

北太平洋 西部에서 發生하는 颱風의 進路에 關한 研究

尹 鍾 輝*

A Study on the Track of Typhoon in the Northwest Pacific Ocean

*Jong-Hwui Yun**

〈目 次〉

Abstract	3.2 颱風의 進路
1. 序 論	3.3 颱風 Tim의 移動 經路
2. 資料 및 方法	4. 結 論
3. 結果 및 考察	5. 參考文獻
3.1 颱風 發生頻度 및 發生場所	

Abstract

By use of the recent tropical cyclones' data in the Northwest Pacific Ocean, the occurrence frequency and region of typhoon as well as the features of the monthly mean track were analyzed.

As the result of this study, (1) mean occurrence frequency of typhoon per year is 27.5, and 68% of total typhoons were formed in July to October and shown the highest frequency in August. (2) The average duration of typhoons is 8.5 days, and super typhoon which maximum sustained surface wind speeds is more than 130 knots occurs most frequently in October and November. (3) The highest frequency appears around the Caroline, Mariana and Marshall Islands, and in wintertime, typhoon occurs in lower latitude comparing with those in summertime. (4) The typhoon track depends upon the distribution of pressure system and steering current in neighbouring areas. The mean track of typhoon can be classified into three types such as westward-moving type, northward-moving type and abnormally moving type. The westward-moving typhoons make landfall on the southern China by way of the South China Sea in June and July, on mid-part of China in August and September, and on Indo-china Peninsula in October and November. The northward-moving typhoons approximately move on north~northwestward track to 20~30°N from the occurrence region, then recurve to the East Sea through Korean Peninsula and Kyushu Island in June and July, to the North Pacific Ocean along the Japanese Islands in August and September and to the North Pacific Ocean through the seas far south off the Japan in October and November.

* 정회원, 한국해양대학교 해사대학

1. 序 論

열대 해양상에는 중위도에서 볼 수 없는 맹렬한 폭풍우가 발생하는데, 이것을 중·고위도 지방에서 발생하는 저기압과 구별해서 열대저기압이라 부른다. 열대저기압은 풍력에 따라 중심 최대풍속이 33Kt(약 17m/s) 이하인 것을 약한 열대저기압(Tropical Depression), 34~63Kt(약 17~32m/s)인 것을 열대폭풍(Tropical Storm), 64Kt(약 32m/s) 이상인 것을 태풍(Typhoon)으로 분류하고 있다. 또 해상기상통보 등에 있어서 열대폭풍을 Tropical Storm(34~47Kt) 및 Severe Tropical Storm(48~63Kt)으로 세분하여 사용하기도 한다. 그러나 실제로는 열대폭풍부터 태풍으로 취급하는데, 이를 발생 장소별로 구분하면, 서부북태평양은 태풍(Typhoon), 카리브해나 멕시코만은 허리케인(Hurricane), 벥골만 또는 아리비아해는 사이클론(Cyclone) 등으로 발생 해역에 따라 각각 다르게 호칭하고 있다.

열대저기압은 강한 바람과 호우를 동반하기 때문에 인구 밀도가 많은 해안 지방에 내습할 경우 막대한 재해가 발생하며, 또한 해상에서 항해중인 선박이 열대저기압을 만나면, 인명, 화물 및 선체에 치명적인 손상을 입을 뿐만 아니라 때로는 침몰하는 경우도 흔히 볼 수 있다. 이와같은 태풍에 의한 재해 및 해난을 사전에 방지 또는 피해를 최소화하기 위해서는, 열대저기압의 발생을 신속히 탐지하고, 그 이후의 진로를 정확히 예상하여 필요한 조치를 취하지 않으면 안된다. 이러한 목적으로 오래 전부터 기상학자들은 열대저기압의 발생, 발달 및 소멸에 관한 메카니즘을 규명하기 위해 노력해 왔고, 최근에는 기상레이더, 기상위성, 컴퓨터 등이 도입되어 열대저기압의 구조에 대하여 보다 정확히 파악할 수 있게 되었다.

한편, 북태평양 서부에서 발생하는 태풍의 주된 진로는 필리핀 동방해역에서 발생하여 남지나해를 통해 직진하는 서진코스와 북태평양고기압의 연변을 따라 포물선을 그리면서 일본쪽으로 북상하는 북진코스가 있다. 서진코스는 월별로 큰 변화가 없지만, 북진코스는 월에 따라 변동이 심하다. 북

진형 태풍의 월별 평균 진로는, 7, 8월은 일본 Kyushu 서쪽을 크게 우회하면서 동해로 진입하고, 9월은 일본에 상륙하며, 10, 11월은 일본 남쪽 해상에서 전향하여 북태평양으로 북동진하는 경향이 있다. 이러한 진로를 정상진로라 하고, 이와 대단히 상이한 진로를 이상진로라 부르기도 한다. 실제로 태풍진로는 태풍의 이동을 지배하는 지향류의 불규칙적인 분포로 인해 시기와 장소에 따라 변하지만, 양상에서 항해중인 선박이 상기와 같은 태풍의 계절별 평균진로를 파악해 두면 자신의 안전 항로 설정에 상당히 도움이 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 최근 북태평양 서부에서 발생한 태풍의 경로를 조사하여 이동 경로의 계절 변화를 분석하고, 또한 1994년 7월 7일 필리핀 동방에서 발생한 태풍(Tim)을 예로 들어 당시의 주변 해역의 기상 분포를 분석하여 태풍의 진로를 추정해 보았다.

2. 資料 및 方法

본 연구에서는 한국 기상청 발행의 기상연보(1993) 및 한국태풍80년보(1984)의 기상자료와 미국 상무성 발행의 Mariners Weather Log(1988~1994)에 수록된 태풍 자료 및 월별 평균기압도를 사용하였다. 그리고 1994년 5호 태풍 Tim의 진로 예상에는 7월 7~10일 일본기상청에서 방송한 각종 기상도, 즉 지상해석도(Surface Analysis), 700hPa 및 500hPa 등압면 해석도, 850hPa 기온 및 700hPa 상승류(P-VEL) 해석도, 500hPa 고도 및 와도(Vorticity) 해석도를 이용하였다.

지난 34개년(1960~1993) 동안 북태평양 서부에서 발생한 태풍을 열대폭풍(TS 및 STS)과 태풍(Typhoon)으로 구분하여 연별, 월별 발생 빈도를 알아보았다.

그리고 최근에(1989~1992) 발생한 태풍의 경로를 연도별, 계절별로 작도하여 월별 태풍의 평균진로를 조사하고 또한 태풍 빈발 장소를 조사하였다.

