

한반도 영향 태풍의 정의에 대한 새로운 제안

권혁조* · 류재영

충남 공주시 공주대학교 대기과학과/태풍연구센터
(2008년 2월 1일 접수; 2008년 3월 18일 승인)

A New Proposition on the Definition of the Tropical Cyclone Influence on the Korean Peninsula

H. Joe Kwon* and Jae-Young Rhyu

Department of Atmospheric Sciences/Typhoon Research Center
Kongju National University, Kongju, Chungnam 314-701

(Manuscript received 1 February 2008; in final form 18 March 2008)

Abstract

A new proposition on the definition of the tropical cyclone (TC) which influences the Korean Peninsula (KP) is presented. The definition is based upon the TC track and intensity, 34 wind swath considering the TC size, and the line of 200 nautical mile (NM) from the KP shore which is the boundary of the official warning of Korea Meteorological Administration. Four types are proposed. First type is TC that hits the KP inland. Second is TC that falls within the 200-NM boundary. Third type is TC that passes outside the 200-NM boundary but large enough to significantly influence the KP. Last, the cases for a TC which are downgraded to the midlatitude cyclone and hit the KP are included. 30-year reanalysis reveals that 21 tropical cyclones should be included in the TC list that influenced the KP during the period from 1977 to 2006, which corresponds to 3.93 TCs per year. Among them, number of type I, II, III and IV TCs turn are to be 36, 47, 10, and 16, respectively. The net increase found in the current reanalysis is 2, 5, 7, and 7 for each type.

Key words: typhoon, tropical cyclone, Korean Peninsula influence

1. 서론

기상청의 공식 기록에 의하면 1971년부터 2000년까지 30년 동안을 기준으로 북서태평양에서의 태풍의 평균 발생 수는 26.7개, 우리나라에 영향을 미친 태풍의 개수는 3.4개다 (http://web.kma.go.kr/edu/young/typ/kortp/typ_02.html). 또한 관측을 시작한 1904년부터 1995년까지의 태풍백서의 기록을 기준으로 하면 연평균 3.1개가 우리나라에 영향을 미쳤다 (기상청, 1996). 한편 최근 10년 (1991-2000) 기준으로는 3.8개가

한반도에 영향을 미쳤다. 우리나라는 주로 6월에서 10월까지 태풍의 영향을 받으며 매우 드물기는 하지만 5월에도 태풍이 내습하기도 한다. 한반도 영향 태풍 수는 많을 경우 1959년 7개로부터 1988년 한 개도 없었던 것처럼 연도별로도 많은 차이를 보인다.

우리나라에 몇 개의 태풍이 영향을 미쳤는가에 대해서 정확히 파악하는 것은 매우 중요한 일이다. 그 이유는 이 자료가 공식적 통계 수치에 잡혀 국가적 방재 사업의 기본 자료로 사용되기도 하고 태풍의 장기예측, 한반도 태풍과 관련된 기후특성 분석 등의 연구에 근간이 되는 중요한 자료가 되기 때문이다 (유승아·정준석, 2000; 백종진 등, 2002; 박종길 등, 2006; 차은정 등, 2007; 최기선 등, 2007; Choi and Kim, 2007; Lee *et al.*, 2007). 하지만 과거 한반도 영향 태풍의 공식기록인 태풍백서를 보면 한반도 영향 여부를 구분하는 기준이 모호하여 논란이 될 여지가 많다. 태풍백서

*Corresponding Author: H. Joe Kwon, Department of Atmospheric Sciences, Kongju National University, Kongju, Chungnam, 314-701, Korea.
Phone : +82-41-850-8527, Fax : +82-41-856-8527
E-mail: hjkwon@kongju.ac.kr

의 기준에 따르면 ‘태풍 중심이 북위 32도에서 40도, 동경 120-138도 이내에 들고 한반도에 영향을 주었을 때’를 말하고 있다. 문제는 이러한 애매모호한 기준 때문에 혼란이 있을 수 있다는 점이다. ‘태풍 중심이 북위 32도에서 40도, 동경 120-138도 이내’란 기준은 매우 분명하지만 ‘한반도에 영향을 주었을 때’란 기준은 재산이나 인명의 피해가 있었다는 지의 여부가 아니기 때문에 보는 사람의 관점에 따라 달라질 수 있으며 실제로 태풍백서에서는 비슷한 규모의 태풍이 어떤 때는 한반도 영향 태풍으로 간주되고 어떤 때는 포함되지 않았던 경우가 있었다. 본문에서는 이러한 예를 제시할 것이다.

한편, 현재 기상청 현업 관련 부서인 태풍황사팀에서는 단·중기적 관점으로 태풍의 중심이 비상구역(28°N, 132°E)에 진입하고 태풍특보가 발효된 경우 직접 영향으로, 비상구역에는 진입하지 않았으나 (a) 태풍이 우리나라 남쪽 먼바다에 위치하고 있으나 너울성 파고 예상 시 (b) 태풍의 북서쪽 후면(가항반원)에 위치하여 바람이 다소 강하고 (초속 15 m 이상의 강풍범위에 들지 않음) 강수가 100 mm 미만 예상 시 (c) 중국내륙 및 해안에 위치한 태풍 전면에서 수렴대에 의한 강수 예상 시 간접영향으로 본다(차은정, 개인적 교신).

일본에서는 ‘상륙(통과)한 태풍’과 ‘접근한 태풍’으로 비교적 명확한 규정을 적용한다. 태풍의 중심이 홋카이도, 혼슈, 시코쿠, 규슈의 해안선에 이르렀을 경우를 일본에 ‘상륙한 태풍’이라고 하고 있으며, 작은 섬이나 반도를 횡단해 단시간에 다시 바다로 나오는 경우를 ‘통과’로 정의하고 있다. 한편, 태풍이 상륙했는지에 관계없이 태풍의 중심이 각 지역의 몇 개 기상 관청으로부터 300 km 이내에 들어왔을 경우 그 지역에 접근한 태풍이라고 한다. 예를 들어, ‘난세이 제도 (오키나와, 아미미)에 접근한 태풍, 본토(혼슈, 규슈)에 접근한 태풍’ 등으로 비교적 객관적으로 구분이 가능하다 (http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/ranking/ranking_top.html).

본 연구에서는 한반도 영향 태풍에 대하여 비록 완벽하지는 않지만 보다 객관적인 기준을 제시하고자 한다. 2절에서는 기상백서에서 제시된 한반도 영향에 대한 기준에 대한 문제점을 지적하고자 한다. 비슷한 경우의 태풍에 대한 사례에서 어떤 태풍은 포함되고 어떤 태풍은 포함되지 않은 몇 개의 사례를 보임으로써 기존 정의에 대한 일관성 결여에 대해 지적할 것이다. 3절에서는 한반도 영향에 대한 개념 정리와 저자들의

새로운 제안이 제시될 것이다. 아울러 영향 정도에 따라 4종으로 분류하였다. 이 분류는 기존 태풍백서에서의 애매모호한 정의로 야기된 일관성 결여의 문제를 해소할 수 있을 것이며 추가로 ‘직접영향’이나 ‘간접영향’에 대해 기상청의 공식적 입장을 확정하는데 하나의 의견으로 제시하고자 하는 것이다. 마지막으로 4절에서는 이 제안과 분류에 대한 종합의견과 문제점이 기술될 것이다.

