

農業用 貯水池의 流域 特性因子와 尖頭流量과의 相關分析

徐承德 · 宋二鎬 · 金活坤

慶北大學校 農科大學 農工學科

Correlation-Analysis between Characteristic Factors of Watersheds and Peak flows in the Irrigation Reservoirs

Seung Duk SUH · Yi Ho SONG · Hoal Gon KIM

Dept. of Agricultural Engineering, Coll. of Agriculture,
Kyungpook National University.

Abstracts

The purpose of this study is to develop regression equations between peak flow and physical characteristic factors of watersheds.

112 irrigation reservoirs located in South Korea which are equal or larger than 200 has. in the irrigation area, are used in the analysis of this study.

The results obtained from this study are as follows.

1. The results of correlation analysis of the relationships among the characteristic factors of the watersheds have been derived high significances.

2. Relationship between the peak flow and the simple correlation analysis of physical characteristic factors of the watersheds has been derived low significance.

3. The result of the multiple regression analysis between the peak flow and four physical characteristic factors of watershed such as watershed area, main stream length, average slope of main stream and elevation of reservoir are shown as the equation ; $Q_{100} = 66.43A^{0.869}L^{-0.536}S^{0.456}H_s^{-0.122}$ ($r=0.838$)

I. 緒 論

물은 모든 生物에 있어서 가장 重要한 自然 資源이다. 우리나라는 年平均 降水量 1,159mm 중 2/3가 雨期인 6~9월에 偏重되어 있어 이로부터 發生되는 洪水와 乾期の 旱魃을 豫防하기

위한 治水事業의 一環으로 여러 水利施設物을 設置하였으며, 이중 貯水池가 가장 큰 比重을 차지하고 있다. 이러한 貯水池의 築造는 背後에 놓여진 流域에 의하여 構造物의 規模가 決定된다.

本 研究는 全國에 分布된 貯水池 가운데 中

小規模의 流域內에서 灌溉面積 200ha 이상의 給水能力이 있는 112개 貯水池를 選定하여 流域의 物理的 特性因子와 再現期間別 尖頭流量을 算定하여 流域因子 相互間의 關係와 尖頭流量과 流域因子와의 關係를 分析하여 貯水池의 設計와 維持管理에 必要한 基礎資料를 提供하고자 遂行하였다.

II. 使用資料 및 分析方法

1. 使用資料

本 研究에 使用된 資料는 農地改良組合 管理下의 灌溉面積 200ha 以上되는 農業用 貯水池 중에서 京畿 13個, 江原 5個, 忠北 7個, 忠南 20個, 全北 13個, 全南 25個, 慶北 21個, 慶南 8個를 選定하여 濟州道를 除外한 全國의 112個 貯水池를 調査 對象으로 하였다.

使用資料의 調査를 위하여 現地 農地改良組合의 保管資料를 통하여 基礎資料를 蒐集하고 1:50,000 地形圖와 河川流域의 地相의 分析方法을 이용하여 流域의 各 因子 즉, 流域面積, 河川長, 流域의 周長, 河川 重心長, 主河川의 平均傾斜, 河川數, 支流總延長, 流域의 平均高度 등을 求하였으며 尖頭流量의 算定에 있어서 24時間 確率 降雨量은 建設部의 韓國確率降雨量圖를 利用하였다.

2. 分析方法

1) 尖頭流量의 算定方法

本 研究에서는 既存의 여러 尖頭流量推定方法 中 가장 널리 利用되고 있는 合理式에 의한 方法으로 求하였으며, 그 計算式은 다음과 같다.

$$Q=0.2778CIA \dots\dots\dots(1)$$

여기서, Q: 尖頭流量(m³/sec)
C: 流出係數
I: 降雨強度(mm/hr)
A: 流量面積(km²)

流出係數 C는 流域面積의 크기나 流域의 被覆特性에 따라 決定되는 常數로서 自然河川의

山地에서 適用되는 0.80를 使用하였다.

降雨強度 I는 Mononobe式을 使用하였으며 그 計算式은 다음과 같다.

$$I=\frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(2)$$

여기서, R₂₄: 24時間 確率降雨量(mm)
t_c: 洪水 到達時間(hr)

流域의 洪水到達時間 t_c는 河川의 上流部에 대해서는 Rizha 公式 中下流部에 대해서는 Kraven 公式을 使用하여 計算하였으며 그 公式은 다음과 같다.

