

한국의 태풍재해의 공간분포와 발생요인

이은걸* · 이현영**

Spatial Distribution and Causative Factors of Typhoon Disasters in Korea

Eun-Gul Lee* · Hyoun-Young Lee**

요약 : 한반도에 내습하는 태풍의 발생빈도와 강도는 큰 편은 아니나 우리는 거의 해마다 태풍으로 인한 재해를 경험하고 있다. 특히 태풍에 의한 경제적 손실은 1960년대 이후 경제개발과 도시화로 인한 인구과밀지역에서 크게 나타나고 있다. 본 논문에서는 태풍재해의 대책을 수립하는데 필요한 기초자료를 마련하기 위한 방향을 제시하고자, 태풍재해를 유발하는 기상적 요인과 더불어 경제·사회적 조건이 재해의 규모 및 강도에 미치는 기여도가 상당히 크다는 것을 밝히고자 하였다. 한반도에 큰 피해를 남기는 태풍의 진로는 서해를 따라 북진하다가 반도부를 거쳐 동쪽으로 빠져나가는 E경로로서 한반도의 동쪽을 통과하는 진로를 취할 때 보다 더 큰 영향을 끼친다. 재해지역의 공간분포는 대체로 남해안 지역에 집중되어 있다. 태풍재해는 일반적으로 태풍중심에서부터 피해지역까지의 최단거리, 강수량, 최대풍속 등의 기상적 요인과 피해지역의 토지이용 및 그 지역의 산업구조를 포함하는 사회·경제적 요인 그리고 재해대책수준 및 태풍예보기술 등 다양한 원인에 의해 태풍의 피해의 정도가 결정됨을 태풍재해의 공간분포와 발생요인의 분석결과 알 수 있었다. 침수로 인한 피해는 경남과 전남의 농촌지역에서 넓게 나타나고, 경제적 손실은 대규모의 도시와 공업이 발달된 경남해안지역에 집중되고 있다. 태풍재해의 규모를 저감시키기 위해서는 보다 정확하고 신속한 기상예보기술의 향상을 도모해야 함은 물론 홍수에방시설의 확충과 더불어 GIS 기법을 활용한 방재정보시스템에 기초하는 도시종합방재대책을 수립하도록 해야 할 것이다.

주요어 : 태풍재해, 침수, 토지이용 유형, 산업구조.

Abstract : Although the frequency and intensity of typhoons over the Korean Peninsula are not severe, there has been a marked increase in the average loss of property due to typhoon disasters since 1960s in accordance with economic development. The purpose of this study is to examine the spatial distribution of typhoon disasters and to clarify their climatological and man-made causes, analyzing the magnitude of the property loss and area of the flash flood. The results of this study are as follows:

Typhoons passing northward into the Yellow Sea(E-track) affect more severely the Peninsula than the typhoons which pass into the East Sea. The disasters of typhoons are concentrated in the southern coastal area of Korea. Their dimension is related not only to climatic elements but also social and economic situations such as land-use types and industrial structures. The most vulnerable areas to the flash flood are the Kyungnam and Chonnam Provinces, the main agricultural areas of Korea. However, the amounts of typhoon damages are largest in the Kyungnam coast area, one of the most urbanized and industrialized areas in Korea. There is a necessity the development of improved forecast techniques and the DPIS(Disaster Prevention Information System) using GIS techniques to reduce the cost of typhoon damages.

Key Words : disasters of typhoon, flash flood, land-use type, industrial structure

1. 서론

태풍에 동반된 강풍과 호우로 인한 재해는 사

회·경제적 제반 환경이 복잡해짐에 따라 사회적 중요성이 커지고 있다. 최근에 태풍예보기술, 태풍에 관한 정보의 전달방법, 그리고 방재시설 등이

* 건국대학교 지리학과 박사과정(Graduate Student in Ph. D program, Department of Geography, Kon-Kuk University)

** 건국대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Kon-Kuk University)

이전과는 비교도 안될 정도로 진보했지만 태풍에 의한 재해는 감소되지 않고 있다. 우리 나라의 경우에도 호우, 태풍, 폭풍 등에 의한 피해가 기상재해의 75%를 차지하고 있다. 태풍의 발생빈도는 약 기상 출현빈도의 18.6%에 지나지 않으나 그 피해액은 호우(66.0%)에 버금하고(27.3%), 그 다음이 폭풍으로 이의 피해는 0.05%에 지나지 않는다(기상청, 기상재해자료 1993; 내무부, 재해연보 1995). 그러므로 태풍으로 인한 환경적·경제적 손실을 저감시키기 위해서는 태풍에 관한 기상학적 접근과 더불어 사회적 접근의 연구가 병행되어야 할 것이다.

우리 나라의 태풍에 관한 연구는 태풍의 기상·기후학적 특성에 관한 연구(강인석 외, 1995; 박종길·문승의, 1995; 이홍주, 1992; 김현미, 1991; 정혜선, 1988; 탁송일 1987; 박종길, 1982; 정성호, 1977)와 태풍진로의 특성에 관한 연구(권혁조·이상호, 1993; 박종길, 1992; 윤순창·박경선, 1990)에 집중되었고 태풍과 관련된 재해에 관한 연구는 대단히 부진한 편이다. 그리하여 본 논문에서는 태풍재해의 대책을 수립하는데 필요한 기초자료를 마련하기 위한 방향을 제시하고자, 태풍재해를 유발하는 기상적 요인과 더불어 경제·사회적 조건이 재해의 규모 및 강도에 미치는 기여도가 상당히 크다는 것을 밝히고자 하였다.

2. 연구자료 및 방법

분석에 이용된 주요 자료는 기상관측자료(기상월보, 기상관측원부, 태풍경로자료, 태풍백서)와 내무부 중앙재해대책본부에서 발행한 재해연보, 통계청에서 발행한 한국통계연감 그리고 해당 시·군의 통계연보이다. 또한 태풍 발생기간에 발행된 신문·잡지 등도 참고자료로 사용하였다. 재해분석에 이용된 자료기간은 1980~1995년의 최근 16년간이다.

