

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

徐淑竹⁽¹⁾ 陳子晴⁽²⁾ 嚴義祥⁽³⁾ 蔡明波⁽⁴⁾

摘 要

台灣地區集水區治理規劃，過去常以治山防災工程為主要對策，近年來則較強調兼顧自然環境生態保育及產業發展、民生樂利之集水區永續發展。本文以位於台中縣霧峰鄉桐林村之草湖溪上游集水區為例，考量集水區的自然環境、社會人文條件及過去水土災害的嚴重程度，兼顧保育、防災及產業發展等原則，收集、分析相關資料與針對集水區永續發展的各項問題，作深入探討，研擬集水區整體保育治理方案，以維護集水區所具有的保土、護坡、理水、淨水等國土復育、涵養水源的功能。在治山防災工作方面，以七二水災為鑑，應防止強大降雨挾帶上游之土砂對沿溪保護對象造成影響，坑溝整治與道路水土保持措施是適宜的集水區復育方法；在農村發展規劃上，則以串連上游自然生態園區與下游人文、產業特色之重點發展，形成休閒觀光軸帶為重要發展策略。治山防災與農村發展同時併行，首在建立集水區安全及優質之環境，符合集水區長遠利益。為具體落實整體保育治理方案要考量整治成效與可行性。

（**關鍵詞**：草湖溪、永續發展、集水區、治山防災、農村發展）

Integrated Management Planning for Sustainable Development of Upper Chaohu Creek Watershed in Central Taiwan

Su-Chu Hsu⁽¹⁾

Graduate Student, Department of Soil and Water Conservation,
National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402.

C. Ching Chen⁽²⁾

Graduate Student, Department of Land Management Feng Chia University, Taichung, Taiwan.

Yih-Shyang Yen⁽³⁾

Senior Specialist, Soil and Water Conservation Bureau 2nd Engineering Office,
Feng Yuan, Taiwan

Ming-Po Tsai⁽⁴⁾

Soil and Water Conservation Hydraulic Engineer.
GD Engineering Consultants Company Limited, Taichung, Taiwan

(1) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(2) 逢甲大學土地管理學系碩士班在職研究生

(3) 行政院農委會水土保持局第二工程所秘書

(4) 水土保持水利工程技師；家鼎技術顧問有限公司

ABSTRACT

Chaohu creek watershed in Tonglin village, Wufong township, Taichung county was selected as the study area for developing conservation and management strategies that will ensure sustainable future for the agricultures communities located therein. Soil conservation measures for access roads, landslide treatment, and gully control works were proposed to enhance watershed stability. The environmental and land use conditions as well as the damages by past typhoon storms of the watershed were critically evaluated. The watershed was partitioned into four portions:(1)natural area (2)slopland conservation area (3)rural community residential-cultural area and (4)people friendly creek side recreation area. Site-specific measures were suggested to achieve the overall sustainable development goals.

(**keywords:** Soil conservation, watershed stability, sustainable development)

前 言

草湖溪上游集水區人文與自然資源豐富，受七二水災肆虐，發生多處土石崩坍、淤塞河道，影響集水區安全與未來發展。為使本區災害減至最低，建構安全穩定與健康優質之農村環境，本研究擬以永續為導向，安全為基礎，考量草湖溪集水區自然與人文條件，整合治山防災技術、農村規劃手法、自然生態維護以及人文產業發展方向，應用實質層面之構想，落實規劃層面的執行，達到集水區保育治理目標，維繫集水區永續利用的功能。本研究將以『治山防災』及『農村發展』為作規劃方向，藉由詳細調查、分析與探討流程，建立集水區整體治理模式，作為爾後台灣地區集水區治理模式之參考。

研究方法

一、研究流程與步驟

本研究以永續發展為導向提出集水區整體治理之對策，選定台中縣霧峰鄉草湖溪上游集水區為研究區域，期望藉由調查分析技術，落實於規劃層面的實際執行步驟，使集水區能符合安全、自然、產業的普遍性規劃主軸，達到集水區永續發展之目標。集水區

整體保育治理主軸示意圖詳圖 1 所示。

在治山防災課題上，整體保育治理是以保護對象之安全角度出發，分析土石流潛勢溪流、崩塌地、溪流等因子，對保護對象之影響，建構集水區安全之基礎。

農村發展規劃以「產業發展、社區治安、社福醫療、人文教育、環保生態、環境景觀」等議題進行探討，議題之探討對於推動健康社區與凝聚公民意識，具有指標意義，透過社區參與與政策配合，將更可有效提升集水區價值。詳細調查研究流程如圖 2 所示。



圖 1. 集水區整體保育治理主軸示意圖
Figure 1. Illustration of main components for sustainable watershed development.

