

태풍 진로 유형과 한반도 강수량 분포에 관한 연구



차 은 정
기상청국가태풍센터
기상연구원
cha@kma.go.kr



고 성 원
기상청 국가태풍센터
연구원
tmzaf@kma.go.kr



양 경 조
기상청국가태풍센터
연구원
kcyang@kma.go.kr



원 성 희
기상청 국가태풍센터
기상연구사
shwon@kma.go.kr



임 명 순
기상청국가태풍센터
연구원
czt10@hanmail.net

1. 서론

손스웨이트(Thornthwaite)와 쾨펜(Koppen)의 기후구분에 의하면, 우리나라는 온대계절풍기후(temperate monsoon climate)로서 여름에는 해양에서 대륙으로 불어오는 다습한 계절풍의 영향을 받아서 비가 많이 오고, 겨울철에는 대륙에서 불어오는 건조한 바람으로 인하여 맑은 날이 많다. 우리나라와 일본 등지와 같이 여름철에는 고온다습하고 불쾌지수가 높아서 열대지방과 비슷한 생활의 불쾌감을 느끼게 되고, 겨울철에는 대륙에서 불어오는 한랭 건조한 북서계절풍으로 인하여 같은 위도대의 대

륙 서쪽지방에 비하여 뚜렷한 저온현상이 나타나고 있다.

우리나라는 대부분 지역의 강수량이 약 1300 mm 이상의 습윤 지역이다. 기후학적으로 우리나라 강수량은 여름철 집중형으로 연강수량의 약 50% 이상이 6~9월에 내린다. 여름철 강수량은 2개 우기로 구분할 수 있는데 1차 우기는 주로 장마, 2차 우기는 복잡한 원인 - 태풍, 북태평양 가장자리에서 대기불안정, 소낙성 강수 등 - 에 기인한다.

최근에는 전형적인 장마에 의한 1차 우기 강수량은 감소하나, 2차 우기는 증가 경향이 뚜렷하고 주된 원인은 태풍 때문이다(Cha et al., 2007). 이들의 연구에 의하면, 한반도에서 태풍의 상륙·접근 유무에 따라 2차 우기인 8월

강수량이 약 20~30% 정도가 달라진다. 한편, 2006년 7월에는 연속적인 3개(3호, 4호, 5호) 태풍(차은정 등, 2007), 2007년 9월에는 11호 태풍 때문에 각 월 강수량 극값을 기록하였다(차은정 등, 2008). 이와 같이 태풍은 여름철 강수량 분포에 큰 비중을 차지한다. 박창용 등(2008)에 의하면 한반도에 영향을 주는 태풍의 진로가 과거에 비하여 동해안쪽으로 접근·상륙하는 사례가 많았고, 그 결과 위 지역에서 강수량이 증가하였다. 태풍의 한반도 영향 시, 태풍자체의 영향도 중요하지만 한반도 부근 종관장에 따라 지역적으로 강수량이 달라진다.

본 연구에서는 최근 10년(1999년~2008년) 동안에 한반도에 영향을 준 태풍 총 32개(기상청 발표기준)를 선정하였다. 선정된 사례 분석을 통하여 태풍의 위치별 강수량의 공간 분포 특징을 분석하였다.

2. 자료 및 분석방법

최근 10년간(1999년~2008년) 기상청 자동기상관측망 AWS(Automatic Weather Station), 레이더, 위성영상, 일기도, RSMC(Regional Specialized Meteorological Center) Tokyo 최적경로(best track)자료를 이용하였다.

이 기간에 한반도에 영향을 준 태풍 32개를 태풍 위치별에 따라 4개 그룹으로 분류하였는데, 태풍이 북위 25°~35° 범위에 위치 할 때, 경도에 따라 4개 그룹으로 구분하였다. 표 1에 사례별로 태풍이름 목록을 나타내었다. 태풍중심이 북위 25° 보다 북쪽, 동경 135° 보다 서쪽에 위치하면 태풍 경계구역에 진입하게 된다(기상청 국가태풍센터 홈페이지; <http://typ.kma.go.kr>). Fig. 1에 4개 사례에 해당하는 태풍진로도를 나타내었다. 사례 1(Fig. 1a)은 동경 125° 보다 서쪽으로 북상한 태풍, 사례 2(Fig. 1b)는 제주도를 포함하는 동경 125~128° 사이로 태풍이 북진하여 한반도로 상륙한 태풍이 이에 해당한다. 사례 3(Fig. 1c)은 128° 를 기준으로 동쪽으로 북상한 태풍으로 분석기간 중 제일 많았다. 사례 4(Fig. 1d)는 일본 남해상

에서 제주도 남쪽을 거쳐 북서쪽으로 진행한 태풍이다.

