

# 차 례

§ . 차 례 .....	i
§ . 요약문 .....	iii
1. 각 모델들의 주요 특성 .....	1
2 2007년 수치예보 현업 모델 변경 사항 .....	5
3 검증 .....	5
3.1. 검증개요 .....	5
3.1.1. 검증이란? .....	5
3.1.2. 관측자료 .....	7
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 .....	12
4. 검증 결과 .....	19
4.1. 전지구예보 모델 .....	19
4.1.1. 성능 변화 추세 .....	19
4.1.2. 분석 검증 .....	26
4.1.3. 관측 검증 .....	40
4.1.4. 강수 검증 .....	43
4.2. 지역예보 모델 .....	44
4.2.1. 성능 변화 추세 .....	44
4.2.2. 초기장 검증 .....	46
4.2.3. 분석장 검증 .....	48

4.2.4. 관측 검증 .....	51
4.2.4.1. KWRF, RDAPS 성능 비교 .....	51
4.2.4.2. RDAPS 30km 관측검증 .....	52
4.2.4.3. KWRF 10km 관측검증 .....	54
4.2.5. 강수 검증 .....	56
4.3. 파랑예보 모델 .....	62
4.3.1. 성능 변화 추세 (JASON 위성 검증) .....	62
4.3.2. 부이 검증 .....	63
4.3.3. 위성 검증 .....	76
4.4. 태풍 모델 .....	79
4.4.1 성능 변화 추세 .....	79
4.4.2 태풍진로오차 .....	81
4.5. 통계 모델 및 강수 확률 검증 .....	82
4.5.1 성능 변화 추세 .....	82
4.5.2 최고, 최저기온 예보 검증 .....	85
4.5.3 3시간 기온예보 검증 .....	87
4.5.4 강수 확률 검증 .....	89
4.6. 앙상블예보 모델 .....	95
4.6.1 성능 변화 추세 .....	95
4.6.2 앙상블예보 검증 .....	98

# 요약문

## I. 전지구예보 모델의 검증 영역

검증 방법	검증 영역	위도	경도	비고
분석검증	북반구	20 N - 90 N	0 - 360°	
	남반구	20 S - 90 N	0 - 360°	
	적도	20 S - 20 N	0 - 360°	
관측검증	아시아	25 N - 65 N	60 E - 145 E	
	적도	20 N - 20 N	0 - 360°	
	북미	25 N - 60 N	50 W - 145 W	
	유럽/북아프리카	25 N - 70 N	10 W - 28 E	
	호우/뉴질랜드	10 S - 55 S	90 E - 180 E	
강수검증	6개 지점 (서울, 부산, 광주, 강릉, 대전, 제주)			2008년부터 변경

## II. 지역예보 모델의 30km 분석 및 관측검증 영역

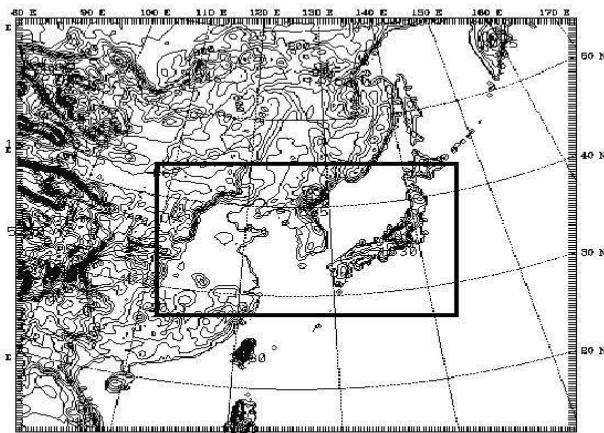


Fig. 1 지역 모델의 분석 및 관측 검증 영역

검증 방법	검증 영역	비고
분석검증	위 그림의 검증 영역	
관측검증	위 그림의 검증 영역	
강수검증	73개 지점 - 지상기상관측장비(ASOS) 41소 - 기상관측소 자동기상관측장비(유인 관측소) 32소	2008년부터 76개소로 변경

### III. 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
	10	62029	12.4W 48.7N	UK Celtic Sea shelf break
북 서 대서양	11	62081	13.3W 51.0N	UK East Atlantic
	12	62106	9.9W 58.0N	UK North-East Atlantic
	13	62108	19.5W 53.5N	UK East Atlantic
	14	62163	8.5W 47.5N	UK Celtic Sea shelf break
	15	63111	1.5E 59.5N	North Sea shelf break
	16	64045	11.7W 59.2N	UK North-East Atlantic

### IV. 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

## V. 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

검증변수	위 성	비 고
유의파고	TOPEX/Poseidon (T/P)	2005. 10월 이후 TOPEX를 Jason으로 교체
해상풍	Quicksat (Qscat)	

## VI. 통계모델 검증

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

## 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 향상된 해상도의 전구모델을 기본으로 30km 지역모델의 영역을 확장하였고, 예보시간도 66시간으로 늘어났다. 또한 양상블 모델의 해상도도 T106L30에서 T213L40으로 향상되었다. 2007년 5월에는 10km 해상도의 KWRF 지역모델이 현업화 되었으며 이에 대응하여 같은 해 6월부터 KWRF 월검증이 수행되고 있다.

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 2호기
모델	고분해능(T426L40)
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식
수평분해능	30km
영역	Global
연직총수	40층 ( $\sim 0.4\text{hPa}$ )
분석	3차원 변분법

예보시간	10일 (2회/일, 00, 12UTC)
시간적분	반암시적 시간적분
수평확산	2차 수평확산
습윤과정	Kuo 방안, 대규모 응결, 천해대류방안
복사	장파복사, 단파복사를 매 1시간마다 계산
중력파저항	장파(파장 > 100km), 단파(파장 10km)
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 2호기					
모델	지역모델 KWRF	지역모델 RDAPS	고분해능 모델 RDAPS			
역학과정	비정역학계					
분해능	10 km	30 km	10 km	5 km		
격자개수	574 x 514	201 x 251	160 x 178	141 x 141		
시간적분간격	60초	75초	30초	15초		
연직총수	31층(지상 ~ 50hPa)	33층(지상 ~ 50hPa)				
예보시간	60시간 (00, 12UTC)	66시간 (00, 12UTC)	24시간 (00, 06, 12, 18UTC)	24시간 (00, 12, UTC)		
초기화방법	3차원 변분자료동화(U3VR): 6시간 사이클	FDDA(12시간)	1-way Interaction			
미세물리과정	WSM6 미세물리과정(수증기, 구름, 비, 얼음, 눈, 우박)	혼합상 미세물리과정 (수증기, 구름, 비, 얼음, 눈)				
적운모수화	new Kain-Fritsch	Kain-Fritsch	None			
PBL 방안	YSU PBL	비국지 행성경계층				
지상온도	4층 NOAH LSM	5층 토양모델				
복사과정	RRTM 구름복사과정	구름복사과정				
해수면	0.1 x 0.1° SST	NOAA 일별 SST				

표 3. 파랑 모델들의 주요 특성

	GoWAM	ReWAM
모 텔	3세대 파랑모델 (WAM Cycle 4)	
스펙트럼 분해능	24 방향 25 주파수	
격자체계	구좌표계에서의 위, 경도	
수평분해능	$1.25 \times 1.25\text{deg}$ (288×113)	$0.25 \times 0.25\text{deg}$ (141×121)
모델영역	$70^{\circ}\text{S} \sim 70^{\circ}\text{N}, 0^{\circ}\text{E} \sim 360^{\circ}\text{E}$	$20^{\circ}\text{N} \sim 50^{\circ}\text{N}, 115^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{E}$
적분시간	720 초	360 초
예보 시간	슈퍼컴퓨터1호기 240 시간(12UTC) 슈퍼컴퓨터2호기 240 시간(00, 12UTC)	48 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 : $0.6^{\circ}$ (태풍중심 : $0.3^{\circ}$ )
모델영역	$60^{\circ} \times 60^{\circ}$ ( $101 \times 101$ )

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 예 보값	최고/최저 기온	00UTC : +2일 12UTC : +3일	상태방정식 출력방정식
	KF3H	RDAPS 시그마 최하층 기온 예 보값	3시간 간격 기온	00UTC : +2일 12UTC : +2일	
DLM	GDLM	GDAPS 최고/최저 기온예보값	최고/최저 기온	12UTC : +10일	상태방정식 출력방정식
	RDLM	RDAPS 시그마 최하층 기온 예 보값	3시간 간격 기온	00UTC : +2일 12UTC : +2일	

표 6. 앙상블 모델의 주요 특성

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식
초기자료	전지구 분석장
모델영역	전지구(지상 ~ 0.4hPa)
수평분해능	0.5625° Gaussian grid (55km)
연직총수	40 층
적운모수화	Kuo 방안
지표면	Simple Biosphere Model
섭동생성방법	BGM + FROT method
섭동생성영역	전지구
예보시간	10 일(2회/일, 00, 12UTC)
Ensemble 멤버수	control 2개, member 32 개

## 2. 2007년 수치예보 현업 모델 변경 사항

변경 날짜	변경 내용
2007. 1. 31.	유럽 wind profiler 자료 전지구분석 추가
2007. 5. 11.	MODIS 극 바람자료 전지구 자료동화 입력
2007. 5. 15.	KWRF 10km 현업운영 개시
2007. 6. 5.	KWRF 10km 현업 일검증 개시
2007. 7. 25.	양상블 편차보정 현업운영 개시
2007. 9. 3.	전지구모델 레일리마찰 모수화 적용
2007. 9. 4.	KWRF용 레이더 자료 동화 추가
2007. 11. 18.	KWRF 분석에 QuikSCAT 자료 추가
2007. 11. 22.	전지구분석시스템에 MTSAT-1R 자료 추가

## 3. 검증

### 3.1. 검증 개요

#### 3.1.1. 검증이란?

예보를 미래의 상태에 대한 예측이라고 한다면, 예보검증은 예보의 질을 평가하는 과정이다. 예보는 실제 관측자료 혹은 실제 상태에 가깝게 추정된 분석 자료를 이용하여 검증된다. 검증은 질적인(예를 들어, 맞은 것인가?) 혹은 양적인(얼마나 정확한가?) 것으로 정의할 수 있다. 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 하는 것이다. 즉 검증은 예보 생산자에게 각 예보시스템의 장점과 단점을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 제공하고, 모델 개발자들에게는 예보

모델을 향상시키기 위해 개선해야 할 부분을 제시해 준다. 검증·평가 없이 발표된 예보는 예보의 질과 예보 값이 신뢰할 수 없음을 간접적으로 드리낸 것이다.

다양한 예보형태에 따라 검증방법 또한 다양하다. 표 7은 David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 각 예보 형태의 예를 제시하고 있다. 각각의 예보형태는 자료의 재배열, 분류, 자료의 임계치 등을 이용하여 다른 형태로 변환될 수 있다.

표 7. 예보의 형태 분류

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

좋은 예보란 어떤 것인가? Allen Murphy는 그의 저서에서 좋은 예보를 만드는 세 가지 요소로 일관성(Consistency), 품질(Quality), 가치(Value)를 제시하였다. 일관성은 예보사가 그들의 지식기반에 근거하여 주어진 상황에 대해 최상의 판단을 내렸을 때 예보사의 판단과 예보가 일치하는 정도, 품질은 실제로 일어난 사건과 예보가 일치하는 정도, 마지막으로 가치는 예보를 활용하여 예보사가 경제적 혹은 다른 종류의 이익을 인식하도록 도울 수 있는 정도를 의미한다. 그렇다면 예보의 품질은 예보의 가치와 동일한가? 그렇지 않다. 만일 객관적 혹은 주관적 기준을 통해 관측조건이 적절히 예측되었다면 예보의 품질은 높은 것이다. 반면 만일 예보가

사용자로 하여금 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주었다면 그것은 가치있는 예보로 간주할 수 있다. 예를 들어, 고분해능 수치예보 모델이 특정지점에서 독립적인 놀라운 발달을 예보하였다고 할 때, 놀라운 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지만 모델에서 추정한 특정 지점에서는 관측되지 않을 수 있다. 이러한 경우, 대부분의 표준 검증에 따르면 예보의 품질이 낮은 것으로 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.

### 3.1.2. 관측 자료

일반적으로 예보를 검증하기 위해 사용하는 참값은 관측 자료이다. 우량계 관측, 기온 관측, 위성자료로부터 유도된 운량, 지위고도 분석 등이 관측 자료로 이용된다. 그러나 관측 자체에도 오차가 내포되어 있으므로 정확한 참값이라 하기에는 어려운 점이 있다. 관측 자체에 내재된 무작위 오차(random error)와 편차(bias error), 표본 오차와 대표값 자체의 오차, 그리고 관측 자료를 분석할 때 혹은 예보 규모에 일치시키기 위해 관측 자료를 변환할 때 발생하는 분석 오차 등이 불확실성(uncertainty)의 원인이 된다. 오랫동안 우리는 참값 속에 내재된 이러한 관측 오차를 무시하여 왔다. 만일 관측 오차가 예보에서 예측된 오차보다 훨씬 작다면, 즉 높은 신호대 잡음비를 가진다면 이러한 오차는 무시될 수 있다. 그러나 관측 오차를 가진다 하더라도 치우침이 심하거나 작은 표본의 검증 자료라 할지라도 다양한 예측 방법으로 예측된 결과를 상호 비교할 때는 유용한 정보를 제공할 수 있다.

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

신뢰할만한 검증 통계를 얻기 위하여 시공간적으로 상당한 양의 예보와 관측 표본이 필요하다. 표본이 많을수록 검증결과의 신뢰도 또한 높아진다. 그러나 표본을 추출할 때 주의해야 할 점은 자료가 균질하지 않을 때 예보 성능에 많은 차이가 날 수 있다는 점이다. 일반적으로 표본이 많은 구간(예를 들어 관측지점이 밀집한 지역이나 악기상이 나타나지 않은 날들)으로 편향될 수 있다. 이러한 비균질 표본은

예보성능을 과대평가할 수 있는 여지를 제공한다. 표본들을 비슷한 균질 집합으로 나누는 것은(계절별, 지역별, 관측의 강도 별 등) 특정 구간의 예보의 양상을 추출하는 데 도움을 준다. 신뢰도 높은 검증결과를 제공하기 위해서는 충분한 양의 표본들을 포함하도록 하여야한다.

### 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. 흔히 쓰이는 방법으로는 시계열이 있다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요 없을 때 유용하다. 그러나 이 방법은 정량적이지 않고 해석하는 부분에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 검증 절차에 있어서는 주의를 요해야 한다.

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

#### 3.2.1. 양분 예보 (예/아니오)에 대한 방법

양분 (dichotomous) 예보는 “사건이 일어날 것인가?”에 대해 “예 혹은 아니오”라 말하는 것과 같다. 경우와 안개가 일반적인 양분 예보의 예이다. 바람이 10m/s 이상이냐 아니냐를 분류하는 것도 양분 예보의 예가 될 수 있다. 이런 형태의 예보를 검증하기 위해서는 예보와 발생여부 각각에 대한 “예”와 “아니오”의 빈도수를 보여주는 분할표 (contingency table)가 필요하다. 분할표는 조건 분포(joint distribution)라 부르기도 하며, 예보와 관측에 대한 “예”와 “아니오”로 구성된 4개의 조합으로 구성된다.

맞힘(hit) : 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생

놓침(miss) : 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생

거짓 알림(false alarm) : 사건이 발생할 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음

부의 정확(correct negative) : 사건이 발생하지 않을 것으로 예측, 실제로 발생하지 않음

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 맞침(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 이용하여 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.

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

#### (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 상대

적 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.

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

### (4) 공정 임계 지수 (ETS, Equitable Threat Score)

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

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

#### 3.2.2. 연속 변수형 예보에 대한 검증방법

연속 변수의 예보에 대한 검증은 관측과 예보의 차이를 측정하는 것이다.

### (1) 편차 또는 평균오차 (BIAS or Mean Error)

예보값과 관측값의 차이를 평균한 값이다. 음의 무한대에서 양의 무한대까지의 값을 가지며 평균오차가 양수이면 관측값보다 크게 예보가 되고 있음을 나타낸다. 완벽한 경우는 0의 값을 가진다. 간단한 척도로 오차의 크기를 측정하지 않으며 예보와 오차 사이의 일치성을 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 수치예보모델의 결과를 검증하는 데 자주 사용된다. 값은 -1에서 1 사이이며 만점은 1이다. 상관 계수와 같이 예보 bias에 덜 민감하며 일치성의 척도로서 좋은 도구의 하나이다.

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

### (5) S1 score

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

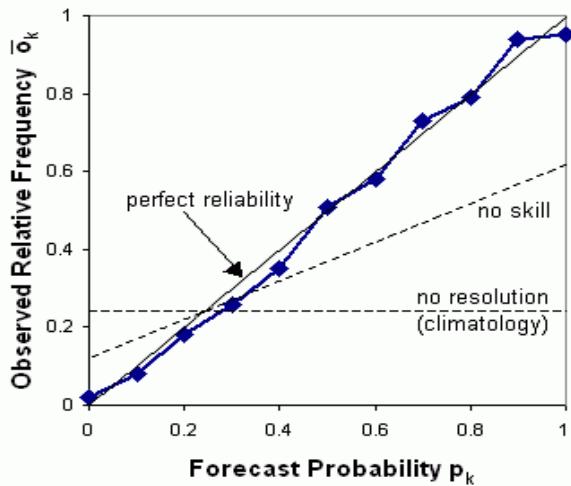
확률예보는 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸다. 일반적으로 단일 확률 예보를 검증하기는 어렵다. 대신 일련의 확률 예보  $p_i$ 를 관측, 즉 사건의 발생 ( $o_i = 1$ ) 혹은 발생하지 않음 ( $o_i = 0$ )을 이용하여 검증하고 있다. 정확한 확률예보시스템은 다음과 같은 특성을 가진다.

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

### (1) 신뢰도 그림 (Reliability diagram)

Reliability diagram은 예보 확률에 대한 관측빈도를 표시한 것으로 예보 확률의 범위는 K 개의 구간으로 나누고, 각 구간의 표본 빈도를 히스토그램이나 데이터 포인트 사이의 값으로 나타낸 것이다. 신뢰도는 구간별 표본 빈도를 이은 선과 대각선이 근접한 정도를 나타낸다. 대각선으로부터의 편차(deviation)는 조건부 편차(conditional bias)이다. 표본 빈도를 이은 선이 대각선 아래에 위치하면 과대모의

(확률이 높음), 대각선 아래에 위치하면 고소모의 (확률이 낮음) 임을 의미한다. Reliability Diagram에서 표본 빈도를 이은 선이 편편한 경우 분해능(resolution)이 낮음을 의미한다. no-skill 선과 대각선 사이의 빈도 분포는 BSS(Brier Skill Score)에 긍정적으로 기여하며, 각각의 확률 구간의 빈도는 예보의 예리함(sharpness)을 나타낸다.



확률예보의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm이 상일 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 0라 하고 나타나지 않은 경우는 NO라 하자. 그 현상을 예상했을 때를 F로, 예상하지 못했을 때를 NF로 표시할 때, 표 9에 N개의 양상을 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 표 10처럼 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도(H100 또는 F0 등)를 표시하는 방법이다.

표 9. 양상을 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability Table

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

표 10. 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 값 을 갖는다. 일반적으로 사건의 기후학적 빈도에 민감하다

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

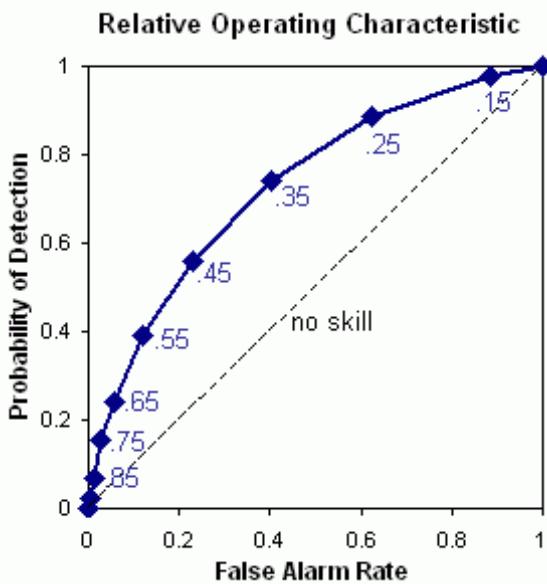
## (3) Brier skill score (BSS)

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

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

## (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 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 앙상블 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 11로부터 다음과 같이 구해진다. 그리고 ROC 곡선에서 HR=1이고 FAR=0 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 확률예보의 감지 성능이 뛰어나다고 볼 수 있다. 일반적으로 예보시간이 길어질수록 좌측하단으로 치우치는 경향을 보인다.

표 11. 실황에 따른 예보 분할표 (Contingency Table)

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

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

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

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.

#### (6) RPS (Ranked Probability Score)

RPS는 확률예보에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서  $M$ 은 확률 예보의 범주를,  $p_k$ 는 예보 범주  $k$ 에서의 예측 확률,  $o_k$ 는 범주  $k$ 에서 관측유무에 대한 지시자( $0=$  "아니요" ,  $1=$  "예" )이다. RPS는 다중 범주 확률 예보에서 확률 공간에서 제곱 차의 누적 합이다. 범주가 2일 경우 RPS는 BS와 동일하며, 범주가 연속적일 경우 CRPS가 된다.

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

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

#### (7) RPSS (Ranked Probability Skill Score)

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

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

#### (9) Economic Value : 사용자 측면에서의 평가 방법

예보의 경제 가치에 대한 자세한 논의는 "Economic Value of Weather and Climate Forecasts" (Katz & 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 의존 하지만 어떤 기상 현상이 발생했을 경우 대책을 세우는 데 필요한 비용(cost)과 대책이 없었을 때 생기는 손실(loss)에도 관계가 있는데 이 값들은 사용자에 따라 각기 다르다.

표 12. 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 12는 실황에 따른 예보의 분할표와 비용(C)과 손실(L)의 비용 매트릭스(Expense matrix)를 함께 나타낸 것이다. 이를 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 12에서 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 EF는 세 경우에 발생하는 지출의 합이 되므로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$E_F = HC + FC + ML \quad (9.1)$$

다음으로 예보가 완벽하게 적중할 경우 지출비용( $E_P$ )을 구하면 F(예보가 빗나간 경우)나 M(현상을 놓친 경우)이 없으므로 위 식 (9.1)에서  $FC=0$ ,  $ML=0$ 이다. 그러므로

로 지출 비용  $E=HC$ 인데, 예보가 적중한 빈도가 그 현상이 일어난 빈도( $\bar{o}$ )와 같으므로 아래와 같은 비용이 지출된다.

$$E_P = \bar{o}C \quad (9.2)$$

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.

$$E_C = \min(C, \bar{o}L) \quad (9.3)$$

경제 가치(EV)는 특정 예보를 이용했을 때의 경제적인 비용 절감으로 정의되며 식 (9.4)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 (9.4)에 식 (9.1), 식 (9.2), 식 (9.3)을 대입하면 식 (9.5)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 (9.6)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.

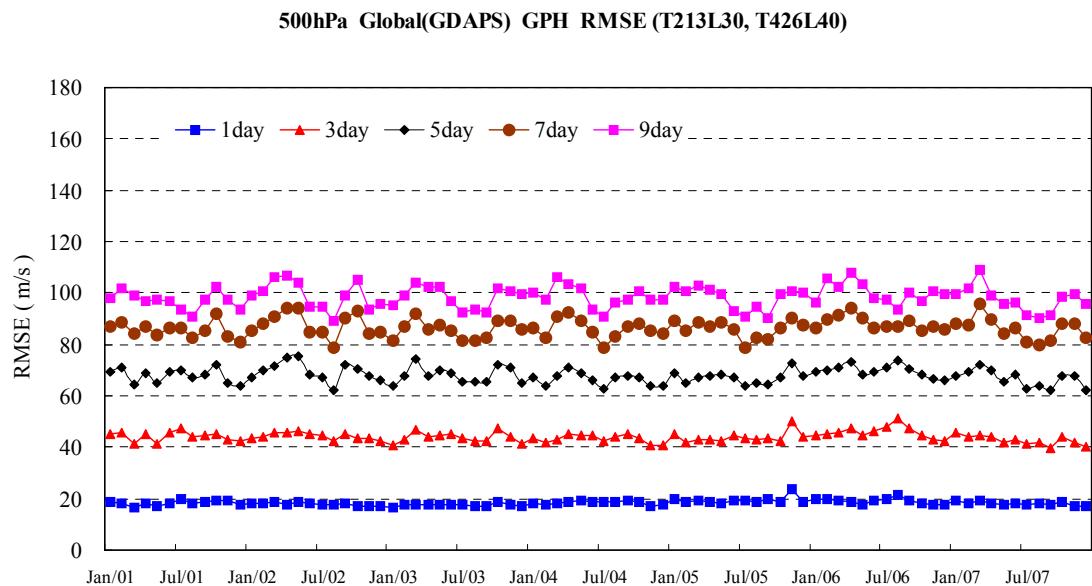
### 4.1. 전지구예보 모델

#### 4.1.1 성능 변화 추세

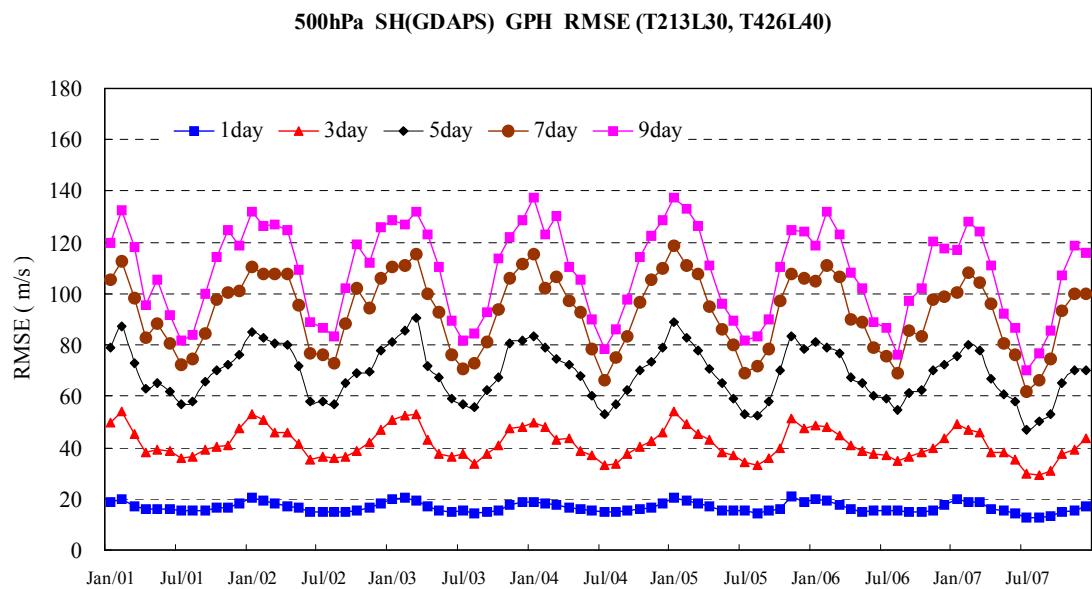
- 검증 방법 : 분석 검증 (이른분석 결과)
  - 이른분석 검증 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
  - 늦은분석 검증 : 2005년 12월 ~ 현재
- 모델 분해능
  - T213L30 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
  - 고분해능(T426L40) : 2005년 12월 ~ 현재
- 검증 격자 간격
  - 0.5625도 : 2001년 1월 ~ 2006년 7월
  - 0.25도 : 2006년 8월 ~ 현재

가. 500 hPa 고도장의 RMSE (단위 : m)

(1) 전지구

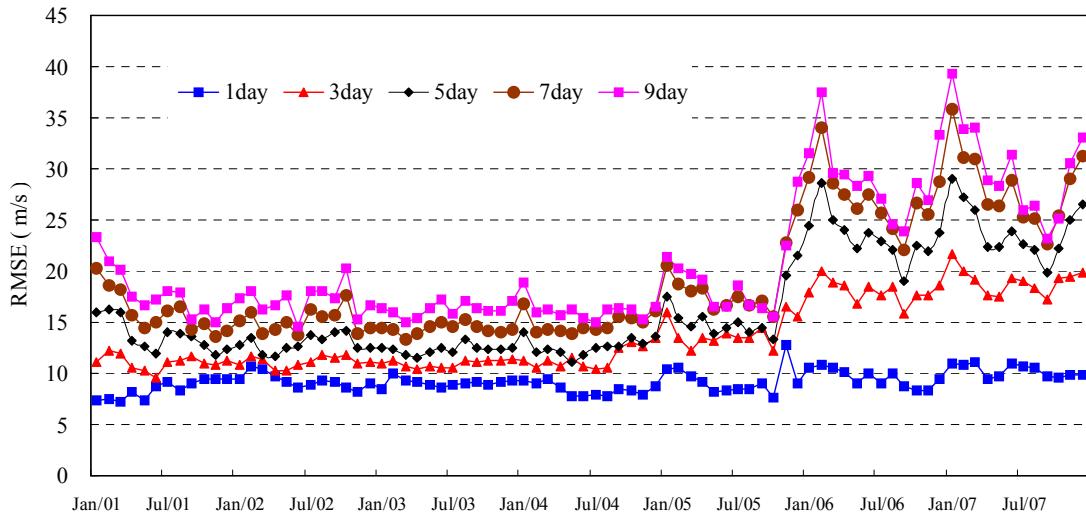


(2) 북반구



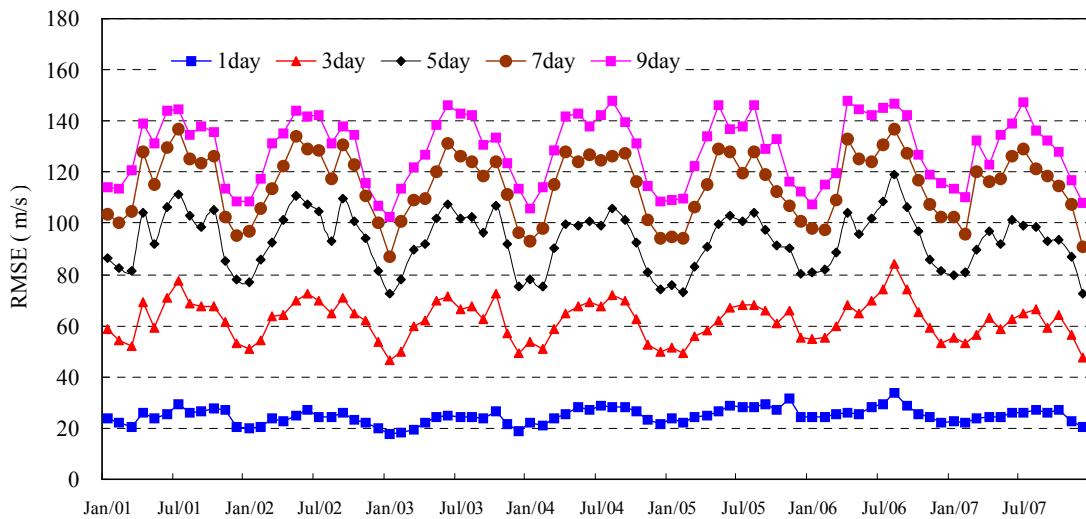
### (3) 열대

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



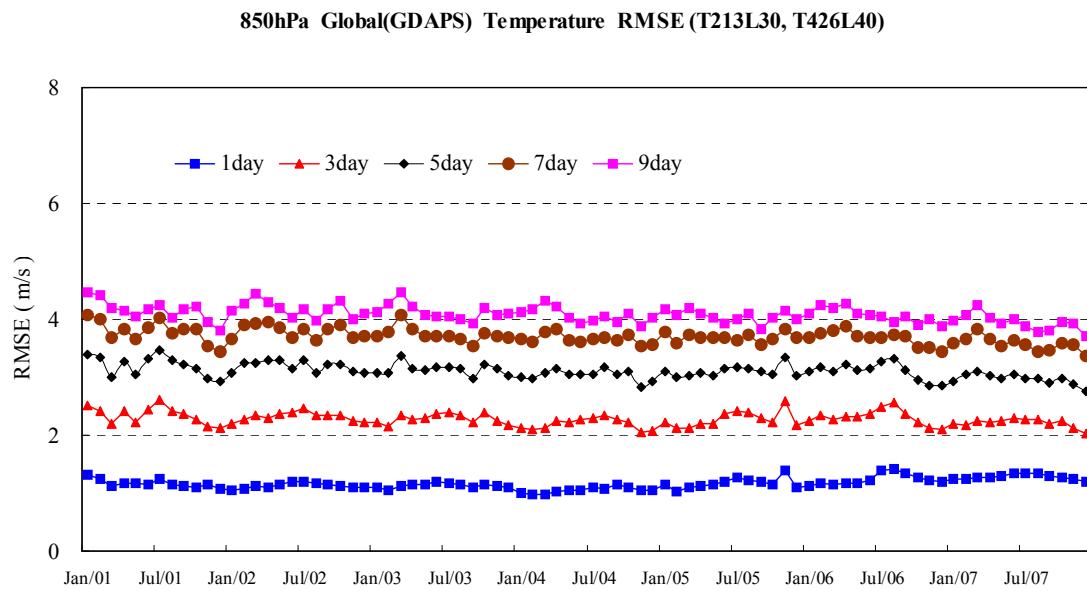
### (4) 남반구

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

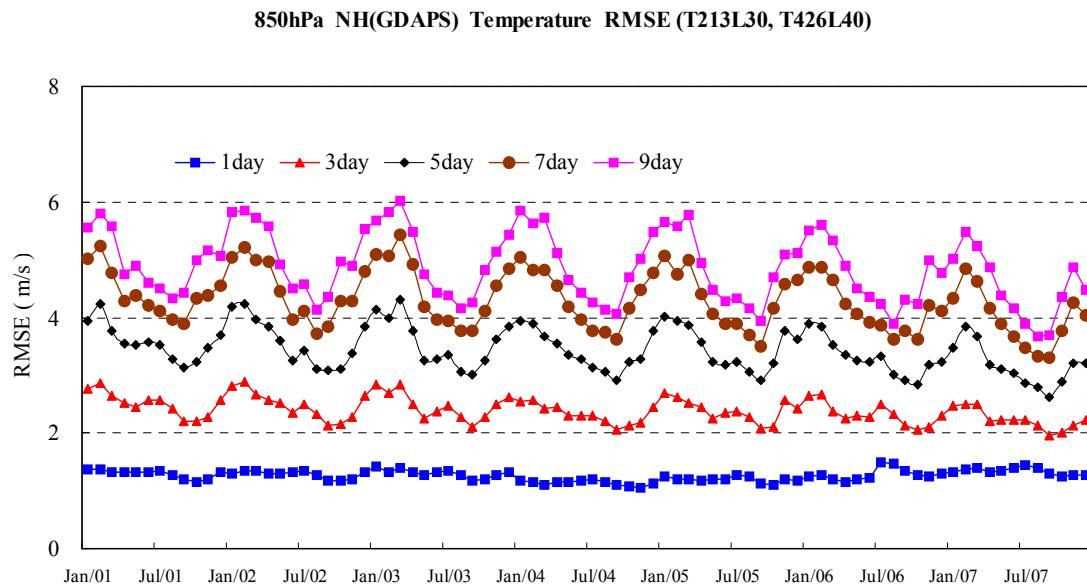


## 나. 850 hPa 기온의 RMSE (단위 : C)

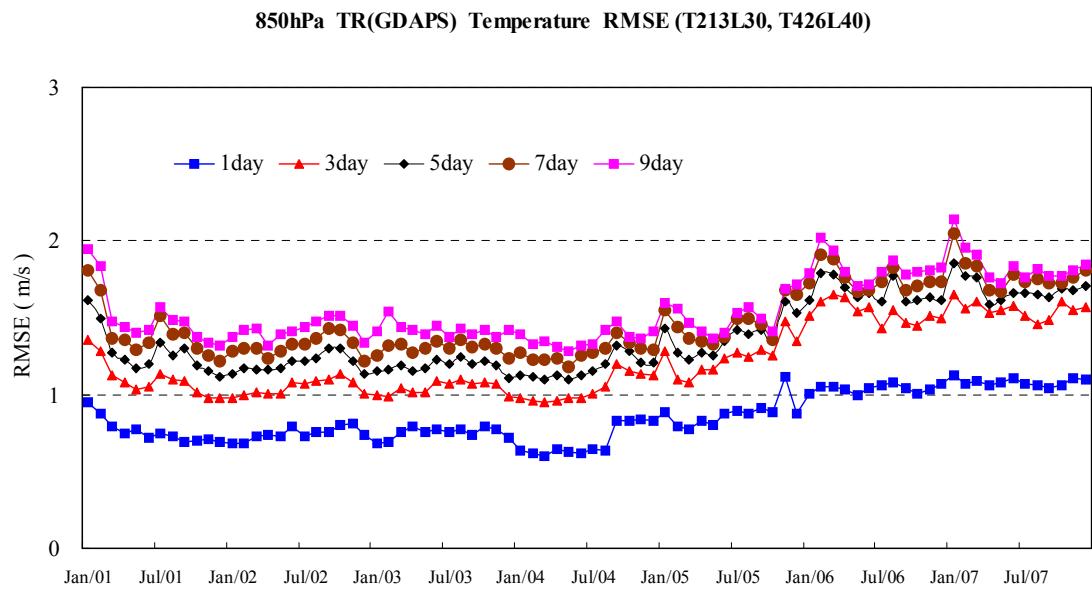
### (1) 전지구



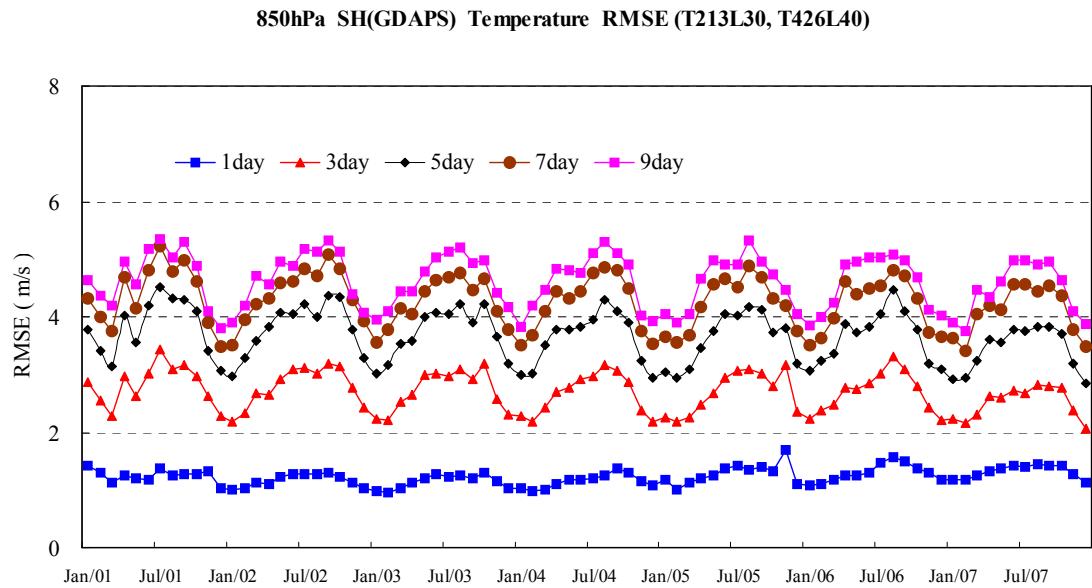
### (2) 북반구



(3) 열대

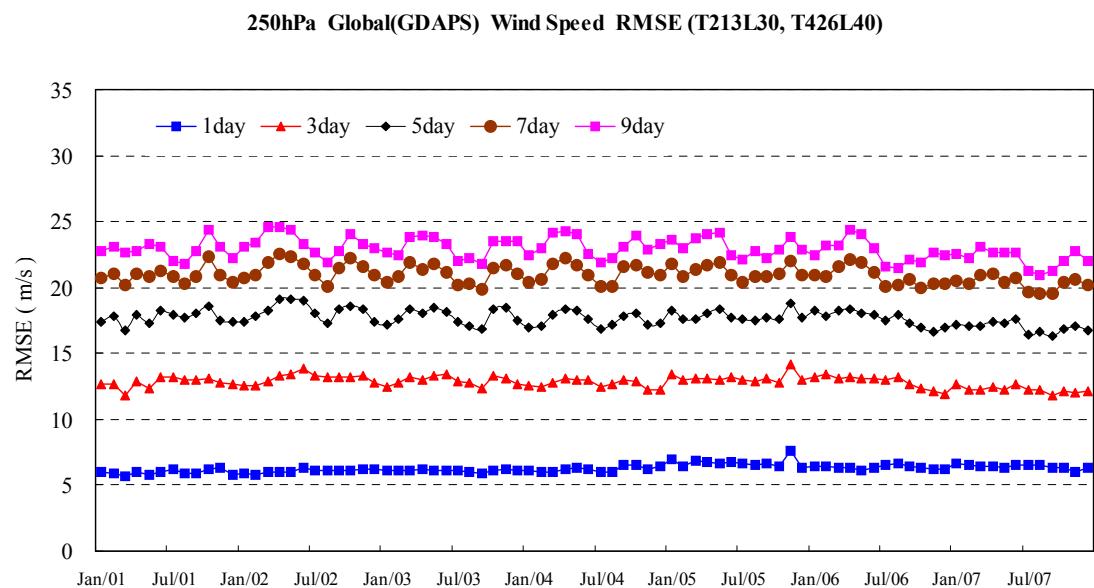


(4) 남반구

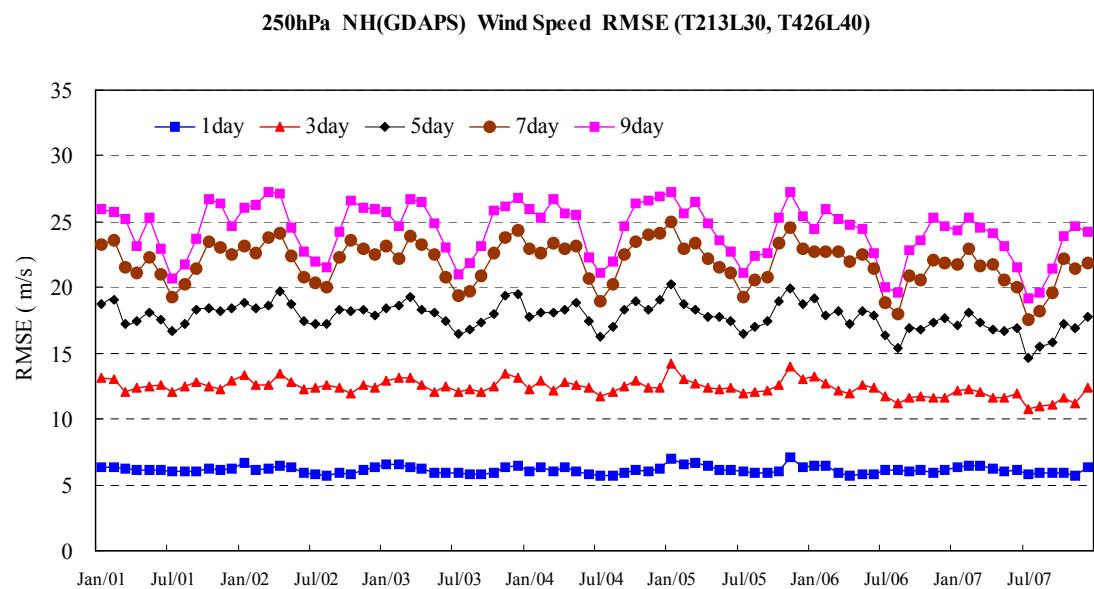


다. 250 hPa 바람의 RMSE (단위 : m/s)

