

한반도의 2007년 8월과 2007년 여름의 기후특성 및 8월과 여름의 장기 기후변화

신임철^{1,*} · 김태룡¹ · 이은정¹ · 김은희¹ · 김은숙¹ · 박연옥¹ · 배선희¹ · 이희일²

¹기상청 기상산업생활본부 자료관리서비스팀

²한국해양연구원 해양환경특성 연구사업단

(2007년 11월 27일 접수; 2007년 12월 31일 승인)

Climatic Characteristics of August and Summer of 2007 and Long Term Trend of August and Summer Climate

Im Chul Shin^{1,*}, Tae Ryong Kim¹, Eun-Jung Lee¹, Eun-Hee Kim¹, Eun Suk Kim¹,
Yeon Ok Park¹, Sun-Hee Bae¹ and Hi-Il Yi²

¹Data Management and Services Team, Korea Meteorological Administration(KMA)

²Ocean Environment and Characteristics Research Division,
Korea Ocean Research & Development Institute(KORDI)

(Manuscript received 27 November 2007; in final form 31 December 2007)

Abstract

Temperature and precipitation, particularly August and summer, in the Korean peninsular are analyzed. The analyzed period is 1973-2007 for the Korean peninsular (that is, 60 meteorological station average). In addition, 100 year record (1908-2007) of temperature and precipitation in Seoul are also analyzed. Results indicate that the temperatures (mean, maximum, and minimum) of August and summer of 2007, both in Korean peninsular and Seoul, are higher than normal. The increasing rate of minimum temperature for the August and summer during the period from 1973 to 2007 shows greater than the mean and maximum temperature both in Korean peninsular and Seoul due to the global warming and urbanization. Number of tropical night days, defined by the days with above 25°C in minimum temperature, shows increasing trend both in August and summer from 1973 to 2007 due to the combination effect of the global warming and urbanization. The amount of precipitation, both in August and summer, for Korean peninsular and Seoul shows increasing trend from 1973 to 2007, and 1908 to 2007, respectively. Amount of precipitation and rainy days, both August and summer, during 2000s show greater than those of the 1970s both in Korean peninsular and Seoul. Extreme rainy days (greater than 120mm/day, greater than 80mm/day, greater than 30mm in any 1-hour period and greater than 10mm in any 10-minute period) show increasing trend from 1973 to 2007 for both in August and in summer.

Key words: Temperature, Precipitation, Climate Change, August, Summer, Seoul

1. 서론

현재 우리는 기후변화를 실감하고 있다. 최근의 온난

화 현상은 적어도 과거 1200년 동안에는 없었던 현상이며 전 지구적으로 광범위한 지역에서 일어나고 있다 (Osborn and Briffa, 2007). 기후변화는 육상 및 해양의 생태계를 포함하여 농업, 수자원, 산업, 사회, 경제 등 모든 분야에 영향을 미친다.

기후변화가 위에 언급한 여러 분야들에 미치는 영향을 알기 위하여 매달의 기후특성 및 장기변화 경향 분석이 필요하다. 우리나라의 경우 과거 강수변화에 대한 연구가 행하여졌다 (Lim and Jung, 1992; 전종갑

*Corresponding Author: Im Chul Shin, Data Management and Services Team, Korea Meteorological Administration (KMA), 45 Gisangcheong-gil, Dongjak-gu, Seoul 156-720, Republic of Korea.
Phone : +82-2-2181-0885, Fax : +82-2-842-3677
E-mail : icshin@kma.go.kr

· 문병권, 1997; Park and Yadav, 1998; Jung *et al.*, 2001; Seo and Park, 2002; Min *et al.*, 2003; Wang *et al.*, 2007). 하지만 온도변화에 관한 연구는 많이 출판되지 않았다. Lee와 Kang (1997)은 1904년부터 1994년 기간동안 5개의 지점을 사용하여 온도변화를 연구하였다. Boo *et al.* (1999)은 1996년부터 1998년까지 서울의 자동기상관측지점의 자료를 사용하여 온도의 수평분포를 연구하였다.

하지만 기후변화가 월 및 계절에 미치는 영향에 관한 연구는 거의 없다. 기상청 자료관리서비스시스템에서는 매달 정기적으로 기후분석을 실시하여 언론에 정기적으로 브리핑자료를 발표하고 있다. 본 연구의 목적은 매달 분석한 기후자료 및 결과를 기상·기후관련분야 종사자들과 정보를 공유할 뿐만 아니라 월 및 계절별 장기기후를 분석하므로써 한반도의 기후변화 경향을 파악 하고자 함이다.

2. 자료 및 분석방법

본 분석에 사용된 자료는 기상청에서 연속적으로 관측을 시작한 1973년부터 전국 60개 지점의 평균을 사용하였다. 분석기간은 1973-2007년 8월과 여름 (6, 7, 8월)의 기온 (평균, 최고, 최저기온), 최고기온 35°C 이상 및 최저기온 25°C 이상일수이다. 강수량의 경우 1973-2007년 8월과 여름의 평균 강수량, 120 mm 이상/일 강수일수, 80 mm 이상/일 강수일수, 1시간 최대 30 mm 강수일수, 10분간 최대 10 mm 이상 강수일수 등이다.

8월과 여름을 동시에 분석한 이유는 매달 기후특성 브리핑 자료 발표 시 6월, 7월 기후 특성은 각각의 달만 별도로 발표하고 8월의 기후 특성 발표 시 6, 7, 8월을 종합한 여름을 같이 발표하기 때문이다.

서울의 경우 1908-2007년 8월 및 여름의 기온 (평균, 최고, 최저기온), 강수량, 강수일수, 최고기온 35°C 이상 및 최저기온 25°C 이상일수 등이다.

또한 8월 및 여름에 대한 위의 각 요소 (기온, 강수량 등)의 1973년부터 2007년까지의 변화 경향을 분석하였다. 전국의 경우 금년 8월과 여름의 기후 특성을 1970년대 (1973-1980년)와 비교하였으며 필요시 평년값 (1971-2000년)과 비교하기도 하였다. 또한 필요시 2000년대 (2001-2007년)와 1970년대를 비교하기도 하였다. 서울의 경우 금년 8월과 여름의 기후특성을 1910년대 (1911-1920년) 및 1970년대와 비교하였다.

필요에 따라 1910년대와 2000년대를 비교하기도 하였다. 이렇게 여러 기간을 비교한 이유는 기상 특성을 알기 위하여 평년값과 비교하였으며 기후변화 경향을 알기 위하여 1910년대, 1970년대, 2000년대 등과 비교하는 방법을 사용 하였다.

