

水庫濱水帶不同植群土壤沖蝕量調查分析 —以明湖水庫為例

林信輝⁽¹⁾ 吳錫融⁽²⁾ 彭心燕⁽³⁾

摘 要

台灣地區地勢陡峻且乾濕季分明，水庫水位變化大，使水庫蓄水區側邊坡常發生土壤沖蝕等問題。因此，爲了進一步探討水庫濱水帶植群與土壤沖蝕量之關係，本研究於南投縣明湖水庫選定三個調查林區(天然林區、人工林區及道路干擾林區)進行植生調查，並分別收集各調查區土壤沖蝕量，分析不同植生結構與土壤沖蝕量之關聯。以現地採集土壤沖蝕量(A)與估算之降雨沖蝕因子(R_m)、土壤沖蝕性指數(K_m)以及複合坡形公式(SLC_f)代入通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)反推求作物管理因子(C)值。人工林區植被以早期造林黑板樹與杉木爲主，而林下爲蕨類覆蓋，無裸露崩塌區域，故其作物管理因子(C)值爲最低；而天然林區由於上層植被持續演替更新，故造成部分林區形成裸露，其作物管理因子(C)較人工林區爲高，而道路干擾林區爲最高。

(**關鍵字**：水庫濱水帶、土壤沖蝕量、通用土壤流失公式)

Study on the Vegetation Type and Soil Erosion at the Reservoir Riparian Zone – A case of Min-Hu Reservoir

Shin-Hwei Lin⁽¹⁾ *Hsi-Jung Wu*⁽²⁾ *Hsin-Yen Peng*⁽³⁾

Professor, Graduate Student, Assistant, Department of Soil and Water conservation
National Chung Hsing University, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Due to the precipitous topography and distinct seasons is prone to variance of the water level in the reservoir in Taiwan, and it makes issues that the soil erosion frequently occurs on the side of the reservoir reserved area. Therefore, in order to further discuss the relation of the vegetation and soil erosion in the reservoir riparian. In the research, three forestry areas (natural forestry area, artificial forestry area and road-disturbing forestry area) in Min-hu Reservoir, which is located in Nan-tou County, are selected as the investigation regions. According to the different amounts of soil erosion

(1)國立中興大學水土保持學系教授

(2)國立中興大學水土保持學系研究生

(3)國立中興大學水土保持學系專任助理

in the three regions, the research carries out the analyses of the association between vegetation and soil erosion. Otherwise, the research also estimates the correlation between the vegetation structure and soil erosion. It puts the amounts of soil erosion collected in the fields, the estimated rainfall erosivity factor, the soil erosion index and the formula of multiple slope shape into USLE to acquire the cropping management factor (the value of C). The value of C is the lowest in artificial forestry area for the reason that it's vegetation was mainly afforested by *Alstonia scholaris* (L.) R. Br. and firs in an early phase, and the forestry below was covered by ferns, not uncovered landslide region anymore. And the value of C in natural forestry area is higher than in artificial forestry as a result that it keeps renewable succession at upper level vegetation, also makes part of the forestry form in uncovered area. However, the value of C is the highest in road-disturbing forestry area.

(**Keywords:** Reservoir Riparian, Soil Erosion, USLE.)

一、前言

水庫濱水帶(Riparian zone)係指水庫蓄水範圍，為連接乾燥灘地與濕潤水域具有生命力之綠帶，其可控制乾、濕區域間的水分、沉澱物與有機營養物之傳遞，並具備涵養水源、固結土壤、攔阻泥沙，過濾有毒物質與營養鹽，以及提升棲地廊道等功能(Muscutt *et al.*, 1993)。水庫濱水帶植生結構組成可區分為上冠層喬木植物與下冠層覆蓋植物，上冠層喬木具有固結土壤及涵養水源等功能，而下冠層植物則可攔阻泥沙及逕流，增加土壤入滲量等功能。

本研究分析植生結構差異與側邊坡沖蝕量之影響，就各研究調查區間不同植群類型與土壤流失量提出說明，並估算其作物與管理因子(C)值，冀望可瞭解水庫濱水帶自然及人為所造成的植生環境變化之差異，提出水庫濱水帶土壤保育功能之建議。

