

## 2008년 태풍 특징

차은정<sup>1</sup> · 황호성<sup>1</sup> · 양경조<sup>1</sup> · 원성희<sup>1</sup> · 고성원<sup>1</sup> · 김동호<sup>1</sup> · 권혁조<sup>2,\*</sup><sup>1</sup>기상청 국가태풍센터<sup>2</sup>공주대학교 대기과학과/태풍연구센터

(2009년 3월 9일 접수; 2009년 5월 7일 승인)

Characteristics of Tropical Cyclones  
over the Western North Pacific in 2008Eun-Jeong Cha<sup>1</sup>, Ho-Seong Hwang<sup>1</sup>, Kyung-Jo Yang<sup>1</sup>  
Seong-Hee Won<sup>1</sup>, Seong-Won Ko<sup>1</sup>, Dong-Ho Kim<sup>1</sup> and H. Joe Kwon<sup>2,\*</sup><sup>1</sup>National Typhoon Center, Korea Meteorological Administration<sup>2</sup>Department of Atmospheric Sciences/Typhoon Research Center, Kongju National University

(Manuscript received 9 March 2009; in final form 7 May 2009)

## Abstract

The purpose of this study is to summarize the tropical cyclone (TC) activity of 2008 over the western North Pacific including the verification of the official track and intensity forecast errors of these TCs. The TC activity - frequency, Normalized Typhoon Activity (NTA), and life span - was lower than 58-year (1951-2008) average. 22 tropical cyclones of tropical storm (TS) intensity or higher formed in the western North Pacific and the South China Sea in 2008. The total number is less than 58-year average frequency of 26.4. Out of 22 tropical cyclones, 11 TCs reached typhoon (TY) intensity, while the rest 11 TCs only reached severe tropical storm (STS) and tropical storm (TS) intensity - six STS and five TS storms. One typhoon KALMAEGI (0807) among them affected the Korea peninsula. However, no significant impact - casualty or property damage - was reported. On average of 22 TCs in 2008, the Korea Meteorological Administration (KMA) official track forecast error for 48 hours was 229 km. There was a big challenge for individual cyclones such as 0806 FENGSHEN and 0817 HIGOS presenting significant forecast error, with both intricate tracks and irregular moving speed. The tropical cyclone season in 2008 began in April with the formation of NEOGURI (0801). In May, four TCs formed in the western North Pacific in response to enhanced convective activity. On the other hand, the TC activity was very weak from June to August. It is found that the unusual anti-cyclonic circulation in the lower level and weak convection near the Philippines are dominant during summertime. The convection and atmospheric circulation in the western North Pacific contributed unfavorable condition for TC activity in the 2008 summertime. The 2008 TC activity has continued the below normal state since mid 1990s which is apparent the decadal variability in TC activity.

**Key words:** tropical cyclone activity, track forecast error, El Niño-Southern Oscillation (ENSO), decadal variability

## 1. 서 론

전 세계에서 매년 80여개의 열대저기압이 발생한다. 그 중에서도 북서태평양에서 태풍으로 불리는 열

대저기압은 약 26~27개가 발생하고 우리나라에는 2~3개가 영향을 준다. 태풍피해는 주로 6~9월에 집중된다. 태풍은 그 자체로 또는 장마전선 등 중위도 기상현상과의 상호작용으로 추가적인 피해를 유발하기도 한다. 예를 들면, 2002년의 “루사”와 2003년의 “매미”는 우리나라에 상륙하여 기록적인 피해를 주었다 (기상청, 2005). 2006년에는 3개의 태풍이 연이어 우리나라에 상륙·접근하여 장마전선을 활성화시켰고, 그 결과 집중호우에 의한 막대한 피해가 발생하였다 (차은정 등, 2007). 이와 같이 태풍은 대기과학적 그리고 방

\*Corresponding Author: H. Joe Kwon, Department of Atmospheric Sciences/Typhoon Research Center, Kongju National University, Kongju, Chungnam, 314-701 Republic of Korea .Phone: +82-2-41-850-8527, fax: +82-2-41-856-8527  
E-mail: hjkwon@kongju.ac.kr

재적 측면에서 중요한 위치를 차지한다.

2008년에는 평년보다 태풍의 발생수가 적었고, 우리나라에 상륙하여 영향을 준 태풍도 없었기 때문에 과거에 비하여 상대적으로 태풍에 대한 관심이 적었다. 그렇지만 2008년에 태풍발생수가 적었던 이유, 태풍진로 예보정확도, 태풍의 장기간 변동 특성 등에 관한 중요한 몇 가지 특징들이 있다.

기상청은 매년 그 해 발생한 태풍 특징과 예보정확도에 대하여 재분석을 실시하여 그 결과를 이듬해 태풍예보 기초 자료로 활용하고 있다. 본 논문에서는 2008년 발생한 태풍의 특징과 기상청의 태풍예보 정확도 분석을 실시하였다. 2장에는 열대저기압 발생과 밀접한 관련이 있는 열대지역의 대기대순환 및 해양의 특징을 분석하였고, 3장에는 2008년 태풍의 특징과 진로예보오차, 4장에는 결론을 요약하였다.

**2. 2008년 열대지역의 대기대순환 및 해양의 특징**

태풍의 발생, 발달, 이동에 큰 영향을 주는 열대지역의 대기대순환 및 해양의 특징에 대하여 알아보았다. 이 장에서는 2008년 열대의 상황에 대하여 기상청 자료 (<http://www.kma.go.kr>)와 일본 기상청 자료 (Japan Meteorological Agency, 2008)를 분석하였다.

**2.1 엘니뇨-남방진동 (El Niño-Southern Oscillation, ENSO)**

엘니뇨 감시해역 (NINO 3, 4°N~4°S, 150°W~90°W)의 해수면온도 편차 (Sea surface temperature anomaly, SSTA)는 2007년 3월부터 (-)편차로 되었다. 그 후 (-)편차가 지속되었고, 12월에는 -1.7 °C로 라니냐 현상이 최대로 발달하였다. 또한 5개월 이동평균 SSTA는 2007년 4월부터 2008년 4월까지 6개월 이상 계속해서 -0.5 °C를 초과하여 라니냐 현상 기준을 만족하였다 (Table 1). 그 후 라니냐 현상은 약화되어 2008년 봄에 종료되었다. 남방진동지수 (Southern Oscillation Index, SOI)는 남태평양상의 타히티 (Tahiti)에서 오스트레일리아 북부의 다윈 (Darwin)의 기압을 뺀 값의 평년편차로 정의할 수 있으며, (+)편차일 경우는 양쪽 지점의 기압차가 크고 남동무역풍이 강한 상태 (라니냐 상태)이며, (-)편차일 경우는 무역풍이 약한 상태 (엘니뇨 상태)이다. 2007년 3월부터 최근까지 SSTA와 SOI 분포에 의하면 2007년은 봄부터 2008년 봄까지 라니냐 상태가 지속되었다.

**2.2 적도지역 대류활동과 동아시아 몬순활동**

열대 각 지역의 대류활동 (Table 2), 계절안진동 (Madden-Julian Oscillation, MJO)의 활동 (Table 3)과 열대저기

**Table 1.** SST, SSTA, and SOI in 2008

	2008											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
NINO 3 SSTA (°C)	24.2	25.0	26.5	27.1	27.0	26.5	26.1	25.6	25.1	24.8	24.9	24.6
SSTA (°C)	-1.4	-1.3	-0.6	-0.3	0.0	0.1	0.5	0.6	0.2	-0.1	-0.1	-0.5
five month running mean SSTA (°C)	<b>-1.4</b>	<b>-1.1</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.5</b>	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2		
SOI	1.4	1.8	1.3	0.6	-0.2	0.5	0.2	1.0	1.2	1.6	1.5	1.6

**Table 2.** Convective activity in the tropical ocean in 2008. PH, MC, and DL represent Philippine, Maritime Continent, and Date Line, respectively.

	2008											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
OLR-PH (20°N~10°N, 110°E~140°E)	0.7	1.5	1.2	0.9	2.6	-0.6	0.3	-0.6	1.2	-0.6	0.1	0.8
OLR-MC (5°N~5°S, 110°E~135°E)	0.0	1.5	1.0	0.9	0.7	0.4	0.7	1.2	0.8	0.7	0.9	1.1
OLR-DL (5°N~5°S, 170°E~170°W)	-0.6	-1.7	-1.8	-1.6	-1.1	-0.7	-0.9	-0.7	-0.3	-1.1	-0.9	-1.5

**Table 3.** The equatorial zonal wind index in 2008. IN, CP, and WP mean Indonesia, Central Pacific, and Western Pacific respectively.

	2008											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
U200-IN (5°N~5°S, 80°E~100°E)	0.5	-1.0	-1.9	-0.4	-0.9	0.1	-1.4	-1.0	-2.7	-1.0	-1.0	-1.3
U200-CP (5°N~5°S, 180~125°W)	1.3	1.7	1.6	1.7	1.1	1.3	1.2	0.5	0.9	0.2	1.5	2.0
U850~WP (5°N~5°S, 160°E~175°W)	-1.1	-1.6	-1.6	-1.8	-1.2	-1.5	-1.6	-1.4	-0.9	-1.3	-1.8	-1.3
U850-CP (5°N~5°S, 170°W~135°W)	-1.4	-1.4	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5	-0.7	-0.9	-0.4	-1.1	-1.1
U850-EP (5°N~5°S, 130°W~100°W)	0.2	1.0	0.6	1.2	1.4	0.4	1.2	2.4	0.6	1.4	1.0	0.0

압의 관련성에 대하여 나타내었다. 또한 Table 4에 동아시아 여름 몬순 활동에 대하여 정리하였다.