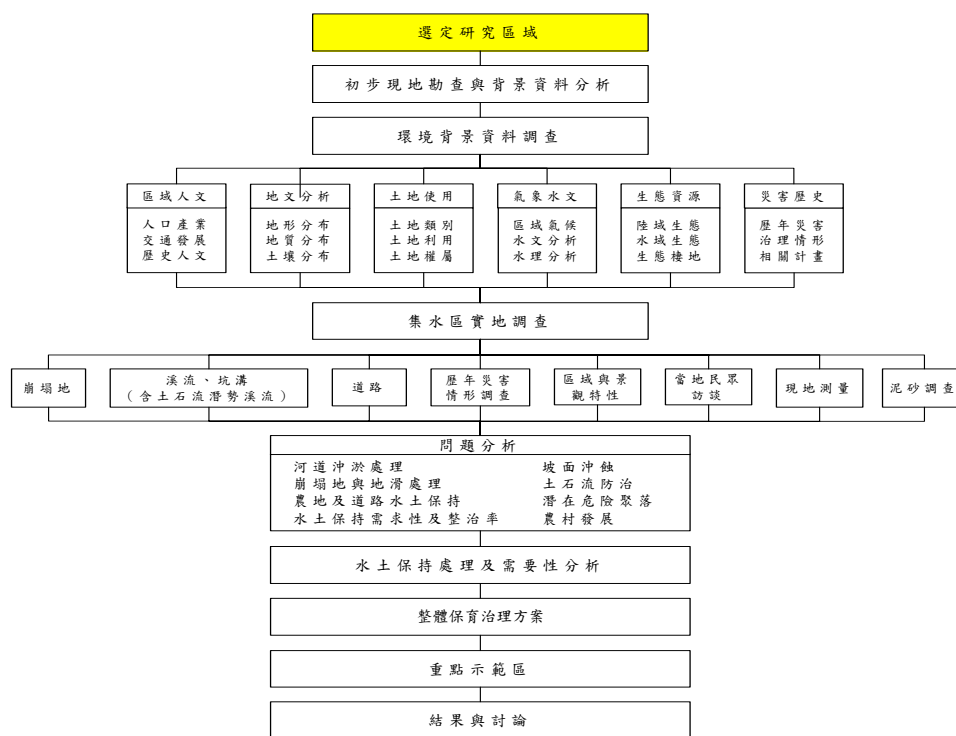


圖 2. 集水區研究流程圖

Figure 2. The flow chart of this study.

二、研究區域概況

(一) 行政區域、交通及人文

草湖溪上游集水區於台中縣霧峰鄉境內，研究範圍為茅埔橋上游稜線內天然排水匯集之地區。本區之地理位置如圖 3 所示。交通方面，聯外道路有南北向之國道第三高速公路與省道 3 號等，交通尚屬便利。區內主要道路為北坑巷、中坑巷與南坑巷，及其他支線農路為區內聯絡道路。

集水區內居民為桐林村 5~11 鄰，至民國 94 年 5 月，計有 240 戶 578 人，多為閩南族群，信仰多為道教、佛教。經濟活動以農業生產為主，農特產有龍眼、香蕉、皇帝筍、荔枝、龍眼乾、香菇、蜂蜜製品等。

此外，區內風景優美，自然資源豐富，白天可遠眺九九峰，夜裡可一覽台中夜景，常有遊客到此遊玩健行，區內提供多處休閒

場所，如鼎峰農場、桐林觀光果園、裕峰農場、百草合藥用植物園、森林遊樂區、桐林創意工作坊、田園陶藝軒等，各農場及果園內種植龍眼、香蕉、百香果等果樹，可供遊客遊憩，陶藝軒裡提供陶藝教學，讓遊客學習手拉坯及作品欣賞。

(二) 地形、地質

集水區之地形東南高西北低，最低點高程為 115 公尺，最高點高程為 720 公尺，坡向以西北向為主，坡度主要為六級坡。本區之高程、坡度如圖 4~圖 5 所示。

本區出露的地層係從更新世頭料山層至上新世卓蘭層，含部分南莊層，地層位態上呈東北—西南走向，以 20°~30° 傾向東南，位態大略整齊一致；鄰近集水區有大茅埔-雙冬斷層經過，範圍外 2 公里處有車籠埔斷層經過。本區之地層如圖 6 所示。

(三) 土壤

由行政院農委會出版之「台灣地區土壤分布圖」萃取得知，本區土壤為灰黃色崩積土，主要分布於中下游左岸陡峻之坡地上，及右岸陡峻之坡面上，上游地區土壤屬暗灰色石質土，石質土不利農耕使用，因土質較為貧瘠，大部份位於雜林帶。本區之土壤分

布如圖 7 所示。

(四) 生態

集水區至少包含 199 種類之動植物，分別是植物類 55 種、鳥類 79 種、哺乳類 19 種、兩棲類 17 種、爬蟲類 29 種。其中台灣特有物種共有 60 種，保育類物種有 50 種。



圖 3. 地理位置分布圖
Figure 3. Location map of study area.

