

七家灣溪濱水區植生緩衝帶配置寬度之研究

林昭遠⁽¹⁾ 林承漢⁽²⁾ 周文杰⁽³⁾

摘要

植生緩衝帶已經被證實對於防治農業非點源污染有著極顯著的功效，惟在不同環境條件下，如何在適當區位配置合理寬度緩衝帶為重要課題。本研究以七家灣溪為對象，分別探討不同土地利用對於土層營養鹽含量衰減與移動之關係；並配合現地環境背景值以推求各類營養鹽所須之安全土深，利用 GIS 進行分析與計算，以展示符合現地條件緩衝帶配置之寬度與區位。研究結果發現營養鹽類中以鉀肥在土層中移動性最高，顯示土壤最少需要 7.39m 的土壤深度，才可過濾受污染的滲流水達到環境背景值之安全範圍。因此為有效防止各類營養鹽在七家灣溪造成污染，應以此為基準設計適當之植生緩衝帶，以維護當地之水源與生態環境。

(**關鍵詞**：農業非點源污染、濱水區、植生緩衝帶、七家灣溪、地理資訊系統)

Modeling the Width and Placement of Riparian Vegetated Buffer Strips on the Chi Chia Wang Creek

Chao-Yuan Lin and Cheng-Han Lin

Professor and Graduate Student, Department of Soil and Water Conservation
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R. O. C.

Wen-Chieh Chou

Associate Professor, Department of Civil Engineering and Engineering Informatics
Chung Hua University, Shinchu, Taiwan 300, R. O. C.

Abstract

It has been proved that well-placed and appropriately sized vegetated buffer strips had great effects on reducing Agricultural NonPoint Source (AGNPS) pollution. It would be very desirable to establish a clearly defined method of determining optimal width of a vegetated buffer strip to achieve the best of result of the pollution reduction. This study established a model of estimating the optimal width of vegetated buffer strips in various landuse in the Chi Chia Wang Creek riparian areas.

(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碩士研究生

(3)中華大學土木與工程資訊學系副教授

The Nutrients Attenuation model and GIS were employed to simulate, analyze and calculate the safety depth of key ingredients of commonly used fertilizers. The simulation results showed that potassium was the most active nutrient in the soil and it required a minimum safety depth of 7.39m. This study has also concluded that wider vegetated buffer strip is required for potassium than other nutrients to ensure adequate pollution reduction .

(**Keywords** : Agricultural nonpoint source pollution, Riparian, Vegetated buffer strips, Chi Chia Wang Stream, GIS)

前 言

近年來水資源污染的問題逐漸嚴重，因此如何維護水資源是目前國人應該重視的問題。造成污染的主要原因在於集水區內土地利用不當，而導致溪岸環境品質降低、地下水質惡化、水流型態改變與水生及濱水區動物棲地破壞等。集水區內的農業活動，諸如伐木、抽排水、整地、施用農化藥物等，雖可帶來經濟上的收穫，但若忽略對於生態環境上的影響，未在適宜的保護措施下進行，將會衝擊到人類和其他生物所必須賴以維生的水資源，導致河川生態系的重大改變及生物資源的枯竭。

由於本研究試區七家灣溪為國寶魚櫻花鉤吻鮭之棲地，因此溪岸農業非點源污染之防治措施極為重要。集水區內若有肥料等污染物注入河川將會對生態環境造成傷害，當污染物累積至某一程度後，配合種種環境因素，將導致藻類大量異常繁殖，造成水質優養化的不良後果，對於櫻花鉤吻鮭之棲地與當地生態造成極嚴重的破壞。

由上述種種原因可知設置植生緩衝帶的重要性與急迫性，已有眾多研究顯示緩衝帶具有緩衝污染物與攔阻泥砂等功效，在溪流兩旁設置植生緩衝帶可有效解決農業非點源污染，並達到安定河岸與景觀美化等多種益處，且對於河川之生態保育助益良多。因此本研究希望以分析土層中營養鹽之傳輸情形，探討研究試區中緩衝帶適宜之寬度，以期達到因地制宜的最佳效果。

前人研究

有關於植生緩衝帶之研究，丁昭義及陳信雄(1979、1981)研究顯示，對於短效性及不溶性農藥(四氯丹)，10m 寬的緩衝帶即已足夠；而對於水溶性農藥，則需將寬度增加至30m 以上，甚至需達 60m 方能見效。夏禹九等人(1990)於六龜試驗所所作之調查，建議在本省南部類似該調查區的林地，其緩衝帶寬度之下限可依下列公式求算： $F=10+0.03S^2$ ，式中 F 為緩衝帶之寬度，S 為坡度。

