

※ 韓國河川의 初期損失 雨量과 減水曲線에 대한 研究

東亞大學校 教授 : 金 熙 鍾
東亞大學校 博士課程 : 金 裕 燦
東亞大學校 碩士課程 : 金 一 龍

I. 序 論

流量解析은 河川計劃이나 上下水計劃에서 없어서는 안될 水文學上 重要한 事項임은 말할 餘가 없다. 國內에서도 流出量 解析을 위하여 Nakayasu 公式의 修正¹⁾ 성과 合理式에 대하여 單位²⁾ 尺³⁾ 中 특히 綜合單位⁴⁾ 尺⁵⁾ 中과 尺⁶⁾ 中⁷⁾ 尺⁸⁾ 中에 대한 研究가 많이 進行되⁹⁾ 었다. 이들 大部分은 降雨量으로 수취 地点의 流出量을 解析한 것이다.

필자의 생각으로는 降雨量中 初期損失量을 除外한 雨量의 流出에 影響을 미칠 것으로 생각됨으로써 各地点의 初期損失量을 求하고 主로 降雨가 終止 후 減水曲線의 變遷¹⁰⁾ 的인 것이다. 減水係數 K는 하곡에 所在 水位 變化를 表示하는 變數이고 Barner의 研究에서 減水曲線에 대한 것을 볼 수 있다.

I. 水文資料

- 1> 雨量資料 (附錄 1 參照)
- 2> 水位資料 (附錄 2 參照)
- 3> 河川密度

河川密度는 어떤 流域內의 支川의 多少를 表示하는 率의 指數로서 Neumann의 方法으로 求했으며, 1:250,000 地形圖에서 <表 2-1>과 같은 結果를 얻었다.

4> 流域平均傾斜

流域平均 傾斜은 Horton의 方法으로 1:50,000 地形圖를 利用하여 計算하여 結果는 表 2-1과 같다.

5> 河川形狀係數

Horton의 方法으로 <表 2-1>과 같다.

區分 \ 地名	이속점	상안리	무성교	현령교	예림교	합계(%)
河川密度 (km/km ²)	0.268	0.366	0.550	0.463	0.599	0.499
形狀係數 (km ² /km ²)	0.2428	0.239	0.1771	0.119	0.196	0.266
平均流域傾斜 (rad)	34.0	34.2	35.2	37.1	35.6	35.1

<表 2-1> 各流域의 河川密度, 形狀係數 및 流域平均傾斜

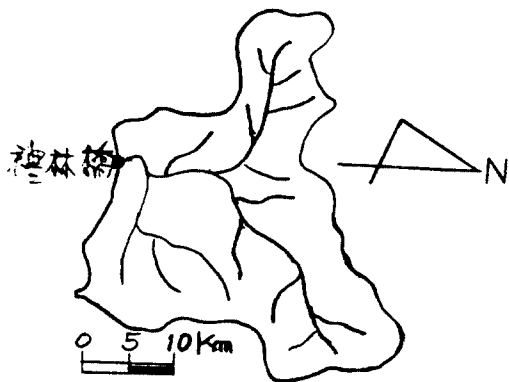
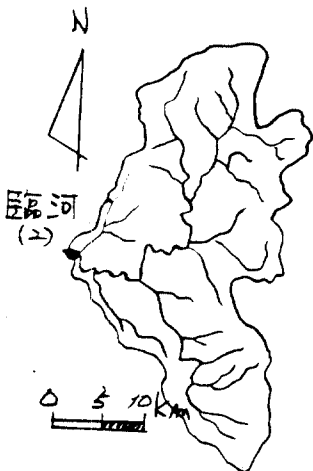
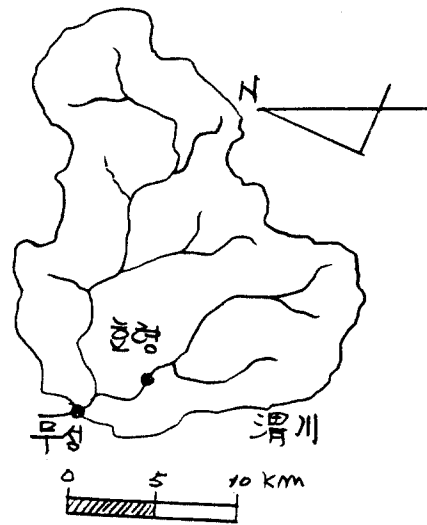
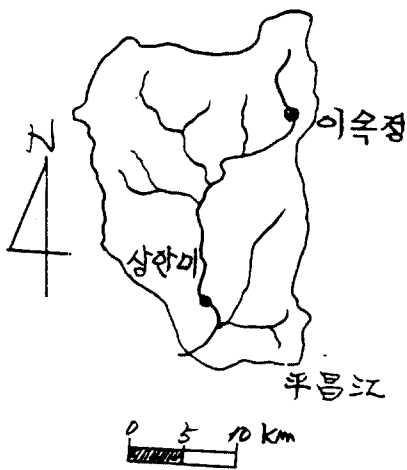
II. 対象流域

