



水保技術

水保技術

Journal of Water and Soil Conservation Technology

Vol.13

No.1

人物專訪：行政院農業委員會水土保持局 李鎮洋局長

學術論文：

- 河川集水區劃定與整體治理規劃法規先期研究
- 山邊溝於不同降雨下之土壤沖蝕探討
- 坡地果園於暴雨下之逕流係數探討

技術論文：

- 山坡地保育治理於石門水庫集水區對土砂流失與生產之抑制成效分析
- 油羅溪支流集水區溪流復育對策探討
- 滯洪保水設施調查與評估-以東光里為例

評析專欄：

- 建立「致生水土流失」鑑定標準作業程序

中華民國水土保持技師公會全國聯合會

地址：220 新北市板橋區雙十路 2 段 143 號 4 樓

TEL：02-82581918 FAX:02-82571900 <http://www.swcpea.org.tw/> e-mail:swcpea@seed.net.tw



9 771998 227007

中華民國水土保持技師公會全國聯合會暨

臺灣省水土保持技師公會 臺北市水土保持技師公會 新北市水土保持技師公會
臺中市水土保持技師公會 高雄市水土保持技師公會 聯合出刊

水保技術

ISSN 1998-2275

第13卷 第1期

2019.07

水土保持技師從事水土保持相關之調查、規劃、設計、
監造、研究、分析、試驗、評價、鑑定、施工及養護等業務

發行人：郭玉麟
出版者：中華民國水保技師公會
全國聯合會
會址：新北市板橋區雙十路2段
143號4樓
網址：<http://www.swcpea.org.tw/>
電話：(02)8258-1918
(02)2254-4483
(02)2253-8151
(02)8258-5680
傳真：(02)8257-1900
(02)2250-0061
主編委員：劉衍志
編輯委員：吳烘森、吳正義、鍾東宏
編輯助理：曾文萱

本刊為季刊，每年出版四次
本刊版權為水保技師公會所有
訂閱費：每期新台幣 100 元
(國外郵資另加)

印刷者：吉祥數位印刷社
地址：台南市育樂街 55 號 1 樓

電話：(06)2368-880
傳真：(06)2345-085

Publisher: Yu-Lin Kuo
Publication Office: The Union of Soil and Water
Conservation Professional
Engineer Associations
Address: 4F., No.143, Sec. 2, Shuangshi
Rd., Banqiao Dist., New
Taipei City 220, Taiwan
(R.O.C.)
Web Site: <http://www.swcpea.org.tw/>
TEL: +886 2 8258-1918
+886 2 2254-4483
+886 2 2253-8151
+886 2 8258-5680
FAX: +886 2 8257-1900
+886 2 2250-0061
Editor-in-Chief: Yen-Chih Liu
Board of Editor: Hong-Sen Wu, Cheng-Yi Wu,
Dung-Hung Chung
Assistant of
Editor: Wen-Hsuan Tseng

This journal is published quarterly.
Institutional subscription rate: NT\$100

Printer: Ji Xiang Publishing Inc.
Address: 1F., No.55, Yule St., East
Dist., Tainan City
70145, Taiwan (R.O.C.)
TEL: +886 6 2368-880
FAX: +886 6 2345-085

本刊文責由作者自負，版權概屬本會所有。未經本會同意，禁止翻印或轉載。

水保技術

「水保技術」四字為鄭燮墨跡。鄭燮，字克柔，號板橋，清朝官員、學者、書畫家，擅長畫竹。鄭燮為官清廉，後因老病罷官客居揚州，身無長物，僅寥寥幾捲圖書隨身，賣畫為生。鄭燮為「揚州八怪」之一，其詩、書、畫被世人稱為「三絕」，以篆、隸、草、行、楷等各種書體的字形，並以蘭草畫法入書，形成有行無列、疏密錯落的書法風格，創造了「六分半書」的書體，後人亦稱之為「板橋」體。

鄭燮注重對自然和周圍事物的觀察，師承自然，與水土保持著重於自然變化、演替、行為相同。借板橋體書本刊刊名，實有見微知著、體察民需、難得糊塗之寄情，亦是對水土保持從業人員與學者之期許。



封面介紹：照片為油羅溪之支流，為土石流潛勢溪流竹縣 DF051。油羅溪位於台灣北部，為頭前溪的支流，河長 26 公里，流域面積 178 平方公里，分布於新竹縣芎林鄉南端、橫山鄉中部及尖石鄉北部。近年來在土石流潛勢溪流的治理，除了傳統工程作為外，亦透過歷年災害、變遷、調查等記錄，彙整專家與民眾意見，以期提出集水區溪流復育工作之推動依據。

目錄

人物專訪

- 4 行政院農業委員會水土保持局 李鎮洋局長

學術論文

- 10 河川集水區劃定與整體治理規劃法規先期研究
- 吳俊鋹 高伯宗 李正鈞 連惠邦 黃于禎
- 24 山邊溝於不同降雨下之土壤沖蝕探討 - 賴璽文 唐琦
- 28 坡地果園於暴雨下之逕流係數探討 - 李宛庭 唐琦

技術論文

- 36 山坡地保育治理於石門水庫集水區對土砂流失與生產之
抑制成效分析 - 林書豪 蔡易達 連惠邦
- 50 油羅溪支流集水區溪流復育對策探討
- 蔡明波 簡志凱 郭炳榮
- 58 滯洪保水設施調查與評估-以東光里為例
- 蔡明波 朱世文 鄭名凱

評析專欄

- 70 建立「致生水土流失」鑑定標準作業程序 - 郭玉麟

活動花絮

人物專訪

行政院農業委員會水土保持局 李鎮洋局長

曾文萱 記錄／整理
時間：2019年4月8日

水保技術期刊新增人物專訪，首期即邀請到農委會水土保持局李鎮洋局長。李局長曾服務於臺北市政府建設局，於92年4月轉至水土保持局服務迄今，歷任水土保持局簡任技正、保育治理組組長、第六工程所所長、第四工程所所長、臺南分局分局長及副局長。

全聯會在郭玉麟理事長的帶隊下，一行人來到位於中興新村的行政院農業委員會水土保持局。希望在透過與李局長的面對面訪談，瞭解臺灣水土保持今後的發展，並讓技師及公會發揮良能之所在。以下為專訪紀要：



※請局長談談，有關於水保局中長期發展規劃的方向？

在未來，水土保持局面臨的挑戰會越來越大。包含大家所熟知的氣候變遷，以及組織改造，都會影響水土保持局的任務。所以在這樣的挑戰之下，我們未來的任務及當下該做的事情，皆會遠遠超越我們目前對治山防洪的想像。

無論是治山防洪、治山防災，還有如何保護國民免受土石流災後崩塌的災害等，都是水土保持局的傳統任務。在未來，水土保持局面臨的挑戰會越來越大。包含大家所熟知的氣候變遷，以及組織改造，都會影響我們的任務。在這樣的挑戰下，未來的任務及當下該做的事情，皆會遠遠超越目前對治山防洪的想像。

目前有幾個計畫在執行中。包含每四年一次的治山防災中程計畫〈崩塌地處理和野溪整治等...〉都在持續進行中。同時為了因應配合國家政策，除治山防災的年度計畫之外，還有特別預算，包含前瞻計畫、還有現在改名為流域綜合治理計畫的易淹水計畫。此外，為結合土石流及自主防災社區，讓原本農路計畫之效能，與防災互相結合，形成維生通道。讓維生通道能在550個自主防災社區外圍做串聯。預計在今年也會將防災通道的中程計畫送至行政處審議，將最終審議之結果做為未來執行的根據。



今年度代表水土保持局至荷蘭阿姆斯特丹參加「2019世界地理空間資訊論壇 Geospatial World Forum 2019」，接受世界組織-地理空間媒體與通信公司頒獎，顯示我國在土石流防災科技上已受到相當肯定...

除了傳統的治山防災計畫外，我們也面臨到氣候變遷之挑戰。去年水土保持局召開的土砂論壇，就是為了因應氣候變遷所帶來的衝擊。希望能落實論壇交流後所歸納出的結論，藉此達到智慧防災的概念。我們會在山坡地上佈設非常多的觀測站或觀測的sensor（感測器）。透過資訊系統AI與物聯網的概念，整合感測到的資料，讓我們能即時從防災應變系統中得到回饋。目前經過歷任局長的規劃執行，初步已有些成果。今年度代表水土保持局至荷蘭阿姆斯特丹參加「2019世界地理空間資訊論壇 Geospatial World Forum 2019」，接受世界組織-地理空間媒體與通信公司頒獎，顯示我國在土石流防災科技上已受到相當肯定。「土石流智慧防災決策網絡」是以土石流為基礎，針對地理空間資訊應用與防災應變的成果。在防災領域類獎項就只有台灣水土保持局獲得，因此在台灣土石流防災應變資訊地理空間規劃執行層面上，獲得這獎項，無疑給我們一個很大的肯定。



在山坡地災害中，除前述提及的土石流之外，大規模崩塌防減災的中程計畫也於105年底通過、106年開始執行至今。目的是希望台灣能夠免除像八八風災、小林村的災害，避免滅村的慘痛經驗在台灣再次發生...

在山坡地災害中，除前述提及的土石流之外，大規模崩塌防減災的中程計畫也於105年底通過、106年開始執行至今。目的是希望台灣能夠免除像八八風災、小林村的災害，避免滅村的慘痛經驗在台灣再次發生。自從小林村發生災害後，即開始進行初步了解，探討台灣是否還會有像小林村這樣大規模滅村的可能性發生。我們與地調所合作，利用現有資料，大致找出153個大規模的淺勢區域，初步篩選時須符合以下標準：必須靠近保全對象，也就是崩塌後會影響、危害保全對象安全，我們才將其列入；如果它是大規模崩塌，但沒有保全對象、社區、道路等，例如在深山裡，那就不會列入範圍。但中程計畫並不可能一次在153個區域同時進行，所以先篩選較高潛勢的43個區域執行，瞭解發生機制為何，讓可能發生災害的影響及可能性降低。



然而最重要的是，找出能夠預警會發生大規模崩塌的機制，究竟這個機制是受地質還是地下水影響較大。影響的因子究竟是地下水位還是移動量？是移動速度或是移動的加速度等.....經過這兩年多的研究，初步結果目前仍認為雨量是最大的因素，當然雨量會影響地下水位，至於地下水位到達哪種程度會發生崩塌，這部分雖然還沒有非常明確的結果，但我們有掌握雨量大概累積到什麼程度會發生大規模崩塌。目前初步結果，同時也拿日本的資料來做對照；臺灣土石流預警的範圍從雨量每天200-600mm，分成九個級距；那大規模崩塌想當然爾是大於600 mm，目前台灣數據分析在900到1200 mm左右，就會發生大規模崩塌；日本比我們低一點點，約在800多到1100 mm左右。台灣比較高一點點，但並不是說台灣的地質比較好；除了台灣沒有火山之外，其實台、日兩者的地質差不多，所以面臨的風險也差不多。當然很多學者也提到，除了雨量觸發因子之外，還有地質本身上脆弱因子影響。因此未來除了觀察觸發因子，有關於先天因子如：地質上脆弱性，包括它是不是順向坡、軟弱地質等，這部份資料，我們會持續的蒐集與研究。

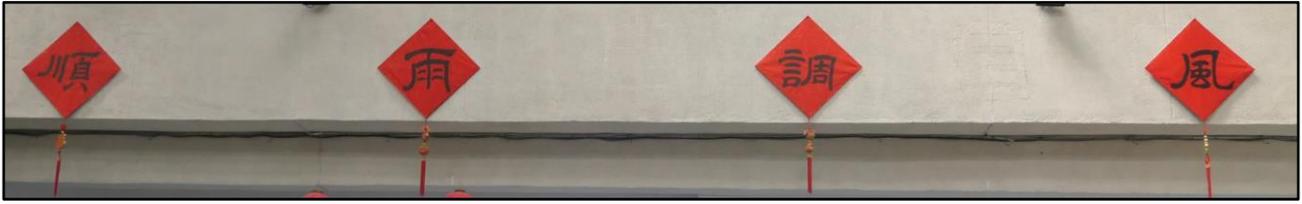


水保局中長期發展規劃的方向除了上述所提要落實外，整個水土保持的任務，最終都還是以防災為核心，永續發展為目標。

倘若我們都蒐集這麼多可能發生災害的指標後，那是否具備這些因素就會發生土石流或大規模崩塌呢？雖然不一定會發生，但我們秉持著同樣精神，相信若預測十次，其中只要有一次預測成功，那麼這價值就能從中顯現，所花的經費、所得到的成果都會是值得的。等到形成較大、較可信的機制後，我們就會公布並且落實執行。但落實執行後又會產生一個問題，發生大規模崩塌的地方通常也會發生土石流，該山坡地上已有土石流預警，若又多一個大規模崩塌預警，當土石流警報發布完，人疏散完後，再發布大規模崩塌的預警，不見得會有非常好的績效，因為人都已疏散完畢。所以要讓大規模崩塌預警產生績效在於，不在原本調查之土石流潛勢溪流區域上，可能才會產生效果。因此當兩個預警系統建立好之後先做整合，並進一步檢核；若大規模崩塌位在土石流潛勢溪流區域上，這部分就以土石流預警為主即可，以上是初步對大規模崩塌的一個想法。