國外已有多位學者指出植生緩衝帶為農地最佳管理措施之一，對非點源污染的控制極為有效，K. H. Lee 等(2003)提出，設置 7.1m 寬的緩衝帶可以有效攔截逕流中 95% 的泥沙、80%的總氮、62%硝基氮和 78%的總磷。並提出緩衝帶的攔截能力與降雨量和降雨強度成顯著的負相關。Maurizio Borin 等(2005)指出，於試區內持續 4 年的觀測實驗顯示，配置 6m 的緩衝帶可以有效減少 78% 的逕流，並可以有效的攔阻懸浮質進入水體，且可過濾逕流水中的總氮，從原本的 17.3 kg ha^{-1} 下降至 4.5 kg ha^{-1} 。Mariet M. Hefting(1998)與 Maurizio Borin(2002)的研究中皆顯示，配置植生緩衝帶對於過量的營養鹽類隨著逕流進入水體具有良好的保護作用，並且證明季節的變化不會對緩衝帶的效果造成重大的影響。

除了研究緩衝帶所產生的效益以外，尚有許多研究建立模式模擬植生緩衝帶，

Phillips(1989)發展逕流遲滯時間模式(runoff detention-time model)，評估濱水緩衝帶對非點源污染之防治。Hayes 等 (1992)利用 Lafen(1991)與 Hayes(1983)所發展的 WEPP 模式與 GRASSF 模式，提出評估緩衝草帶載負逕流與泥砂量以及泥砂阻攔效果之分析程序。Munoz-Carpena 等(1991)發展評估通過緩衝草帶漫地流之數學模式。且後 Xiang(1993)利用地理資訊系統結合 Phillips 之遲滯時間模式，描繪農地集水區內的濱水緩衝區。莊佳慧(1999)利用指標模式建立動態濱水區植生緩衝帶之配置，並且配合 GIS 進行計算與展示。

由以上之文獻回顧，可知有關植生緩衝帶的研究趨勢，已從田間實驗漸朝向數學模式結合地理資訊系統(GIS)的時代邁進。

而有關於地理資訊系統(GIS)其全稱為 Geographic Information Systems，約自 1970 年代中期開始，各學術領域為了特定研究之需，分別發展出許多處理地理相關資料之電腦系統。地理資訊系統是幫助處理地理資料及空間決策的電腦系統，具備地理資料輸入、處理、管理、分析及展示等功能。系統架構主要以電腦輔助製圖(Computer Assisted Cartography, CAC)與資料庫技術(Database Technology)為主軸結合後所成。近年來數值地形模型 (Digital Terrain Model, DTM) 在測量、製圖、軍事與資源探測上應用日益廣泛。數值地形模型係以數值方式，來表現地表的資料或模型，亦為一結構化資料庫，以 X、Y、Z 三維座標來表現地表面型。隨著 GIS 的廣泛發展與運用，各種數值水系、坡度、坡向、坡形、河流，都可以網格萃取方式產生。林昭遠等 (1999) 以數值地形模型為材料，從流向觀念切入，利用 C 語言發展出 Overlap Mapping 30 軟體，萃取集水區稜線與水系，提供各種屬性資料之計算與查詢。以上種種 GIS 系統的開發，都可以配合運用在植生緩

衝帶的配置方面，以期達到更精確實際之效果。

植生緩衝帶之功效與植生種類、緩衝帶寬度、配置地點及降雨特性有很大之關係，顯示植生緩衝帶之效果乃是基於不同之現地條件而將有所改變，因此區域性之樣區或田間試驗結果無法代表其他地區，故有關緩衝帶之適宜寬度才會眾說紛紜。因此除了順應趨勢結合地理資訊系統與農業非點源污染模式之技術進行分析以外，更重要的是對於如何找出一套適合不同地域、氣候及水文條件之配置方法，以期能為今後評估集水區植生緩衝帶寬度與配置之參考。

由於歐美對於其耕地保育計畫內所推薦之植生緩衝帶寬度為 20~30 公尺，而在森林集水區內，沿著溪流兩旁之保護帶最少需有 30 公尺；而國內依據水土保持法規第二十三條規定：經劃定為特定水土保持區之水庫集水區，其管理機關應於水庫滿水位線起算至水平距離 30~50 公尺範圍內設置保護帶。其他特定水土保持區由管理機關視實際需要報請中央主管機關核准設置之。由上述法令可知，目前國內外對於緩衝帶寬度的規定乃是採固定寬度為原則，可能造成若緩衝帶寬度設計不足，無法達到淨化逕流水質之預期效果；寬度若大於實際需要，則對於土地利用來說是一項損失。因此在人口極為稠密的台灣，此齊頭式的寬度規定，必會產生相當程度的爭議。

