

〈論 文〉

한강유역 강우의 시·공간적 특성

A Spatial-Temporal Characteristics of Rainfall in the Han River Basin

이 동 루\*, 정 상 만\*\*

LEE Dong Ryul and JEONG Sang Man

**Abstract** □ Continuous recorded hourly rainfalls during the wet season in the Han River basin are separated into single storm events between storms. For the storm events, storm numbers, total rainfall, duration, and intensity are analyzed, and the basin is divided into three areas, which have a similar rainfall characteristics.

The criterion of separation of independent storms, which is proposed by Restrepo and Eagleson, is examined and its criterion is compared with temporal characteristics of single storm events separated with time between storms.

**요 지 :** 한강유역의 우량관측소에서 우기동안 관측된 연속시간 강우자료에서 무강우시간으로 분리한 단일호우사상들의 호우수, 강우량, 지속기간, 강우강도를 분석하고 유역을 비슷한 강우특성을 갖는 세지역으로 구분하였다.

또한 Restrepo와 Eagleson이 제안한 독립호우 선정기준의 적용성을 검토하고 이 방법에 의한 독립호우 분리시간을 선정하여 연속시간 강우자료에서 무강우시간들에 의하여 분리된 단일호우사상의 시간적 특성과 비교 검토하여 단일호우 분리시간을 제시하였다.

1. 서 론

한 유역의 수문순환과정에서 강우는 유역계(watershed system)의 입력이며 유출은 출력이다. 수자원 계획과 관리, 수공구조물 설계 등을 위해서는 유역계의 출력인 장기간의 유량자료가 필수적이다. 그러나 유량자료는 짧은 기록기간, 미계측 또는 자료의 신뢰성 문제 등으로 사용하지 못하는 경우가 많다. 이와같은 문제를 해결하기 위하여 수문순환과정에서 지질, 지형학적 성분으로 이루어진 유역계에 강우를 입력하여 유량을 출력하는 사상 강우-유출모형(event rainfall-runoff model)으로 유량을 도출하여 이용하는 기법이 있다. 이때 입력 강우의 특성은 총강우량, 지속기간, 시간분포, 공간분포 등으로 나타낼 수 있으며 이들은 무작위성(randomness)을 가지고 있다(서와 김, 1989).

이들 특성은 유역계의 지형학적 특성과 더불어 유

출에 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있어 강우의 특성을 파악하는 것은 매우 중요하다. 강우의 특성을 분석하는 방법의 하나는 과거 단일호우사상들의 통계적 분석을 이용하는 것이다. 유출산정을 위한 입력자료인 강우의 특성을 분석하기 위하여 먼저 연속강우사상에서 단일호우사상을 분리해야 하고 이들 호우사상들의 시간적, 공간적 특성을 분석해야 한다.

본 연구에서는 한강유역의 우량관측소에서 우기동안 관측된 연속시간 강우자료에서 무강우시간들에 의해 분리된 단일호우사상의 호우수, 총강우량, 지속기간, 강우강도의 시간적 특성을 조사하고 비슷한 강우특성을 갖는 지역을 구분하고자 하며 단일호우사상들의 시간적 특성을 Restrepo와 Eagleson(1982)이 제안한 독립호우 분리시간 선정기준과 비교 검토하여 단일호우 선정기준을 제시하는 것이다.

2. 단일호우의 정의

\*정회원, 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원

\*\*정회원, 한국건설기술연구원 수자원연구실 수석연구원

전형적인 강우관측지점의 연속강우자료는 그림 1(a)와 같이 나타난다. 무작위한 강우강도(i)는 총깊이(h)를 내린  $t_r$ 시간동안에 연속적으로 발생한다. "호우"라고 불리는 이들 강우사상들은 무강우시간( $t_w$ )으로 분리된다. 이와 같은 정의에 의하면

$$\text{호우깊이} = h = \int_0^{t_r} i dt \quad (1)$$

그리고

$$\text{호우도달시간} = t_w = t_r + t_w \quad (2)$$

이다(Restrepo와 Eagleson, 1982). 일반적으로 호우의 깊이(h), 호우지속시간( $t_r$ ), 호우도달시간( $t_w$ )들은 무작위 성향을 가지고 있다.

연속적인 자료를 이산화하여 그림 1(b)에 나타내었

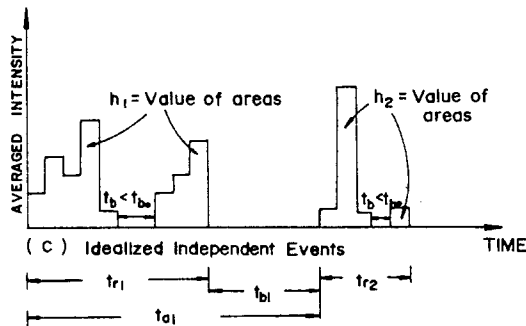
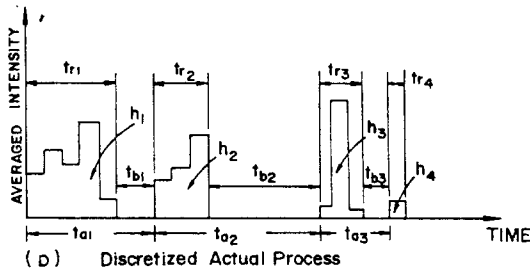
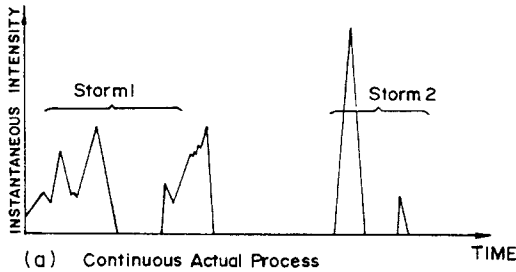


그림1 단일호우의 정의(Restrepo와 Eagleson, 1982)

고, 그림 1(c)는 단일호우를 분리하기 위하여 여러 무강우시간( $t_w$ )에서 최소무강우시간( $t_{w0}$ )을 선정하고 무강우시간이  $t_{w0}$  이상이면 단일호우로 선정하는 것을 나타내고 있다.

