

# 수문기상인자를 이용한 서울지점의 확률강우량 산정

## Calculation of Probability Precipitation using Hydrological climatic indices at Seoul

오 태 석\*, 문 영 일\*\*, 윤 선 권\*\*\*, 윤 현 대\*\*\*\*

Tae-Suk Oh, Young-Il Moon, Sun-Kwon Yoon, Hyun-Dae Yoon

### 요 지

일반적으로 확률강우량은 관측된 강우자료의 분석을 통해 산정하게 된다. 관측된 강우자료의 빈도해석을 통해 산정된 확률강우량은 기후변화 등을 반영하기 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 통계적 기법을 이용하여 수문기상인자를 반영하여 서울지점의 확률강우량을 산정하였다. 수문기상인자와 연최대시간강우량사이의 상관관계에 기초하여 확률강우량을 산정할 수 있는 CPPM(Climate Pattern and Precipitation Model)을 구축하고 서울 지점을 대상으로 분석을 수행하였다. 분석결과에서 매개변수적 지점빈도해석의 결과와 CPPM 확률강우량은 비슷한 Qunatile을 산정하는 것으로 나타났다. 또한 본 연구의 결과를 지구온난화 등에 따른 기후변화에 따라 극한강우인 연최대강우량의 변화를 예측하는데 있어 기초자료로 활용 할 수 있을 것으로 기대 된다.

**핵심용어 : 확률강우량, 수문기상인자, 변동핵밀도함수, 지역가중다항식, CPPM 기법**

### 1. 서 론

최근의 이상기후와 기상이변으로 인한 집중호우와 태풍 등에 의해 이상홍수 또는 극한홍수가 빈발하고 있다. 이러한 이상기후와 기상이변은 지구온난화로 인한 기후변화와 엘니뇨/라니냐 현상 및 산업화와 도시화로 인한 토지이용의 변화 등이 그 원인으로 보고되고 있다. 특히, 이상기후와 기상이변에 따른 대홍수로 인해 우리나라는 최근 많은 재산피해를 입고 있으며 그 피해는 날로 증가하고 있는 추세이다. 최근에 발생하는 주요 홍수 사상은 과거에 비해 홍수의 경향성과 특성이 변화하고 불확실성이 증가하고 있는 실정이다.

주요홍수사상의 변화에 대한 주요원인 중의 하나는 강우발생의 특성이 변화하는데 기초하고 있다. 강우특성의 변화 중에서 홍수를 유발시킬 수 있는 대표적인 강우사상인 연최대시간강우량에 대한 분석이 필요하다. 연최대시간강우량에 대한 연구는 빈도해석이 주를 이루고 있으며 최근에는 지역빈도해석에 대한 연구가 주를 이루고 있다(허준행 등, 2007). 또한, Karl 등(1999)은 강우와 기온 등의 기상인자가 갖는 극치사상의 변화에 대한 선행연구사례는 연구가 수행되었다. 이러한 연구는 극치강우와 기온 등에 대한 경향성과 변동성 등에 대한 경년변화에 보다 초점이 맞추어져 있는 것으로 나타났으며, 김병식 등(2007)은 기후변화를 반영한 IDF 곡선을 유도하였으며, 권현한 등(2008)은 기후변화에 따른 극치사상의 영향을 평가하기 위하여 비정상성 수문빈도해석 기법을 제시하였다.

\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 수자원연구실 · E-mail : waterboy@uos.ac.kr

\*\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr

\*\*\* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정 수료 · E-mail : skyoon@uos.ac.kr

\*\*\*\* 서울시립대학교 산업대학원 토목공학과 석사과정 · E-mail : yoon9987@naver.com

따라서 본 연구에서는 서울지점을 대상으로 기상인자를 반영하여 확률강우량을 산정하고 불확실성을 평가하였다. 확률강우량의 불확실성을 평가하기 위해서 기상인자로는 범지구적 해수면온도와 비습도 자료를 이용하였으며, 기상인자와 극한 강우와의 상관관계를 바탕으로 지역가중다항식을 이용하여 회귀관계를 설정하였다. 다음으로 기상인자를 모의발생하여 강우량을 추정하고 확률강우량을 산정하여 비교·분석하였다.