Fig. 1은 한국해양대학교 실습선 한바다호가 1994년 7월 7일 필리핀의 마닐라항을 출항하여 7월

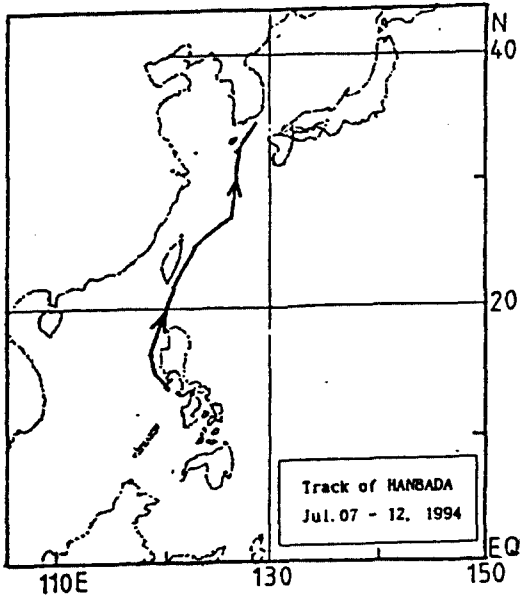


Fig. 1 Track of Trainig Ship HANBADA of Korea Maritime University during July 7~12, 1994.

12일 부산항에 도착할 때까지의 항적도이다. 이 기간 중에 발생한 태풍 Tim의 진로를 예상하기 위하여 일본기상청에서 방송한 기상자료를 분석하고 7월 9일 세계시 1600시(1600Z)부터 7월 10일 2100Z경까지 태풍 Tim의 우측반원의 가장자리 부근에서 항해하면서 당시의 기압 및 풍향과 풍속의 시간별 변화를 관찰하였다.

본 논문에서 사용된 태풍이란 용어는 특별히 다르게 사용된 경우를 제외하고는 열대폭풍 이상의 열대저기압을 가리킨다.

3. 結果 및 考察

3.1 태풍 발생빈도 및 발생장소

Table 1은 34년간(1960~1993)의 북태평양 서부에서 발생한 태풍의 연별, 월별 발생빈도를 나타낸 표이다. 이 기간 동안 총 935개(열대폭풍 337, 태풍 598)의 태풍이 발생하였으며, 연평균 발생빈도는 27.5개이다. 그리고 태풍의 발생빈도는 연도에 따라 대단히 큰 변화를 보여주고 있다. 태풍이 33개

(평균+표준편차) 이상으로 특히 많이 발생한 해는 1964, 1965, 1967 및 1971년이며, 이 중에서 1964년에 39개로 가장 많이 발생하였다. 그리고 태풍이 22개(평균-표준편차) 이하로 특히 적게 발생한 해는 1969, 1973, 1975 및 1977년이며, 이 중에서도 1969년과 1977년에 가장 적게 19개씩 발생하였다.

태풍의 발생빈도를 계절별로 보면, 태풍은 연중 발생하지만 월별로 큰 차이를 보이고 있다. 태풍이 비교적 많이 발생하는 달은 7~10월이며, 적게 발생하는 달은 12~5월이다. 태풍의 월별 발생빈도는 2월이 평균 0.2개로 가장 적고 8월이 평균 5.4개로 가장 많다. 월별 열대폭풍과 태풍의 발생빈도를 비교하면 동계에는 거의 비슷하거나(12, 1월), 열대폭풍이 태풍보다 더 많이 발생하였다(2, 3월). 반면에 하계 및 추계에는 태풍이 열대폭풍보다 많이 발생하며, 특히 10월에는 태풍이 열대폭풍의 약 3배 정도 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이러한 통계로부터, 북태평양 서부에서 동계 및 춘계에 발생하는 태풍은 크게 발달하지 않으며, 하계와 추계에 발생하는 태풍은 크게 발달하는 경향이 있음을 알 수 있다.

Table 2는 6개년(1988~1993) 동안 발생한 태풍의 지속기간 및 초대형 태풍의 월별 발생 빈도표이다. 표에서 발생 빈도수가 적어 오차가 많을 것으로 예상되는 12~5월의 자료를 제외시키면, 태풍의 지속기간은 평균 8.5일 정도가 되고, 10월과 11월에 발생하는 태풍의 지속기간이 비교적 긴 것으로 나타났다. 그리고 북태평양 서부에서 발생하는 태풍 중에서 중심 최대풍속이 130kt(약 67m/s) 이상인 것을 초대형 태풍(Super Typhoon)으로 분류하는데, 이와같이 거대한 태풍은 6년동안 총 20개 발생하였으며, 12~3월 및 6월에는 발생하지 않았고, 10월과 11월에 각각 6개로 가장 많이 발생하였다.

Fig. 2는 북태평양 서부에서의 태풍 발생장소 빈도 분포도(1989~1992)이다. 그림에서 태풍의 발생장소는 주로 필리핀 동방의 적도에서 20°N까지의 180°E 이서 해역과 남중국해(South China Sea)이지만, 20°N 이북 해상과 태국만(Gulf of

Table 1. 연별 월별 태풍 발생 빈도표(1960~1993)