결과 부분에서는 분석된 자료를 비교적 자세히 기술하였으며 토의 부분에서는 전체적인 시계열 변화경향을 기술 하였다. 분량이 많은 관계로 본 논문에서 토의된 모든 자료를 Figure로 제시 하지는 않았으며 일부 자료만 Figure로 제시 하였다. 본 논문에 토의된 모든 그림은 <http://www.kma.go.kr/intro.html>의 열린행정 → 알림마당 → 브리핑자료를 참고하길 바란다.

3. 결과

3.1 기온변화

(a) 여름철

전국의 금년 여름의 평균기온은 23.8°C로 평년 (23.5°C)에 비해 0.3°C 높았다. 최고기온은 28.3°C로 평년 (28.2°C)에 비해 0.1°C 높았으며 최저기온은 20.2°C로 평년 (19.6°C)에 비해 0.6°C 높았다 (Table 1).

금년 여름의 기온을 1970년대와 비교하면 평균기온은 1970년대 (23.4°C)에 비해 0.4°C, 최고기온은 1970년대 (28.0°C)에 비해 0.3°C, 최저기온은 1970년대 (19.5°C)에 비해 0.7°C 상승하였다 (Table 1).

전국의 2000년대 (2001-2007년)와 1970년대 (1973-1980년)여름을 비교한 결과 2000년대 가 평균기온은 23.6°C, 최고기온 28.2°C, 최저기온 20.0°C로 1970년대에 비해 평균기온은 0.2°C, 최고기온은 0.2°C, 최저기온은 0.5°C 상승하였다 (Table 1).

1973년부터 2007년 기간동안 여름의 기온변화경향을 분석한 결과 평균기온은 1973년부터 금년 8월까지 뚜렷한 변화경향을 보이지 않는다. 하지만 최고기온과 최저기온은 1973년부터 꾸준히 상승하는 경향을 보인다 (Fig. 1).

서울의 경우 금년 여름의 평균기온은 24.6°C로 평년 (24.1°C)에 비해 0.5°C 높았다. 최고기온은 28.6°C로 평년 (28.4°C)에 비해 0.2°C 높았으며 최저기온은 21.4°C로 평년 (20.6°C)에 비해 0.8°C 높았다 (Table 2).

서울의 금년 여름의 기온을 1910년대 여름과 비교하면 평균기온은 1910년대 (23.4°C)에 비해 1.2°C, 최

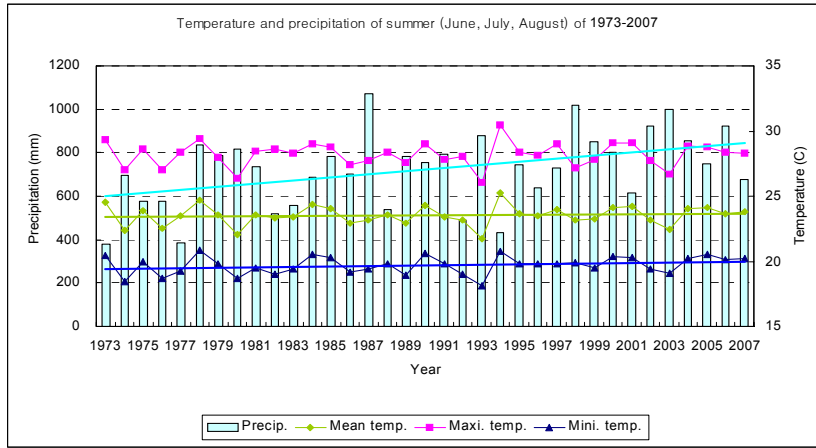


Fig. 1. Time series of summer temperature (mean, maximum, and minimum), and precipitation for the period 1973-2007.

고기온은 1910년대 (28.6℃)와 같았으며, 최저기온은 1910년대 (19.4℃)에 비해 2.0℃ 상승하였다 (Table 2).

급년 여름 서울의 기온을 1970년대 여름과 비교하

면 평균기온은 1970년대 (23.4℃)에 비해 0.9℃, 최고 기온은 1970년대 (28.2℃)에 비해 0.4℃, 최저기온은 1970년대 (20.3℃)에 비해 1.1℃ 상승하였다 (Table 2).

Table 1. Lists of various meteorological elements in national averages (60 station average)with different time periods.

Elements	National average (August, 2007)	Normal of August (1971-2000)	National average (August, 1970s)	National average (August, 2000s)	National average (summer, 2007)	Normal of summer (1971-2000)	National average (summer, 1970s)	National average (summer, 2000s)
Mean temperature(℃)	26.1	25.0	24.8	25.1	23.8	23.5	23.4	23.6
Maximum temperature(℃)	30.4	29.6	29.4	29.7	28.3	28.2	28.0	28.2
Minimum temperature(℃)	22.9	21.3	21.1	21.7	20.2	19.6	19.5	20.0
Precipitation (mm)	330.0	265.0	225.9	305.1	676.3	699.9	632.1	819.6
Rainy days	17.3	-	11.8	14.4	42.2	-	37.1	39.7
Days greater than 35℃ in max. temp.	1.1	-	0.4	1.3	1.6	-	1.4	2.0
Days greater than 25℃ in mini. temp.	4.7	-	1.6	2.8	5.5	-	2.9	4.3
Rainy days in greater than 80mm/day	0.7	-	0.5	0.8	1.2	-	1.2	2.0
Rainy days in greater than 120mm/day	0.1	-	0.2	0.3	0.1	-	0.4	0.7
Rainy days greater than 30mm in any 1-hour period	0.9	-	0.5	0.7	1.3	-	1.1	1.7
Rainy days greater than 10 mm in any 10-minute period	2.2	-	0.8	1.4	3.2	-	1.7	3.0

Table 2. Lists of various meteorological elements in Seoul with different time periods.

