

발생 해역별 태풍의 수와 세기에 관한 연구

설 동 일†

† 한국해양대학교 항해시스템공학부

A Study on Typhoon Numbers and Intensity According to the Sea Areas of Occurrence

Dong-Il Seol†

† Division of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 최근 22년간(1986~2007년)의 기상청 자료를 이용하여 태풍의 발생 해역별(A해역: 캐롤라인·마셜군도 부근 해역, B해역: 북위 20도 이북 해역, C해역: 필리핀 근해, D해역: 남중국해)로, 태풍의 발생 수 및 세기에 관하여 분석하였다. 태풍의 연평균 발생 수는 26.3개로, 모든 해역에서 공통적으로 감소하는 추세를 보인다. 특히, A해역에서 감소 추세가 현저하고, D해역에서는 감소 추세가 미미하다. 태풍이 가장 많이 발생하는 해역은 A해역(연평균 13.8개, 전체의 약 53%)이고, 그 다음은 C해역(5.6개, 약 21%), B해역(3.8개, 약 14%), D해역(3.1개, 약 12%)의 순서이다. 태풍의 세기는 A해역에서 발생하는 것이 가장 강하고(중심최저기압의 평균 951hPa), 그 다음은 C해역(970hPa), B해역(975hPa), D해역(983hPa)의 순서이다. 그리고 전 해역을 대상으로 하여 연평균 중심최저기압의 시계열 분포를 살펴보면, 태풍의 중심최저기압은 미세하게 하강하는 추세를 보인다. 이는 태풍의 세기가 서서히 강해지고 있음을 의미한다. 급변의 연구 결과는 지구 온난화에 따른 태풍의 수와 세기의 변화에 대한 여러 수치실험 결과와 일치한다.

핵심용어 : 발생 해역, 태풍의 수, 태풍의 세기, 중심최저기압의 평균, 지구 온난화

Abstract : Typhoon numbers and intensity according to the sea areas of occurrence(sea area of A : Caroline · Marshall Islands and vicinity, sea area of B : north of 20°N, sea area of C : greater coasting area of Philippines, sea area of D : South China Sea) were analyzed for 22years from 1986 to 2007 using the meteorological administration's data. Yearly mean typhoon numbers are 26.3 and are showed decreasing trend in the sea areas of A, B, C and D. The decreasing trend is especially notable in the sea area of A and is slight in the sea area of D. Yearly mean typhoon number is most in the sea area of A(13.8, about 53% of all), the next orders are the sea area C(5.6, about 21%), sea area of B(3.8, about 14%) and sea area of D(3.1, about 12%). Typhoon intensity is strongest in the sea area of A(mean central minimum pressure : 951hPa), the next orders are the sea area C(970hPa), sea area of B(975hPa) and sea area of D(983hPa). The time series of yearly mean central minimum pressures for whole sea area is showed slightly decreasing trend, it means that typhoon intensity is strengthened gradually. Results of this ste seare in accord with simulated results on typhoon vntrations in the global warming.

Key words : sea area of occurrence, typhoon numbers, typhoon intensity, mean central minimum pressure, global warming

1. 서 론

선박의 안전 및 경제적인 운항을 크게 위협하는 기상현상으로는 열대저기압과 온대저기압 그리고 계절풍을 들 수 있다. 이 3가지 기상현상 중에서 특히, 열대저기압은 막대한 에너지를 갖는 거대한 공기의 소용돌이로 기상현상 중에서 가장 강렬하고 파괴적인 것의 하나로 그것이 통과하면 부근에 많은 피해를 입히게 된다(설, 2008a). 지구상의 열대저기압 중에서 북태평양 남서부의 열대 및 아열대 해역에서 발생하여 역내의 최대풍속이 17m/s 이상에 달하는 것을 우리나라에서는 태풍이라고 부른다(김, 1992). 태풍은 전 지구상에서 발생하여 현저히 발달하는 열대저기압의 약 40%를 차지한다.

