

## 渭川流域의 可能最大洪水量 特性

崔景淑\* · 徐承德

호주 New South Wales 대학교 대학원 수공학과\*,  
경북대학교 농과대학 농업토목공학과

### The Characteristics of Probable Maximum Flood on Wi Stream Watersheds

Kyung-Sook CHOI\* · Seung-Duk SUH

*\* Dept. of Water Engineering, Graduate School,  
The University of New South Wales, Australia  
Dept. of Agricultural Engineering, College of Agriculture,  
Kyungpook National University, Taegu Korea*

#### Abstracts

The estimation of PMP (Probable Maximum Precipitation) and the analysis of characteristics of PMF (Prabable Maximum Flood) according to the types of time distribution of rainfall and variations of base flow for the determination of design flood of major hydraulic structures in the watershed area of Wi stream were analysed. The PMP was estimated by the hydro-meteorological method suggested by the guideline of the World Meteorological Organization(WMO). The Blocking method was cited to transpose from PMP to PMS (Probable Maximum Storm) with time distribution. The unit hydrograph, applied for the estimation of PMF was derived by Clark's method. The summarized results : (1) The 72 hrs duration PMP in the area is 477.3 mm which is 80mm less than the PMP map in Korea and 134 mm lager than the maximum precipitation of 342.9 mm in Taegu, near the Wi stream watershed. (2) According to the types of time distribution and variations of base flow, the ranges of PMF for advanced type, central type and delayed type are 3,145.3~3,348.3 cms, 3,774.6~3,977.7 cms and 3,814.6~4,017.3 cms, respectively. Those mean that peak discharge of advanced type is 600 cms less than the central type and delayed type. (3). Delayed type

among three types by Blocking method has been estimated the largest PMF of 4,017.3 cms, and the advanced type has been estimated the smallest PMF of 3,145.3 cms. The mean value of the peak PMF of 3,653.6 cms may probably be resonable PMF in the Wi stream watershed. The mean PMF could probably be 1.7 times lager than the result of Gajiyama's equation. It is equivalent to the flood of return period 1,000 to 10,000 yrs.

Key words : Probable Maximum Flood, Advanced type, Central type, Delayed type, Flood estimation

### 緒 論

지금까지 우리나라는 대규모 댐의 여수도 설계기준 홍수량으로 콘크리트댐의 경우 200년 빈도의 저수지 유입홍수량을, 사력댐의 경우 200년빈도의 저수지 유입홍수량의 120%를 채택 하는등 빈도홍수량을 사용 하였다. 그러나 이와 같은 빈도홍수량은 댐의 수명기간 동안 초과될 확율이 크기 때문에 예상파괴에 대한 위험을 고려하여, 안전성을 최대로한 가능

최대홍수량(Probable Maximum Flood, PMF)을 댐 계획 홍수결정의 설계기준으로 채택 하고 있다. 따라서 댐 여수도나 댐 마루표고의 결정은 가능최대홍수량을 기준으로 하여 댐의 가상파괴로 인한 예상피해를 고려한 PMF의 백분율로 결정한다(표 1).

이때 가능최대홍수량은 가능최대강수량으로 인한 홍수량을 말하며 PMP는 대기의 잠재 가능한 강수량의 상한계 값을 의미한다. 본 연구는 국제수문개발계획(IHP) 대상 시험유역

Table 1. Flood scale for dam sizes

Dam size	Storage capacity ( $10^3 \times m^3$ )	Dam height (m)	Damages	Flood scale
Large	over 61,500	over 30	High Significant Low	100% PMF 100% PMF 50-100PMF
Medium	1,230-61,500	12-30	High Significant Low	100% PMF 50-100 PMF Flood, over 100 yrs frequency
Small	61.5-1,230	8-12	High Significant Low	50-100 PMF 50% PMF Flood, over 50 to 100 yrs frequency

(\* 1993 - MOC, dam-construction standard)

이며 낙동강 중상류지류인 위천유역을 대상으로 수문기상학적 방법으로 가능최대강수량을 추정하고, Blocking 방법의 central type, advanced type 그리고 delayed type으로 시간 분포시킨 가능최대호우(Probable Maximum Storm, PMS)로서 Clark방법에 의한 강우-유출모형을 사용하여 가능최대홍수량을 산정 하였다. 따라서 본 연구는 위천유역의 PMP시간분포 형태와 기저유량에 따른 첨두PMF의 변화를 알아보고 그중 가장 타당한 첨두PMF를 산정하여 위천유역 및 그의 동성유역권에서 보다 안정된 수공구조물 설계에 기본자료를 제공 하고자 연구를 수행 하였다.

