

# 小流域의 流出量에 關한 研究

~四大江을 中心으로~

## A Study on Run-off of Small Basins Representing the four major Rivers in Korea

李 碩 雨\* · 金 始 源\*\* · 嚴 泰 營\*  
Suck woo Lee, Sin One Kim, Tae Young Um

### Summary

To study run-off characteristics in the small watersheds in Korea, investigations had been carried out for a period of 4 years from 1972 to 1975 in the sample watersheds. The samples were selected in four major river basins such as the Han River, the Keum River, the Nakdong River and the Yongsan River. Water levels and rainfall data had been collected from each sample area where the measuring instruments were installed. The findings of this investigation can be summarized as follows;

1. With an average runoff rate of 60% in the sample watersheds, the average runoff rate in each sample proved to be as below;  
the Han River Basin : 41.4%  
the Keum River Basin : 61.7%  
the Nakdong River Basin : 69.4%  
the Yong San River Basin : 69.2%
2. The base flow rate in the sample watersheds proved to be 8.1 mm/month.
3. A comparison of the runoff obtained from actual measurements made and that calculated by the Kajiyama formula showed that the latter is 9.1% lower than the former.

### I. 緒 論

河川의 流出量 把握은 利水上 重要한 位置를 차지하고 있음은 附言의 餘地가 없다고 하겠다.

특히 물資源 綜合開發事業이 急進發展에 따라 이에 對한 興味있는 分析方法이 여러모로 報告되고 있으나 우리나라에서는 이 分野의 研究가 아직도 未盡되어 있음은 否認할 수 없는 事實이다.

그 緣由인즉 降雨와 流出의 關係는 複雜한 自然現象이며 한 流域에서 流出量과 流出高를 調査해도 每降雨마다 서로 다른形의 값을 취하여 이를 分析하여 自然法則을 찾아낸다고 할때 매우 어려운 要素가 介在되어 있는 까닭이다.

더우기 從來 우리나라의 降雨와 流出에 關한 大部分의 研究들은 小流域에 對한 資料는 거의 없고 大流域에 對한 中間流出 以上만을 對象으로 하여왔고 그것도 現在까지는 主로 掘山氏의 公式을 많이

\* 農業振興公社 設計 1部

\*\* 建國大學校 農科大學

使用하고 있는 까닭에 그 實態 把握이 지연되고 있는 實情이다.

따라서 筆者는 四大江 流域의 小流域을 中心으로 한 流出量을 究明하기 爲하여 從來부터 使用하여 온 梶山氏 公式에 依하여 算出한 流出量과 實測值와를 實證의으로 比較 檢討해 보았다.

本 研究는 이 檢討結果를 資料로 하여 우리나라 農業用水源으로 主要한 役割을 하고 있는 四大江 小流域에 對한 流出量을 分析한 것이다.

## II. 研究史

이제까지 流出에 對한 研究結果는 많은 學者들에 依하여 發表되었으나 其中 本研究와 關聯된 文獻을 紹介하면 다음과 같다. 우리나라에서는 受水量을 算出하기 爲하여 松井(1921)<sup>1)</sup>가 朝鮮河川調查書에 實驗式을 發表하였고 其後 梶山(1929)<sup>2)</sup>가 우리나라 24個 大小河川을 對象으로 1916年~1927年까지 10年間의 觀測記錄值를 整理하고 實驗式을 發表하였다.

同年 梶山氏는 다시 韓國 大小河川에서 最大洪水量을 面積函數로서 表示하는 公式을 發表하였다.

한편 이에 對하여 朴成宇(1959)<sup>14)</sup>은 “우리나라에 現存하는 水文學의 公式에 對한 批判”에서 松井의 實驗式은 降水量과 總流出量과의 關係式이 不適合하기 때문에 受水量 公式 利用의 價値가 없다고 하였으며 前川忠夫(1959)<sup>8)</sup>等은 “中庸流域의 流出率과의 關係 調查報告”에서 年平均 流出率이 38.9%, 灌溉期間 平均 流出率의 31.5%, 非灌溉期間 流出率이 40.8%라고 報告하였고 또한 金子 良(1960)<sup>9)</sup>等은 多數의 量水曲線 및 保留量曲線의 性質을 調査하여 直接 流出을 表面流出과 中間流出로 分離하고 土層保留와 的關係에서 任意 降雨로 量水曲線을 合成시키는 方法을 求하였다.

