

逕流係數與逕流曲線值及坡度關係之研究

褚思穎⁽¹⁾ 謝平城^{(2)*} 林俐玲⁽³⁾

摘 要

目前台灣對於集水區內洪峰逕流量之推估，常採用合理化公式，公式中有關逕流係數之選定，由於水土保持技術規範中逕流係數參考表之訂定範圍過大，且僅以坡度予以分類，常令使用者在選用時感到疑惑。事實上，影響逕流係數之因子繁多且互為因果關係，實非單一簡易之分類表格所能涵蓋。此外，逕流係數直接影響逕流量之推估，對於工程施做規模之決策影響甚鉅，有鑑於此，本研究希望利用台灣地區一些小型試區之實測降雨-逕流數據資料，嘗試找出逕流係數與其主要影響因子間之關係。

本研究經以小型試區之實測降雨及逕流量資料，推估其相對應之 SCS 逕流曲線值(CN)，並將實測之逕流係數 C 與 CN 及試區平均坡度 $Slope$ 作線性迴歸分析，求得以下之迴歸公式：

$$C = -0.20 + 0.0095(CN) + 0.0016(Slope)$$

式中， C ：逕流係數

CN ：逕流曲線值 (Curve Number)

$Slope$ ：坡度 (%)

結果顯示逕流係數與坡度呈現正相關之關係，並與土地利用及土壤性質有關之逕流曲線值(CN)亦呈正相關之關係。

(**關鍵詞**：逕流係數、逕流曲線值、坡度)

Study on the Relationship among Runoff Coefficient, Curve Number and Slope

Szu-Ying Chu⁽¹⁾, Ping-Cheng Hsieh⁽²⁾, Li-Ling Lin⁽³⁾

Graduate Student⁽¹⁾, Associate Professor⁽²⁾ and Professor⁽³⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402.

ABSTRACT

At present, the rational formula is often applied to estimate the peak flow of a watershed in Taiwan. The determination of runoff coefficient of the rational formula is usually questionable

(1) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(2) 國立中興大學水土保持學系副教授

*通訊作者

(3) 國立中興大學水土保持學系教授

because the range of runoff coefficient is so big and it is classified by slope as shown in the Technical Regulation for Soil and Water Conservation. Actually, the factors influencing runoff coefficient are various and they affect each other. Runoff coefficient will directly affect peak flow and thus will affect the decision of the engineering construction scale. In view of this, we employ the rainfall and runoff data of some small experiment areas in Taiwan to find the relationship among runoff coefficient and other factors.

This research is aimed at estimating the corresponding SCS curve number (*CN*) to rainfall and runoff data of small experiment areas. Then the relationship among runoff coefficient (*C*), curve number (*CN*) and average slope of areas (*Slope*) is analyzed using linear regression. The regression equation is

$$C = -0.20 + 0.0095(CN) + 0.0016(Slope)$$

in which, *C* : runoff coefficient

CN: SCS curve number

Slope: average slope of small experiment area (%)

The result shows that runoff coefficient is related to average slope with positive correlation as well as curve number which describes the characteristics of land use and soil texture.

(Keywords : runoff coefficient, curve number, slope)

前言

近年來台灣地區頻受颱風侵襲，山坡地所在的河川上游集水區發生之各種土石流失及水患問題愈演愈烈。因此，對於山坡地各項土地利用之開發或變更，實有必要就整體集水區經營與管理之層面來考量，才能了解其水文動態對下游環境的影響，並進而檢討、改善山坡地水土保持之對策。而水文動態中造成現今土石嚴重流失問題的最主要因素即為「逕流」。