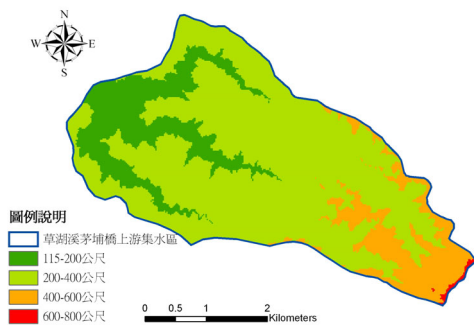


圖 4. 高程分布圖
Figure 4. Height distribution map of study area.

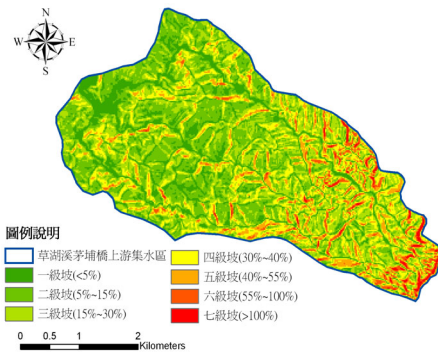


圖 5. 坡度分布圖
Figure 5. Slope distribution map of study area.

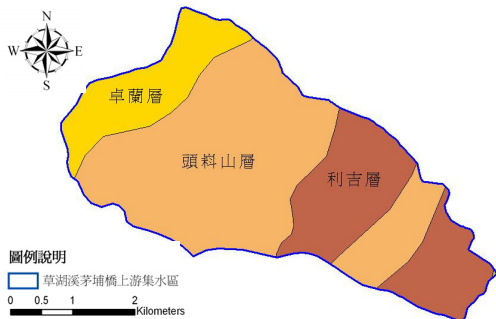


圖 6. 地層分布圖
Figure 6. Geology distribution map of study area.

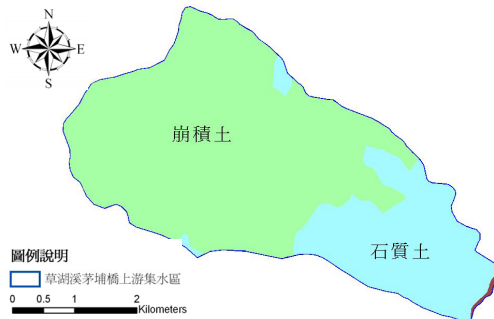


圖 7. 土壤分布圖
Figure 7. Soil distribution map of study area.

(五) 水系

本區之主要溪流草湖溪，屬於烏溪流域，為大里溪之支流。集水區內主要支流有三，分別為北坑溪、中坑溪及南坑溪，三溪自西偏北行至茅埔橋上游匯入草湖溪。

(六) 災害歷史

集水區發生多次土砂災害，這些災害主要為颱風及豪雨造成。賀伯颱風(1996.7.31)過境時，溪水暴漲、道路中斷；桃芝颱風(2001.7.30)帶來罕見大雨，並發生多處道路邊坡崩塌與損壞等災情；納莉颱風(2001.9.16)

時，集水區水土保持設施損失嚴重；敏督利颱風(2004.7.2)造成區內護岸、橋樑及公共設施毀損。尤其以七二水災之災情最為嚴重。

分析集水區歷年一日、二日、三日最大暴雨量並比對災害歷史，可知在九二一地震前亦有超過七二水災之雨量，但災害規模不及七二水災，究其原因，為九二一地震後本區土石結構鬆動，加上七二水災為本區帶來地震後最大一日、二日、三日最大暴雨量，造成本區較大之災害。歷年一日、二日、三日最大暴雨量分布如圖 8 所示。

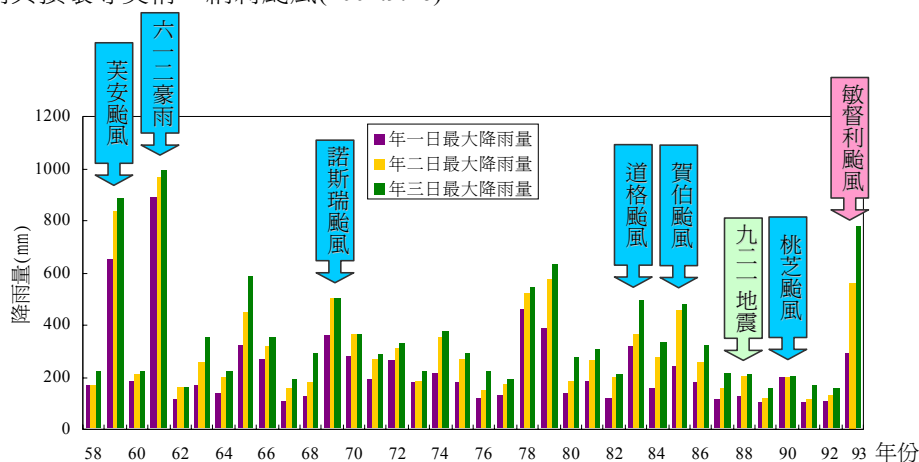


圖 8. 歷年一日、二日、三日最大暴雨量分布圖

Figure 8. The variations of max, one-,two- and three-day of rainfall data from 1969 to 2004.

