

태풍에 대한 제주도 지형의 영향

차 은 정*

요 약

북서태평양에서 발생하는 태풍은 고위도로 북상하는 동안 육지의 산악지형 등의 영향으로 진로와 강도의 변화가 일어난다. 본 연구에서는 2007년과 2009년의 태풍 중에서 대만과 필리핀 내륙을 통과하면서 진로와 강도가 변한 5개 사례를 분석하였다. 또한 장기간(1971~2006년) 관측자료를 활용하여 제주도와 대만을 통과한 태풍의 강도변화에 대하여 분석하였다. 산악지형의 대표적 사례는 중위도에 위치한 제주도와 대만을 대상으로 선정하였고, 제주도는 28개 사례, 대만은 79개 사례에 대하여 분석하였다.

대만을 지나는 태풍의 경우 상륙 12시간 전부터 강도가 감소하기 시작하는 경향이 나타나고, 경향 또한 뚜렷한 반면 제주도의 경우 대만을 지나는 태풍에 비해 소멸단계에 있는 경우가 많았기 때문에 강도는 증가경향 없이 계속 감소하는 경향으로 나타났다. 강한 태풍과 약한 태풍으로 나누었을 경우, 제주도와 대만 모두 강한 태풍의 강도변화가 크게 나타났다. 이것은 지형과 태풍 사이의 마찰력이 크게 작용한 것으로 추정할 수 있으나 자세한

* 기상청 국가태풍센터 기상연구관, 현 기상청 북한기상전담팀장

메커니즘 아직 밝혀지지 않고 있다.

주요 색인어: 태풍, 지형, 진로와 강도, 마찰력

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

대부분의 태풍은 저위도 해상에서 발생하여 다양한 구조변화를 거치면서 우리나라를 비롯한 온대지방으로 북상한 뒤 소멸한다. 과거 연구에 의하면 구조변화의 원인은 여러 가지가 있다. 그 중에서도 대만이나 제주도처럼 고립된 섬에 높은 산악지형이 존재할 경우에 가장 급격하게 태풍의 진로와 강도에 변화가 생긴다(Chang et al., 1993).

북서태평양에서 태풍에 대한 지형의 영향 연구는 대만에서 가장 활발하게 이루어지고 있다. 왜냐하면 대만은 섬 중앙에 약 3 km를 초과하는 산악지형이 있고, 태풍이 이 산악을 통과할 때 태풍의 진로와 구조에 큰 변화가 있기 때문이다.

대만을 통과할 때 지형적인 원인으로 태풍의 강도나 진로가 변화하는 점에 주목하여 많은 연구들이 이루어졌다. 예를 들면 Brand and Bleiloch (1974)는 미국 합동태풍경보센터(Joint Typhoon Warning Center, JTWC)에서 발간된 연간보고서를 이용하여 1960~1972년까지 13년간 대만을 통과한 25개의 태풍 중에서 대만을 통과할 때 서쪽(혹은 북서쪽) 방향으로 이동한 22개 태풍에 대해 대만 상륙 48시간 전부터 대만 통과 12시간 후까지의 특성을 연구하였다. 이 연구에 의하면, 대만 상륙 12시간 전까지 태풍의 강도가 증가하다가 그 이후부터 감소하였다는 결과가 나왔다.

한편, 제주도는 대만에 비해 수평·연직규모가 작지만, 남한 최고 높이인 한라산이 위치하고 있기 때문에 태풍이 제주도에 상륙 또는 주변 해상을 통과할 때 강도변화가 있을 것이라고 예상할 수 있다. 그 대표적인 예가 제주도를 통과하여 우리나라에 상륙한 2007년 제11호 태풍 '나리'이다. 그러나 태풍이 제주도를 통과하면서 강도가 급격히 변화할 것이라는 예상은 아직까지는 추측일 뿐, 아직까지 구체적으로 연구된 사례는 거의 없다. 제11

호 태풍 '나리'가 제주도를 통과할 때 한라산이 태풍강도 변화에 큰 역할을 한 것처럼 신문기사(그림 1)에는 게재되었으나, 실제 관측 자료에 의하면 중심최저기압은 960hPa로 변화가 없었고, 지상에서 관측한 바람은 최고 기록을 경신하였으나 중심부근 최대풍속은 오히려 5m/s 감소하였다.

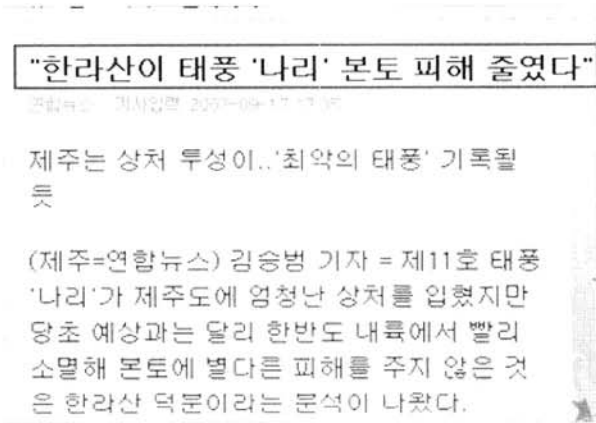


그림 1. 제11호 태풍 '나리' 관련기사(연합뉴스에서 발췌)

이처럼 정확한 원인 규명을 위해서는 장기간의 관측 자료를 분석할 필요가 있다. 따라서 이 연구의 목적은 태풍이 제주도와 대만 등의 산악지형을 통과할 경우, 통과 전후에 지형적 여건에 의해 태풍이 어느 정도의 강도 감소효과가 이루어지는가를 기압 및 바람자료 등 장기간의 관측 자료를 통하여 분석하는 것이다.

