

발 간 등 록 번 호

11-1360000-000230-10

2009-01

수치모델관리관실 기술보고서

2009년 3월

## 수치예보 시스템의 검증 (2008년)

손주형<sup>1)</sup>, 박상욱<sup>2)</sup>, 추교명<sup>3)</sup>,  
박종숙<sup>2)</sup>, 박영연<sup>1)</sup>

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

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

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



# 차 례

차 례 .....	i
검증 영역 및 관측 자료 .....	iii
1. 각 모델들의 주요 특성 .....	1
2. 2008년 수치예보 현업 모델 변경 사항 .....	5
2.1. 전지구모델 현업 개선 사항 .....	5
2.2. 지역모델 현업 개선 사항 .....	5
2.3. 양상블모델 현업 개선 사항 .....	6
2.4. 파랑모델 현업 개선 사항 .....	6
3. 2008년 모델 성능 분석 .....	7
3.1. 전지구 모델 .....	7
3.2. 지역 모델 .....	7
3.3. 양상블 모델 .....	9
3.4. 통계 모델 .....	9
3.5. 파랑 모델 .....	9
3.6. 태풍 모델 .....	10
4. 검증방법 설명 .....	10
4.1. 검증개요 .....	10
4.1.1. 검증이란? .....	10
4.1.2. 관측자료 .....	11
4.2. 표준 검증 방법 .....	12
4.2.1. 양분예보 (예/아니오)에 대한 방법 .....	13
4.2.2. 연속 변수형 예보에 대한 검증방법 .....	15
4.2.3. 확률 예측에 대한 검증방법 .....	16

5. 검증 결과 .....	23
5.1. 전지구예보 모델 .....	23
5.1.1. 성능 변화 추세 .....	23
5.1.2. 분석 검증 .....	28
5.1.3. 관측 검증 .....	40
5.1.4. 강수 검증 .....	43
5.2. 지역예보 모델 .....	46
5.2.1. 성능 변화 추세 .....	46
5.2.2. 초기장 검증 .....	47
5.2.2.1. RDAPS 30km 초기장 검증 .....	47
5.2.2.2. KWRF 10km 초기장 검증 .....	49
5.2.3. 관측 검증 .....	51
5.2.3.1. KWRF, RDAPS 성능 비교 .....	51
5.2.3.2. RDAPS 30km 관측검증 .....	52
5.2.3.3. KWRF 10km 관측검증 .....	53
5.2.4. 강수 검증 .....	55
5.3. 양상별예보 모델 .....	61
5.3.1 성능 변화 추세 .....	61
5.3.2 양상별예보 검증 .....	64
5.4. 통계 모델 및 강수 확률 검증 .....	78
5.4.1 성능 변화 추세 .....	78
5.4.2 최고 · 최저기온 예보 검증 .....	80
5.4.3 3시간 기온예보 검증 .....	82
5.4.4 강수 확률 검증 .....	84
5.5. 파랑 모델 .....	90
5.5.1. 성능 변화 추세 .....	90
5.5.2. 부이 검증 .....	91
5.5.3. 위성 검증 .....	112
5.6. 태풍 모델 .....	114
5.6.1 성능 변화 추세 .....	114
5.6.2 태풍진로오차 .....	115

# 검증 영역 및 관측 자료

## 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	76개 관서 검증			2008년부터 변경

## II. 지역예보 모델의 분석 및 관측검증 영역 [RDAPS 30km, KWRF 10km]

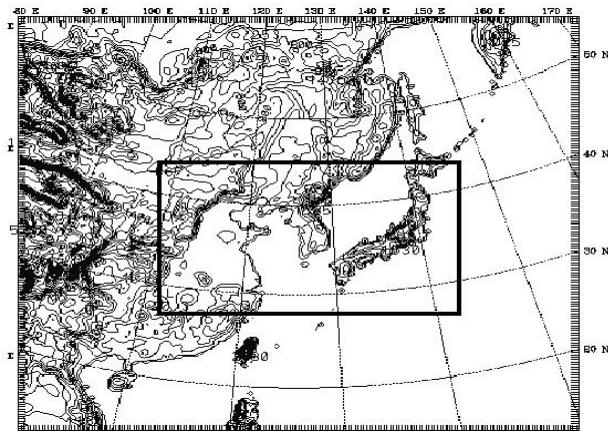
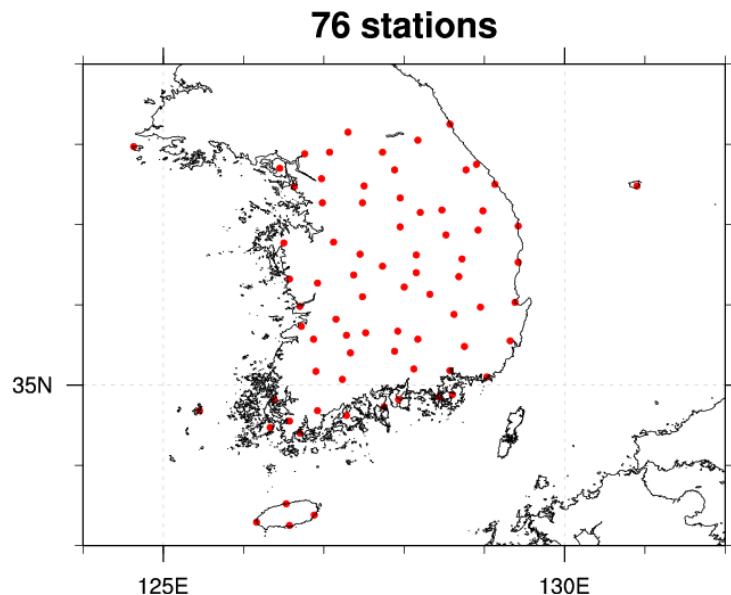


Fig. 1 지역 모델의 분석 및 관측 검증 영역

검증 방법	검증 영역	비고
분석검증	위 그림의 검증 영역	
관측검증	위 그림의 검증 영역	
강수검증	76개 관서 지점	2008년부터 변경

### III. 전지구 · 지역 모델의 강수검증 지점 (관서 76개 지점)



### IV. 전지구 파랑모델(GoWAM) 검증에 사용된 부이들의 ID 번호와 위치

13130	28.183	-15.817	0	Gran Canaria (Spain)
13131	28.000	-16.583	0	Tenerife (Spain)
22101	37.230	126.020	0	Yellow Sea (korea)
22102	34.800	125.770	0	Yellow Sea (Korea)
22103	34.000	127.500	0	South Sea (Korea)
22104	34.770	128.900	0	South Sea (Korea)
22105	37.530	130.000	0	East Sea (Korea)
23092	17.020	72.490	0	Arabian Sea
23093	15.400	73.750	0	Arabian Sea
23094	12.939	74.499	0	Arabian Sea
23096	13.186	80.398	0	Bay of Bengal
23097	15.470	69.240	0	Arabian Sea
23098	10.650	72.510	0	Arabian Sea
23099	12.140	90.740	0	Bay of Bengal
23100	18.350	87.560	0	Bay of Bengal
23101	13.970	83.270	0	Bay of Bengal
23168	15.000	87.500	0	Bay of Bengal
23169	18.130	90.140	0	Bay of Bengal
23170	8.330	72.660	0	Arabian Sea
23172	12.500	72.001	0	Arabian Sea
23173	8.210	78.570	0	Gulf of Mannar
23174	11.570	81.530	0	Bay of Bengal
31201	-27.700	-48.130	1	Floripa Brazil (scripps 109)
3FYT	71.600	21.100	0	N Norwegian Sea (Troll)
41001	34.680	-72.660	1	US East Coast, E Hatteras
41002	32.320	-75.360	1	US South-East Coast, S Hatteras
41004	32.500	-79.100	1	US South-East Coast, Edisto
41008	31.400	-80.870	1	US South-East Coast, Grays reef
41009	28.500	-80.180	1	US East Florida , Cape Canaveral
41010	28.950	-78.470	1	US East Florida , Cape Canaveral East
41012	30.400	-80.550	1	US East Florida , St Augustine
41013	33.440	-77.740	1	US South-East Coast , Frying Pan Shoals
41025	35.010	-75.400	1	US East Coast, Diamond Shoals (Red Buoy)

41035	34.480	-77.280	1	US East Coast, Onslow Bay
41040	14.500	-53.020	1	Tropical Atlantic, West Atlantic
41041	14.530	-46.000	1	Tropical Atlantic, Middle Atlantic
41043	20.990	-65.010	1	South Western Atlantic
41100	15.900	-57.900	0	French West Indies (Antilles 1)
41101	14.600	-56.200	0	French West Indies (Antilles 2)
42001	25.860	-89.670	1	Mid Gulf of Mexico
42002	25.170	-94.420	1	Western Gulf of Mexico
42003	26.070	-85.940	1	East Gulf of Mexico
42019	27.910	-95.360	1	Gulf of Mexico Lanelle
42020	26.950	-96.700	1	Gulf of Mexico Corpus Christi
42035	29.250	-94.410	1	Gulf of Mexico Galveston
42036	28.510	-84.510	1	Gulf of Mexico W Tampa
42038	27.420	-92.570	1	North Mid Gulf of Mexico
42039	28.800	-86.060	1	Gulf of Mexico Pensacola S
42040	29.180	-88.210	1	Gulf of Mexico Mobile S
42041	27.500	-90.460	1	North Mid Gulf of Mexico South Grand Isle
42054	26.000	-87.730	1	Mid central Gulf of Mexico
42055	22.020	-94.050	1	Bay of Campeche
42056	19.870	-85.060	1	Yucatan Basin
42057	16.830	-81.500	1	Western Caribbean
42058	14.980	-74.990	1	Central Caribbean
42059	15.010	-67.500	1	Eastern Caribbean
44004	38.500	-70.470	1	US North East Coast, Hotel
44005	43.190	-69.160	1	US North East Coast, Gulf of Maine
44008	40.500	-69.430	1	US North-East Coast, Nantucket
44009	38.460	-74.700	1	US North-East Coast, Delaware bay
44011	41.110	-66.580	1	US North-East Coast, Georges Bank
44014	36.610	-74.840	1	US East Coast, Virginia Beach
44017	40.700	-72.000	1	US North-East Coast, Momauk Point
44018	41.260	-69.300	1	US North-East Coast, SE Cape Cod
44024	42.310	-65.930	1	US North East Coast, Northeast Channel
44025	40.250	-73.170	1	US North East Coast, Long Island
44027	44.270	-67.310	1	US North East Coast, Jonesport
44037	43.490	-67.880	1	US North East Coast, Jordan Basin
44038	43.620	-66.550	1	US North East Coast, Scotian Shelf
44137	42.270	-62.000	1	Nova Scotia, East Scotia slope
44138	44.260	-53.620	1	Newfoundland, SW Grand Bank
44139	44.250	-57.080	1	Newfoundland, Banquerau
44140	43.750	-51.750	1	Newfoundland, Tail Of The Bank
44141	43.000	-58.000	1	Nova Scotia, Laurentian Fan
44150	42.500	-64.010	1	Nova Scotia, La Have Bank
44251	46.440	-53.390	1	Newfoundland, Nickerson Bank
44255	47.280	-57.350	1	Newfoundland, NE Bugeo Bank
46001	56.300	-148.170	1	Gulf of Alaska
46002	42.580	-130.360	1	US West Coast, Oregon
46004	50.930	-136.100	1	Canada West Coast, Middle Nomad
46005	46.050	-131.020	1	US North-West Coast, W Astoria
46006	40.840	-137.490	1	US West Coast, SW Astoria
46013	38.230	-123.380	1	US South-West Coast, Bodega
46014	39.220	-123.970	1	US South-West Coast, Point Arena
46015	42.750	-124.850	1	US West Coast, Port Orford
46023	34.710	-120.970	1	US South-West Coast, Point Arguello
46028	35.740	-121.890	1	US South-West Coast, Cape St Martin
46029	46.120	-124.510	1	US West Coast, Columbia River Bar
46030	40.420	-124.530	1	US West Coast, Blunt Reef
46035	57.050	-177.590	1	Bering Sea
46036	48.350	-133.940	1	Canada West Coast, South Nomad
46041	47.340	-124.750	1	US North-West Coast, Cape Elisabeth
46042	36.750	-122.420	1	US South-West Coast, Monterey
46047	32.430	-119.530	1	US South-West Coast, Tanner Banks

46050	44.610	-124.500	1	US West Coast, Yaquina Bay
46059	37.980	-129.950	1	US West Coast, California
46061	60.220	-146.830	1	Gulf of Alaska, S.P.WM. Sound
46062	35.100	-121.010	1	US West Coast, Pt San Luis
46063	34.280	-120.670	1	US West Coast, Pt Conception
46066	52.700	-155.000	1	Gulf of Alaska, S Aleutians
46069	33.650	-120.200	1	US West Coast, South Santa Rosa Island
46070	55.000	175.280	1	Southwest Bering Sea
46071	51.100	179.100	1	North Pacific, Western Aleutians
46072	51.630	-172.160	1	North Pacific, Central Aleutians
46073	55.000	-172.000	1	Southeast Bering Sea
46075	53.930	-160.810	1	North Pacific, Shumagin Islands
46076	59.500	-148.000	1	Gulf of Alaska, Cape Cleare
46078	56.050	-152.450	1	Gulf of Alaska, Albatross Banks
46080	58.000	-150.000	1	Gulf of Alaska, Kennedy Entrance
46082	59.690	-143.420	1	Gulf of Alaska, Cape Suckling
46083	58.250	-138.000	1	Gulf of Alaska, Fairweather Grounds
46084	56.590	-136.160	1	Gulf of Alaska, S.W. of Sitka Sound
46086	32.500	-118.000	1	US South-West Coast, San Clemente Basin
46089	45.880	-125.770	1	US West Coast, Tillamook, OR
46132	49.740	-127.930	1	Canada West Coast, South Brooks
46145	54.380	-132.450	1	Canada West Coast, Central Dixon Entrance
46147	51.830	-131.220	1	Canada West Coast, South Moresby
46183	53.620	-131.100	1	Canada West Coast, North Hecate Strait
46184	53.910	-138.850	1	Canada West Coast, North Nomad
46185	52.420	-129.810	1	Canada West Coast, South Hecate Strait
46204	51.370	-128.750	1	Canada West Coast, West Sea Otter
46205	54.160	-134.280	1	Canada West Coast, W. Dixon Entrance
46206	48.840	-126.000	1	Canada West Coast, La Perouse Bank
46207	50.870	-129.920	1	Canada West Coast, East Dellwood
46208	52.520	-132.680	1	Canada West Coast, West Moresby
46213	40.290	-124.740	1	US South-West Coast, Cape Mendocino (scripps 094)
46214	37.570	-123.280	1	US South-West Coast, Point Reyes (scripps 029)
46218	34.450	-120.780	1	US South-West Coast, Harvest (scripps 071)
46219	33.220	-119.880	1	US South-West Coast, San Nicolas Island (scripps 067)
46227	32.630	-117.440	1	US South-West Coast, Point Loma (scripps 091)
46229	43.400	-124.650	1	US West Coast, Coos Bay (scripps 126)
51001	23.430	-162.210	1	Hawaii North West
51002	17.150	-157.790	1	Hawaii South West
51003	19.160	-160.740	1	Hawaii West
51004	17.520	-152.480	1	Hawaii South East
51202	21.420	-157.600	1	Hawaii Mokapu Point (scripps 098)
52121	-12.680	141.750	1	Weipa
52200	13.540	144.790	1	Guam Ipan (scripps 131)
55014	-35.710	150.340	1	Bateman's Bay
55017	-28.690	153.730	1	Byron Bay
55018	-30.350	153.270	1	Coffs Harbour
55019	-31.830	152.860	1	Crowdy Head
55020	-37.290	150.180	1	Eden
55022	-34.480	151.030	1	Port Kembla
55024	-33.770	151.420	1	Sydney
55025	-33.900	151.320	0	Bondi
55026	-42.080	145.010	1	Strahan
55028	-16.730	145.710	1	Cairns
55029	-19.160	147.060	1	Townsville
55031	-21.040	149.550	1	Mackay
55032	-21.270	149.310	1	Hay Point
55033	-23.310	151.070	1	Emu Park
55034	-27.250	153.200	1	Moreton Bay
55035	-27.490	153.630	1	Brisbane
55036	-27.960	153.440	1	Gold Coast

55037	-28.180	153.580	1	Tweed Heads
55039	-38.600	148.190	1	Kingfish B
55040	-36.070	136.620	1	Cape Du Couedic
56002	-19.590	116.140	1	North Rankin
56004	-30.290	114.910	1	Jurien
56005	-32.110	115.400	1	Rottnest Island
56006	-33.360	114.780	1	Cape Naturaliste
56007	-21.410	114.940	1	Thevenard
56008	-31.980	115.690	1	Cottesloe
61001	43.400	7.800	0	Ligurian Sea (Cote d'Azure)
61002	42.100	4.700	0	Gulf of Lion
61196	41.917	3.650	0	Begur (Spain)
61197	39.717	4.417	0	Mahon (Spain)
61198	36.567	-2.333	0	Cabo Gata (Spain)
61199	36.233	-5.033	0	Alboran (Spain)
61280	40.772	1.473	0	Tarragona (Spain)
61281	39.517	0.208	0	Valencia (Spain)
61417	37.650	-0.317	0	Cabo de Palos (Spain)
61430	39.550	2.100	0	Dragonera (Spain)
62001	45.200	-5.000	0	Gulf of Biscay, Gascogne
62023	51.400	-7.900	0	South Ireland, Marathon rig
62024	43.633	-3.033	0	Bilbao (Spain)
62025	43.733	-6.167	0	Cabo de Penas (Spain)
62026	55.300	1.100	0	North Sea (K17)
62029	48.700	-12.500	0	UK Celtic Sea shelf break (K1)
62052	48.500	-5.800	0	CETMEF Ouessant (Brest)
62064	44.651	-1.447	0	SHOM (Cape Ferret)
62081	51.000	-13.300	0	UK East Atlantic (K2)
62082	44.067	-7.617	0	Estaca de Bares (Spain)
62083	43.483	-9.217	0	Villano-Sisargas (Spain)
62084	42.117	-9.400	0	Silleiro Spain)
62085	36.483	-6.967	0	Cadiz (Spain)
62090	53.100	-11.200	0	West Ireland (M1), Aran Islands
62091	53.500	-5.400	0	Irish Sea (M2), Lambay
62092	51.200	-10.400	0	South West Ireland (M3), Mizen Head
62093	55.000	-10.000	0	North West Ireland (M4), Donegal Bay
62094	51.700	-6.700	0	South Ireland (M5), South East
62095	53.060	-15.920	0	West Ireland (M6), West Coast
62103	49.900	-2.900	0	Channel light vessel
62105	55.400	-12.600	0	UK East Atlantic (K4)
62106	57.000	-9.900	0	UK North-East Atlantic (RARH)
62107	50.100	-6.100	0	Isle of Scilly (7 stones)
62108	53.500	-18.400	0	UK East Atlantic (K3)
62111	58.100	0.400	0	North Sea (Ivanhoe)
62112	58.700	1.300	0	North Sea (Brae A)
62116	57.700	1.400	0	North Sea (Nelson)
62119	57.000	2.000	0	North Sea (???????)
62132	56.400	2.000	0	North Sea (Auk A)
62133	57.100	1.000	0	North Sea (Gannet)
62142	53.000	2.100	0	North Sea (Leman)
62144	53.400	1.700	0	North Sea (Clipper)
62145	53.100	2.800	0	North Sea (Sean P)
62162	57.400	0.500	0	North Sea (Kittiwake)
62163	47.500	-8.400	0	UK Celtic Sea shelf break (Brittany)
62164	57.200	0.800	0	North Sea (Anasuria)
62170	51.400	2.000	0	Channel (F3 light vessel)
62301	52.400	-4.700	0	Irish Sea (Cardigan Bay)
62303	51.500	-5.100	0	Bristol Channel (Pembroke buoy)
62304	51.150	1.800	0	Channel (Sandettie light vessel)
63055	60.600	1.700	0	North Sea shelf break (?????????)
63057	59.200	1.500	0	North Sea shelf break (?????????)

63103	61.200	1.100	0	S Norwegian Sea (North Cormorant)
63108	60.800	1.700	0	S Norwegian Sea (North Alwyn)
63110	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (??????)
63111	59.500	1.500	0	North Sea shelf break (Beryl A)
63112	61.100	1.000	0	North Sea shelf break (?????????)
63113	61.000	1.700	0	North Sea shelf break
63115	61.600	1.300	0	North Sea shelf break (??????)
64045	59.100	-11.700	0	UK North-East Atlantic (K5)
64046	60.600	-4.900	0	UK North-East Atlantic (K7)
LDWR	66.000	2.000	0	N Norwegian Sea (Mike)
LF3F	64.300	7.800	0	N Norwegian Sea (Draugen)
LF3J	61.200	2.300	0	S Norwegian Sea (Gullfaks)
LF3N	65.300	7.300	0	N Norwegian Sea (Heidrun)
LF4B	60.600	3.700	0	S Norwegian Sea (Troll A)
LF4C	58.400	1.900	0	North Sea (Sleipner)
LF4H	59.600	2.200	0	S Norwegian Sea (Heimdal)
LF5T	66.000	8.100	0	N Norwegian Sea (Norne)
LF5U	56.500	3.200	0	North Sea (Ekofisk)
LFB1	73.500	15.500	0	Barents Sea (Oceanor buoy)
LFB2	74.000	30.000	0	Barents Sea (Oceanor buoy)
TFBLK	65.698	-25.000	0	West Iceland (Blakksnes)
TFDRN	65.766	-21.122	0	North Iceland (Drangsnes)
TFGRS	66.500	-18.200	0	North Iceland (Grímseyjarsund)
TFGRV	63.822	-22.468	0	West Iceland (Grindavík)
TFGSK	64.058	-23.100	0	West Iceland (Gardskagi)
TFHFN	64.000	-15.200	0	South Iceland (Hornafjördur)
TFKGR	65.658	-13.500	0	East Iceland (Kogur)
TFSRT	63.000	-20.353	0	South Iceland (Surtsey)
TFSTD	66.442	-23.367	0	North West Iceland (Straumnes)
ZSWAV	-35.000	22.200	0	SA Agulhas Bank

## V. 지역파랑예보 모델 검증에 사용된 부이들의 ID 번호와 위치

- 지역 파랑모델 (ReWW3) 및 국지연안 파랑모델 (CoWW3) 검증에 사용된 기상청 계류부이들의 ID 번호와 위치

부이이름	부이 ID	위 치	수 심
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
동 해	22105	37.53N, 129.92E (동해시 동방 70km)	1,518m

- 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

- JASON 위성 관측 자료는 전지구 파랑모델의 유의파고 검증에 이용된다.

## VI. 파랑모델의 위성검증에 사용되는 자료

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

## VII. 통계모델 검증

검증변수	모 텔	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(Double-Fourier Series Barotropic Typhoon Model, DBAR), 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), PPM(Perfect Prog Method)이며, 파랑 모델은 전구파랑 모델(Global Wave Model, GoWAM), 지역파랑 모델(Regional WAVEWATCH-III, ReWW3), 국지연안 파랑모델(Coastal WAVEWATCH-III, CoWW3)로 구성되어 있다.

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

Table 1.1은 전지구 예보시스템, Table 1.2는 지역 예보시스템, Table 1.3은 파랑모델, Table 1.4는 태풍 모델(DBAR), Table 1.5는 통계 모델, Table 1.6은 양상블 모델에 관련된 주요 특성을 간략히 나타낸 것이다.

Table 1.1 전지구 예보시스템 모델 특성.

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기
모델	GDAPS (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, 전해대류방안
복사	장파복사, 단파복사를 매 1시간마다 계산
중력파저항	장파(파장 $> 100\text{km}$ ), 단파(파장 $10\text{km}$ )
PBL 과정	비국지 방안
지표면	Simple biosphere model
지표상태	NOAA 일별 SST, 토양수분, 적설량, 지중온도는 기후값 사용

Table 1.2 지역 예보시스템의 모델 특성.

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기					
	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 $\sim 50\text{hPa}$ )	33층(지상 $\sim 50\text{hPa}$ )				
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				

Table 1.3 파랑 모델들의 주요 특성.

	GoWAM	ReWW3	CoWW3												
모델	WAM Cycle 4	WAVEWATCH-III(3세대 파랑모델) v. 2.22													
격자체계	구면좌표계의 위, 경도 격자계														
스펙트럴 분해능	24 파향( $15^{\circ}$ ) 25 파수	36 파향( $10^{\circ}$ ) 25 파수													
수평분해능 (격자수)	$1.25^{\circ} \times 1.25^{\circ}$ (288×113)	$0.083^{\circ} \times 0.083^{\circ}$ (421×361)	$0.0083^{\circ} \times 0.0083^{\circ}$ (361×241)												
모델영역	70° S-70° N, 0° E-360° E	20° N-50° N, 115° E-150° E	<table border="1"> <tr> <td>서해중부</td><td><math>124.0^{\circ}</math> E-<math>127.0^{\circ}</math> E <math>36.5^{\circ}</math> N-<math>38.5^{\circ}</math> N</td></tr> <tr> <td>서해남부</td><td><math>124.0^{\circ}</math> E-<math>127.0^{\circ}</math> E <math>34.75^{\circ}</math> N-<math>36.75^{\circ}</math> N</td></tr> <tr> <td>남해서부</td><td><math>125.0^{\circ}</math> E-<math>128.0^{\circ}</math> E <math>33.0^{\circ}</math> N-<math>35.0^{\circ}</math> N</td></tr> <tr> <td>남해동부</td><td><math>127.5^{\circ}</math> E-<math>130.5^{\circ}</math> E <math>33.5^{\circ}</math> N-<math>35.5^{\circ}</math> N</td></tr> <tr> <td>동해중부</td><td><math>128.5^{\circ}</math> E-<math>131.5^{\circ}</math> E <math>37.0^{\circ}</math> N-<math>39.0^{\circ}</math> N</td></tr> <tr> <td>동해남부</td><td><math>128.5^{\circ}</math> E-<math>131.5^{\circ}</math> E <math>35.25^{\circ}</math> N-<math>37.25^{\circ}</math> N</td></tr> </table>	서해중부	$124.0^{\circ}$ E- $127.0^{\circ}$ E $36.5^{\circ}$ N- $38.5^{\circ}$ N	서해남부	$124.0^{\circ}$ E- $127.0^{\circ}$ E $34.75^{\circ}$ N- $36.75^{\circ}$ N	남해서부	$125.0^{\circ}$ E- $128.0^{\circ}$ E $33.0^{\circ}$ N- $35.0^{\circ}$ N	남해동부	$127.5^{\circ}$ E- $130.5^{\circ}$ E $33.5^{\circ}$ N- $35.5^{\circ}$ N	동해중부	$128.5^{\circ}$ E- $131.5^{\circ}$ E $37.0^{\circ}$ N- $39.0^{\circ}$ N	동해남부	$128.5^{\circ}$ E- $131.5^{\circ}$ E $35.25^{\circ}$ N- $37.25^{\circ}$ N
서해중부	$124.0^{\circ}$ E- $127.0^{\circ}$ E $36.5^{\circ}$ N- $38.5^{\circ}$ N														
서해남부	$124.0^{\circ}$ E- $127.0^{\circ}$ E $34.75^{\circ}$ N- $36.75^{\circ}$ N														
남해서부	$125.0^{\circ}$ E- $128.0^{\circ}$ E $33.0^{\circ}$ N- $35.0^{\circ}$ N														
남해동부	$127.5^{\circ}$ E- $130.5^{\circ}$ E $33.5^{\circ}$ N- $35.5^{\circ}$ N														
동해중부	$128.5^{\circ}$ E- $131.5^{\circ}$ E $37.0^{\circ}$ N- $39.0^{\circ}$ N														
동해남부	$128.5^{\circ}$ E- $131.5^{\circ}$ E $35.25^{\circ}$ N- $37.25^{\circ}$ N														
적분 시간격	720 초	300 초	60초												
예보 시간	240 시간 (00, 12UTC)	66 시간 (00, 12UTC)	24 시간 (00, 12UTC)												
초기조건	전 시간 모델수행에서 12시간 예보된 스펙트럼장														
바람장	GDAPS 해상풍	RDAPS 해상풍													

Table 1.4 태풍 모델의 주요 특성.

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기
기본방정식	천수방정식
초기자료	전지구 분석장
모델영역	전지구
수평분해능	$0.356^{\circ}$
연직총수	1 층
모조태풍 작성	GFDL 방식, 비대칭
예보시간	3일(4회/일, 00, 06, 12, 18UTC)

Table 1.5 통계 모델들의 주요 특성.

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

Table 1.6 양상불 예측 시스템의 주요 특성.

시스템	슈퍼컴퓨터 2호기
기본방정식	하이브리드 좌표계를 이용한 원시방정식
초기자료	전지구 분석장
모델영역	전지구(지상 ~ 0.4hPa)
수평분해능	0.5625° Gaussian grid (55km)
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 1개, member 16 개 ) × 2

## 2. 2008년 수치예보 현업 모델 변경 사항

### 2.1. 전지구모델 현업 개선 사항

- 기후값에 근거한 상층 대기 제어조건 제거
- 적운대류에 의한 중력파항력 모수화 적용
- 구름양 진단법 교체

### 2.2. 지역모델 현업 개선 사항

- RDAPS 모델 개선: 전지구모델 개선에 따른 초기장 개선
- KWRF 모델개선
  - 버전 업그레이드(V2.1 → V2.3)
    - WRF 모델 이전 버전 (V2.1.2)의 버그 수정
  - 모델 전처리 개선 (WRFSI → WPS)
    - 초기 맵핑 오류 개선 (동해안 해안선)
  - 입력 SST 변경
    - 복사계산 정확도 증가를 위해 NCEP SST(0.083도)로 교체
  - 연직해상도 증가(31층 → 40층)
  - 예보(적분)시간 증가(60시간 → 66시간)
  - 약한 강수 과다모의 제거를 위한 물리과정 수정
    - WSM6 미세물리과정 수정을 통한 비정상적 약한 강수 제거
  - 전처리 수행시간 단축
    - GDAPS GRIB PACK 개선으로 40층, 66시간 예보를 60시간에 수행되도록 개선
- KWRF 분석(U3VR) 개선
  - U3VR의 분석 머신을 Cray X1e → New Prepost으로 전환
    - 수행 시간 단축 60분 → 20분
  - 버전 업그레이드(V2.1 → V2.3)
    - 2008년 NCAR 용역사업결과 버전으로 교체
  - 관측전처리 프로그램 개선 (V2.1 → V2.3)
  - 태풍 보거싱 추가

- Bufr 포맷 QuikSCAT 적용
  - 실시간 입전으로 입력자료량 증가
- MTSAT AMVS 적용
- DFI 개선 (DDFI → TDFI)
  - Backward에 Filter가 적용되는 TDFI 적용
- 40층 배경오차 적용 및 향후 계절별 배경오차 적용
- 늦은 분석 및 JMA 모델 보거싱 적용

### 2.3. 앙상블모델 협업 개선 사항

- 앙상블 자체분석 사이클 체계 적용 (2008. 9)

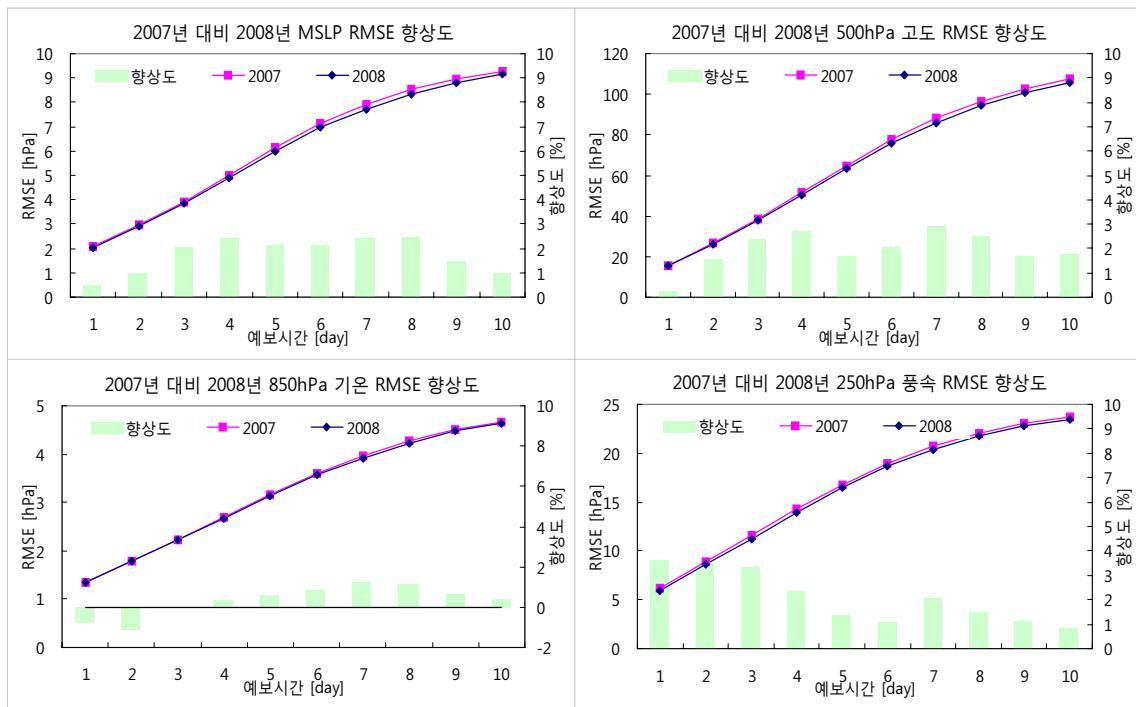
### 2.4. 파랑모델 협업 개선 사항

- 지역파랑모델 대체 및 해상도 개선 (2008. 3)
  - 모델: WAM → WAVEWATCH-III
  - 해상도:  $1/4^\circ \rightarrow 1/12^\circ$
- 6개 도메인 국지연안 파랑 예측 시스템 운영 (2008. 3)

### 3. 2008년 모델 성능 분석

#### 3.1. 전지구 모델

- 전반적인 예측성능 향상
- MSLP, 500 hPa 고도, 250 hPa 풍속의 경우 약 2%, 850 hPa 기온은 약 0.4% 향상
- MSLP와 500 hPa 고도는 3일에서 8일 사이에 향상률이 높으며, 250 hPa 풍속은 예보 초반에 향상률이 높아졌다.
- 반면, 850 hPa 기온은 예보 전반에는 전년에 비해 성능이 향상되지 못하고, 예보 후반으로 갈수록 성능이 향상되었다.
- 북반구 분석검증 RMSE 2007년 대비 개선 정도

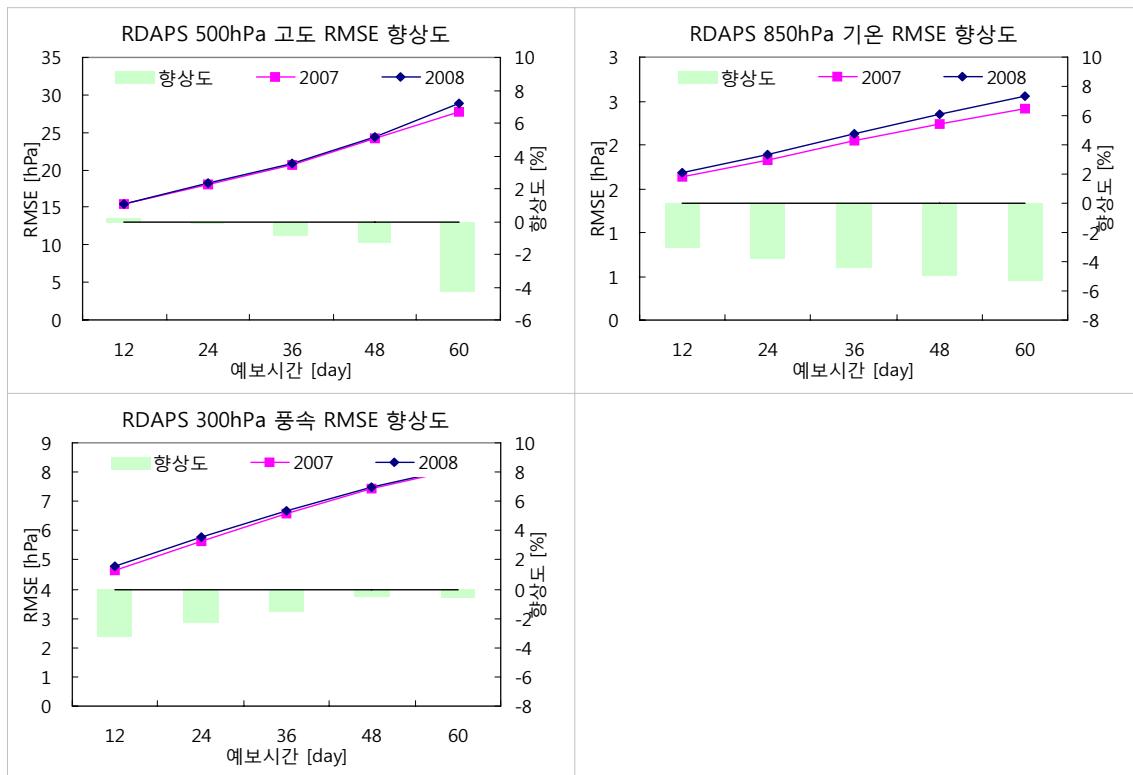


#### 3.2. 지역 모델

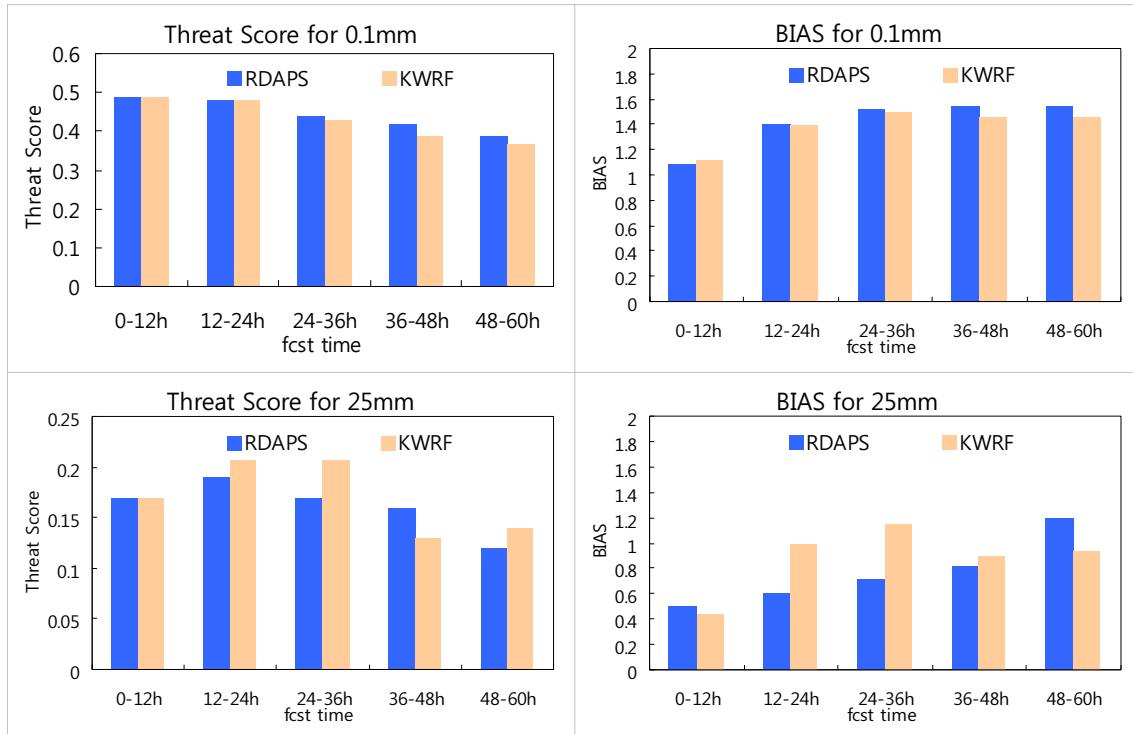
- RDAPS 30km 예측성능은 작년보다 저하
- KWRF 10km는 RDAPS보다 전반적으로 성능이 뛰어나며, 특히 850 hPa 기온의 경우 오차가 매우 낮음
- 강수검증은 KWRF와 RDAPS가 서로 유사하나 5mm 이상 강수는 대체적으로 KWRF의 성

등이 RDAPS보다 우수

- RDAPS 관측검증 RMSE 2007년 대비 개선 정도

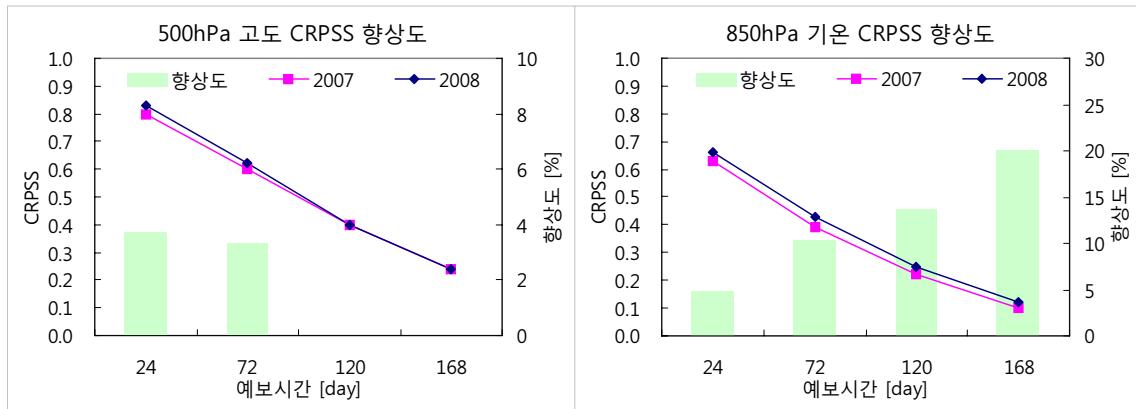


- 지역모델 강수 검증 비교



### 3.3. 양상블 모델

- CRPSS를 참고했을 때 전반적인 예측성능은 2007년에 비해 향상. 특히 자체사이클이 구축된 9월 이후 성능이 상당히 향상되었다.
- 북반구 500 hPa 고도의 예측은 예보 초반의 정확도가 개선되었다.
- 850 hPa 기온은 예보 후반부의 정확도가 크게 개선되었다.
- 북반구 CRPSS 2007년 대비 개선 정도



### 3.4. 통계 모델

- 최고기온은 PPM, KF, GDLM 모두 평균적으로 음의 편차를 가지는 반면, 최저기온의 경우 GDLM은 전반적으로 양의 편차를 가진다.
- 예보 성능은 대부분의 모델이 작년에 비해 향상되었다.

### 3.5. 파랑 모델

- 전지구 파랑모델 검증에는 JCOMM (WMO/IOC Joint Committee of Oceanography and Marine Meteorology) 주관으로 ECMWF에서 추진하는 전세계 파랑모델 운영 기관 대상 비교 검증 프로젝트에 사용되는 계류부이 및 기타 관측자료를 이용하였다. 각 월별로 현업모델인 GoWAM의 예보 시간별 통계 검증 자료 (BIAS, RMSE, Correlation, Scatter Index)를 산출 비교하였다. 또한 2009년도 현업운영 예정인 전지구 고해상도 파랑모델 (GoWW3)도 동일한 관측자료에 대하여 검증 결과를 비교 제시하였다. 전지구 고해상도 파랑모델 (GoWW3)의 성능이 현재 전지구 파랑모델(GoWAM)의 성능보다 향상된 검증결과를 보인다.

### 3.6. 태풍 모델

- 작년대비 RDAPS 30km의 태풍예측 정확도가 향상되었다.
- 각 모델들을 비교하였을 때 24시간 까지는 DBAR가 가장 우수하고 그 이후로는 RDAPS 성능이 가장 우수하다.

## 4. 검증방법 설명

### 4.1. 검증 개요

#### 4.1.1. 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. 모두 예보 오차에 대한 상태 정보를 제공한다.

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

다양한 예보형태에 따라 검증방법 또한 다양하다. Table 4.1은 David Stephenson에 의해 분류된 예보의 3가지 형태와 각 예보 형태의 예를 제시하고 있다. 각각의 예보 형태는 자료의 재배열, 분류, 자료의 임계치 등으로 분류될 수 있다.

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

와 동일한 것은 아니다. 객관적 혹은 주관적 기준을 통해 관측된 조건이 적절히 예측되었다면 예보의 품질은 높은 것인 반면, 예보가 사용자로 하여금 보다 나은 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주었다면 그것은 가치 있는 예보로 간주할 수 있다. 예를 들어, 고분해능 수치예보 모델이 특정지점에서 독립적인 뇌우의 발달을 예보하였다고 할 때, 뇌우 자체는 그 지역(넓은 지역)에서 실제로 관측되었지만 모델에서 추정한 특정 지점에서는 관측되지 않을 수 있다. 이러한 경우, 대부분의 표준 검증에 따르면 예보의 품질이 낮은 것으로 평가되지만, 예보관의 입장에서는 매우 가치 있는 예보가 되는 것이다.

Table 4.1 예보의 형태 분류

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

#### 4.1.2. 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 관

즉 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 과대평가 할 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.

## 4.2. 표준 검증 방법

가장 오래되고 가장 뛰어난 검증 방법의 하나는 눈으로 직접 비교하는 방법으로 예보와 관측을 나란히 놓고 비교하여 사람의 판단력으로 예보 오차를 가려내는 방법이다. 흔히 쓰이는 방법으로는 시계열이 있다. 눈으로 직접 비교하는 방법은 예보의 수가 적고, 시간은 많고, 정량적인 검증 통계가 필요 없을 때 유용하다. 그러나 이 방법은 정량적이지 않고 해석하는 부분에서 개인이나 주관적인 편차가 있을 수 있으므로 공식적인 검증 절차에 있어서는 주의를 요해야 한다.

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

### 4.2.1. 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 이상

이냐 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

분할표는 오차의 분류가 어떻게 만들어지는지를 볼 수 있는 가장 효과적인 방법이다. 완벽한 예보 체계는 맞힘(hits, 이하 H)과 부의 정확(correct negatives, 이하 C)만이 존재하고 놓침(misses, 이하 M)과 거짓 알림(false alarms, 이하 F)이 없는 결과를 산출한다. 예보 성능의 특정 상태를 설명하기 위해 분할표의 요소들을 이용하여 다양한 형태의 범주형 통계를 계산한다. 범주형 통계는 다음과 같다.

Table 4.1 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

### (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 상대적 빈도를 측정한다.

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

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

Threat Score 혹은 Gilbert Score로도 불리며 정확히 예측하였던 사건 수를 예보든 관측이던 간에 사건 발생과 관련된 총수를 합하여 나눈 것이다. 값은 0에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를 의미한다. CSI는 사건이 발생하지 않는다고 예보하였고 실제 발생하지 않은 경우의 수(correct negatives)에 의해 영향을 받지 않는다. 따라서 사건의 빈도수에 따라 좌우되는 경향이 있다. 또한, CSI는 무강수에 대한 정확한 예측 (H)값을 고려하지 않기 때문에 강수일수가 적은 경우 ACC를 의미하게 된다. 예를 들면 CSI가 0인 경우 무강수가 많았던 경우이다. 특히, 집중성 강수가 많아 상대적으로 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 -1/3에서 1의 값을 가지며, 1은 완벽한 예보를, 0은 예측 능력이 없음을 의미한다. ETS는 강수검증에 주로 사용되며 이는 ETS가 가지는 공정성이 다양한 상황에서 공정하게 비교될 수 있도록 하기 때문이다. ETS는 맞힘(hit)에 민감하다. 또한 놓침 (miss)과 거짓 알람(false alarm)에는 분리하기 때문에 예측 오차의 원인을 구별하지는

않는다.

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

#### 4.2.2. 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 않으면 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.

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

### 4.2.3. 확률 예측에 대한 검증방법

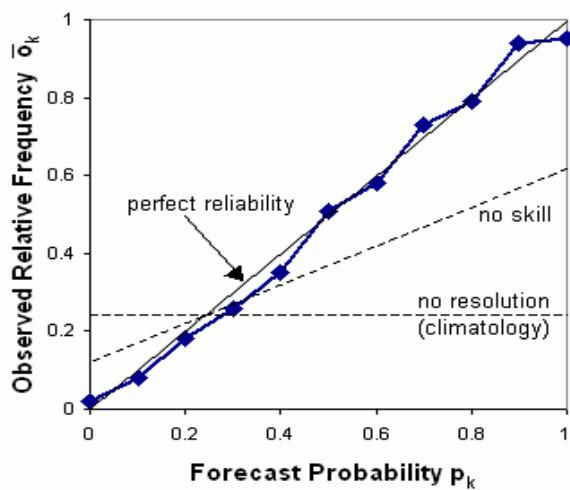
확률예보는 어떠한 사건이 발생할 확률을 0과 1 사이의 값(혹은 0에서 100%)으로 나타낸다. 일반적으로 단일 확률 예보를 검증하기는 어렵다. 대신 일련의 확률 예보  $p_i$ 를 관측, 즉 사건의 발생 ( $o_i=1$ ) 혹은 발생하지 않음 ( $o_i=0$ )을 이용하여 검증하고 있다. 정확한 확률예보시스템은 다음과 같은 특성을 가진다.

- 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 근접

한 정도를 나타낸다. 대각선으로부터의 편차(deviation)는 조건부 편차( conditional bias)이다. 표본 빈도를 이은 선이 대각선 아래에 위치하면 과대모의 (확률이 높음), 대각선 위에 위치하면 과소모의 (확률이 낮음)임을 의미한다. Reliability Diagram에서 표본 빈도를 이은 선이 편편한 경우 분해능(resolution)이 낮음을 의미한다. no-skill 선과 대각선 사이의 빈도 분포는 BSS(Brier Skill Score)에 긍정적으로 기여하며, 각각의 확률 구간의 빈도는 예보의 예리함(sharpness)을 나타낸다.



확률예보의 신뢰성을 평가하는 검증방법으로 특정 현상(예 : 일강수량이 10mm이상일 경우)에 대한 확률 예보값과 실제 발생 빈도의 관계를 나타내는 Reliability Diagram (Atger, 1999)이 있다. 이 때 사용되는 확률예보와 실황에 따른 Reliability 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, Table 4.2에 N개의 앙상을 멤버를 구간으로 나누어 그 해당구간의 빈도(HN 또는 FN 등)를 표시하는 방법이다. 다른 한 가지 방법은 Table 4.3처럼 어떤 현상의 예상 확률을 100%에서 0%까지로 구분하고 실황에서 그 현상을 보인 경우와 보이지 않은 경우를 나누어서 그 해당 확률 구간의 빈도(H100 또는 F0 등)를 표시하는 방법이다.

