

# 연최대시간강우량의 변동성 · 경향성 분석과 호우원인별 강우 특성 분석

## Change Analysis and Trend Analysis of Annual Maximum Hourly Precipitation and Analysis of Rainfall Characteristics according to each Cause of Heavy Rain

김성실\*, 문영일\*\*, 오테석\*\*\*, 박구순\*\*\*\*

Seong-Sil Kim, Young-Il Moon, Tae-Suk Oh, Gu-Sun Park

### 요 지

우리나라는 여름철의 큰 호우로 인해 피해가 빈번하게 발생하며, 이러한 호우는 주로 태풍과 집중호우로 인해 발생한다. 그런데 기후변화에 따른 이상기후로 인하여 이러한 호우사상들의 규모가 점차 커지고 있으며 그 특성 또한 변화하고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 기상청에서 관할하는 총 78개의 기상 관측소 중에서 17개의 기상관측소를 대상으로 연최대시간강우량을 추출하여 각각의 지속시간에 대한 평균과 표준편차에 대한 변동성과 경향성에 대한 분석을 수행하였다. 또 호우의 원인을 태풍과 집중호우로 구분하여 각각의 지속시간별 연최대시간강우량을 구분하여 추출하고 이를 비교 분석하였다. 분석결과에서 연최대시간 강우량은 변동성이 있지만 경향성은 나타나지 않는 것으로 분석되었고, 지역에 따라 호우원인별 강우특성이 다르게 나타났다. 본 연구 결과를 기후변화에 따른 강우패턴의 변화를 예측하는데 있어 기초자료로 활용할 수 있고, 또 수공구조물의 설계에 반영한다면 호우로 인한 피해를 감소시킬 수 있는 것으로 사료된다.

**핵심용어 : 변동성 분석, 경향성 분석**

### 1. 서론

최근의 지구온난화에 따른 기후변화로 인하여 우리나라의 기상학적 특성이 변화하고 있는 추세이다. 그 결과 극한강우의 발생빈도가 증가하고 있으며, 극한가뭄의 발생 가능성도 커지고 있는 실정이다(Bates et al, 2008). 특히 우리나라는 여름철에 집중되는 호우로 인해 많은 인적·물적 피해를 입고 있다. 2002년 8월말에 한반도에 상륙했던 태풍 루사(Rusa)는 기상 관측이 시작된 이래 가장 많은 일강수량(강릉, 870.5mm)이 기록하였으며, 설계 강우량을 초과하는 호우로서 124명이

\* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : sierie@uos.ac.kr  
\*\* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr  
\*\*\* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 박사후과정 · E-mail : waterboy@uos.ac.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : pgs0826@nate.com

사망하고 60명이 실종 되었으며 88,625명의 이재민이 발생하는 등 주요 기간망과 생활 기반시설의 붕괴 및 마비로 인해 막대한 피해를 유발시켰다. 이처럼 호우로 인한 피해는 날로 증가하고 있으며 그 위험성 또한 커지고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 기상청에서 관할하고 있는 17개의 기상관측소를 대상으로 1시간, 3시간, 6시간, 12시간, 24시간, 48시간, 72시간 연최대강우량을 추출하여 각각의 지속시간에 대한 평균과 표준편차의 변동성분석과 경향성분석을 실시하였다. 또 호우사상을 태풍과 집중호우로 구분하여 각각의 연최대시간강우량을 추출해 평균, 표준편차, 최댓값을 이용해 강우특성을 비교분석하였다.