(1) 전지구

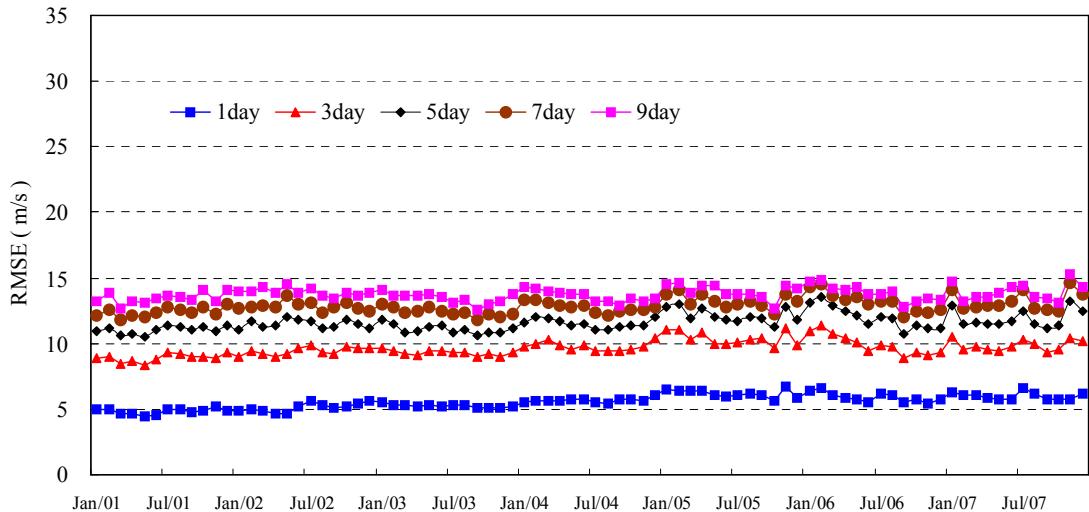


(2) 북반구



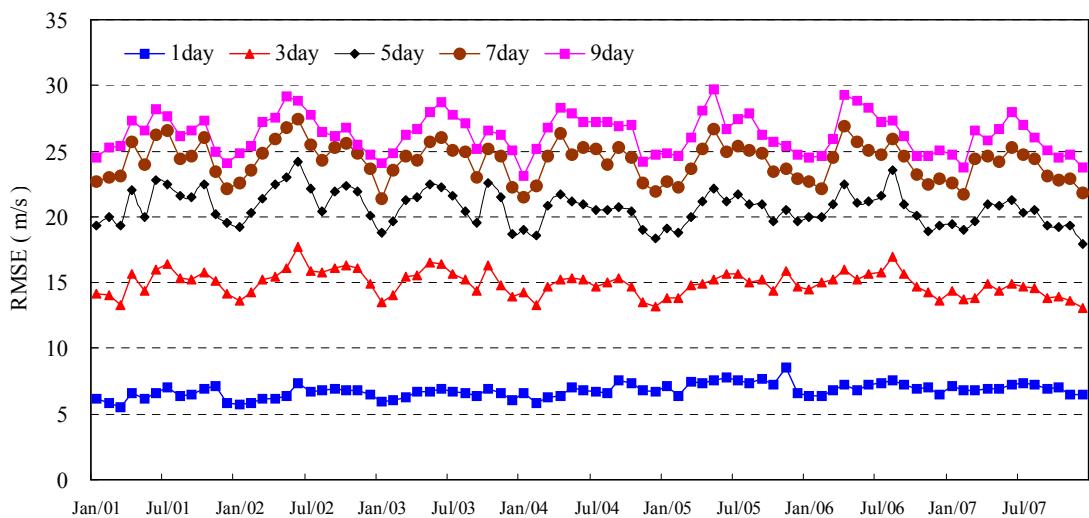
### (3) 열대

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



### (4) 남반구

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



### 4.1.2. 분석 검증

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

#### 가. 북반구

##### (1) 해면기압(MSLP)

###### a. Mean Error(단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.10	0.05	0.03	0.14	0.02	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	0.12	-0.04	-0.05	0.00
48H	-0.12	0.06	-0.01	0.09	-0.07	-0.10	-0.02	-0.05	-0.02	0.17	0.04	-0.06	-0.01
72H	0.02	0.16	0.08	0.11	-0.05	-0.08	0.08	0.00	0.04	0.24	0.15	0.03	0.06
96H	0.16	0.31	0.21	0.20	0.06	-0.01	0.18	-0.04	0.13	0.28	0.31	0.18	0.16
120H	0.22	0.37	0.38	0.26	0.16	0.10	0.23	-0.11	0.18	0.34	0.46	0.33	0.24
144H	0.28	0.39	0.49	0.29	0.18	0.10	0.24	-0.16	0.14	0.34	0.54	0.43	0.27
168H	0.37	0.45	0.53	0.38	0.19	0.05	0.16	-0.24	0.07	0.27	0.59	0.51	0.28
192H	0.46	0.54	0.63	0.47	0.15	0.07	0.10	-0.29	0.00	0.24	0.71	0.57	0.30
216H	0.47	0.62	0.69	0.48	0.16	0.06	0.03	-0.36	-0.16	0.17	0.79	0.55	0.29
240H	0.50	0.76	0.75	0.46	0.17	-0.02	-0.15	-0.50	-0.36	-0.02	0.80	0.46	0.24

###### b. RMSE (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.40	2.31	2.33	2.12	1.96	1.98	1.91	1.84	1.87	1.94	1.91	2.20	2.06
48H	3.68	3.44	3.37	2.93	2.79	2.70	2.56	2.54	2.58	2.85	2.76	3.30	2.96
72H	4.87	4.74	4.49	3.88	3.74	3.50	3.16	3.23	3.34	3.84	3.82	4.37	3.91
96H	6.15	6.14	5.83	5.12	4.81	4.40	3.81	3.93	4.25	4.81	5.05	5.66	5.00
120H	7.27	7.59	7.22	6.37	5.65	5.22	4.53	4.75	5.22	5.97	6.63	6.98	6.12
144H	8.44	8.94	8.37	7.52	6.35	5.92	5.12	5.43	6.24	7.04	8.01	7.96	7.11
168H	9.30	9.88	9.30	8.38	6.99	6.37	5.52	5.90	6.95	8.17	9.00	9.05	7.90
192H	10.06	10.64	9.96	9.02	7.50	6.75	5.83	6.25	7.33	9.00	9.86	9.99	8.52
216H	10.55	11.26	10.71	9.42	7.87	7.02	6.08	6.64	7.65	9.33	10.38	10.47	8.95
240H	11.00	11.63	11.26	9.52	8.19	7.25	6.31	6.86	8.15	9.45	10.67	11.09	9.28

c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	33.68	35.55	34.37	35.68	38.04	40.75	40.17	39.72	38.31	34.78	33.15	33.34	36.46
48H	42.63	43.87	42.56	43.37	46.65	49.31	47.70	47.42	46.08	43.07	40.87	41.58	44.59
72H	51.35	52.99	51.07	51.15	55.77	57.66	54.64	54.88	54.32	51.61	49.10	50.05	52.88
96H	59.12	61.95	59.27	59.83	64.34	65.36	60.74	61.87	62.05	59.01	57.61	58.49	60.80
120H	64.85	69.12	66.32	67.16	70.29	71.26	66.50	68.44	69.33	66.44	67.23	65.43	67.70
144H	69.85	75.49	72.24	73.85	76.04	76.37	71.55	73.93	76.32	72.77	75.09	71.72	73.77
168H	73.28	79.13	77.45	78.97	80.74	79.59	75.40	77.80	80.34	78.37	80.78	76.61	78.20
192H	77.01	82.47	80.76	81.74	83.83	81.93	77.67	80.02	82.33	82.53	84.04	80.37	81.22
216H	79.73	85.75	83.47	84.52	86.24	83.87	79.29	81.71	83.39	84.67	85.79	81.65	83.34
240H	82.53	86.76	85.93	85.48	87.86	84.99	80.21	83.22	85.65	84.99	86.99	83.80	84.87

(2) 850 hPa 기온

a. Mean Error (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.08	-0.12	-0.11	-0.17	-0.14	-0.20	-0.04	0.00	-0.08	-0.18	-0.17	-0.03	-0.11
48H	-0.18	-0.21	-0.17	-0.23	-0.15	-0.26	-0.01	0.07	-0.05	-0.25	-0.25	-0.09	-0.15
72H	-0.24	-0.26	-0.19	-0.25	-0.15	-0.26	0.06	0.15	0.01	-0.28	-0.28	-0.13	-0.15
96H	-0.32	-0.32	-0.22	-0.28	-0.15	-0.23	0.15	0.22	0.07	-0.29	-0.30	-0.18	-0.15
120H	-0.39	-0.40	-0.26	-0.30	-0.16	-0.18	0.24	0.29	0.12	-0.30	-0.32	-0.25	-0.16
144H	-0.46	-0.45	-0.30	-0.32	-0.18	-0.12	0.30	0.34	0.15	-0.29	-0.34	-0.30	-0.16
168H	-0.54	-0.49	-0.35	-0.36	-0.18	-0.06	0.36	0.39	0.17	-0.28	-0.34	-0.35	-0.17
192H	-0.61	-0.54	-0.41	-0.38	-0.17	0.00	0.43	0.43	0.18	-0.28	-0.36	-0.41	-0.18
216H	-0.67	-0.55	-0.50	-0.40	-0.18	0.05	0.49	0.46	0.21	-0.29	-0.36	-0.47	-0.18
240H	-0.72	-0.54	-0.56	-0.41	-0.20	0.09	0.55	0.49	0.25	-0.28	-0.36	-0.51	-0.18

b. RMSE (단위 : °C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.33	1.38	1.39	1.33	1.34	1.39	1.44	1.39	1.30	1.25	1.26	1.28	1.34
48H	1.86	1.91	1.92	1.76	1.77	1.82	1.88	1.79	1.65	1.61	1.69	1.73	1.78
72H	2.46	2.49	2.49	2.20	2.22	2.22	2.23	2.12	1.96	2.01	2.14	2.22	2.23
96H	3.01	3.16	3.09	2.67	2.69	2.64	2.54	2.44	2.27	2.43	2.64	2.72	2.69
120H	3.48	3.83	3.67	3.18	3.11	3.04	2.86	2.79	2.62	2.89	3.20	3.20	3.16
144H	3.96	4.41	4.19	3.70	3.53	3.37	3.18	3.08	2.99	3.37	3.79	3.64	3.60
168H	4.32	4.85	4.62	4.15	3.89	3.68	3.48	3.33	3.30	3.77	4.26	4.04	3.97
192H	4.69	5.17	4.98	4.54	4.14	3.94	3.73	3.52	3.53	4.11	4.59	4.33	4.27
216H	5.01	5.47	5.23	4.86	4.37	4.15	3.90	3.68	3.70	4.35	4.87	4.48	4.51
240H	5.29	5.77	5.39	5.00	4.55	4.24	3.98	3.77	3.84	4.49	5.03	4.64	4.67

c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	37.99	36.69	36.61	38.41	40.71	43.02	45.81	46.24	44.94	40.76	37.23	37.02	40.45
48H	44.92	43.46	43.38	44.73	47.92	50.23	52.93	52.88	51.18	47.22	43.46	43.54	47.15
72H	51.38	49.72	49.69	50.52	54.38	56.49	58.48	58.43	56.56	53.28	49.31	49.65	53.16
96H	56.52	55.68	55.35	55.69	60.12	62.01	63.14	63.34	61.27	58.59	55.08	55.03	58.49
120H	60.79	60.85	60.44	60.52	64.80	66.78	67.13	68.04	65.60	63.35	60.84	59.52	63.22
144H	64.72	64.90	64.60	65.32	68.64	70.56	70.58	71.65	69.52	67.99	65.83	63.16	67.29
168H	67.07	67.89	67.81	68.93	71.70	73.39	73.25	73.91	72.26	71.41	69.44	65.96	70.25
192H	69.08	70.03	69.87	71.78	73.66	75.64	75.21	75.68	74.11	73.36	71.86	68.04	72.36
216H	70.48	71.71	71.38	74.17	75.55	77.60	76.80	77.00	75.30	75.44	73.36	69.02	73.98
240H	71.73	73.30	72.39	75.33	76.99	78.30	77.41	77.56	76.13	75.81	74.30	70.09	74.94

d. AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.93	0.91	0.90	0.92	0.94	0.95	0.95	0.94
48H	0.92	0.92	0.92	0.92	0.89	0.88	0.85	0.85	0.87	0.90	0.90	0.90	0.89
72H	0.85	0.86	0.86	0.87	0.82	0.82	0.80	0.79	0.82	0.84	0.84	0.84	0.83
96H	0.78	0.78	0.79	0.81	0.74	0.74	0.74	0.73	0.76	0.76	0.75	0.76	0.76
120H	0.71	0.68	0.70	0.73	0.65	0.65	0.67	0.64	0.69	0.65	0.63	0.67	0.67
144H	0.62	0.57	0.61	0.62	0.55	0.57	0.59	0.56	0.59	0.53	0.50	0.58	0.57
168H	0.55	0.48	0.52	0.52	0.46	0.49	0.51	0.50	0.49	0.42	0.38	0.50	0.48
192H	0.48	0.41	0.43	0.43	0.39	0.43	0.45	0.45	0.42	0.33	0.29	0.43	0.41
216H	0.41	0.34	0.37	0.35	0.32	0.38	0.39	0.39	0.37	0.27	0.22	0.39	0.35
240H	0.35	0.27	0.32	0.31	0.27	0.35	0.36	0.36	0.33	0.24	0.17	0.35	0.31

(3) 500 hPa 지위고도

a. Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-1.98	-1.49	-1.76	-1.64	-1.69	-2.84	-0.89	-0.56	-0.83	-1.09	-2.27	-1.46	-1.54
48H	-4.64	-4.05	-4.37	-4.63	-3.82	-4.98	-1.49	-1.14	-1.59	-2.98	-3.99	-3.75	-3.45
72H	-5.79	-5.33	-5.46	-6.17	-4.56	-5.32	-0.40	-0.69	-1.29	-4.00	-4.55	-5.11	-4.06
96H	-6.83	-6.16	-6.14	-6.88	-4.59	-4.82	1.06	-0.83	-0.65	-4.81	-4.70	-6.00	-4.28
120H	-8.13	-7.49	-6.40	-7.28	-4.49	-3.95	2.05	-1.24	-0.43	-5.11	-4.77	-6.90	-4.51
144H	-9.32	-8.47	-7.04	-7.76	-4.68	-3.81	2.76	-1.45	-1.06	-5.69	-5.07	-7.86	-4.95
168H	-10.40	-9.08	-8.07	-7.66	-4.97	-3.98	2.88	-2.09	-1.77	-6.95	-5.30	-9.00	-5.53
192H	-11.47	-9.42	-8.91	-7.40	-5.71	-3.60	2.99	-2.46	-2.80	-7.78	-5.33	-10.11	-6.00
216H	-12.91	-9.44	-10.27	-7.64	-6.25	-3.55	2.93	-3.13	-4.22	-8.64	-5.45	-11.45	-6.67
240H	-14.23	-8.86	-11.67	-8.49	-6.54	-4.00	1.92	-4.27	-6.00	-10.22	-6.02	-13.22	-7.63

b. RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.79	18.65	18.57	16.05	15.36	14.56	12.97	12.46	13.19	14.79	15.64	17.38	15.78
48H	34.85	32.21	31.81	26.76	26.08	24.18	20.98	20.27	21.36	25.48	26.66	30.36	26.75
72H	49.06	47.19	46.02	38.36	38.01	35.47	29.78	29.45	30.93	37.38	39.45	43.49	38.72
96H	62.89	63.72	61.45	51.66	50.16	47.15	37.95	39.54	41.60	50.22	53.84	58.61	51.57
120H	75.83	80.10	77.81	67.04	60.98	57.81	46.66	50.36	53.28	65.24	69.93	70.18	64.60
144H	89.26	95.08	91.13	82.46	71.17	68.01	54.70	59.38	65.09	80.18	86.05	86.88	77.45
168H	100.37	107.97	104.19	95.99	80.46	76.17	61.60	66.30	74.71	93.48	99.97	100.08	88.44
192H	109.57	118.45	115.23	104.68	87.20	82.07	66.47	71.79	80.53	102.59	110.89	109.88	96.61
216H	116.94	128.08	123.97	111.00	92.33	86.53	69.92	76.52	85.69	107.38	118.89	116.13	102.78
240H	123.32	136.01	131.27	114.77	96.48	89.88	72.46	80.02	90.75	110.59	124.07	123.01	107.72

c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	17.88	17.44	17.58	17.50	19.70	21.03	21.58	21.82	20.96	19.07	17.08	17.06	19.06
48H	27.89	26.68	26.87	26.19	30.05	31.77	32.10	31.81	30.33	28.60	25.69	26.10	28.67
72H	36.93	35.44	36.18	34.66	40.14	42.49	41.98	41.55	39.95	37.95	34.57	34.98	38.07
96H	44.17	43.83	44.57	42.70	49.09	51.97	50.67	51.39	48.93	46.18	43.18	43.09	46.65
120H	49.90	50.87	51.75	50.67	56.35	59.75	58.47	60.10	57.00	54.28	51.67	49.30	54.18
144H	55.15	56.56	57.19	57.75	62.65	66.54	64.87	67.10	63.79	61.84	58.99	54.82	60.60
168H	59.19	61.17	62.18	63.91	67.47	71.85	70.33	71.79	69.04	67.62	64.53	59.68	65.73
192H	62.33	65.00	65.94	67.43	70.85	75.27	73.93	75.14	71.62	70.85	68.34	63.16	69.15
216H	64.51	67.82	68.92	70.39	73.76	77.77	76.10	76.71	73.35	72.74	70.96	65.17	71.52
240H	66.37	70.16	71.30	72.09	75.58	79.91	77.72	78.17	75.09	73.75	72.31	67.20	73.30

d. 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	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98
48H	0.94	0.96	0.96	0.97	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
72H	0.89	0.91	0.91	0.93	0.88	0.89	0.89	0.88	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
96H	0.82	0.83	0.84	0.87	0.79	0.81	0.83	0.79	0.81	0.82	0.81	0.83	0.82
120H	0.74	0.73	0.74	0.77	0.69	0.71	0.73	0.66	0.69	0.70	0.69	0.73	0.71
144H	0.64	0.63	0.64	0.64	0.58	0.60	0.63	0.54	0.55	0.55	0.54	0.61	0.60
168H	0.56	0.53	0.53	0.51	0.46	0.49	0.52	0.44	0.42	0.39	0.40	0.49	0.48
192H	0.48	0.42	0.41	0.41	0.37	0.42	0.43	0.36	0.35	0.30	0.28	0.39	0.38
216H	0.40	0.32	0.31	0.34	0.30	0.36	0.36	0.30	0.29	0.25	0.21	0.32	0.31
240H	0.33	0.22	0.22	0.29	0.24	0.30	0.30	0.25	0.23	0.23	0.16	0.23	0.25

#### (4) 250 hPa 바람

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.11	0.15	0.25	0.23	0.41	0.83	1.08	1.06	0.94	0.59	0.38	0.19	0.52
48H	-0.20	-0.06	-0.03	0.06	0.17	0.69	0.91	0.84	0.74	0.35	0.02	-0.23	0.27
72H	-0.37	-0.16	-0.16	0.00	0.17	0.68	0.79	0.69	0.61	0.17	-0.13	-0.45	0.15
96H	-0.48	-0.20	-0.29	0.04	0.32	0.69	0.71	0.55	0.50	0.10	-0.23	-0.53	0.10
120H	-0.45	-0.09	-0.41	-0.03	0.47	0.79	0.70	0.48	0.53	0.03	-0.38	-0.51	0.09
144H	-0.46	-0.01	-0.59	-0.02	0.58	0.85	0.68	0.47	0.46	0.07	-0.45	-0.48	0.09
168H	-0.52	0.12	-0.55	-0.06	0.70	0.77	0.75	0.50	0.44	0.23	-0.56	-0.36	0.12
192H	-0.60	0.09	-0.69	-0.14	0.83	0.71	0.85	0.53	0.41	0.35	-0.53	-0.32	0.12
216H	-0.63	0.21	-0.69	-0.14	1.06	0.79	1.00	0.52	0.40	0.39	-0.43	-0.28	0.18
240H	-0.67	0.21	-0.75	-0.11	1.19	0.89	1.03	0.68	0.49	0.56	-0.44	-0.19	0.24

##### b. RMSE (단위 : $\text{ms}^{-1}$ )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.37	6.50	6.41	6.22	6.08	6.19	5.83	5.95	5.95	5.94	5.74	6.34	6.13
48H	9.32	9.41	9.34	8.89	8.83	8.99	8.35	8.52	8.60	8.70	8.40	9.35	8.89
72H	12.18	12.29	12.04	11.59	11.62	11.90	10.82	11.03	11.09	11.66	11.19	12.35	11.65
96H	14.72	15.08	14.74	14.18	14.34	14.55	12.94	13.49	13.56	14.50	14.07	15.35	14.29
120H	17.13	18.13	17.35	16.78	16.73	16.95	14.68	15.49	15.84	17.27	16.86	17.80	16.75
144H	19.59	20.82	19.51	19.34	18.67	18.84	16.25	17.25	17.80	20.01	19.58	19.82	18.96
168H	21.71	22.95	21.68	21.73	20.54	19.98	17.60	18.25	19.55	22.19	21.48	21.89	20.80
192H	23.07	24.09	23.42	23.07	21.92	20.74	18.60	19.28	20.68	23.37	23.38	23.13	22.06
216H	24.30	25.29	24.50	24.15	23.10	21.57	19.17	19.64	21.44	23.96	24.70	24.27	23.01
240H	25.13	26.18	25.58	24.77	23.92	22.17	19.62	20.02	21.80	24.51	25.57	25.10	23.70

#### 나. 열대

##### (1) 해면기압(MSLP)

##### a. Mean Error (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.33	0.16	0.27	0.23	0.19	0.23	0.17	0.20	0.24	0.15	0.23	0.21	0.22
48H	0.46	0.14	0.37	0.26	0.21	0.24	0.18	0.21	0.26	0.20	0.26	0.23	0.25

72H	0.39	0.03	0.29	0.18	0.13	0.17	0.08	0.14	0.23	0.12	0.18	0.13	0.17
96H	0.20	-0.12	0.12	0.03	-0.01	0.05	-0.02	0.01	0.12	-0.03	0.01	-0.06	0.02
120H	0.01	-0.26	-0.07	-0.11	-0.20	-0.09	-0.09	-0.16	0.00	-0.22	-0.18	-0.26	-0.14
144H	-0.23	-0.39	-0.26	-0.24	-0.37	-0.23	-0.14	-0.27	-0.17	-0.37	-0.39	-0.45	-0.29
168H	-0.46	-0.50	-0.46	-0.39	-0.53	-0.36	-0.22	-0.42	-0.31	-0.50	-0.58	-0.60	-0.44
192H	-0.68	-0.59	-0.66	-0.54	-0.63	-0.48	-0.33	-0.53	-0.40	-0.61	-0.68	-0.70	-0.57
216H	-0.82	-0.67	-0.75	-0.61	-0.66	-0.52	-0.37	-0.57	-0.39	-0.60	-0.71	-0.73	-0.62
240H	-1.00	-0.70	-0.84	-0.70	-0.69	-0.48	-0.35	-0.60	-0.27	-0.52	-0.70	-0.70	-0.63

b. RMSE (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.57	1.41	1.64	1.34	1.37	1.51	1.49	1.57	1.59	1.53	1.58	1.42	1.50
48H	2.20	2.02	2.17	1.74	1.66	1.79	1.93	2.09	2.09	2.20	2.08	1.91	1.99
72H	2.22	1.98	2.24	1.86	1.82	1.89	1.98	2.16	2.25	2.49	2.25	2.03	2.10
96H	2.24	2.13	2.31	1.83	1.82	1.77	1.98	2.03	2.07	2.29	2.15	1.94	2.05
120H	2.37	2.38	2.52	2.06	2.01	1.88	2.08	2.21	2.24	2.41	2.39	2.16	2.23
144H	2.53	2.46	2.48	2.13	2.14	1.99	2.14	2.32	2.35	2.54	2.42	2.21	2.31
168H	2.39	2.32	2.43	2.08	2.16	2.17	2.25	2.35	2.36	2.51	2.42	2.24	2.31
192H	2.34	2.35	2.33	2.11	2.19	2.24	2.32	2.36	2.29	2.44	2.33	2.11	2.28
216H	2.30	2.48	2.36	2.17	2.20	2.27	2.41	2.42	2.37	2.36	2.30	2.18	2.32
240H	2.38	2.54	2.40	2.29	2.26	2.27	2.43	2.39	2.36	2.40	2.30	2.16	2.35

c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	43.87	46.97	47.72	46.81	45.13	42.53	41.35	41.54	44.38	46.37	46.46	44.64	44.81
48H	49.90	53.49	54.10	52.91	50.43	48.21	48.15	48.35	51.60	53.82	53.64	51.10	51.31
72H	52.95	56.65	57.14	55.80	53.60	50.82	51.90	52.17	55.36	58.03	56.83	54.13	54.62
96H	54.50	58.37	59.59	57.45	55.80	52.01	53.32	53.95	56.87	59.82	58.85	55.94	56.37
120H	55.35	59.37	61.08	59.15	57.47	53.04	54.53	55.61	58.34	61.07	60.16	56.98	57.68
144H	56.39	60.12	61.62	60.04	58.36	54.15	55.86	56.85	59.77	62.06	60.96	57.46	58.64
168H	57.06	60.72	62.04	60.87	59.25	55.51	57.21	57.95	60.42	62.18	61.69	57.95	59.40
192H	57.85	61.54	62.81	61.43	59.64	56.66	58.06	58.30	60.56	62.13	62.15	58.16	59.94
216H	58.21	62.37	63.00	61.44	60.02	57.05	58.71	57.91	60.67	62.22	62.23	58.34	60.18
240H	58.59	63.09	63.33	61.44	59.64	57.14	58.44	57.57	60.78	62.31	62.49	58.67	60.29

(2) 850 hPa 기온

a. Mean Error (단위 : °C, 2006년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.60	-0.52	-0.55	-0.53	-0.54	-0.60	-0.50	-0.44	-0.43	-0.47	-0.57	-0.58	-0.53

48H	-0.90	-0.75	-0.78	-0.75	-0.75	-0.84	-0.68	-0.56	-0.54	-0.64	-0.79	-0.84	-0.73
72H	-1.02	-0.86	-0.87	-0.83	-0.84	-0.95	-0.76	-0.60	-0.57	-0.74	-0.88	-0.96	-0.82
96H	-1.11	-0.94	-0.92	-0.84	-0.84	-0.98	-0.81	-0.62	-0.59	-0.77	-0.92	-1.02	-0.86
120H	-1.17	-0.97	-0.94	-0.85	-0.84	-0.99	-0.82	-0.62	-0.58	-0.75	-0.95	-1.08	-0.88
144H	-1.22	-0.97	-0.94	-0.86	-0.83	-1.01	-0.82	-0.63	-0.55	-0.72	-0.97	-1.10	-0.89
168H	-1.26	-0.97	-0.94	-0.86	-0.82	-1.04	-0.82	-0.63	-0.54	-0.69	-0.94	-1.11	-0.88
192H	-1.26	-0.96	-0.93	-0.86	-0.80	-1.03	-0.77	-0.61	-0.52	-0.65	-0.92	-1.10	-0.87
216H	-1.25	-0.98	-0.94	-0.85	-0.82	-1.01	-0.71	-0.58	-0.51	-0.62	-0.92	-1.10	-0.86
240H	-1.22	-1.00	-0.96	-0.87	-0.81	-1.01	-0.68	-0.55	-0.51	-0.62	-0.92	-1.10	-0.85

b. RMSE (단위 : ℃)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.13	1.07	1.09	1.06	1.08	1.11	1.07	1.06	1.04	1.06	1.11	1.10	1.08
48H	1.48	1.40	1.46	1.41	1.42	1.47	1.37	1.33	1.35	1.44	1.43	1.44	1.42
72H	1.65	1.56	1.61	1.53	1.55	1.58	1.51	1.46	1.49	1.61	1.55	1.57	1.56
96H	1.76	1.68	1.69	1.56	1.59	1.62	1.60	1.57	1.57	1.67	1.61	1.65	1.63
120H	1.86	1.77	1.76	1.59	1.62	1.66	1.66	1.65	1.63	1.69	1.68	1.71	1.69
144H	1.95	1.82	1.79	1.62	1.65	1.72	1.71	1.70	1.69	1.71	1.74	1.76	1.74
168H	2.05	1.86	1.84	1.68	1.67	1.78	1.74	1.75	1.73	1.73	1.76	1.81	1.78
192H	2.11	1.91	1.87	1.73	1.69	1.81	1.75	1.81	1.75	1.74	1.78	1.83	1.81
216H	2.14	1.96	1.91	1.76	1.73	1.84	1.76	1.82	1.77	1.77	1.81	1.85	1.84
240H	2.17	2.00	1.93	1.79	1.74	1.88	1.76	1.83	1.80	1.79	1.83	1.87	1.87

c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	61.14	60.43	59.82	59.33	57.49	55.66	56.82	57.61	57.29	56.90	57.77	58.62	58.24
48H	68.26	67.20	66.28	65.82	63.63	62.21	63.44	64.25	64.23	63.72	64.80	66.06	64.99
72H	71.97	71.01	69.79	68.48	66.48	65.55	67.12	67.79	67.81	67.88	68.85	70.13	68.57
96H	74.14	73.14	71.56	70.31	68.61	67.36	68.80	69.76	69.77	70.34	71.07	72.24	70.59
120H	75.49	74.51	73.03	71.56	70.02	69.12	70.11	71.57	71.61	72.09	73.26	73.63	72.17
144H	76.51	75.76	74.06	72.56	71.18	70.32	71.44	72.66	72.69	73.60	74.44	74.92	73.34
168H	77.74	76.83	74.71	73.63	72.28	71.27	72.72	73.98	73.93	74.52	75.79	76.05	74.45
192H	78.58	77.64	75.34	74.45	72.93	72.41	73.59	74.79	74.53	75.37	76.87	76.85	75.28
216H	78.71	78.41	75.62	75.05	73.71	73.04	74.46	75.26	75.03	75.90	77.37	77.21	75.81
240H	79.26	78.65	76.26	75.62	73.83	73.56	74.60	75.72	75.84	76.46	78.01	77.76	76.30

d. AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.87	0.85	0.86	0.84	0.84	0.83	0.83	0.85	0.87	0.85	0.84	0.83	0.85
48H	0.79	0.75	0.77	0.75	0.74	0.72	0.73	0.76	0.77	0.75	0.76	0.75	0.75
72H	0.73	0.69	0.72	0.71	0.70	0.68	0.67	0.70	0.70	0.69	0.72	0.70	0.70
96H	0.69	0.65	0.69	0.70	0.66	0.65	0.63	0.64	0.65	0.65	0.69	0.67	0.66
120H	0.65	0.61	0.66	0.68	0.62	0.62	0.60	0.61	0.61	0.61	0.64	0.65	0.63

144H	0.61	0.59	0.63	0.65	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58	0.61	0.62	0.60
168H	0.55	0.56	0.61	0.61	0.58	0.56	0.56	0.55	0.55	0.56	0.58	0.59	0.57
192H	0.51	0.53	0.59	0.58	0.57	0.53	0.54	0.52	0.54	0.54	0.55	0.56	0.55
216H	0.48	0.50	0.57	0.56	0.55	0.49	0.52	0.50	0.53	0.52	0.52	0.54	0.52
240H	0.44	0.50	0.55	0.54	0.55	0.48	0.51	0.48	0.50	0.50	0.49	0.51	0.50

### (3) 500 hPa 지위고도

#### a. Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-6.93	-6.09	-6.35	-6.07	-6.26	-7.17	-6.53	-5.99	-5.32	-5.75	-6.73	-6.35	-6.30
48H	-12.76	-11.43	-11.05	-11.11	-10.89	-12.61	-11.30	-9.96	-9.21	-10.11	-11.71	-11.59	-11.14
72H	-17.10	-15.52	-14.26	-14.10	-14.05	-15.69	-13.98	-12.07	-10.74	-13.39	-14.72	-15.39	-14.25
96H	-21.18	-19.27	-17.63	-16.30	-16.32	-18.22	-16.34	-14.54	-12.67	-15.97	-17.26	-18.71	-17.03
120H	-24.45	-21.89	-20.47	-18.20	-18.50	-20.38	-17.77	-16.70	-14.25	-17.69	-19.60	-21.65	-19.30
144H	-27.85	-23.70	-22.90	-19.97	-20.20	-22.37	-18.55	-18.09	-15.61	-18.64	-21.58	-24.00	-21.12
168H	-30.74	-25.26	-25.44	-21.69	-21.68	-24.01	-19.18	-19.44	-16.68	-19.24	-23.12	-25.97	-22.70
192H	-33.07	-26.50	-27.79	-23.12	-22.55	-24.88	-19.30	-20.24	-17.26	-19.46	-23.80	-27.13	-23.76
216H	-34.55	-27.69	-29.21	-23.87	-23.29	-25.23	-18.85	-20.41	-17.19	-18.96	-24.16	-27.84	-24.27
240H	-36.23	-28.55	-30.12	-24.97	-23.50	-25.15	-18.26	-20.01	-16.12	-18.31	-24.20	-28.03	-24.45

#### b. RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	10.94	10.85	11.15	9.45	9.76	10.95	10.73	10.52	9.68	9.62	9.88	9.84	10.28
48H	17.27	16.31	15.73	14.04	13.65	15.30	15.56	15.17	13.66	14.67	15.24	15.56	15.18
72H	21.60	19.98	19.16	17.70	17.44	19.34	19.06	18.37	17.17	19.29	19.49	19.81	19.03
96H	25.07	23.42	22.32	19.92	19.92	21.54	20.80	19.23	17.75	20.74	21.66	22.61	21.25
120H	28.99	27.25	26.01	22.31	22.41	23.94	22.66	22.05	19.91	22.21	24.95	26.50	24.10
144H	33.12	29.54	28.58	24.87	24.96	26.73	24.05	23.94	21.75	24.34	27.30	29.16	26.53
168H	35.78	31.15	30.91	26.54	26.40	28.91	25.31	25.18	22.69	25.47	29.08	31.30	28.23
192H	37.58	32.08	32.49	28.04	27.47	30.53	25.89	25.88	23.16	25.90	29.94	31.97	29.24
216H	39.35	33.93	34.06	28.86	28.30	31.35	25.93	26.32	23.26	25.16	30.52	33.08	30.01
240H	41.15	35.09	35.27	30.40	29.02	31.84	25.59	26.05	23.27	25.15	30.90	33.43	30.60

#### c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	44.39	43.90	44.49	44.13	44.55	40.53	42.66	43.23	43.72	44.70	42.58	42.60	43.46
48H	53.66	53.31	53.77	53.48	53.77	48.49	52.07	52.27	52.92	55.44	52.87	53.04	52.92
72H	59.37	58.83	60.07	59.99	60.16	54.47	58.11	58.89	59.53	63.00	59.93	60.08	59.37
96H	63.21	63.02	64.05	64.31	64.94	58.66	61.70	63.48	64.15	67.83	65.64	65.51	63.88

120H	67.10	66.16	68.02	67.69	68.31	61.83	64.69	67.65	68.46	71.13	70.76	69.71	67.63
144H	70.29	68.96	71.29	71.35	71.73	64.73	68.03	70.13	71.01	74.19	74.79	72.92	70.78
168H	73.45	72.02	73.97	75.31	74.79	68.42	70.92	72.45	73.49	77.79	79.38	75.98	74.00
192H	75.79	74.32	76.34	77.68	76.88	71.35	72.41	74.49	75.19	79.61	82.13	78.00	76.18
216H	77.94	76.07	77.63	80.30	78.83	73.38	74.13	76.17	76.50	81.51	83.65	79.22	77.94
240H	79.68	77.61	79.25	81.33	79.82	74.60	75.10	77.12	78.14	82.38	84.57	79.38	79.08

#### d. AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.85	0.85	0.84	0.88	0.88	0.86	0.82	0.81	0.83	0.85	0.89	0.89	0.85
48H	0.72	0.75	0.75	0.83	0.85	0.85	0.71	0.68	0.74	0.73	0.80	0.80	0.77
72H	0.64	0.69	0.67	0.74	0.75	0.74	0.59	0.59	0.57	0.53	0.66	0.70	0.66
96H	0.63	0.68	0.65	0.71	0.72	0.75	0.61	0.64	0.64	0.60	0.66	0.68	0.66
120H	0.52	0.58	0.50	0.64	0.66	0.72	0.53	0.55	0.55	0.57	0.52	0.55	0.57
144H	0.40	0.51	0.42	0.56	0.57	0.64	0.48	0.50	0.51	0.47	0.44	0.47	0.50
168H	0.36	0.43	0.36	0.49	0.51	0.55	0.38	0.47	0.46	0.40	0.33	0.38	0.43
192H	0.37	0.40	0.38	0.44	0.47	0.48	0.35	0.47	0.47	0.38	0.30	0.39	0.41
216H	0.32	0.29	0.29	0.36	0.42	0.41	0.31	0.41	0.43	0.35	0.26	0.30	0.35
240H	0.26	0.23	0.26	0.30	0.37	0.34	0.28	0.40	0.38	0.28	0.23	0.28	0.30

#### (4) 250 hPa 바람

##### a. Mean Error (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.69	0.56	0.71	0.51	0.48	0.68	0.77	0.53	0.56	0.76	0.56	0.55	0.61
48H	0.48	0.44	0.61	0.27	0.33	0.62	0.83	0.47	0.59	0.79	0.27	0.41	0.51
72H	0.24	0.42	0.47	0.11	0.37	0.71	1.09	0.74	0.88	0.92	0.18	0.38	0.54
96H	0.11	0.51	0.49	0.24	0.59	0.92	1.46	1.04	1.22	1.15	0.39	0.53	0.72
120H	-0.02	0.64	0.55	0.39	0.71	1.11	1.96	1.36	1.45	1.35	0.72	0.75	0.91
144H	-0.16	0.67	0.62	0.65	0.81	1.24	2.26	1.47	1.55	1.49	0.98	0.88	1.04
168H	-0.13	0.65	0.64	0.78	0.91	1.33	2.39	1.56	1.60	1.44	1.20	0.93	1.11
192H	-0.01	0.63	0.63	0.93	0.89	1.36	2.31	1.52	1.62	1.33	1.44	0.85	1.12
216H	0.11	0.75	0.72	1.10	0.79	1.49	2.19	1.52	1.71	1.39	1.66	0.84	1.19
240H	0.24	0.77	0.91	1.16	0.84	1.59	2.06	1.59	1.80	1.46	1.81	0.83	1.25

##### b. RMSE (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.33	6.08	6.10	5.83	5.74	5.74	6.58	6.20	5.79	5.69	5.73	6.22	6.00
48H	8.83	8.11	8.38	8.00	7.93	8.05	9.00	8.58	7.98	8.04	8.40	8.59	8.32
72H	10.54	9.57	9.79	9.51	9.46	9.71	10.29	9.92	9.33	9.49	10.37	10.18	9.85
96H	11.87	10.69	10.81	10.67	10.59	10.95	11.38	10.76	10.37	10.54	11.93	11.40	11.00
120H	12.91	11.49	11.57	11.54	11.45	11.71	12.51	11.52	11.18	11.43	13.19	12.42	11.91