減水曲線이 流域固有의 曲線으로 생각되어서는 것에서 우리(이 曲線은 經年變化가 거의 없다) 流域의 地下構造, 地質 및 그것들을 기초로 하여 形成되는 地形 등과 密接한 關係가 있는 것이라고 생각된다.

이러한 各 觀測地域은 平昌江(상안리, 이속점) 地點과 渭川(武城橋, 孝令橋) 地點, 臨河(2), 禮林橋

地点등 6個의 水位觀測地点을 各流域, 各觀測地点 上流에 木利用이 行해졌으나 比較적 Dam 및 取水의 影響이 작은 地点을 選擇했다.

各流域의 流域圖는 <그림 3-1> 이다. 그리고 各觀測地点의 流域面積은 <表 3-1>에 있다.



<그림 3-1> 流域圖

水位観測地点	이곡점	상안머	우성교	호령교	여림교	임하(2)
流域面積(km ²)	56	382	473	151	1331	1378

<表 3-1> 各地点의 流域의 面積

IV. 初期 損失

降雨의 初期 損失은 보통 直接 流出이 始作할 때 까지의 降雨分을 말하는 것으로 이것은 流域의 皮覆 狀態 새지 土壤 構造에 關係하는 것 뿐만 아니라 流域에 있어서 初期 保濕 狀態에 크게 左右 된다.

指標로서 初期 無降雨 日數 또는 基底 流量을 알 할 수 있으며, 在本論文에 있어서 初期 損失量이 基底 流量과 相関되는 것을 생각하여 誘導한다.

日本의 立神⁹⁾氏는 初期 損失을 구하는 式을 다음과 같이 示해내고자 했다.

$$I_d = -\alpha \cdot q_a + C$$

여기서 I_d : 초기손실 (mm)

α, C : 流域의 特性과 季節에 對한 常数

q_a : 基底 流量 (m³/sec)

따라서 初期 損失 雨量을 立神氏의 公式을 使用하여 α 와 C 를 求하였다. 그리고 初期 損失 雨量과 基底 流量 (初期 流量)을 <表 4-1>에서 示해었다.

<이 목 정>

年.月.日	I ₀	q _a
83.6.19	13.8	1.21
83.7.14	13.5	2.11
83.7.19	5	4.01
84.6.18	8.1	5.68
84.7.2	13.5	2.16
84.8.14	11.4	2.42
84.8.20	12.6	2.46

<상 안 미>

年.月.日	I ₀	q _a
83.7.13	9	36.18
83.7.19	12.7	31.18
83.8.2	8.3	41.5
84.6.17	11.7	136.68
84.6.19	13	31.44
84.8.14	16	22.43
84.8.21	14.8	34.54

<무 성 교>

年.月.日	I ₀	q _a
82.8.13	13.9	0.065
82.8.27	14	0.016
84.7.4	14	20.08
84.7.7	11.8	118.13
84.8.2	6.2	68.18
85.7.6	5.1	633.38
85.9.15	11.2	643.24
85.9.18	11	107.3

<홍 령 교>

年.月.日	I ₀	q _a
83.7.22	8	5
84.7.4	13.1	0.13
84.8.26	9.1	0.18
84.9.2	11.1	31.16
85.9.15	10.9	1.926