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTALS
1960	0 0	0 0	0 0	1 0	0 1	2 1	2 1	8 1	0 4	4 0	1 0	1 0	19 8(27)
1961	0 1	0 1	1 0	0 1	2 1	1 1	3 2	3 1	5 1	3 2	1 0	1 0	20 11(31)
1962	0 0	0 1	0 0	1 0	2 0	0 0	5 1	7 0	3 1	3 1	3 0	0 2	24 6(30)
1963	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	3 1	3 1	3 0	2 2	5 1	0 0	2 1	19 6(25)
1964	0 0	0 0	0 0	0 0	2 0	2 0	6 1	3 5	5 2	3 3	4 2	1 0	26 13(39)
1965	1 1	0 2	0 1	1 0	1 0	3 1	4 1	3 2	5 2	2 0	1 1	0 1	21 13(34)
1966	0 0	0 0	0 0	1 0	2 0	1 0	3 1	5 3	5 3	1 1	1 2	1 0	20 10(30)
1967	0 1	0 0	1 1	1 0	0 1	1 0	3 3	3 4	5 3	2 1	4 0	0 1	20 15(35)
1968	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	2 0	1 2	3 4	4 0	5 1	4 0	0 0	20 7(27)
1969	1 0	0 0	0 1	1 0	0 0	0 0	2 1	2 1	2 0	4 1	1 1	0 1	13 6(19)
1970	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	1 1	0 2	4 2	2 2	3 2	1 3	0 0	12 12(24)
1971	0 1	0 0	0 1	2 0	2 3	2 0	6 2	3 1	5 1	3 1	1 1	0 0	24 11(35)
1972	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	4 1	3 2	4 1	4 1	2 0	2 1	22 8(30)
1973	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 3	2 3	2 0	4 0	0 3	0 0	12 9(21)
1974	0 1	0 0	0 1	0 1	1 0	1 2	2 3	2 3	3 2	4 0	2 2	0 2	15 17(32)
1975	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	4 1	4 1	3 2	2 1	0 0	14 6(20)
1976	1 0	0 1	0 0	1 1	2 0	2 0	2 2	1 3	4 1	0 0	1 1	0 2	14 11(25)
1977	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	0 1	3 0	0 2	2 3	3 1	2 0	1 0	11 8(19)
1978	0 1	0 0	0 0	1 0	0 0	0 3	3 1	3 4	3 1	4 1	1 2	0 0	15 13(28)
1979	1 0	0 0	1 0	1 0	0 1	0 0	2 2	2 0	3 3	2 1	1 1	1 1	14 9(23)
1980	0 0	0 0	0 0	0 1	2 2	0 1	3 1	2 0	5 1	2 2	1 0	0 1	15 9(24)
1981	0 0	0 0	1 0	0 1	0 1	2 0	2 3	2 5	4 0	1 1	2 1	2 0	16 12(28)
1982	0 0	0 0	2 1	0 0	1 0	1 2	2 2	5 0	3 2	3 0	1 0	1 0	19 7(26)
1983	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	3 0	2 3	1 1	3 2	3 2	0 2	12 11(23)
1984	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 2	4 1	2 3	1 3	5 2	3 0	1 0	16 11(27)
1985	0 2	0 0	0 0	0 0	1 0	2 0	1 0	5 2	3 2	4 1	0 1	1 1	17 9(26)
1986	0 0	1 0	0 0	1 0	1 1	1 1	2 0	4 1	2 0	3 2	2 2	2 1	19 8(27)
1987	1 0	0 0	0 0	0 1	0 0	1 1	4 0	3 1	5 1	2 0	1 2	1 0	18 6(24)
1988	1 0	0 0	0 0	0 0	1 0	1 1	1 1	2 3	2 6	4 0	2 0	0 1	14 12(26)
1989	0 1	0 0	0 0	1 0	2 0	1 1	2 3	3 3	2 2	6 0	3 0	1 0	21 10(31)
1990	1 0	0 0	0 0	0 0	1 1	2 1	2 2	5 0	4 1	2 3	3 1	1 0	21 9(30)
1991	0 0	0 0	1 1	0 1	1 0	1 0	4 0	3 3	4 2	3 0	3 3	0 0	20 10(30)
1992	1 0	0 1	0 0	0 0	0 0	2 1	2 2	4 4	3 1	6 1	2 1	0 0	20 11(31)
1993	0 0	0 0	0 1	0 0	0 0	1 0	0 4	5 2	3 2	3 2	1 1	2 1	15 13(28)
TTL	10 9	2 6	7 9	15 7	24 24	38 25	90 50	111 72	110 58	109 36	60 34	22 19	598 337
G.TTL	19	8	16	22	36	63	140	183	168	145	94	41	935
MEAN	0.6	0.2	0.5	0.6	1.1	1.9	4.1	5.4	4.9	4.3	2.8	1.2	27.5

(각 난의 a b (c) 표시는 a : 태풍 b : 열대폭풍(TS, STS) (c) : 합계를 의미함)

Table 2. 태풍 지속기간 및 초대형 태풍 발생빈도 (1988~1993)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연
지속기간(일)	11.3	-	8.0	10.0	8.4	8.1	7.6	8.4	7.4	9.1	10.2	6.8	8.5
초대형태풍	-	-	-	1	1	-	1	2	3	6	6	-	20

(지속기간의 연난의 8.5일은 6~11월의 평균임)

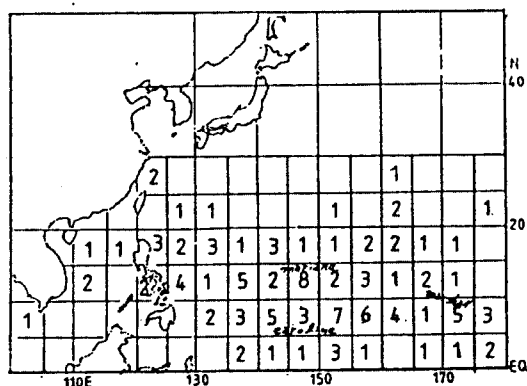


Fig. 2 Occurrence frequency of typhoon during 4 years(1989~1992) per region of 5-degree square.

Tailand)에서도 발생하는 것으로 나타났다. 본 연구 결과는 일본기상청(1968) 및 大谷東平과 齊藤將一(1978)에 의한 발생장소 분포와 세부적으로 약간의 차이가 있지만 전반적으로 태풍 빈발 지역이 Caroline, Mariana 및 Marshall 군도 부근 해역인 것은 일치한다.

3.2 태풍의 진로

Fig. 3~6은 1989~1992년에 발생한 태풍의 연도별 월별 진로를 나타낸 것이다.

1989년의 경우 8, 9월을 제외한 나머지 달에 서진형의 태풍은 일반적으로 10°N 부근에서 발생하여 서~서북서진하여 중국 남부 및 인도차이나 반도로 상륙하고, 8, 9월에는 북서진하여 동중국해를 거쳐 중국 중부 지방에 상륙하였다. 북진형의 태풍은 8월과 9월에 발생 장소가 보다 북쪽으로 이동하여 10~20°N 부근이 되며, 이곳에서 대략 30°

N 부근까지 북진한 후, 북동쪽으로 전향하여 일본 동쪽 해역을 통과하였다.

1990년의 경우, 서진형의 태풍은 8, 9, 10, 11월에 월 2~4개의 태풍이 발생 해역에서 서~북서진하여 중국 남부 및 인도차이나 반도로 상륙하였다. 북진형의 태풍은 6, 8, 9월에 필리핀 동방해역에서 발생하여 약 25~30°N까지 북서진 한 후, 전향하여 포물선을 그리면서 한국과 일본 부근을 통과하였고, 10, 11, 12 및 1월에 각각 1개의 태풍이 보다 남쪽인 15~20°N 부근에서 전향하여 일본 남쪽 먼 해상을 거쳐(11월은 일본 Honshu에 상륙) 북태평양으로 진행하였다.

1991년의 경우, 3, 4, 5 및 6월에 각각 1개의 태풍이 15~20°N 부근에서 전향하여 북~북동진하지만, 25~30°N 부근에서 소멸하였다. 7월에는 주로 발생해역에서 서북서진하여 중국 남부 지방에 상륙하고 8, 9월에는 대략 서북서진하여 중국 대륙에 상륙하는 태풍과 일본 열도 부근을 따라 북동진하는 태풍으로 분류된다. 10, 11월에는 20°N 부근에서 전향하여 북동~동진하면서 북태평양으로 진행하였다. 이 해의 8월에는 20~25°N 부근의 아열대 해역에서 4개의 태풍이 발생하였다.

