

한반도 상륙 태풍의 진행에 따른 바람 분포 특성 - 태풍 "루사"와 "매미" 사례의 비교 분석 -

김백조 · 심재관 · 정효상¹ · 이성로 · 김호경²

1. 서론

매년 3~4개의 태풍에 의해 직·간접적인 영향을 받고 있는 우리나라는 2002년에 태풍 "루사(0215)"가 강원도 영동지방에 사상 유례가 없는 일 강수량 870.5mm의 집중호우로, 또 바로 다음 해인 2003년에 태풍 "매미(0214)"가 순간풍속 60.0 m/s의 강풍과 강력한 폭풍 해일로 엄청난 인명과 재산 피해가 발생하였다. 이같이 태풍피해는 태풍에 동반된 집중호우, 강풍이나 해일에 의해 주로 발생하므로 정확한 태풍 진로와 강도예보와 함께 태풍에 수반된 집중호우나 강풍, 해일에 대한 체계적인 분석 연구가 필요하다.

태풍에 관한 연구 분야를 크게 분류해 보면, 1) 수치적, 통계적 기법을 이용한 태풍 진로 및 강도에 관한 연구, 2) 태풍재해(집중호우, 폭풍해일, 강풍)에 관한 연구, 3) 태풍 구조 및 분석에 관한 연구, 그리고 4) 태풍 관측에 관한 연구로 나누어진다.

무엇보다 태풍예보에 있어서 중요한 것이 정확한 태풍 진로예보이므로 이를 위해서 다양한 접근방법과 모델들이 개발되었다. 태풍 진로예보를 위해 사용된 수치모델들은 GDAPS(Global Data Analysis and Prediction System)와 같은 전지구 모델이거나 중규모 모델(Mesoscale Model, MM5)이며, 통계모델은 동적선형모형 등이 있다(Kwon and Park, 1997; 손건태 등, 2001). 특히 중규모 수치모델을 기반으로 태풍 강수띠(rain bands)와 태풍-대류규모간의 상호작용을 연구하기도 하였다. 다른 한편으로 태풍진로에 대한 기후학적 특성을 파악하기 위하여 태풍 발생, 빈도, 진로와 같은 태풍활동의 변화 양상 조사와 태풍진로 유형을 분류하였다(이동규 등, 1992; 강인식 등, 1995; 손건태 등, 1998). 태풍관련 재해기상현상에 관한 연구로는 태풍에 동반된 집중호우의 종관 기상학적, 수치적 연구과 태풍진로에 따른 폭풍 해일 특성 분석 연구에 주로 초점을 두었다(박종길과 문승의, 1989; 이다운 등, 2005). 이와 비교해 볼 때, 태풍에 동반된 강풍에 대한 연구는 다소 부족함을 알 수 있다. 최근에 위성 관측자료(TRMM TMI, NOAA-16/AMSU, SSM/I, GMS TBB)와 레이다 관측자료(시선속도, 에코)를 이용한 태풍 중심위치 결정 방법과 태풍 강도분석 및 강우강도 산출 알고리즘을 개발하였다(서애숙 등, 1992; 박혜숙 등, 2003). 한편, 태풍 구조에 관한 연구는 KLAPS(Korea Local Analysis and Prediction System)를 이용한 태풍 "루사"의 역학적 기구 분석 연구(Kim and Cho, 2004)와 3시간별 고층관측자료를 토대로 태풍 "루사" 중심 구조를 분석한 관측적 연구를 그 예로 들 수

¹기상연구소, ²목포대학교

있다(Kim et al., 2005). 태풍재해경감을 위해 태풍에 대한 다양한 연구가 체계적으로 진행되어 왔으나, 태풍 강도변화 연구와 특히, 태풍동반 강풍에 관한 연구가 아주 제한적으로 수행되었음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 태풍의 구조 및 강도변화가 가장 급격하게 일어나는 태풍 상륙 후 태풍 진행방향에 따른 바람분포의 변화 특성을 분석하고자 한다.

