

# 북서태평양에서 발생한 강력한 태풍의 기후학적 특성

○백희정<sup>1</sup>, 권원태<sup>2</sup>, 오재호<sup>1</sup>

## 1. 개요

세계적으로 온실기체로 인한 기후변화에 관심이 집중되고 있으며, 이러한 기후변화로 말미암아 열대 해수면 온도가 상승할 것이라고 주장하는 과학자도 있다 (IPCC 1990). 해수면 온도가 상승하면 열대 저기압의 발생 빈도수는 증가할 것이며 또한 그 강도 또한 증가할 것이다라는 주장도 제기되었다 (AMS Council and UCAR Board of Trustees 1988). 물론 기후변화로 인한 해수면 온도 상승이 발생하고 있다는 확실한 증거도 없을뿐만 아니라, Gray(1989)는 해수면 온도 상승이 필연적으로 열대 저기압의 활동을 강화한다고는 보지 않는다고 밝혔다.

이러한 열대 해양에서 발생하는 태풍과 같은 열대 저기압은 지구상 물순환에 주요한 역할을 수행하며, 한반도의 경우 매우 중요한 물공급원이자 재해 원인이기도하다. 예를 들어 한반도가 태풍의 영향권내에 있는 6월부터 10월까지의 강수는 주로 장마, 집중호우, 이동성 저기압, 태풍 등에 의해서 발생한다. 이 중 태풍에 의한 영향은 1945년부터 1997년간 평균 약 19%이나 어느 해에는 54%에 달하기도 하였다. 제주의 경우는 부산보다 더 높았으며 평균 23% (0-63%) 정도였다 (그림 1).

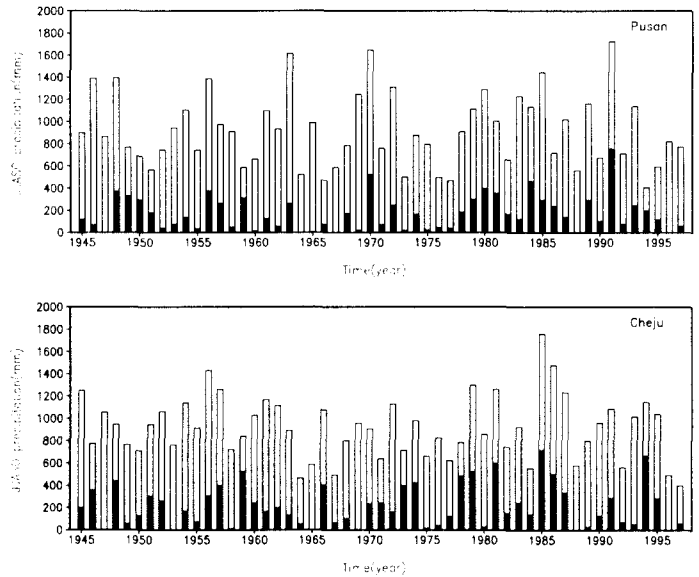


그림 1. 1945년-1997년간 6월부터 10월까지의 총강수량(빈 막대그래프)와 태풍에 의한 총강수량 (음영된 막대그래프).

1 기상연구소 예보연구실  
2 기상연구소 수문기상연구실

이 연구에서는 Landsea (1993)의 Intense Hurricane의 정의 (1분간 지속된 중심 최대 풍속이 50 m/s 이상인 허리케인)를 태풍에 적용하여, 강력한 태풍 (IT)의 연순환 및 변동성을 살펴보았으며, 이러한 IT가 한반도에 어느 정도 영향을 미치는지에 대해서도 살펴보았다.

## 2. 자료

이 연구에 사용된 자료는 북서태평양에서 발생한 열대폭풍 이상의 강도를 가진 열대저기압 (미국 Joint Warning Center의 Best Track Data ) 자료로서 자료 기간은 1945년부터 1997년 53년간이다. 이 자료의 태풍 최대풍속은 1분동안 지속된 중심 최대풍속으로 산출되었다. 풍속에 따른 태풍의 구분은 Table 1에 주어져 있으며, 한국과 일본에서는 열대 폭풍 이상의 열대 저기압을 태풍 (TY)으로 간주한다. Table 1에서 최대풍속이 50m/s 이상인 태풍은 IT로 정의하여 분석을 수행하였다.

