

# 洪水流出率에 관한 水文學的 考察

## Hydrological Review on the Flood Runoff ratio

李 淳 赫\* · 陰 成 鎮\*\* · 朴 明 根\*\*  
Lee, Soon Hyuk · Eum, Seong Jin · Park, Myeong Keun

### Summary

This study was attempted to derivate empirical formulas for the runoff ratio during flood season at three watersheds of Dan Yang, Chung Ju, and Yeo Ju are located at upper, middle, and lower portion of Nam Han river basin, respectively.

Obtained formulas for flood runoff ratio can be applied as an element for the estimation of peak discharge for the design of various hydraulics structures which can be concided with meteorological and topographical condition.

The obtained through this study were analyzed as follows.

1. It was found that the magnitude of runoff ratio depends on the amount of rainfall for all studying basins.

2. Empirical formulas for the runoff ratio were derivated as  $1 - \frac{2.707}{R_p^{0.345}}$ ,  $1 - \frac{1.691}{R_p^{0.242}}$  and  $1 - \frac{1.807}{R_p^{0.227}}$  at Dan Yang, Chung Ju and Yeo Ju watershed, respectively.

3. The magnitude of runoff ratio was appeared in the order of Dan Yang, Chung Ju, and Yeo Ju are located at upper, middle and lower portion of Nam Han river basin, respectively.

4. It was assumed that in general the more it rains, the lesser becomes the ratio of loss rainfall. Especially, the ratio of loss rainfall for Dan Yang, upper portion of river basin was shown as the lowest among three watersheds. Besides, the magnitude of that was appeared in the order of Chung Ju and Yeo Ju watershed located at middle, and lower part of river basin, respectively.

5. Relative and standard errors of runoff ratio calculated by empirical formulas were shown to be within ten percent to the observed runoff ratio in all watersheds.

6. It is urgently essential that the effect of antecedent rainfall have an influence on the next coming flood should be studied in near future.

\* 忠北大學校 農科大學

\*\* 忠北大學校 大學院

## I. 緒 論

우리나라는 三面이 바다로 둘러싸인 與件으로 인하여 大陸性 氣候特性을 갖게 되었고 이로 인하여 여름철 6, 7, 8월에 주기적인 颱風同伴의 集中豪雨와 함께 크나큰 人命 및 財産上의 被害를 年例行事처럼 맞게되는 實情에 놓여 있다.<sup>1)</sup>

過去 數十年間의 年平均洪水被害는 耕地의 土壤流失과 함께 死亡者 253名, 被害額 99億6千萬원이라는 엄청난 損失을 나타내고 있다. 또한 우리나라가 받고 있는 3大災害인 水害, 旱害, 風害中에서 가장 큰 比重을 차지하고 있는 것이 洪水被害이다. 우리나라는 年間 1,140億 $m^3$ 이라는 莫大한 水資源을 가지고 있으나 洪水時 流出과 損失을 除하고 生活用水, 工業用水, 農業用水 및 其他에 利用되는 實際的인 利用水量은 겨우 153億 $m^3$ 에 不過한 實情이다.<sup>18, 14, 19)</sup>

最近 急速度로 發展되는 經濟開發과 文明의 發達は 더욱 더 많은 生活用水, 工業用水 및 農業用水가 要求되고 있고 2000年度에 들어와서는 用水需要가 現在의 거의 2倍로 增加되어 追加로 開發 및 保全해야 할 用水量이 約 130億 $m^3$ 이라는 統計가 나오고 있다.<sup>22, 23)</sup> 이러한 産業發展의 原動力이 되는 水資源 確保와 保全을 如何히 展開해 나가야 할 것인가 하는 것은 매우 重且大한 우리 使命이 아닐수 없다. 이러한 問題解決을 위하여는 우리나라의 氣象 및 地相學的인 與件에 맞는 尖頭洪水量의 誘導가 一次的으로 提示되어야 함은 不問可知의 事實이다.

尖頭洪水量의 信憑性 있는 推定을 위하여는 보다 正確한 洪水流出率의 定立이 要求되며 이는 특히 計劃洪水量 推定에 많이 使用되는 合理式을 爲始하여 其他의 尖頭洪水量 計算式에 精密度를 提高시킬수 있다.<sup>20, 22, 27)</sup>

現今까지의 流出率에 관한 國內外 研究動向을 살펴보면 Anon<sup>2)</sup>은 土性과 流域의 크기에 따른 流出係數를 提示하였고, Basso, E<sup>3)</sup>는 中央아메리카의 農業地帶를 土性別 植生別로 나누어 流出係數를 求하였으며 Chow, V.T.<sup>4)</sup>는 美國에 있어서 土性別 住居地, 商業地 및 工業地別 流出係數를 誘導하였다. 또한 日本의 梶山<sup>27, 28)</sup>氏가 1922년에 發表한 韓國 12個 河川에서의 最大洪水量公式에서 流出係數를 流域의 傾斜, 流路長 및 流出의 大小에 따라 提示

하였고, 物部<sup>29)</sup>는 山地, 小河川 및 農耕地別로 流出係數를 求하였으며 久永<sup>7, 28)</sup>은 流域의 地質에 따른 係數와 氾濫面積의 大小 및 土地의 기울기에 따른 係數를 곱한 것으로서 流出係數를 定義하였고 川上<sup>30)</sup>은 河川洪水의 尖頭流量에 관한 研究에서 日本 主要 河川의 洪水流出率 推定에 대해 報告하였다.

한편, 우리나라에서는 金熙鍾<sup>11)</sup> 등이 流出率과 洪水 直前 流量과의 관계, 洪水 直前 流量과 先行降雨量과의 相關關係를 究明하였을 뿐이다.

