발 간 등 록 번 호
11-1360000-001533-10

공공누리 OPEN 출처표시 상업용금지 변경금지 공공저작물 자유이용허락

ISSN 2800-0218

한반도 영향태풍 분석보고서 2022

기상청
국가태풍센터

목차

제1장

2022년 태풍 주요 현황

1. 2022년 태풍 개요

가. 태풍 발생 통계

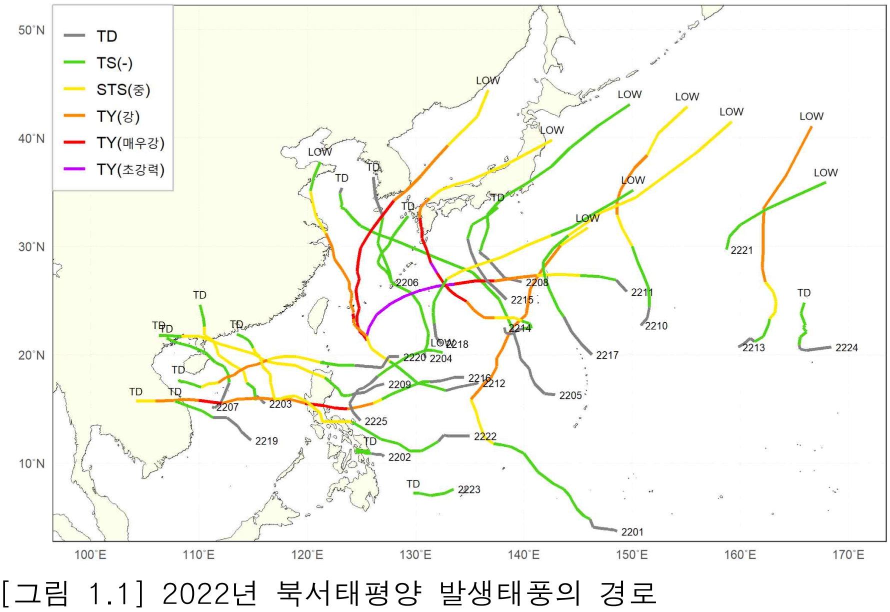
2022년 북서태평양[1]에서는 총 25개의 태풍이 발생하였고, 이 중 5개의 태풍이 우리나라에 영향을 주었다. 평년(1991~2020년)과 비교하면 발생 태풍(평년 25.1개)은 비슷했으며, 영향 태풍(평년 3.4개)은 많았다. 4월에 첫 태풍이 발생하였고, 봄철(3~5월) 2개, 여름철(6~8월) 9개, 가을철(9~11월)에 13개, 12월에 1개가 발생하였다(표 1.1).

우리나라에 영향을 준 태풍은 총 5개로 평년(3.4개)보다 많았고, 7월에 3개(제4호 에어리, 제5호 송다, 제6호 트라세), 8월에 1개(제11호 힌남노), 9월에 1개(제14호 난마돌)이며, 이 중 제11호 태풍 힌남노가 한반도에 상륙하였다(표 1.1, 그림 1.1).

[표 1.1] 2022년 월별 태풍 발생수

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
2022년	-	-	-	2	-	1	3 (3)	5 (1)	7 (1)	5	1	1	25 (5)
평년 (1991-2020)	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	1.7 (0.3)	3.7 (1.0)	5.6 (1.2)	5.1 (0.8)	3.5 (0.1)	2.1	1.0	25.1 (3.4)

※ 태풍 발생일(KST) 기준이며, 괄호 안 숫자는 우리나라에 영향을 준 태풍의 수임



[그림 1.1] 2022년 북서태평양 발생태풍의 경로

1) 기상청 열대저기압 감시 및 분석 임무영역: 위도 0°~60°N, 경도 100°E~180°

나. 태풍 발생 주요 환경

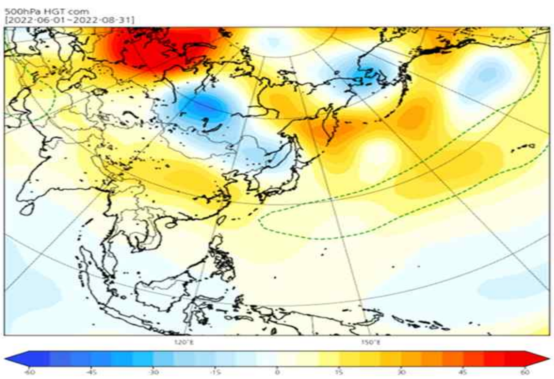
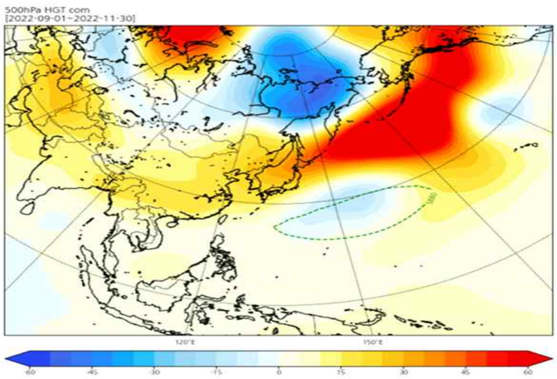
기상청의 엘니뇨·라니냐(El Niño/La Niña) 기준[2]에 따라 2021년 8월부터 약한 라니냐 상태가 계속 지속되고 있다(표 1.2).

[표 1.2] 엘니뇨·라니냐 감시구역 Nino 3.4의 3개월 이동평균 해수면온도 편차(℃)

월 연도	1월 (전년 12~2)	2월 (1~3)	3월 (2~4)	4월 (3~5)	5월 (4~6)	6월 (5~7)	7월 (6~8)	8월 (7~9)	9월 (8~10)	10월 (9~11)	11월 (10~12)	12월 (11~익년 1)
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8

※ 빨간색: 엘니뇨, 파란색: 라니냐 / 자료: 미국국립해양기상청(NOAA) ERSSTv5
※ 평년: 1991~2020년(최근 자료), 2020년 이전은 10년씩 이동된 평년을 사용함

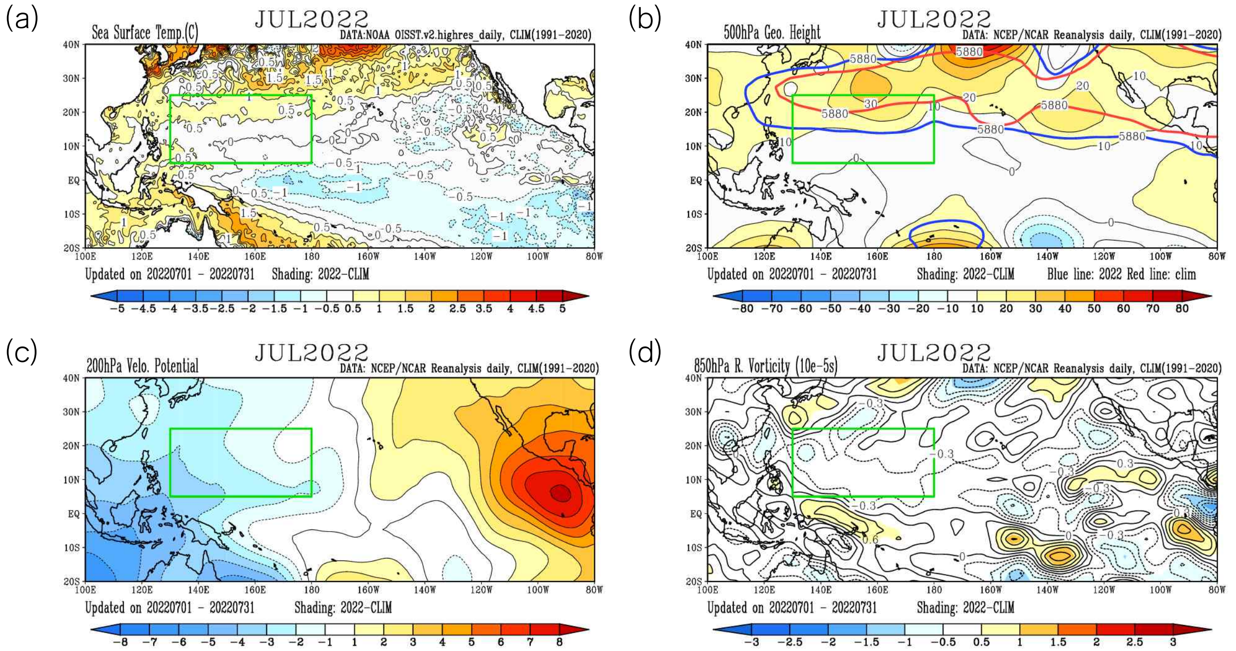
2022년은 전반적으로 약한 라니냐가 지속되면서 해수면온도가 대체로 평년보다 낮게 분포하여 북서태평양의 대류 활동이 다소 활발하지 않아 4월을 제외한 1~7월에는 평년보다 적은 수의 태풍이 발생하였다. 또한, 가을 이후 태풍 발생이 증가하면서 발생 빈도는 평년과 유사했으나 누적에너지(ACE, Accumulated Cyclone Energy)는 적어 태풍 활동이 적었음을 알 수 있었다. 태풍은 여름보다 가을에 많이 발생하였는데, 이는 여름철 북서태평양에는 고압 편차(500 hPa)가 지배적이었고 티벳고기압이 동쪽으로 확장하면서 중위도 이하 지역의 대류 활동이 억제되었으나, 가을에는 동경 150°를 중심으로 폭넓게 저압 편차가 형성되면서 기류 수렴이 활발해져 태풍 발생 수가 증가하였다(그림 1.2).

(a)

(b)


[그림 1.2] 2022년 500 hPa 고도 편차(녹색: 평년 5880gpm) (a)여름, (b)가을

2) 엘니뇨(라니냐)의 기상청 기준: 엘니뇨·라니냐 감시구역(Nino3.4 지역: 5°S~5°N, 170°W~120°W)의 3개월 이동평균한 해수면온도 편차가 +0.5 ℃ 이상(-0.5 ℃ 이하)으로 5개월 이상 지속될 때, 그 첫 달을 엘니뇨(라니냐)의 시작으로 봄

7월에는 3개의 태풍이 발생하였고, 모두 한반도에 영향을 주었다. 북서태평양에서 태풍이 주로 발생하는 구역[3]의 7월 해수면온도는 고위도 지역은 평년보다 높았으나, 그 외 지역은 평년과 비슷하였다. 그리고 상층(200 hPa) 속도포텐셜이 발산하는 경향을 보여주었으나, 하층의 수렴하는 지역이 일본 오키나와 주변으로 편중되면서 대류가 활발하게 일어나지 않아 평년 3.7개와 비슷한 수의 태풍이 발생하였다. 또한, 북태평양고기압이 평년보다 남쪽으로 확장하였으나, 태풍 주요 발생 구역(녹색실선) 전반에 걸쳐 견고히 자리잡은 것은 아니었으며, 몬순류가 남쪽에서 강하게 들어오면서 6월 말에 발생한 제3호 태풍 차바에 이어 제4호 태풍 에어리가 발생하였고, 이후 필리핀 동쪽 해상에서 몬순자이어가 형성되면서 제5호 태풍 송다와 제6호 태풍 트라세가 발생하였다(그림 1.3).

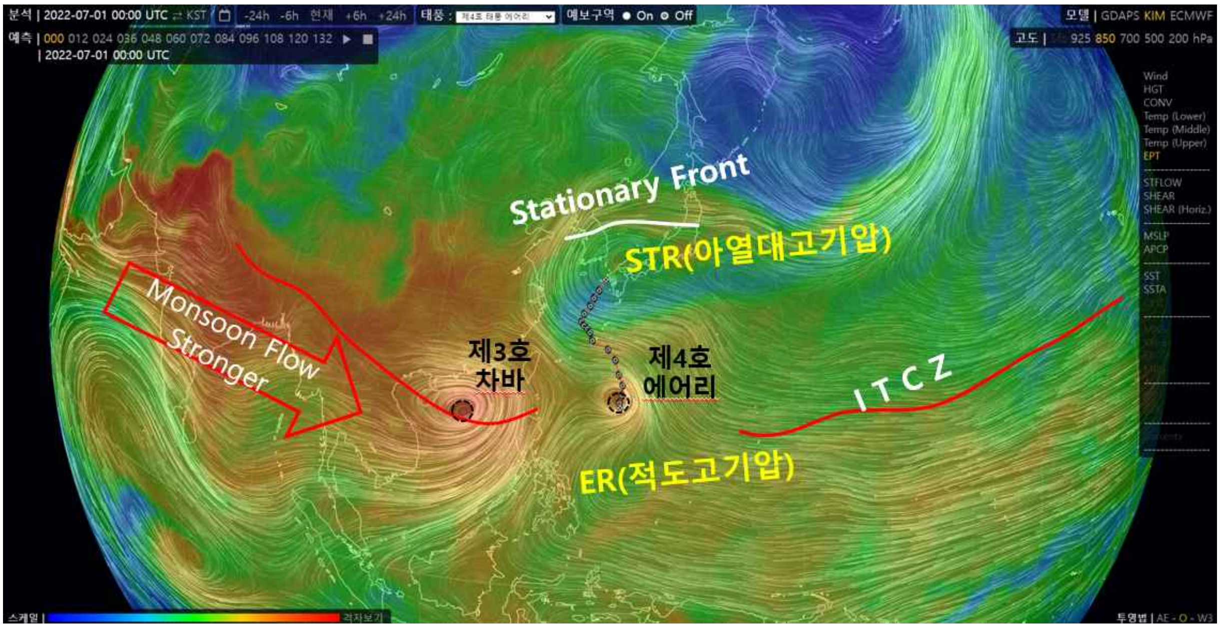


[그림 1.3] 2022년 7월 평년편차 (a)해수면온도, (b)500 hPa 지위고도, (c)200 hPa 속도포텐셜, (d)850 hPa 상대와도

이러한 환경에서 7월 1일 9시에 발생한 제4호 태풍 에어리(AERE)는 몬순골 내에서 제3호 태풍 차바(CHABA)가 북서진하는 중에 몬순골 동쪽 끝단에서 발생하였고, 이후 몬순골 동쪽 축이 북상하면서 골에서 분리되었다. 태풍 에어리의 발생 시 해양조건은 양호하였으나, 경로상의

3) 태풍 주요 발생 구역: 5°N~25°N, 130°E~180°

조건은 발달에 양호하지 않았고, 몬순골 내에서 발생한 2개의 태풍으로 에너지가 분산되어 7월 2일 21시에 최대강도 994 hPa을 기록하였다. 이후 발생 후 48시간 이내에 한반도 부근까지 북상하였고, 2022년 첫 영향 태풍으로 기록되었으며, 7월 5일 3시에 일본 가고시마 북서쪽 약 180 km 부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다(그림 1.4).

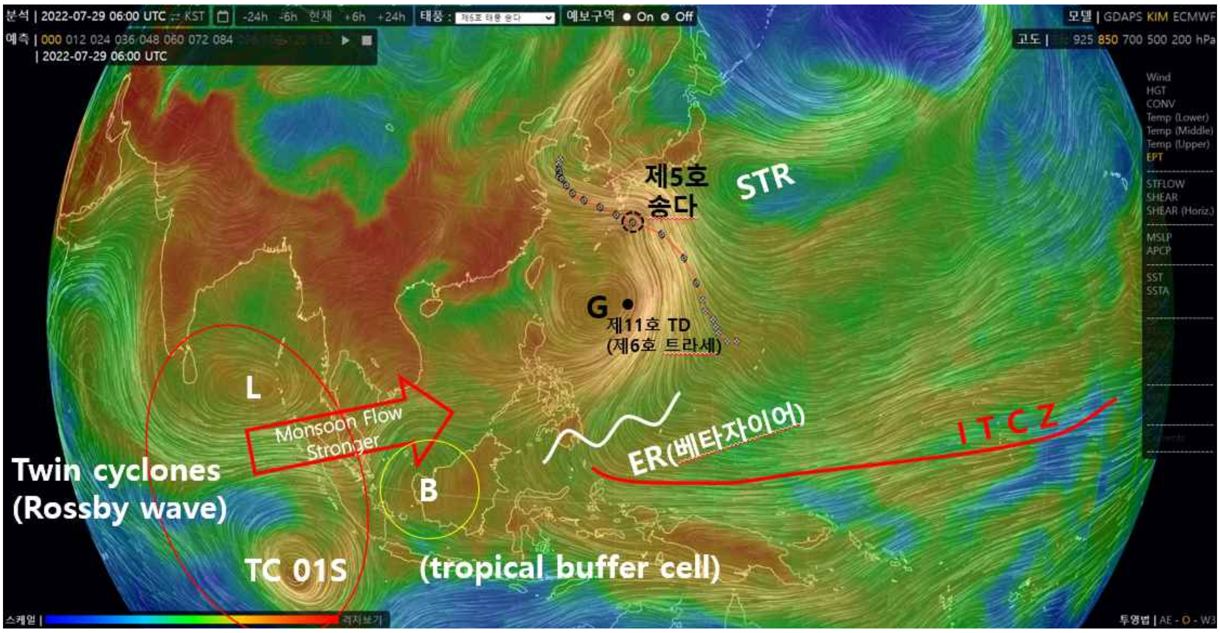


[그림 1.4] 제4호 태풍 에어리의 진로와 KIM 850 hPa 유선장 및 EPT(2022.7.1. 09시)

제5호 태풍 송다(SONGDA)는 7월 28일 21시에 필리핀 동쪽에 위치한 몬순자이어 동쪽 끝단에서 중심기압 1002 hPa으로 발생하였다. 발생 시점의 열적조건은 양호했으나, 자이어 순환의 북단에서 태풍의 흐름과 자이어의 흐름이 서로 상충하면서, 몬순류의 에너지를 흡수하지 못하여 발달이 제한적이었다. 이후 자이어에 의한 회전과 아열대고기압의 영향으로 빠르게 서북서진 하면서, 우리나라에 영향을 주었다. 이후 상층(200 hPa) 기압골과 만나면서 발산이 강화되어 일시적으로 994 hPa까지 강화되었다가, 상하층 분리가 일어나면서 8월 1일 3시경 열대저압부로 약화되었다(그림 1.5).

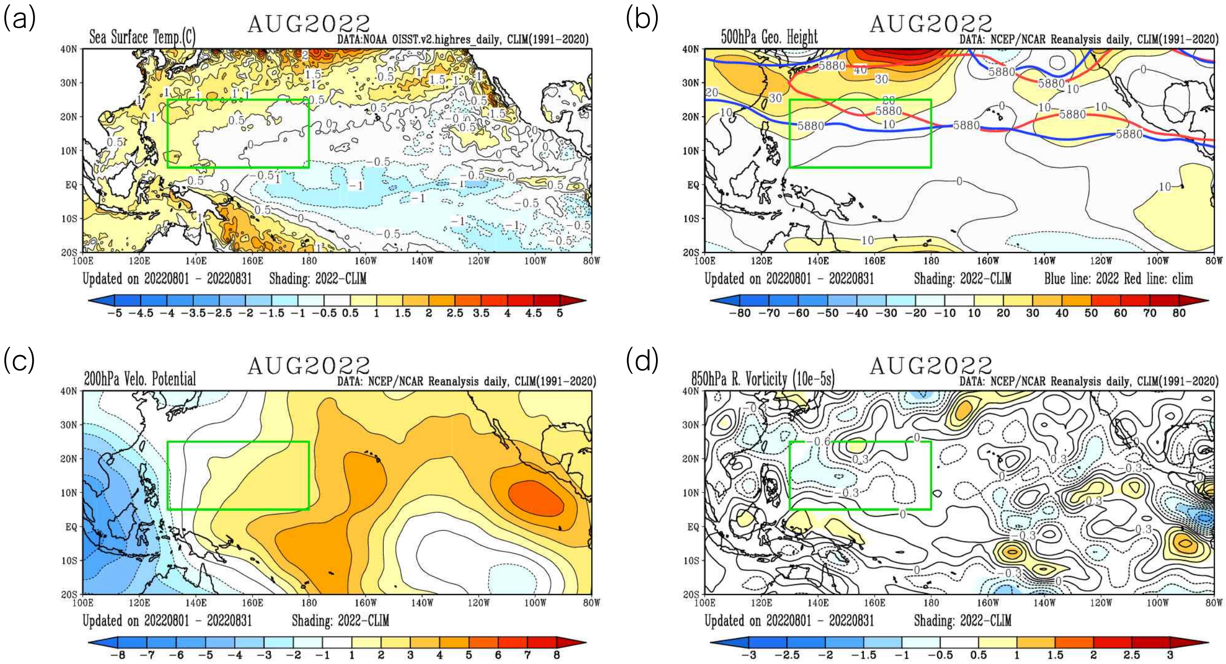
제6호 태풍 트라세(TRASES)는 태풍 송다가 발생하였던 몬순자이어의 우측 가장자리에서 몬순류의 에너지를 흡수하면서 발달하여 7월 31일 12시에 일본 오키나와 북서쪽 약 20 km 부근에서 태풍으로 선언되었다. 발생 시점의 열적조건은 양호하였으나, 연직시어 20 kt 이상으로 발달에

불리하였다. 또한, 발생 시점부터 태풍 북쪽으로 상층 동풍이 유입되면서 북쪽 발산은 저지되고 남쪽 발산만 유도되면서 더 이상 발달하지 못하고, 발생한 지 21시간만인 8월 1일 9시에 열대저압부로 약화되었다(그림 1.5).



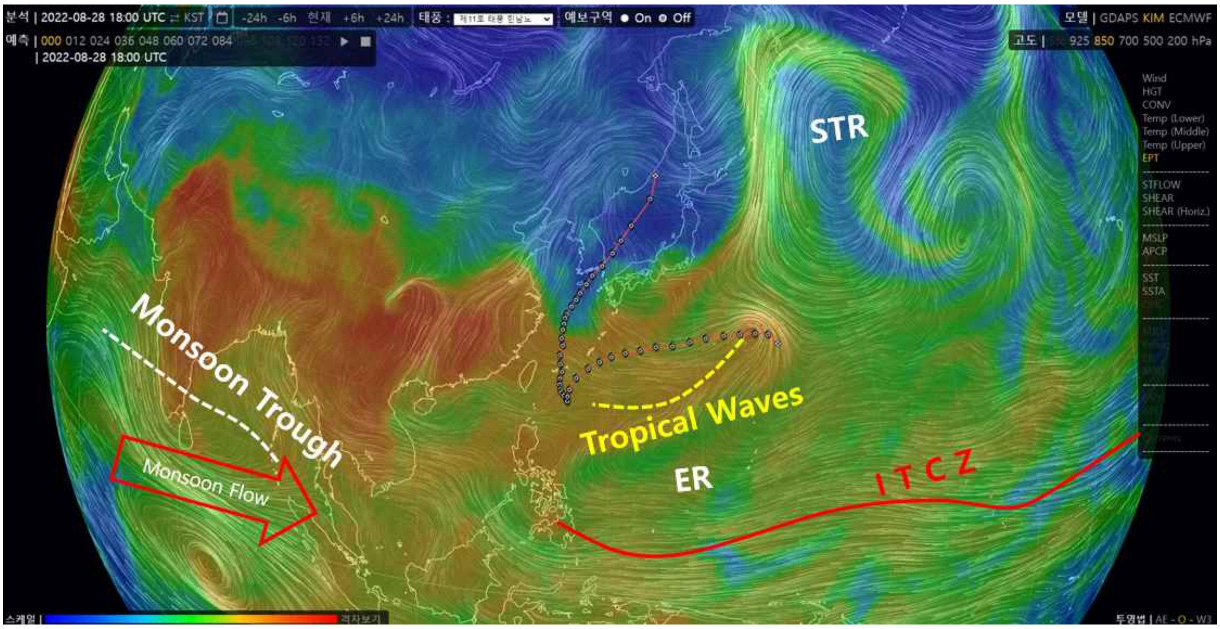
[그림 1.5] 제5호 태풍 송다의 진로와 KIM 850 hPa 유선장 및 EPT(2022.7.29. 15시)

8월에는 해수면온도가 평년보다 높은 지역이 확대되었으나, 상층(200 hPa)은 수렴하는 경향을 보이면서 태풍 발달을 억제하였고, 하층(850 hPa)에서 태풍 발달에 영향을 주는 양의 와도가 적도 및 고위도 지역에 위치하면서 태풍 주요 발생 구역의 대류 활동은 활발하지 않아 평년 5.6개와 비슷한 5개의 태풍이 발생하였다. 이때, 제11호 태풍 힌남노는 850 hPa 상대와도에서 양의 와도가 강하게 나타난 지역 중 고위도 지역인 북위 20° 부근에서 발생하여, 우리나라에 영향을 주었다(그림 1.6).



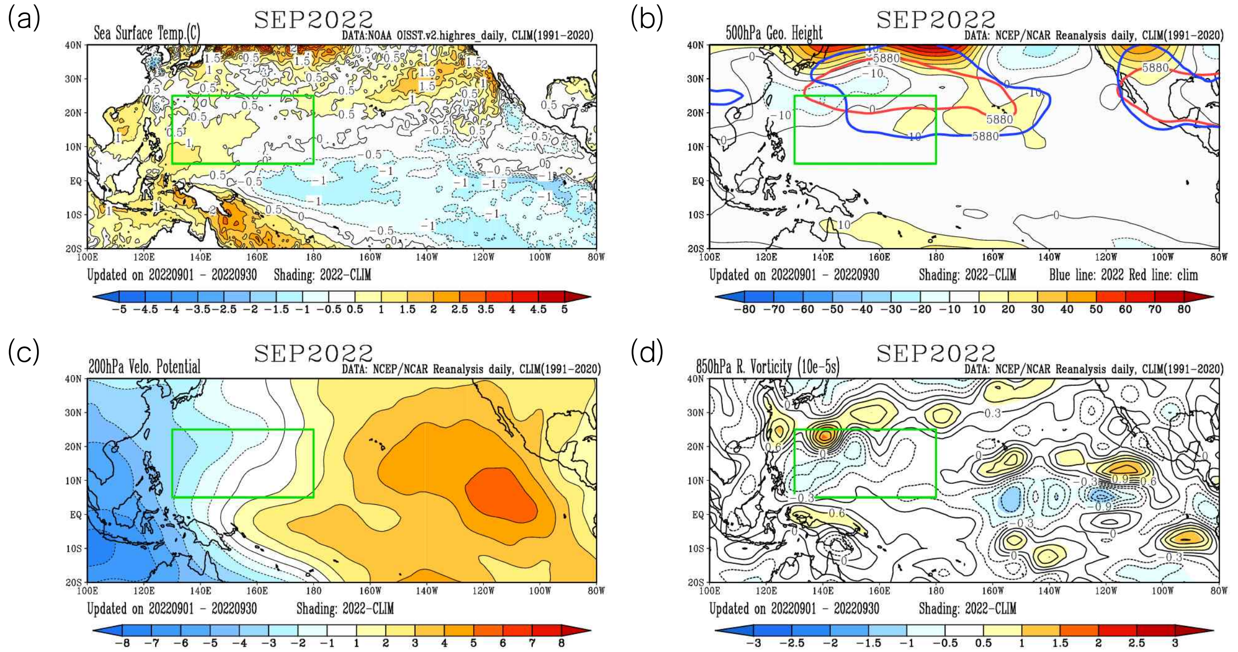
[그림 1.6] 2022년 8월 평년편차 (a)해수면온도, (b)500 hPa 지위고도, (c)200 hPa 속도포텐셜, (d)850 hPa 상대와도

제11호 태풍 힌남노(HINNAMNOR)는 태풍의 북쪽에서 확장하는 아열대고기압의 남쪽에서 서~서남서진하면서 약한 연직시어와 원활한 발산, 높은 해수면온도로 인해 초강력 태풍으로 발달하였으나, 아열대고기압 사이에서 정체하면서 용승에 의해 다소 약화되었다. 이후, 제23호 열대저압부가 태풍 힌남노와 상호작용하며 반시계 방향으로 회전하다가 태풍의 북동쪽으로 병합되면서 태풍의 전반적인 순환 규모가 확대되었으며, 베타자이어와 아열대고기압에 의해 북상하며 몬순류의 지원을 받아 재발달한 후, 상층기압골에 의해 전향하여 한반도에 상륙하면서 큰 피해를 주었다(그림 1.7).

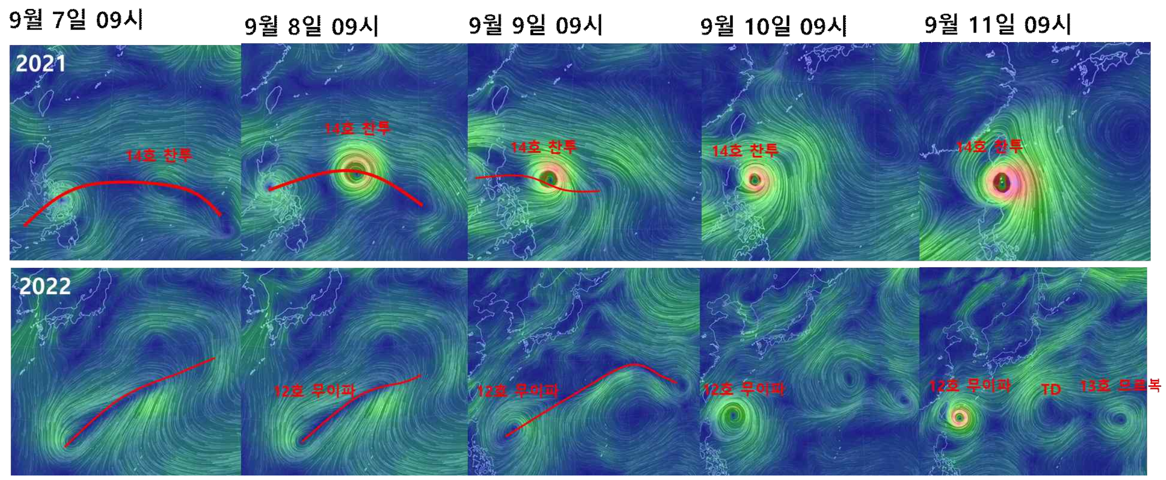


[그림 1.7] 제11호 태풍 힌남노 진로와 KIM 850 hPa 유선장 및 EPT(2022.8.29. 03시)

9월부터는 평년보다 높은 해수면온도 지역의 범위가 넓어지고 상층 발산과 하층 수렴이 강한 지역이 일치하면서 대류가 활발하게 이루어졌다. 그 결과 평년 5.1개보다 많은 7개의 태풍이 발생하였으며, 이 중 제14호 태풍 난마돌이 발생하여 한반도에 영향을 주었다(그림 1.8). 8월과 9월의 해수면온도 분포는 비슷했으나, 9월에 상층기압골이 더 자주 남하하면서 상층 발산이 원활해져 태풍 발달에 유리한 조건이 형성되었다. 이로 인해, 9월은 8월보다 많은 수의 태풍이 발생하였으며, 태풍의 강도에도 영향을 주어 9월에 발생한 태풍 7개 가운데 1개는 초강력(제14호 난마돌), 2개는 매우 강(제12호 무이파, 제16호 노루)의 강도까지 발달하였다. 9월 초에는 RTF (Reverse-oriented monsoon Trough Formation)가 남서에서 북동으로 길게 형성된 후 세 부분으로 나뉘면서 동시에 3개의 태풍이 발생하기도 하였다(그림 1.9).

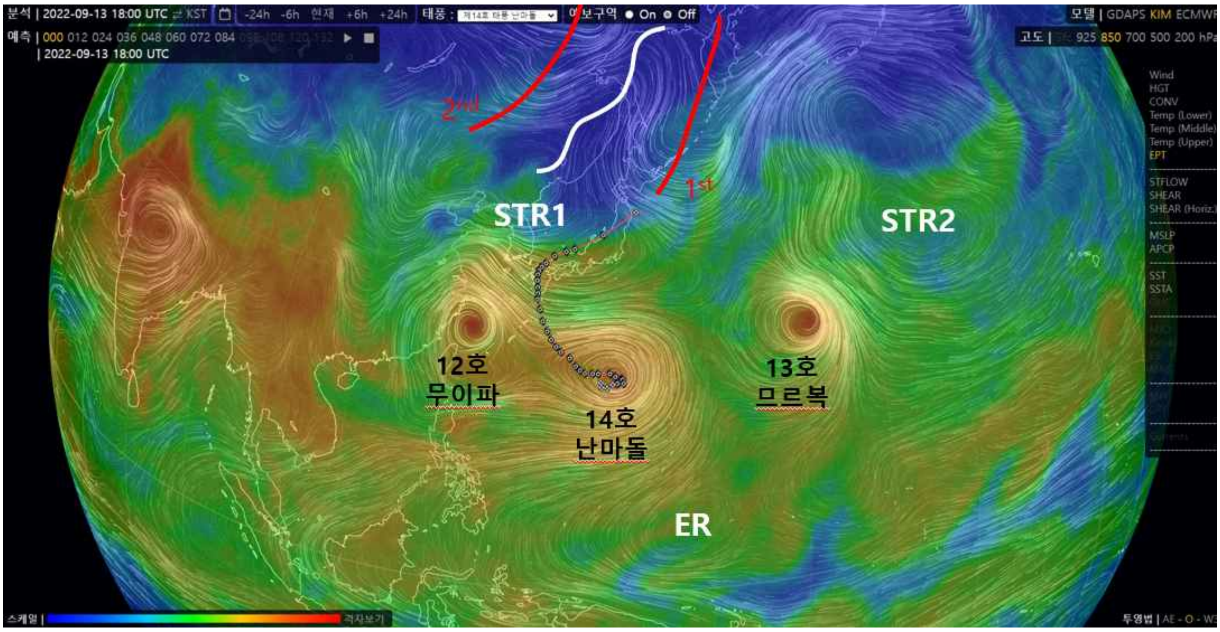


[그림 1.8] 2022년 9월 평년편차 (a)해수면온도, (b)500 hPa 지위고도, (c)200 hPa 속도포텐셜, (d)850 hPa 상대와도



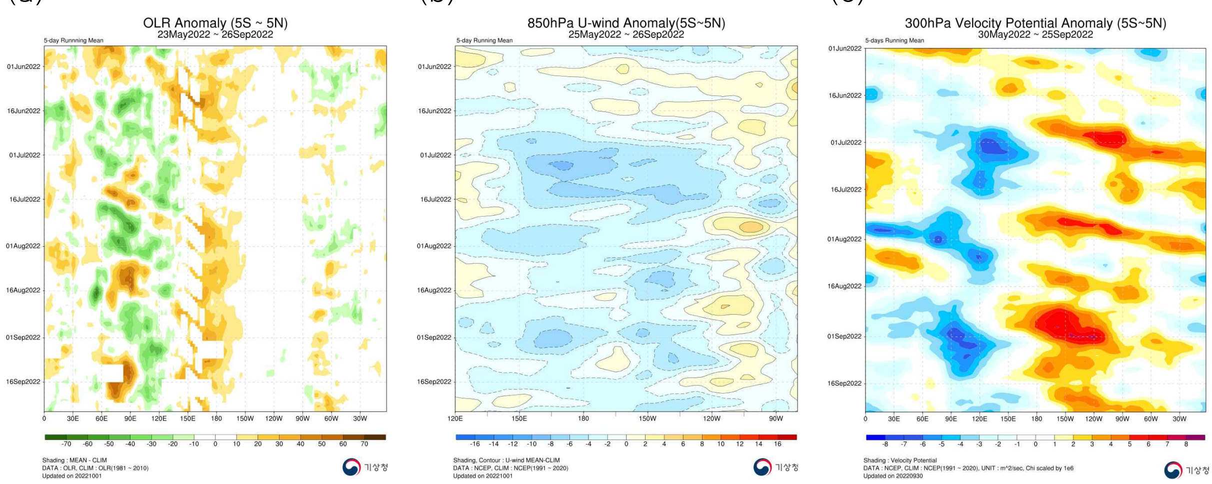
[그림 1.9] 2021년과 2022년 몬순골에서의 태풍 발생상황 비교

제14호 태풍 난마돌 발생 당시 몬순골 내에서 태풍 무이파와 므르복이 먼저 발생하여 활동하고 있었으며, 난마돌은 골의 중심 부근에서 발생하였다. 이후 양호한 해양과 대기조건으로 인해 급격한 발달(RI, Rapid Intensification) 과정을 거치며 초강력 태풍으로 발달한 후, 일본 규슈 남부지역에 상륙 직후까지 매우 강의 강도를 유지하였다. 이후 북상하여 제주도 해상과 경남 해안을 중심으로 한반도에 영향을 준 후, 일본 센다이 북동쪽 해상에서 온대저기압으로 변질되었다(그림 1.10).



[그림 1.10] 제14호 태풍 난마돌 진로와 KIM 850 hPa 유선장 및 EPT(2022.9.14. 03시)

6월부터 9월까지의 태풍 발생 경향을 분석하기 위해 상향장파복사(OLR, Outgoing Longwave Radiation)와 850 hPa 동서바람, 300 hPa 상층 수렴발산을 통한 대기 순환 특성을 살펴보았다. 우선, 지표에서 대기로 방출되는 복사에너지 영역을 나타내는 상향장파복사를 통해, 6월 중순 이후 90~150°E 지역을 중심으로 상승기류가 나타났으며(그림 1.11a), 850 hPa 동서바람은 6월 중순 이후 거의 동풍 평년 편차가 지속되었다(그림 1.11b).



(녹색) 상승기류, (갈색) 하강기류 (파랑) 동풍, (빨강) 서풍 (파랑) 상층 발산, (빨강) 상층 수렴

[그림 1.11] 2022년 6~9월 5°S~5°N 5일이동평균 평년편차 (a)상향장파복사, (b)850 hPa 동서바람, (c)300 hPa 상층 수렴발산

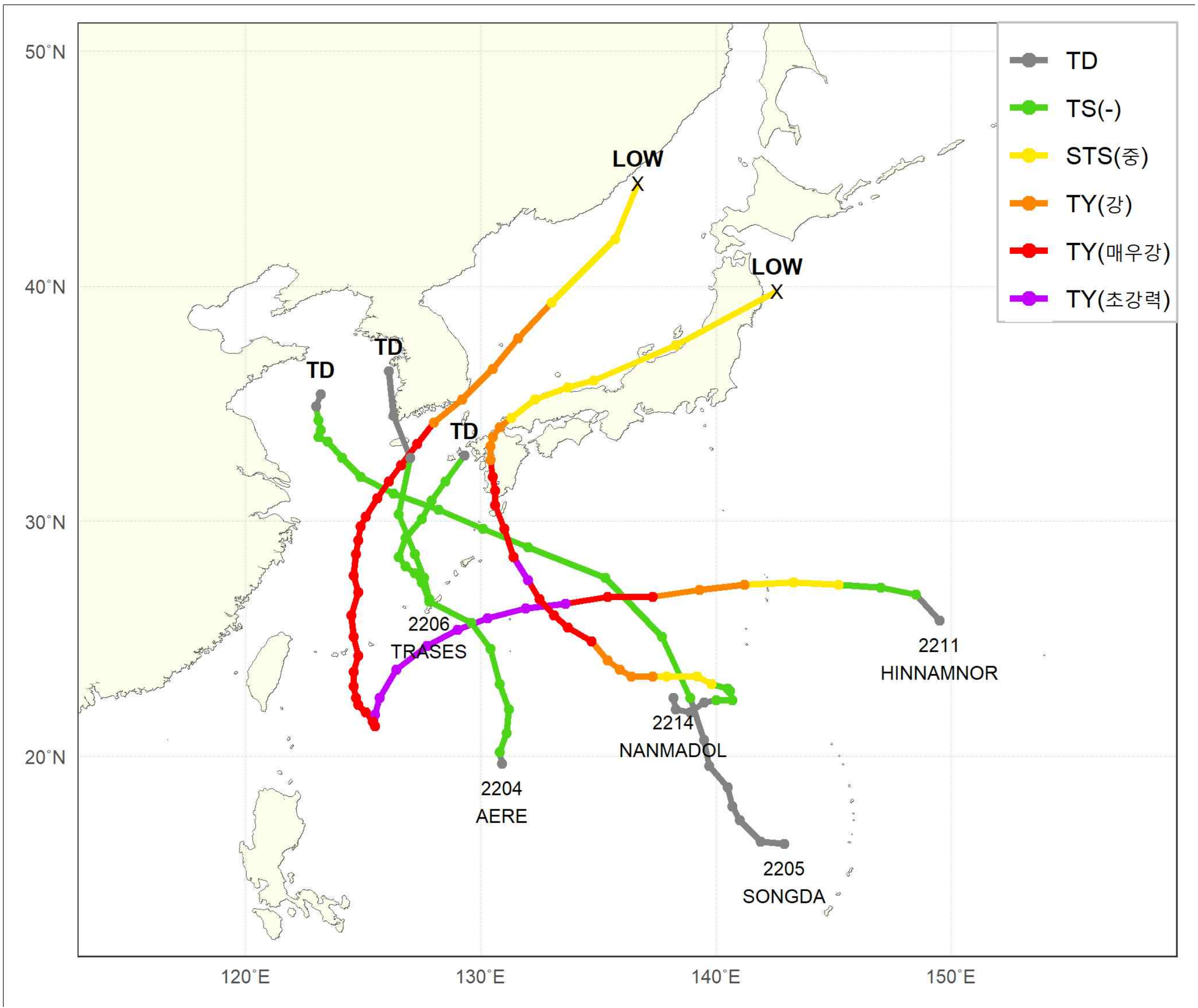
300 hPa 상층 수렴·발산도 90~150°E 지역을 중심으로 6월에는 상층 발산이 나타나지 않았고, 7·8·9월 초에 강하게 나타났다(그림 1.11c). 6월까지는 태풍 발생 환경이 양호하지 않아 태풍 발생 수가 적었지만, 7월 이후부터 90~150°E 지역을 중심으로 태풍 발생의 양호한 조건이 형성되었고, 몬순골이 북상하면서 태풍 발생이 서서히 증가하였다. 상층 발산이 강했던 7월 초와 7월 말~8월 초, 8월 말에 발생한 태풍들이 한반도에 영향을 주었다는 것을 알 수 있었다.

10월에도 이러한 경향이 유지되면서 평년 3.5개보다 많은 5개의 태풍이 발생하였지만, 한반도에 영향을 준 태풍은 없었다. 11월과 12월에는 전반적으로 대류환경이 양호하지 않았으나 상층기압골이 일시적으로 저위도까지 내려오면서 상층 발산에 의해 각각 1개의 태풍이 발생하였다.

2022년 북서태평양에서 발생한 태풍의 최대발달 강도 분포는 ‘초강력’ 2개(8%), ‘매우강’ 2개(8%), ‘강’ 5개(20%), ‘중’ 4개(16%), ‘−’ 12개(48%)로, 주로 강도 ‘−’ 태풍이 많이 발생하였다. 한반도에 영향을 준 태풍은 양극화된 강도 특성을 보였는데, 영향태풍 5개 중 3개(4호 에어리, 5호 송다, 6호 트라세)의 최대발달 강도는 ‘−’ 이었고, 2개(11호 힌남노, 14호 난마돌)는 ‘초강력’까지 발달하여 영향 시에는 매우 강의 강도를 유지하였다.

다. 한반도 영향태풍 개요

2022년 우리나라에 영향을 준 태풍은 7월에 3개(제4호 에어리, 제5호 송다, 제6호 트라세, 8월에 1개(제11호 힌남노), 9월에 1개(제14호 난마돌)이며, 이 중 태풍 힌남노가 한반도에 상륙하였다(그림 1.12, 표 1.3).



[그림 1.12] 2022년 한반도에 영향을 준 태풍의 경로도

제4호 태풍 에어리(AERE)는 7월 1일 9시경 일본 오키나와 남남동쪽 약 760 km 부근 해상에서 발생하였다. 태풍은 북상하며 3일 15시 제주도바깥먼바다, 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효된 것을 시작으로 주로 바깥 먼바다를 중심으로 영향을 주었고, 7월 5일 3시경 일본 가고시마 북서쪽 약 180 km 부근 해상에서 열대저압부로 약화되었다.

제5호 태풍 송다(SONGDA)는 7월 28일 21시경 괌 북북서쪽 약 1,180 km 부근 해상에서 발생하였고, 30일 3시 남해동부바깥먼바다, 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되면서 주로 서해상을 중심으로 영향을 주었고, 8월 1일 15시경 목포 서북서쪽 약 290 km 해상에서 열대저압부로 약화되었다.

제6호 태풍 트라세(TRASES)는 7월 31일 12시경 일본 오키나와 북서쪽 약 20 km 육상에서 발생하여 8월 1일 04시 남해동부바깥먼바다에 태풍경보, 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었고, 9시경 서귀포 남동쪽 약 70 km 부근 해상에서 열대저압부로 빠르게 약화되었다.

제11호 태풍 힌남노(HINNAMNOR)는 8월 28일 21시경 일본 도쿄 남동쪽 약 1,280km 해상에서 발생하여 9월 6일 4시 50분경 거제 부근에 상륙한 후, 7시 10분경 울산 앞바다로 빠져나갔고, 21시경 일본 삿포로 서북서쪽 약 400 km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

제14호 태풍 난마돌(NANMADOL)은 9월 14일 3시경 일본 오키나와 동남동쪽 약 1,300km 해상에서 발생하였고, 17일 21시 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효된 것을 시작으로 경남 해안을 중심으로 영향을 주었으며, 20일 9시경 일본 센다이 북동쪽 약 230 km 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다.

