

## 서울지점 강수의 장기간 변동성향에 대한 통계학적 검증

김 승, 신 현 민

### 1. 서론

세계기상기구와 국제 연합 환경 프로그램(United Nations Environmental Programme, UNEP)이 구성한 국제 기후 변동 평가단(Inter-governmental Panel on Climate Change, IPCC)은 지구 온실효과를 기정사실로 받아들였다(Houghton, 1991). 이 평가단은 또한 지구 온실효과는 기온을 상승시키고, 기온의 상승은 지역에 따라 강수를 증가 또는 감소시킨다고 보고하였다.

우리나라의 수자원 계획과 수문분석은 하천에서 측정된 유출자료가 절대적으로 부족하기 때문에 강수자료에 사실상 전적으로 의존하고 있으므로 강수특성의 변동은 수자원 계획 또는 수문분석의 결과와 해석에 절대적인 영향을 미친다. 수자원 계획 또는 수문분석에 사용되는 가정중의 하나는 강수현상이 정상성(stationarity)을 가지고 있다는 것이다. 그런데 국제 기후 변동 평가단이 강수위 변동을 이미 기정사실로 받아들였으므로 우리나라의 강수현상도 정상성을 잃고 증가 또는 감소하는 과정에 있을 수있다. 따라서 합리적인 수자원 계획 또는 수문분석을 하기 위해서는 우리나라 강수특성의 변동을 검토해 볼 필요가 있다.

본논문에서는 합리적인 수자원 계획 또는 수문분석을 위하여 영조 46년(1770) 이후 강수자료와 1907년 이후 기상자료가 관측되어 온 서울지점을 대상으로 다음과 같은 장기간 강수특성을 통계적으로 검증한다.

- 1) 서울지점의 기온은 상승하고 있는가?
- 2) 서울지점의 강수는 장기적으로 변동하고 있는가?
- 3) 서울지점의 기온과 강수는 관계가 있는가?

### 2. 서울지점 연평균 기온 변동

국제 기후 변동 평가단은 지난 100년동안 지구표면의 평균기온이 0.3~0.6℃ 증가하였으며, 1980

년대에 가장 온도가 높은 5개년이 포함되어 있다고 보고하였다. 우리나라의 연평균 기온도 상승하고 있으며, 특히 서울의 연평균 기온은 도시화로 인하여 다른지역보다 많이 상승하였다고 신문이나 방송에 보도된 바 있다.

그림 1은 1908년부터 1990년에 걸쳐 결측년을 제외한 78개년 서울지점의 연평균 기온을 나타낸 것이다. 우선 통계적 특성을 종합하면 표 1과 같다.

표 1. 서울지점 연평균기온의 통계적 특성

통 계 특 성	값
평 균(℃)	11.30
표준편차(℃)	0.72
왜 곡 도	- 0.06
최저치(℃)(발생년도)	9.66 (1947) 9.78 (1936) 9.86 (1917) 10.09 (1913) 10.11 (1956)
최고치(℃)(발생년도)	13.01 (1989) 12.56 (1982) 12.52 (1975) 12.51 (1979) 12.45 (1961)

표1에 제시된 것처럼 우리나라의 연평균 기온은 11.3℃이며 표준편차는 0.72℃로서 연간차이는 그리 크지않다(변동계수 6.4%). 78개년 관측기간중에서 최저치는 5개년 모두가 60년대 이전에 발생하였으며, 최고치는 5개년 모두가 60년대 이후에 발생하였다. 이러한 사실은 그림 1. (a)에 나타난 것과 같이 연도가 경과함에 따라 계속적으로 증가하고 있는 것으로도 완연하게 나타나며, 회귀식으로 얻은 연평균 증가는 0.0185℃이다. 그림 1. (b)는 같은 자료를 한국전쟁때문에 관측이 안된 1950-1953년을 기준으로 전후로 구분하여 선형회귀선을 나타낸 것이다. 그림에서 후반기의 온도상승이 전반기의 온도상승보다 심각한 것을 알 수 있다.