上記한 이들 國內外 諸 研究들은 土性 및 用地別로 局限的인 流出係數의 誘導로 그쳤을 뿐으로 本 研究에서는 洪水時 流出率은 降雨뿐만이 아니라 流域傾斜에 따라서도 크게 左右되는 점을 고려하여 河川의 上, 中, 下流別로 나누어 氣象學的, 地相學的 與件에 부합되는 各各의 洪水流出率式의 誘導로서 信憑性 있는 流出率의 提示를 가능케 하며 이로써 爲始한 用水源施設 및 排水施設을 위한 水工 構造物의 設計 및 施工의 基本要素가 되고 또한 洪水豫報等에 必須的인 資料가 되게 하는데 그 目的이 있다.<sup>6, 20)</sup>

## II. 使用資料

### 1. 對象流域概況

分析에 使用된 對象流域은 漢江水系의 南漢江 流域을 選定하였다. 南漢江의 流域面積은 12,514 $km^2$ 이며 最長 河川延長은 375 $km$ 로서 北漢江流域의 南쪽에 접하고 있으며 流域의 東쪽에서 시작하여 南西方向으로 흘러 忠州地點까지 이르며 流路의 方向이 바뀌어 八堂潭에서 北漢江과 合流하고 있다.

本 分析에서는 前述한 바와 같이 洪水時 流出率은 降雨量과 함께 流域條件에 따라서 크게 左右된다는 점을 고려하여 南漢江 流域의 上流, 中流, 下流에 位置한 丹陽, 忠州, 驪州의 3個 地點을 택하였다. (Table-1, Fig.1., Fig.2., Fig.3 參照)

### 2. 降雨量, 水位 및 流出量

分析對象流域인 3個 流域에 대한 水位와 3個 流域을 包容하는 19個所의 降雨量 資料는 建設部 漢江洪水統制所의 Telemeter에 의한 洪水資料에 의하였으며 1975年에서 1982年까지의 21個 豪雨事象을 最終的으로 選定使用하였다. 또한 洪水量算定은 該當流域의 水位流量曲線式에 의거하였다.<sup>11)</sup> 3個 對

Table-1. Watershed Characteristics

River System	Watershed	Watershed area (km <sup>2</sup> )	Mean Slope	Shape factor	Location
Nam Han River	Dan Yang	5,519	0.017	0.06	Long.: 128°23' Lati.: 37°01'
	Chung Ju	6,657	0.016	0.01	Long.: 127°55' Lati.: 37°01'
	Yeo Ju	10,319	0.014	0.03	Long.: 127°39' Lati.: 37°17'

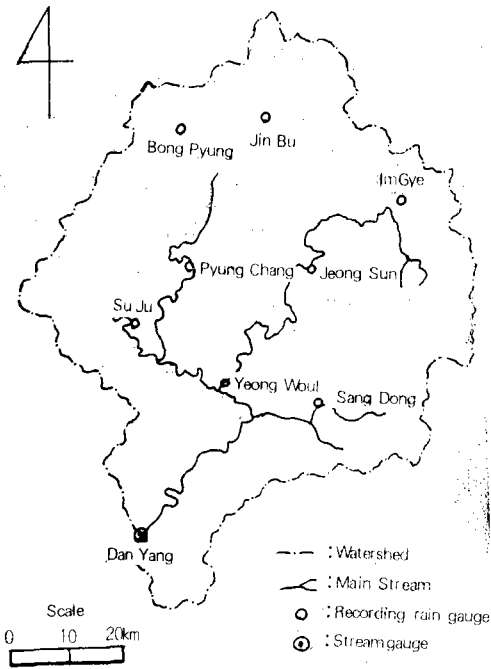


Fig. 1. Rainfall and Stream observation networks for Dan Yang watershed

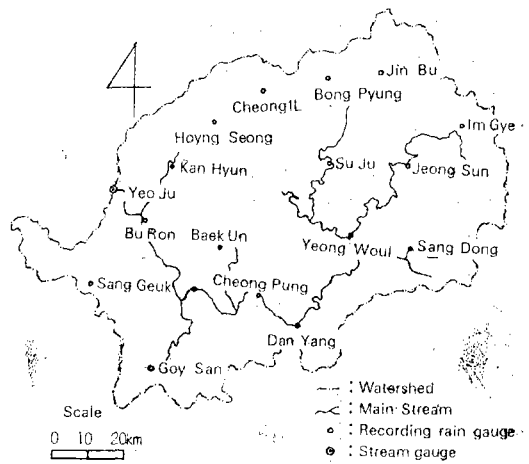


Fig. 3. Rainfall and stream observation networks for Yeo Ju watershed

象流域의 流域面積이 最小인 丹陽은 5,519km<sup>2</sup>를 爲 始해서 最大인 驪州는 10,319km<sup>2</sup>이였으며 降雨 및 水位 觀測所의 概要는 Table-2, 및 Table-3과 같다.

