

발간등록번호
11-1360000-000197-10

국가태풍센터 기술노트
2013-7

2012년 태풍분석 보고서

2013. 7.



기 상 청
국가태풍센터

2012년 태풍분석보고서

국가태풍센터	이종호	장기호
	김지영	박상욱
	강기룡	윤왕선
	변건영	정상부
	이재신	오임용
	차유미	최기선
	김동진	이우정
	고진영	백지숙
	나인채	임명순

기 상 청
국가태풍센터

차 례

제1장 2012년 주요 현황	1
1. 2012년 태풍 통계.....	3
2. 2012년 대기 및 해양 상황.....	9
3. 2012년 태풍의 특성.....	17
제2장 2012년 태풍별 사후분석	21
1. 제1호 태풍 ‘파카르(PAKHAR)’.....	23
2. 제2호 태풍 ‘상우(SANVU)’.....	35
3. 제3호 태풍 ‘마와르(MAWAR)’.....	47
4. 제4호 태풍 ‘구출(GUCHOL)’.....	58
5. 제5호 태풍 ‘탈림(TALIM)’.....	71
6. 제6호 태풍 ‘독수리(DOKSURI)’.....	81
7. 제7호 태풍 ‘카눈(KHANUN)’.....	93
8. 제8호 태풍 ‘비센티(VICENTE)’.....	105
9. 제9호 태풍 ‘사올라(SAOLA)’.....	118
10. 제10호 태풍 ‘담레이(DAMREY)’.....	128
11. 제11호 태풍 ‘하이쿠이(HAIKUI)’.....	141
12. 제12호 태풍 ‘기리기(KIROGI)’.....	152
13. 제13호 태풍 ‘카이탁(KAI-TAK)’.....	161
14. 제14호 태풍 ‘덴빈(TEMBIN)’.....	171
15. 제15호 태풍 ‘볼라벤(BOLAVEN)’.....	190
16. 제16호 태풍 ‘산바(SANBA)’.....	205
17. 제17호 태풍 ‘즐라왓(JELAWAT)’.....	222
18. 제18호 태풍 ‘에위니아(EWINIAR)’.....	232
19. 제19호 태풍 ‘말릭시(MALIKSI)’.....	242

20. 제20호 태풍 '개미(GAEMI)'	252
21. 제21호 태풍 '쁘라삐룬(PRAPIROON)'	264
22. 제22호 태풍 '마리아(MARIA)'	276
23. 제23호 태풍 '손땀(SON-TINH)'	286
24. 제24호 태풍 '보파(BOPHA)'	297
25. 제25호 태풍 '우쿵(WUKONG)'	311
제3장 2012년 태풍 검증	321
1. 2012년 태풍예보 진로 오차 현황	323
2. 실황분석과 재분석	327
부록	343
1. 태풍 발생 수 및 태풍이름 목록	345
2. 2012년 태풍 분석 자료	349
3. 기관별 태풍예보오차 분석	364
4. 태풍관련 보도자료 목록	367

제1장

2012년 주요 현황

1. 2012년 태풍 통계

태풍은 연 25.6개(1981~2010년 평년기준)가 북서태평양 해역에서 발생하고 있으며, 이 중 3개 정도가 우리나라에 영향을 준다. 2012년에는 평년과 유사한 25개의 태풍이 발생하였으나, 평년보다 많은 5개의 태풍이 직접적인 영향을 주었다. 그리고 이 중 4개의 태풍이 한반도(북한 포함)에 상륙한 것은 50년만이었고, 연이어 발생한 3개의 태풍(제14~16호)이 상륙한 것은 관측사상 처음으로 나타났다. 태풍의 진로는 북태평양고기압이 북서편으로 발달함에 따라 3개의 태풍(제7호 태풍 '카눈', 제10호 태풍 '담레이', 제15호 태풍 '블라벤')이 서해상으로 북상하였고, 이후 2개의 태풍(제14호 태풍 '덴빈', 제16호 태풍 '산바')이 남해상으로 상륙하였다. 특히 제14호 태풍 '덴빈'과 제15호 태풍 '블라벤'은 후지와라 효과에 의해 먼저 발생한 제14호 태풍 '덴빈'이 대만 남서쪽 해상에서 'α 형태'의 이상 진로를 보이며 머물다가 제15호 태풍 '블라벤'이 북상한 이후 곧바로 한반도로 북상함에 따라 우리나라에 큰 피해(재산피해 약 8,000억원, 사망 15명, 소방방재청 집계)를 주기도 하였다.

[표 1.1.1] 한반도 영향태풍 주요 특징

번호/태풍명	영향기간	상륙위치	주요 특징
제7호 '카눈'	7.18~19	경기만 (7.19)	.장마의 이른 종료 및 폭염 유도 .서해안을 따라 북상하며, 서쪽지역 영향
제10호 '담레이'	8.1~2	중국	.상대적으로 고위도에서 발생(25.7°N) .확장한 북태평양고기압으로 제주남쪽해상 영향
제14호 '덴빈'	8.29~30	완도부근 (8.30)	.'α 형태' 이상진로(제15호 태풍과 상호작용) .태풍 진행방향의 좌측 강수, 우측 강풍 특징
제15호 '블라벤'	8.27~28	황해도 (8.28)	.태풍 통과 시 최대순간풍속 역대 5위 기록 (2003년 태풍 '매미' 이후 최대) .2000년 이후 서해상 북상한 가장 강한 태풍
제16호 '산바'	9.16~17	남해군 (9.17)	.남해상 상륙 태풍 중 중심기압 역대 5위 기록 .올해 영향태풍 중 가장 강한 태풍

2012년도에는 영향태풍의 강도가 강한 특징을 보였다. 2012년, 한반도에 영향을 미친 태풍(이하 '영향태풍1')이라 한다면 강도가 강한 특징을 보였다. 제15호 태풍 '블라벤'의 영향으로 완도에서 최대순간풍속 51.8m/s를 기록하며, 역대 영향태풍 중 5번째로 강한 태풍(2003년 태풍 '매미'(60m/s), 2000년 태풍 '프라피룬'(58.3m/s), 2002년 태풍 '루사'(56.7m/s), 2007년 태풍 '나리'(52.4m/s)으로 기록되었으며,

1) 태풍이 비상구역(28°N 북쪽, 132°E 서쪽)에 진입하고 태풍특보가 발효되었을 때를 의미함

2000년 이후 서해상으로 북상한 가장 강한 태풍이기도 하였다. 제16호 태풍 '산바'는 최성기 강도가 2012년 두 번째로 강한 태풍이었으나, 우리나라 주변에 형성된 저수온대의 영향으로 다소 세력이 약해짐에 따라 남해안으로 상륙한 태풍 중 역대 5위(상륙 시 중심기압 순위: 1959년 태풍 '사라'(951hPa), 2003년 태풍 '매미'(954hPa), 2000년 태풍 '사오마이'(959hPa), 2002년 태풍 '루사'(960hPa), 2012년 태풍 '산바'(965hPa)에 머물렀다.

[표 1.1.2] 2012년 태풍으로 인한 기록

번호/태풍명	누적 강수량	일최대 순간풍속	일최저해면기압
제7호 '카눈'	진달래밭 339.5 mm (*)	완도 30.0 m/s	고산 986.8 hPa
제10호 '담레이'	어리목 111.5 mm (*)	고산 25.1 m/s	고산 997.9 hPa
제14호 '덴빈'	진도 243.5 mm	고산 34.1 m/s	제주 984.6 hPa
제15호 '볼라벤'	제주 305.9 mm	완도 51.8 m/s (역대 5위)	흑산도 961.9 hPa
제16호 '산바'	제주 399.2 mm	통영 39.4 m/s	남해 964.6 hPa

(*)는 AWS(자동기상관측장비)에서 관측된 자료로, 비공식 자료임.

2012년 발생 태풍은 평균적으로 북위 16.3°, 동경 133.9°에서 발생하여 지난 30년 평균(북위 16.2°, 동경 137.4°, RSMC 최적경로(best-track) 자료를 이용한 1981-2010년 평균 태풍 발생 위치임.) 대비 다소 서쪽으로 편향된 경향을 보였으며 각 태풍의 발생위치는 편차가 컸다. 가장 고위도에서 발생한 태풍은 제12호 태풍 '기러기'로, 북위 31.4°에서 발생하여 2007년 제17호 태풍 '버들'(32.4°)에 이어 1971년 이래 2번째로 고위도에서 발생한 태풍으로 기록되었다. 반면, 가장 저위도에서 발생한 태풍은 제24호 태풍 '보과'로, 북위 4.1°에서 발생하여 2001년 제26호 태풍 '와메이'(1.6°)에 이어 1987년 제22호 태풍 'NINA'(4.1°)와 함께 1971년 이래 2번째로 저위도에서 발생한 태풍으로 동시 기록되기도 하였다. 그리고 가장 동쪽에서 발생한 태풍은 제12호 태풍 '기러기'(159.5°), 가장 서쪽에서 발생한 태풍은 제5호 태풍 '탈림'(111.7°)으로 각각 나타났다.

2012년에 발생한 25개 태풍 중 14개가 TY, 5개가 STS, 6개가 TS급²⁾이었다. 최대로 발달한 태풍은 제17호 태풍 '즐라왓'으로 최성기(9월 26일 21시~27일 03시) 중심 최저기압이 905hPa, 최대풍속은 57m/s를 기록하였다. 그리고 우리나라에 직접 영향을 주었던 제16호 태풍 '산바(910hPa, 56m/s)'와 제15호 태풍 '볼라벤(920hPa, 53m/s)'이 각각 2, 3위를 기록하였다.

2) 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)에서는 태풍 중심부근의 최대풍속에 따라 17~24m/s이면 TS(Tropical Storm, 열대폭풍), 25~32m/s이면 STS(Severe Tropical Storm, 강한 열대폭풍), 33m/s 이상이면 TY(Typhoon, 태풍)급으로 분류한다. 그리고 17 m/s 미만이면 TD(Tropical Depression, 열대저압부)로 분류한다.

2012년 열대 해양과 대기상황에 따르면, 2011년부터 발생한 라니냐 현상이 2012년 5월까지 지속되었고, 이후 중립상태를 유지하였다. 라니냐의 영향으로 상반기에는 열대 해상에 동풍류가 지배적으로 나타났으며, 태풍은 주로 서쪽으로 편향하여 발생하였다. 그리고 열대서태평양 해역의 해양열용량이 연중 높은 (평년대비 $+1\sim 2.5\text{GJ}/\text{m}^2$) 가운데 대류활동이 활발했던 3월, 6월, 8월, 10월에 태풍의 발생률이 높았다. 한편, 북태평양 고기압의 북쪽 확장과 상층기압골의 주기적인 영향을 받으면서 한반도로 향하는 태풍이 평년(3.1개)보다 많은 특징(2012년 5개)도 보였다.

2012년 총 태풍활동일수는 108.8일(2,613시간)³⁾이었으며, 제1호 태풍 '파카르'는 3월 29일 9시에 발생하여 4월 2일 09시에 열대저압부로 약화되었으며, 마지막 태풍인 제25호 태풍 '우콩'은 12월 25일 9시에 발생하여 12월 27일 21시에 열대저압부로 약화되었다. 1~2월과 4월에는 태풍이 발생하지 않았으나, 8월과 10월에 5개, 6월과 7월에 4개, 9월에 3개 순으로 태풍이 많이 발생한 것으로 나타났다. 8월 3일 9~15시에는 동시에 3개의 태풍(제9호, 제10호, 제11호)이 활동하였으며, 제4호와 제5호(6월 18일 03시~20일 06시), 제11호와 제12호(8월 8일 09시~9일 21시), 제14호와 제15호(8월 20일 15시~30일 06시), 제17호와 제18호(9월 24일 21시~30일 09시), 제19호와 제20호(10월 1일 21시~10월 4일 15시), 제21호와 제22호(10월 14일 21시~19일 03시) 태풍과 같이 2개의 태풍이 동시에 활동하기도 하였다.

2012년 발생태풍의 평균 수명은 5.8일로 조사되었다. 가장 오래 지속된 태풍은 제24호 태풍 '보파'로, 괌 남동쪽 적도부근 해역에서 발생 후 저위도의 고수온 해역을 매우 느리게 이동하면서 장시간 머물러 300시간의 수명을 기록하였다. 가장 짧은 수명의 태풍은 제12호 태풍 '기러기'로 48시간 지속되었다. 올해 가장 고위도에서 발생했던 이 태풍은 중위도 해상을 북서진하면서 열대저기압으로의 특징을 잃고 일찍 온대저기압⁴⁾으로 변질되었다.

3) 총 태풍활동 일수는 2개 이상의 태풍이 동시 활동하는 기간을 제외한 값으로, 해당기간을 포함할 경우 144.4일로 조사됨.

4) 태풍이 중위도로 이동하여 점차 태풍의 구조변화가 일어난 후 열대저기압의 성질을 잃게 됨. 즉, 태풍의 대칭구조가 와해되는 과정을 일반적으로 온대저기압화(Extratropical Transition) 또는 줄여서 온저화라 부름.

[표 1.1.3] 1981-2012년 태풍 발생 현황 및 평년값

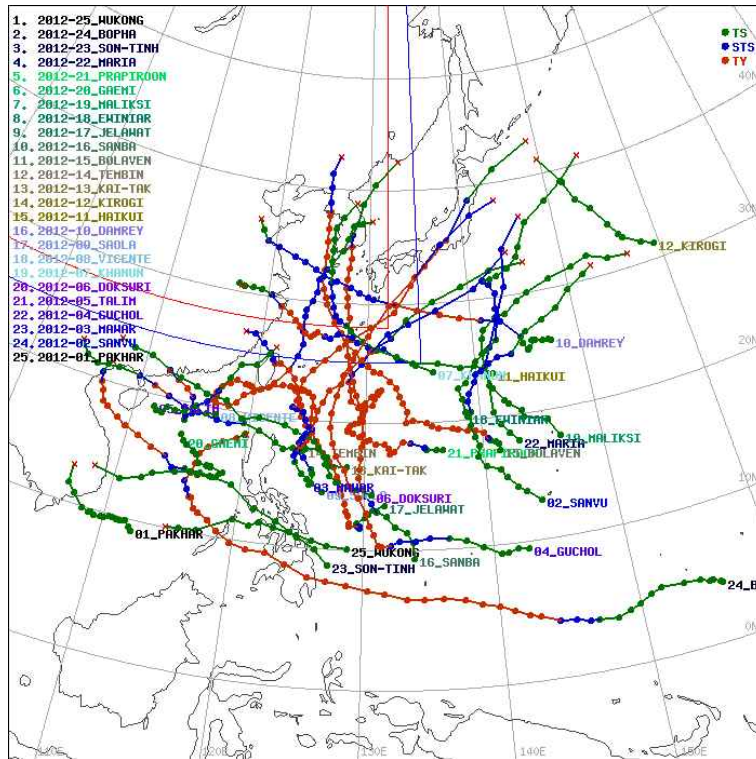
연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연 합계
1981			1	2		3(2)	4(1)	8(1)	4(1)	2	3	2	29(5)
1982			3		1	3	3	5(3)	5(1)	3	1	1	25(4)
1983						1	3	5	2(1)	5	5	2	23(1)
1984						2	5(1)	5(1)	4(1)	7	3	1	27(3)
1985	2				1	3(1)	1	8(3)	5	4(1)	1	2	27(5)
1986		1		1	2	2(1)	3	5(1)	3(1)	5	4	3	29(3)
1987	1			1		2	4(2)	4(1)	6	2	2	1	23(3)
1988	1				1	3	2	8	8	5	2	1	31(0)
1989	1			1	2	2(1)	7(1)	5	6	4	3	1	32(2)
1990	1			1	1	3(1)	4(1)	6	4(2)	4	4	1	29(4)
1991			2	1	1	1	4(1)	5(2)	6(2)	3	6		29(5)
1992	1	1				2	4	8(1)	5(1)	7	3		31(2)
1993			1			1	4(2)	7(1)	5(1)	5	2	3	28(4)
1994				1	1	2	7(2)	9(2)	8	6(1)		2	36(5)
1995				1		1	2(1)	6(1)	5(1)	6	1	1	23(3)
1996		1		1	2		5(1)	6(1)	6	2	2	1	26(2)
1997				2	3	3(1)	4(1)	6(1)	4(1)	3	2	1	28(4)
1998							1	3	5(1)	2(1)	3	2	16(2)
1999				2		1	4(1)	6(2)	6(2)	2	1		22(5)
2000					2		5(2)	6(2)	5(1)	2	2	1	23(5)
2001					1	2	5	6(1)	5	3	1	3	26(1)
2002	1	1			1	3	5(3)	6(1)	4	2	2	1	26(4)
2003	1			1	2(1)	2(1)	2	5(1)	3(1)	3	2		21(4)
2004				1	2	5	2(1)	8(3)	3(1)	3	3	2	29(5)
2005	1		1	1		1	5	5	5(1)	2	2		23(1)
2006					1	1	3(1)	7(1)	3(1)	4	2	2	23(3)
2007				1	1		3(1)	4(1)	5(1)	6	4		24(3)
2008				1	4	1	2(1)	4	5	1	3	1	22(1)
2009					2	2	2	5	7	3	1		22(0)
2010			1				2	5(1)	4(2)	2			14(3)
2011					2	3(1)	4	3(1)	7(1)	1		1	21(3)
2012			1		1	4	4(1)	5(3)	3(1)	5	1	1	25(5)
30년평균 1981-2010	0.3	0.1	0.3	0.6	1.0	1.7 (0.3)	3.6 (0.8)	5.9 (1.1)	4.9 (0.8)	3.6 (0.1)	2.3	1.2	25.6 (3.1)
10년평균 2001-2010	0.3	0.1	0.2	0.5	1.4 (0.1)	1.7 (0.1)	3.1 (0.7)	5.5 (0.9)	4.4 (0.7)	2.9	2.0	0.9	23.0 (2.5)

※ ()안의 숫자는 우리나라에 영향을 미친 태풍수입(영향 시작일 기준).

[표 1.1.4] 2012년도 태풍발생 목록

번호	이름 ⁽¹⁾ , 국가 ⁽²⁾ , 의미 ⁽³⁾	발생위치, 시기	소멸위치, 시기	최대강도	중심기압	영향도	수명(시간)
1	파카르(PAKHAR) 라오스, 물고기의 이름	9.2 N 112.3 E, 03.29 09:00	12.9 N 106.7 E 04.02 09:00	TS	998	없음	96
2	상우(SANVU) 마카오, 산호	13.0 N 144.2 E 05.22 09:00	31.1 N 152.7 E 05.28 12:00	STS	975	없음	147
3	마와르(MAWAR) 말레이시아, 장미	14.9 N 125.5 E 06.01 15:00	33.8 N 144.3 E 06.06 15:00	TY	965	없음	120
4	구출(GUCHOL) 미크로네시아, 향신료	9.5 N 142.7 E 06.12 15:00	38.5 N 143.9 E 06.20 9:00	TY*	940	없음	186
5	탈림(TALIM) 필리핀, 가장자리	19.1 N 111.7 E 06.18 03:00	25.8 N 121.5 E 06.21 06:00	TS	990	없음	75
6	독수리(DOKSURI) 한국, 새의 이름	14.3 N 130.6 E 06.26 21:00	22.2 N 112.2 E 06.30 09:00	TS	992	없음	84
7	카논(KHANUN) 태국, 열대과일	24.2 N 136.1 E 07.16 15:00	38.9 N 128.5 E 07.19 12:00	STS	988	상륙	69
8	비센티(VICENTE) 미국, 남자이름	19.5 N 117.0 E 07.21 21:00	23.8 N 107.4 E 07.25 03:00	TY	960	없음	78
9	사올라(SAOLA) 베트남, 동물 이름	14.4 N 126.6 E 07.28 09:00	26.8 N 118.4 E 08.03 15:00	TY	960	없음	150
10	담레이(DAMREY) 캄보디아, 코끼리	25.7 N 147.4 E 07.28 21:00	36.6 N 118.0 E 08.03 15:00	STS	975	직접영향	138
11	하이쿠이(HAIKUI) 중국, 말미잘	23.7 N 141.5 E 08.03 09:00	30.6 N 117.2 E 08.09 21:00	TY	965	없음	156
12	기러기(KIROGI) 북한, 새의 이름	31.4 N 159.5 E 08.08 09:00	41.4 N 149.7 E 08.10 09:00	TS	992	없음	48
13	카이탁(KAI-TAK) 홍콩, 옛 공항의 이름	16.5 N 128.5 E 08.13 09:00	22.7 N 104.1 E 08.18 15:00	TY	970	없음	126
14	덴빈(TEMBIN) 일본, 천칭자리(별자리)	17.6 N 124.8 E 08.19 09:00	37.3 N 130.3 E 08.31 00:00	TY*	945	상륙	279
15	볼라벤(BOLAVEN) 라오스, 고원의 이름	17.4 N 141.4 E 08.20 15:00	42.9 N 126.3 E 08.29 06:00	TY*	920	직접영향	207
16	산바(SANVA) 마카오, 지명의 이름	9.4 N 134.0 E 09.11 09:00	42.6 N 133.2 E 09.18 09:00	TY*	910	상륙	168
17	줄라왓(JELAWAT) 말레이시아, 잉어	13.5 N 131.7 E 09.21 03:00	43.2 N 149.0 E 10.01 15:00	TY*	905	없음	252
18	에위니아(EWINIAR) 미크로네시아, 폭풍의 신	20.3 N 138.9 E 09.24 21:00	40.8 N 154.4 E 09.30 09:00	STS	985	없음	132
19	말릭시(MALIKSI) 필리핀, 빠름	17.8 N 146.6 E 10.01 15:00	36.7 N 146.3 E 10.04 15:00	STS	985	없음	72
20	개미(GAEMI) 한국, 곤충의 이름	17.0 N 114.8 E 10.01 21:00	13.3 N 108.3 E 10.06 21:00	TS	990	없음	120
21	쁘라삐룬(PRAPIROON) 태국, 비의 신	17.8 N 136.6 E 10.07 21:00	31.3 N 139.3 E 10.19 15:00	TY*	945	없음	282
22	마리아(MARIA) 미국, 여자 이름	17.9 N 143.1 E 10.14 21:00	31.2 N 156.6 E 10.19 03:00	TS	990	없음	102
23	손띤(SON-TINH) 베트남, 신화속 산신	8.8 N 127.4 E 10.24 03:00	21.6 N 107.1 E 10.29 15:00	TY	955	없음	132
24	보파(BOPHA) 캄보디아, 꽃	4.1 N 156.0 E 11.27 03:00	18.4 N 119.8E 12.09 15:00	TY*	930	없음	300
25	우쿵(WUKONG) 중국, 원숭이의 왕	10.1 N 128.8 E 12.25 09:00	10.1 N, 114.8 E 12.27 21:00	TS	998	없음	60
평균 수명 (일)							5.8

주) (1) 한글, 영문이름, (2) 태풍이름을 제출한 나라, (3) 태풍이름의 뜻
중심부근 최대풍속이 44 m/s 이상인 매우 강한 태풍은 강도에 *를 표시함.



[그림 1.1.1] 2012년 발생 태풍 전체진로도

2. 2012년 대기 및 해양 상황

2.1 라니냐 및 엘니뇨-남방진동, 해양 상황

열대해역의 해수온상태를 살펴보기 위해서 중·동태평양 엘니뇨(El Niño) 감시구역(Niño 3.4지역, 5°N~5°S, 170°W~120°W)에 대한 2011년과 2012년 해수면 온도의 5개월 이동평균 편차를 살펴보았다(표 1.2.1). 2011년에는 열대해역에서 저수온 상태를 유지하며 6~7월을 제외하고 라니냐(La Niña) 현상이 나타났다. 2012년에는 3월까지 라니냐 상태가 지속되다가 이후 수온이 높아지며 양의 편차를 보였으나, 전반적으로 평년과 비슷한 상태를 유지하였다.

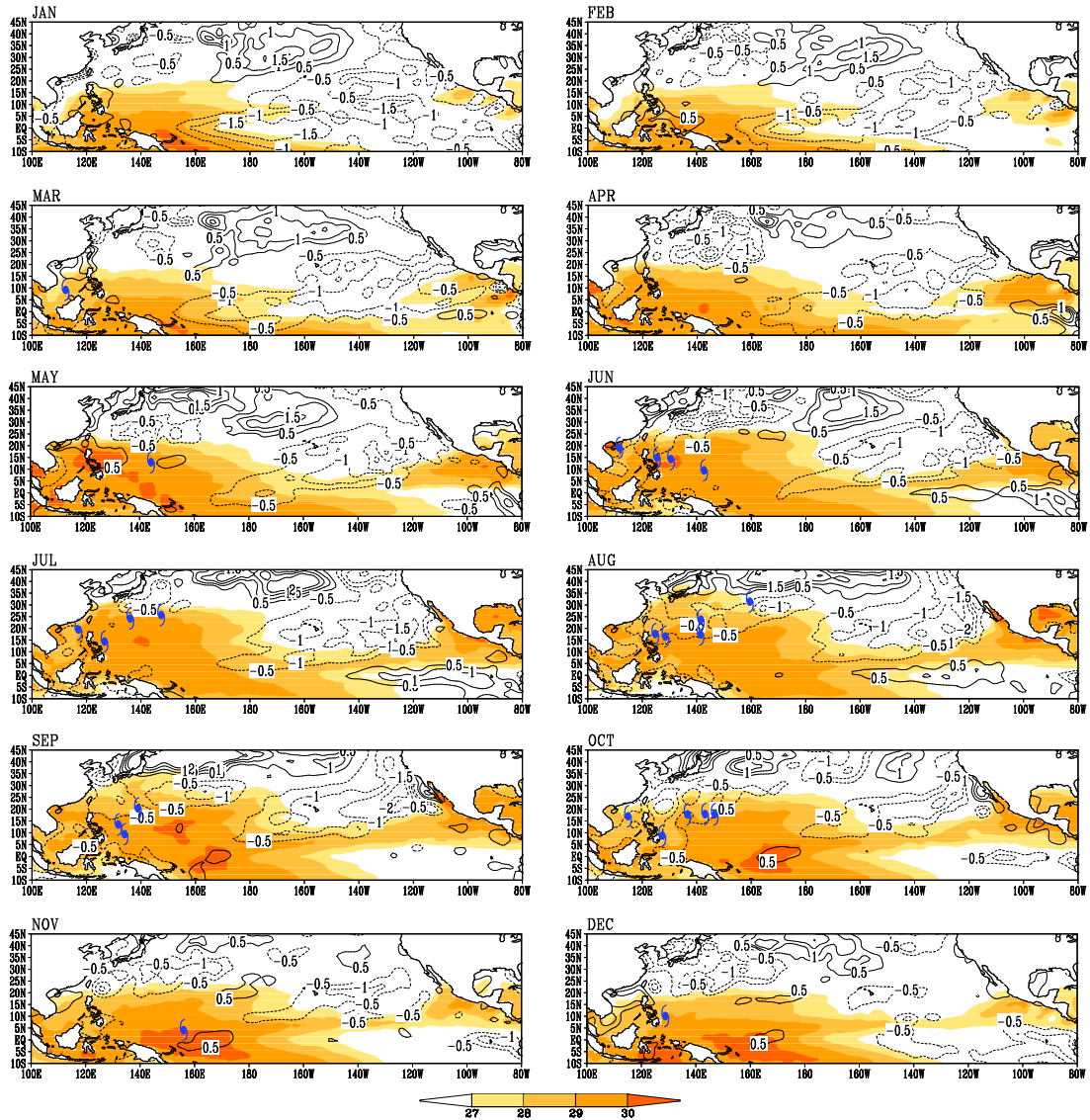
[표 1.2.1] 2011~2012년 해수면온도편차(SSTA)

구 분	연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
Niño 3.4 5개월 이동평균 해수면 온도 편차(°C)	2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9
	2012	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.3	0.5	0.6	0.6	0.4	0.2	0.0

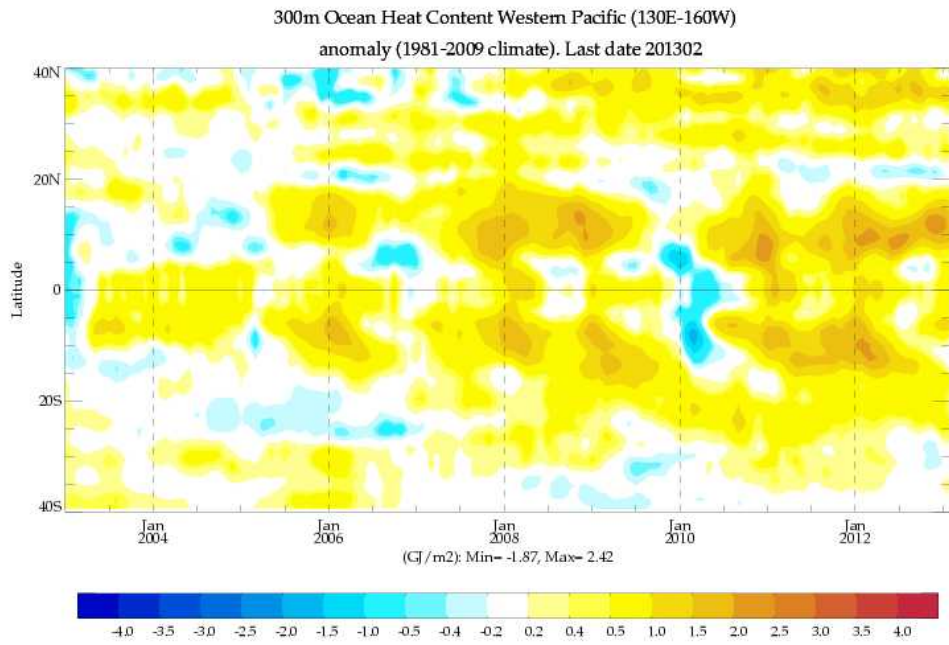
※ 엘니뇨 감시해역(열대태평양 Niño 3.4지역, 5°S-5°N, 170°W-120°W)에서 5개월 이동평균한 해수면온도의 편차가 0.4°C 이상(-0.4°C 이하) 나타나는 달이 6개월 이상 지속될 때 그 첫달을 엘니뇨(라니냐) 발달의 시작으로 봄. +0.4 이상 및 -0.4 이하는 각각 굵은체로 표시

※ 본 자료는 기상청 기후변화정보센터의 엘니뇨.라니냐 시계열감시 자료를 발췌한 것임.

그림 1.2.1과 그림 1.2.2는 각각 2012년 해수면온도 편차와 해양열용량 편차를 나타낸 것이다. 이에 따르면, 열대 중태평양해역을 중심으로 동태평양까지 저수온 상태가 유지되다가 6월부터 서서히 동태평양으로 저수온대가 축소되었다. 열대 서태평양해역(Warm pool 지역과 남중국해)에서는 해수면온도가 5월까지 양의 편차, 이후 음의 편차를 보였으나, 전반적으로 평년과 비슷한 수준을 유지하였다. 반면 해양열용량의 경우 열대 서태평양해역에서 연중 양의 편차가 지속되는 특징을 보였다. 따라서 2012년에는 해양에 열에너지가 축적되어 있었고 태풍이 발생하는데 필요한 해수면온도(>26°C)이상을 유지함에 따라 연중 태풍이 발생할 수 있는 호조건을 갖추었다.



[그림 1.2.1] 2012년 해수면온도(음영)와 편차(등온선) (단위: °C), 태풍발생 위치(㉿)



ECMWF Ocean Reanalysis ORA-S4 Mar 16 2013

[그림 1.2.2] 서태평양해역의 수심 0-300m 해양열용량 편차
 ※ 자료출처: ECMWF ocean reanalysis ORAS4 charts
 (<http://www.ecmwf.int/products/forecasts/d/charts/oras4/reanalysis/>)

2.2 열대지역 대류활동 및 대기상황

태풍의 발생 및 이동경향 분석을 위한 중요한 지표인 북태평양고기압의 발달 경향을 살펴보기 위하여 월별 500hPa 지위고도를 이용하여 평년(1981-2010년) 대비 편차 분포와 평년과 2012년의 5,880 gpm 등고선을 비교하였다(그림 1.2.3). 태평양 고기압의 월별 확장 상황을 보면, 평년에 비해 5~6월에는 동쪽으로 축소되는 반면, 11~12월에는 서쪽으로 확장되었다. 그리고, 8월에는 우리나라 주변으로 양의 기압편차를 보이며 남쪽해상까지 고기압 세력이 확장된 반면, 10~12월에는 음의 기압편차를 보이며 남쪽으로 치우쳐 발달하였다.

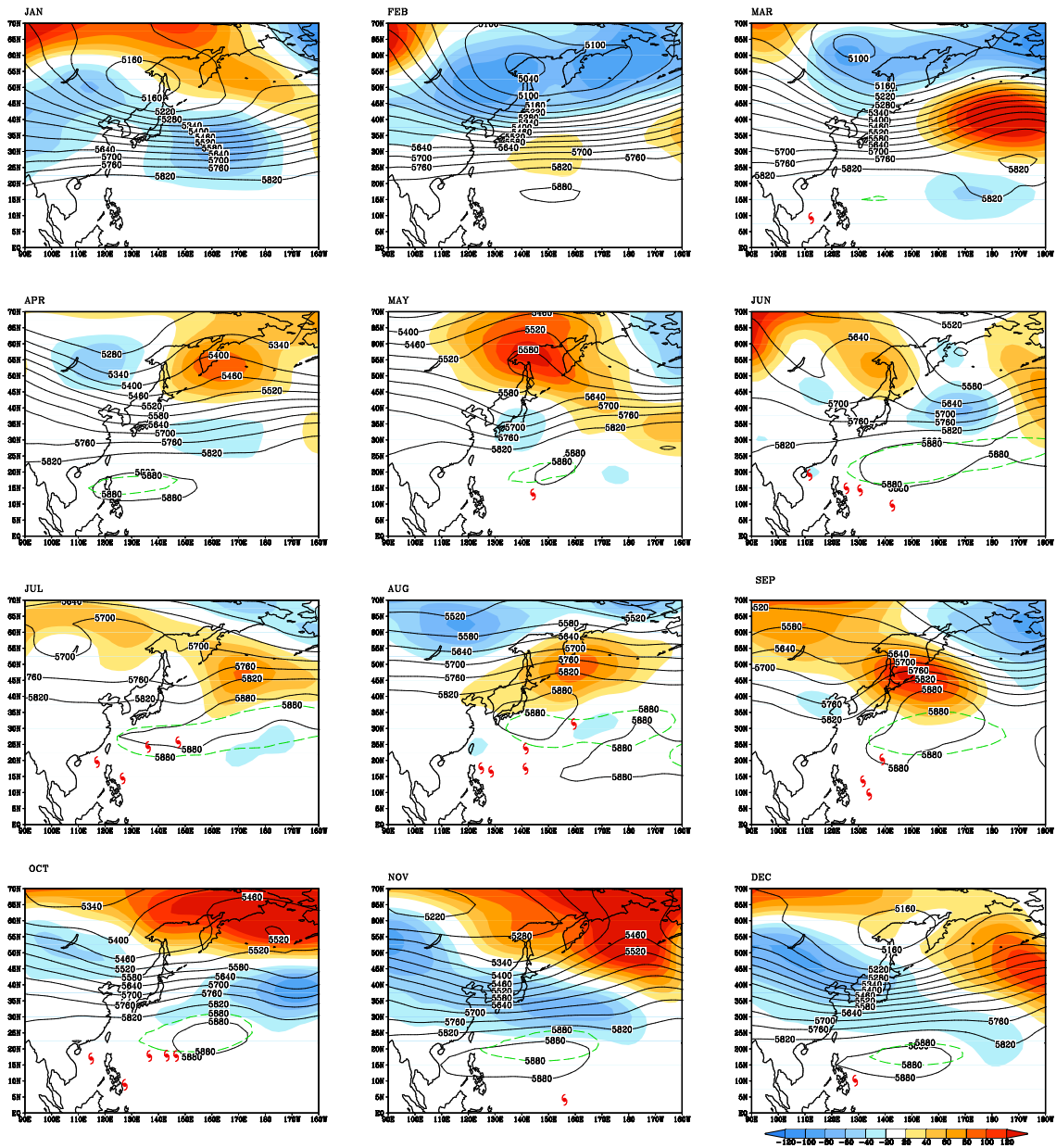
그림 1.2.4와 그림 1.2.5은 2012년 월별 외향장파복사량(Outgoing Longwave Radiation, OLR) 분포와 MJO 지수⁵⁾ 변화를 나타낸 것이다. 일반적으로 OLR과 MJO 지수는 열대해역의 대류활동 지역을 살펴보기 위해 널리 쓰이는 요소로, 음의 값을 가지는 지역이 대류활동이 활발한 곳이다. MJO 지수에 따르면, 북서태평양해역에서 대류활동이 활발한 시기는 3월, 6월, 10월에 뚜렷하고, 해당 기간에 평년보다 많은 태풍이 발생하였다. 또한 MJO 지수가 서태평양에서 음의 값을 가지고(상승운동이 활발한 지역), OLR 분포상으로 대류활동이 활발한 지역에서 태풍이 주로 발생하였음을 알 수 있다.

2012년에는 상반기에 나타난 라니냐의 영향으로 중태평양까지 저수온역이 위치하면서 대류활동은 서쪽에 제한적으로 나타나는 경향을 보였고 이에 따라 태풍의 발생 위치도 평년에 비해 서편하는 특징을 보였다. 그러나 서태평양의 충분한 해양열용량과 라니냐와 밀접한 위커순환의 강화로 전반적으로 서태평양의 대류활동은 활발하였다. 3월에 첫 번째 태풍 '파카르'가 발생하였는데, 필리핀 주변 해역이 평년보다 고수온을 유지하였고, 충분한 해양열용량을 보유하고 있었다. 더욱이 MJO의 강한 상승역이 서태평양으로 이동해오면서 태풍이 발생할 수 있는 호조건을 갖추었다. 여전히 충분한 해양조건을 유지하며, 5월에는 ENSO 패턴이 중립상태에 접어들고, 북태평양고기압이 동쪽으로 수축함에 따라 이때부터 태풍이 발생할 수 있는 대류가 활발한 지역은 북동쪽으로 확장되면서 5월에 제2호 태풍을 시작으로 6월과 7월에 각각 4개의 태풍이 발생하였다. 8월에는 북태평양고기압이 우리나라 남서쪽지역까지 북서편으로 발달하는 특징이 뚜렷하였다. 이에 따라 태풍의 주 발생해역이 북쪽으로 확대되었고, 고기압의 서쪽 가장자리를 따라 우리나라로 이동하는 태풍이 3개(제10호, 제14호, 제15호 태풍)나 되었다. 반면에 필리핀 서쪽해상의 MJO 지수는 양을 값을 가지며 하강역이

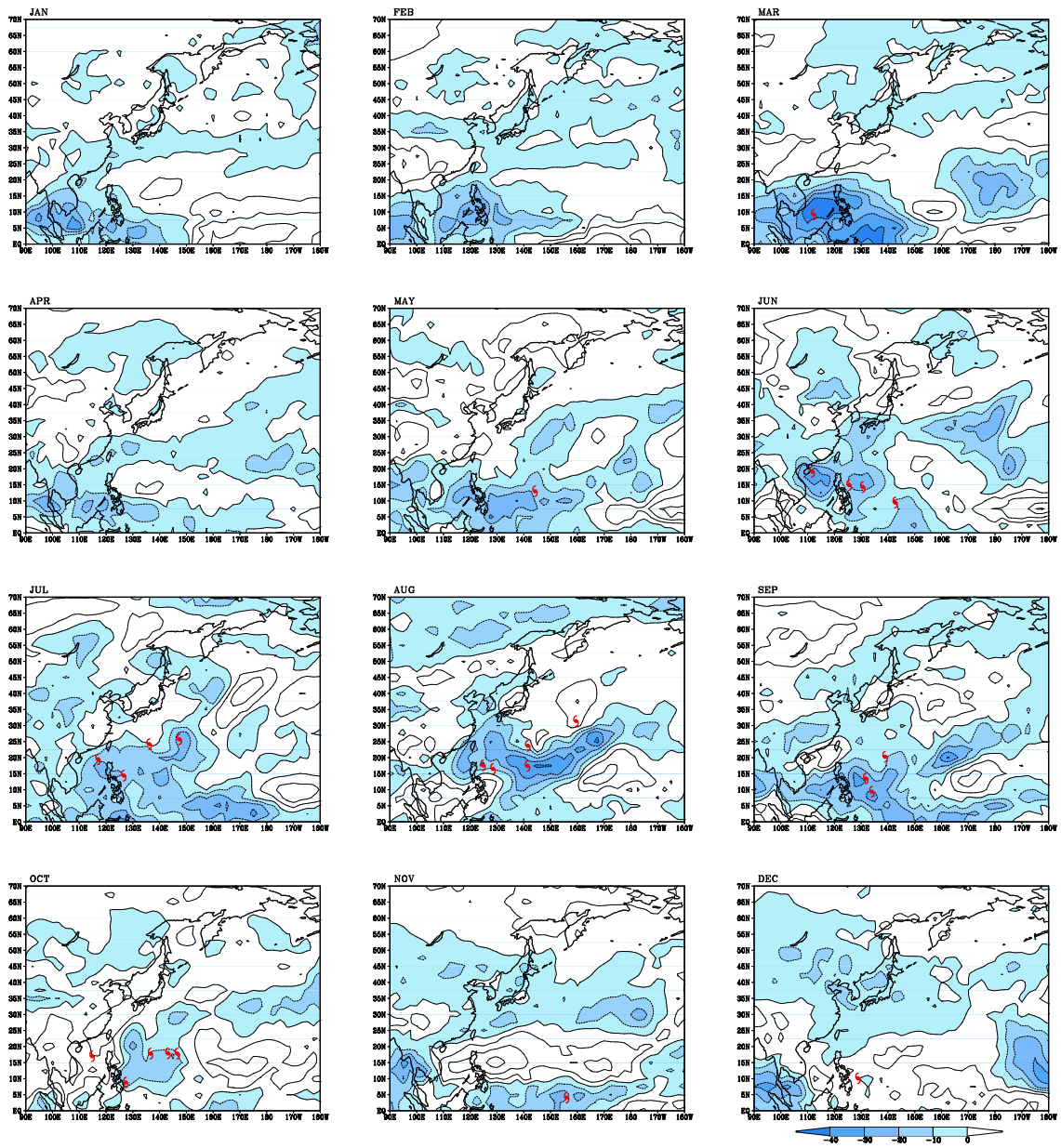
5) MJO는 상층발산 영역이 장시간에 걸쳐 서에서 동으로 이동하는 현상을 지표화한 것. MJO가 활성화된 시기에는 같은 대류 조건에서도 한 단계 강한 열대저기압을 형성하기 쉬우며 결과적으로 태풍발생 가능성이 증가하게 된다.

지배적으로 나타났고 이 지역에서는 태풍이 발생하지 않았다. 북태평양고기압의 동쪽 축소 경향은 10~12월에도 지속되었으나 북서태평양에서는 대류활동역이 제한적으로 나타났고 10월에는 평년보다 태풍이 빈번하게 발생하였으나(5개), 이후 대류활동이 약화되면서 11월과 12월은 평년보다 적은 태풍 발생 수를 보였다.

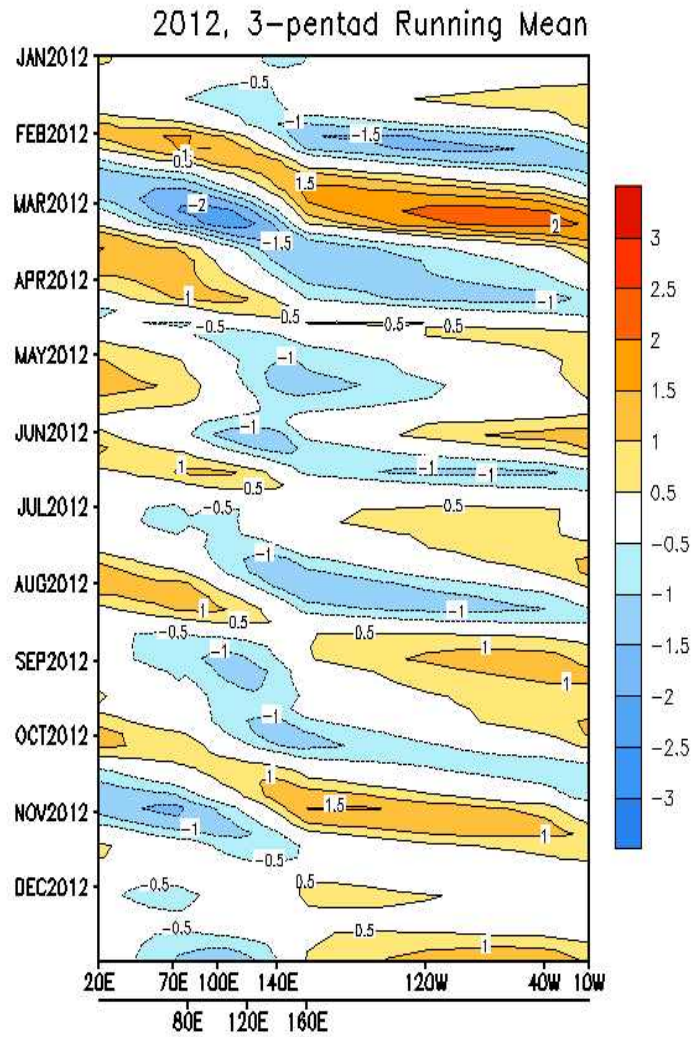
각 태풍 활동시기별 열대 해역 및 대기상황은 2장에서 보다 자세히 분석된다.



[그림 1.2.3] 500hPa 지위고도(실선: 2012년 월평균, 파선: 1981-2010년 평균, 음영: 2012년 편차, 단위: gpm)와 태풍발생 위치(⊙)



[그림 1.2.4] 2012년 OLR 월평균 편차(음영, 단위: W/m^2), 태풍발생 위치(●)



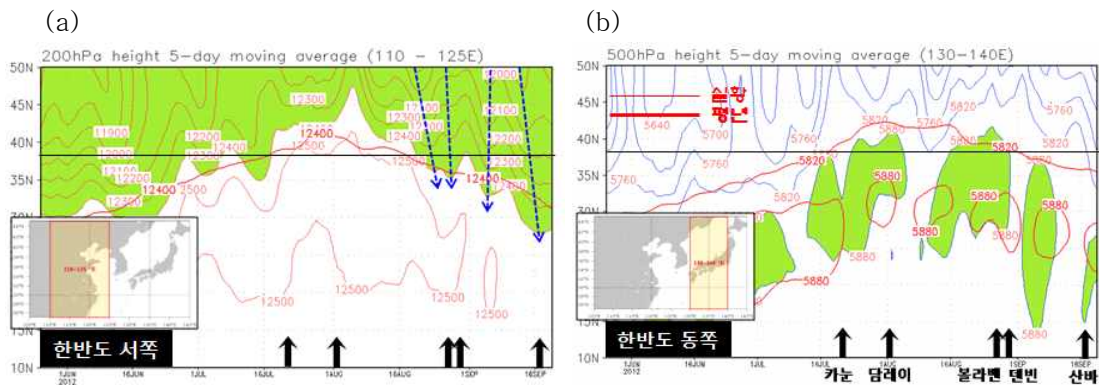
[그림 1.2.5] 2012년 MIO 지수변화. MIO 지수는 200hPa 5일 평균(Pentad) 속도포텐셜 자료를 이용하여 EOF를 수행하고, 첫 번째 모드를 추출한 것으로 음의 값을 가질 경우 대류활동이 활발함을 의미함.

3. 2012년 태풍의 특성

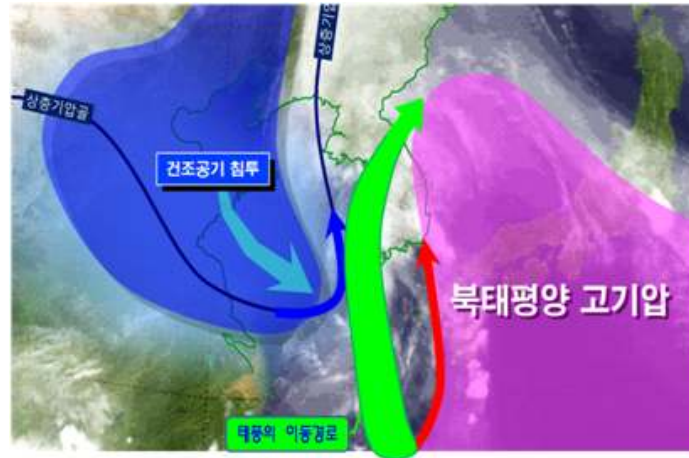
3.1 평년보다 높은 영향 빈도

2012년에는 평년보다 많은 5개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었다. 북서태평양 해역에서 발생한 태풍 빈도에 비해 우리나라 영향 빈도가 높았던 이유는 북태평양고기압이 북편하여 발달한 탓에 한반도와 한반도 동쪽으로 고기압의 세력을 지배적으로 받았고, 8월 중순부터 우리나라 북서쪽에 위치한 상층기압골의 영향을 주기적으로 받으며 태풍을 한반도로 북상시키는 통로를 만들어 주는 역할을 하였기 때문이다.

그림 1.3.1은 2012년 5월부터 9월까지 200hPa(a)과 500hPa(b) 지위고도에 대해 각각 동경 110-125°(한반도 서쪽, a), 동경 130-140°(한반도 동쪽, b)를 동서 평균하여 5일 이동평균한 시계열을 나타낸 것으로, 상층기압골의 남하와 북태평양고기압의 확장 여부를 살펴볼 수 있다. 굵은 실선은 평년값을 의미하며, 화살표로 표시한 기간은 태풍 영향기간으로 7월 중순부터 북태평양고기압이 북위 35° 이상의 고위도까지 북편하여 발달하였음을 알 수 있다. 한편, 중국에 상륙했던 제10호 태풍 ‘담레이’를 제외하고, 태풍의 영향을 받기 전에 상층기압골이 남하하기 시작 하였음을 알 수 있다. 즉, 한반도를 중심으로 동쪽에서는 북태평양고기압이 위치하고, 서쪽에서는 기압골이 주기적으로 남하하면서 태풍의 영향을 자주 받았다. 또한 제7호 태풍 ‘카눈’이 우리나라 서해안을 통과한 이후 더욱 확장된 북태평양의 영향으로 장마가 일찍 종료되었으며 폭염과 열대야가 시작되기도 하였다.



[그림 1.3.1] 한반도 주변 200hPa과 500hPa 지위고도 위도-시간 변화분포



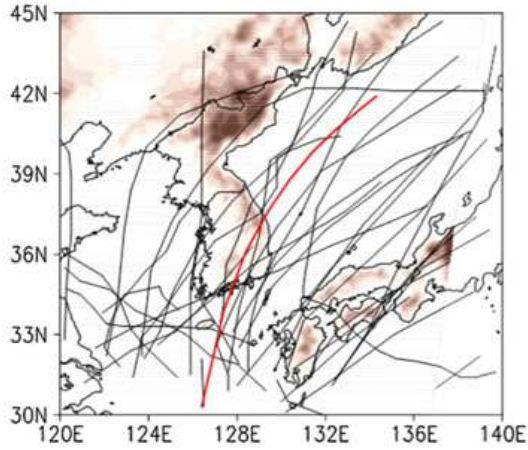
[그림 1.3.2] 한반도 주변 종관패턴 및 영향태풍 경로 모식도

3.2 태풍의 연이은 서해상 북상

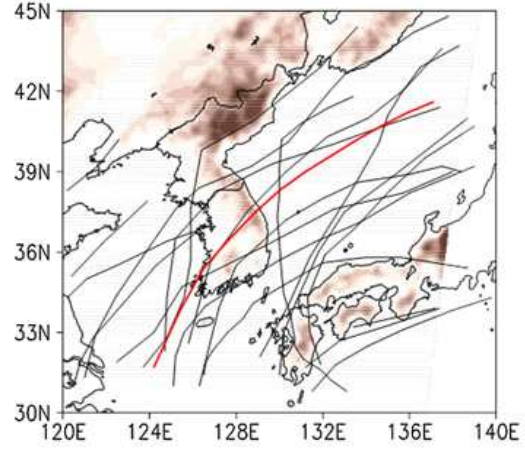
태풍 ‘곤파스(1007)’, ‘메아리(1105)’, ‘무이파(1109)’, ‘카눈(1207)’, ‘담레이(1210)’, ‘블라벤(1215)’은 모두 서해상으로 진출한 태풍들이다. 2008~2009년 2년간 영향태풍이 없었던 이후 최근 3년간 서해상으로 북상하는 태풍이 2010년 1개, 2011년 2개, 2012년 3개로 증가하는 추세이다. 최와 김(2007)은 과거 1951~2005년의 RSMC best-track 자료를 이용하여 태풍의 상륙경로가 점차 남동진하는 경향을 보인 바 있고, 또 최와 문(2012)은 최근 2000년대 중반부터 다시 서진하는 경향이 나타나고 있다는 연구결과를 발표했다(그림 1.3.3. 참조). 이에 대한 요인은 다양하나 무엇보다 태풍의 진로를 결정하는데 지대한 영향을 주는 북태평양고기압의 서쪽 확장과의 관련이 있다.

그림 1.3.4는 지난 42년간(1971~2012년) 7~9월 평균 500hPa 지위고도 시계열로, 북위 30~40°를 남북평균한 그림이다. 음영으로 나타낸 지역은 지위고도가 5870gpm 이상인 지역을 나타낸 것으로 북태평양 고기압의 범위로 대표될 수 있다. 북태평양 고기압은 아열대고기압의 일종으로 북위 20~30° 주변에 형성되는데, 그림에 따르면 전반적으로 고기압은 확장과 축소를 반복하고 있으나 최근 들어 북위 30-40° 부근에 출현이 잦아 아열대고기압이 북쪽으로 확장하는 추세임을 알 수 있다. 뿐만 아니라 고기압의 서쪽경계는 2005년 이후 뚜렷하게 서쪽으로 확장되는 것이 보이며, 특히 한반도 주변까지 세력이 미침을 알 수 있다. 즉, 최근 북태평양 고기압의 북서쪽 확장으로 태풍은 상대적으로 한반도까지 북상할 수 있는 호조건을 갖추고 있으며 서해상으로 진출하는 태풍의 빈도가 잦아졌음을 확인할 수 있다.

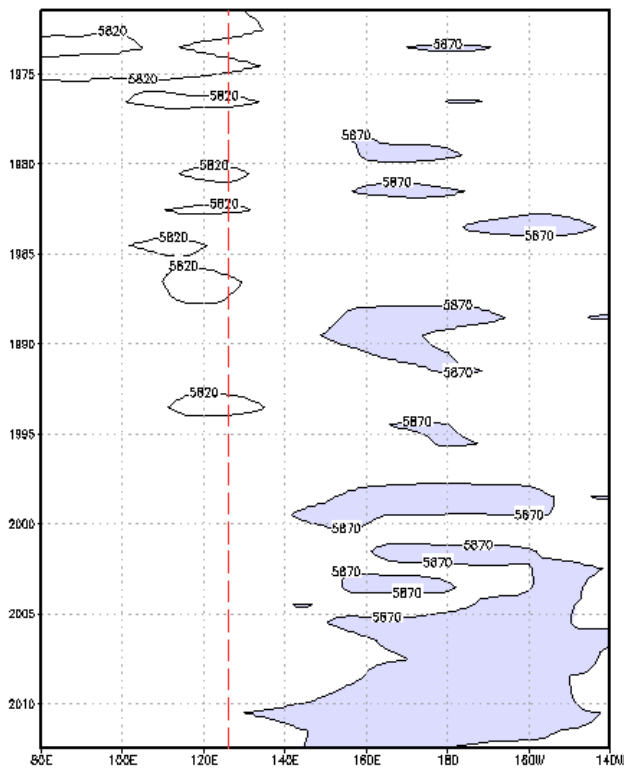
(a) 1999~2004년



(b) 2005~2010년



[그림 1.3.3] 최근 10년 태풍상륙진로 변화 (그림 출처: Choi and Moon, 2012)



[그림 1.3.4] 1971~2012년 7~9월 평균에 대한 북위 30-40도 남북평균한 500hPa 지위고도 시간-경도 변화분포. 파선은 우리나라 위치를 표시한 것임.

제2장

2012년 태풍별 사후분석

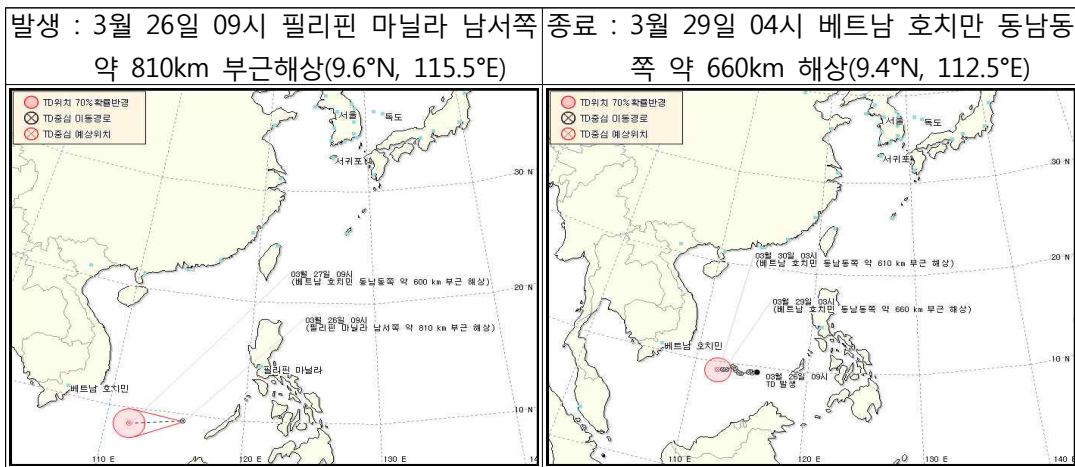
1. 제1호 태풍 ‘파카르(PAKHAR)’

1.1 제5호 TD

1.1.1 개요

제5호 열대저압부(TD)는 3월 26일 00UTC에 필리핀 마닐라 남서쪽 약 810km 부근 해상(9.6°N, 115.5°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도 50~70kJ/cm², 연직시어 값도 전시간보다 더 발달하였고, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어 TD로 발달하였다.

이 TD는 해수면온도 27~28°C, 해양열용량 50~80kJ/cm²의 높은 해역을 지향류를 따라 서~서남서쪽으로 이동하였고, 이동 중인 TD부근에는 연직시어가 비교적 낮은 해역으로 이동하면서 발달하여 3월 29일 00UTC에 베트남 호치민 동남동쪽 약 640km 부근 해상에서 2012년 제1호 태풍 ‘파카르’로 발달하였다.



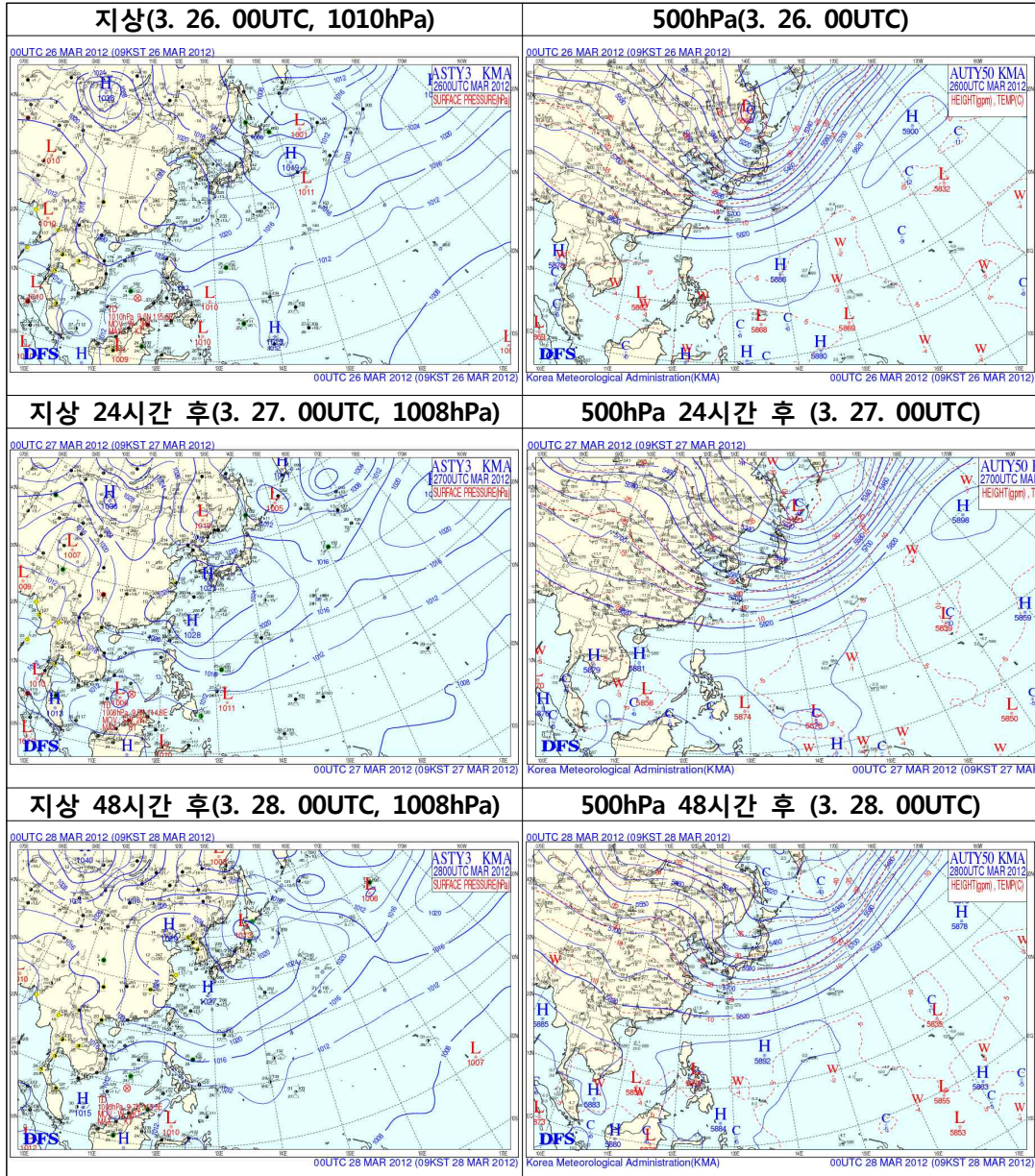
[그림 2.1.1] 제5호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

1.1.2 종관상황

제5호 TD는 3월 26일 00UTC에 필리핀 마닐라 남서쪽 약 810km 부근 해상(9.6°N, 115.5°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다.

이 TD는 대륙고기압 남쪽에 위치하면서 서~서남서의 지향류의 영향으로 느리게 서남서진하였다. TD는 높은 해수면온도와 해양열용량이 높은 해역을 이동하면서 발달하여, 3월 29일 00UTC에 베트남 호치민 동남동쪽 약 640km 부근 해상에서

2012년 제1호 태풍 '파카르'로 발달하였다.

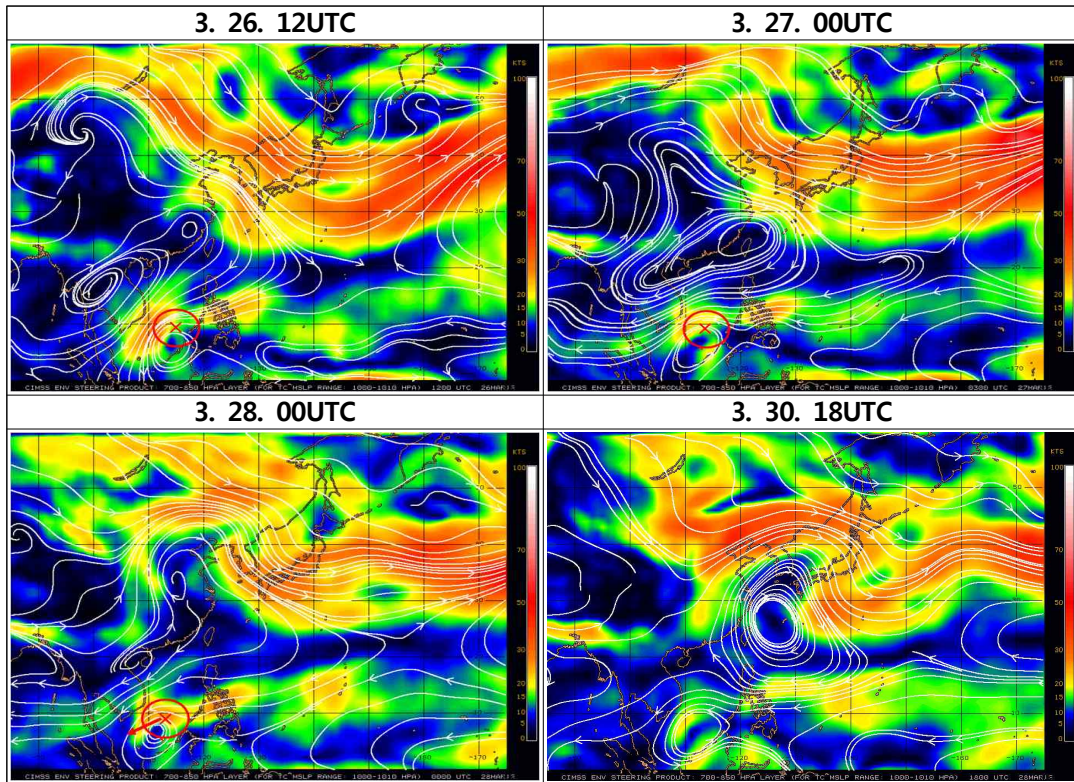


[그림 2.12] 제5호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

1.1.3 TD진행과정

1.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

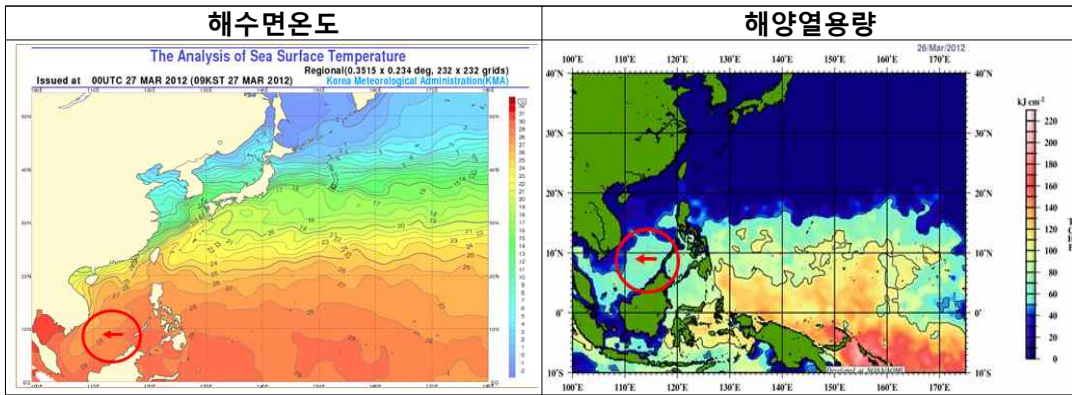
제5호 TD는 대륙고기압 남쪽에 위치하면서 최대풍역이 TD의 북서쪽에 위치하여 S/TE pattern/region에서 서~서남서의 지향류를 받았고, 점차 TD의 남동쪽 최대풍역이 강화되면서 뚜렷한 지배 지향류가 소산되어 느리게 서남서진하였다.



[그림 2.1.3] 제5호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

1.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제5호 TD 발생 초기에 해수면온도는 27~28℃ 내외, 해양열용량도 50~80kJ/cm² 이상으로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었고, TD 이동방향에서도 높은 해양열용량지수와 해수면온도, 10kts 내외의 연직시어 값을 보여, 태풍으로 발달하는데 다소 유리한 조건이었다. 이 TD는 3월 29일 00UTC에 베트남 호치민 동남동쪽 약 640km 부근 해상에서 제1호 태풍 '파카르'로 발달하였음.



[그림 2.1.4] 제5호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

1.2 제1호 태풍 ‘파카르(PAKHAR)’

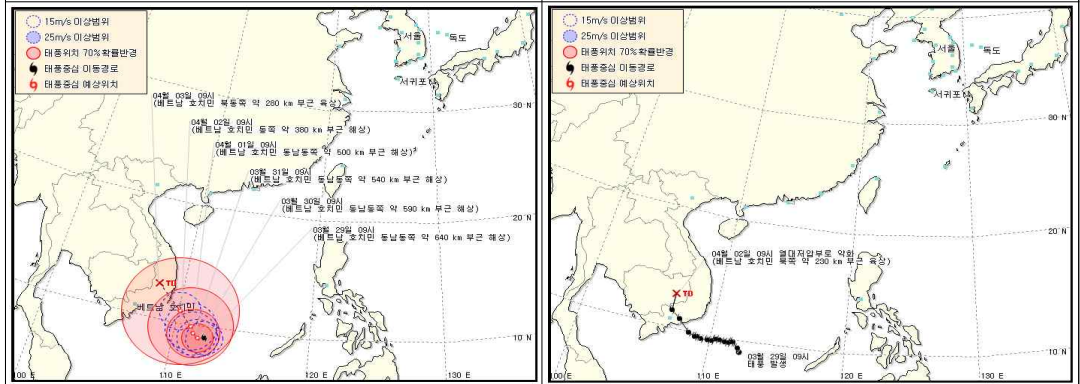
1.2.1 개요

태풍 ‘파카르’는 3월 29일 00UTC에 베트남 호치민 동남동쪽 약 640km 부근 해상 TD에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 1006hPa의 소형태풍으로 중심부근 초속 17m/s의 강풍이 불고 있으며, 시속 6km의 속도로 서남서진하고 있었다.

이 태풍은 해수면온도 27~28℃, 해양열용량 50~70kJ/cm²의 높은 해역을 지향류를 따라 서~북서쪽으로 이동하면서 30일 15시경에는 중심 최대기압 998hPa, 중심최대풍속 20m/s의 소형 태풍으로 발달하였고, 4월 1일 06UTC경 해수면온도가 27℃ 내외 해양열용량 50kJ/cm²로 이동하면서 약화되기 시작하여 4월 1일 19시경 호치민 동남동쪽 약 90km 부근 해안에 상륙(10.5°N, 107.4°E, 1000hPa)하면서 약화속도가 더 빨라져 2일 00UTC에 베트남 호치민 북쪽 약 230km 부근 육상(12.9°N, 106.7°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 열대저압부로 약화 된 이후 19km/h로 북진하다가 2일 06UTC경 베트남 호치민 북쪽 약 340km 부근 육상(13.9°N, 106.8°E)에서 저기압으로 약화되었다.

이 태풍은 최근 10년간 3월에 3번째(2005년 로키, 2010년 오마이스) 발생한 태풍이다.

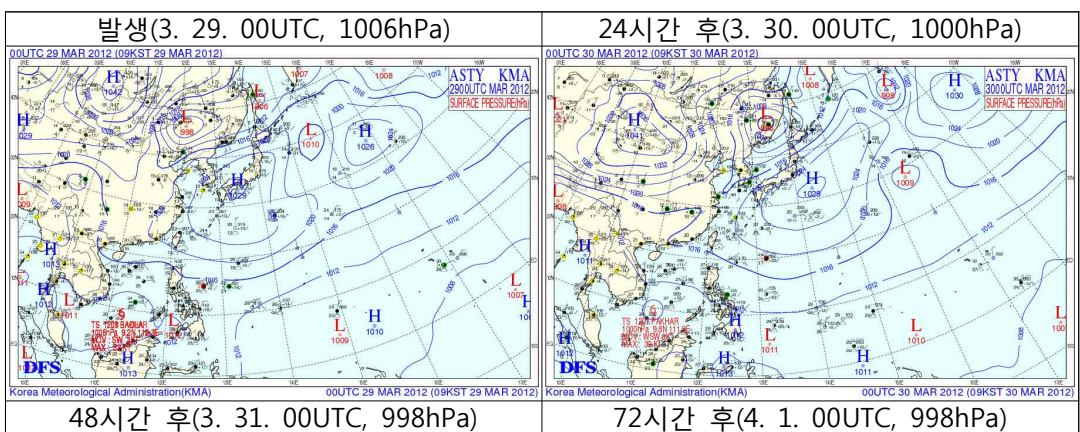
발생 : 3월 29일 09시 베트남 호치민 동남동
 쪽 약 640km 부근해상(9.2°N, 112.3°E) 종료 : 4월 2일 09시 베트남 호치만 북쪽
 쪽 약 230km 육상(12.9°N, 106.7°E)

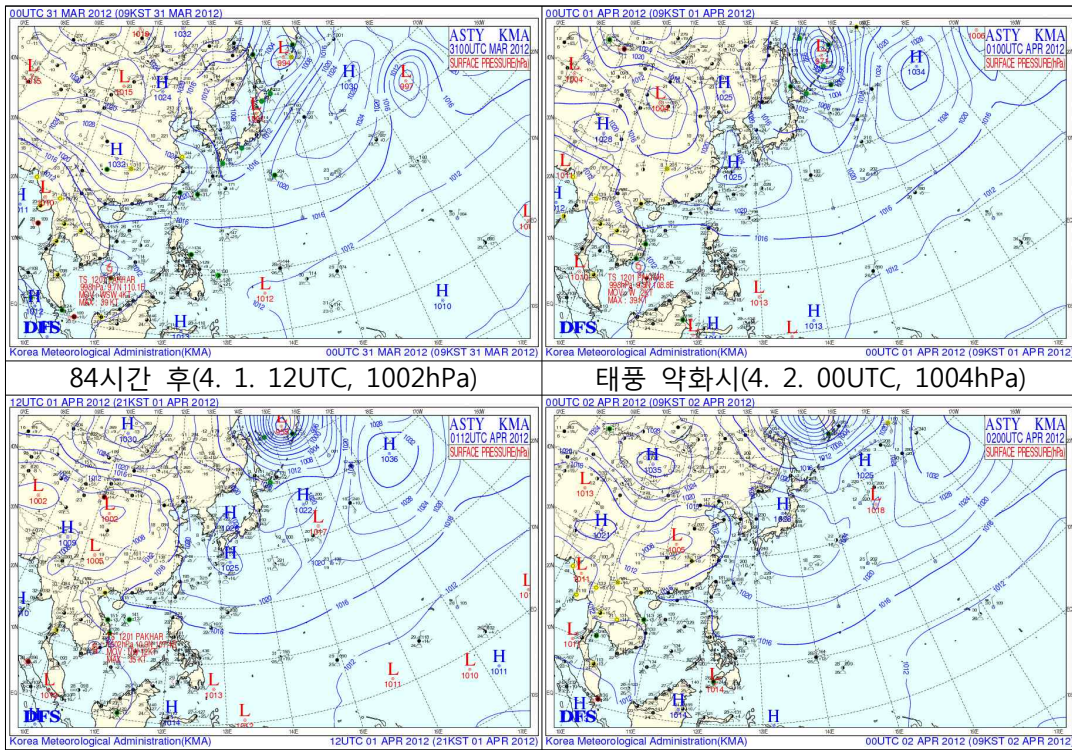


[그림 2.1.5] 제1호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

1.2.2 종관상황

제1호 태풍 '파카르'는 29일 00UTC에 베트남 호치민 동남동쪽 약 640km 해상 (9.2N, 112.3E)에서 발생하였으며, 발생 초기에는 태풍은 대륙고기압의 남쪽에 위치하였으나 점차 남서쪽에 위치하면서 S/TE pattern/region에서 S/PF pattern/region 유형으로 변함에 따라 아주 천천히 서진하다가 점차 서북서~북서진하였고, 4월 1일 19시경 베트남 호치민 남동쪽 약 90km부근 해안에 상륙하면서 약화 속도가 더 빨라졌고 이동속도 또한 전 시간에 비해 빠르게 이동하면서 4월 2일 00UTC에 열대 저압부로 약화되었다.



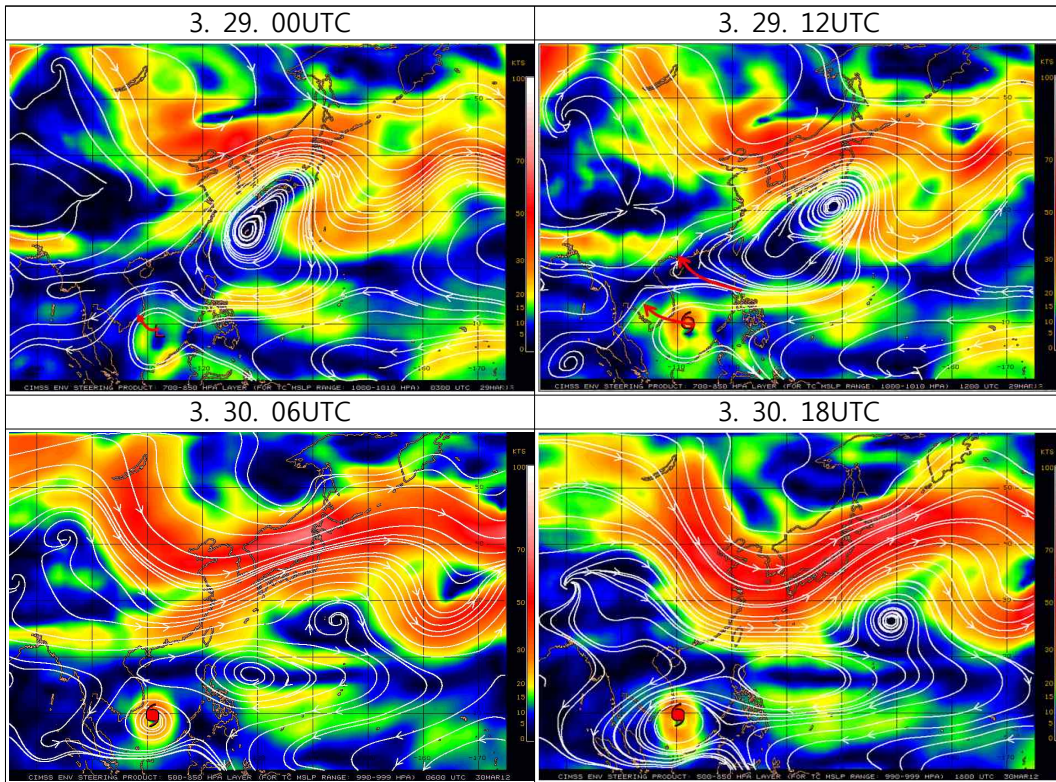


[그림 2.1.6] 제1호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

1.2.3 태풍진행과정

1.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

태풍 발생초기에는 태풍 북서쪽의 한대고기압(15kt로 WSW) 남서쪽 연변의 지향류를 따라 매우 느리게 서진하다가 점차 태풍 북동쪽 고기압의 남서쪽 연변 지향류를 따라 서~서북서진하였으나 이 고기압성 순환으로부터 멀리 떨어져 있어 느리게 이동하였다.

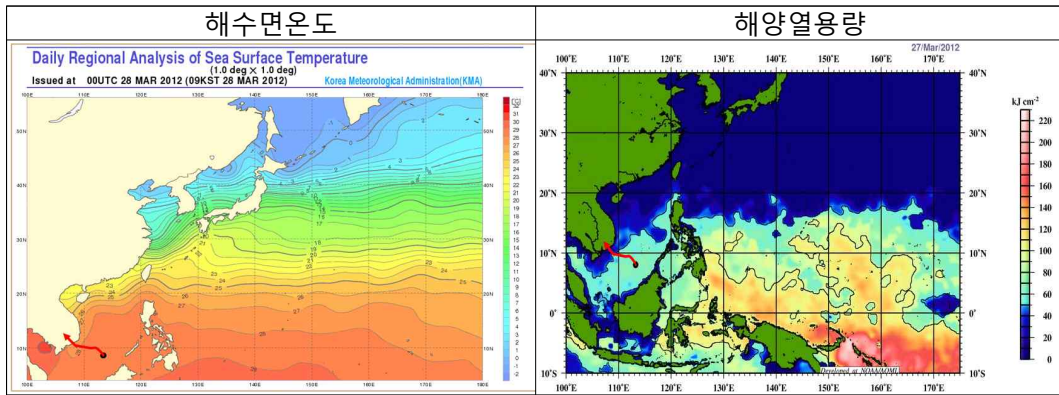


[그림 2.1.7] 제1호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

1.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 27~28℃ 내외, 해양열용량도 50kJ/cm²이상이므로 태풍강도 강화에 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 태풍의 이동방향도 태풍 발달에 유리한 조건으로 30일 06UTC에 중심기압 998hPa까지 발달하였으나 4월 1일 06UTC경에 해양열용량이 50kJ/cm²이하인 해역으로 이동함에 따라 약화되기 시작하였고, 베트남 호치민 동남동쪽 약 90km 부근 해안으로 상륙하여 약화속도가 더 빨라졌다.

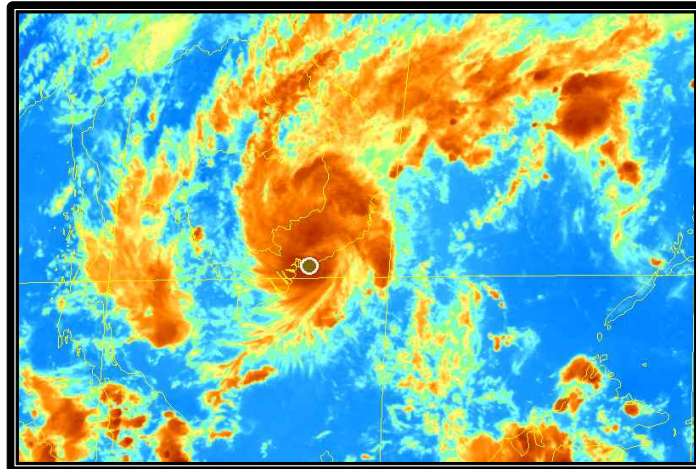
6) 해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건



[그림 2.1.8] 제1호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

1.2.3.3 태풍 상륙

태풍 '파카르'는 4월 1일 19시경 베트남 호치민 동남동쪽 약 90km부근 해안(10.5°N, 107.4°E)에 상륙하였고, 상륙당시 중심기압은 1000hPa로 약한 소형 태풍이었다.



[그림 2.1.9] 제1호 태풍의 상륙 시 위성영상(4.1. 09:30UTC)

1.2.3.4 열대저압부로 약화(제6호 TD)

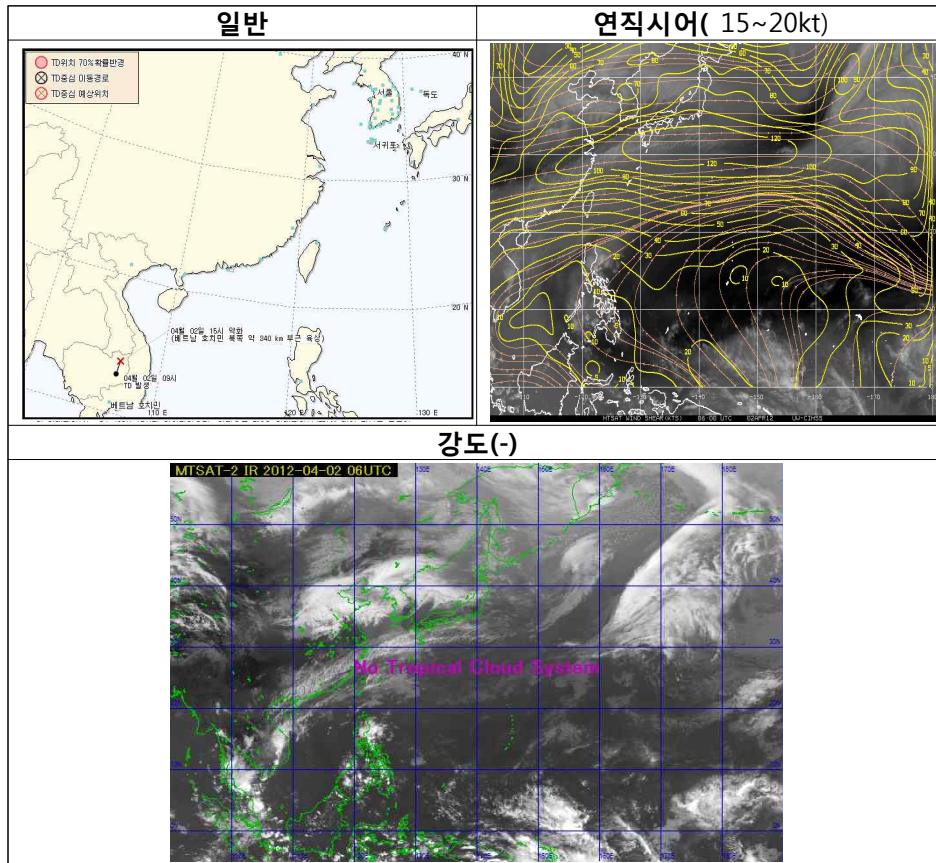
제1호 태풍 '파카르'는 4월 2일 베트남 호치만 북쪽 약 230km 부근 육상(12.9°N, 106.7°E)에서 제6호 TD로 약화되었다.

이 제6호 TD는 북태평양고기압 서쪽에서 하층 지향류를 타고 비교적 빠르게 북상하면서 중심부근으로 호트러진 Cu형 구름대가 산재되어 있고, 중심기압도 1004hPa에서 1008hPa로 높아지고 있었다.

강도 또한 JMA NTP Web Site에서도 06UTC 이후 강도분석을 하지 않고

있으며 UM수치모델에서도 중심기압을 점차 03UTC에 1012hPa, 06UTC에서는 소멸될 것으로 예상하고 있었다.

※ 참고자료



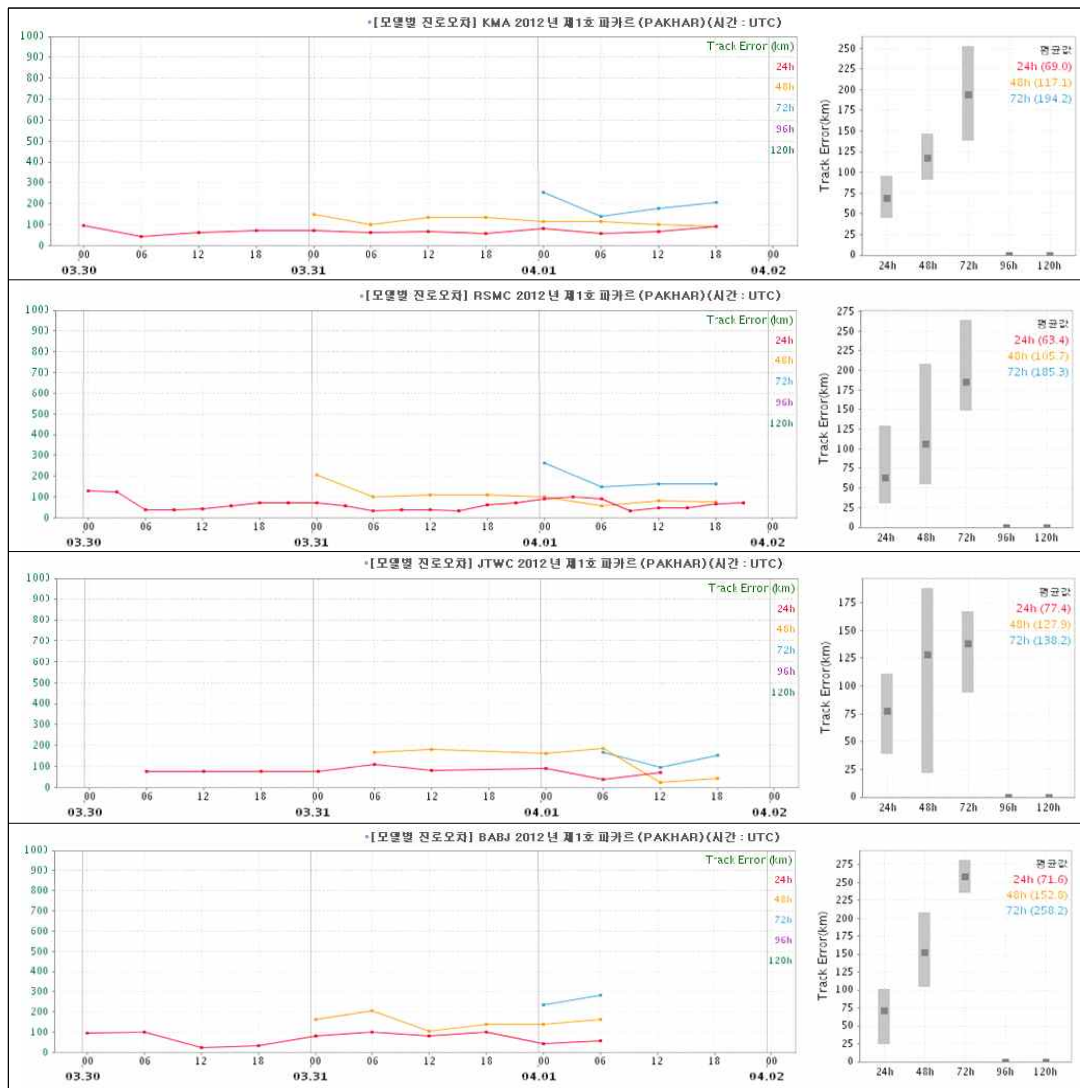
1.2.4 예보정확도

1.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서는 200km내의 예보 오차를 보였으나, 발생초기에 실제 경로보다 북쪽으로 예보를 하면서 오차가 발생하였다.

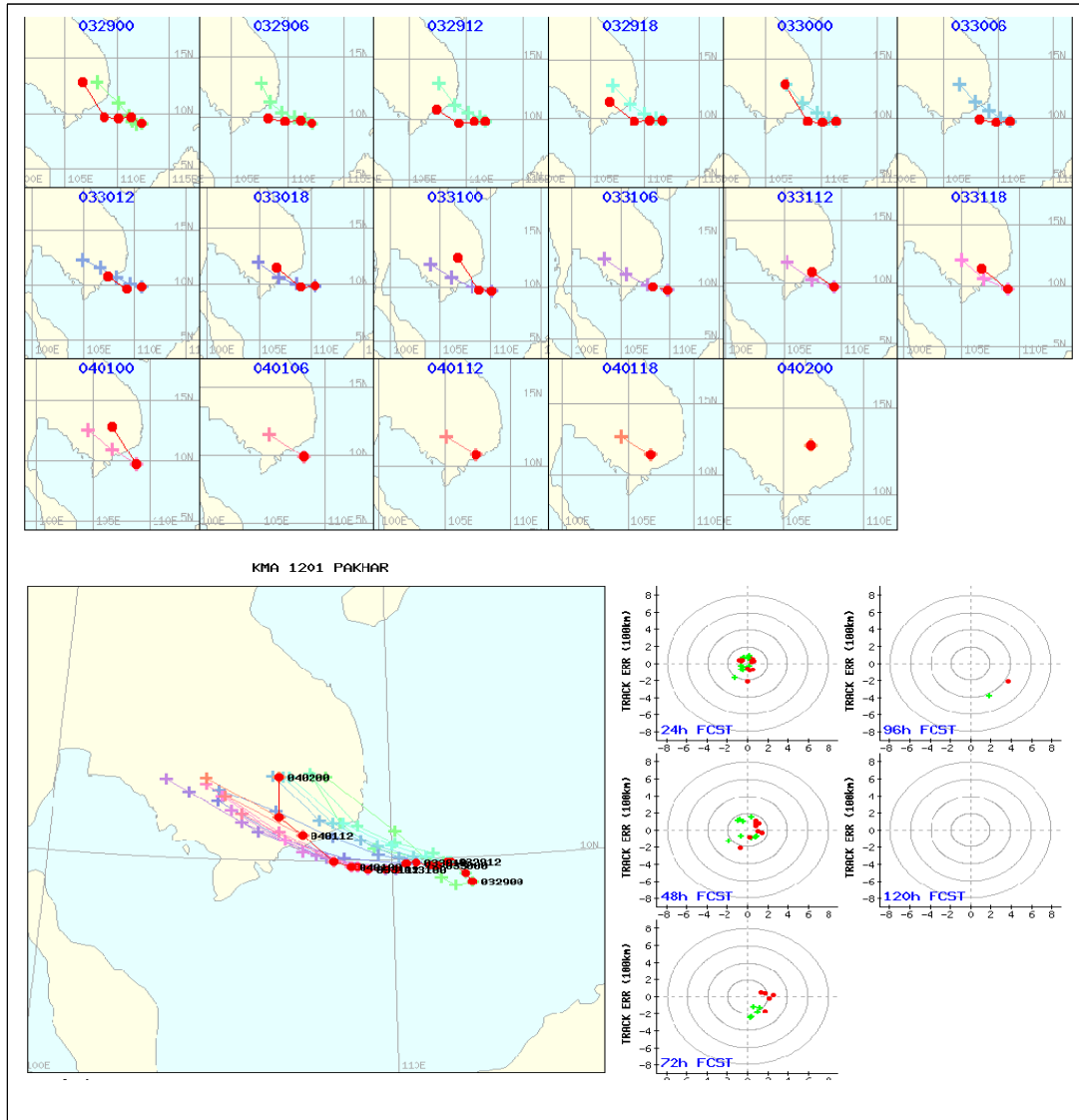
[표 2.1.1] 제1호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가(기관)	한국(KMA)	일본(RSMC)	미국(JTWC)	중국(CMA)
예보오차	117.1	105.7	127.9	152.8
표본수	8	8	6	6



[그림 2.1.10] 제1호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 진로예보는 태풍 발생 초기에 진로예보는 다소 북쪽으로 편향되어 오차를 보이고 있으나, 이동속도는 실제와 큰 차이를 보이지 않았다.



[그림 2.1.11] 제1호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

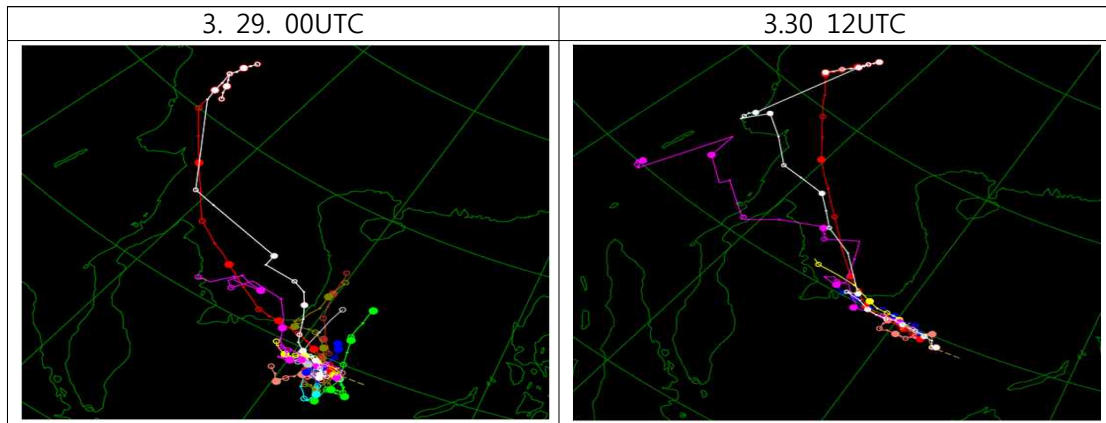
1.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.1.2] 제1호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	105.5	167.2	108.4	205.8	258.6
표본수	7	2	8	7	4

태풍 발생 초기 모델은 대체로 서~서북서진하는 것으로 모의하였고, 모델별 Spread가 너무 넓고 이동속도 또한 서로 달라 태풍예측진로를 잡기에 어려움이 있었다.

시간이 지날수록 모델의 스프레드폭이 줄어들어 예측 방향면에서는 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었지만 이동속도면에서는 다소 늦게 이동하는 것으로 모의하였다.



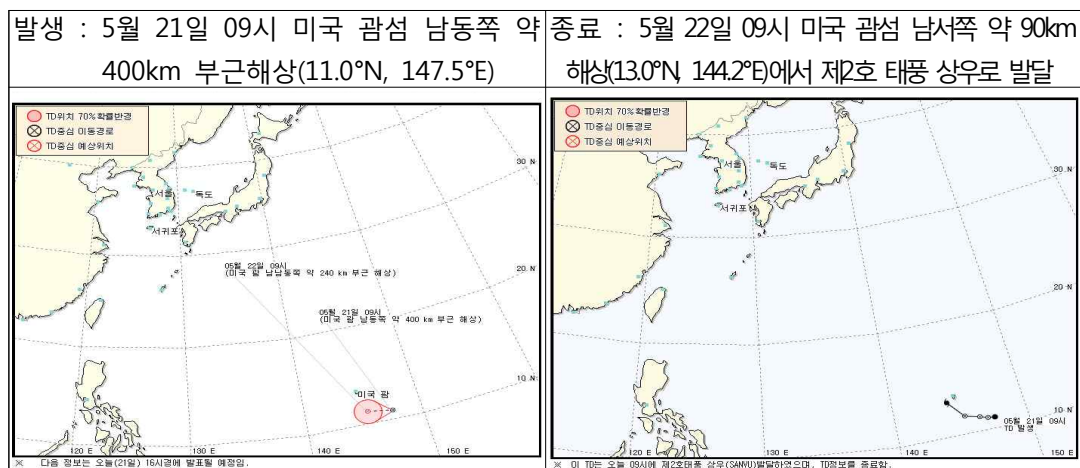
[그림 2.1.12] 제1호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

2. 제2호 태풍 ‘상우(SANVU)’

2.1 제9호 TD

2.1.1 개요

제9호 TD는 5월 21일 00UTC에 미국 괌섬 남동쪽 약 400km 부근 해상(11.0°N, 147.5°E)에서 저기압이 TD로 발달하였다. 이때 제9호 TD의 중심기압은 1006hPa, 최대풍속 10m/s으로 Ci 지수 1.0, 연직시어 값이 10~20kt, 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 120~140kJ/cm²으로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있지만 중위도 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양고기압의 남쪽에 형성된 비교적 강한 편동풍의 영향으로 발달하지 못하다가 편동풍 강도가 비교적 약한 미국 괌섬 남서쪽 약 90km 부근해상에서 24시간 후인 2012년 5월 22일 09시경 제2호 태풍 ‘상우’로 발달하였다.



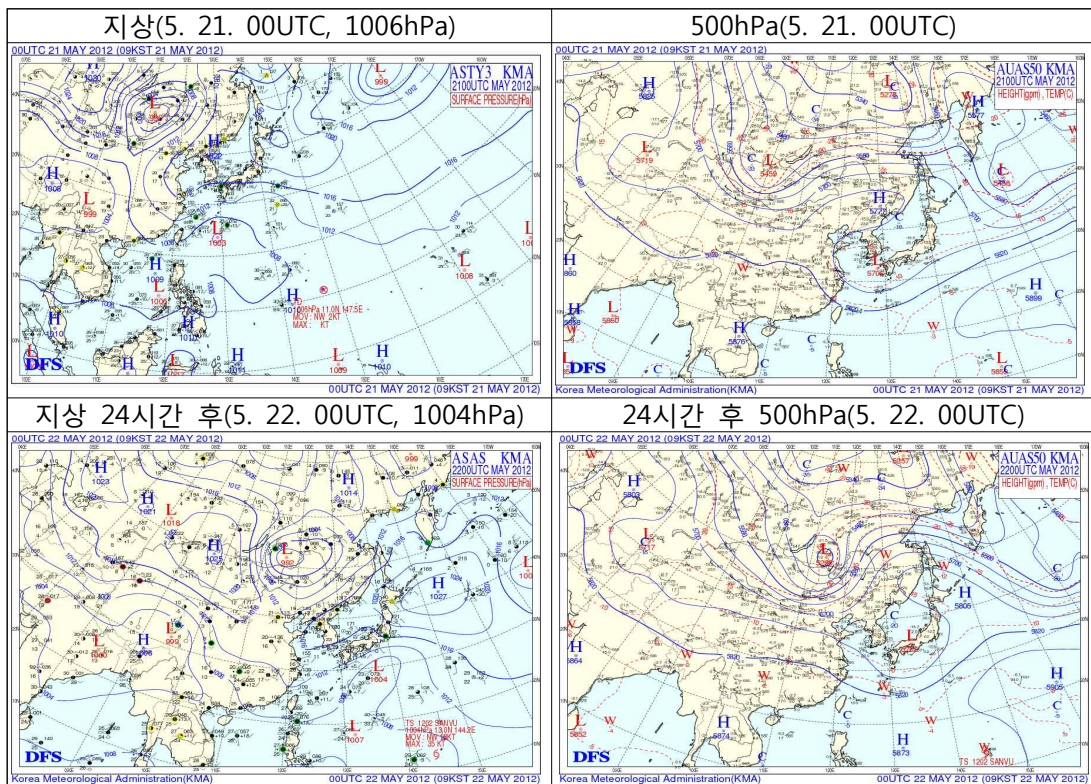
[그림 2.2.1] 제9호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

2.1.2 종관상황

5월 21일 00UTC에 미국 괌섬 남동쪽 약 400km 부근 해상에서 발생한 제9호 TD는 29℃의 높은 해수면온도와 120~140kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다.

이 TD는 중위도 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양고기압의 남서쪽에서

비교적 강한 편동풍의 영향으로 서~북서진하다 편동풍의 강도가 약해지고 높은 해수면온도와 해양열용량이 높은 해역을 이동하면서 발달하여, 5월 22일 00UTC에 미국 괌섬 남서쪽 약 90km 부근 해상에서 2012년 제2호 태풍 '상우'로 발달하였다.

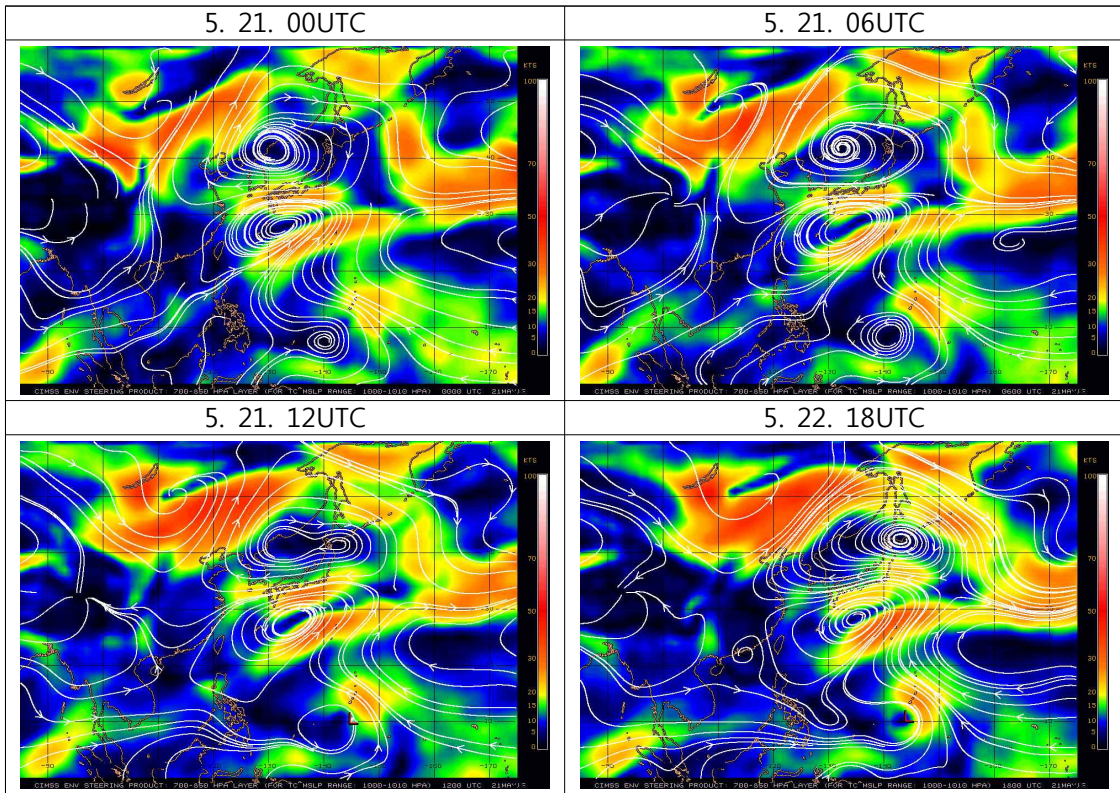


[그림 2.2] 제9호 TD 활동 기간 동안의 지상일기도

2.1.3 TD진행과정

2.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

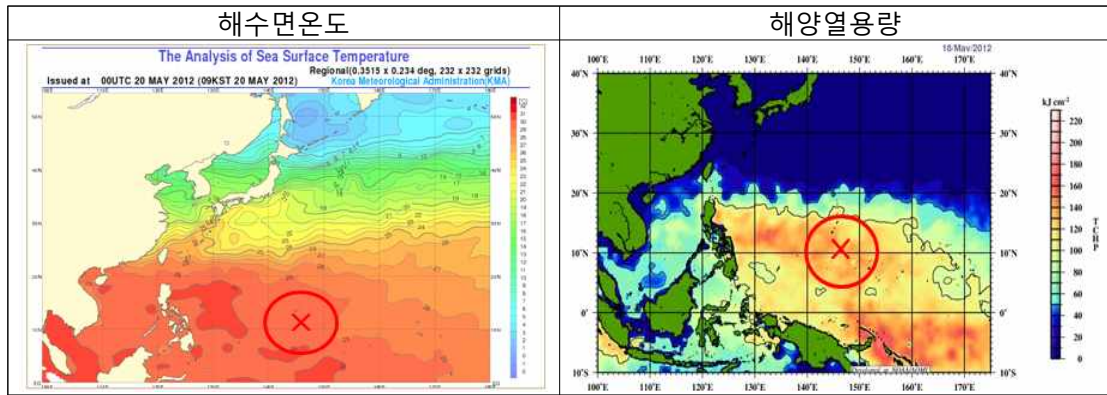
제9호 TD는 북태평양고기압 남서쪽에서 최대풍역이 TD의 북동쪽에 위치하였고 S/PF pattern/region에서 북서 지향류를 받아 북서진하며 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.23] 제9호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

2.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제9호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 100kJ/cm² 이상으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제9호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(100~150kJ/cm²)와 해수면온도(28~29℃), 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하는데 다소 유리한 조건이어서 5월 22일 00UTC에 미국 괌섬 남서쪽 약 90km 부근해상에서 제9호 TD가 제2호 태풍 '상우'로 발달하였다.



[그림 2.2.4] 제9호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

2.2 제2호 태풍 '상우(SANVU)'

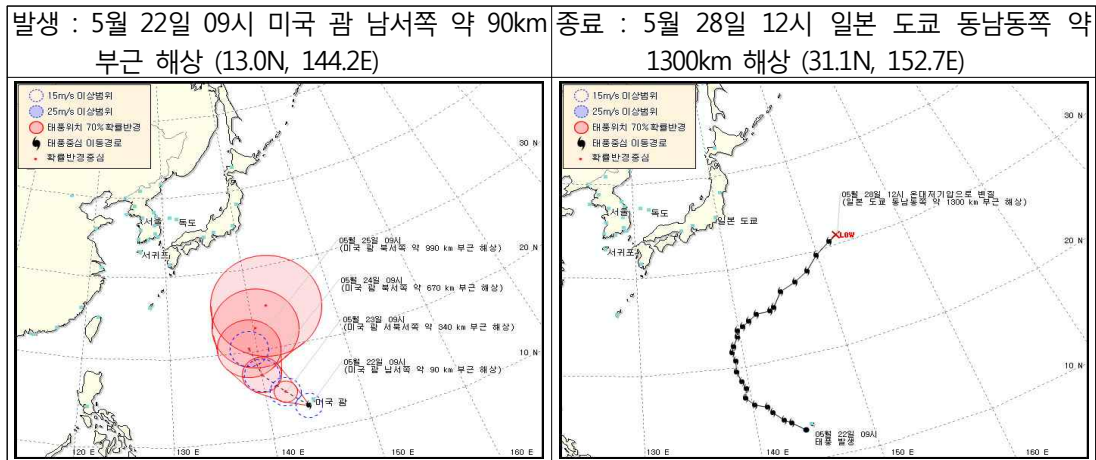
2.2.1 개요

태풍 '상우'는 5월 22일 00UTC에 미국 괌섬 남서쪽 약 90km 부근 해상에서 TD에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 1004hPa의 소형태풍으로 중심부근 초속 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 시속33km의 속도로 북서진하고 있었다.

이 태풍은 5월 21일 00UTC에 미국 괌 남동쪽 약 400km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 4km/h의 속도로 북서진중이며, 중심기압 1006hPa, 최대풍속 10m/s로서 향후 24시간 이내에 태풍으로 발달 가능성은 유동적인 상태였고, 태풍으로 발달할 당시 시속 33km의 속도는 TD가 중심을 갖추어가는 단계에서 나타난 속도로 실질적으로는 약 15km의 속도로 북서진 중이었다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 28~29도, 해양열용량 100kJ/cm²이상의 높은 해역에서 북서진하는 지향류를 따라 북서쪽으로 이동하면서 점차 발달하면서 전향시점에 돌입하여 25일 21시경에는 중심기압 975hPa, 중심최대풍속 32m/s의 중형 STS로 발달하였고, 5월 27일 00UTC경부터 해수면온도가 25℃ 이하의 지역으로 이동하면서 급격하게 약화되기 시작하여 5월 28일 03UTC경 일본 동남동쪽 약 1300km 부근해상(31.1N, 152.7E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

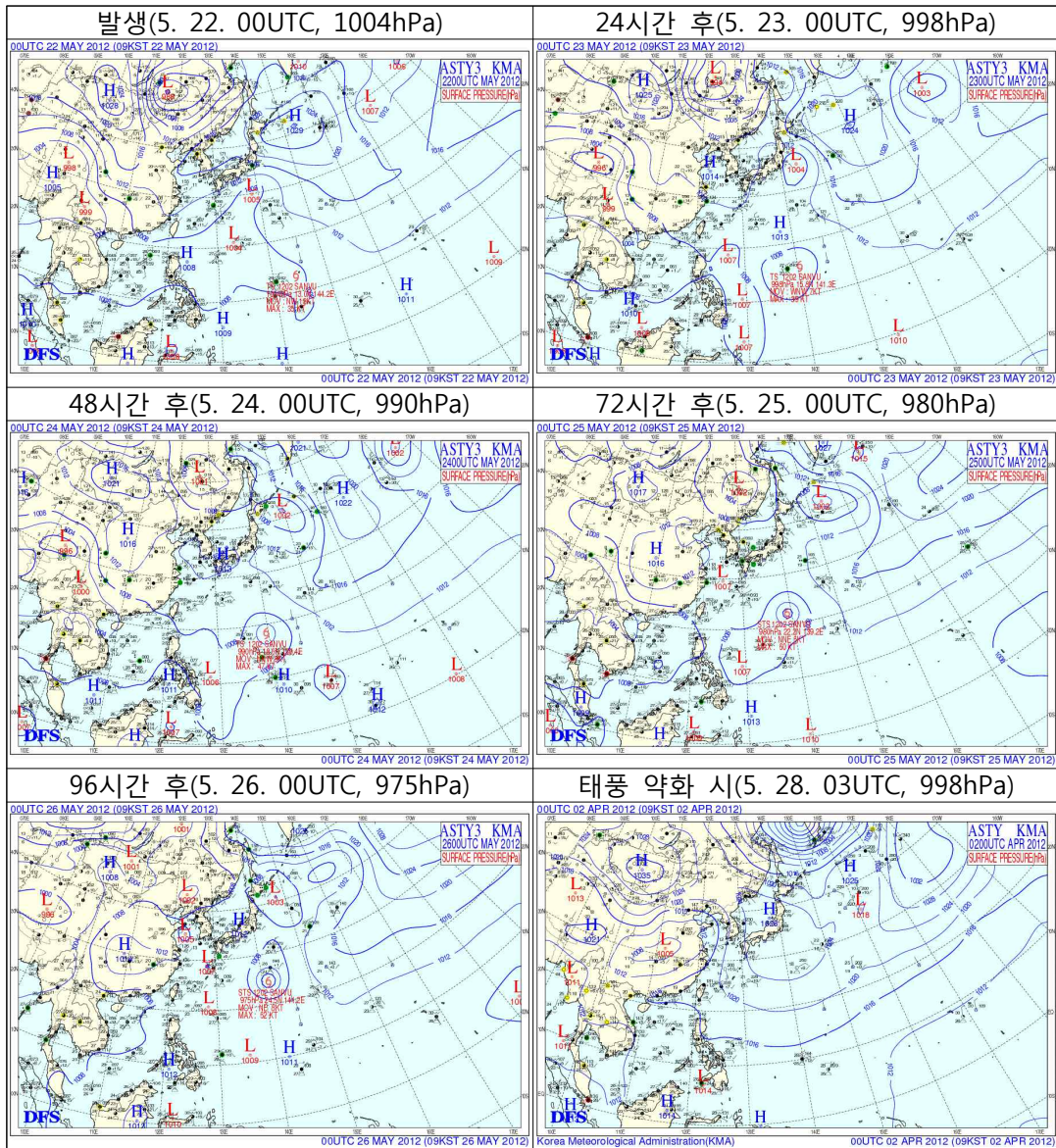
이 태풍은 5월에 발생한 태풍으로 5월 평년평균(1.1)과 최근 10년 평균(1.4)과 비슷하였다.



[그림 2.2.5] 제2호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

2.2.2 종관상황

제2호 태풍 '상우'는 22일 00UTC에 미국 괌섬 남서쪽 약 90km 부근 해상 (13.0°N, 144.2°E)에서 제9호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 북태평양고기압의 남서쪽에서 S/PF pattern/region에서 서북서~북서진 지향류를 따라 북서진하였고, 5월 24일 03시경부터 북태평양고기압의 서쪽으로 진입하면서 S pattern에서 M pattern으로 전이 중에 북진의 지향류 영향으로 북북서~북북동진하였다. 25일 09시 경부터 북태평양고기압의 북서쪽에 위치하면서 M/PF pattern/region으로 전이되어 북동지향류의 영향을 받아 빠르게 북동진하였고 28일 12시경 북서쪽으로 건조역이 침투하고 해수면온도가 낮은 해역으로 이동하면서 온대저기압으로 변질되었다.



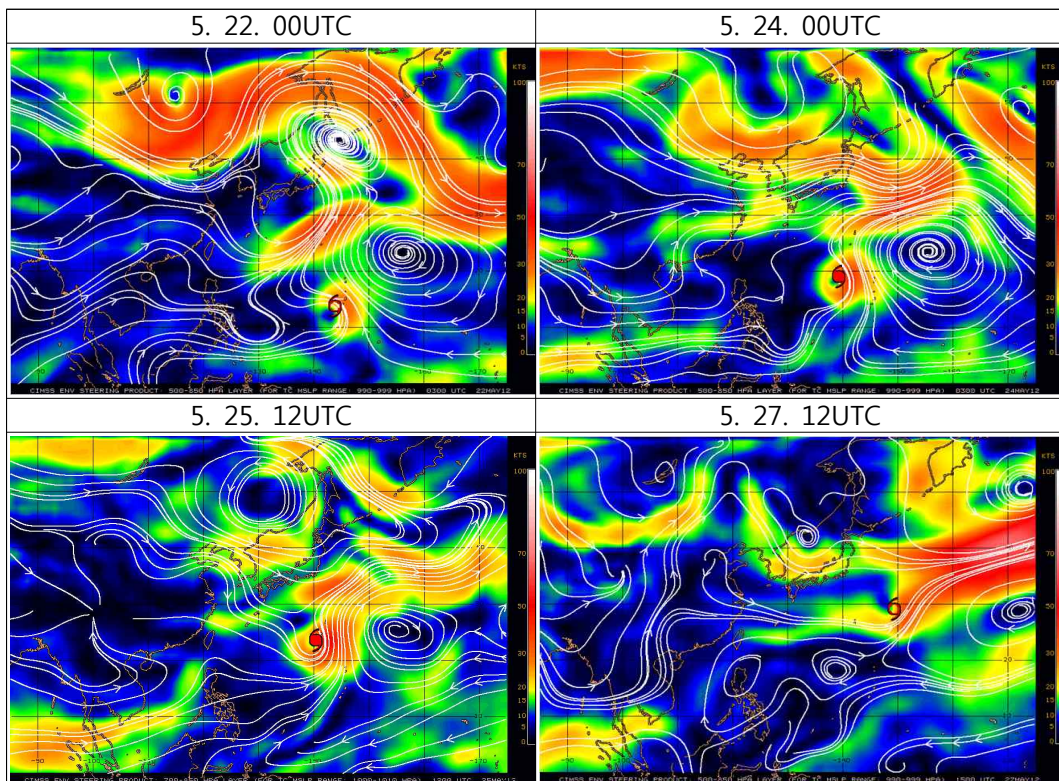
[그림 2.2.6] 제2호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

2.2.3 태풍진행과정

2.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에는 태풍의 북동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 북태평양고기압(mT)로서 태풍은 mT 남서쪽 가장자리에서 북서지향류의 영향을 받았다. 24일부터 25일 초반까지는 S pattern에서 M pattern으로 전이과정으로서 태풍의 동쪽에 최대풍역이 존재하고 mT의 서쪽

가장자리에서 북진 지향류의 영향을 받았으며, 26일 후반부터는 열대해상에서 중위도로 패턴 전이를 완료하고 M pattern의 PF region에서 북동진 지향류의 영향을 받아 빠르게 북동진하며 온대저기압으로 변질하였다. 이 태풍의 지향류를 지배한 주변 고기압은 시작부터 종료까지 mT였으며, pattern 및 region 전이를 통해 태풍이 이동하였으며, 주변고기압이 바뀌는 특이현상은 없어 진로에 대한 Spread가 좁은 특성이 있었으나, 전반적으로 중위도 시스템과 상호 작용시 이동속도가 늦은 모델들의 특성이 나타났다.

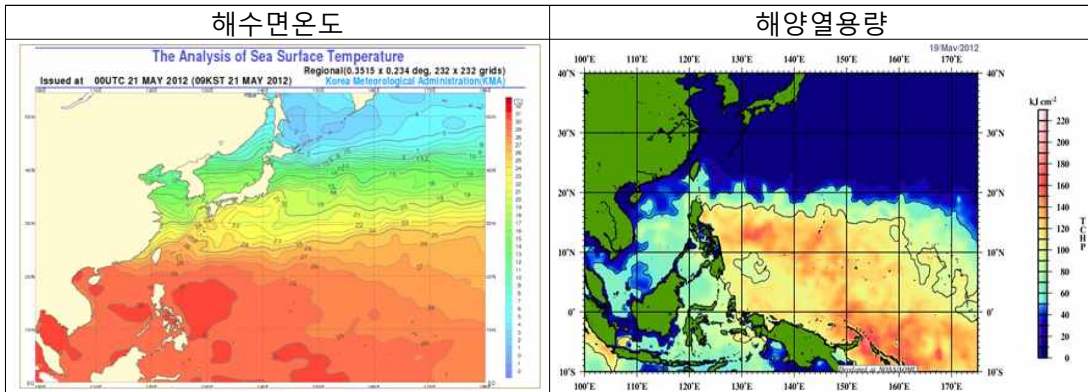


[그림 2.2.7] 제2호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

2.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 100kJ/cm²이상이므로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 25일까지는 태풍 발달에 유리한 조건을 유지하며 북상하여 25일 12UTC에 중심기압 975hPa까지 발달하였고, 이후 해수면온도 26℃이하, 해양열용량 30kJ/cm²이하의 해역으로 이동하면서 자체발달 에너지원이 부족하여 점차 약화되었고, 중위도 골에 의해 끌어들여지며 가속되어 온대저기압으로 변질

되었다.



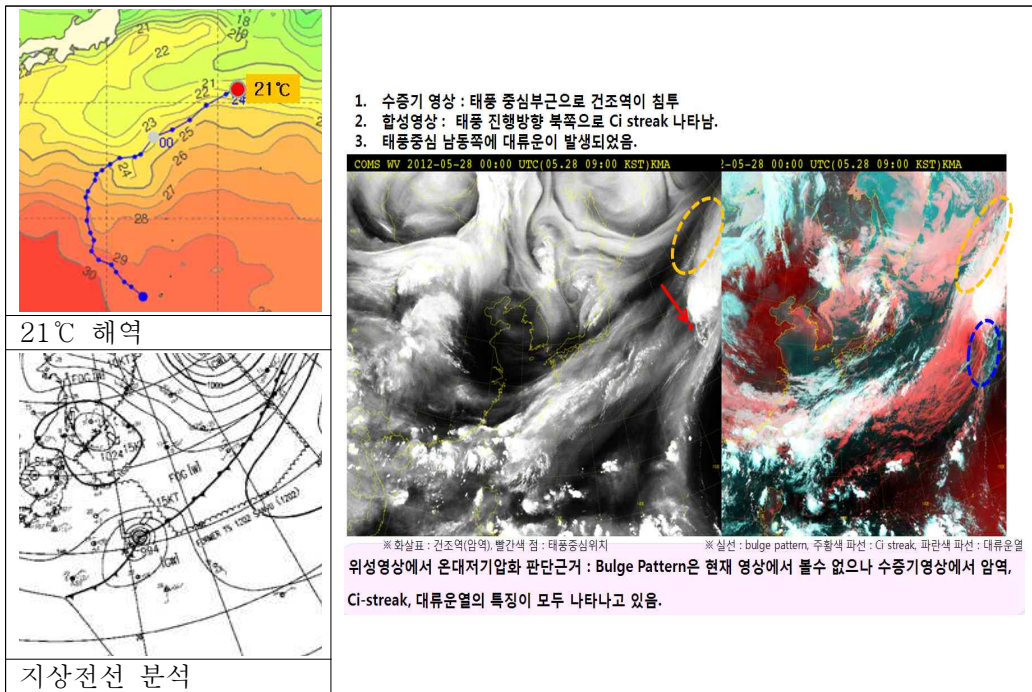
[그림 2.2.8] 제2호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

2.2.3.3 온대저기압으로 변질

제2호 태풍 '상우'는 5월 28일 03UTC경에 일본 도쿄 동남동쪽 약 1300km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다. 당시 태풍은

- 1) 21°C 부근의 해역에 위치,
- 2) 위성영상분석에서 태풍중심부근으로 건조역이 침투(수증기영상)하였고, 태풍의 진행방향으로 Ci streak가 나타났으며(합성영상), 태풍 남동쪽에 대류운이 분석,
- 3) 지상일기도에서 전선이 분석되어

태풍의 온대저기압화 4가지 요건 중 3가지를 충족하여 온대저기압으로 변질에 대한 판단은 적합한 것으로 보여진다.



[그림 2.2.9] 제2호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

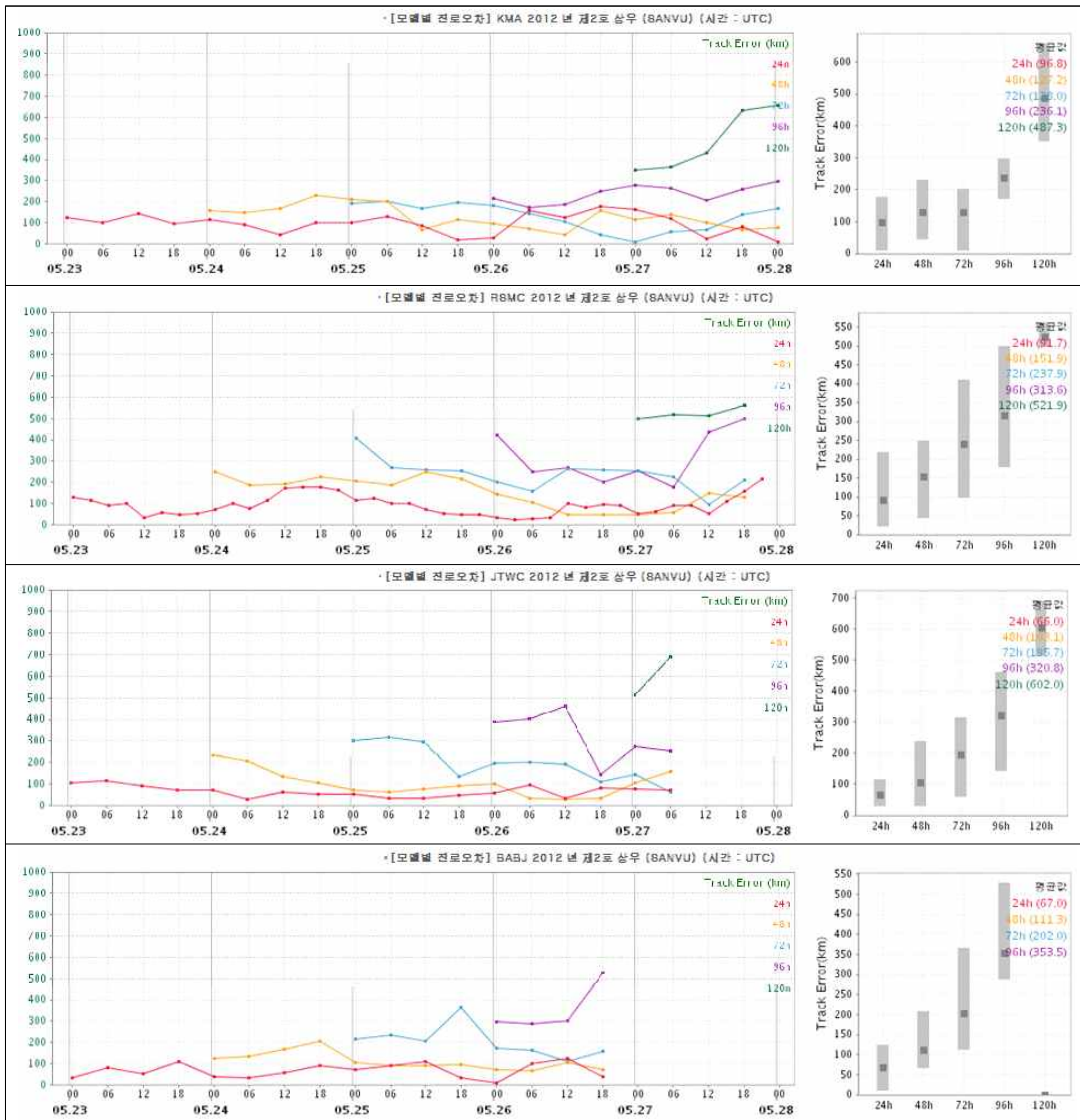
2.3.4 예보정확도

2.3.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 150km 이내의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 중위도로 전향이후 이동속도를 늦게 예보하는 경향이 있었다.

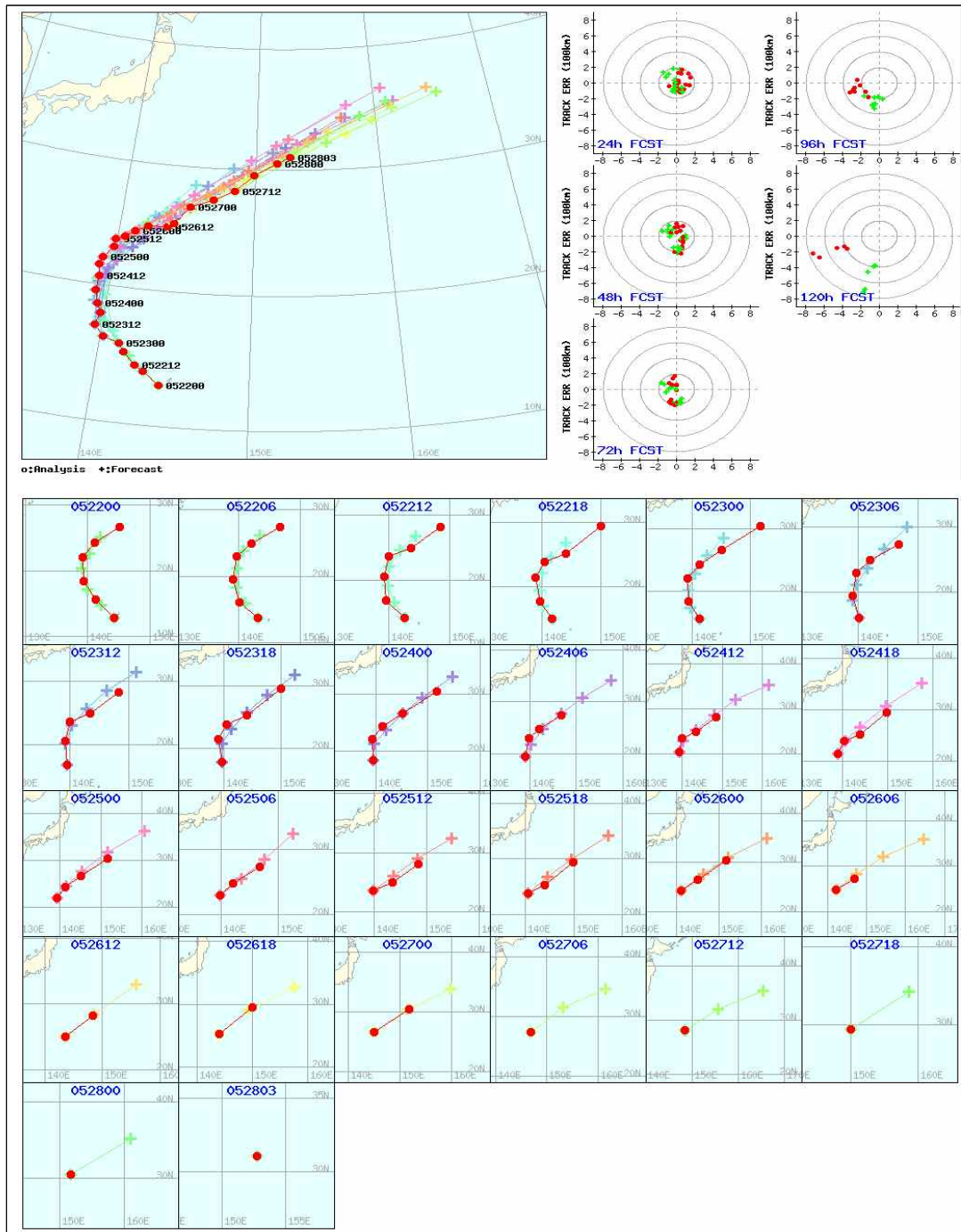
[표 2.2.1] 제2호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	127.2	151.9	108.1	111.3
표본수	17	16	14	12



[그림 2.2.10] 제2호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 실제 이동방향과 상당부분 일치하고 있으나, 이동속도는 실제보다 느리게 예보하는 경향을 보였으며, 특히 중위도에서 그러한 특성이 더욱 두드러졌다.



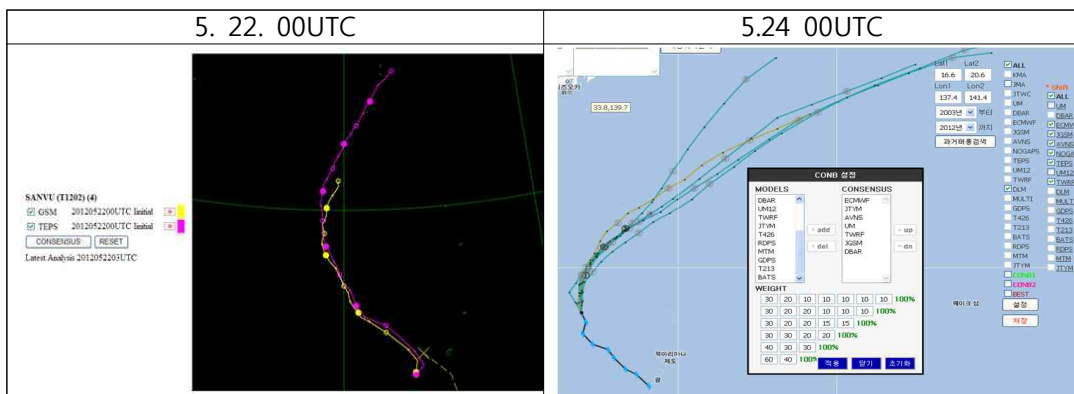
[그림 2.2.11] 제2호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

2.3.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.2.2] 제2호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	154.4	123.6	167.0	238.9	98.2
표본수	16	7	16	15	8

태풍 발생 초기의 모델자료가 부족하여 컨센서스를 수행할 수 없어 예보생산에 어려움이 있었다. 초기 진로는 JGSM과 TEPS를 참고하여 예보를 생산하였고, 이후 모델들의 진로 예측 경향은 비슷하여 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었으나, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하여 실제 진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 봤을 때 컨센서스 대비 2개 모델(GFS, NOGAPS)은 다소 빠르게 모의, 3개 모델(TWRF, TEPS, JGSM)은 컨센서스 대비 다소 느리게 모의, UM과 ECMWF는 비슷하거나 다소 느리게 모의하는 경향을 보였으며, 이러한 결과는 각 기관의 태풍예보에 반영되어 JTWC가 가장 빠르게 예보하는 경향을 보이고, RSMC는 KMA대비 느리게 예보하는 경향이 있었다. 하지만, 실제 태풍 상우는 JTWC보다도 빠르게 이동하였고, 향후 중위도 전향 이후 속도를 모델들이 예측하는 것보다 다소 빠르게 예보를 생산하여야 할 것으로 보인다.



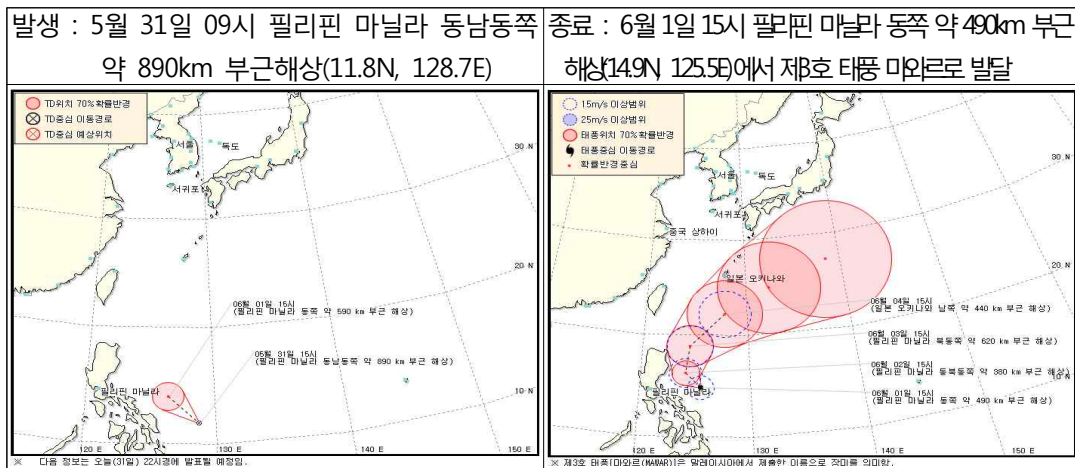
[그림 2.2.12] 제2호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

3. 제3호 태풍 ‘마와르(MAWAR)’

3.1 제10호 TD

3.1.1 개요

제10호 TD는 5월 31일 06UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 890km 부근 해상(11.8°N, 128.7°E)의 저기압에서 발달하였다. 이때 제10호 TD의 중심기압은 1004hPa, 최대풍속 15m/s로 Ci 지수 1.0, 연직시어 값이 10~20kt, 해수면온도는 31℃, 해양열용량도 140kJ/cm² 내외로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있다. 하지만 한반도 부근 동서로 오호츠크해 고기압 남쪽인 대만과 일본 남쪽 해상에 장마전선이 위치한 가운데 필리핀 남동 저위도 해상을 지배하였던 중위도 날짜 변경선 동쪽 해상에 중심을 둔 북태평양고기압(mT)이 수축하면서 편동풍이 약화되어 필리핀 마닐라 남동해상의 저기압이 5월 31일 06UTC에 제10호 TD로 발달하였고 그 후 24시간 후인 2012년 6월 1일 06UTC에 제3호 태풍 ‘마와르’로 발달하였다.



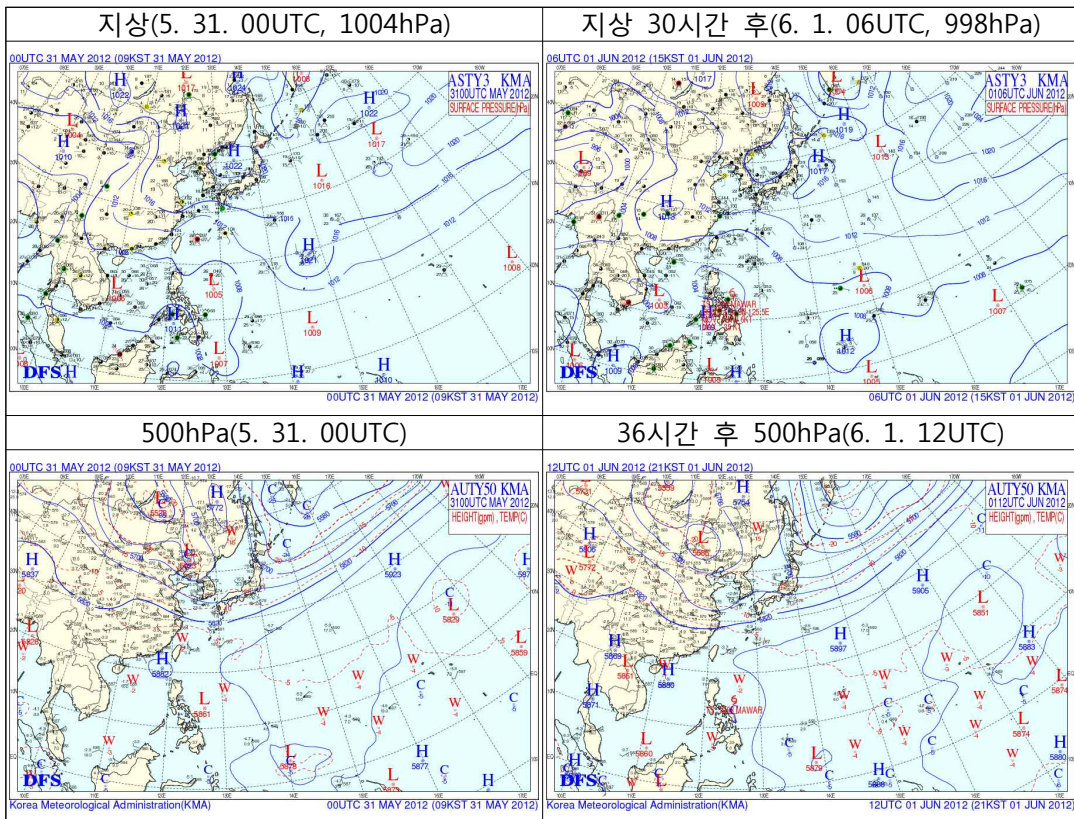
[그림 2.3.1] 제10호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

3.1.2 종관상황

5월 31일 06UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 890km 부근 해상에서 발생한 제10호 TD는 31℃의 높은 해수면온도와 140kJ/cm² 내외의 높은 해양열용량 해역에서

발달하였다.

이 TD는 중위도 날짜 변경선 동쪽 부근 해상에 중심을 둔 mT의 남서쪽인 필리핀 남동해상에서 5월 29일 00UTC에 발생한 중심기압 1008hPa의 저기압이 정체하면서 발달하여 31일 06UTC에 제10호 TD로 발달하였다. 이 TD가 31°C의 높은 해수면온도, 150kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역으로 이동하면서 발달하여, 2012년 6월 1일 06UTC경 필리핀 마닐라 동쪽 약 490km 부근 해상에서 제3호 태풍 '마와르'로 발달하였다.

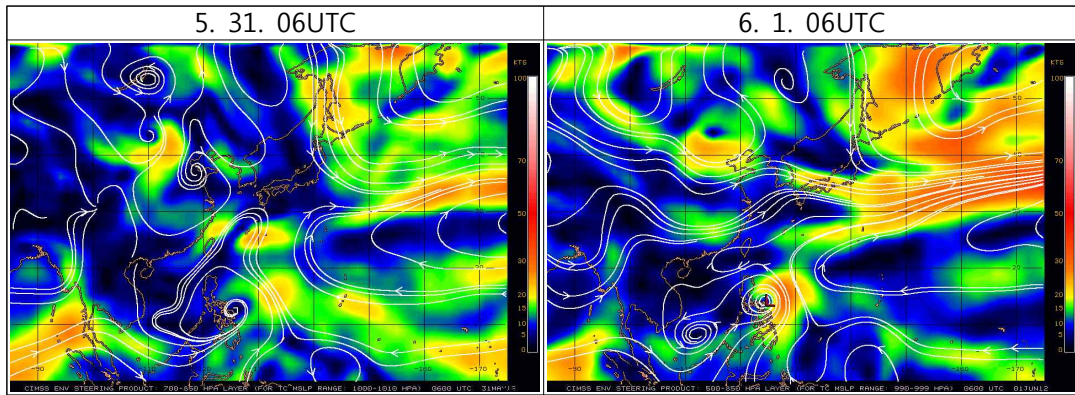


[그림 2.3.2] 제10호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

3.1.3 TD진행과정

3.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

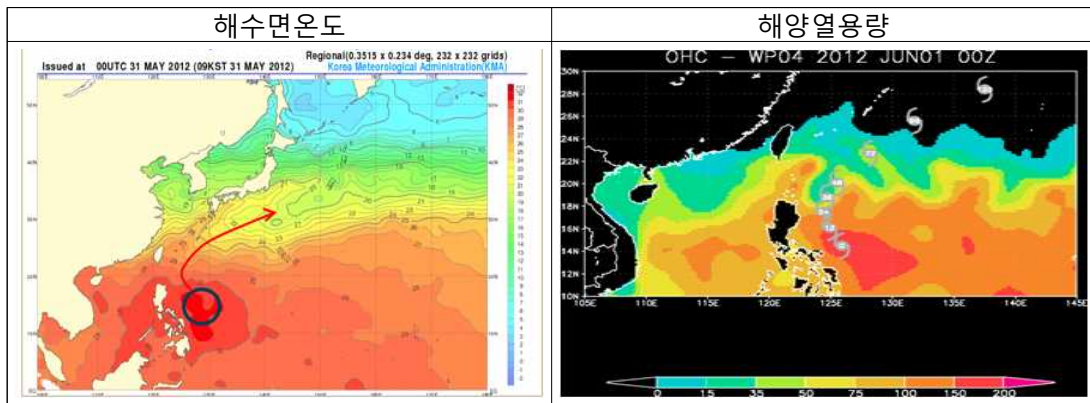
제10호 TD는 mT 남서쪽에서 최대풍역이 TD의 북동쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 북서 지향류를 받아 북서진하며 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.3.3] 제10호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

3.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제10호 TD 발생 초기에 해수면온도는 30℃, 해양열용량도 120~140kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제10호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(140kJ/cm²)와 해수면온도(31℃), 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하는데 다소 유리한 조건이어서 6월 1일 06UTC에 필리핀 동쪽 490km 부근해상에서 제10호 TD가 제3호 태풍 '마와르'로 발달하였다.



[그림 2.3.4] 제10호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

3.2 제3호 태풍 '마와르(MAWAR)'

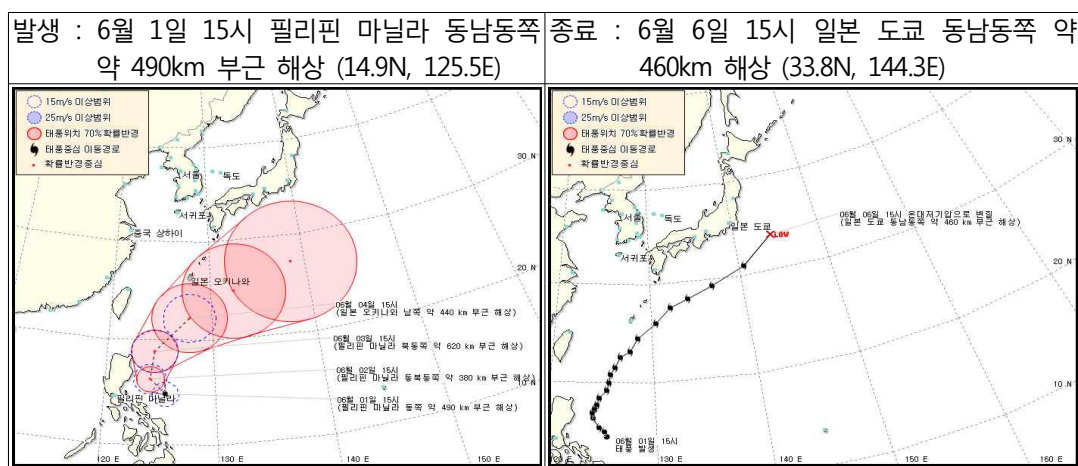
3.2.1 개요

태풍 '마와르'는 6월 1일 06UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 490km 부근 해상의

TD에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 998hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 12km/h 속도로 북북서진하고 있었다.

이 태풍은 5월 31일 06UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 890km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 10km/h의 속도로 서북서진중이며, 중심기압 1004hPa, 최대풍속 15m/s로서 향후 24시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 있는 상태였다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 30~31℃, 해양열용량 150kJ/cm² 내외의 높은 해역에서 북서진하는 지향류를 따라 북서쪽으로 이동하면서 점차 발달하였고 2일 12UTC경 북북동쪽으로 전향점을 찾았으나 완전히 북동쪽으로 전향을 하지 못하였고 4일 00UTC경부터 전향시점에 돌입하면서 중심기압 965hPa, 중심부근 최대풍속 36m/s의 강한 중형 TY로 발달하였고, 6월 4일 00UTC경부터 mT의 북서쪽 강한 지향류 영향으로 18km/h 이상의 빠른 속도로 해수면온도가 26℃ 이하의 지역으로 이동하면서 급격하게 약화되기 시작하여 6월 6일 06UTC경 일본 동남동쪽 약 480km 부근해상(33.8°N, 144.3°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

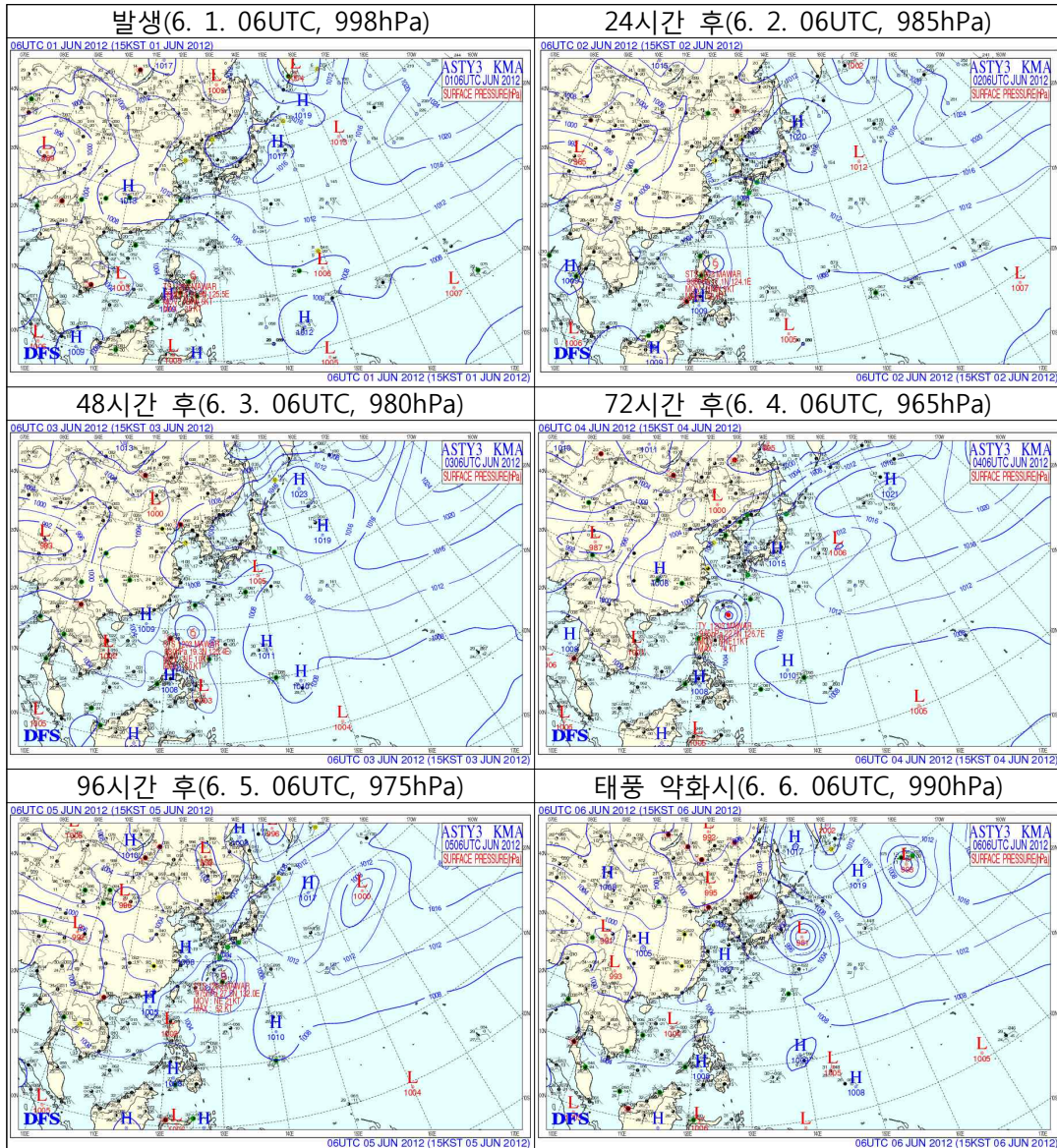


[그림 2.3.5] 제3호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

3.2.2 종관상황

제3호 태풍 '마와르'는 1일 06UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 490km 부근 해상 (14.9°N, 125.5°E)에서 제10호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 mT의 남서쪽에서 S/PF pattern/region에서 북서진 지향류를 타고 북서진하였고, 6월 2일 21시경부터 mT의 서쪽으로 진입하면서 S pattern에서 M pattern으로 전이 중

북진의 지향류 영향으로 북북동진하였다. 4일 15시 경부터 mT의 북서쪽에 위치하면서 M/PF pattern/region으로 전이되어 북동지향류의 영향을 받아 빠르게 북동진하였고 6일 15시경 북서쪽으로 건조역이 침투하고 22°C이하의 낮은 해수면온도를 갖는 해역으로 이동하면서 온대저기압으로 변질되었다.

