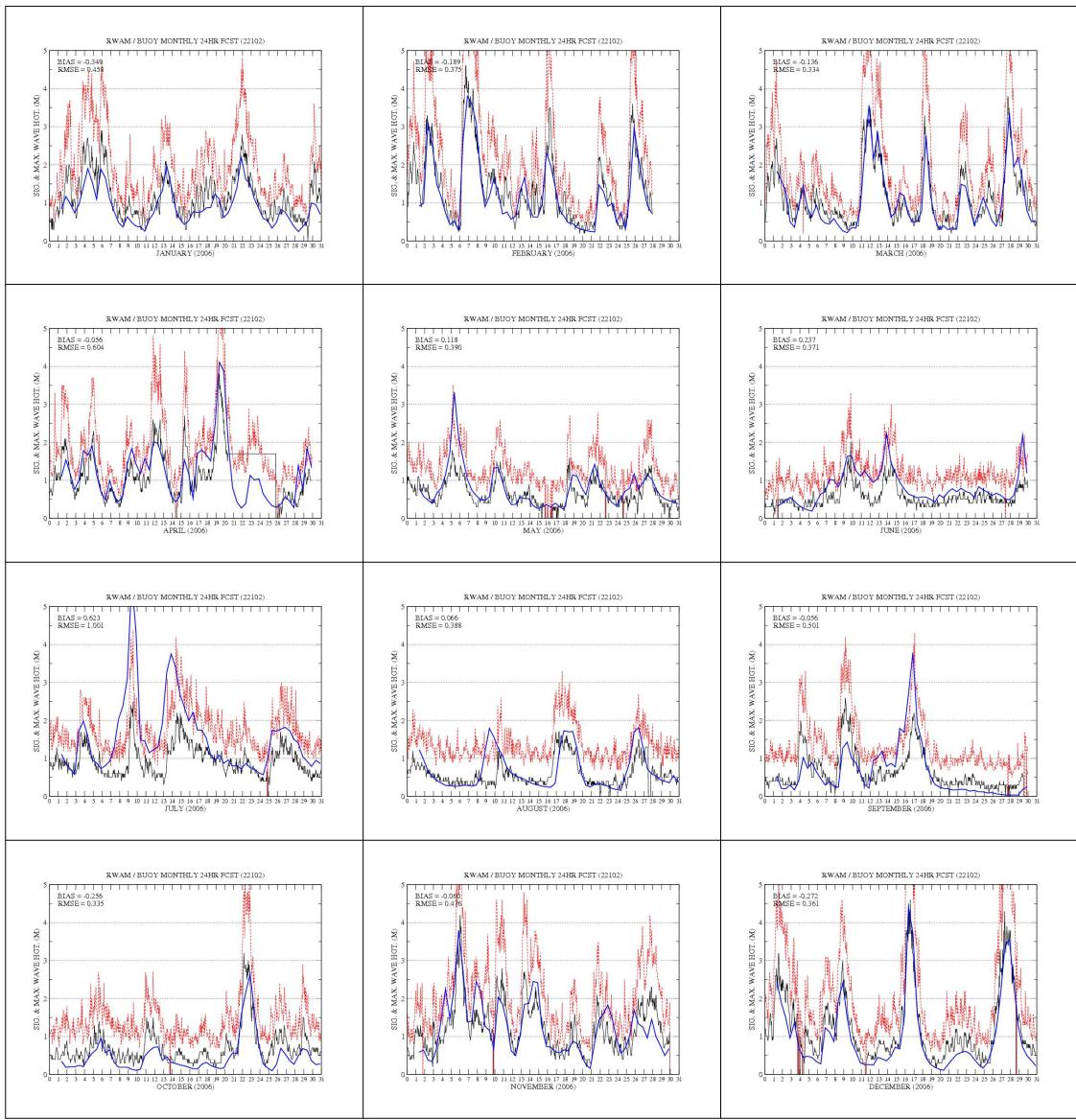
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.17	-0.09	0.02	0.16	0.14	0.34	0.66	0.21	0.31	0.14	0.10	0.02	0.15
24hr	-0.19	-0.15	0.02	0.20	0.17	0.39	0.71	0.22	0.34	0.15	0.16	0.03	0.17
36hr	-0.18	-0.14	0.06	0.30	0.26	0.55	0.77	0.33	0.43	0.16	0.24	0.04	0.23
48hr	-0.16	-0.10	0.08	0.35	0.33	0.73	0.82	0.36	0.58	0.21	0.18	0.05	0.29

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

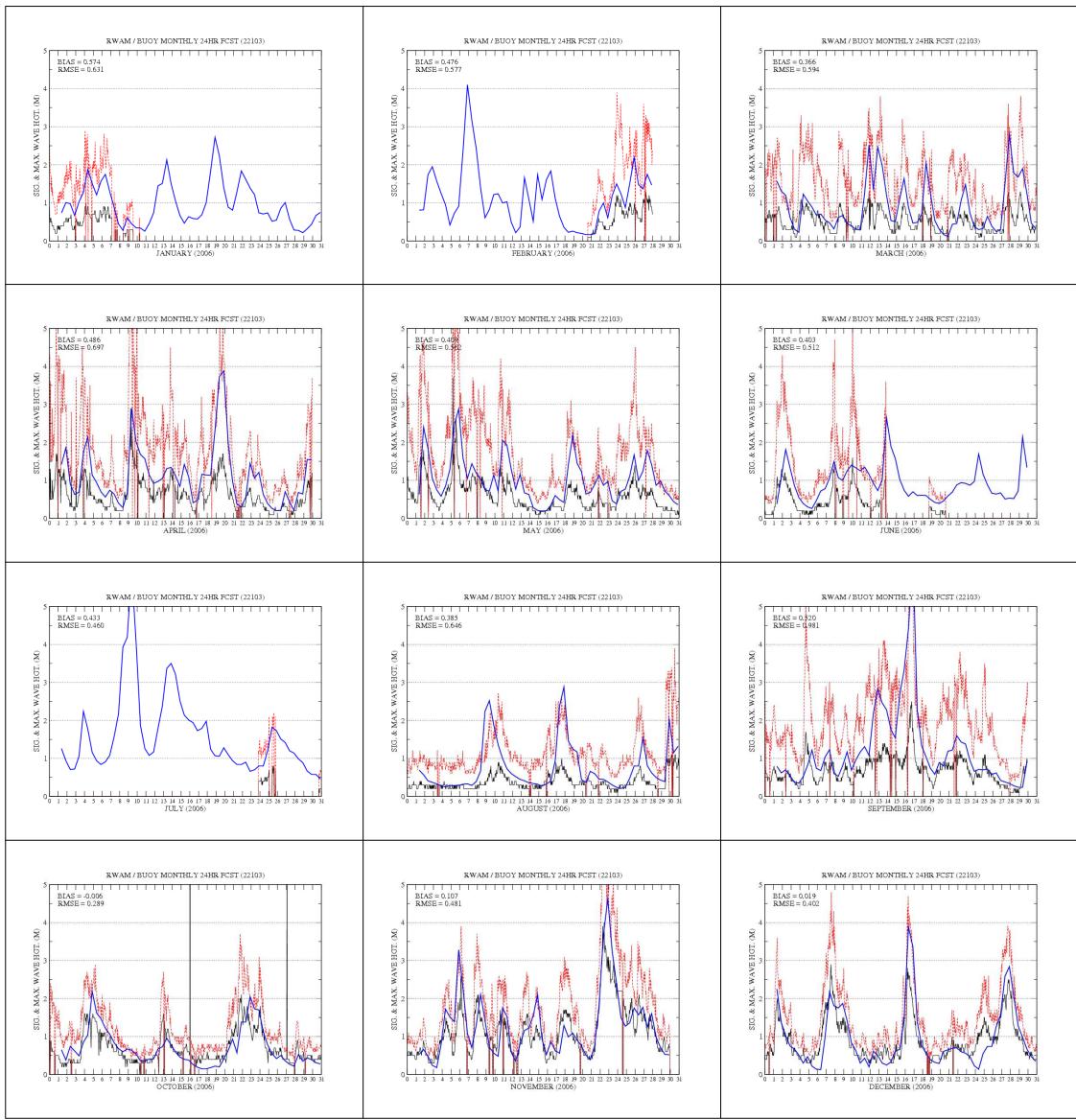
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.41	0.32	0.23	0.39	0.41	0.49	0.96	0.50	0.74	0.25	0.29	0.29	0.44
24hr	0.41	0.38	0.25	0.42	0.48	0.57	1.02	0.49	0.80	0.27	0.37	0.32	0.48
36hr	0.41	0.34	0.27	0.55	0.58	0.77	1.06	0.71	0.86	0.28	0.55	0.35	0.56
48hr	0.39	0.40	0.26	0.57	0.64	0.93	1.16	0.72	1.15	0.33	0.49	0.34	0.61



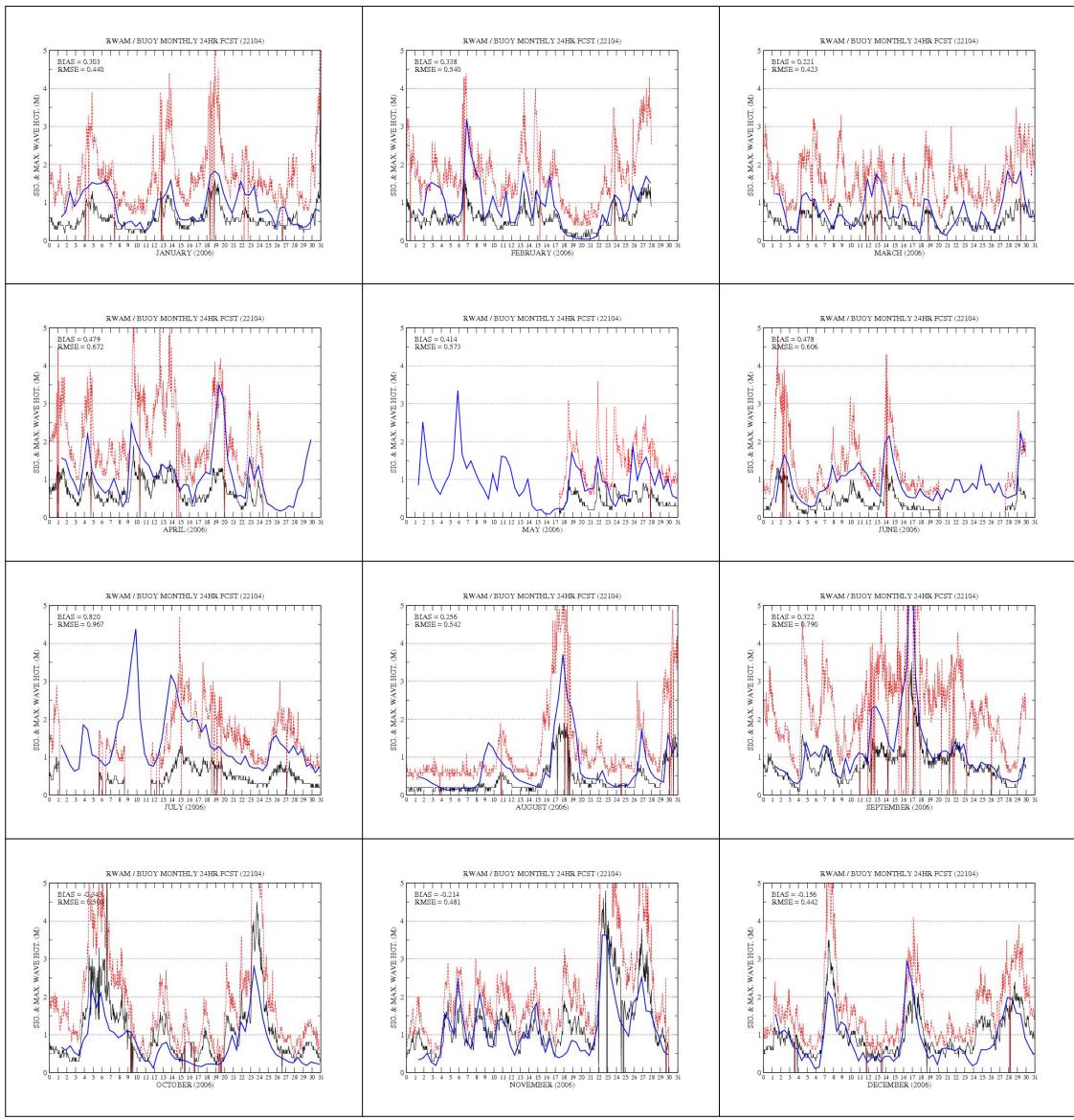
**Fig. 1.** The 24-hour forecast monthly time series of significant wave height (blue) of Regional Wave Model against buoy 22101 (Deok-Jeok-Do, black) observation from January to December for year 2006. The red dotted line is maximum wave height.



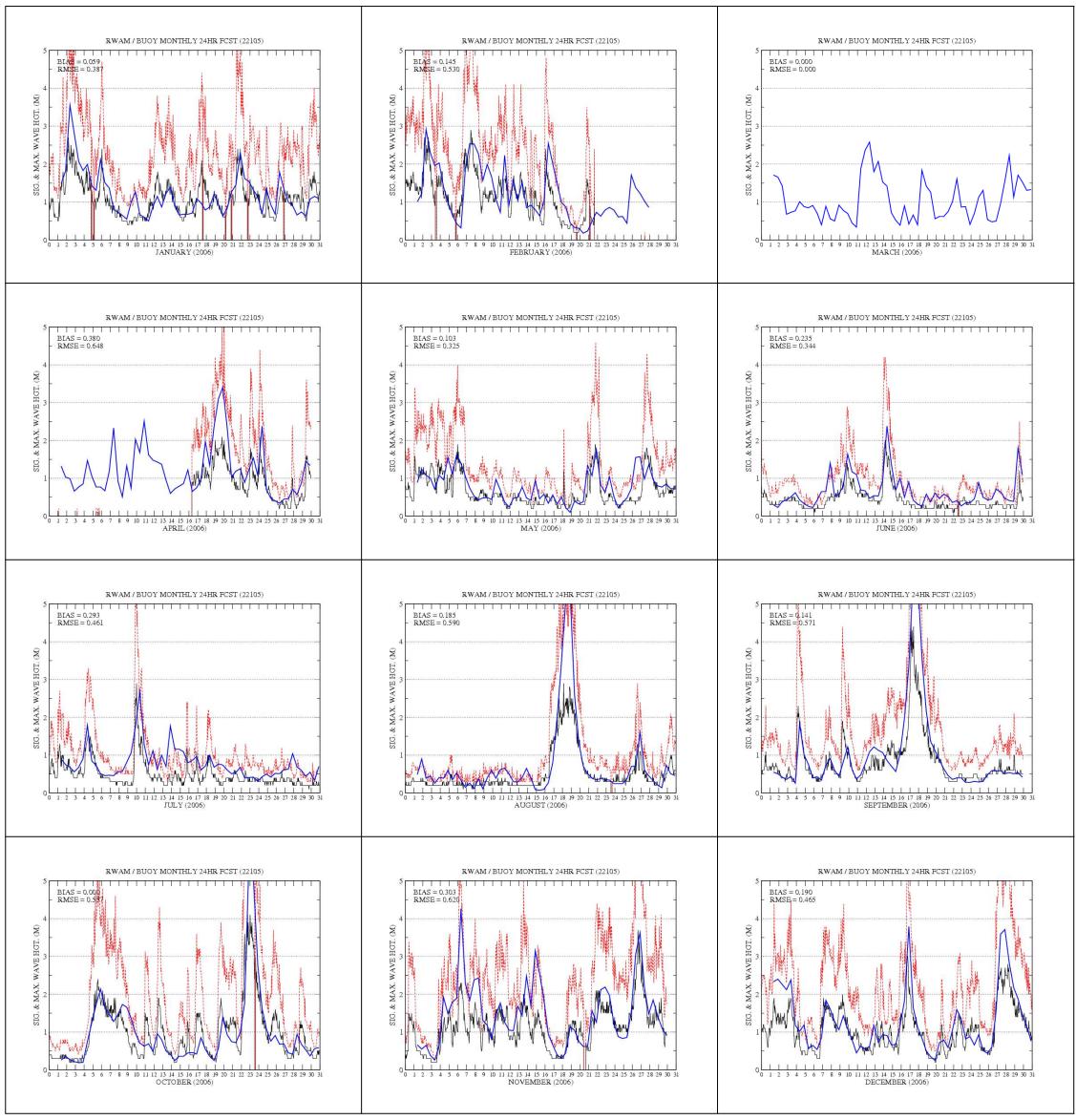
**Fig. 2.** Same as Fig. 1. but for buoy 22102 (Chil-Bal-Do).