### Ⅲ. 洪水流出率의 基本理論

流出率과 損失率과의 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f = 1 - \frac{R_l}{R_t} = 1 - f' \dots \dots \dots (1)$$

여기에서  $f$ : 流出率,  $f'$ : 損失率

$R_t$ : 總降雨量,  $R_l$ : 損失雨量

即, 洪水時의 流出量은 降雨量에서 損失雨量을 뺀 雨量에 의한 것이며 損失率은 降雨量이 增加함에 따라서 減少하고 降雨量이 無限大로 되는 경우 損失率은 0에 가까워지며 初期損失雨量,  $R_0$ 는 全量 損失되게 된다. 따라서 流出率은 有限한 雨量에 대해서 1보다 항상 작고 雨量이 클수록 流出率도 크게 나타내게 된다. (Fig. 4 參照)

그리고 損失雨量,  $R_l$ 은  $R_t^n$ 에 比例되는 것으로 하면  $R_l = K \cdot R_t^n$ 이 된다. 따라서

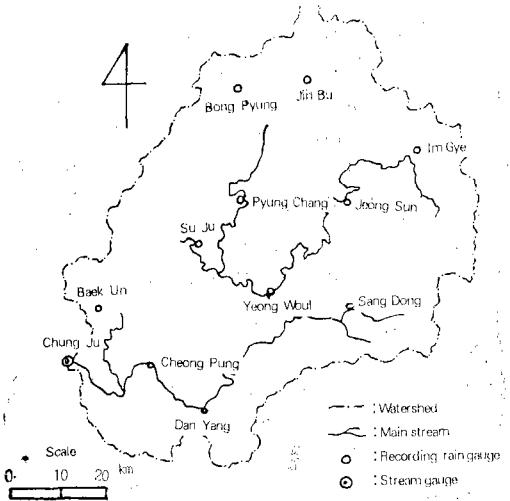


Fig. 2. Rainfall and stream observation networks for Chung Ju watershed

Table-2. Stations for rainfall measurement

River System	Subwatershed	Gauging Station	Gauge type	Control Authorities
Nam Han River	Dan Yang	Im Gye, Cheong Il, Jeong Sun, Su Ju, Jin Bu, Cheong Pung, Sang Dong, Dan Yang, Pyung Chang, Yeong Woul, Bong Pyung.	Recording	MOC
	Chung Ju	Im Gye, Cheong Il, Jeong Sun, Su Ju, Jin Bu, Cheong Pung, Sang Dong, Dan Yang, Pyung Chang, Yeong Woul, Bong Pyung, Hoyng Seong, Baek Un, Chung Ju.	T/M	MOC
	Yeo Ju	Im Gye, Cheong Il, Jeong Sun, Su Ju, Jin Bu, Cheong Pung, Sang Dong, Dan Yang, Pyung Chang, Yeong woul, Bong Pyung, Hoyng Seong, Baek Un, Chung Ju, Kan Hyun, Bu Ron, Saeng Geuk, Goy San, Yeo Ju	T/M	MOC

Table-3. Stations for water stage measurement

River system	Gauging station	Watershed area(km <sup>2</sup> )	Gauging Type	Control Authorities
Nam Han River	Dang Yang	5,519	Recording	MOC
	Chung Ju	6,657	T/M	MOC
	Yeo Ju	10,319	T/M	MOC

$$f' = \frac{R_i}{R_i^s} = \frac{K}{R_i^{1-s}} = \frac{K}{R_i^s} \dots\dots\dots(2)$$

여기에서 K, S; 常數

일반적으로  $0 \leq n \leq 1$

따라서  $0 \leq s \leq 1$

上記式 (2)에 의해서 式 (1)은 다음과 같이 된다

$$f = 1 - f' = 1 - \frac{K}{R_i^s} \dots\dots\dots(3)$$

式 (3)은 本 研究에서 구하고자 하는 洪水流出率의 基本式이 된다.

河川의 上流部나 中流部에서는  $R_i$ 가 어느정도 이상으로 많아지면  $R_i$ 의 增加에 따라 損失雨量,  $R_i$ 은 一定值를 갖는 河川으로 되며 이러한 一定值 이후의 流出率式은

$$f = 1 - \frac{R_i}{R_i} \text{ 即 } K = R_i, s = 1 \dots\dots\dots(4)$$

式 (4)는 河川에 따라 流出率이 높은 上流에서

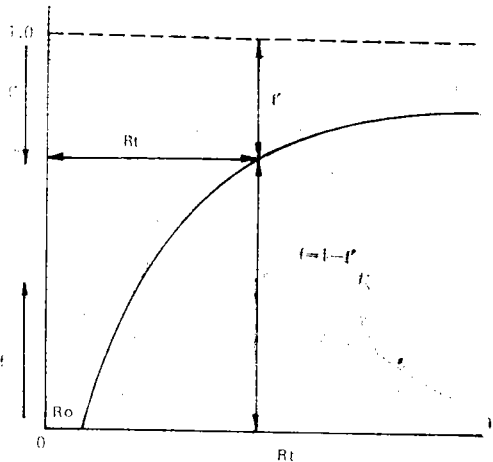


Fig. 4. Runoff ratio curve

적용될 수 있는 基本式이 된다.

#### IV. 分析結果 및 考察

##### 1. 流域面積雨量

3個 對象流域의 面積雨量算定은 Thiessen polygon 法에 의하였으며 Table-4에서 보는 바와 같이 Thiessen面積比를 이끌어 내므로서 最終的인 面積雨量을 구하였으며 標本例로 驪州流域의 Thiessen網은 Fig.5와 같다