먼저 태풍의 출현빈도, 경로, 강도를 분석하여 태풍재해의 공간분포를 구하고, 태풍에 의한 침수면적과 그로 인한 피해액으로서 재해의 정도를 가늠하였다. 피해액과 침수면적은 단위면적당(km^2)으로 환산하여 시·군별 연평균값을 구하였고, 침

수면적은 논과 밭으로 구분하였으며 기타 경지까지도 포함한 총합계도 입력하였다. 태풍으로 인한 연간 피해액은 생산자물가지수(한국은행)를 이용하여 1995년도를 기준한 환산가적으로 계산하였다. 통계분석에 이용된 지역들은 태풍내습시 침수면적과 재해로 인한 피해액의 순위가 전국적으로 10위 이내에 포함되는 시·군들이며, 태풍 “셀마(Thelma)” 피해의 사례지역은 이 중 도시와 농촌지역을 각각 한 지점씩 선택하여 분석하였다.

태풍재해의 정도와 기상요소간의 관계는 태풍내습시의 평균기온, 최고기온, 강수량, 평균풍속, 최대풍속, 상대습도, 평균해면기압과 최단거리 U 등의 기상요소와 태풍에 의한 침수면적 그리고 앞에 열거된 8개의 기상요소와 피해액의 관계를 각각 피어슨 상관분석으로 규명하고자 하였다. 그리고 stepwise분석기법에 의한 중회귀분석으로 기상적 요인이 태풍재해발생에 미치는 영향의 정도를 설명하고자 하였다. 그 결과 기상요소로 설명되는 부분이 침수면적의 경우에는 42%에 달하였으나, 피해액의 경우에는 27%에 지나지 않았다. 그리하여 기상적 요인 이외의 인자를 찾아내기 위하여 우리나라에 가장 큰 피해를 입혔던 1987년 태풍 “셀마”를 사례로 부산광역시와 전남 고흥군을 비교·분석함으로써 토지이용 및 산업구조가 재해정도에 미치는 영향을 이해하고자 하였다. 재해대책기술의 차이에 따른 태풍재해의 정도를 알아보기 위하여 1959년 태풍 “사라(Sarah)”와 1991년 태풍 “글래디스(Gladys)”에 대한 재해대책을 중심으로 분석하였다.

3. 태풍의 기후학적 분석

1) 태풍빈도 및 피해의 경년변화

근대적 기상관측이 개시된 1904년부터 1995년까지 최근 92년 동안 태풍이 적도 저압대에서 발생하여 점차 북상한 후 한반도에 영향을 미칠 수 있는 영역 즉, 북위 $32^{\circ} \sim 40^{\circ}$, 동경 $120^{\circ} \sim 138^{\circ}$ 의 범위 내에 도달한 총 수는 모두 282개이다(기상청, 태풍백서 1996). 그 가운데 재산상의 피해를 주고 간 태풍의 수는 90개로서 연간 3회의 태풍이 한반도 주변을 통과하고, 이 중 1개는 실제적인 피해를

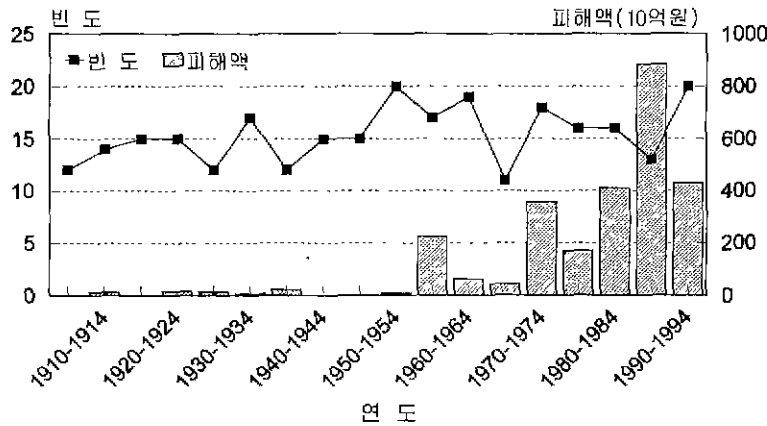


그림 1 태풍빈도 및 피해액의 경년변화(5년 합계)

가져온다. 이러한 태풍빈도의 경년변화를 보면 일정한 증감추세를 보이지는 않으나 태풍에 의한 피해액은 1950년대 이후 증가하는 경향이 그림 1에서와 같이 뚜렷하게 나타난다. 이는 1960년 이후 경제개발과 더불어 1차에서 2차 산업 중심으로 산업구조가 변화함에 따라 국토의 토지이용에 큰 변화가 생겨 피해액의 증가에 영향을 준 것으로 생각된다.

2) 태풍발생의 순별분포 및 피해액

한반도에 상륙하는 태풍은 7월 상순부터 집중적으로 내습하여 8월 하순에 최고를 기록한 후 9월 부터 점차 감소한다(그림 2). 이러한 태풍의 순별 빈도분포는 북태평양고기압의 세력변화와 밀접한 관련이 있다. 북태평양고기압의 세력이 강화되면

태풍의 빈도는 증가하는 반면에 이 세력이 북태평양 쪽으로 후퇴하면 태풍의 빈도 역시 감소하게 된다.

한편, 8월 하순에 내습하는 태풍은 총 연간 발생수의 15%에 지나지 않으나 그 피해액은 연간 피해액의 37%를 차지하는 것으로 보아 8월 하순의 태풍강도가 강함을 알 수 있다(그림 3). 예컨대 1904~1995년까지 1000억원 이상의 재산피해를 가져온 태풍 11개 중 2개를 제외한 모든 태풍이 8월 하순부터 9월 상순 사이에 내습했다. 이것은 이 시기의 태풍이 한반도에 직접적인 영향을 주는 진로(그림 4의 E경로)를 취하기 때문이다.

태풍의 순별분포는 장마기간과도 긴밀한 관련을 가지고 있어, 장마와 늦장마기간인 6월 하순부터 7월 하순까지, 그리고 8월 하순부터 9월 상순까지의

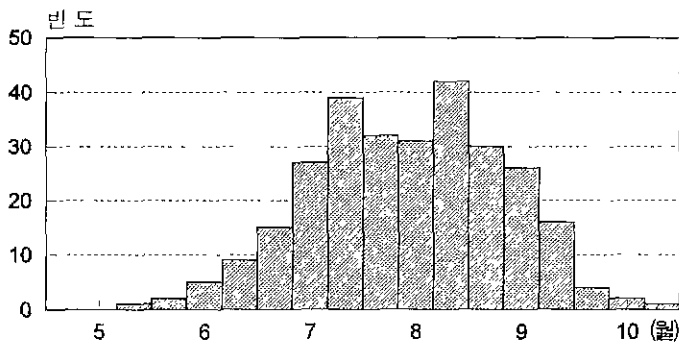


그림 2. 태풍의 순별 빈도분포(1904~1995)

