

## 20세기 우리나라 관측최대강수량의 특성

### Maximum Areal Rainfall of Korea in the 20th Century

김남원\* / 원유승\*\*

Kim, Nam Won / Won, Yoo Seung

#### Abstract

Mainly, observed maximum rainfall has been evaluated by point rainfall, but actually it should be considered by means of average areal rainfall. Average areal rainfall is an estimated value computed through DAD(rainfall Depth-Area-Duration) analysis. By using this value, an average and maximum areal rainfall according to area-duration relationship could be computed.

In this study, we assume that the whole Korea region is hydrologically homogeneous, and then analyze using the storm-centered DAD(moving-area DAD) method for the past century data. From this analysis, we evaluate the yearly variation of observed maximum areal rainfall through area-duration relationship.

And we also construct an IDF(rainfall Intensity-Duration-Frequency) curve by using the annual time series data which is composed of maximum areal rainfall. The characteristics of IDF and observed maximum areal rainfall is also evaluated.

**Keywords** : observed maximum areal rainfall, storm centered DAD method, frequency analysis, IDF

#### 요 지

수자원분야에서 관측최대강수량은 주로 지점최대 강수량에 의해 평가되어 왔으나, 엄밀한 의미에서 강수량이라는 것은 면적평균강수량으로 고려되어야 한다. 면적평균강수량은 관측호우의 DAD(rainfall Depth-Area-Duration) 분석을 통하여 계산된 추정치이고, 이로부터 대상면적-지속기간별 면적평균강수량 또는 최대관측강수량을 산정할 수 있다.

본 연구에서는 우리나라 전역을 수문학적으로 동질하다고 가정하여 호우중심의 DAD 분석을 수행하였으며, 이로부터 면적-지속기간별 최대관측강수량의 연도별 변화를 고찰하였다. 또한, 면적-지속기간별로 구성된 시계열로부터 확률강수량을 산정하여, 면적별 IDF와 관측최대강수량의 특성에 대하여 논하였다.

**핵심용어** : 관측최대강수량, 호우중심 DAD 분석, 빈도분석, IDF

\* 한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원

Research Fellow, Water Resources Research Dept., KICT, Goyang-Si, Gyeonggi-Do, 411-712, Korea  
(E-mail : nwkim@kict.re.kr)

\*\* 한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원

Researcher, Water Resources Research Dept., KICT, Goyang-Si, Gyeonggi Do, 411-712, Korea

## 1. 서 론

강우는 분석목적과 상황에 따라서 아주 다양하게 표현되는데, 주로 강우깊이, 지속기간, 공간분포, 시간분포 그리고 시계열 등으로 표현된다. 특히 수자원분야에서 강우는 유출해석을 위한 하나의 입력자료로 간주하기 때문에 강우의 표현에는 항상 면적의 개념이 내포되어 있다. 따라서 수자원분야에서 강우량이라 함은 대체로 면적평균강우량을 말한다 할 수 있다. 그러나 이러한 강우량은 관측이 가능한 것이 아니라 평균하는 개념이기 때문에 정확한 값이라기보다 추정치이다.

수자원분야에서 강우는 구조물의 수문학적 설계나 평가에 주로 이용되는데 중·소규모 수공구조물인 경우에는 소위 확률강우량이라고 불리는 I-D-F 관계가, 대규모 수공구조물의 경우에는 가능최대강수량(PMP)이 주로 이용된다. 이러한 설계수문량의 추정치는 자료연수(김남원과 최한규, 1995), 극치자료의 획득여부 또는 지역에 따른 호우경험(WMO, 1986)에 따라 많은 영향을 받는다. 특히 오늘날 기후변화에 따라 강수량의 조건이 달라지고(김승, 1994) 극치자료의 계속적인 갱신으로 말미암아 자료의 분석결과는 과거에 비하여 많은 변화를 보이고 있다.

기왕의 관측최대강수량에 대한 정확한 해석은 다양한 수공구조물의 설계수문량의 산정에 중요한 정보일 뿐만 아니라, 호우의 평가 그리고 운영분야에 아주 중요하다. 관측최대강수량에 대한 문제는 관측의 정확도와 기록기간 그리고 호우경험 등의 자연현상파악에 대한 문제와 유역평균강우량과 같은 관측최대강수량을 이용하기 위한 수문학적 해석의 문제로 대별될 수 있다. 국내에서 강우관측을 담당하고 있는 기관은 기상청과 건설교통부, 행정자치부, 한국수자원공사, 농업기반공사 등이 있다. 기상청의 경우 유인관측으로 강우자료의 정확성을 보장하고 있으나, 면적강우를 해석하기 위해서는 강우관측소 밀도가 너무 적다. 다른 기관은 자동관측에 의존하고 있기 때문에 그 신뢰성에 대해서는 일부 부정적인 면이 내포되어 있으나(김남원, 1998), 강우관측밀도가 충분하여 호우경험을 충분히 보장할 수 있다. 한편 호우해석은 DAD 관계로 나타나는데 기존의 방법은 유역을 중심으로 이루어져 있어 호우를 중심으로 한 DAD 해석을 충분히 할 수 없었기 때문에(김남원과 원유승, 2004) 면적강우량에 대한 정보를 충분히 얻을 수 없었다. 따라서 우리나라 주요 호우해석 및 평가 그리고 수문설계 등 많은 분석에서 기상청자료를 중심으로 단순히 관측에 국한된 점강우자료가 이용되고 있으며, 관측최대강수량의 표현 또한 이와 유사한 실정이다(기

상청, 1999).

관측최대강수량의 정보는 기상청(1999)의 지점최대강수량 자료가 있으나 이는 산하 관측소의 자료를 단순히 통계 정리한 결과이다. 면적개념에 의해 우리나라의 관측최대강수량에 대한 최초의 보고는 조희구(1970)에 의해서 이루어졌으며, 등우선법에 의해 1964년부터 1968년까지의 자료를 이용하여 최대 DAD 분석을 수행하였다. 그 결과를 Horton식에 적용하여 지속기간별 최대강수량을 추정하였다. 이광호(1976)는 낙동강유역에 대하여 조희구(1970)의 연구와 유사한 절차로 지속기간별 최대강수량을 추정하였다. 이후 관측최대강수량에 대한 정보는 이순탁과 박정규(1986), 노재식 등(1986), 건설부(1988) 등 가능최대강수량의 연구의 일환으로 이루어졌을 뿐, 충분한 보고가 이루어지고 있지 않았다.