2. 자료 및 분석방법

이 연구에서는, Brand and Blelloch(1974)가 연구했던 자료를 더 보강하고 세부적으로 분류하기 위해 1971년부터 2006년까지(36년)의 일본 동경에 있

는 지역특별기상센터(Regional Specialized Meteorological Center, RSMC) -Tokyo와 JTWC의 최적경로(best track) 자료를 사용하였다. 1977~2006년의 여름철(7~9월)에 제주도를 통과한 태풍 28개와 대만을 통과한 79개 태풍을 분석하였다. 또한 2007년 우리나라 제주도(제11호 태풍 나리)와 대만(제8호 태풍 스팟, 제15호 태풍 크로사)을 통과한 태풍 사례에 대해서도 분석하였다.

태풍 이동 경로의 분류는 대만의 중심(23°N, 121°E)을 지나는 것을 (1), 남쪽(22°N, 121°E) 지나는 것을 (2), 북쪽(25°N, 122°E)을 지나는 것을 (3)으로 분류하였다. 설정된 위경도를 중심으로 위경도 2°×2° 영역을 통과한 사례를 선택하였으며, 대만의 남쪽과 북쪽을 통과한 경우 육상을 통과한 사례는 제외하였다. 제주도의 경우 대만보다 작기 때문에 제주도 중심(33°N, 126°E)으로 위경도 2°×2° 영역을 통과한 태풍을 선택하였으며, 상륙한 경우를 (4), 서쪽 해상을 통과한 것을 (5), 동쪽 해상을 통과한 경우를 (6)으로 분류하였다. 태풍의 강도변화를 살펴보는 데 있어서, Brand and Blelloch(1974)가 타이완을 지날 때 서진(혹은 북서진)하는 태풍에 대해서만 연구한 것과 달리 이 연구에서는 서진 뿐 아니라 영역 내의 모든 태풍(예를 들면 타이완을 지날 때 북동진하는 태풍)에 대하여 연구하였다. 강도 변화 분석방법은 Brand and Blelloch(1974)의 방법에 따라 제주도 및 대만 상륙 48시간 전부터 섬을 통과한 12시간 후까지 6시간 간격의 자료를 사용하였다. 한편 이 기간을 만족하지 못한 태풍은 이 연구에서 제외하였다. 또한 상륙한 태풍 중심이 제주도(대만) 중심과 가장 가까운 위치에서 관측된 시각을 제주도(대만) 중심을 통과한 시점으로 하였다.

이와 같이 선택된 태풍들에 대해 대만과 제주도 상륙 48시간 전부터 상륙 12시간 후까지의 중심기압 및 최대풍속의 변화를 통해 강도변화를 계산하였다. 또한 태풍의 강도에 따라 강도변화의 폭이 달라지는 것을 알아보기 위해 최대풍속이 64knots(37m/s) 이상인 태풍을 강한 태풍, 최대풍속이 64knots(37m/s)미만인 태풍을 약한 태풍으로 분류하여 각각에 대해 강도 변화를 조사해보았다. 본 논문에서 사용한 열대저기압(tropical cyclone)의

정의는 세계기상기구(World Meteorological Organization, WMO)에서 제안한 것이다(표 1).

결론에 앞서 제주도와 대만의 지리적 위치와 지형을 살펴보면, 제주도는 중심 위치가 약 북위 33도, 동경 126도이고 한라산(1.95km)을 정점으로 동서 73km, 남북 31km로 동서로 긴 타원형이다. 한편, 대만은 중심이 약 북위 23.5도, 동경 121도이고 남북을 가로지르는 중앙산맥이 있는데 중앙산맥의 최고 높이는 3km이다. 또한 동서로 145km, 남북으로 260km로 남북으로 긴 타원형이다. 제주도가 대만에 비해 수평·연직방향으로 작은 것을 알 수 있다.

표 1. 세계기상기구의 분류

단 계	최 대 풍 속
열대저압부 (Tropical Depression: TD)	17m/s(34knots) 미만
열대폭풍 (Tropical Storm: TS)	17m/s(34knots) 이상~24m/s(47knots) 미만
강한 열대폭풍 (Severe Tropical Storm: STS)	25m/s(48knots) 이상~32m/s(63knots) 미만
태풍(Typhoon: TY)	33m/s(64knots) 이상

II. 본 론

1. 2007년 사례 분석

1.1 제11호 태풍 '나리(NARI)'

태풍 나리는 9월 13일 15시경 일본 오키나와 남동쪽 약 660km 부근 해상(22.7°N, 132.9°E)에서 비교적 고위도에서 발생하였다. 이후 계속 북상하

여 9월 16일 낮 제주도 성산 부근을 지나, 18시 15분 경 전라남도 고흥반도(34.5°N, 127.4°E)로 상륙하였고, 9월 17일 00시경 안동 남서쪽 약 80km 부근 육상(36.0°N, 128.2°E)에서 온대저기압으로 변질되어 일생을 마쳤다(그림 2).