기존의 강우의 시간분포 연구에서 Huff(1967)는 그림 1(c)의  $t_{w0}$ 를 6시간으로 하였고, Yen과 Chow(1977)는 무강우가 전혀없는 연속강우(그림 1(b)의  $t_r$ 동안의 강우)를 단일호우사상으로 분리하였다. 또한 Keifer와 Chu(1957)는 지속시간별 최대우량을 단일호우사상으로 선정하였다. 그러나 이들 선정방법은 강우의 시간 분포 방법에 따라 다르다고 할 수 있으므로 단일호우 사상을 분리하기 위한 뚜렷한 기준이 없는 실정이다.

단일호우사상은 그림 1(c)의 독립호우사상을 단일호우사상으로 정의하고 단일호우 분리시간인  $t_{w0}$ 를 48 개 시간(1~48시간)으로 하여 연속강우자료에서 분리된 단일호우들의 특성을 분석하고 Restrepo와 Eagleson(1982)이 제안한 독립호우 선정방법과 비교 검토하여 단일호우 분리시간을 제시하고자 한다.

### 3. 연구 대상구역 및 자료

연구 대상구역은 한강구역 이지만 효율적인 강우의 지역적 특성을 파악하기 위하여 한강구역의 주변 지역을 포함시켰다. 그림 2는 연구 대상구역도이다. 분석을 위한 자료는 기상청의 측후소 및 관측소의 19개 지점과 건설부의 54개 Telemeter(TM) 우량관측소들로 한국건설기술연구원의 수문자료 데이터베이스 시스템에서 수집하였다. 표 1은 분석에 사용된 자료의 현황이다.

### 4. 단일호우사상들의 특성

연속강우자료에서 단일호우를 분리하기 위한 최소 무강우시간( $t_{w0}$ )을 1~48시간까지 하여(그림 1(c) 참조) 각 시간에 따라 분리된 지점별 0.1mm 이상 모든 강우에 대한 단일호우사상들의 호우수, 평균강우량, 평균지속시간, 평균강우강도의 특성을 분석하였다. 이들 분석은 모수(population parameter)가 가진 특성을 보장하기 위하여 강우자료가 장기간 기록된 기상청의 측후소 및 관측소 자료에 대해서만 분석하였다.