### 材料 및 方法

대상유역의 평균고도는 El. 202.1m로서 유역의 상류부를 제외하면 비교적 완만한 경사를 이루고 있으며 유역면적은 472.6 km<sup>2</sup>, 유로연장은 42.9 km, 유역경사는 3.58 m/km, 삼림면적은 88.3 %, 평균유출율은 46.7 % 이다. 유역내의 농경지는 대부분 위천 본류권과 위천지류인 남천연안에 형성된 소규모 평지로서 관개가 편리하여 하천연변에 소규모의 농경지 및 과수원등이 형성되어 있으나 지질은 수성암과 편마암의 퇴적지인 사양토로서 토심이 비교적 얇은 편이다. 그리고 본 유역은

IHP 대상 시험유역인 관계로 유역내에 우량 관측소가 9개소, 수위관측소가 6개소로 비교적 다른 지역보다 관측시설이 골고루 분포되어 있는 편이다(Fig. 1). 그리고 본 유역의 1983년부터 1992년까지 10년 동안의 년강수량과 월평균 기상특성은 (표 2) 및 (표 3)과 같다.

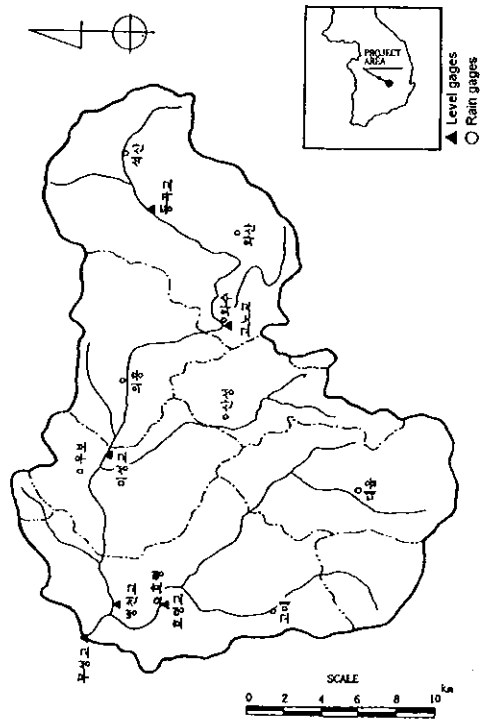


Fig. 1. Hydrological stations for the watershed area.

Table 2. Annual precipitation

Unit : mm

Year	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Preci.	1042.3	1129.9	1288.1	990.8	1238.1	762.6	1032.4	1115.7	1205.0	877.9

Table 3. Monthly mean climatic characteristics(1983~1992)

Month	Temp. ( °C )	R.hum. (%)	Wind vel. (m/sec)	Sunshine (hr/day)	Evap. (mm)	Preci. (mm)
Jan.	-1.4	61	3.1	6.2	45.7	17.5
Feb.	0.4	60	3.2	6.6	54.1	27.8
Mar.	5.6	59	3.2	6.7	81.3	49.6
Apr.	12.3	60	3.1	7.3	104.1	73.7
May	17.5	62	3.0	8.1	138.5	53.8
Jun.	20.8	69	3.2	6.4	118.1	150.3
Jul.	23.9	78	2.9	5.4	100.2	262.6
Aug.	21.3	78	3.1	6.3	103.5	194.0
Sep.	21.0	76	2.7	5.1	74.4	146.9
Oct.	13.7	70	2.4	6.5	63.6	51.5
Nov.	6.5	67	2.7	5.7	40.5	30.7
Dec.	-0.2	64	2.9	5.9	42.5	18.3
Yr. mean or sum.	11.8	67	3.0	6.4	966.5	1076.7

분석절차로는 가능최대강수량 (PMP), 가능 최대호우(PMS) 및 가능최대홍수량(PMF)의 과정으로 분석 하였다. 가능최대강수량은 수분 최대화, 호우이전, 및 포락의 세 단계를 거치는 수문기상학적 분포개념을 도입 하였고, 가능

최대호우는 시간분포와 공간분포 개념을 도입 분석 하였으며, 가능최대홍수량은 강우-유출모형의 유도방법을 통하여 매개변수, 시간-면적도 및 추적계수 등을 통하여 분석 하였다. 그 추정절차를 도시하면 (그림 2)와 같다.