그림 2. 제11호 태풍 '나리' 진로도

11호 태풍은 제주도 통과 전·후로 풍속 2.5knots(5m/s) 감소, 중심기압은 960hPa로 태풍 자체의 값은 거의 변화가 없었다(그림 3). 그러나 9월 16일 제주도 통과 시 지상에서 관측한 강수량과 최대풍속은 극값을 경신하였다(표 2).

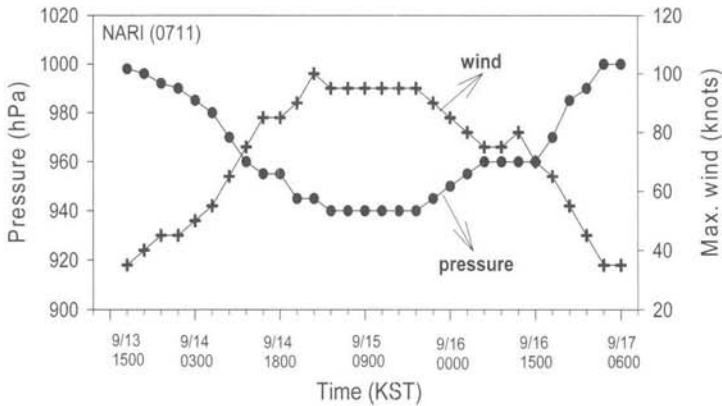


그림 3. 제11호 태풍 '나리'의 3시간 간격으로 관측한 중심최저기압(●)과 최대풍속(+) 시계열 분포도. 왼쪽 종축은 중심기압(단위 : hPa), 오른쪽 종축은 최대풍속(단위 : knots), 횡축은 한국 표준시임.

표 2. 태풍 '나리'로 인한 기상현상 기록값

구분	기상 요소	순위
1	일강수량 극값 경신	- 1위 제주 420.0mm 2007. 9. 16. (1923년 관측 개시) ·2위 제주 301.2mm 1927. 9. 11. ※ 일강수량 극값 전국 1위 : 강릉 870.5mm (2002. 8. 31.)
2	일최대풍속 (10분) 극값 경신	- 1위 성산 25.9m/s 2007. 9. 16. (1970년 관측 개시) ·2위 성산 24.5m/s 1985. 8. 9. - 3위 고산 43.0m/s 2007. 9. 16. (1987년 관측 개시) ·1위 고산 51.1m/s 2003. 9. 12. ·2위 고산 43.7m/s 2002. 8. 31. ※ 일최대순간풍속 극값 전국 1위 : 고산 51.1m/s(2003. 9. 12.)
3	최대순간풍속 극값 경신	- 3위 고산 52.0m/s 2007. 9. 16. (1987년 관측 개시) ·1위 고산 60.0m/s 2003. 9. 12. ·2위 고산 56.7m/s 2002. 8. 31. ※ 최대순간풍속 극값 전국 1위 : 속초 63.7m/s (2006. 10. 23.)

1.2 제8호 태풍 '스팻(SEPAT)'

태풍 '스팻'은 8월 13일 03시경 미국 괌 서북서쪽 약 1100km 부근 해상 (16.9°N, 135.2°E)에서 발생하였다. 이후 계속 북서진하여 8월 18일 09시 (우리나라 시간) 대만에 상륙하였다. 8월 20일 09시경 중국 상하이 남서쪽 약 640km 부근 육상(27.1°N, 116.8°E)에서 열대저압부로 약화되어 일생을 마쳤다(그림 4).



그림 4. 제8호 태풍 '스팻' 진로도

8호 태풍은 대만 통과 전·후로 풍속 15knots(30 m/s), 중심기압은 25hPa 감소하여 태풍은 급격하게 약화되었다(그림 5).

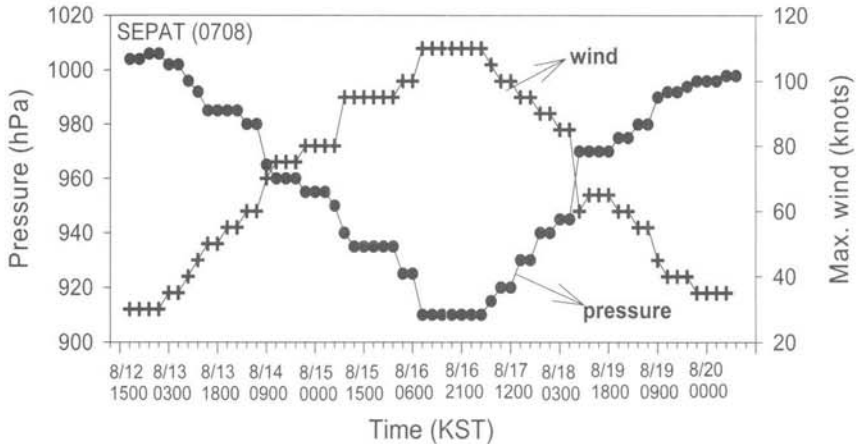


그림 5. 제8호 태풍 '스팟'의 3시간 간격으로 관측한 중심최저기압(●)과 최대풍속(+) 시계열 분포도. 왼쪽 종축은 중심기압(단위 : hPa), 오른쪽 종축은 최대풍속(단위 : knots), 횡축은 한국 표준시임.