Table 4.2 양상을 멤버 N개로 구간을 나누어 만든 Reliability Table

	$F=N$ $NF=0$	$F \geq N-1$ $NF \leq 1$	$F \geq N-2$ $NF \leq 2$	...	$F \geq 1$ $NF \leq N-1$	$F \geq 0$ $NF \leq N$
0	$H_N$	$H_{N-1}$	$H_{N-2}$	...	$H_1$	$H_0$
$N0$	$F_N$	$F_{N-1}$	$F_{N-2}$	...	$F_1$	$F_0$

Table 4.3 10% 간격의 확률 구간으로 나누어 만든 Reliability Table

	$P=100\%$	$P \geq 90\%$	$P \geq 80\%$	.....	$P \geq 10\%$	$P \geq 0\%$
0	$H_{100}$	$H_{90}$	$H_{80}$	.....	$H_{10}$	$H_0$
$N0$	$F_{100}$	$F_{90}$	$F_{80}$	.....	$F_{10}$	$F_0$

#### (2) Brier Score (BS)

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

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

#### (3) Brier skill score (BSS)

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

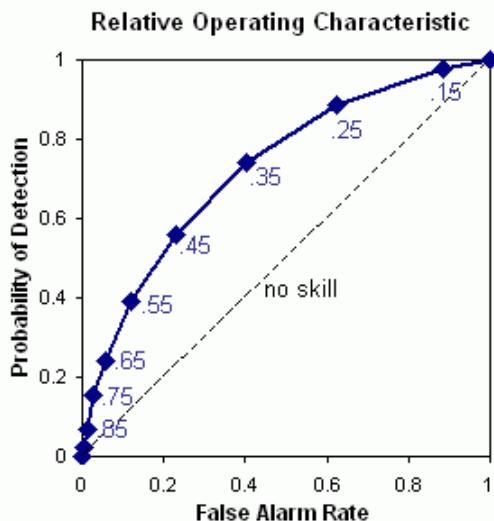
$$BSS = \frac{BS - BS_{reference}}{0 - BS_{reference}} = 1 - \frac{BS}{BS_{reference}}$$

#### (4) Relative Operating Characteristic (ROC)

양분 예보를 하기 위해 일련의 누적 확률 임계 (threshold) 값을 (예를 들어, 0.05, 0.15, 0.25 등) 사용하여 Hit Rate 대 false alarm rate를 기입한 것이다. 두개

의 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 양상을 확률예보의 성능을 평가하는 방법으로 ECMWF를 비롯하여 미국 기상청(NCEP)과 일본 기상청(JMA)에서도 채택하여 사용하고 있다. ROC 곡선은 적중률을 표현하는 Hit Rate(HR)와 비적중률을 나타내는 False Alarm Rate(FAR) 사이의 분포도를 각 확률 구간별로 구해서 한 그래프에 곡선으로 나타낸 것이다. 적중률과 비적중률 계산은 Table 4.4로부터 다음과 같이 구해진다. 그리고 ROC 곡선에서 HR=1이고 FAR=0 일 때가 완벽한 예보이므로 좌측상단으로 가까이 갈수록 확률예보의 감지 성능이 뛰어나다고 볼 수 있다. 일반적으로 예보시간이 길어질수록 좌측하단으로 치우치는 경향을 보인다.



여기서  $y=x$ 의 직선은 "  $HR = FAR$  " 이므로 이 대각선 하단으로 곡선이 존재할 경우 예보의 가치가 없음을 의미한다. 이에 따라 스코어 중의 하나로 ROC 곡선과  $y=x$ 의 대각 선이 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.

Table 4.4 실황에 따른 예보 분할표 (Contingency Table)

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

o 적중률 = Hit Rate (HR) = H / (H+M)

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

#### (5) RPS (Ranked Probability Score)

RPS는 확률예보에서 확률 범주에 관측이 적절히 대응했는지를 나타낸다. 아래 RPS 식에서 M은 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.

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

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

#### (6) 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.

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

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

예보의 경제 가치에 대한 자세한 논의는 “Economic Value of Weather and Climate

Forecasts" (Kats & Murphy, 1997)를 참고하면 된다. 여기서 설명하는 경제 가치(EV)는 1998년 이후부터 양상을 예보의 성능 평가 기준으로 사용되고 있다(Richardson 2000, Zhu et al. 2001). 예보의 경제 가치는 예보의 정확도에도 의존하지만 어떤 기상 현상이 발생했을 경우 대책을 세우는 데 필요한 비용(cost)과 대책이 없었을 때 생기는 손실(loss)에도 관계가 있는데 이 값들은 사용자에 따라 각기 다르다.

Table 4.5는 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 Table 4.5에서 얻어지는 모든 경우에 대한 지출비용의 합계로 구할 수 있다. 여기서 지출이 발생되는 경우는 모두 세 경우이다.

Table 4.5 실황에 따른 예보의 분할표와 비용 매트릭스

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

첫째, 실제로 그 현상이 발생했을 때 예보가 이를 맞추었고 대책을 세웠으므로 이 때 지출은 맞춘 예보 빈도(H)×대책비용(C)이다. 둘째, 그 현상이 발생했는데 예보가 빗나간 경우 대책을 세우지 않았으므로 이 때 지출은 놓친 예보빈도(M)×손실비용(L)이 된다. 셋째, 실제로 어떤 현상이 발생하지 않았고 예보가 틀린 경우에도 대책을 세워야 하므로 지출은 틀린 예보 빈도 (F)×대책비용(C)가 된다. 또한, 현상이 발생하지 않았고 예보가 이를 맞추었을 때의 빈도를 R이라고 할 경우 대책 비용이나 손실 비용이 없으므로 0이다. 따라서  $E_F$ 는 세 경우에 발생하는 지출의 합이 되므로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

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

다음으로 예보가 완벽하게 적중할 경우 지출비용( $E_p$ )을 구하면 F(예보가 빗나간 경우)나 M(현상을 놓친 경우)이 없으므로 위 식 (1)에서  $FC=0$ ,  $ML=0$ 이다. 그러므로 지출 비

용 E=HC인데, 예보가 적중한 빈도가 그 현상이 일어난 빈도( $\bar{o}$ )와 같으므로 아래와 같은 비용이 지출된다.

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

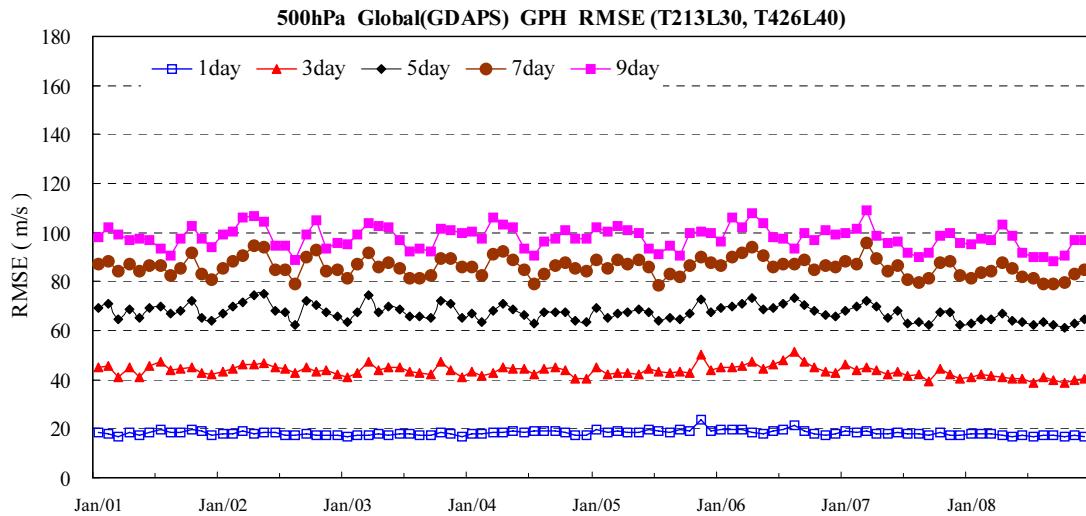
## 5. 검증 결과

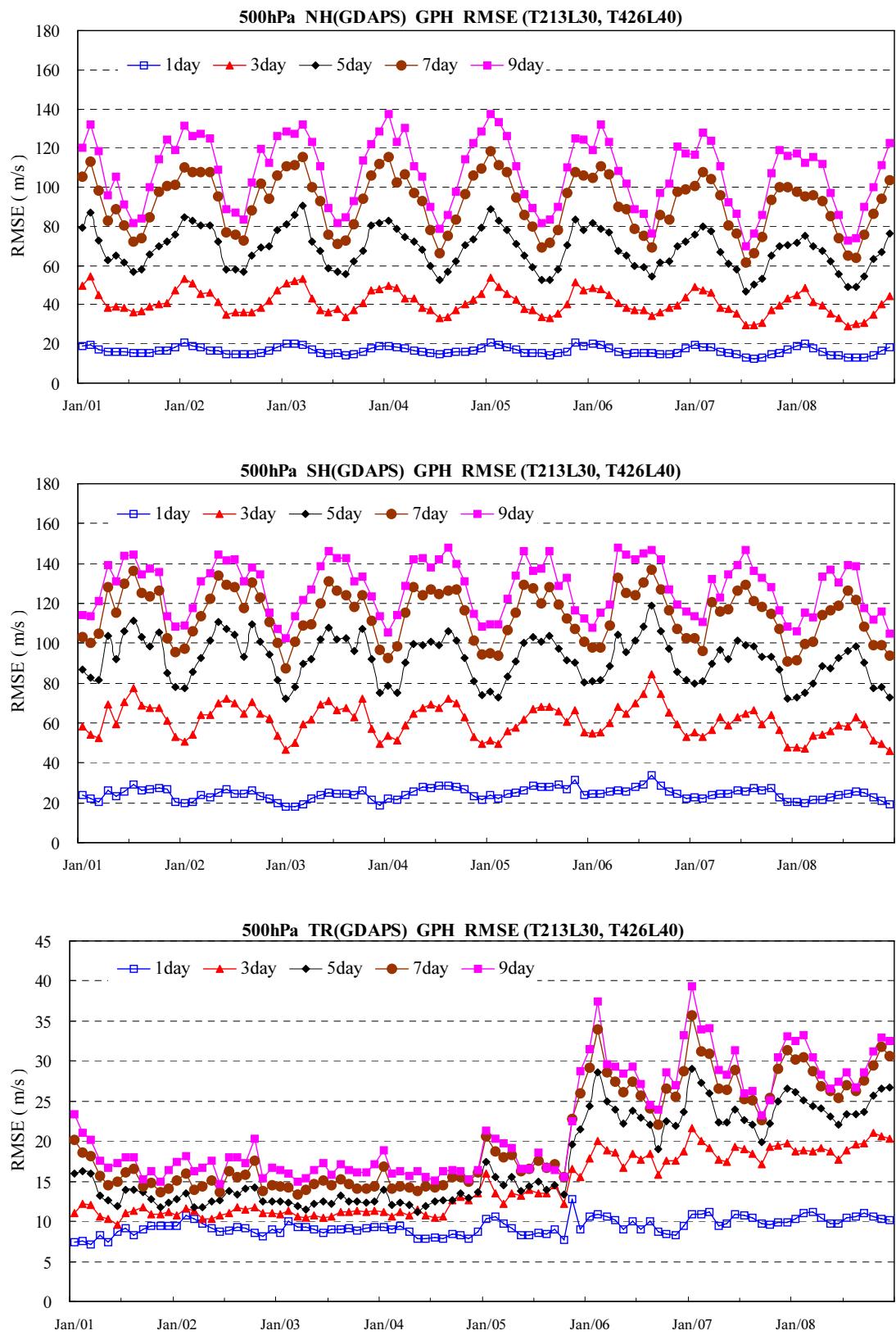
### 5.1. 전지구예보 모델

#### 5.1.1 성능 변화 추세

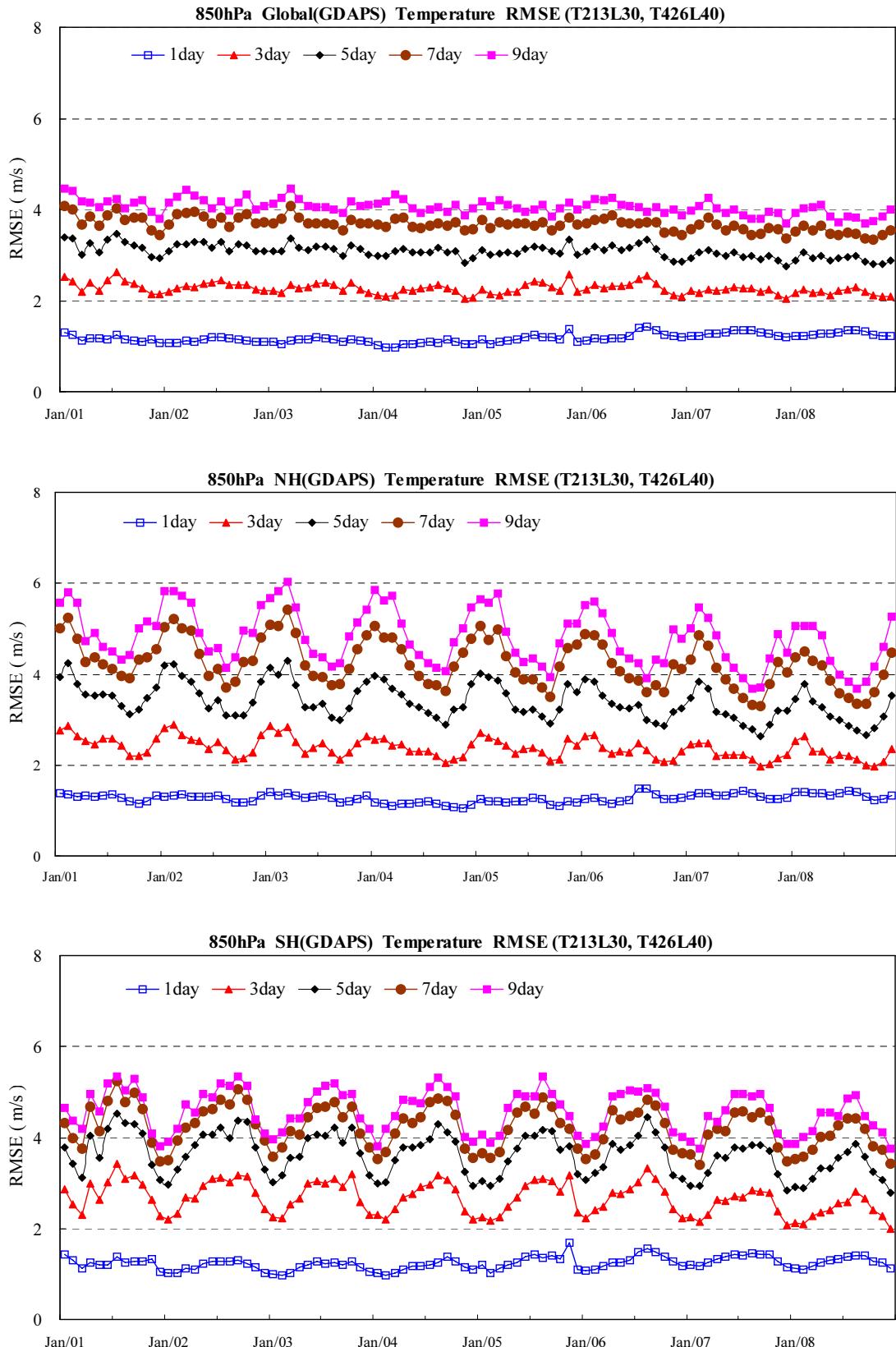
- 검증 방법 : 분석 검증 (이른분석 결과)
  - 이른분석 검증 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
  - 늦은분석 검증 : 2005년 12월 ~ 현재
- 모델 분해능
  - T213L30 : 2001년 1월 ~ 2005년 11월
  - T426L40(고분해능) : 2005년 12월 ~ 현재
- 검증 격자 간격
  - 0.5625도 : 2001년 1월 ~ 2006년 7월
  - 2.5도 : 2006년 8월 ~ 현재

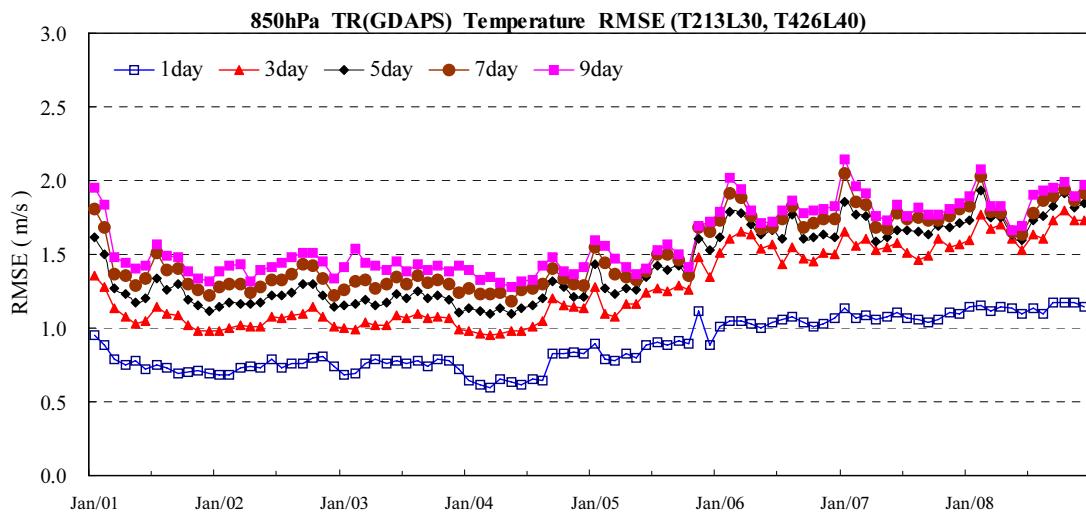
#### ■ 500 hPa 고도장의 RMSE [m]



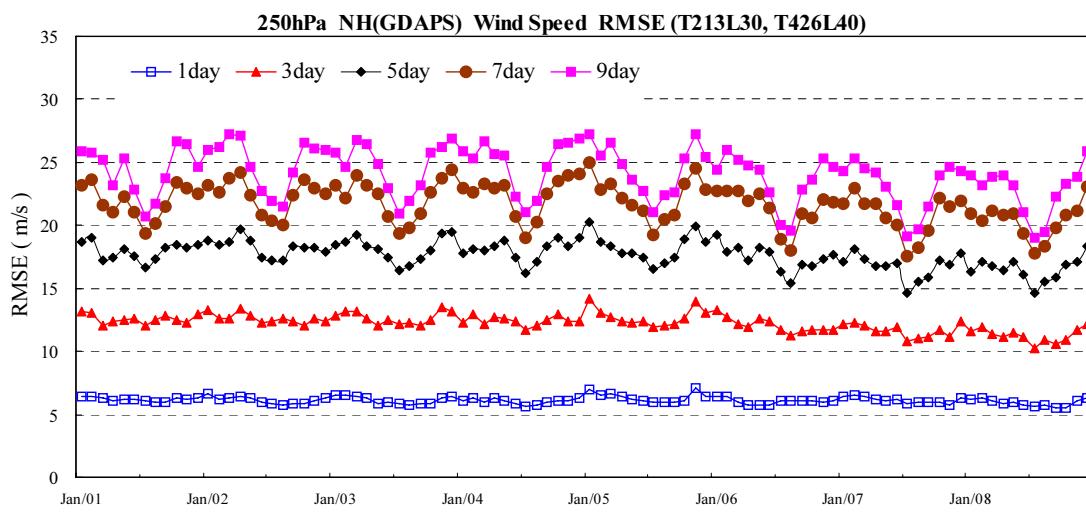
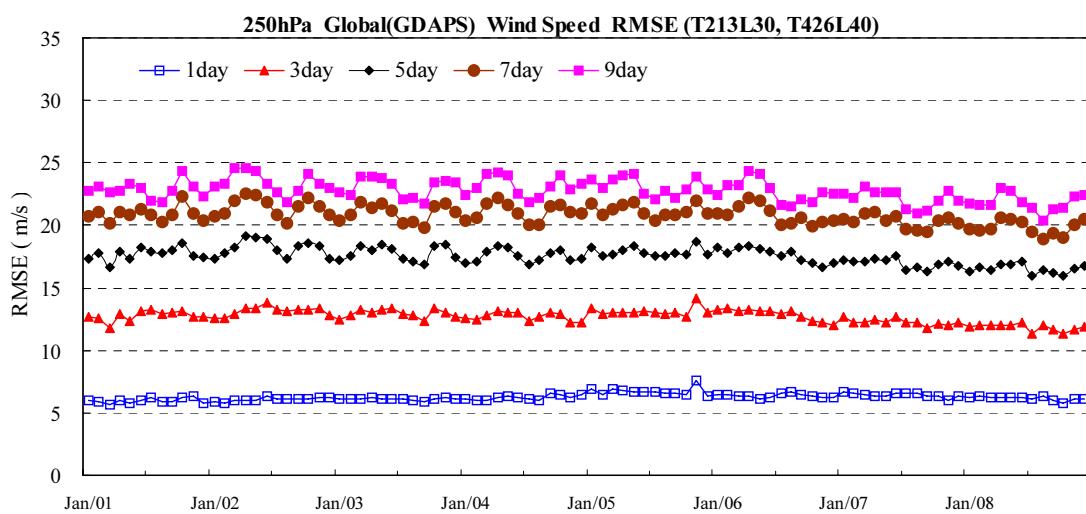


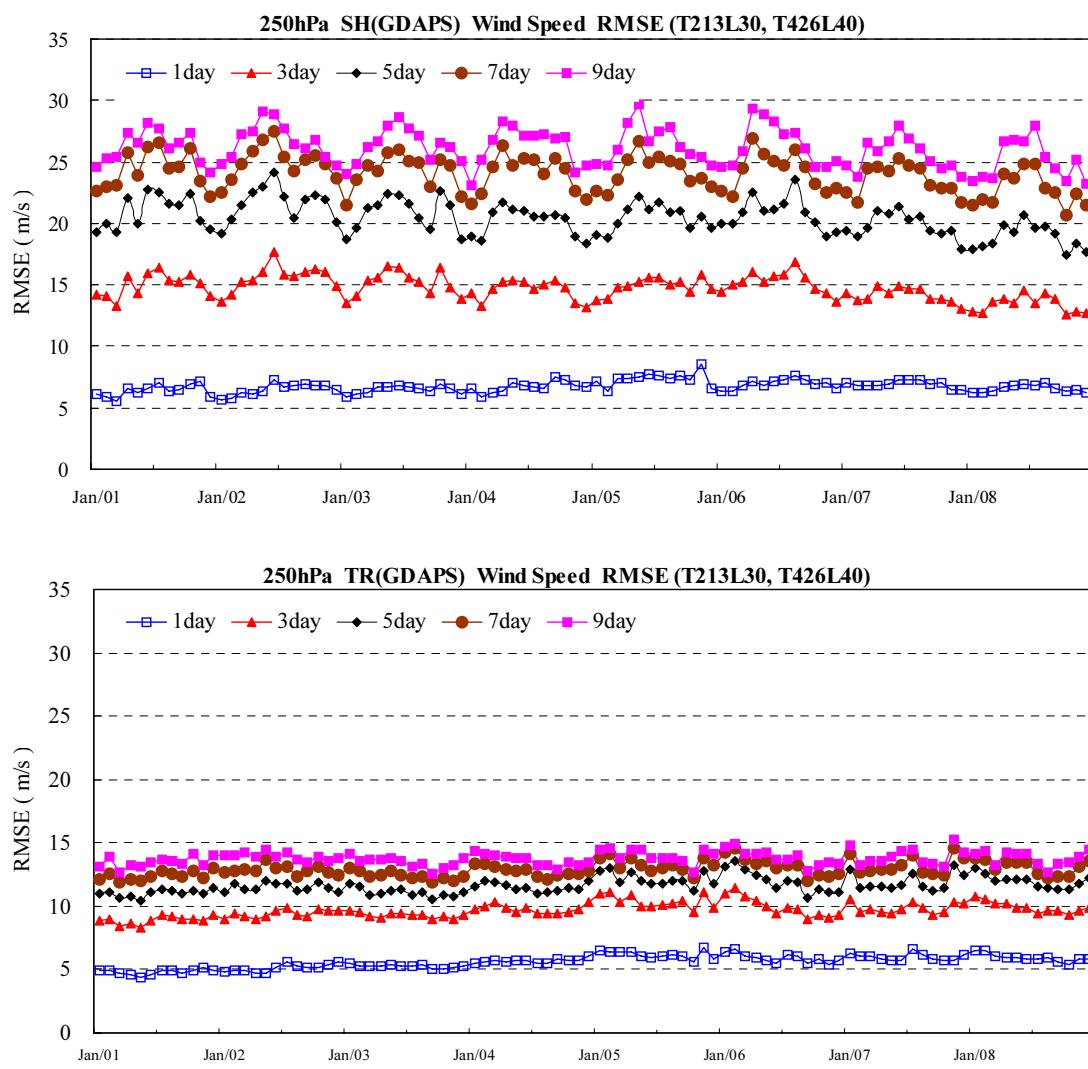
## ■ 850 hPa 기온의 RMSE [°C]





### ■ 250 hPa 바람의 RMSE [ $\text{ms}^{-1}$ ]





### 5.1.2. 분석 검증

#### ■ 북반구

○ 해면기압(MSLP)

a. Mean Error [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.21	-0.19	0.13	0.11	0.05	-0.03	-0.07	-0.01	0.00	0.05	-0.08	0.02	-0.02
48H	-0.36	-0.35	0.14	0.04	0.00	-0.16	-0.16	-0.04	-0.03	0.07	-0.14	0.01	-0.08
72H	-0.38	-0.36	0.23	0.02	-0.01	-0.23	-0.17	0.00	-0.02	0.16	-0.08	0.08	-0.06
96H	-0.25	-0.17	0.39	0.06	0.06	-0.21	-0.14	0.05	0.01	0.25	0.10	0.26	0.03
120H	-0.12	0.02	0.48	0.10	0.14	-0.15	-0.10	0.15	0.05	0.32	0.31	0.40	0.13
144H	0.04	0.19	0.47	0.06	0.13	-0.16	-0.15	0.19	0.05	0.37	0.49	0.39	0.17
168H	0.14	0.31	0.48	0.06	0.18	-0.22	-0.23	0.15	-0.01	0.35	0.55	0.32	0.17
192H	0.20	0.37	0.51	0.08	0.21	-0.24	-0.27	0.07	-0.10	0.28	0.54	0.32	0.16
216H	0.26	0.47	0.50	0.01	0.20	-0.30	-0.34	0.05	-0.13	0.26	0.48	0.29	0.15
240H	0.31	0.43	0.39	-0.05	0.15	-0.45	-0.48	0.01	-0.15	0.14	0.44	0.27	0.08

b. RMSE [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.46	2.53	2.23	2.10	1.92	1.93	1.89	1.84	1.78	1.78	1.98	2.17	2.05
48H	3.67	3.76	3.16	2.97	2.74	2.68	2.55	2.49	2.46	2.56	2.90	3.19	2.93
72H	4.81	4.89	4.19	3.92	3.60	3.42	3.15	3.10	3.18	3.57	3.86	4.24	3.83
96H	6.08	6.20	5.44	4.96	4.59	4.33	3.85	3.80	3.99	4.76	4.97	5.56	4.88
120H	7.18	7.38	6.65	6.18	5.69	5.17	4.63	4.52	5.01	6.06	6.30	7.10	5.99
144H	8.26	8.39	7.67	7.34	6.66	5.83	5.20	5.11	5.95	7.03	7.66	8.39	6.96
168H	9.19	9.18	8.57	8.15	7.40	6.35	5.64	5.57	6.61	7.94	8.65	9.29	7.71
192H	9.98	9.73	9.40	8.89	7.76	6.79	5.96	6.06	7.23	8.63	9.22	10.12	8.31
216H	10.72	10.33	10.00	9.44	7.98	7.19	6.28	6.41	7.81	9.14	9.95	10.65	8.82
240H	11.15	10.88	10.29	9.78	8.16	7.38	6.58	6.57	8.43	9.69	10.42	10.89	9.19

c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	33.76	34.03	34.55	35.84	38.13	40.29	40.34	39.92	36.89	34.15	32.80	33.01	36.14
48H	42.27	42.30	42.38	43.54	46.30	48.36	47.58	47.61	44.69	41.70	40.47	40.97	44.01
72H	50.49	50.80	50.54	52.09	55.11	56.47	54.42	54.86	52.50	50.17	48.54	49.75	52.14
96H	57.97	59.12	59.13	60.43	63.41	64.60	61.13	61.98	60.05	58.69	56.61	58.91	60.17
120H	64.22	66.03	66.88	68.17	71.22	71.24	67.70	67.82	68.09	67.06	64.77	66.85	67.50
144H	69.94	71.62	73.20	75.50	77.09	76.44	72.08	72.80	74.46	73.60	72.14	73.09	73.50
168H	75.10	75.27	78.14	80.15	82.00	79.97	75.65	76.88	78.83	77.89	77.24	78.41	77.96
192H	78.53	77.74	82.35	84.31	84.38	82.65	78.15	79.77	82.45	81.59	80.04	81.85	81.15
216H	80.53	80.61	84.86	87.76	86.12	84.80	80.08	81.64	85.22	83.53	83.20	83.28	83.47
240H	81.34	83.00	86.66	88.58	87.42	85.28	81.28	82.43	87.26	85.19	84.95	84.04	84.79

○ 850 hPa 기온

a. Mean Error [ °C ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.01	0.02	-0.25	-0.20	-0.16	-0.14	-0.12	-0.07	-0.18	-0.26	-0.14	-0.02	-0.13
48H	0.01	0.01	-0.39	-0.28	-0.20	-0.16	-0.13	-0.09	-0.24	-0.39	-0.23	-0.05	-0.18
72H	0.03	0.01	-0.47	-0.34	-0.19	-0.14	-0.09	-0.08	-0.24	-0.43	-0.25	-0.07	-0.19
96H	0.03	0.00	-0.53	-0.38	-0.17	-0.09	-0.03	-0.06	-0.23	-0.44	-0.26	-0.10	-0.19
120H	0.00	-0.04	-0.61	-0.40	-0.15	-0.06	0.03	-0.02	-0.21	-0.46	-0.27	-0.14	-0.19
144H	-0.03	-0.09	-0.68	-0.44	-0.13	-0.03	0.07	0.02	-0.21	-0.47	-0.30	-0.16	-0.20
168H	-0.08	-0.14	-0.75	-0.48	-0.11	-0.01	0.11	0.05	-0.19	-0.47	-0.33	-0.16	-0.21
192H	-0.09	-0.18	-0.82	-0.50	-0.10	0.02	0.18	0.10	-0.16	-0.47	-0.34	-0.16	-0.21
216H	-0.08	-0.26	-0.89	-0.51	-0.08	0.05	0.24	0.14	-0.11	-0.49	-0.33	-0.18	-0.21
240H	-0.08	-0.36	-0.93	-0.52	-0.06	0.09	0.28	0.19	-0.06	-0.52	-0.33	-0.21	-0.21

b. RMSE [ °C ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.40	1.41	1.38	1.37	1.32	1.37	1.43	1.40	1.31	1.23	1.24	1.34	1.35
48H	1.95	2.02	1.85	1.83	1.72	1.81	1.85	1.81	1.69	1.60	1.65	1.85	1.80
72H	2.52	2.64	2.31	2.29	2.11	2.22	2.21	2.13	1.99	1.97	2.08	2.35	2.23
96H	3.05	3.21	2.87	2.77	2.58	2.64	2.53	2.43	2.29	2.38	2.52	2.92	2.68
120H	3.45	3.77	3.41	3.27	3.07	2.99	2.85	2.77	2.66	2.80	3.06	3.53	3.14
144H	3.93	4.20	3.85	3.77	3.52	3.32	3.21	3.09	3.06	3.24	3.57	4.07	3.57
168H	4.37	4.51	4.29	4.20	3.87	3.57	3.47	3.34	3.34	3.61	3.98	4.48	3.92
192H	4.77	4.78	4.70	4.54	4.11	3.80	3.67	3.54	3.59	3.90	4.34	4.88	4.22
216H	5.05	5.07	5.07	4.86	4.29	4.00	3.83	3.68	3.83	4.16	4.60	5.27	4.48
240H	5.15	5.38	5.31	5.03	4.45	4.12	3.96	3.74	4.02	4.36	4.84	5.41	4.65

c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	36.62	36.18	36.60	37.73	39.29	42.22	45.14	45.94	42.96	39.10	37.54	36.20	39.63
48H	43.32	43.27	43.03	44.37	46.23	49.49	51.91	52.42	49.26	45.28	43.73	42.72	46.25
72H	49.66	49.83	48.67	50.75	52.70	55.89	57.70	57.91	54.51	51.22	49.46	48.92	52.27
96H	54.86	55.46	54.25	56.41	58.61	61.70	62.51	62.74	59.54	56.78	54.63	54.52	57.67
120H	58.57	60.13	59.63	61.26	64.28	66.50	66.92	67.46	64.36	61.44	59.91	59.87	62.53
144H	62.33	63.72	63.53	66.20	68.84	70.34	70.92	71.20	68.73	65.47	64.10	64.25	66.64
168H	65.45	66.11	66.65	69.34	71.86	72.88	73.77	74.06	71.80	68.57	67.47	67.25	69.60
192H	68.16	68.13	69.65	71.64	73.69	74.77	75.38	76.08	74.02	70.42	70.30	69.72	71.83
216H	69.74	69.90	72.06	73.98	75.11	76.19	76.96	77.09	75.84	72.73	72.17	71.94	73.64
240H	69.81	72.16	72.96	74.96	76.56	77.49	78.05	77.57	76.83	74.16	73.62	72.76	74.74

d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.95	0.95	0.95	0.95	0.94	0.93	0.91	0.91	0.92	0.94	0.96	0.96	0.94
48H	0.90	0.90	0.91	0.92	0.90	0.87	0.85	0.85	0.87	0.89	0.92	0.91	0.89
72H	0.83	0.82	0.86	0.86	0.84	0.81	0.79	0.80	0.82	0.84	0.87	0.86	0.83

96H	0.75	0.73	0.79	0.79	0.77	0.73	0.73	0.73	0.76	0.76	0.80	0.78	0.76
120H	0.68	0.62	0.71	0.71	0.67	0.65	0.65	0.65	0.68	0.67	0.71	0.68	0.67
144H	0.60	0.53	0.63	0.61	0.56	0.57	0.56	0.57	0.58	0.57	0.59	0.57	0.58
168H	0.51	0.46	0.55	0.51	0.46	0.50	0.49	0.50	0.50	0.47	0.49	0.48	0.49
192H	0.42	0.39	0.47	0.43	0.39	0.44	0.42	0.43	0.42	0.40	0.40	0.39	0.42
216H	0.36	0.33	0.39	0.35	0.33	0.38	0.37	0.39	0.34	0.33	0.31	0.30	0.35
240H	0.34	0.26	0.34	0.29	0.28	0.35	0.33	0.37	0.28	0.29	0.23	0.26	0.30

## ○ 500 hPa 지위고도

### a. Mean Error [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-2.13	-1.75	-2.82	-2.55	-2.46	-2.28	-2.69	-1.45	-2.44	-2.86	-2.44	-0.75	-2.22
48H	-5.05	-4.40	-6.09	-5.73	-4.86	-4.55	-4.82	-3.35	-4.91	-5.75	-5.32	-2.86	-4.81
72H	-6.49	-5.96	-8.05	-7.79	-5.78	-5.25	-4.89	-3.56	-5.72	-6.80	-6.33	-3.99	-5.88
96H	-6.91	-6.52	-9.13	-8.99	-5.81	-4.72	-4.33	-3.44	-6.16	-7.26	-6.13	-4.56	-6.16
120H	-7.18	-6.78	-10.42	-9.72	-5.70	-3.70	-3.77	-2.71	-6.42	-7.82	-5.74	-5.01	-6.25
144H	-7.11	-7.31	-12.27	-11.01	-6.11	-3.55	-3.80	-2.57	-7.21	-8.25	-5.57	-6.07	-6.74
168H	-7.82	-8.17	-13.96	-12.04	-5.86	-4.04	-4.06	-3.05	-8.31	-8.98	-6.27	-7.17	-7.48
192H	-8.18	-9.34	-15.35	-12.60	-5.94	-4.16	-4.12	-3.79	-9.18	-10.10	-7.09	-7.95	-8.15
216H	-8.25	-10.36	-16.63	-13.84	-6.06	-4.41	-4.54	-3.90	-9.36	-11.06	-8.04	-9.05	-8.79
240H	-8.54	-12.11	-17.96	-15.20	-6.37	-5.45	-5.67	-4.19	-9.31	-12.69	-8.91	-10.10	-9.71

### b. RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.15	19.87	17.56	16.12	14.41	14.17	12.78	12.79	13.02	14.10	16.66	18.19	15.74
48H	32.31	34.05	29.06	27.14	24.42	23.22	20.66	21.12	21.39	23.61	27.86	31.18	26.33
72H	45.15	48.56	41.39	39.49	35.76	33.23	29.09	30.43	30.69	35.07	40.22	44.45	37.79
96H	58.74	62.15	55.77	52.72	48.62	44.18	38.26	39.65	41.19	48.91	52.38	59.66	50.19
120H	71.66	75.14	70.09	67.45	62.28	55.91	48.97	49.10	54.20	63.38	67.10	76.64	63.49
144H	85.17	86.56	83.59	81.77	74.99	65.74	57.99	57.62	66.75	75.82	82.24	91.90	75.85
168H	97.66	95.52	95.88	93.18	85.48	73.98	65.19	64.14	75.73	86.21	93.87	103.78	85.89
192H	108.32	104.63	106.26	102.74	92.94	80.40	69.51	69.99	83.56	94.05	103.12	115.04	94.21
216H	117.31	112.65	115.33	111.78	97.39	85.77	72.97	74.20	90.19	100.35	111.32	122.73	101.00
240H	122.03	118.99	120.31	117.01	99.92	89.03	76.76	76.81	97.11	104.69	118.85	128.06	105.80

### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	18.08	17.53	17.28	17.98	19.09	20.81	22.03	21.84	19.29	17.77	17.19	16.70	18.80
48H	27.24	26.77	26.00	27.06	28.82	31.06	32.15	31.69	28.12	26.00	25.35	25.41	27.97
72H	35.70	35.92	34.43	36.29	38.99	41.21	41.74	42.01	37.42	35.04	34.12	33.98	37.24
96H	43.16	43.37	42.65	45.15	48.86	50.90	51.15	51.50	46.64	44.48	42.04	42.35	46.02
120H	49.36	49.55	49.55	53.32	57.77	59.66	60.20	59.69	55.58	52.37	49.51	49.79	53.86
144H	54.94	55.10	55.69	60.36	64.66	66.07	67.34	66.32	63.30	58.86	56.40	56.28	60.44
168H	59.79	58.55	60.93	65.50	70.14	71.14	72.62	70.75	68.18	63.57	61.36	60.90	65.29
192H	63.39	62.00	65.01	69.56	73.83	75.00	75.80	74.18	72.18	66.76	65.04	64.73	68.96

216H	66.03	64.55	68.11	73.39	75.93	77.43	77.99	75.96	75.59	69.28	68.31	67.09	71.64
240H	66.70	66.73	70.04	75.42	77.88	78.95	79.60	77.16	78.03	70.91	71.13	68.78	73.44

#### d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98
48H	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
72H	0.90	0.90	0.91	0.92	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.91
96H	0.83	0.82	0.84	0.85	0.82	0.81	0.81	0.82	0.84	0.81	0.85	0.85	0.83
120H	0.76	0.73	0.75	0.75	0.71	0.71	0.68	0.73	0.73	0.69	0.75	0.75	0.73
144H	0.66	0.64	0.64	0.62	0.57	0.59	0.56	0.63	0.61	0.56	0.61	0.65	0.61
168H	0.57	0.55	0.53	0.49	0.44	0.49	0.45	0.54	0.51	0.45	0.50	0.56	0.51
192H	0.49	0.46	0.44	0.38	0.35	0.40	0.38	0.45	0.41	0.37	0.41	0.46	0.42
216H	0.42	0.38	0.35	0.27	0.28	0.32	0.31	0.38	0.30	0.31	0.31	0.39	0.34
240H	0.38	0.31	0.30	0.22	0.25	0.27	0.24	0.34	0.20	0.26	0.22	0.35	0.28

#### ○ 250 hPa 바람

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.06	-0.03	0.08	0.23	0.41	0.71	0.97	1.03	0.73	0.47	0.33	0.12	0.43
48H	-0.32	-0.46	-0.23	-0.01	0.18	0.55	0.79	0.87	0.42	0.08	-0.10	-0.42	0.11
72H	-0.52	-0.56	-0.33	0.00	0.05	0.50	0.62	0.79	0.27	-0.09	-0.33	-0.70	-0.02
96H	-0.64	-0.67	-0.41	0.02	0.02	0.54	0.53	0.68	0.20	-0.12	-0.54	-0.77	-0.10
120H	-0.60	-0.71	-0.33	0.10	0.06	0.61	0.57	0.69	0.28	0.01	-0.62	-0.64	-0.05
144H	-0.65	-0.77	-0.05	0.15	0.16	0.66	0.69	0.71	0.39	0.01	-0.62	-0.63	0.00
168H	-0.71	-0.77	0.17	0.23	0.22	0.72	0.83	0.78	0.45	-0.04	-0.60	-0.68	0.05
192H	-0.65	-0.71	0.25	0.42	0.45	0.78	0.89	0.83	0.45	0.00	-0.58	-0.63	0.13
216H	-0.53	-0.61	0.41	0.64	0.58	0.93	0.90	0.77	0.39	0.09	-0.53	-0.67	0.20
240H	-0.51	-0.52	0.47	0.75	0.71	1.02	1.01	0.79	0.34	0.14	-0.46	-0.64	0.26

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.18	6.34	6.03	5.87	5.93	5.79	5.61	5.74	5.53	5.56	6.04	6.29	5.91
48H	9.04	9.32	8.81	8.52	8.66	8.41	7.99	8.35	8.04	8.01	8.68	9.15	8.58
72H	11.63	11.96	11.33	11.15	11.51	11.10	10.20	10.96	10.63	10.96	11.65	12.10	11.26
96H	14.01	14.72	14.18	13.72	14.37	13.77	12.45	13.37	13.22	14.10	14.30	15.13	13.95
120H	16.32	17.14	16.82	16.45	17.08	16.09	14.65	15.56	15.84	16.87	17.09	18.29	16.52
144H	18.78	18.90	19.25	19.07	19.33	17.95	16.57	17.25	18.33	19.22	19.37	21.01	18.75
168H	20.89	20.36	21.21	20.79	20.98	19.31	17.81	18.29	19.82	20.82	21.12	23.03	20.37
192H	22.80	22.02	22.64	22.42	22.35	20.22	18.54	19.16	21.20	22.07	22.67	24.66	21.73
216H	23.96	23.19	23.88	23.98	23.16	21.02	19.01	19.46	22.25	23.33	23.89	25.86	22.75
240H	24.34	24.64	24.69	25.08	23.74	21.25	19.40	19.82	23.25	23.94	25.28	26.75	23.51

## ■ 열대

### ○ 해면기압(MSLP)

#### a. Mean Error [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.33	0.29	0.25	0.24	0.18	0.19	0.21	0.17	0.24	0.25	0.33	0.32	0.25
48H	0.41	0.39	0.27	0.24	0.15	0.22	0.22	0.17	0.25	0.26	0.43	0.41	0.28
72H	0.33	0.32	0.14	0.11	0.03	0.15	0.15	0.10	0.16	0.14	0.33	0.35	0.19
96H	0.13	0.11	-0.08	-0.10	-0.16	-0.01	0.00	-0.07	0.00	-0.08	0.05	0.13	-0.01
120H	-0.13	-0.18	-0.29	-0.32	-0.39	-0.18	-0.15	-0.21	-0.18	-0.31	-0.27	-0.08	-0.22
144H	-0.39	-0.47	-0.46	-0.49	-0.60	-0.34	-0.29	-0.31	-0.38	-0.55	-0.53	-0.24	-0.42
168H	-0.58	-0.74	-0.65	-0.61	-0.78	-0.48	-0.39	-0.36	-0.56	-0.75	-0.74	-0.40	-0.59
192H	-0.72	-0.93	-0.77	-0.67	-0.91	-0.59	-0.45	-0.42	-0.65	-0.88	-0.88	-0.51	-0.70
216H	-0.84	-1.01	-0.80	-0.68	-0.97	-0.71	-0.48	-0.49	-0.68	-0.96	-0.92	-0.58	-0.76
240H	-0.93	-1.01	-0.77	-0.66	-1.00	-0.70	-0.47	-0.48	-0.69	-0.97	-0.93	-0.65	-0.77

#### b. RMSE [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.63	1.73	1.59	1.52	1.43	1.44	1.46	1.52	1.61	1.48	1.52	1.52	1.54
48H	2.04	2.35	2.04	1.90	1.90	1.89	2.00	2.14	2.14	2.01	2.00	2.08	2.04
72H	1.95	2.25	2.15	2.06	1.93	1.88	2.08	2.19	2.26	2.19	2.16	2.18	2.11
96H	2.04	2.21	2.01	1.89	1.78	1.82	1.97	2.00	2.00	1.96	1.85	1.98	1.96
120H	2.21	2.39	2.16	2.10	1.92	1.93	2.13	2.14	2.17	2.02	1.99	2.12	2.11
144H	2.26	2.42	2.15	2.11	1.99	2.00	2.22	2.27	2.28	2.12	2.16	2.17	2.18
168H	2.13	2.41	2.23	2.16	2.08	2.01	2.26	2.26	2.35	2.25	2.26	2.13	2.21
192H	2.14	2.42	2.14	2.12	2.06	2.01	2.24	2.22	2.37	2.29	2.14	1.97	2.18
216H	2.27	2.52	2.19	2.25	2.17	2.12	2.37	2.31	2.42	2.39	2.17	2.02	2.27
240H	2.43	2.55	2.23	2.28	2.29	2.14	2.40	2.30	2.49	2.47	2.29	2.04	2.33

#### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	44.30	45.84	47.47	47.68	45.64	41.84	40.64	41.56	45.13	45.35	45.69	46.62	44.81
48H	51.09	53.57	54.25	53.74	51.27	47.32	46.54	47.99	52.04	52.60	51.81	52.94	51.26
72H	54.00	56.88	57.76	56.61	53.42	49.64	49.74	51.73	55.05	56.27	54.73	56.17	54.33
96H	55.32	58.94	60.30	58.06	54.97	50.76	51.35	53.17	56.47	57.71	56.10	57.05	55.85
120H	56.61	59.95	61.42	58.94	55.82	51.94	53.03	54.77	57.75	58.30	57.17	57.20	56.91
144H	57.51	60.62	61.74	59.55	56.56	52.76	54.15	56.37	58.77	58.73	58.05	57.72	57.71
168H	58.23	61.39	62.22	60.35	57.13	53.70	55.45	57.41	59.45	59.45	58.60	58.45	58.49
192H	58.81	61.94	61.96	60.97	57.91	54.16	56.23	57.98	60.23	60.17	58.89	59.19	59.04
216H	59.23	62.91	62.29	61.71	58.64	54.68	56.95	58.38	60.45	60.56	59.38	59.96	59.60
240H	60.64	63.77	62.77	61.86	58.96	55.01	57.22	58.15	60.36	60.81	60.16	60.17	59.99

## ○ 850 hPa 기온

### a. Mean Error [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.66	-0.63	-0.65	-0.64	-0.62	-0.60	-0.62	-0.57	-0.67	-0.69	-0.69	-0.68	-0.64
48H	-0.90	-0.90	-0.90	-0.94	-0.88	-0.83	-0.88	-0.79	-0.91	-1.01	-1.02	-1.02	-0.91
72H	-0.98	-1.00	-1.00	-1.06	-0.97	-0.91	-0.97	-0.87	-1.00	-1.15	-1.16	-1.18	-1.02
96H	-1.04	-1.06	-1.04	-1.08	-0.96	-0.93	-0.99	-0.92	-1.05	-1.22	-1.20	-1.26	-1.06
120H	-1.06	-1.06	-1.04	-1.07	-0.92	-0.89	-0.97	-0.91	-1.03	-1.23	-1.21	-1.27	-1.05
144H	-1.06	-1.05	-1.04	-1.05	-0.87	-0.85	-0.94	-0.90	-1.02	-1.21	-1.22	-1.26	-1.04
168H	-1.06	-1.05	-1.03	-1.01	-0.81	-0.83	-0.92	-0.90	-1.00	-1.18	-1.20	-1.23	-1.02
192H	-1.05	-1.04	-1.01	-0.99	-0.74	-0.82	-0.92	-0.91	-0.98	-1.15	-1.18	-1.20	-1.00
216H	-1.02	-1.04	-0.98	-0.99	-0.68	-0.79	-0.90	-0.88	-0.94	-1.12	-1.14	-1.19	-0.97
240H	-0.98	-1.04	-0.98	-1.00	-0.64	-0.79	-0.89	-0.88	-0.92	-1.11	-1.12	-1.17	-0.96

### b. RMSE [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.14	1.15	1.12	1.14	1.13	1.10	1.13	1.10	1.17	1.17	1.17	1.14	1.14
48H	1.47	1.59	1.53	1.56	1.50	1.44	1.51	1.47	1.58	1.63	1.58	1.55	1.53
72H	1.60	1.77	1.67	1.70	1.61	1.53	1.63	1.61	1.73	1.80	1.73	1.73	1.68
96H	1.67	1.86	1.72	1.73	1.63	1.58	1.71	1.72	1.79	1.87	1.78	1.82	1.74
120H	1.73	1.93	1.75	1.75	1.63	1.60	1.73	1.76	1.83	1.91	1.82	1.85	1.77
144H	1.79	1.99	1.77	1.76	1.64	1.61	1.74	1.81	1.86	1.94	1.84	1.88	1.80
168H	1.83	2.03	1.79	1.78	1.65	1.63	1.78	1.87	1.89	1.94	1.87	1.91	1.83
192H	1.87	2.06	1.81	1.80	1.64	1.66	1.84	1.91	1.94	1.97	1.88	1.94	1.86
216H	1.89	2.08	1.83	1.83	1.66	1.69	1.90	1.93	1.95	1.99	1.89	1.97	1.88
240H	1.92	2.12	1.86	1.87	1.69	1.71	1.92	1.94	1.94	2.04	1.90	1.99	1.91

### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	58.24	57.64	58.52	57.98	56.28	55.30	55.06	54.46	54.22	55.82	58.79	57.42	56.64
48H	66.08	65.62	66.08	65.10	63.10	61.76	61.91	62.11	61.95	63.47	65.73	64.93	63.99
72H	69.85	70.50	70.09	68.24	65.97	64.90	65.77	66.25	66.26	67.10	69.09	68.85	67.74
96H	71.81	73.34	72.45	70.00	68.11	66.99	67.96	68.70	68.38	69.47	70.94	70.95	69.92
120H	73.29	74.88	73.81	71.21	69.07	68.60	69.98	70.32	70.07	71.50	72.78	72.22	71.48
144H	74.32	76.08	74.78	72.20	69.97	69.52	71.14	72.04	71.37	72.74	73.83	73.49	72.62
168H	74.79	76.96	75.75	73.05	70.84	70.86	72.45	73.05	72.45	73.89	74.92	74.79	73.65
192H	75.56	77.33	76.37	74.18	71.83	71.80	73.41	73.98	73.59	74.85	75.60	76.11	74.55
216H	76.38	78.00	76.73	75.30	72.45	72.53	74.57	74.66	74.25	75.73	76.32	77.37	75.36
240H	77.25	78.50	77.25	75.84	72.69	73.32	74.99	75.08	74.49	76.31	77.10	77.34	75.85