또한 朴成宇(1964)<sup>17)</sup>는 “韓國에 있어서 諸 水文 構造物의 設計基準을 주기爲한 水文學的 研究”에서 梶山의 受水量公式을 批判 檢討한 結果 此式은 事實上 모두 近代의 思考에 依한 것으로 F係數를 修正 適用한다면 能히 使用할 수 있다고 判斷하였으며 角屋陸(1966)<sup>5)</sup> 15)等이 小流域 河川의 低水解析에 關한 研究에서 浸透能의 概念을 補給能의 概念으로 置換하였으며 이 補給量은 浸潤降下하는 成分

과 龜裂內를 流下하는 成分과를 分離하는 內容을 發表하였다.

朴成宇(1966)<sup>18)</sup> 19)는 梶山氏에 依한 月別流出率의 推定은 實際 流出量보다 20% 적다고 하였으며 ○山氏은 1900年代 初期에 發表된 Vermell, Gustin Moger等에 依하여 誘導했던 公式과 흡사하며 그 基本形에는 손색이 없다고 評價하였다.

또한 石原藤次郎(1971)<sup>4)</sup>는 貯溜水의 分布條件에서 補給量을 定하였으며 SEGUCHI (1974)<sup>20)</sup> 21) 22)等은 河川基底流出量 現象 把握을 爲하여 砂 model을 使用한 實證의 檢討를 實施하여 物理性을 尊重한 數理model을 作成하고 이 model에 包含된 特性 Barameter의 合理的인 推定方法과 그 model의 適用 方法을 檢討하고 最後로 이 model을 使用하여 小流域에서의 基底流出을 解析하였고 徐承德(1975)<sup>23)</sup>은 우리나라 洛東江 流域에 對한 基本資料로서 合成單位圖를 誘導分析하였고 李淳赫(1978)<sup>7)</sup>은 韓國主要 水系의 小河川別로 洪水量 推定과 調節을 爲해 流域特性因子로서 合成 單位圖를 誘導하였다.

以上에 言及한 바와같이 우리나라에서는 小流域에 對한 流出量 研究가 미진하여 水理構造物 設計에 梶山氏의 受水量公式을 大部分 그대로 使用하고 있는 狀態로 오늘에 이르렀다.

## III. 流域의 概要

本 調査 流域은 漢江, 錦江, 洛東江, 및 榮山江의 四大江 支川 流域으로 調査地區의 流域 概要는 다음과 같다.