2. 기존 기상백서의 기준에 대한 문제점

이 절에서는 과거 몇 가지 사례를 보임으로써 기존 기상백서에서 (기상청, 1996) 나타난 문제점을 지적하고자 한다.

(1) BESS(8210)과 TIP(7920)

기상백서에 BESS(8210)은 포함되어 있지만 TIP(7920)은 포함되어 있지 않다 (Fig. 1). 둘 다 태풍백서에서 언급된 해당영역에 중심이 들어왔지만 BESS는 영향을 미친 것으로 TIP은 영향을 미치지 않은 것으로 판단한 듯하다. 기상백서에서 소위 ‘영향을 미친’ 태풍은 서론에서도 언급한 바와 같이 반듯이 재산이나 인명 피해가 있었던 경우가 아니니 어떠한 연유로 BESS는 포함되었고 TIP은 제외되었는지 지금으로서 알 길이 없다. 아마도 당시 사회적 반향의 정도에 따라 분석자의 주관이 상당 부분 개입되어 있었을 것으로 사료된다. 더욱이 TIP은 역사상 가장 강력했던 태풍이었고 (Kwon *et al.*, 2006; http://en.wikipedia.org/wiki/Typhoon_Tip) 한반도에 가장 근접한 시각인 1979년 10월 18일 18UTC에 중심기압 960 hPa, 최대풍속 70 kt의 강력한 태풍이었다. 한편 BESS가 한반도에 가장 근접한 때인 1982년 8월 1일 18UTC에는 TIP의 최 근접 위치보다 한반도에서 훨씬 멀리 떨어진 일본본토에 상륙한 상태에 있었고 중심기압도 974 hPa, 최대풍속 45 kt로 강도도 TIP보다 훨씬 약했다. 한반도 근접 시에 바람의 영향 범위도 TIP의 경우가 BESS의 경우보다 한반도 쪽으로 훨씬 가까이 있었다 (그림 생략, <http://typhoon.kr> 참조).

(2) BILIS(0010)와 CHEBI(0102)

1996년도에 마지막으로 출판된 기상백서에는 포함되어있지 않지만 기상청 홈페이지에 의하면 2000년 10호 태풍인 BILIS는 한반도 영향 태풍으로 포함되어

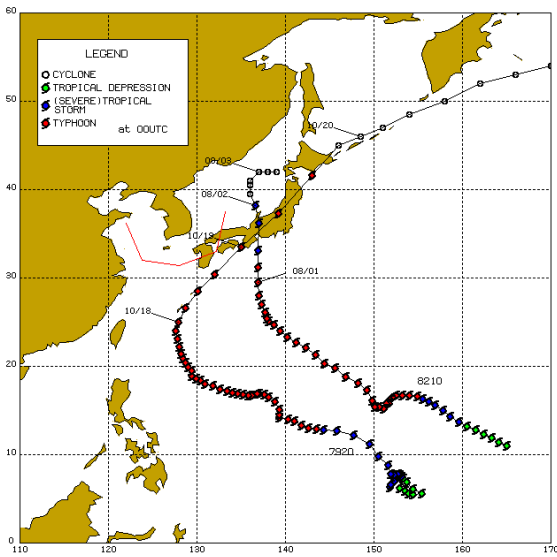


Fig. 1. Tracks of TIP (7920) and BESS (8210).

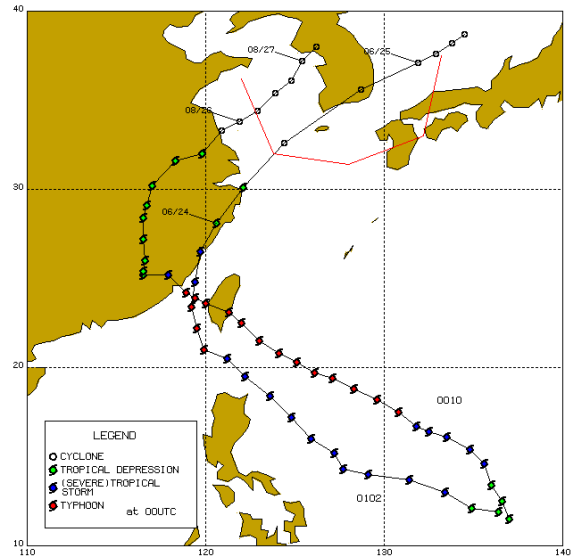


Fig. 2. Tracks of BILIS (0010) and CHEBI (0102).

있으며 2001년 2호 태풍인 CHEBI는 그렇지 못하다 (Fig. 2). 두 태풍 모두 비슷한 진로를 진행하였다. 다만 부근에서 모두 TY (Typhoon) 급 강도를 유지하다가 중국 내륙으로 상륙한 후에는 TD (Tropical Depression) 급으로 약화된 후 중국 본토를 빠져나와서 중위도 저기압으로 우리나라에 본토에 상륙하였다. BILIS 당시 관측 자료에 의하면 2000년 일 강수량 기준 8월 25일 서울 122.9 mm를 포함해 인천 137.1 mm, 26일에는 군산 310.0 mm, 보령 171.5 mm, 서산 164.0 mm, 흑산도 281.1 mm, 28일에는 동두천 185.5 mm를 기록하였다. 최대풍속의 관측자료로는 한반도에 가장 근접했던 2000년 8월 27일 일 최대풍속으로 흑산도 18.5 m/s, 고산 12.8 m/s, 여수 12.9 m/s, 목포 12.0 m/s, 보령 11.9 m/s, 대전 14.8 m/s를 기록한 바 있다. 한편 CHEBI의 경우 2001년 6월 24일부터 25일 사이에 남부지방을 스쳐갔는데 당시 관측 자료에 의하면 일 강수량으로 24일 완도 198.3 mm, 목포 151.5 mm, 여수 184.0 mm, 순천 185.0 mm, 장흥 176.5 mm, 해남 166.0 mm, 산청 202.0 mm, 남해 303.0 mm, 밀양 178.0 mm, 마산 158.6 mm 등의 많은 강수량을 기록하였으며 2001년 6월 24일 일 최대풍속으로는 고산 25.1 m/s, 제주 15.7 m/s, 서귀포 11.8 m/s, 흑산도 14.3 m/s, 해남 10.3 m/s, 여수 21.3 m/s, 성산포 10.6(12.0) m/s를 기록하였다.