因此設計合理的緩衝帶寬度範圍，對坡地保育計畫之推行相當重要，但目前並無確定之公式可評估量化緩衝帶的寬度與過濾後水質受改善之情形。由於有關緩衝帶寬度之眾多研究顯示，根據不同地域與氣候條件所需之寬度有所不同，因此建立符合當地條件之合理寬度，實為必要。

材料與方法

(一) 樣區概述

本研究以雪霸國家公園東邊之武陵地區為樣區(圖 1)，為雪山山脈圍繞，南北走向呈葫蘆形的狹長谷地；武陵農場隸屬於臺中縣和平鄉，位於七家灣溪畔，海拔 1740~2100 公尺，平均溫度約在 15°C。農場中盛產富士蘋果和夏季蔬菜。而蜿蜒於其中的七家灣溪更是國寶魚櫻花鉤吻鮭的棲地，風景美不盛收。



圖 1. 研究地區圖

Figure 1. Site of study area.

資料來源：雪霸國家公園官方網站
<http://www.spnp.gov.tw/>

由五萬分之一台灣地質分布圖顯示，樣區之地質分布為佳陽層，係由厚層板岩組成，夾有少量細粒砂岩或粉砂岩。佳陽層底部為黑板岩和變質砂岩的互層，砂岩為淺灰色，細粒至中粒，層厚數公分到一公尺半，其時代屬於始新世。

(二) 研究材料

依不同土地利用型態選取 14 個鑽探孔位，林地土層(BH 1~3)、蔬菜土層(BH 4~9)、耕地回收區(BH 10~14)。採用 KC804L 旋轉

油壓式鑽機並利用螺旋法(AUGER BORING)進行採樣以及鑽探，取得垂直深度約 10 公尺之未擾動土層樣本，鑽孔位置如圖 2。

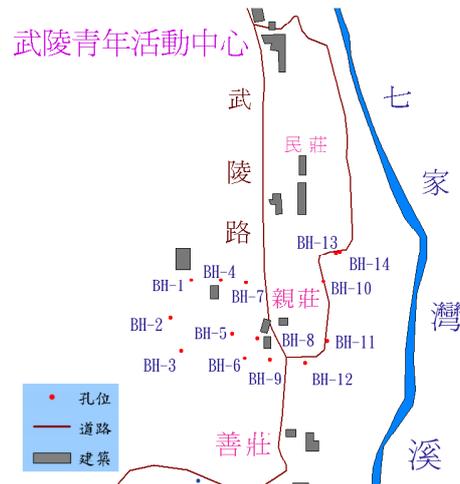


圖 2. 土壤孔位分布圖

Figure 2. Illustration of the soil sample locations.

(三) 研究方法

1. 土壤理化性質分析

以垂直分層取得各鑽孔之供試土壤，將其陰乾、壓碎，使用#10 之篩網過篩。依據美國農藝學會(American Society of Agronomy)所出版之土壤分析方法(Klute, 1986; Page, 1982)，分析項目如下：

- (1) pH 值：採水與土 1：1 (重量比) 之混合液，用 pH 計測定。
- (2) 電導度：採水與土 1：1 (重量比) 之混合液，振盪後過濾以電導度計測定。
- (3) 交換性陽離子 (K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})：用中性醋酸銨溶稀釋後， K^+ 、 Na^+ 以火焰光度計測定， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 則以原子吸收光譜儀測定之。

2. 安全土深之推估

高入滲濱水區安全土深之推估，是將現地量測營養鹽之濃度，以迴歸分析方法推算其衰減曲線方程式，並配合林地土層中營養鹽濃度為環境背景值，作為代表當地條件之安全基準，分析背景值與營養鹽衰減方程式，可知土壤對於過濾不同營養鹽所需之土層厚度，此土層厚度則稱為安全土深。而濱水區植生緩衝帶配置的原則，為河岸兩旁低於安全土深之地區，應全部規劃為緩衝帶，嚴禁開發利用，以免滲流水污染河川。

3. 地形分析與設計緩衝帶

利用 40x40 公尺數值高程模型(DEM)，以及航空相片圖，應用 WinGrid 地形分析模組，對試區進行計算與分析，可得到樣區的高程、坡度、坡向與水系等基本資料。再由試驗所求得土層中各類營養鹽所需之安全土

深，配合樣區基本資料，以河道中心為基準線，計算河道兩側與河道之高程差，其差值若小於河道設計水位加上安全土深的區域，宜劃入緩衝帶範圍內，不得開發利用。圖 3 為溪流濱水區植生緩衝帶配置示意圖。設計結果會因河道兩岸坡度的不同，呈現出寬度隨坡度改變之情形，於緩坡所含之區域較寬而在陡坡則較窄，如此可有效減少土地資源的浪費，達到經濟有效的配置效果。