### d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.83	0.86	0.85	0.84	0.83	0.83	0.85	0.86	0.88	0.88	0.86	0.83	0.85
48H	0.74	0.72	0.74	0.74	0.74	0.73	0.76	0.77	0.79	0.79	0.78	0.74	0.75
72H	0.69	0.65	0.69	0.70	0.70	0.69	0.71	0.72	0.75	0.75	0.73	0.69	0.71
96H	0.67	0.62	0.68	0.68	0.68	0.66	0.67	0.67	0.72	0.71	0.69	0.66	0.68

120H	0.65	0.58	0.66	0.66	0.66	0.62	0.64	0.64	0.69	0.68	0.66	0.63	0.65
144H	0.63	0.55	0.65	0.64	0.63	0.60	0.62	0.61	0.66	0.64	0.63	0.60	0.62
168H	0.62	0.52	0.63	0.62	0.61	0.57	0.59	0.59	0.63	0.62	0.60	0.57	0.60
192H	0.60	0.50	0.61	0.60	0.59	0.55	0.54	0.58	0.60	0.59	0.57	0.53	0.57
216H	0.56	0.47	0.58	0.59	0.56	0.53	0.50	0.57	0.57	0.57	0.55	0.50	0.55
240H	0.53	0.44	0.56	0.57	0.54	0.52	0.49	0.56	0.57	0.55	0.52	0.47	0.53

## ○ 500 hPa 지위고도

### a. Mean Error [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-6.46	-5.89	-6.67	-6.44	-6.71	-6.48	-6.77	-6.52	-7.26	-7.56	-6.85	-6.45	-6.67
48H	-10.99	-10.41	-11.39	-11.83	-11.78	-10.96	-11.85	-11.47	-12.27	-13.55	-12.64	-12.00	-11.76
72H	-13.96	-13.34	-14.49	-15.42	-14.95	-13.58	-14.28	-13.95	-14.59	-17.12	-16.39	-16.09	-14.85
96H	-17.36	-16.50	-17.48	-18.11	-17.26	-15.76	-16.80	-16.69	-17.02	-20.04	-20.08	-19.85	-17.75
120H	-20.36	-19.53	-19.98	-20.48	-19.12	-17.19	-18.68	-18.35	-19.06	-22.26	-23.33	-22.38	-20.06
144H	-22.85	-22.25	-22.05	-21.78	-20.30	-18.42	-19.93	-19.57	-20.86	-24.10	-25.65	-24.08	-21.82
168H	-24.68	-24.70	-24.01	-22.41	-21.06	-19.48	-20.83	-20.64	-22.31	-25.42	-27.39	-25.33	-23.19
192H	-26.11	-26.70	-25.20	-22.70	-21.17	-20.23	-21.25	-21.27	-23.02	-26.10	-28.48	-26.11	-24.03
216H	-27.20	-27.78	-25.77	-22.62	-20.73	-21.15	-21.44	-21.48	-23.04	-26.72	-28.58	-26.79	-24.44
240H	-27.94	-28.17	-26.01	-22.50	-20.47	-21.21	-21.17	-21.10	-22.71	-26.94	-28.50	-27.40	-24.51

### b. RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	10.28	11.02	11.17	10.45	9.71	9.75	10.43	10.61	11.00	10.57	10.30	10.18	10.46
48H	15.79	15.93	15.15	14.86	15.30	14.50	15.81	16.73	16.44	16.69	16.05	16.03	15.77
72H	18.78	18.93	18.73	19.17	18.75	17.77	18.88	19.66	19.79	21.07	20.60	20.30	19.37
96H	22.36	21.13	21.18	21.29	20.89	19.98	21.07	21.19	21.16	23.38	23.15	23.40	21.68
120H	26.14	25.12	24.43	24.15	23.09	22.02	23.43	23.35	23.67	25.63	26.54	26.70	24.52
144H	28.85	28.09	26.57	25.83	24.87	24.04	25.59	25.25	26.14	28.00	29.61	29.03	26.82
168H	30.22	30.53	28.77	26.90	26.25	25.44	27.01	26.29	27.60	29.51	31.78	30.65	28.41
192H	31.08	32.00	29.71	27.56	26.47	26.37	27.95	26.76	28.47	30.44	32.73	31.27	29.23
216H	32.47	33.23	30.47	28.31	26.55	27.46	28.64	26.72	28.61	31.24	33.00	32.54	29.94
240H	33.34	33.86	31.11	28.71	27.24	27.84	29.06	27.00	29.04	31.91	33.72	33.27	30.51

### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	43.73	43.24	44.02	45.49	43.37	42.18	42.15	42.19	43.27	44.31	45.39	43.86	43.60
48H	53.95	53.42	53.19	54.55	52.67	51.10	51.24	51.76	53.12	53.91	54.62	52.92	53.04
72H	59.83	59.88	59.35	61.06	58.24	57.01	56.69	57.93	59.95	60.68	60.63	59.13	59.20
96H	64.44	65.61	64.50	65.03	63.25	61.56	61.29	62.42	64.46	65.96	64.68	64.19	63.95
120H	68.45	70.50	69.36	68.80	66.67	65.65	64.37	66.01	68.13	69.77	68.33	68.48	67.88
144H	71.75	73.36	73.29	72.55	69.49	68.83	68.11	69.47	71.38	72.95	71.68	71.47	71.19
168H	74.44	75.70	76.41	76.44	72.73	72.06	71.73	72.47	74.60	76.47	75.81	74.27	74.43
192H	75.85	77.98	77.90	79.24	74.10	74.63	74.91	74.76	77.34	78.51	78.83	77.04	76.76
216H	77.21	79.67	79.56	81.93	76.53	76.30	77.14	76.19	79.26	80.75	80.73	79.86	78.76

240H	77.65	80.75	80.35	83.04	77.59	77.65	78.76	78.12	80.59	81.21	82.73	80.72	79.93
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

#### d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.87	0.82	0.80	0.86	0.90	0.88	0.83	0.84	0.84	0.87	0.84	0.87	0.85
48H	0.73	0.70	0.75	0.82	0.78	0.78	0.72	0.70	0.73	0.79	0.74	0.77	0.75
72H	0.68	0.63	0.66	0.71	0.71	0.68	0.64	0.61	0.62	0.68	0.60	0.70	0.66
96H	0.60	0.64	0.67	0.72	0.69	0.64	0.64	0.64	0.67	0.71	0.67	0.69	0.67
120H	0.48	0.49	0.53	0.63	0.62	0.56	0.57	0.58	0.58	0.66	0.61	0.58	0.57
144H	0.43	0.41	0.47	0.57	0.55	0.49	0.48	0.52	0.50	0.58	0.49	0.50	0.50
168H	0.43	0.36	0.40	0.48	0.45	0.42	0.41	0.48	0.46	0.50	0.39	0.44	0.44
192H	0.46	0.38	0.41	0.42	0.45	0.41	0.37	0.48	0.45	0.45	0.39	0.42	0.42
216H	0.40	0.32	0.35	0.31	0.38	0.35	0.30	0.46	0.38	0.38	0.35	0.32	0.36
240H	0.40	0.29	0.29	0.28	0.28	0.30	0.24	0.41	0.31	0.33	0.26	0.30	0.31

#### ○ 250 hPa 바람

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.38	0.56	0.58	0.51	0.27	0.65	0.53	0.58	0.50	0.64	0.52	0.54	0.52
48H	0.01	0.44	0.19	0.32	0.01	0.48	0.60	0.52	0.47	0.73	0.36	0.46	0.38
72H	-0.17	0.34	-0.06	0.04	-0.01	0.67	1.09	0.89	0.80	1.06	0.35	0.34	0.44
96H	-0.05	0.39	-0.14	-0.05	0.16	1.00	1.63	1.27	1.04	1.37	0.42	0.42	0.62
120H	0.03	0.43	-0.10	0.03	0.39	1.36	2.00	1.41	1.07	1.51	0.57	0.56	0.77
144H	0.16	0.50	0.00	0.21	0.67	1.59	2.19	1.35	0.97	1.57	0.77	0.80	0.90
168H	0.23	0.68	0.16	0.28	0.89	1.68	2.22	1.15	0.96	1.71	1.01	1.06	1.00
192H	0.30	0.82	0.44	0.34	0.97	1.73	2.29	0.95	0.88	1.84	1.18	1.21	1.08
216H	0.36	1.01	0.79	0.32	1.10	1.82	2.39	0.76	0.94	2.00	1.41	1.31	1.18
240H	0.43	1.26	1.03	0.33	1.34	1.98	2.46	0.82	1.06	2.20	1.54	1.30	1.31

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.47	6.50	6.11	5.99	5.96	5.88	5.80	5.92	5.60	5.43	5.83	5.88	5.95
48H	8.89	8.83	8.59	8.54	8.29	8.27	8.01	8.21	8.06	7.70	8.18	8.07	8.30
72H	10.74	10.57	10.18	10.19	9.91	9.83	9.46	9.68	9.64	9.32	9.67	9.83	9.92
96H	12.13	11.77	11.29	11.31	11.18	11.10	10.58	10.66	10.66	10.46	10.85	11.15	11.10
120H	13.01	12.53	11.96	12.15	12.07	12.11	11.50	11.43	11.33	11.30	11.77	12.18	11.94
144H	13.50	13.11	12.52	12.88	12.81	12.90	12.20	11.91	11.78	11.84	12.61	13.04	12.59
168H	13.75	13.65	12.85	13.49	13.44	13.42	12.60	12.23	12.34	12.35	13.15	13.58	13.07
192H	14.11	14.03	13.06	13.80	13.84	13.92	13.06	12.53	12.94	12.91	13.52	14.03	13.48
216H	14.16	14.40	13.29	14.23	14.19	14.14	13.40	12.65	13.30	13.44	13.92	14.45	13.80
240H	14.18	14.67	13.48	14.49	14.54	14.20	13.51	12.97	13.42	13.84	14.26	14.52	14.01

## ■ 남반구

### ○ 해면기압(MSLP)

#### a. Mean Error [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.23	-0.26	-0.34	-0.30	-0.23	-0.18	-0.20	-0.20	-0.26	-0.27	-0.29	-0.43	-0.27
48H	-0.21	-0.30	-0.38	-0.24	-0.18	-0.14	-0.14	-0.19	-0.24	-0.28	-0.35	-0.51	-0.26
72H	-0.14	-0.26	-0.33	-0.08	-0.07	-0.03	-0.07	-0.15	-0.16	-0.20	-0.32	-0.50	-0.19
96H	-0.08	-0.26	-0.26	0.07	0.04	0.04	0.02	-0.03	-0.02	-0.05	-0.21	-0.43	-0.10
120H	0.07	-0.19	-0.13	0.26	0.19	0.09	0.11	0.03	0.14	0.12	-0.08	-0.31	0.03
144H	0.20	-0.04	0.08	0.47	0.37	0.26	0.29	0.13	0.35	0.34	0.05	-0.11	0.20
168H	0.32	0.14	0.29	0.57	0.51	0.45	0.44	0.24	0.60	0.60	0.25	0.12	0.38
192H	0.39	0.30	0.43	0.61	0.62	0.60	0.54	0.40	0.78	0.82	0.48	0.26	0.52
216H	0.43	0.31	0.51	0.68	0.69	0.82	0.66	0.53	0.84	0.95	0.62	0.34	0.62
240H	0.48	0.39	0.58	0.73	0.79	0.99	0.77	0.60	0.89	1.11	0.72	0.42	0.71

#### b. RMSE [hPa]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.40	2.38	2.58	2.69	2.78	2.91	2.96	3.03	3.05	2.68	2.52	2.31	2.69
48H	3.73	3.63	3.97	4.06	4.20	4.46	4.49	4.80	4.63	4.08	3.80	3.49	4.11
72H	4.82	4.74	5.26	5.43	5.58	5.86	6.05	6.41	6.04	5.25	4.99	4.64	5.42
96H	5.84	5.82	6.30	6.86	6.89	7.32	7.68	8.01	7.36	6.45	6.19	5.70	6.70
120H	6.83	6.99	7.32	8.13	8.14	8.80	9.28	9.38	8.60	7.57	7.46	6.68	7.93
144H	7.53	7.91	8.13	9.18	9.44	9.84	10.53	10.52	9.64	8.50	8.36	7.48	8.92
168H	8.21	8.69	8.79	10.05	10.59	10.71	11.48	11.40	10.23	9.36	8.85	8.16	9.71
192H	8.81	9.41	9.20	10.82	11.51	11.14	12.21	12.13	10.72	10.00	9.52	8.72	10.35
216H	9.19	9.91	9.51	11.46	12.24	11.89	12.79	12.79	10.91	10.44	9.95	9.12	10.85
240H	9.60	10.01	10.05	12.05	13.25	12.52	13.29	13.66	11.27	10.88	10.42	9.34	11.36

#### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	30.04	29.36	30.10	31.57	31.26	30.59	30.80	31.47	30.11	28.65	28.89	29.04	30.16
48H	40.47	39.42	40.85	41.53	41.64	40.95	41.13	42.75	39.92	38.31	38.31	37.90	40.26
72H	48.58	47.67	49.43	50.23	50.32	49.13	50.44	52.05	48.45	45.79	46.33	46.20	48.72
96H	56.00	54.97	56.11	57.93	57.83	56.31	58.06	59.93	55.62	52.13	53.33	53.85	56.01
120H	61.34	61.38	61.65	63.78	63.61	63.19	64.81	65.65	60.73	57.70	59.28	60.20	61.94
144H	65.49	65.82	65.29	68.02	69.11	67.44	69.76	69.59	64.68	60.98	63.94	64.27	66.20
168H	68.44	69.60	68.49	71.16	72.96	70.80	73.28	72.54	66.72	64.17	66.71	67.88	69.40
192H	70.53	72.34	70.59	73.65	76.61	72.44	75.56	75.38	68.77	67.15	69.57	70.18	71.90
216H	71.81	74.13	71.65	75.52	78.97	74.67	76.59	77.36	69.21	69.39	71.53	72.19	73.58
240H	73.91	74.42	73.21	77.29	81.26	76.91	77.98	79.47	70.35	71.06	72.78	72.67	75.11

○ 850 hPa 기온

a. Mean Error [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-0.22	-0.11	-0.16	-0.16	-0.19	-0.18	-0.21	-0.14	-0.16	-0.12	-0.08	-0.02	-0.15
48H	-0.40	-0.25	-0.30	-0.35	-0.38	-0.33	-0.41	-0.28	-0.31	-0.27	-0.21	-0.13	-0.30
72H	-0.51	-0.35	-0.37	-0.47	-0.48	-0.39	-0.55	-0.37	-0.38	-0.36	-0.30	-0.21	-0.40
96H	-0.58	-0.38	-0.40	-0.56	-0.55	-0.43	-0.62	-0.43	-0.42	-0.43	-0.35	-0.25	-0.45
120H	-0.64	-0.43	-0.43	-0.64	-0.62	-0.45	-0.65	-0.47	-0.49	-0.48	-0.38	-0.30	-0.50
144H	-0.68	-0.46	-0.44	-0.69	-0.66	-0.47	-0.66	-0.49	-0.53	-0.51	-0.43	-0.33	-0.53
168H	-0.73	-0.47	-0.47	-0.73	-0.67	-0.49	-0.65	-0.51	-0.60	-0.52	-0.42	-0.35	-0.55
192H	-0.75	-0.48	-0.48	-0.75	-0.64	-0.53	-0.62	-0.56	-0.63	-0.52	-0.41	-0.37	-0.56
216H	-0.75	-0.48	-0.48	-0.81	-0.60	-0.57	-0.59	-0.59	-0.59	-0.53	-0.45	-0.39	-0.57
240H	-0.75	-0.50	-0.50	-0.85	-0.57	-0.60	-0.58	-0.59	-0.53	-0.54	-0.46	-0.42	-0.57

b. RMSE [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.12	1.10	1.18	1.26	1.31	1.34	1.37	1.41	1.40	1.29	1.24	1.12	1.26
48H	1.65	1.63	1.74	1.80	1.88	1.98	2.02	2.10	2.06	1.88	1.78	1.57	1.84
72H	2.12	2.10	2.27	2.35	2.40	2.56	2.59	2.80	2.65	2.41	2.27	1.99	2.38
96H	2.54	2.50	2.70	2.88	2.86	3.09	3.15	3.41	3.17	2.86	2.69	2.42	2.86
120H	2.91	2.90	3.08	3.32	3.31	3.56	3.68	3.85	3.58	3.25	3.07	2.79	3.28
144H	3.23	3.29	3.42	3.71	3.69	3.95	4.10	4.16	3.97	3.56	3.44	3.11	3.64
168H	3.52	3.58	3.73	4.02	4.03	4.27	4.42	4.42	4.18	3.80	3.72	3.42	3.93
192H	3.70	3.82	3.98	4.30	4.34	4.39	4.70	4.70	4.38	4.03	3.96	3.63	4.16
216H	3.87	4.01	4.15	4.55	4.56	4.48	4.85	4.94	4.48	4.26	4.11	3.75	4.33
240H	4.03	4.12	4.24	4.72	4.69	4.64	4.96	5.09	4.57	4.36	4.25	3.88	4.46

c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	36.34	35.59	36.34	37.95	38.23	38.25	37.77	37.47	35.85	34.82	36.30	35.52	36.70
48H	45.05	44.32	45.43	46.48	47.29	47.89	47.16	47.21	45.06	43.83	44.46	43.33	45.63
72H	51.93	51.13	52.95	53.35	53.90	54.92	54.27	54.80	51.87	50.43	51.28	49.59	52.53
96H	57.38	56.60	57.70	58.77	58.90	60.05	59.75	60.14	57.18	55.12	56.44	55.17	57.77
120H	61.66	60.98	61.41	63.10	62.58	64.35	63.96	63.89	60.86	59.16	60.51	59.64	61.84
144H	64.75	64.81	64.20	66.16	65.73	67.11	66.87	66.13	63.63	61.84	63.83	63.13	64.85
168H	67.38	67.39	66.75	68.24	68.25	69.25	68.96	67.56	64.93	63.44	65.85	65.94	66.99
192H	69.24	68.95	68.67	70.25	70.32	70.23	70.79	69.36	66.50	65.20	67.64	67.95	68.76
216H	70.71	69.90	70.01	71.91	71.37	70.57	71.64	70.91	67.57	67.12	69.01	68.88	69.97
240H	71.90	70.83	70.43	72.69	72.68	71.63	71.80	71.81	67.64	68.14	69.57	69.98	70.76

d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.95	0.95
48H	0.88	0.88	0.90	0.92	0.92	0.90	0.91	0.90	0.90	0.88	0.87	0.91	0.90
72H	0.79	0.80	0.83	0.87	0.87	0.83	0.85	0.82	0.83	0.79	0.79	0.85	0.83
96H	0.70	0.71	0.76	0.80	0.81	0.75	0.77	0.73	0.75	0.70	0.70	0.77	0.75

120H	0.61	0.60	0.69	0.74	0.74	0.67	0.68	0.65	0.68	0.61	0.60	0.68	0.66
144H	0.52	0.48	0.61	0.68	0.68	0.59	0.60	0.59	0.61	0.52	0.50	0.60	0.58
168H	0.44	0.38	0.54	0.62	0.62	0.52	0.53	0.54	0.57	0.45	0.41	0.53	0.51
192H	0.38	0.30	0.49	0.57	0.56	0.50	0.47	0.49	0.52	0.38	0.34	0.47	0.46
216H	0.32	0.24	0.45	0.53	0.52	0.48	0.43	0.44	0.49	0.30	0.30	0.44	0.41
240H	0.26	0.20	0.44	0.50	0.48	0.44	0.41	0.42	0.47	0.26	0.25	0.41	0.38

## ○ 500 hPa 지위고도

### a. Mean Error [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-4.49	-3.33	-4.35	-3.62	-3.86	-3.18	-4.32	-3.45	-4.29	-3.99	-3.82	-4.20	-3.91
48H	-7.52	-6.30	-7.39	-6.65	-6.96	-5.57	-7.69	-6.47	-7.36	-7.20	-7.27	-7.43	-6.98
72H	-8.81	-7.74	-8.57	-7.91	-8.47	-6.35	-9.67	-8.22	-8.68	-8.75	-8.82	-9.14	-8.43
96H	-9.68	-9.19	-9.19	-8.91	-9.52	-6.97	-11.14	-9.26	-9.35	-9.48	-9.62	-10.06	-9.36
120H	-9.88	-10.20	-9.31	-9.60	-10.09	-7.63	-11.79	-10.17	-9.89	-9.66	-9.87	-10.61	-9.89
144H	-10.13	-10.32	-8.80	-9.45	-9.94	-7.69	-11.17	-10.75	-9.65	-9.21	-10.22	-10.47	-9.82
168H	-10.26	-9.97	-8.30	-9.76	-9.82	-7.15	-10.35	-11.20	-9.19	-8.08	-9.67	-9.66	-9.45
192H	-10.75	-9.85	-8.15	-10.51	-9.09	-7.10	-9.44	-11.26	-8.74	-6.85	-8.90	-9.54	-9.18
216H	-11.07	-10.85	-8.23	-11.16	-8.13	-6.71	-8.63	-11.10	-8.68	-6.43	-9.09	-9.74	-9.15
240H	-11.13	-11.13	-8.25	-11.89	-6.72	-6.12	-7.64	-11.06	-8.51	-5.75	-9.33	-10.05	-8.97

### b. RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	20.48	19.84	21.37	21.66	22.92	23.79	24.63	25.91	25.31	22.57	21.26	19.37	22.43
48H	34.29	33.59	37.10	37.29	39.55	41.48	41.50	44.52	42.55	37.89	35.34	32.34	38.12
72H	47.69	47.47	53.34	54.20	55.96	58.58	58.39	63.20	59.43	51.37	49.64	46.10	53.78
96H	60.86	61.00	66.46	71.96	71.36	75.07	77.44	82.46	75.67	64.49	63.96	60.05	69.23
120H	72.55	75.22	79.60	88.58	87.60	92.63	96.35	98.71	90.13	77.29	77.99	72.76	84.12
144H	82.88	88.85	91.36	102.63	102.45	108.28	112.81	111.29	101.67	88.88	89.92	84.43	97.12
168H	91.68	99.51	101.03	114.10	116.54	118.57	126.32	121.73	108.59	99.32	98.81	93.64	107.49
192H	99.46	108.42	108.80	124.08	128.20	122.88	134.44	131.31	114.17	107.03	108.80	100.18	115.65
216H	106.16	115.63	112.97	133.27	136.79	130.54	139.40	138.84	117.82	112.10	115.97	105.03	122.04
240H	112.88	118.63	117.24	141.96	144.38	138.84	145.83	144.75	121.37	116.39	122.60	108.28	127.76

### c. S1 score [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.01	18.62	19.04	19.33	20.02	19.32	19.12	20.09	18.66	18.11	18.64	17.78	18.98
48H	29.37	28.81	30.27	30.13	31.10	30.30	29.33	31.12	28.90	28.15	28.47	26.91	29.40
72H	38.44	37.83	40.11	39.94	40.47	39.30	37.83	40.39	37.94	35.94	37.17	35.68	38.42
96H	46.59	45.45	47.27	48.30	48.18	46.46	45.89	48.07	45.32	42.63	44.55	43.36	46.01
120H	52.50	52.60	53.41	55.23	54.66	53.24	52.68	54.06	50.82	48.50	50.59	49.89	52.35
144H	57.07	58.27	58.53	60.24	60.12	58.78	58.50	58.05	55.17	52.27	55.77	55.22	57.33
168H	60.83	62.47	62.15	64.07	64.42	62.26	62.98	60.86	57.67	55.73	59.17	59.10	60.98
192H	63.71	65.30	64.97	67.21	67.96	63.67	65.41	64.08	59.93	58.69	62.40	61.64	63.75
216H	65.68	67.83	66.49	70.14	70.23	65.79	66.84	66.27	60.97	60.95	64.89	63.56	65.80
240H	68.13	69.01	67.39	71.85	72.16	67.97	68.50	67.70	61.52	62.49	66.79	64.36	67.32

d. AC [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
48H	0.93	0.93	0.91	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.95	0.93
72H	0.85	0.87	0.82	0.87	0.88	0.87	0.88	0.85	0.85	0.86	0.87	0.89	0.86
96H	0.76	0.78	0.71	0.76	0.80	0.79	0.78	0.74	0.76	0.77	0.77	0.81	0.77
120H	0.66	0.66	0.59	0.65	0.69	0.68	0.66	0.63	0.66	0.67	0.67	0.71	0.66
144H	0.56	0.53	0.46	0.53	0.57	0.56	0.53	0.53	0.56	0.56	0.57	0.60	0.55
168H	0.47	0.41	0.35	0.42	0.45	0.48	0.43	0.44	0.50	0.46	0.48	0.52	0.45
192H	0.39	0.30	0.26	0.32	0.34	0.43	0.36	0.35	0.43	0.38	0.37	0.45	0.36
216H	0.31	0.21	0.22	0.23	0.26	0.35	0.31	0.29	0.39	0.32	0.29	0.41	0.30
240H	0.22	0.16	0.19	0.15	0.18	0.27	0.26	0.24	0.36	0.27	0.21	0.39	0.24

O 250 hPa 바람

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.56	0.55	0.56	0.46	0.35	0.32	0.21	0.21	0.19	0.17	0.33	0.42	0.36
48H	0.48	0.48	0.38	0.25	0.18	0.27	0.07	0.02	-0.07	-0.07	0.18	0.31	0.21
72H	0.59	0.48	0.32	0.15	0.22	0.27	0.13	0.08	-0.13	-0.12	0.20	0.32	0.21
96H	0.63	0.57	0.32	0.17	0.30	0.21	0.20	0.07	-0.22	-0.13	0.22	0.29	0.22
120H	0.68	0.75	0.32	0.16	0.57	0.21	0.35	0.21	-0.19	0.00	0.23	0.34	0.30
144H	0.74	0.83	0.41	0.34	0.82	0.33	0.52	0.30	-0.23	0.14	0.34	0.44	0.41
168H	0.85	0.81	0.47	0.54	1.15	0.42	0.58	0.32	-0.11	0.32	0.38	0.56	0.52
192H	0.94	0.91	0.51	0.65	1.51	0.54	0.66	0.28	0.03	0.50	0.45	0.60	0.63
216H	0.98	1.05	0.56	0.78	1.66	0.64	0.73	0.16	0.31	0.68	0.68	0.70	0.74
240H	1.10	1.07	0.67	0.88	1.68	0.74	0.63	0.20	0.45	0.62	0.86	0.79	0.81

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	6.22	6.22	6.39	6.66	6.77	6.95	6.76	7.03	6.64	6.31	6.42	6.20	6.55
48H	9.47	9.55	10.06	10.38	10.32	10.96	10.23	10.95	10.37	9.65	9.71	9.41	10.09
72H	12.78	12.70	13.62	13.87	13.56	14.52	13.49	14.36	13.82	12.60	12.84	12.65	13.40
96H	15.64	15.46	16.19	17.21	16.49	17.80	16.55	17.35	16.81	15.09	15.78	15.40	16.31
120H	17.94	18.16	18.33	19.87	19.27	20.71	19.60	19.80	19.14	17.46	18.38	17.69	18.86
144H	19.94	20.35	20.17	22.28	21.71	22.89	22.39	21.65	21.02	19.20	20.72	19.82	21.01
168H	21.52	21.90	21.70	24.07	23.69	24.83	24.80	22.87	22.58	20.73	22.42	21.48	22.72
192H	22.51	23.04	22.98	25.39	25.39	25.90	26.61	24.40	23.85	22.29	23.78	22.46	24.05
216H	23.47	23.79	23.72	26.68	26.76	26.68	27.92	25.44	24.54	23.48	25.16	23.22	25.07
240H	24.53	24.09	24.20	27.66	27.61	27.42	28.42	26.14	24.84	24.08	25.73	23.55	25.69

### 5.1.3. 관측 검증

#### ■ 아시아

- 850 hPa 기온

a. Mean Error [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.03	1.14	-0.69	-0.62	-0.71	-0.11	0.03	-0.14	-0.55	-0.60	0.05	0.37	-0.07
48H	1.53	1.60	-0.89	-0.59	-0.57	0.22	0.31	0.09	-0.44	-0.63	0.25	0.58	0.12
72H	1.93	1.97	-1.07	-0.66	-0.37	0.46	0.42	0.26	-0.36	-0.62	0.45	0.78	0.27
96H	2.20	2.28	-1.17	-0.74	-0.25	0.56	0.56	0.32	-0.35	-0.64	0.40	0.98	0.35
120H	2.36	2.53	-1.35	-0.69	-0.20	0.45	0.64	0.42	-0.36	-0.82	0.37	1.03	0.37
144H	2.35	2.64	-1.51	-0.74	-0.20	0.56	0.66	0.67	-0.31	-1.01	0.26	1.02	0.37
168H	2.23	2.71	-1.60	-0.87	-0.17	0.69	0.83	0.80	-0.22	-1.06	0.18	1.13	0.39
192H	2.23	2.66	-1.59	-0.86	-0.36	0.64	0.92	0.94	-0.07	-1.09	0.03	1.43	0.41
216H	2.58	2.50	-1.75	-0.74	-0.28	0.55	0.98	0.98	-0.01	-1.24	-0.21	1.59	0.41
240H	2.78	2.32	-1.86	-0.72	-0.29	0.63	1.00	1.03	-0.12	-1.33	-0.39	1.60	0.39

b. RMSE [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	2.47	2.61	2.48	2.68	2.52	2.47	2.24	2.04	2.28	2.31	1.91	2.32	2.36
48H	3.10	3.22	2.84	3.11	2.82	2.93	2.71	2.50	2.59	2.60	2.22	2.78	2.78
72H	3.70	3.69	3.15	3.49	3.12	3.34	3.02	2.94	2.78	2.83	2.53	3.20	3.15
96H	4.15	4.08	3.45	3.97	3.55	3.80	3.36	3.17	3.03	3.10	2.90	3.80	3.53
120H	4.46	4.46	3.89	4.48	3.96	4.04	3.63	3.47	3.44	3.39	3.29	4.56	3.92
144H	4.69	4.72	4.43	4.96	4.23	4.25	3.92	3.79	3.80	3.76	3.75	5.32	4.30
168H	4.92	5.07	4.93	5.50	4.90	4.34	4.17	3.92	4.06	4.03	4.16	5.77	4.65
192H	5.08	5.29	5.28	5.80	5.38	4.55	4.41	4.11	4.30	4.22	4.62	6.06	4.93
216H	5.47	5.41	5.60	6.22	5.65	4.77	4.58	4.24	4.54	4.34	5.10	6.34	5.19
240H	5.64	5.63	5.92	6.51	5.68	4.90	4.77	4.38	4.81	4.54	5.37	6.67	5.40

c. TREND [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.74	0.77	0.86	0.85	0.83	0.77	0.62	0.69	0.76	0.78	0.85	0.89	0.78
48H	0.77	0.78	0.87	0.87	0.87	0.78	0.65	0.71	0.78	0.82	0.87	0.89	0.81
72H	0.75	0.75	0.85	0.86	0.85	0.75	0.64	0.67	0.77	0.82	0.87	0.86	0.79
96H	0.75	0.71	0.83	0.84	0.80	0.70	0.60	0.65	0.73	0.81	0.85	0.84	0.76
120H	0.74	0.67	0.77	0.81	0.78	0.69	0.57	0.60	0.69	0.77	0.84	0.78	0.73
144H	0.72	0.64	0.71	0.78	0.77	0.67	0.54	0.56	0.65	0.73	0.80	0.71	0.69
168H	0.71	0.60	0.66	0.72	0.70	0.67	0.50	0.53	0.62	0.70	0.77	0.64	0.65
192H	0.68	0.57	0.61	0.68	0.66	0.64	0.46	0.49	0.60	0.70	0.68	0.57	0.61
216H	0.64	0.55	0.57	0.59	0.64	0.64	0.45	0.46	0.55	0.71	0.62	0.57	0.58
240H	0.62	0.56	0.56	0.53	0.66	0.62	0.42	0.42	0.50	0.69	0.63	0.57	0.57

○ 500 hPa 지위고도

a. Mean Error [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.08	7.14	7.78	7.88	1.90	2.84	2.34	1.11	3.10	-0.55	5.42	8.65	4.56
48H	7.24	12.41	10.05	8.74	4.93	3.56	2.85	4.33	5.29	1.38	10.75	15.61	7.26
72H	6.56	19.08	11.09	10.31	10.06	6.25	6.29	7.05	7.35	6.94	16.74	20.42	10.68
96H	4.67	22.03	12.08	5.63	7.11	1.34	1.90	-1.14	0.12	3.66	11.51	18.31	7.27
120H	10.96	28.35	15.80	8.75	4.76	0.58	0.26	-2.30	-1.12	1.50	10.49	20.51	8.21
144H	14.23	32.04	14.46	10.93	3.00	1.34	2.21	2.86	0.15	3.07	13.29	23.72	10.11
168H	10.26	33.78	11.11	11.38	2.13	1.47	7.26	8.12	1.48	6.14	16.43	24.59	11.18
192H	4.50	32.06	7.77	11.56	1.04	-2.25	8.18	7.36	1.58	3.31	16.53	22.98	9.55
216H	3.95	30.68	0.60	9.95	-0.17	-6.01	2.71	3.42	-0.20	-1.56	13.81	21.51	6.56
240H	5.62	27.79	-5.13	10.69	-3.70	-5.54	-1.36	1.85	-3.18	-4.62	11.30	21.55	4.61

b. RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.42	19.22	18.45	18.93	18.25	18.11	17.96	17.55	16.87	16.79	17.76	21.09	18.37
48H	28.80	27.95	25.77	25.90	26.79	25.14	23.29	23.48	22.57	23.78	26.78	33.86	26.18
72H	40.00	38.30	33.38	34.96	35.65	31.99	28.51	30.22	28.16	29.78	36.56	45.55	34.42
96H	49.47	50.05	44.36	43.25	44.56	39.86	33.56	37.31	35.86	36.68	44.63	57.97	43.13
120H	58.34	61.47	57.51	53.75	53.03	47.84	40.16	44.73	45.36	45.91	55.69	72.33	53.01
144H	64.25	71.04	67.59	64.39	62.65	53.30	46.69	48.65	53.92	55.54	66.85	84.12	61.58
168H	70.88	77.71	76.74	72.93	72.44	58.31	52.23	49.48	61.49	62.49	76.88	92.07	68.64
192H	75.52	84.70	83.90	81.66	81.61	61.05	56.94	51.48	68.32	69.83	89.06	99.47	75.30
216H	77.39	91.55	90.17	90.19	84.16	64.41	59.13	54.18	73.98	75.28	94.09	104.44	79.91
240H	75.59	97.81	96.27	95.56	84.18	65.63	61.44	58.89	78.66	78.45	96.78	109.24	83.21

c. TREND [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.94	0.94	0.97	0.96	0.94	0.90	0.84	0.89	0.92	0.92	0.96	0.96	0.93
48H	0.93	0.93	0.95	0.95	0.93	0.90	0.87	0.91	0.92	0.92	0.96	0.94	0.93
72H	0.90	0.89	0.92	0.93	0.90	0.89	0.85	0.87	0.90	0.93	0.94	0.89	0.90
96H	0.87	0.83	0.88	0.91	0.86	0.83	0.80	0.81	0.83	0.91	0.93	0.84	0.86
120H	0.84	0.74	0.82	0.88	0.83	0.79	0.74	0.76	0.74	0.87	0.90	0.77	0.81
144H	0.81	0.67	0.78	0.85	0.77	0.77	0.70	0.74	0.66	0.82	0.86	0.70	0.76
168H	0.75	0.63	0.75	0.81	0.70	0.73	0.65	0.75	0.62	0.78	0.80	0.65	0.72
192H	0.72	0.60	0.71	0.76	0.65	0.71	0.61	0.74	0.59	0.74	0.70	0.61	0.68
216H	0.71	0.54	0.67	0.69	0.66	0.70	0.58	0.71	0.54	0.72	0.67	0.58	0.65
240H	0.73	0.50	0.65	0.64	0.67	0.70	0.56	0.66	0.48	0.70	0.67	0.57	0.63

○ 250 hPa 바람

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	-2.40	-2.09	-2.10	-1.90	-1.85	-1.33	-0.88	-0.89	-1.42	-1.60	-1.95	-2.10	-1.71
48H	-3.30	-3.17	-2.86	-2.32	-2.00	-1.52	-0.95	-0.78	-1.46	-2.41	-2.90	-3.20	-2.24
72H	-3.61	-4.14	-3.01	-2.33	-1.85	-1.32	-0.87	-0.68	-1.39	-2.61	-3.22	-3.56	-2.38
96H	-4.15	-4.70	-3.32	-2.59	-1.54	-1.17	-0.78	-0.73	-1.31	-2.70	-3.73	-4.08	-2.57
120H	-4.27	-4.97	-3.10	-2.63	-1.42	-1.35	-0.73	-0.54	-1.28	-2.80	-3.90	-4.28	-2.61
144H	-4.58	-5.08	-2.85	-2.63	-1.43	-1.34	-0.70	-0.81	-1.24	-2.97	-4.02	-4.44	-2.67
168H	-4.71	-5.32	-2.82	-2.44	-0.95	-1.68	-0.77	-0.84	-1.38	-2.93	-3.89	-4.92	-2.72
192H	-5.31	-5.20	-2.50	-2.23	-0.85	-1.57	-0.82	-0.95	-1.15	-2.87	-4.03	-4.94	-2.70
216H	-5.44	-5.41	-2.17	-2.15	-0.98	-1.22	-0.70	-0.89	-0.93	-2.68	-3.73	-4.78	-2.59
240H	-5.28	-5.34	-1.59	-2.18	-0.65	-1.05	-0.63	-0.79	-0.68	-2.36	-3.30	-4.05	-2.33

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

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	7.67	7.09	7.61	7.98	8.16	8.23	8.01	7.58	7.69	6.66	7.26	7.18	7.59
48H	9.91	9.56	10.46	10.41	10.63	10.88	10.40	10.21	10.35	9.10	9.41	9.44	10.06
72H	12.00	11.86	12.58	12.82	13.38	13.19	12.48	12.43	12.59	11.26	12.11	11.43	12.34
96H	13.84	14.12	15.08	15.05	15.92	15.99	14.31	14.47	14.56	13.41	14.32	13.79	14.57
120H	15.27	16.01	17.09	17.13	18.19	17.73	15.60	16.61	16.36	14.91	15.88	16.41	16.43
144H	16.49	17.60	18.75	19.11	20.16	19.23	17.46	18.14	17.95	16.52	17.58	18.13	18.09
168H	18.02	18.89	19.98	21.06	21.95	20.35	18.53	18.74	19.03	17.87	19.14	19.51	19.42
192H	19.03	20.05	20.86	21.80	23.37	21.46	19.12	19.13	19.92	18.56	20.66	21.08	20.42
216H	19.55	21.51	21.43	22.22	24.45	22.07	19.98	20.21	20.54	19.30	21.27	21.56	21.17
240H	19.38	22.20	22.89	23.05	24.59	21.92	20.69	21.10	21.10	20.48	22.30	22.37	21.84

## 5.1.4. 강수 검증

### ■ 강수 검증 Threat Score

GDAPS TS (Threshold = 0.1 mm)							GDAPS TS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.52	0.48	0.43	0.41	0.38	0.44	Jan.	0.45	0.41	0.36	0.22	0.48	0.39
Feb.	0.42	0.39	0.30	0.24	0.25	0.31	Feb.	0.51	0.31	0.06	0.20	0.22	0.26
Mar.	0.53	0.51	0.49	0.42	0.39	0.47	Mar.	0.44	0.38	0.40	0.21	0.15	0.31
Apr.	0.51	0.46	0.40	0.38	0.36	0.42	Apr.	0.50	0.43	0.38	0.37	0.41	0.42
May.	0.52	0.46	0.42	0.41	0.36	0.43	May.	0.58	0.42	0.41	0.41	0.37	0.44
Jun.	0.50	0.43	0.42	0.42	0.38	0.42	Jun.	0.41	0.41	0.29	0.33	0.27	0.33
Jul.	0.45	0.40	0.39	0.39	0.39	0.4	Jul.	0.23	0.30	0.27	0.28	0.25	0.27
Aug.	0.47	0.41	0.40	0.38	0.38	0.4	Aug.	0.31	0.34	0.30	0.29	0.25	0.30
Sep.	0.36	0.37	0.32	0.28	0.30	0.32	Sep.	0.17	0.25	0.17	0.14	0.13	0.17
Oct.	0.47	0.41	0.36	0.34	0.23	0.36	Oct.	0.35	0.28	0.24	0.11	0.04	0.20
Nov.	0.42	0.38	0.35	0.33	0.30	0.35	Nov.	0.28	0.27	0.20	0.16	0.13	0.20
Dec.	0.41	0.37	0.35	0.32	0.31	0.35	Dec.	0.18	0.25	0.16	0.12	0.06	0.14
TOTAL	0.47	0.42	0.39	0.37	0.35	0.39	TOTAL	0.37	0.35	0.29	0.27	0.25	0.30
GDAPS TS (Threshold = 15 mm)							GDAPS TS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.02	0.01	0.02	0.02	0.18	0.06	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.29	0.35	0.33	0.09	0.05	0.23	Mar.	0.33	0.29	0.13	0.09	0.03	0.16
Apr.	0.26	0.26	0.21	0.15	0.18	0.21	Apr.	0.00	0.14	0.20	0.06	0.08	0.10
May.	0.42	0.33	0.34	0.29	0.31	0.34	May.	0.21	0.30	0.25	0.20	0.15	0.22
Jun.	0.35	0.32	0.23	0.25	0.23	0.27	Jun.	0.22	0.24	0.17	0.23	0.21	0.21
Jul.	0.19	0.22	0.20	0.20	0.13	0.18	Jul.	0.20	0.16	0.18	0.15	0.07	0.14
Aug.	0.24	0.26	0.21	0.22	0.21	0.23	Aug.	0.16	0.21	0.19	0.17	0.18	0.18
Sep.	0.05	0.15	0.17	0.15	0.04	0.11	Sep.	0.02	0.06	0.09	0.13	0.02	0.07
Oct.	0.22	0.13	0.07	0.01	0.01	0.08	Oct.	0.19	0.10	0.02	0.03	0.00	0.05
Nov.	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.26	0.25	0.21	0.20	0.17	0.21	TOTAL	0.18	0.20	0.17	0.17	0.13	0.17
GDAPS TS (Threshold = 50 mm)													
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL							
Jan.	-	0.00	-	-	-	0.00							
Feb.	-	-	-	-	-	-							
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Apr.	-	-	-	-	-	-							
May.	0.04	0.15	0.10	0.12	0.00	0.09							
Jun.	0.00	0.10	0.09	0.17	0.15	0.12							
Jul.	0.16	0.11	0.12	0.12	0.04	0.10							
Aug.	0.06	0.10	0.08	0.08	0.12	0.09							
Sep.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02							
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
Nov.	-	-	-	-	-	-							
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00							
TOTAL	0.08	0.09	0.09	0.11	0.08	0.09							

## ■ 강수 검증 BIAS

GDAPS BIAS (Threshold = 0.1 mm)							GDAPS BIAS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.57	1.82	1.62	1.64	1.63	1.66	Jan.	0.70	0.90	0.59	0.32	0.77	0.66
Feb.	1.83	2.28	2.59	2.89	3.30	2.58	Feb.	0.75	0.49	0.10	0.31	0.41	0.41
Mar.	1.52	1.54	1.59	1.53	1.34	1.50	Mar.	0.78	1.35	1.19	1.09	0.95	1.07
Apr.	1.54	1.97	2.10	1.98	1.78	1.87	Apr.	1.00	1.14	1.24	1.15	1.06	1.12
May.	1.34	1.75	1.83	1.67	1.50	1.62	May.	1.09	1.23	1.09	0.91	0.69	1.00
Jun.	1.17	1.66	1.77	2.00	2.06	1.73	Jun.	0.56	1.05	1.18	1.43	1.50	1.15
Jul.	1.07	1.59	1.91	2.01	2.03	1.72	Jul.	0.47	0.79	0.85	1.22	1.34	0.93
Aug.	1.13	1.61	1.80	1.89	1.86	1.66	Aug.	0.55	0.91	0.90	1.09	1.01	0.89
Sep.	1.16	1.71	2.02	2.05	2.09	1.81	Sep.	0.40	0.98	1.59	1.58	1.49	1.21
Oct.	1.30	1.70	1.68	1.53	1.18	1.48	Oct.	0.60	1.39	1.28	0.79	0.85	0.98
Nov.	1.69	2.20	2.34	2.36	2.27	2.17	Nov.	0.81	1.47	1.50	1.32	1.68	1.36
Dec.	1.91	2.26	2.47	2.59	2.46	2.34	Dec.	0.87	0.73	1.26	1.46	1.12	1.09
TOTAL	1.36	1.78	1.92	1.97	1.91	1.79	TOTAL	0.67	1.02	1.07	1.14	1.14	1.01

GDAPS BIAS (Threshold = 15 mm)							GDAPS BIAS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.22	0.43	0.37	0.18	1.04	0.45	Jan.	0.00	0.57	0.00	0.00	2.14	0.54
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.53	1.15	0.87	0.20	0.65	0.68	Mar.	0.71	0.71	0.24	0.19	0.90	0.55
Apr.	0.69	1.30	1.48	1.67	1.21	1.27	Apr.	0.53	1.20	2.20	2.73	1.60	1.65
May.	0.95	1.15	1.08	0.96	0.84	1.00	May.	0.64	0.86	1.15	0.89	0.79	0.86
Jun.	0.50	0.81	1.10	1.32	1.44	1.03	Jun.	0.42	0.72	0.97	1.29	1.44	0.97
Jul.	0.34	0.63	0.61	0.88	1.13	0.72	Jul.	0.33	0.58	0.54	0.75	1.13	0.66
Aug.	0.54	0.96	0.92	1.18	1.25	0.97	Aug.	0.54	1.11	1.09	1.44	1.67	1.17
Sep.	0.15	0.94	1.49	2.31	2.16	1.41	Sep.	0.12	1.05	1.76	3.34	3.20	1.89
Oct.	0.43	1.96	1.37	0.78	1.33	1.18	Oct.	0.63	2.63	1.63	1.05	2.53	1.69
Nov.	0.70	0.80	1.10	0.60	0.40	0.72	Nov.	0.50	2.00	3.50	1.00	0.00	1.40
Dec.	0.57	0.29	1.86	4.14	7.29	2.83	Dec.	0.00	0.00	1.00	6.00	11.00	3.60
TOTAL	0.50	0.90	0.96	1.11	1.25	0.94	TOTAL	0.44	0.85	0.95	1.21	1.43	0.98

GDAPS BIAS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	-	-	-	-
May.	0.17	0.35	1.35	0.22	0.00	0.42
Jun.	0.13	0.87	1.10	1.69	2.42	1.24
Jul.	0.32	0.42	0.30	0.41	0.83	0.45
Aug.	0.51	1.49	1.22	1.93	2.14	1.46
Sep.	0.44	1.22	1.22	5.78	5.00	2.73
Oct.	4.00	16.00	7.00	13.00	18.00	11.60
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.33	0.85	0.84	1.26	1.60	0.97

## ■ 강수 검증 ETS

GDAPS ETS (Threshold = 0.1 mm)							GDAPS ETS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.44	0.38	0.33	0.31	0.27	0.34	Jan.	0.44	0.40	0.34	0.21	0.47	0.37
Feb.	0.38	0.34	0.25	0.18	0.20	0.26	Feb.	0.50	0.31	0.06	0.19	0.22	0.26
Mar.	0.44	0.42	0.39	0.32	0.29	0.37	Mar.	0.42	0.36	0.37	0.19	0.12	0.28
Apr.	0.42	0.35	0.29	0.26	0.25	0.31	Apr.	0.47	0.41	0.35	0.34	0.38	0.39
May.	0.43	0.35	0.31	0.30	0.25	0.33	May.	0.55	0.38	0.37	0.38	0.34	0.40
Jun.	0.34	0.23	0.21	0.20	0.15	0.22	Jun.	0.37	0.35	0.21	0.25	0.18	0.26
Jul.	0.28	0.17	0.14	0.13	0.12	0.16	Jul.	0.19	0.24	0.21	0.21	0.17	0.20
Aug.	0.32	0.22	0.19	0.17	0.17	0.21	Aug.	0.27	0.28	0.24	0.22	0.18	0.23
Sep.	0.26	0.25	0.19	0.14	0.17	0.20	Sep.	0.16	0.22	0.14	0.11	0.10	0.14
Oct.	0.41	0.34	0.29	0.27	0.17	0.29	Oct.	0.34	0.27	0.23	0.10	0.02	0.18
Nov.	0.33	0.28	0.23	0.21	0.18	0.24	Nov.	0.27	0.26	0.19	0.14	0.11	0.19
Dec.	0.31	0.27	0.25	0.21	0.20	0.24	Dec.	0.17	0.24	0.14	0.11	0.05	0.13
TOTAL	0.37	0.30	0.26	0.24	0.22	0.38	TOTAL	0.34	0.32	0.26	0.24	0.21	0.27