結果與討論

集水區之保育治理方案應架構在安全穩定之基礎下，營造健康優質之農村環境。研究係以「治山防災」及「農村發展」兩大範疇為探討課題，並藉由課題之探討、分析，以及現場調查、訪談，提出適合集水區未來保育治理的策略及永續發展之對策。

一、治山防災治理對策

治山防災工作主要係為集水區內之保全對象營造安全環境，探討土石流潛勢溪流、崩場地、溪流等災害對保全對象造成之影響，以作為後續評估之依據。

(一) 土石流潛勢溪流問題與對策

依照水土保持局公布之土石流分布資料，本區並無土石流潛勢溪流之分布，經本研究詳細現況調查，調查流程詳圖 9 所示。

北坑溪產業橋上游段有二條支流，其坡度與面積，可能具有土石流發生之潛勢，詳細位置詳圖 10 所示。由於該支流將影響道路通行與安全，因此規劃施設連續箱籠壩或格籠壩，可抑制坑溝發展，降低土石流出規模，並於支流出口與道路交會處採施設靜水池之方式消能，再以箱涵將水流導入主流，維護區內道路通行之安全。該支流整治後模擬示意如圖 11 所示。

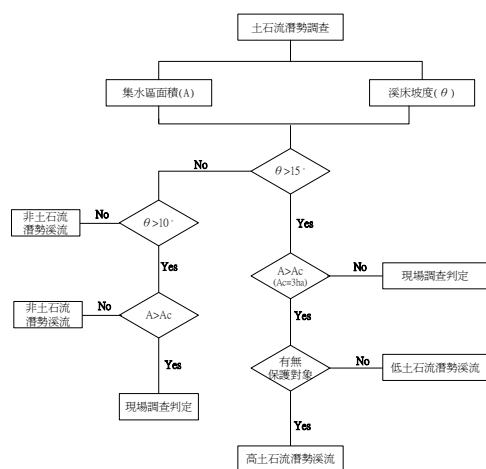


圖 9. 土石流潛勢溪流調查流程圖
Figure 9. The flow chart of debris flow investigation.

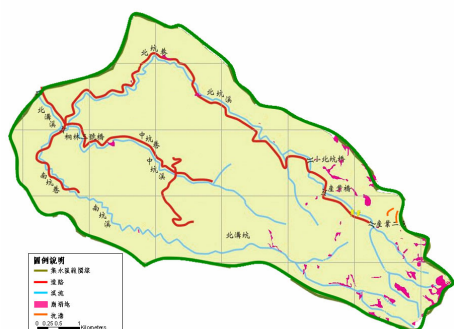


圖 10. 崩塌地與坑溝分布圖
Figure 10. Location map of landslides and gullies.

(二) 崩塌地問題與對策

在崩塌地部分，本區上游地層屬於頭料山層，地層中礫石含量豐富，容易因為水流入滲影響，破壞細粒填料的膠結能力與毛細張力，造成細粒料流失，導致礫石層強度大幅降低，遇降雨時易發生表面沖刷及內部破壞，導致坡面出現層狀剝蝕現象。由於上游地區邊坡坡度較陡，再加上地質特性(頭料山層)，本區上游邊坡本來就比較容易發生崩塌之現象，再加上九二一地震強大外力影響，導致上游地區發生大面積之崩塌裸露



情形。經蒐集水土保持局九二一地震及桃芝
圖 11. 坑溝整治模擬示意圖
Figure 11. The simulated illustration for gully control.

颱風後之崩塌地資訊，再經現場調查本區之崩塌地共有 45 處，面積計 24.88 公頃，其中規模較大者主要集中於上游地區，分布於道路上、下邊坡與溪流兩岸之崩塌地面積相對較小。

經比對最新空中正射影像，並配合現場勘查結果，目前上游部分崩塌地坡面已有植生入侵，裸露面積有逐年減少之趨勢，距離中、下游之保全對象距離較遠，以自然復育較適宜。另外，本區道路邊坡亦有崩塌地之分布，面積通常較小，主要係道路排水不良與溪流沖刷所造成，以配合道路水土保持與溪流整治進行處理較妥當。

(三) 溪流問題與對策

經現場調查，溪流問題包含岸坡崩塌、凹岸沖刷、護岸基礎裸露毀損、橫向構造物沖刷磨損、幾何斷面變化導致其下游面之沖刷問題。詳細調查點位示意詳圖 12 所示。

岸坡崩塌係由於溪流凹處之沖刷能力較強，容易因溪床刷深導致基礎裸露，考量以往本區於凹岸處所施設之箱籠或柔性工法(如槽框護岸)均十分容易發生破壞之情形，以設置混凝土護岸(表面造型模板加植生孔)之方式對凹岸進行保護較為適宜，同時，凹岸處護岸之基礎應予加深，溪床側開