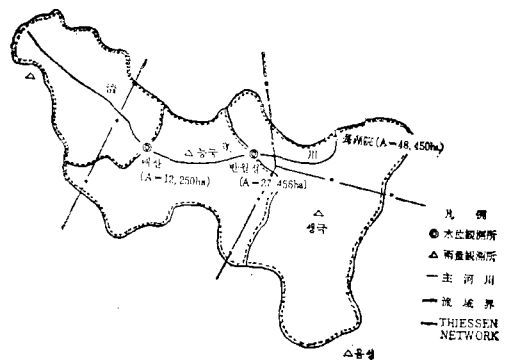


Fig. 1-1. 漢江調査地區 概要圖

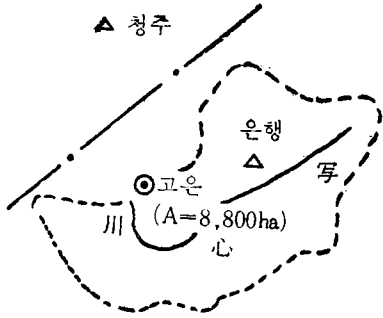


Fig. 1-2. 錦江 調查地區 概要圖

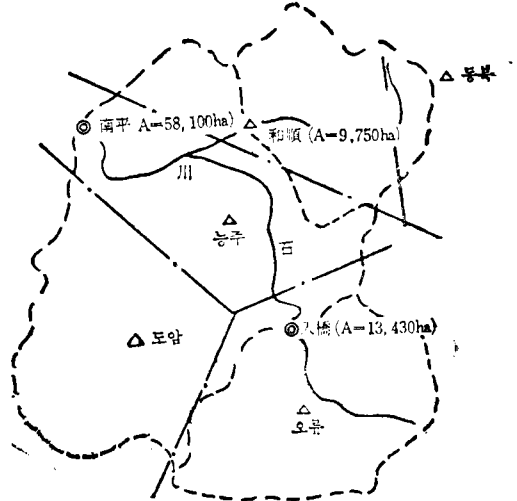


Fig. 1-4. 榮山江 調查地區 概要圖

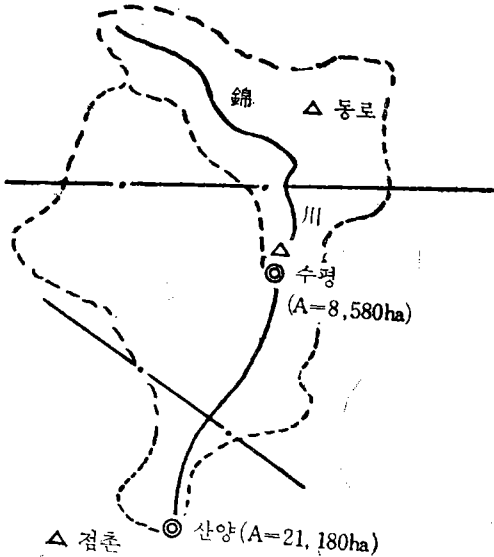


Fig. 1-3. 洛東江 調查地區 概要圖

表-1에서 보는 바와 같이 漢江代表流域은 流路延長이 41.0km, 流域의 形狀係數 0.3 平均流域幅 12km로서 長方形이며 平均河床勾配는 1/600로서 比較的 緩慢하다.

流域內 土地利用現況을 보면 農耕地가 20,900ha로서 42%의 耕地比率을 나타내고 있다.

錦江 代表流域은 流路延長이 17km, 流域 形狀係數는 0.3 平均 流域幅은 5.2km이며 平均河床勾配는 1/150로서 比較的 急한 河床勾配를 이루고 있다.

土地利用現況을 보면 農耕地가 3,244ha로서 約 37%의 耕地比率을 나타내고 있고, 榮山江 代表流域은 流路延長 43.0km, 流域 形狀係數 0.31, 平均

Table-1. 四大江 調查地區 流域

河川別	流域面積	地目別面積	流路延長	流域形狀係數	平均勾配	流域平均幅	河川密度	流域密集度	流域內土性
漢江	495.0km <sup>2</sup>	田 : 13,400ha 畚 : 7,500ha 林 및 雜地 : 28,600ha	41.0km	0.30	1/600	12km	0.17	0.53	砂壤土 및 微砂壤土
錦江	88.0 "	田 : 1,300 畚 : 1,944 林 및 雜地 : 5,556	17.0 "	0.30	1/150	5.2	0.20	0.71	砂壤土 및 埴壤土

榮山江	581.0 "	田 : 5,555 畝 : 6,925 林 및 雜地 : 45,620	43.0 "	0.31	1/700	14.0	0.17	0.71	砂壤土 및 微砂質壤土
洛東江	85.8 "	田 : 752 畝 : 685 林 및 雜地 : 7,143	18.2 "	0.26	1/100	4.70	0.287	0.73	砂壤土

流域幅은 14.0km로서 隋圓形이며 平均河床勾配는 1/700로서 比較的 緩慢하다.

土地利用現況을 보면 農耕地가 12,480ha로서 21.5%의 耕地比率를 나타내고 있으며, 洛東江 代表流域은 流路延長이 18.2km, 流域 形狀係數 0.26, 平均 流域幅은 4.7km이며 河床勾配는 約 1/100程度이며 比較的 急한 便이다.

土地利用現況을 보면 農耕地가 1,437ha로서 16.7%의 耕地比率를 나타내고 있다.

小流域을 選定하고 다음과 같은 觀測設備로서 4個年間(1972~1975) 實測된 結果와 韓國水文調查年報를 資料로 使用하였다.

### 1. 觀測設備의 種類

#### 가. 降雨量

- 1) 自記雨量計 14個所(圖上△)

#### 나. 水位

- 1) 自記水位計 9個所(圖上◎)

## IV. 分析材料 및 方法

Fig. 1, 2, 3, 4, 에서 보는바와 같이 四大江 水系에

### 2. 觀測地點

#### 가. 雨量觀測所

河川別	觀測所名	位	置	種	別	備	考
漢江	능원생장음호원성	국삼극원성	경기도 안성군 일죽면 능곡리	자	기		
			경기도 용인군 원삼면 죽능리	보	통		
			충북 음성군 생극면 신양리	자	기		
			경기도 이천군 장호원읍 장호원리	자	기		
			충북 음성군 음성읍 음성리	보	통		
錦江	은행청주	충북 청원군 남일면	은행리	보	통		
			청주시 분평동	자	기		
榮山江	화동능주암류	전남 화순군	화순읍 연양리	보	통		
			동북면 천별리	자	기		
			능주면 석고리	자	기		
			이양면 이양리	보	통		
			이양면 오류리	자	기		
洛東江	동수점	경북 문경군	동로면 적성리	보	통		
			동로면 수평리	자	기		
			산양면 불암리	자	기		