1980년에는 여름철에 강력하게 발달하는 태풍에 의하여 2척

의 대형선박이 북태평양에서 연이어 실종되는 초유의 해양사고가 발생하였다. 1980년 7월 23일에는 광석전용선 해당화호가 필리핀 민다나오섬 동안(東岸) 60마일 부근 해상에서 실종되었고, 9월 10일에는 광석전용선 더비샤 이아호가 일본 오키나와 부근 해상에서 실종되었다. 그리고 최근인 2008년 6월 21일에는 마닐라를 출항한 여객선 Princess of the Stars호가 필리핀 중부의 산 페난도 해역에서 강력한 태풍의 영향으로 전복되어 약 800명이 사망하거나 실종되는 대형 해양사고가 발생하였다(설, 2008b).

이처럼 태풍은 안전한 항해를 제일의 목표로 추구하는 선박에게 있어서 매우 위험스러운 존재이다. 선박의 항해자가 태풍의 발생 및 발달, 세기, 이동경로 등을 정확히 예측하고 효과적으로 대응하는 것은 반드시 해야 할 기본적인면서도 매우 중요

† 교신저자 : 설동일(정회원), seol@hhu.ac.kr 051)410-4271

한 업무인 데, 이와 같은 업무의 수행은 주로 지상일기도와 고층일기도의 정확한 해석 및 각종 예보 지침의 철저한 이해가 있어야 가능하다. 그리고 근래 크게 문제가 되고 있는 지구 온난화와 그에 따른 기후 변화, 이상기상(異常氣象)의 출현 등에 대하여도 보다 깊이 있는 전문 지식을 가져야 하고, 그것들을 적극 활용할 수 있어야 한다.

福地(1997)는 태풍의 발생 및 발달, 세기와 관련한 중요한 예보 지침으로 “캐롤라인·마셜군도 부근에서 발생하는 태풍은 발달하기 쉬우며, 중심최저기압의 평균은 940hPa이다. 그에 비하여 북위 20도 이북(以北), 필리핀 근해 및 남중국해에서 발생하는 태풍은 그다지 발달하지 않으며, 중심최저기압의 평균은 980hPa이다.” 라고 하는 내용을 제시하고 있다.

이 연구에서는 근래의 지구 온난화와 그에 따른 기후 변동, 이상기상의 출현 빈도 증가의 관점에서 태풍의 발생 해역에 초점을 맞추어, 그 발생 해역별로 태풍의 발생 수 및 세기의 차이 및 시계열에 따른 변화 경향 등을 분석하고자 한다.

연구 방법에 있어서, 태풍의 발생 해역은 福地(1997)의 예보 지침에 근거하여 캐롤라인·마셜군도 부근 해역(북위 20도 이남(以南) 및 동경 135도 이동(以東)의 북태평양 해역)을 A해역, 북위 20도 이북 해역을 B해역, 필리핀 근해(필리핀 동쪽의 북위 20도 이남 및 동경 135도 이서(以西) 해역)를 C해역 그리고 남중국해를 D해역으로 설정하였다. Fig. 1은 연구 대상 해역인 태풍의 발생 해역을 그림으로 나타낸 것이다.

그리고 연구를 위하여 사용한 주 자료는 최근 22년간(1986-2007년)의 우리나라 기상청(국가태풍센터)의 태풍진로도와 기상연보이다. 그리고 일본 기상청에서 제공하는 태풍경로도를 보조 자료로 활용하였다.

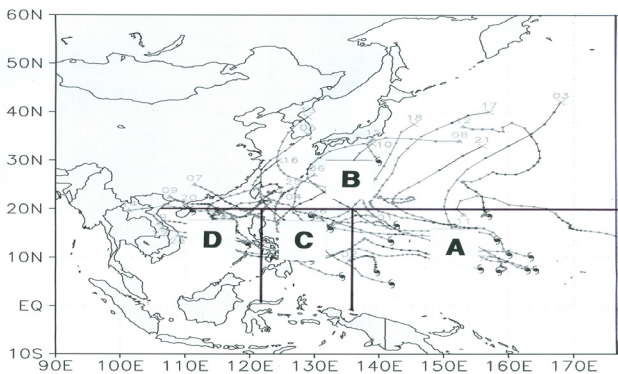


Fig. 1 A map showing the sea areas of occurrence of typhoons.

