

永續經營之集水區保育治理策略探討--以古坑溪及崁頂溪集水區為例

陳文福⁽¹⁾ 李懿書⁽²⁾ 陳俞瑾⁽³⁾

摘 要

台灣地區的集水區治理規劃，以往常以治山防災工程為主要對策，近年來則較為強調自然環境生態之永續經營為主，現今因氣候變遷愈烈，極端降雨頻繁，將面臨更大之水文事件，故如何降低重大土石災害區之威脅與有效執行治山防災工作即為本研究所欲探討之內容。

本研究以整體性、安全性、經濟性、生態性及人文性等多面向作為考量，針對位於雲林縣古坑鄉上游集水區進行治山防災調查及治理規劃，並透過治理規劃，抑止泥砂生產、下移與降低災害之發生，以及降低洪患規模，打造安全之環境，帶動地方之發展，促使本計畫區能夠達到穩定山坡地環境，確保土壤資源與水資源之永續利用等目的。

(關鍵詞：古坑溪、集水區、治山防災)

Integrated Management Planning for Sustainable Development - Gu-Ken and Kan-Din Creek Watershed as an example

Wen-Fu Chen⁽¹⁾ Yi-Shu Lee⁽²⁾ Yu-Jin Chen⁽³⁾

Professor⁽¹⁾, Graduate Student⁽²⁾, Doctoral Student⁽³⁾ Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan 402, R.O.C. ¹

ABSTRACT

In order to integrated watershed planning we should consider not only disaster prevention engineering but also the role of social-economic and cultural aspects. Now because the climate is the stronger in changes, extreme rainfall frequently, we will face more hydrology events, how to reduce the threat of a significant debris area and the effective implementation of the Watershed Management and prevention efforts is the content of this study.

(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班研究生

(3)國立中興大學水土保持學系博士班研究生

This study is concerned about the unity, safety, economy, ecology, and humanity etc. The upper reach, which is located in the Yun-lin County Gu-ken Rural Township, will be proceeded the investigation of the watershed management and the management plan. By using the the management plan, it can not only restrain the production of the curbed mud sand, and the movement of the curbed mud sand but also can decrease the disaster, and the flood-patient scale. The safe environment and the local development can make this plan area reach the environment of the stable hillside and make sure that the soil resources and water resources can be used continually.

(**Keywords:** ancient pit River, catchment, treatment of mountain disaster)

前言

本研究區為雲林縣古坑鄉古坑及崁頂溪子集水區，區內地層屬頭嵙山層，因其礫岩、砂岩的組織、膠結不良，易受沖蝕造成崩塌。自 1999 年 921 地震於山坡地造成大量崩塌地後，近年來接連發生 2001 年桃芝颱風、2004 年敏督利颱風引起之 72 水災、艾利颱風及 2006 年因長延時降雨造成之水災，均引發土石流並造成極嚴重之土砂災害。加上現今因氣候變遷愈烈，極端降雨頻繁，將面臨更大之水文事件，因此如何降低重大土石災害區之威脅與有效執行治山防災工作即為本研究所欲探討之內容，而地區聚落之安全維護以及本區內重大土石災害之調查評估，亦為其重要課題。本研究針對計畫區進行整體現況調查、資料統計分析、研擬治理對策以抑制及抑止泥砂下移、減低災害的發生，保護聚落之安全、減免重大土石災區之災害機率，並檢視治理功效及農村未來發展。

研究材料與方法

一、研究流程與步驟

本研究以永續發展為主，提出集水區整

體治理之對策，選定雲林縣古坑鄉古坑及崁頂溪子集水區為研究區域，希望藉由調查分析問題，並落實於規劃層面的實際執行步驟，使集水區能夠符合安全、自然、產業的普遍性規劃主軸，達到集水區永續發展之目標。

在治山防災部分，整體保育治理是以保護對象的安全為目的，分析土石流潛勢溪流、崩塌地溪流及過往災害等因子，建立集水區安全之基礎。詳細研究流程如圖 1 所示。

二、研究區域概況

(一)行政區域、人文及交通

研究區位於雲林縣古坑鄉，包含古坑、崁頂溪等二個子集水區，總面積約 5,360 公頃，位於雲林縣南端。集水區內之行政區包括古坑鄉水碓村、古坑村、永光村、永昌村、西平村、崁腳村、桂林村、荷苞村、麻園村、朝陽村、華山村、華南村、湍仔村及斗南鎮的將軍里。其中古坑集水區約為 1,075 公頃，崁頂溪集水區約為 4,285 公頃。