태풍 중심 위치와 태풍 중심으로부터 최대 풍속의 반경은 태풍 강도와 진로 예보에 있어서 중요하다. 이와 관련된 국내 연구로는 하경자 등(1997)이 **GMS(Geostationary Meteorological Satellite)** 기상위성의 적외 파장역의 상당흑체온도(**TBB, Temperature of Black Body**) 관측자료를 이용하여 태풍의 중심 위치 결정과 중심으로부터 최대 풍속이 나타나는 지점까지의 거리를 찾는 추정 방법을 제시하였다. 1993년과 1994년의 3개의 태풍사례에 대해 분석한 결과, 태풍 최대풍속 거리는 최저 30km에서부터 최대 140km로 태풍의 강도와 눈의 발달 정도에 따라 다양하게 나타났다.

본 연구에서는 최근 우리나라에 엄청난 기상재해를 초래한 2002년 태풍 “루사”와 2003년 태풍 “매미” 사례에 대해 한반도 상륙 후 태풍의 진행에 따른 바람분포 특성을 비교 조사하였으며, 특히 태풍 동반 풍속에 미치는 지표 마찰 효과를 체계적으로 분석하기 위하여 해안별, 태풍 중심으로부터의 반경별, 그리고 관측소의 고도별 풍속변화를 분석하였다.

2. 자료 및 분석방법

2.1 자료

태풍 상륙 후 진행에 따른 바람의 공간 분포 특성을 알아보기 위하여 우리나라 전역에 고루 분포한 기상관서 중에서 제주도과 울릉도, 흑산도 등 같은 도서지역에 위치한 기상관서를 제외한 67개 지점의 시간별 바람자료를 사용하였다. 시간별 바람자료는 기상관서에서 설치된 관서용 **AWS(Automatic Weather System, 자동기상관측장비)**의 풍향풍속계에서 관측된 것이다. 우리나라에 상륙 후 태풍 “루사(0215)”와 “매미(0314)”의 시간별 중심위치 자료는 위성자료에 기반을 둔 객관적인 드보락기법(**Objective Dvorak Technique**)으로 구하였으며, 태풍의 중심위치(위·경도)자료를 표 1에 제시하였다. 또한 태풍의 진행에 따라 최대풍속이 지속적으로 나타나는 지역에서 10분별 풍속, 풍향의 특성을 파악하기 위하여 이들 지역에 위치한 관서용 **AWS**에서 관측된 풍향풍속자료를 활용하였다.

2.2 분석방법

우선 태풍 “루사(0215)”와 “매미(0314)”의 한반도 상륙 후 진행에 따른 바람벡터의 특성을 분석하였다. 바람벡터 분석에서 지속적으로 강풍이 나타난 지역에 대해 10분별 풍향풍속자료를 이용하여 시계열 특성을 조사하였다. 일반적으로 태풍은 육지에 상륙하면서 지표 마찰에 의해 서서히 약화된다. 태풍이 약화되는 단계에서 육지보다 지표 마찰이 적게 받는 해안지역에서의 태풍 진행에

다른 바람 특성을 알아보기 위하여 해안별(동해안, 서해안, 남해안) 풍속의 시계열 분석을 실시하였다. 태풍에 동반된 강풍 반경을 조사하기 위하여 태풍 중심으로부터의 바람관측지점까지의 거리를 계산하여 그 반경이 20km이하, 20km~50km, 50km~100km, 100km~200km, 200km~300km, 300km~400km, 400km~500km인 경우의 평균 풍속의 분포 특성을 나타내었다. 또한 태풍 진행에 따라 기상관측지점이 위치한 고도에 따른 바람 특성을 파악하기 위하여 관측지점의 고도를 50m이하, 50~100m, 100~400m, 400m 이상으로 구분하여 그 변화 특성을 제시하였다.

Table 1. List of time, latitude, longitude associated with locations of typhoons Rusa(0215) and Maemi(0314) after their landfall.