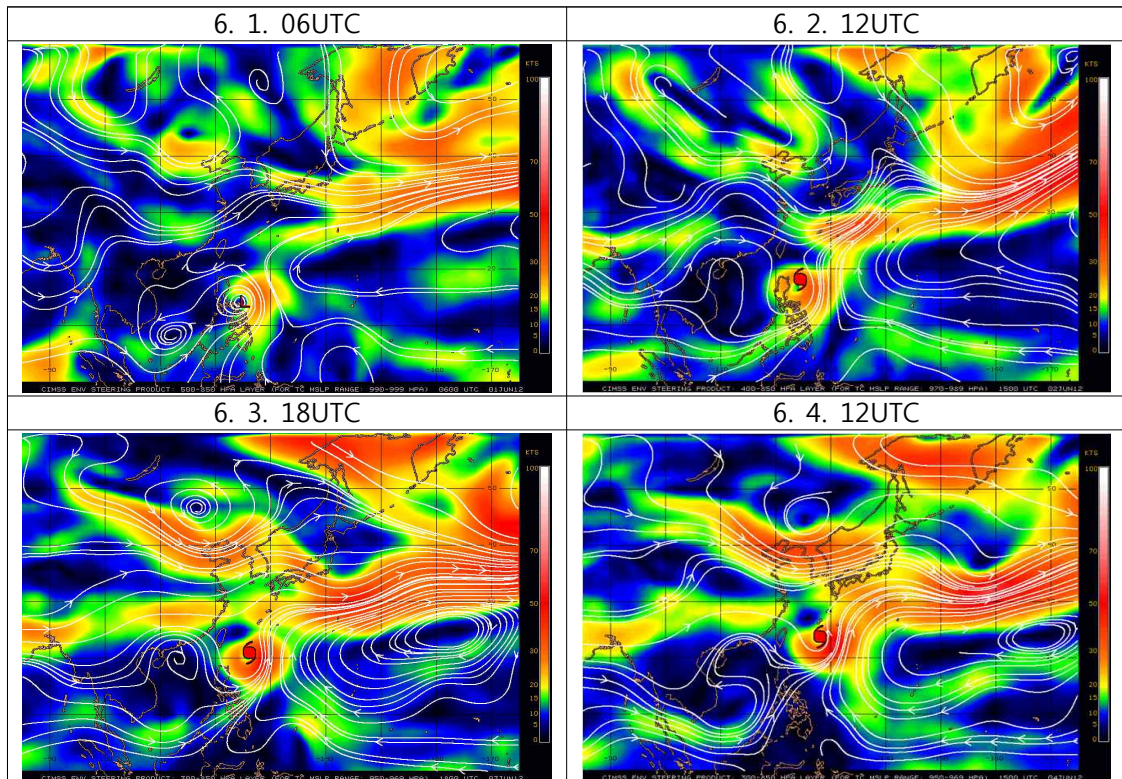


[그림 2.3.6] 제3호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

3.2.3 태풍진행과정

2.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

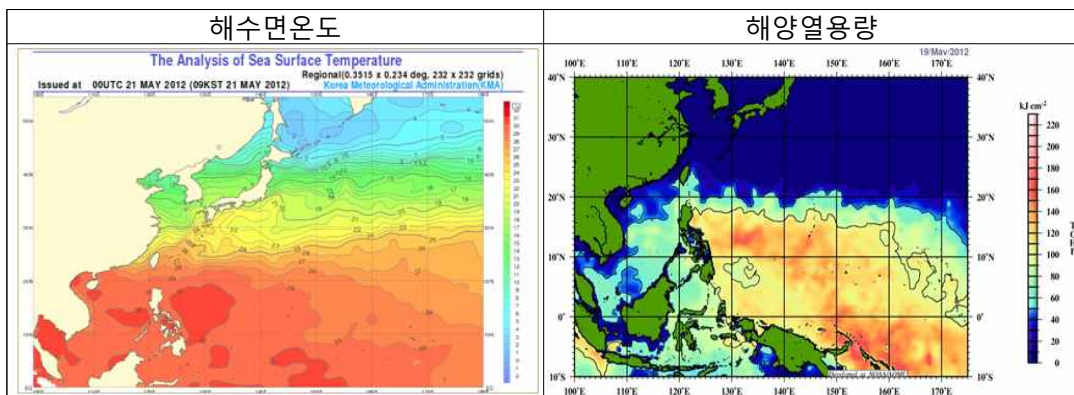
태풍 발생초기에는 태풍의 동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변 고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 서남서쪽 가장자리에서 북북서 지향류의 영향을 받았다. 태풍이 발생하여 24시간 후에는 S pattern에서 M pattern으로 전이과정으로서 태풍의 동쪽에 최대풍역이 존재하고 mT의 서쪽 가장자리에서 북북동 지향류의 영향을 받았으며, 4일 후반부터는 열대해상에서 중위도로 pattern 전이를 완료하고 M pattern의 PF region에서 북동진 지향류의 영향을 받아 빠르게 북동진하며 온대저기압으로 변질하였다. 이 태풍의 지향류를 지배한 주변고기압은 시작부터 종료 까지 mT였으며, pattern 및 region 전이를 통해 태풍이 이동하였으며, 서쪽으로 확장한 mT축 전향시점에서 이동속도가 늦는 모델들의 특성이 나타났다.



[그림 2.3.7] 제3호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

3.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 30~31℃, 해양열용량도 140kJ/cm² 내외로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍이 발생한 다음 6월 3일까지는 태풍 발달에 유리한 조건을 유지하며 북상하여 3일 18UTC에 중심기압 965hPa까지 발달하였고, 이후 해수온도 26℃이하, 해양열용량 30kJ/cm²이하의 해역으로 이동하면서 자체 발달 에너지원이 부족하여 점차 약화되었고, 중위도 골에 의해 고위도(낮은 해수면, 북서쪽 대기 중층 건조역 침투) 지역으로 가속 이동되어 온대저기압으로 변질되었다.

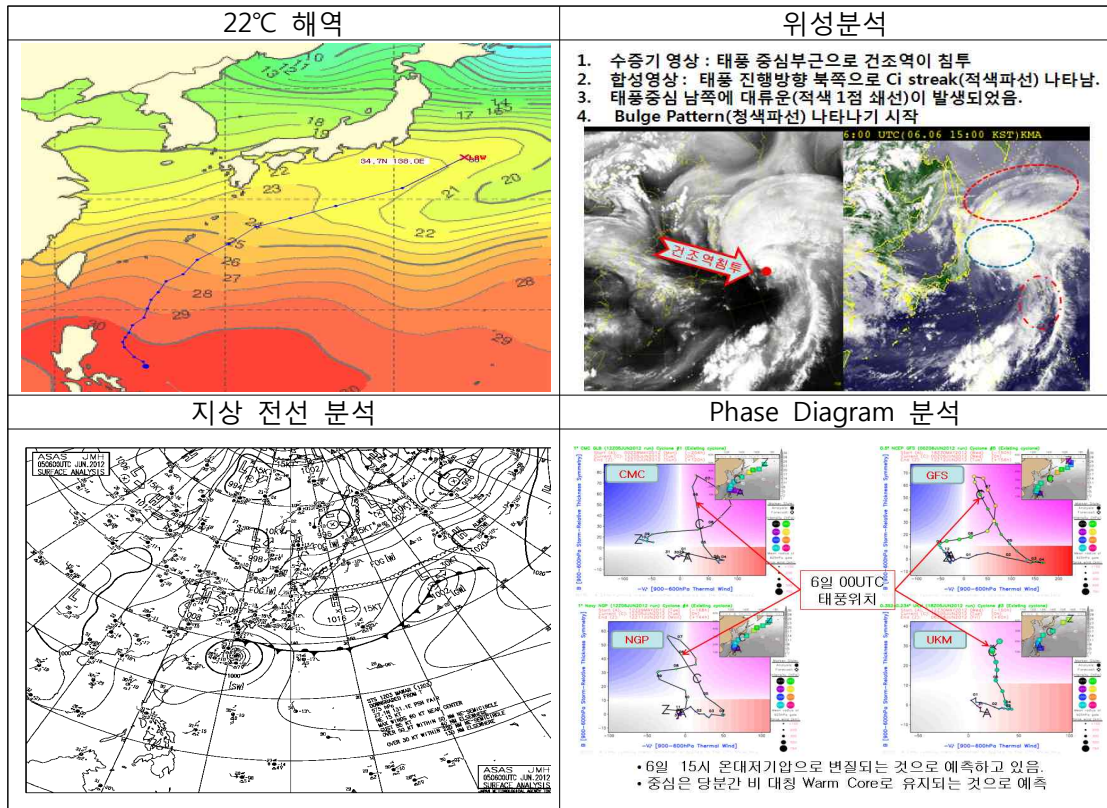


[그림 2.3.8] 제3호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

3.2.3.3 온대저기압으로 변질

제3호 태풍 '마와르'가 6월 6일 06UTC경에 일본 도쿄 동남동쪽 약 460km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질될 당시 태풍은

- 1) 21℃ 부근의 해역에 위치하고 있었고;
- 2) 위성영상분석에서 태풍중심부근으로 건조역이 침투(수증기영상)하였고, 태풍의 진행 방향으로 Ci streak가 나타났으며(합성영상), 태풍 남쪽에 대류운이 분석되었고;
- 3) 지상일기도에서 전선이 분석되었고
- 4) Phase Diagram : 중심은 당분간 비 대칭 Warm core로 유지되는 것으로 분석되지만 6일 15시경 온대저기압으로 변질되는 것으로 예측하였다.



[그림 2.3.9] 제3호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

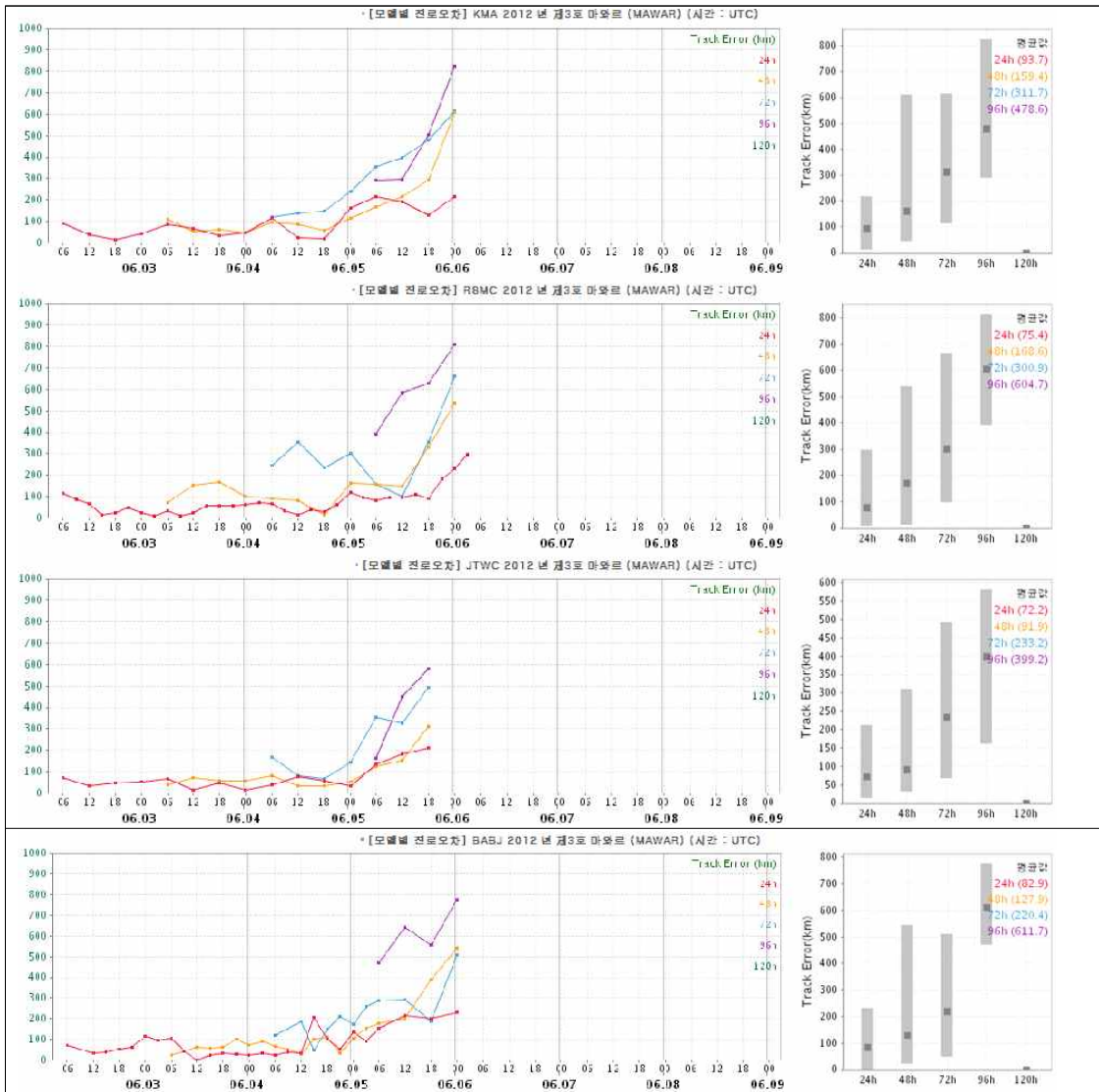
3.3.4 예보정확도

3.3.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 160km 이내의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 중위도로 전향이후 이동속도를 늦게 예보하는 경향이 있었다.

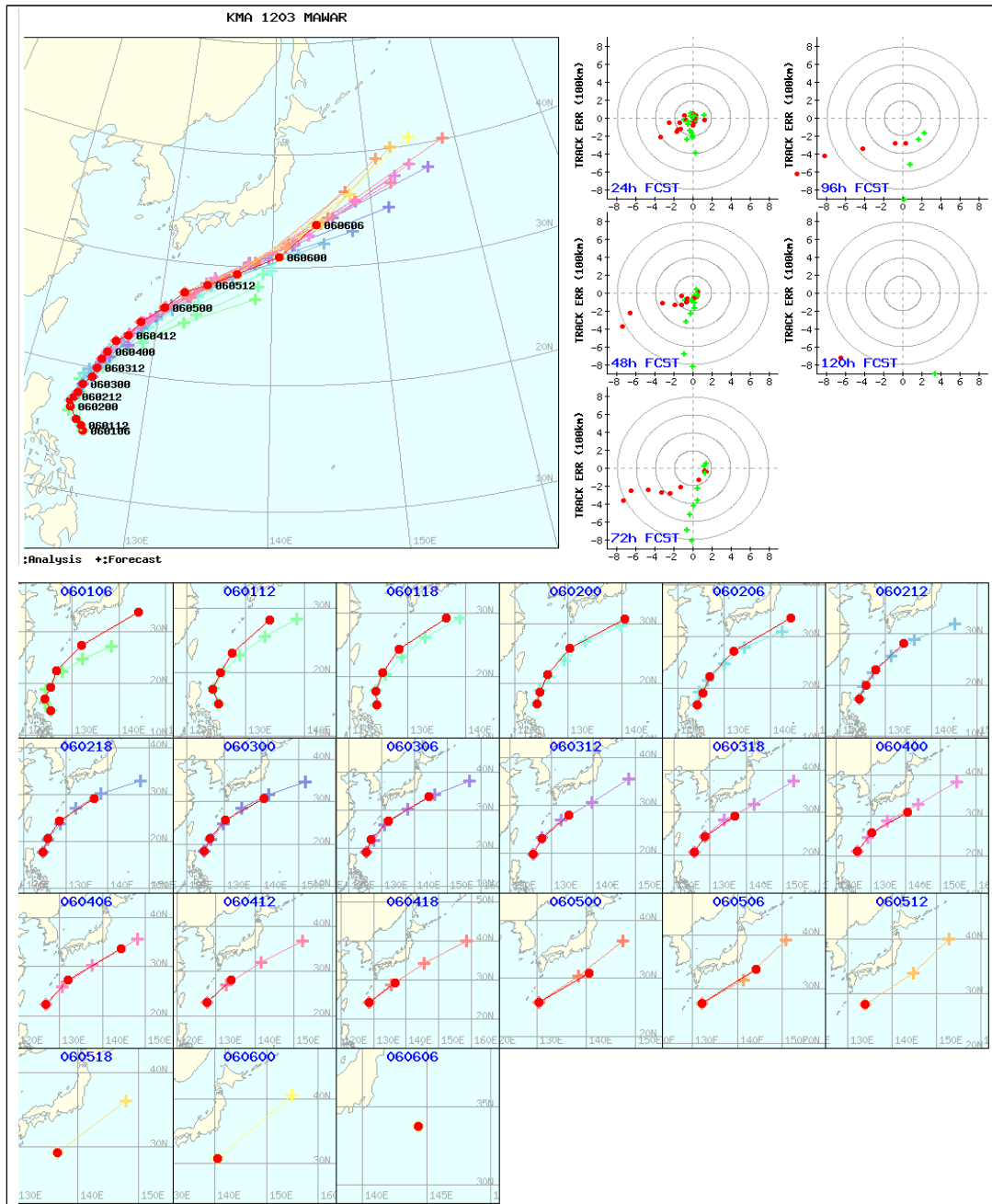
[표 2.3.1] 제3호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	159.4	168.7	91.9	127.9
표본수	12	12	11	19



[그림 2.3.10] 제3호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍 진로예보는 발생초기에는 실제 이동방향보다 왼쪽으로 편향되었으나 점차 이동방향과 상당히 일치하는 경향을 보였고, 이동속도는 +48h 예보인 경우 중반까지 실제 이동속도와 비슷한 예보를 하였으나 후반인 중위도에서는 느린 경향의 예보를 하였고 +72h 이후의 예보는 대체로 느린 경향의 예보를 하였다.



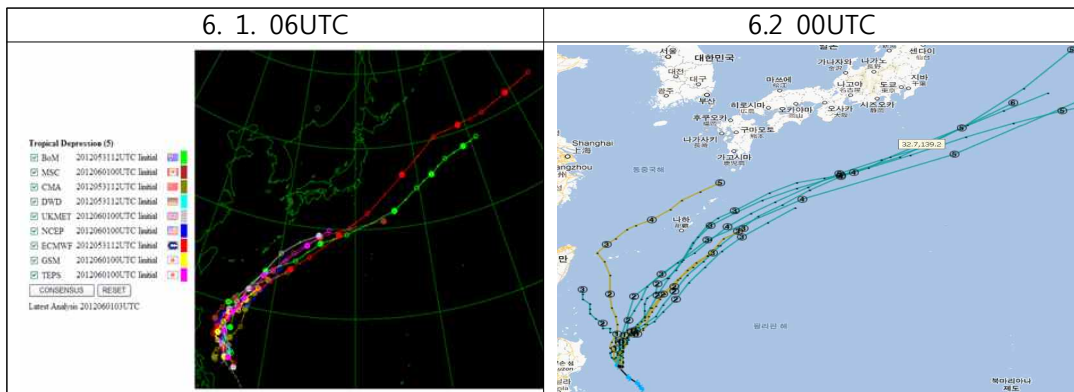
[그림 2.3.11] 제3호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

3.3.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.3.2] 제3호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	134.4	100.7	178.0	130.7	386.8
표본수	12	3	12	12	5

태풍 발생 초기 모델자료의 부족으로 컨센서스를 수행할 수 없어서 예보생산에 ECMWF와 TEPS, 그리고 BoM에서 예측한 진로를 참고하여 예보를 생산하였다. 이후 모델들의 진로 예측 경향은 비슷하여 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었으나, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하였고 실제 진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 봤을 때 컨센서스 대비 2개 모델(UMS, TEPS)은 전반에 다소 빠르게 모의하였고 후반에는 다소 느리게 모의, JGSM은 초반에 비슷하게 예측하다 후반에 다소 느리게 모의, TWRF는 다른 모델과 달리 이동경로 편차가 왼쪽으로 크게 예측하는 경향을 보였고 대체적으로 다소 느리게 모의하는 경향을 보였다. 기관별 예측경향으로는 KMA는 +48h 예보에서는 전반에 비슷하게 모의하였으나 중반부터는 느리게 모의하였다. 태풍 발생 초반에 +48h 이후 예측경향은 태풍경보보다 왼쪽으로 편차가 나타나게 모의하였고, JTWC가 48h 예보가 진로오차 및 이동속도 편차가 적었고 +72h 이후부터는 다소 빠른 예보 경향을 보였고, RSMC는 발생초기에는 태풍 트랙보다 빠른 예보를 하였으나 점차 비슷한 경향의 예보를 하였으며 중반 이후부터는 다소 느린 경향의 예보를 하였다. 태풍이 북동쪽으로 전향하기 전까지 모델들이나 각 기관에서 비슷한 예측 경향을 보였으나 mT의 북서쪽에 형성된 기압골과 강한 지향류 영향에 의한 이동속도를 충분히 감안하지 못한 것으로 분석된다.



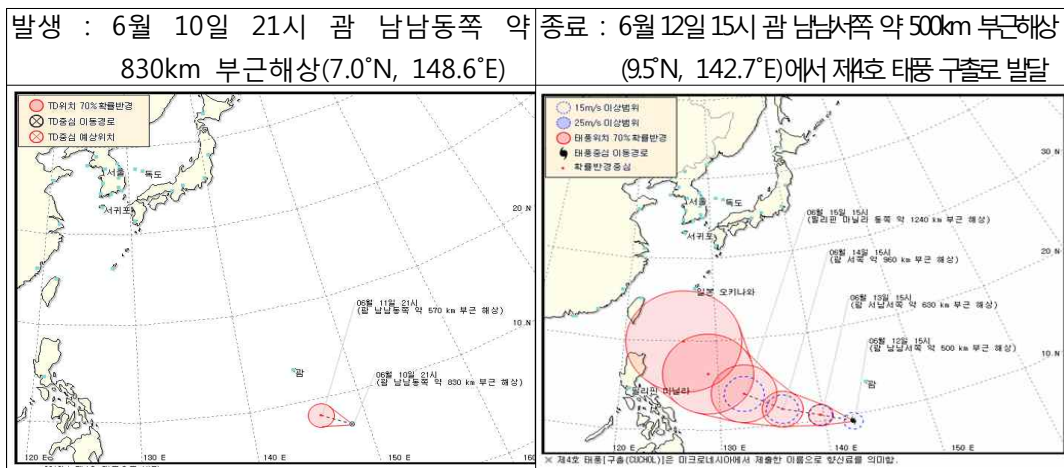
[그림 2.3.12] 제3호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

4. 제4호 태풍 ‘구출(GUCHOL)’

4.1 제11호 TD

4.1.1 개요

제11호 TD는 6월 10일 12UTC에 미국 괌 남남동쪽 약 830km 부근해상(7.0°N, 148.6°E)에서 발생하였다. 이때 중심기압은 1008hPa, 최대풍속 15m/s로 Ci 지수 0.5, 연직시어 값이 5~10kt, 해수면온도는 30°C, 해양열용량도 140kJ/cm² 내외로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있었다. 북태평양고기압의 가장자리에는 많은 대류셀들이 발달하고 있었으며 괌 남남동쪽 부근해상에서 파동이 생기고 저기압성 순환장이 발달하면서 대류셀들이 조직화되어 제11호 TD로 발달하였고 42시간 후인 2012년 6월 12일 06UTC에 제4호 태풍 ‘구출’로 발달하였다.



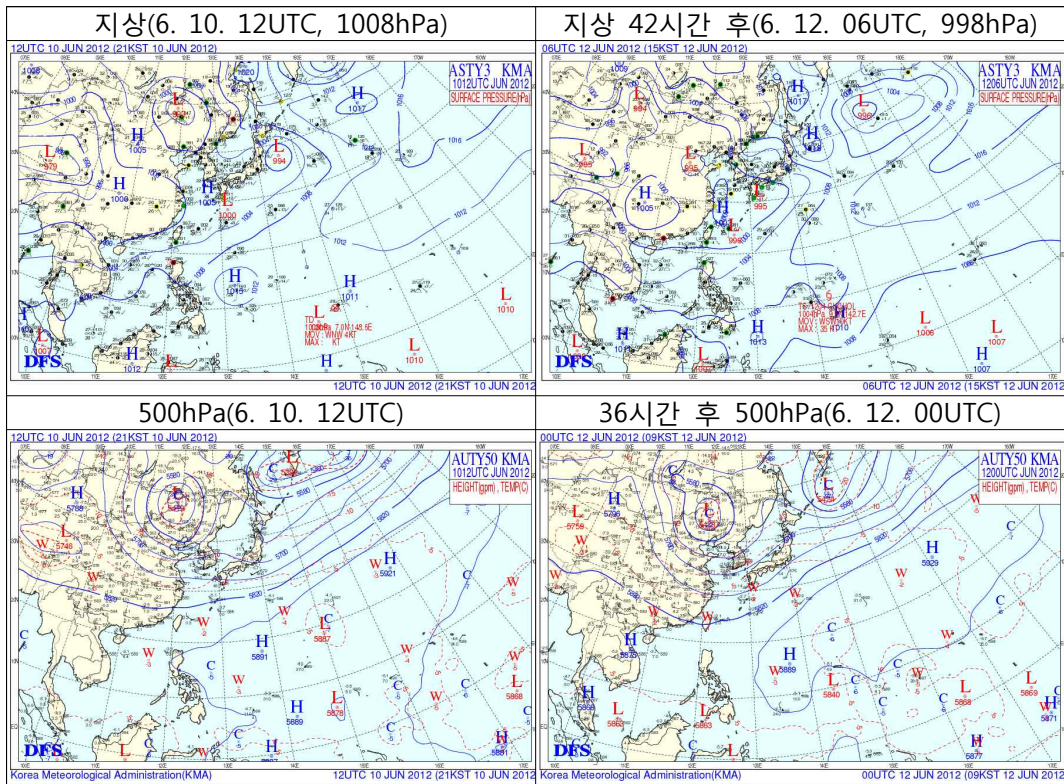
[그림 2.4.1] 제11호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

4.1.2 종관상황

날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양고기압은 한 축을 필리핀 부근으로 형성하고 7°N 부근까지 광범위하게 영향을 미치고 있었으며 남쪽 가장자리에는 많은 대류셀들이 발달하고 있었다.

6월 12일 경 괌 남남동쪽 부근해상에서 파동이 생기고 저기압성 순환장이 발달하면서 대류셀들이 조직화되어 6월 12일 12UTC 제11호 TD가 발생하였다.

이 TD의 진행방향으로 30°C의 높은 고수온과 140kJ/cm²의 높은 해양열용량이 형성되어 있었고 연직시어도 낮아 2012년 6월 12일 06UTC에 제4호 태풍 '구솔'로 발달하였다.

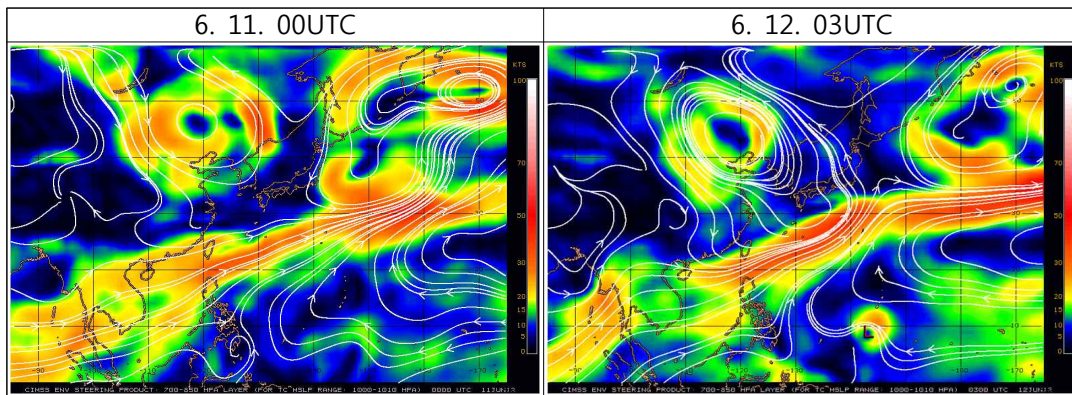


[그림 2.4.2] 제11호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

4.1.3 TD진행과정

4.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

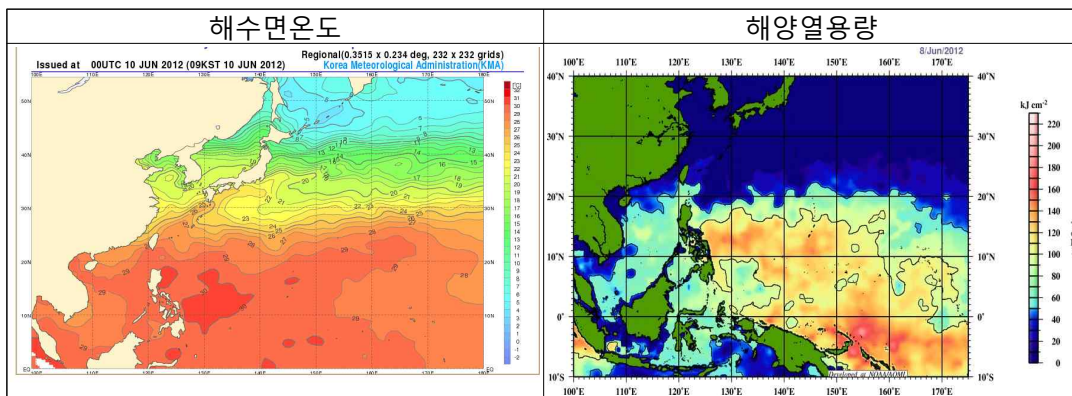
제11호 TD는 북태평양고기압 남서쪽에서 최대풍역이 TD의 북북동쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서 지향류를 받아 북서진하며 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.4.3] 제11호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

4.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제11호 TD 발생 초기 및 진행방향으로 해수면온도는 30℃, 해양열용량도 140kJ/cm² (해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 으로 수증기 공급이 원활한 상태였고 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하기에 좋은 조건이었으며 6월 12일 06UTC에 필리핀 동쪽 490km 부근해상에서 제4호 태풍 '구출'로 발달하였다.



[그림 2.4.4] 제11호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

4.2 제4호 태풍 '구출(GUCHOL)'

4.2.1 개요

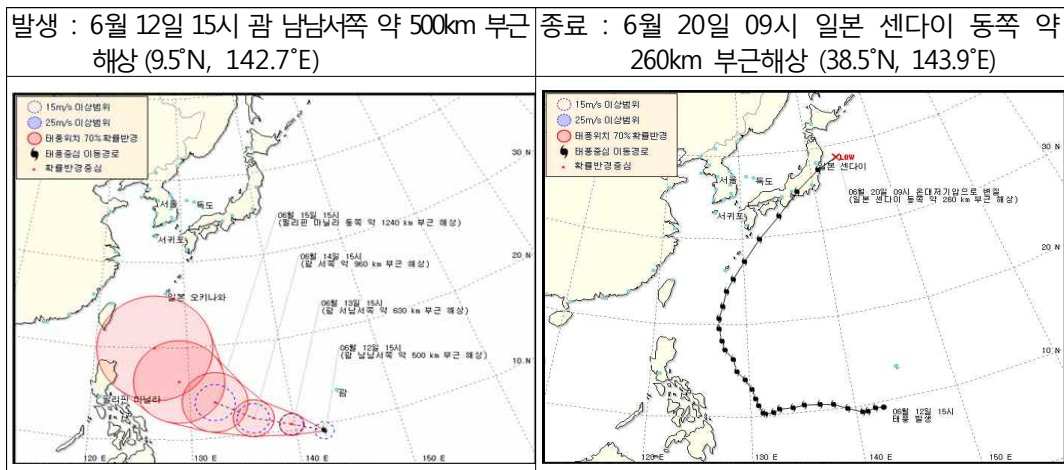
태풍 '구출'은 6월 12일 06UTC 괌 남남서쪽 약 500km 부근 해상에서 제11호 TD가 발달함으로서 발생하였다. 발생 당시 중심 최저기압 1004hPa의 약한

소형태풍으로 중심부근 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 19km/h의 속도로 서남서진하고 있었다.

이 태풍은 14일 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1230km 부근해역에 이르기 까지 거의 서진하여 해수면온도 30℃, 해양열용량 140kJ/cm² 내외의 고수온역을 지나면서 많은 수증기를 흡수함으로서 중심기압 975hPa, 중심부근최대풍속 34m/s, 15m/s 이상 강풍반경 200km의 강한 소형 태풍으로 발달하였다.

이후 남서 지향류를 따라 고수온역을 이동하면서 계속 발달하여 6월 17일 전향시점에는 중심기압 940hPa, 중심부근최대풍속 47m/s, 15m/s 이상 강풍반경 380km의 매우 강한 중형 태풍으로 발달하였으며 6월 18일 전향 후 에는 북동지향류를 따라 빠르게 이동하여 해수면온도가 26℃ 이하, 해양열용량 40kJ/cm² 이하의 해역으로 이동하면서 급격하게 약화되기 시작하였다.

6월 19일 00UTC 중심기압 970hPa, 중심부근최대풍속 36m/s, 15m/s 이상 강풍반경 280km의 강한 소형 태풍을 유지하던 이 태풍은 6월 19일 17시 30분경 일본 오사카 남쪽 약 123km 부근해안으로 상륙하여 더 이상 수증기 공급이 없는 상태에서 지면과의 마찰로 에너지를 급격히 상실하였으며 6월 20일 00UTC에는 중심기압 996hPa로 약화된 채 일본 센다이 동쪽 약 260km 부근 해안으로 진출하면서 온대저기압으로 변질되었다.

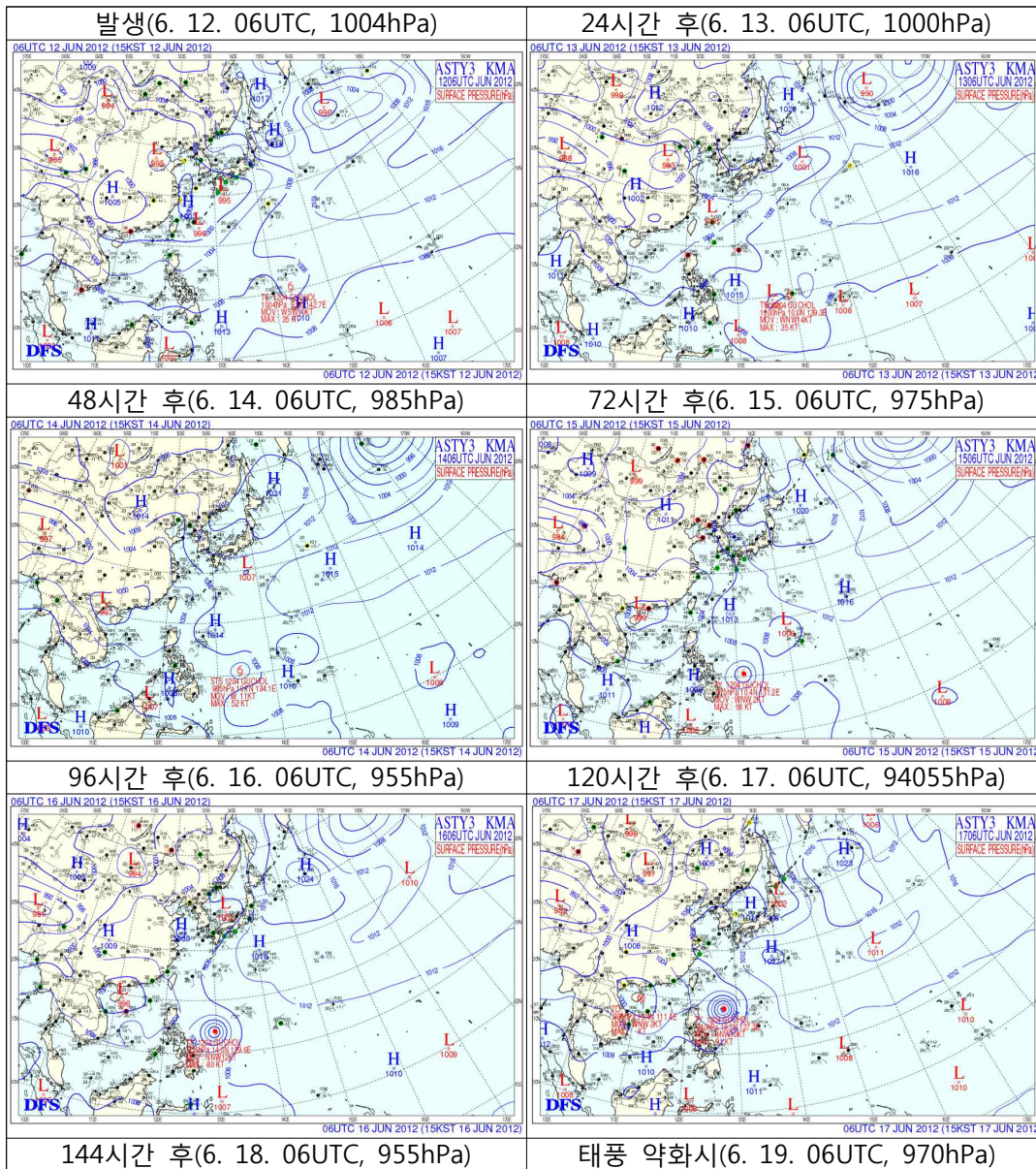


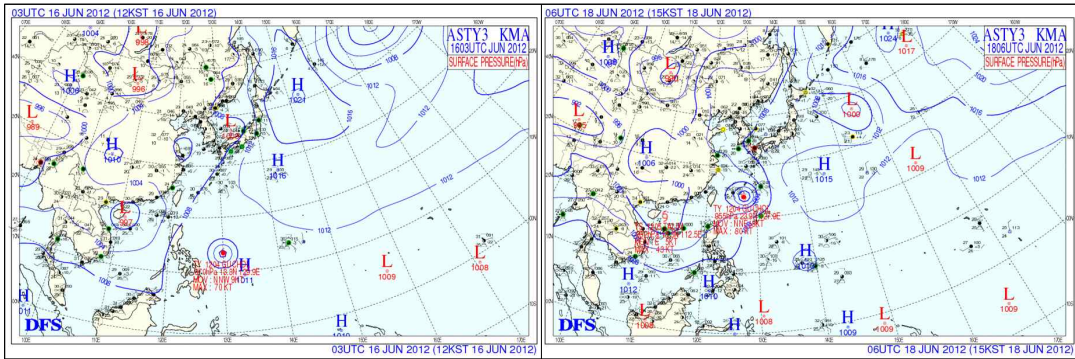
[그림 2.4.5] 제4호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

4.2.2 종관상황

제4호 태풍 ‘구출’ 발생 초기에는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하면서, S/PF pattern/region에서 북태평양고기압의 남쪽 가장자리의 지향류를 따라 6월 14일 까지 거의 서진하였고 이후 남서 지향류를 따라 이동하다 6월 18일 전향 후

M/PF pattern/region으로 전이가 됨에 따라 북동 지향류를 따라 빠르게 이동하여 해수면온도가 26°C 이하, 해양열용량 $40\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하의 해역으로 이동하면서 급격하게 약화되었다. 6월 19일 17시 30분경 일본 오사카 남쪽 약 123km 부근해안으로 상륙하여 약화된 채 일본 센다이 동쪽 약 260km 부근해안으로 진출하면서 온대저기압으로 변질되었다.



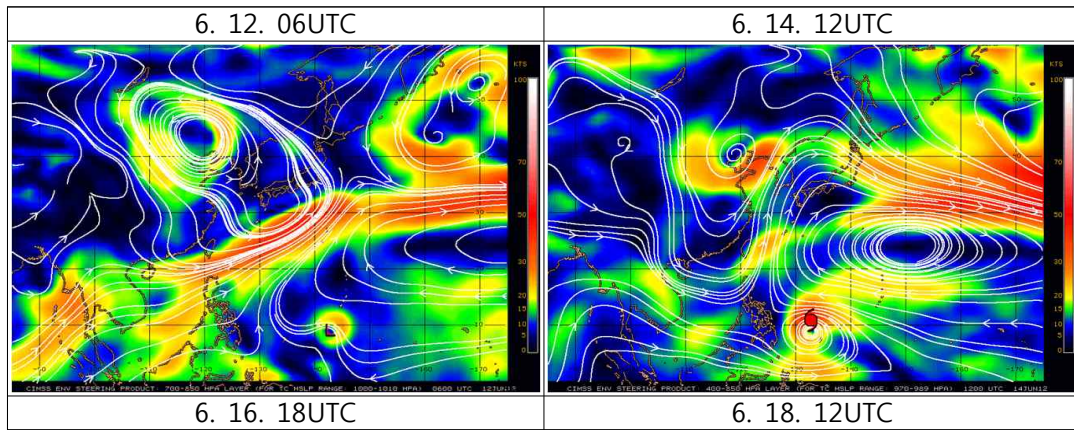


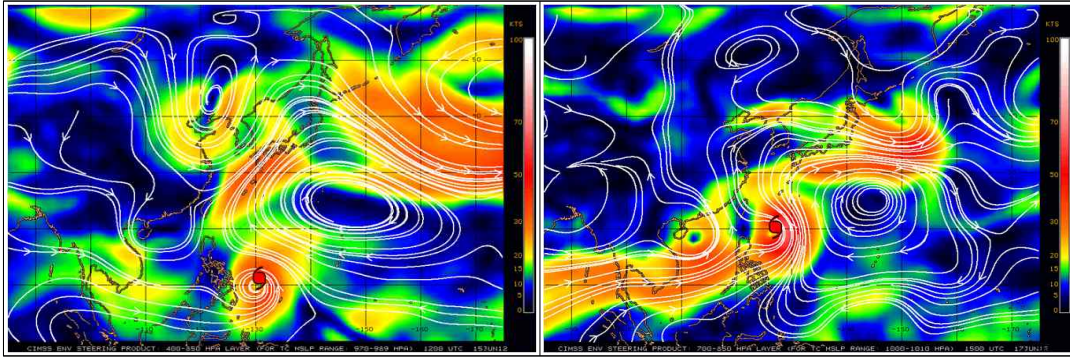
[그림 2.4.6] 제4호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

4.2.3 태풍진행과정

4.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에는 태풍의 동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변 고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 남서쪽 가장자리에서 지향류의 영향을 받았다. 6월 18일에는 S pattern에서 M pattern으로 전이가 일어났으며 이후 북동 지향류의 영향을 받아 빠르게 북동진하며 온대저기압으로 변질되었다.



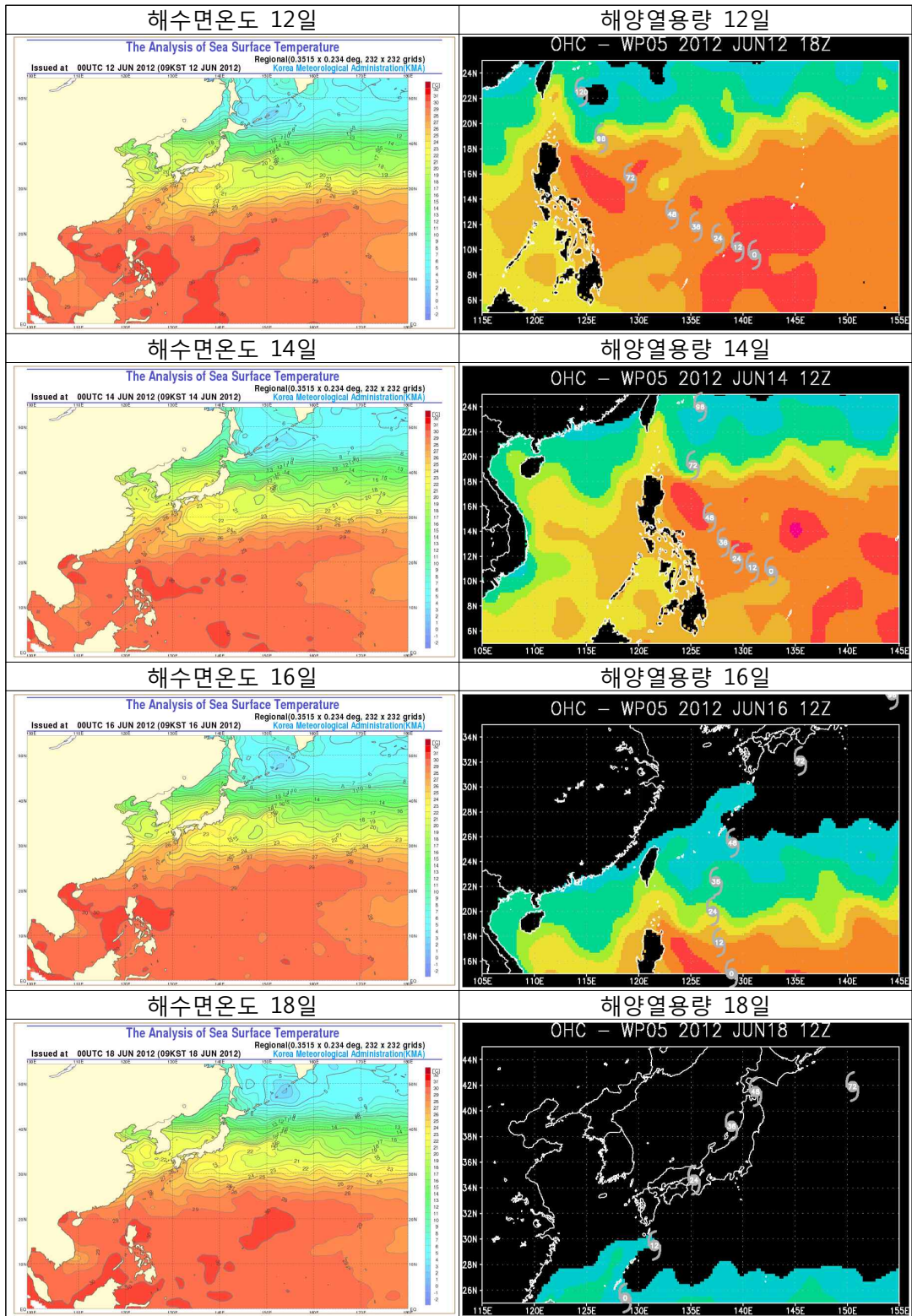


[그림 2.4.7] 제4호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

4.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 30°C , 해양열용량도 $140\text{kJ}/\text{cm}^2$ 내외로 태풍강도 강화에(해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 이 태풍은 14일 까지 거의 서진하여 해수면온도 30°C 이상, 해양열용량 $140\text{kJ}/\text{cm}^2$ 내외의 높은 해역을 지나면서 많은 에너지를 흡수하여 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1230km 부근해역에서 중심기압 975hPa, 중심부근최대풍속 34m/s, 15m/s 이상 강풍반경 200km의 강한 소형 태풍으로 발달하였다.

6월 17일 전향시점에는 중심기압 940hPa, 중심부근최대풍속 47m/s, 15m/s 이상 강풍반경 380km의 매우강한 중형 태풍으로 발달하였으며 6월 18일 전향 후에는 북동지향류를 따라 빠르게 이동하여 해수면온도가 26°C 이하, 해양열용량 $40\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하의 해역으로 이동하면서 급격하게 약화되어 6월 19일 00UTC에는 중심기압 970hPa, 중심부근최대풍속 36m/s, 15m/s 이상 강풍반경 280km의 강한 소형 태풍으로 약화되었다. 6월 19일 17시 30분경 일본 오사카 남쪽 약 123km 부근해안으로 상륙하여 지면과의 마찰로 에너지를 급격히 상실하고 6월 20일 00UTC 중심기압 996hPa로 약화된 채 일본 센다이 동쪽 약 260km 부근해안으로 진출하면서 온대저기압으로 변질되었다.

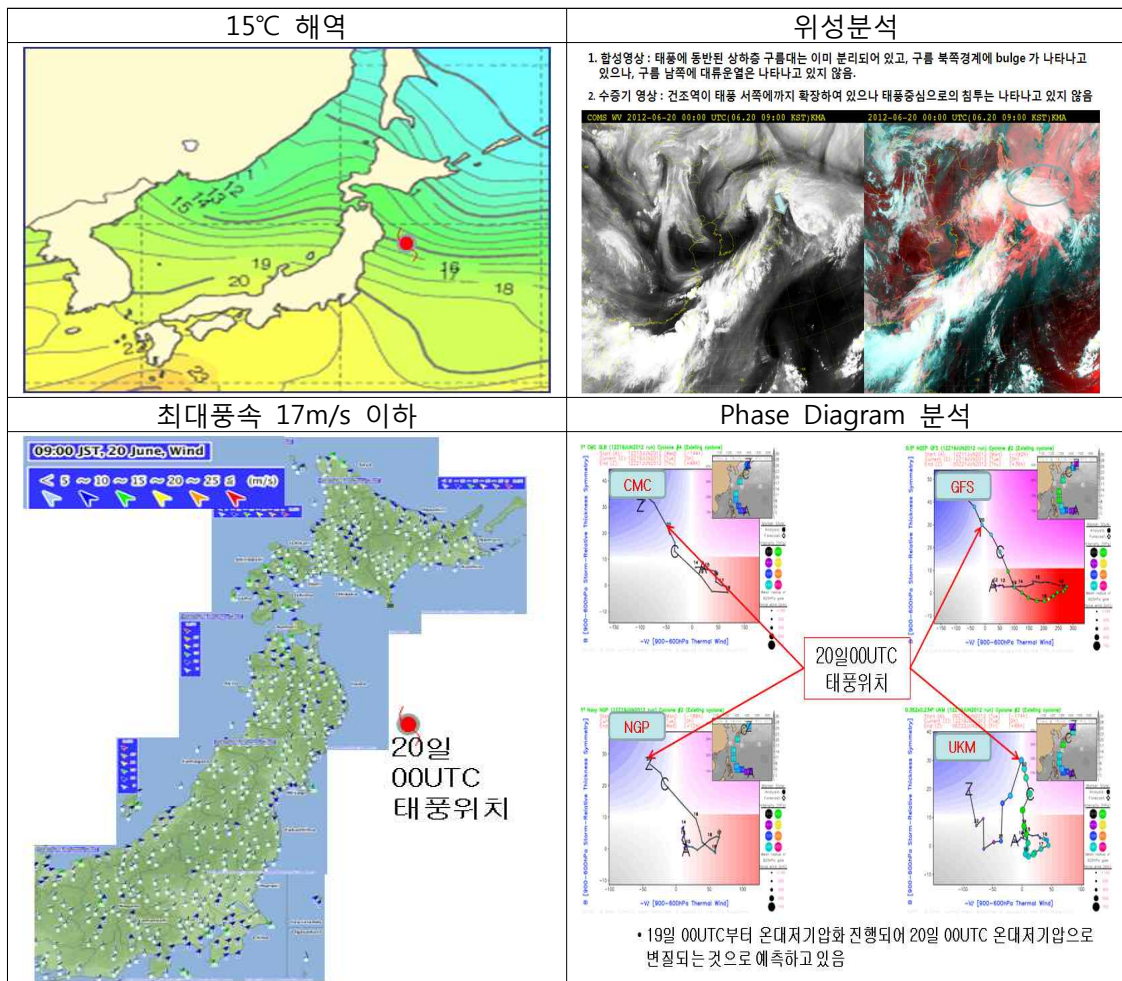


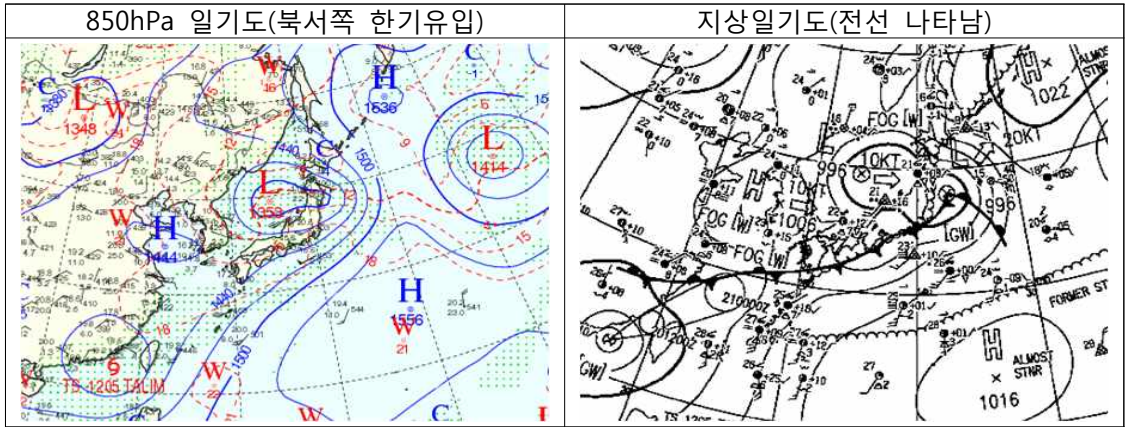
[그림 2.4.8] 제4호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

4.2.3.3 온대저기압부의 변질

제4호 태풍 '구출'은 6월 20일 00UTC경에 일본 도쿄 동남동쪽 약 460km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다. 당시 태풍은

- 1) 15°C 부근의 해역에 위치
- 2) 일본에서 관측된 태풍 중심부근 최대풍속 17m/s 이하
- 3) 합성영상 분석에서 태풍에 동반된 상하층 구름대는 이미 분리되었고 구름 남쪽에 대류운열은 나타나고 있지 않았으나 구름 북쪽 경계에 Bulge가 나타나고 있으며, 수증기 영상에서 건조역이 태풍 중심부근까지 침투하지는 못하였으나 태풍 서쪽까지 확장
- 4) 지상일기도에서 전선이 나타나고 850hPa 일기도에서 북서쪽에 한기가 유입
- 5) Phase Diagram(CMC, GFS, NGP, UKM)에서 19일 00UTC부터 온대저기압화가 진행되어 20일 00UTC에는 온대저기압으로 변질되는 것으로 예측하였다.





[그림 2.4.9] 제4호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

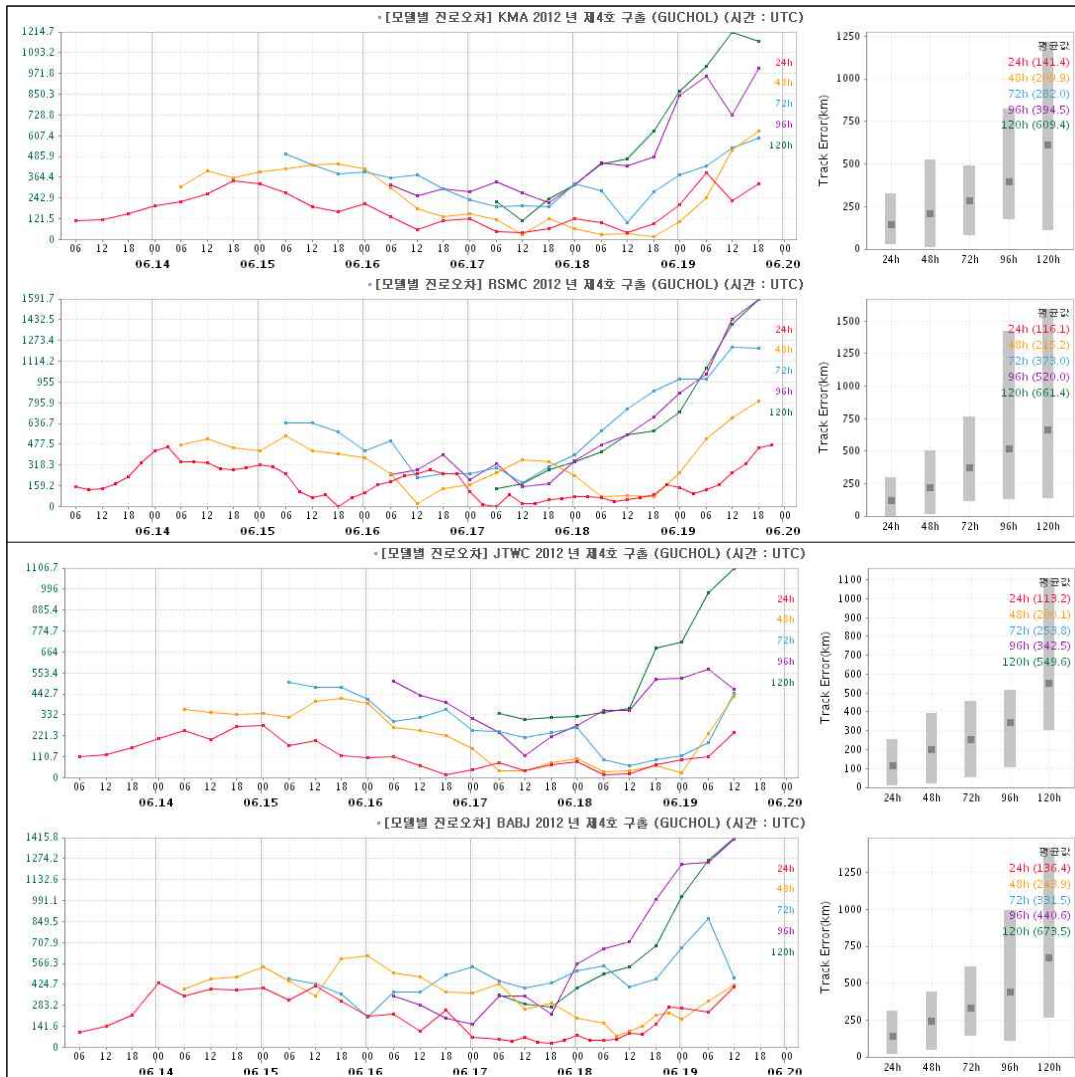
4.3.4 예보정확도

4.3.4.1 국가별 태풍예보 정확도

48시간 예보의 경우 대부분의 기관에서 200~250km 이내의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 중위도로 전향 이후 이동속도를 늦게 예보하는 경향이 있었다.

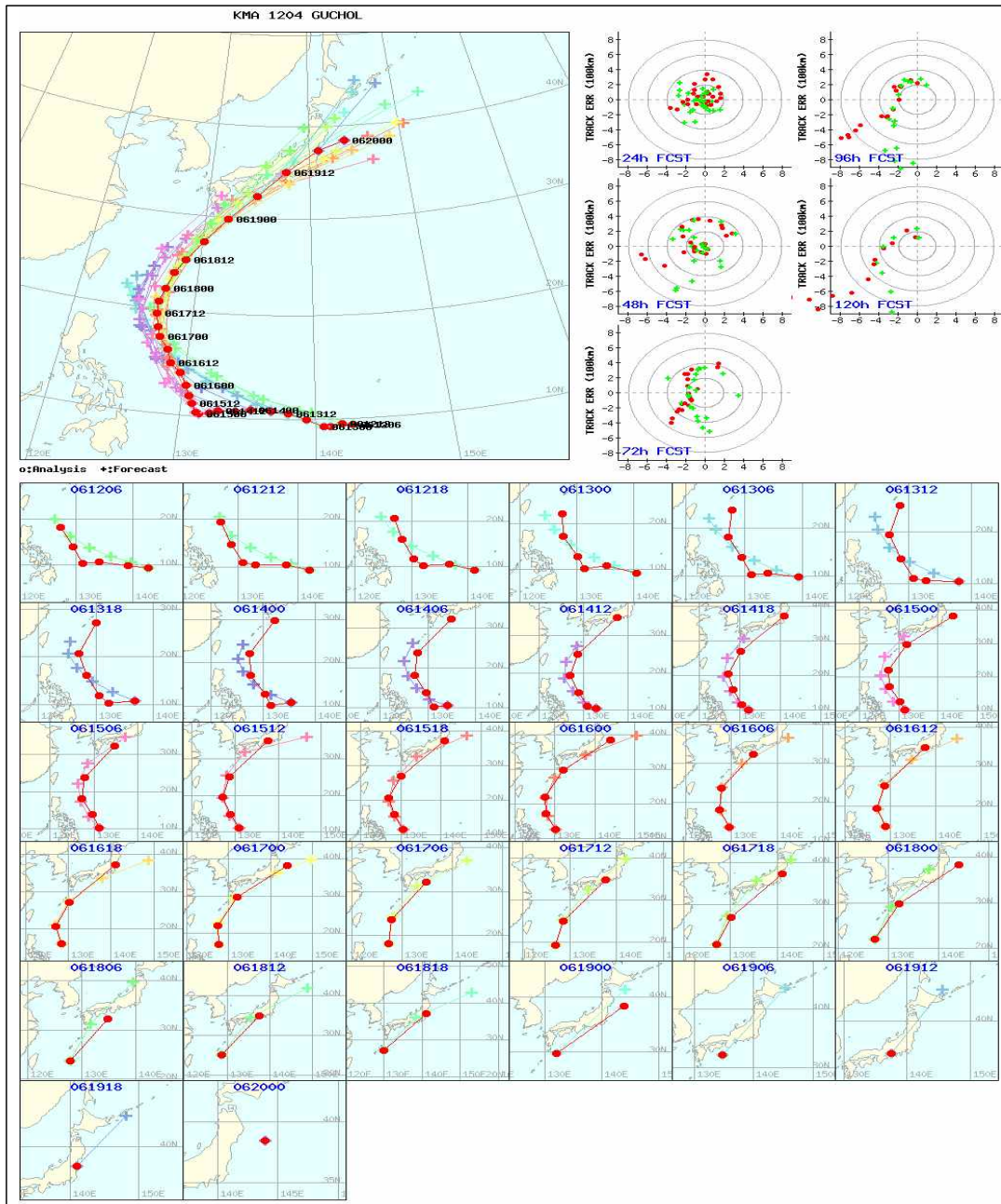
[표 2.4.1] 제4호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	209.9	215.2	200.1	243.9
표본수	23	23	22	25



[그림 2.4.10] 제4호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍 진로예보는 실제 이동방향과 상당부분 일치하고 있으나, 이동속도는 실제보다 느리게 예보하는 경향을 보였으며, 특히, 전향 이후 중위도에서 기압골을 타고 태풍의 진행이 빨라지거나 온대저기압화되는 과정에서 그러한 특성이 더욱 크게 나타났다.



[그림 2.4.11] 제4호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

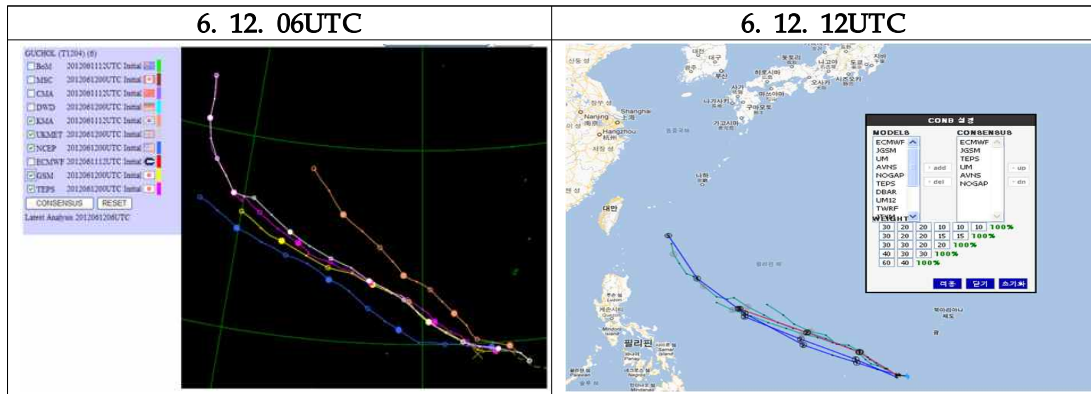
4.3.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.4.2] 제4호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	190.2	128.2	247.9	219.0	272.9
표본수	23	5	19	23	11

태풍 발생 초기의 모델자료가 부재하여 기관(JMA, JTWC)과 JMA NTP 컨센서스

결과를 참조하여 예보를 생산하였고, 이후 모델들의 진로 예측 경향은 비슷하여 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었으나, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하여 실제 진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 태풍이 북동쪽으로 전향하기 전까지 모델들이나 각 기관에서 비슷한 예측 경향을 보였으나 mT의 북서쪽에 형성된 기압골과 강한 지향류 영향에 의한 이동속도를 충분히 감안하지 못한 것으로 분석된다.



[그림 2.4.12] 제4호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

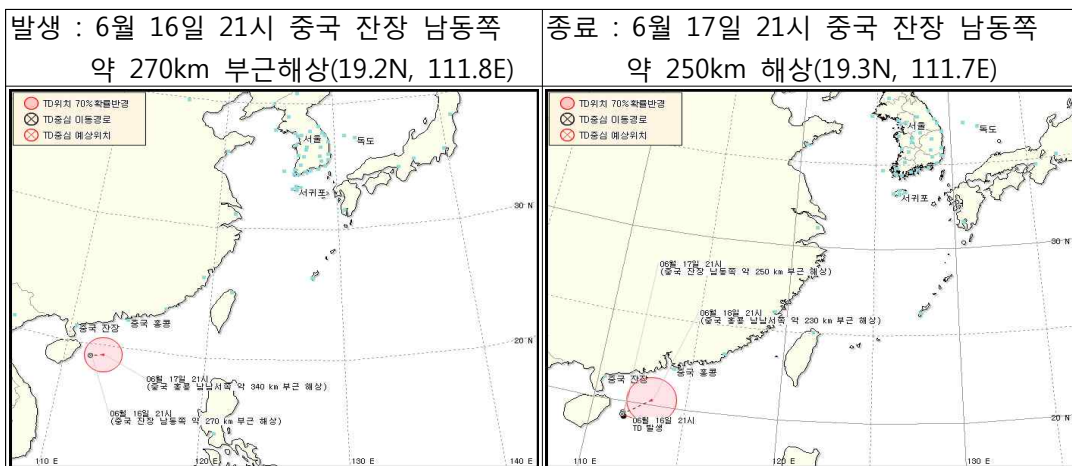
5. 제5호 태풍 ‘탈림(TALIM)’

5.1. 제12호 TD

5.1.1 개요

제12호 TD는 6월 16일 12UTC에 중국 잔장 남동쪽 약 270km 부근 해상(19.2°N, 111.8°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하였으나 해수면온도가 29°C , 연직시어 값도 10kt 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 12호 TD는 중심기압 998hPa, 최대풍속 15m/s로 이 TD의 진로를 지배하는 지향류가 뚜렷하게 형성되지 않아 정체하였으나, 동중국해상에서 29°C 이상의 고수온과 대기하층 수렴활동으로 인해 충분한 열과 수증기를 공급 받아 6월 17일 18UTC에 제5호 태풍 ‘탈림’으로 발달하였다.

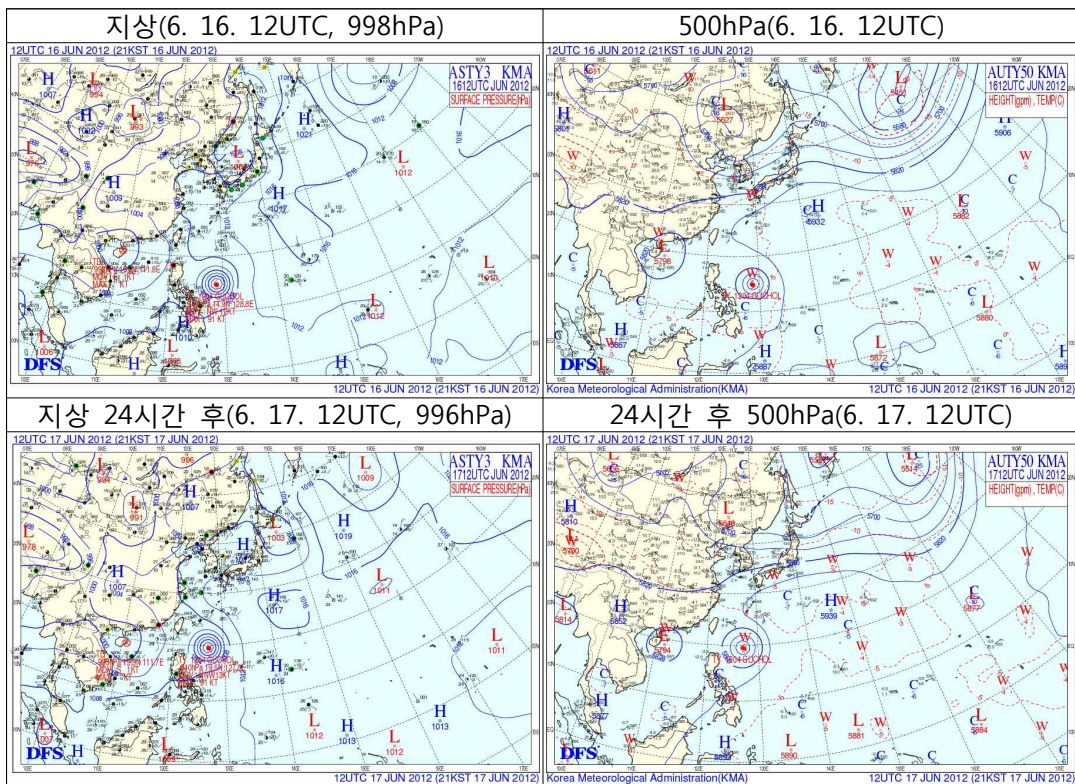


[그림 2.5.1] 제12호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

5.1.2 종관상황

제12호 TD는 6월 16일 12UTC에 중국 잔장 남동쪽 약 270km 부근 해상(19.2°N, 111.8°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하였으나 해수면온도가 29°C , 연직시어 값도 10kt 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 12호 TD는 중심기압 998hPa, 최대풍속 15m/s로 이 TD의 남쪽에 Tropical Buffer Cell이 존재하여 S/EW pattern/region으로 분류할 수 있으나, 진로를 지배하는 지향류가 뚜렷하게 형성되지 않아 정체하였으나, 동중국해상에서 29°C이상의 고수온과 대기하층 수렴활동으로 인해 충분한 열과 수증기를 공급받아 6월 17일 18UTC에 제5호 태풍 '탈림'으로 발달하였다.

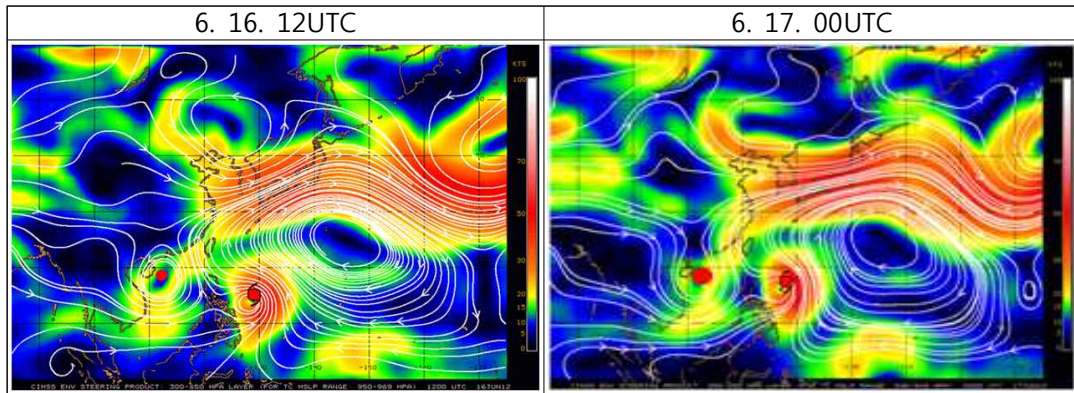


[그림 2.5.2] 제12호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

5.1.3 TD진행과정

5.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

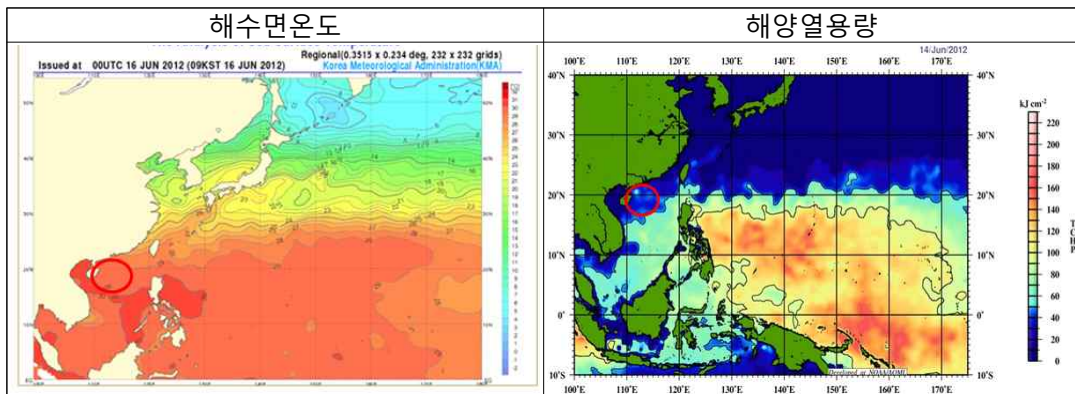
제12호 TD는 남쪽에 Tropical Buffer Cell이 존재하여 S/EW pattern/region으로 분류할 수 있으나, 진로를 지배하는 지향류가 뚜렷하게 형성되지 않아 거의 정체하여 발달하였다.



[그림 2.5.3] 제12호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

5.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제12호 TD의 해수면온도는 29°C, 연직시어 값이 10kt 이하로서 발달할 가능성이 높지만, 열용량지수가 50kJ/cm² 이하(해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)로서 급격하게 발달하지는 못할 것으로 예상되었으며, 17일 18UTC에 중국 홍콩 남쪽 약 180km 부근 해상에서 TD에서 제5호 태풍 '탈림'으로 발달하였다.



[그림 2.5.4] 제12호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

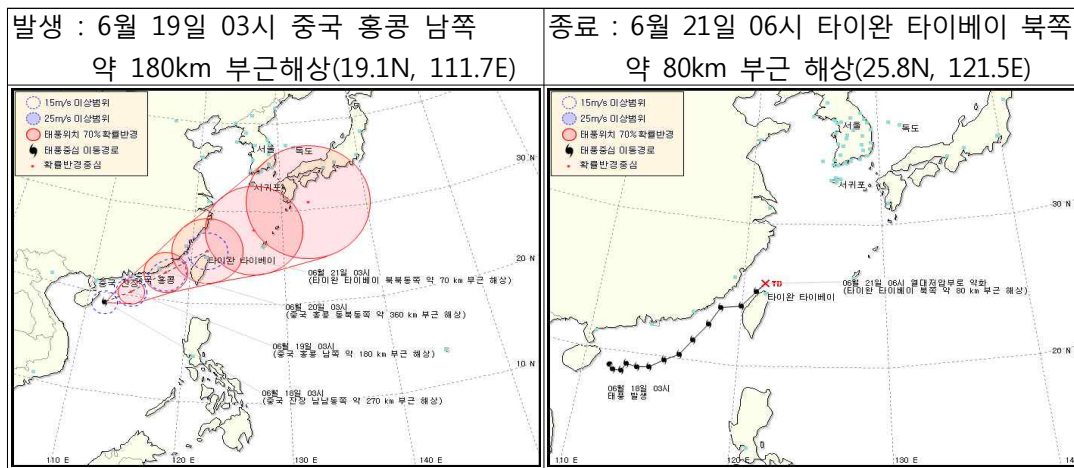
5.2. 제5호 태풍 '탈림(TALIM)'

5.2.1 개요

6월 17일 18UTC에 중국 잔장 남남동쪽 약 270km 부근 해상(19.1°N, 111.7°E)에서 발생한 제5호 태풍 '탈림'은 6월 20일 21UTC 대만 타이베이 북쪽 약 80km 부근

해상(25.8°N, 121.5°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 이 태풍은 발생초기에 대만 부근에 비교적 강하게 형성된 북태평양고기압의 확장축 영향으로 느리게 동~동북동진하다가 북태평양고기압이 수축하면서 대만해협으로 비교적 빠르게 이동하였고, 27~28°C의 해수면온도지역을 통과하면서 발달하여 19일 21시경에는 중심기압이 985hPa(중심최대풍속 27m/s)로 강도 중 까지 발달하였으나 크기는 소형태풍을 유지하였다.

제5호 태풍 '탈림'은 4호 태풍 '구출'이 빠르게 북북동진하여 빠져 나감으로 인하여 P/PF pattern 지향류 강도가 강화되면서 19일 18UTC부터 동북동진 성분의 지향류를 따라 빠르게 이동하였으나 태풍의 동쪽으로는 북태평양고기압이, 북쪽으로는 오호츠크해 고기압이 위치하고, 태풍의 북쪽에 위치한 오호츠크해 기단에서 유입되는 차고 습한 기류의 영향과 27°C 이하의 해수면온도, 그리고 30kJ/cm² 이하의 해양열용량 해역으로 이동하면서 6월 20일 06시경부터 약화되기 시작하여 1일 후인 21일 06시에 열대저압부(중심기압 1000hPa, 최대풍속 17m/s 미만)로 약화되었다.

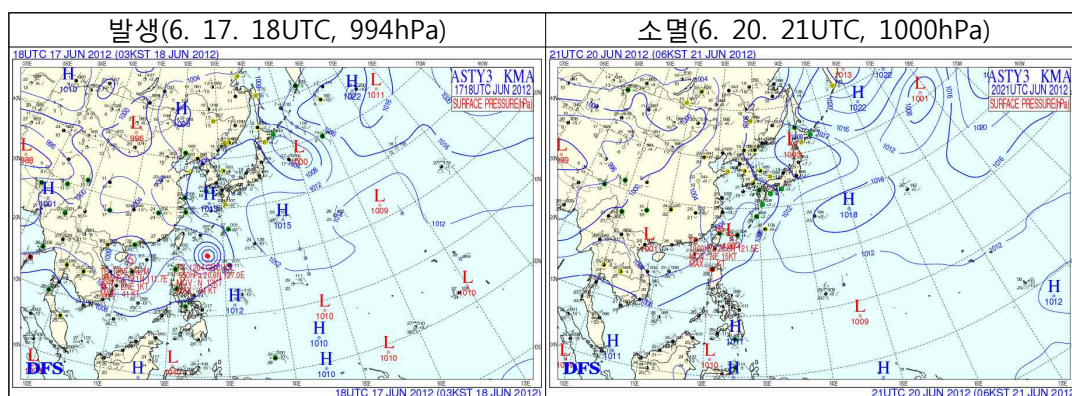


[그림 2.5.5] 제5호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

5.2.2 종관상황

제5호 태풍 '탈림'은 6월 17일 18UTC에 중국 홍콩 남쪽 약 180km 부근 해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 994hPa의 약한 소형태풍으로 중심부근 21m/s의 강풍이 불고 있으며, 2km/h의 속도로 동북동진하고 있었다.

발생초기에 이동방향으로 SST 및 열용량지수가 높지 않아 강한 태풍으로 발달하지 못했으며, 남북으로 형성된 지향류가 약해지면서 느리게 동북동진하였다. 점차 P/PF pattern 구역에서 북동으로 향하는 지향류의 영향으로 동북동~북동진하면서 다소 느리게 이동하였으나 제4호 태풍 '구출'이 빠르게 북북동진하여 빠져 나감으로 인하여 P/PF pattern 지향류 강도가 강화되면서 19일 18UTC부터 동북동진 성분의 지향류를 따라 빠르게 이동하였고, 27~28°C의 해수면온도지역을 통과하면서 발달하여 19일 21시경에는 중심기압이 985hPa(중심최대풍속 27m/s)로 강도 중 까지 발달하였으나 크기는 소형태풍을 유지하였다. 이후 태풍은 계속 북동진하였고, 20일 경 오후츠크해 기단에서 유입되는 차고 습한 기류의 영향과 27°C 이하의 해수면온도, 그리고 30kJ/cm² 이하의 해양열용량 해역으로 이동하면서 6월 20일 06시경부터 약화되기 시작하여 1일 후인 21일 06시에 열대저압부(중심기압 1000hPa, 최대풍속 17m/s 미만)로 약화되었다.

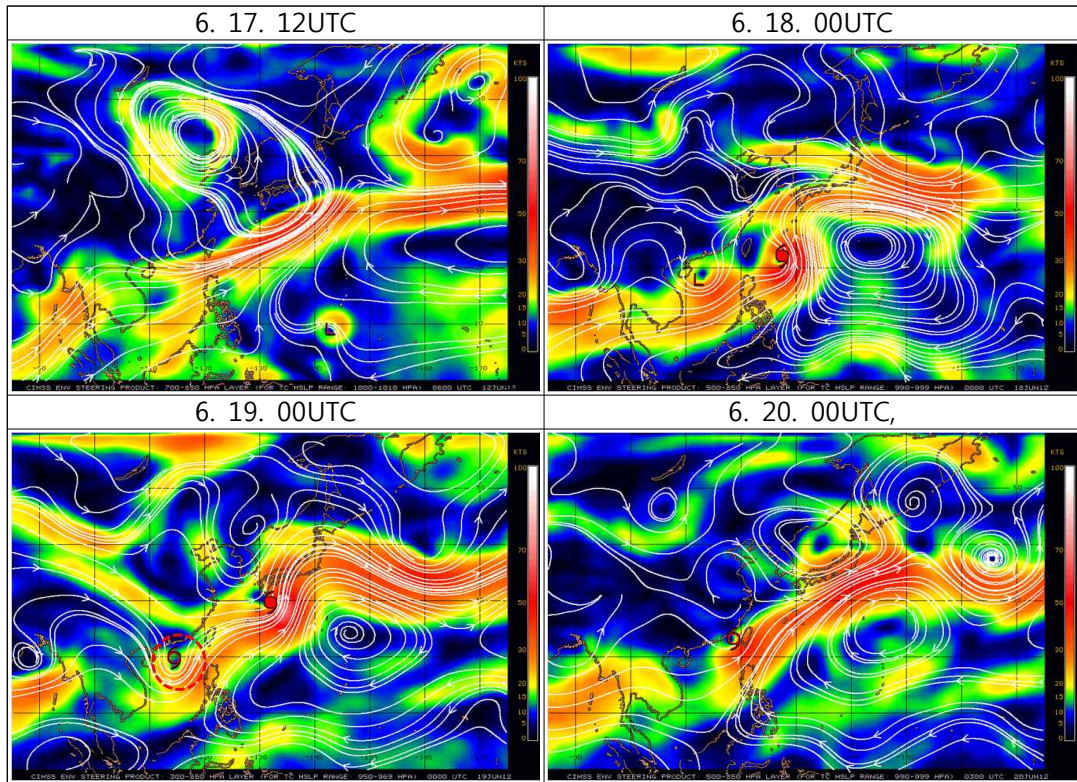


[그림 2.5.6] 제5호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

5.2.3 태풍진행과정

5.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

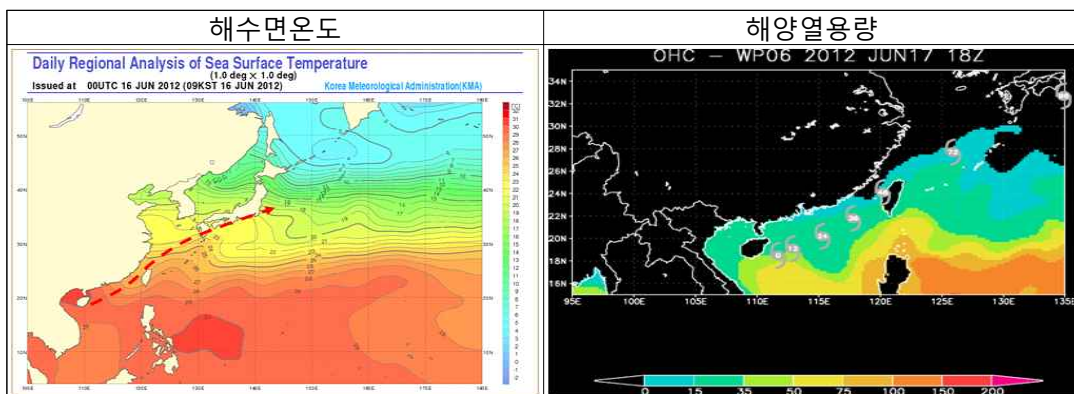
필리핀까지 배를 내밀고 있는 mT의 서북서쪽에 위치하여 P/EW pattern/region에서 동진 지향류의 영향을 받았으나 발생초기에는 뚜렷한 지향류가 형성되지 않아서 매우 느리게 북동~동진하였으나 태풍이 P/PF pattern/region 전이를 통해 빠르게 북동진하였다



[그림 2.5.7] 제5호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

5.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29~30°C 내외, 해양열용량도 35~50kJ/cm²로 해수온도는 높지만 연직시어 값이 20~30kt로 비교적 높고 해양열용량이 낮아(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 크게 발달하지 못하였다.

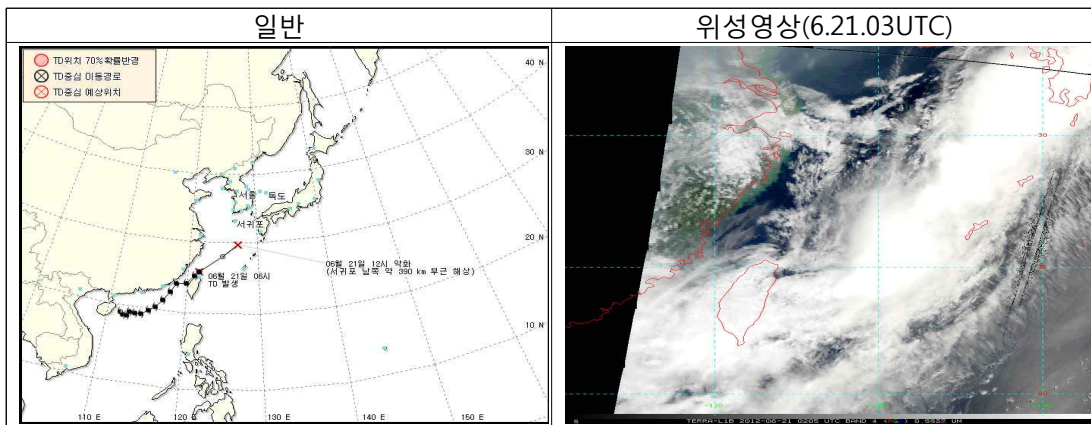


[그림 2.5.8] 제5호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

5.2.3.3 열대저압부로 약화(제13호 TD)

6월 17일 18UTC에 중국 잔장 남남동쪽 약 270km 부근 해상(19.1°N, 111.7°E)에서 발생한 제5호 태풍 '탈림'은 6월 20일 21UTC 대만 타이베이 북쪽 약 80km 부근 해상(25.8°N, 121.5°E)에서 제13호 TD로 약화되었고, 북태평양고기압의 가장자리에 형성된 강한 기류(60kt 내외)의 영향으로 매우 빠르게 북동진하여 6시간 후인 21일 낮 12시 경에 서귀포 남쪽 약 390km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

※ 참고자료



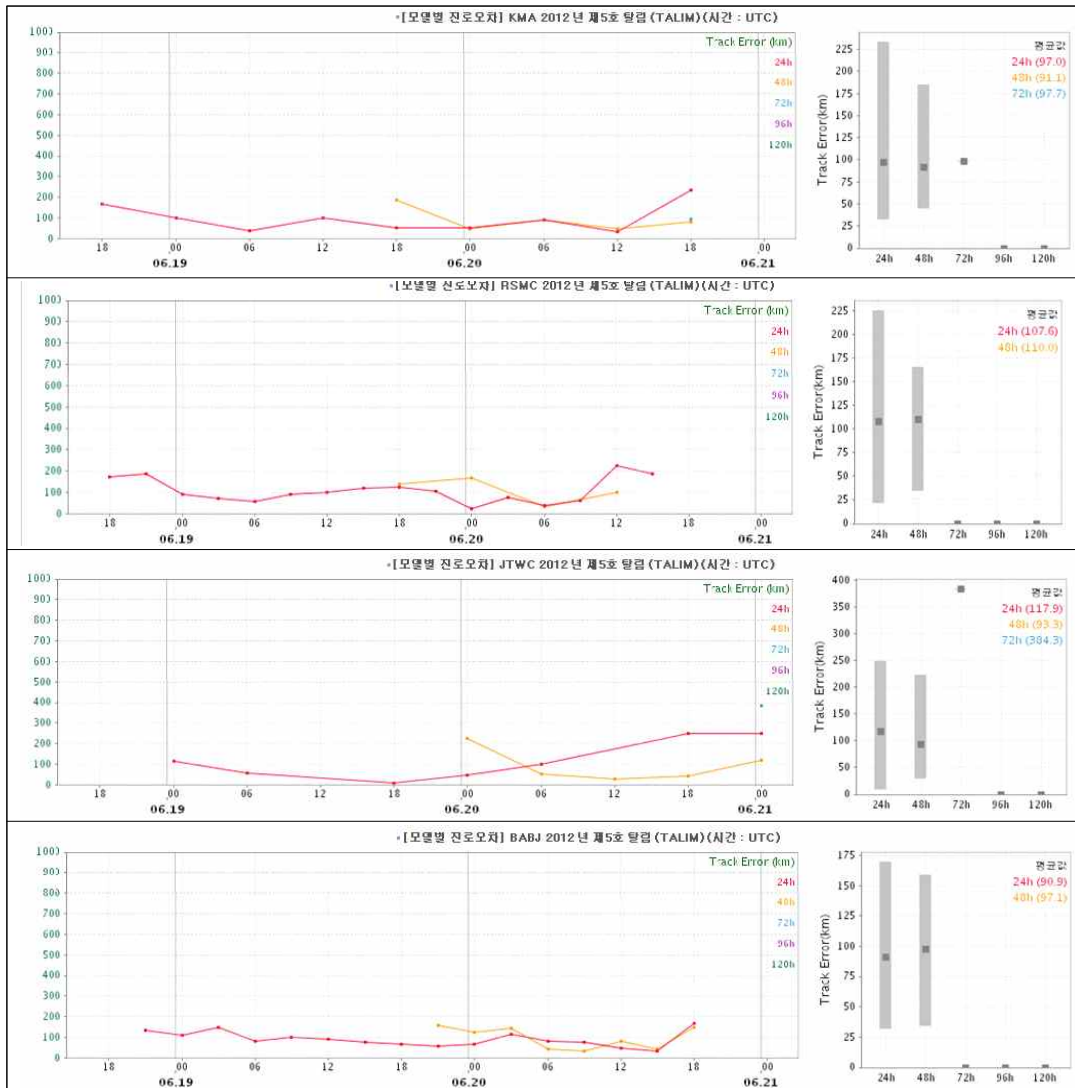
5.2.4 예보정확도

1) 5.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서는 100km내의 예보 오차를 보였으나, 발생초기에 실제 경로보다 북동쪽으로 예보를 하면서 오차가 발생하였다.

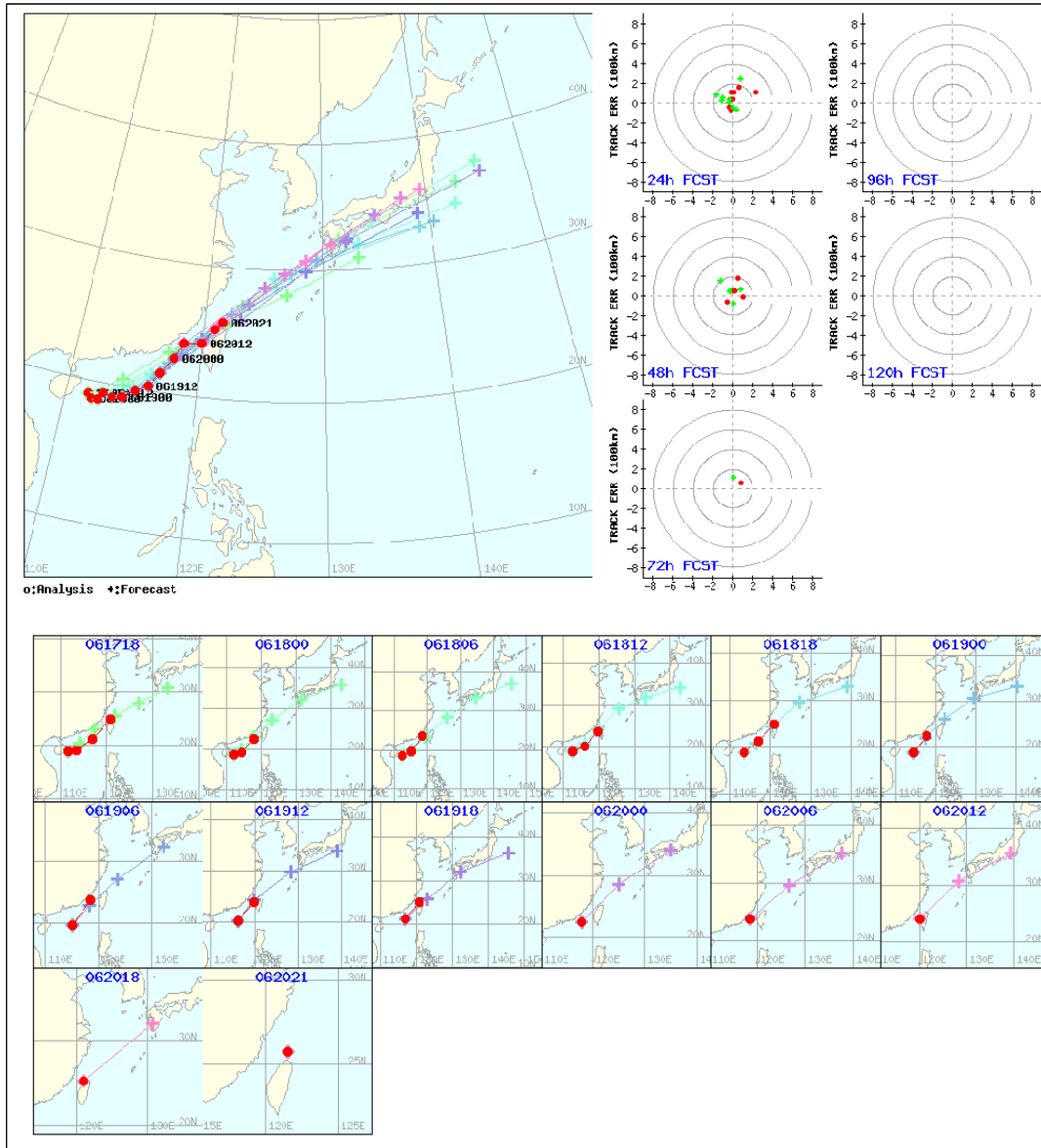
[표 2.5.1] 제5호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	91.1	110.0	93.3	97.1
표본수	5	4	5	8



[그림 2.5.9] 제5호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA는 태풍 발생 초기에 진로예보는 다소 북동쪽으로 편향되어 오차를 보이고 있으나, 이동속도는 실제와 큰 차이를 보이지 않았다.



[그림 2.1.10] 제5호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

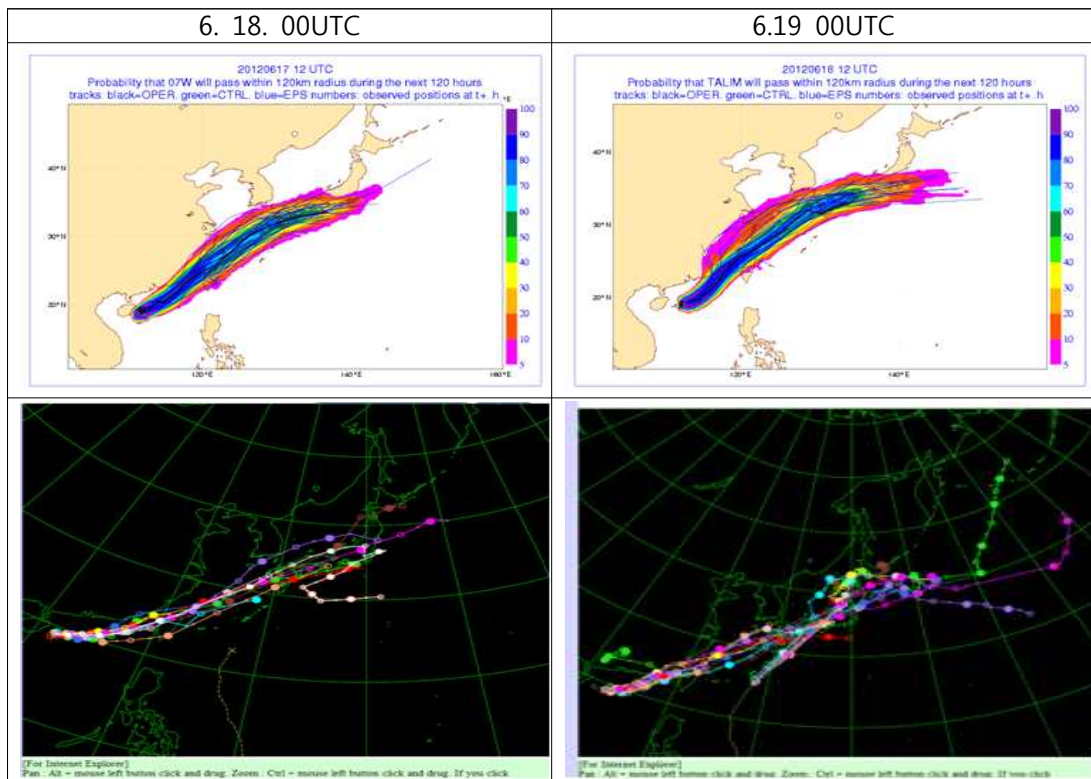
5.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.5.2] 제5호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	DBAR	DLM	JGSM	NOGAPS	GFS	TEPS	UM	TWRF	KWRF	TALIM
표본수	4	2	4	2	2	4	5	5	4	4
예보오차	181.4	2484	165.6	412.7	161.6	230.5	157.9	557.4	181.6	234.6

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 ECMWF나 JMA NTP 컨센서스는 대체로 북동진하는 것으로 모의하고 있고, Spread가 좁아 일관된 진로예측을 보여주고

있어 태풍의 진로예보에는 신뢰성이 있다고 판단되었지만, 모델별로 이동속도에 대한 차이를 보이고 있었다. KMA 대비 대체로 미국 모델들은 비슷하거나 느린 모의, 일본 모델은 북쪽편이 빠른 모의 경향이 있었으나 시간이 지날수록 이동속도에 대한 폭이 줄어들었다.



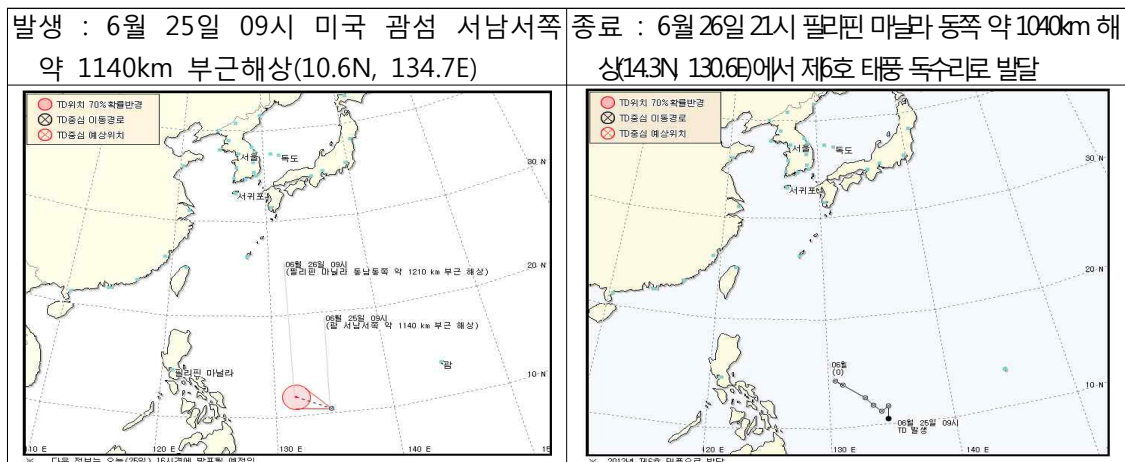
[그림 2.1.11] 제5호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

6. 제6호 태풍 ‘독수리(DOKSURI)’

6.1 제14호 TD

6.1.1 개요

제14호 TD는 6월 25일 00UTC에 미국 괌섬 서남서쪽 1140km 부근해상에서 발생하였다. 이때 제14호 TD의 중심기압은 1008hPa, 최대풍속 12m/s으로 Ci 지수 1.0, 연직시어 값이 10kt이하, 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 120~150kJ/cm²으로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있어 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었으며, 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근해상에서 24시간 후인 2012년 6월 26일 21시경 제6호 태풍 ‘독수리’로 발달하였다.



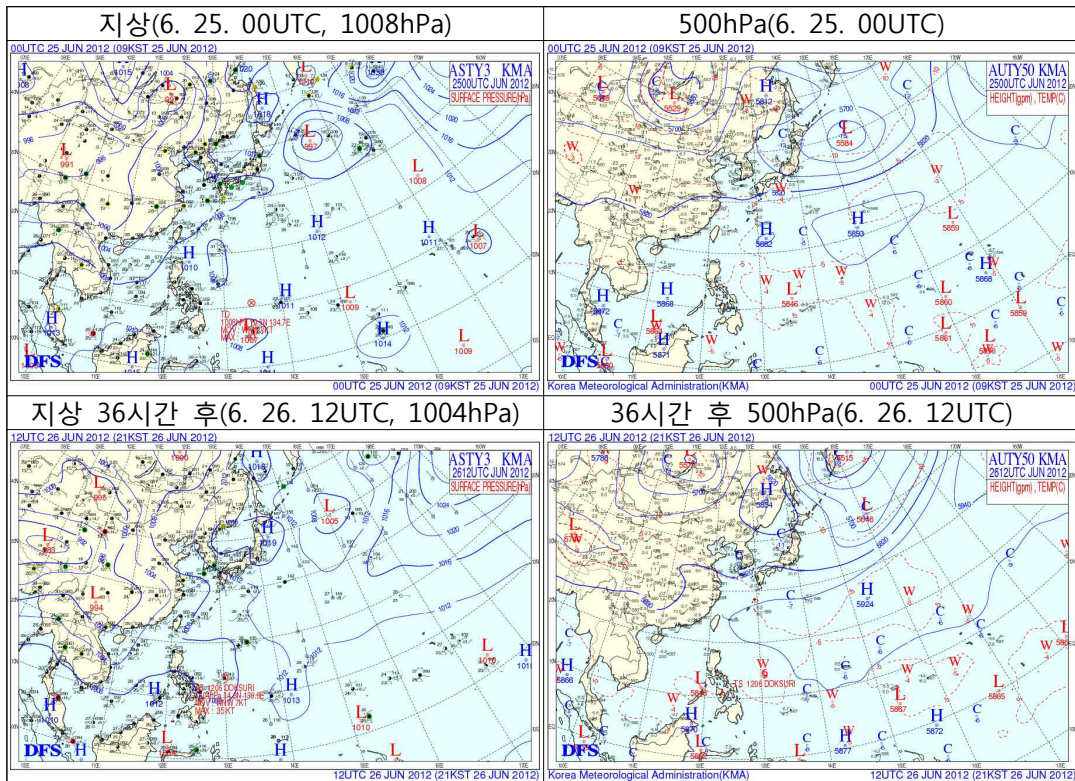
[그림 2.6.1] 제14호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

6.1.2 종관상황

6월 25일 00UTC에 미국 괌섬 남동쪽 약 400km 부근 해상에서 발생한 제 14호 TD는 29~30℃의 높은 해수면온도와 120~150kJ/cm²의 높은 해양열용량을 가진 해역에서 발달하였다.

이 TD는 북태평양고기압의 남서쪽 가장자리에서 서북서~북서진하였으며, 이동방향으로 SST가 29~30℃, 열용량지수가 150kJ/cm² 내외, 연직시어 값이 10kt

이하로서 강도 강화에 매우 유리한 조건에서 발달하여, 6월 26일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근 해상에서 2012년 제6호 태풍 '독수리'로 발달하였다.

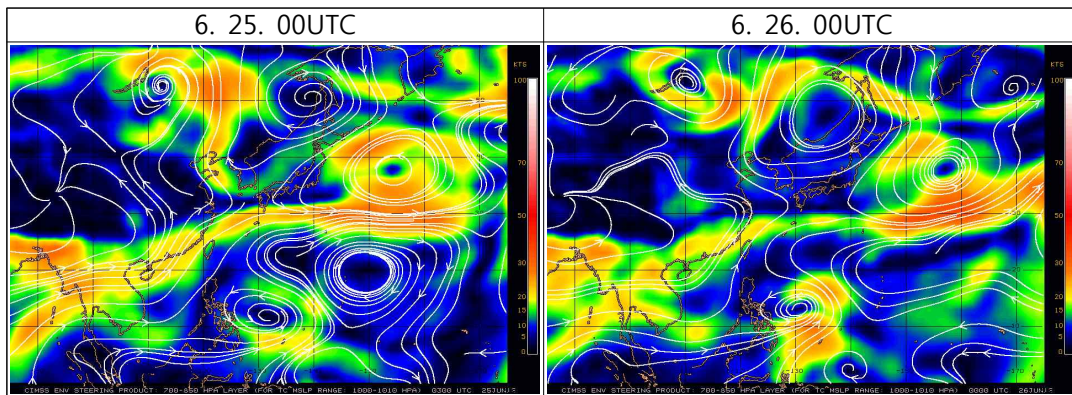


[그림 2.6.2] 제14호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

6.1.3 TD진행과정

6.1.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

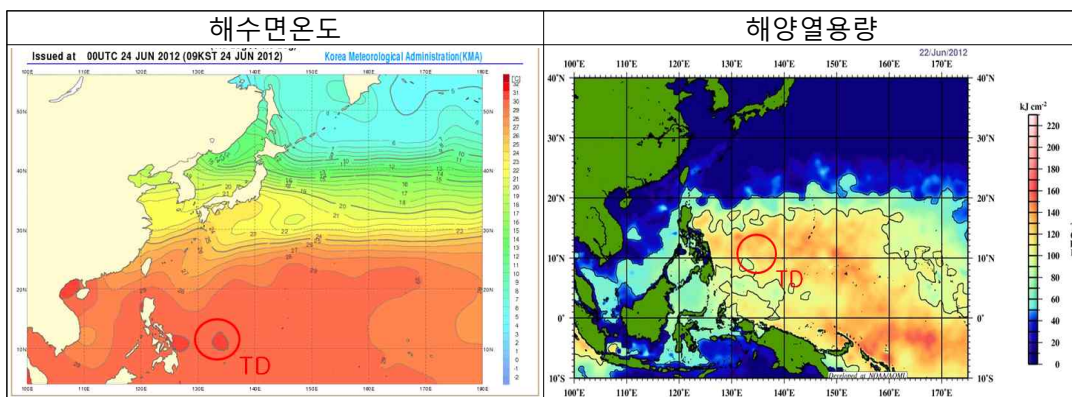
제14호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서진의 지향류 영향을 받았으며, 지향류가 강하게 형성되지는 않고 대류시스템을 형성하며 이동하여 이동속도는 빠르지 않았고, 잠열방출이 많은 해역에서 이동하며 발달하였다.



[그림 2.6.3] 제6호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

6.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제14호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29~30°C, 해양열용량도 120~150kJ/cm² 로서 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제14호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(120~150kJ/cm²)와 해수면 온도(29~30°C), 연직시어 값이 15kt 이하로 태풍으로 발달하는데 매우 유리한 조건이어서 6월 26일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근해상에서 제14호 TD가 제6호 태풍 '독수리'로 발달하였다.



[그림 2.6.4] 제14호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

6.2 제6호 태풍 '독수리(DOKSURI)'

6.2.1 개요

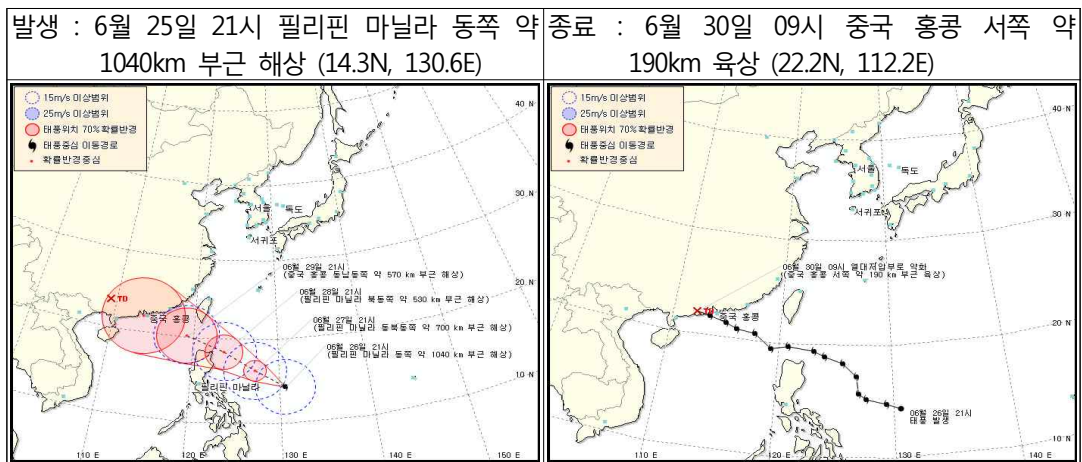
태풍 독수리는 6월 26일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근 해상에서

TD에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 1004hPa의 약한 중형태풍으로 중심부근 18m/s의 강풍이 불며 13km/h의 속도로 서북서진하고 있었다.

이 태풍은 6월 25일 00UTC에 미국 괌 서남서쪽 약 1140km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 13km/h의 속도로 서북서진중이며, 중심기압 1008hPa, 최대풍속 12m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 29~30℃, 해양열용량 130kJ/cm² 내외의 높은 해역에서 서북서진 지향류를 따라 서북서진하며 점차 발달하여 29일 15시경에는 중심기압 992hPa, 중심최대풍속 22m/s의 TS로 발달하였고, 6월 29일 21UTC경 홍콩 서남서쪽 약 140km 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되기 시작하여 6월 30일 00UTC경 중국 홍콩 서쪽 약 190km 부근 육상(22.2°N, 112.2°E)에서 제15호 TD로 약화되었다.

이 태풍은 6월에 발생한 4번째 태풍으로 6월 평년평균(1.0)과 최근 10년 평균(1.7) 대비 다소 많이 발생하였다.

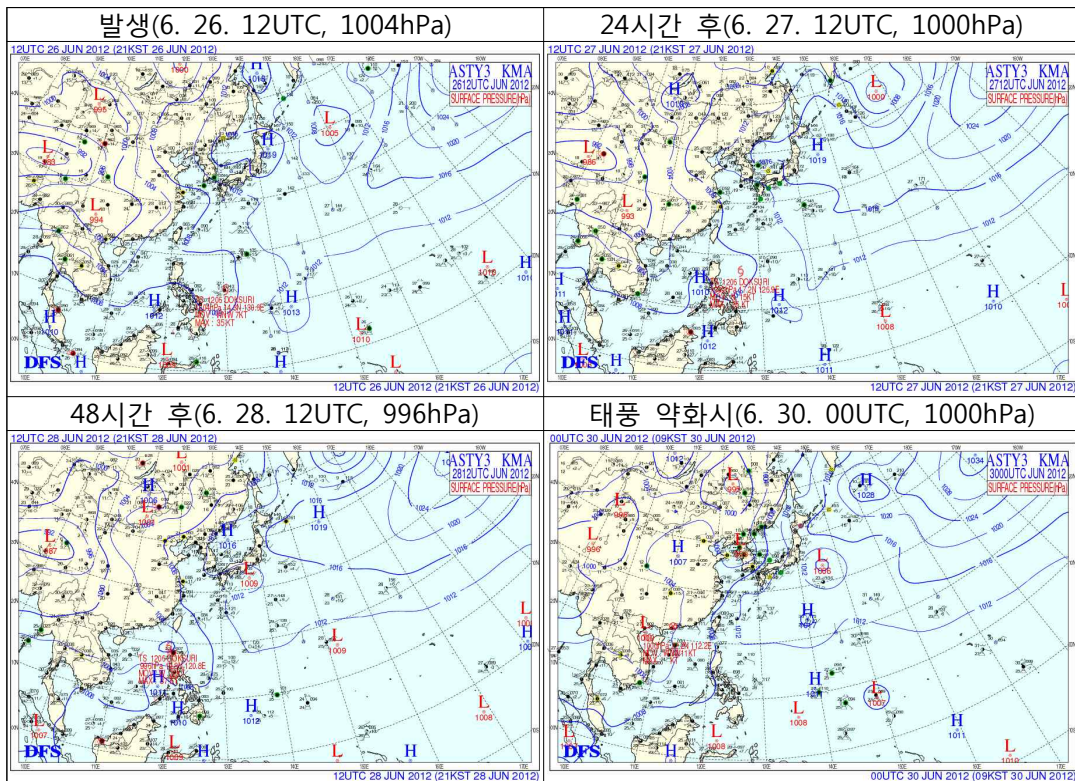


[그림 2.6.5] 제6호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

6.2.2 종관상황

제6호 태풍 '독수리'는 6월 26일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 1040km 부근 해상 (14.3°N, 130.6°E)에서 제14호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 북태평양 고기압의 남서쪽에서 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류를 타고 북서진 하였고, 장마전선을 지탱하는 북태평양고기압이 세력을 지속적으로 유지 하여 패턴전이

없이 Standard pattern의 Poleward Flow region에서 주변고기압(Peripheral Anticyclone)의 변화 없이 동일 지향류의 영향을 받으며 지속적으로 서북서진 형태의 진로를 취하며 이동하였다. 이 태풍이 위치한 해역의 해수온도와 해양열용량은 조금 높았지만, 발생 중반 상하층간 시어값이 20~30kt로 높고 시어경도도 크며 태풍을 구성하는 대류셀이 단일셀로 남서쪽에 치우쳐 있으며, EPS Lagrangian Meteogram에서도 최성기를 992hPa 정도로 예측하여 크게 발달하지 못하고, 6월 29일 21UTC경 홍콩 서남서쪽 약 140km 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되기 시작하여 6월 30일 00UTC경 중국 홍콩 서쪽 약 190km 부근육상(22.2N, 112.2E)에서 제15호 TD로 약화되었다.



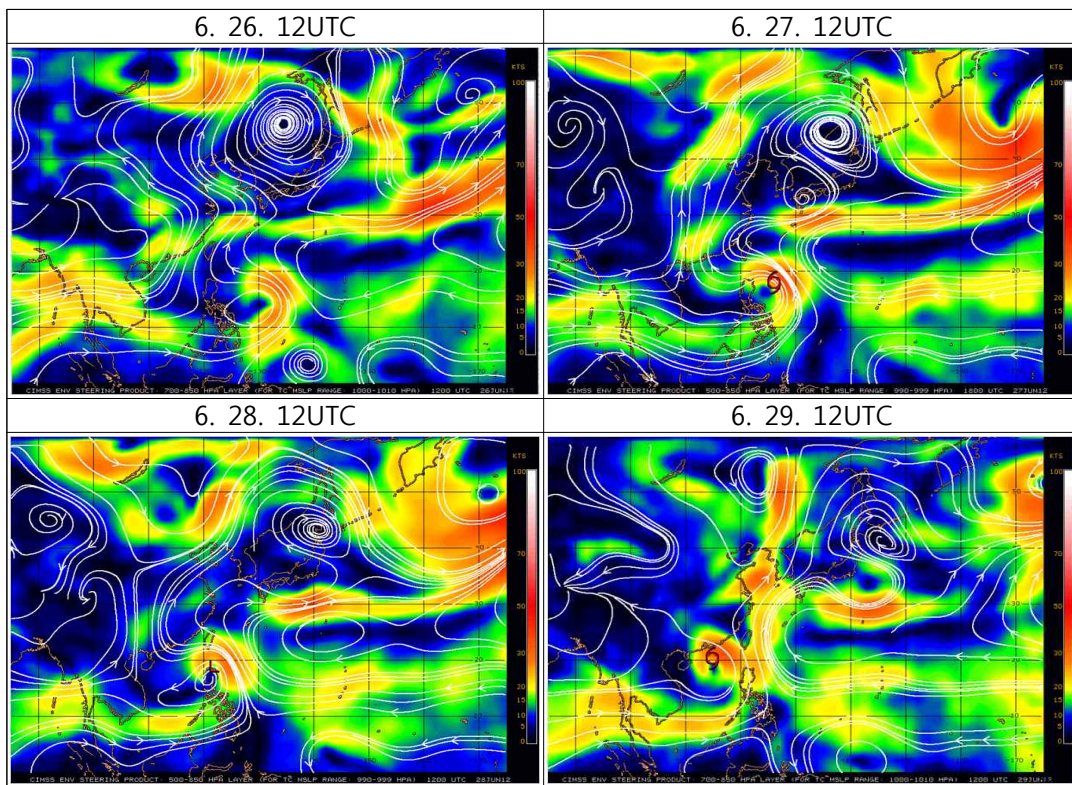
[그림 2.6] 제6호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

6.2.3 태풍진행과정

6.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에 태풍의 북동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 남서쪽 가장자리에서

서북서 지향류의 영향을 받았다. 26일 발생부터 30일 제15호 TD로 약화될 때까지 S pattern에서 pattern 전이 없이 북동쪽에 최대풍역이 존재하고 mT의 남서쪽 가장자리에서 지속적으로 서북서진 지향류의 영향을 받으며 홍콩 서남서쪽 해안으로 상륙하여 급격히 약화되어 제15호 TD로 약화되었다. 이 태풍의 지향류를 지배한 주변고기압은 시작부터 종료까지 mT였으며, pattern 및 region 전이가 없이 S/PF pattern/region에서 이동하였고, 주변고기압이 바뀌는 특이현상은 없어 진로에 대한 Spread가 좁은 특성이 있었으나, 전반적으로 이동속도가 늦은 모델들의 특성이 나타났다.

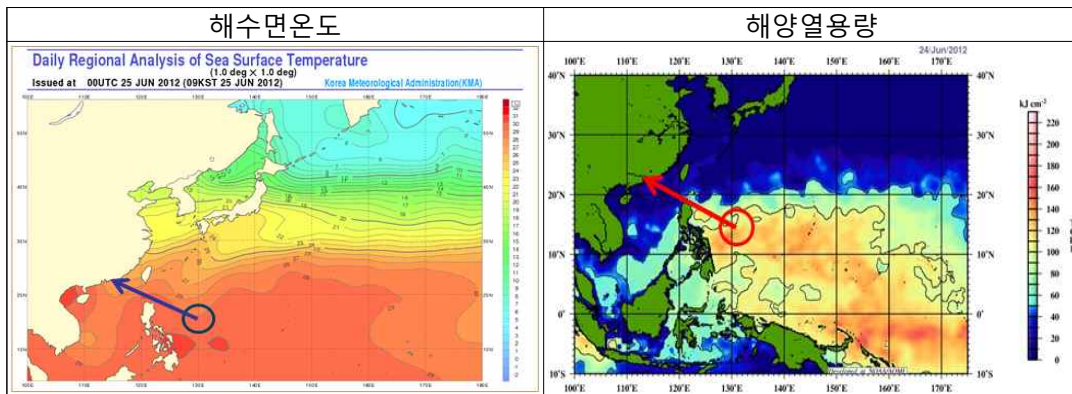


[그림 2.6.7] 제6호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

6.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 130kJ/cm² 내외로서 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생후 태풍 발달에 유리한 해양조건을 유지하며 북상하였으나 태풍주변으로 상하층간 시어값이 크고 시어경도 또한 커서 강하게 발달하지 못하여 29일 12UTC에 중심기압 992hPa로 최대 발달하였으나 발생초기 중형태풍 대비

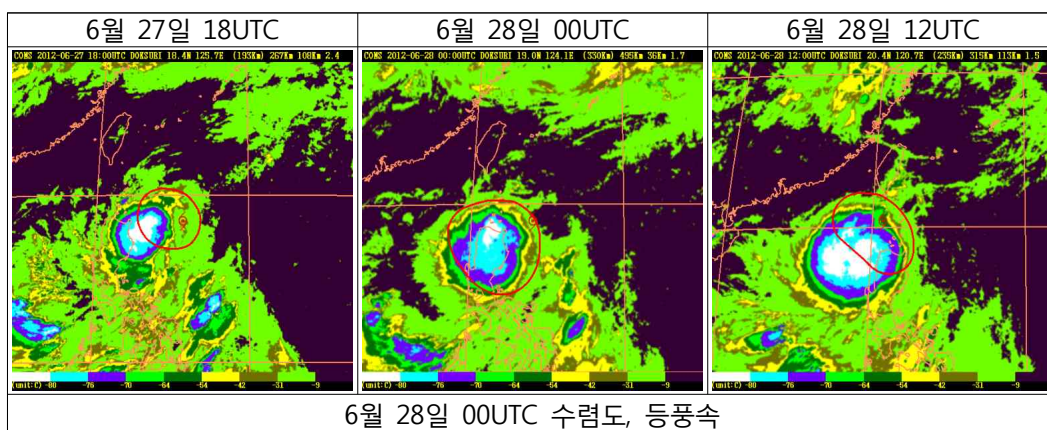
강풍반경이 줄어들어 최성기에는 소형 태풍이었고, 이후 홍콩 서남서쪽 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되어 제15호 TD로 약화되었다.

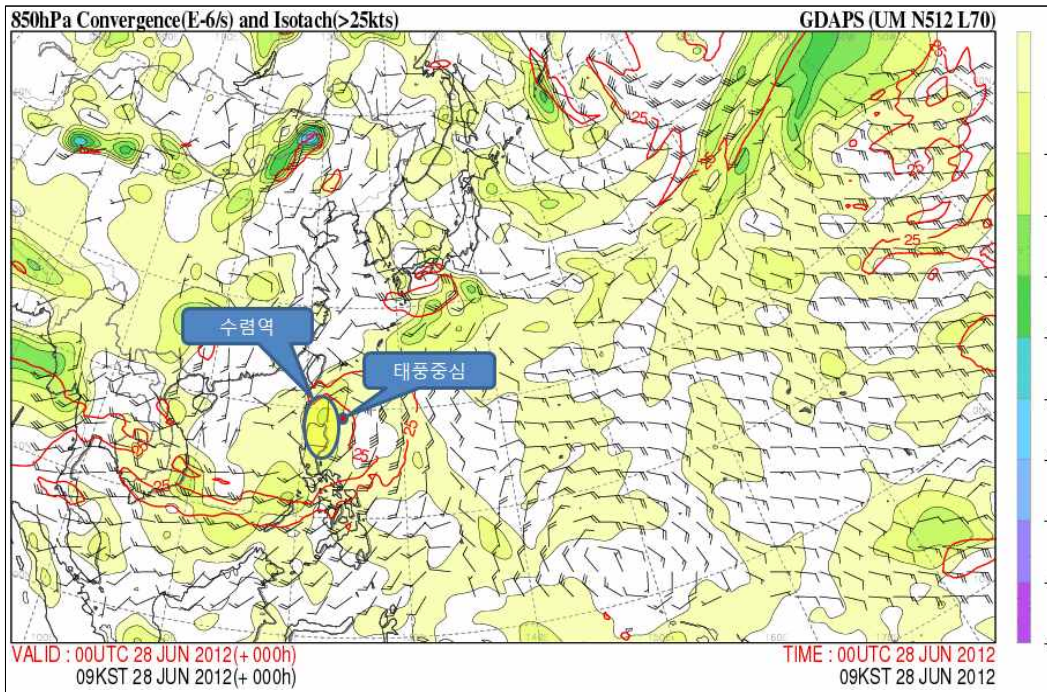


[그림 2.6.8] 제6호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

6.2.3.3 태풍 '독수리'의 이상 구조

제6호 태풍 '독수리'는 6월 27일 18UTC경부터 연직시어에 반응하기 시작하여 태풍을 구성하는 대류셀이 단일세포인 기이한 CDO 패턴이며 단일셀이 남서쪽에 치우치기 시작하였다. 28일 00UTC경에는 필리핀 루손섬의 영향으로 남서쪽 대류셀이 다소 발달할 잠재력은 지니고 있으나 00UTC 전후 루손섬의 영향없이도 대류셀이 남서쪽에만 존재하여 지형효과보다는 연직시어의 존재와 하층 수렴대가 태풍의 남서쪽에 기형적으로 치우치며 태풍중심과 일치하지 못하여 기이한 형태의 태풍으로 발달한 것으로 분석된다.





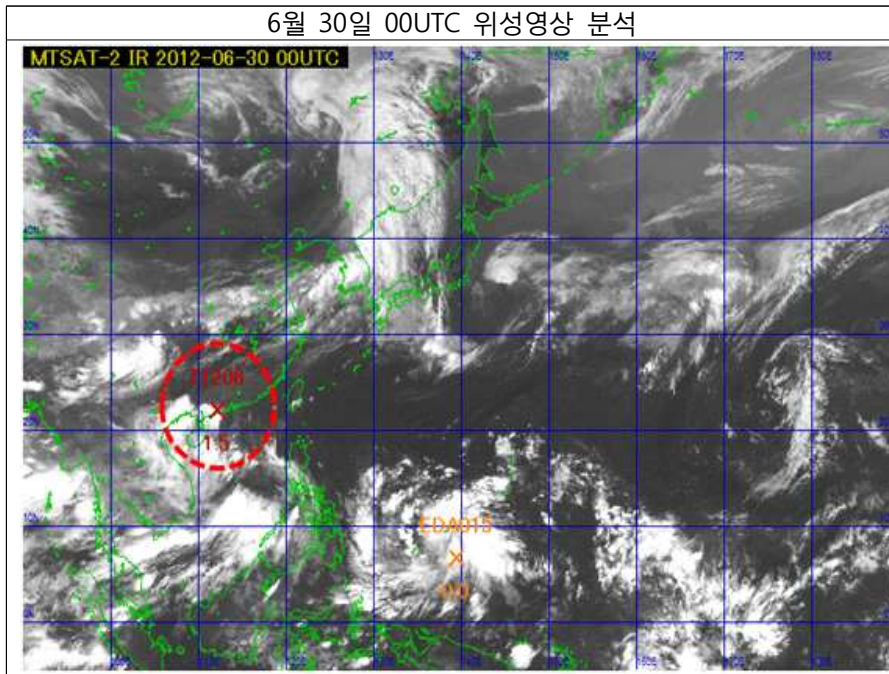
[그림 2.6.9] 제6호 태풍의 이상구조

6.2.3.4 열대저압부로 약화(제15호 TD)

제6호 태풍 '독수리'는 6월 30일 00UTC에 중국 홍콩 서쪽 약 190km 부근 육상 (22.2°N, 112.2°E)에서 제15호 TD로 약화되었다. 당시 태풍은

- 1) COMS 위성자료에 드보락기법을 적용한 결과, 강도 등급은 Ci 1.5로 분석되고;
- 2) Conversion chart & table of the central pressure & Ci-number에서 Ci 1.5에 해당되는 중심기압이 1000Pa로 분석되었으며;
- 3) 중심최대풍속은 Ci-Vmax conversion chart & table에서 Ci 1.5에 해당되는 풍속 16m/s으로 분석되어:

태풍으로서의 강도를 유지하지 못함에 따라 TD로 약화된 부분에 대한 판단은 적합한 것으로 보여진다.



[그림 2.6.10] 제15호 TD로 약화 당시 CI 지수

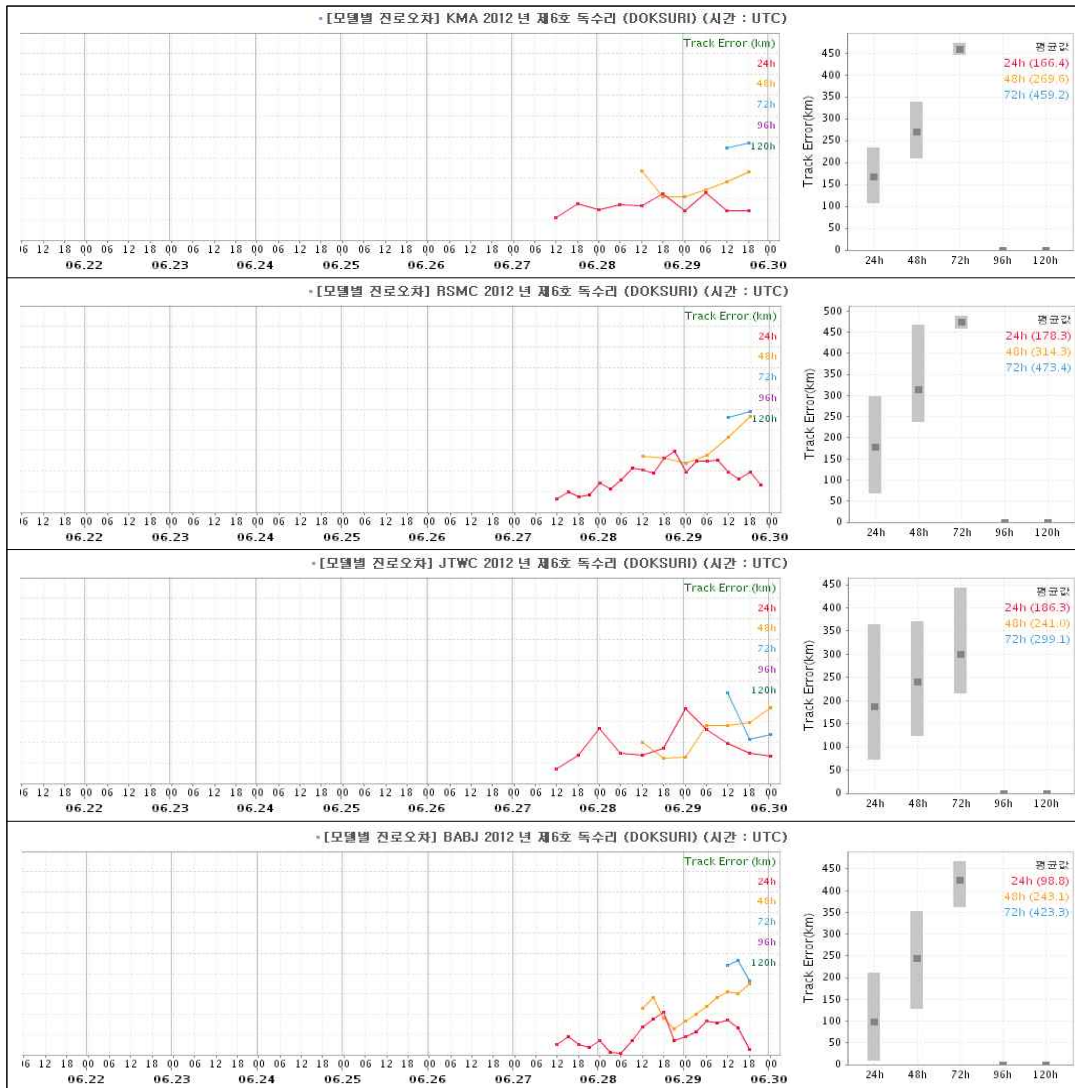
6.2.4 예보정확도

6.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 240km 이상의 예보오차를 보여 신뢰성이 낮은 태풍예보가 생산되었으며, 이동속도를 늦게 예보하는 경향이 있었고, 가장 늦은 진로예보를 발표한 RSMC의 진로오차가 가장 크게 나타났다.

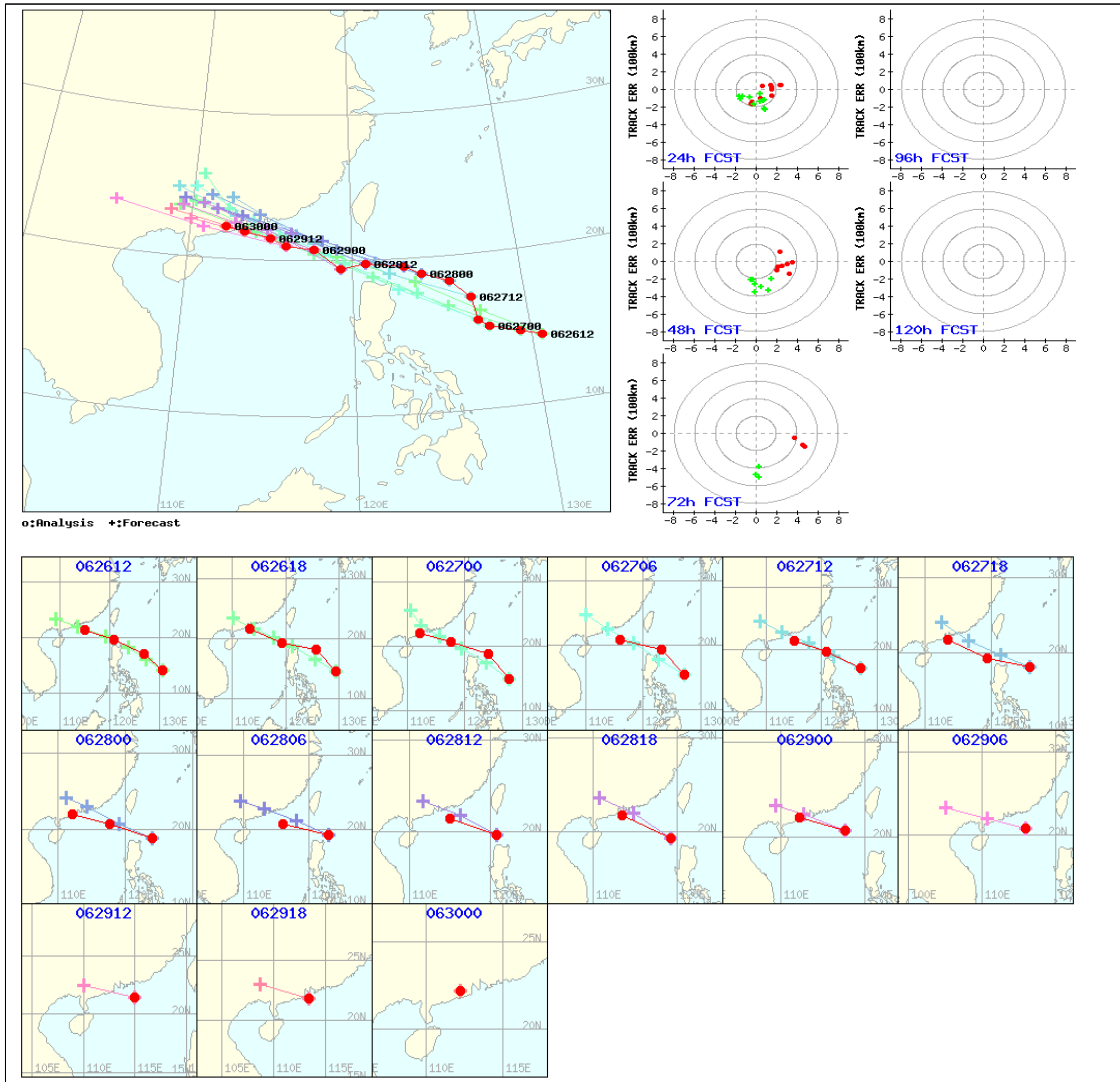
[표 2.6.1] 제6호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	269.0	314.4	241.0	243.1
표본수	6	6	7	11



[그림 2.6.11] 제6호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 실제 이동방향과 초반 남쪽 편이를 보이고, 후반에는 북쪽편이를 보였으며, 이동속도는 실제보다 많이 느리게 예보하는 경향을 보였다.



[그림 2.6.12] 제6호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

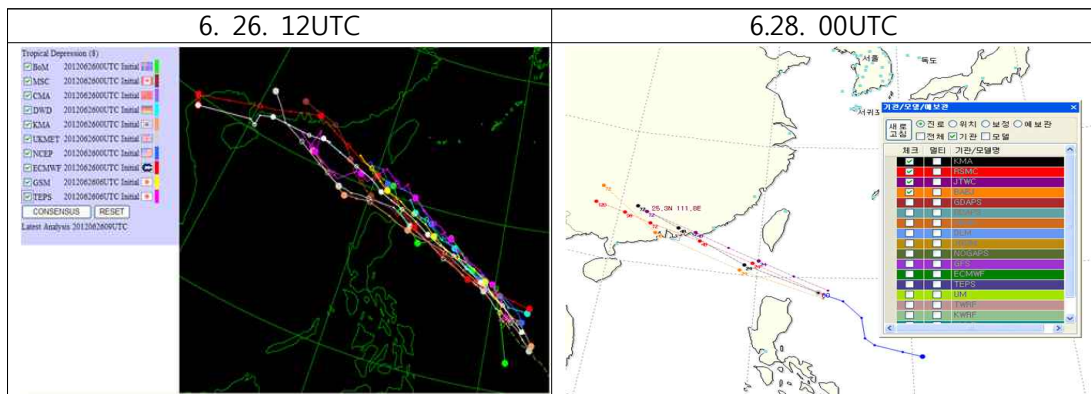
6.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.6.2] 제6호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	249.3	108.3	351.5	246.7	119.1
표본수	6	1	6	6	3

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 이 태풍이 발달하지 못하고 북위 20도 부근에서 약화되는 것으로 모의하였으나, 높은 해수온도와 해양열용량 해역에 위치하여 있다는 점을 감안하면 초기 모델들이 태풍의 발달에 대해 과소 모의하는 경향을 보였다고 판단되며, 이후 모델들이 다소 태풍의 강도에

대한 안정을 되찾은 후에 진로 예측 경향은 비슷하고 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었으나, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하여 실제 진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 봤을 때 대부분의 모델들은 실제와 비교했을 때 북편에서 느리게 모의하는 경향을 보였다.



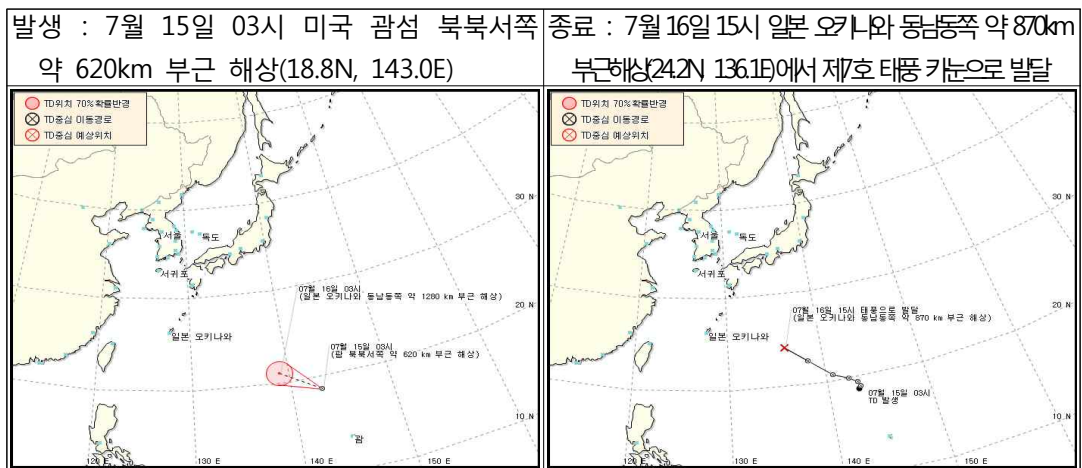
[그림 2.6.13] 제6호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

7. 제7호 태풍 ‘카눈(KHANUN)’

7.1 제17호 TD

7.1.1 개요

제17호 TD는 7월 14일 03UTC에 미국 괌섬 북북서쪽 약 620km 부근해상에 위치한 저기압이 발달하였다. 이때 제17호 TD의 중심기압은 1006hPa, 최대풍속 15m/s로 Ci 지수 1.0, 연직시어 값 10kt, 해수면온도 30℃, 해양열용량 50~100kJ/cm² 로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 비교적 적합한 조건을 형성하고 있었다. 제17호 TD 발생 당시 오호츠크해고기압은 중국중부지방까지 확장하고 이와 관련된 장마전선은 중국남부 내륙~상해~부산~울릉도로 길게 형성되어 있었지만 시간이 지나면서 오호츠크해 고기압 세력이 북동쪽으로 수축하면서 장마전선 시작지점이 점차 제주도 부근으로 북동진하고 있다. 더불어 수축 정체한 후 확장하는 북태평양고기압(mT)의 남서쪽 가장자리를 따라 제17호 TD가 비교적 빠른 속도로 북서진하면서 발달하여 발생 30시간 후인 7월 16일 06UTC에 일본 오키나와 동남동쪽 약 870km 부근해상에서 제7호 태풍 ‘카눈’으로 발달하였다.



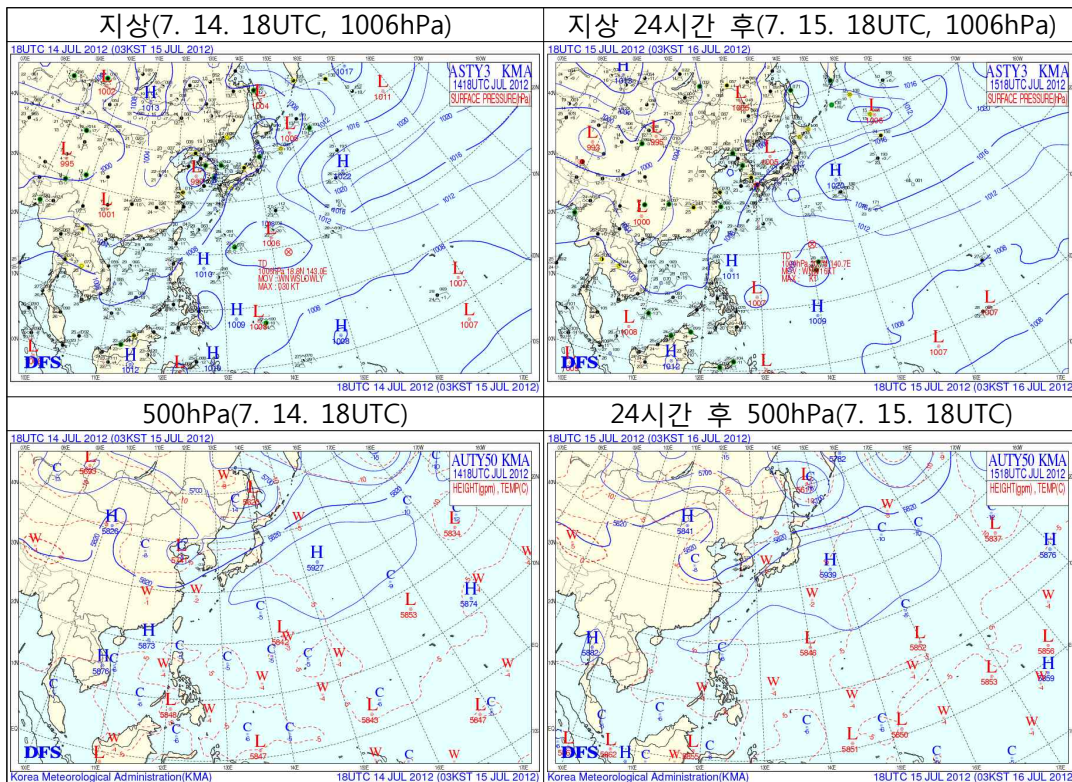
[그림 2.7.1] 제17호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

7.1.2 종관상황

7월 14일 18UTC에 미국 괌섬 북북서쪽 약 620km 부근해상에서 발생한 제17호

TD는 30℃의 높은 해수면온도와 50~100kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다.

제17호 TD는 괌 북쪽 해상에서 7월 14일 06UTC경 중심부근 기압이 1006hPa인 저기압이 해수면온도가 30℃, 해양열용량 50~100kJ/cm²인 지역을 이동하면서 발달하였고 이 TD 발생초기에는 일본 남동쪽 해상에 중심을 둔 mT가 거의 정체면서 이동속도가 매우 느렸으나 발생 후 후반에는 mT가 확장하면서 남서쪽 가장자리에서 빠른 속도로 북서진하였고, 30℃의 높은 해수면온도, 50~100kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역을 이동하면서 발달하여, 2012년 7월 16일 06UTC경 일본 오키나와 동남동쪽 약 870km 부근해상에서 제7호 태풍 ‘카눈’으로 발달하였다.



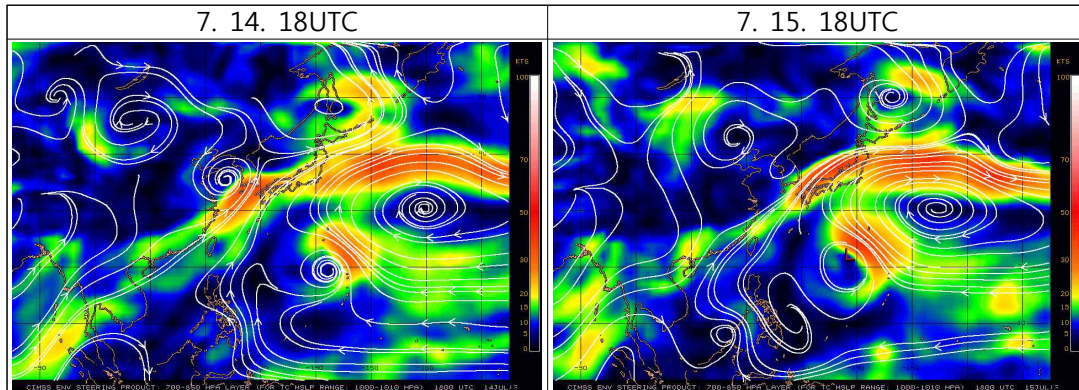
[그림 2.7.2] 제17호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

7.1.3 TD진행과정

7.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

제17호 TD는 mT 남서쪽에서 최대풍역이 TD의 북동쪽에 위치하여 S/PF

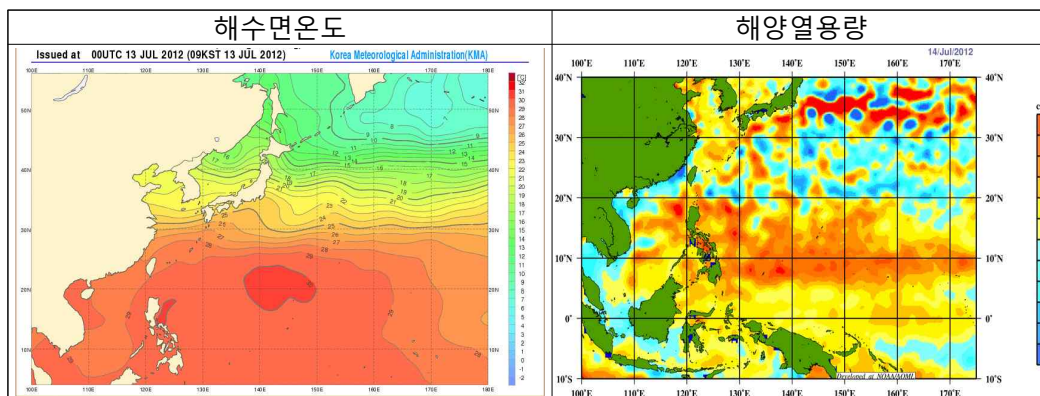
pattern/region에서 북서 지향류를 받아 북서진하면서 강화되어 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.7.3] 제17호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

7.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제17호 TD 발생 초기에 해수면온도는 30℃, 해양열용량도 50~100kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제17호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도(28~30℃)가 비교적 높고 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하는데 다소 유리한 해양 및 대기상태로 7월 16일 06UTC에 일본 오키나와 동남동쪽 약 870km 부근해상에서 제17호 TD가 제7호 태풍 '카눈'으로 발달하였다.



[그림 2.7.4] 제17호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

7.2 제7호 태풍 '카눈(KHANUN)'

7.2.1 개요

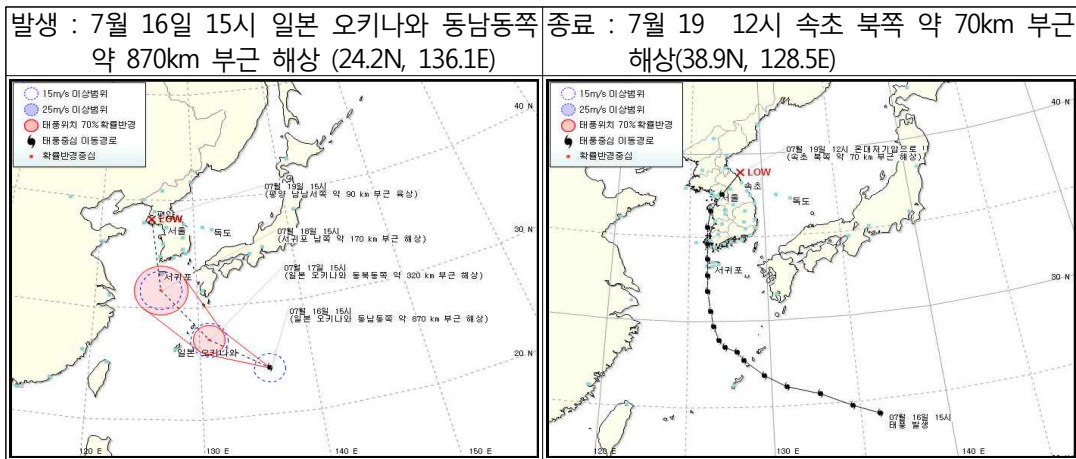
제7호 태풍 카눈은 7월 16일 06UTC에 일본 오키나와 동남동쪽 약 870km

부근해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압은 1002hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 50km/h의 속도로 북서진하고 있었다.

이 태풍은 7월 14일 03UTC에 미국 괌섬 북북서쪽 약 620km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 미국 괌섬 북북서쪽 약 620km 부근해상에서 4km/h의 매우 느린 속도로 북서진중이었으며, 중심기압 1006hPa, 최대풍속 15m/s로서 향후 24시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 29~30℃와 해양열용량 50~75kJ/cm² 이 비교적 높은 해역에서 북서진하는 지향류를 따라 북서쪽으로 이동하면서 느리게 발달하였고 17일 18UTC경 북북서쪽으로 전향하였고 전향시점에 돌입하면서 중심기압 988hPa, 중심부근 최대풍속 25m/s의 강도 중의 소형 STS로 발달하였고, 7월 18일 21UTC경 mT의 서쪽에서 북향의 강한 지향류 영향으로 30km/h 이상의 빠른 속도로 해수면온도가 25℃ 이하의 지역인 서쪽 해안을 스치며 북상하면서 에너지 유입이 감소되어 급격히 약화되고 7월 18일 21UTC경 서산 남쪽 약 20km 부근 육상에 상륙한 후 북동쪽으로 육상을 통과하면서 크게 약화되어 29일 03UTC경 속초 북쪽 약 70km 부근 해상(38.9°N, 128.5°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

이 태풍은 올해 발생한 태풍 중 처음으로 한반도에 직접영향을 준 태풍으로 기록되었다.