나. 水位觀測所

河川別	觀測所名	位 置	種 別	開 始 日	流域面積
漢江	長湖院	京畿利川郡長湖院邑교량	自記	1972. 9. 25	48,450ha
漢江	반월성	京畿利川郡설성면제요리	"	1973. 11. 23	27,450 "
漢江	매산	京畿安城郡二竹面매산리	"	1973. 11. 25	12,250 "
錦江	고은	忠北清原郡南一面고은리	"	1972. 9. 25	8,800 "
榮山江	남평	全南羅州郡南平面수원리	"	1972. 10. 15	58,100 "
榮山江	和順	全南和順郡和順邑언양리	"	1973. 12. 10	9,750 "
榮山江	入橋	全南和順郡清豊面풍암리	"	1973. 12. 12	13,430 "
洛東江	수평	慶北聞慶郡東魯面수평리	"	1972. 10. 26	8,580 "
	산양	慶北聞慶郡산양면불암리	"	건설부	21,180

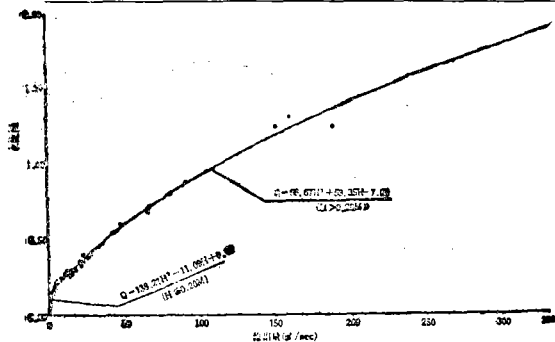


Fig. 2-1. 水位—流量曲線(長湖院地點 1975)

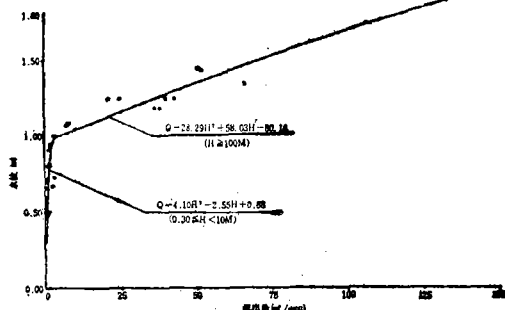


Fig. 2-4. 水位—流量曲線(고은地點 1975)

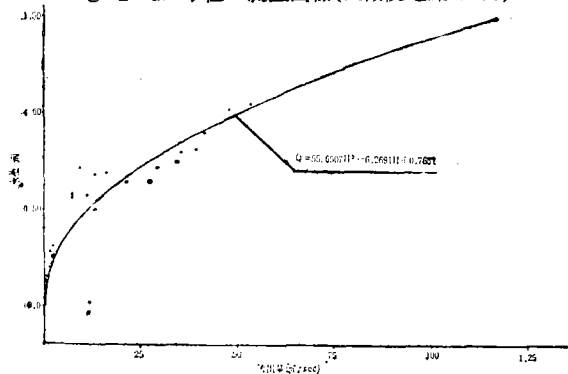


Fig. 2-2. 水位—流量曲線(매산지점 1975)

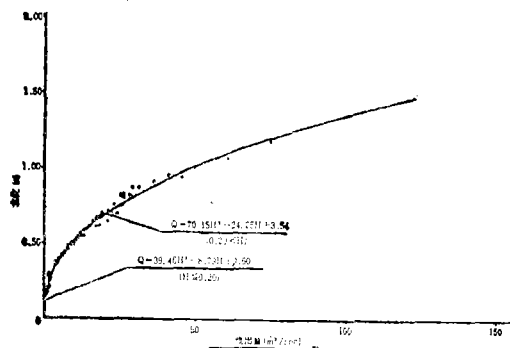


Fig. 2-5. 水位—流量曲線(수평地點 1975)

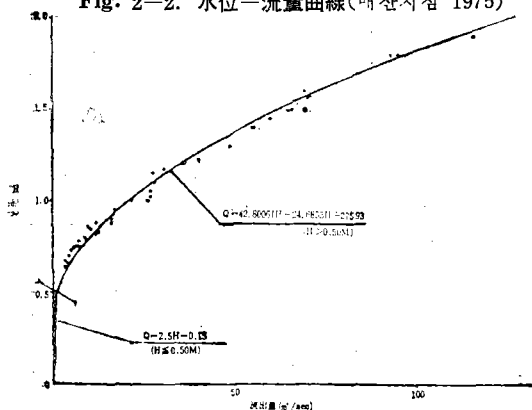


Fig. 2-3. 水位—流量曲線(半月城地點 1975)