目前台灣對於集水區內洪峰逕流量之推估，常採用合理化公式，公式中有關逕流係數之選定，由於水土保持技術規範中逕流係數參考表(詳見表 1)內之訂定範圍過大，且僅

以坡度予以分類，因此常令使用者於選用時感到疑惑而流於主觀的選定。事實上，有國外學者研究指出(參見 Viessman(1989))：影響逕流係數之因子繁多且互為因果關係，實非單一簡易之分類表格所能涵蓋，更遑論選取值之精確度了。由於逕流係數直接影響逕流量之推估，對於工程施做規模之決策影響甚鉅，實有必要進行全面性的研修，以提供工程設計者之參採。為此，曾有國內學者嘗試仿照美國 SCS 曲線值法欲建立台灣地區的 *CN* 值表：早期盧惠生(1976)收集過去 20 年中，高雄鳳山園藝試驗分所、集集試驗所和新化畜產試驗分所等不同坡面處理與土地利用方式之大量降雨和逕流數據，建立直線迴歸方程式，並依逕流率區分逕流指數。爾後又於 1985 年，假設 *CN* 值(介於 1~100)，帶

入公式(12)求出最大潛在滯留量 S ，再由各試驗小區之實測降雨量 P 及以上所求得之 S 利用公式(8)估算逕流量 Pe' 。由不同試區與土地利用方式估算得知逕流量 Pe' 與實測逕流量 Pe ，經由標準偏差(Standard Error)、檢定係數(Calibration Coefficient)、累積差異(Mass Balance)、相關係數(R-square)及 F 檢定(F-test)後，以統計檢定結果誤差最小之上下限 CN 為最佳 CN 值範圍。近期陳鈺雯(2005)亦參考美國建立 CN 的方式，採用發生逕流當天與臨前五日以內總降雨量為臨前降雨指數(Antecedent Precipitation Index, API)，加上實測逕流量資料，經由率定和驗證來建立比較適合台灣地區使用的 CN 參考表。而本研究擬參考上述作法，針對集水區內各種土地利用型態進行相關資料蒐集與調查，並研擬各項影響逕流係數相關因子之評估方法，同時就現有逕流係數之選用參考表予以重新評估，研提更妥適之逕流係數選用值。

表 1. 逕流係數 C 值參考表(摘錄自水土保持技術規範, 2003)

| Table 1. Table of runoff coefficient C (From the Technical Regulation for Soil and Water Conservation) | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 集水區 狀況 | 陡峻 山地 | 山嶺 區 | 丘陵 地或 森林 地 | 平坦 耕地 | 非農 業使 用 |
| 無開發 整地區 之逕流 係數 | 0.75 ~ 0.90 | 0.70 ~ 0.80 | 0.50 ~ 0.75 | 0.45 ~ 0.60 | 0.75 ~ 0.95 |
| 開發整 地區整 地後之 逕流係 數 | 0.95 | 0.90 | 0.90 | 0.85 | 0.95 ~ 1.00 |
| 開發中 | 以 1.0 計算 | | | | |

理論分析

1. SCS逕流曲線值法

SCS 逕流曲線值法乃由美國土壤保持局(U.S. Soil Conservation Service)，即現今美國自然資源保育署(U.S. Natural Resources Conservation Service)之前身所首創。理論如下：(摘錄自王如意、易任(2003))

設 D 為土壤實際滯留量， S' 為潛在最大滯留量， P_e 為實際超滲降雨， P 為總降雨量，則

$$\frac{D}{S'} = \frac{P_e}{P} \quad (1)$$

參數 S' 仍不包含初期扣除量 (Initial abstraction)，對某一暴雨而言， S' 為一常數，如暴雨毫無極限持續，則 S' 可到達最大。且已知 $D = P - P_e$ ，則式(1)可改寫成：

$$\frac{P - P_e}{S'} = \frac{P_e}{P} \quad (2)$$

解式(2)，得

$$P_e = \frac{P^2}{(P + S')} \quad (3)$$

式(3)為不考慮初期扣除量之降雨-超滲降雨之關係。為由降雨中考慮初期扣除量，則式(1)成爲：

$$\frac{D}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (4)$$

式(4)中， I_a 為初期扣除量， $D \leq S$ ， $P_e \leq P - I_a$ ，參數 $S = S' + I_a$ ，則 $D = (P - I_a) - P_e$ 代入式(4)得：

$$\frac{(P - I_a) - P_e}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (5)$$