본 연구에서는 우리나라 전역인 남한지역을 하나의 분석대상구역으로 간주하여 20세기 우리나라 관측최대강수량의 변화특성을 고찰하였다. 관측 호우의 DAD 분석을 통하여 대상면적별 최대관측 강우량의 연별 변화를 파악하였고, 또한 이를 통하여 면적별-지속기간별 관측최대강수량을 계산하였다. 호우의 조건이 공간적으로 동일하다는 가정으로 풍부한 관측자료의 시계열은 면적별로 작성될 수 있기 때문에 면적별 확률별로 우리나라 관측최대강수량의 특성을 논의하였다. 이러한 정보는 호우의 설계 및 평가에 유용하게 이용되리라 기대한다.

## 2. 분석 방법 및 자료

### 2.1 호우중심의 면적우량과 동질성

본 연구에서 관측최대강수량이란 관측된 점강우량을 이용하여 호우면적별로 추정된 면적강우량의 최대값을 말한다. 따라서 관측최대강수량의 논의에서 면적강수량의 산정개념 및 과정이 매우 중요하다. 면적강수량 산정 개념에는 두 가지가 있다(Gray, 1973). 하나는 면적을 유역면적과 같이 유역형상을 고정한 채 면적강수량을 산정하는 것이고, 다른 하나는 호우면적에 해당하는 강수량을 산정하는 것으로 본 연구에서는 후자의 방법을 채택하였다. 또한 우리나라를 하나의 동질한 기상구역으로 가정하고 공간적인 최대 강우량의 변화를 고찰하고자 한다. 다시 말하면 공간적으로 모든 호우의 DAD 값을 일관화하여 같은 크기로 평가한다는 것으로 총괄형 강우-유출모형에서 강우의 공간크기를 하나로 설정하는 것과 같이 우리나라 전역에서 발생한 호우를 같은 형태로 평가한다.

## 2.2 자료와 분석기간과 선택호우

한 호우의 지속기간별 면적강우량을 나타내기 위해서는 무엇보다도 동시시간대의 시간구간별 강우량 자료가 필요하다. 현재 우리나라에서 강우량 관측은 기상청과 건설교통부를 비롯하여 많은 기관에서 수행하고 있으며, 대부분의 호우발생시 시간우량 관측은 잘 이루어지고 있다. 본 연구에서는 우리나라 주요 호우의 DAD 분석이 가능한 31년간(1969~1999년)의 기간을 분석기간으로 설정하였으며, 면적의 증감에 따라 호우의 크기가 변화하기 때문에 최대면적강수량을 표현하기 위해 가능한 모든 호우를 분석대상에 삼입하였다. 분석에 이용된 호우 수는 130개 이상이며, 일우량이 150mm 이상인 국내 호우는 모두 선택하였기 때문에 본 분석에서 제외된 극치호우는 없다. 반면 일관된 분석은 아니지만 자료의 확충을 위해서 조희구(1970)가 보고한 관측 최대자료를 함께 고찰하여 1900년대 발생한 호우사상 전체를 통한 관측 면적최대강수량에 대하여 포괄적으로 논의하고자 하였다.

## 2.3 DAD 분석방법 및 자료

일반적으로 강우량과 면적의 관계는 최대면적강우량이 발생하는 지속기간에 대하여 나타내는데, 이를 개별적으로 분석할 수 없기 때문에 유역을 고정하고 호우의 이동이 없다는 가정하에 지점누강우량 자료와 등우선 또는 티센방법을 이용하여 DAD 계산을 수행하며, 이러한 방법은 여러 교과서에서 이를 잘 표현하고 있다.(윤용남, 1986; 선우중호, 1983; 윤태훈, 1997). 그러나 호우의 중심이 이동하거나 호우역이 시간에 따라 변화할 경우 이러한 기존의 DAD 방법으로는 계산하기가 어려워지거나 상당한 오류를 범하게 된다. 반면 대부분 호우는 시간에 따라 크게 변화하거나 점차 이동하게 되기 때문에 이러한 유역고정방법으로 DAD를 계산할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 감안하여 호우중심 개념에 입각하여 개발된 김남원과 원유승(2004)의 방법에 의해서 DAD 분석을 수행하였다. 분석방법을 간단히 기술하면, 특정 지속기간의 강우량을 강우시작 초기부터 계산하여 해당 면적강우량이 최대가 되는 기간을 찾아 계산하며, 다음 지속기간으로 넘어가 다시 그 지속기간의 면적최대우량을 계산하는 방법이다. 이 방법은 호우이동 및 호우중심면적에 대한 개념이 삼입된 정교한 방법인 반면 많은 계산을 요하기 때문에 프로그램에 의존하여야 하는 단점이 있다

한편, 호우를 평가하는 DAD 분석에서 가장 중요한 것은 강우가 어느 정도의 밀도로 관측되어 있으며, 관

측된 자료는 어느 정도 신뢰성을 가지고 있는느냐는 것이다. 또한 각 호우의 비교에서 이러한 조건의 같은 형태로 이루어졌느냐가 중요한 척도가 된다. 따라서 관측소의 밀도와 신뢰성은 분석된 결과에 있어 여러 형태의 불확실성을 낳을 수 있다. 본 연구에서는 한국건설기술 연구원의 데이터베이스인 Hiss(hydrological information support system)로부터 전국 모든 강우관측소의 시간강우량자료를 입수하여 분석에 사용하였다. 관측자료의 신뢰성에 대해서 논의하는 것에 대해서는 한계가 있기 때문에 호우 사상별 각 관측소에 대한 누가곡선 분석으로 특별히 크거나 작은 큰 이상치가 발생한 관측소의 자료만 분석에서 제외할 뿐 자료의 신뢰성에 대해서는 충분히 연구검토하지 못하였다. 이와 같은 절차로 선택한 호우를 분석하였으며, 지속기간은 1~72 시간으로 설정하였고, 호우면적은 26~20,000 km<sup>2</sup>로 설정하였다.