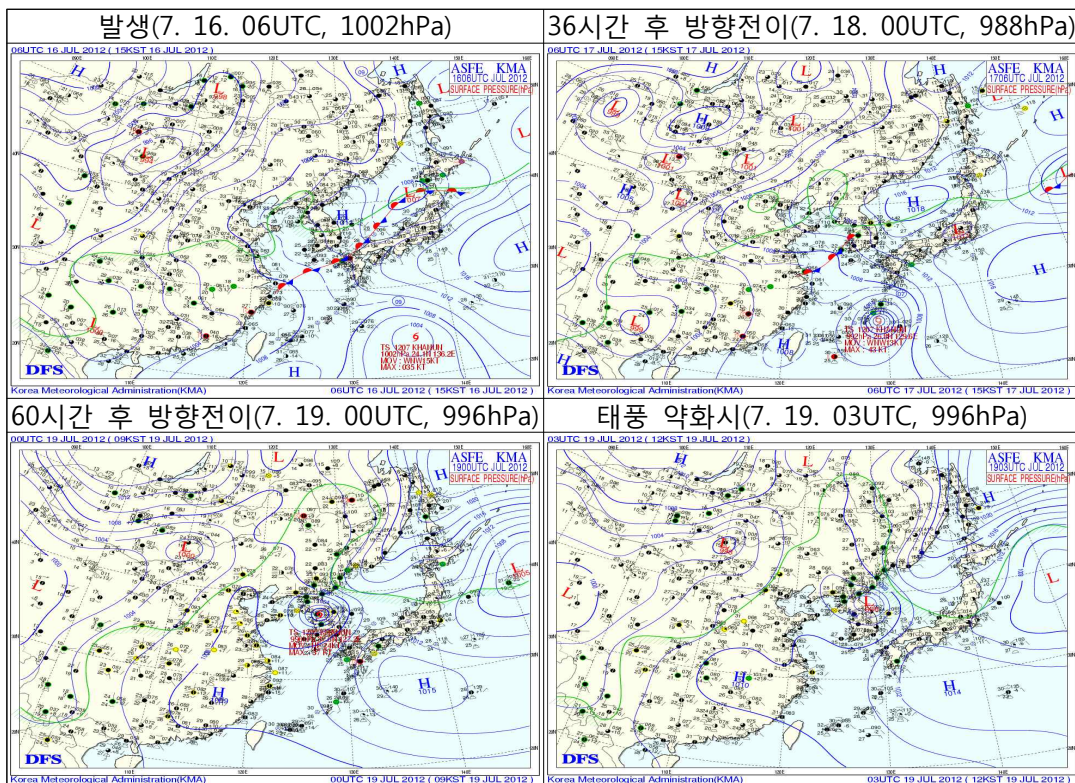


[그림 2.7.5] 제7호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

7.2.2 종관상황

제7호 태풍 '카눈'은 16일 06UTC에 미국 괌섬 동남동쪽 약 870km 부근 해상

(24.2N, 136.1E)에서 제17호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 mT의 남서쪽에서 S/PF pattern/region에서 북서진 지향류를 타고 빠르게 북서진 하였고, 7월 17일 12UTC경부터 mT의 서쪽으로 진입하면서 S/PF에서 M/PF pattern 역으로 전이 중 북진의 강한 지향류 영향으로 빠르게 북진하였다. 18일 21UTC경에는 mT의 북서쪽에 위치하면서 M/PF pattern/region으로 전이되어 강한 북동 지향류의 영향을 받아 한반도를 빠르게 관통하여 19일 03UTC경 서쪽으로 건조역이 침투하고 육상을 통과하면서 급격히 약화되어 온대저기압으로 변질되었다.



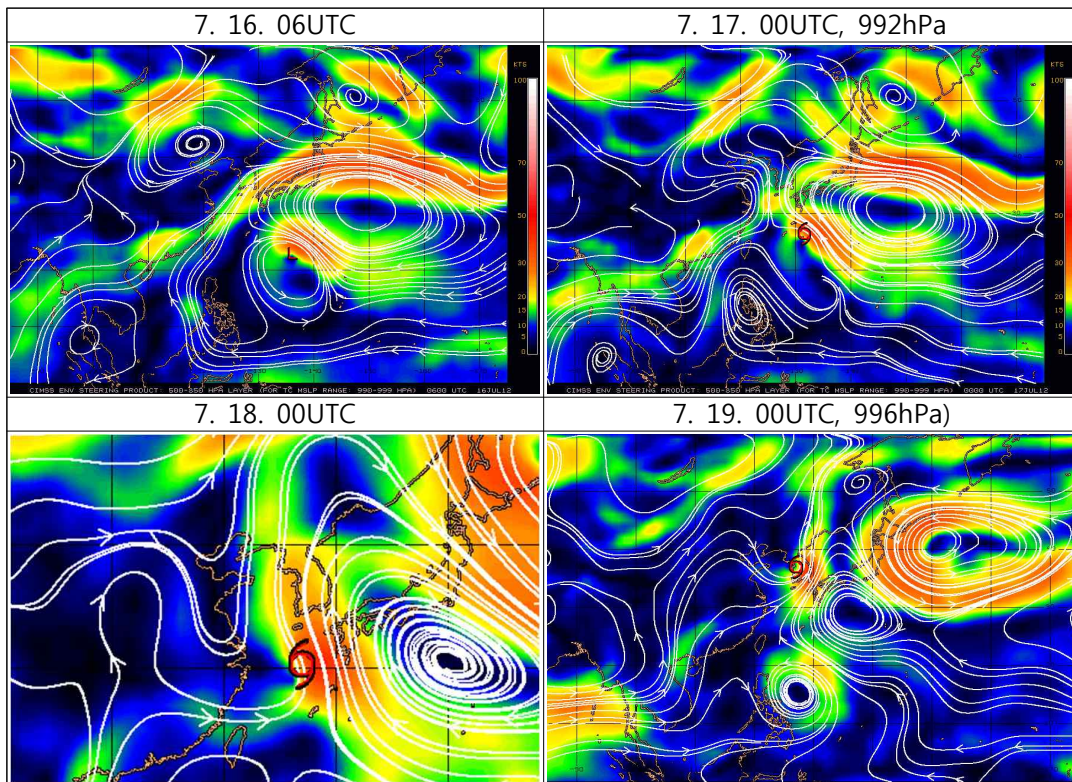
[그림 2.7.6] 제7호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

7.2.3 태풍진행과정

7.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에는 태풍의 북동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변 고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 남서쪽 가장자리에서 북서 지향류의 영향을 받았다. 태풍이 발생하여 42시간 후부터 66시간 사이에는 S/PF pattern에서 M/PF pattern으로 전이과정으로서 태풍은 mT의 서쪽 가장자리에서

북진 지향류의 영향을 받았으며, 66시간 이후에는 mT의 북서쪽에서 M/PF pattern region에서 북동 지향류의 영향을 받아 서산 남쪽 약 20km 부근 해안에 상륙한 뒤 서울 남쪽지역을 경유하여 동해상으로 매우 빠른 속도로 이동하여 온대저기압으로 변질하였다. 이 태풍의 지향류를 지배한 주변고기압은 시작부터 종료 까지 mT이었으며, pattern 및 region 전이를 통해 태풍이 이동하였으며, 중국 남부지방으로 확장한 mT가 분리되고 남서측 전향시점에서 이동속도가 늦는 모델들의 특성이 나타났으나 pattern/region 전이 중 비교적 빠른 속도로 이동하였다.

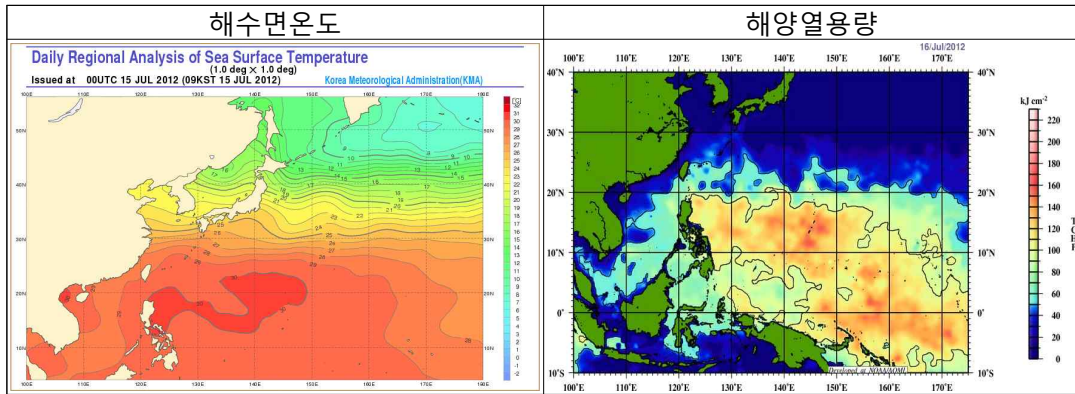


[그림 2.7.7] 제7호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

7.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 50~75kJ/cm² 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 비교적 유리한 조건이었다. 태풍이 발생한 다음 7월 17일까지는 태풍 발달에 유리한 조건을 유지하며 북상하여 17일 18UTC에 중심기압 988hPa까지 발달하였고, 이후 30°N 북쪽으로 이동하면서 해수온도 27℃이하, 해양열용량 40kJ/cm²이하의 해역으로 이동하면서 자체 발달 에너지원 부족하고 서해안을 스치고 중부지방을 통과하면서 더욱 약화되었고, 동해상에서도 낮은 해수면온도로 인해(북서쪽 대기 중층 건조역

침투) 온대저기압으로 변질되었다.

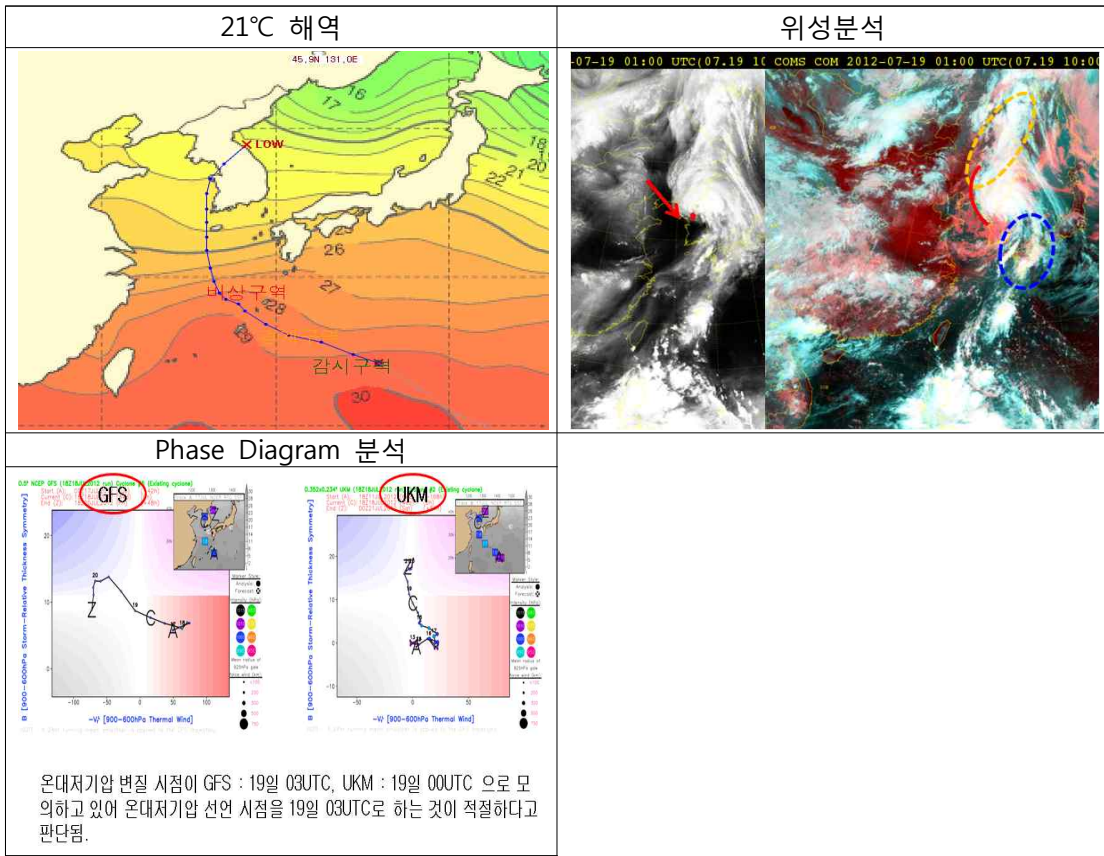


[그림 2.7.8] 제7호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

7.2.3.3 온대저기압으로 변질

제7호 태풍 ‘카눈’이 7월 19일 03UTC경에 속초 북쪽 약 70km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질될 당시 태풍은

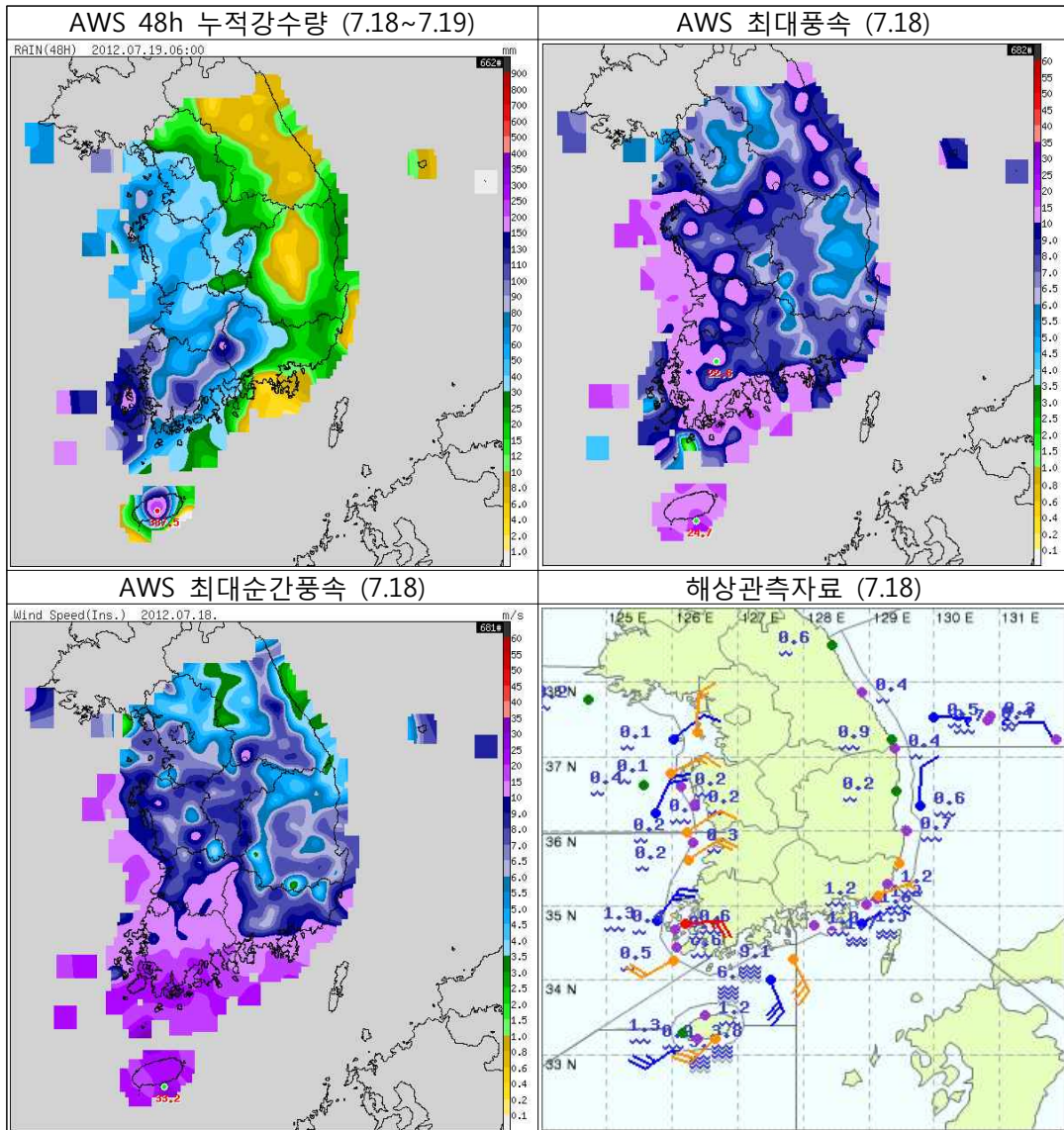
- 1) 22℃ 부근의 해역에 위치하고 있었고;
- 2) 위성영상분석에서 태풍중심부근으로 건조역이 침투(수증기영상)하였고, 태풍의 진행방향으로 Ci streak, Bulge가 나타났으며(합성영상), 태풍 남쪽에 대류운이 분석되었고;
- 3) Phase Diagram : 중심이 당분간 대칭 Warm core에서 비대칭 cold core로 전이되는 것으로 모의하고 있어 19일 09시경 온대저기압으로 변질되는 것으로 예측하였다.



[그림 2.7.9] 제7호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

7.2.4 기상관측자료

태풍 '카눈'은 비교적 고위도인 24°N 북쪽에서 발생하여 북서 지향류의 영향을 받아 비교적 빠른 속도로 북서진하여, 발생 후 약 7시간 경과 시 경계구역인 25°N을 넘었으며 18일 08시경에는 비상구역에 진입하였다. 비상구역에 진입하면서 제주도는 태풍의 직접 영향권에 들면서 한라산 진달래밭에는 400mm를 육박하는 많은 비가 내렸으며 서귀포에는 최대순간풍속 24.7m/s의 강한 비바람이 몰아쳤다. 태풍이 서쪽 해안을 스치며 서쪽 부근해상을 경유하여 북상함에 따라 남해안 대부분 지역에서 최대풍속이 10m/s 이상의 바람이 관측되었고, 태백산맥을 중심으로 서쪽 지역이 동쪽지역보다 강하게 불었고 태풍의 동쪽에서 서풍류의 영향으로 소백산맥과 지리산 부근 그리고 태풍의 중심에 가까운 호남 서해안을 중심으로 100mm 이상의 많은 비가 내렸다. 또한 태풍의 영향으로 해상에서도 강한 바람과 매우 높은 파도가 관측되었는데 지귀도 등표에서는 최대순간풍속이 33.2m/s를 기록하였고 태풍 카눈으로 인해 관측된 유의파고는 중문 파고부이 6.4m, 마라도 부이 5.6m, 간여암 등표 9.1m, 거문도 부이 6.6m가 기록되었다.



[그림 2.7.10] 제7호 태풍 영향 시 강수량 및 바람 분포

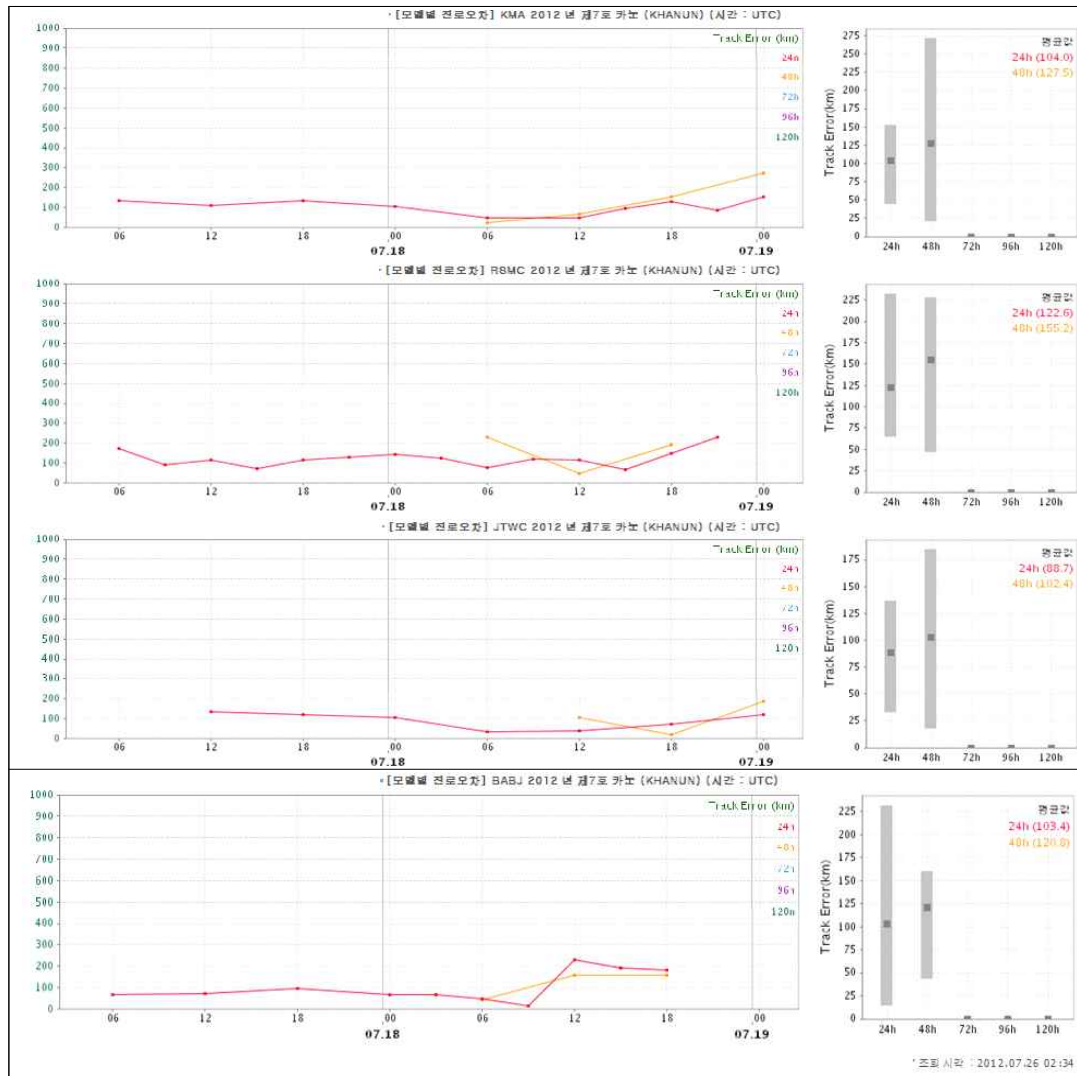
7.2.5 예보정확도

7.2.5.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 160km 이내의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 중위도로 전향이후 이동속도를 늦게 예보하는 경향이 있었다.

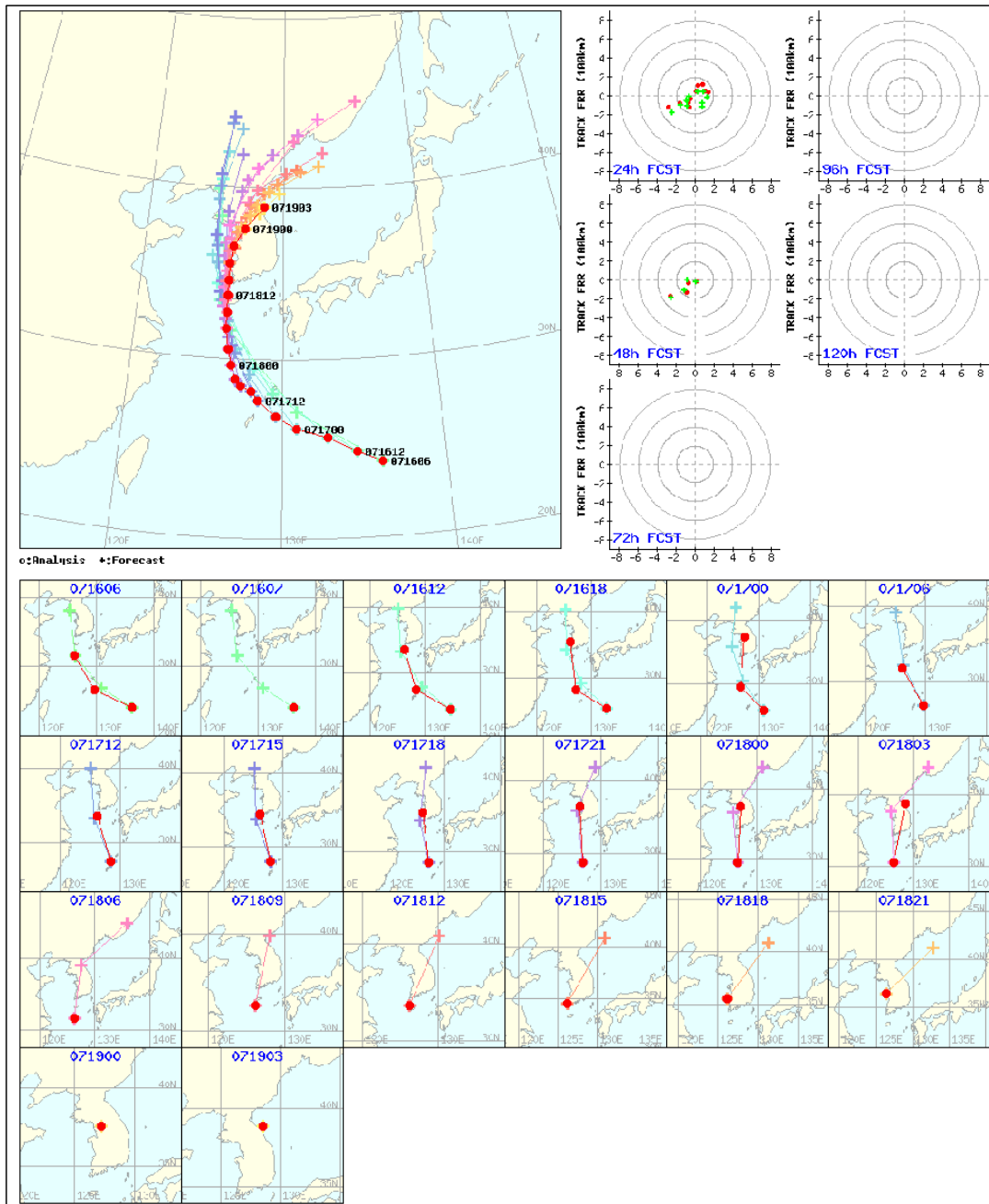
[표 2.7.1] 제7호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	127.5	155.2	102.4	120.8
표본수	4	3	3	3



[그림 2.7.11] 제7호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 전반에는 실제 이동방향보다 오른쪽으로 편향되었으나 후반에는 왼쪽으로 편향되는 경향을 보였고 이동속도는 +48h 예보인 경우 중반까지 실제 이동속도보다 비교적 빠른 예보를 하였으나 중후반부터인 중위도에서는 느린 경향의 예보를 하였고 +72h 이후의 예보는 대체로 느린 경향의 예보를 하였다.



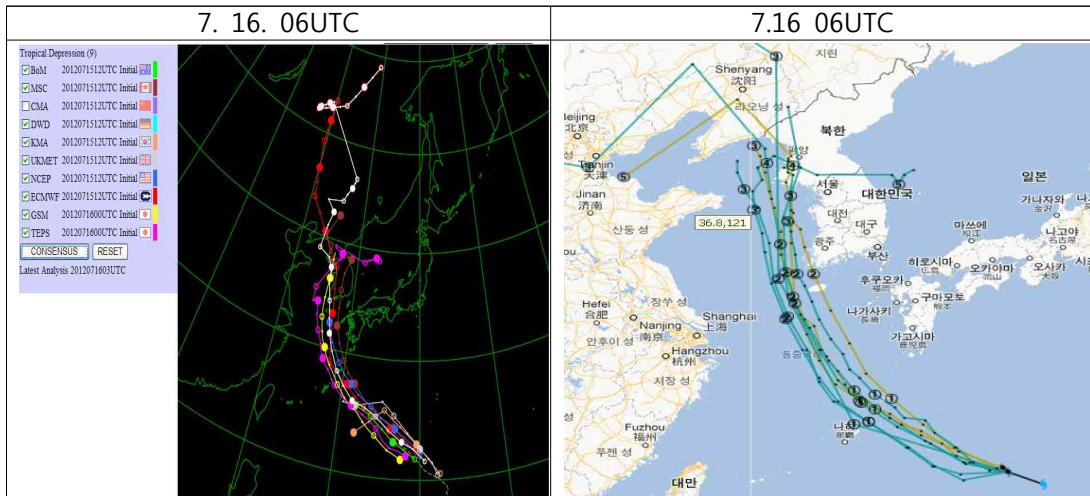
[그림 2.7.12] 제7호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

7.2.5.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.7.2] 제7호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	123.7	154.0	178.0	171.5	130.9
표본수	3	2	3	3	1

태풍의 진로예보는 JMA NTP 컨센서스와 ECMWF 앙상블 컨센서스에서 예측한 진로를 참고하여 예보를 생산하였고, 또한 모델들의 진로 예측 경향은 비슷하여 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었으나, +48h까지 2개의 모델(TEPS, JGSM)이 실제와 비슷한 속도, 5개 모델(UM, ECMWF, AVNS, NOGAPS, UM12, TWRF)가 빠른 예보 경향을 보였으며 +72h에 대해서는 속도 및 이동방향 편차가 모델별로 크게 발생하였고 실제진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 모든 모델들이 서해상에서 북진하는 경향으로 모의하였고 그 중 +60h까지 태풍진로에 가장 유사하게 모의한 모델은 UM이며 서쪽으로 편향되게 모의한 모델은 ECMWF, JGSM, AVNS, NOGAPS, TEPS, UM12, TWRF 등이었고 동쪽으로 편향 예보한 모델은 DLM 이지만 다른 모델에 비해 편차가 2번째로 적었다. 태풍 발생 초기 +48h 이후 중부지방에서 북동쪽으로 전향을 예측한 모델은 전무하며 이는 태풍이 북상하면서 한반도부근으로 강하게 확장한 오토츠크해 기단이 약화되면서 북동쪽으로 후퇴하고 또한 mT와의 사이 기압골의 영향을 충분히 감안하지 못한 것으로 분석된다.



[그림 2.7.13] 제7호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

8. 제8호 태풍 ‘비센티(VICENTE)’

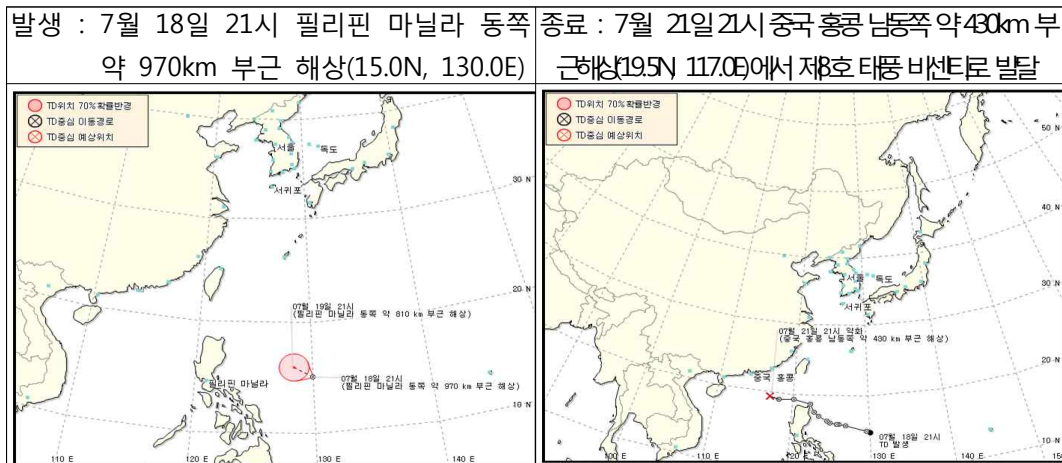
8.1 제18호 TD

8.1.1 개요

제18호 TD는 7월 18일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 970km 부근해상에 위치한 저기압이 발달하여 발생하였다. 이때 중심기압은 1004hPa, 최대풍속 14m/s이었다.

제18호 TD 발생 시 주변해역의 해수면온도 30℃, 해양열용량 100kJ/cm², 연직시어도 10~20kt로 양호한 해양 및 대기조건을 갖추고 있었다. 또한, 발생위치가 비교적 고위도에 위치하여 충분한 전향력을 갖추어진 상태에서 하층에서 저기압성 순환장과 방향 수렴이 나타나면서 TD가 발생하였다.

제18호 TD는 일본 남동쪽에 중심을 둔 북태평양 고기압의 가장자리를 따라 느리게 서북서진하면서 29~30℃의 고수온 해역을 이동하면서 점차 발달하였으며, 발생 72시간 후인 7월 21일 12UTC에 중국 홍콩 남동쪽 약 430km 부근해상에서 제8호 태풍 ‘비센티’로 발달하였다.



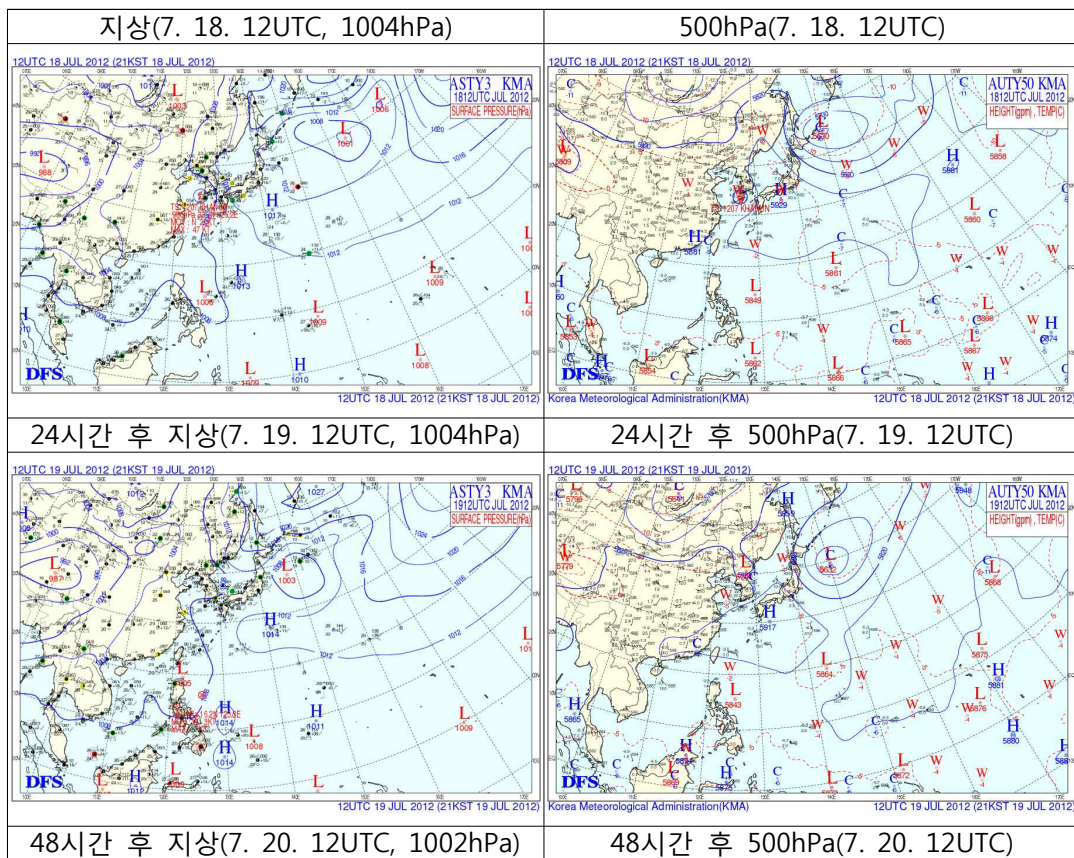
[그림 2.8.1] 제18호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

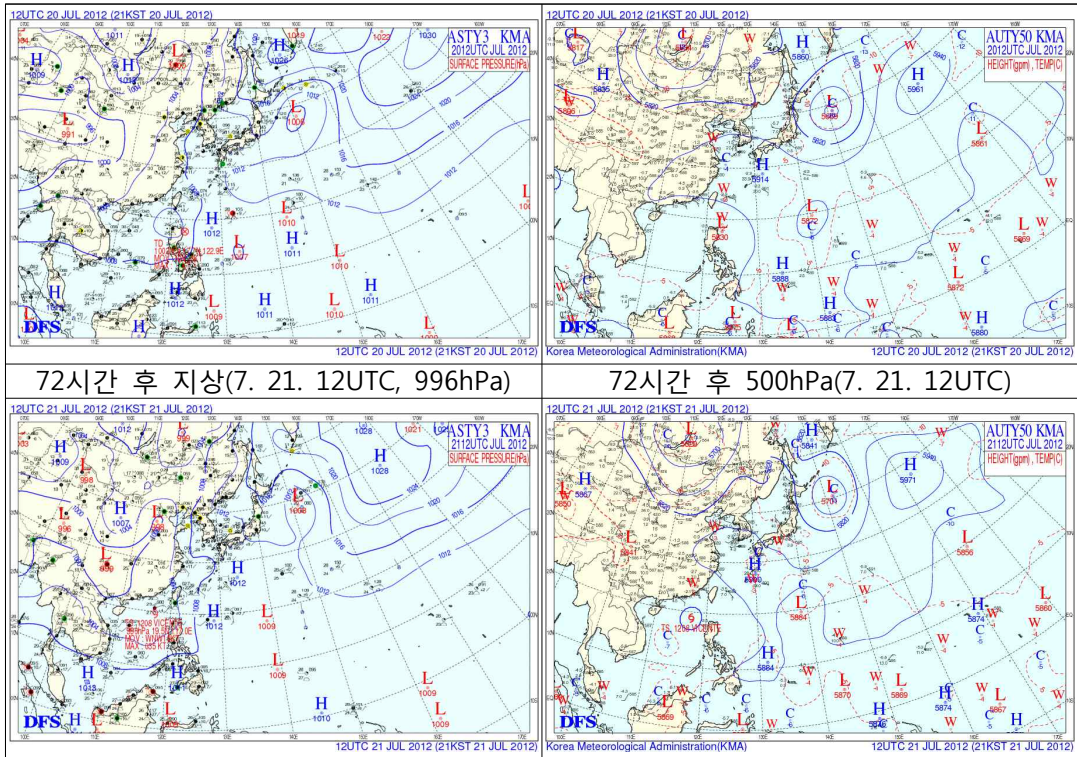
8.1.2 종관상황

제18호 TD 발생시 필리핀 동쪽해역에는 고수온과 고열용량으로 양호한 열적 조건이 갖추어진 상태에서 역학적 조건만 갖추어지면 TD가 발생할 수 있는

상황이었다. 이때, 세력이 약화된 북태평양 고기압이 일본 남동쪽 해상에 중심을 두고 있고 타이완에서 필리핀 쪽으로 기압골이 형성되어 필리핀 동쪽 해상에서 저기압성 순환장 발달이 양호한 조건이 형성되었으며 저기압성 순환장 부근에서 방향수렴이 나타나 고수온 역으로부터 수증기 공급을 원활하게 공급하고 수렴에 의한 대류가 활발해져 TD가 발생하였다.

제18호 TD는 일본 남동쪽 해상에 중심을 둔 북태평양 고기압의 연변을 따라 서북서진하였으며 이동방향으로도 해수면온도 30℃, 해양열용량 100kJ/cm²이 형성되어 있어 원활한 수증기 공급이 가능하였다. 20일 12UTC경 필리핀 북단을 스쳐 지나가면서 다소 약화되었으나 다시 고수온해역으로 진출하면서 발달하여 7월 21일 12UTC경 중국 홍콩 남동쪽 약 430km 부근해상으로 진출하면서 중심부근 기압 996hPa 중심부근 최대풍속이 19m/s에 달하면서 제8호 태풍 '비센티'로 발달하였다.



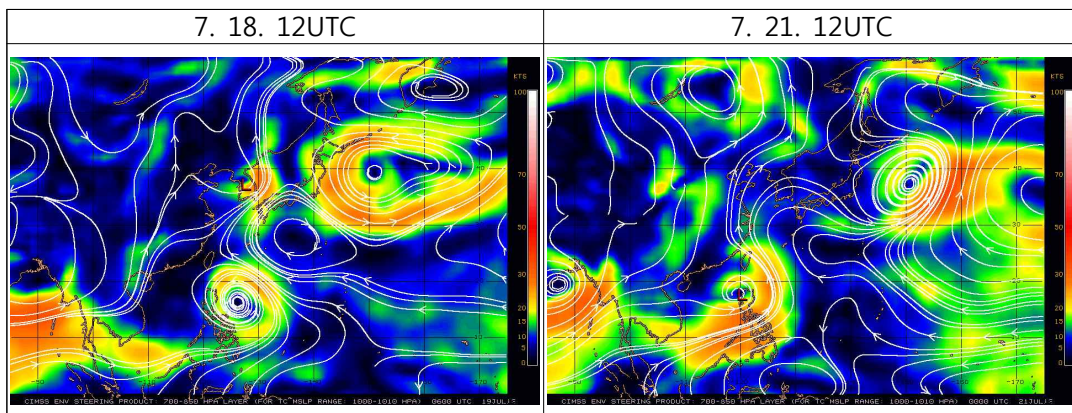


[그림 2.8.2] 제18호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

8.1.3 TD진행과정

8.1.3.1 지향류 흐름(Enviornment Steering Flow)

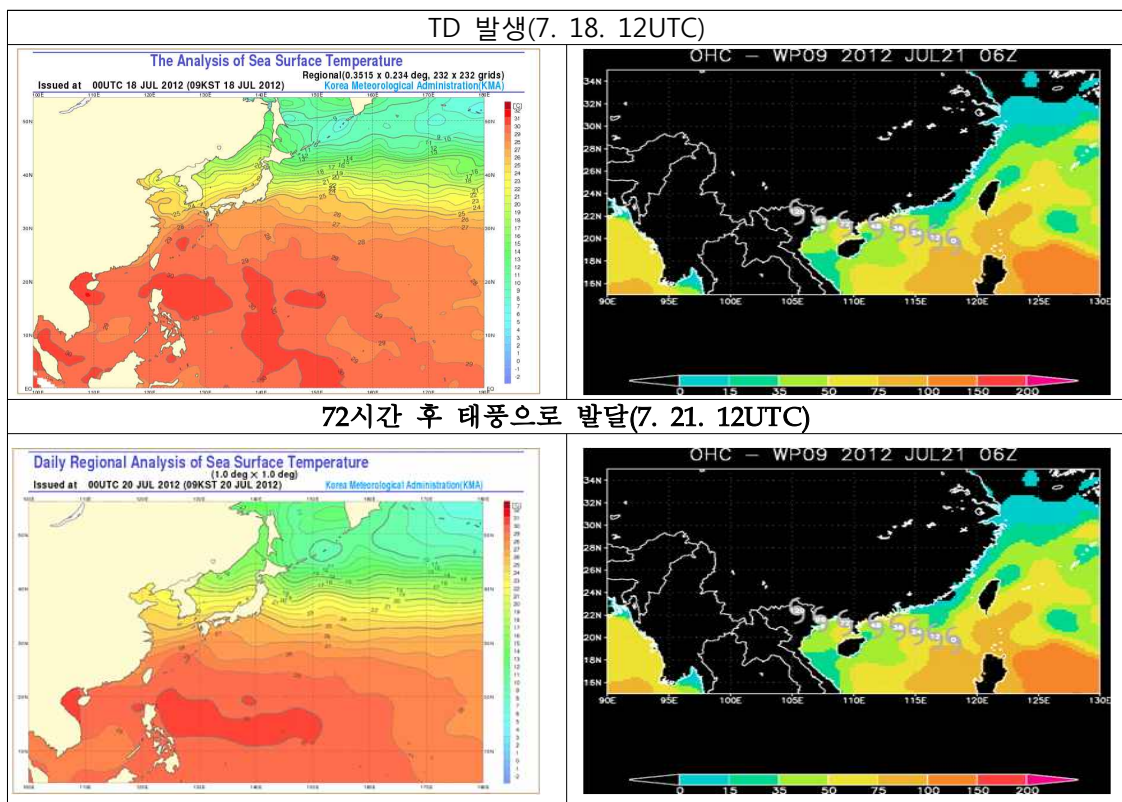
제18호 TD는 일본 남동쪽 해상에 중심을 둔 북태평양 고기압 남서쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북동쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 고수온역을 서북서진하여 이동하면서 수증기를 공급받아 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.8.3] 제18호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

8.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제18호 TD 발생시 주변해역의 해수면온도 30℃, 해양열용량 100kJ/cm² 으로 양호한 열적 조건을 갖추어진 상태였으며, TD의 이동경로인 서북서 방향으로도 해수면온도 30℃, 해양열용량 100kJ/cm² 으로 양호한 열적 조건이 유지되어 충분한 수증기 공급이 가능한 상태로서 발생 72시간 후인 7월 21일 12UTC에 중국 홍콩 남동쪽 약 430km 부근해상으로 진출하면서 제8호 태풍 ‘비센티’로 발달하였다.



[그림 28.4] 제8호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

8.2 제8호 태풍 ‘비센티(VICENTE)’

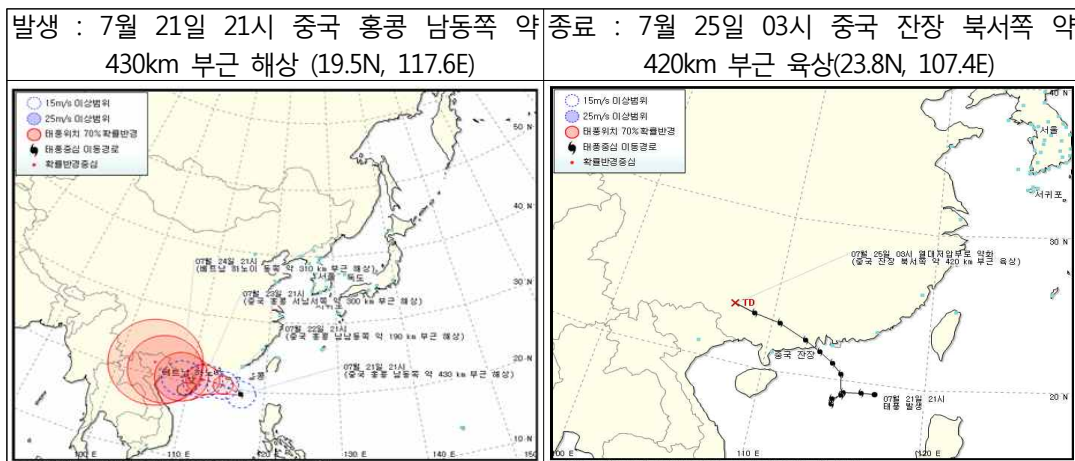
8.2.1 개요

제8호 태풍 ‘비센티’는 제18호 TD가 서북서진하여 7월 21일 12UTC경 중국 홍콩 남동쪽 약 430km 부근해상으로 진출하면서 중심기압 996hPa 중심부근

최대풍속 19m/s으로 발달하면서 발생하였다.

제8호 태풍 주변의 종관기압계는 날짜변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압의 한축이 일본 남쪽 해상을 거쳐 중국 내륙으로 뻗어 있는 가운데 제8호 태풍은 북태평양 고기압의 남남서쪽에 위치하여 S/TE Pattern/region에서 태풍의 북쪽에 형성된 서~서북서 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하여 중국 남부로 상륙 후 약화 되었다.

태풍 위치 및 이동경로의 주변에 해수면온도 29~30℃, 해양열용량 100~150kJ/cm², 연직시어 5~20kt이 형성되어 태풍 강화에 유리한 해양과 대기조건을 갖추었고 7월 23일 18UTC경에는 최성기에 달하여 중심기압 960hPa 중심부근 최대풍속 40m/s, 강풍반경 350km의 강한 중형태풍으로 발달하였으며, 7월 24일 새벽 중국 홍콩 서쪽 해안으로 상륙하면서 점차 약화되기 시작하였으나 태풍의 남쪽 하이난 섬 부근에 형성된 고수온 역으로부터 수증기가 유입되어 세력을 유지하는데 기여하였으며 7월 24일 18UTC경 중국 잔장 북서쪽 약 420km 부근 육상으로 진출하면서 TD로 약화되었다.



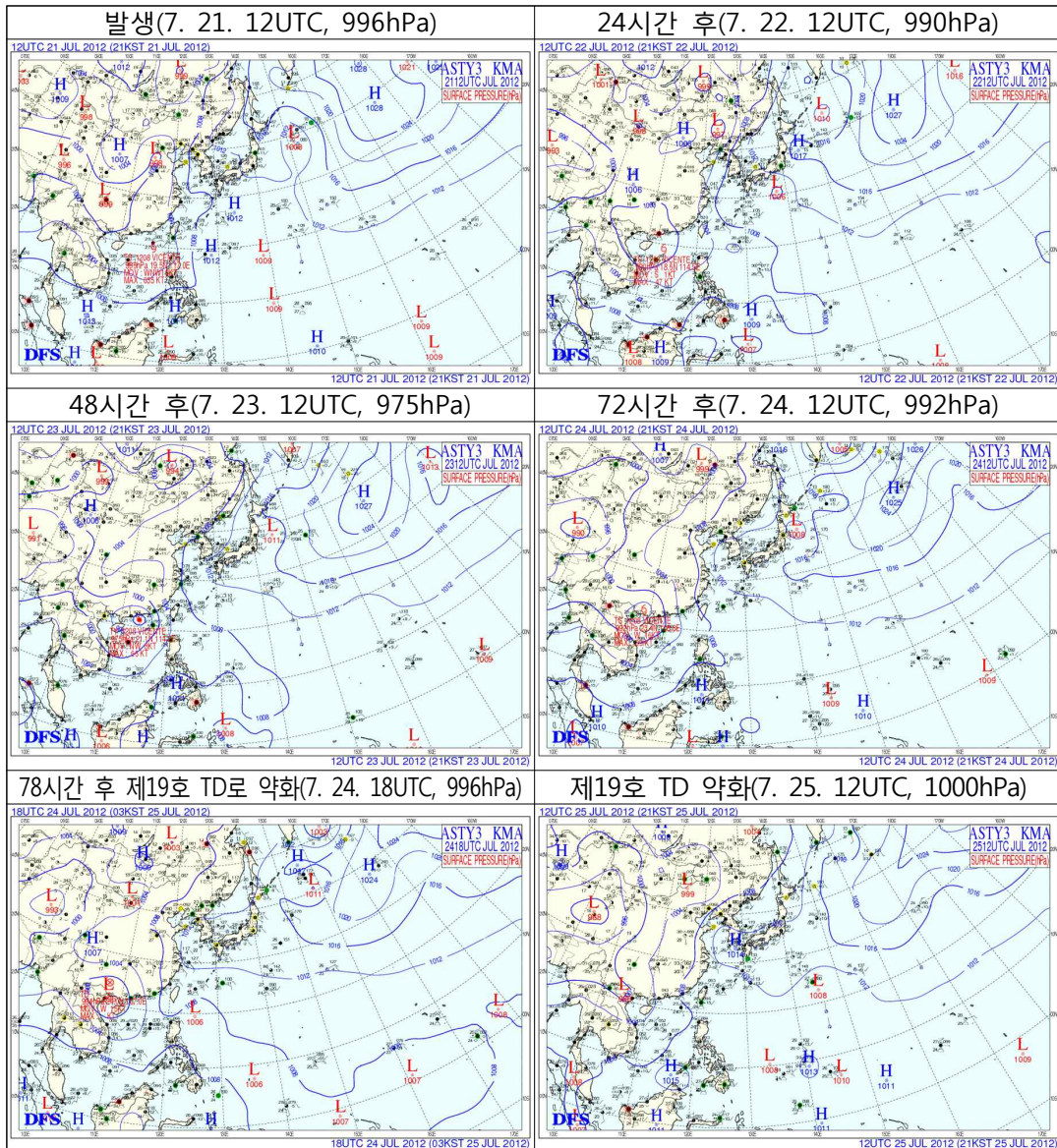
[그림 2.8.5] 제8호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

8.2.2 종관상황

제8호 태풍이 활동 기간 동안 날짜변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압의 영향을 받았다. 북태평양 고기압은 한축을 중국 내륙쪽으로 형성하고 동서로 길게 고압대를 형성하여 태풍의 북상을 저지하고 서 지향류를 형성하여 서진하도록 하였다.

태풍 발생 시에는 북태평양 고기압에서 떨어져 일본 남쪽에 중심을 둔 고기압이

중국 중부지방으로 기압능을 형성함으로써 제8호 태풍이 북상을 저지하고 서진하도록 하였으며, 22일 경 태풍 주변 기압계가 약화되고 어느 기압계의 영향도 크게 받지 못하면서 잠시 이상 경로를 보였으나 중국 중부지방으로 기압능이 강화되고 남부지방으로부터 필리핀 쪽으로 기압골의 형성되면서 서북서 지향류가 강화되어 서북서진 지향류의 영향을 받아 서진하였다.



[그림 2.8.6] 제8호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

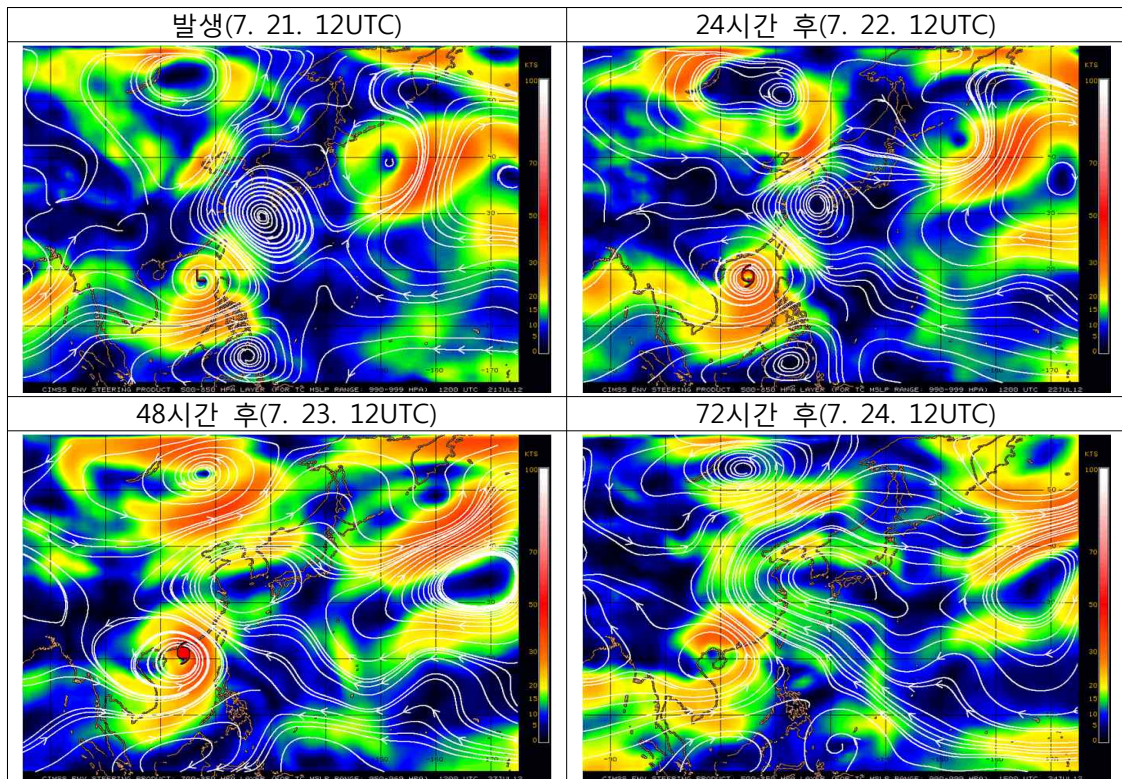
8.2.3 태풍진행과정

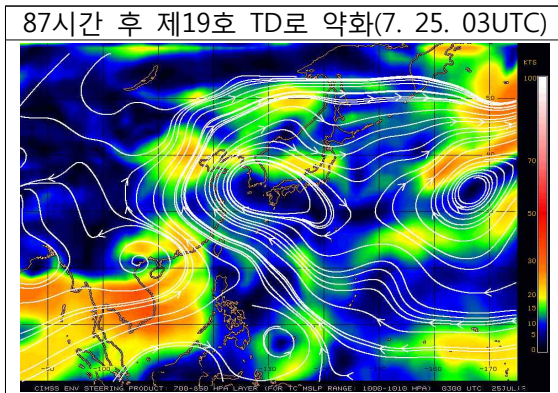
8.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

날짜변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압은 중국 내륙으로 한축을 형성하고 동서로 고압대를 형성함으로써 태풍 북쪽에 서 지향류가 형성되었으며 제8호 태풍은 S/TE Pattern/region에서 서~서북서 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하여 중국 남부로 진출하였다.

태풍 발생초기에는 일본 남쪽해상에 중심을 둔 고기압으로부터 중국 중부지방으로 기압능이 형성됨으로서 태풍의 북동쪽으로 서북서~북서 지향류가 형성되고 남남동쪽으로도 동북동 지향류가 형성되면서 느리게 서진하였다. 22일 경 주변 기압계의 가운데 태풍이 위치하여 어느 기압계의 영향도 뚜렷하게 받지 못하면서 잠시 이상 경로를 보였으나 점차 남동쪽의 지향류가 약화되고 중국 중부지방으로 기압능이 강화되어 태풍의 북북동쪽으로 서북서 지향류가 강화되면서 서북서진하였다

24일 새벽 중국 홍콩 서쪽해안으로 상륙 이후에도 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압으로부터 중국 내륙으로 기압능이 형성되어 태풍의 북북동쪽에 서북서 지향류가 형성되어 태풍의 진로에 영향을 미쳤으며 24일 18UTC경 중국 잔장 북서쪽 약 420km 부근 육상으로 진출하면서 열대저압부로 약화 되었다.





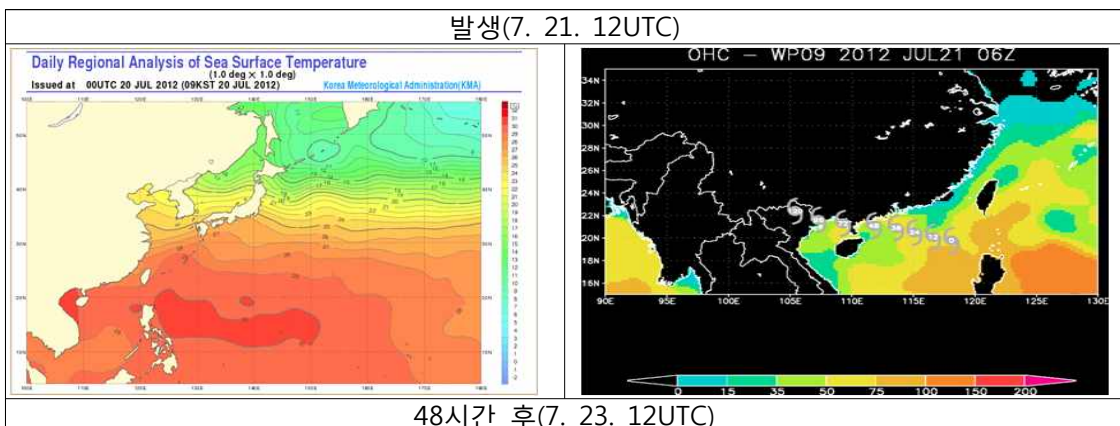
[그림 2.8.7] 제8호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

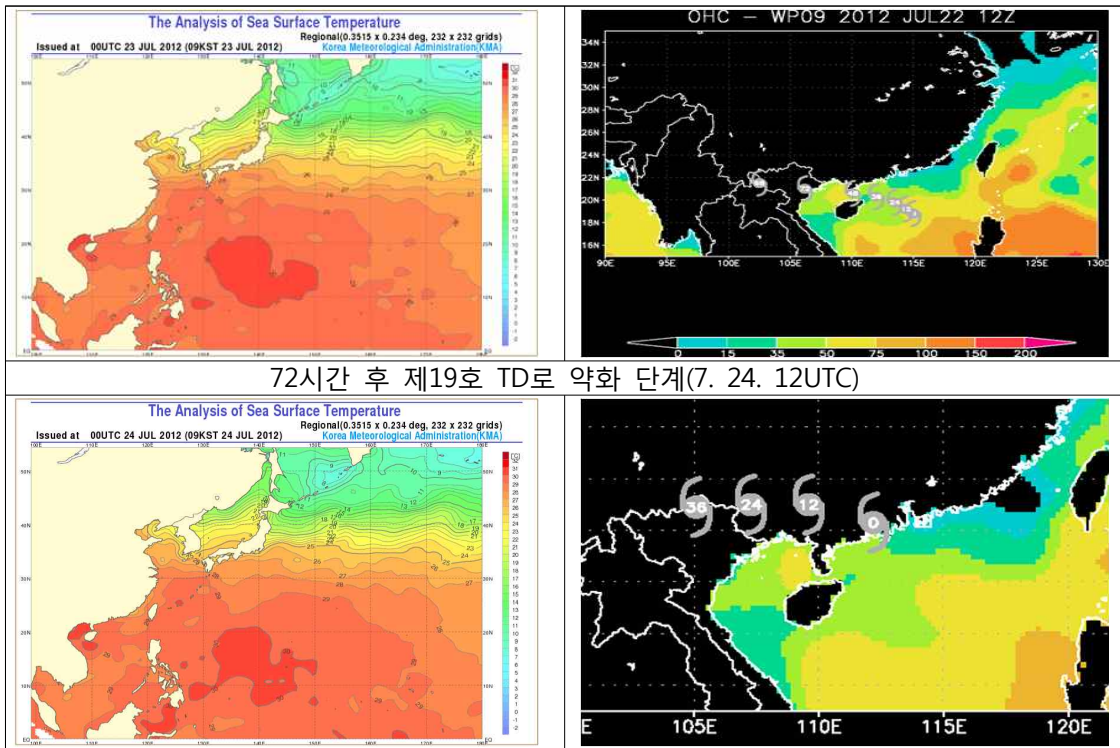
8.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

제8호 태풍이 발생한 남중국해에는 해수면온도 29℃, 해양열용량 70kJ/cm² 이상이 형성되어 매우 좋은 해양 조건을 갖추었으며, 연직시어도 10~20kt로 태풍의 강화에 매우 유리한 조건이 형성되었다. 태풍의 예상 이동경로상으로도 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm² 가 형성되어 강한 태풍으로 발달이 예상되었다.

제8호 태풍은 S/TE pattern/region에서 서북서진하면서 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm²의 고수온역을 이동하면서 발달하여 7월 23일 18UTC경에 최성기로서 중심기압 960hPa 중심부근 최대풍속 40m/s, 강풍반경 350km의 강한 중형태풍으로 발달하였다.

24일 새벽 중국 홍콩 서쪽 해안으로 상륙하면서 점차 약화되기 시작하였으나 태풍의 남쪽에 위치한 하이난 섬 부근에 형성된 29~30℃의 고수온역으로부터 수증기가 유입되면서 빨리 약화되는 것을 저지하였으며 24일 18UTC경 중국 잔장 북서쪽 약 420km 부근 육상으로 진출하면서 제19호 열대저압부로 약화되었다.





72시간 후 제19호 TD로 약화 단계(7. 24. 12UTC)

[그림 2.8.8] 제8호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

8.2.3.3 열대저압부로 약화(제19호 TD)

제8호 태풍 ‘비센티’는 7월 24일 새벽 중국 홍콩 서쪽 해안으로 상륙하면서 점차 약화되기 시작하였으나 태풍의 남쪽 하이난 섬 부근에 형성된 고수온 역으로부터의 수증기 유입이 세력을 유지하는데 기여하였으며 7월 24일 18UTC경 중국 잔장 북서쪽 약 420km 부근 육상으로 진출하면서 제19호 열대저압부로 약화되었다.

제19호 열대저압부는 S/TE pattern/ region에서 서진하여 육상을 이동하면서 급격히 약화되어 7월 25일 12UTC경 베트남 하노이 서북서쪽 약 240km 부근 육상으로 진출하면서 약화되었다.

8.2.4 예보정확도

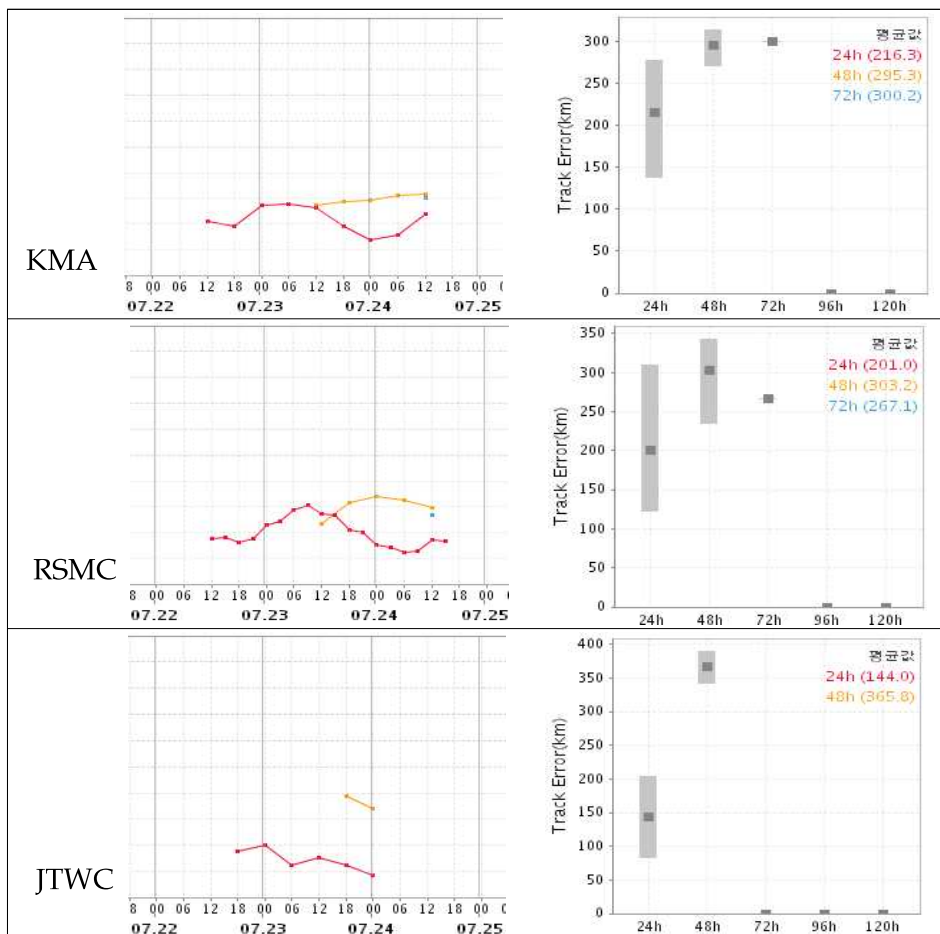
8.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

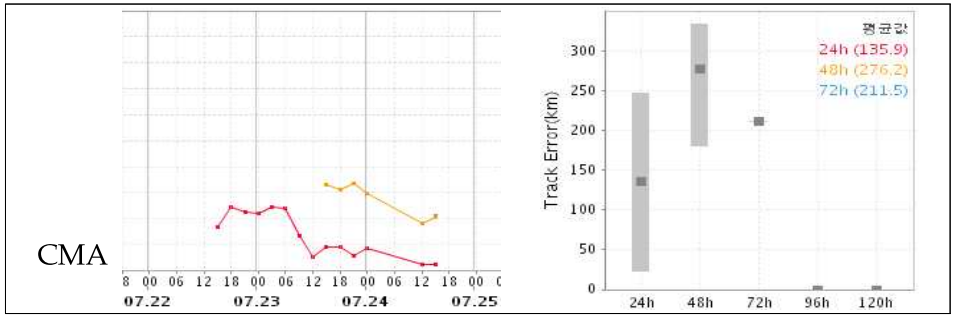
대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 270km 이상의 예보오차를 보여 신뢰도가

낮은 태풍예보가 생산되었다. CMA가 276.2km로 진로오차가 가장 적었고 다음으로 KMA가 295.3km, RSMC 303.2km의 진로오차가 발생하였으며, JTWC 365.8km, 의 진로오차를 보여 오차가 가장 크게 나타났다. 제8호 태풍예보의 진로오차가 크게 발생한 원인은 7월 22~23일 경 당초 서~서북서진할 것으로 예상했던 것과는 달리 γ 형태의 이상진로를 보이면서 큰 오차가 발생하였다.

[표 2.8.1] 제8호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

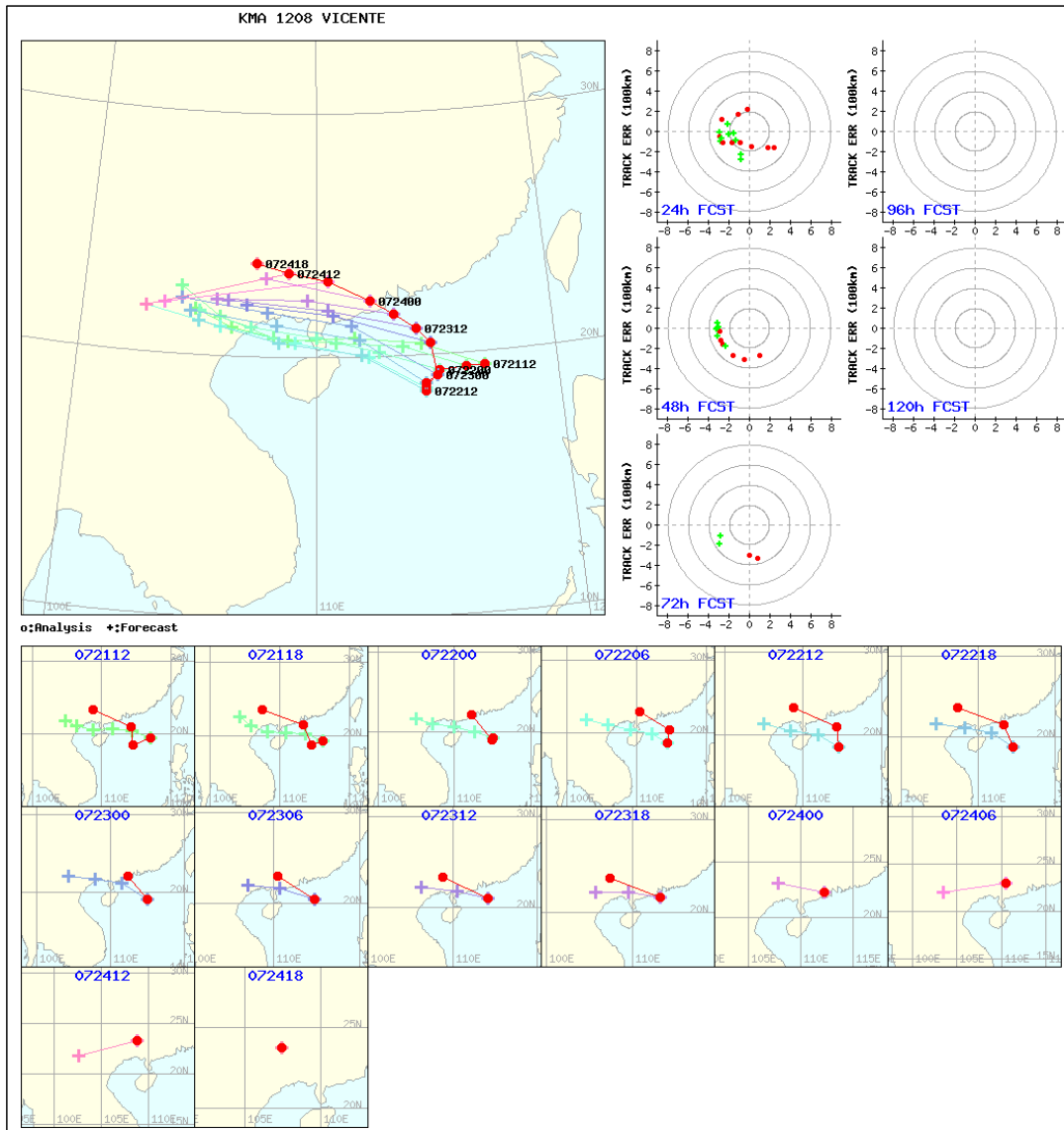
국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	295.3	303.2	365.8	276.2
표본수	5	5	2	6





[그림 2.8.9] 제8호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 대체로 실제 경로보다 남서쪽으로 치우치는 예보를 하였다. 7월 22~23일 경 당초 서~서북서진할 것으로 예상하였으나 γ 형태의 이상진로를 거친 뒤 북서진하면서 오차가 크게 발생하였다.



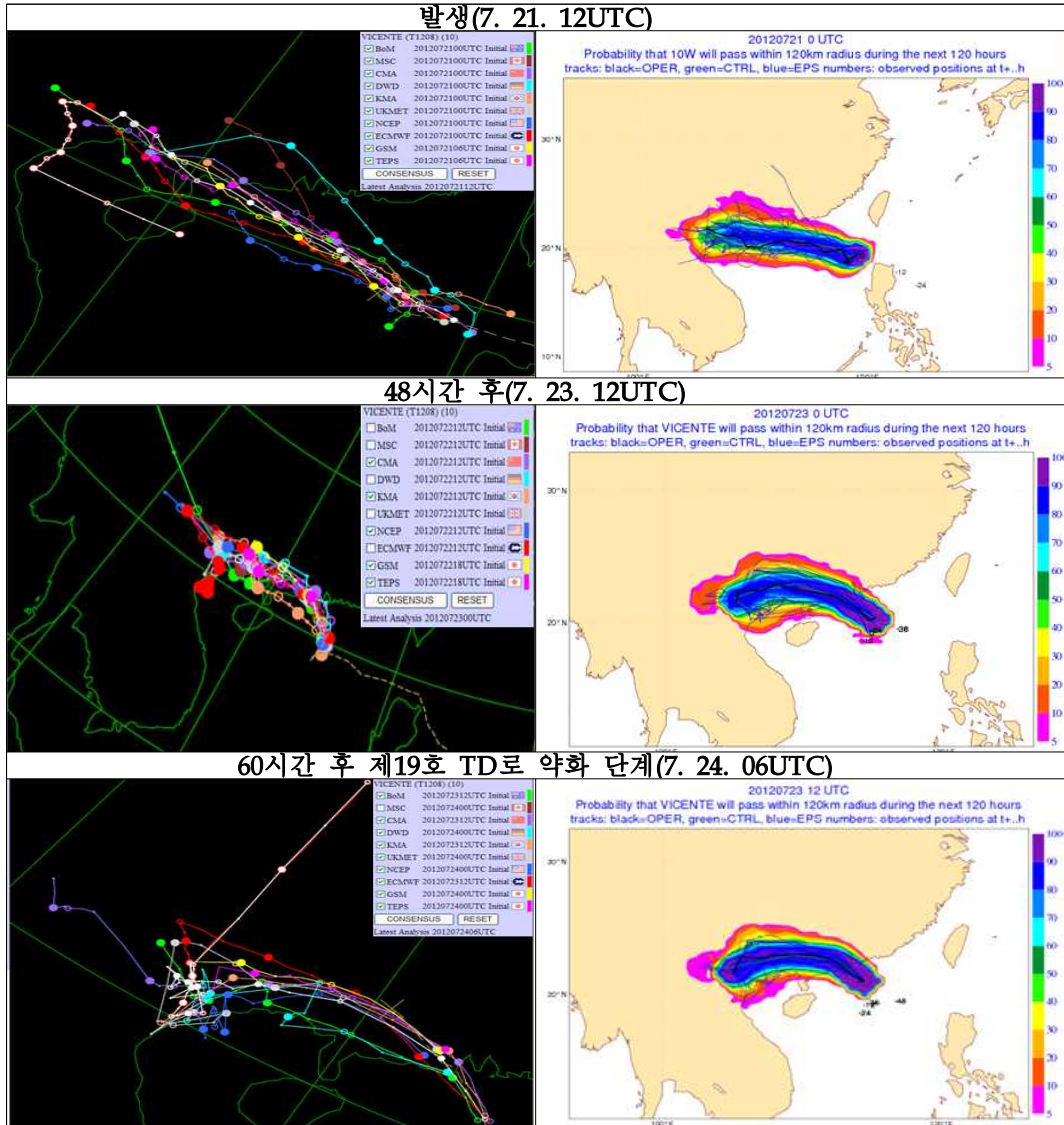
[그림 2.8.10] 제8호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

8.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 서북서진하는 것으로 모의하였다. 또한, 태풍진로예측 모델 멤버들도 일관성 있게 서북서진하는 것으로 모의하고 폭도 비교적 좁아 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었다. 22~23일 경 태풍이 이상 진로를 보였으나 모델들은 잘 반영하지 못하였다. 한편, 앙상블에서도 일관성 있게 중국 남부로 진출하는 것으로 나타났다.

[표 2.8.2] 제8호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	197.4	186.9	197.6	200.8	146.3
표본수	5	3	5	6	3



[그림 2.8.11] 제8호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

9. 제9호 태풍 ‘사올라(SAOLA)’

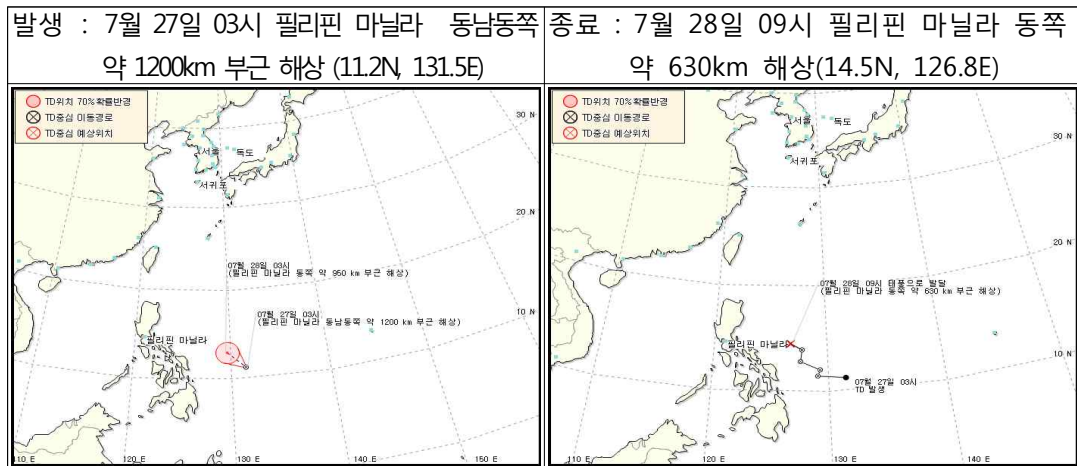
9.1 제20호 TD

9.1.1 개요

제20호 TD는 7월 26일 18UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1200km 부근 해상(11.2°N, 131.5°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 100kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 제20호 TD는 중심기압 1004hPa, 최대풍속 14m/s로, 이 TD의 진로는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 북서진 지향류의 영향을 받아 서북서~북서진하였다.

제20호 TD는 7월 27일 18UTC에는 중심기압 1000hPa, 최대풍속 16m/s로서 지난 12시간 동안 CI 1.0→1.5→1.5로 발달단계에 있었고, 고수온 해역에서 대류시스템이 점점 조직화되면서 대칭성을 갖추어 가면서 해상에서 29℃이상의 고수온과 대기하층 수렴활동으로 인한 충분한 열과 수증기를 공급받아 7월 28일 00UTC에 제9호 태풍 ‘사올라’로 발달하였다.

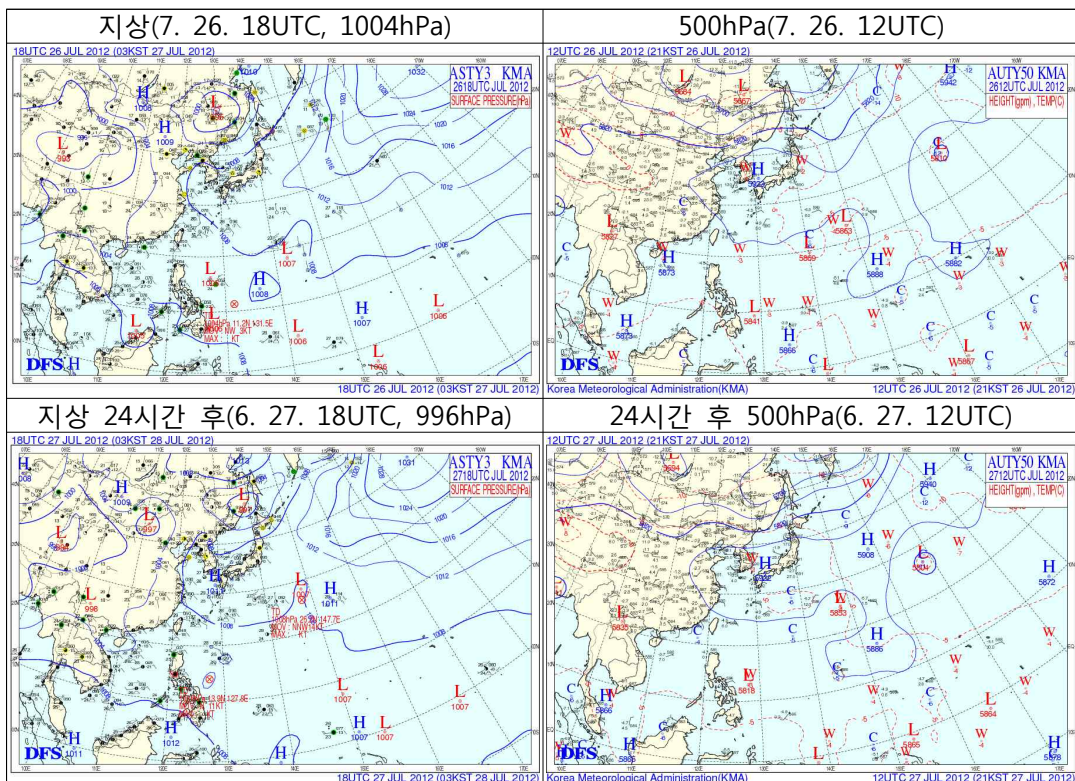


[그림 2.9.1] 제20호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

9.1.2 종관상황

제20호 TD는 7월 26일 18UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1200km 부근

해상(11.2°N, 131.5°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양열용량은 100kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다. 7월 27일 18UTC에는 중심기압 1000hPa, 최대풍속 16m/s로서 지난 12시간 동안 CI 1.0→1.5→1.5로 발달단계에 있었고, 고수온 해역에서 대류시스템이 점점 조직화되면서 대칭성을 갖추어 가면서 해상에서 29℃이상의 고수온과 대기하층 수렴활동으로 인한 충분한 열과 수증기를 공급받아 7월 28일 00UTC에 제9호 태풍 ‘사올라’로 발달하였다

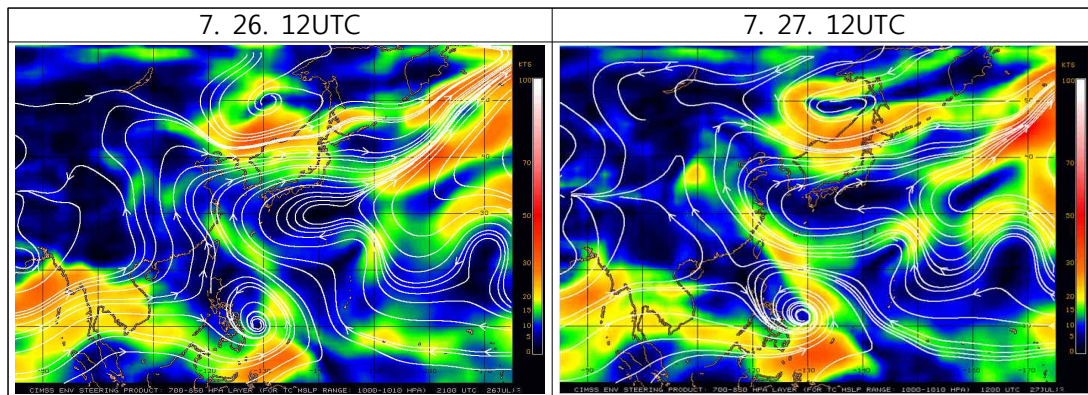


[그림 2.9.2] 제20호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

9.1.3 TD진행과정

2) 9.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

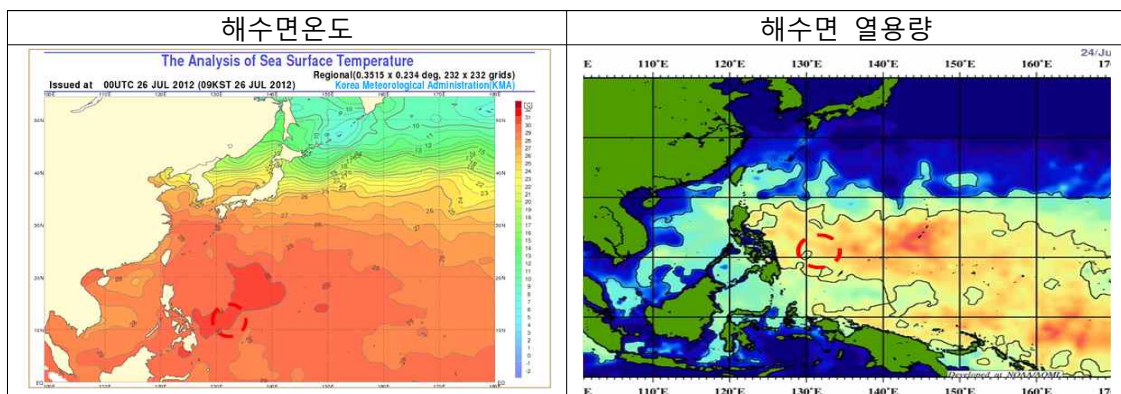
제20호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 북서진 지향류의 영향을 받아 서북서~북서진하면서 발달하였다.



[그림 2.9.3] 제20호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

9.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제20호 TD의 해수면온도는 30℃, 열용량지수 120kJ/cm²이상의 해역에 위치해 있어 태풍으로 발달할 잠재성을 갖추고 있고, 연직시어 값도 낮아 태풍으로 발달할 가능성이 높았으며, 7월 28일 00UTC에 필리핀 마닐라 약 610km 부근 해상에서 TD에서 제9호 태풍 '사올라'로 발달하였다.



[그림 2.9.4] 제20호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

9.2. 제9호 태풍 '사올라(SAOLA)'

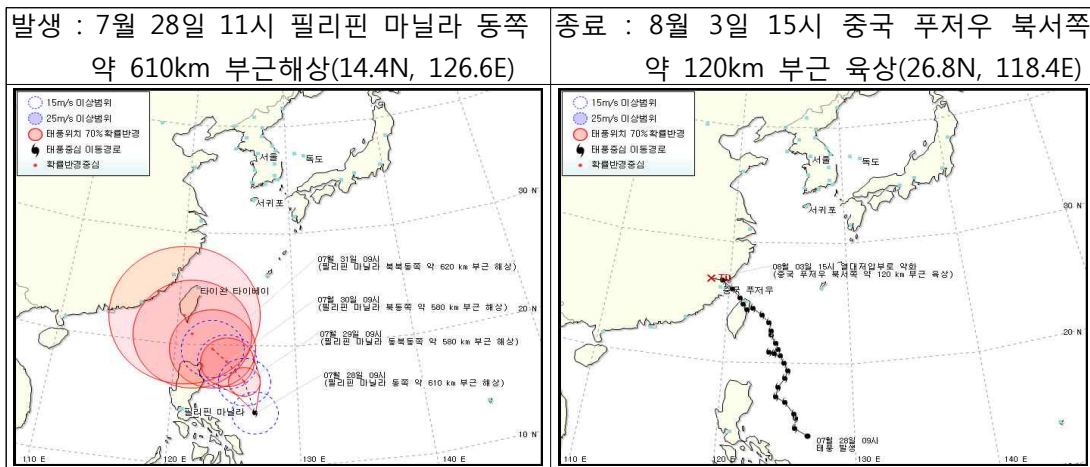
9.2.1 개요

7월 28일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 610km 부근 해상(14.4°N, 126.6°E)에서 발생한 제9호 태풍 '사올라'는 8월 3일 06UTC에 중국 푸저우 북서쪽 약 120km

부근 육상(26.8°N, 118.4°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 이 태풍은 발생초기에 북태평양 고기압 남서쪽에 위치하면서 태풍 북동쪽의 강한 지향류의 영향을 받아 북북서진하다가 31일경 태풍 남쪽 Tropical Buffer Cell에 의한 강풍역이 태풍의 남동쪽에 위치하면서 북동지향류가 강하게 형성되어 31일 06UTC에는 동북동진 하였다.

태풍 발생 및 이동방향의 해수온도가 28~30°C, 해양열용량지수 60~120kJ/cm² 지역을 지나면서 발달하여 8월 1일 06UTC에 강도가 강(960hPa)한 태풍으로 발달하였다.

8월 2일 09시경 대만 타이베이 남동쪽 약 75km 부근해안에 상륙, 8월 3일 09시경 중국 푸저우 북북동쪽 약 70km 육상으로 상륙하였고, 3일 15시에 중국 푸저우 북서쪽 약 120km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.9.5] 제9호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

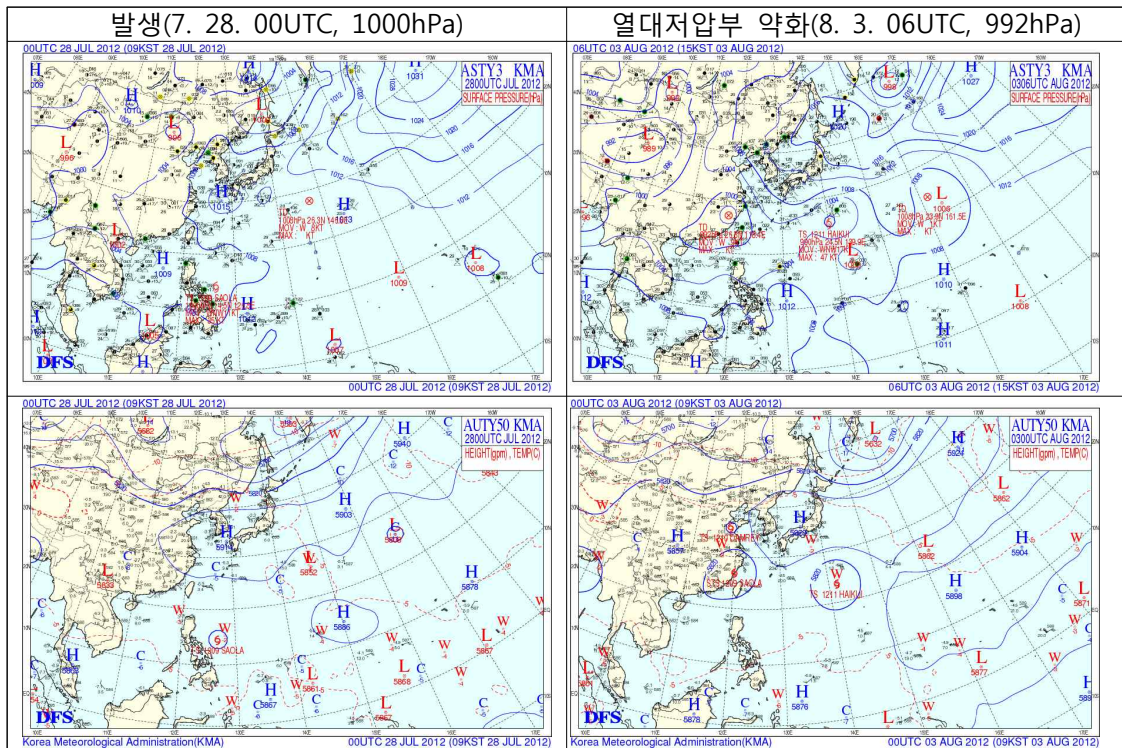
9.2.2 종관상황

7월 28일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 610km 부근 해상(14.4°N, 126.6°E)에서 발생한 제9호 태풍 '사올라'는 8월 3일 06UTC에 중국 푸저우 북서쪽 약 120km 부근 육상(26.8°N, 118.4°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 이 태풍은 발생초기에 북태평양 고기압 남서쪽에 위치하면서 태풍 북동쪽의 강한 지향류의 영향을 받아 북북서진하다가 31일경 태풍 남쪽 Tropical Buffer Cell에 의한 강풍역이 태풍의 남동쪽에 위치하면서 북동지향류가 강하게 형성되어 31일 06UTC에는 동북동진 하였다. 이후 태풍은 태풍 북쪽의 고기압에 의한 북서지향류가 태풍을 지배하면서 북서진하였다.

태풍으로 발생당시 해수온도는 29~30°C, 해양열용량지수 120kJ/cm²이상 해역에

위치하였고, 태풍의 이동방향 또한 28~30℃의 해수면온도와 해양열용량지수 60~120kJ/cm²의 지역을 통과하면서 29일 00UTC에 강도가 중(985hPa)으로 발달하였고, 31일 06UTC에 강도가 강(970hPa)한 태풍으로 발달하였다.

8월 2일 09시경 대만 타이베이 남동쪽 약 75km 부근해안에 상륙하였고, 이후 계속 북서진하여 8월 3일 09시경 중국 푸저우 북북동쪽 약 70km 육상으로 상륙하여 3일 15시에 중국 푸저우 북서쪽 약 120km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.

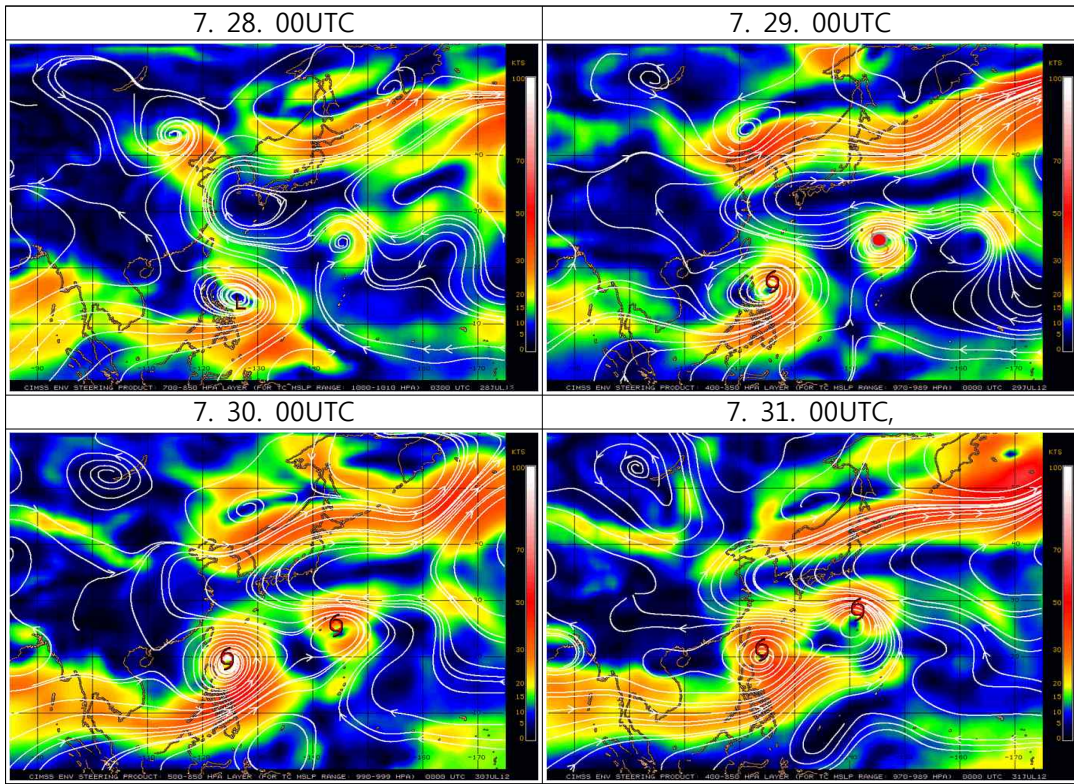


[그림 2.9.6] 제9호 태풍 활동 기간 동안의 지상(상) 및 500hPa(하) 일기도

9.2.3 태풍진행과정

3) 9.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

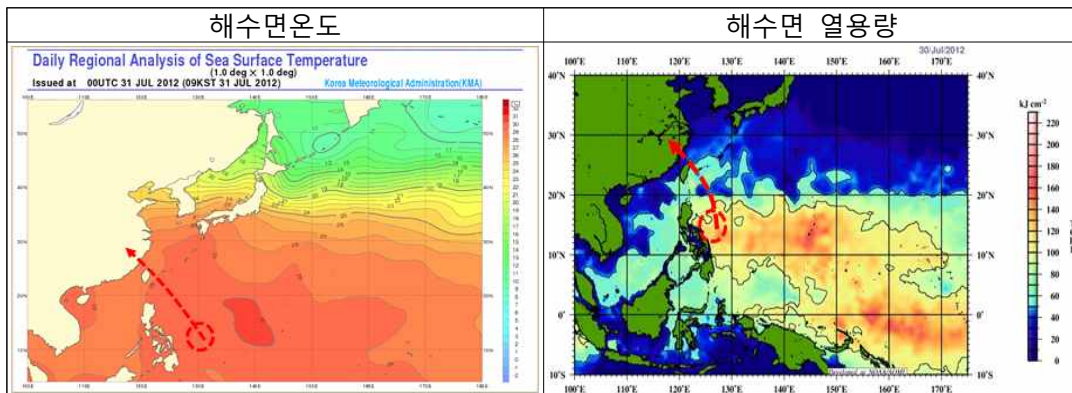
북서태평양 고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/retion에서 북서진 지향류의 영향을 받았으나 31일경 태풍 남쪽 Tropical Buffer Cell에 의한 강풍역이 태풍의 남동쪽에 위치하면서 북동지향류가 강하게 형성되어 31일 06UTC에는 동북동진하였다. 이후 태풍은 태풍 북쪽의 고기압에 의한 북서지향류가 태풍을 지배하면서 북서진하였다.



[그림 2.9.7] 제9호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

9.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍으로 발생당시 해수온도는 29~30℃, 해양열용량지수 120kJ/cm²이상 해역에 위치하였고, 태풍의 이동방향 또한 28~30℃의 해수면온도와 해양열용량지수 60~120kJ/cm²의 지역을 통과하면서 29일 00UTC에 강도가 중(985hPa)으로 발달하였고, 31일 06UTC에 강도가 강(970hPa)한 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.9.8] 제9호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

9.2.3.4 열대저압부로 약화(제24호 TD)

7월 28일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 610km 부근 해상(14.4°N, 126.6°E)에서 발생한 제9호 태풍 '사올라'는 8월 3일 06UTC에 중국 푸저우 북서쪽 약 120km 부근 육상(26.8°N, 118.4°E)에서 열대저압부로 약화되었고, 8월 3일 21UTC에 중국 푸저우 북서쪽 약 220km 부근 육상(27.3°N, 117.5°E)에서 저기압으로 약화되었다.

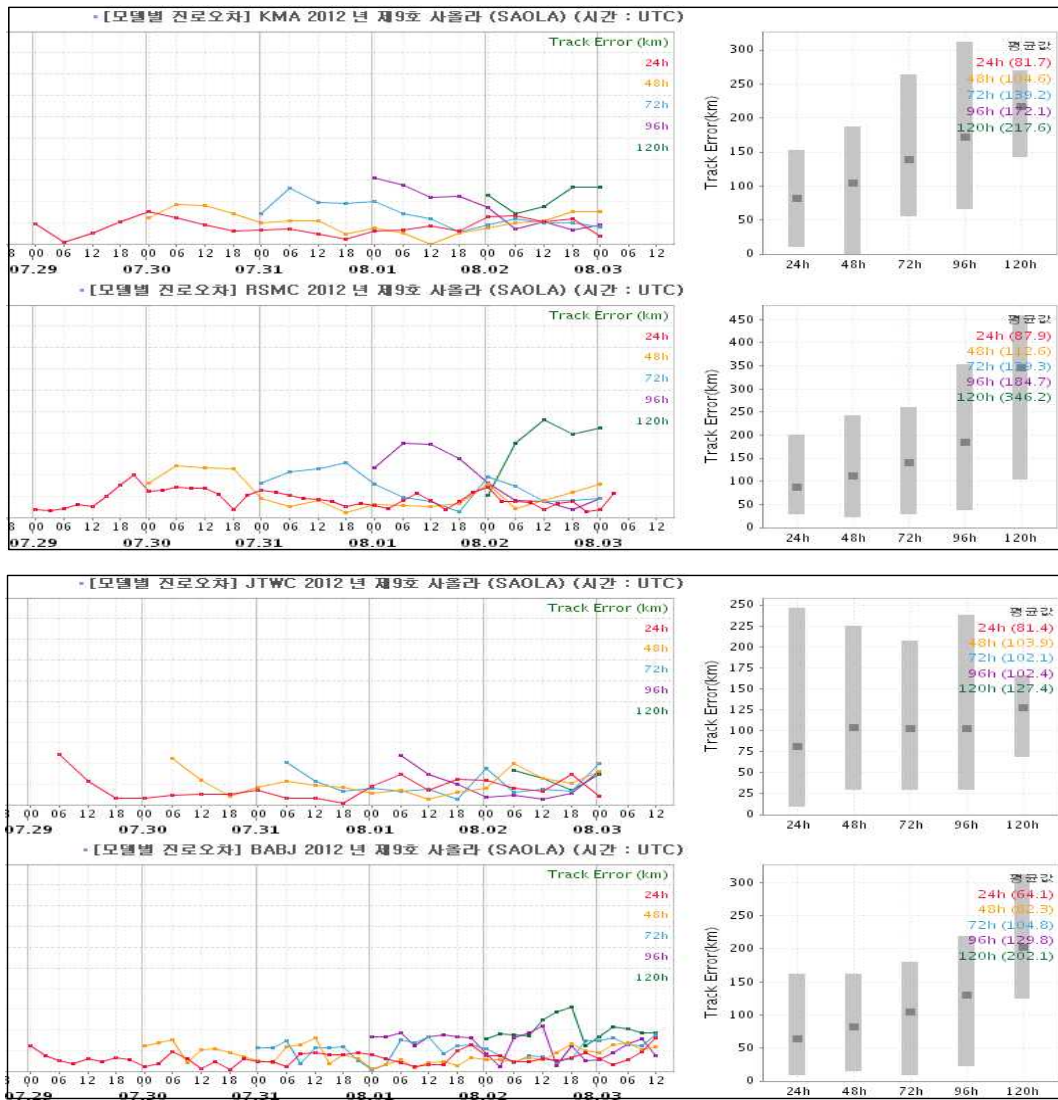
9.2.4 예보정확도

9.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서는 100km내의 예보 오차를 보였으나, 발생초기에 실제 경로보다 남서쪽으로 예보를 하면서 오차가 발생하였다.

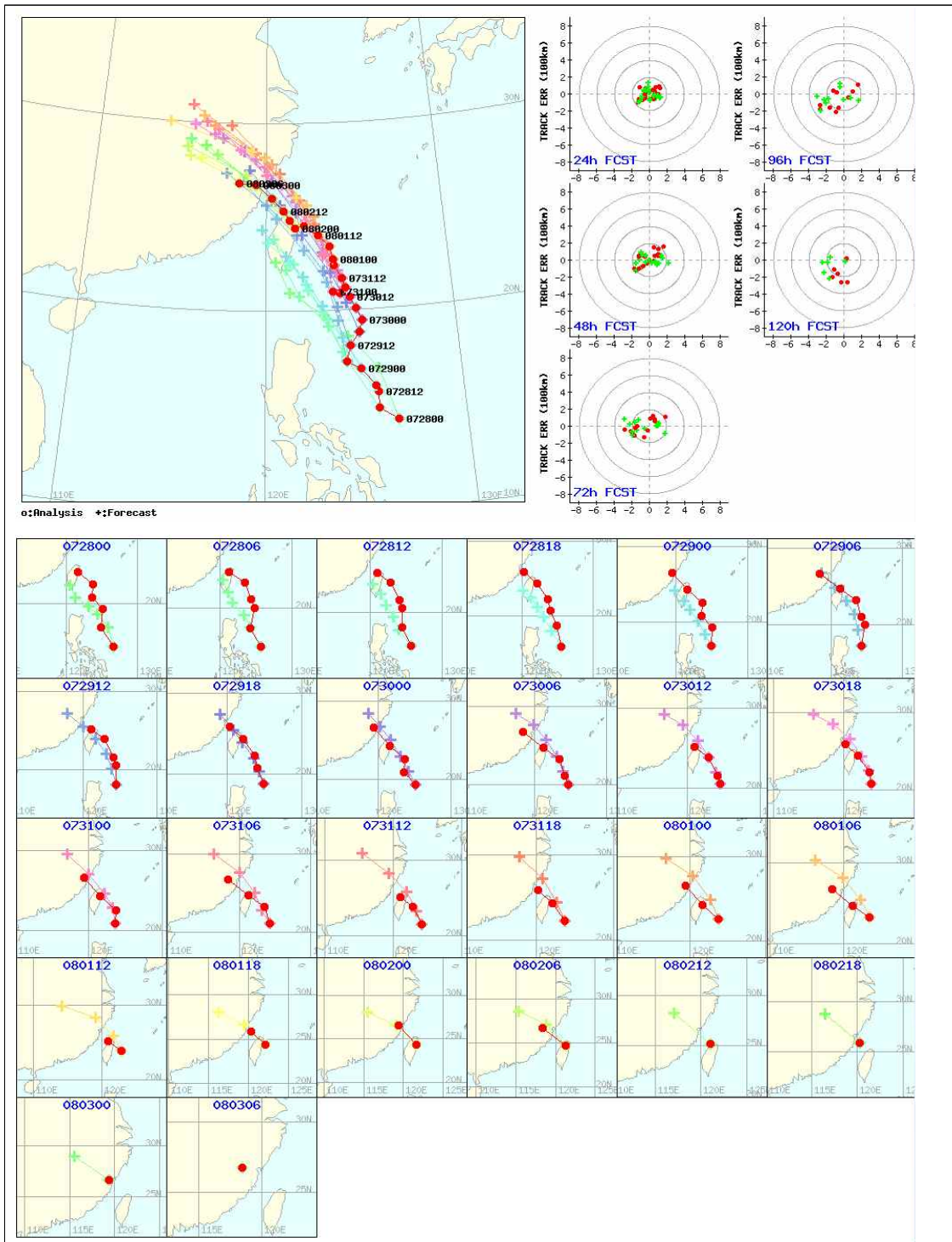
[표 2.9.1] 제9호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	104.6	112.6	103.9	82.3
표본수	17	17	16	37



[그림 2.9.9] 제9호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

태풍 발생 초기에 KMA 진로예보는 다소 남서쪽으로 편향되어 오차를 보이고 있으나, 이동속도는 실제와 큰 차이를 보이지 않았다.



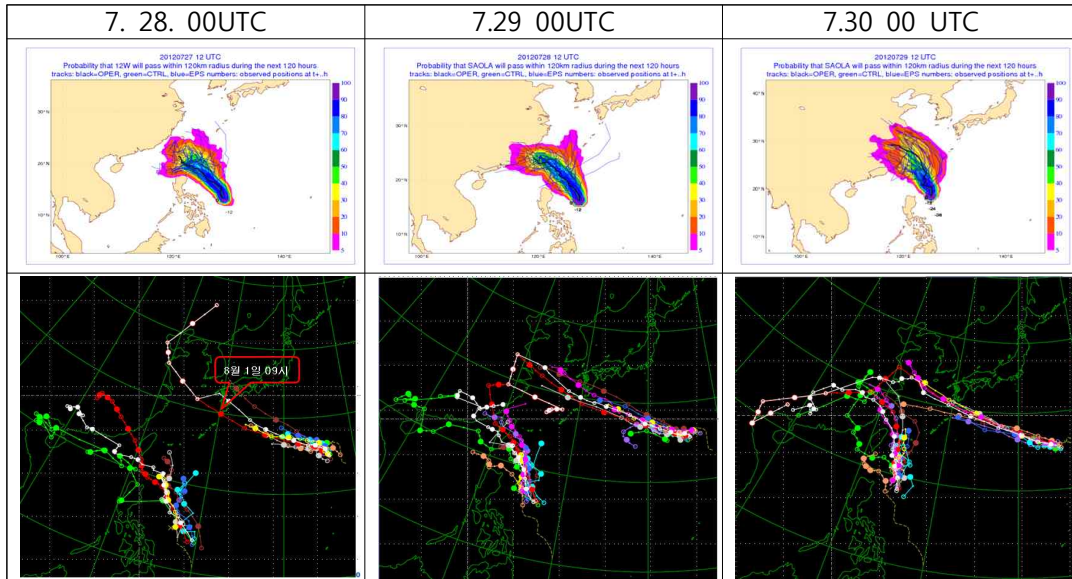
[그림 2.9.10] 제9호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

9.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.9.2] 제9호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	DBAR	JGSM	NOGAPS	GFS	ECMWF	TEPS	TWRF	KWRF	UM
표본수	16	17	8	8	6	17	1	13	17
예보오차	319.0	93.3	160.3	111.5	68.4	189.0	291.6	181.6	244.5

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 ECMWF나 JMA NTP 컨센서스는 대체로 북북서진하는 것으로 모의하고 있으나, Spread가 너무 넓고 이동속도도 서로 달라 예측진로 잡기에 어려움이 있었으나 시간이 지날수록 폭이 줄어들어 예측 방향면에서는 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었다.



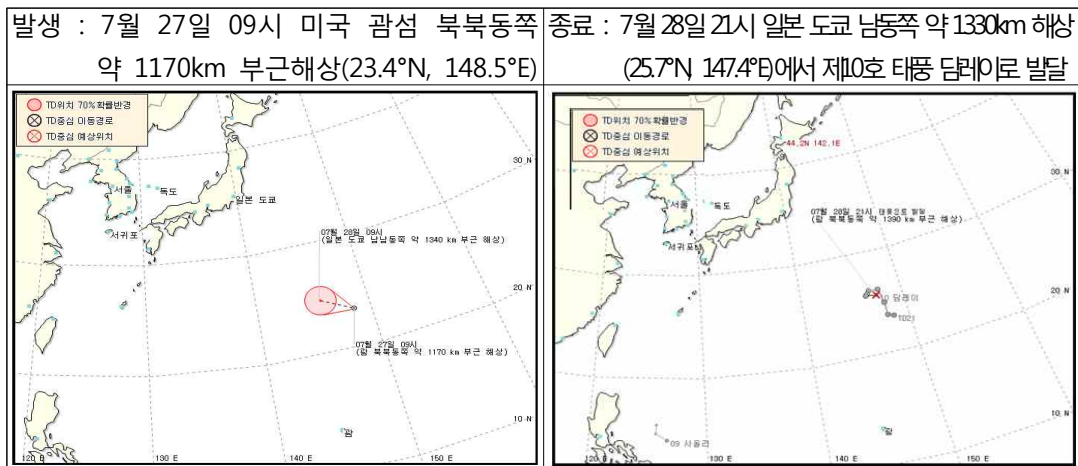
[그림 2.9.11] 제9호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

10. 제10호 태풍 ‘담레이(DAMREY)’

10.1 제21호 TD

10.1.1 개요

제21호 TD는 7월 28일 00UTC에 미국 괌섬 북북동쪽 1170km 부근해상에서 발생하였다. 당시 제21호 TD의 중심기압은 1010hPa, 최대풍속 12m/s로 CI 지수 0.5, 연직시어 값이 10~20kts, 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 50kJ/cm² 이상으로 대기 및 해양상태가 태풍으로 발달하기에 적합한 조건을 형성하고 있어 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었으며, 일본 도쿄 남동쪽 약 1330km 부근해상에서 36시간 후인 2012년 7월 28일 21시경 제10호 태풍 ‘담레이’로 발달하였다.



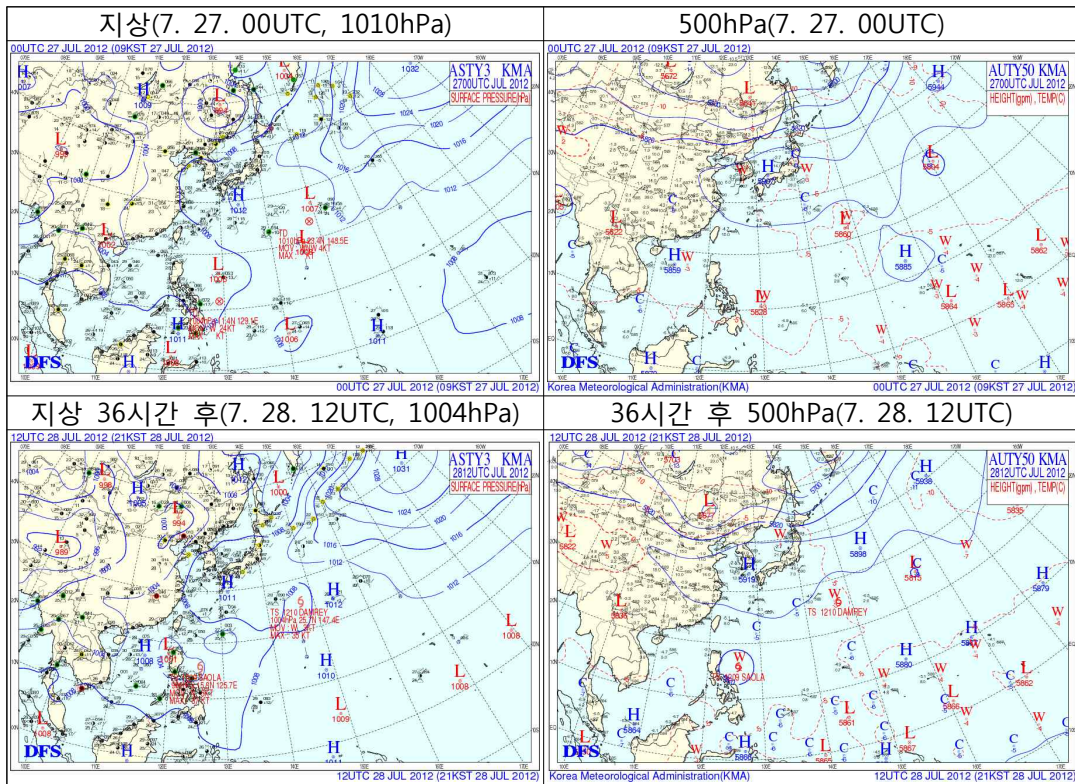
[그림 2.10.1] 제21호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

10.1.2 종관상황

7월 27일 00UTC에 미국 괌섬 북북동쪽 약 1170km 부근 해상에서 발생한 제21호 TD는 29℃의 높은 해수면온도와 50~80kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다.

이 TD는 북태평양고기압의 남서쪽 가장자리에서 북서진하였으며, 이동방향으로 SST가 29℃, 열용량지수가 50kJ/cm² 내외, 연직시어 값이 10kts 이하로서 강도 강화에

유리한 조건에서 발달하여, 7월 28일 12UTC에 일본 도쿄 남동쪽 약 1330km 부근 해상에서 2012년 제10호 태풍 ‘담레이’로 발달하였다. 태풍으로 발달 후 북태평양고기압이 서쪽으로 확장하면서 종관패턴이 S/PF pattern/region에서 S/TE pattern/region으로 전이하여 서~서북서진하는 진로 특성을 보였다.

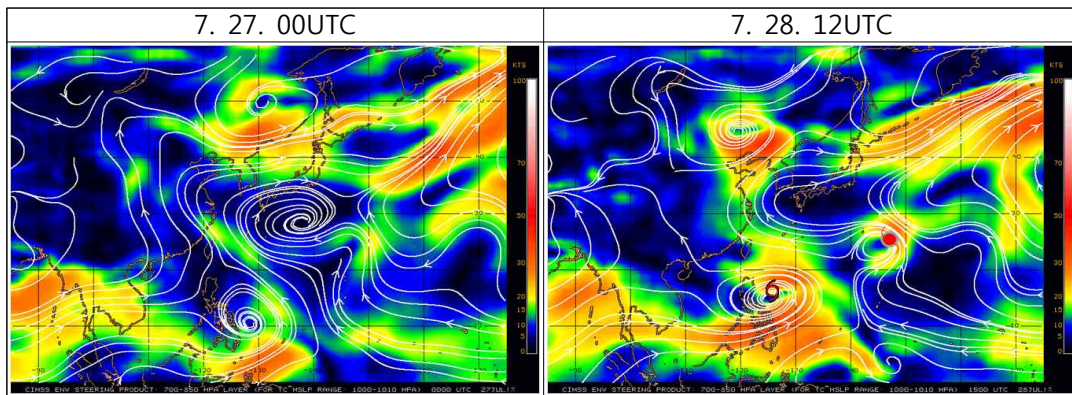


[그림 2.10.2] 제21호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

10.1.3 TD진행과정

10.1.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

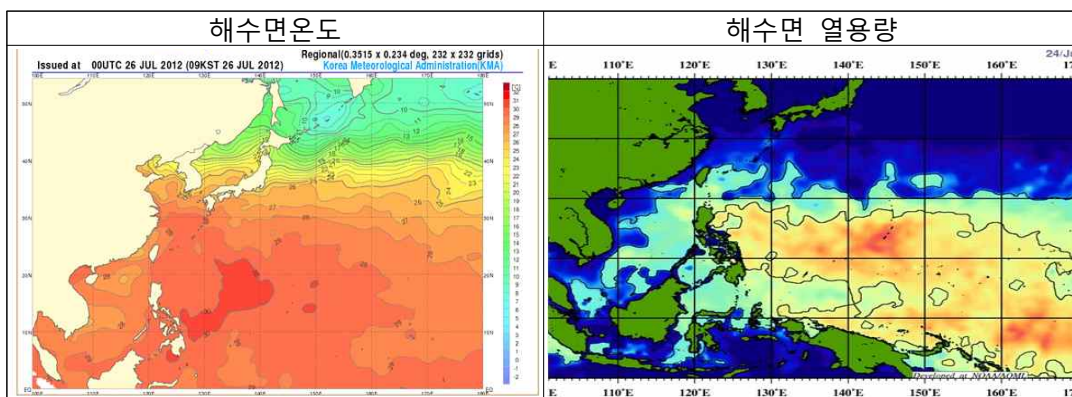
제21호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 북북서진의 지향류 영향을 받았으며, 태풍으로 발달할 당시 북태평양고기압이 확장하는 추세로서 북진하지 못하고 S/TE pattern/region에서 서~서북서진하는 진로 특성을 보였다.



[그림 2.10.3] 제21호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

10.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제21호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29°C, 해양열용량도 50~80kJ/cm² 로서 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제21호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도 (28~29°C), 연직시어 값이 10~20kts로 태풍으로 발달하는데 유리한 조건이어서 7월 28일 12UTC에 일본 도쿄 남동쪽 약 1330km 부근해상에서 제21호 TD가 제10호 태풍 '담레이'로 발달하였다.



[그림 2.10.4] 제21호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

10.2 제10호 태풍 '담레이(DAMREY)'

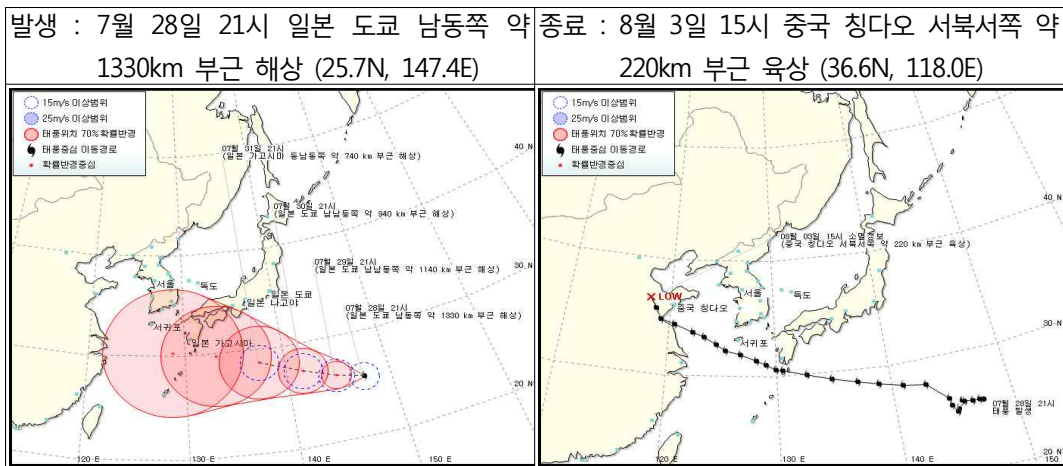
10.2.1 개요

제10호 태풍 담레이는 7월 28일 12UTC에 일본 도쿄 남동쪽 약 1330km 부근해상

(25.7°N, 147.4°E)에서 발달하였다. 이 태풍은 당시 5km/h의 속도로 서진중이었으며 중심기압은 1004hPa, 중심부근 최대풍속은 18m/s로 약한 소형태풍으로 지난 30시간 동안 CI 1.5를 유지하고 있었다.

이 태풍은 7월 27일 00UTC에 미국 괌 북북동쪽 약 1170km 부근 해상 (23.4°N, 148.5°E)에서 발생한 제21호 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 8km/h의 속도로 서북서진 중이고, 중심기압 1010Pa, 최대풍속 15m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도는 28~29°C로 비교적 높으나, 열용량지수는 50kJ/cm² 내외로 높지않아 강한 태풍으로 발달은 어려울 것으로 분석되었고 30일 18UTC경에는 중심기압 975hPa, 중심최대풍속 30m/s의 STS로 발달하였고, 31일 06UTC경에는 중심기압이 975hPa로 동일하지만, 대류셀의 강화가 분석되어 중심 최대풍속 34m/s의 TY로 발달하였으며, 8월 1일 15UTC경부터 북위 30도를 넘어서며 다시 중심기압 975hPa, 중심최대풍속 30m/s의 STS로 약화되어 서북서진한 후 8월 2일 18UTC경 중국 칭다오 남서쪽 약 60km 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되기 시작하여 8월 3일 06UTC경 중국 칭다오 서북서쪽 약 220km 부근 육상 (36.6°N, 118.0°E)에서 998hPa의 온대저기압으로 변질되었다.

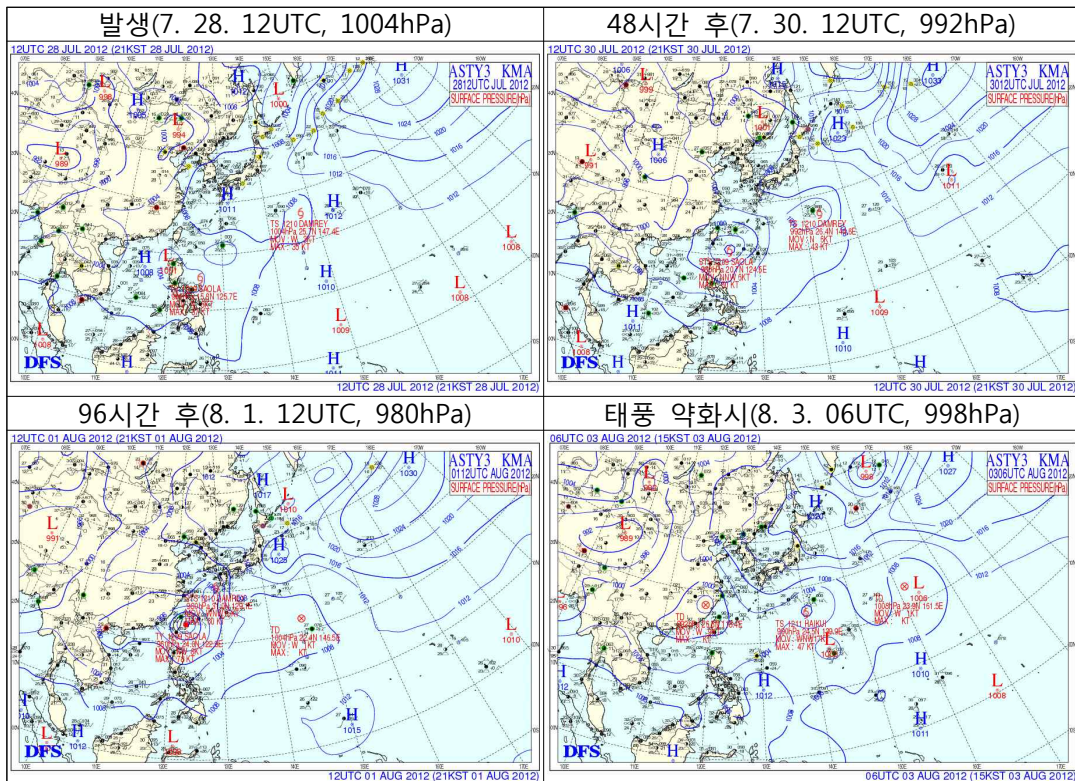


[그림 2.10.5] 제10호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

10.2.2 종관상황

제10호 태풍 ‘담레이’는 7월 28일 12UTC에 일본 도쿄 남동쪽 1330km 부근 해상 (25.7°N, 147.4°E)에서 제21호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 북태평양고기압의 남쪽에서 S/TE pattern/region에서 서~서북서 지향류의 영향으로 서~서북서진하였고 북태평양고기압이 세력을 지속적으로 유지하여 패턴전이 없이 Standard pattern의

Tropical Easterly region에서 주변고기압(Peripheral Anticyclone)의 변화 없이 동일 지향류의 영향을 받으며 지속적으로 서~서북서진 형태의 진로를 취하며 이동하였다. 이 태풍이 위치한 해역의 해수온도는 조금 높았지만, 해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하로 높지 않아 크게 발달하지 못하고, 8월 2일 18UTC경 중국 칭다오 남서쪽 약 60km 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되기 시작하여 8월 3일 06UTC경 중국 칭다오 서북서쪽 약 220km 부근육상(36.6°N , 118.0°E)에서 998hPa의 온대저기압으로 변질되었다.



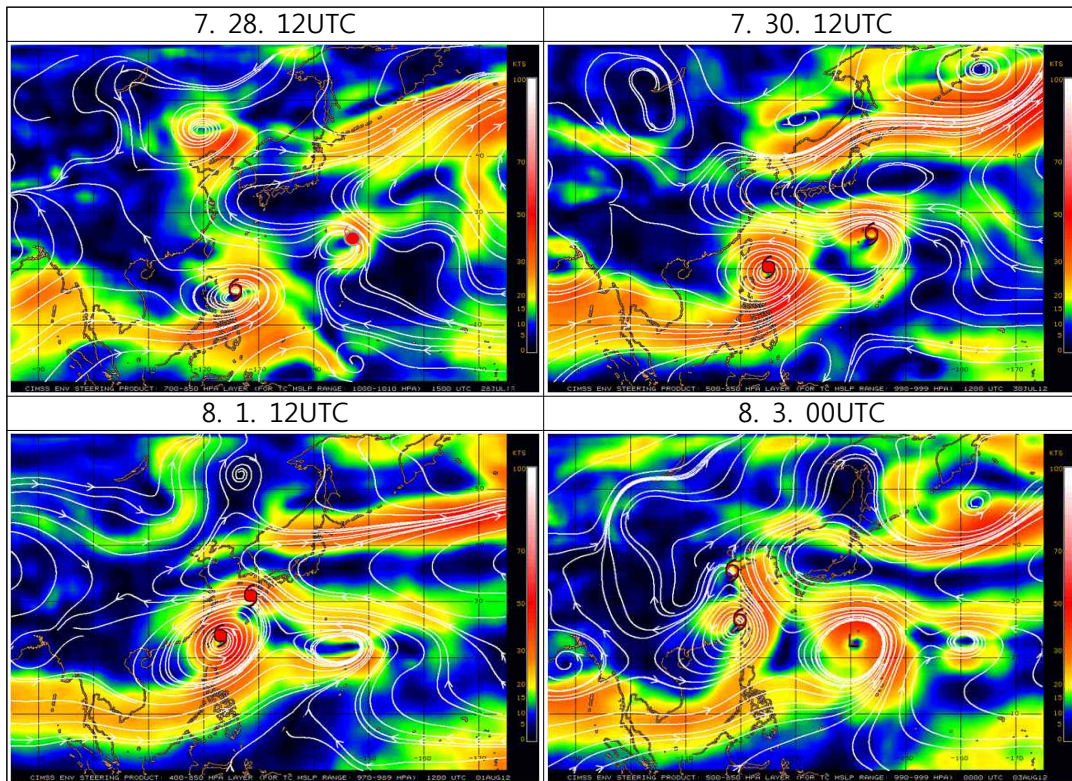
[그림 2.10.6] 제10호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

10.2.3 태풍진행과정

10.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에 태풍의 북쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 남쪽 가장자리에서 서~서북서 지향류의 영향을 받았다. 7월 28일 발생부터 8월 3일 온대저기압으로 변질되기 전까지 S pattern에서 pattern 전이없이 북쪽에 최대풍역이 존재하는

Tropical Easterly pattern에서 mT의 남쪽 가장자리를 따라 지속적으로 서~서북서진 지향류의 영향을 받으며 중국 칭다오 남서쪽 해안으로 상륙하여 급격히 약화되어 온대저기압으로 변질되었다. 이 태풍의 지향류를 지배한 주변고기압은 시작부터 종료까지 mT였으며, pattern 및 region 전이가 없이 S/TE pattern/region에서 이동하였고 주변 고기압이 바뀌는 특이현상은 없어 진로에 대한 spread가 좁아서 모델기반 컨센서스는 신뢰도가 높은 편이었으나, 후반 예보시 이동속도가 늦은 모델들의 특성이 나타나 진로오차가 크게 나타났다.

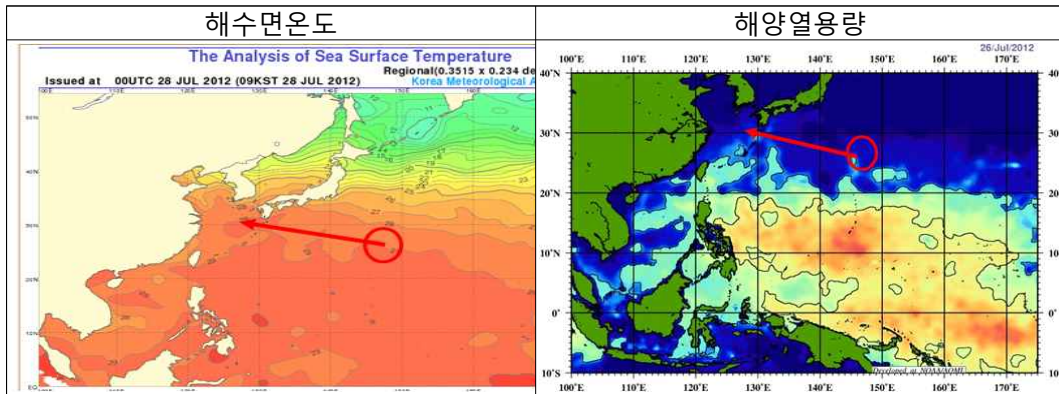


[그림 2.10.7] 제10호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

10.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29°C 로 높지만, 해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 내외로서 태풍강도 강화에(해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이기는 하였지만 강하게 발달할 수 있는 여건은 아니었다. 태풍 발생 후 태풍 발달에 유리한 SST 해양조건을 유지하며 서북서진하였으나 중위도로 접근하며 해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이하로 낮아져서 30일 18UTC경에는 중심기압 975hPa, 중심최대풍속 30m/s의 STS로 발달하였고, 31일 06UTC경에는 중심기압이 975hPa로 동일하지만, 대류셀의 강화가 분석되어 최성기인 중심최대풍속

34m/s의 TY로 발달하였으며, 8월 1일 15UTC경부터 북위 30도를 넘어서며 다시 중심기압 975hPa, 중심최대풍속 30m/s의 STS로 약화되어 서북서진한 후 8월 2일 18UTC경 중국 칭다오 남서쪽 약 60km 해안에 상륙한 후 급격하게 약화되기 시작하여 8월 3일 06UTC경 중국 칭다오 서북서쪽 약 220km 부근 육상(36.6°N, 118.0°E)에서 998hPa의 온대저기압으로 변질되었다.

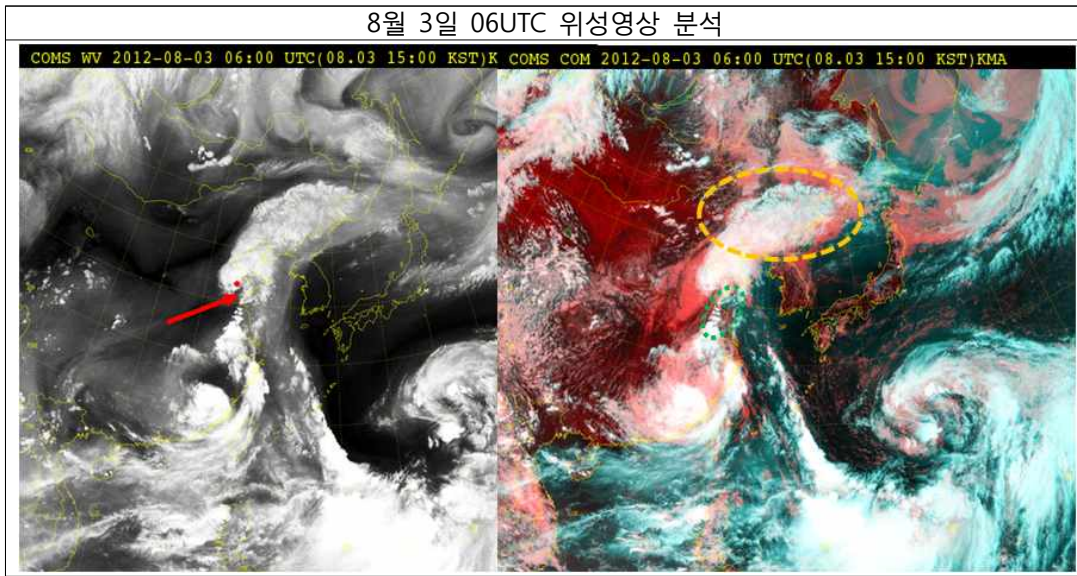


[그림 2.10.8] 제10호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

10.2.3.3 온대저기압으로 변질

제10호 태풍 ‘담레이’는 8월 3일 06UTC에 중국 칭다오 서북서쪽 약 220km 부근 육상(36.6°N, 118.0°E)에서 온대저기압으로 변질되었다. 당시 태풍은

- 1) COMS 위성자료에 드보락기법을 적용한 결과, 강도 등급은 Ci 2.2로 분석되고, Conversion chart & table of the central pressure & CI-number에서 CI 2.2에 해당되는 중심기압이 998hPa로 분석되었으나;
 - 2) COMS 수증기 영상 분석결과 건조역이 태풍 중심부근까지 거의 침투하여 상하층이 분리되기 시작하였고;
 - 3) COMS 합성 영상 분석결과 태풍의 진행방향으로 bulge type, 북쪽으로 Ci streak, 남서쪽으로 대류운열이 분석되었으며;
 - 4) 육상에 상륙하여 에너지 공급이 차단되어,
- 태풍이 온대저기압으로 변질 요건을 만족함에 따라 온대저기압으로 변질된 부분에 대한 판단은 적합한 것으로 보여진다.



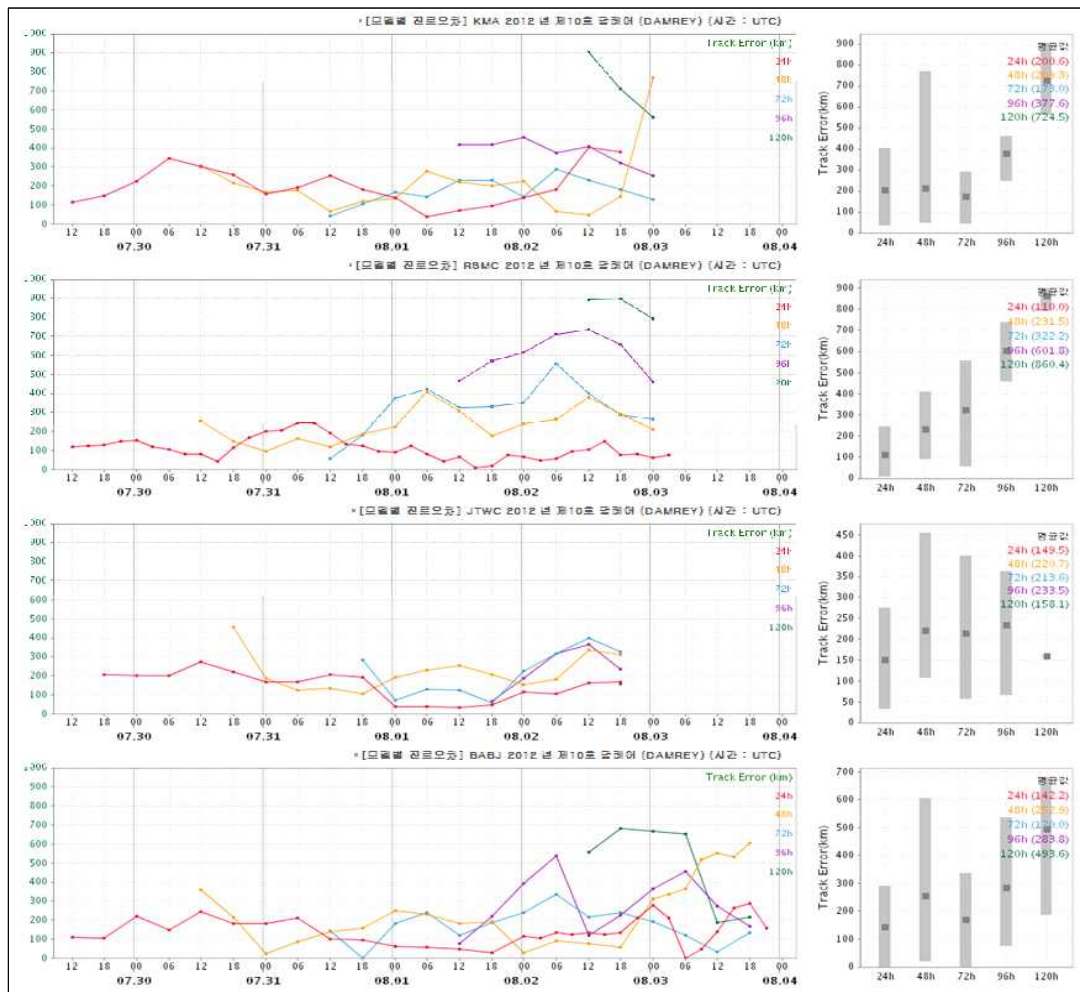
10.2.4 예보정확도

10.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

48시간 예보 기준 KMA 209.3km, RSMC 231.5km, JTWC 220.7km, CMA 252.9km로서 KMA가 가장 일관되고 신뢰성이 높은 태풍예보를 생산하였으며, 초반에는 이동속도를 늦게, 후반에는 이동속도를 빠르게 예보하는 경향이 있었고, 8월 1일 00UTC 예보 시 +48h 위치를 너무 빠르게 예보하여 766.3km의 큰 진로 오차가 발생하였다.

[표 2.10.1] 제10호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	209.3	231.5	220.7	252.9
표본수	15	15	13	21

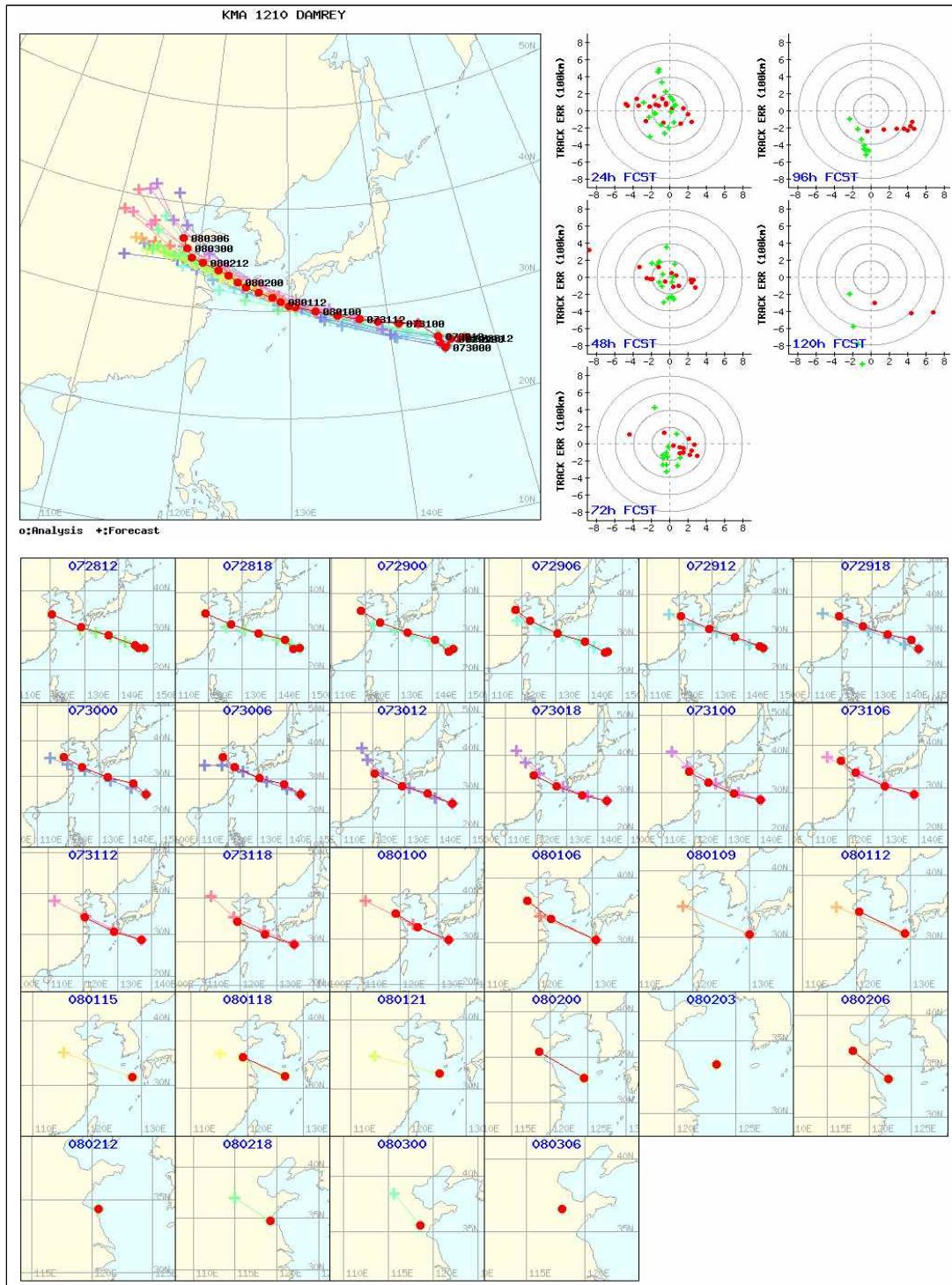


[그림 2.10.10] 제10호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

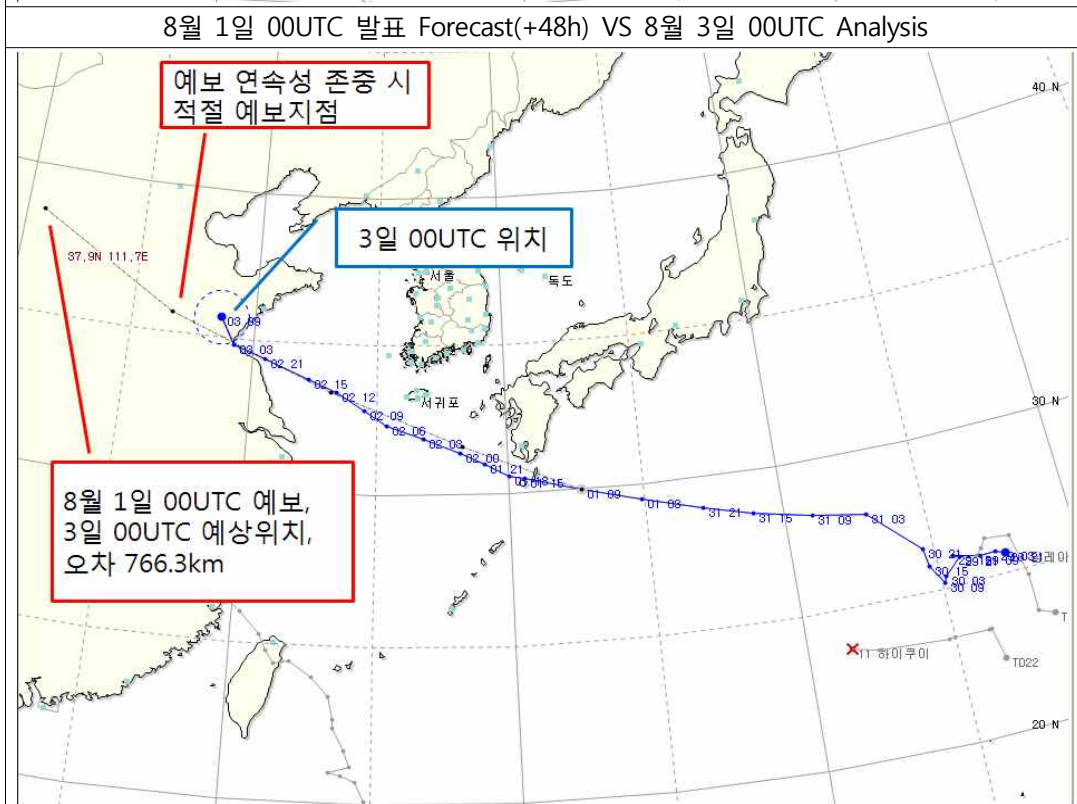
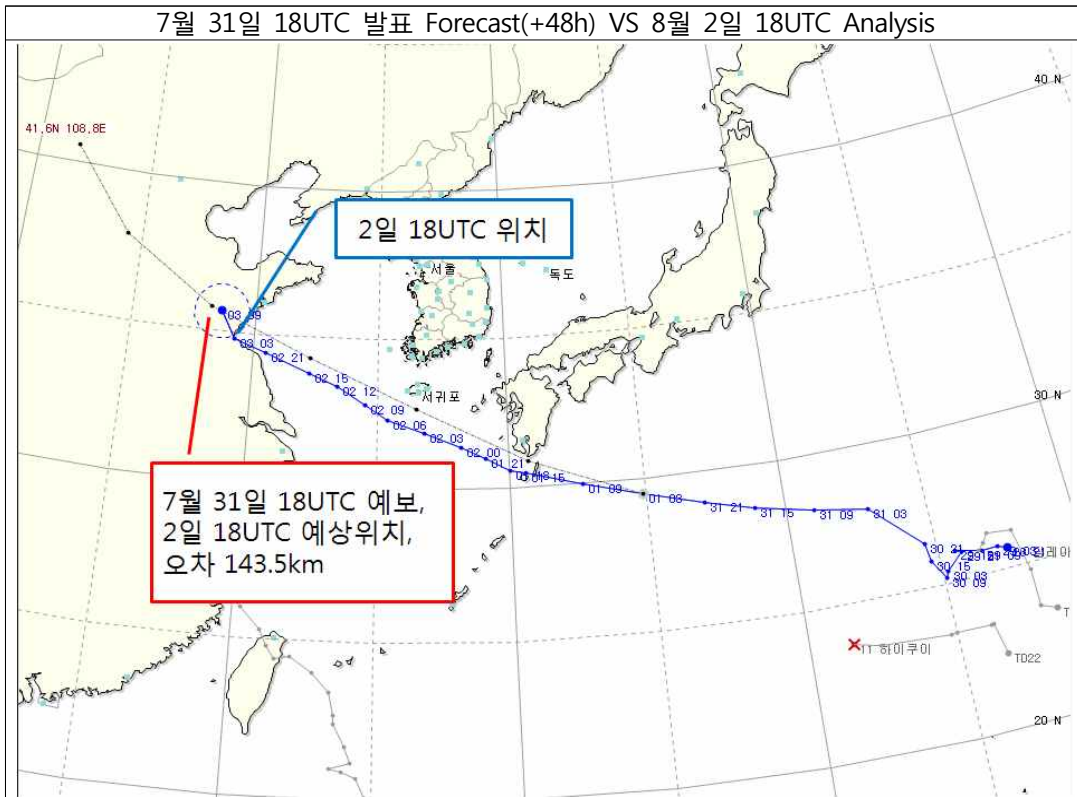
KMA 태풍 진로예보는 spread 폭이 좁아 비교적 일관성 있는 진로예측을 보였고, 이동속도는 실제 이동방향과 초반 속도를 늦게 예보하고, 중반부터 후반에는 실제보다 빠르게 예보하는 경향을 보였다.

제10호 태풍 '담레이'는 7월 31일 18UTC 이후 감시구역에 진입하고 24시간 이내에 비상구역에 진입할 것으로 예상되어 18UTC부터 12시간 간격의 예보를 수행하였다. 7월 31일 18UTC의 경우 전시각 예보의 연속성을 유지시켜 72시간 후 중국에 상륙하며 약화되는 예보를 생산하였다. 하지만 8월 1일 00UTC 예보 시 48시간 후 중국 상륙 후 약화되는 예보를 생산함에 있어서 이동속도를 너무 빠르게 예측하여 진로오차가 766.3km 발생하였다. 당시 약화되는 단계에서 S/PF pattern/region으로 전이 시점으로 속도를 빠르게 해야 할 필요성은 없었으나 약화되는 시점에 중점을 두다보니 이동속도에 대한 판단에 다소 오류가 발생하였던 것으로 보인다. 물론 해당 시점에 여전히 진로에 대한 불확실성이 존재하고 있었는데, (i) 중국 남쪽으로 편향하는 시나리오(JTWC & CMA); (ii) 산둥반도에서 전향하는 시나리오(RSMC) 였는데

예보 결과 타 기관에 비해 12~24시간 빠른 예보를 수행한 것으로 분석되었고, 전시간 예보를 존중하였을 경우를 비교해 보더라도 12시간 빠른 예보를 수행하여 빠른 온저화 시점에 대한 중요성이 이동속도 예보 착각현상을 유발한 것으로 분석된다. 또한, 당시 제10호 태풍 '담레이' 이외에도 제9호 태풍 '사울라'가 활동 중이었고 제11호 태풍 '하이쿠이'도 발생하여 짧은 시간내에 3개의 태풍에 대한 예보를 수행함에 있어서 혼란이 가중되었던 점도 진로오차가 크게 나타난 원인중의 하나라고 여겨지며, 이를 계기로 예보의 연속성을 갑자기 흐트리는 것보다 기초를 유지하며 최대한의 집중력을 발휘하여 예보를 수행하여야 한다는 교훈을 주게 된 예보라고 할 수 있겠다.



[그림 2.10.11] 제10호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향



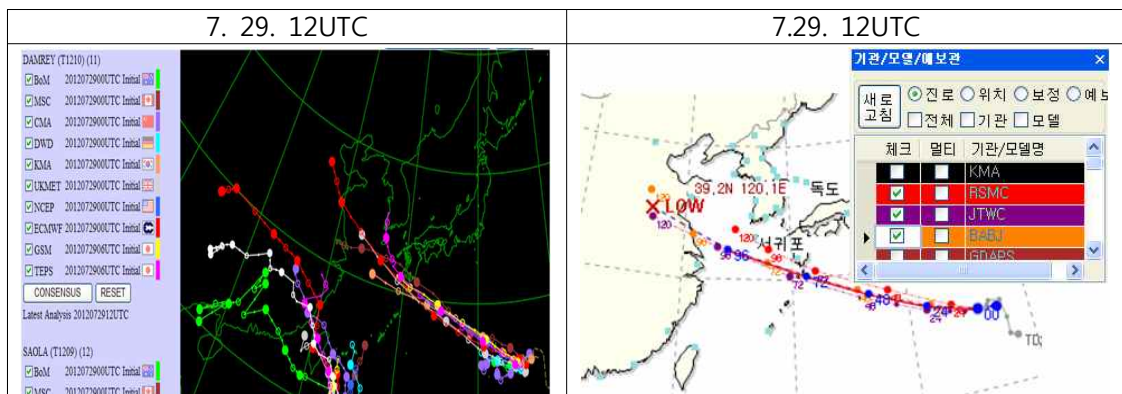
[그림 2.10.12] 8월 2일 12UTC와 3일 00UTC기준 실황 및 48시간 진로오차

10.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.10.2] 제10호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	160.4	158.5	215.4	144.8	88.9
표본수	14	1	15	13	1

태풍 발생 초기부터 후반까지 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 이 태풍이 발달하지 못하고 제주도 남쪽에서 약화되는 것으로 모의하였다. 해양 열용량이 낮기는 하지만 높은 해수온도 해역에 위치하여 있다는 점을 감안하면 초기 모델들이 태풍의 발달에 대해 과소 모의하는 경향을 보였다고 판단되며, 진로 예측 경향은 진로에 대한 Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었고, 속도에 대한 모델별 차이도 크지 않았으나 초반에 다소 느린 예보로 오차가 발생하고 후반에는 실제 진로보다 다소 빠르게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 대부분의 모델들이 진로예측에 비교적 신뢰성이 높은 모의 결과를 보였으나, 8월 1일 00UTC 예보의 경우 온대저기압으로 변질하는 단계에서 전향하지 못한 시점의 속도를 빠르게 예측하여 진로오차가 48h 기준 766.3km를 기록하였으며, 이를 배제하였을 경우 48h 진로예보오차는 169.6km로 비교적 일관성이 있는 정확한 예보를 생산하였다.