目前，大規模崩塌的機制計畫執行，目前只有台灣與日本在做。日本與我們一樣，也花很多心力、人員經費在研究；我們一方面競爭、一方面合作，每年也都與日本討論、交流，希望兩方的良性競爭與合作，能讓台日兩國在大規模崩塌這方面能領先全世界，進而造福台灣、日本人民。

水保局中長期發展規劃的方向，除了上述提到的要落實之外，整個水土保持的任務，最終都還是以防災為核心，永續發展為目標。



※請局長就水保技師在政府事務、民間開發及國際合作等...方面之角色與參與，提出建議與看法？

各縣市水土保持服務團的成員大致是由水保、土木、水利及大地技師所組成，這些即是技師對社會責任的付出，也是你們可以對社會貢獻的一個管道。所以水土保持服務團是我期待技師朋友能夠多參與服務的一個地方。

首先，在政府事務方面，因政府是有限的團體、經費也有其限制。因此在執行業務的過程中，若有技師朋友的加入，會讓整體力量變大。如：各縣市政府成立水土保持服務團，就是為了協助農民、地方開發團體，解說有關水土保持方面的疑問或是水土保持技術鑑定等，各縣市水土保持服務團的成員大致是由水保、土木、水利及大地技師所組成，這些即是技師對社會責任的付出，也是你們可以對社會貢獻的一個管道。所以水土保持服務團是我期待，技師朋友能夠多參與服務的一個地方。

而在民間開發方面，技師屬於技術團體，所以在水土保持工作項目中，技師被賦予相當重要的責任。在開發山坡地時，必須協助規劃水土保持事項或是研擬水土保持計畫，在開發過程中或開發後其下游不會造成災害。這方面我們期待技師朋友能夠秉持專業，規劃、調查設計出符合需求又不會造成環境負擔的水土保持計畫。



此外，除了「寫」計畫，你們還負擔「審」計畫的責任。剛好今年水保計畫審查機制上有做調整，之前是由各縣市政府個別委託技師公會等團體來審查。今年以共同供應契約整合，由台北市政府擔任訂約機關，其它縣市政府做為參與機關，可直接引用契約委託技師公會，這樣的制度節省我們縣市政府重複委託與行政作業上成本之付出。希望今年執行後，能夠彙整其優、缺點，加以改進後，讓此制度能夠真正發揮專業、公正鑑定或審查的功能，共同保育台灣這塊土地。

在國際合作方面，目前已幫泰國建立水土保持教室，跟越南也簽訂了MOU，今年四月也會到當地，替他們建立水土保持觀測站，預定大概十月份會完成。希望透過越南、泰國等東南亞國協力量，持續將水土保持的服務往外擴展...

在國際合作方面，目前已幫泰國建立水土保持教室，跟越南也簽訂了MOU，今年四月也會到當地，替他們建立水土保持觀測站，預定大概十月份會完成。希望透過越南、泰國等東南亞國協力量，持續將水土保持的服務往外擴展，推展到其它東南亞國家如：菲律賓、馬來西亞等，或是其他有需求的地方。

拓展到東南亞區域，一方面除了政府合作以外，也是為技師朋友找出新的可發揮競爭力場合，但技師朋友必須先充實自己的國際概念，第一步即增強自身語言能力，除了英文之外，學習越南語、泰語也有益技師在當地溝通。此外，我們也需同步蒐集資料，如：在當地執業需要哪些條件、需不需要經過考試或認證、目前學校科系所開之課程，是否與他們學習技術上所認可的有所落差、學校是否能提供相關課程讓技師能夠取得相關學分等，都是需要去觀察與了解的地方。



另外，我們也透過與日本定期的交流機制，彼此交換很多資料。在大規模崩塌這方面，我們與日本技術完全不相上下。或許我們有機會先馳得點，但我們不以第一個實施當目標，而是盡早將大規模崩塌的機制應變，或是早期的預警系統建立起來，再執行、發布，這樣對台灣才是最大的幫助。

除了東南亞以外，事實上我們也嘗試將水土保持方面的技術介紹到歐美國家，例如前面提到的荷蘭。之前也曾經到訪美國，但因美國地大物博、人才濟濟，並沒有引起他們太大興趣；同時也因為地理環境太大，在水土保持方面，他們若有災害問題發生，只要搬遷至其他地方即可。

另外，我們也透過與日本定期的交流機制，彼此交換很多資料。在大規模崩塌這方面，我們與日本技術完全不相上下。或許我們有機會先馳得點，但我們不以第一個實施當目標，而是盡早將大規模崩塌的機制應變，或是早期的預警系統建立起來，再執行、發布，這樣對台灣才是最大的幫助。目前，在國際合作方面，與日本處於良性競爭，互相交流學習、提攜，希望能早日將大規模崩塌技術建立起來；而在東南亞大致上是輸出的概念；另外，在歐美國家會繼續努力，希望能與他們建立更良好的關係。



※最後請局長談談對於水保技師、公會之期許

在公會方面，期許未來跟政府部門，能夠更加強合作；而在技師方面，期許除了能提升自身能力外，也期盼若在水土保持方面有發現或是適合在台灣應用的新技術，除了在公會的刊物發表之外，也能夠主動的與我們分享，我們會在相關的會議、場合加以介紹。

水保技師在公會這團體中，大家都處得相當愉快，是亦師亦友、也是互相競爭的關係，但正因有競爭才有進步，希望能夠繼續保持這良好風氣。

在公會方面，期許未來跟政府部門，能夠更加強合作；而在技師方面，期許除了能提升自身能力外，也期盼若在水土保持方面有發現或是適合在台灣應用的新技術，除了在公會的刊物發表之外，也能夠主動的與我們分享，我們會在相關的會議、場合加以介紹。另一方面，我們與檢調系統，也就是檢察官法院檢察系統和高檢署，建立機制違規查報取締；希望技師能協助做認定，而在審判過程也需要大家做鑑定。所以希望公會能建立鑑定相關之程序，提升鑑定品質、公信力等方面，以上，是我對水保技師與公會的期許、期待。

※後記

今日訪談，除了瞭解臺灣於水土保持這方面，今後的願景與發展目標外，也更瞭解臺灣於國際上的定位與重要性，同時，李局長於訪談結束前，也提及水土保持技師公會與水土保持局應定期設置交流機制，加強雙方交流合作。

最後，大家於水保局門口拍照留念，結束此次愉快訪談。



訪談後在水土保持局門口與局長合影

河川集水區劃定與整體治理規劃法規先期研究

Pilot Research on River Watershed Treatment related Regulations

吳俊鋐¹ 高伯宗² 李正鈞³ 連惠邦⁴ 黃于禎⁵

WU,CHUN-HUNG¹ KAO, PO-TSUNG² LI,CHENG-CHUN³ LIEN,HUI-PANG⁴ HUANG,YU-CHEN⁵

1. 逢甲大學水利工程與資源保育學系副教授
2. 行政院農業委員會水土保持局保育治理組組長
3. 行政院農業委員會水土保持局保育治理組治山防災科科長
4. 逢甲大學營建及防災研究中心主任
5. 遠程科技顧問有限公司經理

1. Associate Professor, Department of Water Resources Engineering and Conservation, Feng Chia University
2. Leader, Watershed Conservation and Management Group, Soil and Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan Conservation
3. Leader, Watershed Management Section, Watershed Conservation and Management Group, Soil and Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan Conservation
4. Professor, Department of Water Resources Engineering and Conservation, Feng Chia University
5. Manager, Vision Technical Consultant Co., Ltd.

摘要

本研究主要探討依據水土保持法第九條的河川集水區劃定與整體治理規劃內容。本研究認為根據河川集水區未來可能因應之氣候條件及考量集水區整體治理等原因，對於啟動水土保持法第九條是可行的，本研究也針對如何啟動的原因、啟動後的流程、整體治理規劃書、中長期治理計畫書內容都提出建議方式及內容。並在內文以濁水溪及花蓮溪為河川集水區劃定範例。以河川集水區的整體治理規劃為後續水土保持治理工程發展面向，本研究認為對未來山坡地的永續發展及保育利用都為正向面向，值得後續持續推行。

關鍵字：河川集水區、整體治理規劃、水土保持法



Abstract

This research focuses on the delineation and treatment of the river watersheds based on the Soil and Water Conservation Act. This research suggests that it is possible to start the delineation and treatment of the river watersheds because the river watersheds should consider the overall treatment of the watersheds to response the climate conditions in the future. We provide the reasons of starting the delineation and treatment of the river watersheds, the following processes, the overall treatment plans, the middle- and long-range treatment plans in this research. We also use the Choushui river and Hualien river watersheds as the examples for the delineation of the river watersheds, explain the threshold to start the treatment of the river watersheds and the assessment unit during the treatment processes.

Key Word : River watershed、Overall treatment、Soil and Water Conservation Act

一、前言

以整體治理規劃的方式進行集水區全面性治理是集水區經營的主要概念，尤其在面對近年極端降雨事件頻發的問題，集水區上中下游的整體性治理可能是面對極端降雨的唯一解決之道。行政院曾在民國103年頒佈流域綜合治理特別條例，該條例第一條提及：「…以國土規劃、綜合治水、立體防洪及流域治理等方式進行水患防治工作…」，即是以集水區整體經營的概念來處理水患問題。但該特別條例僅規劃至民國108年為止，且該條例隸屬於特別條例，也不適合引為經常性使用之原則。一旦回歸到各單位母法時，是否有相關法規可支持集水區的全面性整體治理規劃工作？

綜觀水環境上中下游相關單位的母法，包含水利法、水土保持法、森林法等，僅有水土保持法第九條提及集水區整體治理規劃概念，水土保持法第九條全文為：「各河川集水區應由主管機關會同有關機關進行整體之

治理規劃，並針對水土資源保育及土地合理利用之需要，擬定中、長期治理計畫，報請中央主管機關核定後，由各有關機關、機構或水土保持義務人分期分區實施。前項河川集水區由中央主管機關會同有關機關劃定之。」此條文完整解釋集水區整體治理規劃目的、需求及方式，但該如何使用此法令提出全面性的集水區整體治理規劃，尚有不少問題需要討論與解決。

台灣山坡地在歷經民國88年集集地震後，歷經約十至十五年的嚴重颱風災害時期，在這段時期，坡地災害頻仍使得水環境上中下游相關治理相關機關都為了災害治理及保全對象安危而規劃及設計相關治理工程。以災害治理及保全對象為工程施作主要考量並非錯誤，而是部分工程施做過程會流於點的治理方式，欠缺考量上中下游的整體經營概念，近年山坡地工程便有不少工程在施做幾年後即出現失敗或並未真正解決問題的案例。在集集地震發生至今已接近二十年的現在，集集地震所產生的後續影響稍歇情況下，或許



可討論將災害治理主導的點的方式回到以集水區整體面向為治理主軸的方式，以集水區經營的角度來思考整個集水區災害發生主因跟對症下藥的處理方式。

本文主要討論水土保持法第九條所提的集水區整體治理規劃與後續擬定中長期治理計畫等方式在未來啟動的原因、時間、過程與內容，並說明可能遇到的問題與解決方式。

二、河川集水區劃定與整體治理規劃過程說明

依據水土保持法第九條內容，本文針對每一個環節討論如下。

(一)河川集水區定義及實際範圍

要談河川集水區劃定與整體治理規劃的第一步：對河川集水區一詞給予清楚定義。河川集水區一詞在目前水利、水土保持及森林相關法規內都未曾明確定義，若以相關法規內有提及的類似名詞定義，水利相關法規僅在河川管理辦法中定義過河川區域及排水集水區域，也定義過森林相關法規則未針對河川相關區域進行定義。而水土保持法則於第三條第四款及第六款針對集水區與水庫集水區給予定義，兩個定義如下：