Rizha 公式: 自然河川의 上流部(S≥1/200)에 適用되는 公式으로 다음과 같이 表示된다.

$$t_c=(0.0833 \frac{L}{S^{0.6}} \times \frac{1}{60}) \dots\dots\dots(3)$$

여기서, t_c: 洪水到達時間(hr)

L: 主河川長(km)

S: 流域出口點과 主河川을 따른 最遠點의 標高差(H)를 主河川長(L)으로 나눈(S=H/L)流域의 概略적인 傾斜

Kraven 公式: 自然河川의 中下流部(S<1/200)에 適用되는 公式으로 다음과 같이 表示된다.

$$t_c=(0.444 \frac{L}{S^{0.515}} \times \frac{1}{60}) \dots\dots\dots(4)$$

2) 流域因子間의 相關分析

流域面積과 主河川長, 流域面積과 流域의 周長, 流域面積과 支流總延長, 主河川長과 流域의 周長, 主河川長과 河川重心長, 主河川 平均傾斜와 流域의 平均高度와의 關係를 다음과 같은 關係式으로 誘導하였다.

$$Y=aX^b \dots\dots\dots(5)$$

여기서, a, b: 常數
X, Y: 流域因子

3) 流域因子와 尖頭流量과의 相關分析

各 流域因子 즉, 流域面積 A, 主河川長 L, 流域周長 CL, 主河川 平均傾斜 S, 河川重心長

Lca, 河川數 RN, 支流延長 TL, 水系頻度 Df, 水系密度 Dd, 流域平均標高 Em, 形狀係數 F, 河川密集度 C, 起伏量比 Hb를 獨立變數로 하고 尖頭流量을 從屬變數로 하여 相關分析을 實施하였으며 單純相關式의 一般形態는 다음과 같이 決定하였다.

$$Q_{100} = aX^b \dots\dots\dots(6)$$

여기서, Q_{100} : 再現期間 100年일 때의 尖頭流量(m^3/sec)

a, b: 常數

X: 流域因子

한편, 流域因子와 再現期間 100年일 때의 尖頭流量 Q_{100} 를 從屬變數로 하고 流域因子를 獨立變數로 하여 多衆相關分析을 實施하였으며 그 一般式은 다음과 같다.

$$Q_{100} = aX_1^b X_2^c X_3^d X_4^e \dots\dots\dots(6)$$

여기서, Q_{100} : 再現期間 100年일 때의 尖頭流量(m^3/sec)

a, b, c, d, e: 流域因子의 特性에 關聯되는 常數

X_1, X_2, X_3, X_4 : 流域因子

III. 結果 및 考察

112個 貯水池의 流域에서 流域因子間의 相關關係를 分析한 結果는 다음과 같다.

1. 流域因子間의 相關關係

1) Fig. 1은 流域面積과 主河川長과의 關係를 그래프로 나타낸 것으로 다음과 같은 相關式을 얻었으며 이 式으로부터 流域面積과 主河川長과의 關係를 쉽게 解析할 수 있다.

$$A = 2.131L^{1.019} \quad (r=0.797)$$

2) 流域面積과 流域의 周長과의 關係

Fig. 2는 流域面積과 流域周長과의 關係를 그래프로 나타낸 것으로 誘導式은 아래와 같으며 流域面積과 流域周長과의 關係를 解析함으로써 새로운 流域 解析에 도움이 될 것으로 思料된다.

$$A = 0.128CL^{1.645} \quad (r=0.963)$$

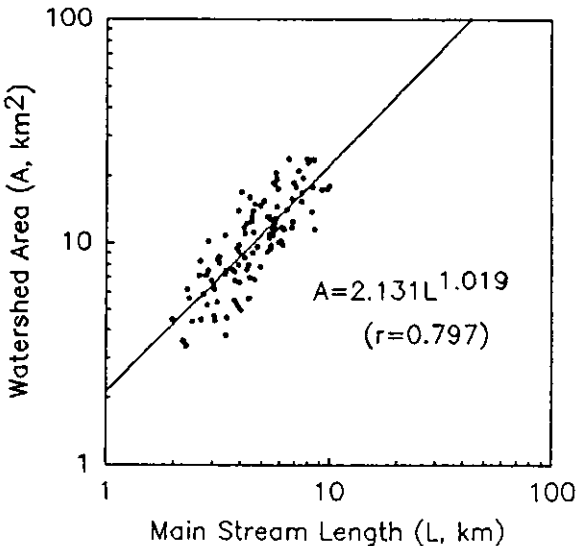


Fig. 1. Relation between watershed area and main stream length.

