

통계기법을 이용한 부산지방 강수량의 변화 추정

박종길, 석경하¹

인제대학교 환경학과, ¹통계학과

The Characteristics of the Rainfall Change in the Pusan Area Using the Statistical Method

Jong-Kil Park and Kyung-ha Seok¹

Dept. of Environmental Sciences, Inje University, Kimhae, 621-749 Korea

¹Dept. of Statistical Sciences, Inje University, Kimhae, 621-749 Korea

1. 서론

급속한 도시의 발전과 인구집중현상은 도시 대기오염을 유발하고 산업활동으로 인한 온실기체(CO₂, O₃, 등)의 증가는 지구의 평균기온 상승과 더불어 기후변화를 예상하고 있으며, 환경 변화를 최소화하려는 각국의 노력은 그 나라의 경제와 맞물려 크게 실효를 거두지 못하고 있는 실정이다.

최근 우리 나라에 나타나고 있는 가뭄현상이 전세계에 영향을 주고 있는 극심한 El nino의 영향으로 나타나는 것인지 환경에 의한 지구기후의 변화 조짐을 나타내는 것인지 아직 이렇다 할 증거를 제시할 수 없다.

본 연구는 부산 지방의 강수량을 여러 가지 통계적 기법을 사용하여 변화를 확인하고 예측할 수 있는 모델을 개발하여 21세기의 강수량을 예측함으로써 우리 나라의 수자원 관리에 대한 방향과 대안을 제시하고자 하는 것으로, 먼저 남부지방 특히 부산지방의 강수량 변화를 추정하고자 한다.

2. 재료 및 방법

통계적 기법을 이용하여 부산지방의 강수량 변화를 추정하기 위하여 사용된 자료는 관측방법이나 결측 등으로 인한 자료의 부적절성을 제외하고 자료의 일관성을 위해 1954년이후부터 1996년 까지의 자료를 사용하였으며, 강수량의

시계열을 통하여 어떠한 현상(강수량의 증감)의 변화시점 혹은 전체적인 경향을 알아보기 위한 첫 번째 수단으로

$$y_t = \sum_{i=1954}^t (x_i - \bar{x}),$$

의 통계량을 사용하였는데, 여기서 $t=1954, \dots, 1996$ 의 연도를 나타내고 x_t 는 t 년도의 강수량 \bar{x} 는 1954년부터 1996년까지의 평균강수량으로 다음과 같다.

$$\bar{x} = \frac{1}{43} \sum_{i=1954}^{1996} x_i,$$

두 번째는 t 년까지의 강수량 평균과 t 년 이후의 강수량 평균값의 차이로 강수량의 변화 시점(change point)을 찾아 내기 위하여 $w_t = \bar{x}_{t+} - \bar{x}_t$ 의 통계량을 사용하였으며, 여기서 \bar{x}_t 는 1954년부터 t 년까지의 평균강수량이며 \bar{x}_{t+} 는 t 년 이후의 평균강수량으로 다음과 같다.

$$\bar{x}_t = \frac{1}{t-1953} \sum_{i=1954}^t x_i, \quad \bar{x}_{t+} = \frac{1}{1996-t} \sum_{i=t+1}^{1996} x_i,$$

세 번째 방법은 비모수적 접근 방식으로 같은 집단내의 두 sample 의 비교를 통해 변화 시점을 찾아내는 Mann-Whitney 의 통계량을 사용하였다.

$$u_t = \sum_{i=1954}^t \sum_{j=t+1}^{1996} \phi(x_j - x_i)$$

여기서

$x > 0$ 이면 $\phi(x) = 1$ 이고 $x = 0$ 이면 $\phi(x) = 0$, $x < 0$ 이면 $\phi(x) = -1$ 이 된다. 이 통계량은 모든 쌍의 관측값 (X_i, X_j) , $i = 1954, \dots, t, j = t+1, \dots, 1996$ 에 대하여 $\{X_j > X_i\}$ 를 만족하는 쌍의 개수에서 $\{X_j < X_i\}$ 를 만족하는 쌍의 개수를 뺀 것이다(Pettitt, 1979; Wolfe and Schechtman, 1984).

시계열에서 나타나는 변동(variation)은 주로 우연변동(random variation)과 계통변동(systematic variation)에 기인하며, 계통변동에 의해 특정한 형태가 미래에도 계속된다고 가정하면 미래에 대한 예측이 가능해진다. 즉 예측하고자 하는 시점까지 적용될 수 있는 통계적 모형을 설정하여 그 모형에 있는 미지의 모수를 통계적 방법으로 추정함으로써 미래를 예측하게 된다(김우철 외, 1995). 이를 위해 사용된 방법은 시계열 평활법으로 SAS의 FORECAST 절차에 따라 trend를 2로 둔 이중지수평활법(double exponential smoothing)과 MINITAB의 RSMOOTH 명령에 의한 이동평균법(double moving average)을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

