

해수면온도 변동에 따른 확률 강우량 산정

Probability Precipitation Estimation according based on Sea Surface Temperature

박 명 선*, 오 태 석**, 문 영 일***, 윤선권****

Myeong-Sun Park, Tae-Suk Oh, Young-Il Moon, Sun-Kwon Yoon

요 지

본 연구에서는 최근에 발생하는 자연재해의 형태는 점차 대형화되고 있으며, 지구온난화에 따른 기후변화로 인하여 극한강우사상의 발생 빈도의 양상이 변화하고 있는 추세이다. 따라서 기후변화의 효과를 반영한 확률강우량을 산정하여 평가할 필요성이 있다. 기상청에서 관측하고 있는 서울지점을 대상으로 일강우자료를 활용하여 강우사상의 변화특성에 대한 변동성과 경향성 분석을 수행하였으며, 지역가중인자를 이용하여 확률강우량을 산정하고, 마지막으로 수문기상인자인 해수면온도가 지구온난화에 따른 기후변화로 변화한다고 가정하여 미래의 확률강우량을 산정하여 비교하였다.

핵심용어 : 변동성, 경향성, 지역가중인자

1. 서 론

최근 기후변화에 따른 기상이변으로 인한 집중호우와 태풍 등에 의해 짧은 지속시간 동안에 기록적인 강우량을 기록함에 따라 홍수방어시설의 설계수문량을 초과하는 홍수로 인한 피해가 증가하고 있다. 따라서 안정적인 수공구조물의 설계를 위하여 수문기상정보를 활용한 합리적인 확률강우량의 산정은 필수적인 과정이라 할 수 있다. 따라서 지구 온난화와 따른 온도변화는 강우의 형성 및 발생과 같은 강우특성에 많은 영향을 끼칠 수 있는 가능성은 매우 크다.

강우와 기온 등의 수문기상인자가 갖는 극치사상의 변화에 대한 선행연구사례는 Karl 등(1999), Manton 등(2001), 김정희 등(2002)에 의한 연구가 수행되었다. 변화에 따른 극치사상의 영향을 평가하기 위하여 비정상성 수문빈도해석 기법을 제시하였다. 권현한 등(2008)변화에 따른 극치사상의 영향을 평가하기 위하여 비정상성 수문빈도해석 기법을 제시하였다. 이러한 연구는 극치강우와 기온 등에 대한 경향성과 변동성 등에 대한 경년변화에 보다 초점이 맞추어져 있는 것으로 나타났으며, 극치강우의 정량적인 평가방안에 대해서는 빈도해석 이외의 방안에 대한 연구는 미비한 것으로 조사되었다. 지구온난화에 따른 기후변화로 인한 미래의 수문기상정보를 예측하여 확률강우량에 반영할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 또한 최근에 발생하는 주요호우사

* 정회원 · 서울시립대학교 공과대학 토목공학과 석사과정 E-mail : lion-pms@hanmail.net
** 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 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr

상은 과거에 비해 그 크기와 발생특성이 변화하고 있는 추세이다. 따라서 지금까지 관측된 강우 자료를 활용하여 지구온난화에 따른 기후변화의 효과에 대한 분석이 필요하다.

2. 분석 대상 자료의 선정

한반도에 발생하는 집중호우에 의한 강우사상의 추계 분석 및 향후 추이분석을 수행하기 위해서 다음과 같은 세 가지 자료를 이용하였다. 첫 번째는 우리나라의 기상청에서 관측하는 시간강우량 자료를 이용하였다. 두 번째로 NOAA Satellite and Information Service에서 제공하는 ERSST(Extended Reconstructed Sea Surface Temperature)자료를 이용하였다. 마지막으로 한반도에 영향을 준 태풍 자료를 분석 대상 자료로 선정하였다. 우리나라의 강우관측은 크게 기상청과 국토해양부 및 수자원공사 관할 지점으로 구분된다. 기상청 강우 관측소는 자기우량지의 보관상태가 양호하며, 결측 자료가 거의 없이 잘 보존 되어 있는 반면, 유역 내 유량 관측소의 개수가 그리 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 강우 자료의 확보가 용이하고 과거로부터의 관측 자료의 신뢰성이 확보 되어 있는 기상청에서 관측한 자료를 이용하여 분석을 수행하였다.