[표 1.3] 2022년 한반도 영향태풍 일람

태풍 번호	태풍이름	발생~소멸	최대발달			영향도	태풍이름 의미 (제출국)
			중심기압 (hPa)	최대풍속 (m/s)	강도		
2204	에어리 (AERE)	7.1. 9시~ 7.5. 3시	994	20	-	영향	폭풍 (미국)
2205	송다 (SONGDA)	7.28. 21시~ 8.1. 3시	994	20	-	영향	강의 이름 (송다)
2206	트라세 (TRASES)	7.31. 12시~ 8.1. 9시	998	18	-	영향	딱따구리 (캄보디아)
2211	힌남노 (HINNAMNOR)	8.28. 21시~ 9.6. 21시	915	55	초강력	상륙	국립보호구역의 이름 (라오스)
2214	난마돌 (NANMADOL)	9.14. 3시~ 9.20. 9시	915	55	초강력	영향	유명한 유적지의 이름 (미크로네시아)

제2장
2022년 한반도 영향태풍 분석

1. 제4호 태풍 에어리(AERE)

가. 개요

○ 제4호 태풍 에어리(AERE)는 7월 1일 9시경 일본 오키나와 남남동쪽 약 760 km 부근 해상에서 제6호 열대저압부로부터 발생하였음

○ 발생 당시 몬순골 내에서 3호 차바가 북서진 중이었으며, 몬순골 동쪽 끝단에서 4호 에어리가 발생 후 몬순골에서 분리되었음

○ 발생 당시 해양조건(해수면온도 30℃ 내외, 해양열량 50 kJ/㎠)은 양호하였으나, 대기조건(연직시어 30 kt)은 좋지 않았음. 또한 경로상의 조건은 해수면온도 28℃ 이상, 연직시어 20 kt 미만으로 양호하였으나, 해양열량이 50 kJ/㎠ 미만으로 발달에는 제한적이었음

○ 또한, 열대상층기압골(TUTT, Tropospheric Upper Tropical Trough) 우측 북쪽 흐름에 의해 열대저기압(fTD[4]))의 상층 outflow를 유도하여 7월 2일 21시 중심기압 994 hPa, 중심최대풍속 20 m/s의 최대강도를 보였으나, 이후 TUTT에 동반된 건조역이 태풍 에어리의 중심으로 유입되면서 발달을 저해하였음

○ 이후, 북위 30°로 북상하면서 TUTT의 영향에서 벗어나고, 상층골 전면 발산에 의한 대류운이 발달하였으나, 태풍이 조직화 되지 못하면서 발달에 제한적이었음

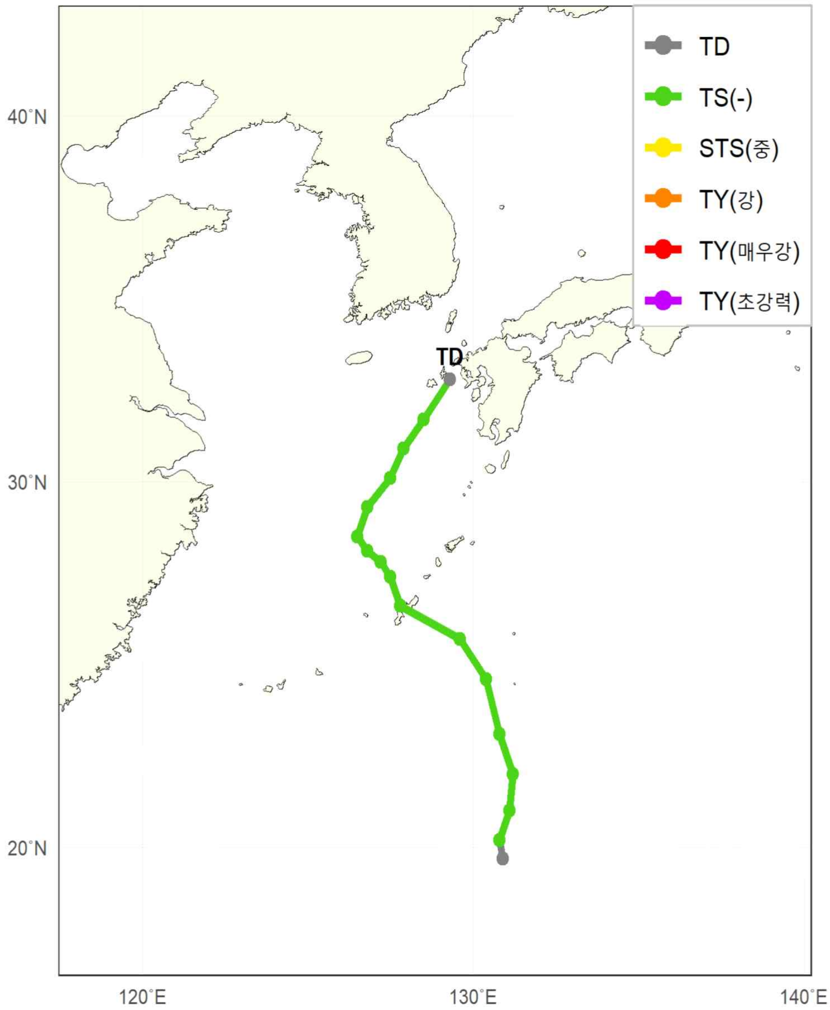
○ 태풍 에어리는 7월 5일 3시경 일본 가고시마 북서쪽 약 180 km 부근 해상에서 중심기압 1000 hPa, 중심최대풍속 15 m/s의 열대저압부로 약화 되었음

○ 태풍이 북상하면서 7월 3일 15시 제주도남쪽바깥먼바다, 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었으며, 5일 4시에 태풍주의보가 해제될 때까지 약 37시간 동안 바깥먼바다를 중심으로 영향을 주었음

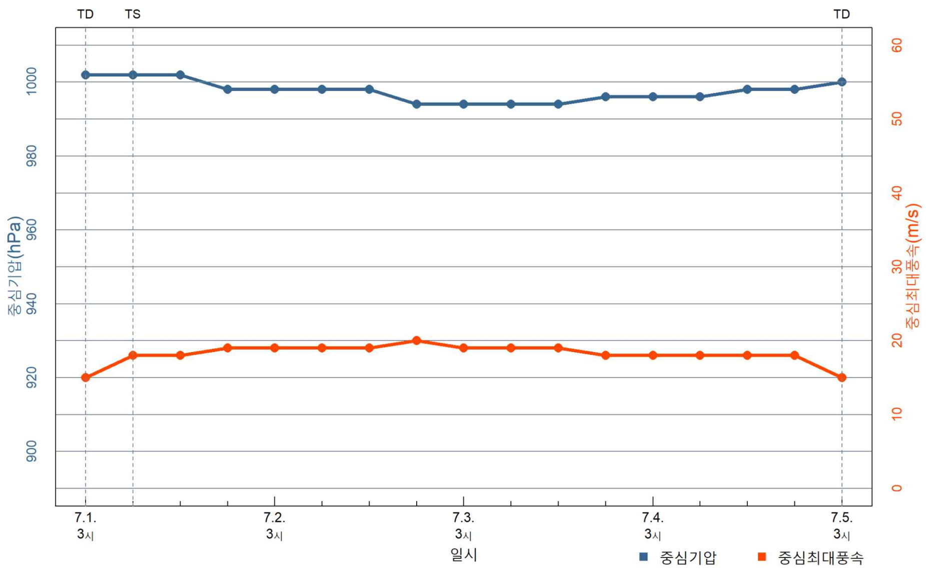
4) 예보단계 열대저압부(forecast TD, fTD): 중심최대풍속이 14 m/s 이상이고 24시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 높은 열대저압부(TD), 태풍이 TD로 약화되었으나 여전히 TD로 인한 기상특보가 발효중인 경우

○ 태풍으로 인해 7월 3일 최대순간풍속 백록담(U) 17.2 m/s, 삼각봉 16.6 m/s, 5일 삼각봉 17.6 m/s, 가거도 16.2 m/s가 관측되었음

(a)



(b)



[그림 2.1] 제4호 태풍 에어리의 (a)경로도, (b)강도시계열

[표 2.1] 제4호 태풍 에어리 분석표

구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TD	7.1. 03	19.7	130.9	1002	15	-	-	-	북북서	16
TS	7.1. 09	20.2	130.8	1002	18	230	-	-	북북동	13
TS	7.1. 15	21.0	131.1	1002	18	230	-	-	북	11
TS	7.1. 21	22.0	131.2	998	19	250	-	-	북	18
TS	7.2. 03	23.1	130.8	998	19	250	-	-	북북서	19
TS	7.2. 09	24.6	130.4	998	19	250	-	-	북	29
TS	7.2. 15	25.7	129.6	998	19	250	-	-	북서	22
TS	7.2. 21	26.6	127.8	994	20	250	-	-	서북서	35
TS	7.3. 03	27.4	127.5	994	19	250	-	-	북	22
TS	7.3. 09	27.8	127.2	994	19	250	-	-	북	7
TS	7.3. 15	28.1	126.8	994	19	250	-	-	북서	9
TS	7.3. 21	28.5	126.5	996	18	220	-	-	북서	4
TS	7.4. 03	29.3	126.8	996	18	220	-	-	북북동	22
TS	7.4. 09	30.1	127.5	996	18	150	-	-	북동	19
TS	7.4. 15	30.9	127.9	998	18	130	-	-	북북동	12
TS	7.4. 21	31.7	128.5	998	18	120	-	-	북북동	20
TD	7.5. 03	32.8	129.3	1000	15	-	-	-	북북동	20

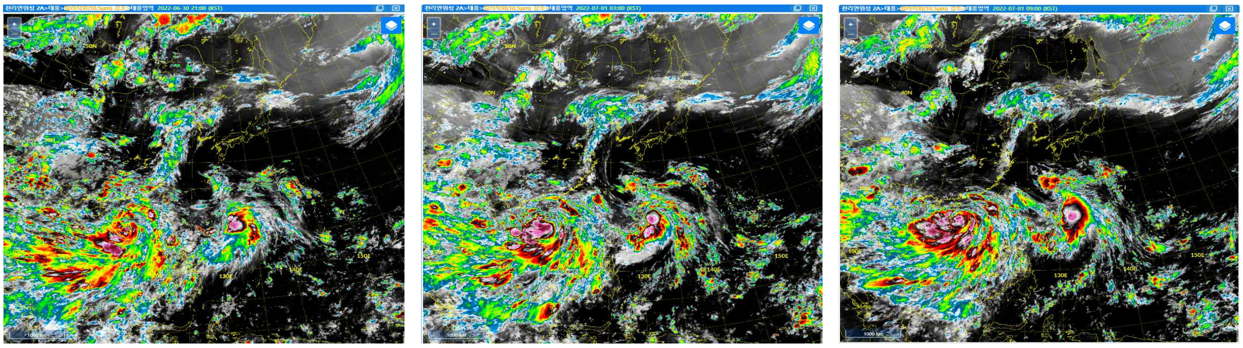
나. 태풍 특성 분석

1) 발생기

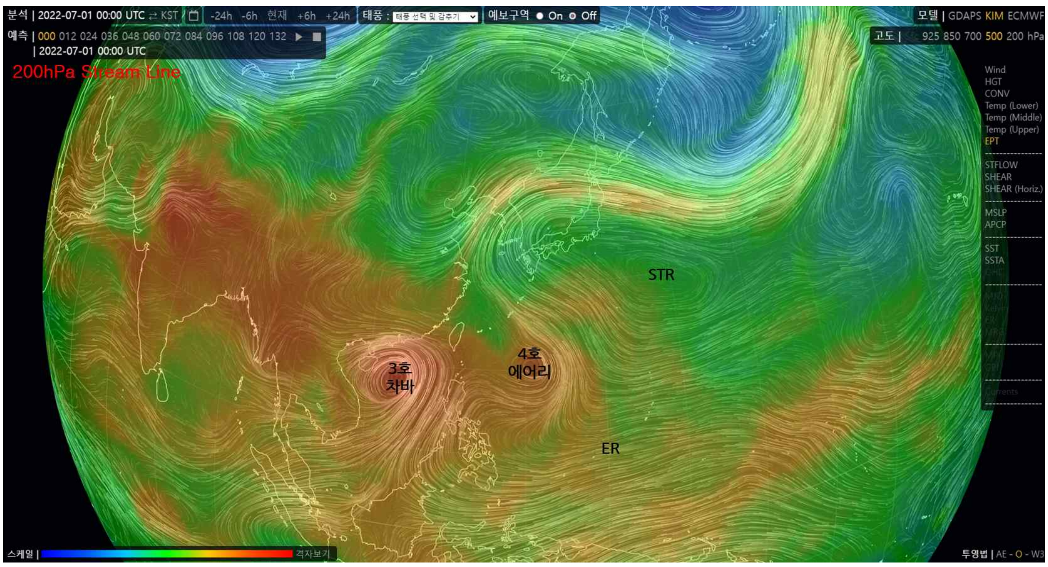
○ 제6호 열대저압부는 7월 1일 3시경 일본 오키나와 남남동쪽 약 820 km 부근 해상에서 중심기압 1002 hPa, 중심최대풍속 15 m/s로 발생하였음

○ 열대저압부 주변의 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 미만)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하였고, 몬순골 내에서 먼저 발생한 제3호 태풍 차바가 북북서진 중인 가운데, 고온다습한 몬순기류가 유입되면서 몬순골 동쪽에서 대류셀들이 조직화되어 발달하였음(그림 2.2, 그림 2.3, 그림 2.4, 그림 2.5)

(a) 6.30. 21시 (b) 7.1. 03시 (c) 7.1. 9시



[그림 2.2] 제4호 태풍 에어리 발생기 천리안위성(GK2A) 컬러적외영상

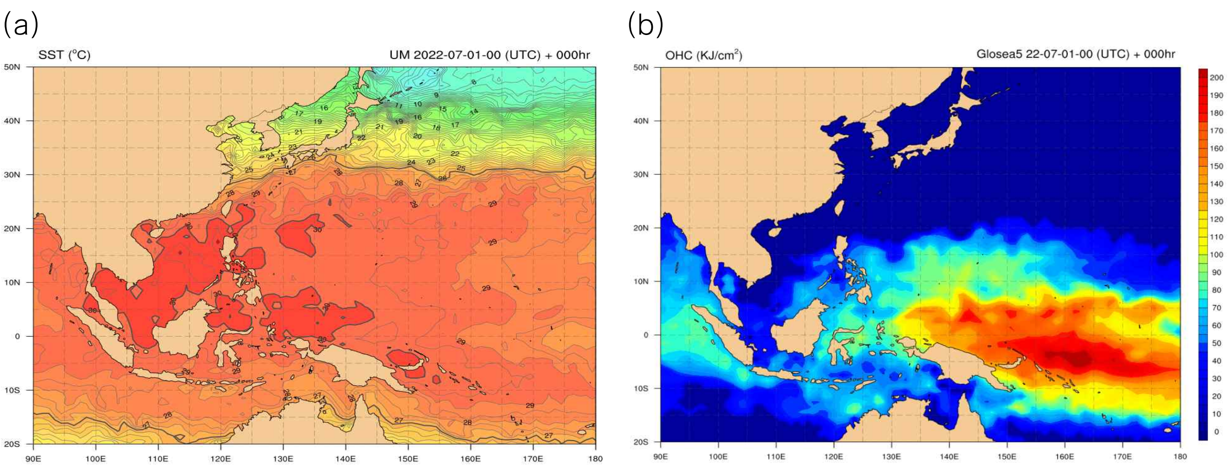


[그림 2.3] KIM 모델 500 hPa 유선과 상당온위 분석장(7.1. 9시)

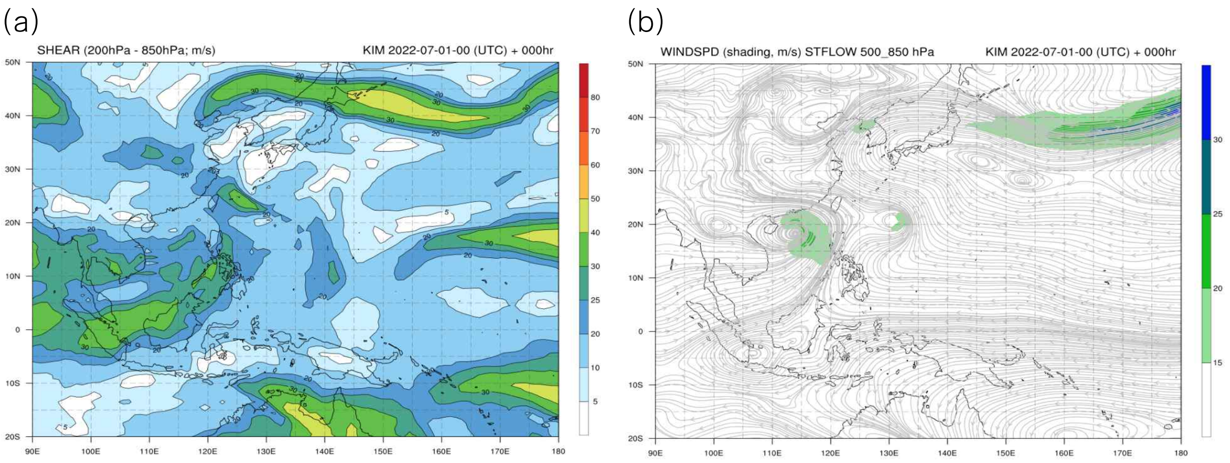
○ 발생 초기 몬순골 내에서 제3호 태풍 차바가 북북서진 함에 따라 에너지가 분산되었으나, TUTT에 의한 상층 발산과 열적조건(해수면온도 29℃)이 발달에 기여하였음

○ 이로 인해, 제6호 열대저압부는 7월 1일 9시경 일본 오키나와 남남동쪽 약 760 km 부근 해상에서 중심기압 1002 hPa, 중심최대풍속 18 m/s의 제4호 태풍 에어리(AERE)로 발달하였음(그림 2.1, 표 2.1)

○ 태풍 에어리 주변의 해양조건(해수면온도 29℃)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 다소 양호하였고, TUTT와의 상호작용으로 상층 발산이 유도되어, 북동쪽에 위치한 고기압의 가장자리에서 서북서진하면서 점차 발달하기 시작하였음(그림 2.4, 그림 2.5)



[그림 2.4] 제4호 태풍 에어리 발생기(7.1. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도



[그림 2.5] 제4호 태풍 에어리 발생기(7.1. 9시) (a)200–850 hPa 연직시어, (b)500–850 hPa 지향류

2) 발달 · 최성기

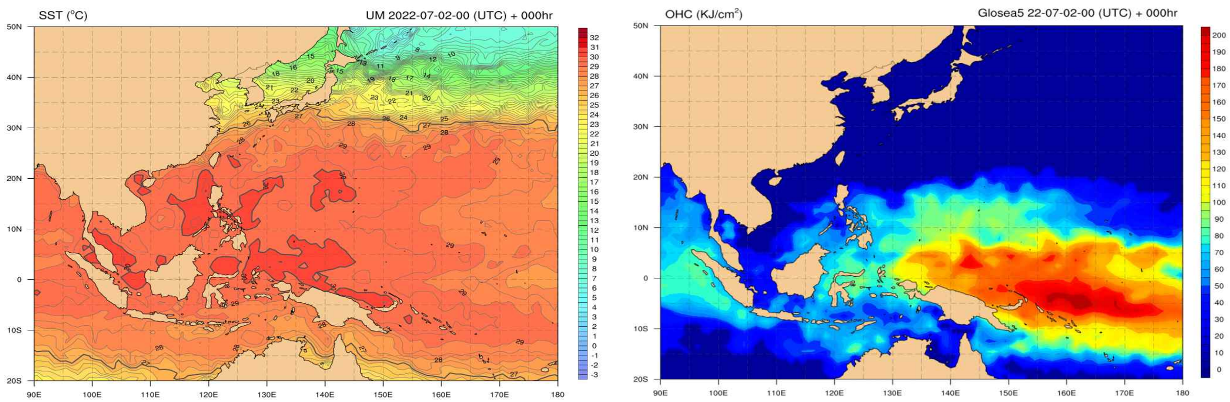
○ 태풍 에어리는 아열대고기압의 가장자리를 따라 북북서진하였고, 일본 오키나와 부근에서 다소 발달한 후 북위 28°를 넘어서면서 점차 약화되었음(그림 2.6, 그림 2.7)

○ 발생 이후 차단된 몬순기류와 낮은 해양열량(50 kJ/㎠ 미만)으로 인해 좋은 환경은 아니었으나, 북위 30°까지 해수면온도(26℃)가 양호하고 TUTT에 의한 상층 발산이 유도되었음(그림 2.6, 그림 2.7)

○ 태풍은 7월 1일 21시경 최대강도인 중심기압 994 hPa, 중심최대풍속 20 m/s로 발달하였고, 이후 북동진하였음

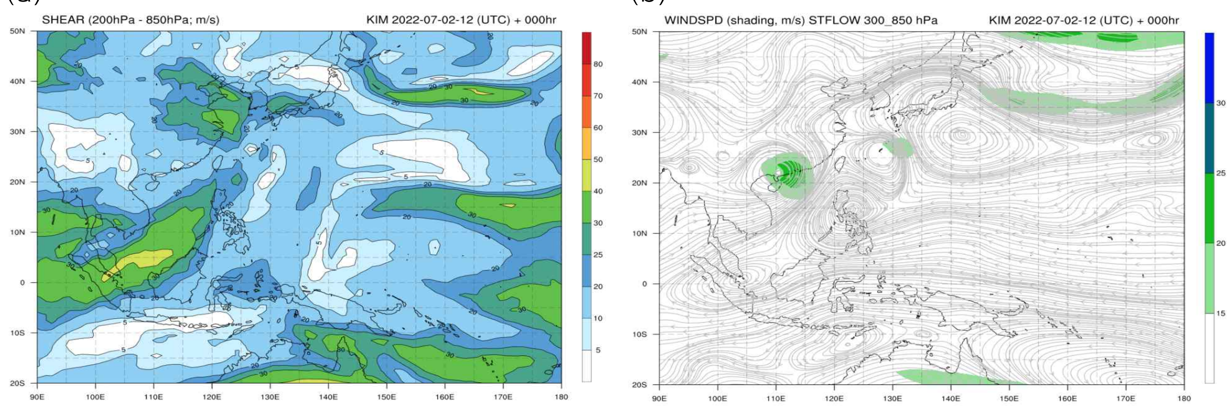
○ 태풍의 발산을 유도했던 TUTT는 7월 2일 21시 이후 태풍 중심으로 건조역 유입을 유도하여 대류의 발달을 저해하였음(그림 2.8)

(a) (b)

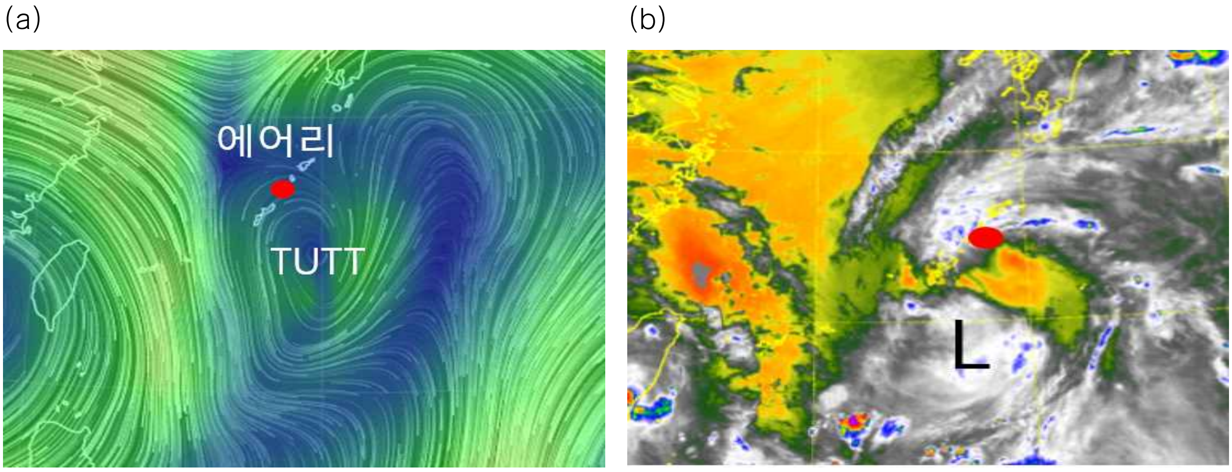


[그림 2.6] 제4호 태풍 에어리 발달·최성기(7.2. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도

(a) (b)



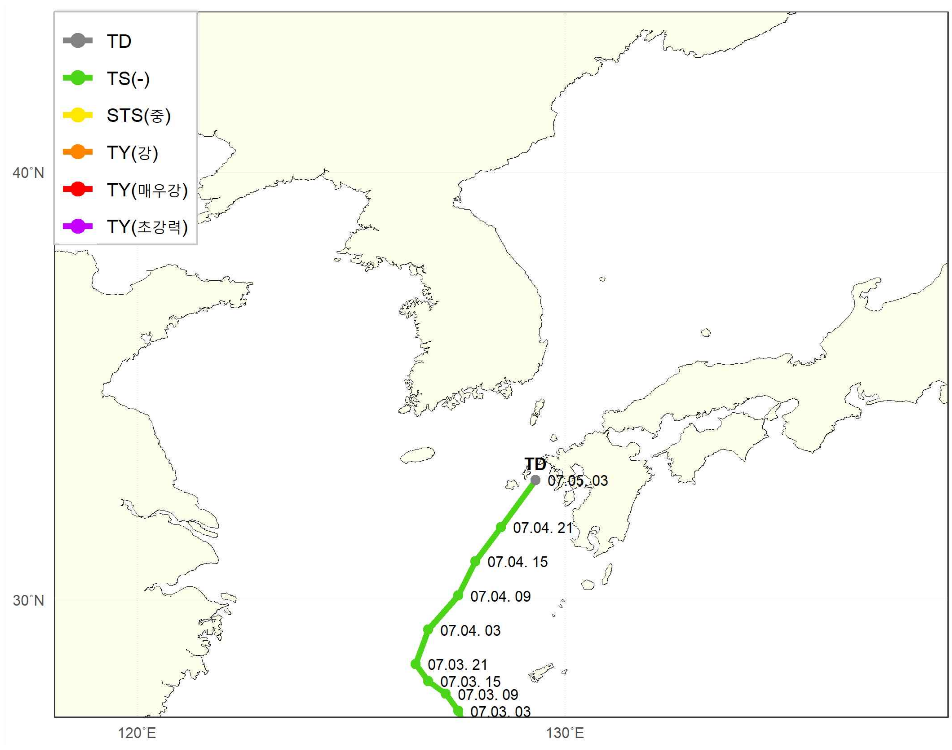
[그림 2.7] 제4호 태풍 에어리 발달·최성기(7.2. 21시) (a)200–850 hPa 연직시어, (b)300–850 hPa 지향류



[그림 2.8] 제4호 태풍 에어리 발달·최성기(7.2. 21시) (a)200 hPa 유선, (b)수증기 영상

3) 영향기간

○ 태풍이 북상함에 따라 7월 3일 15시 제주도남쪽바깥먼바다, 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었고, 5일 4시 남해동부바깥먼바다의 태풍주의보가 해제될 때까지 바깥먼바다를 중심으로 약 37시간 동안 우리나라에 영향을 주었음(그림 2.9, 그림 2.10)

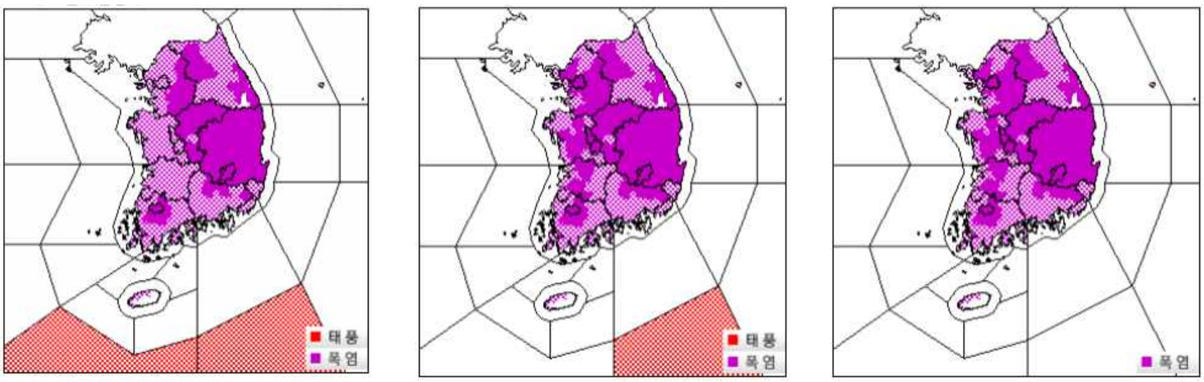


[그림 2.9] 제4호 태풍 에어리의 경로와 분석시각

○ 7월 3일 15시경 태풍이 비상구역(28°N, 132°E)으로 진입하면서 제주도남쪽바깥먼바다, 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효 되었음

○ 7월 5일 3시경 태풍이 열대저압부로 약화되면서 5일 4시 이후로 해상에 발효 중인 태풍특보가 해제되었음

(a) 7.3. 15시 이후 (b) 7.5. 0시 이후 (c) 7.5. 4시 이후

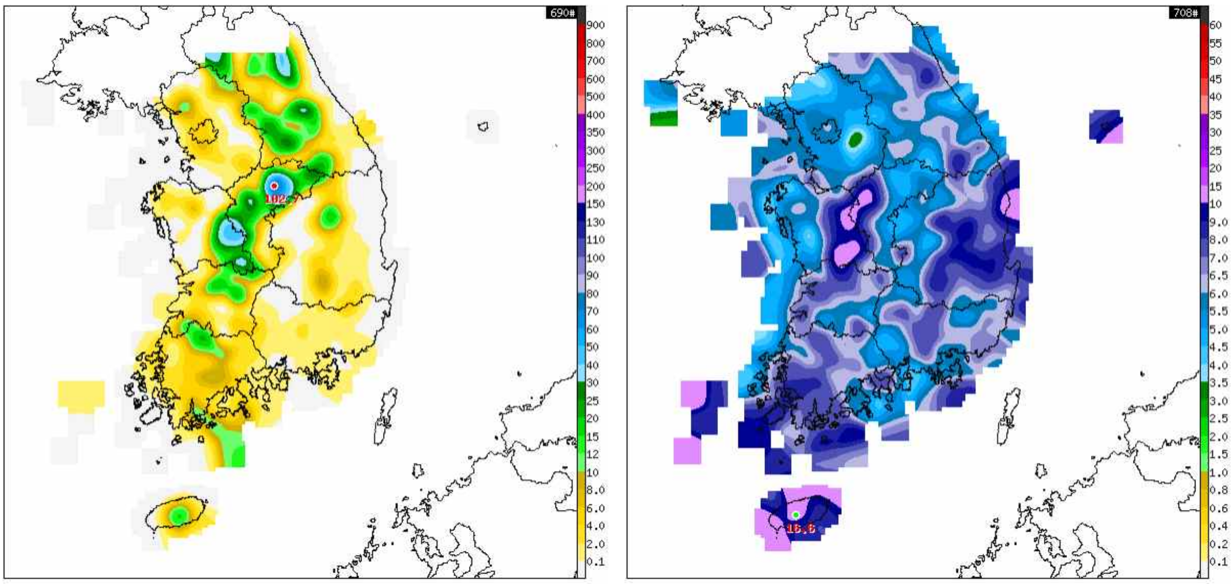


[그림 2.10] 제4호 태풍 에어리에 의한 시간별 특보 발효 상황

○ 태풍 에어리로 인해 고온다습한 공기가 유입되면서 중부지방을 중심으로 소나기가 내렸음(그림 2.11)

○ 7월 3일 최대순간풍속 백록담(U) 17.2 m/s, 삼각봉 16.6 m/s, 5일 삼각봉 17.6 m/s, 가거도 16.2 m/s가 관측되었음(그림 2.11, 표 2.2)

(a) 7.3.~7.5. (b) 7.3.

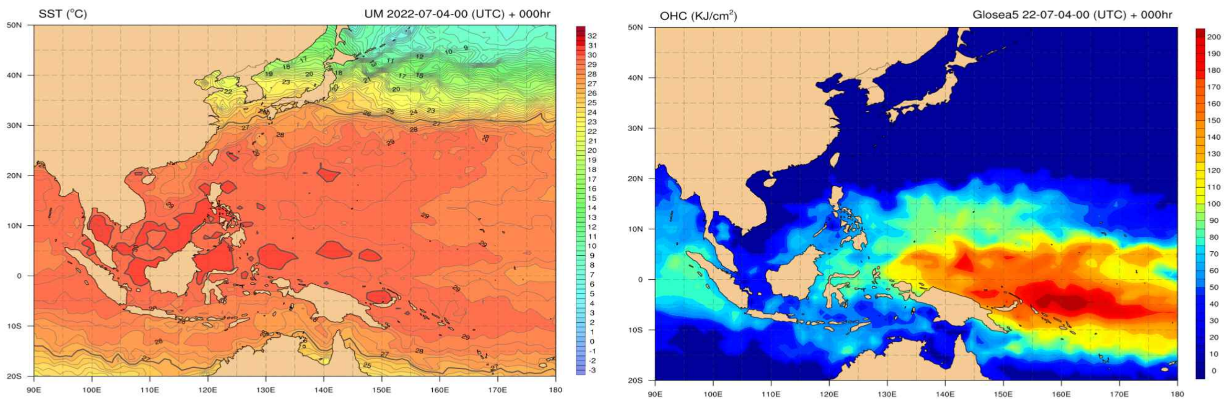


[그림 2.11] 제4호 태풍 에어리에 의한 (a)누적강수량, (b)일최대순간풍속

4) 약화기

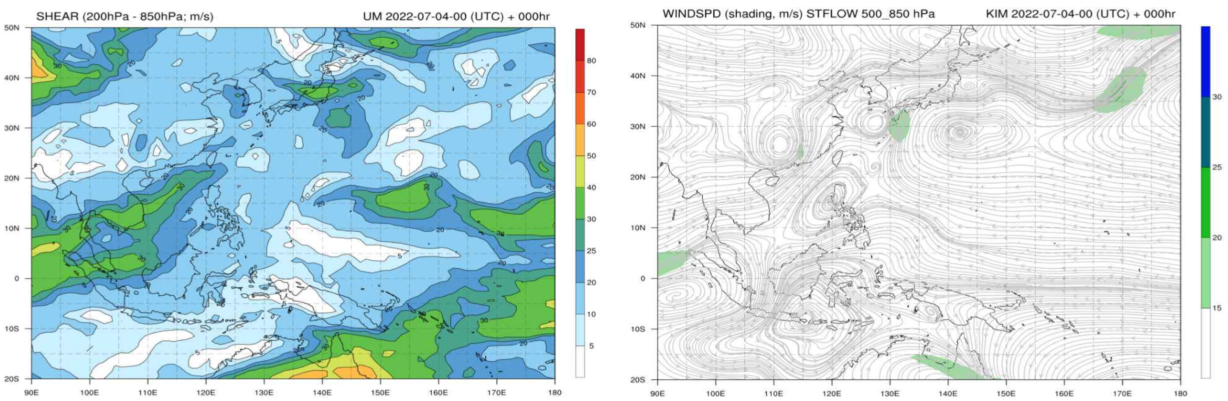
○ 아열대고기압 가장자리를 따라 북서~북동진하던 태풍은 7월 4일 9시경 북위 30°를 넘어서면서 해양조건(해수면온도 26℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 이하)과 대기조건(연직시어 20 kt 이상)이 양호하지 않아 점차 약화되기 시작하였음(그림 2.12, 그림 2.13)

(a) (b)



[그림 2.12] 제4호 태풍 에어리 약화기(7.4. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도

(a) (b)

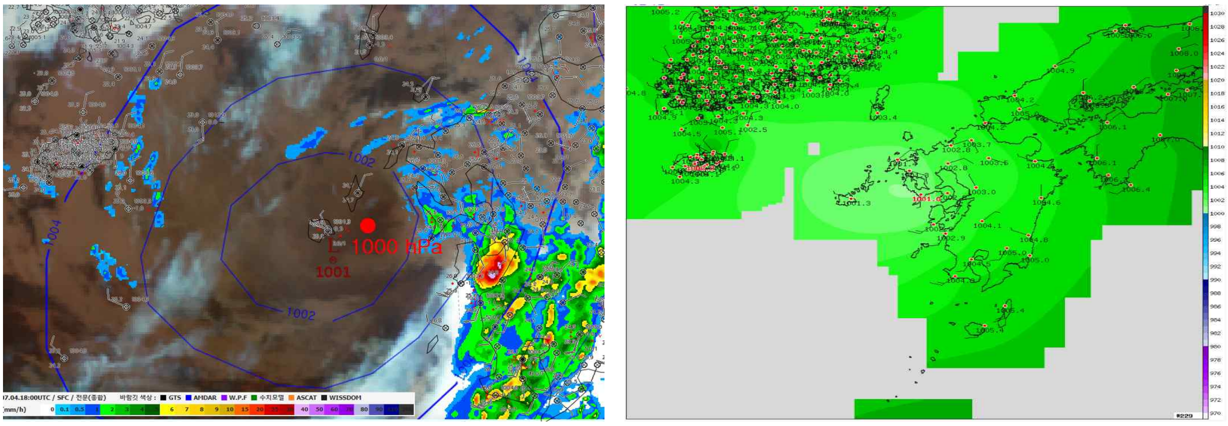


[그림 2.13] 제4호 태풍 에어리 약화기(7.4. 9시) (a)200-850 hPa 연직시어, (b)500-850 hPa 지향류

○ 태풍의 북서쪽에 일본 규슈 부근으로 대류운이 발달하였으나, 이는 상층골과 규슈의 지형 효과로 인한 대류 발달이므로, 태풍의 재발달로 보기 어려움

○ 이후, 태풍은 7월 5일 3시경 일본 가고시마 북서쪽 약 180 km 부근 해상에서 중심기압 1000 hPa, 중심최대풍속 15 m/s인 열대저압부로 약화되었음(그림 2.14)

(a) (b)

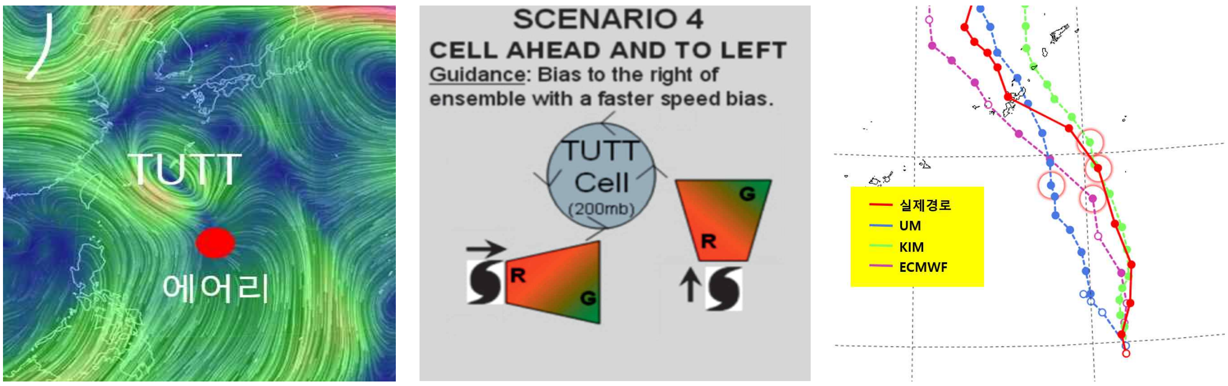


[그림 2.14] 제4호 태풍 에어리 약화(7.5. 3시) (a)위성·레이더·GTS 중첩, (b)AMeDAS

5) 특이사항

○ 태풍 에어리는 발생 초기 북서쪽에 위치한 TUTT에 의해 상층 발산이 유도되어 발달하였으며, TUTT 남동쪽에 태풍이 위치하면서 모델 대비 이동속도가 빠르고 동편향 하는데 영향을 주었음(그림 2.15)

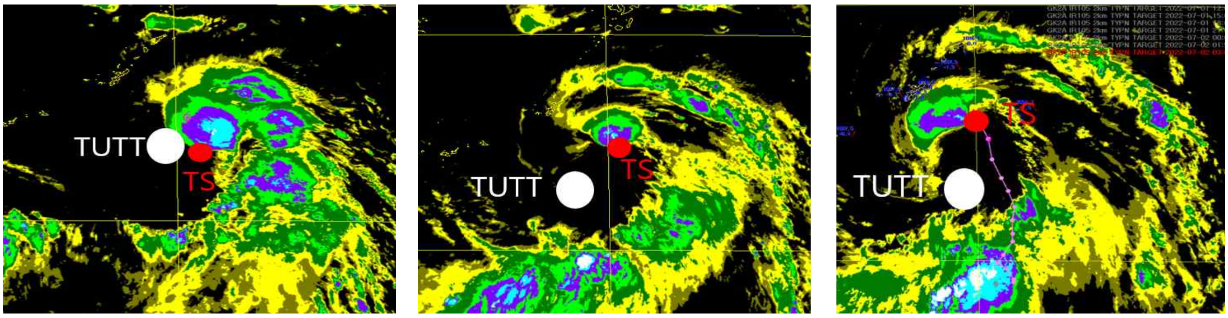
(a) (b) (c)



[그림 2.15] 제4호 태풍 에어리(7.1. 9시) (a)TUTT 흐름, (b)TUTT와 태풍의 상관관계, (c) 실황과 모델 비교

○ 이후, 태풍과 TUTT의 거리가 가까워지고, TUTT에 동반된 건조공기가 태풍의 중심으로 유입되면서 발달을 저해하고 하층운만 형성하게 하였음(그림 2.16)

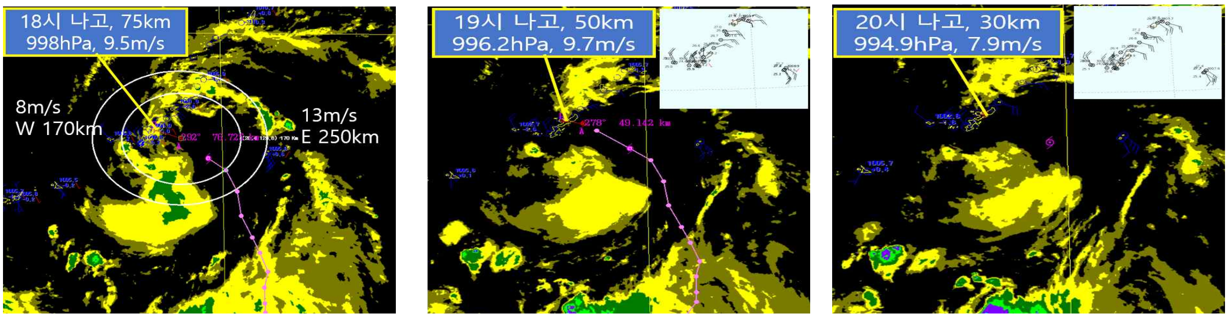
(a) 7.1. 21시 (b) 7.2. 3시 (c) 7.2. 12시



[그림 2.16] 제4호 태풍 에어리와 TUTT 위치에 따른 대류구역 변화

○ 7월 2일 21시경 SDT[5] 분석으로 태풍 CI[6] 2.0, 중심기압 998 hPa로 추정되었으나, 20시경 일본 나고 부근 통과 시 GTS 관측 해면기압 994.9 hPa을 반영하여 21시 중심기압 994 hPa로 분석하였음(그림 2.17)

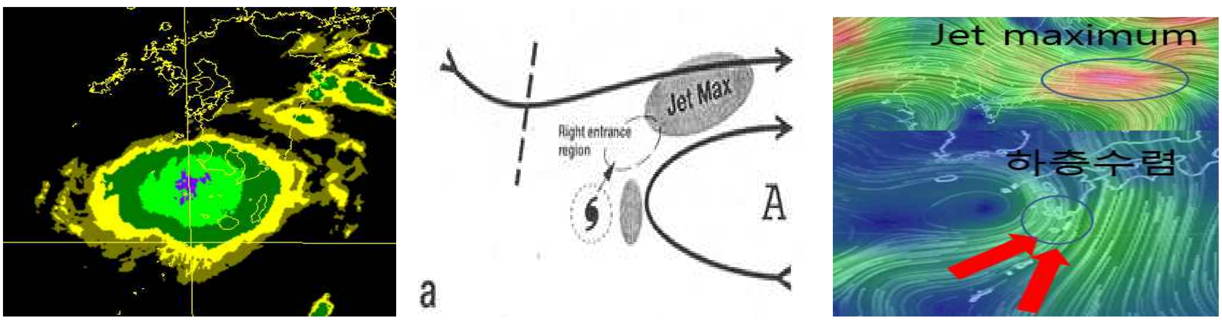
(a) 7.2. 18시 (b) 7.2. 19시 (c) 7.2. 20시



[그림 2.17] 제4호 태풍 에어리와 GTS 관측

○ 7월 4일 21시경 일본 규슈 서쪽 해상에서 태풍의 남동쪽으로 대류가 발달하였으나, 이는 북동쪽에 상층 Jet maximum과 하층의 수렴이 나타남에 따라 대류가 발달한 것으로 태풍의 재발달로 보기 어려움(그림 2.18)

(a) (b) (c)



[그림 2.18] 7.4. 12UTC (a)대류 발달, (b)BCI(Baroclinic Cyclone Interactoi) 모식도, (c) 대기흐름

5) SDT(Subjective Dvorak Technique): 위성영상의 구름 형태로 분석하는 주관적 드보락 강도 분석 방법
6) CI(Current Intensity Number): 드보락 방법으로 추정된 태풍 강도 지수

다. 태풍 관련 관측값

[표 2.2] 제4호 태풍 에어리 영향기간(7.3.~7.5.) 자동기상관측장비(AWS) 관측값

○ **일최대순간풍속** (단위: m/s)

순위	7.3.		7.4.		7.5.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	백록담(U)	17.2	삼각봉	14.4	삼각봉	17.6
2	삼각봉	16.6	울릉도	13.1	가거도	16.2
3	윗세오름	13.5	제주(공)	13.0	김포(공)	15.6
4	세종연서, 대정	13.0	백록담(U)	12.2	백록담(U)	13.9
5	제주(공)	12.6	윗세오름, 지귀도	11.7	압해도	12.2
6	대구북구	12.4	마라도, 평해	11.6	철원장흥	10.9
7	논산, 사제비	12.2	평창	11.5	여수(공)	10.8
8	홍도	12.1	무등산	11.4	포천이동, 진달래밭	10.6
9	오월드	11.9	대정	11.2	안양, 금왕, 도리도	10.3
10	마라도	11.8	횡성	11.1	은현면, 연천	10.1

○ **일강수량** (단위: mm)

순위	7.3.		7.4.		7.5.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	세종금남	54.0	해안	58.0	충주	54.6
2	세종	51.7	충주	48.1	수안보	53.5
3	장동	48.0	원통	46.5	철원장흥	46.0
4	대전	38.7	내면	40.0	장동	45.0
5	세종고운	34.5	증평	38.0	영춘, 봉산	43.0
6	계룡산	32.0	송계	35.0	시동	39.5
7	금산	31.5	세종연서	29.0	외촌	38.0
8	계룡	26.5	전주	26.7	우암산	36.5
9	청주	25.1	진부	23.5	안양	35.0
10	진안	25.0	대화	21.0	창수	34.0

○ **누적강수량** (단위: mm)

순위	7.3.~7.5.	
	지점	값
1	충주	102.7
2	장동	93.0
3	증평	60.0
4	송계	59.0
5	해안	58.0
6	수안보	55.0
7	세종금남	54.0
8	우암산	52.5
9	세종	51.7
10	원통	46.5

2. 제5호 태풍 송다(SONGDA)

가. 개요

○ 제5호 태풍 송다(SONGDA)는 7월 28일 21시경 괌 북북서쪽 약 1,180 km 부근 해상에서 제10호 열대저압부로부터 발생하였음

- 제10호 열대저압부는 발생 초기 TUTT의 남서쪽에 위치하면서 북쪽 발산이 저지되었고, 동~남쪽 발산이 활발하게 이루어짐

- 7월 28일 태풍 발생 시 해양조건(해수면온도 29~30℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 이상)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하고, 몬순자이어의 북동쪽에서 남서 기류가 유입되면서 태풍으로 발달하였음

○ 7월 29일 태풍 송다는 몬순자이어의 순환 내에 위치하면서 점차 북상하여 상층 아열대고기압의 영향권 내에 위치하였고, 낮은 해양열량(50 kJ/㎠ 미만)과 건조역의 유입, TUTT에 의한 북쪽 발산이 저지되어 강하게 발달하지 못하였음

○ 7월 31일 자이어 순환 내에서 벗어나 동쪽에 위치한 아열대고기압의 가장자리를 따라 북서진하며 우리나라 서해상으로 북상하였고, 15시경 최대강도인 중심기압 994 hPa, 중심최대풍속 17 m/s을 나타냈으나 21시경 북위 34°를 지나면서 상하층 분리가 시작되었음

○ 이후, 태풍은 빠르게 약화되어 8월 1일 3시경 하층 순환만 남은 상태에서 중심기압 998 hPa, 15 m/s의 제12호 열대저압부로 약화되었고, 9시경 목포 서북서쪽 약 300 km 부근 해상에서 약화되었음

○ 태풍이 북상하면서 7월 30일 3시 제주도남쪽바깥먼바다와 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보 발효를 시작으로 8월 1일 4시 서해남부북쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 해제될 때까지 49시간 동안 남해상과 서해상을 중심으로 영향을 주었음

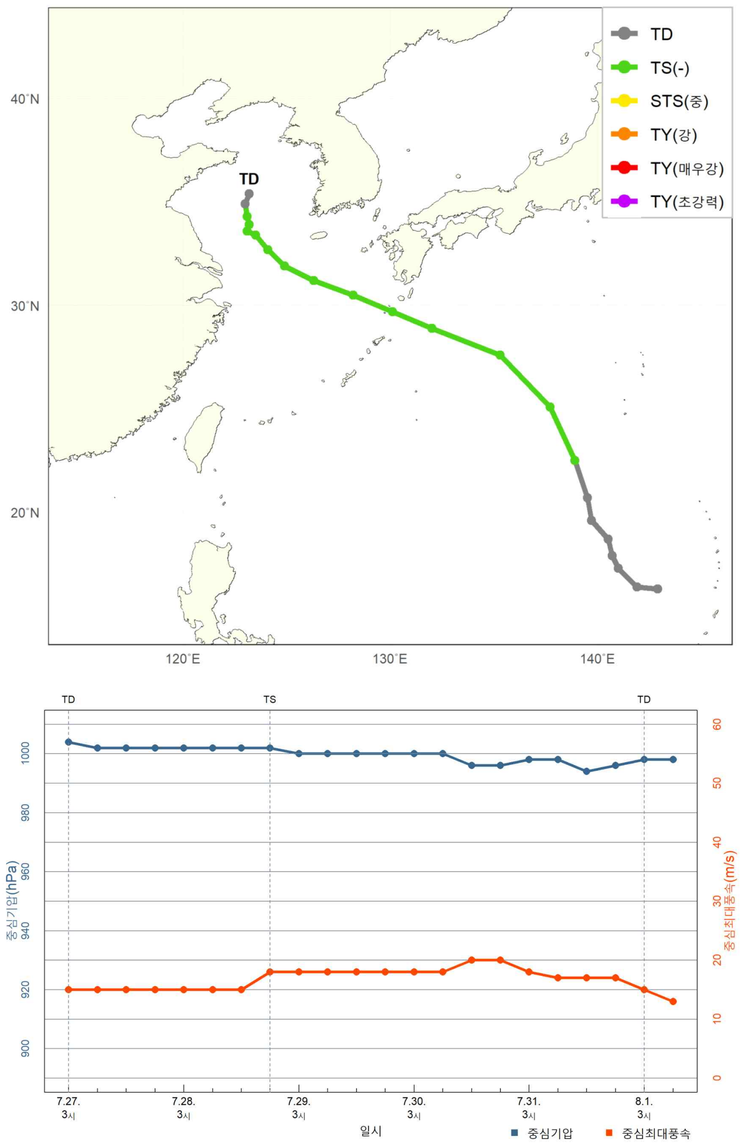
○ 태풍 송다가 북상하면서 제주도 동쪽과 남쪽으로 강한 하층의 기류 합류와 속도 수렴으로 제주도에 강수역 밴드가 집중되었으며, 느린 이동속도로 인하여 강수 시간이 길어짐에 따라 많은 강수량을 기록하였음

○ 태풍으로 인해 7월 30일 ~ 8월 1일 누적 강수량은 삼각봉 891.5 mm, 윗세오름 783.0 mm, 영실 644.0 mm로 제주도를 중심으로 많은 강수가 관측되었음

○ 최대순간풍속은 7월 31일 백록담(U) 34.5 m/s, 삼각봉 34.0 m/s, 가거도 28.9 m/s로 제주도와 전라남도 남해안을 중심으로 강한 바람이 관측되었음

(a)

(b)



[그림 3.1] 제5호 태풍 송다의 (a)경로도, (b)강도시계열

[표 3.1] 제5호 태풍 송다 분석표

구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TD	7.27. 03	16.3	142.9	1004	15	-	-	-	북북서	23
TD	7.27. 09	16.4	141.9	1002	15	-	-	-	서남서	29
TD	7.27. 15	17.3	141.0	1002	15	-	-	-	북서	24
TD	7.27. 21	17.9	140.7	1002	15	-	-	-	북북서	11
TD	7.28. 03	18.7	140.5	1002	15	-	-	-	북북서	19
TD	7.28. 09	19.6	139.7	1002	15	-	-	-	서북서	23
TD	7.28. 15	20.7	139.5	1002	15	-	-	-	북	29
TS	7.28. 21	22.5	138.9	1002	18	190	-	-	북북서	19
TS	7.29. 03	25.1	137.7	1000	18	200	-	-	북북서	46
TS	7.29. 09	27.6	135.3	1000	18	200	-	-	북서	61
TS	7.29. 15	28.9	132.0	1000	18	200	-	-	서북서	51
TS	7.29. 21	29.7	130.1	1000	18	200	-	-	서북서	31
TS	7.30. 03	30.5	128.2	1000	18	200	-	-	서북서	38
TS	7.30. 09	31.2	126.3	1000	18	180	-	-	서	28
TS	7.30. 15	31.9	124.9	996	20	170	-	-	북서	26
TS	7.30. 21	32.7	124.1	996	20	170	-	-	북서	22
TS	7.31. 03	33.4	123.5	998	18	120	-	-	북북서	16
TS	7.31. 09	33.6	123.1	998	17	100	-	-	서북서	7
TS	7.31. 15	33.9	123.2	994	17	90	-	-	북북동	12
TS	7.31. 21	34.3	123.1	996	17	90	-	-	북	7
TD	8.1. 03	34.9	123.0	998	15	-	-	-	북	11
TD	8.1. 09	35.4	123.2	998	13	-	-	-	북	3

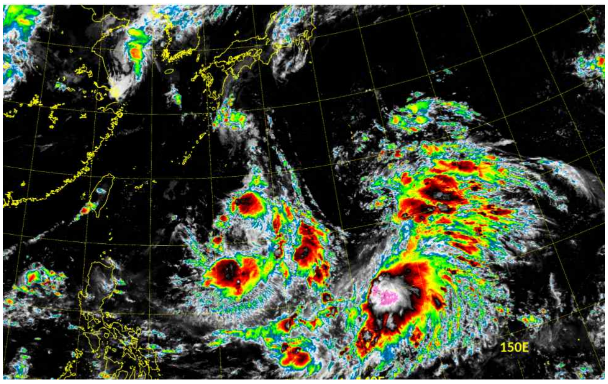
나. 태풍 특성 분석

1) 발생기

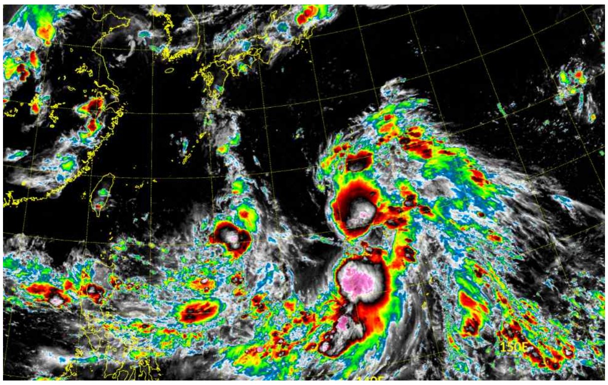
○ 제10호 열대저압부는 7월 27일 3시경 괌 북북서쪽 약 370 km 부근 해상에서 중심기압 1004 hPa, 중심최대풍속 15 m/s로 발생하였음

○ 열대저압부 발생 시 주변의 해양조건(해수면온도 29~30℃, 해양열량 80 kJ/㎠ 내외)과 대기조건(연직시어 10 m/s 이하)은 양호하였고, 대류셀은 몬순자이어 내 남동쪽에서 조직화되면서 발달하였음(그림 3.2)

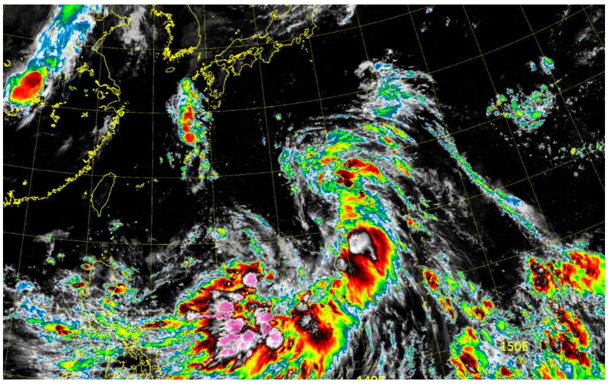
(a) 7.27. 9시 제10호 열대저압부(fTD)



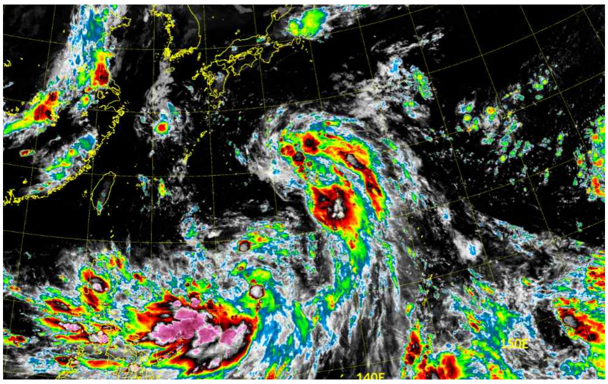
(b) 7.27. 21시 제10호 열대저압부(fTD)



(c) 7.28. 9시 제10호 열대저압부(fTD)