한편 기상청 공식자료에서 제외된 2001년 2호 태풍

제비는 기존의 장마전선과 연관된 강수에다 6월 24일 12UTC부터 폭우로 제주 및 남부 지방에 많은 침수 피해가 있었다고 보도된 바 있다 (한겨레신문 2001년 6월 24일). 더욱이 같은 날 고산에서 일 최대풍속 25.1 m/s를 기록할 정도로 강한 강도를 유지하였다. 따라서 제비는 한반도 영향 태풍에 포함시켜야 마땅할 것으로 본다.

3. 한반도 영향 태풍의 기준에 대한 제안

3.1 이전 연구

학술적 연구 목적으로 연구자들 별로 한반도 주변의 태풍에 대해 다른 기준을 제시한 경우가 있다. 이 절에서는 과거 몇 연구들에서 제시된 한반도 주변 태풍에 대한 몇 가지의 기준에 대해 소개하고자 한다. 이동규 등 (1992)은 북위 25도를 지나고 동경 110-140도 사이를 통과한 태풍 중에서 7-9월 중 한반도에 상륙했거나 동·서·남해를 지나간 태풍에 대한 통계적 특성을 제시한 바 있다. Kim *et al.* (2006)에서는 한반도 중심 위치 (동경 128도, 북위 36도)로부터 5도 반경 내를 지나간 모든 열대저기압을 한반도 상륙 태풍으로 정의하고 그에 관련한 1970대 이후 한반도에서의 강수량 증가에 대해 보고하고 있다. 한반도 영향 태풍에 대한 비교적 상세한 정의는 박종길 등 (2006)에서 제

시된 바 있다. 박종길 등은 ‘북태평양 서부해상에서 발생하여 북위 25도를 지나면서 동경 110-140도 사이를 통과한 태풍 중에서 한반도에 직접 상륙하거나 중국, 일본 등을 거치면서 영향을 준 태풍과 태풍의 발생위치가 북위 25도 이상인 경우 진로가 동경 120-135도 사이에 있는 경우’를 한반도에 영향을 미친 태풍이라고 정의하였다. 이에 덧붙여서 중국과 일본을 거치면서 한반도에 영향을 주는 지에 대한 판단이 모호한 경우에는 태풍의 진로와 근접한 지역의 평균 강수량이 100 mm 이상이거나 특정지역의 최고강수량이 250 mm 이상인 경우로 한정하였다.

3.2 새로운 제안

서론에서도 언급하였거니와 ‘태풍에 의한 영향’이란 직접적인 인명·재산상의 피해가 집계된 경우는 물론, 집계되지 않았지만 상당한 정도의 생활의 불편을 겪은 경우도 포함된다. 태풍과 관련된 호우로 인해 피해액을 집계할 정도는 아니더라도 어느 지방에서 침수에 의해 해당 지역 주민들의 생활에 불편이 있었다든지, 태풍의 접근으로 인한 태풍·폭풍 특보로 인한 항공기의 결항이나 선박 출항금지 등의 경제활동의 위축도 넓게 봐서 재산상의 피해를 입은 것이지만 피해액을 공식적으로 집계할 수 없기 때문이다. 또한 가뭄이 극심한 상태에서나 연안의 녹조가 심한 상태에서 태풍이 접근하여 큰 피해 없이 해갈에 도움을 주거나 바다를 휘저어 녹조를 일소하기도 하는 소위 ‘효자태풍’이 될 수도 있으며 이런 경우도 한반도에 영향을 주는 태풍에 속한다. 태풍백서에 의하면 1951년부터 1995년까지 한반도에 영향을 미쳤다고 보고된 146개의 태풍 중에서 피해에 관한 기록이 있는 경우는 92개, 나머지 54개는 ‘피해없음’으로 기록되어 있다. 상기 이유로 한반도 영향 유무의 기준에 인명·재산상의 피해는 고려하지 않기로 한다. 강수량은 고려대상에서 제외하였

다. 태풍은 대개 강풍은 물론 막대한 양의 강수를 동반한다. 똑같은 양의 강수가 있었던 서로 다른 두 사례의 경우, 만일 호우에 대한 대비가 잘 되어있었다면 피해가 적었을 것이고 그렇지 못한 취약 상태였다면 많은 피해를 입었을 것이다. 한반도에 영향의 유무의 판단에 강수량을 고려하지 않은 것은 전술한 바와 같이 피해여부를 고려하지 않은 것과 맥락을 같이 한다.

본 연구에서는 한반도 영향 태풍을 결정짓는 요인으로 크게 4가지를 고려하였다.

- ① 중심 위치
- ② 기상청 기준 먼 바다의 한계선 (해안선으로부터 200 해리)
- ③ 태풍 등급
- ④ 34 kt 바람길 (wind swath)

34 kt 바람길은 태풍의 진로에 따라 34 kt의 바람의 범위가 어디까지인지를 표시하는 것으로 여러 태풍센터에서 이미 여러 콘텐츠 중 하나로서 제공하고 있다 (<http://www.nhc.noaa.gov>, Saunders and Yuen, 2006). 34 kt 바람길 자료로는 태풍연구센터(<http://typhoon.kr>)에서 제공하는 콘텐츠를 활용하였다 (원성희 등, 2008). 여기서 34 kt를 기준으로 삼은 이유는 34 kt가 TS (Tropical Storm)와 TD (Tropical Depression)를 구분하는 경계값이며 바람길을 조사하면 태풍의 크기에 따라 그 태풍이 미치는 범위를 알 수 있기 때문이다. 상기 요인을 기반으로 한반도 영향 태풍을 정도에 따라 Table 1과 같이 크게 4가지로 구분하였다.

Type I 은 (I 종이라 칭함) 태풍 중심이 한반도 내륙에 상륙한 것을 말한다. Table 1에서 한반도내륙(KP inland)이라 함은 울릉도(독도)를 제외하고 제주도를 포함한 한반도 내륙을 말한다. 제주도는 한반도와 지리적으로 가까워서 한반도에 포함시켰다. 울릉도에도 많은 사람들이 살고는 있으나 울릉도는 한반도와 지리적으로 멀고, 울릉도를 포함시킬 경우에는 다른 종류의 태풍 영향 구분과 일관성을 잃을 수 있고 오히

Table 1. Classification of the tropical cyclones which affect the Korean Peninsula (KP).

Type	Center Position	34 kt wind	TC type	Influence Type
I	KP Inland	N/A	TY, TS, TD	Direct
II	Inside of 200 NM	N/A	TY, TS, TD	Direct
III	Outside of 200 NM	Invasion into KP Inland	TY, TS	Direct
		Invasion into Coast	TY, TS	Indirect
IV	Downgraded to midlatitude cyclone and KP landing		N/A	Indirect

려 혼란을 줄 여지가 있게 때문에 한반도 내륙에 올풍도는 제외하였다. Type II는 (II종이라 칭함) 태풍이 200해리 영역 내에 들어온 경우를 말한다. I, II종의 경우는 차후에 자세히 설명되겠지만 TD 급의 열대저기압인 경우도 포함시킨다. Type III은 (III종이라 칭함) TS 급 이상의 태풍이 200 해리 영역 바깥은 지나 갔으나 태풍의 크기가 워낙 커서 34 kt 바람 범위가 한반도 내륙이나 한반도 근해를 침범한 경우를 말한다. I 종 태풍과 II 종 태풍은 중심이 한반도에 근접했기 때문에 당연히 직접영향으로, III종 태풍 중 전자의 경우 즉 34 kt 바람 범위가 한반도 내륙을 침범한 경우도 직접영향 태풍으로 구분하며, 후자의 경우는 한반도 근해 (구체적으로 200 해리 영역의 한반도 쪽 약 1/2)를 침범한 경우 직접적 피해는 없겠지만 풍랑 등의 피해가 예상되므로 간접영향 태풍으로 구분하였다. 끝으로 Type IV는 (IV종이라 칭함) 태풍이 약화 혹은 변질되어 일반 저기압으로 중심이 한반도 내륙을 통과한 경우를 말한다. 이 경우도 간접영향으로 구분하였다.