144H	13.67	12.23	12.21	12.35	12.17	12.44	13.42	12.27	11.90	12.05	14.00	13.24	12.66
168H	14.12	12.68	12.79	12.88	12.87	13.23	14.05	12.73	12.53	12.44	14.58	13.76	13.22
192H	14.38	12.90	13.16	13.21	13.41	13.72	14.26	13.04	12.97	12.76	15.02	14.10	13.58
216H	14.78	13.24	13.59	13.52	13.88	14.32	14.43	13.51	13.40	13.11	15.26	14.30	13.94
240H	14.94	13.49	13.95	13.75	14.24	14.88	14.59	13.79	13.95	13.36	15.31	14.16	14.20

## 다. 남반구

### (1) 해면기압(MSLP)

#### a. Mean Error (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.29	-0.21	-0.27	-0.26	-0.18	-0.15	-0.17	-0.21	-0.24	-0.24	-0.17	-0.22	-0.22
48H	-0.40	-0.21	-0.31	-0.23	-0.15	-0.11	-0.21	-0.24	-0.31	-0.34	-0.28	-0.24	-0.25
72H	-0.46	-0.18	-0.29	-0.17	-0.13	-0.05	-0.25	-0.23	-0.35	-0.35	-0.26	-0.19	-0.24
96H	-0.40	-0.18	-0.24	-0.10	-0.12	-0.05	-0.27	-0.09	-0.36	-0.22	-0.22	-0.15	-0.20
120H	-0.27	-0.08	-0.20	-0.05	-0.03	-0.09	-0.28	0.11	-0.31	-0.08	-0.14	-0.07	-0.12
144H	-0.09	0.05	-0.10	0.04	0.11	0.03	-0.30	0.25	-0.09	0.06	0.01	0.04	0.00
168H	0.07	0.12	0.07	0.13	0.28	0.23	-0.22	0.47	0.13	0.29	0.19	0.16	0.16
192H	0.23	0.18	0.18	0.18	0.39	0.34	-0.11	0.63	0.31	0.44	0.25	0.24	0.27
216H	0.39	0.19	0.25	0.24	0.45	0.38	-0.02	0.77	0.44	0.53	0.25	0.33	0.35
240H	0.57	0.11	0.30	0.32	0.50	0.41	0.10	0.99	0.58	0.66	0.27	0.41	0.43

#### b. RMSE (단위 : hPa)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.56	2.53	2.88	2.99	3.08	3.23	3.23	3.39	3.27	3.26	2.84	2.42	2.97
48H	4.05	3.85	4.33	4.57	4.53	4.83	4.97	5.31	4.99	5.12	4.44	3.69	4.56
72H	5.18	5.15	5.60	6.13	5.96	6.31	6.57	6.93	6.51	6.69	5.80	4.75	5.97
96H	6.06	6.38	6.83	7.58	7.30	7.91	8.12	8.38	8.18	8.14	7.06	5.67	7.30
120H	7.08	7.27	8.16	8.75	8.50	9.35	9.41	9.69	9.52	9.35	8.37	6.50	8.50
144H	8.11	7.70	9.36	9.67	9.75	10.66	10.62	10.60	10.66	10.33	9.30	7.23	9.50
168H	8.87	8.34	10.45	10.13	10.71	11.28	11.90	11.58	11.44	10.97	9.98	7.97	10.30
192H	9.17	9.02	11.02	10.34	11.52	11.84	12.71	12.42	12.17	11.45	10.41	8.59	10.89
216H	9.54	9.37	11.36	10.78	12.08	12.49	13.07	12.89	12.69	11.97	10.71	9.29	11.35
240H	9.79	9.57	11.53	11.43	12.80	13.42	13.61	13.13	12.87	12.30	11.15	9.65	11.77

#### c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.

24H	31.78	31.82	31.81	32.12	32.11	32.86	32.67	32.30	33.15	32.41	31.30	29.65	32.00
48H	43.00	42.02	42.31	42.83	42.09	43.54	43.64	43.56	44.10	43.89	41.98	39.67	42.72
72H	51.11	51.05	50.75	51.86	50.37	51.56	52.57	51.96	52.78	52.77	50.31	47.69	51.23
96H	56.74	58.45	57.79	59.73	57.64	58.83	59.75	58.74	59.92	59.50	57.20	53.46	58.15
120H	61.45	62.91	64.08	65.78	63.56	65.19	65.47	64.49	65.27	64.20	63.59	58.70	63.72
144H	65.70	65.61	69.51	69.50	68.35	71.10	69.97	67.54	69.71	68.27	67.58	63.05	67.99
168H	68.96	69.12	73.91	71.47	72.18	73.69	74.35	70.46	72.98	71.25	70.28	66.44	71.26
192H	70.88	71.75	76.52	72.62	74.87	75.07	76.98	73.70	75.02	72.64	72.17	68.81	73.42
216H	72.67	72.22	77.69	74.41	76.60	77.52	77.83	75.40	76.27	74.25	73.77	71.25	74.99
240H	73.67	73.91	77.55	76.28	79.01	80.16	79.39	76.34	75.89	75.20	75.28	72.83	76.29

## (2) 850 hPa 기온

### a. Mean Error (단위 : ℃)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.16	-0.21	-0.23	-0.20	-0.22	-0.33	-0.20	-0.16	-0.12	-0.16	-0.15	-0.15	-0.19
48H	-0.31	-0.38	-0.42	-0.35	-0.39	-0.55	-0.37	-0.31	-0.25	-0.31	-0.30	-0.32	-0.35
72H	-0.39	-0.48	-0.53	-0.42	-0.49	-0.68	-0.47	-0.38	-0.30	-0.41	-0.38	-0.44	-0.45
96H	-0.45	-0.53	-0.59	-0.46	-0.52	-0.75	-0.54	-0.44	-0.33	-0.47	-0.39	-0.52	-0.50
120H	-0.48	-0.56	-0.62	-0.48	-0.55	-0.76	-0.63	-0.52	-0.37	-0.53	-0.42	-0.60	-0.54
144H	-0.51	-0.58	-0.63	-0.49	-0.59	-0.77	-0.68	-0.57	-0.43	-0.56	-0.43	-0.69	-0.58
168H	-0.49	-0.58	-0.66	-0.50	-0.65	-0.79	-0.68	-0.58	-0.49	-0.59	-0.42	-0.76	-0.60
192H	-0.48	-0.62	-0.71	-0.50	-0.70	-0.81	-0.66	-0.59	-0.51	-0.61	-0.42	-0.82	-0.62
216H	-0.50	-0.64	-0.77	-0.50	-0.72	-0.85	-0.68	-0.62	-0.52	-0.62	-0.43	-0.86	-0.64
240H	-0.51	-0.64	-0.78	-0.51	-0.72	-0.87	-0.67	-0.66	-0.51	-0.62	-0.44	-0.89	-0.65

### b. RMSE (단위 : ℃)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.19	1.17	1.24	1.33	1.38	1.43	1.40	1.46	1.43	1.42	1.27	1.14	1.32
48H	1.75	1.69	1.82	2.00	2.01	2.12	2.05	2.19	2.14	2.15	1.86	1.63	1.95
72H	2.24	2.15	2.31	2.62	2.61	2.72	2.68	2.83	2.80	2.78	2.38	2.07	2.52
96H	2.59	2.58	2.76	3.15	3.19	3.25	3.25	3.36	3.35	3.30	2.78	2.47	3.00
120H	2.93	2.94	3.23	3.60	3.56	3.79	3.75	3.83	3.84	3.71	3.19	2.84	3.43
144H	3.29	3.20	3.66	3.96	3.89	4.28	4.19	4.17	4.25	4.10	3.54	3.19	3.81
168H	3.62	3.41	4.06	4.19	4.13	4.56	4.57	4.45	4.54	4.36	3.78	3.48	4.10
192H	3.80	3.56	4.38	4.26	4.41	4.79	4.82	4.70	4.74	4.50	3.94	3.70	4.30
216H	3.90	3.76	4.47	4.35	4.61	4.97	4.97	4.91	4.95	4.65	4.10	3.87	4.46
240H	4.02	3.90	4.55	4.40	4.79	5.11	5.15	5.02	5.01	4.72	4.23	4.01	4.58

### c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H													

24H	37.63	37.61	37.58	38.45	39.20	39.72	39.00	38.78	38.14	37.49	36.40	36.35	38.03
48H	46.87	46.17	46.20	48.01	48.42	49.27	48.30	48.73	47.66	47.50	45.89	44.83	47.32
72H	53.87	52.55	52.68	55.53	55.62	55.97	55.05	55.94	54.14	54.49	52.83	51.32	54.17
96H	58.05	57.93	58.01	60.74	61.17	60.76	60.25	60.66	59.15	59.74	57.96	56.04	59.21
120H	61.99	61.62	62.34	64.58	64.68	64.80	64.01	64.03	62.94	63.35	61.88	60.02	63.02
144H	65.08	64.52	66.10	67.63	67.43	68.57	67.20	66.45	65.59	66.15	64.65	63.66	66.09
168H	67.55	66.21	69.06	69.69	68.89	70.41	70.28	68.48	67.41	67.88	66.60	66.17	68.22
192H	69.33	67.01	71.70	70.27	70.49	72.05	71.66	69.85	68.71	68.75	67.50	67.83	69.60
216H	70.30	68.42	72.70	70.90	71.67	73.16	72.12	71.07	69.88	69.90	68.88	68.99	70.67
240H	70.87	69.60	72.83	71.12	72.98	73.92	72.98	71.71	70.22	69.83	69.71	69.96	71.31

#### d. AC (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.95	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95
48H	0.89	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91	0.91	0.90	0.88	0.85	0.88	0.89	0.89
72H	0.81	0.81	0.83	0.83	0.85	0.84	0.84	0.82	0.79	0.74	0.79	0.82	0.81
96H	0.74	0.71	0.75	0.75	0.77	0.77	0.77	0.75	0.75	0.70	0.63	0.70	0.75
120H	0.67	0.62	0.66	0.68	0.72	0.69	0.69	0.67	0.61	0.53	0.59	0.67	0.65
144H	0.57	0.54	0.57	0.61	0.66	0.60	0.60	0.60	0.53	0.41	0.50	0.58	0.56
168H	0.47	0.47	0.50	0.57	0.61	0.54	0.53	0.54	0.46	0.33	0.42	0.51	0.50
192H	0.40	0.42	0.44	0.56	0.56	0.48	0.48	0.49	0.43	0.30	0.37	0.45	0.45
216H	0.35	0.37	0.41	0.54	0.53	0.44	0.44	0.45	0.39	0.25	0.31	0.40	0.41
240H	0.30	0.32	0.39	0.53	0.50	0.40	0.40	0.42	0.36	0.23	0.26	0.37	0.37

#### (3) 500 hPa 지위고도

##### a. Mean Error (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-3.31	-3.23	-3.80	-3.46	-3.46	-4.91	-3.61	-4.06	-3.41	-3.47	-3.25	-3.56	-3.63
48H	-6.66	-6.13	-7.08	-5.81	-6.11	-8.32	-6.80	-7.13	-6.33	-7.19	-6.71	-7.02	-6.77
72H	-8.31	-7.66	-8.56	-6.51	-7.73	-10.10	-9.18	-8.87	-7.67	-9.34	-7.94	-8.98	-8.40
96H	-9.08	-8.82	-9.29	-6.77	-8.89	-11.60	-11.45	-10.00	-8.98	-10.03	-8.56	-10.60	-9.51
120H	-9.33	-8.91	-10.10	-6.95	-9.58	-12.65	-13.24	-10.53	-9.65	-10.43	-8.92	-12.06	-10.20
144H	-9.04	-8.65	-10.47	-6.57	-10.00	-12.72	-14.62	-10.99	-8.83	-10.32	-8.83	-13.23	-10.36
168H	-8.24	-8.86	-10.42	-6.43	-10.44	-12.13	-14.38	-10.45	-8.11	-9.32	-7.91	-13.99	-10.06
192H	-7.46	-9.52	-10.90	-6.44	-10.75	-12.04	-13.68	-9.89	-7.43	-8.83	-7.89	-14.71	-9.96
216H	-6.84	-10.12	-11.83	-6.66	-10.89	-12.65	-13.31	-9.48	-6.34	-8.68	-8.57	-15.29	-10.05
240H	-6.29	-11.15	-12.36	-6.93	-10.58	-12.68	-12.61	-8.70	-5.01	-8.13	-8.94	-15.50	-9.91

##### b. RMSE (단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H													

24H	22.98	21.99	23.74	24.41	24.59	25.96	25.86	27.33	25.96	27.25	22.68	20.45	24.43
48H	40.18	37.44	40.88	43.45	41.52	44.56	45.40	48.55	43.82	47.01	40.21	34.26	42.27
72H	55.33	53.11	56.75	63.07	58.85	62.76	64.63	66.35	59.48	64.06	56.41	47.68	59.04
96H	67.64	68.73	72.33	81.90	76.53	81.79	83.61	82.81	76.72	80.32	71.67	60.52	75.38
120H	79.95	81.04	89.84	96.74	92.15	101.44	99.31	98.66	93.27	93.43	86.91	72.28	90.42
144H	91.85	87.78	106.05	108.94	106.29	117.19	113.71	111.08	107.30	105.28	99.19	81.99	103.05
168H	102.72	95.91	120.30	116.07	117.35	126.14	129.08	121.23	118.43	114.49	107.28	90.97	113.33
192H	108.79	104.04	127.62	118.91	126.74	132.65	140.76	130.26	125.92	120.97	112.72	98.69	120.67
216H	113.51	110.40	132.37	123.09	134.78	139.13	147.07	136.50	132.57	127.88	116.60	108.26	126.85
240H	117.82	113.55	135.43	128.90	143.60	148.50	151.64	138.03	135.42	131.64	122.45	114.45	131.79

### c. S1 score (단위 : 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	20.33	20.62	20.48	20.61	20.39	20.57	20.03	20.14	20.48	20.51	19.74	19.01	20.24
48H	32.03	31.28	31.84	32.66	31.78	32.38	31.55	32.12	31.71	32.01	31.11	29.16	31.64
72H	41.22	40.52	40.85	42.52	41.17	41.86	40.67	41.00	40.23	41.07	40.47	37.55	40.76
96H	47.70	48.44	48.73	51.08	49.10	49.88	48.46	48.43	47.34	48.69	48.32	44.22	48.37
120H	53.12	53.94	56.03	57.38	55.65	57.28	54.39	54.72	53.32	53.93	55.01	49.96	54.56
144H	56.95	57.83	62.38	62.10	60.71	62.79	59.21	58.77	57.93	58.31	59.84	54.48	59.27
168H	60.99	61.24	67.42	64.57	64.51	65.91	64.05	61.58	61.61	61.57	62.93	58.27	62.89
192H	63.98	63.96	70.59	65.74	67.52	68.02	67.61	64.27	63.77	63.29	64.83	60.87	65.37
216H	65.98	65.68	72.44	67.58	69.50	69.66	69.42	66.21	65.08	65.21	66.06	64.00	67.24
240H	67.85	66.72	72.68	69.15	71.87	71.59	70.64	66.81	65.53	65.84	68.21	65.85	68.56

### d. 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	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.98	0.98	0.97
48H	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.89	0.93	0.94	0.92
72H	0.84	0.84	0.84	0.82	0.86	0.87	0.85	0.84	0.85	0.80	0.85	0.88	0.85
96H	0.75	0.72	0.74	0.70	0.76	0.77	0.75	0.75	0.74	0.68	0.75	0.80	0.74
120H	0.65	0.61	0.60	0.58	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.56	0.62	0.72	0.63
144H	0.54	0.54	0.44	0.46	0.54	0.53	0.53	0.53	0.49	0.45	0.50	0.64	0.52
168H	0.42	0.46	0.28	0.40	0.43	0.46	0.41	0.44	0.39	0.34	0.41	0.56	0.42
192H	0.33	0.37	0.18	0.38	0.33	0.40	0.31	0.35	0.31	0.27	0.34	0.50	0.34
216H	0.25	0.31	0.11	0.32	0.26	0.35	0.25	0.28	0.25	0.20	0.29	0.40	0.27
240H	0.19	0.26	0.07	0.25	0.18	0.25	0.18	0.25	0.22	0.16	0.20	0.34	0.21

(4) 250 hPa 바람

a. Mean Error (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.72	0.69	0.74	0.57	0.46	0.55	0.41	0.37	0.29	0.43	0.48	0.63	0.53
48H	0.56	0.68	0.69	0.45	0.36	0.35	0.32	0.22	0.18	0.36	0.45	0.54	0.43
72H	0.48	0.72	0.77	0.44	0.36	0.35	0.35	0.23	0.21	0.40	0.49	0.57	0.45
96H	0.45	0.71	0.71	0.37	0.28	0.35	0.36	0.18	0.31	0.39	0.54	0.53	0.43
120H	0.45	0.71	0.66	0.45	0.30	0.30	0.55	0.14	0.37	0.47	0.59	0.47	0.45
144H	0.42	0.69	0.68	0.40	0.48	0.27	0.68	0.13	0.42	0.53	0.72	0.56	0.50
168H	0.29	0.67	0.60	0.45	0.65	0.32	0.70	0.27	0.50	0.55	0.69	0.73	0.54
192H	0.14	0.76	0.61	0.50	0.90	0.39	0.78	0.35	0.58	0.79	0.86	0.91	0.63
216H	0.18	0.85	0.44	0.36	1.04	0.51	0.79	0.24	0.81	0.96	1.02	0.98	0.68
240H	0.19	0.82	0.40	0.28	1.15	0.60	0.78	0.31	1.10	1.06	1.06	0.93	0.72

b. RMSE (단위 : m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.09	6.76	6.77	6.86	6.92	7.27	7.33	7.24	6.90	7.01	6.49	6.52	6.93
48H	11.07	10.27	10.46	10.95	10.79	11.22	11.36	11.22	10.69	10.63	10.21	9.94	10.73
72H	14.36	13.69	13.83	14.95	14.34	14.88	14.66	14.62	13.82	13.91	13.65	13.04	14.15
96H	17.16	16.78	16.74	18.42	17.93	18.15	17.84	17.71	16.77	16.78	16.58	15.72	17.22
120H	19.44	18.97	19.61	20.98	20.80	21.32	20.31	20.54	19.38	19.19	19.35	17.92	19.82
144H	21.09	20.44	22.37	23.26	22.78	23.63	22.48	22.84	21.49	21.26	21.57	20.10	21.94
168H	22.57	21.66	24.44	24.64	24.25	25.32	24.69	24.44	23.13	22.82	22.89	21.77	23.55
192H	23.78	22.78	25.99	25.29	25.66	26.93	26.19	25.26	24.07	23.78	24.24	22.77	24.73
216H	24.70	23.76	26.55	25.86	26.73	27.99	26.97	26.05	25.01	24.53	24.71	23.76	25.55
240H	25.35	24.44	26.88	26.25	28.00	28.95	27.42	26.50	25.69	24.89	25.46	24.48	26.19

### 4.1.3. 관측 검증

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

#### 가. 아시아

##### (1) 850 hPa 기온

###### a. Mean Error [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.03	0.11	-0.55	-0.29	-0.70	-0.27	-0.28	-0.10	0.13	-0.40	-0.67	0.14	-0.24
48H	0.11	0.31	-0.41	-0.03	-0.07	-0.21	-0.06	0.20	0.26	-0.38	-0.70	0.34	-0.05
72H	0.13	0.20	-0.32	0.24	-0.39	-0.19	0.04	0.22	0.33	-0.38	-0.63	0.36	-0.03
96H	0.05	-0.23	-0.16	0.38	-0.36	-0.13	0.16	0.23	0.07	-0.50	-0.85	0.16	-0.10
120H	-0.19	-0.52	0.03	0.47	0.44	-0.11	0.30	0.20	-0.26	-0.64	-1.15	-0.03	-0.12
144H	-0.59	-0.61	0.04	0.37	1.38	-0.15	0.49	0.28	-1.40	-0.78	-1.48	-0.26	-0.23
168H	-0.74	-0.35	0.03	0.19	0.67	-0.05	0.53	0.42	-1.85	-0.76	-1.56	-0.67	-0.34
192H	-0.74	-0.06	-1.27	0.18	0.29	0.05	0.57	0.54	-0.87	-0.69	-1.68	-0.95	-0.39
216H	-0.69	0.30	-1.64	0.34	0.31	0.14	0.67	0.56	0.43	-0.77	-1.51	-1.06	-0.24
240H	-0.69	0.42	-1.37	0.12	0.38	0.12	0.89	0.47	0.32	-0.83	-1.39	-1.09	-0.22

###### b. RMSE [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.24	2.57	2.50	2.36	2.44	2.26	2.30	2.19	2.17	2.10	2.32	2.29	2.31
48H	2.85	3.20	3.16	2.92	2.46	2.55	2.46	2.43	2.37	2.41	2.88	2.89	2.71
72H	3.65	3.87	3.41	3.45	3.07	2.92	2.72	2.65	2.35	2.95	3.31	3.53	3.16
96H	4.26	4.82	4.27	4.10	3.28	3.57	3.01	3.03	2.37	3.64	4.06	4.11	3.71
120H	4.75	5.41	4.64	4.68	4.49	4.08	3.37	3.27	2.71	4.36	5.03	4.68	4.29
144H	5.31	5.89	5.41	5.36	5.32	4.46	3.71	3.65	3.00	5.06	5.80	5.18	4.85
168H	5.54	6.27	5.71	5.98	5.91	4.84	3.97	3.97	3.33	5.37	6.37	5.81	5.26
192H	6.13	6.74	6.77	6.63	4.15	5.24	4.19	4.16	4.60	5.49	6.56	6.04	5.56
216H	6.91	7.27	7.18	7.02	4.65	5.49	4.30	4.32	4.91	5.65	6.65	6.06	5.87
240H	7.33	7.48	6.45	6.97	5.19	5.47	4.37	4.41	3.20	5.92	6.92	6.26	5.83

c. TREND[무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.90	0.88	0.92	0.87	0.85	0.83	0.77	0.76	0.83	0.88	0.90	0.88	0.86
48H	0.90	0.88	0.93	0.89	0.90	0.86	0.83	0.79	0.78	0.89	0.90	0.87	0.87
72H	0.85	0.86	0.92	0.87	0.91	0.83	0.83	0.77	0.83	0.85	0.88	0.84	0.85
96H	0.81	0.81	0.88	0.85	0.90	0.77	0.80	0.71	0.88	0.79	0.83	0.81	0.82
120H	0.79	0.74	0.88	0.82	0.79	0.69	0.75	0.67	0.89	0.71	0.76	0.76	0.77
144H	0.73	0.67	0.85	0.79	0.61	0.62	0.71	0.61	0.79	0.61	0.68	0.71	0.70
168H	0.70	0.66	0.82	0.73	0.40	0.57	0.65	0.54	0.77	0.57	0.62	0.65	0.64
192H	0.67	0.65	0.75	0.68	0.72	0.50	0.60	0.52	0.65	0.58	0.58	0.60	0.62
216H	0.55	0.61	0.68	0.66	0.76	0.48	0.56	0.49	0.67	0.58	0.57	0.59	0.60
240H	0.59	0.60	0.68	0.68	0.78	0.51	0.53	0.50	0.86	0.56	0.56	0.58	0.62

나) 500 hPa 지위고도

a. Mean Error[m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.73	4.39	5.02	0.22	5.94	1.78	2.38	2.73	6.13	0.74	-2.38	2.86	2.55
48H	0.83	6.99	8.98	3.43	12.08	4.03	5.48	6.00	10.51	0.67	-2.99	3.47	4.96
72H	-3.32	3.43	3.41	4.69	12.04	2.40	5.61	2.18	0.53	-1.93	-3.17	-1.61	2.02
96H	-5.85	-3.27	1.29	0.95	9.37	-2.33	3.66	-3.42	-6.91	-8.09	-10.41	-8.72	-2.81
120H	-17.22	-8.60	1.97	0.66	14.51	-1.74	6.79	-2.98	-22.14	-7.98	-18.78	-16.61	-6.01
144H	-29.99	-10.61	-11.47	-2.55	6.93	0.64	11.10	-0.38	-25.72	-12.53	-26.71	-21.91	-10.27
168H	-38.32	-13.45	-21.08	-5.03	-22.78	2.14	12.27	-0.39	-2.02	-17.18	-30.63	-26.18	-13.55
192H	-35.55	-12.55	-36.02	-0.47	-17.49	-1.27	10.07	0.20	35.51	-17.63	-32.12	-21.83	-10.76
216H	-28.92	-2.19	-33.72	7.86	-9.56	-0.77	10.97	-0.19	6.46	-11.91	-29.56	-15.74	-8.94
240H	-21.85	4.37	-28.40	11.07	-7.85	1.72	13.86	-2.15	-46.88	-9.29	-30.84	-16.26	-11.04

b. RMSE[m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	22.80	23.13	20.96	19.22	16.95	15.74	13.42	13.04	12.71	17.05	21.54	22.27	18.24
48H	41.91	35.99	36.24	32.12	27.60	25.11	20.61	19.64	21.36	28.12	35.51	37.67	30.16
72H	58.87	48.26	47.96	46.97	41.42	36.06	25.83	28.67	37.05	46.38	50.20	53.75	43.45
96H	70.85	63.99	63.52	60.71	51.12	50.38	32.47	36.03	28.31	64.67	63.38	67.43	54.40
120H	84.47	78.48	81.48	75.59	73.54	61.88	42.24	43.15	38.37	85.04	81.86	79.39	68.79
144H	96.69	91.53	90.48	89.19	86.62	68.52	51.86	49.77	48.90	101.81	101.13	91.71	80.68
168H	107.28	104.28	100.92	101.02	75.50	75.90	56.51	53.91	55.35	109.47	109.94	110.21	88.36
192H	117.82	110.74	120.39	110.00	47.45	82.07	61.28	56.94	80.80	109.27	117.07	116.81	94.22
216H	128.59	125.37	125.77	114.09	56.23	85.65	65.17	62.74	54.85	112.39	120.72	121.63	97.77
240H	134.63	130.98	126.89	117.68	65.39	87.93	67.47	64.86	67.28	116.50	131.04	127.81	103.20

c. TREND[무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.97	0.95	0.97	0.96	0.97	0.94	0.93	0.94	0.98	0.97	0.96	0.97	0.96
48H	0.94	0.94	0.96	0.95	0.96	0.93	0.94	0.93	0.96	0.96	0.93	0.93	0.94
72H	0.87	0.93	0.94	0.92	0.94	0.89	0.92	0.88	0.89	0.92	0.88	0.90	0.91
96H	0.85	0.89	0.89	0.88	0.91	0.81	0.89	0.83	0.96	0.84	0.83	0.85	0.87
120H	0.82	0.83	0.84	0.84	0.76	0.73	0.83	0.78	0.90	0.73	0.77	0.81	0.80
144H	0.75	0.77	0.82	0.79	0.55	0.68	0.76	0.71	0.80	0.59	0.69	0.73	0.72
168H	0.66	0.71	0.76	0.75	0.56	0.68	0.70	0.66	0.82	0.56	0.61	0.64	0.68
192H	0.65	0.68	0.63	0.72	0.87	0.65	0.64	0.65	0.72	0.57	0.57	0.60	0.66
216H	0.58	0.61	0.60	0.72	0.89	0.63	0.62	0.57	0.87	0.59	0.57	0.60	0.65
240H	0.56	0.56	0.57	0.68	0.84	0.62	0.60	0.55	0.80	0.56	0.54	0.52	0.62

다) 250 hPa 바람

a. Mean Error [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.86	-1.28	-0.94	-1.26	-2.01	-1.01	-0.81	-0.82	-0.37	-1.06	-1.33	-1.42	-1.10
48H	-1.18	-1.46	-0.94	-1.32	-2.00	-1.21	-0.97	-1.04	0.12	-1.09	-1.35	-1.66	-1.18
72H	-1.13	-1.51	-1.68	-1.15	-1.34	-1.22	-1.03	-1.11	-1.57	-1.40	-1.46	-2.11	-1.39
96H	-0.99	-1.48	-1.68	-1.34	-2.93	-1.04	-1.39	-1.18	-0.44	-1.62	-0.81	-2.23	-1.43
120H	-0.17	-1.16	-1.77	-0.53	-1.44	-0.68	-0.91	-1.31	-2.34	-1.66	-0.79	-1.60	-1.20
144H	-0.42	-1.65	-2.36	-0.76	1.52	-0.44	-1.23	-1.05	-3.18	-1.55	-0.94	-1.55	-1.13
168H	-0.59	-2.28	-0.79	-1.46	0.81	-0.64	-1.76	-1.36	-1.68	-1.91	-0.82	-1.98	-1.20
192H	-0.99	-2.27	-0.14	-1.62	-2.07	-0.59	-1.90	-1.27	-1.99	-1.96	-0.56	-1.89	-1.44
216H	-0.58	-2.26	-0.62	-1.97	-0.45	-0.62	-1.96	-2.06	-3.11	-1.96	-0.93	-1.95	-1.54
240H	-0.34	-1.18	-0.44	-1.63	0.62	-0.34	-1.84	-2.41	-1.10	-1.13	-1.55	-2.08	-1.12

b. RMSE [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	9.14	9.05	8.53	8.62	8.58	8.49	7.10	7.41	7.57	8.23	7.91	9.03	8.31
48H	13.38	11.99	12.46	12.29	13.20	11.84	9.68	10.09	10.37	11.35	12.05	13.71	11.87
72H	17.71	14.99	16.37	15.80	15.22	15.37	12.24	12.76	11.44	15.73	15.77	18.51	15.16
96H	19.86	18.37	19.47	18.53	22.80	18.31	13.82	15.09	12.58	20.58	18.80	21.65	18.32
120H	21.93	21.36	21.72	21.43	23.38	20.78	15.76	16.99	15.54	24.80	21.77	23.80	20.77
144H	24.73	24.23	24.07	24.24	29.73	22.82	18.06	19.05	17.52	28.17	25.23	25.30	23.60
168H	26.98	26.11	26.46	27.04	25.15	23.56	19.37	20.27	19.00	30.28	26.76	27.22	24.85
192H	28.08	26.93	28.73	28.36	20.76	24.95	20.67	21.79	20.93	29.99	27.66	28.26	25.59
216H	29.99	28.42	28.20	28.87	19.48	25.95	21.82	22.33	20.73	31.04	29.43	29.14	26.28
240H	29.90	29.69	29.10	29.92	23.96	26.70	22.41	22.35	19.58	31.90	30.36	29.75	27.14

#### 4.1.4. 강수 검증

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

가. Bias Score (Rain or Not, 무차원, 2007년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.50	1.81	1.06	2.06	2.46	1.91	1.00	0.95	1.26	1.90	4.85	1.45	1.93
48H	2.89	2.03	1.32	2.20	2.62	1.86	1.10	1.14	1.29	1.95	4.50	1.49	2.03
72H	2.82	1.76	1.70	2.43	2.58	1.97	0.96	1.21	1.20	2.17	4.90	1.42	2.09
96H	2.82	2.57	1.59	2.10	2.71	1.82	1.08	1.26	1.35	2.05	5.05	1.65	2.17
120H	2.75	2.51	1.46	2.37	2.71	1.94	1.13	1.09	1.13	2.17	4.35	1.73	2.11
144H	2.55	2.73	1.19	2.35	2.58	1.97	0.98	1.02	1.19	2.12	3.70	1.47	1.99
168H	2.66	2.46	1.45	2.53	2.94	1.54	1.01	1.12	1.22	2.24	4.20	1.40	2.06
192H	2.32	2.51	1.41	2.16	2.48	1.71	1.04	0.95	0.98	2.88	4.30	1.51	2.02
216H	2.43	2.54	1.54	2.43	2.58	2.11	0.99	0.87	1.10	2.61	3.15	1.55	1.99
240H	2.50	2.00	1.46	1.96	2.81	1.68	1.17	0.98	1.36	2.83	4.55	1.78	2.09

나. Threat Score (Rain or Not, 무차원, 2007년 )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.18	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.31	0.42	0.41	0.23	0.12	0.18	0.25
48H	0.19	0.12	0.24	0.27	0.26	0.24	0.28	0.50	0.41	0.19	0.12	0.15	0.25
72H	0.21	0.11	0.29	0.25	0.23	0.29	0.24	0.49	0.33	0.22	0.10	0.22	0.25
96H	0.21	0.12	0.23	0.22	0.19	0.23	0.25	0.49	0.42	0.18	0.09	0.21	0.24
120H	0.20	0.12	0.33	0.30	0.26	0.22	0.37	0.44	0.33	0.16	0.10	0.21	0.25
144H	0.20	0.16	0.23	0.21	0.23	0.28	0.25	0.38	0.37	0.11	0.08	0.21	0.23
168H	0.18	0.09	0.29	0.25	0.20	0.24	0.35	0.38	0.31	0.16	0.11	0.25	0.23
192H	0.20	0.17	0.29	0.24	0.23	0.27	0.25	0.34	0.32	0.21	0.08	0.20	0.23
216H	0.20	0.16	0.24	0.24	0.19	0.33	0.22	0.31	0.31	0.13	0.11	0.25	0.22
240H	0.25	0.09	0.30	0.25	0.26	0.27	0.32	0.39	0.43	0.16	0.14	0.24	0.26

## 4. 2. 지역예보 모델

### 4.2.1 성능 변화 추세

○ 검증 방법 :

a. RDAPS 30km

o 지역모델 분석장 검증 : 2001년 11월 ~ 2005년 11월

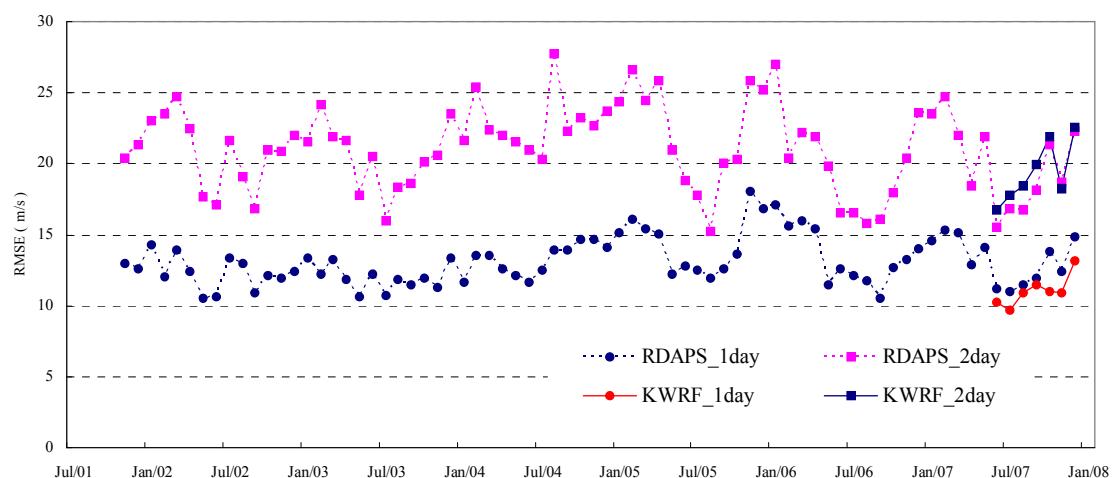
o 영역확장 지역모델 초기장 검증 : 2005년 12월 ~ 현재

b. KWRF 10km

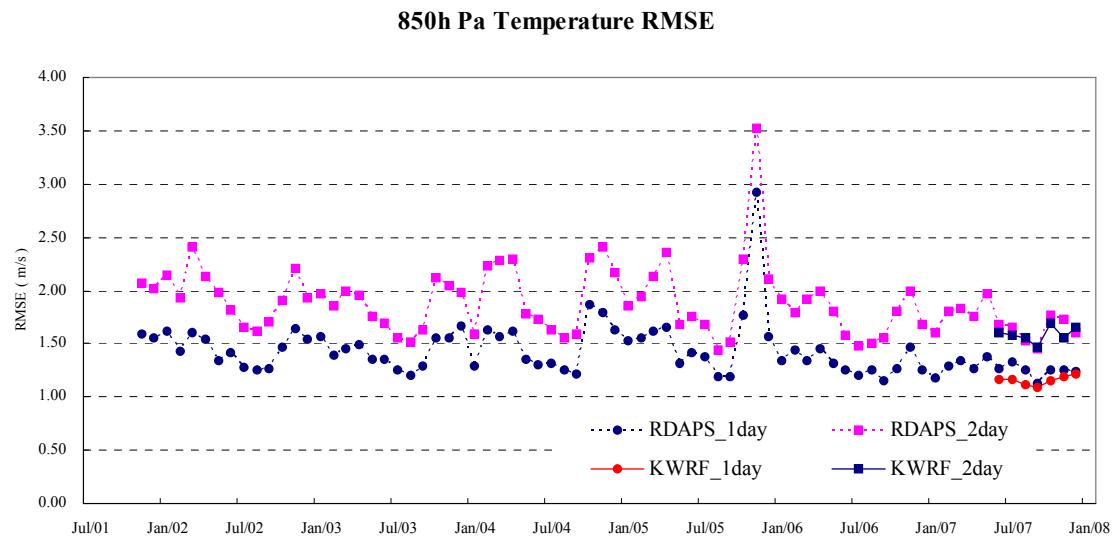
o 지역모델 분석장 검증 : 2007년 6월 ~ 현재

가. 500hPa 고도장의 RMSE

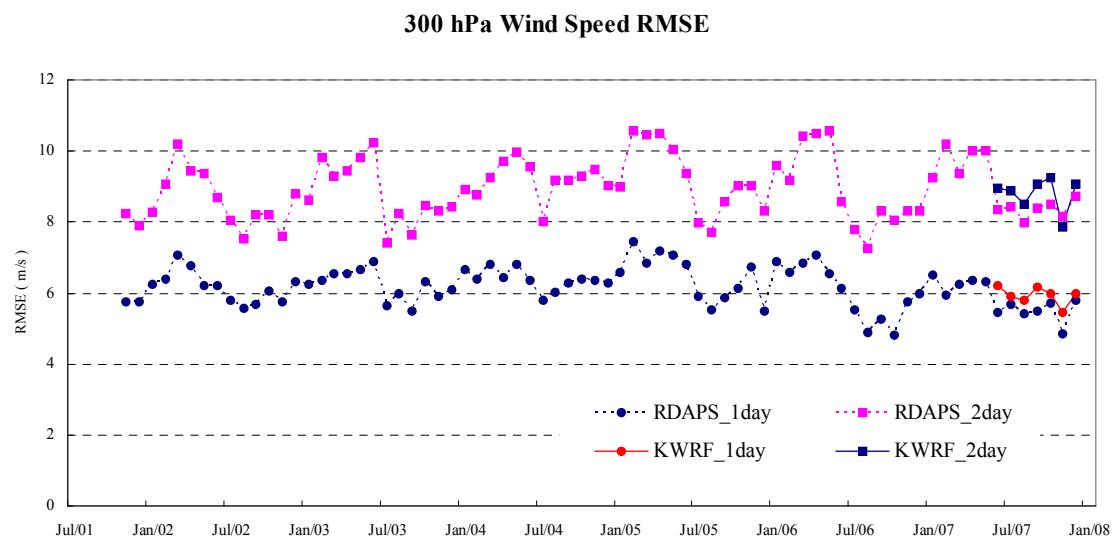
500 hPa GPH RMSE



나. 850hPa 기온의 RMSE



다. 300hPa 바람의 RMSE



#### 4.2.2. 초기장 검증 ( RDAPS 30km )

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

가. Mean Error ( 2007년 )

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.02	-0.16	-0.07	-0.04	-0.19	-0.30	-0.27	-0.27	-0.15	-0.13	-0.17	-0.01	-0.15
24H	0.05	-0.30	-0.06	-0.12	-0.34	-0.48	-0.40	-0.40	-0.24	-0.31	-0.36	0.02	-0.25
36H	0.04	-0.40	-0.05	-0.28	-0.55	-0.58	-0.50	-0.46	-0.26	-0.44	-0.47	0.04	-0.33
48H	0.07	-0.38	0.07	-0.43	-0.68	-0.63	-0.58	-0.47	-0.30	-0.55	-0.50	0.07	-0.36
60H	0.10	-0.36	0.15	-0.61	-0.75	-0.68	-0.69	-0.49	-0.35	-0.57	-0.54	0.14	-0.39

b. 500hPa 고도 ( m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	2.28	6.00	4.56	5.79	8.99	8.83	9.66	10.06	8.93	9.08	6.33	5.91	7.20
24H	5.27	9.76	7.27	6.37	6.97	6.04	5.31	6.87	5.39	7.99	7.70	9.07	7.00
36H	4.59	9.05	5.33	3.75	3.81	2.57	1.34	4.53	2.38	7.03	5.80	8.56	4.89
48H	5.89	10.14	3.43	0.67	-0.67	-0.93	-2.91	2.57	0.28	7.53	5.53	8.82	3.36
60H	5.61	9.12	1.14	-2.26	-3.48	-4.81	-8.16	-0.74	-1.32	9.73	6.57	8.24	1.64

c. 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.50	-0.43	-0.67	-0.55	-0.33	0.14	0.38	0.07	-0.03	-0.43	-0.79	-0.37	-0.29
24H	-1.28	-1.15	-1.48	-0.84	-0.67	-0.15	0.15	-0.05	-0.09	-0.72	-1.42	-0.88	-0.71
36H	-1.20	-1.45	-1.90	-0.74	-0.78	-0.34	0.26	-0.02	-0.07	-1.10	-1.72	-1.15	-0.85
48H	-0.82	-1.74	-2.21	-0.56	-0.85	-0.40	0.16	0.14	-0.14	-1.29	-1.87	-1.10	-0.89
60H	-0.26	-1.34	-2.17	-0.27	-0.77	-0.37	0.19	0.25	-0.08	-1.35	-1.58	-0.84	-0.72

나. RMSE ( 2007년 )