<여 름 교>

年.月.日	I ₀	q _a
82.8.12	25.6	0.053
83.7.22	11.5	35
84.7.4	15.8	5.66
84.7.7	4.8	260.
84.7.22	18.5	4.115
84.9.2	8.5	45.47

<일 하 (2)>

年.月.日	I ₀	q _a
82.8.13	12.1	14.82
82.8.21	11.1	11.21
83.6.20	8.1	34.18
83.7.20	5.6	110.21
84.7.4	21.6	17.34
84.8.21	18.2	3.68
84.8.26	11.1	34.51
84.9.2	11.1	32.22
85.5.5	12.4	10.21
85.8.15	15	14.42
85.8.18	6.2	86.42

<表 4-1>各地点의 初期損失雨量과 基存流量

V. 減水曲線

減水曲線은 主要 降雨이 끝난 후에 일어나는 것이다. 따라서 이 曲線은 하루에 모인 물이 빠져나가는 狀態를 表示하는 것인데 流域 特性을 나타내는 것으로 생각된다.

減少部의 變曲點 ($t=t_0$ 에서 $Q=Q_0$) 以後의 流量에 대해서는 다음 형태로 表示된다.

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}, \quad Q = Q_0 \cdot k^{t-t_0}$$

$$e^{-\alpha} = k$$

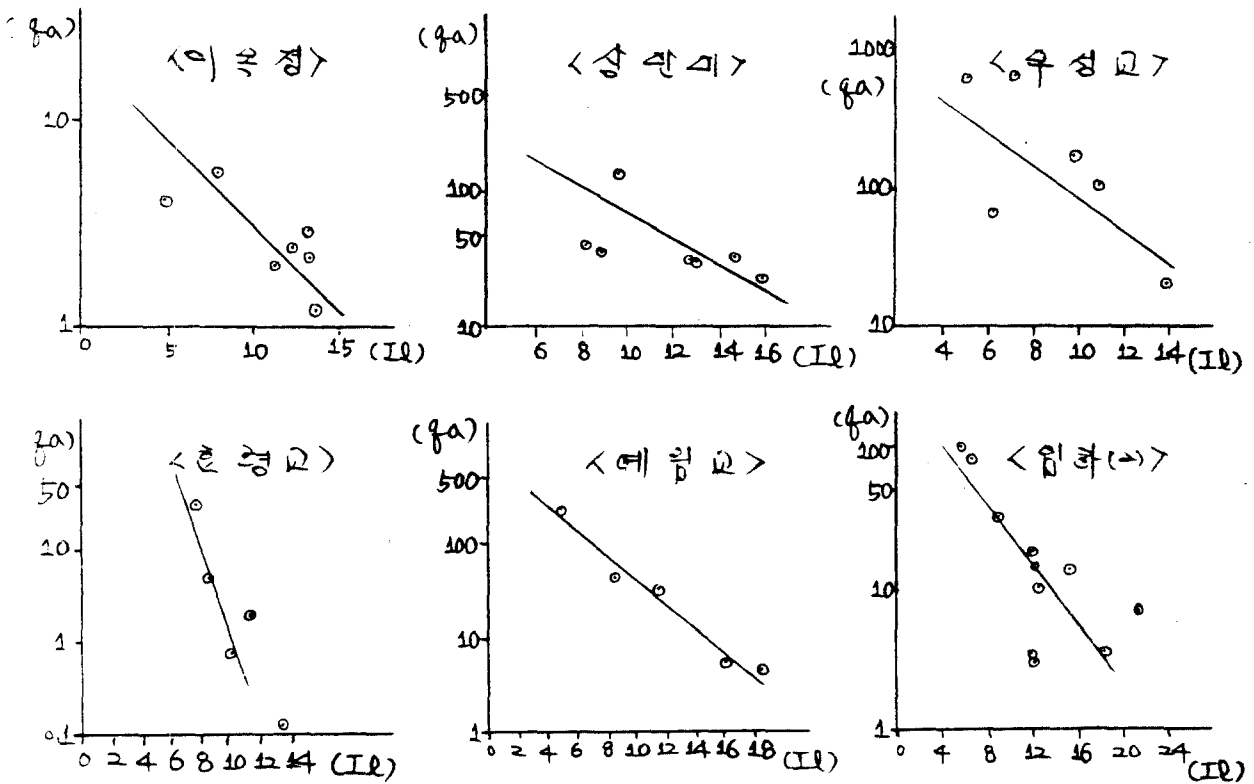
여기서 k 를 減水常數라 한다. 그리고 減水常數 k 는 減水部의 流量의 大小에 영향을 받는다. k 값은 대략 1에 한 값을 갖는다.