## 2. 연최대시간강우량의 변동성 · 경향성 분석

시계열 자료의 평균에 대한 변동성을 검정하는 기법으로 Mann-Whitney test, Sign test, T-test, Modified T-test를 이용하였으며, 표준편차의 변동성 검정을 위해서는 F-test와 Modified F-test를 이용하였다. 그리고 자료의 경향성 검정을 위하여 T-test, Hotelling Pabst test, Mann-Kendall test 및 Sen test를 수행하였다. 단, 각 대상 지점별로 시간 및 일강우량 자료의 관측 연수가 다르므로 관측 자료가 존재하는 시간에 대하여 분석을 수행하였으며 유의 수준은 5%로 설정하였다. 여러 기법을 적용하여 분석을 수행하였으므로 분석 결과가 서로 다를 때는 계산된 통계량과 기각역의 차이가 가장 큰 분석기법에 의한 결과를 선정하여 정리하였다. 평균에 대한 변동성 검사에서는 통과정도에 따라 다음과 같이 표의 음영을 달리하였고( 0~1개 통과, 2개 통과, 3~4개 통과 ), 표준편차에 대한 변동성 검사에서는 다음과 같이 구분하였다( 0개 통과, 1개 통과, 2개 통과 ).

<표 1. 지속시간 24시간 최대강우량의 평균에 대한 변동성 분석 결과>

지점 번호	관측 지점	관측 시작연도	변동성 분석 결과			
			변동 연도	변동전 평균	변동후 평균	검정 결과
101	춘천	1966	1988	147.1	172.5	0
105	강릉	1961	1998	163.2	254.4	1
108	서울	1961	1998	163.3	209.8	0
112	인천	1961	1997	145.6	184.1	1
119	수원	1964	1990	159.1	196.0	0
133	대전	1969	1980	118.3	164.4	3
138	포항	1961	1991	120.3	168.1	0
143	대구	1961	1998	115.0	146.4	2
146	전주	1961	1975	117.6	139.7	0
152	울산	1961	1994	163.0	140.0	0
155	마산	1985	1997	158.3	189.2	0
156	광주	1961	1974	119.7	156.7	1
159	부산	1961	1974	161.2	181.3	0
165	목포	1961	1978	113.9	139.4	0
168	여수	1961	1986	173.4	146.5	0
184	제주	1961	1978	133.6	188.1	3
192	진주	1969	1998	157.3	184.0	0

<표 2. 지속시간 24시간 최대강우량의 표준편차에 대한 변동성 분석 결과>

지 점 번호	관 측 지 점	관 측 시작연도	변동성 분석 결과			
			변동 연도	변동전 표준편차	변동후 표준편차	검정 결과
101	춘천	1966	1995	69.3	45.0	1
105	강릉	1961	1998	71.2	210.7	2
108	서울	1961	1974	96.5	77.0	0
112	인천	1961	1991	86.4	62.2	0
119	수원	1964	1991	96.0	62.7	1
133	대전	1969	1987	35.1	74.5	2
138	포항	1961	1990	42.2	119.5	2
143	대구	1961	1974	37.5	47.3	0
146	전주	1961	1976	38.1	51.1	0
152	울산	1961	1992	92.5	59.5	2
155	마산	1985	1991	41.6	56.9	0
156	광주	1961	1989	43.5	77.1	2
159	부산	1961	1988	63.7	89.0	0
165	목포	1961	1986	71.6	33.0	2
168	여수	1961	1986	71.2	40.0	2
184	제주	1961	1979	52.3	87.5	2
192	진주	1969	1982	63.6	44.9	0

평균에 대한 변동성 분석결과에서는 전체 지속시간에 대해 평균적으로 춘천, 강릉, 대전, 대구, 광주, 제주 등 6개 지점이 변동성을 갖고 평균이 증가하는 양상을 볼 수 있다. 변동점은 1978년부터 1998년 사이에 분포하며, 평균적으로 1988년에 변동점이 나타나 이를 기점으로 평균이 변화한다. 또 지속시간이 증가할수록 변동성을 띄는 지점이 많아짐을 확인할 수 있다.

표준편차에 대한 변동성 분석 결과에서는 전체 지속시간에 대해 평균적으로 춘천, 강릉, 서울, 인천, 수원, 대전, 포항, 전주, 광주, 제주 등 10개 지점은 표준편차가 증가하는 반면, 울산, 목포, 여수 등 3개 지점은 표준편차가 감소하는 양상을 볼 수 있다. 변동점은 1976년부터 1998년 사이에 분포하며, 평균적으로 1988년에 변동점이 나타나 이를 기점으로 표준편차가 변화한다.