Table-4. Thiessen areal ratio for average rainfallve area

No	Subwatershed Control area & Areal ratio Observatory	Dan Yang		Chung Ju		Yeo Ju	
		Control area(km <sup>2</sup> )	Areal ratio	Control area(km <sup>2</sup> )	Areal ratio	Control area(km <sup>2</sup> )	Areal ratio
1	Im Gye	678.9	0.123	679.0	0.102	650.1	0.063
2	Jeong Sun	643.0	0.116	545.7	0.097	619.1	0.060
3	Jin Bu	667.3	0.121	665.7	0.100	639.8	0.062
4	Sang Dong	839.4	0.152	838.9	0.126	804.9	0.078
5	Pyung Chang	505.4	0.092	505.9	0.076	485.0	0.047
6	Yeong Woul	585.1	0.106	585.8	0.088	567.5	0.055
7	Bong Pyung	378.4	0.069	379.4	0.057	371.5	0.036
8	Cheong Il	140.4	0.025	133.4	0.020	433.4	0.042
9	Su Ju	582.8	0.106	592.5	0.089	367.5	0.055
10	Cheong Pung	74.1	0.013	512.6	0.077	505.6	0.049
11	Dan Yang	424.2	0.077	579.2	0.087	567.5	0.055
12	Hoyng Seong			46.6	0.007	526.3	0.051
13	Baek Un			372.8	0.056	474.7	0.046
14	Chung Ju			179.8	0.018	516.0	0.050
15	Kan Hyun					516.0	0.050
16	Bu Ron					392.1	0.038
17	Saeng Geuk					639.8	0.062
18	Goy San					887.4	0.086
19	Yeo Ju					154.8	0.015
Total		5519.0	1,000	6657.0	1,000	10319.0	1,000

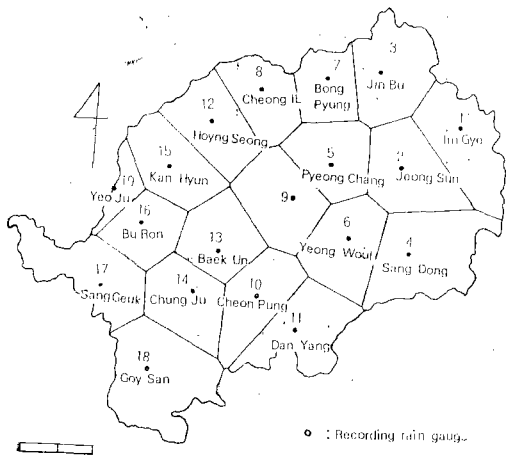


Fig. 5. Thiessen network in Yeo Ju Watershed

2. 實測水文曲線 誘導

實測水文曲線의 作成을 위해 3個 流域에 대한 Thiessen polygon의 面積比에 따른 流域平均累加雨

量, 雨量의 時間的 分布를 나타내는 雨量柱狀圖 및 流出水文曲線의 透導를 遂行하였다. 이에 관한 驪州流域의 例가 Table-5, Fig.6., Fig.7에 提示되었다.

3. 基底流出과 直接流出의 分離

分析을 위해 選定된 21個의 實測水文曲線에서 基底流出과 直接流出을 正確히 分離하기 위하여 水文曲線의 減水部의 變曲點 이후의 流量을  $Q=Q_0 \cdot K^{t-t_0}$ 로 나타내고 基底流出에서의 減水定數値는 流出機構의 차이에 따라 다르게 나오는 事實에 根據를 둔 傾斜急變點法에 의거 分離하였다. (Fig.7參照)

여기에서 直接流出量,  $Q_0$ 의 計算은 planimeter에 의거하였다. 以上の 方法으로 구해진 各 流域別 直接流出量은 다음의 Table-6과 같다.

4. 洪水流出率의 算定

어떤 流域에서의 일련의 降雨에 의한 總有效雨量과 그 降雨로 인해 發生하는 直接流出量의 總量은

Table-5. Cumulative rainfall amount at Yeo Ju (Sept. 14. to 16, 1975)

Hour	Hourly (mm)	Cumulative (mm)	Hour	Hourly (mm)	Cumulative (mm)	Hour	Hourly (mm)	Cumulative (mm)	Hour	Hourly (mm)	Cumulative (mm)
1	0.06	0.060	15	4.859	42.284	29	2.845	91.445	43	5.856	191.995
2	0.24	0.300	16	4.871	47.155	30	4.176	95.621	44	5.664	197.659
3	0.422	0.722	17	4.574	51.729	31	6.543	102.164	45	4.836	202.495
4	0.817	1.539	18	4.775	56.504	32	6.458	103.622	46	1.750	204.200
5	0.893	2.432	19	4.454	60.958	33	5.205	113.828	47	0.350	204.550
6	0.928	3.360	20	4.706	65.664	34	5.097	118.925	48	0.724	205.274
7	2.176	5.536	21	0.474	66.138	35	4.816	123.741	49	0.661	205.935
8	3.462	8.998	22	2.473	68.611	36	6.824	130.565	50	0.494	206.429
9	4.276	13.274	23	2.290	70.901	37	13.302	143.867	51	1.447	207.876
10	5.487	18.761	24	3.009	73.910	38	9.498	153.365	52	1.004	208.880
11	4.529	23.290	25	3.768	77.678	39	9.303	162.668	53	0.491	209.371
12	4.801	28.091	26	4.479	82.157	40	8.800	171.468	54	0.420	209.791
13	4.588	32.670	27	3.812	85.969	41	7.922	179.390	55	0.050	209.851
14	4.746	37.425	28	2.831	88.600	42	6.749	186.139	56	0.203	210.054