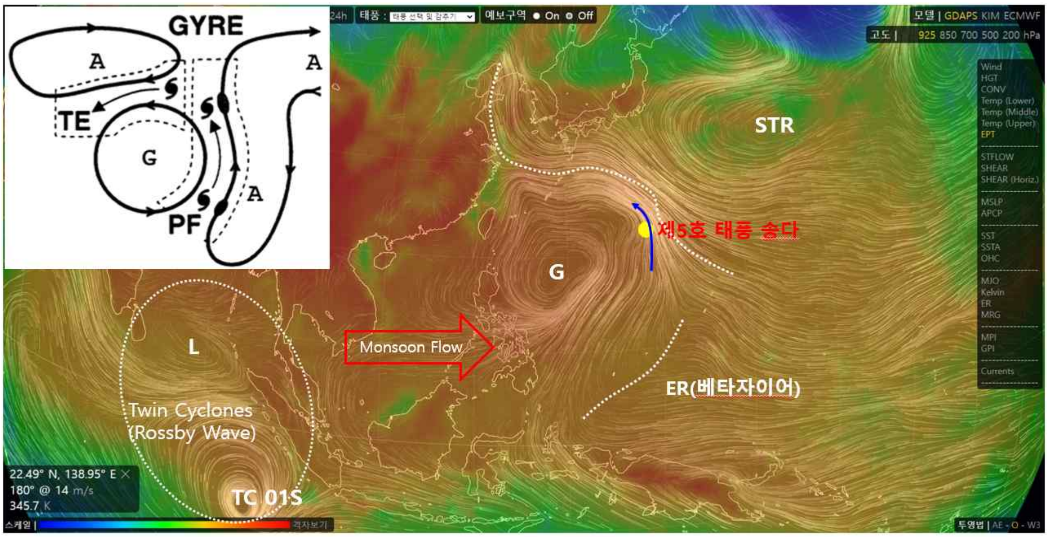
(d) 7.28. 21시 제5호 태풍 송다



[그림 3.2] 제5호 태풍 송다 발생기 천리안위성(GK2A) 컬러적외영상

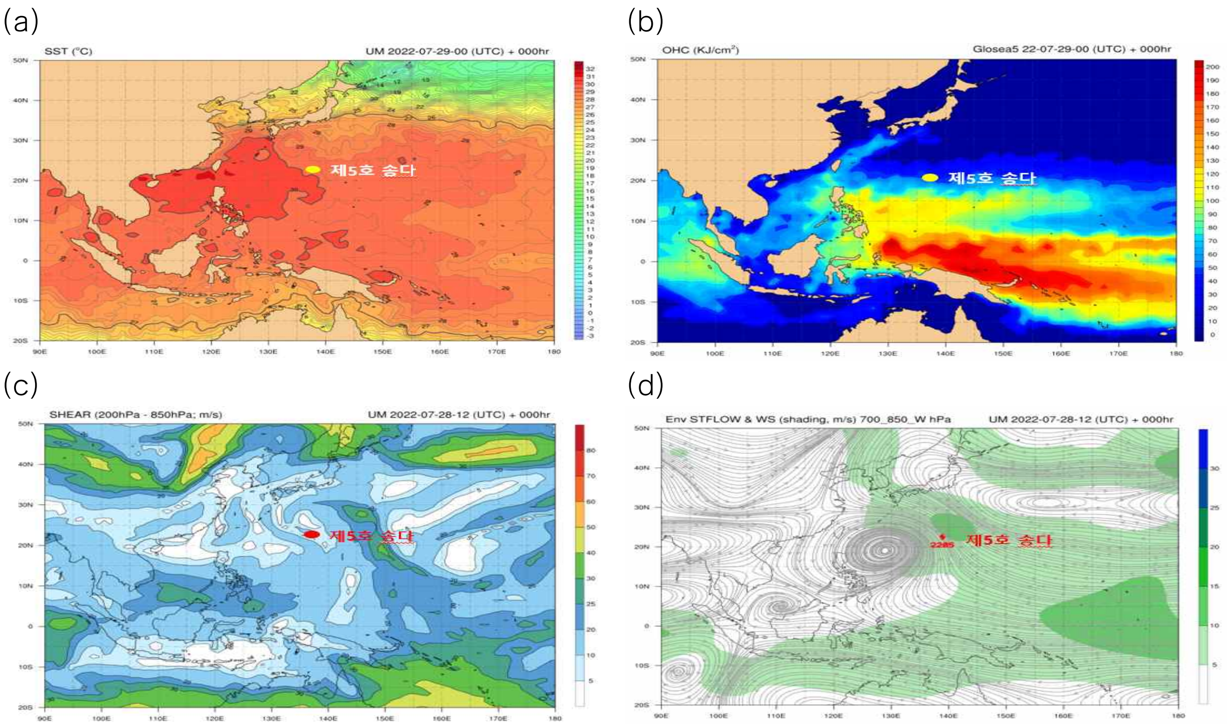
○ 열대저압부는 7월 28일 21시경 괌 북북서쪽 약 1,180km 부근 해상에서 중심기압 1002 hPa, 중심최대풍속 18 m/s의 제5호 태풍 송다(SONGDA)로 발달하였음

○ 태풍은 몬순자이어 내 동쪽 끝단에 위치하면서 몬순자이어의 순환과 북동쪽에 위치한 주변의 아열대고기압의 사이에서 북서진하였음(그림 3.3)



[그림 3.3] 제5호 태풍 송다 - KIM 모델 850 hPa 유선&상당온위 분석장(7.28. 21시)

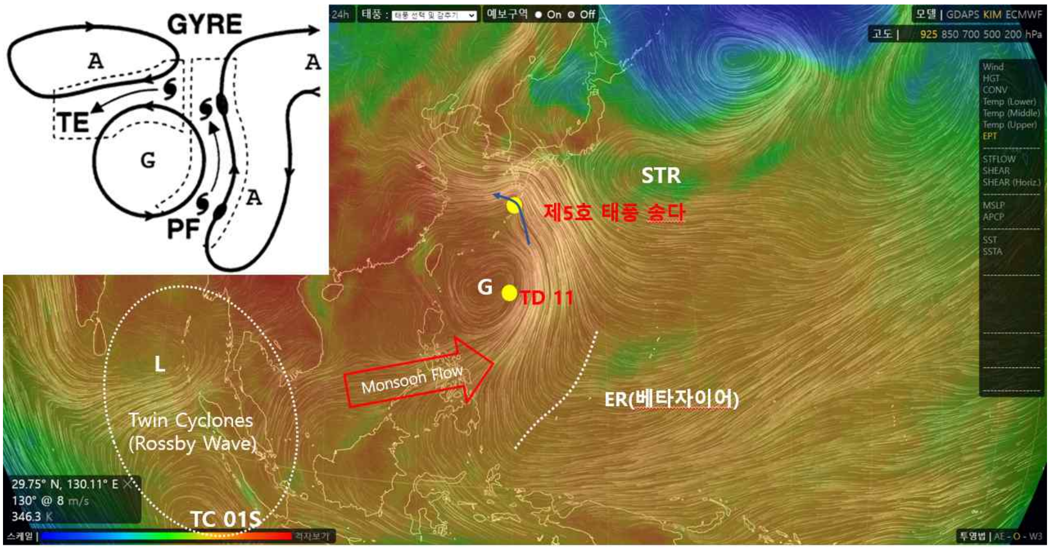
○ 태풍 주변의 해수면온도 29℃ 내외, 연직시어 10 m/s 이하로 발달에 기여하였으나, 해양열량 50 kJ/㎠ 미만 해역에 진입하면서 강도의 발달은 저지되었음(그림 3.4)



[그림 3.4] 제5호 태풍 송다 발생기(7.28. 21시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200-850 hPa연직시어, (d)700-850 hPa지향류

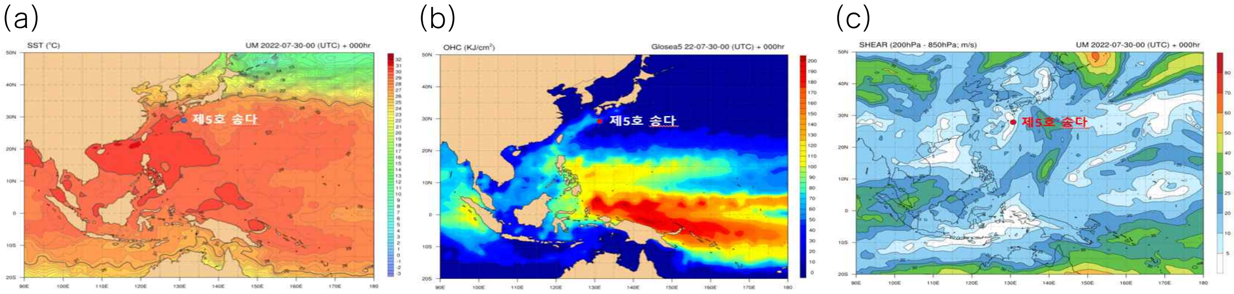
2) 발달 · 최성기

○ 태풍 송다는 몬순 자이어의 영향과 북동쪽에 위치한 주변 아열대고기압의 가장자리를 따라 서북서진하였고, 7월 29일 21시경 일본 가고시마 남남서쪽 해상을 통과하면서 서서히 발달하여 30일 15시경 제주도 남쪽 해상에서 최대강도인 중심기압 996 hPa, 중심최대풍속 20 m/s로 발달하였음(그림 3.5)



[그림 3.5] 제5호 태풍 송다 – KIM 모델 850 hPa 유선&상당온위 분석장(7.29. 21시)

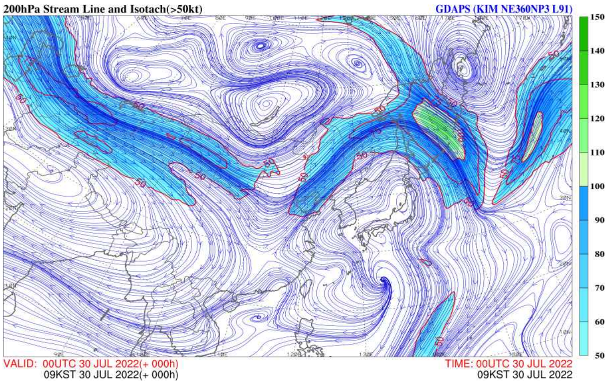
○ 태풍 경로상의 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 이상)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하였고, 일본 가고시마와 제주도 남쪽 해상의 쿠로시오 해류(해양열량 70~80 kJ/㎠) 영역을 통과하면서 강도 발달에 유리한 상황이었음(그림 3.6)



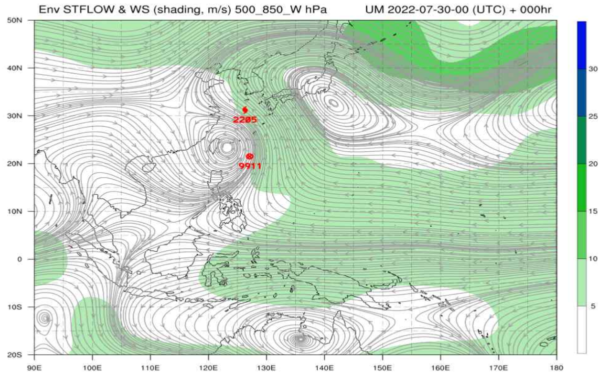
[그림 3.6] 제5호 태풍 송다 발달·최성기(7.30. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200–850 hPa 연직시어

○ 그러나, 몬순자이어의 순환에 영향을 받는 상태에서 상층에 아열대고기압에 의해 상층 발산이 억제되면서 급격하게 발달하지는 못하였음(그림 3.5, 그림 3.7)

(a)



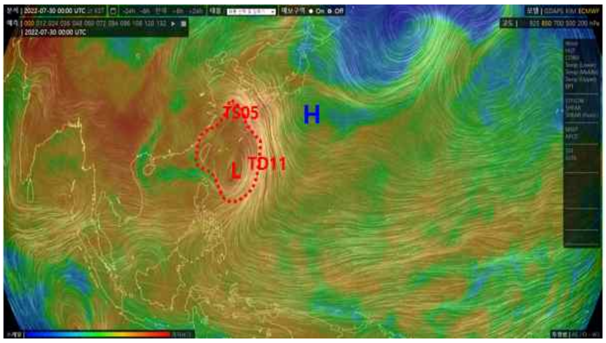
(b)



[그림 3.7] 제5호 태풍 송다 발달·최성기(7.30. 9시) (a)200 hPa 유선, (b)500-850 hPa 지향류

○ 7월 31일부터는 북상하는 제11호 열대저압부(aTD[7]))의 세력이 강화되며 대부분의 몬순자이어 에너지를 흡수하였고, 태풍 송다는 몬순자이어의 영향에서 벗어나 제11호 열대저압부(aTD)와 상호작용하면서 우리나라 서해로 이동하였음(그림 3.8)

(a) 7.30. 9시



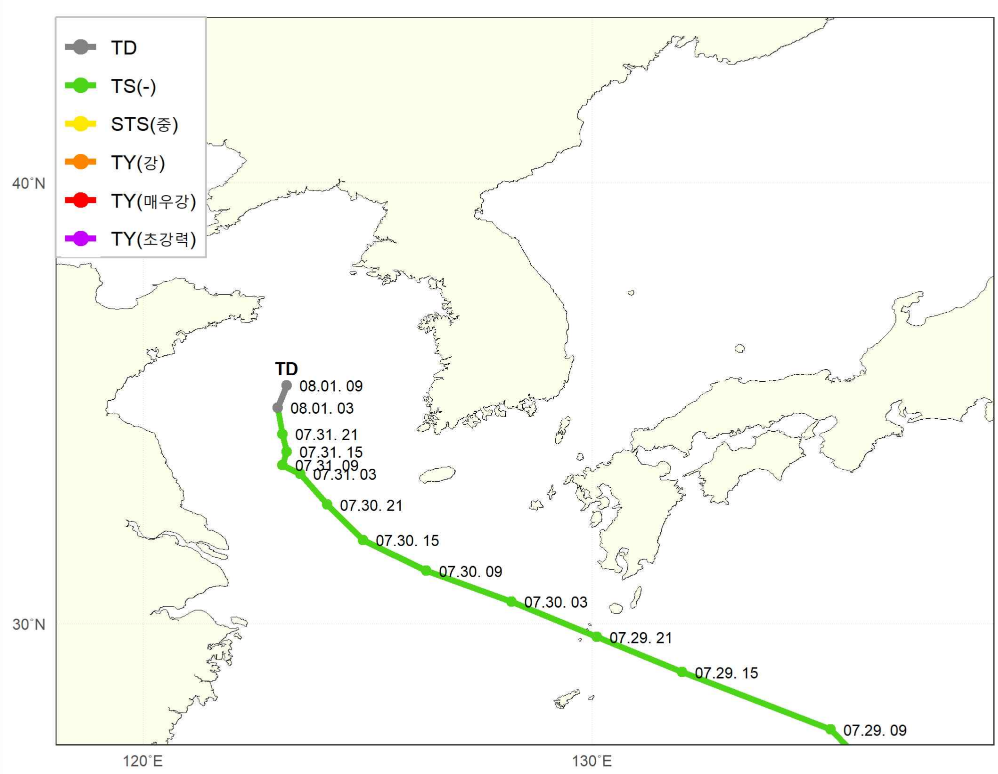
(b) 7.31. 9시

[그림 3.8] 제5호 태풍 송다 발달·최성기 850 hPa 유선 및 상당온위

7) 분석단계 열대저압부(analysis TD, aTD): 중심최대풍속이 11 m/s 이상이고 24시간 이내에 태풍으로 발달할 가능성이 낮은 TD

3) 영향기간

○ 태풍이 북상하면서 7월 30일 3시 제주도남쪽바깥먼바다와 남해 동부바깥먼바다에 태풍중의보가 발효되었으며, 8월 1일 4시 서해남부북쪽바깥먼바다와 서해남부남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 해제될 때까지 약 49시간 동안 남해상과 서해상을 중심으로 영향을 주었음(그림 3.9, 그림 3.10)

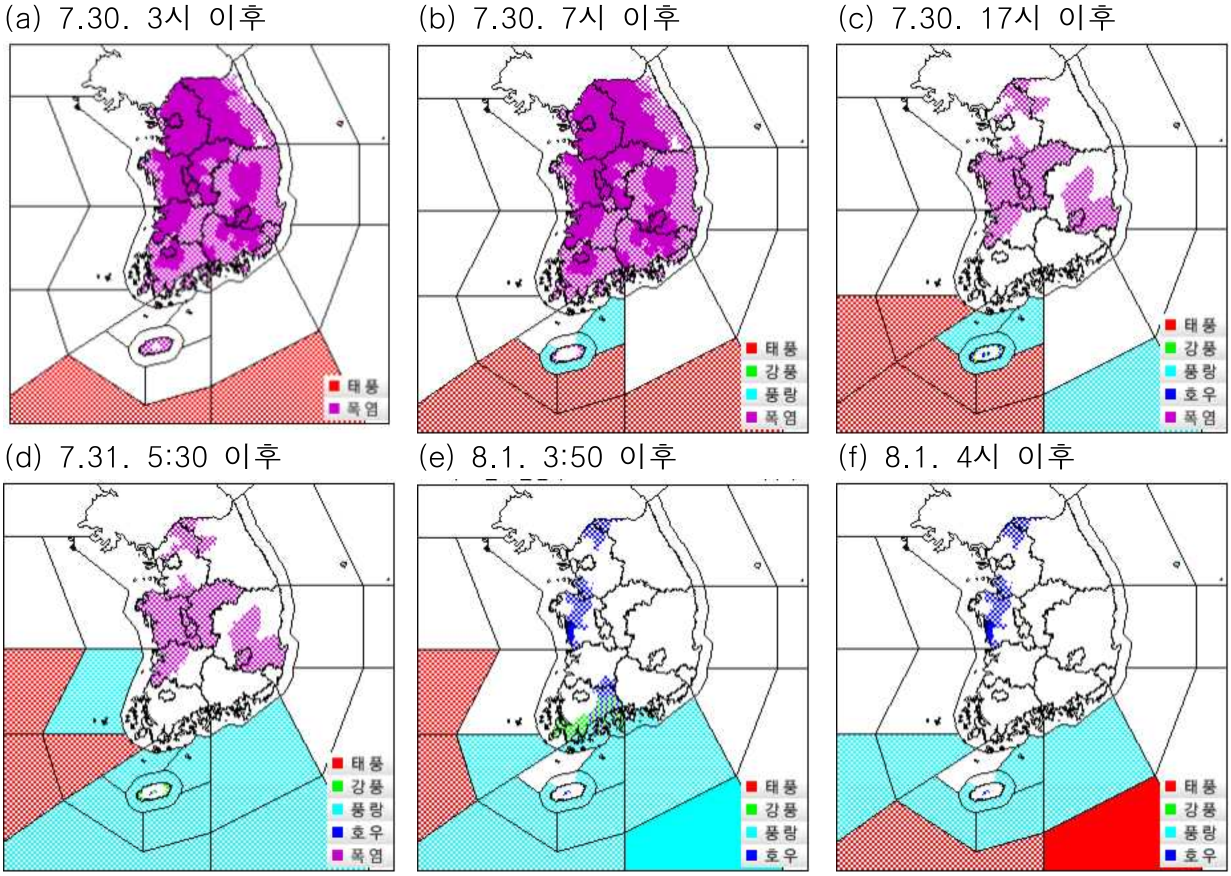


[그림 3.9] 제5호 태풍 송다의 경로와 분석시각

○ 7월 30일 3시 제주도남쪽바깥먼바다와 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보 발효를 시작으로 7시 제주도남동쪽안쪽먼바다와 제주도남서쪽안쪽먼바다, 17시 제주도남부남쪽바깥먼바다와 서해남부남쪽안쪽먼바다에 태풍주의보가 발효되었음(그림 3.10)

○ 이후, 태풍이 서북서~북서진함에 따라 서해남부먼바다까지 태풍주의보가 확대되었으나, 8월 1일 3시경 열대저압부로 약화되면서 4시 서해남부북쪽바깥먼바다와 서해남부남쪽바깥먼바다에 발효되어있던 태풍주의보가 해제되었음(그림 3.10)

○ 그러나 연이어 발생한 제6호 태풍 트라세로 인해 8월 1일 4시 제주도남쪽 바깥먼바다와 남해동부바깥먼바다에 태풍특보가 발효되었음(그림 3.10)

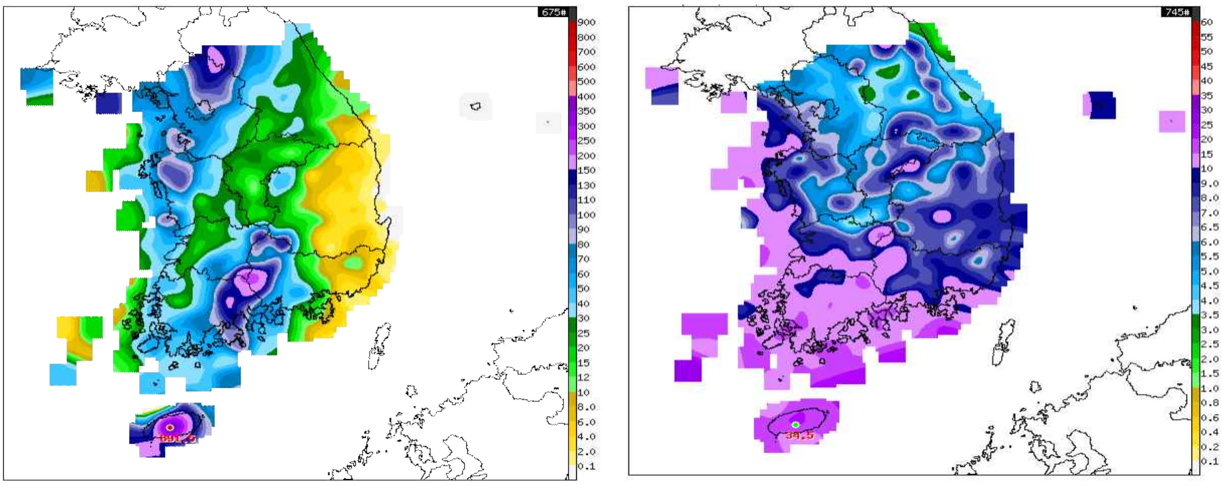


[그림 3.10] 제5호 태풍 송다에 의한 시간별 특보 발효 상황

○ 태풍으로 인해 7월 30일 ~ 8월 1일 누적 강수량은 삼각봉 891.5 mm, 윗세오름 783.0 mm, 영실 644.0 mm로 제주도를 중심으로 많은 강수가 관측되었음(그림 3.11, 표 2.2)

○ 최대순간풍속은 7월 31일 백록담(U) 34.5 m/s, 삼각봉 34.0 m/s, 가거도 28.9 m/s로 제주도와 전라남도 남해안을 중심으로 강한 바람이 관측되었음(그림 3.11, 표 2.2)

(a) 7.30.~8.1. (b) 7.31.



[그림 3.11] 제5호 태풍 송다에 의한 (a)누적강수량, (b)일최대순간풍속

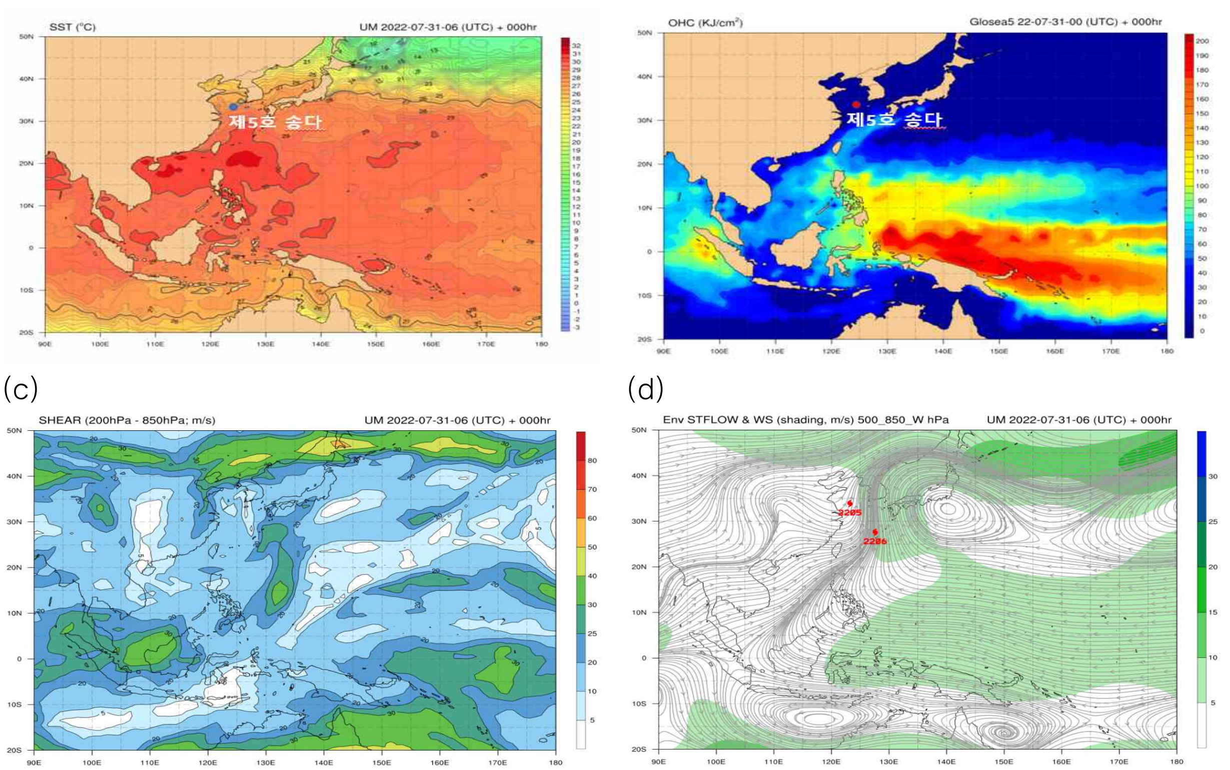
4) 약화기

○ 아열대고기압 가장자리를 따라 서북서진하던 태풍은 우리나라 서해상에서 북진하여 상층기압골과 합류하면서 상하층의 분리가 시작되었음

○ 7월 31일 우리나라 서해상의 해양조건(해수면온도 27℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 미만)은 악화되었으나 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하였고 상층골과 합류하여 북쪽으로 상층 발산이 지원되어 15시경 최대강도인 중심기압 994 hPa, 중심최대풍속 17 m/s을 나타냈으나, 상하층의 분리가 시작되면서 약화되었음(그림 3.12, 그림 3.13)

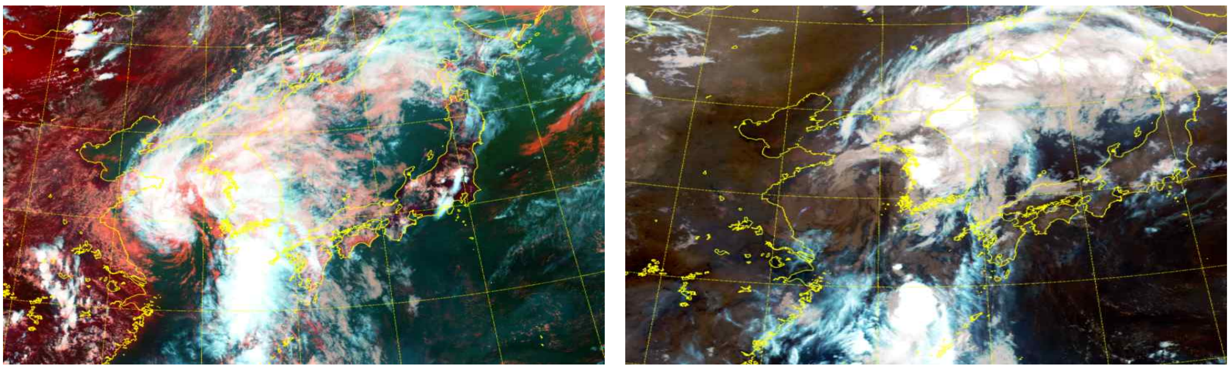
○ 이후, 태풍은 빠르게 약화되어 8월 1일 3시경 하층 순환만 남은 상태에서 중심기압 998 hPa, 15 m/s의 제12호 열대저압부로 약화되었음

(a) (b) (c) (d)



[그림 3.12] 제5호 태풍 송다 약화기(7.31. 15시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200-850 hPa연직시어, (d)500-850 hPa지향류

(a) 7.31. 15시 (b) 8.1. 3시

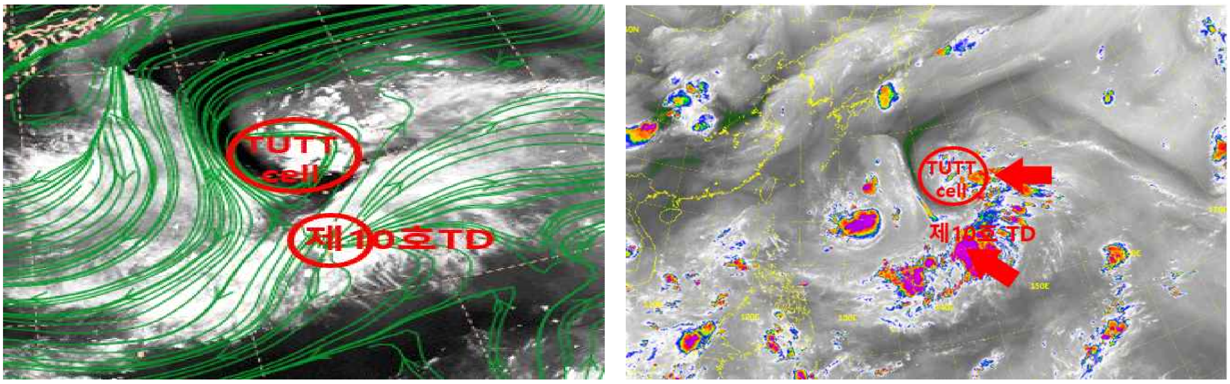


[그림 3.13] 제5호 태풍 송다 - 상하층 분리와 열대저압부 약화

5) 특이사항

○ 7월 27일 제10호 열대저압부 발생 시 TUTT는 열대저압부의 북서쪽에 위치하며 초기 북동 발산을 지원하였으나, TUTT에 동반된 건조역이 북서쪽으로 침투하면서 태풍으로의 발달은 지연되었음(그림 3.14)

(a) (b)

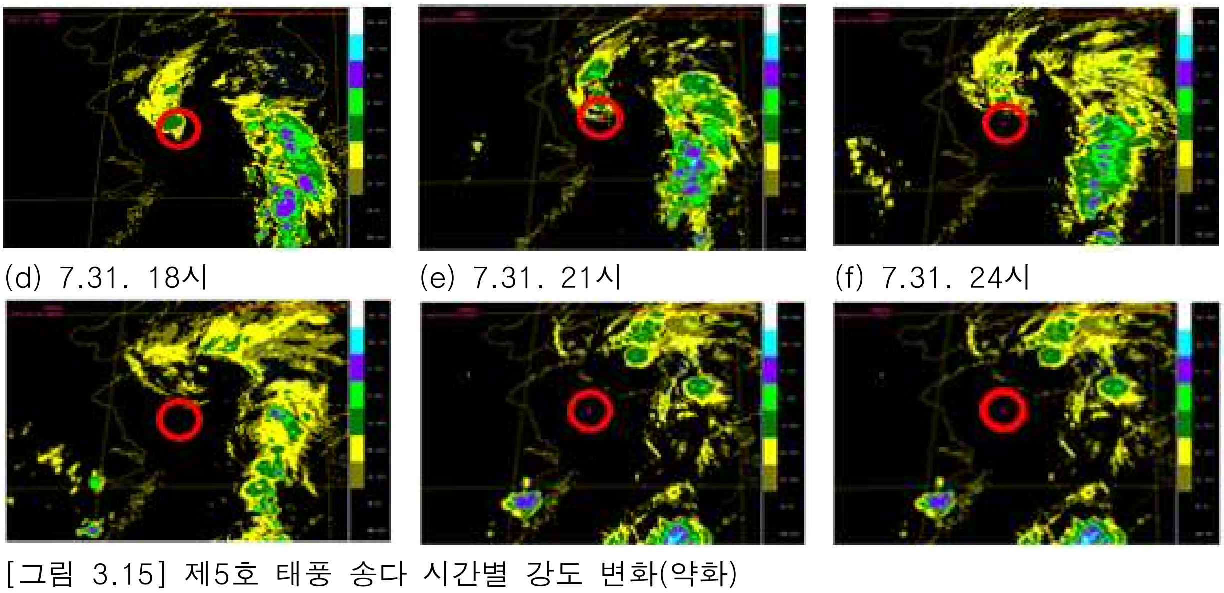


[그림 3.14] 제5호 태풍 송다(7.27. 3시) (a)유선장, (b)상층 수증기

○ 태풍은 7월 31일 상층골 합류 과정에서 상층의 발산 지원과 하층의 수증기 공급이 유지되면서 일시적으로 중심기압 994 hPa까지 발달하였으나, 상하층이 분리되면서 하층 흐름만 남긴 채 열대저압부로 약화되었음(그림 3.15, 그림 3.16)

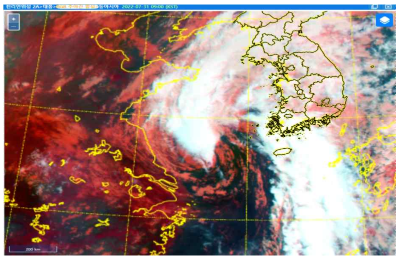
(a) 7.31. 9시 (b) 7.31. 12시 (c) 7.31. 15시

(d) 7.31. 18시 (e) 7.31. 21시 (f) 7.31. 24시

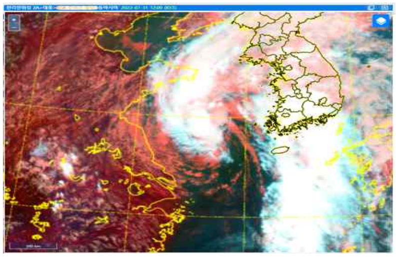


[그림 3.15] 제5호 태풍 송다 시간별 강도 변화(약화)

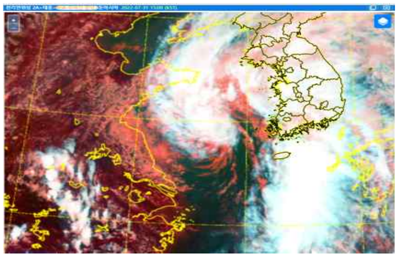
(a) 7.31. 9시



(b) 7.31. 12시

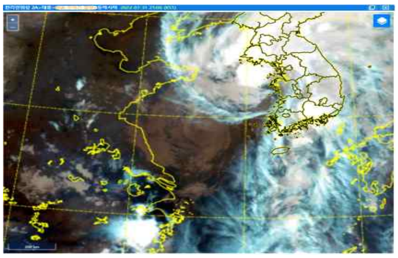


(c) 7.31. 15시

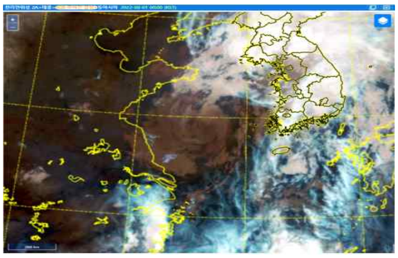


(d) 7.31. 18시

(e) 7.31. 21시



(f) 7.31. 24시

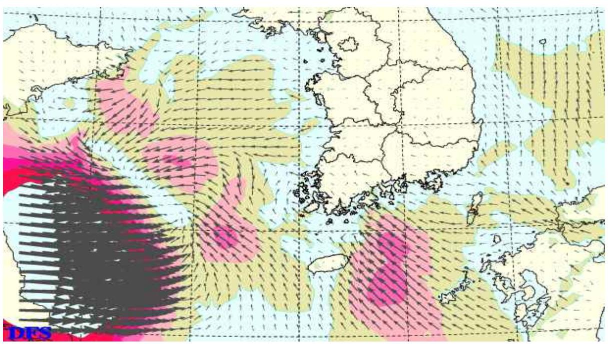


[그림 3.16] 제5호 태풍 송다 천리안위성(GK2A) 상하층 분리

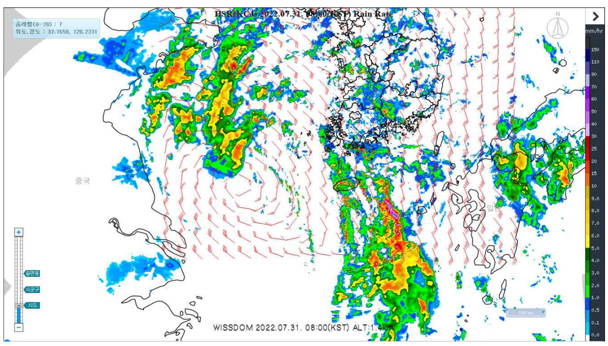
○ 태풍 송다가 북상하면서 제주도 동쪽과 남쪽으로 강한 하층의 기류 합류와 속도 수렴이 위치하였고, 강수 밴드는 태풍의 동-남동쪽인 제주도에 집중되었으며, 서해상에 위치한 태풍의 느린 이동속도로 인하여 강수 시간이 길어짐에 따라 많은 강수량을 기록하였음(그림 3.17)

(a)

(b)



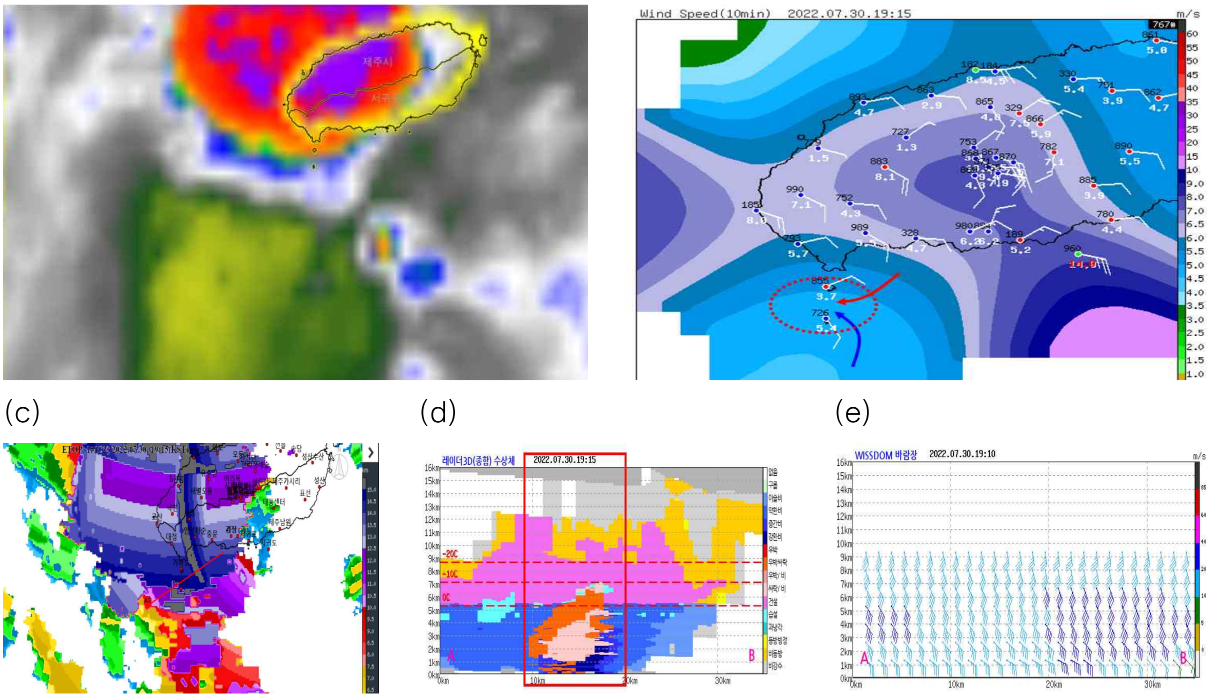
(c)



[그림 3.17] 제5호 태풍 송다 최다강수 시간대 분석(7.31. 8시) (a)백록담 AWS 시계열, (b)지상바람 벡터, (c)레이더 영상

○ 제주도 남쪽 해상의 건조역은 침강하면서 건조역 북쪽으로 강한 연직 상승류로 인한 높은 운정 고도의 대류운이 발달하였고, 하층부터 최소 5~6 km(0℃ 온도선)까지 연직으로 불안정한 상태에서 제주도의 지형적 영향에 따른 국지적 북동류와 해상에서 유입되는 남동류가 수렴하면서 용오름이 발생하였음(그림 3.18, 그림 3.19)

(a) (b)



[그림 3.18] 제5호 태풍 송다(7.30. 19:15) (a)위성 건조역, (b)AWS 바람장, (c)레이더 운정고도, (d)레이더 수상체 영상, (d)레이더 연직바람장

(a) (b)

[그림 3.19] 제5호 태풍 송다 (a)제주 서귀포 남쪽 해상 용오름, (b)용오름 모식도

다. 태풍 관련 관측값

[표 3.2] 제5호 태풍 송다 영향기간(7.30.~8.1.) 자동기상관측장비(AWS) 관측값

○ **일최대순간풍속** (단위: m/s)

순위	7.30.		7.31.		8.1.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	백록담(U)	33.2	백록담(U)	34.5	백록담(U)	34.5
2	가거도	26.2	삼각봉	34.0	삼각봉	32.9
3	윗세오름	24.8	가거도	28.9	설천봉	24.8
4	삼각봉	24.0	윗세오름	26.1	윗세오름	24.4
5	사제비	23.7	설천봉	25.7	설악산	23.5
6	욕지도	23.1	새별오름	24.7	사제비	22.9
7	지귀도	21.9	사제비	23.7	간여암	22.8
8	여서도	21.0	어리목	23.5	무등산	22.7
9	매물도, 간여암	20.3	한라생태숲	23.2	매물도	21.8
10	마라도	19.9	간여암	21.9	말도	20.6

○ **일강수량** (단위: mm)

순위	7.30.		7.31.		8.1.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	윗세오름	224.0	삼각봉	579.0	삼각봉	143.5
2	영실	178.5	윗세오름	451.5	윗세오름	107.5
3	사제비	173.5	진달래밭	440.5	지리산	107.0
4	삼각봉	169.0	영실	362.5	홍북	104.5
5	진달래밭	165.0	사제비	300.5	보령	103.5
6	한라산남벽	147.5	성판악	240.0	영실	103.0
7	가파도	144.0	한라생태숲	220.5	사제비	101.5
8	어리목	131.5	한라산남벽	189.0	홍성	100.8
9	마라도	126.0	어리목	179.5	성삼재	97.5
10	성판악	119.5	성삼재	164.0	서산	93.9

○ **누적강수량** (단위: mm)

순위	7.30.~8.1.	
	지점	값
1	삼각봉	891.5
2	윗세오름	783.0
3	영실	644.0
4	진달래밭	610.5
5	사제비	575.5
6	성판악	409.5
7	한라생태숲	379.5
8	어리목	344.0
9	한라산남벽	336.5
10	산천단	272.5

3. 제6호 태풍 트라세(TRASES)

가. 개요

○ 제6호 태풍 트라세(TRASES)는 7월 31일 12시경 일본 오키나와 북서쪽 약 20 km 부근 육상에서 제11호 열대저압부(aTD)로부터 발생하였음

- 몬순자이어의 북동쪽에서 남서 기류와 동쪽에 위치한 아열대고기압의 남동 기류가 유입되면서 태풍으로 발달하였음

- 태풍 발생 시 주변 해양조건(해수면온도 29~30℃, 해양열량 70 kJ/㎠)은 양호하였으나, 연직시어는 동쪽으로 10 m/s 이상, 서쪽 10 m/s 미만으로 주변의 대류운은 태풍의 남서쪽에 주로 발달하였음

○ 7월 31일 우리나라 서해상에 위치한 제5호 태풍 송다와 일본에 위치한 고기압 사이에서 형성된 강한 지향류로 인해 빠르게 북진하였음

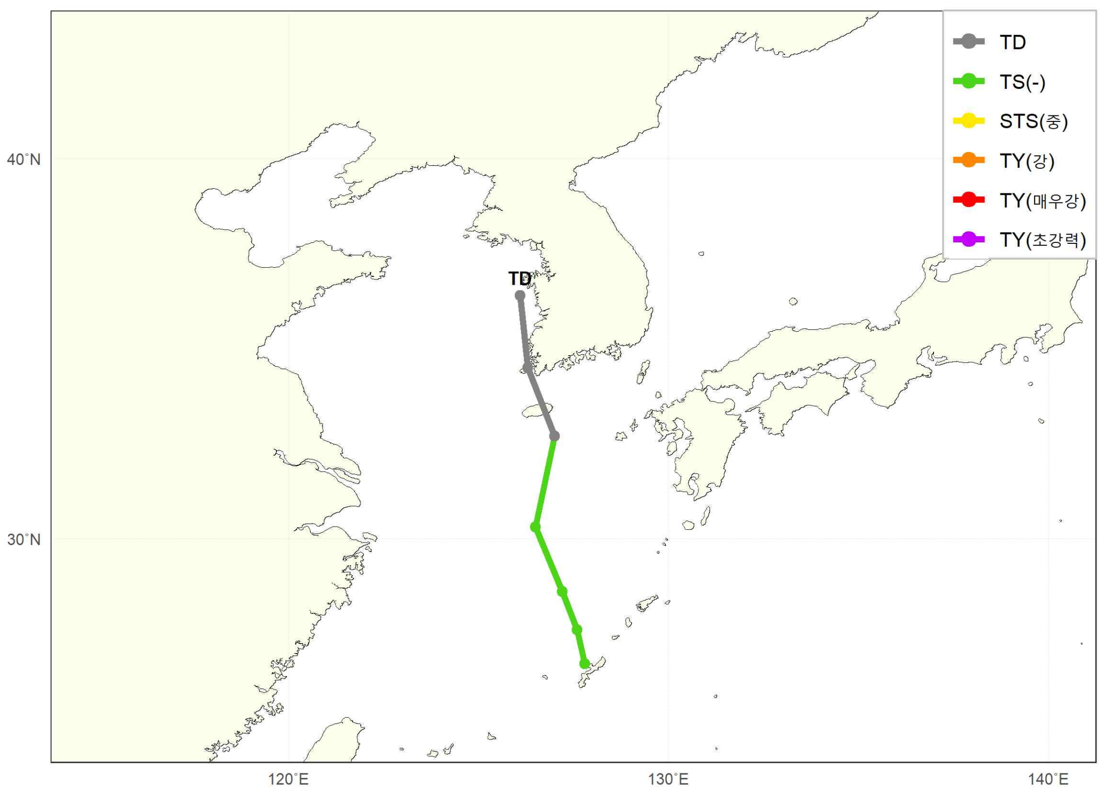
○ 8월 1일 00~6시경 상하층 분리가 시작되었으며, 이후 빠르게 약화되어 9시경 제주도남쪽먼바다에서 하층 순환만 남은 상태에서 중심기압 998 hPa, 15 m/s의 제13호 열대저압부로 약화되었고, 10시 30분경 제주도 서귀포 동쪽 10 km 육상에 상륙하였음

○ 태풍으로 인해 8월 1일 4시 남해동부바깥먼바다에 태풍경보, 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었고, 9시 30분 풍랑특보로 변경될 때까지 약 5시간 30분간 영향을 주었음

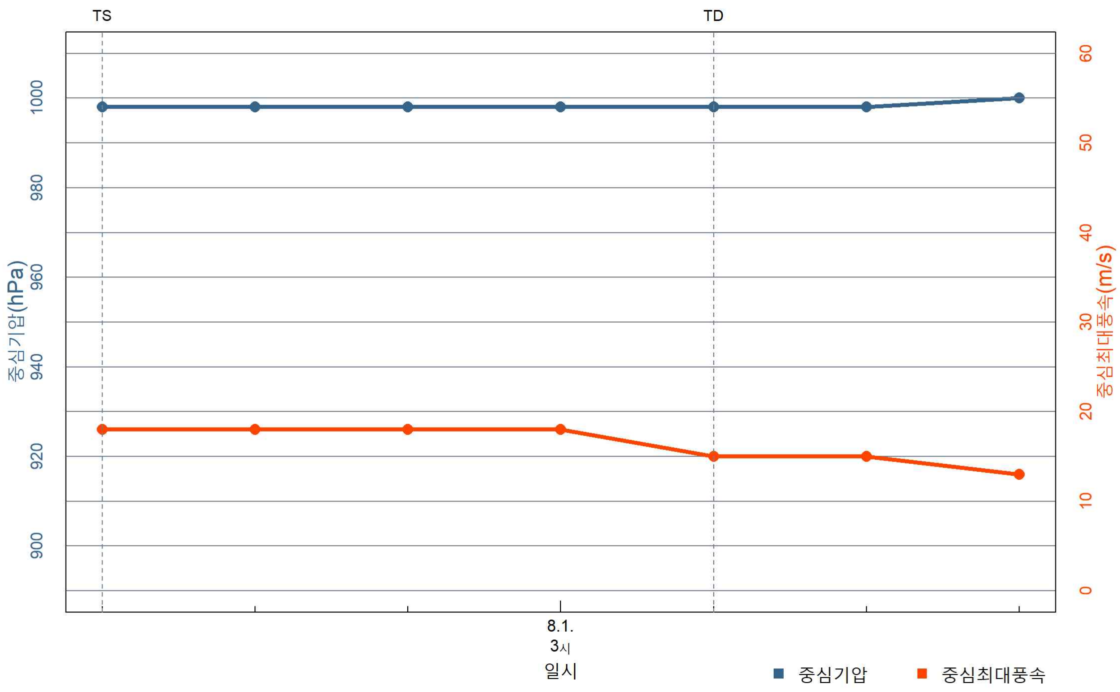
○ 태풍으로 인해 8월 1일 일강수량 삼각봉 143.5 mm 윗세오름 107.5 mm, 지리산 107.0 mm 등 제주도와 지리산을 중심으로 많은 비가 관측되었음

○ 8월 1일 최대순간풍속 백록담(U) 34.5 m/s, 삼각봉 32.9 m/s, 설천봉 24.8 m/s 등 태풍이 열대저압부로 약화되며 상륙한 제주도를 중심으로 강한 바람이 관측되었음

(a)



(b)



[그림 4.1] 제6호 태풍 트라세의 (a)경로도, (b)강도시계열

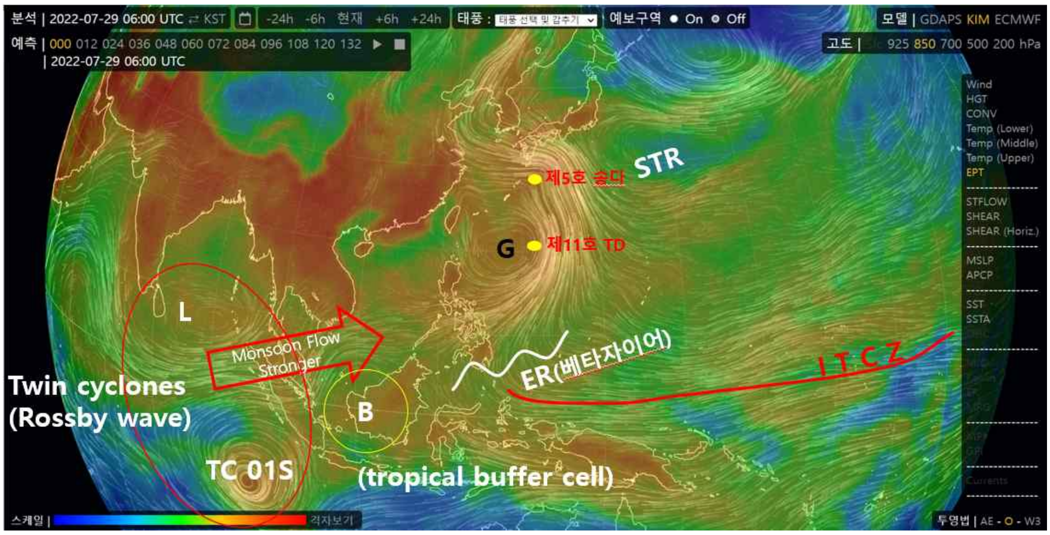
[표 4.1] 제6호 태풍 트라세 분석표

구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TS	7.31. 12	26.7	127.8	998	18	200	-	-	북북서	61
TS	7.31. 15	27.6	127.6	998	18	200	-	-	북	34
TS	7.31. 21	28.6	127.2	998	18	150	-	-	북북서	19
TS	8.1. 03	30.3	126.5	998	18	150	-	-	북서	32
TD	8.1. 09	32.7	127.0	998	15	-	-	-	북	56
TD	8.1. 15	34.5	126.3	998	15	-	-	-	북북서	31
TD	8.1. 21	36.4	126.1	1000	13	-	-	-	북	36