(1) 한반도 영향 I 종 태풍

I 종 태풍의 경우는 한반도 내륙에 태풍 중심이 상륙한 경우를 말한다. 대개 태풍이 한반도에 상륙하면 지역별로 차이는 있겠지만 강풍과 아울러 엄청난 양의 강수로 인한 많은 피해를 야기한다. 이 경우는 태풍이 TD 급으로 약화된 후 한반도 내륙에 상륙한 경우도 포함시킨다. 그 이유는 TD도 열대저기압으로 강한 강수를 동반하고 있으며 최대풍속만 TS급보다 한 단계 낮은 상태일 뿐 강한 바람은 유지하고 있기 때문이다. 또한 드보락 방법을 적용하여 풍속을 추정하는 데 있어서 오차 때문에 실제로 TD 급이었는지 TS 급이었는지 명확하지 않을 수 있기 때문이기도 하다 (Kwon 등, 2006). 현재 기상청에서는 TD급 열대저기압에 대해서는 태풍정보를 발표하지 않으며 TS 급에서 TD 급으로 약화된 경우 태풍정보를 종료한다. 하지만 RSMC에서는 TD급으로 약화된 후에도 해당 태풍이 완전히 소멸할 때까지 태풍정보를 발표하며 또한 태풍시즌이 끝난 후 지난 해 모든 태풍의 재분석 자료인 최적경로 (best track)에서는 TD급 태풍도 포함시키므로 한반도 영향 태풍의 유무는 재분석 자료가 나온 이후에 보다 정확히 구분할 수 있을 것이다. 이런 유형의 2가지 예로서 Fig. 3에 92년 9호 태풍 IRVING과 99년 14호 태풍 WENDY의 진로를 보였다. IRVING은 일본에 상륙하여 약화된 이후에 TD급으로 대한해협을 빠져나와 남

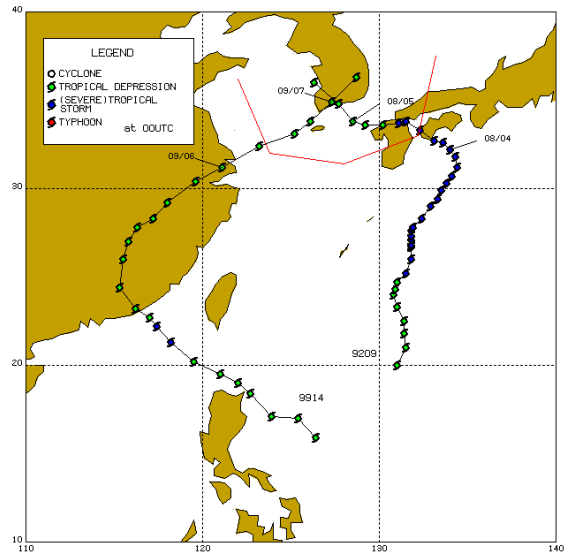


Fig. 3. Tracks of IRVING (9209) and WENDY (9914).

해안에 상륙하여 서해로 빠져나갈 때까지 내륙에서 TD급을 유지하였다. 한편 WENDY는 중국 남부에 상륙하여 만 이틀 이상을 TD급으로 유지하면서 서해로 빠져나온 후 제주부근을 지나 남해안에 상륙하여 대구 근처에서 소멸할 때까지 매우 오랜 동안 TD급으로 열대저기압의 성질을 유지한 특이한 경우였다. WENDY와 비슷한 경로를 진행하면서 중국 내륙에서 일반 중위도 저기압으로 변질되어 한반도에 상륙한 경우도 한반도 영향 태풍으로 태풍백서에 포함되어 있는데 그렇다면 WENDY의 경우도 당연히 포함되어야 마땅하다.

(2) 한반도 영향 II 종 태풍

II 종 태풍의 경우는 한반도에 상륙하지는 않았으나 기상청 예보구역 중 먼 바다 경계인 해안선으로부터 200해리 내의 영역에 태풍의 중심이 들어온 경우를 말한다. 이 경우는 태풍의 피해라는 면에서는 I 종보다 훨씬 약하지만 태풍의 바람과 강수의 범위가 충분히 한반도의 많은 부분을 덮을 것이라는 것을 미루어 짐작할 수 있다.

Fig. 4는 ODESSA(8512)의 진로 및 바람길 (wind swath)이다. ODESSA는 1985년 8월 30일 06UTC까지 TY급 강도를 유지하며 일본 남쪽 해상에서 서진하다가 8월 31일 경 TS급으로 강도가 약해진 후 방향을 북동쪽으로 급선회하여 남해를 지나 대한해협으로 빠져나갔다. 34 kt 바람범위는 부산 부근까지 침범한 것

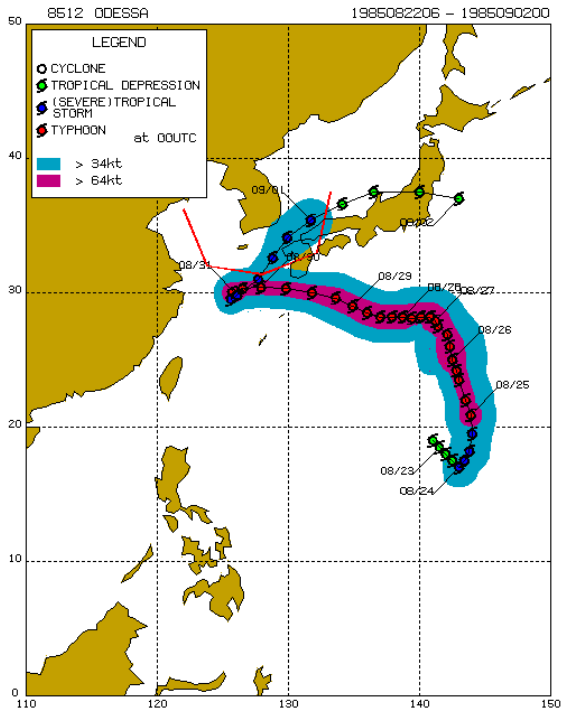


Fig. 4. Track and 34/64 kt wind swath of ODESSA (8612). Adopted from Typhoon Research Center (<http://typhoon.kr>).