VI. 考察

II-1) <表 4-1>을 片對數 方眼紙에 圖示하면 <그림 6-1>과 같고 그리고 여기에서 이것을 最小自乘法으로 하면 다음과 같은 式을 얻을 수 있었다. (表 6-1 參照)

의곡점	$I_d = -4.508 \ln q_a + 15.811A$
삼안미	$I_d = -12.62 \ln q_a + 56.0A$
우성교	$I_d = -0.652 \ln q_a + 12.152$
호령교	$I_d = -1.077 \ln q_a + 10.445$
예림교	$I_d = -2.4A \ln q_a + 18.633$
읍하(하)	$I_d = -4.14 \ln q_a + 25.008$

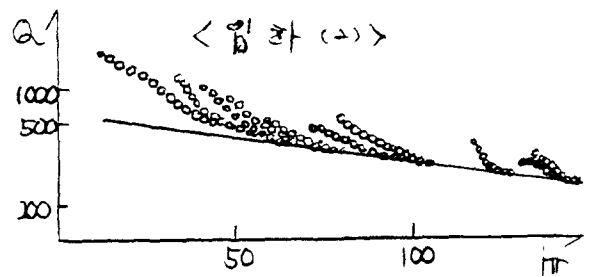
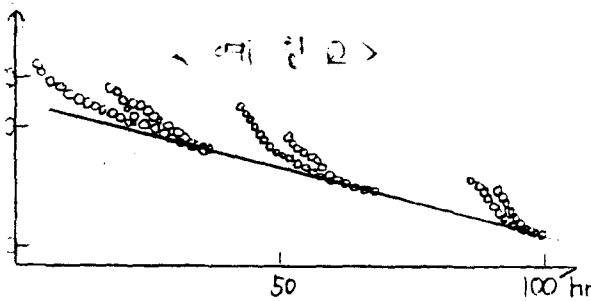
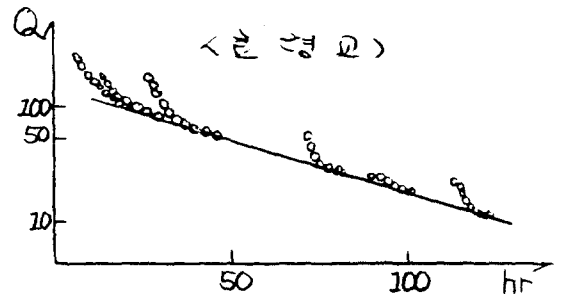
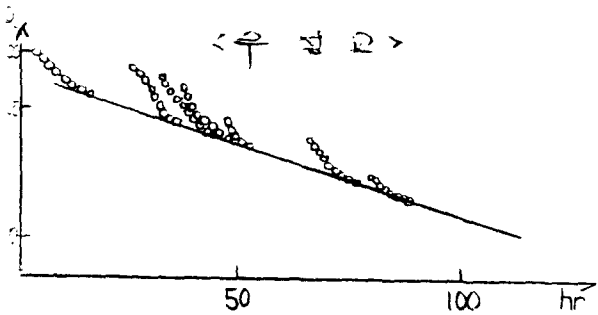
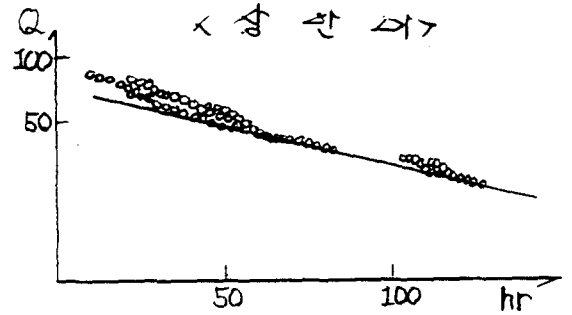
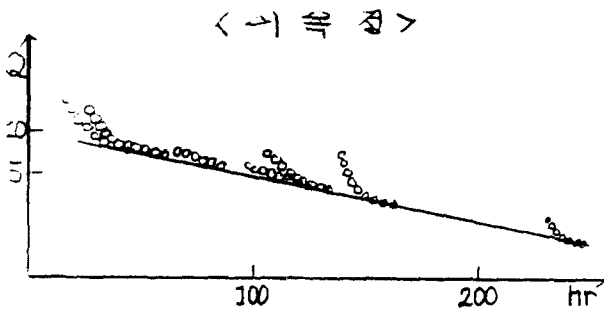
<表 6-1> 各 地點의 損失式



