

## 제주도 기온 및 강수의 변동과 변화의 관측

김 성 수 · 강 민 협 · 최 흥 연

제주지방기상청

### Observed Air temperature and Precipitation Variability and Change in Jeju Island

Seong-su Kim, Min-hyeop Kang and Hyung-yun Choi

*Jeju Regional Meteorological Office, Jeju-Do 690-801, Korea*

The objective of the study is to observe variability of main weather elements such as air temperature and precipitation and their change in Jeju. Air temperature and precipitation variabilities in Jeju have been studied with data from JRMO(1924~2004). Annual mean temperature has increased about 0.02°C/year during the last 81 years but relatively high 0.05°C/year after 1980. The rise of the mean temperature was attributed to the rise of the minimum temperature rather than the rise of maximum temperature. Occurrence frequency of an unusual meteorological phenomenon has been examined as well. Abnormal high temperature has appeared more frequently than abnormal low temperature since 1980's when the global warming trend was more distinctive. The appearance of the extremely low on daily minimum temperature has decreased for summer and winter season. As a result of the analysis on the number of rainy days, the frequency of rainy days has increased and heavy rainfall days( $\geq 80$  mm) has increased, therefore, the rainfall intensity has been stronger. The number of rainy days for a light precipitation less than 10 mm/day appears to be reduced, while the frequency of rainfall greater than 35 mm/day has been increased.

**Key words:** temperature variability, precipitation variability, warming trend

### 서 론

최근 들어 기후변화에 대한 많은 연구가 국내외에서 진행되고 있으며, 전지구적으로 기온 상승으로 인한 뚜렷한 평균값의 변화 경향이 있었다는 것이 알려지고 있다.

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001) 보고서에 의하면 20세기 지구의

평균기온이 0.6°C 상승했음이 밝혀졌으며, 이외에도 지구 온난화를 입증하는 많은 연구들이 이루어져 왔다. 이러한 기온상승은 기존의 여러 연구결과에 의해 한반도에서도 발생했음이 밝혀진 바 있다. 이종범(1978)은 서울의 기온이 증가하는 것을 보였으며, 강용균과 노재식(1985)은 1954~1983년 30년 동안의 기온분석을 통해 한반도 14개 지점에서 기온이 증가하고 있다고 하

였다. 또한 최근 기상연구소 자료(2004a)에 의하면 우리나라에서 근대적인 기상관측이 시작된 이래 평균기온이 1.5℃ 상승하여 전지구적인 온난화 추세를 상회하고 있음을 보인다 있다. 이와 같은 온난화 경향은 단순히 기온이 상승했다는 의미 외에 기온의 평균값 변화가 기후 변동을 야기할 수 있다는 점에서 더 큰 중요성을 가질 수 있다.

우리나라의 기후특성을 이해하려는 연구가 주를 이루던 국내의 기후변화 연구는 도시기온 및 강수량의 변동에 대한 연구를 비롯하여 이상기상의 빈번한 출현과 지구온난화가 문제되면서 이상기후 및 엘니뇨/라니냐와 연관된 이상기후 연구로 바뀌었다. 그리고 기후변화에 대한 예측과 이의 영향평가를 수행하기 위한 기후모델링 연구도 촉진되었고 기후예측의 모형연구를 위한 모델연구도 시작되었다.

이러한 연구 성과에도 불구하고 제주도과 관련된 기후연구는 양성기 등(1995)의 제주도 함덕연안해역의 해양·기상의 계절변동에 관한 연구와 제주도 해안 지역의 기온분포(이윤주, 2000) 등 일부에 지나지 않아 제주도 지역의 기후변동성에 관한 연구가 거의 없는 상태이다.

따라서 본 연구에서는 제주지역의 기상자료를 이용하여 기후변화 연구에 있어서 균질적인 장기자료를 확보하고자 기온과 강수의 추세 변동성을 분석하고 기후 변동을 직접적으로 반영하는 특이기상의 발생 및 변화경향을 조사하여 제주도 기온 및 강수의 변동성을 파악하고자 한다.

### 자료 및 분석방법

본 연구에서 사용된 자료는 제주지방기상청(Jeju Regional Meteorological Office ;JRMO)에서 관측된 제주시의 기온 자료와 강수량 자료로 제주시를 제주도 대표값으로 선정하여 분석하였으며(Fig. 1), 도시화에 의한 효과는 배제하지

않았다.

제주지방기상청(33°30' 39.391"N, 126°30' 54.132"E, 해발고도 19.97 m)은 1923년부터 관측을 실시하였으며, 관측개시 이후 관측지점의 이동은 없었다. 기온과 강수의 변화경향을 알아보기 위해 1924년 이후의 평균기온과 최고기온, 최저기온 및 강수량의 시계열 및 아노말리를 구하였으며, 강수일수와 호우일수의 빈도변화 및 기온과 강수의 관계도 살펴보았다. 또한 기온과 강수의 분포에서 5%이내의 범위에 포함되는 수치를 특이값인 이상기온과 이상강수로 정의하여 이에 대한 변화경향도 알아보았다.

분석방법은 자료의 흐름을 연속적인 시간에 따라 어떤 현상이 발생했는지, 자료의 패턴이 어떠한지 파악하고자 시계열 분석을 실시하였으며, 추세분석은 선형회귀분석을 이용하여 경향변화를 분석하였다. 또한, 선형회귀직선은 유의수준 0.05에서 F-test를 사용하여 유의성 검정을 실시하였다.

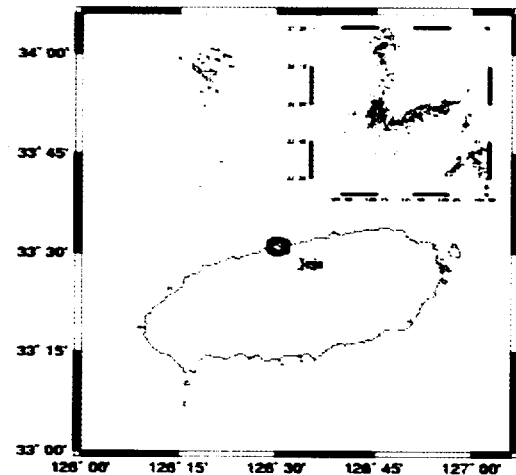


Fig. 1. Location of station used this study.