으로 나타났다. 이 경우 당시 피해에 대한 기록도 없고 오래 전 일이라 당시 상황을 정확히 추적할 수는 없으나 아마 기상청에서는 최소한 해상에 특보가 발표되었을 것으로 본다. 하지만 기상백서에 ODESSA에 관한 기록은 없다. 이렇듯 틀림없이 한반도에 영향을 미쳤을 법한 이 ODESSA가 기상백서에 기록되지 않은 이유에 대해서 지금으로는 확인할 길이 없다. 또한 TD급 태풍이 200해리 영역에 들어온 경우도 II종 태풍으로 분류한다. 그 이유는 전술한 바와 같이 아무리 TD급이라 할지라도 강력한 바람과 통상 넓은 범위에서의 막대한 양의 강수를 포함하고 있으며 풍속의 추정에 있어서 불확실성이 있기 때문이다. 1977년부터 2006년까지 재분석 결과 추가되어야 할 II종 태풍이 5개가 있었다. 이 5개의 태풍은 JEFF(8507), ODESSA(8512), KENT(9211), RACHEL(9909), NAMTHEUN(0410)이다.

(3) 한반도 영향 태풍 III종

태풍의 구조를 결정하는 최소한의 변수는 태풍 중심부근의 강도 (intensity)와 그 바깥쪽의 강도 (strength)이

다. 중심부근의 강도는 우리 기상청 발표 태풍정보 기준으로 보면 태풍의 중심기압이나 최대풍속을 말하며, 바깥쪽의 강도는 15 m/s의 풍속이 나타나는 강풍반경으로 볼 수 있다. 각각에 대해서 기상청에서 채택하고 있는 공식 용어는 강도와 크기이다. 이 두 변수는 서로 독립적이다. 말하자면 강하고 큰 태풍이 있는 한편, 약하지만 큰 태풍도 있을 수 있다. 반대로 강하지만 작은 태풍이 있는 한편, 약하고 작은 태풍이 있다. 기상청에서는 강도를 약 (17-25 m/s), 중 (25-33 m/s), 강 (33-44 m/s), 매우강 (44 m/s 이상)의 4 종류로 구분하며, 크기도 강풍반경 기준으로 소형 (300 km 미만), 중형(300-500 km), 대형 (500-800 km), 초대형 (800 km 이상)의 4 종류로 구분한다.

한반도 영향 태풍 III종은 태풍의 크기가 워낙 커서 중심이 먼 바다 경계인 해안선으로부터 200해리 바깥을 지났으나 그 크기가 커서 34kt 바람 범위가 한반도를 침범했거나, 한반도 내륙까지는 아니더라도 근해까지 침범한 경우를 말한다. FLO(9019)의 경우를 보면 9월의 전형적인 태풍 진로를 진행했는데 우리나라에 가장 가까이 접근했던 9월 18일부터 19일경까지 일본 남부 해상을 지나 규슈에 상륙한 후, 20일까지 일본 본토를 훑고 지나갔다. FLO는 200해리 바깥을 지났으나 일본에 상륙 당시 TY급의 강한 강도를 유지하였으며 그 크기도 매우 커서 34kt 바람이 남부지방까지 침범했음을 보이고 있다 (Fig. 5 왼쪽). 200해리 안쪽을 지나갔던 ODESSA의 경우보다 이 경우의 34 바람의 범위가 한반도 내륙 쪽으로 훨씬 더 크게 침범한 것을 볼 수 있다. 이렇듯 태풍의 중심은 멀리 있으나 크기가 매우 큰 태풍의 경우도 한반도 영향 태풍에 포함될 수 있음을 볼 수 있다. Fig. 5 (오른쪽)은 HATTIE(9021)의 진로와 바람길이다. 한반도에 가장 근접한 때의 34 kt 바람이 제주도를 덮고 있다. 이전에 기술한 바와 같이 제주도도 태풍영향의 정의에 있어서 한반도에 포함된다. 제주도를 고려하지 않더라도 이 경우 34 kt 바람은 200해리 영역 내에서 내륙 쪽으로 매우 근접해 있으며 근해까지 영향을 미치고 있다. 이러한 종류의 영향을 III종 태풍 중에서도 간접영향으로 구분하는 것이 어떨까 한다.

34kt 바람 범위의 불확실성으로 인해 이러한 구분이 항상 분명한 것은 아니다. 이 불확실성은 물론 태풍정보 (최대풍속, 강풍반경)의 불확실성으로 인해 생길 수도 있으며 주어진 태풍정보에서 경험식을 통해서 (Holland, 1980) 34kt 반경을 추정해내는 과정에서도

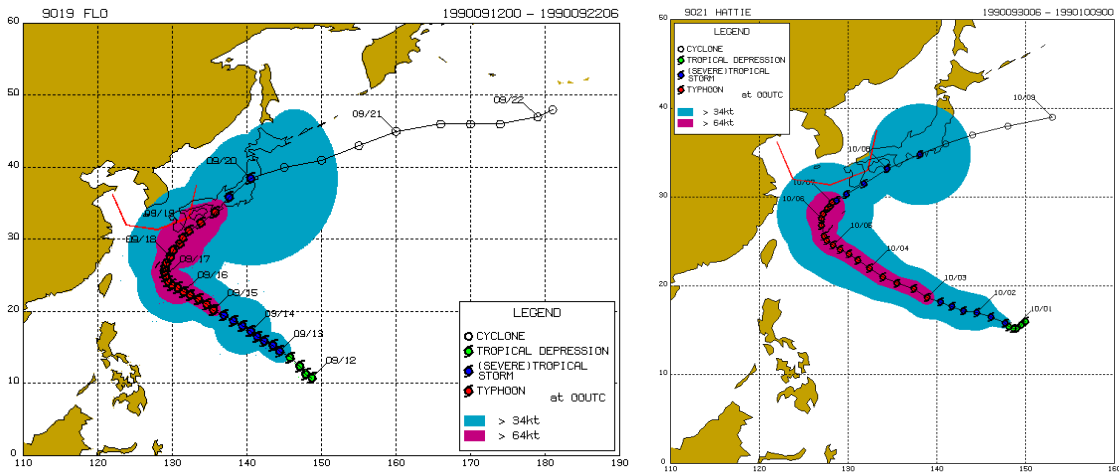


Fig. 5. Track and 34/64 kt wind swath of FLO (left) and HATTIE (right). Adopted from Typhoon Research Center (<http://typhoon.kr>).