2. 태풍의 발생 수

북태평양의 남서부 해역에서 발생하는 태풍의 수는 1971년부터 2000년까지 최근 30년간의 연평균으로 26.7개이다(村山, 2006). 그리고 그 이전 30년간(1961-1990년)의 연평균 발생 수는 27.8개이다. 월평균 4.0개 이상 발생하는 달은 7월(4.2개)과 8월(5.5개), 9월(5.2개), 10월(4.0개)로, 4개월(7-10월)에 발생하는

태풍의 수는 전체 태풍 발생 수의 약 68%를 차지한다(日本氣象學會, 1998). 태풍의 많은 수가 동경 120도로부터 150도, 북위 10도로부터 25도의 동서 3,000km, 남북 1,500km 정도의 비교적 좁은 해역에서 발생한다(村山, 2006).

Table 1 Typhoon numbers according to the sea areas of occurrence.

Year	Sea area				Whole
	A	B	C	D	
1986	18	1	7	3	29
1987	17	2	3	1	23
1988	9	12	7	3	31
1989	16	8	5	3	32
1990	19	1	4	5	29
1991	17	4	7	1	29
1992	17	3	7	4	31
1993	19	2	7	0	28
1994	18	6	7	5	36
1995	9	2	8	4	23
1996	13	4	5	4	26
Mean	15.6	4.1	6.1	3.0	28.8
1997	18	1	3	6	28
1998	4	4	3	5	16
1999	3	6	10	3	22
2000	8	3	7	5	23
2001	10	4	7	5	26
2002	17	4	1	4	26
2003	13	0	6	2	21
2004	19	4	5	1	29
2005	12	5	3	3	23
2006	16	3	4	0	23
2007	11	4	8	1	24
Mean	11.9	3.4	5.2	3.2	23.7
Total mean	13.8	3.8	5.6	3.1	26.3

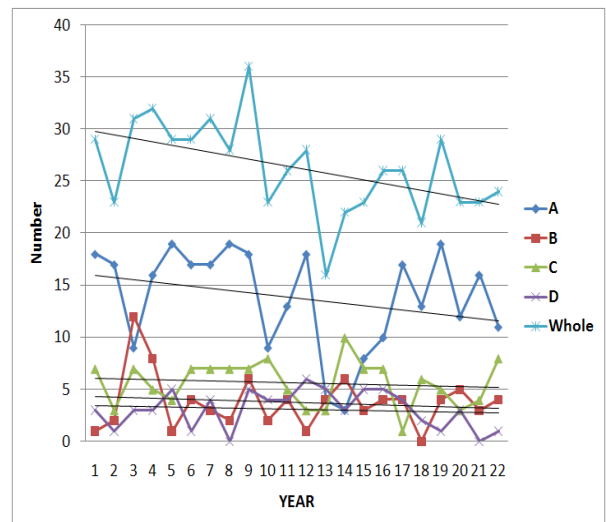


Fig. 2 Time series of typhoon numbers according to the sea areas(A, B, C, D and Whole) of occurrence (1 and 22 of horizontal axis mean 1986 and 2007, respectively).

Table 1은 최근 22년간(1986-2007년) A해역, B해역, C해역,

D해역 그리고 전(全) 해역에 있어서의 태풍의 발생 수를 정리하여 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 2는 A해역과 B해역, C해역, D해역 그리고 전 해역(Whole)에 대하여 연간 태풍의 발생 수를 시계열의 그래프로 나타낸 것이다.