나. 태풍 특성 분석

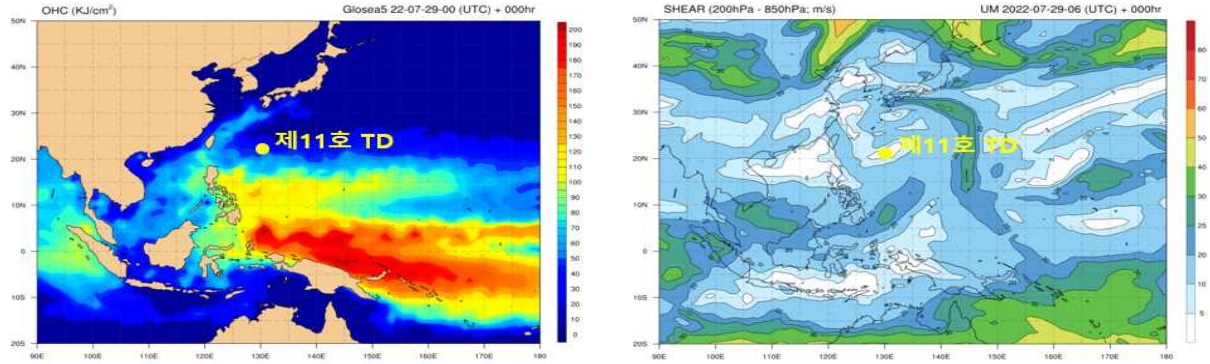
1) 발생기

○ 제11호 열대저압부(aTD)는 몬순자이어의 동쪽 끝단에서 발생하면서 몬순자이어에서 남서류와 아열대고기압의 남동류 지원을 받았으며, 대기조건(연직시어 10 m/s 미만)이 양호하였으나, 낮은 해양열량(50 kJ/㎠ 미만) 해역에 위치하면서 태풍 발생이 지연되었음(그림 4.2, 그림 4.3)



[그림 4.2] 제11호 열대저압부(aTD) – KIM 모델 850 hPa 유선&상당온위(7.29. 15시)

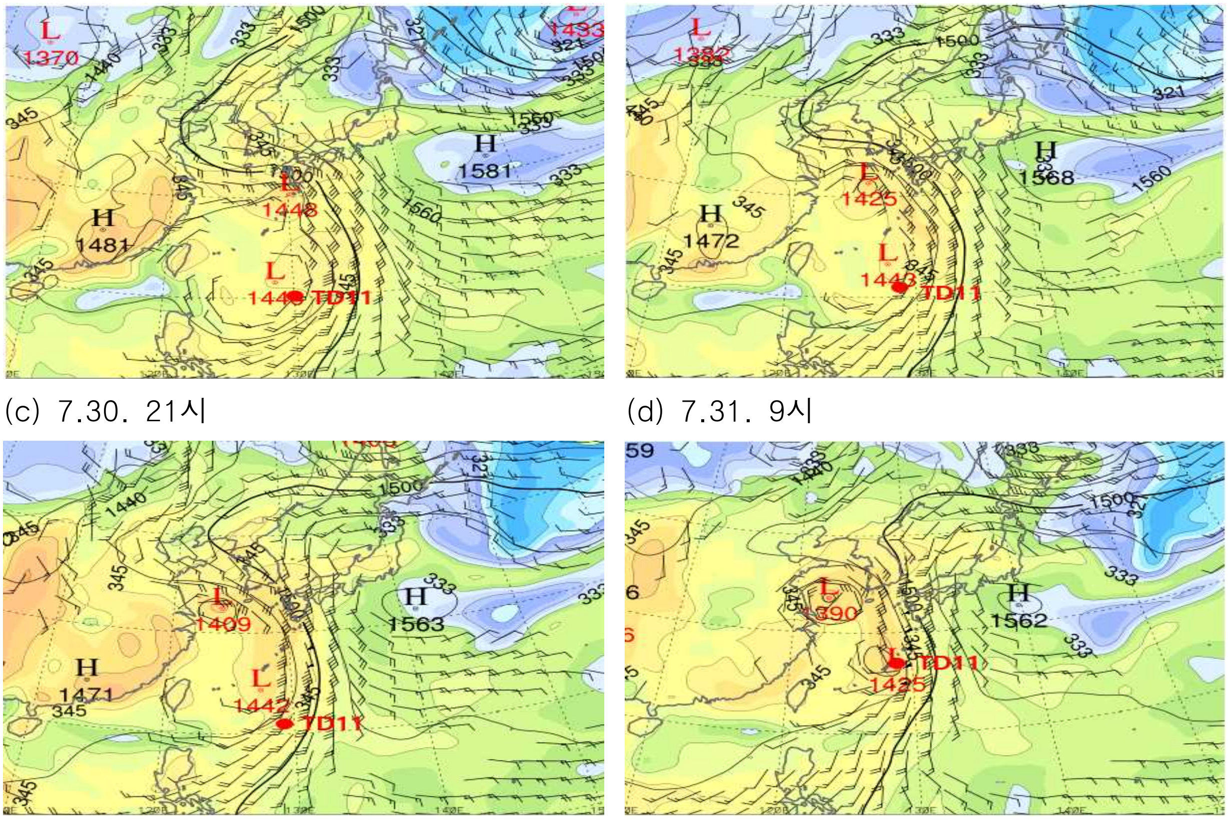
(a) (b)



[그림 4.3] 제11호 열대저압부(aTD, 7.29. 9시) (a)해양열량, (b)200–850 hPa 연직시어

○ 제11호 열대저압부(aTD)는 몬순자이어 내에서 7월 30일 21시까지 제자리에서 천천히 이동하였음. 7월 31일 태풍 송다가 몬순자이어의 영향에서 벗어나 우리나라 서해상으로 이동하면서 몬순자이어의 에너지는 제11호 열대저압부로 유입되기 시작하면서 동쪽에 위치한 고기압의 가장자리를 따라 북진하기 시작하였음(그림 4.3)

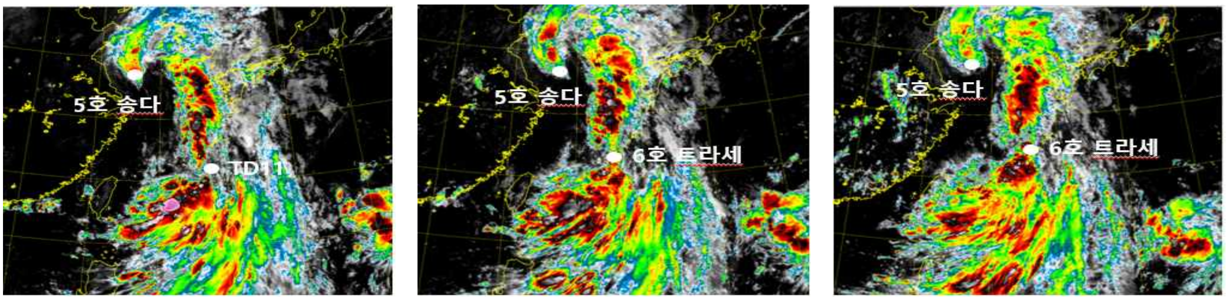
(a) 7.29. 21시 (b) 7.30. 9시 (c) 7.30. 21시 (d) 7.31. 9시



[그림 4.3] 제11호 열대저압부(aTD) 발달 과정 – KIM 모델 850 hPa 상당온위

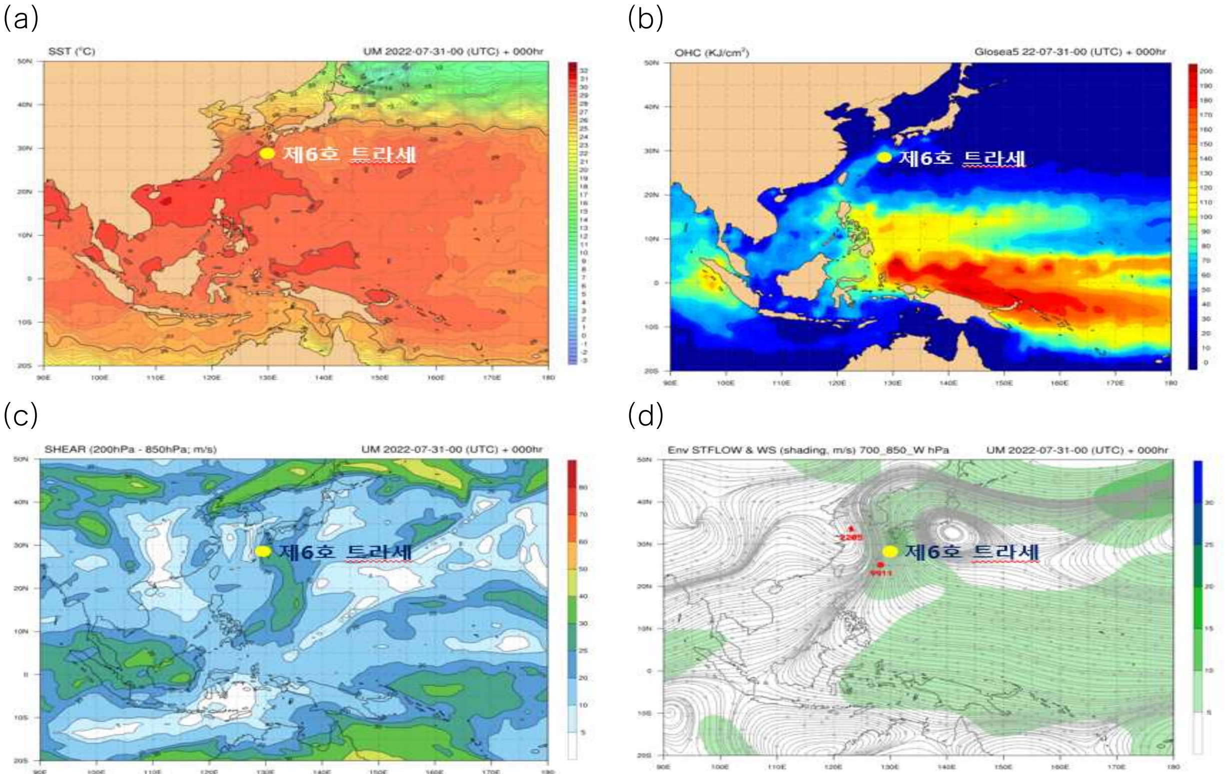
○ 제11호 열대저압부(aTD)는 동쪽에 위치한 아열대고기압 가장자리의 지향류를 따라 북진하며, 7월 31일 12시 일본 오키나와 북서쪽 약 20 km 부근 육상에서 중심기압 998 hPa, 중심최대풍속 18 m/s의 제6호 태풍 트라세(TRASES)로 발달하였음(그림 4.4, 그림 4.5)

(a) 7.31. 9시 (b) 7.31. 12시 (c) 7.31. 15시



[그림 4.4] 제5호 태풍 송다와 제6호 태풍 트라세 천리안위성(GK2A) 컬러적외영상

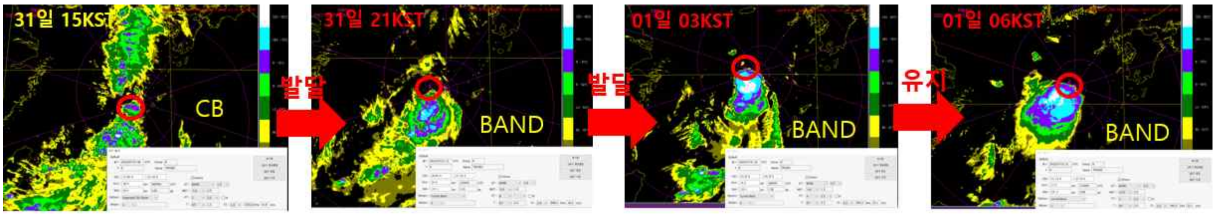
○ 태풍은 일본 오키나와 북쪽의 쿠로시오 해류역에 진입하여 해양조건(해수면온도 29~30℃, 해양열량 80 kJ/㎠ 내외)과 대기조건(연직시어 10m/s 미만)이 양호하였음(그림 4.6)



[그림 4.5] 제6호 태풍 트라세 발생기(7.31. 12시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200-850 hPa 연직시어, (d)700-850 hPa 지향류

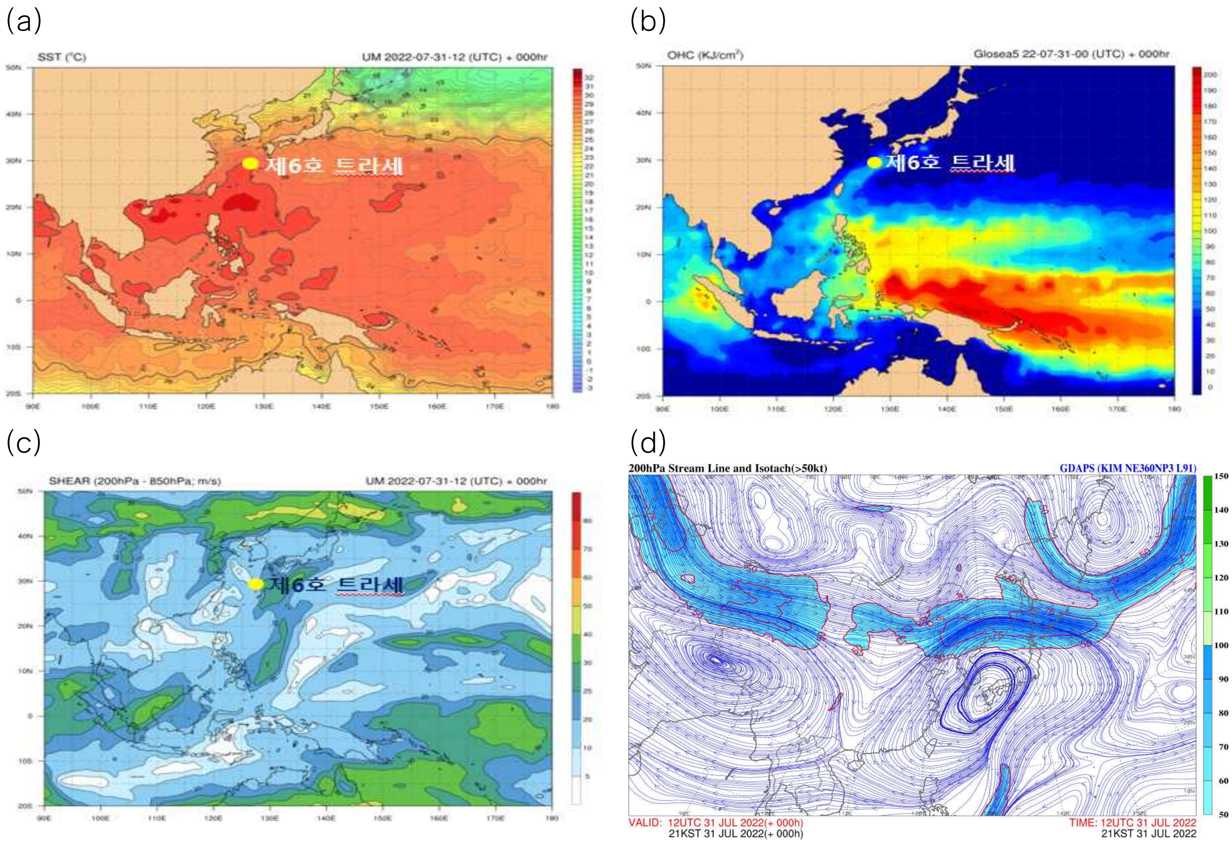
2) 발달·최성기

○ 태풍은 동쪽에 위치한 아열대고기압 가장자리의 지향류를 따라 북진 후 북북서진하였고, 7월 31일 15시부터 8월 1일 3시까지 발달하였음(그림 4.6)



[그림 4.6] 제6호 태풍 트라세의 3시간간격 구름 발달 과정

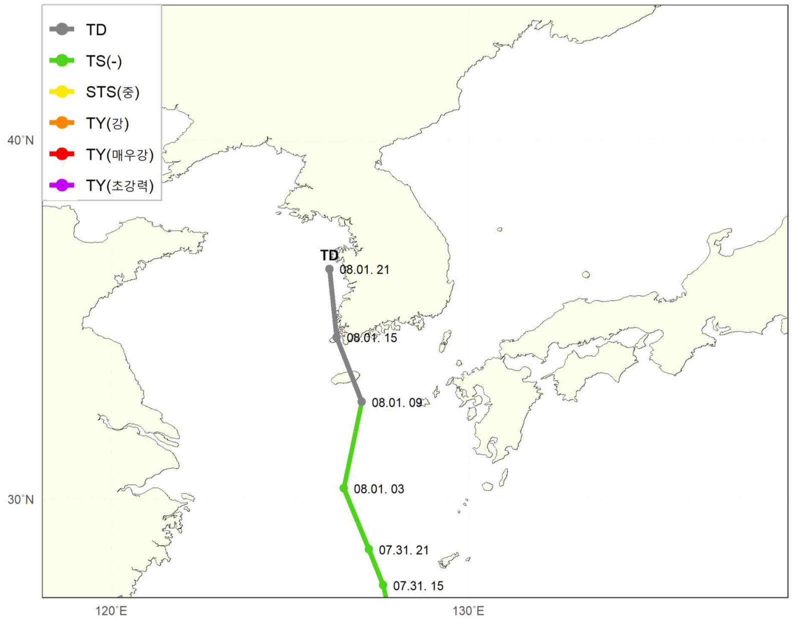
○ 태풍이 쿠로시오 해류 영역을 지나며, 해양조건(해수면온도 30→29℃, 해양열량 80→50 kJ/㎠ 미만)과 대기조건(연직시어 10 m/s 이하)이 양호하였으나, 상층 아열대고기압의 영향으로 강도 발달은 저지되었음(그림 4.7)



[그림 4.7] 제6호 태풍 트라세 발달·최성기(7.31. 21시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200–850 hPa 연직시어, (d)200 hPa 유선

3) 영향기간

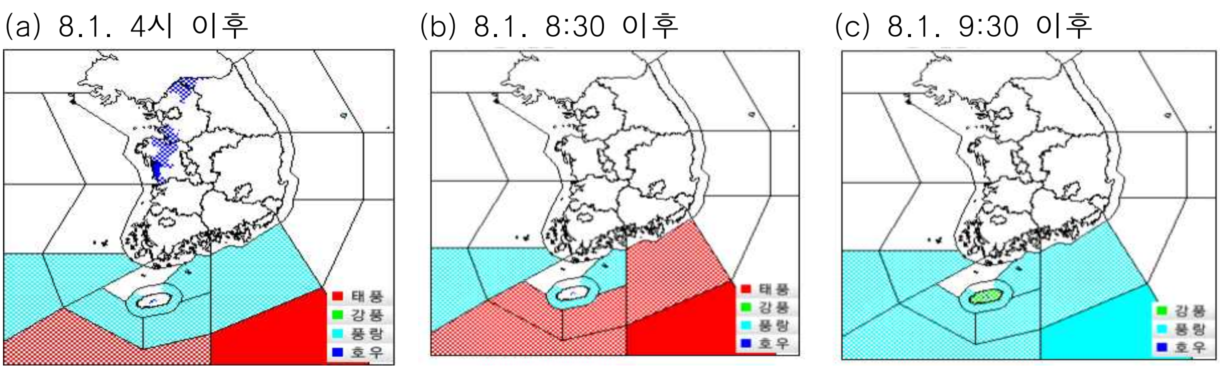
○ 태풍으로 인해 8월 1일 4시 남해동부바깥먼바다에 태풍경보, 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었으며, 같은 날 9시 30분 풍랑특보로 변경될 때까지 약 5시간 30분 동안 영향을 주었음(그림 4.8, 그림 4.9)



[그림 4.8] 제6호 태풍 트라세의 경로와 분석시각

○ 8월 1일 4시 남해동부바깥먼바다에 태풍경보, 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었고, 8시 30분 제주도남쪽안쪽먼바다와 남해동부안쪽먼바다에 태풍주의보가 확대 발효되었음(그림 4.9)

○ 이후, 8월 1일 9시경 태풍이 열대저압부로 약화되면서 9시 30분에 태풍주의보가 해제되었음(그림 4.8, 그림 4.9)

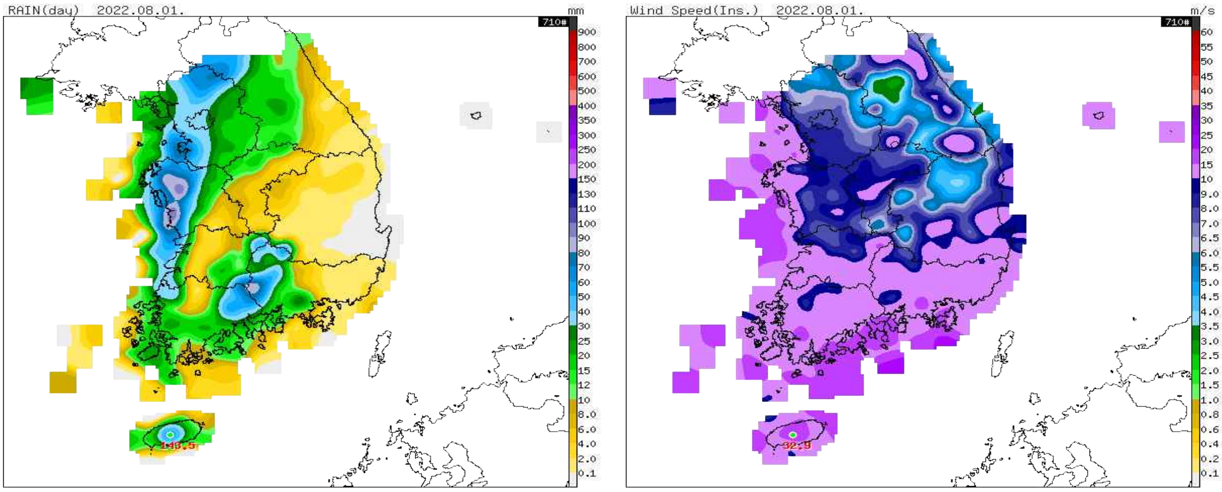


[그림 4.9] 제6호 태풍 트라세에 의한 시간별 특보 발효상황

○ 태풍으로 인해 8월 1일 일강수량 삼각봉 143.5 mm, 윗세오름 107.5 mm, 지리산 107.0 mm 등 제주도와 지리산을 중심으로 많은 강수량이 관측되었음(그림 4.10, 표 2.2)

○ 8월 1일 최대순간풍속 백록담(U) 34.5 m/s, 삼각봉 32.9 m/s, 설천봉 24.8 m/s 등 제주도를 중심으로 강한 바람이 관측되었음(그림 4.10, 표 4.2)

(a) 8.1. (b) 8.1.

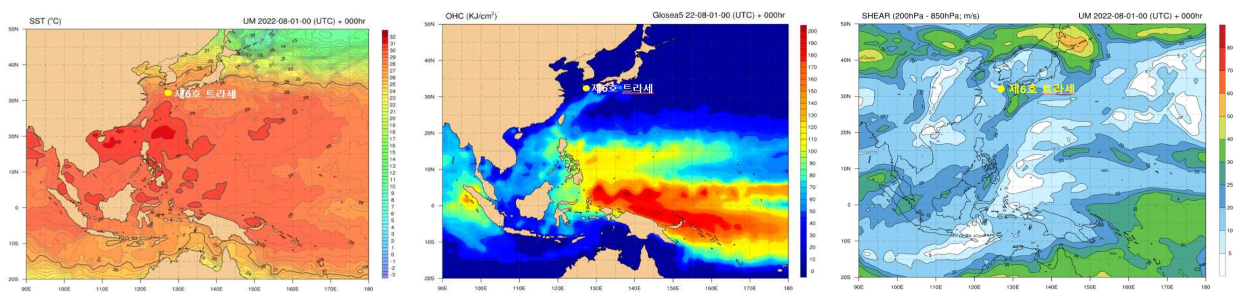


[그림 4.10] 제6호 태풍 트라세에 의한 (a)누적강수량, (b)일최대순간풍속

4) 약화기

○ 8월 1일 해양조건(해수면온도 28℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 미만)과 대기조건(연직시어 10m/ 이하)은 약화되었음(그림 4.11)

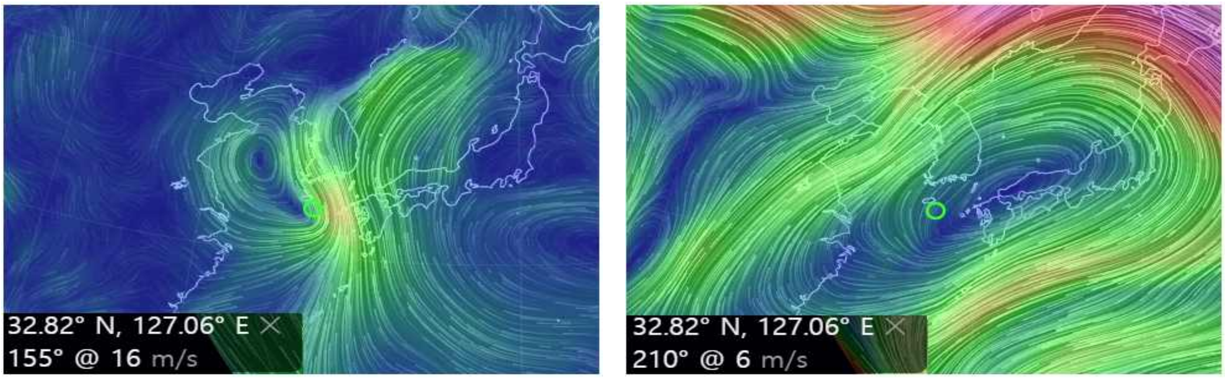
(a) (b) (c)



[그림 4.11] 제6호 태풍 트라세 약화기(8.1. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)200-850 hPa 연직시어

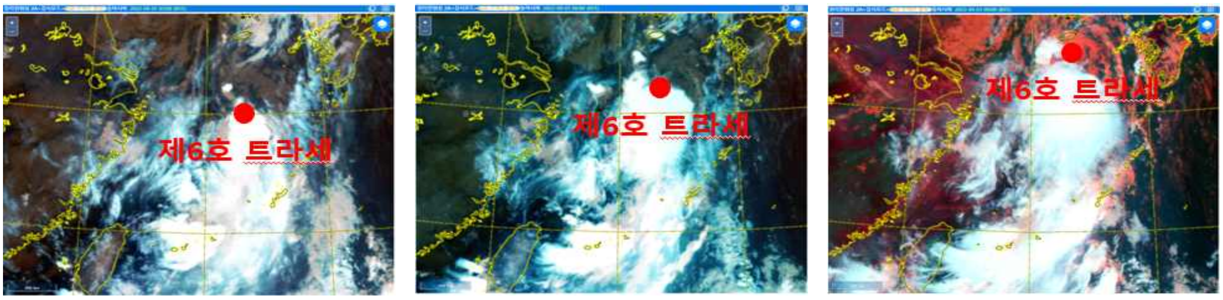
○ 그러나, 하층(850~925 hPa)은 우리나라 서해상에 위치한 제12호 열대저압부(태풍 송다에서 약화)와의 상호작용과 동쪽 아열대고기압의 사이에서 빠르게 북진하였고, 상층(200 hPa)은 상층 고기압의 영향으로 느리게 이동하면서 상하층의 분리가 일어났음(그림 4.12, 그림 4.13)

(a) (b)



[그림 4.12] 제6호 태풍 트라세 약화기(8.1. 09시) (a)925hPa 유선, (b)200hPa 유선

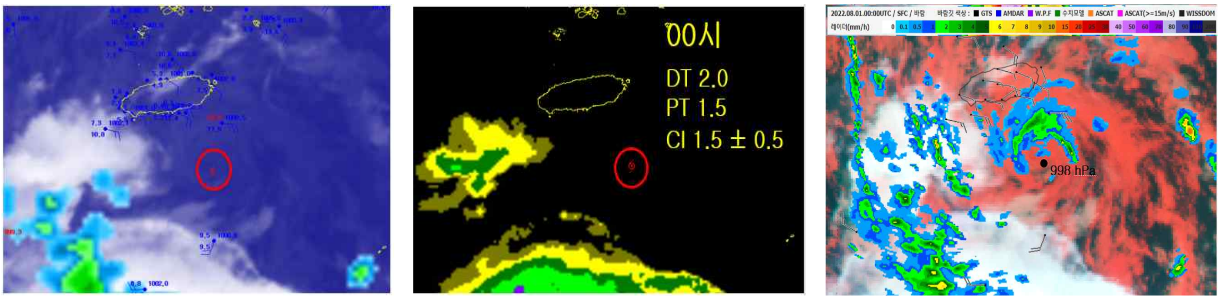
(a) 8.1. 3시 (b) 8.1. 6시 (c) 8.1. 9시



[그림 4.13] 제6호 태풍 트라세의 상하층 분리 천리안위성(GK2A)

○ 이후, 태풍 중심 부근의 대류운 약화, DG역(−30℃ 대류운) 소멸, 15 m/s 이상의 강풍역이 관측되지 않아 제13호 열대저압부로 약화되었음(그림 4.14)

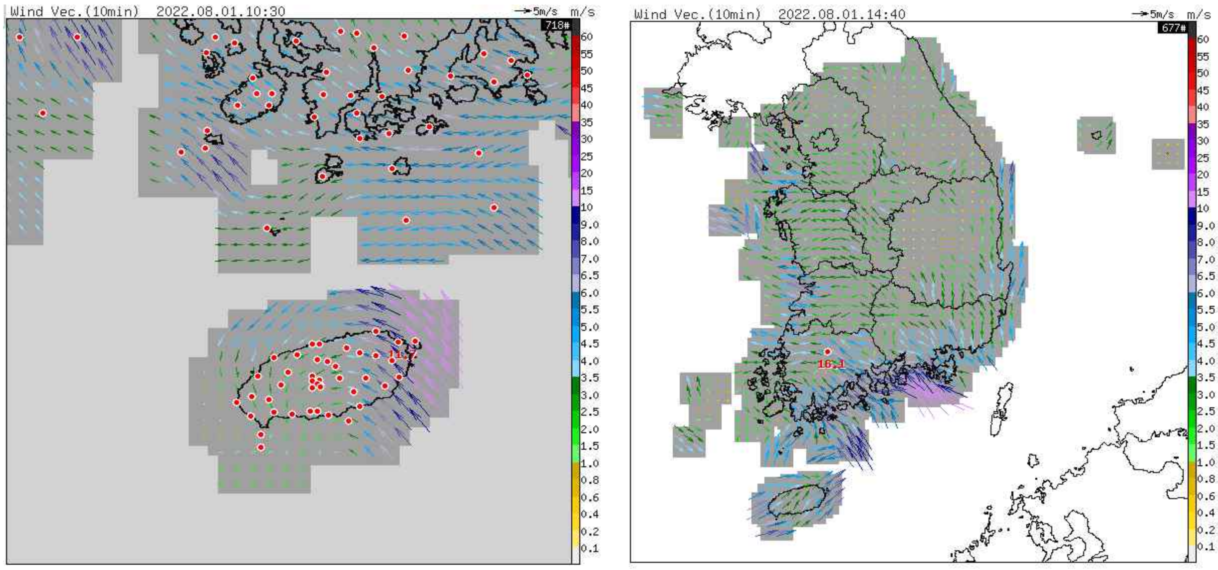
(a) 8.1. 6시 (b) 8.1. 6시 (c) 8.1. 9시



[그림 4.14] 제6호 태풍 트라세의 상하층 분리 (a)적외영상, (b)대류운, (c)위성+레이더

○ 8월 1일 9시경 태풍에서 약화된 제13호 열대저압부는 10시 30분 제주도에 상륙, 14시 40분 목포 남서쪽(진도)에 위치하였음(그림 4.15)

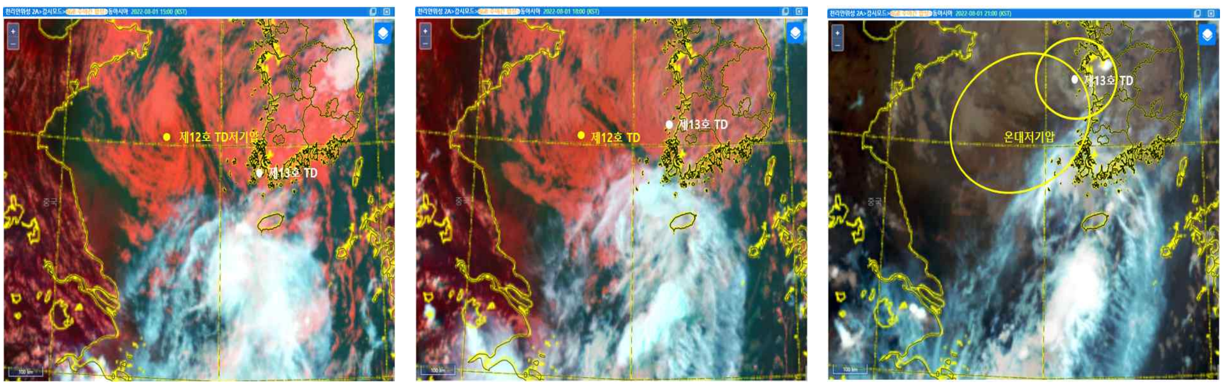
(a) (b)



[그림 4.15] 제13호 열대저압부에 의한 AWS 바람벡터 (a)제주도(8.1. 10:30), (b)진도(8.1. 14:40)

○ 열대저압부는 8월 1일 15시 이후 북진하면서 서해상에 위치한 온대저기압(제5호 태풍 송다에서 약화→제12호 열대저압부→온대저기압)과 상호작용으로 합류한 뒤 소멸되었음(그림 4.16)

(a) 8.1. 15시 (b) 8.1. 18시 (c) 8.1. 21시



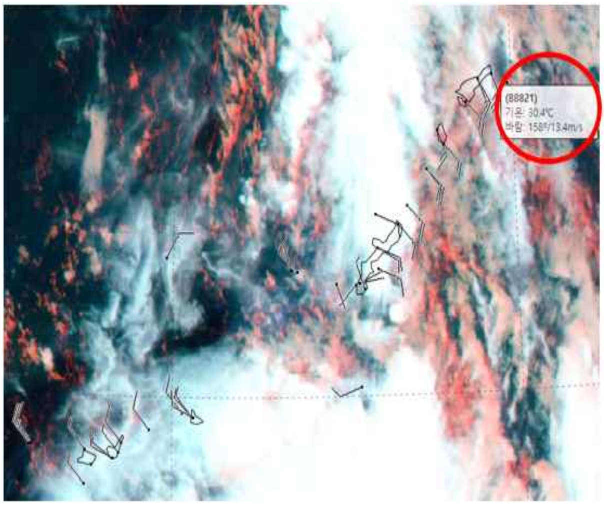
[그림 4.16] 제13호 열대저압부의 온대저기압 합류 과정 천리안위성(GK2A)

5) 특이사항

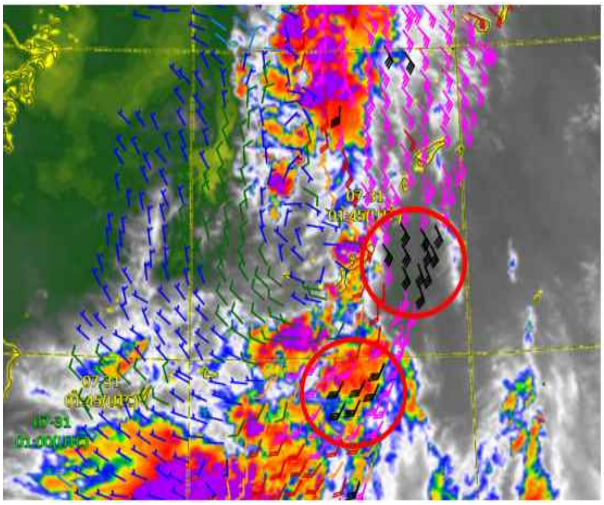
○ 제6호 태풍 트라세의 발생 및 선언 시점(7월 31일 12시)에 한국(KMA)은 중심최대풍속 15 m/s의 열대저압부, 미국(JTWC)은 14 m/s 미만의 열대저압부로 분석하였음(그림 4.17, 그림 4.18)

○ 그러나, 일본(RSMC)에서는 몬순자이어에서 발생한 태풍을 몬순자이어를 포함한 영역의 풍속을 고려하여 중심최대풍속 17m/s 이상의 태풍으로 선언하였음(그림 4.19)

(a) 7.31. 12시

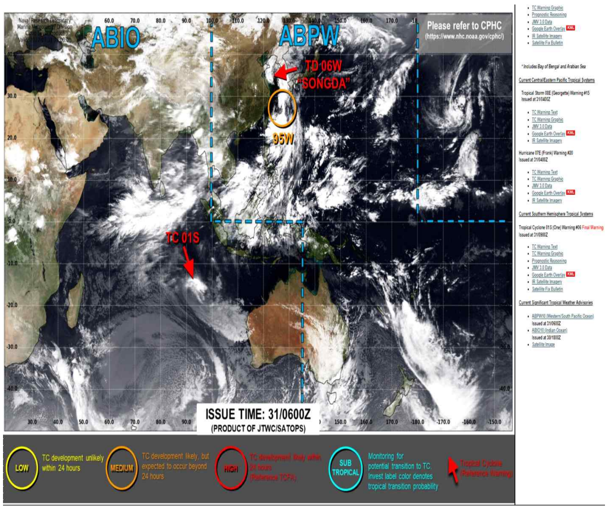


(b) 7.31. 10~11시

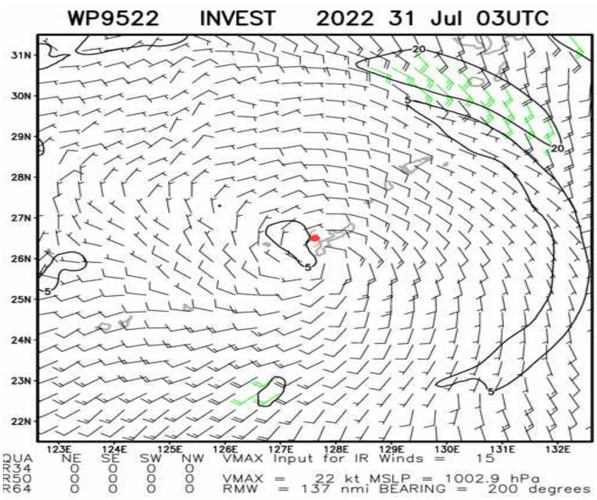


[그림 4.17] 한국(KMA)의 제6호 태풍 트라세 선언 시점 (a)GTS 전문과 위성, (b)위성해상풍

(a)

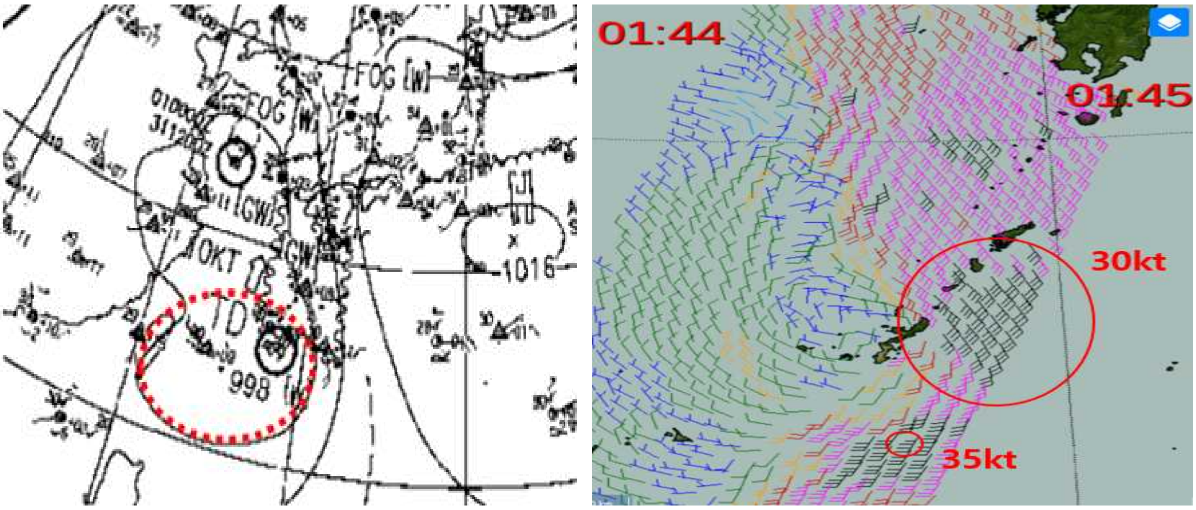


(b)



[그림 4.18] 미국(JTWC)의 제6호 태풍 트라세 선언 시점 (a)JTWC 분석, (b)위성해상풍(실황+모델)

(a) (b)



[그림 4.19] 일본(RSMC)의 제6호 태풍 트라세 선언 시점 (a)바람 분석 영역, (b)위성해상풍

다. 태풍 관련 관측값

[표 4.2] 제6호 태풍 트라세 영향기간(8.1.) 자동기상관측장비(AWS) 관측값

○ **일최대순간풍속** (단위: m/s)

순위	8.1.	
	지점	값
1	백록담(U)	34.5
2	삼각봉	32.9
3	설천봉	24.8
4	윗세오름	24.4
5	설악산	23.5
6	사제비	22.9
7	간여암	22.8
8	무등산	22.7
9	매물도	21.8
10	말도	20.6

○ **일강수량** (단위: mm)

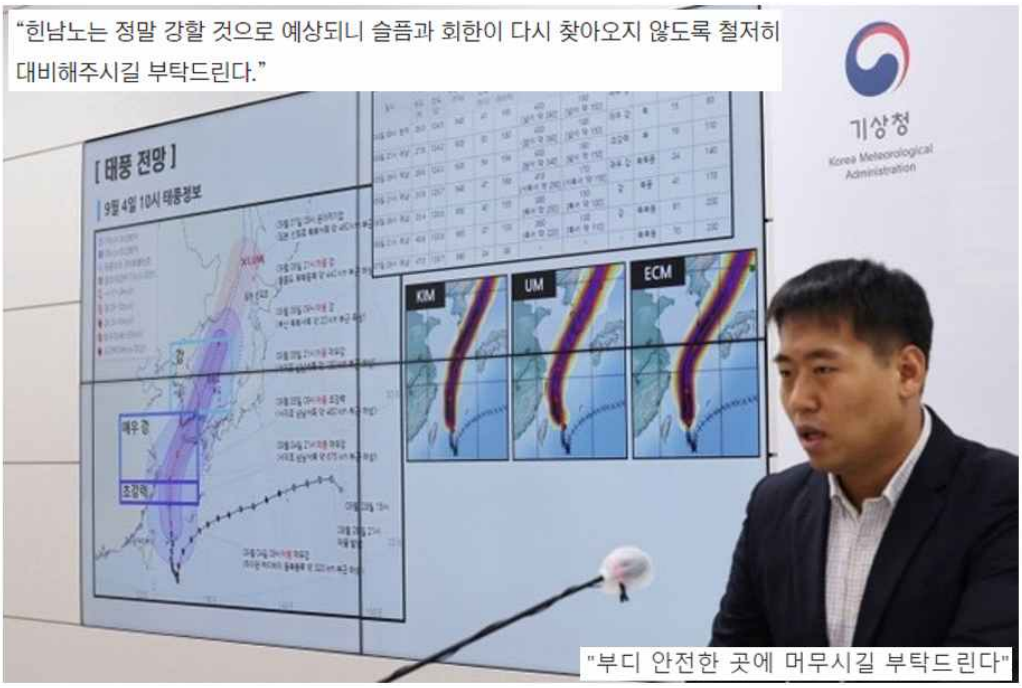
순위	8.1.	
	지점	값
1	삼각봉	143.5
2	윗세오름	107.5
3	지리산	107.0
4	홍북	104.5
5	보령	103.5
6	영실	103.0
7	사제비	101.5
8	홍성	100.8
9	성삼재	97.5
10	서산	93.9

4. 제11호 태풍 힌남노(HINNAMNOR)

[들어서며] 2022년 9월 4일 기상청 재해기상대응팀 이○○ 사무관이 숙연하게 국민들에게 “부디 안전한 곳에 머무시길 부탁드린다”며 경고가 아닌 부탁을 드리고 있다(그림 5.1). ‘국가적 차원의 총력 대응’, 태풍 힌남노가 북상하면서 모든 언론기관에서 긴급 재난방송으로 24시간 힌남노의 상황을 실시간 중계하며 국민들에게 삼가야 할 행동들을 반복적으로 강조했다.

9월 6일 새벽, 제11호 태풍 힌남노는 거제를 거쳐 부산으로 이동한 후 울산으로 빠져나가고 있었다. 그러나 한반도에 접근하면서 본래 지니고 있던 강수가 주위 대기 환경에 의해 급격히 활성화되면서 포항지역에 폭우를 퍼부었으며, 폭우에 기인한 하천 범람이 지하주차장 침수로 이어졌고 결국 그곳에 계신 분들이 다시 돌아오지 못하는 피해를 입었다.

기상청이 선봉에 서서 국가가 일사분란하게 적절히 대응하였지만 대규모 자연현상은 결국 피해를 주었고, 태풍전담기관으로서 이러한 기상현상으로부터 우리 국민들을 지켜야 한다는 다짐을 다시 한번 하게 되었다.



[그림 5.1] 국가대응시스템을 주도하고 국민에게 안전을 부탁드리는 재해기상대응팀 이○○ 사무관

가. 개요

○ 우리나라 남동부 지역에 많은 피해를 입힌 제11호 태풍 힌남노(HINNAMNOR)는 일반적인 태풍의 진로와 발달과정을 벗어나서 이례적인 경로와 다양한 강도 메커니즘을 보여주었음

○ 태풍 힌남노는 2022년 8월 28일 21시경 일본 도쿄 남동쪽 1,280km 부근 해상에서 제22호 열대저압부로부터 발생하였음

○ 태풍으로 발달한 이후 북쪽으로 열에너지를 수송하는 일반적인 태풍의 진로와는 달리 남쪽으로 이동하였고, 9월 1일부터 이틀간 일본 오키나와 남쪽 해상에서 정체한 후 3일부터 북쪽으로 이동하기 시작하였음. 9월 5일 제주도 남서쪽 해상에서 중위도 시스템에 이끌리며 속도가 빨라졌고, 6일 4시 50분에 거제 동쪽에 상륙하였음

○ 태풍은 한반도 남동부 내륙에서 2시간 20분가량 머물고 9월 6일 7시 10분 울산 앞바다로 빠져나가며 많은 피해를 주었고, 21시 연해주 부근에서 태풍 발생 후 9일 만에 온대저기압으로 변질되었음

○ 비교적 긴 9일 동안 수명이 유지되면서 태풍 힌남노의 이동과 발달과정에 다양한 메커니즘들이 나타났음. 특히, 이동과 관련한 주요 메커니즘에 따라 4단계로 구분할 수 있고, 각 단계별로 진로와 강도에 관여하는 주요 요소들로 특정할 수 있음(그림 5.2)

- 1단계(8.28. 21시 ~ 9.1. 15시)
  - · 태풍의 북쪽에서 확장하는 아열대고기압의 남쪽에서 서~서남서진(진로 메커니즘: MAG)
  - · 급격한 발달과 눈벽대체과정이 나타남(강도 메커니즘: RI & ERC)
- 2단계(9.1. 15시 ~ 9.3. 9시)
  - · 아열대고기압 사이에서 정체하며 제23호 열대저압부와 직접 상호작용(진로 메커니즘: Stationary & DCI)
  - · 연직시어와 해수 용승 작용 경험(강도 메커니즘: RVS & 용승)

– 3단계(9.3. 9시 ~ 9.5. 9시)

· 베타자이어와 아열대고기압의 연합에 의한 북상(진로 메커니즘: RMT)

· 몬순류 지원에 의한 재발달(강도 메커니즘: 발산 & 몬순류)

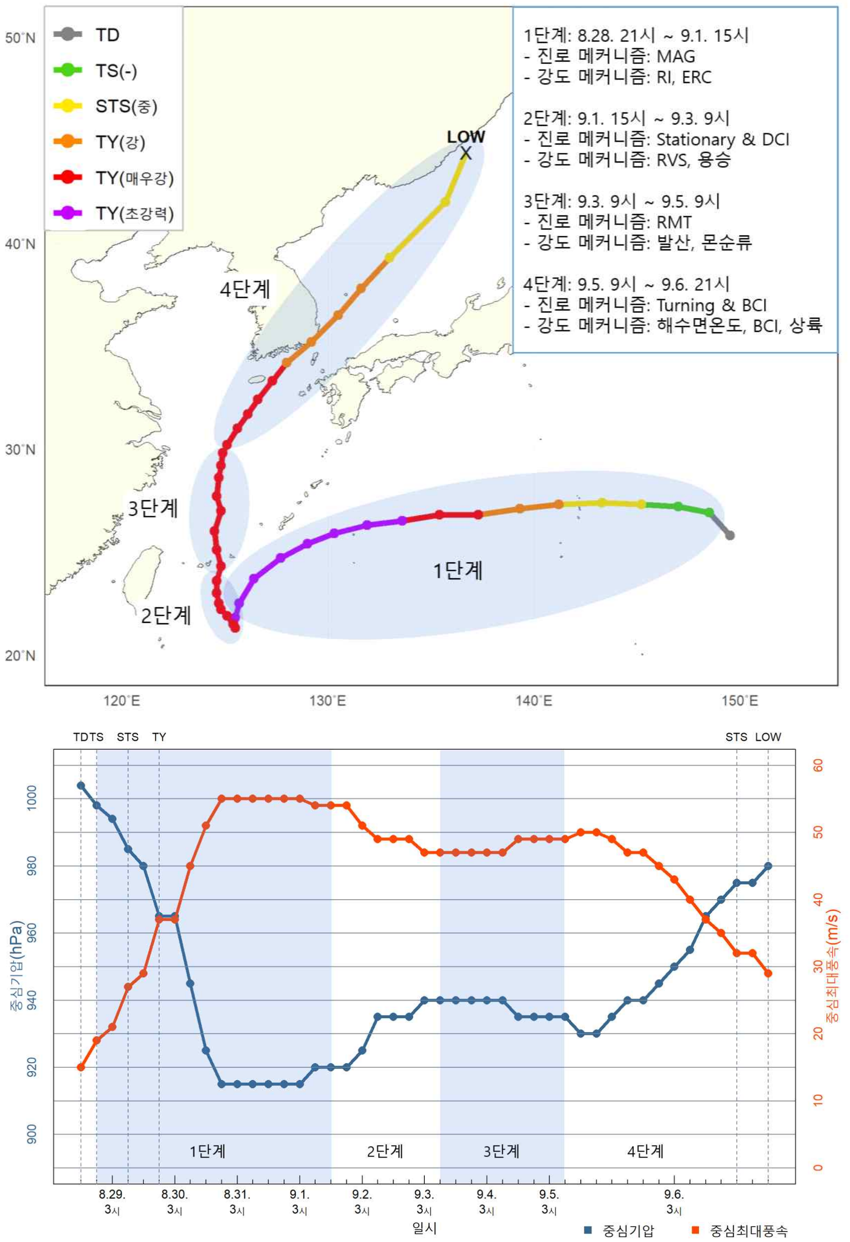
– 4단계(9.5. 9시 ~ 9.6. 21시)

· 상층골의 접근으로 전향 후 한반도에 상륙하며 해일·강풍·호우 영향 (진로 메커니즘: 전향, 상륙)

· 중위도 시스템과 상호작용 및 상륙(강도 메커니즘: 해수면온도 경도 & 지형효과)

(a)

(b)



[그림 5.2] 제11호 태풍 난마돌의 (a)경로도, (b)강도시계열

[표 5.1] 제11호 태풍 힌남노 분석표

구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TD	8.28. 15	25.8	149.5	1004	15	-	-	-	북북서	27
TS	8.28. 21	26.9	148.5	998	19	220	-	-	북북서	32
TS	8.29. 03	27.2	147.0	994	21	220	-	-	서북서	27
STS	8.29. 09	27.3	145.2	985	27	230	80	중	서	33
STS	8.29. 15	27.4	143.3	980	29	260	80	중	서	37
TY	8.29. 21	27.3	141.2	965	37	280	90	강	서	38
TY	8.30. 03	27.1	139.3	965	37	300	90	강	서	39
TY	8.30. 09	26.8	137.3	945	45	300	100	매우강	서	32
TY	8.30. 15	26.8	135.4	925	51	300	120	매우강	서	33
TY	8.30. 21	26.5	133.6	915	55	300	130	초강력	서남서	29
TY	8.31. 03	26.3	131.9	915	55	230	120	초강력	서	26
TY	8.31. 09	25.9	130.3	915	55	240	120	초강력	서남서	27
TY	8.31. 15	25.4	129.0	915	55	250	130	초강력	서남서	21
TY	8.31. 21	24.7	127.7	915	55	250	130	초강력	남서	25
TY	9.1. 03	23.7	126.4	915	55	280	150	초강력	남서	27
TY	9.1. 09	22.5	125.7	920	54	300	160	초강력	남	18
TY	9.1. 15	21.8	125.5	920	54	300	160	초강력	남남서	11
TY	9.1. 21	21.3	125.5	920	54	320	170	초강력	남	7
TY	9.2. 03	21.3	125.5	925	51	320	170	매우강	북	4
TY	9.2. 09	21.5	125.4	935	49	340	180	매우강	북북서	2
TY	9.2. 15	21.9	125.1	935	49	360	180	매우강	북서	5
TY	9.2. 21	22.2	124.8	935	49	360	180	매우강	북서	5
TY	9.3. 03	22.5	124.7	940	47	400	180	매우강	북	7
TY	9.3. 09	23.0	124.6	940	47	410	180	매우강	북북서	8
TY	9.3. 15	23.6	124.6	940	47	420	180	매우강	북	11