최근 우리 나라의 남부지방은 계속되는 가뭄으로 수자원 관리에 많은 어려움을 갖고 있으므로 여러 가지 통계적 기법을 이용하여 부산지방 강수량의 변화를 검증하고 예측하고자 1954년부터 1996년까지의 강수량 자료를 사용하여 전체적인 추세를 살펴보고 t -검정과 비모수적인 방법을 통하여 강수량이 감소하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 1은 강수량의 시계열을 나타낸 것으로 연도에 따라 강수량의 증감을 볼 수 있으며 최근 85년과 91년 이후로 강수량이 서서히 감소함을 알 수 있다. 이러한 감소경향을 뒷받침하기 위하여 5가지의 통계기법을 사용하였다. 그 결과 91년 이후의 지속적으로 적은 강수량을 잘 나타내고 있음을 알 수 있으며 97년 98년 그리고 99년의 예측된 강수량이 나타나 있는데 그 값이 예년보다 적게 나왔음을 알수가 있다(Fig.2).

그러나, 91년 이후의 자료가 풍부하지 않아서 통계적인 분석에 조금은 문제가 있을 수가 있는 것 같으나 우려할만한 수준은 아니다. 강수량의 감소추세가 계속되는지를 계속해서 지켜보고 여기에 대해 적절한 대책을 세워야 하겠다.

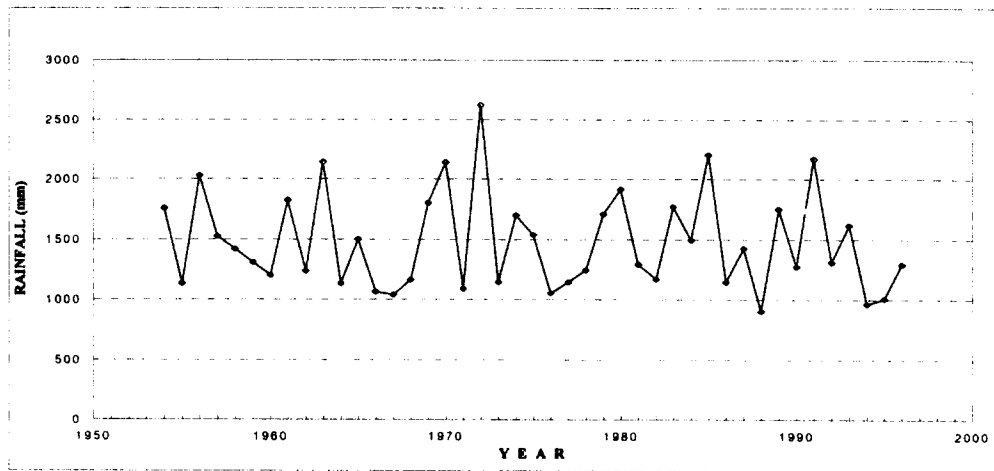


Fig. 1. Time series of rainfall at Pusan from 1954 to 1996.

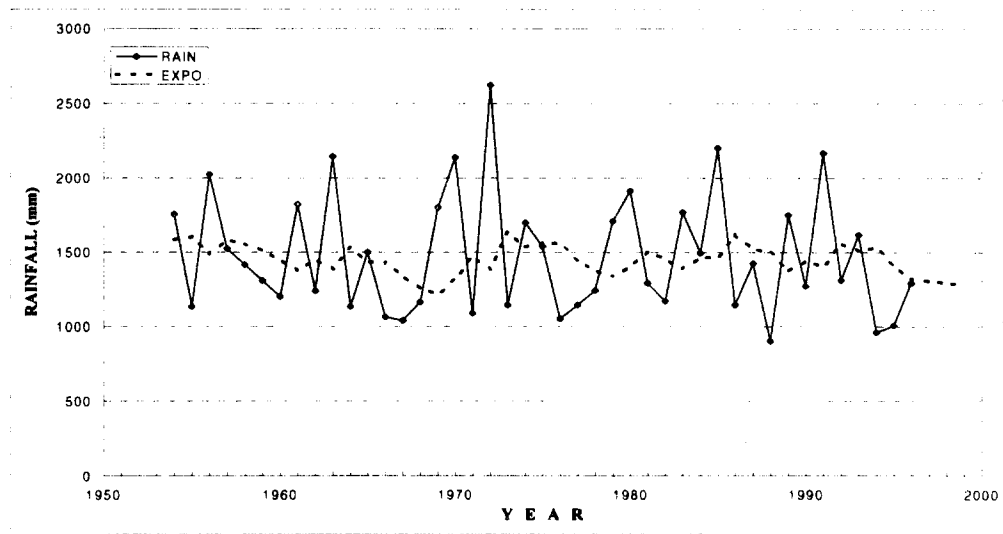


Fig. 2. The forecasting result by SAS(dashed line) and time series of rainfall (solid line) at pusan.

참고문헌

Wolfe D. A. (1984) . Nonparametric statistical procedures for the change point problem, Journal of Statistical Planning and inference, 389 -296.

Pettitt, A. N. (1979) . A Nonparametric approach to the changepoint problem. Appl. Statist. 3,, 98-108.

김우철 외 7인, 현대통계학 제3판, 영지문화사, 1995, p405