1992년의 경우, 서진형의 태풍은 6, 7, 8월에 중국 남부 지방에 상륙하였고, 10월에는 보다 남쪽인 베트남으로 진행하였다. 북진형의 태풍은 6월에 2개의 태풍이 일본 남쪽 해상을 통과하여 북태평양으로 진행하였고, 7, 8 및 9월에 태풍의 전향점은 보다 북상하고, 전향 후 북북동~북동진하면서 동해와 일본 동쪽 해상을 거쳐 북태평양으로 진입하였다. 태풍의 진로는 하계에서 추계로 갈수록 점점 동쪽으로 이동하는 경향을 보였다. 그리고 10월과 11월의 북상 태풍은 그 전향점이 20°N 부근으로 낮아져 일본 남쪽 먼 해상을 통하여 북태평양으로 진행하였다.

Fig. 7은 1992년 2, 5, 8 및 11월의 월평균 해면기압 분포도이다. 2월에는 극동지방에 시베리아고기압이, 북태평양에 저기압이 현저하여, 전형적인 서고동저형 기압배치를 나타냈다. 5월에는 북태평양 전반에 걸쳐 동계보다 기압이 다소 상승하였고 반면에 서쪽의 대륙은 기압이 감소하였지만, 동계

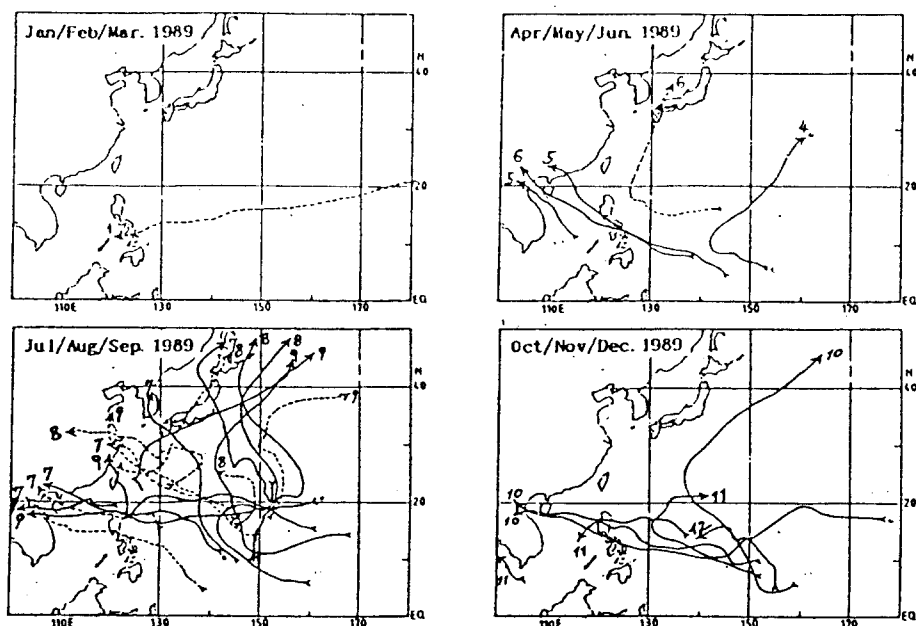


Fig. 3 Tracks of Typhoon in January to December in 1989. Small figure denotes the month of occurrence, and heavy thick line means typhoon, broken thick line does tropical storm(TS and STS) and line connected by heavy dot does tropical depression.

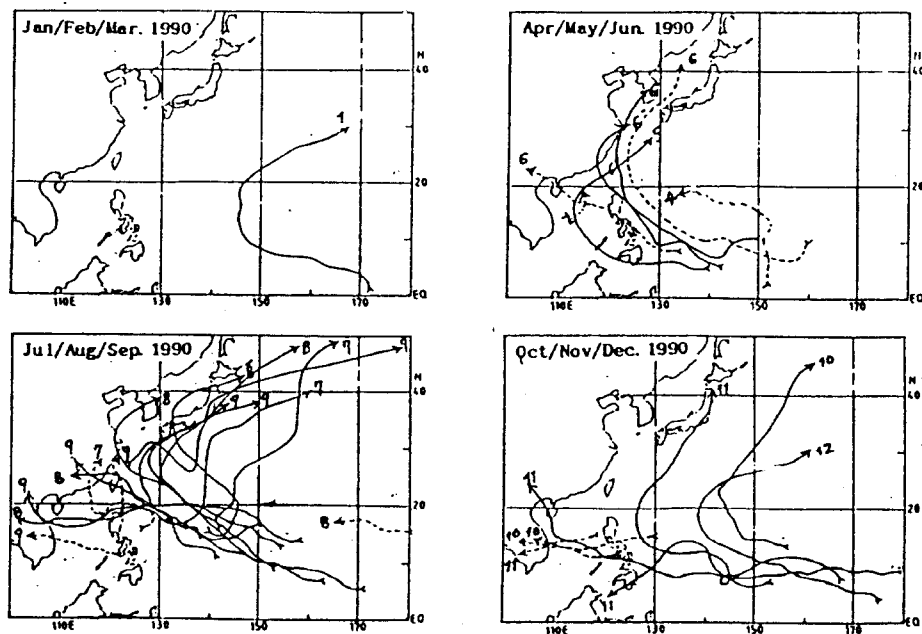


Fig. 4 The same as in Fig. 3 except in 1990.

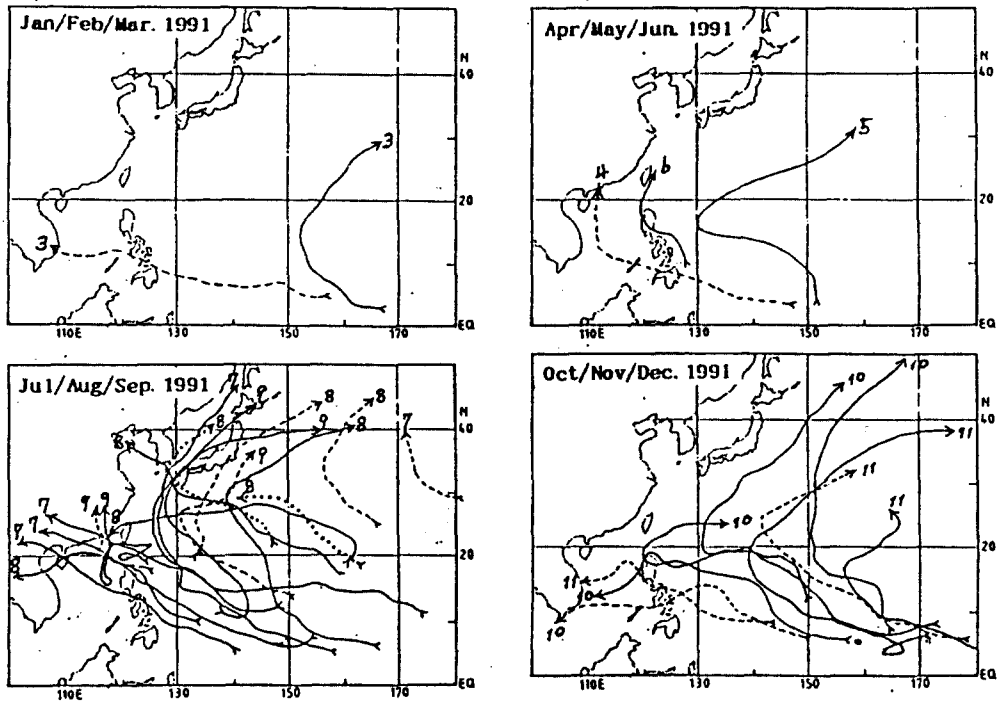


Fig. 5 The same as in Fig. 3 except in 1991.