- 1.集水區：係指溪流一定地點以上天然排水所匯集地區。
- 2.水庫集水區：係指水庫大壩（含離槽水庫引水口）全流域稜線以內所涵蓋之地區。

除了集水區定義外，河川集水區尚須考量「河川」一詞。目前河川管理辦法第二條中明訂以界點說明河川的定義，如下分述：

- 1.河川水系之主支流經主管機關公告界點者，其主流起迄點為主流界點以下至出海口；支流起迄點為支流界點以下至其幹流之匯流口；河川界點上游及未經公告界點之支流不屬河川。
- 2.河川水系之主支流均未經公告河川界點者，河川之起迄點，自源頭至出海口，含其主、支流全部。

以上述兩個定義而言，在水土保持法中的集水區或水庫集水區定義都是以下游點（溪流一定地點以上及水庫大壩（含離槽水庫引水口））跟上游包含面（天然排水所匯集地區及流域稜線以內所涵蓋之地區）的結合。若以此考量河川集水區的定義，也應為最下游點的訂定與上游面的劃定兩者所組成，上游面的劃定可採用原始集水區定義中的「天然排水所匯集地區」，但最下游點的訂定則需考量未來河川集水區的治理工程跟各單位的配合。

以現行水利、水土保持及森林相關領域的轄管範圍而言，水利署在集水區中所轄管範圍屬於線的概念，即以界點以下之河川為主，而水土保持局及林務局所轄管範圍則為山坡地及林班地，則為面的概念。在界點以上區域已無河川區域，但在界點以下河川區域則會出現河川兩岸為山坡地，但中間河道卻是河川區域的問題，甚至在土砂災害嚴重的集水區內也經常出現具有高土砂產量的土石流潛勢溪流或野溪直接入匯河川，但現行制度卻無法讓上下游轄管單位針對這些流動性的洪水或高土砂量共同討論因應對策，本研究建議河川集水區的定義應該包含集水區內林務局、水土保持局及水利署各單位的轄管區域，方能達到集水區共同治理的概念。



「河川」一詞已在河川管理辦法中被定義「有公告界點之主流與支流界點以下至出海口區域或無公告界點之由源頭至出海口區域」，當談及「河川集水區」定義時，就應考量「河川」定義。本研究建議「河川集水區」定義為「河川一定地點以上天然排水所匯集地區」，代表在有公告界點之河川內之河川集水區需將主流或支流界點包含在內，或在沒有公告界點之河川則以該集水區特定地點為主。此定義也符合本研究上述所提及「包含集水區內上中下游各單位的轄管區域」。

以上述定義而言，河川集水區的大小端視於最下游點的決定，但為後續治理考量，本研究建議最下游點的決定應具有兩個原則：

1. 在河川主流與支流交會點為宜。
2. 河川集水區內大部分區域應以水土保持局在 2011 年(行政院農業委員會水土保持局, 2011) 所提出的 741 集水區為後續土砂及洪水估算與治理單元。

目前山坡地內的治理單元是以水土保持局所提出的 741 集水區為評估單元，741 集水區劃設範圍為全台灣山坡地，且 741 劃設過程也考量河川交匯，以 741 集水區為單元是讓未來河川集水區的評估與治理過程與目前現行制度接軌。

(二)河川集水區轄管單位集水區定義及實際範圍

依據水土保持法第九條文稿提及主管機關與相關機關，此兩機關的訂定需有清楚轄區說明。過往台灣水環境相關轄管單位僅有水利有清楚區分，在河川管理辦法第二條中將全台灣河川清楚區分為中央管、直轄

市管跟縣市管河川，此一區分也清楚劃分出中央與地方單位的分工制度。但目前山坡地的管轄方式並未如此區分，例如以水土保持局南投分局為例，南投分局轄管範圍為南投縣、雲林縣、彰化縣及嘉義市與縣等地的山坡地，但這五縣的山坡地也各有縣市政府相關單位轄管，例如彰化縣政府水利資源處即轄管彰化縣境內山坡地，目前在山坡地治理是以工程屬性、工程重要性及工程經費多寡來區分由哪個單位負責，但多半大型治理工程都會委由中央單位辦理。

未來一旦劃設河川集水區，則集水區內經評估需要的治理工程應由哪個單位負責需有清楚說明，本研究建議未來河川集水區的轄管單位可延續河川管理辦法第二條所提出的中央管、直轄市管跟縣市管河川概念，且因因應未來組織再造啟動後，水利、水土保持及森林等水環境相關單位都在環境資源部內，同一條河川由下游到上游應該有統一的轄管單位，區分上應有一致性，建議將所有河川集水區區分如下：

1. 中央管河川集水區：河川集水區位於中央管河川及其上游者，或跨直轄市及縣(市)者，或跨兩縣(市)者。
2. 直轄市管河川集水區：中央管河川集水區全部區域都位於直轄市境內者。
3. 縣(市)管河川集水區：位於縣(市)管河川及其上游者。
4. 在考量縣市政府相關單位人力及技術問題，若因整治技術及避免發生嚴重土砂災害，除中央管河川集水區外，於縣(市)管河川集水區內之土石流潛勢溪流集水區、潛在大規模崩塌地集水區、水庫上游集水區等得歸屬中央管河川上游集水區。





在上述河川集水區的轄管單位區分後，回到水土保持法第九條內容，提及主管機關及有關機關共三次，包含進行整體治理規劃、擬定中長期治理計畫與劃定河川集水區等。本研究以事情發生先後順序將各單位權責說明如下：

1. 劃定河川集水區：河川集水區一詞僅出現在水土保持法，中央主管機關應為行政院農業委員會水土保持局，劃定河川集水區應由行政院農業委員會水土保持局主導，並會同該集水區內可能牽涉單位（相關機關）一同劃定。
2. 整體治理規劃與擬定中長期治理計畫：當劃定河川集水區後，該河川集水區是否啟動整體治理規劃與後續擬定中長期治理計畫，則轉由河川集水區主管機關負責，即為本研究前述的中央管、直轄市管及縣(市)管河川集水區。
3. 何謂有關機關？水土保持法第九條的河川集水區整體治理規劃是以治理為主，前述劃定的河川集水區有包含到特定機關的治理轄管區域，則該特定機關即隸屬於該河川集水區內的相關機關。本研究以濁水溪上游為例，若以濁水溪與陳有蘭溪匯流口為河川集水區最下游點，並劃設濁水溪上游河川集水區，則將包含南投縣仁愛鄉、魚池鄉及信義鄉山坡地。一則濁水溪屬於中央管河川，在濁水溪內所劃設的河川集水區應屬中央管河川集水區，所以此河川集水區主管機關為行政院農業委員會水土保持局。二則在此濁水溪上游河川集水區內包含林班地、山坡地、界點下游之河川區域及水庫集水區，相關單位應為行政院農業委員會林務局（南投林管處）、經濟部

水利署（第三河川局）、台灣電力公司等單位。

(三)河川集水區整體治理規劃之目的

水土保持法第九條提及河川及集水區進行整體治理規劃之目的，在於「針對水土資源保育及土地合理利用之需要」。水土資源保育及土地合理利用一詞，可因為時代環境條件不同而有不同的解釋。水土資源保育一詞可廣義解釋為「讓水資源與土壤資源可達永續發展及使用的保育措施」，以近年台灣在水土資源面對的問題則是嚴重土砂災害，即為洪水與土砂的問題為主，水土資源保育一詞可用水土保持技術規範第四條來說明水土資源保育更詳盡的解釋：「…保育水土資源、涵養水源、防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流、洪水及土砂災害，並以淨化水質、維護自然生態環境…」，此一解釋也正符合目前台灣水土環境的問題跟保育的方向。

而在土地合理利用上，集水區內的各種土地在使用上都有其規定存在，並不因為河川集水區的劃定而更改各區土地使用規則，土地利用規定建議從其規定。這一點應該更考量近年因為災害頻仍而提出的相關土地使用上的相關法令，例如國土計畫法的國土保育第二類地區及國土復育促進地區，都是為了促進國土保育及永續發展而提出的土地使用限制。

(四)河川集水區整體治理規劃及中長期治理計畫

依據水土保持法第九條：主管機關與有關機關並且針對河川集水區進行整體治理規劃與提出中長期治理計畫。此整體治理規劃



乃是以集水區為評估單元，綜合評估集水區目前集水區整治工程點位、數量、規模是否能夠應付未來可能發生的氣候條件所可能產生的洪水與土砂量？若無法應付，則無法應付的點位、缺少多少整治工程及該如何處理等關鍵議題都是集水區整體治理規劃的重點。

整體治理規劃與一般的治理規劃有何差異？以目前山坡地相關治理單位所發包的治理規劃案而言，其案別屬性可區分為災害治理與集水區整體規劃。災害治理點位多半來自於民眾通報或公務單位因災害需求而起動，通常會經過現場勘查後而評估治理需求，決定是否往上提報。而集水區整體規劃點位則多半來自於主管機關對於特定集水區近年災害頻傳認定需啟動整體治理規劃需要，而由主管機關發包特定地區的治理調查規劃案，並由具備專業技術的團體承包，針對該區進行詳盡的水文與水理分析、現場勘查、工程需求評估等過程後，而提出分年分期實施計畫。此整體規劃過程因為以全集水區為考量，並評估未來可能發生情況而給予對應治理工程，在評估上偏向「面的治理」方式。

依據水土保持法第九條內容，即為主管機關需與有關機關一同針對河川集水區進行整體治理規劃，而整體治理規劃提報方式需依循法規及最新技術。以依循法規而言，依據水土保持技術規範第144條所提出之「河川集水區整體治理計畫之擬定原則」撰寫，而為了後續提報中長期治理計畫需求，在提報整體治理規劃書過程也應包含「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」所提內容。以依循最新技術而言，應依循水土保持手冊(2018)及集水區整體調查規劃工作參考手冊(2007)。

(五)主管機關與有關機關會同方式

依據原本水土保持法第9條內容，主管機關有兩個程序需要會同有關機關，一則是針對河川集水區進行整體治理規劃與擬定中長期治理計畫，另一則是劃定河川集水區。以發生時間順序而言，應當是先劃定河川集水區，然後才能針對河川集水區範圍進行調查與分析，並提出整體治理規劃。

在行政程序過程中，主管機關對於有關機關提供的意見有兩種方式可以處理，分別為會商與會同，會商及會同差異在於被規範機關權責不同；法律命令草擬階段，主管機關「會商」有關機關的意見，但最後由主管機關自行決定法規命令規範內容，單獨發布命令，其他機關的意見，僅供主管機關參考；若是「會同」，當法規命令規範事項涉及數個機關權責，最後決定權在於這些機關，發布命令須經由數個機關「會銜」同意逐一用印，各機關共同承擔責任。

水土保持法第九條提及：「在劃定河川集水區、進行整體治理規劃及擬定中長期治理計畫等三個過程都需要會同有關機關」，代表當初立法目的即希望河川集水區的整體治理規劃是跨單位的統合治理，雖由主管機關主導這些過程，但相關機關都可提供該單位建議，並與其他單位協商取得共識，當全體有關機關都獲得共識後，才由各有關機關一一核章共同承擔河川集水區整體治理規劃之權責。會同過程重於所有機關需有共同協商與討論的機制。

但此類牽涉多單位的會同過程過往如何處理？以水環境相關單位長期或近年所辦理過的方式；以長期而言，可參考特定水土保

持區劃定與廢止過程，特定水土保持區的劃定經常會涉及其他單位的轄管區域，將該區域劃定為特定水土保持區或從特定水土保持區廢止都需要經過相關機關提供意見並協商，在這個討論與協商的審議過程，依據行政院農業委員會特定水土保持區審議小組設置要點第二條明訂：「審議委員由主管機關與有關機關人員擔任，並聘請學者專家四至十人」，該要點第三條也明訂：「審議小組任務包含特定水土保持區劃定與廢止、長期水土保持計畫、區內開發行為及其他有關事項之審議」。

以近年相關單位曾辦理過的方式，參考水利署擬定「逕流分擔實施範圍與計畫之公告審定及執行辦法草案」，該法案也以成立逕流分擔審議會方式提供主管機關、有關機關及專家學者的討論協商平台；該法案第二條即說明成立逕流分擔審議會主要任務為「逕流分擔評估報告之審議、逕流分擔計畫擬訂、檢討修訂與變更之審議、逕流分擔計畫執行產生之爭議或需協調事項、其他有關逕流分擔計畫之交議、有關意見調查、徵詢或協調事項」，第三條也說明參與逕流分擔審議會委員包含主管機關、有關機關及專家學者等人。

本研究以上述所提的成立委員會方式，建議在未來河川集水區劃定與後續治理規劃的會同過程，應成立「河川集水區劃定與治理規劃審議會」，河川集水區劃定與治理計畫審議委員會的任務如下：