研究區內居民經濟活動主要以農為業，耕地主要種植原料甘蔗，其餘種植水稻、菸葉、柑桔、鳳梨等。而林地內主要生產麻竹、

桂竹、孟宗竹、杉木等為主。

交通方面，國道 3 號貫穿本區，南接嘉義縣之大林、北往彰化縣之林內，東西向快速道路由古坑系統交流道起點直達台西等沿海地區，對外交通堪稱便利。此外，1999 年

發生 921 大地震後政府極力推動產業與觀光，本區內除原有劍湖山遊樂世界外，另有劍湖山王子大飯店，大華山庭園咖啡店，已成為全國休閒的著名景點。其地理位置圖詳如圖 2 所示。

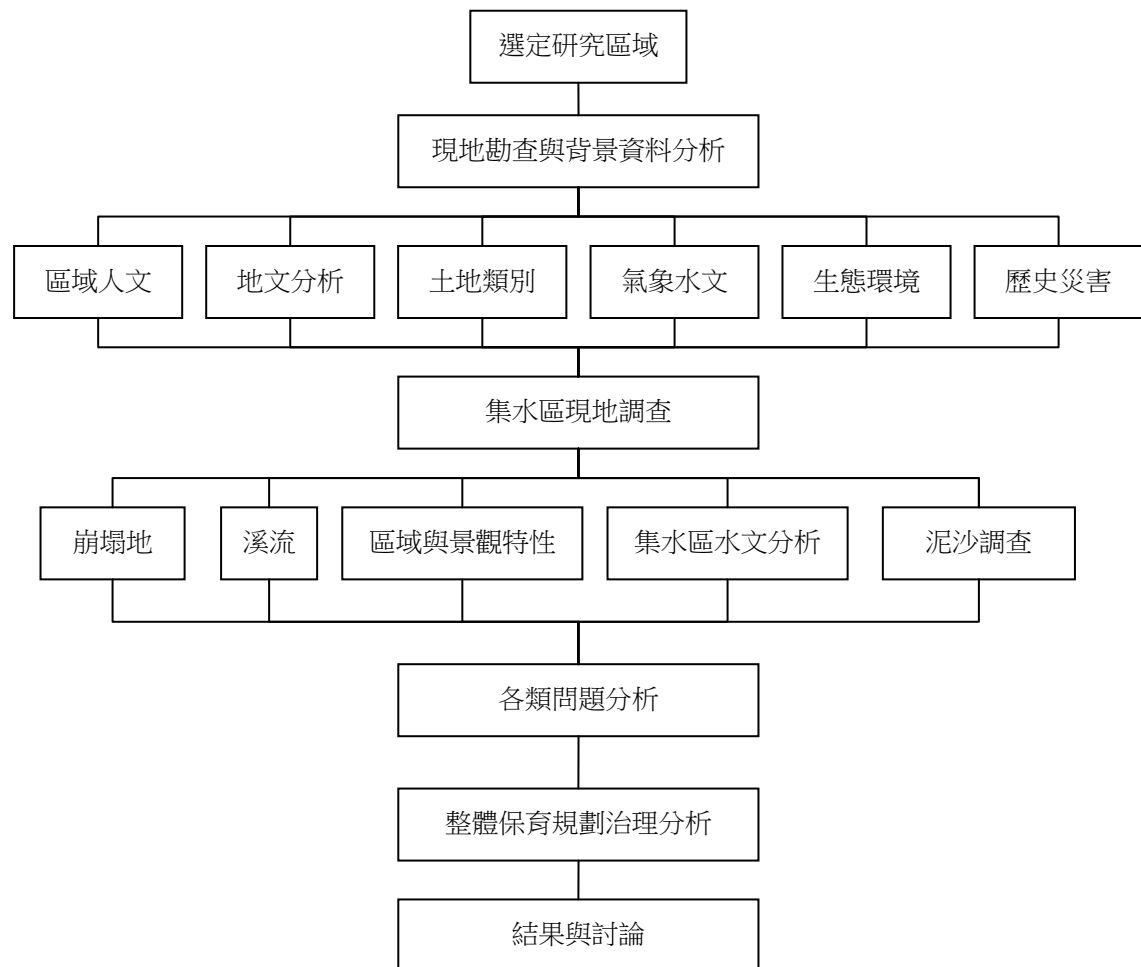


圖 1 集水區研究流程圖