結果與討論

1. 土層營養鹽之衰減

由於七家灣溪兩岸濱水區土壤飽和水力傳導度極高 (>4000mm/hr)，是屬於極易發生入滲之土壤特性，因此在降雨過後不易產生地表逕流，地表水大部分往下層土壤入滲，

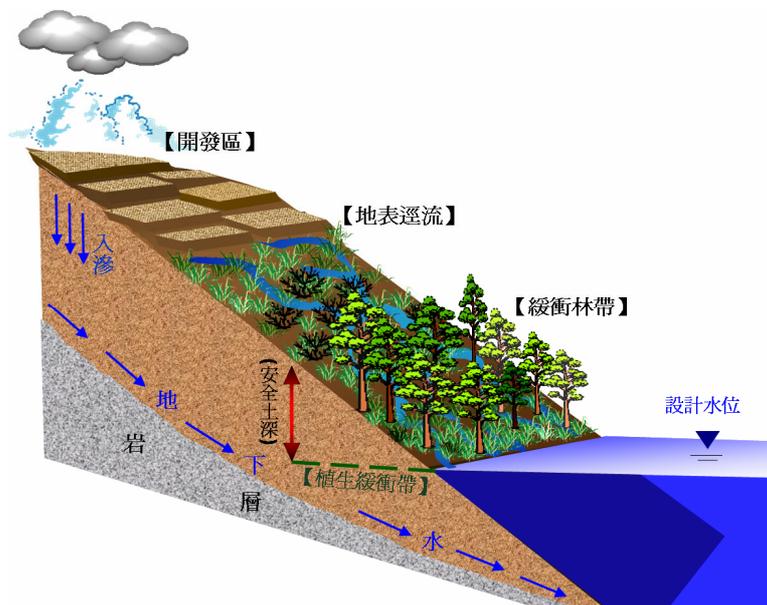


圖 3. 濱水區植生緩衝帶配置圖

Figure 3. Schematic diagram of RVBS placement.

而營養鹽的移動方向與水分之移動有極大關係，且以 K^+ 之移動性為最高（林昭遠，1998），因此植生緩衝帶所包函土層之厚度是否足以過濾污染物極為重要。由鑽探土樣量測得知營養鹽 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 平均濃度依照不同土地利用與垂直深度之分布(表 1~表 3)，推估各類營養鹽在土層中之衰減趨勢（圖 4~圖 7）。顯示營養鹽在土層中之移動與地表土地利用之關係中，蔬菜區之營養鹽衰減曲線下降斜率較林地與回收區大，可說明蔬菜區施肥行為的影響，也可顯示出土層對於營養鹽自淨作用的效果。另由於森林地

表腐植質之影響，林地土層中營養類衰減由地表向下平緩降低，地表因腐植質累積，造成營養鹽濃度較高，此影響於 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 較為明顯（圖 6、圖 7）。對於已規劃為植生緩衝帶的耕地回收區衰減曲線來說，由於無明顯起伏，可驗證其地表已無耕作施肥等農業行為。對於 K^+ 、 Na^+ 而言，回收區與林地之衰減曲線幾乎重疊，可知目前所配置的植生緩衝帶確有達到預期之功效。但對於 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 營養鹽類，回收區之濃度較林地與蔬菜區稍高（圖 6、圖 7），可能受地形及地層之影響所致。

表 1. 林地土層營養鹽分布情形
Table 1. Nutrient distribution in soil profile at the forestland.

深度 (m)	pH	EC (μ S/cm)	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
			(ppm)			
0.02	6.10	170.00	186.00	733.00	158.00	243.00
0.10	5.51	150.00	149.00	483.00	163.00	224.00
0.20	5.07	110.00	141.00	429.00	170.00	243.00
0.45	4.95	210.00	142.00	603.00	198.00	252.00
1.00	7.04	560.27	133.11	100.24	489.00	38.77
1.50	6.34	463.87	124.06	88.67	588.71	26.56
2.00	6.86	530.27	158.97	118.55	453.50	34.55
2.50	6.45	449.20	149.04	109.83	475.97	29.67
3.00	6.75	292.13	112.48	84.76	381.32	33.84
3.50	6.83	335.47	121.79	94.22	450.45	36.21
4.00	5.62	364.27	145.75	106.87	355.31	31.64
4.50	5.77	348.00	151.20	109.02	282.02	35.65
5.00	5.74	293.87	136.07	102.91	520.00	36.73
5.50	5.58	435.73	150.64	115.03	508.29	33.71
6.00	5.46	273.87	89.54	75.91	468.29	27.18
6.50	5.53	277.20	82.87	72.79	202.96	28.80
7.00	5.49	281.07	86.06	68.89	198.76	28.80
7.50	5.51	262.93	88.74	74.58	174.20	27.14
8.00	5.61	204.40	67.67	59.87	167.78	27.10
8.50	5.58	206.53	88.67	70.83	121.91	25.50
9.00	5.61	195.33	82.00	74.32	162.49	25.57
9.50	5.62	196.80	71.00	63.21	133.69	29.43
10.00	5.64	171.60	74.33	62.65	85.80	21.67

註：為林地資料平均值

表 2. 蔬菜區土層營養鹽分布情形
Table 2. Nutrient distribution in soil profile at the farmland.