挖處應以混凝土回填，以免因回填土部分較為鬆散而重複遭受淘刷之情形。除此之外，可視溪流寬度加設適當長度之水制工或適當重量之混凝土消能塊，以加強對凹岸之保護，護岸表面則以景觀模版之方式增加其粗糙度，以降低對自然生態造成之衝擊。

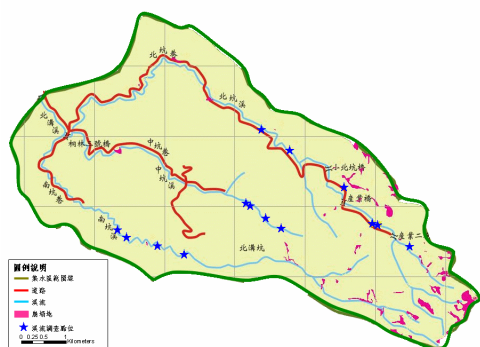


圖 12. 溪流問題點位分布圖

Figure 12. Locations of streams that required detailed investigations.

本區溪流直線段亦有因冲刷而產生局部兩岸崩塌之情形，影響層面為岸坡頂之道路。此問題發生原因主要為溪流局部幾何的變化，再加上長期受到水流冲刷所引起，與凹岸冲刷問題比較起來，直線段受到水流冲刷力較小，再加上現場溪流縱向坡度較為平緩，可採用較生態、柔性的工法進行處理，即可達到保護岸坡之功效，以採用土石籠袋施設護岸較適宜。此工法有經濟、施工方便、迅速，且可就地取材，減少工程棄土問題等優點，配合表面植生處理，較容易與自然環境溶為一體。溪流護岸改善工法示意詳圖 13 所示、土石籠袋整治後模擬示意如圖 14 所示。

本區溪流防災構造物因間距過大或溪流坡度較陡，無法保護上游面構造物之基礎。將以設置適當間距固床工之方式處理，固床工之間距應以能保護其上游面之構造物基礎作主要考量，對於基礎已經因淘刷裸露之既有護岸與固床工，可配合連續固床工之施設，分別以設置基礎保護工與階梯式固床工

之方式加強保護。本區施設橫向構造物時，可加強混凝土強度並加強抗磨措施，以延長其使用年限。

本區因橋樑或整流工程斷面束縮，導致水流流至此處流速加快，其下游面則容易產生冲刷破壞之情形，應將束縮處回歸其原有適當之斷面，或以加強目前束縮面下游保護工之方式進行處理。

(四) 道路水土保持問題與對策

本區經現場調查有邊坡崩塌及道路排水不良之問題。邊坡崩塌部分，考量崩塌坡面坡度較陡，部分坡面已崩塌至岩盤，故直接對坡面進行處理效果不佳，應於崩塌坡腳施設擋土牆（可加設 L 溝或排水溝以利道路縱向排水）並配合防落石柵之方式，穩定崩塌坡腳。

道路橫向排水設施不足部分，為避免逕流過度集中，以增設橫向排水設施為治理措施，橫向排水設施可用 U 型溝上覆鍍鋅格柵板之方式處理，設置間距約每 150 公尺施設一處，實際施設位置則可依現場地形進行調整，橫向排水出口處應有適當之保護或消能設施，以避免對路基（下邊坡）之劇烈冲刷。道路水土保持改善規劃工法示意詳圖 15 所示。



圖 14. 土石籠袋整治後模擬示意圖

Figure 14. The simulated illustration for renovated rock container.

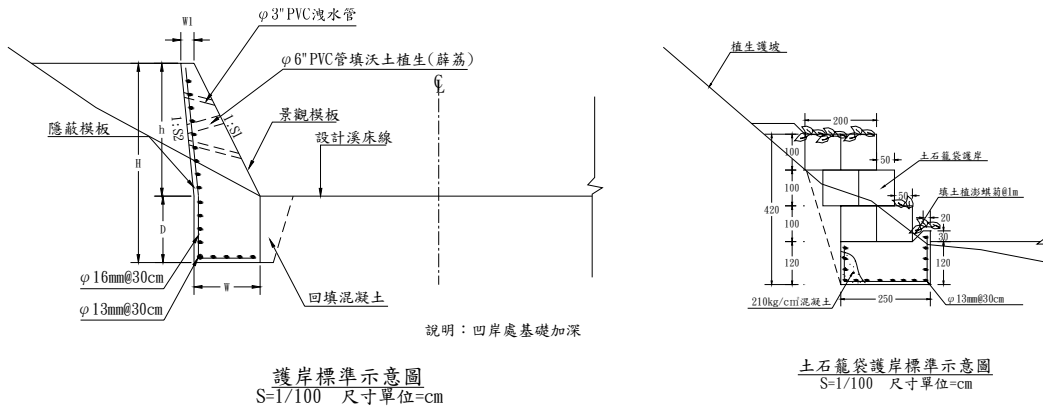


圖 13. 溪流護岸改善工法示意圖

Figure 13. Illustration of stream engineering structure design.