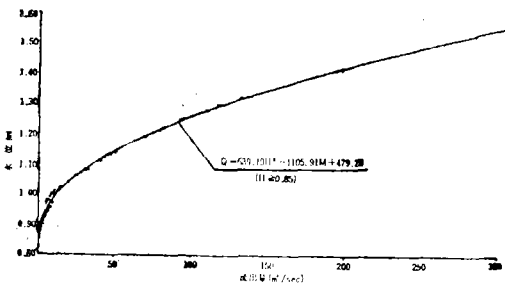


Fig. 2-6. 水位—流量曲線(산양지점 1975)

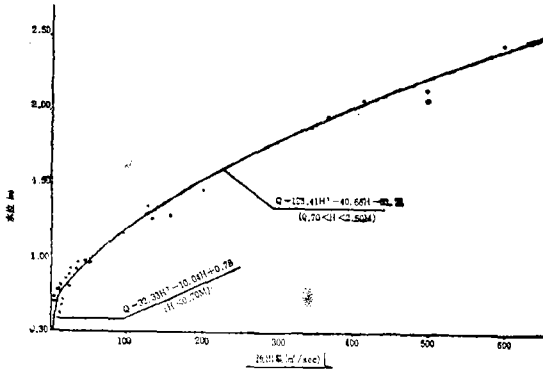


Fig. 2-7. 水位—流量曲線(南坪地點 1975)

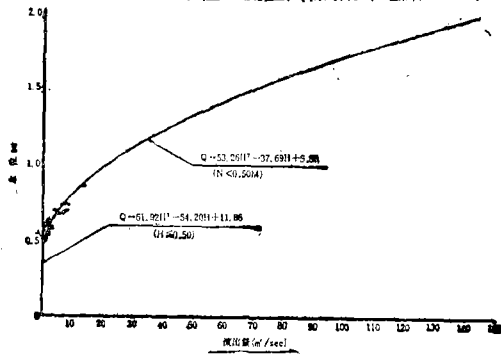


Fig. 2-8. 水位—流量曲線(和順地點 1975)

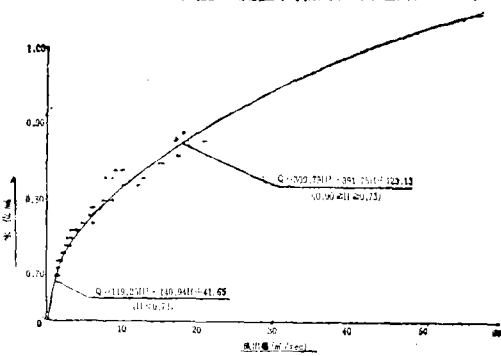


Fig. 2-9. 水位—流量曲線(입교地點 1975)

### 3. 分析方法

위 資料로서 流域內의 日別 面積 降雨量을 計算하고 日別 流出量 및 流出高를 다음과 같이 算定하

여 梶山의 計算値와 實測流出高와를 比較 檢討하였다.

#### 가. 面積雨量

任意 觀測所에서 觀測되는 降雨量은 그 地點에서 雨量에 不過하므로 各 觀測所의 雨量記錄을 使用하여 算定한 平均面積雨量을 얻게된다.

이의 算定方法에는 算術平均法<sup>2)</sup>, Thiessen法<sup>3)</sup>, 等雨線圖法<sup>2)</sup> 등이 있으나 本 分析에서는 小流域에 適合한 위 Thiessen法을 利用 計算하였다.

#### 나. 水位 流出曲線

流域에서 流出되는 流出量을 算定하기 위한 調查地點의 水位와 流量과의 關係는 流出量 分析에 있어 가장 基本이 되므로 이의 作成에 있어서는 가장 偏差가 작은 關係式을 誘導 해야한다. 上記 水位標地點에서 實測한 流量測定 資料로 最小自乘法<sup>7)</sup>에 依하여 算定하였다.

#### 다. 流出量 및 流出高

月別 流出量을 分析하기 爲하여 日別 平均水位를 水位—流量曲線에서 流量으로 換算하여 日流出量을 算定하였으며 다시 日別 流出量을 各 流域面積으로 나누어 流出高를 算定하였다.

#### 라. 基底流出高

水位流量曲線에서 얻어진 日別 流出高를 檢討하여 最低 流出高가 最小한 10餘日 以上 거의 變化없이 繼續되는 流出高를 蒐集하여 Mode平均方法<sup>8)</sup>에 依하여 分析하였다.