### 3. 서울지점 연평균 강수 변동

그림 2는 와다 유찌(1917)의 '조선 고대관측기록 조사보고서'에 게재되어 있는 조선 영조 46년(1770)부터 1907년까지 134년 기록과 1908년부터 1990년까지 79년의 기록에 대한 평균과 95% 신뢰

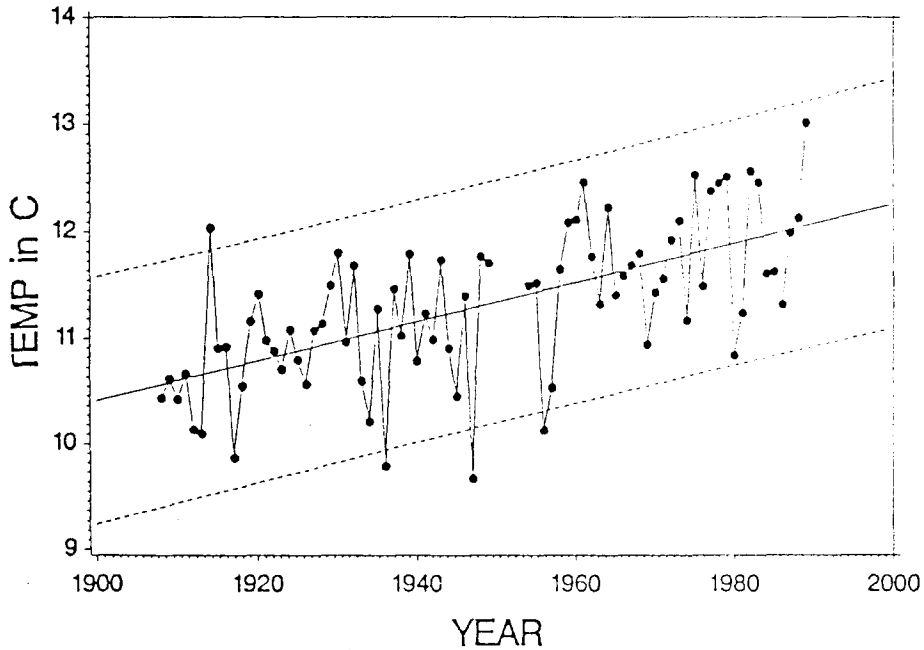


그림 1. (a) 서울지점의 연도별 연평균 기온. 회귀식 ( $TEMP = -24.73 + 0.0185 * YEAR$ )과 95% 신뢰 구간을 도시한것임.  $R^2 = 0.39$

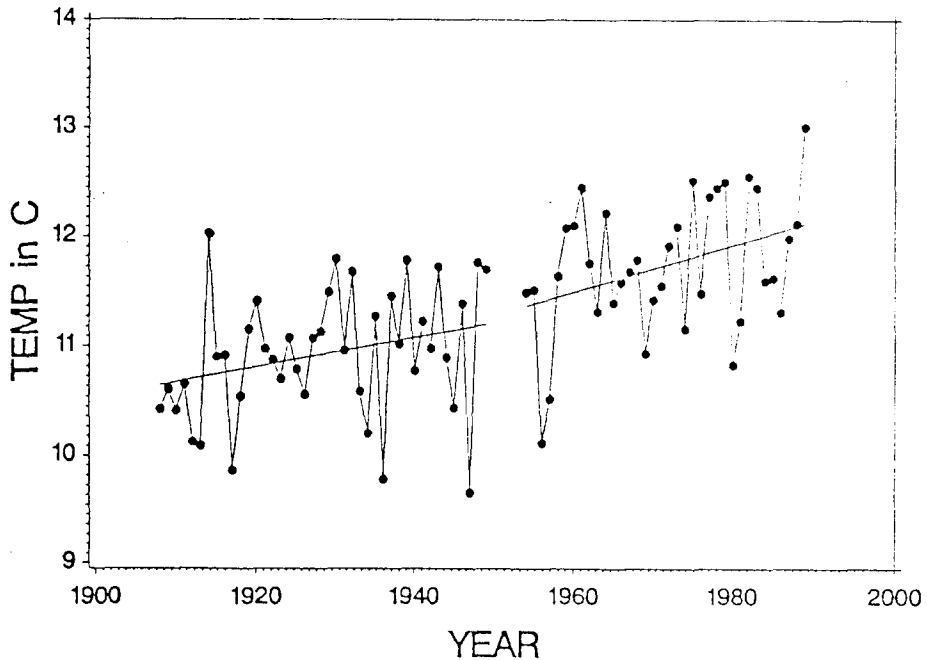


그림 1. (b) 서울지점의 연도별 연평균 기온을 1950-1953을 기준으로 대비하였음. 가운데 직선은 각 기간별 회귀직선임.