Table 2에 나타낸 대류활동 지수는 외향장파복사량 (Outgoing Longwave Radiation, OLR)에서 추정된 상층운량 값으로 열대대류활동의 지표로써 사용된다. (+)값은 상층운량이 평년보다 많으며 대류활동이 평년보다 활발함을 의미하고 반대로 (-)값은 평년보다 대류활동이 활발하지 않음을 의미한다. 대류활동 지수는 필리핀 (20°N~10°N, 110°E~140°E), 해양대륙(Maritime continent, 5°N~5°S, 110°E~135°E) 그리고 날짜변경선(5°N~5°S, 170°E~170°W)의 3개 지역으로 나누었다. 3개 지역에서 지역평균한 2008년 관측된 OLR값과 평년값 사이의 편차로 대류활동 강약을 진단한다. Table 3의 계절안진동 지수는 일명 MJO 지수 또는 적도 동서풍지수 (zonal wind index)라고 불리기도 한다. 이 지수는 적도지역의 동서순환 (Walker Circulation) 강약을 진단하는 지표이다. (+)값은 서풍편차, (-)값은 동풍편차를 의미한다. MJO 지수는 2개 층과 5개 지역으로 구분된다. 인도네시아 부근의 200 hPa (U200-IN, 5°N~5°S, 80°E~100°E), 중태평양 부근의 200 hPa (U200-CP, 5°N~5°S, 180~125°W), 서태평양 부근 850 hPa (U850~WP, 5°N~5°S, 160°E~175°W), 중태평양 부근 850 hPa (U850-CP, 5°N~5°S, 170°W~135°W), 동태

평양 부근 850 hPa (U850-EP, 5°N~5°S, 130°W~ 100°W)로 각각 구분된다. Table 4에서 아시아몬순지수에서 (+)값은 아시아몬순이 활발함을 의미하고, (-)값은 활발하지 않음을 의미한다. 이 지수는 35°N~5°S, 60°E~50°E 지역에서 평년과 2008년 OLR 편차를 사용하여 계산하였다.

4월 열대의 대류활동은 벵갈만에서 인도네시아부근에서 활발하였고, 28일 벵갈만에서 사이클론 NARGIS가 발생하여 동진하였다. 또 남중국해에서는 15일에 제1호 태풍 “너구리 (NEOGURI)”가 발생하였다. 한편, 서부 및 중부태평양 적도역에서 대류활동은 약하였다.

5월 태평양열대역의 대류활동은 남중국해에서 필리핀 동쪽까지 활발하였고, 특히 필리핀 동쪽해상에서 매우 활발하였다. 이 해상에서 태풍이 4개 발생하여 5월 중에서는 최고 기록이었다. 또한 활발한 대류활동 때문에 인도차이나 반도에서 필리핀 동쪽 해상까지는 평년과 비교하여 몬순기압골 (monsoon trough)이 발달하였다.

6월 열대의 대류활동은 5월과는 다른 분포를 보였다. 인도양서부와 대서양에서는 매우 활발하였으나, 인도네시아 반도에서 필리핀 부근까지는 약화되었다. 대류권 하층의 순환은 인도네시아 반도에서 필리핀 부근까지 고기압성순환 편차가 뚜렷하였고, 몬순기압골 발달

**Table 4.** The Asian summer monsoon index in 2008

	2008											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
activity	-	-	-	-	1.3	0.0	0.5	-1.0	0.7	-0.3	-	-
Northward shift	-	-	-	-	0.5	0.3	-0.2	0.5	0.8	-1.6	-	-
Westward shift	-	-	-	-	-2.8	1.1	0.3	0.2	-1.7	0.1	-	-

은 평년보다 약하였다.

7월 열대의 대류활동은 인도양 서부에서는 매우 활발하였고 동부태평양과 대서양에서도 활발하였다. 인도양 서부에서는 6월 후반부터 대류활동이 활발한 상태가 지속되었다. 반면에, 필리핀 동쪽해상에서 중부태평양까지는 활발하지 않았다. 그리고 북서태평양의 20°N 에서의 대류활동은 한랭저기압의 남하에 대응하여 활발하였다. MJO의 활발한 위상의 동진은, 7월 상순에는 확실하지 않았으나, 중순부터 하순까지는 인도양에서 인도네시아까지 확실하게 나타났다. 대류권 하층의 순환을 보면, 대류활동이 약화된 것에 대응하여 필리핀 부근에서 중부태평양까지 고기압성 순환편차가 탁월하였다.

이어서 8월 열대의 대류활동은, 인도양 서부, 인도네시아 부근과 동부태평양, 대서양에서도 활발하였다. 대류권 하층에는 대류활동이 활발하지 않은 것에 대응하여 인도차이나반도, 필리핀에서 중부태평양까지 고기압성 순환편차가 뚜렷하였다. MJO의 위상에 대응하는 대류활동이 활발한 지역의 동진은 8월 중순까지 뚜렷하지 않았다. 8월 하순은 인도양에서 인도네시아 부근까지 동진하였다. 한편, 아시아 몬순역에서 대류활동은 8월 후반에도 평년보다 약한 상태가 지속되었다.

9월 열대의 대류활동은, 필리핀 부근 및 인도네시아 동부에서 활발하였다. 한편 인도양 적도해역에서는 활발하지 않았다. 북대서양 서부와 멕시코만에서는 허리케인이 발생, 통과하면서 대류활동이 활발하였다. 대류권 하층에서는 북서태평양에서 아열대고기압이 평년보다 강하였고, 서·중부 태평양적도역에서는 뚜렷

한 동풍편차가 보였다. 이것은 MJO에 동반한 대류의 위상이 활발하게 동진한 것을 의미한다.

10월 열대의 대류활동은, 인도양에서 인도네시아까지 활발한 것 외에, 동부태평양에서 카리브해는 허리케인을 포함한 열대요란의 영향으로 활발하였다. 한편, 필리핀 부근과 서부·중부 태평양 적도역에서는 활발하지 않았다. 남태평양수렴대 (South Pacific Convergence Zone, SPCZ)는 평년보다 서편하였다. 대류권 하층에서는 인도양의 활발한 대류활동에 동반하여 적도로스비파의 발생·서진이 보였다. MJO에 동반한 대류가 활발한 위상은 10월 전반에 천천히 서반구쪽으로 동진하여, 인도양에도 도달하였다. 10월 후반은 동진이 뚜렷하게 나타났고 인도양에서 인도네시아, 서부태평양으로 도달하였다.

### 3. 2008년 태풍의 특징

#### 3.1 2008년 태풍 활동 특징

북서태평양에서 태풍은 58년 평년 (1951년~2008년) 평균 26.4개가 발생, 이 중에서 2~3개가 우리나라에 영향을 준다. 그러나 2008년에는 22개의 태풍이 발생하여 평년보다 적게 발생하였다 (Table 5). 열대저기압은 최대 풍속에 따라 4등급으로 분류하는데, TD (Tropical Depression: 17 m/s 미만), TS (Tropical Storm: 17~24 m/s), STS (Severe Tropical Storm: 25~32 m/s), TY (Typhoon: 33 m/s 이상)가 그것이다. 2008년에 발생한 22개 태풍 중 11개가 TY, 6개가 STS, 5개가 TS

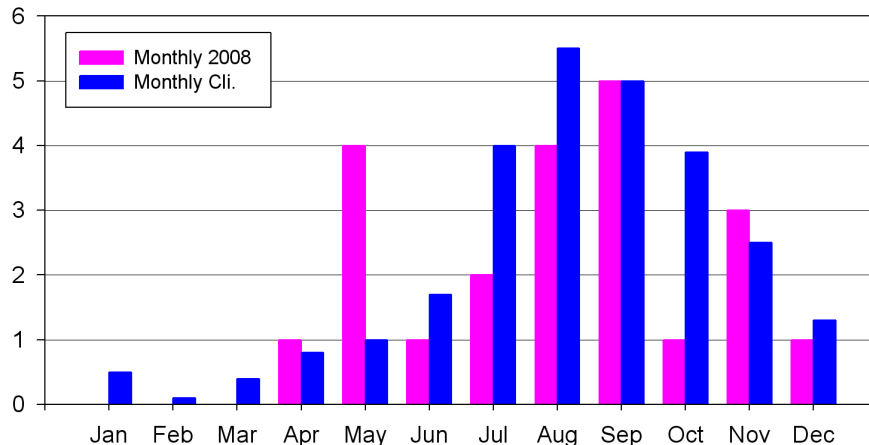


Fig. 1. The monthly distribution of typhoon number of 2008 (■) and climatology (■).