경향성 분석 결과에서는 강릉과 광주지점의 1시간 최대강우량에 대해서만 경향성이 존재했을 뿐 유의 수준 내에서 뚜렷하게 경향성을 띄는 지점은 없는 것으로 나타났다. 따라서 우리나라의 지속시간별 연최대시간강우량의 경향성은 거의 없는 것으로 판단할 수 있다.

### 3. 호우원인별 강우 특성 분석

태풍백서와 기상연보를 참고하여 태풍이 우리나라에 내습했을 때의 연최대시간강우량을 추출하였다. 태풍으로 인해 발생한 강우인지를 구분하기 위해서는 태풍이 내습한 기간에 발생한 강우와 태풍의 중심의 위치 및 다른 태풍에 의해 발생한 강우량 등과의 관계를 고려하였고 지점별로 태풍의 영향을 받지 않은 연도는 분석에서 제외하였다. 마지막으로 태풍의 영향을 제외한 집중호우에 의해 발생한 연최대시간강우량을 추출하였다. 다음 그림은 연최대시간강우량에 대한 평균과 표준편차, 그리고 최댓값을 도시한 결과이다.

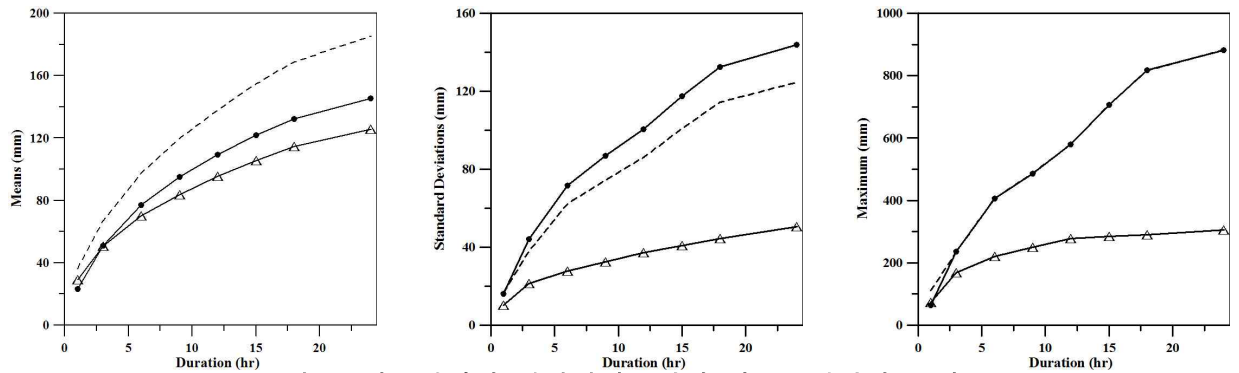


그림 1. 강릉지점의 연최대강우량의 기본통계량의 도시

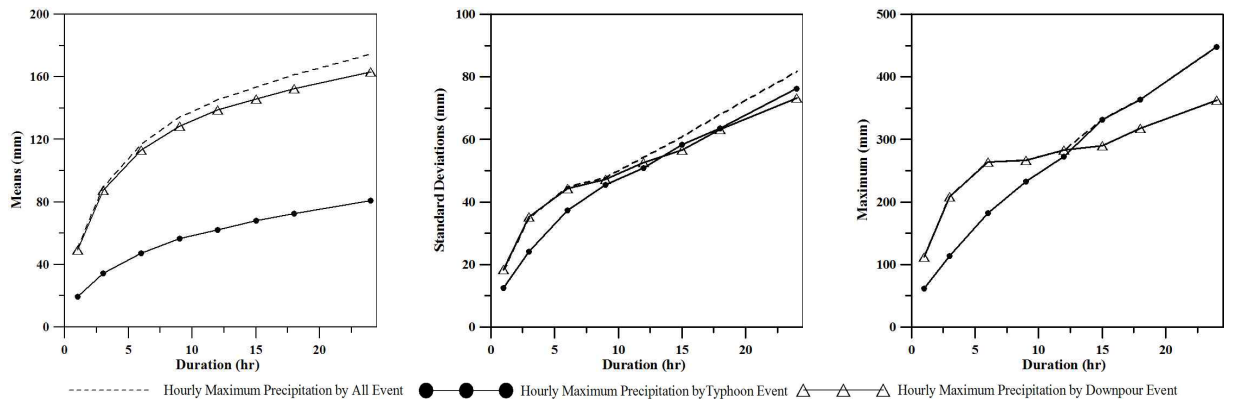


그림 2. 서울지점의 연최대강우량의 기본통계량의 도시

분석결과 춘천, 서울, 인천, 대전 등 서해안이나 내륙지방의 경우 집중호우가 더 지배적인 반면, 강릉, 포항 등 동해안지방의 경우 태풍의 영향을 더 많이 받는 것으로 분석되었는데, 이는 동해안의 경우 태풍의 위험반경에 노출되기 쉽기 때문인 것으로 판단된다. 그리고 위의 서울의 경우에서 볼 수 있듯이 지속시간이 짧을 때에는 집중호우가 지배적이지만, 지속시간이 길어짐에 따라 태풍에 의한 영향이 점점 커진다는 것을 알 수 있다. 이는 집중호우의 경우 단시간에 많은 강우를 발생시키는 반면, 태풍은 비교적 장시간 우리나라에 영향을 미치기 때문이며 이러한 양상은 우리나라의 대부분의 지점에서 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 연최대강우량을 이용하여 변동성 분석과 경향성 분석을 실시하였고, 또 호우원인별 강우특성을 분석하였다. 분석결과에서 연최대강우량은 변동성을 띠고 있지만 경향성은 나타나지 않는 것으로 분석되었고, 짧은 지속시간의 경우 집중호우가 전체강우사상에 대해 지배적이지만 지속시간이 길어질수록 태풍이 지배적인 양상을 나타내었다. 분석 결과를 이용해 기후변화에 따른 강우패턴의 변화를 예측하는데 있어 기초자료로 활용할 수 있고, 또 수공구조물의 설계에 반영한다면 호우로 인한 피해를 감소시킬 수 있는 것으로 사료된다