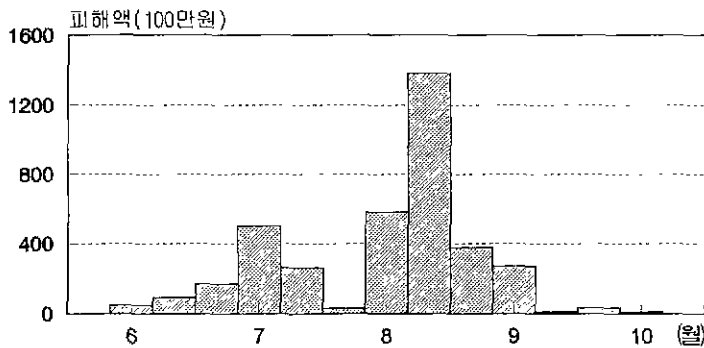


그림 3 태풍의 순별 피해액(1904~1995)

기간에 집중되며, 장마가 끝나고 늦장마가 시작되기 전의 한여름 기간에는 태풍활동이 다소 감소추세를 보인다.

3) 태풍의 경로별 재해의 크기

북태평양 고기압의 세력이 강한 7월과 8월에 내습하는 태풍은 대체로 서해안을 따라 북상하여 중부지방을 통과하며, 북태평양 고기압의 세력이 상

대적으로 약한 9월에는 주로 남해안 지방을 통과한다. 그리고 태풍의 강도가 유사하다고 할지라도 태풍의 경로와 위험반원에 해당되는 지역의 토지이용 및 산업구조의 유형에 따라 태풍으로 인한 피해는 상당히 달라질 수 있다.

그림 4는 김현미(1991)가 분류한 6가지 평균 태풍경로에 기초하여 피해액을 분석한 것이다. 평균적으로 피해를 가장 크게 입히고 통과하는 태풍

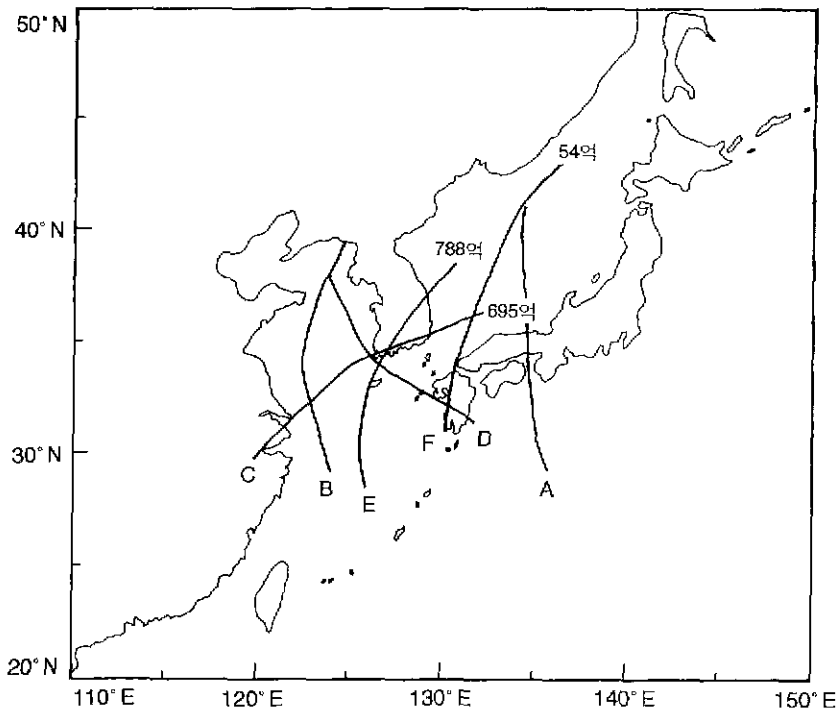


그림 4 태풍경로별 피해액

의 경로는 남해상에 상륙한 후 내륙을 거쳐 동해상으로 빠져나가는 E경로이다(약 788억원). 그 다음으로는 남해 상으로 지나가는 C경로가 약 695억원으로 많은 피해를 가져온다. 그러나 한반도로 접근하여 동해상으로 빠져나가는 F경로의 경우에는 출현빈도는 많으나 그 피해는 E경로의 0.07배(약 54억원)에도 미치지 못한다. 그리고 한반도에 상륙할 경우에도 서해를 통과하는 B, D경로와 동해를 지나가는 F, A경로의 평균 피해액은 상당한 차이를 보인다. 즉, 서해를 통과하는 태풍이 동해를 따라 북상하는 경우(약 45억원)보다 약 3.8배 더 많은 피해를 준다(168억원). 이것은 동일한 강도를 가진 태풍이라 할지라도 태풍이 서해를 통과할 때에는 한반도가 태풍의 진로 상에서 위험반원에 해당되어 동해를 통과하는 경우 보다 더 큰 영향을 초래하기 때문이다.

4. 태풍재해의 공간분포

기상청(1993)에서 발행한 「기상재해자료」에 의하면 최근 10년간(1983~1992)에 태풍피해 상습지역은 전남의 고흥, 경남의 김해지역이다. 이들 지역에서는 동기간에 총 13회로 가장 많은 빈도로 태풍의 피해를 받았고, 부산과 강릉 지역이 이에 버금 하여 총 11회 태풍의 내습을 받았다. 그러나 이 자료는 태풍의 규모나 피해정도를 고려하지 않고 단순히 발생빈도만을 기준하여 구분한 것이므로 태풍의 피해를 저감시키기 위한 방안을 강구하기 위하여는 재해적 측면에서의 공간분포를 고찰할 필요가 있다.