二、前人研究

植物社會生育地受五大因子影響，分別為氣候因子(氣溫、雨量、光照)、土壤因子(土壤性質、母岩)、地文因子(方位、地形)、生物因子(植相)及時間因子影響(林信輝，2001)。植物之生長深受土壤含水量、土養養分、溫度、光度、風、降雨量等環境因子所影響，然不僅植物受環境因子之控制，其本身亦有適應能力，甚至於可影響或改變局部之環境因子，因此植物生長之好壞，與植群型態之發展及環境因子是息息相關密不可分的，其中更以立地特性(土壤養分、土壤 pH 值、地形因子等)影響最為顯著。不同之土壤性質會造就不同之植群林相，而不同之植群林相亦會影響土壤性質之發展。

而針對植群組成與土壤沖蝕之相關性研究，林俐玲、胡自健(1998)，於日月潭魚池試區設置完全逢機試驗設計六種處理，二重複之水土保持措施因子(P)配合不同作物配置，現地量測土壤沖蝕量，並收集雨量資料，代入修正版通用土壤流失公式(RUSLE)，求得茶園不同水土保持處理下土壤流失量之評估，並推得阿薩姆紅茶一年生至十年生的覆蓋管

水庫濱水帶不同植群土壤沖蝕量調查分析-以明湖水庫為例：林信輝、吳錫融、彭心燕

理因子(C)值為 0.14 至 0.04 左右。林俐玲(1995) 收集國內資料針對不同作物耕地與標準試區之土壤流失量的比值，將所得 C 值整理列表如表 1。

表 1. 臺灣不同地表及植被狀況的作物與管理因子 C 值

Table 1. The cropping management factor (C) of different surface and vegetation in Taiwan.

地表及植被狀況	C 值
百喜草	0.01
水稻	0.10
雜作	0.25
果樹	0.20
香蕉	0.14
鳳梨	0.20
林地（針業、闊葉、竹類）	0.01
蔬菜類	0.90
茶	0.15
特用作物	0.20
檳榔	0.10
裸露地	1.00
水泥地	0.00
瀝青地	0.00
雜石地	0.01
水體	0.00
建屋用地	0.01

為未開發之山麓地帶，地勢較為陡峻，表土淺薄，有天然林區與部分人工林區栽植杉木、黑板樹與楓香；水庫右岸為縣道 131 橫貫，除道路經過外，右岸坡地大量開墾種植檳榔樹與果園，土壤缺乏有機質與地表覆蓋，表土亦較為淺。其土壤組成右岸淹水區以沖積土為主，而線道 131 以上至稜線則以崩積土為主要組成；明湖水庫左岸淹水區亦為沖積土組成，而保護林帶則為石質土。

(2) 氣候環境概述

明湖水庫位 300-500 公尺間之山坡地，屬於亞熱帶性山區氣候，其年降雨量約為 2,000 ~ 2,500mm，月平均雨量以 6 月 483.8mm 為最高，11 月 25mm 為最低。年平均溫度為 21.26 °C，月平均溫度以 7 月平均溫度 28°C 為最高，1 月平均溫度 10.9°C 為最低。相對濕度變化較小，皆介於 70%-80%。



圖 1. 明湖水庫地理位置圖

Figure 1. Location of Min-Hu Reservoir.

三、材料與方法

1. 研究區域

(1) 地理環境概述

明湖水庫位居南投縣之中央地帶，水庫左岸東接魚池鄉，右岸西接水里鄉，位於日月潭西邊(圖 1.)，為一狹長型水庫。水庫左岸

2. 調查區之選定

調查區之分布位置以人為選擇性決定於明湖水庫右岸為線道 131 橫斷濱水帶設立一固定長方形調查區，寬度 25m，長度為水庫濱水帶裸露區開始出現植生至稜線水平距離 90m(調查區長度不包含道路橫斷寬度)；另外

在明湖水庫左岸完全無道路切割地區選擇設立兩個固定長方形調查區，一個為無人工干擾之天然林區，另一個則為人工造林之調查區，寬度仍為 25m，水平距離至稜線 100m。調查區之分布位置如圖 2。

每一調查區又以水平距離 10m 為範圍，量測現地坡度，換算成坡長，將每一調查區往稜線方向切格成長方形樣區(Rectangular plot)。自水庫濱水帶裸露地區植生出現開始計算，至明湖水庫左岸稜線約水平距離 100m，切割成 10 個樣區；距右岸稜線水平距離 90m，切割成 9 個樣區，計有左岸原始林 10 個小樣區、左岸人工林區 10 個小樣區及右岸道路切割干擾林 9 個小樣區，共 29 個小樣區，每一小樣區寬度為 25m，長度為 10m。