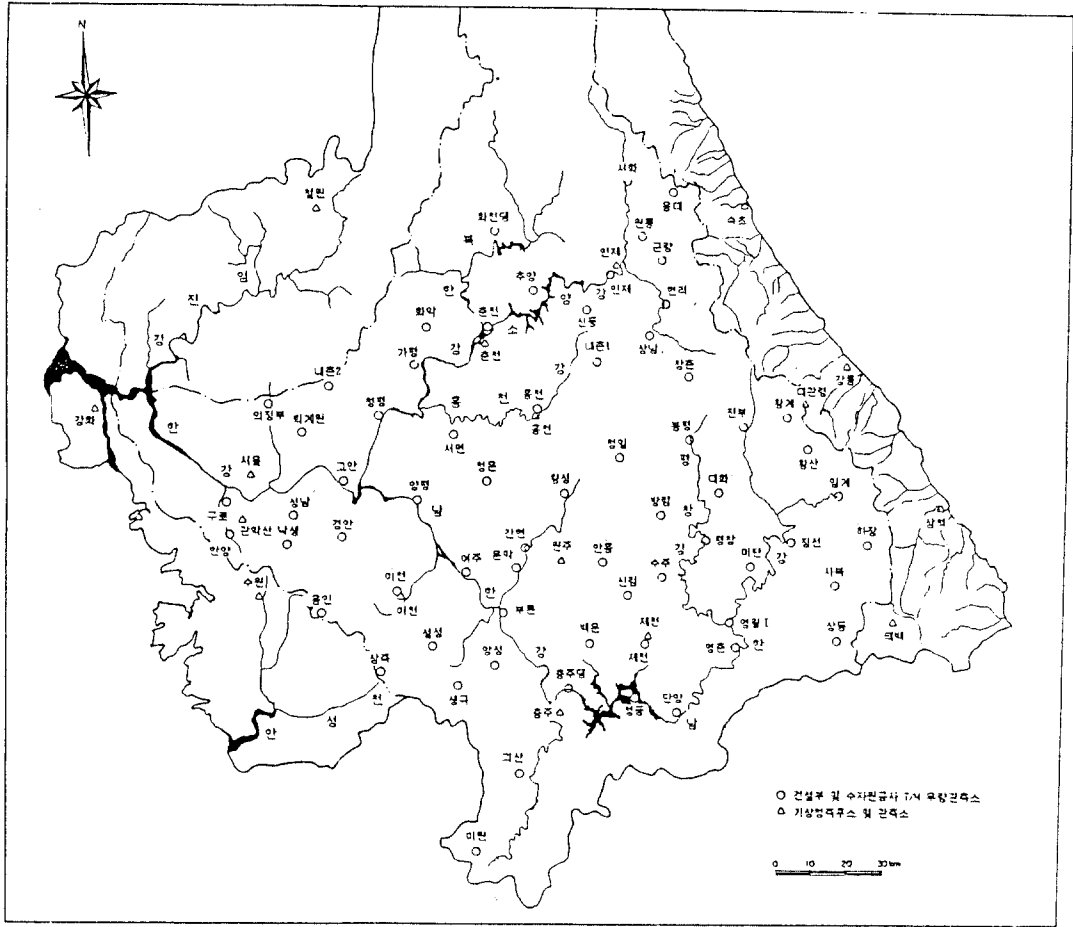


그림2 연구 대상유역도

표 1 분석에 사용된 자료현황

1) 기상청 우량관측소

지점코드	지 점	H* (m)	자료기간	비 고	지점코드	지 점	H* (m)	자료기간	비 고
90	속 초	26	68-90	6, 7,	201	강 화	25	73-90	6, 7,
95	철 원	130	88-90	8, 9월	202	양 평	45	73-90	8, 9월
100	대 관 령	842	81-90	(시우량)	203	이 천	75	73-90	(시우량)
101	춘 천	74	66-90		211	인 제	200	73-90	
105	강 릉	26	61-90		212	홍 천	141	73-90	
108	서 울	86	61-90	6, 7,	214	삼 척	4	73-90	6, 7,
112	인 천	70	61-90	8, 9월	216	태 백	710	85-90	8, 9월
114	원 주	150	73-90	(시우량)	221	제 천	220	73-90	(시우량)
116	관 약 산	629	83-90		223	충 주	50	73-90	
119	수 원	37	64-90						

(H\* : 관측지점의 해발고도)