深度 (m)	pH	EC (μ S/cm)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
			(ppm)			
0.02	7.20	22380.00	5743.00	10337.00	8414.00	254.00
0.05	7.39	13860.00	1048.00	5705.00	8414.00	257.00
0.10	7.43	10970.00	949.00	4963.00	8414.00	250.00
0.30	6.67	2470.00	872.00	2016.00	6982.00	103.00
0.45	6.78	990.00	783.00	1670.00	2194.00	56.00
1.00	6.39	482.33	186.61	127.13	1419.77	47.67
1.50	6.47	464.20	189.18	128.29	1233.07	46.86
2.00	6.52	493.07	127.90	83.29	1533.07	44.41
2.50	6.62	467.87	127.14	84.48	737.98	42.90
3.00	6.61	474.93	127.45	85.66	730.77	43.55
3.50	6.85	427.07	118.64	82.17	714.00	42.33
4.00	6.37	464.47	136.07	95.31	488.19	38.03
4.50	6.50	415.07	124.59	86.77	472.75	32.89
5.00	6.64	464.47	133.31	94.21	536.48	39.67
5.50	6.70	434.60	111.94	84.81	1294.10	48.57
6.00	6.74	456.13	113.59	84.85	1219.08	42.80
6.50	6.53	388.80	124.54	88.36	162.49	21.67
7.00	6.54	369.60	123.84	90.66	483.97	19.55
7.50	6.72	373.20	108.50	78.49	468.29	18.70
8.00	6.31	680.07	108.91	79.58	496.61	56.92
8.50	7.00	387.87	98.85	73.35	622.69	55.06
9.00	7.12	454.53	98.71	72.02	656.70	52.12
9.50	6.99	413.27	100.67	75.61	620.19	50.18
10.00	6.94	293.27	104.49	78.45	529.17	52.86

註：為蔬菜區資料平均值

2. 安全土深之推估

由於此區營養鹽主要是經由入滲而污染地下水源，必須藉由了解營養鹽在土層之分布情形，求得土壤之自淨深度(即安全土深)，再結合河岸兩旁之坡度與坡向配置緩衝帶，方能確保地下水源不受污染。

安全土深的計算首先利用統計迴歸方法推算不同土地利用，各類營養鹽之衰減曲線方程式(表 4、表 5)，再以林地土壤之營養鹽濃度為未污染之環境背景值，分析背景值與

蔬菜區營養鹽衰減方程式可知土壤對於緩衝不同營養鹽所須之土層厚度，即為各營養鹽類之安全土深。土壤緩衝蔬菜區各類營養鹽所需安全土深以鉀為最高(7.39m)，可知營養鹽類中以鉀在土層中之移動性最高，若以蔬菜區鉀肥之衰減率所推算之安全土深做為七家灣濱水區植生緩衝帶寬度之計算基準，其配置寬度方能有效防止其他鹽類之污染。

安全土深除了以營養鹽之衰減曲線來推估外，亦可利用指標模式來加以計算比較(林

昭遠, 1998)。安全土深的決定是配置濱水區植生緩衝帶的重要基準, 乃格外地重要, 此概念由於是以現地中取得環境背景值, 進而推估安全土深, 因而在不同的試區皆會有符

合當地環境條件之深度, 利用此方式探討不同區域的安全土深, 較不會產生忽略其現地條件之情形產生, 而造成緩衝帶配置上的瑕疵。

表 3. 回收區土層營養鹽分布情形

Table 3. Nutrient distribution in soil profile at the recovery area.