표와 그림에서 알 수 있는 것처럼, 최근 22년간에 대하여 북태평양 남서부 해역에서 발생한 태풍의 연평균 수는 26.3개로, 이전(1961-1990년의 연평균 발생 수 27.8개, 1971-2000년의 연평균 발생 수 26.7개)보다 점차 감소하는 추세를 보인다. 이와 같은 감소 추세는 Fig. 2의 전 해역에 대한 시계열 그래프에서 명확하게 확인할 수 있다.

전 해역에서 나타나는 태풍 발생 수의 감소 추세는 A해역, B해역, C해역 그리고 D해역에서도 공통적으로 나타난다. 캐롤라인·마셜군도 부근 해역(북위 20도 이남 및 동경 135도 이동의 북태평양 해역)에 해당하는 A해역은 다른 해역에 비하여 훨씬 더 많은 태풍의 발생 수를 보이므로, 전 해역의 태풍 발생 수의 감소 추세에도 가장 큰 영향을 미친다고 볼 수 있다. 실제 A해역의 경우, 최근 22년간의 전반기에 해당하는 1986-1996년에 연평균 15.6개의 태풍 발생 수를 보이나, 후반기에 해당하는 1997-2007년에는 연평균 11.9개의 태풍 발생 수를 보여, 그 감소의 폭이 제법 크다는 사실을 알 수 있다(Table 1과 Fig. 2 참조). 22년 전 기간에 대하여는 연평균 13.8개의 태풍 발생 수를 보여, 전체 연평균 태풍 발생 수(26.3개)의 약 53%를 차지하고 A해역과 B해역, C해역, D해역 중에서 가장 많은 발생 수의 분포를 보인다.

북위 20도 이북 해역인 B해역의 22년 전 기간에 대한 연평균 태풍의 발생 수는 3.8개로 전체 태풍 발생 수의 약 14%를 차지한다. 전반기(1986-1996년)에는 연평균 4.1개의 발생 수를 보이나, 후반기(1997-2007년)에는 연평균 3.4개의 태풍 발생 수를 보여 역시 감소 추세를 나타낸다(Table 1과 Fig. 2 참조). 필리핀 근해(필리핀 동쪽의 북위 20도 이남 및 동경 135도 이서 해역)에 해당하는 C해역의 경우도 전반기에는 연평균 6.1개의 태풍 발생 수를 보이나, 후반기에는 연평균 5.2개의 태풍 발생 수를 보여 감소 경향을 보인다. 22년 전 기간에 대하여는 연평균 5.6개의 태풍 발생 수를 보여 전체 태풍 발생 수의 약 21%를 차지하고, A해역 다음으로 많은 태풍의 발생 수를 나타낸다. 남중국해인 D해역은 22년 전 기간에 대하여 다른 해역과 마찬가지로 태풍의 발생 수가 감소하는 추세를 보이나, 그 감소 폭이 다른 해역에 비하여 상대적으로 작다. 그리고 전반기의 연평균 태풍 발생 수(3.0개)보다 후반기의 발생 수(3.2개)가 약간 더 많은 특성을 보인다(Table 1과 Fig. 2 참조). D해역의 전 기간의 연평균 태풍 발생 수는 3.1개로 전체의 약 12%를 차지하고, 네 해역 중에서 가장 적은 발생 빈도수 분포를 보인다.

이들 결과로부터 태풍의 연평균 발생 수는 많은 해역으로부터 A해역(전체의 약 53%), C해역(약 21%), B해역(약 14%), D해역(약 12%)의 순서임을 알 수 있다. A해역과 C해역에서 태풍의 발생 수가 많은 것은 A해역과 C해역이 광대한 범위에 걸쳐 높은 해수면온도 분포를 보이기 때문이다. 태풍의 연평균 발생 수에 대한 시계열 그래프(Fig. 2)를 살펴보면, 태풍의 발생 수는

모든 해역에서 공통적으로 감소하고 있다는 사실을 알 수 있다. 그 감소 추세는 태풍이 가장 많이 발생하는 A해역에서 특히 현저하고, 남중국해에 해당하는 D해역은 그 감소 추세가 다른 해역에 비하여 가장 약하다. B해역과 C해역은 감소하는 추세의 정도가 거의 비슷하다.