本研究乃針對橫向調查區(即天然林區、人工林區與道路干擾林區)探討其植生結構與土壤沖蝕量之變化。

3. 土壤沖蝕量之量測及作物與管理因子(C)值估算

(1) 簡易土壤沖蝕收集溝之設立

於明湖水庫 3 個調查區(天然林區、人工林區及道路干擾林區)歷史滿水位線以上約 1 m 挖設簡易土壤沖蝕收集溝，使用直徑 20 cm 長 5 m 之 PVC 水管剖半，各調查區分別埋設與設置長方形樣區同寬 25 m 之土壤沖蝕收集溝(共計使用 25 m × 3=75 m 長之 PVC 水管)，其水管剖面與坡面切齊，收集溝之土砂即為小區的土壤沖蝕量(不考慮橫向土壤沖蝕與逕流量，表示僅量測縱向土壤沖蝕沉積質(Deposition)，而忽略懸浮質(Suspension)之量測)。

簡易土壤沖蝕收集溝之設立目的為瞭解 3 個不同調查區林分組成所造成之降雨、土壤沖蝕情形及作物與管理因子(C)值之差異。

(2) 作物與管理因子(C)值估算

依據水土保持技術規範(2003)第 35 條第一款之規定，山坡地土壤流失量之估算，得採用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)，其公式如式(1)：

$$A = R_m K_m LSCP \quad (1)$$

式中：

A：每公頃之年平均土壤流失量(公噸/公頃-年)

R_m ：年平均降雨沖蝕指數(106 焦耳-毫米/公頃-小時-年)

K_m ：土壤沖蝕性指數(公噸-公頃-小時-年/106 焦耳-毫米/公頃-小時-年)

L：坡長因子

S：坡度因子

C：作物管理因子

P：水土保持處理因子

根據每一場降雨現地所採集之土壤沖蝕量，代入通用土壤流失公式求解其土壤沖蝕性指數(K_m)以及其他參數，反推求得不同林分之作物管理因子(C)。本研究依據 96 年 4 月至 96 年 5 月共計 5 場有效降雨所造成的土壤流失量與現地各坡段複合地形與複合土壤性質，估算 3 個不同調查區作物管理因子(C)值。估算步驟如下：

步驟一：計算降雨沖蝕指數(R_m)

單場降雨沖蝕指數為該場降雨的降雨量總動能與該場降雨最大 30 分鐘降雨強度之乘積(如式(2))，且需針對有效單場降雨計算(單場有效降雨定義為累積雨量超過 12.7mm 或

水庫濱水帶不同植群土壤沖蝕量調查分析-以明湖水庫為例：林信輝、吳錫融、彭心燕

於 15 分鐘內降下 6.35mm 以上雨量且該場降雨與其他場降雨之間間隔需超過 6 小時以上)。本研究針對土壤沖蝕量估算以收集中央氣象局日月潭氣象站之時雨量資料，分析並作為單場降雨沖蝕之有效雨量資料。

$$R_m = \sum_i^n (E_i P_i) \times I_{30(\max)} \quad (2)$$

式中：

R_m ：單場降雨沖蝕指數(106 焦耳-毫米/公頃-小時)

$\Sigma(E_i P_i)$ ：每公頃降雨量之降雨總動能(106 焦耳/公頃)

$I_{30(\max)}$ ：單場降雨最大 30 分鐘降雨強度(毫米/小時)

而每公頃單位降雨量之降雨動能公式乃是 Wischmeier 及 Smith 根據 Laws 及 Parson 對自然降雨雨滴粒徑實測之資料推導而成，該場降雨動能公式若以公制表示可寫成式(3)，並提及降雨強度超過 76mm/hr 後降雨動能不隨降雨強度的增強而增加，故為一常數。

$$\begin{aligned} E &= 0.119 + 0.0873 \log_{10} I & I < 76 \text{ mm/hr} \\ E &= 0.283 & I \geq 76 \text{ mm/hr} \end{aligned} \quad (3)$$

式中：

E ：每公頃單位降雨量之降雨動能(106 焦耳/公頃-毫米)

I ：單場降雨每時間間隔降雨強度(毫米/小時)

步驟二：計算土壤沖蝕性指數(K_m)

經由現地樣區採集土壤，並於室內進行土壤特性分析，將所得之土壤特性置換成土壤結構參數、土壤滲透性參數等，再代入式(4)利用土壤沖蝕性指數公式求解法計算求得土壤沖蝕性指數。其適用範圍限於目標土壤的