### 결 과

기후자료의 분석에 앞서 먼저 관측이래 기온 및 강수에 대한 일반적인 제주의 기후에 대해 살펴보고자 한다. Table 1에서 이 연구에 사용

된 분석 기간과 연평균기온 및 연강수량에 대한 평균과 표준편차를 보였는데 연평균기온과 연강수량은 15.1°C와 1438.4 mm를 나타내고 있다. Fig. 2는 최고 및 최저기온의 연변화와 최고기온과 최저기온의 차이, 전달에 대한 평균기온의 변화율을 나타낸 것으로, 꺾은 선은 위에서부터 평균 최고, 평균, 최저기온이고, 왼쪽 막대그래프는 월평균 최고와 최저기온의 차이, 오른쪽 막대는 전 달에 대한 기온의 변화율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 최고기온과 최저기온, 평균기온의 연변화는 비슷한 경향을 보이고 있으며, 최고기온과 최저기온의 차이는 상대습도가 낮고 운량이 적은 봄인 4월과 5월에 차이가 크고(8.0°C), 상대습도가 높고 운량이 많은 7월(6.2°C)은 차이가 작게 나타났다. 전 달에 비하여 기온이 높아진 달은 7개월, 낮아진 달은 5개월로 나타났으며, 봄에 비하여 가을에 기온이 빨리 변하는 것을 알 수 있다. 전 달에 대한 기온상승은 4월에 4.5°C, 10월과 11월은 기온하락폭이 5.0°C로 가장 크게 나타났다.

Table 1. Average and standard deviation of climate factors in Jeju Island

Period of analysis	Annual mean temperature		Annual precipitation	
	Average	Standard deviation	Average	Standard deviation
1924~2004	15.1°C	0.7	1438.4 mm	327.5

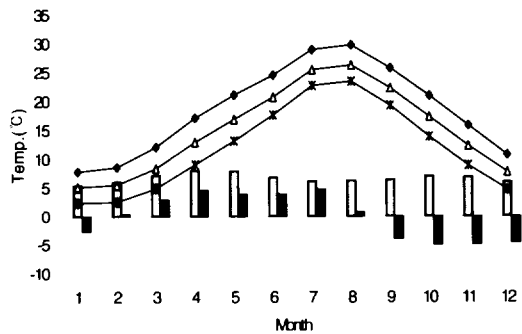


Fig. 2. The variation of monthly temperature in Jeju.

Fig. 3은 제주의 기온과 강수량의 월변화를 나타낸 것으로 월평균기온은 1월이 가장 낮고 8월이 가장 높게 나타나고 있다. 기상연구소(2004b)에 의하면 “우리나라가 북반구에 위치하여 태양의 고도가 12월이 최저, 6월이 최고를 보이므로 기온은 1월에 최저, 7월에 최고를 보이는 것이 타당하나 7월은 장마로 인해 강수량과 구름이 많으므로, 8월에 최고 기온을 보이는 경우가 많다”고 보고하고 있다.

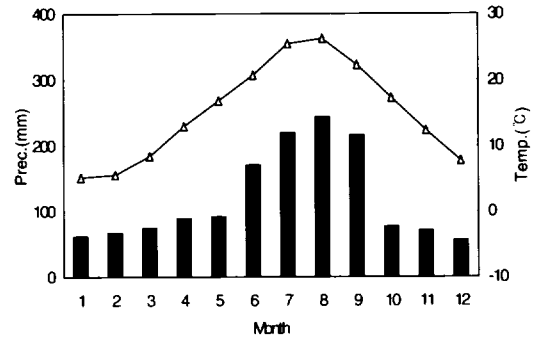


Fig. 3. The variation of monthly precipitation (bar) and mean temperature (solid line).

### 기온 시계열 분석

연평균기온의 시계열을 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 제주의 연평균기온은 전반적으로 상승하고 있으며, 이러한 기온상승은 전지구적으로 일어나는 온난화 현상에 수반되어 나타나는 것으로 판단할 수 있다. 제주의 연평균기온은 0.02°C/년 정도 상승하여 관측 이래 1.6°C의 기온상승을 보이고 있으며, 1980년 이후에는 0.05°C/년의 비율로 상승하여 최근에 들어 상승폭이 커지는 양상을 보이고 있다. 이러한 기온 상승폭은 Jones et al.(1991)의 지구평균기온 상승폭과 Hulme et al.(1994)의 동아시아 기온 상승폭보다 큰 것이다.

연평균 최고기온과 연평균 최저기온은 관측 이래 연평균기온과 마찬가지로 상승경향을 나타내어 연평균기온의 상승에 영향을 미쳤다. Fig. 5는 분석기간 동안 제주의 연평균 최고기온과

연평균 최저기온의 변화경향을 나타낸 것으로 연평균 최고기온의 경우  $0.01^{\circ}\text{C}/\text{년}$ , 연평균 최저기온  $0.026^{\circ}\text{C}/\text{년}$  정도의 기온 상승을 보이고 있어 연평균기온의 상승과 비교해서 최고기온의 증가율은 작고 최저기온의 증가율은 크게 나타나고 있다(전과 이, 1992). 따라서 평균기온의 전체적인 상승을 유발하는 것은 최고기온보다는 최저기온의 상승이 더 많이 기여하고 있음을 보여주고 있다.

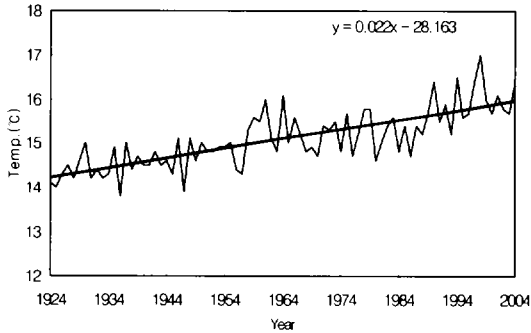


Fig. 4. The time series of annual mean temperature in Jeju(1924~2004).