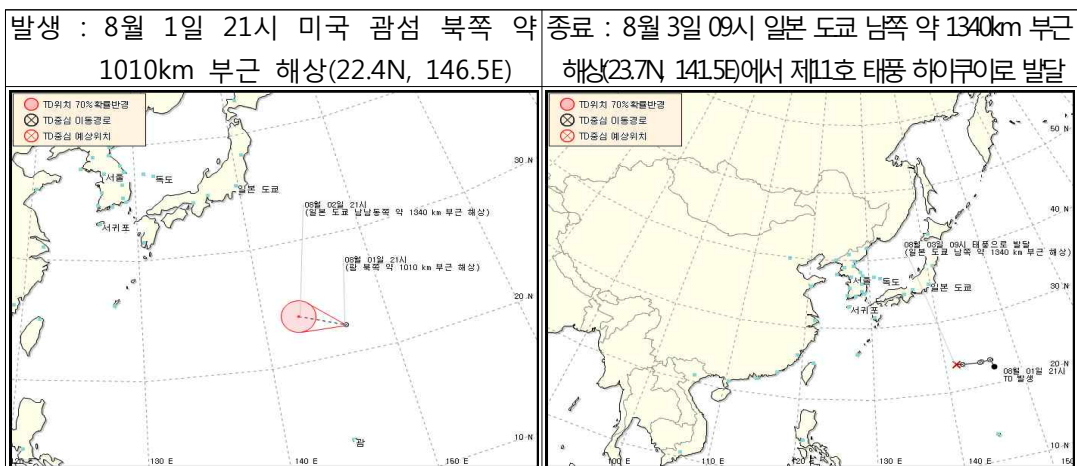
[그림 2.10.13] 제10호 태풍에 대한 모델 및 기관의 진로예보 경향

11. 제11호 태풍 ‘하이쿠이(KHANUN)’

11.1 제22호 TD

11.1.1 개요

제22호 TD는 8월 1일 12UTC에 미국 괌섬 북쪽 약 1010km 부근해상에 위치한 저기압이 발달하였다. 이때 제22호 TD의 중심기압은 1004hPa, 최대풍속 15m/s로 CI 지수 0.0, 연직시어 값 10~20kts, 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm² 로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 비교적 적합한 조건을 형성하고 있다. 이때 제9호 태풍 사올라는 대만 타이베이 남동쪽 약 180km 부근해상에서 15km/h의 속도로 북서진하고, 제10호 태풍 담레이는 일본 가고시마 서남서쪽 약 150km 부근해상에서 27km/h로 북서진하고 있다. 제22호 TD 발생 당시 오호츠크해고기압은 사할린 부근에 위치하고 이와 관련된 장마전선은 중국 북부~한민국경~홋카이도로 길게 형성되어 있다. 제22호 TD는 북태평양고기압의 남쪽에서 느리게 서진하면서 발달하여 8월 3일 00UTC에 일본 도쿄 남쪽 약 1340km 부근해상에서 제11호 태풍 ‘하이쿠이’로 발달하였다.

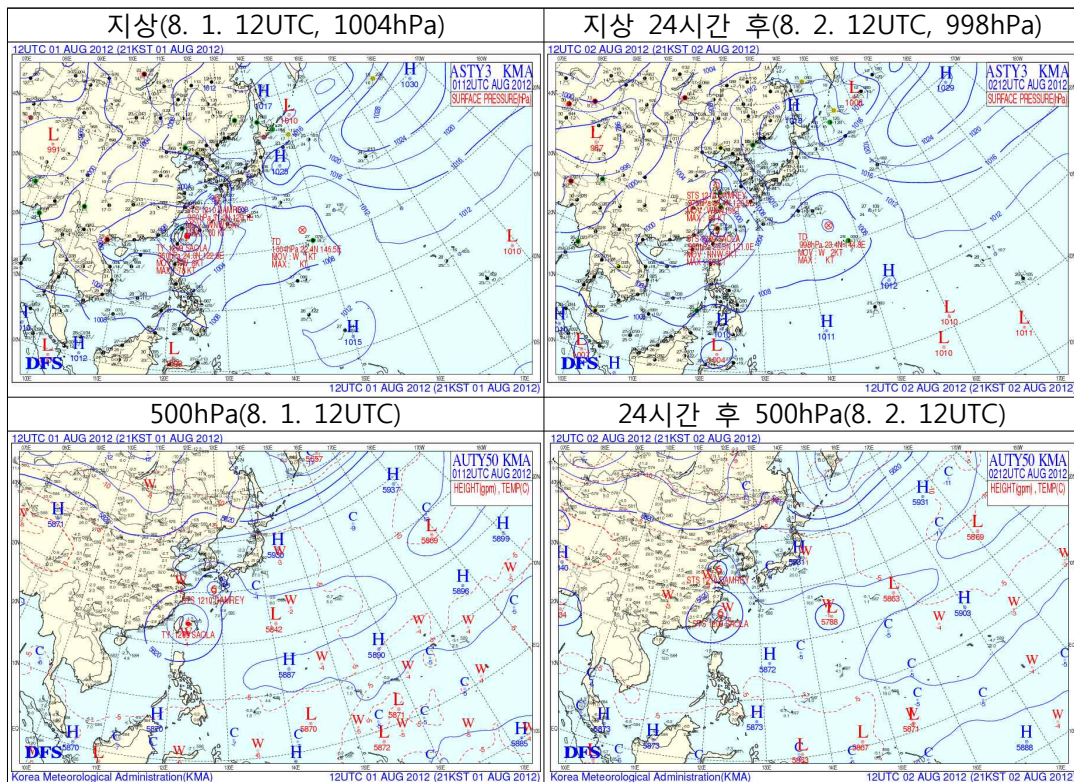


[그림 2.11.1] 제22호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

11.1.2 종관상황

8월 1일 12UTC에 미국 괌섬 북쪽 약 1010km 부근해상에서 발생한 제22호 TD는 29℃의 높은 해수면온도와 50~70kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다.

제22호 TD는 괌 북쪽 해상에서 8월 1일 12UTC경 중심부근 기압이 1006hPa 인 저기압이 해수면온도가 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm² 인 지역에서 저기압의 남쪽과 북쪽의 비교적 강한 강풍대의 영향으로 빠르게 TD로 발달하였고, 이 TD는 S/TE pattern/region에서 북쪽에 형성된 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하면서 발달하여, 2012년 8월 3일 00UTC경 일본 도쿄 남쪽 약 1340km 부근해상에서 제11호 태풍 '하이쿠이'로 발달하였다.

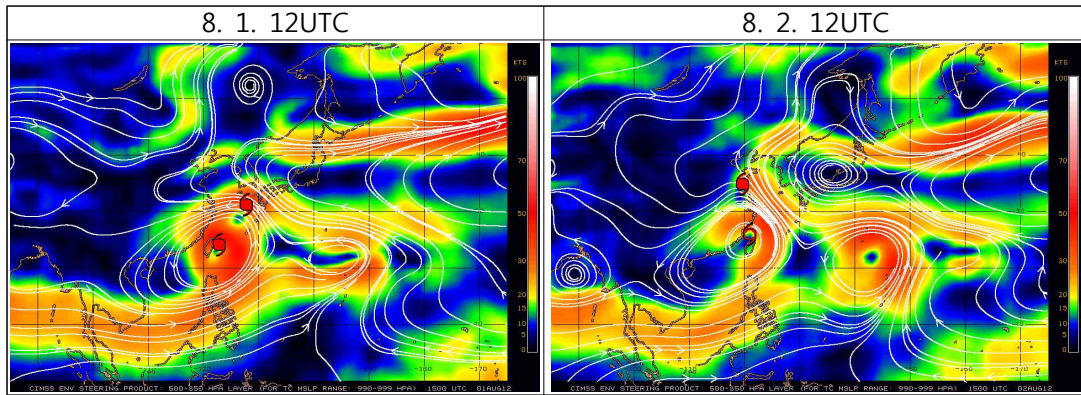


[그림 2.11.2] 제22호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

11.1.3 TD진행과정

11.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

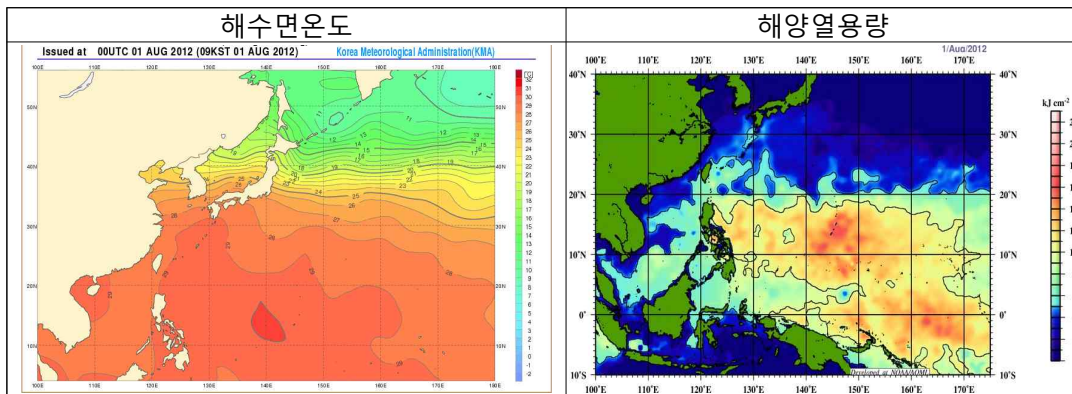
제22호 TD는 mT 남서쪽에서 최대풍역이 TD의 북쪽에 위치하여 S/TE pattern/region에서 서진 지향류를 받아 서~서북서진하면서 강화되어 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.11.3] 제22호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

11.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제22호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29°C, 해양열용량도 50~70kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제22호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도 (28~29°C)가 비교적 높고 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하는데 다소 유리한 해양 및 대기상태에서 8월 3일 00UTC에 일본 도쿄 남쪽 약 1340km 부근해상에서 제22호 TD가 제11호 태풍 '하이쿠이'로 발달하였다.



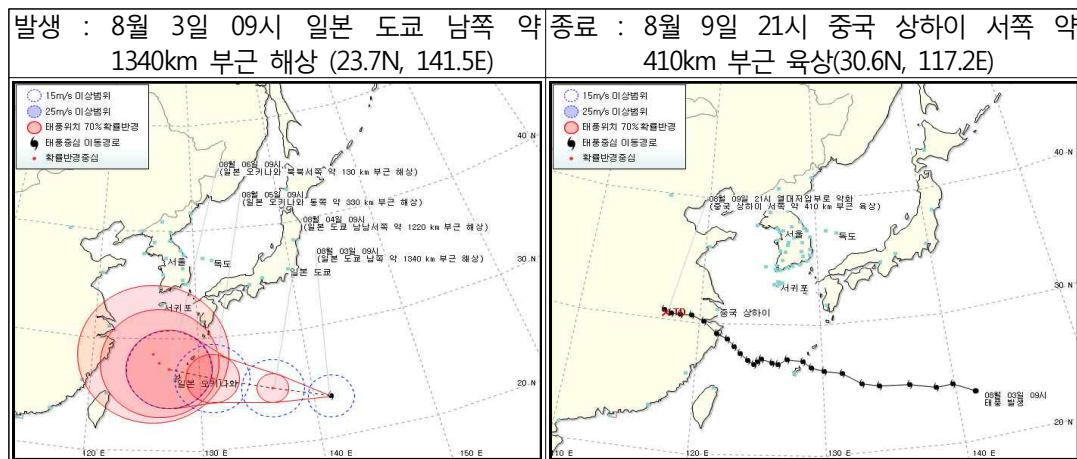
[그림 2.11.4] 제22호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

11.2 제11호 태풍 '하이쿠이(HAIKUI)'

11.2.1 개요

제11호 태풍 '하이쿠이'는 8월 3일 00UTC에 일본 도쿄 남쪽 약 1340km 부근해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압은 992hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 22m/s의 강풍이 불고 있으며, 16km/h의 속도로 서북서진하고 있었다. 이 태풍은 8월 1일 12UTC에 미국 괌섬 북쪽 약 1010km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 일본 도쿄 남쪽 약 1340km 부근해상에서 2km/h의 매우 느린 속도로 서진 중에 있었으며, 중심기압 1004hPa, 최대풍속 15m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 28~29℃와 해양열용량 35~75kJ/cm²의 비교적 높은 해역에서 서진하는 지향류를 따라 서~서북서쪽으로 보통속도로 이동하면서 발달하였고 7일 12UTC경 일본 오키나와 서북서쪽 약 380km 부근해상으로 이동하는 동안 29℃의 높은 해수역과 50~75kJ/cm²의 높은 열용량해역을 통과하면서 중심기압 965hPa, 중심부근 최대풍속 38m/s의 강도 강의 중형 태풍으로 발달하였고, 이 강도는 7일 18UTC경 중국 상하이 남남동쪽 약 270km 부근해상으로 이동하는 동안 유지되었다. 이후 8일 00UTC경 중국 상하이 남쪽 약 210km 부근 육상으로 상륙하면서 해상으로부터 에너지 유입이 줄어들어 약화되기 시작하여 9일 12UTC경 중국 상하이 서쪽 약 410km 부근 육상(30.6°N, 117.2°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 제11호 태풍 '하이쿠이'는 제7호 태풍 카눈과 더불어 고위도(20°N 이상)에서 발생한 두 번째 태풍이다.

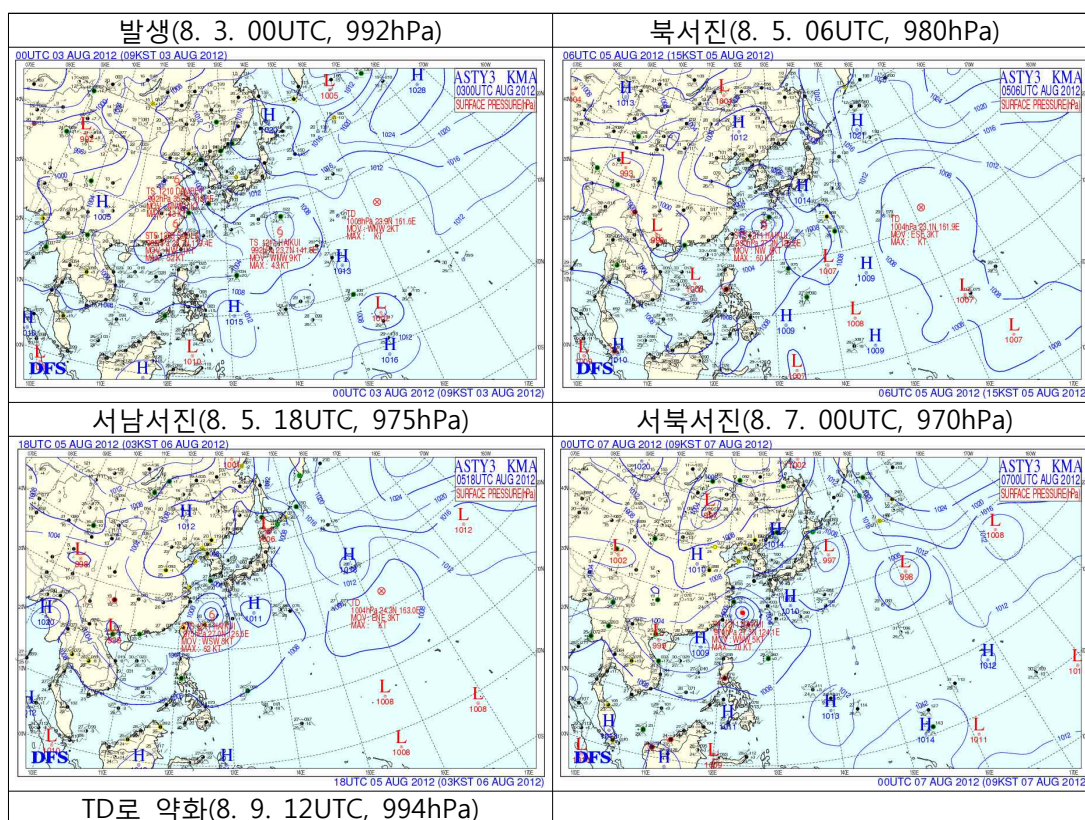


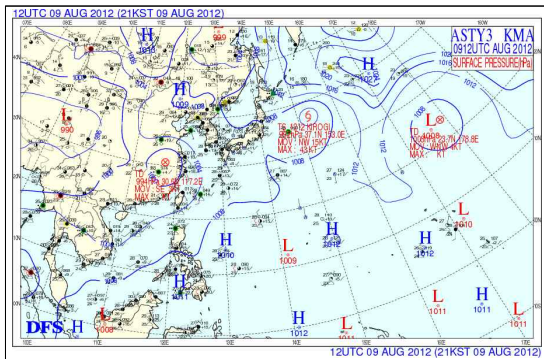
[그림 2.11.5] 제11호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

11.2.2 종관상황

제11호 태풍 '하이쿠이'는 8월 1일 12UTC경 미국 괌섬 북쪽 약 1010km 부근

해상(22.4°N, 146.5°E)에서 제22호 TD가 발달하여 발생하였으며, 발생당시 제9호 태풍 '사올라'가 중국 푸저우 북쪽 약 70km 부근 육상에 위치하여 있었고, 제10호 태풍 '담레이'가 중국 칭다오 서남서쪽 약 160km 부근 육상에 위치하여 있었으며, 제23호 열대저압부가 일본 도쿄 동남동쪽 약 2470km 부근해상에 발생한 상태로 짧은 시간동안 북서태평양에 4개의 Tropical Cyclone이 공존한 상태였다. 발생부터 8월 5일 00UTC경까지 아열대고기압의 남쪽에서 S/TE pattern/region에서 서쪽으로 향하는 지향류를 타고 보통의 속도로 서~서북서진하였으나 태풍의 북쪽에 위치한 아열대고기압의 세력 강약에 따라 일시적으로 서남서진 및 북서진하였다. 8월 5일 06UTC와 8월 7일 06UTC에 태풍 북동쪽 강풍대가 강화되면서 일시적으로 북서진하였고, 8월 5일 18UTC와 8월 6일 18UTC에는 아열대고기압이 강화되면서 서남서진하였으나, 전반적으로 아열대고기압의 남쪽 S/TE Pattern에서 서~서북서진하여 8월 8일 00UTC경 중국 상하이 남쪽 약 210km 부근 육상에 상륙하면서 급격히 약화되어 8월 9일 12UTC경 중국 상하이 서쪽 약 410km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



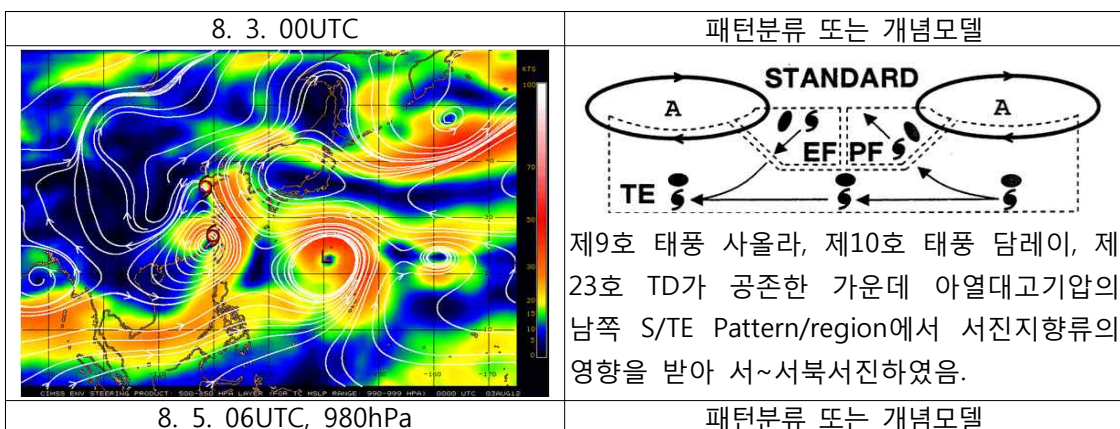


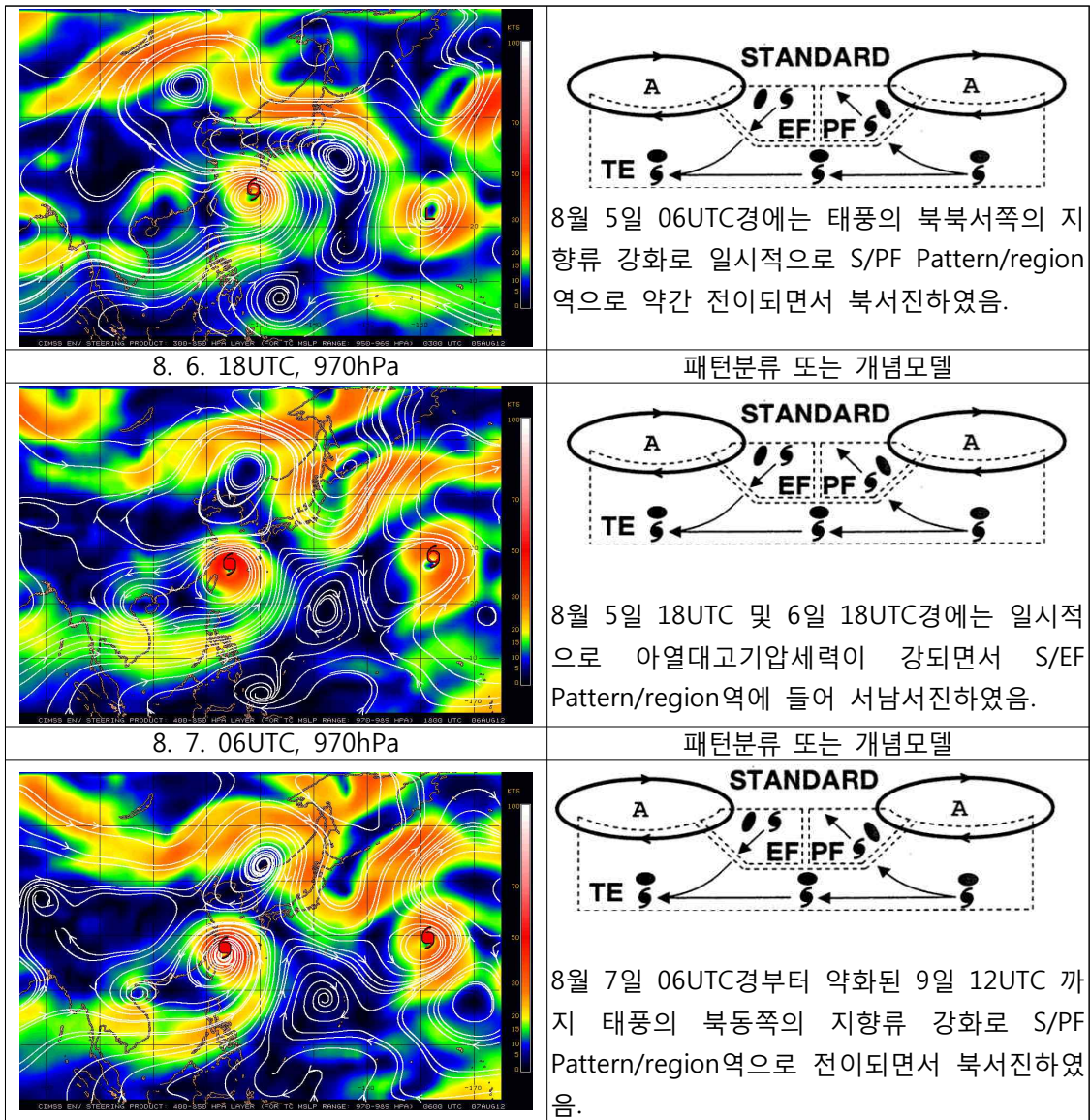
[그림 2.11.6] 제11호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

11.2.3 태풍진행과정

11.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생 때부터 8월 7일 00UTC경까지 전반적으로 아열대고기압의 남쪽에 형성된 서진 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하였으나 일시적으로 아열대고기압의 강화되면서 S/TE Pattern에서 S/EF Pattern으로 전이되면서 8월 5일 18UTC와 8월 6일 18UTC에는 서남서진하였으며, 또한 8월 5일 06UTC경에는 일시적으로 S/TE Pattern에서 S/PF Pattern으로 전이되면서 일시적으로 북서진하였다. 그 이후 S/TE Pattern에서 서~서북서진하다가 8월 7일 06UTC경부터 아열대고기압의 남서쪽 S/PF Pattern에서 태풍의 북동쪽에 형성된 지향류의 영향을 받아 서북서~북서진하였다.



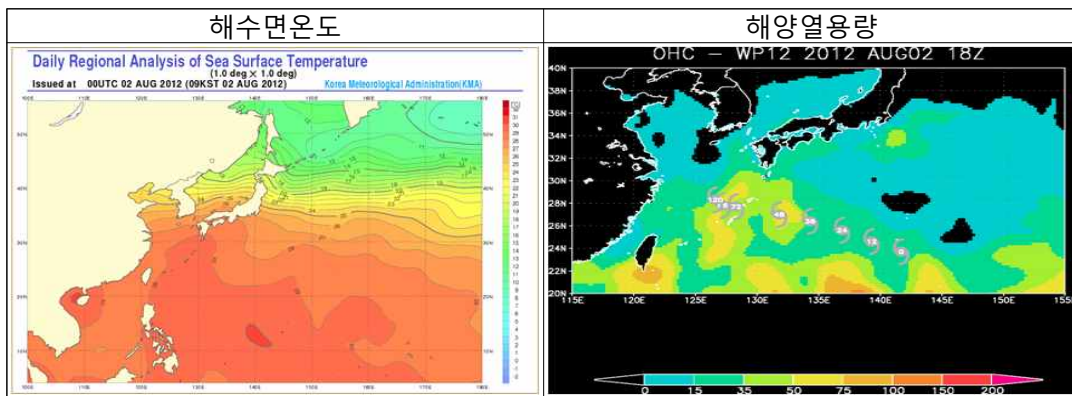


[그림 2.11.7] 제11호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름과 종관패턴

11.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 28℃, 해양열용량도 50kJ/cm² 내외로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 비교적 유리한 조건이었다. 태풍이 발생한 +36h 후부터 +120h 사이에 50~75kJ/cm²로 태풍발달에 매우 양호한 조건을 형성하고 있으며, 태풍이 중국 상하이 남쪽 해안으로 상륙하기 전까지 이동경로상 28~29℃의 고해수온역을 지나면서 지속적으로 발달하여 8월 7일 12UTC에 965hPa까지 강화된 후 중국 상하이 남쪽 해안에 상륙한 후 약화되기 8월 8일 00UTC에는 중심기압이 975hPa로 약화되었다. 8월 6일 후반에서부터 태풍은

해양열용량이 35~50kJ/cm² 해역에 위치하여 있지만 28℃의 고해수온역에 위치하여 있어 해상으로부터 에너지가 지속적으로 공급되면서 8월 7일 12~18UTC 사이 태풍이 가장 발달하였고, 태풍이 중국내륙으로 이동하면서 급격히 약화되면서 8월 9일 12UTC경 중국 상하이 서쪽 약 410km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.11.8] 제11호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

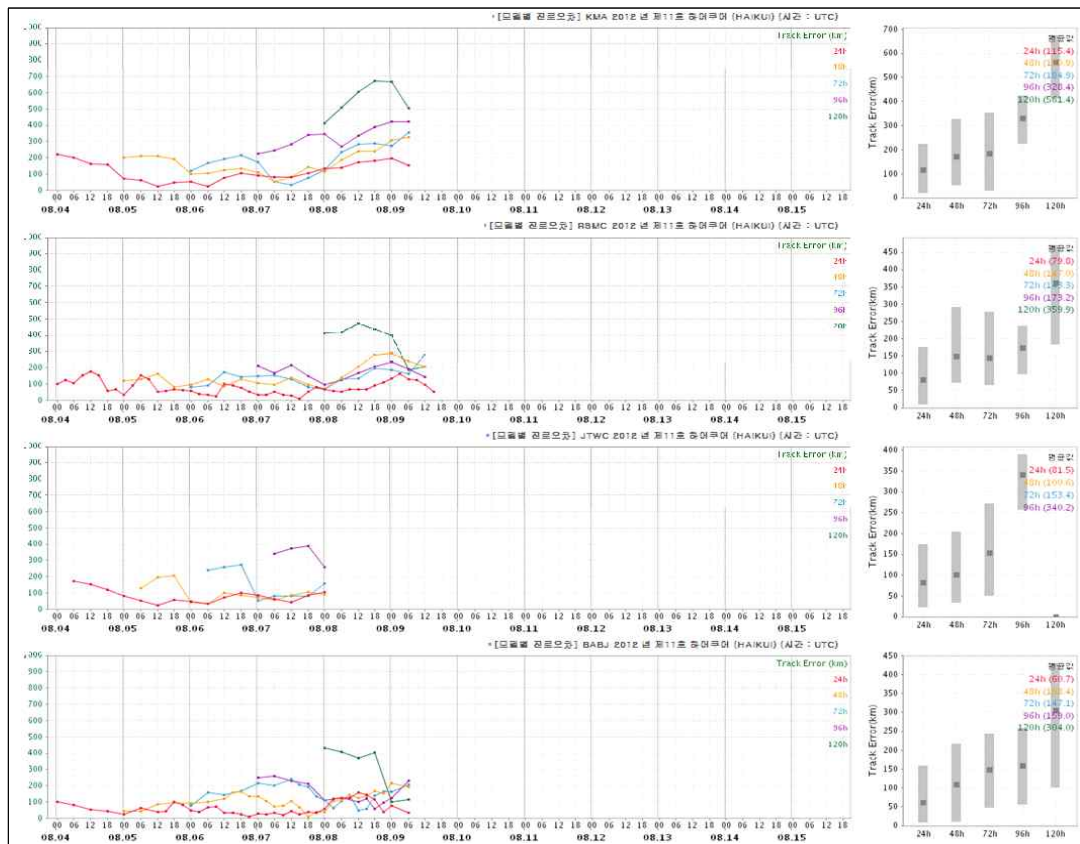
11.2.4 예보정확도

11.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 171km 이하의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 8월 6일 경부터 북서쪽으로 전향예보를 생산하여 편차가 비교적 크게 발생하였다.

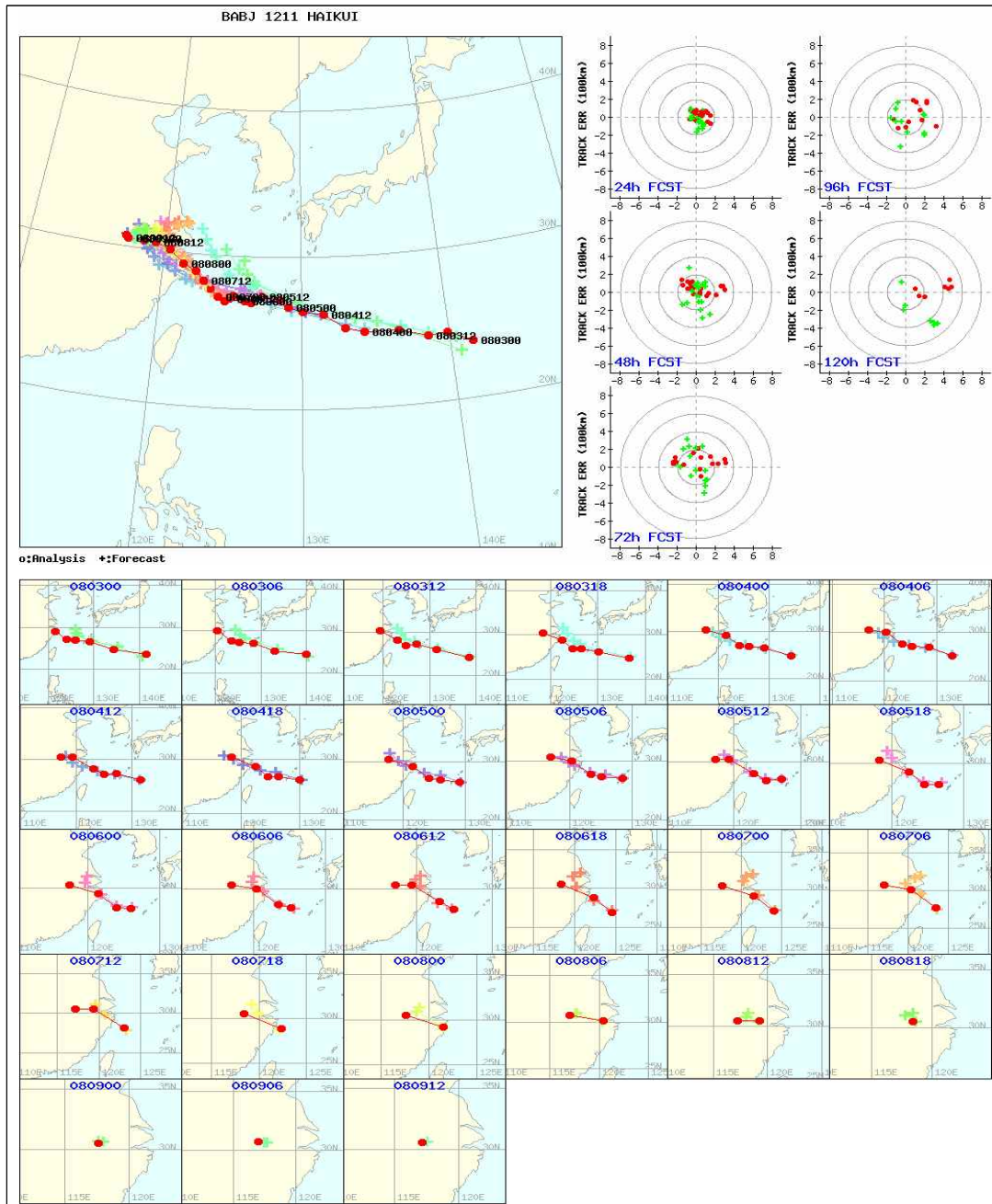
[표 2.11.1] 제11호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	170.9	147.0	100.6	108.4
표본수	18	19	12	28



[그림 2.11.9] 제11호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 중반까지 비교적 정확한 예보를 하였으나 중국 상해 부근에서 점차 북서쪽으로 전향하는 예보를 생산하여 편차가 발생하였으며, +48h 예보 초반에 북쪽으로 약간 편향, 약간 늦은 예보를 하였으나 중반에는 이동방향 및 속도에서 비교적 정확한 예보를 생산하였다. 후반에는 북쪽으로 약한 편향 및 약간 빠른 예보를 하였다.



[그림 2.11.10] 제11호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

11.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.11.2] 제11호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	GFS
예보오차	107.0	92.5	115.6	171.5	104.0
표본수	19	9	19	3	10

태풍의 발생초기 +72h까지는 대부분의 모델(UM, ECMWF, JGSM, AVNS, NOGAPS, TEPS 등)이 비슷한 진로를 예측하고 있어 모델간의 spread가 좁아 신뢰도가 높은 편이지만 +96~120h에는 모델들간의 예측값이 커 신뢰도가 낮아 JMA NTP Consensus에 따라 +96h에 북서쪽으로 전향하는 예보를 생산하였다. 8월 3일 18UTC경부터 대부분의 태풍모델들이 전향지점을 점차 서쪽으로 이동하였으며 또한 전향시점도 점차 늦어지는 것으로 예측하다가 8월 4일 00UTC경부터는 NOGAPS와 AVNS 등의 모델을 제외한 대부분의 모델들이 중국으로 상륙하는 것으로 예측하였지만 모델간의 예측범위가 커 Consensus에 대한 신뢰도는 낮은 편이었다. 또한 이동속도면에서도 모델들간의 차이가 많아 JMA NTP Consensus에 대한 신뢰도도 높지 않은 상태였다. 제11호 태풍 하이쿠이가 중국 내륙에 점차 가까워지면서 모델간의 예측 범위가 넓어지고 상해부근에서 전향하는 모델이 많아 실제 예측진로와 편차가 크게 발생하였다.



[그림 2.11.11] 제11호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

12. 제12호 태풍 ‘기러기(KIROGI)’

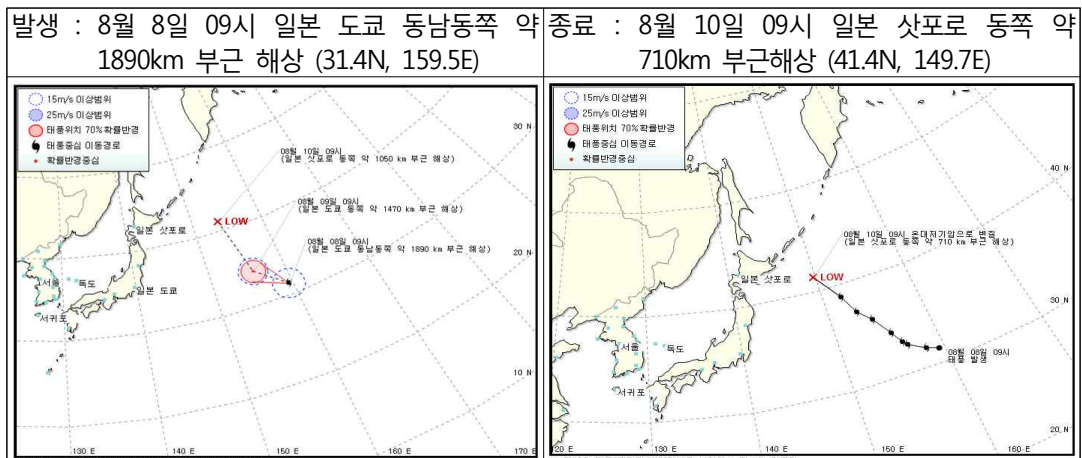
12.1 제12호 태풍

12.1.1 개요

제12호 태풍 ‘기러기’는 8월 8일 00UTC경 일본 남동쪽 해상의 저기압이 일본 도쿄 동남동쪽 약 1890km 부근해상으로 진출하면서 중심기압 996hPa 중심부근 최대풍속 19m/s로 발달하여 발생하였다. 제12호 태풍은 열대저압부를 거치지 않고 저기압이 31.4°N의 매우 고위도에서 곧바로 태풍으로 발생하여 48시간의 매우 짧은 시간동안 태풍으로 생존하였다 온대저기압으로 변질된 매우 특이한 사례이다.

태풍 발생 해역의 해수면온도는 26~27°C로 비교적 높았으나, 해양열용량은 15kJ/cm²로 매우 낮아 해양 조건이 좋지 않았지만 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압으로부터 남서쪽으로 형성된 기압능을 타고 일본 남동쪽 해상으로 열대기단의 수송이 꾸준히 일어남으로서 일본 남동쪽 해상에는 광범위하게 열대기단이 분포하고 있었다. 또한, 일본에서 일본 남동쪽 해상으로 형성된 기압골에서 저기압이 발달하면서 더욱더 열대기단을 끌어들여 발달하였으며, 고위도 해상에서 열적 조건이 좋지 않았음에도 고온다습한 열대기단의 원활한 공급으로 태풍이 발생하였다.

제12호 태풍은 북태평양 고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/TE Pattern/ region에서 태풍의 북동쪽에 형성된 북서 지향류의 영향을 받았다. 태풍 발생위치 및 이동경로상으로 해수면온도가 낮고 해양열용량도 매우 낮아 지속적인 수증기 공급이 어려운 상태였으며 태풍 발생 시 주변에 있던 열대기단에 포함된 에너지에 의하여 9월 15일 최성기로서 중심기압 992hPa, 중심부근 최대풍속 22m/s까지 발달 후 점차 약화되어 9월 10일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 710km 부근 해상으로 진출 후 온대저기압으로 변질되었다.



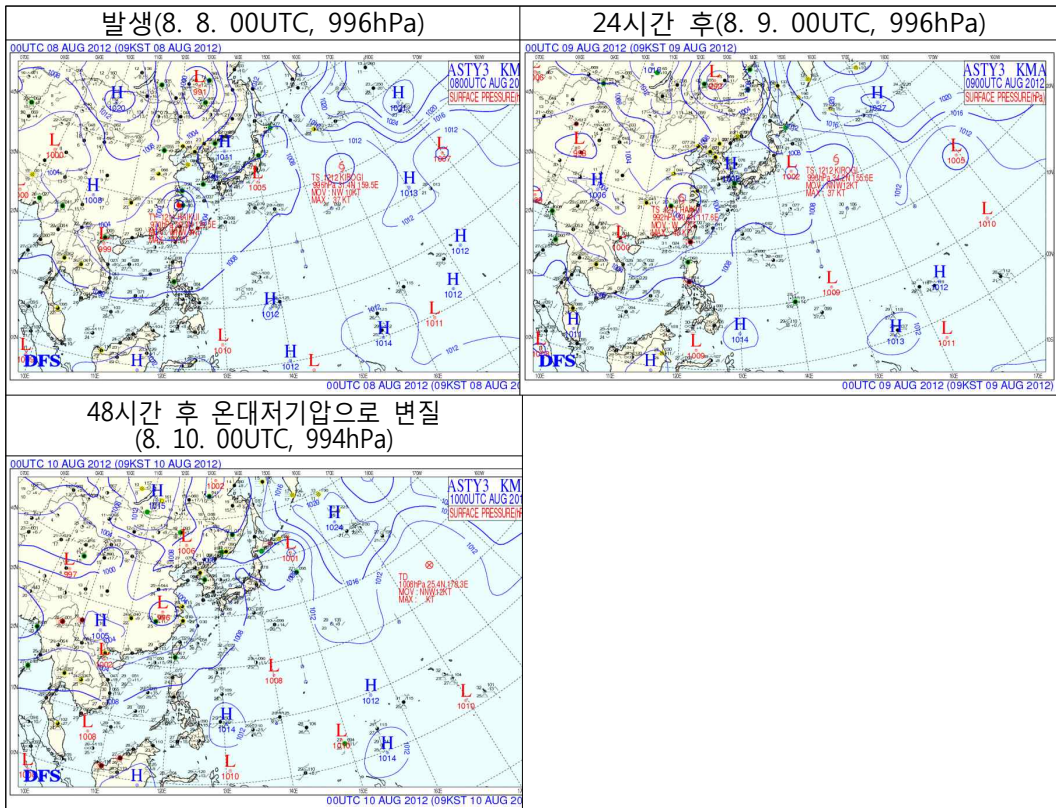
[그림 2.12.1] 제12호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

12.1.2 종관상황

제12호 태풍 ‘기러기’가 활동하던 8월 8일 00UTC에서 10일 00UTC 기간동안 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압의 한 축은 일본 홋카이도 쪽으로 다른 한 축은 남서쪽으로 기압능을 형성하고 두 기압능 사이에 일본으로부터 남동쪽 해상으로 기압골이 형성되었으며 기압골에서는 8월 6일 경부터 저기압이 발달하는 상황이었다.

북태평양 고기압 가장자리를 타고 기압골 부근으로 열대기단이 유입되었으며 기압골에 형성된 저기압은 고온다습한 열대기단을 공급받아 더욱 발달하여 태풍으로 발달하였다.

제12호 태풍은 한축을 일본 홋카이도 부근으로 형성한 북태평양 고기압 가장자리를 타고 북서진하여 8월 10일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 710km 부근해상으로 진출하여 온대저기압으로 변질되었다.



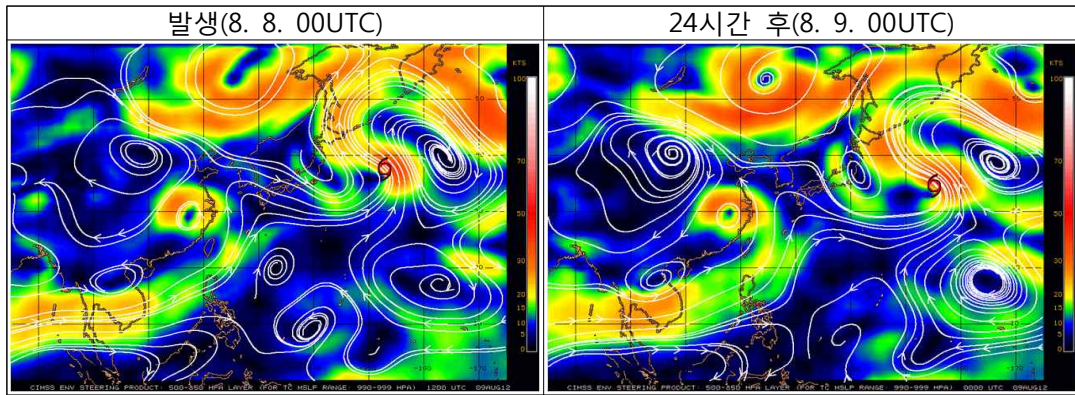
[그림 2.12.2] 제12호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

12.1.3 태풍진행과정

12.1.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압으로 인하여 태풍 북동쪽에는 북서 지향류가 형성되었으며, S/PF Pattern/region에서 서북서~북서진하였다.

제12호 태풍의 발생에서 온대저기압으로 변질되기까지 48시간에 지나지 않고 날짜변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압이 강한 세력을 유지함으로써 제12호 태풍은 동일 패턴에서 서북서~북서진하여 8월 10일 00UTC에는 일본 삿포로 동쪽 710km 부근해상으로 진출하면서 온대저기압으로 변질되었다.

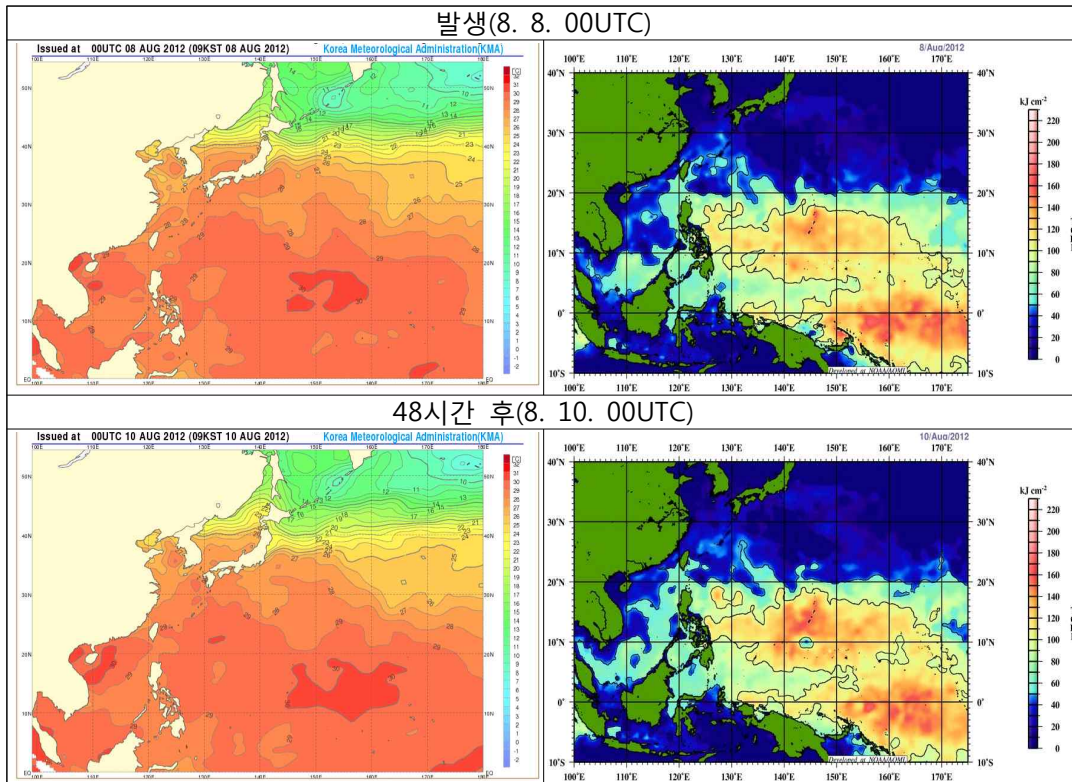


[그림 2.123] 제12호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

12.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제12호 태풍이 발생한 일본 남동쪽 해상은 해수면온도 26~27℃, 해양열용량 15kJ/cm² 로 매우 낮았으나 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압으로부터 남서쪽으로 형성된 기압능을 타고 일본 남동쪽 해상으로 열대기단의 수송이 꾸준히 일어남으로서 일본 남동쪽 해상에는 광범위하게 열대기단이 분포하고 있었다. 또한, 일본에서 일본 남동쪽 해상으로 형성된 기압골에서 저기압이 발달하면서 더욱더 열대기단을 끌어들이 발달하였으며, 고위도 해상에서 열적 조건이 좋지 않았음에도 열대기단의 원활한 공급으로 태풍이 발생하였다.

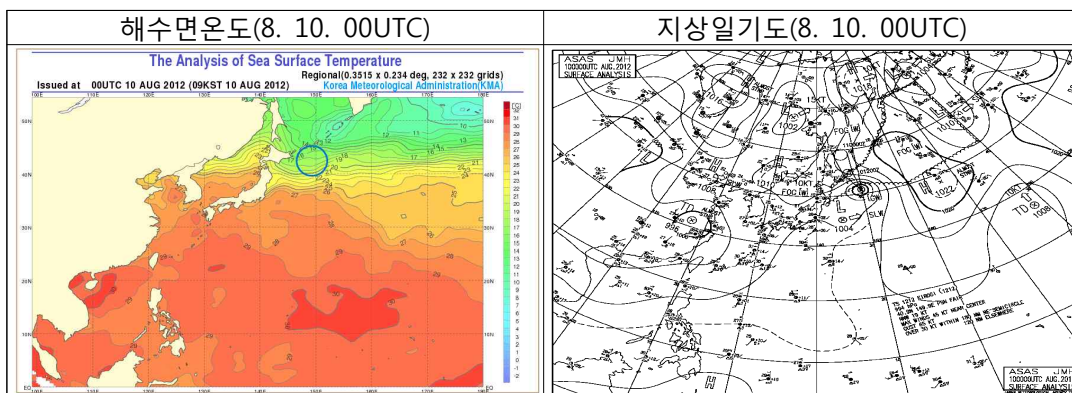
제12호 태풍의 이동 경로상으로도 해수면온도 15~25℃, 해양열용량 0~10kJ/cm² 로 매우 낮아 지속적인 수증기 공급이 어려운 상태였으며 태풍 발생시 주변에 있던 열대기단에 포함된 에너지에 의하여 9월 15일 최성기로서 중심기압 992hPa, 중심부근 최대풍속 22m/s까지 발달 후 점차 약화되어 9월 10일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 710km 부근해상으로 진출 후 온대저기압으로 변질 되었다.



[그림 2.12.4] 제12호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

12.1.3.3 온대저기압으로 변질

제12호 태풍 '기러기'는 북서진하여 8월 10일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 710km 부근 해상으로 진출하였으며, 이 해역에는 해수면온도가 15~20°C로 매우 낮고 해양열용량도 0kJ/cm²로 매우 낮아 지속적인 수증기 공급이 어려워짐에 따라 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.12.5] 제12호 태풍의 온대저기압화 판단근거자료(해수면온도, 지상일기도)

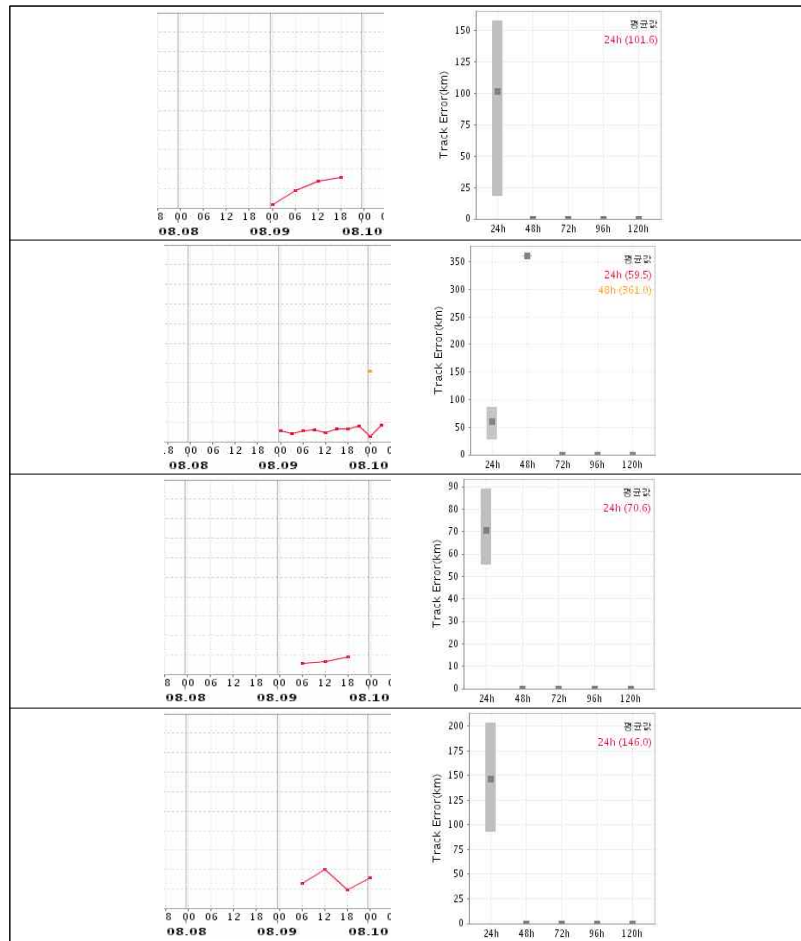
12.1.4 예보정확도

12.1.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 24시간 예보 기준 146km 이내의 예보오차를 보여 신뢰도가 높은 태풍예보가 생산되었으며, RSMC가 59.5km로 진로오차가 가장 적었고 다음으로 JTWC가 70.6km, KMA 101.6km의 진로오차가 발생하였으며, CMA 146.0km, 의 진로오차를 보여 오차가 가장 크게 나타났다. 제12호 태풍예보의 진로오차가 작은 원인은 태풍의 발생에서 온대저기압으로 변질되기까지 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압이 강한 세력을 유지함으로써 동일 패턴에서 이상경로를 그리지 않고 계속 서북서~북서진함으로써 쉽게 태풍진로 예측을 할 수 있었기 때문으로 사료된다.

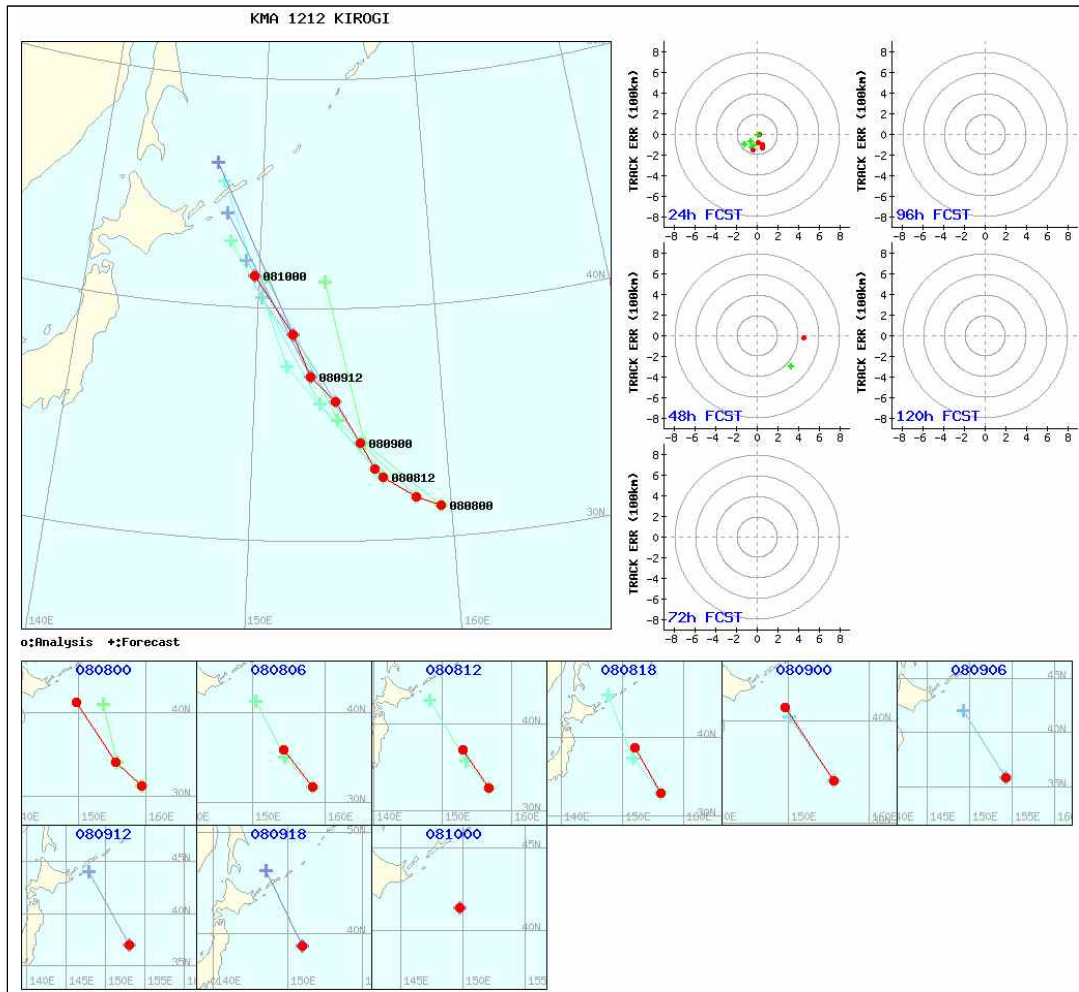
[표 2.12.1] 제12호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

예보시간	국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
24h	예보오차	101.6	59.5	70.6	146.0
	표본수	4	10	3	4
48h	예보오차	-	361.0	-	-
	표본수	-	1	-	-



[그림 2.12.6] 제12호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

제12호 태풍 '기러기'는 8월 8일 00UTC에서 10일 00UTC까지 활동하던 48시간 동안 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압 주변을 따라 이동함으로써 태풍진로 예측이 비교적 쉬웠다.



[그림 2.12.7] 제12호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

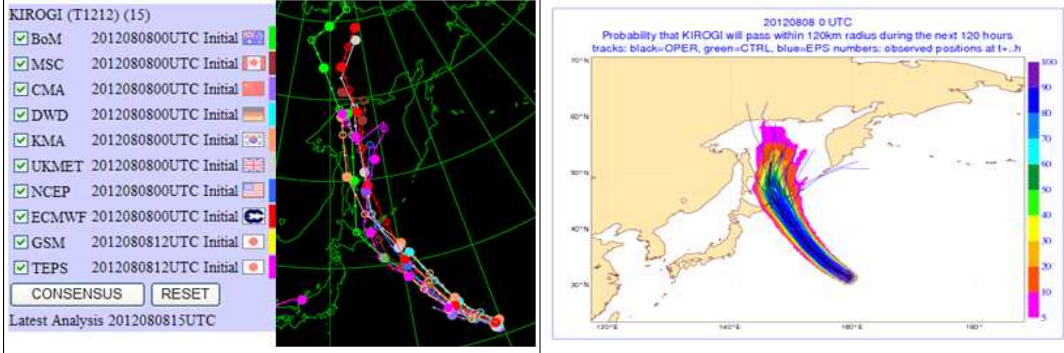
12.1.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.12.2] 제12호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

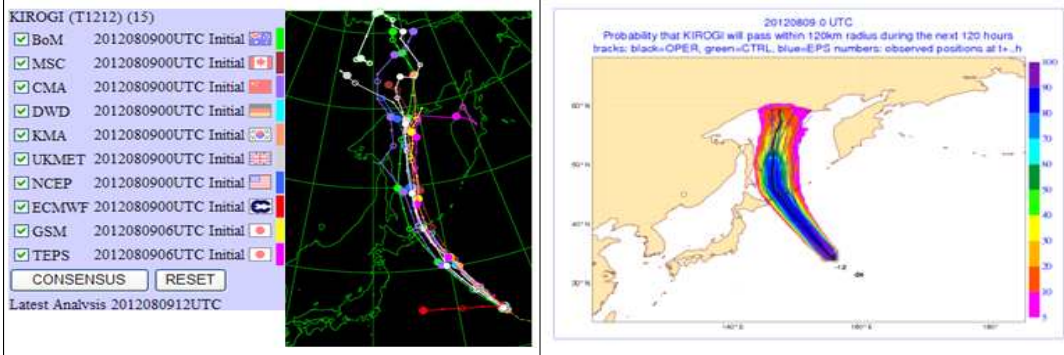
모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	-	-	389.3	148.3	-
표본수	-	-	1	1	-

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 속도에 차이는 있으나 전반적으로 북서진하여 일본 삿포로 동쪽 해상으로 진출하는 것으로 모의하였다. 또한, 태풍 진로예측 모델 멤버들도 일관성 있게 서북서진하는 것으로 모의하고 폭도 비교적 좁아 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었다. 앙상블에서도 일관성 있게 일본 삿포로 동쪽 해상을 진출하는 것으로 모의하고 폭이 좁아 신뢰도가 높은 편이었다.

발생(8. 8. 00UTC)



36시간 후(8. 9. 12UTC)



[그림 2.12.8] 제12호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

13. 제13호 태풍 ‘카이탁(KAI-TAK)’

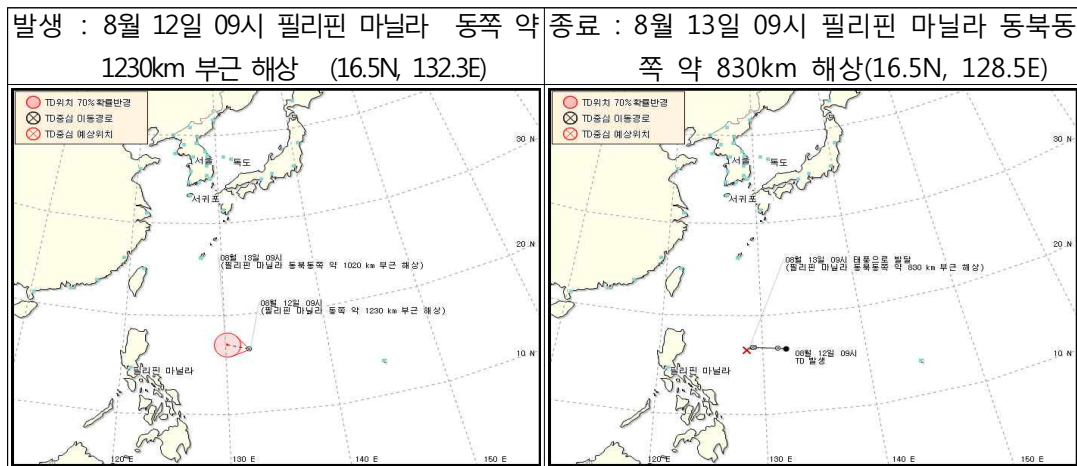
13.1. 제27호 TD

13.1.1 개요

제27호 TD는 8월 12일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1230km 부근 해상 (16.5N, 132.3E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양열용량은 100kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 27호 TD는 중심기압 1004hPa, 최대풍속 14m/s로, 이 TD의 진로는 북태평양고기압 남서쪽과 연변을 따라 서북서~북서진하였다.

제27호 TD의 위치는 SST 29~30℃, 열용량지수는 80~120kJ/cm²로 높고, 850hPa 유선장에서 이 열대저압부 남남서쪽으로 형성된 강풍대가 형성되어 있어 고수온 해역으로부터 많은 수증기가 열대저압부로 유입됨으로써 태풍으로 발달하기에 좋은 해양 조건을 갖추어서 8월 13일 00UTC에 제13호 태풍 ‘카이탁’으로 발달하였다.



[그림 2.13.1] 제27호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

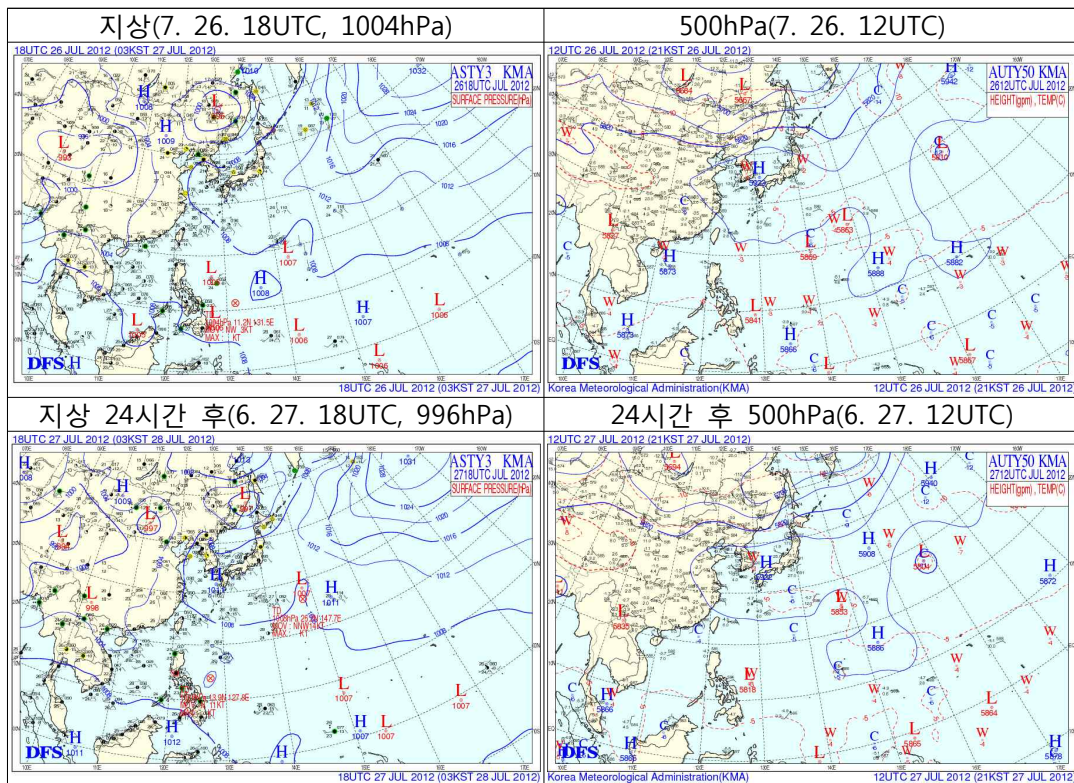
13.1.2 종관상황

제27호 TD는 8월 12일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1230km 부근 해상 (16.5°N, 132.3°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 100kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층

발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어 TD로 발달하였다.

발생 당시 27호 TD는 중심기압 1004hPa, 최대풍속 14m/s로, 이 TD의 진로는 북태평양고기압 남서쪽과 오세아니아 부근에 위치한 또 다른 아열대 기단사이에서 두 기단 모두 TD의 진로에 영향을 주지 못하고 있었으나 12일 12UTC경부터 북태평양고기압 남서쪽 사이에 형성된 S/TE pattern/ region으로 접어들면서 서북서~북서지향류의 영향을 받았다.

제27호 TD의 위치는 SST 29~30℃, 열용량지수는 80~120kJ/cm²로 높고, 850hPa 유선장에서 이 열대저압부 남남서쪽으로 형성된 강풍대가 형성되어 있어 고수온 해역으로부터 많은 수증기가 열대저압부로 유입됨으로써 태풍으로 발달하기에 좋은 해양 조건을 갖추어서 8월 13일 00UTC에 제13호 태풍 '카이탁'으로 발달하였다.



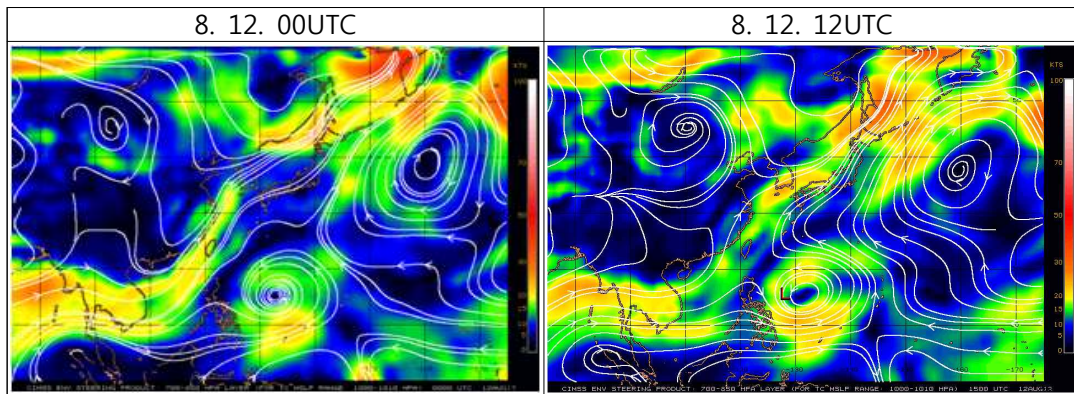
[그림 2.13.2] 제27호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

13.1.3 TD진행과정

4) 13.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

제27호 TD는 북태평양고기압 남서쪽과 오세아니아 부근에 위치한 또 다른 아열대

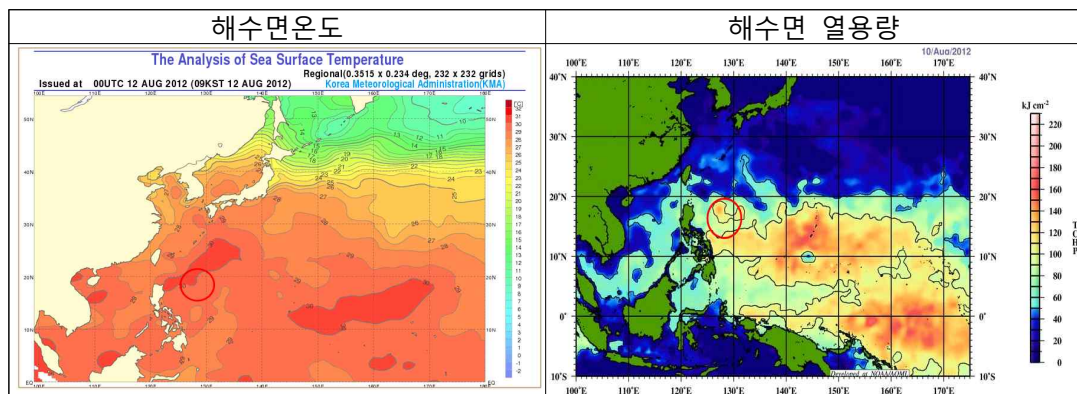
기단사이에서 두 기단 모두 TD의 진로에 영향을 주지 못하고 있지만 점차 북태평양기단의 남서쪽 사이에 형성된 S/TE pattern/region으로 접어들면서 서북서~북서 지향류의 영향을 받아 서북서~북서진하면서 발달하였다.



[그림 2.13.3] 제27호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

13.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제27호 TD의 해수면온도는 29~30℃, 열용량지수는 80~120kJ/cm²의 해역에 위치해 있어 태풍으로 발달할 잠재성을 갖추고 있고, 연직시어 값도 10kts 내외로 낮아 태풍으로 발달할 가능성이 높았으며, 8월 13일 00UTC에 필리핀 마닐라 동북동쪽 약 830km 부근 해상에서 TD에서 제13호 태풍 '카이탁'으로 발달하였다.



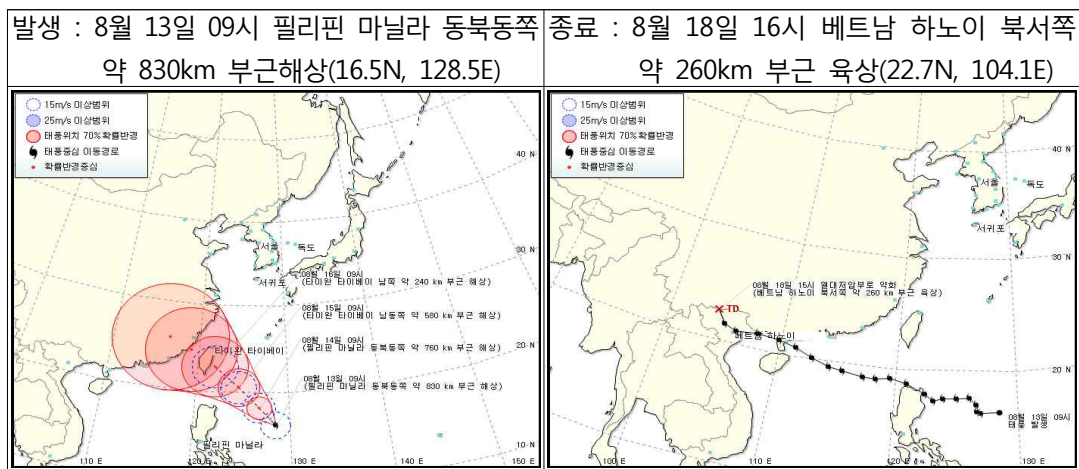
[그림 2.13.4] 제27호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

13.2 제13호 태풍 '카이탁(KAI-TAK)'

13.2.1 개요

제13호 태풍 '카이탁'은 필리핀 동북동쪽 약 830km 부근 해상(16.5°N,

128.5°E)에 위치한 제27호 TD가 높은 29°C의 해수면온도와 140~150kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 발생하였다. 제13호 태풍 카이탁은 발생당시 중심기압 998hPa, 중심최대풍속 18m/s로 약한 소형태풍이었다. 이 태풍은 북태평양고기압 남서쪽 S/TE pattern/region에서 서진 지향류의 영향을 받고 있지만 향후 PF region으로 접어들면서 서북서~북서지향류의 영향을 받아 계속 서북서진하였다. 태풍의 예상 경로상의 해수온도가 28~29°C로 높고, 열용량이 100kJ/cm²내외로 이동하면서 발달하여 8월 17일 00UTC에 강도가 강(960hPa)한 태풍으로 발달하였다. 이후 8월 17일 14시경 중국 잔장 남서쪽 약 40km 부근해안에 상륙하여 점차 약화되어 18일 15시경에 베트남 하노이 북서쪽 약 260km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



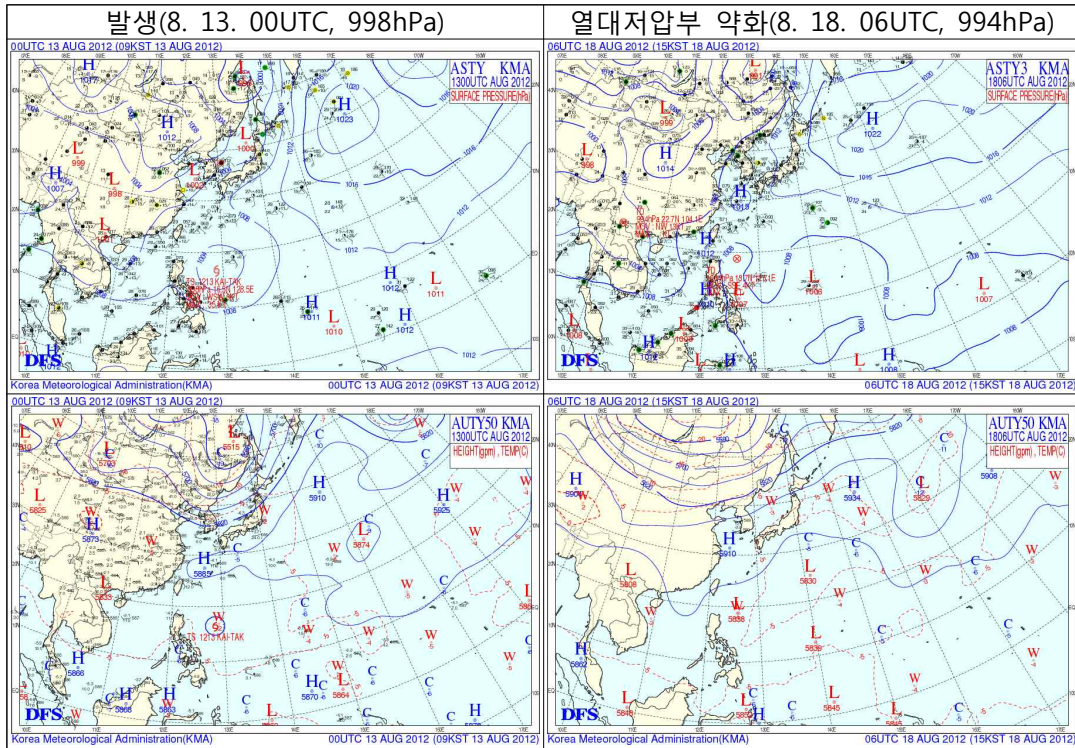
[그림 2.13.5] 제13호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

13.2.2 종관상황

제13호 태풍 ‘카이탁’은 8월 13일 00UTC에 필리핀 동북동쪽 약 830km 부근 해상(16.5°N, 128.5°E)에 위치한 제27호 TD가 높은 29°C의 해수면온도 및 140~150kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 발생하여 8월 18일 06UTC에 베트남 하노이 북서쪽 약 260km 부근 육상(22.7°N, 104.1°E)에서 열대저압부로 약화되었다. 이 태풍은 북태평양고기압 남서쪽 S/TE pattern/ region에서 서진 지향류의 영향을 받고 있지만 향후 PF region으로 접어들면서 서북서~북서 지향류의 영향을 받아 계속 서북서진하였다.

태풍의 예상 경로상의 해수온도가 28~29°C로 높고, 열용량이 100kJ/cm²내외로 이동하면서 발달하여 8월 15일 18UTC에 강도가 중(985hPa)으로 발달하였고,

17일 00UTC에 강도가 강(960hPa)한 태풍으로 발달하였다. 이후 8월 17일 14시경 중국 잔장 남서쪽 약 40km 부근해안에 상륙하여 점차 약화되어 18일 15시경에 베트남 하노이 북서쪽 약 260km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.

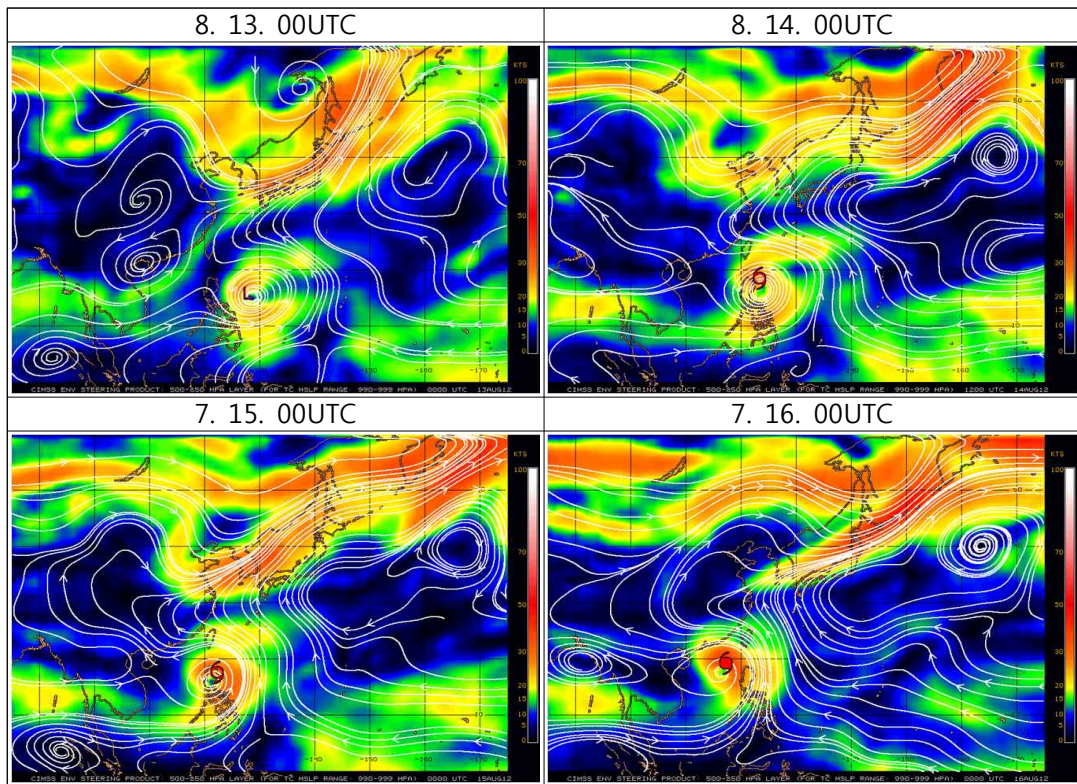


[그림 2.13.6] 제13호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도와 500hPa 일기도

13.2.3 태풍진행과정

5) 13.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

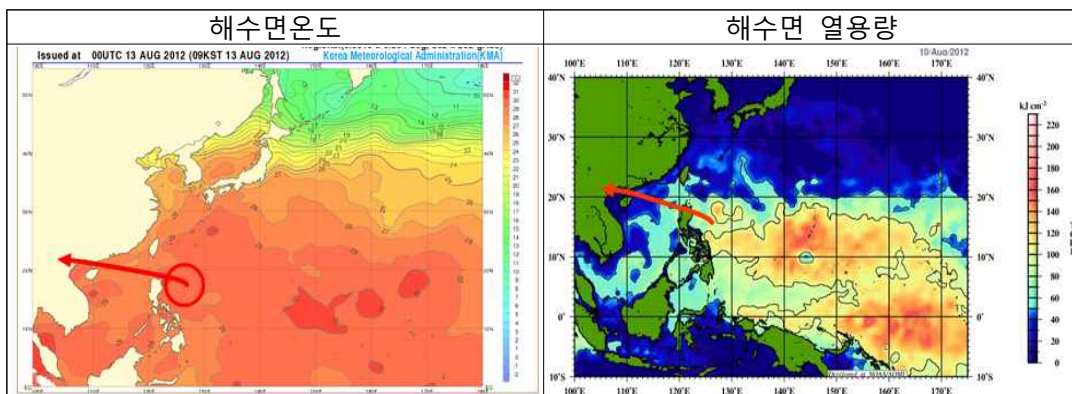
북서태평양 고기압의 남서쪽에 위치하면서 이 태풍은 현재 북태평양고기압 남서쪽 S/TE pattern/ region으로 접어들면서 서북서~북서지향류의 영향을 받았으나 14일 경부터 북태평양고기압 남서쪽 S/PF pattern/ region에서 서북서 지향류의 영향을 받고 있으며, 계속 이 지향류가 태풍을 지배하면서 북서진하였다.



[그림 2.13.7] 제13호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

6) 13.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

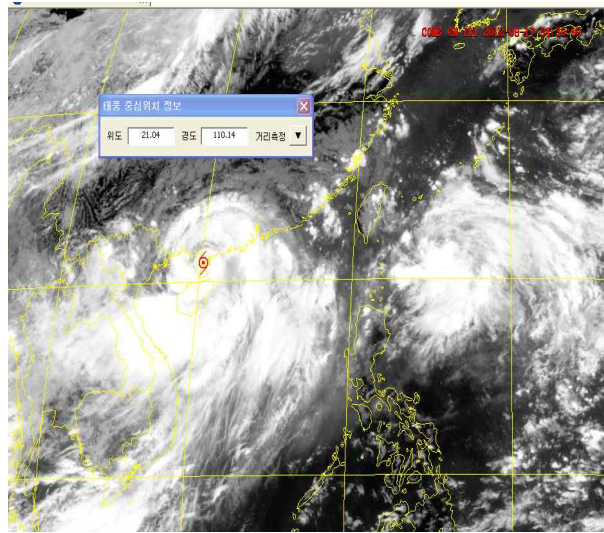
태풍으로 발생 당시 해수온도는 29℃, 해양열용량지수 100kJ/cm²이상 해역에 위치하였고, 또한 27~28℃의 해수면온도와 해양열용량지수 60~120kJ/cm²의 해역으로 이동하면서 발달하여 8월 15일 18UTC에 강도가 중(985hPa)으로 발달하였고, 17일 00UTC에 강도가 강(960hPa)한 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.13.8] 제13호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

7) 13.2.3.3 태풍 상륙

제13호 태풍 '카이탁'은 8월 17일 14시경 중국 잔장 남서쪽 약 40km 부근 해안에 상륙하였고(21.0°N, 110.1°E) 상륙당시 중심기압은 970hPa로 강한 중형 태풍이었다.



[그림 2.13.9] 2012년 8월 17일 05:00UTC COMS 적외영상

13.2.3.4 열대저압부로 약화(제29호 TD)

8월 13일 00UTC에 필리핀 동북동쪽 약 830km 부근 해상(16.5N, 128.5E)에서 발생한 제13호 태풍 '카이탁'은 8월 18일 15시경에 베트남 하노이 북서쪽 약 260km 부근 육상(22.7°N, 104.1°E)에서 열대저압부로 약화되었고, 8월 18일 21시경 베트남 하노이 북서쪽 약 430km 부근 육상(23.2°N, 102.4°E)에서 저기압으로 약화되었다.

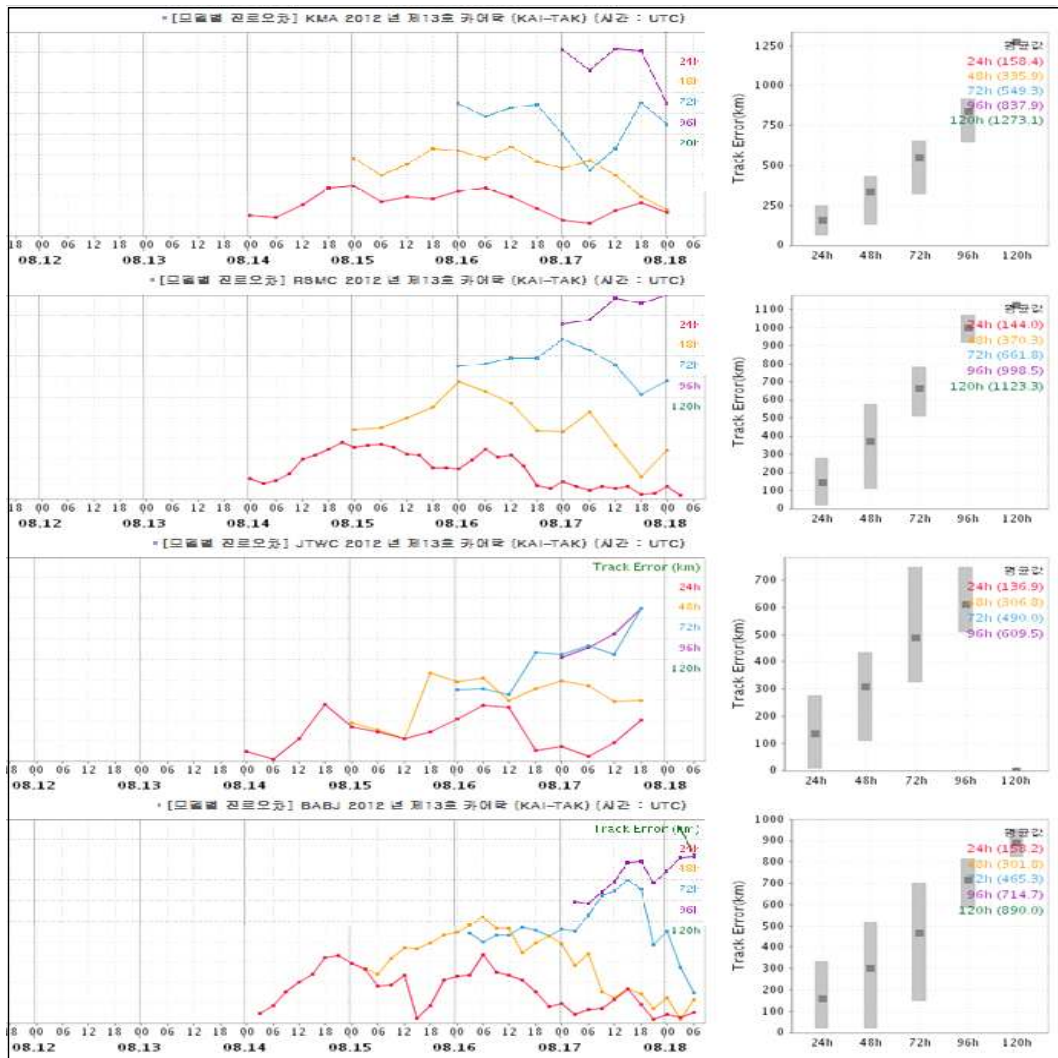
13.2.4 예보정확도

8) 13.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

각 기관들은 모두 태풍 발생 초기에 중국 남동해안부근으로 상륙할 것으로 예보하였으나 북태평양고기압이 중국 내륙지방까지 확장하면서 태풍은 예상보다 남쪽으로 처져 오차가 크게 발생하였다.

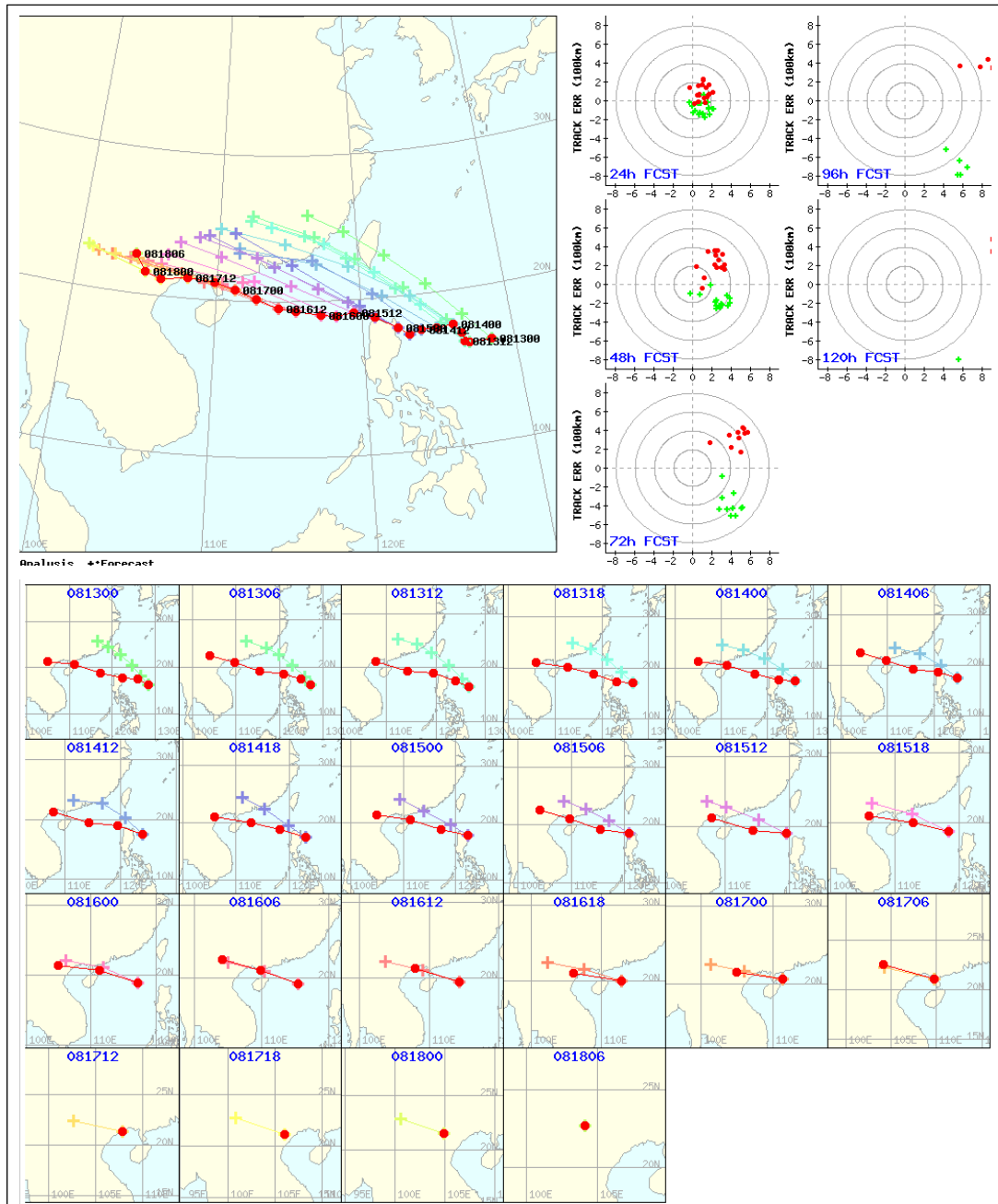
[표 2.13.1] 제13호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	335.9	370.3	306.8	301.8
표본수	13	13	10	26



[그림 2.13.9] 제13호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 진로예보는 다른 기관과 마찬가지로 태풍 발생 초기 예측이 북쪽으로 편향되어 오차를 크게 보였다.



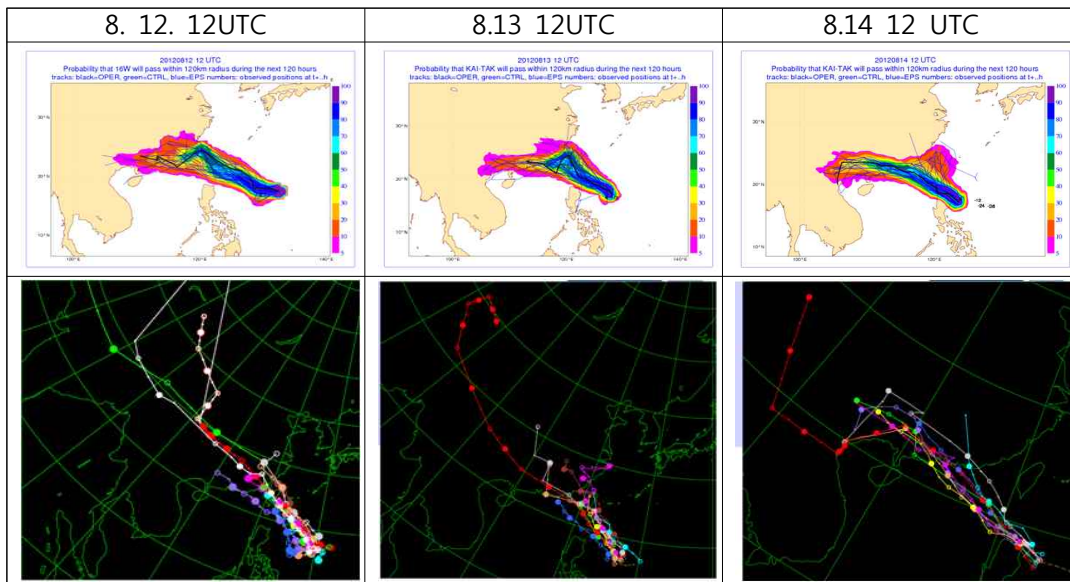
[그림 2.13.10] 제13호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

9) 13.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.13.2] 제13호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	DBAR	JGSM	NOGAPS	GFS	ECMWF	TEPS	TWRF	KWRF	UM
예보오차	313.8	313.4	536.1	213.2	320.5	428.2	148.4	159.3	290.1
표본수	13	12	6	7	5	12	7	13	14

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 ECMWF나 JMA NTP 컨센서스는 대체로 북서진하여 중국 남동해안부근으로 상륙하는 것으로 모의하고 있으며, Spread도 좁아 태풍 발생 초기에 타이완 타이베이를 지나 중국 남동해안으로 상륙하는 것으로 예보하였으나 북태평양고기압이 중국 내륙지방까지 확장하면서 태풍모델도 시간이 지남에 따라 태풍의 진로가 점차 남쪽으로 처지는 것으로 모의하고 있어 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었다.



[그림 2.13.11] 제13호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

14. 제14호 태풍 ‘덴빈(TEMBIN)’

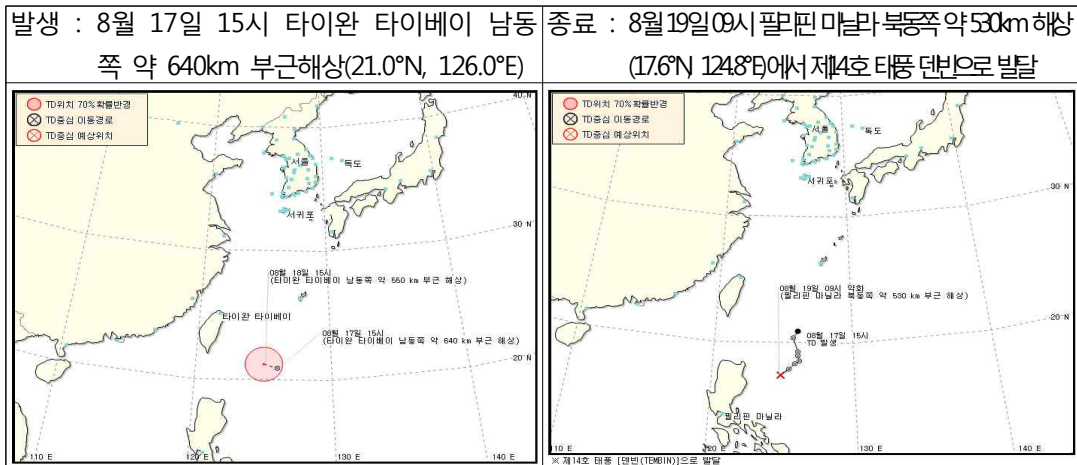
14.1 제28호 TD

14.1.1 개요

제28호 TD는 8월 17일 06UTC경 타이완 타이베이 남동쪽 약 40km 부근해상(21.0°N, 126.0°E)에서 발생하였다. 발생당시 제28호 TD의 중심기압은 1008hPa, 최대풍속 14m/s으로 CI 지수 0.5, 연직시어 값이 10~20kts, 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도 40~60kJ/cm²으로 대기 및 해양상태가 빠르게 태풍으로 발달할 조건은 아니었지만 36시간 이후인 18일 12UTC에 필리핀 마닐라 북동쪽 약 670km 해상에서 느리게 서남진하면서, 중심기압은 1004hPa, 중심부근 최대풍속은 16m/s CI지수 1.5로 고수온 해역에서 열용량도 다소 50~80kJ/cm²로 태풍발달에 유리한 곳에 위치하고 연직시어도 10kts 내외로 대류시스템이 점점 조직화되면서 대칭구조를 갖추어 가는 것으로 분석되었고, 48시간 이후인 8월 19일 00UTC에 필리핀 마닐라 북동쪽 약 530km 부근 해상(17.6°N, 124.8°E)에서 제14호 태풍 ‘덴빈’으로 발달하였다.

발생당시 SST는 28~29°C로 비교적 높으나 열용량지수는 40~60kJ/cm²로 높지 않아 빠른 시일 내 태풍으로 발달하기는 어려울 것으로 예상되고 있었고, 수치모델들에서도 이 TD는 크게 발달하지 못하는 것으로 예상하고 있었으며 필리핀 동쪽 해상에서 또 다른 저기압(제15호 태풍 ‘볼라벤’으로 발달)이 발달하면서 빠르게 서북서진하는 것으로 모의하고 있어 이 TD가 느리게 이동하는 경우 합쳐질 가능성도 있을 것으로 예상되었고, 발생초기부터 두 개의 열대저기압이 진로에 상호 영향을 미칠 가능성도 배제하지 않고 있었다.

발생 36시간 이후에는 열용량지수는 50~80kJ/cm², 연직시어 값도 10kts 내외로 강도강화에 유리한 조건을 갖추고 있어 +24h 내에 태풍으로 발달할 가능성을 높게 분석하였지만 빠르고 강하게 발달할 가능성은 높지 않은 것으로 분석되었기 때문에 태풍으로 발달 이후 태풍으로서의 생애가 다소 길 것이라는 분석이 있었으며, 이미 태풍으로 발달 가능성이 높다고 판단하여 태풍분석 준비를 시작하는 시점이 되기도 하였다.

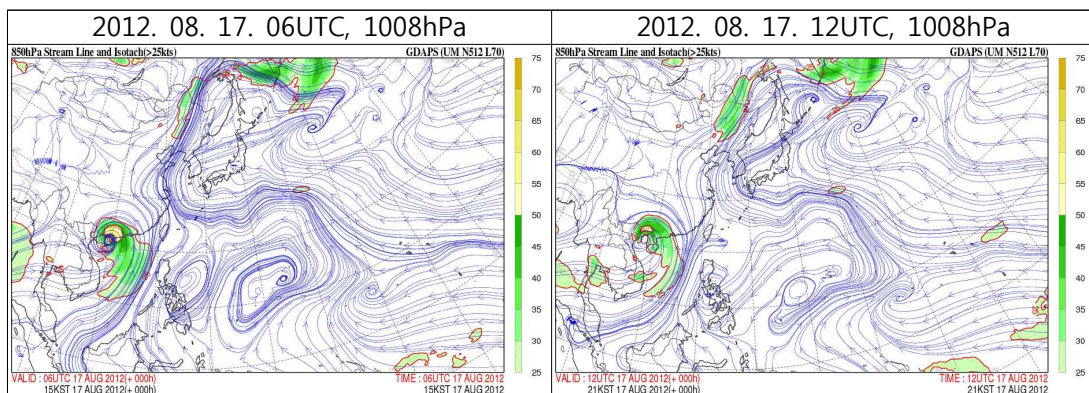


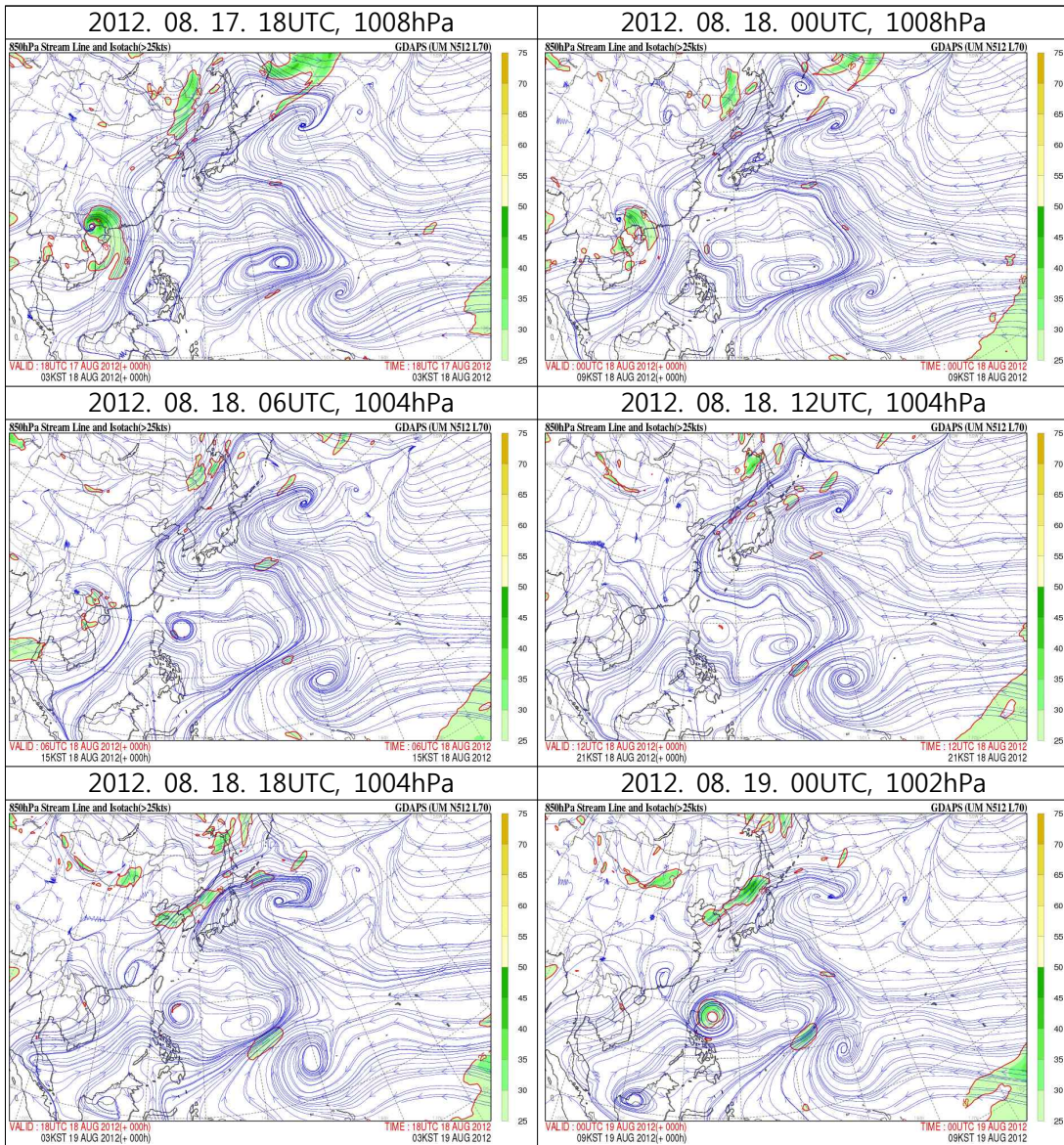
[그림 2.14.1] 제28호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

14.1.2 종관상황

8월 17일 06UTC에 타이완 타이베이 남동쪽 약 40km 부근해상(21.0°N, 126.0°E)에서 발생한 제28호 TD는 28~29°C의 높은 해수면온도와 40~60kJ/cm²의 해양열용량해역에서 발달하였다.

이 TD는 북태평양고기압(mT) 남서쪽에 위치하고 있으나 제13호 태풍 '카이탁'으로 인해 mT가 수축하였고 mT에 의한 지향류가 강하게 형성되지 않아 진로패턴에 mT의 영향을 받지 못하고, 오히려 필리핀 부근에 형성된 Tropical Buffer Cell에 의한 고기압성 지향류가 TD의 진로에 영향을 주어 S/EF pattern/region에서 적도방향으로 진로를 취하는 매우 드문 TD로 분석되었고, 이후 태풍으로 발달하면서 남동쪽 고기압성 순환이 강화되고 자체적인 발달을 통해 강풍역이 동쪽에 형성되면서 8월 19일 00UTC에 제14호 태풍 '덴빈'으로 발달한 이후에는 북쪽으로 이동하기 시작하였다.



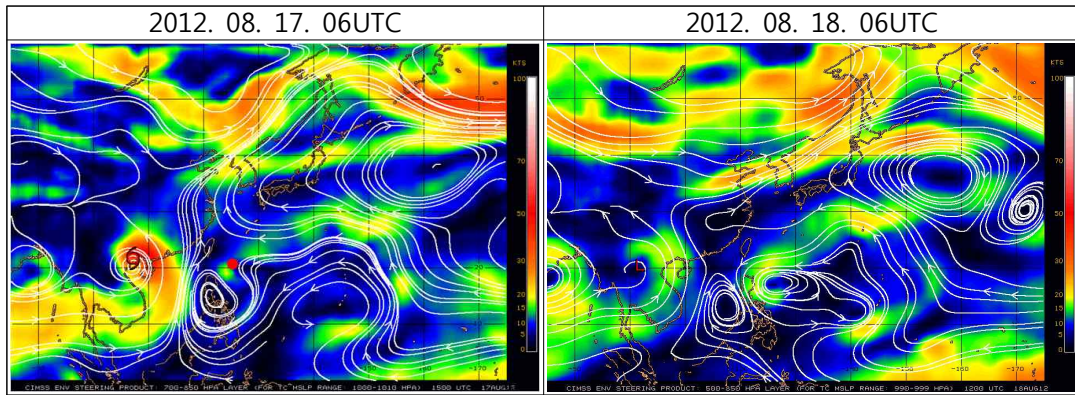


[그림 2.14.2] 제28호 TD 활동 기간 동안의 850hPa 유선장

14.1.3 TD진행과정

14.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

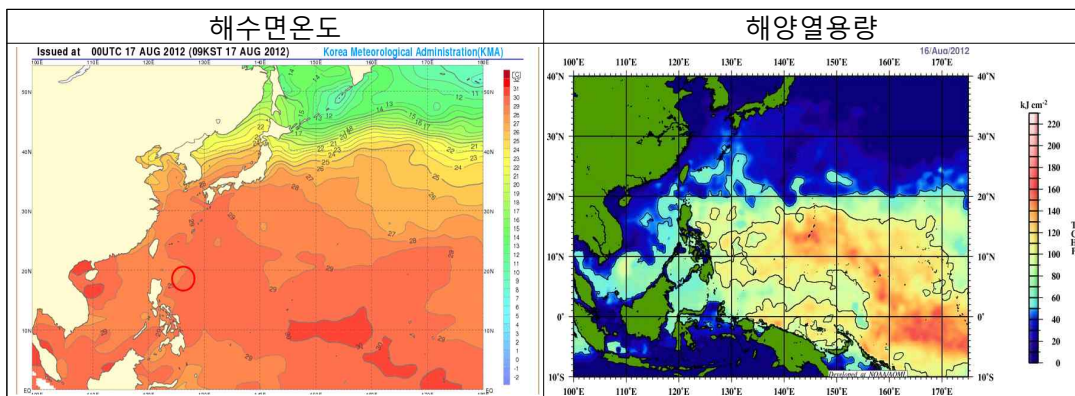
제28호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하였지만 mT의 영향을 받지 못하고 Tropical Buffer Cell에 의해 필리핀 부근에 형성된 고기압성 흐름의 영향으로 S/EF pattern/region에서 남진 지향류 영향을 받았으며, 지향류가 강하게 형성되지는 않고 대류시스템을 형성하며 이동하여 이동속도는 빠르지 않았고, 잠열방출이 많은 해역에서 이동하며 발달하였다.



[그림 2.14.3] 제28호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

14.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제28호 TD 발생 초기에 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 40~60kJ/cm²로서 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제28호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(100kJ/cm² 내외)와 해수면 온도(28~29℃), 연직시어 값이 10kts 이하로 크지 않아 태풍으로 발달하는데 매우 유리한 조건이어서 8월 19일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 530km 부근해상에서 제28호 TD가 제14호 태풍 '덴빈'으로 발달하였다.



[그림 2.14.4] 제28호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

14.2 제14호 태풍 '덴빈(TEMBIN)'

14.2.1 개요

제14호 태풍 '덴빈'은 2012년 8월 19일 00UTC에 필리핀 마닐라 북동쪽 약 530km

부근 해상(17.6°N, 124.8°E)에서 제28호 TD가 발달하며 발생하였다. 발생당시 14km/h의 속도로 남서진하고 있었으며, 중심기압 1002hPa 중심최대풍속 18m/s의 약한 소형태풍으로 분석되었다.

이 태풍은 고수온 해역에서 지속적으로 이동하면서 8월 20일 18UTC에는 945hPa의 매우 강한 중형태풍으로 최대 발달 하였고, 24일 아침에 대만 남쪽 해안을 잠시 스치면서 975hPa로 약화되었다가, 27일 06UTC에는 남중국해의 고수온 해역에서 965hPa로 재발달하였으며, 우리나라로 진로를 틀면서 영향을 주기 시작한 29일 12UTC에는 980hPa로 다소 약화된 상태였고, 30일 아침에 제주서쪽을 스치면서 오전 11시 45분에 전라남도 완도 남해안에 992hPa로 상륙한 후, 우리나라를 통과하면서 31일 새벽 00시에 동해 동쪽 해상으로 빠져나가며 중심기압 1002hPa의 온대저기압으로 변질되었다.

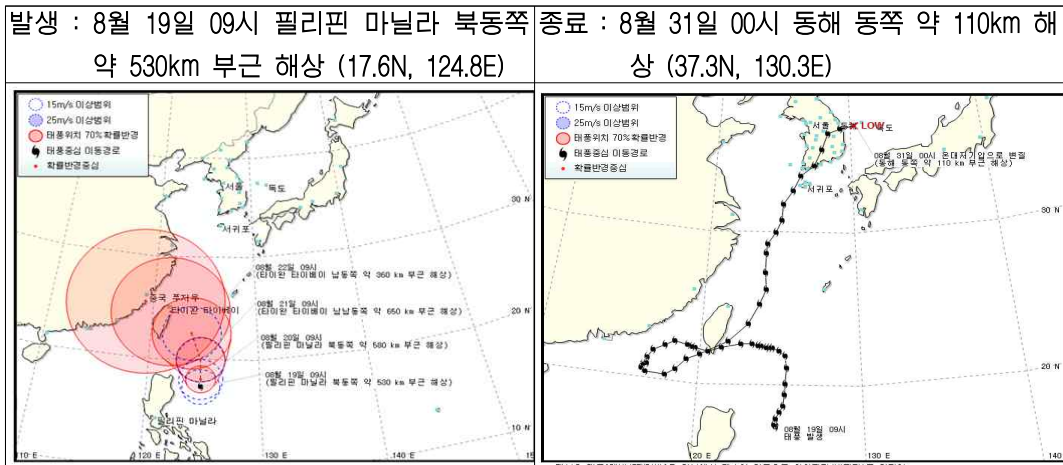
제14호 태풍은 19일 09시경 필리핀 동쪽 해상에서 먼저 발생하여 대만 부근에 머물다가, 20일 15시경 괌 북서쪽 해상에서 발생하여 서해상으로 북상한 제15호 태풍과의 후지와라 효과⁷⁾에 의해 'α 형태'의 이례적인 진로를 보이며 블라벤을 뒤따라 곧바로 북상하였다. 이후 우리나라 동쪽에 위치한 북태평양고기압이 수축하면서 태풍의 진행방향이 동편하기 시작했고, 30일 새벽 제주도 서쪽 해상을 지나 10시 45분경 전라남도 완도 부근에 상륙한 뒤 계속 북동진하여 31일 00시경 동해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

태풍이 상륙하여 육상을 지나는 동안 태풍 진행방향의 왼쪽 반원에 속하는 충청도와 전라도에서는 북서쪽에서 내려온 차고 건조한 공기와 '텐빈'이 몰고 온 다량의 따뜻한 수증기가 충돌해 최고 200mm 이상의 많은 비가 내렸고, 해안지방과 태풍 진행방향의 오른쪽 반원에 속하는 남부지방을 중심으로 최대순간풍속 30m/s 이상의 매우 강한 바람이 불었다.

이번 제14호와 제15호 태풍과 같이 후지와라 효과가 동반되면서 한반도에 영향을 준 유사 태풍으로는, 1972년 'α 형태'의 이상진로를 보이면서 서해상으로 북상한 제7호 태풍 '리타(RITA)'와 동해상으로 북상한 제9호 태풍 '테스(TESS)'가 있다.

제14호 태풍 '텐빈(TEMBIN)'은 제15호 태풍 '블라벤(BOLAVEN)'이 옹진반도 부근에 상륙한 후 43시간 이내 연이어 남해안으로 상륙하여 우리나라에 직접적인 영향을 준 최초의 태풍으로 기록되었다.

7) 후지와라 효과 : 두 개의 태풍이 일정거리 이내로 인접하게 됨에 따라 물리적으로 상호 작용하면서 각각의 태풍의 진로와 발달에 영향을 주는 현상을 말함

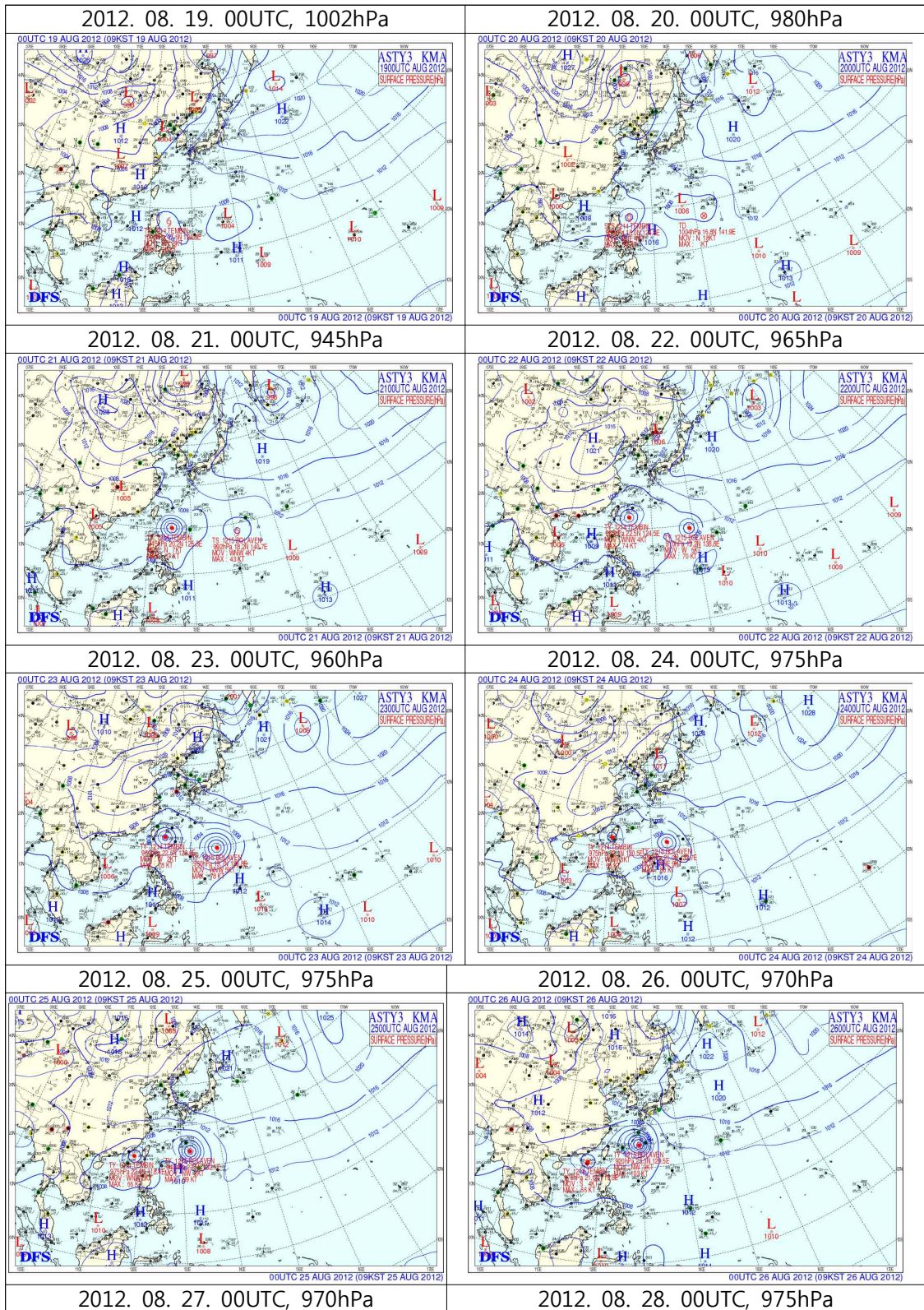


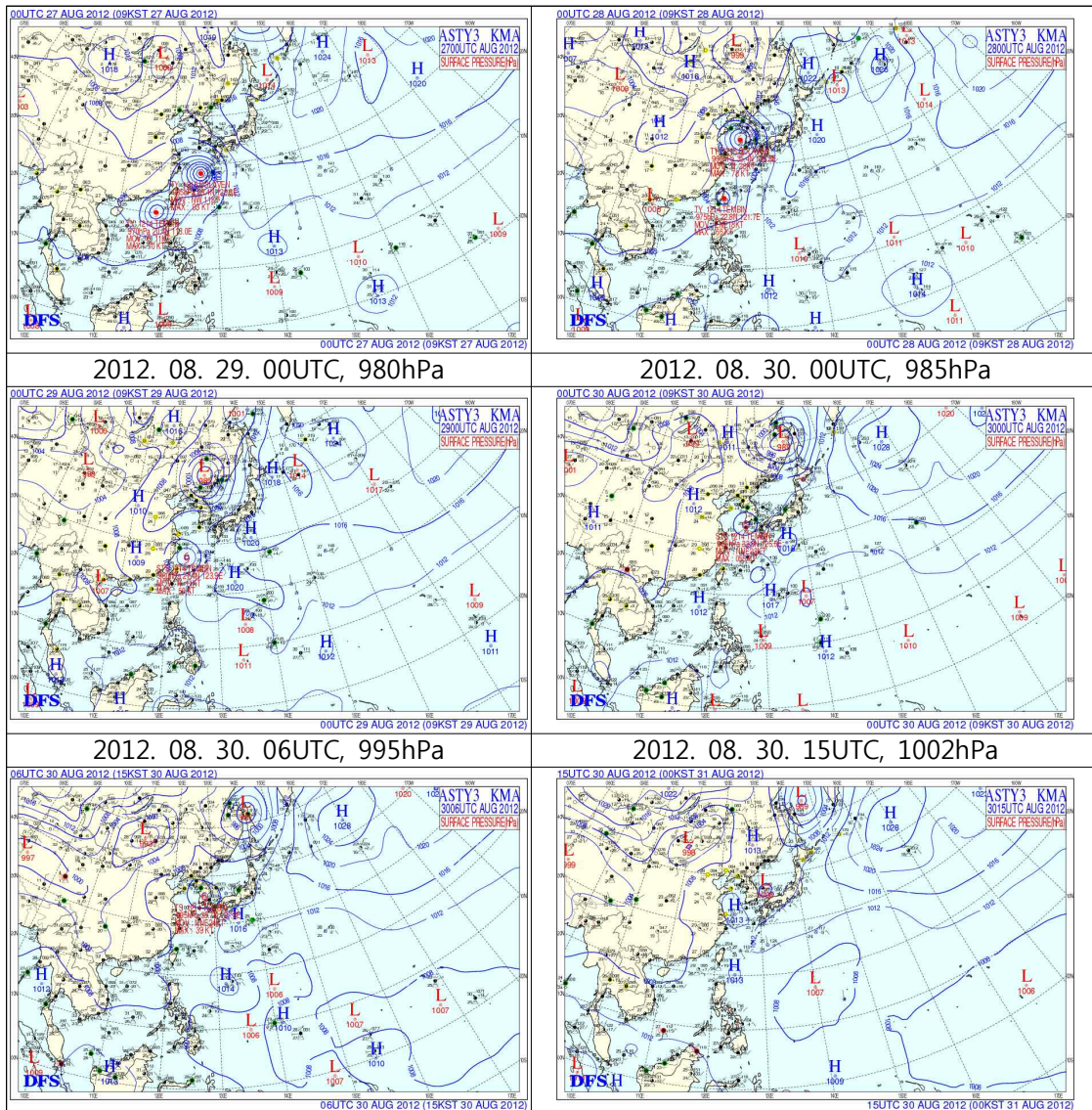
[그림 2.14.5] 제14호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

14.2.2 종관상황

제14호 태풍 ‘덴빈’은 8월 19일 00UTC에 필리핀 마닐라 북동쪽 530km 부근 해상 (17.6°N, 124.8°E)에서 제28호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에 북태평양고기압이 제13호 태풍 ‘카이탁(KAI-TAK)’의 영향으로 동쪽으로 수축하면서 남중국해에서부터 괌 부근까지 폭넓게 Monsoon Trough가 형성되었다. 그리고 태풍의 진로에 영향을 주는 주변 고기압의 부재로 뚜렷한 지배 지향류가 형성되어 있지 않았다. 이전 28호 TD가 남쪽으로 이동하면서 발생한 태풍이었기 때문에 발생시점에 남동쪽 지향류가 다소 강화되면서 북진요소를 지녀 남진 TD에서 발생시점부터 북쪽으로 이동하기 시작하였는데 이동속도가 매우 느린 특성이 있었다.

발생 초중반경 22일부터 북쪽에 대륙에서 발달한 고기압이 버티면서 북진하지 못하고 북쪽 고기압이 Peripheral Anticyclone으로 작용하여 태풍의 진로에 영향을 미치면서 태풍은 서진하기 시작하였으며, 북쪽 Peripheral Anticyclone은 26일까지 태풍의 진로에 영향을 미쳤다. 이후 태풍이 제15호 태풍 ‘볼라벤(BOLAVEN)’의 영향으로 후지와라 효과를 보이며 역회전하기 시작하였고, 제15호 태풍 ‘볼라벤’이 북상하면서 중위도 골과 합쳐지면서 거대한 Reverse Trough Formation(RTF) 형태가 형성되었다. RTF가 형성되면서 제15호 태풍 ‘볼라벤(BOLAVEN)’과 제14호 태풍 ‘덴빈’은 동서로 고기압을 낀 Reverse Trough을 따라 북북동진할 수 밖에 없는 종관상황이 전개되어 이례 없는 두 태풍이 우리나라에 영향을 미치는 기압계가 형성되어 피해를 많이 발생시켰다.





[그림 2.14.6] 제14호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

14.2.3 태풍진행과정

14.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

TD 발생초기에 태풍의 서쪽에 고기압성 흐름이 형성되면서 최대풍역이 태풍의 왼쪽에 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 필리핀 동쪽의 Tropical Buffer Cell로서 태풍은 고기압 동쪽에서 남진 지향류의 영향을 받았다. 이후 19일 태풍으로 발달하면서 남쪽 고기압성 흐름이 강화되기 시작하여 태풍의 남동쪽 강풍역이 강화되면서 북진 지향류가 형성되기는 하였지만

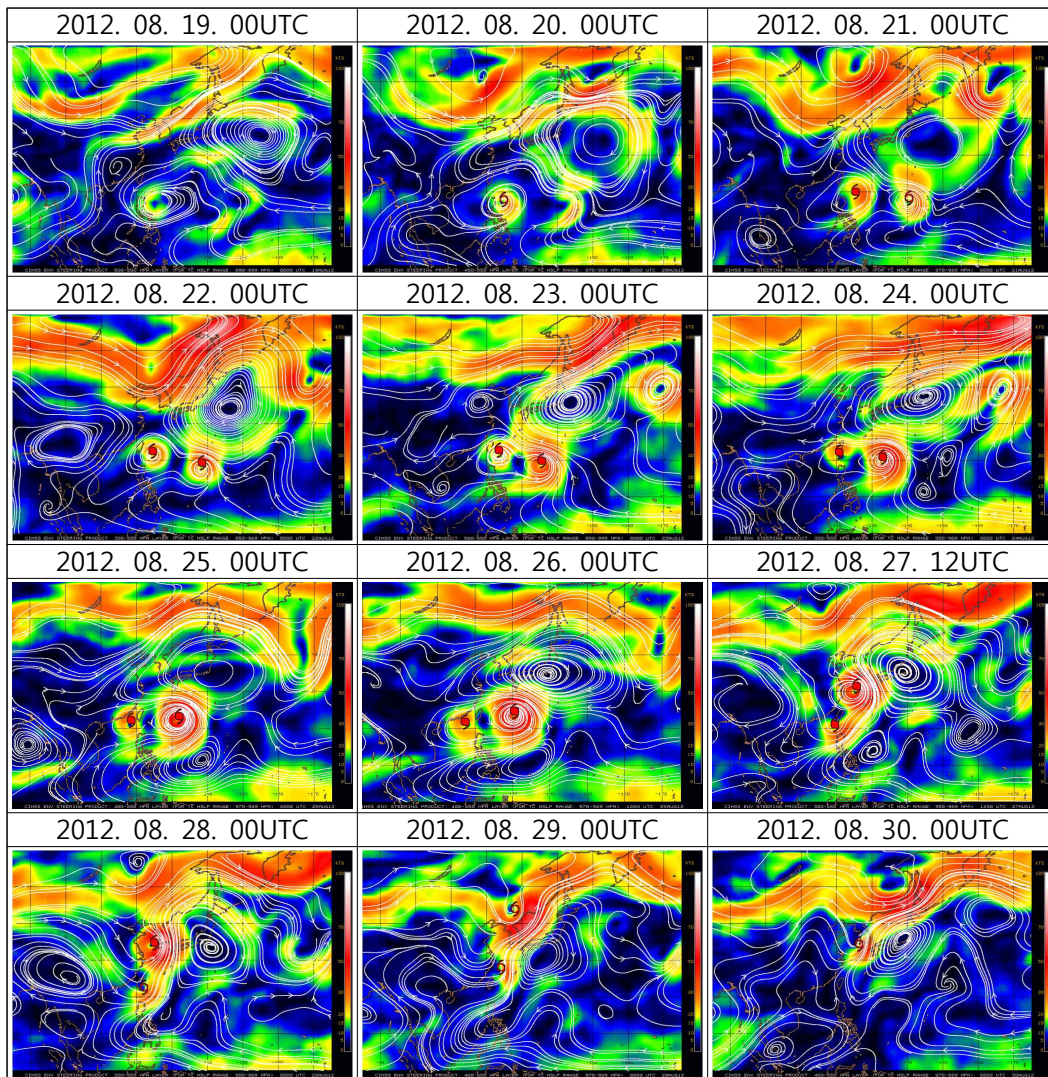
북쪽과 남쪽 고기압이 강하지 못하여 태풍의 진로에 영향을 미치지 못하여 태풍은 자체적으로 형성된 북진 지향류의 영향으로 북진하였으나, 주변고기압 부재에서 뚜렷한 지배 지향류가 형성되지 않았기 때문에 이동속도가 매우 느린 특성을 보였다.

21일 후반까지 북진하던 태풍은 북쪽의 고기압이 버티는 기압패턴에 가로막혀 북진하지 못하고 서진하기 시작하였다. 이 시기부터 태풍의 진로에 영향을 미친 주변고기압은 대륙에서 발달한 고기압으로서 태풍의 북쪽에 강풍역이 형성되어 서진 지향류를 형성하였으며 이후 대륙고기압과 mT가 분리되지 않고 하나의 고기압으로 합쳐지면서, S/TE pattern/region에서 24일 후반까지 서진하며 홍콩 남쪽해상까지 진출하였다.

25일부터 27일 후반까지 제14호 태풍 '덴빈'은 제15호 태풍 '블라벤'의 영향을 받아 반시계방향으로 역회전하는 이상진로로 이동하였는데, 두 태풍의 북쪽에 고기압이 버티고 있고 남쪽으로도 Tropical Buffer Cell에 의한 고기압성 지향류가 북쪽 고기압 세력에 상응할 정도로 강하게 형성되어 있었으며 강한 지향류는 14호 태풍보다는 15호 태풍에 영향을 많이 주었고, 15호 태풍은 매우 강하고 규모도 커서 북서쪽으로 Positive vorticity를 전이시키며 북서쪽 고기압을 약화시키고 남동쪽으로 Negative vorticity를 전이시키며 남동쪽 고기압 세력을 강화시키면서 강풍역이 태풍의 북동쪽에 형성되어 14호 태풍의 영향을 거의 받지 않고 지향류 영향과 자체적인 β effect가 가미되면서 북서진하였고, 제14호 태풍은 북쪽과 남쪽의 지향류에 끼인 형태로서 S pattern 내의 EW region과 TE region 사이에서 15호 태풍의 영향을 받으면서 27일 후반까지 역회전 하였다.

28일부터는 14호 및 15호 태풍과 중위도 골에 의해 거대한 Reverse Trough Formation(RTF)이 형성되면서 14호 태풍은 15호 태풍을 따라 북북동진하였는데, 15호 태풍이 북서쪽으로 Positive vorticity advection을 통해 북서쪽 고기압을 약화시키고 남동쪽으로 Negative vorticity advection을 통해 Ridge Modification by Tropical Cyclone(RMI)이 발생하였다. mT가 변형되면서 남동쪽 고기압성 흐름이 매우 발달하여 태풍의 남동쪽에 강풍대가 형성되면서 태풍은 북북동진 지향류의 영향을 받아 15호 태풍에 연이어 우리나라에 영향을 미치게 되었다.

제15호 태풍 '블라벤'이 규모가 크고 강한 태풍이어서 중위도 및 북태평양고기압의 세력에 미치는 영향이 큰 것으로 분석되고 있으며, 블라벤이 북위 40도를 넘어서면서도 남동쪽 북태평양고기압에 영향을 미쳐 mT가 다소 동쪽으로 기울면서 Reverse Trough가 북동쪽으로 다소 기울면서 14호 태풍은 30일 새벽까지 예보하였던 것 보다 더 동쪽으로 이동하는 결과를 초래하였다.

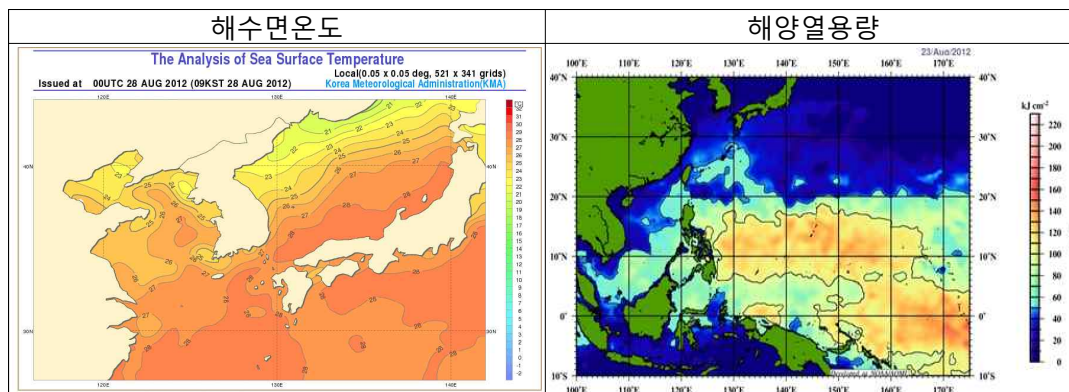


[그림 2.14.7] 제14호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

14.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 120kJ/cm² 내외로서 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 태풍 발달에 유리한 해양조건을 유지하며 북상하면서 태풍주변으로 연직시어 값도 10~20kts에서 10kts 이하로 대칭성이 강한 구조로 발달하였다. 태풍의 진로에 따라 해수온도 분포를 살펴보면, 북위 30℃까지 28℃ 이상의 해수온도가 높게 형성되고, 제주도까지 27℃ 이상 그리고 남해상에는 26℃ 이상의 해수온도가 분포되어 있어, 북상하면서 쉽게 약화되지 못하였으며, 북위 30℃를 넘어서면서 해양열용량이 50kJ/cm²이하로 급격히 낮아지면서 태풍이 약화되는

조건이 갖추어 졌지만, 태풍의 이동속도가 빨라 약화되는 정도가 크지 않아 제주도 부근을 지날 때는 980hPa의 강도를 유지하다가 30일 오전 10시 45분경 전라남도 완도에 992hPa 강도로 상륙하며 약화되었다.



[그림 2.14.8] 제14호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

14.2.3.3 제14호 태풍 ‘텐빈(TEMBIN)’의 이상 진로

제14호 태풍 ‘텐빈’의 진로는 제28호 TD 분석단계에서부터 이상진로를 보였는데, TD로 분석되었던 17일 06UTC부터 18일 18UTC까지 이례적으로 처음부터 남진하였다. 당시에는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하였지만 mT의 영향을 받지 못하고 Tropical Buffer Cell에 의해 필리핀 부근에 형성된 고기압성 흐름의 영향으로 S/EF pattern/region에서 남진 지향류 영향을 받았기 때문이라고 분석된다.

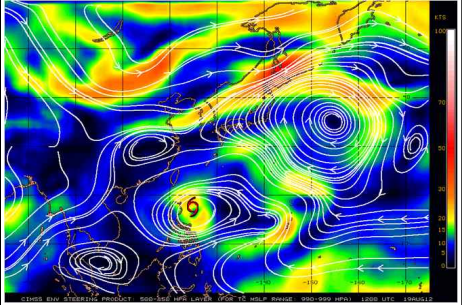
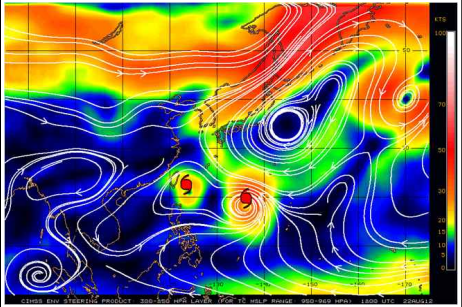
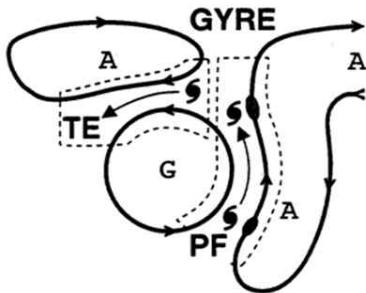
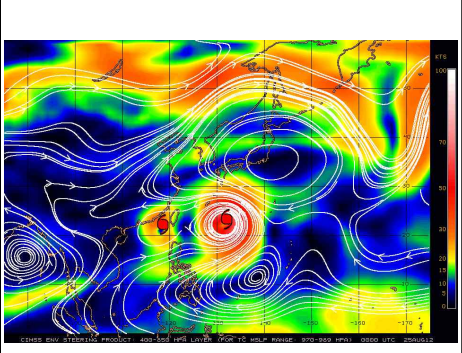
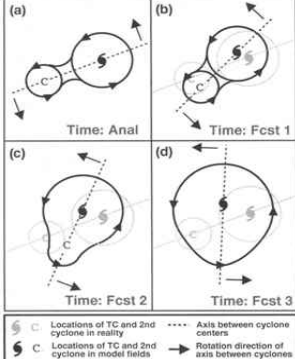
태풍으로 발달한 19일 00UTC부터 21일 12UTC까지는 패턴분류가 모호하여 뚜렷한 지향류의 영향을 받지 못하고 태풍의 동쪽에 형성되는 강풍대와 맞물려 자체적으로 형성된 지향류에 의해 매우 느리게 북진하였다.

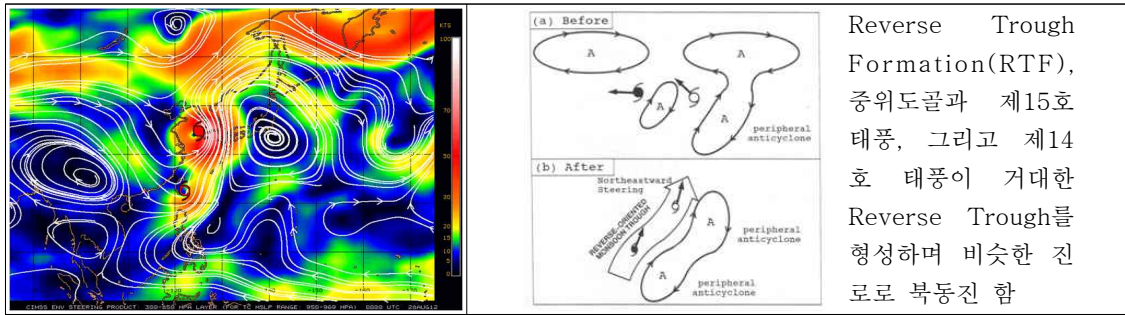
8월 22일 12UTC부터 24일 12UTC까지는 GYRE Pattern내에서 14호 태풍은 북쪽고기압의 지배하에 서진, 15호 태풍은 북동쪽 mT에 의해 북서진하였으며, 전체적으로 보면 15호-14호-저기압순환장(베트남동쪽)으로 이어지는 거대한 Monsoon Gyre 패턴내에서 순환하는 구조를 보였다.

8월 25일 00UTC부터 27일 12UTC까지는 14호 태풍이 15호 태풍에 의해 반시계 방향으로 역회전하는 Direct Cyclone Interaction(DCI) 현상이 발생하였는데, 15호 태풍의 규모와 강도가 14호에 비해 크고 강하여 15호 태풍은 14호 태풍에 의한 진로의 영향을 받지않고 mT에 의해 형성된 지향류를 따라 독자적으로 이동하였지만, 14호 태풍은 15호 태풍의 세력에 영향을 받아 α형태의 이례적인 진로로 이동하였다.

8월 28일 00UTC부터는 중위도 Trough과 15호 태풍에 의해 거대한 Reverse

Monsoon Trough이 형성되면서 14호 태풍까지 Trough가 연계되며 더욱 깊은 골이 형성되며 15호 태풍이 지나간 경로를 따라 북동진 하였는데, 15호 태풍이 여전히 mT에 영향을 미쳐 mT가 다소 동쪽으로 늙게되는 기압배치가 이루어지면서 14호 태풍은 서해상으로 상륙한다는 예보보다 동쪽으로 치우치면서 남해안으로 상륙하여 동해상으로 빠져나갔다.

<p>8월 19일 12UTC</p> 	<p>패턴분류 또는 개념모델</p> <p>태풍의 진로를 지배하는 Peripheral Anticyclone 부재에서 주변환경에 의한 뚜렷한 Environmental Steering Flow(지배지향류)가 형성되지 않음에 따라 자체적인 지향류가 형성되며 강풍역이 태풍의 남동쪽(이후 동쪽으로 이동함)에 형성되며 북진요소를 지녀 북진하였음.</p>
<p>8월 22일 12UTC</p> 	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>  <p>GYRE Pattern, 제 15호 태풍은 북진중이고, 14호 태풍은 북쪽 고기압에 가로막혀 베트남 동쪽까지 형성된 거대한 Monsoon Gyre 패턴내에서 순환하는</p>
<p>8월 25일 00UTC</p> 	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>  <p>Direct Cyclone Interaction(DCI), 개념모델에서 두 태풍이 상호 영향을 받지만 제15호 태풍은 14호 태풍의 영향을 받지 않고 자체적으로 이동하였고, 14호 태풍만 15호 태풍의 영향으로 역회전 하며 합쳐지지 않음</p>
<p>8월 28일 00UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>



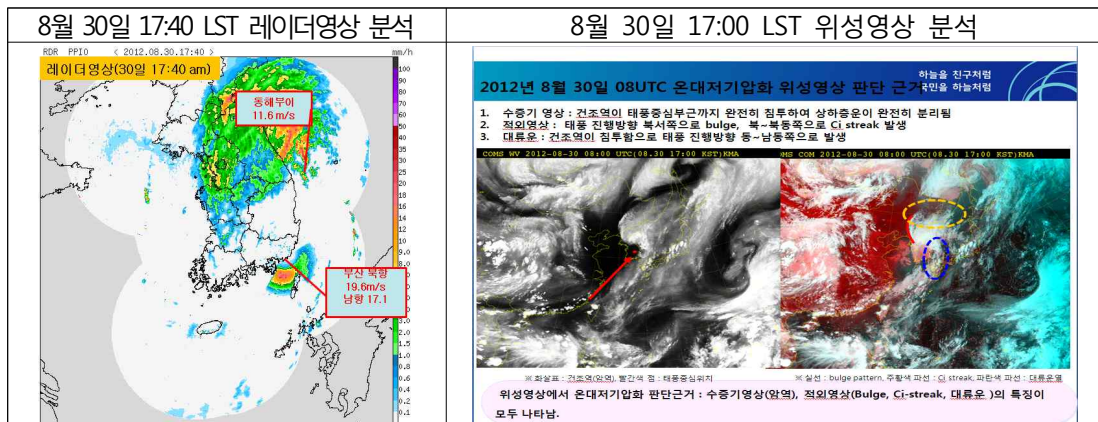
[그림 2.14.9] 제14호 태풍 활동기간 동안의 지향류에 따른 종관패턴

14.2.3.4 온대저기압으로 변질

제14호 태풍 '덴빈'은 8월 30일 15UTC에 강원도 동해시 동쪽 약 110km 부근 해상(37.3°N, 130.3°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

30일 17시 당시 태풍은:

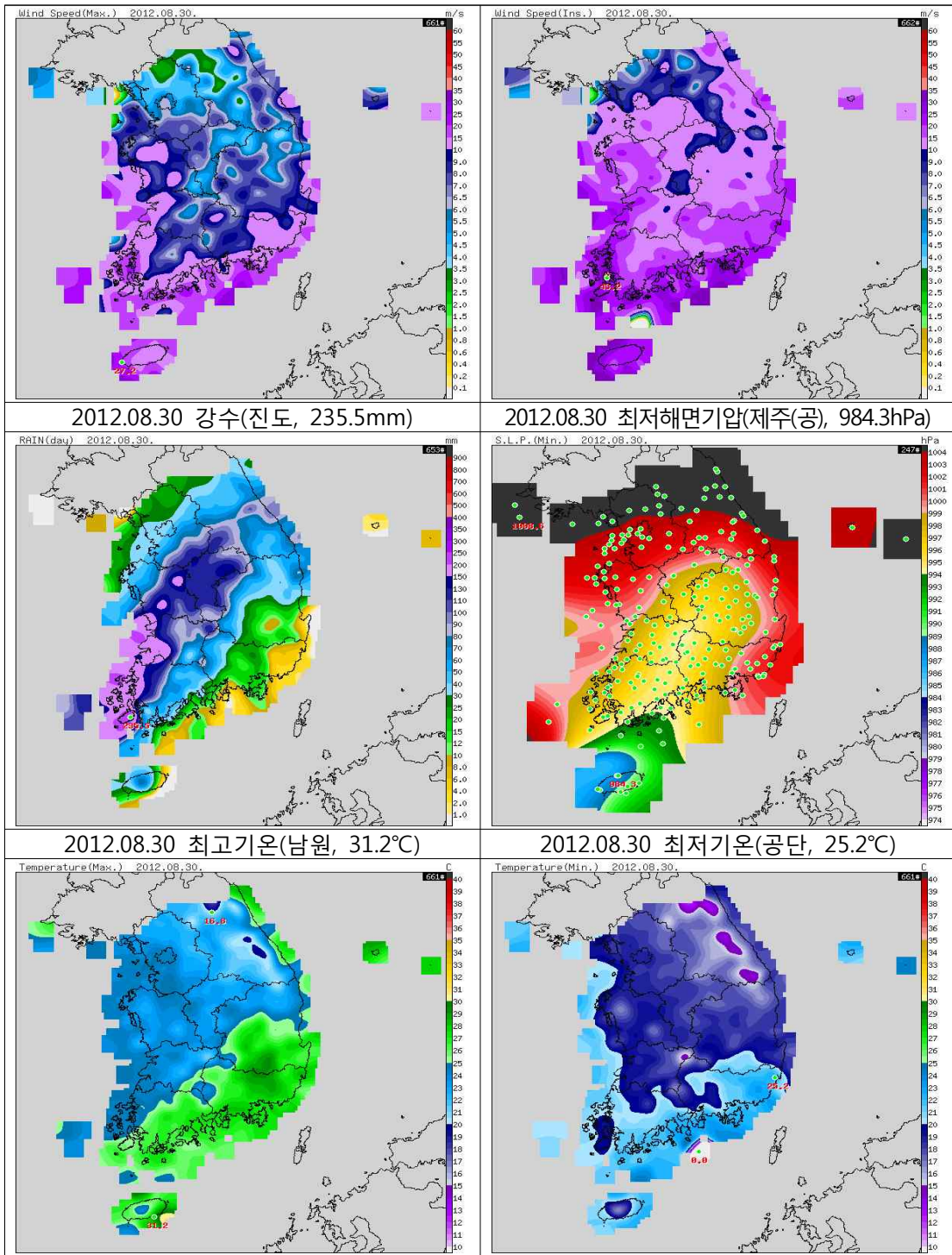
- 1) 온저화 판정 1단계인 SST(22°C내외)와 바람조건(12m/s 이하)을 만족하고;
- 2) 온저화 판정 2단계인 건조역 중심부근 침투, Bulge, Ci streak 및 대류운열이 모두 분석되어 온대저기압으로 변질되는 판단조건을 모두 만족하고 있었으며 부산 남향에서 국지적인 요인으로 다소 강풍이 불어 당장 온대저기압 선언보다는 시간적인 여유를 두고 15UTC에 온대저기압으로 변질 선언에 대한 판단은 적합한 것으로 보여진다.



[그림 2.14.10] 제14호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

14.2.4 기상관측자료

2012.08.30 최대풍속(고산, 27.2m/s)	2012.08.30 최대순간풍속(화원, 43.2m/s)
------------------------------	--------------------------------



[그림 2.14.11] 제14호 태풍 영향 시 강수량, 바람, 해면기압, 기온 분포

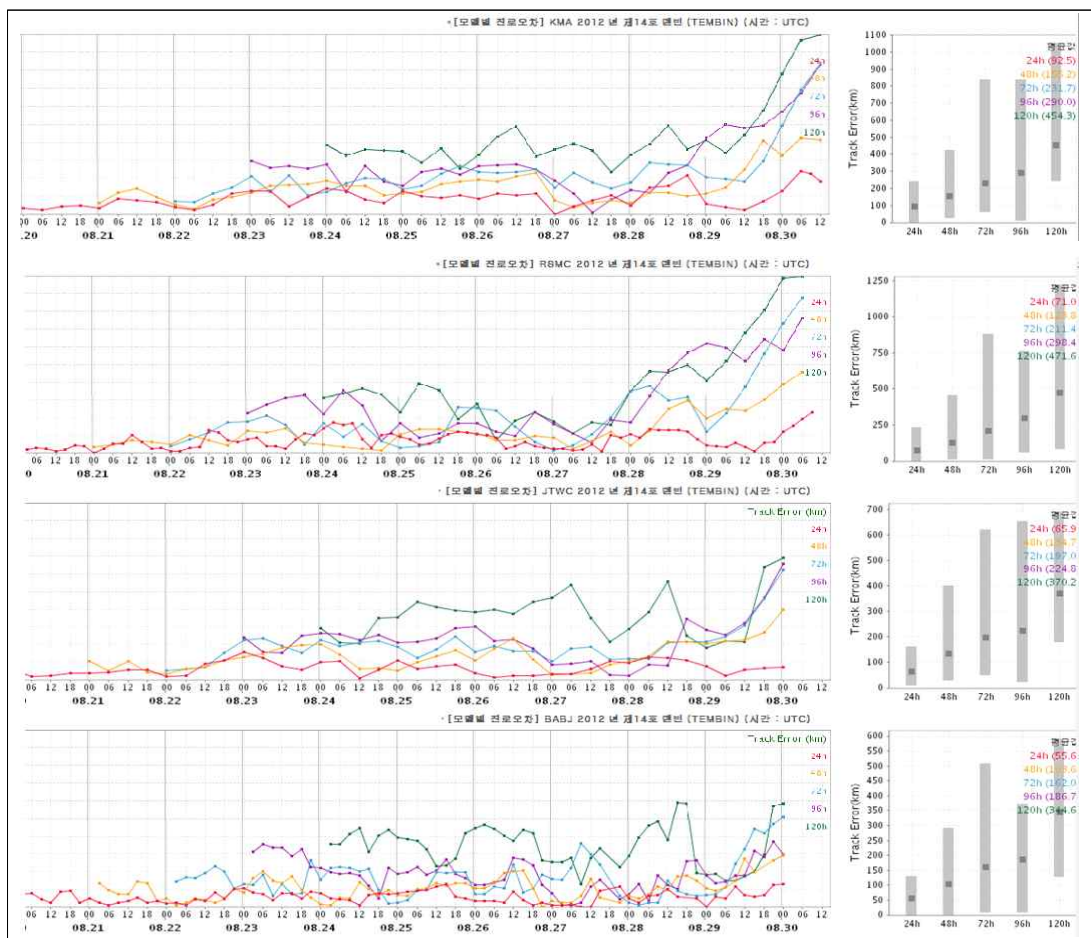
14.2.5 예보정확도

14.2.5.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 160km 이하의 예보오차를 보여 신뢰성이 높은 태풍예보가 생산되었으며, CMA가 103.6km로 진로오차가 가장 적었고, RSMC 123.8km, JTWC 134.7km의 진로오차가 발생하였으며, KMA가 155.2km의 진로오차를 보여 오차가 가장 크게 나타났다.