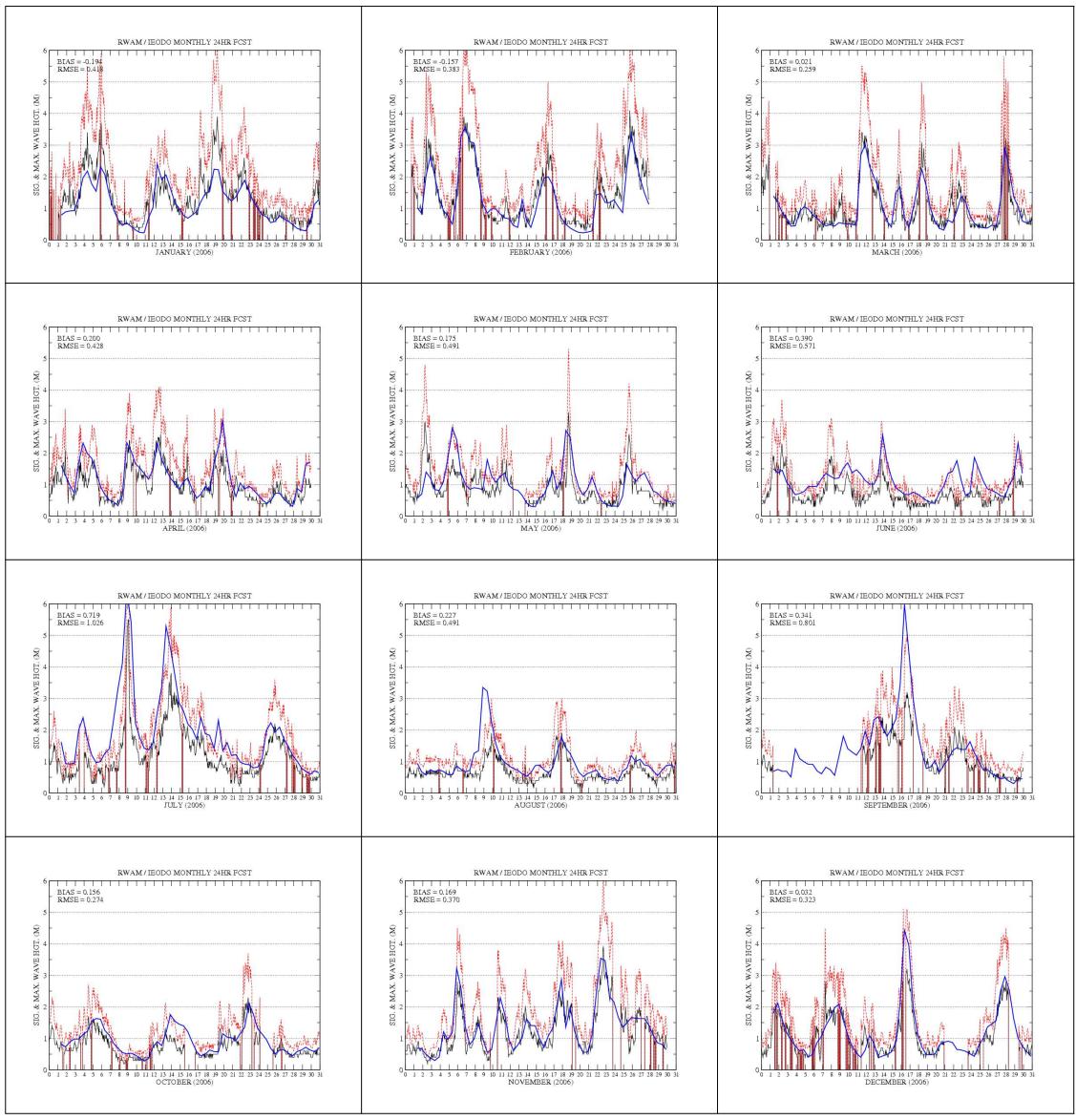
**Fig. 3.** Same as Fig. 1. but for buoy 22103 (Geo-Moon-Do).



**Fig. 4.** Same as Fig. 1. but for buoy 22104 (Geo-Jae-Do).



**Fig. 5.** Same as Fig. 1. but for buoy 22105 (Dong-Hae).



**Fig. 6.** Same as Fig. 1. but for Ieodo Station.

### 4.3.3 위성검증

o 검증 요소: 평균 오차(Mean Error), 평방제곱근오차(RMSE)

가. 전지구파랑모델

#### 1) 유의파고 검증

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1월	-0.30	-0.37	-0.028	-0.30	-0.20	-0.18	-0.16	-0.19	-0.12	-0.25	-0.40	-0.25	-0.23
3월	-0.34	-0.40	-0.21	-0.29	-0.18	-0.19	-0.11	-0.17	-0.06	-0.24	-0.40	-0.17	-0.23
5월	-0.36	-0.41	-0.23	-0.28	-0.18	-0.20	-0.12	-0.10	-0.12	-0.24	-0.48	-0.13	-0.24
7월	-0.39	-0.35	-0.25	-0.24	-0.21	-0.17	-0.09	-0.06	-0.04	-0.12	-0.40	-0.15	-0.21
9월	-0.36	-0.32	-0.27	-0.20	-0.19	-0.20	-0.13	-0.03	-0.06	-0.16	-0.41	-0.08	-0.20

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1월	1.00	0.99	0.97	1.03	1.13	1.11	1.09	1.15	1.08	1.12	1.03	1.09	1.07
3월	1.08	1.13	1.09	1.15	1.22	1.21	1.19	1.24	1.15	1.29	1.19	1.16	1.18
5월	1.20	1.24	1.21	1.26	1.32	1.28	1.26	1.31	1.24	1.48	1.29	1.23	1.28
7월	1.30	1.29	1.31	1.30	1.34	1.35	1.35	1.36	1.49	1.55	1.45	1.29	1.37
9월	1.37	1.31	1.36	1.37	1.40	1.35	1.34	1.40	1.49	1.43	1.46	1.32	1.38

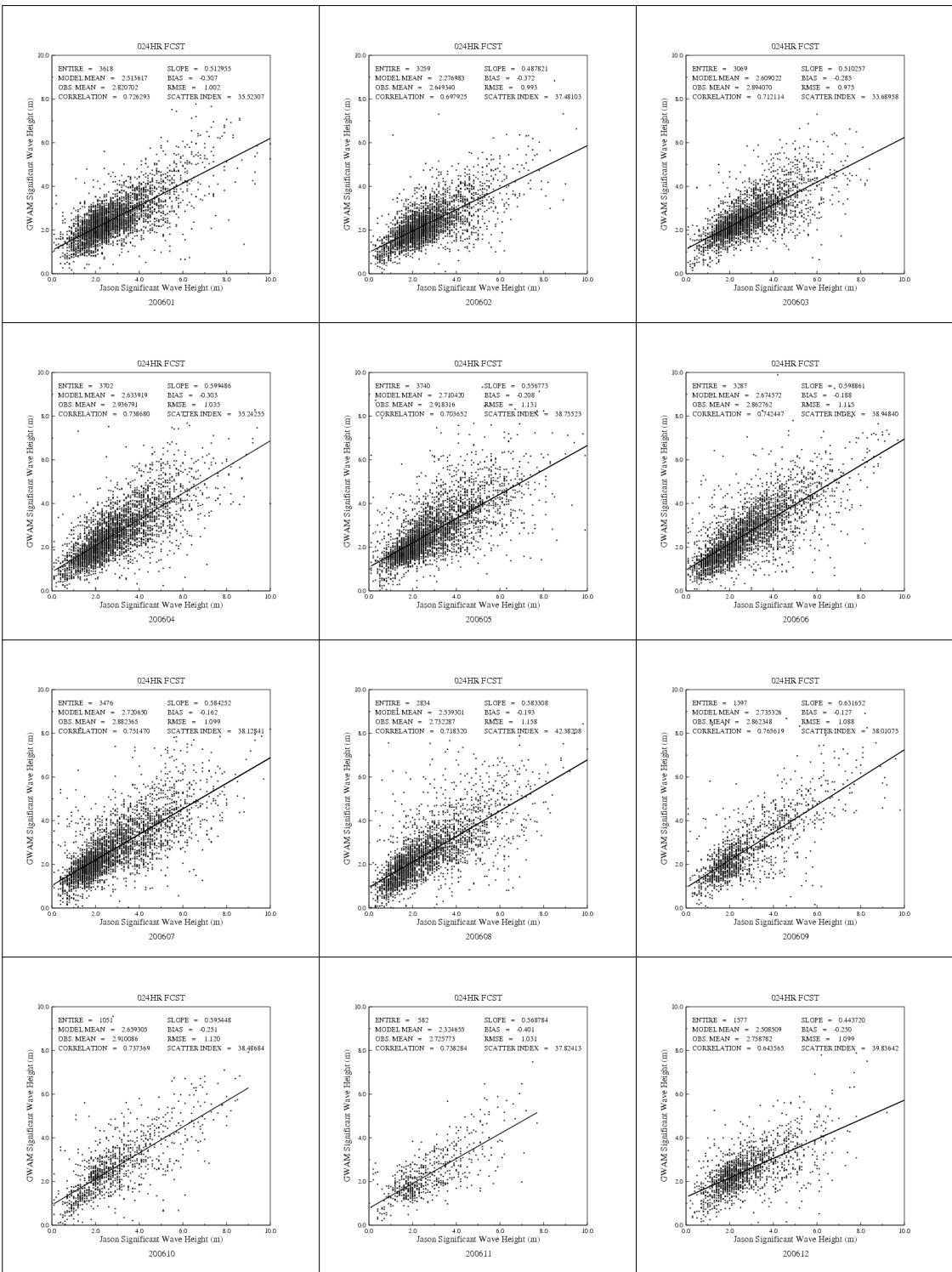
#### 2) 해상풍 검증

① Mean Error ( 단위 : m/s, 2006년 )

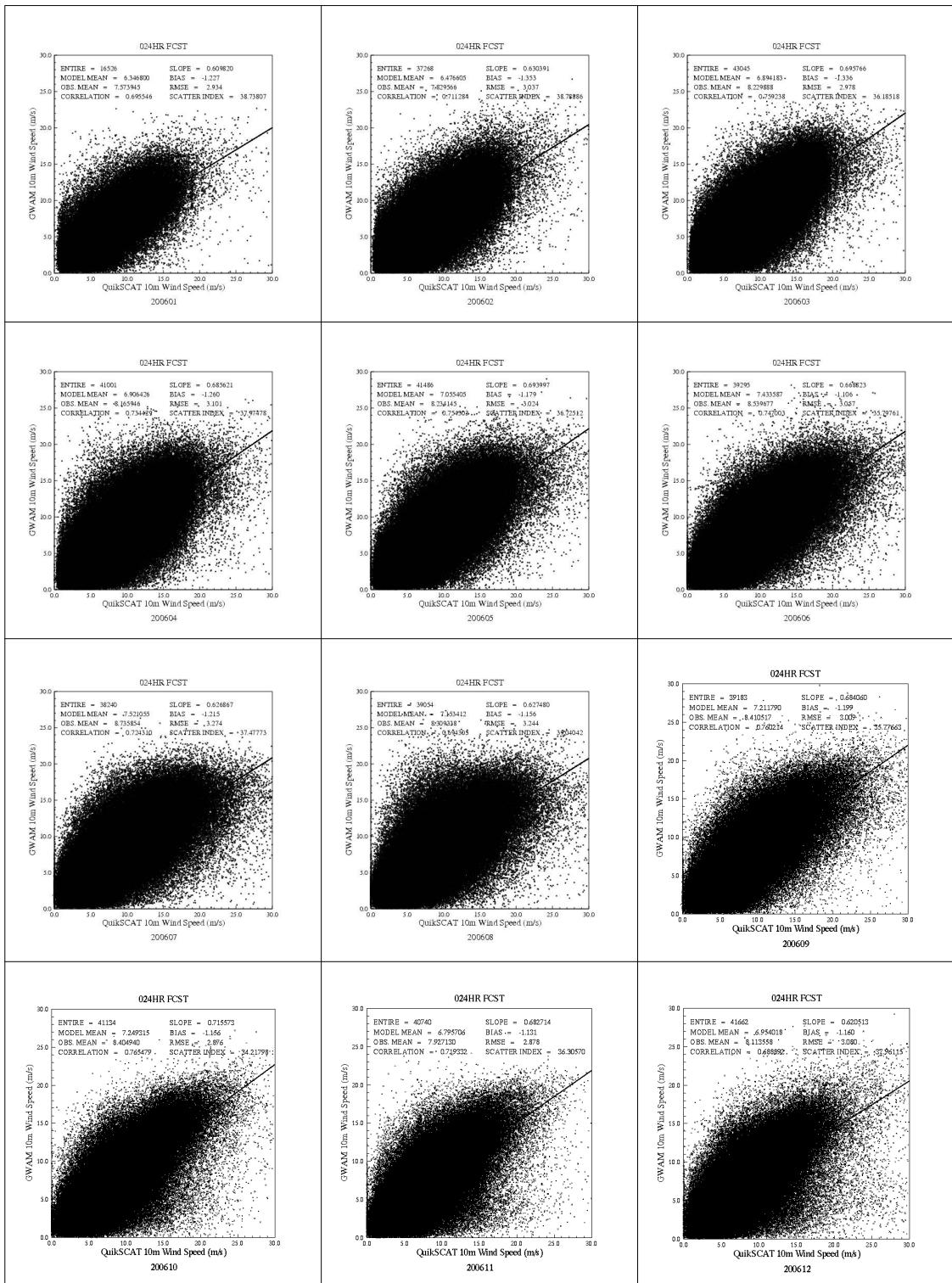
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1월	-1.22	-1.35	-1.33	-1.26	-1.17	-1.10	-1.21	-1.15	-1.19	-1.15	-1.13	-1.16	-1.20
3월	-1.41	-1.48	-1.38	-1.28	-1.15	-1.15	-1.20	-1.10	-1.17	-1.12	-1.09	-1.19	-1.23
5월	-1.49	-1.47	-1.42	-1.28	-1.09	-1.23	-1.12	-0.89	-1.18	-1.06	-1.02	-1.19	-1.20
7월	-1.47	-1.31	-1.38	-1.18	-1.07	-1.09	-1.11	-0.82	-1.09	-1.04	-0.96	-1.04	-1.13
9월	-1.29	-1.16	-1.34	-1.15	-0.99	-1.17	-1.05	-0.81	-0.99	-1.02	-0.82	-1.07	-1.07

② RMSE ( 단위 : m/s, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1월	2.93	3.03	2.97	3.10	3.02	3.05	3.27	3.24	3.00	2.87	2.87	3.08	3.04
3월	3.45	3.70	3.62	3.74	3.76	3.80	4.04	3.94	3.74	3.58	3.46	3.73	3.71
5월	3.82	4.07	4.09	4.13	4.16	4.27	4.38	4.32	4.23	4.00	3.88	4.11	4.12
7월	4.09	4.27	4.33	4.36	4.40	4.55	4.61	4.47	4.55	4.19	4.11	4.31	4.35
9월	4.19	4.36	4.44	4.48	4.56	4.62	4.74	4.60	4.74	4.27	4.24	4.36	4.47



**Fig. 7. The 24-hour forecast monthly scatter plot of significant wave height of Global Wave Model against JASON satellite observation from January to December for year 2006.**



**Fig. 8. The 24-hour forecast monthly scatter plot of sea surface wind of Global Wave Model against QuikSCAT satellite observation from January to December for year 2006.**

## 나. 지역파랑모델

### 1) 유의파고 검증

① Mean Error ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-1.02	-0.82	-0.93	-0.76	-0.56	-0.37	-0.41	-0.42	-0.79	-0.85	-0.77	-0.77	-0.71
24H	-1.13	-0.80	-0.69	-0.72	-0.53	-0.28	-0.45	-0.40	-0.82	-0.69	-0.71	-0.67	-0.66
36H	-0.92	-0.77	-0.72	-0.66	-0.51	-0.21	-0.42	-0.42	-0.73	-0.68	-0.65	-0.73	-0.62
48H	-0.95	-0.75	-0.47	-0.65	-0.48	-0.15	-0.37	-0.36	-0.73	-0.42	-0.66	-0.69	-0.56

② RMSE ( 단위 : m, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.35	1.09	1.26	1.09	0.98	0.90	0.89	1.03	1.22	1.14	1.05	1.02	1.09
24H	1.47	1.08	1.09	1.08	0.94	0.90	0.89	1.07	1.24	1.17	1.06	0.97	1.08
36H	1.35	1.05	1.12	1.07	1.00	0.84	0.89	1.13	1.23	1.12	1.11	0.97	1.07
48H	1.39	1.04	1.03	1.05	0.97	0.88	0.94	1.29	1.21	1.28	1.18	0.98	1.10