- 1.河川集水區邊界劃定與變更之審議。
- 2.河川集水區整體治理規劃與中長期治理計畫之審議。
- 3.河川集水區劃定與治理計畫執行產生爭議或需協調事項。

- 4.其他有關河川集水區劃定與治理計畫之交議、有關意見調查、徵詢或協調事項。

河川集水區劃定與治理計畫審議委員會的成員包含由主管機關擔任的召集人及副召集人各一人，另置審議委員七至九人，審議委員依實需就水利、農田排水、水土保持、森林、下水道、都市計畫、地政及其他有關機關之代表與具有專門學識經驗之專家學者聘之。

(六)河川集水區整體治理規劃啟動原因及規劃單元

集水區整體治理規劃應該多久進行一次？此問題應回到整體治理規劃對河川集水區的意義，若將河川集水區視為一名中年成人，則進行整體治理規劃猶如這名中年成人的健康檢查，而後續擬定的中長期治理計畫則如同視健康檢查結果而針對有問題的部分對症下藥的過程。實行整體治理規劃對河川集水區的意義在於讓河川集水區得以永續發展，也為人為利用與集水區保育之間的平衡點。

本研究建議河川集水區整體治理規劃啟動方式可分為兩種，包含全面性啟動及視需要而起動。在全面性啟動河川集水區整體治理規劃上，以全台灣河川集水區都啟動整體治理規劃的確是非常完美的情況，但以前述的中央管河川集水區劃分方式，則目前可被列為中央管河川集水區共有24個，以目前山坡地相關治理單位仍有不少豪雨誘發災害必須處理情況，全面性啟動河川集水區整體治理規劃恐怕暫時難以執行。

河川集水區整體治理規劃都因洪水及土石災害而起，若先評估河川集水區的山坡地



比例而決定啟動整體治理規劃順序則為替代全面性啟動的方式，表1為本研究針對中央管河川集水區內的山坡地比例估算情況，若先以山坡地面積佔該河川集水區總面積之75%以上的話，則共有蘭陽溪等16個河川集水區，此16個河川集水區可搭配近年崩塌率分佈情況而決定是否優先啟動河川集水區整體治理規劃。

而河川集水區若要啟動整體治理規劃，則需以全河川集水區為啟動單元嗎？本研究以表1所列台灣河川集水區且近年經常發生土砂災害的濁水溪河川集水區與高屏溪河川集水區為例，兩個河川集水區面積都超過3000 km²，為中央管河川集水區最小面積的二仁溪河川集水區(337.8 km²)9倍左右。面積過大的河川集水區當作整體治理規劃的單位恐怕會導致後續不易規劃或行政單位難以發包執行的問題。本研究建議比對本文稿所提的河川集水區定義及最下游點選定的兩個原

則(主流與支流交會點且由741集水區所合併而成)，而決定河川集水區啟動整體治理規劃的單位；若全河川集水區面積不大，可採全河川集水區為整體治理規劃啟動單元；但若全河川集水區面積過大，可採上述所提支流河川集水區為整體治理規劃啟動單元。

另外一種啟動方式則為視需要而啟動的方式，河川集水區的整體治理規劃不外乎洪水及土砂的控制，可根據近年崩塌分佈而決定哪些地區優先啟動河川集水區的整體治理規劃。若以741集水區為評估單元，且以崩塌率超過3.0%為土砂嚴重災害的門檻，則可評估各741集水區近年年度崩塌率的分佈情況，尋找位於同一條河川集水區內及連續數個741集水區近年都具有土砂嚴重災害問題者為優先。本段所提的全面性啟動及視需要而啟動兩種方式，在後文有提出相關案例以為說明。

表 1 中央管河川集水區之山坡地比例估算表

集水區	總面積	山坡地		集水區	總面積	山坡地	
		面積	比率			面積	比率
蘭陽溪	1015.0	811.1	79.9	急水溪	410.7	156.2	38.0
鳳山溪	251.2	214.9	85.6	曾文溪	1253.6	1032.1	82.3
頭前溪	567.4	467.9	82.5	鹽水溪	404.5	74.7	18.5
中港溪	450.3	399.1	88.6	二仁溪	337.8	180.6	53.5
後龍溪	558.2	467.2	83.7	阿公店溪	155.3	36.1	23.3
大安溪	769.1	696.4	90.6	高屏溪	3320.1	2643.1	79.6
大甲溪	1309.2	1152.0	88.0	東港溪	478.8	94.4	19.7
烏溪	2052.0	1565.0	76.3	四重溪	125.6	122.6	97.6
濁水溪	3167.5	2827.3	89.3	卑南溪	1605.1	1474.6	91.9
北港溪	610.2	149.0	24.4	秀姑巒溪	1795.9	1638.2	91.2
朴子溪	419.0	127.0	30.3	花蓮溪	1643.3	1333.0	81.1
八掌溪	463.4	224.4	48.4	和平溪	571.5	566.16	99.1

備註：面積單位為 km²，比率為山坡地面積佔全集水區集水區百分比，單位為%。上灰色底色的河川集水區為目前山坡地佔全河川集水區 75%以上的案例。



(七)河川集水區整體治理規劃執行 流程

河川集水區若要進行整體治理規劃，本研究建議執行過程可依循四個步驟，包含進行河川集水區整體治理規劃需求評估及召開三次河川集水區整體治理規劃審議委員會，各步驟的內容詳述如下。

1.河川集水區是否進行整體治理規劃的先行 評估

河川集水區的整體治理規劃跟後續擬定中長期治理計畫都是為了災害治理，而先行評估的方式都在於瞭解「目前集水區的治理工程是否可以因應未來氣候條件下可能發生的災害」，是否要啟動整體治理規劃可由兩個方式判定，如下分述：

- (1)由河川集水區主管機關依據近年來災害規模、災害點位及災害後續治理情況來評估是否需啟動整體治理規劃。
- (2)由河川集水區主管機關成立河川集水區整體治理規劃先期計畫，以委託研究案方式來瞭解這集水區在因應未來氣候條件下，可能發生問題位置、該如何治理、缺少多少治理。此先期計畫目的在於瞭解河川集水區目前現況、近年災害分佈、治理工程分佈及因應未來可能氣候條件所產生的土砂及洪水量，會在集水區產生什麼災害。而在此先期計畫執行過程中的各期會議，都建議主管機關可以邀請在河川集水區內的有關機關與會，聆聽並瞭解目前河川集水區概況及需要解決問題，也在於凝聚未來河川集水區進行整體治理規劃的共識。

若此步驟評估結果為河川集水區現階段具有啟動整體治理規劃的需求，則進入第二步驟。但若評估結果為現階段並不具有啟動整體治理規劃的需求，則可由河川集水區主管機關等待後續適當時日再重啟需求評估。

2.召開第一次河川集水區整體治理規劃審議 委員會

當河川集水區主管機關或由河川集水區整體治理規劃先期計畫都建議應該啟動河川集水區整體治理規劃後，則可由河川集水區主管機關召開第一次的河川集水區整體治理規劃審議委員會，此次會議相關事項如下說明：

- (1)召開目的：讓相關單位知道要啟動河川集水區整體治理規劃
- (2)與會單位：河川集水區主管機關(召集)、各相關治理機關、專家學者。
- (3)討論事項：
 - A.說明啟動河川集水區整體治理規劃之法源依據及原因。
 - B.說明河川集水區邊界、包含區域及各相關治理機關權責區域
 - C.說明河川集水區因應未來可能氣候條件，目前治理不足之處
 - D.由各機關討論未來治理需滿足條件：洪水量及土砂量。
 - E.依據上述條件，各治理機關討論治理可行性。
- (4)會議後續：由主管機關將會議結論行文各相關治理機關，並由各機關確認，完



成會同程序。各機關回文過程應將該區域所需治理規劃經費一併函覆。

此次會議也啟動了土砂治理討論平台，由先期計畫可得到河川集水區內目前現存土砂量，但未必全部土砂量都能夠治理，上、中、下游治理機關應根據河段目前情況跟可提供治理量，討論並掌握現階段能控制多少量、上游會有多少土砂量進來跟往下游會有多少量出去，並研擬未來因應對策，例如在治理工程施作後，仍會有多少土砂量進入下游治理機關轄管區域內，下游治理機關該如何事先防範。此治理討論平台也提供各治理機關共同面對土砂災害的討論機制。在第一次審議委員會中，各治理機關應說明其轄管區域內達到的土壤侵蝕量、土壤流失量及泥砂生產量。

3. 召開第二次河川集水區整體治理規劃審議委員會

第二次河川集水區整體治理規劃審議委員會目的在於彙整各單位針對河川集水區內轄管區域提報整體治理規劃內容與經費，會議過程如下分述：

- (1) 與會單位：河川集水區主管機關(召集)、各相關治理機關及專業學者。
- (2) 整體治理規劃內容：需在相關法規要求及規定技術下達成整體治理規劃內容與經費的一致性。相關法規要求乃編審過程需比對水土保持技術規範第 144 條及行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點。技術要求則為編審過程需比對水土保持手冊(2018)及集水區整體調查規劃工作參考手冊(2007)。

- (3) 申報單位：河川集水區整體治理規劃經費應向河川集水區主管機關的上級單位申報，以 2018 年為例，水土保持局隸屬於行政院農業委員會，則應由水土保持局向行政院農業委員會申報河川集水區整體治理規劃經費。一旦申報經費通過，則由主管機關召開第三次河川集水區整體治理規劃審議委員會，若申報經費需要修正，則也由主管機關跟提報資料的有關機關一併修正，並重新申報。

4. 召開第三次河川集水區整體治理規劃審議委員會

第三次河川集水區整體治理規劃審議委員會目的在於彙整各相關治理機關之中長期治理規劃內容，會議過程如下分述：

- (1) 與會單位：河川集水區主管機關(召集)、各相關治理機關、專家學者、承辦各區域整體規劃計畫的執行單位。

(2) 討論事項：

- A. 各相關治理單位說明各轄管區域內之整體治理規劃資料，及擬定之中長期治理計畫內容。
- B. 各單位瞭解上下游單位之治理工程及需配合事項。

- (3) 會議後續：由河川集水區主管機關將河川集水區中長期治理計畫草案行文給各相關治理單位，並由各單位核章確認，完成會同程序。

- (4) 申報單位：中長期治理計畫乃依據行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點所撰寫，申報單位即為行政院，並由河川集水區主管機關彙整資料後提報。一旦申報經費通過，則由主管機關將經



費分發給各有關機關並開始執行中長期治理計畫，若申報經費需要修正，則也由主管機關跟提報資料的有關機關一併修正，並重新申報。

(八)河川集水區中長期治理計畫檢討

當一個河川集水區開始實行中長期治理計畫後，難保在執行期間不會遇到嚴重天災或其他人為需求，因為天災或其他人為需求導致正執行的中長期治理計畫需要改變時，則稱為治理計畫檢討。治理計畫啟動檢討並不少見，例如在「河川治理規劃及治理計畫作業要點」第三條也提出可因下列四點原因而啟動治理計畫檢討，如下分述：

- 1.原核定或水道治理計畫線及用地範圍線公告已超過五年，且具有計畫洪水量與原公告值有百分之十以上差異或河川現況流路已明顯改變或沿岸土地利用改變，治理計畫已不符合實際需求情況。
- 2.因天然重大災害，河性有明顯改變者。
- 3.配合國家重大建設需要者。
- 4.其他經主管機關認定有需要辦理者。

由上述四個原因可發現：治理計畫需啟動檢討都是為了因應環境明顯改變、重大人為開發需求或主管機關認定有需求者。本研究也建議在河川集水區中長期治理計畫實行過程中，若遇到下列原因應該啟動治理計畫檢討，如下分述：

- 1.天然重大事件，導致 1,000ha 以上集水區範圍內崩塌率 5.0%，並已經或可能造成保全對象或生態棲地存續之重大威脅者，得於災害嚴重或亟需生態保育之集水區範圍辦理緊急治理細部規劃。

- 2.配合國家重大水資源建設需要者，得於遭受設施影響之集水區範圍辦理一般治理規劃檢討。
- 3.其他經主管機關認定有需要辦理者，得選定特定之集水區範圍辦理特定區域治理規劃檢討。

三、河川集水區劃定案例說明

大部分河川集水區的面積都超過1000平方公里，以全河川集水區為整體治理規劃單元恐怕難以實行，以支流集水區為整體治理規劃單元較符合實際需求，也能務實應付崩塌偏多的支流集水區並給予所需的治理工程。劃設支流集水區的關鍵在於集水區最下游點的選取，以本研究前述可彙整成三點原則，如下分述：