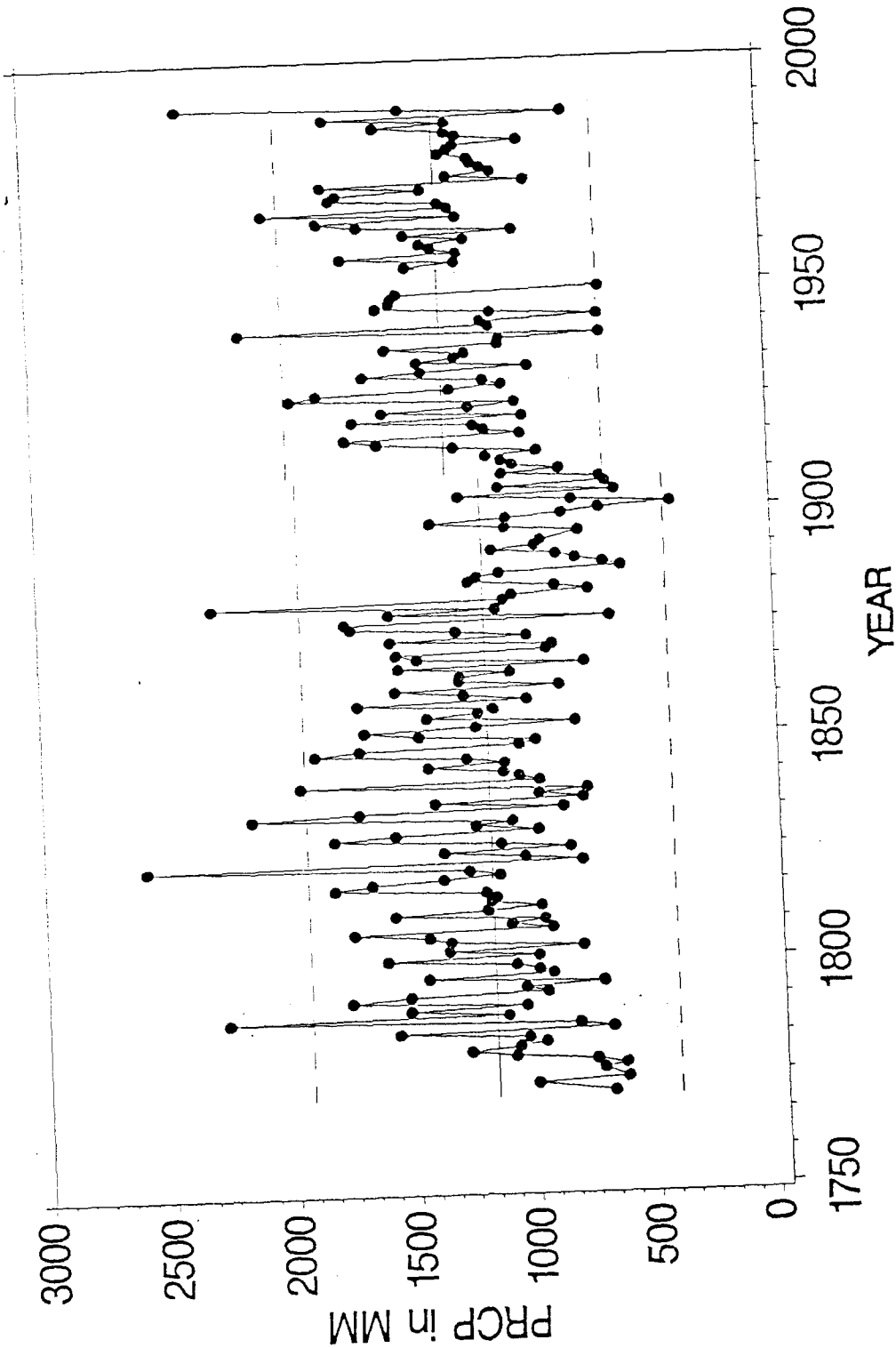


그림 2. 서울지점의 연도별 강수량. 조선시대(1770-1907)기후과 그후(1908-1990) 기록의 평균 그리고 95% 신뢰구간을 표시하였음.

구간을 함께 도시한 것이다. 이 보고서에는 2종류의 자료가 있는데 하나는 개정안된 자료이고 다른 하나는 개정된 자료이다.