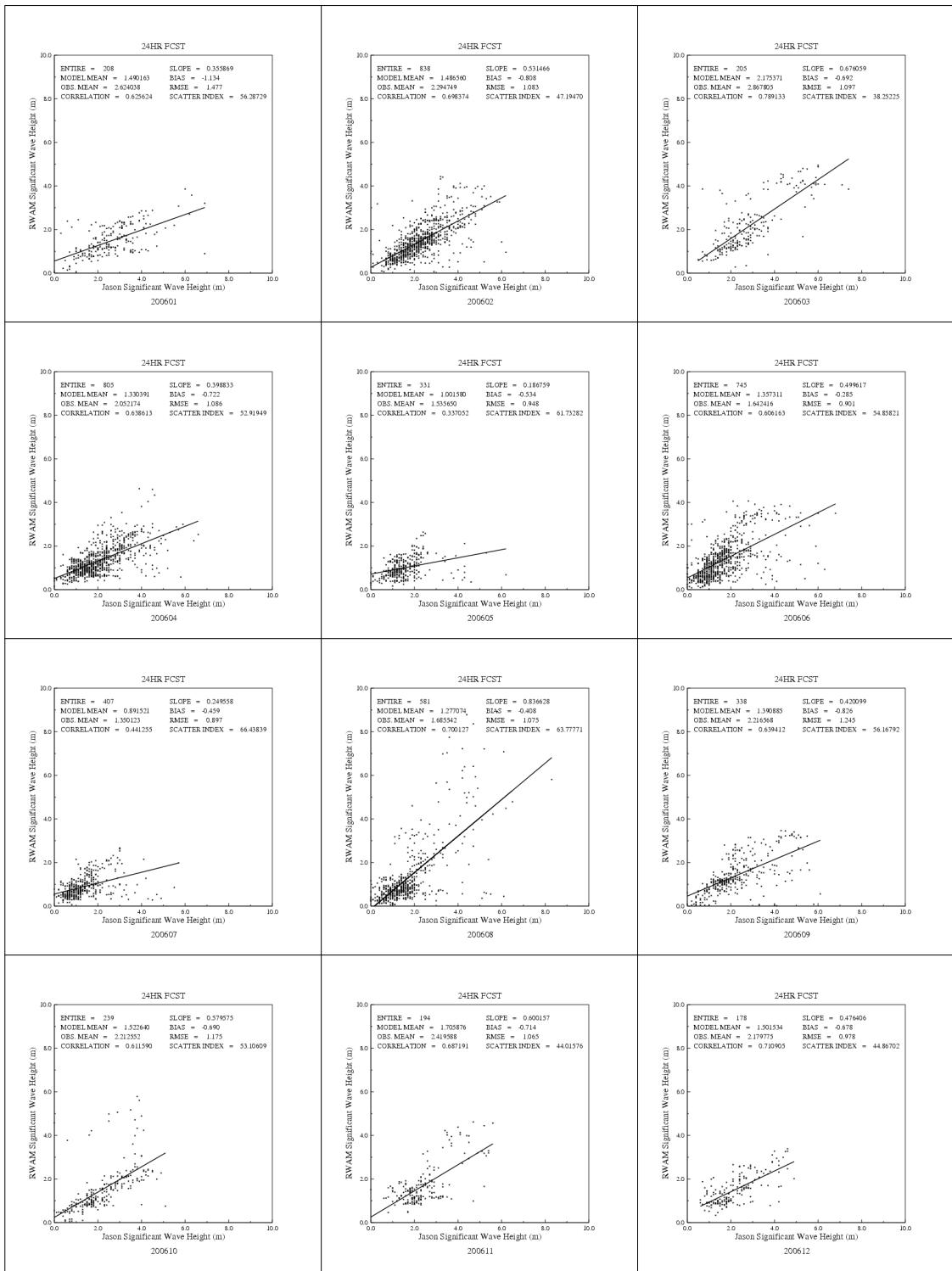
### 2) 해상풍 검증

① Mean Error ( 단위 : m/s, 2006년 )

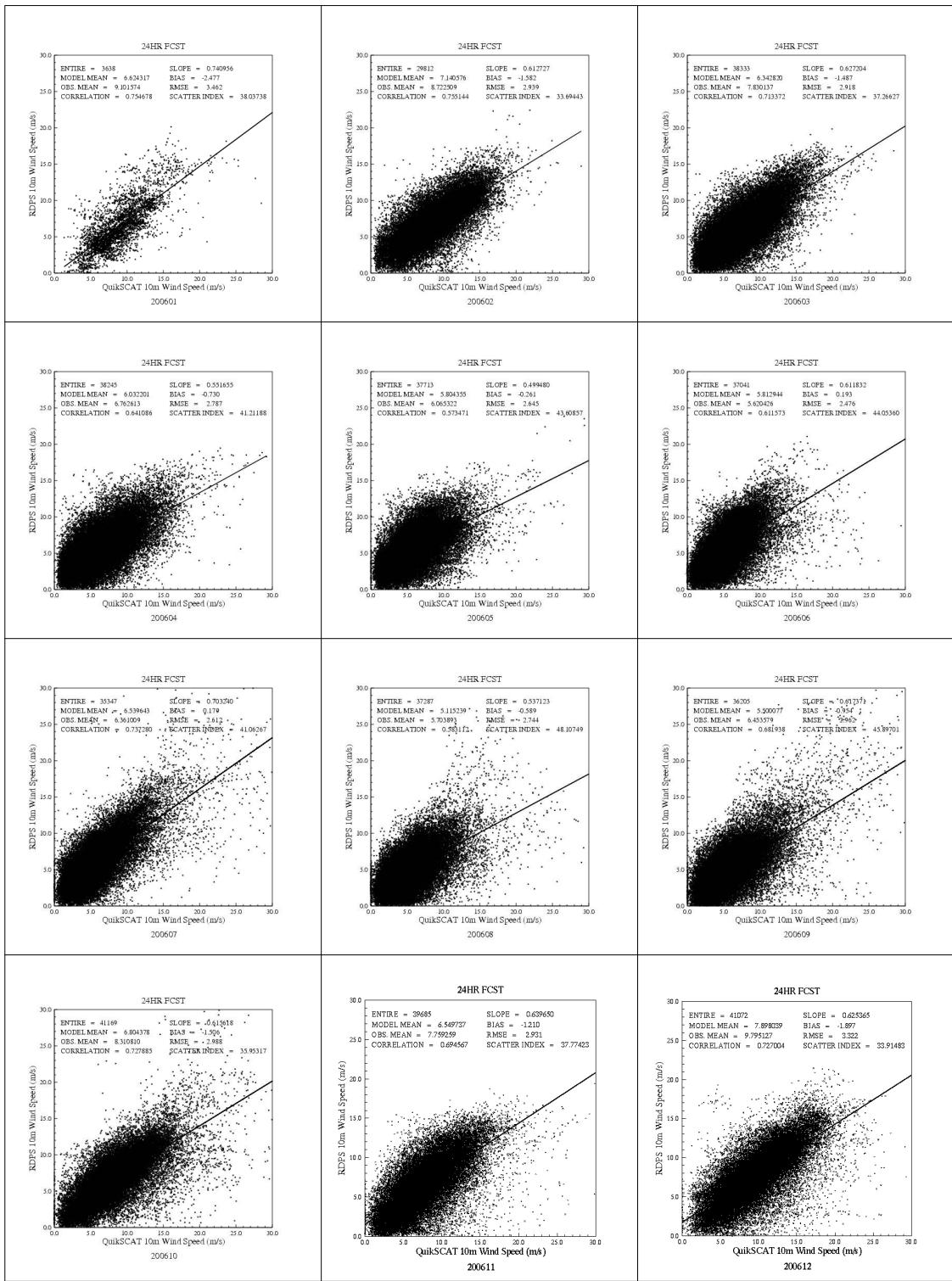
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-2.23	-1.70	-1.68	-0.96	-0.61	-0.12	-0.06	-0.68	-1.29	-1.68	-1.63	-2.05	-1.22
24H	-2.47	-1.58	-1.48	-0.73	-0.26	0.19	0.17	-0.58	-0.95	-1.50	-1.21	-1.89	-1.02
36H	-2.82	-1.53	-1.33	-0.57	-0.15	0.26	0.22	-0.48	-0.61	-1.32	-1.06	-1.73	-0.93
48H	-2.85	-1.48	-1.21	-0.47	-0.07	0.36	0.21	-0.34	-0.27	-1.21	-0.98	-1.69	-0.83

② RMSE ( 단위 : m/s, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	3.23	2.89	2.89	2.71	2.52	2.38	2.31	2.53	2.82	2.93	3.00	3.27	2.79
24H	3.46	2.93	2.91	2.78	2.64	2.47	2.61	2.74	2.96	2.98	2.93	3.32	2.89
36H	3.91	2.96	3.00	2.83	2.77	2.65	2.96	2.92	3.05	3.13	3.01	3.35	3.04
48H	4.25	3.09	3.13	2.97	2.80	2.79	3.14	3.15	3.22	3.25	3.21	3.47	3.21



**Fig. 9. The 24-hour forecast monthly scatter plot of significant wave height of Regional Wave Model against JASON satellite observation from January to December for year 2006.**



**Fig. 10. The 24-hour forecast monthly scatter plot of sea surface wind of Regional Wave Model against QuikSCAT satellite observation from January to December for year 2006.**

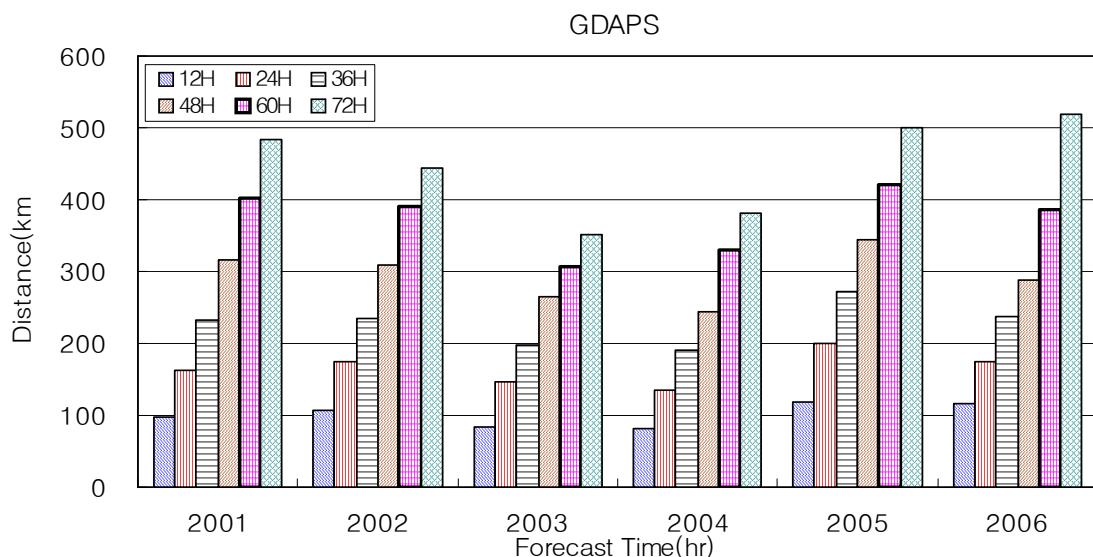
## 4. 4. 태풍 모델

- o 작성자 : 태풍연구팀 추교명
- o 태풍은 북위 20도 이북, 동경 140도 서쪽에 위치한 시각에서의 수치모델의 태풍 진로 오차를 검증하였다.

### 4.4.1 성능 변화 추세

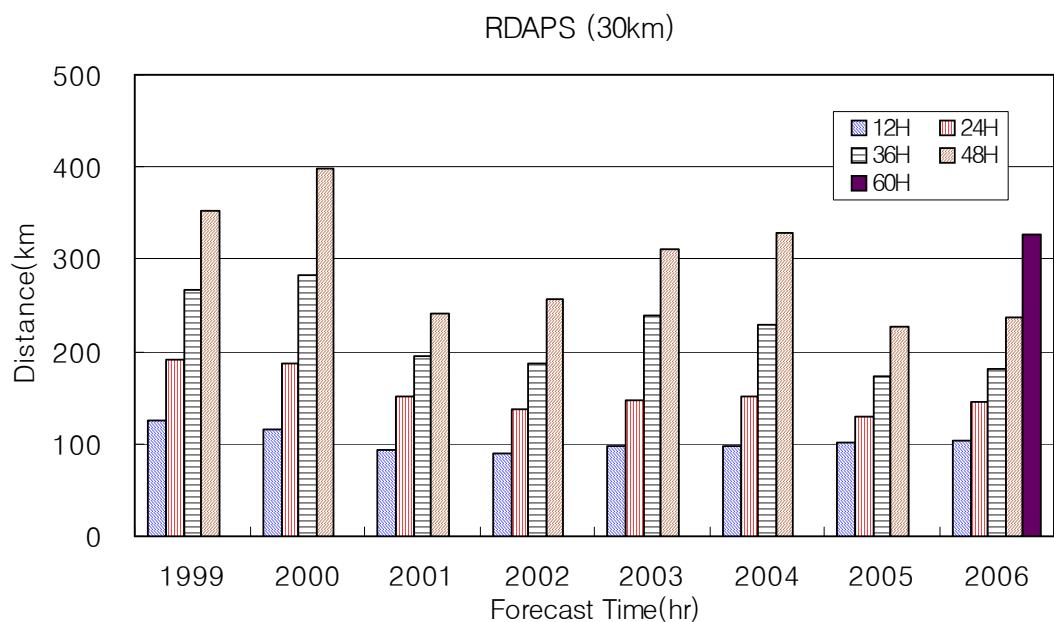
가. 태풍진로오차

#### ① GDAPS

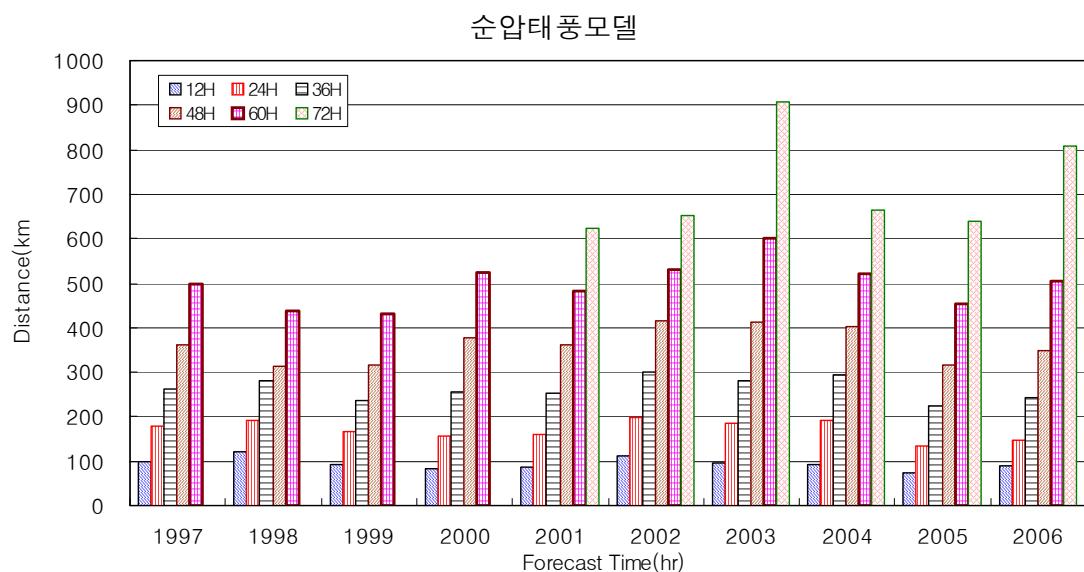


주) 2006년은 전구 T426L40의 검증자료이며, 그 이전은 T213L30에 대한 것임.

#### ② RDAPS

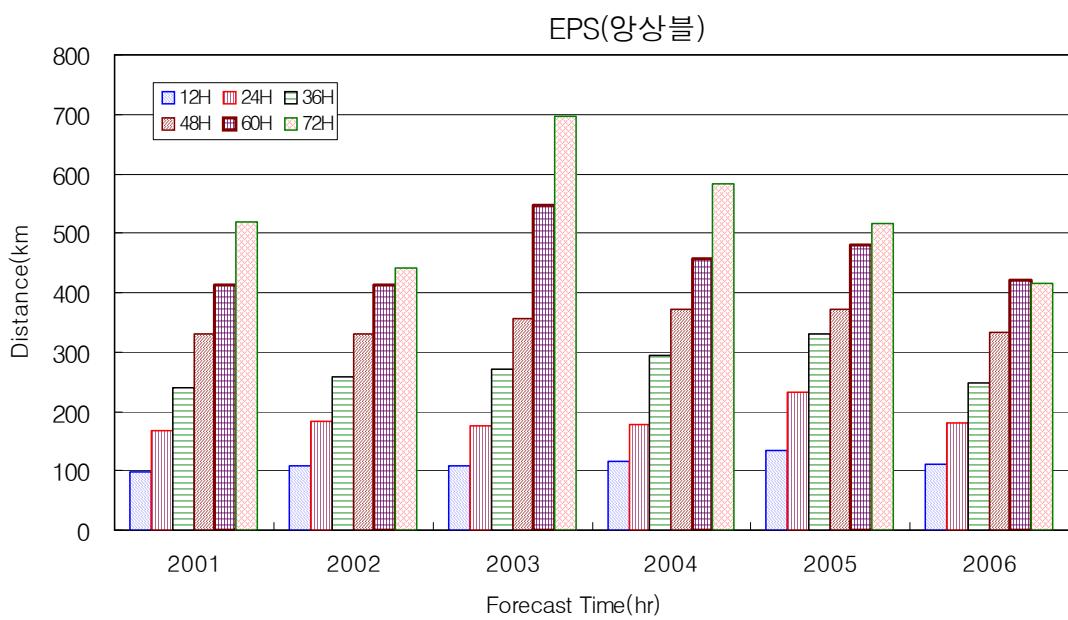


### ③ 순압태풍모델



주) 2004년부터는 DBAR 순압태풍모델의 검증자료이며, 그 이전은 BATS에 대한 것임.