Figure 1 The flow chart of this study

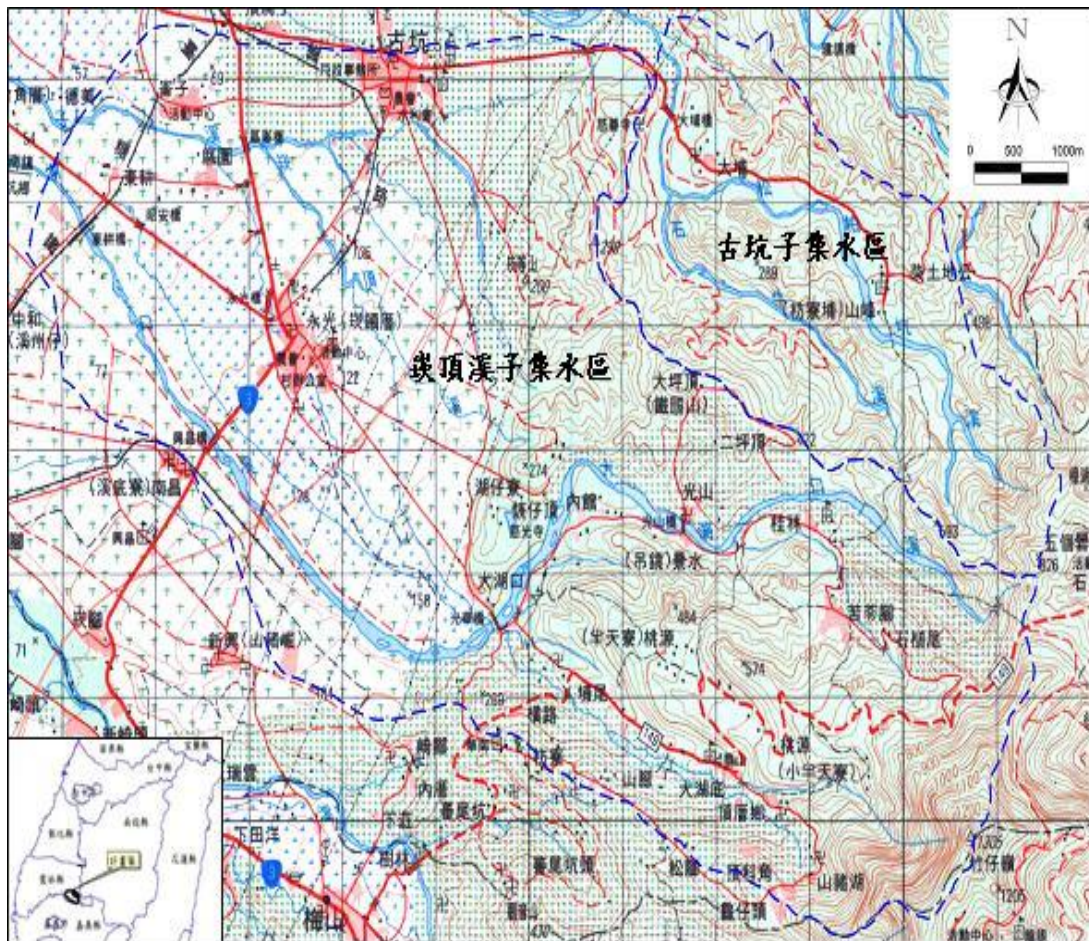


圖 2 研究區之地理位置圖
Figure 2 Location of the study area

(二)地形及地質

集水區高程以高度 100~200m 所佔面積最大 (約佔集水區面積 27.68%)，其次為高度 200~300m (約佔集水區面積 19.27%)。坡度以一級坡 (小於 5%) 面積最大，約佔集水區面積之 32.94%；其次為三級坡 (15~30%)，約佔集水區面積 19.69%。坡向以西北方坡向所佔面積最大，約佔集水區面積 26.72%。本區高程、坡度及坡向詳如圖 3~5 所示。