[표 5.1] 제11호 태풍 힌남노 분석표

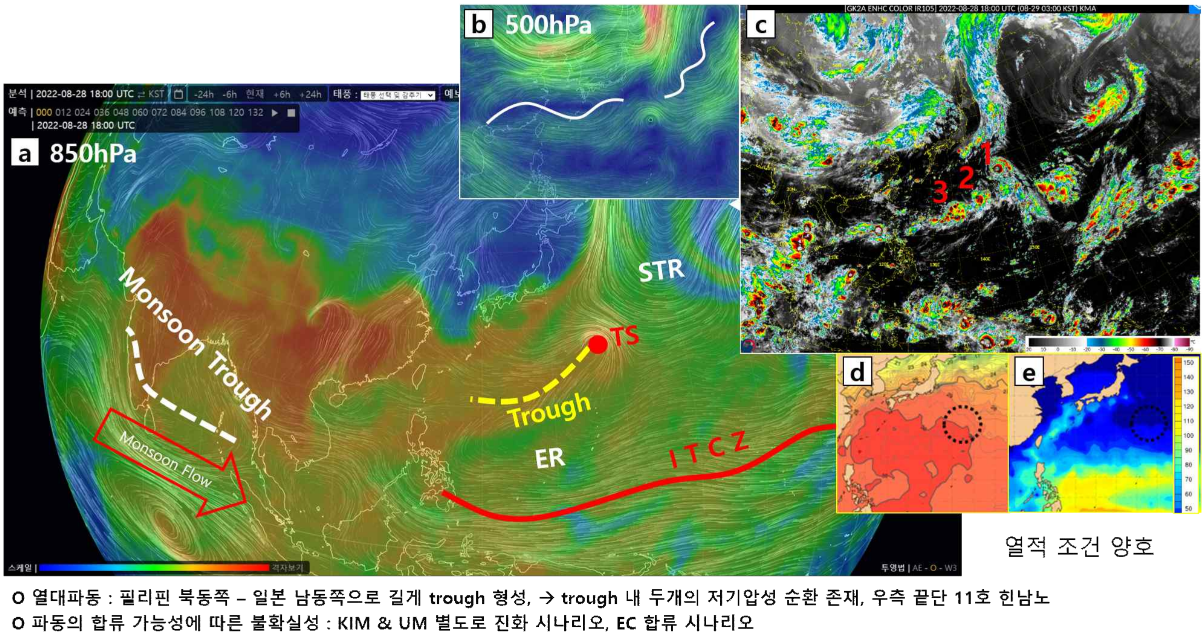
구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TY	9.3. 21	24.3	124.8	940	47	430	180	매우강	북	11
TY	9.4. 03	25.1	124.6	940	47	430	180	매우강	북북서	11
TY	9.4. 09	26.0	124.5	940	47	430	180	매우강	북	18
TY	9.4. 15	27.0	124.8	935	49	430	180	매우강	북북동	26
TY	9.4. 21	27.7	124.6	935	49	430	180	매우강	북북동	12
TY	9.5. 03	28.6	124.7	935	49	430	180	매우강	북북동	22
TY	9.5. 06	29.2	124.8	935	49	430	180	매우강	북	21
TY	9.5. 09	29.8	124.9	930	50	430	180	매우강	북	24
TY	9.5. 12	30.2	125.1	930	50	430	180	매우강	북북동	17
TY	9.5. 15	31.0	125.6	935	49	430	180	매우강	북북동	33
TY	9.5. 18	31.7	126.1	940	47	430	180	매우강	북북동	30
TY	9.5. 21	32.4	126.6	940	47	420	170	매우강	북북동	30
TY	9.6. 00	33.3	127.3	945	45	410	170	매우강	북북동	41
TY	9.6. 03	34.2	128.0	950	43	400	180	강	북북동	39
TY	9.6. 06	35.2	129.2	955	40	400	170	강	북동	52
TY	9.6. 09	36.5	130.5	965	37	390	170	강	북동	62
TY	9.6. 12	37.8	131.6	970	35	370	150	강	북북동	59
STS	9.6. 15	39.3	133.0	975	32	280	120	중	북동	72
STS	9.6. 18	42.0	135.7	975	32	280	120	중	북동	98
LOW	9.6. 21	44.4	136.7	980	29	-	-	-	북북동	94

나. 태풍 특성 분석

1단계 - 'MAG process' (급격한 발달(RI) & 눈벽대체과정)

1) 발생기: 태풍이 발생하고 남쪽으로 이동하는 시기

○ 태풍 힌남노가 발생한 초기의 종관상황(8.29. 3시)을 살펴보면, 필리핀 북동쪽에서부터 일본 남동쪽까지 길게 기압골이 형성되고, 기압골 내에서 저기압성 순환을 동반한 다수의 파동들이 나타났음(그림 5.3)

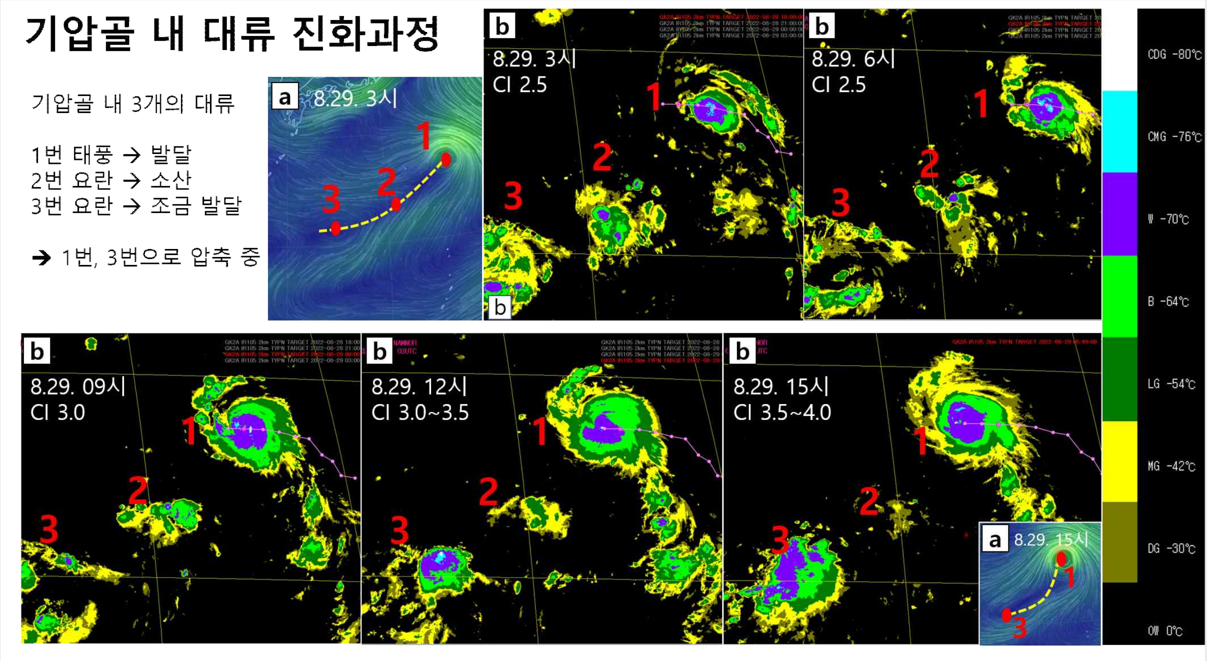


[그림 5.3] 제11호 태풍 힌남노(8.29. 3시) 종관환경 (a)850 hPa 유선&상당온위, (b)500 hPa 유선, (c)천리안위성 적외강조영상, (d)해수면온도, (e)해양열량

○ 파동들은 열대수렴대(ITCZ)에서 파생되어 서진하던 열대파동(Tropical waves)이었으며, 이동하면서 일렬로 위치하여 기압골을 형성하였고 마치 역으로 기울어진 몬순골(Reversed oriented monsoon trough) 형태로 진화했음

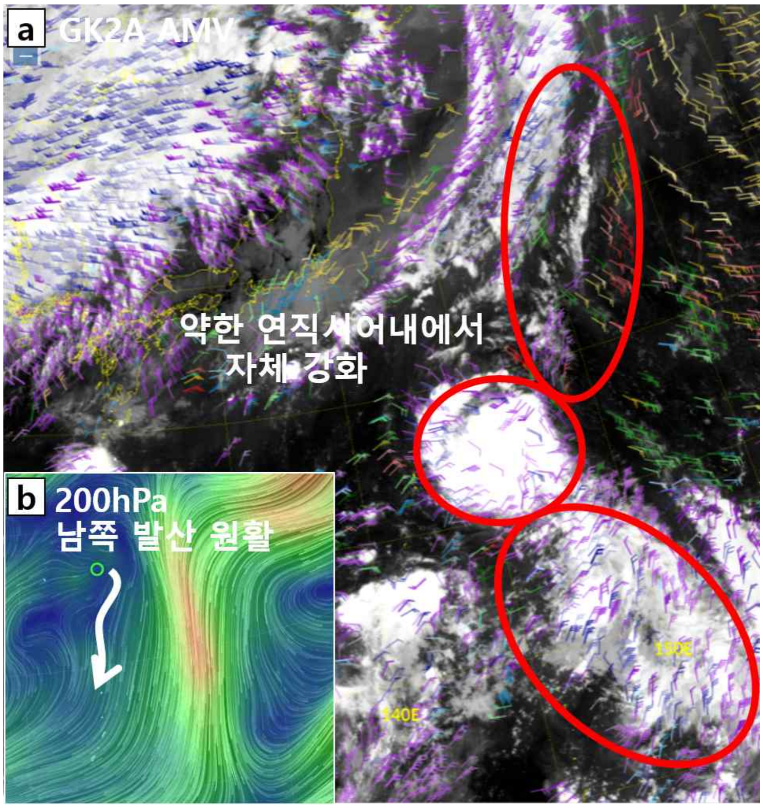
○ 이러한 환경에서는 기압골의 우측 가장자리에서 수렴이 강해지기 때문에 태풍이 순환을 주도하여 근접한 열대 파동을 병합하면서 발달할 가능성이 높음. 따라서, 파동들이 하나의 기압골에 위치해 있지만, 어떠한 파동이 순환의 주도권을 가지는지 역학적으로 분석이 가능함

○ 기압골 내 3개의 파동과 그에 동반된 대류가 존재하고 있음. 8월 29일 3시에서 15시까지 태풍 힌남노(1번)가 2번 대류를 소산시키며 저기압성 순환과 대류를 강화시키고, 3번 대류는 아직 원거리에 있어 별도의 순환으로 진화하고 있음. 하지만, 3번 대류도 태풍과 가까워지며 결국 하나의 순환으로 합쳐짐(그림 5.4)



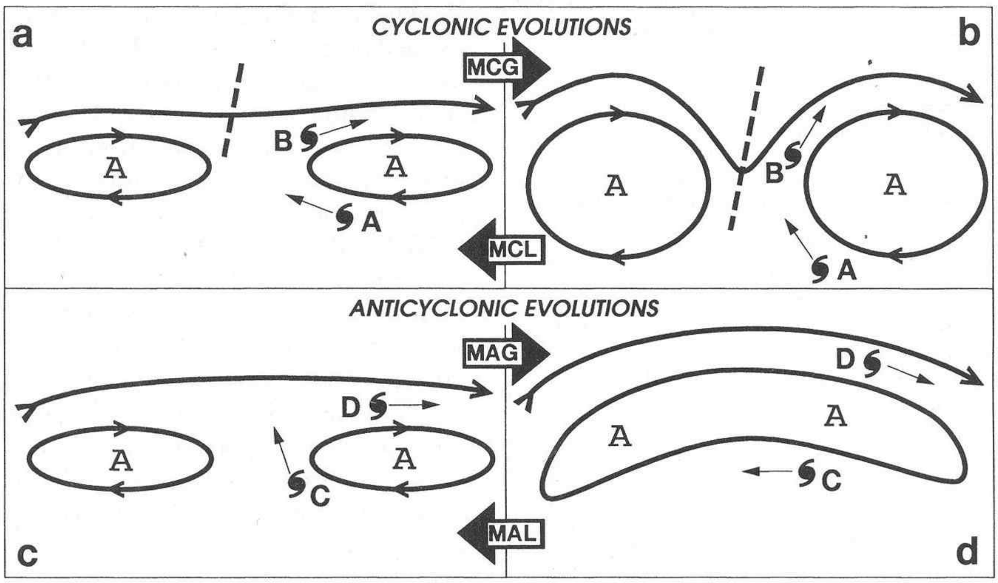
[그림 5.4] 제11호 태풍 힌남노(8.29.) 대류 진화과정 (a)925 hPa 유선도(3시, 15시), (b) 천리안위성 영하 30℃ 이하의 적외강조영상(3시 → 15시)

○ 대류 진화과정의 중간 시점(8.29. 9시)인 열적조건이 좋은 환경에서 약한 연직시어로 셀프피드백(self-feedback) 발산 구조가 형성되어 자체적으로 강화될 수 있었으며(그림 5.5a), 남동쪽 TUTT에 의한 남쪽 발산 유도가 태풍의 발달을 지원하였음(그림 5.5b)



[그림 5.5] 제11호 태풍 힌남노(8.29. 9시) (a)500 hPa, (b)대기운동벡터

1-1) 태풍의 이동 메커니즘

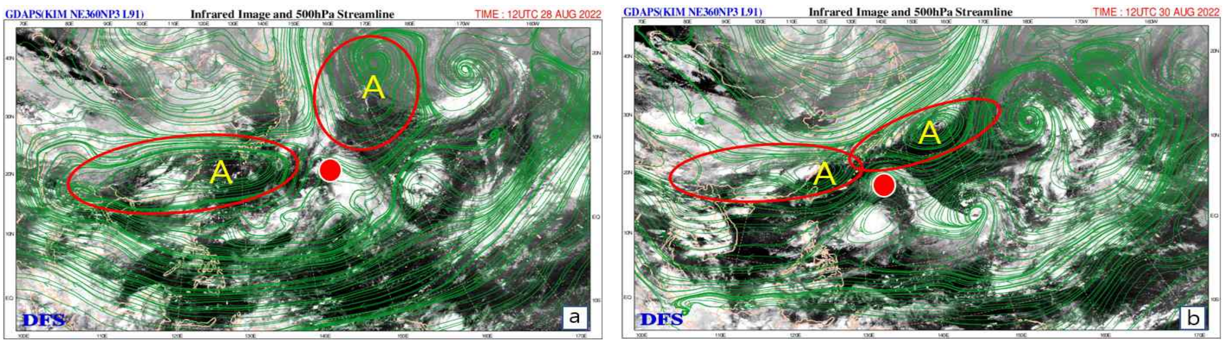


[그림 5.6] 고기압 진화과정 개념모델(Carr & Elsberry(2000): 고기압생성(MAG, Midlatitude anticyclogenesis). 아열대고기압 남서쪽에서 북서진하는 태풍(C)은 중위도 ridge의 지원으로 북쪽의 아열대고기압 세력이 강화되어 서쪽으로 진로를 바꿀 수도 있으며, 더한 경우 남서쪽으로 진로를 바꾸는 경우도 있음.

○ 태풍 힌남노는 비교적 높은 위도에서 발생하였으며(26.9°N 148.5°E), 발생 위치와 종관환경을 고려하였을 때 곧바로 중위도로 편입되어 경압대기와 상호작용하며 온대저기압으로 변질될 가능성이 있었음

○ 하지만, 태풍의 북쪽에 위치한 아열대고기압이 확장하면서 북상을 저지하였고 결국 서남서진하며 남쪽으로 이동하였음(그림 5.7)

(a) 8.28. 21시 (b) 8.30. 21시



[그림 5.7] 제11호 태풍 힌남노 적외영상 & 500 hPa 유선 & 적외영상

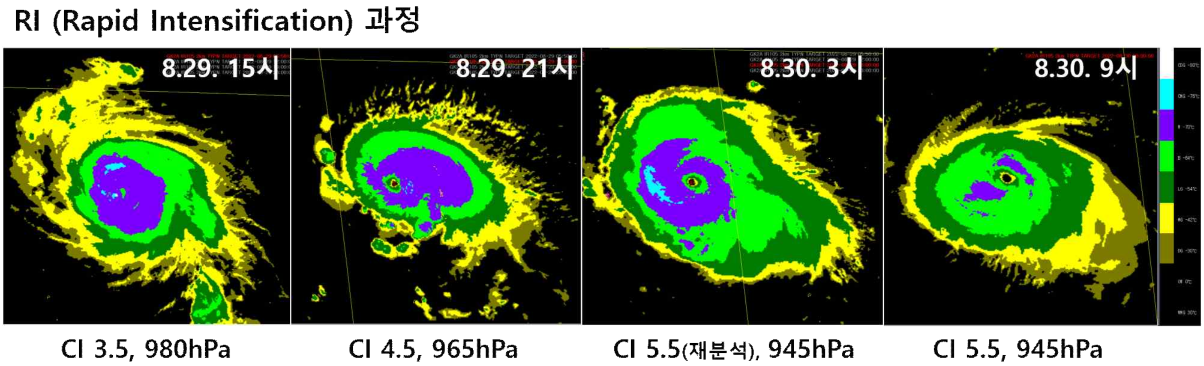
○ 발생 초기, 남쪽으로 이동한 원인은 북쪽에 위치한 아열대고기압의 진화과정이 태풍의 진로에 깊숙히 관여했기 때문이며, 주요 메커니즘은 고기압 확장(MAG)에 따른 태풍의 서진으로 분석할 수 있음

○ 태풍은 발생 시점에 안장부 형태의 환경에 놓여있었고 2일 후 북쪽의 고기압이 합쳐지며 태풍의 서진을 유도하였음(그림 5.7)

○ 고기압 생성과정의 개념모델과 차이점은, 아열대고기압이 합쳐지는 프로세스는 유사하지만, 기압능의 지원이 아니고 기압골이 빠져나가며 MAG가 진행된 부분임 (그림 5.6, 그림 5.7)

1-2) 태풍의 강도 메커니즘

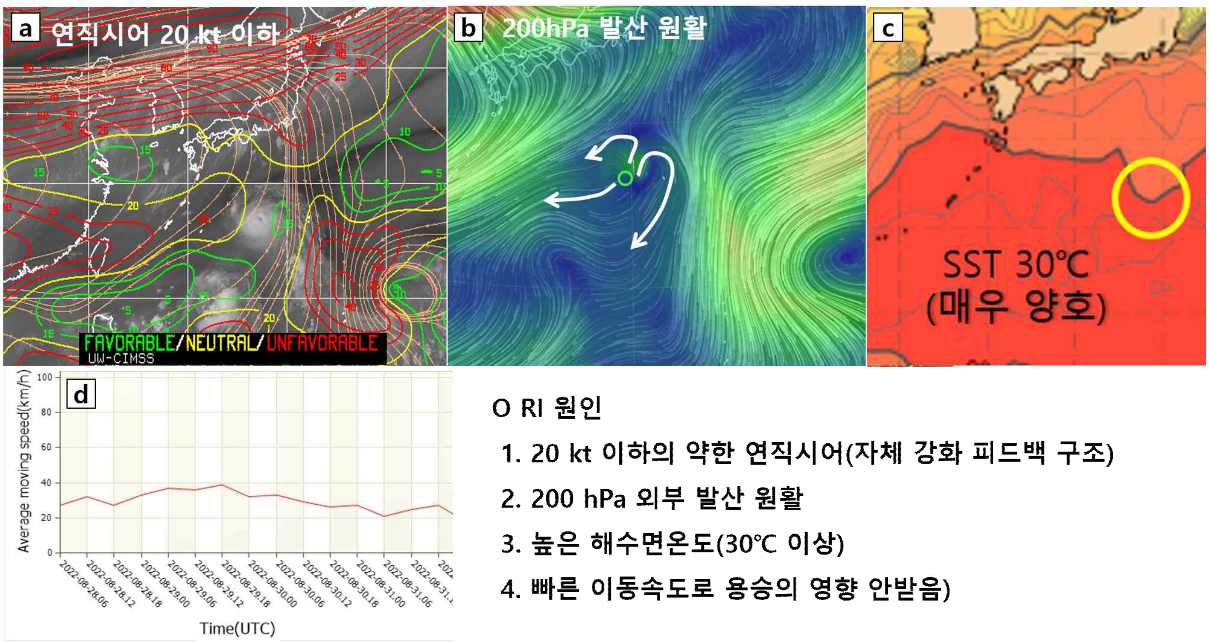
○ 태풍은 서진하면서 급격한 발달(RI) 과정을 보였음. 8월 29일 9시 CDO 패턴의 중심기압 985 hPa(27 m/s)에서 30일 9시 Eye 패턴의 945 hPa(45 m/s)까지 빠르게 발달하였는데, 이는 24시간 동안 40 hPa(34 kt) 발달을 보여 급격한 발달(RI) 기준(30 kt/24h)을 초과하였음(그림 5.8)



[그림 5.8] 제11호 태풍 힌남노의 급격한 발달(RI) 과정 천리안(GK2A) 적외 강조영상 (8.29. 15시~30일 9시)

○ 실황 분석 시 확보하지 못한 자료들을 보완하여 강도를 재분석한 결과 8월 30일 3시 태풍의 강도는 CI 5.5의 945 hPa로 분석되었음(그림 5.8)

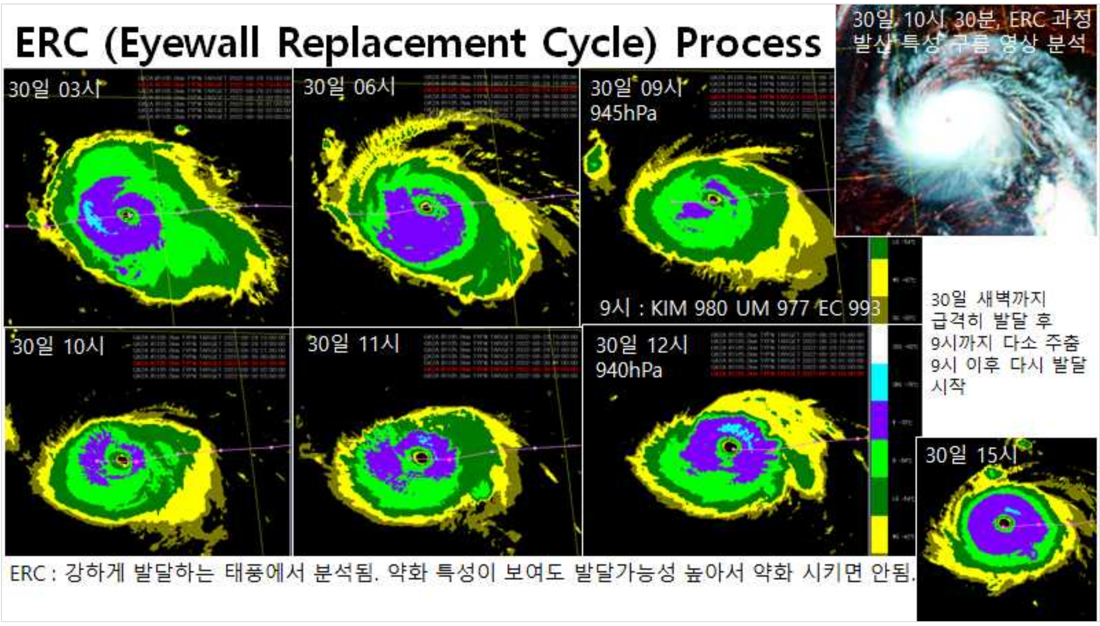
○ 급격한 발달의 원인은 약한 연직시어의 자체 강화 피드백 구조(그림 5.9a), 상층의 외부 발산 원활(그림 5.9b), 높은 해수면온도(30℃ 이상)의 열에너지 공급(그림 5.9c), 시속 35 km 내외의 빠른 이동속도로 해수 용승의 영향을 받지 않은 요인이 있음(그림 5.9d)



[그림 5.9] 제11호 태풍 힌남노 급격한 발달(RI) 원인(8.30. 9시) (a)연직시어, (b)200 hPa 유선도, (c)해수면온도, (d)이동속도(8.28. 15시~9.1. 3시)

○ 태풍 힌남노가 이동하면서 눈벽대체과정(ERC)이 나타났는데, 8월 30일 새벽 최상층 드보락 온도 계조는 White (−70℃ 이하, 보라색)이었다가 오전에 Black(−64℃ 이하, 연두색)으로 약해진 후 오후에 다시 White 계조로 발달하며 눈벽대체과정이 진행되었음(그림 5.10)

○ 눈벽대체과정은 강하게 발달하는 태풍에서 나타나며, 빠른 발달 추세 후 숨고르기 하듯이 약화 특성을 보이다가 양호한 발달환경 때문에 재발달함

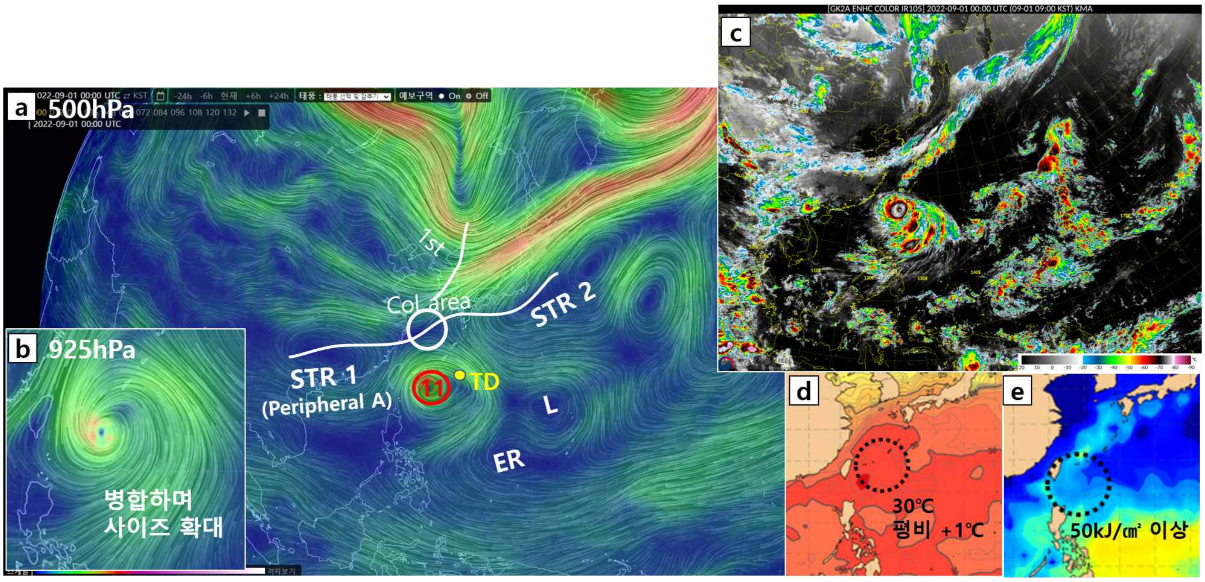


[그림 5.10] 제11호 태풍 힌남노 발달시 눈벽대체과정(ERC) 천리안(GK2A) 적외 강조 영상(8.30. 3시~15시)

2단계 - 'Stationary & DCI' (Shear & Upwelling)

2) 정체기: 태풍이 TD와 상호작용하며 정체하는 시기

○ 북쪽고기압의 영향으로 서~서남서~남서진하던 태풍은 9월 1일부터 정체하기 시작하였음. 이때, 북쪽 아열대고기압이 양분되었고(STR 1 & STR 2), 분리된 북서쪽 아열대고기압이 태풍의 남서진 진로를 일시적으로 주도하다가 태풍 남동쪽 적도고기압(ER)이 강화되면서 태풍 주변으로 고기압들이 에워싸며 정체하기 시작함(그림 5.11a)



O 11호 힌남노 : STR 양분, STR 1이 주변고기압으로 태풍 진로 주도 → ER이 강화되면서 점차 정체 가능성
→ SST, OHC 높은 지역에서 정체 : 용승에 의한 강도약화는 제한적, 경로 상 OHC 높아 전향 전까지 강도 유지하고 북상 가능성
O 23호 TD : 힌남노에 이끌리면서 북동쪽으로 합류 완료 중, 강도 약화 → 09시 aTD로 약화
O 1st Trough : 북위 30° 부근의 대상 고기압 양분 역할(태풍의 정체와 북상 통로 형성)

[그림 5.11] 제11호 태풍 힌남노 종관 환경(9.1. 9시) (a)500 hPa 유선도, (b)925 hPa 유선도, (c)천리안위성 적외강조영상, (d)해수면온도, (e)해양열량

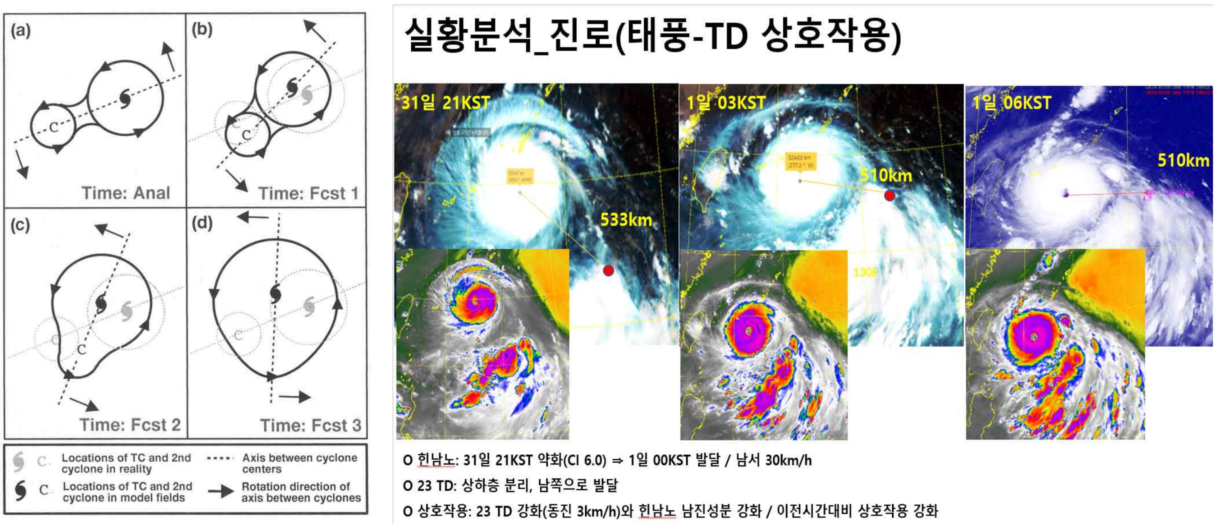
○ 태풍의 서쪽은 아열대고기압, 북동쪽은 아열대고기압, 남동쪽은 적도 고기압으로 태풍을 가둬놓는 환경이 되어 9월 3일까지 정체함

○ 또한, 제23호 열대저압부는 태풍 힌남노와 상호작용하며 반시계 방향으로 회전하다가 태풍의 북동쪽으로 병합되면서 태풍의 전반적인 순환 규모가 커졌고, 강풍반경은 250 km에서 430 km로 수평 규모가 확대되는 결과로 이어짐(그림 5.11 b)

○ 정체 초기에는 해수면온도와 해양열량의 열적조건이 양호하였지만, 정체가 다소 길어지면서 차가운 해수가 용승하여 강도가 약화됨(그림 5.11)

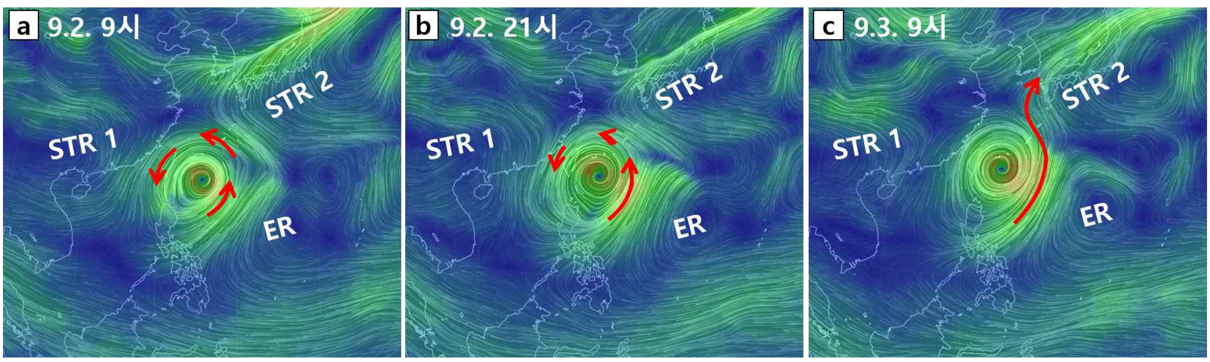
2-1) 태풍의 이동 메커니즘

(a) (b)



[그림 5.12] 태풍의 직접적인 상호작용(DCI, Direct Cyclone Interaction)(Carr & Elsberry(2000). (a)태풍의 상호작용 모식도, (b)태풍 힌남노와 열대저압부의 상호작용. 태풍이 인접한 저기압과 직접 상호작용을 할 때 발생하며 두 저기압의 회전에 관련이 있고, 태풍보다 훨씬 큰 하나의 거대한 순환으로 병합될 가능성이 있음. 태풍의 규모가 커질수록 회전을 지배하고, 반시계 방향으로 회전하며 저기압을 흡수하여 규모가 커짐(병합하지 않을 수도 있음)

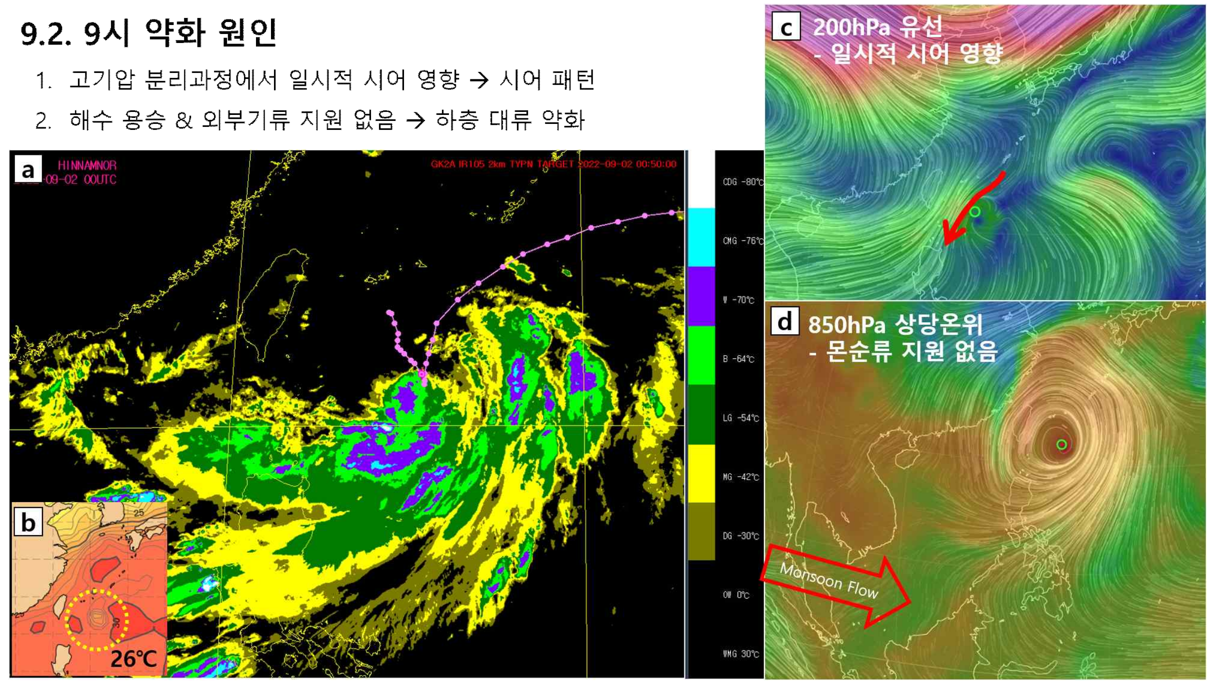
○ 태풍은 9월 1일부터 주변의 고기압들로 인해 정체하였고(그림 5.11a), 제한된 환경 내에서 태풍 힌남노와 열대저압부가 상호작용하였음. 태풍은 열대저압부의 영향을 거의 받지 않고 종관환경에서 정체하는 반면, 열대저기압은 커다란 순환을 하며 태풍과 병합됨(그림 5.12)



[그림 5.13] 제11호 태풍 힌남노 KIM 500 hPa 유선도

○ 태풍과 열대저기압이 병합된 순환은 9월 2일까지 고기압에 막혀 정체하였고, 2일 후반부터 태풍 남동쪽 베타자이어에 의한 적도고기압(ER)이 확대하여 북쪽으로 견인하는 세력이 우세해졌으며, 3일부터는 적도고기압과 아열대고기압의 연합세력이 태풍의 북진을 점차 가속시킴(그림 5.13)

2-2) 태풍의 강도 메커니즘

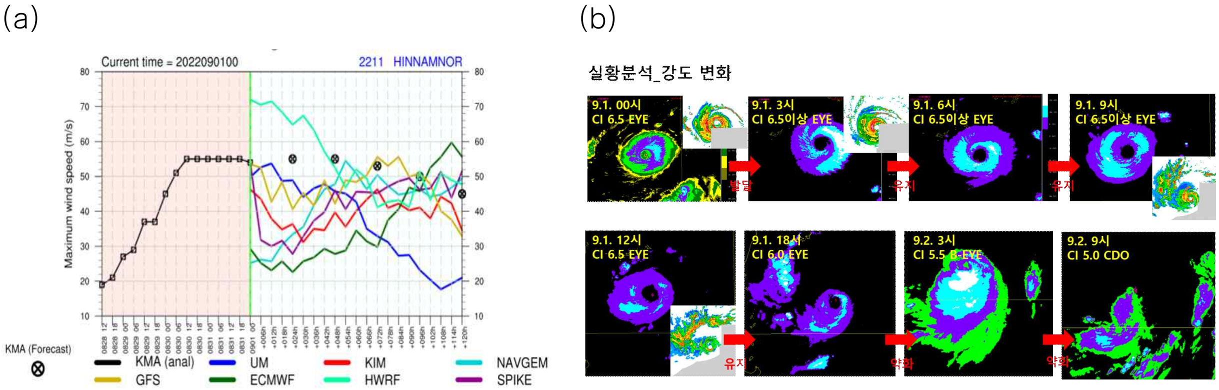


[그림 5.14] 제11호 태풍 힌남노(9.2. 9시) 약화 요소 (a)천리안 적외강조영상, (b)해수면온도, (c)200 hPa 유선도, (d)850 hPa 유선도

○ 정체기간에 열대저압부와 상호작용하던 태풍의 북쪽에서는 아열대고기압이 양분되어 태풍은 연직시어(RVS, Response to Vertical Wind Shear)로 인해 시어패턴으로 변화됨(그림 5.14)

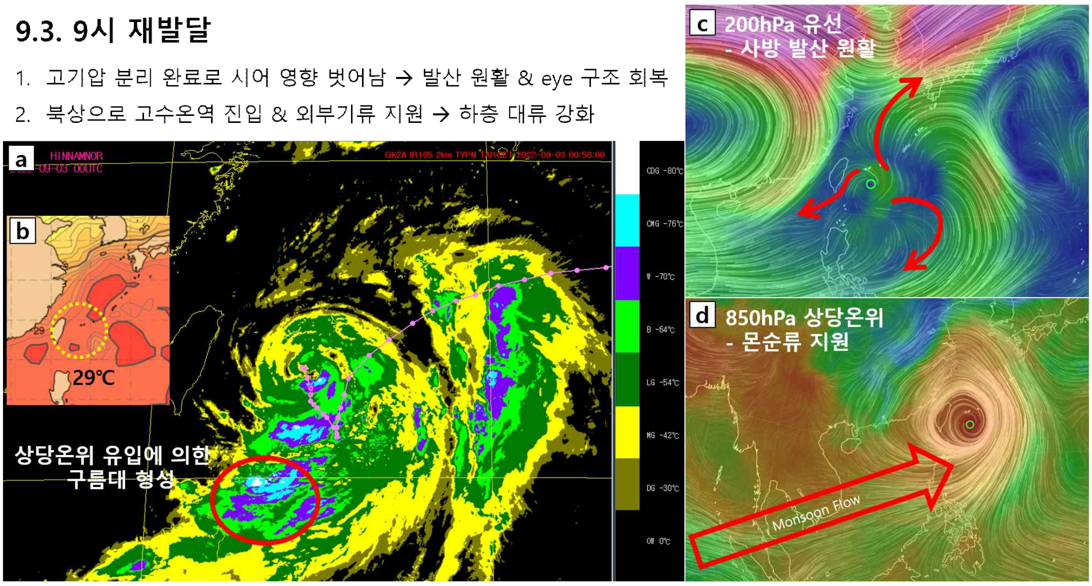
○ 폐곡된 순환에서 외부 몬순 기류의 지원이 없이 에너지를 충당하던 태풍은 차가운 해수가 용승(Upwelling)하며 하층 대류가 약화됨(그림 5.14)

○ 수치모델에서 이러한 환경(시어패턴, 해수 용승작용)에 따라, 태풍이 정체하며 약화 후 재발달을 모의하였고, 드보락계조 실황분석에서도 Eye 패턴에서 강도가 약해지며 Shear 패턴으로 변화하는 과정이 비교적 명확히 나타남(그림 5.15)



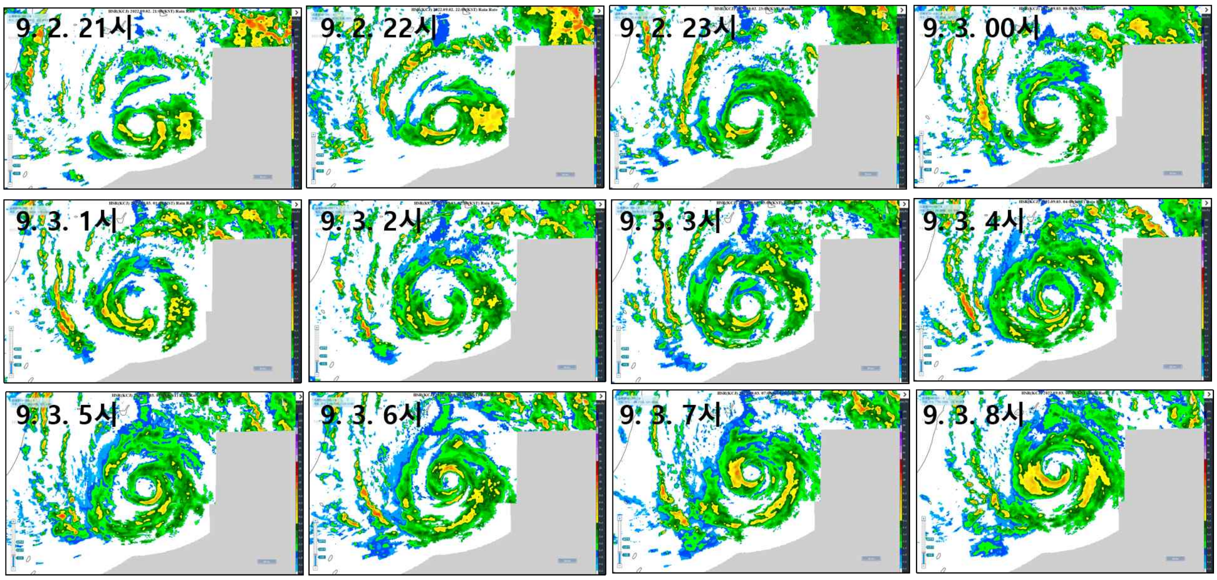
[그림 5.15] 제11호 태풍 힌남노 (a)수치모델 강도 가이던스(9.1. 9시), (b)정체기간 드보락 계조 변화 경향(9.1. 00시~9.2. 9시)

○ 9월 2일 일시적인 연직시어와 용승으로 인해 약해졌던 태풍은 3일에 북상하며 차가운 해수 용승지역에서 벗어나고 고상당온위의 몬순류 지원으로 습윤에너지가 축적되었으며 상층 시어역에서 벗어나 원활한 발산환경에 위치하여 대류가 재발달하였음(그림 5.16)



[그림 5.16] 제11호 태풍 힌남노(9.2. 9시) 약화 요소 (a)천리안 적외강조영상, (b)해수면온도, (c)200 hPa 유선도, (d)850 hPa 유선도

○ 주변 환경이 양호해짐에 따라 9월 2일 후반부터 태풍에 동반된 대류가 발달하였고, 이 과정에서 눈벽대체과정이 다시 나타남(그림 5.17)



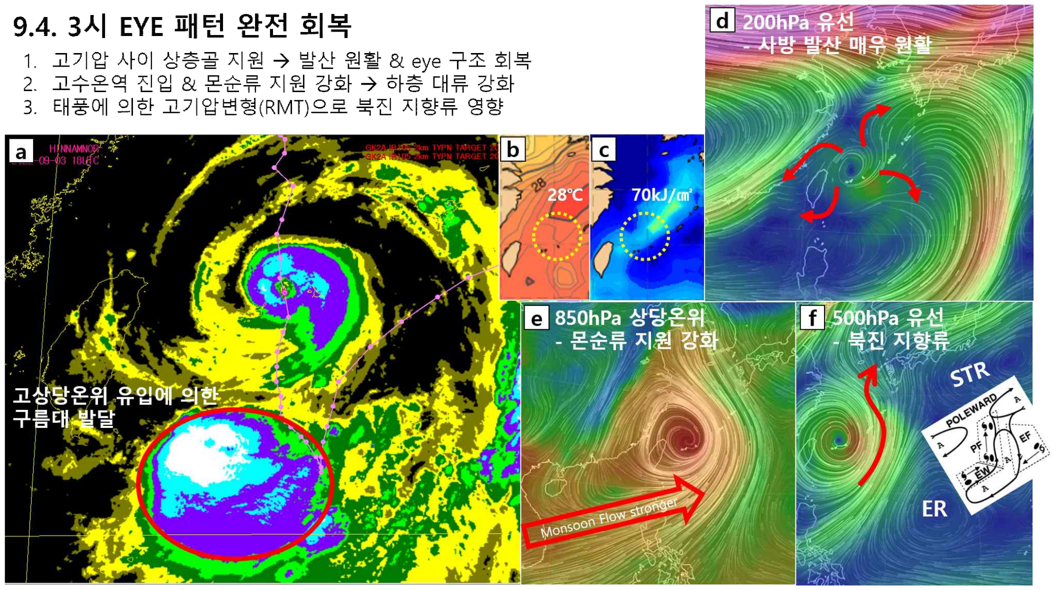
[그림 5.17] 제11호 태풍 힌남노 한중일 합성 레이더(9.2. 21시~9.3. 8시)

3단계 - 'RMT' (Reintensification & 세차효과)

3) 북상기: 태풍이 북상하며 재발달하는 시기

○ 태풍은 9월 3일 후반부터 10 km/h 이상의 속도로 북상하기 시작하였는데, 베타자이어에 의한 적도고기압(ER)이 발달하면서 태풍의 북상을 견인하였음. 이는 종관환경에서 P패턴(고기압 형태)의 북쪽흐름(PF) 지역에서 북상하는 개념모델과 유사한 종관환경을 보임(그림 5.18)

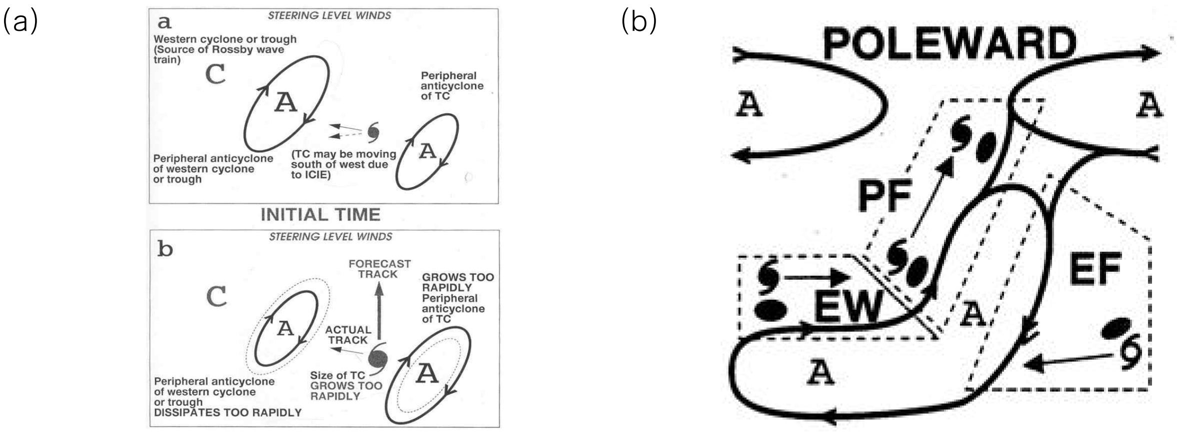
○ 태풍의 북쪽 아열대고기압이 양분되어 연직시어 영향에서 벗어나면서 상층 발산이 매우 원활하였고, 북상하면서 해수 용승 지역에서 벗어나 고수온역에 다시 진입하고, 고상당온위 몬순기류가 지원되며 열적으로도 발달 조건이 형성되어 태풍이 눈을 분석할 수 있을 정도로 발달함(그림 5.18)



[그림 5.18] 제11호 태풍 힌남노(9.4. 3시) 종관 환경 (a)천리안위성 적외강조영상, (b)해수면온도, (c)해양열량, (d)200 hPa 유선도, (e)850 hPa 유선도, (f)500hPa 유선도

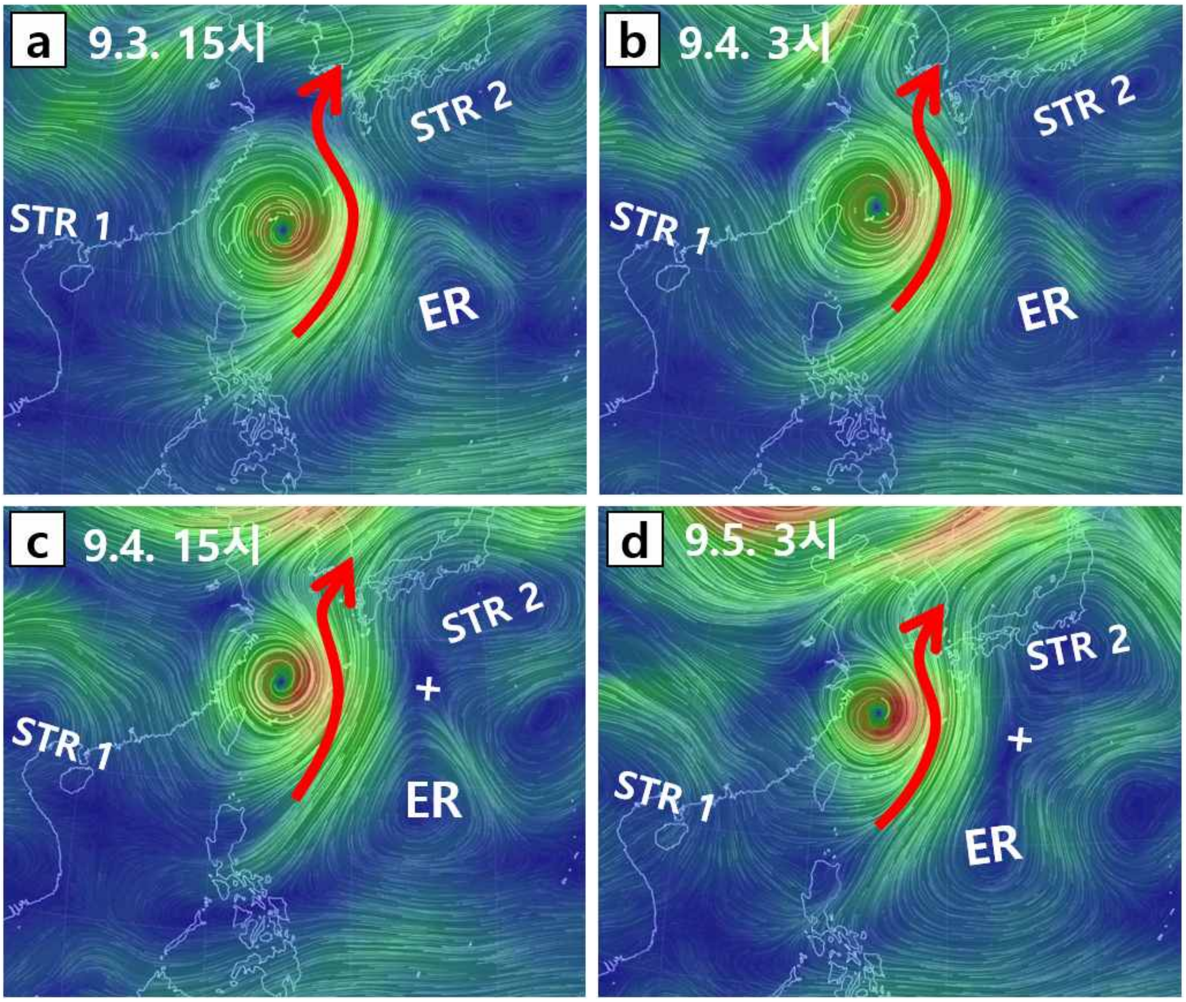
○ 특히, 몬순류에 의해 발달한 대류운이 태풍으로 유입되면서 대류 형태가 비대칭(asymmetric)의 기형화된 구조로 변화하였고, 질량이 큰 대류운들이 태풍을 중심으로 회전하며 지그재그 형태의 진로를 보이는 세차효과가 나타남

3-1) 태풍의 이동 메커니즘



[그림 5.19] 태풍에 의한 고기압의 변형(RMT, Ridge Modification by the TC)(Carr & Elsberry(2000). (a)태풍에 의한 고기압 변형(RMT) 개념모델, (b)고기압 형태에 따른 북향종관패턴. RMT: 북반구에서 로스비파열 내의 에너지는 남동쪽으로 이동하게 되고, 태풍과 주변고기압은 수평규모가 커지게 되며, RMT가 발생했을 때 태풍 남동쪽 주변고기압이 성장하여 태풍의 북상을 유도함. P pattern / PF region 개념모델을 조금 돌리며 적용 → 태풍의 이동을 지배하는 아열대고기압은 태풍의 동쪽에 위치함. 이 주변고기압은 태풍순환(베타자이어)에 직접적으로 관련되어 있고, 태풍을 북쪽으로 견인함.