3. 태풍의 세기

태풍의 세기는 중심최저기압과 중심 부근의 최대풍속으로 나타낼 수 있다. 태풍의 중심최저기압은 최대풍속의 강도와 연동하므로 중심최저기압이 낮은 태풍일수록 태풍의 세기가 강하고, 그에 따라 큰 인적 및 물적 피해를 가져온다고 볼 수 있다. Ito(1963)의 연구 결과에 의하면, 태풍의 일생 중에서 중심최저기압은 1000-960hPa의 것들이 전체의 약 60%를 차지하고, 900hPa 이하인 것들은 전체의 5% 정도를 차지한다. 지금까지 태풍 중심최저기압의 최저 기록은 870hPa(7920호)이다(山岬, 1985). 태풍의 일생 중에서 평균적인 피크기의 태풍은 중심최저기압이 960hPa 정도이다(日本氣象學會, 1998).

Table 2는 22년간(1986-2007년)에 대하여 A해역, B해역, C해역, D해역 그리고 전(全) 해역에서 발생한 태풍의 일생 중에서 가장 낮은 중심최저기압을 연별로 평균하여 나타낸 것이다. 그리고 Fig. 3은 A해역과 전 해역에 대하여, Fig. 4는 B해역과 C해역, D해역에 대하여 태풍의 연평균 중심최저기압을 시계열 그래프로 나타낸 것이다.

Table 2 Mean central minimum pressure(hPa) of typhoons according to the sea areas of occurrence.

Year	Sea area				
	A	B	C	D	Whole
1986	952	992	969	980	960
1987	945	975	948	992	950
1988	951	981	986	984	974
1989	948	973	979	972	962
1990	951	975	963	986	960
1991	944	977	971	985	957
1992	951	989	970	980	963
1993	962	958	973	-	964
1994	954	959	970	988	963
1995	961	988	977	973	971
1996	958	972	960	988	965
Mean	952	975	971	982	963
1997	945	996	960	986	957
1998	946	967	984	989	972
1999	987	983	977	978	980
2000	958	963	960	975	963
2001	943	968	968	989	962
2002	950	976	996	984	961
2003	948	-	972	983	958
2004	954	982	957	960	959
2005	953	950	972	975	958
2006	943	978	973	-	953
2007	949	994	965	994	964
Mean	950	974	969	983	962
Total mean	951	975	970	983	963

Table 2에서 알 수 있는 것처럼, 최근 22년간에 전 해역에서 발생한 태풍의 평균 중심최저기압은 963hPa이다. 이 값은 이전의 결과인 평균적인 피크기의 태풍 중심최저기압(960hPa 정도)과 크게 다르지 않다. 그러나 22년, 전 기간의 연평균 중심최저기압의 시계열 그래프를 보면, 시간이 흘러감에 따라 아주 미미하지만 태풍의 중심최저기압이 하강하고 있다는 사실을 알 수 있다(Fig. 3의 전 해역(Whole)의 추세선 참조). 즉, 태풍의 세기가 미세하지만 시간과 함께 강해지고 있다는 사실을 알 수 있다. A해역에서 발생한 태풍의 경우는 22년 전 기간에 대하여 평균 중심최저기압이 951hPa로 전 해역 평균보다 12hPa 낮고, 다른 해역(B해역, C해역 그리고 D해역)보다는 20-30hPa 정도나 낮은 분포를 보여 태풍의 세기가 가장 강함을 알 수 있다. 그러나 A해역에서 발생한 태풍의 연평균 중심최저기압은 시간의 흐름과 함께 매우 완만하게 상승하는 경향을 보인다(Fig. 3의 A해역의 추세선 참조).