Elements	Normal					Normal of				
	August, 2007	of August (1971-2000)	August, 1910s	August, 1970s	August, 2000s	Summer, 2007	summer (1971-2000)	Summer, 1910s	Summer, 1970s	Summer, 2000s
Mean temperature(°C)	26.5	25.4	25.0	25.0	25.6	24.6	24.1	23.4	23.7	24.2
Maximum temperature(°C)	29.9	29.5	30.0	29.3	29.4	28.6	28.4	28.6	28.2	28.2
Minimum temperature(°C)	23.8	22.1	21.1	21.8	22.6	21.4	20.6	19.4	20.3	21.1
Precipitation (mm)	237.6	348.0	274.5	250.9	351.6	566.2	809.2	753.4	661.7	974.7
Rainy days	19.0	-	12.4	13.3	15.3	46.0	-	39.0	39.0	43.0
Days greater than 35°C in max. temp.	0	-	1.1	0.3	0.6	0	-	2.3	0.8	0.6
Days greater than 25°C in mini. temp.	11.0	-	0.3	1.8	5.7	12.0	-	0.9	4.5	7.7

서울의 2000년대 (2001-2007년)와 1970년대 (1973-1980년) 여름을 비교한 결과 2000년대 가 평균기온은 24.2°C, 최고기온 28.2°C, 최저기온 21.1°C 로 1970년대 23.7°C, 28.2°C, 20.3°C에 비해 평균기온은 0.5°C, 최고기온은 같았으며, 최저기온은 0.8°C 상승하였다 (Table 2).

1908년부터 2007년 기간동안 서울 여름의 기온변화 경향을 분석한 결과 평균기온과 최저기온은 1908년부터 금년 여름까지 증가하며 최고기온은 감소한다 (Fig. 2).

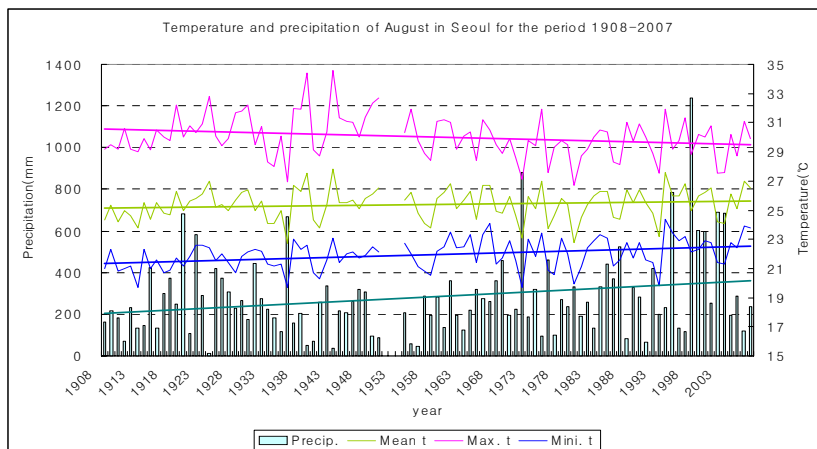
전국 여름의 최고기온 35°C 이상일수는 1973년부터 증가하는 경향을 보인다. 금년 여름의 최고기온 35°C 이

상일수는 1.6일로 1970년대 (1.4일)에 비해 0.2일 많았다. 2000년대는 2.0일로 1970년대에 비해 0.6일 많았다.

여름의 최저기온 25°C 이상인 일수는 1973년부터 증가하는 경향을 보인다 (Fig. 3). 금년 여름은 5.5일로 1970년대 (2.9일)에 비해 2.6일 많았다 (Table 1).

서울의 경우 금년 여름 최고기온 35°C 이상일수는 1908년도부터 감소하는 경향을 보인다. 금년 여름의 최고기온 35°C 이상 일수는 단 하루도 없었다. 2000년대에는 0.6일로 1910년대 (2.3일)에 비해 1.7일 적었다. 반면에 금년 여름 최저기온 25°C 이상인 일수는 1908년부터 서서히 증가하는 경향을 보인다 (Fig. 4).

금년 여름의 경우 최저기온 25°C 이상 일수는 12.0

**Fig. 2.** Time series of summer temperature (mean, maximum, and minimum), and precipitation in Seoul for the period 1908-2007.

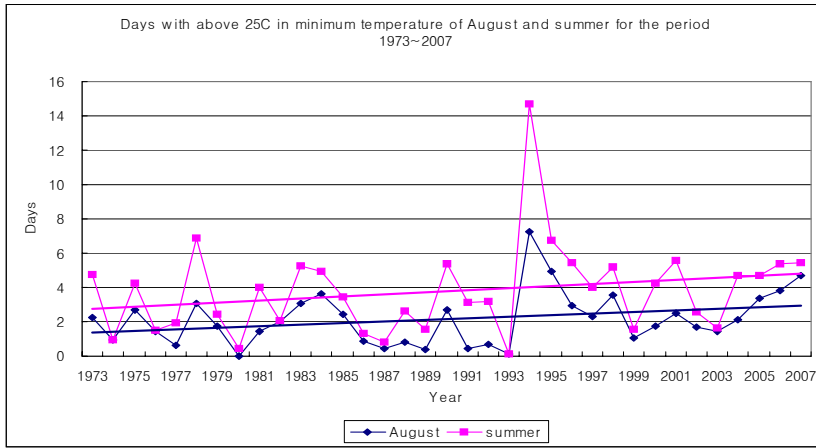


Fig. 3. Time series of the days with above 25°C in minimum temperature of August and summer for the period 1973-2007.

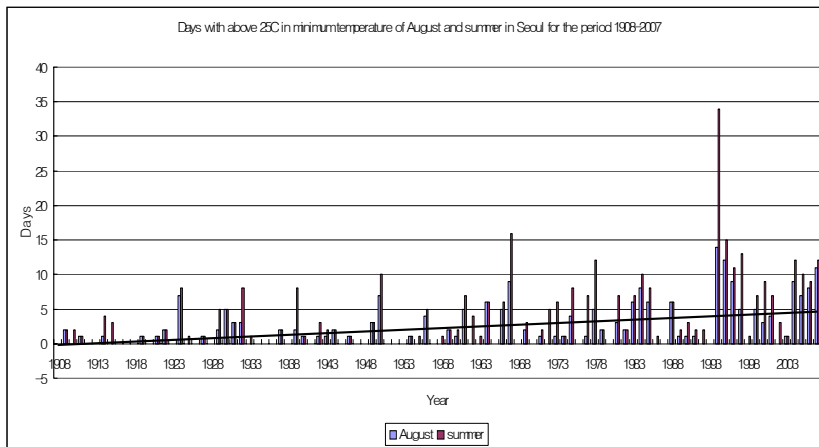


Fig. 4. Time series of the days with above 25°C in minimum temperature of August and summer in Seoul for the period 1908-2007.