1) 침수면적별 분포

최근 16년간(1980~1995)에 태풍에 의한 침수현상이 빈번하였던 지역은 전남의 나주평야, 경남의 김해평야, 그리고 경기도의 김포평야이다. 침수지역을 논과 밭으로 구분하면 논은 침수면적이 넓은 지역은 전남과 경남지역이고, 밭의 침수는 경남지역에 집중된다(그림 5, 6, 7). 영서지방의 침수면적 값이 비교적 낮은 것은 남서쪽으로부터 북상하는 태풍이 육지에 상륙하면서 세력이 약해진 상태에서 이 지역에 내습하게 되므로 피해가 적어지고,

동해안을 따라 북상하는 태풍의 영향을 태백산맥이 막아 주기 때문이다

2) 피해액 분포

같은 기간에 태풍에 의한 경제적 손실은 그림 8에서와 같이 태풍의 주경로인 E경로(그림 4 참조)를 따라 위험반원에 해당되는 남해안 지역에 현저하게 나타난다. 또한 동해안의 속초시, 강릉시, 삼척시와 울릉군도 태풍피해의 상습지역으로 나타나는데, 이것은 이 지역에 수산관련 시설물들의 분포가 집중되어 있기 때문이다. 홍성, 보령, 청양, 부여, 공주, 연기지역 역시 주변지역보다 상대적으로 태풍의 피해가 큰데 이것은 7월과 8월에 강도 높은 태풍들이 이 지역들을 통과하기 때문이다. 그러나 이들 태풍이 충북의 내륙지방에 도달하게 되면 그 세력이 약화되므로 피해도 적게 나타난다. 반면에 차령산맥과 노령산맥의 이남지역은 태풍의 위험반원에 해당하여 풍속이 강할 뿐 아니라 태풍 진로상 풍상측에 해당되는 산사면에 위치하므로 상습 기류에 의한 지형성 강수가 상승작용을 일으켜 태풍의 피해가 더 커진다. 피해액을 시·도별 순위로 살펴보면 연평균 피해액이 1,000만원 이상인 10개 시·군 중 8개 지역이 남동해안에 분포한다.

이상의 태풍피해의 공간분포를 종합해볼 때 피해액은 경남해안 지역에 높게 나타나고 침수면적은 경남 및 전남지역에 넓은 분포를 나타낸다. 특히 경남지역은 침수면적 뿐 아니라 피해액도 높은 값을 보인다. 이것은 경남해안지역이 태풍의 주경로에 해당되며, 김해평야를 중심으로한 근교농업의 발달과 2·3차 산업이 발달된 대도시에 경제적 가치가 높은 시설물들이 집중적으로 분포하기 때문이다.

5. 재해 규모에 영향을 주는 인자

1) 태풍재해와 기상적 요인의 관계

태풍의 영향권에 해당되는 해안지역에서는 태풍에 동반되는 강수, 강한 바람, 해일 등 복합적 요인에 의해 재해를 입는다. 그 중에서도 피해를 가장 크게 입히는 기상요소는 강수로서 짧은 기간에 많이 내리는 비는 침수현상을 일으켜 홍수를 유발한

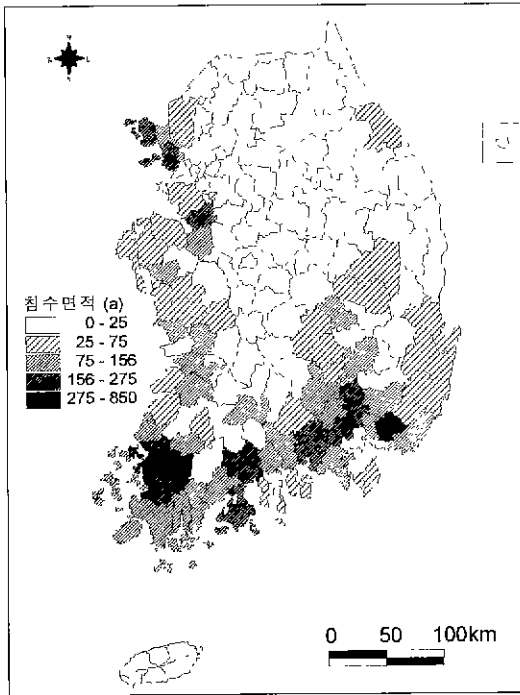


그림 5. 단위면적(km²)당 태풍에 의한 논벼의 연평균 침수면적 (1980~1995)

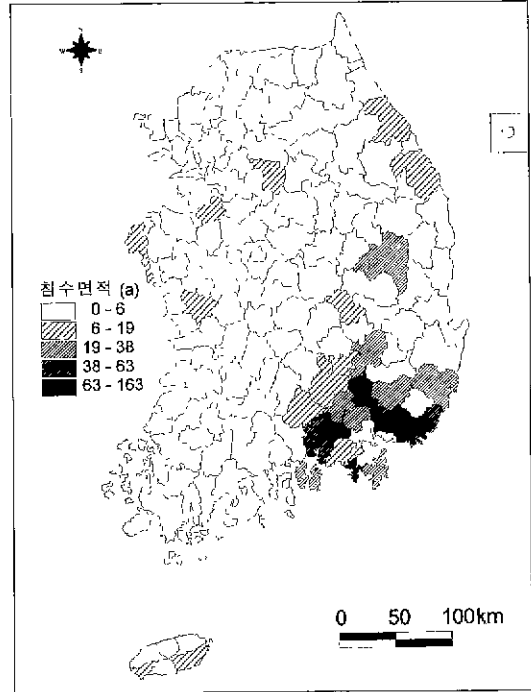


그림 6. 단위면적(km²)당 태풍에 의한 쌀의 연평균 침수면적 (1980~1995)

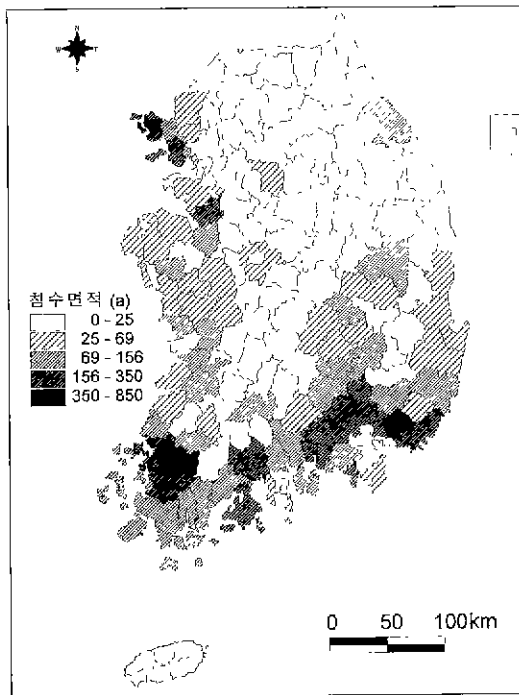


그림 7. 단위면적(km²)당 태풍에 의한 총 연평균 침수 면적 (1980~1995)