粉粒與極細砂粒(0.002mm~0.1mm)含量少於 70%。

$$K_m = 0.1317 \frac{2[d(d+e)]^{1.4}(10^4)(12-a)+325(b-2)+25(c-3)}{100} \quad (4)$$

式中：

a：有機質含量百分比(%)

b：土壤結構參數，參數值之判定如表 2.

c：土壤透性參數之判別，如表 3.

d：土壤粉粒與極細砂(粒徑 0.002~0.1mm)含量之百分比(%)

e：土壤粗砂(粒徑 0.1~2mm)含量之百分比(%)

表 2. 土壤結構參數

Table 2. Parameters of Soil Structure.

結構參數值	土壤結構	粒徑大小 (mm)
1	極細顆粒	<1
2	細顆粒	1-2
3	中或粗顆粒	2-10
4	塊狀、片狀或粗顆粒	<10

表 3. 土壤滲透性參數

Table 3. Parameters of Soil Permeation.

滲透性參數值	滲透性	滲透速率(mm/hr)
1	極快	> 125.0
2	快	62.50~125.0
3	中等	20.00~62.5
4	中等慢	5.00~20.0
5	慢	1.25~5.0
6	極慢	<1.25

步驟三：計算複合坡形、複合土壤分布之分坡段土壤流失係數(SLC_i)

自然坡面的坡度及土壤分布十分複雜，

往往包含了數種不同的坡地及地表植生狀態，甚至亦有不同的土壤性質。如以均一化坡度坡面方式估算土壤流失量，往往會發生低估(Under estimation)或高估(Over estimation)情形。

土壤流失比例(Soil loss ratio)即用來處理複合坡面坡度土壤性質等空間分布不均所產生土壤流失量不均的方法。當複合坡面發生兩種或兩種以上不同土壤分布及複合地形時，通用土壤流失公式及隨之改寫為式(5)至式(7):

$$A = R_m \times C \times P \times \frac{1}{Le} \left[\sum_{j=1}^n (K_j SLC_j) \right] \quad (5)$$

$$SLC_j = \frac{S_j L_j^{m+1} - S_j L_{j-1}^{m+1}}{22.13^m} \quad (6)$$

$$A = R_m \times C \times P \times \frac{1}{Le} \left[\sum_{j=1}^n \left(K_j \frac{S_j L_j^{m+1} - S_j L_{j-1}^{m+1}}{22.13^m} \right) \right] \quad (7)$$

式中：

- n: 複合坡面之分坡段總個數
 - Le: 原複合坡之水平投影全坡長
 - K_j: 各分段土壤沖蝕性指數(公噸-公頃-小時-年/106 焦耳-毫米/公頃-小時-年)
 - SLC_j: 坡面上第j個分坡段的土壤流失係數
 - S_j: 坡面上第j個分坡段的坡度因子值
 - L_j: 自坡面之坡頂起至坡面上第j個分坡段段尾的水平投影坡長
 - L_{j-1}: 自坡面之坡頂起至坡面上第(j-1)個分坡段段尾的水平投影坡長
 - m: 坡長因子中的指數(如表 4.)
- m 隨著坡地的坡度而改變，Wischmeier and Smith (1978) 分析指出坡度與 m 值之關係如表 4。

Table 4 . Relation of Gradient and the value of m.

坡度	m 值
< 1%	0.2
1%-3%	0.3
3%-5%	0.4
> 5%	0.5

由現地樣區分區量測其坡度及水平投影距離，將坡度依據Wischmeier and Smith (1978) 所提出之坡度因子公式換算(式(8))，及找出每坡段對應之m指數，自坡頂開始分段計算，代入式(6)土壤流失係數公式，再經過各坡段分段修正後成修正後坡長坡度因子(SLC_j/Le = SLR_j)，與步驟二所計算之土壤沖蝕性指數分段相乘並加總得 Σ (K_jSLR_j)，即為複合坡形與複合土壤之土壤流失係數。

$$S = 65.41 \sin^2 \theta + 4.56 \sin \theta + 0.065 \quad (8)$$

步驟四：決定水土保持處理因子(P)