일로 1910년대 (0.9일)에 비해 11.1일 많았다. 2000년 대는 7.7일로 1910년대에 비해 6.8일이 많았다.

(b) 8월

전국 금년 8월 평균기온은 26.1°C로 평년 (25.0°C)에 비해 1.1°C 높았다. 최고기온은 30.4°C로 평년 (29.6°C)에 비해 0.8°C 높았으며 최저기온은 22.9°C로 평년 (21.3°C)에 비해 1.6°C 높았다 (Table 1).

금년 8월의 기온을 1970년대의 8월과 비교하면 평균기온은 1970년대 (24.8°C)에 비해 1.3°C, 최고기온은 1970년대 (29.4°C)에 비해 1.0°C, 최저기온은 1970년대 (21.1°C)에 비해 1.8°C 상승하였다 (Table 1).

2000년대 (2001-2007년) 8월과 1970년대 (1973-1980년) 8월을 비교한 결과 2000년대 가 평균기온은 25.1°C, 최고기온 29.7°C, 최저기온 21.7°C로 1970년대에 비해 평균기온은 0.3°C, 최고기온은 0.3°C, 최저기온은 0.6°C 상승하였다 (Table 1).

1973년부터 2007년까지 8월의 기온변화경향을 분석한 결과 평균기온과 최고기온은 1973년부터 금년 8월까지 뚜렷한 변화경향을 보이지 않는다. 하지만 최저기온은 1973년부터 꾸준히 상승하는 경향을 보인다.

서울의 금년 8월 평균기온은 26.5°C로 평년 (25.4°C)에 비해 1.1°C 높았다. 최고기온은 29.9°C로 평년 (29.5°C)에 비해 0.4°C 높았으며 최저기온은 23.8°C로

평년 (22.1°C)에 비해 1.7°C 높았다 (Table 2).

서울의 금년 8월의 기온을 1910년대 8월과 비교하면 평균기온은 1910년대 (25.0°C)에 비해 1.5°C, 최고기온은 1910년대 (30.0°C)에 비해 0.1°C 낮았으며, 최저기온은 1910년대 (21.1°C)에 비해 2.7°C 상승하였다 (Table 2).

서울의 2000년대 (2001-2007년) 8월과 1970년대 (1973-1980년) 8월을 비교한 결과 2000년대 가 평균기온은 25.6°C, 최고기온은 29.4°C, 최저기온은 22.6°C 로 1970년대 25.0°C, 29.3°C, 21.8°C에 비해 평균기온은 0.6°C, 최고기온은 0.1°C, 최저기온은 0.8°C 상승하였다 (Table 2).

서울의 경우 8월의 평균기온과 최저기온은 1908년부터 상승하는 경향을 보이며 최고기온은 1908년부터 감소하는 경향을 보인다.

전국 8월의 최고기온 35°C 이상일수는 1973년부터 증가하는 경향을 보인다. 금년 8월 최고기온 35°C 이상일수는 1.1일로 1970년대 (0.4일)에 비해 0.7일 많았다. 2000년대는 1.3일로 1970년대에 비해 0.9일 많았다.

8월의 최저기온 25°C 이상인 일수는 1973년부터 증가하는 경향을 보인다 (Fig. 3). 금년 8월은 4.7일로 1970년대 (1.6일)에 비해 3.1일 많았다. 2000년대는 2.8일로 1970년대에 비해 1.2일 많았다 (Table 1).

서울의 경우 8월 최고기온 35°C 이상일수는 1908년도부터 감소하는 경향을 보인다. 금년 8월의 최고기온 35°C 이상 일수는 단 하루도 없었다. 2000년대에는 0.6일로 1910년대 (1.1일)에 비해 0.5일 적었다.

반면에 서울의 최저기온 25°C 이상인 일수는 1908

년부터 서서히 증가하는 경향을 보인다 (Fig. 4). 금년 8월의 경우 최저기온 25°C 이상 일수는 11.0일로 1910년대에 비해 10.7일 많았다. 2000년대는 5.7일로 1910년대에 비해 5.4일이 많았다 (Table 2).

3.2 강수량 변동

(a) 여름철

금년 여름 전국의 강수량은 676.3 mm로 (Table 1) 평년 (699.9 mm)에 비해 23.6 mm 적었다. 반면에 금년 여름의 강수량은 1970년대 (632.1 mm)에 비해 44.2 mm 많았다. 하지만 2000년대 (819.6 mm) 와 비교하면 143.3 mm 적었다. 2000년대 여름 (819.6 mm) 은 1970년대 여름 (632.1 mm)에 비해 187.5 mm 많았다 (Table 1).

금년 여름 서울의 강수량은 566.2 mm로 평년 (809.2 mm)에 비해 243.0 mm 적었다. 금년 여름 서울의 강수량은 1910년대 (753.4 mm)에 비해 187.2 mm, 1970년대 (661.7 mm)에 비해 95.5 mm, 2000년대 (974.7 mm)에 비해 313.0 mm 적었다. 하지만 2000년대가 1910년대에 비해 221.3 mm 많았으며, 1970년대에 비해 313.0 mm 많았다 (Table 2).

전국 60개 지점의 여름 80 mm 이상/일 (Fig. 5), 120 mm 이상/일, 1시간 최다 30 mm 이상, 10분간 최다 10 mm 이상 강수일수는 1973년부터 꾸준히 증가하는 경향을 보인다. 금년 여름 80 mm 이상/일 강수일수는 1.2일로 1970년대 (1.2일)와 같았다. 2000년대는 2.0일로 1970년대에 비해 0.8일 많았다 (Table 1). 120

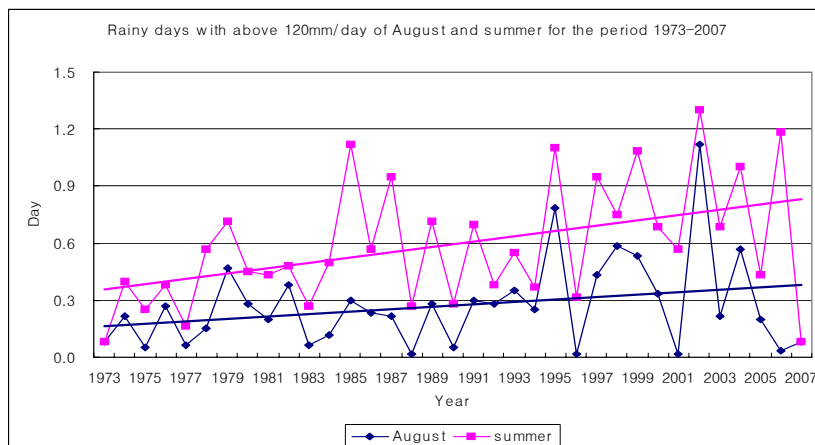


Fig. 5. Time series of the rainy days with above 120mm/day of August and summer for the period 1973-2007.