解式(5)，得：

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (6)$$

式(6)為考慮初期扣除量之降水-超滲降雨之關係。初期扣除量大部份包括截留、入滲、地表蓄存量，皆為逕流到達河川之前，初期發生之程序。美國土壤保持局求出一標準暴雨，並由試驗小集水區得一經驗關係為：

$$I_a = 0.2S \quad (7)$$

將式(7)代入式(6)得：

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (8)$$

式(8)為美國 SCS 方法由暴雨估計直接逕流所導出之降水-超滲降雨之關係。惟式中 S 值為未知，必須由土壤覆蓋條件決定之。土壤分類由 SCS 國家工程手冊(National Engineering Handbook)定出標準分為 A、B、C、D 四類。

土壤覆蓋依不同土地利用、耕作方式、水文條件及土壤種類而不同，SCS 依上述方式定出曲線號碼(Curve number)， CN ，其定義如下：

$$CN = \frac{1000}{10 + S} \quad (9)$$

$$\text{或 } S = \frac{1000}{CN} - 10 \text{ (in.)} \quad (10)$$

將式(9)與式(10)換算成公制單位，則

$$CN = \frac{25400}{254 + S} \quad (11)$$

$$\text{或 } S = \frac{25400}{CN} - 254 \text{ (mm)} \quad (12)$$

2. 多重迴歸分析

進行迴歸分析時，若影響應變數 Y 的變數不只一個時，則須以多重迴歸分析來解釋 Y 。茲將多重迴歸線性模式說明如下：(摘錄自王鼎(2001))

模式基本假設

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_{p-1} X_{ip-1} + \varepsilon_i, i = 1 \sim n$$

其中，

- (1) Y 為應變數
- (2) X_1, \dots, X_{p-1} 為自變數
- (3) $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{p-1}$ 為迴歸模式參數
- (4) ε_i 為誤差，且

$$E(\varepsilon_i) = 0$$

$$V(\varepsilon_i) = \sigma^2$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, i \neq j$$

樣本資料-資料矩陣

| I | Y_i | X_{i1} | X_{i2} | \cdots | X_{ip-1} |
|----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| 1 | Y_1 | X_{11} | X_{12} | \cdots | X_{1p-1} |
| 2 | Y_2 | X_{21} | X_{22} | \cdots | X_{2p-1} |
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| n | Y_n | X_{n1} | X_{n2} | \cdots | X_{np-1} |

模式矩陣表示式

$$\text{令 } \underline{Y} = \begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}_{n \times 1}, \quad \underline{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{p-1} \end{pmatrix}_{p \times 1},$$

$$\underline{X} = \begin{pmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1P-1} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2P-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nP-1} \end{pmatrix}_{n \times P}$$

$$\underline{\varepsilon} = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}_{n \times 1}, \quad \underline{0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}_{n \times 1},$$

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 1 \end{pmatrix}_{n \times n}$$

$$\text{則 } \underline{Y}_{n \times 1} = \underline{X}_{n \times P} \underline{\beta}_{P \times 1} + \underline{\varepsilon}_{n \times 1},$$

$$E(\underline{\varepsilon}) = \underline{0}, \quad V(\underline{\varepsilon}) = \sigma^2 I$$

Y_i的分配

$$(1) E(\underline{Y} | \underline{X} = \underline{x}) = \underline{x} \underline{\beta}$$

$$(2) V(\underline{Y} | \underline{X} = \underline{x}) = I \sigma^2$$

$$(3) \underline{Y} | \underline{X} \sim N(\underline{X} \underline{\beta}, I \sigma^2)$$