## 3. 최대 강수량의 경년변화 분석

### 3.1 관측 집성시간

최대강수량을 표현하는 관측 강우량은 실제로 면적 개념을 가지고 있지 않은 점강우량으로 이를 집성하는 시간구간이 강우량을 표현하는데 있어 매우 중요하다. 예를 들어 임의로 최대가 되는 24시간 강우량과 일정하게 고정된 시간구간의 일강우량과 차이가 있는 것처럼, 1시간의 최대우량자료를 표현하는데 있어 10분의 집성 시간으로 구성된 자료에서 1시간 최대우량과 1시간 집성시간에서 1시간 최대우량과는 많은 차이가 있다(김규호 등, 1988). 본 연구에서는 동시우량에 의한 면적개념의 우량을 분석하기 때문에 일정한 기준의 집성시간자료만을 이용하였다. 따라서 1시간과 같은 작은 지속기간의 작은 면적에 대해서는 관측 최대의 정보가 충분하지 않을 수 있다. 물론 임의의 지속기간으로 인한 불충한 정보는 지속기간이 길어질수록, 호우면적이 증가할수록 그 영향은 매우 적다고 할 수 있으며, DAD 해석결과는 한국의 주요 호우(건설교통부, 2000)에 자세히 기술되어 있다. 여기서 중점적으로 논의하는 주요 호우에 대한 간단한 정보는 표 1과 같으며, 대표 호우지속기간은 1, 6, 12, 24, 48, 72시간, 호우면적은 25, 1000, 10000 km<sup>2</sup>이다. 표 1에서 호우명은 "R" + 연도(네자리) + 월(두자리) + 일(두자리) + 호우기간(두자리)을 의미하며, 호우중심은 지속기간 24시간을 중심으로 지점최대 강수량이 발생한 관측소를 나타낸다.

표 1. 주요 호우의 원인 및 중심

호우번호	호우기간	호우원인	호우중심	비고
R1972081804	1972.08.18-08.21 (4일간)	저기압	수 원	
R1975072404	1975.07.24-07.27 (4일간)	저기압	양 평	
R1977070604	1977.07.06-07.09 (4일간)	저기압	인 천	
R1980072004	1980.07.20-07.23 (4일간)	저기압	보 은	
R1981090104	1981.09.01-09.04 (4일간)	태 풍	고 흥	
R1984083105	1984.08.31-09.04 (5일간)	저기압	속 초	
R1987072104	1987.07.21-07.24 (4일간)	저기압	홍 산	
R1990090904	1990.09.09-09.12 (4일간)	태 풍	신 풍	
R1997080304	1997.08.03-08.06 (4일간)	저기압	강 화	
R1998073102	1998.07.31-08.01 (2일간)	저기압	시 천	
R1998080502	1998.08.05-08.06 (2일간)	저기압	강 화	
R1999073104	1999.07.31-08.03 (4일간)	저기압	전적비교	

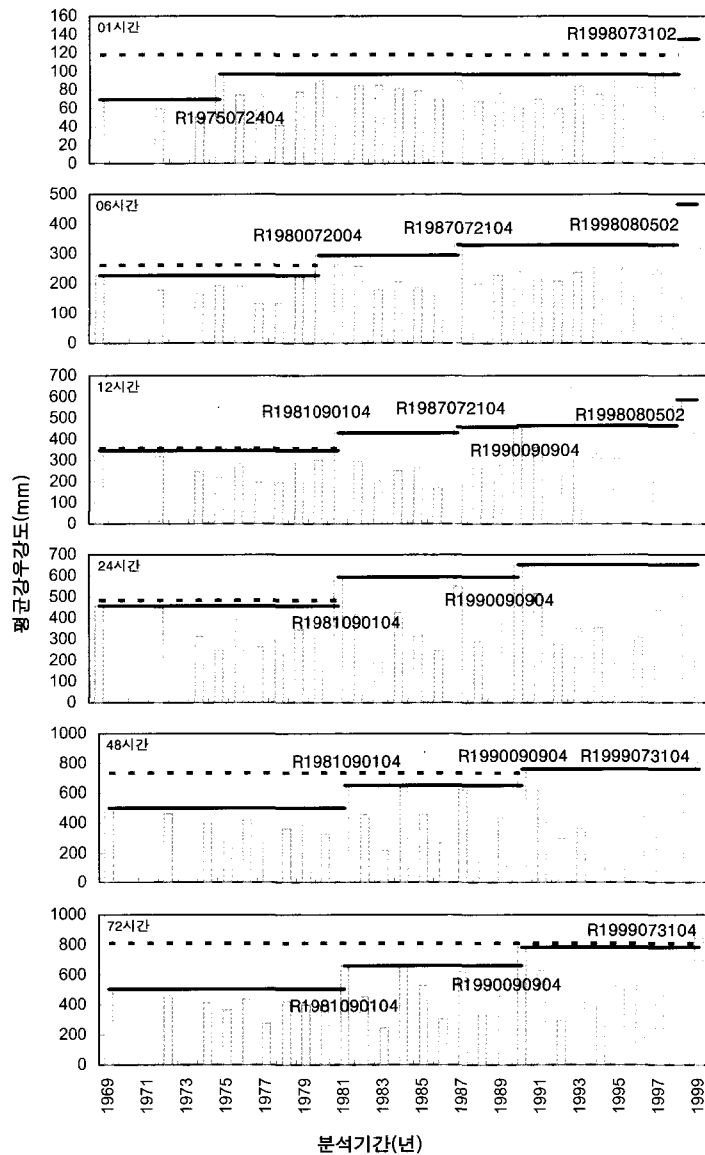


그림 1. 전 최대강수량의 변화

### 3.2 점 최대 강수량의 기록변화

점우량의 지배면적이 어느 정도인지는 강우관측소의 밀도와 밀접한 관계를 가지고 있으나, 본 연구에서는 점강우량의 지배면적을 WMO(1986)의 기준대로 26 km<sup>2</sup>로 간주하였다. 따라서 26 km<sup>2</sup>의 면적우량의 기록 변화분석은 단지 관측된 강우량에 대한 것이다. 1969년 이후 우리나라 점강우량의 기록치의 변화를 그림 1과 같이 나타내었다. 여기서 실선은 1969년의 강우량 보다 큰 경우만 변화하도록 작성된 것으로 지속기간 별로 기록적인 강우를 한눈에 알아 볼 수 있다. 1900년대의 관측 최대기록의 변화를 구체화하기 위해서 조희구(1970)에 의해 보고된 1904년 이후 1969년까지 발생된 우리나라 점강우량의 지속기간별 최대강수량을 점선으로 나타내었으며, 12시간, 72시간에 대한 자료는 보고하지 않았기 때문에 보간하여 추정된 자료를 이용하였다.