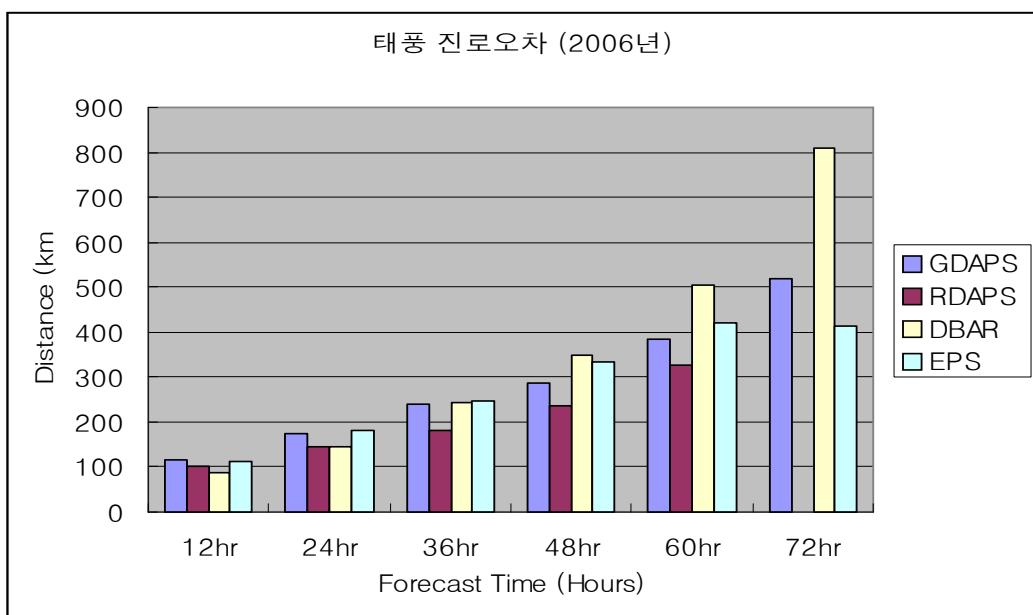
### ④ EPS



#### 4.4.2. 태풍진로오차(2006년)

※ 20N 이상, 140E 서쪽에 위치한 모든 태풍자료 검증

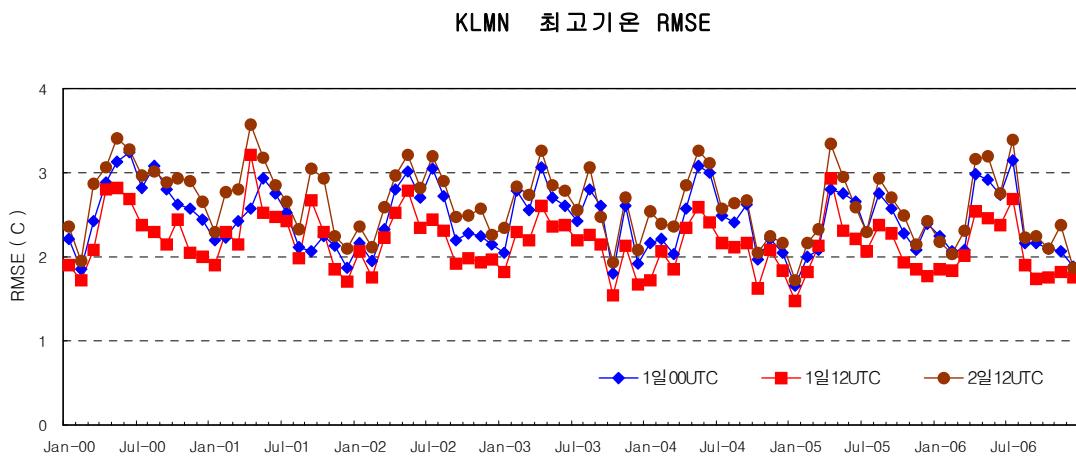
FCST	GDAPS (T426L40)	RDAPS	DBAR	EPS
12H	116.7	103.2	87.9	111.3
24H	175.2	145.8	146.7	181.6
36H	238.0	181.9	242.6	247.0
48H	287.8	236.1	348.6	333.5
60H	385.2	326.8	504.0	419.5
72H	518.6		807.6	415.1



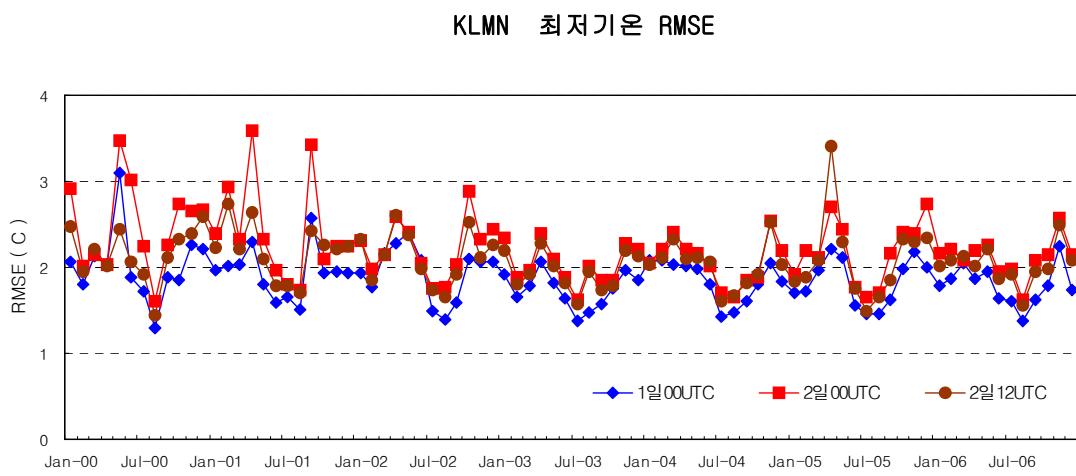
## 4. 5. 통계 모델 및 강수 확률 검증

### 4.5.1. 성능 변화 추세

가. KLMN 최고기온 (단위 : C)

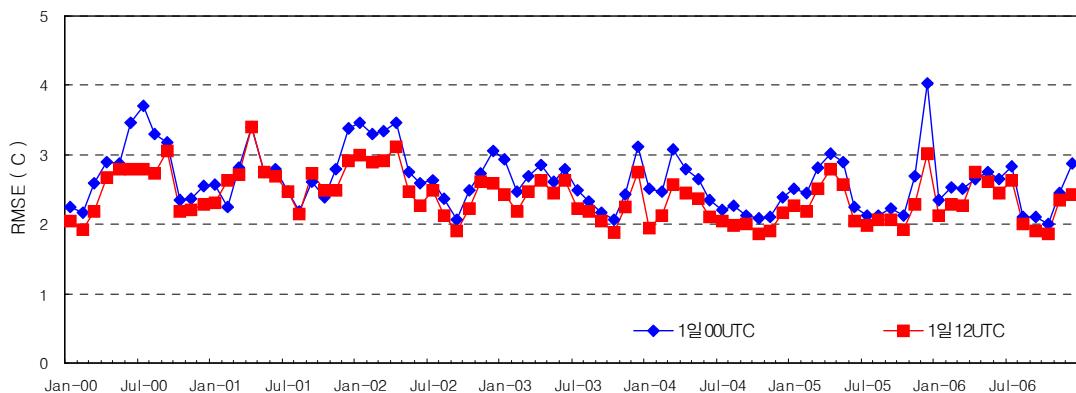


나. KLMN 최저기온 (단위 : C)



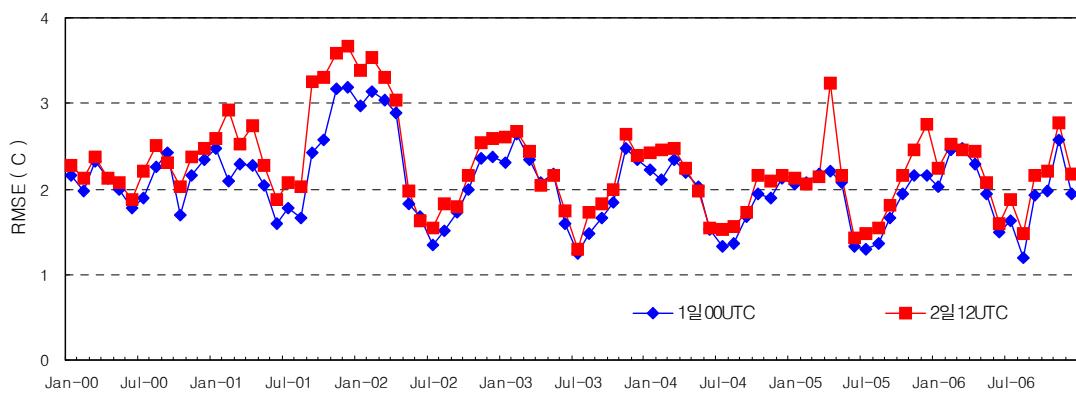
다. PPM 최고기온 (단위 : C)

PPM 최고기온 RMSE



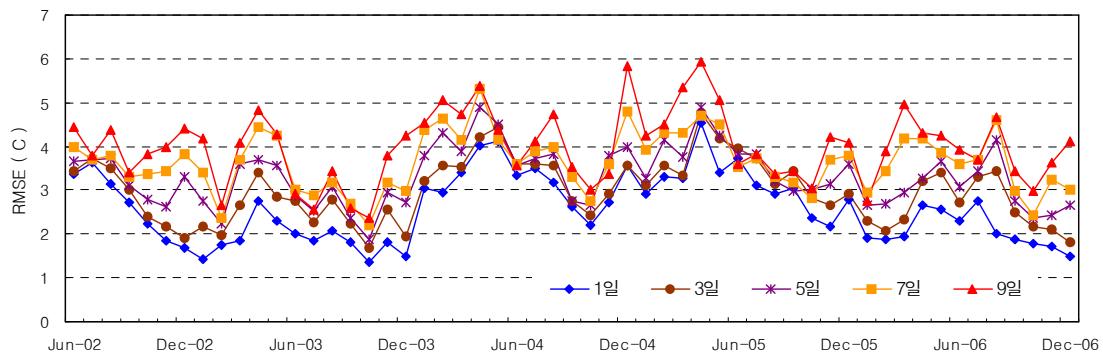
라. PPM 최저기온 (단위 : C)

PPM 최저기온 RMSE



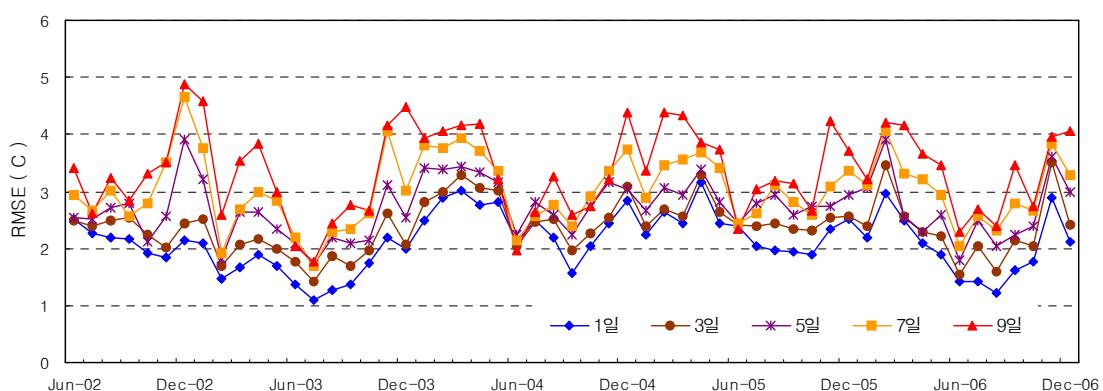
마. GDLM 최고기온 (단위 : C)

GDLM 최고기온 RMSE



바. GDLM 최저기온 (단위 : C)

GDLM 최저기온 RMSE



#### 4.5.2. 최고, 최저기온 예보 검증

- o 검증 요소: 평균 오차, RMSE
- o 검증 영역: 남한

가. Mean Error (단위 : C, 2006년)

최고기온(2006)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
PPM	1일12H	-0.88	-0.20	-0.23	-0.81	-0.17	-0.67	-0.50	0.79	-0.78	0.03	-0.91	-1.10	-0.45
	1일00H	-1.04	-0.48	0.22	-0.73	-0.25	-0.82	-0.74	0.77	-0.72	0.48	-0.85	-1.58	-0.48
KLMN	1일12H	0.05	-0.09	0.21	0.09	-0.10	-0.12	0.07	-0.06	0.04	0.01	-0.16	0.16	0.01
	1일00H	0.12	-0.07	0.25	-0.01	-0.04	-0.19	0.13	-0.19	0.10	0.02	-0.35	0.07	-0.01
	2일12H	0.20	0.04	0.23	0.01	-0.07	-0.18	0.15	-0.22	0.11	0.02	-0.41	0.05	-0.01
GDLM	1일	-0.35	-0.19	-0.25	-0.01	0.03	0.15	0.43	-0.35	-0.23	-0.23	0.08	-0.08	-0.08
	2일	-0.59	-0.38	-0.35	0.18	-0.04	-0.01	0.30	-0.42	-0.16	-0.27	0.20	-0.02	-0.13
	3일	-0.54	-0.44	-0.51	0.44	0.12	-0.10	0.19	-0.63	-0.11	-0.28	0.27	-0.02	-0.13
	4일	-0.63	-0.56	-0.61	0.69	-0.05	-0.25	0.27	-1.29	0.10	-0.40	0.52	0.05	-0.18
	5일	-0.86	-0.48	-0.83	0.71	-0.41	-0.38	0.46	-1.69	0.21	-0.44	0.69	0.16	-0.24
	6일	-1.09	-0.07	-1.40	0.48	-0.62	-0.46	0.41	-1.86	0.41	-0.41	0.79	0.27	-0.30
	7일	-0.91	-0.31	-1.39	-0.22	-1.34	-0.54	0.42	-2.10	0.66	-0.50	0.86	0.52	-0.40
	8일	-0.63	-0.77	-1.37	-0.33	-2.22	-0.86	0.31	-2.38	0.83	-0.43	1.27	0.45	-0.51
	9일	-0.38	-0.82	-1.53	-0.37	-1.83	-0.86	0.09	-2.23	1.07	-0.35	1.14	0.76	-0.44
	10일	-0.63	-0.72	-2.39	-0.11	-1.42	-1.06	0.42	-2.23	1.26	-0.29	1.44	0.55	-0.43

최저기온(2006)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
PPM	1일00H	-0.11	0.02	-0.15	0.37	-0.16	-0.47	-0.43	0.45	-0.55	0.83	0.59	0.05	0.04
	2일12H	-0.35	-0.08	-0.12	0.35	-0.06	-0.45	-0.48	0.79	-0.55	1.17	0.69	-0.35	0.05
KLMN	1일00H	0.07	0.09	0.10	0.17	0.01	0.04	0.00	-0.07	-0.11	-0.11	0.10	-0.14	0.01
	2일12H	0.24	0.23	0.19	0.34	0.05	0.02	0.02	-0.20	-0.09	-0.17	0.01	-0.24	0.03
	2일00H	0.21	0.23	0.23	0.20	0.10	-0.02	0.08	-0.19	-0.11	-0.20	-0.03	-0.57	-0.01
GDLM	1일	-0.17	-0.71	-0.26	-0.12	0.27	-0.11	0.01	0.15	0.42	0.02	-0.55	0.32	-0.06
	2일	-0.49	-1.23	0.07	0.03	0.26	-0.22	0.13	0.06	0.47	-0.15	-0.49	0.58	-0.08
	3일	-0.57	-1.64	0.01	0.22	0.27	-0.24	0.15	-0.07	0.48	-0.18	-0.02	0.76	-0.07
	4일	-0.77	-1.74	0.00	0.44	0.19	-0.25	0.22	-0.35	0.62	-0.16	-0.09	0.78	-0.09
	5일	-1.08	-1.61	-0.37	0.34	0.00	-0.31	0.18	-0.55	0.90	-0.20	-0.10	1.00	-0.15
	6일	-1.27	-1.35	-1.00	0.26	-0.38	-0.38	0.09	-0.72	1.16	-0.18	0.32	1.27	-0.18
	7일	-1.27	-1.56	-0.83	0.29	-1.06	-0.34	-0.01	-0.84	1.41	-0.39	0.73	1.62	-0.19
	8일	-1.03	-1.76	-0.93	-0.62	-1.89	-0.30	0.04	-0.88	1.74	-0.28	0.84	1.61	-0.29
	9일	-1.00	-1.41	-1.27	-0.85	-1.75	-0.32	-0.09	-0.93	2.17	-0.23	1.01	1.74	-0.24
	10일	-1.11	-1.25	-2.10	-1.18	-2.01	-0.51	-0.12	-1.00	2.38	-0.02	1.23	2.08	-0.30

나. RMSE (단위 : C, 2006년)

최고기온(2006)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
PPM	1일12H	2.12	2.29	2.26	2.75	2.62	2.45	2.63	2.01	1.90	1.86	2.34	2.43	2.31
	1일00H	2.35	2.54	2.51	2.66	2.76	2.65	2.84	2.10	2.11	2.00	2.45	2.87	2.49
KLMN	1일12H	1.85	1.83	2.01	2.54	2.46	2.38	2.69	1.90	1.74	1.76	1.82	1.75	2.06
	1일00H	2.25	2.07	2.09	2.99	2.91	2.73	3.14	2.16	2.17	2.10	2.07	1.89	2.38
	2일12H	2.18	2.04	2.31	3.17	3.19	2.76	3.39	2.23	2.24	2.10	2.38	1.87	2.49
GDLM	1일	1.90	1.87	1.95	2.67	2.57	2.29	2.74	2.00	1.87	1.77	1.73	1.49	2.07