本研究區之集水區出露的地層有南莊層、桂竹林層、頭崙山層、紅土地堆積層、階地堆積層、現代沖積層。本區地層之分佈詳如圖 6 所示。

(三)土壤

本研究區土壤分布有石質土、沖積土、紅壤、崩積土、黃壤及雜地等六種，其中以崩積土涵蓋面積最大，達 2,065.69 公頃。本區之土壤圖詳如圖 7 所示。

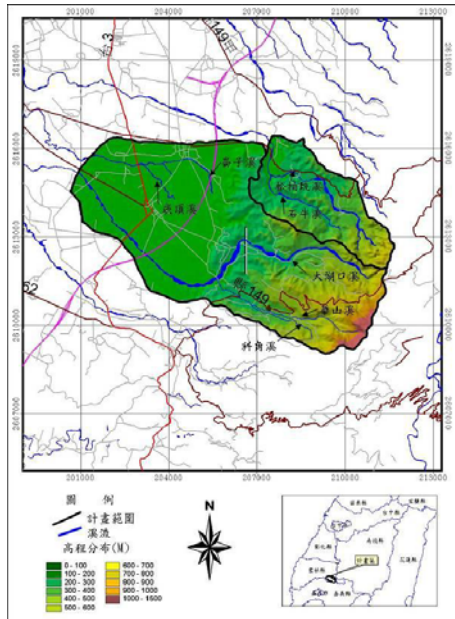


Figure 3 Elevation distribution map of the study area

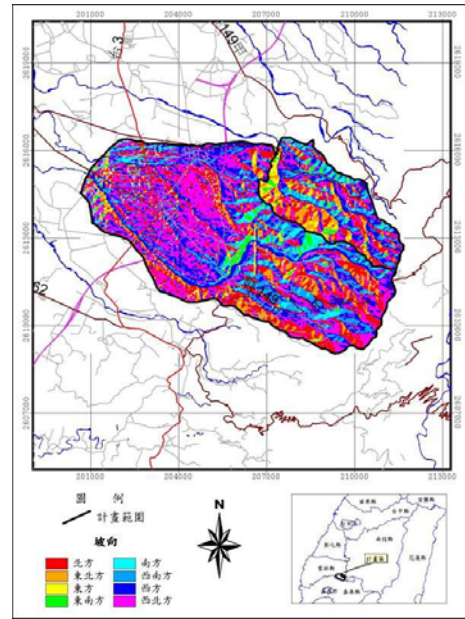


Figure 5 Slope direction map of the study area

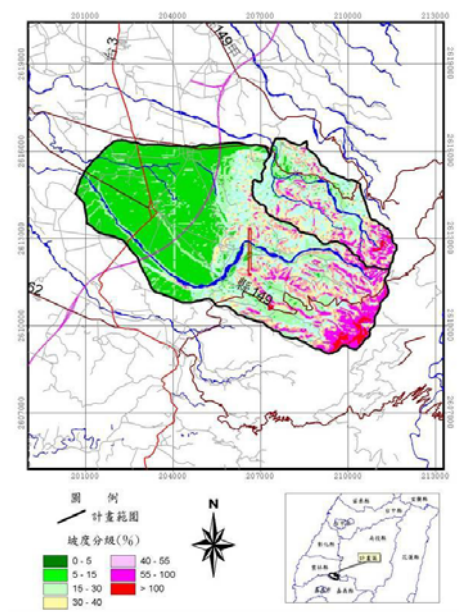


Figure 4 Slope distribution map of the study area

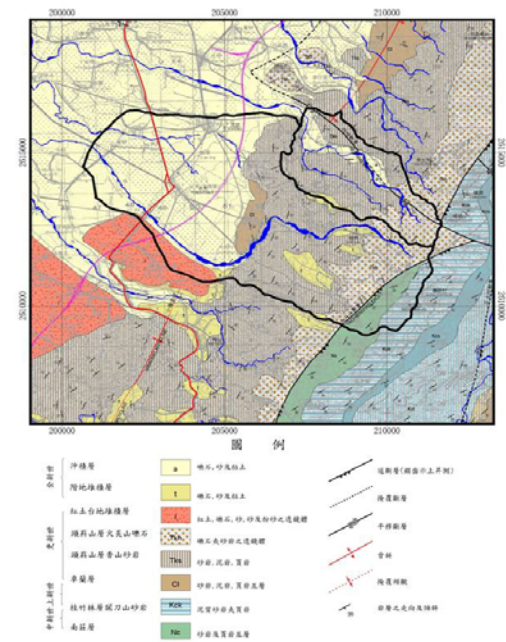


Figure 6 Geology distribution map of the study area

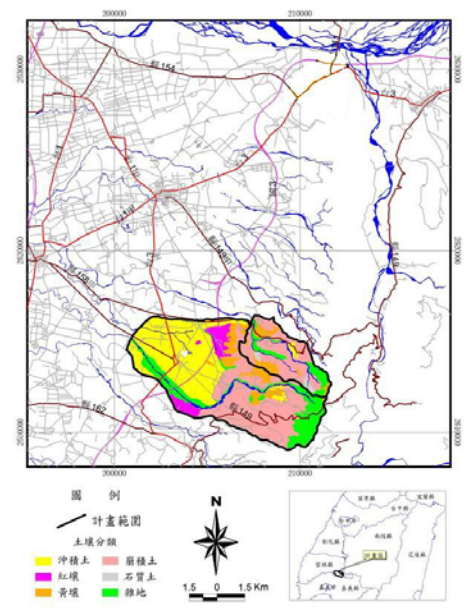


圖 7 研究區之土壤分布圖

Figure 7 Soil distribution map of the study area

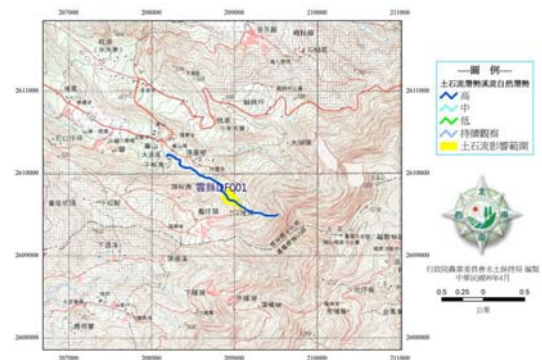
(四)水系

本研究區之古坑及崁頂溪子集水區為北港溪流域，古坑及崁頂溪子集水區主要溪流有大湖口溪、崁頂溪、石牛溪、松柏坑溪及崙子溪等，以上水系皆發源於台地與麓山帶交界處，並為東向西之流向水系。