또한 태풍으로 인한 피해정도를 산출하기 위해서 기상청

에서 발간된 태풍백서 (1996) 및 기상연보(1996,1997)를 활용하였다.

한편, IT의 발생 빈도에 대한 해수면 온도 변동의 영향을 살펴보기 위해서 미국 NCEP의 해수면 온도 자료를 사용하였으며, 자료기간은 1951년부터 1997년으로 월별 자료이다.

표 1. 풍속에 따른 열대 저기압의 구분

중심부근 최대풍속		17m/s 미만	17-24m/s	25-32 m/s	33 m/s 이상
구분	세계 기상 기구	약한 열대 저 기 압 TD	열대 폭풍 (TS)	강한 열대폭풍 (STS)	태풍 (TY)
	한국 일본	약한 열대 저 기 압	태풍		

## 3. IT의 변동성

### 3.1. 계절내 변동성

북서태평양에서 발생한 열대 저기압의 발생 빈도수는 매우 뚜렷한 계절내 변동성을 보이고 있다. IT는 8월말부터 9월초에 가장 크게 발생하고 있다. 그러나 북서태평양에서 53년간 태풍은 8월에 가장 많이 발생하며, 특히 IT 급 이하의 강도가 약한 태풍은 주로 8월에 가장 많이 발생한다. 그러나 IT와 같은 강도가 큰 태풍은 9월에 더 많이 발생하는 것을 그림 2와 3으로부터 알 수 있다. 이와 같은 결론은 표 2로부터 찾아볼 수 있다.

표 2. 월평균 발생 개수 및 연평균 발생 개수

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년
태풍(TY)	0.5	0.2	0.5	0.7	1.1	1.7	4.0	5.0	4.9	3.9	2.6	1.2	26.2
TY-IT	0.4	0.2	0.4	0.4	0.8	1.2	2.8	3.6	3.1	2.1	1.3	0.8	16.8
IT	0.1	0.0	0.1	0.3	0.3	0.5	1.2	1.4	1.8	1.8	1.3	0.4	9.3

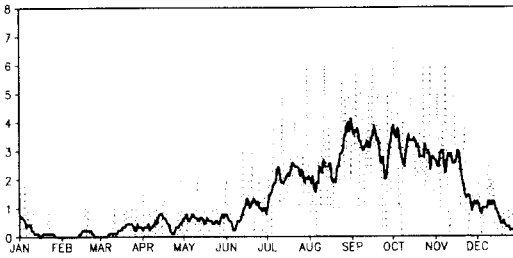


그림 2. 1945년부터 1997년동안 IT의 계절 내 변동성(점선). 실선은 9일 이동평균 값이다.

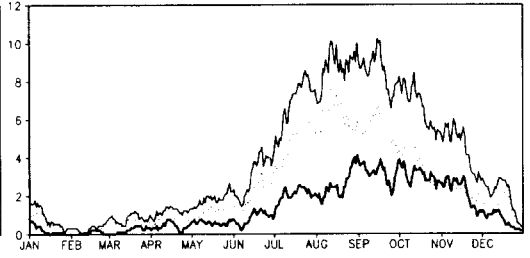


그림 3. IT(굵은 실선), 태풍(점선), 태풍중에서 IT를 제거한 약한 태풍(실선)의 9년 이동 평균값으로 자료기간은 1945년부터 1997년까지이다.

### 3.2. 경년 변동성

표 2에서 보는 바와 같이 분석기간 동안 북서태평양에서 연평균 태풍 발생 개수는 26개 정도이며, 이 중에서 9개 정도가 중심 최대 풍속이 50 m/s 이상인 강력한 태풍(IT)로 성장한다. 이러한 태풍은 한반도 접근하여 피해를 가져오기도 한다. 그림 4는 53년간 한반도에 영향을 미친 태풍 및 IT의 빈도수를 나타내고 있으며, 그림 5는 이로 인한 피해액을 나타낸 것이다. 그림으로부터 IT의 영향은 최근에 줄어드는 경향을 보이나 그 피해액은 상당히 증가하였다.

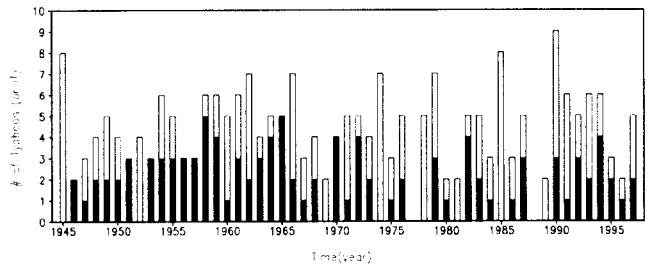


그림 4. 1945년부터 1997년 동안 한반도에 영향을 미친 태풍(TY) (검정+흰색) 및 IT (검정) 개수.