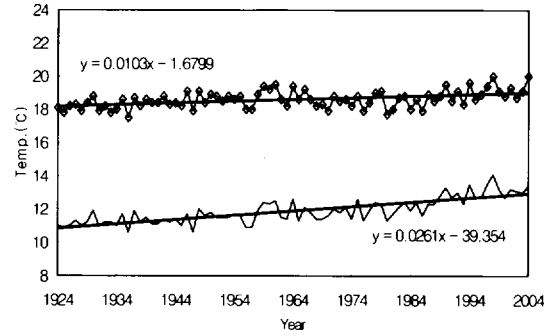


Fig. 5. The time series of annual minimum temperature (—) and maximum temperature( $\diamond$ ) in Jeju(1924~2004).

Fig. 6에 계절별 평균기온변화를 나타내었다. 계절의 구분은 봄을 3~5월, 여름 6~8월, 가을 9~11월, 그리고 겨울을 12월과 그 다음 해의 1, 2월로 구분하였다. 평균기온의 증가경향은 계절에 따라 차이를 보이고 있으며 계절별로 기온의 상승경향이나 연별 변동은 상당한 차이를 보이

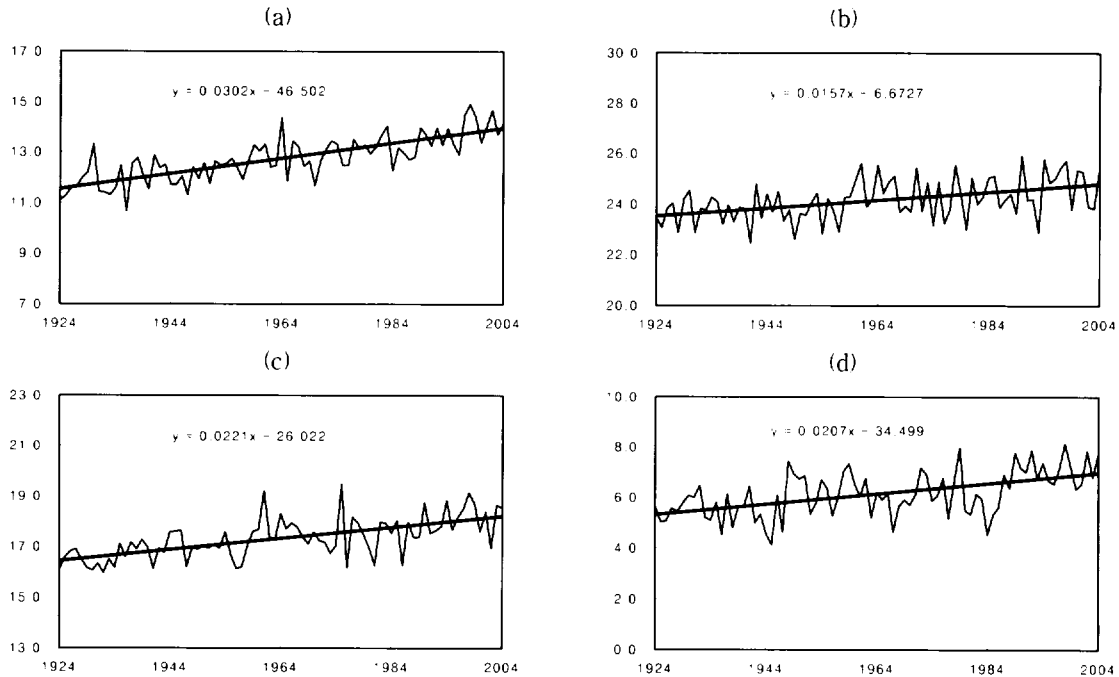


Fig. 6. The variation of seasonal mean temperature in Jeju(1924~2004).

(a) spring, (b) summer, (c) autumn, (d) winter

고 있다. 각 계절별로 살펴보면 봄철 평균기온 변화는 꾸준한 상승세를 보이면서 1990년대에는 1930년대에 비해 약 2°C가 상승하였다. 여름철은 도시화가 가속화되기 시작한 1960년대 들어서면서 1°C 정도 상승한 이후 다소 상승하는 경향을 보이고 있다. 가을철 기온변화는 여름철과 비슷하게 1960년대에 급상승하여 그 이후 완만한 상승경향을 보이고 있으며, 1990년대에는 1930년대에 비해 1.4°C 정도 상승하였다. 겨울철의 경우 다소 진동폭이 크지만 전반적으로 상승하고 있으며, 1990년대에는 1930년대 대비 약 1.5°C가 상승하였다. 관측 이래 계절별 기온상승 폭은 봄에 0.03°C/년으로 기온 상승폭이 가장 컸으며, 다음으로 가을, 겨울, 여름 순으로 나타나 봄에 가장 뚜렷하게 기온 증가경향이 나타났고, 여름에 가장 약하게 나타났다. 이러한 결과는 전과 이(1992)가 한반도의 모든 관측 지점에서 봄에 온도가 크게 상승하였다고 한 것과 일치한다.

**기온 및 이상기온의 변동성**

Fig. 7에서는 1924년부터 2004년까지 평균기온 대한 편차를 나타내었는데 제주의 연평균 기온 편차의 변화는 시간에 따라 점차 상승하는 경향을 보여주고 있다. 1936년에 -1.4°C로 가장 작게 나타났으며, 1998년에 1.9°C로 가장 높은 편차를 보이고 있는데 지구기온 또한 가장 높게 나타났던 해로 기록되었다(Bell et al., 1999). 특히 1990년대는 관측기간동안 가장 온난한 10년으로 기록되고 있다.