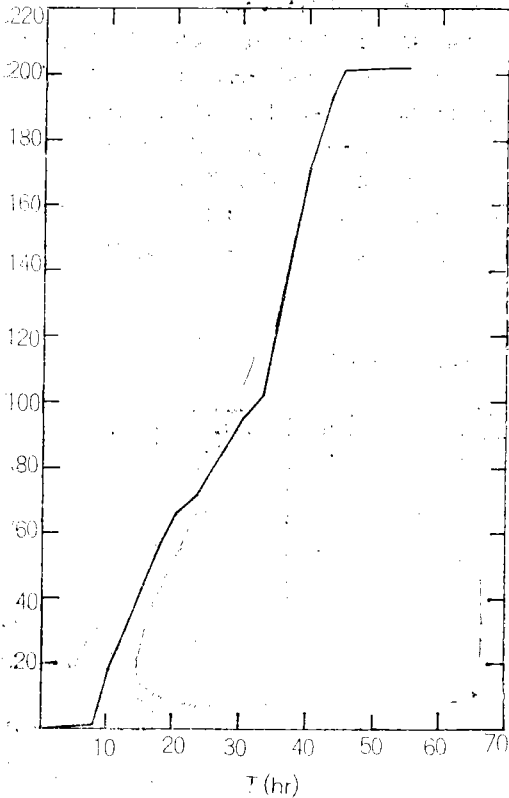


Fig. 6. Average Rainfall mass curve of Yeo Ju Watershed

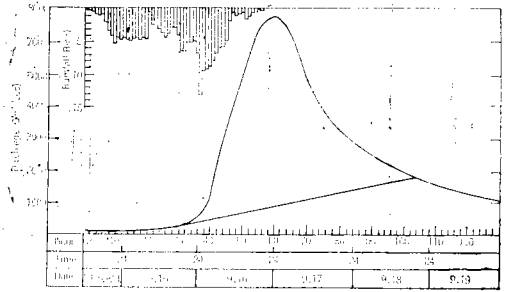


Fig. 7. Observed Hydrograph at Yeo Ju of Nam Han river basin

같이야 하므로 다음식이 成立된다.

$$\sum Q_e = \sum R_e \cdot A \cdot 10^8 \dots\dots\dots (5)$$

$$\sum R_e = \frac{\sum Q_e}{10^8 A} \dots\dots\dots (6)$$

그런데  $\sum R_e = f \cdot \sum R$  이므로 式 (6)에 의해 流出率은 다음의 式 (7)이 된다.

$$f = \frac{\sum Q_e}{10^8 \cdot A \cdot \sum R} \dots\dots\dots (7)$$

여기에서,  $f$ : 流出率

$A$ : 流域面積

$\sum Q_e$ : 總直接流出量

$\sum R$ : 總降雨量

**Table-6. Direct runoff volume according to the total rainfall for the three watersheds**

Location of watersheds	Watershed	Runoff event No.	Total rainfall (mm)	Direct runoff volume (m <sup>3</sup> )
Upper	Dan Yang	1	91.0	2.11×10 <sup>8</sup>
		2	96.8	2.24×10 <sup>8</sup>
		3	117.4	3.23×10 <sup>8</sup>
		4	133.2	3.48×10 <sup>8</sup>
		5	138.9	4.28×10 <sup>8</sup>
		6	226.2	7.24×10 <sup>8</sup>
		7	239.9	7.72×10 <sup>8</sup>
Middle	Chung Ju	1	91.9	2.42×10 <sup>8</sup>
		2	119.5	3.89×10 <sup>8</sup>
		3	129.0	4.27×10 <sup>8</sup>
		4	144.7	4.85×10 <sup>8</sup>
		5	219.2	7.84×10 <sup>8</sup>
		6	225.7	7.95×10 <sup>8</sup>
Lower	Yeo Ju	1	81.0	2.60×10 <sup>8</sup>
		2	89.4	2.95×10 <sup>8</sup>
		3	97.5	3.62×10 <sup>8</sup>
		4	121.1	5.28×10 <sup>8</sup>
		5	123.3	5.28×10 <sup>8</sup>
		6	147.8	6.65×10 <sup>8</sup>
		7	210.0	1.06×10 <sup>9</sup>
		8	211.4	8.73×10 <sup>8</sup>

上記式에 의거하여 3個 流域의 流出率은 Table-7과 같다.

驪州流域의 流出率 結果에서 보는 바와 같이 平均降雨量 135.2mm에 대한 平均流出率은 39.4%로 나타났고, 忠州流域은 平均降雨量 149.1mm에 대해 平均流出率 49.2%, 丹陽流域은 平均降雨量 155.0mm에 대해 平均流出率 50.5%로 각각 나타났다. 일반적으로 土壤의 乾濕條件에 따라 流出率값이 다소 變化는 있으나 本 研究에서는 3個 流域 共히 降雨量이 많아질수록 流出率이 커지는 樣相을 나타내고 있다. (5,28,82)

**5. 洪水流出率式의 誘導**

總降雨量에 대해 求해진 流出率과 損失率로서 最少自乘法에 의해 常數, K와 S를 算定하므로써 洪水流出率의 基本式인 (3)式에 의거 南漢江 流域의 上流, 中流, 下流인 丹陽, 忠州, 驪州流域의 洪水流出率式을 誘導하였으며 그 結果는 Table-8 및 Fig.8~11과 같이 나타났다.