와다는 조선시대에 관측된 강수기록과 한일합방직후 새로운 방식으로 관측된 결과를 비교하여 월별로 계수(1월:7.2, 2월:3.3, 3월:4.1, 4월:1.4, 5월:1.4, 6월:1.1, 7월:1.1, 8월:1.2, 9월:1.5, 10월:1.1, 11월:1.7, 12월:3.2)를 만들어 수정하였다. 그러나 그가 수정해 놓은 자료는 너무 큰 강수량을 나타내고 있으며 산출된 계수가 너무 짧은 기간자료에 바탕을 두고 있으므로 본논문에서는 이를 사용하지 않고 수정되지 않은 원래자료를 사용한다.

강수 관측기간을 조선시대와 근대로 나누어 통계치를 산출하면 표 2와 같다.

표 2. 기간별 서울지점 연평균 강수의 통계적 특성

통 계 특 성	조선시대	근 대	전기간
기록년수	134	79	213
평 균(mm)	1165	1303	1216
표준편차(mm)	390	336	376
왜 곡 도	0.88	0.58	0.69
최 대 값(mm)	2582	2356	2582
(발생년도)	(1821)	(1990)	(1821)
최 저 값(mm)	370	634	370
(발생년도)	(1901)	(1949)	(1901)

우선 조선시대 기록과 근대의 기록이 통계적으로 같은 모집단에서 나온것인지를 검증하였는데, 평균값(T 테스트) 또는 분산(F 테스트)이 두기간에 걸쳐 차이가 있다는 가설을 인정할 수 없었다. 따라서 조선시대와 근대의 기록을 같은 모집단에서 발생한 기록이라고 보고 그림 3과 같이 변동경향을 검정하였다.

그림 3에 나타난 것과 같이 강수량과 연도 관계의 회귀직선을 구하고 이 회귀경사가 ●계적으로 유의성이 있는지를 검정한 바 유의성이 없는 것으로 나타났다. 그림에 라그랑지안 다항식을 사용하여 경향을 나타낸 점선을 보면 우리나라의 연평균 강수량은 1820년대에 큰 값들을 나타내다가 1900년을 전후하여 대단히 낮은 값들을 보여주고 있으며 최근의 경향은 과거 50년과 크게 다르지 않은 것으로 보인다. 최근 경향중 과거의 경향과 비교하여 특이할 만한 것은 1973년부터 1984년까지 연평균 강수량의 변동이 거의 없었다는 사실과 1990년에 거의 최고치에 근접한 강수가 발생하였다는 사실이다.