<그림 6-1> 初期損失雨量과 基底流量과의 相関圖

그리고 各各의 相関係數는 $r=0.74, 0.83, 0.77, 0.63, 0.68, 0.69$ 이며 尤分布의 信賴度를 구했더니 全로 95% 이상이다. 그러므로 初期損失雨量은 基底流量에 密接한 關係를 나타내는 것으로 보인다.

Ⅱ-2) 減水流量을 時間에 對한 水文曲線으로 나타내면 <그림 6-2>와 같은 減水曲線이 나타난다.



<그림 6-2> 各地域의 減水曲線

本 研究에서 減水曲線의 作成方法은 流量觀測 地点에 있어서 長期間 流量資料에서 어떤 降雨을 거쳐 다음 降雨量의 영향이 사라지기 까지 가능한 間 경우의 水文曲線을 추출하는 것이 첫 단계이고 이러한 水文曲線의 減水部를 가장 流量이 작은 것 부터 차례로 片對數方眼紙에 Plotted 하여, 通常 水文曲線의 下側 包絡線상의 同流量 점에 一致시키는 듯이하여 차례로 流量이 큰 쪽으로 Plotted 한다.

이와 같이하여 얻은 曲線群 下側의 包絡線이 減水曲線이 된다.

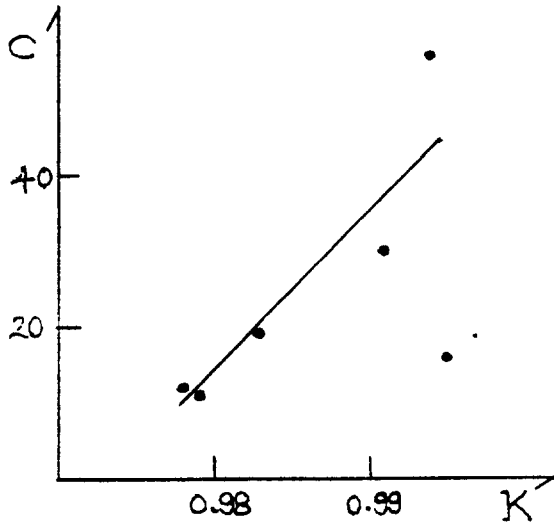
이 直線部를 最小自乘法에 依하여 流量 Q 를 구하면 表 6-3> 와 같은 結果를 얻을 수 있다.

이 속정	$Q = 198.18 \cdot e^{-0.0050(t-t_0)}$
삼반이	$Q = 175.75 \cdot e^{-0.0059(t-t_0)}$
우정교	$Q = 175.77 \cdot e^{-0.0022(t-t_0)}$
흥영교	$Q = 144.81 \cdot e^{-0.0210(t-t_0)}$
예림교	$Q = 100.86 \cdot e^{-0.0168(t-t_0)}$
임하(2)	$Q = 647.58 \cdot e^{-0.0086(t-t_0)}$

<表 6-3> 各地域의 減水流量

그리고 初期損失雨量 (或 減水係數 k 와 關係를 檢討하면 이것은 各 流域 特性 係數이므로 片對數方眼紙에 Plotted 하면 相關度는 $r = 0.82$ 이며 尤 分布 信賴度는 95% 以上이며 이것은 各 流域의 物理的 特性을 나타내는 固有 因자들이므로

相関關係가 淸은 것이다. <그림 6-3>은 k와 C의 상산 관계를 나타낸다.