Fig.11의 3個 流域에 대한 流出率을 比較해 보면 流出率의 크기가 上流, 中流, 下流인 丹陽, 忠州, 驪州의 順으로 나타났음을 읽을 수 있다. 이는 上流는 中·下流보다 中流는 下流보다 地相學的인 條件에서 일반적으로 流域의 傾斜가 급하고 流路長이 짧으므로써 流出水의 流下時間이 빨라지고 浸透量이 減少하는데 基因되는 것으로 思料된다. (10,21,28)

**Table-7. Runoff ratio of Yeo Ju watershed**

No	Observed duration	Total rainfall (mm)	Effective rainfall (mm)	Loss rainfall (mm)	Runoff ratio (%)	Remarks
1	1976.8.22~8.27	81.0	25.1	55.9	31.1	80 < R <sub>t</sub> < 211.4.
2	1980.8.25~8.27	89.4	28.6	66.8	32.0	
3	1980.7.21~7.25	97.5	35.1	62.4	36.0	
4	1979.8.4~8.9	121.1	51.2	69.9	42.3	
5	1981.7.1~7.7	123.3	86.2	37.1	41.5	
6	1979.6.24~7.2	147.8	64.4	83.4	43.6	
7	1975.9.14~9.20	210.0	102.9	107.1	49.0	
8	1976.8.12~8.19	211.4	84.6	126.8	40.0	
Mean		135.2			39.4	

Table-8. Formulas of runoff ratio for each watershed

Watershed system	Location of Subwatershed	Subwatershed	Formulas of runoff ratio	Average Initial loss (mm)
Nam Han River	Upper	Dan Yang	$1 - \frac{2.707}{R_t^{0.845}}$	17.9
	Middle	Chung Ju	$1 - \frac{1.691}{R_t^{0.242}}$	8.9
	Lower	Yeo Ju	$1 - \frac{1.807}{R_t^{0.227}}$	13.6

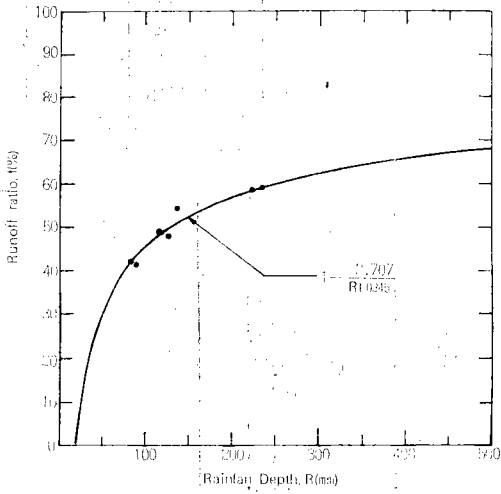


Fig. 8. Runoff ratio according to rainfall depth at Dan Yang watershed of Han river basin

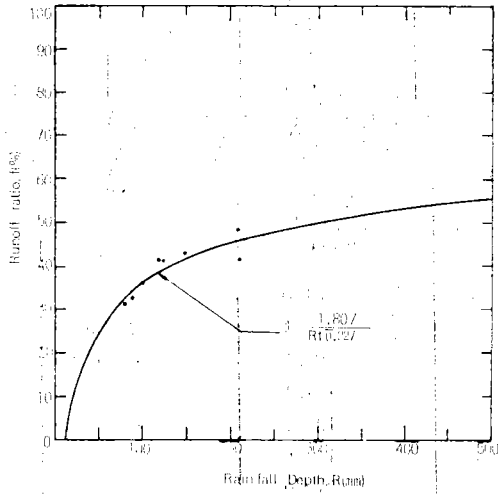


Fig. 10. Runoff ratio according to rainfall depth at Yeo Ju watershed of Han river basin

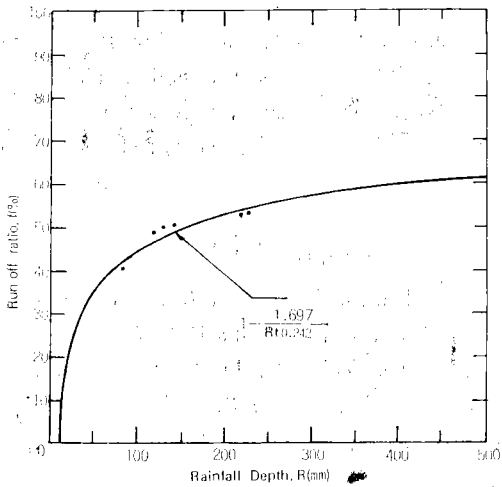


Fig. 9. Runoff ratio according to rainfall depth at Chung Ju watershed of Han river basin

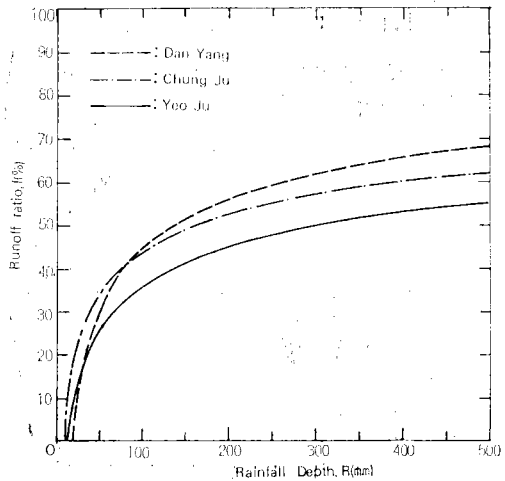


Fig. 11. Comparison of runoff ratio according to rainfall depth at three watersheds of Han river basin



Table-9. Comparison between total rainfall and loss rainfall

No	Total rainfall (mm)	Dan Yang		Chung Ju		Yeo Ju	
		Runoff coefficient	Loss Rainfall coefficient	Runoff coefficient	Loss Rainfall coefficient	Runoff coefficient	Loss Rainfall coefficient
1	100	0.447	0.553	0.445	0.555	0.364	0.631
2	150	0.519	0.481	0.497	0.503	0.420	0.580
3	200	0.565	0.435	0.531	0.469	0.457	0.543
4	250	0.597	0.403	0.553	0.445	0.484	0.516
5	300	0.622	0.378	0.575	0.425	0.504	0.496
6	350	0.641	0.359	0.590	0.410	0.522	0.478
7	400	0.657	0.342	0.603	0.397	0.536	0.464
8	450	0.671	0.324	0.614	0.386	0.548	0.452
9	500	0.683	0.317	0.624	0.376	0.559	0.441