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.90	0.97	1.00	0.95	1.06	0.98	1.09	1.01	0.90	0.94	0.94	0.95	0.97
24H	1.18	1.29	1.34	1.27	1.38	1.27	1.33	1.26	1.13	1.25	1.26	1.24	1.27
36H	1.41	1.55	1.61	1.55	1.71	1.51	1.54	1.46	1.30	1.54	1.49	1.43	1.51
48H	1.60	1.80	1.83	1.76	1.97	1.68	1.66	1.53	1.45	1.77	1.73	1.61	1.70
60H	1.80	2.07	2.02	1.93	2.19	1.82	1.82	1.62	1.60	1.90	2.02	1.79	1.88

b. 500hPa 고도 ( m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	9.34	10.50	10.74	10.50	12.27	11.03	11.46	11.81	11.43	12.33	9.94	10.87	11.02
24H	14.59	15.29	15.17	12.85	14.09	11.20	10.96	11.51	11.93	13.87	12.40	14.84	13.23
36H	19.02	19.83	18.54	15.71	17.53	13.03	13.20	13.58	14.75	16.94	14.59	18.66	16.28
48H	23.54	24.71	22.03	18.43	21.88	15.50	16.86	16.77	18.17	21.33	18.74	22.30	20.02
60H	28.44	28.53	26.54	21.35	25.95	19.60	21.08	20.87	22.14	25.97	24.25	26.40	24.26

c. 300hPa 바람 ( m/s )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	3.95	3.88	4.13	4.27	4.32	3.90	4.12	3.72	3.73	3.94	3.23	3.87	3.92
24H	6.51	5.96	6.26	6.35	6.32	5.47	5.69	5.40	5.49	5.73	4.87	5.81	5.82
36H	8.06	8.18	8.05	8.25	8.31	6.86	7.15	6.88	7.13	7.34	6.63	7.44	7.52
48H	9.26	10.19	9.38	10.02	9.99	8.35	8.41	7.99	8.40	8.49	8.17	8.74	8.95
60H	10.44	11.58	10.60	11.07	11.10	9.88	9.45	8.82	9.56	9.46	9.74	9.83	10.13

다. S1 score ( 단위 : 무차원, 2006년 )

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	48.29	49.88	49.91	52.91	57.65	59.54	64.70	67.17	62.70	55.93	47.30	47.83	55.32
24H	53.55	55.49	55.95	60.46	66.94	69.03	73.22	76.04	69.70	62.65	52.91	53.18	62.43
36H	55.96	59.05	58.79	64.01	71.69	73.32	76.97	79.53	72.85	66.20	56.01	55.35	65.81
48H	57.32	62.19	60.27	66.46	74.68	76.37	79.35	81.47	75.51	68.28	58.66	56.57	68.10
60H	58.54	64.14	61.80	68.40	76.61	78.69	80.79	83.06	77.12	69.58	60.63	57.60	69.75

b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	13.07	13.23	14.08	14.99	19.06	23.63	25.71	26.30	24.57	17.95	11.94	13.00	18.13
24H	16.97	16.64	17.47	18.66	24.54	30.17	31.92	32.90	30.23	22.08	14.76	16.61	22.74
36H	20.12	20.59	20.39	22.03	29.49	35.31	37.05	38.16	35.27	25.64	17.72	20.12	26.82
48H	22.52	24.02	22.84	25.15	33.22	39.36	41.84	42.57	39.88	28.85	20.72	22.64	30.30
60H	24.84	26.69	25.04	27.82	35.59	43.55	45.65	46.67	44.16	31.87	24.25	24.59	33.39

4.2.3. 분석장 검증 ( KWMF 10km )

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

가. Mean Error ( 2007년 )

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					-0.02	-0.09	-0.13	-0.10	-0.12	-0.20	-0.23	-0.13	
24H					-0.08	-0.19	-0.29	-0.26	-0.30	-0.39	-0.38	-0.27	
36H					-0.12	-0.31	-0.45	-0.38	-0.46	-0.48	-0.43	-0.38	
48H					-0.16	-0.45	-0.58	-0.47	-0.58	-0.46	-0.40	-0.44	
60H					-0.24	-0.61	-0.69	-0.54	-0.62	-0.42	-0.31	-0.49	

b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H					2.99	1.93	2.73	0.86	0.93	-0.19	1.15	1.49	
24H					4.28	2.94	4.02	1.16	1.54	0.53	4.24	2.67	
36H					1.14	-1.18	1.01	-2.16	-0.14	-0.10	4.65	0.46	
48H					-0.87	-3.88	0.71	-2.25	1.16	1.79	6.64	0.47	
60H					-4.76	-7.79	-1.38	-2.85	4.92	5.72	8.48	0.33	

c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						-0.10	-0.28	-0.24	-0.43	-0.20	-0.44	-0.06	-0.25
24H						-0.12	-0.23	-0.47	-0.56	-0.33	-0.59	-0.47	-0.40
36H						-0.42	-0.28	-0.46	-0.80	-0.95	-1.02	-1.11	-0.72
48H						-0.50	-0.23	-0.36	-0.89	-1.34	-1.26	-1.47	-0.87
60H						-0.39	-0.10	-0.09	-0.80	-1.53	-1.32	-1.74	-0.85

나. RMSE ( 2007년 )

a. 850hPa 온도 (°C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						0.83	0.85	0.81	0.81	0.83	0.92	0.91	0.85
24H						1.17	1.17	1.12	1.09	1.15	1.19	1.22	1.16
36H						1.41	1.40	1.38	1.31	1.47	1.44	1.49	1.42
48H						1.60	1.58	1.56	1.47	1.69	1.55	1.65	1.59
60H						1.75	1.76	1.70	1.61	1.86	1.75	1.79	1.75

b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						6.75	6.41	6.98	6.73	7.61	7.59	8.65	7.25
24H						10.25	9.64	10.89	11.49	11.02	10.93	13.15	11.05
36H						12.36	12.99	13.70	15.78	16.40	14.78	18.18	14.88
48H						16.75	17.73	18.42	19.97	21.92	18.22	22.55	19.37
60H						21.18	22.48	23.39	24.62	27.17	24.08	26.54	24.21

c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						4.37	4.24	4.10	4.33	4.08	3.84	4.25	4.17
24H						6.20	5.89	5.78	6.18	6.00	5.44	5.97	5.92
36H						7.69	7.63	7.26	7.72	7.97	6.70	7.66	7.52
48H						8.97	8.87	8.52	9.07	9.26	7.88	9.06	8.81
60H						9.96	9.87	9.58	10.45	10.05	9.18	10.31	9.91

다. S1 score (단위 : 무차원, 2006년)

a. 850hPa 온도 (°C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						60.67	61.34	64.12	61.61	54.87	49.71	49.10	57.35
24H						73.10	74.34	76.99	73.96	66.84	59.24	58.53	69.00
36H						77.53	79.12	81.91	77.73	71.51	63.11	62.29	73.31
48H						80.42	81.61	83.83	79.77	73.56	65.19	63.89	75.47
60H						82.22	83.23	85.65	81.74	74.54	66.67	64.82	76.98

b. 500hPa 고도 (m)

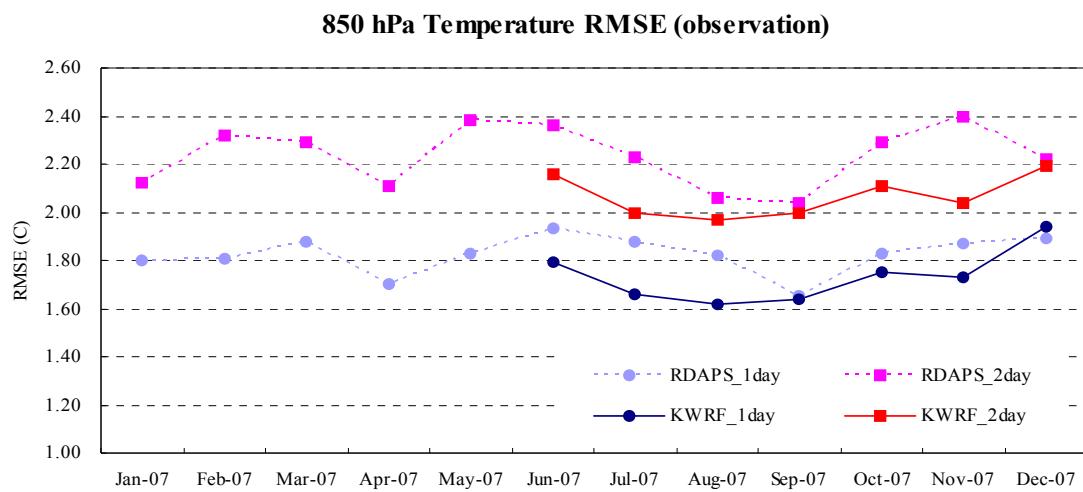
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						25.72	26.69	28.19	26.06	18.79	15.87	15.85	22.45
24H						32.18	33.28	35.71	33.58	24.36	20.26	20.54	28.56
36H						37.12	38.56	40.70	38.70	28.46	23.41	23.78	32.96
48H						41.45	43.27	44.77	42.33	31.69	25.82	26.07	36.49
60H						45.43	47.07	48.58	46.06	34.22	28.34	27.94	39.66

#### 4.2.4. 관측 검증 ( RDAPS 30km, KWRF 10km )

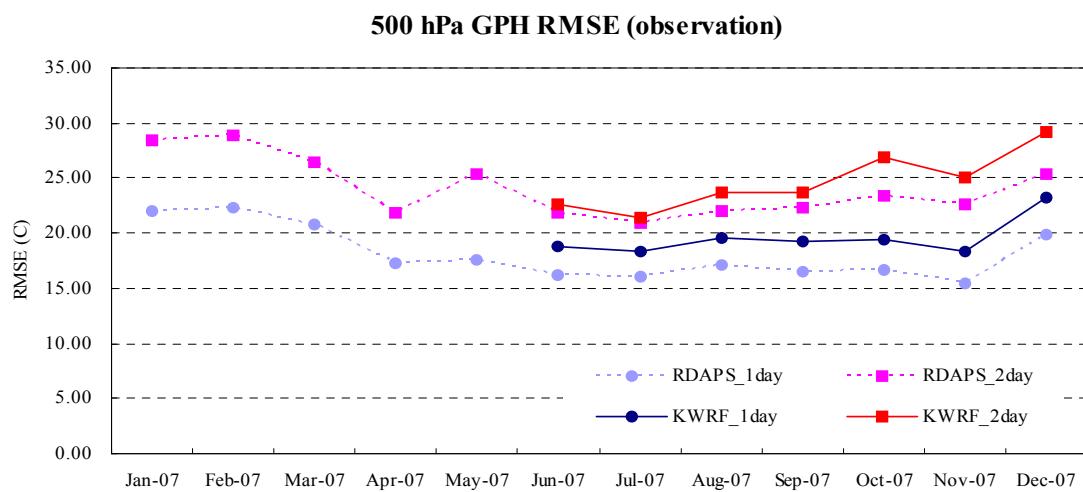
- 검증 모델 : 영역확장 지역모델
- 검증 변수: 고도, 온도, 바람
- 검증 요소: 평균 오차, RMSE
- 검증 영역: 동아시아 영역

##### 4.2.4.1. KWRF, RDAPS 성능 비교

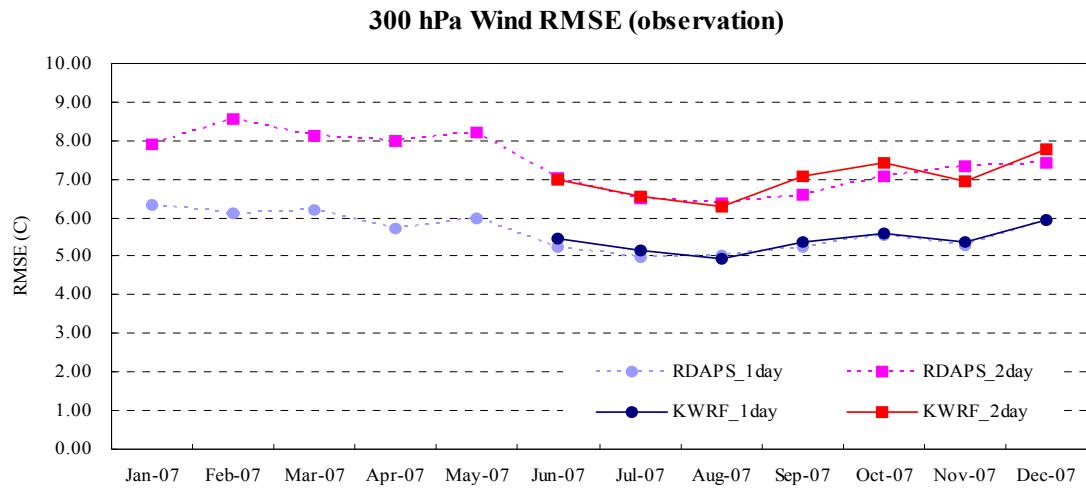
가. 850hPa 온도장의 RMSE



나. 500hPa 고도장의 RMSE



다. 300hPa 바람의 RMSE



#### 4.2.4.2. RDAPS 30km 관측검증 ( 2007년 )

가. Mean Error

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.17	-0.16	0.01	-0.21	-0.30	-0.19	-0.30	-0.54	-0.47	-0.39	-0.32	0.06	-0.22
24H	0.24	-0.23	0.11	-0.26	-0.38	-0.24	-0.31	-0.59	-0.57	-0.64	-0.56	-0.08	-0.29
36H	0.20	-0.30	0.15	-0.42	-0.56	-0.34	-0.37	-0.68	-0.60	-0.81	-0.73	-0.12	-0.38
48H	0.18	-0.33	0.25	-0.56	-0.65	-0.40	-0.41	-0.73	-0.66	-0.97	-0.87	-0.16	-0.44
60H	0.17	-0.41	0.29	-0.73	-0.72	-0.46	-0.49	-0.77	-0.71	-1.01	-1.02	-0.19	-0.5

b. 500hPa 고도 ( m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	4.64	8.56	5.54	4.10	4.98	3.62	1.72	-0.59	-1.70	1.37	1.02	5.28	3.21
24H	8.04	13.62	8.60	4.78	3.20	1.01	-1.63	-3.37	-4.40	0.65	2.59	7.28	3.36
36H	6.94	12.73	6.15	2.84	0.85	-1.91	-4.07	-5.19	-6.42	-0.58	0.45	5.67	1.45
48H	7.24	11.71	3.49	0.54	-3.15	-4.47	-6.72	-6.58	-8.18	-1.21	-0.72	4.20	-0.32
60H	6.23	8.90	0.50	-1.56	-6.33	-6.88	-10.08	-8.83	-9.27	0.22	-0.44	1.69	-2.15

c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-1.31	-0.84	-1.25	-0.89	-1.12	-0.71	-0.70	-0.79	-0.92	-1.41	-1.34	-1.43	-1.06
24H	-1.90	-1.47	-1.74	-1.14	-1.40	-0.86	-0.90	-0.94	-1.11	-1.83	-1.82	-1.92	-1.42
36H	-1.84	-1.59	-2.05	-0.99	-1.51	-1.01	-0.93	-0.97	-1.23	-2.08	-2.15	-2.14	-1.54
48H	-1.81	-1.73	-2.32	-1.00	-1.60	-1.14	-1.05	-0.85	-1.26	-2.17	-2.45	-2.28	-1.64
60H	-1.60	-1.59	-2.21	-0.93	-1.46	-1.16	-1.10	-0.66	-1.16	-2.15	-2.25	-2.24	-1.54

d. RMSE

a. 850hPa 온도 (°C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.61	1.68	1.65	1.57	1.65	1.69	1.69	1.66	1.50	1.59	1.66	1.60	1.63
24H	1.80	1.81	1.88	1.70	1.83	1.93	1.88	1.82	1.65	1.83	1.87	1.89	1.82
36H	1.97	2.09	2.09	1.91	2.11	2.15	2.11	1.97	1.85	2.06	2.12	2.06	2.04
48H	2.12	2.32	2.29	2.11	2.38	2.36	2.23	2.06	2.04	2.29	2.40	2.22	2.24
60H	2.28	2.59	2.47	2.28	2.61	2.52	2.40	2.19	2.24	2.45	2.67	2.35	2.42

b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	16.68	17.17	16.94	15.36	15.97	14.87	14.72	15.53	14.42	14.71	13.62	16.22	15.52
24H	21.96	22.28	20.84	17.27	17.63	16.27	16.05	17.05	16.48	16.61	15.38	19.88	18.14
36H	24.88	25.29	23.36	19.28	20.78	18.61	18.12	19.48	19.02	19.51	18.14	22.11	20.71
48H	28.37	28.94	26.49	21.87	25.44	21.78	20.93	22.03	22.24	23.44	22.58	25.32	24.12
60H	31.77	31.64	29.52	24.60	29.98	25.33	24.34	25.64	25.73	26.92	27.70	28.89	27.67

c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.00	4.84	5.04	4.82	4.84	4.40	4.33	4.27	4.36	4.56	4.26	4.83	4.63
24H	6.35	6.11	6.19	5.73	5.98	5.23	4.98	5.01	5.24	5.55	5.28	5.95	5.63
36H	7.14	7.41	7.29	6.86	7.20	6.10	5.79	5.70	5.98	6.44	6.36	6.81	6.59
48H	7.90	8.58	8.12	8.01	8.21	7.05	6.51	6.39	6.58	7.09	7.34	7.43	7.43
60H	8.41	9.37	8.78	8.67	8.84	7.94	6.99	6.79	7.32	7.70	8.06	8.08	8.08

#### 4.2.4.3. KWRF 10km 관측검증 ( 2007년 )

가. Mean Error

a. 850hPa 온도 ( °C )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						0.09	-0.08	-0.14	-0.14	-0.25	-0.25	-0.10	-0.12
24H						0.03	-0.19	-0.33	-0.28	-0.43	-0.35	-0.23	-0.25
36H						-0.05	-0.32	-0.51	-0.41	-0.56	-0.38	-0.17	-0.34
48H						-0.12	-0.46	-0.64	-0.50	-0.66	-0.34	-0.05	-0.40
60H						-0.21	-0.61	-0.76	-0.57	-0.68	-0.31	0.11	-0.43

b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						8.48	7.65	7.25	6.84	8.65	7.69	11.47	8.29
24H						8.86	8.25	7.64	6.47	8.77	7.65	12.97	8.66
36H						6.20	5.23	5.08	4.00	7.54	6.66	12.74	6.78
48H						4.82	3.45	4.88	4.11	7.99	7.37	13.14	6.54
60H						2.53	0.70	3.46	3.97	11.31	10.06	13.02	6.44

c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						-0.39	-0.60	-0.65	-0.74	-1.07	-0.89	-0.89	-0.75
24H						-0.45	-0.76	-0.91	-0.93	-1.32	-1.26	-1.52	-1.02
36H						-0.62	-0.72	-0.99	-1.14	-1.77	-1.87	-2.16	-1.33
48H						-0.61	-0.74	-0.85	-1.32	-2.23	-2.29	-2.56	-1.51
60H						-0.50	-0.71	-0.67	-1.42	-2.36	-2.49	-2.90	-1.58

## 4. RMSE

### a. 850hPa 온도 (°C)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						1.64	1.51	1.47	1.49	1.58	1.67	1.72	1.58
24H						1.79	1.66	1.62	1.64	1.75	1.73	1.94	1.73
36H						1.99	1.83	1.83	1.84	1.95	1.89	2.10	1.92
48H						2.16	2.00	1.97	2.00	2.11	2.04	2.19	2.07
60H						2.31	2.19	2.15	2.15	2.25	2.28	2.36	2.24

### b. 500hPa 고도 (m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						16.87	17.04	18.24	17.22	17.33	16.04	19.06	17.40
24H						18.80	18.39	19.50	19.24	19.43	18.40	23.21	19.57
36H						19.97	19.17	20.83	21.01	22.41	20.92	26.07	21.48
48H						22.56	21.33	23.63	23.63	26.92	25.04	29.21	24.62
60H						25.40	23.63	27.29	26.84	31.48	30.32	32.68	28.23

### c. 300hPa 바람 (m/s)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H						4.62	4.31	4.20	4.47	4.65	4.52	4.89	4.52
24H						5.46	5.14	4.95	5.39	5.60	5.38	5.96	5.41
36H						6.28	5.92	5.60	6.25	6.71	6.24	6.93	6.28
48H						7.00	6.56	6.29	7.07	7.44	6.93	7.76	7.01
60H						7.52	7.06	6.91	7.66	7.97	7.64	8.57	7.62

#### 4.2.4. 강수 검증

- 검증 모델 : 영역확장 지역모델 RDAPS 30km, KWRF 10km
- 검증 요소: Threat Score(TS), Bias Score(BS)
- 검증 영역: 남한 73개 지점

##### 가. Bias Score (BS, 무차원)

RDAPS 30 km (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 0.1 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.24	1.85	2.03	2.25	2.55	1.98	Jan.						
Feb.	1.10	1.42	1.73	1.76	2.32	1.66	Feb.						
Mar.	1.12	1.28	1.38	1.25	1.10	1.22	Mar.						
Apr.	1.14	1.38	1.68	1.63	1.57	1.48	Apr.						
May.	1.11	1.42	1.48	1.42	1.34	1.36	May.						
Jun.	1.00	1.32	1.46	1.56	1.65	1.40	Jun.	1.28	1.54	1.65	1.76	1.70	1.59
Jul.	1.00	1.29	1.36	1.50	1.57	1.34	Jul.	1.57	1.70	1.75	1.80	2.04	1.77
Aug.	0.87	1.17	1.32	1.33	1.28	1.19	Aug.	1.09	1.19	1.33	1.40	1.34	1.27
Sep.	0.81	1.05	1.08	1.02	1.00	0.99	Sep.	1.03	1.11	1.18	1.18	1.12	1.13
Oct.	1.17	1.47	1.53	1.36	1.33	1.37	Oct.	1.34	1.80	2.01	1.76	1.75	1.73
Nov.	2.14	2.83	2.86	2.64	2.77	2.65	Nov.	2.10	2.95	2.76	2.54	2.67	2.61
Dec.	1.34	1.71	1.95	1.99	1.90	1.78	Dec.	1.24	1.61	1.76	1.62	1.60	1.57
TOTAL	1.05	1.36	1.48	1.48	1.49	1.37	TOTAL	1.26	1.47	1.57	1.56	1.57	1.49

RDAPS 30 km (Threshold = 5 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.41	0.91	0.93	2.09	2.32	1.33	Jan.						
Feb.	0.62	0.96	0.92	1.25	1.12	0.97	Feb.						
Mar.	0.71	0.77	0.92	1.00	0.76	0.83	Mar.						
Apr.	0.58	0.80	1.19	1.23	1.28	1.01	Apr.						
May.	0.72	0.92	0.98	0.70	0.83	0.83	May.						
Jun.	0.61	0.92	1.04	1.34	1.45	1.07	Jun.	0.80	0.92	1.04	1.33	1.30	1.08
Jul.	0.53	0.89	0.94	1.01	1.16	0.91	Jul.	1.02	1.12	1.02	1.24	1.69	1.22
Aug.	0.50	1.05	1.23	1.22	1.00	1.00	Aug.	0.84	0.88	1.05	1.29	1.12	1.03
Sep.	0.47	0.80	0.90	0.77	0.86	0.76	Sep.	0.52	0.71	0.78	0.79	0.71	0.70
Oct.	0.56	0.80	0.86	0.60	0.66	0.70	Oct.	0.46	0.93	1.16	0.82	0.58	0.79
Nov.	0.72	1.23	1.15	1.03	0.48	0.92	Nov.	0.95	1.37	1.78	1.67	1.67	1.49
Dec.	0.85	1.19	1.20	1.43	2.09	1.35	Dec.	0.52	0.96	0.81	0.66	1.12	0.81
TOTAL	0.57	0.91	1.02	1.03	1.04	0.92	TOTAL	0.74	0.9	0.98	1.09	1.11	0.96

RDAPS 30 km (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 15 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.83	0.83	0.33	Jan.						
Feb.	0.52	0.70	0.50	1.52	0.73	0.79	Feb.						
Mar.	0.46	0.77	0.65	1.13	0.97	0.80	Mar.						
Apr.	0.05	0.60	1.57	1.02	1.05	0.86	Apr.						
May.	0.46	0.66	0.85	0.85	0.92	0.75	May.						
Jun.	0.41	0.81	1.09	1.27	1.32	0.98	Jun.	0.61	0.85	0.90	1.08	1.25	0.94
Jul.	0.37	0.68	0.68	0.71	0.95	0.68	Jul.	0.67	0.87	0.78	0.97	1.37	0.93
Aug.	0.32	0.97	1.06	1.18	0.96	0.90	Aug.	0.59	0.74	1.05	1.46	1.20	1.01
Sep.	0.35	0.67	0.82	0.75	0.83	0.68	Sep.	0.34	0.53	0.63	0.64	0.57	0.54
Oct.	0.36	0.47	0.52	0.40	0.60	0.47	Oct.	0.20	0.52	0.93	0.54	0.38	0.51
Nov.	0.19	0.50	0.62	0.00	0.00	0.26	Nov.	0.50	1.19	1.69	2.06	1.75	1.44
Dec.	0.25	1.56	1.69	2.06	3.75	1.86	Dec.	0.81	0.81	0.94	0.31	0.62	0.70
TOTAL	0.36	0.76	0.87	0.95	0.95	0.78	TOTAL	0.51	0.71	0.85	1.01	1.00	0.81

RDAPS 30 km (Threshold = 25 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.20	Jan.						
Feb.	0.15	0.00	0.15	0.60	0.10	0.20	Feb.						
Mar.	0.23	0.53	0.44	1.19	1.01	0.68	Mar.						
Apr.	0.00	0.00	1.25	0.88	1.00	0.62	Apr.						
May.	0.32	0.41	0.64	1.08	1.04	0.70	May.						
Jun.	0.36	0.64	0.95	1.21	1.28	0.89	Jun.	0.53	0.71	0.84	0.85	0.95	0.78
Jul.	0.27	0.69	0.49	0.59	0.98	0.60	Jul.	0.58	0.76	0.75	0.79	1.38	0.85
Aug.	0.21	0.87	0.91	1.11	0.86	0.79	Aug.	0.42	0.61	1.02	1.46	1.23	0.95
Sep.	0.31	0.64	0.66	0.70	0.76	0.61	Sep.	0.20	0.48	0.46	0.52	0.55	0.44
Oct.	0.29	0.22	0.29	0.27	0.76	0.37	Oct.	0.17	0.49	0.93	0.34	0.29	0.44
Nov.	0.00	1.00	0.75	0.00	0.00	0.35	Nov.	0.00	2.50	3.00	6.00	4.75	3.25
Dec.	0.00	1.00	0.00	1.33	5.67	1.60	Dec.	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.93
TOTAL	0.27	0.66	0.69	0.87	0.90	0.68	TOTAL	0.38	0.61	0.76	0.91	0.97	0.73

RDAPS 30km (Threshold = 50 mm)							KWRF 10km (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.						
Mar.	0.00	0.00	0.08	0.50	0.00	0.12	Mar.						
Apr.	-	-	-	-	$\infty$	$\infty$	Apr.						
May.	1.00	0.00	1.57	1.29	3.14	1.40	May.						
Jun.	0.04	0.25	0.29	1.57	2.07	0.84	Jun.	0.45	0.86	0.55	0.83	0.69	0.68
Jul.	0.33	0.67	0.47	0.77	0.84	0.62	Jul.	0.36	0.66	0.77	0.59	1.45	0.77
Aug.	0.05	0.77	0.75	1.11	0.94	0.72	Aug.	0.22	0.53	1.01	1.27	1.11	0.83
Sep.	0.26	0.58	0.48	0.41	0.39	0.42	Sep.	0.09	0.30	0.35	0.28	0.34	0.27
Oct.	0.00	0.10	0.10	0.60	1.20	0.40	Oct.	0.20	0.20	0.70	0.50	0.30	0.38
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	2.00	10.00	7.00	3.80
Dec.	-	-	-	-	-	-	Dec.	-	-	$\infty$	-	-	$\infty$
TOTAL	0.20	0.56	0.51	0.74	0.79	0.56	TOTAL	0.20	0.47	0.63	0.67	0.79	0.55

## 나. Threat Score (TS, 무차원)

RDAPS 30 km (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 0.1 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.42	0.39	0.33	0.29	0.26	0.33	Jan.						
Feb.	0.60	0.52	0.43	0.43	0.35	0.45	Feb.						
Mar.	0.55	0.55	0.54	0.56	0.49	0.54	Mar.						
Apr.	0.40	0.39	0.39	0.40	0.37	0.39	Apr.						
May.	0.58	0.53	0.50	0.43	0.43	0.49	May.						
Jun.	0.48	0.48	0.44	0.46	0.41	0.45	Jun.	0.47	0.44	0.43	0.40	0.36	0.42
Jul.	0.47	0.45	0.37	0.38	0.35	0.40	Jul.	0.49	0.47	0.41	0.39	0.35	0.42
Aug.	0.50	0.55	0.54	0.53	0.44	0.51	Aug.	0.52	0.55	0.52	0.50	0.45	0.51
Sep.	0.48	0.54	0.54	0.52	0.50	0.52	Sep.	0.51	0.51	0.48	0.45	0.39	0.47
Oct.	0.38	0.36	0.33	0.24	0.20	0.30	Oct.	0.37	0.35	0.29	0.24	0.22	0.29
Nov.	0.34	0.28	0.27	0.28	0.25	0.28	Nov.	0.36	0.26	0.25	0.27	0.26	0.28
Dec.	0.45	0.40	0.40	0.40	0.36	0.40	Dec.	0.48	0.42	0.39	0.39	0.39	0.41
TOTAL	0.48	0.47	0.44	0.43	0.38	0.44	TOTAL	0.48	0.46	0.43	0.40	0.37	0.42

RDAPS 30 km (Threshold = 5 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.15	0.14	0.02	0.05	0.07	0.08	Jan.						
Feb.	0.57	0.62	0.58	0.62	0.29	0.52	Feb.						
Mar.	0.57	0.58	0.48	0.51	0.40	0.50	Mar.						
Apr.	0.26	0.39	0.35	0.26	0.13	0.26	Apr.						
May.	0.41	0.50	0.47	0.40	0.39	0.44	May.						
Jun.	0.38	0.43	0.44	0.44	0.28	0.39	Jun.	0.40	0.39	0.33	0.34	0.24	0.33
Jul.	0.34	0.30	0.24	0.24	0.23	0.26	Jul.	0.37	0.37	0.31	0.28	0.21	0.30
Aug.	0.26	0.39	0.37	0.35	0.29	0.33	Aug.	0.33	0.35	0.34	0.34	0.24	0.32
Sep.	0.34	0.49	0.49	0.41	0.37	0.42	Sep.	0.32	0.38	0.37	0.32	0.20	0.31
Oct.	0.31	0.41	0.27	0.20	0.19	0.27	Oct.	0.17	0.32	0.27	0.16	0.14	0.21
Nov.	0.12	0.20	0.32	0.20	0.19	0.20	Nov.	0.26	0.18	0.18	0.22	0.19	0.20
Dec.	0.25	0.25	0.25	0.15	0.14	0.20	Dec.	0.21	0.25	0.27	0.11	0.18	0.20
TOTAL	0.35	0.42	0.39	0.35	0.28	0.36	TOTAL	0.33	0.35	0.33	0.30	0.21	0.30

RDAPS 30 km (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 15 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.35	0.42	0.14	0.40	0.03	0.26	Feb.						
Mar.	0.34	0.38	0.34	0.36	0.26	0.34	Mar.						
Apr.	0.05	0.10	0.19	0.02	0.04	0.08	Apr.						
May.	0.31	0.30	0.36	0.40	0.34	0.34	May.						
Jun.	0.28	0.34	0.38	0.40	0.18	0.31	Jun.	0.30	0.32	0.26	0.29	0.15	0.26
Jul.	0.27	0.23	0.19	0.16	0.17	0.20	Jul.	0.34	0.25	0.19	0.19	0.16	0.22
Aug.	0.16	0.26	0.23	0.25	0.17	0.22	Aug.	0.19	0.21	0.21	0.21	0.14	0.19
Sep.	0.26	0.35	0.34	0.31	0.24	0.30	Sep.	0.19	0.18	0.18	0.17	0.09	0.16
Oct.	0.20	0.19	0.17	0.16	0.18	0.18	Oct.	0.05	0.04	0.18	0.17	0.14	0.12
Nov.	0.06	0.14	0.08	0.00	0.00	0.06	Nov.	0.09	0.17	0.16	0.11	0.07	0.12
Dec.	0.00	0.03	0.05	0.07	0.04	0.04	Dec.	0.12	0.07	0.11	0.05	0.08	0.09
TOTAL	0.24	0.29	0.27	0.27	0.20	0.25	TOTAL	0.22	0.21	0.20	0.20	0.13	0.19

RDAPS 30 km (Threshold = 25 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.15	0.00	0.05	0.33	0.00	0.11	Feb.						
Mar.	0.23	0.30	0.30	0.32	0.21	0.27	Mar.						
Apr.	0.00	0.00	0.12	0.15	0.00	0.07	Apr.						
May.	0.20	0.22	0.22	0.24	0.24	0.23	May.						
Jun.	0.17	0.34	0.24	0.26	0.05	0.20	Jun.	0.26	0.27	0.17	0.21	0.12	0.20
Jul.	0.19	0.17	0.19	0.12	0.15	0.16	Jul.	0.31	0.16	0.13	0.12	0.13	0.16
Aug.	0.08	0.16	0.14	0.16	0.10	0.13	Aug.	0.12	0.15	0.15	0.14	0.10	0.13
Sep.	0.21	0.27	0.27	0.22	0.17	0.23	Sep.	0.11	0.14	0.07	0.07	0.07	0.09
Oct.	0.06	0.06	0.13	0.16	0.12	0.11	Oct.	0.02	0.03	0.13	0.10	0.06	0.07
Nov.	0.00	0.33	0.17	0.00	0.00	0.12	Nov.	0.00	0.17	0.14	0.08	0.10	0.10
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.07
<b>TOTAL</b>	0.16	0.21	0.21	0.20	0.14	0.18	<b>TOTAL</b>	0.17	0.16	0.12	0.12	0.10	0.13

RDAPS 30 km (Threshold = 50 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.						
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.06	Mar.						
Apr.	-	-	-	-	0.00	0.00	Apr.						
May.	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.02	May.						
Jun.	0.00	0.09	0.00	0.07	0.01	0.04	Jun.	0.20	0.12	0.07	0.18	0.04	0.12
Jul.	0.10	0.08	0.09	0.10	0.15	0.10	Jul.	0.10	0.05	0.07	0.04	0.09	0.07
Aug.	0.01	0.07	0.03	0.06	0.05	0.05	Aug.	0.02	0.05	0.07	0.07	0.05	0.06
Sep.	0.12	0.20	0.11	0.09	0.01	0.10	Sep.	0.05	0.04	0.01	0.02	0.02	0.03
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.04
Dec.	-	-	-	-	-	-	Dec.	-	-	0.00	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	0.07	0.12	0.07	0.08	0.05	0.08	<b>TOTAL</b>	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

다. Equitable Threat Score (ETS, 무차원)

RDAPS 30 km (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 0.1 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.37	0.32	0.26	0.22	0.18	0.26	Jan.						
Feb.	0.55	0.46	0.36	0.36	0.26	0.38	Feb.						
Mar.	0.43	0.43	0.41	0.44	0.37	0.41	Mar.						
Apr.	0.33	0.32	0.32	0.32	0.30	0.32	Apr.						
May.	0.50	0.43	0.40	0.33	0.33	0.39	May.						
Jun.	0.37	0.36	0.31	0.32	0.27	0.32	Jun.	0.34	0.30	0.29	0.24	0.20	0.27
Jul.	0.32	0.26	0.17	0.16	0.13	0.20	Jul.	0.29	0.25	0.19	0.16	0.09	0.19
Aug.	0.28	0.28	0.25	0.24	0.13	0.24	Aug.	0.26	0.29	0.23	0.19	0.14	0.22
Sep.	0.29	0.31	0.32	0.30	0.28	0.30	Sep.	0.28	0.28	0.22	0.19	0.13	0.22
Oct.	0.31	0.27	0.25	0.16	0.11	0.21	Oct.	0.29	0.26	0.19	0.14	0.13	0.20
Nov.	0.29	0.22	0.22	0.23	0.19	0.23	Nov.	0.31	0.21	0.20	0.22	0.21	0.23
Dec.	0.36	0.28	0.27	0.28	0.23	0.28	Dec.	0.39	0.31	0.27	0.27	0.27	0.30
TOTAL	0.38	0.35	0.32	0.30	0.25	0.44	TOTAL	0.34	0.30	0.26	0.24	0.19	0.51

RDAPS 30 km (Threshold = 5 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.15	0.13	0.02	0.05	0.06	0.07	Jan.						
Feb.	0.56	0.60	0.56	0.60	0.27	0.50	Feb.						
Mar.	0.54	0.55	0.44	0.47	0.36	0.47	Mar.						
Apr.	0.25	0.37	0.33	0.23	0.11	0.24	Apr.						
May.	0.38	0.46	0.43	0.37	0.35	0.40	May.						
Jun.	0.34	0.39	0.40	0.39	0.22	0.34	Jun.	0.36	0.34	0.29	0.29	0.18	0.28
Jul.	0.30	0.24	0.17	0.17	0.15	0.20	Jul.	0.30	0.30	0.23	0.20	0.11	0.22
Aug.	0.18	0.27	0.24	0.21	0.16	0.21	Aug.	0.22	0.24	0.22	0.19	0.11	0.19
Sep.	0.27	0.40	0.39	0.32	0.27	0.33	Sep.	0.24	0.29	0.27	0.21	0.10	0.22
Oct.	0.30	0.39	0.25	0.18	0.17	0.25	Oct.	0.15	0.30	0.24	0.14	0.12	0.19
Nov.	0.11	0.19	0.31	0.19	0.18	0.20	Nov.	0.25	0.18	0.18	0.21	0.18	0.20
Dec.	0.24	0.23	0.23	0.13	0.12	0.18	Dec.	0.20	0.23	0.25	0.09	0.17	0.19
TOTAL	0.32	0.38	0.35	0.31	0.24	0.32	TOTAL	0.28	0.30	0.28	0.24	0.15	0.25

RDAPS 30 km (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 15 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.34	0.41	0.14	0.39	0.02	0.25	Feb.						
Mar.	0.33	0.36	0.33	0.34	0.24	0.32	Mar.						
Apr.	0.05	0.09	0.18	0.02	0.03	0.08	Apr.						
May.	0.30	0.28	0.35	0.38	0.33	0.33	May.						
Jun.	0.27	0.32	0.36	0.37	0.15	0.29	Jun.	0.28	0.30	0.24	0.26	0.13	0.23
Jul.	0.25	0.19	0.16	0.13	0.14	0.17	Jul.	0.31	0.21	0.16	0.15	0.12	0.18
Aug.	0.13	0.20	0.16	0.18	0.11	0.16	Aug.	0.15	0.15	0.15	0.13	0.07	0.13
Sep.	0.22	0.30	0.29	0.26	0.18	0.25	Sep.	0.16	0.14	0.13	0.12	0.05	0.11
Oct.	0.19	0.18	0.17	0.15	0.17	0.17	Oct.	0.04	0.03	0.17	0.16	0.13	0.11
Nov.	0.05	0.14	0.08	0.00	0.00	0.06	Nov.	0.09	0.16	0.16	0.11	0.07	0.12
Dec.	0.00	0.02	0.05	0.06	0.04	0.04	Dec.	0.11	0.07	0.11	0.05	0.08	0.09
TOTAL	0.23	0.27	0.25	0.25	0.18	0.23	TOTAL	0.21	0.19	0.18	0.17	0.11	0.16

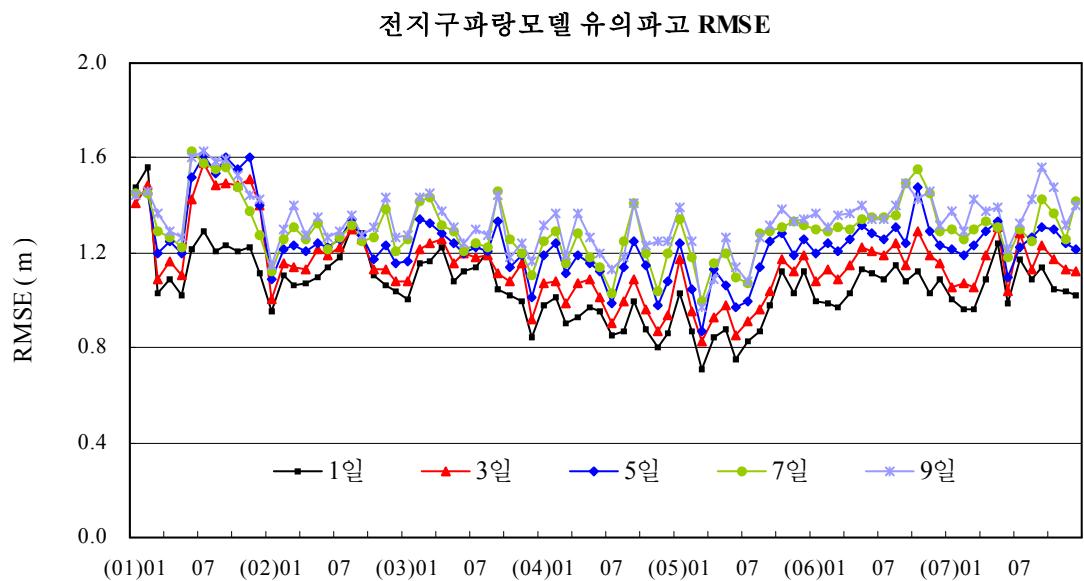
RDAPS 30 km (Threshold = 25 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.15	0.00	0.04	0.33	0.00	0.11	Feb.						
Mar.	0.23	0.30	0.29	0.31	0.21	0.27	Mar.						
Apr.	0.00	0.00	0.12	0.15	0.00	0.06	Apr.						
May.	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.22	May.						
Jun.	0.16	0.33	0.23	0.25	0.03	0.18	Jun.	0.25	0.26	0.16	0.19	0.11	0.19
Jul.	0.18	0.15	0.17	0.10	0.13	0.14	Jul.	0.29	0.14	0.11	0.10	0.10	0.14
Aug.	0.06	0.13	0.11	0.13	0.07	0.10	Aug.	0.09	0.12	0.11	0.10	0.06	0.09
Sep.	0.19	0.24	0.24	0.19	0.13	0.20	Sep.	0.10	0.12	0.05	0.05	0.04	0.07
Oct.	0.06	0.06	0.13	0.15	0.12	0.10	Oct.	0.02	0.03	0.12	0.10	0.06	0.07
Nov.	0.00	0.33	0.17	0.00	0.00	0.12	Nov.	0.00	0.17	0.14	0.08	0.09	0.10
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.07
<b>TOTAL</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.20</b>	<b>0.19</b>	<b>0.12</b>	<b>0.17</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0.16</b>	<b>0.15</b>	<b>0.11</b>	<b>0.10</b>	<b>0.08</b>	<b>0.12</b>