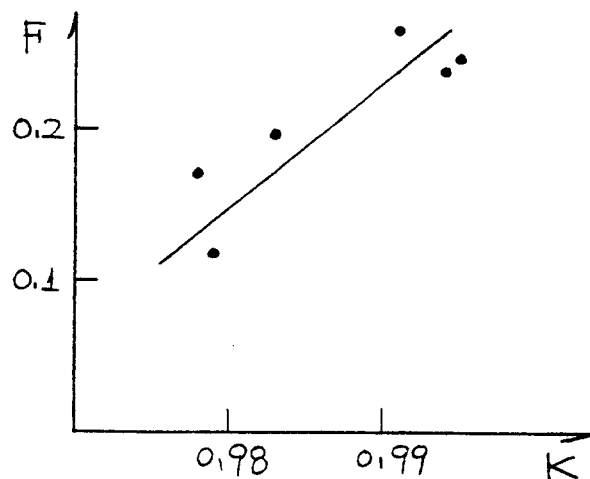


<그림 6-3> k와 C의 相関圖

Ⅱ-3) 流域의 形狀係數와 減少係數와의 相関關係를 Plot하여 <그림 6-4>와 같이 나타내어 이들의 相関關係는 密接하다 할 수 있다.

($r = 0.93$, t分布의 信賴度는 95% 以上)

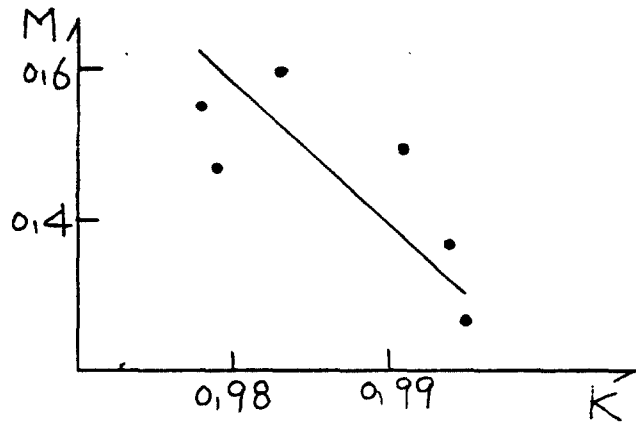
<그림 6-4> 流域의 形狀係數와 減水係數와의 相関關係



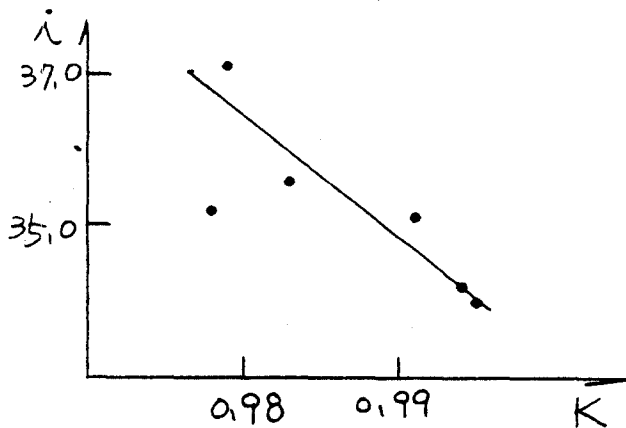
II-4) 減水係數와 河川密度와의 相關關係를 Plot 하면 <그림 4-5>와 같다. 그리고 이따의 相關係數 $r=0.83$ (尤分布의 信賴度는 95%以上) 이며 이들은 各流域의 物理的 特性을 나타내므로 流域의 固有 數이다.

II-5) 減水曲線에서 減水係數 K 와 流域平均 傾斜와의 相關關係를 Plot 하면 <그림 4-6>와 같다.

그리고 이들의 相關係數 $r = 0.82$ 이다.



<그림 4-5> 減水係數와 河川密度와의 相關關係圖



<그림 4-6> 流域平均 傾斜와 減水係數 K 와의 相關度

그리고 尤分布의 信賴度는 95%以上이다.

그러므로 이들은 相關關係가 成立 된다.