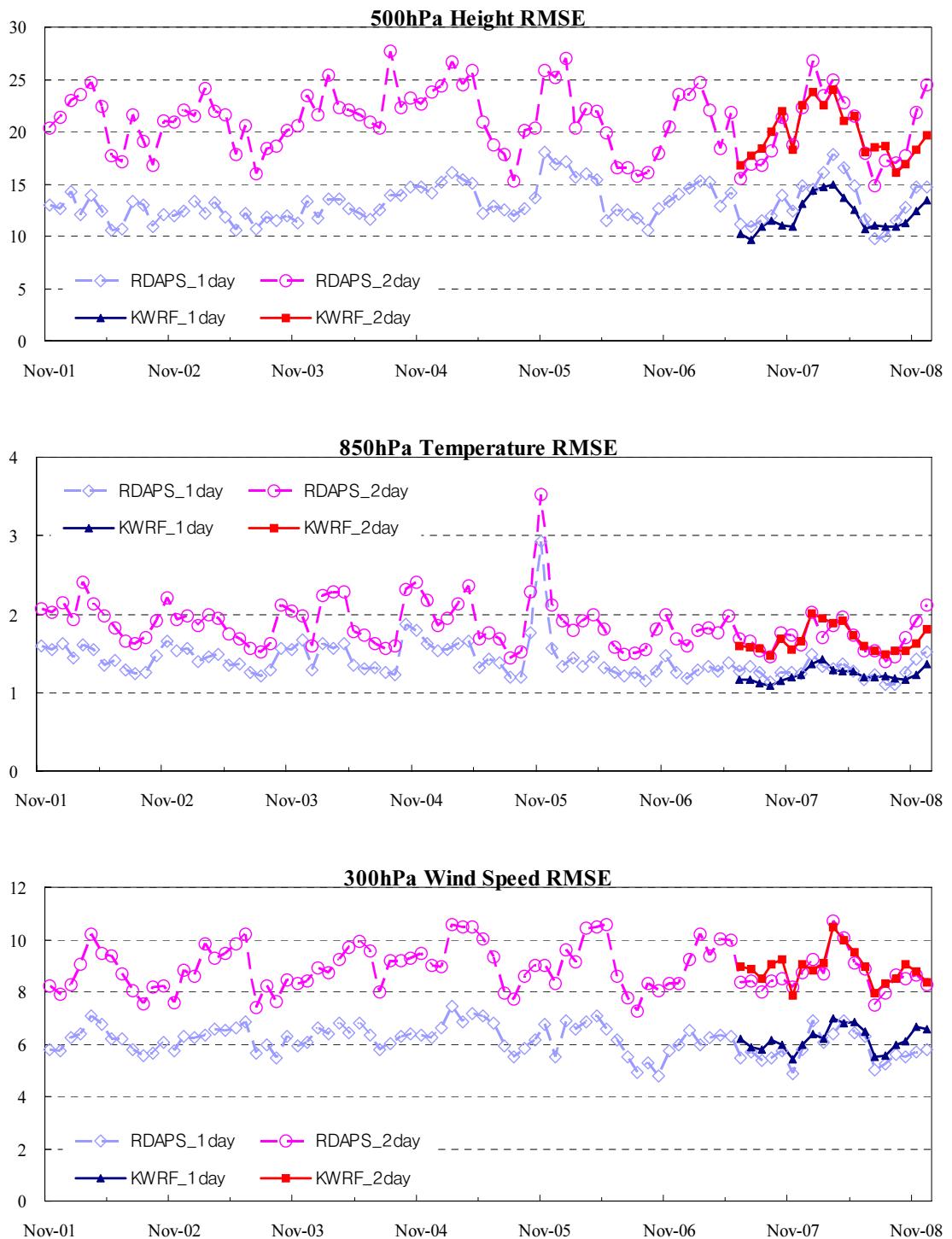
GDAPS ETS (Threshold = 15 mm)							GDAPS ETS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.02	0.01	0.01	0.02	0.17	0.05	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.28	0.34	0.33	0.09	0.04	0.22	Mar.	0.33	0.28	0.13	0.09	0.02	0.16
Apr.	0.25	0.25	0.20	0.14	0.18	0.20	Apr.	0.00	0.14	0.20	0.05	0.08	0.10
May.	0.40	0.31	0.32	0.27	0.29	0.32	May.	0.20	0.29	0.24	0.19	0.14	0.21
Jun.	0.33	0.28	0.19	0.21	0.19	0.23	Jun.	0.20	0.22	0.15	0.20	0.18	0.19
Jul.	0.17	0.19	0.17	0.17	0.09	0.15	Jul.	0.19	0.15	0.16	0.13	0.05	0.12
Aug.	0.22	0.22	0.18	0.19	0.17	0.19	Aug.	0.15	0.19	0.17	0.15	0.16	0.16
Sep.	0.05	0.14	0.16	0.13	0.03	0.10	Sep.	0.02	0.06	0.08	0.12	0.02	0.06
Oct.	0.21	0.12	0.06	0.01	0.00	0.07	Oct.	0.19	0.09	0.02	0.02	0.00	0.05
Nov.	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	Nov.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.25	0.24	0.20	0.19	0.15	0.20	TOTAL	0.18	0.19	0.17	0.16	0.12	0.16

GDAPS ETS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	0.00	-	-	-	0.00
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	-	-	-	-
May.	0.04	0.15	0.10	0.12	0.00	0.09
Jun.	0.00	0.10	0.08	0.16	0.14	0.11
Jul.	0.16	0.10	0.11	0.11	0.03	0.09
Aug.	0.06	0.09	0.08	0.07	0.11	0.08
Sep.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.08	0.09	0.09	0.10	0.08	0.09

## 5. 2. 지역예보 모델

### 5.2.1 성능 변화 추세



## 5.2.2. 초기장 검증

### 5.2.2.1. RDAPS 30km 초기장 검증

#### ■ Mean Error

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.06	0.03	-0.19	-0.15	-0.11	-0.14	-0.44	-0.21	-0.21	-0.18	-0.06	-0.11	-0.14
24H	0.15	0.13	-0.37	-0.30	-0.21	-0.21	-0.59	-0.27	-0.31	-0.34	-0.17	-0.17	-0.22
36H	0.11	0.15	-0.53	-0.47	-0.32	-0.27	-0.66	-0.29	-0.41	-0.46	-0.23	-0.20	-0.30
48H	0.09	0.20	-0.62	-0.59	-0.38	-0.32	-0.70	-0.30	-0.48	-0.58	-0.27	-0.26	-0.35
60H	0.00	0.29	-0.65	-0.73	-0.43	-0.36	-0.74	-0.35	-0.57	-0.69	-0.26	-0.35	-0.40

##### ○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.72	4.05	9.27	9.75	9.64	8.18	8.52	8.43	8.88	10.03	7.47	2.71	7.30
24H	0.82	6.96	12.86	10.68	7.37	4.17	4.72	4.50	6.54	8.24	9.38	6.08	6.86
36H	-5.03	7.21	13.12	9.26	6.19	0.71	1.27	1.55	4.66	7.28	9.65	5.32	5.10
48H	-9.91	9.21	13.24	6.92	4.38	-3.14	-3.39	-3.42	1.79	5.45	10.54	5.03	3.06
60H	-15.38	11.21	13.26	5.22	2.11	-7.85	-9.16	-10.45	-2.69	3.31	11.12	3.48	0.35

##### ○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.42	-0.08	-0.28	-0.37	-0.43	-0.05	0.12	0.15	-0.30	-0.63	-0.83	-0.43	-0.30
24H	-1.28	-1.29	-0.68	-0.54	-0.42	-0.18	0.12	0.04	-0.45	-0.90	-1.20	-1.15	-0.66
36H	-1.61	-2.13	-0.52	-0.27	-0.37	-0.12	0.16	0.07	-0.43	-1.06	-1.17	-1.29	-0.73
48H	-1.45	-2.52	-0.55	-0.16	-0.28	-0.20	0.22	0.26	-0.44	-1.18	-1.08	-1.07	-0.71
60H	-1.06	-2.63	-0.40	0.01	0.00	-0.09	0.39	0.59	0.03	-1.21	-0.64	-0.52	-0.46

#### ■ RMSE

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.07	1.00	0.94	0.97	1.00	0.92	1.02	0.92	0.88	0.90	1.00	1.11	0.98
24H	1.48	1.33	1.30	1.36	1.27	1.17	1.23	1.11	1.10	1.25	1.42	1.51	1.29
36H	1.73	1.52	1.60	1.65	1.51	1.36	1.41	1.27	1.28	1.48	1.69	1.84	1.53
48H	2.02	1.70	1.86	1.96	1.73	1.53	1.54	1.40	1.45	1.70	1.92	2.12	1.74
60H	2.32	1.90	2.04	2.28	1.93	1.70	1.67	1.58	1.61	1.90	2.12	2.36	1.95

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	9.58	10.98	12.90	13.72	13.38	11.25	10.17	10.36	10.95	12.33	11.79	9.78	11.43
24H	14.51	16.07	17.78	16.58	14.82	11.66	9.79	10.05	11.52	12.75	14.74	14.68	13.74
36H	20.84	19.80	21.49	19.64	17.98	14.29	11.44	12.76	14.23	14.87	17.97	19.67	17.08
48H	26.81	23.50	25.00	22.73	21.51	17.91	14.79	17.27	17.02	17.74	21.88	24.53	20.89
60H	32.98	27.59	28.78	26.61	25.67	22.01	19.94	23.71	20.88	20.79	26.63	29.05	25.39

○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	4.05	4.04	4.00	4.41	4.68	4.59	3.63	3.56	3.72	3.90	3.86	3.66	4.01
24H	6.88	6.05	6.38	6.89	6.42	6.28	5.02	5.22	5.61	5.53	5.70	5.78	5.98
36H	8.25	7.41	8.75	8.77	7.70	7.69	6.21	6.55	7.11	6.83	7.14	7.09	7.46
48H	9.25	8.71	10.71	10.09	9.12	8.87	7.49	7.96	8.65	8.50	8.66	8.27	8.86
60H	9.96	9.42	12.27	11.43	10.62	9.84	8.51	9.27	9.91	9.90	10.14	9.39	10.05

■ S1 score (단위 : 무차원)

○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	45.14	46.84	50.40	52.67	56.24	60.72	64.93	66.49	61.51	55.38	49.34	47.24	54.74
24H	50.14	51.59	57.88	60.82	64.78	69.49	73.50	74.20	67.91	62.13	55.54	53.16	61.76
36H	51.99	54.37	61.88	65.23	69.08	73.56	77.52	78.30	71.55	65.75	58.31	55.76	65.28
48H	53.51	56.37	64.77	68.97	72.35	77.18	80.20	80.66	74.40	68.42	60.09	56.80	67.81
60H	54.88	57.54	66.92	71.79	74.72	79.10	82.05	82.81	76.17	69.96	61.34	57.88	69.60

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	12.52	13.49	14.77	17.60	19.99	24.59	26.90	26.77	22.57	16.81	13.67	12.19	18.49
24H	16.03	17.06	19.18	22.67	24.66	30.76	34.28	33.72	28.33	20.74	16.90	15.77	23.34
36H	18.92	20.00	23.55	26.91	28.10	36.28	39.73	39.37	33.79	24.12	20.06	18.76	27.47
48H	21.13	22.28	27.57	30.90	31.13	40.62	45.12	45.28	38.24	27.35	22.74	21.11	31.12
60H	23.16	24.58	30.94	34.10	34.66	44.40	50.28	51.32	42.57	30.33	25.21	22.95	34.54

### 5.2.2.2. KWRF 10km 초기장 검증

#### ■ Mean Error

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.37	-0.29	-0.25	-0.15	-0.11	-0.08	-0.06	-0.01	-0.07	-0.13	-0.06	-0.11	-0.14
24H	-0.58	-0.46	-0.48	-0.34	-0.29	-0.20	-0.07	0.04	-0.15	-0.27	-0.21	-0.22	-0.27
36H	-0.72	-0.58	-0.67	-0.52	-0.41	-0.33	-0.09	0.05	-0.26	-0.40	-0.24	-0.21	-0.37
48H	-0.76	-0.65	-0.77	-0.71	-0.50	-0.45	-0.08	0.07	-0.37	-0.51	-0.21	-0.20	-0.43
60H	-0.69	-0.60	-0.86	-0.90	-0.58	-0.60	-0.09	0.07	-0.51	-0.62	-0.22	4.07	-0.13

##### ○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-3.13	-0.96	2.49	2.57	0.73	0.96	0.12	-1.29	-0.67	0.21	5.61	5.55	1.02
24H	-1.94	2.34	6.44	6.15	1.15	1.41	-0.56	-1.33	-0.78	-0.51	6.49	6.15	2.08
36H	-4.70	2.52	4.74	4.82	-0.47	-2.57	-5.09	-2.72	-2.06	-1.06	6.43	3.81	0.30
48H	-6.13	4.23	4.05	4.10	-1.53	-6.42	-9.77	-5.12	-3.84	-1.17	6.96	3.19	-0.95
60H	-8.43	5.99	2.91	3.99	-3.74	-11.03	-15.42	-10.22	-8.76	-3.02	7.23	89.69	4.10

##### ○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.53	-0.77	-0.06	-0.40	-0.27	-0.42	-0.08	0.30	-0.33	-0.76	-0.59	-0.22	-0.34
24H	-1.15	-1.64	-0.02	-0.28	-0.11	-0.24	0.01	0.22	-0.25	-0.97	-1.04	-0.99	-0.54
36H	-1.86	-2.76	-0.37	-0.53	-0.21	-0.43	0.13	0.31	-0.21	-1.19	-1.01	-1.25	-0.78
48H	-2.51	-3.62	-0.60	-0.71	-0.24	-0.42	0.29	0.50	-0.26	-1.32	-0.92	-1.19	-0.92
60H	-2.74	-4.03	-0.78	-0.68	0.11	-0.20	0.52	0.75	0.26	-1.30	-0.80	-0.33	-0.77

#### ■ RMSE

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.98	1.04	0.95	0.91	0.92	0.88	0.96	1.00	0.96	0.95	1.01	1.14	0.98
24H	1.37	1.42	1.29	1.27	1.27	1.19	1.20	1.21	1.18	1.17	1.22	1.36	1.26
36H	1.75	1.76	1.66	1.63	1.53	1.44	1.39	1.33	1.36	1.37	1.44	1.63	1.53
48H	2.01	1.95	1.89	1.91	1.73	1.60	1.54	1.48	1.53	1.53	1.62	1.81	1.72
60H	2.22	2.08	2.12	2.24	1.98	1.78	1.68	1.64	1.69	1.71	1.72	6.25	2.26

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	9.11	9.62	9.10	7.95	7.74	6.79	8.56	8.64	8.69	9.08	10.31	10.26	8.82
24H	14.39	14.76	14.97	13.70	12.53	10.74	11.01	10.87	10.88	11.27	12.42	13.43	12.58
36H	19.67	19.25	19.17	17.31	16.62	13.85	13.98	13.89	13.33	13.86	15.56	16.49	16.08
48H	23.75	22.58	24.00	21.09	21.50	18.04	18.49	18.67	16.09	16.88	18.22	19.71	19.92
60H	28.52	25.25	28.36	24.76	27.05	22.16	24.88	24.22	20.50	20.21	22.45	111.28	31.64

○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	4.52	4.49	5.01	5.08	5.12	4.74	4.19	4.01	4.27	4.51	5.27	5.22	4.70
24H	6.40	6.22	7.01	6.79	6.84	6.46	5.53	5.57	5.98	6.13	6.68	6.58	6.35
36H	7.67	7.72	8.64	8.37	8.31	7.84	6.76	6.99	7.48	7.64	7.67	7.57	7.72
48H	8.84	9.12	10.48	9.98	9.51	8.95	7.96	8.32	8.51	9.08	8.78	8.39	8.99
60H	9.80	9.94	11.93	11.41	10.77	9.81	8.97	9.39	9.21	10.35	9.75	10.18	10.13

■ S1 score (단위 : 무차원)

○ 850hPa 온도 [°C]

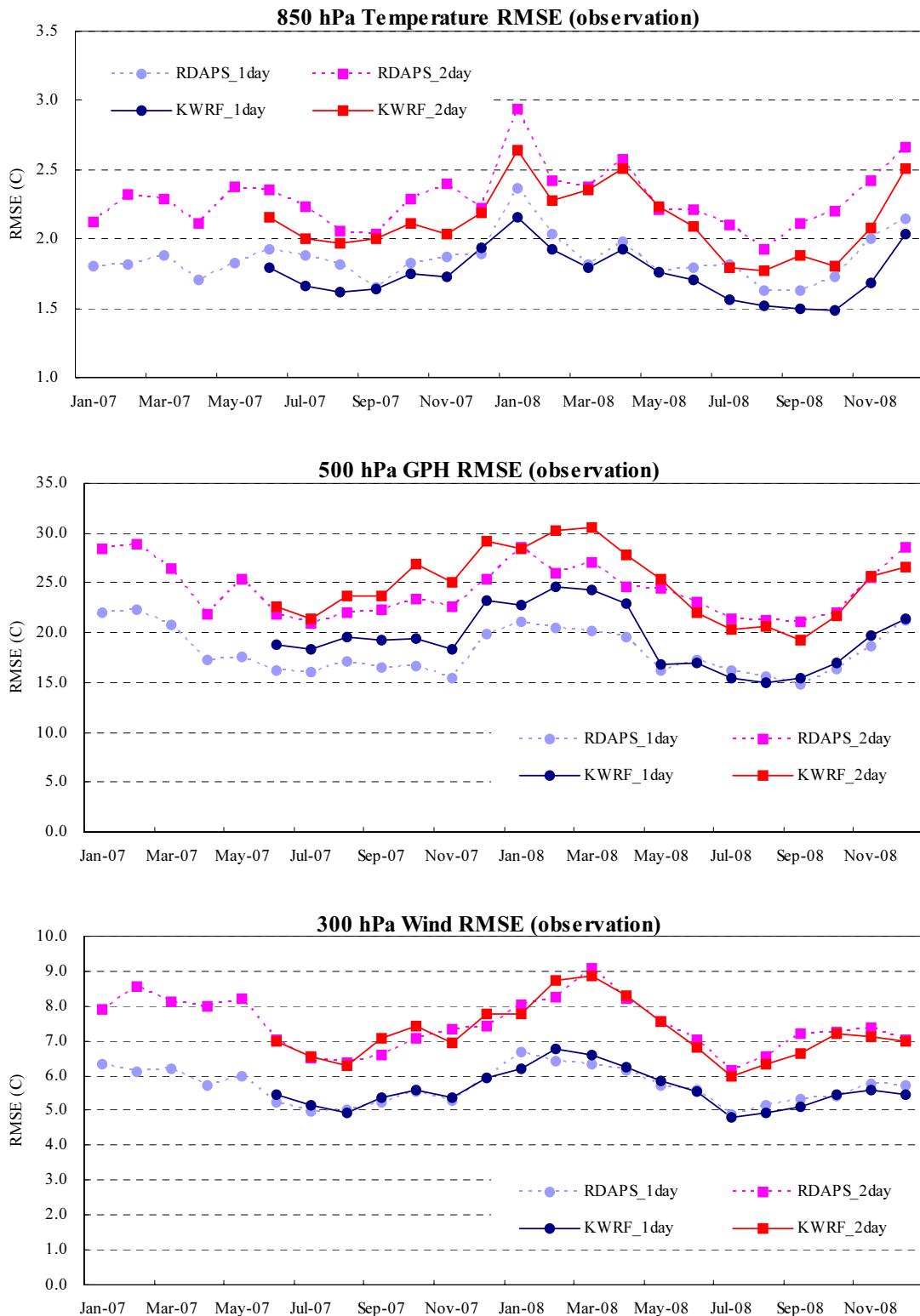
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	45.96	49.93	53.91	55.46	58.87	61.58	72.99	81.21	76.99	68.96	63.64	61.34	62.57
24H	54.85	59.00	64.16	65.97	70.07	73.67	81.97	86.55	81.81	74.33	68.09	66.25	70.56
36H	58.28	63.04	68.51	71.08	74.16	78.28	85.10	88.43	83.76	76.50	69.90	68.44	73.79
48H	59.72	65.11	71.03	74.07	76.76	80.92	86.93	89.71	85.31	77.83	71.19	69.33	75.66
60H	61.02	66.29	73.18	76.69	78.89	82.44	88.65	90.36	86.30	78.84	71.76	70.53	77.08

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	15.54	17.04	18.91	19.88	22.00	25.47	47.42	63.19	52.20	36.21	20.60	19.59	29.84
24H	20.27	22.14	24.22	25.57	27.51	32.06	52.36	65.23	54.22	38.01	23.42	22.65	33.97
36H	22.97	25.34	28.28	29.85	31.45	36.91	55.97	66.86	55.82	39.51	25.54	25.03	36.96
48H	24.59	27.35	32.02	33.43	34.38	40.80	59.70	69.12	57.33	40.92	27.37	26.68	39.47
60H	26.54	28.80	35.18	36.39	37.21	43.93	63.44	71.52	58.80	42.10	29.14	29.09	41.84

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

#### 5.2.3.1. KWRF, RDAPS 성능 비교



### 5.2.3.2. RDAPS 30km 관측검증

#### ■ Mean Error

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.55	0.43	-0.43	-0.24	-0.24	-0.07	-0.22	-0.26	-0.38	-0.33	-0.22	0.01	-0.12
24H	0.71	0.56	-0.59	-0.27	-0.28	-0.07	-0.23	-0.27	-0.50	-0.56	-0.40	-0.18	-0.17
36H	0.73	0.60	-0.74	-0.38	-0.38	-0.10	-0.24	-0.33	-0.65	-0.71	-0.53	-0.36	-0.26
48H	0.72	0.61	-0.88	-0.52	-0.46	-0.14	-0.29	-0.39	-0.80	-0.88	-0.64	-0.55	-0.35
60H	0.68	0.63	-0.97	-0.73	-0.54	-0.20	-0.35	-0.47	-0.92	-1.00	-0.72	-0.73	-0.44

##### ○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	4.16	5.42	7.13	7.56	0.81	-0.82	-0.83	-1.79	-0.39	4.10	4.06	2.56	2.67
24H	5.56	8.72	10.17	9.51	-1.39	-4.54	-3.66	-4.90	-2.02	3.29	5.86	3.82	2.54
36H	0.80	8.18	9.80	9.29	-2.83	-6.93	-5.29	-6.00	-3.15	2.86	5.26	0.68	1.06
48H	-3.02	8.86	7.99	7.33	-4.82	-9.50	-7.93	-8.33	-5.34	1.82	4.67	-1.84	-0.84
60H	-6.71	9.54	6.06	5.58	-6.71	-12.13	-11.07	-12.28	-8.54	1.12	4.59	-4.62	-2.93

##### ○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-1.16	-1.10	-1.11	-1.02	-1.09	-1.04	-0.83	-0.61	-1.04	-1.28	-1.61	-1.10	-1.08
24H	-1.80	-2.14	-1.50	-1.33	-1.15	-1.17	-0.77	-0.73	-1.18	-1.67	-2.08	-1.75	-1.44
36H	-1.98	-2.90	-1.65	-1.38	-1.32	-1.25	-0.75	-0.78	-1.19	-2.01	-2.09	-1.84	-1.60
48H	-1.89	-3.29	-1.79	-1.49	-1.24	-1.37	-0.86	-0.86	-1.32	-2.19	-2.07	-1.74	-1.68
60H	-1.83	-3.40	-1.61	-1.20	-1.17	-1.33	-0.87	-0.53	-1.16	-2.23	-1.78	-1.45	-1.55

#### ■ RMSE

##### ○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	2.01	1.73	1.64	1.73	1.61	1.61	1.63	1.48	1.47	1.52	1.75	1.93	1.68
24H	2.37	2.03	1.82	1.98	1.76	1.79	1.81	1.63	1.63	1.73	2.00	2.14	1.89
36H	2.66	2.26	2.12	2.29	1.99	2.01	1.99	1.81	1.87	1.97	2.20	2.41	2.13
48H	2.94	2.42	2.38	2.58	2.21	2.21	2.10	1.93	2.11	2.20	2.42	2.66	2.35
60H	3.20	2.58	2.56	2.87	2.49	2.38	2.23	2.16	2.29	2.43	2.60	2.84	2.55

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	16.99	16.53	16.32	16.80	14.53	14.56	14.33	13.76	13.20	14.52	16.43	17.91	15.49
24H	21.12	20.46	20.18	19.63	16.27	17.27	16.18	15.61	14.90	16.38	18.67	21.32	18.17
36H	24.39	23.10	23.46	22.04	19.84	19.94	18.20	17.50	17.43	18.65	21.59	24.63	20.90
48H	28.56	25.91	27.06	24.68	24.39	23.03	21.35	21.28	21.03	22.01	25.49	28.53	24.44
60H	33.46	29.60	30.66	28.23	29.76	26.31	25.75	27.36	26.14	25.66	30.40	32.84	28.85

○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.28	5.25	5.02	5.01	4.99	4.77	4.24	4.35	4.42	4.52	4.77	4.68	4.78
24H	6.68	6.44	6.33	6.15	5.74	5.59	4.88	5.14	5.31	5.41	5.76	5.73	5.76
36H	7.49	7.46	7.90	7.39	6.68	6.43	5.56	5.77	6.25	6.28	6.62	6.48	6.69
48H	8.02	8.24	9.08	8.19	7.55	7.05	6.14	6.56	7.19	7.27	7.36	7.01	7.47
60H	8.42	8.77	9.95	8.93	8.41	7.48	6.71	7.19	7.77	8.17	8.16	7.55	8.13

### 5.2.3.3. KWRF 10km 관측검증

#### ■ Mean Error

○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.01	-0.04	-0.32	-0.09	-0.24	-0.11	-0.01	-0.25	-0.25	-0.07	0.08	0.33	-0.08
24H	0.04	-0.11	-0.53	-0.29	-0.41	-0.24	0.01	-0.23	-0.34	-0.18	0.05	0.37	-0.16
36H	0.14	-0.17	-0.73	-0.51	-0.57	-0.40	-0.01	-0.25	-0.47	-0.30	0.05	0.42	-0.23
48H	0.27	-0.17	-0.90	-0.73	-0.73	-0.54	-0.02	-0.26	-0.60	-0.44	0.10	0.43	-0.30
60H	0.44	-0.14	-1.07	-0.96	-0.88	-0.69	-0.08	-0.33	-0.76	-0.56	0.14	0.45	-0.37

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	9.06	12.42	13.38	11.88	3.11	3.25	3.06	2.98	3.95	6.77	9.78	10.50	7.51
24H	10.46	14.03	15.86	14.73	2.27	2.82	2.44	2.35	3.34	5.89	10.89	10.78	7.99
36H	8.92	13.66	13.95	13.96	0.29	-0.17	-0.35	1.52	2.54	5.28	10.39	8.42	6.53
48H	8.48	14.12	11.85	13.29	-1.41	-2.91	-3.34	0.74	1.60	5.36	10.81	6.99	5.47
60H	7.84	14.97	9.29	13.52	-3.13	-5.83	-6.84	-1.97	-1.45	4.80	11.44	4.62	3.94

○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	-0.95	-1.20	-0.87	-0.68	-0.54	-0.51	-0.48	-0.47	-0.89	-1.18	-1.11	-0.77	-0.80
24H	-1.70	-2.11	-1.09	-0.88	-0.71	-0.52	-0.52	-0.63	-0.95	-1.53	-1.72	-1.52	-1.16
36H	-2.27	-3.12	-1.51	-1.20	-0.79	-0.75	-0.47	-0.51	-1.06	-1.91	-2.05	-2.09	-1.48
48H	-2.74	-3.79	-1.84	-1.44	-0.77	-0.69	-0.32	-0.45	-1.04	-2.11	-2.28	-2.34	-1.65
60H	-2.95	-4.13	-1.90	-1.44	-0.58	-0.52	-0.20	-0.21	-0.88	-2.17	-2.29	-2.45	-1.64

■ RMSE

○ 850hPa 온도 [°C]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	1.95	1.77	1.62	1.70	1.56	1.56	1.45	1.40	1.39	1.38	1.52	1.83	1.59
24H	2.16	1.92	1.79	1.92	1.76	1.70	1.56	1.52	1.50	1.49	1.68	2.03	1.75
36H	2.42	2.14	2.12	2.25	2.00	1.88	1.68	1.61	1.69	1.63	1.86	2.30	1.97
48H	2.64	2.28	2.36	2.51	2.23	2.09	1.79	1.77	1.88	1.80	2.08	2.51	2.16
60H	2.87	2.47	2.60	2.79	2.50	2.35	1.93	1.95	2.07	1.99	2.26	2.64	2.37

○ 500hPa 고도 [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	18.94	20.78	20.11	19.07	14.31	14.89	13.98	13.59	13.74	15.34	17.84	19.40	16.83
24H	22.80	24.55	24.34	22.94	16.85	17.03	15.49	15.02	15.46	16.96	19.76	21.37	19.38
36H	25.50	27.27	26.89	25.19	20.54	19.19	17.29	17.09	17.17	19.00	22.32	23.51	21.75
48H	28.44	30.20	30.55	27.77	25.41	22.04	20.39	20.62	19.20	21.71	25.75	26.64	24.89
60H	32.19	33.65	34.52	31.45	30.80	24.66	24.74	25.17	22.91	25.17	30.24	29.80	28.77

○ 300hPa 바람 [ $\text{ms}^{-1}$ ]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	5.14	5.62	5.36	5.24	5.05	4.76	4.16	4.28	4.32	4.53	4.60	4.52	4.80
24H	6.22	6.79	6.61	6.26	5.87	5.55	4.82	4.95	5.12	5.46	5.57	5.45	5.72
36H	6.99	7.90	7.81	7.31	6.83	6.22	5.43	5.62	6.03	6.47	6.40	6.34	6.61
48H	7.76	8.74	8.87	8.28	7.57	6.82	5.98	6.34	6.65	7.22	7.13	6.98	7.36
60H	8.36	9.38	9.54	9.03	8.32	7.32	6.56	7.02	7.10	7.97	7.74	7.56	7.99

## 5.2.4. 강수 검증

### ■ RDAPS 30km TS

RDAPS 30 km TS (Threshold = 0.1 mm)							RDAPS 30km TS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.55	0.50	0.48	0.45	0.38	0.47	Jan.	0.49	0.30	0.44	0.45	0.39	0.41
Feb.	0.54	0.51	0.37	0.36	0.35	0.41	Feb.	0.48	0.23	0.23	0.42	0.33	0.34
Mar.	0.52	0.54	0.45	0.47	0.44	0.48	Mar.	0.37	0.44	0.54	0.28	0.31	0.38
Apr.	0.53	0.51	0.48	0.44	0.45	0.48	Apr.	0.31	0.51	0.49	0.47	0.48	0.45
May.	0.55	0.59	0.55	0.49	0.50	0.53	May.	0.45	0.50	0.43	0.46	0.44	0.46
Jun.	0.51	0.54	0.51	0.52	0.46	0.51	Jun.	0.44	0.37	0.40	0.39	0.33	0.38
Jul.	0.44	0.43	0.41	0.41	0.42	0.42	Jul.	0.28	0.30	0.27	0.25	0.25	0.27
Aug.	0.51	0.50	0.47	0.44	0.41	0.47	Aug.	0.32	0.35	0.29	0.26	0.23	0.29
Sep.	0.40	0.40	0.36	0.30	0.28	0.35	Sep.	0.21	0.25	0.23	0.13	0.16	0.20
Oct.	0.46	0.50	0.43	0.40	0.30	0.41	Oct.	0.31	0.34	0.33	0.30	0.13	0.28
Nov.	0.47	0.43	0.37	0.32	0.30	0.37	Nov.	0.26	0.25	0.24	0.25	0.22	0.24
Dec.	0.45	0.42	0.36	0.35	0.32	0.37	Dec.	0.19	0.26	0.17	0.17	0.13	0.18
TOTAL	0.49	0.48	0.44	0.42	0.39	0.44	TOTAL	0.34	0.35	0.34	0.31	0.29	0.33

RDAPS 30 km TS (Threshold = 15 mm)							RDAPS 30 km TS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.15	0.16	0.16	0.21	0.12	0.16	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.19	0.07	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.24	0.32	0.29	0.13	0.15	0.21	Mar.	0.05	0.31	0.14	0.04	0.06	0.10
Apr.	0.21	0.24	0.26	0.18	0.21	0.22	Apr.	0.05	0.13	0.11	0.11	0.06	0.09
May.	0.40	0.36	0.35	0.33	0.34	0.36	May.	0.26	0.27	0.28	0.31	0.27	0.28
Jun.	0.34	0.28	0.32	0.31	0.26	0.30	Jun.	0.30	0.25	0.23	0.26	0.19	0.24
Jul.	0.16	0.27	0.16	0.17	0.14	0.18	Jul.	0.11	0.19	0.11	0.14	0.07	0.12
Aug.	0.15	0.20	0.21	0.11	0.12	0.15	Aug.	0.11	0.11	0.09	0.06	0.06	0.08
Sep.	0.06	0.18	0.23	0.06	0.11	0.13	Sep.	0.02	0.11	0.24	0.04	0.02	0.10
Oct.	0.19	0.13	0.28	0.18	0.04	0.17	Oct.	0.19	0.09	0.14	0.00	0.00	0.09
Nov.	0.07	0.08	0.05	0.09	0.03	0.06	Nov.	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02
Dec.	0.21	0.17	0.13	0.00	0.00	0.08	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.21	0.25	0.24	0.19	0.18	0.21	TOTAL	0.17	0.19	0.17	0.16	0.12	0.16

RDAPS 30 km TS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	0.00	-	0.00	0.00
May.	0.31	0.17	0.20	0.17	0.16	0.19
Jun.	0.05	0.14	0.22	0.17	0.09	0.13
Jul.	0.08	0.12	0.05	0.06	0.00	0.06
Aug.	0.03	0.03	0.00	0.04	0.03	0.03
Sep.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	0.07	0.10	0.10	0.09	0.05	0.08

## ■ RDAPS 30km BIAS

RDAPS 30 km BIAS (Threshold = 0.1 mm)							RDAPS 30 km BIAS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.42	1.55	1.57	1.68	1.64	1.57	Jan.	1.10	1.02	1.38	1.48	1.09	1.21
Feb.	0.92	1.43	1.66	1.94	2.17	1.62	Feb.	0.94	0.47	0.59	1.53	2.31	1.17
Mar.	0.83	1.12	1.39	1.47	1.33	1.23	Mar.	0.68	0.73	0.98	1.14	1.16	0.94
Apr.	0.92	1.19	1.57	1.66	1.47	1.36	Apr.	0.59	0.92	1.29	1.38	1.31	1.10
May.	0.94	1.20	1.29	1.21	1.35	1.20	May.	0.78	1.06	1.15	1.06	1.06	1.02
Jun.	0.80	1.11	1.29	1.40	1.43	1.21	Jun.	0.67	0.83	1.18	1.23	1.43	1.07
Jul.	1.27	1.64	1.59	1.57	1.64	1.54	Jul.	1.31	1.53	1.49	1.53	1.66	1.50
Aug.	1.19	1.44	1.42	1.36	1.40	1.36	Aug.	1.13	1.39	1.08	1.17	1.24	1.20
Sep.	0.90	1.38	1.48	1.22	1.34	1.26	Sep.	0.67	1.26	1.36	1.07	1.20	1.11
Oct.	1.04	1.31	1.32	1.47	1.42	1.31	Oct.	1.22	1.38	0.86	0.92	0.78	1.03
Nov.	1.20	1.71	1.73	1.76	1.72	1.62	Nov.	1.05	1.81	2.12	1.73	2.31	1.80
Dec.	1.59	1.86	2.23	2.30	2.24	2.04	Dec.	0.88	0.93	1.66	1.90	1.48	1.37
<b>TOTAL</b>	<b>1.09</b>	<b>1.41</b>	<b>1.52</b>	<b>1.54</b>	<b>1.55</b>	<b>1.42</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0.93</b>	<b>1.16</b>	<b>1.25</b>	<b>1.29</b>	<b>1.35</b>	<b>1.20</b>

RDAPS 30 km BIAS (Threshold = 15 mm)							RDAPS 30 km BIAS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.98	0.59	1.20	2.22	1.47	1.29	Jan.	0.14	0.57	1.43	4.57	5.00	2.34
Feb.	0.10	0.10	0.10	0.60	1.50	0.48	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.37	0.68	0.87	0.72	1.90	0.91	Mar.	0.05	0.81	0.95	1.57	3.24	1.32
Apr.	0.62	1.15	2.23	2.11	1.74	1.57	Apr.	0.40	2.47	4.40	3.13	5.00	3.08
May.	0.78	0.91	1.09	1.20	1.14	1.02	May.	0.71	0.63	0.97	1.19	1.01	0.90
Jun.	0.49	0.59	0.91	0.97	1.42	0.88	Jun.	0.50	0.52	0.89	0.77	1.43	0.82
Jul.	0.92	1.06	0.83	1.04	1.26	1.02	Jul.	0.57	0.50	0.39	0.61	0.85	0.58
Aug.	0.76	1.01	0.62	0.70	1.14	0.85	Aug.	0.41	0.66	0.19	0.55	0.96	0.55
Sep.	0.27	0.83	1.48	1.12	0.75	0.89	Sep.	0.22	0.46	1.54	0.90	0.54	0.73
Oct.	0.80	1.31	0.78	1.06	0.39	0.87	Oct.	0.32	0.26	1.11	0.32	0.21	0.44
Nov.	2.00	4.30	3.10	1.50	5.50	3.28	Nov.	2.00	6.50	3.50	0.50	4.50	3.40
Dec.	2.29	1.00	2.71	2.57	3.14	2.34	Dec.	4.00	0.00	0.00	0.00	5.00	1.80
<b>TOTAL</b>	<b>0.70</b>	<b>0.91</b>	<b>0.96</b>	<b>1.05</b>	<b>1.29</b>	<b>0.98</b>	<b>TOTAL</b>	<b>0.50</b>	<b>0.60</b>	<b>0.72</b>	<b>0.82</b>	<b>1.19</b>	<b>0.77</b>

RDAPS 30 km BIAS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.40
Apr.	-	-	-	-	-	-
May.	0.48	0.52	1.65	1.13	1.22	1.00
Jun.	0.27	0.44	0.90	0.69	1.92	0.85
Jul.	0.32	0.18	0.12	0.09	0.23	0.19
Aug.	0.37	0.22	0.03	0.22	0.85	0.34
Sep.	0.00	0.44	0.44	0.22	0.89	0.40
Oct.	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.20
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.32</b>	<b>0.28</b>	<b>0.42</b>	<b>0.34</b>	<b>0.93</b>	<b>0.46</b>

## ■ RDAPS 30km ETS

RDAPS 30 km ETS (Threshold = 0.1 mm)							RDAPS 30km ETS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.47	0.41	0.39	0.35	0.28	0.37	Jan.	0.47	0.28	0.42	0.43	0.37	0.39
Feb.	0.51	0.48	0.33	0.32	0.30	0.37	Feb.	0.47	0.23	0.22	0.41	0.32	0.34
Mar.	0.45	0.46	0.35	0.37	0.34	0.39	Mar.	0.36	0.42	0.52	0.25	0.28	0.35
Apr.	0.46	0.43	0.38	0.34	0.35	0.39	Apr.	0.29	0.49	0.46	0.44	0.45	0.43
May.	0.48	0.51	0.47	0.40	0.41	0.45	May.	0.42	0.47	0.39	0.42	0.41	0.42
Jun.	0.39	0.40	0.35	0.36	0.28	0.35	Jun.	0.39	0.32	0.33	0.32	0.26	0.32
Jul.	0.24	0.20	0.18	0.19	0.19	0.20	Jul.	0.21	0.22	0.19	0.17	0.16	0.19
Aug.	0.37	0.33	0.30	0.26	0.23	0.30	Aug.	0.26	0.27	0.23	0.19	0.15	0.22
Sep.	0.32	0.30	0.25	0.19	0.17	0.24	Sep.	0.19	0.22	0.20	0.10	0.14	0.17
Oct.	0.41	0.45	0.37	0.34	0.23	0.35	Oct.	0.29	0.33	0.32	0.29	0.12	0.27
Nov.	0.39	0.33	0.27	0.21	0.20	0.27	Nov.	0.25	0.23	0.22	0.24	0.20	0.23
Dec.	0.36	0.32	0.26	0.24	0.21	0.27	Dec.	0.18	0.25	0.16	0.16	0.12	0.17
<b>TOTAL</b>	0.40	0.38	0.33	0.30	0.27	0.45	<b>TOTAL</b>	0.31	0.32	0.31	0.28	0.25	0.29

RDAPS 30 km ETS (Threshold = 15 mm)							RDAPS 30 km ETS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.15	0.16	0.16	0.20	0.11	0.16	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01
Feb.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.19	0.07	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.24	0.31	0.28	0.13	0.14	0.20	Mar.	0.05	0.31	0.14	0.04	0.06	0.10
Apr.	0.20	0.23	0.25	0.17	0.20	0.21	Apr.	0.05	0.13	0.11	0.10	0.06	0.09
May.	0.39	0.34	0.33	0.31	0.32	0.34	May.	0.25	0.26	0.27	0.30	0.26	0.27
Jun.	0.32	0.25	0.29	0.28	0.22	0.26	Jun.	0.29	0.23	0.21	0.24	0.17	0.22
Jul.	0.12	0.23	0.13	0.13	0.10	0.14	Jul.	0.09	0.17	0.10	0.12	0.05	0.10
Aug.	0.12	0.17	0.18	0.08	0.08	0.12	Aug.	0.10	0.10	0.08	0.05	0.04	0.07
Sep.	0.05	0.17	0.22	0.05	0.10	0.12	Sep.	0.02	0.11	0.23	0.04	0.01	0.09
Oct.	0.19	0.13	0.28	0.17	0.04	0.16	Oct.	0.19	0.09	0.14	0.00	0.00	0.09
Nov.	0.07	0.08	0.05	0.09	0.03	0.06	Nov.	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.02
Dec.	0.21	0.17	0.13	0.00	0.00	0.08	Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	0.20	0.23	0.23	0.18	0.16	0.20	<b>TOTAL</b>	0.16	0.18	0.16	0.15	0.11	0.15

RDAPS 30 km ETS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	0.00	-	0.00	0.00
May.	0.31	0.17	0.19	0.16	0.16	0.19
Jun.	0.05	0.13	0.22	0.17	0.08	0.12
Jul.	0.07	0.12	0.04	0.05	0.00	0.06
Aug.	0.02	0.03	0.00	0.04	0.02	0.02
Sep.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	0.07	0.10	0.10	0.09	0.05	0.08

■ KWRF 10km TS

KWRF 10 km TS (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km TS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.54	0.50	0.43	0.41	0.44	0.46	Jan.	0.41	0.38	0.21	0.22	0.20	0.28
Feb.	0.46	0.40	0.30	0.20	0.24	0.30	Feb.	0.48	0.40	0.36	0.34	0.23	0.34
Mar.	0.53	0.53	0.44	0.39	0.35	0.44	Mar.	0.54	0.53	0.44	0.29	0.34	0.42
Apr.	0.62	0.60	0.50	0.46	0.38	0.50	Apr.	0.57	0.55	0.51	0.35	0.31	0.45
May.	0.54	0.53	0.46	0.39	0.38	0.46	May.	0.54	0.49	0.45	0.39	0.40	0.45
Jun.	0.56	0.50	0.47	0.44	0.43	0.48	Jun.	0.46	0.47	0.44	0.37	0.34	0.41
Jul.	0.44	0.45	0.43	0.43	0.38	0.43	Jul.	0.31	0.31	0.30	0.30	0.23	0.29
Aug.	0.49	0.50	0.47	0.41	0.35	0.44	Aug.	0.30	0.34	0.30	0.27	0.23	0.29
Sep.	0.29	0.39	0.35	0.32	0.28	0.33	Sep.	0.16	0.26	0.24	0.21	0.11	0.20
Oct.	0.46	0.46	0.44	0.42	0.36	0.43	Oct.	0.23	0.23	0.32	0.32	0.19	0.26
Nov.	0.46	0.45	0.39	0.37	0.37	0.41	Nov.	0.32	0.26	0.19	0.17	0.14	0.21
Dec.	0.51	0.45	0.40	0.35	0.33	0.40	Dec.	0.19	0.22	0.17	0.13	0.08	0.15
TOTAL	0.49	0.48	0.43	0.39	0.37	0.43	TOTAL	0.37	0.37	0.34	0.30	0.25	0.32

KWRF 10 km TS (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km TS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.24	0.19	0.15	0.08	0.08	0.15	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.03
Feb.	0.00	0.36	0.06	0.12	0.00	0.11	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.40	0.51	0.46	0.15	0.36	0.37	Mar.	0.19	0.40	0.30	0.08	0.27	0.26
Apr.	0.28	0.28	0.27	0.16	0.20	0.24	Apr.	0.17	0.18	0.10	0.16	0.17	0.15
May.	0.38	0.32	0.27	0.29	0.31	0.31	May.	0.31	0.20	0.25	0.22	0.20	0.23
Jun.	0.36	0.45	0.43	0.26	0.29	0.36	Jun.	0.14	0.43	0.33	0.19	0.22	0.26
Jul.	0.22	0.21	0.21	0.18	0.15	0.19	Jul.	0.20	0.15	0.19	0.12	0.11	0.15
Aug.	0.16	0.25	0.20	0.16	0.14	0.18	Aug.	0.10	0.16	0.16	0.06	0.10	0.12
Sep.	0.08	0.11	0.14	0.15	0.04	0.11	Sep.	0.04	0.03	0.08	0.05	0.00	0.04
Oct.	0.18	0.12	0.18	0.24	0.07	0.17	Oct.	0.32	0.18	0.11	0.10	0.11	0.14
Nov.	0.06	0.09	0.07	0.11	0.03	0.07	Nov.	0.08	0.04	0.06	0.00	0.06	0.05
Dec.	0.25	0.16	0.12	0.09	0.00	0.12	Dec.	0.14	0.00	0.08	0.12	0.00	0.07
TOTAL	0.25	0.27	0.26	0.20	0.19	0.23	TOTAL	0.17	0.21	0.21	0.13	0.14	0.17

KWRF 10 km TS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	-	-	-	-	0.00
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
May.	0.13	0.00	0.00	0.04	0.17	0.07
Jun.	0.00	0.24	0.07	0.14	0.07	0.10
Jul.	0.09	0.11	0.24	0.05	0.06	0.11
Aug.	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02
Sep.	0.00	0.00	0.07	0.11	0.00	0.04
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	-	0.00	-	-	0.00	0.00
Dec.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
TOTAL	0.06	0.10	0.11	0.07	0.06	0.08

## ■ KWRF 10km BIAS

KWRF 10 km BIAS (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km BIAS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	1.20	1.40	1.23	1.22	1.45	1.30	Jan.	0.78	1.05	0.49	0.69	0.81	0.77
Feb.	1.36	1.98	2.17	2.49	2.97	2.19	Feb.	0.88	1.47	1.27	1.61	2.41	1.53
Mar.	0.91	1.19	1.33	1.27	1.11	1.16	Mar.	0.75	1.01	0.81	0.65	1.07	0.86
Apr.	1.11	1.25	1.27	1.34	1.49	1.29	Apr.	0.78	0.83	1.02	0.85	0.90	0.87
May.	1.33	1.45	1.50	1.44	1.60	1.46	May.	0.82	1.01	1.00	0.90	0.99	0.94
Jun.	1.34	1.58	1.79	1.81	1.72	1.65	Jun.	0.94	1.22	1.34	1.21	1.33	1.20
Jul.	1.23	1.44	1.54	1.51	1.49	1.44	Jul.	1.11	1.57	1.51	1.51	1.42	1.43
Aug.	1.03	1.31	1.32	1.19	1.17	1.20	Aug.	0.77	1.38	1.20	1.12	1.02	1.10
Sep.	0.68	1.19	1.36	1.26	1.18	1.13	Sep.	0.47	1.28	1.66	1.45	1.26	1.22
Oct.	0.97	1.19	1.23	1.35	1.13	1.17	Oct.	1.01	1.26	1.24	1.67	0.88	1.21
Nov.	0.95	1.34	1.53	1.32	1.24	1.27	Nov.	1.00	2.09	1.71	1.42	2.01	1.65
Dec.	1.20	1.52	1.82	1.89	1.80	1.65	Dec.	1.16	1.25	1.89	2.10	1.75	1.63
TOTAL	1.11	1.39	1.49	1.46	1.46	1.38	TOTAL	0.87	1.27	1.24	1.19	1.20	1.15

KWRF 10 km BIAS (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km BIAS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.57	0.96	0.27	0.45	0.43	0.53	Jan.	1.00	1.57	0.43	0.43	0.57	0.80
Feb.	0.40	0.90	0.70	0.90	0.20	0.62	Feb.	3.00	0.00	3.00	1.00	0.00	1.40
Mar.	0.52	0.91	0.80	0.44	1.37	0.81	Mar.	0.19	0.67	0.86	0.29	1.67	0.73
Apr.	0.82	1.08	1.57	0.66	1.18	1.06	Apr.	0.87	1.67	2.00	0.47	1.73	1.35
May.	0.66	0.91	0.89	0.73	0.96	0.83	May.	0.60	0.79	0.89	0.51	0.81	0.72
Jun.	0.57	1.06	1.21	0.98	1.08	0.98	Jun.	0.28	0.95	1.21	0.85	1.03	0.86
Jul.	0.77	1.29	1.34	1.28	1.16	1.17	Jul.	0.56	0.89	1.08	0.98	0.86	0.87
Aug.	0.49	1.25	1.18	0.98	0.93	0.97	Aug.	0.27	0.95	0.96	0.75	0.82	0.75
Sep.	0.27	1.55	1.63	1.47	0.94	1.17	Sep.	0.29	1.73	1.63	1.39	0.73	1.16
Oct.	0.51	1.16	1.29	2.04	0.53	1.11	Oct.	0.53	1.05	2.16	3.05	0.63	1.48
Nov.	2.50	6.00	3.70	2.10	5.40	3.94	Nov.	6.00	12.50	7.50	3.50	8.50	7.60
Dec.	2.57	4.14	4.43	4.29	2.71	3.63	Dec.	7.00	9.00	12.00	8.00	6.00	8.40
TOTAL	0.62	1.20	1.21	1.05	1.06	1.03	TOTAL	0.44	1.00	1.15	0.89	0.93	0.88

KWRF 10 km BIAS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	-	-	-	-	-	-
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.30
Apr.	-	-	-	-	-	-
May.	0.87	0.70	0.57	0.17	1.43	0.75
Jun.	0.13	0.81	1.08	1.56	1.35	0.98
Jul.	0.23	0.43	0.70	0.56	0.28	0.44
Aug.	0.10	0.32	0.41	0.24	0.53	0.32
Sep.	0.67	2.22	2.56	1.22	0.56	1.44
Oct.	2.00	3.00	8.00	13.00	3.00	5.80
Nov.	-	-	-	-	-	-
Dec.	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.80
TOTAL	0.27	0.59	0.80	0.74	0.71	0.62

## ■ KWRF 10km ETS

KWRF 10 km ETS (Threshold = 0.1 mm)							KWRF 10 km ETS (Threshold = 5 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.47	0.42	0.34	0.32	0.35	0.38	Jan.	0.39	0.36	0.19	0.20	0.18	0.26
Feb.	0.43	0.36	0.25	0.15	0.19	0.25	Feb.	0.47	0.39	0.36	0.34	0.23	0.34
Mar.	0.46	0.45	0.35	0.29	0.26	0.35	Mar.	0.52	0.52	0.42	0.28	0.32	0.40
Apr.	0.55	0.53	0.41	0.37	0.28	0.42	Apr.	0.55	0.53	0.48	0.32	0.28	0.42
May.	0.46	0.45	0.36	0.29	0.28	0.36	May.	0.51	0.46	0.42	0.36	0.37	0.42
Jun.	0.41	0.32	0.28	0.23	0.23	0.29	Jun.	0.40	0.41	0.37	0.30	0.27	0.35
Jul.	0.25	0.24	0.21	0.21	0.16	0.21	Jul.	0.24	0.23	0.22	0.22	0.15	0.21
Aug.	0.35	0.35	0.31	0.24	0.18	0.28	Aug.	0.25	0.26	0.23	0.20	0.16	0.22
Sep.	0.21	0.29	0.24	0.21	0.17	0.22	Sep.	0.14	0.23	0.21	0.18	0.08	0.17
Oct.	0.41	0.40	0.38	0.36	0.31	0.37	Oct.	0.21	0.21	0.30	0.30	0.17	0.24
Nov.	0.40	0.37	0.29	0.28	0.28	0.32	Nov.	0.31	0.25	0.18	0.15	0.12	0.19
Dec.	0.44	0.37	0.31	0.25	0.24	0.31	Dec.	0.18	0.21	0.16	0.12	0.07	0.14
<b>TOTAL</b>	0.41	0.38	0.32	0.28	0.25	0.44	<b>TOTAL</b>	0.35	0.34	0.31	0.26	0.22	0.29