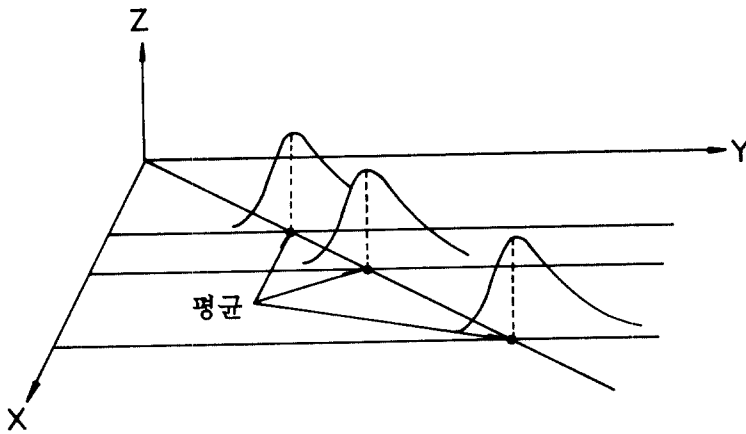


그림3 최소무강우시간에 따른 가상적인 호우특성치의 표본분포

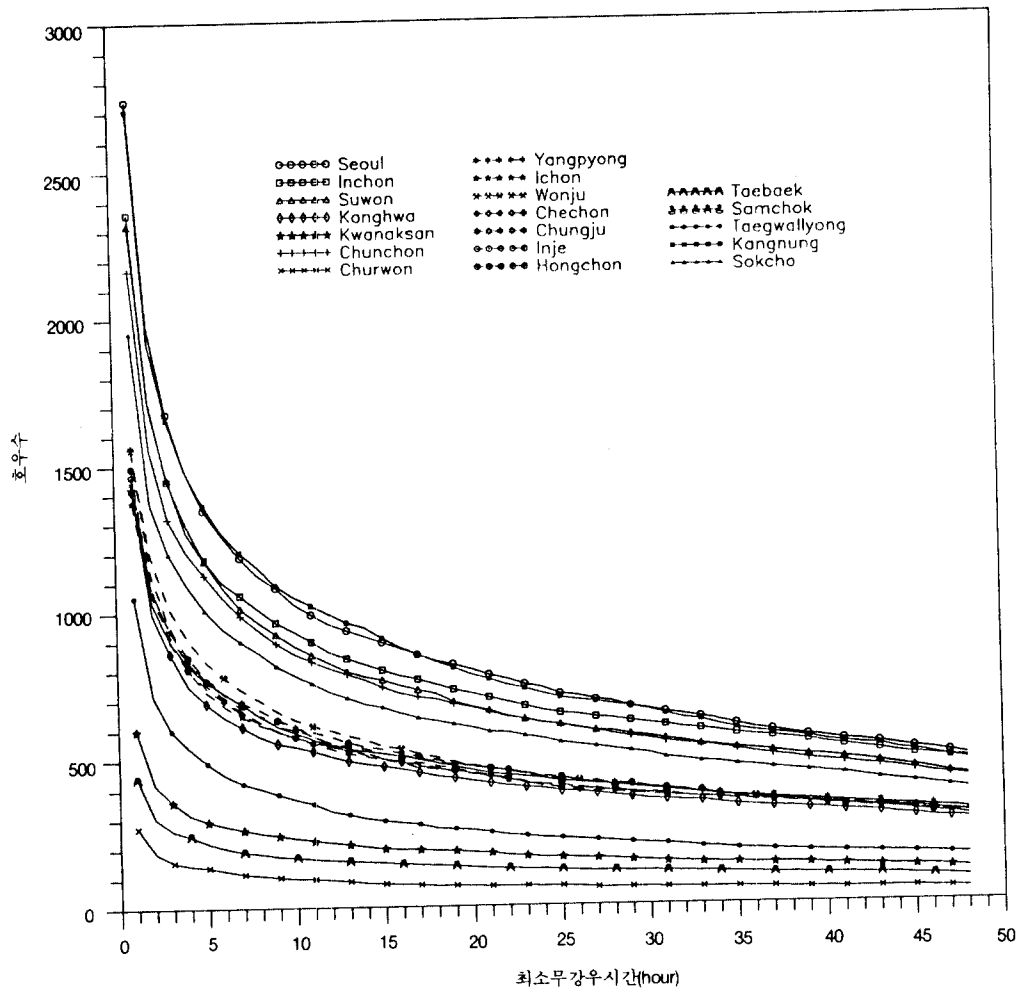


그림 4 최소무강우시간으로 분리된 단일호우들의 호우수

여기서 평균이란,  $t_{60}$ 가 10시간이라면 연속강우자료에서 무강우가 10시간 이상이면 단일호우사상으로 분리하여 얻은 호우사상들의 표본평균을 말한다. 그림 3은 가상적인 호우 특성치들의 표본분포를 나타낸다. 즉 X축은  $t_{60}$ 이고 Y축은  $t_{60}$ 에 따른 강우량, 지속기간, 강우강도이며 Z축은 이들 특성치들의 밀도이다.

4.1 최소무강우시간으로 분리된 단일호우의 특성

4.1.1 호우수

최소무강우시간( $t_{60}$ )에 따른 기상청 19개 관측소의 단일호우수(single storm number)의 변화를 그림 4에 나타냈다. 이들 지점들은 자료기간에 따라 당연히 다

른 호우수를 보이고 있으나 호우수의 감소경향은 비슷함을 알 수 있다. 동일한 자료기간에 대하여 살펴보면 30년(1961~1990년) 자료기간을 가진 서울, 강릉과 18년(1973~1990년) 자료기간인 강화, 양평, 원주, 이천, 제천, 충주, 인제, 홍천, 삼척 지점들은 각각 거의 동일한 호우수를 보이고 있다.

또한 짧은 자료기간을 가진 지점의 호우수 감소곡선을 수직방향으로 이동시키면 19개 지점의 호우수 감소곡선은 거의 하나의 곡선으로 일치됨을 알 수 있다. 이는 자료기간에 관계없이 호우수의 감소경향은 동일함을 나타낸다. 따라서 연구 대상구역에서 지점별 호우의 발생빈도는 거의 동일하다고 판단되며 호우의 발생빈도에 관한 한 지역적 편차 또는 지형학적

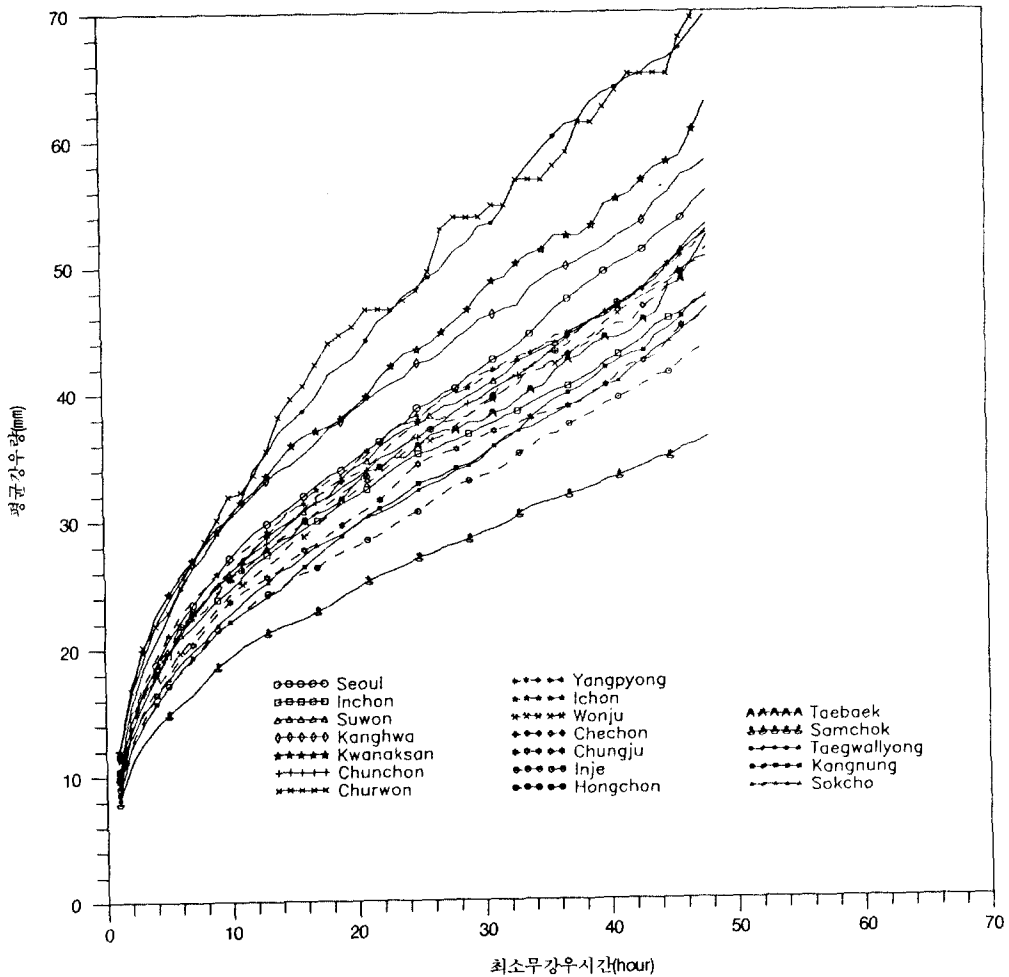


그림 5 최소무강우시간으로 분리된 단일호우들의 평균강우량

영향이 없다고 사료된다.