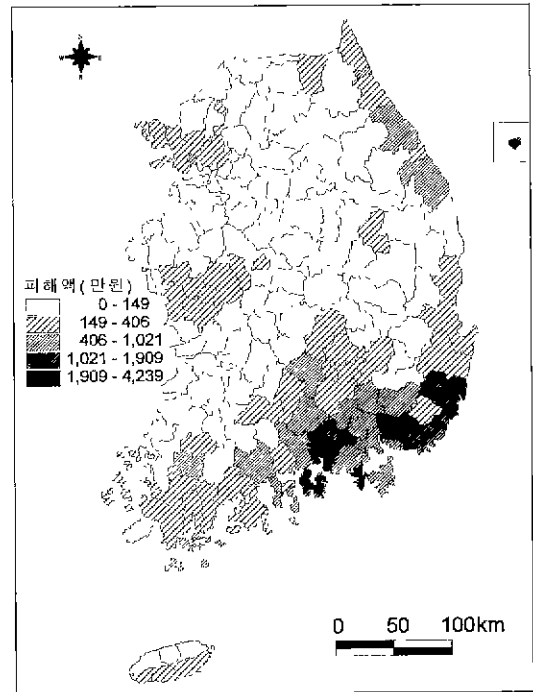


그림 8. 단위면적(km²)당 태풍에 의한 연평균 피해액 (1980~1995)

다. 본 분석에서는 강수뿐만 아니라 기타 주요 기상요소와 태풍피해의 상관관계를 알아보고, 기상요소가 재해정도에 미치는 영향력을 파악하기 위하여 중회귀분석을 하였다³⁾.

표 1에서 보여주는 나와 같이 기상요소들과 피해액 및 침수면적은 각각 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 통계적으로 유의한 관계를 갖는다. 기상요소와 피해액의 관계에서 강수량의 상관계수는 0.397, 최대풍속은 0.26, 최단거리는 -0.233 이고, 침수면적과의 관계에서 강수량의 상관계수는 0.52, 최대풍속은 0.471, 그리고 평균풍속은 0.344 이다. 즉, 피해액과 침수면적 양자의 경우 모두 강수량과 풍속과의 상관관계가 높는데, 피해액의 경우에는 통과태풍의 중심지점으로부터 피해지역까지의 거리가 짧을수록 그 값이 커짐을 알 수 있다.

태풍재해에 미치는 기상요소의 설명력을 규명하기 위하여 태풍에 의한 피해액과 침수면적을 종속변수로, 기상요소를 독립변수로 두고 중회귀분석을 실시하였다. 그러나 피해액의 경우에는 표준편차가 4.5×10^7 으로 분산의 정도가 매우 심하여 변수에 log값을 취하였다. 그 결과 피해액의 경우에는 독립변수로 강수량, 평균풍속, 최대풍속, 상대습도, 평균해면기압, 최단거리가 선택되었고, 침수면적의 경우에는 8개 변수가 모두 선택되었다. 다음으로 독립변수 중에서 평균기온과 최고기온 그리고 최대풍속과 평균풍속간에는 각각 공선성⁴⁾이 존재하므로 종속변수인 피해액·침수면적과 상관관계가 높은 최고기온과 최대풍속만을 독립변수로 채택하였다. 결과적으로 중회귀분석에 이용된 독립변수들은 피해액의 경우에는 강수량, 최대풍속, 상대습도,

평균해면기압, 최단거리이고, 침수면적의 경우에는 최고기온, 강수량, 최대풍속, 상대습도, 평균해면기압, 최단거리이다.

중회귀분석의 결과 기상요소와 태풍피해액 ($\log T_m$) 그리고 기상요소와 태풍에 의한 침수면적 ($ha; T_a$)의 관계는 각각 식 (1)과 식 (2)로 나타낼 수 있으며, 두 식에서 선정된 독립변수의 회귀계수의 유의수준은 $\alpha=0.01$ 에서 통계적으로 유의하였다.

$$\log T_m = 6.048 - 3.994 \times 10^{-6} D + 0.1547 P \quad (r^2 = 0.272)$$

[-0.366] [0.330]

식 (1)⁵⁾

$$T_a = -3.558 + 0.100 P + 0.323 W_{max} \quad (r^2 = 0.419)$$

[0.451] [0.391]

식 (2)

즉, 태풍피해액에 많은 영향을 주는 기상요소는 최단거리와 강수량인데 태풍중심으로부터 거리가 가까울수록 그리고 강수량이 많을수록 피해액에 큰 영향을 준다. 침수면적의 경우는 강수량과 최대풍속이 주요 인자인데 최대풍속보다는 강수량의 영향력이 더 크다는 것을 보여주었다. 그리고 침수면적은 강수량과 최대풍속에 의해 42%가 설명되는데 비하여 피해액의 경우는 재해의 발생원인이 기상요소만으로는 27%밖에 설명되지 않는다.

2) 태풍재해와 경제·사회·기술적 수준의 관계

태풍에 의한 재해의 내용을 인명손실과 경제적인 피해로 구분해 볼 때, 과학기술의 발달과 더불어 인명손실은 점차 감소하는 경향을 나타내는 반면 경제적인 피해는 증가하고 있다(Bryant, E.A., 1991). 한국의 경우에도 1905년부터 1994년까지 발생했던 태풍재해 피해내용을 보면 인명손실은 점차 감소한데 반하여 피해액(1995년 가격기준)은 경제개발이 활발하게 시작된 1960년대 이래로 급격하게 증가하고 있다(그림 9). 인구가 증가함에도 불구하고 인명손실이 계속 감소하는 까닭은 기상예보기술의 발달과 태풍재해에 대한 사전·사후 대처능력이 발달되었기 때문이다. 그리고 경제적 피해가 증가되는 이유는 산업의 발달 및 도시화 현상으로 토지의 집약적 이용이 이루어지고 경제적 가치가 큰 시설물들이 태풍이 내습할 때 파괴

표 1. 기상요소와 태풍피해의 상관관계

기상요소	피해액	침수면적
평균기온	-0.089	-0.074
최고기온	-0.101	-0.179
강 수 량	0.397**	0.520 ^a †
평균풍속	0.157	0.344 ^a †
최대풍속	0.260**	0.471 ^a †
상대습도	0.130	0.234
해면기압	-0.097	0.013
최단거리	-0.233**	-0.137

⁴⁾ $\alpha=0.01$ 에서 유의함

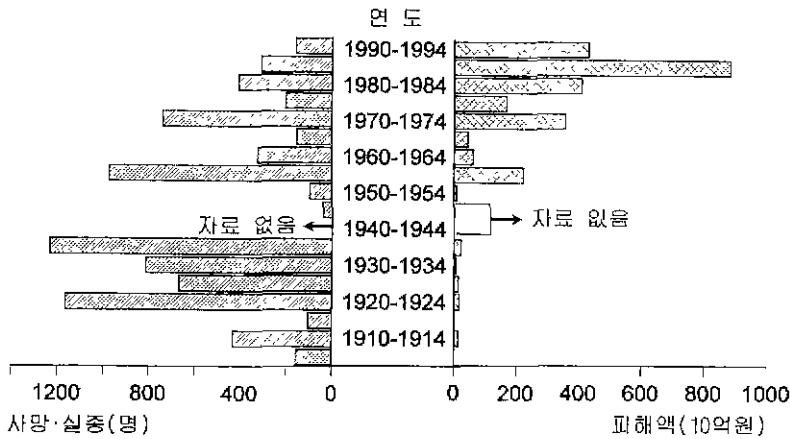


그림 9. 태풍에 의한 인명손실과 피해액의 변화경향(5년 합계)
(1945~1957년 자료는 대부분 결측치임⁶⁾)

되기 때문이다.

