

남해 해수면온도 변화와 태풍 세기와의 관계

설 동 일†

† 한국해양대학교 항해시스템공학부

Relations between Variation of Sea Surface Temperatures in the South Sea of Korea and Intensity of Typhoons

Dong-Il Seol†

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

요 약 : 이 연구에서는 36년간(1970-2005년)의 장기 데이터를 이용하여 우리나라에 영향을 미치는 태풍의 대부분이 통과하는 남해의 해수면 온도와 태풍의 세기 변화와의 관계를 분석, 연구하였다. 우리나라 남해의 해수면온도는 연구 기간 동안 지속적으로 상승하는 추세를 보인다. 1996년 이래 10년간(1996-2005년)의 평균 해수면온도는 16.77°C로 1970년대 10년간(1970-1979년)의 평균 해수면온도 15.74°C보다 1.03°C나 높다. 특히, 1994년 이후 그 상승폭은 크다. 태풍의 세기는 최저해면기압에 의하여 나타낼 수 있다. 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 최저해면기압의 변화를 살펴보면, 1970년 이후 지속적으로 하강하고 있음을 알 수 있다. 1996년 이래 10년간(1996-2005년)의 평균 최저해면기압은 979.2hPa로, 1970년대 10년간(1970-1979년)의 평균 최저해면기압 989.3hPa보다 10.1Pa이나 낮다. 상관분석에 의하여, 1970년 이후의 태풍 세기 강화는 남해 해수면온도의 상승과 상관이 있다는 사실을 확인하였다.

핵심용어 : 남해, 해수면온도, 최저해면기압, 태풍 세기, 상관분석

Abstract : Relations between variation of SSTs(sea surface temperatures) in the South Sea of Korea and intensity of typhoons which passed through the South Sea of Korea was analyzed for 36 years from 1970 to 2005. The SSTs in the South Sea show the rising trends continuously. The mean SST of the last 10 years(1996-2005) is higher 1.03°C than the mean SST during 10 years(1970-1979). The rising trends are especially strong after 1994. The intensity of typhoon can be shown by the minimum sea level pressure. The minimum sea level pressures of typhoons which passed through the South Sea show the descending trends. The mean minimum sea level pressure of the last 10 years(1996-2005) is lower 10.1hPa than that during 10 years(1970-1979). The correlation analysis shows that the rising of SSTs in the South Sea has relations with the strengthening of intensity of typhoons.

Key words : South Sea, Sea surface temperature, Minimum sea level pressure, Intensity of typhoon, Correlation analysis

1. 서 론

최근 전 세계적으로 발생하고 있는 이상기상(異常氣象, unusual weather)에 대하여 우려하는 목소리가 높다. WMO(세계기상기구, World Meteorological Organization)에서는 짧은 기간 중에 사회나 인명에 중대한 영향을 끼친 기상현상(예를 들면, 늦서리에 의한 농업재해, 집중호우에 의한 홍수·산사태·독 무너짐, 태풍이나 저기압에 동반되는 강한 바람·큰 비에 의하여 피해가 컸을 경우 등)을 이상기상의 대표적인 종류로 분류하고 있다(김 등, 1992).

이들 이상기상은 우리들의 생활에 직접, 간접적으로 큰 영향을 미치기 때문에 사회적으로, 국가적으로 큰 관심의 대상이 되어 왔고, 특히 오늘날에는 농업처럼 직접 기상의 영향을 받는 산업뿐만 아니라 계절성이 있는 산업 활동이나 계획성 및 효율성을 추구하는 전반적인 사회·경제 활동, 더 나아가 지구환경에도 이들 이상기상은 크게 관계하고 있다.

이와 같은 이상기상의 원인으로서는 대기대순환에 영향을 주는 해수면온도의 변화, 화산 분화, 지구온난화 등의 물리적인 요인과 중위도 상층 편서풍의 사행(蛇行) 등 역학적 요인이 거론되고 있으며, 현재에도 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(和達, 1993).

실제 전 지구상에서 발생하는 이상기상은 적도 부근 동부 태평양의 해수면온도가 상승하면 즉, 엘니뇨현상이 발생하면 증가하고, 동 해역의 해수면온도가 낮으면 감소하는 경향을 보인다. 설 등(2001)은 엘니뇨·라니냐현상과 우리나라에 영향을 미친 태풍 수와의 관계를 연구하여, 엘니뇨현상이 발생하면 해수면온도가 상승하기 시작한 해의 다음해에 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수가 평년보다 적고, 라니냐현상이 발생하면 우리나라에 영향을 미친 태풍의 수가 평년보다 많다는 것을 보였다. 이와 같은 결과도 이상기상의 일례라고 볼 수 있다.