지속기간 1시간인 경우 1942년 8월 5일 서울에서 발생한 118.6 mm가 최고 기록이었으나, 1998년 7월 31일 지리산에서 발생한 135 mm 호우에 의해 그 기록이 갱신되었다(임의 지속기간의 최고기록은 순천 기상관측소에서 143 mm임). 이 기록의 발생 전에는 1975년 7월 24일 호우에서 97 mm가 최고기록인 것을 감안하면 지리산의 1시간 강우가 매우 기록적인 것임을 알 수 있다. 이후 1998년에만 8월 5~6일 강화기상관측소, 8~9일 양평기상관측소, 12~13일 보은 기상 관측소에서 각각 112.0 mm, 107.0 mm, 108.0 mm를 나타내었으며, 1999년에 7월 31일~8월 3일 전적비교관측소에서 97 mm를 나타내어 기록적인 단기강우가 1998년과 1999

년의 2년에 걸쳐 발생하였음을 알 수 있다.

6시간인 경우 1969년 이전에서는 고작 262.4 mm가 최고였으나, 1980년 7월 20일 호우, 1987년 7월 21일 호우에 의한 2번의 기록갱신 끝에 1998년 8월 5일 강화에서 내린 466.5 mm가 최고의 기록을 나타내었다. 지속기간 12시간의 경우 1969년 이전에는 356.8 mm가 최고였으나, 1981년 9월 1일, 1987년 7월 21일, 1990년 9월 9일 호우에 의해 3번의 기록갱신이 있었으며 1998년 8월 5일에 586 mm를 기록하였다. 반면 24시간인 경우 1969년 이전에는 485.3 mm였으나, 1981년 9월 1일에 의한 한번 갱신되었고, 1990년 9월 9일 653.0 mm로 최고를 기록한 이래 더 이상의 기록의 변화는 없다. 그러나 48시간의 경우 1969 이전에는 621.0 mm가 최고였으나, 1981년 9월 1일과 1990년 9월 9일 호우에 의해 갱신되었고, 1999년 7월 31 호우는 기록적인 809.5 mm를 나타내었다. 이와 유사하게 72시간 역시 두 번의 갱신 끝에 1999년 7월 31일에 900.8 mm라는 최고의 기록을 나타내었다.

점 강우기록으로만 볼 때 지속기간 24시간에서는 1990년 호우가 최대기록을, 이보다 긴 지속기간에는 1999년 호우가, 짧은 지속기간인 경우 1998년에 발생한 두 개의 호우가 기록적임을 알 수 있으며, 따라서 최근 2년간에 걸쳐 발생한 호우가 관측기록으로 최고임을 알 수 있다. 조희구(1970)에 의해 보고된 지속기간별 점강우량(그림 1)과 그림 2에 제시된 현재 점강우량의 최대 관측기록을 비교하면 많은 변화가 있음을 알 수 있다. 현재의 점강우량 최대값의 지속기간별 특성은 한 개의 변곡점을 가지는 두 개의 직선식으로 표현될 수 있다.

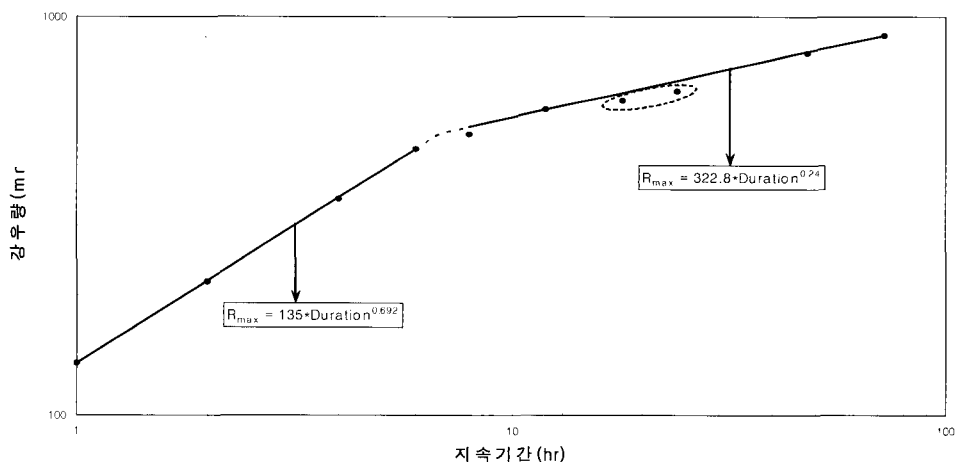


그림 2. 관측최대 점 강우량

#### 4. 면적최대강수량의 기록변화분석

호우면적의 증감 또는 지속기간의 변화에 의해 최대 강수량을 지배하는 호우가 다르기 때문에 호우면적별로 면적 최대 강수량의 기록 변화를 고찰할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 분석의 편의를 위하여 1,000km<sup>2</sup>, 10,000km<sup>2</sup>의 호우면적을 중심으로 살펴보기로 한다. 면적강우량에 대한 1969년 이전의 정보는 조희구(1970)에 의해 약 5년간 분석한 자료 밖에 없다. 점우량분석에서도 알 수 있듯이 1969년 이전의 최대값이 1969년 호우값 보다 더 컸기 때문에 최대값의 갱신시 1969년의 값은 논의에서 제외하고 단지 비교를 위해 기준값으로 논의한다.