- 1.依據以同一水系或利害有關水系劃分。
- 2.若全支流集水區都位於山坡地範圍內，則以位於主流與支流匯流點為主，若全支流集水區包含山坡地範圍及非山坡地範圍，則以能全部包含山坡地範圍，且位於主流與支流匯流點為主。
- 3.支流集水區內，最好水利署、水保局、林務局及其他治理單位都各有治理面積，這樣才能達到針對集水區的整體治理規劃協調。

本研究分別以中台灣濁水溪集水區與東台灣花蓮溪集水區兩個實際案例來說明劃設如何劃設河川支流集水區，中台灣濁水溪集水區為中台灣流域面積最大且產砂量最大的集水區，面積達3167.4平方公里，河溪型態接近於樹枝狀，是中台灣重要的水資源及土砂災害問題來源。而東台灣花蓮溪河溪型態



接近平行狀，與濁水溪河溪型態不同，且花蓮溪也為東台灣主要溪流，本研究再以花蓮溪來當支流集水區劃設的檢驗。

3.1 濁水溪河川集水區劃設案例說明

濁水溪集水區內隸屬於山坡地的面積為2827.2平方公里，約佔濁水溪集水區總面積之89.3%。依據上述本研究建議劃設支流集水區的第三個原則：「希望能達成多重單位共同整體治理規劃」，本研究先分析濁水溪內目前具有界點的河川共有24個，包含濁水溪、東埔蚋溪、南清水溝溪、水里溪、卓棍溪、丹大溪、卡社溪、萬大溪、塔羅灣溪、清水溪、過溪、加走寮溪、雷公坑溪、阿里山溪、陳有蘭溪、郡坑溪、內茅埔溪、十八重溪、筆石溪、蒼庫溪、阿里不動溪、和社溪、沙里仙溪、馬海僕溪。此24個集水區內都具有界點，但若將這24個集水區都劃設為整體治理規劃之支流集水區，則數量顯得過多，仍須調整。

再依據本研究建議支流集水區劃設第一原則：「依據以同一水系或利害有關水系劃分。」若以主要水系而言，濁水溪集水區可分為五大水系，包含在省道台21線龍神橋位置區分為由東北匯入的濁水溪與由南方匯入的陳有蘭溪，在南投縣水里鄉有由東北匯入的水里溪與日月潭水系，在南投縣鹿谷鄉有由南方匯入的東埔蚋溪水系，在南投縣竹山木屐寮有由南方匯入的清水溪水系。

若以上述這五個匯流點劃分出五大支流集水區，則多數集水區面積都在500平方公里以上，僅有濁水溪上游集水區(代表濁水溪在省道台21線龍神橋處往上游的集水區)面積為1631.1平方公里，此集水區顯得過大，根

據水系分布及面積均分的情況，本研究建議再將濁水溪上游集水區區分為濁水溪上游集水區(與丹大溪匯流前)及濁水溪上游集水區(丹大溪匯流後至龍神橋)兩個。除了這些支流集水區以外，濁水溪主流仍獨自劃設為一個集水區，濁水溪集水區共可區分為七個支流集水區，其水系分佈如下分述，各集水區分佈、面積與各單位轄管面積則如表2所示。

- 1.陳有蘭溪集水區:組成的741集水區名稱:陳有蘭溪上游、內茅埔、鹿林、豐丘、郡坑、郡坑溪、十八重溪上游、望鄉、和社溪、東埔、沙里仙溪、神木、農富坪、十八重溪。
- 2.濁水溪上游集水區(與丹大溪匯流前):組成的741集水區名稱:濁水溪上游、塔羅灣溪、萬大水庫、平靜、萬大溪、栗栖溪、萬大、南溪、文文社、北溪、馬海僕溪、南萬大山、武界、卡社溪。
- 3.濁水溪上游集水區(丹大溪匯流後至龍神橋):組成的741集水區名稱:地利、丹大溪、益則坑、五里亭、卓棍溪、郡大溪。
- 4.水里溪與日月潭集水區:組成的741集水區名稱:五城、日月潭水庫、新年莊及部分水里集水區。
- 5.東埔蚋溪集水區:組成的741集水區名稱:東埔蚋溪及溪頭。
- 6.清水溪集水區:組成的741集水區名稱:生毛樹溪、鯉魚尾、加走寮溪、桶頭、石鼓盤溪、阿里山溪、大坑、杉林溪、石鰻坑、草嶺、香林。
- 7.濁水溪主流集水區:組成的741集水區名稱:竹尾子、南清水溝溪、外埔、集集、水里、南清水溝溪上游、玉峰。

表 2 濁水溪集水區之支流集水區與各單位轄管面積比例

支流集水區	面積 (km ²)	轄管面積佔總集水區比例(%)		
		水利署及縣市政府	水保局	林務局
陳有蘭溪集水區	448.1	4.6	70.2	25.2
濁水溪上游集水區 1	795.8	2.3	14.9	82.8
濁水溪上游集水區 2	835.3	0.9	6.6	92.5
東埔蚋溪集水區	99.6	6.8	93.2	0.0
清水溪集水區	422.3	6.9	49.8	43.3
水里日月潭集水區	83.6	0.6	45.0	54.4
濁水溪主流集水區	250.0	38.3	58.4	3.3

備註：1.濁水溪集水區內，濁水溪上游集水區 1 代表「濁水溪上游(丹大溪匯流前上游)集水區」，濁水溪上游集水區 2 代表「濁水溪上游(丹大溪匯流後至龍神橋)集水區」。

2.轄管面積估算方式，水保局轄管集水區內山坡地但非林班地區域，林務局轄管山坡地內屬於林班地區域，集水區內扣除山坡地(包含林班地)面積，剩餘的即為水利署及縣市政府治理區域。

3.2 花蓮溪河川集水區劃設案例說明

花蓮溪依據主要水系分佈可概分成四條，包含於花蓮縣光復鄉內區分為由南匯入的光復溪與由西方匯入的馬鞍溪、於花蓮縣鳳林鄉箭瑛大橋處有由西方匯入的萬里溪、在花蓮縣壽豐鄉有由西方匯入的壽豐溪、在花蓮縣吉安鄉有由西方匯入的木瓜溪。本研究依據上述劃分支流集水區的原則，花蓮溪支流集水區可分為光復溪、馬鞍溪與萬里溪集水區、壽豐溪與木瓜溪集水區、花蓮溪主流集水區，此三集水區的面積與各單位轄管面積如表3所示。

花蓮溪各支流集水區合併集水區資訊如下：

- 1.光復溪、馬鞍溪與萬里溪集水區：包含 741 集水區名稱：安東軍山、山興、清水嶺、草山、大觀、北丹大山、萬里橋溪、萬榮、馬鞍溪上游、馬鞍溪中游、馬鞍溪、南清水溪、阿羅朗。
- 2.壽豐溪與木瓜溪集水區：包含 741 集水區名稱：安來溪、天長溪、巴托魯溪、龍溪、丸田溪、檜溪、大清水溪、木瓜溪中游、翡翠谷、銅門、大清水溪上游、榕樹、壽豐溪上游、清昌溪上游、怡堪溪、大安山、壽豐溪、木瓜溪。
- 3.花蓮溪主流集水區：包含 741 集水區名稱：榕樹、荖溪、壽山、白鮑溪、鯉魚山、壽豐溪、鳳林溪、朝保、米棧。

表 3 花蓮溪集水區之支流集水區與各單位轄管面積比例

支流集水區	面積 (km ²)	轄管面積佔總集水區比例(%)		
		水利署及縣市政府	水保局	林務局
光復溪、馬鞍溪與萬里溪	559.48	15.56	13.12	71.32
壽豐溪與木瓜溪	658.12	2.83	5.05	92.12
花蓮溪主流	425.50	52.02	25.17	22.81



四、結論與建議

本研究主要啟動水土保持法第九條之河川集水區劃定與治理規劃原因、過程及後續作為。啟動河川集水區劃定與整體治理規劃的目的，在於確實掌握河川問題本質，並針對問題進行治理，以達未來降低重複性災害的目的。

本研究提出未來若要啟動河川集水區劃定與治理規劃的原因、過程、整體治理規劃書內容及中長期治理計畫內容。為了達成水土保持法第九條提及「…針對水土資源保育及土地合理利用之需要…」，並如何在未來氣候可能發生條件下及人為開發利用上取得平衡點，的確是未來需以河川集水區作為整體考量的主因。

啟動水土保持法第九條，對河川集水區做整體治理規劃的方式，是一個治本的方法，立意良善且在治理過程也足以展現水土保持技術，也對未來災害的降低有一定的幫助。

參考文獻

- 1.行政院農業委員會水土保持局(2007)，集水區整體調查規劃工作參考手冊，行政院農業委員會水土保持局（執行單位：中興顧問工程股份有限公司、逢甲大學營建及防災研究中心）
- 2.行政院農業委員會水土保持局(2011)，台灣集水區劃定檢討及保育治理機制評估，行政院農業委員會水土保持局（執行單位：中興工程顧問股份有限公司，計畫編號：SWCB-100-040）
- 3.行政院農業委員會水土保持局(2017)，水土保持手冊，行政院農業委員會水土保持局 (ISBN：978-986-05-5344-4)





山邊溝於不同降雨下之土壤沖蝕探討

Hill Ditch Erosion Explore the Soil under the Different Rainfall

賴璽文¹ 唐琦²

Lai-Xi Wen¹ Tang-Chi²

1. 國立屏東科技大學水土保持系 碩士生

2. 國立屏東科技大學水土保持系副教授 (* 通訊作者 E-mail: tangchi@npust.mail.edu.tw)

1. Graduate student, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan.

2. Associate professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan.

摘要

本研究於2017年4月利用國立屏東科技大學水土保持系戶外教室之坡地芒果園初設長度及寬度為10 m及2 m山邊溝，期間選定山邊溝之溝面坡降分別為：1.5 %、5 %、7 %、9 %、11 %及13 %之裸露溝面為試驗區，再於6~8月雨季期間進行土壤沖蝕量觀測。獲致結果：水土保持手冊之山邊溝溝面坡降建議值1.5%為基準，該溝面坡降之土壤沖蝕量，分別對比溝面坡降為5 %、7 %、9 %、11 %及13 %者之土壤沖蝕量，可知後者之土壤沖蝕量依序分別為前者3、5、6、8及9倍，顯示坡地果園山邊溝溝面坡降不宜大於1.5%。

關鍵字：坡地果園、土壤沖蝕、降雨量、山邊溝

Abstract

The mainly objective of this study was to realize soil erosion after created preliminarily hillside ditch with various longitudinal section slopes in slopeland orchard. The plot was a slopeland mango orchard, and located at the outdoor classroom of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology. There were several slopes of longitudinal section on hillside ditch included as: 1.5 % , 5 % , 7 % , 9 % , 11 % and 13 % . The soil erosion measurement on the bare ground surface of hillside ditch with 10 m in length and 2 m in width , was conducted from June to August , 2017. The results obtained are as follows: The recommended value of the slope of the hill ditch slope of the Soil and Water Conservation Manual is 1.5%. Comparing the soil erosion of the slopes of 5 % , 7 % , 9 % , 11 % and 13 % , it is known that the soil erosion of



the latter is 3, 5, 6, 8 and 9 times respectively. It shows that the slope of the slope of the hillside ditch in the slope orchard should not exceed 1.5%.