제주의 이상기온 발생분포를 구체적으로 분석하기 위해 하주영(1998)이 사용하였던 방법을 이용하여 특이기상의 발생을 조사하였다. 이를 위해 여름철과 겨울철에 나타날 수 있는 폭염과 혹한 냉해에 대해 발생빈도를 조사하였다. 이들의 기준값은 여름철과 겨울철의 일최고기온과 일최저기온의 상위 5% 이내와 하위 5%로 정하였으며, 여름(겨울)에 일최고기온이 33.1(16.2)°C

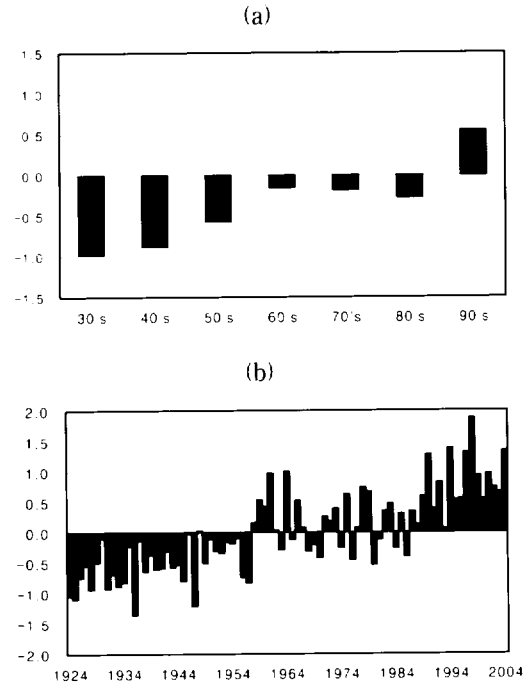


Fig. 7. The time series of temperature anomalies in Jeju: (a) decadal mean temperature, (b) annual mean temperature.

이상, 일 최저기온이 15.2(-1.3)°C 이하인 경우가 전체의 5%정도의 발생확률을 보였는데 이와 같은 경우를 특이값으로 정의하였다. 일최고기온과 일최저기온의 특이값 발생빈도를 구하여 Fig. 8에 나타내었으며, 세로축은 9년간 이동 합산한 빈도이며, 가로축은 시간(년)이다. Fig. 8의 (a)와 (b)는 여름에 대한 결과이며, (c)와 (d)는 겨울에 대한 결과를 나타낸 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 여름과 겨울 모두 일최저기온 특이값에서는 발생빈도가 시간에 따라 감소하는 경향을 보이는 반면, 일최고기온 특이값에서는 경년 진동하는 것으로 나타났다. 지역별 시계열 분석에서 실시한 최고기온과 최저기온의 분석에서 나타난 것과 같이 최고기온의 상승보다 최저기온의 상승이 더욱 뚜렷하므로 최저기온의 영향을 받는 여름철의 냉해와 겨울철의 혹한의 발생빈도가 감소되는 경향을 나타내고 있다. 그러나 여름철의 폭염과 온난한

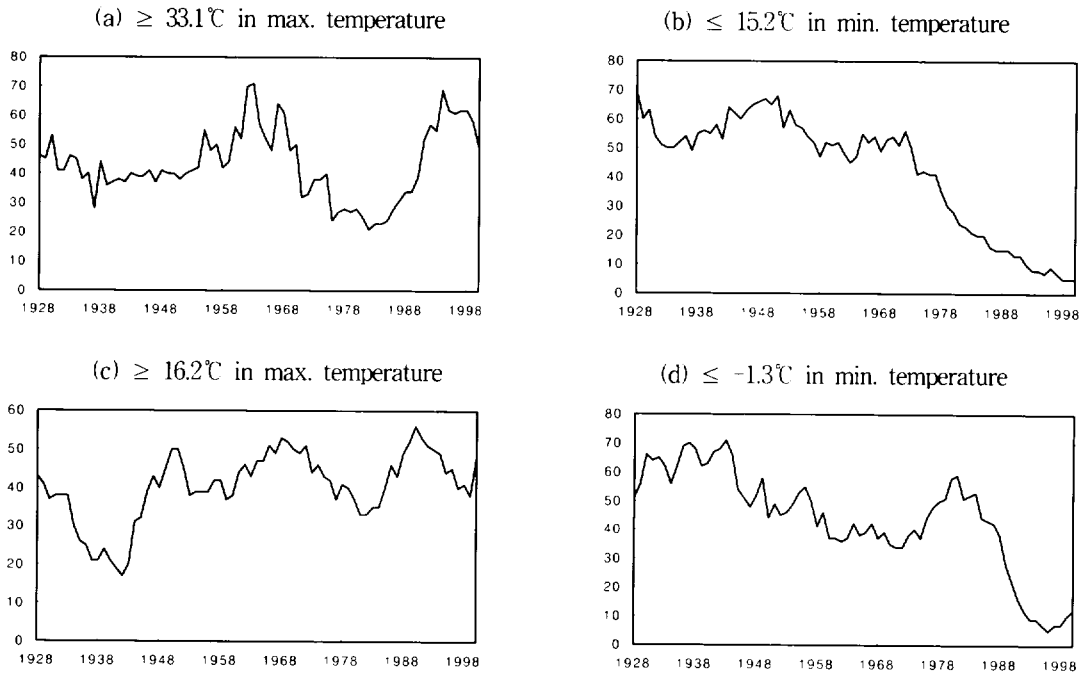


Fig. 8. The occurrences of the number of extremely high and low cases by 9-year running sum in daily maximum and minimum temperature. (a) and (b) are for the summer, (c) and (d) are for the winter.

겨울에 영향을 미치는 특이기온의 발생빈도는 1940년대에 감소하다 다시 증가하고 1980년대에 감소했다가 다시 증가하는 진동형태를 보이고 있다.

1980년 이후 뚜렷해진 온난화는 일최고기온과 일최저기온 모두의 기온 상승에 의한 것으로 (이와 강, 1997) 최저기온 특이값 빈도수 감소와 최고기온 특이값 빈도수 증가가 뚜렷하게 나타나고 있는데 이러한 경향은 온난화를 반영하고 있다고 할 수 있다.