#### 감 사 의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업 [NEMA-08-NH-05] 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 기상청, 1996, 태풍백서.
2. 기상청, 1996, 기상연보.
3. 기상청, 1997, 기상연보.
4. 기상청, 1998, 기상연보.
5. 기상청, 1999, 기상연보.
6. 기상청, 2000, 기상연보.
7. 기상청, 2001, 기상연보.
8. 기상청, 2002, 기상연보.
9. 기상청, 2003, 기상연보.
10. 기상청, 2004, 기상연보.
11. 기상청, 2005, 기상연보.
12. 기상청, 2006, 기상연보.
13. 기상청, 2007, 기상연보.
14. 기상청, 2008, 기상연보.
15. 기상청, 2009, 기상연보.
16. 오태석, 2008, 수문기상인자를 이용한 우리나라의 극치강우평가에 관한 연구, 박사학위논문, 서울시립대학교.
17. Convert, W. J., 1971, Practical nonparametric statistics, John Wiley and Sons, New York. 99. 462.
18. Gilbert, D. R., 1987, Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, Van Nostrand Reinhold Co., New York.
19. Hollander, Myles and Douglas, Wolfe, 1973, Nonparametric Statistical Methods, John Wiley & Sons, New York, USA.
20. Kite, G. W., 1977, Frequency and Risk Analysis in Hydrology, Water Resources Publication, Fort Collins, Colorado, USA.
21. Mann, H. B. and Whitney, D. R., 1947, "On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other", Ann. Math. Statist., Vol. 18, pp. 50-60.
22. Sen, P. K., 1968, Estimation of the regression coefficient based on Kendall's tau Journal of American Statistical Association, Vol. 63, pp. 1379-1389.
23. Wilcoxon, F., 1945, Individual comparison by ranking methods, Biometrics Bulletin, Vol. 1, No. 6, pp. 80-83.