[표 2.14.1] 제14호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	155.2	123.8	134.7	103.6
표본수	39	38	37	70

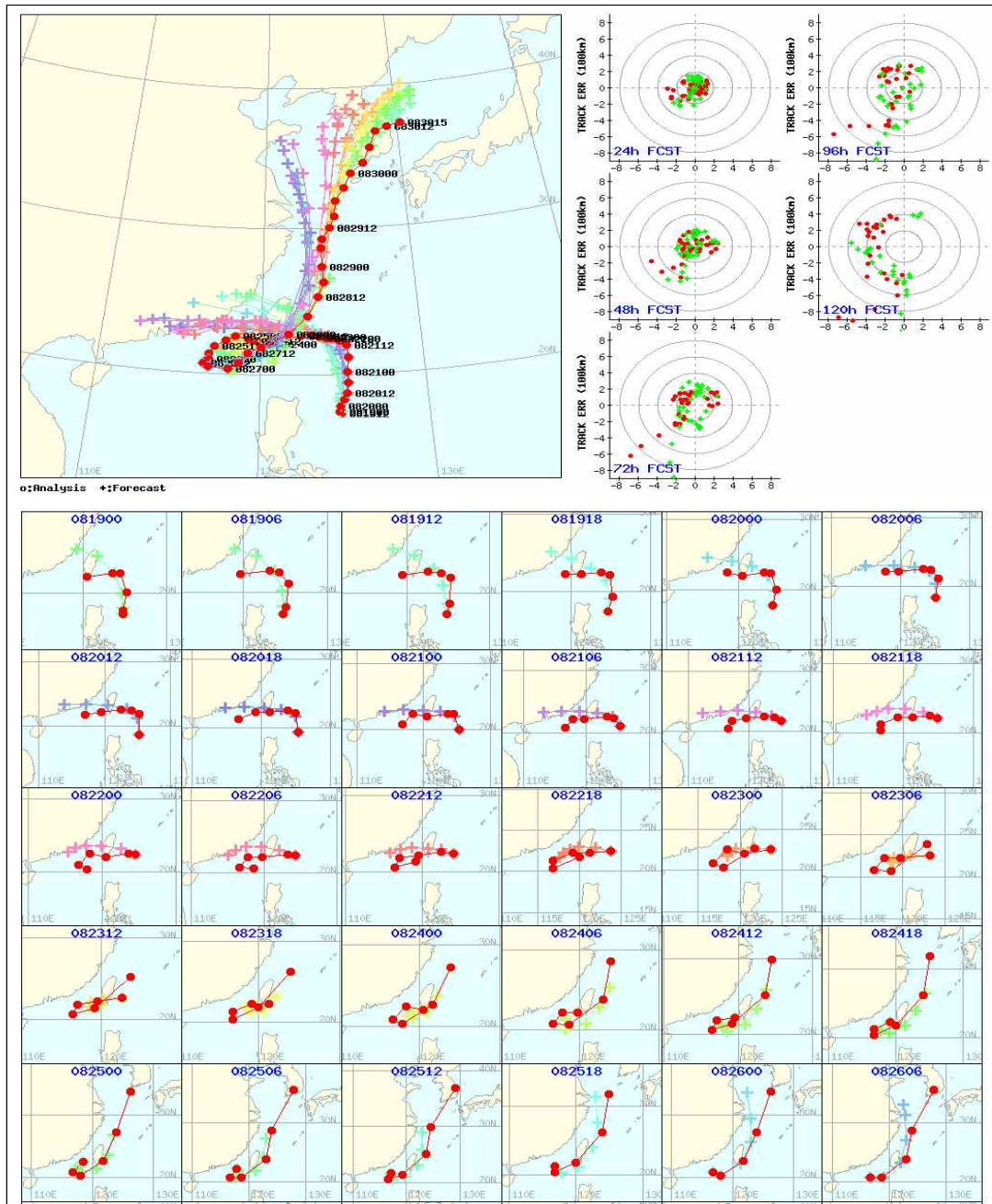


[그림 2.14.12] 제14호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

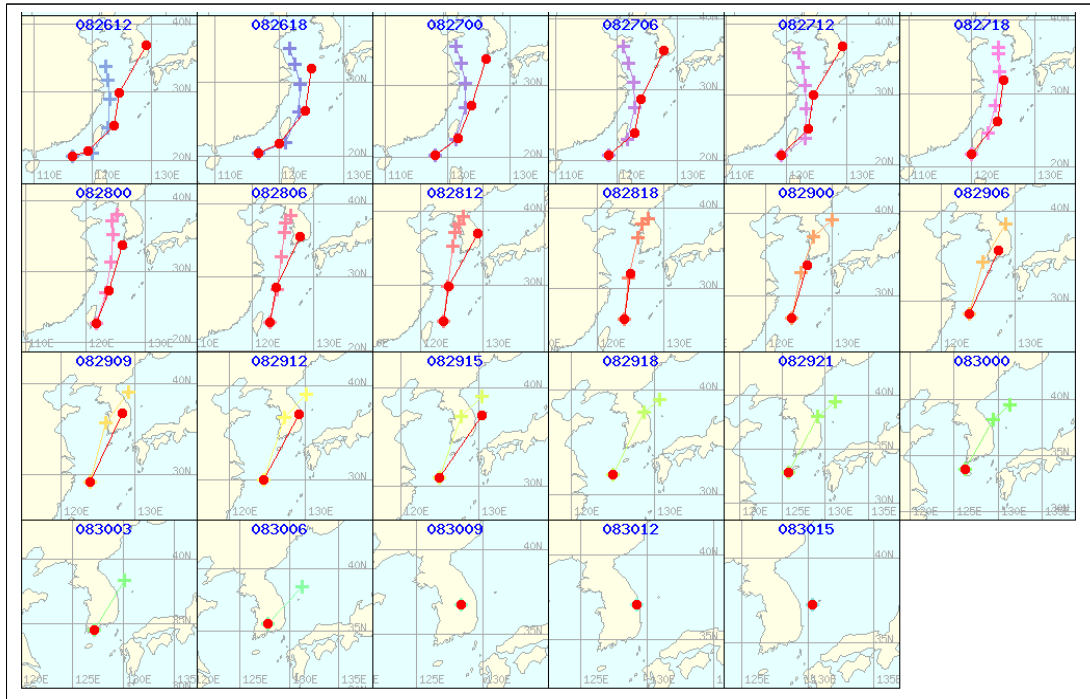
KMA 태풍진로예보는 24시간과 48시간 예보의 경우 방향과 속도가 비교적 정확하였으며, 72시간과 96시간의 경우에는 DCI를 늦게 예보하면서 이동속도가 늦고 서쪽편이가 발생하였고, 120시간의 예보는 실제 속도에 비해 느린 예보와 보편적으로 서쪽으로 편중된 예보를 생산하였다.

진로예보 경향을 살펴보면, 실제 이동방향과 초반 북쪽 편이를 보이고, 중반에는

DCI를 예보하지 못했으며, DCI 예보후 태풍의 북상을 예보하는 후반에는 서쪽편이를 보였으며, 이동속도는 실제보다 후반부에 많이 느리게 예보하는 경향을 보였다.



[그림 2.14.13] 제14호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향



[그림 2.14.13] (계속)

14.2.5.2 모델별 태풍예보 정확도

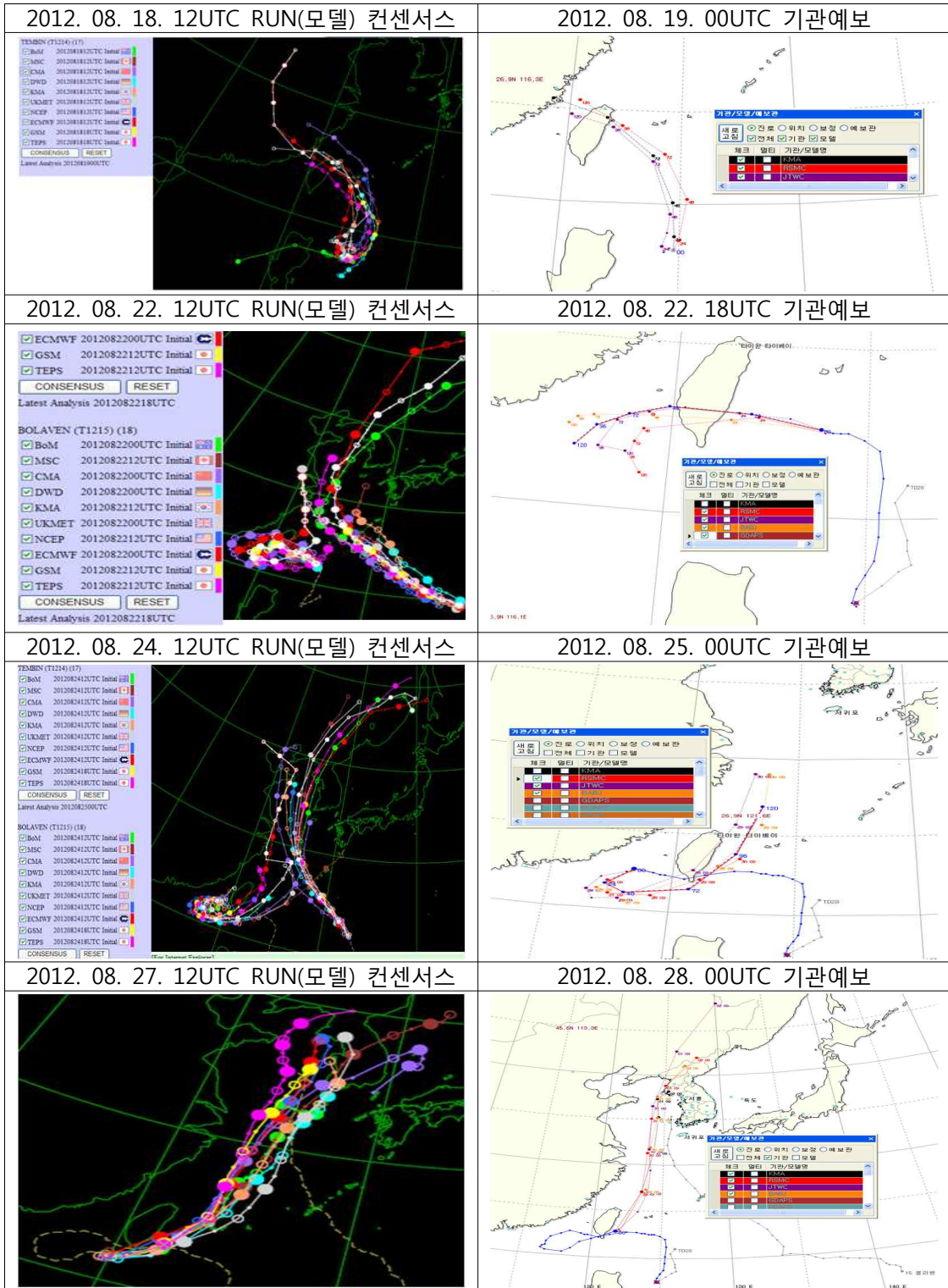
[표 2.14.2] 제14호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	104.6	83.7	105.0	205.4	261.9
표본수	37	17	38	38	15

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 이 태풍이 북진하다가 북서진하여 대만 북부쪽으로 상륙하여 중국 남부로 진출할 것으로 모의하였으며, 기관예보도 모델과의 큰 차이를 보이지 않고 반영하였으나, 초기에 너무 북쪽으로 치우치는 경향이 있었고 진행되면서 모델들이 점차 남쪽으로 모의를 하며 기관예보도 점차 남쪽으로 조정하는 추세가 있었으며, 초중반 예보에서 DCI를 모의하는 모델들이 많아지면서 JTWC와 RSMC는 15호 태풍과의 상호작용으로 인한 반시계 방향 역회전 예보를 도입하였고, 그 후 KMA와 CMA도 합세하는 기관 예보의 변화가 일어났다.

이후 중반예보부터는 태풍이 중국 동안을 따라 북상하는 모델들의 컨센서스가 이루어지며 기관들은 중국 동안으로 북상을 예보하다가 점차 중위도 부근의 mT 수축정도를 강하게 모의하면서 예상진로가 중국 동안에서 서해상으로 변하였으며, 결국은 15호 태풍에 의해 mT가 동쪽으로 더 누우면서 남해안으로 상륙하였다.

후반의 대부분의 모델들은 mT 수축정도를 실제보다 약하게 모의하면서 실제 진로보다 서쪽으로 편중된 것으로 분석되며, 이동속도가 느렸기 때문에 진로오차는 크게 발생하지 않은 것으로 분석된다.



[그림 2.14.14] 제14호 태풍에 대한 모델 및 기관별 진로예보 경향

15. 제15호 태풍 ‘볼라벤(BOLAVEN)’

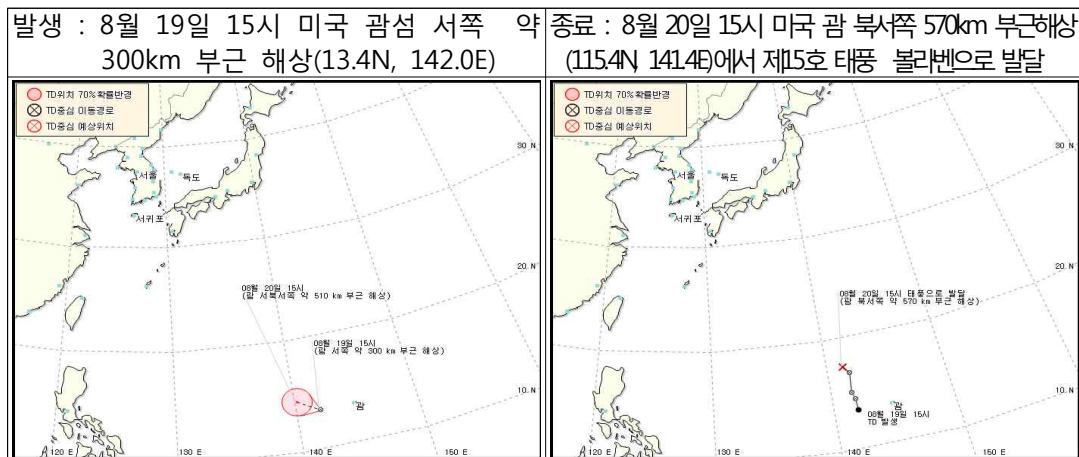
15.1 제30호 TD

15.1.1 개요

제30호 TD는 8월 19일 06UTC에 미국 괌섬 서쪽 약 300km 부근해상에서 발생하였다. 이때 제30호 TD의 중심기압은 1006hPa, 최대풍속 14m/s로 CI 지수 0.5, 연직시어 값 10~20kts, 해수면온도 29℃, 해양열용량 100kJ/cm²로 대기 및 해양상태가 TD 발생에 적합한 조건이었다.

제30호 TD 발생 당시 일본 남동해상에 중심을 둔 북태평양고기압은 중국 중부지방으로 고기압 축이 확장한 상태로 제30호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하여 있었으나 필리핀 동쪽해상에 제14호 태풍 덴빈이 활동 중인 가운데 중국 남부에서 필리핀을 거쳐 괌 동쪽까지 광범위하게 형성된 저기압성 회전역(GYRE)이 나타나고 있다.

TD의 이동은 남동쪽에 형성된 강풍역과 편동풍이 북쪽으로 이동시킨 것으로 분석되고 있으며, 비교적 빠른 속도로 북진하면서 발달하여 발생 24시간 후인 8월 20일 06UTC에 괌 북서쪽 약 570km 부근 해상에서 제15호 태풍 ‘볼라벤’으로 발달하였다.

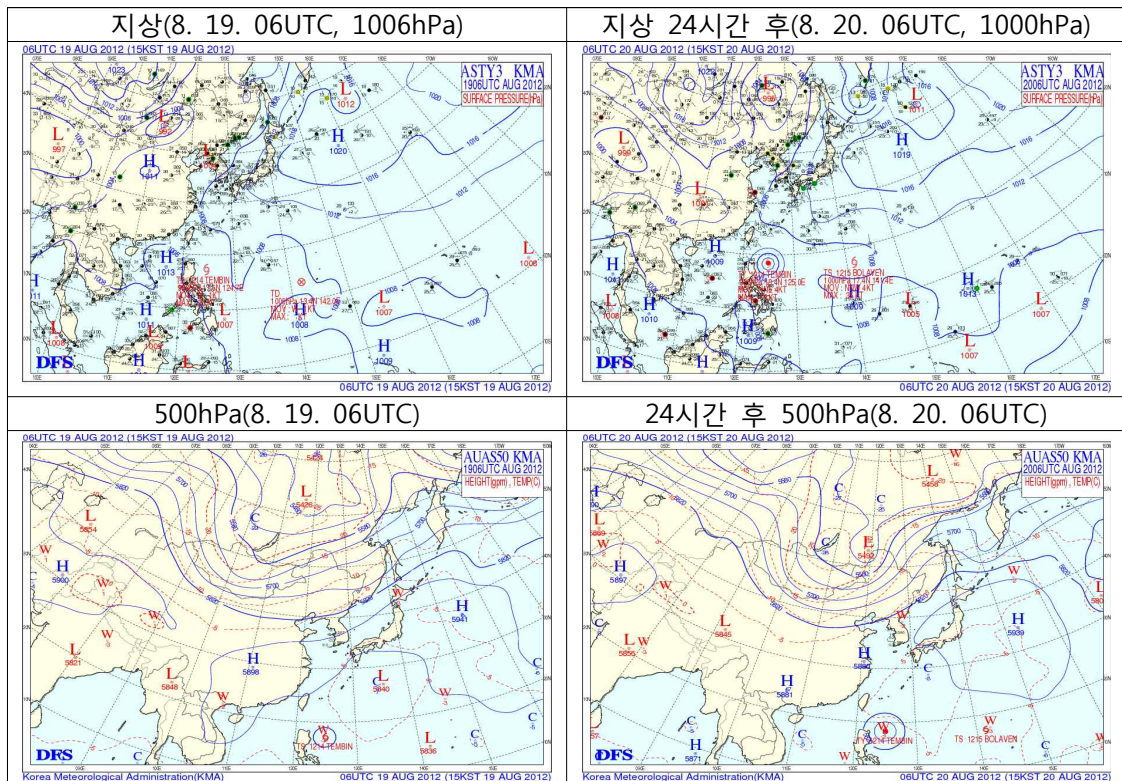


[그림 2.15.1] 제30호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

15.1.2 종관분석

8월 19일 06UTC에 미국 괌 섬 서쪽 약 620km 부근해상에서 발생한 제30호 TD는 29℃의 높은 해수면온도와 100kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다.

제30호 TD는 괌 서쪽 해상에서 8월 19일 06UTC경 중심부근 기압이 1006hPa 인 저기압이 해수면온도가 29℃, 해양열용량 100kJ/cm²인 지역을 이동하면서 발달하였고, 광범위하게 형성된 저기압성 회전역(GYRE)의 동쪽에 위치한 가운데 북쪽으로는 mT가, 남동쪽으로는 북동쪽으로 향하는 강한 지향류, TD의 남서쪽으로는 편동풍이 남서류와 합쳐져 북동쪽으로 향하면서 TD를 북쪽으로 이동시켰으며, 29℃의 높은 해수면온도, 100kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역을 이동하면서 발달하여, 2012년 8월 19일 06UTC경 괌 북서쪽 약 570km 부근해상에서 제15호 태풍 '볼라벤'으로 발달하였다.

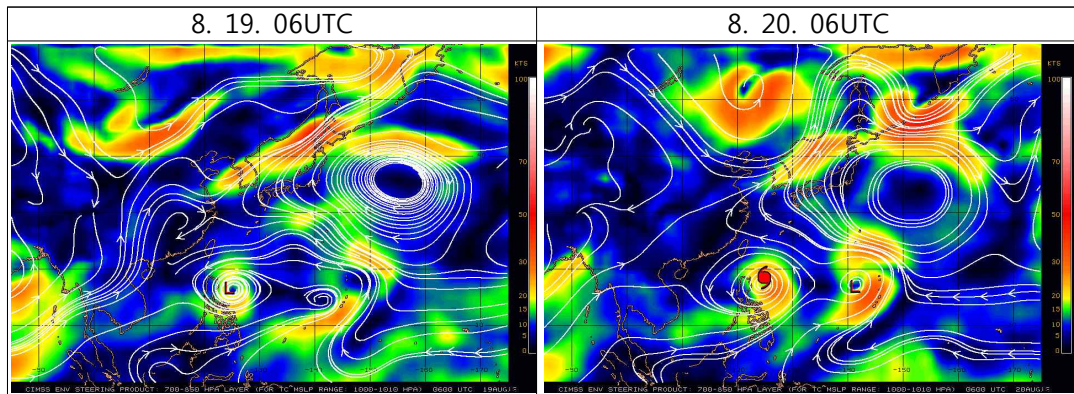


[그림 2.15.2] 제30호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

15.1.3 TD진행과정

15.1.3.1 지향류 흐름(Enviornment Steering Flow)

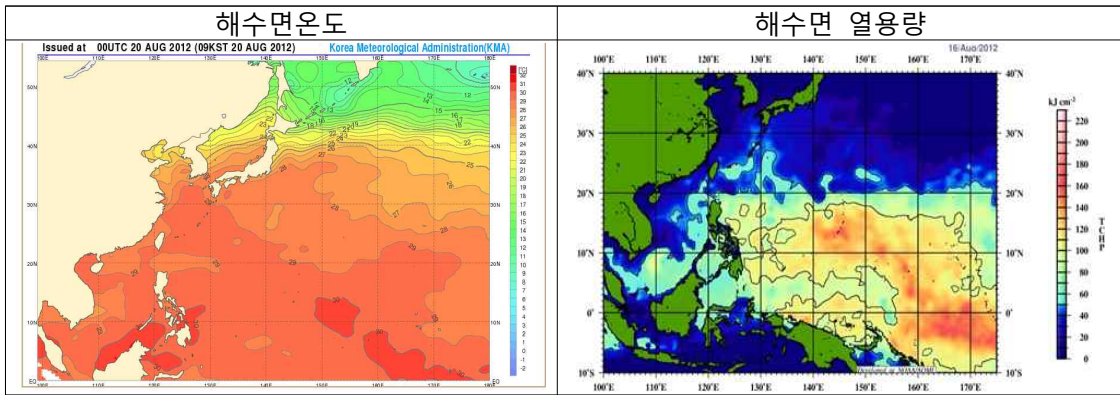
제30호 TD는 mT 남쪽에 위치하여 있지만 중국 남부지역에서 괌 동쪽 해상까지 확장한 GYRE의 동쪽에 위치하여 있어, TD의 남동쪽에 형성된 지향류로 인하여 G/PF pattern/region에서 TD의 동쪽 편동풍과 지향류가 합쳐지면서 북상하여 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.15.3] 제30호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

15.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제30호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 100kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도(29℃)가 높고 연직시어 값이 크지 않아 태풍으로 발달하는데 유리한 해양 및 대기상태로 8월 20일 06UTC에 괌 북서쪽 약 570km 부근해상에서 제30호 TD가 제15호 태풍 ‘블라벤’으로 발달하였다.



[그림 2.15.4] 제30호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

15.2 제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)'

15.2.1 개요

제15호 태풍 '볼라벤'은 8월 20일 06UTC에 괌 북서쪽 약 570km 부근해상에서 발생하였다. 발생 당시 중심 최저기압은 1000hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 8km/h의 속도로 북북서진하고 있었다.

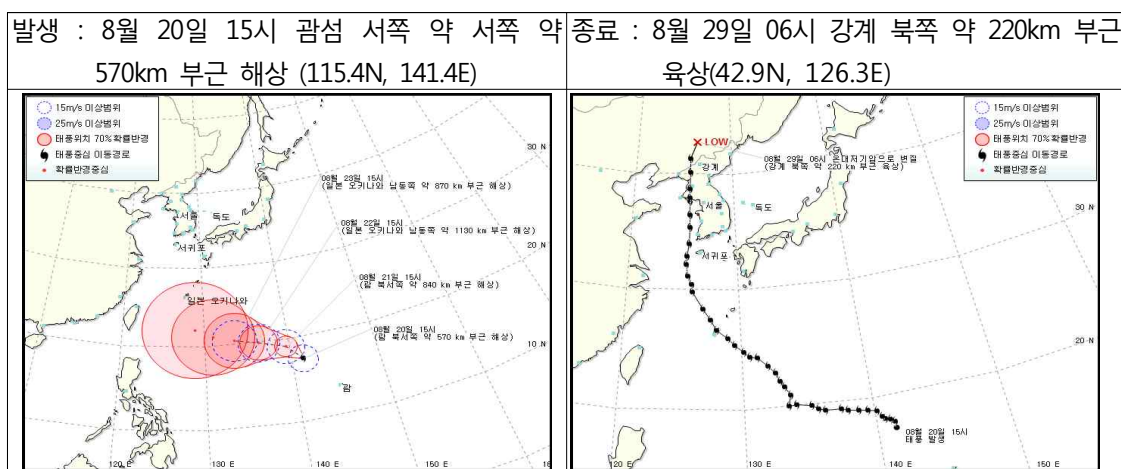
이 태풍은 8월 19일 06UTC에 미국 괌섬 서쪽 약 300km 부근해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생 당시 TD는 미국 괌섬 서쪽 약 300km 부근해상에서 2km/h의 매우 느린 속도로 서진 중에 있었으며, 중심기압 1006hPa, 최대풍속 14m/s로서 향후 24시간 이후에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다. 하지만 예상과는 달리 해수면온도 29°C와 해양열용량 100kJ/cm² 내외로 해양조건이 매우 양호한 상태, 또한 대기의 연직시어 값도 10~20kt로 열대저기압이 발달하는데 있어 양호한 조건을 형성하고 있어 TD가 발생한지 24h만에 제15호 태풍 볼라벤으로 발달하였다.

제15호 태풍 '볼라벤'은 제30호 TD가 G/PF pattern역에서 북진하면서 일본 남동해상에 중심을 둔 북태평양고기압의 남남서쪽 가장자리로 이동시켰고, 서북서진의 지향류를 받아 29°C의 높은 해수온도와 열용량 100kJ/cm² 해역으로 이동하고 서~서북서진하면서 발달하여 8월 21일 06UTC경 중심기압 985hPa의 강도 중의 소형 태풍으로 발달하였다.

또한 타이완 타이베이 남동쪽 약 580km 부근해상에 위치한 제14호 태풍 '덴빈'과의 상호작용으로 느린 속도로 서~서북서진하면서 발달하여 8월 22일 03시경 중심기압 970hPa의 강한 중형 태풍, 8월 24일 21시경 매우 강한 중형 태풍, 8월

25일 15시경에는 매우 강한 대형 태풍으로 발달하여 27일 18시에 약화되기 전까지 약 51시간 동안 매우 강한 대형 태풍 세력을 유지하였다.

북위 30°C를 넘어선 후 점차 약화되기 시작하여 28일 03시경 서귀포 서남서쪽 약 120km 부근해상으로 진출하면서 중심기압 960hPa의 중심 최대풍속 40m/s의 강한 중형태풍으로 약화되었다. 서해상으로 이동하면서 지속적으로 약화되었지만 서울 서쪽 해상을 지나는 28일 오후 2시경까지 중심기압 960hPa, 중심 최대풍속 40m/s, 강풍반경 430km의 강한 중형태풍의 세력을 유지하면서 한반도에 직접 영향을 미쳐 막대한 피해를 주었고, 그 후 28일 저녁~밤사이 황해도 웅진반도 해안을 스쳐지나가면서 급격히 약화되기 시작하여 29일 06시 평안북도 강계 북쪽 약 220km 부근 육상(42.9°N, 126.3°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.15.5] 제15호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

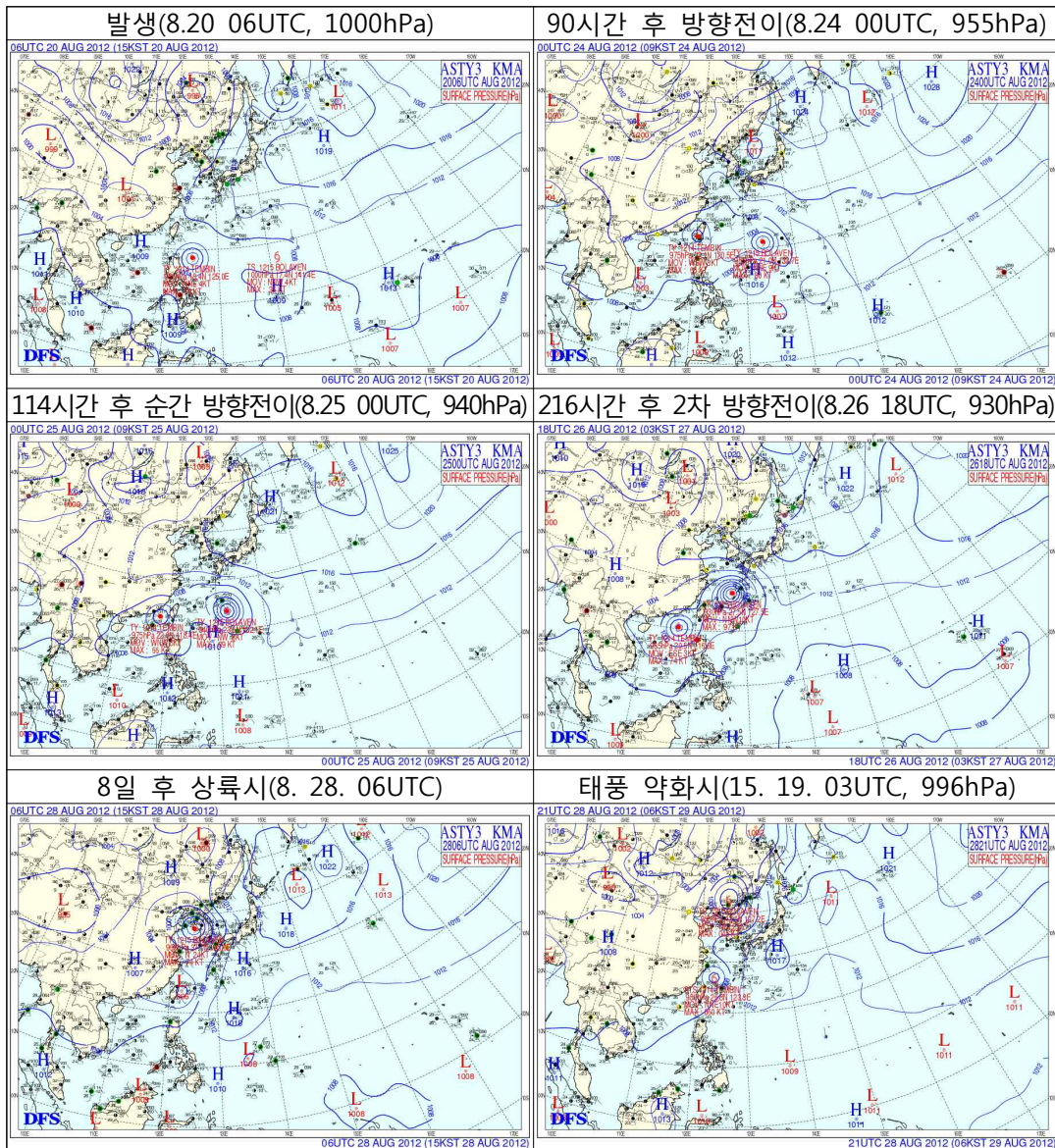
15.2.2 종관상황

제15호 태풍 ‘블라벤’은 20일 06UTC에 미국 괌 북서쪽 약 570km 부근 해상 (17.4N, 141.4E)에서 제30호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 일본 남동해상에 중심을 둔 mT의 남남서쪽에서 S/PF pattern/region에서 서북서쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받았으나 대만 동쪽해상에서 북진하는 제14호 덴빈의 세력으로 인하여 느리게 서~서북서진하였고, 8월 24일 00UTC경부터는 mT의 남서쪽에서 북서쪽으로 향하는 지향류 영향으로 북서진하였다.

8월 25일 00UTC경부터는 mT의 일시적인 확장으로 인하여 서진 한 후 다시 북서진하였으며, 26일 18UTC경부터 또 다시 mT의 서쪽으로 진입하면서 S/PF에서 M/PF pattern 역으로 전이되는 과정에서 북북서진, 8월 27일 09UTC경부터는 S/PF에서 M/PF pattern 사이 전이역에서 온대저기압으로 변질되는 28일 21UTC경까지

북진하였으며, mT의 서쪽가장자리에서 북쪽으로 향하는 강한 지향류와 북쪽에 위치한 상층골의 영향으로 빠른 속도로 북상하였다.

북위 35°를 넘으면서 상층에서 건조역이 침투하면서 상하층 구름이 분리되기 시작하였고 웅진반도 해안지역을 스쳐 지나가며 급격히 약화되어 28일 21UTC경 온대저기압으로 변질되었다.

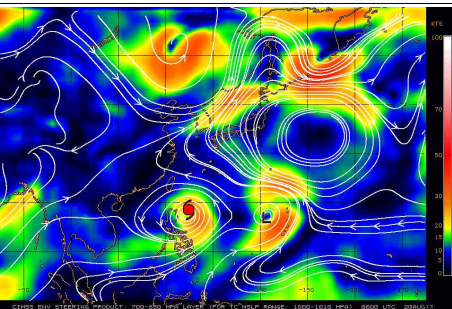
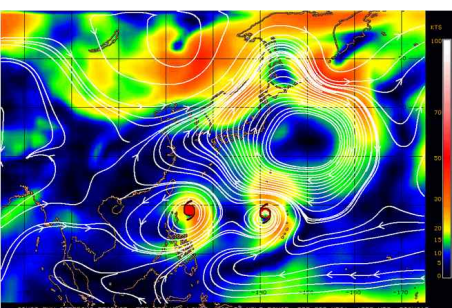
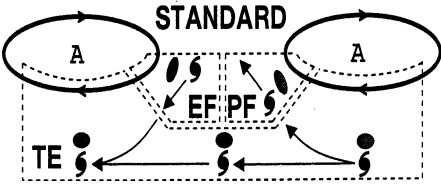


[그림 2.15.6] 제15호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

15.2.3 태풍진행과정

15.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍이 발생한 2012년 8월 20일 06UTC부터 20일 12UTC 사이에는 중국 내륙에서부터 괌 동쪽 저위도 해상으로 넓게 형성된 GYRE 회전역 내에서 북태평양고기압의 남쪽 가장자리에 위치하여 있으나, 북태평양고기압과 제15호 태풍 블라벤 사이 지향류의 영향 보다는 태풍 남동쪽 강풍대의 영향을 더 많이 받아 북진하였다. 이후 제15호 태풍 블라벤은 S/TE Pattern region에서 태풍의 북쪽 지향류와 남동쪽 강풍대 사이에서 북쪽으로 향하는 지향류 영향을 더 크게 받으면서 비교적 느린 속도로 서~서북서진하였다. 8월 23일 18UTC경 동해남부해상~남부지방~서해남부해상에 위치한 정체전선과 제14호 태풍 덴빈이 서쪽으로 이동하면서 북태평양고기압이 일시적으로 확장하여 제15호 태풍 블라벤은 일시적으로 서남서진하였으나 곧바로 정체전선이 서해중부~남부지방으로 북상하면서 북진하는 등 진로 변동이 심하였다. 발생초기와 중반에 태풍주변의 강풍대가 일시적으로 진로에 영향을 주었으나, 이 태풍의 진로를 지배한 주변고기압은 시작부터 종료까지 mT이었으며, 북위 30도 부근해상부터 북태평양고기압의 서쪽 pattern 전이역에 들면서 비교적 빠른 속도로 북진하였다. 이 태풍이 온대저기압으로 변질되어가는 28일 오후에는 북태평양고기압의 북서쪽에서 북동쪽으로 향하는 강한 지향류의 영향에서 거리가 멀어지면서 태풍의 동쪽에 형성된 강풍대의 영향을 받아 북진하였다.

<p>8월 20일 06UTC</p> 	<p>패턴분류 또는 개념모델</p> <p>발생당시 S/TE Pattern에서 뚜렷하게 형성되지 않은 서진지향류와 태풍의 남쪽에 위치한 Buffer Cell에 의해 태풍의 남동쪽에 형성된 강풍대, 그리고 느리게 확장하는 북태평양고기압과 맞물렸으나 남동쪽의 강풍대의 영향을 더 크게 받아 북~북북서진하였음.</p>
<p>8월 20일 12UTC</p> 	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>  <p>태풍 남동쪽 강풍대의 더 큰 영향에 의해 북진한 후 S/TE Pattern에 접어들면서 북쪽에 형성된 지향류의 영향을 받으면서 8월 23일 18UTC경까지 서~서북서진하였음.</p>
<p>8월 23일 18UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>

	<p>중국 남부에서 만주지방까지 동서로 길게 형성된 한 대기단의 영향으로 일시적으로 서남서진하였으나 S/PF Pattern으로 전이되면서 북서쪽으로 전향하였음.</p>
<p>8월 25일 12UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>북태평양고기압의 남서쪽 S/PF Pattern에서 북태평양고기압이 일시적으로 확장하면서 태풍의 북쪽에 지향류가 강화되면서 서진하였음.</p>
<p>8월 27일 00UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>8월 27일 00UTC경부터 S → M/PF Pattern으로 전이역에서 북북서쪽으로 향하는 지향류의 영향으로 북쪽으로 전향하였음.</p>
<p>8월 27일 18UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>8월 27일 18UTC경에는 북태평양고기압의 서쪽인 S → M/PF Pattern으로 전이역에 위치하면서 북쪽으로 향하는 지향류의 영향으로 북진하였음.</p>
<p>8월 28일 06UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>8월 28일 06UTC경부터 북태평양고기압의 서북서쪽에 가장자리에 위치하면서 북북동쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받고 있으나 태풍의 북북동쪽에 강한 강풍대의 영향으로 북북동쪽으로 전향하지 못하고 온대저기압으로 변질될 때까지 북진하였음.</p>

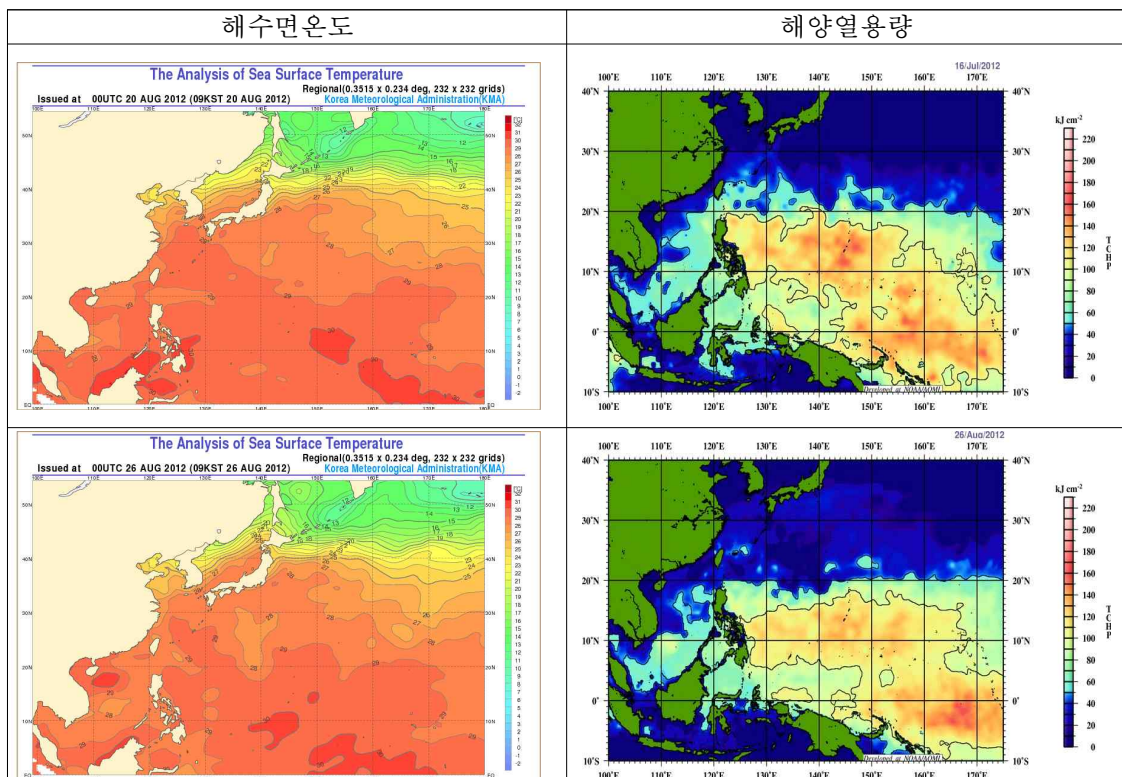
[그림 2.15.7] 제15호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름 및 종관패턴

15.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

제15호 태풍 '블라벤'이 발생할 당시 태풍부근의 해수면온도는 29℃, 해양열용량은 100kJ/cm² 으로 태풍의 강도 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건을 갖추고 있었다.

제주도 부근 해역 해수온도는 29℃로 태풍발달에 유리한 조건을 형성하고 있었으며 해양열용량 역시 북위 30°부근까지 50kJ/cm² 내외로 태풍 강도 강화에 유리한 조건을 형성하고 있어 mT의 가장자리를 따라 북서~북북서진하면서 지속적으로 강화되어 9월 26일 00UTC경 일본 오키나와 동남동쪽 약 210km 부근해상에서 중심부근기압이 920hPa까지 발달하였으며 이 강도는 1일 후까지 유지되었다.

제15호 태풍 블라벤이 매우 강한 대형 태풍으로 발달하여 주변 해역의 에너지를 소모하면서 26일 경 29℃ 해수면등온선이 30°N 남쪽해역으로 남하하였으며 해양 열용량 역시 50kJ/cm² 역이 30°N 남쪽 해역으로 남하하여 태풍의 세력이 점차 약화되기 시작하였다. 태풍이 해수면온도 27℃ 이하의 서해상으로 진출하면서 약화되긴 하였으나 매우 강하게 발달했던 태풍이라 한반도에 직접영향을 미치는 동안 960~970hPa의 강한 세력을 유지하였다.

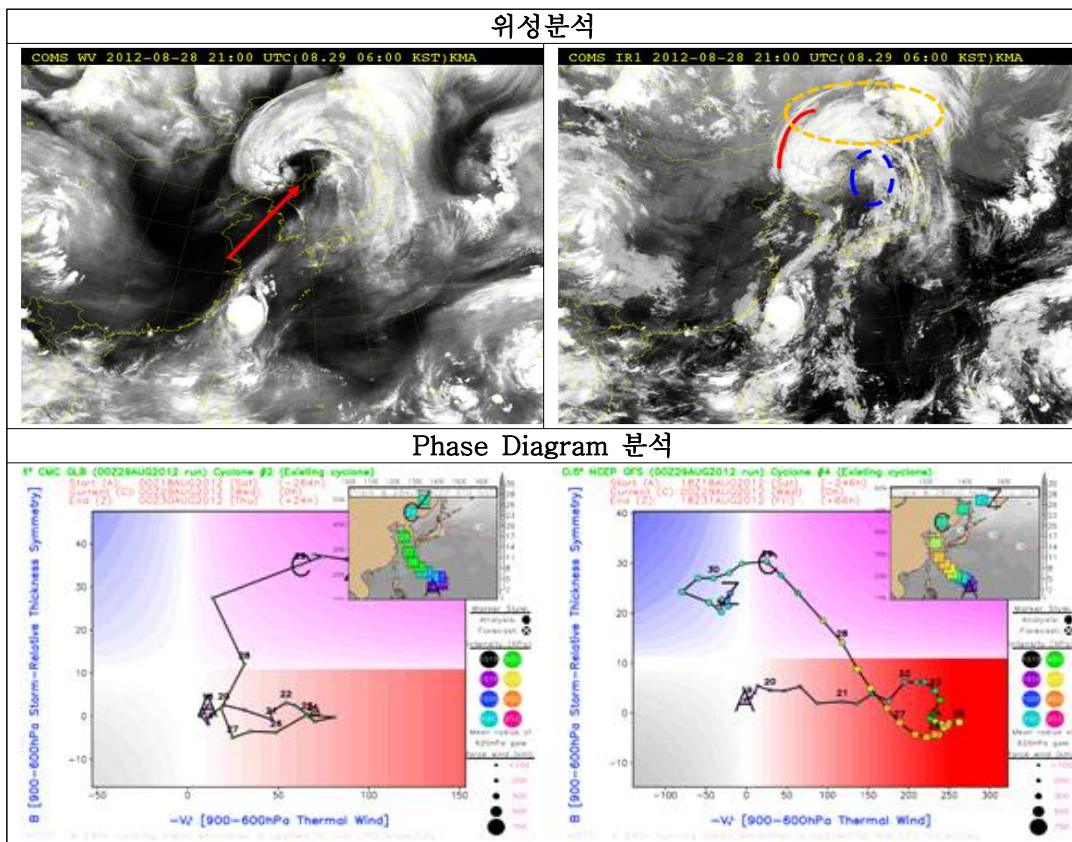


[그림 2.15.8] 제15호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

15.2.3.3 온대저기압으로 변질

제15호 태풍 '볼라벤'은 8월 28일 21UTC경에 북한 강계 북쪽 약 220km 부근 육상에서 온대저기압으로 변질될 당시 태풍은

- 1) 고위도 육상 내륙에 위치하면서 최대풍속 17m/s 이하이고,
- 2) 위성영상분석에서 태풍중심부근으로 건조역이 침투하였고, 태풍의 진행방향으로 Ci streak, Bulge가 나타났으며, 태풍 남쪽에 대류운열이 분석되었으며,
- 3) Phase Diagram에서 중심은 28일 00UTC경부터 대칭 Cold core에 위치하여 있고, 28일 18UTC ~ 29일 00UTC 사이에 약화되는 것으로 모의하고 있으며, 850hPa 일기도에서도 18UTC경 중심부근으로 18℃ 등온선이 형성되어 있어 28일 21UTC경 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.15.9] 제15호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

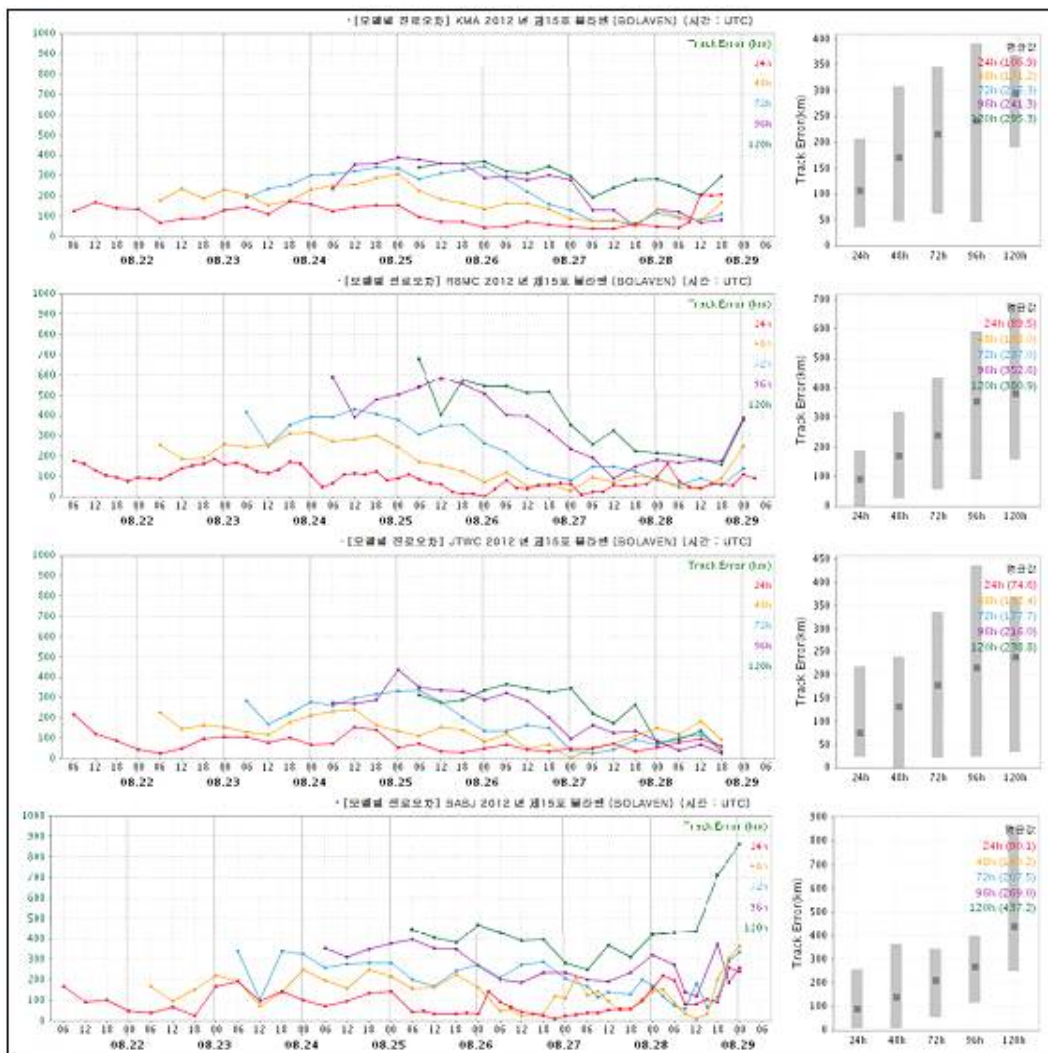
15.2.4 예보정확도

15.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 200km 이내의 예보오차를 보여 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었으나, 제14호 태풍의 세력으로 인하여 발생 전반에는 빠르게 예보하는 경향이 있었다.

[표 2.15.1] 제15호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

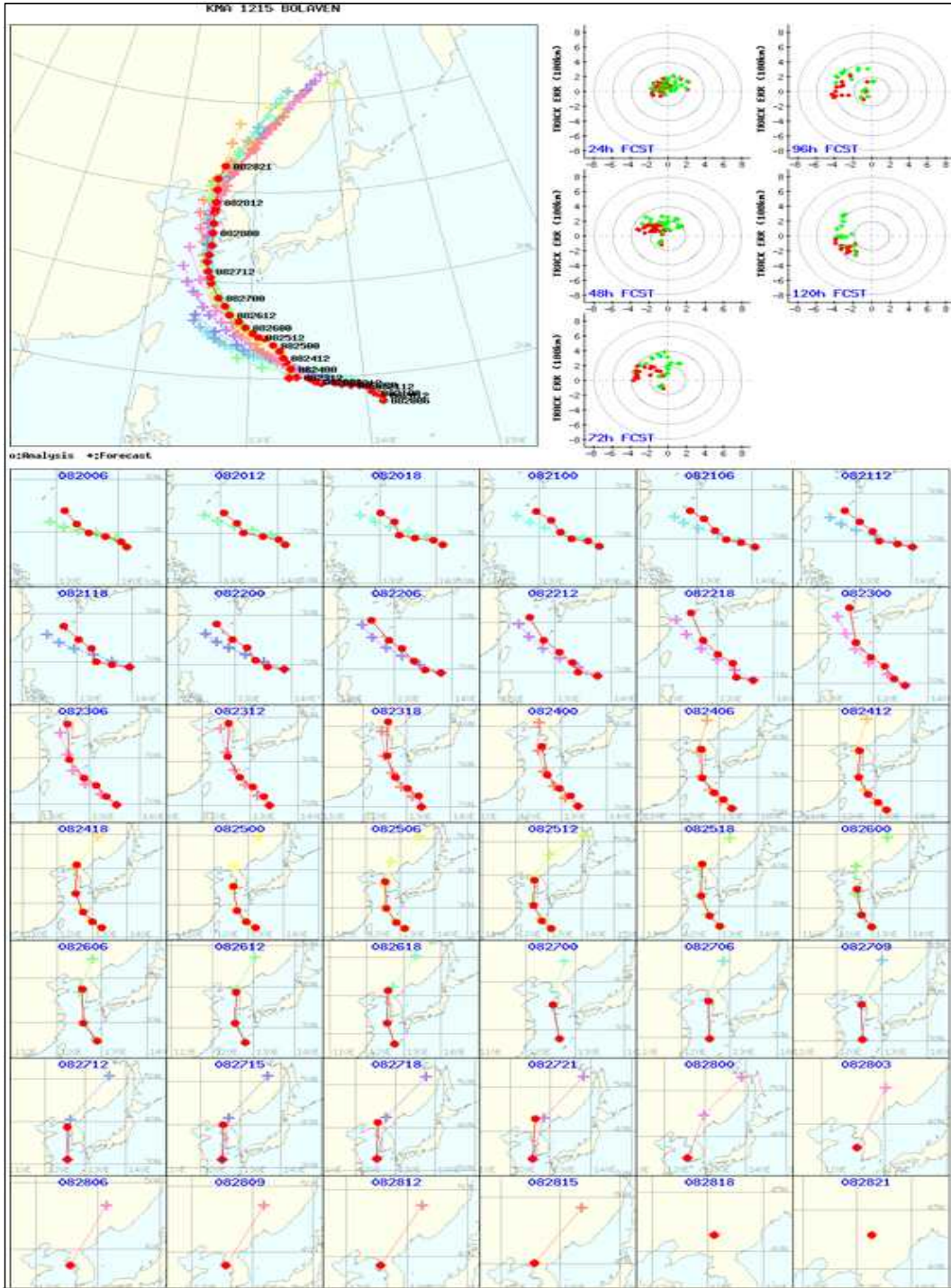
국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	171.2	168.0	202.0	140.2
표본수	27	27	10	38



[그림 2.15.11] 제15호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍 진로예보는 전반에는 실제 이동방향보다 오른쪽으로 편향되었으나

후반에는 왼쪽으로 편향되는 경향을 보였고 이동속도는 +48h 예보인 경우 중반까지 실제 이동속도보다 비교적 빠른 예보를 하였으나 후반에는 비슷한 경향의 예보를 하였다.

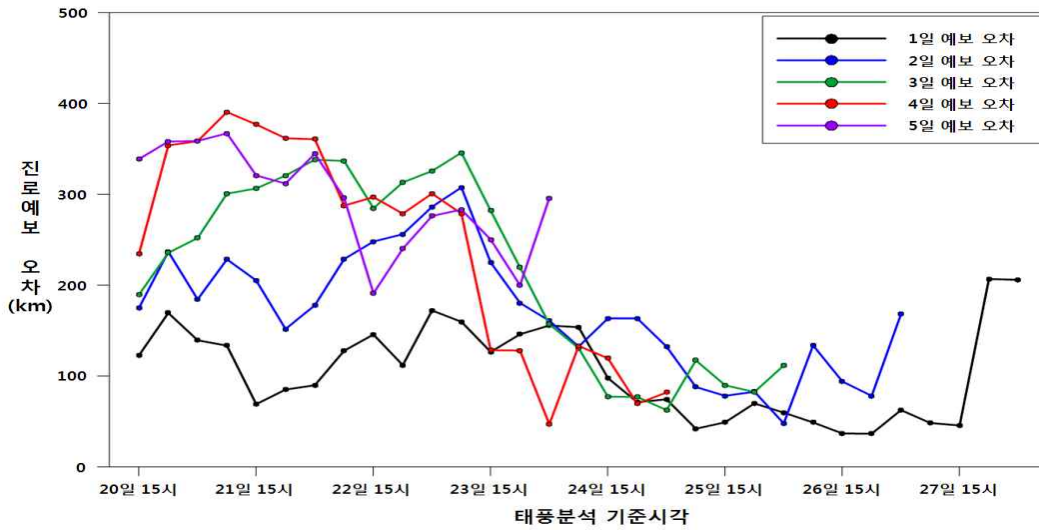


[그림 2.15.12] 제15호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

제15호 태풍 '블라벤'의 태풍정보 발표시각별 진로예보에 대한 오차값은 다음과 같다.

[표 2.15.2] 제15호 태풍에 대한 예측기간별 진로예보 오차(km)

시각	예측기간별 진로예보 오차(km)				
	1일(24H)	2일(48H)	3일(72H)	4일(96H)	5일(120H)
20일 15시	122.6	175.3	189.4	234.4	338.7
20일 21시	169.2	237.1	235.4	353.8	358.0
21일 03시	139.1	184.6	251.7	358.5	358.6
21일 09시	133.2	228.7	300.6	390.6	367.0
21일 15시	68.7	205.4	306.3	376.9	320.6
21일 21시	84.8	152.0	320.5	361.7	311.7
22일 03시	89.6	178.1	338.0	360.6	344.6
22일 09시	127.6	229.0	336.5	287.5	295.9
22일 15시	145.4	248.3	284.6	296.9	190.8
22일 21시	111.7	256.4	313.0	278.7	239.9
23일 03시	171.9	286.6	325.5	300.8	276.0
23일 09시	159.5	307.9	345.7	278.7	283.0
23일 15시	126.3	225.3	281.8	128.2	250.0
23일 21시	145.7	180.7	219.4	128.0	199.7
24일 03시	155.4	161.1	156.8	46.7	295.7
24일 09시	153.5	132.6	130.4	133.0	-
24일 15시	97.5	163.7	77.0	119.4	-
24일 21시	70.9	163.7	76.7	69.3	-
25일 03시	74.1	132.6	62.2	81.8	-
25일 09시	41.7	88.1	117.0	-	-
25일 15시	48.8	78.4	89.5	-	-
25일 21시	69.6	82.9	82.2	-	-
26일 03시	59.4	48.0	111.4	-	-
26일 09시	48.6	134.0	-	-	-
26일 15시	36.5	94.2	-	-	-
26일 21시	36.2	78.3	-	-	-
27일 03시	62.2	168.4	-	-	-
27일 09시	48.0	-	-	-	-
27일 15시	45.3	-	-	-	-
27일 21시	206.6	-	-	-	-
28일 03시	205.7	-	-	-	-
평균	105.0	171.2	215.3	241.3	295.3



[그림 2.15.13] 제15호 태풍에 대한 예측기간별 진로오차 변화 시계열

15.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.15.3] 제7호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

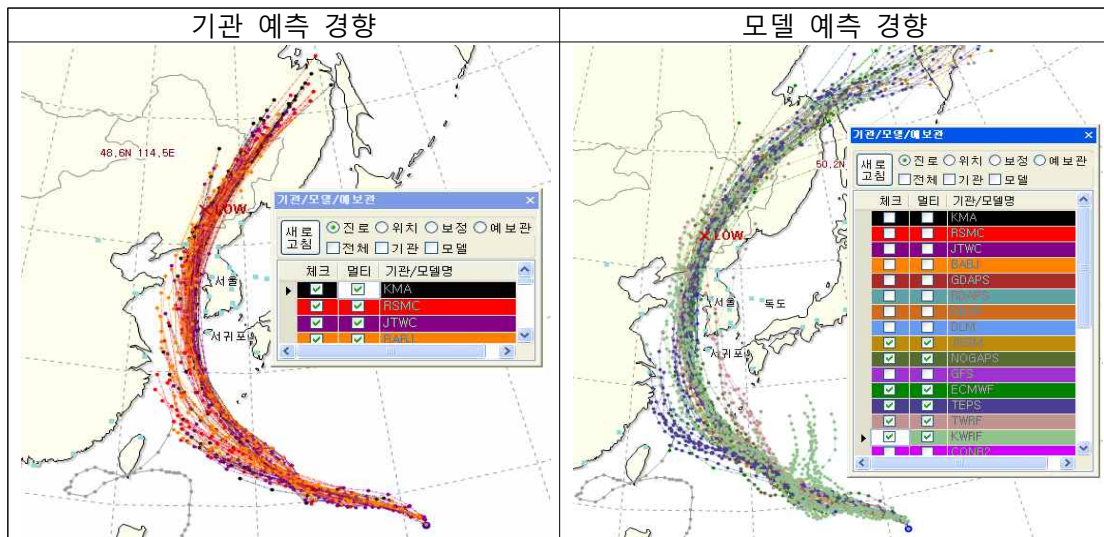
모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF	DLM	KEPS	GFS	UM-R	KWRF
예보오차	171.8	107.3	210.7	201.5	202.0	187.6	217.2	134.7	245.7	225.3
표본수	28	11	28	28	10	18	13	14	28	27

태풍 발생시 진로예보는 JMA NTP 컨센서스를 기반으로 ECMWF 수치모델 예측결과를 사용하여 보정하였으며, 이후 전시각 예보를 기반으로 JMA NTP 컨센서스와 ECMWF 수치모델 예측결과로 보정하여 예보를 생산하였다.

발생 초기에는 모델들의 진로 예측에 대한 spread가 다소 넓었으나 중반 초기부터 진로 예측에 대한 spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었다.

기관들 예보인 경우 발생초기에는 중국 상해 동쪽 해상으로 예측하다가 점차 서해상으로 진출하는 것으로 모의하였다. +48h과 +72h까지 1개의 모델(NOGAPS)이 실제와 비슷한 속도를 예측한 반면 대부분의 모델(JGSM, GFS, ECMWF, TEPS, EWRF, KWRF, UM)은 전반에는 빠른 예보, 후반에는 실제와 비슷한 예측경향을 보였다. 대부분의 모델들은 전반에 속도 및 이동방향 편차가 모델별로 다소 발생하였으나 북서쪽으로 전향을 한 후 대부분 모델들이 비슷한 경향의 예보를 하였다.

전반에 속도에서 편차가 발생한 이유는 대만 동쪽에 위치한 제14호 태풍 덴빈의 영향으로 예상보다 느리게 이동하는 경향을 보였다.



[그림 2.15.14] 제15호 태풍에 대한 기관 및 모델의 진로예보 경향

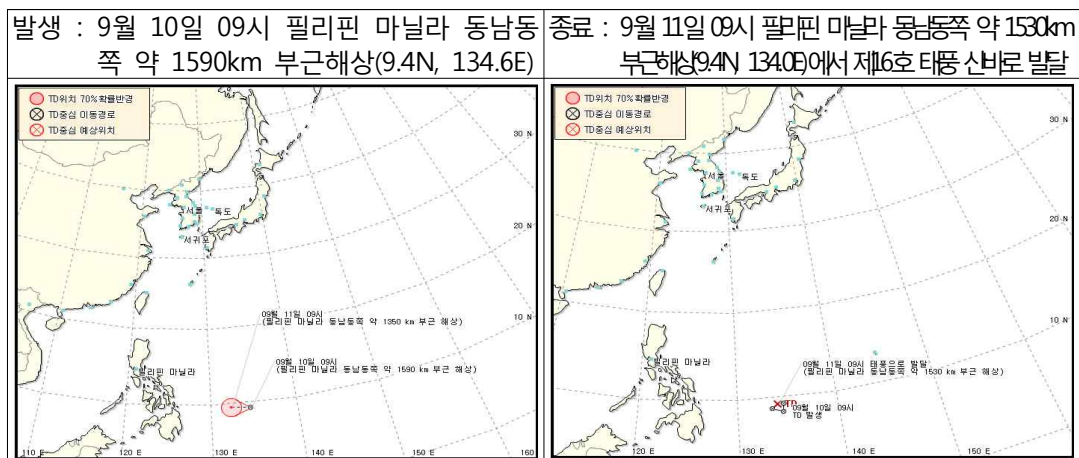
16. 제16호 태풍 ‘산바(SANBA)’

16.1 제31호 TD

16.1.1 개요

제31호 TD는 9월 10일 00UTC경 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1590km 부근해상(9.4N, 134.6E)에서 발생하였다. 이때, 중심기압은 1008 hPa, 최대풍속 14m/s, CI 수 0.5 이었다. 제31호 TD 부근의 대기 및 해양 조건은 연직시어 5~20kts, 해수면온도 28~29℃, 해양열용량 80~120kJ/cm²으로 태풍으로 발달하는데 유리한 조건을 충분히 갖추고 있어 빠른 시간 내 태풍으로 발달이 예상되었다.

제31호 TD 발생당시 40°N, 170°E 부근에 중심을 둔 북태평양 고기압은 일본 열도 쪽과 남남서쪽으로 축으로 세력을 형성하고 두 축 사이에 상대적으로 약한 기압골이 형성되어 있었으며, 남중국해에서 필리핀 남쪽 해역에 걸쳐 몬순기압골이 형성되어 있었다. 몬순 기압골내에서 필리핀 남동쪽 해역을 중심으로 대류셀들이 발달하고 있었고, 850hPa 유선장에서 저기압성 순환장이 발달하면서 대류셀이 점점 조직화되고 대칭구조를 갖추어 제31호 TD가 발생하였으며, 24시간이 지난 11일 00UTC에는 필리핀 동남동쪽 해상에서 제16호 태풍 ‘산바’로 발달하였다.

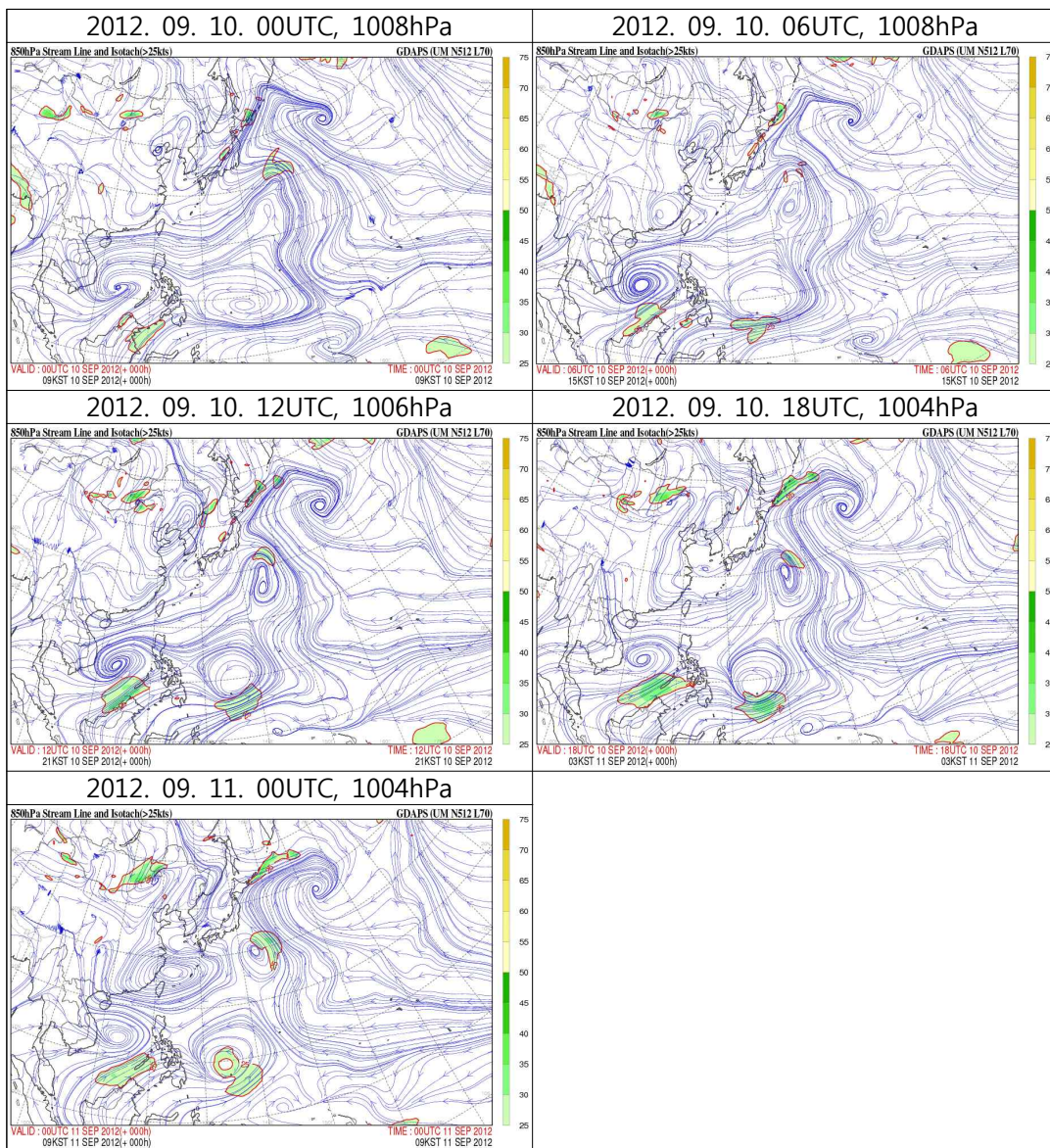


[그림 2.16.1] 제31호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

16.1.2 종관상황

9월 10일 00UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1590km 부근해상(9.4°N, 134.6°E)에서 발생한 제31호 TD는 연직시어 5~20kts, 해수면온도 28~29°C, 해양열용량 80~120kJ/cm²으로 대기 및 해양 조건이 양호하였다.

이 TD는 베트남 부근에서 필리핀 남동쪽해상으로 형성된 몬순기압골에 위치하고 주변 기압계가 약하여 거의 정체하고 있으나 시일이 지나면서 북태평양기단의 남서쪽에 형성된 S/TE pattern/region으로 접어들면서 서북서~북서 지향류의 영향을 받을 것으로 예상되었고, 수치모델들(UM, JMA, ECMWF)에서도 필리핀 동쪽 해역에서 북서진하면서 점차 발달하는 것으로 모의하는 등 빠른 시일 내 태풍으로 발달할 것으로 예상되었다.



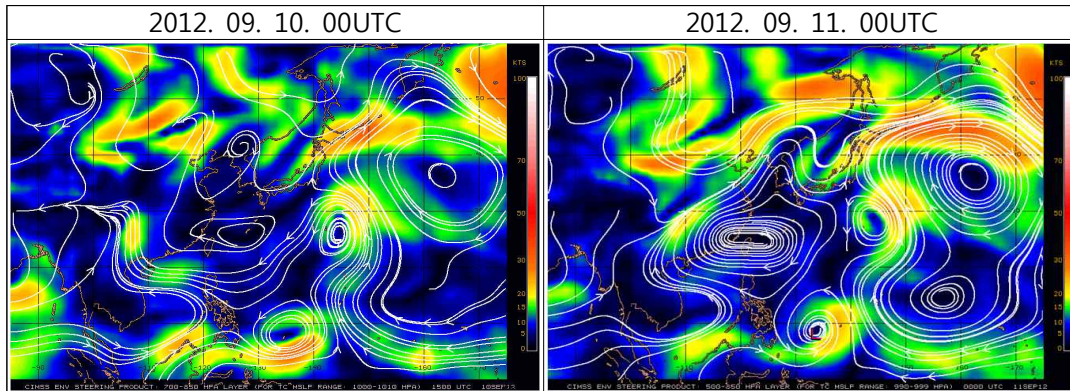
[그림 2.16.2] 제31호 TD 활동 기간 동안의 850hPa 유선장

16.1.3 TD진행과정

16.1.3.1 지향류 흐름(Enviornment Steering Flow)

제31호 TD는 북태평양고기압(mT)의 남서쪽에 위치하였지만 mT에서 멀리 떨어져 직접적인 영향을 받기 어려운 상황이었고, 베트남 부근에서 필리핀 남동쪽 해상으로 형성된 몬순 기압골에 위치하였다.

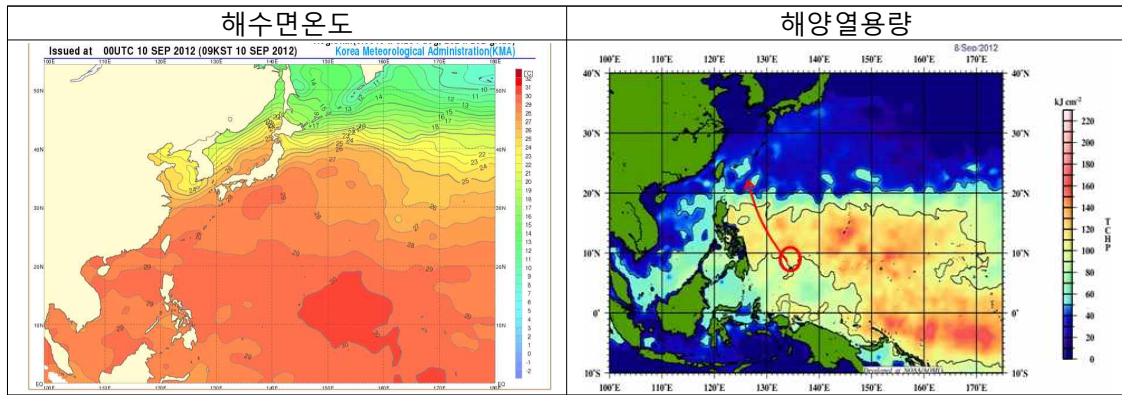
주변 기압계와 지향류가 약하고 어느쪽의 지향류의 영향도 제대로 받기어려운 상황에서 초기 거의 정체하다가 몬순 기압골을 따라 이동 가능성이 예상되었으며 S/TE pattern/region에서 점차 서북서~서 지향류의 영향을 받을 것으로 예상되었다.



[그림 2.16.3] 제31호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

16.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제31호 TD 발생 초기에 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 80~12kJ/cm² 로서 태풍 강화에 유리한 조건이었고, 제31호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(100kJ/cm² 내외)와 해수면온도(28~29℃), 연직시어 값이 10kts 이하로 크지 않아 태풍으로 발달하는데 매우 유리한 조건이어서 9월 11일 00UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1530km 부근해상에서 제31호 TD는 필리핀 남동쪽해역을 느리게 좌회전하여 이동하면서 수증기를 공급받아 제16호 태풍 '산바'로 발달하였다.



[그림 2.16.4] 제31호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

16.2 제16호 태풍 '산바(SANBA)'

16.2.1 개요

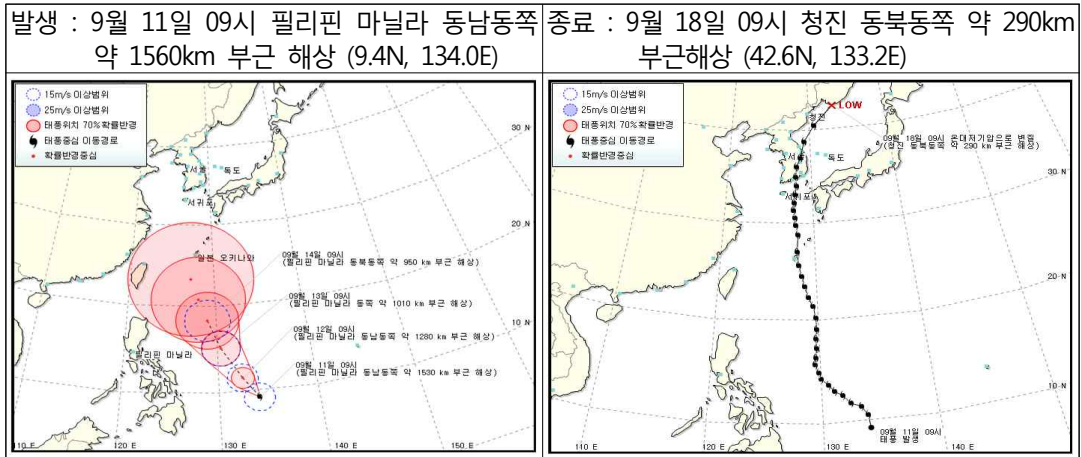
제16호 태풍 '산바'는 2012년 9월 11일 00UTC에 필리핀 마닐라 북동쪽 약 1530km 부근 해상(9.4°N, 134.0°E)에서 제31호 TD가 발달하여 발생하였다. 발생당시 4km/h의 느린 속도로 북서진하였으며, 중심기압 1004hPa 중심최대풍속 18m/s의 약한 소형태풍이었다.

이 태풍은 필리핀 동쪽 고수온 해역을 느리게 북서진하면서 발생 36시간 만인 9월 12일 12UTC에는 중심기압 980hPa 중간 강도의 중형 태풍으로 발달하였고, 13일 12UTC에는 필리핀 마닐라 동북동쪽 약 940km 해상으로 진출하면서 중심기압 930hPa 매우 강한 대형태풍으로 발달하였다. 또한, 14일 06UTC에는 중심기압 910hPa, 중심부근 최대풍속 56m/s로서 이 태풍의 최성기로 발달하였다.

이 태풍은 북~북북서진하여 16일 00UTC에는 일본 오키나와를 통과하면서 중심기압 935hPa로 다소 약화되고 16일 21UTC 서귀포 동쪽 약 130km 부근 해상으로 진출하면서 중심기압 950hPa, 중심부근 최대풍속 43m/s로 약화되었다. 또한, 17일 02일 30UTC경 경상남도 남해군 상주면 부근 해안으로 상륙하여 경상남북도와 강원도 남부를 관통하여 지나고 17일 12UTC에는 속초 북동쪽 약 90km 부근상으로 진출 후 18일 00UTC경 온대저기압으로 변질되었다.

태풍이 제주도를 지나면서 지형적인 영향을 많이 받는 한라산 진달래밭(해발고도 1,489m)에 863.5mm의 강수를 기록하였고, 태풍이 통과한 경상남북도지방과 동해안을 중심으로 150mm 이상의 많은 강수를 기록하였다. 또한, 태풍 상륙 지점과 가까운 육지도에 최대풍속 36.2^{m/s}, 평도에 최대순간풍속 43.9^{m/s}를 기록하고, 태풍 진행방향의 왼쪽 반원에 해당하는 경상남북도 동쪽지방과 제주도, 서해안,

남해안, 동해안을 중심으로 최대풍속 10m/s 이상의 강한 바람이 불었다.

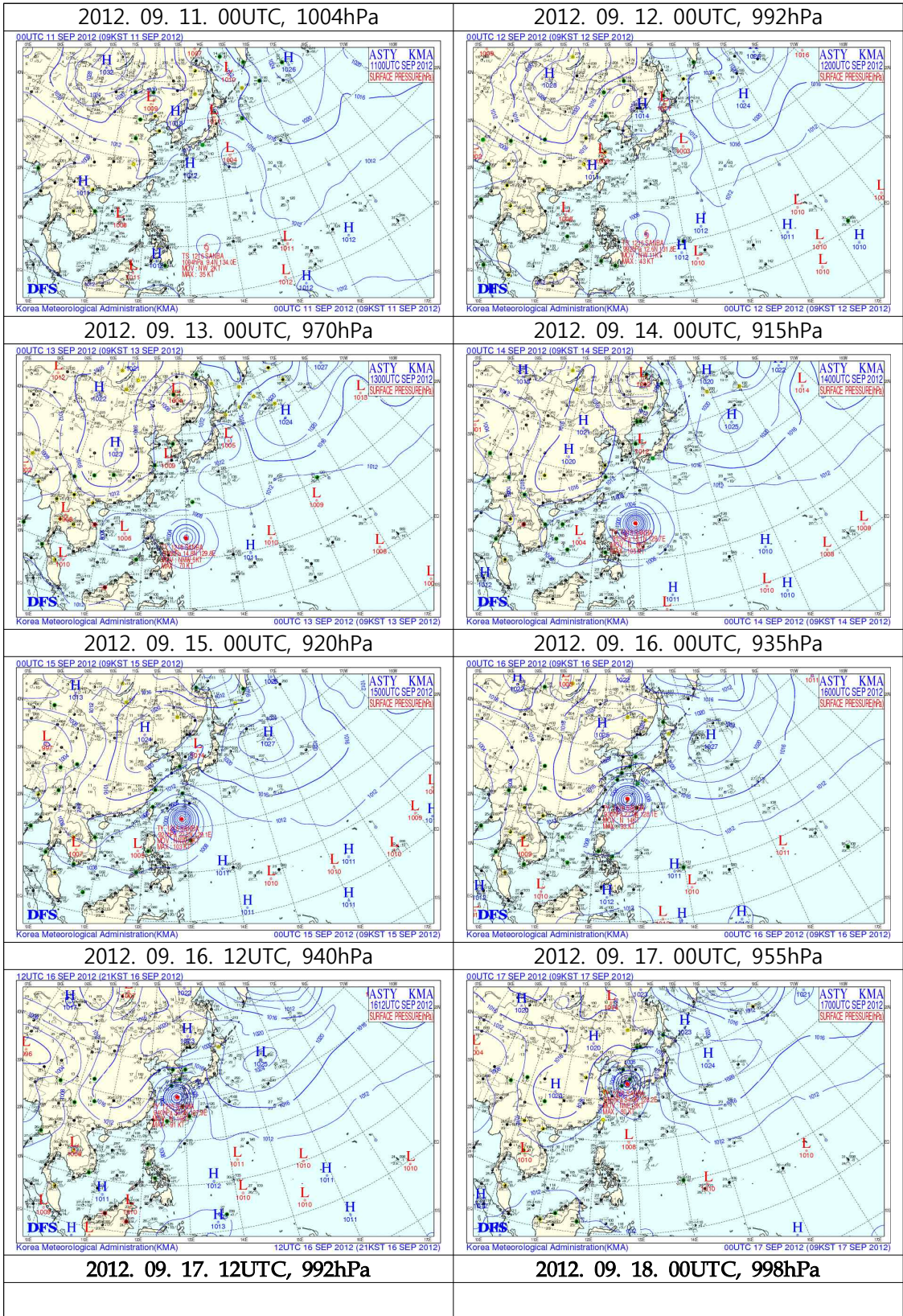


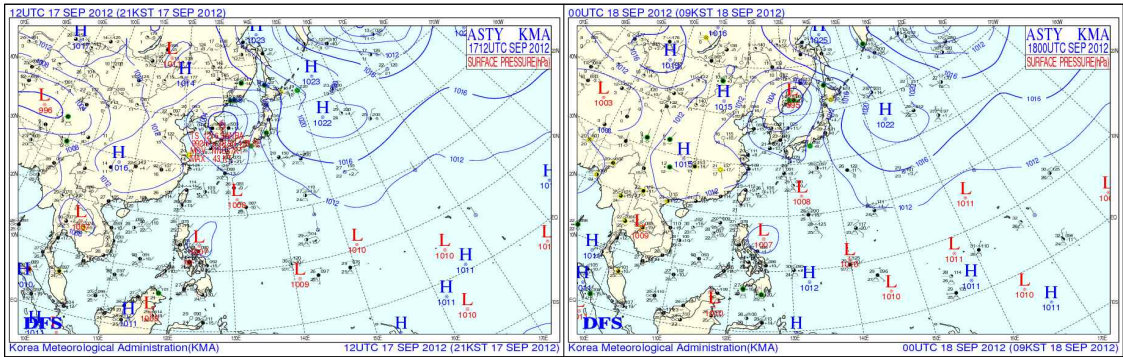
[그림 2.16.5] 제16호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

16.2.2 종관상황

제16호 태풍 ‘산바’는 9월 11일 00UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 1530km 부근 해상(9.4°N, 134.0°E)에서 제31호 TD가 발달하여 발달하였으며, 발생 초기 이 태풍은 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 북태평양고기압 남서쪽에 위치하고 S/PF region으로 접어들면서 북서 지향류의 영향을 받을 것으로 예상되었다. 이후 뚜렷한 S/PF pattern/region에서 태풍 동쪽에 최대풍역이 강화되면서 13일 까지 북서진하였으며, 이후 15일까지는 북~북북서진하였다.

16일경 북태평양고기압 서쪽에 위치하고 태풍 동북동쪽에 강풍대가 형성되어 북북서진 지향류의 영향을 받았으며 점차 S/PF에서 M/PF pattern /region으로 전이되면서 전향하였다. 이후, 동쪽에 강풍대가 형성되어 북진 지향류의 영향을 받아 북진을 하였으며 17일 경부터는 상층골 영향을 받아 빠르게 북북동진하면서 17일 06시경에는 서귀포 동쪽 약 130km 부근해상으로 진출하고 11시 30분 경 경상남도 남해군 상주면 부근 해안으로 상륙하여 경상남북도와 강원도 남부를 관통하여 지나고 21시경에는 속초 북동쪽 약 90km 부근으로 진출 후 18일 09시경 청진 북동쪽 약 290km 부근해상에서 온대저기압으로 변질되었다.





[그림 2.16.6] 제16호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

16.2.3 태풍진행과정

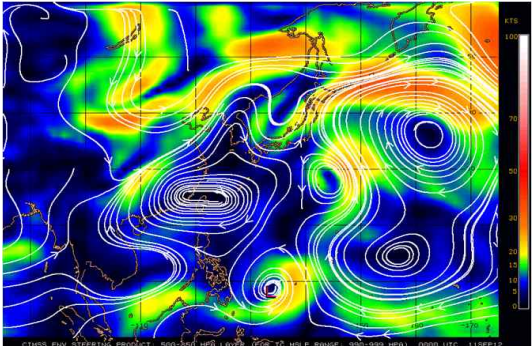
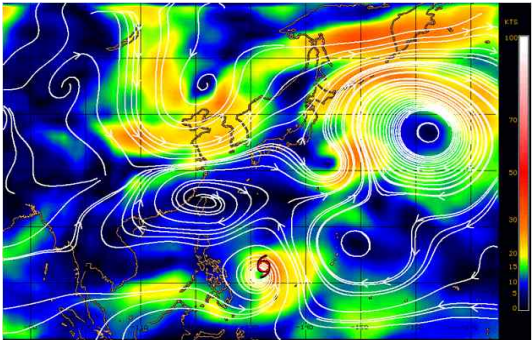
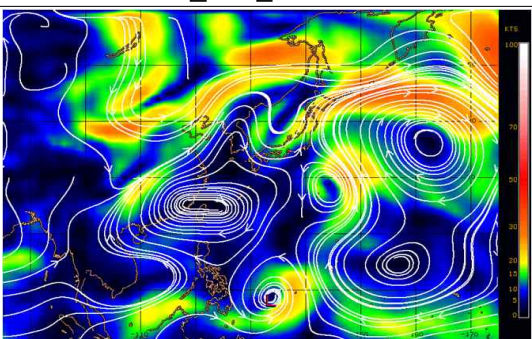
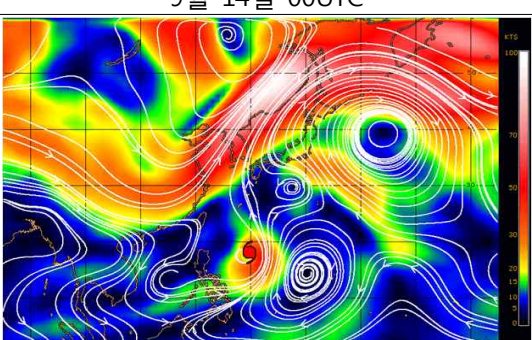
16.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

제16호 태풍이 발생한 2012년 9월 11일 00UTC 베트남 중부에서 필리핀남동쪽 해역으로 몬순기압골이 형성되어 있었으며 몬순기압골 북쪽으로 서, 남쪽으로 동 지향류가 약하게 형성되고, 북태평양고기압에 의한 지향류가 큰 흐름을 형성하고 있었으나 태풍 주변으로 작은 지향류들이 배치하여 태풍의 진로가 다소 유동적이었으나 S/PF Pattern/region에서 태풍 북동쪽의 지향류가 점차 강화되고 강풍대가 태풍의 북동쪽으로 형성되면서 태풍이 북서진하였다.

14일 경부터는 몬순기압골이 상대적으로 약화되고 북태평양고기압이 강화되면서 태풍이 위치한 필리핀 북동쪽 해역에는 북태평양고기압에 의한 지향류가 강화되어 필리핀 동쪽 해역에서 한반도로 향하는 큰 흐름을 갖는 지향류가 형성되었다. 따라서 이 태풍은 북태평양 고기압 가장자리를 따라 형성된 지향류의 영향을 받게 됨으로서 필리핀 동쪽에서 일본 오키나와를 거쳐 한반도로 이어지는 전형적인 포물선 형태의 태풍 이동경로를 따라 태풍이 이동할 것으로 예상되었으며, 각종 태풍 진로예측 수치모델 예측결과들도 일관성을 가졌으며, 폭이 좁아 신뢰도가 높았다.

16일경 북태평양고기압에 의한 지향류가 한층 강화되고 태풍의 동쪽의 강풍대가 강화되어 태풍은 거의 북진하였으며 일본 오키나와 부근해상에서 전향하면서 S/PF에서 M/PF pattern/ region으로 전이되었다. 이후, 북쪽을 지나는 상층골과 만나면서 태풍의 이동속도는 더욱 빨라지고 북북동진하였다.

9월 11일 00UTC	패턴분류 또는 개념모델
--------------	--------------

	<p>이 태풍 발생당시 베트남에서 필리핀 남동쪽 해역으로 형성된 몬순기압골은 점차 약화되고 북태평양고기압 세력이 확장하는 상황이었다.</p> <p>이 태풍의 동북동쪽으로 북태평양고기압에 의한 북북서 지향류가 형성되고 태풍의 동남동쪽으로 강풍대가 형성되어 S/PF Pattern/region에서 북서진하였음.</p>
<p style="text-align: center;">9월 12일 00UTC</p> 	<p style="text-align: center;">패턴분류 또는 개념모델</p> <p>이 태풍의 동북동쪽으로 북태평양고기압에 의한 북북서 지향류가 형성되고 태풍의 동남동쪽으로 강풍대가 형성되어 S/PF Pattern/region에서 북북서진하였음.</p>
<p style="text-align: center;">9월 13일 00UTC</p> 	<p style="text-align: center;">패턴분류 또는 개념모델</p> <p>이 태풍의 동북동쪽으로 북태평양고기압에 의한 북북서 지향류가 약간 강화되었고 태풍의 동남동쪽으로 강풍대가 형성되어 S/PF Pattern/region에서 북북서진하였음.</p>
<p style="text-align: center;">9월 14일 00UTC</p> 	<p style="text-align: center;">패턴분류 또는 개념모델</p> <p>북태평양고기압에 의한 지향류가 한층 강화되었고 태풍의 동쪽에 북북서 지향류와 강풍대가 형성되어 S/PF Pattern/region에서 북북서진하였음.</p>
<p style="text-align: center;">9월 15일 00UTC</p>	<p style="text-align: center;">패턴분류 또는 개념모델</p>

	<p>북태평양고기압에 의한 강한 지향류가 형성되고 태풍의 동쪽에 북북서 지향류와 강풍대가 형성되어 S/PF Pattern/region 에서 북북서진하였음.</p>
<p>9월 16일 00UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>북태평양고기압에 의한 강한 지향류가 형성되고 태풍의 동쪽에 강풍대가 형성되어 북진하였으며, S/PF에서 M/PF Pattern/region 으로 전이되면서 전향하였음.</p>
<p>9월 17일 00UTC</p>	<p>패턴분류 또는 개념모델</p>
	<p>북태평양고기압에 의한 강한 지향류가 형성되고 태풍의 동남동쪽에 강풍대가 형성되어 M/PF Pattern/region에서 북북동진하였으며 북쪽을 지나서 상층기압골과 가까워 지면서 상층기압골의 영향을 받아 이동속도가 빨라졌음.</p>

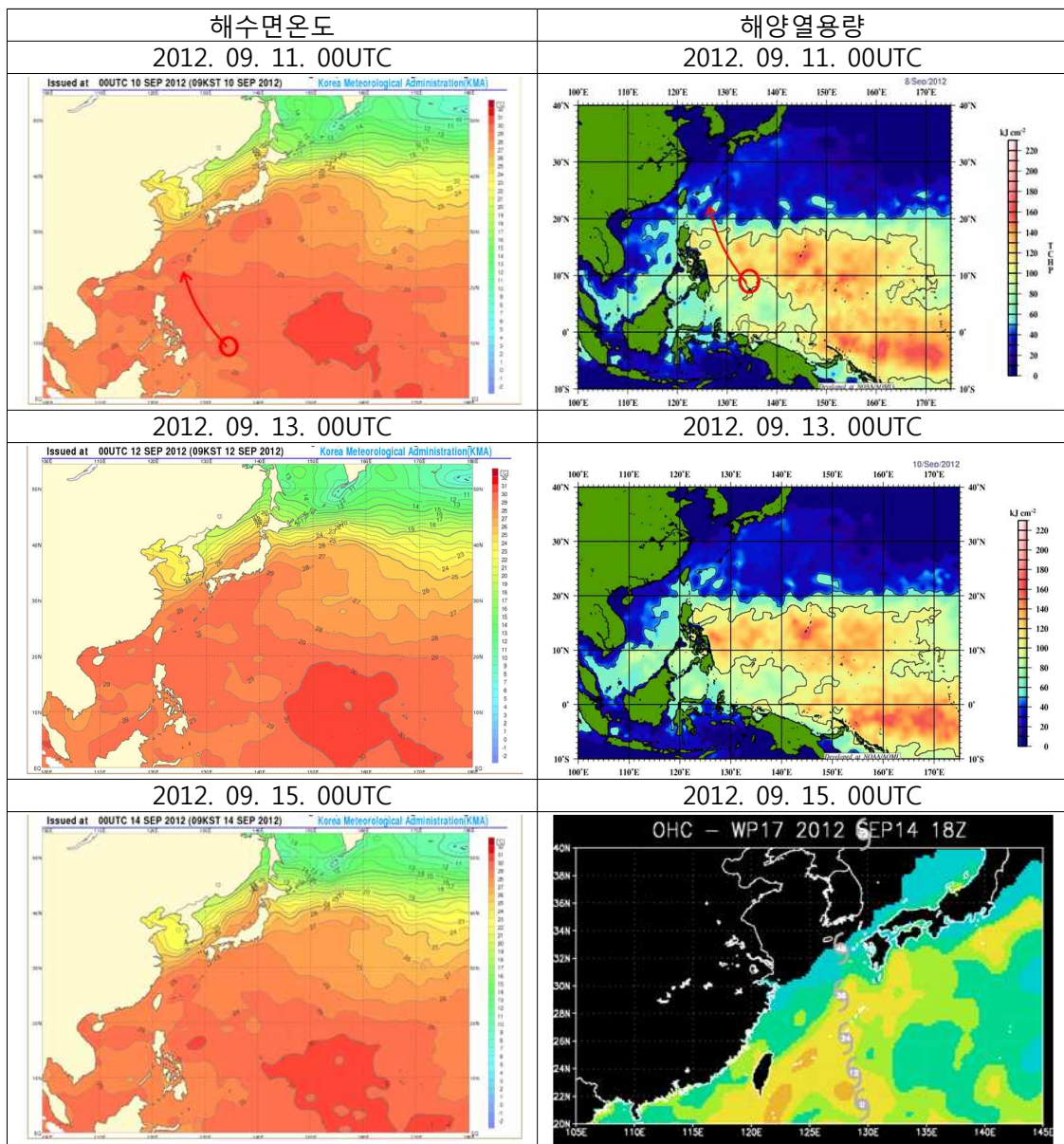
[그림 2.16.7] 제16호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름 및 종관패턴

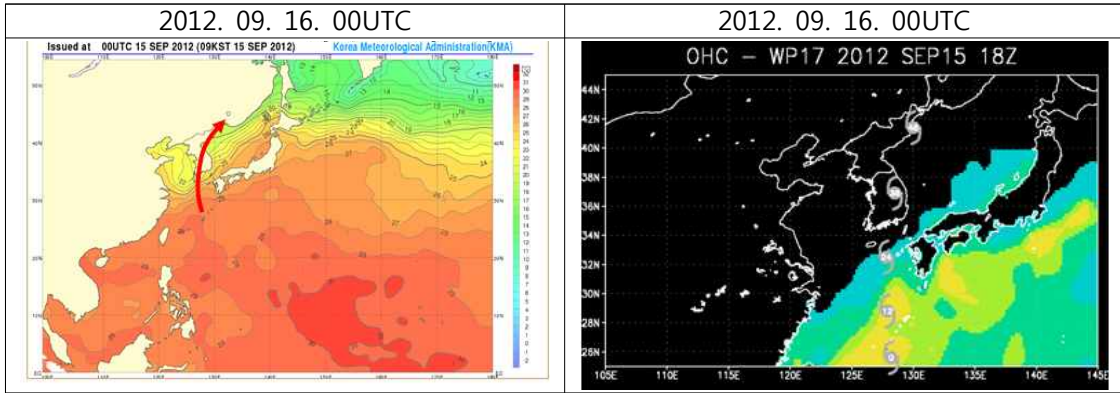
16.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 100kJ/cm² 내외로서 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 느리게 북북서~북서진하여 해수면온도 29℃, 해양열용량도 120kJ/cm² 의 고수온 해역을 이동하면서 많은 수증기를 공급받음으로서 14일 06UTC경에는 중심기압 910hPa, 중심부근 최대풍속 56m/s의 매우 강한 대형태풍으로 발달하였다.

이후, 태풍 진로상으로 해수면온도는 북위 30°까지는 28~29℃가 형성되어 있으나 이후로는 급격히 낮아지고 해양열용량도 북위 20° 이상에서는 50kJ/cm² 이하로

급격히 낮아져 태풍의 강도가 점차 약해져 17일 06시경 서귀포 동쪽 약 130km 부근해상으로 진출하면서 중심기압 950hPa, 중심부근 최대풍속 43m/s로 약화되었다. 또한, 제주도 부근 해역부터는 해수면온도가 급격히 낮아지고 해양열용량도 $0\text{kJ}/\text{cm}^2$ 로 낮아져 매우 열악한 해양조건에서 17일 11시 30분경 경상남도 남해군 상주면 부근 해안으로 상륙하여 지면과의 마찰로 에너지를 급격히 소실하여 17일 21시경 속초 북동쪽 약 90km 부근으로 진출시에는 중심기압 992hPa, 중심부근 최대풍속 22m/s의 약한 소형태풍으로 약화되었다. 동해상으로 진출후에도 동해상의 해수면온도와 해양열용량이 매우 낮아 더 이상 발달하지 못하고 서서히 약화되어 18일 09시경 청진 동북동쪽 약 290km 부근해상에서 온대저기압으로 변질되었다.





[그림 2.16.8] 제16호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

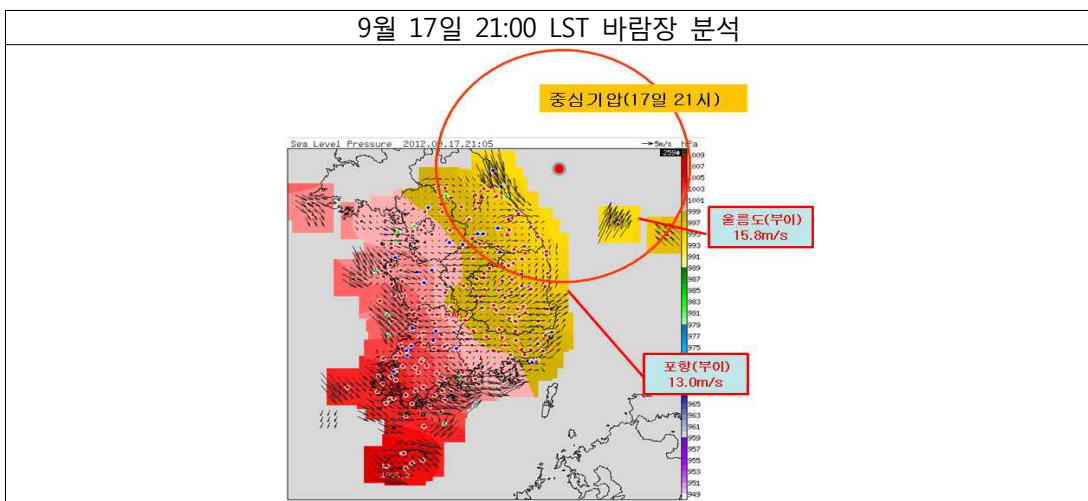
16.2.3.3 온대저기압으로 변질

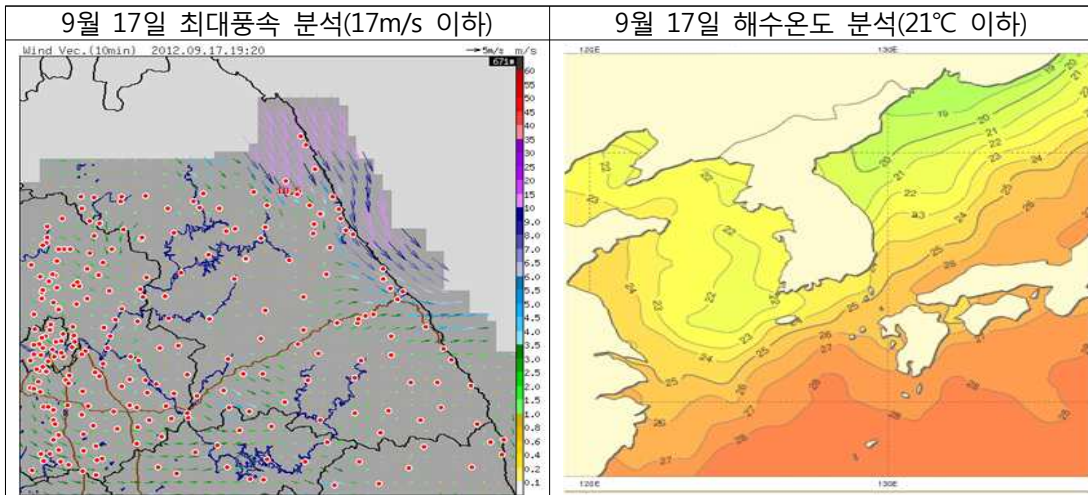
제16호 태풍 '산바(SANBA)'는 9월 18일 09시경 청진 동북동쪽 약 290km 부근 해상(42.6°N, 133.2°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

당시 태풍은:

- 1) 해수면온도 21°C이하, 최대풍속 17m/s이하로서 온저화 판정 1단계 조건을 만족하고;
- 2) 태풍의 중심부근으로 건조역이 침투하고, 태풍 진행방향 북쪽으로 Ci streak 이 나타났으며, 태풍중심 남동쪽에 대류운 발생과 태풍 서쪽에 Bulge pattern이 나타나 온저화 판정 2단계를 만족하였으며;
- 3) Phase Diagram 분석에서도 17일 09~15시 경부터 온대저기압으로 변질이 진행되어 17일 15~21시경 온대저기압으로 변질되는 것으로 분석되었음.

이상과 같이 온대저기압으로 변질되는 판단조건을 모두 만족함으로써 9월 18일 09시에 온대저기압으로 변질 선언에 대한 판단은 적합하였다.

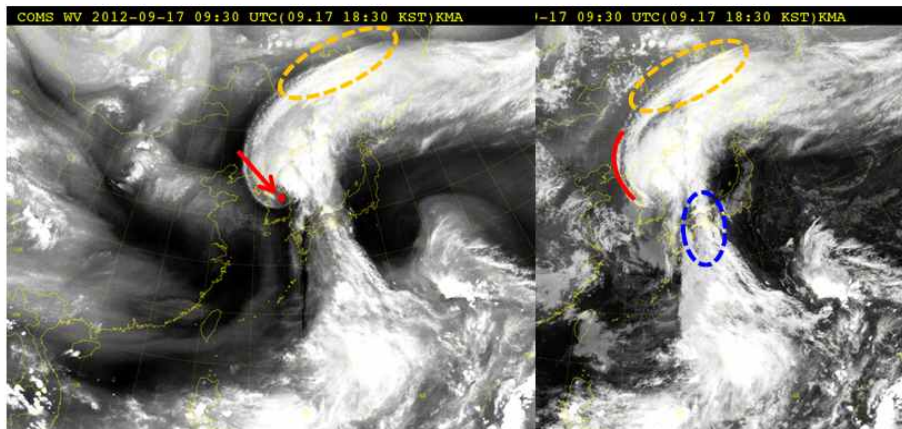




9월 17일 18:30 LST 위성 영상 분석

제16호 태풍 산바의 온대저기압화를 위한 위성영상의 판단 근거

1. 수증기 영상 : 태풍 중심부근으로 건조역이 침투
2. 적외영상 : 태풍 진행방향 북쪽으로 Ci streak 나타남.
3. 태풍중심 남동쪽에 대류운이 발생되었음.
4. 태풍서쪽으로 bulge pattern이 나타남

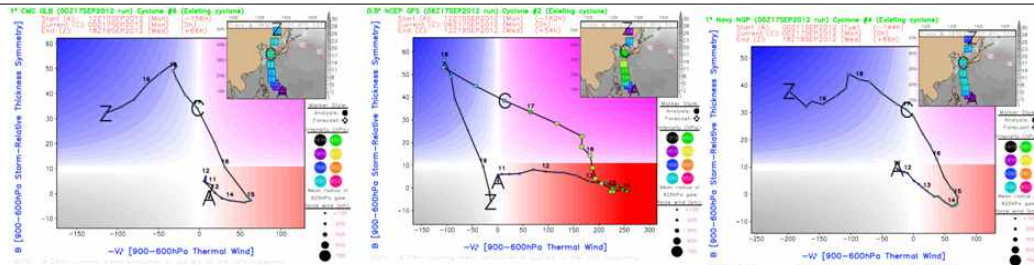


※ 화살표 : 건조역(암역), 빨간색 점 : 태풍중심위치

※ 빨간색 실선 : bulge pattern, 주황색 파선 : Ci streak, 파란색 파선 : 대류운열

위성영상에서 온대저기압화 판단근거 : 09:30UTC 현재(17일 18:30KST) 온대저기압화에 대한 위성영상의 판단근거가 모두 나타나고 있음.

PHASE DIAGRAM 분석



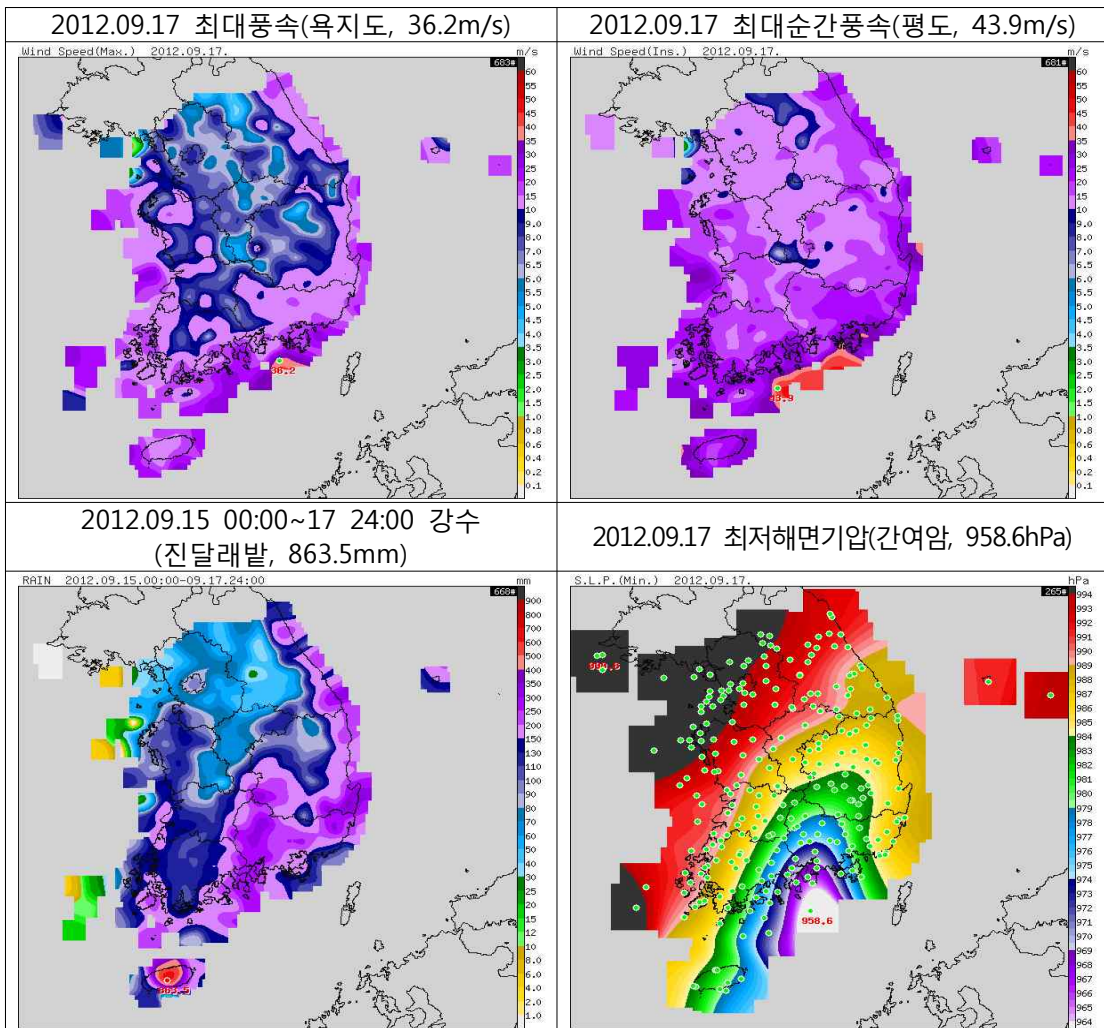
17일 00UTC 온저화 진행중
17일 06UTC 온저화

17일 06UTC 온저화 진행중
17일 12UTC 온저화

17일 00UTC 온저화 진행중
17일 06UTC 온저화

[그림 2.16.9] 제16호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

16.2.4 기상관측자료



[그림 2.16.10] 제16호 태풍 영향 시 강수량, 바람, 해면기압 분포

16.2.5 예보정확도

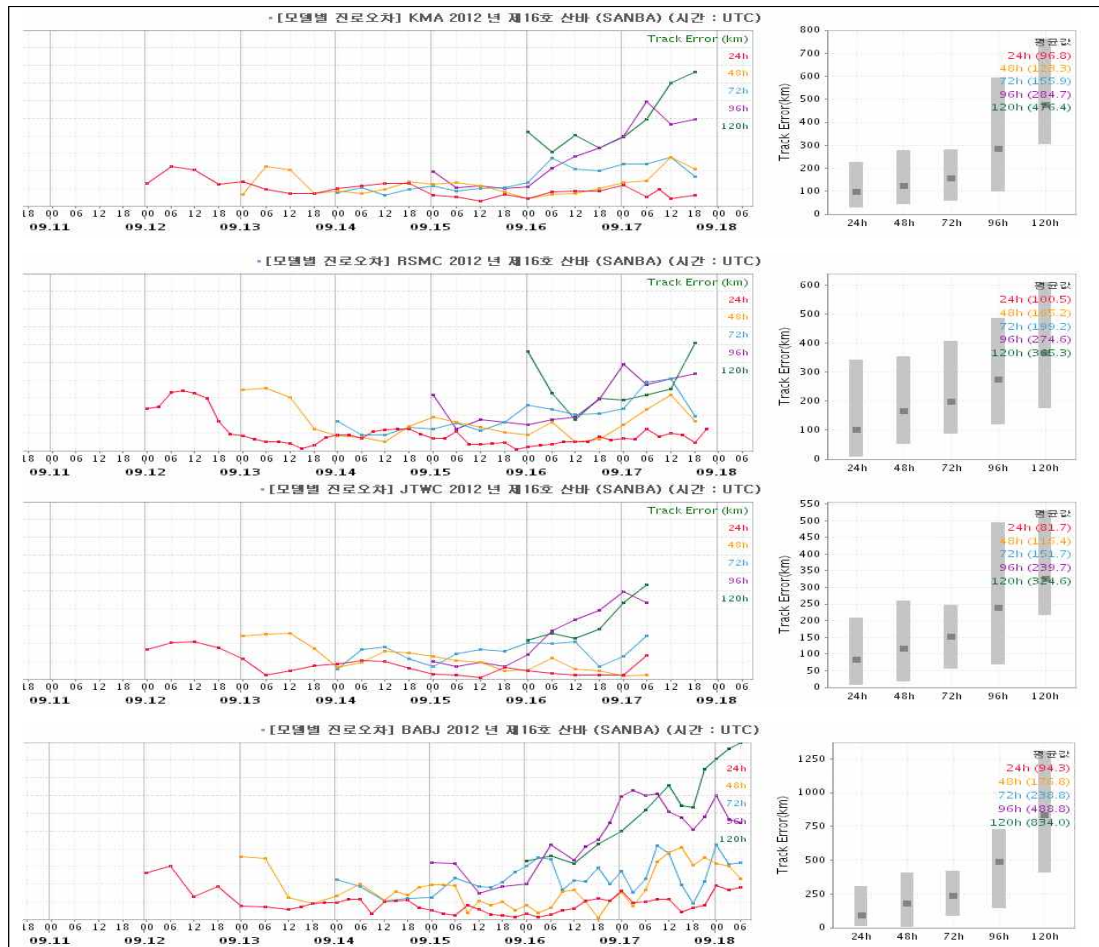
16.2.5.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 각 기관별 오차는 KMA 123.3km, RSMC 165.2km, JTWC 116.4km, CMA 176.8km로 나타났다. JTWC가 가장 적은 오차를 보였으나 큰 차이는 아니며, KMA는 JTWC 보다 발표시각이 1시간 정도 빠른 점을 감안하면 KMA의 성적이 좋은 편으로 사료된다. 또한, 각 기관이 177km 이하의 예보오차를 보여 신뢰성이 높은 태풍예보가 생산되었으며 이것은 태풍의 진로가 단순한 포물선의 형태를 그리며 진행하였고 태풍진로 예측 수치모델들의 결과들의

폭이 넓지 않아 신뢰도가 높았기 때문에 사료된다.

[표 2.16.1] 제16호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

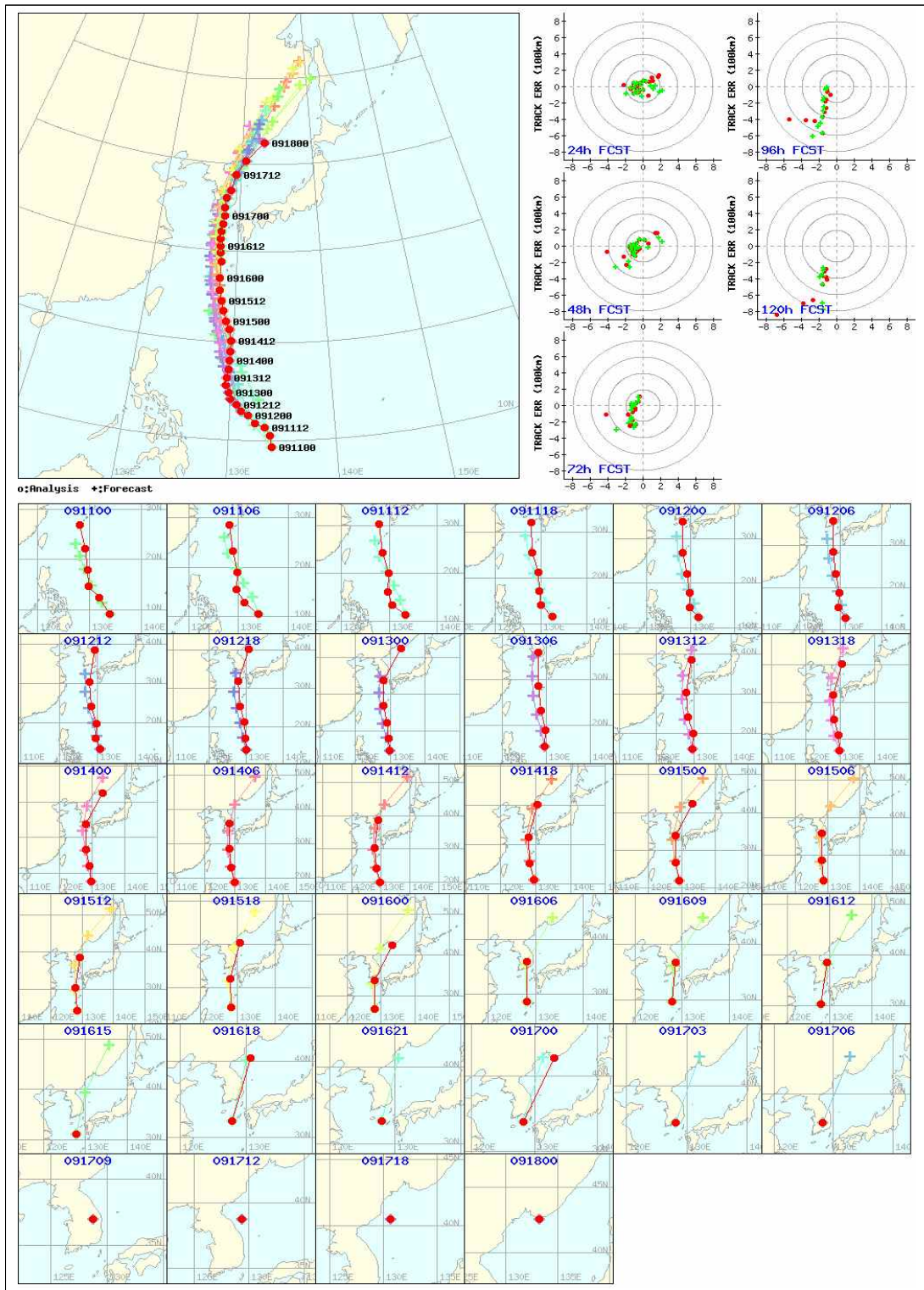
국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	123.3	165.2	116.4	176.8
표본수	20	20	18	23



[그림 2.16.11] 제16호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보 오차는 태풍발생 초기 태풍 주변의 기압계와 지향류가 뚜렷하지 않고 이동속도도 느리면서 당초 북서진할 것으로 예상하였으나 서북서진하면서 오차가 발생하였고 태풍이 대만 동쪽해상을 지날 무렵부터 북태평양고기압이 약간 수축하면서 태풍의 진로가 당초 예상보다 동쪽으로 약간 편이하였으며 태풍이 우리나라로 접근하면서 더욱더 큰 편이가 나타났다.

방향에 따른 오차는 주로 남남서 방향으로의 오차가 심하게 나타나고 예보시간이 길어짐에 따라 오차가 크게 나타나는 경향을 보였다.



[그림 2.16.12] 제16호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

16.2.5.2 모델별 태풍예보 정확도

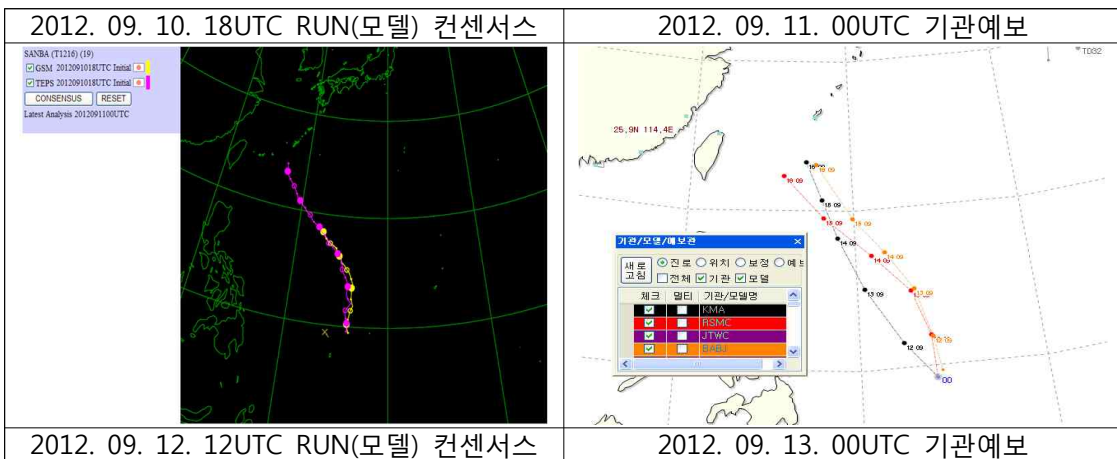
[표 2.16.2] 제16호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

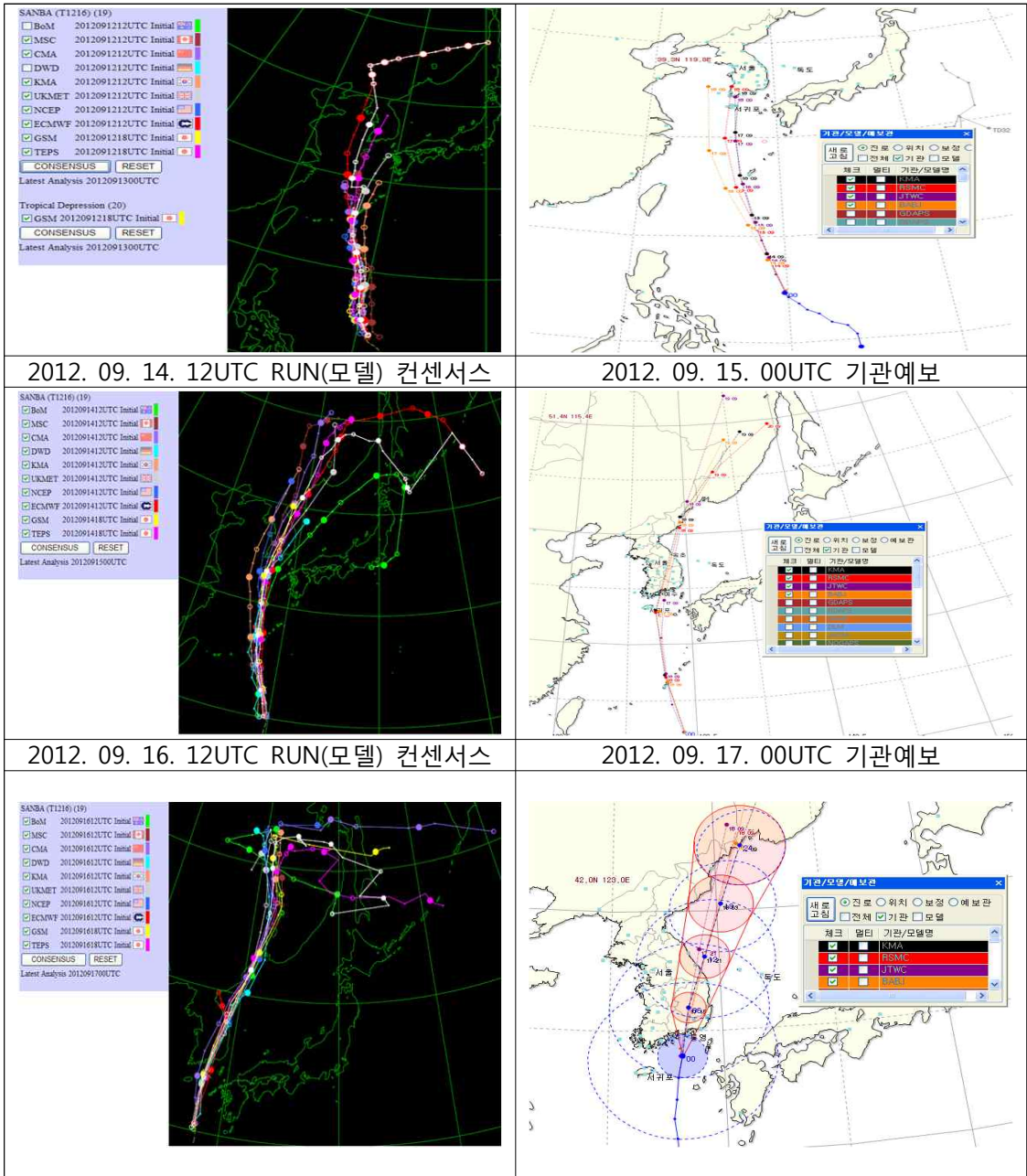
모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	163.9	114.8	169.4	178.3	244.5
표본수	20	8	22	20	9

태풍 발생 초기 JMA NTP consensus를 기반으로 하고 ECMWF 수치모델 예측결과를 사용하여 보정하고, 지향류를 참고하여 북태평양고기압 서쪽 연변을 따라 북서~북북서진할 것으로 예보하였다. 이후 수치모델(UM, JMA, ECMWF) 모델들에서 태풍이 장 반영되어 태풍의 진로 등에 관한 자료가 잘 생산되었으며, DYTRAP 및 JMA NTP 컨센서스 태풍진로 멤버들도 많은 자료가 수집되었다.

각 수치모델들의 결과는 약간의 차이는 있으나 비교적 일치된 결과를 나타내고 있으며 진로들의 폭이 좁아 신뢰도가 높았다. 태풍진로 모델들의 전반적인 결과는 태풍이 필리핀 동쪽 해역에서 북서~북북서진하면서 계속 발달하여 일본 오키나와 부근에 이르러 점차 S/PF에서 M/PF pattern/region으로 전이되면서 전향하는 것으로 모의하였다. 이후 북진하면서 상층골의 영향으로 점차 이동속도가 빨라졌다.

15일 경 태풍이 대만 동쪽 해역으로 진출하는 무렵부터는 태풍진로 모델들 및 기관(KMA, RSMC, JTWC, CMA)들의 태풍진로의 폭이 더욱 좁아져 신뢰가 높았다. 또한, 태풍이 우리나라 부근으로 접근할 무렵 일본 동쪽해상에 중심을 둔 북태평양 고기압이 약간 수축하면서 태풍의 진로가 당초의 예보보다 약간 동쪽으로 편이되었다.





[그림 2.16.13] 제16호 태풍에 대한 모델 및 기관의 진로예보 경향

17. 제17호 태풍 ‘즐라왓(JELAWAT)’

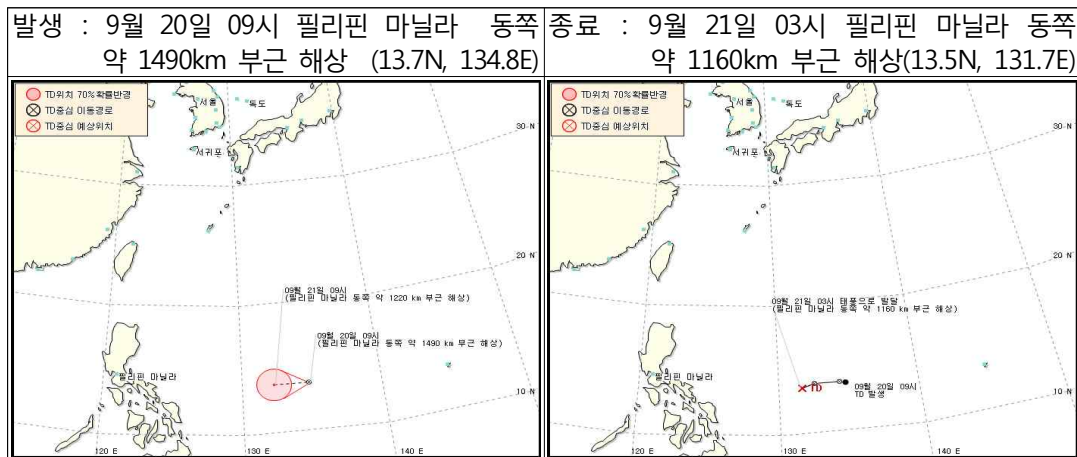
17.1 제33호 TD

17.1.1 개요

제33호 TD는 9월 20일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1490km 부근 해상 (13.7°N, 134.8°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 120kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층발산과 하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 33호 TD는 중심기압 1010hPa, 최대풍속 15m/s로, 이 TD의 진로는 아열대고기압 남쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북쪽에 형성되어 S/TE pattern/region에서 서진 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하였다.

제33호 TD의 위치는 SST 29℃, 열용량지수는 120kJ/cm²로 높고, 예상진로 방향으로 해수온도가 높고 해양열용량도 높아 태풍으로 발달하기에 좋은 해양 조건을 갖추어서 9월 20일 18UTC에 제17호 태풍 ‘즐라왓’으로 발달하였다.



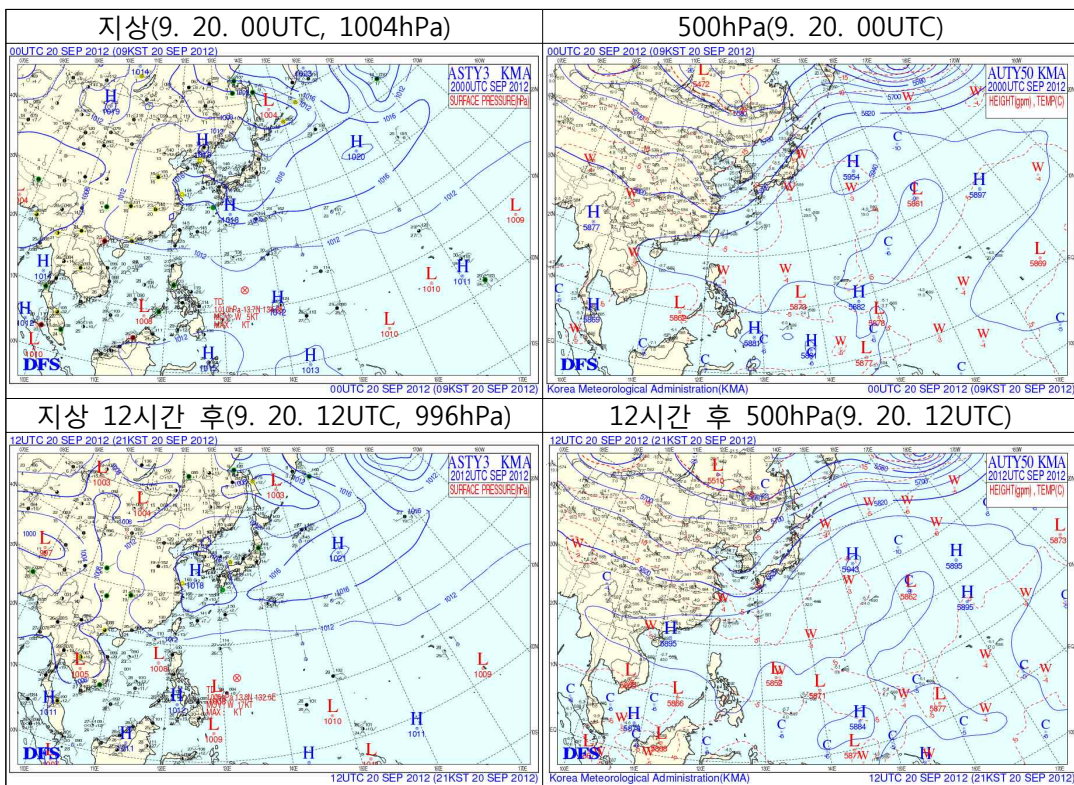
[그림 2.17.1] 제33호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

17.1.2 종관상황

제33호 TD는 9월 20일 00UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1490km 부근 해상 (13.7°N, 134.8°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. TD로 발달할 당시 해양 열용량은 120kJ/cm² 이상, 해수면온도가 29℃, 연직시어 값도 10kts 이하, 상층발산과

하층수렴이 전 시간에 비해 더 잘 이루어지고 있어서 TD로 발달하였다.

발생 당시 33호 TD는 중심기압 1010hPa, 중심부근 최대풍속 15m/s CI지수 1.0(12시간전 0.5, 6시간 전 1.0)으로 점차 조직화되고 있었다. 제33호 TD의 현재 위치 및 예상 진로 방향으로 해수온도가 높고 해양열용량도 높아 점차 발달할 것으로 예상되었다. 그러나 모델예측자료에 의하면 제33호 TD는 24시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성은 높지 않고, 24시간 이후에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 것으로 분석되고 있었으나, 고수온 해역으로부터 많은 수증기가 열대저압부로 유입됨으로서 태풍으로 발달하기에 좋은 해양 조건을 갖추어서 9월 20일 18UTC에 제17호 태풍 '즐라왓'으로 발달하였다.



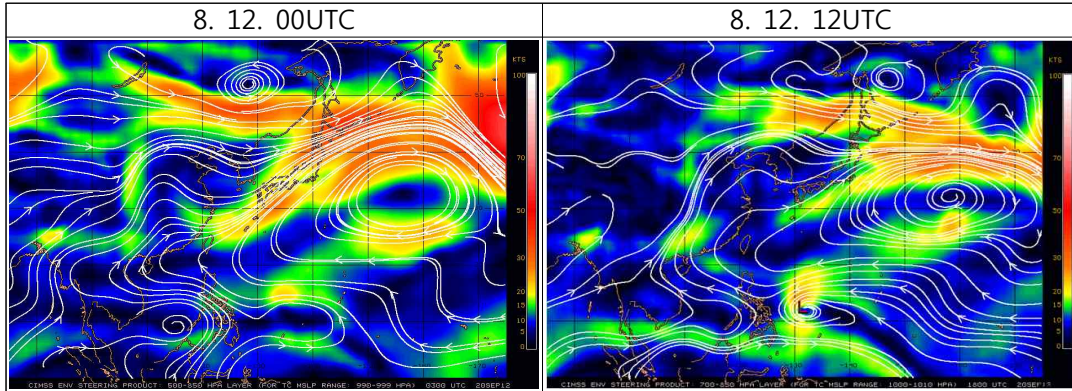
[그림 2.17.2] 제33호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

17.1.3 TD진행과정

10) 17.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

제33호 TD는 아열대고기압 남쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북쪽에 형성되어 S/TE pattern/region에서 서진 지향류의 영향을 받고 있으며, 계속 동일 pattern/region에서

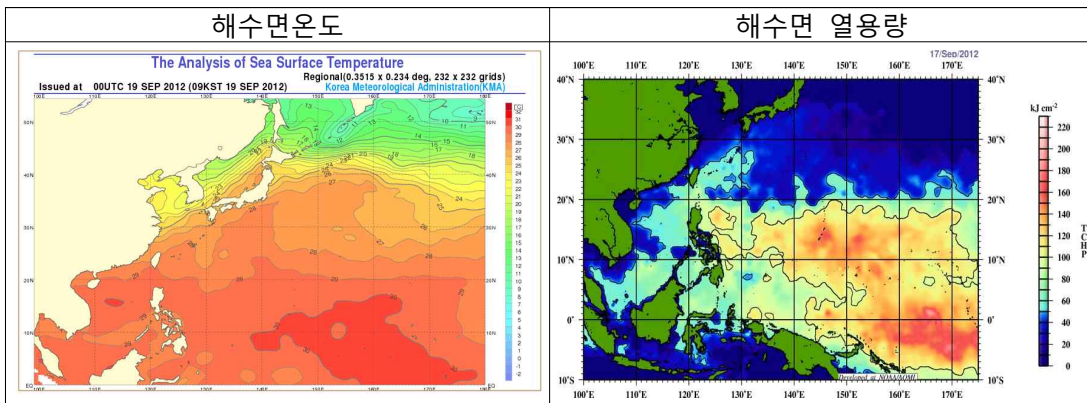
서진 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하면서 발달하였다.



[그림 2.17.3] 제33호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

17.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제33호 TD는 해수면온도는 29℃, 열용량지수는 120kJ/cm²의 해역에 위치해 있어 태풍으로 발달할 잠재성을 갖추고 있고, 연직시어 값도 10kts 이하로 낮아 태풍으로 발달할 가능성이 높았고 9월 20일 18UTC에 제17호 태풍 '즐라왓'으로 발달하였다.



[그림 2.17.4] 제33호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

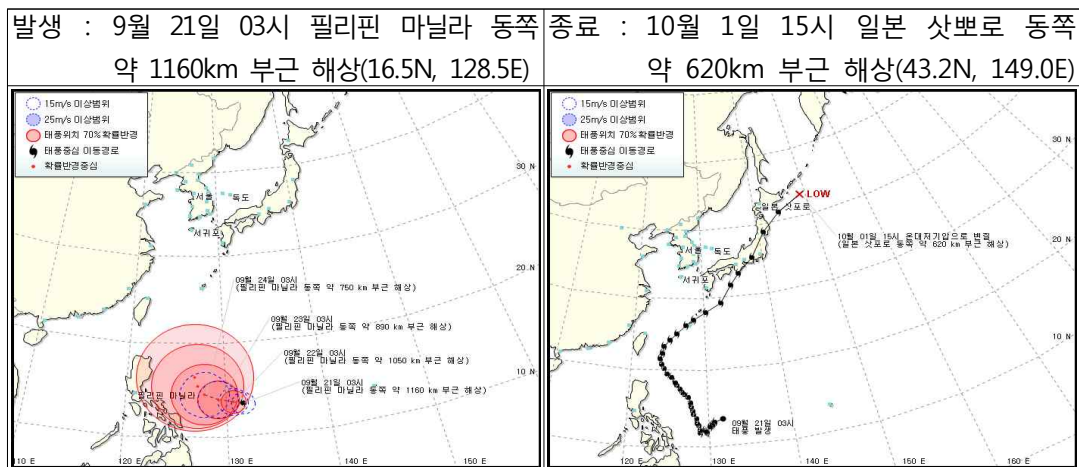
17.2 제17호 태풍 '즐라왓(JELAWAT)'

17.2.1 개요

제17호 태풍 '즐라왓'은 필리핀 마닐라 동쪽 약 1160km 부근 해상(13.5°N,

131.7°E)에 위치한 제33호 TD가 29~30°C의 높은 해수면온도 및 100~120kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 발생하였다. 제17호 태풍 '즐라왓'은 발생당시 중심기압 1002hPa, 중심최대풍속 18m/s로 약한 소형태풍이었다. 이 태풍은 발생초기에는 뚜렷한 지향류가 형성되지 않아 남서진하였으나 점차 S 패턴에 위치하면서 태풍 동쪽에 최대풍역이 형성되어 북진 지향류의 영향과 태풍 북쪽의 서진 지향류의 영향으로 북북서진하였다. 25일 12UTC에 G/PF pattern/ region에서 북서진하였고, 27일 18UTC부터 M/PF pattern/ region에서 북동진하였다.

태풍의 예상 경로상의 해수온도가 29~30°C로 높고, 열용량이 100~120kJ/cm² 내외로 이동하면서 발달하여 9월 26일 12UTC에 강도가 905hPa까지 발달하였다. 이후 태풍은 27일 18UTC에 타이완 타이베이 남동쪽 약 450km 부근 해상에서 북동쪽으로 전향하여 빠르게 북동진하면서 10월 1일 06UTC에 일본 삿포르 동쪽 약 620km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

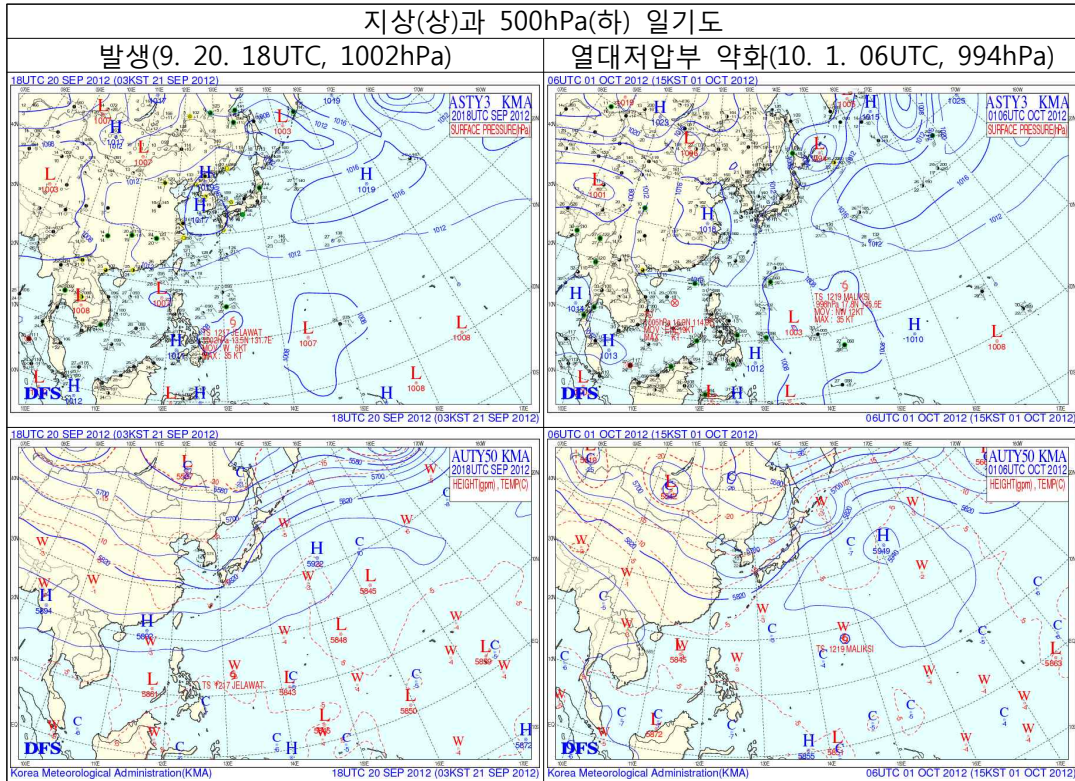


[그림 2.17.5] 제17호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

17.2.2 종관상황

제17호 태풍 '즐라왓'은 필리핀 마닐라 동쪽 약 1160km 부근 해상(13.5N, 131.7E)에 위치한 제33호 TD가 29~30°C의 높은 해수면온도 및 100~120kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 9월 20일 18UTC에 발생하여 10월 1일 06UTC에 일본 삿포르 동쪽 약 620km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다. 이 태풍은 발생초기에는 뚜렷한 지향류가 형성되지 않아 남서진하였으나 점차 S 패턴에 위치하면서 북북서진하였고, 25일 12UTC에 G/PF pattern/region으로 전이되어 북서진하여, 27일 18UTC부터 M/PF pattern/region에서 북동진하였다.

태풍의 이동 경로상의 해수면온도가 29~30℃로 높고, 해양열용량도 100~120kJ/cm² 내외로 이동하면서 발달하여 9월 26일 12UTC에 강도가 905hPa까지 발달하였다. 이후 태풍은 27일 18UTC에 타이완 타이베이 남동쪽 약 450km 부근 해상에서 북동쪽으로 전향하여 빠르게 북동진하면서 10월 1일 06UTC에 일본 삿포르 동쪽 약 620km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.



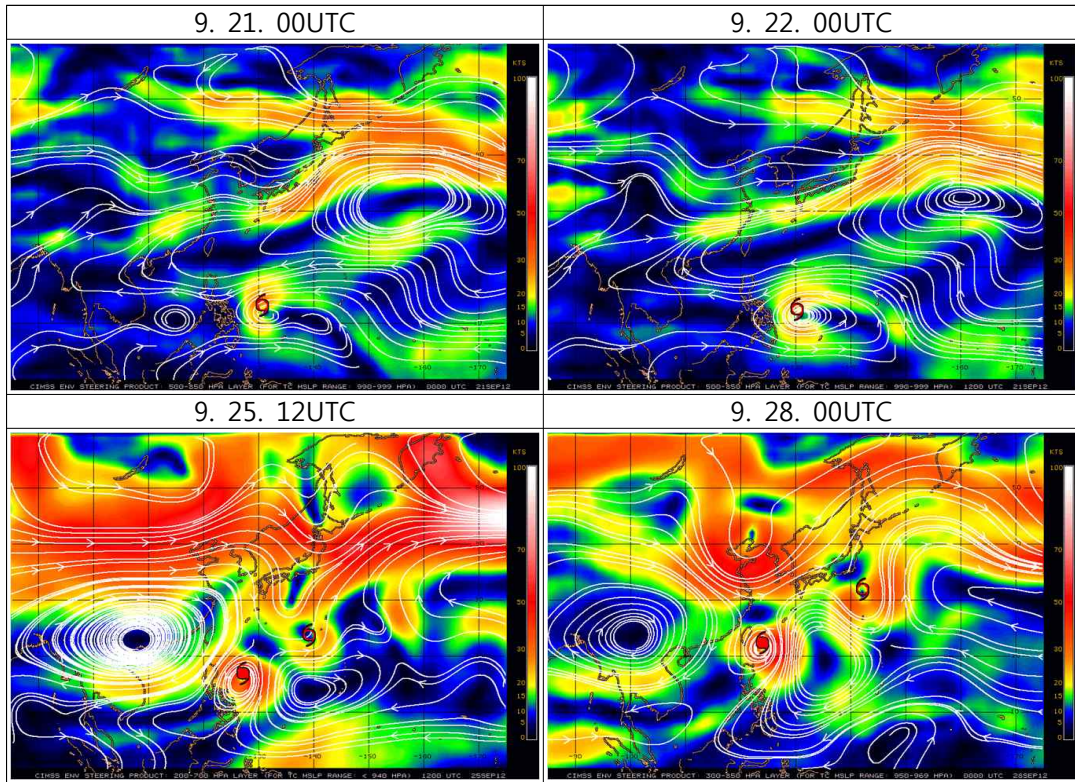
[그림 2.17.6] 제17호 태풍 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

17.2.3 태풍진행과정

11) 17.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

태풍 발생초기에 S pattern에 위치해 태풍 북쪽에 강풍역이 형성되어 서진 지향류의 영향을 받았으나, 22일 00UTC에 태풍 북쪽과 남쪽으로 지향류가 형성되어 12UTC에 이 두 지향류가 균형을 이루어 거의 정체하였다. 24일 00UTC에는 태풍의 동북동쪽에 최대풍역이 형성되어 북진 지향류의 영향을 받았으나 태풍 북쪽의 서진 지향류도 태풍의 진로에 영향을 미치고 있어 북북서진하였고, 이후 25일 12UTC부터 G/PF pattern/region에서 북서진하였으나 이후 S/PF pattern/ region에서

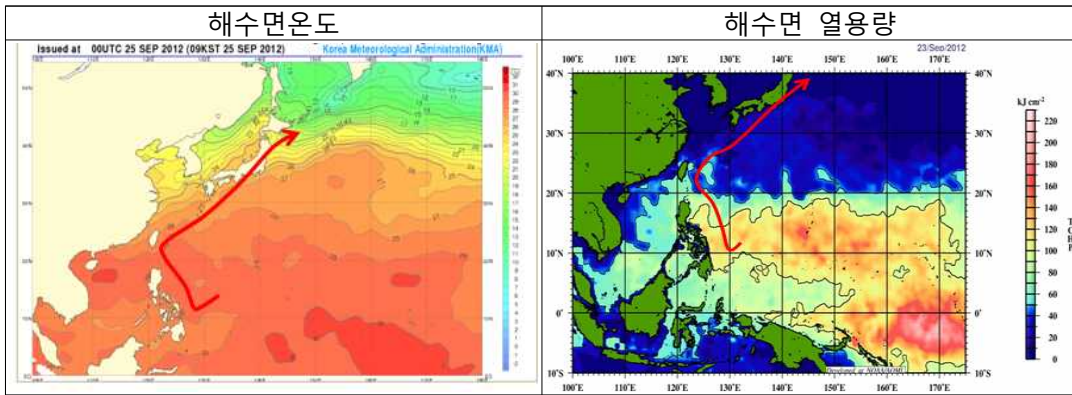
북진 지향류와 동쪽으로 확장하는 mT기단의 영향으로 북서진하다가 mT의 북서쪽에 들면서 북동 지향류의 영향과 상층골의 영향을 받아 빠르게 북동진하였다.



[그림 2.17.7] 제17호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

12) 17.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

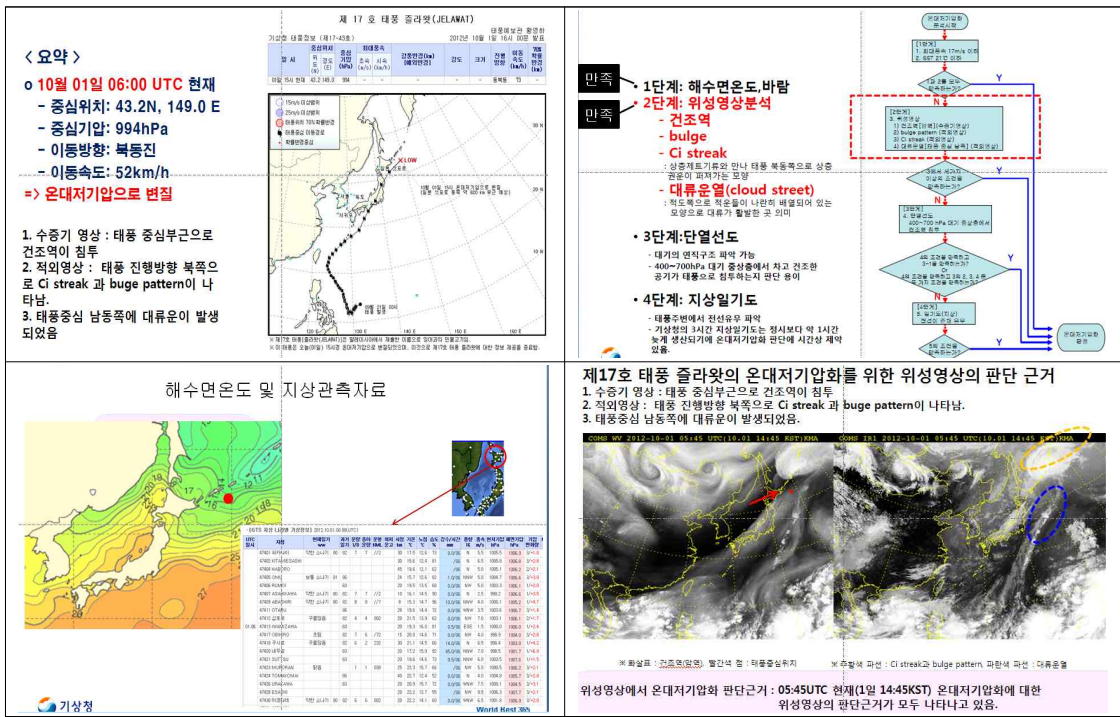
태풍으로 발생당시 해수온도는 29~30℃, 해양열용량지수 100~120kJ/cm²이상 해역에 위치하였고, 태풍의 이동방향 또한 28~29℃의 해수온도와 해양열용량지수 50~120kJ/cm²의 해역으로 이동하면서 26일 18UTC에는 905hPa까지 발달하였으나 이후 해양열용량이 크지 않은 해상으로 이동하면서 태풍의 강도는 점점 약화되었다.