온도관련지수 발생일수 변동

기온과 특이기상의 발생현황과 더불어 온도관련지수의 발생에 대하여 9년 이동합을 실시한 최근 30년간의 결과를 Fig. 9 및 Fig. 10에 보였다. Fig. 9에서 난방도일은 일평균기온의 18°C이하인 날의 일평균기온과 18°C와의 차이의 합이며, 냉방도일은 일평균기온이 26°C이상인 날의

일평균기온과 18°C와의 차이의 합으로 정의하였다. 대체적으로 일평균기온이 18°C이하인 날은 10월에서 4월까지, 26°C이상인 날은 6월에서 9월까지 많이 발생한다.

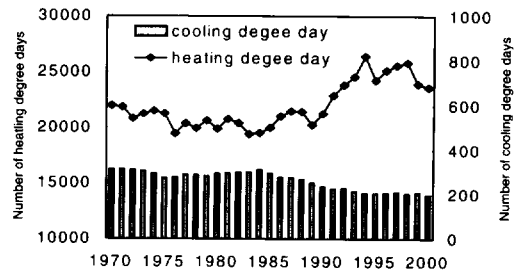


Fig. 9. The occurrences of the number of cooling and heating degree days by 9-year running sum in Jeju.

Fig. 10에서 온난일은 관측기간 중 최고기온의 상위 1%이내의 값을, 한랭일은 최고기온 하위 1%이내의 값으로 정의하였으며, 온난야는

최저기온 상위 1%이내, 한랭야는 최저기온 하위 1%이내의 값을 택하였다. 분석결과 온난일은 33.5℃ 이상, 한랭일은 2.4℃ 이하, 온난야는 26.2℃ 이상 그리고 한랭야는 -1.7℃ 이하로 나타났다.

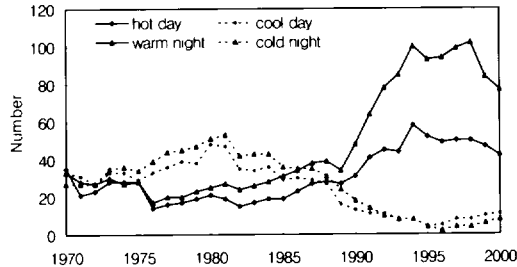


Fig. 10. The occurrences of the number of hot days, warm nights, cold days and cold nights by 9-year running sum in Jeju.

제주의 온도관련지수 발생일수 변동을 살펴보면 시간이 지나면서 최고기온과 관련된 요소인 난방도일, 한랭일, 한랭야는 점차 감소하는 경향을, 최저기온과 연관된 냉방도일, 온난일, 온난야

는 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 특히 1990년대에 들어 온난일과 온난야의 발생일수 비교하여 한랭일과 한랭야의 편차가 갑자기 커지는 경향을 나타내고 있다.

강수 시계열분석

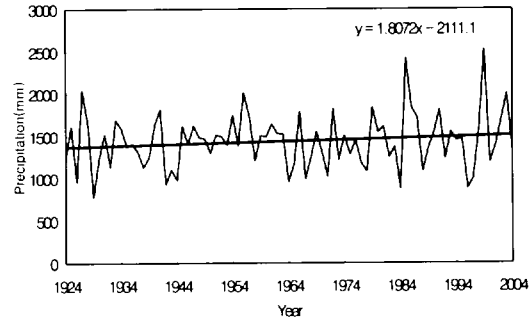


Fig. 11. The variation of annual precipitation in Jeju(1924~2004).

Fig. 11은 제주의 연강수량 변화를 나타낸 그림으로 기온의 변화경향과 비교해 봤을 때 편차가 상당히 심하게 나타나고 있으며, 선형회귀분

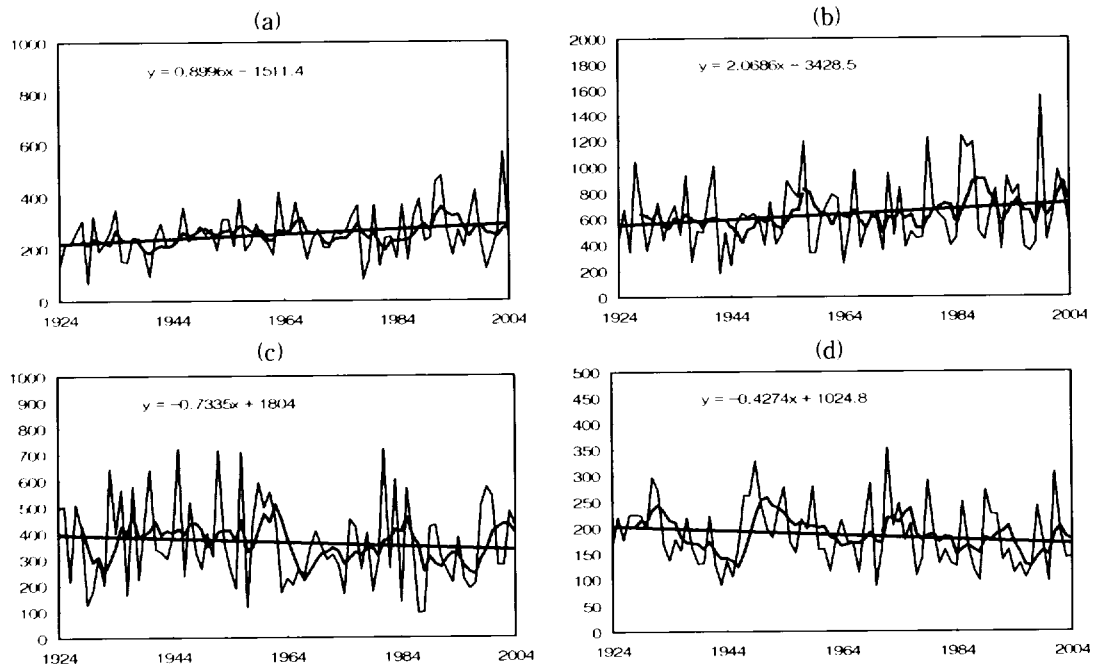


Fig. 12. The variation of seasonal precipitation in Jeju(1924~2004) :