本研究之水土保持處理因子，係以無水土保持處理之狀態下(P=1)進行評估。

步驟五：反估算作物與管理因子(C)值

利用通用土壤流失公式(式(5))，將第一至第四步驟求出之各數值相乘代入，再以單場降雨造成之土壤流失量除之，可反推求得作物與管理因子(C)值。

表 4 . 坡度與 m 值關係表

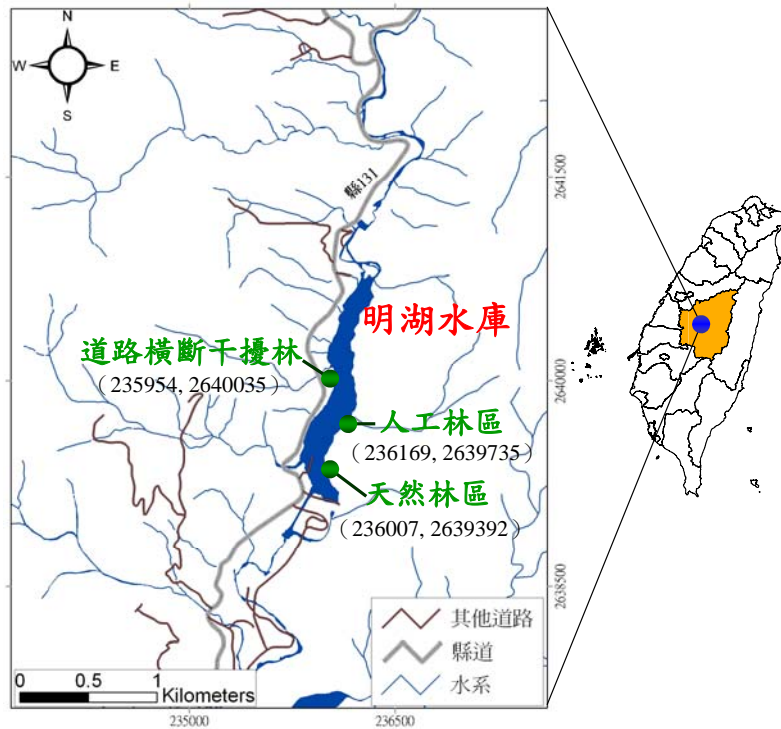


圖 2. 3 個調查區位置分布圖

Figure 2 . Location of three investigation regions.

四、結果與討論

1. 降雨沖蝕指數(R_m)估算

以民國 96 年 4 月至 5 月間，收集日月潭氣象站之雨量資料，針對有效單場降雨(單場降雨累積雨量超過 12.7mm，且該場降雨與前場降雨之間的時間超過 6 小時以上，或者單場降雨於 15 分鐘內降下 6.35mm 以上雨量稱之)所產生總動能計算降雨沖蝕指數。共計收集 5 場有效降雨與 5 組現地土壤流失量，如表 5。

2. 土壤沖蝕性指數(K_m)估算

經由現地採集土壤分析，並於室內進行土壤特性分析，如表 6，將所得之土壤特性置換成土壤結構參數、土壤滲透性參數等，再代入式(4)利用土壤沖蝕性指數公式求解法計算求得土壤沖蝕性指數(表 7)。其適用範圍限於目標土壤的粉粒與極細砂粒(0.002mm~0.1mm)含量少於 70%。顯示 3 個調查區土壤沖蝕性指數平均介於 0.021~0.039 間，一般設定土壤沖蝕指數 K_m 值未滿 0.026 者為低蝕性土壤；在 0.026 以上，未滿 0.052 者為中蝕性土壤；在 0.052 以上者為高蝕性土壤，本研究調查區僅天然林區為低蝕性土壤，其他則為中蝕性土壤。

如比較 3 個調查區 K_m 值，其中以人工林

區之土壤沖蝕性指數為較高，其次為道路干擾林區，探討其原因，道路干擾林區第 4 與第 5 樣區為道路所橫斷，而道路於上邊坡建置檔土牆，並於兩側設置排水溝，故本研究於滿水位上方設置之簡易土壤沖蝕收集溝較無可能收集到第 5 至第 9 樣區土壤流失量，且道路干擾林區地勢較天然林區與人工林區坡度為緩，故其估算之 K_m 值較小於人工林區。而人工林區，前 3 樣區土壤沖蝕性指數低於 0.026，但進入第 4 樣區為人工林木栽植黑板樹與杉木，則土壤沖蝕性指數大幅上升至 0.05，為高蝕性土壤，顯示經過整地與人工林次生演替，林下土壤結構呈現高蝕性土壤。而天然林區經過植生演替與複層林植生覆蓋，其土壤沖蝕性指數較為低。