약간의 오차가 발생할 수 있다 (원성희 등, 2008). 하지만 200해리 영역의 해안 쪽 반 정도를 침범할 정도면 태풍 특보는 아니더라도 풍랑, 강풍에 관한 특보는 발표되어야 할 것이며 이런 의미로 한반도 영향태풍에 포함시켜야 한다는 의미이다. 따라서 어느 정도 주관이 개입될 수밖에 없다. 참고로 FLO는 태풍백서에 포함되어 있으나 HATTIE는 태풍백서에 포함되지 않았다. HATTIE 외에도 OWEN(7916), TIP(7920), WYNNE(8019), ED(8407), MANIE(8510), KEN/LOLA(8912), POLLY(9216), TOKAGE(0429), CHANCHU(0601)가 III종 태풍에 포함되어야 할 것으로 본다. 또한 기상백서에는 아직 없으나 기상청 홈페이지의 공식 기록으로 있는 PABUK(0111), LINFA(0304), ETAU(0310)은 34kt 바람범위가 200해리를 약간 안쪽으로 스치고 나가서 이 정도는 영향이 너무 작아 한반도 영향 태풍에서 제외할 것을 권한다. 2001년에 유일하게 한반도 영향태풍으로 간주된 PABUK에 대한 연구에서도 (김용상·박옥란, 2001) 한반도 영향 유무에 대한 언급은 없다.

(4) 한반도 영향 태풍 IV종

마지막으로 태풍이 한반도 접근 이전에 TD 급으로 약화된 후에 그나마 열대저기압 성질을 잃고 일반 중위도 저기압으로 변질된 상태로 한반도 (제주도 포함)를 관통한 경우가 있다. Fig. 6는 태풍백서에 포함되어 있는 HAL(8505)과 포함되지 않은 FRED(9416)의 진로다. Fig. 6의 진로는 동경 RSMC의 최적경로를 기반으로 그린 것인데 RSMC에서는 6월 27일 12UTC 이후에

이 저기압의 진로를 더 이상 추적하지 않았으나 태풍백서에서는 중국으로부터 제주도 남쪽을 지나 규슈까지 저기압 경로를 추적하였다. HAL과 관련하여 22명의 인명 손실과 11,850명의 이재민 그리고 111억원의 (1996년 기준) 재산피해를 보고하고 있다. 피해지역은 주로 남부 일부와 제주에 집중되었다. 이렇듯 일반저기압으로 변질된 열대저기압도 호우에 의해 이렇듯 극심한 피해를 줄 수 있다. 또한 2절에서 언급된 BILIS(0010)의 경우도 마찬가지로 중위도 저기압으로 변질된 사례다. 그렇다면 Fig. 6의 FRED(9416)나 2절에서 언급된

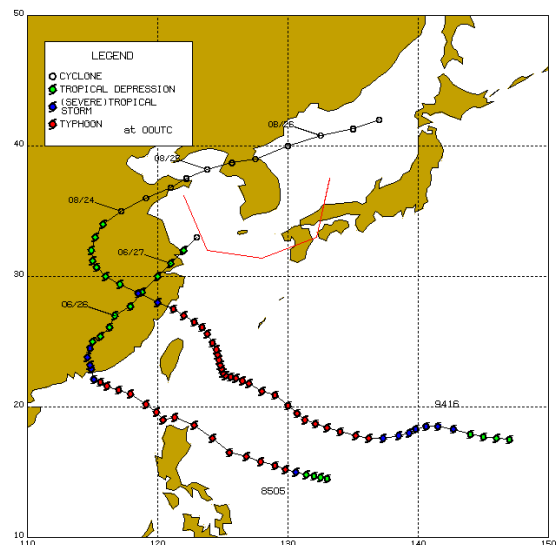


Fig. 6. Tracks of HAL (8505) and FRED (9416).

CHEBI(0102)도 마찬가지로의 경우로 볼 수 있다. 이렇게 변질된 온대저기압으로 한반도 상륙한 경우에 GERALD(8409), VERA(8921), FRED(9416), SAM(9910), CHEBI(0102), KHANUN(0515) 이렇게 모두 7개가 새로 추가되었다. 기존 태풍백서에서 제외할

경우는 하나도 없었다.

4. 한반도 영향 태풍에 관한 통계

Table 2에 한반도 영향 태풍에 관해 본 연구에 재분

Table 2. Summary of tropical cyclone that influenced the Korean Peninsula during the period from 1977 to 2006. ‘+’ and ‘-’ signs mean the number of TCs added or deleted. The corresponding TC number is indicated sequentially at the T. NO column.

Year \ Month	5	6	7	8	9	10	T. NO.	Net	Sum
1977				1	1			0	2
1978		1		2	1			0	4
1979				2	0	+1 0 +1	+7916, +7920	+2	4
1980			1	1	1	0 +1	+8019	+1	4
1981		2	1		2			0	5
1982				3	1			0	4
1983					1			0	1
1984			1 +1	1 +1	1		+8407, +8409	+2	5
1985		1		3 +2	0 +1	1	+8507, +8510, +8512	+3	8
1986		1		1	1			0	3
1987			2	1				0	3
1988								0	0
1989		1	1	0 +1	0 +1		+8912, +8921	+2	4
1990		1	1		2	0 +1	+9021	+1	5
1991			1	2	2			0	5
1992				1 +2	1 +1		+9209, +9211, +9216	+3	5
1993			2	1	1			0	4
1994			1	3 +1		1	+9416	+1	6
1995			1	1	1			0	3
1996			1	1				0	2
1997		1	1	2	1			0	5
1998					1	1		0	2
1999			1	2 +2	2 +1	0 +1	+9909, +9910, +9914, +9920	+4	9
2000			2	2	1			0	5
2001		0 +1		1 -1			+0102, -0111	0	1
2002			3	1				0	4
2003	1 -1	1		1 -1	1		-0304, -0310	-2	2
2004			1	2 +1	2	0 +1	+0410, +0423	+2	7
2005					1 +1		+0515	+1	2
2006	0 +1		1	1	1		+0601	+1	4
SUM	1 +0	9 +1	22 +1	36 +8	26 +6	3 +5		+21	118
30-yr mean (1977-2006)	0.03	0.33	0.77	1.47	1.07	0.27		+0.70	3.93
10-yr mean (1997-2006)	0.10	0.30	0.90	1.30	1.20	0.30		+0.60	4.10

석한 종합 결과를 보였다. 월별로 나타난 숫자의 왼쪽은 기존 기상청 기준 개수이며 오른쪽에 '+', '-' 부호와 함께 보인 숫자는 추가되거나 제외되어야 하는 숫자를 말한다. 해당 태풍의 번호는 순차적으로 T. NO. 열에 보였다. 맨 오른쪽 열에는 연도별 순 증감과 본 연구의 결과인 총 영향태풍 개수를 보였다.

1977년부터 2006년 30년 동안 기상청이 분석한 결과보다 21개가 증가되었음을 나타낸다. 월별로는 5월에는 기존 리스트에서 한 개가 빠지고 한 개가 추가되어 총합계로는 변함없이 1개가 한반도에 영향을 미친 것으로 나타났다. 마찬가지로 6월에는 1개, 7월에는 1개, 8월에는 8개, 9월에는 6개, 10월에는 5개가 추가되어야 하는 것으로 나타났다. 흥미로운 점은 한반도 태풍 시즌 전반기 3개월에 비해 후반기 3개월에 수정되어야 할 사항이 많다는 것이다. 전체적으로 과거 30년간 한반도는 118개의 태풍에 의해 영향을 받은 것으로 나타났으며 이는 연평균 3.93개에 해당한다. 최근 10년 동안에는 연평균 4.10개의 태풍이 영향을 미친 것으로 나타났다. 기존 기상청 기준에 비교해서 30년 평균으로는 0.70개, 최근 10년 평균으로는 0.60개의 증가를 보였다.