	2일	2.14	2.01	2.14	3.06	3.14	2.50	3.05	2.70	2.27	2.00	1.97	1.57	2.38
	3일	2.30	2.08	2.32	3.20	3.41	2.73	3.30	3.43	2.48	2.18	2.12	1.80	2.61
	4일	2.31	2.31	2.65	3.15	3.54	2.82	3.52	3.95	2.61	2.34	2.33	2.04	2.80
	5일	2.67	2.70	2.94	3.26	3.67	3.09	3.44	4.14	2.74	2.36	2.44	2.66	3.01
	6일	3.05	3.19	3.64	3.65	3.34	3.48	3.62	4.38	2.86	2.38	2.56	3.13	3.27
	7일	2.95	3.43	4.19	4.19	3.86	3.61	3.69	4.61	2.99	2.42	3.24	3.02	3.52
	8일	2.90	3.96	4.30	4.17	4.16	3.81	3.65	4.68	3.18	2.89	3.61	3.45	3.73
	9일	2.75	3.89	4.96	4.32	4.24	3.92	3.69	4.66	3.42	2.97	3.62	4.12	3.88
	10일	3.16	3.88	5.33	4.27	4.02	3.64	3.82	4.60	3.86	3.33	3.72	4.45	4.01

최저기온(2006)	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.	
PPM	1일00H	2.03	2.45	2.48	2.29	1.94	1.50	1.62	1.20	1.93	1.98	2.58	1.95	2.00
	2일12H	2.24	2.53	2.46	2.44	2.07	1.60	1.88	1.48	2.16	2.20	2.77	2.17	2.17
KLMN	1일00H	1.79	1.87	2.05	1.87	1.95	1.64	1.60	1.38	1.62	1.79	2.24	1.73	1.79
	2일12H	2.01	2.09	2.13	2.01	2.22	1.87	1.92	1.56	1.95	1.99	2.50	2.08	2.03
	2일00H	2.16	2.21	2.09	2.20	2.27	1.95	1.98	1.62	2.08	2.15	2.58	2.15	2.12
GDLM	1일	2.18	2.96	2.48	2.10	1.89	1.43	1.42	1.21	1.61	1.76	2.88	2.11	2.00
	2일	2.25	2.98	2.42	2.06	1.98	1.54	1.78	1.48	1.89	1.89	3.30	2.19	2.15
	3일	2.38	3.46	2.56	2.28	2.22	1.55	2.04	1.59	2.13	2.04	3.50	2.41	2.35
	4일	2.70	3.66	2.49	2.31	2.41	1.55	2.28	1.81	2.10	2.28	3.46	2.60	2.47
	5일	3.07	3.90	2.53	2.29	2.60	1.79	2.49	2.05	2.25	2.38	3.61	2.98	2.66
	6일	3.09	3.87	3.29	2.76	2.76	1.89	2.55	2.16	2.70	2.40	3.81	3.26	2.88
	7일	3.10	4.06	3.31	3.21	2.95	2.04	2.57	2.31	2.80	2.67	3.84	3.29	3.01
	8일	3.46	4.42	3.76	3.39	3.44	2.12	2.56	2.35	3.01	2.46	3.89	3.54	3.20
	9일	3.21	4.20	4.16	3.66	3.47	2.28	2.68	2.39	3.45	2.73	3.96	4.07	3.35
	10일	3.40	4.23	4.97	4.43	3.72	2.16	2.74	2.41	3.83	3.01	4.49	4.52	3.66

#### 4.5.3. 강수 확률 검증

가. 남한 Brier Score (무차원, 31지점 평균한 값, 2006년)

- 아래 표는 PoP 강수확률 검증자료를 이용해서 나온 결과이다.

2006	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.079	0.099	0.093	0.128	0.101	0.108	0.191	0.136	0.081	0.062	0.122	0.079	0.107
24H	0.095	0.090	0.107	0.134	0.105	0.113	0.181	0.137	0.092	0.066	0.126	0.082	0.111
36H	0.107	0.107	0.117	0.135	0.112	0.118	0.191	0.145	0.093	0.073	0.143	0.089	0.119
48H	0.144	0.109	0.137	0.152	0.136	0.123	0.208	0.146	0.098	0.081	0.140	0.102	0.131

나. 지점별 Brier Score (무차원, 31 지점, 2006년)

속초	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.082	0.056	0.133	0.124	0.148	0.201	0.206	0.148	0.087	0.096	0.106	0.052	0.120
24hr	0.081	0.045	0.138	0.115	0.145	0.200	0.235	0.144	0.081	0.100	0.120	0.074	0.123
36hr	0.087	0.063	0.136	0.132	0.141	0.235	0.225	0.137	0.092	0.111	0.127	0.084	0.131
48hr	0.086	0.062	0.144	0.158	0.153	0.220	0.286	0.106	0.101	0.105	0.126	0.081	0.136
철원	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.072	0.090	0.117	0.146	0.082	0.135	0.202	0.120	0.055	0.092	0.140	0.101	0.113
24hr	0.083	0.086	0.122	0.143	0.074	0.144	0.185	0.130	0.043	0.098	0.132	0.109	0.112
36hr	0.077	0.094	0.130	0.157	0.074	0.154	0.206	0.135	0.047	0.092	0.129	0.113	0.117
48hr	0.108	0.105	0.138	0.171	0.075	0.140	0.218	0.154	0.057	0.086	0.144	0.105	0.125
춘천	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.062	0.089	0.116	0.131	0.080	0.120	0.198	0.087	0.050	0.055	0.089	0.102	0.098
24hr	0.078	0.099	0.125	0.141	0.069	0.115	0.170	0.117	0.064	0.070	0.086	0.106	0.103
36hr	0.061	0.112	0.135	0.158	0.071	0.126	0.196	0.128	0.071	0.065	0.092	0.122	0.111
48hr	0.086	0.123	0.136	0.154	0.069	0.121	0.230	0.147	0.064	0.081	0.095	0.114	0.118
강릉	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.083	0.080	0.128	0.187	0.142	0.204	0.212	0.153	0.104	0.143	0.179	0.055	0.139
24hr	0.090	0.075	0.110	0.162	0.144	0.202	0.206	0.126	0.116	0.152	0.178	0.059	0.135
36hr	0.110	0.104	0.150	0.164	0.133	0.241	0.247	0.142	0.123	0.161	0.182	0.067	0.152
48hr	0.115	0.083	0.138	0.171	0.185	0.221	0.333	0.152	0.114	0.124	0.181	0.078	0.158
서울	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.061	0.084	0.093	0.120	0.094	0.100	0.188	0.149	0.098	0.064	0.106	0.081	0.103
24hr	0.080	0.079	0.098	0.128	0.107	0.122	0.169	0.170	0.095	0.074	0.101	0.085	0.109
36hr	0.060	0.092	0.106	0.134	0.102	0.125	0.202	0.147	0.095	0.074	0.135	0.080	0.113
48hr	0.073	0.100	0.124	0.163	0.105	0.116	0.203	0.155	0.087	0.072	0.139	0.089	0.119
인천	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.075	0.075	0.081	0.125	0.076	0.083	0.186	0.098	0.068	0.067	0.125	0.068	0.094
24hr	0.079	0.075	0.102	0.143	0.090	0.102	0.171	0.126	0.076	0.073	0.115	0.069	0.102
36hr	0.061	0.090	0.111	0.157	0.100	0.098	0.197	0.107	0.062	0.083	0.146	0.070	0.107
48hr	0.079	0.092	0.133	0.177	0.100	0.090	0.203	0.114	0.080	0.081	0.154	0.079	0.115
원주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.069	0.101	0.118	0.134	0.109	0.138	0.207	0.185	0.073	0.033	0.092	0.099	0.113
24hr	0.074	0.114	0.110	0.122	0.116	0.136	0.192	0.168	0.081	0.049	0.107	0.103	0.114
36hr	0.086	0.124	0.121	0.100	0.136	0.147	0.184	0.180	0.086	0.057	0.120	0.116	0.121
48hr	0.107	0.113	0.154	0.142	0.152	0.143	0.208	0.169	0.072	0.070	0.111	0.125	0.131
울릉도	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24hr	0.183	0.138	0.116	0.149	0.082	0.077	0.204	0.041	0.128	0.085	0.156	0.199	0.130
36hr	0.183	0.122	0.126	0.152	0.084	0.079	0.236	0.053	0.112	0.086	0.164	0.208	0.134
48hr	0.190	0.123	0.140	0.149	0.098	0.093	0.226	0.048	0.114	0.100	0.172	0.203	0.138

- 지점별 Brier Score 계속

수원	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.071	0.072	0.085	0.118	0.063	0.119	0.203	0.108	0.059	0.051	0.114	0.086	0.096
24hr	0.079	0.069	0.094	0.141	0.073	0.137	0.180	0.132	0.068	0.062	0.101	0.080	0.101
36hr	0.056	0.083	0.106	0.148	0.081	0.107	0.189	0.141	0.083	0.073	0.125	0.078	0.106
48hr	0.071	0.078	0.118	0.165	0.095	0.104	0.219	0.166	0.078	0.075	0.134	0.089	0.116
서산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.078	0.138	0.111	0.156	0.085	0.138	0.227	0.121	0.045	0.033	0.143	0.092	0.114
24hr	0.108	0.152	0.129	0.179	0.101	0.128	0.201	0.127	0.047	0.035	0.166	0.106	0.123
36hr	0.097	0.164	0.150	0.156	0.111	0.147	0.195	0.152	0.060	0.050	0.202	0.114	0.133
48hr	0.147	0.166	0.167	0.174	0.135	0.146	0.198	0.154	0.063	0.047	0.190	0.133	0.143
울진	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.071	0.112	0.087	0.133	0.123	0.114	0.194	0.119	0.064	0.146	0.139	0.066	0.114
24hr	0.089	0.099	0.104	0.148	0.124	0.139	0.203	0.119	0.080	0.126	0.124	0.079	0.120
36hr	0.100	0.108	0.111	0.162	0.160	0.134	0.210	0.139	0.077	0.111	0.131	0.096	0.128
48hr	0.108	0.099	0.111	0.180	0.155	0.134	0.222	0.143	0.089	0.145	0.145	0.100	0.136
청주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.063	0.108	0.119	0.167	0.104	0.119	0.204	0.176	0.046	0.052	0.119	0.072	0.112
24hr	0.087	0.113	0.137	0.171	0.114	0.109	0.181	0.161	0.071	0.053	0.143	0.068	0.117
36hr	0.091	0.122	0.157	0.156	0.124	0.129	0.182	0.178	0.060	0.068	0.172	0.086	0.127
48hr	0.150	0.121	0.178	0.158	0.146	0.118	0.196	0.162	0.070	0.072	0.153	0.115	0.137
대전	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.043	0.104	0.092	0.120	0.086	0.102	0.196	0.218	0.054	0.034	0.085	0.074	0.101
24hr	0.057	0.096	0.107	0.142	0.109	0.086	0.163	0.195	0.070	0.039	0.109	0.086	0.105
36hr	0.095	0.113	0.134	0.132	0.107	0.111	0.162	0.207	0.071	0.050	0.142	0.102	0.119
48hr	0.131	0.119	0.158	0.152	0.127	0.103	0.192	0.201	0.075	0.049	0.118	0.128	0.129
추풍령	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.058	0.128	0.115	0.149	0.098	0.103	0.177	0.126	0.069	0.022	0.121	0.089	0.105
24hr	0.071	0.103	0.120	0.165	0.114	0.091	0.151	0.110	0.088	0.037	0.126	0.088	0.105
36hr	0.092	0.126	0.145	0.156	0.124	0.120	0.125	0.112	0.068	0.044	0.120	0.097	0.111
48hr	0.167	0.127	0.159	0.151	0.153	0.129	0.167	0.104	0.077	0.061	0.136	0.112	0.129
안동	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.035	0.117	0.090	0.112	0.107	0.092	0.181	0.109	0.092	0.031	0.129	0.059	0.096
24hr	0.043	0.088	0.097	0.110	0.100	0.085	0.174	0.092	0.119	0.041	0.120	0.061	0.094
36hr	0.045	0.087	0.111	0.117	0.105	0.094	0.172	0.103	0.096	0.048	0.137	0.070	0.099
48hr	0.097	0.098	0.124	0.136	0.116	0.115	0.199	0.108	0.115	0.060	0.145	0.085	0.116
포항	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.057	0.113	0.095	0.154	0.177	0.088	0.172	0.087	0.129	0.075	0.133	0.062	0.112
24hr	0.080	0.079	0.098	0.155	0.167	0.102	0.164	0.091	0.147	0.080	0.137	0.071	0.114
36hr	0.086	0.084	0.105	0.146	0.181	0.105	0.169	0.117	0.150	0.099	0.144	0.085	0.123
48hr	0.100	0.074	0.112	0.152	0.207	0.124	0.168	0.112	0.147	0.111	0.153	0.085	0.129

- 지점별 Brier Score 계속

군산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.074	0.107	0.097	0.120	0.083	0.088	0.201	0.139	0.054	0.038	0.096	0.088	0.099
24hr	0.102	0.104	0.104	0.138	0.078	0.075	0.174	0.149	0.054	0.042	0.109	0.095	0.102
36hr	0.101	0.130	0.135	0.126	0.098	0.104	0.157	0.170	0.058	0.051	0.124	0.100	0.113
48hr	0.158	0.143	0.152	0.173	0.129	0.097	0.192	0.179	0.058	0.060	0.147	0.129	0.135
대구	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.051	0.097	0.059	0.115	0.103	0.080	0.165	0.154	0.074	0.029	0.095	0.036	0.088
24hr	0.054	0.073	0.071	0.123	0.097	0.086	0.178	0.140	0.104	0.037	0.106	0.042	0.093
36hr	0.080	0.088	0.082	0.125	0.105	0.105	0.169	0.141	0.083	0.042	0.109	0.047	0.098
48hr	0.114	0.081	0.105	0.111	0.144	0.114	0.172	0.128	0.099	0.059	0.116	0.051	0.108
전주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.058	0.099	0.094	0.126	0.087	0.094	0.246	0.174	0.065	0.031	0.092	0.079	0.104
24hr	0.077	0.105	0.104	0.141	0.094	0.094	0.192	0.171	0.089	0.036	0.108	0.090	0.108
36hr	0.096	0.128	0.135	0.130	0.097	0.121	0.170	0.186	0.080	0.046	0.126	0.098	0.118
48hr	0.123	0.122	0.151	0.165	0.128	0.124	0.200	0.194	0.081	0.057	0.126	0.119	0.133
울산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.089	0.086	0.060	0.088	0.111	0.088	0.186	0.124	0.127	0.095	0.112	0.048	0.101
24hr	0.089	0.075	0.091	0.087	0.110	0.097	0.176	0.112	0.127	0.093	0.100	0.052	0.101
36hr	0.122	0.107	0.095	0.096	0.111	0.099	0.170	0.129	0.129	0.089	0.133	0.058	0.111
48hr	0.129	0.092	0.145	0.114	0.149	0.106	0.185	0.127	0.139	0.113	0.134	0.065	0.125
마산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.034	0.098	0.057	0.085	0.104	0.087	0.169	0.110	0.067	0.062	0.136	0.051	0.088
24hr	0.075	0.092	0.102	0.087	0.129	0.105	0.143	0.113	0.084	0.068	0.129	0.047	0.098
36hr	0.095	0.104	0.099	0.089	0.125	0.081	0.164	0.117	0.085	0.080	0.142	0.061	0.104
48hr	0.184	0.109	0.149	0.105	0.170	0.090	0.210	0.124	0.091	0.102	0.108	0.071	0.126
광주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.079	0.144	0.084	0.138	0.077	0.073	0.228	0.179	0.089	0.063	0.086	0.069	0.109
24hr	0.084	0.104	0.100	0.142	0.082	0.094	0.176	0.173	0.102	0.068	0.104	0.069	0.108
36hr	0.097	0.129	0.121	0.139	0.090	0.089	0.181	0.183	0.106	0.059	0.117	0.077	0.116
48hr	0.163	0.138	0.151	0.169	0.135	0.103	0.189	0.159	0.111	0.068	0.134	0.092	0.134
부산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.067	0.070	0.064	0.085	0.093	0.089	0.163	0.106	0.088	0.051	0.137	0.051	0.089
24hr	0.085	0.057	0.078	0.087	0.079	0.108	0.151	0.116	0.091	0.056	0.126	0.044	0.090
36hr	0.122	0.084	0.080	0.089	0.097	0.087	0.175	0.112	0.093	0.069	0.146	0.058	0.101
48hr	0.149	0.078	0.108	0.105	0.132	0.117	0.157	0.115	0.110	0.092	0.134	0.070	0.114
통영	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.045	0.090	0.036	0.076	0.101	0.098	0.168	0.090	0.068	0.046	0.121	0.054	0.083
24hr	0.064	0.066	0.053	0.083	0.099	0.125	0.158	0.110	0.071	0.049	0.134	0.051	0.089
36hr	0.090	0.085	0.071	0.076	0.105	0.097	0.199	0.120	0.078	0.066	0.136	0.057	0.098
48hr	0.174	0.089	0.093	0.106	0.151	0.131	0.186	0.113	0.081	0.079	0.111	0.068	0.115