1.3 제15호 태풍 '크로사(KROSA)'

태풍 '크로사'는 10월 2일 09시경 필리핀 마닐라 동북동쪽 약 1100km 부근 해상(17.1°N, 130.9°E)에서 발생하였다. 이후 계속 북서진하여 10월 6일 18시(우리나라 시간) 경에 Suao(24.6°N, 121.9°NE)에 상륙한 뒤 남쪽으로 이동하여 고리모양으로 회전(아마도 대만의 지형효과 때문에, 2005년 5호 태풍 '하이탕' 사례와 유사)한 특이한 경로를 보였다(그림 6). 10월 7일 17시 30분경 중국 저장성 윈저우 남쪽 약 80km 부근에 상륙하였고, 10월 8일 21시경 중국 상하이 남남동쪽 약 250km 부근 해상(29.0°N, 122.0°E)에서 온대저기압으로 변질되어 일생을 마쳤다(그림 7).



그림 6. 대만 통과시 제15호 태풍 '크로사'의 상세진로도.



그림 7. 제15호 태풍 '크로사' 진로도

제15호 태풍 크로사는 대만 통과 전·후로 풍속 20knots(40m/s)감소, 중심기압은 30hPa 감소하였다. 대만에서 약 6시간 동안 이동하면서 태풍은 급격하게 약화되었다(그림 8).

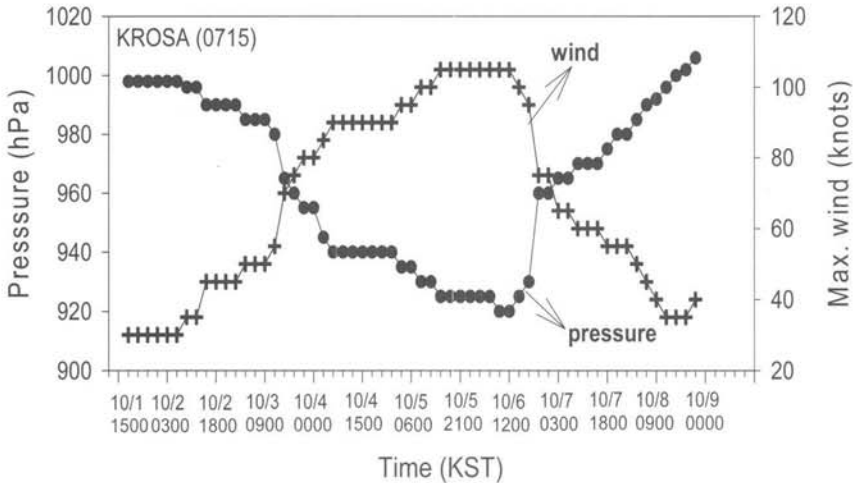


그림 8. 제15호 태풍 '크로사'의 3시간 간격으로 관측한 중심최저기압(●)과 최대풍속(+) 시계열 분포도. 왼쪽 종축은 중심기압(단위 : hPa), 오른쪽 종축은 최대풍속(단위 : knots), 횡축은 한국 표준시임.

2. 2009년 사례 분석

2.1 제8호 태풍 '모라곶(MORAKOT)'

제8호 태풍은 8월 3일 9시경 일본 오키나와 동남동쪽 약 970km 부근 해상(20.3°N, 133.8°E)에서 발생하였다. 이 태풍은 7일 0시 대만 타이베이 남동쪽 약 220km 부근 해상에서 945hPa, 최대풍속 40m/s 을 기록하여 TY급으로 최대로 발달하였고 강한 대형 태풍이 되었다. 이 태풍은 8일 3시경 대만 타이베이에 상륙하였고, 이어서 9일 22시경에 중국 상하이와 푸조우 중

간지점에 상륙하였다. 상하이 상륙 당시 기압은 980hPa, 최대풍속은 30m/s 이었다. 상륙 후 이 태풍의 강도는 급격히 약화되었고, 11일 3시경 중국 상하이 서남서쪽 약 230km 부근 육상에서 열대저압부로 약화되어 태풍으로서의 일생을 마쳤다. 이 태풍으로 인하여 8월 11~12일에 서울·경기 지방에 많은 비가 내려서 호우주의보가 발표되었다. 이 기간 동안 주요지점 강수량은 포천 354, 서울 195, 인천 258, 동두천 355, 문산 304mm이었다(그림 10).

기상청은 8월 10일 14시 00분에 제주도에 호우주의보를 발표하였고, 이것은 8호 태풍으로 인한 첫 번째 기상특보였다. 이어서 8월 10일 15시에 흑산도와 홍도에는 강풍주의보를, 서해남부먼바다와 남해서부앞바다에 풍랑주의보가 발표하였다. 8월 11일 15시부터 서울·경기지방에 호우주의보가 발표되었다. 8월 12일 15시 이후로 이번 태풍으로 인한 주의보는 모두 해제되었다.