mm 이상/일 강수일수는 금년 여름 0.1일 (Table 1)로 1970년대 (0.4일)에 비해 0.3일 적었다. 2000년대는 0.7일로 1970년대에 비해 0.3일 많았다 (Table 1). 1시간 최다 30mm 이상 강수일수는 금년 여름 1.3일 (Table 1)로 1970년대 (1.1일)에 비해 0.2일 많았다. 2000년대는 1.7일로 1970년대에 비해 0.6일 많았다 (Table 1). 10분간 최다 10 mm 이상 강수일수는 금년 여름 3.2일 (Table 1)로 1970년대 (1.7일)보다 1.5일 많았다. 2000년대는 3.0일로 1970년대에 비해 1.3일 많았다 (Table 1).

(b) 8월

금년 8월 전국의 강수량은 330.0 mm 로 (Table 1)

평년 (265.0 mm)에 비해 65.9 mm, 1970년대에 비해 105.0 mm 많았으며 2000년대에 비해 25.8 mm 적었다. 2000년대 8월의 강수량은 1970년대에 8월에 비해 79.2 mm 많았다 (Table 1).

금년 8월 서울의 강수량은 237.6 mm로 평년 (348.0 mm)에 비해 110.4 mm 적었다 (Table 2). 금년 8월 서울의 강수량은 1910년대 (274.5 mm)에 비해 36.9 mm, 1970년대 (250.9 mm)에 비해 13.3 mm, 2000년대 (351.6 mm)에 비해 114.0 mm가 적었다. 하지만 2000년대가 1910년대에 비해 77.1 mm, 1970년대에 비해 100.7 mm 많았다 (Table 2).

전국 60개 지점의 8월 120 mm 이상/일 (Fig. 5), 80 mm 이상/일 (Fig. 6), 1시간 최다 30 mm 이상 (Fig. 7), 10

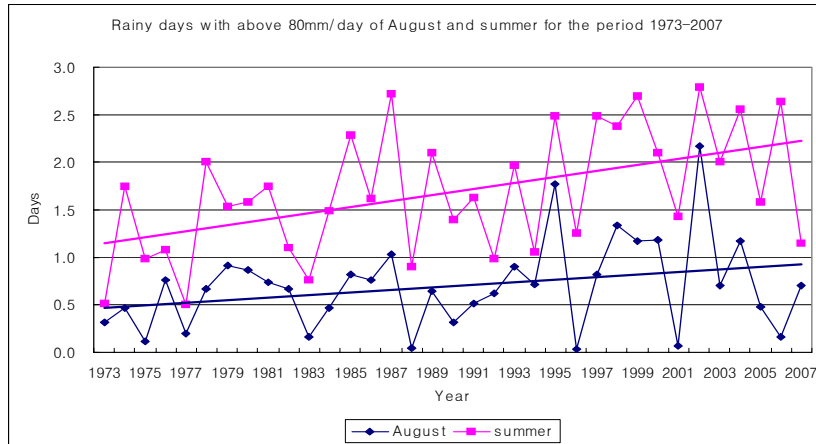


Fig. 6. Time series of the rainy days with above 80mm/day of August and summer for the period 1973-2007.

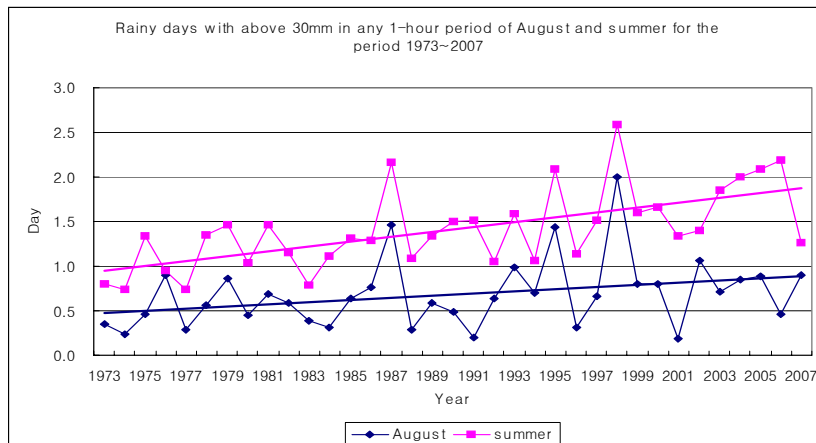


Fig. 7. Time series of rainy days with above 30mm in any 1-hour period of August and summer for the period 1973-2007.

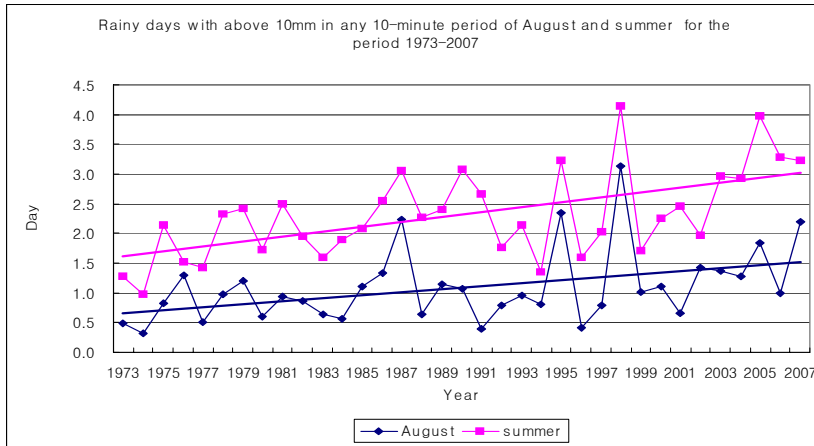


Fig. 8. Time series of rainy days with above 10mm in any 10-minute period of August and summer for the period 1973-2007.