이와 같이 분류된 사례별 태풍에 대하여, AWS로 관측한 60분 강수량자료로부터 강수 시작 시점~강수 종료 시점, 누적강수량, 위성영상과 레이더 영상 등을 분석하였다.

(표-1) 사례별로 선정된 태풍이름

	태풍이름
Case 1 (7개)	0807 갈매기, 0407 민들레, 0205 라마순 0004 카이탁, 0010 빌리스, 0012 뿌라빠룬, 9917 안
Case 2 (7개)	0711 나리, 0603 에위니아, 0314 매미, 0208 나크리, 0215 루사, 9905 네일, 9907 올라
Case 3 (16개)	0704 마니, 0705 우사기, 0610 우콩, 0613 산산, 0514 나비, 0410 남태우른, 0415 메기, 0416 차바, 0418 송다, 0304 린파, 0306 소텔로, 0310 아타우, 0111 파북, 0006 볼라벤, 0014 사오마이, 9918 바트
Case 4 (2개)	0209 평센, 9908 퍼울

3. 태풍 위치별 한반도 강수량 분포

사례 1을 보면, 한반도를 기준으로 서쪽으로 진행한 태풍으로, 장마전선이 존재할 때는 일강수량이 200 mm를 초과한 반면 장마전선이 없을 때에는 평균 일강수량이 100 mm 정도였다. 태풍전면에 위치한 수렴대와 태풍의 상호작용으로 나타나는 강수가 많게 나타났는데 경기도, 충청남도 지역에만 한정되어 나타나는 경향을 보였다. 전선과의 상호작용으로 강수가 내린 사례를 제외하면 이 사례에서는 태풍중심과의 경도 거리가 4° 이상 떨어진 지역에서는 시간당 강수가 5 mm 이하로 매우 적게 나타났다.

사례 2는 한반도를 기준으로 북진하는 태풍으로 한반도의 남쪽에 위치한 제주도의 강수는 사례 1에서 언급한 전면수렴대가 존재할 때는 북위 23° 부근에서 강수가 시작되며 강수형태를 보면 태풍의 이동속도에 따라 다소 차이는 있지만 평균적으로 10시간 내에 집중호우가 나타나는 경향을 보이며 수렴대에 의한 영향의 강수도 같은 경향을 보인다. 이런 수렴대가 없는 태풍의 경우는 북위 29° 내지 30° 범위에 태풍이 위치하게 되면 강수가 나타나며 이것은 다른 수렴대에 의한 강수를 보인 태풍에서도 공통적으

로 나타나는 현상이다. 이런 점을 착안할 때 사례 2는 태풍에 의한 강수가 태풍과 위도 거리 3~4° 거리에서 나타나는 것을 알 수 있다. 이것은 제주도뿐만 아니라 다른 지역에서도 공통적으로 나타나는 현상이다. 강수량의 분포를 보면 지형적 요인에 의한 차이가 많이 나는 현상은 이미 알고 있는 현상이다. 지역적으로 보게 되면 북진형의 경우 강수량은 제주도, 전라남도, 경상남도를 중심으로 다른 지역에 비해 상대적으로 많은 강수량을 보이고 전라북도, 충청남도, 충청북도는 상대적으로 적게 나타났으며 경기도가 상대적으로 제일 적게 나타났다. 강원도는 태풍이 내륙지방에 상륙하여 울릉도 방향으로 북동진하는 진로를 보일 때에는 강수량이 상대적으로 높게 나타났다.