Name location Serial No.	Typhoon Rusa(0215)			Typhoon Maemi(0314)		
	Time	Latitude	Longitude	Time	Latitude	Longitude
1	1500LST 31 Aug. 2002	34.3N	127.3E	1900LST 12 Sept. 2003	34.1N	127.7E
2	1600LST 31 Aug. 2002	34.5N,	127.3E	2000LST 12 Sept. 2003	34.5N	128.0E
3	1700LST 31 Aug. 2002	34.7N	127.4E	2100LST 12 Sept. 2003	35.1N	128.4E
4	1800LST 31 Aug. 2002	34.9N	127.4E	2200LST 12 Sept. 2003	35.3N	128.4E
5	1900LST 31 Aug. 2002	35.1N	127.4E	2300LST 12 Sept. 2003	35.7N	128.5E
6	2000LST 31 Aug. 2002	35.3N	127.4E	2400LST 12 Sept. 2003	35.8N	128.7E
7	2100LST 31 Aug. 2002	35.5N	127.4E	0100LST 13 Sept. 2003	36.4N	129.1E
8	2200LST 31 Aug. 2002	35.7N	127.4E	0200LST 13 Sept. 2003	36.8N	129.3E
9	2300LST 31 Aug. 2002	35.8N	127.5E	0300LST 13 Sept. 2003	37.2N	129.6E
10	2400LST 31 Aug. 2002	35.9N	127.6E			
11	0100LST 1 Sept. 2002	36.0N	127.5E			
12	0200LST 1 Sept. 2002	36.2N	127.6E			
13	0300LST 1 Sept. 2002	36.4N	127.7E			
14	0400LST 1 Sept. 2002	36.5N	127.8E			
15	0500LST 1 Sept. 2002	36.7N	127.9E			
16	0600LST 1 Sept. 2002	36.9N	128.0E			
17	0700LST 1 Sept. 2002	37.1N	128.1E			
18	0800LST 1 Sept. 2002	37.3N	128.2E			
19	0900LST 1 Sept. 2002	37.4N	128.2E			
20	1000LST 1 Sept. 2002	37.6N	128.2E			
21	1100LST 1 Sept. 2002	37.7N	128.3E			
22	1200LST 1 Sept. 2002	38.0N	128.4E			
23	1300LST 1 Sept. 2002	38.2N	128.5E			
24	1400LST 1 Sept. 2002	38.4N	128.9E			

3. 결과

3.1 태풍 진로 특성

먼저 태풍 "루사"와 "매미"의 한반도 상륙 후 동해상으로 진출하는 동안 태풍 진로 특성과 태풍 중심기압과 중심부근 최대풍속 변화를 조사하였다.

태풍 "루사"는 8월 31일 1530LST경 전남 고흥반도 남쪽 해안(34.4N, 127.4E)에 태풍(TY, 960hPa)의 세력을 유지하면서 상륙하였다(Fig. 1). 이 시각의 중심부근 최대풍속은 36m/s이었다. 8월 31일

1800LST경에 전남 순천 부근을 지나 2100LST경 전북 남원 부근에서 강한 열대폭풍(STS, 975hPa)으로 그 세력이 약화되었고, 차정 무렵에 다시 열대폭풍(TS, 980hPa)으로 세력이 급격히 약화되었다. 9월 1일 0300LST경 충북 보은 부근(36.4N, 127.9E)을 중심기압 985hPa으로 통과하면서 북북동진하여 0600LST경에 충주 부근(37.0N, 128.1E)을 지나 1200LST경에 강원도 인제 부근을 통과하였다. 그 날 1500LST경 속초 북동쪽 약 130km 지점(38.9N, 129.7E)에서 태풍이 급격히 약화되어 중심부근 최대풍속이 18m/s를 가진 열대성 저압부(TD)로 변질되면서 동해북부 해상으로 진출하였다(Fig. 1). 태풍이 상륙하여 동해상으로 통과하는 데 약 24시간 정도가 걸렸으며, 이 시간동안 중심기압은 32hPa 정도 상승하였으며, 풍속은 약 18m/s정도 약화되었다(Table 2).