(五)崩塌地及土石流潛勢溪流

依據水土保持局 2004 年「七二水災崩塌地判釋及分析」計畫，顯示在 2004 年 7 月敏督利颱風後，於古坑及崁頂溪子集水區內約有 10.49 公頃之崩塌地分布，2009 年莫拉克颱風後又再次重創華山溪，使得猴洞橋上方大量崩塌。此外，依據水土保持局所公佈之圖資，顯示本研究區共有 3 條土石流潛勢溪流(DF001~3)且均為高危險度土石流潛勢溪流。本區土石流潛勢溪流圖

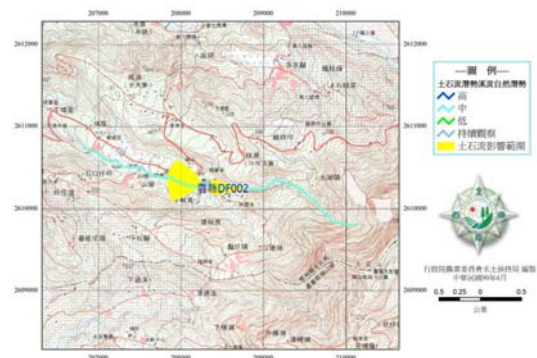
詳如圖 8~10 所示。



(資料來源：水土保持局)

圖 8 研究區之土石流潛勢溪流圖(雲縣 DF001)

Figure 8 Potention debirs flow map of the study area



(資料來源：水土保持局)

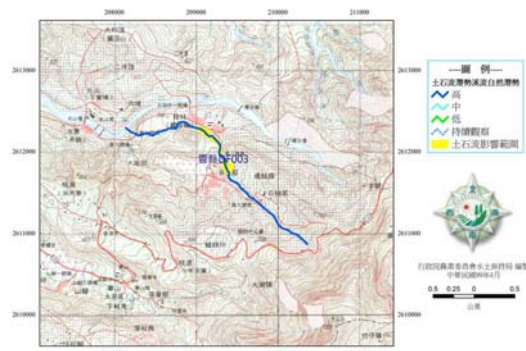
圖 9 研究區之土石流潛勢溪流圖(雲縣 DF002)

Figure 9 Potention debirs flow map of the study area

(六)歷史災害

本集水區災害歷史以土石流及野溪災害為主，在土石流部份 2000 年 6 月 3 日因降雨誘發土石流災害，造成二尖山崩塌，連帶原淤積溪床之土石一起滑動，而下科角河床彎道土石改道，衝至民宅，危及 6 戶住家安全。2000 年 6 月底又再暴發土石流災害，係因大尖山崩塌之淤積土

石因豪雨冲刷至華山溪。2001 年十多戶民宅遭土石流淹沒，下游處一樓幾遭淹埋，另有一棟房屋被沖入華山溪內。



(資料來源：水土保持局)

圖 10 研究區之土石流潛勢溪流圖(雲縣 DF003)

Figure 10 Potention debirs flow map of the study area

野溪部分在 1984 至 1985 年間曾發生幾次豪雨，致使溪床沖蝕嚴重，兩岸崩塌、底層裸露。另在 2001 年桃芝及納莉颱風時，溪水夾帶大量砂石順勢而下，引發土石災害，淤積河道，部分河段淤及堤頂，溢流至道路，致使居民之生命、財產與安全遭受威脅，2009 年 8 月莫拉克颱風再度重創華山溪，使華山溪猴洞橋上方產生大量崩塌。