## 2. 분석 대상 자료의 선정

본 연구에서는 첫 번째로 서울지점에서 관측된 지속시간별 연최대시간강수량 자료를 이용하였다. 두 번째로 수문기상인자로는 NOAA Satellite and Information Service에서 제공하는 Extended Reconstructed Sea Surface Temperature(ERSST), 미국국립기상국(national weather service)의 NECP(National Centers for Environmental Prediction)에서 제공하는 습윤지수(moisture index)를 이용하였다. 습윤 지수는 대기 중에 포함된 물의 무게를 나타낸 비습도로써 대기압이 850 mb인 대기 상에서 공기 1kg 중에 포함된 물의 무게를 g 단위로 나타낸 것이며, 본 연구에서는 분석의 편의를 위해 mg 단위로 환산하여 분석에 적용하였다. 분석대상 자료의 분석기간은 각 강우관측소의 관측개시연도부터 2005년까지 관측된 자료를 이용하였다. 다음 그림 1은 해수면온도와 습윤지수의 관측지역을 도시한 결과이다.

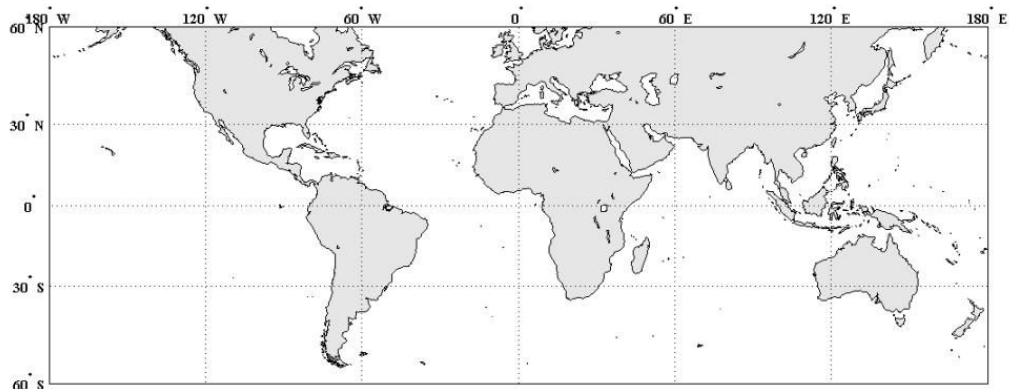


그림 1. 해수면온도 및 습윤지수의 관측 범위

## 3. 기법별 확률강우량의 산정

본 연구에서는 서울지점에서 관측된 시간강수량 자료를 이용하여 매개변수적 빈도해석을 통해 확률강우량을 산정하였다. 다음으로 기상인자를 반영한 CPPM 모형을 통해 확률강우량을 산정하여 비교·분석하였다. CPPM 모형은 그림 2에 나타낸 것과 같이, 2가지 주요한 통계적 기법을 이용하게 된다. 첫 번째로 수문기상인자를 비매개변수적 모의발생(Nonparametric Monte Carlo Simulation)을 통해 모의를 수행하였다. 모의된 기상인자를 지역가중다항식(Locally Weighted Polynomial Regression)에 적용하여 강우량을 추정하고, 이를 바탕으로 확률강우량을 산정하였다.

서울지점을 대상으로 매개변수적 지점빈도해석을 이용하여 확률강우량을 산정하였다. 빈도해석은 우리나라의 단일분포형으로 추천되어지고 있는 Gumbel 분포형을 이용하였으며, 매개변수 추정 방법은 확률가중모멘트법을 이용하였다.