Key Word : Slope orchard , soil erosion , rainfall , hillside ditch

一、前言

坡地果園是山坡地常見開發利用型態，可實施之水土保持方法甚多，包括山邊溝、果園山邊溝、平台階段、臺壁植草、草帶法、石牆法、覆蓋作物及敷蓋等(水土保持手冊，2005)，各種方法必須因地制宜互相組合應用，如施行之山邊溝時可搭配植生栽培，將每年刈草進行敷蓋處理，改善生態環境，當配合安全排水措施及農路系統，即可達到相當良好的水土保持效果(鄭慶生，1991)。倪炳卿(2006)，在山邊溝上種植百喜草、寬葉雀稗、日本草，並完全覆蓋地表，防止水土流失，當年土壤流失量與空白對照區，少了5倍左右的流失量，且山邊溝果園種綠肥、牧草控制土壤流失量效果為：寬葉雀稗>百喜草>日本草>糖蜜草>無刺含羞草>決明豆。而山邊溝能有效減緩逕流，增加入滲，以達滯洪之功效，並降低土壤流失量，且設置成本較低成效迅速，為坡地果園常見之設施(謝政宏，2013)，此係山邊溝為沿著等高線方向施作溝面，且各溝面近乎平行，因此減少坡度、坡長，故能夠為坡地排水之分段截流處理，來截斷坡面逕流，以防止坡面因逕流累積所造成之沖蝕力，更有增加入滲(廖綿濬，1972)。土壤沖蝕受坡面本身條件的影響很大，如坡長、坡度、坡面的植被覆蓋情況都對坡面沖蝕有重要影響，其中坡度是影響坡面流沖蝕的重要因素之一(劉青泉等，2004)。

故本研究於國立屏東科技大學水土保持戶外教室之芒果園山邊溝中找出不同坡降的

寬型內斜式山邊溝，並維持地表裸露且無植生覆蓋情況下之條件，以了解降雨過後之裸露情形下的不同溝面坡降下於不同降雨型態所造成土壤沖蝕情形，藉以探討山邊溝於裸露時，土壤沖蝕量與坡度間之關聯。

二、研究材料與方法

1.研究區域概述

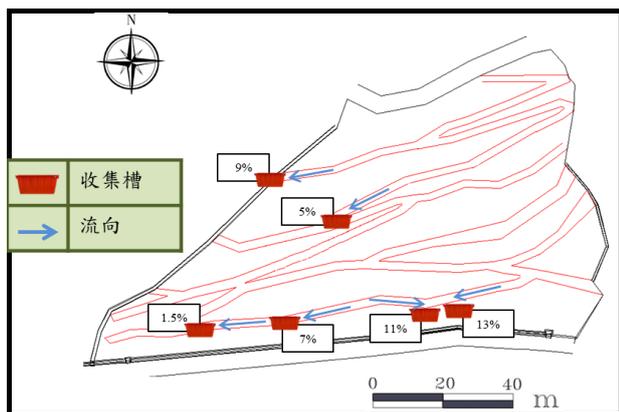
本研究區域位於國立屏東科技大學水土保持戶外教室內芒果園示範區，面積約為0.7 ha，平均坡度24%，依據國立東科技大學之教學氣象站(編號 A0R08, N20°39', E120°36', 海拔高度71 m)於2006年至2016年氣象資料得知，該區域氣象長年值，分別為：降雨量為 2,831 mm、氣溫為 24°C、相對濕度為 79%，屬於亞熱帶氣候。本區域旱雨季分明，夏季午後常有雷陣雨，土壤屬於洪積台地老埤系紅壤，土壤質地為砂質黏土至壤土(黃國禎等，2009)，示範果園內以種植芒果為主。

2.研究方法

本研究自2017年6月至2017年8月期間，於芒果園居中區域設置一組傾斗式自記雨量計(Hobo UA-003-6)，每傾倒一次為0.2 mm之降雨量深度，進行雨量之觀測，於降雨後立即收集各不同溝面坡降之土壤沖蝕量，溝面坡降分別為1.5%、5%、7%、9%、11%、13% (圖1)，每個試驗區之長度10m、寬度2m，而本試驗以1.5%之標準溝面坡降為對照區。當降雨過後，將收集桶內上層逕流水撈出後，



再把桶內土壤沖蝕量收集並記錄之，並採集不同坡降之山邊溝所產的土壤沖蝕量後，置入105°C烘箱進行烘乾24 hr，取出後於容器下方墊一塊隔熱墊，並放置在磅秤上進行秤重以得知烘乾土樣重，並記錄之。



資料來源：本文繪製

圖1 山邊溝土壤沖蝕試區配置

本研究初步將觀測期間於坡地果園內山邊溝於溝面坡降分別為1.5%、5%、7%、9%、11%及13%等6種不同坡降下之有效土壤沖蝕量之降雨事件共計10場進行繪圖分析，結果如圖2所示。由圖中可知，坡地果園內山邊溝於各溝面坡降下之土壤沖蝕量均有隨降雨量呈現曲線遞增趨勢，經統計分析其關係分別為：

$$E = 0.000005 P^2 - 0.0004 P + 0.0757, r = 0.97$$

$$E = 0.000003 P^2 + 0.0026 P + 0.0186, r = 0.99$$

$$E = 0.000008 P^2 + 0.0008 P + 0.2394, r = 0.99$$

$$E = 0.00002 P^2 - 0.0014 P + 0.449, r = 0.99$$

$$E = 0.00002 P^2 - 0.0009 P + 0.5551, r = 0.99$$

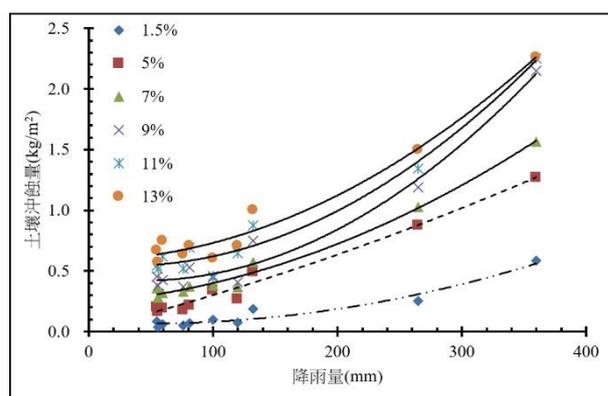
$$E = 0.00001 P^2 + 0.0002 P + 0.5881, r = 0.99$$

式中，E：土壤沖蝕量(kg/m²)，P：降雨量(mm)，r：相關係數。

依據中央氣象局豪雨分級為降雨量達200 mm來進行區分，可知當降雨量超過此值

時之土壤沖蝕量會出現驟增趨勢，又由圖中各溝面坡降下之土壤沖蝕量在降雨量約130 mm時，各關係曲線有呈現明顯遞增之趨勢，且在該降雨量以下，各不同溝面坡降間之土壤沖蝕量差異範圍均低於0.15 kg/m²，顯示山邊溝在地表裸露下，土壤沖蝕量仍可維持在1 kg/m²以內，並具有減少土壤沖蝕之效果。

依據水土保持手冊於山邊溝之溝面坡降建議值為1.5%，而本研究先將溝面坡降1.5%者，之土壤沖蝕量做為對照，分別與其餘溝面坡降下之土壤沖蝕量進行比較，可知溝面坡降5%、7%、9%、11%及13%者之土壤沖蝕量分別為1.5%者之3、5、6、8及9倍，顯示坡地果園設置之山邊溝之溝面坡降不宜大於1.5%，在海棠颱風侵襲期間之降雨量達359 mm，在溝面坡降為1.5%者之土壤沖蝕量為0.58 kg/m²或5.8 t/ha，而溝面坡降5-13%者之土壤沖蝕量達到1.5-2.2 kg/m²或15-22 t/ha據此可進一步佐證水土保持手冊所建議之溝面坡降，能有減少制土壤沖蝕的發生。



資料來源：本文繪製

圖2 山邊溝於各溝面坡降之沖蝕量與降雨量關係圖



三、結論

依結果與討論整理結論如下：

山邊溝初設期間，降雨量達130 mm以上時，溝面之土壤沖蝕量有隨其溝面坡降增加而出現曲線遞增趨勢，而在該降雨量以下，各不同溝面坡降間之土壤沖蝕量變化範圍均在0.15 kg/m²以內。本研究以水土保持手冊之山邊溝溝面坡降建議值1.5 %為基準，該溝面坡降之土壤沖蝕量，分別對比溝面坡降為5、7、9、11、13 %者之土壤沖蝕量，可知後者之土壤沖蝕量依序分別為前者3、5、6、8及9倍，顯示坡地果園山邊溝溝面坡降不宜大於1.5 %。

參考文獻

- 1.行政院農委會水土保持局，2005，水土保持手冊
- 2.倪炳卿，2006，「將樂縣山邊溝果園水土流失治理技術」，中國水土保持，4(4):24-26
- 3.黃國禎，2009，「老埤台地不同植生下土壤孔隙特性之研究」，農業工程學報，55(2)
- 4.廖綿濬，1972，「山邊溝、斜面栽培的果園，千萬要把覆蓋作物和草種好」，豐年，22(8):38
- 5.劉青泉、李家春、陳力、向華，2004，「坡面流及土壤侵蝕動力學(II)——土壤侵蝕」，力學進展，34(4):493-506
- 6.鄭慶生，1991，「坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋之水土保持效益」，台灣省農業試驗所技術服務，第8期：6-8
- 7.謝政宏，2013，「不同降坡下之山邊溝於初設期沖蝕量比較」，社團法人中華水土保持102年度學會

表 1 各溝面坡降之土壤沖蝕量及降雨量對照表

日期	降雨量(mm)	土壤沖蝕量(kg/m ²)						備註
		1.5%	5%	7%	9%	11%	13%	
2017/6/1	265	0.25	0.87	1.03	1.19	1.34	1.50	
2017/6/13	100.2	0.10	0.34	0.38	0.44	0.46	0.60	
2017/6/16	131.8	0.19	0.49	0.57	0.75	0.88	1.00	
2017/7/2	55.2	0.08	0.20	0.36	0.45	0.54	0.67	
2017/7/13	59.6	0.06	0.19	0.32	0.42	0.62	0.75	
2017/8/16	81.4	0.07	0.22	0.37	0.53	0.69	0.70	
2017/8/18	55.4	0.04	0.17	0.28	0.38	0.51	0.57	
2017/8/20	76.2	0.05	0.18	0.33	0.37	0.52	0.64	
2017/7/29	119.6	0.07	0.27	0.36	0.41	0.64	0.71	尼莎颱風
2017/7/30	359.4	0.58	1.27	1.57	2.15	2.25	2.26	海棠颱風





坡地果園於暴雨下之逕流係數探討

The Primarily Study of Runoff Coefficient on Slopeland Orchard under Heavy Rain

李宛庭¹ 唐琦²

Lee Wan Ting¹ Tang Chi²

1. 國立屏東科技大學水土保持系 碩士生

2. 國立屏東科技大學水土保持系 副教授

1. Graduate student, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan
2. Associate professor, Department of Soil and Water Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Neipu, Pingtung, Taiwan

摘要

本研究於2017年6~9月利用國立屏東科技大學水土保持系戶外教室之坡地芒果園，觀測集水面積約為0.3 ha之試驗樣區，於山邊溝處理下配合全園覆蓋處理下於暴雨後之地表逕流量變化，進而探討坡地果園山邊溝於植生覆蓋後與地表裸露時比較其減緩逕流之差異。研究結果顯示：實測逕流係數最低為0.01，最高為0.85，皆在水土保持技術規範之丘陵地開發整地後參考值0.9之範圍內，顯示坡地果園山邊溝於覆蓋良好情況下，其地表逕流能夠有效地被減少。

關鍵字：坡地果園、山邊溝、逕流係數

Abstract

This study focused on the runoff discharge variation after storm events and setting hillside ditch with cover treatment for a slopeland mango orchard, which is located at the outdoor classroom of soil and water conservation, National Pingtung University of Science and Technology. The plot area was 0.3 hectare, and all the runoff observation was conducted from June to September, 2017. Furthermore, the benefits of delayed runoff after construction of hillside ditch in slopeland orchard. The results had summarized as: the measured runoff coefficient is at least 0.01 and the highest is 0.85, both within the range of 0.9 after the land preparation and development of the hills in the soil and water conservation technical specifications, it had shown the slopeland orchard with hillside ditch and full cover would reduce runoff effectively.