지난 2003년 9월 12일부터 2일간 우리나라 전역에 큰 피해(사망·실종 131명)를 입힌 14호 태풍 Maemi의 최대순간풍속

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

은 60.0m/s(제주, 고산 관측)로, 1940년대 이후 가장 큰 인명 피해(사망·실종 849명)를 입힌 1959년 14호 태풍 Sarah의 최대순간풍속 46.9m/s(제주 관측), 두 번째로 큰 인명 피해(사망·실종 550명)를 입힌 1972년 14호 태풍 Betty의 최대순간풍속 20.2m/s(인천 관측)보다 1.3-3배나 강했다(기상청, 1996; 기상청, 2004). 기상관측 결과를 보면, 근래에 들어 우리나라에 영향을 미친 태풍들의 최대순간풍속이 이전보다 강한 경향을 보인다는 사실을 알 수 있다. 2000년 12호 태풍 Prapiroon의 58.3m/s(흑산도 관측), 2002년 15호 태풍 Rusa의 56.7m/s(고산 관측), 2003년 14호 태풍 Maemi의 60.0m/s, 2004년 15호 태풍 Megi의 46.1m/s(울릉도 관측), 2005년 15호 태풍 Nabi의 47.3m/s(울릉도 관측) 등이 그 경우이다(2001년은 우리나라에 영향을 미친 태풍이 없었다).

위에서 기술한 바와 같이, 근래에 들어 우리나라에 영향을 미친 태풍의 최대순간풍속이 강해지는 이상기상의 주요 원인으로서는 해수면온도의 변화를 가장 먼저 생각할 수 있다. 태풍은 북태평양 남서부의 해양에서 발생한 열대저기압 중에서 중심 부근의 최대풍속이 17.0m/s 이상으로 발달한 것을 말하며, 그 에너지원은 해수면온도와 밀접히 관련되어 있는 수증기이기 때문이다.

이 연구에서는 장기간(1970-2005년)의 데이터를 이용하여 우리나라에 영향을 미치는 태풍의 대부분이 통과하는 남해의 해수면온도 변화와 태풍 세기의 변화를 비교, 분석하여 그 관계를 규명하고자 한다. 먼저, 해수면온도의 변화 경향을 정량적으로 살펴보고, 그 결과와 태풍 세기의 변화 경향과의 관계를 파악하고자 한다. 일반적으로 태풍의 강도는 태풍 역내의 최대풍속으로 정하나 육지에 상륙하는 태풍의 풍속은 관측 지점 및 환경 등에 따라 그 차이가 크므로 태풍 세기의 지표로 삼기에는 적합하지 않다. 따라서 이 연구에서는 태풍 역내의 풍속과 매우 밀접히 관련되어 있는 관측 지점에 있어서의 최저기압을 태풍 세기의 지표로 취하였다.

2. 남해의 해수면온도 변화

우리나라 남해의 해수면온도 변화를 조사하기 위하여 국립해양조사원이 지난 1970년부터 2005년까지 실시한 연안정지해양관측자료를 이용하였다. 이 자료로부터 우리나라 남해안에 연안 관측소가 설치되어 있는 제주, 부산, 여수, 목포 주변 해역의 일별 해수면온도를 연평균으로 환산하였다.

Table 1은 그 결과를 표로 정리한 것이다. 그리고 Fig. 1은 상기 남해안 4지역의 평균 해수면온도를 연도별 시계열그래프로 나타낸 것이다. Fig. 1에서 가로축의 70은 1970년을 의미하고 5는 2005년을 뜻한다.

관측점 4곳에서 해수면온도가 가장 높은 곳은 제주이고, 그 다음은 부산, 여수, 목포의 순이다. 관측점 4곳의 해수면온도는 연구 기간 동안 전체적으로 보아 상승하는 추세를 보인다. 특히, 상승 추세는 제주에서 강하고 부산, 목포의 경우도 그 추세를 뚜렷이 알 수 있다. 상대적으로 여수는 해수면온도의

상승 추세가 명확하지 않다.