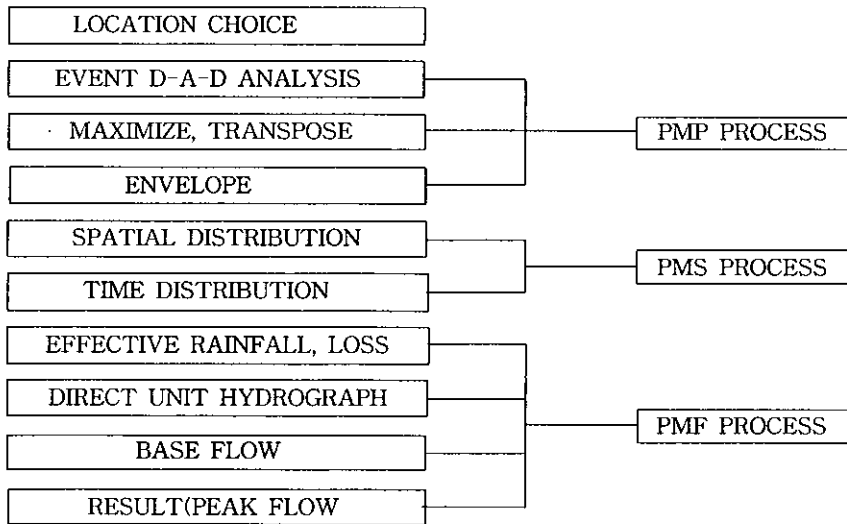


Fig. 2. Analysis flow chart.

## 結果 및 考察

### 1. 대표 호우선정

가능최대홍수량 산정을 위한 위천유역의 대표단위도 유도 및 수문분석에 대상유역의 기왕의 자료들을 이용 하였으며, 그 가운데 '86. 6.24-6.27, '87.7.15-7.18, '90.7.18-7.21 의 자료가 단위도 유도에 가장 적합 하였다.

### 2. 기저유량의 분리 및 유효우량의 결정

홍수 및 한발시의 강우조건과 유역의 크기, 지하수층의 지질, 투수 등의 수문특성에 따라 기저유출량이 다양하게 변화됨으로 본 연구에서는 기저유량을 분리함에 있어 수평직선분리법과 감수곡선법을 병행 사용하였다(표 4).

그리고 유효유량과 손실유량 분리의 결과는 (표 5)와 같다.

Table 4. Base flow separation of the pilot storms

Storm duration	Baseflow sep.	Peakflow (CMS)	T'1 direct runoff(CMS)
86. 6. 27~ 6. 27	Recession curve	634.6	6670.5
87. 7. 15~ 7. 18	Horizontal direct meth.	782.7	6954.9
90. 7. 18~ 7. 21	Horizontal direct meth.	442.7	5682.4

Table 5. Effective & loss rainfall of the pilot storms

Storm duration	Loss r.(mm/h)	Effec. r.(mm)	T'1 rainfall (mm)
86. 6. 24~6. 27	1.6	50.8	82.1
87. 7. 15~7. 18	1.8	53.0	94.2
90. 7. 18~7. 21	2.7	41.2	84.4

### 3. 대표단위도 유도

PMF 산정을 위한 대표단위도는 Clark 방법을 이용 하였으며, k값을 먼저 수문곡선으로부터 구하고 시행착오법으로 tc값을 산정하여 얻은 결과는 각각 4시간 및 6.1시간 이었다. 한편 위천유역의 tc값에 의한 시간-면적주상도와 등시간선도 (isochrone)는 (그림 3) 및 (그림 4)와 같으며 그에 의한 단위도는 (그림 5)와 같다.

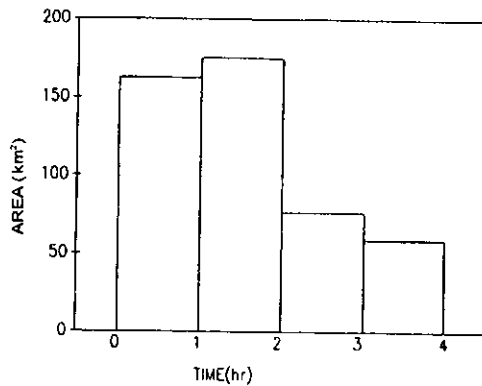


Fig. 3. Time-area diagram.