- 지점별 Brier Score 계속

목포	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.102	0.114	0.089	0.146	0.088	0.103	0.143	0.110	0.091	0.050	0.089	0.077	0.100
24hr	0.115	0.092	0.103	0.132	0.096	0.108	0.147	0.125	0.108	0.061	0.111	0.079	0.106
36hr	0.127	0.120	0.111	0.146	0.089	0.091	0.175	0.133	0.102	0.068	0.134	0.077	0.114
48hr	0.193	0.116	0.122	0.164	0.117	0.126	0.218	0.144	0.120	0.076	0.145	0.093	0.136
여수	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.054	0.104	0.044	0.125	0.087	0.118	0.138	0.103	0.068	0.069	0.149	0.057	0.093
24hr	0.084	0.097	0.058	0.131	0.104	0.136	0.153	0.117	0.074	0.052	0.155	0.056	0.101
36hr	0.114	0.112	0.076	0.114	0.095	0.106	0.178	0.128	0.079	0.057	0.152	0.067	0.107
48hr	0.197	0.129	0.099	0.133	0.132	0.119	0.194	0.138	0.078	0.074	0.124	0.078	0.125
완도	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.098	0.119	0.078	0.132	0.096	0.134	0.196	0.160	0.083	0.074	0.137	0.094	0.117
24hr	0.126	0.100	0.097	0.121	0.089	0.116	0.194	0.152	0.095	0.065	0.142	0.088	0.115
36hr	0.155	0.123	0.112	0.115	0.085	0.108	0.224	0.141	0.102	0.067	0.143	0.089	0.122
48hr	0.215	0.127	0.136	0.129	0.128	0.106	0.260	0.152	0.091	0.090	0.126	0.101	0.138
제주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.168	0.061	0.118	0.140	0.134	0.075	0.207	0.187	0.137	0.058	0.135	0.128	0.129
24hr	0.195	0.056	0.129	0.170	0.141	0.087	0.221	0.173	0.151	0.063	0.134	0.144	0.139
36hr	0.196	0.081	0.125	0.182	0.154	0.100	0.244	0.179	0.160	0.078	0.169	0.127	0.150
48hr	0.210	0.102	0.150	0.195	0.166	0.118	0.220	0.160	0.186	0.074	0.158	0.161	0.158
고산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.155	0.103	0.127	0.131	0.107	0.090	0.177	0.193	0.106	0.074	0.144	0.116	0.127
24hr	0.173	0.103	0.162	0.147	0.113	0.090	0.214	0.215	0.120	0.070	0.140	0.124	0.139
36hr	0.220	0.119	0.145	0.161	0.130	0.102	0.232	0.211	0.123	0.081	0.188	0.107	0.152
48hr	0.209	0.135	0.176	0.171	0.149	0.124	0.222	0.198	0.151	0.057	0.178	0.138	0.159
서귀포	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.162	0.095	0.136	0.122	0.106	0.111	0.194	0.216	0.114	0.051	0.137	0.095	0.128
24hr	0.157	0.089	0.160	0.133	0.110	0.112	0.182	0.189	0.132	0.054	0.145	0.085	0.129
36hr	0.186	0.117	0.118	0.147	0.138	0.131	0.205	0.242	0.154	0.059	0.162	0.091	0.146
48hr	0.204	0.138	0.137	0.157	0.150	0.151	0.172	0.243	0.150	0.056	0.172	0.121	0.154
진주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.065	0.086	0.041	0.116	0.101	0.092	0.181	0.131	0.074	0.062	0.152	0.050	0.096
24hr	0.106	0.082	0.086	0.119	0.107	0.105	0.172	0.125	0.094	0.068	0.148	0.041	0.104
36hr	0.131	0.110	0.090	0.116	0.106	0.083	0.188	0.137	0.091	0.080	0.173	0.058	0.114
48hr	0.217	0.095	0.138	0.134	0.156	0.098	0.205	0.139	0.095	0.102	0.121	0.068	0.131

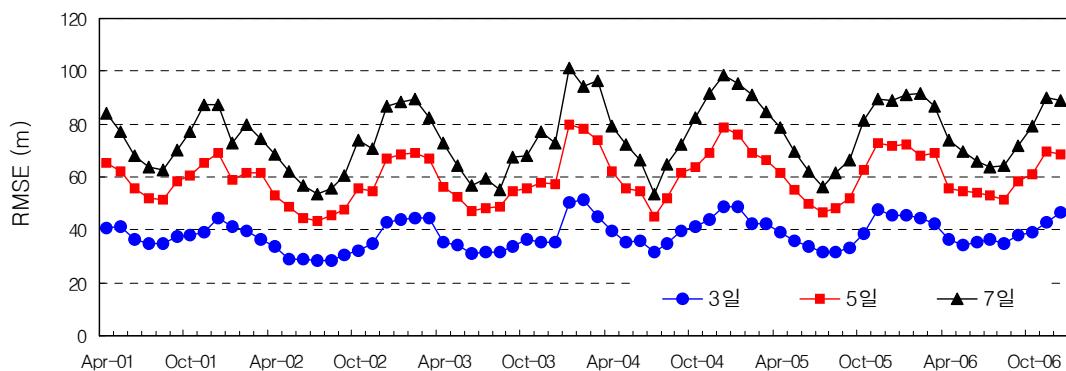
## 4. 6. 양상블 예보 모델

### 4.6.1. 성능 변화 추세

- o 2005년 12월 이후 CRAY 시스템(슈퍼컴 2호기)으로 바뀌면서 T213L40으로 변경
- o 검증: 양상블 mean의 분석검증
- o 검증 범위: 2001년 4월 ~ 2003. 12월 (20-70N)  
2004년 1월 ~ 현재 (20-90N)
- o 검증에 사용되는 기후자료의 평균과 분산 변경에 따라 2006년 검증 재수행 자료 추가. 새롭게 변경된 기후자료는 1959년부터 1998년까지의 NCEP 40년 재분석 자료.

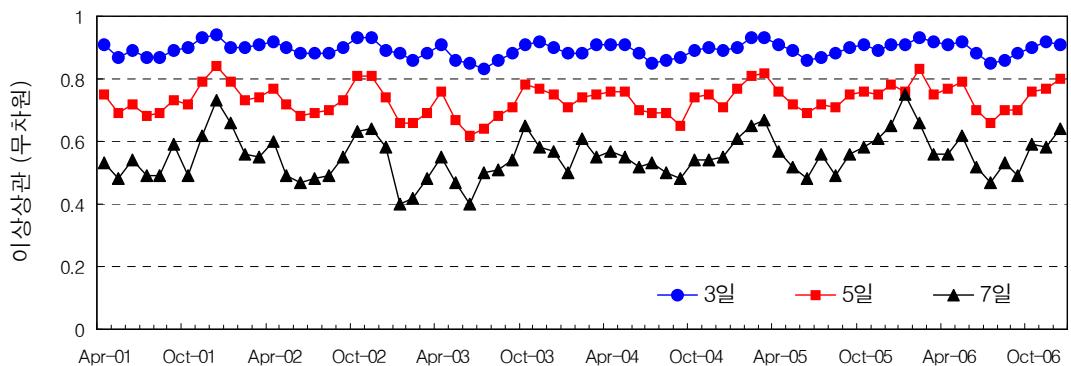
가. 500 hPa 고도장의 RMSE (북반구)

500 hPa 북반구 (양상블) GPH RMSE



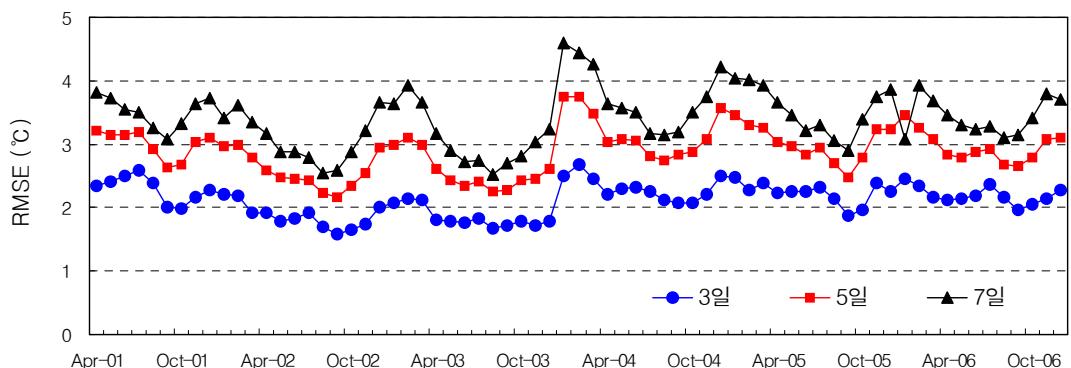
나. 500 hPa 고도장의 이상상관 (북반구)

500 hPa 북반구 (양상블) GPH 이상상관



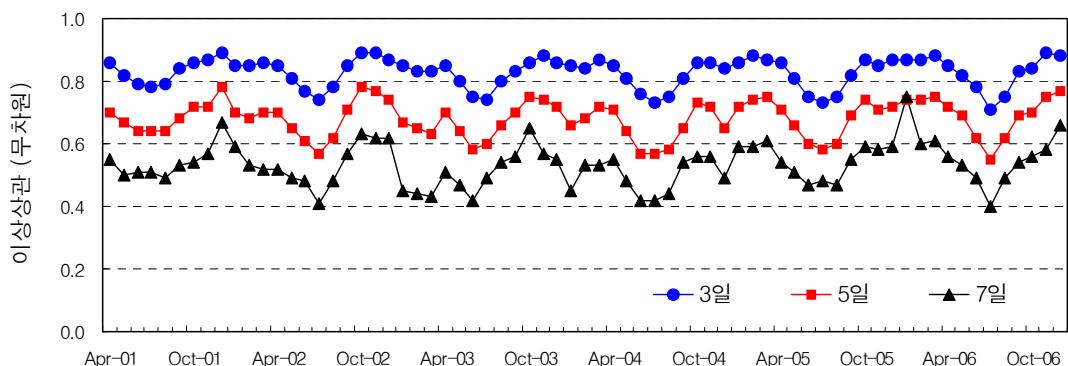
다. 850 hPa 온도의 RMSE (북반구)

850 hPa 북반구 (양상블) 기온 RMSE



라. 850 hPa 온도의 이상상관 (북반구)

850 hPa 북반구 (양상불) 기온 이상상관



#### 4.6.2. 양상불예보 검증

- o 검증 요소 : RMSE, 이상상관(AC), Reliability diagram, ROC Curve, Economic Value, Brier Skill Score(BSS)

가. 500 hPa 고도장의 RMSE (북반구, 단위 : m, 2006년)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	21.62	20.64	19.50	18.33	17.85	18.04	19.71	19.53	19.83	19.87	20.20	21.66	19.73
3day	45.48	44.23	42.23	36.52	34.04	35.17	36.63	34.72	38.29	39.22	42.89	46.60	39.67
5day	72.20	67.96	69.34	55.62	54.48	53.88	52.85	51.55	58.21	61.24	69.90	68.75	61.33
7day	91.32	91.55	87.03	73.92	69.88	65.76	63.49	64.10	71.74	79.34	89.74	88.88	78.06

나. 500 hPa 고도장의 이상상관 (북반구, 무차원, 2006년)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
3day	0.91	0.93	0.92	0.91	0.92	0.88	0.85	0.86	0.88	0.90	0.92	0.91	0.90
5day	0.76	0.83	0.75	0.77	0.79	0.70	0.66	0.70	0.70	0.76	0.77	0.80	0.75
7day	0.75	0.66	0.56	0.56	0.62	0.52	0.47	0.53	0.49	0.59	0.58	0.64	0.58

다. 500 hPa 고도장의 이상상관 (북반구, 무차원, 2006년, 새로운 기후자료 사용)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.98	-0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
3day	0.91	0.93	0.91	0.91	0.92	0.88	0.85	0.86	0.88	0.90	0.92	0.91	0.90
5day	0.75	0.82	0.74	0.78	0.78	0.69	0.68	0.73	0.70	0.75	0.75	0.80	0.75
7day	0.60	0.65	0.55	0.58	0.60	0.50	0.51	0.58	0.50	0.58	0.55	0.65	0.57

라. 850 hPa 온도의 RMSE (북반구, 단위 : C, 2006년)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	1.25	1.24	1.21	1.20	1.23	1.28	1.38	1.32	1.17	1.15	1.14	1.17	1.23
3day	2.46	2.35	2.17	2.11	2.14	2.19	2.37	2.17	1.97	2.05	2.15	2.28	2.20
5day	3.46	3.26	3.08	2.83	2.78	2.87	2.92	2.68	2.66	2.79	3.08	3.11	2.96
7day	3.08	3.93	3.69	3.47	3.31	3.23	3.29	3.10	3.14	3.41	3.80	3.70	3.43

마. 850 hPa 온도의 이상상관 (북반구, 무차원, 2006년)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.97	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.90	0.90	0.94	0.95	0.97	0.97	0.95
3day	0.87	0.87	0.88	0.85	0.82	0.78	0.71	0.75	0.83	0.84	0.89	0.88	0.83
5day	0.74	0.74	0.75	0.72	0.69	0.62	0.55	0.62	0.69	0.70	0.75	0.77	0.70
7day	0.75	0.60	0.61	0.56	0.53	0.49	0.40	0.49	0.54	0.56	0.58	0.66	0.56

바. 850 hPa 온도의 이상상관 (북반구, 무차원, 2006년, 새로운 기후자료 사용)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.97	0.97	0.96	0.96	0.94	0.92	0.91	0.91	0.94	0.95	0.97	0.97	0.95
3day	0.87	0.87	0.88	0.86	0.81	0.77	0.74	0.77	0.84	0.84	0.88	0.88	0.83
5day	0.73	0.74	0.75	0.73	0.66	0.59	0.60	0.65	0.70	0.69	0.73	0.77	0.70
7day	0.58	0.59	0.60	0.56	0.49	0.45	0.48	0.54	0.54	0.54	0.54	0.65	0.55

사. BSS (Brier Skill Score, 2006년)

① 북반구 850 hPa 온도 +4C 이상

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.73	0.72	0.75	0.71	0.68	0.67	0.55	0.57	0.72	0.70	0.77	0.74	0.69
3day	0.49	0.49	0.55	0.48	0.44	0.39	0.23	0.30	0.52	0.49	0.56	0.51	0.45
5day	0.30	0.29	0.37	0.30	0.26	0.16	0.04	0.16	0.31	0.32	0.36	0.35	0.27
7day	0.37	0.16	0.24	0.14	0.12	0.04	-0.11	0.04	0.17	0.20	0.18	0.25	0.15

② 북반구 850 hPa 온도 +4C 이상 (새로운 기후자료 사용)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.72	0.74	0.75	0.71	0.64	0.64	0.59	0.61	0.73	0.69	0.75	0.73	0.69
3day	0.48	0.51	0.55	0.49	0.37	0.36	0.29	0.35	0.53	0.47	0.53	0.50	0.45
5day	0.28	0.31	0.37	0.31	0.19	0.11	0.11	0.20	0.33	0.31	0.32	0.34	0.27
7day	0.13	0.17	0.23	0.15	0.04	-0.01	-0.03	0.06	0.19	0.17	0.13	0.23	0.12

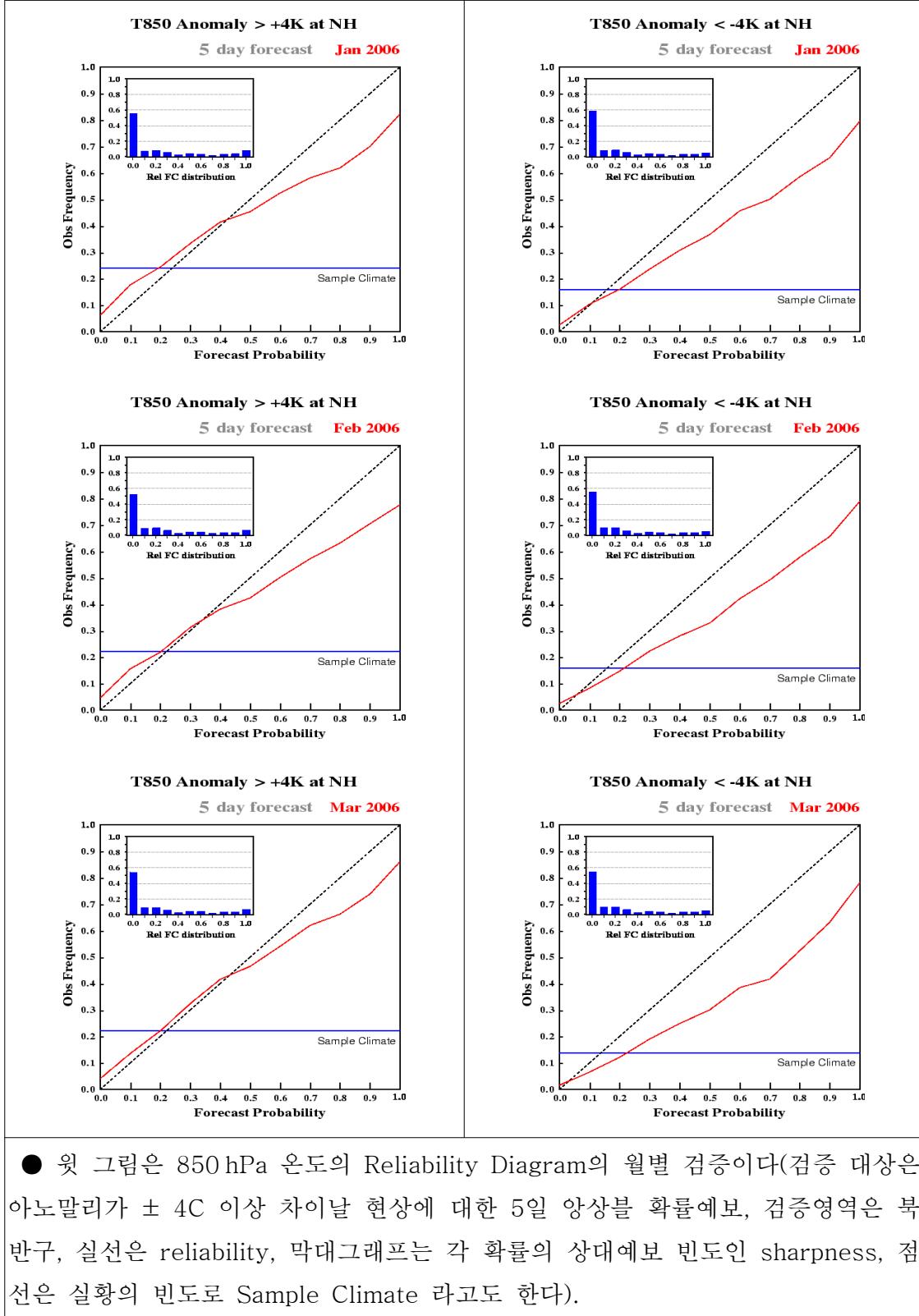
③ 북반구 850 hPa 온도 -4C 이하

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.73	0.72	0.70	0.69	0.62	0.55	0.57	0.55	0.61	0.66	0.72	0.71	0.65
3day	0.51	0.48	0.49	0.49	0.37	0.28	0.25	0.29	0.36	0.42	0.50	0.49	0.41
5day	0.32	0.31	0.29	0.35	0.23	0.17	0.11	0.15	0.21	0.24	0.28	0.31	0.25
7day	0.29	0.17	0.14	0.21	0.12	0.09	0.02	0.09	0.08	0.12	0.11	0.17	0.13