RDAPS 30 km (Threshold = 50 mm)							KWRF 10 km (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Jan.						
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.						
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.06	Mar.						
Apr.	-	-	-	-	0.00	0.00	Apr.						
May.	0.00	0.00	0.06	0.00	0.03	0.02	May.						
Jun.	0.00	0.09	0.00	0.07	0.01	0.03	Jun.	0.20	0.12	0.07	0.17	0.04	0.12
Jul.	0.10	0.08	0.09	0.09	0.14	0.10	Jul.	0.10	0.04	0.06	0.04	0.08	0.06
Aug.	0.01	0.06	0.02	0.05	0.04	0.04	Aug.	0.02	0.04	0.06	0.06	0.04	0.05
Sep.	0.11	0.18	0.10	0.08	0.00	0.09	Sep.	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.04
Dec.	-	-	-	-	-	-	Dec.	-	-	0.00	-	-	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.07</b>	<b>0.11</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.04</b>	<b>0.07</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0.06</b>	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>

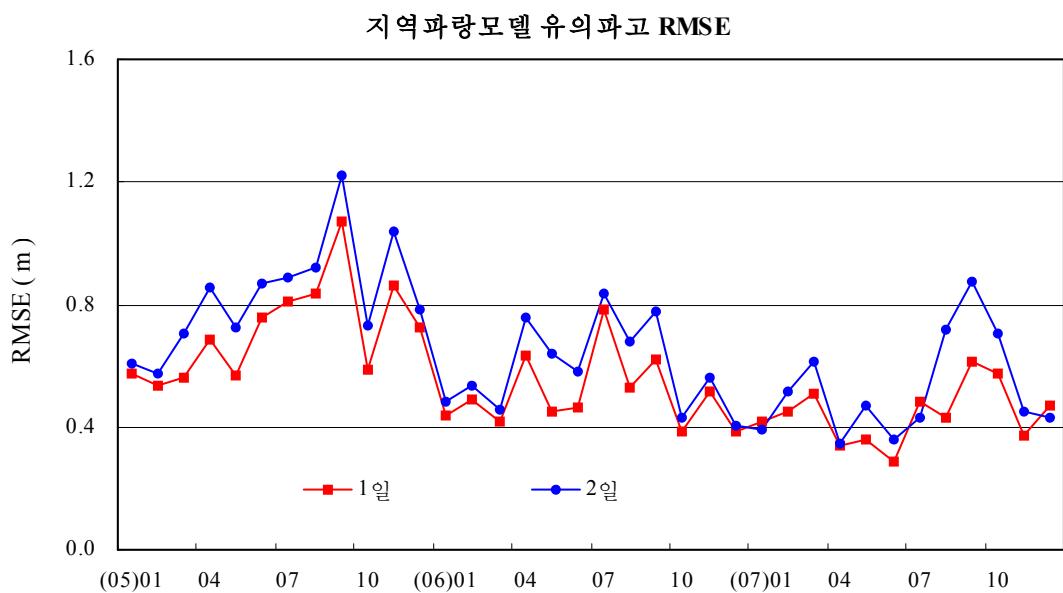
### 4. 3. 파랑예보 모델

#### 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

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

가. 전지구 파랑모델 (GoWAM) - 유의파고

a. 북동 태평양 (46001, 46005, 46036, 46059, 46184)

a.1 브이 46001

① Mean Error ( 단위 : m )

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	n/a	n/a	0.21	-0.25	-0.47	-0.80	-1.17	-0.49
3일	0.00	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.19	-0.61	-0.44	-0.77	-1.33	-0.59
5일	0.12	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.10	-0.69	-0.37	-0.87	-1.44	-0.65
7일	0.10	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	0.05	-0.82	-0.27	-1.09	-1.68	-0.76

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	n/a	0.66	0.68	0.97	1.11	1.61	1.00						
3일	n/a	0.64	0.88	1.29	1.55	1.93	1.25						
5일	n/a	0.82	1.09	1.48	1.77	2.41	1.51						
7일	n/a	0.83	1.17	1.44	1.98	2.16	1.51						

a.2 브이 46005

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.47	-0.71	-0.20	-0.29	0.66	0.33	0.44	0.52	0.37	-0.39	-0.40	-0.73	-0.07
3일	-0.57	-0.79	-0.32	-0.29	0.75	0.26	0.50	0.52	0.35	-0.44	-0.30	-0.75	-0.09
5일	-0.41	-0.78	-0.35	-0.36	0.62	0.13	0.45	0.58	0.27	-0.63	0.10	-0.51	-0.07
7일	-0.30	-0.94	-0.26	-0.43	0.63	0.17	0.39	0.56	0.15	-0.50	0.02	-0.68	-0.09

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.88	0.97	0.66	0.61	0.77	0.62	0.56	0.64	0.53	1.62	1.11	1.59	0.88
3일	1.02	1.13	0.76	0.66	0.94	0.77	0.58	0.66	0.52	2.02	1.37	1.51	0.99
5일	1.00	1.21	1.03	0.78	0.77	0.90	0.60	0.73	0.48	2.15	1.23	1.36	1.02
7일	0.94	1.37	1.05	0.80	0.86	1.07	0.55	0.69	0.44	2.13	1.58	1.73	1.10

a.3 브이 46036

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.68	-0.60	-0.52	-0.38	0.34	0.39	0.39	0.46	0.33	-0.21	-0.25	-0.77	-0.12
3일	-0.63	-0.86	-0.68	-0.37	0.44	0.38	0.44	0.52	0.34	-0.14	-0.13	-0.58	-0.10
5일	-0.63	-0.80	-0.53	-0.43	0.24	0.17	0.37	0.52	0.23	-0.47	0.20	-0.55	-0.14
7일	-0.34	-0.90	-0.43	-0.50	0.34	0.18	0.31	0.49	0.12	-0.08	0.08	-0.97	-0.14

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.96	0.98	0.80	0.61	0.60	0.62	0.54	0.55	0.57	0.72	0.80	1.46	0.76
3일	1.12	1.39	1.16	0.76	0.77	0.84	0.58	0.64	0.63	1.34	1.09	1.26	0.96
5일	1.22	1.44	1.13	0.84	0.65	1.11	0.57	0.65	0.61	1.27	0.97	1.43	0.99
7일	1.09	1.49	1.03	0.98	0.79	1.22	0.52	0.62	0.59	1.25	1.52	1.97	1.08

a.4 브이 46059

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.14	-0.66	0.25	0.10	0.51	0.43	0.18	0.24	0.01	-0.18	0.16	-0.32	0.04
3일	-0.25	-0.69	0.30	0.06	0.59	0.48	0.14	0.23	-0.17	-0.29	0.18	-0.44	0.01
5일	0.01	-0.92	0.25	0.01	0.68	0.54	0.25	0.34	-0.16	-0.38	0.29	-0.27	0.05
7일	0.32	-0.61	0.42	-0.11	0.61	0.55	0.31	0.45	-0.13	-0.47	0.36	-0.24	0.12

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.78	1.09	0.68	0.54	0.73	0.59	0.46	0.49	0.69	0.73	0.61	1.04	0.70
3일	0.93	1.17	0.67	0.47	0.72	0.68	0.45	0.47	0.71	0.83	0.75	1.09	0.74
5일	0.79	1.47	0.71	0.59	0.77	0.78	0.56	0.58	0.75	1.30	0.84	0.98	0.84
7일	0.83	1.24	1.05	0.58	0.75	0.82	0.63	0.71	0.82	1.56	1.15	1.18	0.94

a.5 브이 46184

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.60	-0.30	n/a	-0.54	-0.45	-0.47							
3일	-0.71	-0.28	n/a	-0.05	-0.50	-0.38							
5일	-0.64	-0.36	n/a	-0.18	-0.67	-0.46							
7일	-0.32	-0.31	n/a	-0.39	-0.91	-0.48							

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.97	0.70	n/a	0.95	1.02	0.91							
3일	1.20	0.58	n/a	1.10	1.09	0.99							
5일	1.21	0.64	n/a	0.97	1.52	1.08							
7일	1.41	0.63	n/a	1.84	1.88	1.44							

b. 북서 대서양 (41001, 41002, 42001)

b.1 브이 41001

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.66	-1.06	-0.52	-0.63	-0.18	-0.19	-0.24	-0.09	-0.47	-0.48	n/a	n/a	-0.45
3일	-0.66	-1.14	-0.55	-0.64	-0.20	-0.07	0.07	-0.06	-0.43	-0.48	n/a	n/a	-0.41
5일	-0.74	-1.04	-0.42	-0.67	0.02	0.17	0.10	-0.07	-0.63	-0.41	n/a	n/a	-0.36
7일	-0.57	-0.62	-0.37	-0.38	0.11	0.14	0.19	0.20	-0.31	-0.51	n/a	n/a	-0.21

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.06	1.35	0.89	1.15	1.11	0.57	0.48	0.40	0.64	0.73	n/a	n/a	0.83
3일	1.25	1.70	0.95	1.03	1.54	0.50	0.73	0.52	0.74	0.84	n/a	n/a	0.98
5일	1.41	1.93	1.02	1.70	2.24	0.70	0.63	0.55	0.84	1.14	n/a	n/a	1.21
7일	1.36	1.43	1.02	1.39	0.81	0.55	0.63	0.74	0.84	1.09	n/a	n/a	0.98

b.2 브이 41002

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.39	-0.52	-0.32	n/a	-0.54	-0.37	-0.42						
3일	-0.39	-0.48	-0.27	n/a	-0.34	-0.53	-0.40						
5일	-0.43	-0.39	-0.11	n/a	-0.25	-0.45	-0.32						
7일	-0.22	-0.27	0.04	n/a	-0.17	-0.04	-0.13						

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.73	0.78	0.78	n/a	1.01	0.73	0.80						
3일	1.02	1.01	0.74	n/a	0.76	0.98	0.90						
5일	0.89	0.99	0.74	n/a	0.84	1.07	0.90						
7일	1.14	0.94	0.73	n/a	0.90	1.11	0.96						

b.3 브이 42001

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.66	0.09	0.08	-0.16	-0.16	-0.01	0.12	0.01	-0.16	-0.48	-0.14	-0.07	-0.12
3일	-0.76	-0.06	0.20	-0.12	-0.22	0.02	0.13	0.01	0.02	-0.48	-0.10	-0.14	-0.12
5일	-0.90	-0.06	0.16	-0.03	-0.26	0.19	0.19	0.04	-0.13	-0.41	-0.14	-0.18	-0.12
7일	-1.11	0.07	0.01	-0.06	-0.41	0.51	0.30	0.26	0.01	-0.51	-0.11	-0.13	-0.09

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.26	0.47	0.24	0.48	0.39	0.35	0.28	0.36	0.41	0.73	0.45	0.57	0.49
3일	1.30	0.55	0.33	0.54	0.46	0.46	0.28	0.48	0.48	0.84	0.52	0.71	0.57
5일	1.34	0.66	0.40	0.72	0.48	0.65	0.34	0.54	0.43	1.14	0.59	0.65	0.66
7일	1.48	0.62	0.59	0.65	0.66	0.72	0.48	0.70	0.41	1.09	0.51	0.91	0.73

c. 북동 대서양 (62029, 62081, 62108, 62163, 64045)

c.1 브이 62029

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.51	-0.96	-0.46	0.08	-0.37	-0.20	-0.18	-0.12	-0.08	-0.08	-0.50	-0.60	-0.33
3일	-0.71	-0.79	-0.25	0.16	-0.17	-0.27	-0.27	-0.17	-0.13	-0.17	-0.51	-0.60	-0.32
5일	-0.83	-0.84	-0.34	0.14	-0.42	-0.26	-0.01	-0.30	-0.30	-0.24	-0.56	-0.96	-0.41
7일	-0.93	-1.48	-0.00	0.20	-0.39	-0.34	0.12	-0.20	-0.37	-0.06	-0.51	-0.63	-0.38

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.90	1.28	1.15	0.39	0.75	0.57	0.43	0.65	0.80	0.69	1.00	1.50	0.84
3일	1.11	1.35	1.11	0.47	0.62	0.80	0.52	0.74	0.89	0.71	0.93	1.28	0.87
5일	1.46	1.84	1.51	0.61	1.12	1.01	0.48	1.08	0.95	0.67	0.99	1.78	1.12
7일	1.60	2.58	1.06	0.75	1.05	0.91	0.66	1.21	1.04	1.01	1.03	1.86	1.23

c.2 브이 62081

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.26	-0.75	-0.37	0.06	-0.35	-0.21	-0.28	-0.03	-0.22	-0.18	-0.51	-0.74	-0.32
3일	-0.35	-0.64	-0.21	0.03	-0.11	-0.36	-0.33	-0.12	-0.31	-0.36	-0.50	-0.78	-0.33
5일	-0.55	-0.67	-0.42	-0.09	-0.24	-0.25	-0.09	-0.20	-0.45	-0.35	-0.61	-1.32	-0.43
7일	-0.29	-1.20	-0.03	0.23	-0.38	-0.26	-0.01	-0.06	-0.54	-0.46	-0.59	-0.81	-0.36

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.05	1.26	1.06	0.44	0.59	0.56	0.61	0.64	0.88	0.65	0.98	1.38	0.84
3일	0.94	1.42	1.10	0.53	0.68	0.82	0.69	0.85	0.91	0.74	0.89	1.29	0.90
5일	1.61	1.82	1.55	0.76	1.47	0.91	0.70	1.04	1.14	0.71	1.21	1.96	1.24
7일	1.21	2.21	1.43	0.99	1.26	0.82	0.74	1.06	1.37	1.14	1.29	2.32	1.32

c.3 브이 62108

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	n/a												
3일	n/a												
5일	n/a												
7일	n/a												

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	n/a												
3일	n/a												
5일	n/a												
7일	n/a												

c.4 브이 62163

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.66	-1.01	-0.42	-0.10	-0.44	-0.30	-0.30	-0.22	0.15	-0.41	-0.36	-0.61	-0.39
3일	-0.82	-1.04	-0.21	-0.01	-0.28	-0.36	-0.46	-0.32	0.23	-0.39	-0.34	-0.56	-0.38
5일	-1.01	-1.08	-0.45	0.01	-0.54	-0.47	-0.30	-0.38	0.21	-0.43	-0.45	-0.93	-0.48
7일	-1.13	-1.46	-0.06	0.05	-0.61	-0.48	-0.13	-0.47	0.33	-0.33	-0.32	-1.02	-0.46

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.12	1.32	1.05	0.43	0.73	0.57	0.49	0.50	0.30	0.76	0.62	1.12	0.75
3일	1.17	1.42	1.03	0.45	0.76	0.62	0.69	0.71	0.34	0.77	0.56	1.15	0.80
5일	1.51	1.92	1.51	0.76	1.10	0.83	0.57	0.98	0.35	0.76	0.73	1.66	1.05
7일	1.77	2.51	1.13	0.67	1.26	0.90	0.75	1.14	0.40	0.90	0.74	1.78	1.16

c.5 브이 62045

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-1.65	-1.68	-0.99	-0.73	-0.88	-0.38	-0.27	-0.54	-0.66	-0.67	-0.99	-1.17	-0.88
3일	-1.74	-1.53	-1.09	-0.72	-0.81	-0.37	-0.26	-0.60	-0.78	-0.90	-1.01	-1.36	-0.93
5일	-1.72	-1.37	-1.47	-0.87	-0.30	-0.26	-0.31	-0.74	-0.90	-0.95	-1.09	-1.46	-0.95
7일	-1.33	-1.48	-1.19	-0.74	-0.07	-0.26	-0.46	-0.80	-1.01	-1.27	-1.14	-1.37	-0.92

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.92	1.83	1.86	0.97	1.27	0.69	0.48	0.94	1.06	0.87	1.20	1.54	1.21
3일	2.19	1.75	1.95	0.99	1.30	0.71	0.54	1.53	1.13	1.15	1.37	1.90	1.37
5일	2.46	1.84	2.35	1.13	1.67	0.71	0.71	1.20	1.40	1.22	2.03	2.16	1.57
7일	2.89	1.98	2.71	1.27	1.50	0.76	0.74	1.17	1.83	1.79	2.22	2.51	1.78

나. 지역파랑모델 - 유의파고

a. 브이 22101 (덕적도)

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.08	0.05	0.28	0.18	0.20	0.09	0.45	0.51	0.26	0.17	0.06	0.06	0.19
24hr	0.08	0.09	0.37	0.21	0.27	0.09	0.47	0.58	0.33	0.24	0.12	0.09	0.24
36hr	0.11	0.14	0.39	0.22	0.32	0.05	0.52	0.62	0.40	0.29	0.15	0.09	0.27
48hr	0.14	0.18	0.41	0.21	0.36	0.03	0.52	0.76	0.46	0.35	0.17	0.11	0.30

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.26	0.31	0.51	0.30	0.28	0.21	0.52	0.54	0.56	0.67	0.23	0.31	0.39
24hr	0.30	0.35	0.65	0.37	0.35	0.21	0.54	0.66	0.64	0.68	0.28	0.39	0.45
36hr	0.39	0.38	0.68	0.38	0.44	0.18	0.60	0.71	0.763	0.71	0.32	0.38	0.49
48hr	0.44	0.47	0.71	0.38	0.50	0.21	0.59	0.87	0.97	0.80	0.41	0.40	0.56

b. 브이 22102 (칠발도)

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.34	-0.27	-0.09	-0.10	0.01	0.06	0.10	0.50	0.20	0.09	-0.16	-0.11	-0.01
24hr	-0.35	-0.26	-0.03	-0.09	0.06	0.09	0.06	0.57	0.26	0.13	-0.11	-0.11	0.01
36hr	-0.35	-0.18	-0.02	-0.05	0.11	0.16	0.09	0.77	0.47	0.14	-0.10	-0.09	0.07
48hr	-0.36	-0.09	0.03	0.02	0.17	0.21	0.13	0.69	0.61	0.20	-0.07	-0.03	0.12

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.43	0.39	0.33	0.26	0.26	0.20	0.20	0.52	0.58	0.72	0.27	0.29	0.37
24hr	0.44	0.44	0.41	0.30	0.31	0.25	0.15	0.62	0.61	0.71	0.28	0.33	0.40
36hr	0.47	0.43	0.43	0.33	0.37	0.37	0.19	0.86	0.82	0.73	0.33	0.34	0.47
48hr	0.52	0.47	0.52	0.36	0.44	0.43	0.22	0.76	1.10	0.82	0.36	0.39	0.53

c. 브이 22103 (거문도)

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.02	-0.17	-0.19	-0.13	-0.04	-0.16	0.10	0.03	-0.13	0.04	-0.02	-0.04	-0.06
24hr	-0.03	-0.15	-0.14	-0.13	-0.01	-0.12	0.12	0.17	-0.07	0.03	-0.00	-0.07	-0.03
36hr	-0.04	-0.11	-0.11	-0.10	0.03	-0.02	0.15	0.27	0.01	0.13	0.01	-0.06	0.01
48hr	-0.04	-0.06	-0.02	-0.07	0.10	0.09	0.12	0.56	0.10	0.20	0.05	0.02	0.08

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.34	0.45	0.39	0.33	0.29	0.27	0.61	0.23	0.55	0.46	0.25	0.58	0.39
24hr	0.36	0.44	0.38	0.30	0.35	0.24	0.67	0.28	0.66	0.50	0.31	0.58	0.42
36hr	0.35	0.41	0.38	0.29	0.41	0.27	0.57	0.34	0.71	0.54	0.32	0.54	0.42
48hr	0.39	0.43	0.38	0.31	0.49	0.36	0.48	0.71	0.79	0.63	0.36	0.45	0.48

d. 브이 22104 (거제도)

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.20	-0.38	-0.28	-0.25	-0.19	-0.23	0.04	-0.05	-0.48	-0.28	-0.23	-0.13	-0.22
24hr	-0.16	-0.33	-0.22	-0.23	-0.11	-0.17	0.100	0.01	-0.37	-0.29	-0.19	-0.11	-0.17
36hr	-0.16	-0.28	-0.20	-0.20	-0.06	-0.07	0.11	0.08	-0.27	-0.25	-0.16	-0.09	-0.12
48hr	-0.17	-0.22	-0.14	-0.19	-0.01	0.01	0.10	0.51	-0.25	-0.12	-0.15	-0.04	-0.05

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.46	0.55	0.45	0.46	0.43	0.38	0.59	0.18	0.77	0.55	0.42	0.51	0.47
24hr	0.49	0.53	0.43	0.48	0.46	0.37	0.65	0.23	0.75	0.56	0.41	0.55	0.49
36hr	0.50	0.49	0.44	0.47	0.50	0.34	0.60	0.24	0.74	0.55	0.41	0.50	0.48
48hr	0.54	0.53	0.48	0.45	0.58	0.38	0.45	0.67	0.86	0.58	0.41	0.45	0.53

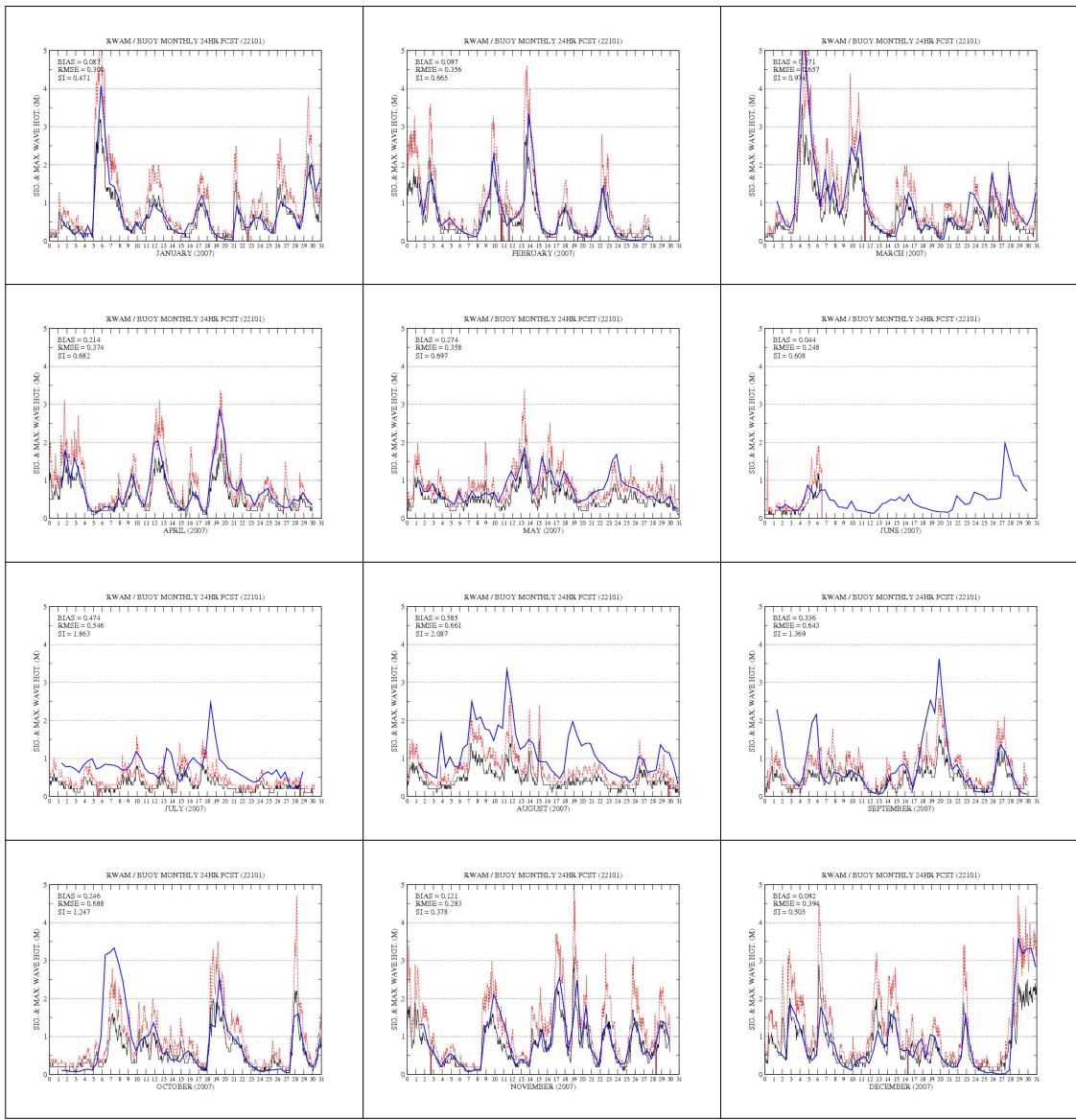
e. 브이 22105 (동해)

① Mean Error ( 단위 : m )

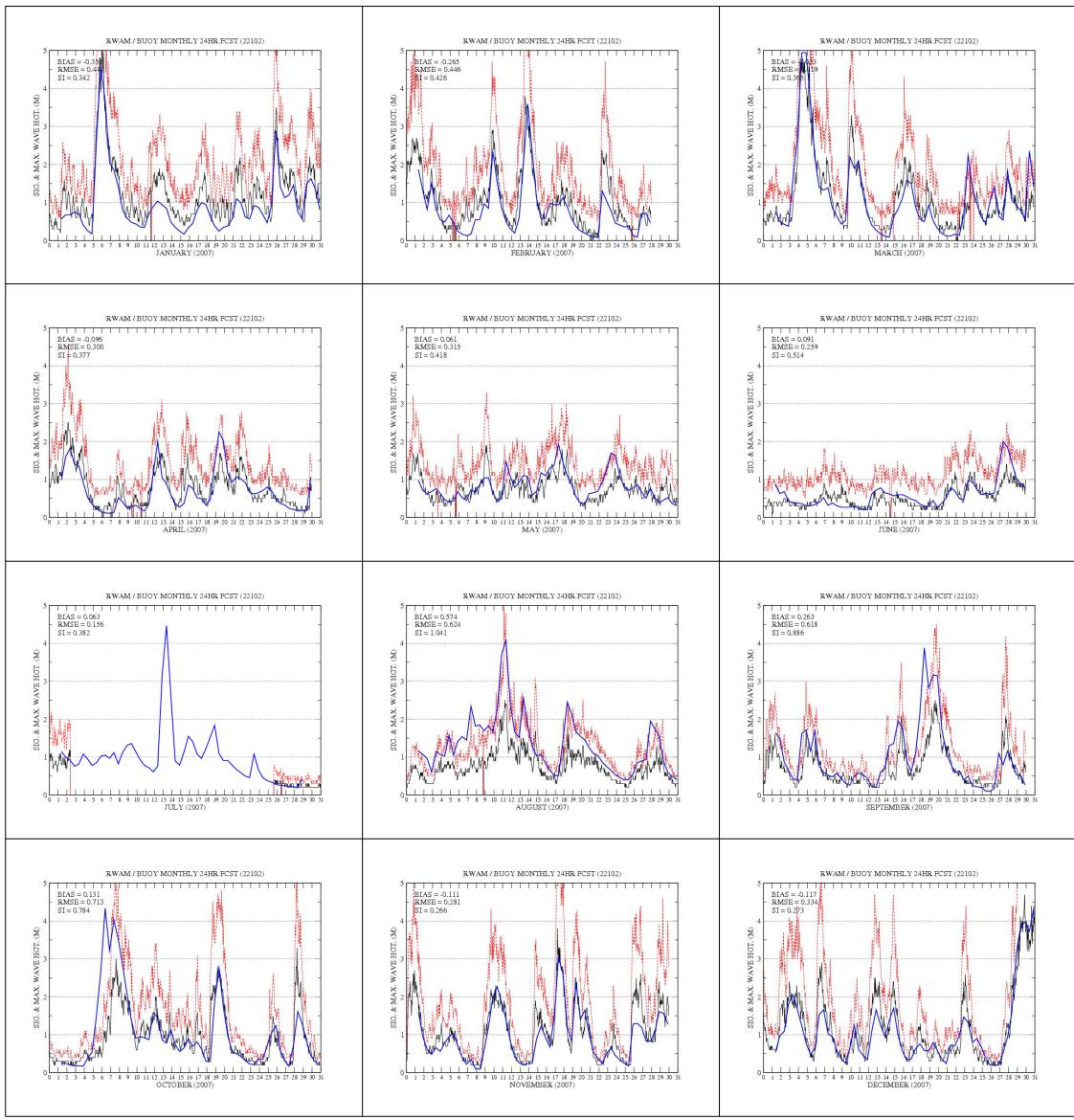
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	n/a	-0.16	n/a	n/a	-0.11	-0.02	-0.02	0.11	0.02	0.05	0.17	0.27	0.03
24hr	n/a	-0.13	n/a	n/a	-0.02	0.00	0.05	0.12	0.14	0.12	0.25	0.30	0.09
36hr	n/a	-0.07	n/a	n/a	0.01	0.03	0.10	0.25	0.21	0.21	0.23	0.31	0.14
48hr	n/a	-0.00	n/a	n/a	0.02	0.12	0.17	0.29	0.32	0.31	0.26	0.26	0.19

② RMSE ( 단위 : m )

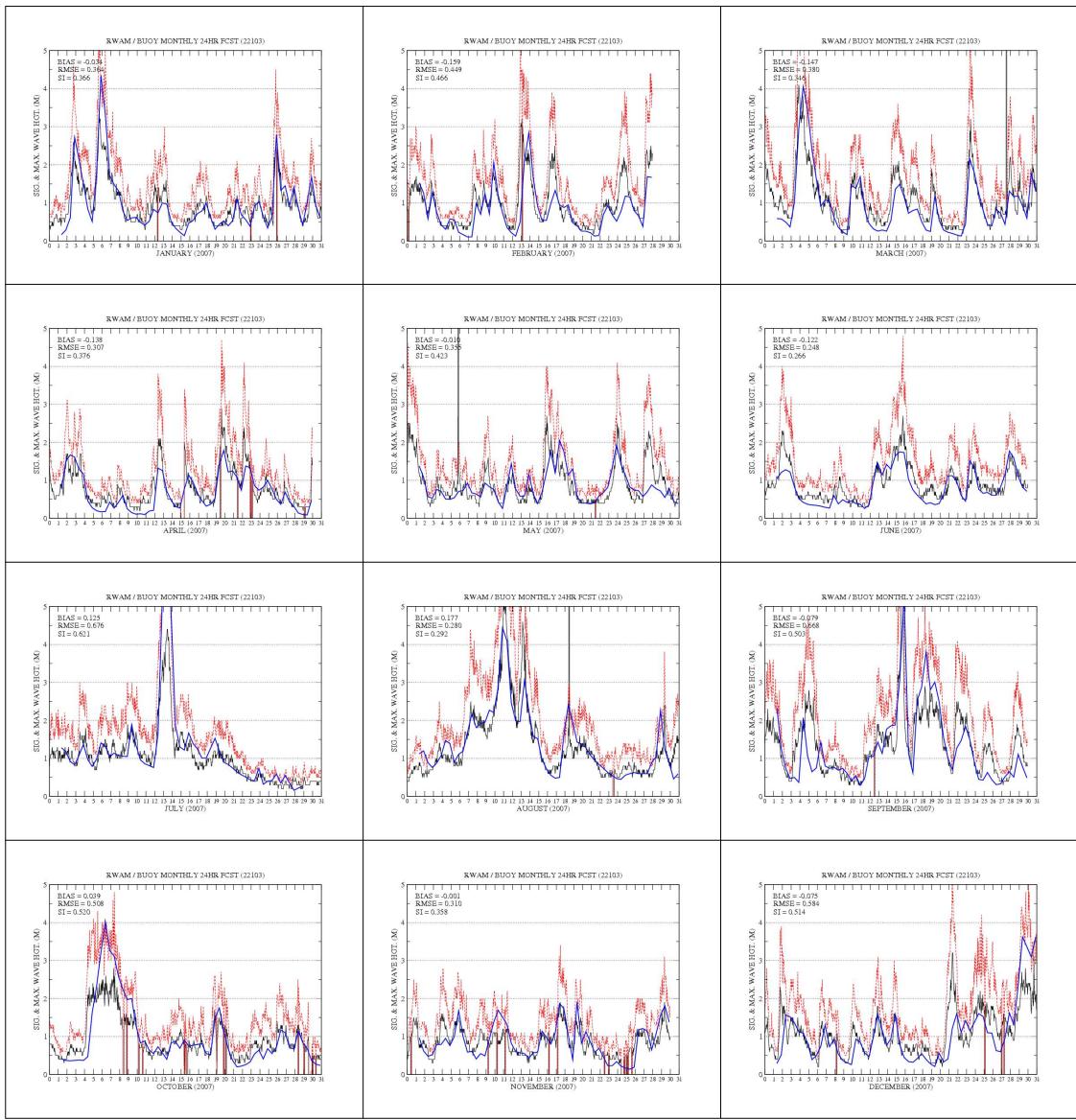
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	n/a	0.39	n/a	n/a	0.29	0.30	0.34	0.41	0.35	0.36	0.48	0.43	0.37
24hr	n/a	0.46	n/a	n/a	0.29	0.35	0.40	0.36	0.40	0.40	0.58	0.48	0.41
36hr	n/a	0.57	n/a	n/a	0.32	0.35	0.38	0.51	0.49	0.53	0.53	0.51	0.46
48hr	n/a	0.67	n/a	n/a	0.31	0.41	0.39	0.57	0.66	0.67	0.68	0.46	0.53



**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 2007. 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).

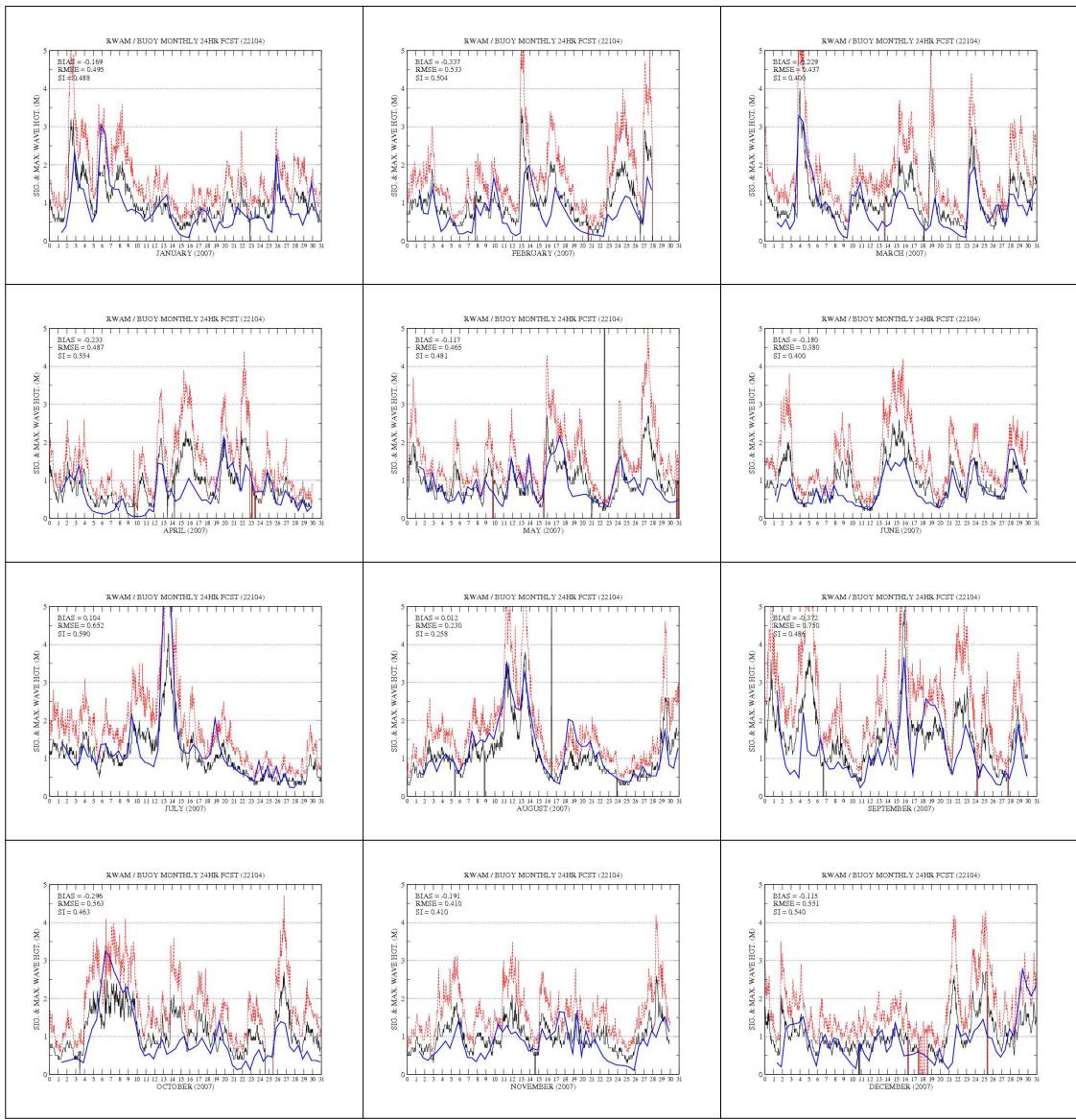
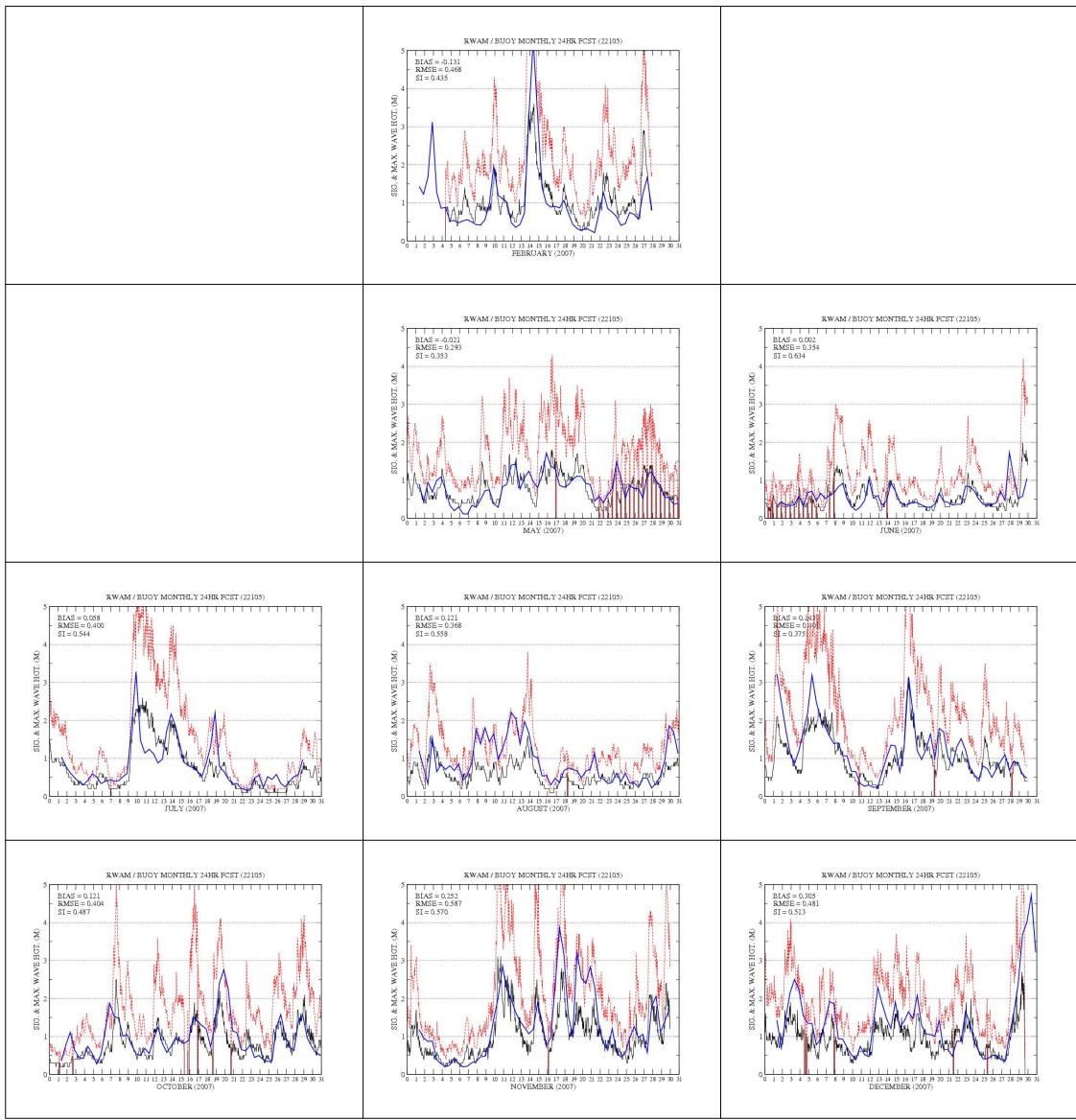


Fig. 4. Same as Fig. 1. but for buoy 22104 (Geo-Jae-Do).