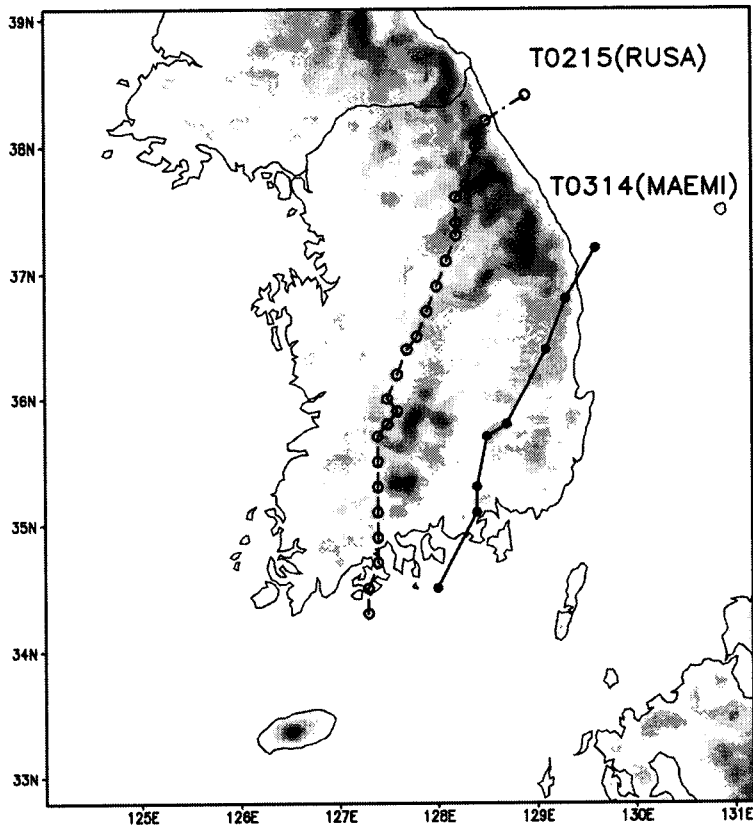


Fig. 1. Tracks of typhoons Rusa(0215) and Maemi(0314).

한편, 태풍 “매미”는 9월 12일 20시경에 경남 사천시(34.1N, 127.7E) 부근 해안에 상륙하였다(Fig. 1). 이 시각에 추정된 중심기압은 954hPa, 중심부근 최대풍속은 약 40m/s로 강한 바람과 함께 많은 비를 동반하였고, 특히 거제도 부이의 파고는 약 17m를 기록하였다. 우리나라 남해안에 상륙한 태풍은 북북동진하여 12일 24시경에 대구광역시 남동쪽 20km 부근 지점(35.8N, 128.7E)을 거쳐 13일 03시경 울진부근(37.2N, 129.6E) 해안을 통해 동해상으로 진출하였다(Fig. 1). 동해상으로 진출할 당

시의 태풍 중심기압은 약 970hPa, 중심부근 최대풍속은 약 31m/s를 기록하였다. 따라서 한반도 상륙 후 통과할 때까지 걸린 8시간 동안 기압은 16hPa정도 상승하였으며, 풍속은 9m/s정도 약화되었다(Table 2).

태풍 "루사"와 "매미"의 진로 특성을 살펴보면, 태풍 "루사"는 남해안에 상륙 후 한반도 중앙을 가로지르면서 소백산맥, 태백산맥과 같은 커다란 산맥을 24시간 동안 통과한 반면, 태풍 "매미"는 남동지역의 상대적으로 낮은 산악지역이나 평야지역을 8시간에 걸쳐 통과하였다. 한반도 상륙 당시 태풍 중심기압은 태풍 "매미"가 6hPa정도 높았으며, 특히 태풍 "매미"는 한반도 남동지역을 통과하면서 세력이 약화되었음에도 불구하고 풍속은 여전히 강하였음을 알 수 있다.

Table 2. Appearance times, central pressures and maximum sustained wind speeds and their differences at the landfalling and passage steps of typhoons Rusa and Maemi.

Typhoon		Step	Landfall	Passage	Difference
Typhoon Rusa	Time		1500LST 31 Aug. 2002	1400LST 1 Sept. 2002	24hr
	Central Pressure		960hPa	992hPa	32hPa
	Max. Wind Speed		36m/s	18m/s	18m/s
Typhoon Maemi	Time		2000LST 12 Sept. 2003	0300LST 13 Sept. 2003	8hr
	Central Pressure		954hPa	970hPa	16hPa
	Max. Wind Speed		40m/s	31m/s	9m/s

3.2 해안별(동해안, 남해안, 서해안) 풍속 변화

한반도 상륙 후 태풍의 진행에 따른 해안별 풍속변화를 알아보기 위하여 동해안에 위치한 속초, 강릉, 동해, 울진, 영덕, 포항, 울산지점을 Region I으로, 남해안에 위치한 부산, 거제, 통영, 남해, 여수, 고흥, 완도, 마산, 해남, 장흥지점을 Region II으로, 그리고 서해안에 위치한 강화, 인천, 서산, 보령, 군산, 부안, 목포지점을 Region III으로 3지역으로 구분하였다. 이렇게 구분된 지역에 대해 태풍 상륙 후 동해상으로 진출하는 동안 지점별 풍속을 산술평균하였다. 여기서 구한 평균 풍속은 지점별 바람벡터를 동서성분(u), 남북성분(v)으로 분해하여 각 성분별 지역 평균을 구한 후 풍속을 환산하는 것보다 다소 큰 값을 보인다. 태풍 진행에 따른 해안별 풍속변화의 경향을 파악하는 데는 풍속 값의 크기가 크게 중요하지 않기 때문에 해석이 가능하다.