3 個調查區，皆為複層森林，高冠層具有截留雨水避免直接與地面撞擊產生雨滴沖蝕，而其根系具有穩定邊坡增加滲透等功能，覆蓋完全的地被則有保護表土防止沖蝕等性質。萬鑫森、黃俊義(1989)依據 Wischmeier & Smith 的列線圖推算臺灣 280 處土壤沖蝕性指數，將所估算之土壤沖蝕性指數與臺灣中部山坡地魚池鄉太平村 K_m 值為 0.0316 做比較，本調查估算結果較為低，但皆屬於中蝕性土壤。

3. 作物與管理因子(C)值估算

本研究以現地土壤沖蝕量與上述所估算之降雨沖蝕因子(R_m)、土壤沖蝕性指數(K_m)，以及複合坡形公式反推求得作物管理因子(C)值，其計算各坡段土壤流失係數與作物管理因子推算如表 7.及表 8.，其中以人工林作物與管理(C)值為最低 0.011，天然林次之為 0.019，道路干擾林為最高 0.025，與林俐玲(1995)所整理臺灣林地(針葉、闊葉、竹類)之(C)值為 0.01 相比較，天然林與人工林估算(C)值略為高，但並無顯著差異。研判完整複層森林與有道路切割而植物社會持續演替之道路干擾林其固土能力前者較佳，約可減少 5 %的(C)值。

進一步分析道路干擾林作物管理因子(C)值略低之原因，可能為人工林區下層植被多為大面積覆蓋之蕨類，而天然林區則因天然更新產生部分孔隙，造成地表裸露，且天然林區下冠層植物多屬於一年生或多年生草本，其覆蓋面積小於蕨類之大面積覆蓋，故造成天然林之作物與管理因子略大於人工林區，但由於上述人工林區土壤沖蝕性指數為較大研判複層森林其坡形、土壤結構與植被類型之複雜性難以使用單一數值評估，僅能些微比較 3 個調查區間之差異性，並與前人所整理之臺灣不同植被狀況之作物與管理因子比較，評估其合理性。

表 5. 現地土壤流失量與降雨沖蝕指數估算

Table 5. Estimation of the soil erosion and the rainfall erosivity factor.

降雨時間	I30 (max) (mm/hr)	EP (MJ/ha)	R _m (MJ-mm/ ha-hr)	寬 度 (m)	天然林區				人工林區				道路干擾林區			
					長 度 (m)	面 積 (ha)	土 壤 流 失 量 (Kg)	土 壤 流 失 量 (t/ha)	長 度 (m)	面 積 (ha)	土 壤 流 失 量 (Kg)	土 壤 流 失 量 (t/ha)	長 度 (m)	面 積 (ha)	土 壤 流 失 量 (Kg)	土 壤 流 失 量 (t/ha)
民國 96 年 4 月 18 日	14.0	6.027	84.377	25	118.36	0.30	512.597	1.732	116.16	0.29	501.617	1.727	104.48	0.26	442.120	1.693
民國 96 年 4 月 24 日	15.2	5.936	90.221	25	118.36	0.30	520.580	1.759	116.16	0.29	522.330	1.799	104.48	0.26	458.620	1.756
民國 96 年 5 月 5 日	9.5	2.926	27.793	25	118.36	0.30	196.380	0.664	116.16	0.29	203.210	0.700	104.48	0.26	174.440	0.668
民國 96 年 5 月 19 日	20.0	5.598	111.959	25	118.36	0.30	558.770	1.888	116.16	0.29	560.300	1.929	104.48	0.26	458.420	1.755
民國 96 年 5 月 20 日	2.5	1.752	4.380	25	118.36	0.30	23.450	0.079	116.16	0.29	22.870	0.079	104.48	0.26	20.880	0.080

表 6. 3 個調查林區土壤特性分析

Table 6. Analysis of the soil property in three investigation regions.

	砂粒 (%)	粉粒 (%)	粘粒 (%)	土壤有機 質含量(%)	M 值	a 值	b 值	c 值	K 值	Km 值
天然林區	62.56	13.70	20.44	5.44	3578.08	5.440814	3	2	0.162464	0.021396
人工林區	62.40	22.15	15.46	3.03	3005.15	3.025732	3	2	0.181274	0.023874
道路干擾林區	62.35	21.46	16.21	5.09	2936.08	5.091087	3	2	0.137782	0.018146

表 7. 3 個調查林區複合坡形、複合土壤分布之土壤流失量估算

Table 7. Estimation of the soil erosion of complex slope shape and soil distribution in three investigation regions.