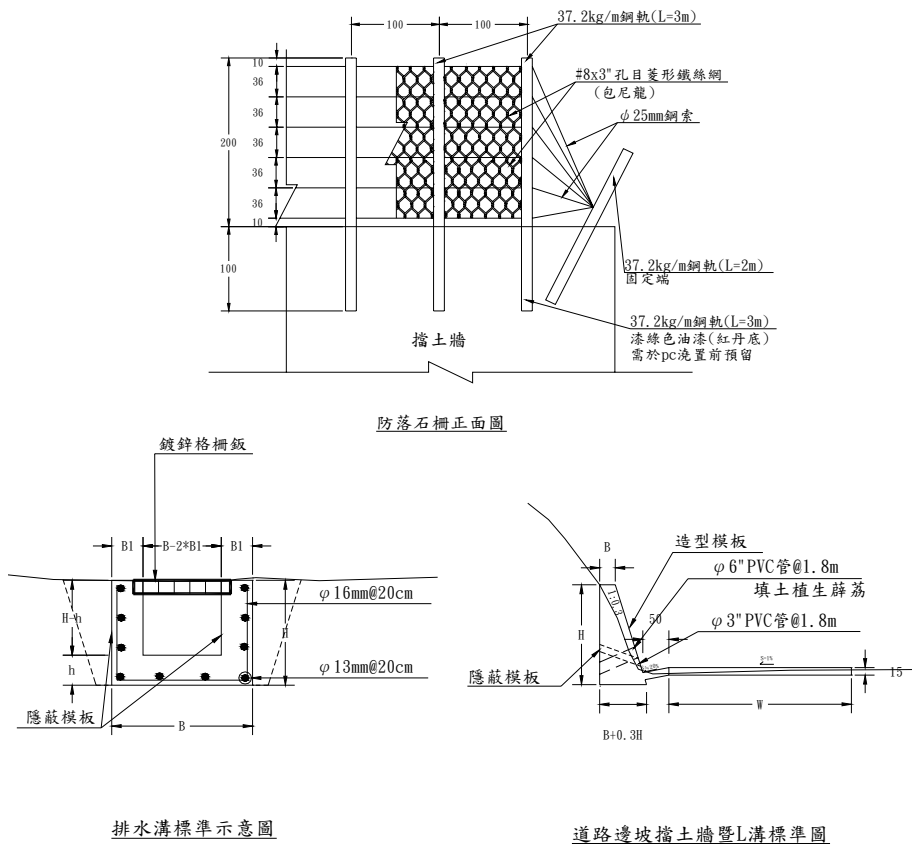


圖 15. 道路水土保持改善工法示意圖

Figure 15. Illustration of road engineering structure design.

二、農村發展規劃對策

農村發展策略乃藉由「環境景觀、環保生態、人文教育、社福醫療、社區治安及產業發展」六大項議題探討分析，勾勒集水區農村發展具體建設方針。

(一) 環境景觀

本區多為自然景觀，上游開發密度較小，為保護自然景觀，應採低密度開發。區內既有之農村空間及場所，如自然森林遊憩區、休閒農園、當地特產等，可進行改善環境景觀並加強串連塑造以綠帶為主軸之休閒廊道，營造出具有特色之農村新貌。

(二) 環保生態

本區經過現場調查，現階段已有少數居民維持環境維護工作，未來保育方案建議透過社區發展協會的運作，鼓勵社區居民共同參與環境整潔與生態保護等工作，招募社區志工與培訓環保生態人力，針對生態保護進行環境巡守，加強環境清理與自然環境保育工作，同時加強宣導生態保育與垃圾分類等觀念，另配合垃圾分類，設置資源回收站，提供分類資源集中處理之場所，建立一個環境資源循環型之農村社區。社區環保生態保育構想示意如圖 16 所示。

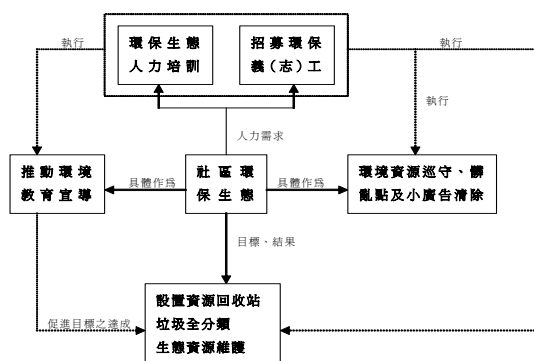


圖 16. 社區環保生態保育構想示意圖
Figure 16. The illustration of plan for communal environment.