분석 기간 동안 연평균 4.4개의 태풍이 우리나라에 영향을 미쳤으며, 이 중 2개는 IT였다.

비록 한반도에 영향을 미치는 빈도면에서 IT는 IT 이하의 태풍보다는 적지만 그 피해액은 더 크게 나타났다.

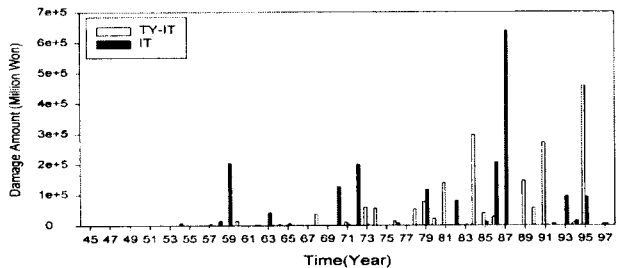


그림 5. IT로 인한 한반도에서의 피해액(흰색) 및 태풍 중 IT를 제외한 약한 태풍으로부터 발생한 피해액 (검정색).

한편 그림 6은 53년간 북서태평양에서의 태풍 및 IT의 연도별 빈도수를 보여주고 있다.

그림으로부터 1972년 이전에 IT의 발생 빈도는 높았으며 또한 변동성도 크게 나타났다. 그러나 최근에 발생 빈도가 낮아졌으며, 고주파 변동이 더 뚜렷이 나타나는 특성을 보이고 있다. 이와 같이 1972년을 경계로 IT의 발생 빈도수에서 뚜렷한 변이를 보이고 있다.

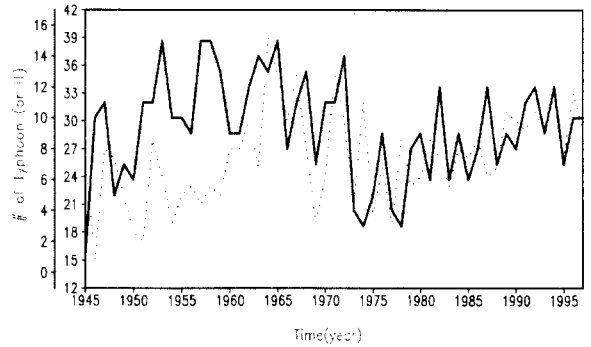


그림 6. 1945년부터 1997년동안 연간 총 발생 태풍 수 및 IT 빈도수. 그림 왼쪽 scale에서 왼쪽은 IT, 오른쪽은 태풍에 대한 것이다.

여기에서는 보이지 않았으나 그림 6의 시계열의 주기 특성을 살펴보기 위하여 파엽변환 분석을 수행한 결과 IT는 뚜렷한 interdecadal variability를 보였다 (일반적인 태풍의 총개수에서는 나타나지 않았다). 또한 IT의 발생 빈도는 Interdecadal 변동성 이의에 분석 기간의 전반부에서는 8년정도의 주기를 보였으나 최근에 그 주기가 점점 짧아지는 경향이 나타났다.

#### 4. IT의 기후 변이

앞에서 살펴본 바와 같이 1973년을 경계로 IT 빈도수 변동은 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 이러한 일정한 기간의 기후 변수에서 수십년간의 시간 평균이 갑작스런 변이를 Climate Jump라 하며 (Yamamoto et al. 1986) 이러한 기후 변이는 여러 연구 결과에서도 나타나고 있다 (Yatagai and Yasunari, 1994; 오와 이, 1998). 이러한 저주파 변동의 원인은 해수면 온도 등과 같은 외부 강제력이나 대기 내부 변동성과 관련된 것으로 제안되고 있다 (Yamamoto et al. 1986).

이 장에서는 Yamamoto et al. (1986)의 climate Jump의 정의를 사용하여 그림 6의 IT 시계열로부터 Climate Jump를 조사하며, 이와 태평양 해수면 온도와와의 관련성을 밝혀보고자 한다.

Yamamoto et al. (1986)에 의한 Climate Jump를 탐지하기 위한 절차는 다음과 같다.

