

연최대치 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열의 비교 연구

A Comparative study between annual maximum series and annual independent rainfall series

유철상*, 박철순**
Chulsang Yoo, Cheolsoon Park

요 지

본 연구에서는 연최대치 독립 호우사상 계열과 연최대치 계열의 차이를 살펴보았다. 이를 위해 본 연구에서는 몇 가지 경우의 IETD 및 절단값을 적용하여 독립 호우사상을 결정하고, 그 특성을 살펴보았다. 이어 연최대치 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열을 비교하였다. 본 연구는 1961년부터 2010년까지 서울지점의 시강우 자료를 분석대상으로 사용하였다. 그 결과, IETD의 증가에 따라서 독립 호우사상의 발생빈도 및 평균 강우강도는 감소하고, 평균 지속기간은 증가하였다. 절단값의 증가에 따라 독립 호우사상의 발생빈도 및 평균 지속기간은 감소하고, 평균 강우강도는 증가하였다. 호우사상의 평균 강우강도는 강우 지속기간에 관계없이 거의 일정한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 지속기간이 짧은 호우사상의 최대 강우강도는 지속기간이 긴 호우사상의 최대 강우강도보다 매우 작을 것으로 파악되었다. 지속기간이 짧은 경우, 연최대치 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열의 차이는 매우 크며, 강우 지속기간이 길게 적용한 경우에는, 두 계열의 차이는 매우 줄어드는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 강우 지속기간, 연최대치 계열, 연최대치 독립 호우사상 계열, IETD, 절단값

1. 서론

현재 국내의 설계홍수량 결정은 강우-유출 관계모형(rainfall-runoff model)을 이용하고 있다. 그러나 강우-유출 관계 모형을 통해 설계홍수량을 결정하는 과정은 실제로 여러 가지 문제점을 갖고 있다(국토해양부, 2010). 그 중 하나가 대상 유역에 대한 설계강우의 지속기간으로 어떤 값을 사용해야 하는지의 문제이다. 현재 국내에서는 임계지속기간의 개념을 도입하여 홍수량을 최대로 하거나 저수지의 수위를 최대로 하는 지속기간을 설계 강우 지속기간으로 결정하고, 지속기간 동안의 연 최대 강우기록을 연 최대치로 결정하여 사용하고 있다(정종호, 2009).

그러나 이러한 방법은 강우 지속기간을 짧게 고려하는 경우, 홍수량을 발생시키는 강우사상을 적절히 반영할 수 없다는 문제점을 갖는다. 즉, 실제로 홍수량을 발생시키는 호우사상의 지속기간은 유역규모와 관계없이 대략 24시간 정도이다(Levy와 McCuen, 1999). 따라서 강우 지속기간을 짧게 고려하면, 강우의 시간 분포를 적절히 반영하지 못하게 되며, 이는 비현실적인 설계 호우사상을 만들게 되는 문제를 발생시킬 가능성이 있다. 실제로도 많은 연구들에서 이와 같은 기존 방법의 문제점이 계속해서 언급되고 있다(Yue, 2000; Koa와 Govindaraju, 2007).

이에 본 연구에서는 독립 호우사상 자체를 고려하여 결정된 연최대치 강우 계열과 기존의 방법을 통해 결정된 연최대치 강우 계열이 어느 정도의 차이를 갖는지를 살펴보려고 한다. 이러한 검토는 강우 지속기간

* 정회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학부 교수 · E-mail : envchul@korea.ac.kr

** 학생회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학부 석사과정 · E-mail : impromn@empal.com

이 짧은 경우와 비교적 긴 경우에 대해 각각 적용되어, 그 차이가 비교되도록 하였다.

2. 대상 자료

2.1 원자료 특성

본 연구에서는 1961년부터 2010까지 서울지점 우기(6 - 9월)의 시강우 자료를 대상으로 분석을 수행하였다(그림 1). 구축된 자료의 기본 통계특성은 표 1과 같다.