研究材料與方法

1. 研究材料

本研究參考前人文獻收集台灣地區小型試區的降雨與逕流資料以計算 CN 值及推估逕流量，試區地理位置如圖 1 所示，而各試區資料整理如表 2 與表 3。

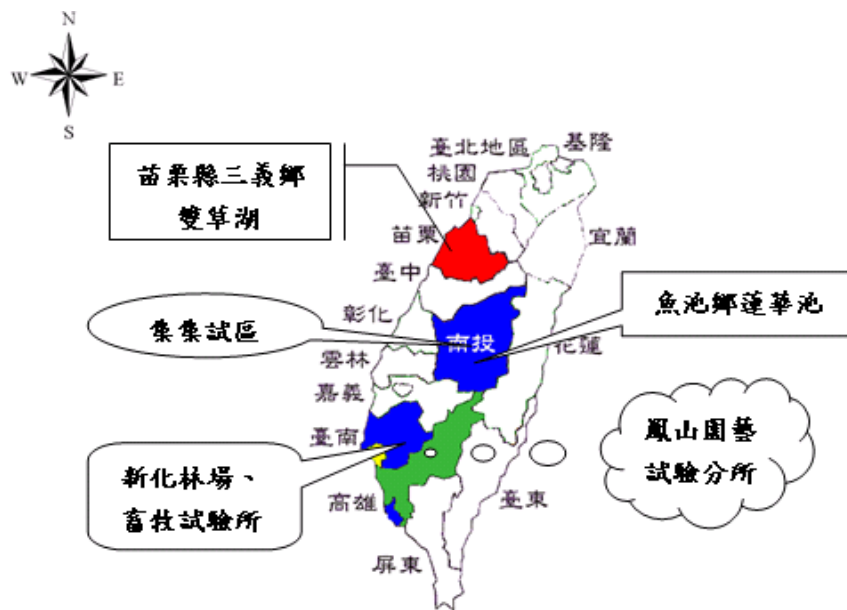


圖 1. 研究試區位置圖

Figure 1. The research locations

表 2. 鳳山園藝試驗分所資料(盧惠生, 1976)

Table 2. Data of Fengshan experiment area

| 試區 | 鳳山園藝試驗分所 | | | |
|-------------------|--|-------------------------------|--|--|
| | 鳳梨園 | 香蕉園 | 柑園(1, 2) | 荔枝園 |
| 果園類別 | | | | |
| 記錄時間 | 1957/05/24 ~1965/09/01 | 1965/05/21 ~1966/08/22 | 1967/06/12~1971/09/20(1) 1971/07/06~1974/08/28(2) | 1967/05/24 ~1974/08/28 |
| 土壤質地 | 粘質壤土 | 砂質壤土 | 砂質壤土(1) 砂質粘壤土(2) | 粘質壤土 |
| 試區面積 | 3m×16.67m | 5m×15m | 5m×15m(1) 3m×16.67m(2) | 3m×15m ~3m×24m |
| 坡度(%) | 20 | 35 | 35(1), 30(2) | 32~48 |
| 平均六日 降雨量(inch) | 3.66 | 2.13 | 4.34(1), 5.25(2) | 3.80 |
| 平均六日 逕流量(inch) | 0.48 | 0.40 | 0.68(1), 0.77(2) | 0.98 |
| 土地利用或 坡面處理方式 | 平台階段、等高 密植敷蓋稻草、 等高密植與疏植、 上下行疏植等 | 百喜草覆蓋、天 竺草覆蓋、稻草 敷蓋、淨耕區等 | 平台階段、百喜草 覆蓋、天竺草覆 蓋、戀風草覆蓋、 稻草敷蓋、淨耕 區等 | 戀風草草帶、內 斜式平台階段、 山邊溝、百喜草 覆蓋、戀風草敷 蓋及淨耕區等 |