Table 1 Sea surface temperatures(°C) in the South Sea of Korea

Year	Jeju	Busan	Yeosu	Mokpo	Mean
1970	16.51	15.55	13.63	14.11	14.95
1971	18.40	15.62	15.05	14.55	15.91
1972	17.10	16.18	15.21	14.72	15.91
1973	17.24	16.33	15.51	14.81	15.97
1974	16.52	15.73	14.62	14.26	15.28
1975	17.23	16.70	16.09	15.31	16.27
1976	16.43	15.66	15.04	14.16	15.32
1977	16.68	15.70	15.05	14.82	15.56
1978	17.01	16.31	16.59	15.04	16.03
1979	17.04	16.58	15.73	15.36	16.18
1980	15.89	15.72	14.46	14.37	15.13
1981	15.89	15.14	15.57	14.44	15.26
1982	16.71	16.14	15.52	15.50	15.97
1983	16.82	16.16	14.75	15.53	16.18
1984	17.03	15.46	14.04	14.56	15.27
1985	16.17	15.78	15.26	14.67	15.47
1986	16.32	15.65	14.62	14.38	15.35
1987	16.80	15.98	15.20	14.69	15.67
1988	16.84	16.61	15.58	15.14	16.04
1989	17.14	16.62	15.94	15.16	16.15
1990	17.23	16.81	15.88	15.50	16.36
1991	16.86	16.08	15.24	15.07	15.97
1992	17.64	16.53	15.72	15.45	16.34
1993	16.24	15.53	15.16	13.68	15.15
1994	18.18	16.88	16.03	14.85	16.52
1995	18.09	16.19	14.86	16.99	16.53
1996	17.68	16.18	15.03	14.96	15.96
1997	18.00	16.53	15.42	16.52	17.26
1998	16.88	17.19	16.36	16.21	16.66
1999	16.97	16.77	15.86	15.07	16.17
2000	17.86	17.64	15.38	14.62	16.38
2001	18.54	16.96	15.94	15.25	16.67
2002	17.63	16.29	15.51	18.91	18.27
2003	17.61	16.30	15.45	14.82	16.05
2004	20.53	16.89	16.21	15.43	17.27
2005	18.87	16.34	15.49	15.22	17.05