	樣區	坡度(°)	S	L _j (m)	L _{j-1} (m)	m	S _j L _j ^{m+1}	S _j L _{j-1} ^{m+1}	SLC _j	SLR _j	SLR _j (%)	K	K _j SLC _j
天然 林 區	1	30	18.70	11.13	0.00	0.50	693.89	0.00	147.50	1.25	2.85	0.017	0.021
	2	38	27.67	21.91	11.13	0.50	2837.53	1026.71	384.93	3.25	7.42	0.019	0.063
	3	30	18.70	32.77	21.91	0.50	3508.30	1917.73	338.11	2.86	6.52	0.011	0.032
	4	39	28.84	43.56	32.77	0.50	8291.46	5411.38	612.23	5.17	11.81	0.015	0.077
	5	38	27.67	57.02	43.56	0.50	11910.74	7953.77	841.15	7.11	16.22	0.038	0.273
	6	42	32.40	69.71	57.02	0.50	18857.90	13950.28	1043.23	8.81	20.12	0.031	0.275
	7	22	10.95	82.57	69.71	0.50	8218.07	6374.03	391.99	3.31	7.56	0.029	0.096
	8	23	11.83	94.12	82.57	0.50	10805.01	8878.93	409.43	3.46	7.90	0.024	0.083
	9	22	10.95	106.81	94.12	0.50	12090.07	10000.78	444.13	3.75	8.57	0.016	0.061
	10	26	14.63	118.36	106.81	0.50	18843.25	16154.14	571.64	4.83	11.03	0.014	0.065
總和 平均									5184.35	43.80	100.00	0.021	1.046
人	1	24	12.74	11.03	0.00	0.50	466.96	0.00	99.26	0.85	1.96	0.025	0.022

工 林 區	2	35	24.20	22.36	11.03	0.50	2558.60	886.95	355.35	3.06	7.02	0.020	0.063
	3	32	20.85	34.15	22.36	0.50	4161.08	2204.39	415.94	3.58	8.21	0.021	0.076
	4	33	21.95	45.70	34.15	0.50	6781.23	4380.96	510.23	4.39	10.07	0.038	0.167
	5	31	19.76	57.62	45.70	0.50	8645.05	6105.70	539.80	4.65	10.66	0.051	0.239
	6	33	21.95	69.29	57.62	0.50	12660.42	9601.53	650.24	5.60	12.84	0.033	0.185
	7	30	18.70	81.21	69.29	0.50	13683.99	10783.82	616.50	5.31	12.17	0.050	0.263
	8	32	20.85	93.00	81.21	0.50	18700.18	15258.96	731.51	6.30	14.44	0.049	0.310
	9	28	16.62	105.21	93.00	0.50	17938.56	14908.82	644.04	5.54	12.72	0.052	0.289
	10	25	13.67	116.16	105.21	0.50	17119.55	14757.55	502.10	4.32	9.91	0.046	0.199
	總和 平均								5064.98	43.60	100.00	0.039	1.812
道 路 干 擾 林 區	1	9	2.38	10.64	0.00	0.50	82.59	0.00	17.56	0.18	0.71	0.018	0.003
	2	10	2.83	21.77	10.64	0.50	287.33	98.22	40.20	0.41	1.62	0.017	0.007
	3	9	2.38	33.98	21.77	0.50	471.14	241.61	48.79	0.50	1.96	0.027	0.013
	4	12	3.84	45.52	33.98	0.50	1179.60	760.58	89.07	0.91	3.58	0.029	0.027
	5	28	16.62	56.85	45.52	0.50	7124.74	5105.44	429.25	4.40	17.27	0.015	0.064
	6	30	18.70	67.07	56.85	0.50	10270.51	8014.18	479.64	4.92	19.30	0.025	0.121
	7	35	24.20	77.20	67.07	0.50	16413.66	13292.88	663.39	6.81	26.69	0.025	0.171
	8	26	14.63	87.35	77.20	0.50	11946.88	9925.46	429.70	4.41	17.29	0.048	0.210
	9	20	9.28	97.48	87.35	0.50	8927.05	7572.96	287.85	2.95	11.58	0.052	0.153
總和 平均								2485.45	25.50	100.00	0.028	0.770	

表 8. 3 個調查林區作物與管理因子(C)值估算

Table 8. Estimation of the cropping management factor (C) in three investigation regions.