深度 (m)	pH	EC (μ Scm)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺
1.00	6.72	491.08	79.29	60.10	1502.71	96.04
1.50	6.71	439.20	79.60	60.48	1208.12	72.09
2.00	7.25	594.48	96.31	71.71	1497.86	103.82
2.50	7.23	480.64	95.47	74.26	1043.02	84.51
3.00	7.25	490.40	93.03	68.16	979.94	69.68
3.50	7.21	581.28	89.23	68.42	1183.95	87.60
4.00	7.65	502.40	65.86	53.61	1087.18	79.74
4.50	7.67	510.00	79.58	63.25	963.12	74.91
5.00	7.78	520.88	66.12	55.82	1147.81	76.29
5.50	7.51	793.04	62.07	49.54	872.25	90.14
6.00	7.74	571.36	65.60	52.38	848.18	82.66
6.50	7.73	551.84	78.09	61.37	894.33	91.60
7.00	7.69	757.36	77.34	60.22	949.62	94.49
7.50	7.71	707.60	77.93	62.82	901.66	94.57
8.00	7.74	822.56	69.00	57.57	1017.13	97.53
8.50	7.73	815.44	75.25	61.09	973.68	98.09
9.00	7.71	887.60	80.66	63.92	990.72	94.14
9.50	7.76	821.76	77.09	61.91	879.00	87.40
10.00	7.35	1028.16	64.06	51.22	808.17	91.53

註：為回收區資料平均值

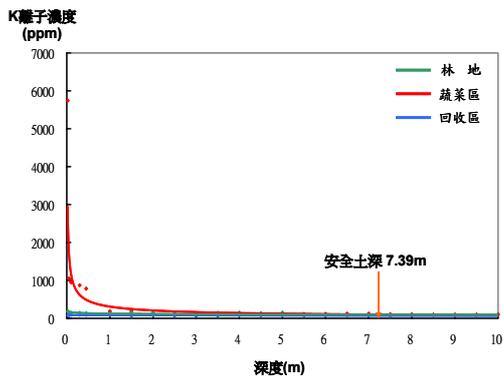


圖 4. K⁺濃度衰減圖

Figure 4. Distribution of K⁺ concentration.

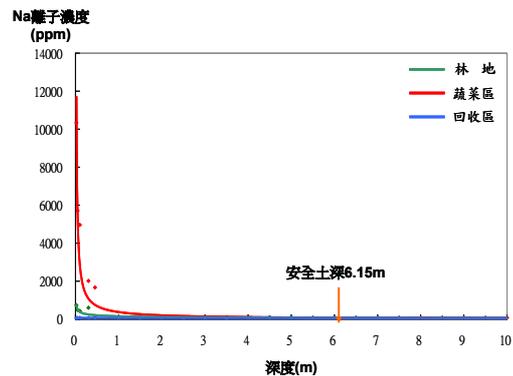


圖 5. Na⁺濃度衰減圖

Figure 5. Distribution of Na⁺ concentration.

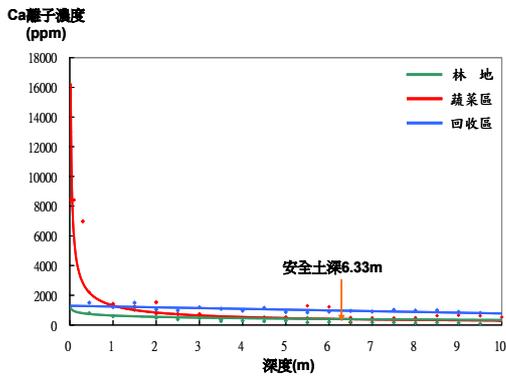


圖 6. Ca²⁺濃度衰減圖

Figure 6. Distribution of Ca²⁺ concentration.

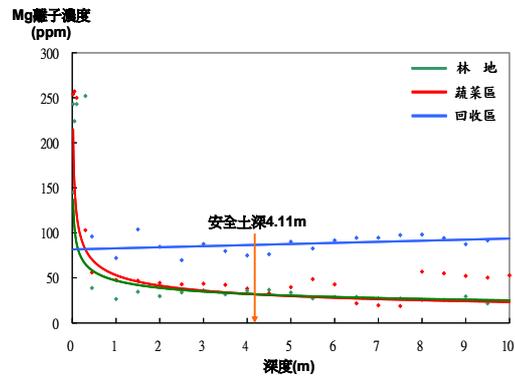


圖 7. Mg²⁺濃度衰減圖

Figure 7. Distribution of Mg²⁺ concentration.

表 4. 林地各類營養鹽之衰減曲線

Table 4. Nutrient attenuation equations in the soil profile at the forestland.

項目	林地衰減曲線方程式	R ²
K ⁺	y=-8.9764x+156.01	0.70**
Na ⁺	y=153.73x ^{-0.3941}	0.84**
Ca ²⁺	y=-129.91ln(x)+639.54	0.60
Mg ²⁺	y=47.12x ^{-0.2725}	0.97**
EC	y=-127.24ln(x)+497.86	0.81

**：為達 1%顯著水準

表 5. 蔬菜區各類營養鹽之衰減曲線

Table 5. Nutrient attenuation equations in the soil profile at the farmland.