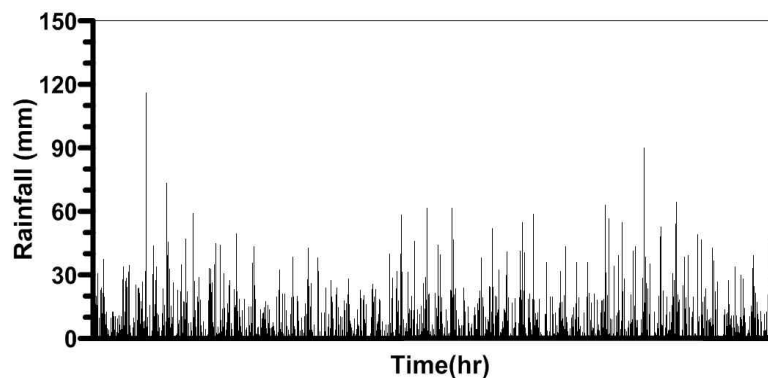


그림 1. 1961 - 2010년 서울지점의 시강우량 시계열(6 - 9월)

표 1에 나타난 것과 같이 분석기간 동안 발생된 시강우량 자료의 최댓값은 116 mm/hr이고, 평균값은 0.3 mm/hr, 자료의 표준편차는 2.1 mm/hr로 산정되었다. 본 연구에서 사용한 강우자료의 왜곡도(coefficient of skewness)를 살펴보면, 그 값이 13.4로 산정되었으며, 이는 강우자료의 분포가 왼쪽으로 치우친 형태라는 것을 의미한다. 첨예도(coefficient of kurtosis)의 경우는 그 값이 283.6으로 산정되었다.

표 1. 1961 - 2010년 서울지점 시강우 자료의 기본 통계치(6 - 9월)

평균 (mm/hr)	표준편차 (mm/hr)	왜곡도계수	첨예도계수	최댓값 (mm/hr)
0.3	2.1	13.4	283.6	116

2.2 독립 호우사상 구축

먼저 독립 호우사상을 결정하기 위한 기준으로 6시간, 9시간, 12시간의 IETD를 적용하였으며, 절단값으로는 0, 2, 5 mm의 값을 적용하였다. 본 연구에서는 각 기준에 따라 추정된 독립 호우사상의 빈도수, 강우지속기간, 평균 강우강도를 결정하였으며, 그 결과는 표2와 같다.

표 2. IETD 및 절단값에 따른 독립 호우사상의 통계량

IETD (hr)	절단값 (mm)	독립 호우사상의 수	평균 지속기간(hr)	평균 강우강도(mm/hr)
6	0	2108	10.3	2.3
	2	1474	5.5	5.5
	5	1017	3.9	9.2
9	0	1816	13.0	2.2
	2	1322	6.9	5.0
	5	935	4.8	8.2
12	0	1622	15.7	2.0
	2	1218	8.3	4.5
	5	877	5.8	7.4

위의 결과를 살펴보면, 먼저 IETD의 증가에 따라 독립 호우사상의 수는 감소하고, 호우사상의 지속기간은 증가하며, 반대로 호우사상별 평균 강우강도는 감소하였다. 절단값의 증가에 따른 결과에서는 독립 호우사상의 수는 감소하고, 평균 지속기간은 감소하였다. 평균 강우강도는 평균 지속기간의 감소에 따라 증가하는 것으로 나타났다.

2.3 IETD 및 절단값에 따른 호우사상의 평균강우강도 특성

본 연구에서는 IETD 및 절단값에 따라 결정된 독립 호우사상을 지속기간별로 구분하고, 그 평균 강우강도를 정리하였다(그림 2).