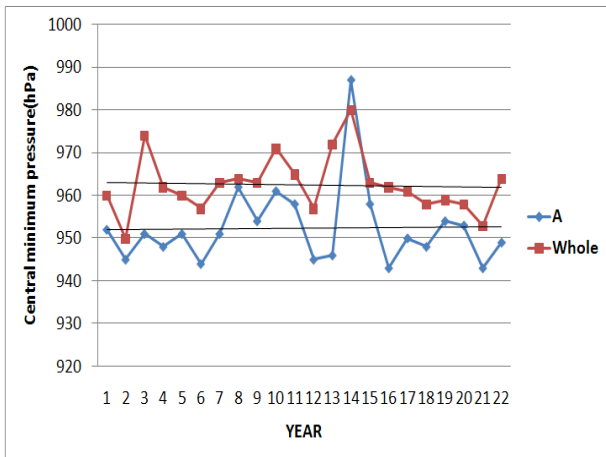


Fig. 3 Time series of mean central minimum pressure(hPa) of typhoons according to the sea areas(A and Whole) of occurrence(1 and 22 of horizontal axis mean 1986 and 2007, respectively).

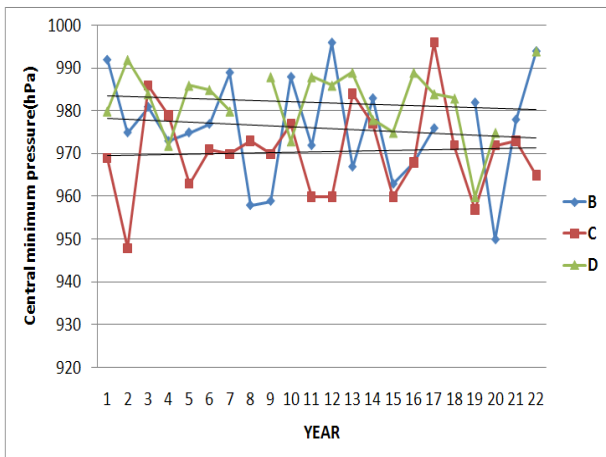


Fig. 4 As in Fig. 3, except for the sea areas (B, C and D) of occurrence.

위에서 언급한 전 해역에서의 태풍 세기의 강화 추세는 특히

B해역과 D해역에서 나타나는 연평균 중심최저기압의 하강 추세와 밀접히 관련되어 있다(Fig. 4의 추세선 참조). B해역에서 발생하는 태풍의 전 기간의 평균 중심최저기압은 975hPa이고, D해역에서 발생하는 태풍의 전 기간의 평균 중심최저기압은 983hPa이다. B해역과 D해역에서 발생하는 태풍의 평균 중심최저기압은 A해역이나 C해역의 그것들보다는 높으나, 시간 변화에 따라 공통적으로 하강하는 추세를 보인다. 즉, 태풍의 세기가 강해지는 추세를 보인다. C해역에서 발생한 태풍의 전 기간의 평균 중심최저기압은 970hPa이고, 연평균 중심최저기압은 시간의 흐름에 따라 약간 상승하는 추세를 보여, B해역과 D해역의 하강 추세와는 다른 양상을 보인다.

이들 결과로부터 북태평양의 남서부 해상에서 발생하여 발달하면서 이동하는 태풍은 A해역에서 발생하는 것이 가장 강하고(평균 중심최저기압 951hPa), 그 다음은 C해역(970hPa), B해역(975hPa), D해역(983hPa)의 순서임을 알 수 있다. A해역에서 발생하는 태풍은 다른 해역에서 발생하는 태풍에 비하여 평균 중심최저기압이 매우 낮는데, 이는 발생하여 이동하는 곳이 높은 해수면온도를 유지하는 광대한 수역이기 때문이다. A해역 이외의 해역에서 발생하는 태풍은 이동하는 곳이 상대적으로 낮은 해수면온도를 보이는 수역이거나 육지이어서 태풍이 크게 발달할 수 없는 환경을 가진 곳이다.