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

### 4.3.3 위성검증

- 검증 요소: 유의파고 및 해상풍의 평균 오차(Mean Error)와 평방제곱근오차(RMSE)

가. 전지구 파랑모델 (GoWAM)

a. 유의파고 검증

① Mean Error ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.29	-0.18	-0.23	-0.30	-0.28	-0.18	-0.28	-0.23	-0.39	-0.39	-0.32	-0.20	-0.27
3일	-0.30	-0.21	-0.24	-0.25	-0.23	-0.17	-0.25	-0.22	-0.29	-0.41	-0.34	-0.22	-0.26
5일	-0.30	-0.22	-0.21	-0.25	-0.19	-0.07	-0.24	-0.29	-0.25	-0.34	-0.35	-0.25	-0.25
7일	-0.22	-0.24	-0.24	-0.23	-0.23	-0.04	-0.23	-0.31	-0.21	-0.29	-0.27	-0.34	-0.24
9일	-0.19	-0.27	-0.23	-0.14	-0.09	-0.09	-0.23	-0.28	-0.05	-0.07	-0.22	-0.35	-0.18

② RMSE ( 단위 : m )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	1.00	0.96	0.95	1.08	1.23	0.98	1.17	1.08	1.14	1.04	1.04	1.02	1.06
3일	1.05	1.06	1.05	1.19	1.31	1.03	1.28	1.12	1.22	1.17	1.13	1.12	1.14
5일	1.21	1.18	1.23	1.29	1.33	1.09	1.22	1.26	1.30	1.30	1.24	1.21	1.24
7일	1.30	1.25	1.29	1.33	1.30	1.18	1.30	1.24	1.42	1.37	1.25	1.42	1.30
9일	1.37	1.28	1.42	1.37	1.39	1.21	1.32	1.42	1.56	1.47	1.32	1.39	1.38

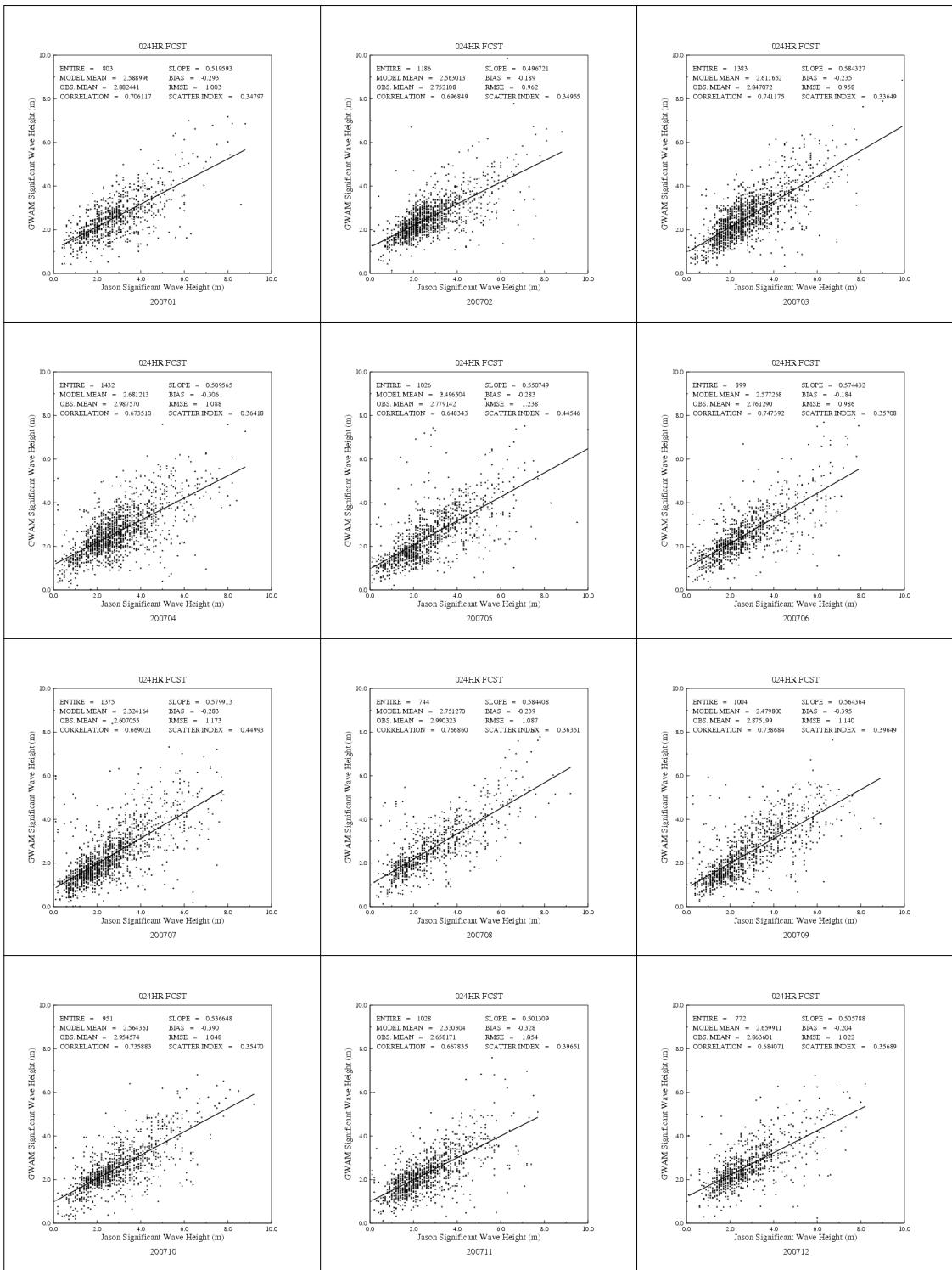
b. 해상풍 검증

① Mean Error ( 단위 : m/s )

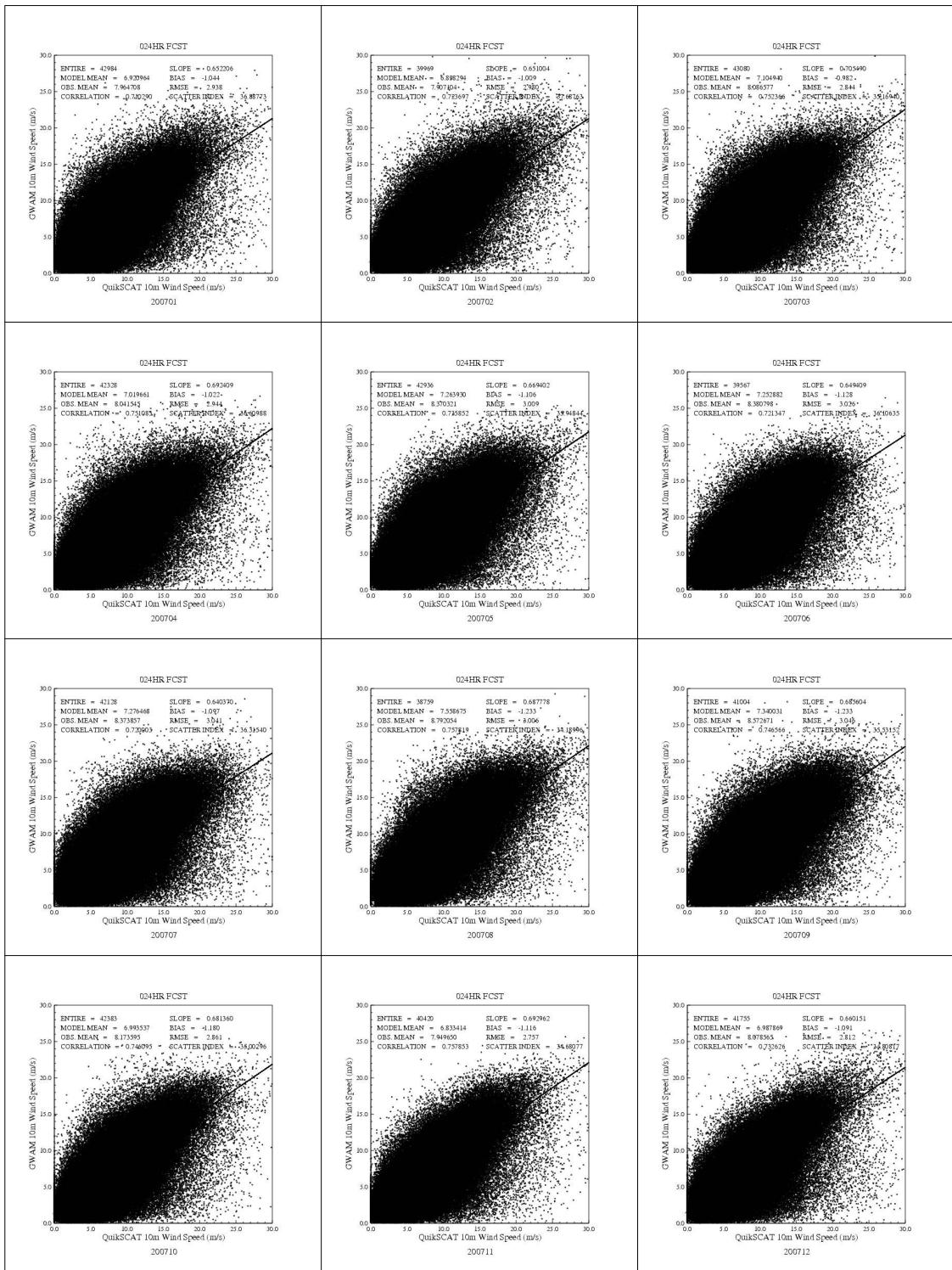
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-1.04	-1.00	-0.98	-1.02	-1.10	-1.12	-1.09	-1.23	-0.39	-1.18	-1.11	-1.09	-1.03
3일	-1.15	-1.11	-1.09	-1.04	-1.04	-1.16	-1.14	-1.20	-0.29	-1.06	-1.14	-1.15	-1.05
5일	-1.14	-1.11	-1.25	-1.01	-1.04	-1.18	-1.09	-1.12	-0.25	-1.02	-1.13	-1.22	-1.04
7일	-1.04	-1.07	-1.20	-1.05	-1.04	-1.15	-0.95	-1.01	-0.21	-0.98	-1.13	-1.17	-1.00
9일	-1.02	-1.06	-1.23	-0.99	-0.99	-1.09	-0.91	-0.94	-0.05	-0.95	-1.16	-1.08	-0.96

② RMSE ( 단위 : m/s )

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	2.93	2.98	2.84	2.94	3.00	3.02	3.04	3.00	1.14	2.86	2.75	2.81	2.77
3일	3.59	3.67	3.55	3.61	3.71	3.76	3.76	3.60	1.22	3.49	3.45	3.43	3.40
5일	4.02	4.14	4.14	4.12	4.18	4.19	4.16	4.06	1.30	3.97	3.94	3.91	3.84
7일	4.27	4.39	4.38	4.37	4.45	4.44	4.44	4.45	1.42	4.26	4.22	4.11	4.10
9일	4.41	4.55	4.53	4.55	4.58	4.60	4.62	4.59	1.56	4.41	4.30	4.23	4.24



**Fig. 6. 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 2007.**



**Fig. 7. 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 2007.**

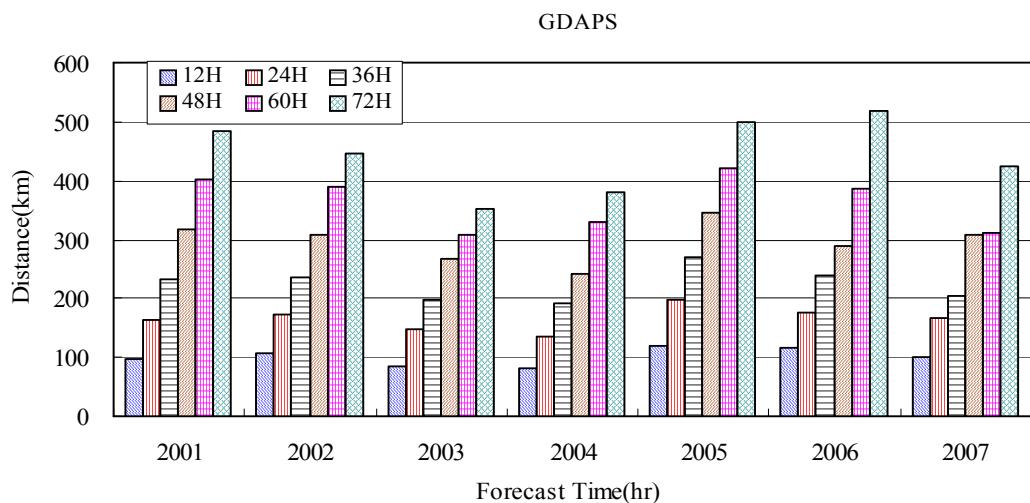
## 4. 4. 태풍 모델

- 태풍은 북위 20도 이북, 동경 140도 서쪽에 위치한 시각에서의 수치모델의 태풍 진로오차를 검증하였다.

### 4.4.1 성능 변화 추세

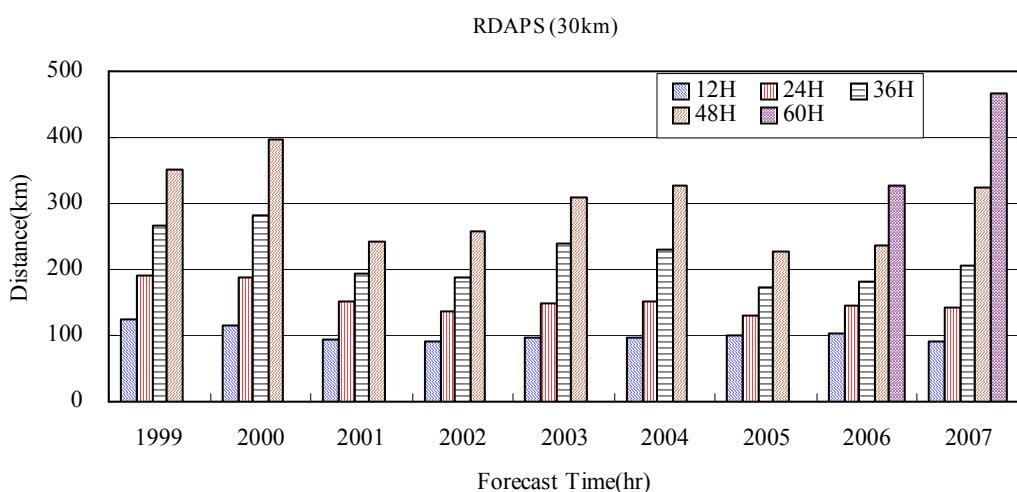
가. 태풍진로오차

a. GDAPS

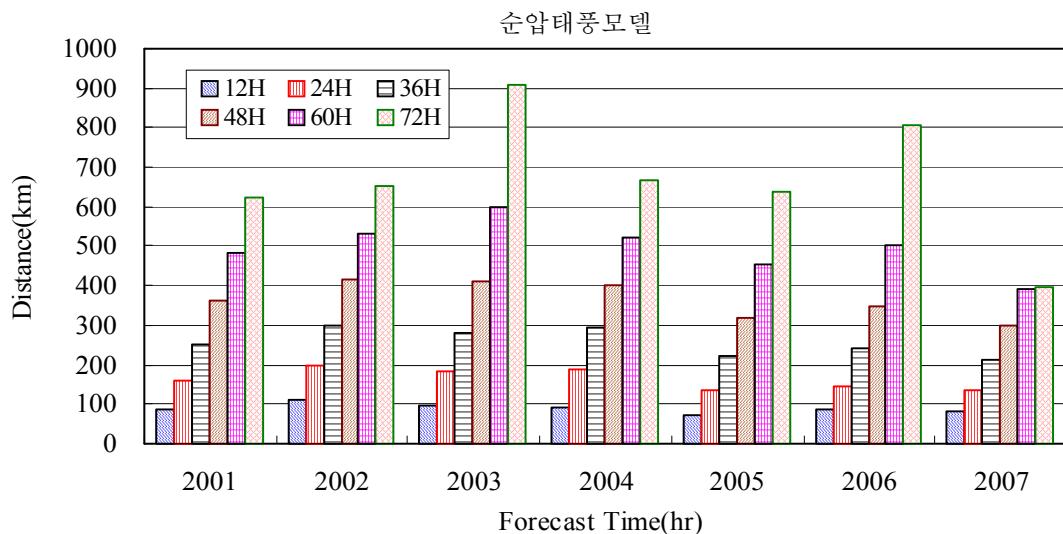


주) 2006년부터는 전구 T426L40의 검증자료이며, 그 이전은 T213L30에 대한 것임.

b. RDAPS

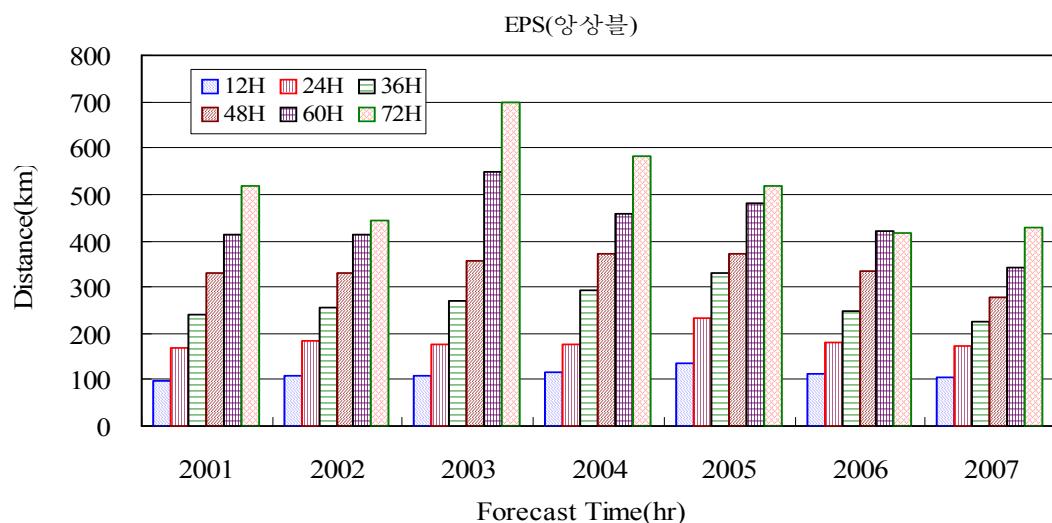


c. 순압태풍모델



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

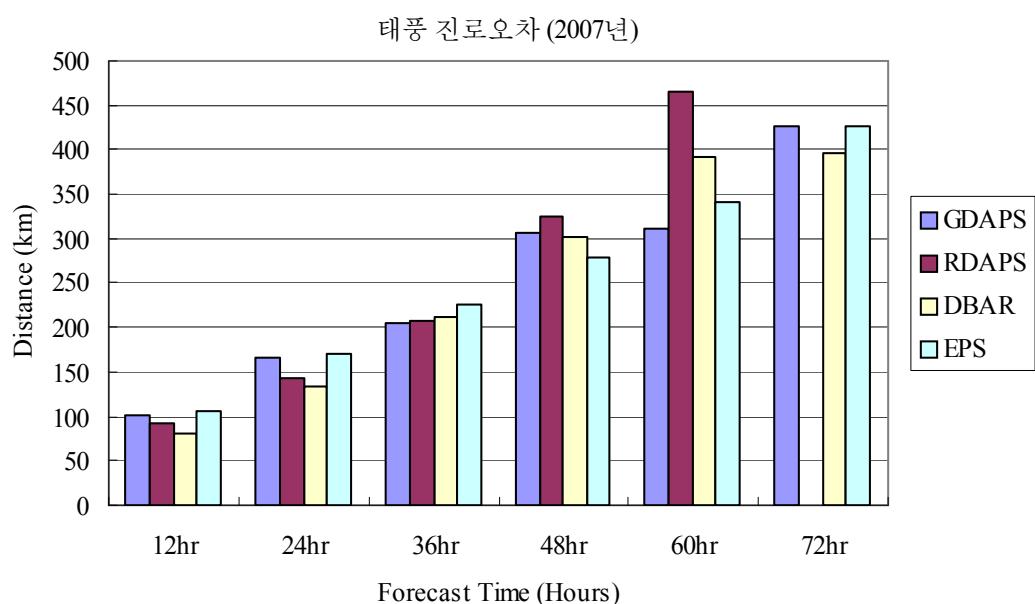
d. EPS



#### 4.4.2. 태풍진로오차

FCST	GDAPS	RDAPS	DBAR	EPS
	(T426L40)			
12Hr	100.7	91.7	80.4	106.0
24Hr	165.2	141.8	133.3	171.0
36Hr	205.6	207.0	212.6	226.9
48Hr	307.4	325.5	301.9	279.7
60Hr	310.3	465.8	391.8	340.1
72Hr	425.4		397.0	427.4

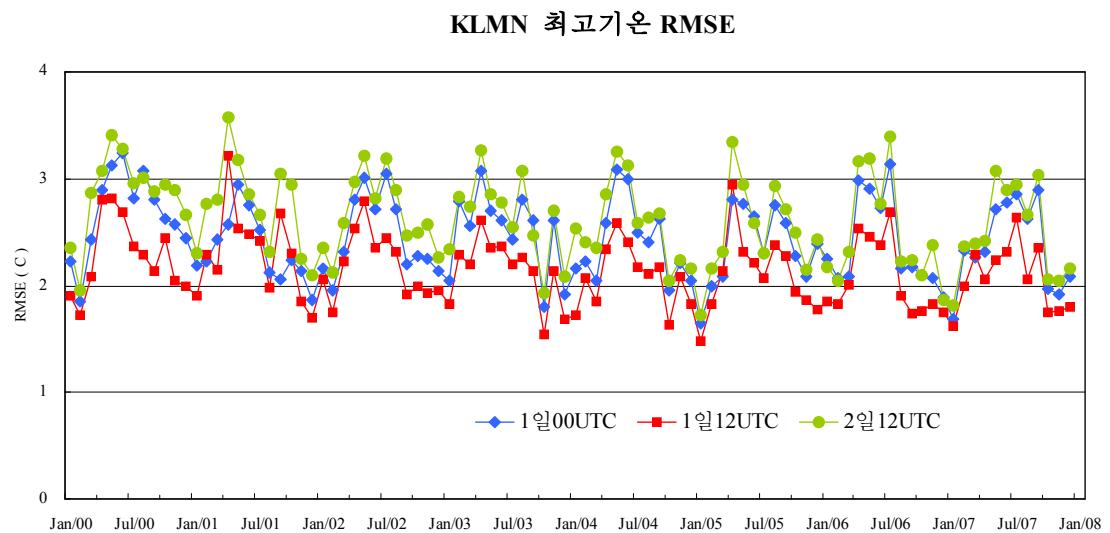
주) 20°N 이북, 140°E 서쪽에 위치한 태풍의 진로 오차 겹중 (단위 : km).



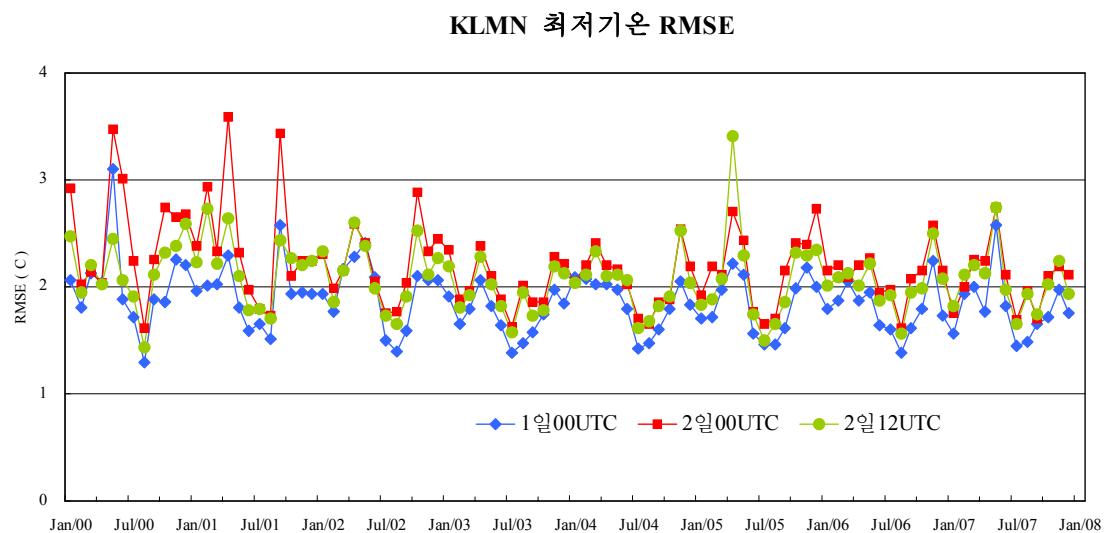
## 4. 5. 통계 모델 및 강수 확률 검증

### 4.5.1. 성능 변화 추세

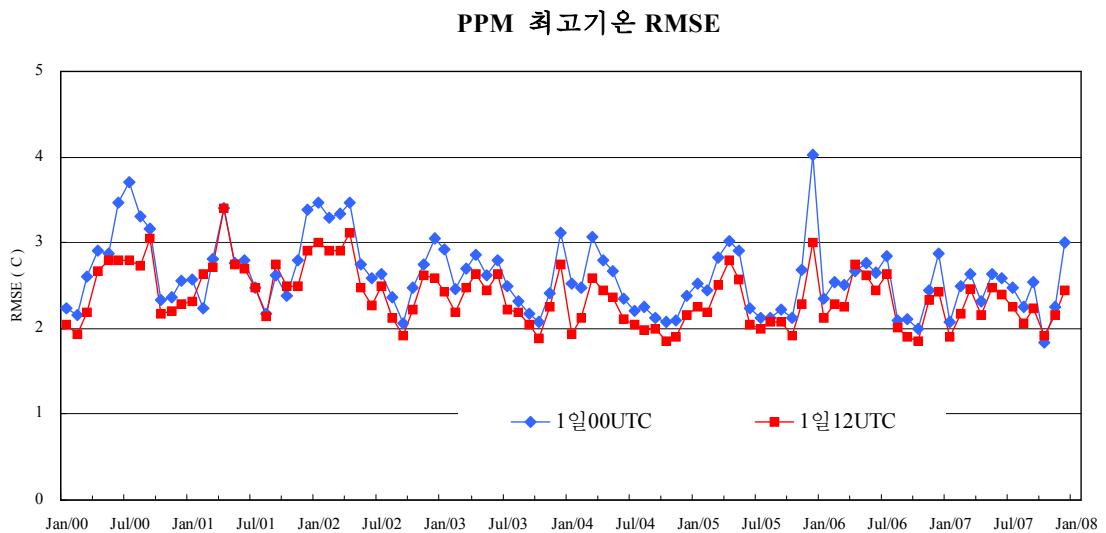
가. KLMN 최고기온 (단위 : °C)



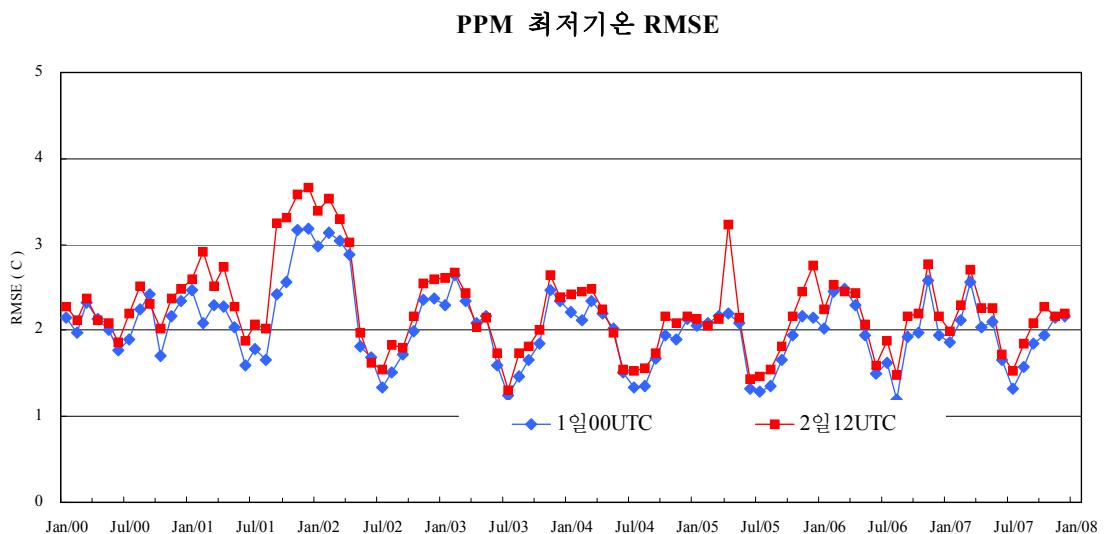
나. KLMN 최저기온 (단위 : °C)



다. PPM 최고기온 (단위 : °C)

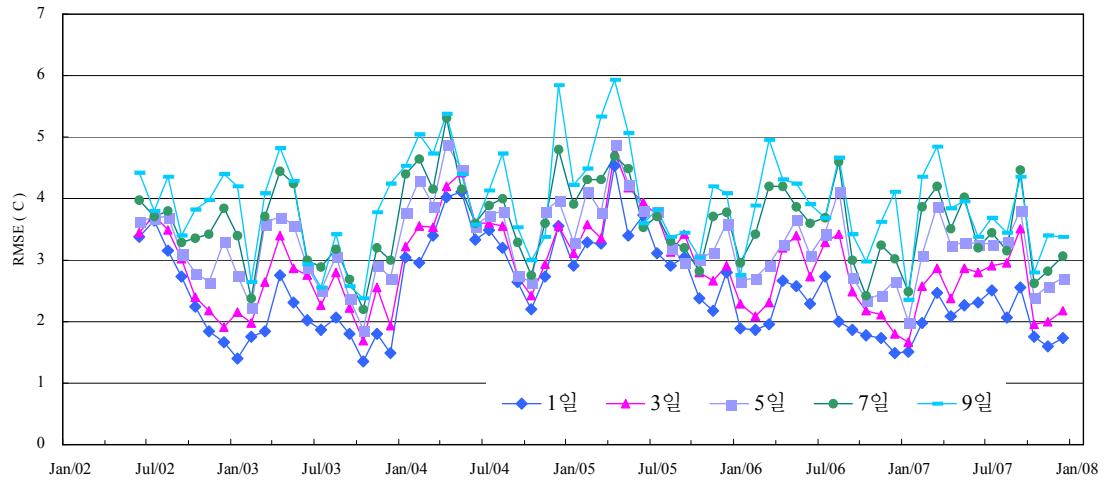


라. PPM 최저기온 (단위 : °C)



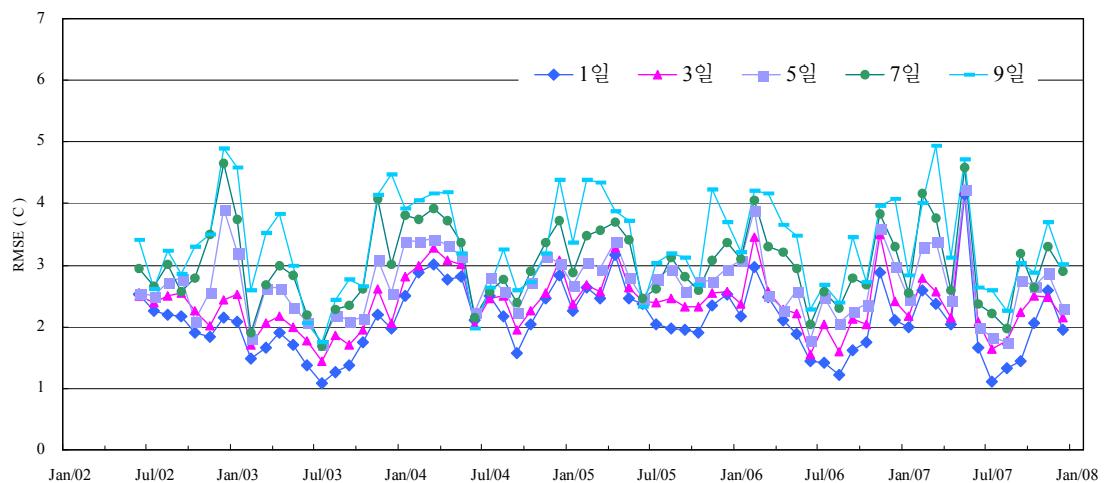
마. GDLM 최고기온 (단위 : °C)

GDLM 최고기온 RMSE



바. GDLM 최저기온 (단위 : °C)

GDLM 최저기온 RMSE



#### 4.5.2. 최고, 최저기온 예보 검증

- 검증 요소: 평균 오차, RMSE
- 검증 영역: 남한
- 검증 모델: PPM, KLMN, GDLM

가. Mean Error (단위 : °C)

최고기온(2007)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
PPM	1일12H	-0.46	0.30	-0.10	-0.23	-0.34	0.36	-0.04	0.86	-0.41	-0.07	-1.07	-1.61	-0.23
	1일00H	-0.46	0.77	0.36	0.09	-0.30	0.32	-0.25	0.74	-0.54	-0.16	-1.08	-2.22	-0.23
KLMN	1일12H	-0.11	0.21	-0.10	0.07	0.03	-0.10	0.08	-0.20	-0.03	0.07	0.03	-0.33	-0.03
	1일00H	-0.08	0.19	-0.29	0.14	-0.10	-0.15	0.17	-0.39	0.07	0.15	0.05	-0.51	-0.06
	2일12H	-0.08	0.20	-0.03	0.06	-0.09	-0.19	0.19	-0.39	0.06	0.10	0.05	-0.56	-0.06
GDLM	1일	-0.32	-0.65	0.56	-0.60	-0.04	0.26	0.17	-0.03	0.29	-0.38	0.21	0.42	-0.01
	2일	-0.29	-0.92	0.53	-0.67	0.11	0.20	0.21	-0.25	0.60	-0.45	0.20	0.69	0.00
	3일	-0.30	-1.21	0.40	-0.56	0.13	0.31	0.11	-0.49	0.99	-0.36	0.11	1.00	0.01
	4일	-0.47	-1.38	0.56	-0.83	0.21	0.39	-0.05	-0.58	1.25	-0.15	0.13	0.99	0.01
	5일	-0.55	-1.54	0.58	-1.12	0.17	0.16	-0.15	-0.59	1.38	-0.07	0.09	0.95	-0.06
	6일	-0.55	-1.94	0.61	-1.04	-0.08	0.14	-0.34	-0.76	1.48	-0.07	0.09	0.89	-0.13
	7일	-0.57	-2.41	0.60	-0.94	-0.38	0.09	-0.14	-0.69	1.69	0.01	0.24	0.90	-0.13
	8일	-0.93	-2.67	0.28	-1.60	-0.92	0.05	-0.25	-0.75	1.74	-0.04	0.63	0.83	-0.30
	9일	-0.73	-2.75	0.06	-1.42	-0.93	0.04	-0.26	-0.99	1.90	-0.40	1.01	0.76	-0.31
	10일	-0.63	-2.99	-0.40	-1.72	-0.63	-0.15	-0.28	-1.01	1.87	-0.68	1.63	0.55	-0.37

최저기온(2007)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
PPM	1일00H	0.11	0.10	0.40	0.29	0.20	-0.03	-0.01	0.61	0.04	0.38	0.04	0.39	0.21
	2일12H	0.13	0.19	0.64	0.50	0.53	0.02	-0.04	0.86	0.11	0.53	-0.22	-0.13	0.26
KLMN	1일00H	-0.02	0.07	0.21	0.01	0.10	0.02	0.01	-0.14	-0.07	-0.04	-0.15	-0.08	-0.01
	2일12H	0.00	0.23	0.47	0.15	0.10	-0.02	0.01	-0.28	0.08	-0.10	-0.19	-0.28	0.01
	2일00H	-0.02	0.21	0.41	0.10	0.11	-0.03	0.02	-0.25	0.04	-0.17	-0.21	-0.48	-0.02
GDLM	1일	0.19	-0.31	-0.73	0.04	0.07	0.01	-0.10	0.33	0.16	0.27	-0.09	-0.07	-0.02
	2일	-0.03	-0.70	-0.92	0.05	0.19	0.14	-0.18	0.37	0.22	0.04	-0.12	0.15	-0.07
	3일	-0.19	-1.09	-0.86	0.05	0.12	0.19	-0.26	0.28	0.57	0.13	-0.11	0.28	-0.07
	4일	-0.42	-1.27	-0.71	0.04	0.13	0.18	-0.32	0.26	0.66	0.43	-0.09	0.17	-0.08
	5일	-0.44	-1.35	-0.78	-0.10	0.08	0.10	-0.20	0.16	0.72	0.87	-0.21	0.16	-0.08
	6일	-0.48	-1.90	-0.81	-0.18	0.04	-0.12	-0.23	0.03	0.96	0.80	-0.01	0.01	-0.16
	7일	-0.71	-2.28	-1.13	-0.47	-0.03	-0.12	-0.34	0.01	1.17	0.96	-0.01	0.03	-0.24
	8일	-1.08	-2.38	-1.57	-1.02	-0.23	-0.26	-0.23	-0.10	1.33	1.06	0.18	0.09	-0.35
	9일	-0.97	-2.24	-1.81	-1.40	-0.50	-0.22	-0.15	-0.27	1.41	0.70	0.86	0.01	-0.38
	10일	-0.80	-2.30	-1.83	-1.23	-0.66	-0.47	-0.08	-0.63	1.43	0.50	1.12	-0.49	-0.45

나. RMSE (단위 : C)

최고기온(2007)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일12H	1.90	2.17	2.46	2.16	2.48	2.39	2.26	2.06	2.24	1.91	2.16	2.45	2.22
	1일00H	2.07	2.50	2.63	2.32	2.63	2.58	2.47	2.25	2.54	1.84	2.26	3.00	2.42
<b>KLMN</b>	1일12H	1.62	1.99	2.29	2.06	2.24	2.31	2.64	2.06	2.35	1.75	1.76	1.80	2.07
	1일00H	1.68	2.33	2.27	2.32	2.72	2.78	2.85	2.63	2.90	1.97	1.92	2.09	2.37
	2일12H	1.81	2.37	2.39	2.42	3.07	2.90	2.94	2.66	3.04	2.06	2.05	2.16	2.49
<b>GDLM</b>	1일	1.51	1.98	2.47	2.09	2.26	2.31	2.51	2.07	2.56	1.75	1.60	1.74	2.07
	2일	1.63	2.21	2.64	2.33	2.52	2.62	2.71	2.51	3.09	1.85	1.81	1.84	2.31
	3일	1.67	2.57	2.87	2.38	2.86	2.79	2.91	2.96	3.51	1.95	2.01	2.17	2.55
	4일	1.72	2.70	3.24	2.90	3.11	2.97	3.10	3.19	3.80	2.29	2.28	2.34	2.80
	5일	2.00	3.09	3.88	3.25	3.29	3.26	3.27	3.31	3.82	2.39	2.57	2.70	3.07
	6일	2.44	3.29	4.14	3.23	3.70	3.49	3.41	3.23	4.09	2.70	2.66	2.96	3.28
	7일	2.48	3.86	4.21	3.51	4.03	3.21	3.45	3.16	4.46	2.62	2.83	3.07	3.41
	8일	2.58	4.01	4.71	3.71	4.03	3.24	3.62	3.21	4.17	2.82	2.82	2.92	3.49
	9일	2.35	4.35	4.85	3.85	3.96	3.37	3.69	3.45	4.36	2.80	3.39	3.38	3.65
	10일	2.91	4.79	5.14	3.69	4.08	3.35	3.63	3.59	4.35	3.13	3.65	3.41	3.81

최저기온(2007)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일00H	1.87	2.12	2.57	2.04	2.10	1.65	1.32	1.57	1.85	1.94	2.15	2.17	1.95
	2일12H	1.99	2.29	2.71	2.26	2.26	1.72	1.53	1.85	2.08	2.27	2.17	2.19	2.11
<b>KLMN</b>	1일00H	1.56	1.93	2.00	1.77	2.58	1.82	1.45	1.49	1.65	1.72	1.97	1.76	1.81
	2일12H	1.82	2.12	2.21	2.13	2.75	1.98	1.66	1.93	1.74	2.02	2.24	1.94	2.05
	2일00H	1.76	2.00	2.26	2.25	2.74	2.11	1.69	1.96	1.70	2.10	2.19	2.11	2.07
<b>GDLM</b>	1일	1.99	2.59	2.38	2.03	4.15	1.67	1.10	1.32	1.43	2.05	2.59	1.94	2.10
	2일	1.89	2.57	2.59	2.06	4.06	2.00	1.41	1.65	2.15	2.36	2.49	1.92	2.26
	3일	2.17	2.80	2.58	2.14	4.24	2.09	1.64	1.78	2.23	2.50	2.49	2.15	2.40
	4일	2.43	2.91	2.85	2.22	4.35	2.11	1.75	1.79	2.63	2.59	2.45	2.23	2.53
	5일	2.45	3.31	3.39	2.43	4.23	2.00	1.84	1.75	2.78	2.65	2.89	2.31	2.67
	6일	2.33	3.87	3.50	2.61	4.59	2.12	1.98	1.91	2.98	2.64	3.09	2.76	2.86
	7일	2.54	4.17	3.77	2.59	4.59	2.38	2.22	1.98	3.18	2.64	3.29	2.91	3.02
	8일	2.93	4.01	4.37	2.89	4.64	2.47	2.48	2.08	3.22	3.14	2.98	2.77	3.16
	9일	2.84	4.02	4.93	3.12	4.72	2.64	2.60	2.25	3.03	2.88	3.69	3.01	3.31
	10일	2.75	4.02	4.67	3.28	4.73	2.68	2.71	2.42	3.07	2.86	3.76	3.05	3.33