#### 4. 연평균 기온과 연평균 강수의 관계

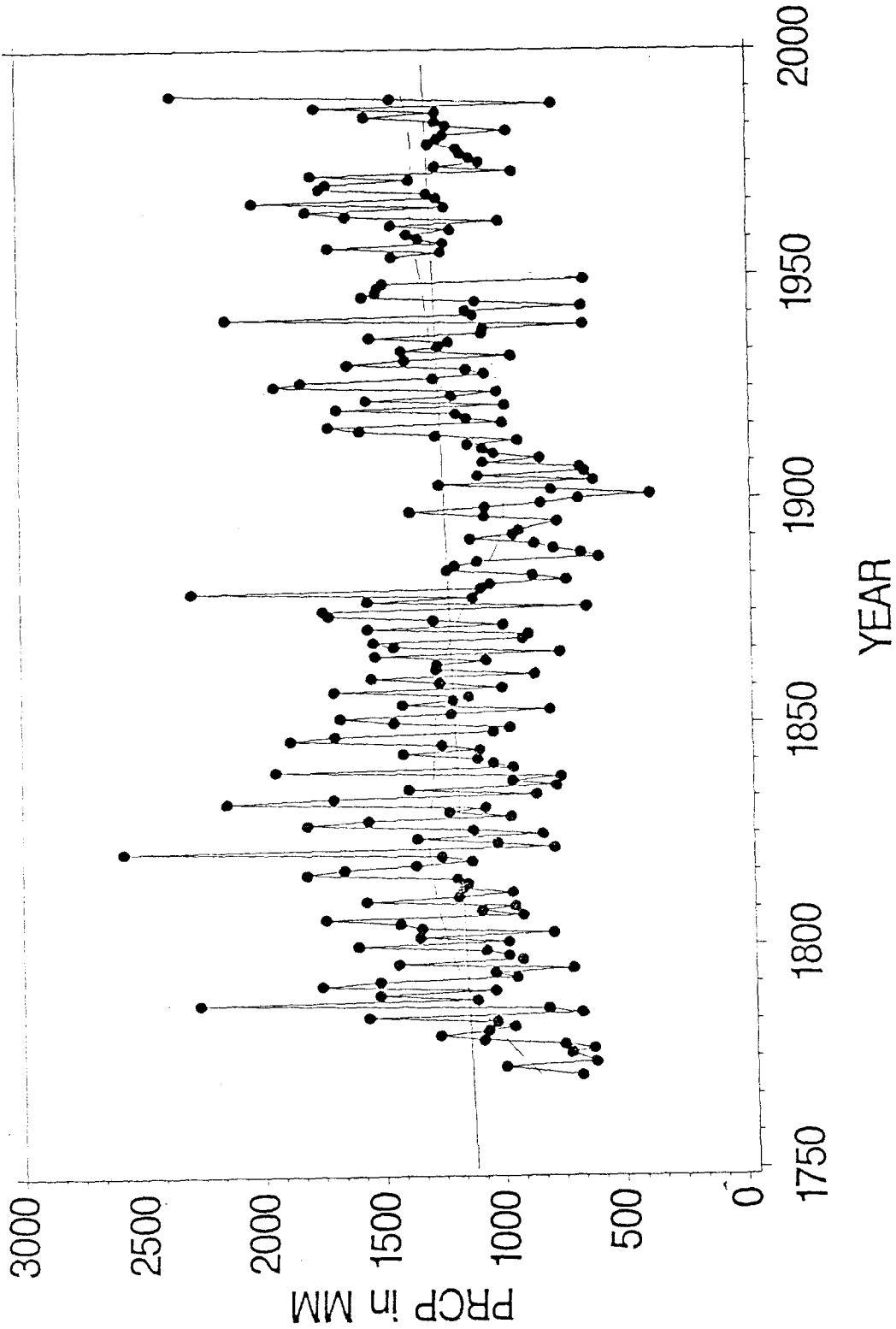


그림 3. 서울지점의 연도별 강수량과 변동경향. 변동경향은 통계적으로 유의성이 없음.

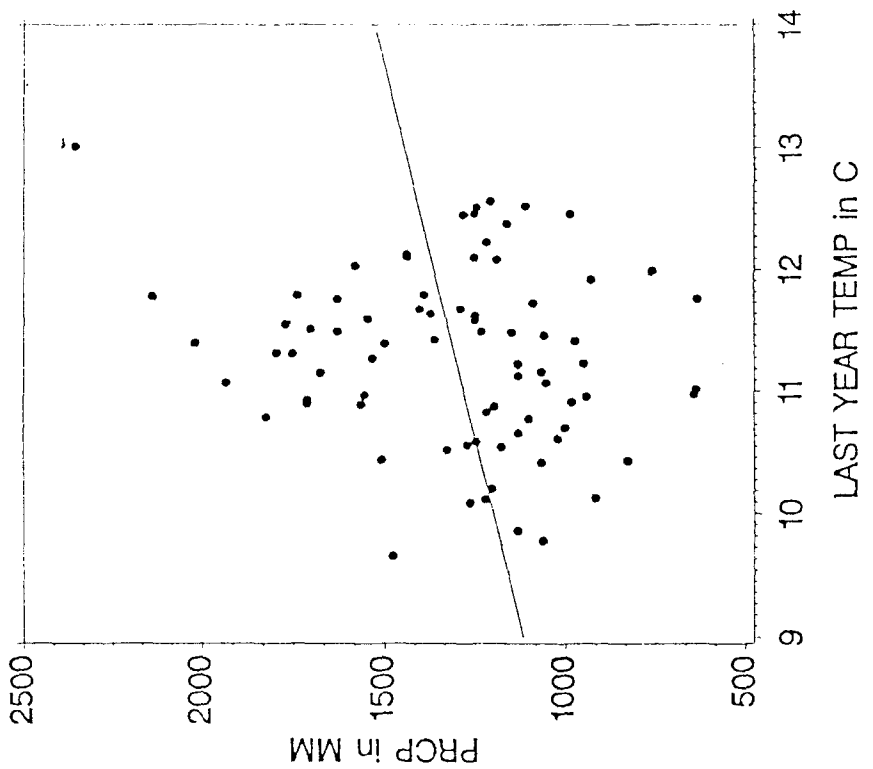


그림 4. (a) 서울지점의 연강수와 연평균 기온의 관계.  
통계적으로 유의성이 전혀 없음.