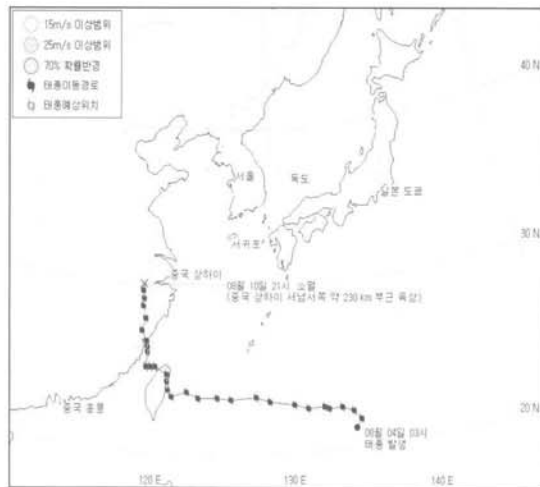


그림 9. 제8호 태풍 '모라꽃' 진로도

이 태풍에 대한 기상청의 진로 오차는 각각 24시간(83km), 48시간(180km), 그리고 72시간(259km)이었다. 48시간 진로 오차는 2009년 전체 평

균 219km보다 정확한 것으로 나타났다. 최대풍속에 의한 강도예보 오차는 발달부터 약화까지 약 4~18m/s 정도의 (+)바이어스, 즉 관측보다 강하게 예보한 것으로 분석되었다(그림 9).

2.2 제17호 태풍 '파마(PARMA)'

태풍 파마는 9월 29일 9시경 미국 괌 남서쪽 약 210km 부근 해상(8.3°N, 139.7°E)에서 발생하였다. 이후 계속 북서진하여 10월 3일 15~21시 사이에 필리핀 마닐라 북쪽 약 430km 부근 육상에 상륙하였다. 10월 4일 09시에 마닐라 북북서쪽 약 490km 부근 해상으로 진출, 다시 10월 7일 03시에 마닐라 북쪽 약 430km 부근 육상에 다시 상륙 같은 날 15시에 마닐라 북북동쪽 약 400km 부근해상으로 이동하였다. 이 태풍은 두 번 필리핀 마닐라 북쪽 육상에 상륙하여 이상진로를 보였고, 필리핀의 지형효과에 의하여 급격히 강도가 약화되었다. 10월 14일 21시경 베트남 하노이 남동쪽 약 60km 부근 육상(20.0°N, 106.2°E)에서 열대저기압으로 약화되어 일생을 마쳤다(그림 10).



그림 10. 제17호 태풍 '파마' 진로도

3. 장기간 사례 분석

본 절에서는 장기간 태풍위치와 강도 자료를 사용하여 태풍이 제주도와 대만에 상륙 또는 통과했을 때의 강도변화에 대하여 분석하였다.

3.1 제주도 통과시

RSMC 자료를 사용하여 그림 11에 1977~2006년의 여름철(7~9월)에 제주도를 통과한 28개 태풍을 대상으로 제주도 중심(14개, pass로 표시), 서쪽(9개, west로 표시), 동쪽(5개, east로 표시), 전체 평균(28개, total로 표시)의 중심기압 변화를 나타내었다. 제주도 통과 시점을 '0'으로 표시하였고 통과 전·후를 수직선으로 표시하였다. 시간별로 전체 기압을 평균하였을 때, 제주도에 상륙 6시간 전-통과 후 6시간까지의 기압 변화폭은 5hPa로 총 기압변화의 29%에 해당하였다. 변화폭이 가장 큰 경우는 태풍이 제주도 동쪽으로 통과할 때였다.

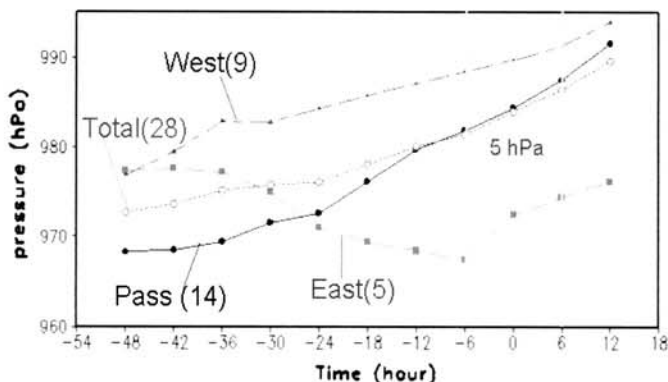


그림 11. 제주도를 통과한 태풍의 중심최저기압 변화 경향

그림 12는 그림 9와 동일하나 태풍 중심부근 최대풍속 변화 경향을 나타내었다. 전체 평균한 값을 보면, 제주도에 상륙 6시간 전-통과 후 6시간까

지의 기압 변화폭은 5knots로 총 풍속변화의 29%에 해당하였다. 최대풍속도 기압변화와 동일하게 태풍이 제주도 동쪽으로 통과할 때 가장 변화 폭이 컸다.