또한 그림 4에서 호우수 감소비율은  $t_w$ 가 작은 시간에서 크게 감소하다가 변곡점을 지나서 점점 감소하여 20시간 이후는 거의 변화가 없다. 따라서 단일 호우의 분리시간은 호우수의 변화량이 많은 부분을 포함하도록  $t_w$ 를 선정해야 할 것이다.

#### 4.1.2 평균강우량

최소무강우시간에 의해 분리된 단일호우의 평균강우량 변화를 그림 5에 나타내었다. 지역별 평균강우량의 변화는 호우수의 분석결과와 달리 지점간 편차를 보이고 있다. 이들 편차는 자료의 분석기간 차이, 호우의 지형학적 영향 때문으로 판단된다.

그러나 호우수의 분석에서 호우수의 감소경향이 자료기간으로 인한 큰 영향이 없는 것으로 볼때 평균강우량의 지점간 편차는 자료기간 차이 보다는 지형학적 영향이 더 큰 것으로 판단된다. 단, 철원의 경우

는 최소무강우시간( $t_w$ )에 따라 평균강우량의 변화가 불규칙한 성향을 나타내고 있는데 이는 짧은 자료기간으로 인하여 표본(sample)이 작기 때문인 것 같다.

그림 5에서 태백산맥을 중심으로 서쪽지역이 동쪽 지역보다 많은 강우량을 보이고 있다. 따라서 호우에 의한 강우량에 지형학적 영향이 있음을 알 수 있다. 서쪽 평지지역에서 유일하게 고지대에 속해 있는 관악산은 주변지점보다 약간 큰 강우량을 보이며 산지의 고지대인 대관령이 19개 관측소중 가장 큰 강우량을 보이는 것으로 보아 고지대에서 평지보다 큰 강우량이 발생함을 알 수 있다. 서해안 지역인 강화지점은 관악산과 같은 강우량을 보이고있다.

또한 평균강우량의 증가비율은 호우수의 변화처럼  $t_w$ 가 짧은 시간에 크게 증가하다가 변곡점을 지나서 점점 감소하여 일정하게 변화함을 알 수 있다.