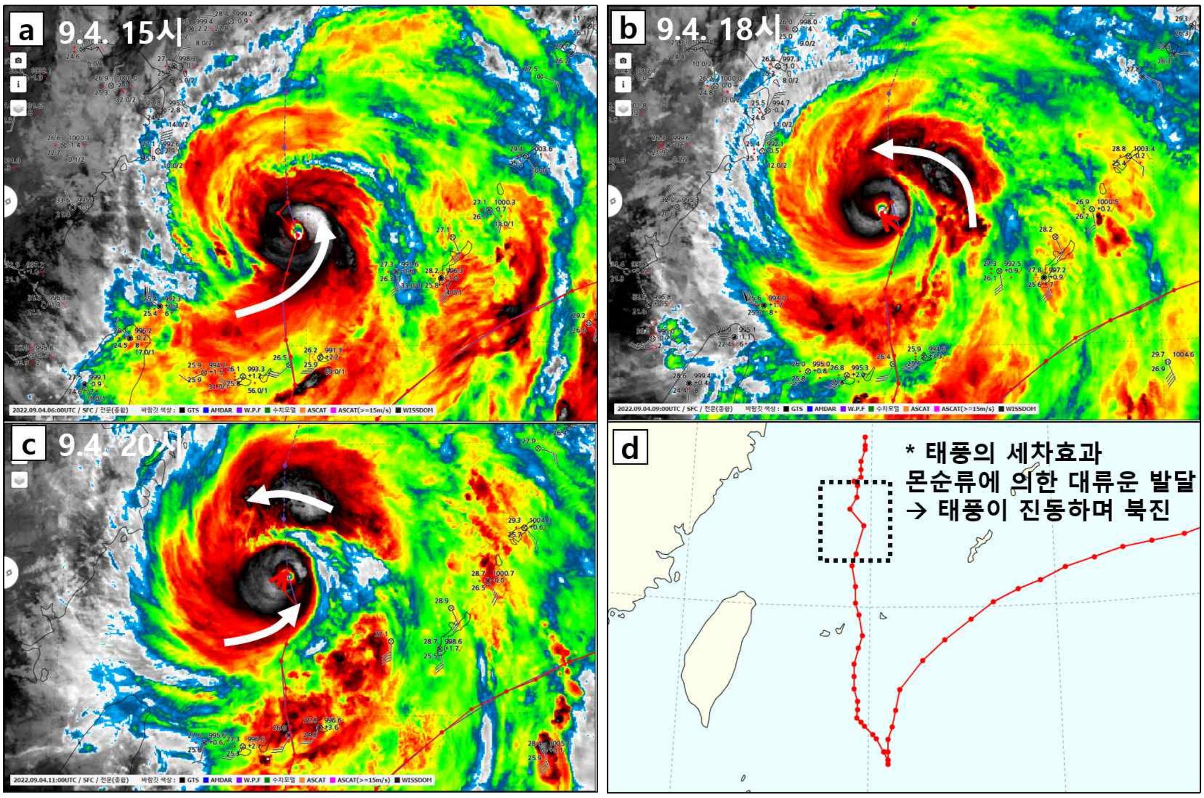
○ 태풍은 9월 3일 후반부터 5일 초반까지 태풍 남동쪽 베타자이어와 동쪽 아열대고기압이 합쳐지며 북상함. 하지만, 서쪽에 여전히 다른 아열대고기압이 위치하며 이동속도가 빠르지 않음(그림 5.20)



[그림 5.20] 제11호 태풍 힌남노(KIM 500hPa 유선도) 고기압 진화과정

○ 태풍의 북상과 관련하여 중위도 시스템은 여전히 영향을 미치지 못하고, 태풍으로 인한 고기압 변형이 태풍의 북상과 매우 밀접하게 연관되어 RMT 개념모델과 유사함(그림 5.19)

○ 태풍이 북상하면서 더 양호해진 열역학적 조건으로 인해 재발달하였고, 몬순류에 동반된 고상당온위의 대류가 태풍으로 유입되어 태풍 순환에 합류되면서 대류가 강한구역이 회전하며 좌우 진동하는 세차효과가 나타남(그림 5.21)



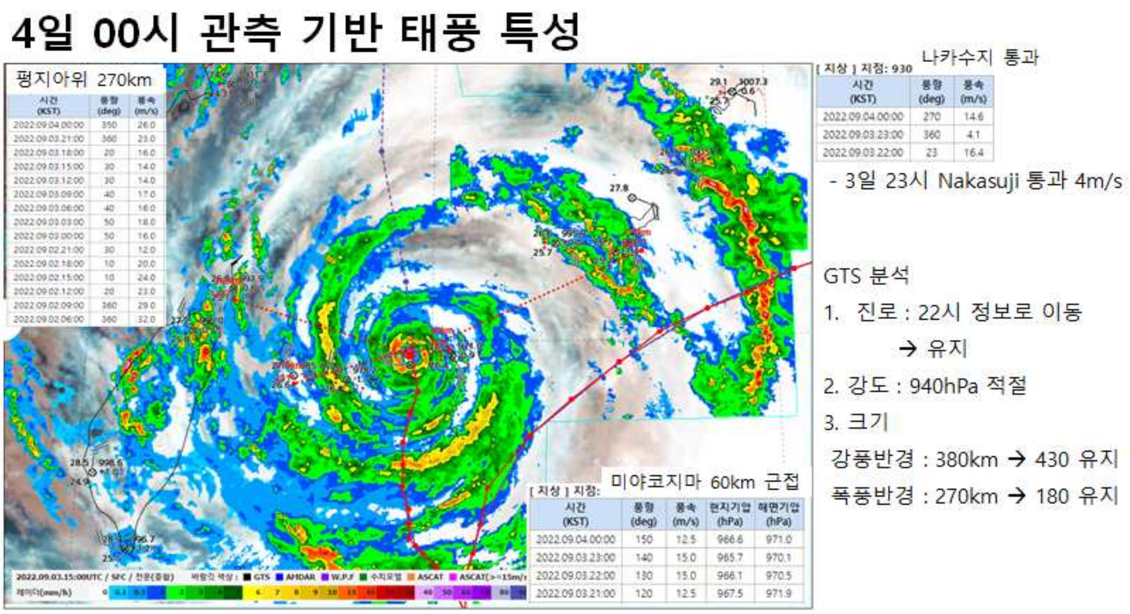
[그림 5.21] 제11호 태풍 힌남노 (a~c)천리안 적외강조영상, (d)진로도

3-2) 태풍의 강도 메커니즘

○ 태풍이 북상하며 다시 발달할 수 있는 주요 요인으로는 첫째, 상층 발산(Divergence)임. 상층 고기압 사이에 상층골이 적절하게 파고들어 발산이 매우 원활한 환경이 형성되었고 그 영향으로 eye 패턴 구조를 회복함(그림 5.18d)

○ 둘째, 몬순류(Monsoon Flow)의 지원과 열적조건임. 태풍의 북상으로 용승 해역에서 벗어나며 고수온역에 진입하고 고상당온위의 몬순류의 지원으로 하층 대류가 강화될 수 있었음(그림 5.18a, b, c, e)

○ 양호한 열역학적 조건에 있는 태풍은 강수 밴드가 동심원형태로 잘 갖춰져 있고, 중심기압 940 hPa로 예보와 유사했으며, GTS 강풍반경도 430 km로 태풍정보와 비슷하였음(그림 5.22)



[그림 5.22] 제11호 태풍 힌남노(9.4. 00시) GTS 관측자료 및 레이더영상

4단계 - 'Turning & BCI' (SST gradient & landfall process)

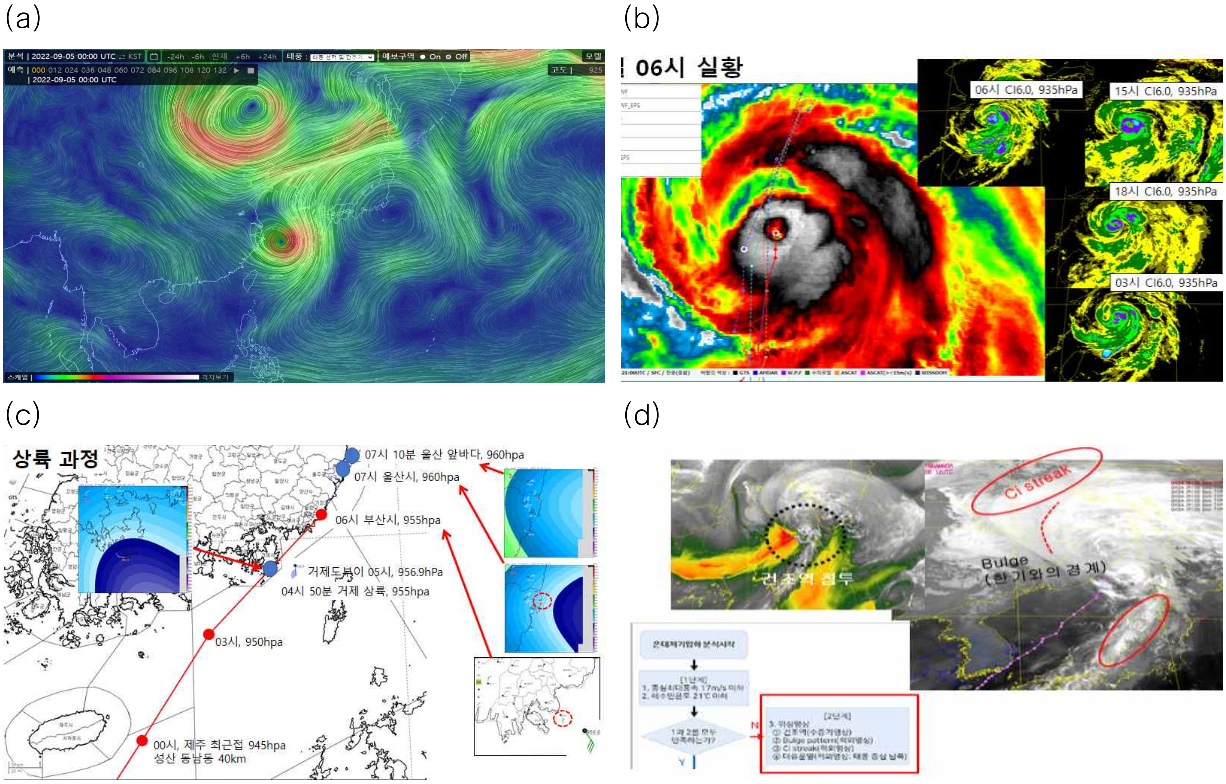
4) 영향기간: 태풍이 전향하여 영향을 주는 시기

○ 태풍의 북서쪽에서 상층골이 접근하면서 9월 5일 오전부터 점차 동진 성분이 나타나기 시작하였고 12시경 느리게 북동진으로 전향한 이후, 오후부터는 이동속도가 빨라지며 북북동~북동진하였음(그림 5.23a, c)

○ 전향하는 시점에 28~29℃의 고수온 해역에서 상층 발산이 최대가 되면서 초강력 전단계인 중심기압 930 hPa의 매우 강한 태풍으로 발달하였음(그림 5.23b)

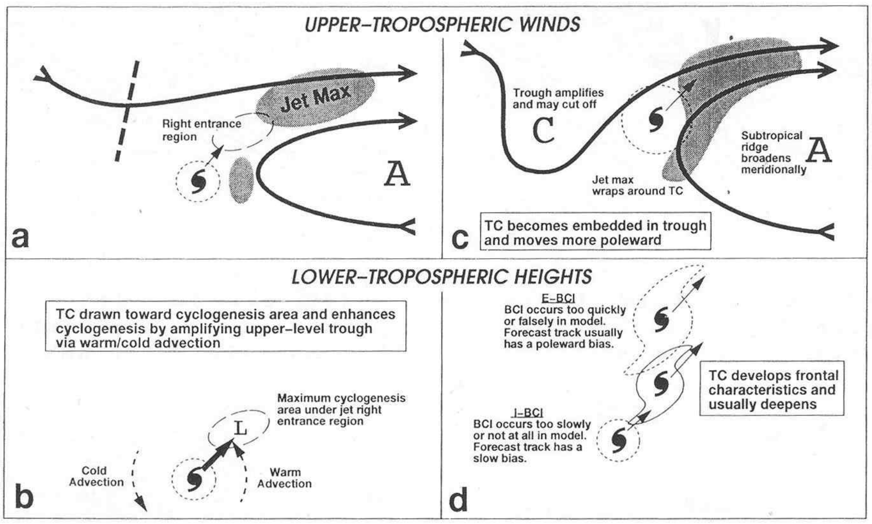
○ 9월 6일 새벽 00시 제주 동쪽 해상을 지나 4시 50분경 거제 부근에 상륙하며 2시간 20분 가량 내륙에 머물렀고, 7시 10분에 울산 앞바다로 빠져나간 후 21시경에 온대저기압으로 변질됨(그림 5.23c, d)

○ 제주도를 근접하여 지나가면서 강수 영역이 소산되고 바람이 강하지 않은 특성을 보였고, 포항지역에 많은 강수를 유발하면서 피해를 줌



[그림 5.23] 제11호 태풍 힌남노 (a)전향시점 유선도(9.5. 9시), (b)재발달 최성기(9.5. 6시), (c)거제 부근 상륙 과정, (d)연해주 부근에서 온저화 과정

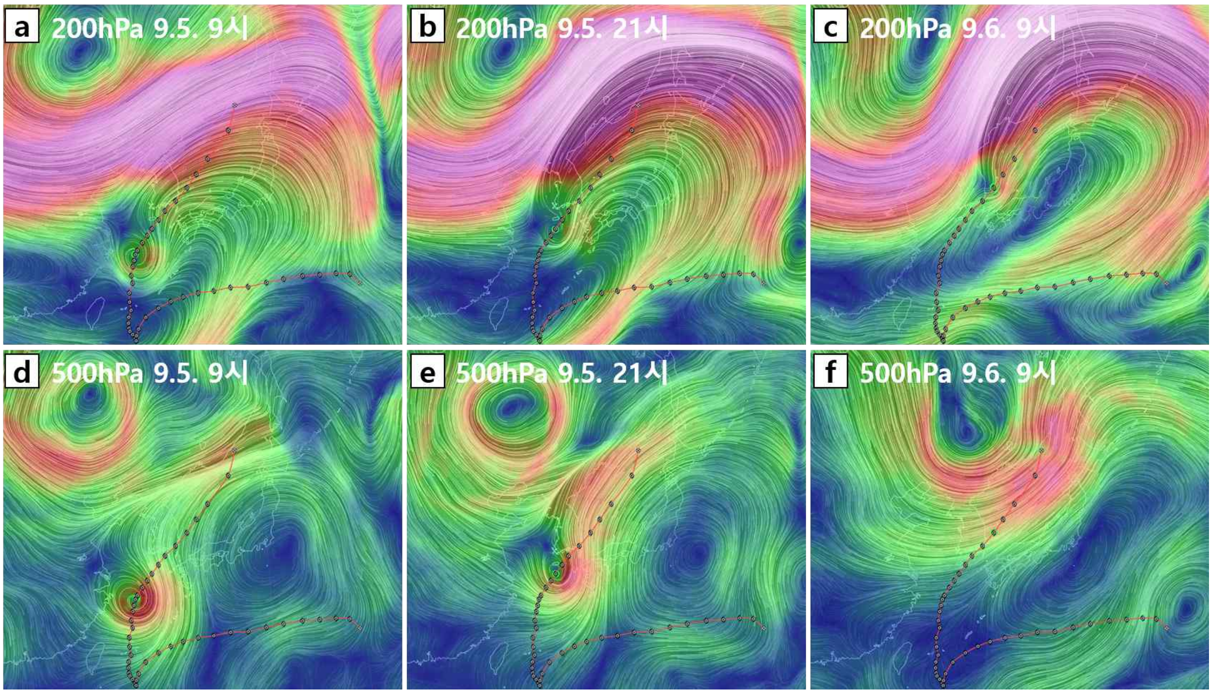
4-1) 태풍의 이동 메커니즘



[그림 5.24] 중위도 상층골과의 상호작용(BCI, Baroclinic cyclone interaction)(Carr & Elsberry(2000). 상층골의 접근으로 태풍은 온저화 과정에 진입하게 되는데, 태풍은 상층골과 함께 아열대고기압축의 가장자리에 있으며, 상층 Jet maximum이 태풍의 북동쪽에 위치(a)하게됨. Jet maximum의 오른쪽 입구는 상층 발산이 강해지는 지점으로 대기 하층에 수렴역과 저기압을 발달시키며 태풍을 북동진 가속 시킴(c)

○ 열대기단의 영향으로 순압구조를 유지하던 태풍은 9월 5일 오전 상층골이 접근하며 본격적으로 중위도 시스템과 상호작용을 시작함. 북동쪽으로 전향한 후에도 약간의 세차작용이 나타나고 이동속도도 가감 효과가 나타남(그림 5.25a, d)

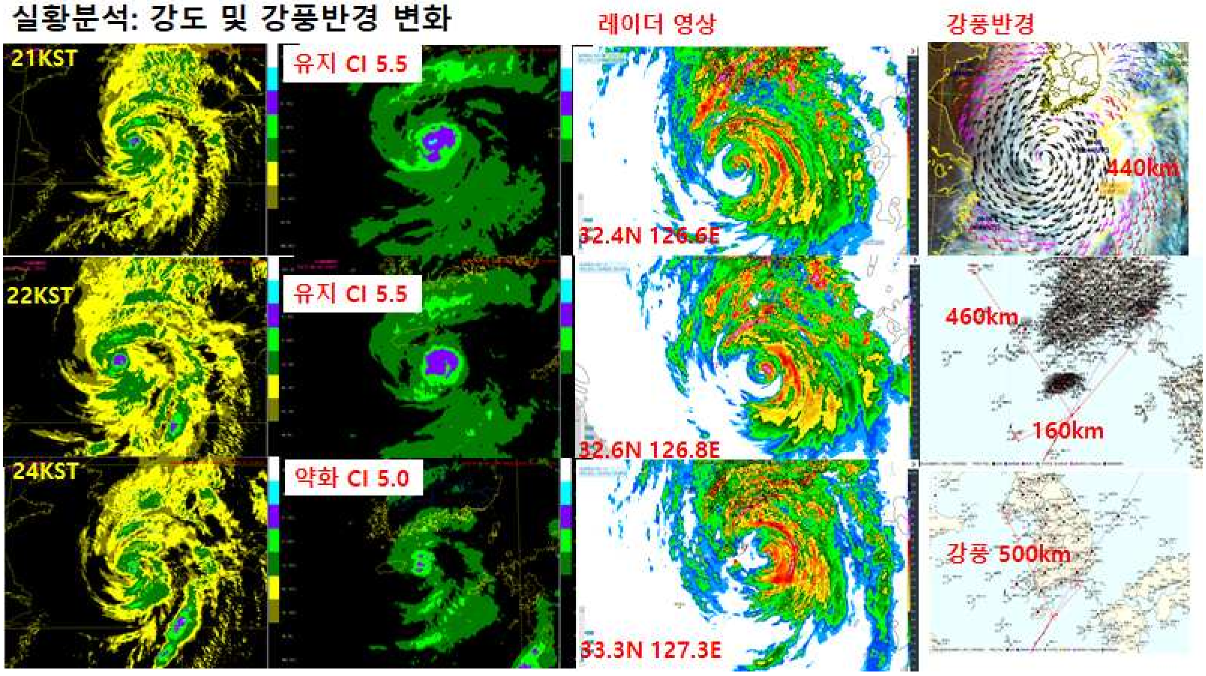
○ 북상 시 낮은 해수면온도의 양호하지 않은 열적인 조건과 북서쪽에서 접근하는 상층 제트의 입구에 위치하여 약화를 완충시키고(그림 5.25b, e), 제트에 휩싸여 북동쪽으로 빠르게 진로가 유도되어 온대저기압으로 변질되는 과정이 진행됨(그림 5.25c, f)



[그림 5.25] 제11호 태풍 힌남노 (a~c)200 hPa 유선도, (d~f)500 hPa 유선도

4-2) 태풍의 강도 메커니즘

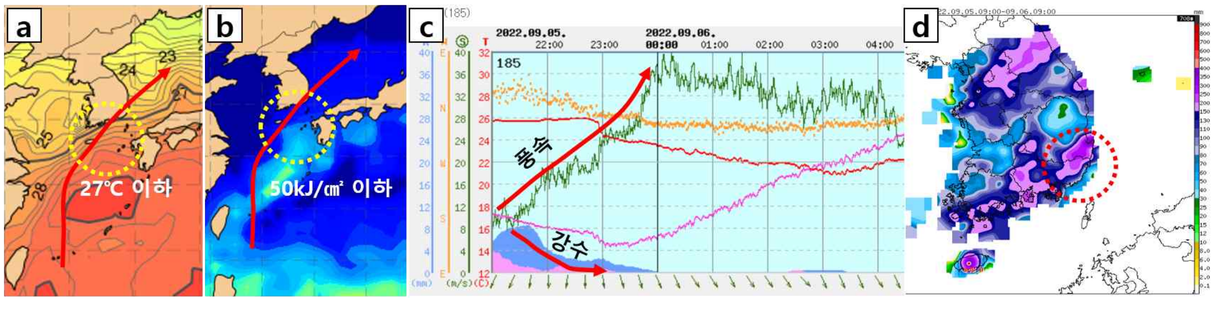
○ 해수면온도가 27℃ 부근으로 낮아지고 해양열량이 50 kJ/㎠ 이하의 경도역으로 이동하면서 열적인 에너지 공급이 점차 줄어들어, BCI 영향에서도 매우 강한 구조를 유지하기 어려웠음(그림 5.26, 그림 5.27)



[그림 5.26] 제11호 태풍 힌남노 강도 및 강풍반경 변화 관측 자료(9.5.)

○ 위성과 레이더 영상을 보면, 제주도 부근을 지날 때 태풍의 서쪽 대류가 약해졌고 중심기압 940 hPa의 매우 강한 강도에서도 바람이 약했고(그림 5.26), 제주도를 지난 후 대류 강도는 약화되었으나 바람은 강해지는 특성을 보임(그림 5.27c)

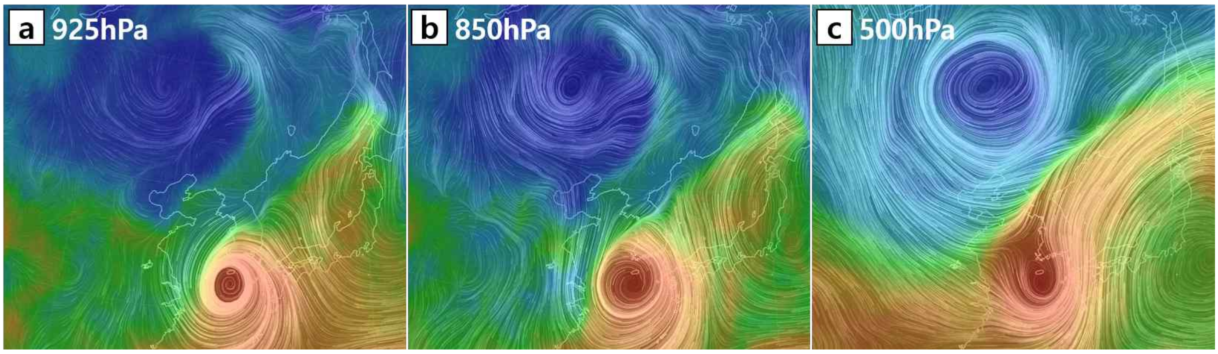
○ 거제 상륙 시 중심기압 955 hPa을 기록하였고(그림 5.23c), 상륙 이후 점차 약해졌으나 경남지역의 지형효과와 북쪽에서 침투하는 한기에 의한 복합적인 대류로 인해 많은 강수가 관측됨(그림 5.27d)



[그림 5.27] 제11호 태풍 힌남노(9.5.) (a)해수면온도, (b)해양열량, (c)고산 AWS 시계열, (d)AWS 24시간 강수량

4-3) 제주 근접시 강수와 바람이 약한 원인

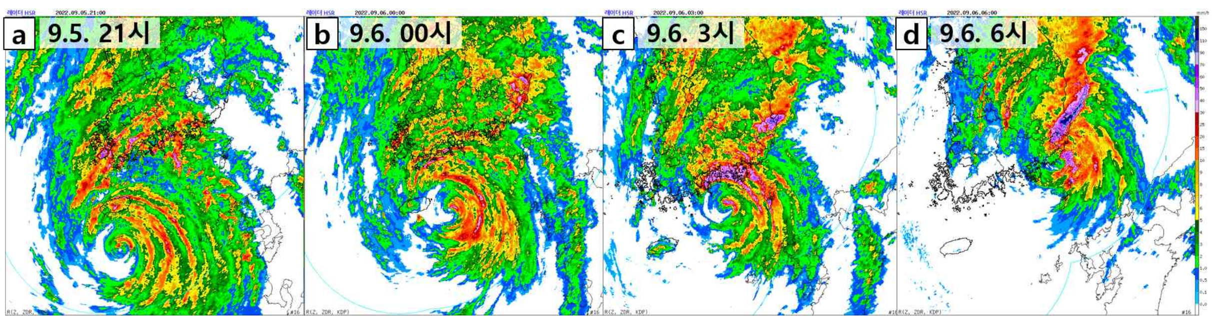
○ 대기 중층에서부터 하층까지의 상당온위 분포를 보면, 하층으로 올수록 태풍의 북서쪽 2~3사분면에서 한기의 침투가 강한데, 만주 지역에 위치한 절리저기압에서 강한 한기와 동반된 하강기류가 태풍으로 유입되며 태풍의 서쪽 대류를 소산시키는 작용을 하였음(그림 5.28)



[그림 5.28] 제11호 태풍 힌남노 상당온위 및 유선도(9.5. 21시)

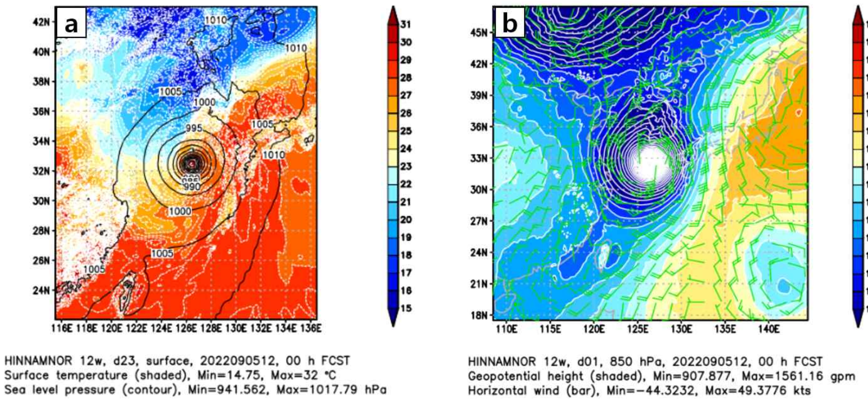
○ 가을철 영향태풍의 피해가 큰 이유는 우리나라 부근으로 올라오면 순압대기(태풍)가 경압대기(우리나라)와 만나면서 상호작용에 따른 호우와 강풍이 발생하기 때문인데, 상호작용의 위치에 따라 현상들이 강화되기도 하고 약화되기도 함

○ 태풍 힌남노가 제주도 근접시에는 경압성 대기 영향으로 태풍에 의한 강수와 바람이 약화되는 경우였으며, 서쪽의 하강류의 영향을 받아 동심원 형태의 강수밴드는 서쪽부터 조금씩 소산되었고, 난역에 위치한 곳의 지형효과가 더해지는 부분의 강수대가 강해짐(그림 5.29)



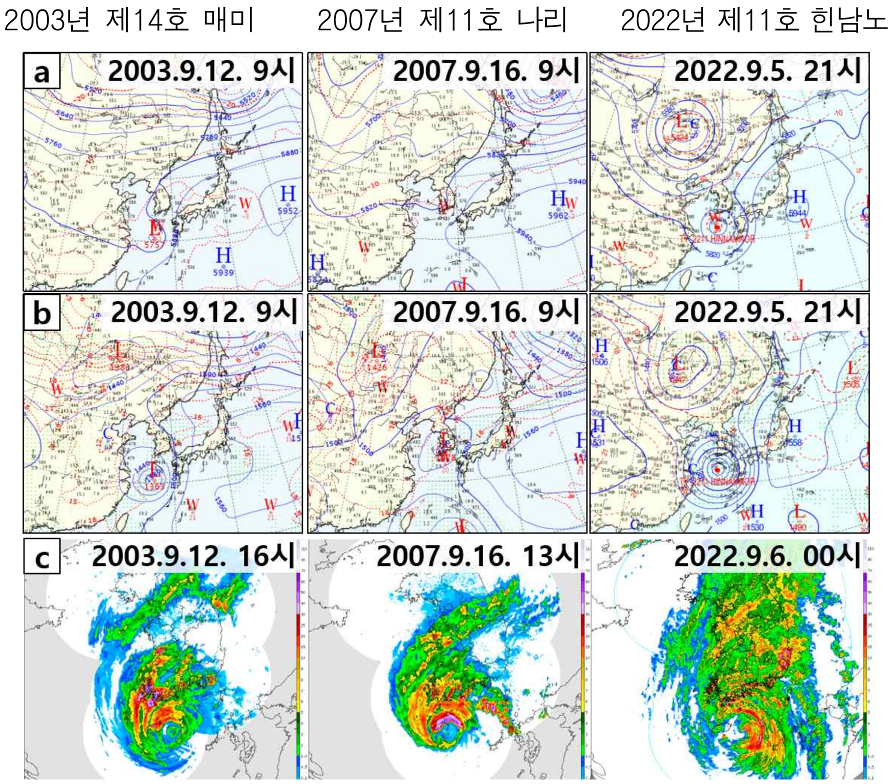
[그림 5.29] 제11호 태풍 힌남노 레이더영상

○ 지상기온분포를 보면 서해상에서 제주쪽으로 한기의 분포를 알 수 있고, 850 hPa 고도장에서도 서쪽 지위고도가 동쪽보다 낮아 한기의 유입이 확인됨(그림 5.30)



[그림 5.30] 제11호 태풍 힌남노 HWRF 모델(9.5. 21시) (a)지상기온분포, (b)850 hPa 고도장

○ 제주도에 많은 강수량과 강풍 피해를 주었던 2003년 제14호 태풍 매미와 2007년 제11호 태풍 나리의 경우, 태풍의 북쪽에 기압능이 위치하면서 한기의 침투가 약하고 순압대기의 구조와 강수형태를 보여준 반면, 태풍 힌남노는 북서쪽 절리저기압에서 경압대기의 유입이 확실하게 분석됨(그림 5.31)

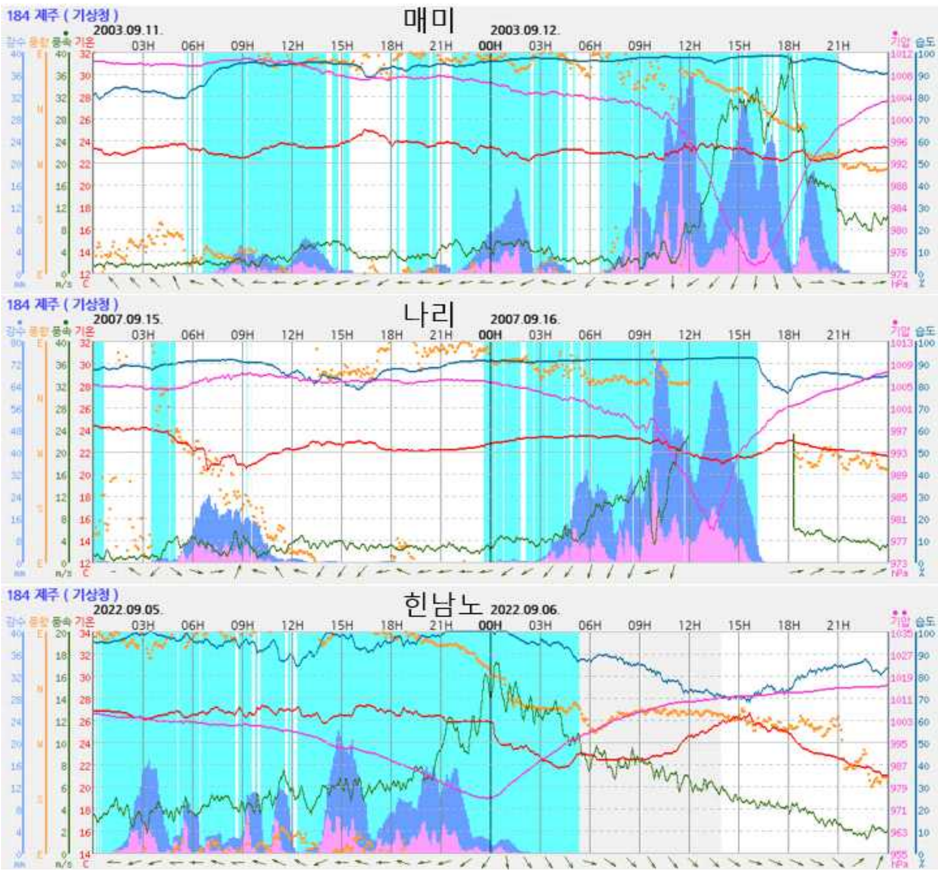


[그림 5.31] 태풍 상황 비교 (a)500 hPa 일기도, (b)850 hPa 일기도, (c)레이더영상

○ 태풍 매미와 나리 그리고 힌남노의 지상기압계를 살펴보면, 힌남노의 경우 저기압 순환의 크기가 다른 태풍에 비하여 크게 형성되어 주변 기압계에 따른 기압경도가 매미나 나리만큼 강하지 않아 바람의 강도가 강하지 않았음(그림 5.31)

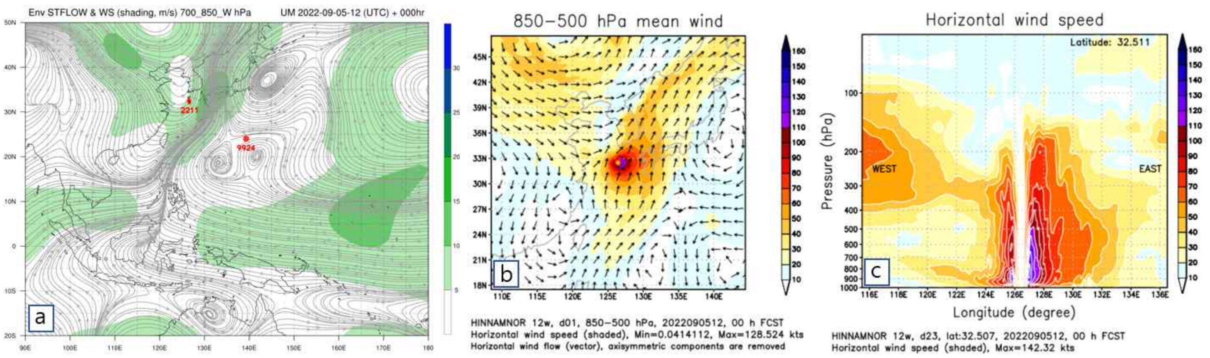
○ 태풍 매미와 나리는 접근 시 30 m/s 이상의 매우 강한 바람과 40 mm/h 이상의 강수량이 관측되었음. 이는 순압 구조의 강수밴드와 선형풍이 태풍의 중심에서 가장 강하고, 외부 환경의 간섭이 거의 없었다고 볼 수 있음(그림 5.32)

○ 태풍 힌남노는 태풍 매미와 나리보다 강수가 약하였고, 제주를 지나면서는 강수가 거의 없었음. 특히, 제주를 지난 후 30 m/s 이상의 바람이 불었는데, 이는 북서쪽에서 유입되는 북서류가 태풍의 풍하측 순환과 일치하여 강수가 없는 구조에서 강풍현상이 나타났는데 경압성에 따른 주변 풍향이 태풍의 풍향과 일치하였기 때문임(그림 5.32)



[그림 5.32] 태풍 매미·나리·힌남노의 제주 AWS 시계열 비교

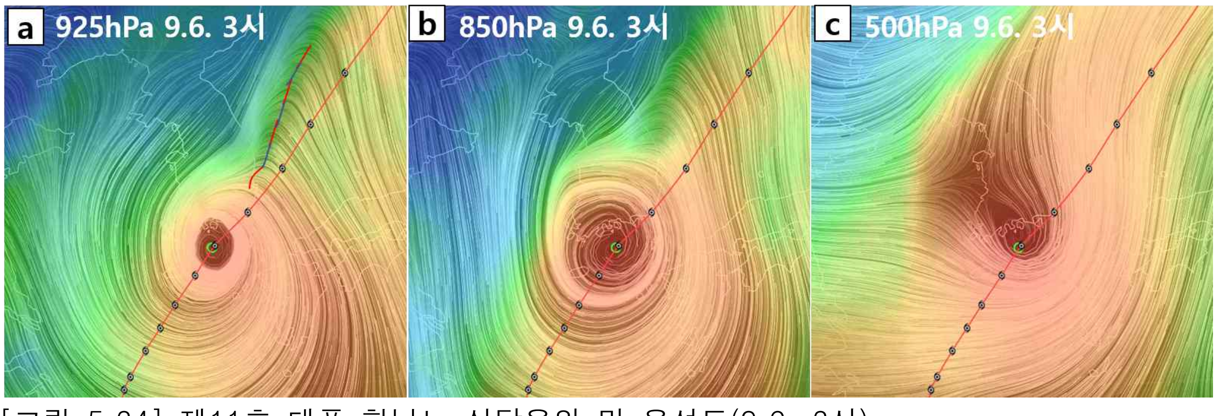
○ 태풍의 순환을 배제한 700-850 hPa 하층 지향류의 방향이 제주를 기점으로 서풍류이고, 500-850 hPa 평균 바람장도 만주에 중심을 둔 절리저기압 기인 서풍류이며, 제주 부근에 다가왔을 때 중심기압 940 hPa의 매우 강한 상태에서도 태풍의 서쪽에서 바람의 상쇄로 풍속이 약해졌음. 제주를 지나치면서 북서류가 태풍의 풍향과 일치하기 때문에 풍속이 강해질 수 있었음(그림 5.33)



[그림 5.33] 제11호 태풍 힌남노(9.5. 21시) (a)700-850 hPa 지향류, (b)850-500 hPa 바람장, (c)동서바람장

4-4) 남해안 접근시 포항지역에 강수가 강한 원인

○ 태풍 힌남노가 남해상까지 근접하였을 때, 925 hPa에서 한반도 북쪽에 완전히 차가운 공기가 분포하여 있고 포항 부근에서 북동쪽으로 전선면 형태의 구조가 나타났으며 상층으로 갈수록 온난공기가 타고 오르는 것이 분석됨(그림 5.34)

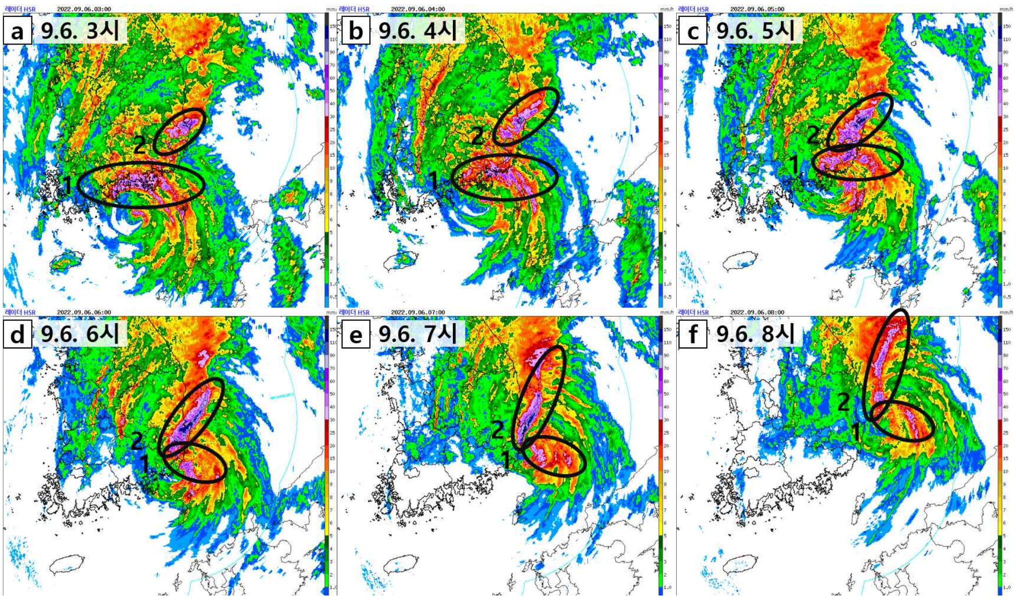


[그림 5.34] 제11호 태풍 힌남노 상당온위 및 유선도(9.6. 3시)

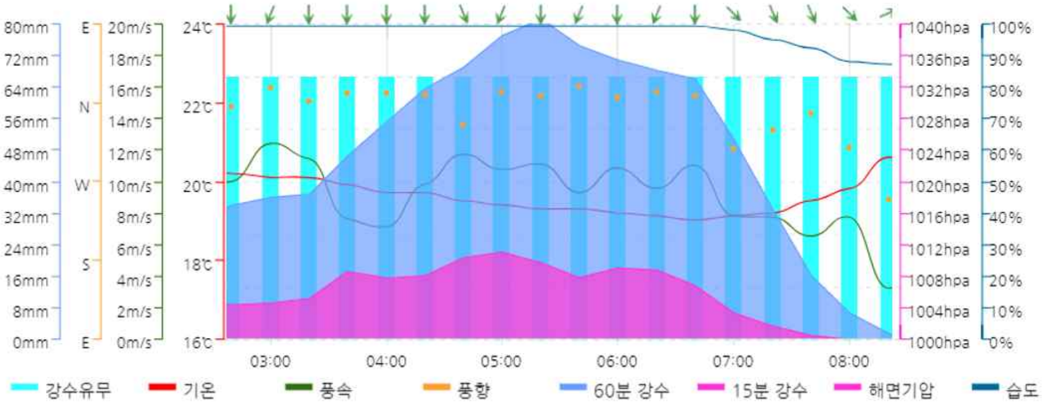
○ 제주 근접시 강수구조와 차이점은 제주 부근 경압대기 영향은 풍하측이기 때문에 대류가 소산되었고, 포항 부근은 풍상측에 위치하여 대류 발달 조건이 됨

○ 강한 대류셀은 두 종류로 분석할 수 있는데, 첫째, 강한 강수대는 태풍 접근과 함께 우측으로 밀리며 범위가 축소되는 것을 알 수 있고, 둘째, 강한 강수대는 태풍이 접근하며 6시경 최성기로 발달한 후 태풍의 이동과 함께 동해상으로 나가면서 약해졌음(그림 5.35)

○ 포항지역에 상대습도가 100%로 지상 부근부터 포화되었으며, 3시경부터 35 mm/h 정도, 6시경에는 80 mm/h를 넘어서고 있음(그림 5.36)



[그림 5.35] 제11호 태풍 힌남노 레이더 영상(9.6. 3~8시)

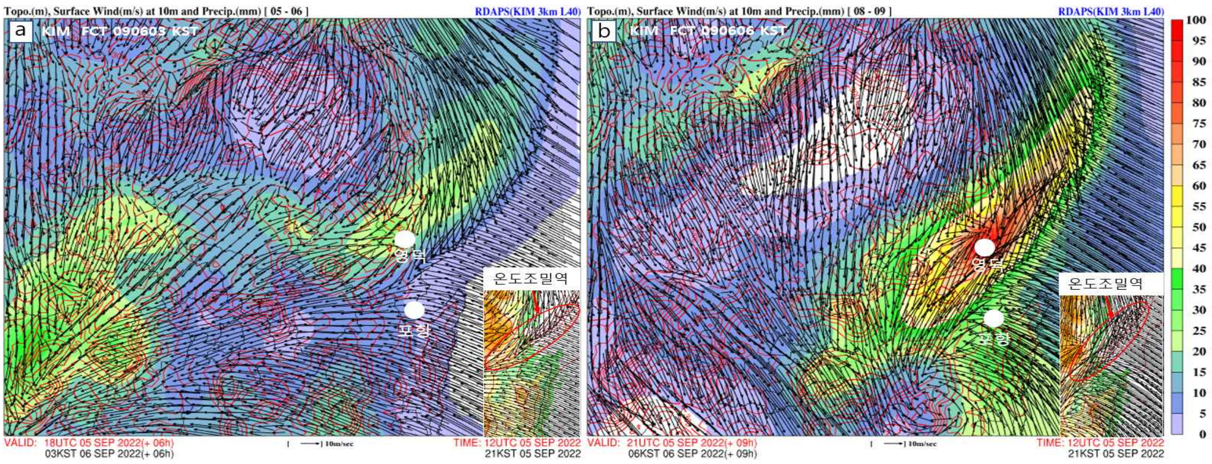


[그림 5.36] 제11호 태풍 힌남노의 포항 ASOS 시계열 자료(9.6. 3~8시)

○ 또한, 태풍 접근시에도 북풍을 유지하고 기온이 20℃ 이하로 낮아져서 태풍에 동반된 이류보다는 북쪽에서 한기의 이류가 강하게 버티면서 풍상측을 들어올리는 경계면 역할을 하여 폭발적인 선형 강수대 형성을 지원함

○ 수치모델(KIM RDAPS)에서도 9월 6일 3시부터 경북 북부 영덕 부근으로 강한 강수를 모의하고 6시에 매우 강하게 발달하는 것으로 예상하였으나, 레이더 실황에서 포항 부근에 발달하며 다소 북쪽으로 치우침(그림 5.37)

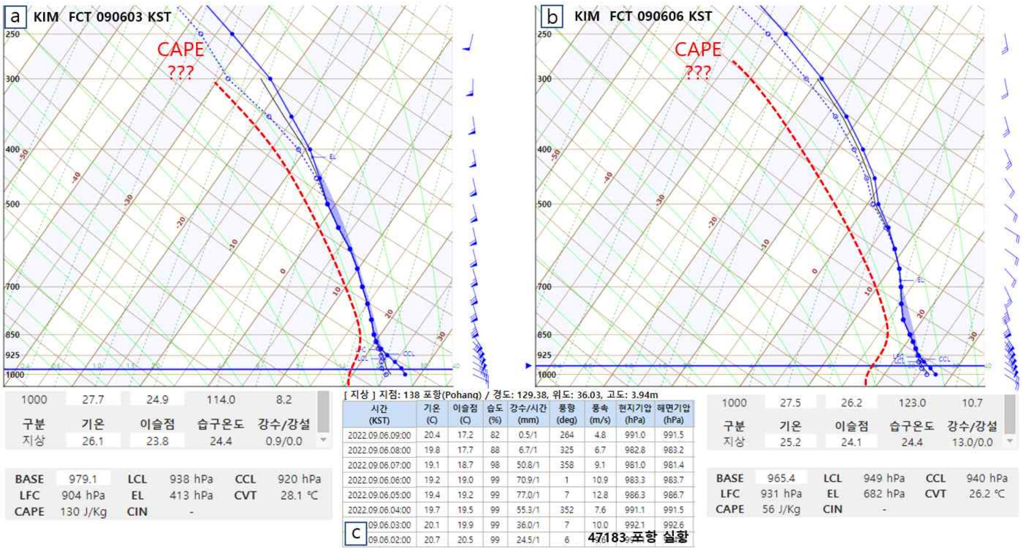
(a) +6h (9.6. 3시) (b) +9h (9.6. 6시)



[그림 5.37] 제11호 태풍 힌남노의 모델 KIM RDAPS 예상도(9.5. 21시 RUN)

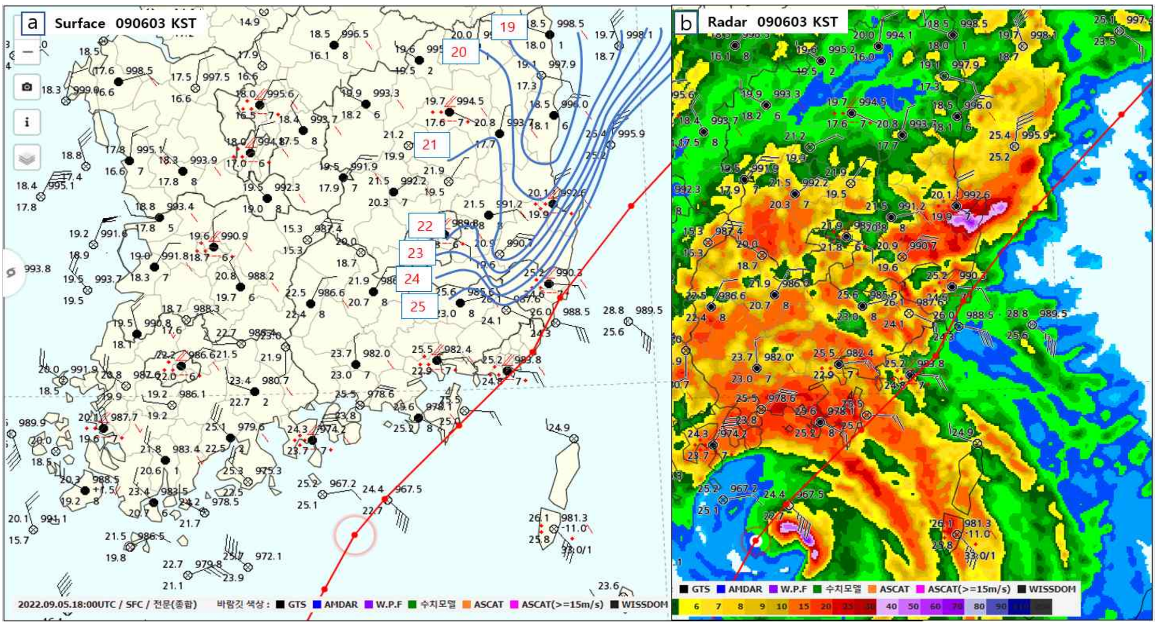
○ 수치모델(KIM)이 9월 6일 3시를 예상한 대기의 연직구조를 살펴보면, 지상기온 26.1℃, 이슬점온도 23.8℃로 완전히 포화 되지 않은 것으로 모의한 반면, 실황(지상 20.1℃, 이슬점온도 19.9℃)은 거의 포화 되었고 모델과 달리 북풍 계열로 한기의 침투도 하층에서 주로 이루어졌음(그림 5.38)