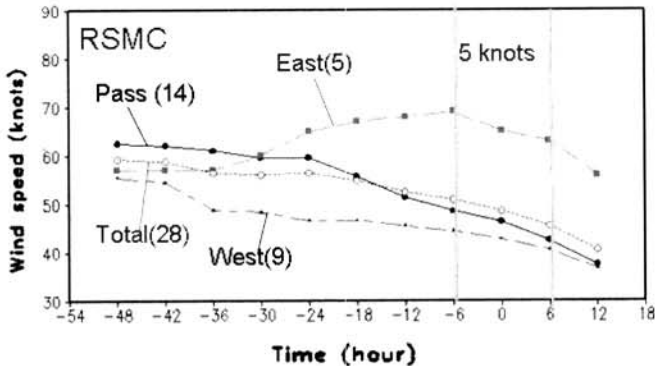


그림 12. 제주도를 통과한 태풍의 중심최대풍속 변화 경향

태풍을 강도별로 구분하여 재분석을 실시한 결과, 제주도를 통과한 28개 태풍 중에서 강한 태풍이 6개(intense로 표시), 약한 태풍이 22개(weak로 표시)로 제주도에 상륙한 태풍은 약한 태풍이 상대적으로 많았다(22개).

중심기압 변화 경향을 살펴보면, 제주도에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간까지 기간에 대해, 강한 태풍은 중심기압이 8hPa이 감소하였는데, 이는 전체 기압변화의 72%로 변화 폭이 컸다. 한편 약한 태풍은 4hPa이 감소하여 전체 기압변화의 20%로 그 변화의 폭이 강한 태풍에 비해 작았다(그림 13).

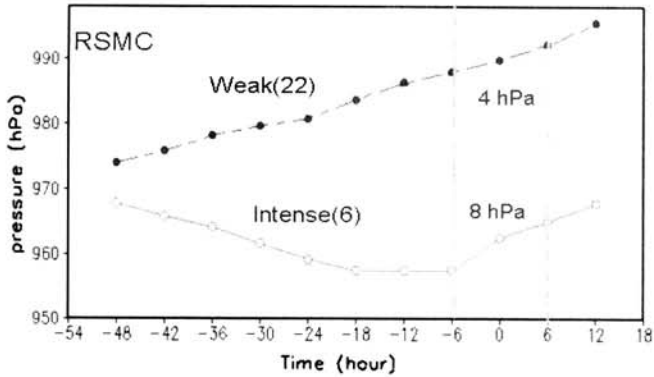


그림 13. 제주도를 통과한 강한 태풍과 약한 태풍의 중심최저기압 변화 경향

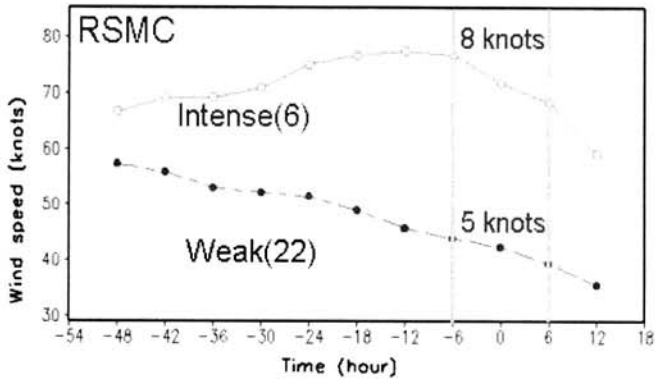


그림 14. 제주도를 통과한 강한 태풍과 약한 태풍의 중심최대풍속 변화 경향

최대풍속에 대해 살펴보면, 제주도에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간 까지 기간에 대해, 강한 태풍은 풍속이 8knots(16m/s) 감소해 전체 풍속변화의 45%를 차지하여 변화 폭이 컸다. 한편 약한 태풍은 풍속이 5knots(10m/s) 감소하여 전체 풍속변화의 20%로 그 변화 폭이 작았다(그림 14).

3.2 대만 통과시

RSMC 자료를 사용하여 그림 15에 1977~2006년의 여름철(7~9월)에 타이완을 통과한 79개 태풍을 대상으로 대만 중심(51개, pass로 표시), 남쪽(23개, south로 표시), 북쪽(5개, north로 표시), 전체 평균(79개, total로 표시)의 중심기압 변화를 나타내었다. 대만 통과 시점을 '0'으로 표시하였고 통과 전·후를 수직선으로 표시하였다. 대만에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간까지의 기압 변화폭은 12.7hPa로 총 기압변화의 76%에 해당하였다. 그림 16은 그림 14와 동일하나 태풍 중심부근 최대풍속 변화 경향을 나타내었다. 대만에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간까지의 기압 변화폭은 11knots로 총 풍속변화의 68%에 해당하였다.

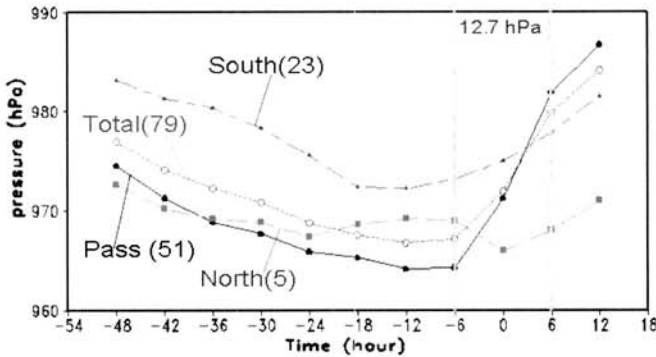


그림 15. 대만을 통과한 태풍의 중심최저기압 변화 경향

태풍을 강도별로 구분하여 재분석을 실시한 결과, 대만을 통과한 79개 태풍 중에서 강한 태풍은 39개(intense로 표시), 약한 태풍은 40개(weak로 표시)로 대만에 상륙한 태풍은 강한 태풍과 약한 태풍의 비율이 비슷하였다.