三、集水區水文分析

蒐集集水區附近氣象站或雨量站之資料，由於大埔雨量站距離崁頂溪集水區最近，故水文資料主要蒐集大埔站之資料，圖 11 即為大埔雨量站年雨量統計圖。

依據水土保持技術規範，合理化公式僅適用於集水面積小於 1,000 公頃之區域，故在進行合理化公式演算時，將計畫區分為石牛溪上游、松

柏坑溪、崙子溪上游、崁頂溪、大湖口溪上游、華山溪及科角溪等七個小集水區分析各集水區之 50 年設計降雨強度之洪峰流量。

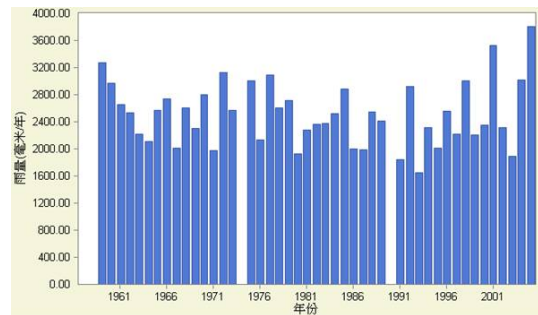


圖 11 年雨量統計圖

Figure 11 Annual precipitation statistical chart

四、泥沙調查分析

(一)泥砂來源及原因分析

集水區泥砂主要來自於流域內地表之沖蝕、山崩及溪岸之崩塌，次為人為過度開發所造成之崩塌，其中研究區內集水區泥砂產量則以坡地沖蝕及緊鄰河道之崩塌為主。研究區多屬於山坡地坡度陡峻，河流短急，地質脆弱，表層土質鬆軟而易受沖蝕，豪雨期間雨水挾帶土石流入河谷。研究區內泥砂生產來源及原因可分為水文氣象、地質與土壤、地形因素、土地利用、地震等六因素。

(二)坡面沖蝕

研究區在坡地土壤沖蝕量估算方面，採用國內常用之美國通用土壤流失公式(USLE)進行坡面沖蝕估算方法進行。其中通用土壤流失公式(USLE)乃一經驗公式，係經由多年之發展研究而成，現今已成為最常被採用之土壤沖蝕估算模式，其公式如下：

$$A = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中，A=每公頃之年平均土壤流失量(公噸)

R_m=降雨逕流因子(106 焦耳-毫米/公頃-小時-年)

K_m=土壤可蝕性因子(公噸-公頃-小時-年/106 焦耳-毫米-公頃-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

通用土壤流失公式是由標準單位試區所發展出來，此一試區是指坡長 22.13 公尺、坡度 9% 之均勻坡面，且坡面保持連續兩年以上的休耕與裸露。

結果與討論

集水區保育治理方案應在安全穩定基礎下，使下游保全對象受到安全之保護，研究區係以「治山防災」及「農村特色發展暨願景規劃」兩部分來探討，並藉由問題之探討、分析及現場調查，提出適合集水區之治理對策。

一、治山防災治理對策

治山防災工作是營造集水區內保全對象之安全環境，探討土石流潛勢溪流、崩塌地、野溪等災害對保全對象造成之影響與對策分析，以作為後續評估之依據。

(一)土石流潛勢溪流問題與對策

依據調查與分析，本集水區以華山溪土石流潛勢溪流產生土砂災害之機率較高。華山溪之平

均坡降約 33%。陡急的河床中堆積了大量的土砂，目前已施作梳子壩及防砂壩，應可疏緩土石流的威脅，但後續的維護管理，仍不能有所疏忽。經調查顯示，華山溪集水區潛在的土砂災害原因歸納如下：

(1)充分的土砂來源

華山溪旺盛的向源侵蝕作用，除了在源頭部形成陡峭高聳的崩塌崖面外，而侵蝕下來的土石堆積物堆積於河道內，提供可能引發土石流的土砂來源。

(2)陡急的溪流坡降

華山溪源頭之大尖山高程為海拔約 1,305 公尺，集水區下游華山橋一帶高程約為 405 公尺，高程相差約達 900 公尺，而其溪流長度約 2,700 公尺，初步計算華山溪之平均坡降約 33%。陡急的溪流坡降，較易引發飽和土砂的流動，也是引發土石流的主要因素之一。

(3)狹窄的溪流出口造成之土砂或洪水溢流

華山溪自華山文化園區以下至華山橋一帶河段，因河岸各種土地利用的關係，導致溪谷寬度突然縮小，土石流發生時容易造成土石溢流，是下游地區引發土石流災害的可能溢流點。

華山溪潛在土砂災害的溢流點可能有兩處：華山橋與華山文化園區，影響範圍起自華山文化園區至華山派出所附近，涵蓋華山橋至華山國小間的地區，如何避免土石溢流成災，是本研究整體治理策略之重點。在經過施作數道梳子壩及防砂壩，土石流的威脅已稍稍疏緩，但未來亦有可能再次造成災害，故必須針對後續治理研發對策如下：

(a)定期清疏、持續維護管理。

(b)下游通水斷面不足，應克服土地取得問題，給以改善。

(c)定期舉辦土石流防災避難演練。

(d)目前華山溪大部分溪段均已施作連續固床工減緩溪床坡降，穩固溪床防止刷深，但經颱風暴雨侵襲後，造成基礎掏空裸露破壞，應規劃補強加深固床工基礎，並回拋塊石治理。如圖 12 所示。

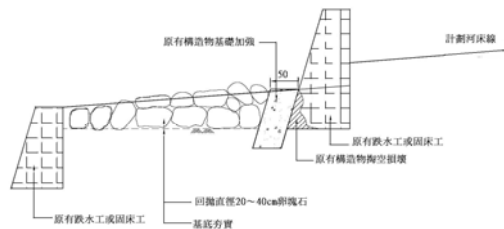


圖 12 固床工基礎掏刷補強工法示意圖

Figure 12 Riverbed Foundation reinforcing method for cutting brush diagrams

(二)野溪問題及治理對策

本研究區主要溪流為石牛溪、松柏坑溪、大湖口溪及崙子溪等。大湖口溪自 1973 年至今數十年整治，河段目前多已趨穩定但仍有部份未受治理，為避免該河段繼續受到侵蝕，應依據大湖口溪特性製定治理工法，在河道兩側設置護岸，固定兩岸坡腳，並增設橫向構造物穩定溪床。