Table-10. Test of runoff ratio formula of Yeo Ju watershed

No	Total Rainfall (mm)	Runoff Coefficient		Relative error	Standard error
		Measured	Calculated		
1	81.0	0.311	0.333	0.071	
2	89.4	0.320	0.348	0.081	
3	97.5	0.360	0.361	0.003	
4	121.1	0.423	0.392	0.073	
5	123.3	0.415	0.394	0.051	
6	147.8	0.436	0.418	0.041	
7	210.0	0.490	0.463	0.061	
8	211.4	0.400	0.460	0.158	
Mean		0.394	0.396	0.068	0.057

6. 總降雨量과 損失率과의 關係

流域別로 구해진 流出率式에 總降雨量을 100mm에서 50mm 간격으로 한 500mm까지의 豪雨에 대한 損失率과의 關係를 分析한 結果 Table-9 및 Fig.12

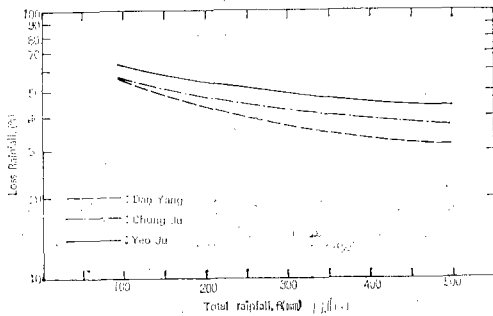


Fig. 12. Comparison between total rainfall and loss rainfall coefficient

와 같다.

總降雨量과 損失率과의 關係는 Fig. 12의 半對數紙에 plotting한 結果에서 보는 바와 같이 降雨量이 많아질수록 損失率은 전반적으로 下降하며 이중 上流인 丹陽流域이 가장 낮았으며 다음이 忠州, 驪州의 順이었다.

7. 洪水流出率式的 信賴度 檢定

實測된 降雨觀測值에 의한 流出率과 誘導된 經驗公式에 의한 流出率을 驪州流域을 標本例로 들어 比較하여 보면 Table-9와 Fig.13에서 보는 바와 같이 經驗公式에 의한 平均流出率은 39.6%로서 測定된 平均流出率의 39.4%에 매우 근사한 값을 나타내고 있다.

따라서 洪水流出率式的 信賴度 檢定을 위해 本分析에서는 相對誤差와 標準誤차를 各流域別로 구하여 檢定하였으며 그 標本例로 역시 驪州流域의 結

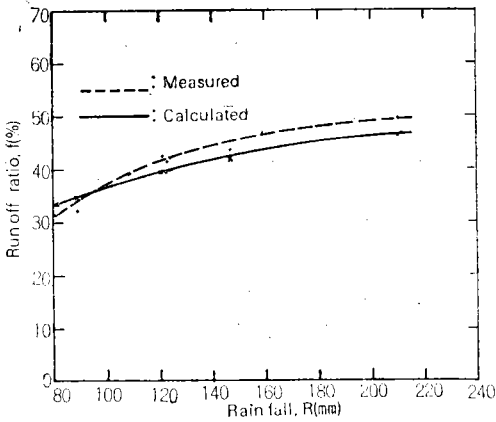


Fig. 13. Comparison of results between measured and calculated runoff coefficient at Yeosu watershed

果는 Table-10과 같이 나타났다.

이와 같은 방법으로 丹陽과 忠州流域의 相對誤差 및 標準誤차를 구한 結果를 要約하면 Table-11과 같다.

Table-11. Comparison of Reliability test of formulas for runoff ratio at three watersheds

Watershed	Relative error (%)	Standard error (%)
Dan Yang	4.0	4.8
Chung Ju	4.5	5.4
Yeosu	6.8	5.7

以上的 Table-10 및 11에서 보는 바와 같이 驪州流域은 相對誤差 6.8%, 標準誤差 5.7%로 10% 以內的 좋은 信賴度를 나타냈고, 丹陽流域과 忠州流域 역시 相對誤차가 각각 4.0%, 4.5%이며 標準誤차는 각각 4.8% 및 5.4%로서 매우 높은 信賴度를 보여주고 있다.

### V. 結 論

本 研究는 漢江水系인 南漢江 流域의 上·中·下 流에 位置하고 있는 丹陽, 忠州 驪州의 3個 地點에 대한 洪水時 氣象學的, 地相學的 與件에 부합되는 洪水流出率式을 誘導하므로써 信賴性있는 流出率의 提示와 함께 各種 水工構造物의 設計를 위한 尖頭洪水量의 推定을 可能케 할 수 있는 基本要素를 提供하고자 하는 것으로 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 對象流域 共히 流出率은 降雨量이 많아질수록 커지는 樣相을 나타내었다.
2. 流域別 洪水流出率式의 誘導結果는 丹陽流域은  $1 - \frac{2.707}{R_i^{0.345}}$ , 忠州流域은  $1 - \frac{1.691}{R_i^{0.247}}$ , 驪州流域은  $1 - \frac{1.807}{R_i^{0.227}}$  로서 各各 나타났다.
3. 流出率의 크기는 上流, 中流, 下流인 丹陽, 忠州, 驪州의 順으로 나타났다.
4. 總降雨量과 損失率과의 관계는 降雨量이 많아질수록 損失率은 일반적으로 下降하며 또한 上流인 丹陽流域의 損失率이 가장 낮았으며 다음이 中流인 忠州流域, 下流인 驪州流域의 順으로 나타났다.
5. 各 流域別로 求해진 洪水流出率 式의 相對誤差 및 標準誤차는 全 流域 共히 10% 以內的 誤差로서 높은 信賴度가 認定되었다.
6. 앞으로 계속 前期降雨가 次期洪水에 미치는 影響을 究明함이 甚히 要求된다.