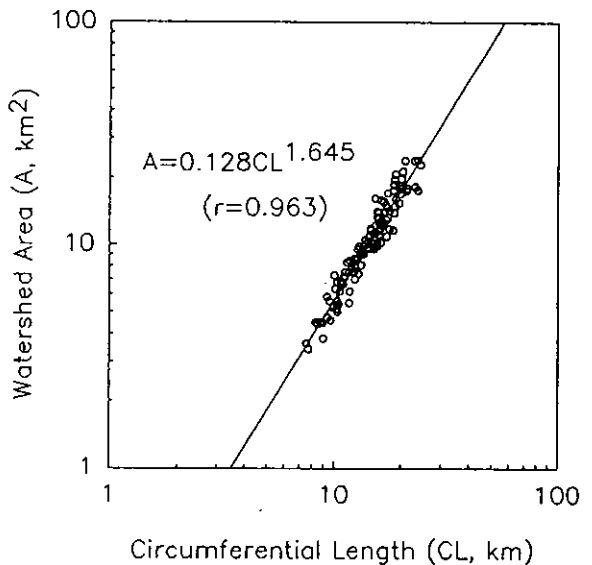


Fig. 2. Relation between watershed area and circumferential length.

3) 流域面積과 支流總延長과의 關係

流域面積과 支流總延長과의 關係는 Fig. 3과 같이 나타났고 그 關係式은 아래와 같으며 流域內의 河川分析에 參考가 될 것으로 期待된다.

$$A = 1.791TL^{0.698} \quad (r=0.847)$$

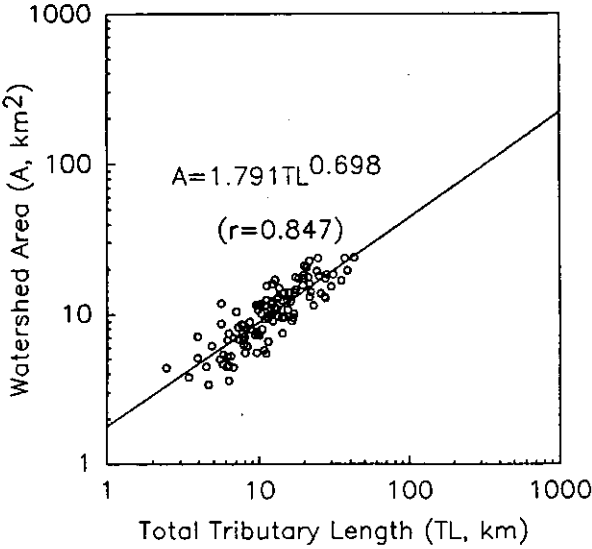


Fig. 3. Relation between watershed area and total tributary length.

4) 主河川長과 流域의 周長과의 關係

主河川長과 流域의 周長과의 關係는 Fig. 4와 같이 나타났고 關係式은 다음과 같다.

$$L = 0.213CL^{1.158} \quad (r=0.867)$$

5) 主河川長과 河川 重心長과의 關係

主河川長과 河川 重心長과의 關係를 그래프로 나타낸 結果 Fig. 5와 같이 나타났고 그 關係式은 아래와 같다.

$$L = 2.112Lca^{0.903} \quad (r=0.908)$$

6) 主河川長과 平均傾斜와 流域의 平均高度와의 關係

主河川長과 平均傾斜와 流域의 平均高度와의 關係는 Fig. 6과 같이 나타났으며 그 關係式은 아래와 같다.

$$S = 0.072Em^{1.060} \quad (r=0.782)$$

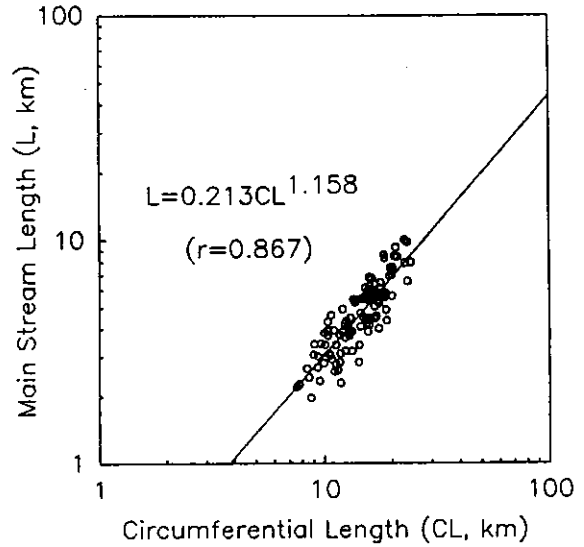


Fig. 4. Relation between main stream length and circumferential length.