**Table 5.** List of tropical cyclones which attained TS intensity or higher in 2008.

Tropical cyclone	Formation (KST) ~ Termination (KST)			Min. pressure, Max. wind, Date, Lat. Lon.				
	(Lat. Lon.)	(Lat. Lon.)		hPa	m/s	Date	Lat.	Lon.
0801	NEOGURI	15 Apr. 15:00 ~ 20 Apr. 03:00 (10.8, 116.3) (24.5, 113.9)	TY	960	40	17 Apr. 15:00	15.9	112.0
0802	RAMMASUN	8 May 03:00 ~ 13 May 09:00 (8.5, 131.6) (31.8, 142.2)	TY	915	55	10 May 21:00	16.8	132.0
0803	MATMO	15 May 21:00 ~ 17 May 09:00 (20.8, 126.8) (26.9, 138.5)	STS	992	25	16 May 15:00	25.3	132.8
0804	HALONG	16 May 15:00 ~ 20 May 21:00 (14.4, 117.5) (31.9, 142.5)	STS	975	30	17 May 15:00	15.9	119.2
0805	NAKRI	27 May 15:00 ~ 3 Jun. 15:00 (14.3, 137.6) (32.8, 142.3)	TY	930	50	29 May 21:00	16.2	135.5
0806	FENGSHEN	19 Jun. 09:00 ~ 25 Jun. 15:00 (9.7, 130.9) (23.6, 113.6)	TY	945	45	21 Jun. 09:00	11.9	122.7
0807	KALMAEGI	15 Jul. 15:00 ~ 19 Jul. 03:00 (17.9, 123.9) (26.9, 119.7)	TY	970	35	17 Jul. 15:00	23.2	122.3
0808	FUNG-WONG	25 Jul. 15:00 ~ 29 Jul. 21:00 (21.9, 130.7) (28.2, 117.2)	TY	960	40	27 Jul. 21:00	22.7	123.1
0809	KAMMURI	5 Aug. 09:00 ~ 8 Aug. 03:00 (20.0, 116.2) (21.3, 105.7)	STS	975	25	6 Aug. 09:00	20.9	113.9
0810	PHANFONE	10 Aug. 15:00 ~ 11 Aug. 15:00 (30.8, 155.9) (41.7, 164.5)	STS	996	25	11 Aug. 03:00	35.0	160.3
0811	VONGFONG	15 Aug. 15:00 ~ 18 Aug. 09:00 (30.2, 135.5) (44.1, 168.5)	STS	990	25	16 Aug. 15:00	33.7	143.0
0812	NURI	18 Aug. 03:00 ~ 23 Aug. 09:00 (15.7, 135.1) (23.1, 112.4)	TY	955	40	19 Aug. 15:00	17.6	125.5
0813	SINLAKU	9 Sep. 03:00 ~ 21 Sep. 09:00 (16.7, 125.7) (35.0, 152.8)	TY	935	50	10 Sep. 21:00	20.6	124.3
0814	HAGUPIT	19 Sep. 21:00 ~ 25 Sep. 09:00 (14.0, 132.9) (22.3, 106.2)	TY	935	45	24 Sep. 03:00	21.1	112.5
0815	JANGMI	24 Sep. 21:00 ~ 1 Oct. 09:00 (12.6, 136.5) (29.9, 130.4)	TY	905	60	27 Sep. 21:00	21.3	124.4
0816	MEKKHALA	29 Sep. 09:00 ~ 30 Sep. 21:00 (16.2, 111.4) (18.0, 105.5)	TS	990	23	30 Sep. 03:00	17.2	108.0
0817	HIGOS	2 Oct. 09:00 ~ 3 Oct. 15:00 (15.3, 116.3) (18.2, 110.9)	TS	996	18	2 Oct. 09:00	15.3	116.3
0818	BAVI	19 Oct. 15:00 ~ 20 Oct. 21:00 (26.6, 148.4) (38.0, 154.0)	TS	992	23	20 Oct. 03:00	30.4	150.3
0819	MAYSAK	7 Nov. 15:00 ~ 9 Nov. 21:00 (13.7, 117.1) (16.9, 116.3)	STS	985	25	8 Nov. 21:00	17.0	115.1
0820	HAISHEN	16 Nov. 03:00 ~ 17 Nov. 21:00 (25.6, 149.7) (31.4, 160.2)	TS	1004	20	16 Nov. 09:00	26.2	150.8
0821	NOUL	16 Nov. 21:00 ~ 17 Nov. 21:00 (10.7, 113.4) (11.9, 107.9)	TS	994	20	17 Nov. 09:00	11.3	111.0
0822	DOLPHIN	13 Dec. 03:00 ~ 18 Dec. 21:00 (14.0, 138.1) (23.4, 140.5)	TY	970	35	15 Dec. 21:00	14.9	130.4

급이었다. Table 5는 Regional Specialized Meteorological Center (RSMC Tokyo)의 최적경로 (best track) 자료를 근거로 작성하였다.

5월 (평년)에 4개 (1개) 태풍이 발생하여 평년보다 많았다. 그러나 여름철 (6, 7, 8월)과 10월에는 평년보다 태풍이 적었다. 9월에는 평년과 같은 5개가 발생하였다 (Fig. 1). 최고로 강한 태풍은 15호 “장미 (JANGMI)”로 9월 27일 21시에 중심최저기압은 905 hPa과 최대 풍속은 60 m/s를 기록하였다 (Table 5). 월별 태풍지속 기간을 보면, 5월에는 평년의 약 2배로 길었고, 6월에는 평년과 비슷하였다. 반면에 7~11월은 평년보다 짧았고, 특히 8월, 10월과 11월은 평년의 50% 이하로 짧았다 (Fig. 2). 5월과 8월에는 모두 동일하게 4개가 발생하였으나, 지속시간은 5월이 길었다. 5월에 발생한 태풍 1개당 지속시간은 93.8 시간이었으나, 8월은 61.5 시간으로 짧게 지속되고 약한 태풍이었다.

Fig. 3에 2008년에 발생한 태풍의 발생위치, 등급별로 표시한 진로, 소멸위치를 나타내었다. 태풍은 필리핀 부근 해상에서 제일 많이 발생하였다. 그러나 평년에 8.3개가 발생했던 20°N, 140°E 해상에서는 단 1개만 발생하였다. 비교적 고위도인 30°N 부근에서 발생한 태풍도 4개가 있었다. 태풍의 소멸은 열대저압부로 약화, 또는 온대저기압으로 변질되어 소멸되는 2가지로 분류된다. 태풍에서 온대저기압화 변질 과정의 판단은 차은정 등 (2008)에 따라 결정하였다. 2008년에 발생한 22개 태풍 중에서 12개가 열대저압부로 약화되었고 10개가 온대저기압으로 변질되어 소멸되었다. 제20호 태풍 하이선 (HAISHEN)은 고위도인 북위

30°N에서 열대저압부로 약화되어 소멸되었다 (Fig. 3). 태풍의 진로유형은 표준형, 서진형, 동진형, 북진형 그리고 기타로 분류할 수 있다 (박운호 등, 2006). 이들은 2001-2004년에 발생한 태풍에 대하여 표준형 약 40%, 서진형 약 22%, 북진형 약 12%, 기타 약 26%로 분류하였다. 2008년에 발생한 22개 태풍 중에서 표준형은 3개 (13호, 15호, 22호), 서진형은 8개 (6호, 8호, 9호, 12호, 14호, 16호, 17호, 21호), 동진형은 5개 (3호, 4호, 5호, 11호, 20호), 북진형 5개 (1호, 2호, 7호, 10호, 18호), 기타는 1개 (19호)로 표준형이 4년 평균 (2001-2004년)에 비교하여 적게 발생하였다.

위에서 언급한 것처럼 태풍의 활동도 (발생수, NTA, 지속기간)는 평년보다 5월에는 활발하였고, 여름철, 특히 8월에는 활발하지 않았다. 이와 같이 비정상적인 (unusual) 계절성 (seasonality)의 이유를 찾기 위하여 열대의 대류활동 및 대기대순환장을 분석하였다. 이런 대류활동의 분석을 위해서는 외향장파복사 (Outgoing Longwave Radiation, OLR)를 사용하였고, National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR) 재분석 자료를 이용하여 대기대순환장을 분석하였다. 여기서는 5월과 8월의 차이를 분석하였다.

대류활동이 평년보다 활발한 것은 음영과 실선으로 표시, 활발하지 않은 것은 점선으로 나타내었다 (Fig. 4와 5). 5월의 대류활동은 필리핀 부근 해상(적도~30°N 120~150°E)에서 활발하였고, 남인도양에서는 억제되었다 (Fig. 4). 활발한 대류활동에 대응하여 필리핀 부근 해상에서는 태풍이 4개가 발생하여 1951년 이후 최

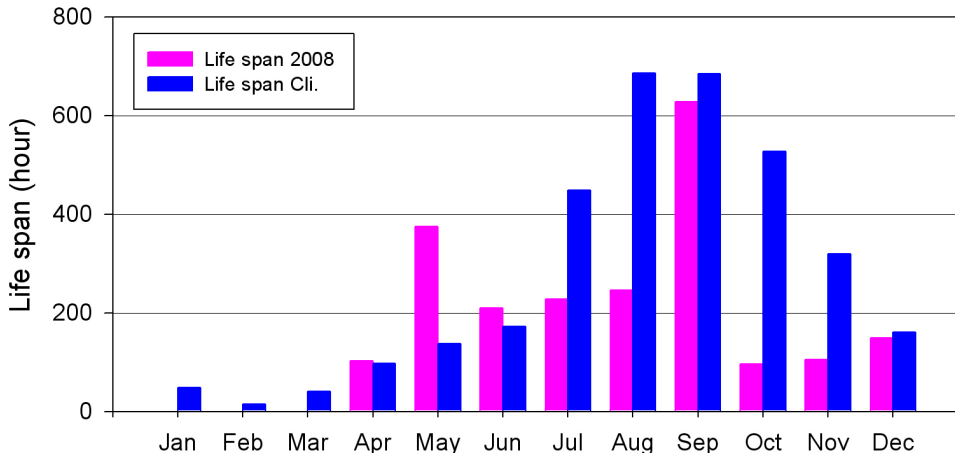


Fig. 2. Same as Fig. 1, except for life span.