Fig. 2은 태풍 "루사"와 "매미"의 한반도 상륙 후 진행에 따른 해안별 풍속변화를 나타낸 것이다. 먼저 태풍 "루사"의 경우를 살펴보면(Fig. 2a), 서해안의 풍속이 대체적으로 남해안과 동해안의 풍속보다 크며, 다만 태풍이 전북 내륙지방에 위치한 경우 남동지역의 풍속 증가로 말미암아 동해안의 풍속이 다소 크다. 이것은 태풍 중심으로 유입되는 북풍류가 서해안에서 전 기간동안 동해안보다 탁월하였음에 기인된다. 그 이유는 태풍 진로가 주로 소백산맥의 왼쪽을 따라 북북동진하면서 동해안과의 거리가 서해안에 비해 떨어져 있기 때문이다. 태풍이 상륙한 남해안의 풍속은 태풍 상륙 시각에 12.2m/s로 서해안의 풍속과 거의 비슷하였으나, 태풍이 내륙으로 북동진하면서 남해안과 거리가 멀어져 서서히 약화되었다. 동해안의 풍속은 태풍 상륙 후 서서히 증가하다가 8월 31일

2200LST에 11m/s로 최대값을 보인 후 서서히 약화하였다. 특히 흥미로운 것은 태풍이 동해안으로 진출하였음에도 불구하고 태풍이 동해안을 빠져나간 9월 1일 1400LST에 풍속(3.6m/s)이 서해안(5.7m/s)와 남해안(5.5m/s)보다 2m/s정도 약하였다. 이같은 특징은 태풍이 동해안으로 근접하면서 태풍 중심으로 불어 들어가는 기류가 남해안 또는 서해안에 그 중심축이 놓이기 때문으로 판단된다.

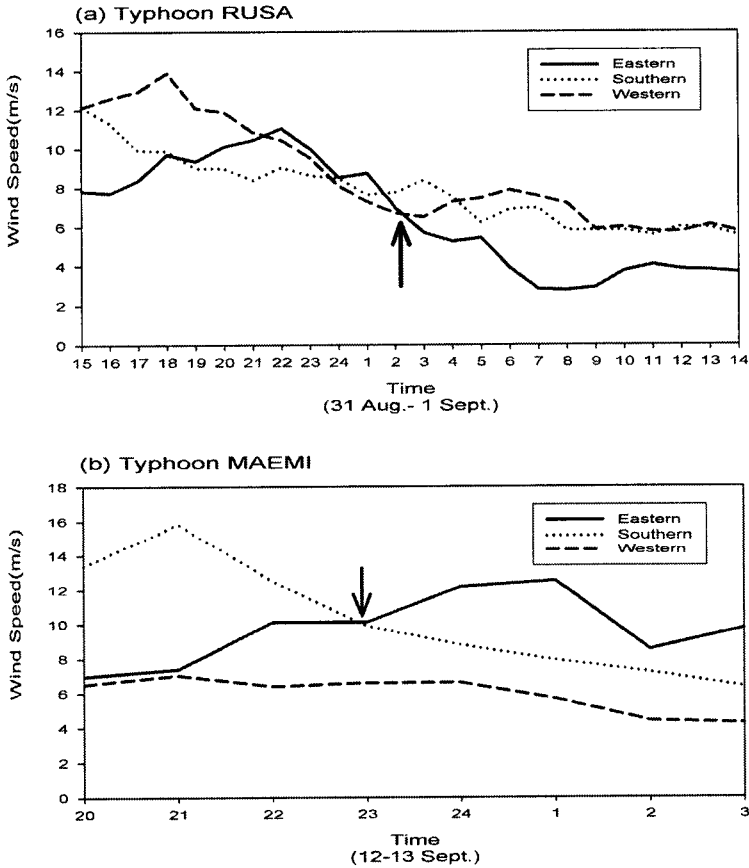


Fig. 2. Variations of averaged wind speed in coastal regions for (a) typhoon Rusa and (b) typhoon Maemi.