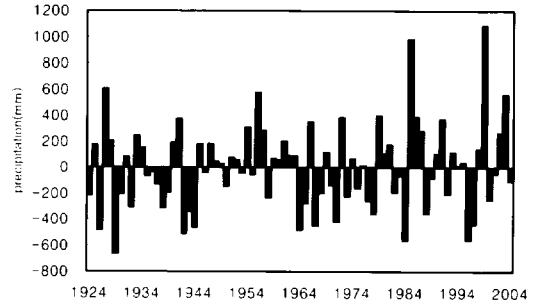
(a) spring, (b) summer, (c) autumn, (d) winter

석 결과 1.8 mm/년 정도 비율로 상승하고 있으나 회귀직선에 대해 유의수준 0.05에서 검증하였을 때 유의하지 않은 것으로 나타나 증가폭은 타당하지 않은 것으로 나타났다. 다만 그림에서 1980년대 중반이후에 연강수량의 변동폭이 더 크게 나타남을 알 수 있다.

Fig. 12에서 계절별 연강수량의 변화경향을 나타낸 결과를 비교해 보면 장마 및 태풍의 영향을 많이 받는 여름에 편차 및 증가량이 가장 많은 것으로 나타나 연강수량의 증가경향은 여름철 강수 증가경향에 가장 많은 영향을 받는 것으로 볼 수 있다.

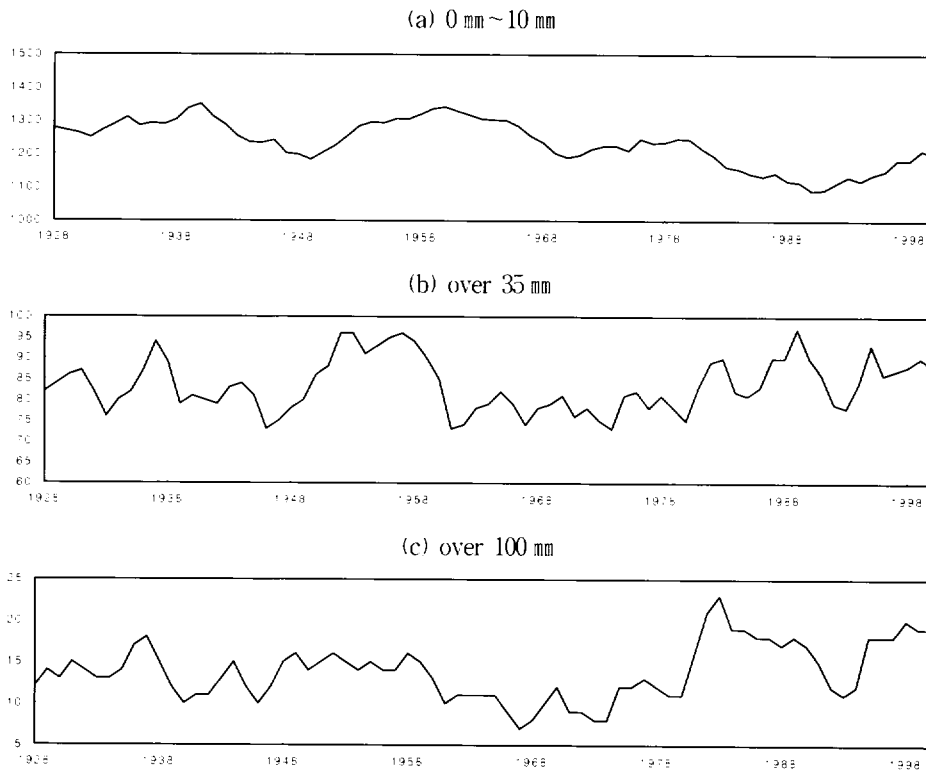
**이상강수의 변동성**

강수는 다른 기후 요소와는 달리 호우, 태풍, 장마 등이 장기간의 통계값에 영향을 미칠 수 있어 그 변동성이 크다. Fig. 13에서 나타낸 분석기



**Fig. 13.** The time series of annual total precipitation anomalies in Jeju(1924~2004).

간 동안 제주 연강수량 편차에서 볼 수 있듯이 1999년에 비가 가장 많이 내렸고, 1929년에 가장 비가 적었으며, 최근 10년 동안 가장 비가 적었던 해는 1996년이었다. 1924년에서 2004년까지 제주의 연평균강수량은 1,438.4 mm였는데 비가 500 mm 이상 더 많이 온 해는 1927, 1956, 1985, 1999,



**Fig. 14.** Time series of the number of rainy day for the precipitation amounts. The number is obtained by the 9-year running sum of the annual numbers.



2003년이었으며, 500 mm 이상 더 적게 내린 해는 1929, 1942, 1984, 1996년이였다.

강수가 있었던 날을 기준으로 강수량의 발생 확률을 구한 결과, 총강수일의 약 80%가 0 mm ~ 10 mm의 강수가 있었던 경우이며, 특이값으로 정의할 수 있는 약 5%정도의 발생빈도를 보이는 값은 35 mm이고, 약 1%정도를 나타내는 값은 100 mm로 나타났다. 이렇게 분석된 각 강수량에 대한 9년 이동합을 구하여 발생경향을 Fig. 14에 나타내었다.

그림에서 보는 것처럼 0~10 mm의 강수량 발생일수는 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보이는 반면, 35 mm 이상의 강수일은 다소 진동을 하지만 1960년대 들어서면서 증가하는 경향을 보이고 있으며, 100 mm 이상의 강수일수는 1980년대 들어서면서 급격히 증가했다.