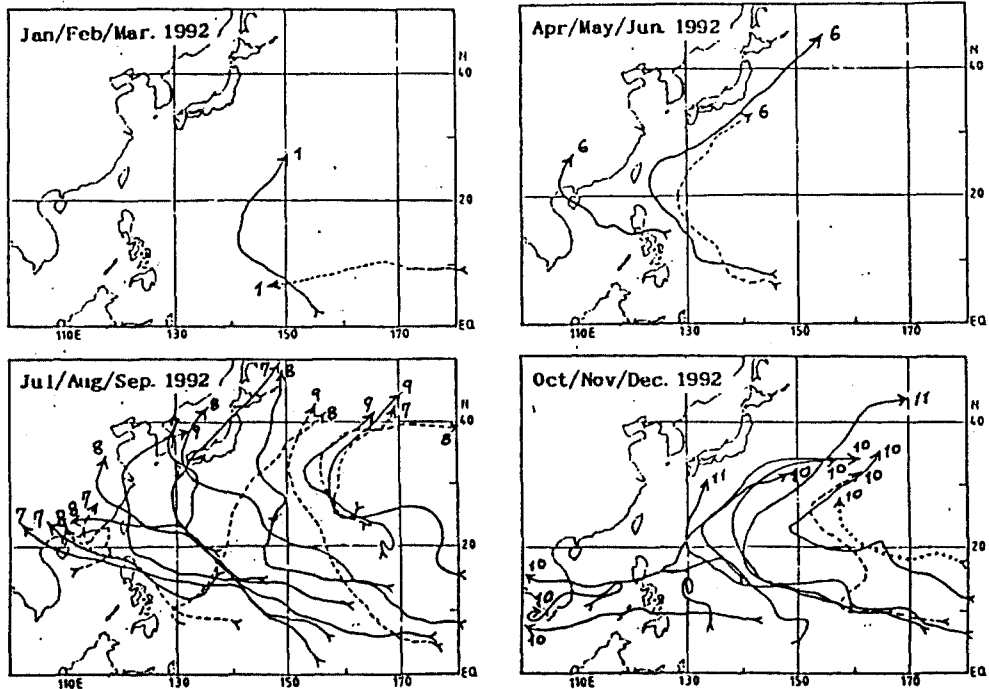


Fig. 6 The same as in Fig. 3 except in 1992.

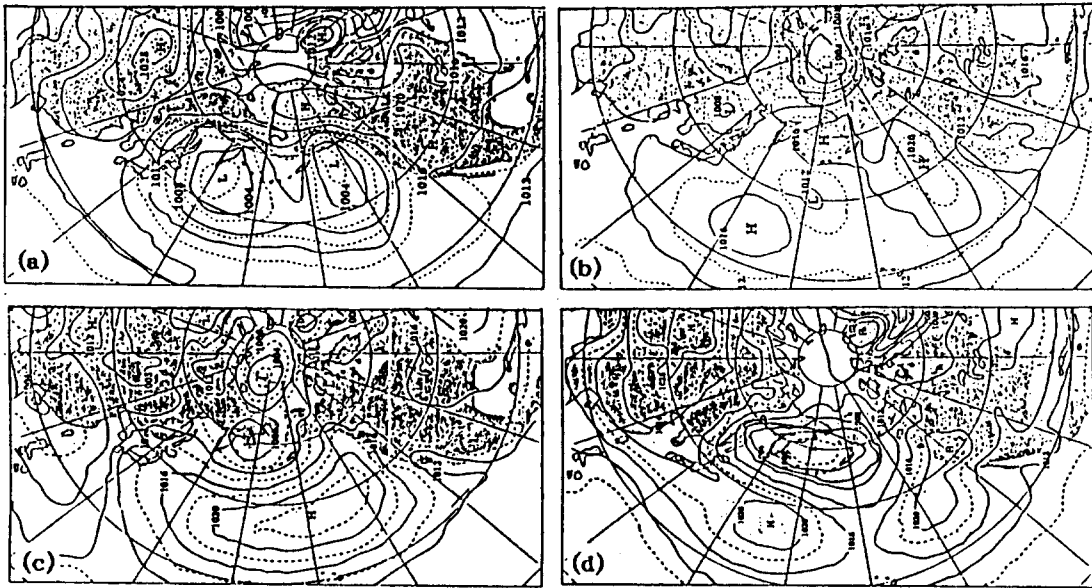


Fig. 7 Monthly mean sea level pressure(hPa) in Feb.(a), May(b), Aug.(c) and Nov.(d) in 1992.

와 같은 뚜렷한 특징은 보이지 않는다. 8월에는 35°N, 160°W 부근에 중심을 둔 중심기압 1022hPa의 북태평양고기압이 세력을 확장하여 한국과 일본 남부 해역에 이르고 있고 중국대륙과 베링해에는 1008hPa의 저기압이 위치하고 있어 남고북저형 기압배치를 나타냈다. 11월에는 중국 대륙으로부터 중심기압 1020hPa의 고기압이 동쪽으로 확장하여 20~40°N, 180°E 이서 해역을 점하고 있고, 북태평양고기압은 160°W 이동 해역으로 후퇴한 것으로 나타났다.

상기의 평균 해면기압의 계절변화(Fig. 7)와 1992년의 월별 태풍진로(Fig. 6)를 서로 비교해 보면, 해면에서의 기압 배치, 즉 대륙성고기압과 해양성고기압의 소장과 태풍진로 간에는 상호 밀접한 관련이 있음을 인지할 수 있다.

3.3 태풍 Tim의 이동 경로

1994년 7월 7~11일 마닐라 항을 출항하여 북쪽으로 항해하던 한바다호와 필리핀 동쪽 해상에서 발생하여 북서쪽으로 이동한 5호 태풍 Tim의 위치를 Fig. 8에 기입하였다.

