

# EST기법을 이용한 태풍과 집중호우의 시간강우 특성 분석

## Analysis of Hourly Precipitation for Characteristics by Typhoon and Downpour Using An Empirical Simulation Technique

오 태 석\*, 오 근 태\*\*, 문 영 일\*\*\*, 권 현 한\*\*\*\*  
Tae Suk Oh, Keun Taek Oh, Young-II Moon, Hyun Han Kwon

### 요 지

최근 기상이변 및 이상기후로 인해 예상치 못한 극치사상이 빈번하게 발생하고 있으며, 이로 인한 수자  
원관리 측면에 있어 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 집중호우나 태풍 사상과 같이 단 시간 내에 많은 양의  
강수량을 동반한 경우 댐과 같은 대형 수공구조물의 파괴로 인해 인명 및 재산피해의 가능성을 증가시키  
고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라에 발생하는 시간강수량에 대한 평가를 하기 위해 우리나라에 발  
생하는 시간강수량과 수문기상인자인 해수면 온도 및 습윤지수와의 상관관계 분석을 통해 수문기상인자가  
우리나라 강수량에 미치는 영향을 평가하였다. 또한, 우리나라에 발생하는 극한강우를 발생 원인별로 태풍  
사상과 집중호우 사상으로 구분하여 수문기상인자와의 상관성 분석 결과를 바탕으로 Empirical Simulation  
Technique 기법을 적용하여 집중호우와 태풍으로 발생하는 강우의 특성을 평가하였다.

**핵심용어 : 태풍, 집중호우, 수문기상인자, Empirical Simulation Technique 기법**

### 1. 서론

최근 기상이변과 이상기후로 인해 이상홍수 및 극한홍수가 빈번하게 발생하고 있으며, 이로  
인해 최근 많은 피해를 입고 있는 실정이다. 이상홍수로 인해 발생하는 이상홍수의 발생 가능성  
을 평가하기 위해 이상홍수의 원인이 되는 이상강우에 대한 평가가 이루어져야 한다. 그러나 이  
상강우의 발생 원인을 밝히고, 이를 정량적으로 평가하는 과정은 강우의 발생 현상을 정확히 규  
명하지 못한 현재의 실정으로써는 매우 어려운 일이라 할 수 있다. 따라서 우리나라에서 발생하  
는 강우사상에 대해 집중호우 및 태풍 사상으로 구분하여 각 사상별 시간강수량에 대한 평가를  
수행하였다. 분석 방법으로는 우리나라에 발생하는 강수량과 수문기상인자인 해수면 온도 및 습  
윤지수와의 상관관계 분석을 통해 수문기상인자가 우리나라 강수량에 미치는 영향을 평가하였  
다. 또한, 우리나라에 발생하는 극한강우를 발생 원인별로 태풍 사상과 집중호우 사상으로 구분  
하여 수문기상인자와의 상관성 분석 결과를 바탕으로 EST 기법을 적용하여 집중호우와 태풍으  
로 발생하는 강우의 특성을 평가하였으며, 기존 매개변수적 빈도해석 방법과 비교함으로써 우리  
나라에 영향을 끼치는 극한강우사상에 대해 평가를 수행하였다.

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

\*\* 정회원·서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 · E-mail : civil798@uos.ac.kr

## 2. 본론

우리나라에 발생하는 시간강우사상에 대한 평가를 위한 기초분석으로써 수문기상인자와 상관성 분석을 수행하였으며, 분석방법은 우리나라에 발생한 연최대 시간강수량 자료와 해수면 온도 및 습윤지수와의 선형적인 원격지체상관계수를 산정하였다. 또한, 상관성 결과를 토대로 집중호우 및 태풍 사상으로 발생하는 시간강수량에 대해 EST 기법을 적용하여 확률강우량을 산정하여 매개변수적 빈도해석 방법과 비교 수행하였다.

### 2.1 수문기상인자와 시간강수량과의 상관성 분석

본 연구에서는 기상청에서 관할하고 있는 우리나라의 76개 강우 관측 지점 중에서 30년 이상의 시간강수량 관측 자료가 존재하는 61개 지점을 분석 대상 지점으로 선정하였으며, 선정된 지점의 강우 관측소에서 지속시간 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 36, 48, 72시간의 연최대치 시간강수량 자료를 구축하였다. 해수면 온도는 NOAA Satellite and Information Service에서 관측한 Extended Reconstructed SST(ERSST)를 이용하였으며, 해수면 온도의 관측 범위는 60°S~60°N, 180°W~180°E이며, 2°×2°간격으로 관측 자료가 존재한다. 습윤지수는 미국의 국립 기상국(National Weather Service)의 NECP(National Centers for Environmental Prediction)에서 1995년에 MRF 모형을 통해 재구성한 자료로써, 관측 범위는 60°N, 180°W~180°E이며, 2.5°×2.5°의 격자로 구성되어 있다.