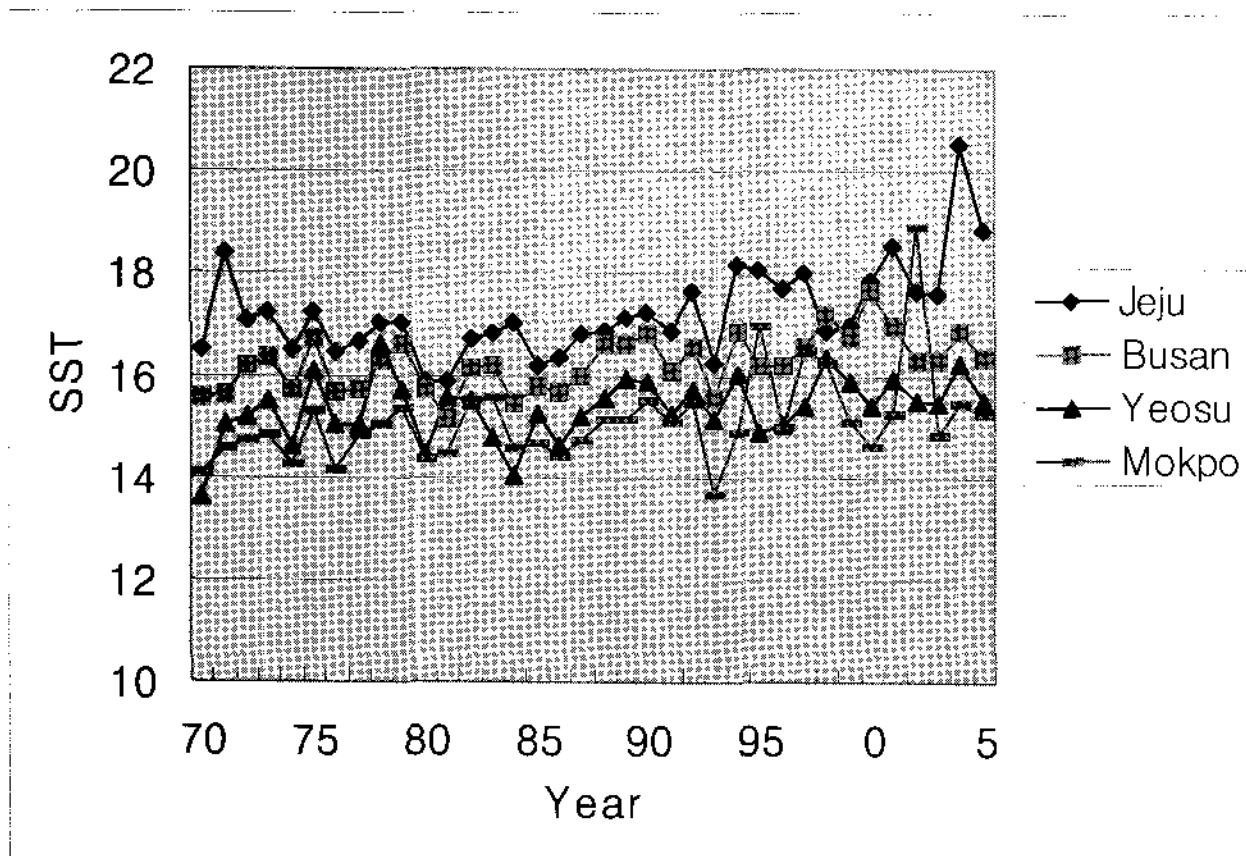


Fig. 1 Time series of SSTs(°C) in Jeju, Busan, Yeosu and Mokpo

Fig. 2는 상기 관측점 4곳의 해수면온도를 평균하여 연도별 시계열그래프로 나타내고, 그 변화 경향을 알기 위하여 Excel의 선형(linear) 추세선을 포함한 것이다. 그림에서 알 수 있는 것처럼, 남해의 해수면온도는 지속적으로 상승하는 추세를 보인다.