태풍 “루사”와 다르게 태풍 “매미”의 경우(Fig. 2b), 남해안으로 상륙한 태풍의 영향으로 상륙 당시 남해안이 13.4m/s, 서해안과 동해안은 각각 6.9m/s와 6.5m/s로 남해안의 풍속이 다른 해안보다 2배 정도 강하였다. 또한 동해상으로 태풍이 진출하는 시각에서도 동해안의 풍속이 다른 해안보다 높게 나타났다. 남해안의 풍속이 동해안의 풍속보다 약하기 시작한 시각은 8월 12일 2300LST였다. 이는 태풍 중심부근에서 뚜렷한 저기압성 순환 구조로 인하여 지표 마찰을 적게 받는 태풍 중심에서 오른쪽에 동해안이 놓여 강한 동풍 내지 남풍류의 유입 때문이다. 서해안의 풍속은 태풍 상륙 후 통과 시각까지 4~6m/s로 나타나 큰 변화를 보이지 않았다.

3.3 태풍 중심으로부터 반경별 풍속 변화

일반적으로 태풍에 동반된 풍속은 태풍 눈벽에서 가장 강하고 주변으로 가면서 서서히 약화된다. 하지만 육지에 상륙하면서 태풍-육지 상호작용에 의해 태풍 눈의 구조가 조직화 되지 못하게 된다. 이와 같이 태풍 상륙 후 지표가 태풍에 동반된 풍속에 미치는 영향을 알아보기 위하여 태풍 중심으로부터 20, 50, 100, 200, 300, 400, 500km에서의 평균 풍속을 계산하였다.