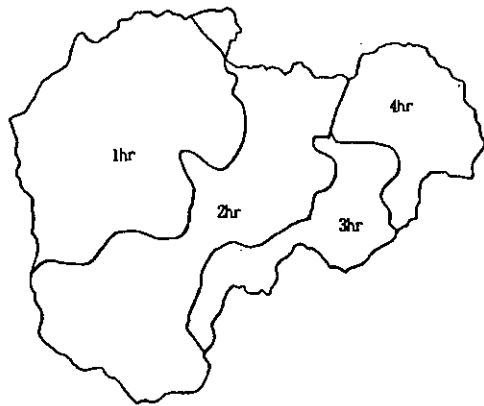


Fig. 4. Isochrone map for the watershed.

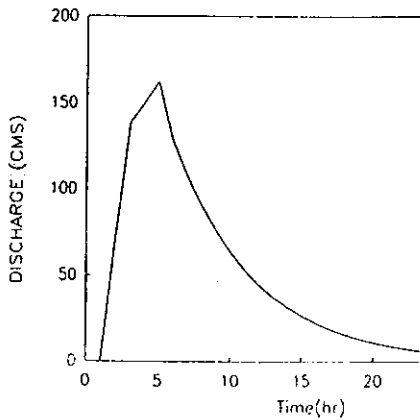


Fig. 5. Derived unit-hydrograph for the watershed.

#### 4. PMF 산정

위천유역의 PMP 시간분포형에 따라 대표호우의 최소손실우량을 적용시켜 대표호우의 기저유량이 Maximum, Minimum, Mean 그리고 Median 값에서의 침투 PMF변화를 알아보았다.

각각의 시간분포형과 기저유량에 따른 PMF의 결과는 (표 6)과 같으며, 분포도는 (그림 6)과 같다.

그 결과 가능최대홍수량은 강우의 분포가 delayed type이고 기저유량이 Maximum 일 때 가장 높은 침투유량값인 4017.3 m<sup>3</sup>/sec가, advanced type이고 Minimum일 때 가장 낮은 침투유량인 3145.3 m<sup>3</sup>/sec의 결과가 도출되었다. (표 6)에서 위천유역은 강우의 시간분포가 advanced, central, delayed type순으로 침투 PMF가 커짐을 알수 있었으며, Minimum 기저유량일 때 central과 delayed 간의 침투 PMF차이는 40 cms, delayed 와 advanced 간의 침투 PMF차이는 670 cms로서 강우의 시간분포가 advanced일 때 central과 delayed에 비

하여 침투 PMF가 상당히 적은 것으로 나타났다.

(표 6)에서 평균 침투 PMF는 3653.6 cms이며, 위천유역의 가능최대홍수량으로 추정된다. 이 값과 가지야마(1922)가 개발한 우리나라의 최대홍수량 산정공식의 결과치와 비교분석한 결과 가지야마 결과치인 2150 cms 보다 약 1.7배 크며, 이를 확률홍수량과 비교한 결과 이 값은 1,000년 빈도에서 10,000년빈도 사이의 홍수량 값으로 평가된다.

Table 6. Peak PMF for the watershed

Time distribution	Advanced type (CMS)	Central type (CMS)	delayed type (CMS)	Average
base flow				
Max.	3348.3	3977.7	4017.3	3781.1
Min.	3145.3	3774.6	3814.6	3578.2
Mean	3220.7	3850.0	3890.0	3653.6
Median	3168.6	3797.9	3837.9	3601.5
Average	3220.7	3850.1	3890.0	3653.6