Fig. 15는 강수시간이 기록되기 시작한 1964년부터 2004년까지 연간 강수시간과 연강수량을 그린 그림으로, 전반적으로 비슷한 변화경향을 보이고 있다. 그러나 1980년대 중반과 1990년대 후반에서 2000년대에는 강수시간과 강수량의 차이가 크게 나타나고 있다. 이러한 이유는 강수일의 80% 이상을 차지하여 총강수시간을 좌우할 수 있는 0~10 mm 값의 감소경향과 더불어 35 mm와 100 mm 이상의 강수량 발생이 같은 기간에 증가한 점과 관련이 있는 것으로 사료된다.

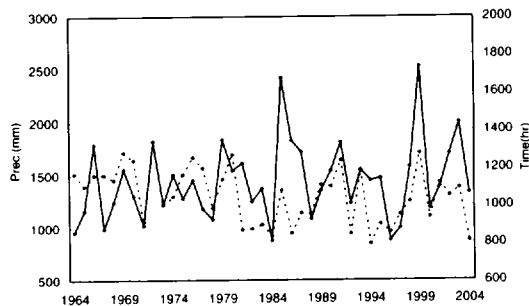


Fig. 15. Time series of duration of precipitation (dotted line) and annual total precipitation amounts(solid line).

Fig. 16은 관측 이래 강수일수와 호우일수의 9년 이동합을 구하여 변화를 나타낸 것으로 강수일수는 감소하고 일강수량이 80 mm 이상인 호우일수는 증가하는 경향을 보이고 있어 결과적으로 강수강도가 증가하였음을 알 수 있다.

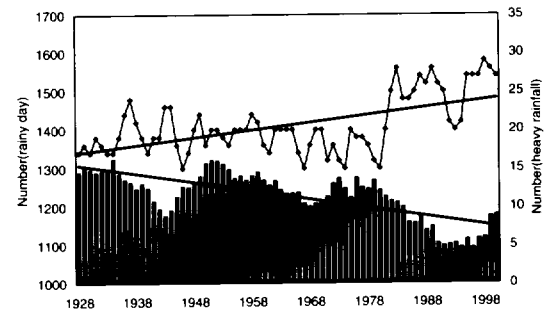


Fig. 16. Time series of duration of precipitation (dotted line) and annual total precipitation amounts(solid line).

Fig. 17을 보면 호우일수의 발생빈도는 1930년대 2.0일/년인데 비해서 1990년대 3.1일/년으로 과거에 비하여 증가하는 추세를 보이고 있는데, 이러한 호우일수의 증가는 미국 및 호주에서도 나타나는 것으로 보고되었다(Karl *et al.*, 1996).

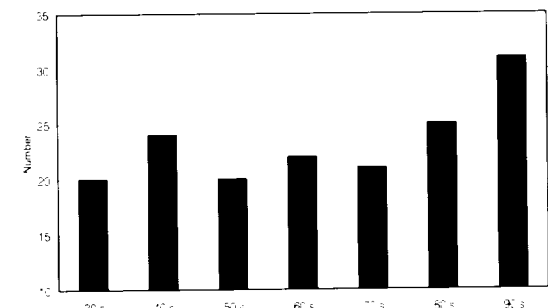


Fig. 17. The variation of heavy rainfall( $\geq 80$  mm).

### 강수량과 평균기온의 관계

Fig. 18에서 보이는 바와 같이 연대별로 월평균기온과 강수량의 관계를 보면, 과거에는 9월이 최고 강수량에 근접하였으나 1960년대 이후 9월 강수량이 현저하게 줄어들고 8월에 최고 강수량

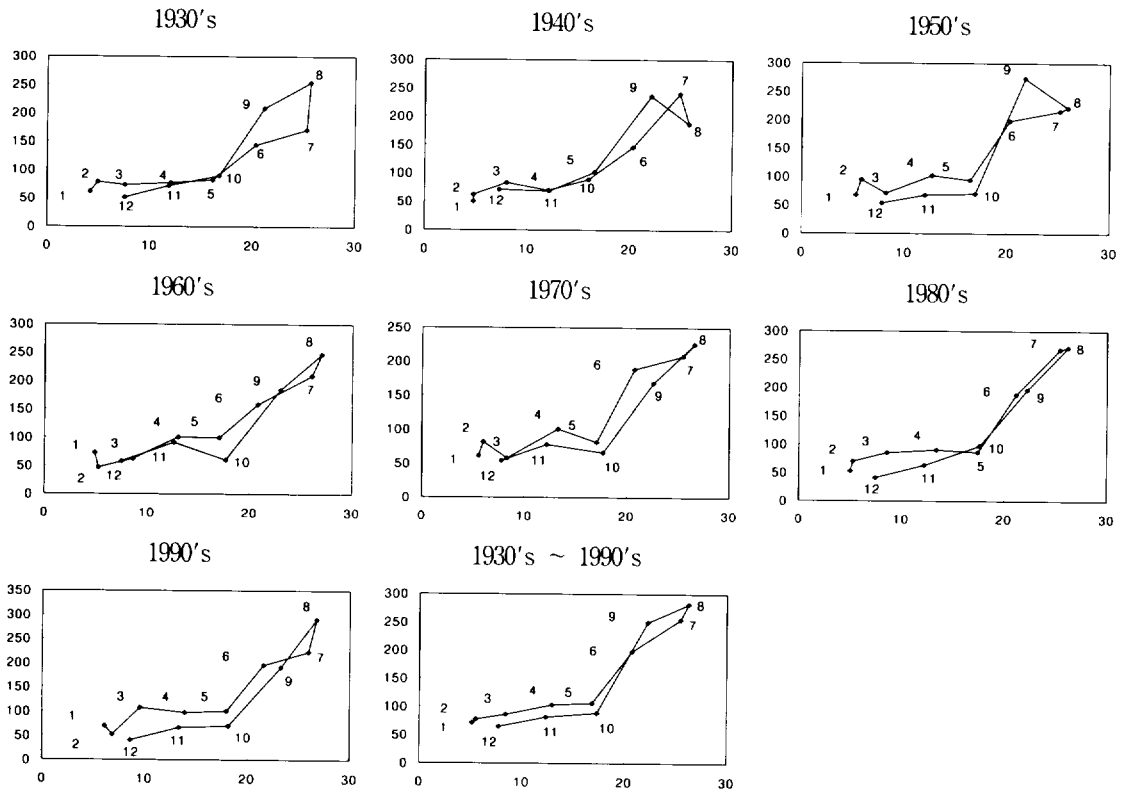


Fig. 18. The higher-graph for 70 years at Jeju ; Horizontal is monthly mean temperature(°C) and vertical is monthly precipitation(mm).