註：1. 鳳山柑園有兩個試區。

2. 由於降雨與逕流資料甚多，無法全部刊錄，僅以各試區所有降雨事件發生逕流當日與臨前五日(六日)累積降雨與逕流量的平均值為代表。

表 3. 集集、新化與蓮華池試區資料

Table 3. Data of experiment areas in Chichi, Hsinhua and Lienhuachih

| 試區 | 集集香蕉園 (盧惠生, 1976) | 新化畜牧試驗分所 (盧惠生, 1976) | 新化林場 (曾仁宏, 1984) | 蓮華池試區 (林壯沛, 2003) |
|-------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 記錄時間 | 1967/08/01 ~1968/07/07 | 1971/08/09 ~1973/06/25 | 1981/07/18 ~1983/08/24 | 1992/04/02 ~1992/09/23 |
| 土壤質地 | 粘質壤土 | 砂質壤土、壤土 | 砂質壤土、砂土 | 砂質粘壤土 |
| 試區面積 | 6.6m×15m | 3m×40m | 0.5公頃 | 5m×10m |
| 坡度(%) | 23 | 28.6/32.5 | 27~37 | 20 |
| 平均六日 降雨量(inch) | 2.38 | 4.78 | 11.00 | 4.67 |
| 平均六日 逕流量(inch) | 0.76 | 0.69 | 4.84 | 0.46 |
| 土地利用或 坡面處理方式 | 天竺草、南非 鴿草、戀風草、 平台階段、草帶 法、淨耕區等 | 戀風草草帶、 山邊溝 | 林地 | 檳榔區、草 生區、杉木 區 |

註：新化林場之降雨事件為莫瑞、黛特及葛來拉等颱風，故平均六日降雨與逕流量比其它試區大。

2. 研究方法

本研究利用所蒐集之台灣現有的降雨—逕流資料，參照美國 SCS 曲線值法之公式(式(8)、式(12))如下：

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

式中：

P_e ：實際超滲降雨(mm)

P ：總降雨量(mm)

S ：集水區最大蓄水量(mm)

CN ：曲線值(Curve Number)

因本研究所蒐集之資料為降雨—逕流之實測資料，故為配合資料之需要，本計畫將上述之式(8)、式(12)推導並改寫如下：

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} = \frac{P^2 - 0.4PS + 0.04S^2}{P + 0.8S}$$

$$PP_e + 0.8P_eS = P^2 - 0.4PS + 0.04S^2$$

$$0.04S^2 - 0.4PS - 0.8P_eS - PP_e + P^2 = 0$$

$$0.04S^2 + [-0.4P - 0.8P_e]S + (P^2 - PP_e) = 0$$

$$S = \frac{\{(0.8P_e + 0.4P) \pm \sqrt{(0.8P_e + 0.4P)^2 - 0.16P(P - P_e)}\}}{0.08}$$

(正號不合)

$$\therefore S = 5(P + 2P_e) - 5\sqrt{(P + 2P_e)^2 - P(P - P_e)}$$

(13)

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$\frac{25400}{CN} = S + 254$$

$$\therefore CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (14)$$

將本研究蒐集之數據帶入上述公式(13)、(14)，可得每場暴雨相對應之曲線值(CN)。

結果與討論

本研究所蒐集之台灣現有觀測資料為在某一坡度下之降雨—逕流關係，因此可得逕流係數($C = P_e / P$)，再以逕流係數(C)為應變數，曲線值(CN)及該試區平均坡度($Slope$)為自變數，利用 MULTREG 軟體作迴歸分析，如此可獲得一線性迴歸公式，如下：

$$C = -0.20 + 0.0095(CN) + 0.0016(Slope) \quad (15)$$

式中：

C ：逕流係數

CN ：曲線值

$Slope$ ：坡度(%)