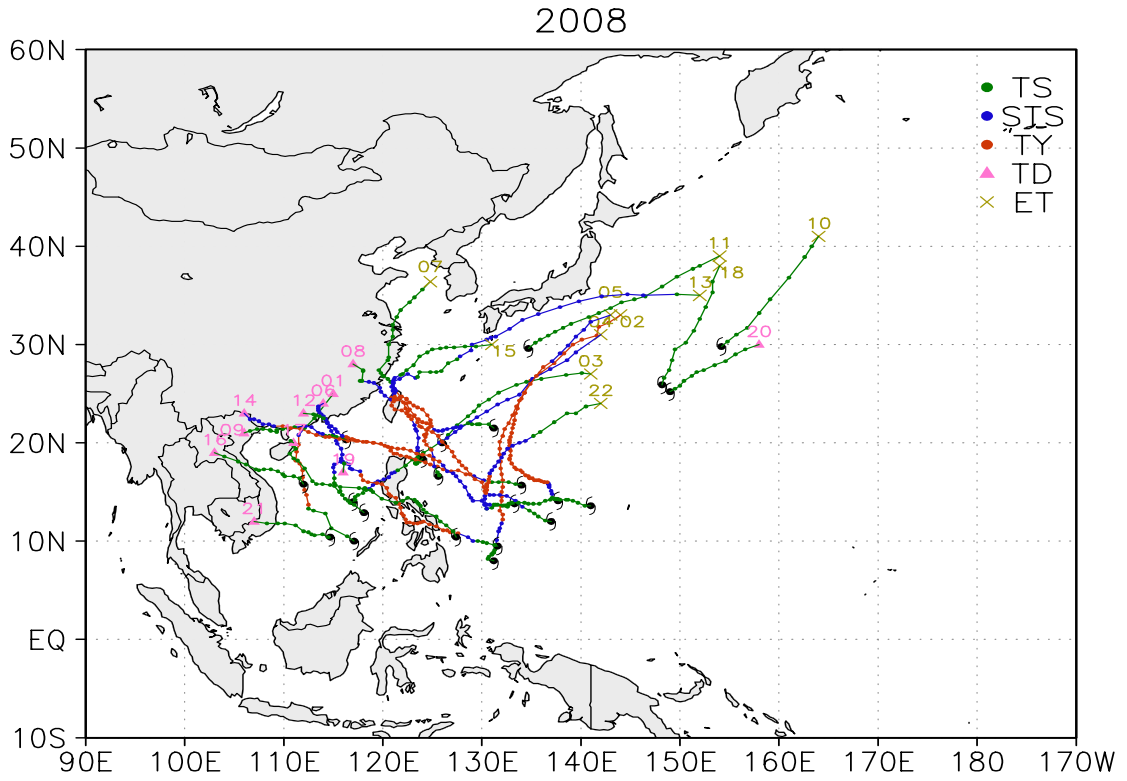


Fig. 3. Tracks of tropical cyclones which attained TS intensity or higher in 2008.

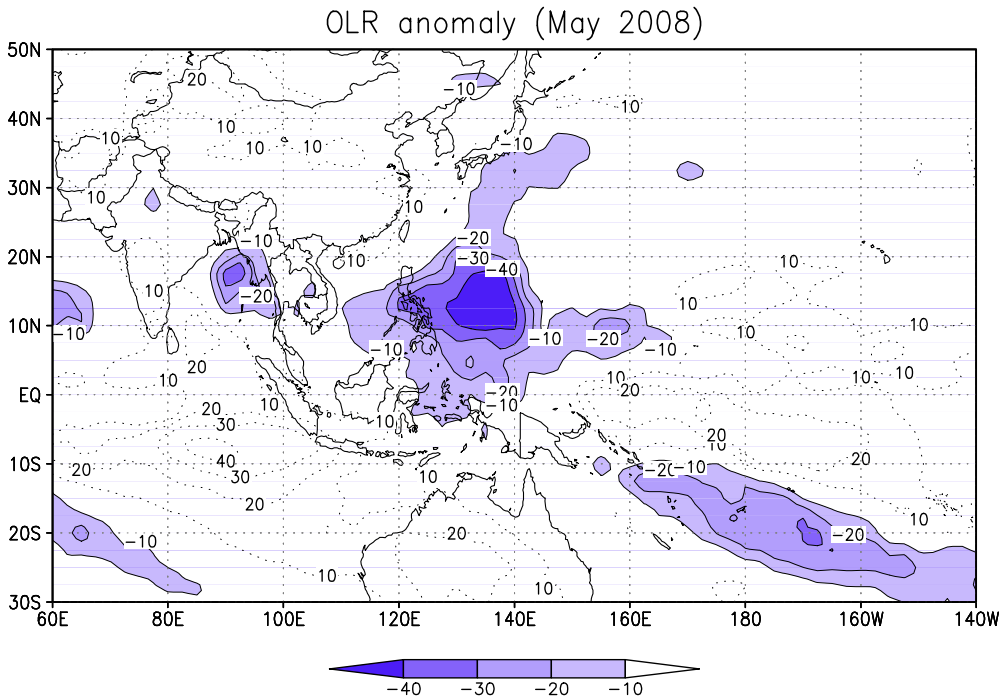


Fig. 4. OLR anomaly distribution in May 2008. The unit is  $Wm^{-2}$ . Zero contours are suppressed.

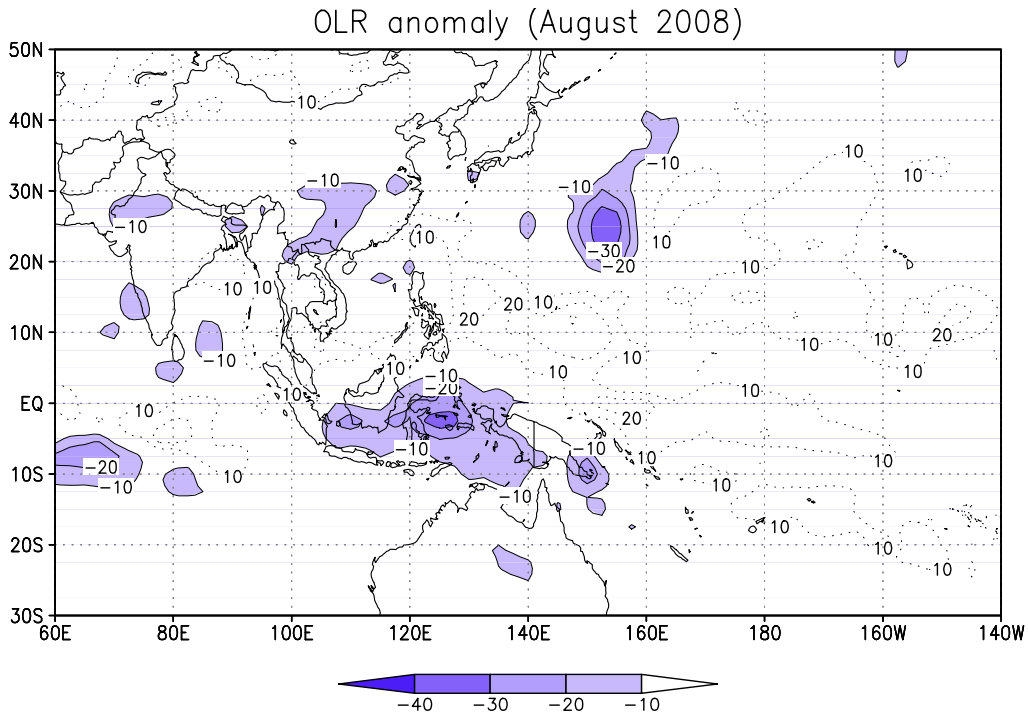


Fig. 5. Same as Fig. 4, except for Aug. 2008.

고 기록이었다. 그러나 8월에는 필리핀 부근 해상에서 대류활동은 평년보다 약하였고, 적도 남태평양에서는 강화되었다 (Fig. 5). 이와 같은 경향은 Table 2에서 5월의 필리핀 해상에서 대류활동 지수가 +2.6 이고 8월에 -0.6 인 것과 일치한다.

하층의 순환장을 분석하기 위하여 850 hPa 유선함수 편차를 나타내었다. 그림에서 저기압성 편차는 음영과 실선으로 표시, 고기압성 편차는 점선으로 나타내었다. 5월에는 필리핀 부근 해상에 저기압성 순환 편차가 뚜렷하고 (Fig. 6) 8월에는 같은 지역에 고기압성 순환 편차가 뚜렷하였다 (Fig. 7). 이 탁월한 고기압성 편차는 6월에 처음 나타난 뒤 7~8월 내내 지속되었으며, 그 강도는 8월에 제일 강하였고 9월 이후에는 약화되었다 (그림 생략).

열대 대류활동과 대기대순환장 결과를 종합해 보면, 기후학적으로 태풍이 제일 많이 발생하는 필리핀 부근 해상의 대류활동이 5월에는 평년보다 활발 (active), 8월에는 활발하지 않았다 (inactive). 또한, 하층에서는 8월에 고기압성 회전이 뚜렷하였다. 이러한 대류활동과 하층 순환장은 태풍이 발생하기 어려운 조건 (unfavorable condition) 을 제공하였다. 이것은 필리핀 부근 해상에서 평년보다

고기압이 강하여 적란운의 발생이 억제되었던 것으로 분석된다.

### 3.2 태풍진로예보정확도

2008년에 발생한 전체 22개 태풍에 대하여 한국 기상청 (KMA), RSMC Tokyo, 그리고 미국 합동태풍경보센터 (Joint Typhoon Warning Center, JTWC)에서 발표한 24, 48, 72시간 진로오차를 비교하였다 (Fig. 8). 그림에서 괄호안의 숫자는 진로오차를 의미한다. 예를 들어, Fig. 8a의 24 hours (129)은 한국 기상청의 24시간 진로오차가 129 km임을 의미한다. 22개 발생태풍에 대한 평균 진로예보정확도는 RSMC Tokyo가 3개 예보기관 중에서 가장 정확하였다.