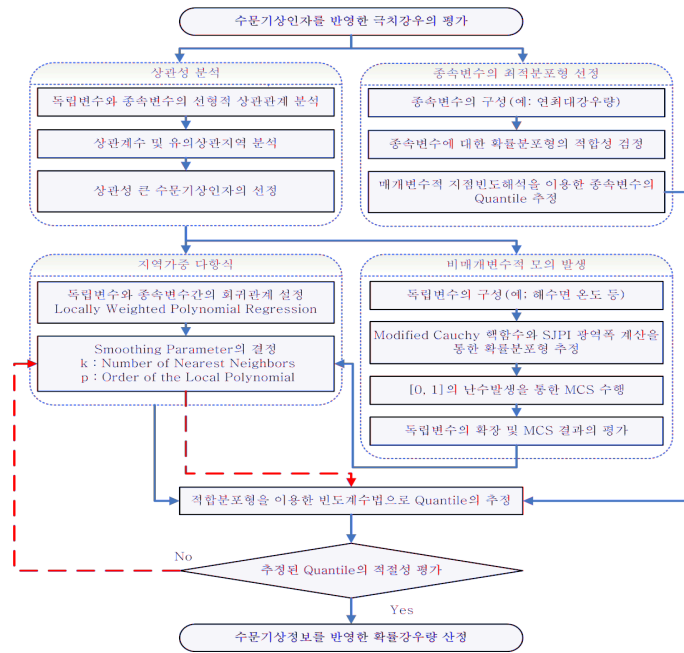


그림 2. CPPM 확률강우량 산정 방법의 흐름도

두 번째로 수문기상인자를 모의발생하여 강우량을 추정하는 CPPM 기법을 이용하여 확률강우량을 산정하여 비교분석하였다. 수문기상인자는 해수면온도와 습윤지수를 이용하였으며, 연최대시간강우량이 발생하기 4개월 이전에 관측한 해수면온도와 동일월의 습윤지수의 상관관계가 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 해수면온도는 연최대시간강우량과 양(+)의 상관관계가 큰 지역은 60°E ~ 100°E, 5°S ~ 15°N인 것으로 나타났으며, 음(-)의 상관관계가 큰 지역은 155°E ~ 130°W(230°E), 30°N ~ 50°N으로 나타났다. 그러나 습윤지수는 뚜렷하게 큰 상관성이 있는 지역을 나타내 주지는 못하였다. 이를 통해 상관관계가 큰 지역에서 관측된 기상인자를 200년×1,000회 모의발생하고 모의된 결과를 지역가중다항식을 통해 강우량을 추정하여 빈도계수법으로 CPPM 확률강우량을 산정하였다. 그림 3 및 그림 4는 지속시간 1시간과 24시간의 산정결과를 도시한 결과이다.

분석 결과는 다음의 그림 5에서 나타내고 있는 것과 같이 산정된 확률강우량에서 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