由上式可看出，逕流係數 C 與 SCS 逕流曲線值 CN 及坡度因子 $Slope$ 皆呈正相關，此關係與一般認知相符合，惟常數項為負值較有爭議，推究其原因，可能是本研究所蒐集之試驗試區皆為農作地，且大多有經過水土保持坡面處理，導致其逕流係數值較小所造成，這亦顯現出台灣地區基本資料的建立並不十分完整，常左右分析結果之良窳。

舉個應用例說明如下：

假設某工程欲將一山坡地開發成高爾夫球球場，該山坡地原土地利用分類屬林地，開發後則包含草地及不透水區域(建築物)，假定由該開發區之降雨-逕流資料代入式(13)、

式(14)，可得原林地 $CN=80$ ，開發後草地 $CN=85$ ，開發前後坡度不變皆為 38.14%，而開發後不透水區域佔總開發面積的 4.10%，將逕流曲線值(CN)和坡度($Slope$)帶入上述迴歸公式(15)求得逕流係數(C)，再運用合理化公式($Q = CIA$)求得逕流量(Q)，其中降雨強度(I)採用 25 年及 50 年重現期距，估算結果分別列於表 4、表 5。

將本研究計算結果與利用水土保持技術規範計算之結果作比較，比較結果如表 6、表 7 所示。由比較結果發現，本研究計算之結果較水土保持技術規範計算之結果為小。一般亦認為水土保持技術規範的逕流係數有高估之現象，因此本研究估算逕流係數之方法值得作為參考、應用。

表 4. 降雨強度 $I_{25}=133.51 \text{ mm/hr}$ 之集水區開發前、後逕流量推估

Table 4. Estimation of runoff before and after the development of watershed at $I_{25}=133.51 \text{ mm/hr}$.

| 土壤分類 | 土地利用型態 | CN | 開發前 | | | | | 開發後 | | | | |
|-------|--------|----|----------------|---------|--------|-------|-------------------|----------------|---------|--------|-------|-------------------|
| | | | 面積 A (m^2) | 百分比 (%) | 坡度 (%) | C_b | Q_b (m^3/s) | 面積 A (m^2) | 百分比 (%) | 坡度 (%) | C_a | Q_a (m^3/s) |
| B | 草地 | 85 | | | | | | 89.6904 | 95.90 | 38.14 | 0.67 | 22.286 |
| | 林地 | 80 | 93.5219 | 100 | 38.14 | 0.62 | 21.504 | | | | | |
| | 不透水區 | | | | | | | 3.8315 | 4.10 | - | 1 | 1.421 |
| Total | | | 93.5219 | 100 | - | - | 21.504 | 93.5219 | 100 | - | - | 23.707 |

表 5. 降雨強度 $I_{50}=147.52 \text{ mm/hr}$ 之集水區開發前、後逕流量推估

Table 5. Estimation of runoff before and after the development of watershed at $I_{50}=147.52 \text{ mm/hr}$.

| 土壤分類 | 土地利用型態 | CN | 開發前 | | | | | 開發後 | | | | |
|-------|--------|----|----------------|---------|--------|-------|-------------------|----------------|---------|--------|-------|-------------------|
| | | | 面積 A (m^2) | 百分比 (%) | 坡度 (%) | C_b | Q_b (m^3/s) | 面積 A (m^2) | 百分比 (%) | 坡度 (%) | C_a | Q_a (m^3/s) |
| B | 草地 | 85 | | | | | | 89.6904 | 95.90 | 38.14 | 0.67 | 24.625 |
| | 林地 | 80 | 93.5219 | 100 | 38.14 | 0.62 | 23.760 | | | | | |
| | 不透水區 | | | | | | | 3.8315 | 4.10 | - | 1 | 1.570 |
| Total | | | 93.5219 | 100 | - | - | 23.760 | 93.5219 | 100 | - | - | 26.195 |

表 6. 重現期距 25 年時洪峰流量推估法之比較

Table 6. Comparison of two estimation methods of peak flow at $I_{25}=133.51$ mm/hr.