### 參 考 文 獻

1. Anon: Guide on the determination of design hydrological characteristics, Leningrad, Hydrometeorological Publishing House. 1973, pp. 1-111
2. Basso, E.: Some methods for estimation of floods in a tropical area, 2nd Proc. International Symposium in Hydrology, Fort Collins, Colorado, Sept. 11-13, 1972, pp. 406-417
3. 本間仁; 流量計算法, 實教出版株式會社 1950, pp. 247-275
4. 崔榮博; 水文學, 河川工學Ⅱ, 螢雪出版社, 1982, pp. 558-563
5. 川上謙太郎; 日本國河川のピーク流量に關する研究, 官崎大學 工學博士學位論文, 1961, pp. 15-19.
6. Chow, V.T.: Handbook of Applied Hydrology, New York, N.Y., McGraw Hill, 1964, pp. 14-3~14-8
7. 佐藤駿夫; 洪水流出計算法, 山海堂1981, pp.107
8. Cordery, I.: Initial loss for flood estimation and fore-casting, Jour. of Hyd. Div., Proc. of the ASCE, 1970, pp. 2447-2465
9. Corps of Engineers of U.S. Army: Flood Hydrograph Analyses and Computations,

- Manuals, EM 1110-2-1405, 1959, pp.7-17
10. 中安米藏; 治水計劃における洪水流量について, 綜合印刷出版株式會社, 1972, pp.57-112
  11. 金熙鍾外: 韓國河川の流出率과 流出指標로서의 洪水直前流量, 東亞大學校大學院論文集 第IV輯, 1984, pp. 299-320
  12. 建設部: 韓國의 洪水, 1967-1969, pp.43-89.
  13. 建設部: 洪水量 推定을 위한 合成單位流量圖 誘導의 研究 調查報告書, 1974, pp.3-8.
  14. \_\_\_\_\_: 韓國河川調查書, 1974, pp. 136-157.
  15. \_\_\_\_\_: 韓國水文調查年報, 1975~1982.
  16. 建設部漢江洪水統制所: 漢江洪水豫警報, 流出 및 常數分析報告書, 1981, pp.1-59.
  17. \_\_\_\_\_: 漢江洪水資料集, 1983, pp. 3-435.
  18. 角屋陸: 雨量分布 と その年最大値の分布, 京都市大防災研究所 年報, 第4號, 1968, pp. 77-87.
  19. 李淳赫: 韓國主要水系의 小流域에 대한 瞬間單位圖誘導에 관한 研究, 서울大學校 農學博士學位論文, 1977, pp.9-13.
  20. \_\_\_\_\_: 降雨一流出解析의 基礎와 應用(Ⅱ), 韓國農工學會誌, Vol.25, No.2, 1983 pp.7-12.
  21. \_\_\_\_\_外: 新制 水文學, 鄉文社, 1973, pp.142-153.
  22. \_\_\_\_\_外: 小河川水系의 單位流量圖 誘導 및 比較에 관한 水文學的 考察, 韓國農工學會誌, Vol.20, No.3, 1979, pp.35-45.
  23. \_\_\_\_\_外: 應用水文學, 鄉文社, 1984, pp. 172-177.
  24. Laurenson, E.M. and Yevjevich, V.M.: Research Data Assembly for Small Watershed flood, E.R.C., C.S.U., Fort collins, Colorado, 1963, pp. 3-22.
  25. Linsley, R.K. and others: Hydrology for Engineers, Third Edition, McGraw Hill Book Company, 1982, pp. 204-217.
  26. Nash, J.E.: Determining runoff from rainfall, Ins. of C.E., Vol. 10, Paper No. 6282, pp. 165-183.
  27. 朴成宇: 韓國河川の 流況에 관한 研究, 韓國農工學會誌, 第5號, 1968, pp.77-87.
  28. \_\_\_\_\_: 河川の 流況에 관한 水文學的 研究 韓國農工學會誌, Vol.16, No.2, 1974, pp.79-92.
  29. Raudkivi, A.J.: Hydrology, Pergamon Press, 1978, pp. 298-304.
  30. 徐承德: 流域特性에 의한 合成單位圖 誘導에 관한 研究, 韓國農工學會誌, Vol.17, No.1, pp. 3-25.
  31. Soil Conservation Service: Hydrology section 4, U.S. Dept. of Agriculture, 1971, pp. 15-1-15-16.
  32. 上田年比古: 降雨流出に關する 基礎的 研究, 九州大學 工學博士 學位論文, 1961, pp.16-72, 134-165.
  33. Sokolov, A.A., Rantz, S.E. and Roche, M.: Floodflow Computation, Methods Compiled from world experience, The UNESCO Press, 1976, pp. 127-134
  34. Viessman, W.V.: Runoff Estimation, W.R.R. Vol. 4, No.1, 1968, pp.87-93.
  35. \_\_\_\_\_: Introduction to Hydrology, Harper and Row, 1977, pp.105-112
  36. Wilson, E.M.: Engineering Hydrology, Macmillan Book Co., 1969, pp.95-152.
  37. 尹龍男: 水文學, 清文閣, 1978, pp. 178-181, 190-196.