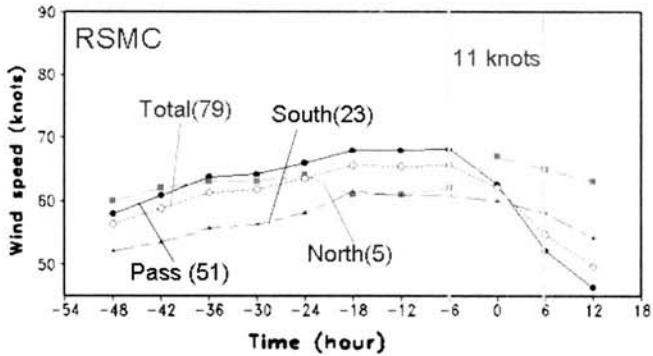


그림 16. 대만을 통과한 태풍의 중심최대풍속 변화 경향

중심기압 변화 경향을 살펴보면, 대만에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간까지 강한 태풍은 19hPa이 약화되어 전체 기압변화의 72%로 변화 폭이 컸다. 한편 약한 태풍은 6hPa이 약화되어 전체 기압변화의 74%를 차지하였다(그림 17).

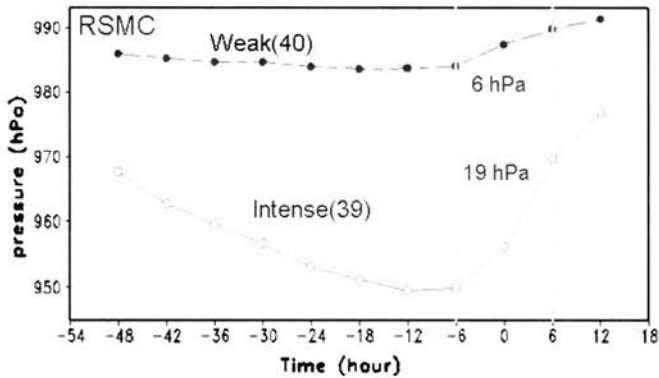


그림 17. 대만을 통과한 강한 태풍과 약한 태풍의 중심최저기압 변화 경향

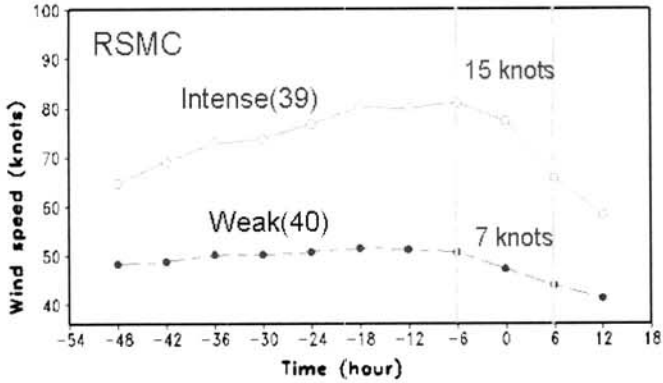


그림 18. 대만을 통과한 강한 태풍과 약한 태풍의 최대풍속 변화 경향

최대풍속의 변화 경향을 살펴보면, 대만에 상륙하기 6시간 전-통과 후 6시간까지 강한 태풍은 15knots(30m/s) 약화되어 전체 풍속변화의 70%로 변화 폭이 컸다. 한편 약한 태풍은 7knots(14 m/s) 약화되어 전체 풍속변화의 66%를 차지하였다(그림 18).

Ⅲ. 결 론

본 연구에서는 대만과 제주도를 통과한 2007년의 3개의 태풍과 대만과 필리핀의 내륙에 상륙한 2009년 2개 사례의 진로와 강도에 대하여 분석하였다. 이들 5개 태풍 모두 육지 통과시 지형의 영향으로 급격하게 강도가 약화되었다. 특히 2009년 17호 태풍 ‘파마’는 필리핀에 2번 상륙하면서 강도가 약해졌을 뿐만 아니라 이상진로를 나타내었다.

또한, 지난 36년간(1971~2006년) 태풍의 중심기압, 최대풍속 자료를 이용하여 산악지형에 의한 태풍의 강도변화에 대하여 분석하였다. 산악지형

의 대표적 사례는 중위도에 위치한 제주도와 대만을 대상으로 선정하였고, 제주도는 28개 사례, 대만은 79개 사례에 대하여 분석하였다.

대만을 지나는 태풍의 경우 상륙 12시간 전부터 강도가 감소하기 시작하는 경향이 나타나고, 경향 또한 뚜렷한 반면 제주도의 경우 대만을 지나는 태풍에 비해 소멸단계에 있는 경우가 많았기 때문에 강도는 증가경향 없이 계속 감소하는 경향으로 나타났다. 강한 태풍과 약한 태풍으로 나누었을 경우, 제주도와 대만 모두 강한 태풍의 강도변화가 크게 나타났다. 이것은 지형과 태풍 사이의 마찰력이 크게 작용한 것으로 추정할 수 있으나 자세한 메커니즘 아직 밝혀지지 않고 있다. Chang et al.,(1993)에 의하면, 태풍이 높고 가파른 지형을 만나게 되면 강한 동서방향의 기압경도력이 생기기 때문에 평지에 비하여 기압의 변화가 크기 때문이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 산악지형 통과 시 태풍의 강도 변화 특징에 대해서만 분석하였으나, 향후 사례별로 보다 자세한 분석이 필요하다. 또한 태풍 통과 위치에 따른 강수량 분포도 조사하여 궁극적으로 태풍이 우리나라에 상륙 또는 접근 시 태풍 예보의 기초 자료로 활용할 계획이다.