48시간 진로예보에서 3개 기관 모두 예보오차가 가장 컸던 태풍은 6호 평선(FENGSHEN)이고, 두 번째는 17호 태풍 히고스 (HIGOS)였다 (Fig. 8). 6호 태풍 평선이 가장 큰 오차를 보인 이유는 진로 때문이다. 이 태풍은 6월 19일 09시에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 1250 km 부근 해상에서 발생하여 6월 26일 03시 홍콩 북쪽 약 170 km 부근 육상에서 소멸하였다. 발생 후



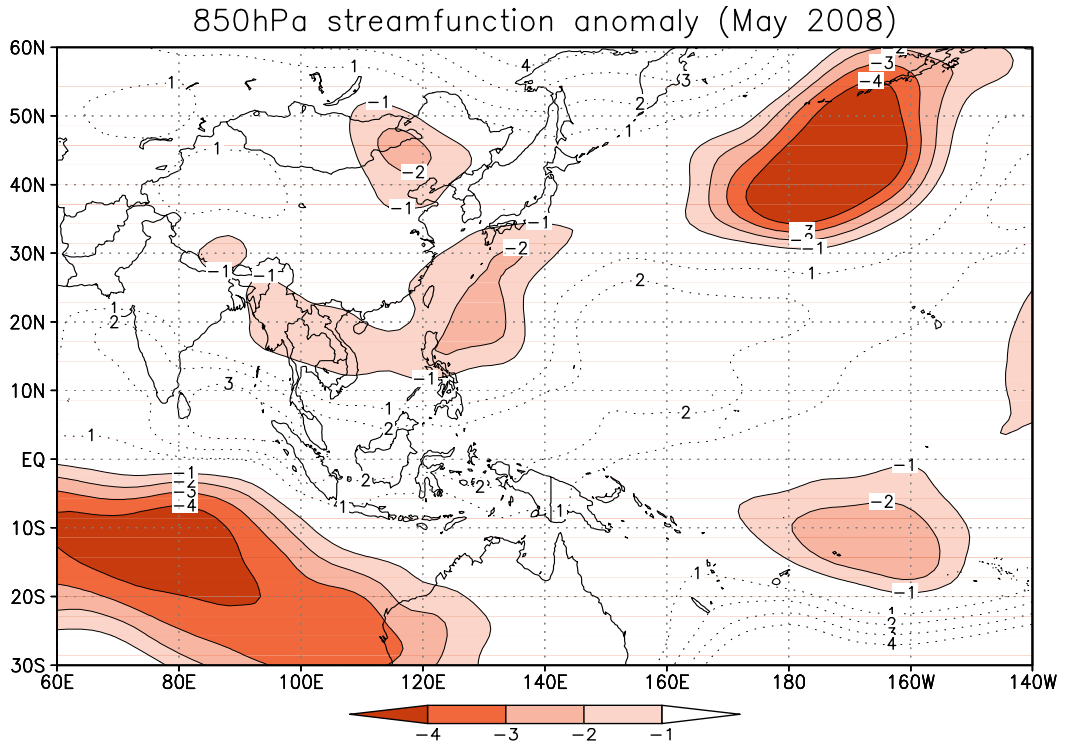


Fig. 6. Streamfunction anomaly distribution in May 2008. The unit is  $10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ . Zero contours are suppressed.

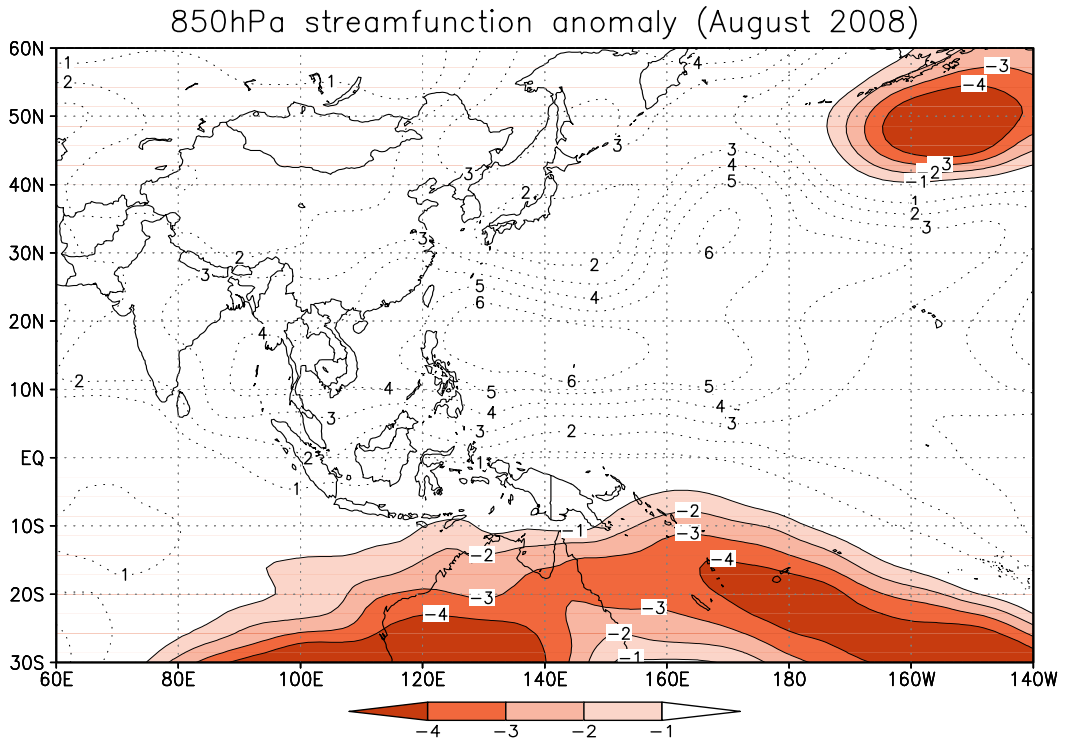


Fig. 7. Same as Fig. 6, except for Aug. 2008.

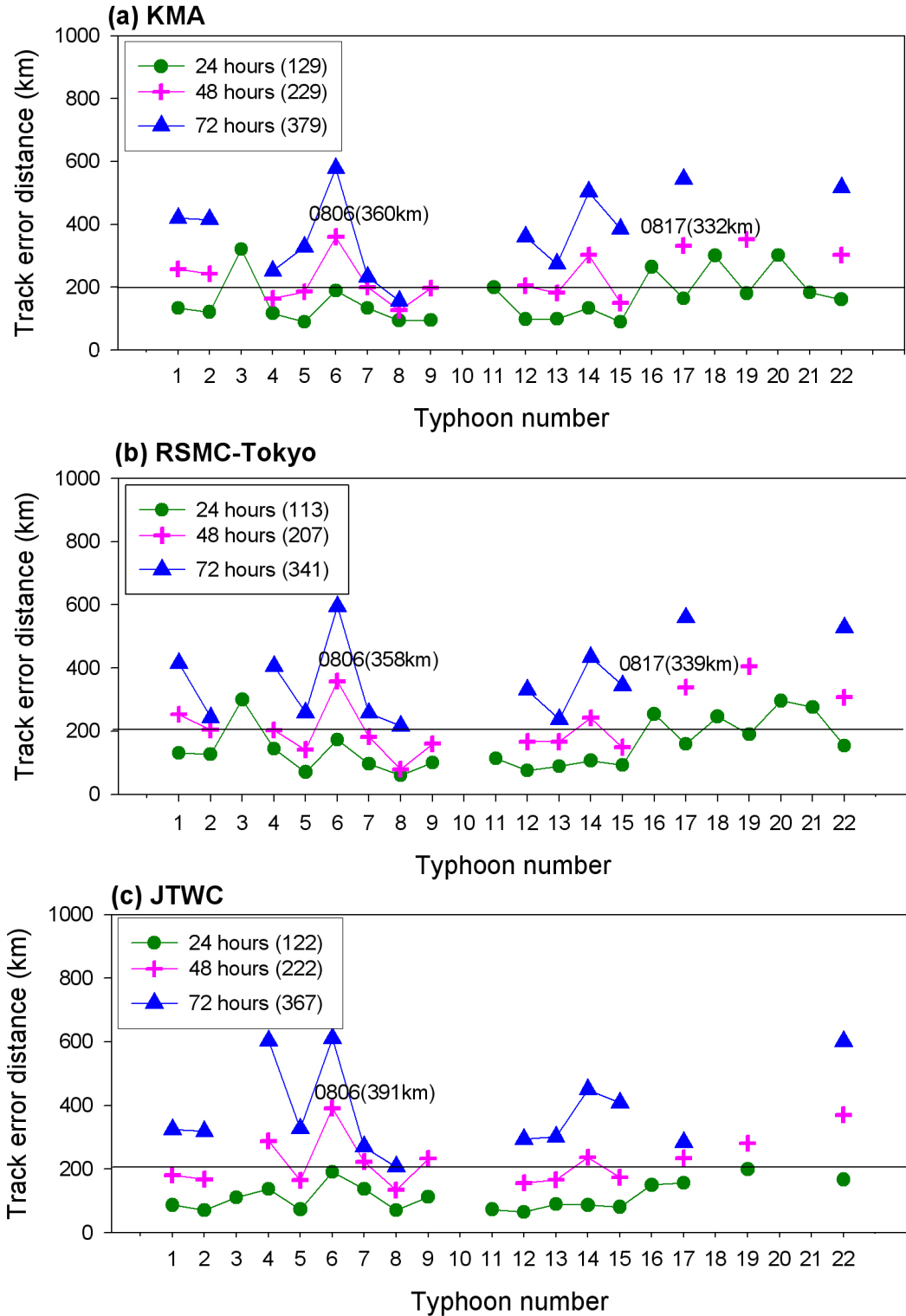


Fig. 8. The comparisons of typhoon track error distance for (a) KMA, (b) RSMC Tokyo and (c) JTWC in 2008.

대부분의 모델은 북진할 것으로 예상하였으나, 실제 진로는 서진~남서진 하였다 (그림 생략). 한편, 17호 태풍의 예보오차가 컸던 이유는 이동속도 때문이다. 이 태풍은 9월 30일 09시에 필리핀 마닐라 동남동쪽 약 770 km 부근 해상에서 발생하여 10월 4일 09시 홍콩 남서쪽 약 420 km 부근 해상에서 소멸하였다. 초기에는 30~31 km/h로 이동하다가 10월 1일 00시에는 10 km/h 에서 이후 점차 이동속도가 빨라져서 10월 2일 06시에는 47 km/h 로 이동하는 등 이동속도가 대단히 불규칙하여 예보오차가 컸다 (그림 생략).