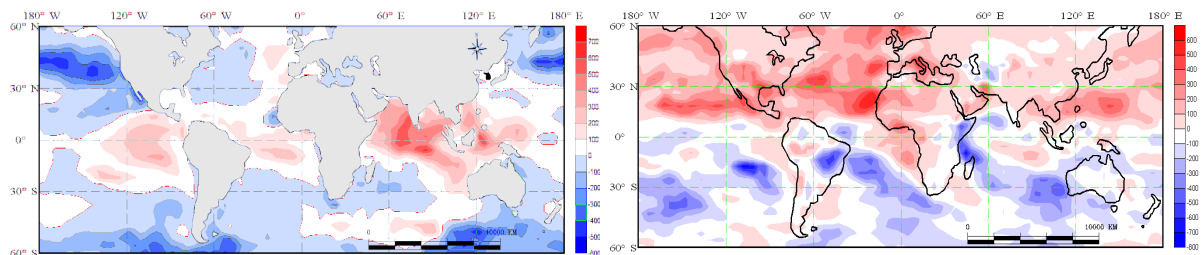


그림 1. 우리나라의 연최대 시간강수량과 4개월 이전 해수면 온도와의 상관성 분석  
그림 2. 우리나라의 연최대 시간강수량과 동일한 월의 습윤지수와의 상관성 분석

우리나라의 극한 강수량은 4개월 이전의 해수면 온도와 상관관계가 큰 것으로 나타났으며, 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. 습윤지수와의 상관성 분석 결과 지체 시간에 따라 상관계수의 크기는 뚜렷하게 변하지 아니하였으며 지역적으로도 상관계수가 큰 지역을 선정하기에는 다소 무리가 있는 것으로 나타났다.

### 2.2 Empirical Simulation Technique 기법의 개요

EST 기법은 위험도 해석(Risk Analysis)과 연계하여 빈도해석(Frequency Analysis)과 오차해석(Error Analysis)을 다중 수명-주기 모의를 수행하는 방법으로 한정된 크기의 데이터베이스

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

\*\*\*\* 정희원·한국건설기술연구원 수자원연구실 선임연구원 · E-mail : hkwon@kict.re.kr

(database)를 활용하여 보다 큰 데이터베이스를 생성시키는 무작위 추출 방법인 ‘Bootstrap’기법에 기초하고 있다. Bootstrap 기법은 자료의 재추출과 반환, 내삽 및 연속평활화 방법을 의미한다. EST 기법의 유일한 가정은 미래에 발생할 사상(Future events)의 크기와 빈도는 과거에 발생한 과거에 발생한 사상(Past events)과 통계적으로 유사성을 가져야 한다는 것이다.

### 2.3 분석 대상 자료의 구축

본 연구에서는 우리나라에 영향을 미치는 집중호우 및 태풍 사상에 의해 발생하는 시간강수량을 EST 기법을 적용하여 평가해 보았다. 태풍 사상에서는 태풍이 발생한 월, 태풍의 등급, 태풍의 위도 및 경도, 태풍의 중심 위치의 해수면 기압과 해수면 온도까지 6개의 물리적 특성을 입력벡터로 구성하였으며, 이 때 발생한 지속시간별 강수량을 응답벡터로 구성하였다. 또한, 집중호우 사상에서는 해수면 온도, 습윤지수 등 2개의 물리적 특성을 입력벡터로 구성하였으며, 지속시간별 강수량을 응답벡터로 구성하였다.

### 2.4 Empirical Simulation Technique 기법의 확률강우량의 산정 및 분석

61개 강우관측소에 대해 143개의 태풍 사상과 집중호우 사상에 대하여 지속시간 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24시간에 대한 물리적 특성자료와 결합하여 입력 자료를 구축하였다. 다음 그림은 EST 기법을 통해 산정된 확률강우량을 매개변수적 지점빈도해석을 통해 산정된 확률강우량과 비교하여 도시한 결과이다.