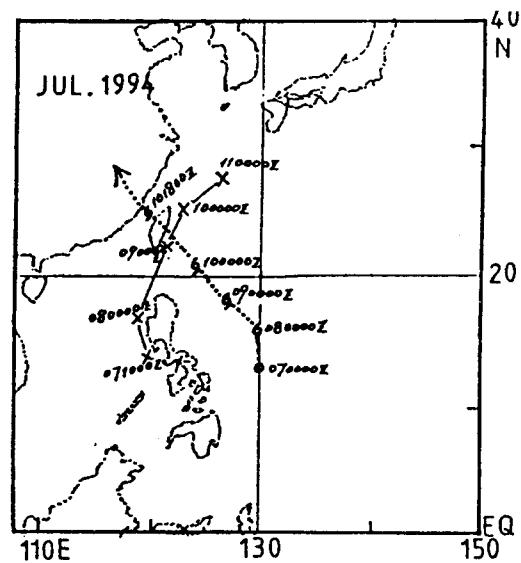


Fig. 8 Position of HANBADA and No.5 typhoon Tim in 1994 during 7~11th of July.

태풍이나 온대저기압 부근을 항해하는 선박에서 항해자는 주변의 기상을 직접 관찰함과 동시에 기상관청으로부터 수신한 각종 기상 정보를 분석하

여 천기를 예측한다. 따라서 일본기상청에서 방송한 당시의 기상도(Fig. 9~11)를 이용하여 태풍의 진로를 예측하고, 또한 태풍 영향권 내에서의 기상변화를 관찰해 보았다(Fig. 12).

Fig. 9에서 1994년 7월 7일 13°N, 130°E 부근에서 발생한 약한 열대저기압(본 논문에는 실험기상도를 생략함)은 북상하면서 7월 8일 세계시 0000시(080000Z)에 열대폭풍으로 성장하였다. 이것은 그 후 북서쪽으로 이동하여 090000Z 루손섬 동쪽 약 250마일 해상까지 접근하였다. 당시의 지상기상도를 보면, 태풍의 북쪽 및 북동쪽의 일본 Kyushu 남서쪽 및 일본 남부 해상에는 1010hPa의 북태평양고기압이 정체하고 있고, 남중국해 중앙부에는 1000hPa의 약한 열대저기압이 발생하여 천천히 서진하고 있다. 700hPa 상층기상도에서 태풍 부근에 고온다습한 공기가 많이 존재하며, 태

풍의 북쪽과 동쪽 해역으로 광범위하게 고기압이 접하고 있다. 이러한 기압 배치로 인하여 태풍의 북쪽에는 20Kt의 동~동남동풍이 불고 있다. 500 hPa 기상도에서 태풍의 세력은 이 층까지 뚜렷하며, 태풍 주위에는 -3°C 이상의 온난한 공기가 분포되어 있다. 그리고 대만과 한국 사이에 매우 키가 큰 고기압이 자리잡고 있으며 고기압의 남쪽 가장자리를 따라 15~30kt의 동풍이 불고 있다. 090000Z의 기상도에 의하면, 태풍의 주위에는 고온다습한 공기가 다량 존재하고, 이에 따라 수증기의 응결에 의한 잠열의 방출이 가능하기 때문에 더욱 더 발달할 것으로 보이며, 태풍 주변의 기압장 및 바람장에 의해서 서~서북서진할 것으로 예상된다.

Fig. 10은 091200Z의 500hPa 등압면에서의 고도 및 와도(Vorticity) 분포도와 850hPa 등압면에서의

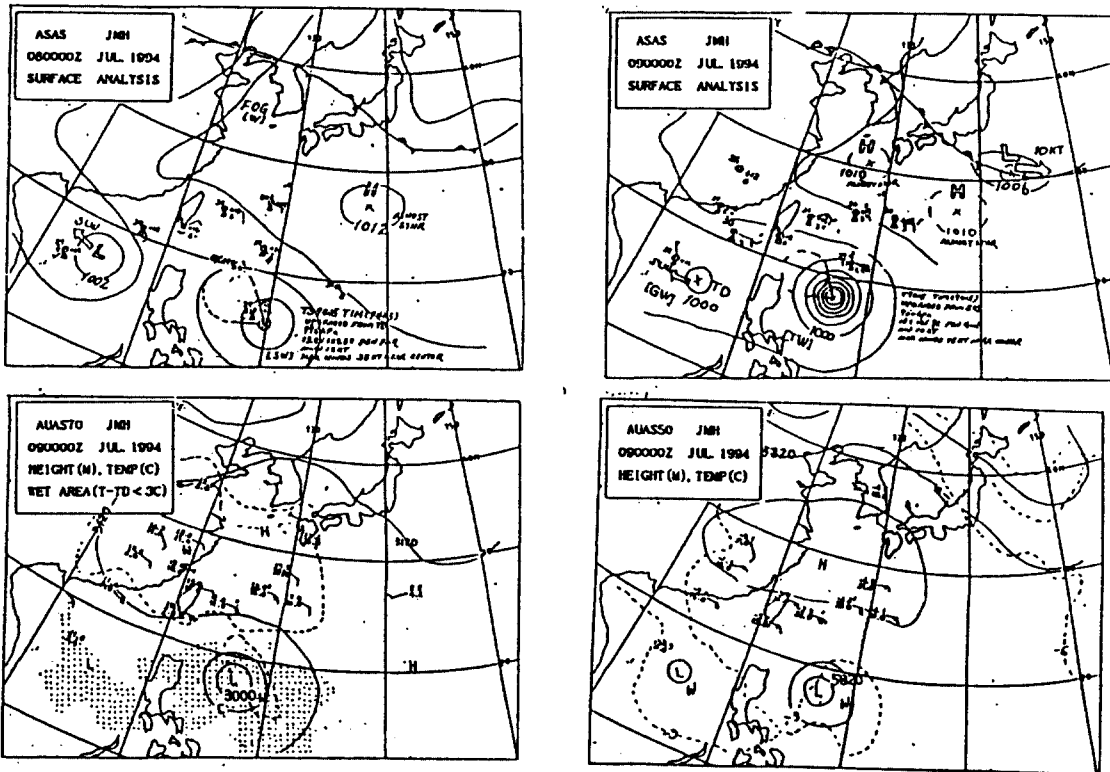


Fig. 9 Surface weather chart for 080000Z(upper left) and 090000Z(upper right), upper-air weather chart of 700hPa(lower left) and 500hPa(lower right) for 090000Z July, 1994.