[그림 2.17.8] 제17호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

13) 17.2.3.3 온대저기압부의 변질

제17호 태풍 '즐라왓'은 10월 1일 15시 경 일본 삿포로 동쪽 약 620km 부근 해상(43.2°N, 149.0°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.17.9] 제17호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

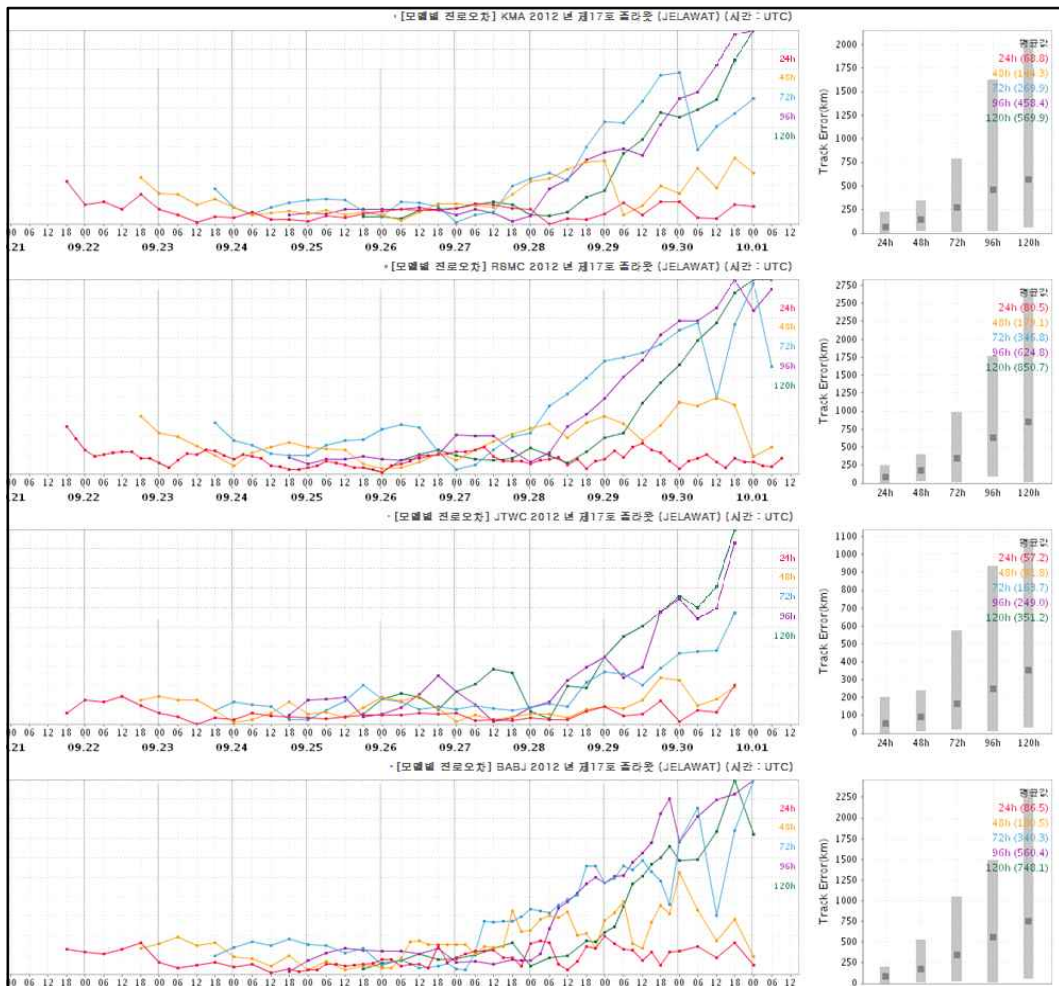
17.2.4 예보정확도

14) 17.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

각 기관에서는 공통적으로 태풍 발생 초기의 태풍의 진로가 서쪽으로 이동 할 것으로 예상하였으나 남서쪽 이동하면서 오차가 발생하였고, 이후 대만 동쪽해상에서 북동쪽으로 진로를 전향하여 빠르게 이동하면서 오차가 크게 발생하였다.

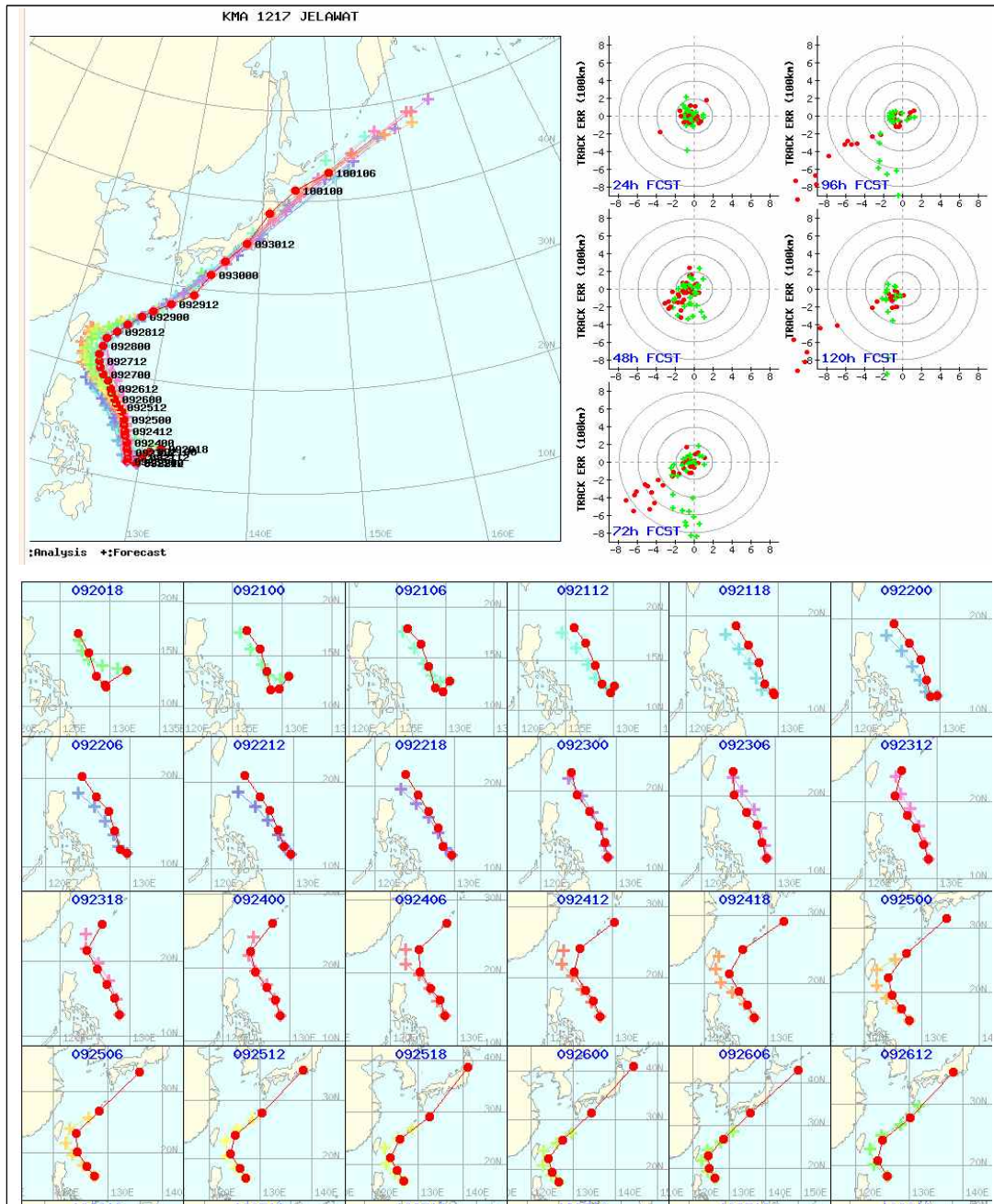
[표 2.17.1] 제17호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	144.3	179.1	91.8	180.5
표본수	34	35	33	51



[그림 2.17.10] 제17호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA는 태풍 발생 초기에는 태풍이 예상보다 동쪽으로 편향되어 북진하였으며, 전향한 이후에는 빠르게 북동진하면서 이동속도에 의한 오차가 크게 발생하였다.



[그림 2.17.11] 제17호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

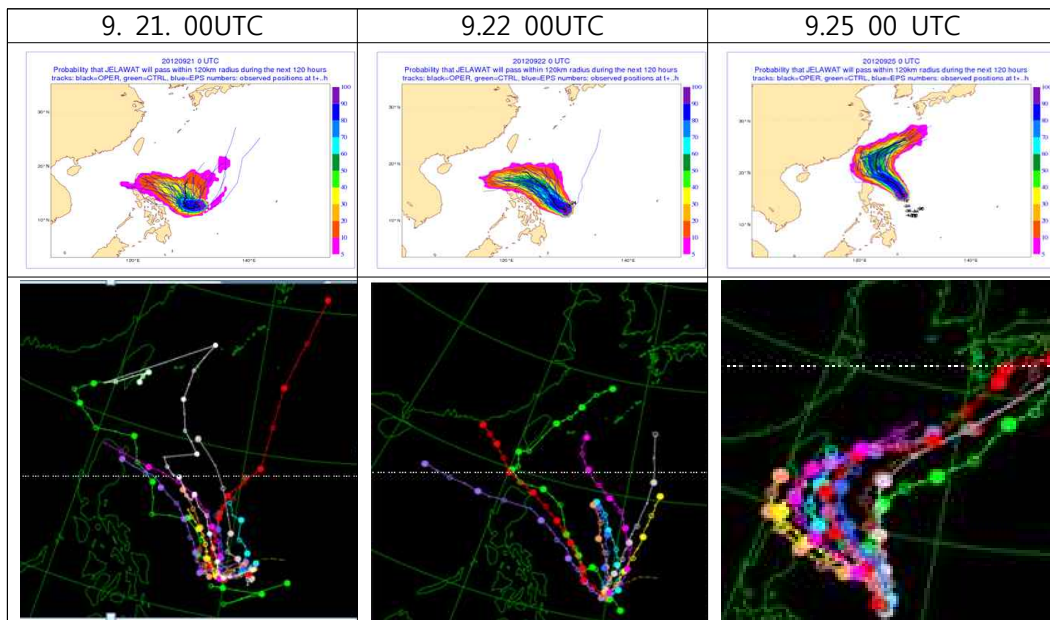
15) 17.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.17.2] 제17호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	DBAR	JGSM	NOGAPS	GFS	ECMWF	TEPS	TWRF	KWRF	UM
예보오차	306.9	187.9	244.2	110.2	120.5	245.0	296.0	321.2	223.3
표본수	35	35	17	17	12	35	5	17	35

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 ECMWF나 JMA NTP 컨센서스는 대체로

남북서진하여 북서진하는 것으로 모의하고 있으나, 23일까지 태풍진로의 Spread는 넓게 형성되어 있었으나 25일부터 모델간의 Spread도 좁고, 대만 남~남동쪽 해상에서 전향하여 북동진하는 것으로 모의하고 있고 시간이 지날수록 Spread도 더 좁아 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었다.



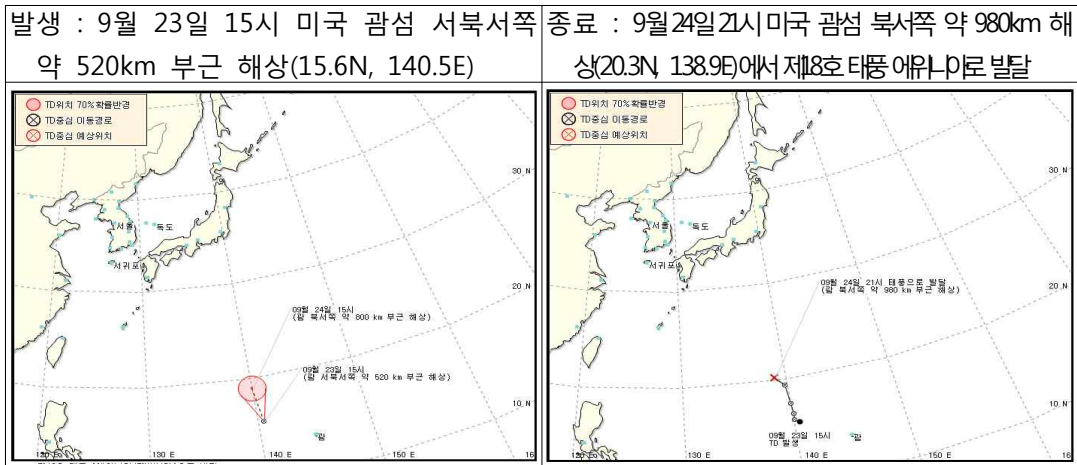
[그림 2.17.12] 제17호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

18. 제18호 태풍 ‘에위니아(EWINIAR)’

18.1 제34호 TD

18.1.1 개요

제34호 TD는 9월 23일 15시경 미국 괌섬 서북서쪽 520km 부근 해상에서 발생하였다. 이때 제34호 TD의 중심기압은 1004hPa, 최대풍속 16m/s으로 CI 지수 1.0, 연직시어 값이 20kts내외, 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 120~150kJ/cm²으로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있어 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었으며, 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근 해상에서 30시간 후인 2012년 9월 24일 21시경 제18호 태풍 ‘에위니아’로 발달하였다.



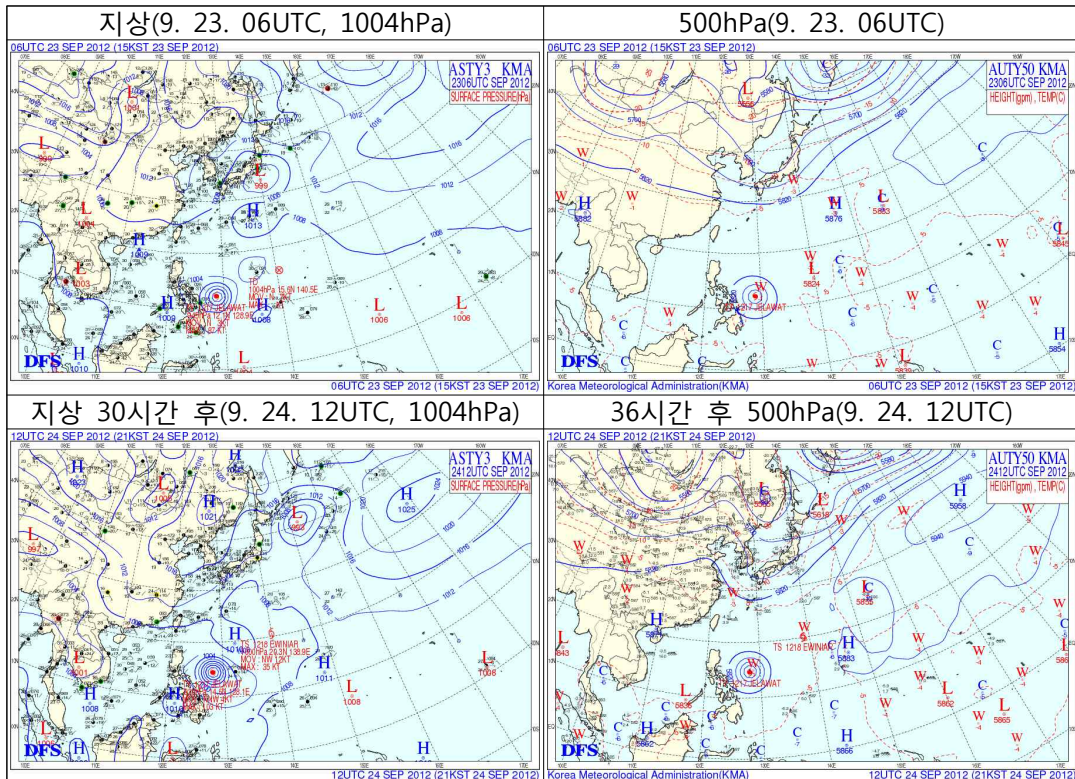
[그림 2.18.1] 제34호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

18.1.2 종관상황

9월 23일 06UTC에 미국 괌섬 남동쪽 약 400km 부근 해상에서 발생한 제34호 TD는 29~30℃의 높은 해수면온도와 120~150kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 이동하며 태풍으로 발달하였다.

이 TD는 아열대고기압 서북서쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 남동쪽에 형성되어 S~M/PF pattern/region 전이역에서 북동쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받고

있었으나, mT가 확장하는 경향이 북동지향류와 맞물리면서 벡터합산 방향인 북북서~북진하였다. 이 TD의 이동방향으로 높은 SST와 열용량지수, 연직시어 값이 20kts 내외로서 강도 강화에 유리한 조건에서 발달하여, 9월 24일 12UTC에 괌 북서쪽 약 980km 부근 해상에서 2012년 제18호 태풍 '에위니아'로 발달하였다.

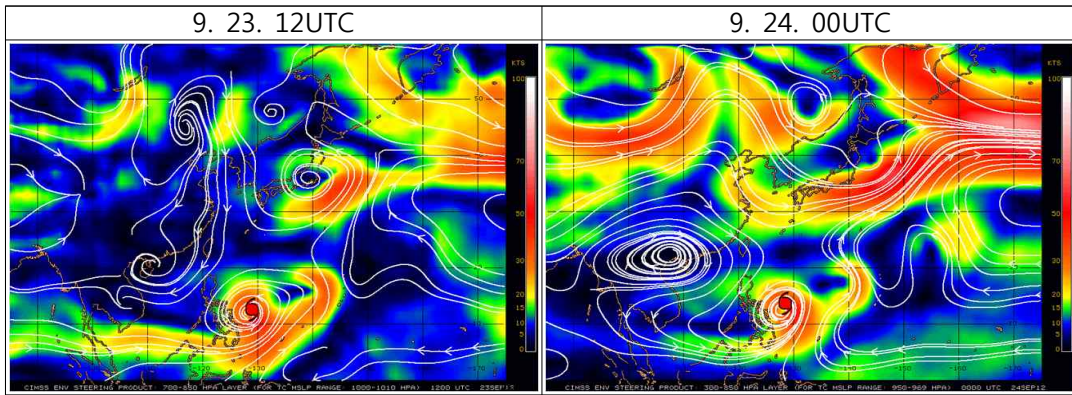


[그림 2.18.2] 제34호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

18.1.3 TD진행과정

18.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

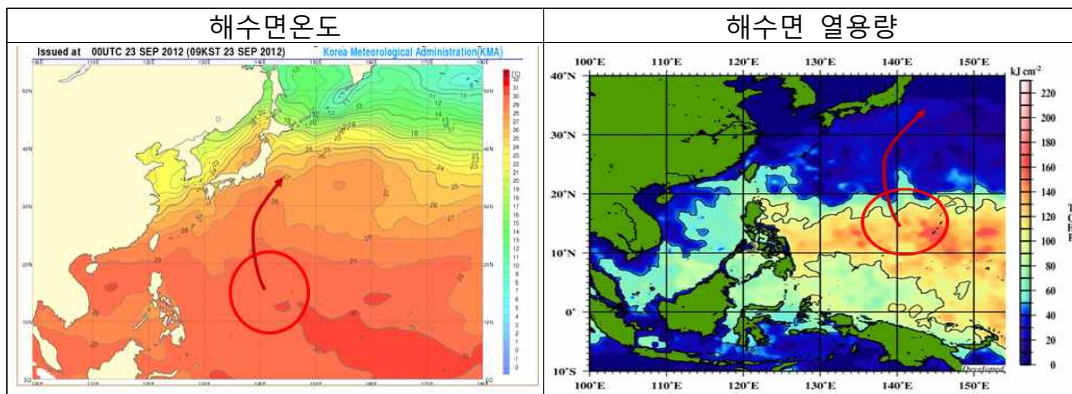
제34호 TD는 북태평양고기압의 서쪽에 위치하여 S-M/PF pattern/region 전이역에서 북진의 지향류 영향을 받았으며, 지향류가 강하게 형성되지는 않고 대류시스템을 형성하며 이동하여 이동속도는 빠르지 않았고, 잠열방출이 많은 해역에서 이동하며 발달하였다.



[그림 2.18.3] 제34호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

18.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제34호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 120~150kJ/cm² 로서 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm² 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제34호 TD 이동방향으로도 해양열용량지수와 해수면온도가 높고, 연직시어 값이 20kts 내외로 크지 않아 태풍으로 발달하는데 유리한 조건이어서 9월 24일 12UTC에 괌 북서쪽 약 980km 부근 해상에서 제34호 TD가 제18호 태풍 '에위니아'로 발달하였다.



[그림 2.18.4] 제34호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

18.2 제18호 태풍 '에위니아(EWINIAR)'

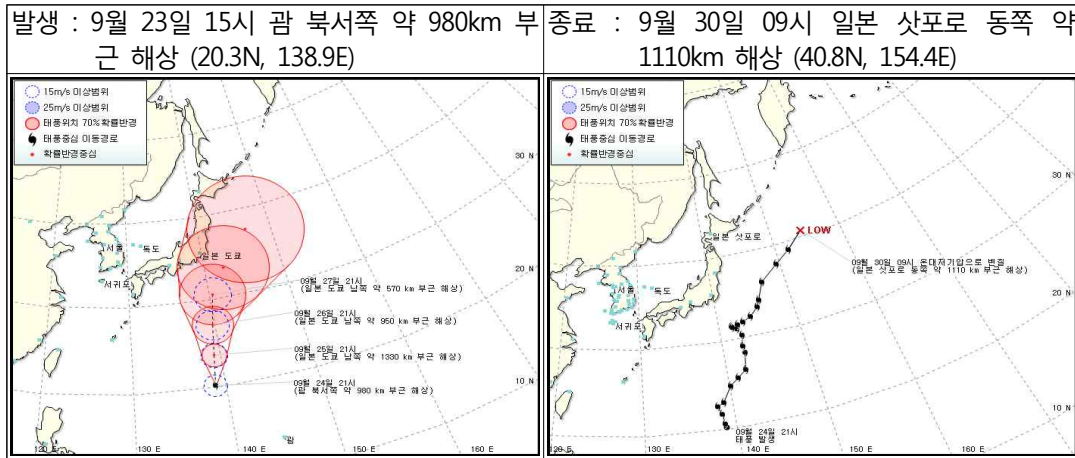
18.2.1 개요

태풍 '에위니아'는 9월 24일 12UTC에 필리핀 마닐라 동쪽 약 1040km 부근 해상에서 TD에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압 1000hPa의

약한 소형태풍으로 중심부근 초속 18m/s의 강풍이 불며 시속 23km의 속도로 북서진하고 있었다.

이 태풍은 9월 23일 06UTC에 미국 괌 서북서쪽 약 520km 부근 해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 13km/h의 속도로 북진중이며, 중심기압 1004hPa, 최대풍속 16m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 28~29℃, 해양열용량 50kJ/cm² 내외의 해역에서 북진 지향류를 따라 북진하며 점차 발달하여 26일 21시경에는 중심기압 985hPa, 중심최대풍속 27m/s의 STS로 발달하였고, 9월 28일 00UTC경 일본 도쿄 남남동쪽 약 510km 해상 SST 27℃이하의 해역에 진입 후 SST가 계속 낮아지는 해역으로 이동하면서 약화되기 시작하여 9월 30일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 1100km 부근 해상(40.8°N, 154.4°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.

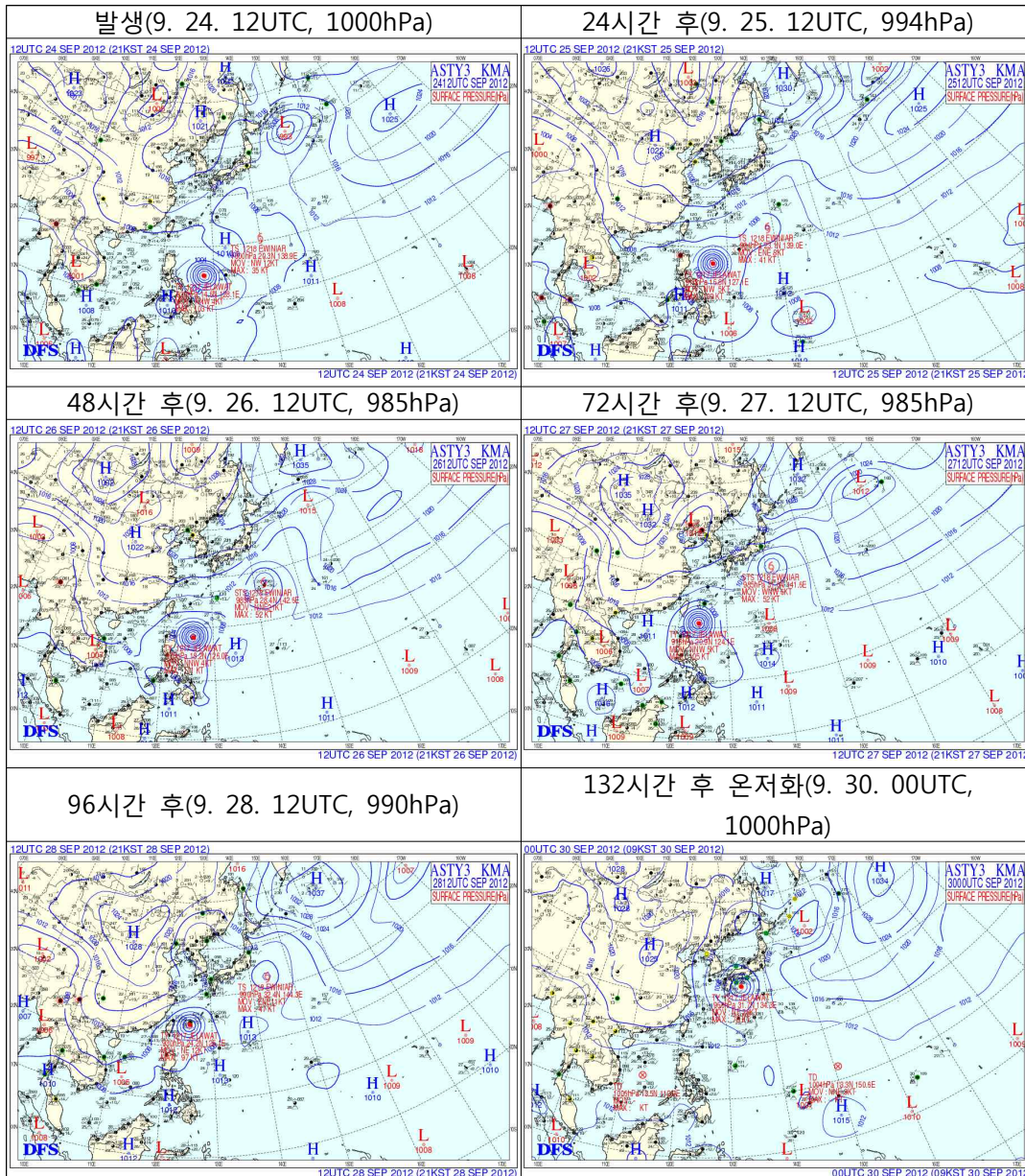


[그림 2.18.5] 제18호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

18.2.2 종관상황

제18호 태풍 '에위니아'는 9월 24일 12UTC에 괌 북서쪽 약 980km 부근 해상(20.3°N, 138.9°E)에서 제34호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기에는 태풍은 북태평양고기압의 서쪽에서 S pattern → M pattern 전이역에 위치해 있었으며 태풍의 동쪽에 강풍역이 형성되어 북진 지향류의 영향을 받고 있었고, 이동하면서 Environmental Structure가 변화하면서 P/PF pattern/region으로 전이되며 북동진하였다. 이 태풍이 발생할 당시 해수온도와 해양열용량은 높았지만, 이동 경로상의 해수온도가 발생당시 29℃에서 +120h 이후 25℃ 이하로 낮아지고, 열용량도 발생당시 50kJ/cm²내외에서 +48h 이후 50kJ/cm²이하로 낮아져서 +72h까지 발달 단계에서 이후 약화되기 시작하였으며, 주변 지향류가 태풍의 동쪽에 형성되어 북진하며 발달 후 P/PF pattern/region에서

북북동 지향류의 영향을 받아 북위 32°C를 넘어서며 점차 약화되기 시작하여 9월 30일 00UTC경 일본 삿포로 동쪽 약 1110km 부근 해상(40.8°N, 154.4°E)에서 온대 저기압으로 변질되었다.



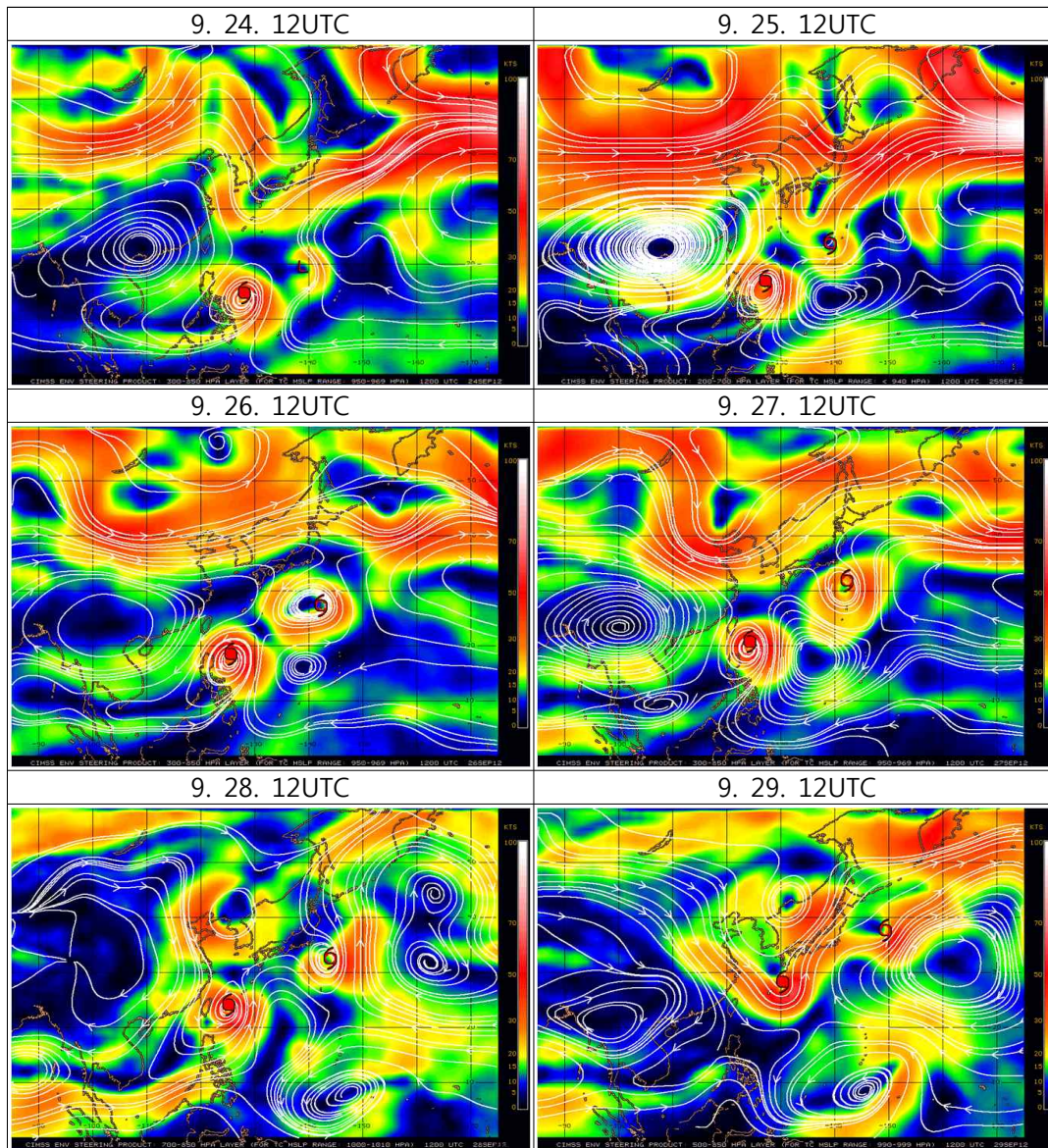
[그림 2.18.6] 제18호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

18.2.3 태풍진행과정

18.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에 태풍의 동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는

주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 서쪽 가장자리에서 북지향류의 영향을 받았다. 25일경 부터는 mT의 형태가 변화하면서 P pattern으로 전이하기 시작하였으며, 27일경 북서쪽에서 접근하는 고기압의 영향을 일시적으로 받아 북서진하긴 하였지만, 이후에도 P/PF pattern/region에서 전이 없이 북북동진 지향류의 영향을 받은 후 온대저기압으로 변질되었다.

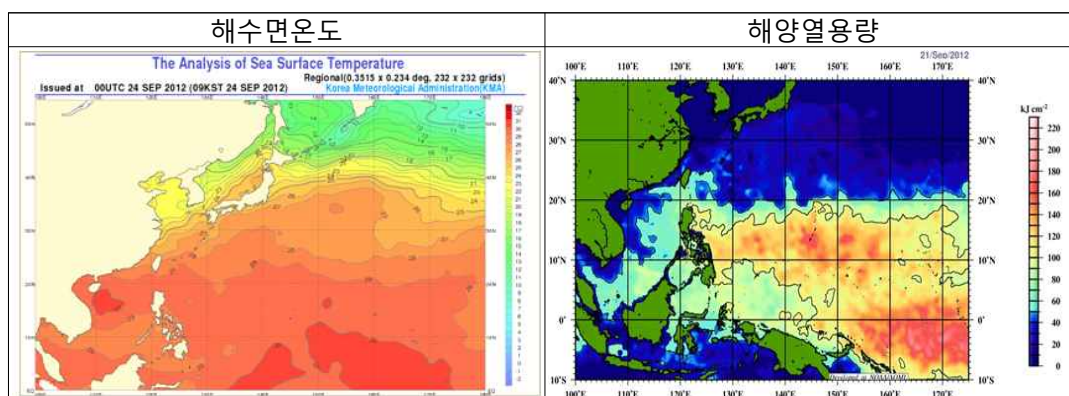


[그림 2.18.7] 제18호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

18.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29°C , 해양열용량은 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 내외로서 태풍강도

강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 태풍 발달에 유리한 해양조건을 유지하며 북상하였으나 120시간 이후 25℃ 이하로 낮아지고, 열용량도 발생당시 50kJ/cm²내외에서 48시간 이후 50kJ/cm²이하로 낮아져서 72시간까지 발달 단계에서 이후 약화되기 시작하여 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.18.8] 제18호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

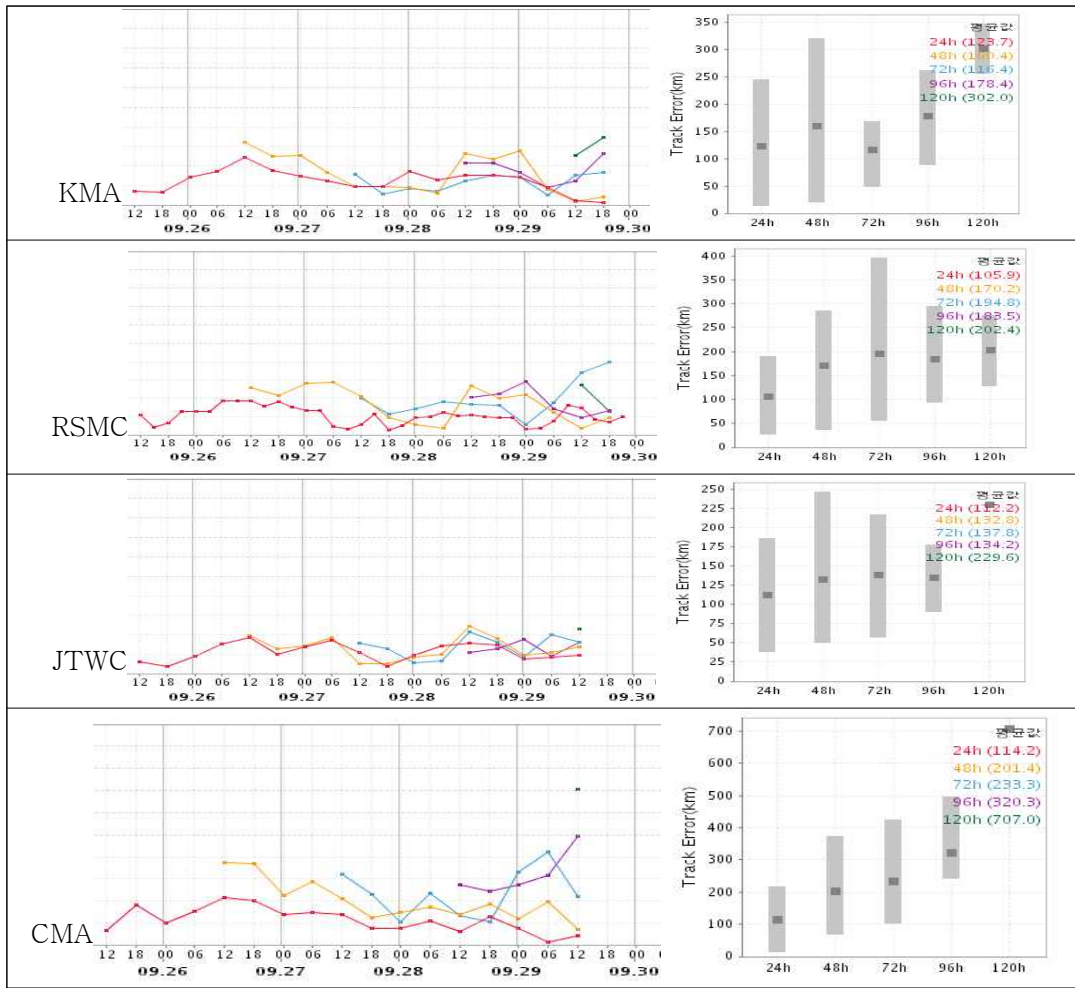
18.2.4 예보정확도

18.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

중국(CMA)을 제외한 대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 170km 이내의 예보오차를 보여 신뢰성이 높은 태풍예보가 생산되었으며, 48시간 예보 기준 CMA의 진로오차가 201.4km로 가장 크게 나타났다.

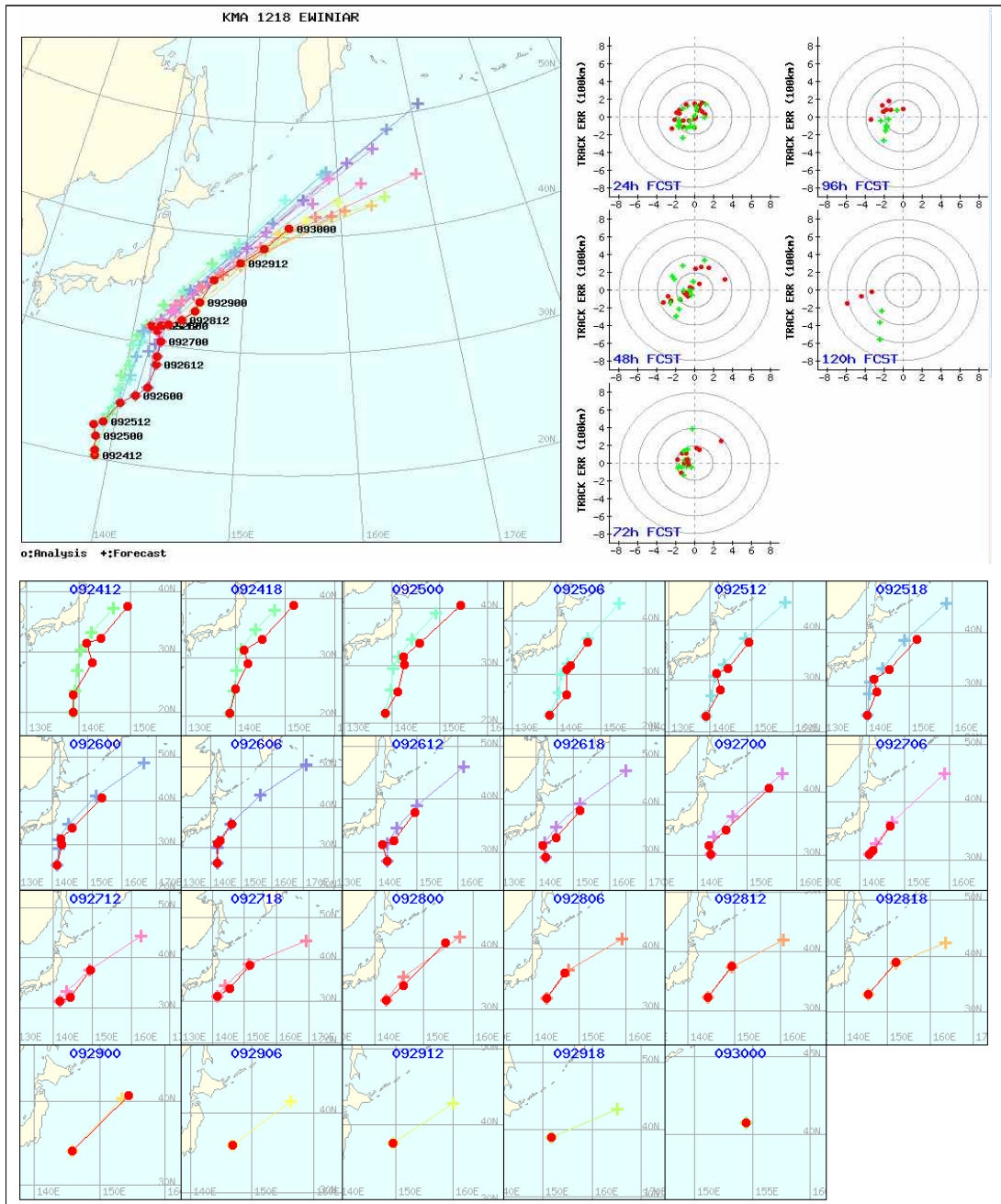
[표 2.18.1] 제18호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	160.4	170.2	132.8	201.4
표본수	14	14	13	13



[그림 2.18.9] 제18호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍 진로예보는 실제 이동방향보다 서쪽으로 편이 되었다.



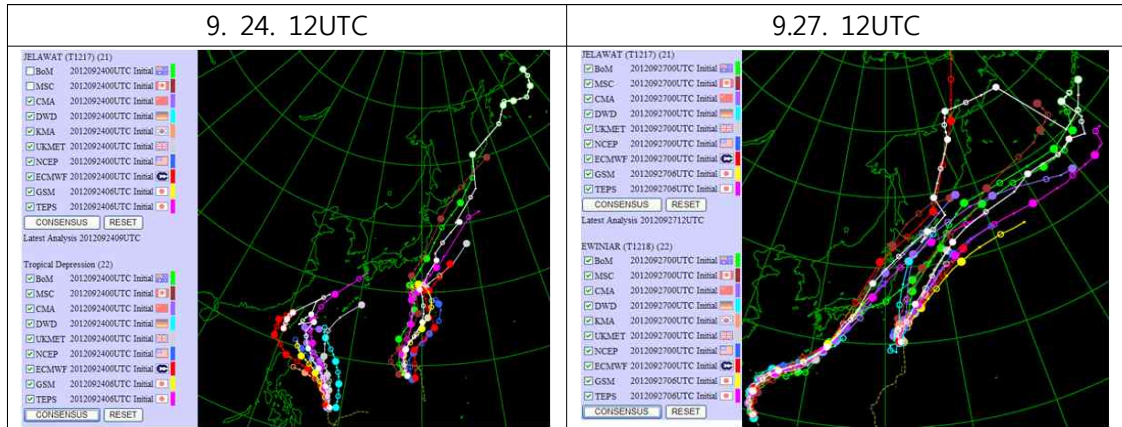
[그림 2.18.10] 제18호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

18.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.18.2] 제18호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	184.3	128.1	186.0	211.0	545.0
표본수	14	5	14	14	3

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 태풍의 진로에 비해 서쪽 Bias를 지녔으며, 27일 일시적으로 북서쪽에서 다가오는 고기압의 영향으로 북서진 이후, Spread가 좁게 형성되어 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 비교적 높은 편이었으나, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하여 실제진로보다 느리게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 봤을 때 대부분의 모델들이 실제 대비 서쪽편이 느리게 모의하는 경향을 보였으며, 향후 비슷한 경향의 태풍의 경우 모델들이 예측하는 것보다 다소 빠르게 예보를 생산하여야 할 것으로 보인다.



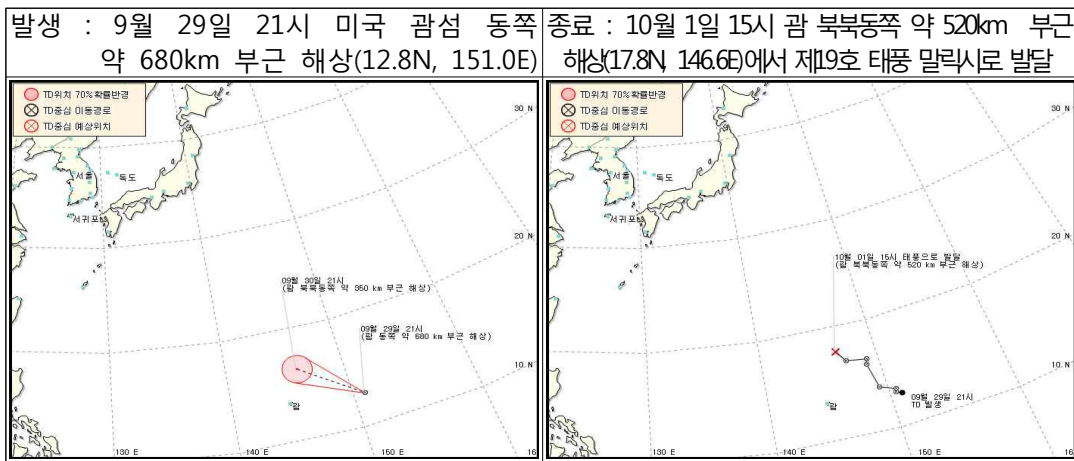
[그림 2.18.11] 제18호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

19. 제19호 태풍 ‘말릭시(MALIKSI)’

19.1 제35호 TD

19.1.1 개요

제35호 TD는 9월 29일 12UTC에 미국 괌섬 동쪽 약 680km 부근 해상에 위치한 저기압이 발달하였다. 이때 제35호 TD의 중심기압은 1006hPa, 최대 풍속 15m/s로 CI 지수 0.5, 연직시어 값 10kts 이하, 해수면온도 29~30℃, 해양열용량 110~130kJ/cm²로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 비교적 적합한 조건을 형성하고 있었다. 제35호 TD는 아열대고기압의 남서쪽에 위치하여 S/PF Pattern 영역에 위치하여 북서쪽으로 향하는 지향류 영향을 주로 받았지만 태풍의 남동쪽에 형성된 강풍대의 영향을 동시에 받으면서 북북서~북북동진하는 등 이동진로가 일정한 방향으로 나타나지 못하고 서~북북동진하면서 발달하여 10월 1일 06UTC에 미국 괌 북북동쪽 약 520km 부근 해상에서 제19호 태풍 ‘말릭시’로 발달하였다.



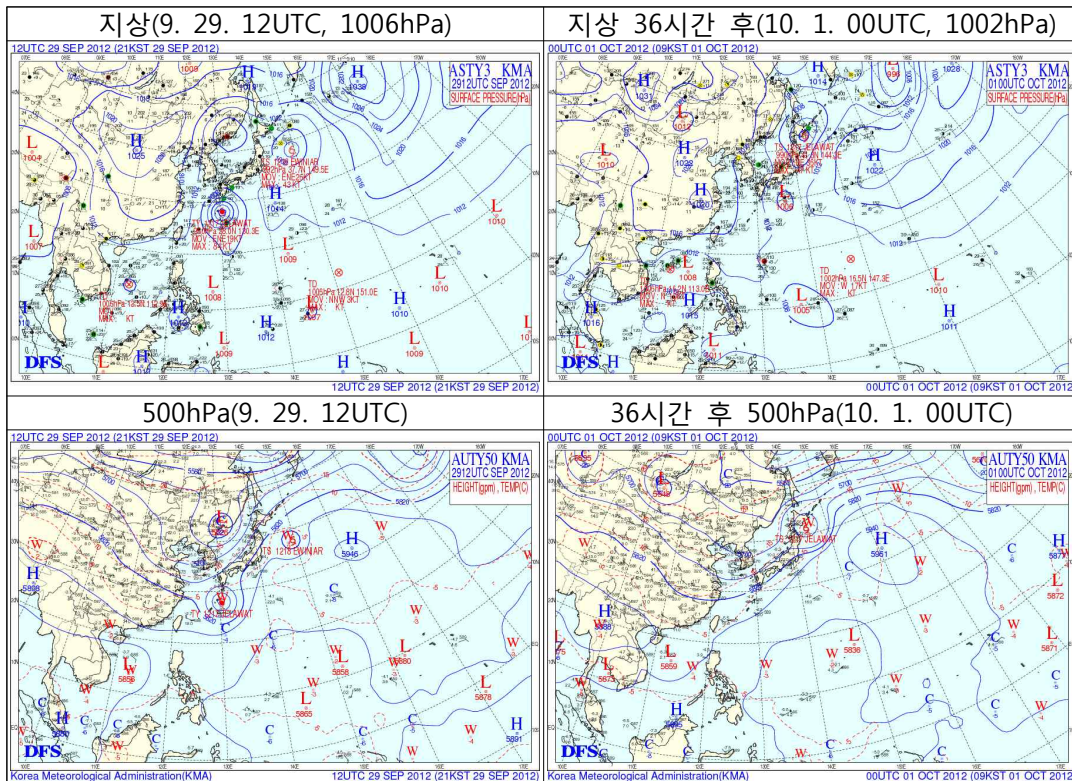
[그림 2.19.1] 제35호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

19.1.2 종관상황

9월 29일 12UTC에 미국 괌섬 동쪽 약 980km 부근 해상에서 발생한 제35호 TD는 29~30℃의 높은 해수면온도와 110~130kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 발달하였다. 제35호 TD가 발생할 당시 쿠릴열도 동쪽해상으로 아열대고기압의

중심이 위치하고 중국 북부지역으로 대륙고기압이 위치한 가운데 북서태평양 20°N 이하 지역으로 몬순골이 위치하여 있다. 일본 삿포로 동쪽 해상에 제18호 태풍 ‘에위니아’가 위치하여 있으며 일본 오키나와 부근 해상에 제17호 태풍 ‘즐라왓’이 위치하여 있고 남중국 해상에 제20호 태풍 개미로 발달한 제36호 TD가 위치하는 등 북서태평양에서 대류활동이 강하게 나타나고 있다. 또한 하층(850hPa)으로 18℃ 등온선이 저위도 해상까지 확장하여 있어 해양과 대기간 온도차가 커 대류활동 강화에 기여하고 있다.

제35호 TD는 괌 남동쪽 저위도 해상에서 28일 00UTC경 1010hPa의 저기압이 해수면온도 29~30℃, 120~150kJ/cm²의 높은 열용량 해역을 이동하면서 발달하여 9월 29일 12UTC경 괌 동쪽 해상에서 중심부근 기압이 1006hPa인 제35호 TD로 발달하였다. 제35호 TD는 해수면온도가 29~30℃, 해양열용량 110~130kJ/cm² 인 해역에서 S/PF pattern/region에서 북동쪽에 형성된 지향류와 TD의 남동쪽에 형성된 강풍대의 영향을 받아 서~북진하면서 발달하여, 2012년 10월 1일 06UTC경 괌 북북동쪽 약 5200km 부근 해상에 제19호 태풍 ‘말릭시’로 발달하였다.

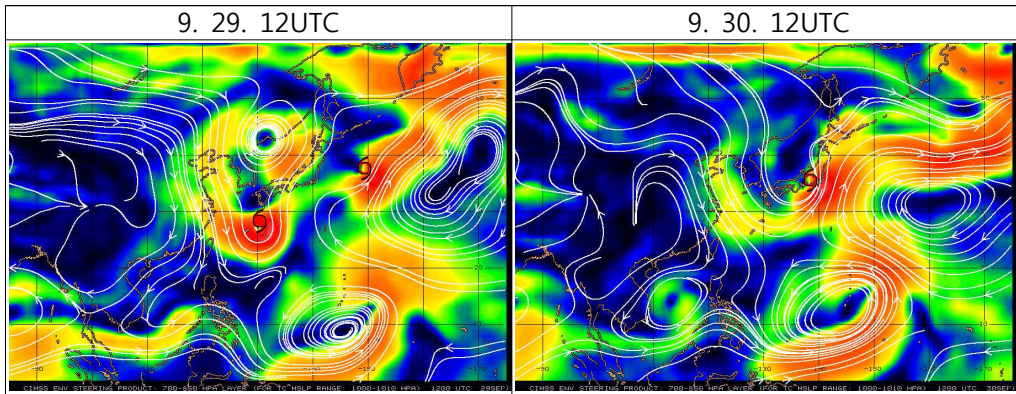


[그림 2.19.2] 제35호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

19.1.3 TD진행과정

19.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

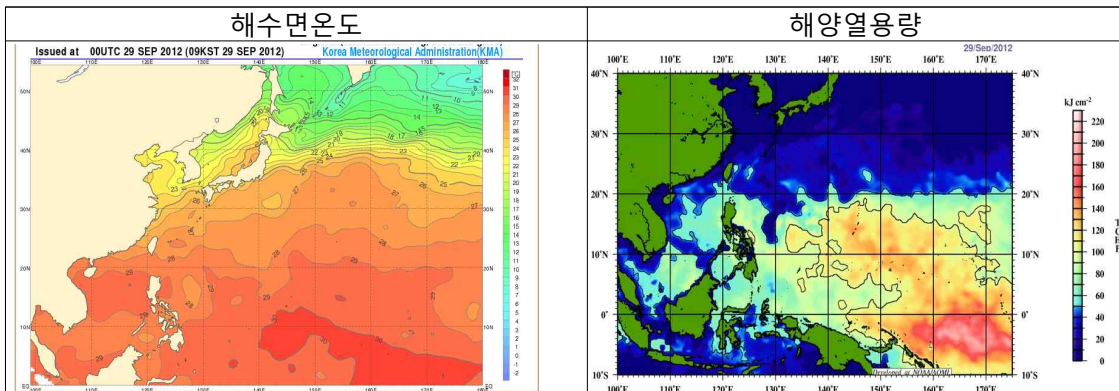
제35호 TD 이동에 영향을 줄 수 있는 지향류 또는 강풍역이 TD의 북동쪽에서 남쪽으로 형성되어 있어 일시적으로 제35호 TD의 남동쪽에 형성된 강풍대의 영향과 북동쪽의 지향류가 동시에 영향을 주면서 북북서~북북동진하였으나 아열대고기압이 남동쪽으로 확장하면서 TD의 북동쪽에 형성된 지향류의 영향을 주로 받아 북서쪽으로 이동하면서 강화되어 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.19.3] 제35호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

19.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제35호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29~30°C, 해양열용량도 110~130kJ/cm²으로 태풍 강화에 유리한 조건이었고, 제35호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도(28~29°C)가 비교적 높고 연직시어 값이 10kts로 태풍으로 발달하는데 유리한 해양 및 대기상태에서 TD가 발생한 후 36시간 후인 10월 1일 06UTC경 미국 괌 북북동쪽 약 520km 부근 해상에서 제35호 TD가 제19호 태풍 '말릭시'로 발달하였다.



[그림 2.19.4] 제35호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

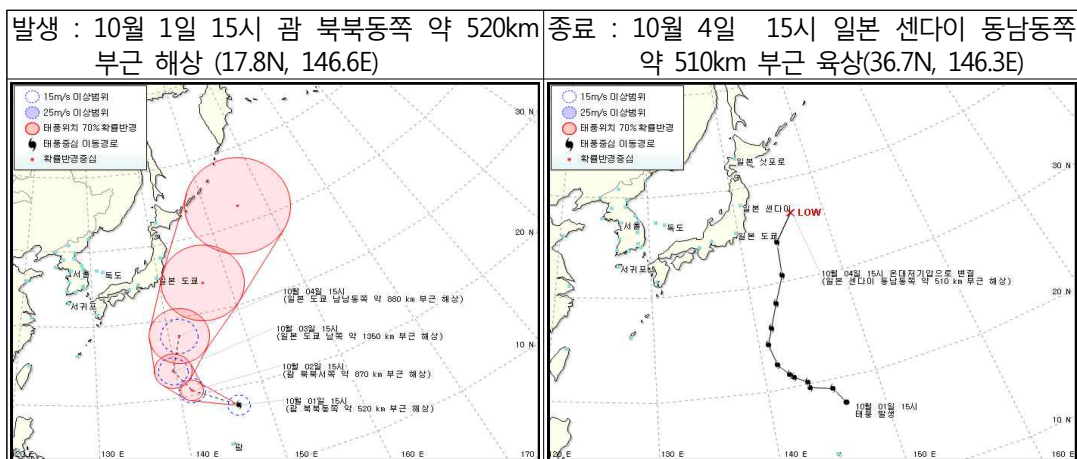
19.2 제19호 태풍 '말릭시(MALIKSI)'

19.2.1 개요

제19호 태풍 '말릭시'는 10월 1일 06UTC에 미국 괌 북북동쪽 약 520km 부근 해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압은 998hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 초속 15m/s의 강풍이 불고 있으며, 시속 22km의 속도로 북서진하고 있었다.

이 태풍은 9월 29일 12UTC에 미국 괌섬 동쪽 약 680km 부근 해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 괌 동쪽 약 680km 부근 해상에서 5km/h의 매우 느린 속도로 북북서진 중에 있었으며, 중심기압 1006hPa, 최대풍속 15m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다.

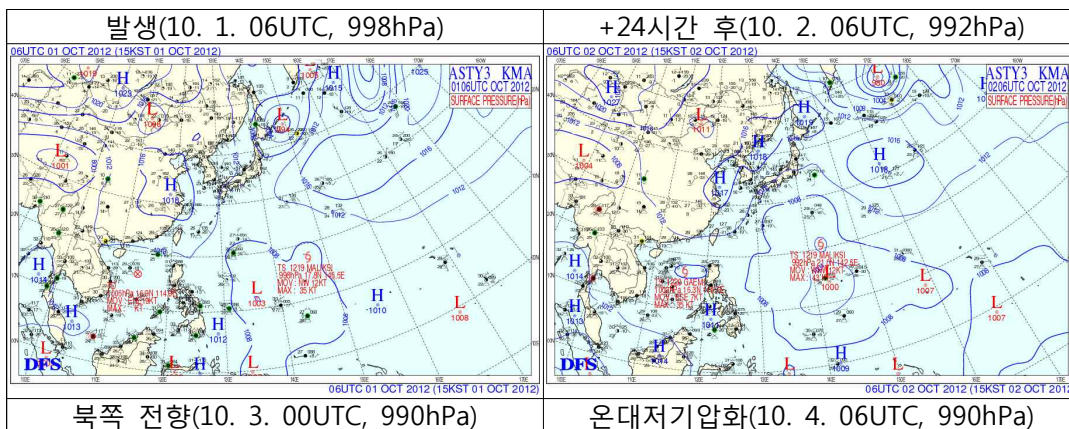
태풍으로 발달한 이후 해수면온도 28~29℃와 해양열용량 100kJ/cm² 이상의 높은 해역에서 북서진하는 지향류를 따라 북서쪽으로 이동하면서 발달하여 10월 3일 06UTC경 일본 도쿄 남쪽 약 1100km 부근 해상으로 이동하는 동안 28~29℃의 높은 해수역과 35~130kJ/cm²의 높은 열용량해역을 통과하면서 중심기압 985hPa, 중심부근 최대풍속 27m/s의 강도 중의 소형 태풍으로 발달하였고, 이 강도는 4일 00UTC경 일본 도쿄 동남동쪽 약 420km 부근 해상으로 이동하는 동안 유지되었다. 이 태풍이 더 이상 강화되지 못한 것은 비교적 고위도에서 발생하였으며 발생한 후 비교적 빠른 속도로 고위도로 북서→북북동진하므로 인해 해양으로부터 에너지유입이 크지 않은 것으로 분석된다. 이후 6시간 후 59km/h의 속도로 북북동진하여 4일 06UTC경 일본 센다이 동남동쪽 약 510km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

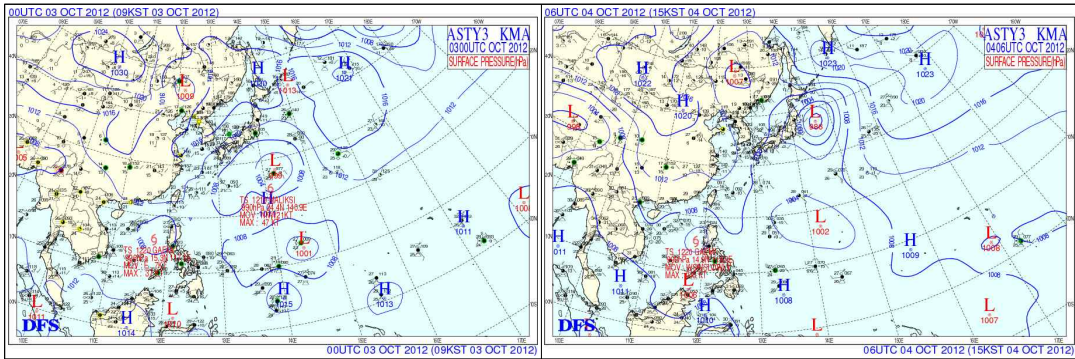


[그림 2.19.5] 제19호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

19.2.2 종관상황

제19호 태풍 '말릭시'는 10월 1일 06UTC경 미국 괌섬 북북동쪽 약 520km 부근 해상(17.8°N, 146.6°E)에서 제35호 TD가 발달하여 발생하였으며, 발생당시 대륙고기압이 중국 중부지방에 위치하여 있었으며 아열대고기압은 일본 동쪽 해상에 위치하여 일본 열도는 기압골이 위치하여 있다. 제19호 태풍 '말릭시'는 일본 동쪽해상에 중심을 둔 아열대고기압의 남서쪽에 위치하고 있었다. 또한 제19호 태풍 '말릭시'가 발생할 당시 남중국 해상으로 제20호 태풍 '개미'로 발달한 제36호 열대저압부가 위치하여 있었지만 제20호 태풍 '개미'와 더불어 제19호 태풍 '말릭시'의 강도 또는 진로에 직접적인 영향은 없었던 것으로 분석된다. 제19호 태풍 '말릭시'는 발생초기 태풍의 북동쪽에 형성된 S/PF Pattern 영에서 북서지향류의 영향으로 북서진하였다. 10월 3일 00UTC경부터 아열대고기압의 서쪽에서 S→M/PF pattern 전이역에서 북쪽을 향하는 지향류의 영향을 받아 북북서~북북동진하다 종료시점에서는 아열대고기압의 북서쪽에 위치하면서 m/PF Pattern 역에서 상층골과 강한 지향류의 영향으로 빠르게 북동진하였다. 제19호 태풍 '말릭시'는 아열대고기압의 가장자리에 형성된 지향류의 영향을 받아 비교적 빠르게 이동함으로 인해서 28~29°C의 높은 해수면 온도역과 35~130kJ/cm²의 높은 열용량해역을 지나면서도 985hPa까지 밖에 발달하지 못하였고 25°C 이하의 해수면온도역과 35kJ/cm²의 낮은 열용량해역, 그리고 높은 연직시어지역으로 이동하면서 약화되고, 또한 태풍의 중심으로 건조역이 침투되고, 태풍의 북동쪽으로 Ci streak가 발생하는 등 위성영상에서 온대저기압으로 변질되는 조건을 모두 만족하면서 10월 4일 06UTC경에 일본 센다이 동남동쪽 약 510km 부근 해상(36.7°N, 146.3°E)에서 온대저기압으로 변질되었다.



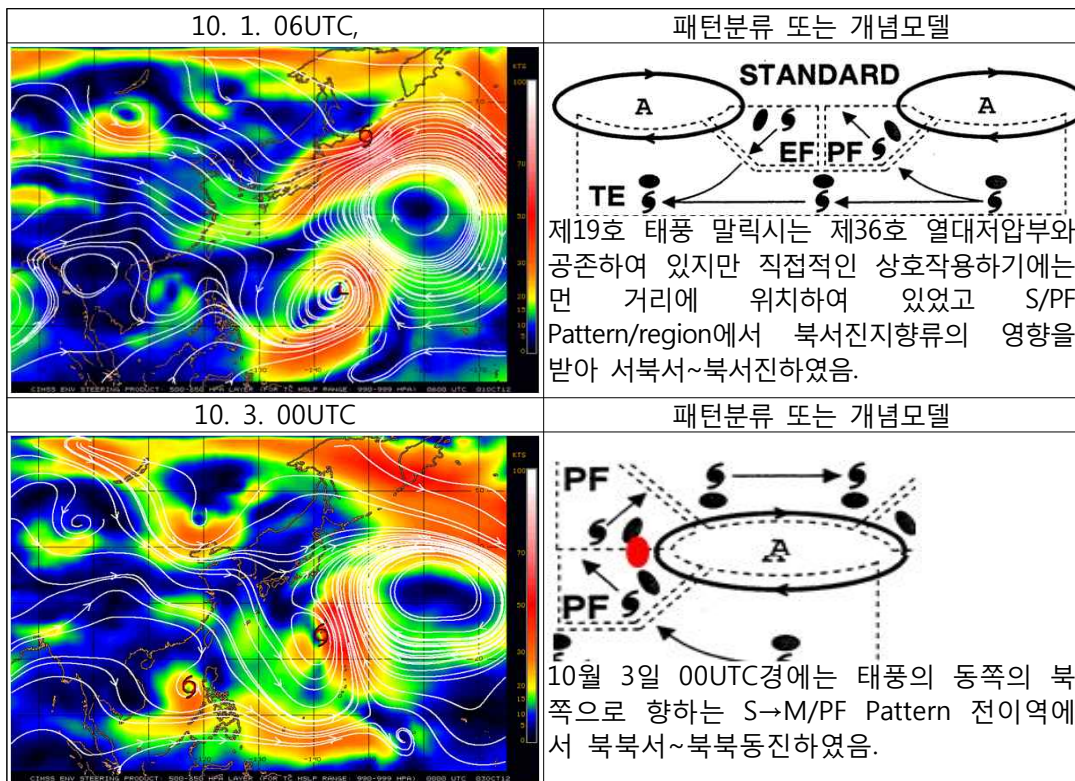


[그림 2.19.6] 제19호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

19.2.3 태풍진행과정

19.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

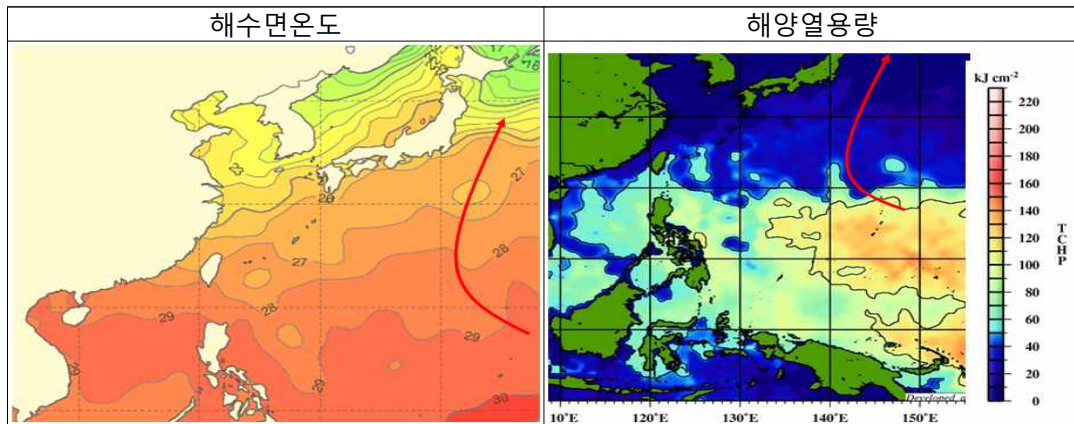
태풍 발생부터 온대저기압으로 약화될 때까지 아열대고기압의 가장자리에 형성된 지향류의 영향을 받아 북서→북→북동진하였다. 10월 1일 06UTC에는 일본 동쪽해상에 중심을 둔 아열대고기압의 남서쪽에서 북서쪽으로 향하는 S/PF Pattern 영역에서 서북서~북서진하였고, 10월 3일 00UTC경부터는 S→M/PF Pattern 전이역에서 북쪽으로 향하는 지향류의 영향으로 북북서~북북동진하였다.



[그림 2.19.7] 제19호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

19.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 110kJ/cm² 내외로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 매우 유리한 조건이었다. 태풍이 발생하여 +48h에 중심기압 985hPa, 중심최대풍속 27m/s의 강도 중의 소형태풍으로 발달하였으며, 이후 해수면온도 25℃이하, 해양열용량 30kJ/cm² 내외 해역으로 이동하여 해양으로부터 에너지 유입이 크게 줄고, 북쪽에 위치한 한대기단으로부터 건조기류가 유입되면서 발생한 후 +72시간 후에 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.19.8] 제19호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

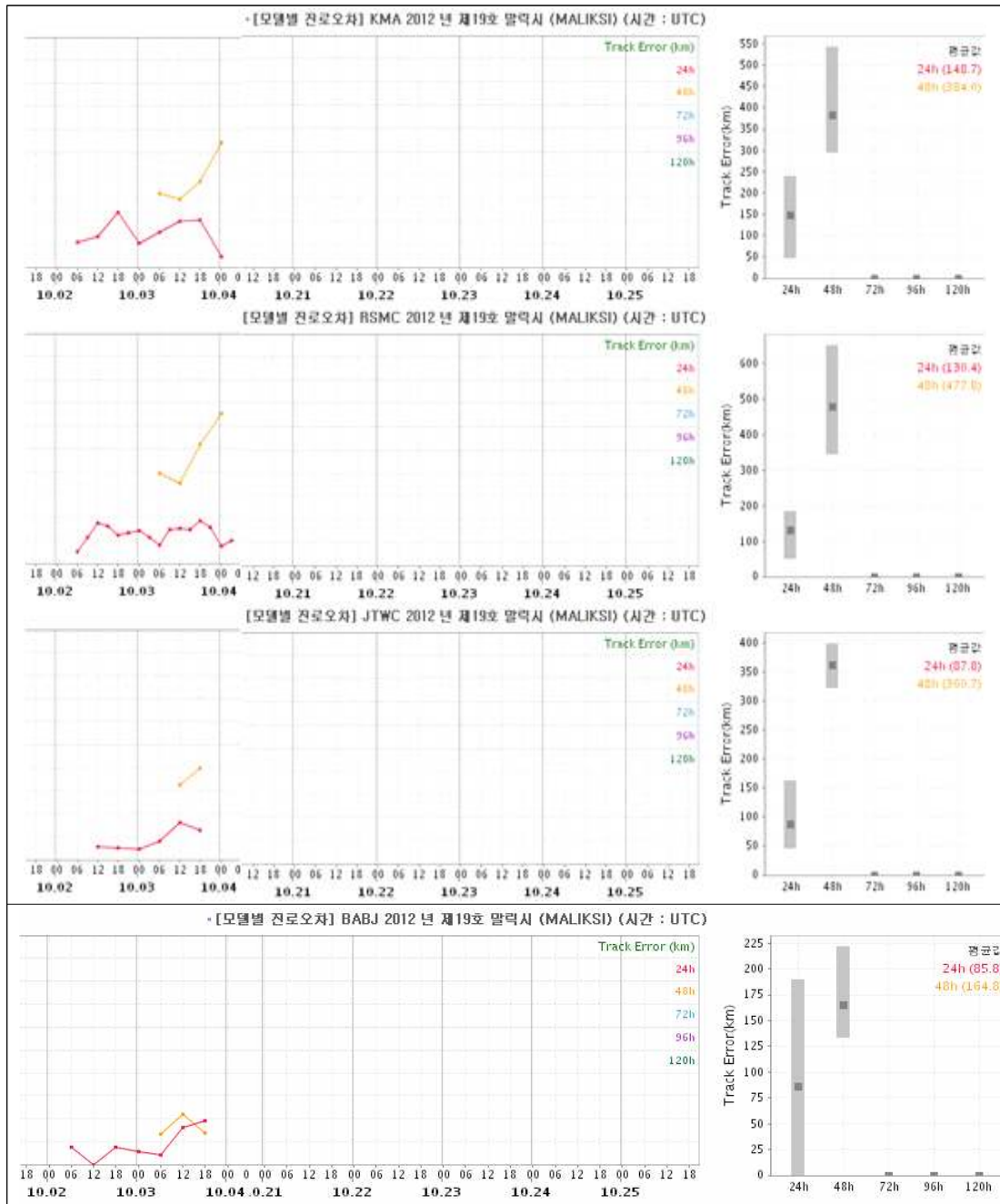
19.2.4 예보정확도

19.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

기관들 중에서는 CMA가 164.8km로 가장 정확한 예보를 하였으나 KMA, RSMC, JTWC 등은 360~478km 의 큰 오차를 보여 정확하지 않은 태풍예보가 생산되었다. 이는 발생초기에 왼쪽으로 편향 및 느린 예보를 생산하여 편차가 크게 발생하였다.

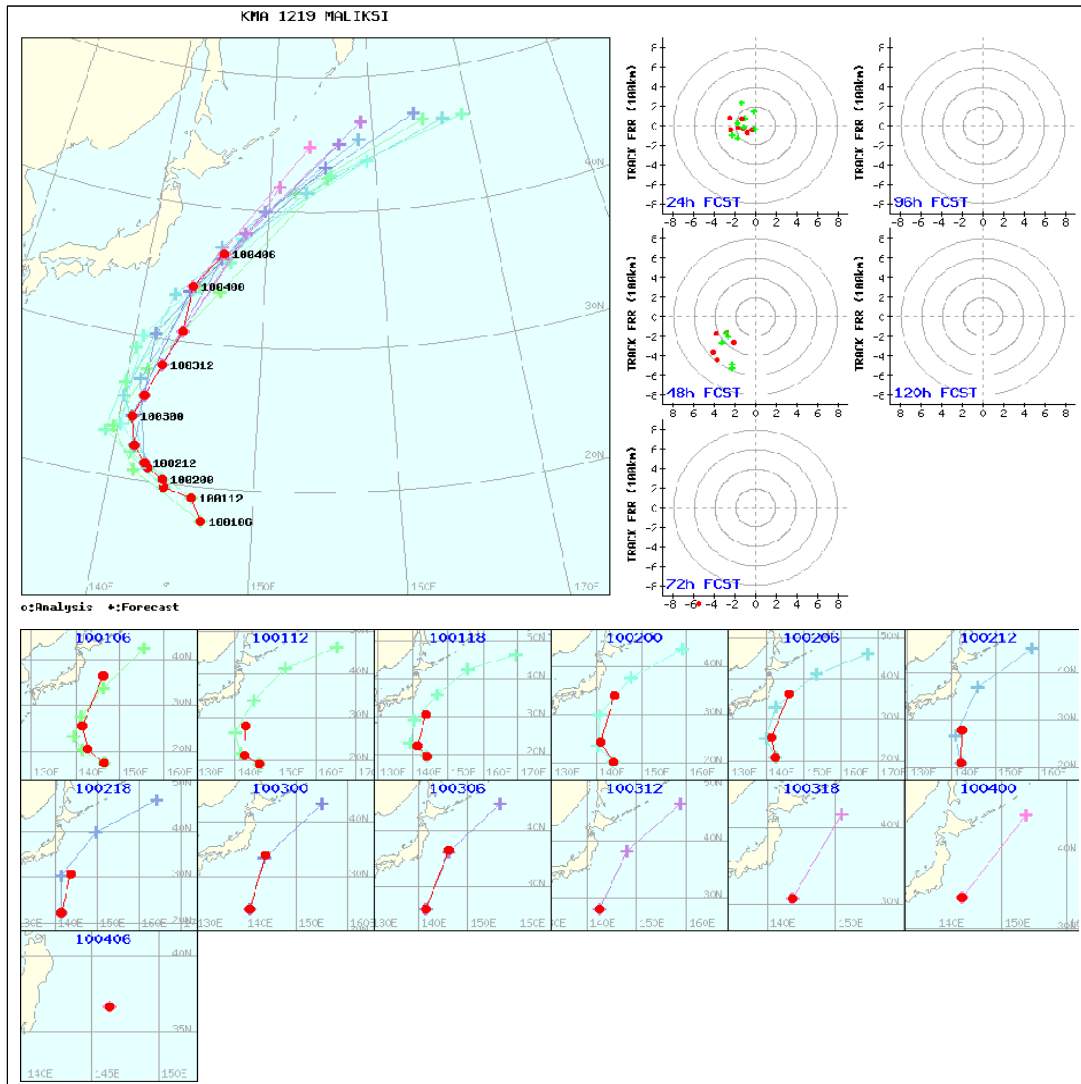
[표 2.19.1] 제19호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	384	477.8	360.7	164.8
표본수	4	4	2	3



[그림 2.19.9] 제19호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA의 태풍진로예보는 전체적으로 느린 경향 그리고 왼쪽으로 편향예보를 하여 편차가 크게 발생하였다.



[그림 2.19.11] 제19호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

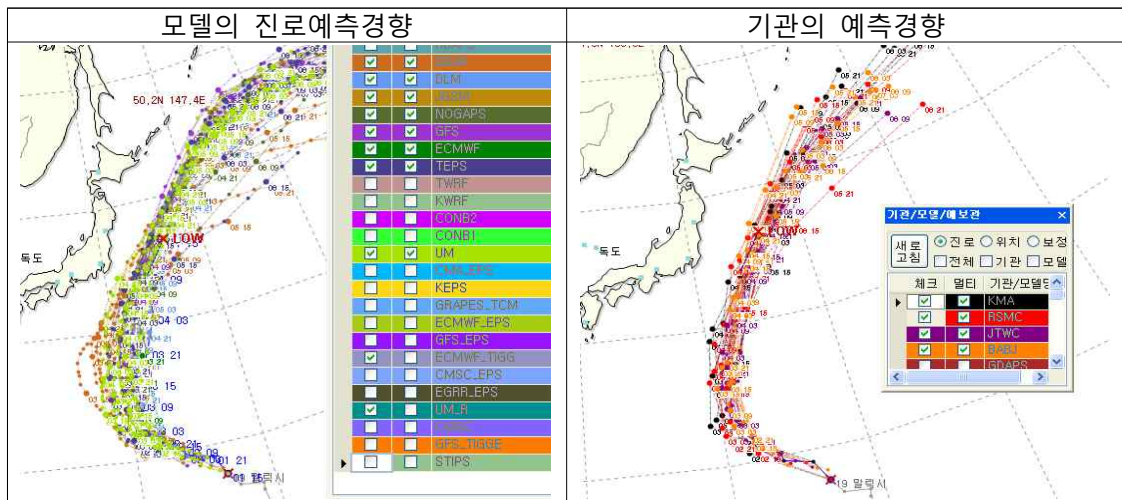
19.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.19.2] 제19호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	NOGAPS	TEPS	UM	GFS
예보오차	495.4	957.7	485.7	500.4	264
표본수	4	1	4	4	2

태풍의 발생초기에서부터 대부분의 모델(UM, JGSM, TEPS, DLM, DBAR 등)이 비슷한 진로를 예측하고 있어 모델간의 spread가 좁아 신뢰도가 높은 편이지만 실제 이동경로보다 왼쪽으로 편이 예측을 하였다. 하지만 NOGAPS는 실제

이동경로와 비슷한 예보를 하였지만 이동속도 면에서 차이가 있었고 중반 이후에도 NOGAPS와 UM 등을 제외한 모델들이 대체적으로 왼쪽으로 편이 예보를 하여 오차가 크게 발생하였다. 이는 대부분의 모델들이 아열대고기압의 세력이 유지되면서 그 가장자리를 따라 이동할 것으로 예상하여 예측모델간의 spread가 좁아 신뢰도가 높아 보였지만 모델예측 경로보다 오른쪽으로 편향되었고 이동속도에서도 실제 이동속도보다 모델들이 느리게 예측하여 이동경로와 편차가 크게 발생하였다.



[그림 2.19.11] 제19호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

20. 제20호 태풍 ‘개미(GAEMI)’

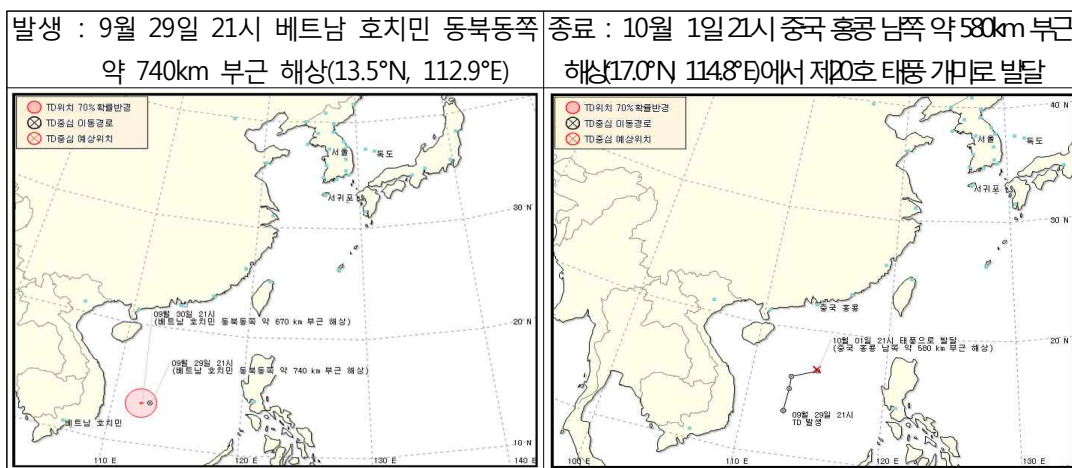
20.1 제36호 TD

20.1.1 개요

제36호 TD는 9월 29일 12UTC에 베트남 호치민 동북동쪽 약 740km 부근 해상에 위치한 저기압이 발달하여 발생하였다. 이때 중심기압은 1006hPa, 중심부근 최대풍속 15m/s이었다.

제36호 TD 발생 시 주변해역의 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm² 으로 비교적 양호한 열적 조건을 갖추었고 연직시어도 20kts로 비교적 낮았다. 발생위치가 비교적 고위도에 위치하여 충분한 전향력을 갖추어진 상태에서 하층에서 저기압성 순환장과 방향 수렴이 나타나면서 대류셀들이 발달하면서 TD가 발생하였다.

제36호 TD 주변에 뚜렷한 기압계와 지향류가 없어 느리게 북진하다 동진하였으며 이동경로상에 형성된 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm²의 고수온 해역을 이동하면서 점차 발달하였다. 발생 72시간 후인 10월 1일 12UTC에 중국 홍콩 남쪽 약 580km 부근 해상으로 진출하면서 제20호 태풍 ‘개미’로 발달하였다.



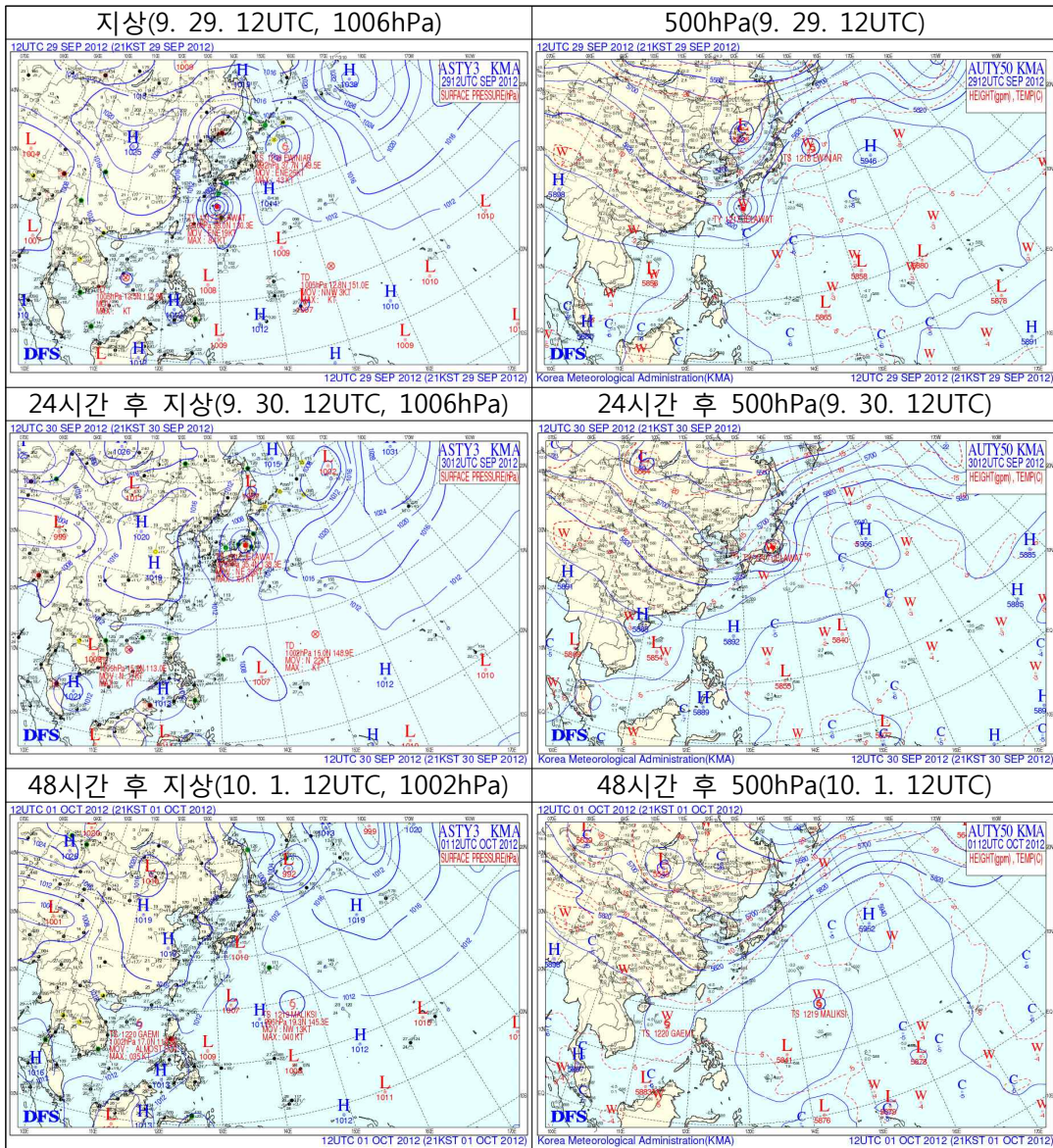
[그림 2.20.1] 제36호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

20.1.2 종관상황

제36호 TD 발생 시 말레이시아 해역에는 고수온, 고열용량이 형성되어 열적

조건이 양호한 상태였다.

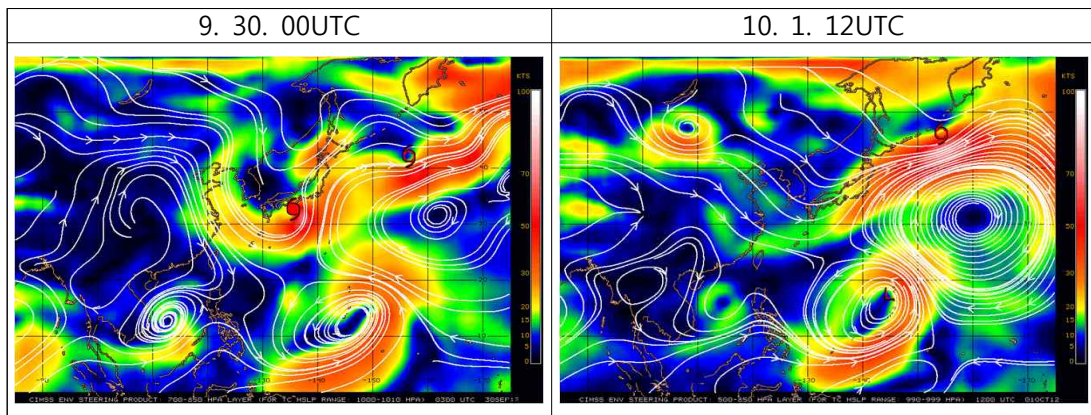
제36호 TD 북쪽에 대륙고기압이 위치하였으나 강한 지향류를 형성하지 못하여 진로에 영향을 미치지 못하였고 주변에 또 다른 뚜렷한 기압계와 지향류도 형성되지 않아 거의 정체하다가 느리게 북진 후 동북동진하여 10월 1일 12UTC경 중국 홍콩 남동쪽 약 580km 부근 해상으로 진출하면서 중심부근 기압 1002hPa 중심부근 최대풍속이 18m/s에 달하면서 제20호 태풍 '개미'로 발달하였다.



20.1.3 TD진행과정

20.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

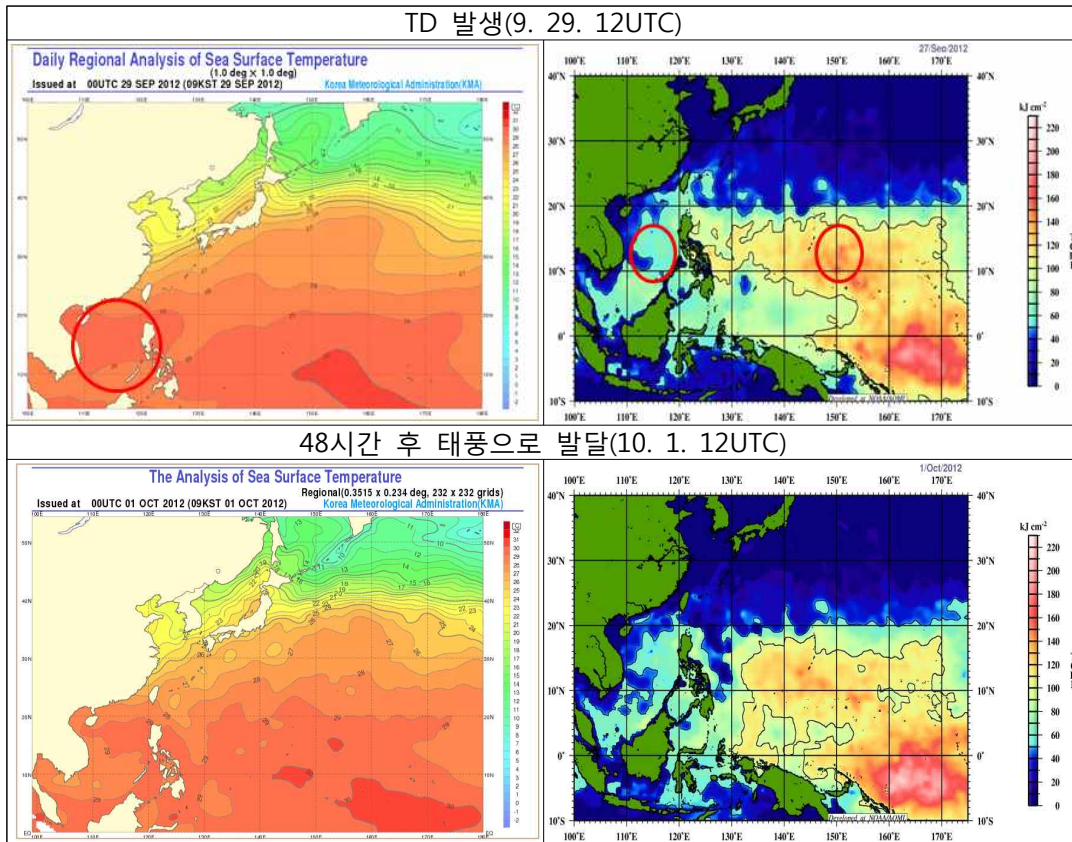
제36호 TD 북쪽에 위치한 대륙고기압은 강한 지향류를 형성하지 못하여 TD의 진로에 큰 영향을 미치지 못하였고 주변에 또다른 기압계도 뚜렷하지 않은 상황에서 거의 정체하다 TD의 남동쪽에 북동 지향류가 형성되어 있고 남동쪽으로 강풍대가 형성되면서 느리게 이동하였으나 진로가 매우 유동적이었다. 이후 느리게 북진하다 동북동진하였으며 중국 홍콩 남쪽 약 580km 부근 해상으로 진출하면서 제20호 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.20.3] 제36호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

20.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제36호 TD 발생 시 주변해역의 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm² 으로 양호한 열적 조건을 갖추어진 상태였으며, TD의 이동경로인 북~북동 방향으로도 해수면온도 29℃, 해양열용량 50~70kJ/cm²으로 양호한 열적 조건이 유지되어 충분한 수증기 공급이 가능한 상태로서 발생 48시간 후인 10월 1일 12UTC에 중국 홍콩 남쪽 약 580km 부근 해상에서 제20호 태풍 '개미'로 발달하였다.



[그림 2.20.4] 제36호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

20.2 제20호 태풍 '개미(GAEMI)'

20.2.1 개요

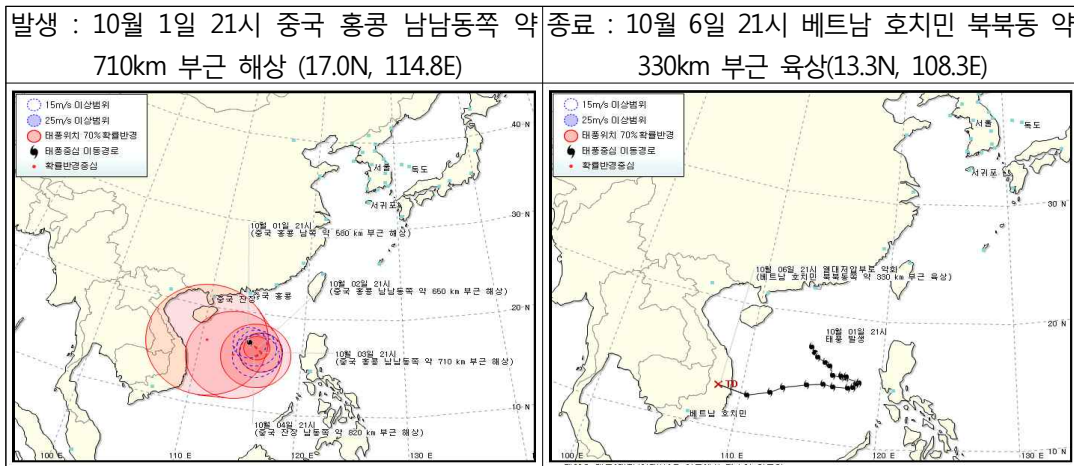
제20호 태풍 '개미'는 제36호 TD가 북~동북동진하여 10월 1일 12UTC경 중국 홍콩 남쪽 약 580km 부근 해상으로 진출하면서 중심기압 1002hPa 중심부근 최대풍속 18m/s으로 발달하여 발생하였다.

제20호 태풍 발생 시 북쪽에 대륙고기압이 위치하고 있었으나 그 밖의 다른 기압계가 뚜렷하지 않은 상황에서 동중국해에서 거의 정체하며 유동적인 진로를 보였다. 대륙고기압이 조금씩 남하하면서 느리게 남동진하여 10월 3일에는 필리핀 서쪽 해역으로 진출하면서 최성기를 맞아 중심기압 996hPa, 중심부근 최대풍속 19m/s, 강풍반경 200km의 약한 소형태풍으로 발달하였다.

10월 4일 필리핀 마닐라 서쪽 약 280km 부근 해상으로 진출 하였으며, 이때부터 태풍의 북쪽으로 서 지향류가 점차 강화되면서 S/TE pattern/ region에서

서진하였다.

10월 6일 오후에는 베트남 호치민 동북동쪽 해안으로 상륙하여 내륙을 이동하다 10월 6일 밤 베트남 호치민 북북동쪽 약 330km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.

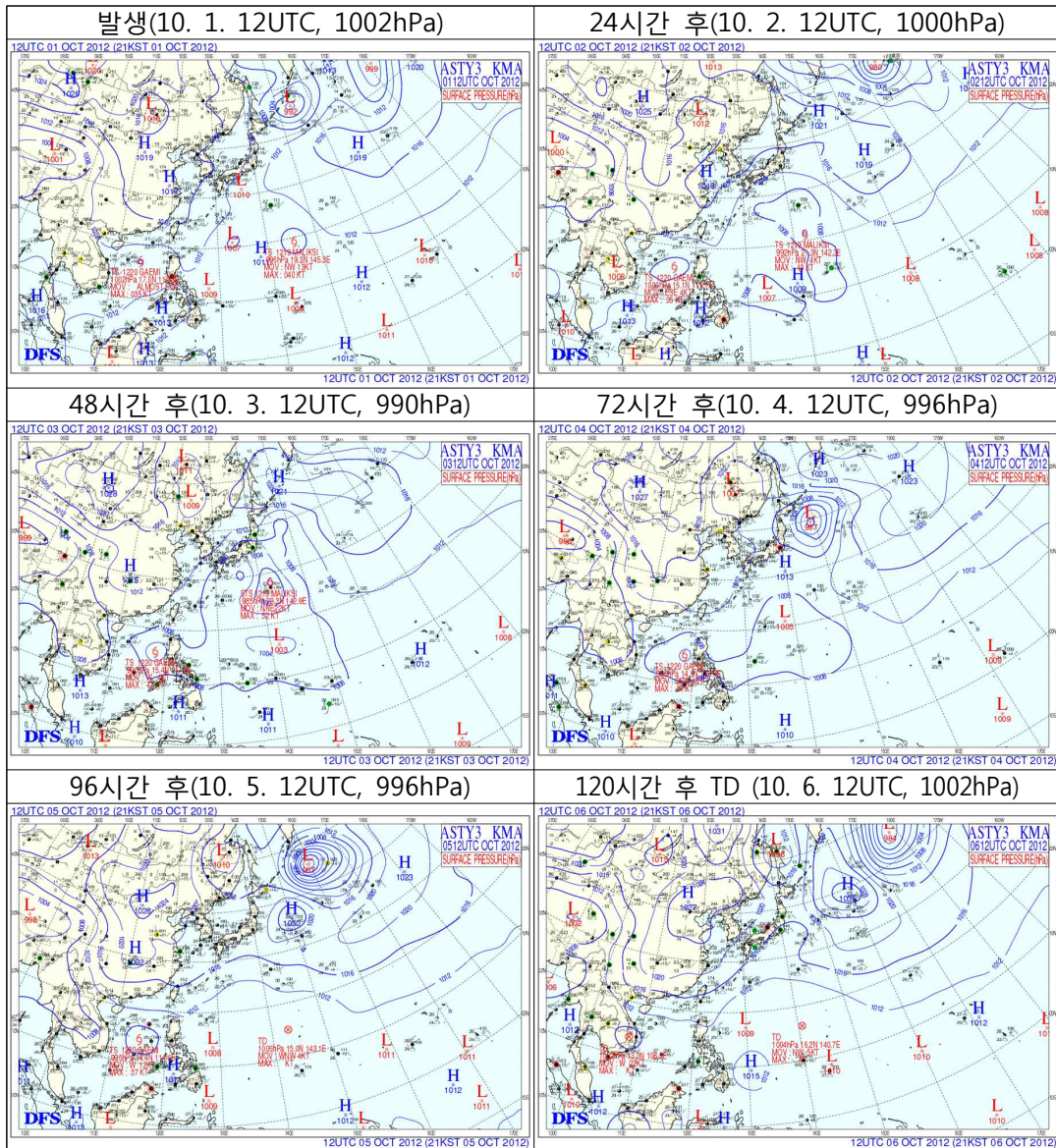


[그림 2.20.5] 제20호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

20.2.2 종관상황

제20호 태풍 발생 시 북쪽에는 대륙고기압이 위치하고 남쪽으로는 고압부가 위치하였으나 어느 기압계도 뚜렷하게 영향을 미치지 못하여 거의 정체하였다. 이후 대륙고기압이 다소 남쪽으로 확장하면서 태풍은 느리게 남동진하였다.

10월 4일에는 필리핀 마닐라 서쪽 약 280km 부근 해상으로 진출하였으며, 이때부터 태풍의 북쪽으로 서 지향류가 점차 강화되면서 S/TE pattern/ region에서 서진하였다. 10월 6일 오후에는 베트남 호치민 동북동쪽 해안으로 상륙하여 내륙을 이동하다 10월 6일 밤 베트남 호치민 북북동쪽 약 330km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.20.6] 제20호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

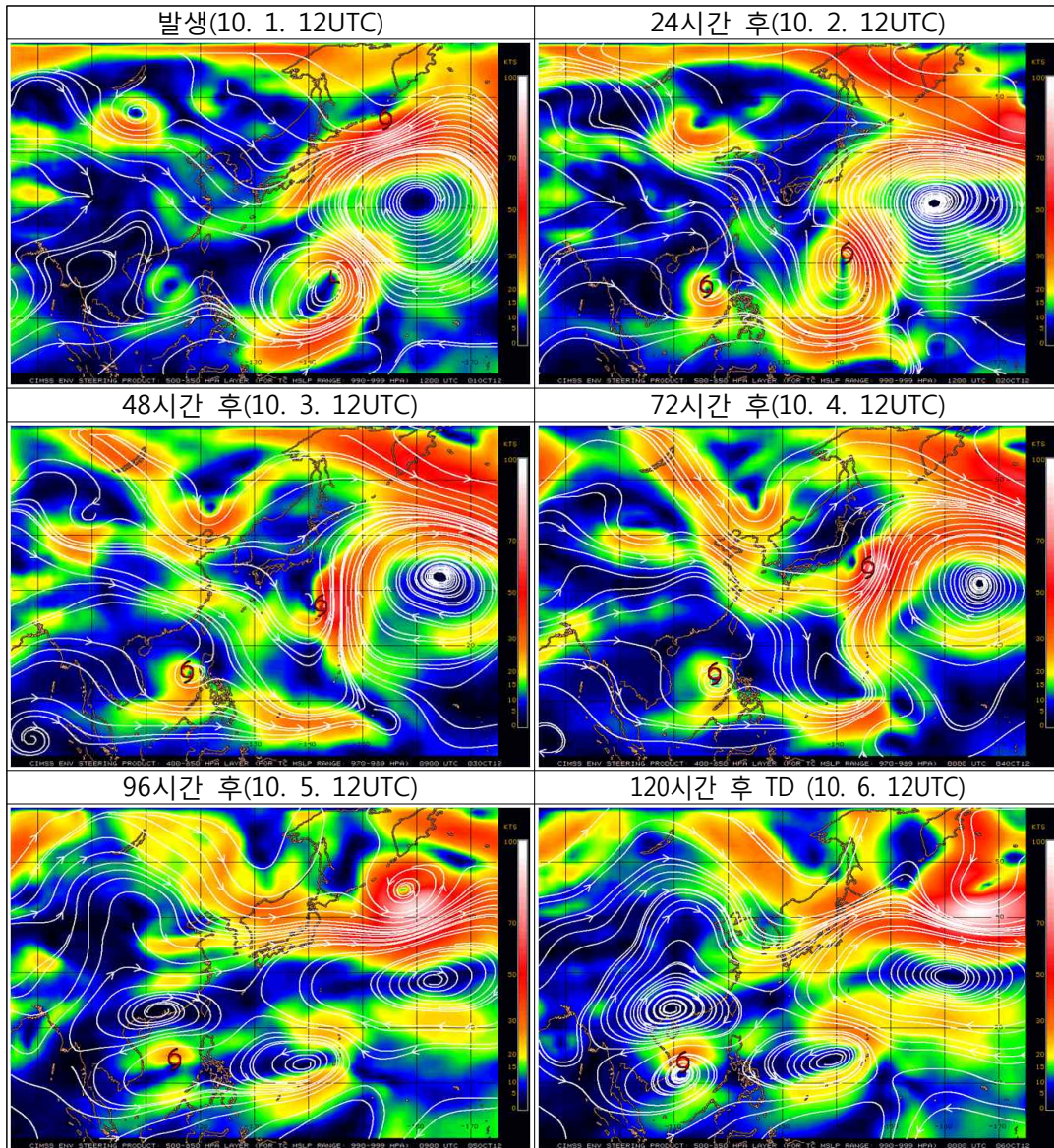
20.2.3 태풍진행과정

20.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

제20호 태풍이 발생한 10월 1일 북쪽에는 대륙고기압이 위치하고 있었으나 지향류를 뚜렷하게 형성하지 못하였으며 남쪽에는 고압부에서 약한 동 지향류를 형성하였다. 제20호 태풍은 이 기압계의 가운데 부분에 위치하여 어느 지향류의 영향도 받지 못하고 정체하였다.

이후 대륙고기압이 다소 남쪽으로 확장하면서 태풍은 느리게 남동진하였으며

10월 4일에는 필리핀 마닐라 서쪽 약 280km 부근 해상으로 진출하였다. 이때부터 태풍의 북쪽으로서 지향류가 점차 강화되었으며 S/TE pattern/ region에서 서진하였다. 10월 6일 오후에는 베트남 호치민 동북동쪽 해안으로 상륙하여 내륙을 이동하다 10월 6일 밤 베트남 호치민 북북동쪽 약 330km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



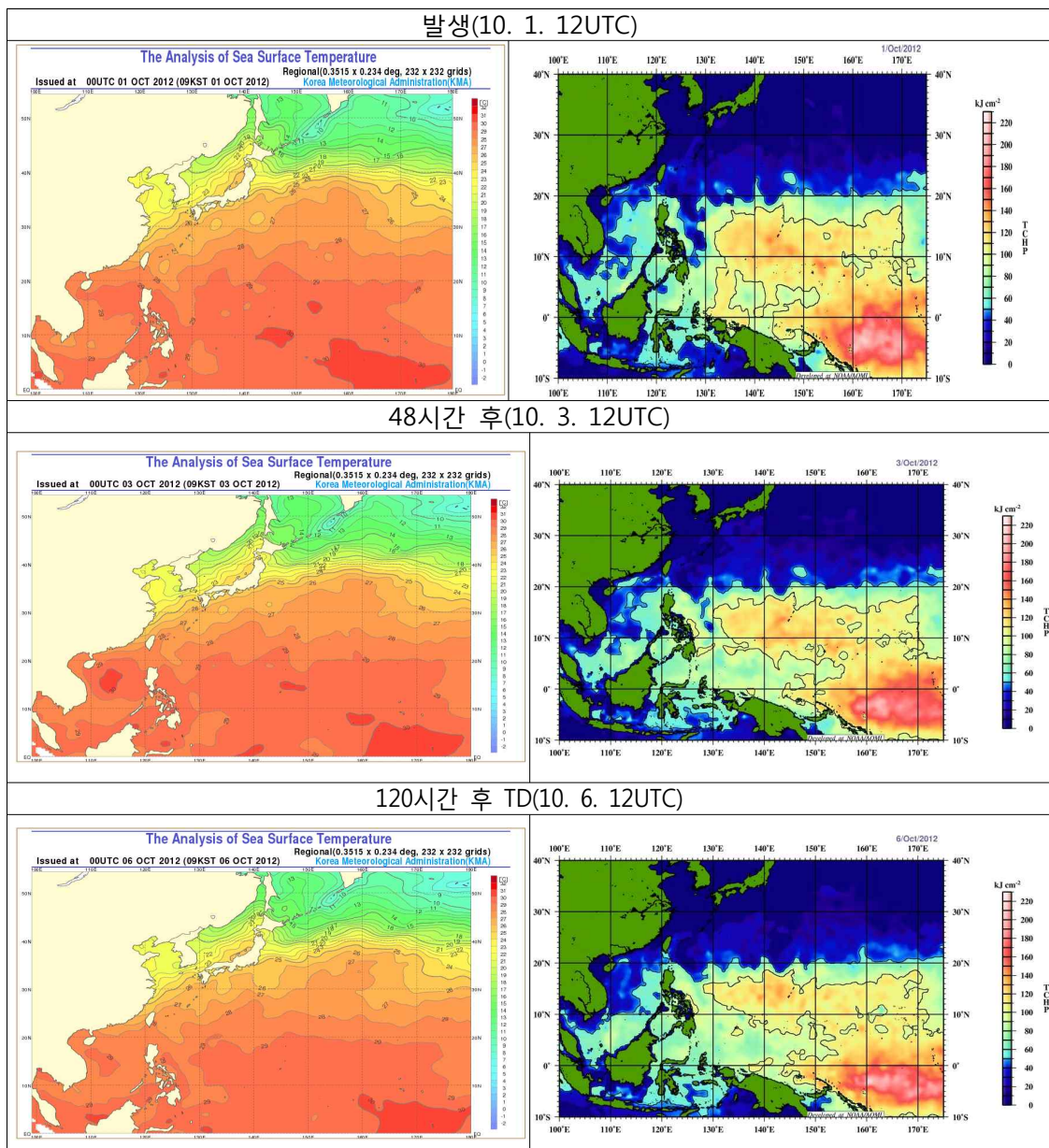
[그림 2.20.7] 제20호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

20.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

제20호 태풍이 발생한 남중국해에는 해수면온도 28~29℃, 해양열용량

50~60kJ/cm²이 형성되었고 연직시어도 10~20kts로 태풍의 강화에 다소 유리한 조건이 형성되었다. 태풍의 이동 경로인 필리핀 서쪽 해상으로도 해수면온도 28~29°C, 해양열용량 50~60kJ/cm²가 형성되어 태풍이 느리게 이동하면서 다소 발달이 예상되었다.

10월 3일에는 필리핀 서쪽 해역으로 진출하면서 최성기를 맞아 중심기압 996hPa, 중심부근 최대풍속 19m/s, 강풍반경 200km의 약한 소형태풍으로 발달하였으며, 10월 6일 오후에는 베트남 호치민 동북동쪽 해안으로 상륙하여 내륙을 이동하다 10월 6일 밤 베트남 호치민 북북동쪽 약 330km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.20.8] 제20호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

20.2.3.3 열대저기압부의 약화(제38호 TD)

제20호 태풍 ‘개미’는 10월 6일 오후 베트남 호치민 동북동쪽 해안으로 상륙하여 내륙을 이동하면서 급격히 약화되어 10월 6일 12UTC경 제38호 열대저압부로 약화되었다.

제38호 열대저압부는 S/TE pattern/ region에서 육상을 12시간 동안 이동하면서 급격히 약화되어 10월 7일 00UTC경 베트남 호치민 북북동쪽 약 330km 부근 육상에서 약화되었다.

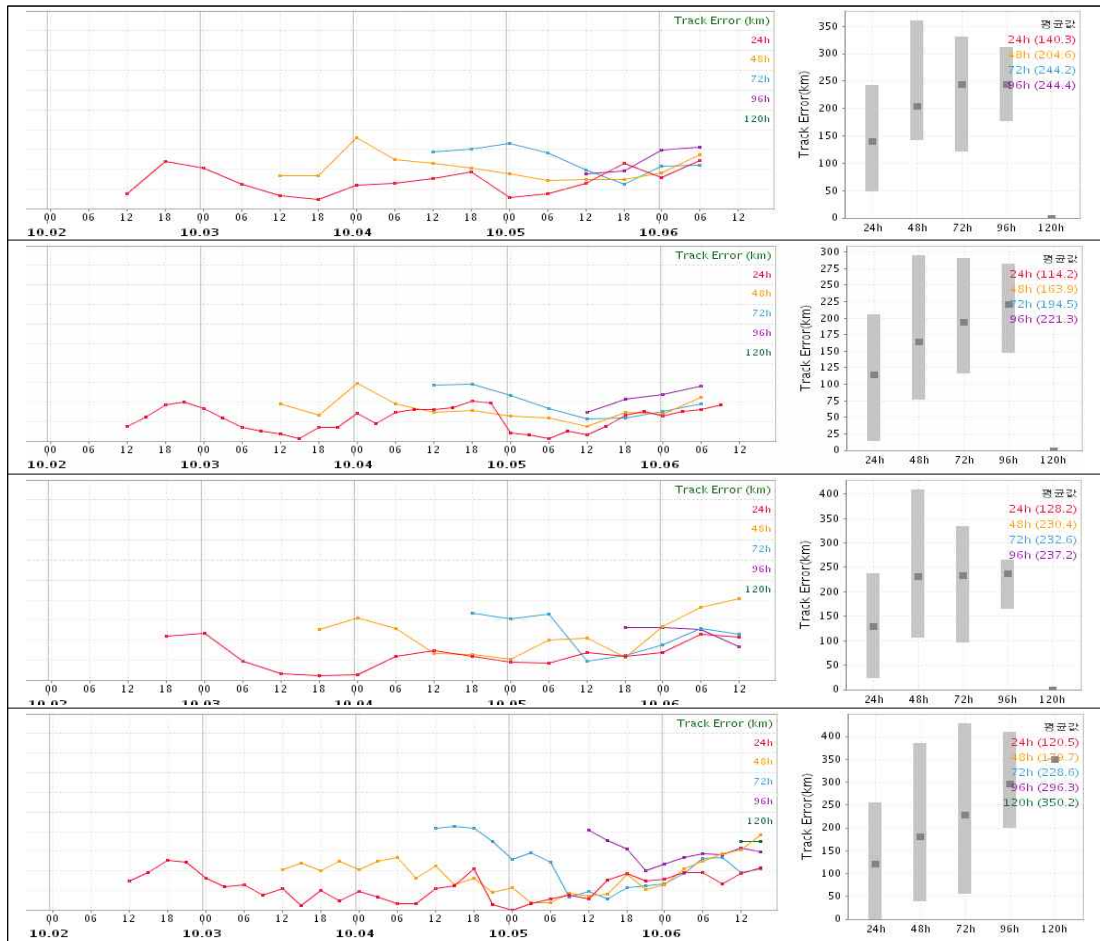
20.2.4 예보정확도

20.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 164~230km 이상의 예보오차를 보여 평균 정도의 신뢰성을 가진 태풍예보가 생산되었으며, RSMC가 163.9km로 진로오차가 가장 적었고 다음으로 CMA 179.7km, KMA 204.6km의 진로오차가 발생하였으며, JTWC 230.4km의 진로오차를 보여 가장 큰 오차가 나타났다. 제20호 태풍예보의 진로오차가 크게 발생한 원인은 정확한 전향시점과 전향이후 이동방향에 대한 예측이 어려워 큰 오차가 발생하였다.

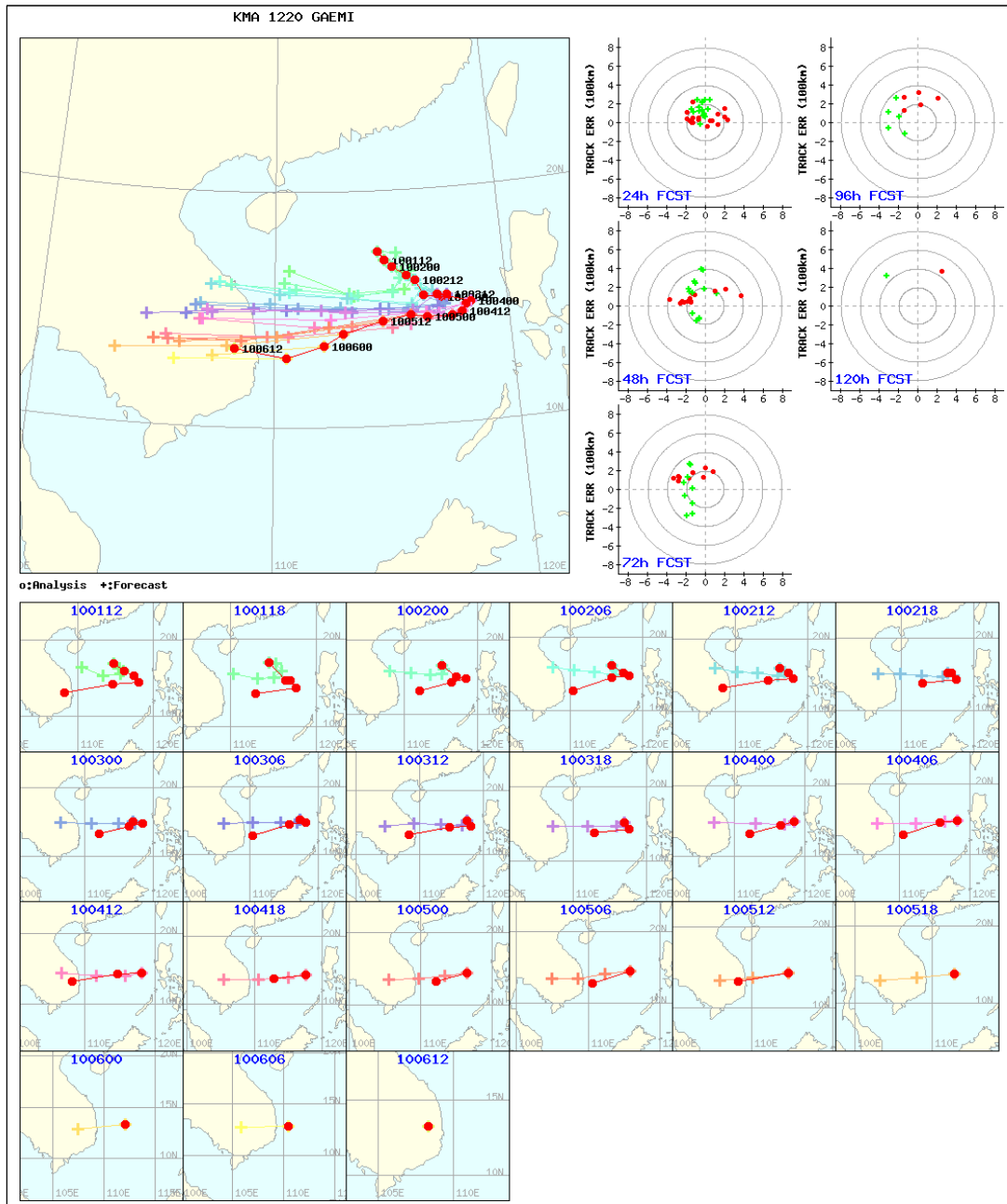
[표 2.20.1] 제20호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	204.6	163.9	230.4	179.7
표본수	12	12	12	26



[그림 2.20.9] 제20호 태풍에 대한 한·일·미·중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍진로예보는 24시간 예보의 경우 방향과 속도가 비교적 정확하였으나 시간이 지날수록 오차가 커졌다. 제20호 태풍은 주변에 지배적인 기압계와 지향류가 형성되지 않음으로서 전형적인 태풍의 이동경로를 따르지 않고 남동진하다가 서쪽으로 전향하였으며 이후의 이동방향에 대한 예측이 어려웠다.



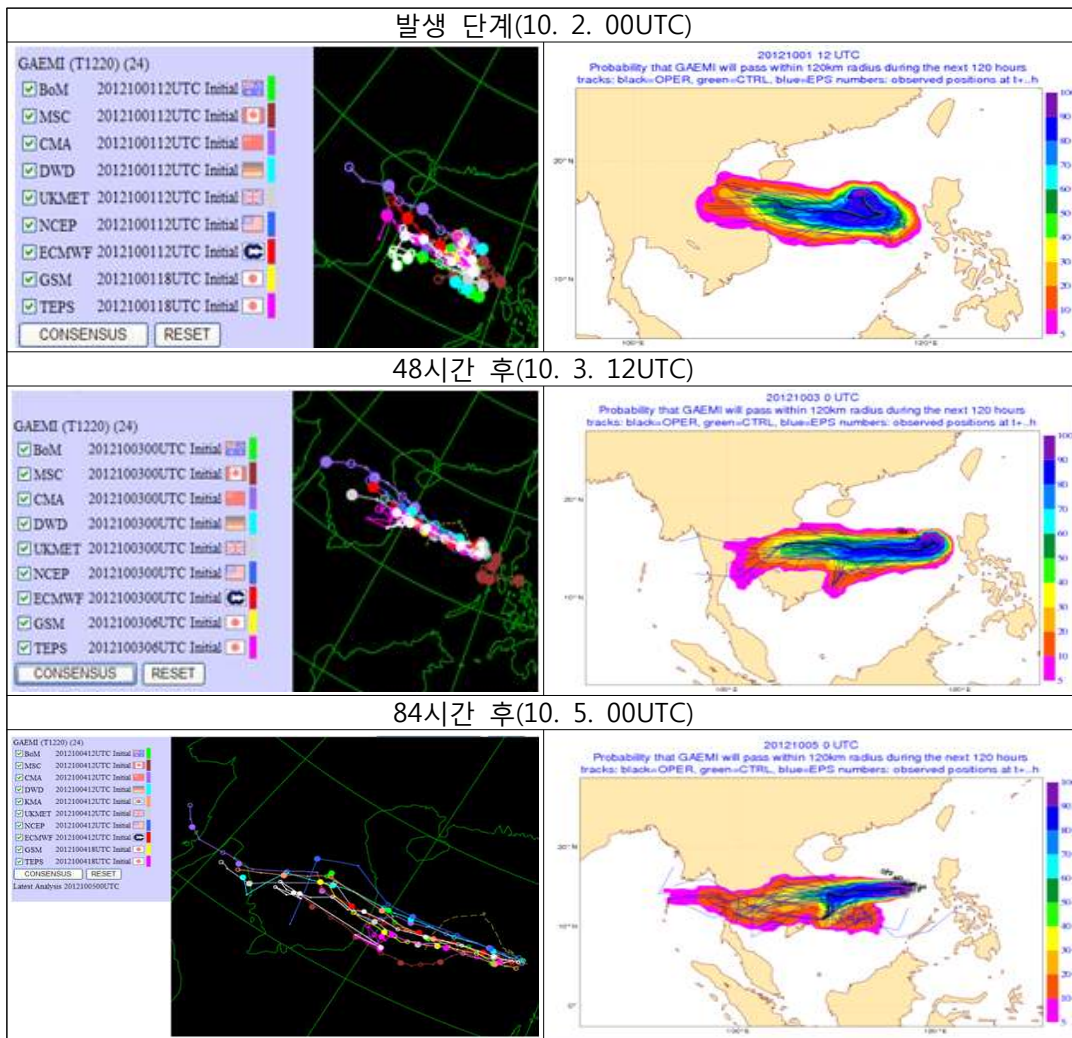
[그림 2.20.10] 제20호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

20.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.20.2] 제20호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	102.8	100.3	101.0	124.4	382.3
표본수	12	6	12	13	4

태풍 발생 초기 북쪽에 있는 대륙 고기압이 확장으로 남진이 예상되었으나 대륙 고기압 확장 기간과 그 정도에 관한 예측이 어려운 상황이었다. 이러한 상황은 수치모델(KMA, JMA, ECMWF)에도 나타나 초기 남진하다 서쪽으로 전향하는 위치와 시기가 모델마다 차이가 있었다. 또한, 이러한 경향은 태풍진로예측 모델 멤버들에서도 나타나 태풍 발생 초기 2~3일 예측의 Spread가 넓어지고 오차가 크게 나타나게 하였다. 10월 4일 이후 서쪽으로 전향 후에는 각종 모델들의 결과가 일관성 있고 Spread가 좁아 신뢰도가 높은 편은 편이었다.



[그림 2.20.11] 제20호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

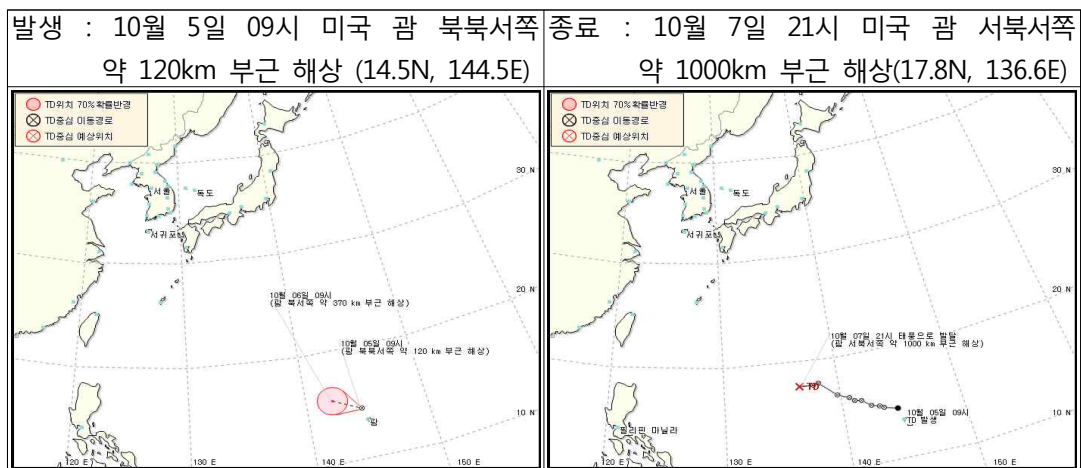
21. 제21호 태풍 ‘쁘라삐룬(PRAPIROON)’

21.1. 제37호 TD

21.1.1 개요

제37호 TD는 10월 5일 00UTC경 미국 괌 북북서쪽 약 120km 부근 해상 (14.5°N, 144.5°E)에서 발생하였다. 이때, 중심기압은 1006 hPa, 최대풍속 15m/s, CI 지수 0.5 이었다. 제37호 TD는 부근의 대기 및 해양 조건은 연직시어 값이 10~20kts, 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도 120~130kJ/cm²으로 태풍으로 발달하는데 유리한 조건을 충분히 갖추고 있어 태풍으로 발달이 예상되었다.

제37호 TD의 북북동쪽에 최대풍역이 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받아 서북서진하면서 해상으로부터 수증기를 공급받아 대류셀이 발달하고 점점 조직화되면서 대칭구조를 갖추어서, 7일 12UTC에는 괌 서북서 약 1000km 해상에서 중심기압은 1000hPa, 중심부근 최대풍속은 18m/s CI지수 2.0에 달하여 제21호 태풍 ‘쁘라삐룬’으로 발달하였다.



[그림 2.21.1] 제37호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

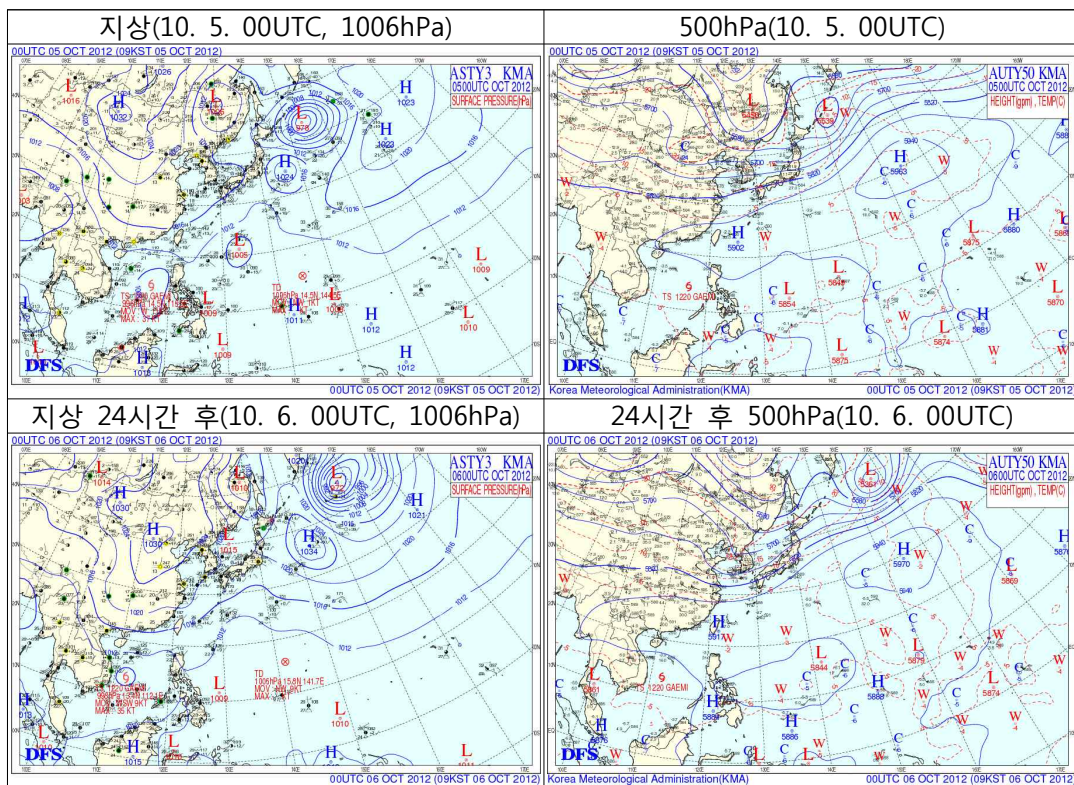
21.1.2 종관상황

제37호 TD는 10월 5일 00UTC경 미국 괌 북북서쪽 약 120km 부근 해상 (14.5°N, 144.5°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. 제37호 TD 발생당시 대기 및 해양 조건은 연직시어 값이 10~20kts, 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도

120~130kJ/cm²으로 TD로 발달하는데 대기 및 해양조건이 양호하였다.

제37호 TD의 이동경로는 북북동쪽에 최대풍역이 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받고 있어 서북서진하였다. 제37호 TD의 이동경로상 SST 28~29℃, 해양열용량 120~130kJ/cm²으로 태풍으로 발달에 유리한 해양 조건을 갖추고 있었다.

강도는 발생당시 CI 0.5이었으나 고수온 해역으로부터 많은 수증기가 열대저압부로 유입되어서 구름이 발달하고 조직화되면서 10월 7일 12UTC에 제21호 태풍 '쁘라삐룬'으로 발달하였다.

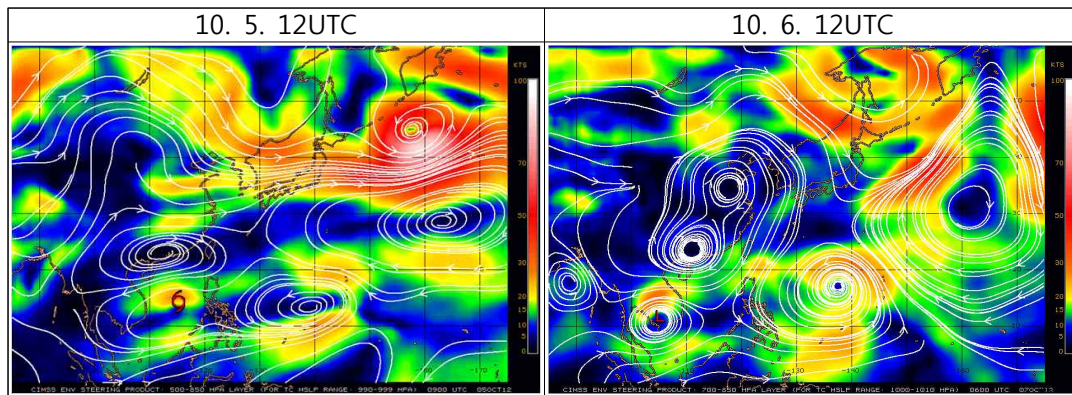


[그림 2.21.2] 제37호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

21.1.3 TD진행과정

21.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

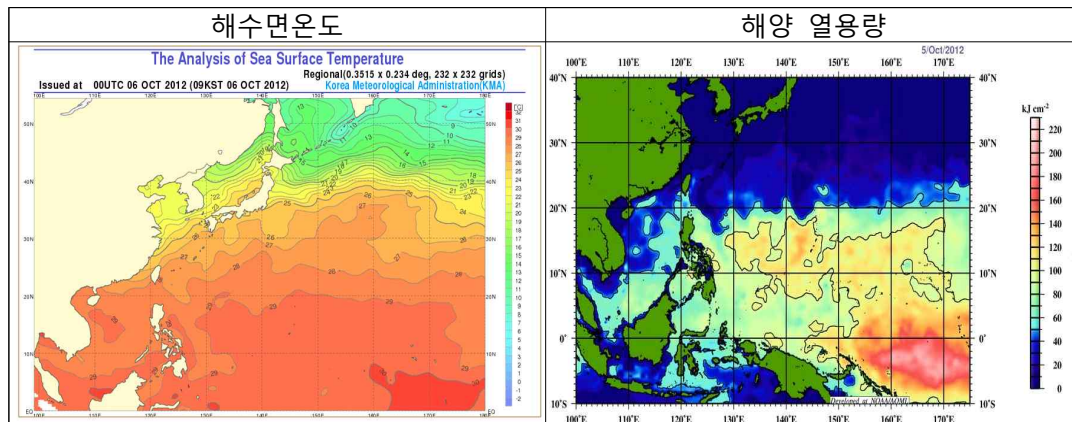
제37호 TD는 아열대고기압 남서쪽에 위치하여 최대풍역이 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받고 있어 서북서진하면서 발달하였다.



[그림 2.21.3] 제37호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

21.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제37호 TD의 위치 및 이동경로상 SST 28~29°C, 해양열용량 120~130kJ/cm²으로 태풍으로 발달에 유리한 해양 조건을 갖추고 있어 태풍으로 발달할 가능성이 높아 10월 7일 12UTC에 제21호 태풍 '쁘라삐룬'으로 발달하였다.



[그림 2.21.4] 제37호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

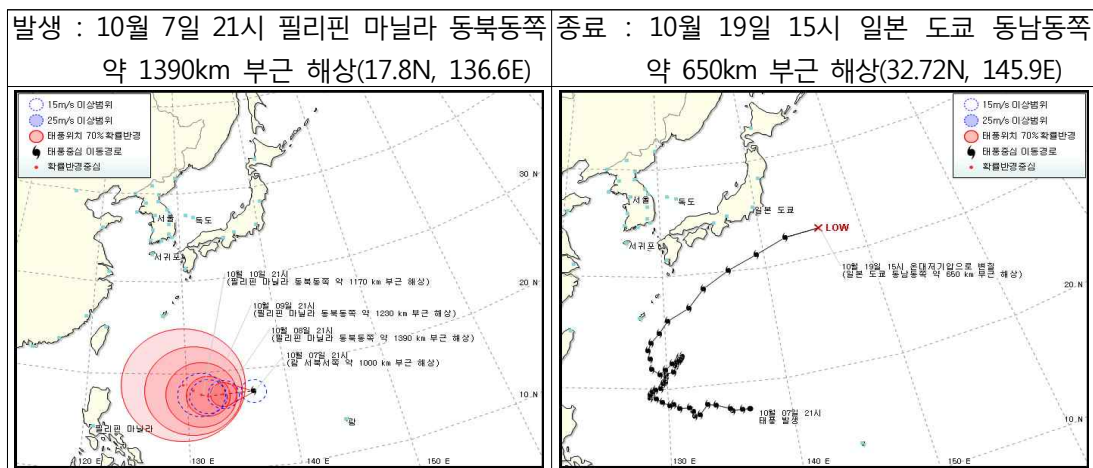
21.2 제21호 태풍 '쁘라삐룬(PRAPIROON)'

21.2.1 개요

제21호 태풍 '쁘라삐룬'은 필리핀 마닐라 서북서쪽 약 1000km 부근 해상 (17.8°N, 136.7°E)에 위치한 제37호 TD가 29~30°C의 높은 해수면온도 및 120~130kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 발생하였다. 제21호 태풍 '쁘라삐룬'은

발생당시 중심기압 1002hPa, 중심최대풍속 18m/s로 약한 소형태풍이었다.

이 태풍은 필리핀 동쪽 고수온 해역을 느리게 북서진하면서 이동하면서 발생 18시간이 지난 후인 10월 8일 06UTC에는 중심기압 985hPa 중형 태풍으로 발달하였고, 8일 18UTC에는 중심기압 975hPa의 강한 태풍으로 발달하였다. 11일 12UTC에는 일본 오키나와 남쪽 약 780km 부근 해상에서 중심기압 945hPa, 중심부근 최대풍속 45m/s의 최성기로 발달 하였다. 이후 태풍은 북동진→남서진→북서진→북동진하면서 19일 06UTC에 일본 도쿄 동남동쪽 약 650km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.21.5] 제21호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

21.2.2 종관상황

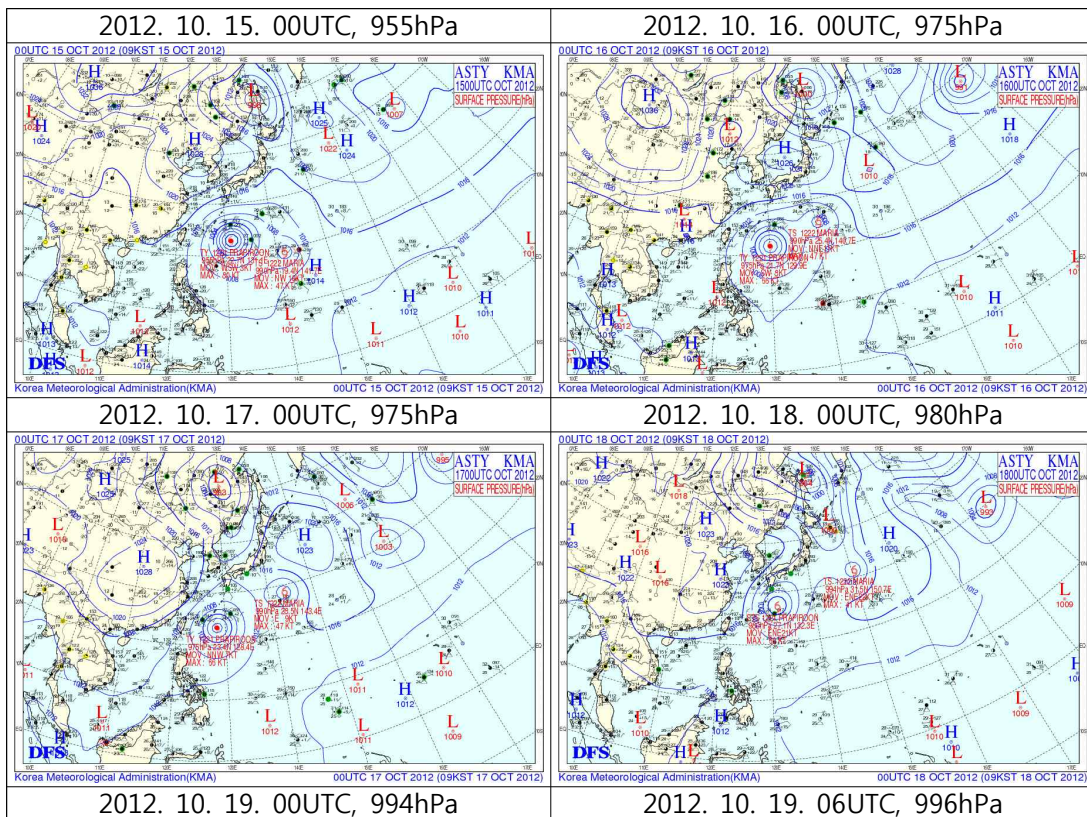
제21호 태풍 ‘쁘라삐룬’은 10월 7일 12UTC에 필리핀 마닐라 서북서쪽 약 1000km 부근 해상(17.8°N, 136.7°E)에 위치한 제37호 TD가 29~30°C의 높은 해수면온도 및 120~130kJ/cm² 해양열용량 해역에서 발달하여 발생하였다. 발생초기에 28~29°C의 높은 해수면온도 및 50~120kJ/cm² 해양열용량 해역으로 이동하면서 발달하였고, 태풍 북쪽에 최대풍역이 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하였으나 9일경 부터 태풍은 S pattern 내 EF region과 PF region 사이에 위치하여 주변 지향류가 뚜렷하지 못한 상태에 서쪽에 cP에 의한 남진 지향류(EF region), 동쪽에 mT에 의한 북북서 지향류(PF region), 동서 지향류 세력이 백중세로 β 효과에 의한 서진의 영향에 이동속도가 매우 느렸다.

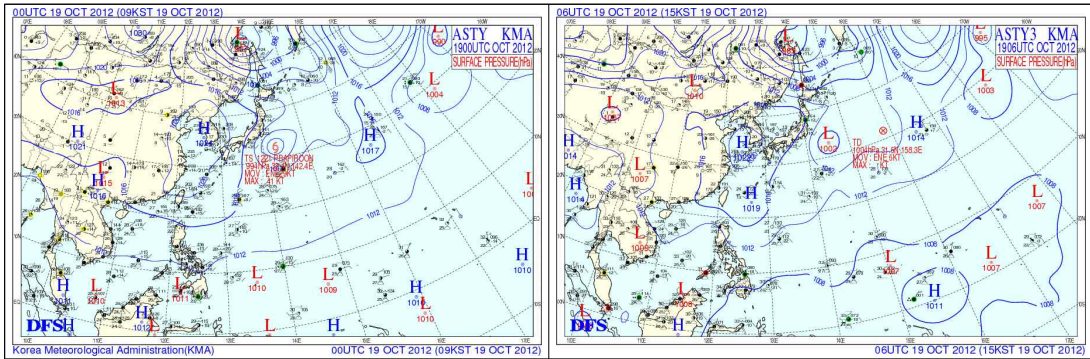
그러나, 12일 후반부터 M/PF에서 지향류가 강하지 못한 상태로 남동쪽 mT에

의한 북동 지향류가 지속적으로 강화되고 있고 남동쪽으로 강풍대도 강화되고 있어서 느리게 북동진하였다. 14일 후반부터 태풍은 이동에 영향을 주는 뚜렷한 지향류가 형성되지 못한 상태에서 태풍의 북쪽에 위치한 이동성 고기압 사이에 형성된 강풍대의 영향으로 태풍은 남서진하였다.

태풍 북쪽의 이동성고기압이 SW→W→NW쪽으로 위치하면서 북서→북→북동진하면서 19일 06UTC에 일본 도쿄 동남동쪽 약 650km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

태풍의 이동 경로상의 해수온도가 28~29℃로 높고, 열용량도 50~120kJ/cm²내외로 이동하면서 10월 8일 06UTC에는 중심기압 985hPa 중형 태풍으로 발달하였고, 8일 18UTC에는 중심기압 975hPa의 강한 태풍으로 발달하였다. 11일 12UTC에는 일본 오키나와 남쪽 약 780km 부근 해상에서 중심기압 945hPa, 중심부근 최대풍속 45m/s의 최성기로 발달하였다.





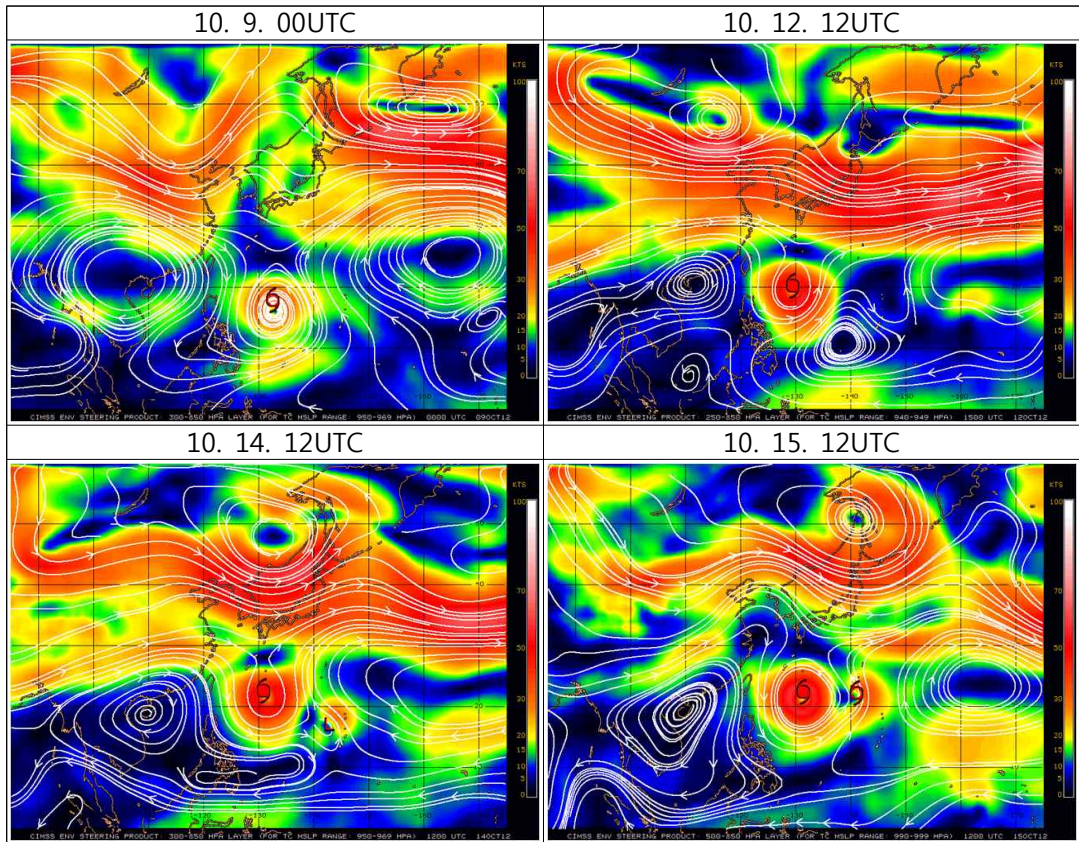
[그림 2.21.6] 제21호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

21.2.3 태풍진행과정

21.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

태풍 북쪽에 최대풍역이 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받아 서~서북서진하였으나 9일경부터 태풍은 S pattern 내 EF region과 PF region 사이에 위치하여 주변 지향류가 뚜렷하지 못한 상태에 서쪽에 cP에 의한 남진 지향류(EF region), 동쪽에 mT에 의한 북북서 지향류(PF region), 동서 지향류 세력이 백중세로 β 효과에 의한 서진의 영향에 이동속도(4~14km/h)가 매우 느렸다.

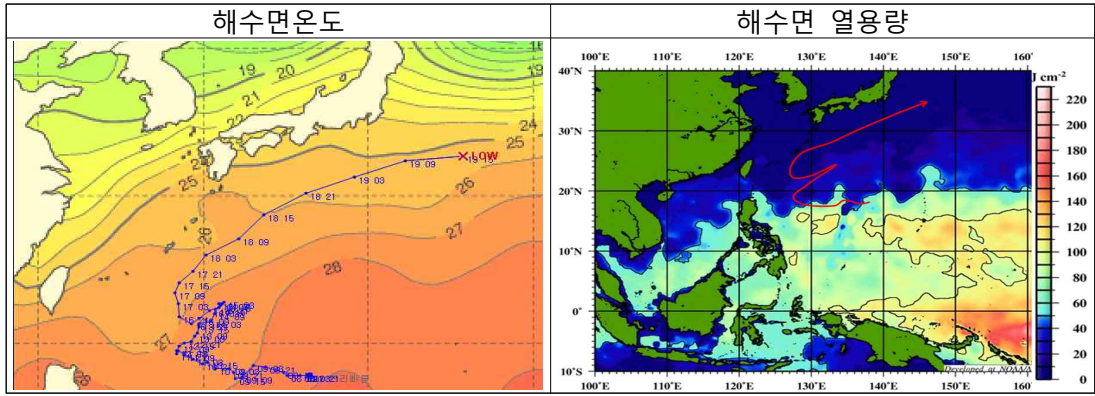
그러나, 12일 후반부터 M/PF pattern에서 지향류가 강하지 못한 상태로 남동쪽에 위치한 고기압에 의해 북동 지향류를 지속적으로 받고 있고 태풍의 남동쪽에는 강풍역이 형성되어 있어 느리게 북동(4~8km/h)진하였다. 14일 후반부터 태풍은 이동에 영향을 주는 뚜렷한 지향류가 형성되지 못한 상태에서 태풍의 북쪽에 위치한 이동성 고기압 사이에 형성된 강풍대의 영향으로 태풍은 남서진하였다. 15일 태풍은 이동에 영향을 주는 뚜렷한 지향류가 형성되지 못한 상태에서 매우 느리게 남남서진하고 있으나 북쪽을 지나가는 이동성고기압이 SW→W→NW쪽에 위치하면서 태풍은 북서→북→북동진하였다.



[그림 2.21.7] 제21호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

21.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

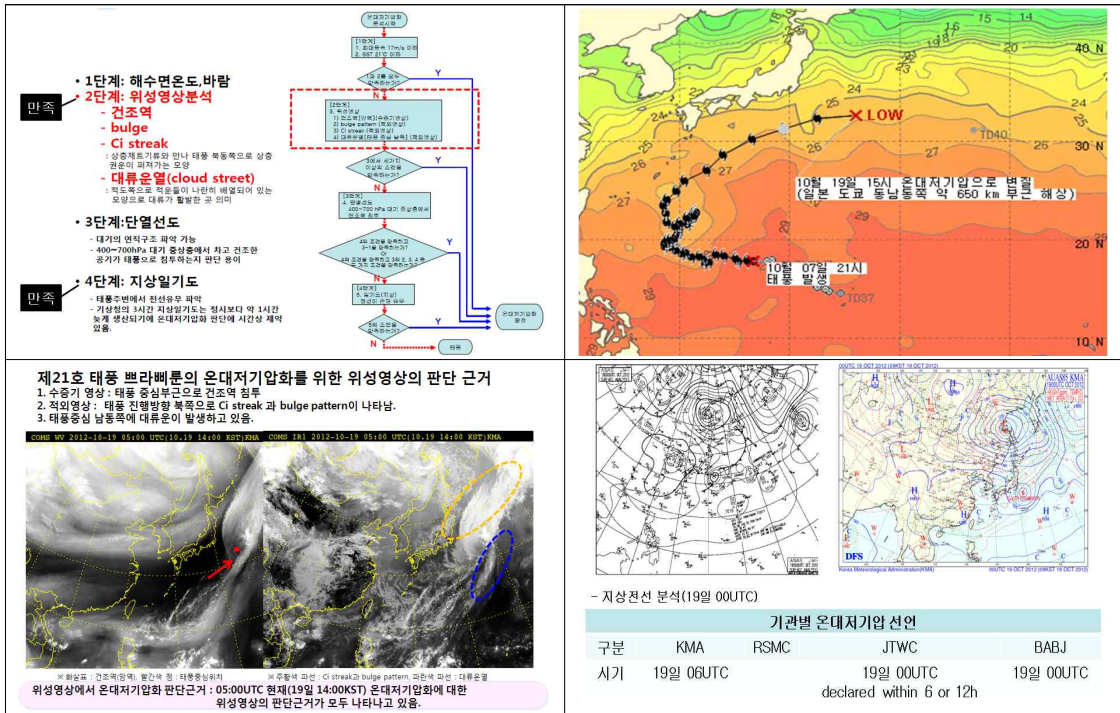
태풍의 이동 경로상의 해수온도가 28~29℃로 높고, 해양열용량도 50~120kJ/cm² 내외인 해역이 위치하여 이동하면서 11일 12UTC에는 일본 오키나와 남쪽 약 780km 부근 해상에서 중심기압 945hPa, 중심부근 최대풍속 45m/s의 최성기로 발달하였으나, 이후 해양열용량이 작은 해역으로 이동하면서 태풍의 강도는 점점 약화되었다.



[그림 2.21.8] 제21호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

16) 21.2.3.3 온대저기압으로 변질

제21호 태풍 '쁘라삐룬'은 10월 19일 15시 경 일본 도쿄 동남동쪽 약 650km 부근 해상(32.7N, 145.9E)에서 온대저기압으로 변질되었다.