최근 22년간, 전 해역을 대상으로 하여 연평균 중심최저기압의 시계열 분포를 살펴보면, 태풍의 중심최저기압은 시간의 흐름과 함께 미세하게 하강하는 추세를 보인다. 이는 태풍의 세기가 서서히 강해지고 있음을 의미한다. 이와 같은 연평균 중심최저기압의 하강 추세는 A해역과 C해역에 비하여 태풍의 세기가 약한 B해역과 D해역에서 태풍의 중심최저기압이 완만하게 하강하는 추세와 밀접히 관련된다.

4. 고찰

지구 온난화가 진행되면서 해수면온도가 상승하게 되고 그에 따라 미래에는 대형이면서 세력이 강한 태풍이 증가할 것이라고 하는 예측은 기상학자들의 일치된 생각이다. 기상학자들의 예측은 50년 후, 100년 후의 일이지만 이미 거대하고 강력한 태풍이 발생하고 큰 피해를 입히는 것이 현실로 나타나고 있다(村山, 2006). 많은 기상학자들은 지구 온난화로 태풍(또는 허리케인)이 어떻게 될 것인가에 대하여 수치실험을 실시하고 그 결과들을 발표하였는데, 그 주요 내용은 “지구 온난화가 진행되면 태풍(또는 허리케인)의 수는 감소한다. 지구 온난화가 진행되면 태풍(또는 허리케인)의 세기는 강해진다. 지구 온난화가 진행되면 강한 태풍(또는 허리케인)의 수는 증가한다.”는 것이다(Emanuel, 1986, 1987; Bengtsson et al., 1996; Sugi et al., 1997, 2002; Knutson et al., 1998).

여기서 “지구 온난화가 진행되면 태풍의 발생 수가 감소한다.”라고 하는 부분에 대하여 Sugi et al.(2002)는 “지구 온난화로 태풍의 수가 감소하는 이유는, 수증기의 증가로 태풍에 공급되는 열에너지가 증가하는 효과와 열대 대기의 상층이 하층보다

따뜻하게 되어 대기의 성층이 안정화하는 것에 의하여 태풍에 공급되는 운동에너지의 감소 효과를 비교하였을 때, 후자가 크기 때문이다.” 라고 설명하고 있다.

최근 22년간의 기상청 자료를 사용하여 행한 금번의 연구 결과는 상기의 수치실험을 통한 연구 결과와 여러 면에서 일치한다. 특히, 지구 온난화가 진행되면서 태풍의 발생 수가 감소하고 있다는 사실을 Table 1과 Fig. 2에서 확인하였다. 그리고 현재로서는 미미하지만 지구 온난화가 진행되면서 태풍의 세기가 강해지고 있다는 사실도 Table 2와 Fig. 3-4를 통하여 알 수 있었다. Fig. 3-4의 경우, 추세선의 기울기가 뚜렷하게 형성되지 않아 지구 온난화가 진행되면서 태풍의 세기가 서서히 강해지고 있다는 결과에 대하여 이견이 있을 수 있다. 村山(2006)는 연대별로 태풍 중심의 최저기압을 평균하여, 1956-1965년의 10년간 태풍 중심의 최저기압 평균은 961hPa이고, 그 이후인 1966-1975년의 태풍 중심의 최저기압 평균은 959.1hPa로 최근인 2005년까지 태풍의 중심최저기압이 하강하고 있다는 분석 결과를 발표하였다. 이와 같은 분석 결과는 추세선의 신뢰도에 이견이 있을 수 있는 금번의 연구 결과(지구 온난화가 진행되면서 태풍의 세기를 나타내는 중심최저기압이 서서히 하강하는 추세를 보인다)에 대하여 그 보편성을 뒷받침하고 있다고 해석할 수 있다.

해수면온도가 0.5°C 상승하면 미국의 허리케인에 의한 피해가 2배 증가한다는 계산 결과도 있어 앞으로 지구 온난화에 따라 맹렬한 세력의 태풍이나 허리케인이 큰 피해를 입힐 가능성은 점점 높아지고 있다. 선박의 안전 및 경제적인 운항을 목표로 하는 항해자는 태풍에 대한 전문 지식을 축적하고 그에 더하여 지구 온난화에 따른 태풍의 변화 경향에도 많은 관심을 가져야 할 것이다.