KWRF 10 km ETS (Threshold = 15 mm)							KWRF 10 km ETS (Threshold = 25 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL	MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	0.24	0.18	0.15	0.07	0.07	0.14	Jan.	0.00	0.00	0.00	0.11	0.10	0.03
Feb.	0.00	0.36	0.06	0.12	0.00	0.11	Feb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mar.	0.39	0.50	0.46	0.15	0.35	0.37	Mar.	0.19	0.40	0.30	0.08	0.27	0.25
Apr.	0.27	0.28	0.26	0.16	0.19	0.23	Apr.	0.17	0.17	0.10	0.16	0.17	0.15
May.	0.36	0.30	0.25	0.27	0.29	0.29	May.	0.30	0.19	0.24	0.21	0.19	0.22
Jun.	0.33	0.42	0.39	0.23	0.25	0.32	Jun.	0.13	0.41	0.31	0.17	0.19	0.24
Jul.	0.19	0.17	0.17	0.14	0.11	0.15	Jul.	0.19	0.13	0.17	0.10	0.08	0.13
Aug.	0.14	0.21	0.17	0.12	0.11	0.15	Aug.	0.09	0.14	0.15	0.04	0.08	0.10
Sep.	0.07	0.10	0.12	0.13	0.03	0.10	Sep.	0.04	0.02	0.07	0.05	0.00	0.04
Oct.	0.18	0.12	0.18	0.23	0.06	0.16	Oct.	0.32	0.18	0.11	0.10	0.11	0.14
Nov.	0.06	0.09	0.07	0.11	0.03	0.07	Nov.	0.08	0.04	0.06	0.00	0.06	0.05
Dec.	0.25	0.16	0.12	0.09	0.00	0.12	Dec.	0.14	0.00	0.08	0.12	0.00	0.07
<b>TOTAL</b>	0.24	0.26	0.24	0.18	0.18	0.22	<b>TOTAL</b>	0.16	0.20	0.20	0.12	0.14	0.16

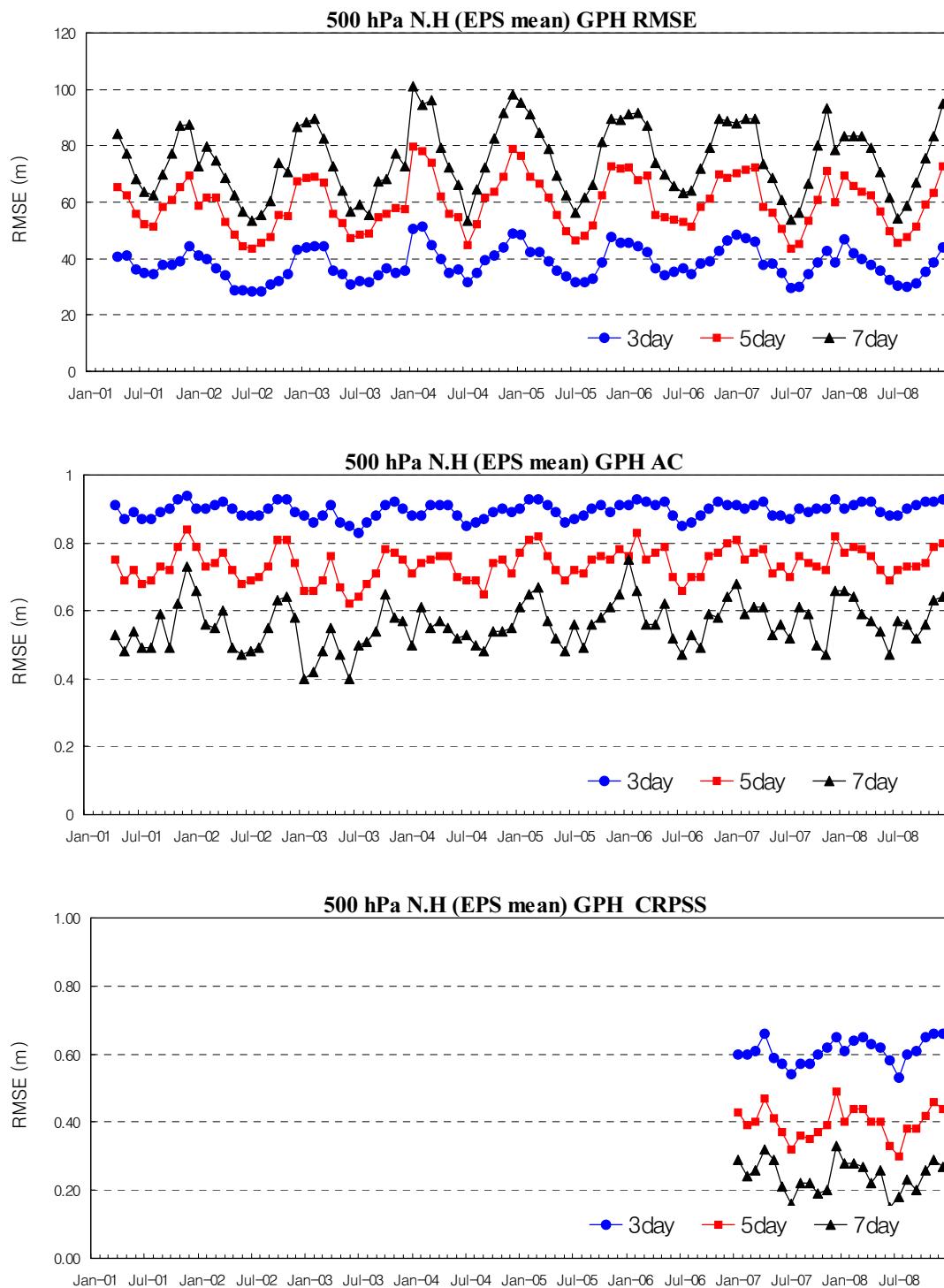
KWRF 10 km ETS (Threshold = 50 mm)						
MONTH	12H	24H	36H	48H	60H	TOTAL
Jan.	-	-	-	-	-	-
Feb.	0.00	-	-	-	-	0.00
Mar.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Apr.	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
May.	0.13	0.00	0.00	0.04	0.16	0.07
Jun.	0.00	0.23	0.06	0.13	0.06	0.10
Jul.	0.09	0.11	0.23	0.04	0.06	0.11
Aug.	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
Sep.	0.00	0.00	0.07	0.11	0.00	0.04
Oct.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nov.	-	0.00	-	-	0.00	0.00
Dec.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
<b>TOTAL</b>	0.06	0.10	0.11	0.07	0.06	0.08

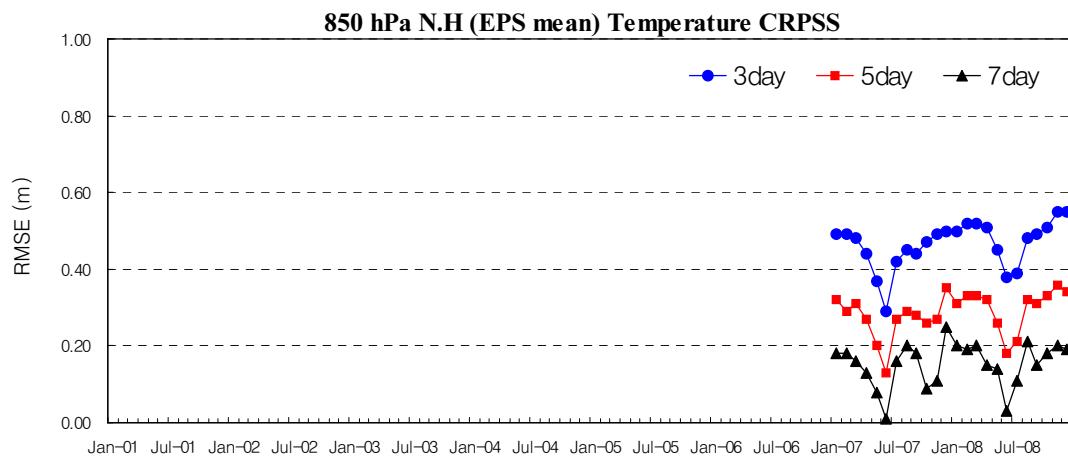
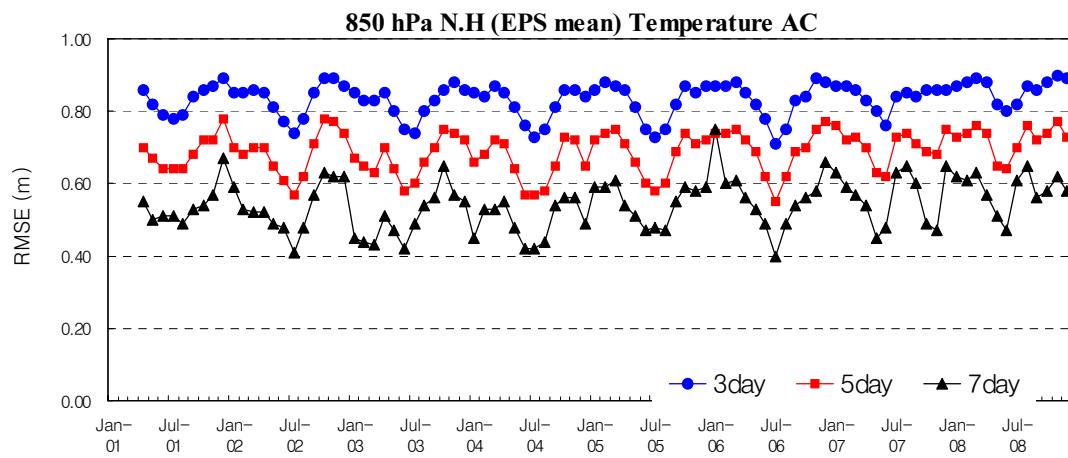
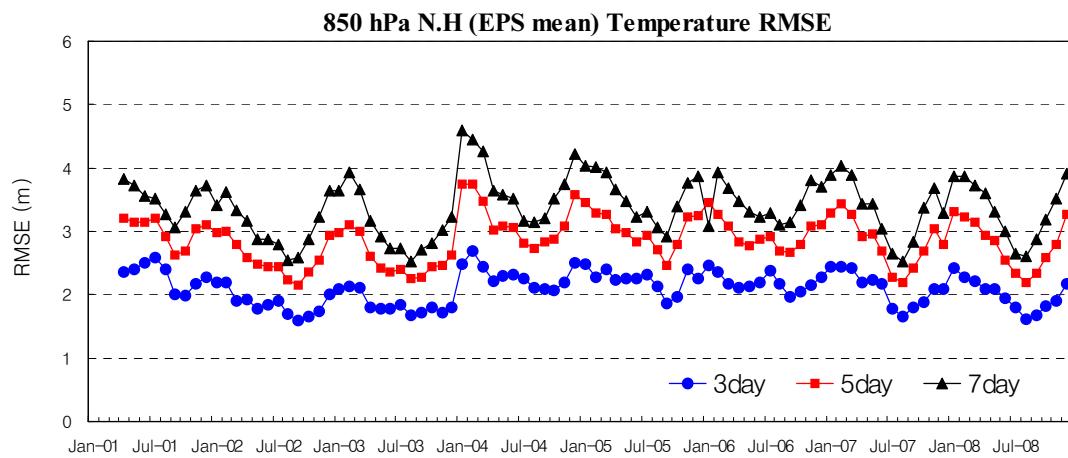
## 5.3. 양상블예보 모델

### 5.3.1. 성능 변화 추세

- 2005년 12월 이후 CRAY 시스템(슈퍼컴 2호기)으로 바뀌면서 T213L40으로 변경
- 2008년 7월 이후 편차보정 적용
  - 수치예보센터 2008-2 ‘양상블 예측모델 편차 보정’ 참고
- 검증: 양상블 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)
- 2008년 1월 이후 기후자료 변경
  - 변경 전(2007년 12월 까지): 일별 NCEP 재분석 평균값 이용
  - 변경 후(2008년 1월 이후): 1959년부터 1998년까지의 일별 NCEP 40년 재분석 평균과 표준편차 자료 사용
  - 해면기압 검증 추가
  - RPS (Ranked Probability Score), RPSS (Ranked Probability Skill Score), CRPS (Continuous Ranked Probability Score), CRPSS (Continuous Ranked Probability Skill Score) 검증 추가
- 2008년 1월 이후 변수별 확률검증 변경

요소	기후값 변경 전 (2007년 12월 이전)	기후값 변경 후 (2008년 1월 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





### 5.3.2. 양상별예보 검증

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

#### ■ 500 hPa 북반구 고도장의 RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	19.7	18.3	16.7	15.3	14.8	14.2	13.0	12.7	12.7	14.1	15.7	17.4	15.4
72H	46.8	41.9	40.0	38.0	35.9	32.6	30.4	29.9	31.3	35.5	38.5	43.8	37.0
120H	69.4	65.8	63.8	62.4	56.7	49.7	45.6	47.6	51.3	59.3	63.3	72.8	59.0
168H	83.5	83.3	83.2	79.3	70.6	61.6	54.3	58.9	66.9	75.4	83.5	94.8	74.6

#### ■ 500 hPa 북반구 고도장의 이상상관 [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98
72H	0.90	0.91	0.92	0.92	0.89	0.88	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.91
120H	0.77	0.79	0.78	0.76	0.72	0.69	0.72	0.73	0.73	0.74	0.79	0.80	0.75
168H	0.66	0.64	0.59	0.57	0.54	0.47	0.57	0.56	0.52	0.56	0.63	0.64	0.58

#### ■ 500 hPa 북반구 고도장의 CRPSS [무차원]

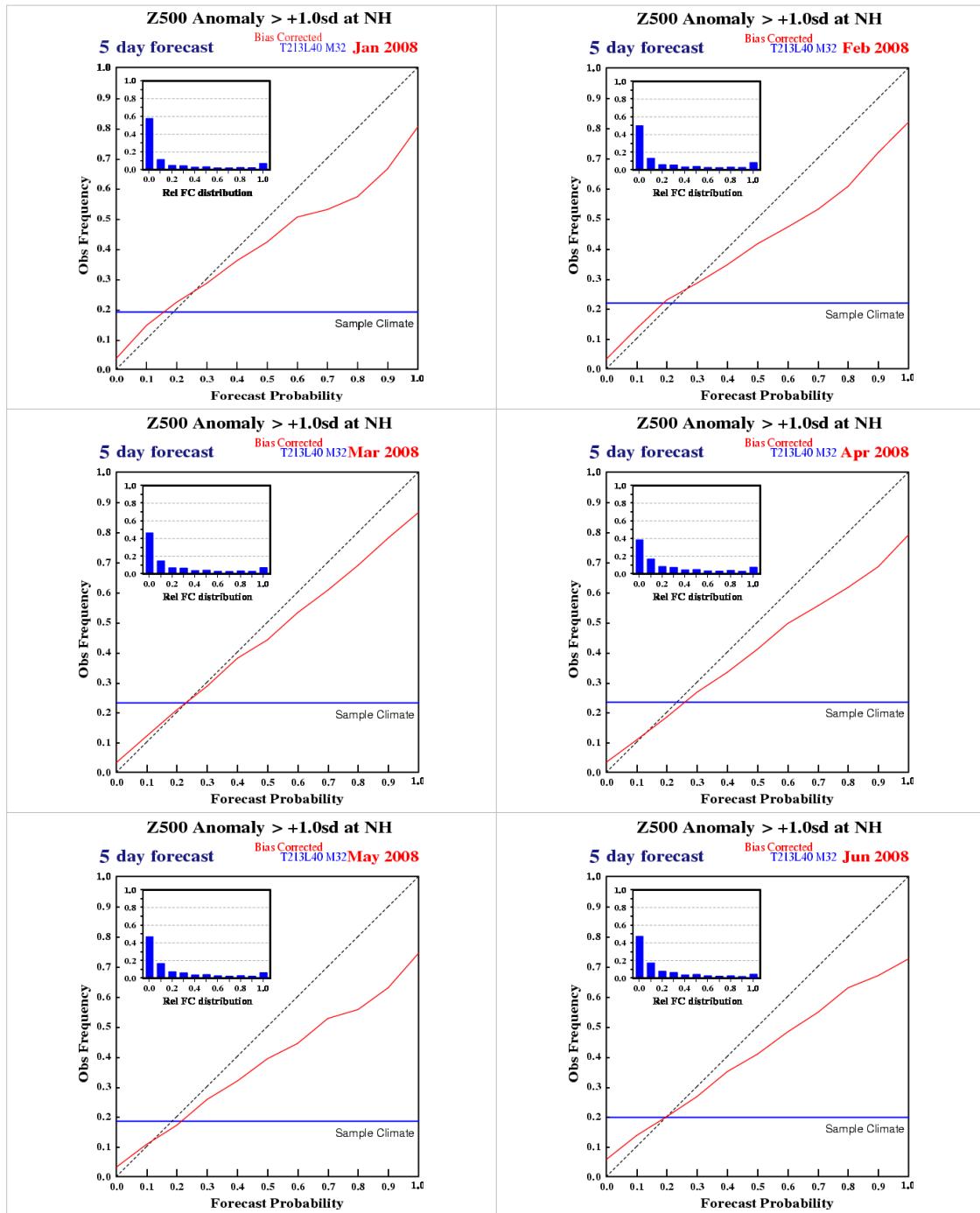
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.84	0.84	0.85	0.84	0.83	0.81	0.79	0.81	0.83	0.85	0.85	0.86	0.83
72H	0.61	0.64	0.65	0.63	0.62	0.58	0.53	0.60	0.61	0.65	0.66	0.66	0.62
120H	0.40	0.44	0.44	0.40	0.40	0.33	0.30	0.38	0.38	0.42	0.46	0.44	0.40
168H	0.28	0.28	0.27	0.22	0.26	0.15	0.18	0.23	0.20	0.26	0.29	0.27	0.24

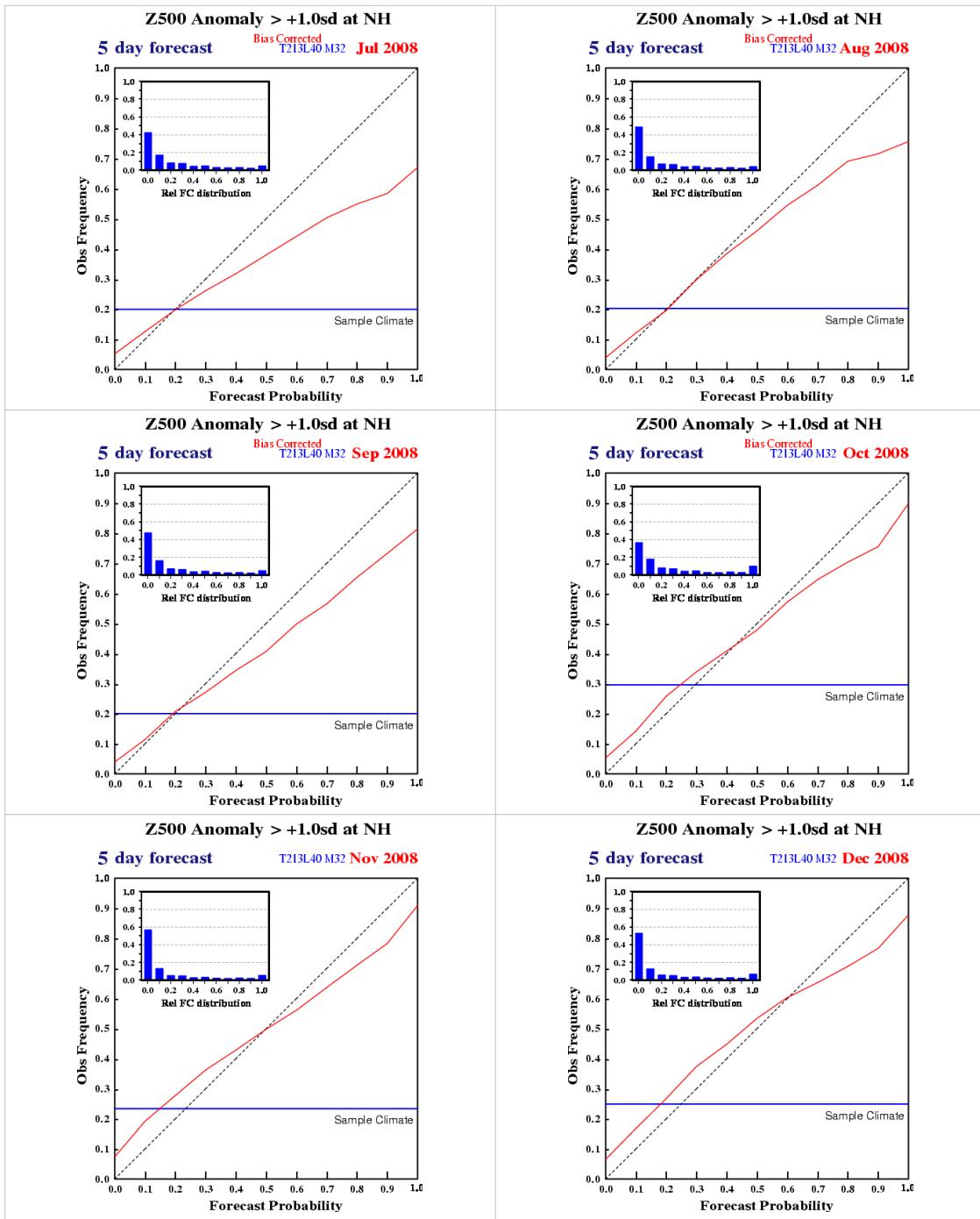
#### ■ 500 hPa 북반구 고도장의 +1 표준편차 이상 BSS [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.79	0.80	0.80	0.78	0.72	0.72	0.70	0.74	0.77	0.78	0.82	0.83	0.77
72H	0.54	0.56	0.61	0.55	0.50	0.47	0.40	0.51	0.53	0.56	0.61	0.64	0.54
120H	0.33	0.35	0.40	0.31	0.26	0.20	0.15	0.29	0.31	0.37	0.41	0.41	0.32
168H	0.21	0.19	0.18	0.12	0.10	-0.01	0.00	0.12	0.16	0.20	0.25	0.21	0.14

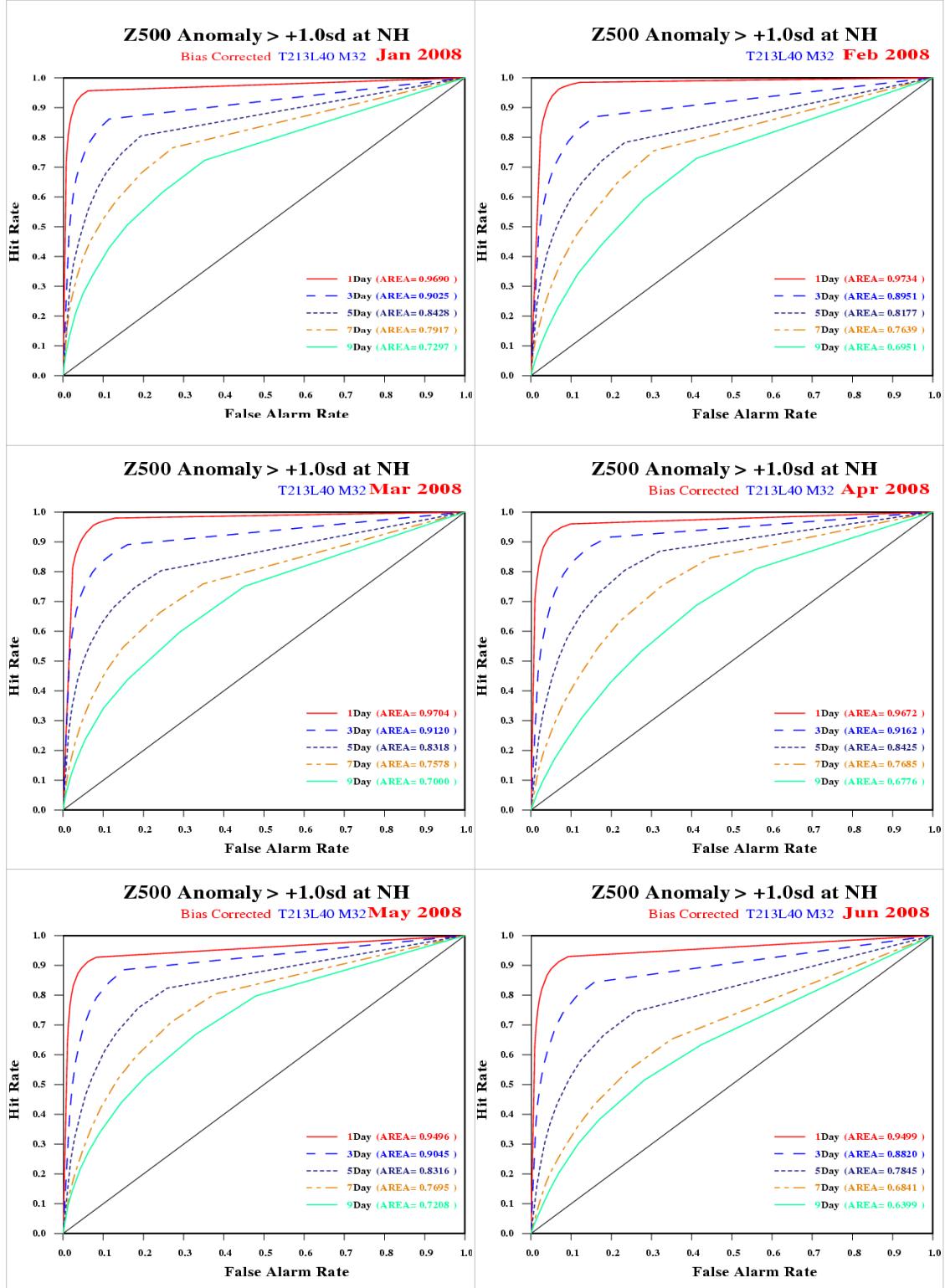
■ 500hPa 고도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 Reliability Diagram

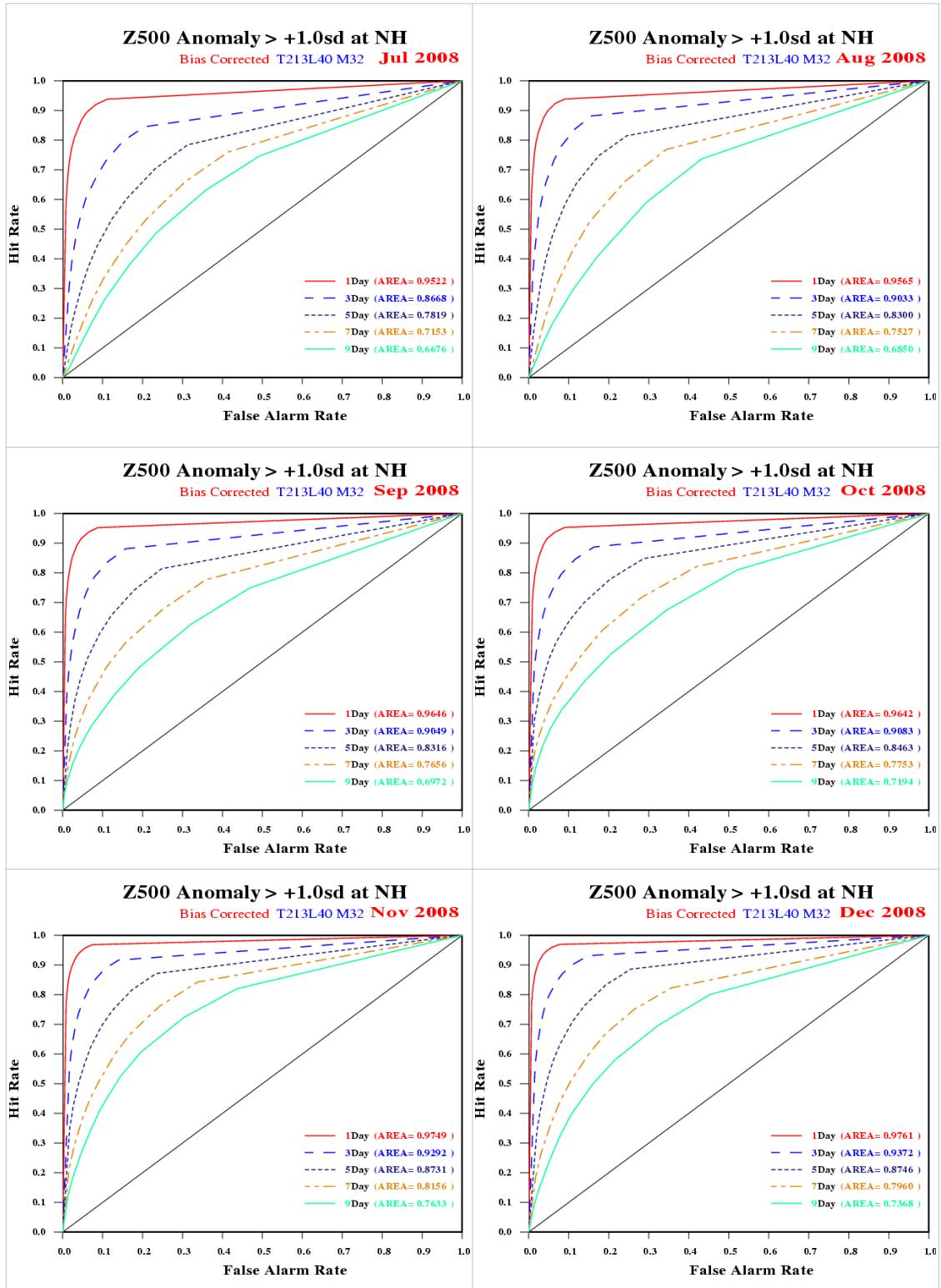
- 실선: reliability
- 막대그래프: sharpness
- 점선: 실황 빈도 (또는 Sample Climate)



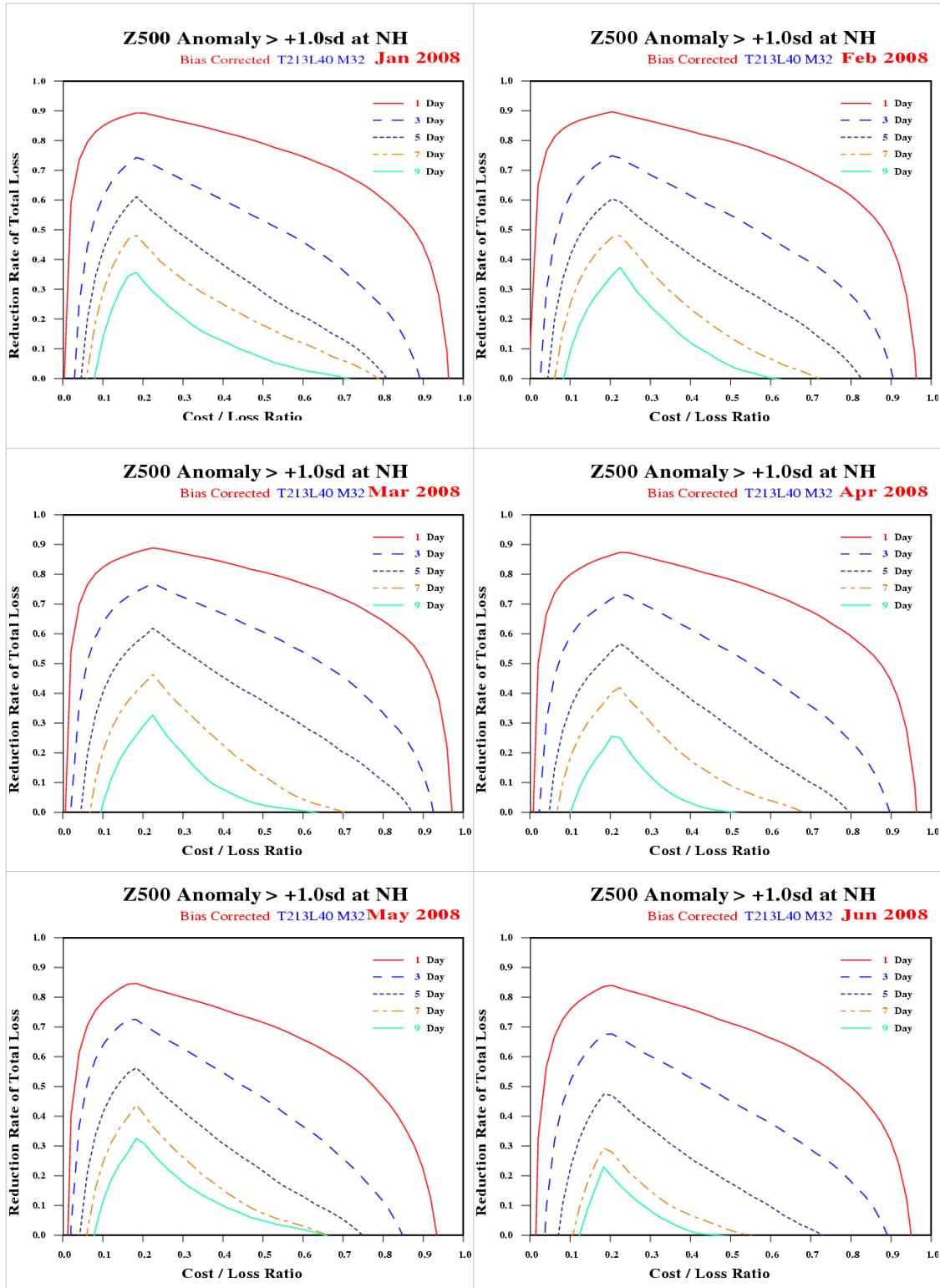


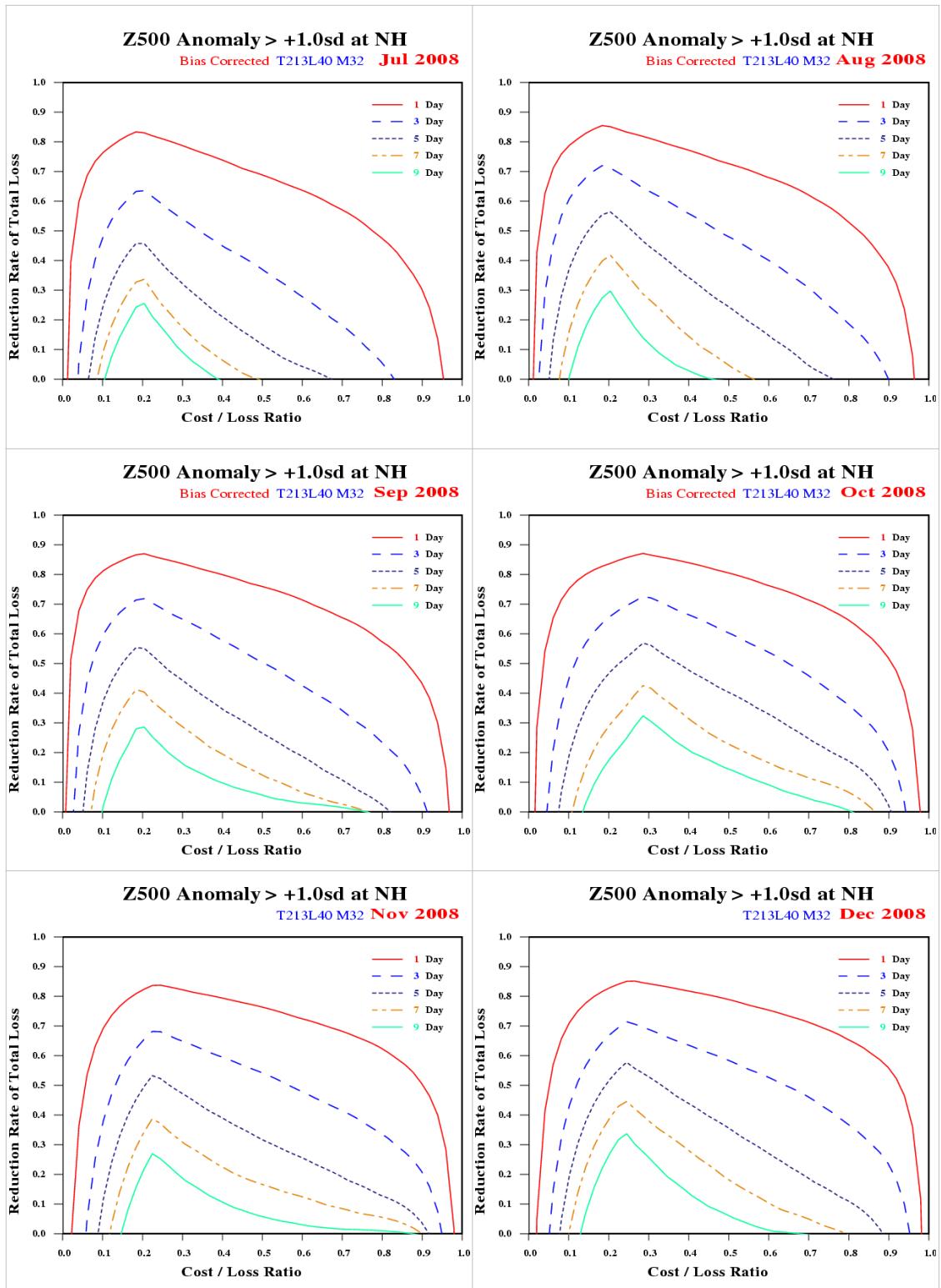
■ 500hPa 고도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 ROC Curve





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





### ■ 850 hPa 북반구 온도장의 RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	1.26	1.22	1.20	1.22	1.22	1.18	1.16	1.02	1.00	1.02	1.03	1.16	1.14
72H	2.42	2.28	2.22	2.09	2.08	1.95	1.79	1.61	1.67	1.83	1.90	2.17	2.00
120H	3.31	3.23	3.15	2.94	2.85	2.55	2.34	2.19	2.34	2.59	2.79	3.26	2.80
168H	3.87	3.87	3.73	3.61	3.31	2.99	2.64	2.61	2.88	3.18	3.51	3.92	3.34

### ■ 850 hPa 북반구 온도장의 이상상관 [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.97	0.96	0.97	0.96	0.94	0.92	0.92	0.95	0.95	0.96	0.97	0.97	0.95
72H	0.87	0.88	0.89	0.88	0.82	0.80	0.82	0.87	0.86	0.88	0.90	0.89	0.86
120H	0.73	0.74	0.76	0.74	0.65	0.64	0.70	0.76	0.72	0.74	0.77	0.73	0.72
168H	0.62	0.61	0.63	0.57	0.51	0.47	0.61	0.65	0.56	0.58	0.62	0.58	0.58

### ■ 850 hPa 북반구 온도장의 CRPSS [무차원]

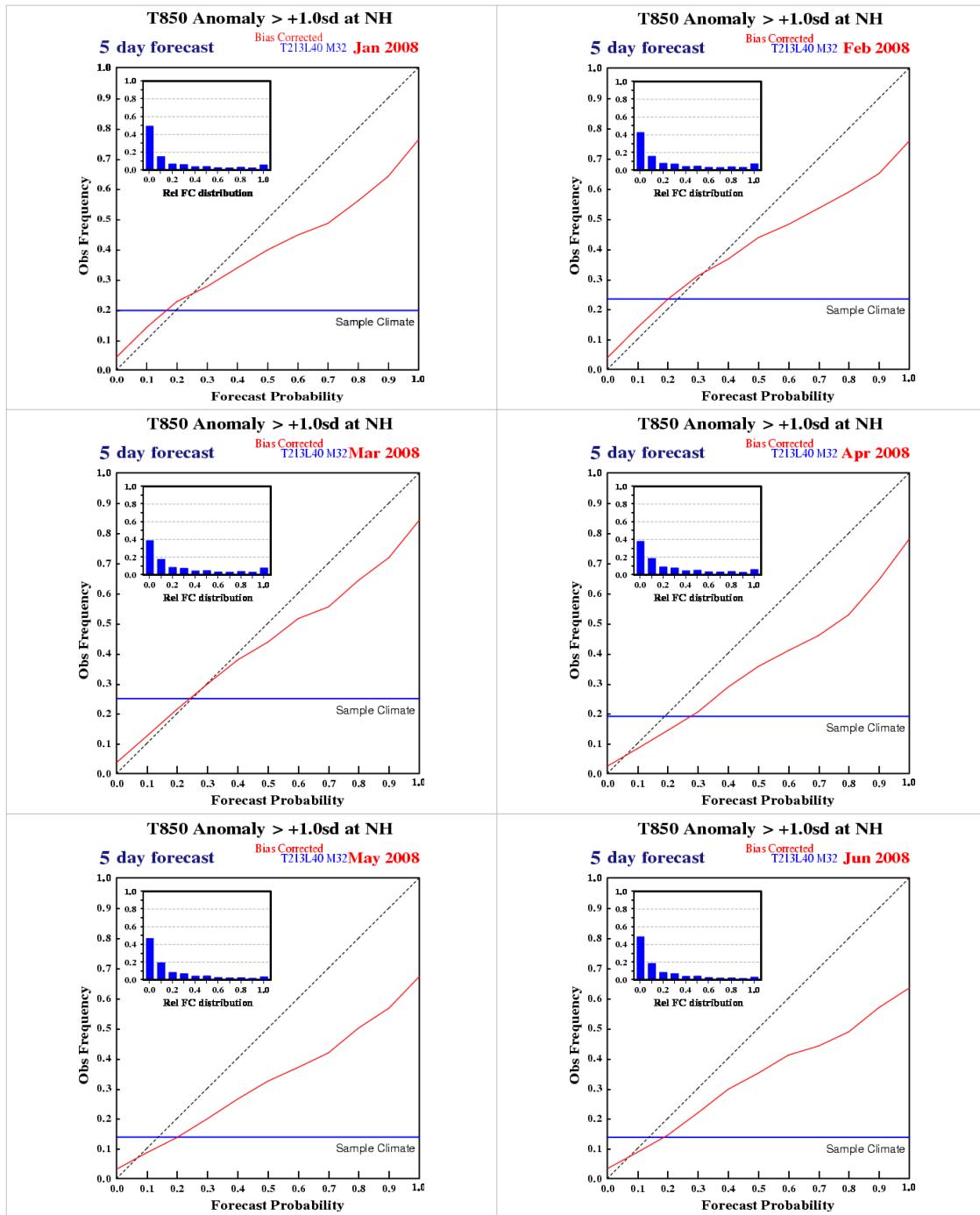
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.74	0.74	0.74	0.71	0.67	0.63	0.61	0.67	0.69	0.71	0.75	0.75	0.70
72H	0.50	0.52	0.52	0.51	0.45	0.38	0.39	0.48	0.49	0.51	0.55	0.55	0.49
120H	0.31	0.33	0.33	0.32	0.26	0.18	0.21	0.32	0.31	0.33	0.36	0.34	0.30
168H	0.20	0.19	0.20	0.15	0.14	0.03	0.11	0.21	0.15	0.18	0.20	0.19	0.16

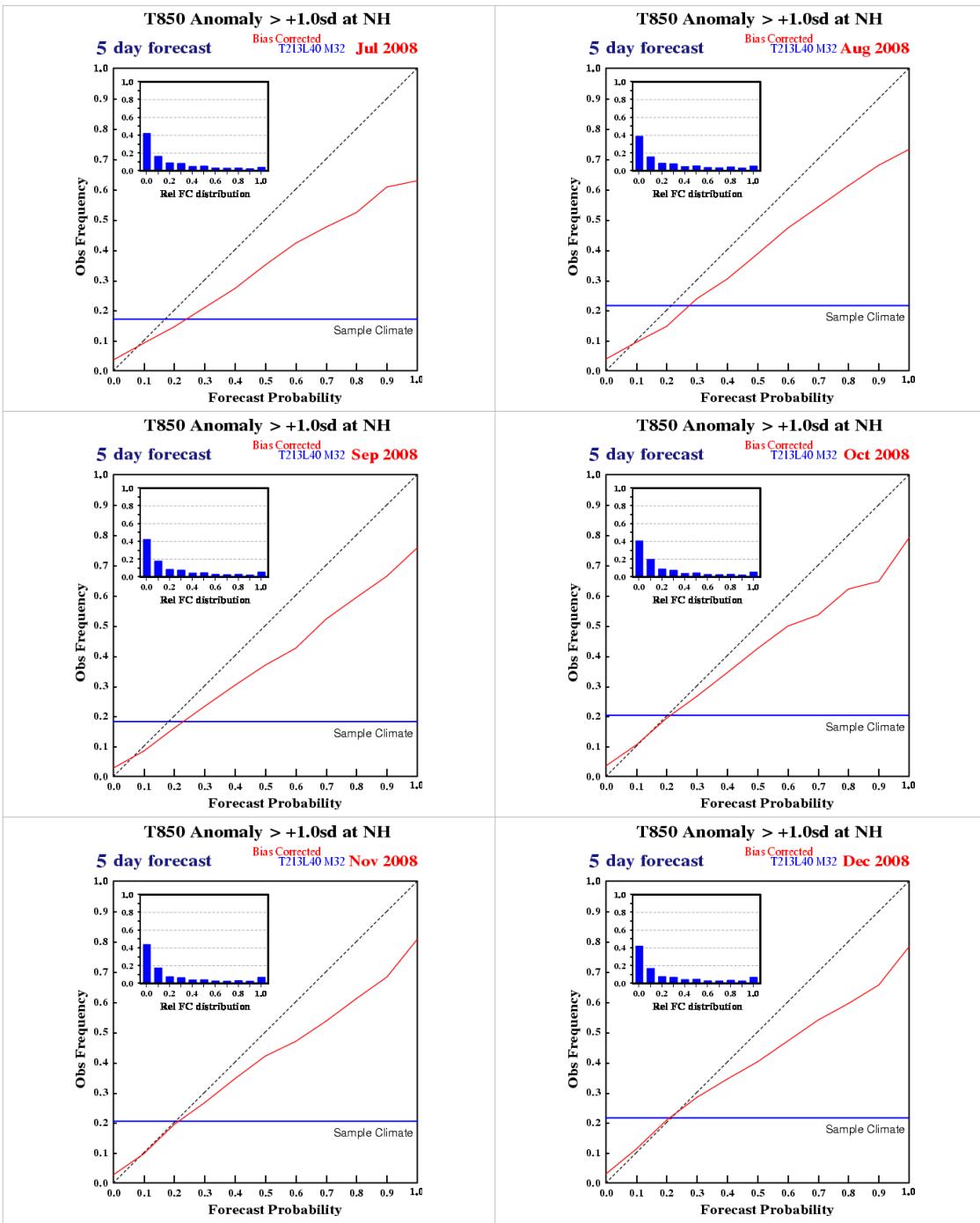
### ■ 850 hPa 북반구 온도장의 +1 표준편차 이상 BSS [무차원]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
24H	0.71	0.69	0.72	0.67	0.60	0.59	0.58	0.65	0.66	0.66	0.70	0.70	0.66
72H	0.45	0.45	0.52	0.45	0.34	0.33	0.33	0.42	0.42	0.43	0.50	0.49	0.43
120H	0.23	0.26	0.33	0.26	0.14	0.14	0.15	0.26	0.27	0.28	0.33	0.29	0.25
168H	0.12	0.12	0.20	0.11	0.03	-0.01	0.05	0.16	0.14	0.17	0.20	0.16	0.12

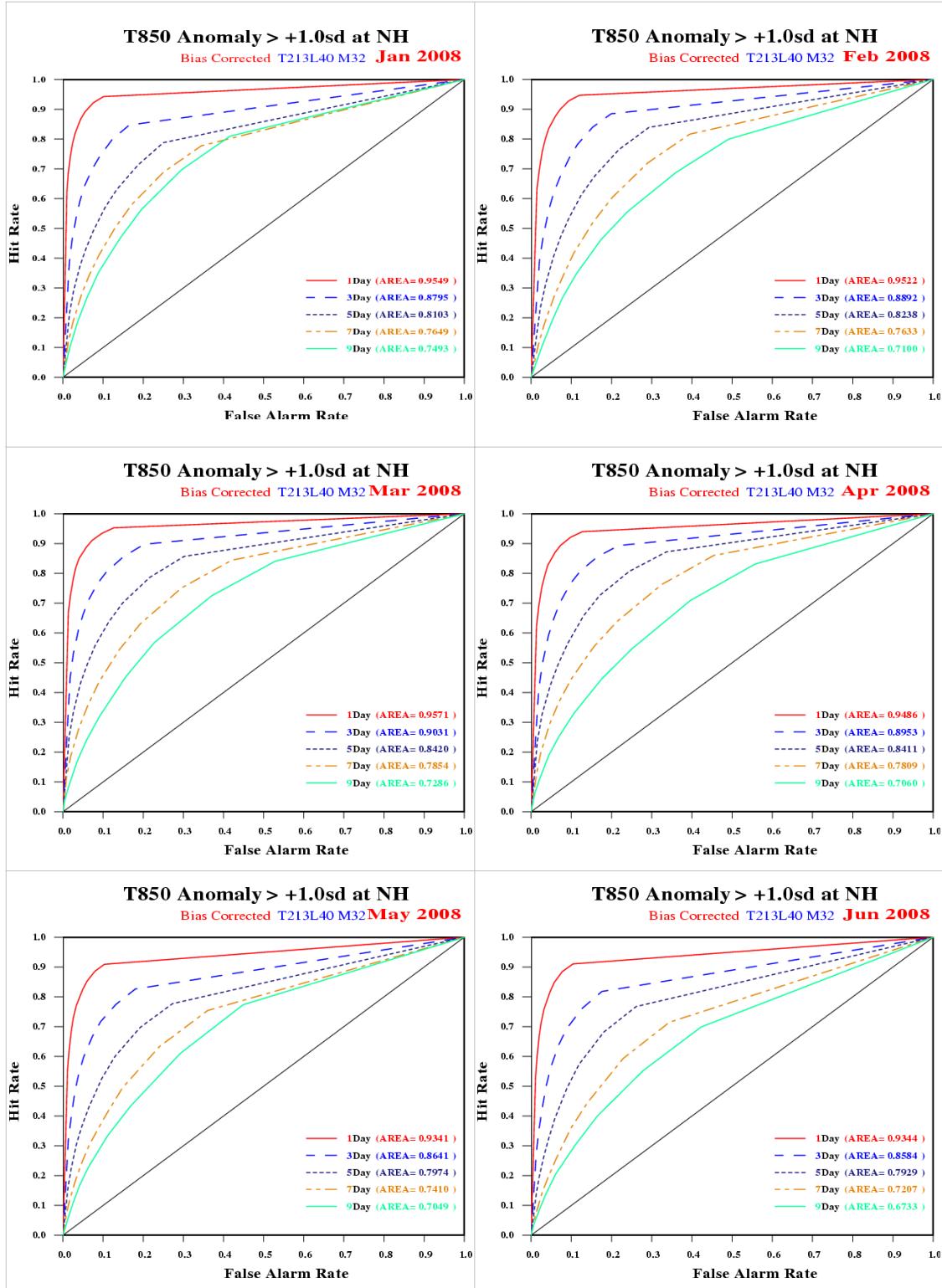
■ 850hPa 온도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 Reliability Diagram