영향 종류별 구분은 Table 3에 나타났다. 한반도에 상륙한 I 중 태풍은 총 36개로 새로 추가될 태풍은 2개로 나타났다. 200 해리 내의 해역에 중심이 들어온 II 태풍은 47개로 5개의 태풍이 추가되어야 할 것으로 나타났다. 200해리 바깥을 지났으나 크기가 워낙 커서 한반도에 영향을 준 III중 태풍은 19개로 기존 리스트에서 10개가 추가되고 3개가 빠져서 7개의 순증가로 나타났다. 중위도 저기압으로 변질되어 한반도를 통과한 IV중 태풍의 경우는 16개로 7개가 새로 포함되어야 할 것으로 나타났다.

5. 결론 및 토의

본 연구에서는 한반도에 영향을 미치는 태풍에 대한

새로운 기준이 제안되었다. 태풍백서(기상청, 1996)에 있는 한반도 영향 태풍에 대한 기록과 과거 모든 태풍을 비교해 보면 일관성이 결여된 부분이 이따금 발견되었다. 또한 1996년 발간된 마지막 태풍백서와 그 이후로도 마찬가지로이지만 한반도 영향 유무의 기준인 '중심 위치가 북위 32-40도, 동경 120-138도에 있고 한반도에 영향을 주었을 때'란 기준은 2007년 태풍황사팀이 조직되어 기상청의 태풍업무가 본격적으로 현대화되기 이전의 일이었다. 더욱이 2008년부터 제주도 국가태풍센터가 시작되어 태풍업무가 체계화되기 위해서는 예전의 기준을 현실적으로 개선할 필요가 있겠다.

태풍에 의한 영향이란 직접적인 인명·재산상의 피해가 집계된 경우는 물론, 집계되지 않았지만 상당한 정도의 생활의 불편을 겪은 경우도 포함된다. 태풍과 관련된 호우로 인해 어느 지방에서 침수가 있었다든지 태풍의 접근으로 인한 태풍·폭풍 특보로 인해 항공기가 결항되었다든지 선박 출항이 금지되었다든지 등의 경제활동의 위축도 넓게 봐서 재산상의 피해를 입은 것이지만 피해액을 공식적으로 집계할 수 없기 때문이다. 또한 가뭄이 극심한 상태에서나 연안의 녹조가 심한 상태에서 태풍이 접근하여 큰 피해 없이 해갈에 도움을 주거나 바다를 휘저어 녹조를 일소하기도 하는 소위 '효자태풍'이 될 수도 있으며 이런 경우도 한반도에 영향을 주는 태풍에 속한다. 강수량은 고려대상에서 제외하였다. 태풍은 대개 강풍은 물론 막대한 양의 강수를 동반한다. 한반도 영향의 판정 기준으로 강수량을 고려하지 않은 이유는 전술한 바와 같이 피해여부는 고려하지 않았기 때문이다. 똑같은 양의 강수가 있었던 서로 다른 두 사례의 경우, 만일 호우에 대한 대비가 잘 되어있었다면 피해가 적었을 것이고 그렇지 못한 취약 상태였다면 많은 피해를 입었을 것이다. 이런 이유로 강수량은 고려하지 않았다.

본 연구에서는 한반도 영향 태풍을 4종으로 구분하였다. 한반도 영향 태풍을 결정짓는 요인으로 (1) 중심

Table 3. Number of tropical cyclones for each influence type.

Type	Number of TC	TC added	TC deleted
I	36	9209, 9914	None
II	47	8507, 8512, 9211, 9909, 0410	None
III	19	7916, 7920, 8019, 8407, 8510, 8912, 9021, 9216, 0423, 0601	0111, 0304, 0310
IV	16	8409, 8921, 9416, 9910, 9920, 0102, 0515	None
SUM	118	24	3

위치 및 강도(등급), (2) 기상청 기준 먼 바다의 한계선(해안선으로부터 200 해리), (3) 34 kt 바람길(wind swath)을 고려하였다. I 종 태풍은 중심이 한반도 내륙에 상륙한 것을 말한다. II 종 태풍은 중심이 200해리 영역 내에 들어온 경우를 말한다. III종 태풍은 TS 급 이상의 태풍이 200 해리 영역 바깥을 지나갔으나 태풍의 크기가 워낙 커서 34 kt 바람 범위가 한반도 내륙이나 한반도 근해를 침범한 경우를 말한다. 끝으로 IV종 태풍은 태풍이 약화 혹은 변질되어 일반 저기압으로 중심이 한반도 내륙을 통과한 경우를 말한다.

직·간접 영향에 대해서도 이 방식으로 구분할 수 있을 것이다 (Table 1). I 종 태풍과 II 종 태풍은 중심이 한반도에 근접했기 때문에 당연히 직접영향으로, III종 태풍 34 kt 바람 범위가 한반도 내륙을 침범한 경우도 직접영향 태풍으로 구분하며, 한반도 근해(구체적으로 200 해리 영역의 한반도 쪽 1/2)를 침범한 경우 직접적 피해는 없겠지만 풍랑 등의 피해가 예상되므로 간접영향 태풍으로 구분하였다. 끝으로 태풍이 약화 혹은 변질되어 일반 저기압으로 중심이 한반도 내륙을 통과한 IV종의 경우도 간접영향으로 구분하였다.

1977년부터 2006년 30년 동안 기상청이 분석한 결과보다 21개가 증가되었다 (Table 2). 전체적으로 과거 30년간 한반도는 118개의 태풍에 의해 영향을 받은 것으로 나타났으며 이는 연평균 3.93개에 해당한다. 최근 10년 동안에는 연평균 4.10개의 태풍이 영향을 미친 것으로 나타났다. 기존 기상청 기준에 비교해서 30년 평균으로는 0.70개, 최근 10년 평균으로는 0.60개의 증가를 보였다. 한반도에 상륙한 I 종 태풍은 총 36개로 새로 추가될 태풍은 2개로 나타났다. 200 해리 내의 해역에 중심이 들어온 II 태풍은 47개로 5개의 태풍이 추가되어야 할 것으로 나타났다. 200해리 바깥을 지났으나 크기가 워낙 커서 한반도에 영향을 준 III종 태풍은 19개로 기존 리스트에서 10개가 추가되고 3개가 빠져서 7개의 순증가로 나타났다. 중위도 저기압으로 변질되어 한반도를 통과한 IV종 태풍의 경우는 16개로 7개가 새로 포함되어야 할 것으로 나타났다. 영향 종류별 구분은 Table 3에 보였다.