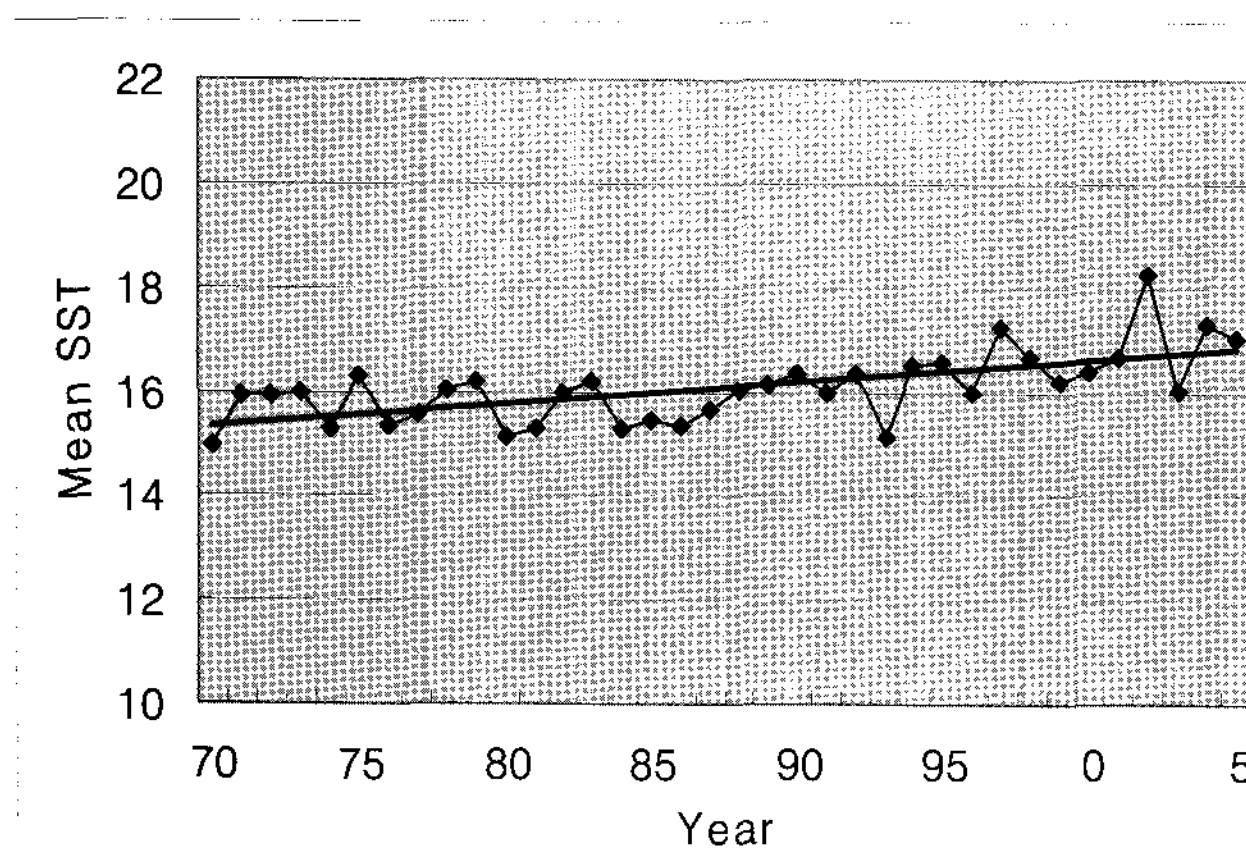


Fig. 2 Trend of SSTs(°C) in the South Sea of Korea

1988년 이후 상승의 경향이 뚜렷하고 특히, 1994년 이후 상승폭은 확대된다. 1996년 이래 최근 10년간(1996-2005년)의 평균 해수면온도는 16.77°C로 1970년대 10년간(1970-1979년)의 평균 해수면온도 15.74°C보다 1.03°C나 높다.

3. 태풍의 세기 변화

1970년 이후 남해를 통과하면서 우리나라의 영향을 미친 태풍들의 평균 최저해면기압을 정리한 것이 Table 2이고, 그것을 시계열그래프로 나타낸 것이 Fig. 3이다. 그림의 가로축 70은 1970년을 의미하고, 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍이 없었던 1977년, 1980년, 1988년, 1996년, 2001년은

제외하였다. 가로축의 5는 2005년에 해당된다. 여기서 남해를 통과한 태풍이란 북위 32도 선을 남에서 북으로 통과하면서 동경 124도에서 동경 131도 사이를 이동한 것으로 한다.

Table 2 Mean minimum sea level pressures(hPa) observed in Korea

Year	Mean Min. sea level Pres.	Year	Mean Min. sea level Pres.
1970	985.4	1989	992.3
1971	986.7	1990	992.8
1972	980.2	1991	990.6
1973	989.7	1992	1001.9
1974	986.6	1993	988.2
1975	998.9	1994	990.9
1976	1000.5	1995	970.2
1978	994.7	1997	982.5
1979	980.7	1998	978.0
1981	995.1	1999	986.7
1982	1002.4	2000	976.0
1983	991.4	2002	977.4
1984	990.3	2003	969.6
1985	989.2	2004	978.6
1986	982.1	2005	984.8
1987	964.0		

Fig. 3을 보면, 해수면온도가 지속적으로 상승한 1970년 이후 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 평균 최저해면기압은 지속적으로 낮아지고 있음을 알 수 있다. 1996년 이래 최근 10년간(1996-2005년)의 평균 최저해면기압은 979.2hPa로 1970년대 10년간(1970-1979년)의 평균 최저해면기압 989.3hPa보다 10.1hPa이나 낮다. 전체적으로 태풍의 최저해면기압이 지속적으로 하강하고 있음을 그 추세로서 알 수 있다. 村山(2006)는 40년간(1956-2005)의 태풍 중심의 최저기압 데이터를 이용하여, 일본에 영향을 미친 태풍의 세기가 지속적으로 강화되고 있음을 보였는데 그 결과는 이 연구의 결과와 일치한다. 그리고 10hPa의 기압 저하는 중심 부근의 최대풍속으로 환산하면, 약 5m/s의 풍속 증대를 의미하고 최대순간풍속으로 환산하면 7-10m/s의 풍속 증대에 해당한다.

1970년부터 2005년까지의 36년간의 남해의 해수면온도 변화 값과 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 평균 최저해면기압 변화 값에 대하여 상관분석을 행하면, 두 변화 값의 상관계수는 -0.26이다. 이로부터 두 변화 값은 상관관계수의 95% 신뢰구간에서 약한 음의 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있다(大村, 1994). 즉, 연구 기간인 1970년 이후 남해 해수면온도는 지속적으로 상승하는 추세를 보이고 있고, 이 해수면온도의 상승은 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기 강화에 기여를 하고 있다고 해석할 수 있다.