項目	蔬菜區平均衰減曲線方程式	R ²	交點濃度(ppm)	安全土深(m)
K ⁺	y=308.81x ^{-0.5762}	0.92*	97.48	7.39
Na ⁺	y=372.75x ^{-0.881}	0.91**	75.23	6.15
Ca ²⁺	y=1310.6x ^{-0.643}	0.80**	399.90	6.33
Mg ²⁺	y=53.126x ^{-0.3573}	0.81**	32.06	4.11
EC	y=1234.9x ^{-0.6564}	0.89**	914.604(μ S/cm)	1.58

*, **: 分別為達 5%及 1%顯著水準

3. 濱水區植生緩衝帶之配置

考量七家灣溪濱水區地形之變化配置動態且合理的緩衝帶寬度，在技術上必須利用地理資訊系統予以輔助；藉其具有地理空間與屬性資料結合之特性，能對空間資料做管理、分析、查詢、展示等功能。因此本研究乃結合地理資訊系統，予以繪製溪岸植生緩衝帶之配置寬度。

係依蔬菜區鉀肥之衰減曲線，推求安全土深，由樣區之地形分析及河道設計水位 5m 高之基準條件下，計算分析溪岸兩旁低於安全土深之區域，並劃定為濱水區植生緩衝

帶。最後將植生緩衝帶配置圖與航照圖相疊合，即可展示植生緩衝帶於現地之配置情形如圖 8。

事實上，目前關於植生緩衝帶的相關研究大部分在探討緩衝帶的效益，較少涉及如何做有效的配置，前人研究指出關於緩衝帶的功效與現地的地理環境、氣候和降雨強度等，有著絕對的關係，因此有關於緩衝帶的小規模試驗，無法代表別的地區。而本研究之方法係以當地之條件為背景，進而求得符合現地之情況，可以適用於不同地區。

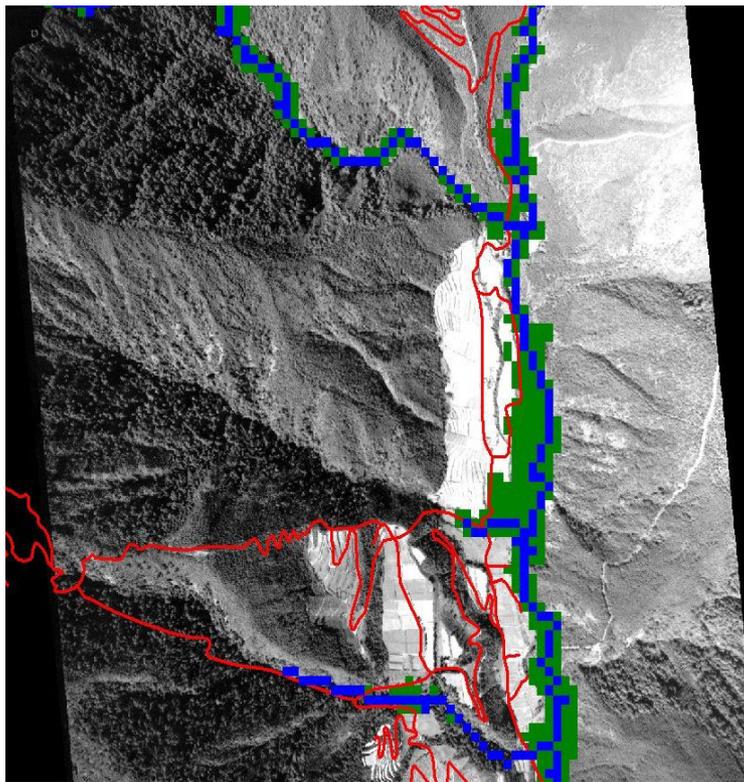


圖 8. 七家灣溪濱水區植生緩衝帶配置圖

Figure 8. Layout of the RVBS placement on the Chi Chia Wang Stream.

結 論

關於農業非點源污染的防治，乃現今極為重要的課題，泥砂、營養鹽與農藥等非點源污染物是引起水質劣化主因之一。而在濱水區河岸兩旁配置植生緩衝，已證實為經濟且可有效控制農業非點源污染之措施，其更具有多項附加效益，例如增加生物多樣性、安定河岸與景觀美化等，顯示緩衝帶對於生態保育的重要性。