#### 마. 梶山公式에 依한 流出量 計算

梶山의  $C = \sqrt{K^2 + (138.6f + 10.2)^2} - 138.6f + E$ 를 計算하였으며 다만 本式에서 月極限消失高는 138.6 mm를 超過할 수 없고 無降雨 月이라도 10.2mm 流出이 있다는 基本 理論에서  $(C+K)^2 - R^2 = (K+$

Table-2. 地區別 平均面積 雨量

(單位: mm)

河川別	月別												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
漢江	24.4	10.3	49.8	116.1	145.0	106.4	281.8	180.4	176.2	40.0	59.7	18.4	1,208.5
錦江	39.6	15.9	37.3	107.7	101.3	64.7	263.0	115.0	119.3	37.5	35.8	13.5	950.6
榮山江	29.5	32.6	43.4	168.0	183.0	108.9	353.0	211.8	122.4	55.8	53.5	35.9	1,397.8
洛東江	43.0	25.6	46.6	134.9	157.0	123.6	317.7	119.6	140.9	54.3	37.4	11.8	1,212.4

小流域의 流出量에 關한 研究

Table-3. 四大江代表流域의 實流出高累計('72-'75) 現況

(單位: mm)

河川別	漢	江	錦	江	榮	山	江	洛	東	江	全	流	域
雨 量	8,553.6		2,852.0		10,000.8		6,236.7		27,643.1				
實 流 出 高	3,540.8		1,761.0		6,919.1		4,329.6		16,550.5				
流 出 率	41.4%		61.7%		69.2%		69.4%		59.9%				

Table-4. 水系別 流出率計算表

(單位: mm)

水系		'72	'73	'74	'75	累 計	流 出 率							
漢	地 點	長湖院	반월성	매산	長湖院	반월성	매산	長湖院	반월성	매산				
	雨 量	168.6		1,011.2		1,157.0	1,345.6	1,117.1	1,236.8	1,312.4	1,204.9	8,553.6	41.4%	
	流 出 高	108.5		304.8		568.0	650.1	540.8	448.7	501.5	418.4	3,540.8		
錦	地 點	고	은	고	은	고	은	고	은	고	은			
	雨 量	131.3		912.2		982.0		876.5		876.5		2,852.0	61.75%	
	流 出 高	138.9		303.2		638.2		680.7		680.7		1,761.0		
榮	地 點	南平	入橋	和順	南平	入橋	和順	南平	入橋	和順	南平	入橋	和順	
	雨 量	213.9		1,079.4		1,760.5	1,559.0	1,732.8	1,193.0	1,096.6	1,365.6	10,000.8	69.2%	
	流 出 高	101.4		657.2		1,316.1	1,233.9	1,052.4	888.6	910.4	759.9	6,919.1		
洛	地 點	수	평	산	양	수	평	산	양	수	평	산	양	
	雨 量	125.1		1,035.9		1,354.1		1,202.9		1,291.5		1,227.2	6,236.7	69.4%
	流 出 高	121.0		581.1		994.6		751.4		1,006.6		875.0	4,329.6	

의)를 適用, 季節的인 影響을 考慮하여 月別更正量을 加減하였다.

의인 2次포물선 曲線으로 나타냈다.

3. 流出量 및 流出高 算定

流出量 및 流出高 算定結果는 다음 Table-3와 같다.

V. 結果 및 考察

1. 四大江 小流域 調查地區의 面積比로서 計算한 平均面積雨量은 다음과 같다.

Table-2에서 보는 바와같이 우리나라 年平均 降雨量은 1,159mm로서 錦江地區에서는 年平均 降雨量보다 작았으며 其他 漢江, 洛東江, 榮山江 地區에서는 若干上廻하는 結果를 나타내고 있다.

2. 水位-流量曲線

水位-流量曲線 結果는 Fig. 2-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9과 같다.

Fig. 2-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9에서 보는 바와 같이 漢江代表流域의 水位標地點(長湖院, 매산, 반월성), 錦江代表流域의 水位標地點(고은), 洛東江代表流域의 水位標地點(수평·산양), 榮山江 代表流域의 水位標地點(南平, 和順, 入橋)等 9個地點 共히 一般

위에서 보는바와 같이 四大江 全體 代表流域의 平均流出率은 Table-3에서 60%를 나타내고 있으며 各河川別 代表流域의 流出率을 볼때 漢江代表流域이 41.4%, 錦江代表流域이 61.7%, 榮山江代表流域이 69.2%, 洛東江代表流域이 69.4%로서 耕地面積 比率이 적은 洛東江代表流域에서 流出이 가장 많았으며 耕地面積 比率이 가장 많은 漢江代表流域에서는 流出이 가장 적은 것을 볼수 있었다.

이와같은 것을 볼때 流出은 耕地面積에 많이 左右된다고 할수 있겠다.

한편 梶山<sup>13)</sup>이 分析 報告한 韓國河川에서의 年平均 流出率은 57%라고 하였으며 朴成宇<sup>14)</sup>은 우리나라 年平均 流出量이 63%라고 分析하였고 本 研究者가 分析한 年平均 流出率은 60%로 거의 비슷하게 나타났다.