Ⅶ. 結 論

1. 各水系의 流域의 初期損失雨量과 基底流量은 相關性을 갖고 있다.
2. 各流域의 初期損失의 常数 C 或과 減水係數 K 의 相關性은 이들 각 流域의 特性因子를 이므로 相關性을 보여주고 있다.
3. 各流域의 河川密度와 減水係數는 相關性을 보여주고 있다.
4. 各流域의 減水曲線의 減水係數 K 와 流域 平均 傾斜과의 關係는 尤分布의 95% 以上 信賴度를 보여준다.
5. 流域의 形狀係數와 減水係數 K 는 좋은 相關 關係를 보여 준다.
6. 流域의 物理的 性質인 地形 및, 地質을 나타내는 特性因子들과의 定量的 結合可能性을 볼 수 있리라 생각 되어진다.

Ⅲ. 參考文獻

- 1). 3). 4) : 金熙鏞 : "洪水量測定에 關한 研究 (I)" : 東亞大學校 附設 環境問題 研究所 研究報告 第9卷 第1號 pp 78~87
- : 南宮達 : "斯留函數法과 그 應用에 關한 基礎的 研究" : 韓國農工學會誌, VOL 26, NO3, 1984

:佐藤勝夫：“洪水流出計算法”：山海堂
1982. pp 138~142. pp 179~204

2): 金熙鍾：水文学：東明社 pp 111~115

5): 金熙鍾：河川工学：東明社. pp 110

6). 7). 8): 金熙鍾：河川工学：東明社, pp 9,
pp 11, pp 17

9). 10): 金熙鍾：水文学：東明社, pp 163
pp 162

11). 12): Limuoin L. Chao: "Statistics Methods
& Analyses" pp 360 pp 303.

附錄 1. 降雨資料 (建設部. 釜山地方國土
管理廳. 及漢江洪水統制所 資料
利用)

○ 各流域의 雨量觀測所에서 記錄된 時間
雨量을 利用, Thiessen 法에 依해 各流域
平均雨量을 求했다.

○ 各地域別 雨量觀測所

1) 平昌江 (83~84) : 가평, 신리, 유천, 계촌, 수동
등계, 응전, 흥정, 계성, 방림
재화.

2) 渭川 (82~83) : 언취, 룡정, 대룡, 고계, 우부, 상
사부, 의흥, 화수, 신령, 수산

3) 禮林橋 (82~83) : 은운, 산내, 자린, 신천, 상북
창경, 영산

4) 臨河 (2) (82~83) : 입하, 영양, 진보, 관안, 청송, 부합
수비, 읍등, 재산

附錄 2 : 水位資料 (建設部 釜山地方 国土管理
廳, 및 漢江 洪水 統制 所 資料 利用)

• 各 觀測 地點 에 서의 時間 水位를 利用 하여 流量을 推算 하여 다음은 各 地點의 Rating-Curve 이다. 그리고 禮林橋 및 臨河(1) 地點의 84, 85 年度 Rating-Curve 는 83 年度 것을 使用 하였다. (이 Rating-Curve 는 洪水 量 測定 調査 報告書 와 國際 水文 開發 計劃 (IHP) 代表 流域 研究 調査 報告書를 參照 하였다.)

• 이곡점: 83년 $Q = 24.0364 H^{2.3464}$
84년 $Q = 24.384 H^{2.371}$

• 상안곡: 83년 $Q = 52.3232 H^{2.364}$
84년 $Q = 58.498 H^{2.4363}$

• 무성교: 82년 $Q = 162.93 (H - 1.58)^2$
83년 $Q = 160.038 (H - 1.408)^2$
84년 $Q = 172.318 (H - 1.301)^2$
85년 $Q = -285.67 + 137.32H + 35.07H^2$

• 흘령교: 83년 $Q = 117.8 (H - 1.57)^2$
84년 $Q = 108.866 (H - 1.555)^2$
85년 $Q = 117.33 - 160.5AH + 577.85H^2$

• 예령교: 82년 $Q = 85.099 (H - 0.625)^2$, ($H = h+1$)
83년 $Q = 18.434 H^{2.742}$, ($H = h+1$)

• 입하(2): 82년 $Q = 45.5 - 117.7H + 73.94H^2$
83년 $Q = 17.804 (H - 0.406)^2$