[그림 2.21.9] 제21호 태풍의 온대저기압화 판단 근거 자료

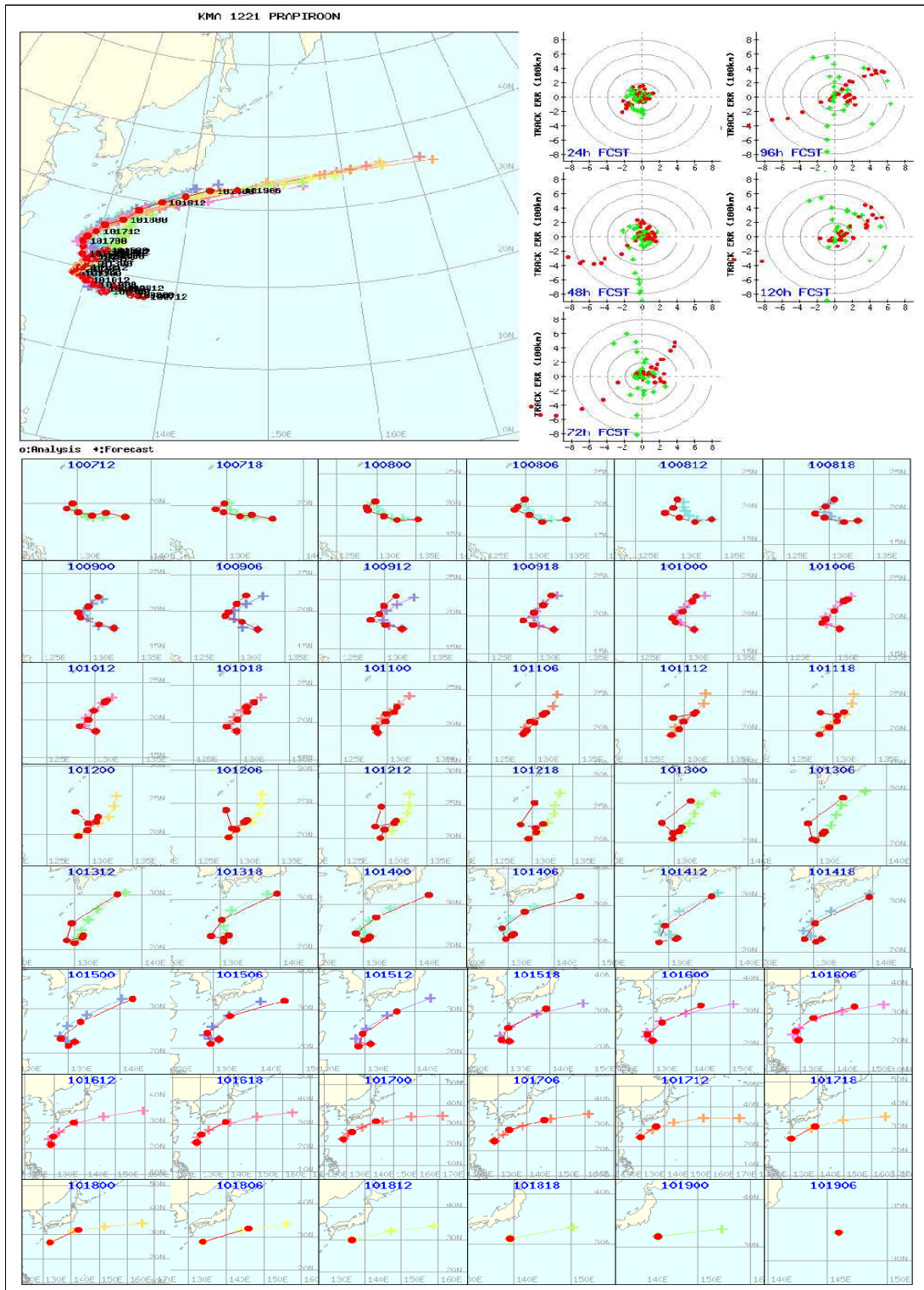
21.2.4 예보정확도

21.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

태풍 발생 초기에는 태풍의 진로와 실제 오차가 크게 발생하지 않았으나, 태풍이 북쪽 대륙고기압(cP) 확장의 영향을 일시적으로 받아 Σ 형태로 이동할 때, 이를 반영하지 못하고 태풍은 계속 북동쪽으로 이동할 것으로 예보하여 동쪽으로 편향된 예보를 생산하였다. 또한 태풍이 일본 오키나와 남쪽 약 290km 부근 해상에서 북동쪽으로 진로를 전향하여 예상보다 빠르게 북동쪽으로 이동하면서 오차가 크게 발생하였다.

[표 2.21.1] 제21호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	173.4	226.5	207.2	133.0
표본수	39	40	39	65



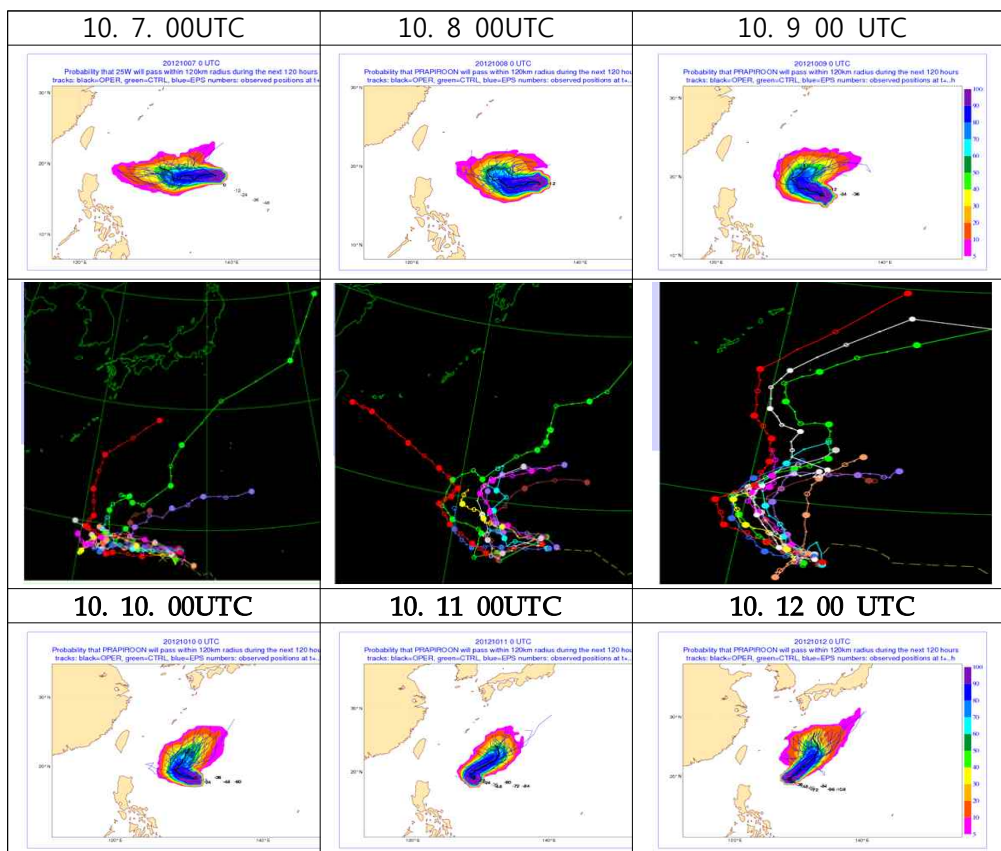
[그림 2.21.10] 제21호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

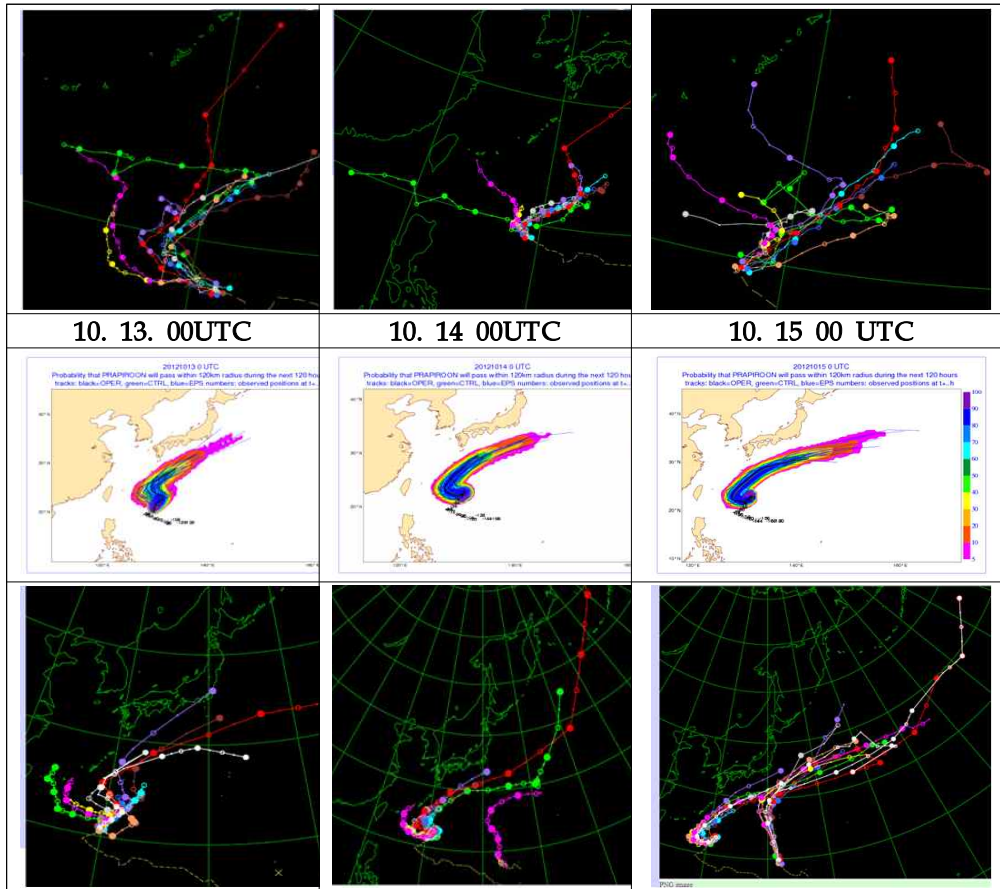
21.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 ECMWF나 JMA NTP 컨센서스는 대체로 느리게 서진하는 것으로 모의하고 있으며, 13일까지 태풍진로의 Spread는 넓게 형성되어 있었으나 14일부터 모델간의 Spread도 좁고, 대만 동쪽 해상에서 서~서남서진 후 북동진하는 것으로 모의하고 있고 시간이 지날수록 Spread도 더 좁아 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었다. ECMWF의 경우 발생 초기 서진 후 북진, 8일 00UTC에 서진~북동진후 다시 서진, 9일 00UTC에는 cP 확장에 따른 Σ 형태의 진로를 예보하여 실제 진로와 비슷함을 보였다.

[표 2.21.2] 제21호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	NOGAPS	ECMWF	TEPS	TWRF	KWRF	UM
예보오차	235.3	247.6	65.2	224.9	198.1	255.7	241.3
표본수	40	16	11	40	20	37	38





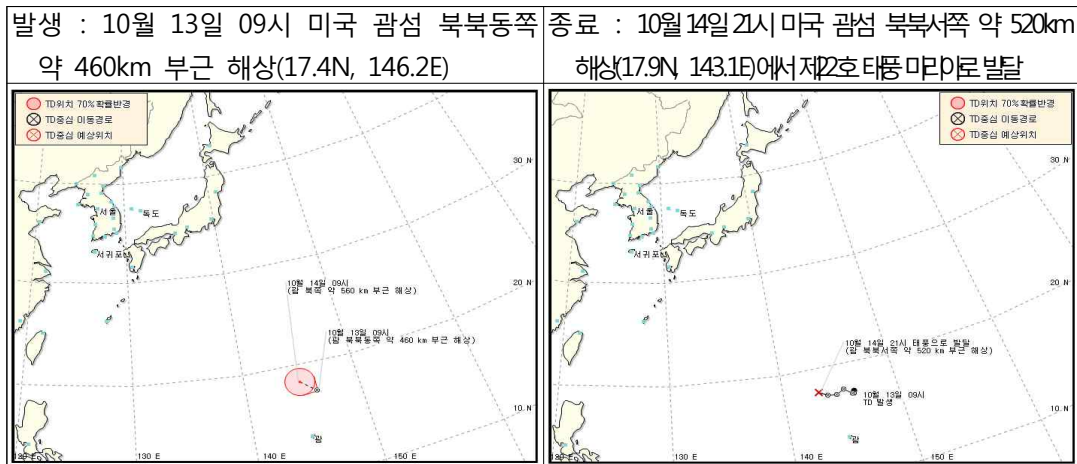
[그림 2.21.11] 제21호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

22. 제22호 태풍 ‘마리아(MARIA)’

22.1 제39호 TD

22.1.1 개요

제39호 TD는 10월 13일 09시경 미국 괌섬 북북동쪽 460km 부근 해상에서 발생하였다. 이때 제39호 TD의 중심기압은 1008hPa, 최대풍속 14m/s로 CI 지수 0.5, 연직시어 값이 10kts내외, 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 50~100kJ/cm²으로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있어 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었으며, 괌 북서쪽 약 980km 부근 해상에서 36시간 후인 2012년 10월 14일 21시경 제22호 태풍 ‘마리아’로 발달하였다.



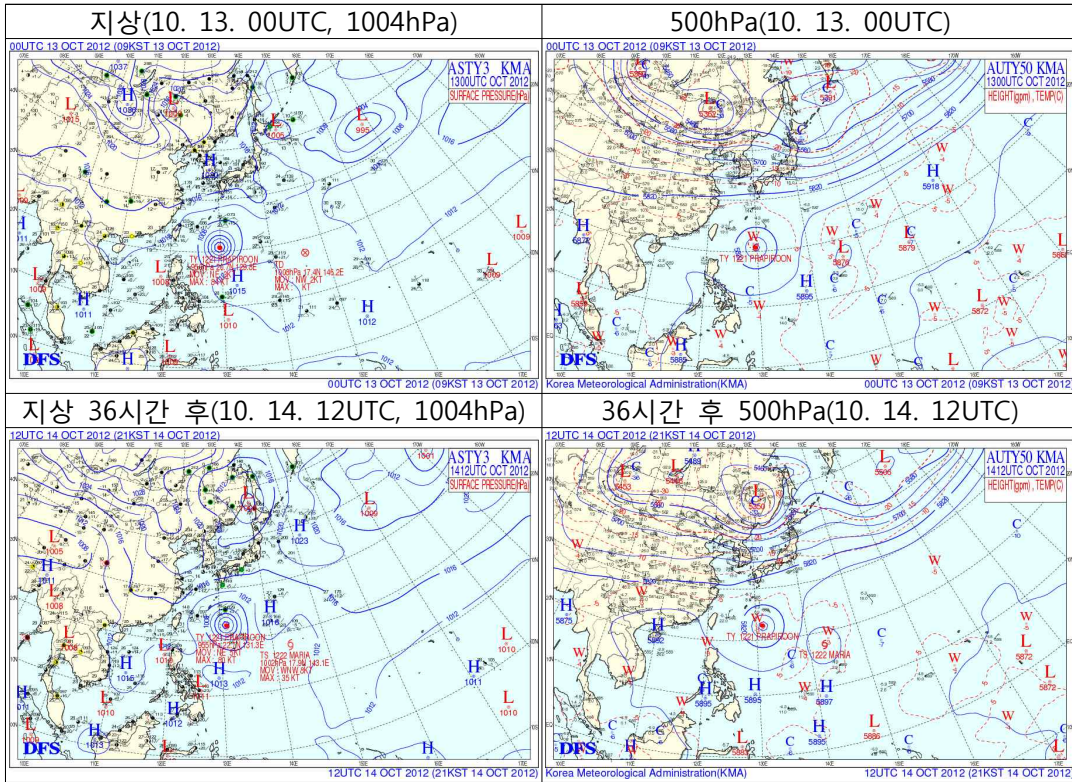
[그림 2.22.1] 제39호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

22.1.2 종관상황

10월 13일 00UTC에 미국 괌섬 북북동쪽 약 460km 부근 해상에서 발생한 제39호 TD는 28~29℃의 높은 해수면온도와 50~100kJ/cm²의 높은 해양열용량 해역에서 이동하며 태풍으로 발달하였다.

이 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받고 있었지만, 서쪽으로도 강풍대가 형

성되어 있어 매우 느린 속도로 서진하였으며, 주변 지향류가 강하게 형성되지 않아 이동속도가 느린 특성을 보였다. TD의 이동방향으로 높은 SST와 열용량지수, 연직시어 값이 10kts 내외로서 강도 강화에 유리한 조건에서 발달하여, 10월 14일 12UTC에 괌 북북서쪽 약 520km 부근 해상에서 2012년 제22호 태풍 '마리아'로 발달하였다.

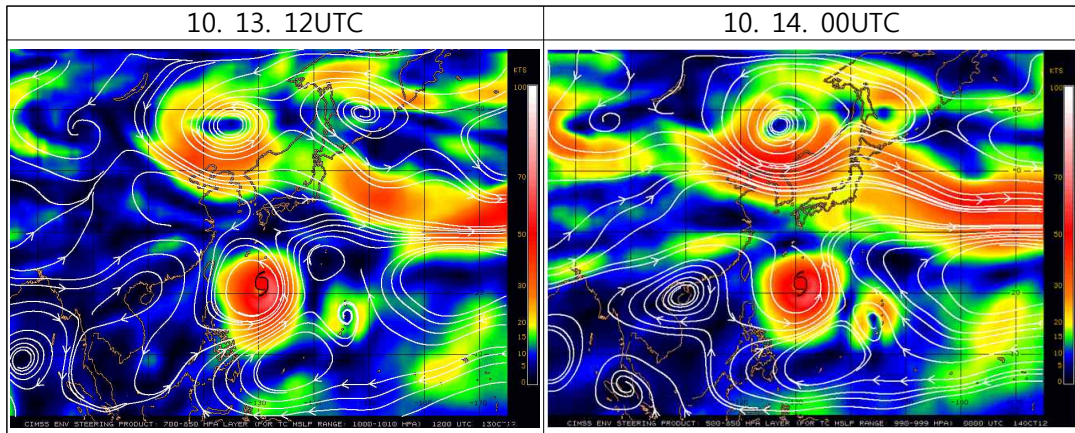


[그림 2.29.2] 제39호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

22.1.3 TD진행과정

22.1.3.1 지향류 흐름(Enviornment Steering Flow)

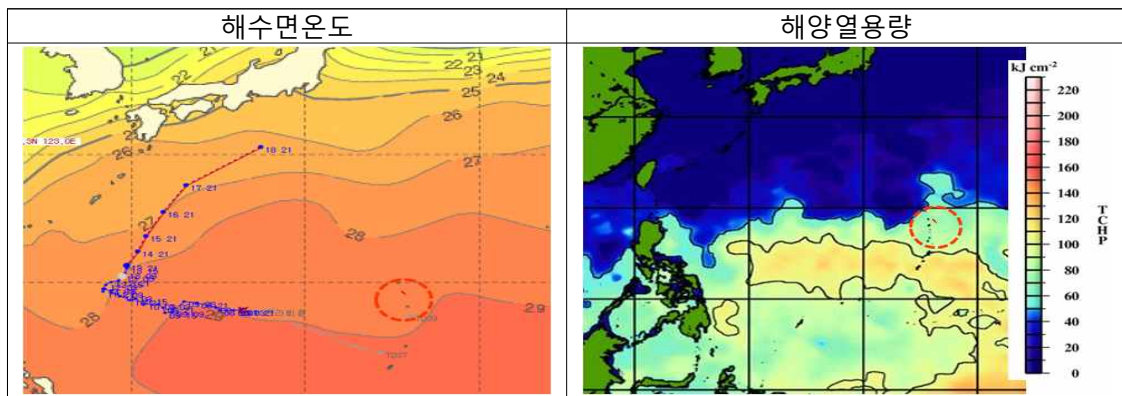
제39호 TD는 북태평양고기압의 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서진 지향류의 영향을 받고 있었지만, 서쪽으로도 강풍대가 형성되어 있어 매우 느린 속도로 서진하였으며, 주변 지향류가 강하게 형성되지 않아 이동속도가 느린 특성을 보였고, 잠열방출이 많은 해역에서 이동하며 발달하였다.



[그림 2.22.3] 제39호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

22.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제39호 TD 발생 초기에 해수면온도는 28~29℃, 해양열용량도 50~100kJ/cm² 로서 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제39호 TD 이동방향으로도 해양열용량과 해수면온도가 높고, 연직시어 값이 20kts 내외로 크지 않아 태풍으로 발달하는데 유리한 조건이어서 10월 14일 12UTC에 괌 북북서쪽 약 520km 부근 해상에서 제39호 TD가 제22호 태풍 '마리아'로 발달하였다.



[그림 2.22.4] 제39호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

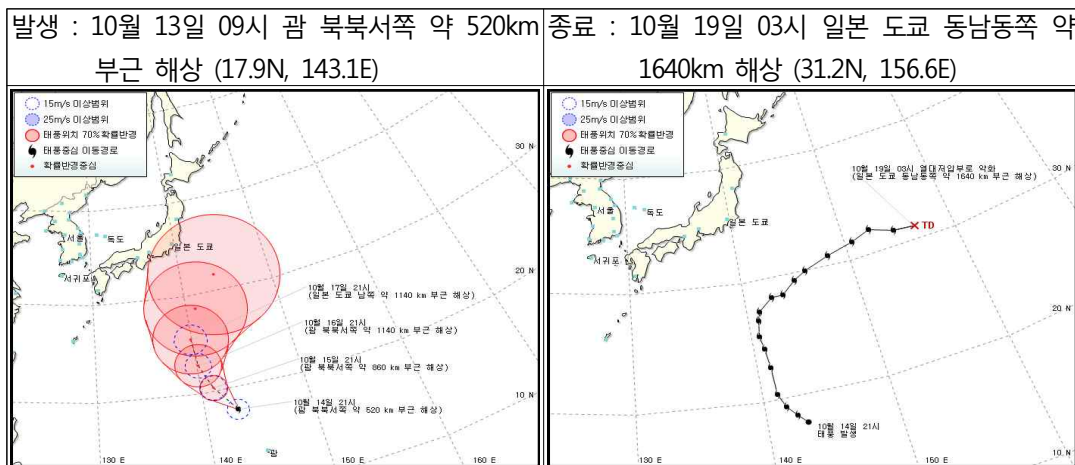
22.2 제22호 태풍 '마리아(MARIA)'

22.2.1 개요

태풍 '마리아'는 10월 14일 12UTC 미국 괌 북북서쪽 약 520km 부근 해상 (17.9°N, 143.1°E)에서 제39호 TD가 발달하며 발생하였다. 발생 당시 중심 최저 기압 1002hPa의 약한 소형태풍으로 중심부근 18m/s의 강풍이 불며 14km/h의 속도로 서북서진하고 있었다.

이 태풍은 10월 13일 00UTC에 미국 괌 북북동쪽 약 460km 부근 해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 13km/h의 속도로 북진중이며, 중심기압 1008hPa, 최대풍속 14m/s로서 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성을 지니고 있었다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 28~29°C, 해양열용량 50~100kJ/cm²의 해역에서 북태평양고기압 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서 지향류의 영향을 받아 북서진 후, 15일경 S/PF pattern/region에서 M pattern으로 전이하면서 북진하였고, 16일부터는 전향하여 M/PF pattern/region에서 빠르게 북동진하면서 10월 18일 18UTC경 일본 도쿄 동남동쪽 약 1640km 부근 해상 (31.2°N, 156.6°E)에서 제40호 TD로 약화되었다.

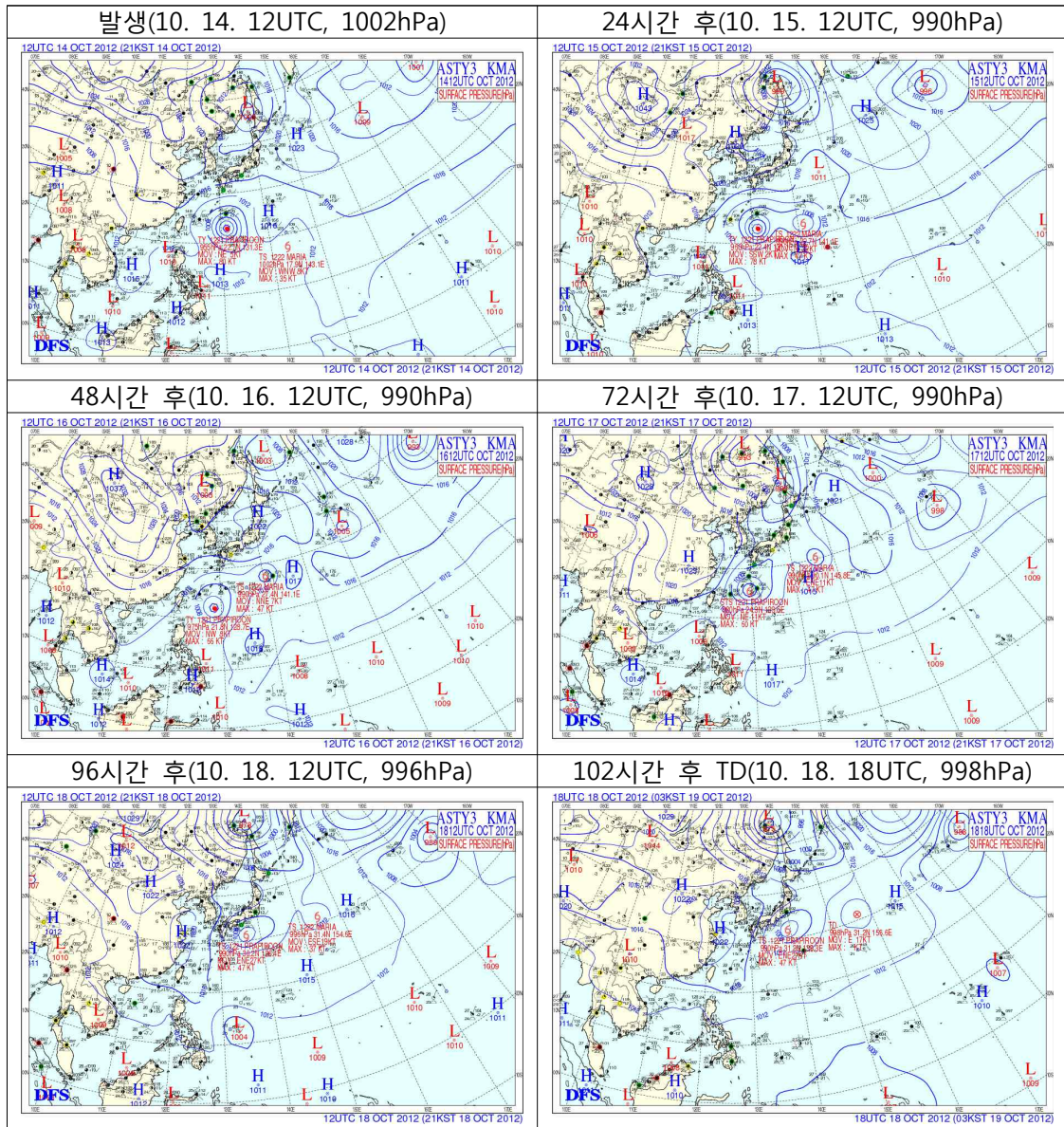


[그림 2.22.5] 제22호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

22.2.2 종관상황

제22호 태풍 '마리아'는 10월 14일 12UTC에 괌 북북서쪽 약 520km 부근 해상 (17.9°N, 143.1°E)에서 제39호 TD에서 발달하였으며, 발생 초기 태풍은 북태평양고기압 남서쪽에 위치하면서 S/PF pattern/region에서 서북서 지향류의 영향을 받아 북서진 후, 15일경 S/PF pattern/region에서 M pattern으로 전이하면서 북진하였고, 16일부터는 전향하여 M/PF pattern/region에서 빠르게 북동진하면서 10월 18일 18UTC 일본 도쿄 동남동쪽 약 1640km 부근 해상(31.2°N,

156.6°E)에서 제40호 TD로 약화되었다.



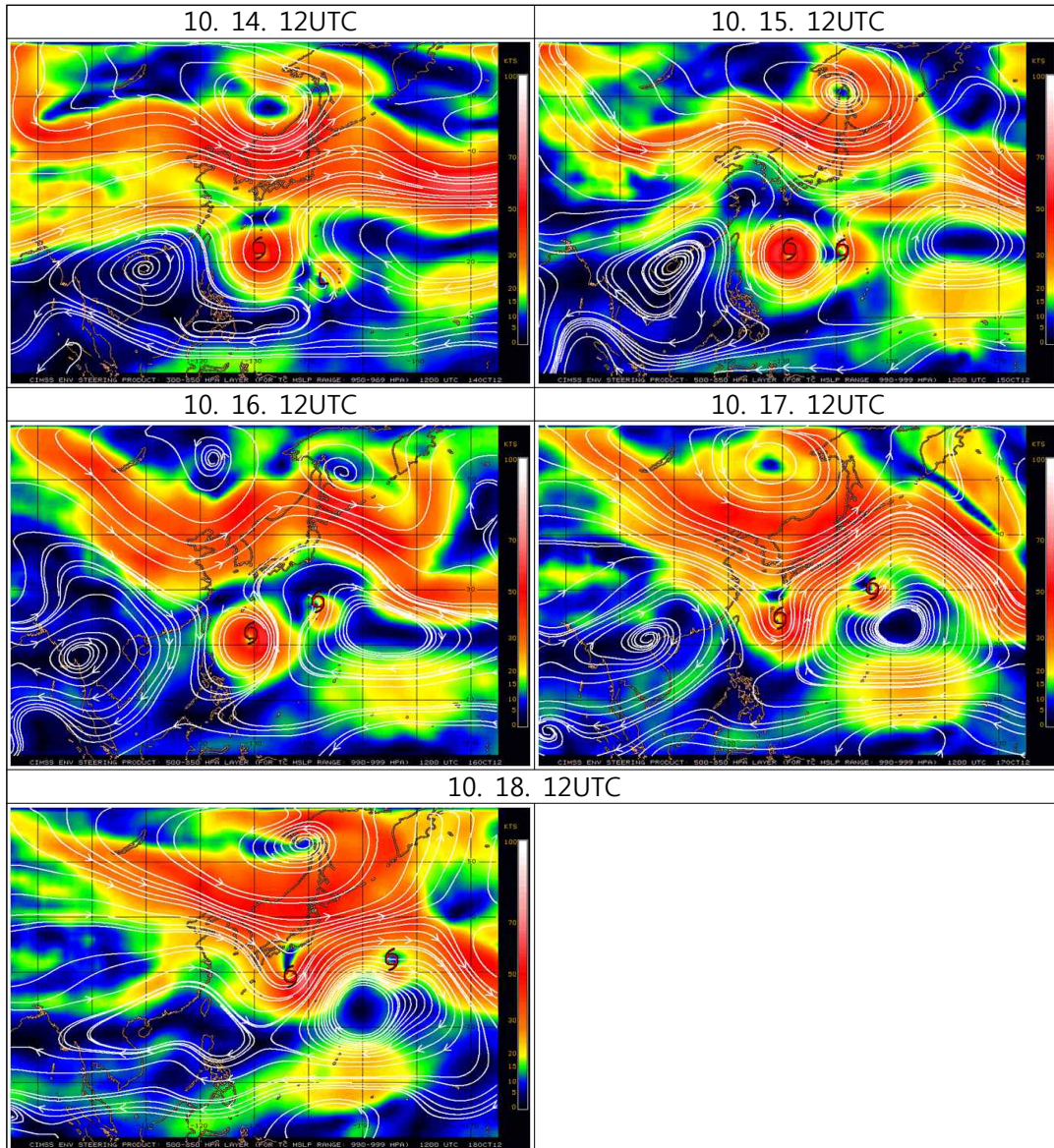
[그림 2.22.6] 제22호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

22.2.3 태풍진행과정

22.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생초기에 태풍의 북동쪽에 최대풍역이 존재하고 태풍의 진로를 지배하는 주변고기압(Peripheral Anticyclone)이 mT로서 태풍은 mT 남서쪽 가장자리에

서 북서 지향류의 영향을 받았다. 15일경 부터는 S pattern에서 M pattern으로 전이하기 시작하며 북진 지향류가 형성되어 영향을 받았으며, 16일부터는 M pattern으로 전이하며 전향하였고, PF region에서 전이 없이 북동진 지향류의 영향을 받아 이동하면서 TD로 약화되었다.

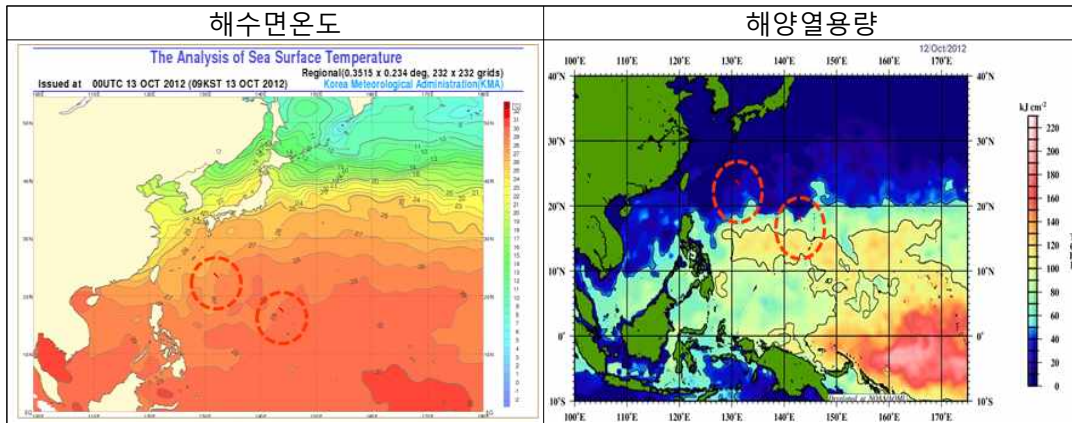


[그림 2.22.7] 제22호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

22.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생 초기에 해수면온도는 29°C , 해양열용량은 $50\sim 80\text{kJ}/\text{cm}^2$ 로서 태풍강도 강화에(해양열용량이 $50\text{kJ}/\text{cm}^2$ 이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리

한 조건) 유리한 조건이었다. 태풍 발생 후 태풍 발달에 유리한 해양조건을 유지하며 북상하였으나 경로상의 SST 25~29℃ 해양열용량이 50kJ/cm² 이하의 해역으로 이동하며 강한 태풍으로 발달 하지 못하고 전향하며 약화되기 시작하였는데, 18일 12UTC 이후 SST 26℃, 해양열용량 50kJ/cm² 이하의 해역에 위치하며 온대저기압으로 변질되기 전 SST가 25~26℃가 유지되고 있어 TD로 약화되었다.



[그림 2.22.8] 제22호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

22.2.3.3 열대저압부로 약화(제40호 TD)

제40호 TD는 10월 19일 18UTC에 괌 북서쪽 980km 부근 해상(17.9°N, 143.1°E)에서 제39호 TD에서 발달한 제22호 태풍 '마리아'가 19일 18UTC에 일본 도쿄 동남동쪽 약 2020km 부근 해상(31.2°N, 156.6°E)에서 약화된 것으로서, 19일 18UTC 당시 중심기압 998hPa, 최대풍속 16m/s의 TD로 6시간동안 32km/h의 비교적 빠른 속도로 동진하고 있었다. 이 TD는 M/MW pattern/region에서 편서풍대 동진 지향류의 영향으로 빠르게 이동하며 15시간 후인 10월 19일 09UTC경 일본 동남동쪽 약 1820km 해상에서 저기압으로 약화되었다.

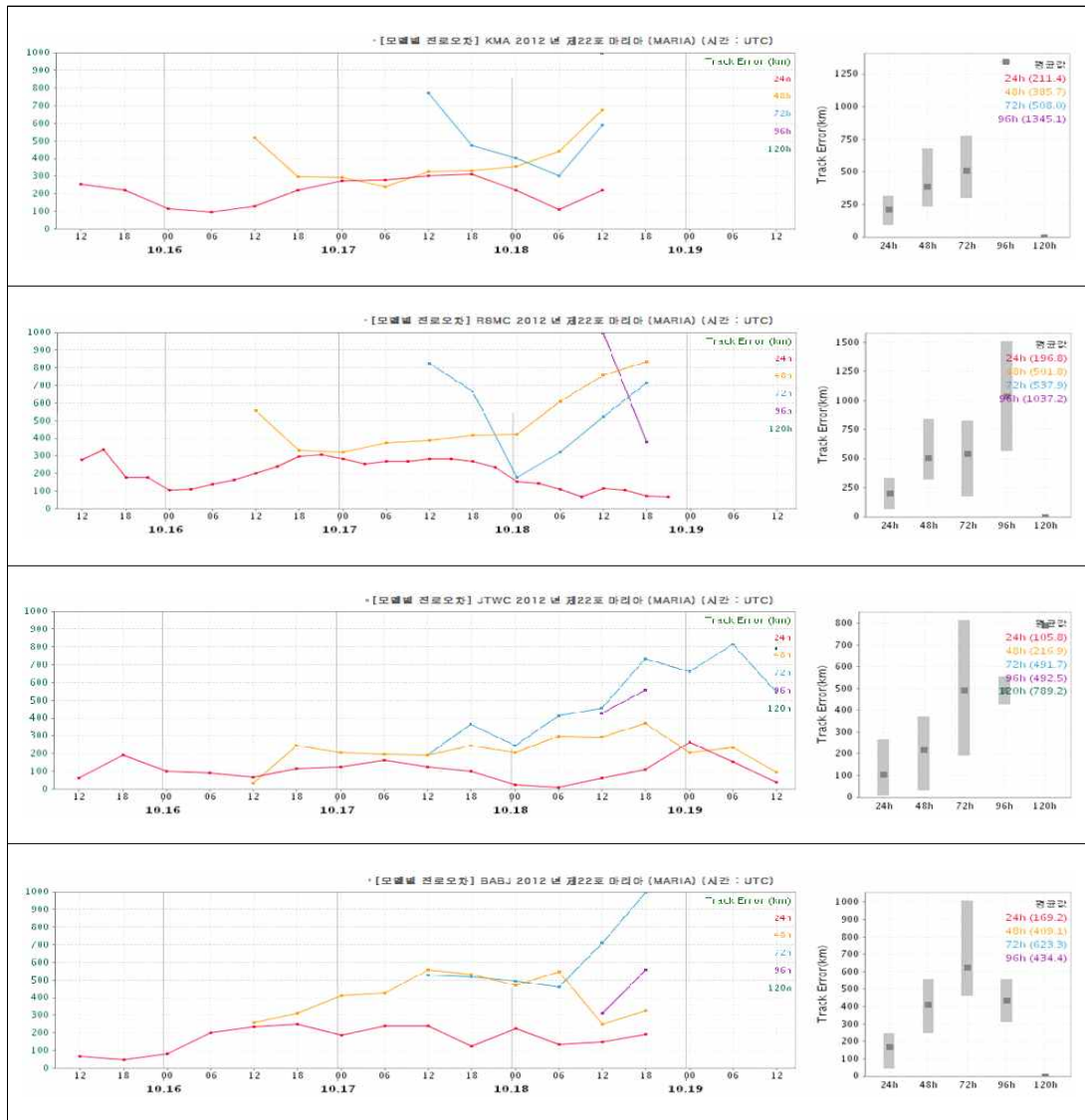
22.2.4 예보정확도

22.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

대부분의 기관에서 48시간 예보 기준 오차가 많이 발생하였으며, KMA 385.7km, RSMC 501.8km, CMA 409.1km의 비교적 큰 오차를 보였는데, JTWC의 경우 216.9km의 예보오차를 보여 가장 신뢰성이 높은 태풍정보를 생산하였다.

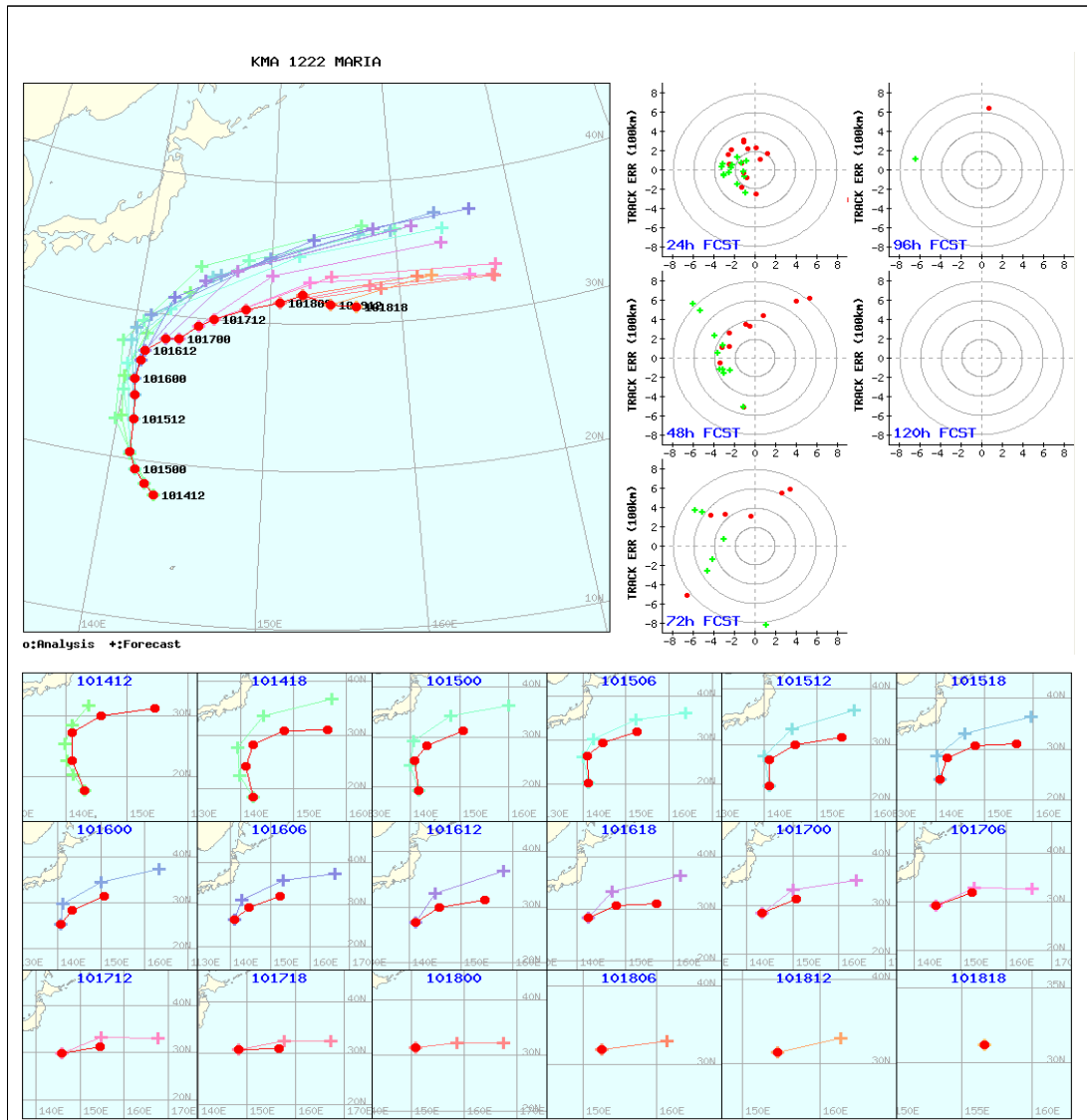
[표 2.22.1] 제22호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	385.7	501.8	216.9	409.1
표본수	9	10	13	10



[그림 2.22.9] 제22호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍진로예보는 실제 이동방향보다 초반에 서쪽편이, 전향 후 북쪽편이 및 느리게 모의하는 경향을 보였다.



[그림 2.22.10] 제22호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

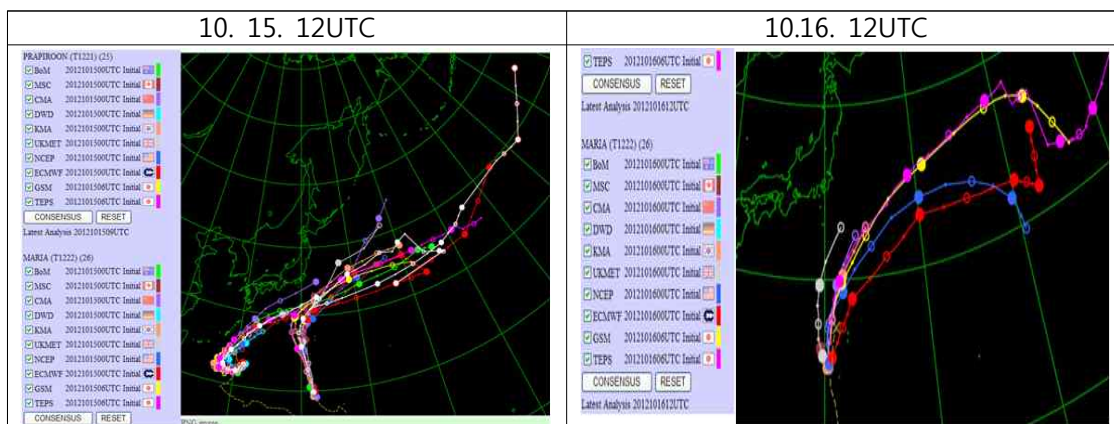
22.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.22.2] 제22호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	392.6	238.4	380.4	434.7	290.8
표본수	10	2	9	9	5

태풍 발생 초기 KMA, JMA 및 ECMWF 모델들은 전반적으로 태풍의 진로에 비해 서쪽 Bias를 지녔으며, 16일 전향 후 Spread가 비교적 넓게 형성되어 컨센

서스 결과에 대한 신뢰도가 비교적 높지 않은 편이었고, 속도에 대한 모델별 차이가 발생하여 실제 진로보다 북쪽으로 느리게 예보하는 경향을 보였다. 전반적으로 봤을 때 전향 전 대부분의 모델들이 실제대비 서쪽편이, 전향 후 북쪽편이 및 느리게 모의하는 경향을 보였으며, 향후 비슷한 경향의 태풍의 경우 모델들이 예측하는 것보다 다소 빠르게 예보를 생산하여야 할 것으로 보인다.



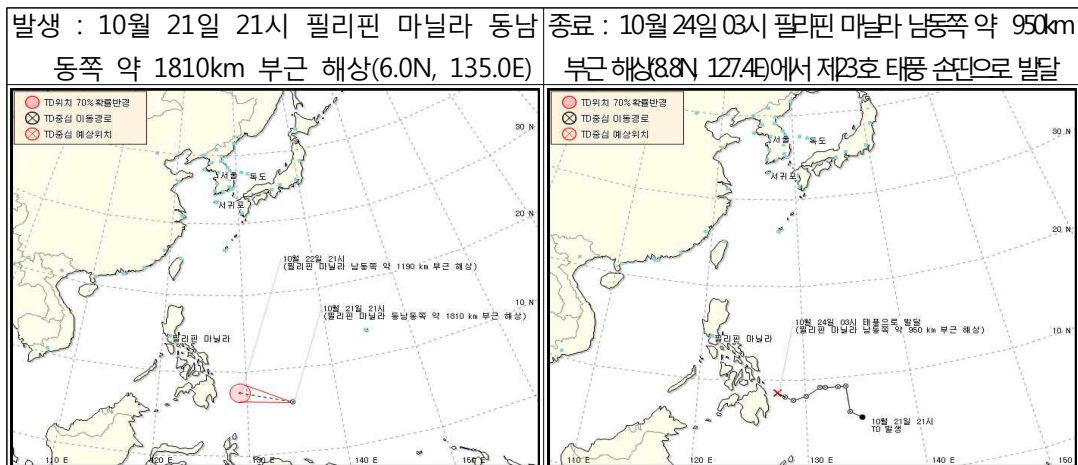
[그림 2.22.11] 제22호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

23. 제23호 태풍 ‘손뎌(SON-TINH)’

23.1 제41호 TD

23.1.1 개요

제41호 TD는 10월 21일 12UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1810km 부근 해상에 위치한 저기압이 발달하였다. 이때 제41호 TD의 중심기압은 1008hPa, 최대풍속 14m/s로 CI 지수 0.5, 연직시어 값 10kts 이하, 해수면온도 29℃, 해양열용량 100~120kJ/cm² 내외로 대기 및 해양상태가 강도 강화에 매우 적합한 조건을 형성하고 있었다. 제41호 TD는 아열대고기압의 남쪽에 위치하여 S/TE Pattern 영역에 위치하여 있으나 발생 초에는 TD 남동쪽의 강풍대 영향이 가미되면서 북서~북북서진하였고 그 후 TD 북쪽의 서쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받아 mT 확장으로 서남서~서북서진하면서 발달하여 10월 23일 18UTC에 필리핀 마닐라 남동쪽 약 950km 부근 해상에서 제23호 태풍 ‘손뎌’로 발달하였다.



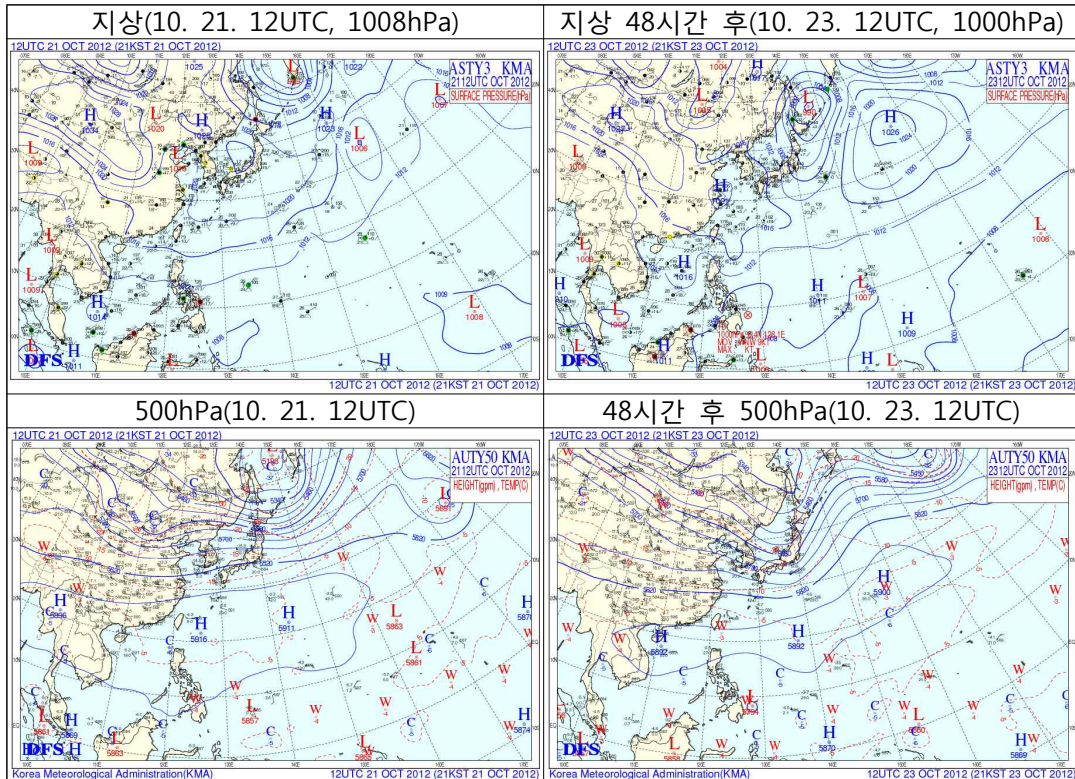
[그림 2.23.1] 제41호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

23.1.2 종관상황

10월 21일 12UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1810km 부근 해상에서 발생한 제41호 TD는 29℃의 높은 해수면온도와 100~120kJ/cm²의 높은 해양열용

량 해역에서 발달하였다.

제41호 TD는 필리핀 마닐라 남동쪽 저위도 해상에서 20일 18UTC경 1010hPa의 저기압이 해수면온도 29℃, 100~120kJ/cm²의 높은 열용량 해역에서 발달하여 10월 21일 12UTC경 필리핀 마닐라 남동쪽 저위도 해상에서 중심 부근 기압이 1006hPa인 제41호 TD로 발달하였다. 제41호 TD는 해수면온도가 29℃, 해양열용량 100~120kJ/cm²인 해역에서 S/TE pattern/region에 있으나 발생초기에는 TD의 북쪽에 형성된 지향류와 남동쪽에 형성된 강풍대의 상호작용을 받아 북서~북북서진하였다. 이후 S/TE pattern에서 서쪽을 향하는 지향류의 영향을 받아 서남서~서북서진하면서 발달하여, 2012년 10월 23일 18UTC경 필리핀 마닐라 남동쪽 약 950km 부근 해상에서 제23호 태풍 '손뎌'으로 발달하였다.



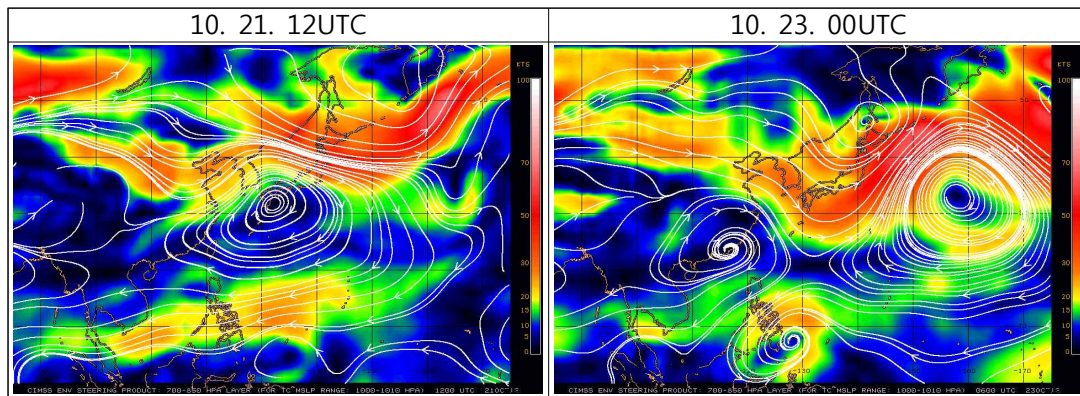
[그림 2.23.2] 제41호 TD 활동 기간 동안의 지상일기도

23.1.3 TD 진행과정

23.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

제41호 TD 이동에 영향을 줄 수 있는 지향류는 TD의 북쪽에 형성되어 있

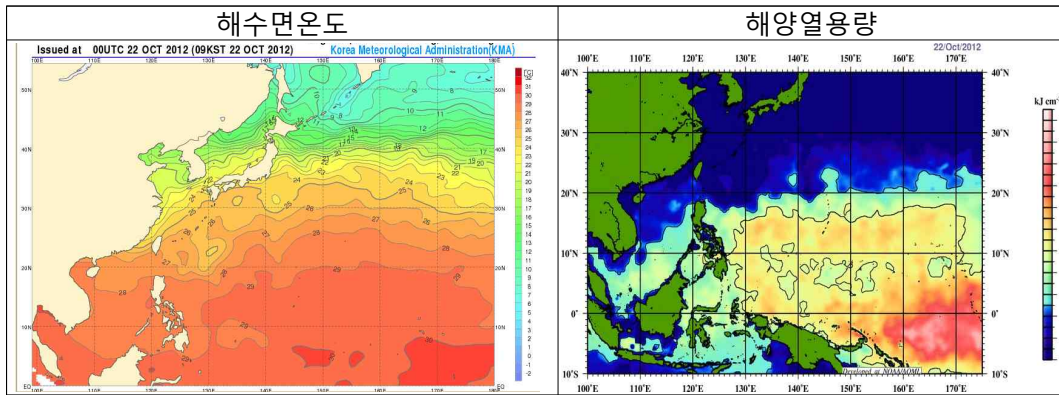
는 서쪽으로 향하는 지향류이지만 TD 발생초기에는 편동풍과 태풍의 남동쪽에 형성된 강풍대의 영향을 받아 북서~북북서진하였다. 그 이후 22일 00UTC경부터는 S/TE Pattern/region에서 TD의 북쪽에 위치한 지향류의 영향을 받아 서진하다가 22일 18UTC에서 23일 06UTC 사이에 아열대고기압이 일시적으로 남쪽으로 확장하면서 남서진하였고 23일 06UTC부터는 대만 부근에 위치한 고기압과 일본 동쪽 먼 해상에 중심을 둔 아열대고기압 사이의 기압골 사이에서 북서진하면서 강화되어 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.23.3] 제41호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

23.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제41호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29℃, 해양열용량도 100~120kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제41호 TD 이동방향으로 해양열용량지수(50kJ/cm² 이상)와 해수면온도(27~28℃)가 비교적 높고 연직시어 값이 10kts로 태풍으로 발달하는데 유리한 해양 및 대기상태에서 TD가 발생한 후 54시간 후인 10월 23일 18UTC경 필리핀 마닐라 남동쪽 약 950km 부근 해상에서 제23호 태풍 '손편'으로 발달하였다.



[그림 2.23.4] 제41호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

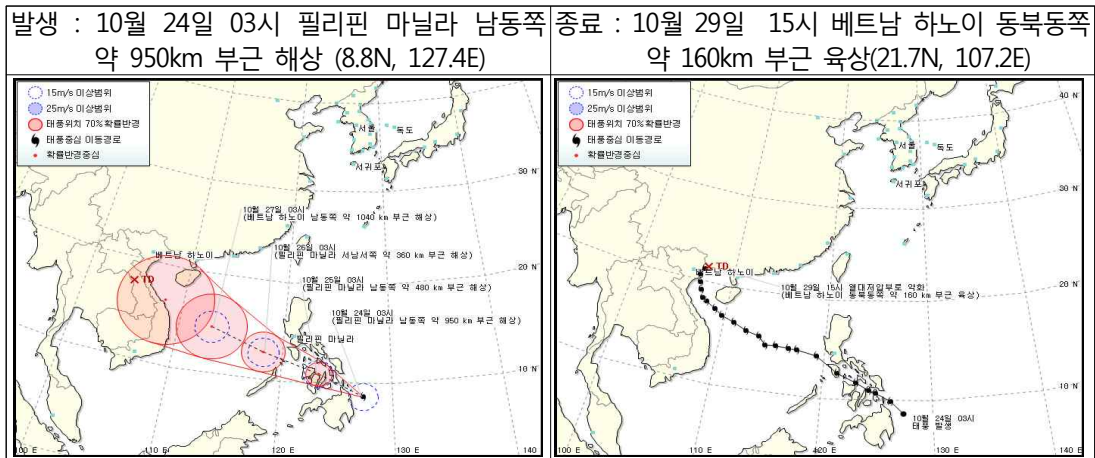
23.2 제23호 태풍 '손뎌(SON-TINH)'

23.2.1 개요

제23호 태풍 '손뎌'는 10월 23일 18UTC에 필리핀 마닐라 북북동쪽 약 520km 부근 해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심 최저기압은 998hPa의 약한 소형 태풍으로 중심부근에 18m/s의 강풍이 불고 있으며, 15km/h의 속도로 서북서진하고 있었다.

이 태풍은 10월 21일 12UTC에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1810km 부근 해상에서 발생한 TD가 발달한 것으로서, 발생당시 TD는 높은 해수면온도 및 해양열용량 해역에 위치한 가운데 대기의 연직시어 값도 10kts 이하로 낮아 향후 48시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 27~28°C와 해양열용량 100kJ/cm² 이상의 높은 해역에서 북서진하는 지향류를 따라 북서쪽으로 이동하지만 +24시간 전후에 필리핀 열도를 통과하면서 해양으로부터 에너지 유입이 원활하지 않아 크게 발달하지 못하였으며 남중국 해상으로 진출한 이후 +24시간 후에 발달하기 시작하여 27일 12UTC에는 중국 하이난섬 남서쪽 해상에서 강도 1급의 소형태풍으로 중심기압이 955hPa까지 발달하였다. 이때 해수면온도는 27~28°C로 비교적 높지만 해양열용량은 50kJ/cm² 이하로 낮은 해역에서 발달하였다. 27일 12UTC경부터 강도가 약화되기 시작하였고, 28일 18UTC경 베트남 하노이 동남동쪽 해안으로 상륙하면서 급격히 약화되어 29일 06UTC에 베트남 하노이 동북동쪽 약 160km 육상에서 열대저압부로 약화되었다.

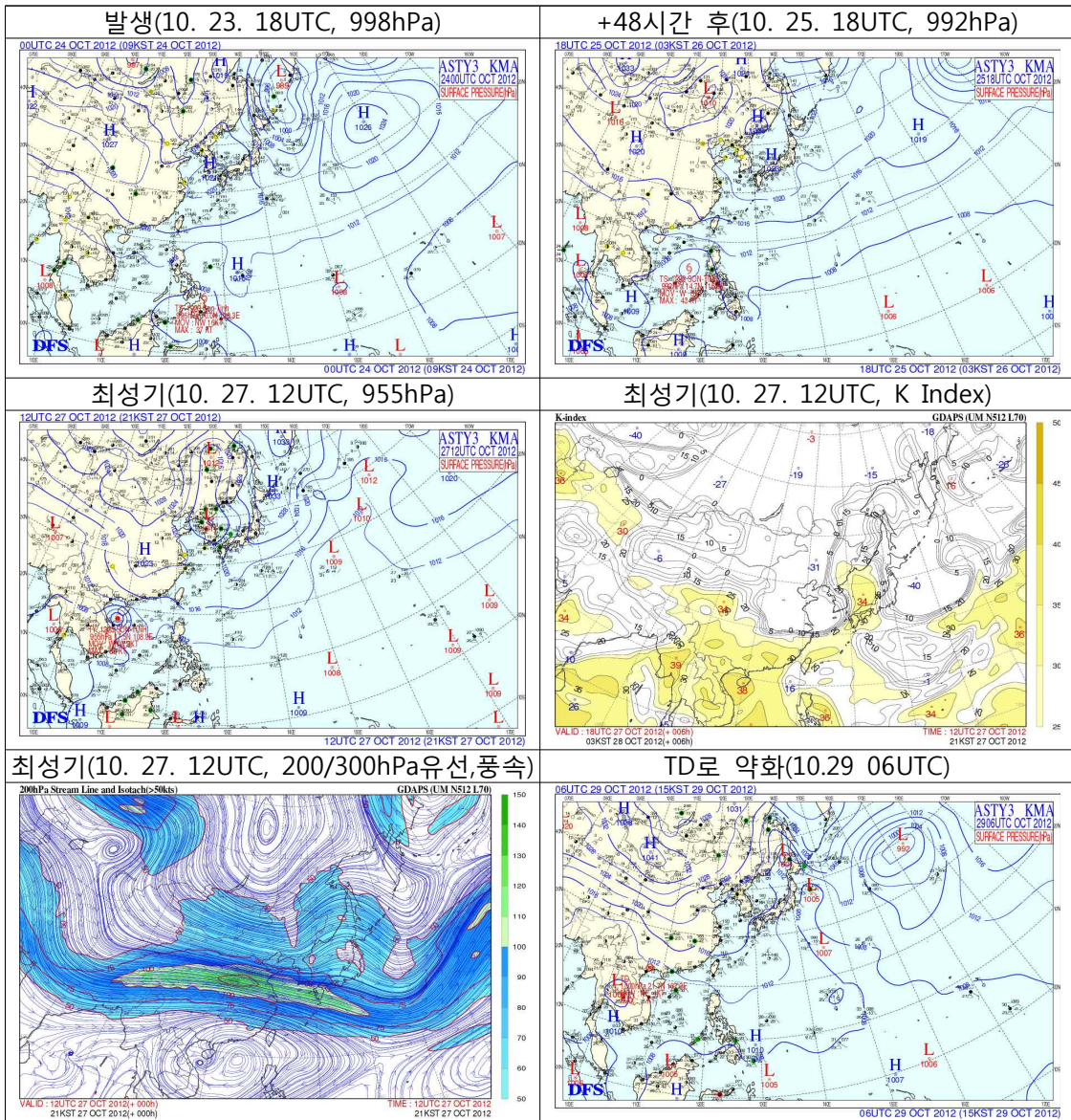


[그림 2.23.5] 제23호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

23.2.2 종관상황

제23호 태풍 '손편'은 10월 23일 18UTC경 필리핀 마닐라섬 남동쪽 약 950km 부근 해상(8.8°N, 127.4°E)에서 제41호 TD가 발달하여 발생하였다. 제23호 태풍 손편이 발생 당시 중국 북부지방에서 필리핀 동쪽 해상으로 확장하는 대륙고기압의 남쪽에서 S/TE Pattern/region에서 서북서쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받아 서에서 북서진하였으며, 이후 10월 28일 06UTC경부터는 S→M/PF 전이역에 북북서진, 28일 18UTC경 베트남 하노이 동남동쪽 해안에 상륙하였다. 상륙한 후 29일 00UTC 부터는 M/PF Pattern/region에서 북동쪽으로 향하는 지향류의 영향을 받아 북동진하였다.

제23호 태풍 '손편'은 10월 23일 18UTC경 필리핀 마닐라 남동쪽 약 950km 부근 해상에서 발생하여 서북서진 지향류를 따라 필리핀 열도를 통과하면서 992hPa까지 발달하였다. 해양열용량 50kJ/cm² 이상 해역인 남중국해상을 통과하면서 매우 느리게 강도가 강화되다가 10월 27일 12UTC경 베트남 하노이 남동쪽 약 510km 부근 해상의 해양열용량 50kJ/cm² 이하지역에서 이례적으로 955hPa까지 강한 태풍으로 발달하였다. 이는 해수면온도가 비교적 높고 베트남과 하이난섬 부근으로 이미 상대적으로 찬 공기덩이가 상층에 침투하여 발생한 불안정이 기류상승을 추가 유도하였고, 또한 중국 남부지역으로 강한 Jet의 남쪽 상층발산이 하층의 2차적 상승을 유도하면서 태풍 강도의 최고조를 이루었다. 이후 태풍 중심 주변이 육상으로 인한 마찰과 에너지 유입감소, 육상에 상륙 이동하면서 급격히 약화되었다.

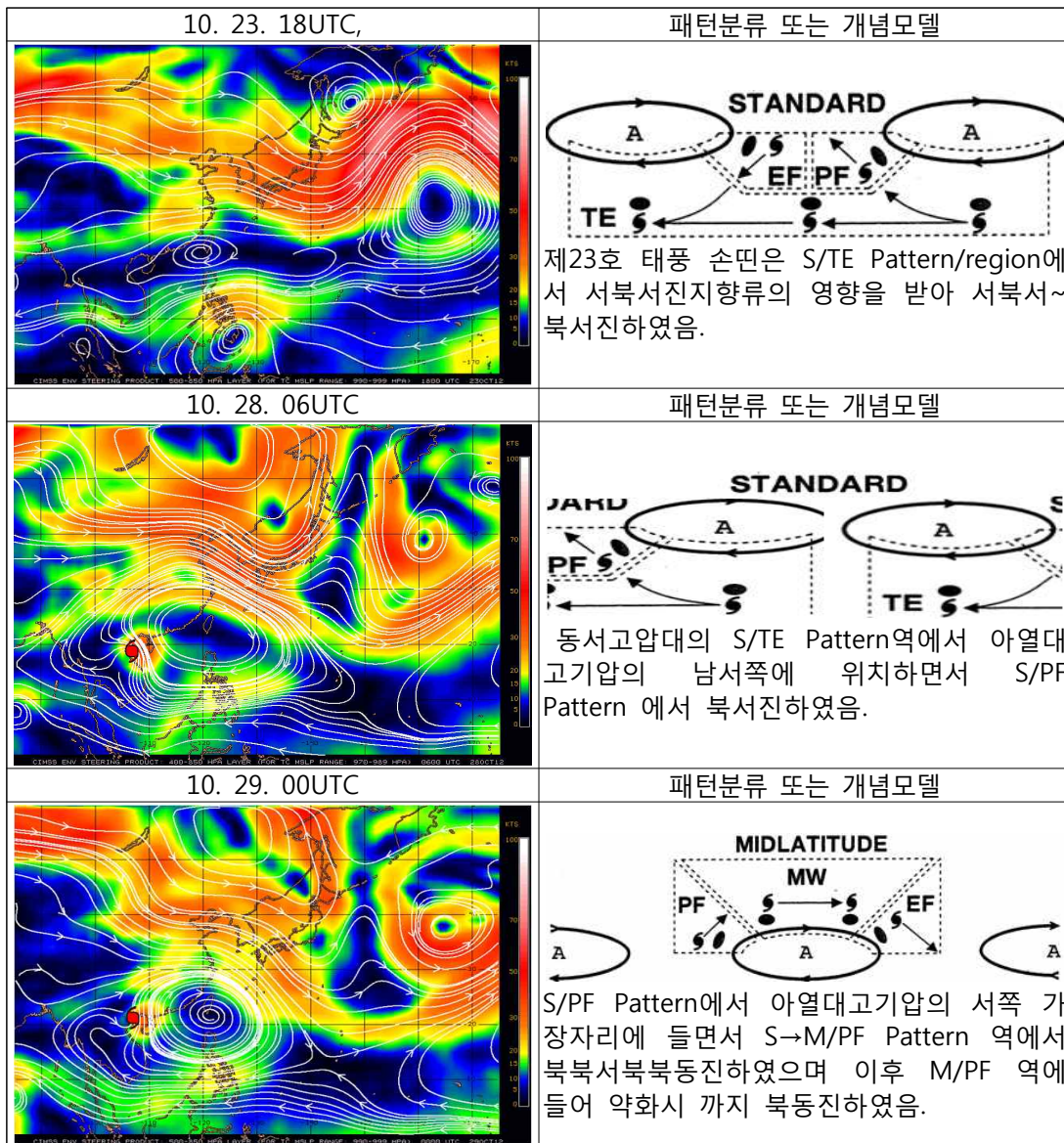


[그림 2.23.6] 제23호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도, K index, 상층 유선장

23.2.3 태풍진행과정

23.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

태풍 발생부터 약 106시간 동안 동서고압대의 남쪽 가장자리에서 서북서진 지향류의 영향을 서북서~북서진하였으며, 이후 고기압의 가장자리를 따라 M→S/PF Pattern 영역을 따라 이동하면서 북북서~북동진하였다.

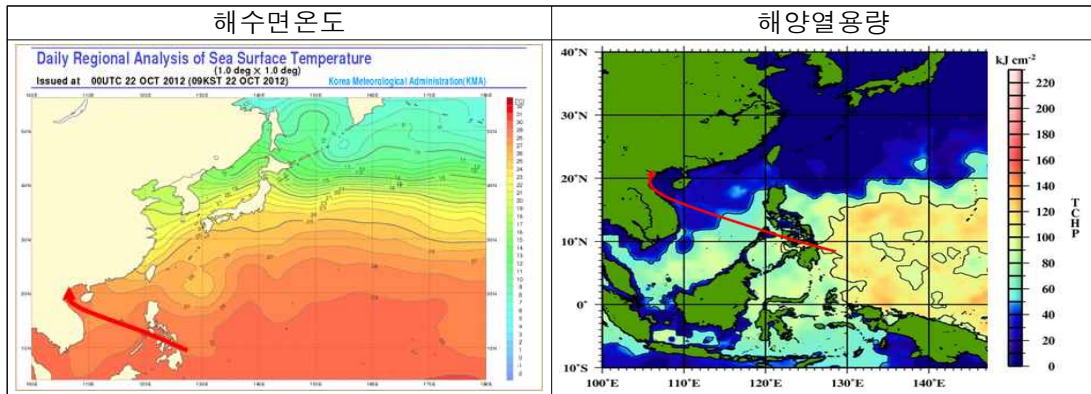


[그림 2.23.7] 제23호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름 및 종관 패턴

23.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍 발생에서 베트남 하노이 남동해안에 상륙하기 전까지 해수면온도는 27~28℃로 태풍 발달에 유리한 조건을 형성하고 있고 해양열용량은 발생시부터 26일 사이에 50~100kJ/cm²로 태풍강도 강화에(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건) 매우 유리한 조건을 형성하고 있지만 이때까지 992hPa까지 밖에 발달하지 못하였다. 그러나 해양열용량이 50kJ/cm² 이하 지역인 베트남 하노이 남동쪽 약 610km 부근 해상으로 이동하면서 크게 발달하였다. 이

는 이미 상층으로 한기가 위치하여 불안정역이 형성되어 있었고, 또한 Jet의 남쪽 상층발산역 등 태풍강도 강화에 유리한 대기조건이 형성되었기 때문이다. 따라서 중심기압 955hPa, 중심최대풍속 41m/s의 강도 강의 소형태풍으로 강화되었고, 이후 점차 약화되다가 29일 새벽 3시 이후 육상을 이동하면서 크게 약화되어 29일 06UTC경 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.23.8] 제23호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

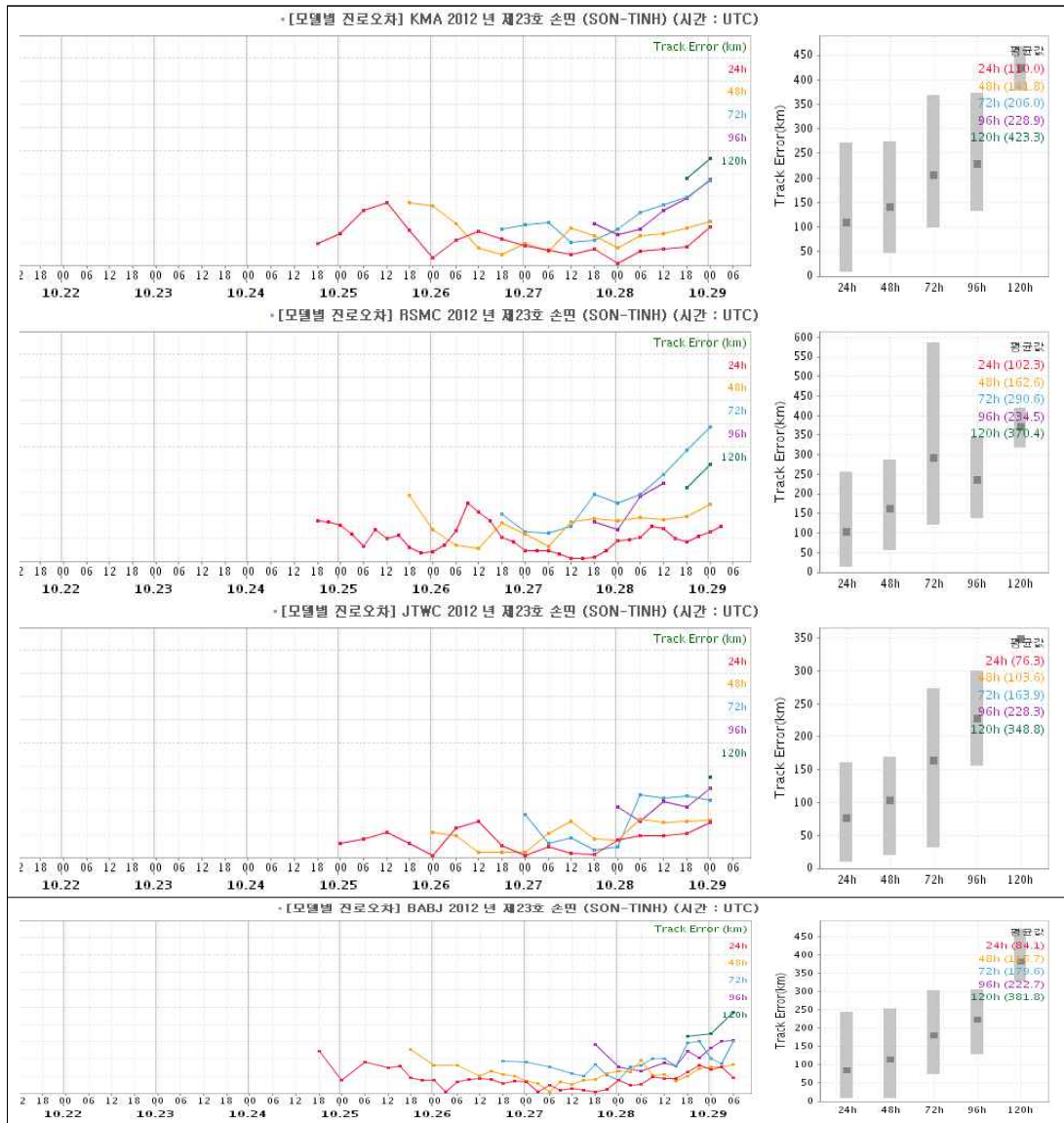
23.2.4 예보정확도

23.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

기관들 중에서는 JTWC가 103.6km로 가장 정확한 예보를 하였고 전반적으로 163km 미만의 오차로 비교적 정확한 태풍예보가 생산되었다. 하지만 발생초기에 진로는 비교적 정확하게 예측하였으나 이동속도에서 느린 예보를 하였고 말기에 전향되면서 편차가 비교적 크게 발생한 편이었다.

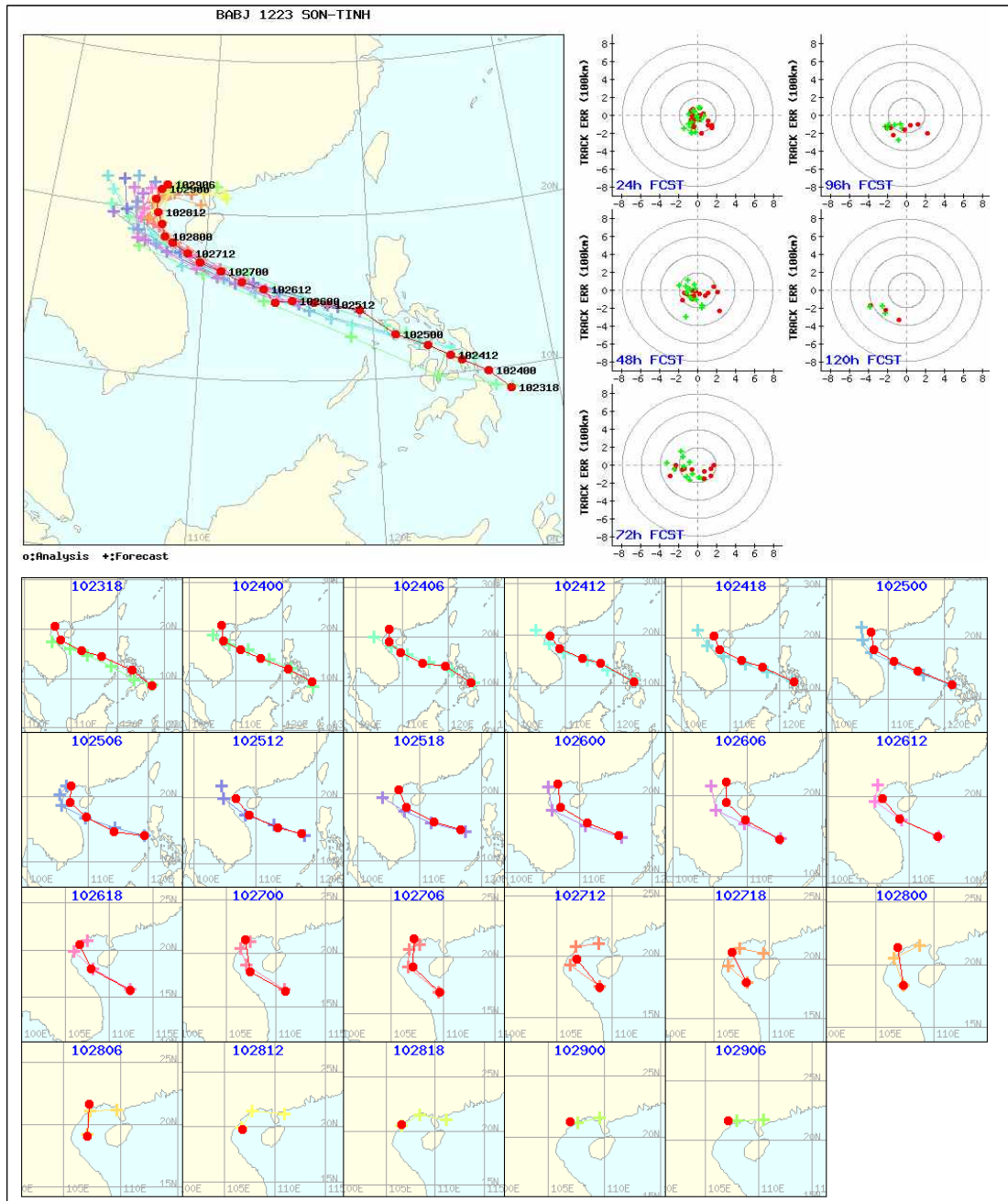
[표 2.23.1] 제23호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	141.8	162.6	103.6	115.7
표본수	14	14	13	26



[그림 2.23.9] 제23호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍진로예보는 초기에 느린 경향 그리고 후반에는 왼쪽으로 편향예보를 하여 편차가 비교적 크게 발생하였다.



[그림 2.23.10] 제23호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

23.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.23.2] 제23호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	GFS
예보오차	131.8	83.5	107.3	111.2	53.8
표본수	13	4	13	14	8

태풍의 발생초기에 DBAR, DLM, ECMWF, TEPS 등의 대부분의 모델들은 실제 경로보다 왼쪽으로 편이하여 예보를 한 반면, NOGAPS, UM, KEPS 등은 오른쪽으로 편이하여 예보를 하였고 GFS와 JGSM은 진로와 비슷한 예보를 하였다. 발생초기부터 진행 중반사이 +72h 예보까지 비슷한 진로를 예측하고 있어 모델간의 spread가 좁아 신뢰도가 높은 편이지만 이후 모델간의 spread가 커 신뢰도가 낮았다. 특히 DLM과 ECMWF 등은 서쪽으로 진행하는 예보를 하였지만 그 외의 모델들은 베트남 하노이 남쪽에서 북쪽으로 전향한 후 북동쪽으로 진행되는 예보를 하여 모델들의 정확도는 높은 편이다.

24. 제24호 태풍 ‘보파(BOPHA)’

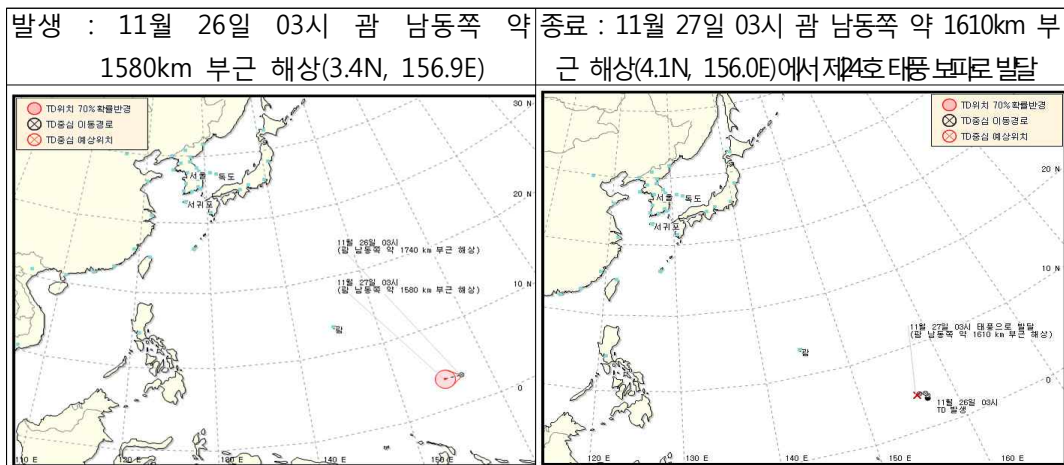
24.1 제44호 TD

24.1.1 개요

제44호 TD는 11월 25일 18UTC에 미국 괌 남동쪽 약 1580km 부근 해상에 위치한 저기압이 발달하여 발생하였다. 이때 중심기압은 1004hPa, 최대풍속 15m/s이었다. 이때, 종관 기압계는 중국 내륙에 중심을 둔 고기압과 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 고기압이 북서태평양 저위도 해상에서 연결되어 동서로 길게 고압대를 형성함으로써 TD는 고압대에 막혀 북상하지 못하고 S/TE pattern/region에서 매우 느리게 서진하여 적도부근 저위도 해상으로 이동하였다.

제44호 TD 발생 당시 북서태평양 저위도에는 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 100~150kJ/cm²으로 태풍으로 발달에 유리한 조건이었고, 제18호 TD 이동방향상으로도 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량 110~150kJ/cm²을 유지하고 연직시어 5~15kts로 태풍으로 발달하는데 좋은 해양과 대기조건을 갖추고 있었다.

제44호 TD는 매우 느리게 서진하면서 수증기를 공급받아 12월 26일 18UTC에 괌 남동쪽 약 1610km 부근 해상으로 진출하면서 제24호 태풍 ‘보파’로 발달하였다.

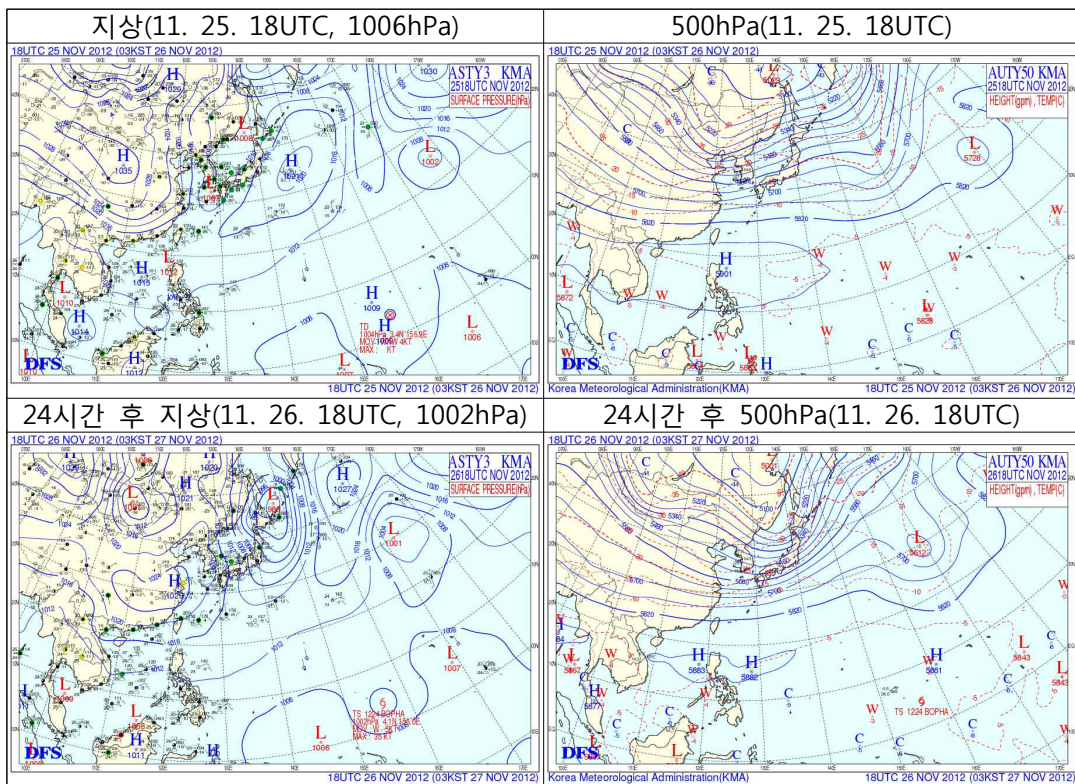


[그림 2.24.1] 제44호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

24.1.2 종관상황

제44호 TD 발생 시 괌 남동쪽 해역에는 고수온과 고열용량으로 양호한 열적 조건이 갖추어진 상태였으며, 연직시어도 비교적 낮아 역학적 조건만 갖추어지지만 TD가 발생할 수 있는 상황이었다. 이때, 중관 기압계는 중국 내륙에 중심을 둔 고기압과 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 고기압이 북서태평양 저위도 해상에서 연결되어 동서로 길게 고압대를 형성함으로써 TD는 고압대에 막혀 북상하지 못하고 S/TE pattern/region에서 매우 느리게 서진하여 저위도 해상을 이동하였다. 저기압성 순환장 발달이 양호한 조건이 형성되었으며 저기압성 순환장 부근에서 방향수렴이 나타나 고수온역으로부터 수증기 공급을 원활하게 공급하고 수렴에 의한 대류가 활발해져 TD가 발생하였다.

제44호 TD 주변해역에는 해수면온도 29~30°C, 해양열용량 100~150kJ/cm²이 형성되어 있어 원활한 수증기 공급이 가능하였다. 제44호 TD는 서~서북서진하여 11월 26일 18UTC경 괌 남동쪽 약 1610km 부근 해상으로 진출하면서 중심기압 1002hPa 중심부근 최대풍속이 18m/s에 달하면서 제24호 태풍 '보파'로 발달하였다.

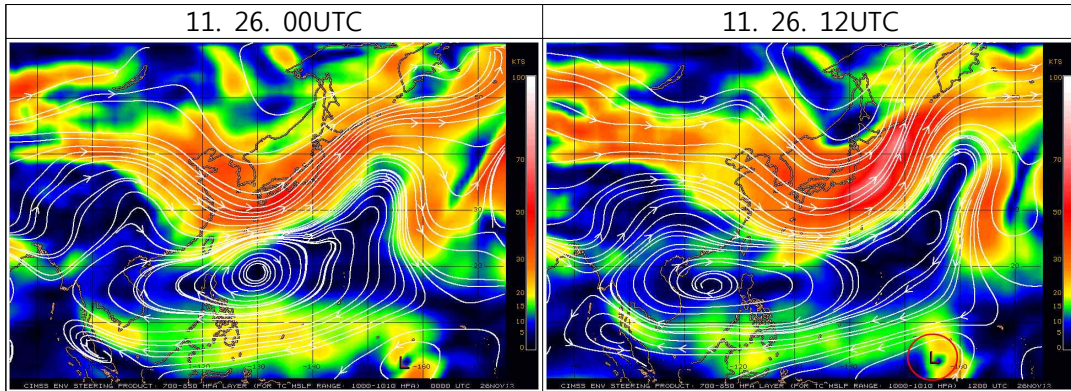


[그림 2.24.2] 제44호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

24.1.3 TD진행과정

24.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

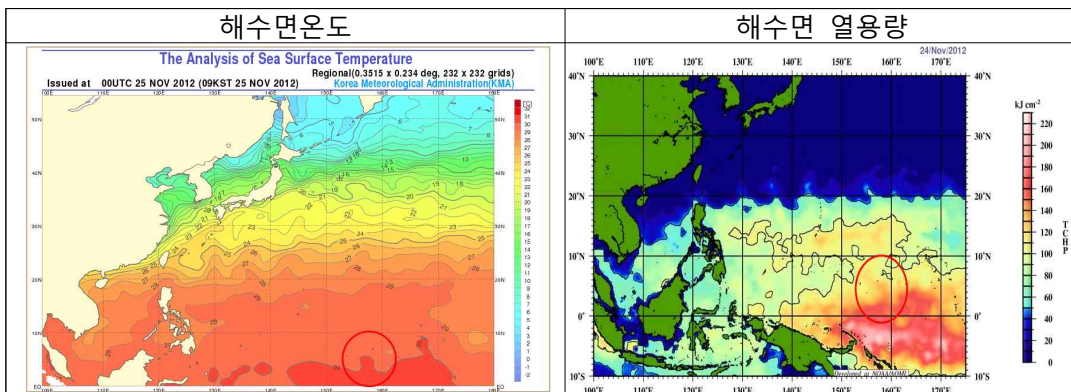
제44호 TD는 일본 남동쪽 해상에 중심을 둔 북태평양 고기압 남서쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북동쪽에 위치하여 S/PF pattern/region에서 서북서 지향류를 받아 서북서진하면서 강화되어 태풍으로 발달하였다.



[그림 2.24.3] 제44호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

24.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제44호 TD 발생 초기에 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량도 100kJ/cm²으로 태풍 강화(해양열용량이 50kJ/cm²이상 일 때 태풍 강도 강화에 유리한 조건)에 유리한 조건이었고, 제18호 TD 이동방향으로도 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량 110~150kJ/cm² 을 유지하고 연직시어 5~15kts로 태풍으로 발달하는데 좋은 해양과 대기조건을 갖추었으며 11월 26일 18UTC에 괌 남동쪽 약 1610km 부근 해상에서 제44호 TD가 제24호 태풍 '보파'로 발달하였다.



[그림 2.24.4] 제44호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

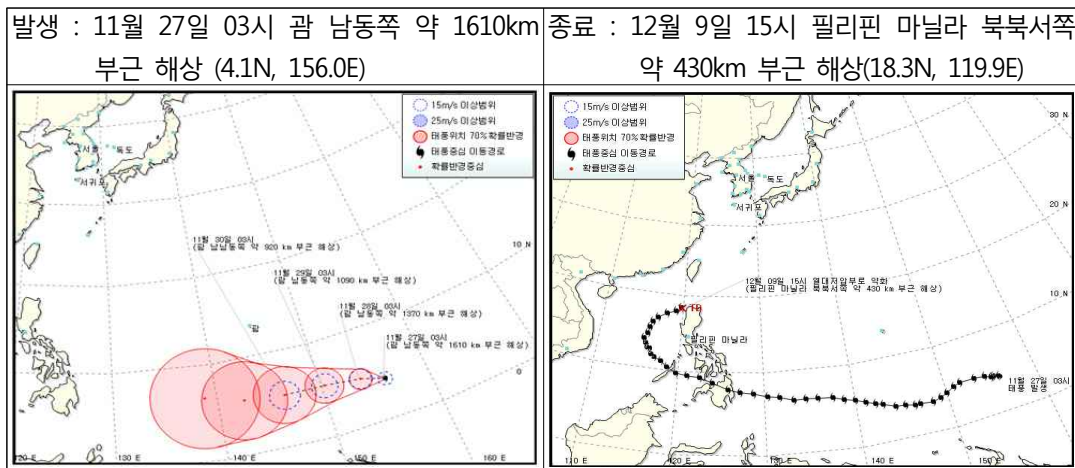
24.2 제24호 태풍 '보파(BOPHA)'

24.2.1 개요

제24호 태풍 '보파'는 11월 26일 18UTC에 괌 남동쪽 약 1610km 부근 해상에서 태풍으로 발달하였다. 발생 당시 중심기압은 1002hPa 중심부근 최대 풍속 19m/s의 약한 소형 태풍으로 22km/h의 속도로 서북서진하였다.

이 태풍은 11월 25일 18UTC에 괌 남동쪽 약 1580km 부근 해상에서 발생한 제44호 TD가 발달한 것으로서, 제44호 TD 발생당시 주변해역의 해수온도 29~30℃와 해양열용량 100~150kJ/cm²로 열적 조건이 매우 양호하여 역학적 조건만 갖추어지면 태풍으로 발달할 가능성이 높은 상태였다.

태풍으로 발달한 이후 해수면온도 29~30℃와 해양열용량 100~150kJ/cm²의 비교적 높은 해역에서 서~서북서진하는 지향류를 따라 이동하면서 발달하였다. 저위도를 이동함으로서 전향력이 약하였음에도 매우 양호한 해양조건으로 12월 3일 12UTC경에는 최성기로서 중심기압 930hPa, 중심부근 최대풍속 50m/s, 강풍반경 350km의 매우 강한 중형태풍으로 발달하였다. 12월 4일 새벽 태풍이 필리핀 민다나오 섬으로 상륙하면서 지면과의 마찰로 인하여 약화되기 시작하였으며 필리핀 민다나오 섬을 통과하여 해수면온도 27~28℃, 해양열용량 0~50kJ/cm²의 필리핀 서쪽 해역으로 진출 후에도 점차 약화되었으며 12월 9일 06UTC경 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.24.5] 제24호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

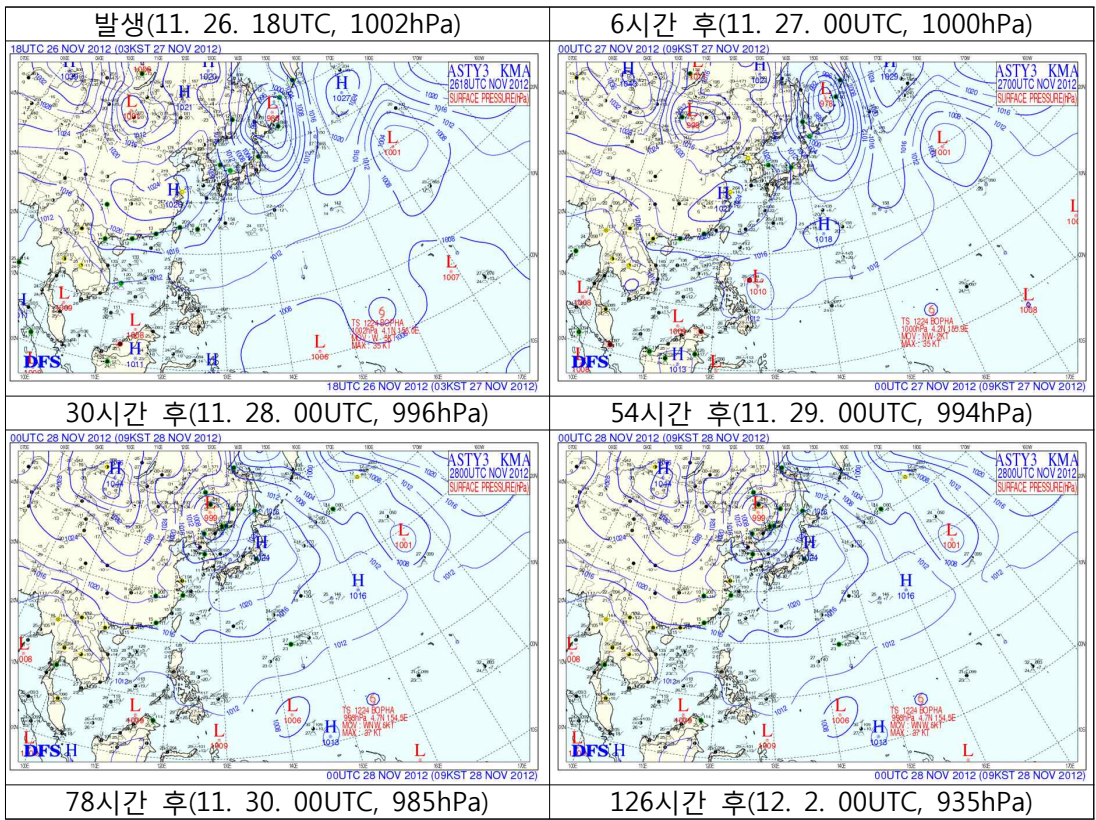
24.2.2 종관상황

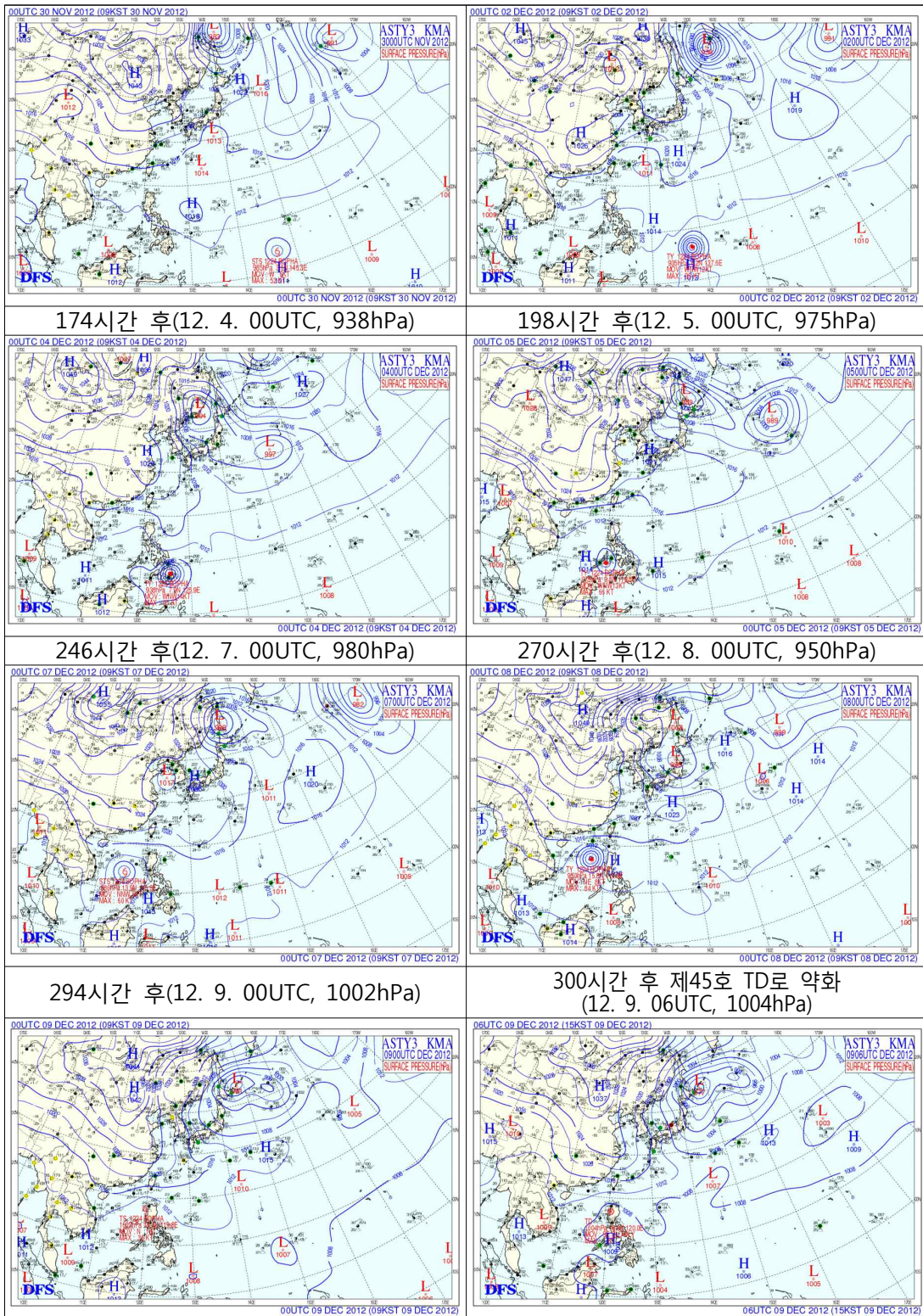
제24호 태풍 '보파'가 발생한 11월 26일 18UTC경 종관 기압계는 중국 내륙에 중심

을 둔 고기압과 날짜 변경선 부근에 중심을 둔 고기압이 북서태평양 저위도 해상에서 연결되어 동서로 길게 고압대를 형성하였으며 제24호 태풍은 고압대 남쪽에서 발생함으로서 고압대에 막혀 북상하지 못하고 S/TE pattern/region에서 느리게 서~서북서진하여 저위도 해상으로 이동하였다.

이후에도 북서태평양 저위도 해상으로 저위도 해상에는 동서로 길게 고압대가 형성되어 S/TE pattern/region에서 느리게 서~서북서진하여 필리핀 민다나오 섬으로 상륙하였다. 이때를 전후하여 필리핀 부근에서 서쪽으로 고압대가 약화됨으로서 S/TE pattern/region에서 S/PF pattern/region으로 전이가 일어나면서 북서진하였다.

12월 7일 경 필리핀 서쪽 해역으로 진출하면서 S와 M pattern의 혼재하는 양상이 나타나며 북진하였으며 이후 M pattern으로 전이하여 북동진하다 12월 9일 06UTC경 필리핀 마닐라 북북서쪽 약 430km 부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.





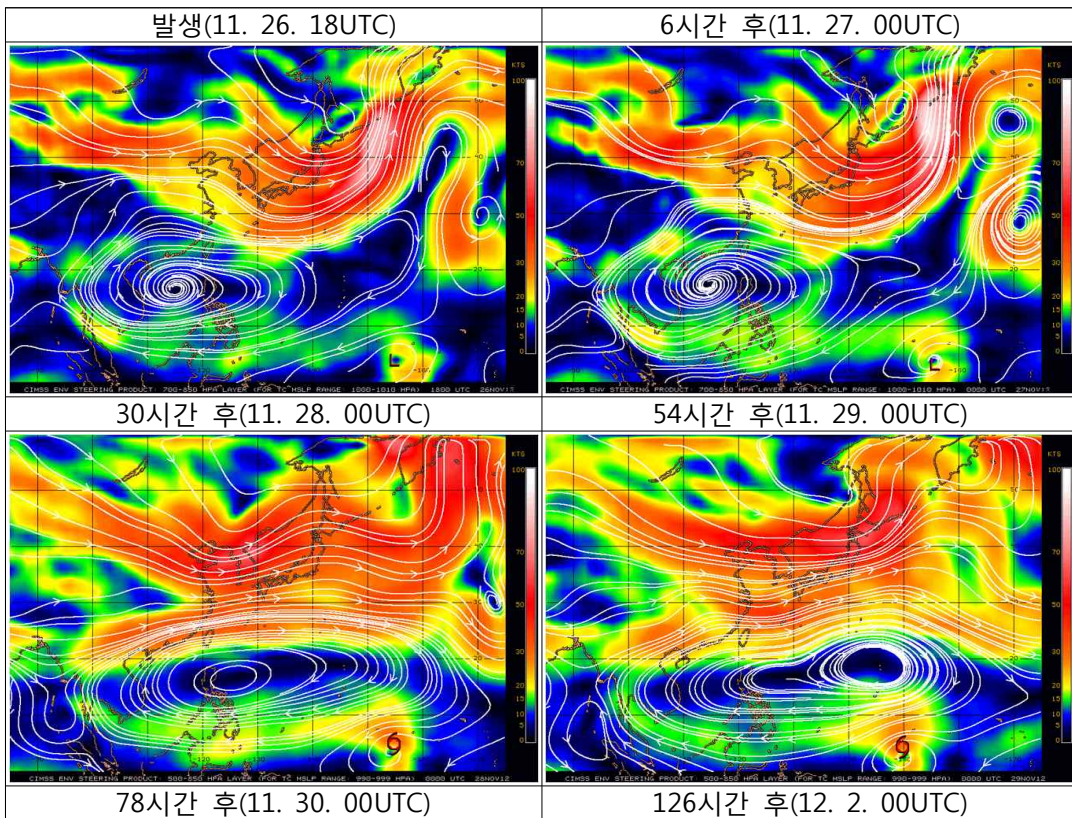
[그림 2.24.6] 제24호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

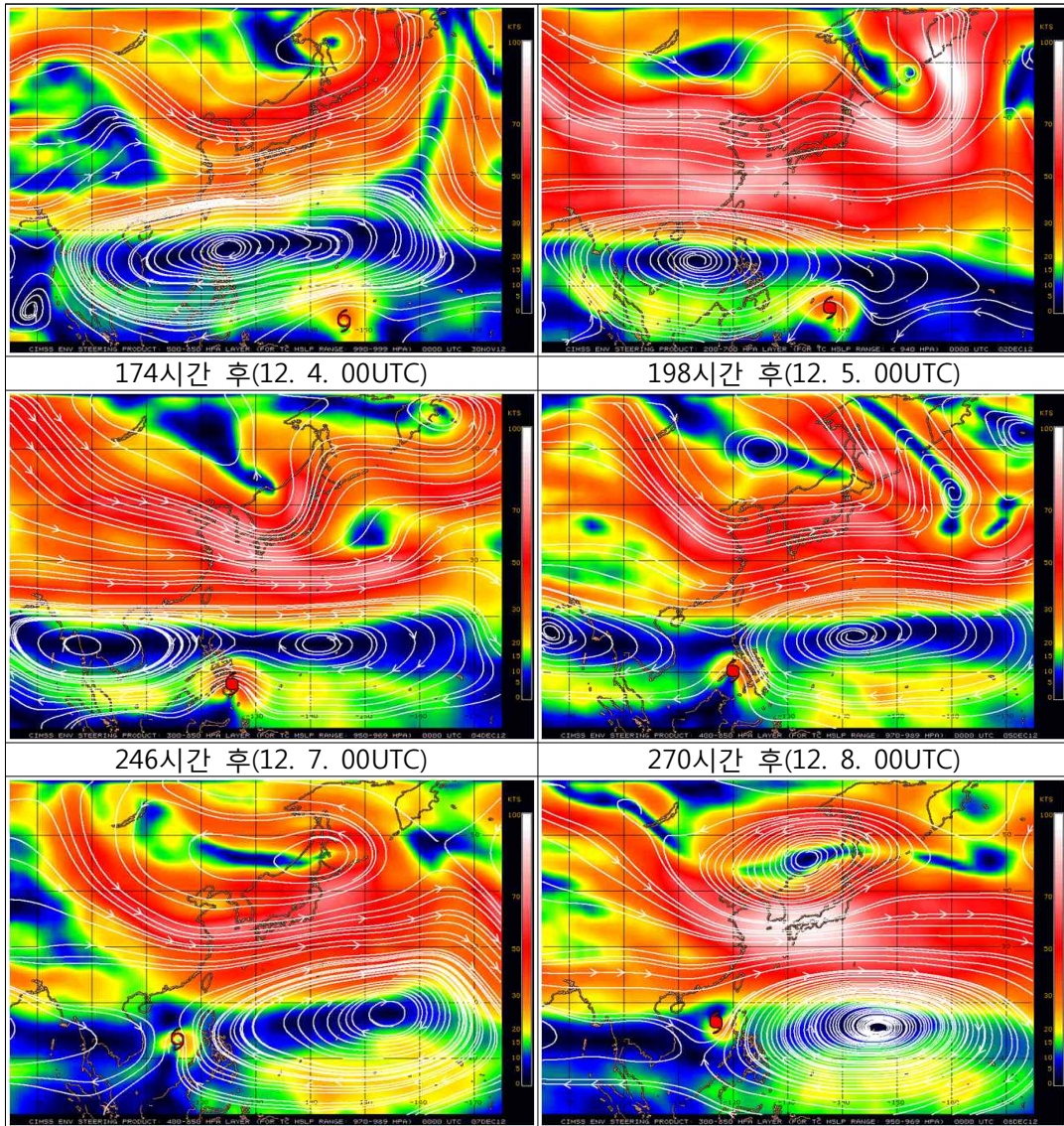
24.2.3 태풍진행과정

24.2.3.1 지향류 흐름(Environmental Steering Flow)

제24호 태풍 '보파'가 발생한 11월 26일 18UTC경 북서태평양 저위도 해상에서 동서로 길게 형성된 고압대에 의하여 제24호 태풍의 북쪽에 동 지향류가 약하게 형성되어 S/TE pattern/region에서 느리게 서~서북서진하여 저위도 해상으로 이동하였다. 이후 필리핀 민다나오 섬으로 상륙할 때까지 북서태평양 저위도 해상으로 동서로 길게 형성된 고압대가 유지됨으로서 S/TE pattern/region에서 느리게 서~서북서진하였다.

이후 필리핀 부근에서 고압대가 약화되고 S/TE pattern/region에서 S/PF pattern/region으로 전이가 일어나면서 북서진하였다. 12월 7일 경 필리핀 서쪽 해역으로 진출하면서 S와 M pattern의 혼재하는 양상이 나타나며 북진하였으며 이후 M pattern으로 전이하여 북동진하다 12월 9일 06UTC경 필리핀 마닐라 북북서쪽 약 430km 부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.





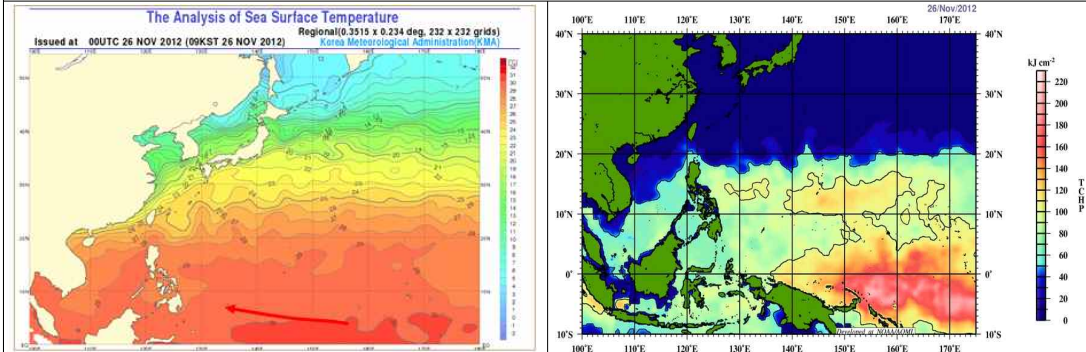
[그림 2.24.7] 제24호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

24.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

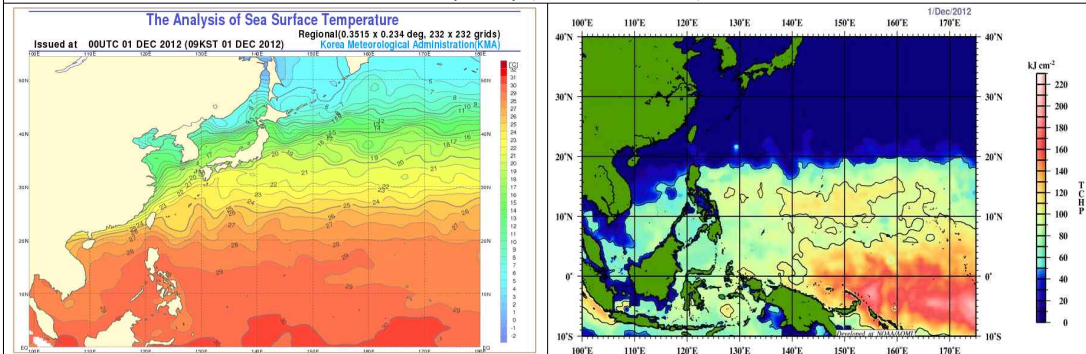
제24호 태풍 '보파'가 발생한 11월 26일 18UTC경 북서태평양 저위도 해상에는 해수면온도는 29~30℃, 해양열용량은 100~150kJ/cm², 연직시어 10kts 이하로 태풍 강화에 매우 유리한 해양과 대기조건이 형성되었고 태풍이 저위도로 이동하면서 전향력이 약하여 충분한 발달이 어려웠으나 12월 3일 12UTC경 중심기압 930hPa, 중심부근 최대풍속 50m/s, 강풍반경 350km의 매우 강한 중형태풍으로 발달하였다. 12월 4일 새벽 태풍이 필리핀 민다나오 섬으로 상륙하면서 지면과의 마찰로 인하여 약화되기 시작하였으며 필리핀 민다나오 섬을 통과하여 해수면온도 27~28℃, 해양열용량 0~50kJ/cm²의 필리핀 서쪽 해역으로 진출 후에도 점차

약화되었으며 12월 9일 06UTC경 열대저압부로 약화되었다.

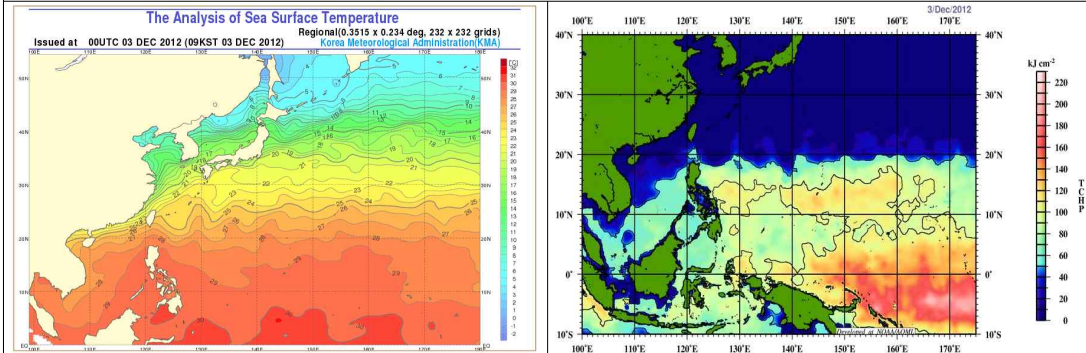
발생(11. 26. 18UTC)



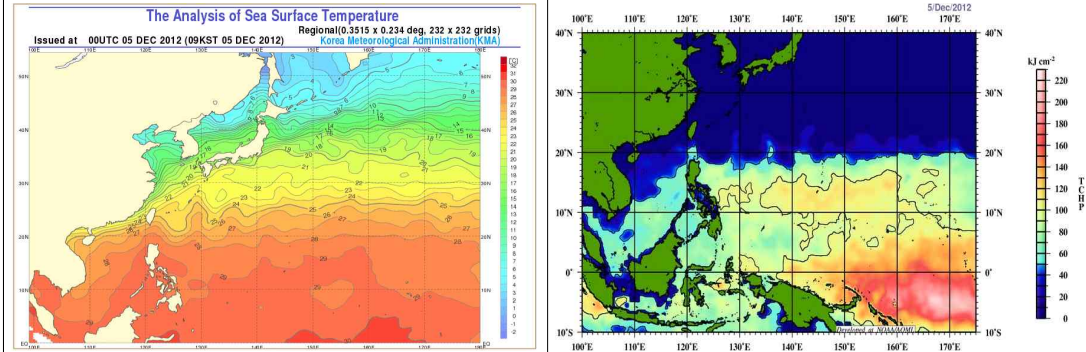
102시간 후(12. 1. 00UTC)



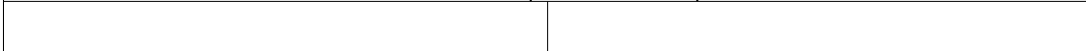
150시간 후(12. 3. 00UTC)

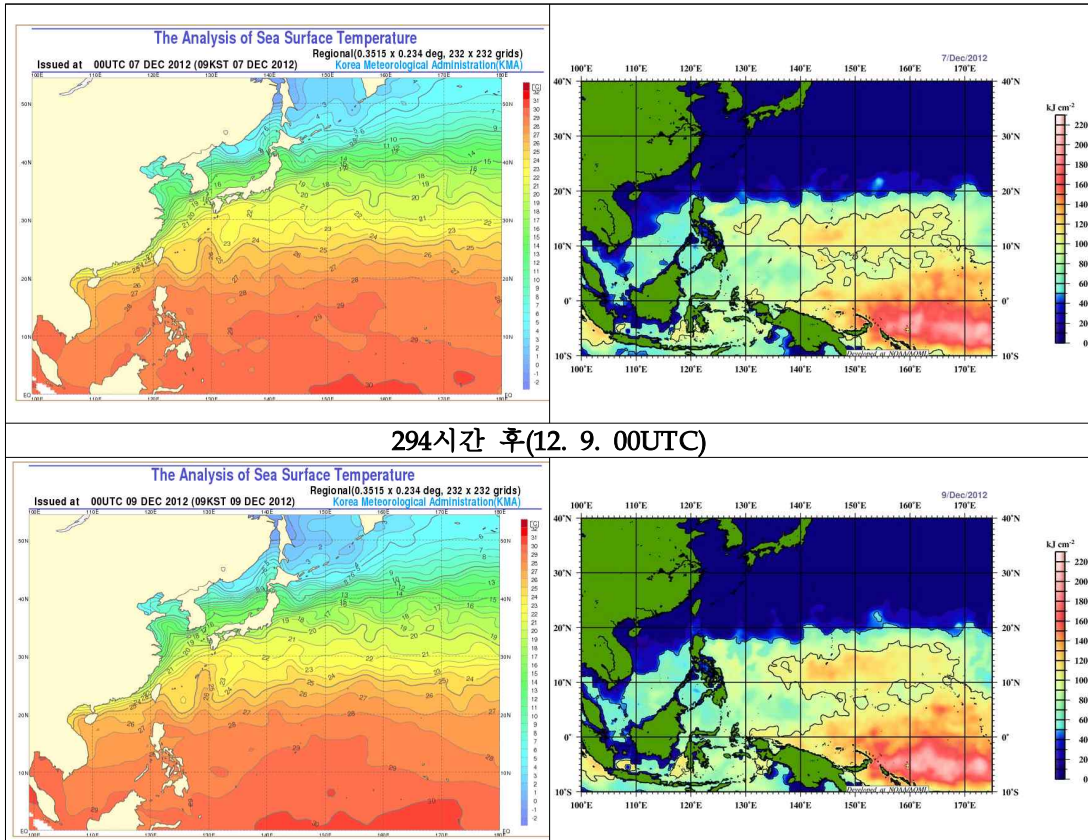


198시간 후(12. 5. 00UTC)



246시간 후(12. 7. 00UTC)





294시간 후(12. 9. 00UTC)

[그림 2.24.8] 제24호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

24.2.3.3 열대저압부의 약화(제45호 TD)

제24호 태풍 ‘보파’는 12월 9일 06UTC경 필리핀 마닐라 북북서쪽 약 430km 부근 해상으로 진출하면서 제45호 열대저압부로 약화되었다.

제45호 열대저압부는 필리핀 북단과 매우 가까운 위치에 있어 육상과의 마찰에 의하여 급격히 세력이 약해지고 구조가 와해되면서 6시간 만인 12월 9일 12UTC경 필리핀 마닐라 북북서쪽 약 340km 부근 해상에서 약화되었다.

24.2.4 예보정확도

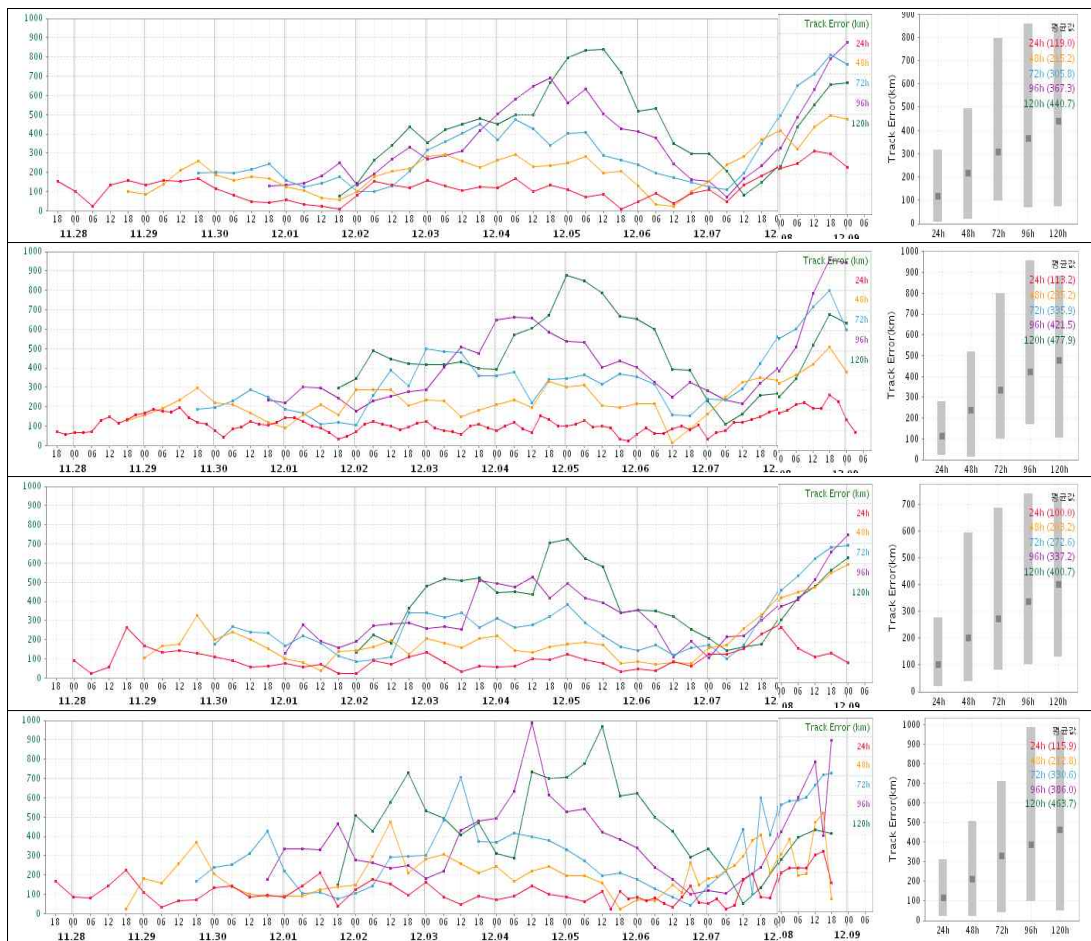
24.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

48시간 예보 기준 대부분의 기관에서 203~235km의 예보오차를 보여 태풍예보의 신뢰도가 높지 않았다. JTWC가 203.2km로 진로오차가 가장 적었고 다음으로 CMA가 212.8km, KMA 215.2km의 진로오차가 발생하였으며, RSMC 235.2km의 진로오차를 보여 오차가 가장 크게 나타났다. 제24호 태풍예보의 진로오차가 크

게 발생한 원인은 12월 7~9일 경 필리핀 서쪽 해상으로 진출하여 전향 이후 주변에 지배적인 기압계와 지향류가 형성되지 않으면서 각 태풍진로 예측모델마다 태풍의 진로를 다르게 예측하면서 큰 오차가 발생하였다.

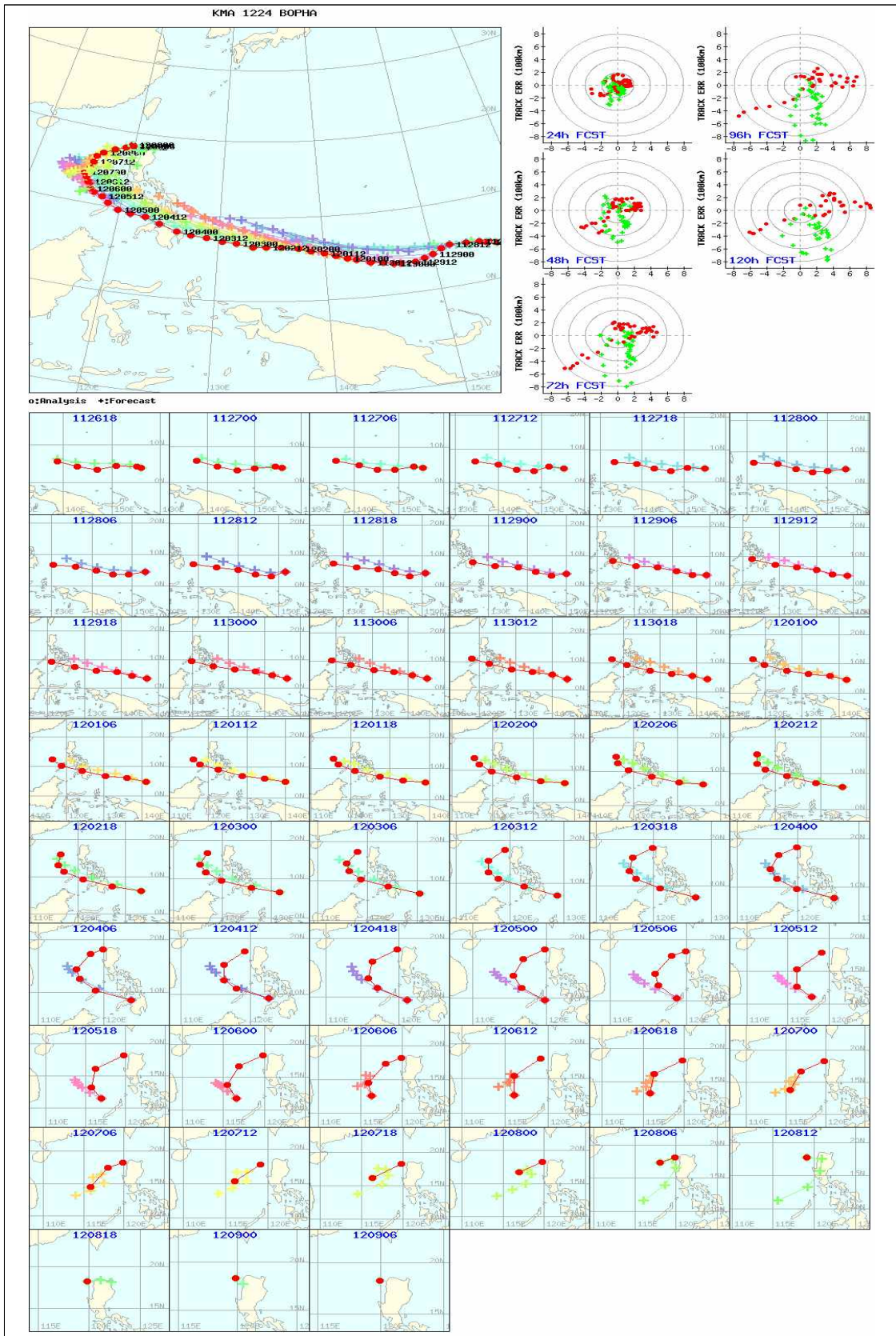
[표 2.24.1] 제24호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	215.2	235.2	203.2	212.8
표본수	42	42	41	50



[그림 2.24.9] 제24호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA는 발생초기에서 필리핀 부근으로 진출할 때까지 북서태평양 저위도 해상은 동서로 길게 고압대가 형성되고 태풍의 북쪽에 동 지향류가 약하게 형성되어 S/TE pattern/region에서 느리게 서~서북서진하여 저위도 해상으로 이동하면서 비교적 오차가 적게 발생하였으나 북쪽으로 치우치게 예보하는 경향이였다. 이후 필리핀 부근으로 진출하면서 고압대가 약화되고 S/TE pattern/region에서 S/PF pattern/region으로 전이가 일어나면서 북서진하여 오차가 커지는 경향을 나타냈으며 대체로 서쪽으로 치우치는 예보를 하면서 오차가 크게 나타났다.

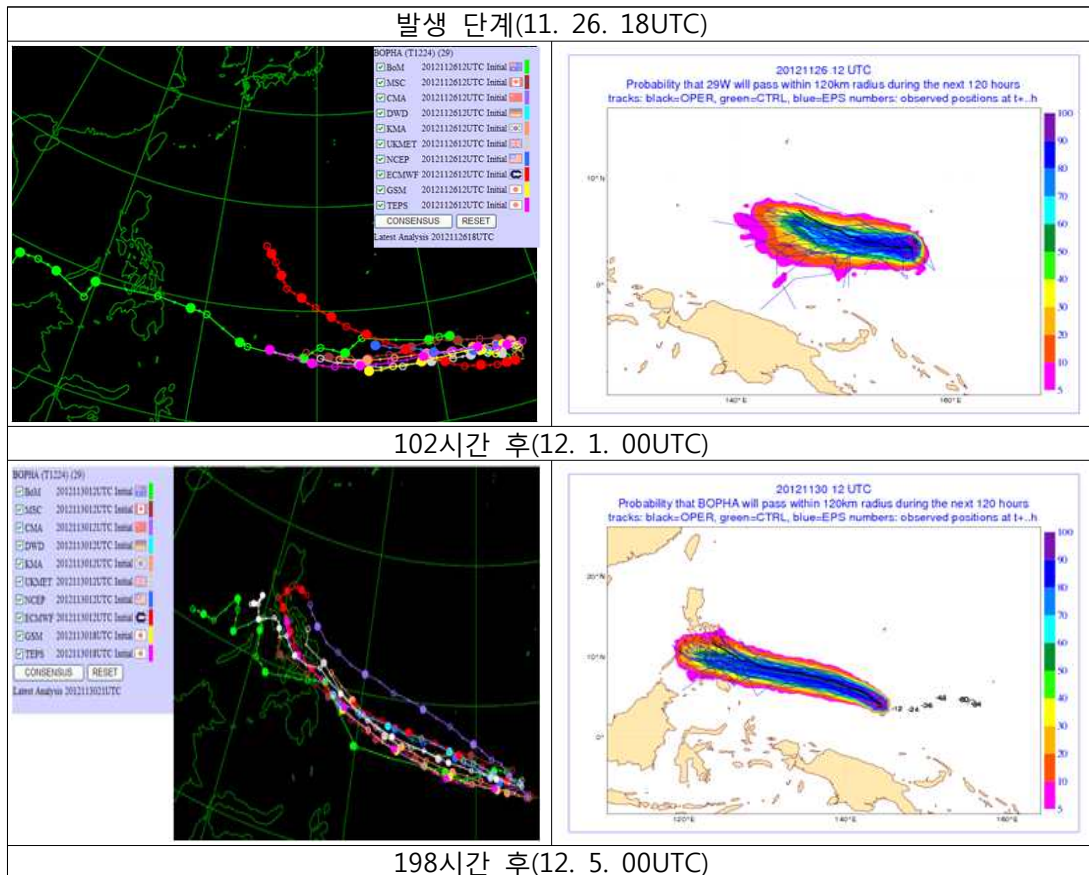


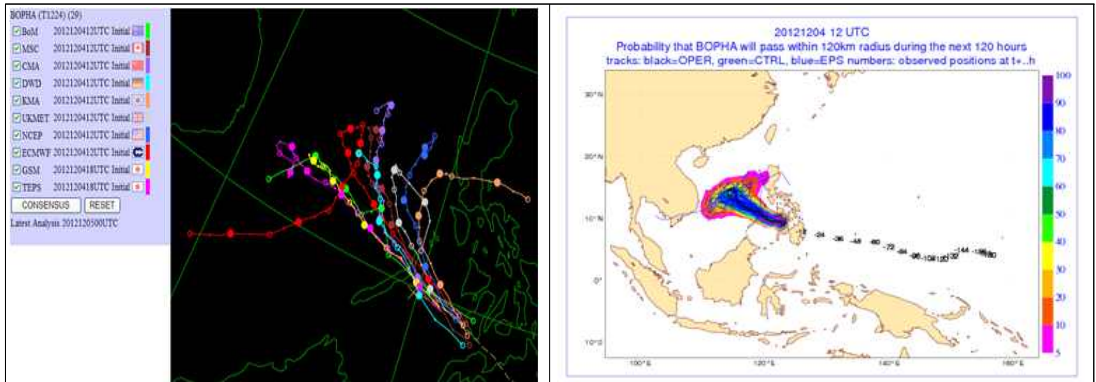
24.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

[표 2.24.2] 제24호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

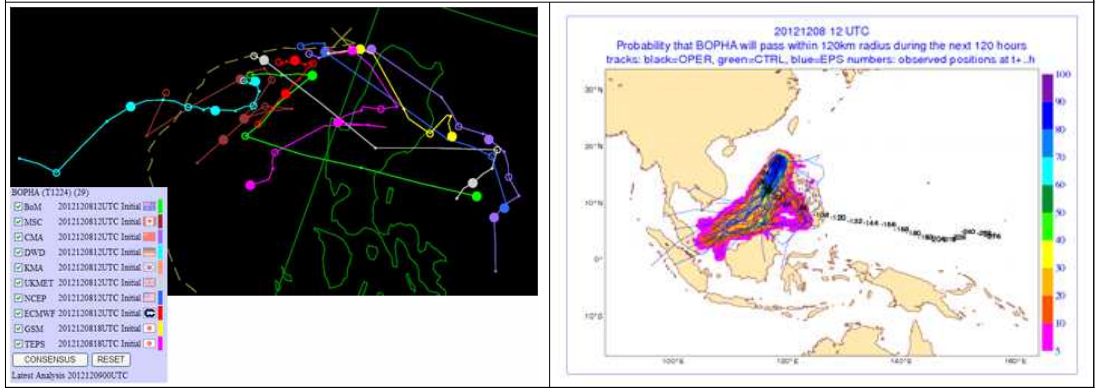
모델	JGSM	ECMWF	TEPS	UM	TWRF
예보오차	214.5	170.0	238.8	207.7	237.9
표본수	42	20	42	43	9

제24호 태풍 '보파'가 발생한 11월 26일 18UTC경 북서태평양 저위도 해상에서 동서로 길게 형성된 고압대가 수치모델(KMA, JMA, ECMWF) 및 컨센서스 멤버 모델들에 반영되어 태풍의 진로를 전반적으로 서~서북서진하는 것으로 모의하였다. 이때 3일 이전의 예측은 대체로 비슷하고 폭도 좁았으나 3일 이후 예측은 각 모델마다 고압대의 확장과 수축을 예측 하는데 차이가 나면서 4일 후 태풍 진로의 일관성이 떨어지고 폭이 넓어지는 결과를 보였다. 이후 12월 1일 경 태풍이 괌 남쪽 해상으로 진출하면서 각 모델들의 태풍진로의 일관성 있고 폭이 좁아지면서 컨센서스 결과에 대한 신뢰도가 높은 편이었다.





294시간 후(12. 9. 00UTC)



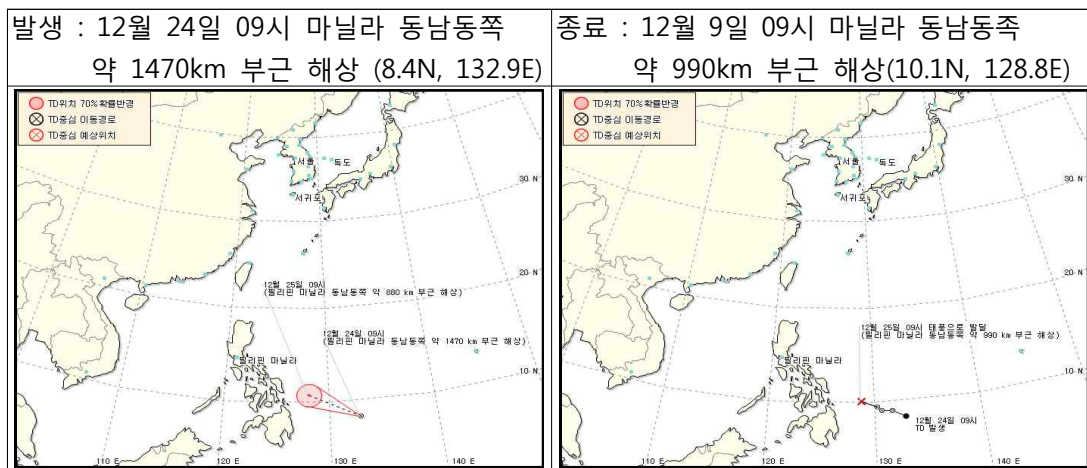
25. 제25호 태풍 ‘우콩(WUKONG)’

25.1 제46호 TD

25.1.1 개요

제46호 TD는 12월 24일 00UTC경 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1470km 부근 해상 (8.4°N, 132.9°E)에서 발생하였다. 이때, 중심기압은 1006hPa, 최대풍속 15m/s, CI 지수 0.5 이었다. 제37호 TD는 부근의 대기 및 해양 조건은 연직시어 값이 5~10kts, 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도 100~120kJ/cm²으로 태풍으로 발달하는데 유리한 조건을 충분히 갖추고 있어 태풍으로 발달이 예상되었다.

제46호 TD는 아열대고기압 남쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북쪽에 형성되어 S/TE pattern/region에서 서 지향류의 영향을 받아 서북서진하면서 해상으로부터 수증기를 공급받아 대류셀이 발달하고 점점 조직화되면서 대칭구조를 갖추어서, 25일 00UTC에는 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 990km 해상에서 중심기압은 1002hPa, 중심부근 최대풍속은 18m/s CI지수 2.0에 달하여 제25호 태풍 ‘우콩’으로 발달하였다.



[그림 2.25.1] 제46호 TD 발생 및 종료 시 통보문 그림

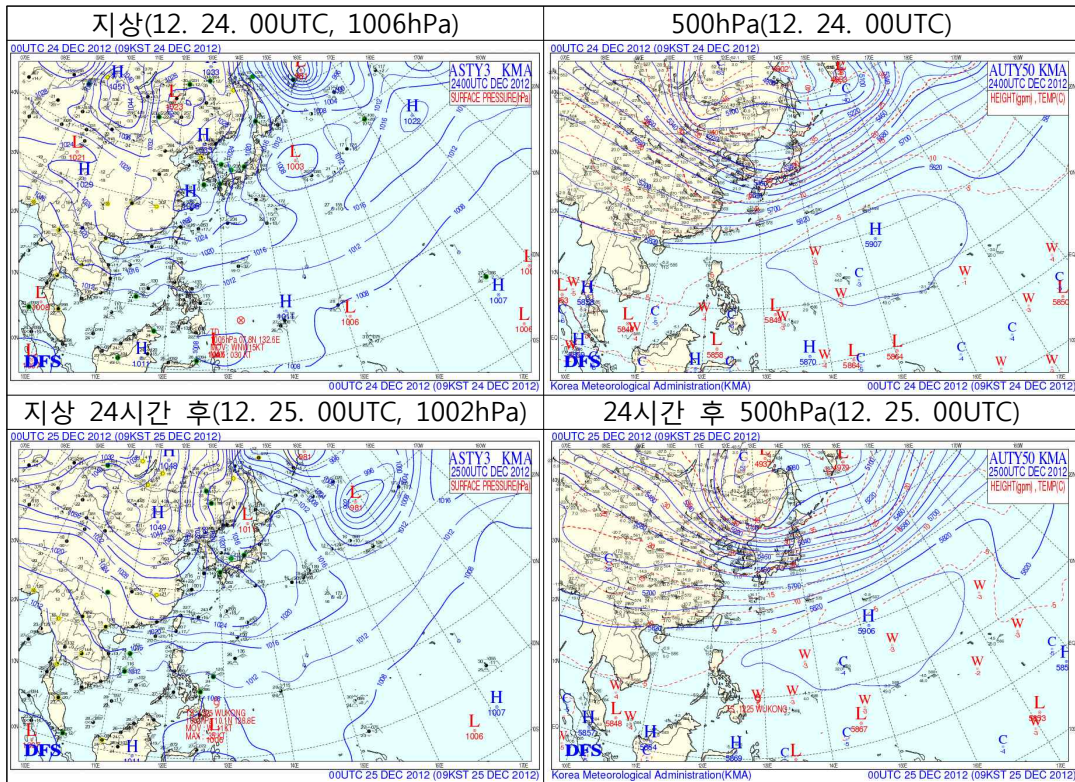
25.1.2 종관상황

제46호 TD는 12월 24일 00UTC경 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1470km 부근 해상 (8.4°N, 132.9°E)에서 저기압에서 TD로 발달하였다. 제46호 TD 발생당시 대기 및 해양

조건은 연직시어 값이 5~10kts, 해수면온도는 28~29°C, 해양열용량도 100~120kJ/cm²으로 TD로 발달하는데 대기 및 해양조건이 양호하였다.

제46호 TD의 이동경로는 아열대고기압 남쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북쪽에 형성되어 S/TE pattern/region에서 서 지향류의 영향을 받고 있어 서~서북서진하였다. 제46호 TD의 이동경로상 SST는 28~29°C, 열용량지수도 100~120kJ/cm²로 좋은 해양조건을 갖추고, 연직시어도 5~10kts로 비교적 낮아 태풍으로 발달에 유리한 해양 조건을 갖추고 있었다.

강도는 발생당시 CI 0.5이었으나 고수온 해역으로부터 많은 수증기가 열대저압부로 유입되어서 구름이 발달하고 조직화되면서 12월 25일 00UTC에 제25호 태풍 '우콩'으로 발달하였다.



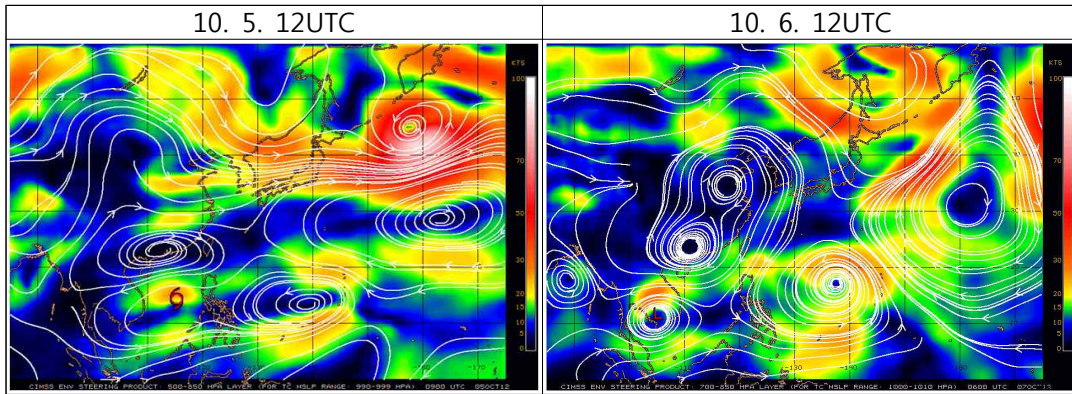
[그림 2.25.2] 제46호 TD 활동 기간 동안의 지상 및 500hPa 일기도

25.1.3 TD 진행과정

25.1.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

제46호 TD는 아열대고기압 남쪽에 위치하고 최대풍역이 TD의 북쪽에 형성되어

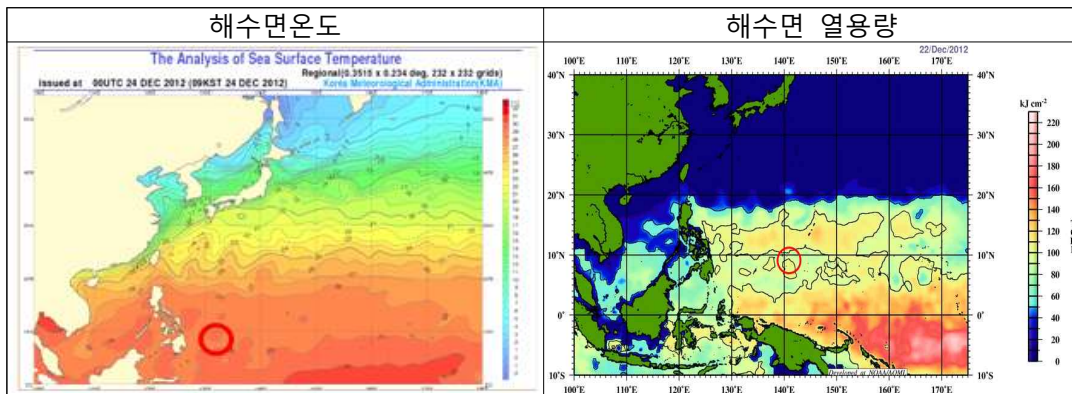
S/TE pattern/region에서 서 지향류의 영향을 받고 있어 서~서북서진하면서 발달하였다.



[그림 2.25.3] 제46호 TD 활동 기간 동안의 지향류 흐름

25.1.3.2 해수면온도와 해양열용량

제46호 TD의 위치 및 이동경로상 SST 28~29°C, 해양열용량 100~120kJ/cm²으로 태풍으로 발달에 유리한 해양 조건을 갖추고 있어 태풍으로 발달할 가능성이 높아 12월 25일 00UTC에 제25호 태풍 '우콩'으로 발달하였다.



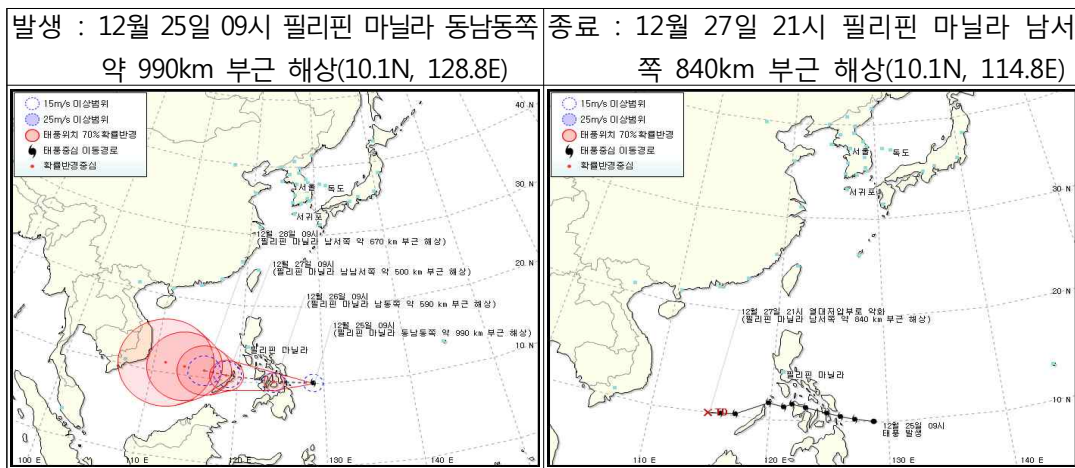
[그림 2.25.4] 제46호 TD 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

25.2 제25호 태풍 '우콩(WUKONG)'

25.2.1 개요

제25호 태풍 '우콩'은 25일 00UTC 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 990km 부근 해상 (10.1°N, 128.8°E)에서 제46호 TD가 발달하며 발생하였다. 태풍으로 발달 당시 해양상

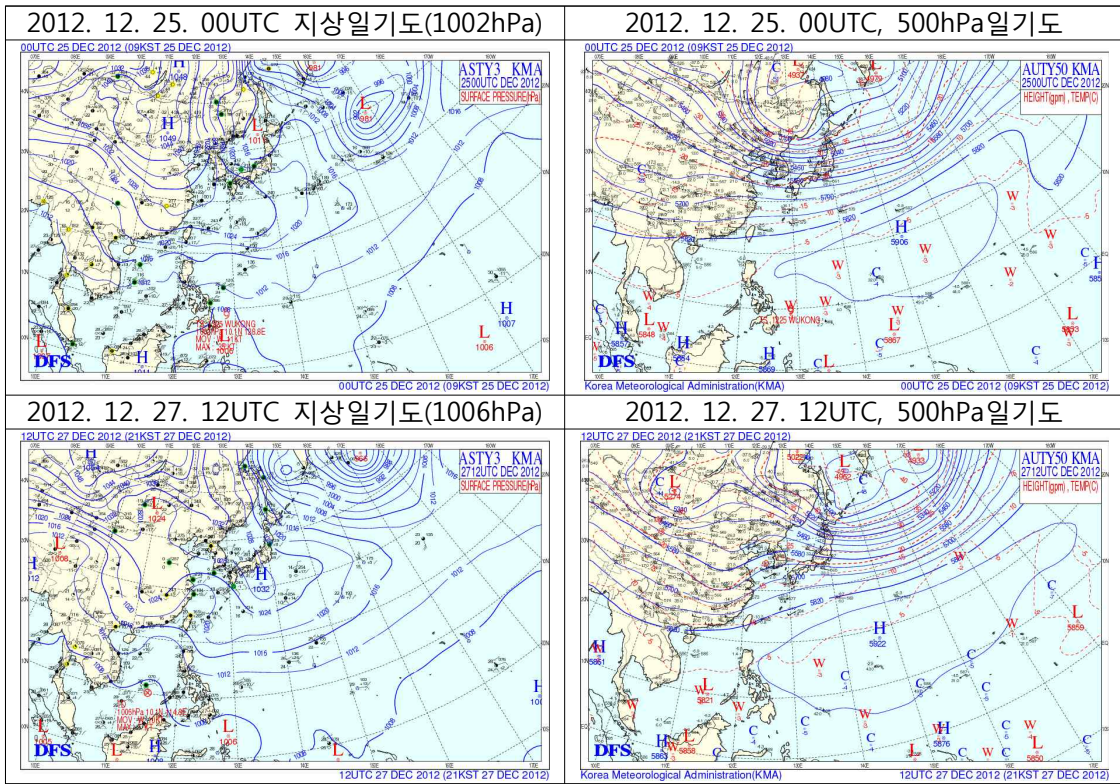
태는 SST는 28~29℃, 해양열용량은 75~150kJ/cm²로 비교적 높아 태풍으로 발달하였다. 25호 태풍 '우콩'은 대륙고기압의 남쪽에서 태풍의 북쪽 지향류의 영향으로 S/TE pattern/ region에서 계속 서진하였고, 25일 22시경 필리핀 마닐라 남동쪽 약 700km 부근 해안으로 상륙하였다. 이후 태풍은 계속 서~서북서진하다가 27일 오전에 대륙고기압이 확장하면서 남서진하였으며, 27일 21시경 필리핀 마닐라 남서쪽 약 840km부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.25.5] 제25호 태풍 발생 및 종료 시 통보문 그림

25.2.2 종관상황

제25호 태풍 '우콩'은 25일 00UTC 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 990km 부근 해상 (10.1°N, 128.8°E)에서 제46호 TD가 발달하며 발생하였다. 태풍으로 발달 당시 해양상 태는 SST는 28~29℃, 해양열용량은 75~150kJ/cm²로 비교적 높아 태풍으로 발달하였다. 제25호 태풍 '우콩'은 초기발달에 중심기압 1002hPa 중심부근 최대풍속 18m/s의 약한 소형태풍이었으나, 예상 경로상의 SST는 28~29℃, 해양열용량은 +12h까지는 75~150kJ/cm²로 비교적 높아 998hPa까지 발달하였으나, 25일 22시경 필리핀 마닐라 남동쪽 약 700km 부근 해안으로 상륙하여, 필리핀 남쪽을 지나면서 에너지를 잃었고, 필리핀 서쪽해상의 열용량이 15kJ/cm² 이하로 급격히 낮아짐으로서 27일 21시경 필리핀 마닐라 남서쪽 약 840km부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.