그림 3은 호우면적 1,000km<sup>2</sup> 경우를 나타낸 것이다. 지속기간 1시간의 경우는 1977년 7월 6일과 1997년 8월 3일에 기록적인 호우가 발생하였고, 1998년 8월에 89.0mm의 최대치를 기록하였으며, 나머지 지속기간의

특성은 모두 일정하였다. 또한, 다른 지속기간에서는 1972년 8월에 첫 번째 극치를 이루었고, 1981년 9월 태풍 에그니스에 의해 발생한 호우에 의해 두 번째 갱신을 이루었다가, 최근에 발생한 1998년과 1999년의 두 개 호우에 의해 최대값이 기록되었다. 지속기간이 24시간인 경우는 1981년에 발생한 호우가 최대치를 기록하였고, 24시간 이전에는 1998년 8월 8일 강화를 중심으로 한 호우, 24시간 이후에는 1999년 7월 31일 호우에 의해 그 기록이 크게 갱신되었다.

그림 4는 호우면적 10,000 km<sup>2</sup>의 관측기록을 도시한 것으로 6시간 이하의 짧은 지속기간 경우 1998년 8월 호우가, 12시간에서는 1972년 8월 호우가, 24시간에서는 1990년 9월 호우가, 48시간에서는 1981년 9월, 1984년, 8월, 1990년 9월에 발생한 호우가 기록적이었고, 72시간의 경우는 이런 호우와 아울러 1999년 7월에 발생한 호우가 기록적이다. 강수량 기록치의 자세한 사항은 표 2와 같다.

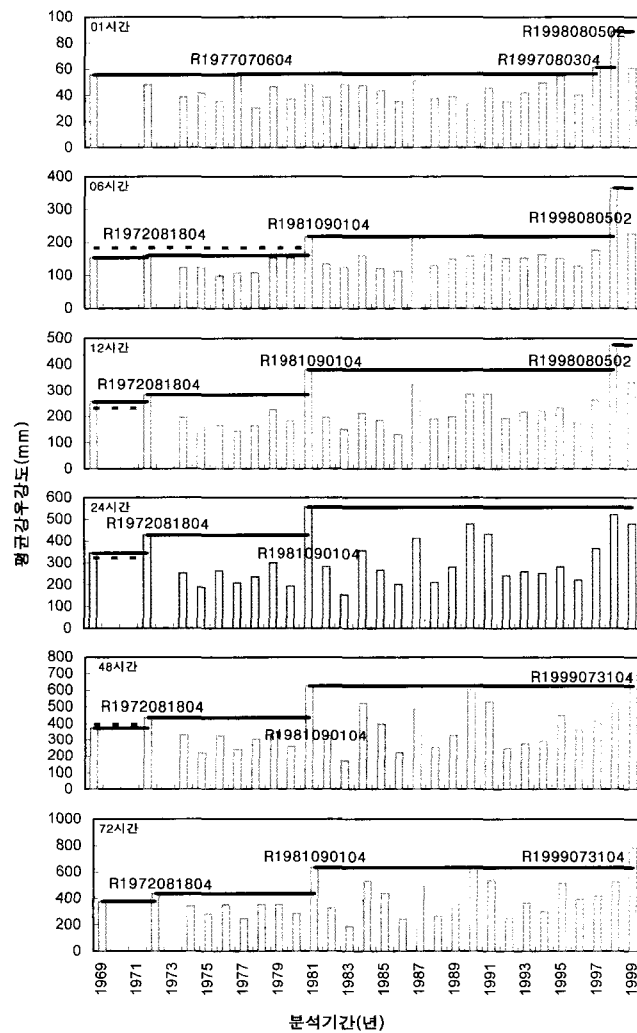


그림 3. 1,000 km<sup>2</sup> 면적최대강수량의 변화

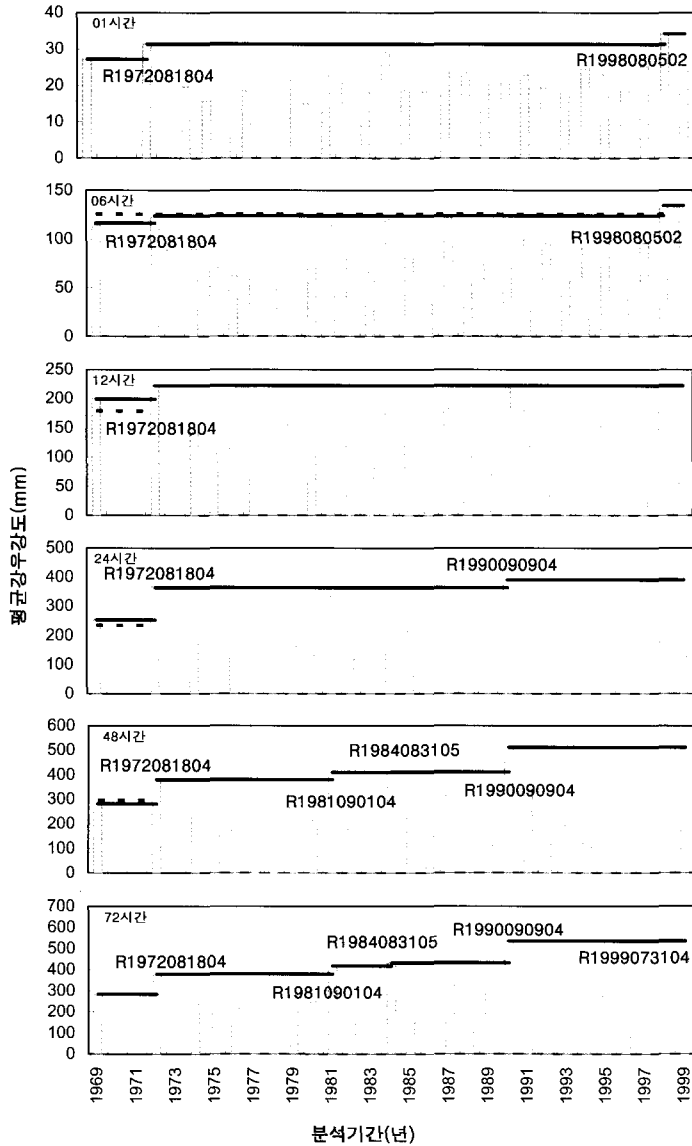


그림 4. 10,000 km<sup>2</sup> 면적최대강수량의 변화

표 2. 우리나라의 관측최대 DAD

(단위 : mm)