한국 · 일본 · 미국 3개의 예보기관과 8개의 모델에서 예보한 태풍진로오차를 비교하였다. 한국 기상청의 전구모델인 GDAPS (Global Data Assimilation and Prediction System) 보다 태풍예보관의 예보오차가 적었다. 그러나 일본 기상청의 전구모델인 JGSM (Japan Global Spectral Model)은 태풍예보관보다 정확하였다. JTWC에서 주로 많이 참고하는 NOGAPS (Navy Operational Global Atmospheric Prediction System)와 Global Forecast System (GFS)는 JTWC 예보관과 거의 비슷한 수준이었다. 3개 예보기관과 8개 모델 중에서 European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)가 3개중 가장 정확한 예보결과를 보여주었다 (그림 생략).

좀 더 장기간의 진로오차 경향을 파악하기 위하여 8년 (2001~2008년) 동안 한국(KMA), 일본(RSMC Tokyo), 그리고 미국 (JTWC)의 48시간 태풍진로 예보오차에 대하여 비교하였다 (Fig. 9). RSMC Tokyo (<http://www.jma.go.jp/>)와 JTWC (<http://metocph.nmci.navy.mil/>)의 예보오차는 각 기관의 홈페이지를 통해 공식적으로 발표한 자료를 이용하였다. 해마다 진로 오차 정확도가 다르지만 전반적으로 향상되어 가는 경향을 보여주고 있었으나, 2005년 이후로 계속 커지고 있다. 한국이 2001, 2002, 2004년에 일본은 2003, 2005, 2006년에 각각 예보가 더 정확하였다. 2003년에 양국 기상청의 예보오차 차이가 18 km로 가장 컸다. 3개국 모두 예보가 가장 정확했던 해는 2005년이였다. 다른 해에 비하여 2005년의 예보오차가 현저하게 줄어든 이유는 자연적인 요인과 일본 기상청의 수치모델 성능 개선이다 (Japan Meteorological Agency, 2005; 차은정 등, 2007, 2008). 2008년에는 3개 예보기관 모두 전년도에 비하여 커졌는데 JTWC는 오차 폭이 가장 컸다. 2008년 예보오차가 커진 이유는 3.1에서 설명한 것처럼 평년에 비하여 표준형 태풍이 적게 발생하였기 때문이다. 48시간 진로예보오차 값을 살펴보면 북진형과 서진형 태풍의 진로예보오차가 48시간 진로오차 평균인 229 km 보다 컸다 (Fig. 8).

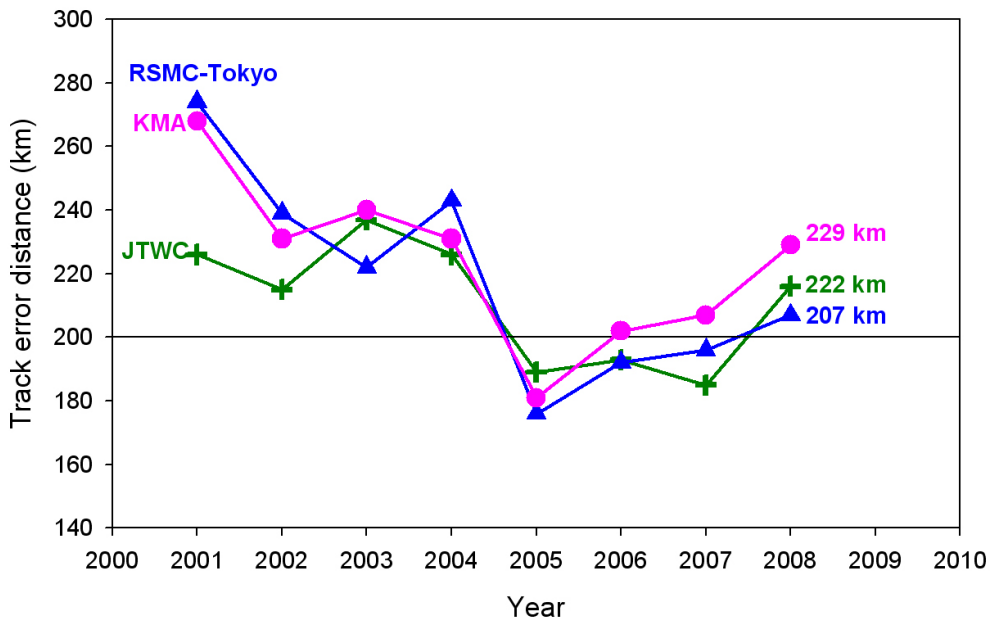


Fig. 9. The comparisons of the 48 hours forecasted typhoon track error distance for KMA(●), RSMC Tokyo(▲) and JTWC (+) from 2001 to 2008.

3.3 한반도에 영향을 준 태풍

2008년도 발생 태풍 중 우리나라에 영향을 준 태풍은 0807 7월 1개 (7호) "갈매기 (KALMAEGI)"이다 (Table 5). 그러나 상륙하지 않았기 때문에 태풍으로 인한 직접적인 피해는 없었으나 7월 18~20일에 중서부 지방에 많은 비가 내리서 호우주의보가 발효되었다.

제7호 태풍 갈매기는 7월 15일 15시경 필리핀 마닐라 북동쪽 약 490 km 부근 해상 (18.1°N, 123.7°E)에서 발생하였다. 이 태풍은 17일 15시 대만 타이베이 남남동쪽 약 230 km 부근 해상에서 960 hPa, 최대풍속 39 m/s 을 기록하여 TY급이 되어 최대로 발달하였고 강한 소형 태풍이었다. 한국 시간을 기준으로 17일 21시에서 18일 03시 사이에 대만에 상륙하였다. 상륙 당시 기압은 970 hPa, 최대풍속은 35 m/s 였다. 18일 09시경에 대만 타이베이 북서쪽 60 km 부근 해상으로 진출하였고, 그 후 19일 03시경에 중국 상하이 남남서쪽 약 490 km 부근 육상에 상륙하였다. 상륙 당시 기압은 992 hPa, 최대풍속은 21 m/s 로 약화되었다. 대만 상륙

후 부근 해상으로 빠져나오는 사이 급격히 약화되었다. 20일 18시경 군산 서쪽 약 170 km 부근 해상에서 열대저압부로 약화되어 태풍으로서의 일생을 마쳤다.

기상청은 7월 18일 19시 00분에 제주도 남쪽 먼 바다에서 풍랑주의보를 발표하였고, 이것은 7호 태풍으로 인한 첫 번째 기상특보였다. 7월 20일 02시에 남해동부 전해상에 풍랑주의보가 발표되었다. 같은 날 05시에는 서해남부먼바다, 남해서부먼바다, 제주도 남쪽 먼 바다에서 태풍주의보로 대치되었다. 14시 30분에는 서해중부먼바다에도 태풍주의보가 발효되었다. 7월 21일 05시 이후로 이번 태풍으로 인한 주의보는 모두 해제되었다. 7호 태풍은 우리나라에 상륙하지 않았기 때문에 강풍현상은 나타나지 않았으나, 우리나라에 이미 존재하고 있었던 장마전선에 수증기를 공급하여 집중호우의 원인이 되었다. 7월 19~20일 기간에 자동기상관측망 (Automatic Weather System, AWS) 강수량 분포에 의하면 서울, 경기, 충남지방에 약 100 mm 이상의 집중호우가 발생하였고 최대 222 mm를 기록하였다 (Fig. 10).