由於高入滲區地表土壤入滲率極高，故其地表逕流水發生之機率甚低，緩衝帶寬度之設計與其他地區應有所不同，需考慮植生緩衝帶在高入滲區主要之功效，是藉由土層中之吸附、生物固定、分解、及化學反應等自淨作用來去除滲流水之污染物，所以此區之植生緩衝帶須保有相當深厚的土層以進行土壤自淨作用，方能避免地下水源被污染。高入滲區緩衝帶的配置方式，乃利用由污染源之衰減曲線推算出的安全土深來加以設計推估，對於河岸兩旁低於安全土深之地區，應劃入植生緩衝帶，嚴禁開發利用，以免滲流水污染河川。研究結果本區以鉀肥所須之安全土深為配置植生緩衝帶之條件，配合 GIS 分析與疊合功能，展示出適合七家灣溪濱水區的植生緩衝帶配置情形。

有關於植生緩衝帶功效之研究已有多項正面結論，其功效與植生種類、緩衝帶寬度、配置地點、及降雨特性有很大之關係，因此有關於緩衝帶配置之研究應以各保護區位為單元探討，方能減少地域因素所造成配置上的瑕疵。日後吾人應著重於考慮本土特有地理環境，探討如何配置最適宜之寬度與緩衝帶功效之期限等方向努力，方能更接近維護生態環境且永續經營之目標。

誌 謝

本研究承蒙雪霸國家公園管理處，計畫

編號 093—301020500G-017 之經費補助，使本文得以完成，僅此致謝。

參 考 文 獻

1. 丁昭義、陳信雄 (1979) 「森林緩衝帶對農藥之過濾作用」，中華水土保持學報，10(3)：115-126。
2. 丁昭義、陳信雄 (1981) 「森林緩衝林帶寬度對農藥過濾機能之評估」，中華林學季刊，14(4)：55-63
3. 林昭遠(1998) 「濱水區植生緩衝帶配置之研究」，中華水土保持學報，29(3)：261-272。
4. 林昭遠、林文賜、張力仁(1999) 「數值地型模型應用於集水區規劃與整治之研究」，中華水土保持學報，30(2)：149-155。
5. 莊佳慧(1999) 「指標模式應用於植生緩衝帶寬度之研究」，碩士論文，國立中興大學水土保持學系。
6. 夏禹九、黃正良、王立志、黃良鑫 (1990) 「林道緩衝帶的適當寬度」，林業試驗所研究報告季刊，5(3)：201-208。
7. 雪霸國家公園官方網站：URL：<http://www.spnp.gov.tw/>
8. Hayes, J.C., and Dillaha, T.A. (1992) "Vegetative filter strips application of design procedure". Paper No. 92-2103. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, pp.17.
9. Hayes, J.C., and Hairston, J.E. (1983) "Modeling the long term effectiveness of vegetative filter strips on on-site sediment controls". Paper No. 83-2081. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, pp.14.
10. Klute, A. (ed.). (1986) Method of Soil

- Analysis: Part 1-Physical and Mineralogical Methods, American Society of agronomy, pp. 23-40.
11. Laflen, J.M., Lane, L.J., and Foster, G.R. (1991) "WEPP, a new generation of erosion prediction technology". Journal of Soil and Water Conservation, 46, pp. 34-38.
 12. Lee, K H ,Isenhardt T M , Schultz R C. Sediment and Nutrint removal in an established multi—species riparian buffer. Journal of Soil and Water Conservation, 2003(1).
 13. Maurizio Borin, and Elisa Bigon (2002) " Abatement of NO₃-N concentration in agricultural waters by narrow buffer strips ". Environmental Pollution 117, pp. 165-168.
 14. Maurizio Borin , Monica Vianello , Francesco Morari, and Giuseppe Zanin (2005) "Effectiveness of buffer strips in removing pollutants in runoff from a cultivated field in North-East Italy". Argriculture, Ecosystems and Environment, 105, pp. 101-104.
 15. Mariet M. Hefting, Jeroen J. M. de Klein. "Nitrogen removal in buffer strips along a lowland stream in the Netherlands:a pilot study" Environmental Pollution, 102, S1(1998), pp. 521-526.
 16. Munoz-Carpena, R., Parsons, J.E., and Gilliam, J.W (1991) "Numerical approach to the vegetative filter strip problem: 1. Overland flow". Paper No. 91-2573. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, pp. 21
 17. Page, A.L., (editor). (1982) Method of Soil Analysis: Part2-Chemical and Microbiological properties. American Society of Agronomy, pp. 20-43.
 18. Phillips, J.D (1989) "Nonpoint source pollution control effectiveness of riparian forests along a coastal plain river". Journal of Hydrology, 110, pp. 221-237.
 19. Xiang, W. (1993) "Application of a GIS-based stream buffer generation model to environmental policy evaluation". Environmental Management, 17, pp. 817-827.
-

93 年 06 月 10 日 收稿
93 年 07 月 08 日 修改
93 年 07 月 28 日 接受