사례 3은 사례2에 비해서 집중적인 강수형태는 적고 60분당 강수가 10 mm 내외로 지속적인 강수형태를 보인다. 물론 여기에서도 수렴대에 의한 상호작용으로 내리는 강수는 집중적으로 내리는 경향은 사례 2, 사례 1과 비슷한 모습을 보이고 있다. 사례 3의 경우는 동해안에 인접한 지역에 상당히 많은 강수량을 보이고 있다. 특히 사례 3에서 린파(0304)는 일본열도로 북진한 태풍의 사례인데 한반도 남쪽지방에 수렴대에 의한 강수가 200 mm 이상 내린 사례로 태풍전면에서와 수렴대에 의한 상호작용으로 내리는 강수도 태풍에 의한 강수보다 어떻게 보면 더 위력적일 수 있다.

사례 4는 일본열도 남해상에서 서진형으로 진행한 태풍의 강수는 제주도와 전라남도 지역에만 강수를 보인다. 강수가 시작되는 위·경도를 보면 앞선 사례와는 다르게 태풍이 매우 근접한 북위 31.5~32°, 동경 128~129° 사이에서 강수가 시작되었다.

4. 토의와 향후 연구

태풍의 위치에 따른 각 사례별 분석 결과를 요약하면, 태풍에 의한 강수는 태풍과 한반도의 지역이 위·경도 거리가 4°에 근접하면 강수가 나타나지만 많은 사례에서 태

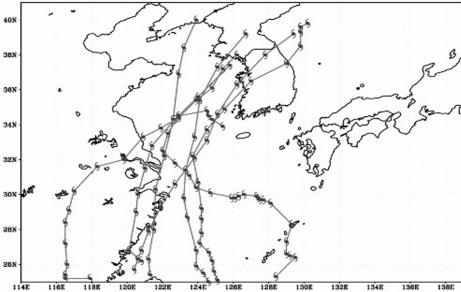
풍 전면대와 수렴대에 의한 상호작용으로 태풍의 그보다 먼 거리에서 강수가 시작되는 사례가 더 많았다.

사례 4에서는 일반적인 태풍의 진로는 아니지만 2개의 사례가 있었고 이 사례에서는 태풍이 보다 근접하였을 때 강수가 나타났다. 사례 1에서는 서쪽에서 다가오는 기단 또는 전선과 태풍에 의한 상호 작용으로 기단 또는 전선이 위치하는 지역에만 집중호우가 유발되었고 사례에서는 경기도와 충청남도 지역이 강수가 많았지만 충청남도는 태풍에 의한 강수는 적었다.

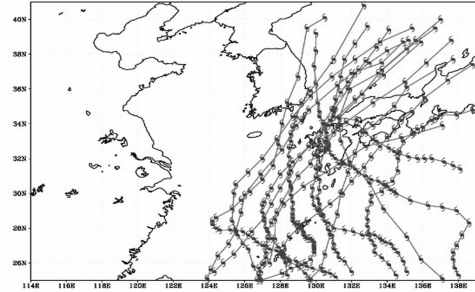
사례 2에서는 수렴대와 태풍 전면대와의 상호작용으로 남부지역을 중심으로 1차적인 강수가 시작되고 다시 태풍이 근접하면서 태풍에 의한 강수가 시작되는 분포가 많았다. 수렴대와 태풍의 상호작용으로 인한 강수는 수렴대가 포함하는 수증기에 따라 다르겠지만 수증기영상에서 수렴대가 뚜렷하게 나타나는 곳은 태풍에 의한 강수량 못지 않게 내리기도 한다.

사례 3에서는 일반적으로 태풍이 한반도 지역에 위·경도 4° 정도의 거리에 위치하지 않으면 강수가 상당히 적게 나타났다. 그러나 수렴대와 태풍 전면대와의 상호작용으로 인해 수렴대가 태풍의 진로에 영향을 받아 한반도에 위치하게 되면 강수가 많게 내리기도 한다. 사례 4에서는 앞선 사례와는 다르게 태풍이 매우 근접했을 때 강수가 내리고 제주도와 전라남도 지역만 강수가 있었으며 수렴대와 태풍 전면대와의 상호작용으로 인한 강수는 없었다. 이런 현상을 볼 때 수렴대와 태풍 전면대와의 상호작용으로 인한 강수가 태풍과 전선과의 상호작용으로 인한 강수만 큼이나 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