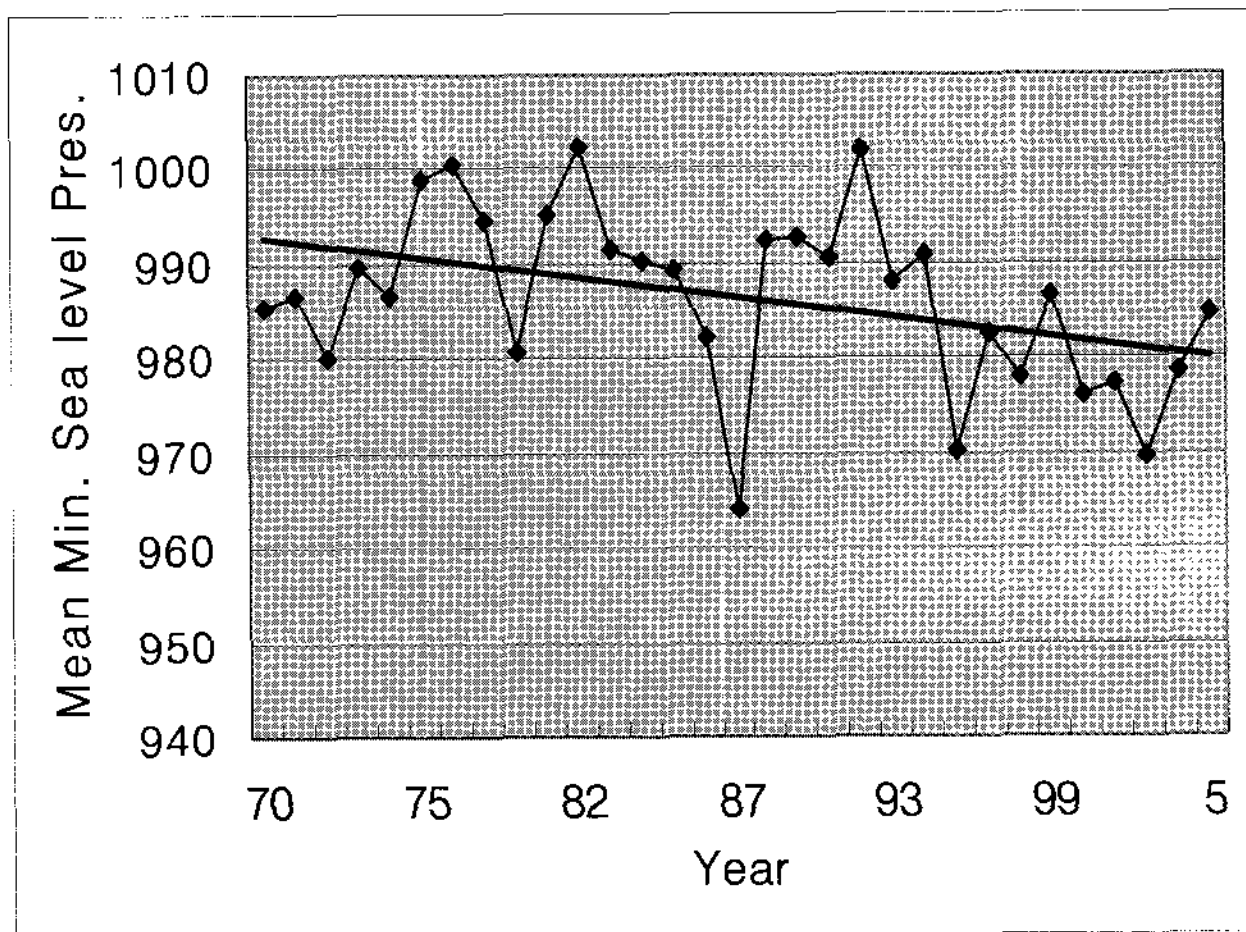


Fig. 3 Trend of the mean minimum sea level observed in Korea

우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기는 앞에서 살펴본 바와 같이, 1970년 이후 강화되고 있다. 이 연구에서는 태풍의 세기 강화에 중요한 역할을 한 원인으로 상관분석 등을 통하여 남해의 해수면온도 상승을 들고 있다. 태풍의 에너지원은 수증기이고 수증기의 발생에 직접적인 영향을 미치는 것이 바로 해수면온도이다. 남해의 해수면온도 상승은 보다 많은 수증기를 발생시키고 이 수증기는 일반적으로 저위도에서 보다 고위도로 이동해 오는 태풍의 세기 유지 또는 강화에 주요한 에너지원으로서 기여를 하게 된다.