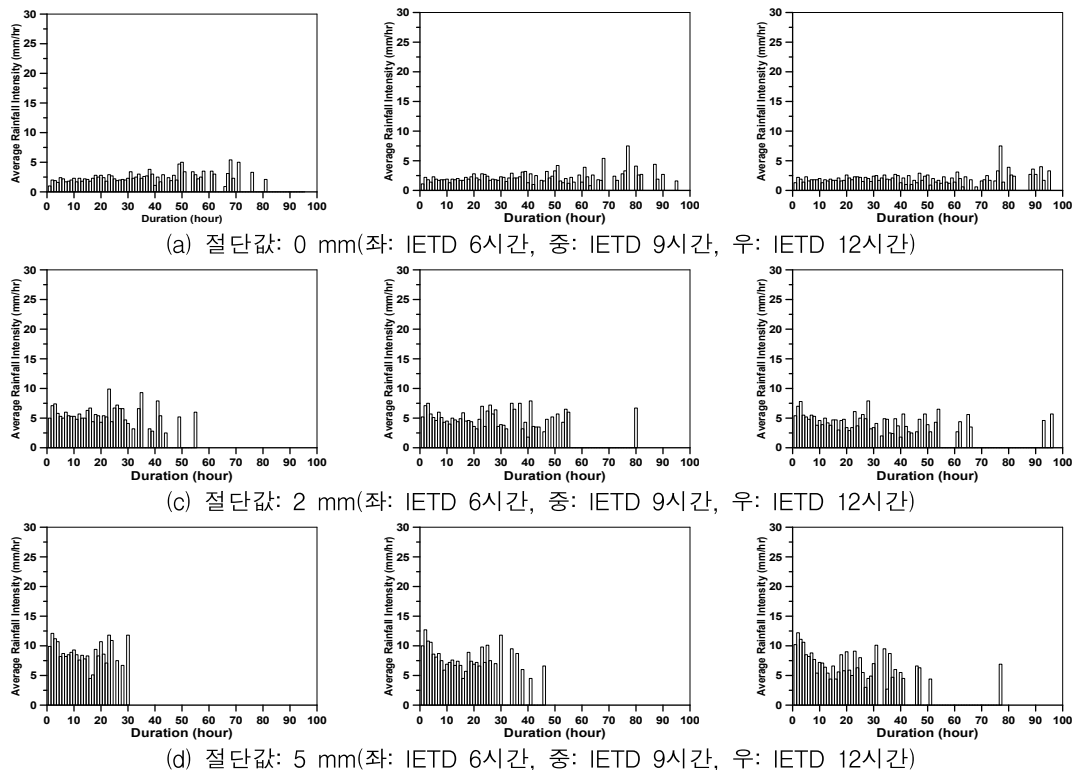


그림 2. IETD 및 절단값에 따른 독립 호우사상의 지속기간 별 평균 강우강도 비교

그림 2에서 살펴볼 수 있는 가장 큰 특징은 독립 호우사상의 지속기간에 관계없이 평균 강우강

도가 일정하다는 점이다. 이러한 특징은 절단값이 작은 경우(0 - 2 mm)에 특히 매우 뚜렷하게 나타난다. 절단값이 큰 경우에는(5 mm) 지속기간의 증가에 따라 평균 강우강도가 작아지는 경향을 나타내고 있으나 이는 고려되는 호우사상의 수가 제한되어 나타나는 영향으로 파악된다. 즉, 큰 절단값에 대해 24시간 이상(의) 지속기간을 갖는 호우사상을 찾기 어렵고, 아울러 그러한 경우에도 강우가 불연속적으로 발생하게 되어 평균 강우강도의 상대적인 크기를 작게 만드는 것이다.

위와 같은 결과는 독립 호우사상의 특성을 살펴보면 매우 중요하다. 독립 호우사상 내 강우의 시간분포를 어떻게 보느냐에 따라 그 해석이 달라질 수 있지만, 간단히 삼각형의 형태로 가정하면, 짧은 지속기간을 갖는 호우사상의 최대 강우강도는 긴 지속기간을 갖는 호우사상의 최대 강우강도에 비해 매우 작을 수밖에 없다. 예외적인 경우가 물론 있을 수 있겠지만, 동일한 발생확률을 갖는 호우사상을 비교하는 경우라면, 24시간(의) 지속기간을 갖는 독립 호우사상의 최대강도를 두 세 시간의 지속기간을 갖는 호우사상에서는 기대하기 어렵다는 의미가 된다.

3. 연최대치 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열 비교

본 연구에서는 현재 보편적으로 강우해석에 이용되는 자료인 1시간 및 24시간의 지속기간의 연최대치 계열(1시간 및 24시간 연최대치 계열)을 작성하여 서로 비교될 수 있도록 하였다(그림 3). 연최대치 독립 호우사상 계열의 경우에는 절단값으로 0, 2, 5 mm를 적용하여 산정된 계열을 고려하였다.