- 기준 해 이전 몇 십년 ( $R_b$ ) 동안의 시간 평균  $Y_b$  과 이 값의 95% 유의한계  $\sigma_b$
- 기준 해 이후 몇 십년 ( $R_a$ ) 동안의 시간 평균  $Y_a$  과 이 값의 95% 유의한계  $\sigma_a$
- Signal-to-noise (S/N) =  $|Y_b - Y_a| / (\sigma_a + \sigma_b)$
- Climate Jump = S/N > 1.0

여기에서  $Y_a$ ,  $Y_b$ 는 각각 1945년부터 1997년 동안의 어느 한 해를 기준으로 하여 10년, 11년, ..., 30년의 범위의  $R_a$ ,  $R_b$ 에 대한 시간 평균값이다. 이러한 절차를 따라 IT 빈도수에 대한 분석을 수행한 결과는 표 2에서와 같이 1973년을 기준으로  $R_a$ 가 22년  $R_b$ 가 18년일 때 S/N이 2.145로 가

장 높았다.

한편, 표 6의 두 기간 (1951-1971, 1972-1992)을 분리

하여 비교 분석을 시행하였다. 즉, 1951-1972년동안 IT는 주

	R <sub>a</sub> or R <sub>b</sub>	Y <sub>a</sub> or Y <sub>b</sub>	Difference
Before of reference Year	22년 (1951-1972)	11.6	4.90
After of reference Year	18년 (1973-1990)	6.7	

로 (135-150E)에서 발생하였으나 1973-1990년에는 더 동쪽으로 확장되어 발생하였다. 또한 1951-1972년 동안 IT는 태평양 해수면 온도와 통계적으로 유의한 관련성이 존재하지 않았으나, 1973-1990년에는 중동태평양에서 매우 큰 상관계수를 보여주었다 (99% 신뢰도에서 유의).

### 5. 요약 및 결론

1945년부터 1997년 53년 동안 북서태평양에서 발생한 태풍은 한반도 여름철 강수량의 주요한 부분을 차지하며, 때에 따라 큰 피해를 가져오기도 한다. 특히 강력한 태풍 (IT)의 경우는 발생 빈도가 이보다 약한 태풍보다 낮지만 더 큰 피해를 가져온다. 이러한 IT는 태평양 해수면 온도가 최고조인 8월보다는 9월에 더 많이 발생하는 경향이 있으며, 계절내, 연별, 또는 이보다 더 긴 저주파 변동성을 보이고 있다. 특히 1972/73년을 경계로 IT의 발생 빈도는 큰 기후 변이를 보이고 있으며, 특히 1973년 이후 이러한 IT의 발생은 중동 태평양 해수면 온도와 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.

이러한 IT의 기후 변이가 외부 강제력이나 자연적 내부 변동의 반영인지 외부적인 기후 변화에 의한 것인지는 불확실하다. 따라서 IT의 변동성의 원인에 대한 연구가 앞으로 수행되어야 할 것이다.

### 감사의 글

이 연구는 과학기술부에서 시행하는 전략기술개발사업의 하나인 환경기반기술개발사업 (Project No. 98-N11-02-01-A-01)으로 수행된 것이다.

### 참고문헌

- 기상청, 1996: 태풍백서. pp261.
- 오재호, 이용희, 1998: 한반도의 강수량 자료에 나타난 기후도약. 기후변동과 수산자원에 관한 1차 워크샵. 부산, 1-25.
- AMS Council and UCAR Board of Trustees, 1988: The changing atmosphere challenges and opportunities. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **69**, 1434-1440.
- IPCC, 1990: Climate change: The IPCC scientific assessment. Rep. prepared by working group: I, J.T. Houghton, G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums, Eds., Cambridge University Press,

365pp.

- Gray, W. M., 1989: Background information for assessment of expected Atlantic hurricane activity. *11th Annual National Hurricane Conf.*, Miami, NOAA, 41pp.
- Landsea, C. W., 1993: A Climatology of Intense Atlantic Hurricanes. *J. Climate*, **121**, 1703-1713.
- Yamamoto, R., T. Iwashima and N.K. Sanga, 1986: An analysis of climate jump. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 273-279.
- Yatagai, A. and T. Yasunari, 1994: Trends and decadal-scale fluctuation of surface air temperature and precipitation over China and Mogolia during the 40 year period (1951-1990). *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 937-957.