지속기간 (hr)	면적 (km <sup>2</sup> )									
	1	2	4	6	8	12	18	24	48	72
25	135.0	216.5	349.0	466.5	507.5	586.0	615.5	653.0	809.5	900.8
50	108.8	198.2	318.2	424.9	472.3	560.2	594.4	615.9	790.5	879.3
100	99.5	192.5	309.1	412.8	455.6	535.2	575.2	587.1	771.5	857.9
200	96.9	186.8	300.0	400.6	441.9	518.1	557.8	558.1	752.5	836.4
500	92.8	178.1	285.6	381.3	422.5	495.4	533.8	537.5	727.4	808.1
1,000	89.0	169.9	272.8	364.3	402.0	474.9	518.0	521.3	708.4	786.8
2,000	75.9	158.3	258.3	344.2	380.8	452.5	496.7	500.8	681.4	762.5
5,000	53.3	93.3	175.0	210.0	249.2	293.3	350.5	440.0	608.0	685.6
10,000	34.2	58.3	107.5	134.2	158.3	222.5	296.0	392.0	500.8	575.4
20,000	25.7	41.9	78.4	100.3	129.2	186.3	254.5	324.0	441.9	458.6

## 5. 관측최대 면적강수량의 확률론적인 표현

현시점에서의 면적별 지속기간별 관측최대강수량은 앞으로 언젠가 발생할 큰 호우에 의해 갱신될 것이나, 얼마만한 크기로 언제, 어디서 발생할지는 알 수 없으며 더욱이 계속적인 갱신이 있을지도 명확하지 않다. 따라서 이러한 매년 최대 사상을 이용하여 확률론적으로 해석함으로써 현재 관측 최대 DAD 값에 대하여 논의하고자 한다.

### 5.1 자료계열의 적합성과 부분계열의 사용

면적별 지속기간별 강우량의 확률해석을 위해서는 자료계열의 정상성과 무작위성이 성립되어야 한다. 그림 3~그림 4에서 눈으로 쉽게 알 수 있듯이 면적별 자료는 분명 정상성과 평균에 대하여 무작위성이 성립된다. 물론 자료년함에 따라 약간의 변동은 있으나 유의하다고 할 수 없다.

이 분석의 목적은 확률적으로 자기계열자료에 의해서 현재의 관측최대값을 평가하는 것 즉, 강우빈도분석으로 관측최대 DAD 값과 거동을 평가하는 것이다. 따라서 충분한 자료계열이 성립되어야 하며, 일관성을 유지하여야 한다. 본 연구의 분석 개시년인 1969년부터 31년간의 자료를 이용하기 때문에 자료의 평균 및 분산 등 통계량이 안정적이라고 판단한다(김승 등, 1993). 단, 현재의 DAD 분석자료가 일 최대강우량이 150 mm 이상으로 구성된 것이기 때문에 이런 크기의 호우가 발생하지 않은 3개년이 있다. 따라서 자료계열을 연최대치

계열을 사용하기보다는 1969년부터 1999년까지 총 132개 호우에 대한 연초과치계열을 이용하여 자료의 정비를 충분히 하였으며, 일관성을 유지하였다.

### 5.2 확률분포형

자료에 따른 확률분포형 선정에 대한 연구는 매우 많이 있으나(허준행 등, 1999), 이에 대한 명확한 해석은 없는 실정이다. WMO(1989)에서는 확률거동분석의 일종인 split test나 robust 테스트를 권장하고 있으나 이는 모두 지역해석을 할 경우이며, 점 빈도 분석에서는 아직도 고전적인 적합도 검사(fitting test)가 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 자료의 확률론적인 거동이 중요한 관심사가 아니고, 단지 지표로 사용하는 것이기 때문에 이에 대한 충분한 고찰을 시도하지 않았다. 국내의 경우 전국적인 분석인 건설부(1988), 건설교통부(2000)에 의하면 우리나라에서 가장 잘 적합한 분포가 Extreme Type I 으로 귀결되며 본 연구에서도 이를 검정 없이 사용하였으며, 매개변수 추정은 Hosking (1990, 1993)이 PWM을 선형 해석한 L-Moment방법으로 수행하였다.

### 5.3 면적별-지속기간-확률별 강우량과 관측치의 평가

면적별로 IDF 해석을 수행한 결과를 표 3에 제시하였고, 그림 5~그림 7에는 표 3의 면적별 평균강우깊이를 지속기간 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24, 48, 72시간, 재현기간 2.33, 5, 10, 20, 50, 100, 200년에 대한 분석 결과를

표 3. 강우량-지속기간-생기빈도 관계

(단위 : mm)

	지속기간 (hr)	생기빈도						관측최대 강우량	비 고
		2.33	5	10	20	50	100		
26	12	320.5	374.2	422.0	469.3	531.6	578.6	586.0	
	24	396.3	464.4	525.0	585.0	664.0	723.7	653.0	
	48	457.5	536.7	607.2	677.0	769.0	838.4	809.5	
	72	481.3	565.0	639.5	713.4	810.6	884.0	900.8	
1,000	12	233.1	272.0	306.6	340.9	386.0	420.1	474.9	
	24	306.4	360.1	408.0	455.4	517.7	565.8	558.8	
	48	366.5	432.3	490.8	548.8	625.1	682.6	708.4	
	72	387.3	456.8	518.7	580.0	660.6	721.5	786.8	
10,000	12	154.5	179.8	202.3	224.6	254.0	276.1	222.5	
	24	216.5	254.4	288.1	321.4	365.4	398.5	391.0	
	48	273.4	323.4	367.8	411.9	469.9	513.6	512.0	
	72	292.7	346.5	394.3	441.7	504.1	551.2	575.4	