3. 지역가중다항식을 이용한 확률강우량 추정

수문기상정보를 반영하여 서울지점의 지속시간 24시간의 확률강우량을 추정하였다. 분석 방법은 비매개변수적 모의발생기법(Nonparametric Monte Carlo Simulation, NMCS)과 비매개변수적 회귀분석의 하나인 지역가중다항식(Locally Weighted Polynomial Regression, LWPR)을 이용하여 독립변수인 해수면온도 및 습윤 지수와 응답변수인 지속시간별 연최대치시간강우량 자료의 회귀관계를 설정하고, 앞에서 모의된 해수면온도에 따른 극치강우량을 추정하였다. 추정된 극치강우량은 각 모의 set별로 gumbel 분포형을 이용한 빈도계수법을 통해 대상지점의 지속시간별로 확률강우량을 추정하였다. 극치강우를 모의하는데 있어 두 가지 통계기법을 이용하여 수문기상인자를 이용하였으므로 Climate Pattern and Precipitation Model(CPPM)로 명칭하고 이를 통해 계산된 확률강우량을 CPPM 확률강우량으로 표현하였다. 비매개변수적 모의발생 기법(NMCS)과 지역가중다항식(LWPR)을 조합한 CPPM의 입력 자료는 우리나라에서 발생한 각 지속시간별 연최대시간강우량을 종속변수로 설정하고 해수면온도와 습윤 지수를 독립변수로 설정하였다. 서울 지점의 지속시간 24시간에 대하여 CPPM 기법을 통해 추정된 quantile의 평균과 표준편차를 매개변수적 지점빈도해석의 확률강우량과 비교하여 그림 3 에 도시한 결과이다. CPPM을 통해 추정된 확률강우량은 매개변수적 지점빈도해석의 결과와 크게 다르지 않은 것으로 나타났다.

4. 해수면온도 변화에 따른 확률강우량 추정

CPPM을 이용하여 지구온난화 등의 요인으로 인해 해수면온도가 상승하였을 때에 우리나라에서 발생할 수 있는 극치강우사상을 평가하였다. Smith(2003; 2004)에 따르면, 1950년대 이후 전 세계 평균 해수면 온도는 0.4°C로 19세기에 비해 0.2°C 상승하였으며, 1900년대 전반기에 비해 0.1°C 상승한 것으로 분석하였다. 본 논문에서는 우리나라의 연최대시간강우량과 상관성이 큰 지역을 대상으로 해수면온도의 변화에 대하여 평균과 분산에 대한 변동성과 경향성 분석을 수행하였다. 분석 대상 지역은 양(+의 상관관계가 큰 지역인 60°E~90°E, 15°S~15°N 지역의 연평균 해수면온도를 분석하였다. 따라서 변동성 분석 결과에서 평균은 과거에 비하여 0.25~0.45°C 정도의 해수면

온도가 증가하였으며, 표준편차는 약간 감소하는 특성을 확인할 수 있다. 경향성 분석 결과에서는 모든 대상 자료에 적용한 모든 방법에서 증가하고 있음을 뚜렷하게 보여주고 있다. 이는 아래 그림에서도 확인할 수 있으며, 앞으로 몇 십 년 이내에 해수면온도 상승에 의한 확률강우량의 변화 가능성이 뚜렷함을 알 수 있다.

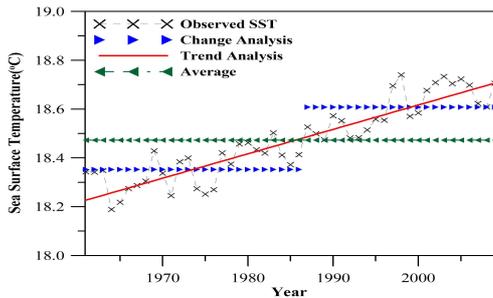


그림 1 전 지구적 연해수면온도의 변동성 및 경향성 분석 결과

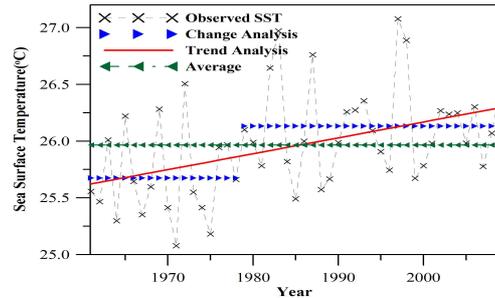


그림 2 상관성이 높은 지역에 해수면온도의 변동성 및 경향성 분석 결과

지구온난화와 같은 기후학적 원인 등에 의해 해수면온도가 상승한다고 가정하고 확률강우량을 추정하였다. 모의 방법은 지속시간 24시간의 연최대시간강우량 자료를 대상으로 CPPM 기법을 통해 모의되는 독립변수인 해수면온도의 평균을 0.3 °C 증가시켜 지역가중다항식(LWPR)을 통해 강우량을 정량적으로 평가하였다. 다음 그림 4 은 해수면온도가 상승하였을 때의 서울지점에 지속시간 24시간의 확률강우량 변화를 도시한 결과이다