○ 9월 6일 6시 여전히 불완전 포화 상태에서 난역이 지배하며 실황은 한기의 침투가 더 이루어졌음. 이때, 대기 연직 구조를 그림 5.38의 빨간색 점선과 같이 그려보게 되면 불안정을 나타내는 CAPE는 훨씬 더 클 것임을 유추할 수 있으며 동반 대류도 발달할 수 있음(그림 5.38)

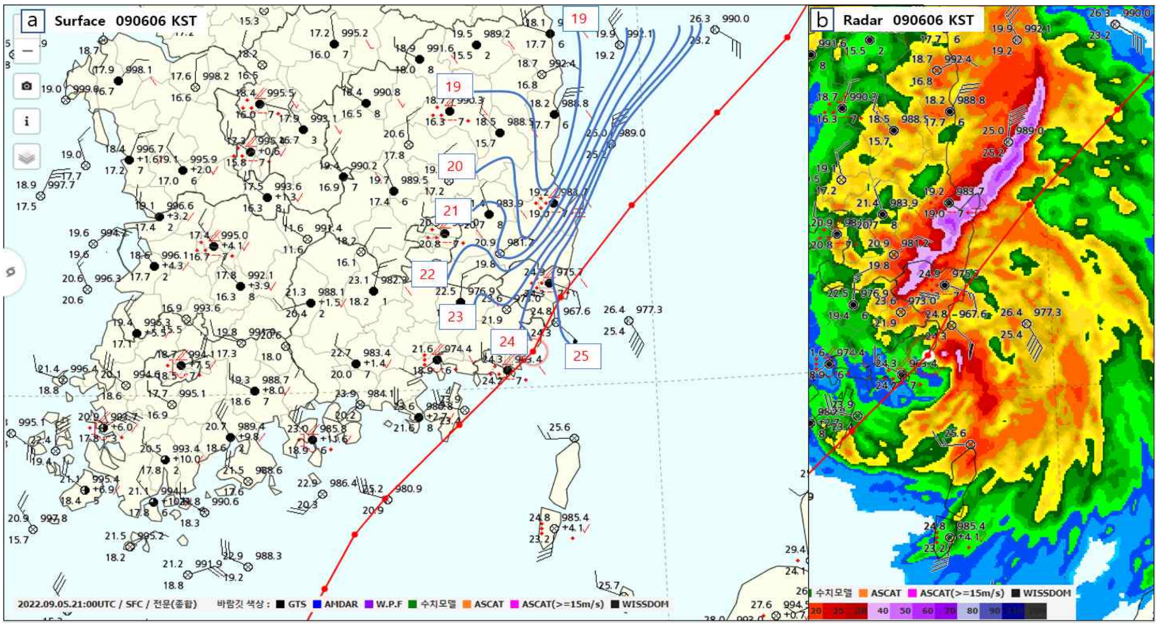


[그림 5.38] 제11호 태풍 힌남노의 모델 KIM 단열선도 예상도(9.5. 21시 RUN) (a)9.6. 3시, (b)9.6. 6시, (c)실황

○ 하층에서의 한기의 이류를 확인하고자 지상기온 분포를 도식화하고 레이더에서 나타난 강한 강수대와 비교를 하였는데, 포항에서 호미곶까지 풍향 시어역과 온도조밀역이 분포하고 20℃~25℃ 온도경도구간에 강한 강수대가 발달하였음(그림 5.39, 그림 5.40)



[그림 5.39] 제11호 태풍 힌남노(9.6. 3시) (a)지상전문 및 기온분포, (b)레이더영상



[그림 5.40] 제11호 태풍 힌남노(9.6. 6시) (a)지상전문 및 기온분포, (b)레이더영상

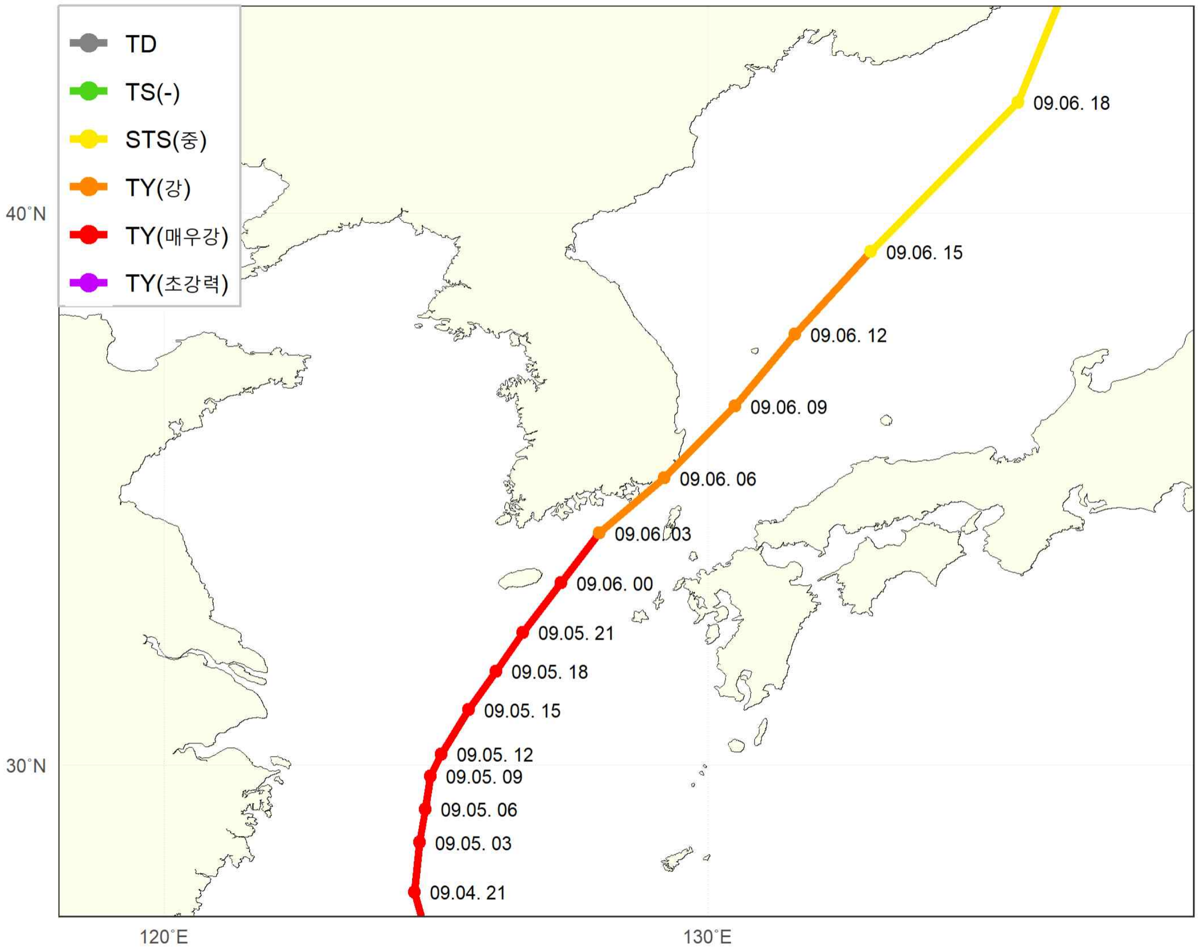
○ 9월 6일 6시에 포항의 기온이 19.2℃로 약 1℃ 더 낮아지며 한기의 침투가 계속되었고, 온도조밀역이 조금 오른쪽으로 이동하였으며, 레이더영상의 매우 강한 강수대도 남북으로 조금 일어서는 형태를 보이면서 동쪽으로 이동함. 울산 남쪽으로는 태풍의 북상으로 난기 이류가 분석됨(그림 5.40)

○ 9월 6일 3시부터 8시까지 약 6시간 동안 포항지역에 매우 강한 강수가 나타난 원인은 포항 부근으로 한기가 침투하였고, 한기와 난기 사이에 시어역이 형성되었으며 지형효과에 의한 강제력과 태풍의 강수대 이류가 복합적으로 작용하여 태풍이 당초 지닌 강수량보다 매우 많은 비가 내렸음

○ 태풍 힌남노가 북상하면서 한반도에는 크게 3가지의 강수 기작이 나타났는데, 첫째, 태풍의 북상에 따라 경압대기와의 상호작용으로 전면수렴대와 태풍에 동반된 종합적인 강수로 중부지방이 주로 영향을 받았고, 둘째, 태풍의 강수밴드와 지형효과의 강수역 증폭으로 제주도와 남해안 지형의 영향을 받는 곳에서 나타났으며, 셋째, 포항 부근으로 중위도기상과 열대기상 그리고 지형효과까지 어우러진 복합적인 요소로 인하여 매우 많은 비가 내림

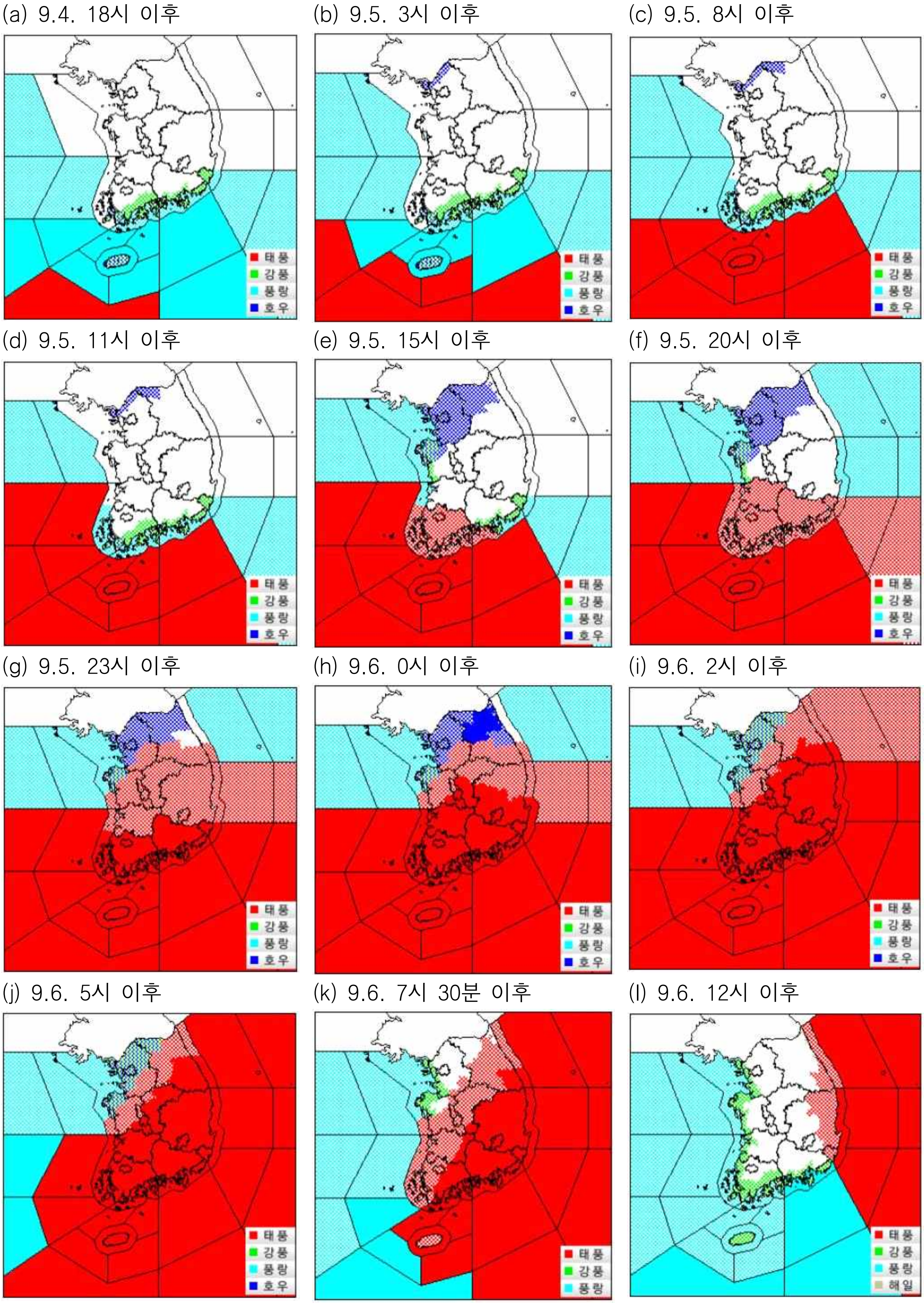
4-5) 영향시기 특보발효 및 관측자료

○ 9월 4일 18시 제주도남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되기 시작하여, 5일 오전에는 서해상과 남해상에 태풍특보가 확대되었으며, 오후에는 육상에도 태풍특보가 발효되고 밤에는 경기도와 강원도 일부를 제외한 우리나라 전역에 태풍특보가 발효되었음(그림 5.40, 그림 5.41)



[그림 5.41] 제11호 태풍 힌남노의 경로와 분석시각

○ 수도권을 제외한 한반도 대부분 지역에 발효되었던 태풍 특보는 9월 6일 오전까지 이어졌고, 태풍이 6일 오후에 동해상으로 빠르게 빠져나가 태풍의 영향권에서 점차 벗어나게 되어, 20시에 동해중부바깥먼바다의 태풍특보가 풍랑특보로 변경될 때까지 약 50시간 동안 영향을 주었음(그림 5.41)

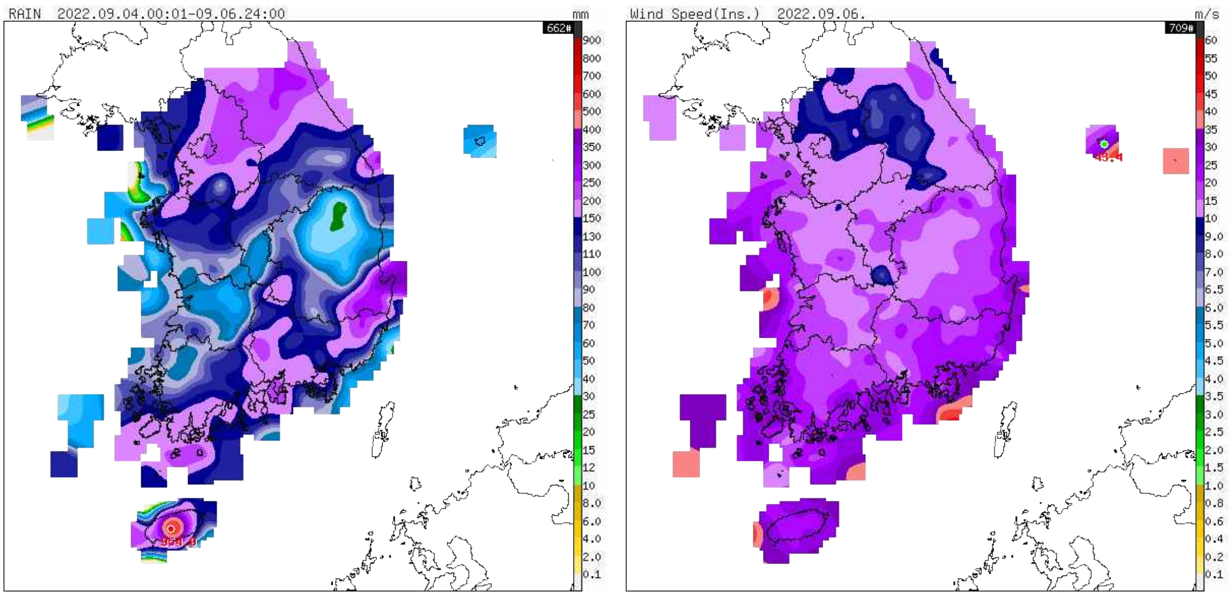


[그림 5.42] 제11호 태풍 힌남노에 의한 시간별 특보 발효 상황

○ 태풍 힌남노의 영향기간(태풍특보 발효기간: 9.4.~6.) 동안 누적강수량은 윗세오름 954.0 mm, 삼각봉 839.5 mm, 사제비 804.0 mm 등으로 제주도와 남해안 그리고 동해안을 중심으로 많은 강수량이 관측되었음(그림 5.43, 표 5.2)

○ 9월 6일 최대순간풍속은 독도(예) 46.0 m/s, 백록담(U) 43.7 m/s, 울릉도 43.4 m/s이 관측되었음(그림 5.43, 표 5.2)

(a) 9.4.~6. (b) 9.6.



[그림 5.43] 제11호 태풍 힌남노에 의한 (a)누적강수량, (b)일최대순간풍속

다. 태풍 관련 관측값

[표 5.2] 제11호 태풍 힌남노 영향기간(9.4.~9.6.) 자동기상관측장비(AWS) 관측값

○ **일최대순간풍속** (단위: m/s)

순위	9.4.		9.5.		9.6.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	백록담(U)	35.3	가거도	42.3	독도(예)	46.0
2	설악산	30.7	백록담(U)	41.9	백록담(U)	43.7
3	삼각봉	30.5	고산	41.0	울릉도	43.4
4	사제비	28.0	새별오름	36.2	고산	42.5
5	백령(레)	26.5	흑산도	34.6	수유	41.3
6	가거도	26.2	삼각봉	34.5	옥도	39.8
7	윗세오름	25.5	매물도	34.5	말도	38.0
8	지귀도	24.6	사제비	33.3	오륙도	37.7
9	말도	23.6	하태도	33.0	가거도	37.0
10	북격렬비도 *	22.5	지귀도	32.9	독도	36.9

○ **일강수량** (단위: mm)

순위	9.4.		9.5.		9.6.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	고산	183.1	윗세오름	703.0	포항	342.4
2	대정	164.0	삼각봉	600.5	구룡포	319.5
3	가파도	115.5	사제비	591.0	토함산	310.0
4	윗세오름	97.5	진달래밭	554.0	외동	266.5
5	낙천	92.5	영실	508.0	매곡	238.5
6	영실	91.5	어리목	487.5	황성	235.0
7	삼각봉	77.0	한라산남벽	460.5	한라산남벽	217.5
8	사제비	73.5	한라생태숲	342.0	경주시	212.3
9	영북	67.0	성판악	335.5	산내	207.5
10	광덕산	66.5	오등	277.0	남해	192.6

○ **누적강수량** (단위: mm)

순위	7.30.~8.1.	
	지점	값
1	윗세오름	954.0
2	삼각봉	839.5
3	사제비	804.0
4	진달래밭	785.0
5	영실	767.0
6	한라산남벽	739.5
7	어리목	635.0
8	성판악	477.5
9	한라생태숲	410.0
10	토함산	394.0

5. 제14호 태풍 난마돌(NANMADOL)

가. 개요

○ 제14호 태풍 난마돌(NANMADOL)은 9월 14일 3시경 일본 오키나와 동남동쪽 약 1,300 km 부근 해상에서 제26호 열대저압부로부터 발생하였음

○ 발생 초기 몬순골 내에서 2개의 태풍이 발생함에 따라 에너지가 분산되었으나, 제12호 태풍 무이파가 빠르게 북상하면서 점차 태풍 난마돌로 에너지가 집중되었음

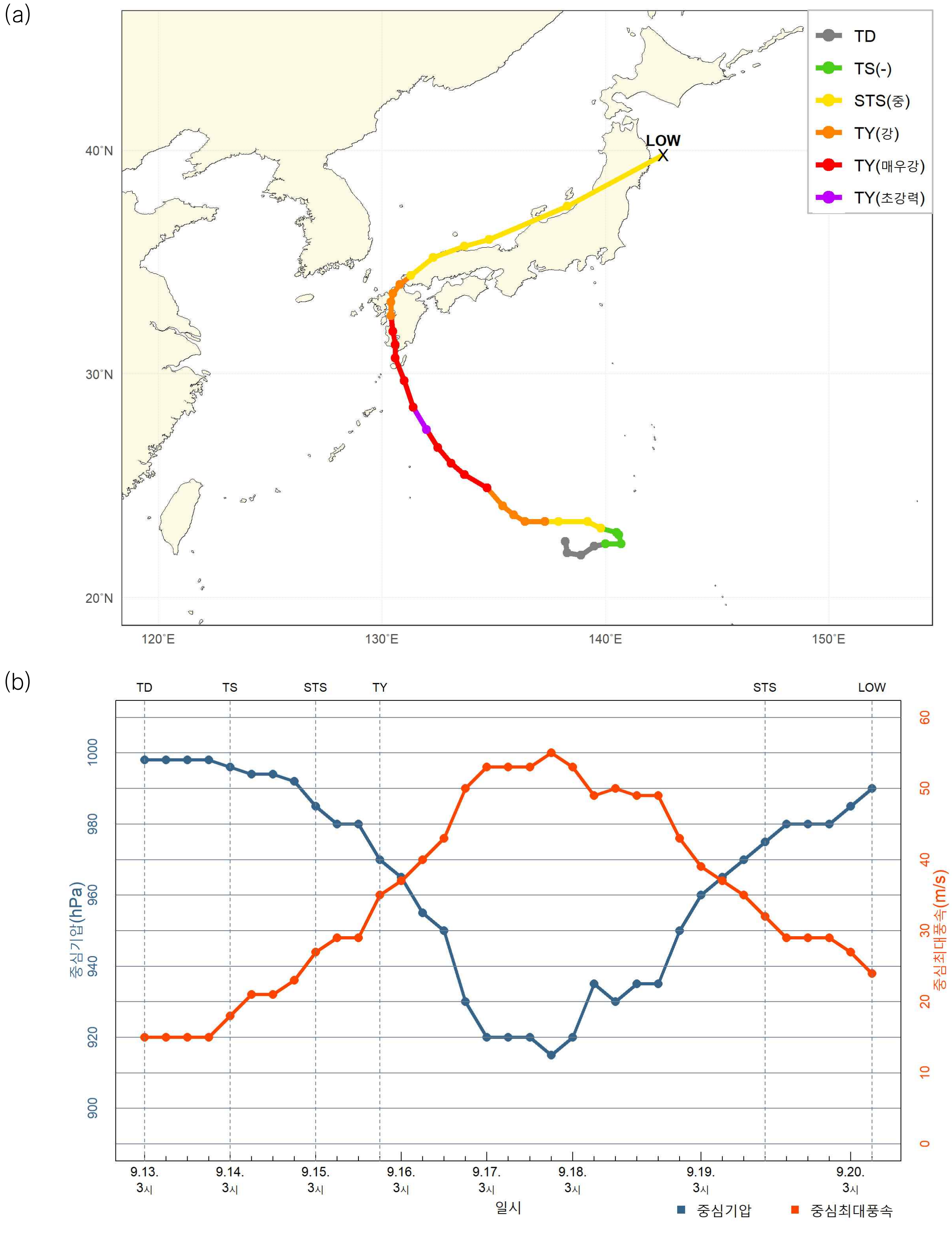
○ 발생 이후 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 70 kJ/㎠ 내외)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하고, 강한 상층 발산이 더해지면서 9월 17일 21시경 일본 오키나와 동북동쪽 약 410 km 부근 해상에서 최대강도인 중심기압 915 hPa, 중심최대풍속 55 m/s의 ‘초강력’태풍으로 발달하였음

○ 태풍이 일본 가고시마 부근에 상륙한 이후 지면 마찰로 인해 약화되기 시작하였으나, 상륙 이전까지도 양호한 해양조건(해수면온도 28℃, 해양열량 60 kJ/㎠ 이상) 및 대기조건(연직시어 20 kt 이하)과 더불어 상층 발산이 유지되어 중심기압 935 hPa, 중심최대풍속 49 m/s인 ‘매우강’의 강도로 상륙하였음

○ 상층골의 영향으로 동북동진하던 태풍은 서쪽에서 건조역의 침투, 북쪽의 Ci streak, 북서쪽에 Bulge형 구름, 남쪽에 대류운이 형성되면서 9월 20일 9시경 일본 센다이 북동쪽 약 230 km 부근 해상에서 중심기압 990 hPa, 중심최대풍속 24 m/s인 온대저기압으로 변질되었음

○ 9월 17일 21시 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효된 것을 시작으로 19일 18시에 태풍특보가 풍랑특보로 변경될 때까지 약 45시간 동안 남해상과 동해남부해상, 경남 해안을 중심으로 영향을 주었음

○ 태풍으로 인해 9월 17~19일 누적강수량 매곡 113.5 mm, 정자 112.5 mm, 설악산 111.0 mm와 19일 순간최대풍속 울릉도 34.4 m/s, 오륙도 33.9 m/s, 이덕서 30.5 m/s이 관측되었음



[그림 6.1] 제14호 태풍 난마돌의 (a)경로도, (b)강도시계열

[표 6.1] 제14호 태풍 난마돌 분석표

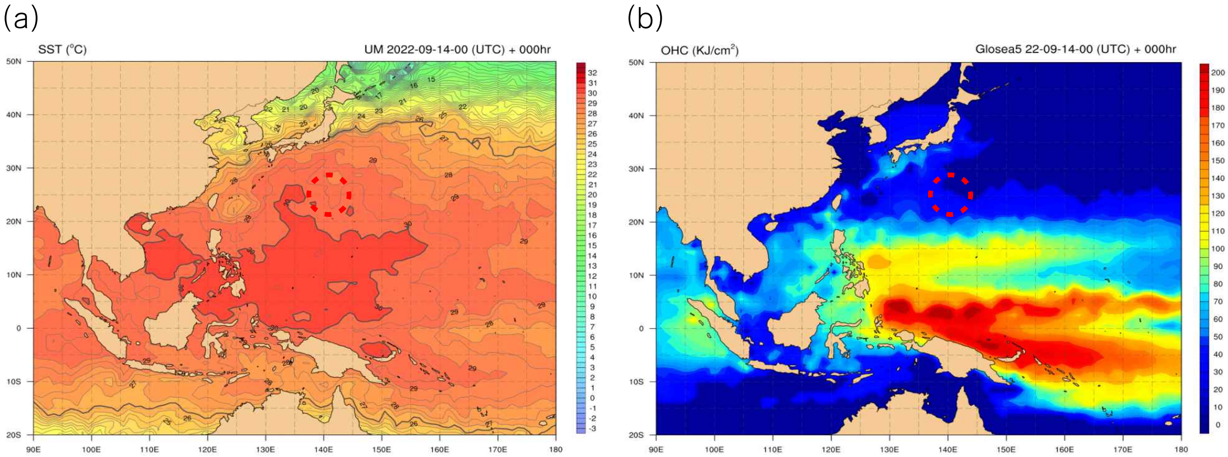
구분	일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대 풍속 (m/s)	강풍 반경 (km)	폭풍 반경 (km)	강도	진행 방향	이동 속도 (km/h)
		위도(°N)	경도(°E)							
TD	9.13. 03	22.5	138.2	998	15	-	-	-	북	7
TD	9.13. 09	22.0	138.3	998	15	-	-	-	남	22
TD	9.13. 15	21.9	138.9	998	15	-	-	-	북동	10
TD	9.13. 21	22.3	139.5	998	15	-	-	-	북동	18
TS	9.14. 03	22.4	140.0	996	18	230	-	-	동	13
TS	9.14. 09	22.4	140.7	994	21	240	-	-	남남동	5
TS	9.14. 15	22.8	140.6	994	21	250	-	-	서	6
TS	9.14. 21	22.9	140.5	992	23	270	-	-	북서	5
STS	9.15. 03	23.1	139.8	985	27	280	100	중	서북서	10
STS	9.15. 09	23.4	139.2	980	29	290	110	중	서북서	15
STS	9.15. 15	23.4	137.9	980	29	300	120	중	서북서	17
TY	9.15. 21	23.4	137.3	970	35	320	130	강	서	13
TY	9.16. 03	23.4	136.4	965	37	330	130	강	서	6
TY	9.16. 09	23.7	135.9	955	40	380	140	강	북서	12
TY	9.16. 15	24.1	135.4	950	43	400	140	강	북북서	13
TY	9.16. 21	24.9	134.7	930	50	410	140	매우강	북서	21
TY	9.17. 03	25.5	133.7	920	53	420	140	매우강	북서	20
TY	9.17. 09	26.0	133.1	920	53	420	150	매우강	북서	14
TY	9.17. 15	26.7	132.5	920	53	430	150	매우강	북북서	12
TY	9.17. 21	27.5	132.0	915	55	430	150	초강력	북서	14
TY	9.18. 03	28.5	131.4	920	53	430	150	매우강	북서	19
TY	9.18. 09	29.7	131.0	935	49	420	140	매우강	북북서	24
TY	9.18. 15	30.7	130.6	930	50	420	140	매우강	북	18
TY	9.18. 18	31.3	130.6	935	49	410	140	매우강	북	22
TY	9.18. 21	31.9	130.5	935	49	410	140	매우강	북	22
TY	9.19. 00	32.6	130.4	950	43	400	140	강	북	26
TY	9.19. 03	33.2	130.4	960	39	400	140	강	북	22
TY	9.19. 06	33.6	130.5	965	37	400	140	강	북북동	15
TY	9.19. 09	34.0	130.8	970	35	380	120	강	북북동	17
STS	9.19. 12	34.4	131.3	975	32	360	100	중	북동	20
STS	9.19. 15	35.2	132.3	980	29	360	100	중	북동	33
STS	9.19. 18	35.7	133.7	980	29	360	100	중	동북동	45
STS	9.19. 21	36.0	134.8	980	29	360	100	중	동북동	34
STS	9.20. 03	37.5	138.3	985	27	350	80	중	동북동	73
LOW	9.20. 09	39.8	142.6	990	24	-	-	-	북동	80

나. 태풍 특성 분석

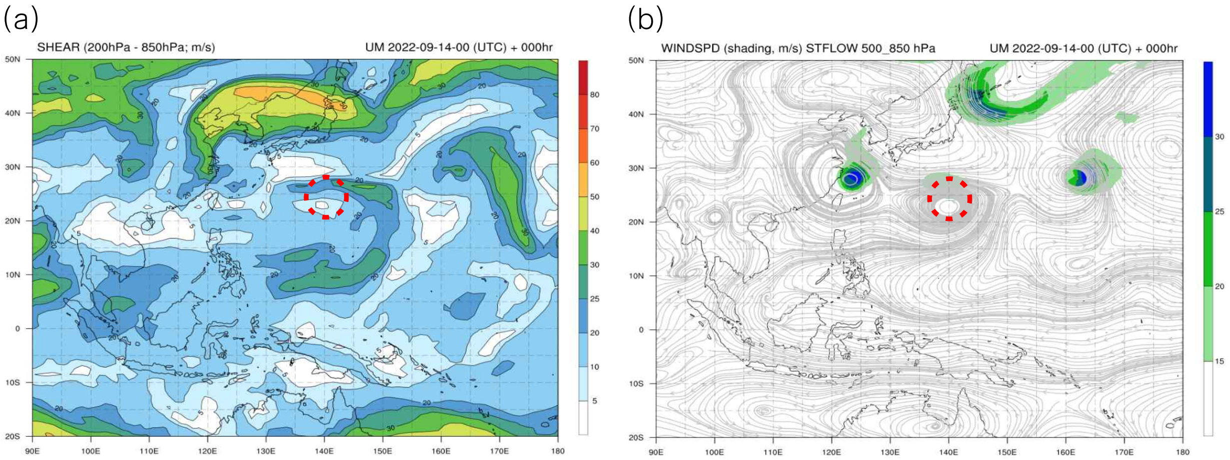
1) 발생기

○ 제26호 열대저압부는 9월 13일 3시경 일본 오키나와 동남동쪽 약 1,130 km 부근 해상에서 중심기압 998 hPa, 중심최대풍속 15 m/s로 발달하였음

○ 열대저압부 주변의 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 내외)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하였음(그림 6.2, 그림 6.3)



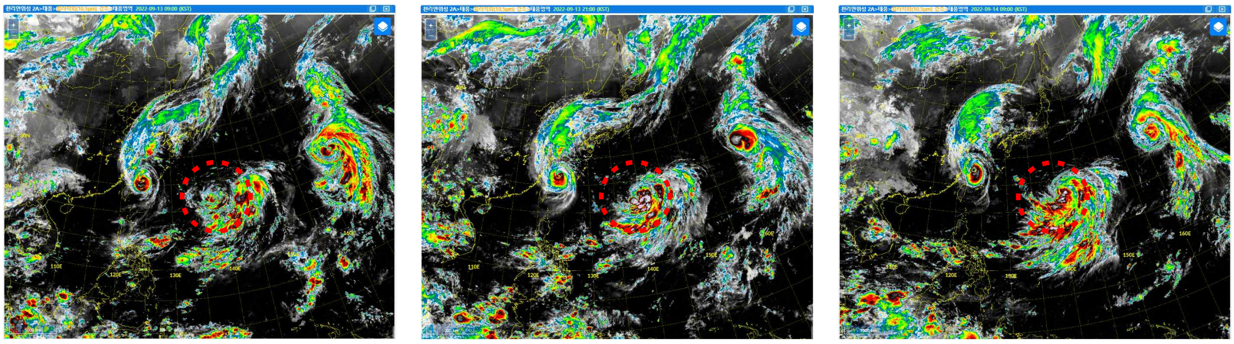
[그림 6.2] 제14호 태풍 난마돌 발생기(9.14. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도



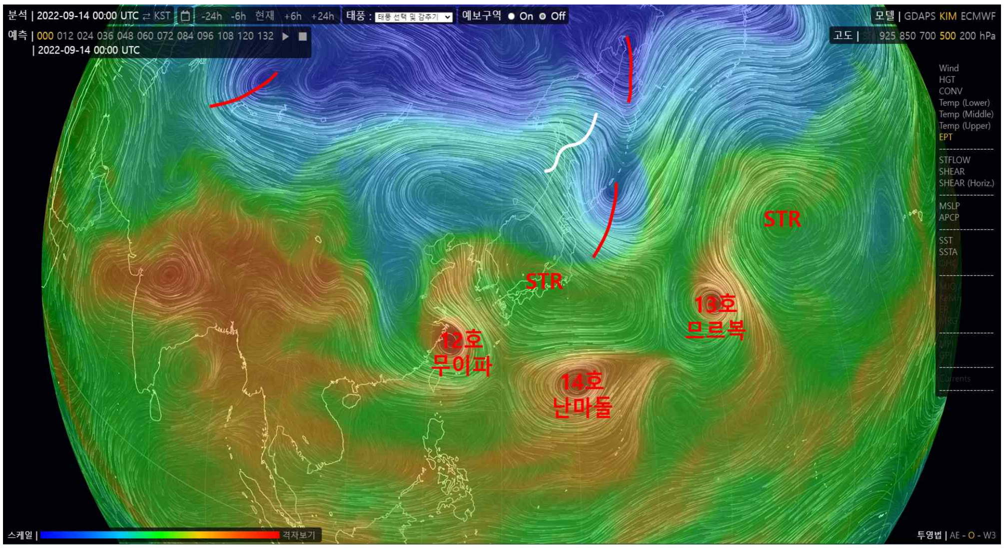
[그림 6.3] 제14호 태풍 난마돌 발생기(9.14. 9시) (a)200–850 hPa 연직시어, (b)500–850 hPa 지향류

○ 이때, 몬순골 내에서 먼저 제12호 태풍 무이파가 발생하여 북북서진하는 중인 가운데, 고온다습한 몬순 기류가 유입되면서 몬순골 동쪽에서 대류셀들이 조직화되어 발달하였음(그림 6.4, 그림 6.5)

(a) 9.13. 9시　　(b) 9.13. 21시　　(c) 9.14. 9시



[그림 6.4] 제14호 태풍 난마돌 발생기 천리안위성(GK2A) 컬러적외영상



[그림 6.5] 제14호 태풍 난마돌 – KIM 모델 500 hPa 유선&상당온위 분석장(9.14. 9시)

○ 발생 초기 몬순골 내에서 2개의 태풍이 발생함에 따라 에너지가 분산되었으나, 제12호 태풍 무이파가 빠르게 북상하면서 열대저압부로 에너지가 집중되었음

○ 이에 따라 9월 14일 3시경 일본 오키나와 동남동쪽 약 1,300 km 부근 해상에서 중심기압 996 hPa, 중심최대풍속 18 m/s의 제14호 태풍 난마돌(NANMADOL)로 발달하였음(그림 6.1, 표 6.1)

○ 발생 초기 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 50 kJ/㎠ 이상)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호한 상태에서 상층 발산이 강화되고, 몬순골에서 벗어나며 태풍의 북동쪽에 위치한 고기압의 가장자리에서 서북서진하면서 점차 발달하기 시작하였음(그림 6.4, 그림 6.5)

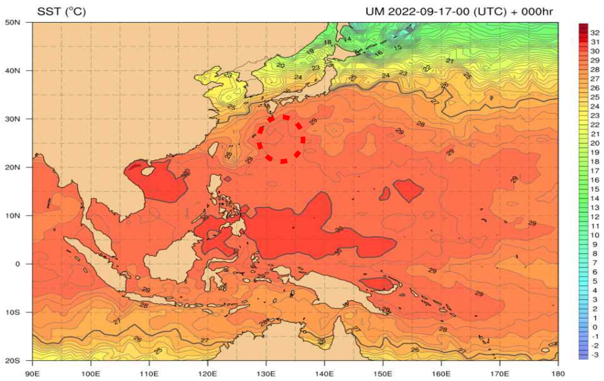
2) 발달 · 최성기

○ 발생 이후, 태풍은 아열대고기압의 가장자리를 따라 북서진하였고, 일본 오키나와 부근까지 급격하게 발달한 후 일본 규슈 남부 가고시마 부근에 상륙할 때까지도 '매우 강'의 강도를 유지하였음

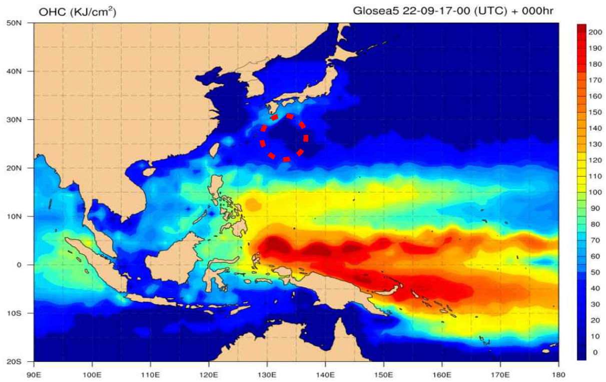
○ 태풍 경로상의 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 70 kJ/㎠ 내외)과 대기조건(연직시어 20 kt 이하)이 양호하였고, 강한 상층 발산까지 더해지면서 9월 15일 21시 970 hPa(35 m/s)에서 16일 21시 930 hPa(50 m/s)로 급격한 발달(RI) 조건을 충족하며 빠르게 발달하였음(그림 6.6, 그림 6.7, 그림 6.8)

○ 이에 따라, 9월 17일 21시경 일본 오키나와 동북동쪽 약 410 km 부근 해상에서 최대강도인 중심기압 915 hPa, 중심최대풍속 55 m/s의 '초강력' 태풍으로 발달하였음(그림 6.1)

(a)

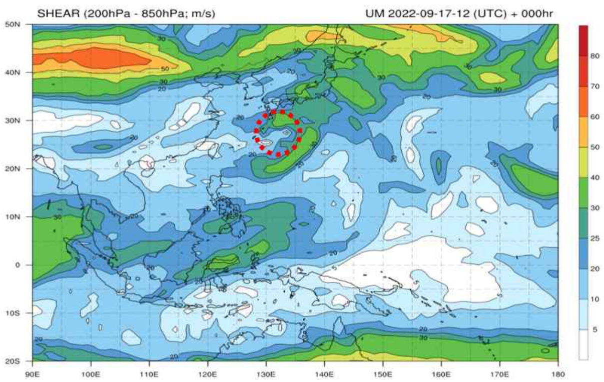


(b)

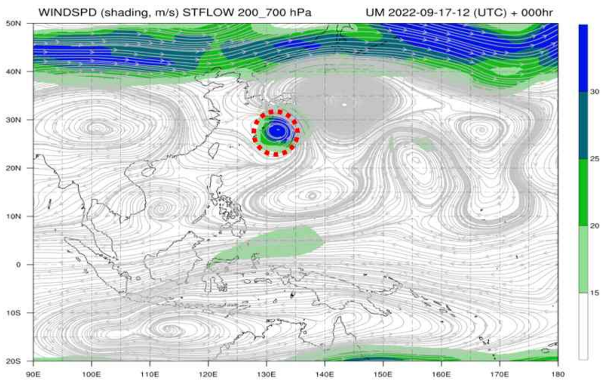


[그림 6.6] 제14호 태풍 난마돌 발달·최성기(9.17. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도

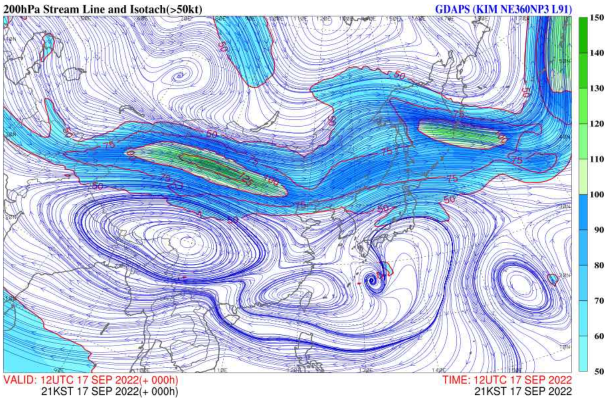
(a)

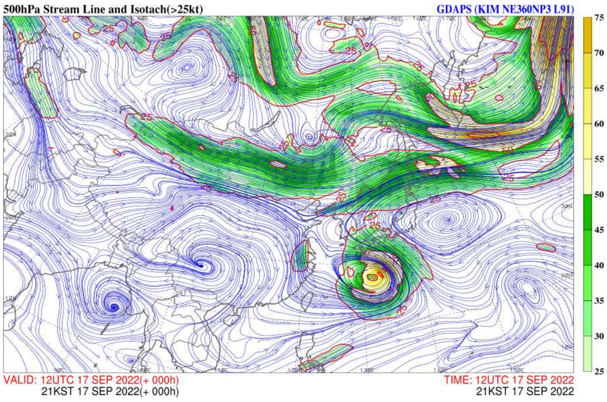


(b)



[그림 6.7] 제14호 태풍 난마돌 발달·최성기(9.17. 21시) (a)200–850 hPa 연직시어, (b)200–700 hPa 지향류

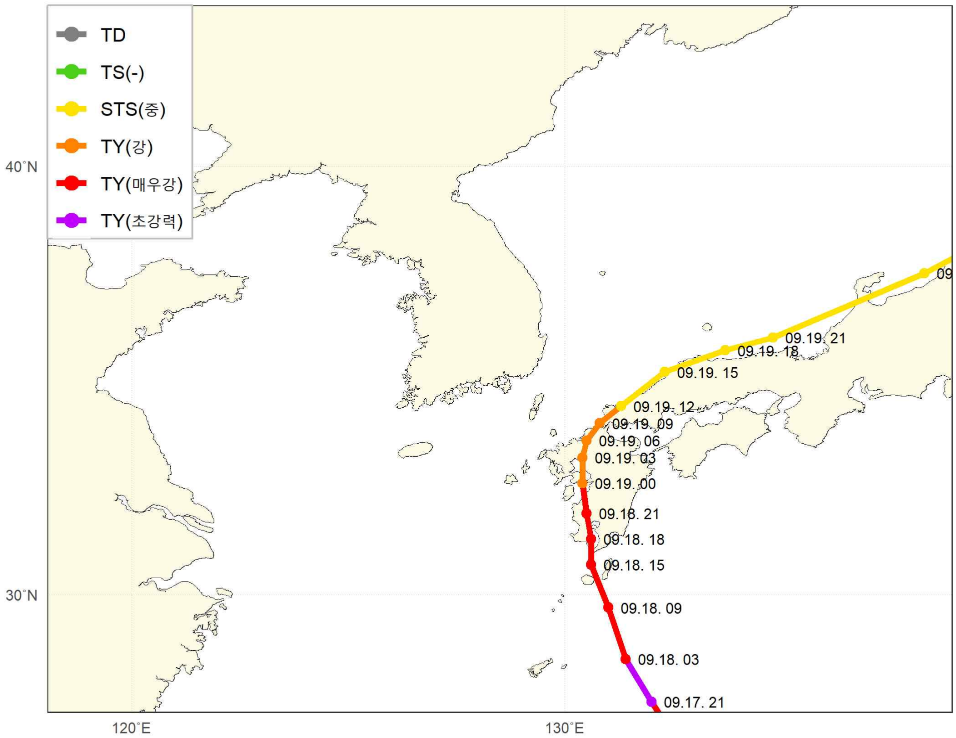
(a) 

(b) 

[그림 6.8] 제14호 태풍 난마돌 발달·최성기(9.17. 21시) (a)200 hPa 유선, (b)500 hPa 유선

3) 영향기간

○ 9월 17일 21시 남해동부바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되기 시작하여, 남해상과 동해남부해상에 태풍특보가 발효되었으며, 경남 해안을 위주로 육상에도 태풍특보가 발효된 후 19일 18시 태풍특보가 풍랑특보로 변경될 때까지 약 45시간 동안 우리나라에 영향을 주었음(그림 6.9, 그림 6.10)

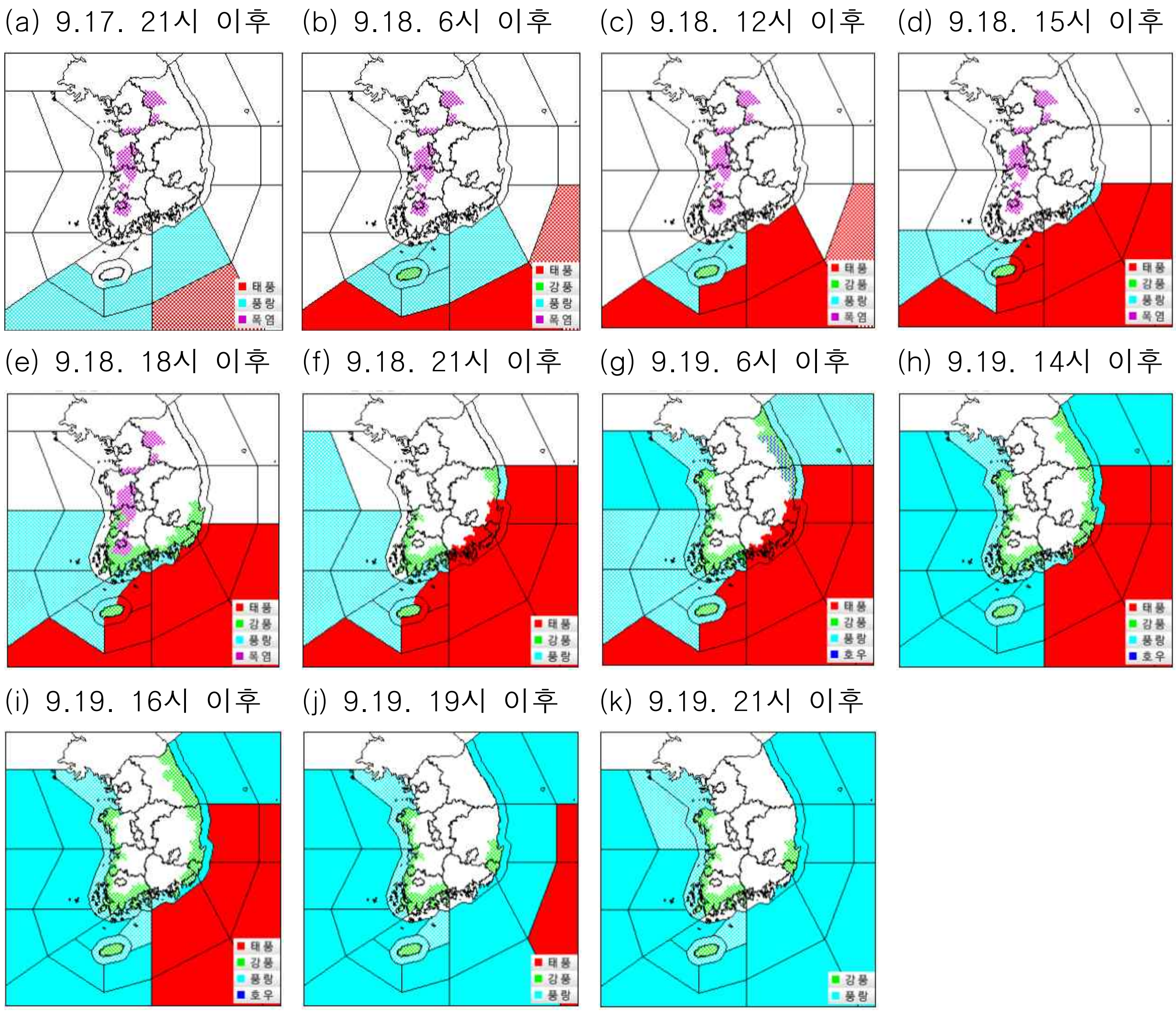


[그림 6.9] 제14호 태풍 난마돌의 경로와 분석시각

○ 9월 17일 21시에 남해동부바깥먼바다의 풍랑주의보가 태풍주의보로 변경되었으며, 18일 6시에 동해남부남쪽바깥먼바다에 태풍주의보가 발효되었고, 남해동부바깥먼바다는 태풍경보로 변경, 제주도남쪽바깥먼바다는 태풍경보가 발효되었음(그림 6.10)

○ 이후 태풍이 북진함에 따라 남해동부, 남해서부, 동해남부, 제주도앞바다를 중심으로 태풍경보가 확대되었음(그림 6.10)

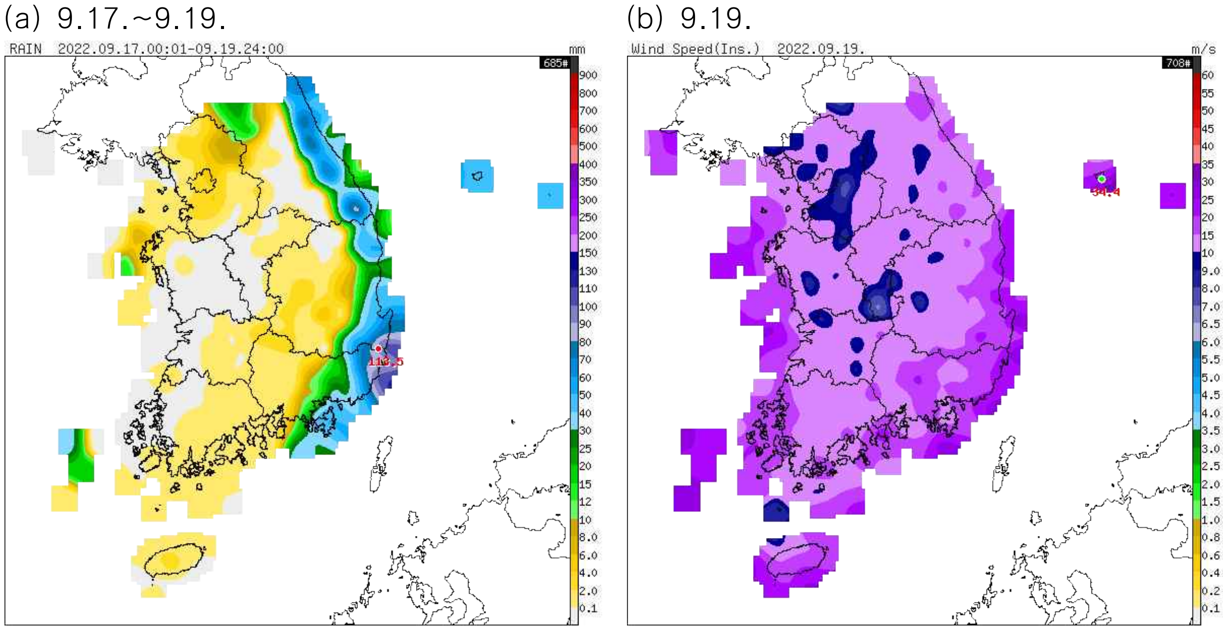
○ 9월 18일 21시에는 부산, 울산, 경상북도, 경상남도 일부 지역에도 태풍경보가 발효되었으며, 19일 21시 이후에는 모든 해상과 육상에서 태풍특보가 풍랑특보와 강풍특보로 변경되거나 해제되었음(그림 6.10)



[그림 6.10] 제14호 태풍 난마돌에 의한 시간별 특보 발효 상황

○ 태풍 난마돌로 인해 9월 17~19일 누적강수량 매곡 113.5 mm, 정자 112.5 mm, 설악산 111.0 mm 등 동해안을 중심으로 많은 강수량이 관측되었음(그림 6.11, 표 6.2)