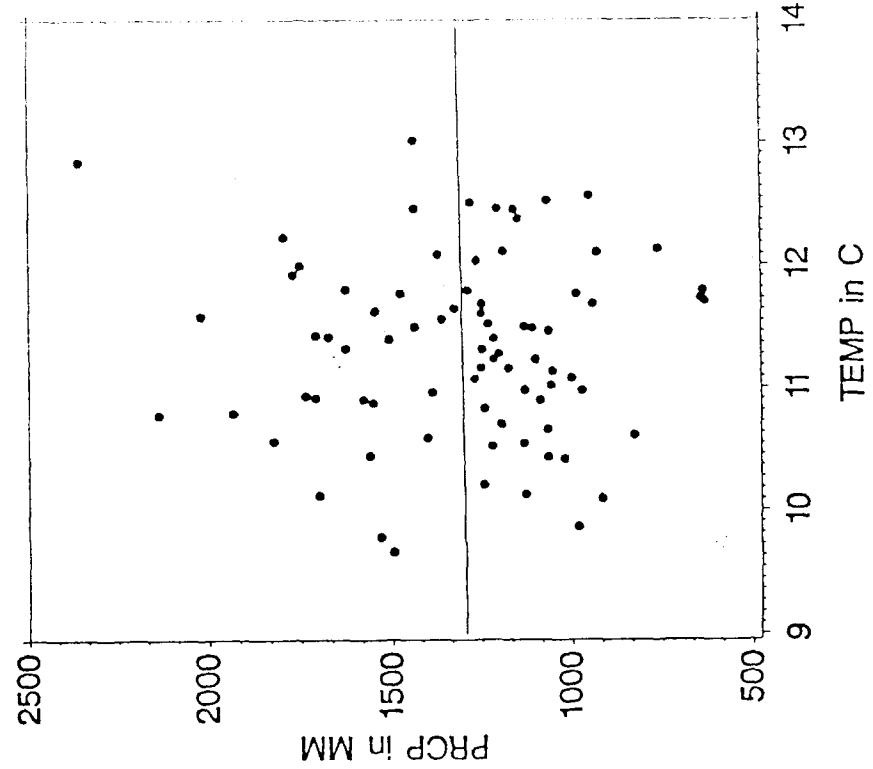


그림 4. (b) 서울지점의 연강수와 지난해 연평균 기온  
의 관계. 통계적으로 유의성이 전혀 없음.