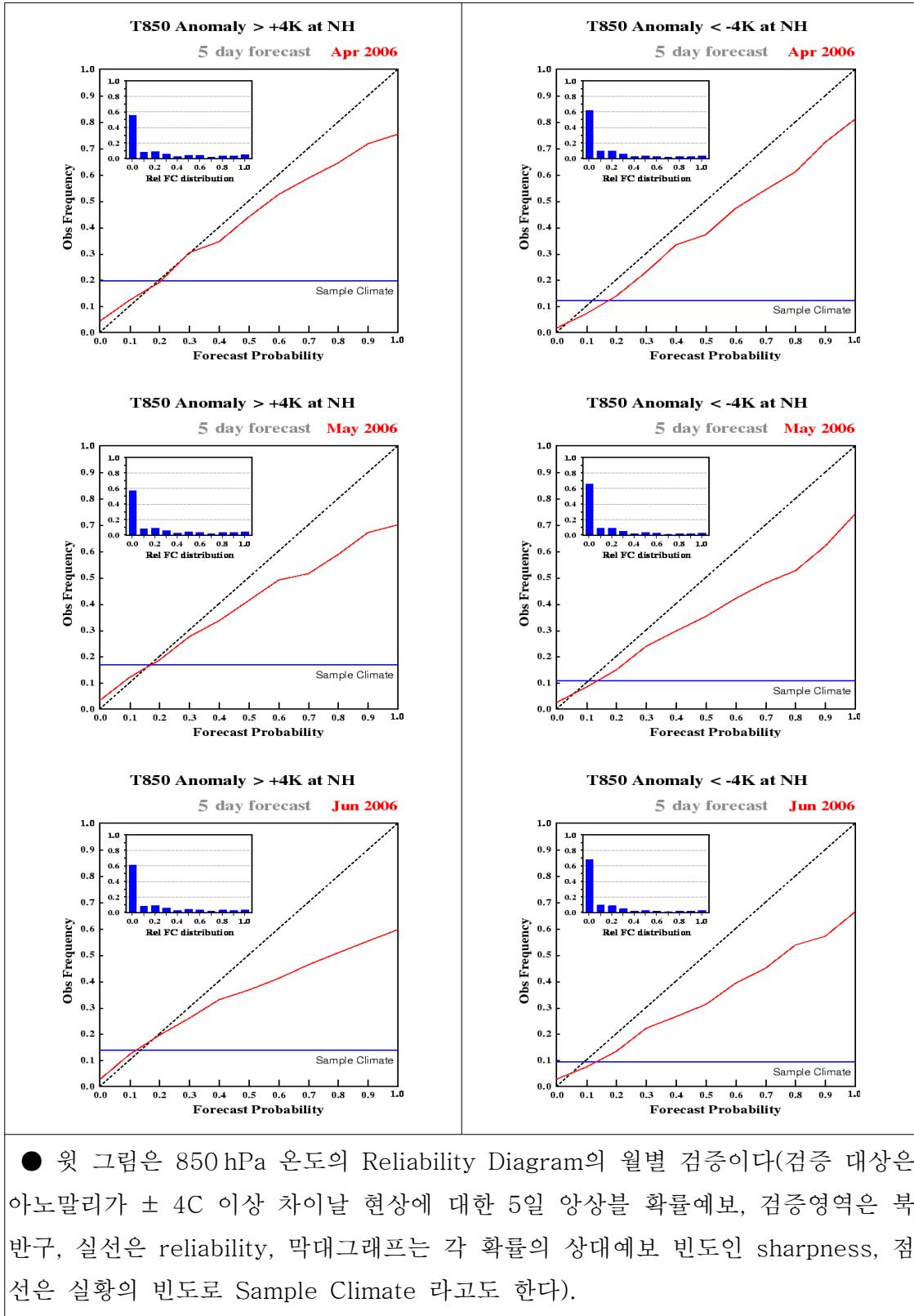
④ 북반구 850 hPa 온도 -4C 이하 (새로운 기후자료 사용)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1day	0.72	0.72	0.68	0.71	0.66	0.57	0.53	0.46	0.60	0.69	0.72	0.72	0.65
3day	0.51	0.47	0.46	0.51	0.43	0.31	0.16	0.09	0.34	0.45	0.51	0.50	0.40
5day	0.32	0.29	0.26	0.37	0.28	0.17	0.04	-0.01	0.24	0.29	0.27	0.32	0.24
7day	0.17	0.13	0.11	0.24	0.15	0.07	-0.04	-0.03	0.08	0.16	0.10	0.18	0.11

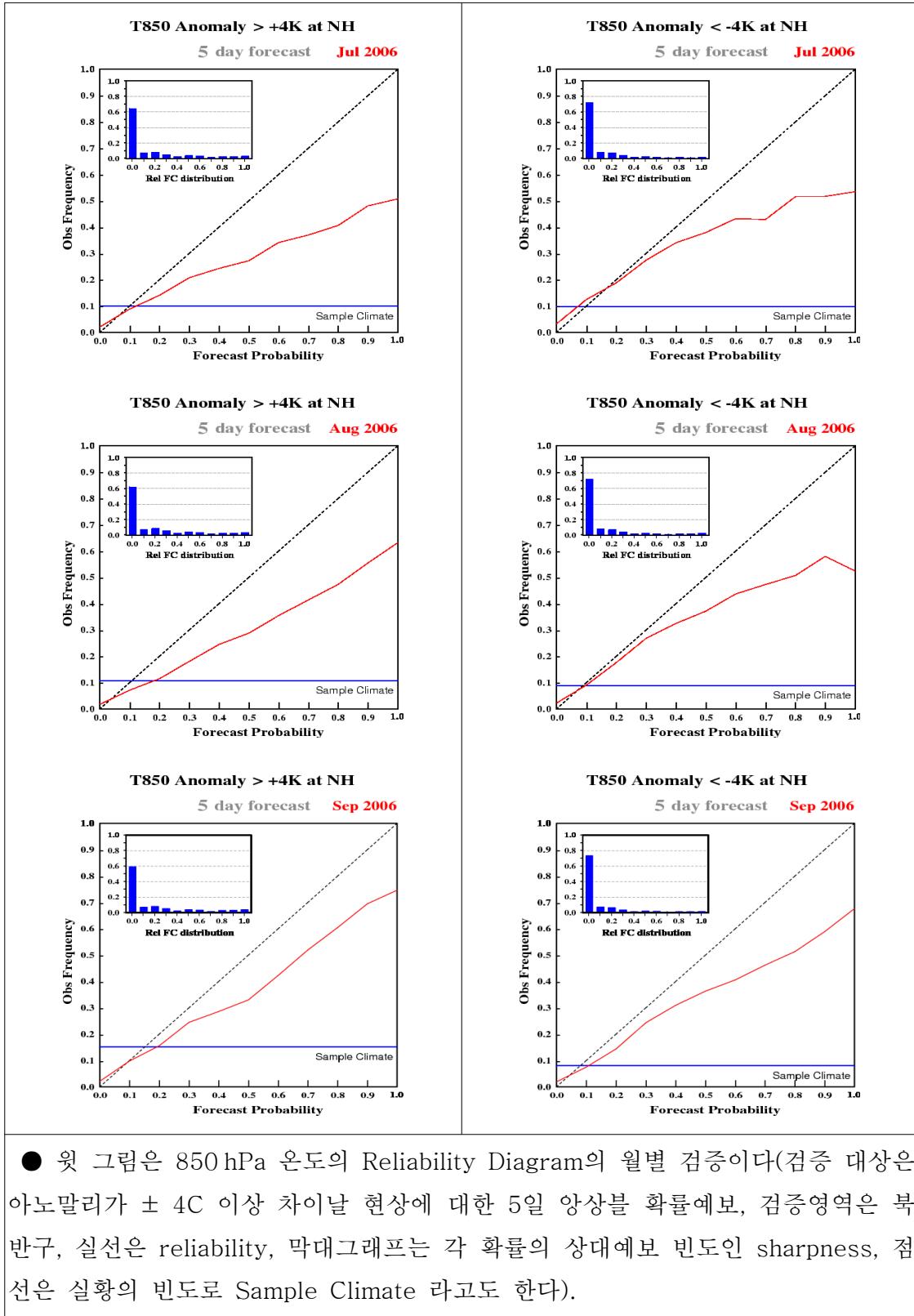
■ Reliability Diagram를 이용한 검증 (무차원) - 850 hPa 온도



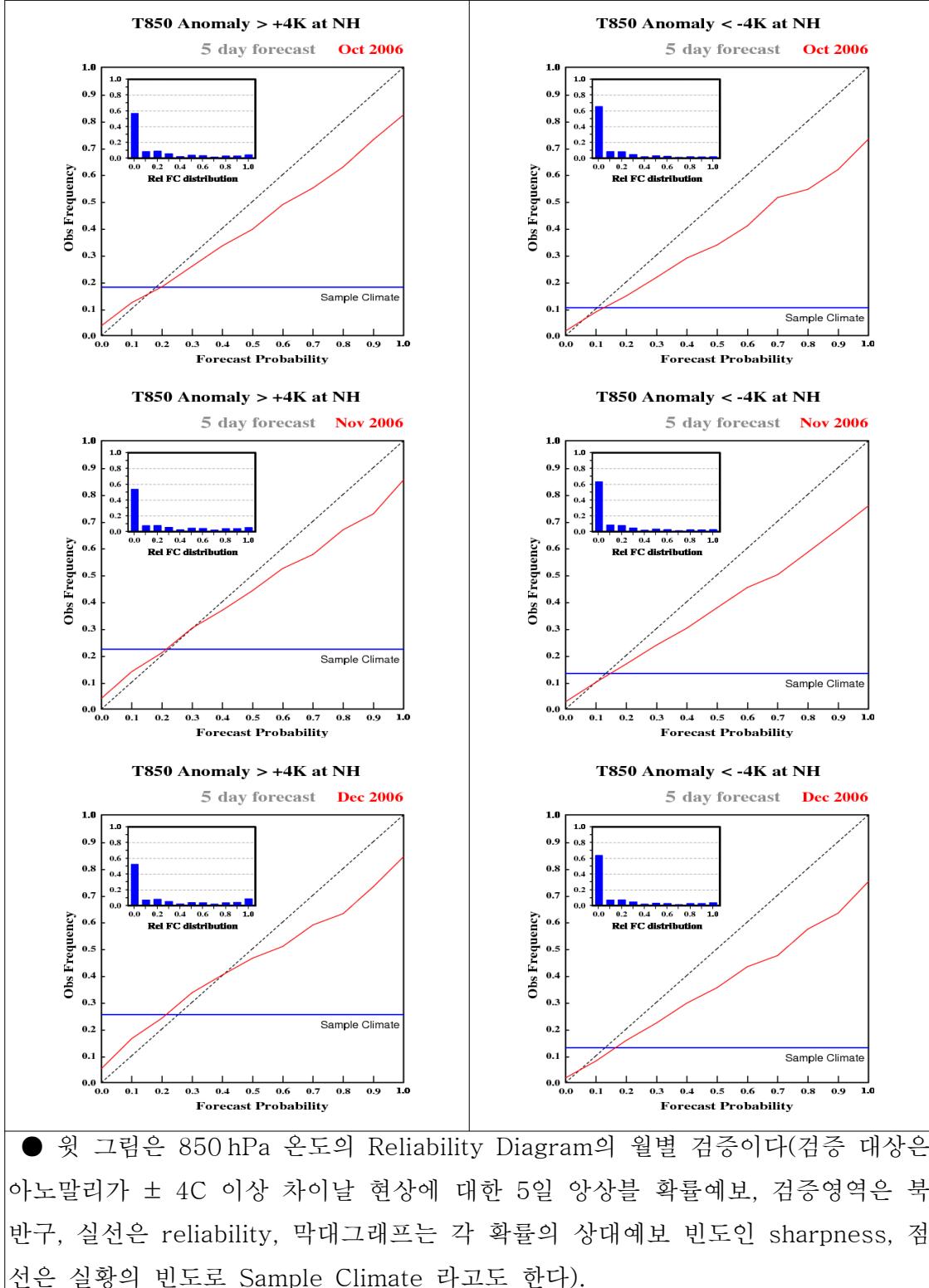
- Reliability Diagram를 이용한 검증 계속 (850 hPa 온도)



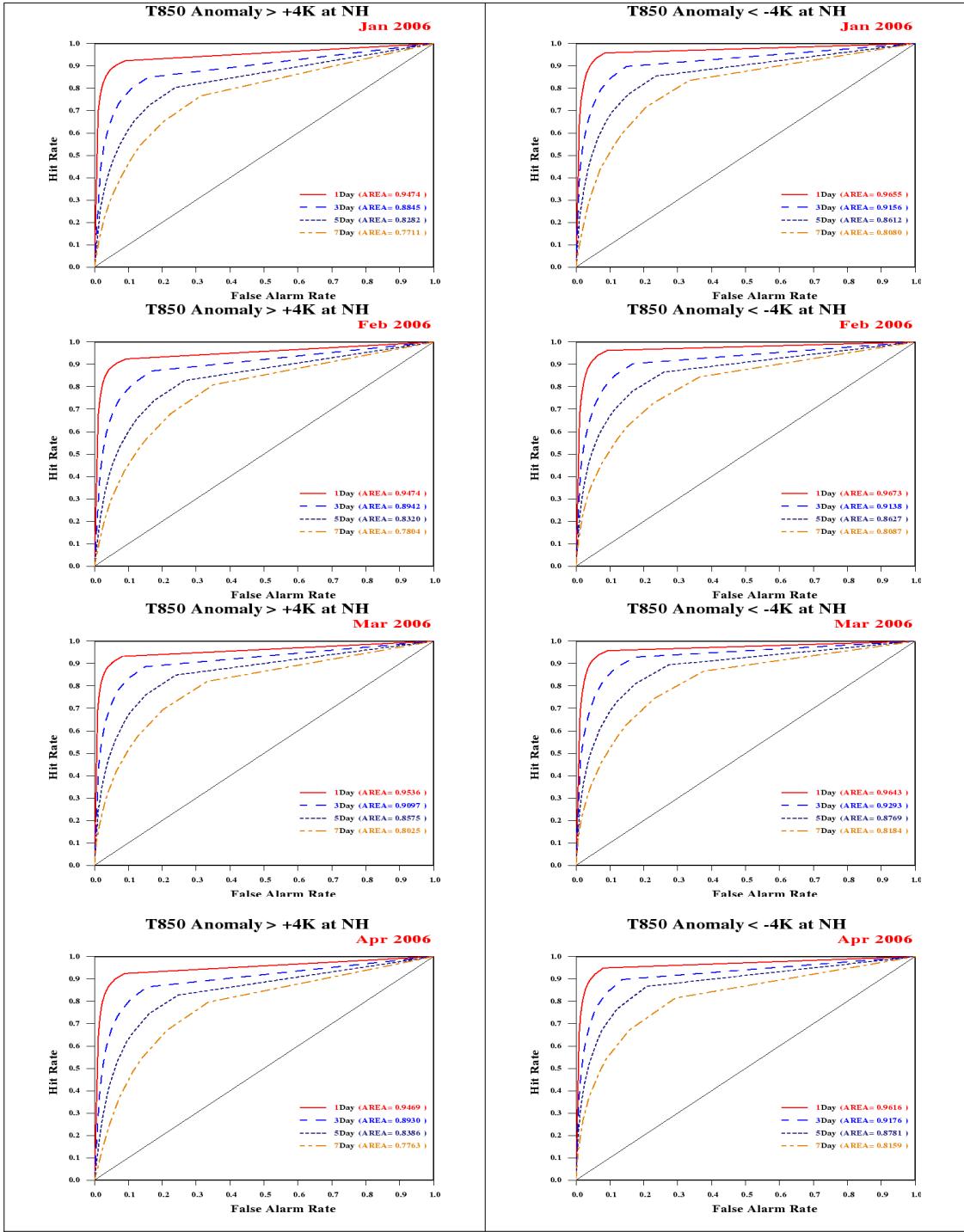
- Reliability Diagram를 이용한 검증 계속 (850 hPa 온도)