이 태풍에 대한 기상청의 진로 오차는 각각 24시간

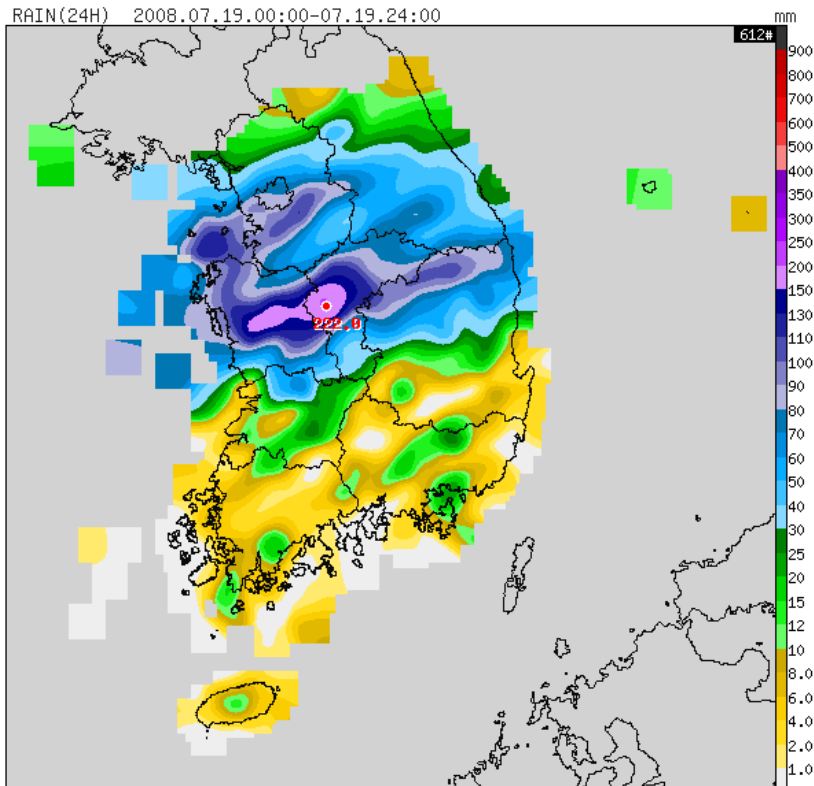


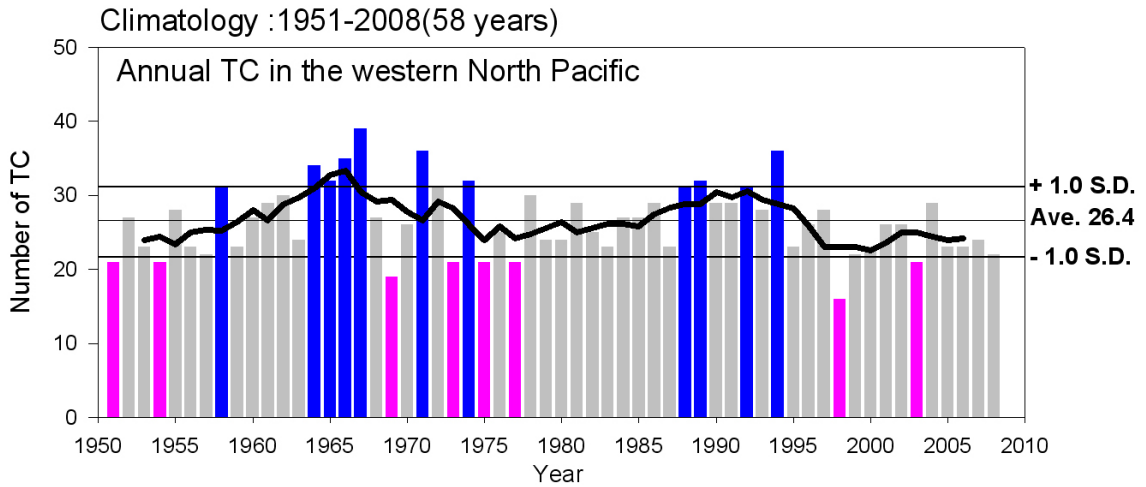
Fig. 10. The distribution of daily rainfall on 19 Jul. in 2008.

(133 km), 48시간 (200 km), 그리고 72시간 (233 km) 이었다. 48시간 진로 오차는 2008년 전체 평균 229 km보다 정확한 것으로 나타났다. 중심최저기압 예보를 통한 강도예보 오차는 발달부터 약화까지 약 4~20 hPa 정도의 (-)바이어스, 즉 관측보다 강하게 예보하였다.

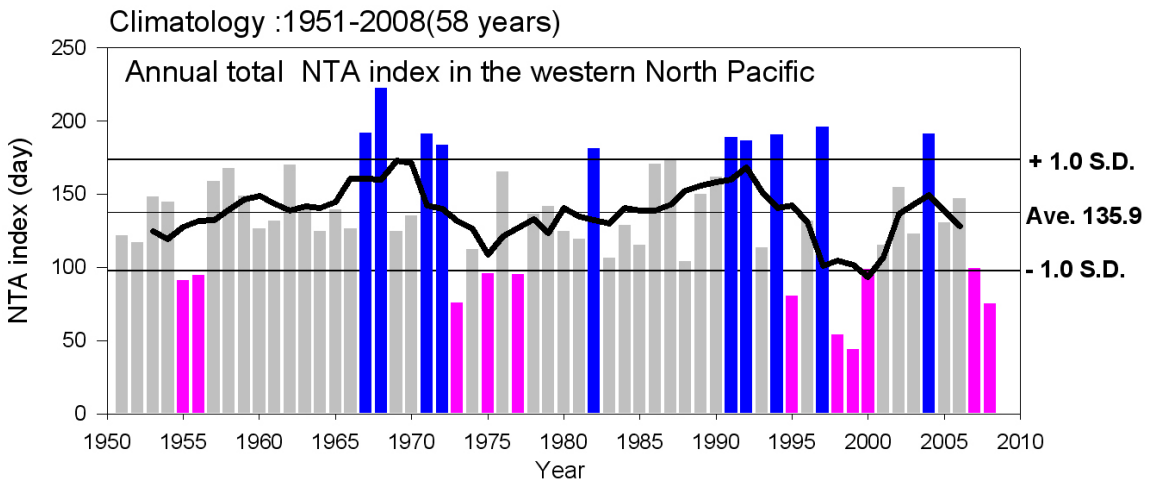
### 3.4 장기간 변동의 특징

태풍의 장기간 변동 특징에 대하여 알아보기 위하여 1951년부터 2008년까지 58년간 RSMC Tokyo의 최적경로 자료를 사용하여 북서태평양의 태풍활동도

를 분석하였다. 이 태풍활동도에는 발생수 (Fig. 11a), NTA 지수 (Fig. 11b), 그리고 지속기간 (Fig. 11c)이 포함된다. 발생한 연도별 태풍 발생수 (막대그래프)와 5년 이동평균 (실선)을 나타내었다. 58년간 평균 태풍 발생수는 26.4개이고,  $\pm 1$  표준편차 범위를 벗어나는 해를 태풍이 평년보다 많이 (+1 표준편차) 또는 적게 (-1 표준편차) 발생한 해로 정의하였다. 이 정의에 의하면, 평년보다 많이 발생한 해는 1964~1967, 1971, 1974, 1989, 1994년이다. 적게 발생한 해는 1951, 1954, 1969, 1973, 1975, 1977, 1998, 2003년이다. 기록상 가장 많이 발생한 해는 1967년으로 39개가 발생하였



**Fig. 11a.** The long term variations of typhoon number from 1951 to 2008. The bars indicate number of annual (■) typhoons for year of much (■) than normal and year of less (■) than normal. And the thick solid line means five years moving average of typhoon number.



**Fig. 11b.** Same as Fig. 11a, except for NTA.

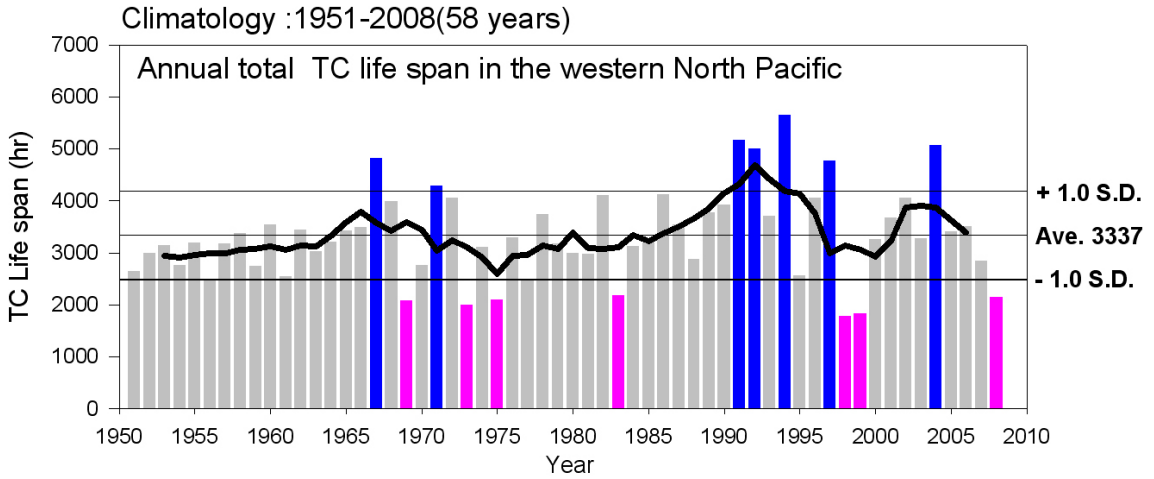


Fig. 11c. Same as Fig. 11a, except for life span.

고, 가장 적게 발생한 해는 1998년으로 16개가 발생하였다. 5년 이동 평균한 태풍 발생수의 경향을 보면, 많이 발생하는 시기 (1960년대 중반, 1990년~1995년)와 적게 발생하는 시기 (1970년 중반~1980년 전반)가 주기적으로 반복되어 나타남을 알 수 있다. 태풍 발생 수

는 경년변동이 크게 나타나고 있지만, 최근 10년 동안 발생한 태풍 수 중 평균값을 초과한 해는 1997년의 28개와 2004년의 29개의 2개해로, 비교적 적게 발생하는 경향이 2008년에도 지속되었다.

Fig. 11a와 동일한 방법으로 Fig. 11b에 Normalized

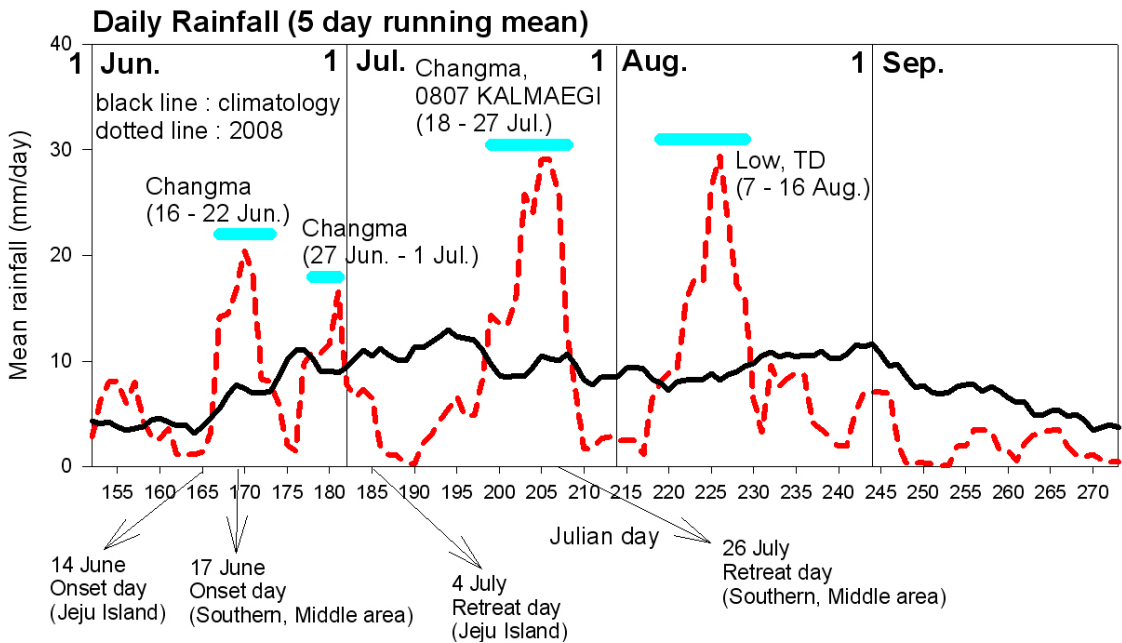


Fig. 12. The time series of five days moving averaged rainfall for 11 observational stations from 1 Jun. to 30 Sep. 2008. The lines indicate normal values (dotted line) from 1954 to 2008 and observation values (solid line) in 2008. The thick solid lines denote the periods of heavy rainfall. The first days of Changma are 14 Jun. at Jeju Island and 17 Jun. at the southern and middle area. The retreat days of Changma are 4 Jul. at Jeju Island and 26 Jul. the southern and middle part of Korean peninsula.