崙子溪則在古坑南橋至上游區段，部份凹岸區段未設置護岸保護，若遇豪大雨易造成溪岸崩塌，危害聚落安全。為考量現地環境景觀，兩側設置生態型護岸，並清除河道多餘之淤積土方，另外可在不縮減河道的情況下，利用河道淤積之腹地，營造休憩親水的空間。

石牛溪與松柏坑溪目前則已完成許多整治工程，河道狀況尚趨穩定，但仍需對現有之防災構造物與橋樑進行補強和整建，以防止未來災害之發生。

(三)崩塌地問題及治理對策

目前崩塌地主要分佈於松柏坑溪、石牛溪及大湖口溪上游坡地。根據地質圖比對及現場調查資判斷，崩塌地鄰近地質屬頭嵙山層火炎山礫岩相之區域。崩塌地主要分佈之區域因地形坡度陡峭，並未有大规模之人為開發現象，亦無直接保全對象，目前崩塌地下游松柏坑溪、石牛溪及大湖口溪中上游均已治理，設置橫向構造物等設施，可有效攔阻崩塌土石下移，因此本區崩塌地建議採用自然復育方式處理。華山溪近年之崩塌地，主要設置截排水溝，修補坡地裂縫及危木處理，並對野溪進行土石清疏。

二、農村特色發展暨願景規劃

古坑鄉之觀光資源空間分類屬東部山地丘陵系，其自然遊憩資源是雲林縣最為豐富之地區，再輔以產業遊憩資源之結合，致使古坑鄉擁有可觀的觀光遊憩資源。

整體而言，古坑鄉的觀光、產業資源非常豐富。但由於當地的部份地質相當脆弱，地形景觀亦遭自然力作用而變遷，因此如何針對環境敏感地帶做好發展與保育並重的工作，以及對整體觀光資源、交通系統作規劃設計，並輔以社區地方特色的呈現，發展成為良好的觀光地區。

現階段古坑鄉之發展構想，乃在現有產業結構基礎與本身環境條件上，健全基礎性公共設施建設，利用其豐富之農業與觀光資源，配合行銷策略與社區總體營造之文化建設，塑造古坑鄉為觀光精緻化、居住優質化與文化本土化之地區。

另外農村發展乃藉由「環境景觀、地方產業特色及願景規劃等」議題探討分析，規劃出具體的各種策略方案，使得社區內既有主要產業配合「生產」、「生活」、「生態」三生原則與社區共榮。

(一)環境景觀

古坑鄉觀光遊憩資源之空間分類屬東部山地丘陵系，屬性分類有自然遊憩資源、產業遊憩資源、遊樂設施與活動，其中休閒產業是近年來雲林縣興起的重要產業之一，而除了傳統的休閒產業以外，農業轉型成為休閒產業的型態將提升傳統產業的附加價值；古蹟方面則尚無法定古蹟，但仍有少數具代表性之歷史建築物、傳統宗教建築物。

(二)地方產業特色

本研究區內農特產品為柳丁、檳榔及咖啡等，其中柳丁產量，佔全國的 46%，是目前消費市場之最大宗來源。其中咖啡自日治時即為主要的產業，是台灣咖啡的原鄉。

檳榔在 1981 年起，農民紛紛改種檳榔，檳榔的經濟效益頓時成為華山居民的主要收入，遊客進入華山地區第一印象就是滿山遍野的檳榔樹，截至目前為止，檳榔仍佔有華山地區產業相當重要的角色，但在歷經 921 地震與土石流災害的傷害下，居民對於無法幫助水土保持，甚至為社區帶來負面文化印象的檳榔樹，才開始有了其他的想法。

咖啡則是在 921 地震及土石流災害侵襲之後，居民們將田園中僅存的咖啡樹加以維護，及「台灣咖啡節」舉辦、媒體的報導下，在幾年之內，華山地區的休閒咖啡店林立，儼然形成咖啡集中地，且因「台灣咖啡原鄉」之名，使得華山成為咖啡產業的發展重鎮。

在文化產業方面以交趾陶最具特色。交趾陶目前在台灣，採用純手工、無模品製作的僅有現居於華山的蔡顯勇先生一人，近年來交趾陶由於受到社會的重視，走向大化與生活化，生活化的題材遍及室內陳設、壁飾等，展現了一片蓬勃的生機，同時也為華山地區增添了藝術的色彩。