(三) 人文教育

鼓勵當地社區成員終身學習與自我成長，瞭解社區歷史、先民事蹟及鄉土人文等，透過設置社區媽媽教室、社區青少年志工、社區藝文深耕及社區圖書室等社區相關組織，並配合地方文化資產與生活環境，辦理各種社區進修研習課程及活動，可以凝聚社區居民意識，落實社區終身學習。

(四) 社福醫療

目前區內有閒置之舊醫療站，可利用此閒置空間，配合培育社區健康營造推動人員與社區防疫種子人員，建立社區照顧關懷據點，讓社區居民就近獲得生活照顧、醫療服務，同時可作為假日緊急救護的醫療場所，提供遊客簡易醫療服務等。社福醫療構想示意如圖 17 所示。

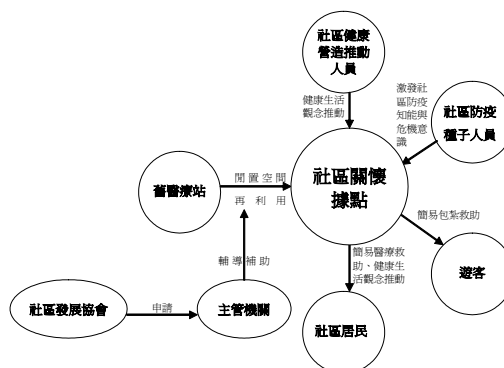


圖 17. 社福醫療構想示意圖
Figure 17. The illustration of plan for communal welfare and medical.

(五) 社區治安

透過社區文史、文化、生活及產業，凝聚社區民眾意識，成立桐林村守望相助隊，維護巡守社區及其周圍之安全與交通秩序，並協助社區防災及急難救護，以落實社區防災系統，完備社區安全維護體系。社區治安構想示意如圖 18 所示。

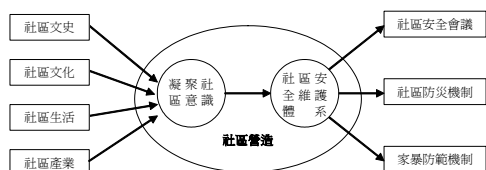


圖 18. 社區治安構想示意圖
Figure 18. The illustration of plan for communal security.

(六) 產業發展

由於集水區緊鄰台中都會區旁，加上地理位與豐富產業資源的優勢，區內農特產品有龍眼、蜂蜜、香菇、金針菇、荔枝、香蕉等，透過政府及相關主管機關的輔導，因此未來可朝向發展休閒產業、推廣有機農業與綠色消費、開發地方特產與風味餐飲，藉由觀光休閒產業所附加之價值與社區環境改善等，提升農村之產業價值。產業發展構想示意如圖 19 所示。

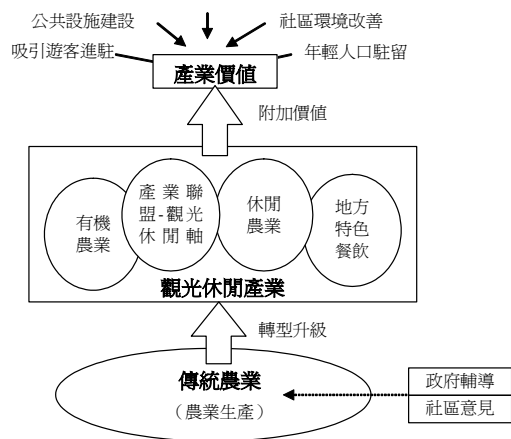


圖 19. 產業發展構想示意圖
Figure 19. The illustration of plan for industrial development.

依據以上探討與分析，本區在空間策略上，將坡度陡峭之上游地區設置為自然生態保護區，配合現有之桐林森林生態教育園區，以保護現有多樣化的自然生態環境。其餘屬山坡地範圍內，於中下游地勢較陡之地

區，設置山坡地保育區，以避免過度的開發。地勢較平緩之地區，設置農村人文體驗區及休閒觀光軸帶，提供多元化之休閒遊憩點並串連之。集水區分區構想如圖 20 所示。

依據現場調查及景觀分析，集水區上游具有森林遊樂區、螢火蟲復育區、觀光果園等多處休閒觀光據點，可將各據點串連成一休閒觀光軸帶，規劃多元化的主題區域，發展觀光果園、休閒農園、廟宇覽勝及休憩服務等據點，導入越野自行車及產業道路健行等活動，並配合觀光產業升級，設置觀光農場、農產品加工廠、農產品產銷中心、景觀休憩設施、觀光導覽解說等設施。

綜合治山防災與農村發展，全區配置如圖 21 所示。可劃分短、中、長期三階段實施。

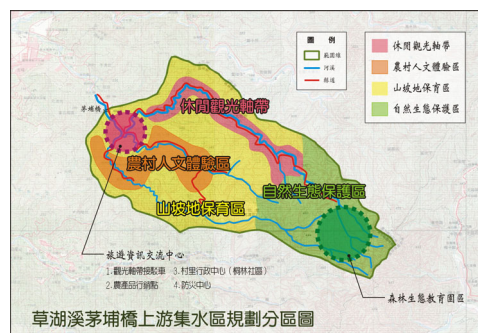


圖 20. 集水區分區構想圖
Figure 20. The illustration of plan for watershed division.