Key Word : slopeland orchard, hillside ditch, runoff coefficient



一、前言

臺灣因位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的交界，地震與造山運動頻繁，故有達三分之二的土地面積為山坡地及丘陵地，且全年降雨量分布不平均，當在地質破碎與集中降雨的因素下，容易發生沖蝕、崩塌、地滑、土石流等土砂災害，使土壤降低原有生產力、無法涵養水源、邊坡不穩及危害人民生命安全等嚴重影響。因此適當的安全排水規劃相當重要，能延緩洪峰到達時間及減低洪峰流量，避免地表逕流集中，減緩對下游造成之危害。

暴雨時所產生的逕流乃以地表逕流為主，洪水流量最大值及發生時間點，稱為洪峰流量(Qp)及洪峰，降雨均勻落於集水區地面上時，有入流量（降雨）等於出流量（逕流）時，這種達到平衡狀況下所需要的時間可視為集流時間(t_c)。入流量與出流量的關係常以合理化公式(Rational Formula)表之，此係Kuichling(1889)推演之經驗式，由於應用簡單，常被廣泛應用於集水區洪峰流量之推估。依據水土保持技術規範(2016)，面積在1000 ha以內者，無實測資料時，得採用合理化公式。雖然合理化公式簡單實用，但面對各集水區所具有不同之水文、地文特性時，這些特性與參數的關係決定，會直接影響到推估的結果。林莉利等人(1991)檢討與評估合理化公式應用於臺灣上游集水區暴雨流出量產生機制的觀念，得知臺灣上游森林集水區內逕流係數，應依實際降雨量與逕流量資料所分求得。Chen et al.(1993)認為傳統上將逕流係數視為定值之作法，可能導致洪峰流量估

算之誤差，在探討逕流係數與其他因子關係時應一併考慮降雨強度。Longobardi et al.(2003)針對澳洲、紐西蘭及義大利三個國家，選定380處面積從0.3~2,000 km³的集水區進行研究，得知集水區內表層土壤受潮濕程度與基流量之影響對於逕流係數變化甚大。郭泰源(2013)利用國立屏東科技大學水土保持戶外教室之坡地果園山邊溝，進行逕流量觀測，研究結果得知，坡地果園於暴雨期間之逕流係數會受到降雨延時及累積雨量之影響而出現變化，當降雨強度相近時，降雨延時增加會使逕流係數遞增，又當降雨延時相近時，降雨強度增加僅造成逕流係數略為增加。

綜上所述，本研究於國立屏東科技大學水土保持戶外教室之坡地芒果園，進行觀測果園施設山邊溝配合全園覆蓋處理下於暴雨後之地表逕流量變化，進而探討坡地果園建構山邊溝後之水土保持效益評估

二、研究材料與方法

1. 試區概況

本研究試驗地點位於國立屏東科技大學之水土保持綜合試驗區(N22°38'28"，E120°36'9")之坡地芒果園，區內種植土種芒果樹，果樹樹高介於2~3.5 m，樹齡20年以上，果園配合施設山邊溝與全園種植百喜草覆蓋處理，並定期察看植物生長情形。本研究於坡地芒果園於暴雨後有地表逕流之方向，利用土壤包做成土堤以區隔出一集水面積約為0.3 ha之試區（圖3），區內平均坡度約14 %，使得暴雨後之地表逕流能經由山邊溝匯集至該





果園下游處之逕流池，池體長度、寬度及有效深度分別為9 m、3 m及0.6 m。試區土壤屬於洪積台地之老埤系(Laopel Series)，大體上整個土壤剖面質地以砂質黏壤土(Sandy Loam)與壤土(Loam)為主，土壤呈現強酸至極強酸反應(pH < 4.4)，有機質含量約在3%左右(黃昭蓉，2010)。

2. 研究方法

本研究使用精度0.2 mm之傾斗式自記雨量儀(HOBO, UA-003-64, USA)，紀錄雨量測值於資料蒐集器，並於降雨後至現場擷取資料於電腦以供分析。

(1) 降雨量觀測：本研究使用精度 0.2 mm 之傾斗式自記雨量儀 (HOBO, UA-003-64, USA)，紀錄雨量測值於資料蒐集器，並於降雨後至現場擷取資料於電腦以供分析。

(2) 逕流量觀測：試驗樣區之集水面積約為 0.3 ha，暴雨後之地表逕流經由山邊溝匯集至果園試區下游處之逕流池後，本研究將壓力式水位計 (Esterline KPSI.700, USA)，經束帶固定於直徑 3 吋 PVC 管內，再設置於逕流池內(圖 5)，以防池內有水時遭晃動。觀測期距採用 5 分鐘，所有水位紀錄自動儲存於資料蒐集器(Campbell, CR-10X, Logan, Utah, USA)內，再於每次降雨後進行擷取水位資料，以進行數據整理分析。

3. 數據分析

(1) 逕流量估測：本研究利用滯洪池之單位時間水位變化來計算其逕流量，計算方式如下式：

$$Q = \frac{W_t - W_0}{t} \dots\dots\dots (1)$$

式中， W_t 為 t 時間後滯洪池內水量(m^3)； W_0 為當前之滯洪池內水量(m^3)； Q 為 t 時間內之平均逕流量(cms)； t 為測量時間間距(sec)。

(2) 集流時間

依據我國水土保持技術規範(2016)集流時間定義係指逕流自集水區最遠一點到達一定地點所需時間，一般為流入時間與流下時間之和。其計算式如下：

$$t_c = t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$t_1 = \frac{L}{V_1} \dots\dots\dots (3)$$

式中， t_c 為集流時間(hr)； t_1 為流入時間(雨水經地面由集水區邊界流至河道所需時間)； t_2 為流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間)； L 為漫地流流動長度(m)； V_1 為漫地流流速(一般採用 0.3~0.6m/sec)。

而流下時間之估算，於人工整治後之規則河段，應根據各河斷面、坡度、粗糙係數、洪峰流量之大小，依曼寧公式計算；天然河段得採用下列芮哈(Rziha)經驗公式估算：

$$t_2 = \frac{L}{W} \dots\dots\dots (4)$$

$$V_2 = 72 \left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \dots\dots\dots (5)$$





式中，L為溪流長度(km)；W為流下速度(km/hr)；H為溪流縱斷面平均高度(km)。本研究配合現地測量每段山邊溝長度及邊坡高度，而坡地果園配合山邊溝之設計呈「之」字型，水流會隨內斜溝呈「之」向下流動，因此需計算每段之集流時間並全部相加，最後求得之總集流時間約為 9 min。

(3)逕流量合理化公式

當降雨於集水區後，當區合無因次降雨強度公式，藉以計算出洪峰流量，其關係如下式所示：

$$Q_p = \frac{1}{360} CIA \dots \dots \dots (6)$$

式中， Q_p 為洪峰流量(cms)； I 為降雨強度(mm/hr)； A 為集水面積(ha)； C 為逕流係數。而 I 值之決定，需考慮集流時間，將觀測時間扣除集流時間，再與該時間內降雨量相除，即得其值。

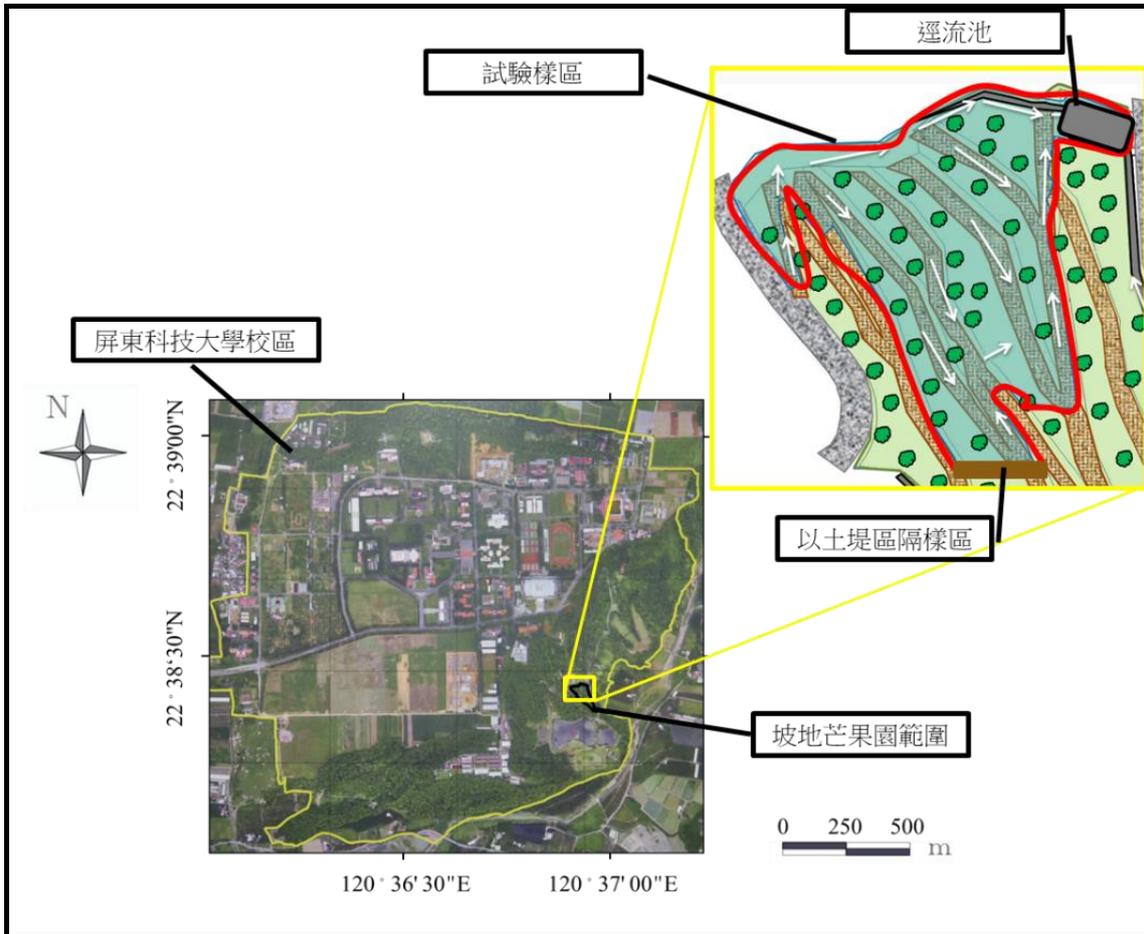


圖 1 研究樣區示意圖





圖 2 利用土壤包做成土堤



圖 5 壓力式水位計固定於 PVC 管內



圖 3 果園下游處之逕流池



圖 6 資料蒐集器



圖 4 傾斗式自記雨量儀

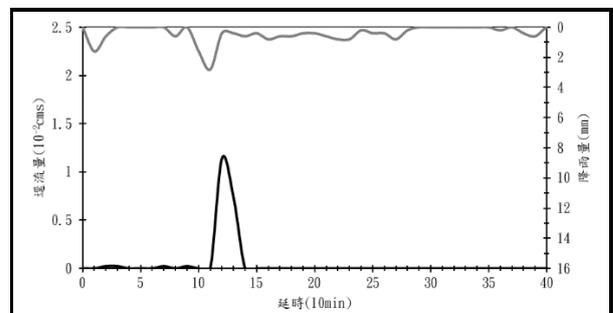


圖 7 8月2日之降雨-逕流歷線圖



表 1 以連續逕流量推估坡地果園於山邊溝植生覆蓋處理下之逕流係數

date (2017)	duration	Q _p (cms)	P (mm)	I (mm/hr)	C	備註
Jul.13	14:10~14:50	0.0015	51.4	77.10	0.02	
Jul.29	11:28~15:40	0.0006	24.0	5.74	0.13	尼莎颱風 (編號 201709)
Jul.29	19:28~22:07	0.0055	28.8	10.80	0.62	尼莎颱風 (編號 201709)
Jul.30	15:49~20:40	0.0118	80.2	16.59	0.85	海棠颱風 (編號 201710)
Jul.31	04:30~05:30	0.0105	16.0	16.00	0.79	海棠颱風 (編號 201710)
Aug.1	13:19~14:30	0.0092	27.4	23.15	0.47	海棠颱風 (編號 201710)
Aug.2	01:12~02:59	0.0001	7.2	4.04	0.03	
Aug.3	13:56~14:46	0.0002	15.4	18.48	0.01	
Aug.27	16:23~17:10	0.0169	38.2	48.77	0.42	

三、結果與討論

本研究依逕流池內之水位變化，採用公式(1)計算得到池內單位時間之逕流量，並由公式(6)求得逕流係數，如表1所示。由表中可知，其中8月27日之逕流係數達0.42，此係因瞬間暴雨，使坡地果園內之土壤水分入滲不及，導致逕流流至池內，也造成此場降雨之洪峰流量為數據中最高為0.0169 cms；於一般降雨情況下，8月2日之降雨量與降雨強度遠低於其他場降雨，但逕流係數卻非最低，此係該場降雨前已歷經兩場颱風，坡地果園之土壤水分趨於飽和，導致逕流流出時間較其他者快；海棠颱風之逕流係數為最高，其原因可能為尼莎颱風已帶來豐沛雨量，緊接著此場颱風來臨，使坡面土壤入滲不及，加上颱風所帶來的雨量多且降雨強度大，導致逕流迅速流入逕流池內。兩場颱風之逕流係數介於0.13~0.85，最低之逕流係數0.13，此因尼莎颱風僅發布海上警報，尚未登陸台灣之外圍環流，故逕流係數偏低，與初設期地表裸露情況下於颱風時期之逕流係數