Table-5. 四大江代表流域의 計算流出高累計(72'-'75) 現況 (單位: mm)

分類 \ 河川別	漢 江	錦 江	榮 山 江	洛 東 江	全 流 域
雨 量	8,553.6	2,852.0	10,000.8	6,236.7	27,643.1
流 出 高	4,189.1	1,558.2	5,223.2	4,066.1	15,036.6
流 出 率	49%	54.6%	52.2%	65.2%	54.4%

註: 梶山式에 依하여 流出高 計算

한편 日本의 前川忠夫<sup>3)</sup>는 年平均 流出率이 38.9%라고 하였으며 이는 우리나라 流出率과 比較할때 매 우적 적은 값을 나타내고 있다. 이것은 日本의 流域狀態가 매우 良好하기 때문이라고 思料된다.

#### 4. 基底 流出高 算定

基底 流出高 分析은 다음의 Mode 平均計算式<sup>3)</sup>에 依하여 結果를 얻었다.

$$M_o = L + \frac{f_1}{f_1 + f_2} \times C$$

$$M_o = 0.21 + \frac{387}{387 + 277} \times 0.10 = 0.27\text{mm}$$

上記式의 結果에서 보는바와 같이 四大江代表流域에서는 日 基底流出이 0.27mm이고 月 基底流出은 8.1mm이다.

이에 對하여 梶山<sup>3)</sup>의 月 基底流出은 10.2mm이고 朴成宇<sup>4)</sup>의 月 基底流出은 9.0mm로 分析되어 모두 類似한 값을 나타내고 있다.

#### 5. 梶山公式에 依한 流出量 算定

梶山公式에 依한 各 河川別 流出高는 다음과 같다.

Table-5에서 보는바와 같이 四大江代表流域의 梶山式에 依한 平均流出率은 54.4%이고 本 研究者의 實測에 依한 平均流出率은 60%로 梶山公式에 依한 計算值보다 本 研究者의 實測值가 6% 많게 나타났는데 이는 流域狀態에 따라 變하는 f值的 適用如否에 起因된다고 思料된다.

### VI. 摘 要

우리나라 小流域에 對한 流出量을 究明하기 爲하여 韓國의 主要河川인 漢江, 錦江, 榮山江, 洛東江流域의 四大江을 對象으로 代表流域에 設置된 水位 및 雨量 資料로서 流出量에 對하여 1972년부터 1975년까지 調查 研究한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 四大江代表流域의 平均流出率은 60%로 나타났다. 各河川別 流出率은

漢江 代表流域의 平均流出率이 41.4%

錦江 代表流域의 平均流出率이 61.7%

榮山江代表流域의 平均流出率이 69.2%

洛東江代表流域의 平均流出率이 69.4%

로 나타났다.

2. 四大江 代表流域의 基底 流出高는 月 8.1mm로 나타났다.

3. 實測值에 依한 流出高와 梶山公式 計算에 依한 流出高와의 比較는 計算值가 9.1% 만큼 적게 나타났음을 알수 있었다.

以上 研究結果는 完壁하다고는 할 수 없으나 이제까지 使用되어온 梶山公式에 依한 計算值를 實測值와 比較 檢討한 바 流域狀態에 따라 變하는 f值的 適用을 適切하게 한다면 流出量 計算에 큰 蹉跎이 없음을 立證하여 준다.

그러나 이를 爲하여 今後에도 繼續的인 研究가 이루어진다면 本 問題가 解決되리라고 思料된다.

### 引 用 文 獻

1. 朝鮮總督府(1929年): 朝鮮河川調查書(p.270~292)
2. 崔榮博(1975年): 水文學. 河川工學 I, II (p.95~98, 426~428)
3. 趙載英, 張權烈(1966年): 實驗統計分析法(p.18~22)
4. 石原藤次郎, 高棹琢馬, 池淵周一(1971.): 長期間 流出解析法에 關한 考察 日本 土木論集 (p.45~55)
5. 角屋睦, 豊口永次, 丈達俊夫(1966年): 小流域(山地) 河川의 低水解析(2): (p.594~599)
6. 金子良, 五十嵐正次, 上村春芙(1960年): 小流域에 對한 流出機構의 研究, 日 農業技術研究報告 下 12(p.211~333)
7. 李淳赫(1978年): 小河川 水系의 單位流量圖誘