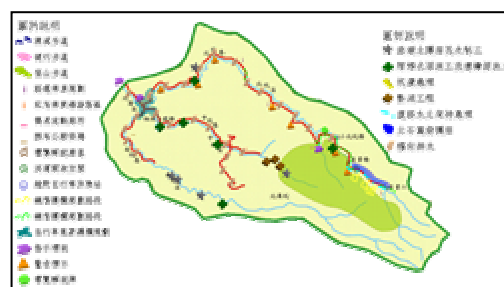


圖 21. 全區配置圖
Figure 21. The layout of suggested watershed conservation and development measures.

三、重點示範區

為具體落實『治山防災』及『農村發展』對策，考量對策執行之可行性、即效性與處理權責，可具體達到觀光軸帶發展之示範，以選定一線狀範圍，『茅埔橋上游集水區小北坑橋～產業二橋段』作為重點示範區，期以示範區之治理與執行成果，達到提升集水區價值與促進當地產業發展之示範與引導作用。

重點示範區係朝自然保育管理方向處理，以自然保育為原則，除必要之公共設施外，盡量避免人為之開發行為，嚴禁違法之開發行為，使大地能休息養生，逐漸復育，應可逐漸達到減少崩塌之目的。

在溪流岸坡崩塌部分，依現場條件，以採用土石籠袋施設護岸，可兼顧溪流與道路安全、生態與美觀。在坑溝問題部分，以採用箱籠壩或格籠壩進行處理，可達整治之目的。

在重點示範區之環境景觀營造部分，在安全的基礎下，配合本區之現況特色，設置「導覽解說廊道」及「越野自行車休憩站」，可兼具生態保育教育及休閒遊憩之功能。

針對小北坑橋～產業二橋段旁之道路將進行道路景觀與安全性之改善措施，並設置提供停車與會車空間，對未來發展生態保育走廊之休閒觀光軸帶有很大助益。其向下游可銜接旅遊資訊交流中心與農村人文體驗區，向上游則可銜接螢火蟲復育區、自然生態保育區及九九峰等多元之自然生態景觀。

產業橋附近可配合越野自行車休憩站及道路沿線指標設施之設置，可帶動健行與越野自行車等活動，有效彰顯集水區之特色，亦符合集水區未來兼具保育及永續發展之目標。小北坑橋～產業二橋之現況景觀分析、示意及模擬示意圖如圖 22～圖 24 所示。



圖 22. 重點示範區現況景觀分析圖
Figure 22. The landscape analysis of the major area for demonstrating watershed conservation and development measures.



圖 23. 重點示範區示意圖
Figure 23. The plan illustration of the major area for demonstrating watershed conservation and development measures.



圖 24. 重點示範區模擬示意圖
Figure 24. The simulate illustration of the major area for demonstrating watershed conservation and development measures.

結論

台灣地區集水區治理規劃，近年來較強調兼顧自然環境生態保育及產業發展、民生樂利之集水區永續發展。本研究藉由『治山防災』與『農村發展』兩大範疇來探討集水區百年常用的模式，同時藉由重點示範區之治理與執行方案，可達到集水區後續之示範與引導依據，本研究結果可作為未來以『永續發展』為導向的集水區整體保育治理模式之參考。

參考文獻

- 1.鄭皆達（2005），「以災害消滅與永續發展為導向探討原住民族地區受災嚴重部落居住合適性及國土復育對策」。
- 2.卓富虹（2005）「台中縣新社鄉暗影坑溪集水區以永續發展為導向的土地利用規劃」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
- 3.鄒宗儒、林建章（2002）「自然生態工法規劃設計理念探討」，自然生態工法實務研討會論文集，P.91~122。
- 4.鄭皆達（1994）「台灣水資源永續經營與集水區保育的一些相關問題與對策之探討」，第五屆環境與決策研討會論文集，P.453~467。
- 5.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，P.1~17。
- 6.謝斌宏，2003，從治山防災工程防治談集水區整體規劃設計及審查，集水區規劃及土石流防治研習營實務研習營。
- 7.李木青，2003，土石流防治工程設計及集水區治山防災規劃，集水區規劃及土石流防治研習營實務研習營。
- 8.李俊宏、陳世煌、陳建名、楊嘉棟、蔡奇立，2003，九九峰傳奇：生態解說導覽手冊，行政院農業委員會，南投縣。
- 9.林文隆，2003a，霧峰桐林至太平一線天沿線兩棲爬蟲動物相，黃山雀 138：3-8。
- 10.林文隆，2003b，霧峰桐林至太平一線天沿線哺乳動物相，黃山雀 139：14-16。
- 11.鄭錫奇、姚正得、許富雄、林瑞興、陳元龍、林德恩、賴肅如、林春富、楊耀隆、陳榮宗，2003，台灣保育類野生動物圖鑑，台灣省特有生物規劃保育中心。
- 12.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.
- 13.Gordon, H. S. (1954) “ The economic theory of a common resource: the fishery ” , Journal of Political Economy, 62, 142.。
- 14.Keeneth N. Brooks (1997) Integrated Watershed Management Research,中華水土保持學報, 29(3)：196-219.。

95年06月15日 收稿

95年07月02日 修改

95年07月30日 接受