Table 3 Mean minimum central pressures(hPa) in the life of typhoons which passed through the South Sea of Korea

Year	Mean Min. central Pres.	Year	Mean Min. central Pres.
1970	945	1989	965
1971	960	1990	992
1972	938	1991	957
1973	957	1992	940
1974	971	1993	958
1975	962	1994	949
1976	949	1995	950
1978	969	1997	950
1979	938	1998	975
1981	968	1999	980
1982	925	2000	957
1983	885	2002	945
1984	963	2003	935
1985	968	2004	945
1986	948	2005	930
1987	918		

남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기

강화와 밀접히 관련되어 있는 것으로 남해의 해수면온도 상승 이외에 보다 저위도에 있어서의 태풍 자체의 세기 강화를 생각할 수 있다. 즉, 최근에 발생하는 태풍의 세기가 이전에 발생했던 태풍의 세기에 비하여 점점 강해지고 있다면 그로부터 우리나라에 영향을 미치는 태풍의 세기도 강해질 것이라고 추측할 수 있다.

남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍들의 이동 과정에서 기록한 가장 낮은 중심기압으로 그 태풍들의 세기를 가늠해 볼 수 있다.

Table 3은 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍들의 이동 과정 중에 관측된 가장 낮은 중심기압을 연도별로 평균하여 정리한 것이고, Fig. 4는 그것을 시계열 그래프로 나타낸 것이다.