기온 분포 및 700hPa 등압면에서의 상승류 분포도이다. 와도 분포도는 와도방정식 $\zeta = C/r + \delta C/\delta r$ (C 는 접선속도, r 은 곡률반경)에 의해 와도를 구하여 곡률중심이 유선의 왼쪽 즉, 저기압성 회전을 (+)로 표시하며, 분포도의 사선 부분이 저기압성 와도역에 해당한다. 그리고 700hPa 등압면에서의 연직류 분포도는 정역학 방정식으로부터 구한 $\delta P/\delta t = -\rho \cdot g \cdot \delta Z/\delta t$ (ρ 공기밀도, g 중력가속도, $\delta P/\delta t$ 연직 P-속도, $\delta Z/\delta t$ 상승속도) 식에서 연직류 P-VEL(hPa/H) 값을 계산하여 작성한 것으로 상승기류는 (-) 값, 하강기류는 (+) 값으로 나타나며, 분포도의 사선 부분이 상승기류역에 속한다. 이 두 분포도에 의하면, 대만과 한국 사이 해역은 고기압성 와도역 및 하강기류역이기 때문에 계속 고기압이 존재할 것으로 보이며, 대만 및 그 남쪽 해역에는 상승기류가 왕성하여 기압이 다소 하강할 것으로 예상된다. 따라서, 태풍은 12시간 전의 예상과 거의 비슷한 진로를 택할 것으로 보인다.

Fig. 11은 100000Z 및 101800Z의 기상도이다. 태풍의 중심기압은 930hPa로 급속히 하강하였으며, 이전의 예상 진로보다 좀 더 북서쪽으로 진행하여 대만 남동쪽 약 200마일까지 접근하였다. 지상기상도에서 Kyushu 남서쪽에 있던 고기압은 다소 쇠퇴하였지만, 일본 남쪽 해상에는 여전히 매우 지속적인 1010hPa의 고기압이 정체하고 있다. 남중국해에 있던 약한 열대저기압은 열대폭풍으로 성장하여 6호 태풍 VANESSA로 명명되었고 서쪽으로 이동하던 진로를 바꾸어 반대 방향으로 서서히 이동하는 것이 식별된다. 이러한 진로 변경은 북동쪽 약 550마일에 위치하고 있는 Tim과의 상호작용에 의한 것으로 생각된다. 700hPa 기상도에서 태풍의 북쪽으로는 여전히 고기압이 분포되어 있고 이 고기압의 남쪽 가장자리를 따라 30~35kt의 다소 강한 동남동~남동풍이 불고 있다. 그리고 태풍 중심에서 북쪽으로 약 200마일 지역에 50kt의 강한 남동풍이 불고 있으며, 반면에 남중국해의 태풍 VANESSA는 이 고도까지 미치지 못한 것으로 보인다. 500hPa 기상도에서 이 등압면에서의 기압 배치는 700hPa 등압면의 기압 배치와 유사한

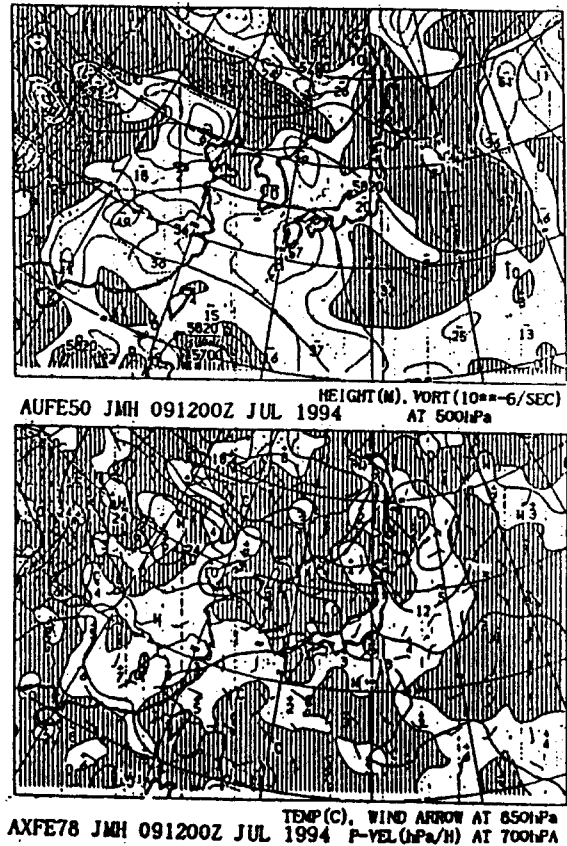


Fig. 10 Weather chart of height and vorticity at 500hPa(upper), temperature(°C), wind arrows at 850hPa and P-VEL at 700hPa (lower) for 091200Z July, 1994.

분포를 하고 있다. 태풍의 북쪽과 동쪽으로 매우 키가 큰 고기압이 계속 존재하며 고기압의 남측 가장자리 부분에는 30kt의 남동풍이 불고 있고, 태풍 주위에는 -3°C 이상의 고온다습한 공기가 존재하고 있다. 또 태풍 주위의 바람 분포를 보면, 이 태풍은 지상 약 5800m 이상의 고도까지 영향을 주는 것을 알 수 있다. 100000Z의 기상도에 의하면, 태풍 Tim은 약 15kt로 계속 북서진하여 101600Z 경 대만 중부 지방에 상륙한 후 계속 북서진할 것으로 예상된다. 이와같이 예상한 바와 같이 태풍은 그 후 대만을 강타한 후 중국 대륙에 상륙하였다.

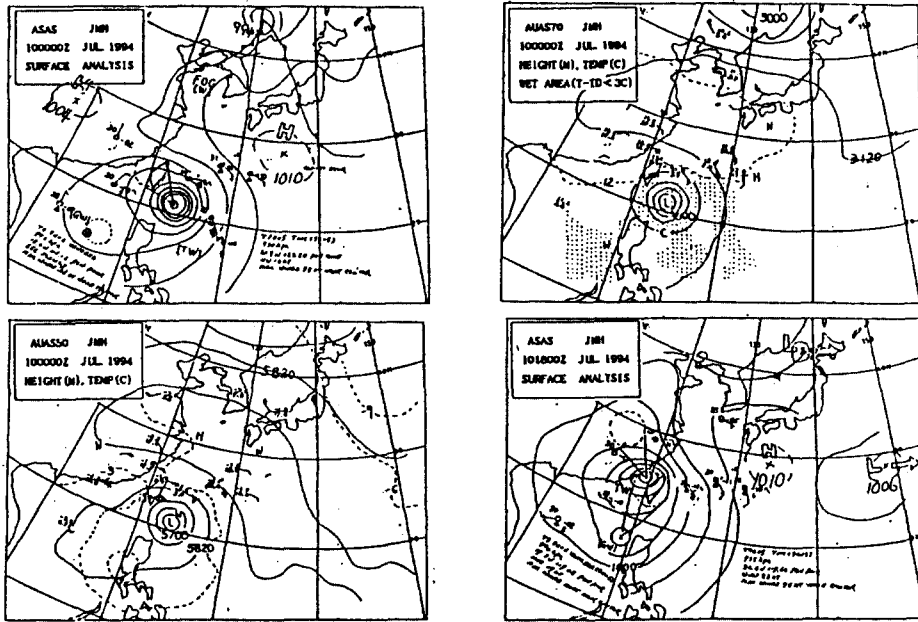


Fig. 11 Surface weather chart for for 100000Z(upper left) and 101800Z(lower right), upper-air weather chart of 700hPa(upper right) and 500hPa(lower left) for 100000Z July, 1994.