#### 4.1.3 평균지속기간

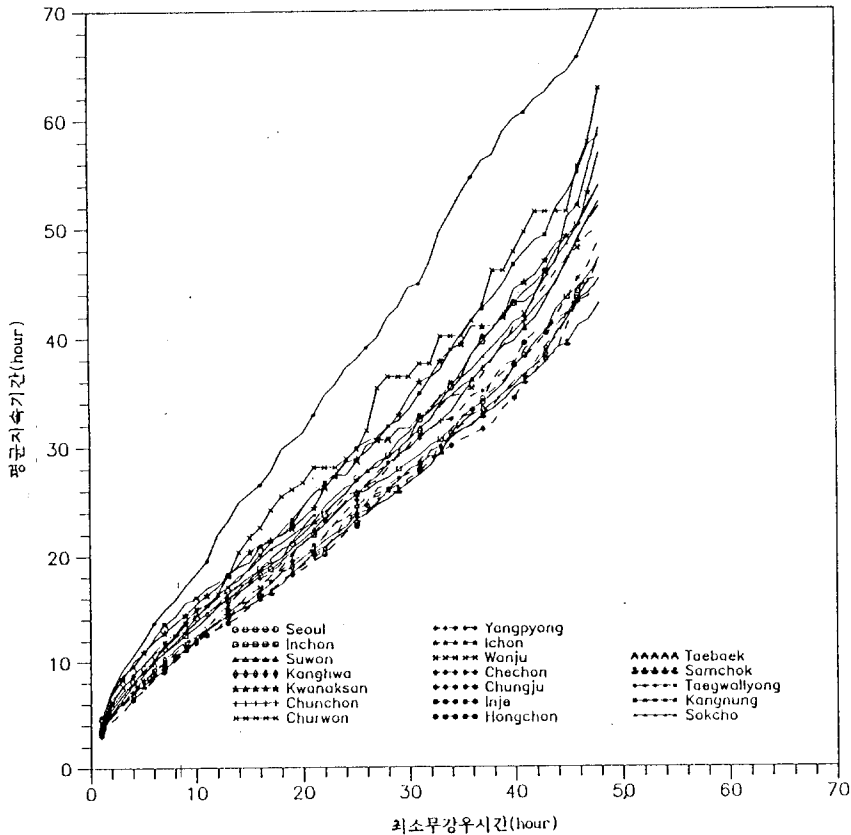


그림 6 최소무강우시간으로 분리된 단일호우들의 평균지속기간

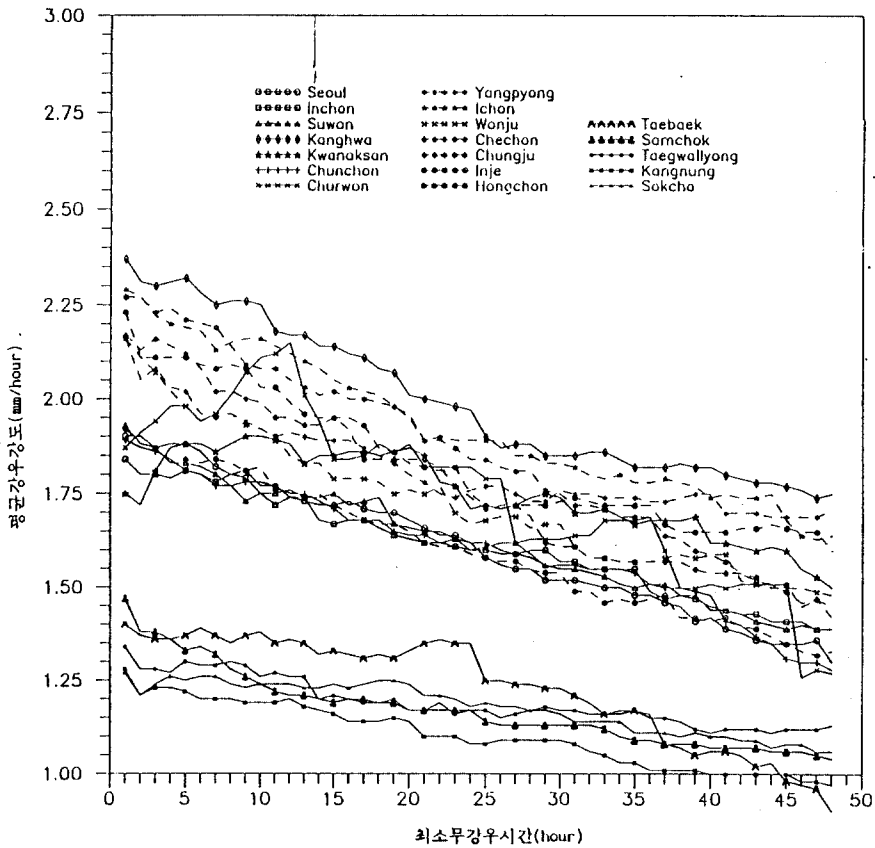


그림 7 최소무강우시간으로 분리된 단일호우들의 평균강우강도

최소무강우시간( $t_{0.0}$ )에 따른 단일호우사상들의 평균 지속시간을 그림 6에 나타내었다. 평균지속시간의 특성은 평균강우량의 지역별 편차보다 작은 편차를 보이고 있어 본 연구지역의 호우특성은 강우량의 지역적인 편차가 지속시간의 편차보다 큼을 알 수 있다. 동쪽지역은 서쪽지역보다 약간 긴 강우 지속시간을 보여주며 고지대인 대관령과 관악산이 가장 긴 지속시간을 보여 주고 있다. 이들 특성을 종합적으로 분석하기 위하여 강우량과 지속시간의 종속변수인 강우강도를 분석하였다.

4.1.4 평균강우강도

지점별 평균강우강도의 변화를 그림 7에 나타내었다. 최소무강우시간( $t_{0.0}$ )의 증가에 따라 단일호우의 지속시간은 증가하므로 강우강도는 감소하여야 한다. 그러나 철원, 관악산, 태백지점은 평균강우강도가 감소하지 않고 증감하고 있다. 이는 자료기간이 짧아 표본이 작기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 나머지

지점들은 지속시간이 증가함에 따라 강우강도가 일정하게 감소함을 알 수 있다.

평균강우강도의 변화는 평균강우량과 평균지속기간의 분석결과를 종합한 것으로서 강우강도의 지역적 특성이 뚜렷이 나타남을 알 수 있다. 즉 A지역(서울, 인천, 수원, 춘천), B지역(양평, 이천, 원주, 제천, 충주, 인제, 홍천), C지역(태백, 삼척, 대관령, 강릉, 속초)으로 구분할 수 있다. 구분구역에서 B지역이 가장 큰 강우강도를 보이며 C지역이 가장 낮은 강우강도를 나타내고 있다. 그림 8은 본 연구 대상유역을 세 개 지역으로 구분한 것이다.

5. Restrepo와 Eagleson에 의한 독립호우의 선정

독립호우란 단일호우의 정의와 같이 그림 1(c)에 나타난 것과 같다. Restrepo와 Eagleson (1982)이 제안한 독립호우의 선정방법은 호우와 호우가 서로 독