(三)規劃區願景規劃

古坑地區，目前咖啡店林立，民宿、餐廳業者快速增加，但當地農民從過去至今都以其他農作物為主要生計來源，對咖啡的栽種知識與技術，沒有文化的傳承與經驗的累積，且多數業者是因一時的風潮，在缺少經驗下轉戰經營咖啡館，初期雖可以咖啡為號召吸引外來遊客，但走進華山地區的店家，卻無法感受其與咖啡的關聯性與氛圍，加上經營的業者對咖啡的認知有限，使得咖啡要融入當地文化更加困難，外來遊客自然無法感受古坑華山與其他觀光地區，有何獨特性與差異性，因此如何妥善規劃與創新將是其重要課題。此研究將區內之願景規劃出三點如下：

(1)創新咖啡產業商品

咖啡產業的發展，從初級產品、商品到以獨特氣息的咖啡館從事體驗行銷，提供給消費者更多創新型態的體驗，進而持續吸引消費者的注意，而目前古坑華山地區的發展大多停留在咖啡商品販賣、較無特色的餐廳、咖啡廳等。然而必須在咖啡產業的產品上，讓遊客感到耳目一新，因此像是建築樣式、內部裝潢、菜色餐點、商品項目及包裝等都必須有獨特的創意。

(2)參考其他推展成效良好之節慶活動

咖啡節的舉辦為研究區每年最盛大的產業行銷活動，因此在咖啡節的籌備與規劃上，必須投入更多的創意與更大的決心。在咖啡節的舉辦

過程中，必須先大量吸取經驗後才能創造符合地方特質的體驗活動。

(3)瞭解並研究各景點之發展趨向

藉由社區活化發展類型較相同的產業觀光，並且加強社區與產業的連結，讓產業發展結合居民生活，使產業環境與生活空間相互融合，才能讓居民對產業發展持續投以關心，並進而影響整體產業的永續發展。發展構想圖如圖 13 所示。



圖 13 發展構想圖

Figure 13 Illustration of plan for development

結論與建議

一、因研究區缺少深厚的咖啡文化，對咖啡的栽種知識與技術，沒有文化的傳承與經驗的累積，因此如何使其地方特色產業有效發展，是其重要課題。

二、因現階段古坑鄉之發展構想，乃在利用其豐富之農業與觀光資源，配合各種行銷策略與社區總體營造之文化建設來塑造古坑鄉，但是現今的優勢條件可能因發展過度，反而成為未來發展之阻礙，而劣勢條件亦可能成為未來優勢之發展契機，因此如何在其環境與人文等變化中不斷創新

才是最重要的方向。

三、台灣地區集水區治理規範，近年來較強調兼顧自然環境生態保育及地方特色產業發展之集水區永續發展。本研究藉由「治山防災」與「農村特色發展暨願景規劃」兩大主要方向來探討集水區治理之策略，並作為集水區後續治理依據。

參考文獻

1. 行政院農委會水土保持局第三工程所 (2007)，「林內、古坑及崁頂溪集水區上游坡地整體治理調查」成果報告。
2. 王傳益、連惠邦、葉昭憲、張俊彥、李漢鏗、李秉乾、黃奕璵 (2003)，「集水區自然生態工法規劃設計參考模式之建立」成果報告，行政院農業委員會水土保持局。
3. 徐淑竹、陳子晴、嚴義祥、蔡明波 (2006)，「以永續發展為導向之草湖溪上游集水區整體保育治理方案」，水土保持學報，第三十八卷，第三期，第 291-230 頁。
4. 胡蘇澄(1996)，「建立集水區整體治理及永續經營模式之研究—水里溪集水區個案」，水里溪集水區水土資源整體經營計劃研討會。
5. 鄭皆達、黎智源、蔡明波(2006)，「苑裡溪上游集水區保育治理研究」，水土保持學報，第三十八卷，第一期，第 11-20 頁。
6. 吳輝龍 (1996)，「面向新時代解決新問題」，集水區保育治理對策與功能，第 1-17 頁。
7. 游繁結、周天穎、葉昭憲、賴如慧 (1999)，

水土保持學報 43(3) : 339 – 350(2011)

Journal of Soil and Water Conservation , 43 (3) : 339 - 350 (2011)

「集水區整治率評估模式之探討」，中華水土保持學報，第三十卷，第二期，第 137-147 頁。

8. Brook, K. N., P. F. Folliott, H. M. Gregerson and L. F. Deban (1997), Hydrology and the Management of Watershed, Iowa State University Press, P.502.
9. Fiebiger, G. (1993), "Chapter 14 : Watershed Management" in Tropical Forestry Handbook, Laslo Pancel Ed., Springer-Verlag, Berlin, Germany.
10. Keeneth, N. Brooks (1997), Integrated Watershed Management Research, 中華水土保持學報, 29(3): 196-219.