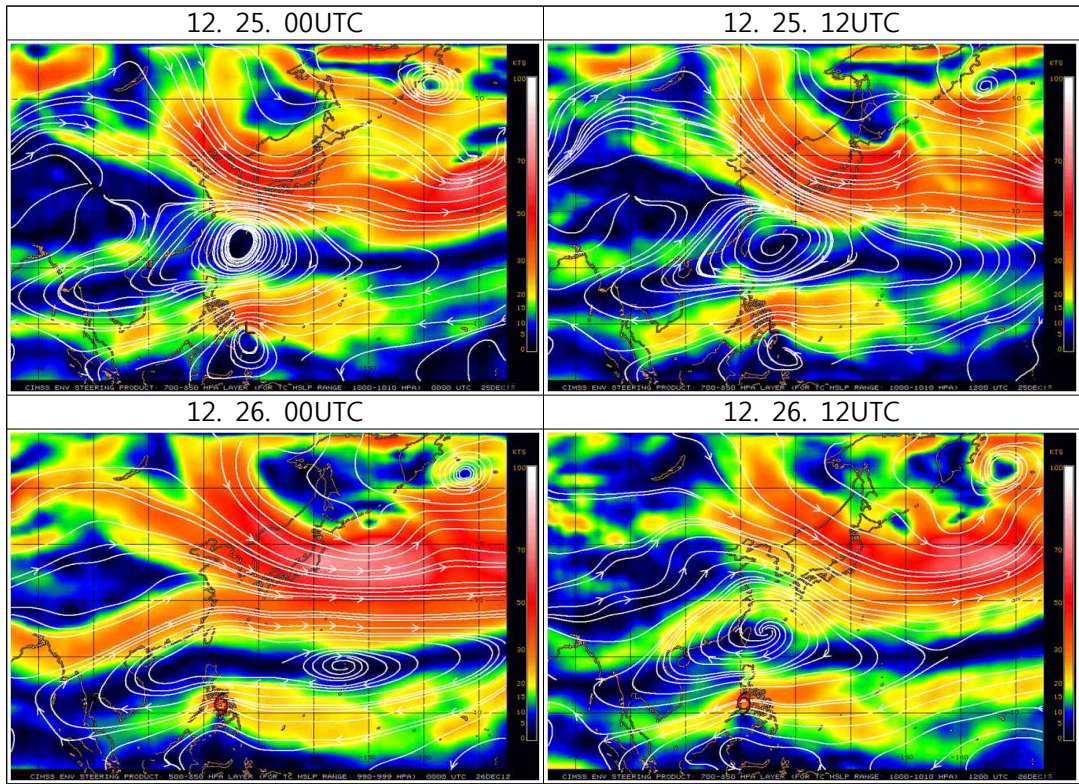


[그림 2.25.6] 제25호 태풍 활동 기간 동안의 지상일기도

25.2.3 태풍진행과정

25.2.3.1 지향류 흐름(Enviornmental Steering Flow)

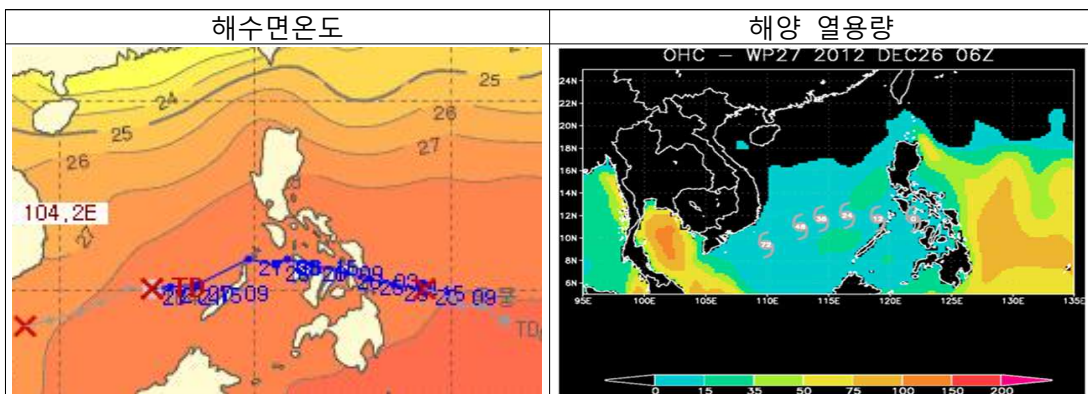
제25호 태풍 '우콩'은 대륙고기압의 남쪽에서 태풍의 북쪽 지향류의 영향으로 S/TE pattern/region에서 계속 서진하였고, 27일 오전에 대륙고기압이 확장하면서 일시 남서진하였으나, 이후 S/TF pattern/region에서 계속 서진하여 27일 21시경 필리핀 마닐라 남서쪽 약 840km부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.



[그림 2.25.7] 제25호 태풍 활동 기간 동안의 지향류 흐름

25.2.3.2 해수면온도와 해양열용량

태풍의 이동 경로상의 해수온도가 28~29℃로 높고, 열용량도 태풍 발생초기에는 75~100kJ/cm²내외로 이동하면서 998hPa까지 발달하였으나, 25일 22시경 필리핀에 상륙하여 필리핀 남쪽지방을 지나 필리핀 서쪽해상 해양열용량이 작은 해역으로 이동하면서 태풍의 강도는 점점 약화되었다. 27일 21시경 열대저압부로 약화되었다.

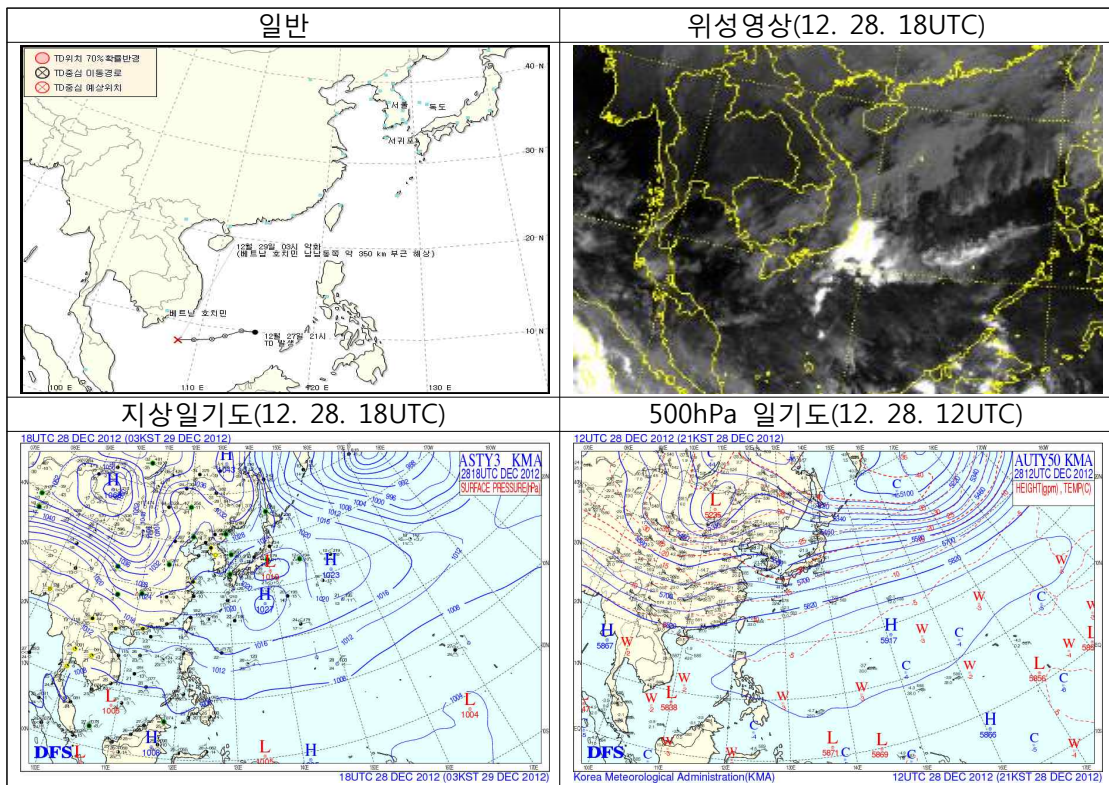


[그림 2.25.8] 제25호 태풍 활동 기간 동안의 해수면온도 및 해양열용량 분포

25.2.3.3 열대저압부로 약화(제47호 TD)

12월 25일 00UTC 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 990km 부근 해상(10.1°N, 128.8°E)에서 제46호 TD가 발달하며 발생한 제25호 태풍 '우콩'은 27일 21시경 필리핀 마닐라 남서쪽 약 840km 부근 해상(10.1°N, 114.8°E)에서 열대저압부로 약화되었고, 12월 29일 03시경 베트남 호치민 남남동쪽 약 350km 부근 해상(8.1°N, 108.3°E)에서 저기압으로 약화되었다.

<참고자료>



25.2.4 예보정확도

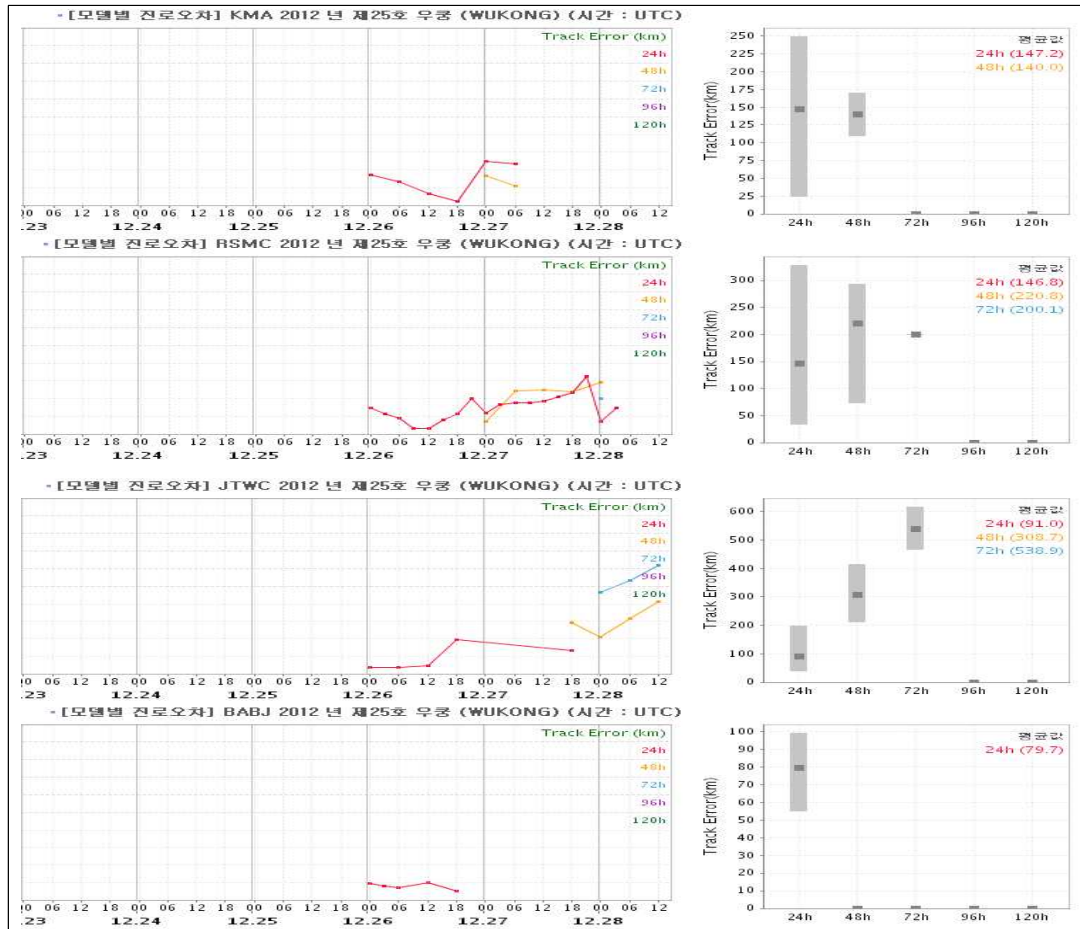
25.2.4.1 국가별 태풍예보 정확도

기관별 태풍 진로예보 경향은 모두 발생초기에 서~서북서진할 것으로 예상하였으나, 대륙고기압이 확장하여 남서진하면서 예보 오차가 크게 발생하였다. 우리나라의 경우 다른 기관들과 예보경향은 유사하였으나, 실제

경로와 더 가깝게 예보함에 따라 오차가 상대적으로 작았다.

[표 2.25.1] 제25호 태풍에 대한 국가별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

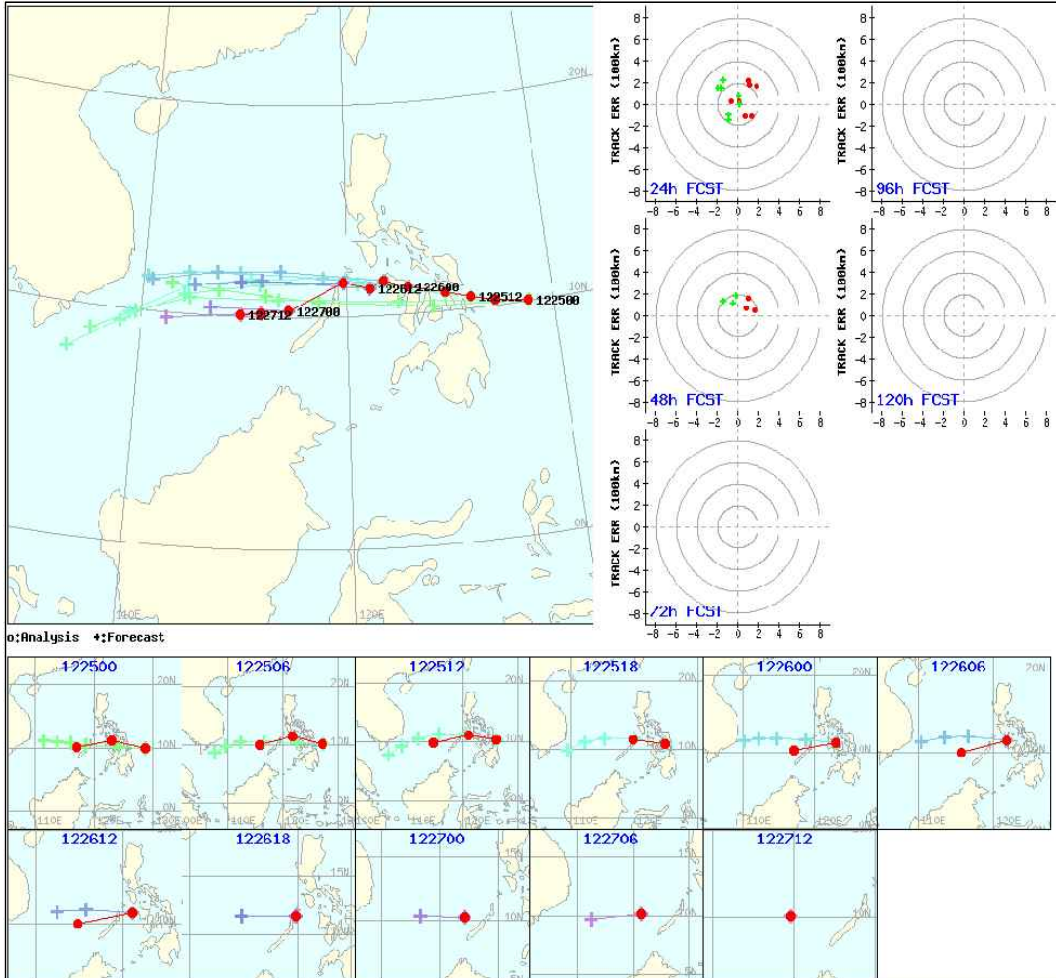
국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
예보오차	140.0	220.0	308.7	-
표본수	2	5	4	-



[그림 2.25.10] 제25호 태풍에 대한 한.일.미.중의 예보기간별 진로오차

KMA 태풍진로예보는 발생 초기 태풍이 서~서북서진할 것으로 예상하였으나 27일경 대륙고기압이 확장하면서 태풍이 남서진하여 이를 반영하지 못하여 태풍 예보 오차가 발생하였다.

25.2.4.2 모델별 태풍예보 정확도

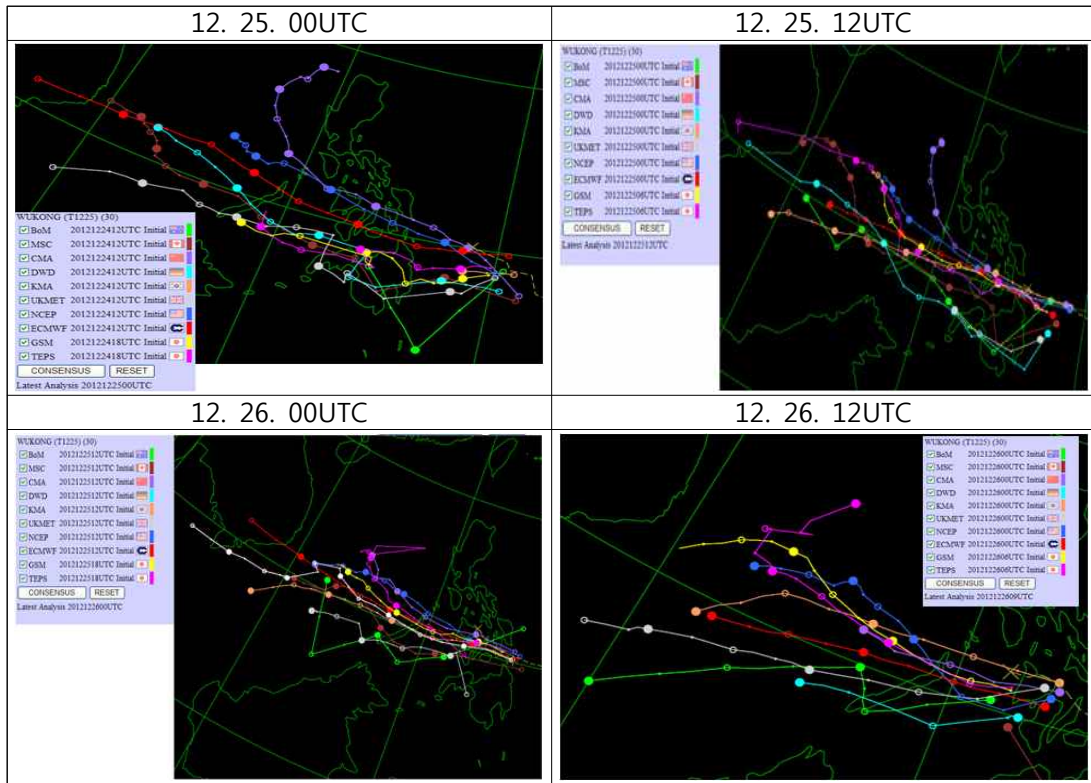


[그림 2.25.10] 제25호 태풍에 대한 KMA의 진로예보 경향

[표 2.25.2] 제25호 태풍에 대한 모델별 48시간 태풍진로예보 오차(km)

모델	JGSM	TEPS	TWRF	UM
예보오차	220.8	307.7	221.1	75.3
표본수	4	5	2	4

태풍 발생 초기의 모델의 진로 경향은 JMA NTP 컨센서스는 전체적으로 서진하는 것으로 모의하고 있으며, 26일까지도 태풍진로의 Spread는 넓게 형성되어 있었으나 시간이 지날수록 Spread도 더 좁아 대체적으로 일관성 있는 예측자료를 생산할 수 있었다.



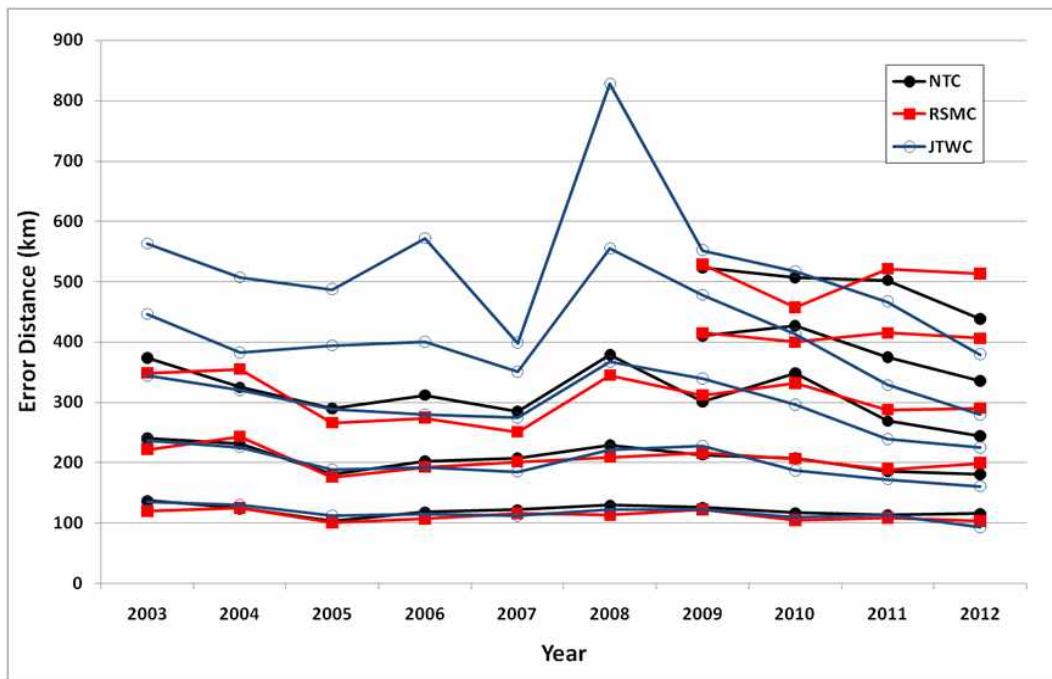
[그림 2.25.11] 제25호 태풍에 대한 모델의 진로예보 경향

제3장
2012년 태풍 검증

1. 2012년 태풍예보 진로 오차 현황

2012년에는 2011년에 이어 48시간 예보 진로오차가 200km 이내로 진입하고, 120시간 진로예보오차가 500km 이내로 진입하는 등 2008년 국가태풍센터 개소 이후 예보정확도가 계속 상승추세를 보였다. 예보시간별 진로오차는, 각각 24시간 기준 115 km, 48시간 181 km, 72시간 244 km, 96시간 335 km, 120시간 438 km이었다(그림 3.1.1)⁸⁾.

국가별(한국 기상청, 일본 동경 지역특별기상센터(RSMC), 미국 합동태풍경보센터(JTWC)) 오차를 비교해보면⁹⁾, 미국이 2010년부터 괄목할만한 예보정확도를 보이며 2012년에도 예보오차가 가장 작았으며, 우리나라가 두 번째로 진로오차가 작은 것으로 나타났다. 이에 비해 일본의 경우 지난해와 비교해 별다른 오차 개선이 없었으며, 48시간과 72시간 예보에서는 오히려 오차가 커졌다.



[그림 3.1.1] 2003~2012년 국가별 태풍 예보의 진로오차(단위: km)

8) 진로오차는 기상청의 실황분석을 기준으로 산출된 예보오차임.

9) 국외 기관별 오차는 GTS로 입전된 실황분석 자료를 기준으로 평가된 결과임. 각 기관별, 태풍별 자세한 진로 오차는 부록 3을 참조할 것. 96시간, 120시간 예보의 경우, 한국과 일본은 2009년 이후 실시.

표 3.1.1과 같이 태풍별로 비교해보면, 우리나라 영향태풍(제7호, 제10호, 제14호, 제15호, 제16호)의 경우 24시간, 120시간을 제외하고 평균 진로오차가 전체 태풍에 비해 작아, 영향 태풍에 대한 예보정확도가 상대적으로 높았다. 제10호 태풍 '담레이'와 제16호 태풍 '산바'의 경우 이동 방향 예측은 실제와 유사하였으나, 이동 속도를 실제보다 빠르게 예보하면서 오차가 커졌다. 반면, 제7호 태풍 '카눈', 제14호 태풍 '덴빈', 제15호 태풍 '블라벤'은 상층 기압골의 접근과 더불어 북태평양고기압의 수축으로 인해 예보보다 동쪽으로 이동하면서 이동방향으로 인한 오차가 생겼다. 특히 태풍 '덴빈'의 경우 태풍 '블라벤'과의 상호작용으로 대만부근에서 'a형태'로 회전한 이후 '블라벤'의 진로를 따라 북상하는 특이진로를 보였는데, 이에 따라 대부분의 수치모델과 기관에서 방향예측을 잘못하여 초기에 중국 남동부 해안으로 상륙하는 것으로 예측하기도 하였다.

제22호, 제19호, 제13호 태풍의 경우 300 km 이상(48시간 예보기준)의 큰 진로오차를 보였다. 이러한 경향은 미국, 일본 등 다른 국가에서도 공통적으로 나타났다. 제13호 태풍 '카이탁'의 경우 발달 초기에 북태평양고기압의 가장자리가 다소 수축하면서 북서진하여 대만으로 상륙할 것으로 예상하였으나, 실제로는 고기압의 세력이 유지되면서 서진하여 중국 잔장 부근으로 상륙하였다. 이에 따라 이동 방향으로 인해 오차가 컸다. 제19호 태풍 '말릭시'의 경우 전향 후 태풍이 편서풍을 타고 빠르게 이동할 것으로 예상하여 이동속도를 실제보다 과하게 예측하여 오차가 컸다. 그리고 제22호 태풍 '마리아'의 경우 실제보다 전향위치가 북쪽일 것으로 예측하였고, 전향 후 이동속도를 실제보다 빠르게 예측하여, 이동속도와 방향 측면에서 모두 예측이 빗나가 오차를 키웠다.

또한 제7호, 제13호, 제19호, 제25호 등 수명이 상대적으로 짧은 태풍의 오차가 큰 것으로 나타나 여전히 태풍 발생초기 예보정확도가 낮음을 알 수 있으며, 이는 수치모델결과 등 초기의 분석자료가 부족한 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

국가태풍센터는 앞으로도 태풍 예보의 정확도를 지속적으로 향상시키기 위해 다각적인 노력을 기울일 계획이다. 수치모델의 태풍 예측결과 컨센서스 기법 개선, 태풍예보시스템의 그래픽 개선 및 가시화 콘텐츠 추가 개발을 추진하고 있다. 또한, 태풍모델들의 강도예측 특성분석, 통계적 방법을 이용한 태풍강도예측 모델 개발 등을 추진하고 있다.

[표 3.1.1] 2012년 태풍별 예보 진로오차 (단위: km, (): 표본 수)

KMA	1호	2호	3호	4호	5호	6호	7호	8호	9호	10호	11호	12호	13호
+24	69 (12)	97 (21)	94 (16)	141 (27)	97 (9)	166 (10)	104 (10)	216 (9)	82 (21)	201 (18)	115 (22)	102 (4)	158 (17)
+48	117 (8)	127 (17)	159 (12)	210 (23)	91 (5)	270 (6)	128 (4)	295 (5)	105 (17)	209 (15)	171 (18)	-	336 (13)
+72	194 (4)	128 (13)	312 (8)	282 (19)	489 (1)	459 (2)	-	300 (1)	139 (13)	173 (11)	185 (14)	-	549 (9)
+96	-	236 (9)	479 (4)	395 (15)	-	-	-	-	172 (9)	378 (7)	328 (10)	-	838 (5)
+120	-	487 (5)	-	609 (11)	-	-	-	-	218 (5)	725 (3)	561 (6)	-	1273 (1)

14호	15호	16호	17호	18호	19호	20호	21호	22호	23호	24호	25호	평균
93 (44)	107 (33)	97 (25)	68 (38)	124 (18)	149 (8)	140 (16)	93 (43)	211 (13)	110 (18)	119 (46)	147 (6)	115.2 (504)
155 (39)	171 (27)	123 (20)	144 (34)	160 (14)	384 (4)	205 (12)	173 (39)	386 (9)	142 (14)	215 (42)	140 (2)	180.6 (399)
232 (35)	215 (23)	156 (16)	270 (30)	116 (10)	-	244 (8)	244 (35)	508 (5)	206 (10)	306 (38)	-	243.9 (305)
290 (31)	241 (19)	285 (12)	458 (26)	178 (6)	-	244 (5)	284 (31)	1345 (1)	229 (6)	367 (34)	-	334.5 (229)
454 (27)	295 (15)	476 (8)	570 (22)	302 (2)	-	-	260 (27)	-	423 (2)	441 (30)	-	437.6 (164)

표 3.1.2와 같이 모델별 2012년 예보의 진로오차를 비교해보면, 48시간을 제외한 전 예보시간에서 ECMWF가 가장 우수하였으며, 48시간에서는 GFS 모델이 가장 우수하였고 그 외 예보시간에서도 2위를 차지하였다. 그리고 두 모델의 경우, 기관 예보보다 오차가 작아 매우 신뢰도 높은 예측결과를 산출하였음을 알 수 있었다. 또한 기관예보에서 오차가 컸던 태풍은 모델의 진로 오차도 큰 것으로 나타났다. 그러나 모델의 경우 태풍 발생 초기의 예측값을 실시간으로 얻기 힘들고, 온대저기압화 시점 부근에서의 이른 종료, 예보간격의 차이 등이 있기 때문에, 기관 예보와의 단순비교는 어려운 면이 있다.

[표 3.1.2] 2012년 모델별 태풍 진로오차 (단위: km, (): 표본 수)

모델 \ 예보시간	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
DBAR	149.4 (479)	367.5 (388)	716.7 (299)	-	-
DLM	661.5 (325)	886.8 (257)	1017.3 (202)	-	-
JGSM	95.7 (499)	179.9 (397)	274.1 (298)	-	-
NOGAPS	172.6 (205)	311.1 (162)	449.1 (126)	558.7 (95)	719.5 (66)
GFS	74.9 (227)	125.7 (185)	203.0 (141)	294.7 (104)	401.1 (72)
ECMWF	74.7 (180)	143.9 (143)	179.8 (105)	240.1 (77)	337.2 (53)
TEPS	107.1 (497)	202.7 (395)	298.0 (300)	383.0 (150)	502.9 (161)
TWRF	120.2 (203)	237.8 (153)	374.3 (117)	556.0 (88)	800.1 (60)
KWRF	130.6 (337)	241.2 (252)	377.6 (177)	-	-
UM	114.5 (505)	209.0 (401)	331.3 (299)	430.9 (102)	561.0 (71)
UM_R	128.3 (334)	260.9 (250)	424.6 (175)	-	-

2. 실황분석과 재분석

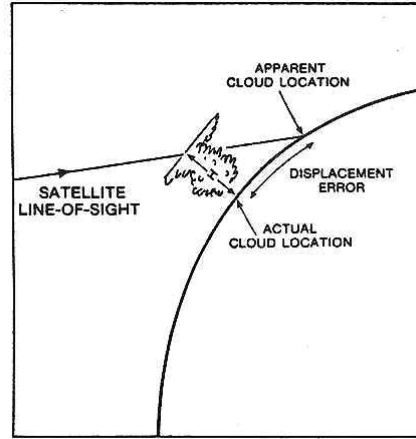
2.1 실황분석의 불확실성

태풍의 실황분석은 태풍이 활동하는 당시 활용 가능한 자료를 짧은 시간(5~10분) 내에 분석하여 태풍의 현재 중심위치와 강도를 산출하는 것으로, 실황분석에서 활용할 수 있는 자료는 제한될 수밖에 없다. 직접적인 관측이 가능한 GTS(지상관측자료, 부이, 선박 등), AWS 등의 자료의 경우 대체로 입전시간이 1시간 내외로 사실상 실황분석에서 활용하기 어려운 경우가 많고 AWS의 경우 우리나라 영향 태풍 중 상륙한 태풍에 한에서만 이용이 가능하다. 이를 보완할 수 있는 원격 관측 자료로는 레이더영상과 위성영상이 있다. 레이더 영상의 경우 AWS 관측자료에 비해 보다 넓은 영역을 커버하지만 영향 태풍만 분석 가능한 한계가 있다. 반면 위성영상의 경우 신속하게 자료가 입전될 뿐만 아니라 해상에서 대부분 일생을 보내는 태풍을 육·해상, 주야간(가시영상은 주간에만 이용 가능) 등의 시공간에 구애 받지 않고 관측이 가능하다는 점에서 실황분석 시 가장 많이 활용된다.

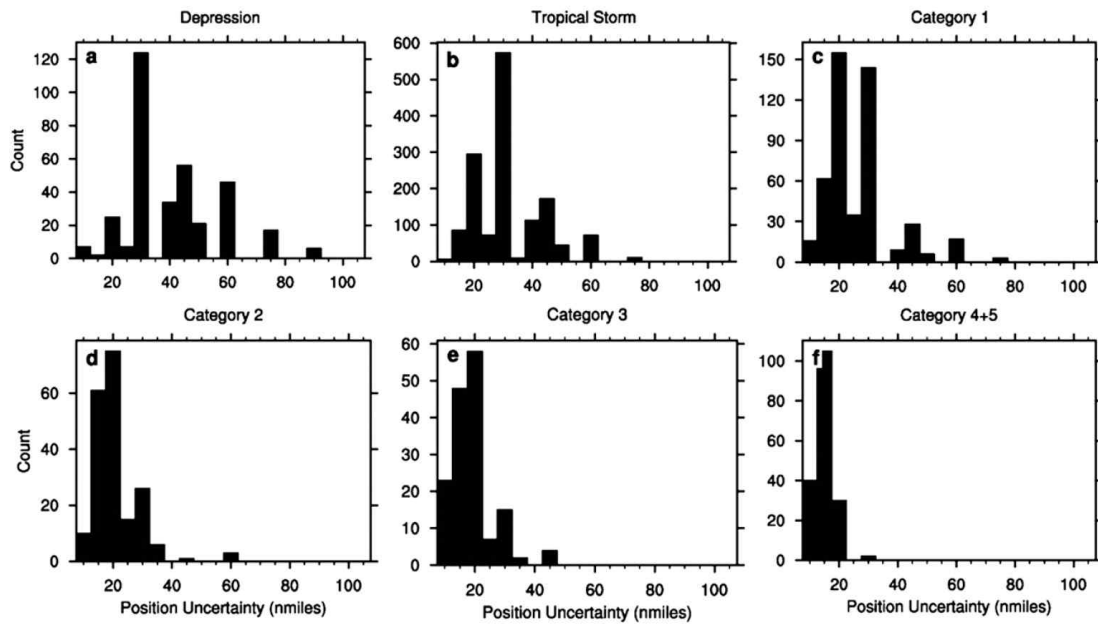
그러나 위성영상에도 정확한 분석을 방해하는 장애요소는 많다. 일반적으로 태풍의 중심위치 분석은 대기하층 순환중심(Low Level Circulation Center, 'LLCC'라고 함.)을 추정하는 것이라 할 수 있다. 이에 따라 위성영상의 해상도에도 상당히 정확도가 좌우되며, 상공에서 바라본 구름영상이므로 위성의 위치에 따라 시야각의 차이('시차(Parrallax)'라고도 함)가 있기 때문에 분석된 태풍의 중심위치가 실제와 다를 수 있다. 예를 들어 적도 상공에 위치한 천리안 위성(정지궤도위성)의 영상으로 적도가 아닌 북반구에 위치한 태풍의 중심을 판별할 경우 시차에 의해 실제보다 북쪽에 있는 것으로 오인될 수 있다(그림 3.2.1).

태풍이 약화단계에 접어들면 상하층운이 분리되거나 하층 소용돌이가 매우 약하기 때문에 LLCC를 판별하는 것은 더욱 어려워진다. 또한 태풍분석에 활용되는 Dvorak 기법은 태풍의 모양을 4~5개의 패턴으로 정의하여 중심을 추정하기 때문에 예보관의 주관적인 결정에 따라 분석의 차이가 나타날 수 있다. 그림 3.2.2는 위성분석을 통해 추정된 결과의 불확실성을 나타낸 그림으로, 2000~2009년의 허리케인(대서양에서 발생하는 태풍의 일종)을 대상으로 미국기상청 국립허리케인센터에서 Dvorak 기법을 이용한 실황분석과 항공기, 선박 등의 다양한 관측자료에 의한 중심위치를 비교한 분석오차이다.

전반적으로 허리케인 강도와 무관하게 위성분석을 통한 중심위치 분석오차는 상존하며, 강도가 약할수록 오차가 큰 것을 알 수 있다.



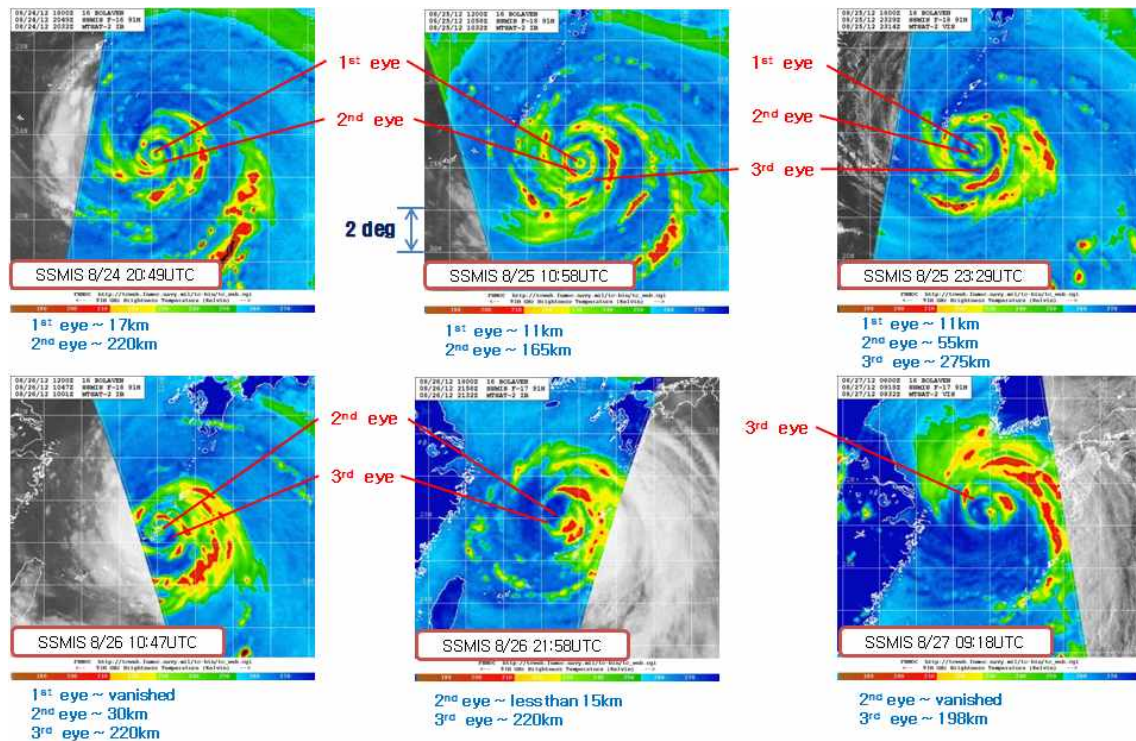
[그림 3.2.1] 시차에 의한 구름의 실제 위치와 겉보기 위치의 차이를 나타낸 모식도



[그림 3.2.2] 미국국립허리케인센터에서 2000-2009년 기간동안 분석한 대서양의 허리케인의 중심 위치에 대한 허리케인 등급별 오차 분포 (단위는 평방제곱근오차). 등급 2 이하의 강한 허리케인의 경우에도 위치 오차가 60마일 (약 100km) 이상인 사례가 적지 않음. (출처: Torn, R. D. and C. Snyder, 2010: Uncertainty of tropical cyclone best-track information. Weather and Forecasting, 27, 715-729.)

반면, 태풍이 강할 때는 그림 3.2.3과 같이 태풍이 구조변화(eyewall replacement cycle)를 겪으면서 이중눈 또는 삼중눈을 형성하기도 하는데, 이 역시 태풍의 중심위치 분석을 어렵게 만든다. 실제로 북서태평양해역에서 태

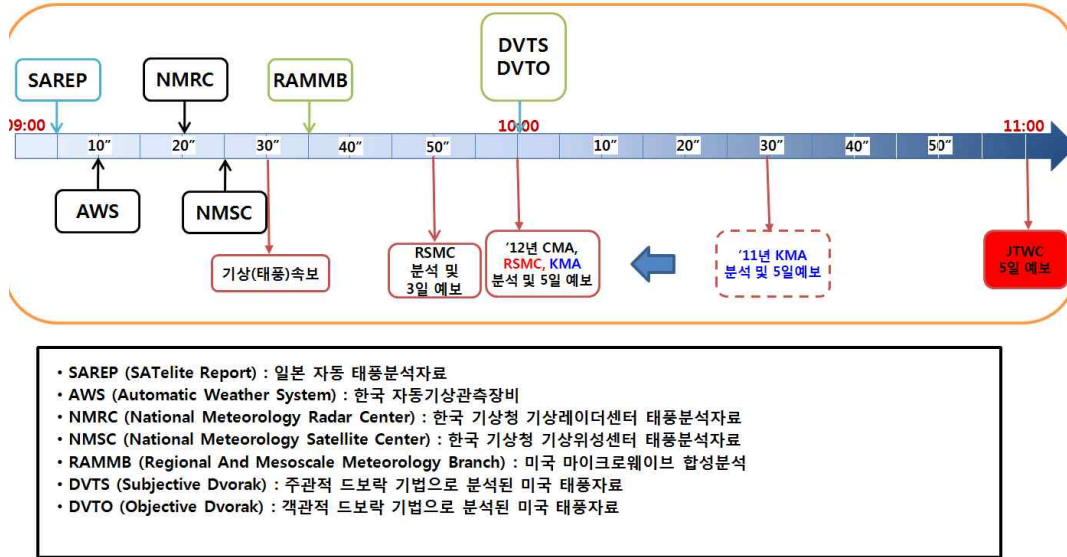
풍이 이중눈을 가지는 사례는 적지 않다. 태풍 Dujuan, Kujira(2003), Kirogi, Kai-Tak(2000), Winnie(1997) 등이 그 예다.



[그림 3.2.3] 2012년 태풍 볼라벤은 삼중눈이 형성(eyewall replacement cycle)되는 특이한 케이스였음. 최외경 눈(3rd eye)의 경우 직경 220km에 달함.

이와 같이 제한된 시간과 자료를 이용한 실황분석에서는 분석오차가 따르며, 각 국·기관마다 분석결과가 다를 수 있다. 표 3.2.1은 태풍관측·분석자료 입전 시각과 기관별 태풍정보 발표 시각으로, 분석시간이 많지 않으며 특히 기상청의 태풍 속보 발표 시에는 시간적으로 촉박하고 가용자료도 많지 않음을 알 수 있다. 표 3.2.2은 2010~2012년간 우리나라에 영향을 준 11개의 태풍에 대한 한국(기상청), 일본(RSMC), 미국(JTWC)의 실황분석 차이로, 상호 기관 간 태풍 중심위차 차이가 평균 30km 이상이며, 최대 차이가 100km 이상인 경우도 적지 않음을 알 수 있다.

[표 3.2.1] 태풍관측·분석자료 입전 시각과 기관별 태풍정보 발표 시각



< 실황분석에 관한 시간 대비 입전 및 생산 주요자료 >

[표 3.2.2] 2010-2012년간 영향태풍에 대한 국가별(한국기상청, RSMC, JTWC) 중심위치 실황분석의 차이(km). K, R, J는 각각 한국기상청, RSMC, JTWC를 의미함. (출처 장기호 등, 2013: 주요태풍센터의 태풍분석위치 차이 및 원인에 대한 사례연구, 1, 51-56)

Tropical cyclone		Average (km)			Maximum (km)		
year	name	K-R	K-J	R-J	K-R	K-J	R-J
2010	DIANMU	22.0	32.1	26.6	112.3	89.2	56.4
2010	KOMPASU	10.1	19.8	21.3	33.4	78.5	78.5
2010	MALOU	24.0	62.9	76.1	91.1	149.9	165.6
2011	MEARI	27.3	84.9	73.0	80.3	272.1	272.1
2011	MUIFA	10.7	29.1	29.7	59.1	170.4	181.7
2011	TALAS	13.1	24.5	25.6	45.6	52.2	60.4
2012	KHANUN	13.9	24.6	19.3	29.6	45.7	34.7
2012	DAMREY	19.0	25.8	32.2	44.5	110	110.6
2012	TEMBIN	16.2	25.2	23.4	103.8	103.8	93.9
2012	BOLAVEN	14.8	28.0	26.8	146	110.7	80.2
2012	SANBA	6.6	16.6	17.2	45	91.6	119.5
Average		16.2	34.0	33.7	71.9	115.8	114.0

2.2 태풍 재분석

태풍정보 또는 속보 발표 당시 제공한 태풍 중심위치와 강도(실황분석을 의미함)에는 분석오차가 따르기 때문에 이를 보정하기 위해 일부 기관에서는 재분석 과정을 거치기도 한다. 재분석 과정을 통해 생산되는 자료는 'best-track'이라 하며, 실황분석 이후 추가된 가용자료를 충분한 시간을 가지면서 심층분석하여 산출된다. 여기에는 태풍의 중심위치 뿐만 아니라, 중심 최대풍속, 중심기압, 강풍반경 등이 포함된다. 그리고 이듬해 각 기관들은 연 간보고서를 통해 독자적으로 산출된 best-track 자료와 함께 실황 시의 분석 오차(best-track과 실황분석간 차이)와 예보오차(best-track과 예보간의 차이)를 발표한다. 현재 북서태평양 해역에서는 RSMC(일본 동경특별기상센터, 북서태평양 해역의 태풍을 관할하는 WMO의 공식 센터), JTWC(미국 합동태풍 정보센터) 등에서 best-track 자료를 생산하고 있으며, 우리 기상청의 경우 2013년부터 best-track 자료를 시험생산할 계획을 가지고 있다.

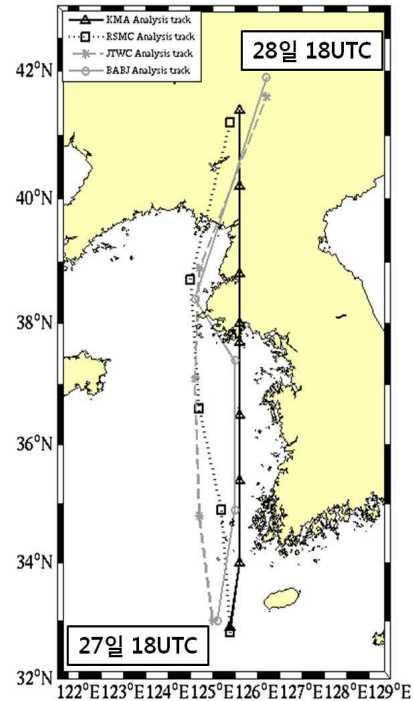
추후 재분석을 통한 위치와 강도 보정에도 불구하고 기관 간 best-track 자료도 서로 상이할 수 있다. 앞서 언급했다시피 태풍이 약화단계에 접어들어 LLCC의 식별이 어렵거나 태풍이 해상에 위치하여 다른 관측자료 없이 위성 영상에만 의존해야 하는 경우에는 재분석 시에도 주관적인 판단을 배제할 수 없다. 그리고 각 기관별로 구축된 재분석체계의 특성과 관측기술의 발달 정도에 따라서도 상이한 결과를 낼 수 있다. 이러한 이유로 best-track 또한 불확정성을 가지고 있기 때문에 관측(observation)이라 하지 않고, 최적의 경로(best-track)라 명시하며, 새로운 재분석체계의 개발 또는 분석기술의 발전에 따라 best-track은 추후 보정되기도 한다. 이러한 이유로 RSMC의 경우 best-track 자료에 최종 보정된 날짜를 기입하여 재보정되었음을 공지하고 있으며, JTWC의 경우 2002년 발간된 미해군보고서에 따르면, 1985년 이전 best-track 자료의 경우 자료의 품질이 다소 떨어지므로 주의를 당부하고 있다(미국 NRL Reference, 2002).

한국기상청도 2013년에 태풍 재분석체계를 구축하여 영향태풍에 대한 best-track을 시험 생산할 예정이다. 뿐만 아니라 정확도 높은 태풍 분석을 위해 마이크로파 영상 등 외국의 최신 위성영상 자료의 활용도를 높이고, 해상도를 개선하는 등 위성 분석 활용 체계를 보강할 계획이며, 장기적으로는 기상전용기 도입, 표류부이 투하 등 관측자료 추가확보를 추진할 예정이다.

2.3 재분석 사례 : 제15호 태풍 '볼라벤'

지난 2012년 8월 27~28일 양일간 우리나라에 많은 피해를 주었던 제15호 태풍 '볼라벤'을 선정하여 우리나라 부근에 위치했던 8월 27일 18UTC부터 8월 28일 18UTC까지 재분석을 시험적으로 실시하였다. 실황분석 당시 태풍 '볼라벤'은 8월 27일 21UTC부터 28일 18UTC까지 경도 상의 위치 변화 없이 일직선으로 한반도를 북상하는 것으로 분석하였고, 국가별 중심위치가 100km 이상 차이가 나며 태풍 위치에 대한 분석 논란을 겪은 바 있다.

각 국별 태풍 '볼라벤'의 실황분석(중심위치)은 특히 서해상 진입(27일 18UTC) 후 큰 차이를 보였다. JTWC는 타 기관의 실황보다 서쪽으로 북상하는 것으로 분석하였고, RSMC은 28일 06UTC에 위치를 이전 시간보



[그림 3.2.4] 태풍 '볼라벤'의 실황분석 위치

다 서쪽으로 이동시켰으며, 중국기상청은 06UTC까지 한국기상청과 동일 구조를 유지하다가 12UTC에 급서진시켰다. 이에 반해 한국기상청은 수증기영상에서 건조역 하부에 나타나는 하층운이 소산되는 것으로 판단하였고, 상하층운이 발달한 구름역 부근에 여전히 중심위치가 있는 것으로 추정하였다. 아울러, 태풍의 진로를 서쪽으로 변경시킬 만한 다른 결정적인 관측 특성이 발견되지 않아 기존 경향을 유지하였다.

태풍 '볼라벤' 발생부터 온대저기압 변질 때까지 한국, 일본, 미국 각 기관별 실시간 중심위치와 차이는 표 3.2.3과 같으며, 각 기관 간 거리차는 아래와 같다.

- 평균 : 한국-일본 21.9km, 한국-미국 26.7km, 일본-미국 25.2km
- 최대 : 한국-일본 146km, 한국-미국 111km, 일본-미국 80km

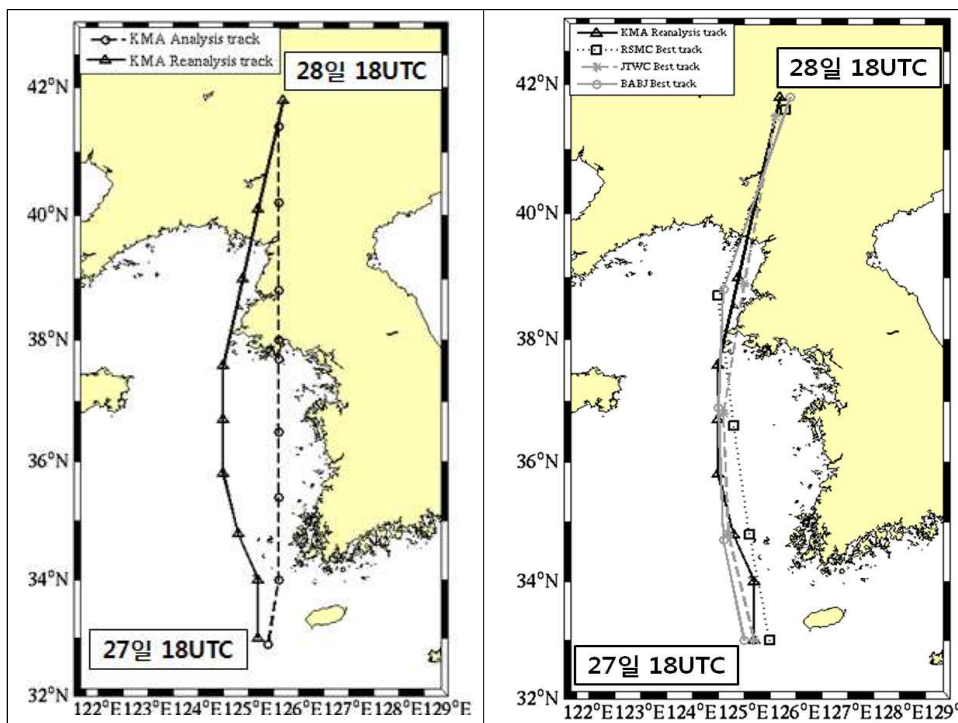
[표 3.2.3] 태풍 '볼라벤' 발생부터 온대저기압 변질까지 한국기상청, RSMC, JTWC의 태풍중심위치 실황분석 거리차(km)

일시(UTC)	KMA실황		RSMC실황		JTWC실황		국가별 거리차(km)		
	위도	경도	위도	경도	위도	경도	K-R	K-J	R-J
8.20 06:00	17.4	141.4	17.4	141.4	17.4	141.4	0	0	0
8.20 12:00	17.9	141.4	17.9	141.3	18.0	141.4	11	11	15
8.20 18:00	18.1	141.4	18.1	141.2	18.0	141.0	11	11	15
8.21 00:00	18.2	141.4	18.2	140.8	18.2	140.5	11	21	32
8.21 06:00	18.4	140.5	18.4	140.5	18.4	140.4	0	11	11
8.21 12:00	18.9	140.2	18.9	140.2	18.7	139.8	0	48	48
8.21 18:00	19.1	139.5	19.1	139.5	19.0	139.2	0	33	33
8.22 00:00	19.2	138.8	19.2	138.8	19.2	138.4	0	42	42
8.22 06:00	19.3	138.0	19.3	138.0	19.3	137.5	0	52	52
8.22 12:00	19.5	137.5	19.5	137.5	19.4	136.9	0	64	64
8.22 18:00	19.5	136.3	19.5	136.5	19.5	136.3	21	0	21
8.23 00:00	19.7	135.8	19.7	135.9	19.7	135.6	10	21	31
8.23 06:00	20.0	135.3	20.0	135.3	20.0	135.0	0	31	31
8.23 12:00	20.2	134.1	20.2	134.1	20.2	133.9	0	21	21
8.23 18:00	20.1	133.5	20.0	133.8	20.3	133.4	33	25	53
8.24 00:00	21.0	133.7	20.8	133.7	21.0	133.6	22	10	25
8.24 06:00	21.7	133.3	21.7	133.2	21.7	133.2	10	10	0
8.24 12:00	22.2	133.0	22.2	133.0	22.2	133.0	0	0	0
8.24 18:00	22.9	132.7	22.9	132.7	22.8	132.6	0	15	15
8.25 00:00	23.5	132.1	23.5	132.1	23.5	132.1	0	0	0
8.25 06:00	24.2	131.3	24.2	131.3	24.1	131.3	0	11	11
8.25 12:00	24.3	130.7	24.3	130.7	24.4	130.6	0	15	15
8.25 18:00	24.7	130.2	24.7	130.2	24.7	130.2	0	0	0
8.26 00:00	25.3	129.5	25.3	129.5	25.3	129.5	0	0	0
8.26 06:00	25.9	128.9	25.9	129.0	25.9	128.9	10	0	10
8.26 12:00	26.6	128.0	26.6	128.0	26.6	127.9	0	10	10
8.26 18:00	27.5	127.5	27.5	127.5	27.5	127.4	0	10	10
8.27 00:00	28.4	126.8	28.4	126.9	28.6	126.8	10	22	24
8.27 06:00	29.9	125.9	29.9	126.0	29.9	126.0	10	10	0
8.27 09:00	30.5	125.8	30.5	125.8	-	-	0	-	-
8.27 12:00	31.3	125.5	31.3	125.5	31.3	125.1	11	40	38
8.27 15:00	32.2	125.3	31.9	125.3	-	-	33	-	-
8.27 18:00	32.9	125.4	32.8	125.4	33.0	125.0	11	39	43
8.27 21:00	34.0	125.6	34.1	125.4	-	-	22	-	-
8.28 00:00	35.4	125.6	34.9	125.2	34.8	124.7	66	106	47
8.28 03:00	36.5	125.6	36.2	125.2	-	-	49	-	-
8.28 06:00	37.7	125.6	36.6	124.7	37.1	124.6	146	111	56
8.28 09:00	38.0	125.6	37.8	124.4	-	-	108	-	-
8.28 12:00	38.8	125.6	38.7	124.5	38.9	124.7	96	79	28
8.28 15:00	40.2	125.6	39.5	124.7	-	-	109	-	-
8.28 18:00	41.4	125.6	41.2	125.4	41.6	126.2	28	55	80
8.28 21:00	42.9	126.3	42.6	127.2	-	-	81	-	-

* 국가별 실황분석 거리차(K-R : KMA실황-RSMC실황, K-J : KMA실황-JTWC실황, R-J : RSMC실황-JTWC실황)

태풍 '볼라벤'은 관측 자료가 부족한 서해상으로 북상하면서 위성영상에

의존하여 중심위치가 분석되었다. 실황분석 당시 태풍 '볼라벤'은 8월 28일 00UTC 경 강도가 약화되면서 구름시스템의 중심점과 하층운이 분리되기 시작하였고 상층 건조역 침투로 하층운이 소산되면서 불규칙한 순환 모습을 보여 단일한 회전 중심을 판독하는데 어려움이 있었다(그림 3.2.6 참조). 이에 기상청에서는 한반도 주변 구름패턴을 보다 정밀하게 분석할 수 있도록 한반도지역 위성영상(8회/1시간) 표출을 개선하였으며, 마이크로파 해상풍 자료 분석, AWS 기압 및 바람자료를 추가 분석하여 하층운 소산지역까지 식별하여 재분석하였다. 최종적으로 산출된 진로는 그림 3.2.5와 같다.



[그림 3.2.5] 태풍 '볼라벤'의 재분석 위치(8.27.18UTC~8.28.18UTC) : (좌) 실황분석과 재분석 위치 비교, (우) 미·일·중의 best-track과 재분석 위치 비교

국의 태풍기관에서도 태풍시즌 이후 재분석 결과(best-track)를 발표하였다. JTWC의 경우 27일 18UTC와 28일 12UTC 실황분석보다 태풍위치가 더 동쪽에 위치한 것으로 재분석하며, 28일 06UTC~12UTC 사이에 웅진반도를 스쳐 지나간 것으로 진로를 변경하였다. RSMC의 경우 실황분석과 재분석이 큰 차이를 보이지 않았으며 웅진반도를 상륙하지 않고 백령도 서단으로 북상한 것으로 기조를 유지하였다. 중국기상청은 27일 18UTC이후 진로를 실황분석보다 서쪽으로 태풍위치를 수정하며 RSMC와 마찬가지로 백령도 서단으로 북상한 것으로 진로를 변경하였다. 한국기상청은 서해상 진입 후 27일

18UTC~28일 15UTC 기간에 대해 태풍위치를 실황분석보다 서쪽으로 수정하여 태풍 '볼라벤'이 옹진반도를 스쳐 지나간 것으로 진로를 변경하였다. 27일 18UTC~28일 18UTC 기간에 대한 best-track 및 재분석 자료의 한국, 일본, 미국 각 기관별 중심위치 차이(km)는 표 3.2.4와 같으며, 각 기관 간 거리 차는 아래와 같다.

- 평균 : 한국-일본 31.2km, 한국-미국 14.4km, 일본-미국 32.3km
- 최대 : 한국-일본 48.1km, 한국-미국 34.4km, 일본-미국 48.7km

[표 3.2.4] 한국기상청의 재분석한 태풍중심위치와 RSMC, JTWC의 best-track간 거리차(km)

일시 (UTC)	KMA (재분석)		RSMC (베스트트랙)		JTWC (베스트트랙)		국가별 거리차(km)		
	위도	경도	위도	경도	위도	경도	K-R	K-J	R-J
8.27 18:00	33.0	125.2	33.0	125.5	33.0	125.2	28.0	0.0	28.0
8.27 21:00	34.0	125.2	-	-	-	-	-	-	-
8.28 00:00	34.8	124.8	34.8	125.1	34.8	124.7	27.4	9.1	36.5
8.28 03:00	35.8	124.5	-	-	-	-	-	-	-
8.28 06:00	36.7	124.5	36.6	124.8	36.8	124.6	29.0	14.2	28.5
8.28 09:00	37.6	124.5	-	-	-	-	-	-	-
8.28 12:00	39.0	124.9	38.7	124.5	38.9	125.0	48.1	14.1	48.7
8.28 15:00	40.1	125.2	-	-	-	-	-	-	-
8.28 18:00	41.8	125.7	41.6	125.8	41.5	125.6	23.7	34.4	20.0
평균	-	-	-	-	-	-	31.2	14.4	32.3

한편, 27일 18UTC부터 28일 18UTC까지 기관 별 실황분석과 베스트트랙 및 재분석 결과의 차이는 표 3.2.5와 같이 한국 75.9km, 일본 20.6km, 미국 25.9km, 중국 54.1km였다. 또한, 베스트트랙 및 재분석 결과에 따른 48시간 예보오차는 표 3.2.6과 같이 한국 165.2km, 일본 177.9km, 미국 136.7km, 중국 155.0km로, 일본과 중국은 실황분석 대비 예보오차보다 더 크고, 한국과 미국은 작은 것으로 나타났다.

[표 3.2.5] 기관별 분석오차(km)

KMA(Analysis track-Reanalysis track)						
Day	hour(UTC)	Analysis track		Reanalysis track		차
27	18	125.4	32.9	125.2	33.0	21.7
27	21	125.6	34.0	125.2	34.0	36.9
28	00	125.6	35.4	124.8	34.8	98.7
28	03	125.6	36.5	124.5	35.8	125.7
28	06	125.6	37.7	124.5	36.7	147.8
28	09	125.6	38.0	124.5	37.6	106.4
28	12	125.6	38.8	124.9	39.0	64.5
28	15	125.6	40.2	125.2	40.1	35.8
28	18	125.6	41.4	125.7	41.8	45.2
평균		-	-	-	-	75.9

RSMC(Analysis track-Best track)						
Day	hour(UTC)	Analysis track		Best track		오차
27	18	125.4	32.8	125.5	33.0	24.1
28	00	125.2	34.9	125.1	34.8	14.4
28	06	124.7	36.6	124.8	36.6	8.9
28	12	124.5	38.7	124.5	38.7	0.0
28	18	125.4	41.2	125.8	41.6	55.6
평균		-	-	-	-	20.6

JTWC(Analysis track-Best track)						
Day	hour(UTC)	Analysis track		Best track		오차
27	18	125.0	33.0	125.2	33.0	18.7
28	00	124.7	34.8	124.7	34.8	0.0
28	06	124.6	37.1	124.6	36.8	33.4
28	12	124.7	38.9	125.0	38.9	26.0
28	18	126.2	41.6	125.6	41.5	51.2
평균		-	-	-	-	25.9

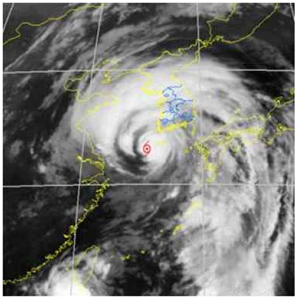
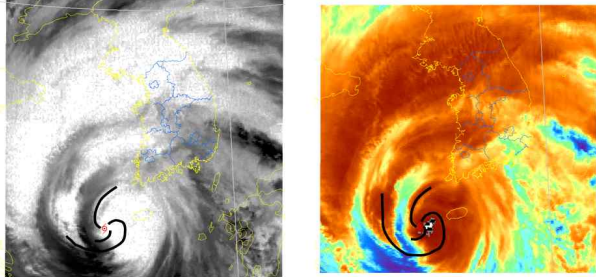
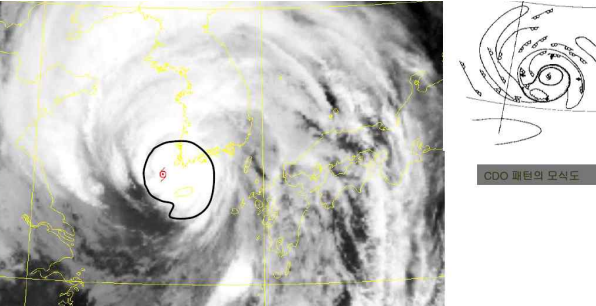
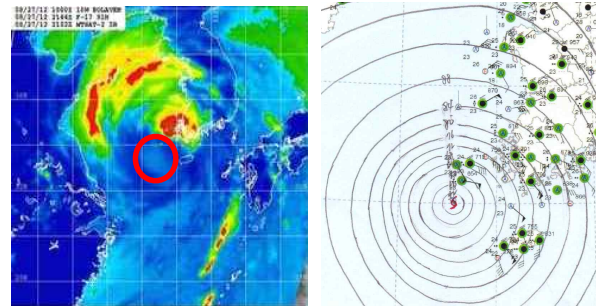
CMA(Analysis track-Best track)						
Day	hour(UTC)	Analysis track		Best track		오차
27	18	125.1	33.0	125.0	33.0	9.3
28	00	125.5	34.9	124.6	34.7	85.1
28	06	125.5	37.4	124.5	36.9	104.6
28	12	124.6	38.4	124.6	38.8	44.5
28	18	126.2	41.9	125.9	41.8	27.2
평균		-	-	-	-	54.1

[표 3.2.6] 48시간 태풍진로예보 오차(km, 20일 06UTC~26일 18UTC)

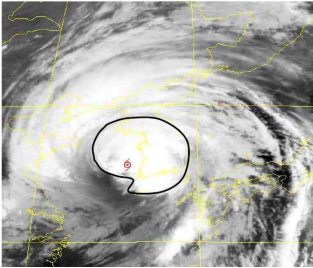
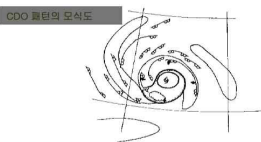
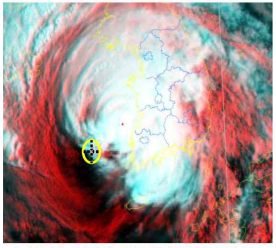
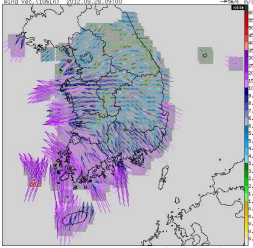
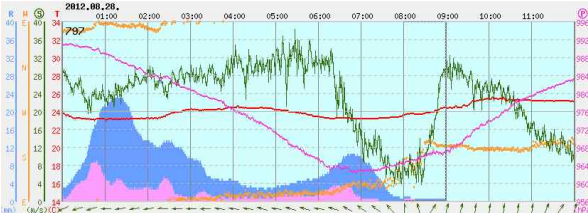
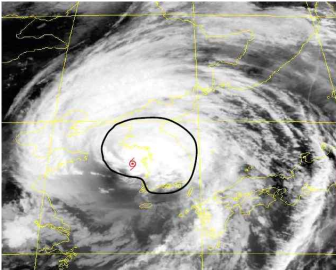
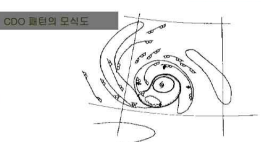
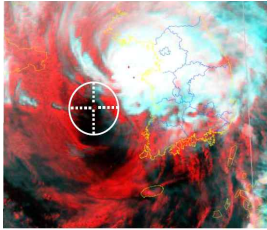
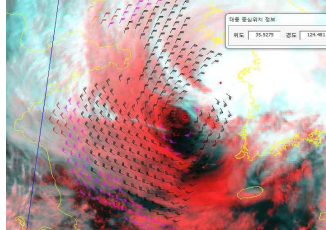
국가	KMA	RSMC	JTWC	CMA
베스트트랙 및 재분석 대비 예보오차	165.2	177.9	136.7	155.0
실황분석 대비 예보오차	171.2	168.0	202.0	140.2

※종료시각은 기관별로 차이가 있음

27일 18UTC ~ 28일 18UTC 기간에 대해 재분석된 제15호 태풍 ‘블라벤’ 중심위치의 판정근거는 그림 3.2.6과 같다. 재분석은 위성자료와 AWS 시계열자료에 의한 주변 기압 및 바람변화 등을 재검토하였고, 실황분석 이후 입수된 마이크로파 영상, 해상풍 자료 및 북한의 GTS자료 등을 종합적으로 고려하여 수행되었다. 여기서 위성분석 부분은 국가기상위성센터의 위성분석과에서 수행하였다.

일시 (UTC)	구분	근거자료	종합
8.27 18:00	실 황 분 석		- 중심위치: 32.9N, 125.4E - 근거: Curved Band 패턴으로, 소용돌이의 중심으로 판단
	재 분 석	 27. 1745UTC 한반도 단파적외 영상 8.27. 1745UTC 한반도 적외 영상	- 중심위치: 33.0N, 125.2E - 근거: 적외영상에서 스파이럴밴드의 곡률 중심으로 판단
8.27 21:00	실 황 분 석	 CDO 패턴의 모식도	- 중심위치: 34.0N, 125.6E - 근거: CDO 패턴으로, 소용돌이의 중심으로 판단
	재 분 석		- 중심위치: 34.0N, 125.2E - 근거: 마이크로파영상(왼쪽 그림)으로 재검토했으나 중심결정 어려움. 종관 분석에 의해 흑산도 등 주변 풍향(ESE) 고려, 실황분석보다 서쪽으로 이동

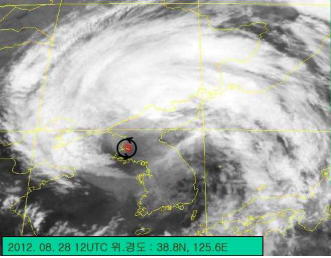
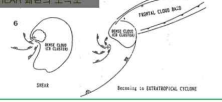
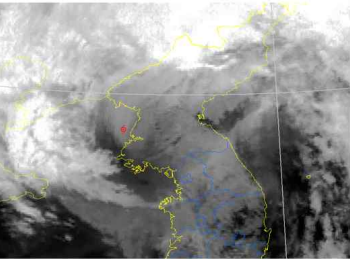



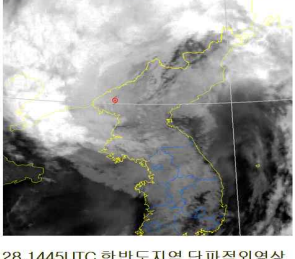

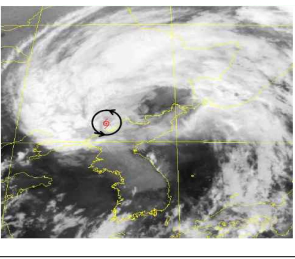
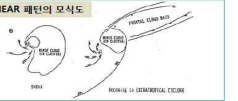
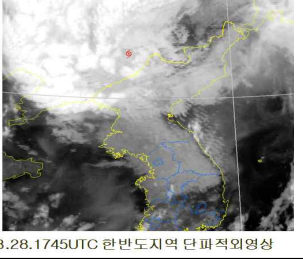

[그림 3.2.6] 태풍 '볼라벤'의 재분석 근거자료(8.27.18UTC~8.28.18UTC)

일시 (UTC)	구분	근거자료	종합
8.28 00:00	실 황 분 석	  <ul style="list-style-type: none"> ○ 상하층운의 소용돌이 중심 ○ 상하층운이 분리된 경우 하층은 OPEN의 중심 ○ 중심부근에 대류운이 1~2개 나타나는 경우 구름역의 중심속 머리부분 ○ 중심부근에 대류운이 선발적으로 나타나는 경우 대풍진행방향 및 속도 고려하여 추정 	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 35.4N, 125.6E - 근거: CDO 패턴으로, 소용돌이의 중심으로 판단
	재 분 석	  <p>8.27.23:45UTC 한반도지역 합성영상 8.28.00UTC AWS 바람벡터</p>  <p>하태도(34.4N, 125.3E)의 기압 및 바람 변화</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 34.8N, 124.8E - 근거: 합성영상을 이용한 하층순환(흰색 원)의 중심으로 판단, AWS 시계열자료에 의해 하태도(34.4N, 125.3E)의 북서쪽에 중심위치 확인
8.28 03:00	실 황 분 석	  <ul style="list-style-type: none"> ○ 상하층운의 소용돌이 중심 ○ 상하층운이 분리된 경우 하층은 OPEN의 중심 ○ 중심부근에 대류운이 1~2개 나타나는 경우 구름역의 중심속 머리부분 ○ 중심부근에 대류운이 선발적으로 나타나는 경우 대풍진행방향 및 속도 고려하여 추정 	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 36.5N, 125.6E - 근거: CDO 패턴으로, 소용돌이 중심으로 판단
	재 분 석	  <p>8.28.0245UTC 한반도지역 합성영상 8.28.02UTC 해상풍 중첩 영상</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 35.8N, 124.5E - 근거: 합성영상을 이용한 하층순환(흰색 원)의 중심으로 판단, 해상풍 중첩영상(02UTC)을 통한 중심확인(해안으로부터 멀어져 AWS 및 부이 자료, 레이더 영상으로 판단이 어려움)

[그림 3.2.6] (계속)

일시 (UTC)	구분	근거자료	종합
8.28 06:00	실 황 분 석	<p>2012. 08. 28. 06UTC 위 경도: 37.7N, 125.6E</p> <p>SHEAR 패턴의 모식도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 상하층운의 소용돌이 중심 ○ 상하층운이 분리된 경우 하층은 OPEN역 중심 ○ 중심부근에 대류운이 1~2개 나타나는 경우 구름역의 풍상측 머리부분 ○ 중심부근에 대류운이 선발적으로 나타나는 경우 태풍진행방향 및 속도 고려하여 추정 	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 37.7N, 125.6E - 근거: 시어(Shear) 패턴으로, 구름역의 풍상측 머리부분으로 판단
	재 분 석	<p>8.28.0545UTC 한반도지역 합성영상</p> <p>8.28.06UTC AWS 바람벡터</p> <p>가대암(등표, 36.8, 126.0) 시계열자료</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 36.7N, 124.5E - 근거: 합성영상을 이용한 하층순환(흰색 원)의 중심 확인. AWS 바람벡터와 가대암(태안반도 서쪽) 시계열자료에서 풍향이 SE→S→SW로 변화. S풍이 불었던 06UTC(15시) 경 가대암 서쪽 해상으로 북상한 것으로 판단.(가대암은 등표이므로 지형 영향이 없어 다른 관측자료에 비해 풍향의 신뢰도가 높음. 매 정시 관측)
8.28 09:00	실 황 분 석	<p>2012. 08. 28. 08:45 UTC 위 경도: 38.0N, 125.6E</p> <p>SHEAR 패턴의 모식도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 하층운의 소용돌이 중심 ○ 내륙으로 상륙한 상태에서 상하층운이 완전히 분리되고 하층소용돌이가 아주 약하게 존재하여 이를 고려하여 추정 	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 38.0N, 125.6E - 근거: 시어(Shear) 패턴으로, 태풍이 상륙하였으며, 이후 상하층운이 완전히 분리된 것으로 판단, 하층운의 소용돌이 중심으로 결정
	재 분 석	<p>8.28.0845UTC 한반도지역 합성영상</p> <p>8.28.09UTC AWS 해면기압</p> <p>소청도(37.8N, 124.7E)의 기압 및 바람 변화</p> <p>백령(38.0N, 124.6E)의 기압 및 바람 변화</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 37.6N, 124.5E - 근거: AWS 시계열자료에 의해, 태풍 중심이 28일 10UTC(19시) 경 백령도 서단 부근을 통과한 것으로 판단(백령 시계열에서 동풍에서 서풍으로 풍계변화, 풍속이 급격히 감소하고 약 10분간 정온). 1시간 전인 09UTC(18시)에는 소청도 남서쪽에서 북북동진한 것으로 판단. 전후 시각 위치와 합성영상의 하층순환(흰색 원)의 중심을 종합하여 위치 결정.

[그림 3.2.6] (계속)

일시 (UTC)	구분	근거자료	종합
8.28 12:00	실 황 분 석	 <div data-bbox="726 347 981 459"> <p>SHEAR 패턴의 모식도</p>  </div> <div data-bbox="726 459 981 537"> <p>○ 하층운의 소용돌이 중심 : 내륙으로 상륙한 상태에서 상하층운이 완전히 분리되고 하층소용돌이가 아주 약하게 존재하여 이를 고려하여 추정</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 38.8N, 125.6E - 근거: 시어(Shear) 패턴으로, 태풍이 상륙하였으며, 이후 상하층운이 완전히 분리된 것으로 판단, 하층운의 소용돌이 중심으로 결정(수증기 영상 건조역 하부: 하층운 소산지역 중심분석에서 배제)
	재 분 석	 <div data-bbox="726 627 981 907">  </div> <p>8.28.1145UTC 한반도지역 단파적외영상</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 39.0N, 124.9E - 근거: 하층운의 불규칙한 순환 모습으로 중심 파악이 어려움. 북한 GTS 자료를 이용한 종관 분석과 태풍 진행방향, 속도 고려 판단(태풍의 진로는 급변하지 않는다는 전제에 의거한 진로 smoothing, 재분석의 일관원칙 중 하나임)
8.28 15:00	실 황 분 석	 <div data-bbox="718 929 981 1041"> <p>SHEAR 패턴의 모식도</p>  </div> <div data-bbox="718 1041 981 1153"> <p>○ 약한 하층운의 소용돌이 중심과 지금까지의 경로 연장 : 내륙으로 상륙한 상태에서 상하층운이 완전히 분리되고 하층소용돌이가 아주 약하게 존재하여 이를 고려하여 추정 그리고 태풍 진행방향 및 속도 고려하여 추정</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 40.2N, 125.6E - 근거: 시어(Shear) 패턴으로, 상하층운이 완전히 분리되었으나 하층소용돌이가 아주 약하게 존재하여 이를 고려하였고, 지금까지의 태풍의 진행방향과 속도도 고려하여 경로 연장선상으로 판단
	재 분 석	 <div data-bbox="702 1209 981 1478">  </div> <p>8.28.1445UTC 한반도지역 단파적외영상</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 40.1N, 125.2E - 근거: 하층운의 불규칙한 순환모습으로 중심 파악 어려움, 북한 GTS 자료를 이용한 종관분석과 태풍 진행방향, 속도 고려 smoothing 처리
8.28 18:00	실 황 분 석	 <div data-bbox="710 1500 981 1612"> <p>SHEAR 패턴의 모식도</p>  </div> <div data-bbox="710 1612 981 1724"> <p>○ 아주 약한 하층운의 소용돌이 중심과 지금까지의 경로 연장 : 태풍 진행방향 및 속도 고려하여 지금까지의 경로 연장하여 추정하고, 또한 내륙으로 상륙한 상태에서 상하층운이 완전히 분리된 후 북서-남서방향으로 대류운이 다시 발생하는 형태로 하층 소용돌이가 아주 미약하게 존재하여 이를 고려하여 추정</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 41.4N, 125.6E - 근거: 시어(Shear) 패턴으로, 상하층운이 완전히 분리되었으나 하층소용돌이가 아주 약하게 존재하여 이를 고려하였고, 지금까지의 태풍의 진행방향과 속도도 고려하여 경로 연장선상으로 판단
	재 분 석	 <div data-bbox="694 1769 981 2038">  </div> <p>8.28.1745UTC 한반도지역 단파적외영상</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 중심위치: 41.8N, 125.7E - 근거: 하층운의 불규칙한 순환모습으로 중심 파악 어려움, 북한 GTS 자료를 이용한 종관분석과 태풍 진행방향, 속도 고려 smoothing 처리

[그림 3.2.6] (계속)

부 록

1. 태풍 발생수 및 태풍이름 목록
2. 2012년 태풍 분석자료
3. 기관별 태풍예보 오차분석
4. 태풍관련 보도자료 목록

1. 태풍 발생수 및 태풍이름 목록

1.1 태풍 발생수(1981~2012년)

□ 연도별 태풍 발생수(발생일 기준)

연도/월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
1981			1	2		3	4	8	4	2	3	2	29
1982			3		1	3	3	5	5	3	1	1	25
1983						1	3	5	2	5	5	2	23
1984						2	5	5	4	7	3	1	27
1985	2				1	3	1	8	5	4	1	2	27
1986		1		1	2	2	3	5	3	5	4	3	29
1987	1			1		2	4	4	6	2	2	1	23
1988	1				1	3	2	8	8	5	2	1	31
1989	1			1	2	2	7	5	6	4	3	1	32
1990	1			1	1	3	4	6	4	4	4	1	29
1991			2	1	1	1	4	5	6	3	6		29
1992	1	1				2	4	8	5	7	3		31
1993			1			1	4	7	5	5	2	3	28
1994				1	1	2	7	9	8	6		2	36
1995				1		1	2	6	5	6	1	1	23
1996		1		1	2		5	6	6	2	2	1	26
1997				2	3	3	4	6	4	3	2	1	28
1998							1	3	5	2	3	2	16
1999				2		1	4	6	6	2	1		22
2000					2		5	6	5	2	2	1	23
2001					1	2	5	6	5	3	1	3	26
2002	1	1			1	3	5	6	4	2	2	1	26
2003	1			1	2	2	2	5	3	3	2		21
2004				1	2	5	2	8	3	3	3	2	29
2005	1		1	1		1	5	5	5	2	2		23
2006					1	1	3	7	3	4	2	2	23
2007				1	1		3	4	5	6	4		24
2008				1	4	1	2	4	5	1	3	1	22
2009					2	2	2	5	7	3	1		22
2010			1				2	5	4	2			14
2011					2	3	4	3	7	1		1	21
2012			1		1	4	4	5	3	5	1	1	25
30년평균 1981-2010	0.3	0.1	0.3	0.6	1.0	1.7	3.6	5.9	4.9	3.6	2.3	1.2	25.6
10년평균 2001-2010	0.3	0.1	0.2	0.5	1.4	1.7	3.1	5.5	4.4	2.9	2.0	0.9	23.0

□ 우리나라에 영향을 미친 태풍 수(최초영향일 기준)

년	월												합계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1981						2	1	1	1				5
1982								3	1				4
1983									1				1
1984							1	1	1				3
1985						1		3		1			5
1986						1		1	1				3
1987							2	1					3
1988													0
1989						1	1						2
1990						1	1		2				4
1991							1	2	2				5
1992								1	1				2
1993							2	1	1				4
1994							2	2		1			5
1995							1	1	1				3
1996							1	1					2
1997						1	1	1	1				4
1998									1	1			2
1999							1	2	2				5
2000							2	2	1				5
2001								1					1
2002							3	1					4
2003					1	1		1	1				4
2004							1	3	1				5
2005									1				1
2006							1	1	1				3
2007							1	1	1				3
2008							1						1
2009													0
2010								1	2				3
2011						1		1	1				3
2012							1	3	1				5
30년평균 (1981-2010)					0.0	0.3	0.8	1.1	0.8	0.1			3.1
10년평균 (2001-2010)					0.1	0.1	0.7	0.9	0.7	0.0			2.5
최근10년평균 (2003-2012)					0.1	0.2	0.5	1.1	0.9	0.0			2.8

1.2 태풍이름 목록

2013. 3. 5. 개정

국가명	1조	2조	3조	4조	5조
캄보디아	Damrey	Kong-rey	Nakri	Krovanh	Sarika
	담레이	콩레이	나크리	크로반	사리카
중국	HaiKui	Yutu	Fengshen	Dujuan	Haima
	하이쿠이	위투	펑션	두쥘안	하이마
북한	Kirogi	Toraji	Kalmaegi	Mujigae	Meari
	기러기	도라지	갈매기	무지개	메아리
홍콩	Kai-tak	Man-yi	Fung-wong	Choi-wan	Ma-on
	카이탁	마니	풍웡	초이완	망온
일본	Tembin	Usagi	Kammuri	Koppu	Tokage
	덴빈	우사기	간무리	곶푸	도카게
라오스	Bolaven	Pabuk	Phanfone	Champi	Nock-ten
	볼라벤	파북	판폰	참피	녹텐
마카오	Sanba	Wutip	Vongfong	In-fa	Muifa
	산바	우팁	봉퐁	인파	무이파
말레이시아	Jelawat	Sepat	Nuri	Melor	Merbok
	즐라왓	스팟	누리	멜로르	므르복
미크로네시아	Ewiniar	Fitow	Sinlaku	Nepartak	Nanmadol
	에위니아	피토	실라코	네파탁	난마돌
필리핀	Maliksi	Danas	Hagupit	Lupit	Talas
	말릭시	다나스	하구핏	루핏	탈라스
한국	Gaemi	Nari	Jangmi	Mirinae	Noru
	개미	나리	장미	미리내	노루
태국	Prapiroon	Wipha	Mekkhala	Nida	Kulap
	쁘라삐룬	위파	메칼라	니다	쿨람
미국	Maria	Francisco	Higos	Omais	Roke
	마리아	프란시스코	히고스	오마이스	로키
베트남	Son Tinh	Lekima	Bavi	Conson	Sonca
	손띤	레끼마	바비	꼰선	선까
캄보디아	Bopha	Krosa	Maysak	Chanthu	Nesat
	보파	크로사	마이삭	찬투	네삿
중국	Wukong	Haiyan	Haishen	Dianmu	Haitang
	우쿵	하이옌	하이션	덴무	하이탕
북한	Sonamu	Podul	Noul	Mindulle	Nalgae
	소나무	버들	노을	민들레	نال개
홍콩	Shanshan	Lingling	Dolphin	Lionrock	Banyan
	산산	링링	돌핀	라이언록	바난
일본	Yagi	Kajiki	Kujira	Kompasu	Hato
	야기	가지키	구지라	곤파스	하토
라오스	Leepi	Faxai	Chan-hom	Namtheun	Pakhar
	리피	파사이	찬훙	남테운	파카르
마카오	Bebinca	Peipah	Linfa	Malou	Sanvu
	버빙카	페이파	린파	말로	상우
말레이시아	Rumbia	Tapah	Nangka	Meranti	Mawar
	룸비아	타파	낭카	므란티	마와르
미크로네시아	Soulik	Mitag	Soudelor	Rai	Guchol
	솔릭	미탁	사우델로르	라이	구출
필리핀	Cimaron	Hagibis	Molave	Malakas	Talim
	시마론	하기비스	몰라베	말라카스	탈림
한국	Jebi	Neoguri	Goni	Megi	Doksuri
	제비	너구리	고니	메기	독수리
태국	Mangkhut	Rammasun	Atsani	Chaba	Khanun
	망콧	람마순	앗사니	차바	카눈
미국	Utor	Matmo	Etau	Aere	Vicente
	우토르	마트모	아타우	에어리	비센티
베트남	Trami	Halong	Vamco	Songda	Saola
	짜미	할롱	밤꼬	송다	사올라

1.3 2012년 발생 태풍 이름의 의미

영문이름	국문이름	국가명	뜻
Pakhar	파카르	라오스	메콩강에 서식하는 민물고기 중 하나임
Sanvu	상 우	마카오	산호를 의미함
Mawar	마와르	말레이시아	장미를 의미함
Guchol	구 출	미크로네시아	향신료를 의미함
Talim	탈 림	필리핀	가장자리를 의미함
Doksuri	독수리	한국	독수리를 의미함
Khanun	카 눈	태 국	열대과일의 하나임
Vicente	비센티	미 국	남자 이름임
Saola	사올라	베트남	베트남에서 발견되는 희귀동물임
Damrey	담레이	캄보디아	코끼리를 의미함
Haikui	하이쿠이	중국	말미잘을 의미함
Kirogi	기러기	북한	기러기를 의미함
Kai-tak	카이탁	홍콩	옛 공항의 이름임
Tembin	덴 빈	일본	천칭자리(별자리)를 의미함
Bolaven	볼라벤	라오스	고원의 이름임
Sanba	산 바	마카오	지명의 이름임
Jelawat	즐라왓	말레이시아	잉어과의 민물고기임
Ewiniar	에위니아	미크로네시아	폭풍의 신을 의미함
Maliksi	말릭시	필리핀	빠름을 의미함
Gaemi	개 미	한국	개미를 의미함
Prapiroon	쁘라삐룬	태국	비의 신을 의미함
Maria	마리아	미국	여자의 이름임
Son-Tinh	손 띤	베트남	신화속의 산신 이름임
Bopha	보 파	캄보디아	꽃을 뜻하는 옛말임
Wukong	우 쿵	중국	손오공을 의미함

2. 2012년 태풍 분석 자료

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
1	201203290000	9.2	112.3	1006	17	TS	6	WSW	180
1	201203290600	9.5	112.1	1004	18	TS	8	NNW	180
1	201203291200	9.9	111.7	1004	18	TS	12	NW	150
1	201203291800	9.9	111.6	1004	18	TS	2	W	150
1	201203300000	9.8	111.3	1000	20	TS	6	WSW	160
1	201203300600	9.8	111.1	998	20	TS	4	W	180
1	201203301200	9.9	110.7	998	20	TS	8	W	200
1	201203301800	9.9	110.4	998	20	TS	5	W	200
1	201203310000	9.7	110.1	998	20	TS	7	WSW	200
1	201203310600	9.7	109.8	998	20	TS	5	W	200
1	201203311200	9.7	109.3	998	20	TS	9	W	200
1	201203311800	9.8	109	998	20	TS	6	WNW	200
1	201204010000	9.8	108.8	998	20	TS	4	W	200
1	201204010600	10	108.3	1000	19	TS	10	WNW	180
1	201204011200	10.9	107.4	1002	18	TS	23	NW	150
1	201204011800	11.5	106.7	1002	18	TS	17	NW	120
1	201204020000	12.9	106.7	1004	-1	TD	26	N	0
2	201205220000	13	144.2	1004	18	TS	33	NW	180
2	201205220600	13.9	143.1	1002	18	TS	26	NW	180
2	201205221200	14.3	142.5	1002	18	TS	13	WNW	180
2	201205221800	15.2	141.7	998	20	TS	22	NW	200
2	201205230000	15.8	141.3	998	20	TS	13	NNW	220
2	201205230600	16.2	140.2	998	20	TS	21	WNW	220
2	201205231200	17	139.5	992	24	TS	19	NW	240
2	201205231800	17.9	139.7	990	24	TS	17	NNE	250
2	201205240000	18.6	139.4	990	24	TS	14	NNW	250
2	201205240600	19.6	139.1	990	24	TS	19	NNW	250
2	201205241200	20.7	139.2	990	24	TS	20	N	250
2	201205241800	21.6	139	985	27	STS	17	NNW	280
2	201205250000	22.2	139.2	980	31	STS	12	NNE	300
2	201205250600	23.1	139.8	980	31	STS	20	NNE	300
2	201205251200	23.7	139.9	975	32	STS	11	N	330
2	201205251800	24	140.5	975	32	STS	12	ENE	300
2	201205260000	24.5	141.2	975	32	STS	15	NE	300
2	201205260600	25	142.1	975	32	STS	18	ENE	300
2	201205261200	25.1	143.5	978	28	STS	24	E	280
2	201205261800	25.4	144	980	28	STS	10	ENE	270
2	201205270000	26.8	145.1	990	24	TS	32	NE	250
2	201205270600	27.5	146.8	992	22	TS	31	ENE	250
2	201205271200	28.3	148.4	994	21	TS	30	ENE	220
2	201205271800	29.6	149.9	996	19	TS	34	NE	200
2	201205280000	30.6	151.7	996	19	TS	34	ENE	200
2	201205280300	31.1	152.7	998	-1	LOW	37	ENE	0

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
3	201206010600	14.9	125.5	998	18	TS	12	NNW	150
3	201206011200	15.3	125.3	998	18	TS	8	NNW	150
3	201206011800	15.7	124.8	996	19	TS	12	NW	170
3	201206020000	16.6	124.2	990	24	TS	20	NNW	180
3	201206020600	17.1	124.1	985	27	STS	9	NNW	260
3	201206021200	17.5	124.3	980	31	STS	8	NNE	280
3	201206021800	17.9	124.5	975	34	TY	8	NNE	280
3	201206030000	18.6	124.7	980	31	STS	13	NNE	250
3	201206030600	19.3	125.4	980	31	STS	18	NE	280
3	201206031200	20.1	125.6	970	36	TY	15	NNE	340
3	201206031800	20.9	125.8	965	38	TY	15	NNE	360
3	201206040000	21.6	126.2	965	38	TY	15	NNE	360
3	201206040600	22.6	126.7	965	38	TY	20	NNE	360
3	201206041200	23.2	127.7	965	38	TY	20	ENE	360
3	201206041800	24.5	128.5	965	38	TY	28	NNE	360
3	201206050000	26	130.4	970	36	TY	42	NE	350
3	201206050600	27.5	132	975	32	STS	38	NE	300
3	201206051200	28.3	134	980	28	STS	36	ENE	280
3	201206051800	29.4	136.7	985	27	STS	48	ENE	250
3	201206060000	31	140.6	985	27	STS	69	ENE	250
3	201206060600	33.8	144.3	990	-1	LOW	78	NE	0
4	201206120600	9.5	142.7	1004	18	TS	19	WSW	120
4	201206121200	9.6	141.9	1002	18	TS	15	W	120
4	201206121800	9.4	141.1	1002	18	TS	15	WSW	120
4	201206130000	9.4	140.6	1002	18	TS	9	W	120
4	201206130600	10	139.3	1000	18	TS	26	WNW	150
4	201206131200	10.6	138	1000	18	TS	26	WNW	150
4	201206131800	10.8	136.7	992	22	TS	24	W	180
4	201206140000	10.9	135.2	985	27	STS	27	W	220
4	201206140600	10.7	134.1	985	27	STS	20	W	220
4	201206141200	10.7	132.8	985	27	STS	24	W	220
4	201206141800	10.4	132.2	980	31	STS	12	WSW	250
4	201206150000	10.3	131.4	975	34	TY	15	W	280
4	201206150600	10.4	131.2	975	34	TY	4	WNW	280
4	201206151200	11.2	130.8	975	34	TY	17	NNW	280
4	201206151800	11.9	130.5	975	34	TY	14	NNW	280
4	201206160000	12.9	130.2	970	36	TY	19	NNW	300
4	201206160600	14	129.6	955	41	TY	23	NNW	350
4	201206161200	14.9	128.8	940	47	TY	22	NW	380
4	201206161800	16.2	128.4	940	47	TY	25	NNW	380
4	201206170000	17.3	127.6	940	47	TY	25	NW	380
4	201206170600	18.3	127.3	940	47	TY	19	NNW	380
4	201206171200	19.6	127	940	47	TY	25	NNW	350
4	201206171800	20.8	127	950	43	TY	22	N	330
4	201206180000	22.2	127.4	950	43	TY	27	NNE	330

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
4	201206180600	23.9	127.9	955	41	TY	33	NNE	320
4	201206181200	25.3	128.7	955	41	TY	29	NNE	320
4	201206181800	27.3	130.1	960	40	TY	44	NE	300
4	201206190000	29.9	132.1	970	36	TY	58	NE	280
4	201206190600	32.4	134.8	970	36	TY	63	NE	280
4	201206191200	35.1	137.6	975	30	STS	66	NE	250
4	201206191800	37.4	141	985	27	STS	66	NE	250
4	201206200000	38.5	143.9	996	-1	LOW	47	ENE	0
5	201206171800	19.1	111.7	994	21	TS	2	ENE	150
5	201206180000	18.8	112	992	22	TS	8	SE	220
5	201206180600	18.8	112.5	992	22	TS	9	E	220
5	201206181200	19.3	112.8	990	24	TS	11	NNE	240
5	201206181800	19.2	113.5	990	24	TS	12	E	220
5	201206190000	19.3	114.3	992	22	TS	14	E	220
5	201206190600	19.9	115.2	992	22	TS	19	ENE	220
5	201206191200	20.4	116.1	985	27	STS	18	ENE	280
5	201206191800	21.5	116.9	985	27	STS	25	NE	280
5	201206200000	22.7	117.8	990	24	TS	27	NE	250
5	201206200600	23.9	118.5	992	22	TS	25	NNE	250
5	201206201200	24.1	119.9	994	21	TS	24	E	250
5	201206201800	25.2	120.9	996	19	TS	26	NE	200
5	201206202100	25.8	121.5	1000	-1	TD	30	NE	0
6	201206261200	14.3	130.6	1004	18	TS	13	WNW	400
6	201206261800	14.7	129.4	1004	18	TS	23	WNW	400
6	201206270000	15.2	127.7	1000	18	TS	32	WNW	400
6	201206270600	15.7	127.1	1000	18	TS	14	NW	400
6	201206271200	17.2	126.9	1000	18	TS	28	N	400
6	201206271800	18.4	125.7	998	18	TS	31	NW	400
6	201206280000	19	124.1	998	18	TS	30	WNW	300
6	201206280600	19.5	123.1	998	18	TS	20	WNW	200
6	201206281200	19.8	120.8	996	19	TS	41	W	200
6	201206281800	19.5	119.3	996	19	TS	27	WSW	200
6	201206290000	20.8	117.7	996	19	TS	37	NW	200
6	201206290600	21	116	992	22	TS	30	W	220
6	201206291200	21.5	115	992	22	TS	20	WNW	200
6	201206291800	21.9	113.4	996	19	TS	29	WNW	200
6	201206300000	22.2	112.2	1000	-1	TD	21	WNW	0
7	201207160600	24.2	136.1	1002	18	TS	50	NW	150
7	201207160700	24.2	136.1	1002	18	TS	50	NW	150
7	201207161200	24.8	134.6	1002	18	TS	33	WNW	150
7	201207161800	25.6	132.8	998	20	TS	34	WNW	180
7	201207170000	26.1	130.9	992	22	TS	33	WNW	230
7	201207170600	26.8	129.6	992	22	TS	25	WNW	230
7	201207171200	27.7	128.4	992	22	TS	26	NW	230
7	201207171500	28.2	128	990	24	TS	23	NW	240

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
7	201207171800	28.5	127.3	988	25	STS	25	WNW	250
7	201207172100	28.9	126.9	988	25	STS	20	NW	250
7	201207180000	29.7	126.6	988	25	STS	31	NNW	250
7	201207180300	30.6	126.4	988	25	STS	34	NNW	250
7	201207180600	31.8	126.2	988	25	STS	45	N	250
7	201207180900	32.7	126.2	990	24	TS	33	N	230
7	201207181200	33.7	126.2	990	24	TS	37	N	230
7	201207181500	34.6	126.2	992	22	TS	33	N	200
7	201207181800	35.6	126.2	992	22	TS	37	N	130
7	201207182100	36.6	126.4	992	22	TS	38	NNE	120
7	201207190000	37.6	127.2	996	19	TS	44	NE	50
7	201207190300	38.9	128.5	996	-1	LOW	61	NE	0
8	201207211200	19.5	117	996	19	TS	22	WNW	220
8	201207211800	19.5	116.2	996	19	TS	14	W	220
8	201207220000	19.4	115.1	992	22	TS	19	W	240
8	201207220600	18.7	114.5	990	23	TS	17	SW	250
8	201207221200	18.6	114.5	990	24	TS	2	S	250
8	201207221800	18.9	114.5	985	27	STS	6	N	280
8	201207230000	19.2	115	983	28	STS	10	ENE	300
8	201207230600	20.5	114.8	980	28	STS	24	N	300
8	201207231200	21.1	114.2	975	34	TY	15	NW	350
8	201207231800	21.7	113.3	960	40	TY	19	WNW	350
8	201207240000	22.3	112.3	980	31	STS	20	WNW	260
8	201207240600	23.1	110.5	990	24	TS	34	WNW	150
8	201207241200	23.4	108.8	992	20	TS	29	W	150
8	201207241800	23.8	107.4	996	-1	TD	25	WNW	0
9	201207280000	14.4	126.6	1000	18	TS	21	WNW	220
9	201207280600	15	125.7	998	20	TS	20	WNW	240
9	201207281200	15.8	125.7	996	19	TS	15	N	250
9	201207281800	16.1	125.6	990	24	TS	6	NNW	250
9	201207290000	17	124.9	985	27	STS	21	NW	250
9	201207290600	17.4	124.2	985	27	STS	14	WNW	350
9	201207291200	18.2	124.4	985	27	STS	15	NNE	350
9	201207291800	18.9	124.9	985	27	STS	16	NE	350
9	201207300000	19.5	125.1	980	31	STS	12	NNE	370
9	201207300600	20.1	124.8	980	31	STS	12	NNW	370
9	201207301200	20.7	124.5	980	31	STS	12	NNW	370
9	201207301800	20.9	124	975	32	STS	9	WNW	400
9	201207310000	21	123.6	975	32	STS	7	WNW	400
9	201207310600	21.2	124.3	970	36	TY	13	ENE	420
9	201207311200	21.7	124.1	970	36	TY	10	NNW	420
9	201207311800	22.4	123.7	965	38	TY	15	NNW	450
9	201208010000	22.7	123.7	965	38	TY	6	N	450
9	201208010600	23.4	123.5	960	40	TY	13	NNW	480
9	201208011200	24	122.9	960	40	TY	15	NW	480

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
9	201208011800	24.5	122.1	970	36	TY	16	WNW	300
9	201208020000	24.4	121.6	975	34	TY	9	WSW	270
9	201208020600	24.8	121.3	980	31	STS	9	NW	250
9	201208021200	25.3	121	980	31	STS	11	NNW	230
9	201208021800	26	120.3	980	31	STS	17	NW	230
9	201208030000	26.7	119.4	985	27	STS	20	NW	220
9	201208030600	26.8	118.4	992	-1	TD	17	W	0
10	201207281200	25.7	147.4	1004	18	TS	5	W	150
10	201207281800	25.8	147.1	1000	18	TS	5	WNW	150
10	201207290000	25.8	146.5	996	19	TS	10	W	180
10	201207290600	26	145.6	996	19	TS	15	WNW	200
10	201207291200	25.9	145.8	996	19	TS	4	ESE	200
10	201207291800	25.4	145.2	996	19	TS	14	SW	200
10	201207300000	25.2	145.1	996	19	TS	4	SSW	200
10	201207300600	25.8	144.7	996	19	TS	13	NNW	200
10	201207301200	26.4	144.6	992	22	TS	11	N	220
10	201207301800	27.9	142.9	975	30	STS	39	NW	300
10	201207310000	28.2	141	980	30	STS	32	W	300
10	201207310600	28.6	138.9	975	34	TY	35	W	250
10	201207311200	29	137.1	975	34	TY	30	WNW	250
10	201207311800	29.5	134.9	975	34	TY	37	WNW	250
10	201208010000	30	132.7	975	34	TY	37	WNW	250
10	201208010600	30.5	130.6	980	31	STS	35	WNW	250
10	201208010900	30.6	130	980	31	STS	21	W	250
10	201208011200	31	129.1	980	31	STS	27	NW	250
10	201208011500	31.4	128.2	980	31	STS	32	WNW	250
10	201208011800	31.9	126.8	980	31	STS	48	WNW	250
10	201208012100	32.3	125.4	980	31	STS	46	WNW	240
10	201208020000	32.8	124.5	980	31	STS	34	WNW	210
10	201208020300	33.4	123.4	980	31	STS	41	WNW	210
10	201208020600	33.8	122.3	975	32	STS	37	WNW	200
10	201208021200	34.4	120.5	975	32	STS	30	WNW	180
10	201208021800	34.8	119.2	985	27	STS	21	WNW	180
10	201208030000	35.7	118.6	992	22	TS	19	NNW	100
10	201208030600	36.6	118	998	-1	LOW	19	NNW	0
11	201208030000	23.7	141.5	992	22	TS	16	WNW	220
11	201208030600	24.5	139.9	990	24	TS	31	WNW	220
11	201208031200	24.4	138.6	990	24	TS	22	W	220
11	201208031800	24.9	136.6	990	24	TS	35	WNW	220
11	201208040000	25	134.3	990	24	TS	39	W	220
11	201208040600	25.3	133	985	27	STS	23	WNW	250
11	201208041200	26.2	131.5	985	27	STS	30	WNW	250
11	201208041800	26.4	130.1	985	27	STS	24	W	250
11	201208050000	26.7	129.1	980	31	STS	17	WNW	270
11	201208050600	27.2	128.5	980	31	STS	14	NW	270

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압 (hPa)	최대풍속 (m/s)	강도	이동속도 (km/h)	이동방향 (16방위)	강풍반경 (km)
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)						
11	201208051200	27.4	127.2	975	32	STS	22	W	300
11	201208051800	27	126.5	975	32	STS	14	WSW	300
11	201208060000	27.1	126	975	32	STS	8	WNW	300
11	201208060600	27.4	125.2	970	36	TY	14	WNW	300
11	201208061200	27.2	124.9	970	36	TY	6	WSW	300
11	201208061800	27	124.6	970	36	TY	6	WSW	300
11	201208070000	27.3	124.1	970	36	TY	10	WNW	300
11	201208070600	27.8	123.5	970	36	TY	14	NW	300
11	201208071200	28.3	123	965	38	TY	12	NW	310
11	201208071800	28.9	122.4	965	38	TY	15	NW	310
11	201208080000	29.3	121.5	975	34	TY	16	WNW	300
11	201208080600	30.2	120.4	980	31	STS	24	NW	250
11	201208081200	30.6	119.3	990	24	TS	19	WNW	200
11	201208081800	30.6	118.4	992	22	TS	14	W	180
11	201208090000	30.6	117.6	992	22	TS	13	W	180
11	201208090600	30.8	117	992	22	TS	10	WNW	150
11	201208091200	30.6	117.2	994	-1	TD	5	SE	0
12	201208080000	31.4	159.5	996	19	TS	18	NW	200
12	201208080600	31.8	158.3	996	19	TS	20	WNW	200
12	201208081200	32.7	156.7	996	19	TS	30	WNW	200
12	201208081800	33.1	156.3	996	19	TS	10	NW	200
12	201208090000	34.2	155.6	996	19	TS	23	NNW	200
12	201208090600	36	154.3	992	22	TS	39	NW	200
12	201208091200	37.1	153	992	22	TS	28	NW	200
12	201208091800	38.9	152	992	22	TS	36	NNW	200
12	201208100000	41.4	149.7	994	-1	LOW	57	NW	0
13	201208130000	16.5	128.5	998	18	TS	12	WSW	180
13	201208130600	16.5	127	998	18	TS	27	W	180
13	201208131200	16.6	126.7	994	21	TS	6	WNW	200
13	201208131800	17.2	126.6	992	22	TS	11	N	220
13	201208140000	17.8	126.1	992	22	TS	14	NW	220
13	201208140600	17.7	125	992	22	TS	20	W	220
13	201208141200	17.7	123.9	992	22	TS	19	W	220
13	201208141800	17.5	123.1	992	22	TS	15	WSW	220
13	201208150000	18	122.4	990	24	TS	15	NW	220
13	201208150600	18.8	120.9	990	24	TS	30	WNW	220
13	201208151200	19.2	119.5	990	24	TS	26	WNW	220
13	201208151800	19	118.3	985	27	STS	21	W	250
13	201208160000	19.1	117.2	980	31	STS	19	W	270
13	201208160600	19.4	115.5	980	31	STS	30	W	270
13	201208161200	19.6	114.3	980	31	STS	21	W	270
13	201208161800	20.2	112.8	980	31	STS	28	WNW	270
13	201208170000	20.8	111.3	970	36	TY	28	WNW	300
13	201208170600	21.2	109.8	980	31	STS	27	WNW	270
13	201208171200	21.4	107.9	985	24	TS	33	W	230

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
13	201208171800	21.2	106	990	20	TS	33	W	150
13	201208180000	21.6	104.9	992	22	TS	20	WNW	120
13	201208180600	22.7	104.1	994	-1	TD	25	NW	0
14	201208190000	17.6	124.8	1002	18	TS	14	SW	200
14	201208190600	17.6	124.7	998	18	TS	2	W	230
14	201208191200	17.5	124.8	996	19	TS	3	SE	230
14	201208191800	17.6	124.7	992	22	TS	3	NW	230
14	201208200000	18	124.8	980	31	STS	8	NNE	280
14	201208200600	18.4	125	965	38	TY	8	NNE	350
14	201208201200	18.8	125.2	950	43	TY	8	NNE	350
14	201208201800	19.5	125.3	945	45	TY	13	N	350
14	201208210000	20.2	125.3	945	45	TY	13	N	350
14	201208210600	21.2	125.4	945	45	TY	19	N	350
14	201208211200	22	125.3	945	45	TY	15	N	330
14	201208211800	22.3	124.9	955	41	TY	9	NW	320
14	201208220000	22.5	124.5	965	38	TY	8	WNW	300
14	201208220600	22.5	124.3	965	38	TY	3	W	300
14	201208221200	22.5	124.1	965	38	TY	3	W	300
14	201208221800	22.6	123.8	965	38	TY	6	WNW	250
14	201208230000	22.6	123.6	960	40	TY	3	W	250
14	201208230600	22.7	123.2	955	41	TY	7	WNW	250
14	201208231200	22.7	122.5	955	41	TY	12	W	250
14	201208231800	22.4	121.3	955	41	TY	21	WSW	250
14	201208240000	22.1	120.5	975	34	TY	15	WSW	220
14	201208240600	22.3	119.7	975	34	TY	14	WNW	220
14	201208241200	22.3	119.5	975	34	TY	3	W	220
14	201208241800	22.4	119.2	975	34	TY	5	WNW	220
14	201208250000	22.6	118.4	975	34	TY	14	WNW	220
14	201208250600	22.3	117.8	975	34	TY	12	WSW	220
14	201208251200	21.9	117.1	975	34	TY	14	WSW	220
14	201208251800	21.4	116.8	975	34	TY	11	SSW	220
14	201208260000	21	116.8	970	36	TY	7	S	250
14	201208260600	20.9	116.6	970	36	TY	4	WSW	250
14	201208261200	20.7	116.5	970	36	TY	4	SSW	250
14	201208261800	20.5	116.8	965	38	TY	6	ESE	250
14	201208270000	20.4	118	965	38	TY	21	E	250
14	201208270600	20.8	118.6	965	38	TY	13	ENE	250
14	201208271200	21.5	119.2	965	38	TY	17	NE	250
14	201208271800	21.9	120	975	34	TY	16	ENE	230
14	201208280000	22.8	121.7	975	34	TY	34	ENE	230
14	201208280600	24	122.9	975	34	TY	30	NE	230
14	201208281200	25.3	123.6	980	31	STS	27	NNE	200
14	201208281800	26.3	124	980	31	STS	20	NNE	200
14	201208290000	27.4	123.9	980	31	STS	20	N	200
14	201208290600	28.7	123.9	980	31	STS	24	N	200

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
14	201208290900	29.3	124	980	31	STS	22	N	200
14	201208291200	30.1	124.5	980	31	STS	34	NNE	200
14	201208291500	30.9	124.9	980	31	STS	32	NNE	200
14	201208291800	32	125	980	31	STS	41	N	200
14	201208292100	32.9	125.7	980	31	STS	40	NE	200
14	201208300000	33.9	126.2	985	27	STS	40	NNE	180
14	201208300300	34.6	127.2	992	23	TS	40	NE	170
14	201208300600	35.7	127.8	995	20	TS	45	NNE	150
14	201208300900	36.8	128.3	998	19	TS	43	NNE	80
14	201208301200	37.1	129.2	1000	18	TS	29	ENE	30
14	201208301500	37.3	130.3	1002	-1	LOW	33	ENE	0
15	201208200600	17.4	141.4	1000	18	TS	8	NNW	200
15	201208201200	17.9	141.4	996	19	TS	9	N	200
15	201208201800	18.1	141.1	992	22	TS	6	WNW	250
15	201208210000	18.2	140.7	992	22	TS	7	WNW	250
15	201208210600	18.4	140.5	985	27	STS	5	NW	280
15	201208211200	18.9	140.2	975	34	TY	11	NNW	280
15	201208211800	19.1	139.5	970	36	TY	13	WNW	350
15	201208220000	19.2	138.8	970	36	TY	12	W	350
15	201208220600	19.3	138	965	38	TY	14	W	360
15	201208221200	19.5	137.5	965	38	TY	9	WNW	360
15	201208221800	19.5	136.3	960	40	TY	21	W	360
15	201208230000	19.7	135.8	960	40	TY	9	WNW	360
15	201208230600	20	135.3	955	41	TY	10	WNW	380
15	201208231200	20.2	134.1	955	41	TY	21	W	380
15	201208231800	20.1	133.5	955	41	TY	11	W	380
15	201208240000	21	133.7	955	41	TY	17	NNE	380
15	201208240600	21.7	133.3	950	43	TY	15	NNW	400
15	201208241200	22.2	133	940	47	TY	11	NNW	450
15	201208241800	22.9	132.7	940	47	TY	14	NNW	450
15	201208250000	23.5	132.1	940	47	TY	15	NW	450
15	201208250600	24.2	131.3	930	50	TY	19	NW	530
15	201208251200	24.3	130.7	930	50	TY	10	W	530
15	201208251800	24.7	130.2	930	50	TY	11	NW	530
15	201208260000	25.3	129.5	920	53	TY	16	NW	550
15	201208260600	25.9	128.9	920	53	TY	15	NW	550
15	201208261200	26.6	128	920	53	TY	20	NW	550
15	201208261800	27.5	127.5	930	50	TY	19	NNW	550
15	201208270000	28.4	126.8	935	48	TY	20	NW	530
15	201208270600	29.9	125.9	945	45	TY	31	NNW	500
15	201208270900	30.5	125.8	945	45	TY	22	N	500
15	201208271200	31.2	125.5	950	43	TY	28	NNW	500
15	201208271500	32.2	125.3	955	41	TY	38	NNW	500
15	201208271800	32.9	125.4	960	40	TY	26	N	450
15	201208272100	34	125.6	960	40	TY	41	N	450

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
15	201208280000	35.4	125.6	960	40	TY	52	N	430
15	201208280300	36.5	125.6	960	40	TY	41	N	430
15	201208280600	37.7	125.6	965	38	TY	44	N	400
15	201208280900	38	125.6	970	36	TY	11	N	280
15	201208281200	38.8	125.6	975	30	STS	30	N	280
15	201208281500	40.2	125.6	980	28	STS	52	N	200
15	201208281800	41.4	125.6	986	27	STS	44	N	150
15	201208282100	42.9	126.3	986	-1	LOW	59	NNE	0
16	201209110000	9.4	134	1004	18	TS	4	NW	200
16	201209110600	10.6	133.9	1000	18	TS	22	N	200
16	201209111200	11.4	133.4	996	19	TS	17	NNW	200
16	201209111800	11.8	132.5	996	19	TS	18	WNW	200
16	201209120000	12.6	131.8	992	22	TS	20	NW	220
16	201209120600	13	131.1	992	22	TS	15	WNW	220
16	201209121200	13.6	130.6	980	31	STS	14	NW	300
16	201209121800	14.2	130	980	31	STS	15	NW	300
16	201209130000	14.8	129.8	970	36	TY	12	NNW	350
16	201209130600	15.6	129.5	950	43	TY	16	NNW	450
16	201209131200	16.3	129.6	930	50	TY	13	N	520
16	201209131800	17.2	129.7	915	54	TY	17	N	530
16	201209140000	18.1	129.7	915	54	TY	17	N	530
16	201209140600	19.1	129.8	910	56	TY	19	N	530
16	201209141200	20.2	129.8	920	53	TY	20	N	500
16	201209141800	21.4	129.5	920	53	TY	22	NNW	500
16	201209150000	22.3	129.1	920	53	TY	18	NNW	500
16	201209150600	23.4	128.8	930	50	TY	21	NNW	480
16	201209151200	24.5	128.5	930	50	TY	21	NNW	480
16	201209151800	25.6	128.2	935	48	TY	21	NNW	480
16	201209160000	27	128.1	935	48	TY	26	N	420
16	201209160600	28.8	128.2	935	48	TY	33	N	400
16	201209160900	29.8	128	940	47	TY	38	NNW	400
16	201209161200	30.6	127.9	940	47	TY	30	N	400
16	201209161500	31.4	127.8	940	47	TY	30	N	400
16	201209161800	32.2	127.9	945	45	TY	30	N	380
16	201209162100	33.1	128	950	43	TY	34	N	380
16	201209170000	34	128.2	955	41	TY	34	NNE	380
16	201209170300	35	128.1	965	38	TY	37	N	380
16	201209170600	36.1	128.2	980	31	STS	41	N	350
16	201209170900	37	128.7	990	24	TS	37	NNE	270
16	201209171200	38.8	129.3	992	22	TS	69	NNE	220
16	201209171800	40.5	130.6	994	21	TS	37	NE	130
16	201209180000	42.6	133.2	998	-1	LOW	53	NE	0
17	201209201800	13.5	131.7	1002	18	TS	12	W	150
17	201209210000	13.1	130.7	998	18	TS	19	WSW	170
17	201209210600	12.8	130.4	992	22	TS	8	SW	200

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
17	201209211200	12.5	130.1	990	24	TS	8	SW	220
17	201209211800	12.1	129.5	990	24	TS	13	WSW	220
17	201209220000	11.9	129.7	990	24	TS	5	SE	220
17	201209220600	11.7	129.7	990	24	TS	4	S	220
17	201209221200	11.8	129.7	985	27	STS	2	N	250
17	201209221800	11.9	129.6	980	31	STS	3	NW	270
17	201209230000	11.8	128.9	970	36	TY	13	W	300
17	201209230600	12.1	128.9	945	45	TY	6	N	320
17	201209231200	12.7	128.8	935	48	TY	11	N	380
17	201209231800	13	128.6	935	48	TY	7	NNW	380
17	201209240000	13.6	128.5	935	48	TY	11	N	380
17	201209240600	14.2	128.2	935	48	TY	12	NNW	380
17	201209241200	14.6	128.1	920	53	TY	8	NNW	400
17	201209241800	15.2	127.9	915	54	TY	12	NNW	400
17	201209250000	15.7	127.8	910	56	TY	9	NNW	400
17	201209250600	16.4	127.5	910	56	TY	14	NNW	400
17	201209251200	16.8	127.1	910	56	TY	10	NW	400
17	201209251800	17.1	126.8	910	56	TY	8	NW	350
17	201209260000	17.5	126.5	910	56	TY	9	NW	350
17	201209260600	18	126.1	910	56	TY	12	NW	350
17	201209261200	18.4	125.9	905	57	TY	8	NNW	380
17	201209261800	19.1	125.4	905	57	TY	16	NW	380
17	201209270000	19.6	124.8	910	56	TY	14	NW	380
17	201209270600	20.3	124.4	910	56	TY	15	NNW	380
17	201209271200	20.9	124.1	915	54	TY	12	NNW	360
17	201209271800	21.6	123.9	920	53	TY	13	NNW	360
17	201209280000	22.4	124.1	920	53	TY	15	NNE	360
17	201209280600	23.3	124.3	930	50	TY	17	NNE	330
17	201209281200	24.2	125.1	930	50	TY	22	NE	330
17	201209281800	25.1	126.1	930	50	TY	24	NE	330
17	201209290000	26.2	127.4	940	47	TY	30	NE	300
17	201209290600	27	128.5	940	47	TY	23	NE	300
17	201209291200	28	130.3	950	43	TY	35	ENE	270
17	201209291800	29.3	132.6	955	41	TY	44	ENE	270
17	201209300000	31.7	134.3	960	40	TY	52	NE	230
17	201209300600	33.3	135.8	965	38	TY	38	NE	210
17	201209301200	35.4	138.3	975	34	TY	55	NE	150
17	201209301800	38.8	141	985	27	STS	75	NE	120
17	201210010000	41.3	144.3	990	24	TS	66	NE	120
17	201210010600	43.2	149	994	-1	LOW	73	ENE	0
18	201209241200	20.3	138.9	1000	18	TS	23	NW	150
18	201209241800	20.7	138.8	998	18	TS	8	NNW	180
18	201209250000	21.8	138.6	998	18	TS	21	N	230
18	201209250600	22.7	138.3	998	18	TS	17	NNW	230
18	201209251200	23.1	139	994	21	TS	14	ENE	250

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
18	201209251800	24.8	140.1	990	24	TS	37	NNE	250
18	201209260000	25.6	141.2	990	24	TS	24	NE	250
18	201209260600	26.4	142.2	990	24	TS	22	NE	250
18	201209261200	28.4	142.6	985	27	STS	38	NNE	280
18	201209261800	29.1	142.5	985	27	STS	13	N	280
18	201209270000	30.4	142.7	985	27	STS	24	N	280
18	201209270600	31.2	142.2	985	27	STS	17	NNW	280
18	201209271200	31.6	141.6	985	27	STS	12	WNW	280
18	201209271800	31.5	141.7	985	27	STS	2	SE	280
18	201209280000	31.7	142.4	990	24	TS	12	ENE	250
18	201209280600	31.9	143.1	990	24	TS	12	ENE	250
18	201209281200	32.4	144.3	990	24	TS	21	ENE	250
18	201209281800	33.3	145.4	990	24	TS	24	NE	250
18	201209290000	34.1	145.8	990	24	TS	16	NNE	250
18	201209290600	36.1	146.9	990	24	TS	41	NNE	250
18	201209291200	37.7	149.5	992	22	TS	49	ENE	200
18	201209291800	39	151.8	996	19	TS	41	ENE	170
18	201209300000	40.8	154.4	1000	-1	LOW	50	NE	0
19	201210010600	17.8	146.6	998	18	TS	22	NW	150
19	201210011200	19.3	145.8	996	19	TS	31	NNW	150
19	201210011800	19.8	143.8	994	21	TS	36	WNW	180
19	201210020000	20.3	143.7	992	22	TS	9	NNW	200
19	201210020600	21	142.6	992	22	TS	23	WNW	200
19	201210021200	21.3	142.3	992	22	TS	8	NW	200
19	201210021800	22.4	141.4	990	24	TS	26	NW	210
19	201210030000	24.4	140.9	990	24	TS	38	NNW	200
19	201210030600	25.9	141.5	985	27	STS	30	NNE	230
19	201210031200	28.2	142.5	985	27	STS	46	NNE	230
19	201210031800	30.8	143.7	985	25	STS	52	NNE	200
19	201210040000	34.1	144	985	25	STS	61	N	180
19	201210040600	36.7	146.3	990	-1	LOW	59	NE	0
20	201210011200	17	114.8	1002	18	TS	3	NW	200
20	201210011800	17.4	114.5	1002	18	TS	9	NW	200
20	201210020000	16.7	115.1	1002	18	TS	17	SE	200
20	201210020600	16.3	115.7	1000	18	TS	13	ESE	200
20	201210021200	16.1	116.1	1000	18	TS	8	ESE	200
20	201210021800	15.4	116.4	996	19	TS	14	SSE	210
20	201210030000	15.3	117.1	996	19	TS	13	E	200
20	201210030600	15.3	117.4	990	24	TS	5	E	230
20	201210031200	15.4	117.4	990	24	TS	2	N	230
20	201210031800	15.4	117	990	24	TS	7	W	200
20	201210040000	15	118.4	994	21	TS	26	ESE	180
20	201210040600	14.9	118.2	994	21	TS	4	WSW	180
20	201210041200	14.6	118	996	19	TS	7	SSW	180
20	201210041800	14.5	117.6	996	19	TS	7	WSW	180

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
20	201210050000	14.5	116.5	996	19	TS	20	W	180
20	201210050600	14.6	115.8	996	19	TS	13	W	180
20	201210051200	14.4	114.6	996	19	TS	22	W	180
20	201210051800	13.9	112.9	996	19	TS	32	WSW	180
20	201210060000	13.4	112.1	998	18	TS	17	WSW	150
20	201210060600	12.9	110.5	998	18	TS	30	WSW	150
20	201210061200	13.3	108.3	1002	-1	TD	40	W	0
21	201210071200	17.8	136.6	1000	18	TS	21	W	150
21	201210071800	17.8	136	996	19	TS	11	W	150
21	201210080000	17.8	135.2	990	24	TS	14	W	200
21	201210080600	18	135	985	27	STS	5	NW	220
21	201210081200	18.4	133.9	985	27	STS	21	WNW	220
21	201210081800	18.5	133.2	975	34	TY	12	W	280
21	201210090000	17.7	132.5	970	36	TY	19	SW	280
21	201210090600	17.6	132.1	970	36	TY	7	WSW	300
21	201210091200	18	132	970	36	TY	8	NNW	300
21	201210091800	18.3	131.7	960	40	TY	8	NW	350
21	201210100000	18.3	130.9	960	40	TY	14	W	350
21	201210100600	18.7	130.4	960	40	TY	11	NW	350
21	201210101200	18.6	130.1	955	41	TY	6	WSW	370
21	201210101800	18.9	129.5	955	41	TY	12	WNW	370
21	201210110000	19.2	129	955	41	TY	10	WNW	370
21	201210110600	19.5	128.6	955	41	TY	9	NW	370
21	201210111200	19.3	128.5	945	45	TY	4	SSW	380
21	201210111800	19.5	128.5	945	45	TY	4	N	380
21	201210120000	19.8	128.7	945	45	TY	7	NNE	380
21	201210120600	20	129	945	45	TY	6	ENE	380
21	201210121200	20.1	129.4	945	45	TY	7	ENE	380
21	201210121800	20.5	129.6	950	43	TY	8	NNE	370
21	201210130000	20.7	129.8	950	43	TY	5	NE	370
21	201210130600	21.1	129.9	950	43	TY	8	NNE	370
21	201210131200	21.3	129.9	950	43	TY	4	N	370
21	201210131800	21.5	130.6	950	43	TY	13	ENE	370
21	201210140000	22	130.8	955	41	TY	10	NNE	350
21	201210140600	22.3	130.9	955	41	TY	6	NNE	350
21	201210141200	22.7	131.3	955	41	TY	10	NE	350
21	201210141800	22.8	131.4	955	41	TY	3	NE	350
21	201210150000	22.7	131.1	955	41	TY	5	WSW	350
21	201210150600	22.6	131.2	955	41	TY	3	SE	350
21	201210151200	22.4	131.1	960	40	TY	4	SSW	350
21	201210151800	22.2	130.5	965	38	TY	11	WSW	350
21	201210160000	21.7	129.9	975	34	TY	14	SW	330
21	201210160600	21.3	129.4	975	34	TY	11	SW	330
21	201210161200	21.8	128.7	975	34	TY	15	NW	330
21	201210161800	22.7	128.6	975	34	TY	17	N	330

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
21	201210170000	23.4	128.4	975	34	TY	13	NNW	330
21	201210170600	24.1	128.7	980	31	STS	14	NNE	300
21	201210171200	24.9	129.5	980	31	STS	20	NE	300
21	201210171800	26	130.3	980	31	STS	24	NE	300
21	201210180000	27.1	132.3	980	31	STS	39	ENE	300
21	201210180600	28.7	133.8	990	24	TS	39	NE	250
21	201210181200	30.2	136.4	990	24	TS	50	ENE	250
21	201210181800	31.3	139.3	990	24	TS	50	ENE	200
21	201210190000	32.4	142.4	994	21	TS	53	ENE	200
21	201210190600	32.7	145.9	996	-1	LOW	55	E	0
22	201210141200	17.9	143.1	1002	18	TS	14	WNW	120
22	201210141800	18.6	142.4	996	19	TS	18	NW	120
22	201210150000	19.4	141.7	990	24	TS	19	NW	150
22	201210150600	20.5	141.2	990	24	TS	22	NNW	150
22	201210151200	22.7	141.1	990	24	TS	41	N	150
22	201210151800	24.3	140.9	990	24	TS	30	N	150
22	201210160000	25.4	140.7	990	24	TS	21	N	150
22	201210160600	26.7	140.9	990	24	TS	24	N	150
22	201210161200	27.4	141.1	990	24	TS	13	NNE	150
22	201210161800	28.4	142.4	990	24	TS	28	NE	150
22	201210170000	28.5	143.4	990	24	TS	16	E	150
22	201210170600	29.5	144.7	990	24	TS	28	NE	150
22	201210171200	30.1	145.8	990	24	TS	21	ENE	150
22	201210171800	30.9	148.2	994	21	TS	41	ENE	140
22	201210180000	31.5	150.7	994	21	TS	41	ENE	130
22	201210180600	32.1	152.5	996	19	TS	30	ENE	130
22	201210181200	31.4	154.6	996	19	TS	36	ESE	130
22	201210181800	31.2	156.6	998	-1	TD	32	E	0
23	201210231800	8.8	127.4	998	18	TS	15	WNW	170
23	201210240000	10	126.3	996	19	TS	30	NW	170
23	201210240600	10.8	124.9	994	21	TS	30	WNW	180
23	201210241200	11.1	124.3	994	21	TS	12	WNW	180
23	201210241800	11.8	123.1	992	22	TS	25	WNW	200
23	201210250000	12.6	121.3	992	22	TS	36	WNW	230
23	201210250600	14.2	119.3	992	22	TS	47	NW	230
23	201210251200	14.6	117.4	992	22	TS	35	WNW	230
23	201210251800	14.7	116.6	992	22	TS	14	W	230
23	201210260000	14.8	115.3	990	24	TS	23	W	240
23	201210260600	14.7	114.3	985	27	STS	18	W	260
23	201210261200	15.5	113.6	985	27	STS	19	NW	260
23	201210261800	15.9	112.3	975	34	TY	24	WNW	260
23	201210270000	16.5	111	975	34	TY	26	WNW	260
23	201210270600	17	109.7	970	36	TY	25	WNW	260
23	201210271200	17.5	108.9	955	41	TY	17	WNW	260
23	201210271800	18.1	107.9	955	41	TY	21	WNW	260

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
23	201210280000	18.4	107.4	965	38	TY	10	WNW	260
23	201210280600	19.2	107.1	970	36	TY	16	NNW	260
23	201210281200	19.9	106.8	970	36	TY	14	NNW	260
23	201210281800	20.7	106.6	985	27	STS	15	NNW	230
23	201210290000	21.4	106.9	996	19	TS	14	NNE	150
23	201210290600	21.7	107.2	1000	-1	TD	8	NE	0
24	201211261800	4.1	156	1002	18	TS	10	W	100
24	201211270000	4.2	155.9	1000	18	TS	3	NW	200
24	201211270600	4.4	155.4	1000	18	TS	10	WNW	200
24	201211271200	4.4	155.3	1000	18	TS	2	W	200
24	201211271800	4.4	155.1	996	19	TS	4	W	210
24	201211280000	4.7	154.5	996	19	TS	12	WNW	210
24	201211280600	4.8	153.3	996	19	TS	22	W	210
24	201211281200	4.9	151.7	996	19	TS	30	W	210
24	201211281800	4.6	150.9	996	19	TS	16	WSW	210
24	201211290000	4.1	150	994	21	TS	19	WSW	220
24	201211290600	3.8	149.2	992	22	TS	16	WSW	230
24	201211291200	3.5	148.3	992	22	TS	18	WSW	230
24	201211291800	3.6	146.9	992	22	TS	26	W	230
24	201211300000	3.6	146.3	985	27	STS	11	W	240
24	201211300600	3.9	145.3	985	27	STS	19	WNW	240
24	201211301200	4	144.2	980	31	STS	20	W	250
24	201211301800	4.5	142.9	965	38	TY	26	WNW	280
24	201212010000	4.7	142.1	940	47	TY	15	WNW	360
24	201212010600	5.1	141.1	940	47	TY	20	WNW	340
24	201212011200	5.5	140	940	47	TY	22	WNW	340
24	201212011800	5.8	138.8	935	48	TY	23	WNW	340
24	201212020000	6.2	137.6	935	48	TY	23	WNW	340
24	201212020600	6.4	136	935	48	TY	30	W	340
24	201212021200	6.4	134.6	935	48	TY	26	W	340
24	201212021800	6.4	133.3	940	47	TY	24	W	320
24	201212030000	6.8	131.7	940	47	TY	30	WNW	320
24	201212030600	7	130.4	935	48	TY	24	W	340
24	201212031200	7.4	128.8	930	50	TY	30	WNW	350
24	201212031800	7.6	127.3	930	50	TY	28	W	350
24	201212040000	7.9	125.9	938	50	TY	26	WNW	350
24	201212040600	8.7	124.1	956	42	TY	36	WNW	215
24	201212041200	9.4	122.6	975	34	TY	30	WNW	250
24	201212041800	9.5	121.1	975	34	TY	27	W	250
24	201212050000	9.8	119.8	975	34	TY	24	WNW	250
24	201212050600	10.5	118.7	975	34	TY	24	WNW	250
24	201212051200	11.2	117.9	975	34	TY	20	NW	250
24	201212051800	11.6	117	975	34	TY	18	WNW	250
24	201212060000	11.9	116.6	975	34	TY	9	NW	250
24	201212060600	12.7	116.3	975	34	TY	16	NNW	250

태풍 번호	일시(UTC)	중심위치		중심기압	최대풍속	강도	이동속도	이동방향	강풍반경
	(년월일시분)	위도(N)	경도(E)	(hPa)	(m/s)		(km/h)	(16방위)	(km)
24	201212061200	12.7	116.1	975	34	TY	4	W	250
24	201212061800	13.3	115.8	980	31	STS	12	NNW	200
24	201212070000	13.9	115.5	980	31	STS	12	NNW	200
24	201212070600	14.6	115.9	975	34	TY	15	NNE	200
24	201212071200	15.4	116.1	950	43	TY	15	NNE	250
24	201212071800	16.2	116.3	950	43	TY	15	NNE	250
24	201212080000	16.8	116.9	950	43	TY	15	NE	250
24	201212080600	17.5	118	960	40	TY	23	ENE	240
24	201212081200	17.9	119.1	965	38	TY	21	ENE	220
24	201212081800	18.3	119.8	998	18	TS	14	ENE	150
24	201212090000	18.4	119.8	1002	18	TS	2	N	130
24	201212090600	18.3	119.9	1004	-1	TD	3	SE	0
25	201212250000	10.1	128.8	1002	18	TS	20	W	150
25	201212250600	10.3	127.2	998	18	TS	29	W	200
25	201212251200	10.6	126	998	18	TS	23	WNW	200
25	201212251800	10.9	124.8	998	18	TS	23	WNW	180
25	201212260000	11.3	123	998	18	TS	34	WNW	180
25	201212260600	11.6	121.8	998	18	TS	22	WNW	180
25	201212261200	11.3	121.1	1002	18	TS	14	WSW	150
25	201212261800	11.6	119.8	1004	17	TS	24	WNW	120
25	201212270000	10.3	117.1	1004	17	TS	55	WSW	120
25	201212270600	10.2	115.8	1004	18	TS	24	W	120
25	201212271200	10.1	114.8	1006	-1	TD	18	W	0

3. 기관별 태풍예보 진로오차 분석

3.1 기상청(KMA)

(오차거리(km) / 개수)

태풍번호	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
1201 파카르(PAKHAR)	69.0/12	117.1/8	194.2/4	-	-
1202 상우(SANVU)	96.8/21	127.2/17	128.0/13	236.1/9	487.3/5
1203 마와르(MAWAR)	93.7/16	159.4/12	311.7/8	478.6/4	-
1204 구출(GUCHOL)	141.4/27	209.9/23	282.0/19	394.5/15	609.4/11
1205 탈림(TALIM)	97.0/9	91.1/5	97.7/1	-	-
1206 독수리(DOKSURI)	166.4/10	269.6/6	459.2/2	-	-
1207 카눈(KHANUN)	104.0/10	127.5/4	-	-	-
1208 비센티(VICENTE)	216.3/9	295.3/5	300.2/1	-	-
1209 사올라(SAOLA)	81.7/21	104.6/17	139.2/13	172.1/9	217.6/5
1210 담레이(DAMREY)	200.6/18	209.3/15	173.0/11	377.6/7	724.5/3
1211 하이쿠이(HAIKUI)	115.4/22	170.9/18	184.9/14	328.4/10	561.4/6
1212 기러기(KIROGI)	101.6/4	-	-	-	-
1213 카이탁(KAI-TAK)	158.4/17	335.9/13	549.3/9	837.9/5	1273.1/1
1214 덴빈(TEMBIN)	92.5/44	155.2/39	231.7/35	290.0/31	454.3/27
1215 볼라벤(BOLAVEN)	106.9/33	171.2/27	215.3/23	241.3/19	295.3/15
1216 산바(SANBA)	96.8/25	123.3/20	155.9/16	284.7/12	476.4/8
1217 즐라왓(JELAWAT)	68.8/38	144.3/34	269.9/30	458.4/26	569.9/22
1218 에위니아(EWINIAR)	123.7/18	160.4/14	116.4/10	178.4/6	302.0/2
1219 말릭시(MALIKSI)	148.7/8	384.0/4	-	-	-
1220 개미(GAEMI)	140.3/16	204.6/12	244.2/8	244.4/5	-
1221 브라삐룬(PRAPIROON)	93.1/43	173.4/39	244.2/35	284.4/31	259.5/27
1222 마리아(MARIA)	211.4/13	385.7/9	508.0/5	1345.1/1	
1223 손띤(SON-TINH)	110.0/18	141.8/14	206.0/10	228.9/6	423.3/2
1224 보파(BOPHA)	119.0/46	215.2/42	305.8/38	367.3/34	440.7/30
1225 우쿵(WUKONG)	147.2/6	140.0/2	-	-	-
평균	115.2/504	180.6/399	243.9/305	334.5/229	437.6/164

3.2 일본기상청(RSMC)

(오차거리(km) / 개수)

태풍번호	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
1201 파카르(PAKHAR)	63.4/24	105.7/8	185.3/4	-	-
1202 상우(SANVU)	91.7/40	151.9/16	237.9/12	313.6/8	521.9/4
1203 마와르(MAWAR)	75.4/32	168.6/12	300.9/8	604.7/4	-
1204 구출(GUCHOL)	116.1/54	215.2/23	373.0/19	520.0/15	661.4/11
1205 탈림(TALIM)	107.6/16	110.0/4	-	-	-
1206 독수리(DOKSURI)	178.3/20	314.3/6	473.4/2	-	-
1207 카눈(KHANUN)	122.6/14	155.2/3	-	-	-
1208 비센티(VICENTE)	201.0/18	303.2/5	267.1/1	-	-
1209 사올라(SAOLA)	87.9/42	112.6/17	130.3/13	184.7/9	346.2/5
1210 담레이(DAMREY)	110.0/38	231.5/15	322.2/11	601.8/7	860.4/3
1211 하이쿠이(HAIKUI)	79.8/46	147.0/9	143.3/15	173.2/11	359.9/7
1212 기러기(KIROGI)	59.5/10	361.0/1	-	-	-
1213 카이탁(KAI-TAK)	144.0/34	370.3/13	661.8/9	998.5/5	1123.3/1
1214 덴빈(TEMBIN)	71.0/84	123.8/38	211.4/34	298.4/30	471.6/26
1215 볼라벤(BOLAVEN)	89.5/64	168.0/28	237.0/24	352.6/20	380.9/16
1216 산바(SANBA)	100.5/48	165.2/20	199.2/16	274.6/12	365.3/8
1217 즐라왓(JELAWAT)	80.5/78	179.1/35	346.8/31	624.8/27	850.7/23
1218 에위니아(EWINIAR)	105.9/36	170.2/14	194.8/10	183.5/6	202.4/2
1219 말릭시(MALIKSI)	130.4/16	477.8/4	-	-	-
1220 개미(GAEMI)	114.2/32	163.9/12	194.5/8	221.3/4	-
1221 뿌라삐룬(PRAPIROON)	102.9/88	226.5/40	337.7/36	384.2/32	413.2/28
1222 마리아(MARIA)	196.8/28	501.8/10	537.9/6	1037.2/2	-
1223 손띤(SON-TINH)	102.3/36	162.6/14	290.6/10	234.5/4	370.4/2
1224 보파(BOPHA)	113.2/92	235.2/42	335.9/38	421.5/34	477.9/30
1225 우쿵(WUKONG)	146.8/16	220.4/4	200.1/1	-	-
평균	104.3/1006	198.9/403	290.4/308	405.6/230	513.3/166

※ 각 기관의 예보오차는 GTS망으로 입수된 자료를 이용하여 산출된 오차로 발표된 공식오차가 아님.

3.3 미국합동경보센터(JTWC)

(오차거리(km) / 개수)

태풍번호	24시간	48시간	72시간	96시간	120시간
1201 파카르(PAKHAR)	77.4/9	127.9/6	138.2/3	-	-
1202 상우(SANVU)	66.0/18	103.1/14	195.7/10	320.8/6	602.0/2
1203 마와르(MAWAR)	72.2/15	91.9/11	233.2/7	399.2/3	-
1204 구출(GUCHOL)	113.2/26	200.1/22	253.8/18	342.5/14	549.6/10
1205 탈림(TALIM)	117.9/7	93.3/5	384.3/1	-	-
1206 독수리(DOKSURI)	186.3/11	241.0/7	299.1/3	-	-
1207 카눈(KHANUN)	88.7/7	102.4/3	-	-	-
1208 비센티(VICENTE)	144.0/6	365.8/2	-	-	-
1209 사올라(SAOLA)	81.4/10	103.9/16	102.1/12	102.4/8	127.4/4
1210 담레이(DAMREY)	149.5/17	220.7/13	213.6/9	233.5/5	158.1/1
1211 하이쿠이(HAIKUI)	81.5/16	100.6/12	153.4/8	340.2/4	-
1212 기러기(KIROGI)	70.6/3	-	-	-	-
1213 카이탁(KAI-TAK)	136.9/16	306.8/12	490.0/8	609.5/4	-
1214 덴빈(TEMBIN)	65.9/40	134.7/37	197.0/33	224.8/29	370.2/25
1215 볼라벤(BOLAVEN)	74.6/31	132.4/27	177.7/23	216.0/19	238.8/15
1216 산바(SANBA)	81.7/22	115.4/18	151.7/14	239.7/10	324.6/6
1217 즐라왓(JELAWAT)	57.2/37	91.8/33	163.7/29	249.0/25	351.2/21
1218 에위니아(EWINIAR)	112.2/17	132.8/13	137.8/9	134.2/5	229.6/1
1219 말릭시(MALIKSI)	87.8/6	360.7/2	-	-	-
1220 개미(GAEMI)	128.2/16	230.4/12	232.6/8	237.2/4	-
1221 뿌라삐룬(PRAPIROON)	88.6/43	207.2/39	271.7/35	318.7/31	430.1/27
1222 마리아(MARIA)	105.8/17	216.9/13	491.7/9	492.5/2	789.2/1
1223 손띤(SON-TINH)	76.3/17	103.6/13	163.9/9	228.3/5	348.8/1
1224 보파(BOPHA)	100.0/45	203.2/41	272.6/37	337.2/33	400.7/29
1225 우쿵(WUKONG)	91.0/5	308.7/1	538.9/1	-	-
평균	92.7/468	161.3/372	225.2/286	278.8/207	378.5/143

※ 각 기관의 예보오차는 GTS망으로 입수된 자료를 이용하여 산출된 오차로 발표된 공식오차가 아님.

4. 태풍관련 보도자료 목록

배포일	제목
2.3(일)	기상청, 태풍분야 최고권위 '킨타나상' 수상하다 제44차 ESCAP/WMO 태풍위원회 총회에 참석하여, 태풍 분야 최고 권위를 가진 '킨타나 상(Kintanar Award)'을 수상
2.8(금)	작년 태풍 등 자연재해 피해상황 국가별 공식발표 제44차 ESCAP/WMO 태풍위원회 총회에서 작년(2011년)의 태풍 등 자연재해 피해에 대해 현재까지 집계된 국가별 공식 보고
3.29(금)	올해 첫 태풍 발생과 새 태풍 이름 결정 소식 - 올해 첫 태풍 '파카르', 3월 29일 오전 9시경 발생 - 기상청, 태풍 '파나피' 대신 새 태풍이름 '라이' 사용
5.24(금)	WMO/UN 태풍위원회 자문그룹(AWG) 회의 개최 - 아시아-태평양지역 국가 위상 제고
6.19(수)	태풍 전망 및 장마전선 동향 제4호 태풍 '구츨(GUCHOL)'은 소형급 태풍(19일 9시 현재, 중심기압 970hPa)으로, 일본 가고시마 남동쪽 약 240km 부근 해상에서 시속 58km의 빠른 속도로 이동
7.3(수)	여름철 홍수, 태풍 예측능력...원격탐측기술 융합으로 높인다 - 『기상기술정책』誌, '원격탐측기술 융합정책 실용화' 특집호 발간
7.16(화)	제7호 태풍 카눈(KHANUN)과 장마전선 동향 - 16일(월)~17일(화) 오전 제주도와 남부지방, 17일(화) 밤 전국 장마전선 영향 비 - 18일(수) 낮~19일(목) 오전 열대저압부(또는 태풍) 직접영향 전국 비 ※ 태풍의 강도와 이동경로에 따라 기압계 매우 유동적
7.17(수)	제7호 태풍 '카눈(KHANUN)'복상 중 - 18일(수) 오후~19일(목) 태풍 직접영향으로 강한 바람, 많은 비
7.19(금)	제7호 태풍 '카눈(KHANUN)'의 특징과 향후 강수전망 - 고위도에서 발생하여 서해안을 따라 북상한 이례적인 태풍 - 당분간 북태평양 고기압 가장자리에서 대기불안정에 의한 강한 국지성 소나기
7.19(금)	"기상1호" 태풍 카눈(KHANUN) 중심에 서다 - 기상 1호, 실시간 태풍 기상정보 제공 -
7.30(화)	제10호 태풍 '담레이 (DAMREY)'와 관련 날씨 전망 - 8월 2일(목) 경 제주도와 부근 해상 직·간접 영향
8.2(금)	제10호 태풍 특징과 향후 날씨전망 - 다음 주에도 무더위 계속 이어질 듯 - 올해 7월 평균기온 평년보다 1°C 높아 잦은 폭염과 열대야
8.7(수)	제11호 태풍 '하이쿠이(HAIKUI)'와 더위 전망 - 8일(수) 오후 중국 상륙, 11일(토) 전후 간접영향 제주도와 남해안 중심 비 - 주말부터 폭염 다소 누그러질 듯 (서울 35°C → 30~31°C)
8.14(수)	제13호 태풍 '카이탁(필리핀 헬렌)'전망 - 필리핀 북쪽해상을 지나, 17일경 중국 산터우 부근으로 상륙 예상
8.23(금)	제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)' 복상 중 - 강한 대형 태풍, 27일(월)~28일(화)경 우리나라 영향 예상

8.26(월)	제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)' 전망 - 제주도, 서해안, 남해안 최대순간풍속 50m/s 이상의 매우 강한 바람 해안지방을 중심으로 해일/침수 피해 주의 - 제주도, 남해안, 지리산 부근 최고 300mm 이상의 많은 비
8.28(수)	제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)'의 특징과 제14호 태풍 '덴빈(TEMBIN)' 전망 - 제15호 태풍 : 2000년 이후 서해상으로 북상한 가장 강한 태풍 - 30일(목) 제14호 태풍의 직·간접적인 영향으로 전국 비
8.29(목)	제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)'으로 북한에도 피해 속출 <input type="checkbox"/> 강수량 및 강풍 현황 <input type="checkbox"/> 누적강수량(8월 28일 ~ 29일 09시) — 제15호 태풍 '볼라벤(BOLAVEN)'으로 인해 서해안과 산간 일부지역에서 100mm 내외의 많은 비
8.30(금)	조선일보 「태풍 진로 "조작 의혹"」 기사에 대한 반박 - 중심 진로 조작은 불가능, 중심 위치의 판단은 과학적인 절차와 판단에 따른 결과 - 기상청, 전문가들과 공개 토론회 요구
8.31(토)	제14호 태풍 '덴빈(TEMBIN)'의 특징 - 43시간 내 연이어 한반도에 상륙한 관측 이래 최초의 태풍 태풍 진행방향의 왼쪽 많은 비, 오른쪽 강한 바람
9.4(수)	태풍 발생 가능성과 잠재강도, 미래에는 어떻게 달라질까? - 국립기상연구소, 기후변화에 따른 미래 태풍 전망
9.5(목)	이데일리 「태풍 예보방식 바꾼다. '진로→영향권」 기사에 대한 반박 - 명백한 오보임
9.12(목)	제16호 태풍 '산바(SANBA)' 북상 중 - 강한 중형 태풍, 16일(일)~18일(화) 우리나라 직·간접 영향
9.14(토)	제16호 태풍 '산바(SANBA)' 전망 - 제주도, 남해안, 동해안 최대순간풍속 50m/s 이상의 매우 강한 바람 · 16일(일)~17일(월) 남해안과 동해안 만조+너울+강풍에 의한 해일/침수 피해 우려 - 제주산간 중심 최고 500mm 이상의 많은 비
9.18(수)	제16호 태풍 '산바(SANBA)'와 최근 태풍 특징 - 3개의 태풍(제14호~제16호)이 연이어 한반도에 상륙한 최초 사례 - 남해안으로 상륙한 태풍들 중 역대 5번째로 강한 태풍
9.25(수)	추석연휴(9.29.~10.3.) 날씨와 태풍전망 - 연휴 초반 기압골 통과 한때 비, 후반 고기압 영향 가끔 구름 많음 · 추석 당일(30일) 밤 전국 대부분 지방 구름 사이로 보름달 볼 수 있겠음 - 제17호, 제18호 태풍에 의한 직접영향 가능성 낮음
9.27(금)	추석연휴(9.28.~10.3.) 날씨와 태풍전망 - 연휴 초반 저기압 통과 한두차례 비, 후반 고기압 영향 대체로 맑음 · 추석 당일(30일) 밤 전국 대부분 지방에서 보름달을 볼 수 있겠음 - 제17호 태풍에 의한 직접영향 가능성 낮음