- Reliability Diagram를 이용한 검증 계속 (850 hPa 온도)

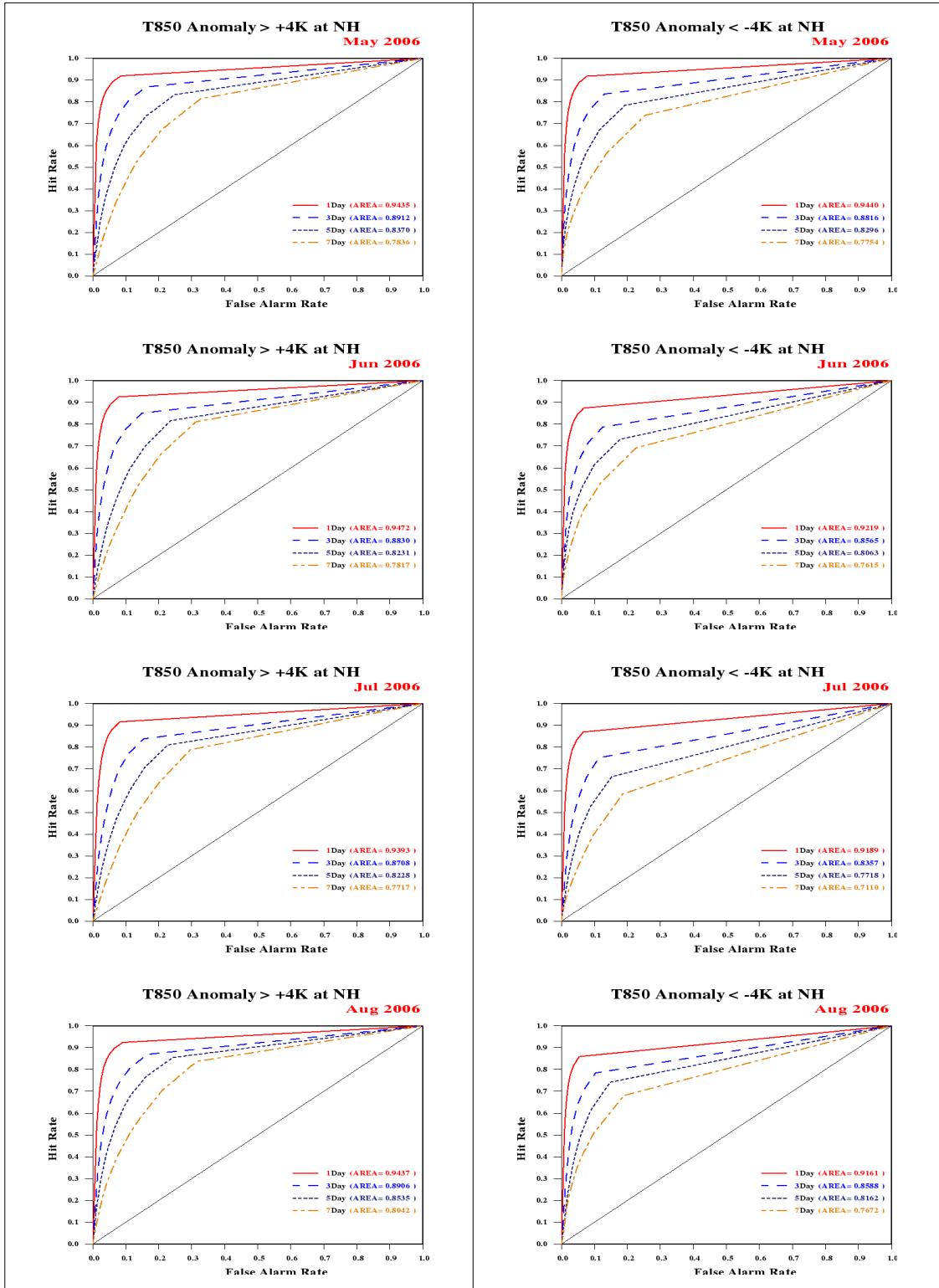


사. ROC Curve를 이용한 검증 - 850 hPa 온도 (북반구, 무차원)



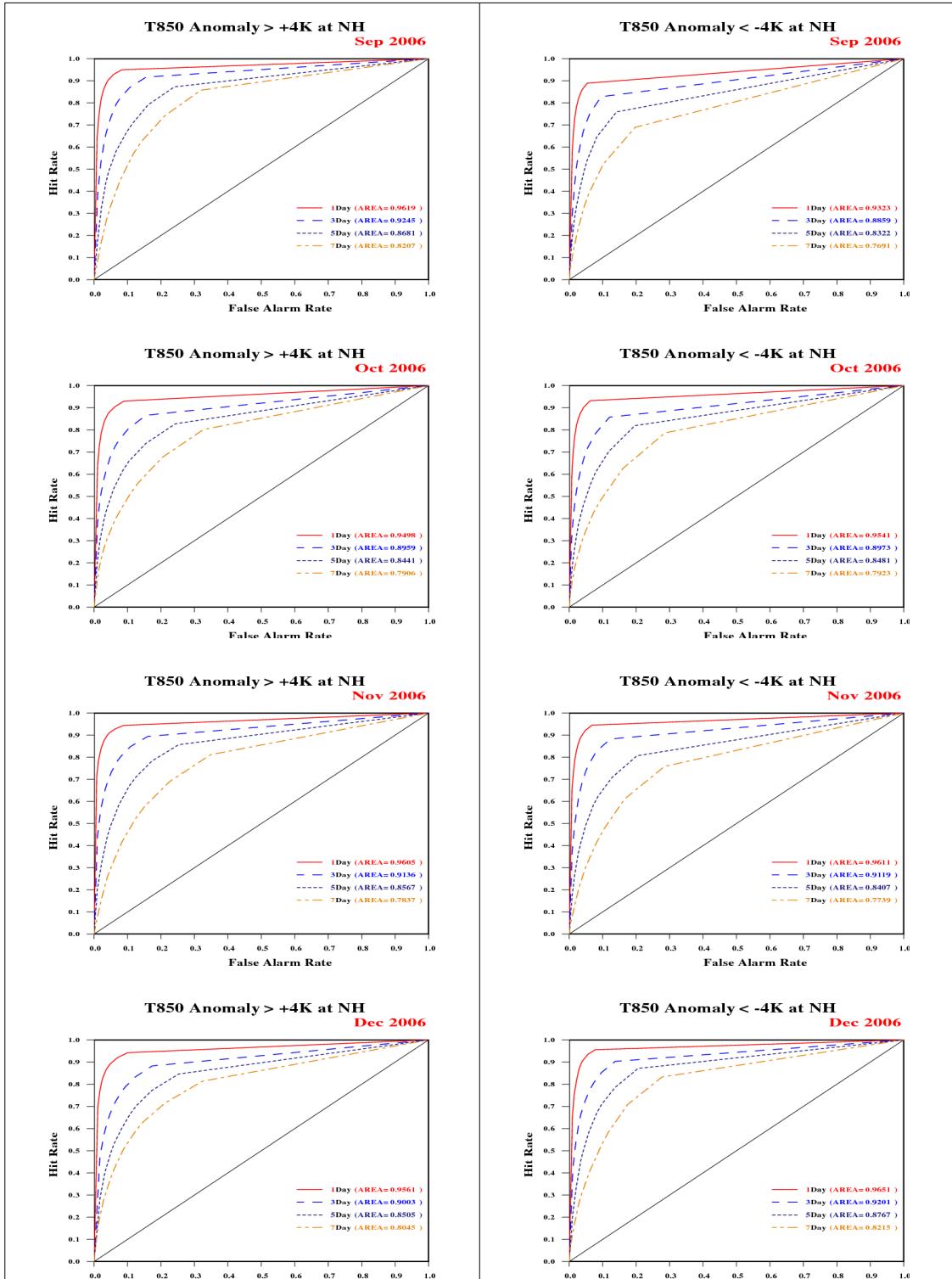
- 검증 영역은 북반구 영역, 검증 대상은 850 hPa 온도, 좌측은 NCEP 기후값에 비해 +4C보다 높은 현상, 우측은 NCEP 기후값에 비해 -4C 보다 낮은 현상

- ROC curve를 이용한 검증 계속 (850 hPa 온도, 단위 : 무차원)



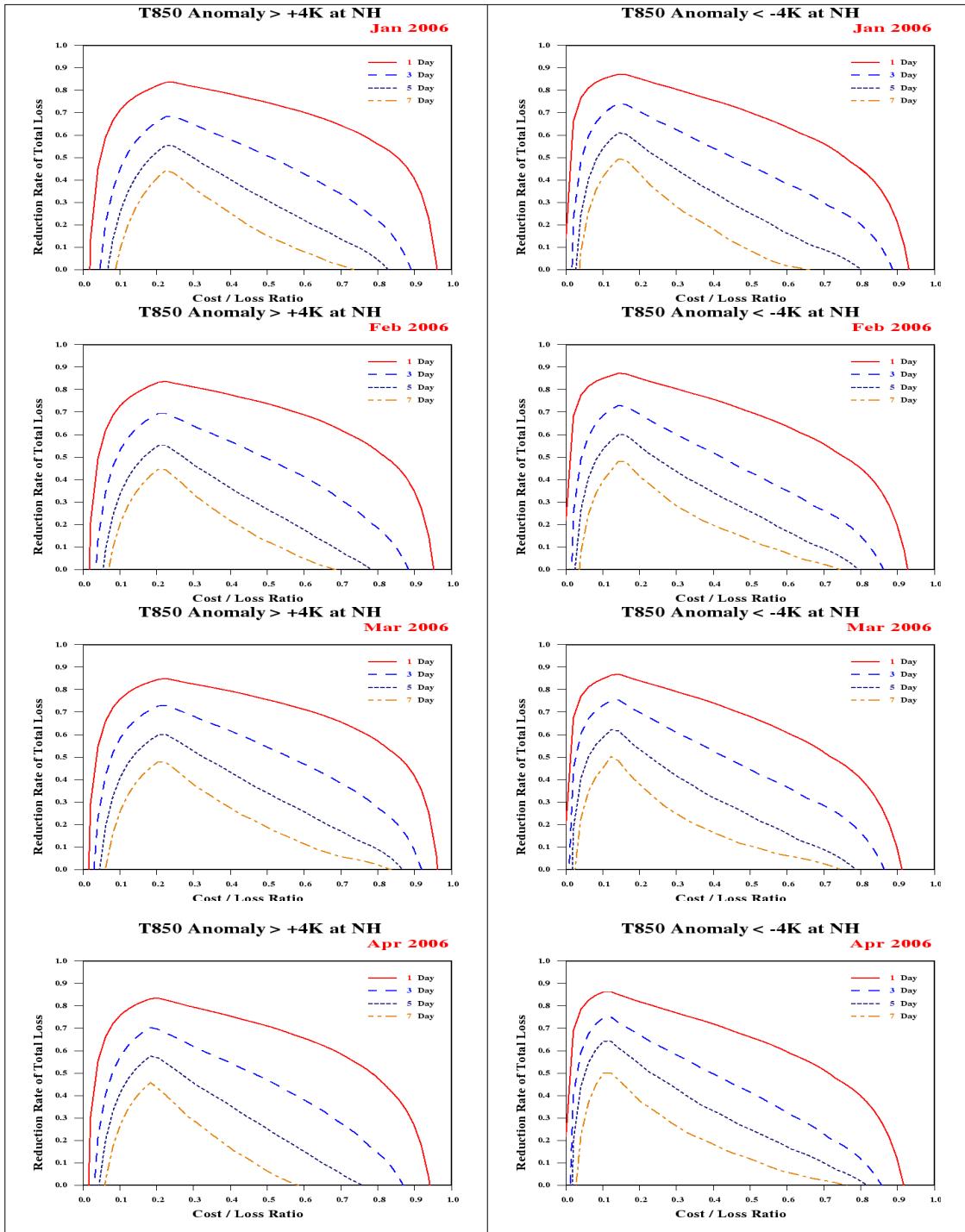
● 검증 영역은 북반구 영역, 검증 대상은 850 hPa 온도, 좌측은 NCEP 기후값에 비해 +4C보다 높은 현상, 우측은 NCEP 기후값에 비해 -4C 보다 낮은 현상

- ROC curve를 이용한 검증 계속 (850 hPa 온도, 단위 : 무차원)



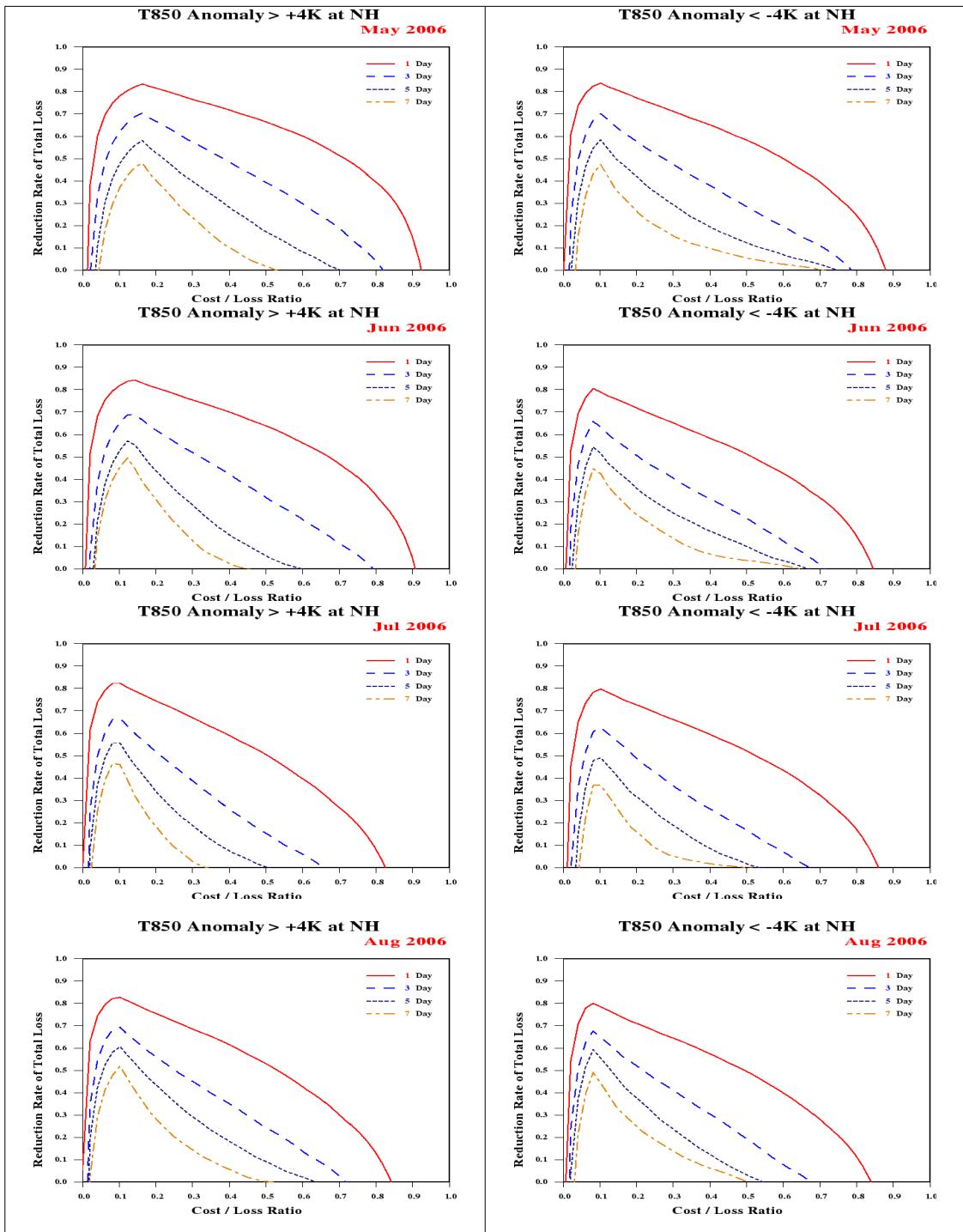
● 검증 영역은 북반구 영역, 검증 대상은 850 hPa 온도, 좌측은 NCEP 기후값에 비해 +4C보다 높은 현상, 우측은 NCEP 기후값에 비해 -4C 보다 낮은 현상

아. 양상별 확률 예보의 Economic Value - 850 hPa 온도 (무차원)



● 좌측은 5일 예보에서 기후값에 비해 +4C보다 높게 예보한 양상별 확률예보와 CNTL 단일 예보의 EV곡선, 우측은 -4C보다 낮게 예보한 경우의 EV곡선

- 양상별 확률 예보의 Economic Value 계속 (850 hPa 온도, 무차원)



- 좌측은 5일 예보에서 기후값에 비해 +4C보다 높게 예보한 양상별 확률예보와 CNTL 단일예보의 EV곡선, 우측은 -4C보다 낮게 예보한 경우의 EV곡선

- 양상별 확률 예보의 Economic Value 계속 (850 hPa 온도, 무차원)