○ 9월 19일 최대순간풍속은 울릉도 34.4 m/s, 오륙도 33.9 m/s, 이덕서 30.5 m/s이 관측되었음(그림 6.11, 표 6.2)



[그림 6.11] 제14호 태풍 난마돌에 의한 (a)누적강수량, (b)일최대순간풍속

4) 약화기

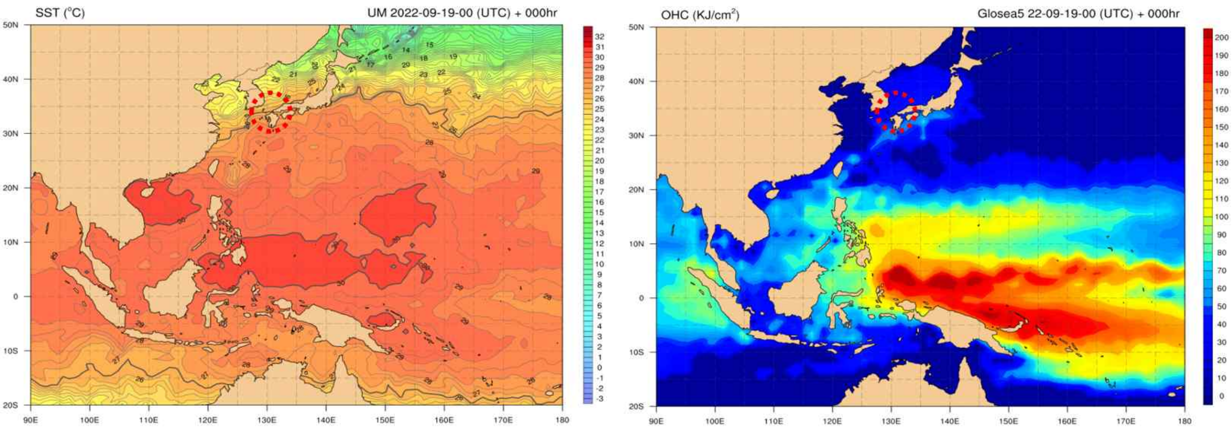
○ 아열대고기압 가장자리를 따라 북서진하던 태풍은 9월 18일 21시경 일본 가고시마 북쪽 약 40 km 부근 육상에 상륙하였고, 19일 6시경 규슈 북부 내륙에서 상층기압골의 영향으로 점차 북동~동북동진하였음(그림 6.9)

○ 태풍은 일본 가고시마 부근에 상륙한 이후 지면 마찰로 인해 약화되기 시작하였으나, 상륙 이전까지도 양호한 해양조건(해수면온도 28℃, 해양열량 60 kJ/㎠ 이상) 및 대기조건(연직시어 20 kt 이하)과 더불어 상층 발산이 유지되어 중심기압 935 hPa, 중심최대풍속 49 m/s인 강도 ‘매우 강’으로 상륙하였음(그림 6.12, 그림 6.13)

○ 상륙 이후 태풍은 지면마찰로 인해 빠르게 약화되기 시작했으나, 상층골에 의해 북동쪽으로 전향한 후 일본 북부 해안과 가까운 해상을 따라 동북동진하면서 중심기압 980 hPa, 중심최대풍속 29 m/s, 강도 '중'의 세력을 유지하면서 이동하였음

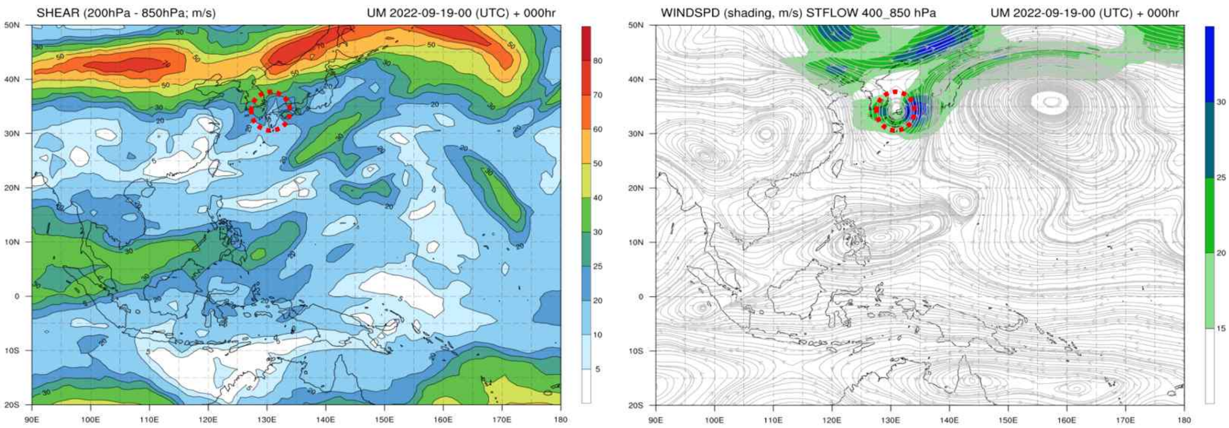
○ 이후, 태풍은 서쪽에서 건조역의 침투, 북쪽의 Ci streak, 북서쪽에 Bulge형 구름, 남쪽에 대류운이 형성되면서 9월 20일 9시경 일본 센다이 북동쪽 약 230 km 부근 해상에서 중심기압 990 hPa, 중심최대풍속 24 m/s인 온대저기압으로 변질되었음(그림 6.14)

(a) (b)

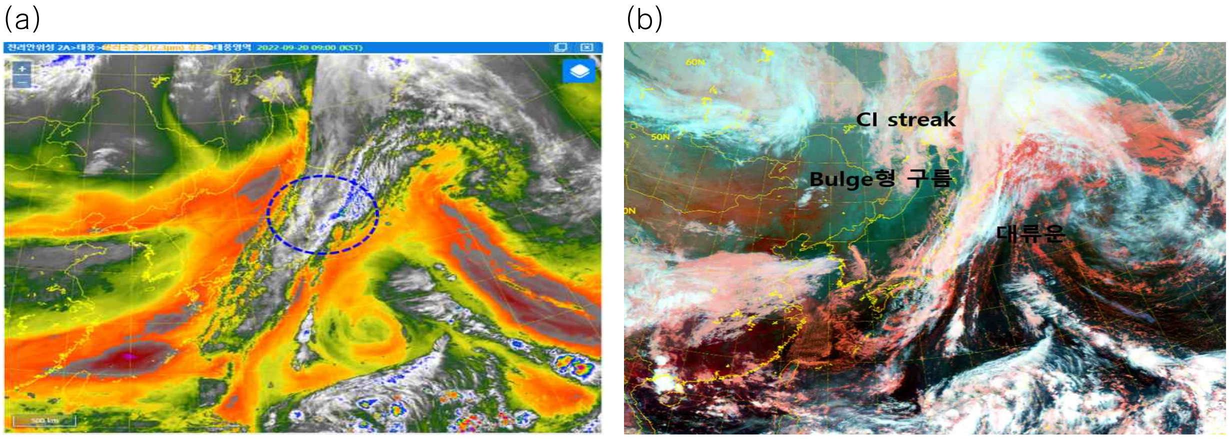


[그림 6.12] 제14호 태풍 난마돌 약화기(9.19. 9시) (a)해수면온도, (b)해양열량 분포도

(a) (b)



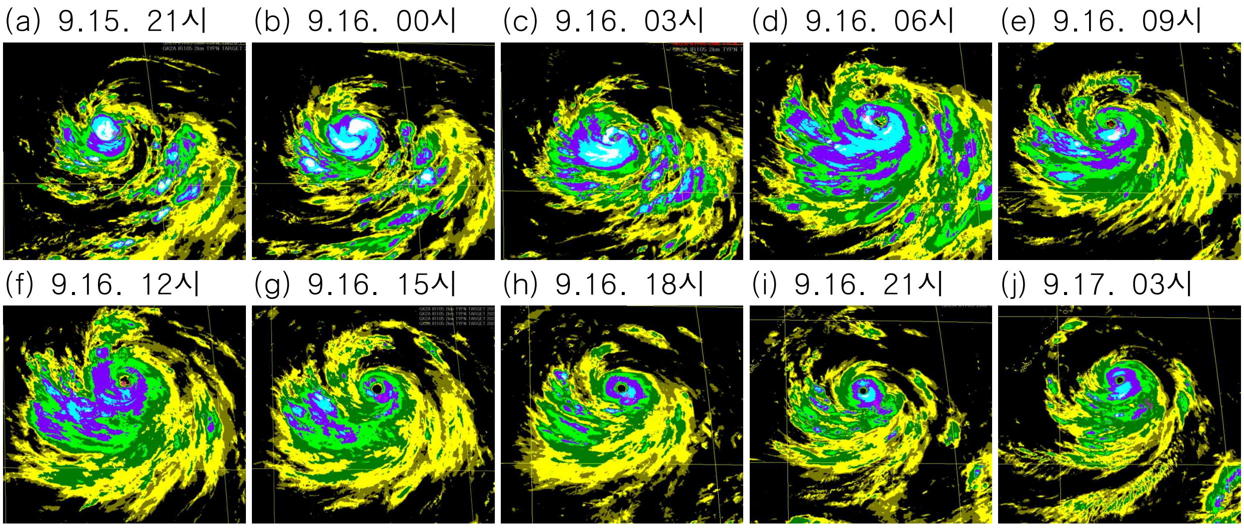
[그림 6.13] 제14호 태풍 난마돌 약화기(9.19. 9시) (a)200–850 hPa 연직시어, (b)400–850 hPa 지향류



[그림 6.14] 제14호 태풍 난마돌 온대저기압화(9.20. 9시) (a)수증기 영상, (b)합성영상 모식도

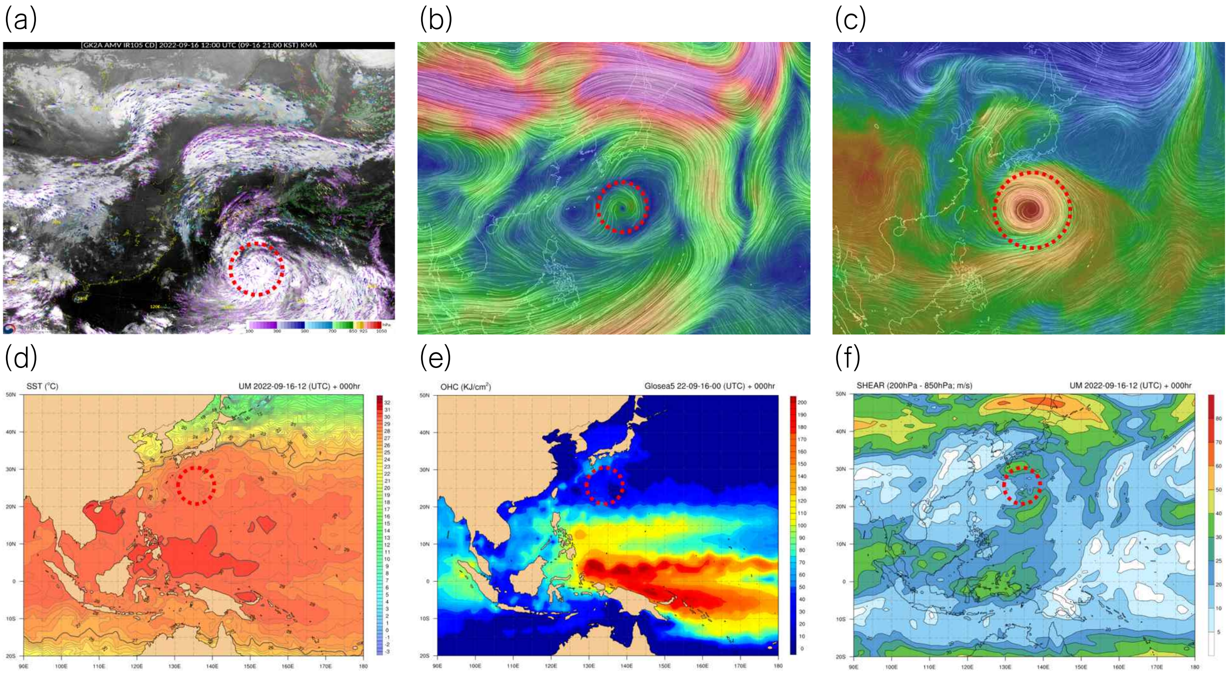
5) 특이사항

○ 제14호 태풍 난마돌은 9월 15일 21시경 중심기압 970 hPa, 중심최대풍속 35 m/s, 강도 '강'에서 24시간 후인 16일 21시경 중심기압 930 hPa, 중심최대풍속 50 m/s, 강도 '매우 강'인 태풍으로 급격하게 발달하는 RI 과정을 보였음(그림 6.15)



[그림 6.15] 제14호 태풍 난마돌 시간별 발달 경향(9.15. 21시~17. 3시): BAND → CDO → EYE

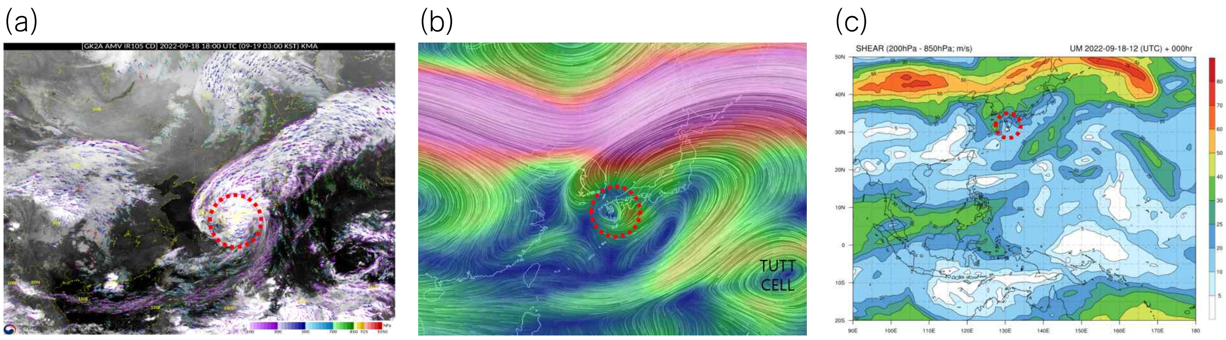
○ 이러한 RI는 약한 연직시어(20 kt 이하)에 의한 자체 강화 피드백 구조를 보이며, 해양조건(해수면온도 29℃, 해양열량 70 kJ/㎠ 내외)도 양호한 지역에서 나타났음(그림 6.16)



[그림 6.16] 제14호 태풍 난마돌(9.16.) (a)대기운동벡터, (b)200 hPa 유선, (c)850 hPa 상당온위, (d)해수면온도, (e)해양열량, (f)200-850 hPa 연직시어

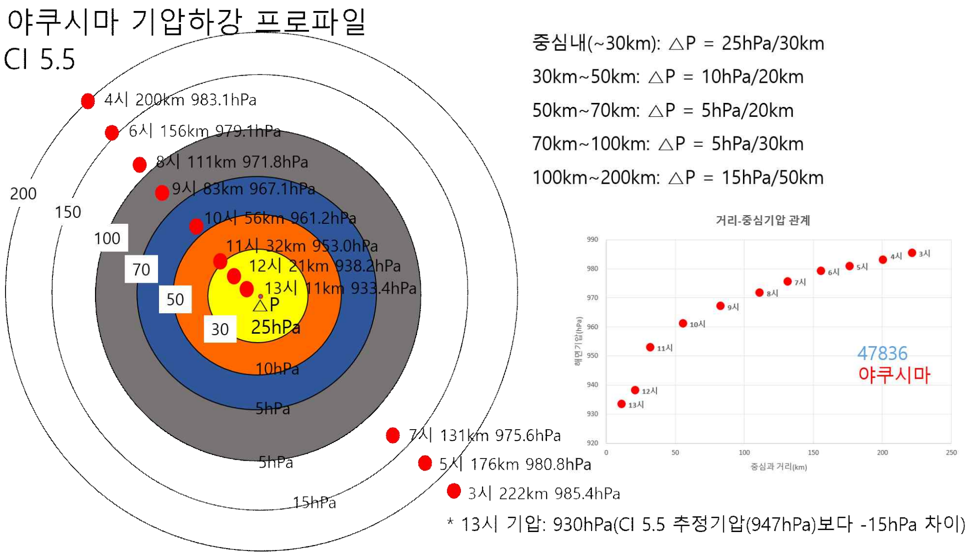
○ 특히, 하층(850 hPa)에서 고상당온위가 유입되면서 지속적인 수분 공급이 이루어지고, 상층(200 hPa)의 기압골 전면에 위치하고, 일본 북쪽에 위치한 상층 제트에 의해 강한 발산이 유도되면서 급격하게 발달하였음(그림 6.17)

○ 이러한 조건이 지속적으로 유지되면서 9월 18일 21시경 상륙 직후에도 중심기압 935 hPa, 중심최대풍속 49 m/s, 강도 '매우 강'으로 강한 세력을 유지하였음



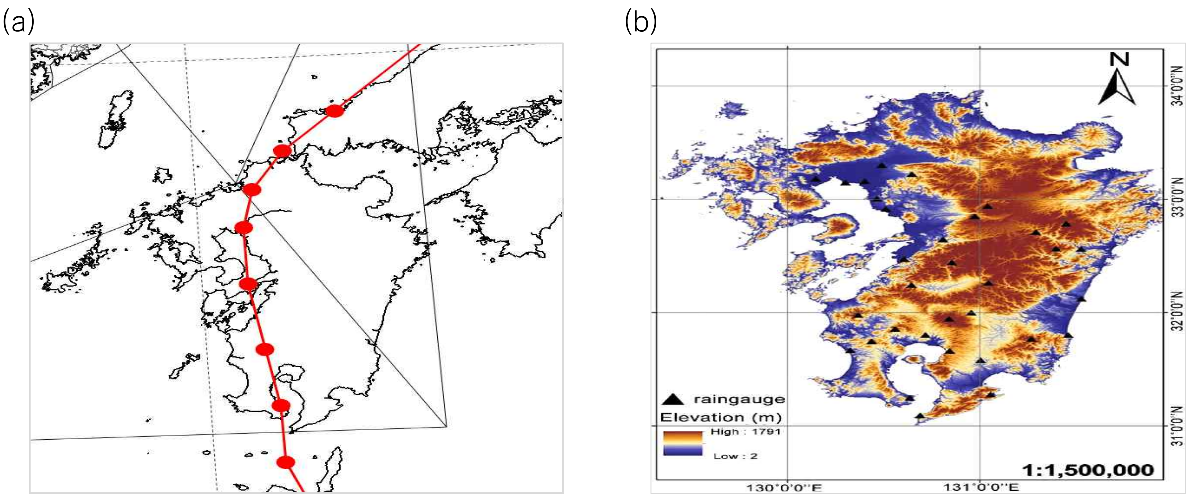
[그림 6.17] 9월 18일 21시 대기 조건 (a) 대기운동벡터, (b) 200hPa 유선, (c) 연직시어

○ 9월 18일 13시경 SDT 분석에 의한 CI 5.5 추정 중심기압이 947.0 hPa이었는데, 일본 야쿠시마 부근 통과 시 GTS 해면기압 933.4 hPa이 관측되어 약 15 hPa 낮게 관측되었음. 중심과 가까워지면서 급격하게 기압이 하강하는 것을 확인할 수 있었음(그림 6.18)



[그림 6.18] 제14호 태풍 난마돌 중심기압 추정(9.18.)

○ 태풍은 일본 규슈 남부에서 가고시마만으로 북진하였으나, 가고시마 북쪽에 위치한 산맥으로 인해 북진이 저지되어, 북북서~북진 후 점차 북동쪽으로 전향하였음. 태풍의 중심은 하층을 기반으로 하므로 경로를 예측할 때 지형에 대한 고려가 필요함(그림 6.19)



[그림 6.19] 지형효과에 따른 이동 경로 (a) 난마돌 경로, (b) 규슈 지형도

다. 태풍 관련 관측값

[표 6.2] 제14호 태풍 난마돌 영향기간(9.17.~19.) 자동기상관측장비(AWS) 관측값

○ **일최대순간풍속** (단위: m/s)

순위	9.17.		9.18.		9.19.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	새별오름	17.9	오륙도	29.0	울릉도	34.4
2	사제비	17.6	백록담(U)	28.1	오륙도	33.9
3	설악산	17.5	설천봉	26.3	이덕서	30.5
4	백록담(U)	15.9	이덕서	25.2	구룡포	29.3
5	매물도	15.2	매물도	25.1	백록담(U)	28.9
6	지귀도	14.5	한라산남벽	24.5	정자	28.5
7	윗세오름	13.9	윗세오름	24.1	지귀도	28.0
8	가거도	13.6	여수	23.1	매물도	26.9
9	향로봉, 홍도	13.5	흑산도, 사제비	23.0	울산(공)	26.8
10	가덕도, 한라산남벽	13.4	서이말	22.9	옥도	26.7

○ **일강수량** (단위: mm)

순위	9.17.		9.18.		9.19.	
	지점	값	지점	값	지점	값
1	홍도	33.5	서이말	34.5	설악산	107.5
2	마현	24.5	간절곶	33.0	양양영덕	96.5
3	양지	24.5	양지암, 해운대	32.0	설악동	95.0
4	화천, 철원장흥	22.5	거제, 기장	29.5	미시령	92.0
5	하남덕풍	22.0	가덕도	29.0	도계	90.5
6	남이섬	20.5	온산	28.0	매곡	89.5
7	가평조종	19.5	울기	27.5	정자	88.0
8	춘궁 *	19.0	삼동	27.0	강릉왕산	83.5
9	하남	18.5	동래, 명사	25.0	조침령	83.0
10	하태도	18.0	장생포, 정자	24.5	대관령	77.5

○ **누적강수량** (단위: mm)

순위	9.17.~9.19.	
	지점	값
1	매곡	113.5
2	정자	112.5
3	설악산	111.0
4	간절곶	109.5
5	양양영덕, 울기	101.0
6	설악동	96.5
7	도계	95.5
8	미시령	95.0
9	온산	92.0
10	울산(공)	90.5

제3장
2022년 한반도 영향태풍 관련 보도자료

1. 제4호 태풍 에어리(AERE)

가. 언론 보도자료

제민일보

2022년 07월 04일 (월)
종합 01면

태풍 '에어리' 제주 간접 영향권

3일 일본 쪽 방향 급선회
5일 오전 3시 최근접 전망

제4호 태풍 '에어리'가 북상 중인 가운데 일본 쪽으로 방향을 급선회하면서 제주는 간접 영향권에 들 전망이다.

3일 기상청에 따르면 '에어리'는 이날 오후 3시 기준 일본 오키나와 북서쪽 약 200km 해상에서 시간당 9km의 속도로 북서진하고 있다. 현재 '에어리'는 중심기압 994hPa, 최대 풍속 시속 68km, 강풍반경 250km다.

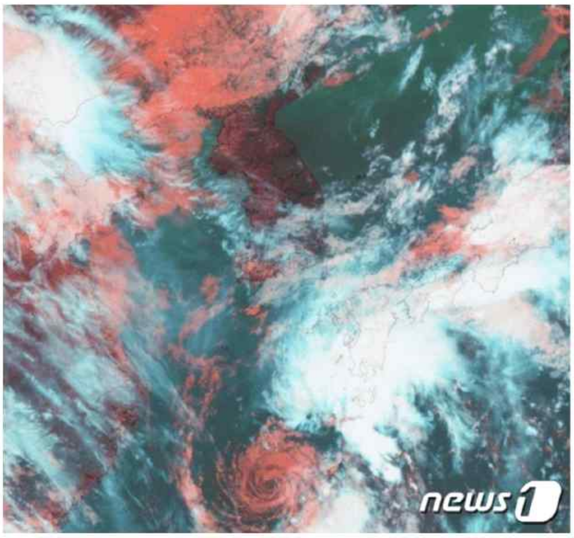
당초 '에어리'는 제주를 관통해 우리나라 남부지방까지 영향을 줄 것으로 예상됐지만 일본 쪽으로 방향을 틀었다.

news1

2022년 07월 03일 (일)
노동/복지

日 향할 에어리, 우리나라엔 폭염 부채질...차바는 장맛비에 힘 보탠다

제주·내륙 직접영향 비껴가지만...고온다습 공기 공급 무더위 강화 7일엔 장맛비...하루 정도 비 뿌릴 듯 "강수량 전망? 아직"



3일 오전 10시20분부터 120분간 천리안 2A 위성으로 관측한 한반도 인근 RGB 주야간 합성 영상, 제4호 태풍 에어리 북상이 관측되고 있다. 이 태풍은 일본 규슈 지역으로 상륙한다고 기상청은 전망했다. ⓒ 뉴스1 황덕현 기자

연합뉴스

2022년 07월 03일 (일)
사회

태풍 에어리 직접 영향 없다...대신 "찜통더위" 부추겨

제주 남쪽 먼바다서 동쪽으로 방향 틀어 일본에 상륙 체감온도 30도 넘는 폭염 6일까지...7일 전국에 비

SBS

2022년 07월 04일 (월)
방송

일본으로 비켜 간 태풍...대신 찜통더위 남겼다

<앵커>

이렇게 숨 막히는 더위는 이번 주 수요일까지 이어지겠습니다. 우리나라를 향해 다가오던 제4호 태풍이 일본 쪽으로 방향은 틀었지만, 덥고 습한 공기를 한반도 쪽으로 밀어 올렸기 때문입니다. 목요일부터는 다시 장맛비가 내립니다.

2. 제5호 태풍 송다(SONGDA)

가. 언론 보도자료

연합뉴스

2022년 07월 30일 (토)
종합

제주 한라산에 태풍 영향 200 넘는 폭우...별다른 피해 없어(종합2보)

한라산 탐방 전면 통제...내달 1일까지 제주 산간 최고 300 비
일부 여객선 운항 통제...항공편은 정상 운항

(제주=연합뉴스) 고성식 백나용 기자 = 30일 제주 남쪽 해상을 지나는 제5호 태풍 '송다' 영향으로 한라산에 폭우가 내리면서 탐방로가 통제됐다.

해상의 풍랑주의보로 일부 항로의 여객선 운항도 멈췄다.

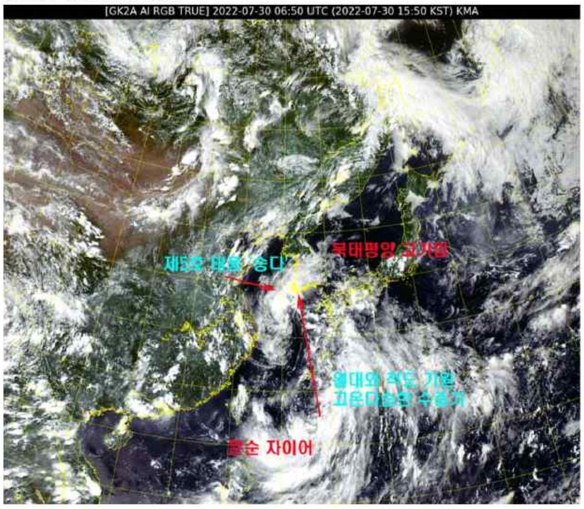
출입 통제된 제주 논짓물
(서귀포=연합뉴스) 백나용 기자 = 제주도 남쪽 먼바다에 태풍주의보가 발효된 30일 오전 서귀포시 하예동 논짓물 출입 통제선이 설치돼 있다. 2022.7.30 dragon.me@yna.co.kr

한겨레

2022년 07월 30일 (토)
종합

태풍 '송다' 쫓아오는 몬순...찜통 수증기가 한반도 에워싼다

제주와 전남·경남 50~150㎜
제주산지·지리산 등 250㎜ ↑
중부와 전북·경북 30~80㎜
경기북부·서해안 최대 120㎜



30일 오후 3시50분 현재 천리안위성 2A호가 촬영한 제5호 태풍 '송다' 영상. 국가위성센터 제공

제5호 태풍 '송다'와 남쪽에서 유입되는 고온다습한 공기의 영향으로 30일부터 2일까지 전국에 많은 비가 내릴 전망이다. 비가 내리는 지역에서는 폭염이 다소 완화되겠지만 습도가 높아져 열대야는 더욱 심해질 것으로 예상된다.

jtbc 뉴스

2022년 08월 01일 (월)
방송

태풍 '송다' 영향으로 전국에 비...일부 국지성 집중호우

[앵커]

5호 태풍 '송다'의 영향으로 오늘(1일) 전국에 비가 많이 내릴 것으로 보입니다. 경기도와 충청도 곳곳에 내려졌던 호우주의보는 오늘 아침 해제됐지만, 일부 지역에는 국지성 집중호우가 올 거라는 예보가 있습니다. 비 피해 없도록 조심하시길 바랍니다.

news1

2022년 08월 01일 (월
사회

태풍 영향에도 전국 열대야...제주·남해안도 '잠 못 이룬 밤'

밀양 28.8도, 제주 27도, 서울 25.4도, 대구 26.8도, 부산 26.3도 적도 온난다습 공기·북태평양 고기압 확장...당분간 열대야 강화

제5호 태풍 '송다'가 지나간 31일 제주시 삼양해수욕장이 한산한 모습을 보이고 있다. 이날 오후 2시 기준 제주도 산지에는 호우경보가, 제주 남부와 동부에는 호우주의보가 발효된 상태다.2022.7.31/뉴스1 ⓒ News1 홍수영 기자

(서울=뉴스1) 황덕현 기자 = 제5호 태풍 송다와 제6호 태풍 트라세 영향으로 밤사이 전국 대부분 지역에 비가 내린 가운데 전국적인 열대야가 기록됐다. 기상청은 구름의 차폐 효과 등으로 당분간 후덥지근한 밤이 이어질 것이라 전망했다.

3. 제6호 태풍 트라세(TRASES)

가. 언론 보도자료

news1

2022년 08월 01일 (월)
사회

태풍 송다·트라세 모두 소멸…오후까지 제주·남해안에 영향

최대풍속 초속 17m 미만 태풍 자격 상실

제5호 태풍 '송다'가 지나간 31일 제주시 삼양해수욕장이 한산한 모습을 보이고 있다. 이날 오후 2시 기준 제주도 산지에는 호우경보가, 제주 남부와 동부에는 호우주의보가 발효된 상태다.2022.7.31/뉴스1 ⓒ News1 홍수영 기자

(서울=뉴스1) 황덕현 기자 = 제6호 태풍 트라세가 1일 오전 에너지를 잃고 열대저압부로 변질됐다. 앞서 제5호 태풍 송다가 먼저 열대저압부로 약화한 지 6시간여 만의 일이다.

기상청은 이날 오전 9시께 태풍 트라세가 제주 서귀포 남동쪽 약 70㎞ 부근 해상에서 열대저압부로 약화했다고 밝혔다.

NEWSIS

2022년 08월 01일 (월)
종합

태풍 '트라세', 서귀포 해상서 열대저압부로 약화.소멸…비는 계속

기사내용 요약
1일 오전 9시 열대저압부로 약화

[서울=뉴시스] 1일 오전 3시 기준, 제6호 태풍 '트라세'의 이동경로. 트라세는 당일 오전 9시 열대저압부로 약해졌다. 2022.08.01.<기상청 홈페이지 캡처> photo@newsis.com *재판매 및 DB 금지[서울=뉴시스]신재현 기자 = 제 6호 태풍 '트라세(TRASES)'가 1일 오전 열대저압부로 변하며 소멸했다.

경향신문

2022년 08월 01일 (월)
종합

태풍 트라세도 열대저압부로 약화…내일까지 중부지방.제주도 많은 비

우산을 쓴 시민들이 지난달 13일 서울 서대문구 이화여대 교정에서 장맛비를 맞으며 걷고 있다. /한수빈 기자

제5호 태풍 '송다 와 제6호 태풍 '트라세 는 이날 9시까지 모두 열대저압부로 약화됐다. 화요일인 2일까지는 제주.중부지방을 중심으로 많은 비가 오겠다.

국민일보

2022년 08월 01일 (월)
종합

수증기 놓고 떠난 태풍 2개… 한반도 '폭염의 시간

영남.호남.충청 곳곳에 폭염주의보
비 그친 곳 최고 체감온도 33도

광주 북구 말바우시장의 한 상인이 1일 선풍기 바람을 쐬며 더위를 식히고 있다. 연합뉴스

태풍 2개의 상륙을 막아낸 한반도는 다시 폭염과의 싸움을 시작했다. 서울.인천.경기.강원.울산을 제외한 전국 모든 광역자치단체에서 폭염주의보가 발효됐다.

기상청은 1일 부산 대구 경북 경주.포항.울진.영덕. 봉화.영양.청송.의성.영주.안동.예천.칠곡.청도.군위.경산.영천.구미 경남 창녕.밀양.김해.창원.양산.울릉도.독도 광주 전북 남원.전주.정읍.익산.순창.임실.완주.김제.군산.부안.고창 전남 진도.목포.영광.함평.무안.영암.완도.해남.강진.장성.담양.나주.신안(흑산면 제외) 세종 대전 충북(보은 제외) 충남 제주 동부.북부.서부에 오후 2시를 기해 폭염주의보를 발효했다.

4. 제11호 태풍 힌남노(HINNAMNOR)

가. 언론 보도자료

연합뉴스

2022년 09월 06일 (화)
종합

"건물마저 통째로 떠내려가" 전국 곳곳 강타한 힌남노(종합)

폭우로 포항.경주.울산서 2명 사망.10명 실종...강풍에 8만9천호 정전

태풍의 위력...물에 떠내려간 풀빌라
(포항=연합뉴스) 김현태 기자 = 태풍 '힌남노'의 강풍과 폭우 탓에 6일 경북 포항시 남구 오천읍의 한 풀빌라가 물에 떠내려가 있다. 2022.9.6 mtkht@yna.co.kr

(전국종합=연합뉴스) 제11호 태풍 '힌남노'가 6일 동해상으로 빠져나가면서 전국에 침수.강풍.정전 피해가 잇따랐다.

이데일리

2022년 09월 08일 (목)
사회 27면

7일 경북 포항시 남구 인덕동 한 아파트 지하주차장에서 소방, 해병대, 해경으로 구성된 합동 수색팀이 추가 실종자가 있는지 수색한 뒤 나오고 있다. 연합뉴스

태풍 힌남노로 전국서 사망 11명·실종 1명

SBS

2022년 09월 07일 (수)
방송

포항제철소도 물에 잠겼다...49년 만에 '처음 가동 중단'

<앵리>

어제(6일) 태풍으로 세계에서 두 번째로 큰 규모인 포항제철소도 큰 피해를 입었지요. 제철소 대부분이 물에 잠겼고 용광로 가동도 전면 중단됐습니다. 49년 만에 처음 있는 일인데, 언제 재가동에 들어갈 수 있을지도 알 수 없는 상태입니다.

제희원 기자입니다.

<기자>

시간당 110mm 비가 내렸던 포항 남구의 포스코 포항제철소.

순식간에 쏟아진 비로 제철소 입구가 거대한 강으로 변했습니다.

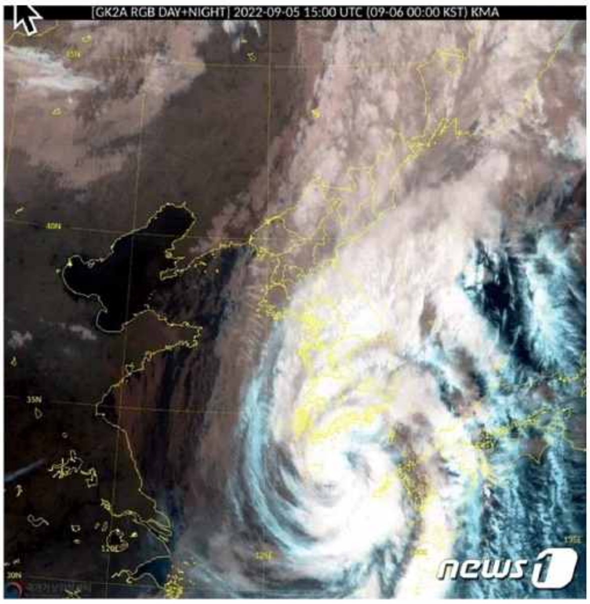
공장 내부에는 어른 허리춤까지 물이 들어찼고, 철판을 감아놓은 코일 더미도 흙탕물에 잠겼습니다.

news1

2022년 09월 07일 (수)
사회

강남 침수시킨 '비구름 산' 이번엔 포항에...힌남도 피해 커져

좁은 지역 발달 선상강수대서 집중호우 쏟아져 호미곶 등 동해안 지형적 효과도 폭우에 영향



6일 오전 0시부터 6시40분까지 천리안 2A 기상위성에서 관측한 한반도 인근 RGB 주야간 합성 영상(기상청 제공) ⓒ News1

(서울=뉴스1) 황덕현 기자 = 제11호 태풍 힌남노는 포항과 경주에서 선상강수대를 만들며 위험반원에 낀 부산, 울산보다 더 많은 비를 뿌렸던 것으로 나타났다. 기상·지형적 조건이 더해지면서 하천 옆에 있던 주택에 보다 많은 피해를 야기했다.

5. 제14호 태풍 난마돌(NANMADOL)

가. 언론 보도자료

한국경제

2022년 09월 20일 (화)
사회 25면

일본 열도에 상륙한 제14호 태풍 난마돌이 19일 오전 태풍 영향권에 든 영남 지방에 강한 바람을 동반한 비를 뿌렸다. 부산, 울산, 대구 지역에서 가로수가 쓰러지고, 구조물 피해로 인한 정전 사고가 잇따랐다. 소방대원들이 이날 울산 방어동에서 강풍으로 쓰러진 나뭇가지를 치우고 있다. 울산소방본부 제공

철탑 넘어지고 창문 깨지고 … '난마돌' 피해 속출

연합뉴스

2022년 09월 19일 (월)
사회

태풍 근접 울산 가로수 쓰러지고 정전...일부 학교휴업.원격수업(종합)

울산대교 동구 방향 통제, 울산-포항.동대구간 무궁화호 열차 운행 일시중단
울산소방 16건 출동, 주민 3명 대피...간절곶 77 기록, 60 더 내릴 듯

태풍 난마돌 강풍에 쓰러진 가로수
[울산소방본부 제공. 재판매 및 DB 금지]

(울산=연합뉴스) 김근주 기자 = 제14호 태풍 '난마돌'이 근접하면서 울산에는 초속 28m가 넘는 바람이 불며 정전과 가로수 쓰러짐 등 피해 신고가 잇따르고 있다.

SBS

2022년 09월 19일 (월)
방송

난마돌이 몰고온 초속 33.9m 강풍...건물 외벽 할퀴었다

<앵커>

이번 태풍은 비보다는 바람이 더 위협적이었습니다. 부산에서는 순간 최대 풍속이 초속 30m를 넘는 세찬 바람이 불면서 건물 외벽 자재가 떨어져 나가기도 했습니다.

부산·경남 지역 피해 상황은, KNN 강소라 기자가 취재했습니다.

<기자>

부산의 한 빌라에 주차된 차량 위로 자재물들이 쏟아집니다.

강풍이 불며 건물 외벽 자재가 떨어지면서 차량 2대가 크게 부서졌습니다.

주차 공간에 벽면에서 뜯겨나온 자재들이 잔뜩 쌓여 있습니다.

면면을 보면 마치 찢겨나간 것처럼 매우 날카롭습니다.

빌라 주민들은 태풍 '힌남노'로 인한 피해도 복구하지 못한 상황에서 또다시 태풍 피해를 입었습니다.

news1

2022년 09월 20일 (화)
종합

태풍 난마돌 日열도 가로질러...2명 사망.1명 실종.120명 부상

무너진 토사 속에서 40대 남성 의식불명으로 발견됐다 사망
히로시마현 닭장 수리하던 남성 실종...수로 추락 추정

19일 일본 고치현의 해안에서 태풍 난마돌로 인해 높은 파도가 발생하고 있다. 로이터=뉴스1 News1 강민경 기자

(서울=뉴스1) 강민경 기자 = 제14호 태풍 '난마돌'이 일본 열도를 가로지르면서 20일 오전 온대저기압으로 바뀌었지만 강풍과 홍수로 인해 2명이 숨지고 120명이 다치는 등 적지 않은 피해가 발생하고 있다.

부록 1. 2022년 한반도 영향태풍 관련 피해 상황

태풍이름	영향기간*	인명피해	이재민	시설피해	비고**
2204 에어리	7.3.~5.	-	-	-	2022.7.5. 06시 자료 기준
2205 송다	7.30.~8.1.	-	-	-	2022.8.1. 06시 자료 기준
2206 트라세	8.1.	-	-	-	2022.8.1. 06시 자료 기준
2211 힌남노	9.4.~6.	총 15명 (사망 11, 실종 1, 부상 3)	10세대 16명	공공시설 2,332건 사유시설 7,170건 등	2022.9.9. 06시 자료 기준
2214 난마돌	9.17.~19.	총 2명 (부상 2)	-	농작물 429.1 ha 정전 7,065호 등	2022.9.20. 06시 자료 기준

* 영향기간은 태풍특보가 발효된 기간으로 함

** 집계된 피해 상황은 행정안전부 안전관리일일상황 보고자료를 기반으로 작성되었으며, 추후 변동할 수 있음

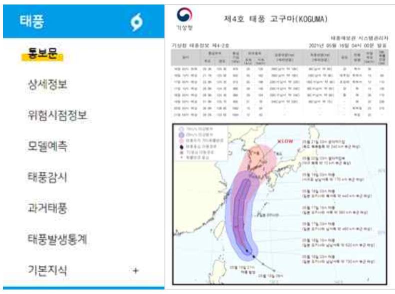
부록 2. 2022년 태풍정보 개선(2022.7.21. 이후 시행)

가. GIS기반 동적·반응형 상세정보로 기본정보 변경

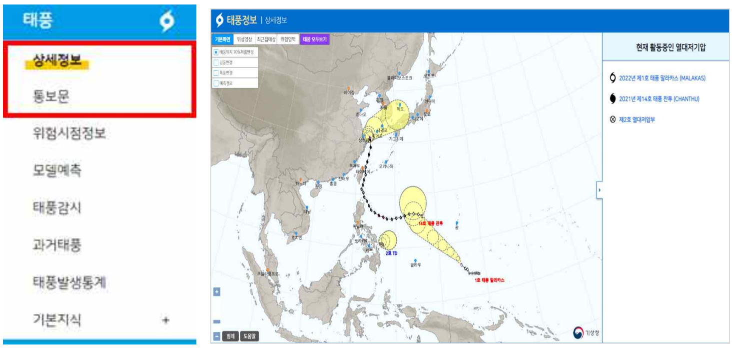
< 날씨누리/태풍 기본정보>

[기존] FAX형태 통보문 → **[개선] GIS 기반의 상세정보(날씨누리-태풍-상세정보)**

www.weather.go.kr/w/typhoon/ko/weather/typhoon_02.jsp



➔



[기존] FAX형태 통보문　　　　[개선] GIS 기반 상세정보

나. 사용자 선택에 따른 상세정보 표출

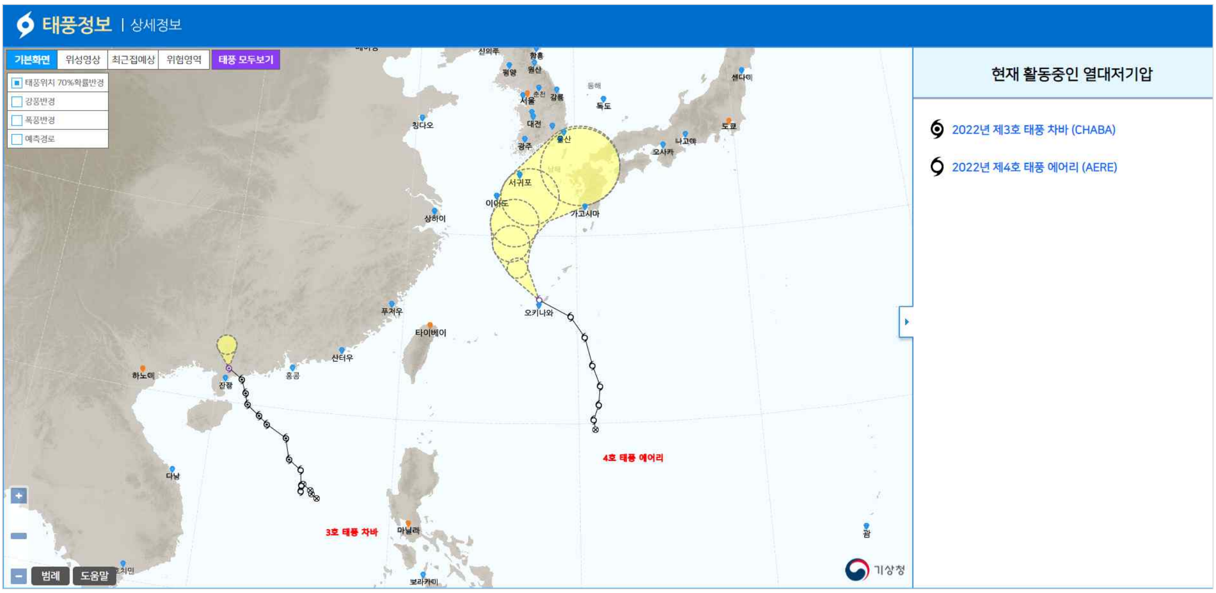
[기존]

- 태풍 예상 이동경로가 선으로 연결되고, 모든 정보가 한꺼번에 표출되어 일방적이고 결정론적 정보로 활용도 저하

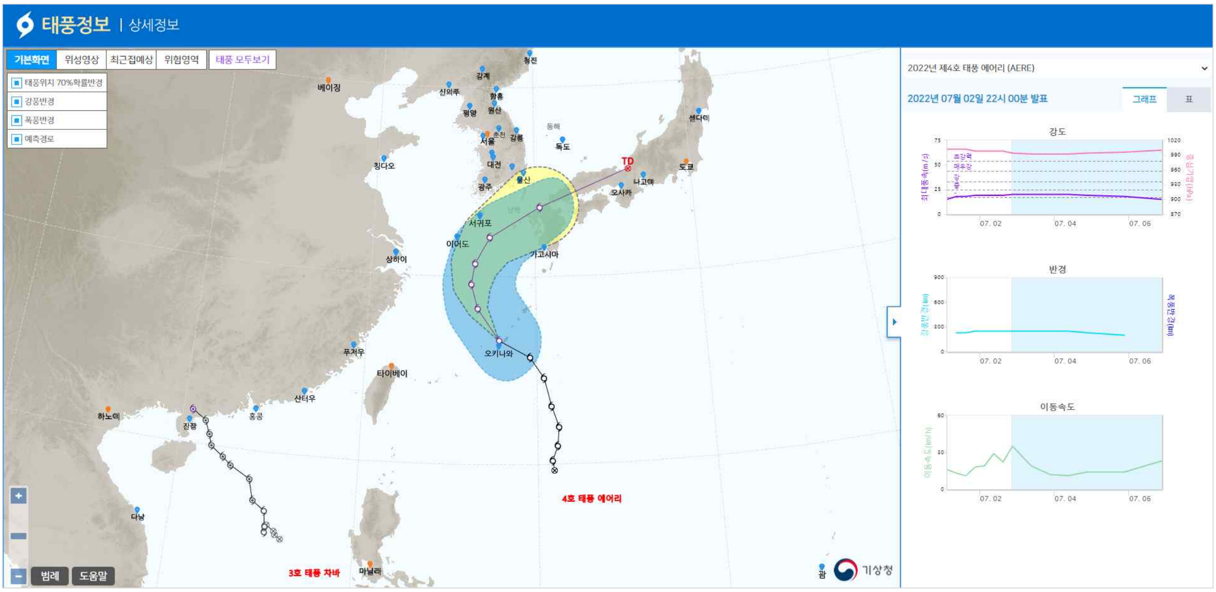
[개선]

- (첫화면) 활동 중인 **모든 태풍(열대저압부 포함) 표출**하고, 관심 태풍 클릭 시 **해당 태풍정보 상세 표출**

- (진로도) 태풍위치 **70% 확률반경을 기본화면으로 표출**하되 반경(풍속 15m/s, 25m/s 이상), 확률반경중심 예측경로, 위성영상 중첩 등은 **수요자 선택형으로 개선**하여 정보 활용도 향상



<GIS 기반 동적 홈페이지의 첫화면>



<관심 태풍 클릭 시 상세정보 표출화면>

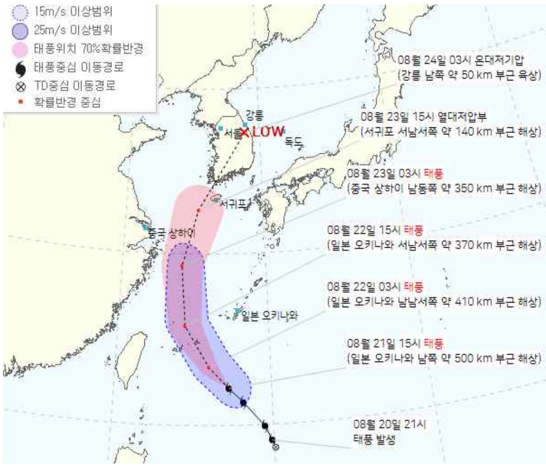
다. 태풍 통보문 태풍 등급별 표현 차별화 및 그림 영역 내 텍스트 보완

[기존]

- 태풍 중심의 아이콘을 일괄적으로 점(예측)과 태풍표시(분석)로 표현

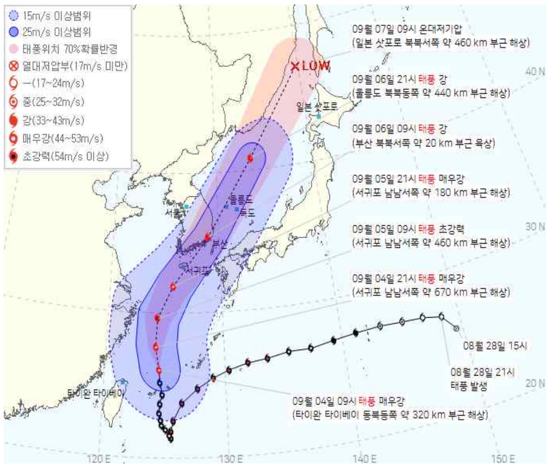
[개선]

- 태풍 중심의 아이콘을 **강도에 따라 차별화되게 표현**하고, 그림 영역 내 **텍스트로도 설명**하여 태풍정보의 가독성 및 이해력 향상



[기존] 일괄적인 아이콘 사용
(2021년 제12호 태풍 오마이스)

➔



[개선] 등급별 아이콘, 텍스트 표현
(2022년 제11호 태풍 힌남노)

	열대저압부 (17m/s 미만)	태풍				
		- (17~24m/s)	중 (25~32m/s)	강 (33~43m/s)	매우강 (44~53m/s)	초강력 (54m/s 이상)
분석						
예보						

<등급별 태풍(열대저압부) 아이콘>

부록 3. 열대저기압의 분류

○ 열대저기압은 강도에 따라 단계별로 분류하며, 그 기준으로는 중심최대풍속 (MSW; Maximum Sustained Wind, 10분 평균 풍속)을 사용함

중심최대풍속	한국		세계기상기구(WMO)
17m/s(34kt) 미만	열대저압부		TD (Tropical Depression)
17m/s(34kt) 이상~ 25m/s(48kt) 미만	태풍	-	TS (Tropical Storm)
25m/s(48kt) 이상~ 33m/s(64kt) 미만		중 (Normal)	STS (Severe Tropical Storm)
33m/s(64kt) 이상~ 44m/s(85kt) 미만		강 (Strong)	TY (Typhoon)
44m/s(85kt) 이상~ 54m/s(105kt) 미만		매우강 (Very strong)	
54m/s(105kt) 이상		초강력 (Super strong)	

참고문헌

- 기상청(2022), 태풍정보 생산 업무매뉴얼.
- 기상청 국가태풍센터(2011), 태풍백서.
- 기상청 기후예측과(2022), 월기상특성 보도자료.
- 기상청(2022), 월간 기후분석정보.
- 행정안전부(2022), 안전관리일일상황. URL: https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardList.do?bbsId=BBSMSTR_000000000336

한반도 영향태풍 분석 보고서(2022)

기획 집필 편집	센터장 |	함동주
	예보관 |	이경호 이영호 박종경 손주형 김성수 김동진 김대준 최의수 김영남 고경준
	연구원 |	김진연 현유선 류지혜 강동인 최민주

발간월 2023년 2월

발행처 기상청 예보국 국가태풍센터