**Table 6.** The period of Changma onset and retreat day in 2008 and climatology.

Area	Onset of Changma		Retreat of Changma	
	2008	Climatology	2008	Climatology
Jeju Island	14 Jun.	19 Jun.	4 Jul.	20~21 Jul.
Southern area	17 Jun.	22~23 Jun.	26 Jul.	22~23 Jul.
Middle area	17 Jun.	23~24 Jun.	26 Jul.	23~24 Jul.

Typhoon Activity (NTA) 지수를 이용하여 북서태평양의 태풍활동도 특징에 대하여 나타내었다. NTA에 대한 자세한 설명은 Kwon 등 (2007)과 Lee 등 (2007)을 참고하기 바란다. 58년간 평균 NTA는 135.9일이다. 평년보다 태풍활동이 강했던(약했던) 해는 10년(9년)이었다. 태풍활동이 가장 약했던 해는 1999년이었고, 가장 강했던 해는 1968년이었다. 태풍활동도 역시 발생 수 (Fig. 11a)와 마찬가지로 주기적으로 반복되고 있고 경년변동이 큰 것을 알 수 있다. 최근 10년 동안 1997년과 2004년을 제외하고, 비교적 약한 태풍활동도가 2008년에도 지속되는 특징이 나타났다. 분석기간 동안 태풍발생수와 활동도 사이의 상관계수는 0.5이다. 태풍 지속시간 (Fig. 11c)도 발생수와 NTA 지수와 비슷한 특징을 보여주었다. 3가지 요소 모두 강한 시기와 약한 시기가 주기적으로 반복되는 약 10년 주기 변동성이 뚜렷하였다.

### 3.5 태풍과 여름철 강수량 분포

2008년 장마는 제주에서 6월 14일, 남부와 중부지방은 6월 17일에 시작되었다. 종료일은 제주에서 7월 4일, 중부와 남부지방은 7월 26일 이었다 (Fig. 12). 장마기간 강수량은 평년보다 적었다. 장마시작은 평년보다 일찍, 종료시기는 제주에서는 빠름, 남부와 중부지방은 비슷하였다 (Table 6).

여름철 (6~9월) 강수량 편차 변동을 알아보기 위하여 1954년부터 2008년까지 (58년간) 우리나라 11개 관측지점 (강릉, 서울, 인천, 전주, 광주, 목포, 여수, 포항, 대구, 울산 및 부산)에서 지역 평균한 강수량 월별 편차를 계산하였다. 그 결과 2008년 6, 7, 8월은 평년과 비슷하였고 9월만 평년보다 적었다 (그림 생략).

우리나라 11개 지점에서 5일 이동평균한 강수량을 평년 (1954~2008년)과 2008년의 6월 1일에서 9월 30일까지 나타내었다 (Fig. 12). 2008년 6월 1일~9월 30일까지 4차례 강수시기가 있었다. 첫 번째 강수 시기는 6월 16일부터 22일까지 장마 때문이었다. 두 번째는 6

월 27일~7월 1일까지 시기로 장마때문이었다. 2008년 6월 중순에는 전반까지 고기압의 영향을 주로 받았으나 17일부터 장마전선이 북상하면서 전국이 장마권에 들었다.

6월 1일에서 9월 30일까지 4개월 동안 비가 제일 많이 왔던 기간은 7월 18~27일까지 제7호 태풍 ‘갈매기’와 장마전선의 영향으로 서울·경기도 및 강원도 영서지방과 충청도 지방을 중심으로 많은 비가 내렸다.

8월 7일~16일 사이에는 열대저압부 (Tropical Depression, TD)와 저기압의 영향으로 전국적인 강수 현상이 나타났다.

## 4. 결 론

2008년 열대 태평양에서 대기대순환과 수치모델결과 검증 등을 실시하여 2008년 태풍의 특징에 대하여 살펴보았다.

2007년 봄철에 발생하였던 라니냐 현상은 2008년 봄철에 종료되었기 때문에 2008년 태풍철은 엘니뇨-남방진동의 영향은 없었다. 적도지역 대류활동은 5월은 평년보다 활발하였으나 8월은 평년보다 약하였다. 이러한 대류활동의 영향으로 평년과 비교하여 5월에는 태풍활동이 강하였고, 반면에 8월에는 약하였다.

2008년에는 22개의 태풍이 발생하여 평년 26.7개에 비하여 적게 발생하였고, 이 중에서 7월에 KALMAEGI (0807)가 우리나라에 상륙하지는 않았지만, 장마전선과 태풍으로 인한 수증기 공급으로 집중호우가 발생하였다.

48시간을 기준으로 할 때, 2008년 한국의 태풍진로 예보 정확도는 229 km로 일본의 90% (207 km), 미국의 97% (222 km) 수준이다. 가장 큰 오차가 컸던 태풍은 6호 태풍 “평선 (FENGSHEN)”으로 북진할 것으로 모델에서 예상되었으나, 실제 진로는 남서진-서진이었고, 17호 태풍 “히고스 (HIGOS)”는 불규칙한 이동속도 때문에 오차가 컸다.

2008년의 태풍활동도(발생수, NTA 지수, 수명)는



평년보다 약하였고, 활발한 기간과 그렇지 않은 기간이 주기적으로 반복되는 특징이 뚜렷하였다. 태풍발생 수도 적었고, NTA는 평년의 60% 정도, 수명은 더욱 짧아서 평년의 약 50% 정도였다. 이와 같이 2008년 태풍활동도가 활발하지 않았던 이유는 여름철 특히 8월에 태풍다발지역에서 대류활동이 활발하지 않았고, 하층의 고기압성 순환이 탁월하여 태풍이 발생하기 어려운 상황이었다. 또한 좀 더 긴 시간규모의 변동 즉, 10년 주기 변동이 뚜렷하였는데 1990년대 후반부터 2008년까지 저 위상 (low phase) 주기가 지속되고 있다.

## 감사의 글

이 연구는 기상청 국가태풍센터 시험연구비와 기상청/국립기상연구소의 협동연구사업인 “해일예측시스템 정확도 개선평가” 사업의 일환으로 이루어졌습니다.

## 참고문헌

- 기상청, 2005: 태풍에 관한 장·단기 연구계획수립 및 태풍센터 설립방안 조사, 160 pp.
- 박윤호, 박종숙, 이경희, 신도식, 2006: 바람장 분석을 통한 태풍의 진로 예보. *기상기술지*, **2**, 1-8.
- 박창용, 문자연, 차은정, 윤원태, 최영은, 2008: 최근 한반도 여름철 강수 특성의 변화. *대한지리학회지*, **43(3)**, 324-336.
- 차은정, 이우정, 권혁조, 2007: 북서태평양에서 엘니뇨-남방진동과 관련된 대기대순환과 태풍활동도 변동성에 관한 연구. *제5차 기후변화 학술대회 초록집*, 78-80 pp.
- 차은정, 이경희, 박윤호, 박종숙, 심재관, 인희진, 유희동, 권혁조, 신도식, 2007: 2006년 태풍 특징과 태풍 예보의 개선방향. *대기*, **17(3)**, 299-314.
- 차은정, 박윤호, 권혁조, 2008a: 2007년 태풍 특징. *대기*, **18(3)**, 183-197.
- 차은정, 심재관, 권혁조, 2008b: 현업예보 관점에서 태풍의 온대저기압화 판단 과정에 대한 고찰. *한국지구과학회지*, **29(7)**, 567-578.
- Chan, J. C. L., 1985: Tropical cyclone activity in the north-west Pacific in relation to the El Niño/Southern Oscillation phenomenon. *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 599-606.
- Japan Meteorological Agency, 2005: Annual report on activities of the RSMC Tokyo-Typhoon Center, <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/AnnualReport/2005/Text/Text2005.pdf>.
- Japan Meteorological Agency, 2008: Monthly report on the climate system, [http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/diag/2008/index/html/soiolru/index\\_html\\_soiolru\\_2008.html](http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/diag/2008/index/html/soiolru/index_html_soiolru_2008.html) (in Japanese).
- Kwon, H.-J., W.-J. Lee, S.-H. Won, E.-J. Cha, 2007: Statistical ensemble prediction of the tropical cyclone activity over the western North Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L24805, doi:10.1029/2007GL032308.
- Lee, W.-J., J.-S. Park, and H. J. Kwon. 2007: A statistical model for prediction of the tropical cyclone activity over the western North Pacific. *J. Korean Meteorol. Soc.*, **43**, 175-183.