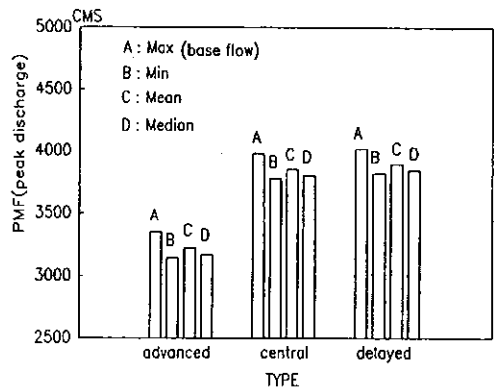


Fig. 6. Peak PMF map for the watershed

## 摘 要

낙동강 지류중 하나인 위천유역 및 동성유역권의 수공구조물 설계시 설계홍수량 결정을 위한 기본자료를 제공하고자 시간분포의 유형과 기저유량의 변화에 따른 가능최대홍수량의 양상을 분석하였다. 먼저 수문기상학적인 방법으로 PMP를 추정하고, Blocking방법의 central, advanced 그리고 delayed type을 각각 이용하여 시간 분포시킨 호우를 Clark방법을 이용하여 PMF를 산정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. PMP시간분포형에 따라서 침투 PMF는 기저유량에 따라 advanced일 때 3145.3~3348.3 cms, central일 때 3774.6~3977.7 cms, delayed일 때 3814.6~4017.3 cms로 나타났다. 여기서 강우의 시간분포가 advanced type이고 기저유량이 Minimum 일때 central 과 delayed 에 비하여 침투PMF가 670 cms정도 작게 나타남을 알수 있었다. 따라서 최대 침투PMF와 최소 침투PMF는 각각 delayed와 advanced일때의 4017.3 cms 와 3145.3 cms 이며, 결과에 의한 평균PMF는 3653.6 cms로서 이 결과가 위천유역의 설계홍수량으로 타당 하다고 사료된다.

2. 평균PMF와 가지야마에 의한 결과치와는 가지야마 값보다 1.7배 큰값으로 나타났고 이는 1,000년에서 10,000년 빈도사이의 홍수량으로 추정된다.

## 參 考 文 獻

1. 건설부 1991, 수자원관리기법 개발연구조

사보고서, 한국건설기술연구원

2. 건설부 1988, 한국가능최대강수량 추정, 수자원관리기법개발연구조사보고서, 3권, 건기연
3. 건설부 1984-90, 국제수문개발계획 대표 유역연구조사보고서
4. 건설부 1993, 댐 시설기준, pp. 124-128
5. 김남원,서병하 1989, 지역별 설계강우의 시간적 분포, 건기연89-WR-111, 건기연
6. 김승,김양수,김남원 1990, 강우의 설계, 한국수문학회지, vol.23, No.3, pp. 284-305
7. 노재식,이원환,이길준 1986, 우리나라의 최대가강수량 빈도계수산정에 관한 연구, 한국수문학회지, vol.19, No.3, pp. 249-257
8. 서승덕 1975, 유역특성에 의한 합성단위도의 유도에 관한 연구(1,2), 한국농공학회지, vol.17, No.1, pp. 3642-3654, pp. 3730-3748
9. 서승덕 1966, 유역특성과 유출추적에 의한 단위도해석에 관한 고찰, 한국농공학회지, vol.8, No.1, pp. 1088-1096
10. 서승덕 1965, 폭우의 시간적 분포에 관한 고찰, 한국농공학회지, vol.7, No.2, pp. 792-797
11. 서승덕 1992, 위천시험조사유역에서의 유수량 측정
12. 윤세의,이원환 1980, 우리나라의 최대가강수량 추정에 관한 연구, 한국수문학회지, vol.13, No.3, pp. 77-81
13. 이광호,정창희 1971, 낙동강유역의 PMP 추정에 관하여, 한국기상학회지 vol.2, No. 2, pp. 57-63
14. 이순탁,박정규 1986, 하천유역의 설계홍수량 결정을 위한 PMP의 산정 및 적용, 한국수문학회지, vol.19, No.1, pp. 75-85

15. 한국수자원공사 1992, 소양강댐의 수문학적 안정성검토 및 댐의 치수능력 향상방안 연구(1), WRRRI-WR-92-2
16. Clark, C.O. 1945, Storage & unit hydrograph, Transaction of the ASCE, vol.110, pp. 1419
17. Hansen, E.M. 1987, Probable maximum precipitation for design floods in the United States, Journal of Hydrology, vol. 96, pp. 267-278
18. Hansen, E.M., Schwarz, F.K., & Riedel, J.T. 1977, Probable maximum precipitation estimates, Colorado River & Great Drainage, Hydrometeorological Report No.49, NSW, U.S.Dept. of Commerce, Silver Spring
19. Sabol, G.V. 1988, Clark unit hydrograph & R-parameter, Jour. of Hydraulic Engineering, ASCE, vol. 114, No.1, pp. 103-111
20. WMO, 1973, Manual for the estimation of probable maximum precipitation, Operational Hydrology Report No.1 (WMO-No.332), Geneva, Switzerland
21. WMO, 1986, Manual for the estimation of probable maximum precipitation, Second edition, Operational Hydrology Report No.1, Geneva, Switzerland