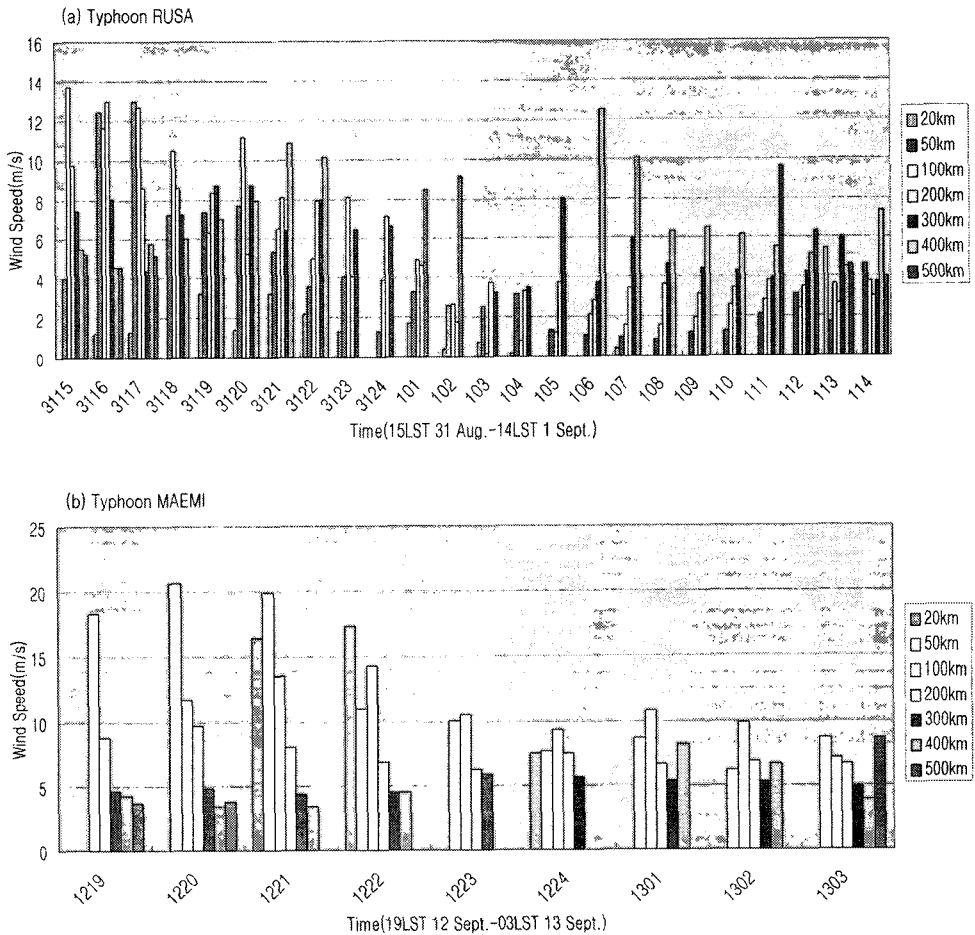


Fig. 3. Variations of averaged wind speed in each radial distance(20, 50, 100, 200, 300, 400, 500km) between the location of typhoon and observation station : (a) typhoon Rusa and (b) typhoon Maemi.

Fig. 3는 태풍 “루사”와 “매미”가 한반도에 상륙 후 진행함에 따른 반경별 평균 풍속을 나타낸 것이다. 위성 영상을 통하여 상륙 단계에서 태풍 “루사”의 중심 구조를 살펴보면, 태풍이 육지에 상륙할 때 태풍 중심 구조가 무너지면서 태풍 눈의 영역이 넓어졌다(그림 미제시). 이와 관련하여 상륙 후 1~2시간 동안에는 풍속이 태풍 중심에서 다소 떨어진 반경

20~100km에서 강하다가 시간이 지남에 따라 서서히 반경이 넓어져 반경 300~400km으로 전이되었다(Fig. 4a). 태풍이 한반도 내륙 중심으로 이동하면서 반경 300km이상 떨어진 지역에서 풍속이 강하였다. 이것은 태풍 중심부근은 지표 마찰에 의해 풍속이 약하지만, 반경 300km정도 떨어진 해안지역에서는 이같은 지표 마찰의 효과가 상대적으로 작기 때문이다. 특히 태풍이 영동지역으로 이동할 때, 남서지역의 풍속이 강해지면서 반경 400km이상에서 뚜렷한 풍속 증가가 나타났다(Fig. 4a).

태풍 “매미”의 경우(랑. 4b), 태풍이 남해안에 상륙하기 직전에는 반경 100km에서 풍속이 강하였으나 태풍이 상륙하면서 반경 50km에서 풍속이 갑자기 증가하였다. 또한 태풍이 상륙 후에도 태풍 중심 부근의 강한 저기압성 순환의 영향으로 반경 20km이내의 풍속이 강하게 나타났다. 태풍 경북 남서지역을 거쳐 경북북부지역으로 통과하면서 모든 반경의 풍속이 10m/s이하로 약하게 나타났다. 이처럼 태풍에 동반된 풍속의 반경별 분포는 태풍이 육지를 통과하면서 나타나는 태풍 강도와 규모변화와 매우 밀접한 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

최근에 우리나라에 엄청난 기상재해를 초래한 2002년 태풍 “루사”와 2003년 “매미” 사례를 선정하여 태풍 상륙 후 한반도를 진행하면서 나타나는 바람분포 특성을 제주도와 일부 도서지역의 기상관서를 제외한 67개 지점을 바람자료를 이용하여 비교 분석하였다.

태풍 “루사”와 “매미” 모두 남해안에 상륙하여 내륙으로 진행하였지만, 태풍 “루사”는 24시간 한반도를 통과하면서 바람이 많이 약하였으나 태풍 “매미”는 동해안으로 진출할 때까지 풍속의 차이가 9m/s로 크게 약화되지 않았다. 일반적으로 태풍 중심부근의 풍속이 가장 강하고 그 주변으로 갈수록 약화되지만, 육지에 상륙하면서 태풍-육지 상호작용으로 이러한 풍속 특성이 달라진다. 태풍 “루사”의 경우, 마찰의 영향을 적게 받는 해안지역이 태풍 중심이 지나는 내륙지역보다 풍속이 강하였다. 특히 서해안의 풍속이 남해안과 동해안보다 풍속이 크게 나타났다. 태풍 “매미”의 경우, 상륙 당시 풍속이 강하여 육지에 상륙한 후에도 태풍 중심부근에서 강하여 상륙단계에서는 남해안이, 상륙후 내륙으로 진행할 단계에는 태풍 중심부근의 저기압성 순환에 의해 동해안이 강하게 나타났다. 태풍 중심으로부터 반경별 풍속의 변화 특성을 살펴본 결과, 태풍 “루사”의 경우, 상륙 후 1~2시간 동안에는 풍속이 태풍 중심에서 다소 떨어진 반경 20~100km에서 강하다가 시간이 지남에 따라 서서히 반경이 넓어져 반경 300~400km으로 전이되었다. 또한 특히 태풍이 영동지역으로 이동할 때, 남서지역의 풍속이 강해지면서 반경 400km이상에서 뚜렷한 풍속 증가가 나타났다. 반면에 태풍 “매미”의 경우, 태풍이 남해안에 상륙하기 직전에는 반경 100km에서 풍속이 강하였으나 태풍이 상륙하면서 반경 50km에서 풍속이 갑자기 증가하였다. 이처럼 태풍에 동반된 풍속의 반경별 분포는 태풍이 육지를 통과하면서 나타나는 태풍 강도와 규모변화와 매우 밀접한 것으로 판단된다.