| 項目 | 開發前 | | 開發後 | | 備註 |
|-----|-----------|----------------------|-----------|----------------------|----|
| | 逕流係數 C | 洪峰逕流量 (m^3/s) | 逕流係數 C | 洪峰逕流量 (m^3/s) | |
| 原算法 | 0.75 | 26.013 | 0.90 | 31.215 | |
| 本計畫 | 0.62 | 21.504 | 0.68 | 23.707 | |

表 7. 重現期距 50 年時洪峰流量推估法之比較

Table 7. Comparison of two estimation methods of peak flow at $I_{50}=147.52$ mm/hr.

| 項目 | 開發前 | | 開發後 | | 備註 |
|-----|-----------|----------------------|-----------|----------------------|----|
| | 逕流係數 C | 洪峰逕流量 (m^3/s) | 逕流係數 C | 洪峰逕流量 (m^3/s) | |
| 原算法 | 0.75 | 28.742 | 0.90 | 34.491 | |
| 本計畫 | 0.62 | 23.760 | 0.68 | 26.195 | |

結論與建議

1. 現今選用逕流係數時，常依水土保持技術規範建議的簡易表格加以個人的主觀意識判定其值。然而本研究突破現今一般的選用方法，以多重迴歸分析進行考量逕流係數的影響因子。
2. 研究結果發現：除了傳統上考量坡度為主要的影響因子以外，土壤質地及土地利用型態亦和逕流係數息息相關。本文以逕流曲線值 CN 來描述土壤質地及土地利用型態，分析結果亦十分合理。
3. 由於本研究所蒐集之資料皆為植生覆蓋良好且經由水土保持措施處理過之坡面，故所得之逕流量均偏小，導致逕流係數亦偏小。
4. 本研究所蒐集的數據來源不足，因此迴歸

所得之公式有範圍侷限，並不能適用於全台灣所有土壤、土地利用及坡度分佈，如：土地利用僅包含農耕地、草地及林地三種，且皆種植特定經濟作物；土壤分類僅有 SCS 四類土壤中的 B、C 兩類；而試區之平均坡度也只介於 20~40% 這個範圍。

5. 本研究不能適用全台所有區域，乃因台灣地區之實測降雨逕流資料來源實在有限，若能仿照國外將集水區或試驗試區所有實驗、實測數據皆統一整合起來進而建立資料庫，對於爾後的相關研究必有相當的助益。

謝誌

本文實屬「山坡地逕流係數選用值之研修」計畫之一部分，研究期間承蒙 行政院農

業委員會水土保持局補助經費，特此致謝！

參考文獻

1. 王如意、易任(2003)，應用水文學，國立編譯館。
2. 王鼎(2001)，統計學，鼎茂圖書出版有限公司。
3. 行政院農業委員會水土保持局(2003)，水土保持技術規範。
4. 林壯沛(2003)，「坡地種植檳榔對台灣中部山區集水區水文特性影響之研究」，國立中興大學水土保持學系博士論文。
5. 陳鈺雯(2005)，「逕流曲線值應用於農業非點源污染模式之探討」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
6. 曾仁宏(1984)，「坡地開發與逕流及沖蝕之相關性探討」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
7. 盧惠生(1976)，「鳳山、集集、新化坡地果園流失小區逕流指數之估測」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
8. 盧惠生(1985)，「坡地不同作物水土保持方法之逕流曲線指數」，中華水土保持學報，第十六卷，第二期，第 36~47 頁。
9. Raymond H. Myers(1989), *Classical and Modern Regression with Applications, 2nd ed.*, Duxbury Thomson Learning.
10. Viessman, Warren, Jr., Gary L. Lewis, and John W. Knapp(1989), *Introduction to Hydrology, 3rd ed.*, Harper and Row, N. Y.

96 年 03 月 23 日 收稿
96 年 04 月 27 日 修改
96 年 05 月 02 日 接受