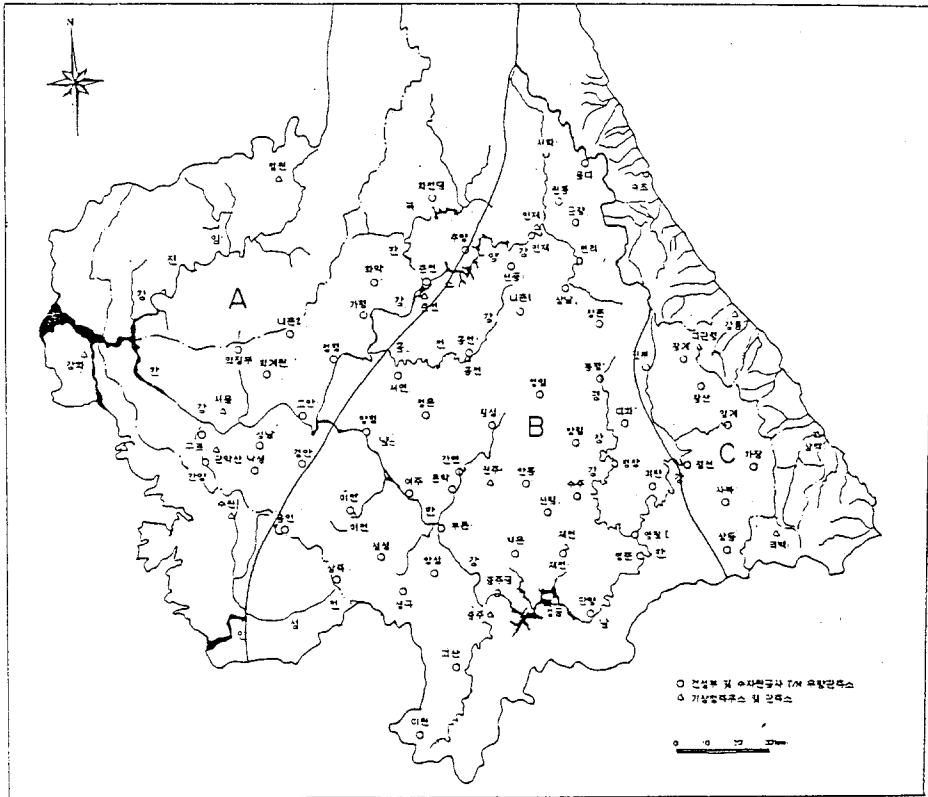


그림 8 강우특성에 의한 유역 구분도

립적으로 발생할 때 어떤 호우가 발생하고 난 후 다음 호우가 발생할 때까지의 무강우시간들을 포아송 과정(poisson process)으로 해석하여 이들 무강우시간들을 식(3)과 같은 지수분포(exponential distribution)에 적용하여 적합도(fitness)가 가장 높은 무강우시간( $t_0$ )를 독립호우의 분리시간인 최소무강우시간( $t_{0n}$ )으로 결정하는 것이다(Restrepo와 Eagleson, 1982).

$$f_n(t_0) = \beta e^{-\beta t_0}, t_0 > 0 \quad (3)$$

여기서,  $\beta$ 는 각 호우의 평균발생률,  $t_0$ 는 각 호우간의 무강우시간이다.

적합도 검정은 주관적인 유의수준(significance level)의 설정을 피하기 위하여 지수분포의 변동계수가 1인 통계학적 특성을 이용하였다(Restrepo와 Eagleson, 1982). 즉

$$C_v(t_0) = \sigma[t_0]/E[t_0] = 1 \quad (4)$$

여기서  $C_v(t_0)$ 는 변동계수,  $E[t_0] = \beta^{-1}$ ,  $\sigma(t_0) = \beta^{-1}$ 이다.

Restrepo와 Eagleson(1982)은 식(3)을 적용할 때 평균 호우지속기간이 호우간의 평균 무강우시간 보다 상대적으로 작을 때 유효하다고 하였다(Jacobs와 Eagleson, 1987). 즉

$$\frac{\mu_r}{\mu_{th}} \ll 1 \quad (5)$$

여기서  $\mu_r$ 은 평균 호우지속기간,  $\mu_{th}$ 는 호우간의 평균 무강우시간이다.

식(5)의 결과는 0.2~0.3으로 Restrepo와 Eagleson(1982)이 제안한 식(3)은 본 연구지역에 적용 가능하다고 판단된다. 표 2에 19개 기상청 우량관측소의 전 관측기간을 분석하여 나타내었고, 표 3에 기상청 및 건설부 Telemeter 관측소의 1987~1990년 동일기간 자료를 분석하여 나타내었다. 표 2를 보면 철원을 제외한 지점의  $t_{0n}$ 들은 8~12시간으로 지역적 편차가 비교



표 2 한강유역 기상청 우량관측소 최소무강우시간( $t_{00}$ )

코 드	지 점	분석자료기간	$t_{00}$ (hour)	코 드	지 점	분석자료기간	$t_{00}$ (hour)
90	속 초	68-90	9	201	강 화	73-90	12
95	칠 원	68-90	16	202	양 평	73-90	11
100	대 관 령	81-90	12	203	이 천	73-90	11
101	춘 천	66-90	8	211	인 제	73-90	10
105	서 울	61-90	10	214	삼 척	73-90	11
112	인 천	61-90	12	216	태 백	86-90	9
114	원 주	73-90	10	221	제 천	73-90	12
116	관 악 산	84-90	10	223	충 주	73-90	11
119	수 원	64-90	12				

표 3 한강유역 TM 및 기상청 우량관측소 최소무강우시간( $t_{00}$ )

코 드	지 점	$t_{00}$ (hour)	코 드	지 점	$t_{00}$ (hour)	코 드	지 점	$t_{00}$ (hour)
90	속 초	9	013600	고 안	17	017500	충 주	13
100	대 관 령	9	013910	용 인	15	017650	백 운	15
101	춘 천	13	014150	청 평	16	017670	제 천	15
105	강 릉	10	014400	서 면	19	01770	청 풍	12
108	서 울	12	014500	홍 천	11	017750	단 양	12
112	인 천	17	014600	내 춘	12	017900	영 춘	12
114	원 주	12	014800	가 평	12	017950	상 동	10
116	관 악 산	13	015010	춘 천	14	017990	영 월	17
119	수 원	18	015100	추 양	12	018250	수 주	8
201	강 화	18	016280	인 제	13	018350	안 흥	12
202	양 평	15	015320	원 통	9	018450	평 창	12
203	이 천	17	015390	서 화	15	018560	방 립	8
211	인 제	11	015450	현 리	15	018660	대 화	8
212	홍 천	12	015480	창 춘	9	018810	봉 평	14
214	삼 척	12	015700	화 천	12	019150	미 탄	9
216	태 백	7	016080	양 평	18	019310	정 선	9
221	제 천	15	016350	이 천	17	019350	사 북	7
223	충 주	10	016450	여 주	18	019400	진 부	17
012250	구 로	14	016530	생 극	14	019670	왕 산	7
012350	안 양	14	016640	문 막	8	019700	횡 계	9
016660	간 현	11	012650	의 정 부	12	019800	임 계	18
016830	횡 성	13	012800	성 남	13	019850	하 장	10
016880	청 일	13	012900	낙 생	17			
016910	부 론	15	01330	퇴 계 원	17			
017130	과 산	15	013350	내 춘 2	17			

2) 건설부 TM 우량관측소

지	점	자료기간	비 고
구로, 안양, 의정부, 성남, 낙생, 퇴계원, 내촌2, 고안, 용인, 청평, 서면, 홍천, 내촌, 가평, 춘천, 추양, 인제, 원동, 서화, 현리, 창춘, 화천, 양평, 이천, 여주, 생극, 문막, 간현, 횡성, 청일, 부론, 괴산, 충주, 백운, 제천, 청풍, 단양, 영춘, 상동, 영월, 수주, 안흥, 평창, 방림, 대화, 봉평, 미탄, 정선, 사북, 진부, 왕산, 횡계, 임계, 하장		1987-1990	6,7,8,9월 (시우량)

적 작게 나타났다.