### 4.5.3. 3시간 기온 예보 검증

- 검증 요소: 평균 오차, RMSE
- 검증 영역: 남한
- 검증 모델: RDLM

가. Mean Error (단위 : °C)

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.12	-0.23	-0.03	-0.18	0.23	0.22	0.21	0.13	-0.32	-0.45	0.09	0.43	0.02
+ 6hr	0.16	-0.36	-0.02	-0.26	0.28	0.23	0.26	0.16	-0.28	-0.54	0.15	0.46	0.02
+ 9hr	-0.01	-0.57	-0.01	-0.24	0.24	0.17	0.19	0.27	0.11	-0.19	-0.03	0.24	0.01
+ 12hr	0.11	-0.47	-0.22	-0.17	0.21	0.05	0.02	0.27	0.08	0.01	-0.15	0.13	-0.01
+ 15hr	0.12	-0.28	-0.33	-0.02	0.08	0.11	-0.07	0.25	0.08	0.01	-0.23	0.07	-0.02
+ 18hr	-0.04	-0.05	-0.33	0.05	0.03	0.08	-0.11	0.28	0.09	0.01	-0.22	0.07	-0.01
+ 21hr	-0.09	-0.03	-0.27	0.01	-0.03	0.05	-0.07	0.31	0.14	0.01	-0.17	0.09	0.00
+ 24hr	0.00	-0.39	-0.31	-0.44	0.12	0.04	-0.04	0.04	0.09	-0.10	0.11	0.54	-0.03
+ 27hr	-0.09	-0.39	-0.08	-0.45	0.22	0.14	0.03	0.03	0.12	-0.44	0.19	0.86	0.01
+ 30hr	-0.12	-0.43	0.22	-0.32	0.20	0.25	0.11	0.00	0.17	-0.52	0.14	0.83	0.04
+ 33hr	-0.23	-0.57	0.04	-0.29	0.20	0.20	0.07	0.12	0.39	-0.14	-0.04	0.58	0.03
+ 36hr	-0.06	-0.47	-0.38	-0.24	0.20	0.11	-0.12	0.24	0.39	0.12	-0.19	0.44	0.00
+ 39hr	-0.03	-0.35	-0.50	-0.05	0.19	0.15	-0.14	0.27	0.26	0.21	-0.25	0.43	0.02
+ 42hr	-0.15	-0.16	-0.48	-0.06	0.04	0.09	-0.18	0.28	0.25	0.25	-0.22	0.52	0.02
+ 45hr	-0.24	-0.01	-0.42	0.00	-0.06	0.07	-0.12	0.27	0.28	0.28	0.03	0.42	0.04
+ 48hr	-0.24	-0.49	-0.54	-0.55	-0.03	-0.01	-0.23	-0.01	0.42	0.11	0.19	0.77	-0.05

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.10	0.13	-0.15	0.12	-0.07	-0.02	-0.13	0.03	-0.01	0.11	-0.04	-0.12	0.00
+ 6hr	0.00	0.27	-0.17	0.13	-0.13	0.03	-0.15	0.16	0.03	0.13	-0.06	-0.12	0.01
+ 9hr	-0.03	0.29	-0.19	0.08	-0.17	0.02	-0.11	0.23	0.08	0.09	-0.03	-0.14	0.01
+ 12hr	0.02	-0.09	-0.34	-0.45	-0.07	0.15	-0.03	0.06	0.15	0.02	0.26	0.33	0.00
+ 15hr	0.08	-0.26	0.03	-0.46	0.15	0.11	0.08	0.22	0.11	-0.36	0.19	0.60	0.04
+ 18hr	0.12	-0.42	0.16	-0.45	0.11	0.06	0.02	0.22	0.14	-0.32	0.11	0.59	0.03
+ 21hr	-0.04	-0.57	-0.02	-0.29	0.09	0.04	-0.03	0.20	0.31	-0.07	0.01	0.53	0.01
+ 24hr	0.04	-0.53	-0.33	-0.23	0.03	0.04	-0.11	0.22	0.22	0.06	-0.10	0.21	-0.04
+ 27hr	0.02	-0.34	-0.42	-0.28	0.18	0.15	-0.12	0.21	0.26	0.20	-0.31	0.23	-0.02
+ 30hr	-0.12	-0.15	-0.41	-0.25	0.10	0.08	-0.16	0.29	0.25	0.23	-0.19	0.29	0.00
+ 33hr	-0.14	-0.15	-0.37	-0.18	-0.03	0.02	-0.11	0.35	0.24	0.26	-0.10	0.31	0.01
+ 36hr	-0.12	-0.51	-0.45	-0.64	0.02	0.07	-0.15	0.05	0.36	0.05	0.12	0.78	-0.04
+ 39hr	-0.14	-0.60	-0.15	-0.56	0.16	0.17	-0.04	0.07	0.43	-0.34	0.21	0.98	0.02
+ 42hr	-0.11	-0.66	0.08	-0.35	0.28	0.27	-0.02	0.12	0.55	-0.41	0.16	0.97	0.07
+ 45hr	-0.21	-0.77	-0.19	-0.18	0.27	0.13	-0.06	0.25	0.69	0.01	-0.07	0.75	0.05
+ 48hr	-0.07	-0.47	-0.67	-0.16	0.15	0.04	-0.16	0.37	0.44	0.20	-0.08	0.71	0.03

나. RMSE (단위 : C)

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	1.55	1.69	1.88	1.91	1.75	1.61	1.62	1.93	1.74	1.78	1.62	1.77	1.74
+ 6hr	1.66	1.86	2.20	2.09	2.22	2.13	2.20	2.26	2.18	1.88	1.60	1.87	2.01
+ 9hr	1.13	1.52	1.75	1.63	2.11	1.95	1.79	1.98	1.75	1.24	1.20	1.31	1.61
+ 12hr	1.14	1.74	1.67	1.62	2.04	1.49	1.27	1.50	1.53	1.43	1.73	1.42	1.55
+ 15hr	1.35	1.87	1.83	1.75	2.04	1.61	1.26	1.47	1.51	1.60	2.03	1.56	1.66
+ 18hr	1.59	1.99	1.87	1.83	2.07	1.76	1.34	1.49	1.52	1.73	2.24	1.67	1.76
+ 21hr	1.79	2.05	1.98	1.97	2.13	1.77	1.30	1.57	1.60	1.83	2.31	1.86	1.85
+ 24hr	1.67	1.86	2.01	1.84	2.14	1.85	1.80	2.03	1.90	1.62	1.87	1.88	1.87
+ 27hr	1.87	2.08	2.33	2.35	2.44	2.40	2.55	2.55	2.61	2.07	2.00	2.23	2.29
+ 30hr	1.77	2.14	2.47	2.41	2.53	2.55	2.90	2.91	2.90	2.08	1.98	2.21	2.40
+ 33hr	1.33	1.74	1.98	1.98	2.45	2.35	2.43	2.39	2.39	1.52	1.55	1.70	1.98
+ 36hr	1.36	1.82	2.00	2.01	2.40	1.86	1.74	1.85	2.04	1.66	1.98	1.88	1.88
+ 39hr	1.57	1.94	2.19	2.11	2.99	1.88	1.60	1.79	1.95	1.97	2.35	2.04	2.03
+ 42hr	1.79	2.02	2.21	2.14	2.38	2.04	1.58	1.76	1.92	2.22	2.44	2.12	2.05
+ 45hr	2.01	2.19	2.30	2.27	2.35	2.02	1.56	1.82	1.93	2.43	2.83	2.27	2.17
+ 48hr	1.89	2.15	2.46	2.07	2.44	2.08	2.12	2.48	2.40	2.04	2.25	2.35	2.23

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.95	1.16	1.26	1.21	1.33	1.06	0.76	1.04	0.88	0.92	1.23	1.04	1.07
+ 6hr	1.35	1.59	1.65	1.53	1.68	1.43	1.00	1.07	1.12	1.29	1.71	1.43	1.40
+ 9hr	1.55	1.88	1.87	1.81	1.80	1.50	1.04	1.17	1.22	1.46	1.93	1.72	1.58
+ 12hr	1.48	1.64	1.94	1.72	1.91	1.69	1.63	1.68	1.74	1.63	1.66	1.64	1.70
+ 15hr	1.71	1.89	2.31	2.20	2.26	2.24	2.36	2.47	2.47	2.02	1.84	1.93	2.14
+ 18hr	1.71	1.93	2.33	2.24	2.35	2.50	2.64	2.55	2.58	1.97	1.78	1.87	2.20
+ 21hr	1.22	1.55	1.92	1.90	2.22	2.16	2.19	2.17	2.04	1.40	1.41	7.84	2.34
+ 24hr	1.30	1.80	1.92	1.90	2.40	1.67	1.60	1.71	1.81	1.61	1.85	1.66	1.77
+ 27hr	1.53	1.94	2.03	1.98	2.25	1.72	1.56	1.66	1.83	1.79	2.21	1.79	1.86
+ 30hr	1.78	2.08	2.04	2.11	2.30	1.85	1.51	1.64	1.80	2.00	2.38	1.90	1.95
+ 33hr	1.98	2.25	2.10	2.22	2.27	1.87	1.50	1.64	1.75	2.17	2.52	2.09	2.03
+ 36hr	1.84	2.12	2.29	2.07	2.44	2.03	2.09	2.11	2.25	1.84	2.00	2.08	2.10
+ 39hr	1.92	2.37	2.50	2.39	2.67	2.48	2.75	2.78	2.90	2.05	2.12	2.28	2.43
+ 42hr	1.95	2.29	2.60	2.52	2.84	2.61	2.98	2.95	3.16	2.11	2.03	2.32	2.53
+ 45hr	1.49	1.98	2.05	2.20	2.72	2.40	2.54	2.46	2.65	1.71	1.68	1.87	2.15
+ 48hr	1.45	1.87	2.25	2.05	2.72	1.82	1.93	2.00	2.21	2.02	2.14	2.09	2.05

#### 4.5.4. 강수 확률 검증

가. 남한 Brier Score (무차원, 31지점 평균한 값, 2007년)

- 아래 표는 PoP 강수확률 검증자료를 이용해서 나온 결과이다.

전체	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.101	0.079	0.138	0.106	0.088	0.132	0.139	0.185	0.162	0.115	0.072	0.113	0.119
24H	0.105	0.080	0.136	0.107	0.088	0.139	0.158	0.172	0.156	0.114	0.076	0.111	0.120
36H	0.110	0.095	0.140	0.113	0.089	0.149	0.189	0.170	0.165	0.128	0.082	0.113	0.129
48H	0.119	0.091	0.153	0.120	0.110	0.163	0.176	0.173	0.174	0.140	0.076	0.134	0.136

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

속초	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.092	0.087	0.167	0.186	0.132	0.112	0.148	0.187	0.177	0.168	0.114	0.027	0.133
24H	0.089	0.089	0.172	0.192	0.129	0.096	0.130	0.208	0.174	0.160	0.108	0.037	0.132
36H	0.096	0.092	0.162	0.160	0.120	0.116	0.185	0.220	0.179	0.160	0.103	0.041	0.136
48H	0.089	0.077	0.177	0.174	0.140	0.131	0.168	0.247	0.212	0.172	0.101	0.044	0.144

철원	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.076	0.108	0.156	0.100	0.135	0.098	0.142	0.211	0.136	0.135	0.111	0.131	0.128
24H	0.075	0.103	0.169	0.121	0.119	0.100	0.160	0.154	0.126	0.159	0.121	0.125	0.128
36H	0.096	0.106	0.137	0.113	0.119	0.096	0.182	0.150	0.114	0.186	0.141	0.128	0.131
48H	0.102	0.106	0.150	0.127	0.119	0.089	0.173	0.175	0.122	0.177	0.123	0.127	0.133

춘천	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.079	0.106	0.117	0.125	0.122	0.115	0.143	0.180	0.150	0.112	0.105	0.108	0.122
24H	0.073	0.093	0.127	0.132	0.109	0.116	0.159	0.137	0.154	0.127	0.110	0.089	0.119
36H	0.089	0.101	0.104	0.102	0.114	0.113	0.189	0.121	0.160	0.172	0.123	0.093	0.123
48H	0.091	0.120	0.133	0.117	0.121	0.105	0.176	0.138	0.206	0.166	0.107	0.093	0.131

강릉	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.104	0.112	0.165	0.206	0.088	0.093	0.161	0.189	0.110	0.155	0.115	0.045	0.129
24H	0.105	0.103	0.147	0.232	0.084	0.090	0.156	0.210	0.124	0.148	0.106	0.058	0.130
36H	0.097	0.112	0.163	0.232	0.105	0.144	0.174	0.212	0.108	0.148	0.098	0.066	0.138
48H	0.095	0.103	0.165	0.213	0.114	0.142	0.152	0.232	0.139	0.156	0.117	0.058	0.140

서울	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.063	0.062	0.152	0.141	0.107	0.123	0.130	0.219	0.183	0.080	0.078	0.126	0.122
24H	0.065	0.064	0.154	0.162	0.114	0.121	0.134	0.212	0.170	0.090	0.091	0.120	0.125
36H	0.067	0.076	0.120	0.141	0.097	0.130	0.158	0.217	0.204	0.097	0.098	0.125	0.128
48H	0.081	0.083	0.140	0.138	0.136	0.128	0.164	0.208	0.210	0.087	0.094	0.135	0.134

인천	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.057	0.061	0.132	0.144	0.091	0.131	0.140	0.169	0.188	0.083	0.075	0.143	0.118
24H	0.068	0.070	0.138	0.163	0.092	0.136	0.146	0.199	0.179	0.096	0.096	0.147	0.127
36H	0.073	0.071	0.108	0.136	0.077	0.133	0.164	0.219	0.215	0.122	0.109	0.146	0.131
48H	0.078	0.088	0.134	0.134	0.117	0.139	0.144	0.192	0.226	0.118	0.102	0.161	0.136

원주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.131	0.080	0.159	0.134	0.048	0.093	0.124	0.184	0.191	0.152	0.134	0.127	0.130
24H	0.124	0.081	0.143	0.139	0.056	0.096	0.141	0.176	0.170	0.155	0.139	0.126	0.129
36H	0.138	0.085	0.145	0.137	0.056	0.119	0.166	0.176	0.179	0.150	0.162	0.117	0.136
48H	0.120	0.092	0.152	0.153	0.072	0.117	0.148	0.202	0.192	0.153	0.124	0.132	0.138

울릉도	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.222	0.197	0.156	0.162	0.126	0.093	0.118	0.149	0.152	0.184	0.190	0.212	0.163
24H	0.190	0.192	0.137	0.154	0.114	0.083	0.159	0.164	0.146	0.160	0.165	0.212	0.156
36H	0.179	0.226	0.145	0.146	0.108	0.097	0.211	0.171	0.131	0.151	0.186	0.234	0.165
48H	0.185	0.216	0.158	0.172	0.123	0.105	0.185	0.174	0.143	0.187	0.168	0.231	0.171

수원	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.068	0.051	0.135	0.109	0.130	0.122	0.117	0.161	0.175	0.087	0.081	0.121	0.113
24H	0.083	0.059	0.130	0.121	0.129	0.113	0.134	0.181	0.163	0.103	0.098	0.112	0.119
36H	0.076	0.066	0.113	0.103	0.110	0.116	0.154	0.180	0.191	0.122	0.104	0.116	0.121
48H	0.092	0.078	0.134	0.108	0.147	0.122	0.138	0.191	0.216	0.112	0.096	0.123	0.130

서산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.139	0.082	0.165	0.088	0.076	0.157	0.166	0.182	0.158	0.076	0.124	0.146	0.130
24H	0.138	0.100	0.150	0.073	0.074	0.155	0.164	0.185	0.140	0.075	0.130	0.148	0.128
36H	0.149	0.123	0.142	0.091	0.069	0.164	0.157	0.192	0.151	0.094	0.135	0.148	0.135
48H	0.151	0.123	0.166	0.091	0.091	0.169	0.174	0.211	0.150	0.117	0.126	0.163	0.144

울진	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.114	0.098	0.165	0.144	0.114	0.137	0.125	0.207	0.184	0.200	0.087	0.077	0.138
24H	0.119	0.102	0.155	0.138	0.101	0.128	0.137	0.202	0.169	0.195	0.084	0.076	0.134
36H	0.127	0.115	0.183	0.141	0.085	0.160	0.199	0.180	0.144	0.235	0.078	0.068	0.143
48H	0.130	0.099	0.182	0.131	0.097	0.181	0.145	0.199	0.179	0.224	0.081	0.089	0.145

청주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.110	0.066	0.163	0.106	0.053	0.125	0.163	0.210	0.173	0.106	0.081	0.111	0.122
24H	0.109	0.086	0.160	0.095	0.047	0.131	0.174	0.201	0.138	0.099	0.089	0.109	0.120
36H	0.099	0.102	0.163	0.107	0.047	0.149	0.197	0.186	0.160	0.112	0.098	0.099	0.127
48H	0.101	0.095	0.166	0.110	0.076	0.159	0.182	0.179	0.166	0.140	0.082	0.121	0.131

대전	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.115	0.067	0.105	0.077	0.065	0.122	0.119	0.214	0.155	0.081	0.073	0.107	0.108
24H	0.118	0.085	0.103	0.078	0.075	0.128	0.115	0.185	0.145	0.081	0.095	0.122	0.111
36H	0.116	0.102	0.114	0.088	0.087	0.136	0.138	0.188	0.158	0.094	0.103	0.119	0.120
48H	0.142	0.097	0.124	0.082	0.095	0.152	0.135	0.147	0.165	0.123	0.095	0.159	0.126

추풍령	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.117	0.086	0.134	0.075	0.041	0.124	0.134	0.196	0.176	0.097	0.083	0.106	0.114
24H	0.111	0.081	0.122	0.067	0.034	0.127	0.148	0.150	0.138	0.095	0.090	0.099	0.105
36H	0.099	0.090	0.132	0.085	0.031	0.143	0.191	0.148	0.146	0.095	0.097	0.098	0.113
48H	0.096	0.086	0.125	0.083	0.060	0.161	0.163	0.157	0.203	0.120	0.087	0.128	0.122

안동	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.082	0.074	0.108	0.128	0.074	0.089	0.141	0.181	0.166	0.127	0.053	0.092	0.110
24H	0.082	0.064	0.100	0.104	0.087	0.086	0.159	0.151	0.150	0.109	0.059	0.095	0.104
36H	0.082	0.081	0.107	0.116	0.073	0.111	0.189	0.144	0.153	0.119	0.057	0.086	0.110
48H	0.069	0.070	0.108	0.111	0.102	0.120	0.174	0.156	0.175	0.160	0.046	0.093	0.115

포항	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.083	0.094	0.143	0.108	0.127	0.160	0.144	0.150	0.135	0.217	0.054	0.089	0.125
24H	0.093	0.093	0.140	0.094	0.098	0.155	0.169	0.125	0.160	0.213	0.064	0.072	0.123
36H	0.099	0.104	0.166	0.111	0.094	0.172	0.191	0.153	0.166	0.228	0.056	0.072	0.134
48H	0.098	0.082	0.152	0.117	0.085	0.184	0.182	0.176	0.171	0.232	0.054	0.092	0.135

군산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.109	0.104	0.112	0.064	0.064	0.107	0.115	0.183	0.160	0.074	0.083	0.107	0.107
24H	0.110	0.099	0.110	0.071	0.061	0.117	0.133	0.167	0.142	0.069	0.092	0.109	0.107
36H	0.116	0.118	0.116	0.103	0.071	0.133	0.159	0.166	0.172	0.085	0.093	0.114	0.121
48H	0.138	0.122	0.133	0.094	0.093	0.137	0.147	0.157	0.167	0.121	0.094	0.135	0.128

대구	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.068	0.061	0.147	0.064	0.079	0.135	0.138	0.182	0.176	0.078	0.039	0.073	0.103
24H	0.083	0.048	0.133	0.066	0.068	0.135	0.166	0.131	0.166	0.069	0.036	0.061	0.097
36H	0.073	0.060	0.149	0.075	0.063	0.145	0.200	0.140	0.145	0.089	0.035	0.053	0.102
48H	0.060	0.055	0.146	0.078	0.077	0.162	0.181	0.154	0.162	0.095	0.029	0.098	0.108

전주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.110	0.080	0.098	0.069	0.037	0.130	0.124	0.214	0.172	0.074	0.060	0.091	0.105
24H	0.113	0.078	0.097	0.067	0.043	0.134	0.157	0.181	0.165	0.069	0.076	0.093	0.106
36H	0.123	0.094	0.107	0.086	0.054	0.138	0.183	0.195	0.168	0.085	0.074	0.096	0.117
48H	0.148	0.098	0.122	0.080	0.072	0.150	0.156	0.164	0.180	0.121	0.075	0.127	0.124

울산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.092	0.096	0.143	0.118	0.083	0.161	0.160	0.136	0.143	0.192	0.036	0.085	0.120
24H	0.119	0.105	0.164	0.116	0.083	0.197	0.175	0.128	0.139	0.160	0.048	0.087	0.127
36H	0.097	0.120	0.169	0.141	0.095	0.175	0.229	0.118	0.123	0.173	0.051	0.103	0.133
48H	0.118	0.098	0.182	0.137	0.101	0.197	0.227	0.130	0.150	0.191	0.045	0.111	0.141

마산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.078	0.048	0.162	0.081	0.082	0.143	0.154	0.174	0.144	0.120	0.022	0.093	0.108
24H	0.070	0.055	0.141	0.077	0.094	0.164	0.195	0.142	0.152	0.113	0.026	0.103	0.111
36H	0.105	0.077	0.134	0.097	0.103	0.169	0.224	0.139	0.169	0.126	0.036	0.103	0.123
48H	0.113	0.073	0.165	0.113	0.112	0.185	0.203	0.142	0.148	0.133	0.024	0.124	0.128

광주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.132	0.059	0.167	0.098	0.075	0.137	0.134	0.192	0.199	0.113	0.075	0.138	0.127
24H	0.123	0.057	0.167	0.089	0.070	0.147	0.150	0.168	0.179	0.107	0.069	0.127	0.121
36H	0.122	0.076	0.169	0.115	0.076	0.155	0.221	0.174	0.163	0.127	0.082	0.127	0.134
48H	0.133	0.082	0.193	0.122	0.096	0.177	0.183	0.149	0.170	0.142	0.068	0.160	0.140

<b>부산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.092	0.065	0.119	0.088	0.087	0.127	0.151	0.129	0.150	0.099	0.022	0.098	0.102
24H	0.092	0.073	0.121	0.086	0.097	0.154	0.187	0.126	0.161	0.101	0.026	0.098	0.110
36H	0.125	0.085	0.108	0.094	0.090	0.157	0.231	0.115	0.172	0.120	0.036	0.098	0.119
48H	0.138	0.069	0.128	0.111	0.117	0.176	0.211	0.107	0.187	0.130	0.024	0.118	0.126

<b>통영</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.065	0.042	0.107	0.087	0.071	0.119	0.129	0.140	0.158	0.080	0.020	0.096	0.093
24H	0.074	0.050	0.100	0.080	0.084	0.139	0.143	0.130	0.176	0.089	0.020	0.093	0.098
36H	0.097	0.062	0.119	0.092	0.080	0.152	0.174	0.142	0.190	0.100	0.026	0.093	0.111
48H	0.119	0.060	0.141	0.091	0.128	0.190	0.183	0.124	0.163	0.120	0.030	0.134	0.124

<b>목포</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.122	0.070	0.155	0.067	0.093	0.187	0.121	0.144	0.154	0.115	0.060	0.126	0.118
24H	0.108	0.072	0.149	0.068	0.085	0.195	0.146	0.142	0.143	0.092	0.061	0.119	0.115
36H	0.114	0.089	0.168	0.098	0.096	0.201	0.217	0.161	0.170	0.131	0.062	0.133	0.137
48H	0.122	0.091	0.178	0.110	0.134	0.220	0.185	0.131	0.157	0.118	0.065	0.166	0.140

<b>여수</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.057	0.047	0.108	0.071	0.082	0.152	0.140	0.194	0.133	0.095	0.020	0.100	0.100
24H	0.068	0.052	0.104	0.061	0.092	0.161	0.165	0.186	0.136	0.090	0.020	0.096	0.103
36H	0.089	0.066	0.111	0.083	0.092	0.187	0.208	0.174	0.179	0.111	0.026	0.095	0.118
48H	0.115	0.062	0.147	0.094	0.143	0.201	0.195	0.154	0.161	0.130	0.030	0.143	0.131

<b>완도</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.124	0.066	0.151	0.097	0.086	0.177	0.189	0.185	0.152	0.094	0.044	0.159	0.127
24H	0.117	0.051	0.155	0.094	0.093	0.184	0.215	0.152	0.147	0.083	0.039	0.145	0.123
36H	0.111	0.071	0.164	0.114	0.095	0.179	0.265	0.153	0.167	0.094	0.045	0.135	0.133
48H	0.131	0.067	0.184	0.124	0.120	0.171	0.258	0.152	0.181	0.120	0.044	0.187	0.145

<b>제주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.124	0.065	0.104	0.080	0.119	0.140	0.111	0.160	0.181	0.080	0.066	0.147	0.115
24H	0.148	0.064	0.118	0.090	0.119	0.176	0.175	0.164	0.193	0.112	0.070	0.130	0.130
36H	0.153	0.087	0.159	0.116	0.145	0.178	0.154	0.154	0.168	0.109	0.077	0.145	0.137
48H	0.174	0.076	0.169	0.128	0.164	0.228	0.178	0.159	0.159	0.120	0.079	0.155	0.149

고산	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.124	0.094	0.129	0.091	0.087	0.160	0.141	0.253	0.183	0.096	0.036	0.160	0.129
24H	0.166	0.102	0.138	0.099	0.086	0.197	0.150	0.251	0.180	0.112	0.044	0.185	0.142
36H	0.147	0.112	0.166	0.112	0.102	0.200	0.153	0.207	0.217	0.113	0.058	0.199	0.149
48H	0.191	0.103	0.149	0.131	0.128	0.241	0.148	0.226	0.205	0.122	0.066	0.215	0.160

서귀포	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.089	0.060	0.122	0.074	0.075	0.163	0.131	0.275	0.134	0.075	0.049	0.145	0.116
24H	0.096	0.056	0.123	0.087	0.089	0.186	0.162	0.267	0.122	0.098	0.050	0.161	0.125
36H	0.129	0.081	0.151	0.074	0.094	0.187	0.153	0.234	0.148	0.103	0.062	0.159	0.131
48H	0.148	0.089	0.158	0.124	0.116	0.210	0.156	0.296	0.157	0.114	0.061	0.200	0.152

진주	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.105	0.058	0.145	0.114	0.090	0.153	0.162	0.185	0.169	0.125	0.026	0.103	0.120
24H	0.114	0.060	0.142	0.096	0.097	0.169	0.185	0.149	0.176	0.101	0.031	0.100	0.118
36H	0.138	0.082	0.150	0.103	0.105	0.177	0.244	0.151	0.190	0.120	0.037	0.094	0.133
48H	0.114	0.069	0.197	0.112	0.125	0.196	0.237	0.142	0.181	0.127	0.025	0.121	0.137

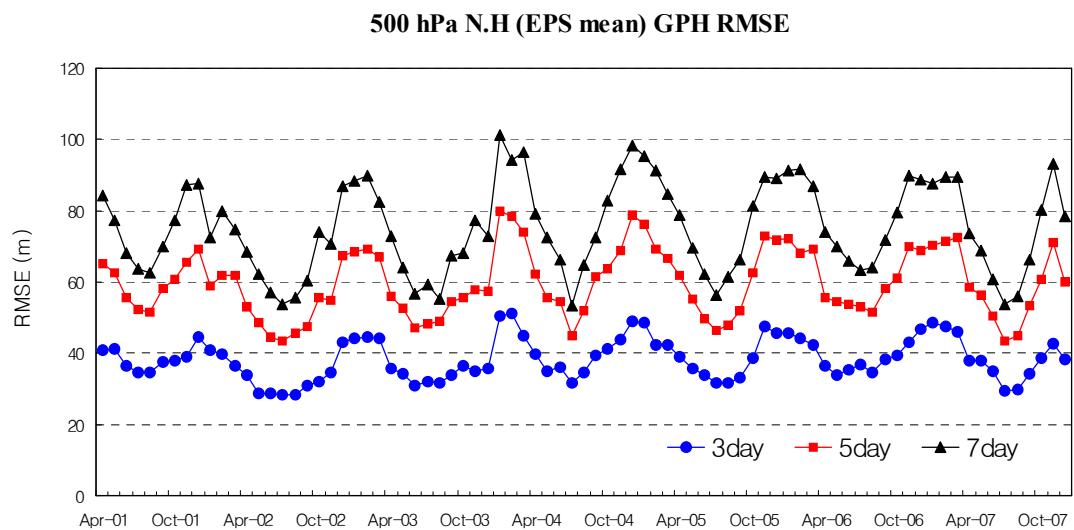
## 4.6. 앙상블예보 모델

### 4.6.1. 성능 변화 추세

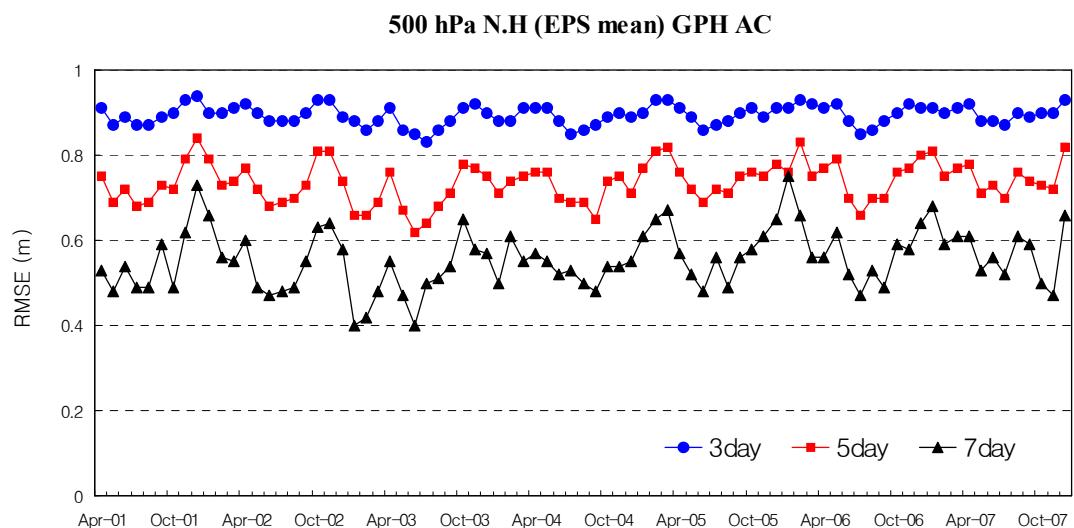
- 2005년 12월 이후 CRAY 시스템(슈퍼컴 2호기)으로 바뀌면서 T213L40으로 변경
- 2007년 7월 이후 편차보정 적용
  - 수치예보센터 2008-2 ‘앙상블 예측모델 편차 보정’ 참고
- 검증: 앙상블 mean의 분석검증
  - 이른분석 검증 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
  - 늦은분석 검증 : 2005년 12월 ~ 현재
- 검증 범위: 2001년 4월 ~ 2003. 12월 (20-70N)  
2004년 1월 ~ 현재 (20-90N)
- 2007년 1월 이후 기후자료 변경
  - 변경 전(2006년 까지):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

요소	기후값 변경 전 (2006년 이전)	기후값 변경 후 (2007년 이후)
500 hPa 고도	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850 hPa 기온	± 2°C, ± 4°C, ± 8°C	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
850 hPa 풍속	± 10m/s, ± 15m/s, ± 25m/s	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
지상 10m 풍속	± 10m/s, ± 15m/s, ± 25m/s	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd
해면기압	-	± 1sd, ± 1.5sd, ± 2.0sd

가. 500 hPa 고도장의 RMSE (북반구)

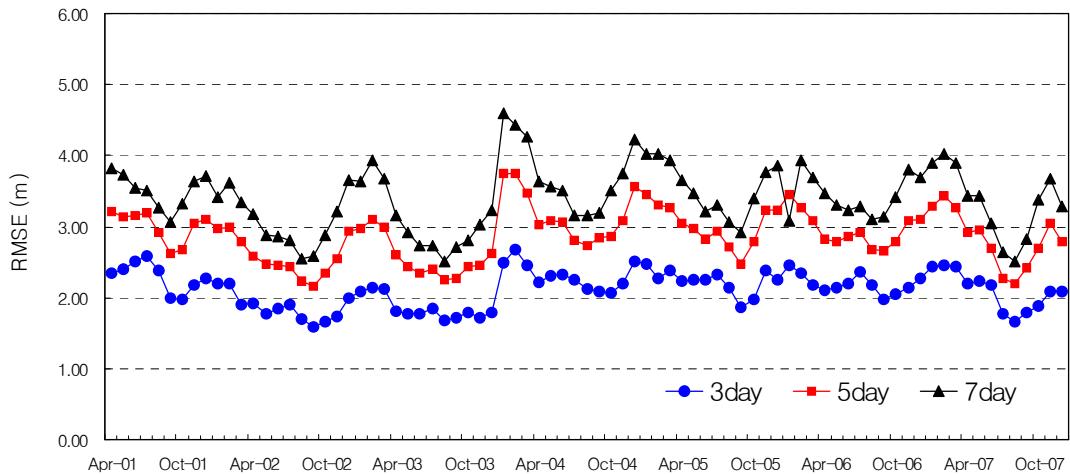


나. 500 hPa 고도장의 이상상관 (북반구)



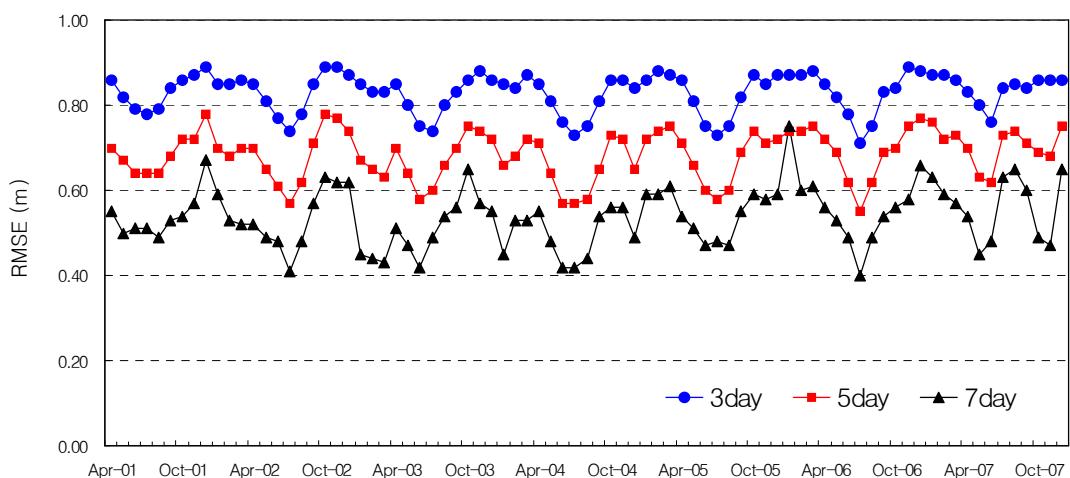
다. 850 hPa 온도장의 RMSE (북반구)

**850 hPa N.H (EPS mean) Temperature RMSE**



다. 850 hPa 온도장의 이상상관 (북반구)

**850 hPa N.H (EPS mean) Temperature AC**



#### 4.6.2. 앙상블예보 검증

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

가. 500 hPa 고도장의 RMSE (북반구, 단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	23.46	23.23	21.79	20.00	20.18	18.10	12.91	13.36	14.38	15.42	16.93	21.35	18.43
72H	48.59	47.33	46.11	37.91	38.03	34.97	29.40	29.80	34.32	38.75	42.88	38.43	38.88
120H	70.32	71.58	72.43	58.44	56.25	50.47	43.43	45.05	53.44	60.73	71.03	60.11	59.44
168H	87.77	89.50	89.51	73.63	68.71	60.71	53.75	56.11	66.44	80.25	93.31	78.42	74.84

나. 500 hPa 고도장의 이상상관 (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98
72H	0.91	0.90	0.91	0.92	0.88	0.88	0.87	0.90	0.89	0.90	0.90	0.93	0.90
120H	0.81	0.75	0.77	0.78	0.71	0.73	0.70	0.76	0.74	0.73	0.72	0.82	0.75
168H	0.68	0.59	0.61	0.61	0.53	0.56	0.52	0.61	0.59	0.50	0.47	0.66	0.58

다. 500 hPa 고도장의 CRPSS (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.80	0.79	0.80	0.81	0.76	0.76	0.78	0.79	0.80	0.83	0.84	0.78	0.80
72H	0.60	0.60	0.61	0.66	0.59	0.57	0.54	0.57	0.57	0.60	0.62	0.65	0.60
120H	0.43	0.39	0.40	0.47	0.41	0.37	0.32	0.36	0.35	0.37	0.39	0.49	0.40
168H	0.29	0.24	0.26	0.32	0.29	0.21	0.16	0.22	0.22	0.19	0.20	0.33	0.24

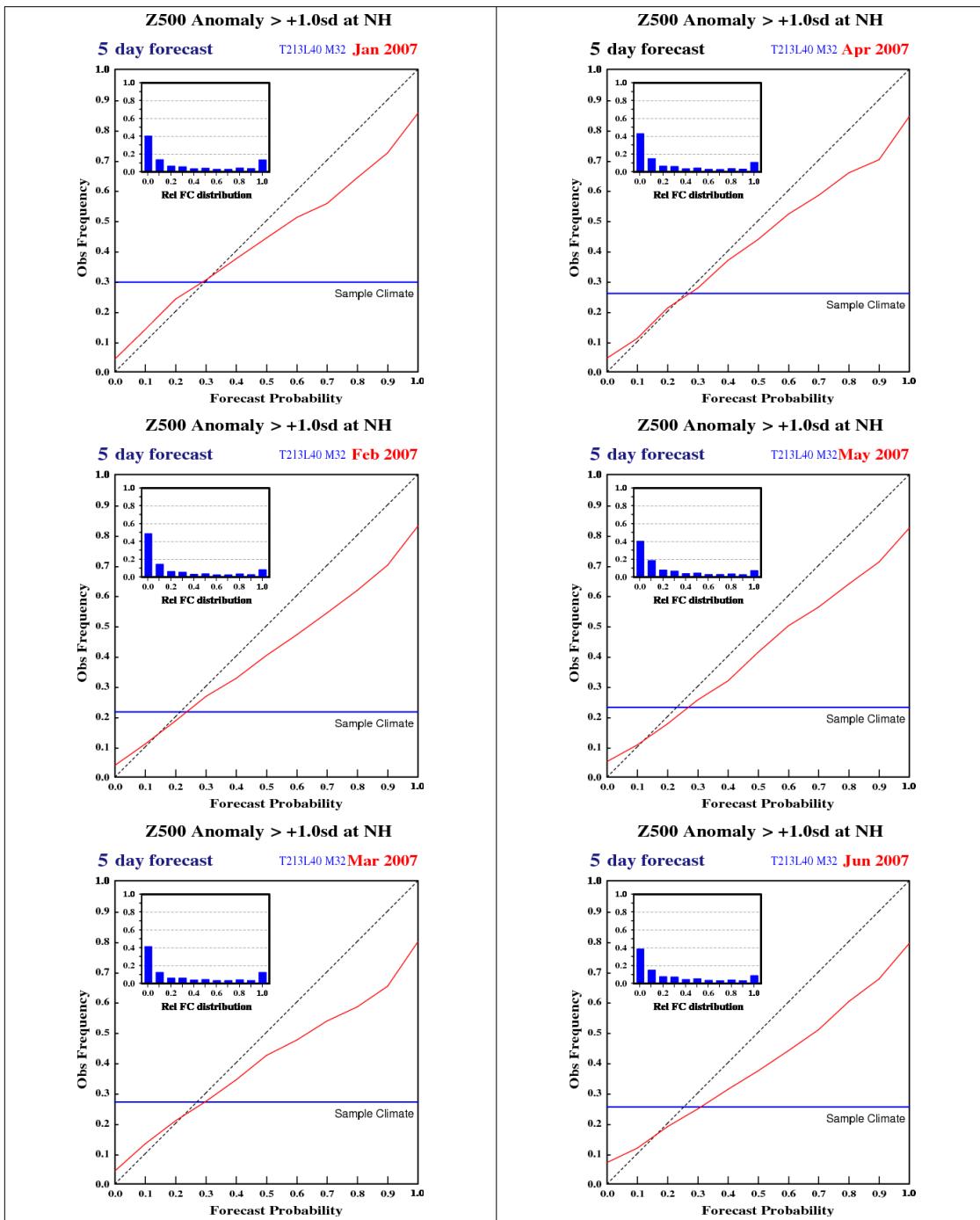
라. 500 hPa 고도장의 +1 표준편차 이상 BSS (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.76	0.74	0.75	0.71	0.65	0.66	0.69	0.71	0.73	0.78	0.77	0.70	0.72
72H	0.57	0.55	0.56	0.58	0.50	0.45	0.43	0.48	0.47	0.52	0.54	0.62	0.52
120H	0.39	0.36	0.32	0.38	0.31	0.25	0.20	0.26	0.27	0.28	0.31	0.32	0.30
168H	0.24	0.21	0.18	0.26	0.18	0.04	0.04	0.13	0.13	0.09	0.09	0.24	0.15

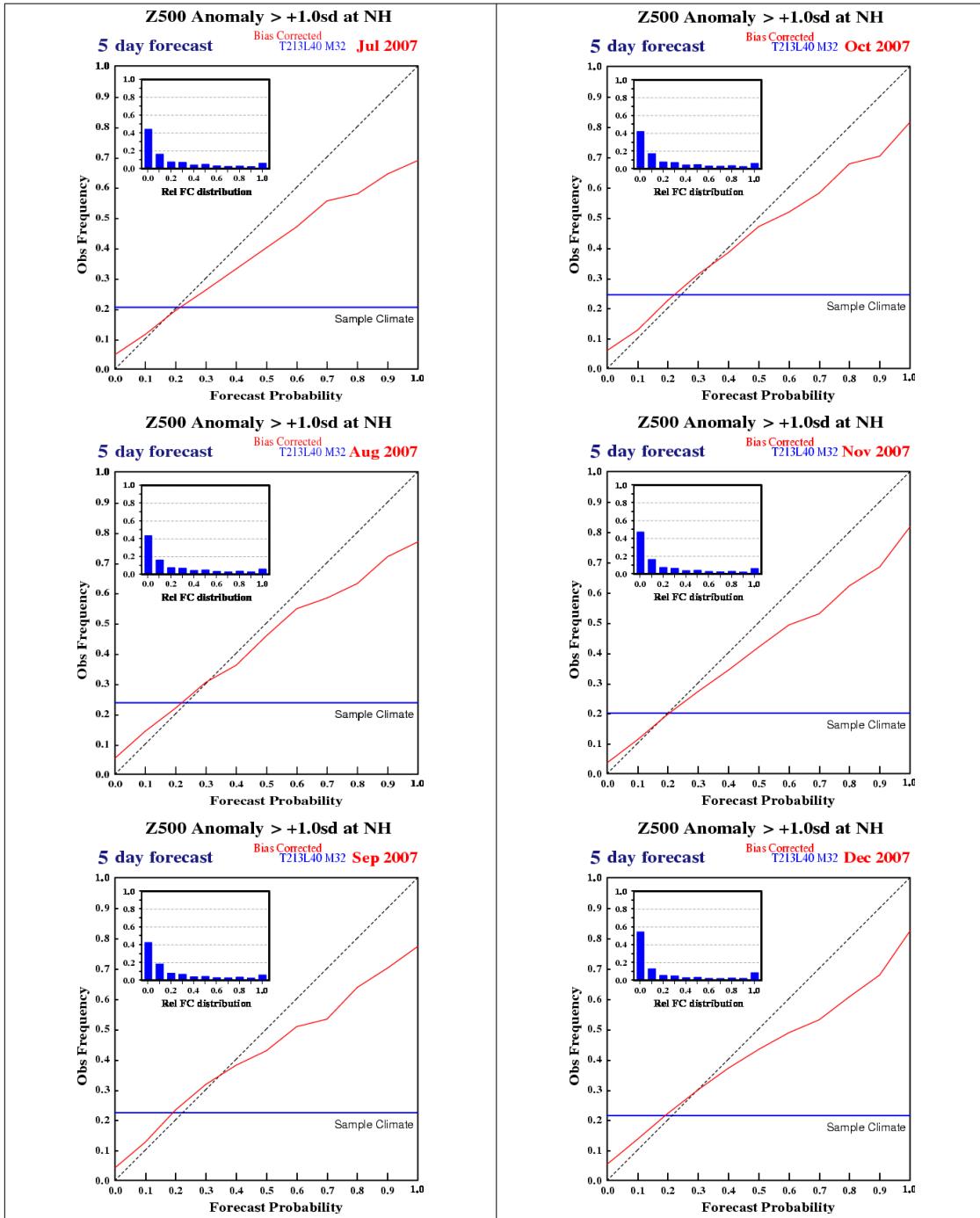
마. 500hPa 고도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 Reliability Diagram

- 실선: reliability
- 막대그래프: sharpness
- 점선: 실황 빈도 (또는 Sample Climate)

a. 2007. 1. - 6.