2008년 태풍센터의 개소로 현재보다 한 차원 높은 대국민 태풍정보 제공 서비스가 요구 되므로

이러한 수요자 요구에 부응하기 위해 다양한 태풍정보를 개발하여야 한다. 특히 태풍 동반 강풍에 관한 태풍정보콘텐츠(Wind Probability, Wind Speed Probability, Wind Swath)를 개발할 경우, 태풍에 동반된 강풍의 시·공간 변동특성 조사가 반드시 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

이 연구의 일부는 2006년도 기상연구소 주요사업인 "태풍 감시 및 예측 시스템 개발 연구"의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Baek-Jo Kim, Chun-Ho Cho, Hyo-Sang Chung, Sun-Hee Shin, 2005 : A Study on the Intensity Change of Typhoon Nakri(0208) : Observation and GDAPS Data Analysis, *J. Korean Meteorological Society*, 41(5), 763-776.
- [2] Yong-Sang Kim, Chun-Ho Cho, 2004 : The Impact of Improved Initial Fields on the Simulation of Typhoons Approaching to the Korean Peninsula, *2004 Joint AOGS 1st Annual Meeting & 2nd APHW Conference*, Singapore from July 5 to 9, 2004.
- [3] Kwon, H. J. and S. W. Park, 1997 : Barotropic adaptive-grid typhoon simulation model, *22nd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology*, 19023 May, 1997, Ft. Collins, Colorado, 471-472.
- [4] 강인식, 이양미, 안순일, 1995 : 서태평양 지역에서 태풍 활동의 경년변화와 엘니뇨, *한국기상학회지*, 31권 1호 15 ~ 26.
- [5] 서애숙, 김금란, 이충기, 이미선, 1992 : 기상위성 영상에서의 태풍 중심위치 결정 방법, *한국기상학회지*, 28권 3호, 333-346.
- [6] 손건태, 백지선, 김백조, 김현애, 문승의, 1998 : 태풍진로 유형분석 : 1977 - 1996 년 북서태평양 발생 태풍, *한국기상학회지*, 34권 4호, 586-592.
- [7] 손건태, 권혁조, 서애숙, 2001 : 태풍진로예측을 위한 Systematic Approach 와 BATS 예보치의 체계적 특성 및 동적선형모형, *한국기상학회지*, 37권 4호, 295-304.
- [8] 박종길, 문승의, 1989 : 우리나라의 태풍에 의한 강수의 특성, *한국기상학회지*, 25권 2호, 45-55.
- [9] 박혜숙, 김금란, 김병선, 서애숙, 2003 : 위성영상자료를 이용한 태풍강도지수 산출방법 및 응용사례, *한국기상학회지*, 39권 2호, 279-290.
- [10] 이다운, 이호만, 서장원, 유승협, 윤용훈, 2005 : 신경망을 이용한 폭풍해일 예측 연구, *한국기상학회지*, 41권 5호, 661-670.
- [11] 이동규, 장동언, 위태권, 1992 : 한반도에 접근하는 태풍, 1960-1989 제1부 : 통계와 종관개요, *한국기상학회지*, 28권 2호, 133-147.
- [12] 하경자, 김기영, 여미현, 1997 : GMS TBB를 이용한 태풍 최대 풍속 반경의 추정, *한국기상학회지*, 33권 4호, 677-690.