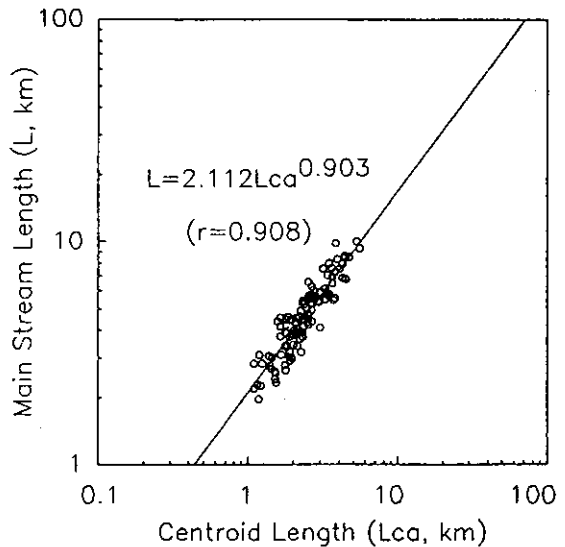


Fig. 5. Relation between main stream length and centroid length.

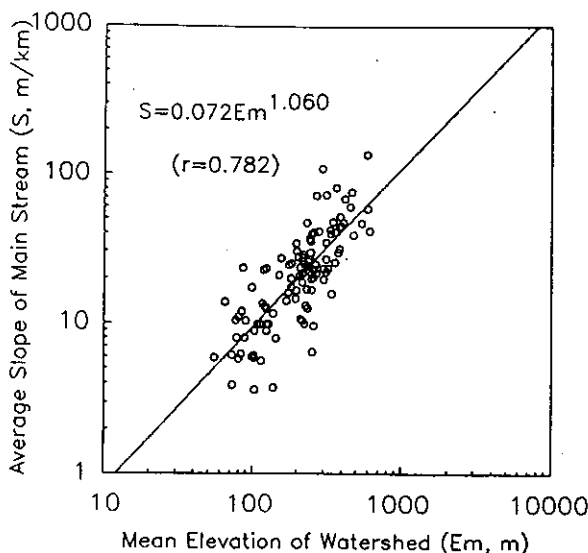


Fig. 6. Relation between average slope of main stream and mean elevation of watershed.

7) 流域의 單位特性

(가) 形狀係數와 河川密集度

形狀係數는 0.155~1.274의 範圍로 算出되었고 平均値는 0.532였으며 形狀係數가 크면 流路 延長에 比하여 그 나비가 넓고 流出期間이 짧아져 尖頭流量은 크게 나타나게 된다.

또 다른 河川形狀의 意味로 쓰이는 河川密集度는 0.631~0.955의 範圍로 나타났으며 平均값 0.795로 나타났다.

(나) 水系密度와 水系頻度

水系密度는 流域의 支流의 多寡를 나타내는 指數로써 0.473~2.127km/km의 범위로 나타났으며 平均 1.223km/km으로 流域面積 1km²에 河川의 本 支流의 延長이 1.223km를 所有하고 있는 것으로 解析되었다.

河川의 疎密狀態를 나타내는 水系密度는 0.194~2.239個/km²의 範圍로써 平均 0.882個/km²로 나타나, 流域 1km²內에는 河川의 數가 大略 1個程度 存在하는 것으로 解析되었다.

(다) 起伏量比

流域의 크기와는 關係없이 流域의 大體 傾斜

度를 나타내며 이는 地形上의 特性值로써 地表 流出의 合成研究에 利用되고 있으며 20.6~279.0m/km의 範圍로 平均이 97.8m/km로 나타났다.

(라) 流域의 平均高度

一般的으로 가장 널리 利用되고 있는 等高線 面積法에 의하여 平均高度를 求한 結果 55.0~610.1m의 範圍로 平均 228.5m로 나타났다.

(마) 主河川 平均傾斜

主河川 平均傾斜는 流域內의 流量의 規模· 流況 등 量的 變化에 影響을 주는 因子로서 山地 河川流域에서 가장 理想的인 河川區間長의 傾斜自乘法으로 求한 結果 3.6~133.9m/km의 範圍로 平均이 25.56m/km로 나타났으며 全國 貯水池 流域의 河川解析에 좋은 資料가 될 것이다.