분간 최다 10 mm 이상 강수일수 (Fig. 8)는 1973년부터 꾸준히 증가하는 경향을 보인다. 금년 8월 80 mm 이상/일 강수일수는 0.7일로 1970년대 (0.5일)에 비해 0.2일 많았다. 2000년대는 0.8일로 1970년대에 비해 0.3일 많았다 (Table 1). 120 mm 이상/일 강수일수는 금년 8월 0.1일로 1970년대 (0.2일)에 비해 0.1일 적었다. 2000년대는 0.3일로 1970년대에 비해 0.1일 많았다 (Table 1). 8월중 전국 1시간 최다 30 mm 이상 강수일수는 금년 8월 0.9일로 1970년대 (0.5일)에 비해 0.4일 많았다. 2000년대는 0.7일로 1970년대에 비해 0.2일 많았다. 10분간 최다 10 mm 이상 강수일수는 금년 8월 2.2일 (Table 1)로 1970년대 (0.8일)보다 1.4일 많았다. 2000년대는 1.4일로 1970년대에 비해 0.6일 많았다 (Table 1).

서울의 경우 금년 8월의 강수일수는 19.0일로 1910년대 (12.4일)에 비해 6.6일 많았다. 2000년대의 강수일수는 15.3일로 1910년대에 비해 2.9일 많았다 (Table 2). 서울의 경우 금년 여름의 강수일수는 46.0일로 1910년대 (39.0일)에 비해 7.0일 많았다. 2000년대의 강수일수는 43.0일로 1910년대에 비해 4.0일 많았다 (Table 2).

4. 토의

4.1 8월 및 여름의 온도 변화

금년 8월은 전국 (60개 지점 평균) 과 서울 모두 평균, 최고, 최저기온이 평년보다 높았다. 전국의 경우 평년에 비해 최저기온이 1.6°C 상승하였으며 평균기온

및 최고기온에 비해 상승폭이 컸다.

금년 8월의 기온을 1970년대 (1973-1980) 8월과 비교하면 최저기온의 상승폭이 가장 컸으며 (1.8°C), 평균기온 (1.3°C 상승), 최고기온 (1.0°C)의 순이었다. 2000년대 (2001-2007년) 8월과 1970년대 8월의 온도 변화를 비교하면 2000년대가 1970년대에 비해 최저기온 상승폭이 가장 컸으며 (0.6°C 상승), 평균기온과 최고기온은 각각 0.3°C 상승하였다.

금년 8월 서울의 경우 평년에 비해 최저기온이 1.7°C 상승하였으며 평균기온 및 최고기온에 비해 컸다. 금년 8월 서울의 기온을 1910년대 (1911-1920) 8월과 비교하면 최저기온의 2.7°C 상승, 평균기온은 1.5°C 상승하였다. 반면에 최고기온은 0.1°C 감소하였다. 금년 8월 서울의 평균기온은 2000년대와 비교해보면 최저기온이 1.2°C 상승하였으며 평균기온은 0.9°C, 최고기온은 0.5°C 상승하였다.

서울의 경우 2000년대 8월과 1970년대 8월의 기온을 비교한 결과 2000년대가 1970년대에 비해 최저기온이 0.8°C, 평균기온은 0.6°C, 최고기온은 0.1°C 상승하였다. 또한 2000년대 8월과 1910년대 8월을 비교한 결과 2000년대가 1910년대에 비해 최고기온은 1.5°C, 평균기온은 0.6°C 상승한 반면 최고기온은 0.6°C 감소하였다.

전국의 2000년대 (2001-2007년) 여름과 1970년대 여름의 기온변화의 경우 2000년대가 1970년대에 비해 최저기온 상승폭이 가장 컸으며 (0.5°C 상승), 평균기온과 최고기온은 각각 0.2°C 상승하였다. 서울의 경우 2000년대 여름이 1910년대 여름에 비해 최저기온

1.7°C, 평균기온은 0.8°C 상승한 반면 최고기온은 오히려 0.4°C 감소하였다.

이상에서 보듯이 전국 (60개 지점 평균) 과 서울 모두 금년 8월과 여름 최저기온의 상승폭이 평균 및 최고기온에 비하여 컸다.

또한 전국의 경우 2000년대 8월 및 여름이 1970년대 8월 및 여름에 비해 최저기온의 상승폭이 평균 및 최고기온에 비하여 컸다. 서울의 경우도 2000년대 8월 및 여름이 1910년대 및 1970년대 8월 및 여름에 비해 최저기온의 상승폭이 평균 및 최고기온에 비해 컸다. 이처럼 최고기온과 최저기온의 상승률이 다르며 최저기온의 상승폭이 최고기온에 비해 크게 나타남은 현재 전 지구적으로 일어나고 있는 현상이다 (Karl *et al.*, 1993). 왜 최고기온과 최저기온 상승률이 다른지는 잘 알려지지 않았지만 전 지구 온난화와 더불어 도시화가 증가하면 최고기온 상승에 비해 최저기온 상승률이 높다는 연구결과가 있다 (Karl *et al.*, 1993).

특히 1950년대부터 전 지구적으로 강한 온난현상이 시작되었으며 (Easterling *et al.*, 1997) 1970년대부터 육지와 해양 모두 온도가 현저히 상승하기 시작하였다 (Jones, 1986; Victoria *et al.*, 1998; Hu *et al.*, 2004; Trenberth, 2007). 특히 온도변화가 적은 8월 및 여름철과 전지구의 온도가 이미 빠르게 상승하기 시작한 1970년 이후의 기후를 분석하였음에도 불구하고 2000년대가 1970년대에 비해 8월 및 여름철의 기온 (평균, 최고, 최저)이 상승하였으며 이는 전 지구 온난화가 한 반도에도 매우 빠르게 진행되고 있음을 의미한다.

최저기온의 상승은 전 지구 온난화의 특징이다. 습도, 이산화탄소, 에어러솔, 구름 등으로 인한 온실효과의 증가는 최고기온보다는 최저기온을 증가시킨다 (Karl *et al.*, 1993). 특히 서울의 경우 8월과 여름 모두 최고기온이 1908년부터 점진적으로 감소하며 최저기온은 증가하는 경향을 보인다. 일반적으로 구름의 양이 증가하면 최고기온은 감소하며 최저기온은 증가한다 (Plantico *et al.*, 1990).

전국의 경우 최고기온 35°C 이상 일수와 최저기온 25°C 이상일 수 (Fig. 3)는 1973년부터 8월 및 여름 모두 꾸준히 증가하는 경향을 보인다. 이러한 극한기후 (extreme climate)는 비록 관측 자료를 이용하여 출판된 연구는 많이 없지만 미국의 경우 과거 50년간 여름의 평균기온은 꾸준히 상승했으며 특히 낮보다 밤이 더웠다. 특히 습도가 높을 때 무더운 날씨는 인간에게 열적스트레스를 유발할 수 있다 (Gaffen and Ross,

1998). 여름의 평균기온 상승은 극한온도 (extremely high temperature)의 빈도수를 증가시키며 밝혀졌다 (Gaffen and Ross, 1998).