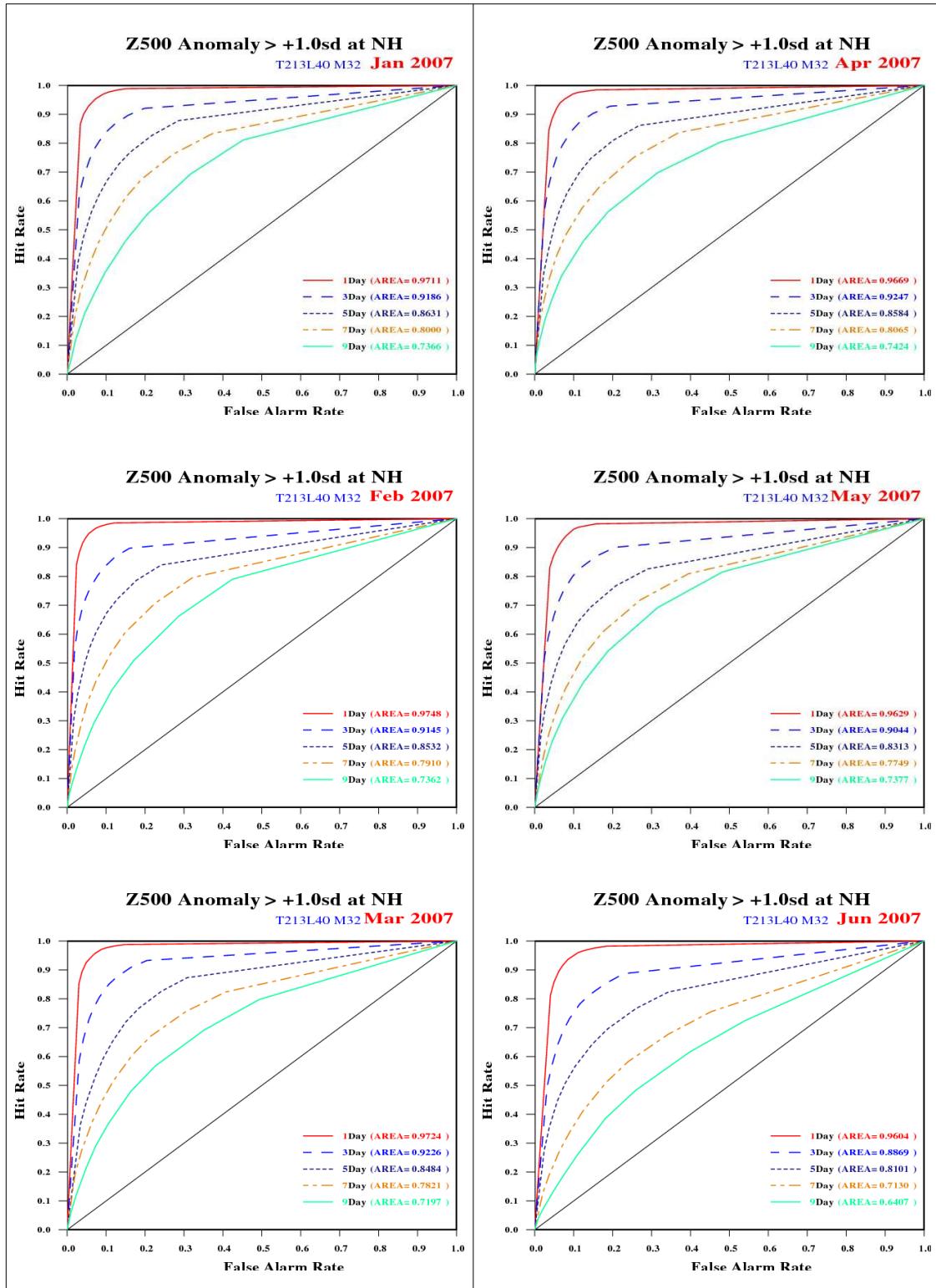


b. 2007. 7. - 12.

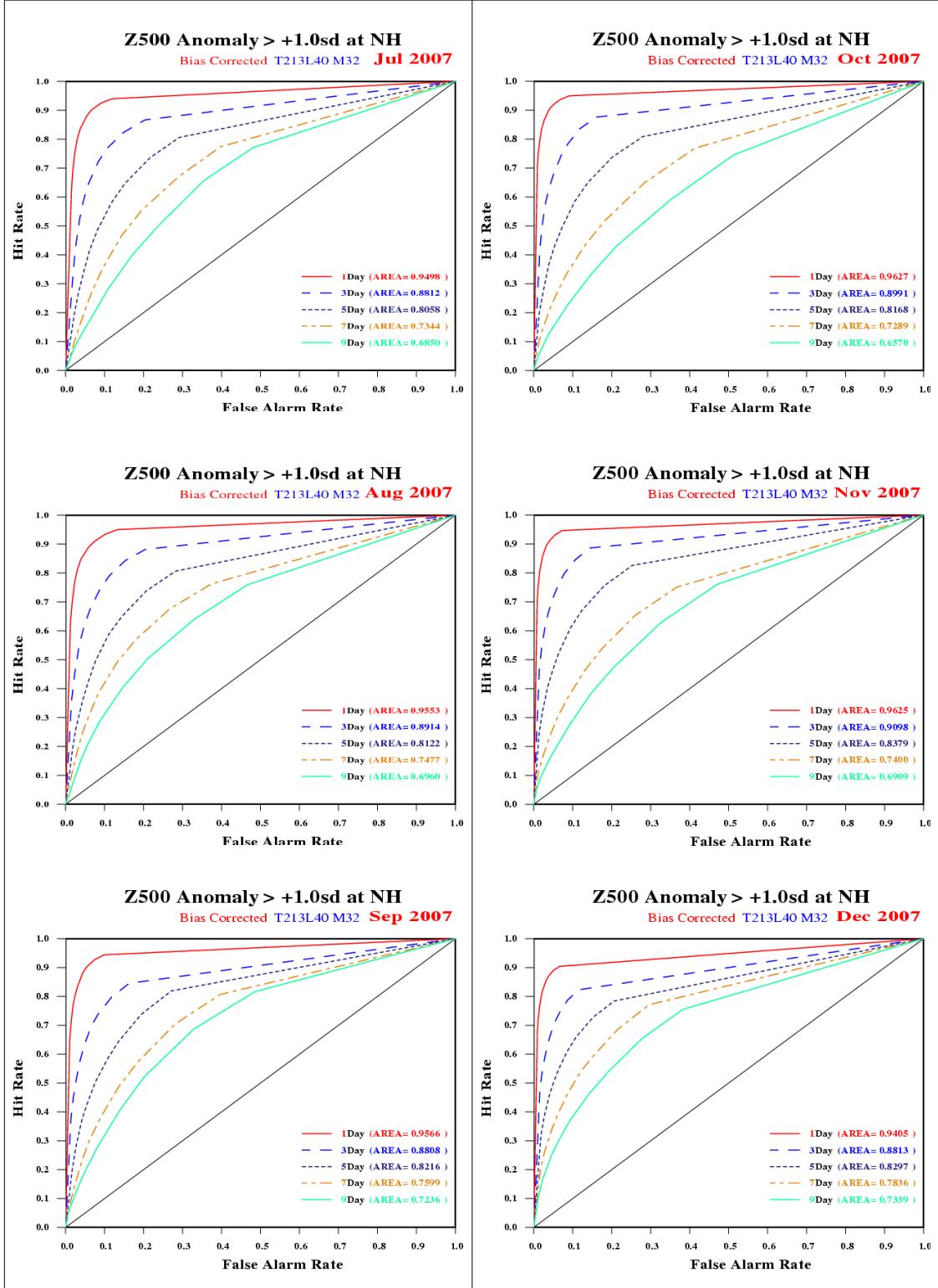


바. 500hPa 고도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 ROC Curve

a. 2007. 1. - 6.

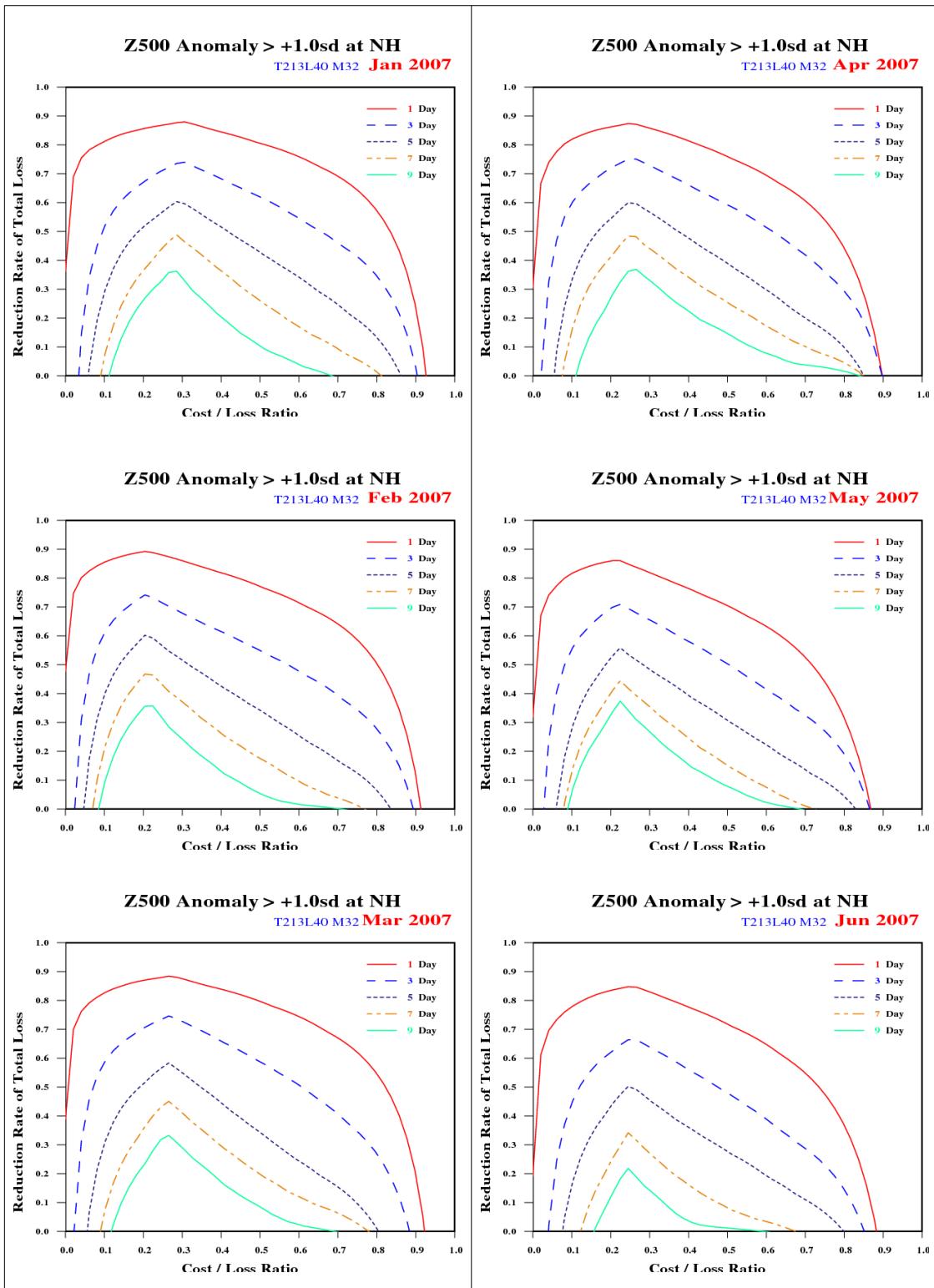


b. 2007. 7. - 12.

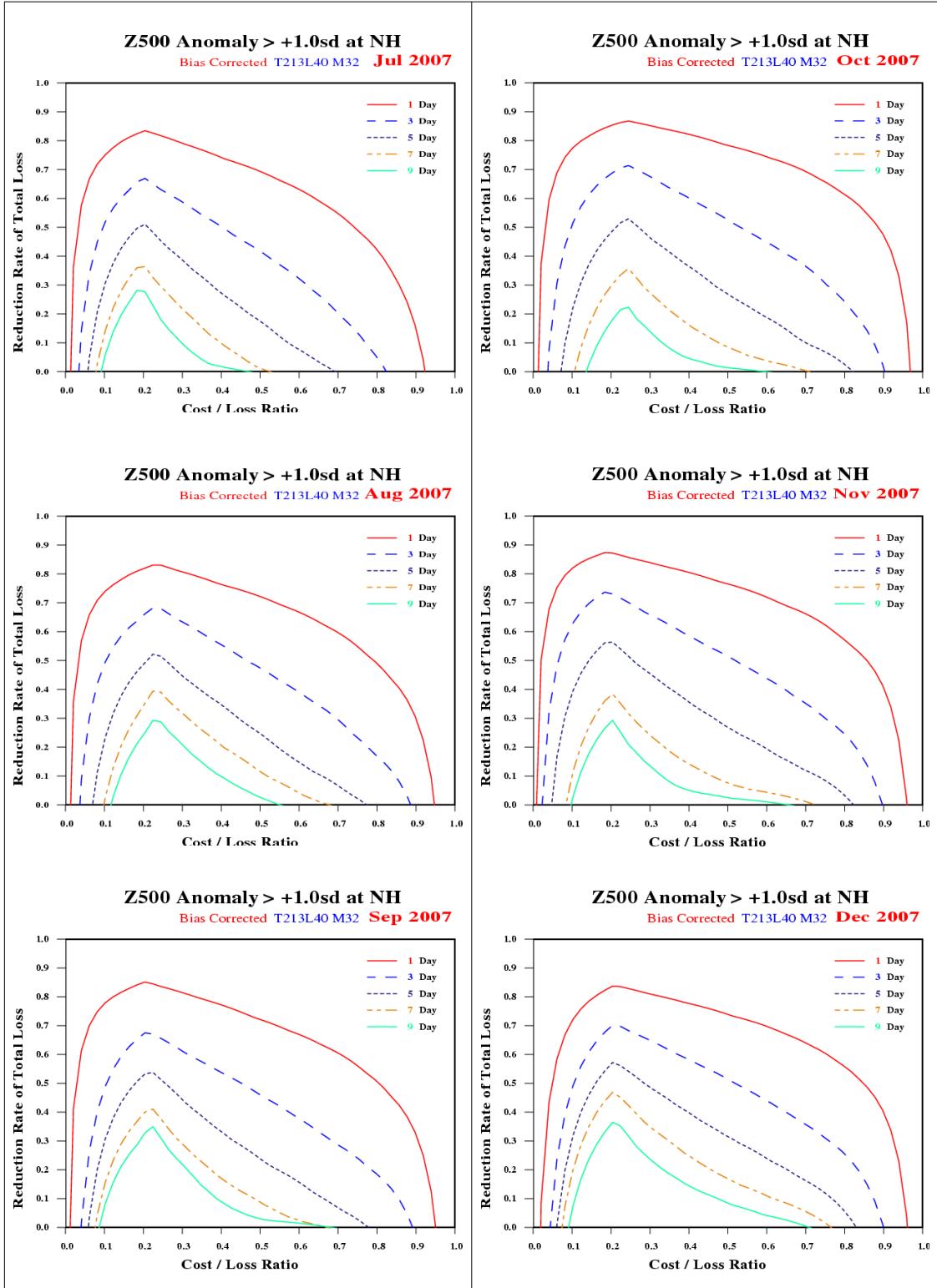


사. 500hPa 고도 북반구 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 Economic value

a. 2007. 1. - 6.



b. 2007. 7. - 12.



아. 850 hPa 온도장의 RMSE (북반구, 단위 : m)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.31	1.34	1.33	1.33	1.34	1.39	1.14	1.05	1.07	1.06	1.12	1.24	1.23
72H	2.44	2.45	2.43	2.20	2.24	2.18	1.78	1.66	1.79	1.88	2.09	2.09	2.10
120H	3.28	3.43	3.27	2.91	2.95	2.69	2.28	2.19	2.42	2.69	3.05	2.79	2.83
168H	3.90	4.03	3.90	3.43	3.44	3.05	2.64	2.52	2.83	3.38	3.68	3.28	3.34

자. 850 hPa 온도장의 이상상관 (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.96	0.96	0.96	0.94	0.93	0.90	0.93	0.94	0.94	0.96	0.96	0.95	0.94
72H	0.87	0.87	0.86	0.83	0.80	0.76	0.84	0.85	0.84	0.86	0.86	0.86	0.84
120H	0.76	0.72	0.73	0.70	0.63	0.62	0.73	0.74	0.71	0.69	0.68	0.75	0.71
168H	0.63	0.59	0.57	0.54	0.45	0.48	0.63	0.65	0.60	0.49	0.47	0.65	0.56

차. 850 hPa 온도장의 CRPSS (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.72	0.72	0.71	0.67	0.63	0.56	0.64	0.65	0.66	0.69	0.71	0.69	0.67
72H	0.49	0.49	0.48	0.44	0.37	0.29	0.42	0.45	0.44	0.47	0.49	0.50	0.44
120H	0.32	0.29	0.31	0.27	0.20	0.13	0.27	0.29	0.28	0.26	0.27	0.35	0.27
168H	0.18	0.18	0.16	0.13	0.08	0.01	0.16	0.20	0.18	0.09	0.11	0.25	0.14

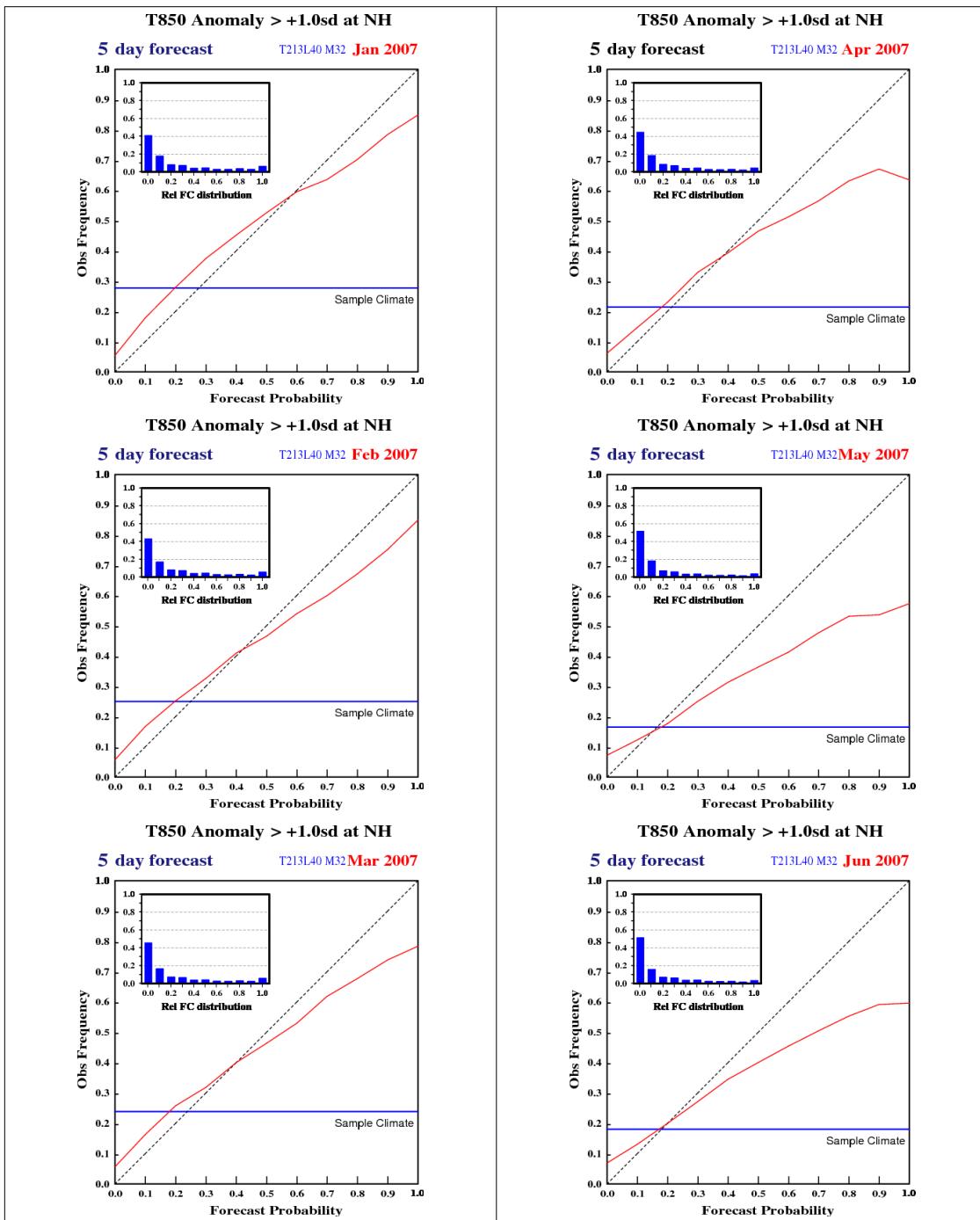
카. 850 hPa 온도장의 +1 표준편차 이상 BSS (북반구, 무차원)

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.69	0.67	0.68	0.61	0.55	0.52	0.61	0.64	0.61	0.63	0.67	0.65	0.63
72H	0.45	0.45	0.42	0.33	0.25	0.25	0.37	0.41	0.38	0.41	0.46	0.46	0.39
120H	0.29	0.27	0.26	0.16	0.06	0.10	0.21	0.22	0.21	0.23	0.29	0.31	0.22
168H	0.15	0.17	0.12	0.05	-0.05	0.00	0.10	0.14	0.12	0.10	0.14	0.21	0.10

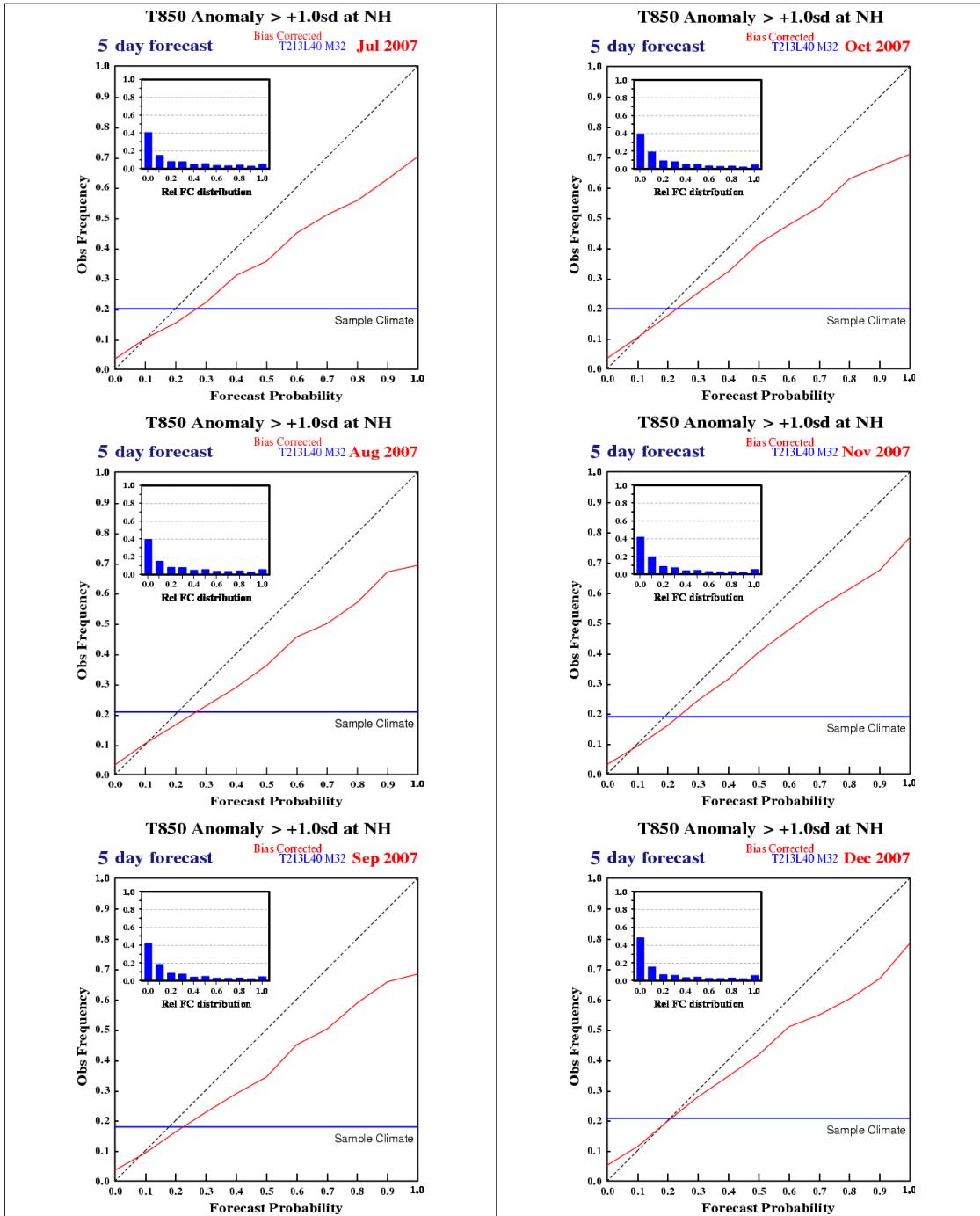
타. 850hPa 온도 북반구 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 Reliability Diagram

- 실선: reliability
- 막대그래프: sharpness
- 점선: 실황 빈도 (또는 Sample Climate)

a. 2007. 1. - 6.

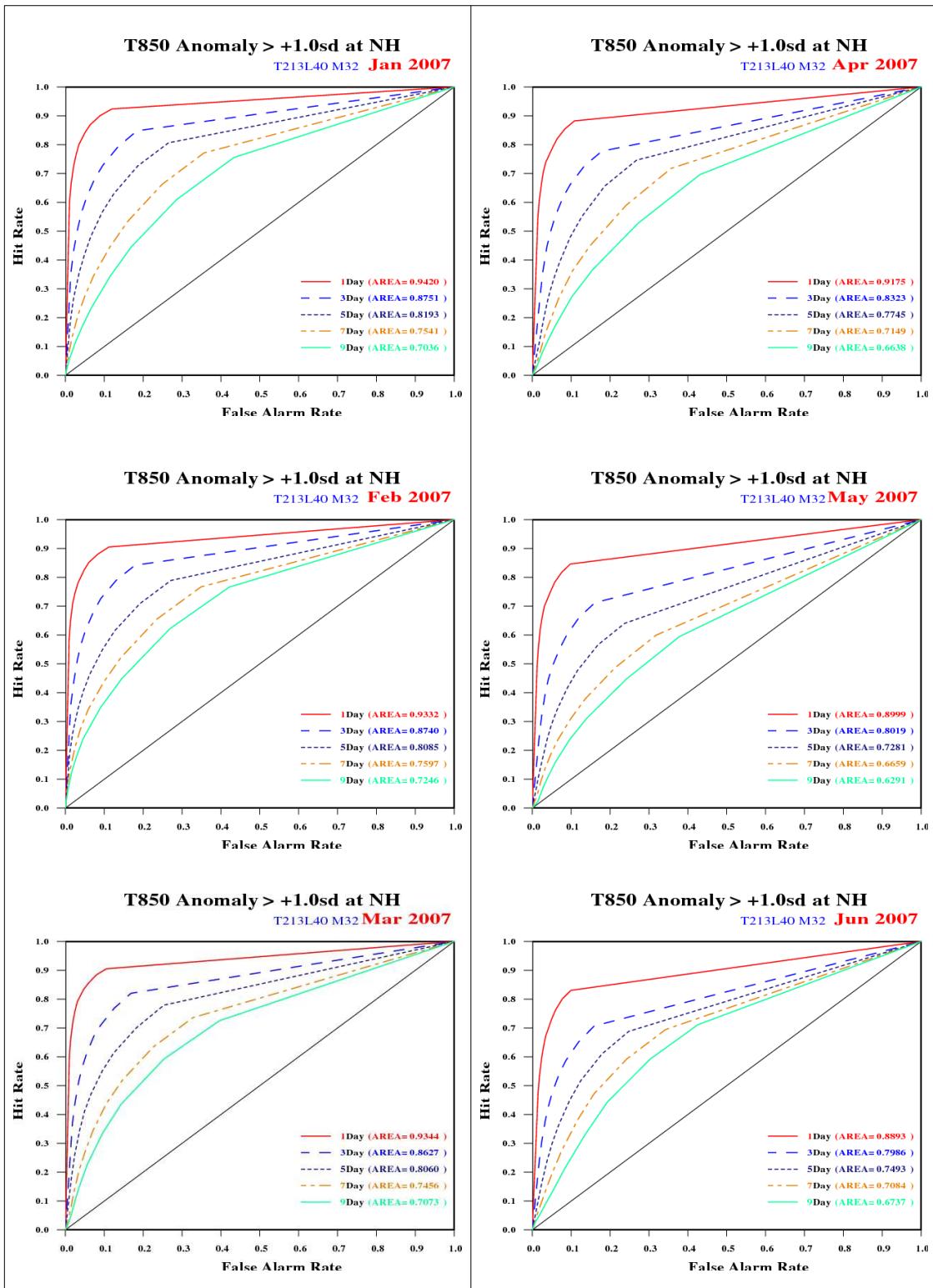


b. 2007. 7. - 12.

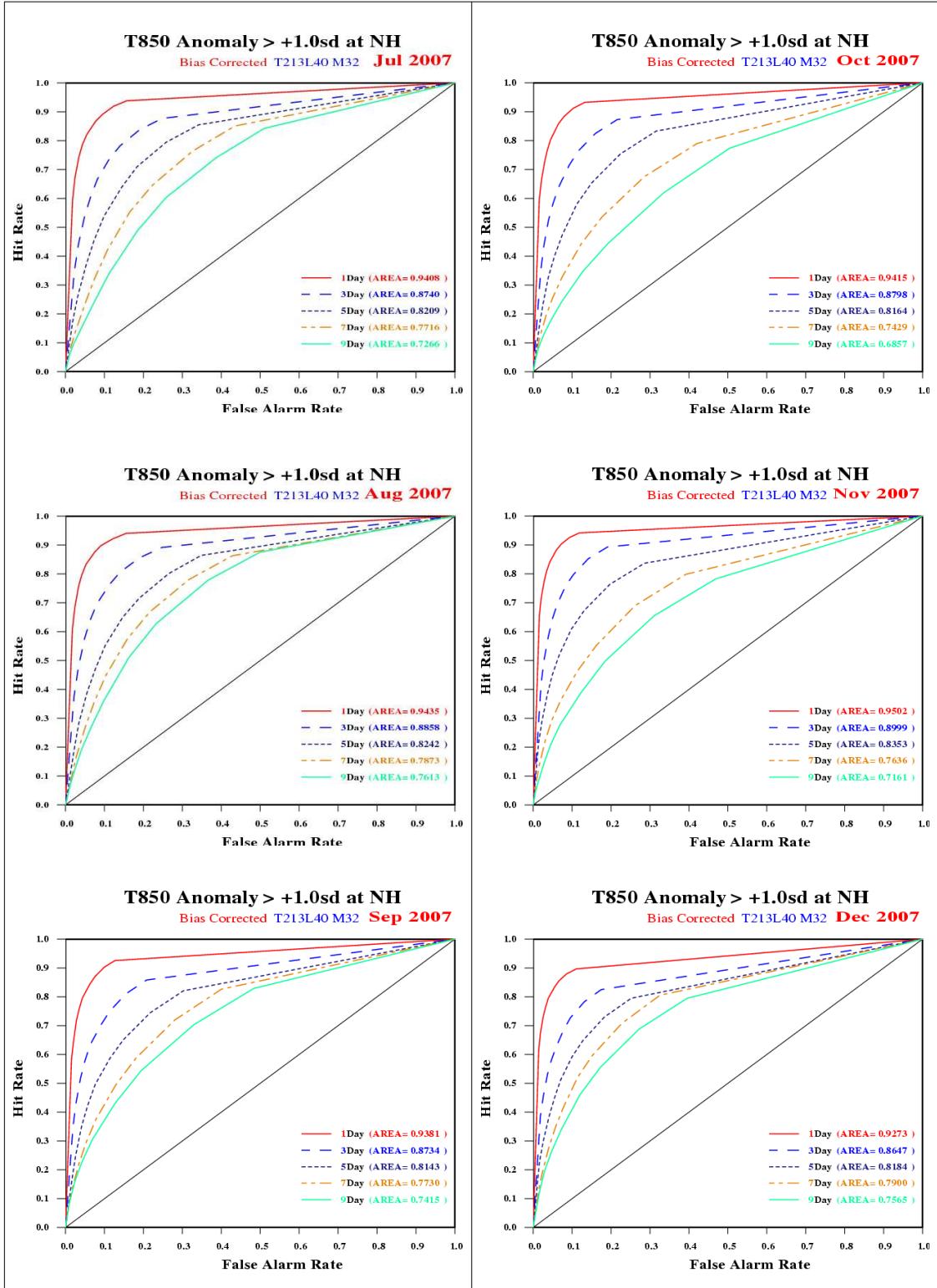


과. 850hPa 온도 북반구 5일 예보의 +1 표준편차에 대한 ROC Curve

a. 2007. 1. - 6.

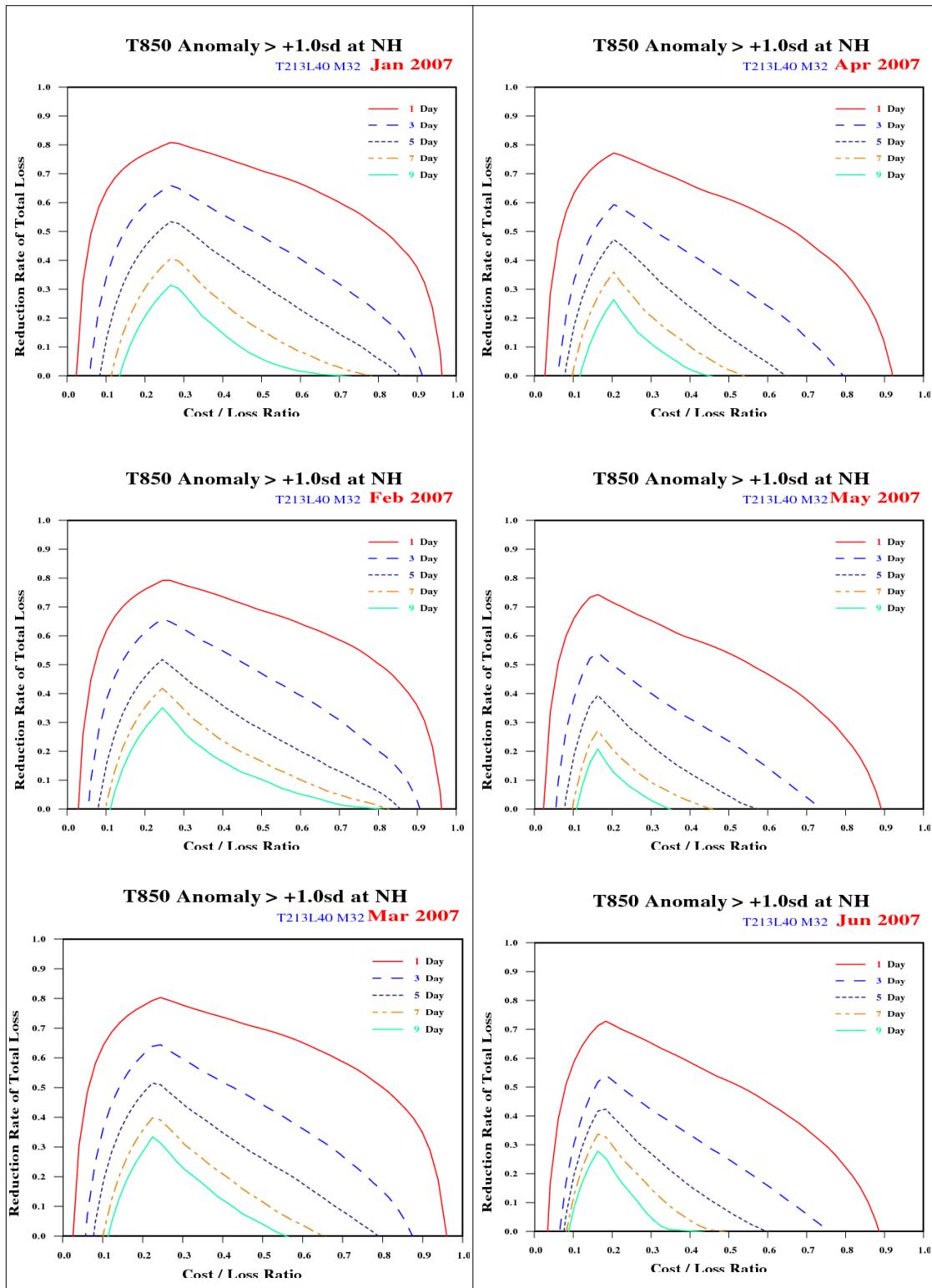


b. 2007. 7. - 12.



하. 850hPa 고도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 Economic value

a. 2007. 1. - 6.



b. 2007. 7. - 12.