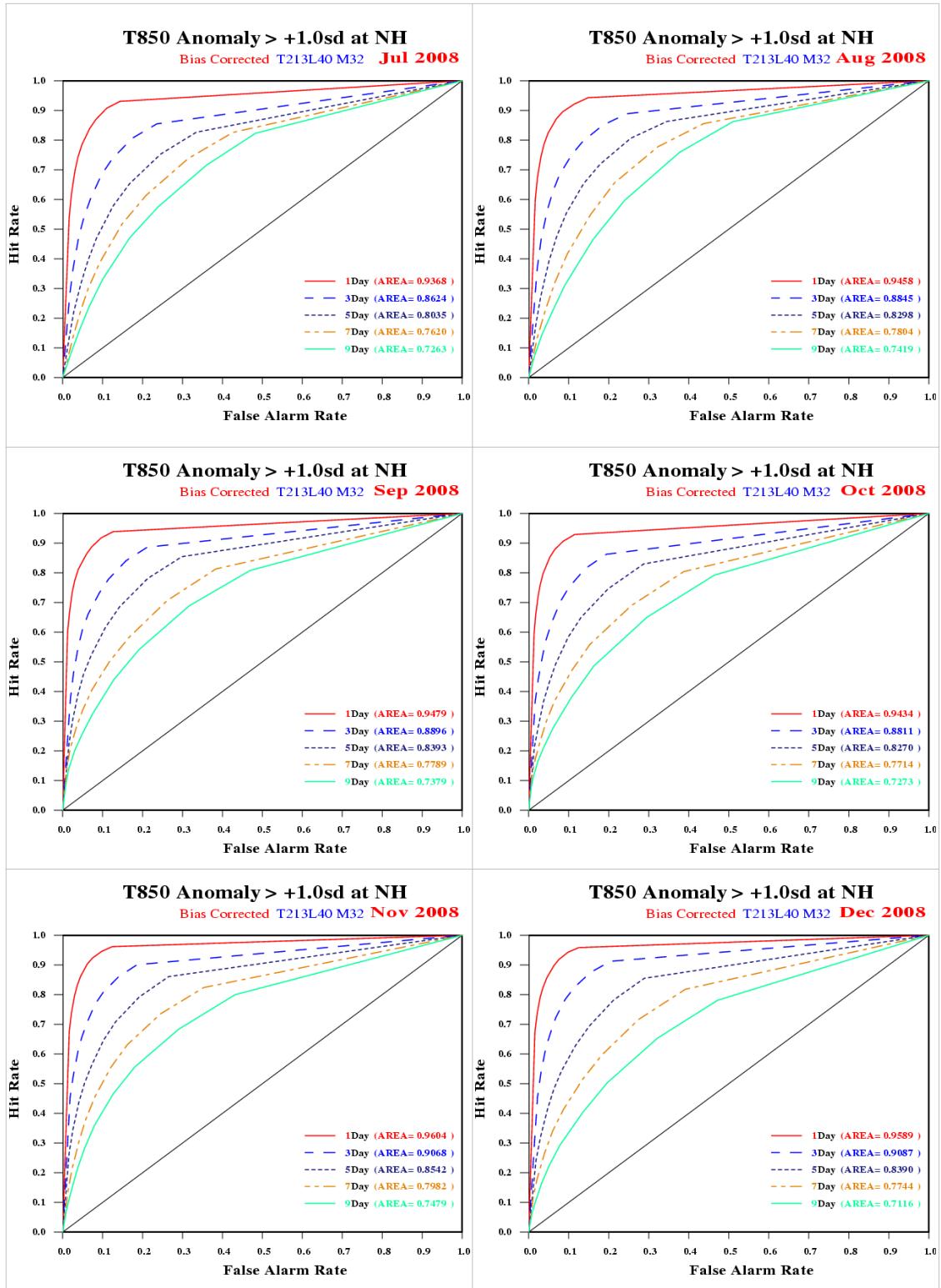
- 실선: reliability
- 막대그래프: sharpness
- 점선: 실황 빈도 (또는 Sample Climate)



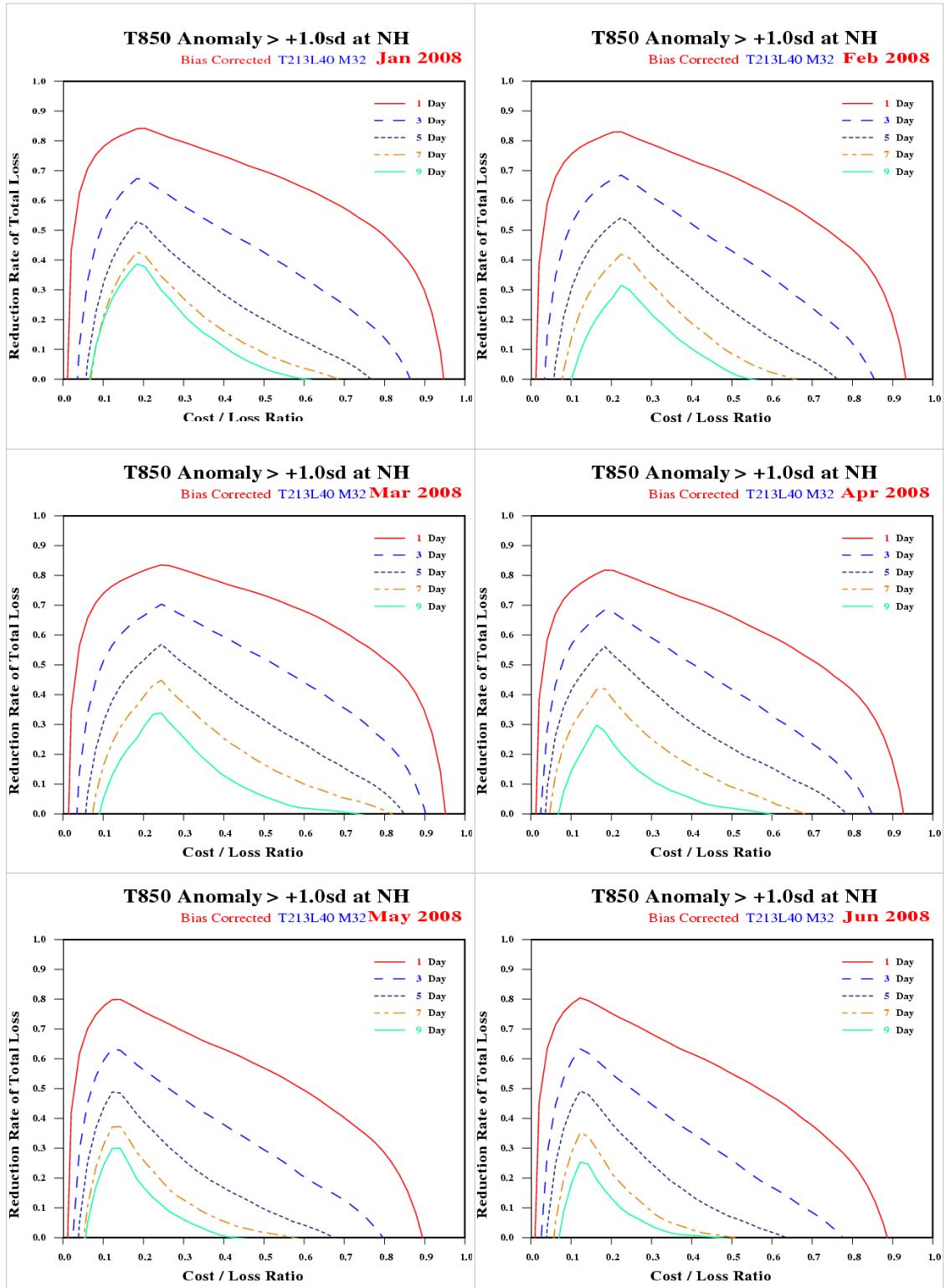


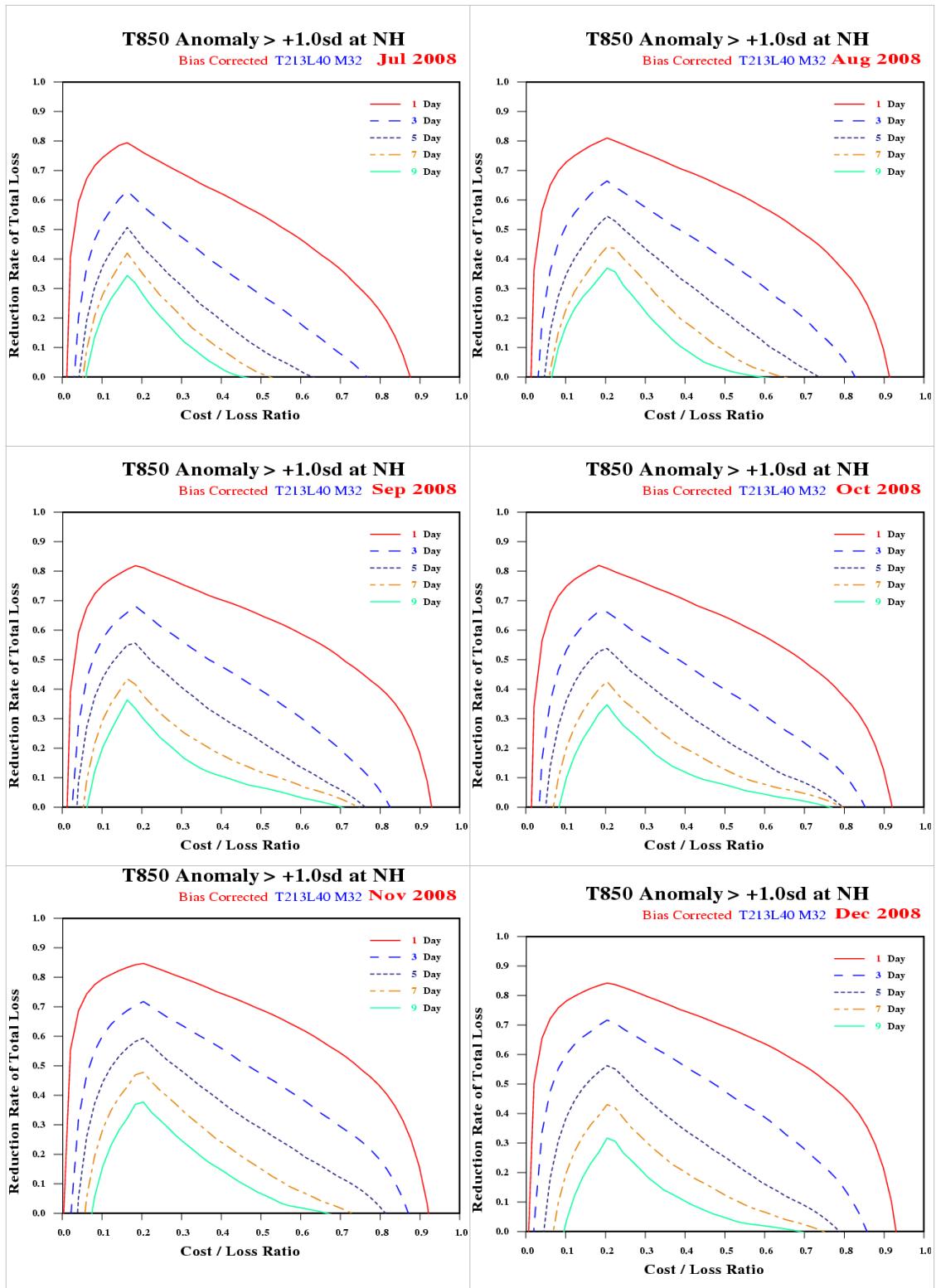
■ 850hPa 온도 북반구 5일 예보의 + 1 표준편차에 대한 ROC Curve





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

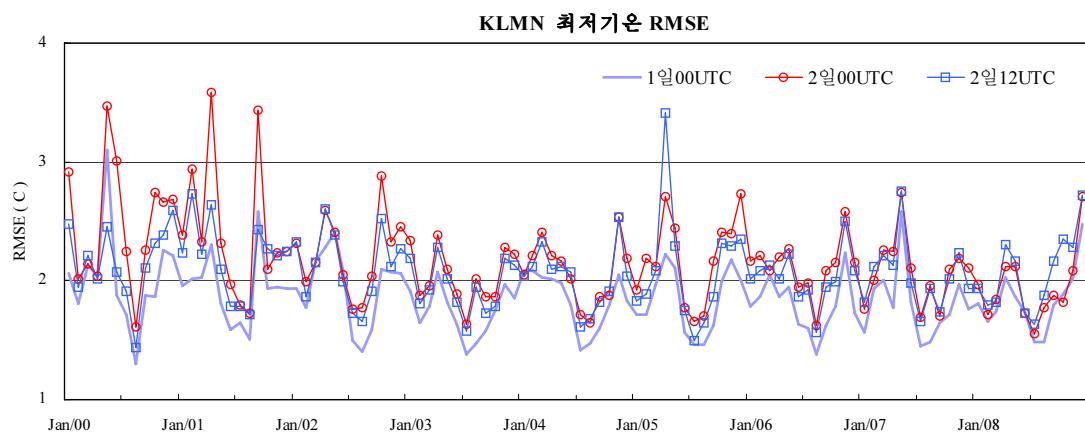
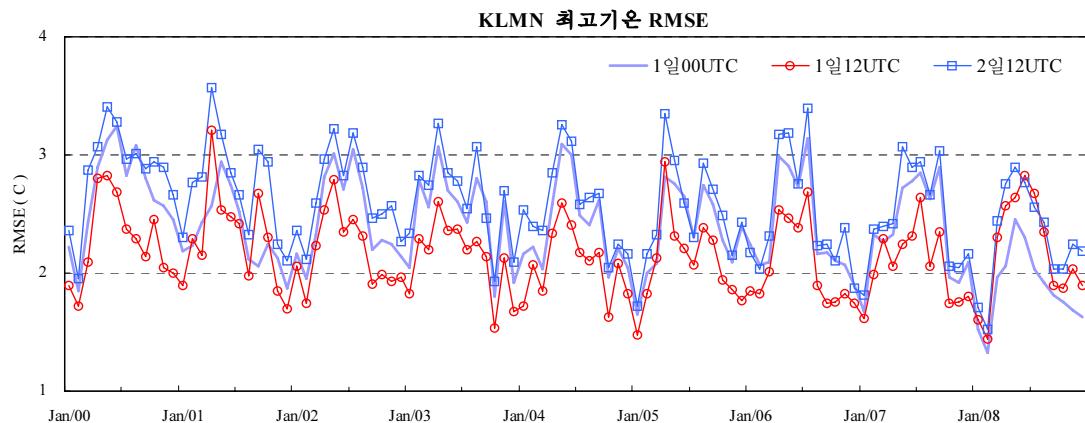




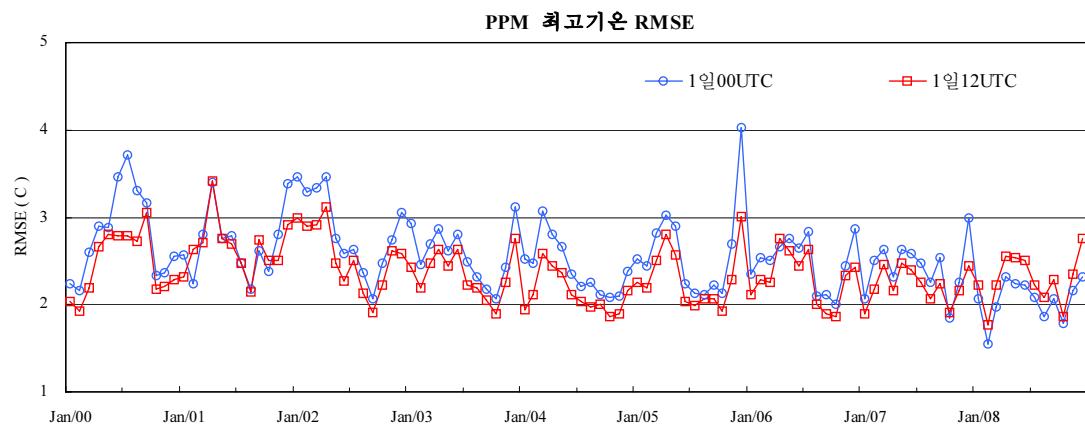
## 5.4. 통계 모델 및 강수 확률 검증

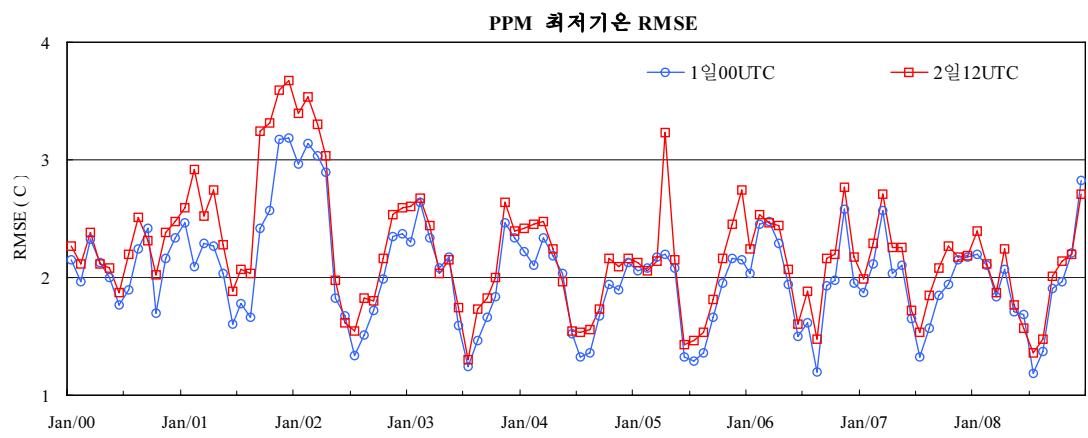
### 5.4.1. 성능 변화 추세

■ KLMN [ °C ]

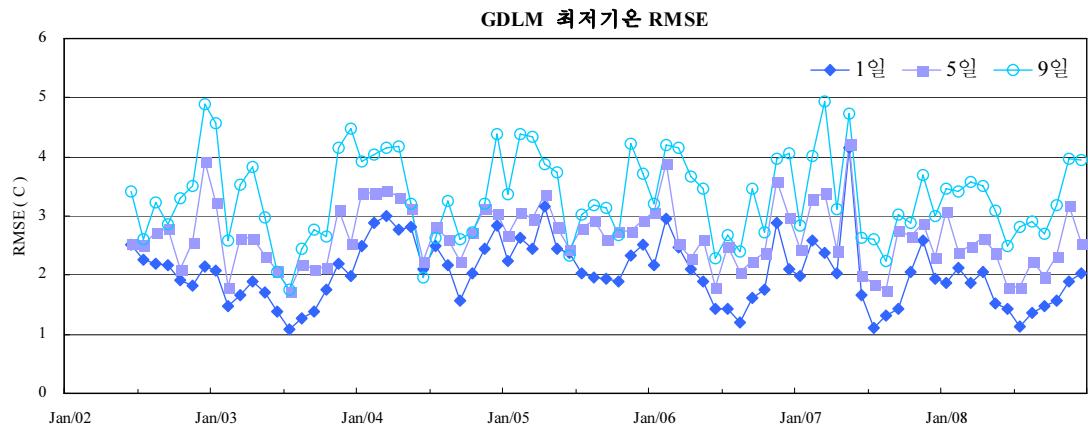
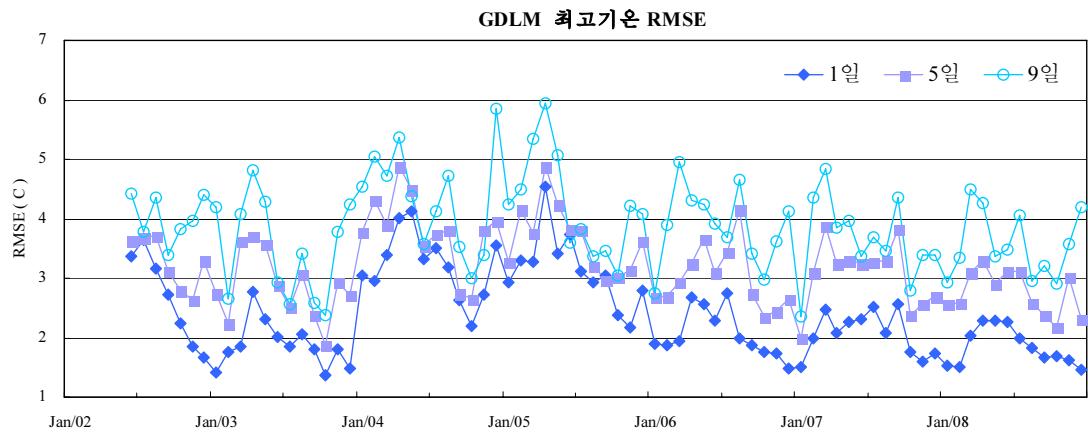


■ PPM [ °C ]





■ GDLM [ °C ]



### 5.4.2. 최고 · 최저기온 예보 검증

○ 검증 모델: PPM, KLMN, GDLM

#### ■ Mean Error [ °C ]

최고기온(2008)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일12H	-0.70	0.36	-0.60	0.41	-0.08	-0.46	0.67	0.21	0.33	-0.18	-0.93	-1.13	-0.17
	1일00H	-1.09	0.43	-0.29	0.87	-0.17	-0.65	0.71	0.15	0.52	0.18	-0.95	-1.55	-0.15
<b>KLMN</b>	1일12H	-0.09	0.51	-0.15	0.19	-0.09	-0.06	0.01	0.01	-0.05	-0.07	-0.12	-0.01	0.01
	1일00H	-0.04	0.61	-0.31	0.33	-0.23	-0.09	0.04	-0.03	-0.11	-0.03	-0.26	-0.13	-0.02
	2일12H	0.02	0.68	-0.34	0.28	-0.16	-0.07	0.06	-0.03	-0.15	0.02	-0.38	-0.19	-0.02
<b>GDLM</b>	1일	-0.16	-0.79	0.20	-0.04	0.30	0.54	-0.13	0.06	-0.28	-0.06	0.13	-0.01	-0.02
	2일	-0.32	-1.02	0.19	-0.36	0.38	0.57	-0.41	0.26	-0.24	-0.16	0.26	0.06	-0.07
	3일	-0.45	-1.14	0.14	-0.39	0.43	0.42	-0.57	0.33	-0.10	-0.13	0.35	0.08	-0.09
	4일	-0.30	-0.98	0.08	-0.31	0.31	0.48	-0.92	0.33	-0.08	-0.11	0.70	0.02	-0.07
	5일	-0.24	-0.83	-0.15	-0.41	0.19	0.35	-1.18	0.57	-0.15	-0.12	0.82	0.20	-0.08
	6일	-0.13	-0.63	-0.22	-0.27	0.15	0.15	-1.42	0.66	-0.18	-0.21	0.72	0.24	-0.09
	7일	0.04	-0.44	-0.26	-0.34	0.48	0.04	-1.54	0.64	-0.16	-0.22	1.18	-0.01	-0.05
	8일	0.14	-0.27	-0.35	-0.67	0.32	0.10	-1.60	0.68	-0.34	-0.12	0.81	0.69	-0.05
	9일	0.66	-0.51	-0.88	-0.96	0.39	0.04	-1.89	0.92	-0.16	-0.18	0.79	1.34	-0.04
	10일	1.41	-0.59	-1.57	-1.02	0.11	-0.08	-1.92	1.00	-0.13	-0.40	0.60	1.63	-0.08

최저기온(2008)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일00H	-0.19	0.09	0.13	0.41	-0.40	-0.64	0.14	-0.19	-0.17	0.33	-0.15	-0.81	-0.12
	2일12H	-0.18	0.20	0.40	0.73	-0.20	-0.51	0.42	-0.05	0.06	0.73	-0.12	-1.07	0.03
<b>KLMN</b>	1일00H	-0.12	-0.17	0.06	-0.25	-0.26	-0.23	-0.21	-0.24	-0.39	-0.11	-0.50	-0.89	-0.28
	2일12H	0.04	-0.02	0.45	-0.07	-0.02	-0.02	-0.01	-0.07	-0.20	-0.01	-0.35	-0.74	-0.09
	2일00H	-0.05	-0.17	0.12	-0.24	-0.16	-0.32	-0.18	-0.27	-0.42	-0.14	-0.72	-1.11	-0.30
<b>GDLM</b>	1일	0.12	-0.23	-0.43	0.11	0.16	-0.18	0.03	0.45	0.24	0.04	-0.14	-0.13	0.00
	2일	-0.16	-0.46	-0.34	0.25	0.15	0.00	0.01	0.73	0.12	0.05	0.08	-0.08	0.03
	3일	-0.31	-0.41	-0.20	0.16	0.10	0.05	-0.11	0.79	0.17	0.12	0.17	-0.14	0.03
	4일	-0.16	-0.34	-0.35	0.15	0.15	0.03	-0.21	0.96	0.23	0.11	0.24	-0.14	0.06
	5일	0.07	-0.18	-0.52	0.21	-0.08	0.02	-0.30	1.16	0.19	0.13	0.50	-0.12	0.09
	6일	0.07	0.22	-0.91	0.33	-0.38	0.03	-0.64	1.24	0.29	0.42	0.61	-0.15	0.09
	7일	0.04	0.43	-1.87	0.38	-0.23	-0.01	-0.99	1.53	0.28	0.63	0.80	-0.20	0.07
	8일	0.09	0.61	-2.24	0.15	-0.14	-0.14	-1.29	1.82	0.22	0.73	0.78	0.71	0.11
	9일	0.55	0.66	-2.53	0.02	-0.45	-0.39	-1.38	2.06	0.33	0.77	0.74	1.40	0.15
	10일	1.12	0.58	-3.42	-0.50	-0.59	-0.55	-1.37	2.18	0.45	0.71	0.50	1.84	0.08

■ RMSE [°C]

최고기온(2008)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일12H	2.07	1.55	1.98	2.31	2.24	2.23	2.08	1.87	2.06	1.78	2.16	2.32	2.05
	1일00H	2.22	1.77	2.23	2.55	2.54	2.50	2.22	2.08	2.29	1.87	2.35	2.76	2.28
<b>KLMN</b>	1일12H	1.52	1.32	1.96	2.06	2.45	2.30	2.04	1.92	1.81	1.76	1.69	1.63	1.87
	1일00H	1.60	1.44	2.30	2.57	2.64	2.82	2.67	2.35	1.90	1.87	2.04	1.89	2.17
	2일12H	1.71	1.52	2.44	2.76	2.89	2.77	2.56	2.43	2.04	2.04	2.24	2.19	2.30
<b>GDLM</b>	1일	1.54	1.51	2.03	2.28	2.28	2.27	1.99	1.82	1.67	1.70	1.61	1.45	1.85
	2일	1.84	1.74	2.42	2.61	2.54	2.53	2.36	2.24	1.93	1.86	1.89	1.57	2.13
	3일	2.37	1.91	2.44	2.94	2.58	2.71	2.56	2.47	2.01	1.89	2.22	1.77	2.32
	4일	2.60	2.13	2.54	3.23	2.69	2.93	2.98	2.56	2.17	2.04	2.73	2.05	2.55
	5일	2.57	2.59	3.10	3.29	2.91	3.12	3.12	2.58	2.38	2.17	3.02	2.32	2.76
	6일	2.73	2.85	3.41	3.74	3.17	3.31	3.60	2.81	2.49	2.29	3.43	3.00	3.07
	7일	2.96	2.83	3.94	3.84	3.23	3.62	3.75	2.95	2.69	2.65	3.55	3.93	3.33
	8일	2.88	3.06	4.30	4.32	3.16	3.60	3.66	3.08	2.94	3.05	3.53	4.18	3.48
	9일	2.92	3.35	4.50	4.26	3.36	3.49	4.05	2.96	3.20	2.91	3.57	4.19	3.56
	10일	3.21	3.60	5.47	4.55	3.58	3.33	4.02	3.08	3.32	3.10	3.73	4.52	3.79

최저기온(2008)		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
<b>PPM</b>	1일00H	2.20	2.11	1.84	2.07	1.71	1.69	1.19	1.37	1.91	1.97	2.21	2.83	1.93
	2일12H	2.39	2.12	1.87	2.25	1.77	1.57	1.36	1.48	2.01	2.14	2.20	2.71	1.99
<b>KLMN</b>	1일00H	1.81	1.66	1.74	2.03	1.86	1.74	1.49	1.49	1.80	1.89	2.02	2.48	1.83
	2일12H	1.97	1.72	1.84	2.12	2.12	1.73	1.55	1.77	1.88	1.82	2.09	2.71	1.94
	2일00H	1.93	1.80	1.82	2.30	2.16	1.73	1.63	1.88	2.16	2.35	2.28	2.72	2.06
<b>GDLM</b>	1일	1.86	2.12	1.87	2.06	1.52	1.42	1.13	1.36	1.47	1.56	1.89	2.03	1.69
	2일	2.02	1.96	1.97	2.27	1.63	1.49	1.36	1.74	1.63	1.77	2.16	2.37	1.86
	3일	2.48	1.99	2.04	2.33	2.04	1.56	1.51	1.96	1.96	1.77	2.26	2.58	2.04
	4일	2.70	2.09	2.19	2.52	2.19	1.62	1.69	2.10	2.01	2.08	2.65	2.58	2.20
	5일	3.10	2.41	2.49	2.63	2.37	1.81	1.80	2.24	1.99	2.32	3.18	2.55	2.41
	6일	3.39	2.77	2.47	2.80	2.71	2.10	2.14	2.32	2.27	2.55	3.73	2.97	2.68
	7일	3.95	3.21	2.90	2.77	2.76	2.30	2.44	2.60	2.37	2.84	3.86	3.54	2.96
	8일	3.62	3.54	3.33	2.97	2.98	2.40	2.71	2.77	2.35	3.10	3.99	3.88	3.14
	9일	3.46	3.42	3.57	3.51	3.10	2.50	2.81	2.90	2.70	3.18	3.98	3.94	3.26
	10일	3.64	3.93	4.26	3.83	3.32	2.56	3.05	2.99	3.04	2.88	3.88	4.62	3.50

### 5.4.3. 3시간 기온 예보 검증

○ 검증 모델: RDLM

#### ■ Mean Error [ °C ]

00 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.22	-0.25	0.05	0.25	0.36	0.38	0.19	-0.18	-0.41	-0.35	0.21	0.09	0.05
+ 6hr	0.11	-0.36	0.04	0.24	0.38	0.43	0.21	-0.12	-0.30	-0.39	0.19	-0.10	0.03
+ 9hr	-0.06	-0.29	0.15	0.07	0.24	0.32	0.05	0.17	0.07	-0.11	0.02	-0.10	0.04
+ 12hr	-0.12	-0.27	-0.05	-0.05	0.08	0.09	0.04	0.25	0.23	-0.08	-0.13	-0.06	-0.01
+ 15hr	-0.09	-0.16	-0.16	-0.07	-0.07	0.00	0.02	0.27	0.24	-0.07	-0.19	-0.15	-0.04
+ 18hr	-0.13	-0.02	-0.14	-0.05	-0.15	0.03	-0.04	0.38	0.25	-0.04	-0.17	-0.20	-0.02
+ 21hr	-0.15	0.09	-0.18	-0.01	-0.25	0.03	0.03	0.39	0.21	0.03	-0.11	-0.12	0.00
+ 24hr	-0.08	-0.21	-0.13	-0.18	0.05	0.20	-0.08	0.30	0.17	0.10	0.29	0.27	0.06
+ 27hr	0.06	-0.53	0.13	-0.17	0.36	0.49	-0.17	0.26	-0.27	-0.26	0.58	0.31	0.07
+ 30hr	-0.11	-0.55	0.26	-0.11	0.40	0.39	0.03	0.32	-0.19	-0.25	0.58	-0.01	0.06
+ 33hr	-0.19	-0.46	0.17	-0.11	0.28	0.25	-0.03	0.49	0.23	0.03	0.24	0.08	0.08
+ 36hr	-0.25	-0.25	-0.11	-0.20	0.04	0.19	-0.08	0.53	0.42	0.09	0.07	0.12	0.05
+ 39hr	-0.27	-0.13	-0.29	-0.15	-0.14	0.18	-0.07	0.50	0.41	0.05	0.03	0.05	0.01
+ 42hr	-0.25	-0.05	-0.37	-0.10	-0.25	0.15	-0.07	0.64	0.34	0.08	0.05	-0.02	0.01
+ 45hr	-0.19	0.08	-0.38	-0.01	-0.38	0.12	0.00	0.70	0.34	0.12	0.11	0.03	0.04
+ 48hr	-0.05	-0.33	-0.27	-0.19	-0.02	0.21	-0.15	0.47	0.29	0.08	0.67	0.57	0.11

12 UTC	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
+ 3hr	0.03	0.10	-0.01	-0.05	-0.05	-0.17	-0.03	0.07	0.09	0.03	-0.08	-0.15	-0.02
+ 6hr	0.00	0.17	-0.08	0.02	-0.08	-0.17	0.04	0.15	0.11	0.05	-0.17	-0.25	-0.02
+ 9hr	0.02	0.23	-0.09	0.10	-0.20	-0.14	0.13	0.21	0.12	0.09	-0.21	-0.22	0.00
+ 12hr	0.13	-0.12	-0.20	-0.05	-0.01	0.11	0.06	0.08	0.10	0.12	0.22	0.19	0.05
+ 15hr	0.08	-0.30	0.08	-0.05	0.30	0.47	0.05	0.05	-0.17	-0.03	0.22	0.16	0.07
+ 18hr	-0.09	-0.47	0.13	-0.03	0.33	0.43	0.04	0.21	-0.03	-0.08	0.17	-0.07	0.05
+ 21hr	-0.15	-0.37	0.19	-0.12	0.17	0.31	-0.04	0.34	0.22	0.06	0.03	-0.10	0.05
+ 24hr	-0.12	-0.30	0.03	-0.14	0.06	0.17	-0.02	0.36	0.31	0.02	-0.08	0.03	0.03
+ 27hr	-0.24	-0.15	-0.19	-0.10	-0.10	0.11	0.00	0.46	0.39	0.00	-0.15	-0.02	0.00
+ 30hr	-0.26	-0.06	-0.31	-0.11	-0.22	0.10	-0.06	0.50	0.30	-0.02	-0.08	-0.01	-0.02
+ 33hr	-0.27	-0.01	-0.33	-0.07	-0.34	0.07	0.00	0.56	0.26	0.06	0.02	0.13	0.01
+ 36hr	-0.13	-0.37	-0.23	-0.19	0.01	0.25	-0.18	0.40	0.30	0.10	0.55	0.65	0.10
+ 39hr	0.00	-0.65	0.09	-0.13	0.45	0.38	-0.12	0.28	-0.12	-0.15	0.72	0.43	0.10
+ 42hr	-0.16	-0.74	0.29	-0.11	0.45	0.34	-0.06	0.29	-0.04	-0.24	0.68	0.08	0.06
+ 45hr	-0.22	-0.58	0.23	-0.21	0.31	0.25	-0.12	0.53	0.38	0.03	0.50	-0.01	0.09
+ 48hr	-0.31	-0.35	0.02	-0.37	0.05	0.17	-0.15	0.54	0.57	0.05	0.20	0.09	0.04

■ RMSE [°C]

<b>00 UTC</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
+ 3hr	1.48	1.19	1.76	1.83	2.07	1.76	1.56	1.45	1.80	1.50	1.73	1.57	1.64
+ 6hr	1.58	1.30	1.88	1.99	2.14	2.06	1.95	1.94	2.20	1.54	1.79	1.49	1.82
+ 9hr	1.23	1.08	1.55	1.74	1.85	1.98	1.69	1.70	1.57	1.04	1.35	1.31	1.51
+ 12hr	1.36	1.37	1.64	1.67	1.79	1.52	1.27	1.39	1.47	1.40	1.70	1.66	1.52
+ 15hr	1.55	1.49	1.70	1.89	1.76	1.48	1.30	1.35	1.54	1.58	1.96	1.80	1.62
+ 18hr	1.75	1.70	1.83	1.96	1.81	1.60	1.39	1.46	1.62	1.73	2.15	1.98	1.75
+ 21hr	1.89	1.89	1.91	2.09	1.85	1.60	1.40	1.54	1.67	1.90	2.22	2.12	1.84
+ 24hr	1.73	1.48	1.73	1.99	2.06	1.94	1.79	1.75	1.63	1.65	2.00	2.03	1.82
+ 27hr	1.88	1.60	2.35	2.26	2.53	2.42	2.37	2.11	1.93	1.80	2.46	2.09	2.15
+ 30hr	1.90	1.72	2.34	2.34	2.62	2.52	2.67	2.42	2.20	1.79	2.21	1.93	2.22
+ 33hr	1.62	1.54	1.99	2.14	2.37	2.26	2.48	2.25	1.80	1.34	1.67	1.90	1.95
+ 36hr	1.76	1.61	1.93	2.07	2.14	1.77	1.78	1.82	1.83	1.57	1.93	2.22	1.87
+ 39hr	1.89	1.71	1.93	2.18	1.99	1.62	1.73	1.77	1.92	1.77	2.16	2.40	1.92
+ 42hr	2.01	1.93	1.97	2.19	2.05	1.68	1.83	1.88	1.98	1.97	2.39	2.55	2.04
+ 45hr	2.18	2.18	2.05	2.27	2.11	1.64	1.82	1.92	2.12	2.13	2.59	2.65	2.14
+ 48hr	2.07	1.69	2.00	2.26	2.21	2.19	2.19	1.97	1.94	1.88	2.53	2.59	2.13

<b>12 UTC</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
+ 3hr	0.99	1.03	1.11	1.30	1.13	1.04	0.79	0.83	0.91	1.04	1.32	1.14	1.05
+ 6hr	1.44	1.51	1.55	1.63	1.51	1.40	1.06	1.16	1.25	1.42	1.76	1.63	1.44
+ 9hr	1.69	1.76	1.78	1.89	1.67	1.44	1.19	1.32	1.43	1.65	1.93	1.93	1.64
+ 12hr	1.64	1.44	1.57	1.73	1.83	1.64	1.58	1.65	1.47	1.50	1.69	1.94	1.64
+ 15hr	1.75	1.43	2.12	2.19	2.24	2.29	2.06	2.04	1.89	1.80	2.00	2.04	1.99
+ 18hr	1.71	1.43	2.11	2.12	2.40	2.38	2.23	2.24	2.09	1.77	1.75	1.78	2.00
+ 21hr	1.36	1.21	1.78	1.92	2.22	2.12	2.04	2.07	1.66	1.30	1.36	1.68	1.73
+ 24hr	1.53	1.51	1.75	1.87	2.09	1.63	1.57	1.72	1.56	1.55	1.79	2.04	1.72
+ 27hr	1.83	1.59	1.88	2.02	1.93	1.53	1.59	1.67	1.82	1.72	2.01	2.14	1.81
+ 30hr	2.01	1.81	1.94	2.08	1.93	1.63	1.65	1.72	1.83	1.88	2.27	2.34	1.92
+ 33hr	2.21	2.20	2.02	2.21	1.90	1.63	1.65	1.85	1.91	2.05	2.38	2.55	2.05
+ 36hr	2.05	1.71	1.84	2.13	2.29	2.00	2.14	1.94	1.86	1.87	2.31	2.61	2.06
+ 39hr	1.87	1.70	2.36	2.47	2.61	2.45	2.57	2.21	2.30	2.09	2.48	2.30	2.28
+ 42hr	1.98	1.86	2.44	2.57	2.86	2.52	2.73	2.77	2.40	2.06	2.33	2.23	2.40
+ 45hr	1.80	1.71	2.10	2.34	2.57	2.28	2.72	2.48	1.94	1.47	1.94	2.03	2.12
+ 48hr	1.90	1.75	1.96	2.12	2.36	1.79	2.21	1.99	2.01	1.56	2.02	2.39	2.01

#### 5.4.4. 강수 확률 검증

##### ■ 남한 Brier Score (무차원, 31지점을 평균한 값)

- 아래 표는 PoP 강수확률 검증자료를 이용해서 나온 결과이다.

전체	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.081	0.057	0.102	0.090	0.083	0.140	0.274	0.140	0.131	0.078	0.097	0.117	0.116
24H	0.086	0.060	0.098	0.092	0.087	0.146	0.258	0.139	0.138	0.074	0.115	0.117	0.117
36H	0.093	0.066	0.105	0.092	0.092	0.166	0.259	0.151	0.146	0.082	0.119	0.146	0.126
48H	0.101	0.070	0.113	0.097	0.104	0.153	0.288	0.160	0.164	0.086	0.139	0.155	0.136

##### ■ 지점별 Brier Score (무차원, 31 지점)

속초	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.087	0.049	0.141	0.095	0.138	0.133	0.293	0.165	0.115	0.097	0.094	0.082	0.124
24H	0.088	0.054	0.142	0.113	0.106	0.149	0.245	0.175	0.102	0.084	0.111	0.083	0.121
36H	0.105	0.051	0.133	0.131	0.127	0.172	0.238	0.155	0.124	0.097	0.119	0.083	0.128
48H	0.107	0.045	0.133	0.135	0.154	0.180	0.267	0.188	0.133	0.121	0.121	0.102	0.141

철원	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.104	0.047	0.126	0.089	0.110	0.149	0.359	0.122	0.081	0.076	0.103	0.114	0.123
24H	0.113	0.058	0.127	0.088	0.103	0.126	0.334	0.104	0.072	0.080	0.117	0.117	0.120
36H	0.105	0.062	0.131	0.080	0.111	0.149	0.357	0.125	0.081	0.101	0.108	0.123	0.128
48H	0.116	0.057	0.135	0.107	0.142	0.149	0.365	0.125	0.082	0.111	0.133	0.134	0.138

춘천	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.090	0.047	0.147	0.090	0.113	0.120	0.340	0.097	0.085	0.098	0.109	0.126	0.122
24H	0.101	0.058	0.135	0.089	0.103	0.114	0.311	0.084	0.078	0.096	0.131	0.122	0.118
36H	0.093	0.062	0.138	0.077	0.108	0.104	0.332	0.111	0.072	0.108	0.132	0.138	0.123
48H	0.107	0.057	0.147	0.095	0.143	0.107	0.358	0.119	0.071	0.110	0.163	0.158	0.136

강릉	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.128	0.074	0.113	0.083	0.114	0.167	0.278	0.137	0.081	0.090	0.098	0.069	0.119
24H	0.147	0.074	0.101	0.069	0.110	0.175	0.253	0.141	0.074	0.101	0.122	0.067	0.120
36H	0.162	0.070	0.120	0.061	0.120	0.147	0.240	0.175	0.096	0.098	0.127	0.079	0.125
48H	0.138	0.062	0.108	0.075	0.099	0.139	0.267	0.178	0.112	0.105	0.117	0.082	0.123

<b>서울</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.053	0.028	0.135	0.113	0.082	0.134	0.296	0.103	0.109	0.098	0.106	0.154	0.118
24H	0.071	0.034	0.127	0.116	0.093	0.104	0.267	0.103	0.105	0.089	0.112	0.146	0.114
36H	0.070	0.040	0.134	0.097	0.095	0.105	0.299	0.113	0.092	0.104	0.109	0.168	0.119
48H	0.079	0.045	0.133	0.088	0.107	0.104	0.326	0.105	0.109	0.103	0.128	0.179	0.126

<b>인천</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.053	0.028	0.110	0.103	0.088	0.149	0.300	0.169	0.106	0.118	0.108	0.164	0.125
24H	0.071	0.034	0.094	0.113	0.072	0.110	0.296	0.156	0.102	0.099	0.121	0.152	0.118
36H	0.070	0.040	0.110	0.090	0.080	0.096	0.302	0.134	0.080	0.111	0.120	0.166	0.117
48H	0.079	0.045	0.121	0.092	0.106	0.103	0.329	0.149	0.090	0.115	0.142	0.179	0.129

<b>원주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.089	0.055	0.129	0.168	0.088	0.150	0.273	0.117	0.104	0.130	0.111	0.141	0.130
24H	0.098	0.054	0.124	0.163	0.087	0.157	0.256	0.102	0.111	0.123	0.151	0.134	0.130
36H	0.084	0.066	0.133	0.133	0.100	0.159	0.255	0.131	0.097	0.125	0.155	0.162	0.133
48H	0.093	0.061	0.139	0.108	0.113	0.173	0.279	0.157	0.100	0.116	0.166	0.169	0.140

<b>울릉도</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.195	0.159	0.120	0.096	0.095	0.105	0.255	0.168	0.122	0.097	0.127	0.173	0.143
24H	0.192	0.142	0.117	0.091	0.079	0.103	0.241	0.162	0.107	0.098	0.151	0.185	0.139
36H	0.220	0.151	0.119	0.104	0.082	0.113	0.231	0.166	0.097	0.086	0.139	0.188	0.141
48H	0.216	0.162	0.131	0.140	0.085	0.121	0.217	0.176	0.122	0.089	0.160	0.174	0.149

<b>수원</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.053	0.028	0.105	0.118	0.111	0.188	0.347	0.116	0.129	0.098	0.091	0.154	0.128
24H	0.071	0.034	0.093	0.118	0.106	0.142	0.305	0.099	0.121	0.088	0.107	0.138	0.119
36H	0.070	0.040	0.106	0.088	0.095	0.133	0.338	0.098	0.120	0.098	0.117	0.167	0.123
48H	0.079	0.045	0.123	0.096	0.132	0.135	0.369	0.121	0.136	0.099	0.123	0.197	0.138

<b>서산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.074	0.055	0.082	0.117	0.105	0.121	0.249	0.116	0.136	0.113	0.122	0.178	0.122
24H	0.078	0.079	0.082	0.122	0.121	0.115	0.243	0.126	0.152	0.124	0.172	0.176	0.133
36H	0.106	0.101	0.090	0.113	0.121	0.119	0.245	0.134	0.142	0.109	0.163	0.219	0.138
48H	0.124	0.106	0.106	0.084	0.125	0.131	0.302	0.141	0.165	0.114	0.195	0.239	0.153

<b>울진</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.089	0.089	0.108	0.080	0.088	0.151	0.259	0.163	0.109	0.108	0.068	0.101	0.118
24H	0.088	0.078	0.110	0.081	0.085	0.179	0.253	0.182	0.101	0.111	0.083	0.119	0.123
36H	0.095	0.087	0.107	0.076	0.114	0.158	0.229	0.203	0.128	0.106	0.095	0.111	0.126
48H	0.082	0.088	0.114	0.084	0.062	0.141	0.237	0.228	0.159	0.099	0.128	0.120	0.128

<b>청주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.065	0.045	0.117	0.114	0.102	0.134	0.239	0.130	0.097	0.098	0.138	0.166	0.120
24H	0.066	0.054	0.113	0.122	0.102	0.133	0.231	0.111	0.116	0.080	0.186	0.164	0.123
36H	0.070	0.072	0.127	0.114	0.110	0.146	0.214	0.118	0.133	0.089	0.168	0.209	0.131
48H	0.085	0.074	0.139	0.089	0.105	0.131	0.250	0.120	0.147	0.085	0.159	0.198	0.132

<b>대전</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.050	0.061	0.094	0.101	0.055	0.116	0.237	0.103	0.095	0.067	0.095	0.159	0.103
24H	0.059	0.078	0.095	0.091	0.079	0.095	0.210	0.119	0.108	0.073	0.138	0.184	0.111
36H	0.081	0.100	0.104	0.091	0.074	0.126	0.212	0.123	0.117	0.064	0.131	0.231	0.121
48H	0.099	0.102	0.109	0.092	0.076	0.106	0.255	0.123	0.144	0.068	0.164	0.248	0.132

<b>추풍령</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.077	0.055	0.110	0.092	0.057	0.105	0.269	0.132	0.116	0.073	0.086	0.140	0.109
24H	0.082	0.057	0.104	0.099	0.059	0.095	0.248	0.121	0.126	0.065	0.113	0.154	0.110
36H	0.086	0.074	0.113	0.101	0.056	0.133	0.227	0.127	0.145	0.073	0.131	0.189	0.121
48H	0.091	0.071	0.121	0.073	0.054	0.127	0.269	0.124	0.195	0.068	0.182	0.198	0.131

<b>안동</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.071	0.037	0.101	0.094	0.090	0.116	0.295	0.128	0.102	0.082	0.068	0.123	0.109
24H	0.075	0.034	0.097	0.094	0.082	0.113	0.291	0.119	0.114	0.061	0.082	0.123	0.107
36H	0.085	0.041	0.120	0.109	0.091	0.151	0.264	0.131	0.146	0.069	0.079	0.156	0.120
48H	0.070	0.035	0.133	0.101	0.092	0.140	0.292	0.156	0.180	0.068	0.088	0.145	0.125

<b>포항</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.084	0.064	0.100	0.073	0.088	0.152	0.299	0.183	0.135	0.069	0.078	0.084	0.117
24H	0.084	0.066	0.090	0.066	0.076	0.174	0.309	0.205	0.142	0.053	0.089	0.083	0.120
36H	0.095	0.059	0.081	0.077	0.091	0.170	0.279	0.195	0.164	0.068	0.104	0.086	0.122
48H	0.103	0.060	0.092	0.099	0.115	0.154	0.295	0.213	0.166	0.062	0.132	0.109	0.133

<b>군산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.050	0.088	0.078	0.100	0.075	0.129	0.262	0.104	0.093	0.090	0.103	0.152	0.110
24H	0.059	0.098	0.080	0.103	0.086	0.116	0.238	0.113	0.115	0.082	0.134	0.158	0.115
36H	0.081	0.117	0.097	0.092	0.088	0.141	0.241	0.124	0.131	0.074	0.129	0.197	0.126
48H	0.099	0.124	0.116	0.089	0.069	0.125	0.302	0.139	0.136	0.084	0.155	0.221	0.138

<b>대구</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.053	0.029	0.080	0.071	0.058	0.138	0.245	0.168	0.135	0.092	0.087	0.089	0.104
24H	0.059	0.024	0.087	0.073	0.046	0.148	0.267	0.115	0.151	0.082	0.093	0.095	0.103
36H	0.056	0.023	0.087	0.084	0.062	0.212	0.231	0.135	0.175	0.075	0.097	0.132	0.114
48H	0.069	0.017	0.097	0.088	0.074	0.193	0.258	0.121	0.211	0.080	0.104	0.129	0.120

<b>전주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.058	0.065	0.081	0.091	0.086	0.134	0.255	0.101	0.153	0.081	0.126	0.138	0.114
24H	0.064	0.081	0.083	0.094	0.103	0.140	0.227	0.114	0.143	0.075	0.140	0.155	0.118
36H	0.086	0.099	0.106	0.086	0.097	0.155	0.240	0.134	0.165	0.066	0.146	0.197	0.131
48H	0.108	0.107	0.104	0.071	0.092	0.155	0.285	0.129	0.175	0.078	0.158	0.218	0.140

<b>울산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.057	0.021	0.078	0.062	0.076	0.127	0.275	0.185	0.124	0.048	0.076	0.075	0.100
24H	0.067	0.028	0.081	0.054	0.098	0.144	0.281	0.172	0.165	0.041	0.081	0.082	0.108
36H	0.085	0.038	0.108	0.081	0.100	0.200	0.253	0.202	0.173	0.064	0.101	0.136	0.128
48H	0.075	0.049	0.111	0.096	0.120	0.156	0.287	0.215	0.198	0.065	0.137	0.129	0.136