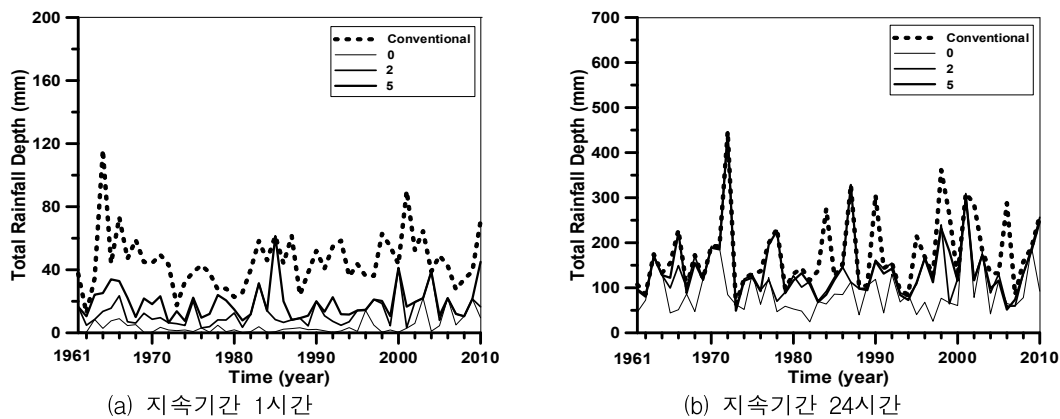


그림 3. 연최대치 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열의 비교(IETD : 12시간)

위 결과를 살펴보면, 기본적으로 지속기간이 긴 경우에 있어서는 전통적으로 작성하는 연최대치 계열이 소위 연최대치 독립 호우사상 계열과 매우 유사함을 파악할 수 있다. 그러나 지속기간이 작은 경우에는 두 계열 사이의 차이가 매우 크며, 절단값을 크게 적용한 경우에도 여전히 두 계열 사이의 차이는 줄어들지 않는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 독립 호우사상 자체를 고려하여 결정된 연최대치 강우 계열과 기존의 방법을 통해 결정된 연최대치 강우 계열을 비교하였다. 먼저 여러 경우의 IETD 및 절단값을 적용하여 결정된 독립 호우사상의 특성을 살펴보았다. 이어 연최대치 강우 계열과 연최대치 독립 호우사상 계열을 구성하여 이를 비교하였다.

본 연구에서는 1961년부터 2010년까지 서울지점의 시강우 자료를 분석대상으로 선정하였다. 아울러 이러한 검토는 강우 지속기간이 짧은 경우와 비교적 긴 경우에 대해 각각 적용되어, 그 차이가 비교되도록 하였다.

그 결과, IETD의 증가에 따라서 독립 호우사상의 발생빈도 및 평균 강우강도는 감소하고, 평균 지속기간은 증가하였다. 절단값의 증가에 따라 독립 호우사상의 발생빈도 및 평균 지속기간은 감소하고, 평균 강우강도는 증가하였다. 호우사상의 평균 강우강도는 강우 지속기간에 관계없이 거의 일정하였다. 이러한 결과는 지속기간이 짧은 호우사상의 최대 강우강도가 지속기간이 긴 호우사상의 최대 강우강도보다 매우 작다는 것을 의미하는 결과이다. 아울러 지속기간이 짧은 경우, 연 최대치 계열과 연 최대치 독립 호우사상 계열의 차이는 매우 크며, 강우 지속기간이 길게 적용한 경우에는, 두 계열의 차이는 크게 줄어들었다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다 (No. KRF-2008-313-D01083).

참고 문헌

1. 건설교통부(2010). 수설계홍수량 산정 선진화 기획 연구보고서.
2. 정종호, 윤용남(2009). 수자원설계실무, 구미서관, pp. 68.
3. Adams. B.J., and Papa, F.(2000). Urban Stormwater Management Planning with Analytical Probabilistic Models. John Wiley & Sons, INC., pp. 55-68.
4. Kao, S-C, and Govindaraju, R.S.(2007). A bivariate frequency analysis of extreme rainfall with implications for design. Journal of Geophysical Research Atmospheres, Vol. 112, D13119, DOI: 10.1029/2007JD008522.
5. Levy B., and McCuen, R.(1999). Assessment of storm duration for hydrologic design. Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 4, No. 3, pp. 209-213.
6. Yeu, S. (2000). The Gumbel mixed model applied to storm frequency analysis. Water Resources Management, Vol. 14, pp. 377-389.