본 연구에서 사용된 34 kt 반경을 계산하는데 있어서 태풍의 중심 위치, 중심기압 뿐 아니라 30/50 kt 반경 정보도 필요하다. 동경 RSMC의 최적경로에 1977년 이전 태풍에 대해서는 위치와 강도 정보만 있으므로 1977년 이전의 태풍에 대해서는 이 방식으로 분류가 불가능하다. 아마 1977년 이전에는 위성 분석이 없

어서 재분석이 불가능한 것으로 판단된다. 하지만 1977년부터 2006년까지만 하더라도 30년이 되며 이는 기후분석에 있어서 충분한 기간으로 사료되며 이후 자료가 축적되고 분석 기술이 향상됨에 따라 보다 정확한 결과를 생산할 것으로 기대한다. 따라서 우리 기상청에서도 자체적으로도 최적경로를 생산해야 할 것이며 여기에는 최소한의 구조를 알 수 있는 30/50 kt 반경도 포함되어야 할 것이다. 참고로 중국기상청의 자체 최적경로에는 30/50 kt 반경에 대한 정보가 포함되어 있지 않다 (<http://www.typhoon.gov.cn>).

본 연구에서 제시된 기준은 기존의 애매모호한 기준으로부터 몇 단계 개선된 것은 분명하지만 결코 완벽하다고 할 수는 없다. 한 가지 예를 들자면, I 종 태풍에 TD 상태로 한반도 내륙에 상륙한 경우를 새로이 포함시킨 경우이다. TS 급 열대저기압이 TD 급으로 약화되면 현재 우리 기상청에서는 태풍정보를 발표하지 않으므로 경로를 더 이상 추적하지 않는다. 본 연구에서는 동경 RSMC의 최적경로 (best track) 자료를 기반으로 I 종 태풍에 TD 급을 포함시켰는데 이 기준을 적용하려면 태풍시즌이 끝난 후 다음 해에 동경 RSMC에서 최적경로를 발표한 이후에 한반도 태풍의 공식적 입장이 나와야 한다. 현업 상태의 경로 및 강도 자료를 차후의 사후분석을 통해서 최적 경로를 공식적으로 발표하는 것처럼 한반도 영향 태풍에 대한 공식적 입장도 차후에 발표하는 것이 타당할 것이다. 아울러 우리 기상청에서도 TD에 대해서 현업적으로나 사후분석에 있어서 공식적 발표가 있어야 할 것으로 본다. 또 다른 예로 34 kt 범위의 정확도 문제를 들 수 있다. 본 연구에서 제시된 태풍 주변의 34 kt 범위는 동경 RSMC의 최적경로 자료에 있는 태풍정보 중에서 최대풍속, 중심기압, 30 kt 반경, 50 kt 반경을 기반으로 Holland (1980)의 경험식을 활용하여 추정된 것이다. 최적경로에 담겨 있는 태풍정보들 자체도 글자 그대로 최선을 다한 결과이긴 하지만 추정치이기 때문에 많은 불확실성을 내포하고 있다. 게다가 Holland의 경험식을 사용해서 34 kt 반경을 계산하는 과정에서도 경험적인 조율과정을 적용하였기 때문에 입력 정보가 100% 정확하다고 할지라도 결과로 얻은 34 kt 반경은 100% 정확하지 않을 수 있다. 이 34 kt 문제는 과거의 모든 관측 자료를 동원해서 검증되어야 할 것으로 본다. 하지만 본 연구에서 제안된 한반도 영향 태풍의 기준은 기존 정의의 문제점을 지적 내지 수정하여 한 단계 개선시킨 것은 분명하다고 볼 수 있다.

끝으로 부연하자면 본 연구는 (1) 한반도 영향에 대한 새로운 정의와, (2) 이에 기반을 둔 한반도 영향 태풍의 기준에 대한 제안일 뿐이며, 차후 이 제안에 입각하여 기상청에서 보유하고 있는 강수량, 강풍, 특보 등의 모든 과거 자료를 면밀히 비교 조사하는 추가 연구가 있어야 할 것이며, 이를 기반으로 한반도 영향 태풍에 대한 기상청의 공식적 발표를 기대해 본다.

사 사

본 연구는 기상청 기상지진기술개발사업 지원 (CATER 2007-2310)에 의한 것입니다.

참고문헌

- 기상청, 1996: *태풍백서*. 262 pp.
- 김용상, 박옥란, 2001: 비종관 관측자료를 이용한 태풍 “파복”의 3차원분석. *대기*, **11**, 560-563.
- 박종길, 김병수, 정우식, 김은별, 이대근, 2006: 한반도에 영향을 주는 태풍의 통계적 특성변화. *대기*, **16**, 1-17.
- 백종진, 김주홍, 허창희, 2002: 1951-2001 동안 한반도 주변을 통과하는 태풍에 대한 연구. *대기*, **12**, 436-439.
- 원성희, 권혁조, 이우정, 정관영, 강기룡, 김백조, 2008: 태풍 정보로부터 큰바람(34 kt) 및 짙은바람(64kt) 반경 산출 알고리즘. *대기*, **18**, 15-23.
- 유승아, 정준석, 2000: 2000년 한반도에 영향을 미친 태풍에 대한 조사. *한국기상학회 가을학술발표회 연장초록집*, 302-304.
- 이동규, 장동연, 위태권, 1992: 한반도에 접근하는 태풍, 1960 - 1989 제 1부: 통계와 종관 개요. *한국기상학회지*, **28**, 133-147.
- 차은정, 이경희, 박윤호, 박종숙, 심재관, 인희진, 유희동, 권혁조, 신도식, 2007: 2006년 태풍 특징과 태풍 예보의 개선방향. *대기*, **17**, 299-314.
- 최기선, 김백조, 이지윤, 2007: 한반도 상륙 태풍의 강도변화 예측을 위한 단순회귀모형 개발. *대기*, **17**, 135-145.
- Choi, K.-S., and B.-J. Kim, 2007: Climatological characteristics of tropical cyclone making landfall over the Korean Peninsula. *J. Korean Meteor. Soc.* **43**, 97-109.
- Holland, G. J., 1980: An analytic model of the wind and pressure profiles in hurricanes. *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1212-1218.
- Kim, J.-H., C.-H. Ho, M.-H. Lee, J.-H. Jeong, and D. Chen, 2006: Large increase of heavy rainfall associated with tropical cyclone landfalls in Korea after the late 1970s. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L18706, doi:10.1029/2006GL027430.
- Kwon, H. J., S.-H. Won, and S. K. Park, 2006: Climatological Differences between two typhoon centers' tropical cyclone information in the western North Pacific. *J. Korean Meteor. Soc.* **42**, 183-192.
- 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 Meteor. Soc.* **43**, 175-183.
- Saunders, M.A. and P.C. Yuen, 2006: Graphical Mapping of Tropical Cyclone Forecast Wind Probabilities Worldwide, *27th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology*, Monterey, USA, April 24-28.