을 보이고 있으며, 전체적으로도 8월에 최고 강수량을 나타내고 있다. 최고기온은 전체에 걸쳐 8월에 가장 높게 나타나고 있다. 또한 겨울 평균 기온도 과거에 비해 상승했음을 알 수 있다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 제주지방기상청의 1924년부터 2004년까지 기온 및 강수량자료를 이용하여 제주도 기후변동성을 살펴보았다. 기상 요소들의 시계열 분석을 통하여 전체적인 변화경향을 조사하였고, 이와 더불어 기온 및 강수의 특이값 발생이 어떻게 변화하고 있는지 살펴보았다. 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

제주도 평균기온은 지난 81년간 약 0.02°C/년의 증가율을 보였으며, 특히 1980년대 이후에는

0.05°C/년 정도의 상승률을 보여 기온 증가경향이 가속화되었다. 온난화 경향은 계절별로 다르게 나타나 기온의 증가는 봄철에 가장 크게 나타났다. 또한, 일최고기온과 일최저기온은 81년 동안 각각 0.8°C, 2.1°C 정도 증가하는 것으로 나타났다. 결과적으로 최저기온의 상승률이 최고기온의 상승률보다 높게 나타나고 있어 평균기온의 상승은 최고기온보다는 최저기온의 상승이 더 많은 기여를 하고 있는 것으로 나타났다. 기온의 특이값 분석 결과 일최저기온 특이값에서는 발생빈도가 시간에 따라 감소하는 경향을 보이는 반면, 일최고기온 특이값은 전체적으로는 증가하지만 경년 진동하는 것으로 나타났다. 또한 온도관련지수 발생일수 변동은 최고기온과 관련된 요소는 점차 감소하고, 최저기온과 관련된 요소는 점차 증가하는 경향을 보였다.

강수량의 변동은 기온의 변화경향과 비교해 봤을 때 편차가 상당히 심하게 나타나고 있으며, 계절별 강수량은 태풍 및 장마의 영향을 받는 여름에 가장 많이 나타났다. 강수량별 발생빈도를 조사한 결과 0~10 mm/day의 발생빈도는 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나 약 5%의 발생빈도를 보이는 강수량이상의 발생빈도는 증가하는 경향을 보이고 있어 최근 호우 발생가능성이 증대되는 형태를 보여주고 있다. 강수시간과 연강수량은 비슷한 변화경향을 보이고 있으나 1980년대 중반과 1990년대 후반에서 2000년대에는 강수시간과 강수량의 차이가 크게 나타났다. 이러한 이유는 강수일의 80% 이상을 차지하여 총강수시간을 좌우할 수 있는 0~10 mm 값의 감소경향과 특이값 이상의 강수량 발생이 같은 기간에 증가한 점과 관련이 있는 것으로 볼 수 있다. 이와 더불어 강수일수는 감소하고 호우일수는 증가하는 경향을 보이고 있어 결과적으로 강수강도가 증가하였음을 알 수 있었다.

본 연구의 분석결과는 온실기체 증가 등에 따른 제주도 기후의 변화경향을 파악하고자 하는 시나리오 작성이나 온난화 지수를 산출하려는 이후의 연구에 대한 기초 작업이 될 수 있으리라 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 강용균·노재식. 1985. 과거 30년간 (1954~1983) 한국 기온의 연변화 및 연별 변동. 한국기상학회지, 21(3): 1-10.
- 기상연구소. 2004a. 기후변화협약대응 지역기후시나리오 산출개발(III). 510 pp.
- 기상연구소. 2004b. 한국의 기후, 기상청 기상연구소. 417 pp.
- 양성기·김해동·최찬문. 1995. 제주도 함덕연안해역의 해황·기상의 계절변동에 관한 연구, 제주대학교 해양연보, 19: 1-10
- 이명인·강인식. 1997. 한반도 기온 변동성과 온난화. 한국기상학회지, 33(3): 429-443.
- 이윤주. 2000. 제주도 해안 지역의 기온분포, 건국대학교 석사학위 논문, 40 pp.
- 이종범. 1978. 서울지방의 기온 경년변화와 그 요인에 관하여. 한국기상학회지, 14(1): 29-35.
- 전종갑·이광호. 1992. 남한에서의 기온과 강수향의 변동에 관한 연구. 한국기상학회지, 17: 45-65.
- 하주영. 1998. 한반도의 기후변동성에 관한 연구. 서울대학교 석사학위 논문, p.59.
- Bell, G. D., M. S. Halpert, C. F. Ropelewski, V. E. Kosky, A. V. Douglas, R. C. Schnell and M. E. Gelman. 1999. Climate Assessment for 1998. Bulletin of the American Meteorological Society, 80(5): 1040-1088.
- Hulme, M., Z. -C.Zhao and T. Jiang. 1994. Recent and future climate change in East Asia. Int. J. Climatol., 14: 637-658.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Houghton and Ding(Eds.). Cambridge Press.
- Jones, P. D., T. M. L. Wigley and G. Farmer. 1991. Marine and land temperature data set : a comparison and look at recent trends. in Schlessinger, M. E. ed. Greenhouse-gas-induced Climatic Change : a Critical Appraisal of Simulation and Observations. Elsevier. Amsterdam, pp.153-172.
- Karl, T. R., W. K. Richard, R. E. David and G. Q. Robert. 1996. Climate Assessment for 1995. Indices of Climate Change for the United States. Bulletin of the American Meteorological Society, 77(2): 292-297.