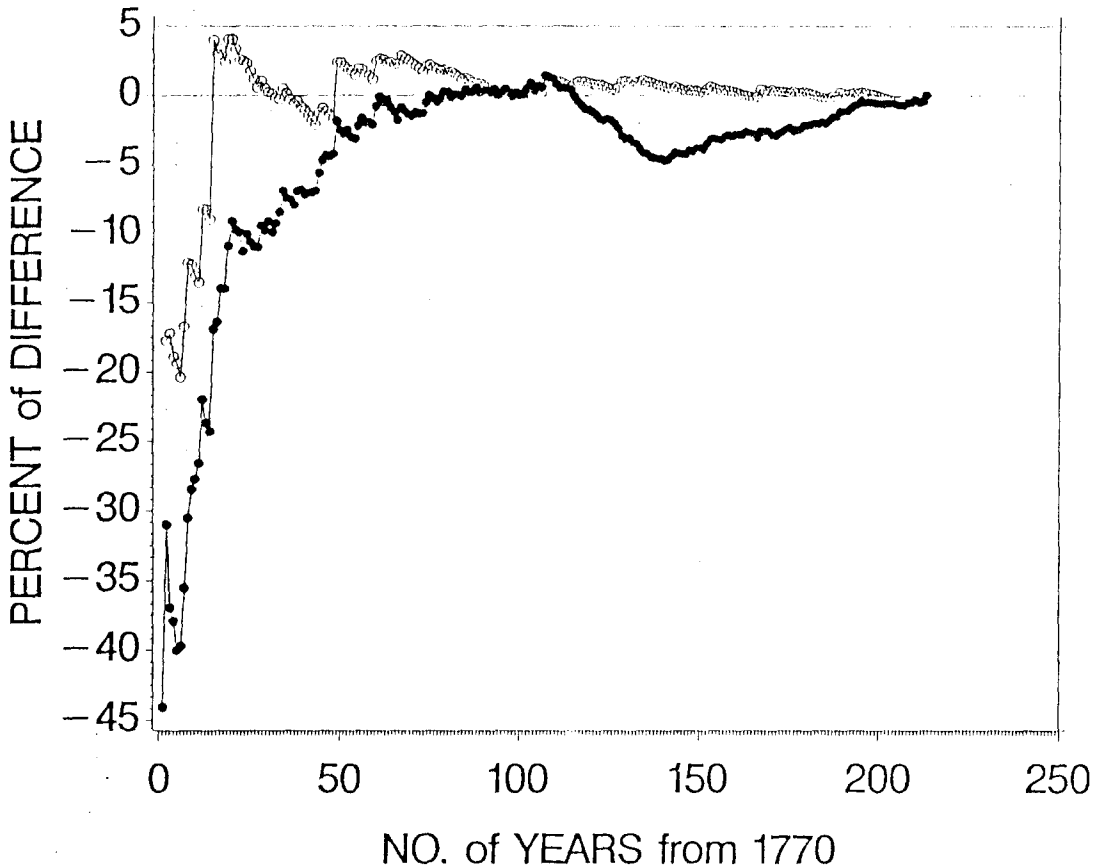


그림 5. 기록기간에 따른 서울지점 강수의 평균(까만점)과 표준편차(하얀점)의 상대적 변동.

기상학적으로는 기온이 증가하면 어느정도의 범위까지 강수가 증가한다. 앞에서 서울지점의 연평균 기온은 상당히 심각한 유의성을 가지고 연도에 따라 증가함을 나타냈으며, 강수량은 연도별 변동이 상대적으로 매우 커서 증가경향은 통계적으로 유의성이 없음을 알아 보았다.

그림 4는 서울지점의 연평균 기온과 연평균 강수량을 그린것인데, 왼쪽에 있는 것은 당해년도간의 도시이고 오른쪽것은 전년도 온도와 강수의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 분명하게 나타나듯이, 연평균 강수와 연평균 기온사이에 특별한 관계는 없다. 다만 오른쪽에 나타낸 회귀직선의 경사가 약간 올라가는 것으로 볼때 당해년도의 강수는 지난해의 강수와 좀 더 관계가 있을 것으로 추측되나 통계적인 유의성은 전혀 없다.

##### 5. 자료기관과 연강수 통계치의 관계

우리나라의 연강수는 매년 큰 폭으로 변동하고 있으며 그 변동하는 경향도 기간에 따라 특성이



다르다. 따라서 연평균 강수량 또는 연 강수량의 표준편차도 계산기간에 따라 다르다.

그림 5는 이러한 특성을 도시적으로 파악하기 위하여 1770년부터 결측기간을 무시하고(삭제하고) 차례대로 누가하면서 연평균 강수량과 표준편차를 산정하여 도시한 것이다. 여기서 수직축이 나타내는 것은 누가년도와 전체기간의 통계치 차이에 대한 백분율이다.

가운데가 빈 등그라미로 표시된 표준편차는 처음 100년동안은 상당한 변동이 있었으나 100년이 지난후 0으로 접근해 간다. 가운데가 칠해진 등그라미로 표시된 평균값은 연도별 차이도 표준편차보다 클뿐만 아니라 100년이 지난후에도 1900년을 전후하여 발생한 갈수기간에 큰 영향을 받음을 알 수 있다.

## 6. 결론

본논문에서는 지구의 온난화현상에 따른 기온증가와 강수위 증가 그리고 이들의 관계를 서울지점의 조선시대 강수기록과 함께 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 서울지점의 연평균 기온은 연 0.0185℃씩 통계적으로 유의성을 갖고 증가하고 있다.
- 2) 서울지점의 연강수는 매우 큰 폭으로 변동하고 있으며 통계적으로 유의성이 있는 경향은 없다.
- 3) 서울지점의 연강수와 연평균 기온사이의 관계는 통계적으로 유의성이 전혀 없다.
- 4) 서울지점에서 강수에 대한 통계치를 산정하기 위하여는 가능한 장기간 자료를 사용할 필요가 있으며, 100년이상을 사용한다고 하여도 참값으로 접근해가는 평균치를 얻기 어렵다.

## 참고문헌

Houghton, J. T., "Scientific Assessment of Climate Change: Summary of the IPCC Working Group I Report," Proceedings of the Second World Climate Conference, World Meteorological Organization, 1991, PP. 23-45.

와다유찌(和田雄治), 조선고대관측기록조사보고, 1917