2. 流域因子와 尖頭流量과의 相關分析

1) 再現期間別 尖頭流量의 關係

再現期間의 選擇에 있어서는 一般的인 排水 設計에 利用하고 있는 50年과 농업용 貯水池設計에 利用하는 100年 그리고 댐 設計에 利用되고 있는 200年을 選擇하여 再現期間別 尖頭流量의 關係를 分析한 結果 다음과 같은 相關式을 얻을 수 있었다.

$$Q_{100} = 1.096Q_{50}^{1.002}$$

$$Q_{100} = 0.986Q_{200}^{0.988}$$

여기서 Q_{50} , Q_{100} , Q_{200} 은 各各 再現期間 50年, 100年, 200年일때의 尖頭流量(m³/sec)이다.

2) 流域因子와 尖頭流量과의 關係

(가) 尖頭流量과의 各 流域因子와 單純相關關係

各 流域因子와 尖頭流量과의 單純相關分析을 한 結果 相關係數 $r=0.004\sim0.546$ 으로 比較的 낮게 나타났으며 하나의 流域으로부터의 流出 現象은 그 流域의 여러 因子에 複合的인 影響을 받는다^{11) 14) 15)}는 것을 確認할 수 있었다.

(나) 尖頭流量과 流域因子와의 多衆相關關係

再現期間 100年의 尖頭流量 Q_{100} 를 從屬變數로 하고 流域의 各 因子를 獨立變數로 하여 獨立變數의 數로 4個로 하여 最適 多衆相關關係

式을誘導한結果 다음과 같은式을 얻었다.

$$Q_{100} = 66.43 A^{0.869} L^{-0.536} S^{0.456} H_s^{-0.122}$$

($r=0.838$)

여기서, Q_{100} : 再現期間 100年의 尖頭流量
(m^3/sec)

A: 流域面積(km^2)

L: 主河川長(km)

S: 主河川의 平均傾斜(m/km)

H_s : 貯水池 設置點의 標高(m)

IV. 摘 要

全國 112個 貯水池를 對象으로 流域因子間의 關係 및 流域因子와 尖頭流量과의 關係를 調査·分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 流域面積과 主河川長, 流域面積과 流域의 周長, 流域面積과 支流總延長, 主河川長과 流域의 周長, 主河川長과 河川重心長, 主河川 平均傾斜와 流域의 平均標高와의 關係를 相關分析하여 相互間의 相關關係式을 誘導하였다.

2. 各 流域因子와 尖頭流量과의 單純相關分析 結果 相關係數 $r=0.004\sim0.546$ 으로 比較的 낮게 나타나 流域으로부터의 流出現象은 그 流域의 여러 因子에 影響을 받는다는 것을 確認할 수 있었다.

3. 流域面積, 主河川長, 主河川 平均傾斜, 貯水池 設置點의 標高를 獨立變數로 하여 尖頭流量과의 多衆相關分析을 實施한 結果 $Q_{100}=66.43 A^{0.869} L^{-0.536} S^{0.456} H_s^{-0.122}$ 인 相關式이 誘導되었다.

參 考 文 獻

1. 建設部, 1990. 國際水文開發計劃(IHP) 研究

報告書, pp. 3-1~3-96.

2. 建設部, 1988. 韓國確率降雨量圖.

3. 金熙鍾, 1985, 河川工學, 東明社.

4. 農林水産部, 農業振興公社, 1985~1989. 農業基盤造成事業統計年報.

5. 農林水産部, 農業振興公社, 1985. 水利施設物水源工一覽表.

6. 農水産部, 1982. 農地改良事業 計劃設計 基準(답변), 서울산업사, pp.139~155.

7. 朴成宇外, 1984. 應用水文學, 鄉文社, pp. 131~171.

8. 朴聖炫, 1991. 回歸分析, 民英社.

9. 徐承德, 1986. 河川流域의 物理的 特性과 農業用 貯水池의 內容積變化와의 相關關係 研究, 慶北大學校 論文集, Vol. 41, pp. 455~471.

10. 安相鎮, 李鍾衡, 1984. 貯水池 堆砂量과 流域因子와의 相關, 韓國水文學會誌, 17(2), pp. 107~112.

11. Alfred, R. Golze, 1977. Handbook of Dam Engineering, Van Nostrand Reinhold Company, pp. 142~147.

12. Chow, V. T., 1970. Handbook of a Applied Hydrology, McGraw-Hill Book Co., U. S. A., pp 8. 18~8.37.

13. Chow, V. T., 1969. Lab Study of Watershed Hydrology, Pro. Intenat. Hydrology Symposium.

14. Cordery, L., 1971. Estimation of Design Hydrographs for Small Rural Catchment, Jour. of Hydrology, 13, pp. 266~271.

15. Gray, D. M., 1926. Dervation of Hydrographs for Small Watershed from Measurable Physical Characteristics, Research Bulletin 506, pp. 517~528.