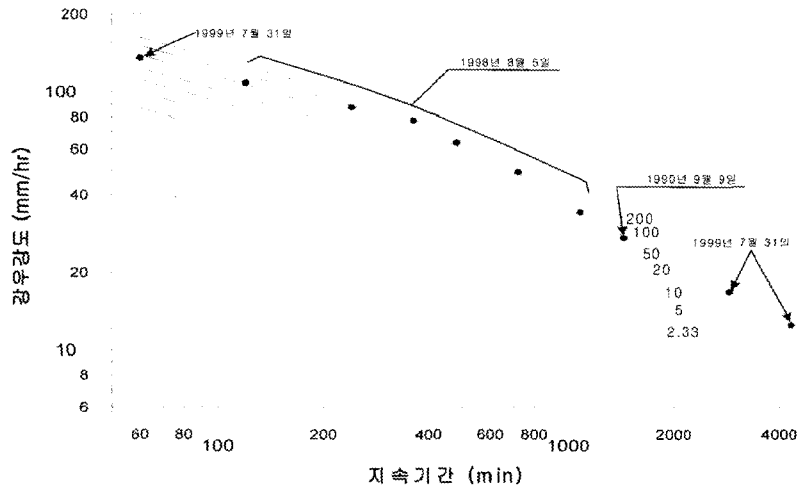


그림 5. 점 최대강수량의 IDF

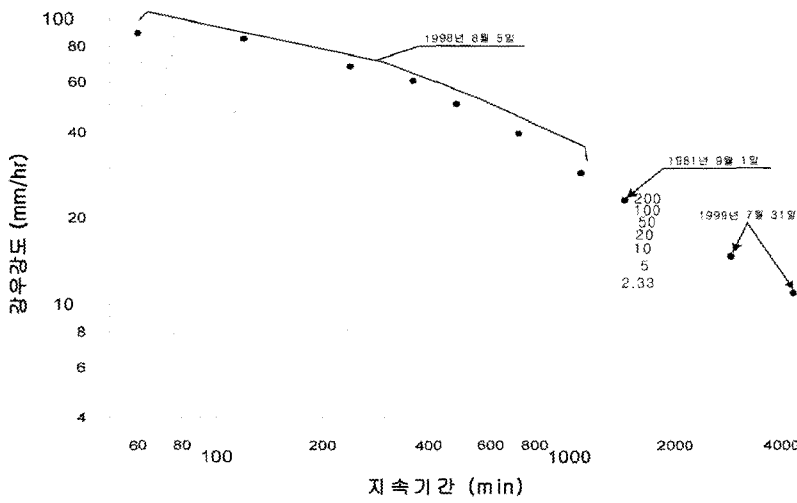


그림 6. 1,000 km<sup>2</sup> 면적최대강수량의 IDF

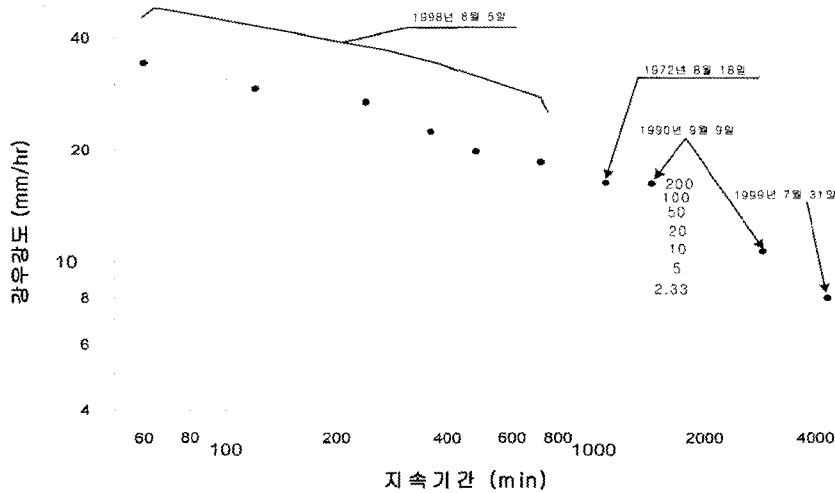


그림 7. 10,000 km<sup>2</sup> 면적최대강수량의 IDF

도시하였다. 그림에서 ●는 표 3의 면적별 지속기간별 관측최대강수량을 의미하여, 표와 그림에서 알 수 있는

바와 같이 점 최대강수량과 호우면적 1,000km<sup>2</sup>의 경우 지속기간 18시간, 호우면적 10,000km<sup>2</sup>의 경우 지속기간

12시간 이하에서는 1998년 8월 5일 강우가 관측최대강우량을 나타내었고, 지속기간이 48시간 이상인 경우에는 1990년 9월 9일 호우와 1999년 7월 31일 호우가 지배적이다. 그 사이의 지속기간에 대해서는 1990년 9월 9일, 1981년 9월 1일, 1972년 8월 18일 호우에 의해 관측최대강우량이 발생하였다. 그림 5는 점 최대강수량의 IDF 관계를 나타낸 것인데, 지속기간 6시간의 관측최대강수량은 200년 빈도의 강우강도와 유사하고, 지속기간 4, 8, 12, 48, 72 시간의 관측최대 강수량은 100년 빈도 전후의 강우강도 값과 유사하다. 호우면적 1,000km<sup>2</sup>의 IDF(그림 6) 관계는 지속기간 2~12시간의 관측최대 강수량이 200년 빈도의 강우강도보다 크고, 지속기간 24시간을 제외한 모든 지속기간의 관측최대 강수량은 100년 빈도 강우강도를 초과한다. 그러나 호우면적이 큰 10,000km<sup>2</sup>의 IDF 관계(그림 7)의 경우, 1~18시간의 관측최대강수량은 50년 빈도 이하이고, 그 이상의 지속기간에서는 100년 빈도 전후의 값을 갖는다. 이로부터 점 최대강수량은 재현기간 50년~200년 사이에 있고, 호우면적이 1,000km<sup>2</sup>인 경우 관측최대강수량은 재현기간 100년 빈도 이상이고, 호우면적이 10,000km<sup>2</sup>인 경우 지속기간이 24시간보다 짧으면 10년~50년, 재현기간이 24시간 이상이면 100~200년 빈도의 강우강도를 나타낼 수 있다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 우리나라 전역을 하나의 수문기상학적 동질지역으로 가정하고 호우면적을 중심으로 최대면적우량을 분석하였다. 분석기간은 시간자료의 입수가 가능한 1969~1999년까지로 31년간이며, 우리나라 전체를 수문기상학적으로 동질하다는 전제하에 DAD 분석을 통하여 관측 최대강우량을 고찰하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 점 강우량의 경우 1990년 호우, 1998년 호우, 1999년 호우가 큰 강우량을 나타냈으며, 지속기간 6시간을 제외하면 관측최대강수량은 대략 50~100년 빈도의 면적평균강우강도와 유사하다.
- 2) 면적 최대강수량의 발생기록으로 볼 때 호우면적이 중규모 이하이고, 지속기간이 24시간 미만인 경우 대체로 1998년 8월 호우가 지배적이며, 24시간 이상에서는 1999년 7월 호우가 지배적이다. 이때의 관측최대강수량은 지속기간 12시간 이하에서 200년 빈도를 초과하고, 그 이상이면 100~200년 빈도 정도의 면적평균강우강도를 갖는다.
- 3) 점 최대강수량 또는 호우면적 1,000 km<sup>2</sup>이고, 지