<b>마산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.049	0.023	0.080	0.056	0.054	0.137	0.229	0.114	0.141	0.057	0.079	0.077	0.091
24H	0.063	0.027	0.072	0.053	0.046	0.149	0.216	0.110	0.176	0.051	0.108	0.075	0.096
36H	0.060	0.028	0.084	0.078	0.062	0.187	0.204	0.125	0.185	0.071	0.100	0.126	0.109
48H	0.072	0.033	0.106	0.082	0.095	0.146	0.248	0.128	0.209	0.074	0.126	0.131	0.121

<b>광주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.102	0.101	0.117	0.076	0.093	0.120	0.275	0.162	0.142	0.047	0.113	0.132	0.123
24H	0.097	0.089	0.119	0.074	0.120	0.139	0.229	0.170	0.153	0.039	0.139	0.130	0.125
36H	0.097	0.086	0.113	0.073	0.110	0.200	0.217	0.194	0.155	0.054	0.146	0.152	0.133
48H	0.105	0.104	0.134	0.089	0.116	0.166	0.265	0.205	0.174	0.048	0.160	0.155	0.143

<b>부산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.050	0.021	0.076	0.054	0.059	0.115	0.216	0.139	0.129	0.029	0.054	0.081	0.085
24H	0.076	0.028	0.097	0.050	0.058	0.143	0.209	0.133	0.165	0.032	0.078	0.078	0.096
36H	0.082	0.038	0.107	0.079	0.058	0.192	0.205	0.147	0.186	0.045	0.080	0.141	0.113
48H	0.081	0.049	0.120	0.095	0.094	0.151	0.253	0.150	0.199	0.058	0.116	0.143	0.126

<b>통영</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.052	0.026	0.086	0.052	0.036	0.164	0.259	0.096	0.168	0.053	0.055	0.075	0.093
24H	0.056	0.026	0.081	0.042	0.048	0.206	0.231	0.106	0.191	0.048	0.066	0.086	0.099
36H	0.065	0.023	0.098	0.060	0.043	0.242	0.261	0.117	0.205	0.057	0.067	0.123	0.113
48H	0.078	0.030	0.103	0.080	0.089	0.215	0.283	0.135	0.243	0.059	0.084	0.132	0.128

<b>목포</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.101	0.112	0.109	0.066	0.078	0.148	0.253	0.149	0.147	0.060	0.112	0.094	0.119
24H	0.092	0.102	0.094	0.071	0.107	0.189	0.254	0.164	0.140	0.056	0.140	0.089	0.125
36H	0.086	0.093	0.096	0.091	0.094	0.213	0.291	0.170	0.143	0.085	0.151	0.124	0.136
48H	0.107	0.107	0.089	0.112	0.093	0.201	0.287	0.167	0.181	0.076	0.176	0.135	0.144

<b>여수</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.058	0.026	0.092	0.060	0.060	0.153	0.218	0.127	0.180	0.053	0.087	0.091	0.100
24H	0.060	0.026	0.076	0.050	0.077	0.191	0.191	0.136	0.193	0.048	0.088	0.097	0.103
36H	0.069	0.023	0.080	0.061	0.084	0.258	0.222	0.151	0.207	0.057	0.103	0.140	0.121
48H	0.080	0.030	0.083	0.080	0.112	0.202	0.261	0.165	0.228	0.059	0.106	0.137	0.129

<b>완도</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.094	0.053	0.094	0.080	0.106	0.152	0.237	0.165	0.161	0.080	0.133	0.123	0.123
24H	0.088	0.053	0.084	0.070	0.123	0.174	0.229	0.160	0.169	0.073	0.120	0.120	0.122
36H	0.095	0.048	0.085	0.061	0.120	0.247	0.280	0.153	0.209	0.078	0.130	0.159	0.139
48H	0.108	0.055	0.091	0.088	0.090	0.209	0.285	0.168	0.201	0.082	0.142	0.163	0.140

<b>제주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.122	0.099	0.080	0.072	0.073	0.155	0.326	0.190	0.212	0.055	0.090	0.100	0.131
24H	0.113	0.103	0.077	0.109	0.086	0.176	0.297	0.201	0.201	0.066	0.089	0.094	0.134
36H	0.135	0.115	0.084	0.108	0.104	0.173	0.292	0.215	0.205	0.088	0.109	0.111	0.145
48H	0.139	0.115	0.087	0.128	0.137	0.162	0.327	0.221	0.197	0.101	0.151	0.135	0.158

<b>고산</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.109	0.084	0.093	0.139	0.073	0.196	0.264	0.147	0.193	0.064	0.116	0.095	0.131
24H	0.109	0.093	0.090	0.143	0.091	0.210	0.275	0.168	0.205	0.063	0.102	0.090	0.137
36H	0.125	0.107	0.102	0.139	0.103	0.204	0.290	0.193	0.159	0.088	0.095	0.116	0.143
48H	0.142	0.133	0.111	0.133	0.129	0.160	0.313	0.212	0.178	0.109	0.130	0.136	0.157

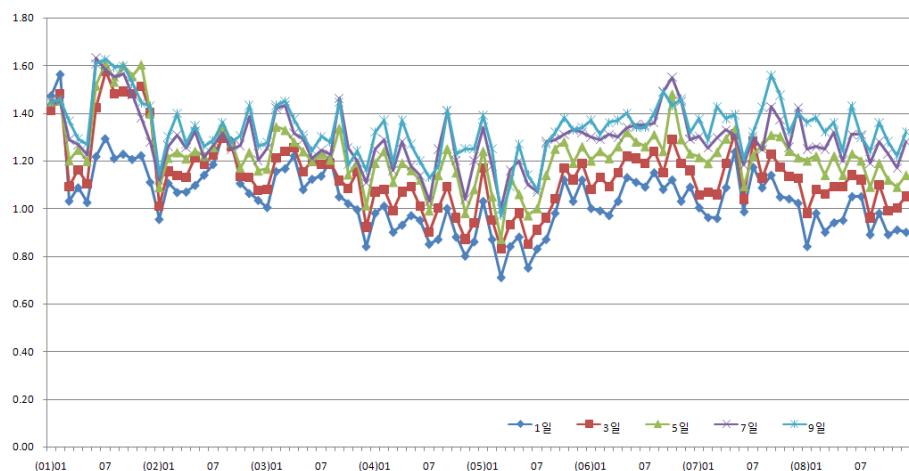
<b>서귀포</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.130	0.065	0.083	0.118	0.059	0.139	0.324	0.170	0.210	0.049	0.097	0.081	0.127
24H	0.120	0.061	0.077	0.142	0.086	0.158	0.316	0.189	0.212	0.055	0.092	0.062	0.131
36H	0.119	0.068	0.071	0.135	0.080	0.171	0.320	0.199	0.197	0.075	0.131	0.086	0.138
48H	0.142	0.073	0.080	0.135	0.091	0.208	0.345	0.191	0.210	0.095	0.140	0.103	0.151

<b>진주</b>	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12H	0.055	0.023	0.090	0.082	0.059	0.134	0.267	0.160	0.154	0.061	0.087	0.084	0.105
24H	0.056	0.027	0.081	0.080	0.064	0.148	0.245	0.140	0.182	0.056	0.110	0.071	0.105
36H	0.050	0.028	0.082	0.090	0.075	0.181	0.226	0.174	0.186	0.065	0.104	0.118	0.115
48H	0.064	0.033	0.085	0.089	0.097	0.153	0.251	0.176	0.220	0.076	0.131	0.117	0.124

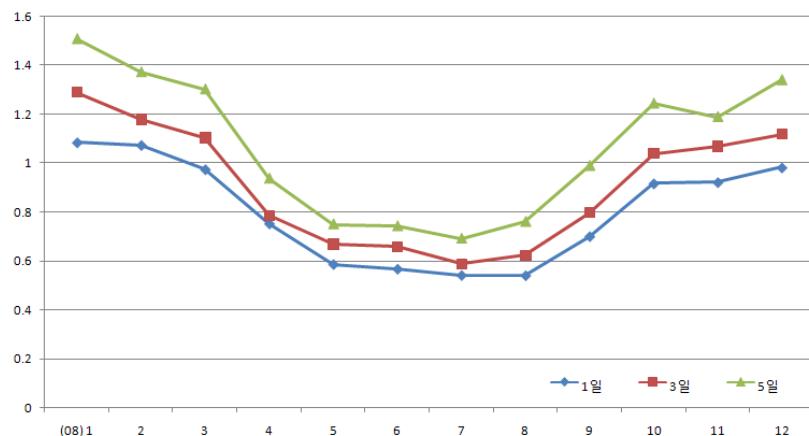
## 5.5 파랑 모델

### 5.5.1 성능 변화 추세

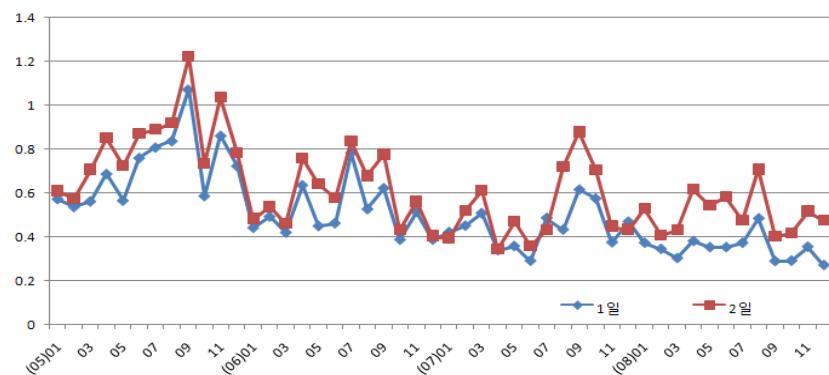
#### ■ 전지구 파랑모델 (GoWAM) 유의파고 위성검증 평방제곱근오차(RMSE)



#### ■ 전지구 파랑모델 (GoWAM) 유의파고 부이검증 평방제곱근오차(RMSE)



#### ■ 지역 파랑모델 (ReWW3) 유의파고 부이검증 평방제곱근오차(RMSE)



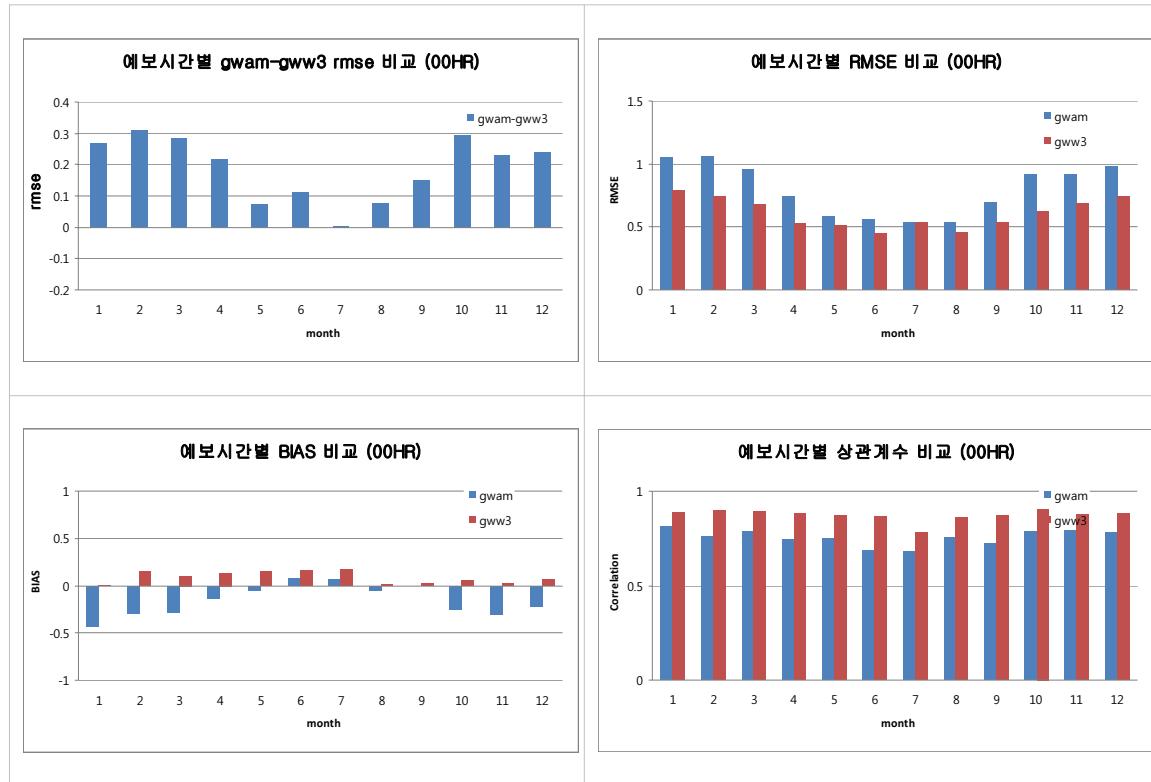
## 5.5.2 부이 검증

### ■ 전지구 파랑모델 (GoWAM)

\* 2009년에 현업운영 예정인 전지구 고해상도 파랑모델(GoWW3)도 동일한 관측자료에 대하여 검증 결과를 비교 제시함.

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +00H 비교

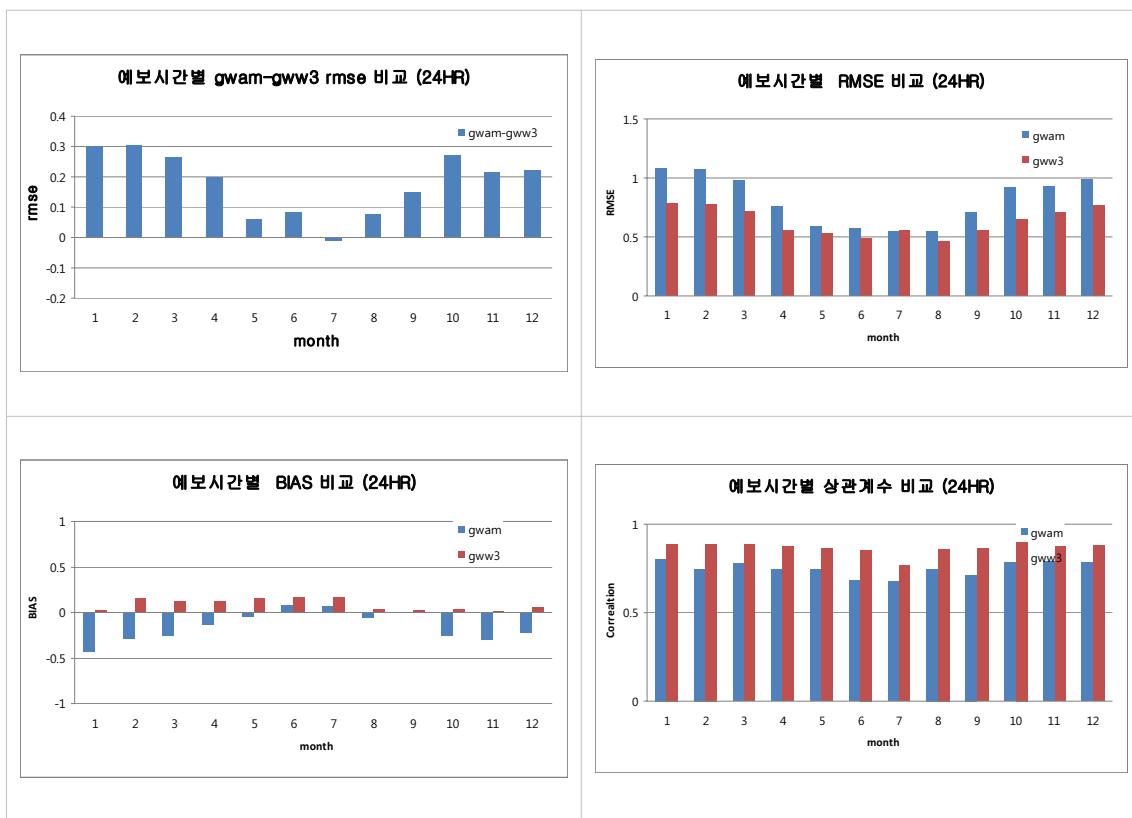
00hr	month	gwam			gww3			gwam-gww3(rmse)		
		bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	
	1	-0.431	1.057	0.814995	4789	0.007	0.788	0.88595	6888	0.269
	2	-0.29	1.061	0.757408	4528	0.154	0.749	0.894796	6230	0.312
	3	-0.276	0.963	0.786724	4845	0.105	0.679	0.891408	6676	0.284
	4	-0.137	0.749	0.746119	4642	0.129	0.53	0.882441	6513	0.219
	5	-0.055	0.584	0.747452	5677	0.155	0.512	0.870127	7810	0.072
	6	0.072	0.563	0.686156	5513	0.159	0.452	0.868989	7513	0.111
	7	0.065	0.541	0.679115	5914	0.168	0.537	0.783101	8105	0.004
	8	-0.058	0.536	0.754034	6079	0.014	0.459	0.863825	8220	0.077
	9	-0.009	0.693	0.722338	5894	0.026	0.543	0.869733	8185	0.15
	10	-0.249	0.916	0.786684	5340	0.052	0.623	0.905613	8310	0.293
	11	-0.31	0.916	0.793613	5880	0.025	0.686	0.878657	7952	0.23
	12	-0.221	0.983	0.783526	6087	0.062	0.744	0.883453	8026	0.239
	average	-0.158	0.797	0.755	5432	0.088	0.609	0.873	7536	0.188



**Fig. 5.5.1** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +00H forecast (Jan. ~ Dec. 2008).

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +24H 비교

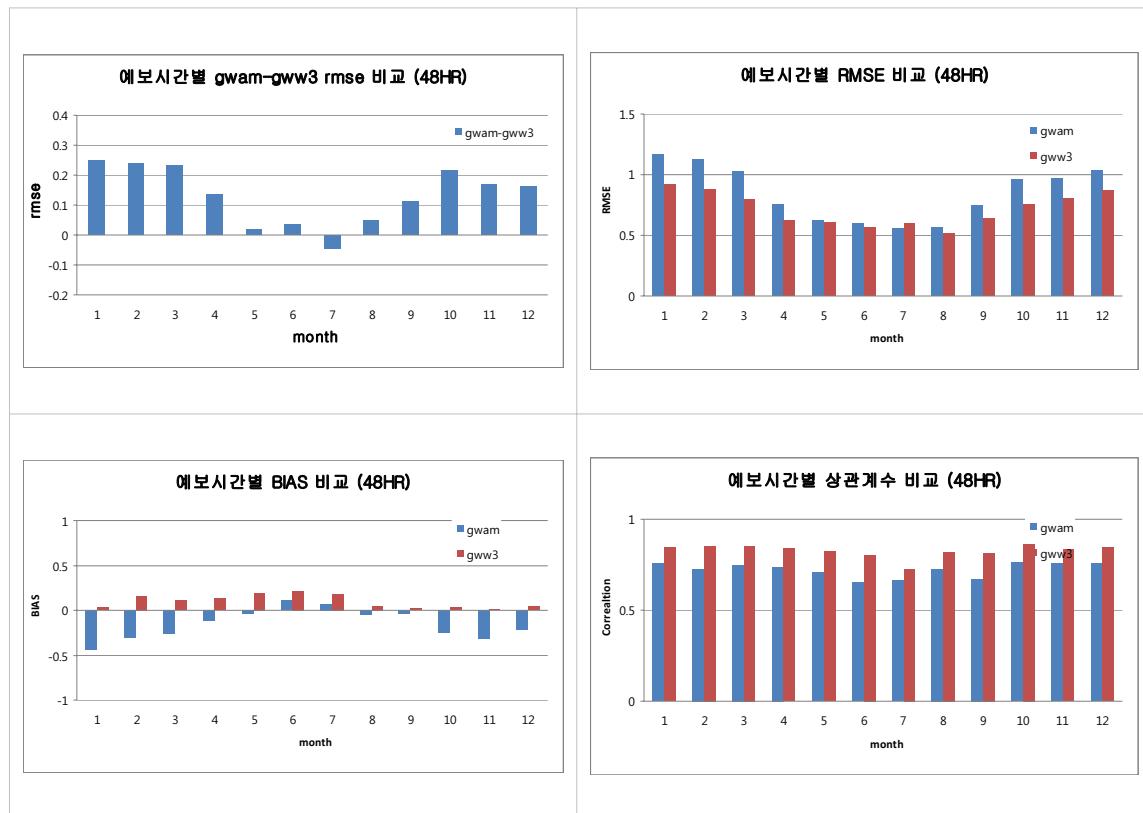
24hr	month	bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	gwam-gww3(rmse)
	1	-0.435	1.086	0.800867	4789	0.034	0.785	0.886573	6888	0.301
	2	-0.289	1.075	0.7496	4528	0.159	0.77	0.888903	6230	0.305
	3	-0.267	0.976	0.778127	4845	0.122	0.711	0.881924	6676	0.265
	4	-0.135	0.754	0.741332	4642	0.123	0.554	0.871356	6513	0.2
	5	-0.05	0.588	0.743451	5677	0.163	0.528	0.863247	7810	0.06
	6	0.081	0.569	0.680809	5513	0.174	0.484	0.852558	7513	0.085
	7	0.067	0.543	0.677432	5914	0.176	0.555	0.769792	8105	-0.012
	8	-0.056	0.542	0.748151	6079	0.036	0.463	0.857696	8220	0.079
	9	-0.01	0.702	0.71151	5894	0.028	0.551	0.863335	8185	0.151
	10	-0.248	0.918	0.785129	5325	0.044	0.645	0.898076	8310	0.273
	11	-0.308	0.923	0.78822	5880	0.023	0.707	0.871537	7952	0.216
	12	-0.222	0.983	0.783256	6087	0.056	0.763	0.878006	8026	0.22
	average	-0.156	0.805	0.749	5431	0.095	0.626	0.865	7536	0.179



**Fig. 5.5.2** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +24H forecast (Jan.~Dec. 2008).

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +48H 비교

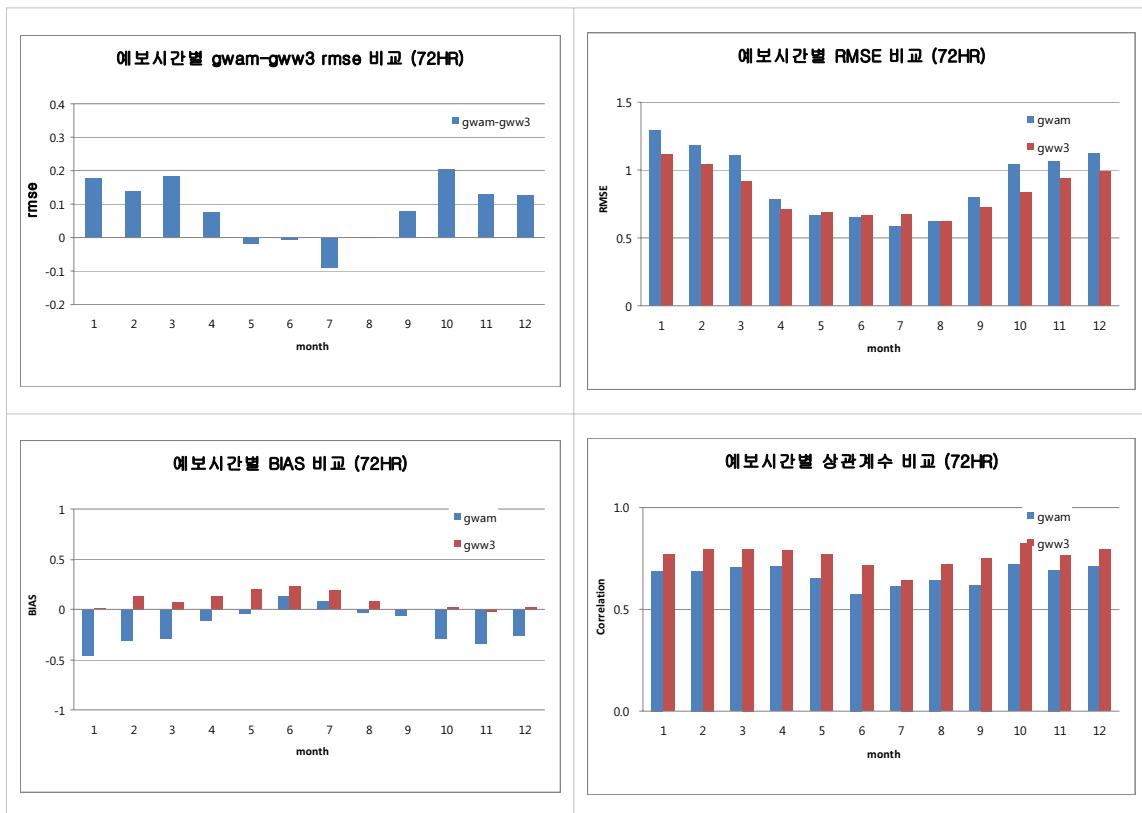
48hr	month	bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	gwam-gww3(rmse)
	1	-0.443	1.166	0.759916	4789	0.026	0.919	0.842675	6888	0.247
	2	-0.3	1.12	0.724995	4528	0.164	0.88	0.854811	6230	0.24
	3	-0.262	1.025	0.749098	4845	0.111	0.792	0.85123	6676	0.233
	4	-0.125	0.758	0.736275	4642	0.131	0.623	0.836211	6513	0.135
	5	-0.036	0.624	0.706111	5677	0.19	0.606	0.825008	7810	0.018
	6	0.114	0.597	0.653546	5513	0.211	0.565	0.802813	7513	0.032
	7	0.07	0.555	0.660071	5914	0.185	0.601	0.726321	8105	-0.046
	8	-0.05	0.56	0.725046	6079	0.055	0.512	0.816365	8220	0.048
	9	-0.039	0.745	0.670978	5897	0.022	0.633	0.813834	8185	0.112
	10	-0.257	0.962	0.761397	5319	0.035	0.747	0.862728	8310	0.215
	11	-0.317	0.972	0.758394	5880	0.007	0.803	0.833823	7952	0.169
	12	-0.224	1.038	0.755947	6087	0.038	0.874	0.841192	8026	0.164
	average	-0.156	0.844	0.722	5431	0.098	0.713	0.826	7536	0.131



**Fig. 5.5.3** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +48H forecast (Jan.~Dec. 2008).

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +72H 비교

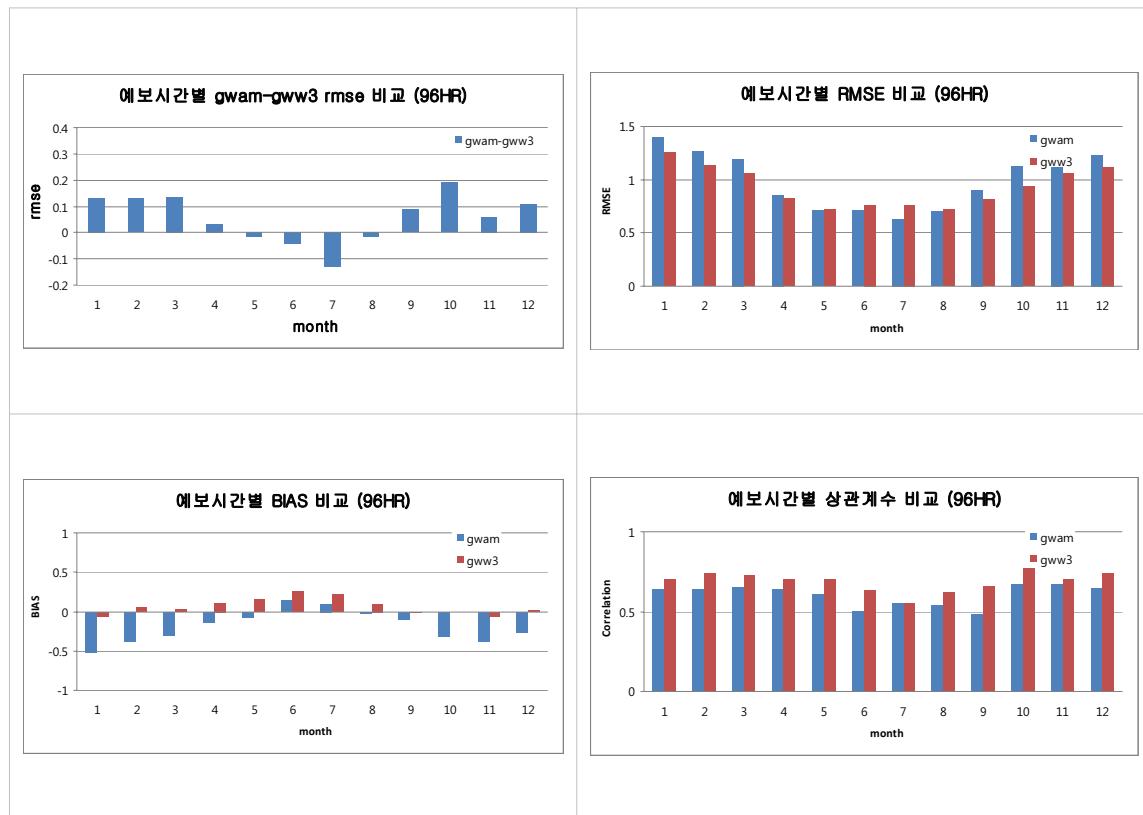
72hr	month	bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	gwam-gww3(rmse)
	1	-0.456	1.291	0.68904	4789	0.012	1.113	0.769321	6888	0.178
	2	-0.319	1.18	0.69062	4528	0.133	1.04	0.795157	6230	0.14
	3	-0.295	1.105	0.70730	4845	0.068	0.921	0.797496	6676	0.184
	4	-0.12	0.786	0.71068	4642	0.135	0.71	0.78753	6513	0.076
	5	-0.041	0.67	0.65366	5677	0.199	0.689	0.768971	7810	-0.019
	6	0.136	0.658	0.57714	5513	0.238	0.667	0.716101	7513	-0.009
	7	0.077	0.589	0.61218	5914	0.19	0.678	0.645897	8105	-0.089
	8	-0.039	0.624	0.64624	6079	0.083	0.62	0.722339	8220	0.004
	9	-0.064	0.798	0.61579	5894	0.004	0.72	0.752153	8185	0.078
	10	-0.298	1.04	0.72174	5318	0.027	0.835	0.824398	8310	0.205
	11	-0.346	1.07	0.695511	5880	-0.025	0.939	0.767087	7952	0.131
	12	-0.257	1.119	0.710375	6087	0.023	0.991	0.79231	8026	0.128
average		-0.169	0.911	0.669	5431	0.091	0.827	0.762	7536	0.084



**Fig. 5.5.4** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +72H forecast (Jan.~Dec. 2008).

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +96H 비교

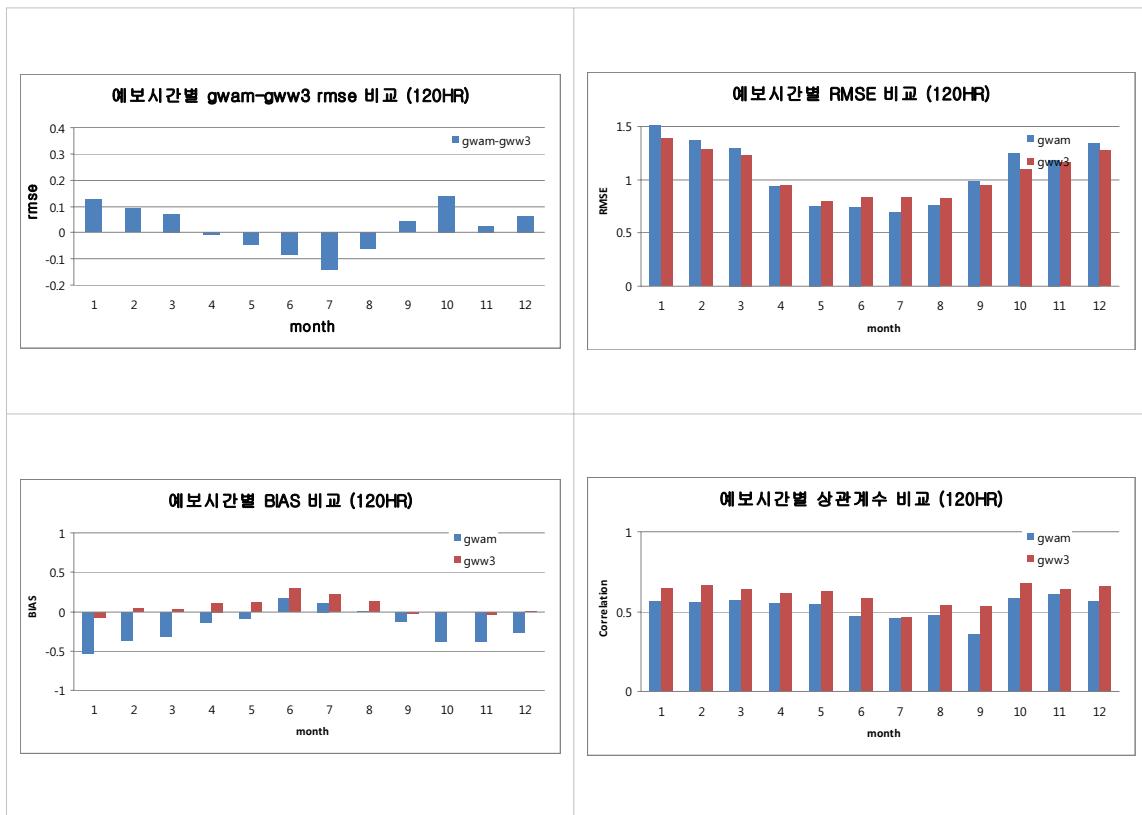
96hr	month	bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	gwam-gww3(rmse)
	1	-0.53	1.394	0.638963	4789	-0.066	1.261	0.702851	6888	0.133
	2	-0.373	1.263	0.64382	4528	0.05	1.133	0.741361	6230	0.13
	3	-0.308	1.197	0.651145	4845	0.03	1.062	0.730338	6676	0.135
	4	-0.136	0.858	0.642783	4642	0.111	0.826	0.703866	6513	0.032
	5	-0.07	0.708	0.605634	5677	0.151	0.723	0.704703	7810	-0.015
	6	0.147	0.715	0.502973	5513	0.26	0.76	0.634463	7513	-0.045
	7	0.1	0.634	0.552583	5914	0.209	0.765	0.556813	8105	-0.131
	8	-0.026	0.704	0.543795	6079	0.099	0.721	0.625762	8220	-0.017
	9	-0.103	0.902	0.486683	5891	-0.017	0.813	0.659461	8185	0.089
	10	-0.323	1.124	0.670995	5309	-0.003	0.933	0.773809	8310	0.191
	11	-0.374	1.115	0.667671	5880	-0.063	1.056	0.702502	7952	0.059
	12	-0.272	1.228	0.645581	6087	0.017	1.118	0.738524	8026	0.11
average		-0.189	0.987	0.604	5430	0.065	0.931	0.690	7536	0.056



**Fig. 5.5.5** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +96H forecast (Jan.~Dec. 2008).

○ GoWAM과 GoWW3 BIAS, RMSE, CORR +120H 비교

120hr	month	bias	rmse	corr	entries	bias	rmse	corr	entries	gwam-gww3(rmse)
	1	-0.536	1.51	0.565659	4789	-0.074	1.384	0.647682	6888	0.126
	2	-0.361	1.374	0.562816	4528	0.036	1.284	0.662841	6230	0.09
	3	-0.319	1.304	0.572161	4845	0.031	1.233	0.640663	6676	0.071
	4	-0.13	0.939	0.554679	4642	0.115	0.947	0.613033	6513	-0.008
	5	-0.09	0.752	0.550719	5677	0.126	0.798	0.632743	7810	-0.046
	6	0.166	0.744	0.472406	5513	0.295	0.831	0.581623	7513	-0.087
	7	0.106	0.693	0.458969	5914	0.218	0.833	0.467658	8105	-0.14
	8	0.003	0.762	0.476944	6079	0.138	0.824	0.541079	8220	-0.062
	9	-0.127	0.991	0.360285	5893	-0.031	0.949	0.529215	8185	0.042
	10	-0.37	1.246	0.582327	5315	-0.009	1.105	0.677091	8310	0.141
	11	-0.373	1.191	0.606089	5880	-0.043	1.166	0.641955	7952	0.025
	12	-0.269	1.342	0.566521	6087	0.001	1.277	0.65799	8026	0.065
	average	-0.192	1.071	0.527	5430	0.067	1.053	0.608	7536	0.018



**Fig. 5.5.6** Comparison between GoWAM(blue) and GoWW3(red) BIAS, RMSE, Corr for +120H forecast (Jan.~Dec. 2008).

## ■ 지역 파랑모델 (ReWW3)

1) 부이 22101 (덕적도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.20	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.18	0.22	0.01	-0.04	0.01	0.07	0.11
24hr	0.28	0.18	0.16	0.21	0.24	0.18	0.25	0.34	0.05	0.05	0.13	0.11	0.18
36hr	0.28	0.12	0.21	0.28	0.24	0.24	0.31	0.41	0.11	0.08	0.12	0.16	0.21
48hr	0.31	0.08	0.29	0.34	0.33	0.35	0.40	0.44	0.10	0.12	0.15	0.21	0.26

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.31	0.25	0.28	0.35	0.26	0.30	0.36	0.45	0.21	0.28	0.22	0.32	0.30
24hr	0.42	0.34	0.30	0.46	0.38	0.33	0.49	0.66	0.23	0.33	0.34	0.43	0.39
36hr	0.46	0.29	0.35	0.53	0.38	0.50	0.54	0.68	0.26	0.34	0.38	0.40	0.43
48hr	0.49	0.27	0.43	0.56	0.51	0.58	0.57	0.74	0.27	0.40	0.48	0.48	0.48

2) 부이 22102 (칠발도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.10	0.04	0.09	0.18	0.12	0.19	0.17	0.17	-0.08	-0.06	-0.05	-0.04	0.05
24hr	-0.08	-0.01	0.12	0.24	0.17	0.21	0.24	0.25	-0.03	-0.02	0.01	-0.01	0.09
36hr	-0.04	-0.05	0.17	0.33	0.26	0.30	0.34	0.28	0.04	0.04	0.01	0.01	0.14
48hr	0.04	-0.11	0.25	0.39	0.27	0.41	0.36	0.38	0.08	0.09	0.11	0.00	0.19

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	0.24	0.26	0.28	0.34	0.33	0.37	0.32	0.40	0.30	0.29	0.32	0.40	0.32
24hr	0.28	0.31	0.32	0.44	0.38	0.42	0.42	0.50	0.31	0.29	0.40	0.47	0.38
36hr	0.36	0.38	0.32	0.51	0.50	0.52	0.55	0.51	0.27	0.30	0.44	0.52	0.43
48hr	0.43	0.37	0.46	0.57	0.51	0.62	0.53	0.64	0.30	0.35	0.48	0.56	0.48

3) 부이 22103 (거문도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
12hr	-0.05	0.15	-0.14	-0.16	0.02	-0.12	0.02	-0.18	-0.14	-0.18	0.01	0.01	-0.06
24hr	-0.03	0.11	-0.13	-0.14	0.18	-0.06	0.08	-0.18	-0.14	-0.14	0.06	-0.02	-0.03
36hr	0.00	0.05	-0.07	-0.04	0.28	0.05	0.13	-0.16	-0.06	-0.12	0.08	0.00	0.01
48hr	0.07	0.00	-0.05	0.01	0.35	0.11	0.16	-0.11	0.06	-0.06	0.10	0.01	0.05

○ RMSE [m]

<b>FCST</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
12hr	0.40	0.32	0.37	0.32	0.28	0.33	0.32	0.41	0.43	0.32	0.29	0.23	0.34
24hr	0.41	0.31	0.37	0.35	0.36	0.42	0.37	0.45	0.45	0.36	0.34	0.27	0.37
36hr	0.37	0.30	0.42	0.36	0.48	0.53	0.39	0.49	0.48	0.39	0.38	0.35	0.41
48hr	0.41	0.29	0.43	0.42	0.55	0.54	0.41	0.60	0.53	0.39	0.40	0.37	0.44

4) 부·외 22104 (거제도)

○ BIAS [m]

<b>FCST</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
12hr	-0.26	-0.15	-0.31	-0.22	-0.13	-0.26	-0.01	-0.27	-0.24	-0.21	-0.17	-0.10	-0.19
24hr	-0.22	-0.11	-0.25	-0.08	-0.01	-0.20	0.08	-0.19	-0.20	-0.16	-0.03	-0.07	-0.12
36hr	-0.18	-0.13	-0.17	0.11	0.08	-0.04	0.12	-0.15	-0.11	-0.12	-0.01	-0.05	-0.05
48hr	-0.11	-0.17	-0.19	0.18	0.10	0.05	0.15	-0.11	0.04	-0.07	0.02	-0.07	-0.02

○ RMSE [m]

<b>FCST</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
12hr	0.49	0.44	0.41	0.32	0.31	0.44	0.26	0.52	0.38	0.33	0.41	0.36	0.39
24hr	0.47	0.42	0.38	0.29	0.31	0.43	0.34	0.51	0.39	0.33	0.37	0.39	0.38
36hr	0.44	0.44	0.39	0.38	0.39	0.51	0.40	0.52	0.37	0.34	0.41	0.46	0.42
48hr	0.49	0.43	0.40	0.50	0.45	0.53	0.38	0.57	0.38	0.35	0.51	0.49	0.46

5) 부·외 22105 (동해)

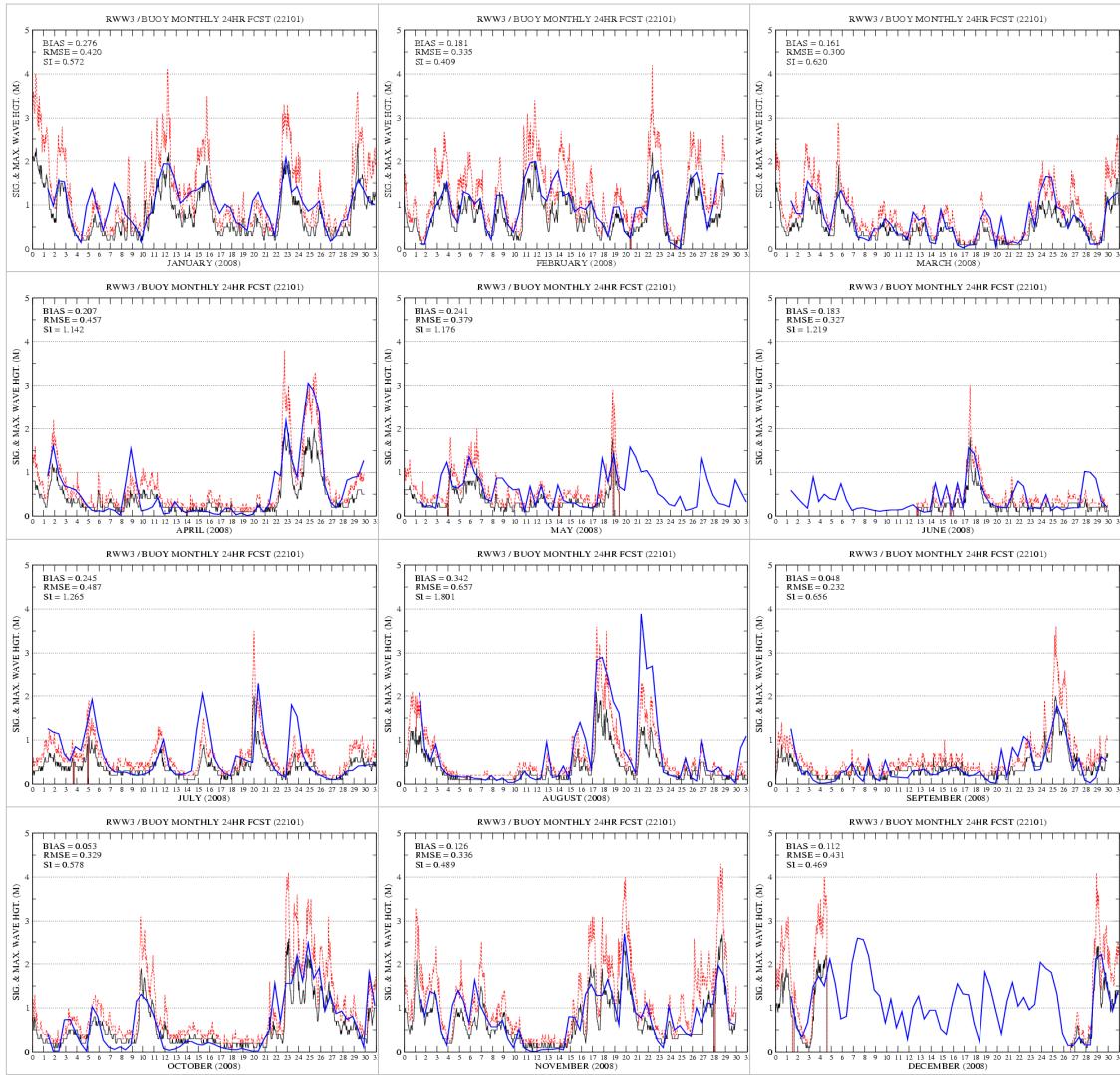
○ BIAS [m]

<b>FCST</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
12hr	0.34	0.36	0.11	0.21	0.28	0.14	0.09	0.13	0.13	0.16	0.43	-	0.22
24hr	0.48	0.52	0.17	0.36	0.39	0.24	0.24	0.25	0.21	0.26	0.52	-	0.33
36hr	0.56	0.59	0.28	0.54	0.45	0.35	0.33	0.43	0.27	0.36	0.57	-	0.43
48hr	0.66	0.57	0.28	0.69	0.53	0.49	0.33	0.55	0.30	0.37	0.50	-	0.48

○ RMSE [m]

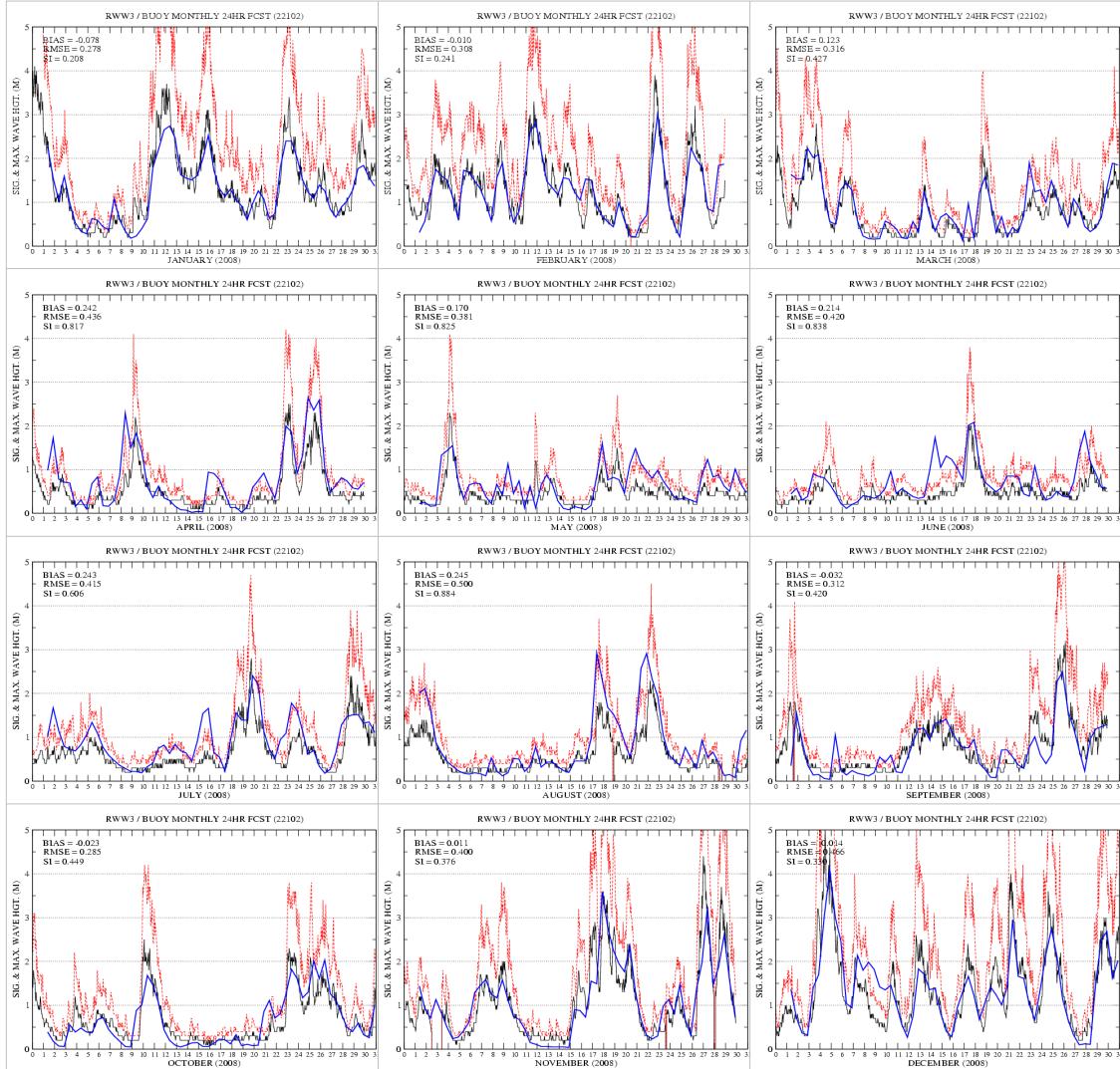
<b>FCST</b>	<b>Jan.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Apr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Aug.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dec.</b>	<b>Ave.</b>
12hr	0.49	0.54	0.30	0.37	0.44	0.25	0.31	0.39	0.31	0.35	0.63	-	0.40
24hr	0.64	0.66	0.34	0.56	0.54	0.37	0.42	0.55	0.40	0.45	0.71	-	0.51
36hr	0.71	0.72	0.48	0.87	0.64	0.50	0.50	0.74	0.53	0.57	0.78	-	0.64
48hr	0.82	0.67	0.44	1.04	0.70	0.64	0.49	0.99	0.53	0.59	0.71	-	0.69

○ 덕적도 부이 관측과 ReWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



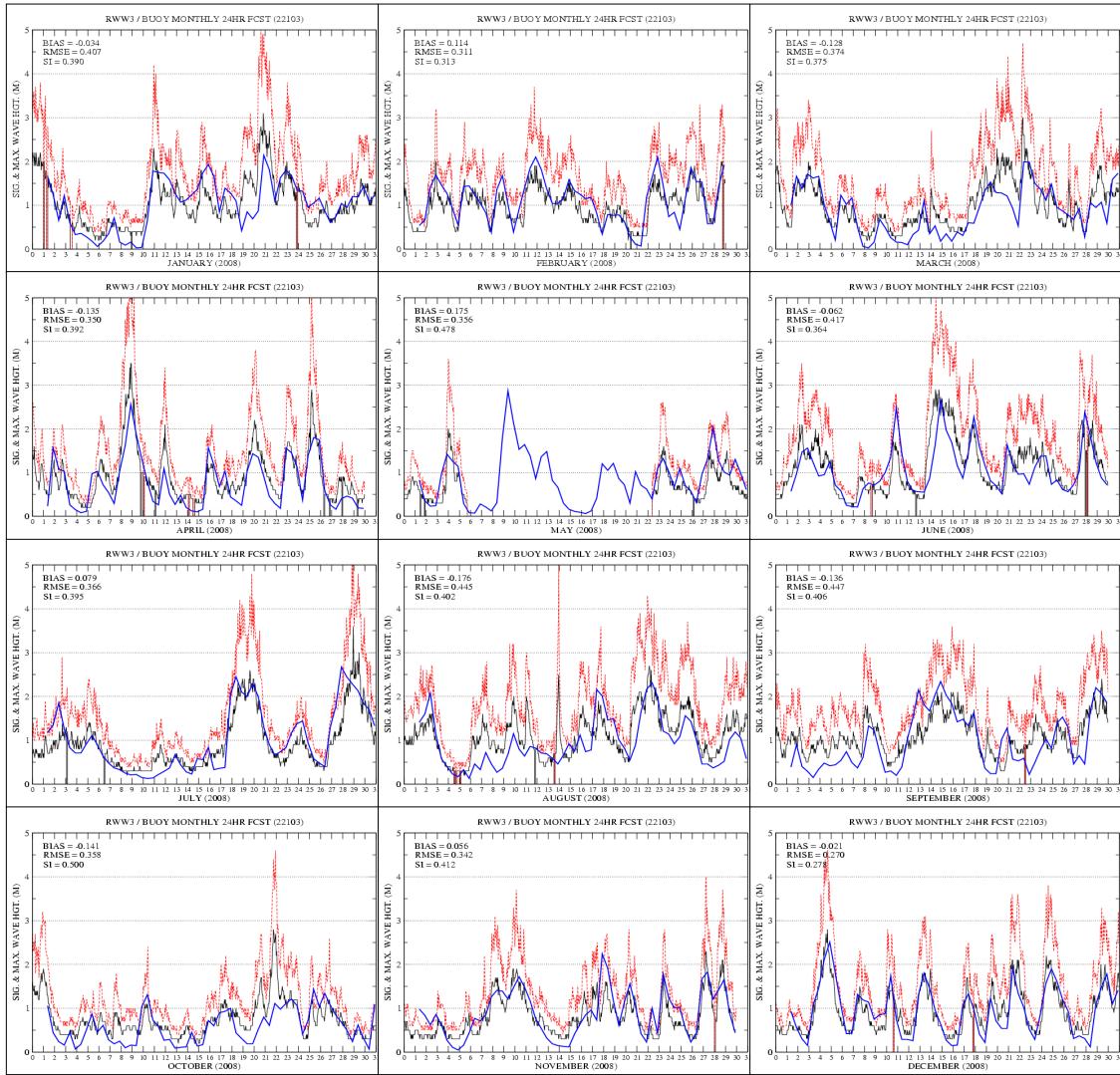
**Fig. 5.5.7** The 24-hour forecast monthly time series of significant wave height (blue) of Regional Wave Model (ReWW3) against buoy 22101 (Deok-Jeok-Do, black) observation from January to December for year 2008. The red dotted line is maximum wave height.