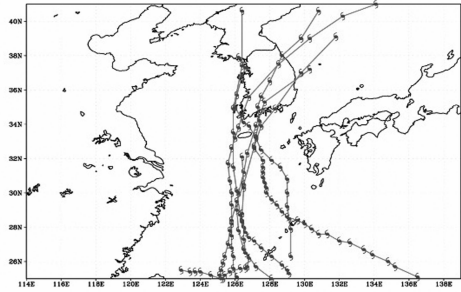
본 연구에서는 태풍진로와 전면수렴대, 장마전선 존재 등에 따라 한반도에서 강수의 공간분포가 다르게 나타남을 보였다. 앞으로 관련된 일기도 분석과 연직구조 등 분석 등이 추가할 것이다.



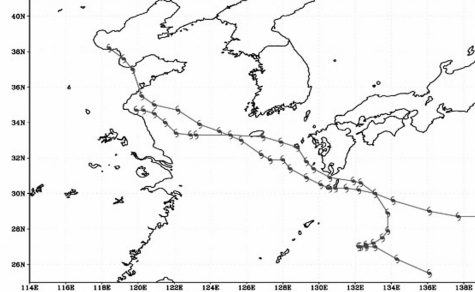
〈Fig. 1(a)〉 사례 1의 태풍 진로도(7개)



〈Fig. 1(c)〉 사례 3의 태풍 진로도(16개)



〈Fig. 1(b)〉 사례 2의 태풍 진로도(6개)



〈Fig. 1(d)〉 사례 4의 태풍 진로도(2개)

참고문헌

1. 기상청, 2005 : 태풍에 관한 장·단기 연구계획수립 및 태풍 센터 설립방안 조사, 160pp.
2. 박윤희, 박중숙, 이경희, 신도식, 2006 : 바람장 분석을 통한 태풍의 진로 예보. 기상기술지, 2, 1-8.
3. 박창용, 문자연, 차은정, 윤원태, 최영은, 2008, 최근 한반도 여름철 강수 특성의 변화, 대한지리학회지, 43(3), 1-13.
4. 차은정, 이우정, 권혁조, 2007 : 북서태평양에서 엘니뇨-남방진동과 관련된 대기대순환과 태풍활동도 변동성에 관한 연구. 제5차 기후변화 학술대회 초록집, 78-80pp.
5. 차은정, 이경희, 박윤희, 박중숙, 심재관, 인희진, 유희동, 권혁조, 신도식, 2007 : 2006년 태풍 특징과 태풍 예보의 개선방향. 대기, 17(3), 299-314.
6. 차은정, 박윤희, 권혁조, 2008 : 2007년 태풍 특징. 대기, 18(3), 183-192.
7. 차은정, 심재관, 권혁조, 2008 : 현업예보 관점에서 태풍의 온대저기압화 판단 과정에 대한 고찰. 한국지구과학회지, 29(7), 567-578.
8. 차은정, 권혁조, 2008 : 태풍의 장기 예측 현황과 전망. 한국방재학회지, 8(4), 44-48.
9. 차은정, 황호성, 양경조, 원성희, 고성원, 김동호, 권혁조, 2009 : 2008년 태풍 특징. 대기, 19(2), 183-198.
10. 차은정, 권혁조, 2009 : 지구온난화와 태풍. 한국방재학회지, 9(1), (인쇄중).
11. Cha, E.-J., Kimoto, M., Lee, E.-J., and Jhun, J.-G., 2007 : The recent increase in the heavy rainfall events

- in August over the Korean Peninsula, *J. Korean Earth Science Soc.*, 28(5), 585-597.
12. 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.
13. 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/Text2005.pdf>.
14. Japan Meteorological Agency, 2007 : Monthly report on the climate system, http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/db/diag/2007/index/html/soirolru/index_html_soiolru_2007.html (in Japanese).
15. 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.
16. 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.

감사의 글

이 연구는 국가태풍센터 시험연구비의 지원으로 수행되었습니다.