서울의 경우는 1908년부터 최저기온 25°C 이상일수는 8월과 여름 모두 증가하지만 (Fig. 4) 최고기온 35°C 이상일수는 감소하고 있다. 또한 서울의 8월 및 여름의 평균기온이 1908년부터 증가하고 있으나 최고기온 35°C 이상일수 가 감소하는 이유는 분명하지 않으나 일반적으로 구름의 양이 증가하면 최고기온이 감소하는 경향이 있다 (Plantico *et al.*, 1990).

서울의 경우 8월의 강수일수는 1908년부터 서서히 증가하는 경향을 보이며 이러한 강수일수의 증가가 최고기온 35°C 이상일수의 감소와도 관계가 있다.

최고기온의 변화경향에 관하여 출판된 문헌은 많이 없지만 아르헨티나의 경우 1958-1998년까지 연구한 결과에 의하면 아르헨티나의 북부지역은 여름동안 서울의 경우와 마찬가지로 평균 최고기온이 감소한다. 반면에 아르헨티나의 남쪽지역은 평균 최고기온이 증가한다 (Rusticucci and Barrucand, 2004).

4.2 8월 및 여름의 강수량 변화

전국의 8월 및 여름의 강수량은 1973년부터, 서울의 8월 및 여름의 강수량은 1908년부터 비록 변동 폭은 크나 꾸준히 증가하고 있다. 전국의 2000년대 8월의 강수량 평균은 305.1 mm 로 1970년대 8월의 평균인 225.9 mm 에 비해 79.2 mm (35.1%) 증가 하였다. 전국의 2000년대 여름의 강수량은 819.6 mm로 1970년대 여름의 632.1 mm에 비해 187.5 mm (29.7%) 증가하였다.

서울의 2000년대 8월의 강수량은 351.6 mm 로 1910년대의 274.5 mm 에 비해 77.1 mm (28.1%) 증가하였으며 1970년대의 250.9 mm에 비해 100.7 mm (40.1%) 증가하였다. 서울의 2000년대 여름의 강수량은 974.7 mm로 1910년대 753.4 mm 에 비해 221.3 mm (29.4%), 1970년대의 661.7 mm에 비해 313.0 mm (47.3%) 증가 하였다.

전국의 2000년대 8월의 강수일수는 14.4일로 1970년대 11.8일에 비해 2.6일 증가 하였다. 또한 전국의 2000년대 여름철 강수일수는 39.7일로 1970년대 37.1일에 비해 2.6일 증가 하였다 (Table 1).

2000년대 서울 8월의 강수일수는 15.3일로 1910년대 (12.4일), 1970년대 (13.3일)에 비해 각각 2.9일, 2.0일 증가하였다. 서울의 여름철 강수일수는 2000년대

43.0일로 1910년대 (39.0일), 1970년대 (39.0일)에 비해 4.0일 증가 하였다.

전국의 8월 및 여름의 집중호우일수 (120 mm 이상/일 강수일수, 80 mm 이상/일 강수일수, 1시간 최다 30 mm 이상 강수일수, 1시간 최다 10 mm 이상 강수일수) 또한 1973년부터 꾸준히 증가하고 있다. 또한 8월 및 여름 모두 2000년대 집중호우 일수가 1970년대에 비해 많이 나타난다.

일반적으로 전 지구온난화가 일어날 경우 증발량이 증가하여 강수량이 증가하며 이러한 강수량의 증가는 해수의 밀도를 감소시켜 저층수의 순환에 변화를 일으키며 (Stokstad, 2002) 이는 해양 생태계에 영향을 미치기도 한다. 우리나라의 경우 위에서 언급했듯이 8월 및 여름의 강수량이 본 자료의 분석기간인 1973년부터 꾸준히 증가하는 경향을 보인다.

전지구 온난화는 어떤 지역은 홍수를 유발하며 반면에 또 다른 지역은 가뭄을 야기하기도 한다 (Christensen *et al.*, 2003). 케나다의 경우 지난 40년 동안 강수량이 증가하고 있다 (Easterling *et al.*, 2000). 중국의 남쪽지역은 전 지구 온난화와 더불어 여름기간 동안 홍수가 증가하고 있으며 북쪽지역에서는 가뭄이 증가하고 있다 (Menon *et al.*, 2002). 미국 전역은 특히 1970년대부터 강수량 및 집중호우가 증가하고 있으며 (Easterling *et al.*, 2000) 이는 우리나라의 경우와 비슷한 양상을 보인다. 중국, 오스트레일리아, 영국 등에서도 집중호우 일수가 증가하고 있음이 보고되었다 (Easterling *et al.*, 2000; Zhai *et al.*, 2006). 서울의 경우도 지난 227년간 연구한 결과 강수강도가 증가하고 있다 (Wang *et al.*, 2006).

전국의 경우 8월과 여름 모두 2000년대가 1970년대에 비해 강수량이 많다. 서울의 경우 또한 2000년대가 1910년대 및 1970년대에 비해 강수량이 많다. 일반적으로 전 지구 온난화와, 도시화가 진전될수록 오염물질 증가로 인하여 안개발생 빈도가 증가하며 강수량이 증가한다고 알려져 있다. 오염물질 (black carbon)은 또한 아시아지역의 여름 몬순 순환 (summer monsoon circulation)에 변화를 일으켜 강수형태의 변화를 야기한다 (Chameides *et al.*, 2002).

5. 요약

전국 (60개 지점 평균)과 서울의 온도 및 강수를 분석하였다. 분석된 기간은 전국의 경우 1973-2007년 기간 중 8월과 여름 및 서울의 경우 1908-2007년 기간 중

8월과 여름 이다. 금년 8월과 여름은 전국과 서울 모두 기온 (평균, 최고, 최저)이 평년에 비해 높았다. 전국의 경우 1973년부터 서울의 경우 1908년부터 8월과 여름 모두 최저기온이 꾸준히 증가하는 경향을 보인다. 최저기온의 상승률은 평균 및 최고기온에 비하여 높다. 이러한 최저기온의 상승은 현재 전 지구적인 추세이며 전 지구 온난화에 따른 증발량의 증가로 구름의 양이 증가하게 되어 최저기온이 상승한 것으로 해석하고 있다.