○ 칠발도 부이 관측과 ReWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



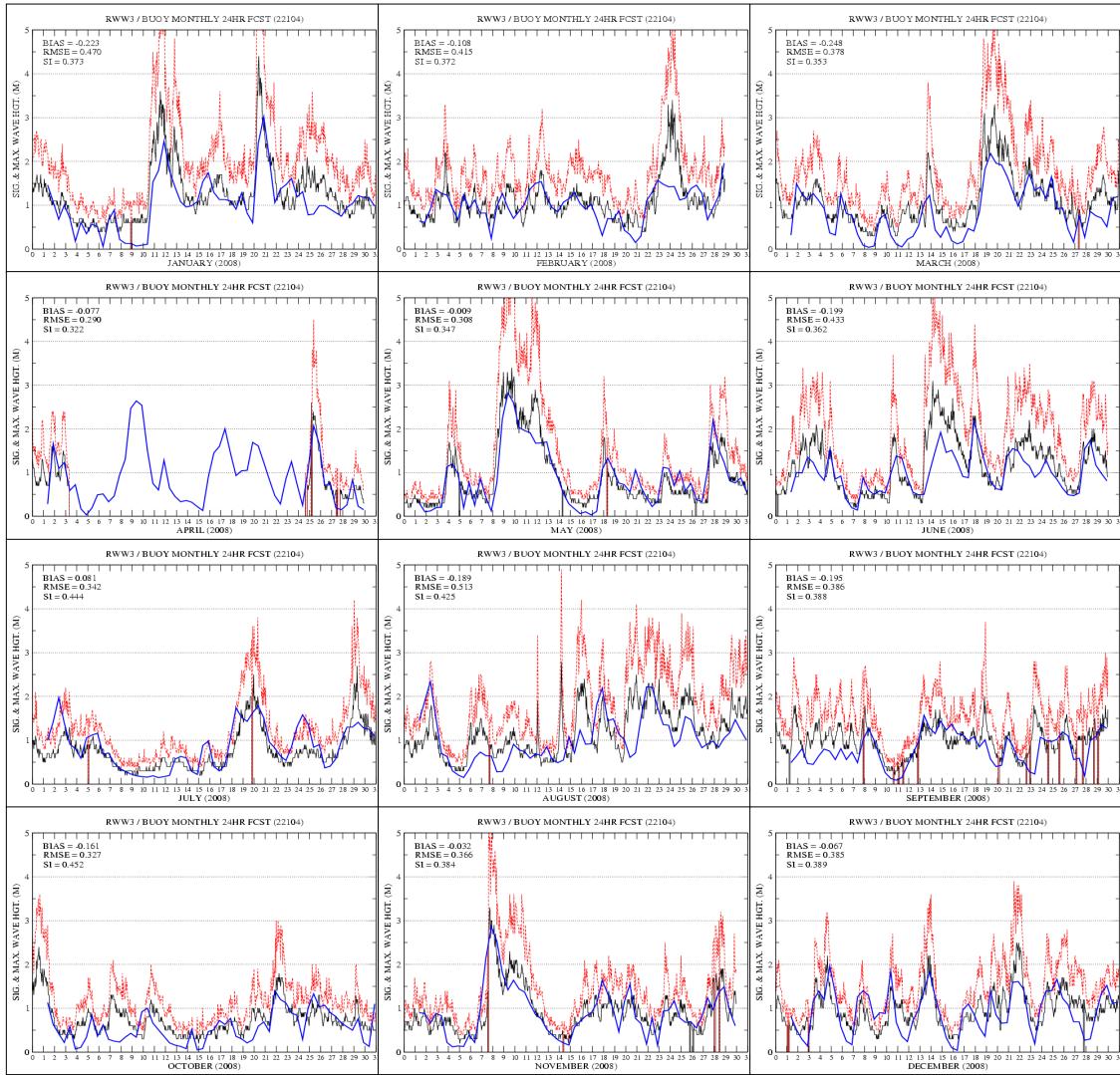
**Fig. 5.5.8** Same as Fig. 5.5.7 but for buoy 22102 (Chil-Bal-Do).

○ 거문도 부이 관측과 ReWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



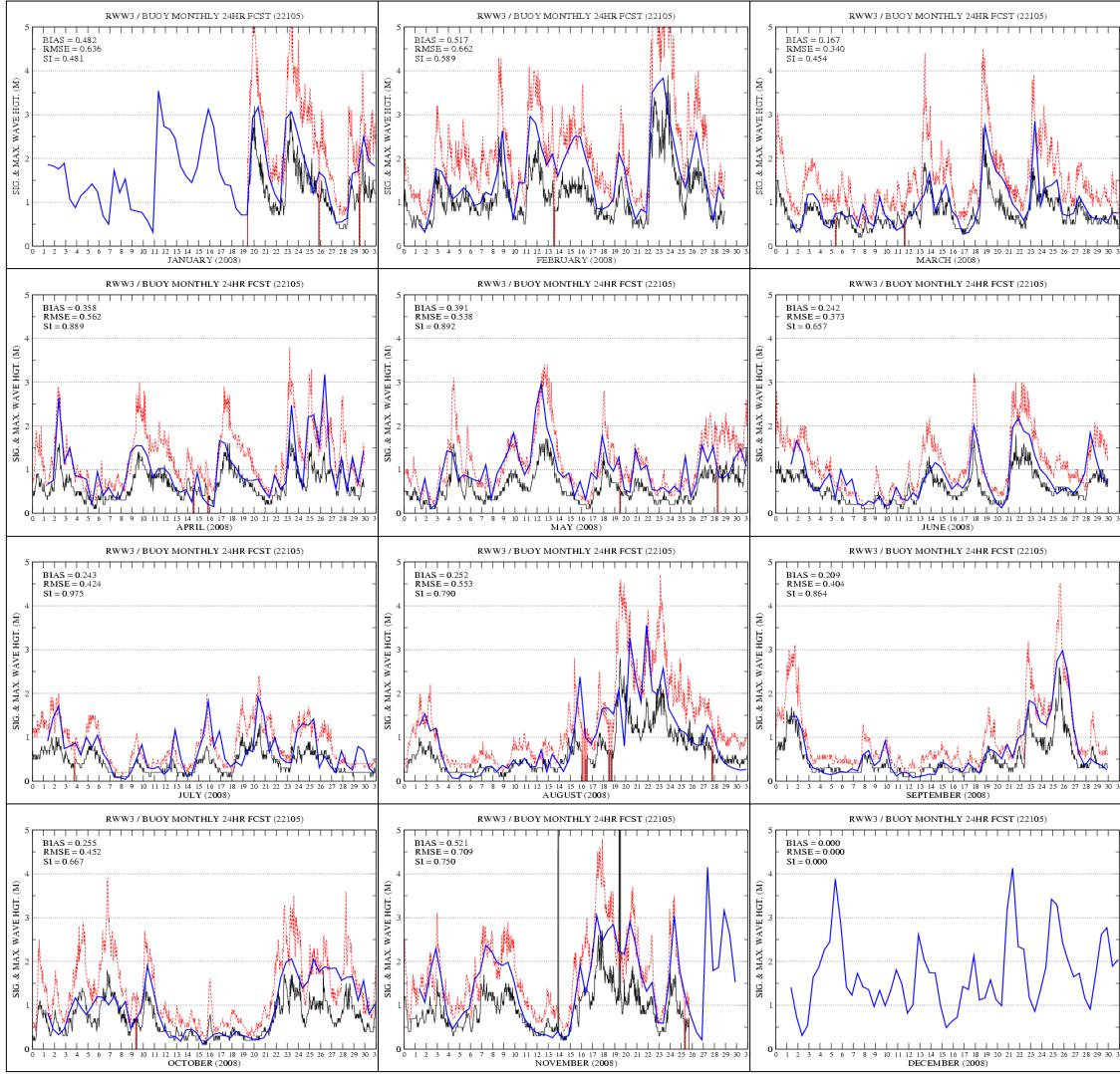
**Fig. 5.5.9** Same as Fig. 5.5.7 but for buoy 22103 (Geo-Moon-Do).

○ 거제도 부이 관측과 ReWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



**Fig. 5.5.10** Same as Fig. 5.5.7 but for buoy 22104 (Geo-Jae-Do).

○ 동해 부이 관측과 ReWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



**Fig. 5.5.11** Same as Fig. 5.5.7 but for buoy 22105 (Dong-Hae).

## ■ 국지연안 파랑모델 (CoWW3)

1) 부이 22101 (덕적도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.25	0.20	0.17	0.18	0.18	0.22	0.23	0.28	0.06	0.03	0.10	0.21	0.17
12hr	0.26	0.21	0.17	0.18	0.18	0.22	0.23	0.28	0.06	0.02	0.10	0.21	0.18
24hr	0.33	0.28	0.23	0.26	0.27	0.19	0.32	0.40	0.11	0.13	0.21	0.24	0.25

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.35	0.31	0.29	0.37	0.28	0.39	0.40	0.50	0.21	0.27	0.27	0.39	0.34
12hr	0.36	0.32	0.30	0.38	0.27	0.39	0.40	0.50	0.21	0.27	0.27	0.40	0.34
24hr	0.43	0.43	0.36	0.50	0.42	0.34	0.57	0.72	0.25	0.36	0.41	0.50	0.44

2) 부이 22102 (칠발도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.09	0.14	0.19	0.23	0.13	0.18	0.14	0.19	-0.05	0.00	0.08	0.14	0.12
12hr	0.10	0.13	0.19	0.23	0.13	0.18	0.14	0.19	-0.06	0.00	0.09	0.14	0.12
24hr	0.16	0.16	0.22	0.30	0.20	0.22	0.22	0.29	0.02	0.07	0.15	0.16	0.18

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.27	0.28	0.36	0.37	0.33	0.36	0.30	0.41	0.29	0.30	0.35	0.40	0.34
12hr	0.27	0.28	0.37	0.37	0.33	0.36	0.30	0.41	0.29	0.30	0.36	0.41	0.34
24hr	0.31	0.40	0.40	0.49	0.39	0.41	0.41	0.55	0.34	0.35	0.47	0.50	0.42

3) 부이 22103 (거문도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	-0.04	0.04	-0.10	-0.08	0.09	0.02	0.12	-0.04	-0.11	-0.14	0.05	0.04	-0.02
12hr	-0.02	0.04	-0.10	-0.08	0.10	0.03	0.12	-0.05	-0.10	-0.15	0.05	0.04	-0.01
24hr	0.04	0.05	-0.08	-0.05	0.27	0.09	0.20	-0.02	-0.10	-0.13	0.12	0.03	0.04

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.43	0.34	0.33	0.29	0.32	0.33	0.32	0.43	0.40	0.28	0.27	0.25	0.33
12hr	0.43	0.34	0.34	0.29	0.32	0.33	0.32	0.43	0.40	0.27	0.27	0.25	0.33
24hr	0.45	0.40	0.35	0.34	0.45	0.47	0.41	0.51	0.42	0.32	0.37	0.35	0.40

4) 부이 22104 (거제도)

○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	-0.21	-0.17	-0.25	-0.16	-0.02	-0.12	0.15	-0.13	-0.16	-0.16	-0.11	-0.08	-0.12
12hr	-0.19	-0.16	-0.26	-0.16	-0.02	-0.12	0.16	-0.14	-0.15	-0.16	-0.11	-0.06	-0.11
24hr	-0.09	-0.16	-0.19	-0.03	0.10	-0.05	0.24	-0.04	-0.11	-0.13	0.04	-0.04	-0.04

○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.48	0.55	0.35	0.30	0.27	0.38	0.32	0.50	0.37	0.27	0.36	0.34	0.37
12hr	0.48	0.56	0.35	0.31	0.27	0.38	0.32	0.50	0.37	0.27	0.36	0.33	0.37
24hr	0.43	0.57	0.31	0.28	0.31	0.40	0.43	0.54	0.39	0.30	0.40	0.37	0.39

5) 부이 22105 (동해)

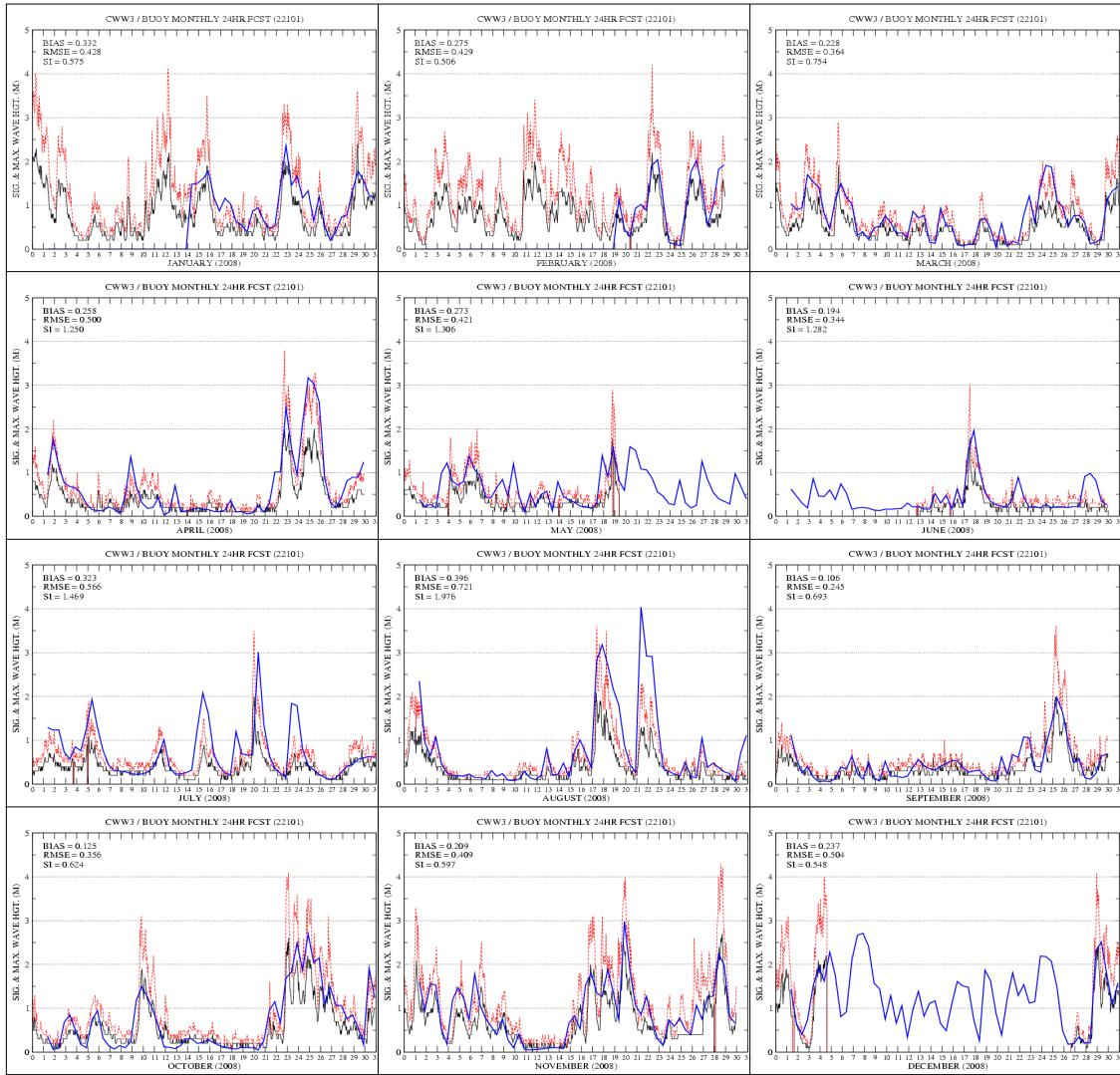
○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.41	0.51	0.16	0.27	0.35	0.18	0.13	0.14	0.15	0.23	0.51	-	0.28
12hr	0.41	0.53	0.15	0.26	0.36	0.19	0.13	0.15	0.16	0.23	0.51	-	0.28
24hr	0.60	0.68	0.23	0.42	0.45	0.29	0.31	0.30	0.24	0.30	0.60	-	0.40

○ RMSE [m]

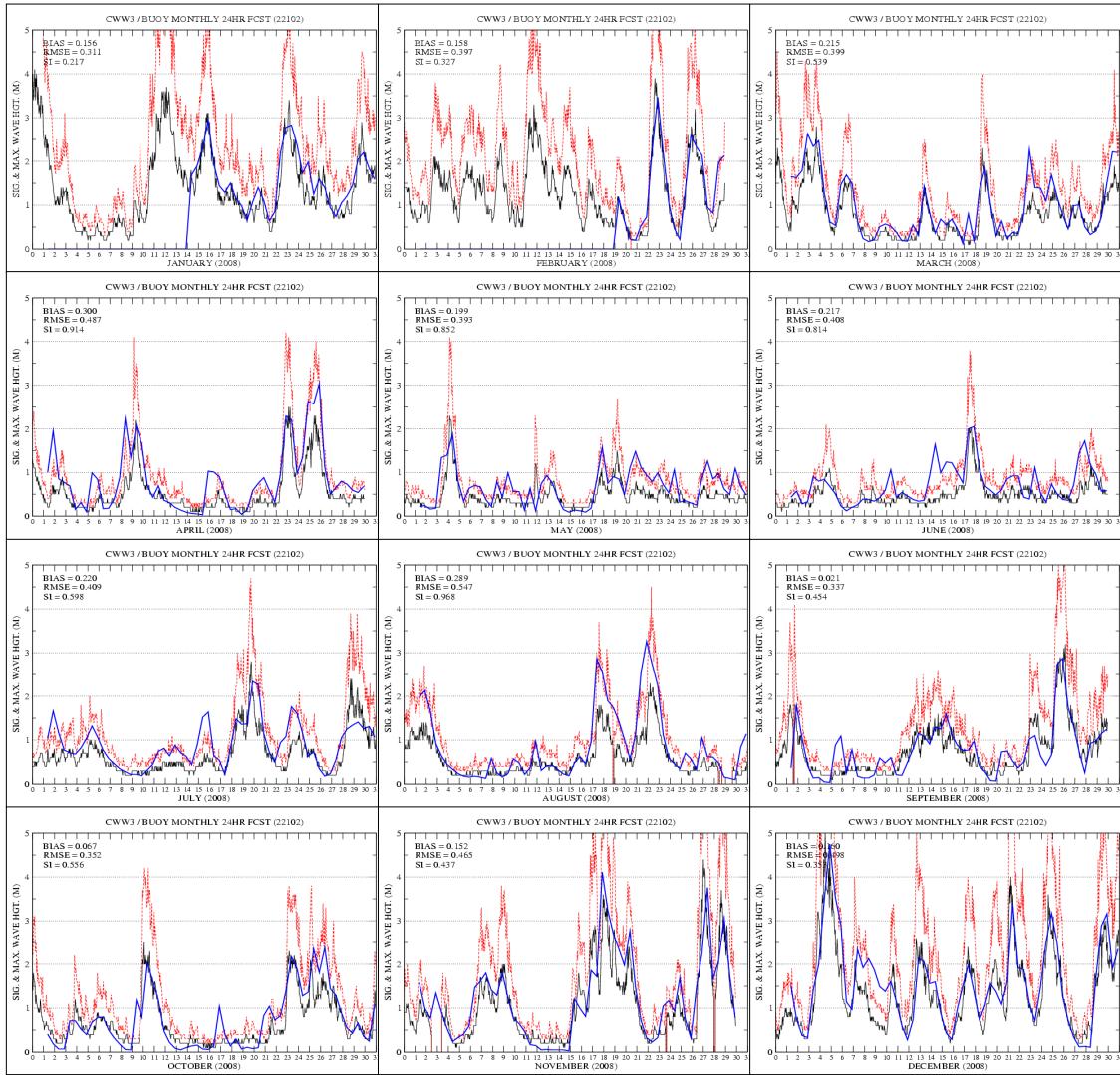
FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
00hr	0.57	0.69	0.36	0.45	0.51	0.31	0.34	0.40	0.35	0.42	0.71	-	0.46
12hr	0.57	0.71	0.34	0.45	0.51	0.31	0.34	0.40	0.35	0.42	0.72	-	0.46
24hr	0.74	0.85	0.39	0.64	0.60	0.43	0.50	0.59	0.45	0.51	0.80	-	0.59

○ 덕적도 부이 관측과 CoWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



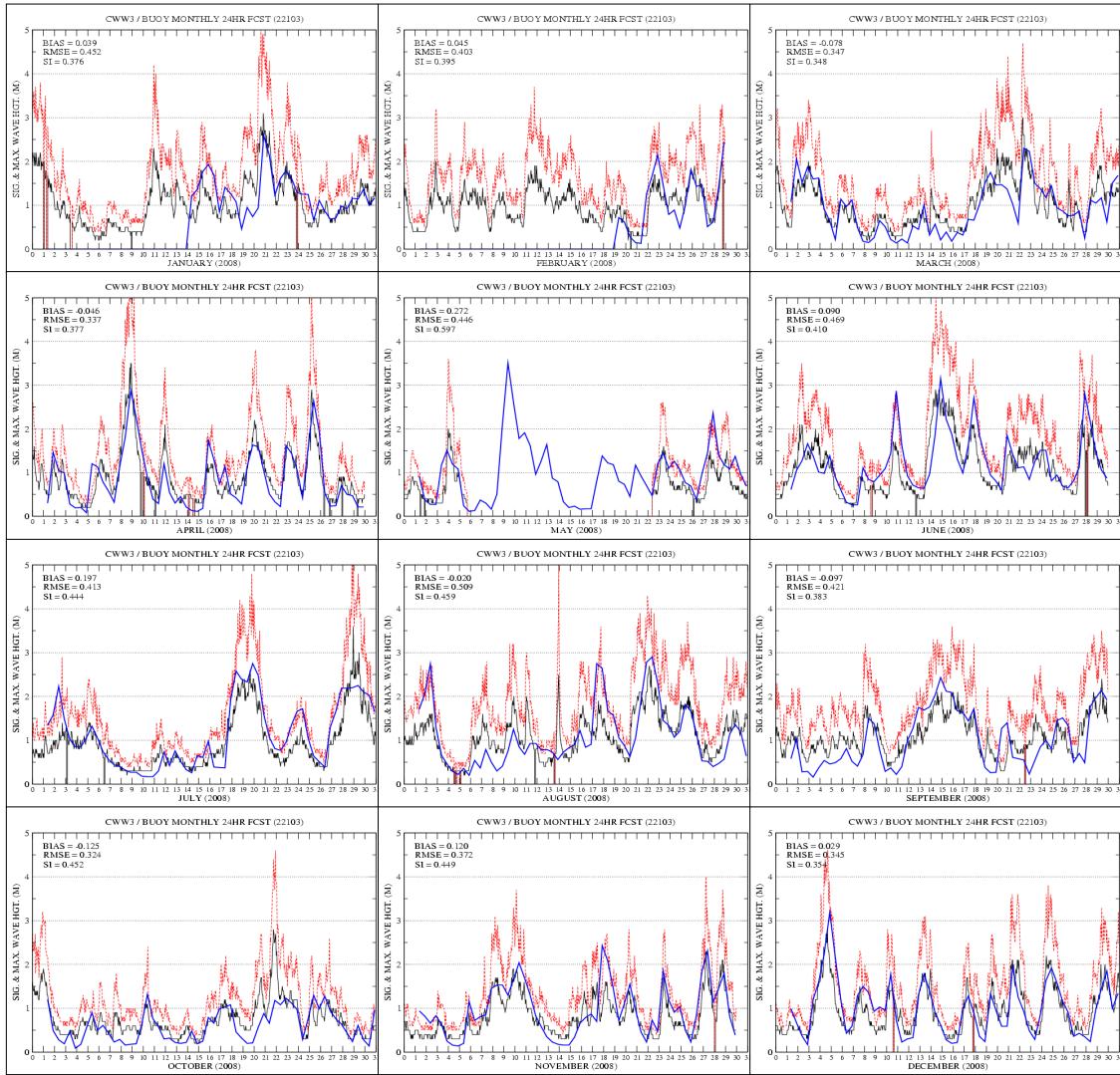
**Fig. 5.5.12** The 24-hour forecast monthly time series of significant wave height (blue) of Coastal Wave Model (CoWW3) against buoy 22101 (Deok-Jeok-Do, black) observation from January to December for year 2008. The red dotted line is maximum wave height.

○ 칠발도 부이 관측과 CoWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



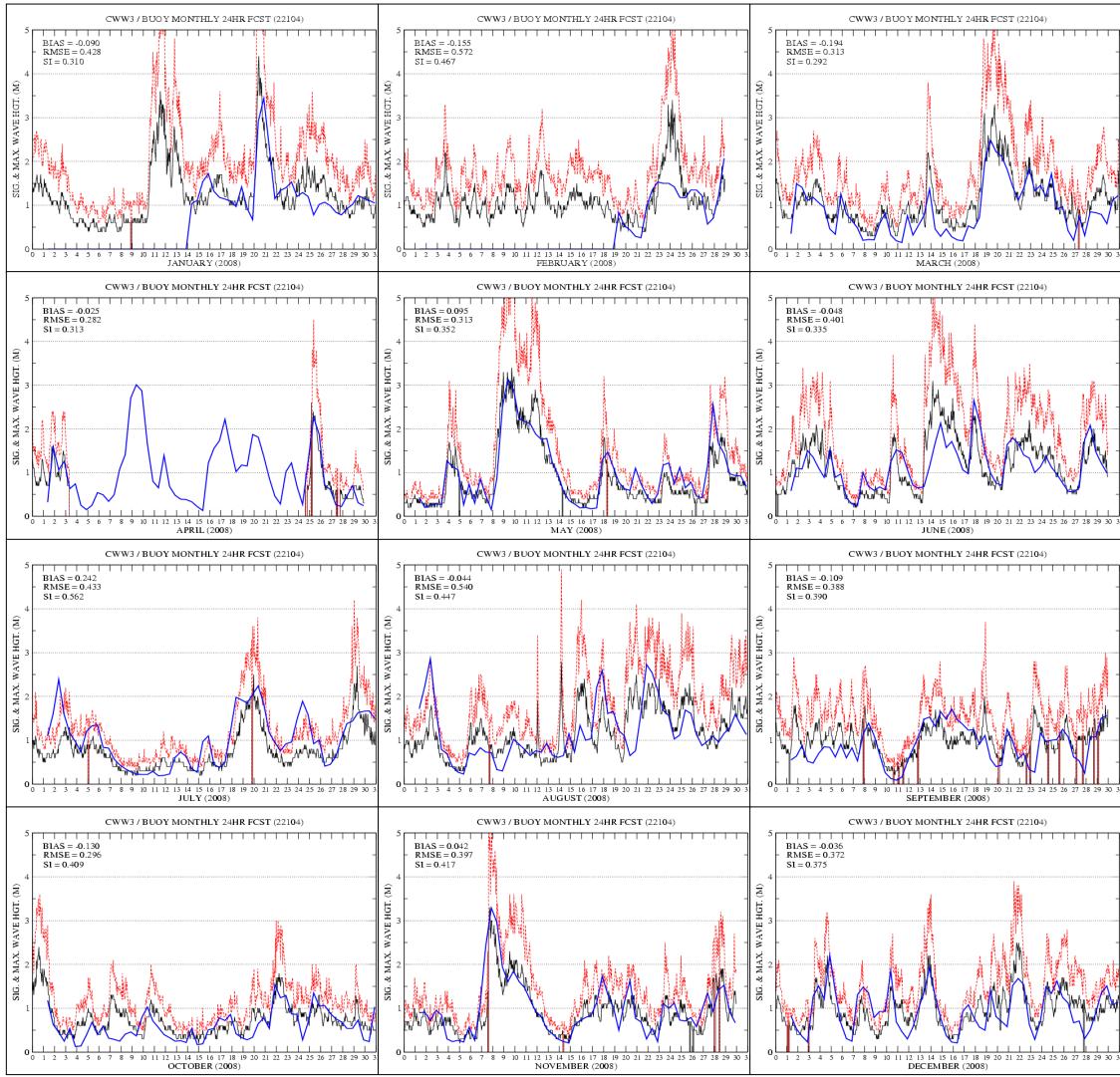
**Fig. 5.5.13** Same as Fig. 5.5.12 but for buoy 22102 (Chil-Bal-Do).

○ 거문도 부이 관측과 CoWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



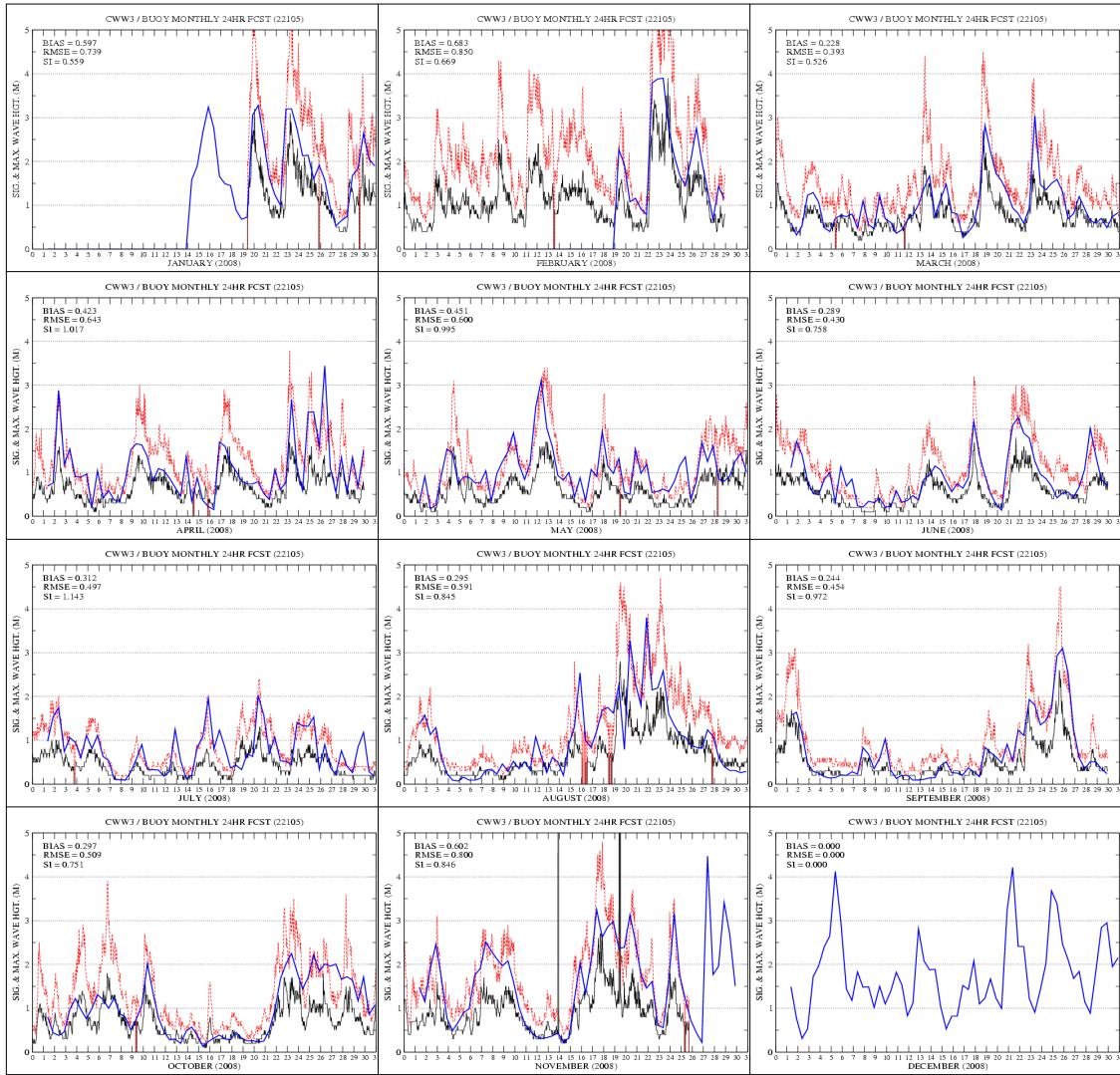
**Fig. 5.5.14** Same as Fig. 5.5.12 but for buoy 22103 (Geo-Moon-Do).

○ 거제도 부이 관측과 CoWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)

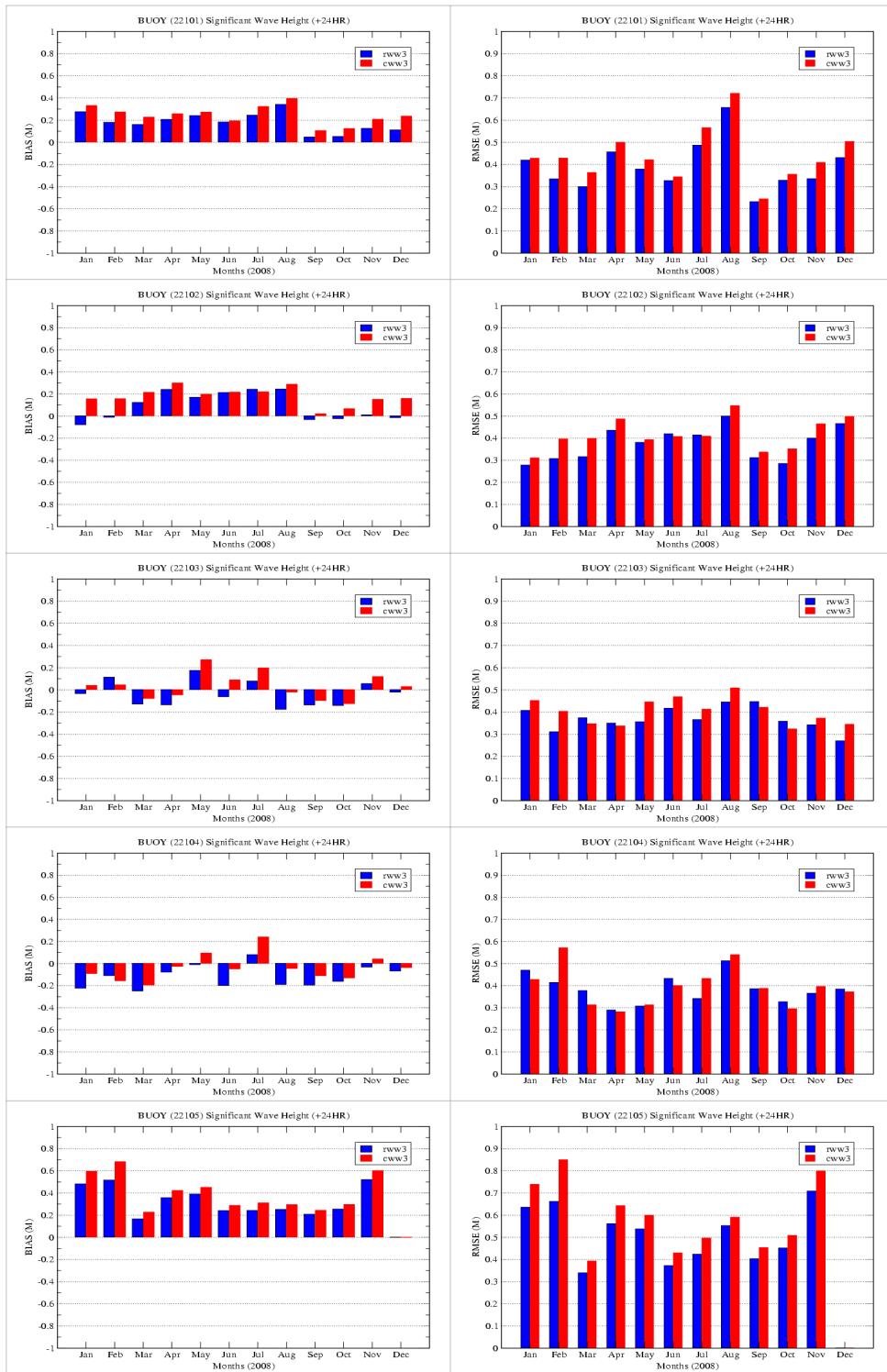


**Fig. 5.5.15** Same as Fig. 5.5.12 but for buoy 22104 (Geo-Jae-Do).

○ 동해 부이 관측과 CoWW3 +24H 예측 유의파고 시계열 (2008년 1월~12월)



**Fig. 5.5.16** Same as Fig. 5.5.12 but for buoy 22105 (Dong-Hae).



**Fig. 5.5.17** The 24-hour forecast BIAS(left) and RMSE(right) of significant wave height of Coastal Wave Model (CoWW3, red) and Regional Wave model (ReWW3, blue) against buoy observation(22101 ~ 22105) from January to December for year 2008.

### 5.5.3 위성 검증

#### ■ 전지구파랑모델

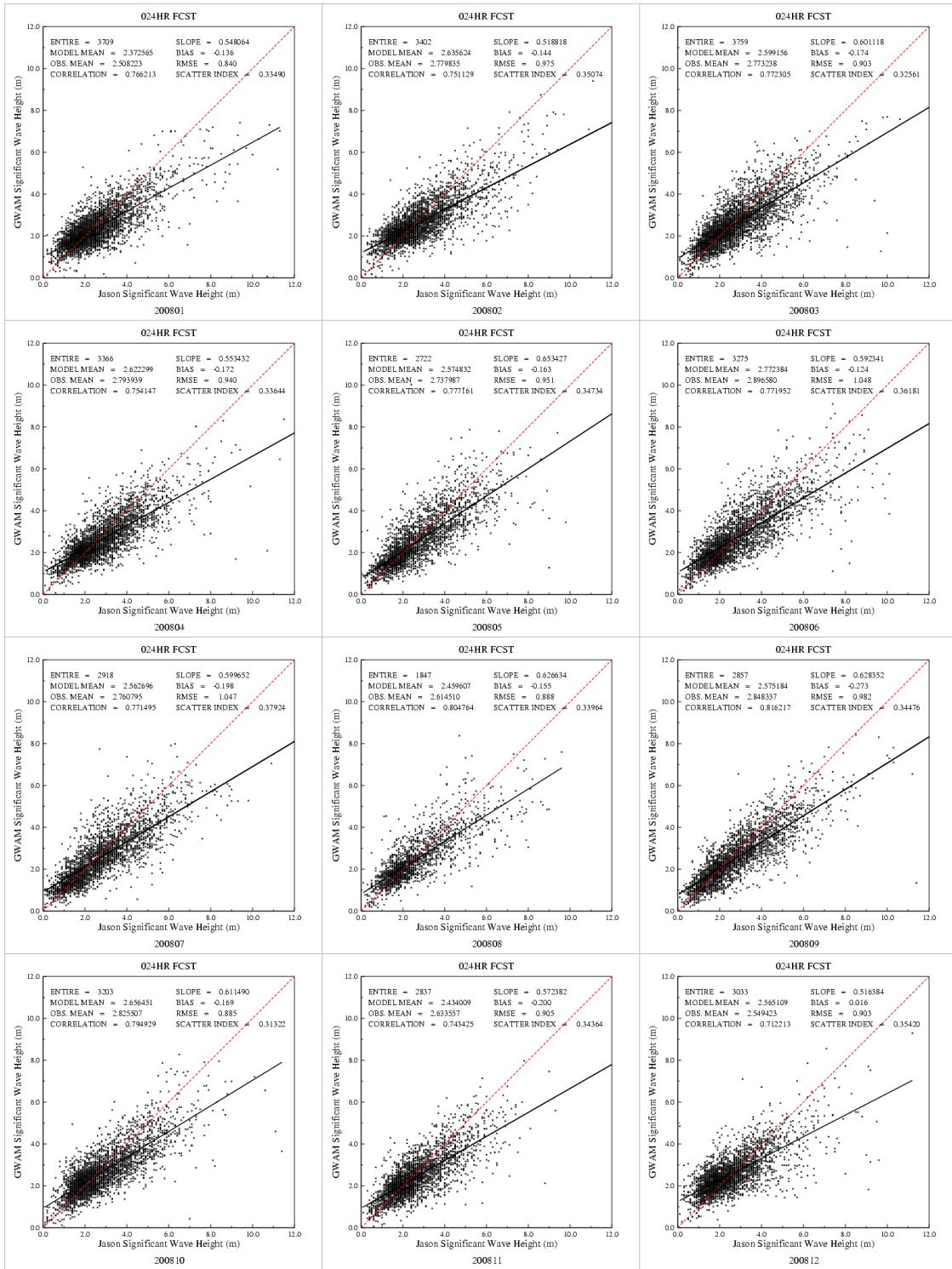
##### 1) 유의파고 검증

###### ○ BIAS [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	-0.14	-0.14	-0.17	-0.17	-0.16	-0.12	-0.20	-0.16	-0.27	-0.17	-0.20	0.02	0.39
3일	-0.15	-0.16	-0.20	-0.18	-0.20	-0.11	-0.21	-0.13	-0.28	-0.19	-0.16	-0.02	-0.16
5일	-0.14	-0.13	-0.23	-0.21	-0.13	-0.11	-0.24	-0.05	-0.28	-0.18	-0.14	-0.05	-0.16
7일	-0.12	-0.09	-0.22	-0.18	-0.09	-0.06	-0.22	-0.04	-0.20	-0.16	-0.16	-0.01	-0.13
9일	-0.09	-0.10	-0.28	-0.20	-0.13	-0.09	-0.20	-0.10	-0.17	-0.16	-0.02	-0.06	-0.13

###### ○ RMSE [m]

FCST	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1일	0.84	0.98	0.90	0.94	0.95	1.05	1.05	0.89	0.98	0.89	0.91	0.90	0.94
3일	0.98	1.08	1.06	1.09	1.09	1.14	1.12	0.96	1.10	0.99	1.00	1.05	1.06
5일	1.20	1.22	1.14	1.22	1.14	1.23	1.20	1.09	1.19	1.12	1.09	1.14	1.16
7일	1.25	1.26	1.25	1.32	1.20	1.31	1.31	1.19	1.28	1.23	1.17	1.28	1.25
9일	1.36	1.38	1.32	1.36	1.24	1.43	1.30	1.24	1.36	1.28	1.22	1.32	1.32

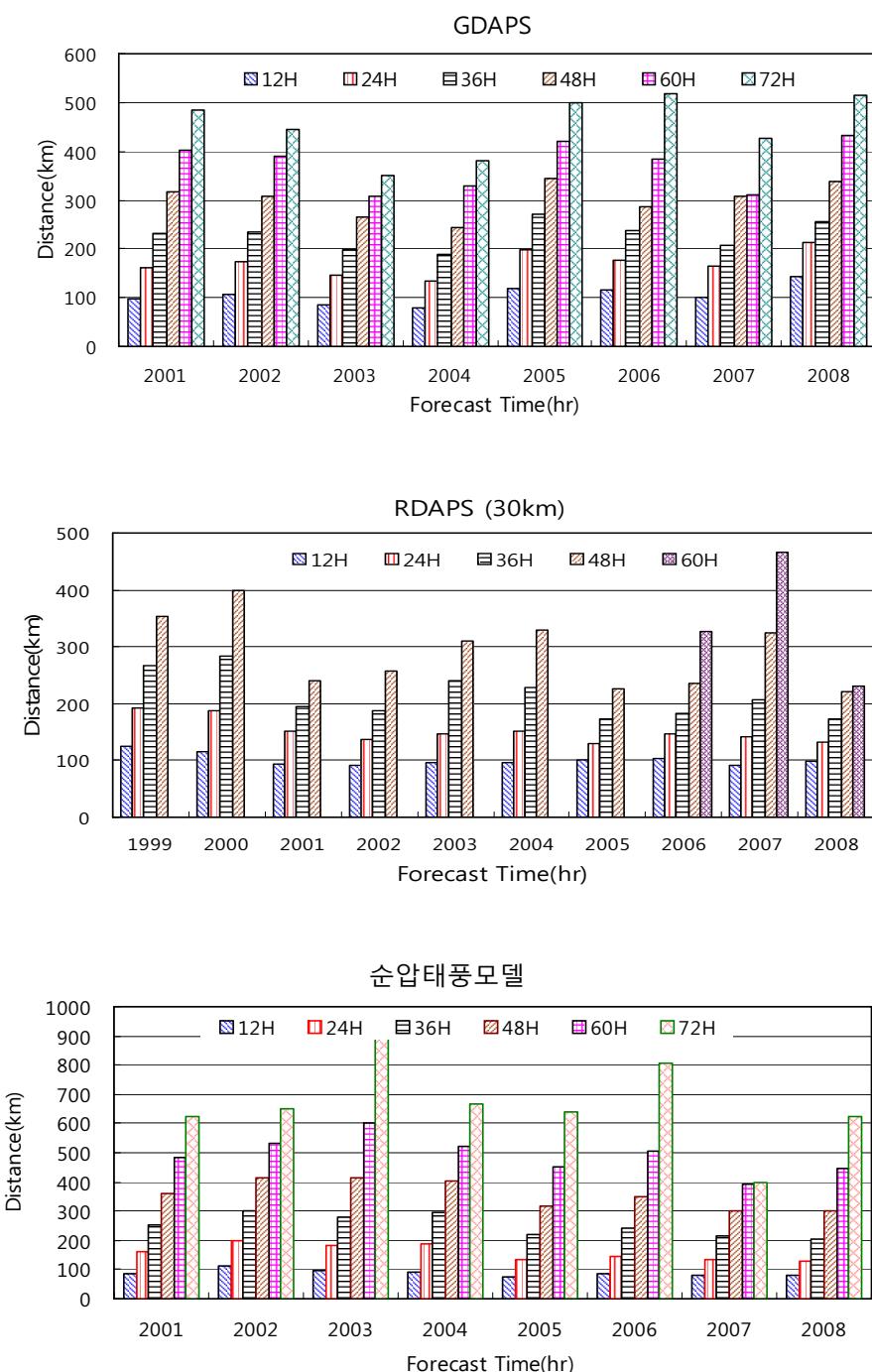


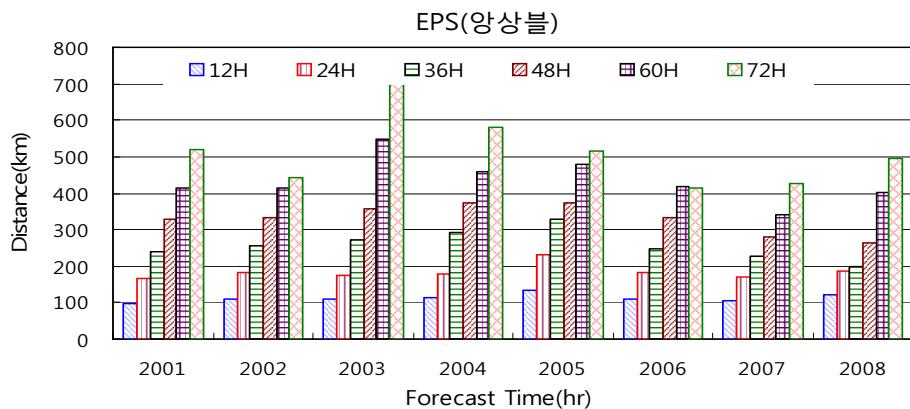
**Fig. 5.5.18** The 24-hour forecast monthly scatter plot of significant wave height of Global Wave Model (GoWAM) against Jason satellite observation from January to December for year 2008.

## 5.6. 태풍 모델

태풍이 북위 20도 이북, 동경 140도 서쪽에 위치한 시각에서의 수치예보모델의 태풍 진로오차를 검증하였다.

### 5.6.1 성능 변화 추세





※ 2005년 이전 GDAPS는 T213L30, 2006년 이후는 T426L40

※ 2003년 이전 순압태풍모델은 BATS, 2004년 이후 순압태풍모델은 DBAR

### 5.6.2 태풍진로오차

#### ■ 2008년 모델별 진로 오차

FCST	GDAPS (T426L40)	RDAPS	DBAR	EPS
12Hr	142.0	98.9	80.9	122.8
24Hr	211.8	133.2	127.5	185.0
36Hr	256.0	173.2	205.5	199.3
48Hr	338.1	221.9	302.5	262.8
60Hr	431.7	230.0	445.2	401.6
72Hr	516.1		622.2	495.6

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