調查林區	通用土壤流失公式參數	民國 96 年 4 月 18 日	民國 96 年 4 月 24 日	民國 96 年 5 月 5 日	民國 96 年 5 月 19 日	民國 96 年 5 月 20 日	平均
天然林區	A	1.732	1.759	0.664	1.888	0.079	
	R	84.377	90.221	27.793	111.959	4.380	
	$\Sigma(K_jSLR_j)$	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046	
	P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C	0.020	0.019	0.023	0.016	0.017	0.019
人工林區	A	1.727	1.799	0.700	1.929	0.079	
	R	84.377	90.221	27.793	111.959	4.380	
	$\Sigma(K_jSLR_j)$	1.812	1.812	1.812	1.812	1.812	
	P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C	0.011	0.011	0.014	0.010	0.010	0.011
道路干擾林區	A	1.693	1.756	0.668	1.755	0.080	

R	84.377	90.221	27.793	111.959	4.380	
$\Sigma (K_jSLR_j)$	0.770	0.770	0.770	0.770	0.770	
P	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
C	0.026	0.025	0.031	0.020	0.024	0.025

五、結論與建議

1. 結論

配合日月潭氣象站資料與明湖水庫濱水帶設置簡易雨量筒所收集之雨量資料，估算其降雨沖蝕指數(R_m)，由現地採集土壤進行特性分析，轉換成土壤結構參數和滲透性參數，求得土壤沖蝕性指數(K_m)，綜合以上指數與現地土壤沖蝕量，以及複合坡形公式反推求得作物與管理因子(C)值，其中以人工林區為最低 0.011，天然林區次之為 0.019，道路干擾林區為最高 0.025，與林俐玲(1995)所整理臺灣林地(針葉、闊葉、竹類)之(C)值為 0.01 相比較並無顯著差異。分析天然林區因天然更新產生部分孔隙，造成地表裸露，故該值略小於完全蕨類覆蓋之人工林。

2. 建議

- (1) 採用現地簡易土壤沖蝕收集方式僅能比較 3 個調查區間之差異性，如需取得更完整土壤流失量數據，應考慮橫向沖蝕與逕流懸浮質之估算。
- (2) 從求得出來的作物及管理因子(C)值可以發現，人工林區與天然林區相差不大，原因可能是人工林區已栽植多年，自然演替已達完全，因此與天然林區差異甚小，若將來要另選定人工林區，可能以人為完工後三至五年以內作為調查對象，較能比較出差異性。
- (3) 本研究所選定的調查林區是以天然林區、人工林區及道路干擾鄰區做分類，之後研究可以針對各種不同植生結構組成對土壤沖蝕量之影響進行更進一步探討。

誌謝

本研究承經濟部水利署水庫濱水帶植生與其保育功能之研究計畫經費提供，謹此誌謝。

參考文獻

1. 行政院農業委員會(2003)，水土保持技術規範。
2. 行政院農業委員會(2003)，水土保持法。
3. 林信輝(2001)，水土保持植生工程。高立圖書公司。
4. 林信輝(2006)，水庫濱水帶植生與其保育功能之研究(1/2)。經濟部水利署。
5. 林信輝(2007)，水庫濱水帶植生與其保育功能之研究(2/2)。經濟部水利署。
6. 林俐玲、胡自健(1998)，茶園不同水土保持處理下土壤流失量之評估。中華水土保持學報 29(3)：249-260。
7. 林俐玲、盧光輝、吳嘉俊(1995)，土壤流失估算手冊。
8. 郭魁士(1986)，土壤學。中國書局。
9. 萬鑫森、黃俊義(1989)，臺灣坡地土壤沖蝕。中華水土保持學報 20(2)：17-45。
10. 顏江河、陳佳慧(2002)，蕙蓀林場三種林分土壤養分量調查，林業研究季刊 24(4)：21-28。
11. Muscutt, A. D. et al. (1993) Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 45:59-77.

水土保持學報 40 (2) : 223 - 234 (2008)

Journal of Soil and Water Conservation , 40 (2) : 223 - 234 (2008)

12. Nichols, G. E. (1917) The interpretation and application of certain terms and concepts in the ecological classification of plant communities. Ecology. 4:11-23.

97 年 3 月 22 日 收稿

97 年 4 月 18 日 修改

97 年 4 月 26 日 接受