5. 결 론

최근 22년간(1986-2007년)의 기상청 자료를 이용하여 태풍의 발생 해역별로 발생 수 및 세기의 차이, 변화 경향에 대하여 분석하였다. 얻어진 결과를 요약하여 정리하면, 그 내용은 다음과 같다.

1) 태풍의 연평균 발생 수는 26.3개로, 이전보다 모든 해역(A해역, B해역, C해역 그리고 D해역)에서 공통적으로 감소하는 추세를 보인다. 특히, A해역에서 태풍의 발생 수의 감소 추세가 현저하고, D해역은 다른 해역에 비하여 감소 추세가 미미하다.

2) 태풍이 가장 많이 발생하는 해역은 A해역(연평균 13.8개, 전체의 약 53%)이고, 그 다음은 C해역(연평균 5.6개, 전체의 약 21%), B해역(연평균 3.8개, 전체의 약 14%), D해역(연평균 3.1개, 전체의 약 12%)의 순서이다.

3) 태풍의 세기는 A해역에서 발생하는 것이 가장 강하고(중심최저기압의 평균 951hPa), 그 다음은 C해역(970hPa), B해역(975hPa), D해역(983hPa)의 순서이다.

4) 전 해역을 대상으로 하여 연평균 중심최저기압의 시계열 분포를 살펴보면, 태풍의 중심최저기압이 미세하게 하강하는 추세를 볼 수 있다. 이는 태풍의 세기가 시간의 흐름과 함께 서

서히 강해지고 있음을 의미한다.

금번의 연구 결과는 지구 온난화와 맞물려 점차 강력해지고 있는 태풍에 의한 기상재해를 저감하는 예방 대책의 수립에 기초 자료로 활용될 수 있을 것이고, 특히 선박의 항해자가 태풍에 대한 해석 및 예측을 정확히 하고자 할 때, 귀중한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김광식(1992), 기상학사전.
- [2] 설동일(2008a), 해양기상학.
- [3] 설동일(2008b), 해양기상예보·최적항로론.
- [4] Bengtsson, L., Botzet, M., and Esch, M. (1996), "Will greenhouse gas-induced warming over the next 50 years lead to higher frequency and greater intensity of hurricanes?", *Tellus*, 48A, pp. 57-73.
- [5] Emanuel, K. A.(1986), "An air-sea interaction theory for tropical cyclones. Part 1: Steady-state maintenance", *J. Atmos. Sci.*, 43, pp. 585-604.
- [6] Emanuel, K. A.(1987), "The dependence of hurricane intensity on climate", *Nature*, 326, pp. 483-485.
- [7] Ito, H.(1963), "Aspects of typhoon development as viewed from observational data in the lower troposphere", *Proc. Inter-Regional Seminar on Tropical Cyclones(Tokyo, 1962)*, Japan Meteorological Agency, pp. 103-119.
- [8] Knutson, T. R., Tuleya, R. E., and Kurihara, Y. (1998), "Simulated increase of hurricane intensities in a CO₂-warmed climate", *Science*, 279, pp. 1018-1020.
- [9] Sugi, M., Noda, A., and Sato, N. (1997), "Influence of the global warming on tropical cyclone climatology: An experiment with the JMA global model", *WMO/TD-No. 792*, 7.69-7.70.
- [10] Sugi, M., Noda, A., and Sato, N. (2002), "Influence of the global warming on tropical cyclone climatology: An experiment with the JMA global model", *J. Meteor. Soc., Japan*, 80, pp. 249-272.
- [11] 日本氣象學會(1998), 氣象科學事典
- [12] 福地 章(1997), 海洋氣象講座
- [13] 村山 貢司(2006), 台風學入門
- [14] 山岬 正紀(1985), 台風

원고접수일 : 2009년 10월 16일

심사완료일 : 2009년 11월 19일

원고채택일 : 2009년 11월 27일