참고문헌

- 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, 권혁조(2008), 「태풍의 장기 예측 현황과 전망」, 『한국방재학회지』, 8(4), 44-48.

- 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.
- 차은정, 황호성, 양경조, 원성희, 고성원, 김동호, 권혁조(2009), 「2008년 태풍 특징」, 『대기』, 19(3), 183-198.
- 차은정, 고성원, 양경조, 원성희, 임명순(2009), 「태풍진로 유형과 한반도 강수량 분포에 관한 연구」, 『한국방재학회지』, 9(3), 64-67.
- 차은정, 권혁조(2009), 「지구온난화와 태풍」, 『한국방재학회지』, 9(1), 29-33.
- 차은정, 김동호, 원성희, 권혁조, 김선희(2009), 「태풍전용 수치모델 개발과 활용 현황」, 『한국방재학회지』, 9(4), 44-48.
- 차은정, 최영진(2009), 「최근 태풍활동의 특징과 지구온난화」, 『방재저널』, 40(11), 53-59.
- 차은정, 권혁조(2010), 「2009년 태풍 특징」, 『대기』(심사중).
- 최의수, 문일주(2008), 「56년간 한반도 강수 및 풍속의 극값 변화」, 『대기』, 18(4), 397-416.
- Brand, S., and J.W.Blelloch(1974), Changes in the characteristics of typhoons crossing the island of Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, 102, 708-713.
- Chang, C.P., T. C. Yen, and J.M. Chen(1993), Effects of terrain on the surface structure of typhoons over Taiwan. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 1734-1752.
- Chan, J. C. L.(1985), Tropical cyclone activity in the northwest Pacific in relation to the El Niño/Southern Oscillation phenomenon. *Mon. Wea. Rev.*, 113, 599-606.
- Choi, K. S. and B. J. Kim(2007), Climatological characteristics of tropical

- cyclones making landfall over the Korean peninsula, *Journal of the Korean Meteorological Society*, 43(2), 97-109.
- Emanuel, K.(2005), Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436, 686-688.
- 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/Text_2005.pdf.
- Japan Meteorological Agency(2009), Monthly report on the climate system, http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/diag/2008/index/html/soiolru/index_html_soiolru_2009.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.
- Kwon, H.-J.(2008), Global warming and tropical cyclone activity over the western North Pacific. The Korea-China Joint Workshop on Tropical Cyclones, 1-5 December, KAL Hotel, Seogwipo, Korea.
- Kamahori, H., N. Yamazaki, N. Mannoji, and K. Takahashi(2006), Variability in intense tropical cyclone days in the western North Pacific, *SOLA*, 2: 104-107, doi: 10.2151/sola.2006-027.
- Kossin, J. P., K. R. Knapp, D. J. Vimont, R. J. Murnane, and B. A. Harper (2007), A globally consistent reanalysis of hurricane variability and trends, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L04815, doi:10.1029/2006GL028836.
- Landsea, C. W.(2007), Counting Atlantic tropical cyclones back to 1900. *EOS*, 88, 197-208.
- 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.
- Oouchi K., J. Yoshimura, H. Yoshimura, R. Mizuta, S. Kusunoki, and A.

Noda(2006), Tropical cyclone climatology in a global-warming climate as simulated in a 20 km-mesh global atmospheric model: frequency and wind intensity analyses. J. Meteorological Society of Japan, 84, 259-276.

Webster, G. J. Holland, J. A. Curry, and H.-R. Chang(2005), Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. Science, 309, 1844-1846.

Effect of Jeju Island's Topography on the Typhoon

Cha, Eun-Jeong*

ABSTRACT

Typhoon over the western North Pacific has changed its track and intensity when it moves northward by topographic effect in the land.

In this study, it is analyzed 5 typhoon cases which had landed over the land of Taiwan and Philippine Islands in 2007 and 2009. In addition, it is calculated the intensity change using long term data from 1971 to 2006 which had landed over the Jeju Island and Taiwan. It have been chosen 28 cases for Jeju Island and 79 cases for Taiwan respectively.

In the cases of typhoon which have landed over Taiwan, they are dominant track and intensity change. However, no significant intensity change was reported for the typhoon of Jeju cases. It is found that the intense typhoon cases have experienced more strong intensity change rather than weak cases both Jeju Island and Taiwan. This is caused by frictional force between typhoon and topography, but it is still under controversial.

Keyword : Typhoon, Topography, track and intensity, frictional force

* Senior Research Scientist, Deputy Director National Typhoon Center Korea Meteorological Administration 76-2 Hannam-ri, Namwon-eup, Seogwipo, Jeju 697-942

논문투고일 2009. 09. 02

심사완료일 2010. 02. 05

게재확정일 2010. 02. 15