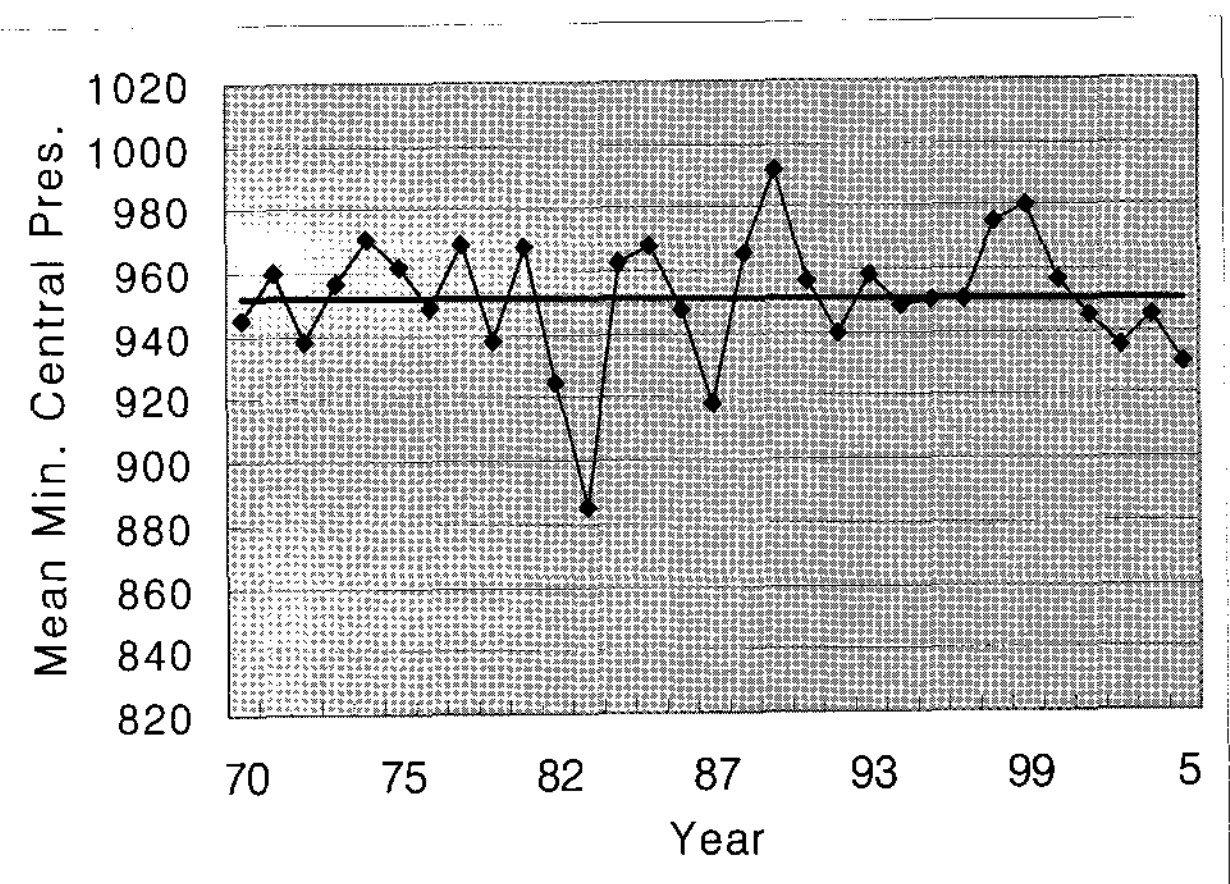


Fig. 4 Trend of the mean minimum central pressures(hPa) in the life of typhoons which passed through the South Sea of Korea

Fig. 4에서 알 수 있는 것처럼, 저위도 열대 해역에서 주로 발생하여 발달, 피크, 쇠퇴의 과정을 거치면서 우리나라 남해를 통과한 태풍의 이동 과정 중의 평균 최저중심기압은 연구 기간 동안 큰 변화를 보이지 않는다. 즉, 최근의 태풍들이 이전의 태풍들에 비하여 일생에 있어서 태풍의 세기가 강해졌다고 볼 수 없다.

1970년 이후 연구 대상 태풍의 평균 최저중심기압이 가장 낮은 값은 1983년의 885hPa이고, 가장 높은 값은 1990년의 992hPa로 그 차가 크나 전체적으로 추세는 거의 변화 없이 일정하다.

남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍에 대하여 우리나라에서 관측된 평균 최저해면기압의 변화 값(Table 2)과 그 태풍의 이동 과정 중에 관측된 평균 최저중심기압의 변화 값(Table 3)에 대하여 상관분석을 행하면, 거의 상관이 없는 것으로 나타났다.

이로부터 연구기간인 1970년 이후 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기 강화와 그 대상 태풍의 일생에 있어서의 세기 변화를 관련지어 설명할 수는 없다.

4. 결 론

이 연구에서는 36년간(1970-2005년)의 장기간의 데이터를 이용하여 우리나라 남해의 해수면온도 변화와 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기 변화와의 관계를 비교, 분석하였다

연구기간인 1970년 이후 우리나라 남해의 해수면온도는 지속적으로 상승하고 있음을 알 수 있다. 특히, 최근 10년간(1996-2005년)의 평균 해수면온도는 16.77°C로 1970년대(1970-1979년)의 평균 해수면온도 15.74°C보다 1.03°C나 높다. 그에 대하여 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 평균 최저해면기압은 지속적으로 하강하고 있음을 확인하였다. 특히, 최근 10년간(1996-2005년)의 평균 최저해면기압은 979.2hPa로, 1970년대 10년간(1970-1979년)의 평균 최저해면기압 989.3hPa보다 10.1Pa이나 낮다.

남해의 해수면온도와 평균 최저해면기압의 상관분석에 의하여, 1970년 이후 남해를 통과하면서 우리나라에 영향을 미친 태풍의 세기 강화는 남해의 해수면온도 상승과 상관이 있다는 사실을 알 수 있었다.

그리고 우리나라에 영향을 미친 태풍들의 이동중의 평균최저중심기압과 남해 통과중의 평균최저해면기압 사이에 상관관계가 없음이 확인되었다.

참 고 문 헌

- [1] 국립해양조사원(2007), “연안정지해양관측자료”
- [2] 기상청(1996), “태풍백서”
- [3] 기상청(1997-2006), “기상연보 1996-2005”
- [4] 김광식, 강인식, 김문일, 김성삼, 박순웅, 박용대, 백운섭, 성낙도, 성학중, 안명복, 진종갑, 정성호, 정창희, 조희구, 진기범, 홍성길(1992), “기상학사전”
- [5] 설동일, 김규만, 이광재, 이동준(2001), “엘니뇨·라니냐현상과 우리나라에 영향을 미친 태풍 수와의 관계에 대하여”, 해양환경·안전학회지, 제7권, 제1호, pp.1-6.
- [6] 村山 貢司(2006), “台風學入門”, 山と溪谷社
- [7] 大村 平(1994), “多變量解析のはなし”, 日科技連
- [8] 和達 清夫(1993), “氣像の事典”, 東京堂出版

원고접수일 : 2008년 1월 22일
 심사완료일 : 2008년 5월 23일
 원고채택일 : 2008년 6월 9일