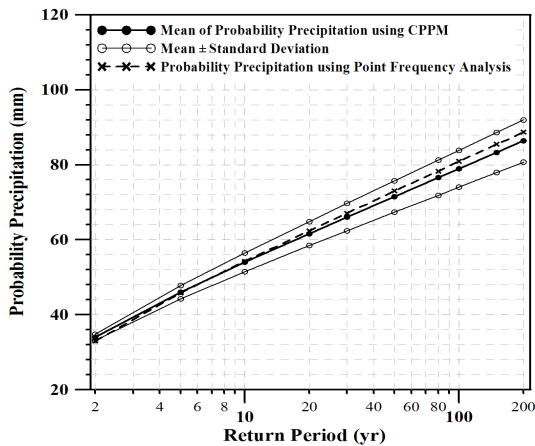


그림 3. 서울의 1시간 CPPM 결과

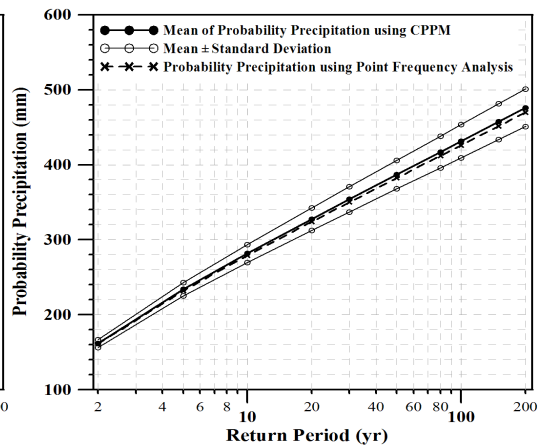


그림 4. 서울의 24시간 CPPM 결과

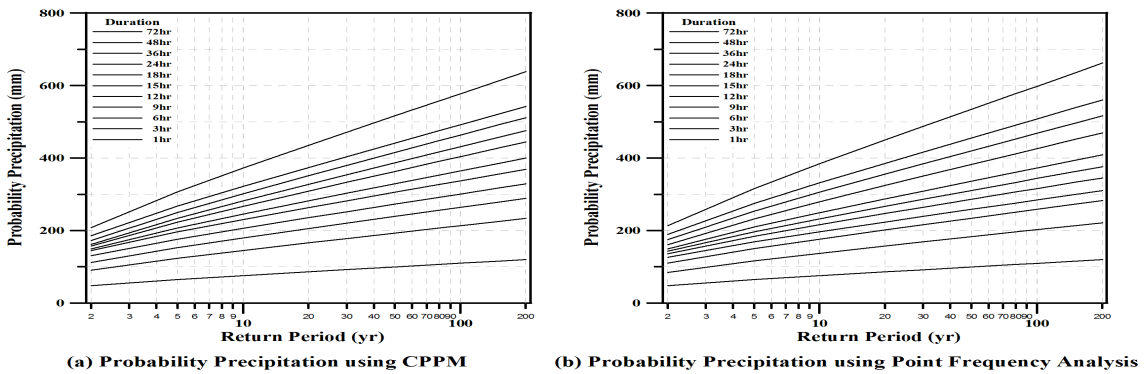


그림 5. 서울 지점의 CPPM과 매개변수적빈도해석에 의한 확률강우량 비교

#### 4. 결론

본 연구에서는 수문기상인자를 이용하여 확률강우량을 산정하였다. 수문기상인자로는 해수면온도와 습윤지수를 이용하였다. 분석 결과에서 수문기상인자를 활용하여 산정된 확률강우량은 매개변수적 지점빈도해석의 결과와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이는 지속시간과 재현기간별로 동일한 결과를 나타냈다. 이를 통하여 수문기상인자를 모의발생하여 확률강우량을 추정하는 CPPM(Climatic Pattern and Precipitation model)은 충분한 활용가능성을 내재하고 있음을 파악할 수 있으며, 추후의 지구온난화 등에 따른 기후변화의 영향을 기상인자에 반영하여 확률강우량을 평가하는데 기초자료로 활용할 수 있다. 또한 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

#### 감사의 글

본 연구의 일부는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

#### 참고 문헌

1. 권현한, 김병식, 김보경, 윤석영(2008) 기후변화에 따른 극치사상 영향평가를 위한 비정상성 수분빈도해석기법 개발. 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회 논문집, 대한토목학회, pp. 607-610.
2. 김병식, 경민수, 이건행, 김형수(2007) 기후변화를 고려한 IDF곡선 추정방안에 대한 연구. 한국수자원학회 2007년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 774-779.
3. 차영일, 김범순, 문영일(2006) 극치값 추정에 적합한 비매개변수적 핵함수 개발. 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, 제 39권, 제 6호, pp.187-194.
4. 허준행, 이영석, 신희준, 김경덕(2007) 우리나라 강우자료의 지역빈도해석 적용성 연구(II): 모의실험 및 적합기법 선정. 대한토목학회 논문집, 제27권, 제2B호, 대한토목학회, 113-123쪽.
5. Karl, T.R. and Easterling, D.R.(1999) Climate extremes: Selected review and future research directions. Climate Change, Vol. 42, No. 10, pp. 309-325.
6. Lall, U., Y.-I. Moon, H.-H. Kwon, and K. Bosworth(2006) Locally weighted polynomial regression: Parameter choice and application to forecasts of the Great Salt Lake. Water Resour. Res., 42, W05422, doi:10.1029/2004WR003782.
7. Smith, T.M. and Reynolds R.W.(2004) Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997). Journal of Climate, Vol. 17, pp. 2466-2477.