그러나 표 2, 3의 전체 결과를 보면  $t_{90}$ 는 자료기간에 따라서 변화가 있음을 알 수 있다. 표 3의 1987~1990년의 자료분석에서  $t_{90}$ 는 9~18시간으로 표 2의 결과보다 지역적 편차가 크게 나타났다. 따라서 여기서는 장기간의 자료를 분석한 표 2의 결과를 이용하여 단일호우 분리시간을 적용하였다.

표 2의  $t_{90}$ 는 단일호우사상들의 특성분석에서 호우수 감소곡선, 평균강우량 증가곡선, 평균지속기간 증가곡선의 변화량이 거의 일정한 시점을 나타냄을 알 수 있다. 이는 다양한 단일호우사상들의 호우수, 강우량, 지속기간의 특성을 수용할 수 있는 분리시간으로 적용할 수 있다고 사료된다.

6. 결 론

본 연구는 한강유역 단일호우사상의 호우수, 총강우량, 지속기간, 강우강도의 시간적 특성을 조사하고 비슷한 강우특성을 갖는 지역을 구분하는 것이다. 또한 선정된 단일호우사상들의 시간적 특성을 Restrepo와 Eagleson이 제안한 독립호우 분리시간과 비교 검토하여 단일호우 분리시간을 제안하는 연구로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연속시간 강우자료에서 48개 각각의 최소무강우시간( $t_{90}$ )으로 분리한 단일호우사상의 호우수, 평균강우량, 평균지속기간 곡선은  $t_{90}$ 가 작을 때 크게 변화하여 변곡점을 지난 후 변화가 일정하게 되는 시점을 가지고 있다.
2. 단일호우사상들의 호우발생빈도에서는 지형학적 영향이 없다고 사료되며 평균강우량은 지형학적 영향이 있음을 알 수 있었다.
3. 본 연구 대상지역에서는 고지대가 평지보다, 태백

산맥을 중심으로 서쪽지역이 동쪽지역보다 많은 강우량을 보이고 있다. 지점별로는 대관령이 가장 많은 강우량을 보이고 있으며 삼척이 가장 낮은 강우량을 보이고 있다. 그리고 평균지속기간의 분석에서는 반대로 고지대, 동쪽지역이 더 긴 지속기간을 보여주고 있다. 따라서 평균강우강도는 평지, 서쪽지역이 크게 나타났다.

4. 평균 강우강도의 분석으로 본 연구 대상지역을 강우강도의 특성이 비슷한 세계 지역, 즉 A지역(서울, 인천, 수원, 춘천), B지역(양평, 이천, 원주, 제천, 충주, 인제, 홍천), C지역(태백, 삼척, 대관령, 강릉, 속초)지역으로 구분할 수 있다. 이들 지역에서 A지역이 가장 큰 강우강도를 보이며 C지역이 가장 작은 강우강도를 보이고 있다. 또한 가장 큰 강우강도를 보이는 지역은 강화지점으로 나타났다.
5. Restrepo와 Eagleson이 제안한 독립호우 분리기준선 정 방법은 본 연구지역에 적용 가능하다고 판단되며 단일호우 분석에 의하여  $t_{90}$ 가 9~12시간으로 나타났다. 이들  $t_{90}$ 는 단일호우들의 호우수 감소곡선, 평균강우량 증가곡선, 평균지속기간의 증가곡선에서 변화량이 거의 일정해지는 시점으로 이들 시간을 단일호우 분리기준으로 선정한다면 다양한 단일호우사상들의 정보를 충분히 얻을 수 있다고 판단된다.

7. 감사의 글

본 연구는 1991년 건설부의 수탁과제인 “한강수계 유출프로그램 개선방안 검토” 결과의 일부로서 건설부의 한강홍수통제소에 심심한 사의를 표합니다.

참고문헌

1. 서병하, 김남원(1989), "지역별 설계강우의 시간적 분포", 한국건설기술연구원
2. Huff, F.A.(1967), "Time distribution of Rainfall in Heavy Storms", Water Resources Research, Vol.6, No.2, pp. 447-454
3. Jacobs B.L and Eagleson P.S.(1987), "Stochastic Modeling of Precipitation Events in Space and Time : Parameter Estimation and Scales of Fluctuation", R.M. Parsons Laboratory, Hydrology and Water Resource System, Report number 314, July
4. Keifer, C.J. and Chu, H.H.(1957), "Synthetic Storm Pattern for Drainage Design", Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol.83, No. HY4., pp. 1-25
5. Restrepo-Posada P. J. and Eagleson P.S.(1982), "Identification of Independent Rainstorms", Journal of Hydrology, Vol 55, pp. 303-319
6. Yen, B.C. and Chow, V.T.(1977), "Feasibility Study on Research of Local Design Storms", Report No. FHWA-RD-78-65, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.

-1992년 7월 28일 접수-