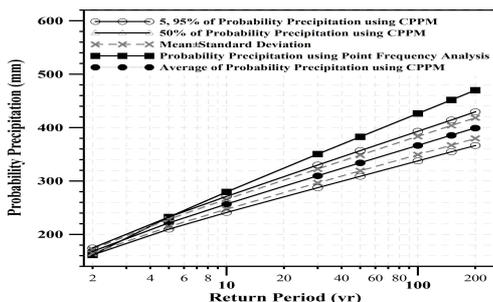


그림 3 서울의 24시간 CPPM 결과에서 서울지점에서 해수면온도증가에 따른 확률강우량의 변화량추정

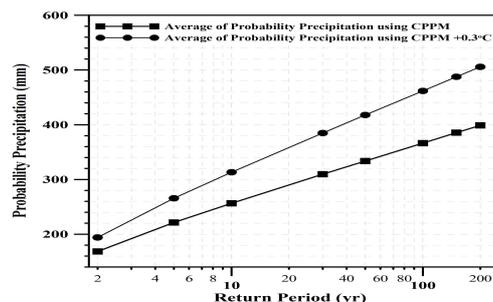


그림 4 서울지점에서 해수면온도증가에 따른 확률강우량의 변화량추정

표 1 해수면온도증가에 따른 빈도별 확률강우량의 평균증가율 비교

빈도	증가율(%)						
	1hr	3hr	6hr	12hr	24hr	48hr	72hr
2y	10.2	10.2	10.7	11.0	11.4	11.0	13.7
5y	11.5	12.3	12.1	12.8	14.0	12.0	14.1
10y	12.0	13.1	12.7	13.5	15.1	12.4	14.2
30y	12.7	14.0	13.5	14.2	16.2	12.9	14.3
50y	12.9	14.3	13.7	14.4	16.5	13.1	14.4
100y	13.2	14.8	14.0	14.8	16.9	13.3	14.6
200y	13.4	15.1	14.2	15.2	17.3	13.5	14.7
평균	12.3	13.4	13.0	13.7	15.3	13.5	14.7

위의 표에서 해수면온도가 상승할 경우에 극치강우량은 증가할 수 있는 가능성이 있는 것으로

나타났다. 증가율은 각 지점 절대값의 평균 14.0% 정도인 것으로 계산되었다. 물론 회귀분석에 이용한 자료가 양(+)의 상관계수를 갖는 지점에서 관측된 해수면온도와 습윤 지수를 이용하였으므로 도출된 결과는 당연히 증가하는 것으로 나타나는 것이 바람직하지만. 그러나 본 연구에서는 해수면온도 상승에 대한 확률강우량의 증감을 정량적으로 평가한 데에 그 의의가 있다고 할 수 있다.

5. 결론

우리나라의 17개 지점에서 관측된 시간강우량 자료를 이용하여 분석에 적용하였다. 첫 번째로 우리나라의 지점별 지속시간에 따른 연최대강우량 자료를 구축하여 변동성 및 경향성 분석을 수행하였다. 또한, 수문기상인자인 해수면온도가 지구온난화에 따른 기후변화로 변화한다고 가정하여 미래의 확률강우량을 산정하여 비교하였다. 수문기상인자를 이용하여 확률강우량을 산정하기 위하여 여러 통계적 기법을 이용하였다. 대표적인 수문기상정보인 해수면온도와 습윤지수를 이용하여 서울지점의 확률강우량을 산정하여 전통적인 빈도해석과 비교하였다. 비비매개변수적 모의발생과 지역가중다항식을 결합한 CPPM 기법을 이용해 해수면온도와 같은 수문기상인자를 지속시간별 연최대치 시간강우량과 연계하여 분석하였다. CPPM 확률강우량은 Gumbel 분포형을 활용한 매개변수적 빈도해석에 의한 확률강우량의 차이는 그리 크지 않은 것으로 나타났다. 또한, CPPM 모형을 통하여 지구온난화 등의 기후학적 또는 기상학적 변화로 인해 해수면온도가 증가할 경우에 우리나라에서 발생하는 확률강우량의 변화가능성에 대한 분석을 수행하였다. 해수면온도가 상승할 경우에 우리나라에서 발생하는 CPPM 확률강우량은 증가하는 것으로 나타났다.

따라서 도시지역에서 발생하는 호우피해를 예방하고 저감시키기 위해서는 합리적인 강우분석을 통해 기후변화에 대비할 수 있는 지속적인 연구가 필요하다.

감 사 의 글

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

참 고 문 헌

1. 권현한, 김병식, 김보경, 윤석영, 2008: 기후변화에 따른 극치사상 영향평가를 위한 비정상성 수분 빈도해석기법 개발. 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회 논문집, 607-610.
2. 김정희, 김태훈, 오재호(2002) 한반도에서의 기후변동 특성 분석. 한국수자원학회 2002년 학술발표회 논문집(II), 한국수자원학회, 1242-1245쪽.
3. Karl, T.R. and Easterling, D.R.(1999) Climate extremes: Selected review and future research
4. directions. Climate Change, Vol. 42, No. 10, pp. 309-325.
5. Manton, M. J., Della-Marta, P. M., Haylock, M. R., Hennessy, K. J., Nicholls, N. and Chambers, L.E.(2001) Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific :1961-1998. International Journal of Climatology, vol. 21, pp. 269-284.
6. Smith, T.M. and Reynolds R.W.(2004) Improved Extended Reconstruction of SST (1854-1997).Journal of Climate, Vol. 17, pp. 2466-2477.