- 導 및 比較에 關한 水文學的 研究, 農工學會誌 20 (3) (p.35~45)
8. 前川忠夫, 脇谷武, 上原勝樹, 中山一義, 吉良八郎, 太卷光彦(1959, ): 香川縣에 있어서 中庸流域의 流出率에 關한 調查報告, 香村大學農業工學教室(p.1~45)  
建設部(1972年): 韓國水文調查年報 (p.68, 69, 153, 154, 163, 212, 214)
  10. 建設部(1973年): 韓國水文調查年報(p.63~225)
  11. 建設部(1974年): 韓國水文調查年報(p.75~219)
  12. 建設部(1975年): 韓國水文調查年報(p.73~271)
  13. 農業振興公社(1975年): 受水量公式補完示範事業報告書(綜合編)(p.26~118, p.131~316)
  14. 農水產部(1974年): 韓國河川의 水系別流況에 關한 水文學的研究(p.13~26)
  15. 岡太郎, 角屋睦(1976年): 丘陵地 斜面流域에 對한 雨水의 浸入流出過程 (2), 日京大防災研究所年報 19(B) (p.153~165)
  16. 朴成宇(1959年): 韓國에 現存하는 몇 個의 水文學的 公式에 對한 批判, 農業土木學會誌 2 (2) (p.19~26)
  17. 朴成宇(1964年): 韓國에 있어서 諸水文構造物의 設計基準을 주기 爲한 水文學的研究 農工學會誌 1(1) (p.49~69)
  18. 朴成宇, (1966年): 諸 水文構造物의 設計基準을 주기 爲한 水文學的研究(流去, 洪水編) 農業土木學會誌 8(1) (p.3~26)
  19. 朴成宇(1968年): 韓國河川의 流況에 關한 研究 農工學會誌 5, (p.77~87)
  20. 瀨口昌洋, 田中宏平, 戶原義男(1974年): 基底流出에 關한 基礎的 研究(I) 日 九大農學藝誌 29 (p.117~129)
  21. 瀨口昌洋, 田中宏平, 戶原義男(1977年): 基底流出에 關한 基礎的 研究(II) 日 九大農學藝誌 32 (p.57~64)
  22. 瀨口昌洋, 田中宏平, 戶原義男, 四斤所四男美(1979年): 山地 小流域에 關한 基底流出成分의 解析, 日 農論集 82 (p.15~24)
  23. 徐承德(1975年): 流域特性에 依한 合成單位圖의 誘導에 關한 研究, 農工學會誌 17(1) (p.16~28)

## 唐山大地震

農業振興公社 試驗所

金 周 範

1976年에 中共 唐山을 强打한 地震의 詳細한 內容은 美國과 中共사이의 技術相互 交換으로 竹의 帳幕을 깨뜨리고 흘러 나오게 되었다. 이 唐山地震으로 因하여 約 75名萬이 死亡 하였으며 가장 規模가 컸던 것은 1556年 1月 24日 中共의 샤안시성(Shaanxi)에서 일어난 것으로 無慮 83萬名이나 死亡 하였다. 캘리포니아 技術協會의 George W. Housner 氏가 引率한 12名의 地震學者들이 美·中共科學協力計劃에 依하여 1979年 7月에 中共을 訪問하여 被害에 對한 資料를 얻게 되었는데 이 資料들은 直接調查하여 얻은 것이 아니고 技術報告書 또는 中共學者들과의 談話를 通하여 얻어진 것들이다.

Richter Scale로 7.8을 나타낸 이 地震은 1976年 7月 28日 午前 3時 43分에 北京에서 南東쪽으로 約 160km에 位置한 産業都市인 唐山을 强打하였고 몇번의 餘震까지 있었으며 그 被害는 實로 悲慘한 것이었다.

唐山에서 建物中 完全崩壞된 것이 33%, 部分破壞가 24%, 若干의 被害를 입은 것은 42%이며 被害를 全혀 입지 않은 것은 不過 1%밖에 되지 않았다. 電探學者인 Henry J. Degenkolb는 앞으로는 地震에 견디는 變型壁(Shear Wall)을 갖인 建築構造가 要望된다고 말하였다.

한편 高速道路에서는 231個의 橋梁이 被害를 입었으며 그中 20個는 完全崩壞되었고 道路鋪裝의 被害는 總延長 227km나 되며 鐵道에 있어서는 480km나 被害를 입었다.

100 ha-m 以上을 貯水하는 40個의 土堰堤와 800km에 達하는 河川堤防이 被害를 입었으며 23,800km<sup>2</sup>에 넓은 面積에 걸쳐 液化現象이 發生하였다. 그런데 異常한 것은 이 都市는 中共에서 제일 큰 石炭鑛이 있는데 炭鑛內에서는 단 한 사람도 죽지 않았으며 人口의 30~40%가 地上에서 죽었다고 알려졌다.

(ENR, June 21, 1979에서)