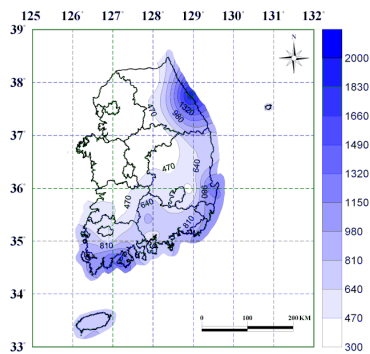


그림 3. 태풍 사상에 의한 24시간 EST 확률강우량도

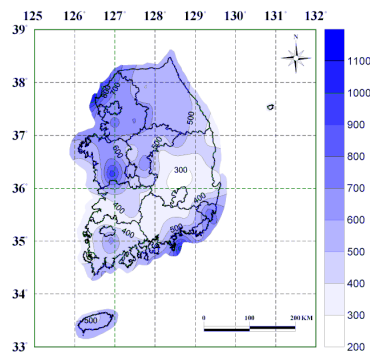


그림 4. 집중호우에 의한 24시간 EST 확률강우량도

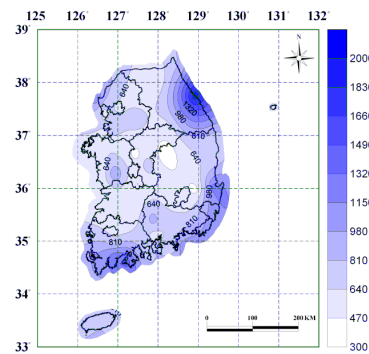


그림 5. 조합된 사상에 의한 24시간 EST 확률강우량도

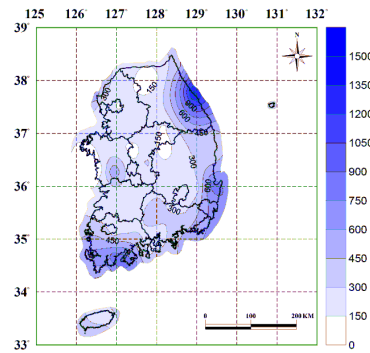
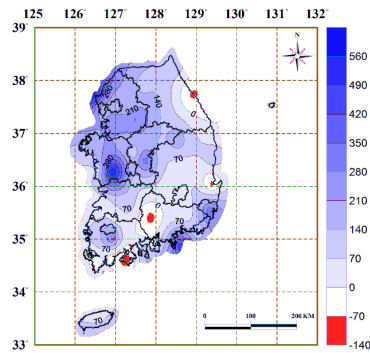
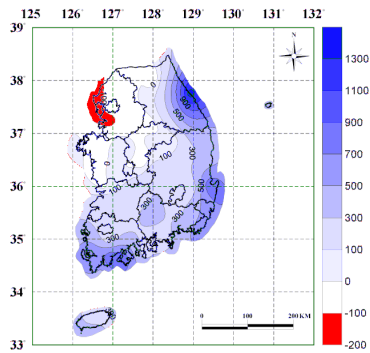


그림 6. 태풍 사상에 의한 24시간 EST 확률강우량도 비교      그림 7. 집중호우에 의한 24시간 EST 확률강우량도 비교      그림 8. 조합된 사상에 의한 24시간 EST 확률강우량도 비교

비교 방법은 EST 기법에 의해 산정된 확률강우량에 매개변수적 지점빈도해석을 통해 계산된 확률강우량을 빼주었다. 분석 결과 우리나라에 발생하는 극한 강우를 각 발생 원인별로 EST 기법을 통해 산정된 결과 강원도와 전라도 및 경상도 지역에서는 태풍 사상이 지배적인 영향을 미치는 것을 보이며, 경기도 및 충청도 지역에서는 집중호우 사상에 의한 극한 강우가 발생할 수 있다고 사료된다. 또한, 지속시간과 재현기간이 증가할수록 각 사상에 대한 경향이 두드러지는 것으로 나타났다.

### 3. 결론

우리나라에 발생하는 시간강수량과 수문기상인자인 해수면 온도와 습윤지수와의 상관성 분석 결과 4개월 이전의 해수면 온도와 우리나라의 시간강수량과의 상관관계가 가장 유의한 것으로 나타났으며, 습윤지수 역시 우리나라의 극한 강우량과 어느 정도 관련이 있는 기상인자로 활용 할 수 있는 가능성이 충분한 것으로 판단된다. 또한, EST 기법을 적용하여 극한강수사상을 발생 원인별로 태풍 사상과 집중호우 사상으로 구분하여 각 사상 및 조합된 사상에 따른 지속시간과 재현기간에 따른 확률강우량을 산정하여 매개변수적 매개변수적 빈도해석으로 산정한 확률강우량과 비교한 결과 대체적으로 호남과 영남 및 강원 지역은 태풍에 의한 확률강우량이 보다 우세한 것으로 나타났으며, 경기 및 충청 지역은 집중호우에 의한 극한강수의 확률강우량이 보다 크게 산정되는 것으로 판단된다. 태풍 사상과 집중호우 사상의 조합을 통해 산정된 확률강우량은 몇몇 지점에서는 짧은 지속시간과 재현기간에서 매개변수적 지점빈도해석에 의해 산정된 확률강우량보다 작게 산정되었으나, 지속시간과 재현기간이 증가하면서 EST 기법에 의해 산정된 확률강우량이 더 크게 산정되는 것으로 나타났다.

### 감 사 의 글

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

### 참 고 문 헌

1. 기상청 (1996). 태풍백서.
2. 기상청 (1997-2005). 기상연보.

3. 권현한, 오태석, 안재현, 문영일, 2006, "우리나라 근해의 해수면 온도 및 기온과 강수량과의 상관성 분석", 한국수자원학회 학술대회지, 한국수자원학회, pp. 1460-1464.
4. 이순철, 김진규, 오경두, 전병호, 홍일표, 2005, "EST 기법에 의한 태풍의 재해위험인자 평가", 한국수자원학회 논문집, 한국수자원학회, pp. 825-839.
5. Scheffner, N. W., Borgman, L. E. and Mark, D. J., 1996, "Empirical Simulation Technique based on storm surge frequency analysis," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, pp. 93-101.
6. Scheffner, N. W., Clausner, J. E., Militello, Borgman, L. E., Edge, B.L., and Grace, P. J., 1999, "Use and Application of the Empirical simulation Technique: User's Guide, technical Report CHL-99-10 Final Report, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C