Fig. 12는 한바다호가 대만 동쪽 해상에서 북쪽으로 향진 중, 100400Z 경 태풍의 중심에서 약 270 마일 떨어진 태풍 영향권 우측반원의 가장자리 해역에 위치하고 있을 때 관찰한 기압 변동 및 풍향 풍속 변화를 시간별로 도시한 것이다. 그림에서 091600Z부터 기압이 0.5hPa/Hrs 율로 급속하게 하강하기 시작하여 1007hPa까지 하강하는 동안 바람은 20kt에서 30kt로 점차 강해지면서 풍향은 북동풍에서 동북동~동풍으로 조금씩 우전하였다. 또 이 시간 동안에 하늘에는 운량이 점차 많아지면서 난층운이 전 하늘을 덮었고 기압이 가장 하강한 100600Z 전후로 강한 스콜성의 폭우가 내렸다. 100600Z 이후 기압은 빠른 속도로 상승하고, 바람은 약 12시간 정도 30kt의 강풍이 지속되면서 조금씩 오른쪽으로 순전하였다. 이러한 기상 변화에 의해, 091600Z 이후 태풍은 북상하면서 점차 본선에 근접하고 있음을 예상할 수 있고, 100600Z 경부터 태풍은 북서~서쪽으로 진행하여 본선과 멀어지고 있으며, 본선은 태풍의 우측반원의 후반부에 위치하고 있음을 알 수 있다.

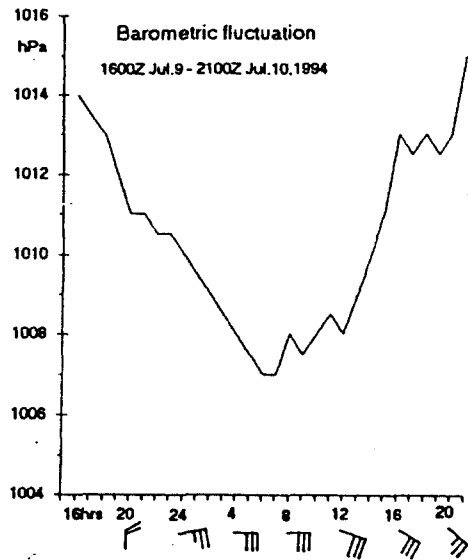


Fig. 12 Fluctuation of barometric pressure, wind force and direction near the right semi-circle of the typhoon about 270 miles off the center of typhoon Tim during July 9~10, 1994.

4. 結 論

미국 상무성 기상청 발행의 Mariners Weather Log(1988~1994)에 수록된 태풍 자료를 이용하여 북태평양 서부에서 발생하는 태풍의 발생빈도, 발생장소 및 월평균 진로에 관하여 분석한 결과 (1) 태풍의 연평균 발생수는 27.5개이며, 7~10월에 전체의 약 68%가 집중적으로 발생하고, 그 중에서 8월에 가장 많이 발생한다. (2) 태풍의 지속기간은 대략 8.5일이며, 초대형 태풍은 10월과 11월에 많이 발생한다. (3) 태풍은 Fig. 13에 빗금으로 표시되어 있는 Caroline, Mariana 및 Marshall 군도 부근의 5~15°N, 135~160°E 해역과 5~10°N, 170~175°E 해역에서 많이 발생하며, 하계보다 동계에 더 저위도에서 발생한다. (4) 태풍의 진로는 주변 해역의 기압배치 및 지향류에 의해 좌우되며 대략 西進型, 北進型 및 異常型으로 구분된다. 서진형의 태풍은 주로 6, 7월에는 발생지에서 서쪽으로 이동하여 남중국해를 거쳐 중국 남부 지방에 상륙하고, 8, 9월에는 북서진하여 중국 중부 대륙으로 상륙한다. 그리고 10, 11월에는 남중국해를 거쳐 보다 남쪽인 인도차이나 반도로 상륙한다.

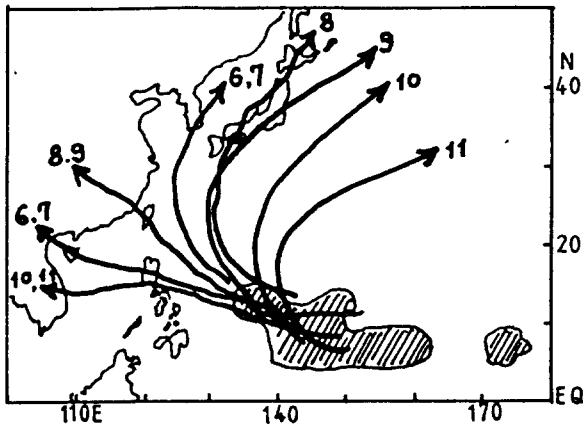


Fig. 13 Schematic representation of monthly mean track of typhoon and the region of high occurrence frequency of typhoon(shaded area) in Northwest Pacific Ocean.

북진형의 태풍은 발생지에서 20~30°N 부근까지 북서~북진한 후 전향하며, 6, 7월에는 한국과 일본 Kyushu 부근을 거쳐 동해로 북동진하고, 8, 9월에는 일본열도를 따라 북동진하여 북태평양으로 진입한다. 그리고 10, 11월에는 일본 남쪽 먼 해상에서 전향하여 북태평양으로 북동진한다.

參 考 文 獻

- 1) 기상청, 기상연보, 1993.
- 2) 중앙기상대, 한국태풍80년보, 1984, pp. 11~16.
- 3) 민병언, 해양기상학, 한국해양대학 해사도서관 판부, 1973, pp. 271~308.
- 4) 日本氣象廳豫報技術研究會, 四季의 天氣豫報와 氣象災害, 海文堂, 1968, pp. 102~153.
- 5) 海洋氣象學研究, 海洋科學 別冊 8, 海洋出版株式會社, 1976, pp. 15~20.
- 6) 大谷東平 및 齊藤將一, 天氣豫報와 天氣圖, 法政大學出版部, 1978, pp. 79~114.
- 7) 福地 章, 高層氣象과 FAX圖의 知識(改正版), 城山堂書店, 1989.
- 8) 福地 章, 海洋氣象講座(改正增補版), 城山堂書店, 1983, pp. 129~147.
- 9) 大塚龍藏, 高層氣象圖의 利用法, 日本氣象協會, 1987, pp. 26~32, 129~133.
- 10) J. M. Moran and M. D. Morgan, Meteorology, The Atmosphere and the Science of Weather, 2nd ed., Macmillan Pub. Co., 1989, pp. 360~379.
- 11) U. S Dept. of Commerce, NOAA, Mariners Weather Log. quarterly ed., 1988~1994.
- 12) W. L. Donn, Meteorology, Rainbow Bridge Book Co., 1975, pp. 315~347.