속기간이 24시간인 경우 1999년과 1981년 호우가 지배적이고, 호우면적이 10,000 km<sup>2</sup> 이고, 지속기간이 18~48시간인 경우 1972년과 1990년에 발생한 호우가 지배적이었다. 호우면적이 10,000 km<sup>2</sup> 이고, 지속기간 18시간 이하인 경우 관측최대강수량은 10~50년 빈도, 지속기간이 18시간 이상인 경우, 100~200년 빈도 정도의 면적평균강우강도를 갖는다.

- 4) 중규모 이하의 면적에 해당하는 관측기록 최대값이 최근에 연속적으로 변화된 것과 면적평균강수량의 빈도분석에서 알 수 있는 바와 같이 최근의 기상변화의 형태는 대부분 중규모 호우에 국한됨을 알 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 1999년도 수자원관리기법개발연구조사의 일환으로 이루어진 것으로 건설교통부의 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 건설교통부(2000), 한국의 주요 호우, 1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제2권, 별책 제1권, 한국건설기술연구원.
- 건설교통부(2000), 한국 가능최대강수량 추정, 1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제2권, 한국건설기술연구원.
- 건설교통부(2000), 한국 확률강우량도 작성, 1999년도 수자원관리기법개발연구조사보고서 제1권, 한국건설기술연구원.
- 건설부(1988), 한국 가능최대강수량추정, 수자원관리기법연구개발보고서 제3권, 한국건설기술연구원.
- 기상청(1999), 자기우량기록지, 기상년보, 기상월보(관측년수~1999), 기상청 기후국 자료과, 서울.
- 김규호, 김양수, 이진원, 김승(1988), 고정시간 간격과 임의의 지속기간 최대우량간의 환산계수, 1988년 대한토목학회 학술발표회 개요집, pp. 216~219.
- 김남원(1998), 수문관측현황과 개선방향-수위, 우량관측을 중심으로, 건설기술정보지 7월호, 한국건설기술연구원, pp. 9~15.
- 김남원, 원유승(2004), 호우이동을 고려한 DAD 분석방법, 한국수자원학회논문집, Vol. 37, No. 5, pp. 437~448.
- 김남원, 최한규(1995) 강우빈도분석서 내·외상 오차에 대한 고찰, 대한토목학회학술발표회 논문집, pp. 29~32.

- 김승, 정성원, 김현준(1993), 기후변화가 수문과 수자원에 미치는 영향, 기후변화가 한반도에 미치는 영향에 관한 심포지엄, 한국과학기술연구원, pp. 79-102.
- 김승(1994), 우리나라 강수의 장기변동 특성 분석, 국제수문개발계획(IHP) 연구보고서, pp. 8-1~8-105.
- 노재식, 이원환, 이길춘(1986), 우리나라의 최대가강수량 빈도계수 산정에 관한 연구, **한국수문학회지**, Vol. 19, No. 3, pp. 249~257.
- 선우중호(1983), 수문학, 동명사.
- 윤용남(1987), 공업수문학, 청문각.
- 윤탤희(1997), 응용수문학, 청문각.
- 이광호(1976), 낙동강유역의 최대 DAD에 관하여, **한국수문학회지**, Vol. 7, No. 2, pp. 92~98.
- 이순탁, 박정규(1986), 하천유역의 설계 홍수량 결정을 위한 PMP의 산정 및 적용, **한국수문학회지**, 제 19권, 제1호, pp. 75~86.
- 조희구(1970), 우리나라 호우의 최대 DAD분석, **한국기상학회지**, Vol. 6, No. 2, pp.79~82.
- 허준행, 김경덕, 한정훈(1999), 지속기간별 강우자료의 적정분포형 선정에 통한 확률강우강도식의 유도, **한국수자원학회논문집**, Vol. 32, No. 3, pp. 247~254.
- Gray, D. M.(Editor)(1973), *Handbook on The Principles of Hydrology*, Water Information Center Publication, The North Shore Atrium.
- Hosking, J. R. M.(1990), L-moment: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics, *Journal of Royal Statistical Society*, Series B. 52, pp. 105~124.
- Hosking, J. R. M. and Wallis, J. R.(1993), Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis, *Water Resources Research*, Vol. 29, No 2, pp. 271~281.
- WMO(1986), *Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation*, Second Edition, World Meteorological Organization, Operational Hydrology Report No. 1, Geneva, Switzerland.
- WMO(1989), *Statistical Distribution for Flood Frequency Analysis*, World Meteorological Organization, Operational Hydrology Report No.33 (WMO-No.718),Geneva, Switzerland

(논문번호:04-30/접수:2004.03.20/심사완료:2004.04.30)