열대야라 불리는 최저기온 25°C 이상인 날은 8월과 여름 모두 1973년부터 2007년 현재까지 꾸준히 증가한다. 이는 전 지구 온난화와 도시화의 효과가 복합적으로 작용한 결과이다.

금년 8월의 전국 강수량 (60개 지점 평균)은 330.9 mm 로 평년 (265.0 mm)보다 65.9 mm 많았다. 하지만 서울의 금년 8월 강수량은 237.6 mm 로 평년 (348.0 mm)에 비해 110.4 mm 적었다. 전국의 금년 여름 강수량은 676.3 mm로 평년 (699.9 mm)과 비슷하였으며 서울은 566.2 mm 로 평년 (809.2 mm)보다 243.0 mm 적었다.

1973년부터 2007년까지 8월과 여름의 강수량을 분석한 결과 비록 변동 폭은 크나 1973년부터 (서울의 경우 1908년부터) 8월과 여름 모두 강수량은 증가하는 경향을 보인다.

전국 60개 지점의 8월 및 여름의 호우 일수 (120 mm 이상/일, 80 mm 이상/일, 1시간 최다 30 mm 이상, 10분간 최다 10 mm 이상)는 1973년부터 꾸준히 증가하는 경향을 보였으나 금년에는 예외적으로 집중호우 현상이 일반적으로 오히려 감소한 것으로 분석되었다.

감사의 글

원고의 도움말을 주신 익명의 심사자에게 감사드립니다.

참고문헌

- 전종갑, 문병권, 1997. 측우기 강수량 자료의 복원과 분석. *한국기상학회지*, **44**, 693-707.
- Boo, K.-O., Chun, Y.-S., Park, J.-Y., Cho, H.-M., and Kwon, W.-T., 1999. The horizontal distribution of air temperature in Seoul using automatic weather station data. *J. of Korean Meteorological Society*, **35**, 335-343.
- Chameides, W. L., and Bergin, M., 2002. Soot takes center stage. *Nature*, **297**, 2214-2215.

- Christensen, J. H., and Christensen, O.B., 2003. Severe summertime flooding in Europe. *Nature*, **421**, 805.
- Easterling, D. R., Horton, B., Jones, P.D., Peterson, T.C., Karl, T.R., Parker, D.E., Salinger, M.J., Razuvayev, V., Plummer, N., Jamason, P., and Folland, C.K., 1997. Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science*, **277**, 364-367.
- Easterling, D. R., Evans, J.L., Groisman, P.Y., Karl, T.R., Kunkel, K.E., and Ambenje, P., 2000. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **81**, 417-425.
- Gaffen, D. J., and Ross, R.J., 1998. Increased summertime heat stress in the US. *Nature*, **396**, 529-530.
- Hu, Q., Tawaye, Y., and Feng, S., 2004. Variations of the northern Hemisphere atmospheric energetics: 1948-2000. *J of Climate*, **17**, 1975-1986.
- Jones, P. D., Wigley, T.M.L., and Wright, P.B., 1986. Global temperature variations between 1861 and 1984. *Nature*, **322**, 430-434.
- Jung, H.-S., Lim, G.-H., and Oh, J.-H., 2001. Interpretation of the transient variations in the time series of precipitation amounts in Seoul, Korea. Part 1: Diurnal variation. *J. of Climate*, **14**, 2989-3004.
- Karl, T. R., Jones, P.D., Knight, R.W., Kukla, G., Plummer, N., Razuvayev, V., Gallo, K.P., Lindsey, J., Charlson, R.J., and Peterson, T.C., 1993. Asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **74**, 1007-1023.
- Lim, G.-H., and Jung, H.-S., 1992. Interannual variation of the annual precipitations at Seoul, 1771-1990. *J. of Korean Meteor. Soc.* **28**, 125-132.
- Menon, S., Hansen, J., Nazarenko, L., and Luo, Y., 2002. Climate effects of black carbon aerosols in China and India. *Nature*, **297**, 2250-2252.
- Min, S.-K., Kwon, W.-T., Park, E.-H., and Choi, Y., 2003. Spatial and temporal comparisons of droughts over Korea with East Asia. *International J. of Climatology*, **23**, 223-233.
- Osborn, T. J., and Briffa, K.R., 2007. Response to comment on the spatial extent of 20th-century warmth in the context of the past 1200 years. *Science*, **316**, 1844b.
- Park, W.-K., and Yadav, R.R., 1998. Reconstruction of May precipitation (A.D. 1731-1995) in west-central Korea from tree rings of Korean red pine. *J. of Korean Meteor. Soc.*, **34**, 459-465.
- Plantico, M. S., Karl, T.R., Kukla, G., and Gavin, J., 1990. Is recent change across the United States related to rising levels of anthropogenic greenhouse gases? *Journal of Geophysical Research*, **95**, 16,617-16,637.
- Rusticucci, M., and Barrucand, M., 2004. Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. *J of Climate*, **17**, 4098-4107.
- Seo, J.-W., and Park, W.-K., 2002. Reconstruction of May precipitation (317 years: A.D. 1682-1998) using tree rings of *Pinus densiflora* S. et. Z. in western Sorak Mt. *The Korean J. of Quaternary Research*, **16**, 29-36.
- Stokstad, E., 2002. River flow could derail crucial ocean current. *Science*, **298**, 2110.
- Trenberth, K., 2007. Hurricane. *Scientific American*, **July**, **2007**: 41-53.
- Victoria, R. L., Martinelli, L.A., Moraes, J.M., Ballester, M.V., Krusche, A.V., Pellegrino, G., Almeida, R.M.B., and Richey, J.E., 1998. Surface air temperature variations in the Amazon Region and its borders during this century. *J of Climate*, **11**, 1105-1110.
- Wang, B., Ding, Q., and Jhun, J.-G., 2006. Trends in Seoul (1778-2004) summer precipitation. *Geophysical Research Letters*, **33**: L15803, doi:10.1029/2006GL026418.
- Wang, B., Jhun, J.-G., and Moon, B.-K., 2007. Variability and singularity of Seoul, South Korea, rainy season (1778-2004). *J of Climate*, **20**, 2572-2580.
- Zhai, P., Zhang, X., Wan, H., and Pan, X., 2006. Trends in total precipitation and frequency of daily precipitation extremes over China. *Journal of Climate*, **18**, 1096-1108.