(1) 산업구조와 토지이용에 따른 재해

강도가 비슷한 태풍의 내습을 받았을지라도 그 지역의 산업구조와 토지이용이 다르면 태풍의 피해 양상은 상당히 달라진다. 1904년 우리 나라에서 기상관측이 시작된 이래로 가장 강도가 높았으며 전국적으로 큰 피해를 입혔던 1987년도의 태풍 "셀마(Thelma)"의 경우가 그 대표적인 사례라 할 수 있다.

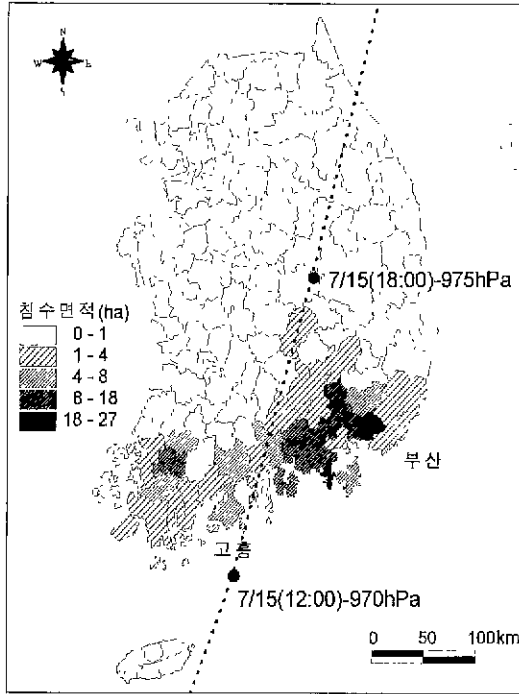
"셀마"는 7월 15일 12시에 중심기압 970hPa의 B급 태풍으로 남해안에 상륙한 후 7월 15일 18시에는 경북내륙지방을 통과하여 7월 16일에는 동해상으로 빠져나갔으나(그림 10) 15일과 16일 양일간에 1,200여명의 사망 및 실종자를 발생시켰고, 부상자는 1,600여명에 달하였다. 또한 약 5,000억원(1995년 가격기준)에 달하는 재산상의 손실을 가져와 산업화 이후 유례없이 많은 사상자와 경제적인 손실을 발생시킨 태풍이다.

이와 같이 큰 피해를 초래하게 된 까닭은 태풍의 내습시간이 야간이었고, 강우강도가 큰 집중호우를 동반하였으며, 태풍의 중심원이 남해안 지역을 지나면서 만조시간(7월 16일 01시)과 일치함에 따라 강한 해일을 유발시켰기 때문이다. 따라서 부산에 비하여 고흥에서 태풍에 의한 기상적 영향이 더 강하게 나타났다. 즉, 태풍중심에서부터의 최단

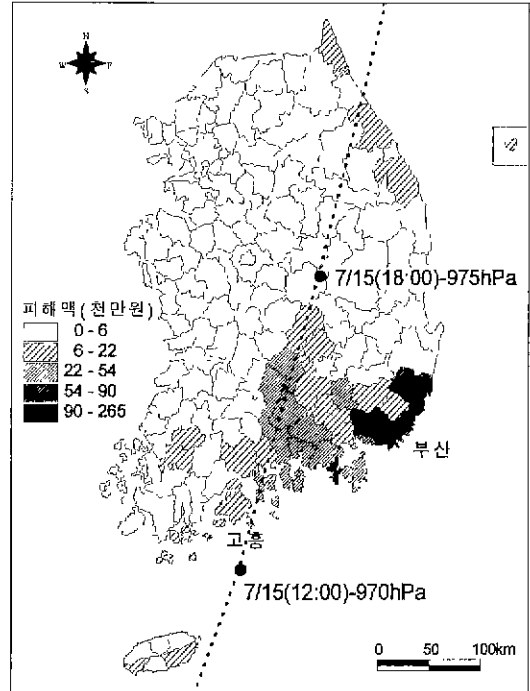
거리가 부산까지의 거리에 1/10 정도에 지나지 않는 고흥에서 강수는 부산의 2.5배정도 더 내렸고, 태풍으로 인한 침수면적은 부산의 약 3배에 달하였다. 그럼에도 불구하고 부산에서 입은 재산상의 손실은 고흥의 그것보다 약 7배에 달하고 있다(표 2). 이것은 표 3에서 볼 수 있는 바와 같이 부산이 고흥에 비하여 도시적 토지이용 즉, 시가지, 공장, 학교, 철도 등과 같은 공공시설의 파괴와 항만, 제조업 등 각종 산업시설물이 파손되어 그 피해가 커졌기 때문이다.

(2) 재해대책 수준에 따른 재해

유사한 강도의 태풍이 내습할 경우, 재해대책 수준 역시 그 피해정도의 차를 크게 하는 요인이 된다. 예컨대 열대저기압이 빈번하게 발생하는 호주(윌리윌리: Willy-willy), 미국(허리케인: Hurricane), 방글라데시(사이클론: Cyclone)의 기상재해(1942~1992)의 총 발생건수와 인명피해를 분석한 결과는 발생건수와 인명피해가 모두 방글라데시에서 크다는 것을 보여준다. 또한 방글라데시는 1회의 태풍 발생으로 인하여 평균적으로 2만명 이상의 인명손실을 가져오는데 반하여 미국과 호주에서의 그것은 각각 34명과 70명에 지나지 않는다. 이러한 방글라데시의 태풍피해는 체계적인 재해대책의 미비함과 함께 주민들의 재해에 대한 인식(perception)에 기인된다. 즉, 재해를 피할 수 없는 천재지변으



(A) 경로와 침수면적



(B) 경로와 피해액

그림 10. 셀마의 경로와 그 피해의 분포

표 2 부산·고흥에 내습한 셀마의 강도

구 분		부산	고흥
태풍강도	강수량*(mm)	90.7	218.8
	최단거리(km)	95.0	8.5
피해액 (만원)**		6,900	1,000
침수면적 (ha)**		2,12	7,13

자료: 기상청(기상월보 1987), *내습기간동안의 강수량
**내무부(재해연보 1987)

표 3 부산·고흥의 토지이용 및 산업구조

구 분		부산	고흥
토지이용 (km ²)	경작지	67	214
	임야	185	467
	도시	88	14
산업구조 (명)	농업인구	42,586	77,931
	어업인구	11,420	44,134
	제조업인구	430,858	886

자료: 해당 시·군별 통계연보(1988)

로서 인식하기 때문에 재해에 적극적으로 대비하고 극복하려는 의지가 결여되어 있기 때문이다.

우리 나라의 경우에는 피해가 컸던 1959년 "사라(Sarah)"와 1991년 "글래디스(Gladys)"를 사례로 하여 태풍에 대처한 상황을 비교해 보았다(표 4). 태풍 "사라"는 1959년 9월 11일에 사이판 부근에서 약한 열대성 저기압으로 발생하여 해상으로부터 다량의 수증기를 공급받아 계속 북서진하면서 발달한 후 북상한 것이다. 17일에는 여수 남쪽 120km 해상까지 접근하였다. "사라"가 한반도에 상륙하였을 때의 중심기압은 다소 약화되었지만 945hPa의 A급 태풍으로 빠르게 북동진하여 경남과 경북지방을 지나면서 이 지역에 많은 재산 및 인명피해를 주었다. "글래디스"는 1991년 8월 16일에 북태평양 쓰시마섬 남동쪽 약 500km 부근 해상에서 발생하여 서북서진 한 태풍이다. 23일에는 이례적으로 동해상으로 강하게 확장하는 고기압에 막혀 이상경로를 나타낸 후 여수반도에 상륙하면서 약화되었으나 중심기압은 985hPa이었다. "글래디스"가 우리 나라에 접근할 때에는 그다지 강한

태풍이 아니었으나 남해상에 장시간 머물면서 습기를 머금어 고온 다습한 기류로 변하여 이 태풍이 육지에 부딪히면서 강한 비구름대를 형성하였다. 그리고 영남 남동해안의 짧은 지역에서 500mm가 넘는 강수를 실어왔다.

“사라”와 “글래디스”의 태풍강도를 비교해 볼 때, 중심기압은 “사라”가 더 낮아 최대풍속이 강하게 나타났으나 강수량은 지형과 기압배치의 영향으로 “글래디스”가 더 많이 공급하였다. 이에 따른 인명 및 침수피해는 “사라”의 경우가 더 컸으며, 경제적인 피해는 유사하였다. 이것은 “글래디스”가 내습했던 1990년대에는 1950년대 말에 비하여 이미

부산을 중심으로 하는 영남지역이 대도시화 되었고 산업시설물들이 기하급수적으로 증가되었음에도 불구하고, 태풍을 비롯한 재해에 대한 대책의 수립 및 복구사업이 원만히 이루어졌기 때문이다. 즉 “글래디스”에 동반된 강수가 3배이상 많았으나, 그 피해에 있어서는 “사라”의 경우가 더 많았다. 이러한 결과는 재해대책에 있어서 “사라”의 경우는 사전대비가 없이 큰 피해를 입은 후, 국내의의 협조로 경제적 지원에 급급했던 반면에 “글래디스”의 경우에는 체계적인 사전대비 및 응급대책과 복구조치를 통하여 그 피해를 상당히 줄일 수 있었기 때문이다.

표 4. 태풍 “사라”와 “글래디스”의 피해상황 및 재해대책

구 분		“사라” (1959년 9월 15~18일)	“글래디스” (1991년 8월 22일~26일)
태풍의 강도*	중심기압(hPa) (한반도 상륙시)	945	985
	강수량(mm)**	135	430
	최대풍속(m/s)**	31	12
중심 및 우측 반원지역		대구, 부산, 여수, 울산, 포항	울산, 거제, 부산, 울진, 포항, 마산, 창원
피해상황*	사망·실종(명)	849	103
	부상자(명)	2,533	74
	이제민(명)	373,459	20,757
	농경지침수(ha.)	216,325	2,440
	재산피해(억원)	2,043	2,630
재해대책***	사전 방제	해당 사항 없음	· 태풍이 통보구역에 진입하자 폭풍주의보 발표 · 21일에 태풍주의보 발표 · 유관기관에 호우·해일에 대비한 안전 시설 점검을 지시함 · 대중매체를 통한 대국민홍보 방송
	태풍 통과시 대책	해당 사항 없음	· 23일 정오 남강댐 및 주암댐 예비방류 · 선박대피령, 연안여객선 운항 정지
	사후 복구대책 및 재방방제	· 국제기구에서 구제금으로 26,000달러 협력을 받음 · 거국적으로 수재의연금을 각출함 · 태풍긴급복구사업비로 44억 원을 제정하고 일반 회계의 일부를 복구비로 전용	· 도로, 하천 수리시설 등 공공 시설복구 · 이제민 수용 및 양곡, 침구 등 구호품 지원 · 피해지역 살균 소독 및 예방 접종 · 시설복구비 3,896억원을 지원

자료: * 기상청 (태풍백서 1996), ** 중심 및 우측 반원지역들의 평균값임, *** 내무부 중앙재해대책본부 (1996)

6. 결론 및 제언

우리 나라에 직접적인 피해를 가져오는 태풍의 빈도는 연간 1회 정도로 많지 않으며, 강도 역시 태풍의 일생에서 볼 때 최성기에 비해서는 강하지 않다. 그러나 태풍피해는 7, 8, 9월에 태풍진로상 위험반원에 해당되는 남동해안 지역에 큰 재해를 가져온다. 구체적으로 태풍에 의한 침수피해는 경남과 전남의 평야지대에 집중되어 나타나며 경제적 손실이 큰 지역은 도시와 공업지대가 발달되어 있는 경남해안지역에 집중된다. 태풍피해의 경년변화를 살펴본 결과, 1960년대 이후 인명손실에 의한 피해는 점차 감소한 반면, 경제적 손실에 의한 피해는 증가하는 경향을 나타낸다. 이것은 태풍재해의 정도가 강수량, 최대풍속, 최단거리의 기상요인 뿐만 아니라 피해지역의 토지이용, 산업구조, 그리고 재해에 대한 대책 및 기술 등 경제·사회·기술적 조건에 따라 달라질 수 있기 때문이다.

그러므로 태풍재해방지를 위해서는 정확하고 신속한 기상예보를 통하여 기상적 요인에 의한 피해를 줄여야함은 물론 홍수에방시설의 확충과 더불어 GIS기법을 활용한 방재정보시스템에 기초된 도시종합방재대책을 수립하여 인위적 요인에 의한 피해를 최소화하여야 할 것이다. 한편 태풍발생과 관련하여 엘리뇨현상에 관한 연구는 태풍을 예측하는데 많은 도움을 줄 것이다.

註

- 1) 최단거리값은 피해지역 중심에서 태풍중심까지의 최단거리를 계산하여 기상적 요인의 한 요소로 포함시켜 분석에 이용하였다.
- 2) 분석에 이용된 태풍은 1973년부터 1987년까지 우리 나라에 영향을 준 27개이다.
- 3) 통계분석에 이용된 표본수는 피해액은 134개, 침수면적은 58개이다.
- 4) 상관계수가 0.5이상인 경우 공선성이 있다고 판단하였다(이희연, 1989).
- 5) P : 태풍 내습기간의 평균 일강수량(mm), W_{max} : 태풍 내습기간의 평균 최대풍속(m/s), D : 최단거리(m). []안의 숫자: 표준 편회계수.
- 6) 1945년부터 1957년까지 13년간에 걸쳐 발생한 풍수해에 대해서는 해방과 6·25동란으로 인하여 삼

제한 기록이 남아 있지 않아 그 실상을 잘 알 수가 없다(내무부 중앙재해대책본부, 1995).

文 獻

- 강인식, 이양미, 안순일, 1995, "서태평양 지역에서 태풍 활동의 경년변화와 엘니뇨", 한국기상학회지, 31(1), 15~26.
- 권혁조, 이상호, 1993, "태풍진로 예보에 있어서 지역적으로 강화된 CLIPER모델의 개발에 관한 연구", 한국기상학회지, 29(3), 196~204.
- 기상청, 기상관측원부(1980~1995), 기상청, 서울.
- _____, 기상월보(1980~1995), 기상청, 서울.
- _____, 태풍경로자료(1980~1995), 기상청, 서울.
- _____, 1993, 기상재해자료, 기상청, 서울.
- _____, 1996, 태풍백서, 기상청, 서울.
- 김현미, 1991, "한반도에 영향을 미친 태풍에 동반된 강수 분포", 연세대학교 대학원 석사학위 청구논문.
- 내무부 중앙재해대책본부, 재해연보(1980~1995), 내무부 중앙재해대책본부, 서울.
- _____, 1995, 재해극복 30년사, 내무부 중앙재해대책본부, 서울, 493~536, 640~642.
- 박종길, 1982, "한반도 부근에서의 태풍의 운동 Energy와 강수량 관계", 부산대학교 교육대학원 석사학위 청구논문, 34pp.
- _____, 1992, "한반도에 영향을 주는 태풍의 종관 기후학적 특성과 진로에 관한 연구", 부산대학교 대학원 박사학위 청구논문.
- _____, 문승의, 1995, "한반도에 내습하는 태풍의 기후학적 특성", 한국기상학회지, 31(2), 139~147.
- 윤순창, 박경선, 1990, "한국에 접근하는 태풍의 특성과 통계 지속 모델의 신뢰도에 관한 연구", 한국기상학회지, 26(2), 104~110.
- 이승호, 1994, "한국의 장마 예측모형의 구축과 장마지역의 구분", 건국대학교 대학원 박사학위 청구논문.
- 이현영, _____, 1992, "중부지방에서 발생한 1990년 9월 9~11일 豪雨에 관한 연구", 地理學, 27(3), 193~207.

- 이흥주, 1992, "태풍 JUDY(1982년)에 의한 집중호우 사례연구". 부산대학교 대학원 석사학위 청구논문.
- 이희연, 1989, 지리통계학. 법문사, 서울.
- 정성호, 1977, "태풍경로에 따른 한반도의 강수분포 특성", 한국기상학회지, 13(1), 31~37.
- 정혜선, 1988, "한반도 부근에서의 태풍의 강수특성에 대하여", 부산대학교 교육대학원 석사학위청구논문.
- 탁송일, 1987, "한국에서의 태풍강수의 지역적 분포에 관한 연구", 서울대학교 대학원 석사학위청구논문.
- 水谷武司, 1996, "台風災害の發生要因と経年變化". 地理學評論, 69A(9), 744~756.
- Basher, R.E. and Zheng, X., 1995, Tropical Cyclones in the Southwest Pacific: Spatial Patterns and Relationships to Southern Oscillation and Sea Surface Temperature, *J. Climate*, 8(5), 1249~1260.
- Bryant, E.A., 1991, *Natural Hazards*, Cambridge Univ. press, Cambridge.
- Ian, G.W., Jenni, L.E. and Brian, F.R., 1995, Seasonal and Interannual Variability of Tropical Cyclogenesis: Diagnostics from Large-Scale Fields, *J. Climate*, 8(12), 3052~3066.
- James, J.O., Todd, S.R. and Alan, C.D., 1996, The effect of El Niño on U.S. Landfalling Hurricanes, *Bull. Ame. Meteorol. Soc.*, 77(4), 773~774.
- John, K. and Mark, D., 1995, A Simple Empirical Model for Predicting the Decay of Tropical Cyclone Winds after Landfall, *J. Appl. Meteorol.*, 34(11), 2499~2512.
- Mark, D. and John, K., 1994, Sea Surface Temperature and the Maximum Intensity of Atlantic Tropical Cyclones, *J. Climate*, 7(12), 1324~1334.
- Mooley, D.A. and Mohile, C.M., 1986, Some Aspects of Rainfall associated with Cyclonic Storms of the Bay of Bengal, *J. Climatol.*, 6, 149~160.
- Patrick, A.H. and Russell, L.E., 1991, Tropical Cyclone Track Characteristics as a Function of Large-Scale Circulation Anomalies, *Mon. Wea. Rev.*, 119(6), 1448~1468.
- Ryohei Misumi, 1996, A Study of the Heavy Rainfall over the Ohsumi Peninsula (Japan) Caused by Typhoon 9307, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 74(1), 101~113.