0.27~0.83(郭泰源，2013)相比差異不大；其餘觀測時段之逕流係數為0.01~0.03，平均為0.02，與初設期地表裸露情況下於一般降雨情況下之平均逕流係數0.09(郭泰源，2013)相比，少了4.5倍。結果顯示坡地果園植生覆蓋後，於一般降雨情況下，較地表裸露能更有效地減緩逕流流出；於颱風情況下，逕流係數差異不大，但兩種降雨情況下之逕流係數皆低於水土保持規範之丘陵地開發整地後之逕流係數0.90範圍內。由數據顯示，當洪峰流量小於0.0015cms時，其逕流係數介於0.01~0.13；當洪峰流量在0.0055cms以上時，逕流係數介於0.42~0.85。

將各場逕流與降雨數據計算集流時間，可發現各降雨之集流時間皆大於估算之集流時間9 min，僅8月2日(圖7)這場降雨之集流時間約10 min，為最接近計算值，而其可能因前場降雨為海棠颱風，帶來之雨水量較高，而颱風過後又陸續降雨，但未有水流入逕流池，而8月2日之降雨量雖然很低，但卻有水流入逕流池內，因前述關係導致坡面幾乎無



入滲能力，導致集流時間為最短。而8月3日之降雨量雖大於8月2日，但集流時間卻大於8月2日，其原因可能為兩降雨間隔超過10小時以上，且其中無降雨，而土壤水分蒸發或植生吸收水分，使土壤含水量減少，因此使8月3日之集流時間增加。由數據可知坡地果園於山邊溝處理下會使坡度減緩及延長集流距離，且於轉折處會使逕流流速減緩，加以植生覆蓋會使水流阻力增加，同時增加降雨入滲地表，因此以芮哈經驗公式估算試驗樣區之集流時間會有低估的情況，可見山邊溝於植生完整覆蓋情況下有遲滯逕流量發生之效益。

接著利用合理化公式進行估算洪峰流量，本試驗區為坡地果園且經山邊溝處理，因此，逕流係數C值參考水土保持技術規範(2016)之丘陵地開發整地後之逕流係數0.90，降雨強度I值配合鄰近試區之屏東科技大學氣象站(A0R08)於2001~2017年期間之年平均降雨量以無因次降雨強度計算，得出2年重現期距之洪峰流量為0.07 cms。此外，於2017年得到之最大洪峰流量由實測值可知為8月27日的0.0169 cms，低於丘陵地開發整地後之2年重現期的0.07 cms，表示山邊溝於完整植生覆蓋下阻滯逕流量發生之效果相當明顯。

四、結論

本研究探討坡地果園山邊溝於全園植生完整覆蓋且2年以上未擾動情況下，於雨季紀錄之降雨量與逕流量進行分析，根據本研究過程與結果，整理出以下結論：

- 1.由實測之降雨及逕流資料可得知，逕流係數會受降雨量及降雨強度的大小影響，當降雨越密集，易使入滲速率下降，導致逕流係數增加。
- 2.山邊溝之處理會使坡度減緩及延長集流距離，於轉折處會使逕流流速減緩，而覆蓋之植生會使水流阻力增加，且能幫助水分入滲，並有效減緩逕流流出。
- 3.每場降雨與逕流量計算推得之逕流係數皆低於水土保持技術規範之丘陵地開發整地後之逕流係數 0.90，可知山邊溝於完整植生覆蓋下且 2 年以上無擾動情況下阻滯逕流量發生之效果相當明顯。
- 4.於小集水面積之坡地，當洪峰流量低於 0.0015cms 時，逕流係數之成長幅度較大；而流量大於 0.0055cms 時，其逕流係數之成長會較為平緩。

參考文獻

- 1.王如意、易任，2003，應用水文學，茂昌圖書
- 2.行政院農業委員會水土保持局，2016，水土保持技術規範
- 3.行政院農業委員會水土保持局，2017，水土保持手冊
- 4.李光敦，2002，水文學，五南圖書
- 5.林莉利、鄭皆達，1991，「台灣上游集水區洪峰流量計算之評估，推導和應用(1)-由暴雨流出量產生機制評估檢討合理化公式估



算洪峰流量之適用性及修正必要性」,80 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編林業特刊, 40: 158-190

6.郭泰源、謝政宏、唐琦, 2013,「坡地果園之逕流係數探討」,中國水土保持學會,102: 1-7

7.黃昭蓉, 2010,「礫石地逕流係數與入滲現象之研究」,屏東科技大學水土保持系碩士學位論文

8.Chen, C.N., and T .S .W .Wong, 1993, “Critical rainfall duration for maximum discharge from overland plane”, Hydrologic Engineering, ASCE, 119 (9), 1040-1045.

9.Kuichling, E., 1889, “The relation between the rainfall and the discharge of sewers in populous districts”, Transactions, ASCE, 20:1-56.

10.Longobardi, A., P. Villani., R.B. Grayson, and A.W. Western., 2003, “On the relationship between runoff coefficient and catchment initial conditions”, International congress on modelling and simulation. Townsville, Australia, 2:867-872.



山坡地保育治理於石門水庫集水區對土砂流失與生產之抑制成效分析

Suppression Analysis of Soil loss and Sediment yield by Water and Soil Conservation Project of Shi-Men Reservoir Watershed in Hillside Area

林書豪¹ 蔡易達² 連惠邦³

Shu-Hao Lin¹ Yi-Ta Tsai² Hui-Pang Lien³

1. 逢甲大學水利工程與資源保育學系 博士班研究生

2. 逢甲大學水利工程與資源保育學系 博士

3. 逢甲大學水利工程與資源保育學系 教授

1. Ph.D. Candidate, Ph.D. Program in Civil and Hydraulic Engineering, Feng Chia University, Taichung, Taiwan 407

2. Ph.D. Ph.D. Program in Civil and Hydraulic Engineering, Feng Chia University, Taichung, Taiwan 407

3. Professor and Director, Department of Water Resources Engineering and Construction and Disaster Prevention Research Center, Feng-Chia University, Taichung, Taiwan 407

摘要

本研究以石門水庫集水區為分析區域，將集水區分為土砂流失(soil loss)及土砂生產(sediment yield)兩個方向探討。土砂流失部分，本研究發現水庫淤積的土砂來源以近河岸崩塌為主，視為主要關注之土砂流失量，利用政府資料開放平臺(data.gov.tw)之崩塌圖資，配合地理資訊系統(ArcGIS)進行空間分析；土砂生產部分，定為通過特定斷面之土砂，應用經濟部水利署之歷年石門水庫淤積測量報告，確切量化由上游集水區所運移之土砂生產。最後將上述兩者，配合水土保持局的歷年工程進行交叉比對，聚焦在山坡地保育利用條例範圍去探討，讓集水區土砂流失、土砂生產與保育治理措施得以反應其相對關係，發現隨著集水區保育治理措施的導入，土砂流失與生產已呈現逐年下降之趨勢，顯示各種保育治理措施已發揮了保土蓄水之功能，可以抵禦較大的降雨而生產較少的土砂。

關鍵字：土砂流失、土砂生產、保育治理措施

Abstract

In this study, the watershed of Shi-Men Reservoir was taken as the analysis area, and the water collection was divided into two directions: soil loss and sediment yield. In the part of soil loss, this study found that the source of soil deposited by the reservoir is mainly near the river bank landslide, which is regarded as the main concern for the soil loss. The landslide of the government open-data platform (data.gov.tw) is used together with ArcGIS. The sediment yield part is determined to pass the soil loss of a specific section, and the Shimen Reservoir sedimentation measurement report of MOEA Quantify the sediment yield transported by the upstream watershed. Finally, the above two will be compared with the previous years of the Soil and Water Conservation project, focusing on the area of Slope Land Conservation And Utilization Act, so that the soil loss, sediment yield and conservation project in the water-shed can be reflected in their relative relationship. With the introduction of conservation project in the watershed, soil loss and sediment yield have shown a downward trend year by year, indicating that various conservation and control project have played a role in soil conservation and water storage, which can withstand large rainfall and reduce sediment yield.

Key Word : Soil loss 、 Sediment yield 、 Conservation of Water and Soil Project

一、前言

自1964年6月石門水庫正式竣工以來，調節公共用水的比例增加，主要供應新北市、桃園市及新竹縣之公共用水，石門水庫之地理區位，如圖1所示。由於經歷多場較具規模之颱風影響以及近年的氣候變遷，石門水庫內的坡面崩塌與其水庫庫區的淤積之情事也逐年增加。

2004年艾利颱風重災後，水土保持局為此辦理加強防治，然而歷年水庫土砂流失及生產之變遷較無明確量化方式，且其保育治理措施的具體效益亦亟需有效方式以評估目前治理能力是否已達需求。

有鑑於此，本研究旨在探討水庫集水區中土砂流失（坡面）及土砂生產（河道），隨著時間所發生的變化，且除了這兩者本身以外，也探討降雨與工程措施等兩個關鍵因素，並將石門水庫集水區切分為21個子集水區作

為分析單元，能夠更明確的評析整個水庫集水區中不同區位之環境特性，可提供未來相關單位及其他水庫集水區之保育治理規劃做為參考。

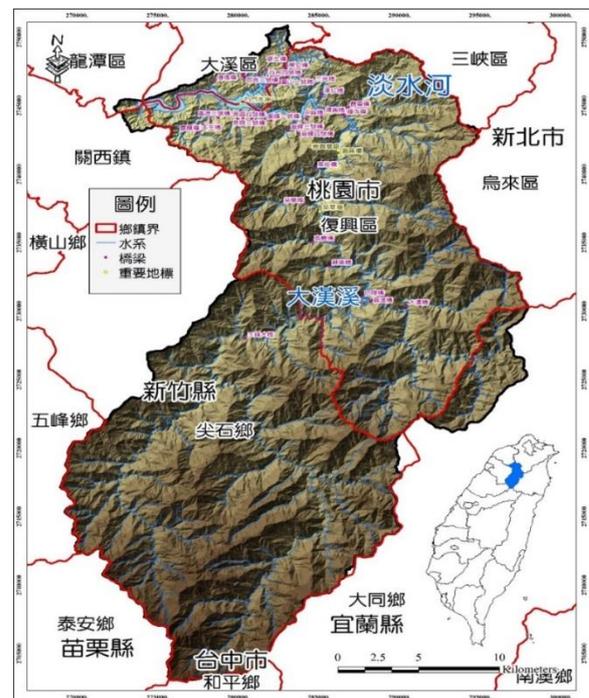


圖 1 石門水庫地理區位圖

二、集水區土砂流失與生產分析方法

2.1 土砂流失與生產

2.1.1 基本資料及土地分區

本研究探討集水區之土砂問題，以土砂流失及土砂生產兩個方向。在土壤侵蝕理論中，土壤侵蝕、土壤流失及土砂生產量是一組概念完全不同的術語。土壤侵蝕量（尤指水力侵蝕量）係指在外營力（雨滴或逕流）作用下，坡面土壤分離位移的總量，而土壤侵蝕量中被輸移離開某一特定坡面或田面的數量，稱為土砂流失量(soil loss)；土砂生產量(sediment yield)則是指遷移至某一流域或集水區特定出口斷面的土砂流失量，如圖2所示。

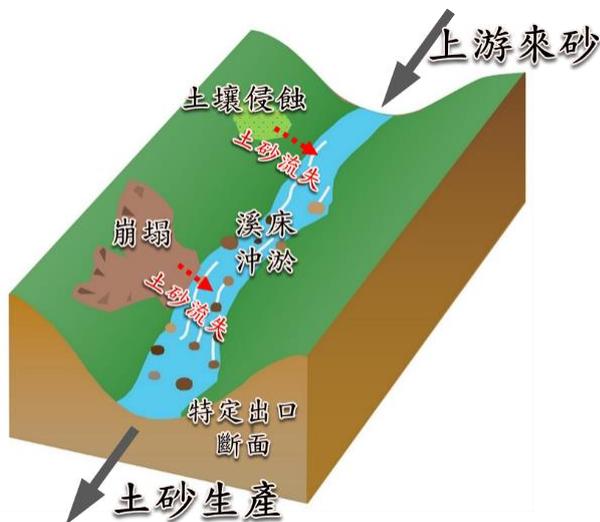


圖2 土壤侵蝕、土砂流失與土砂生產示意

集水區之土砂流失來源係由坡面土壤沖蝕、崩塌及溪床沖刷等方式所供給，據「石門水庫集水區細粒土砂來源、運移及淤積特

性研究，2006」之礦物分析結果，顯示庫區細粒土砂來自於上游集水區河道及其兩旁崩塌地的可能性甚大，故以崩塌土砂為首要。根據崩塌發生區位及其對入庫土砂貢獻程度，可以概分為近河岸與離河岸崩塌兩種類型，茲簡述如下：

1. 近河岸崩塌：係指位於溪流兩側邊坡（或稱溪谷）及沿岸支流坑溝之崩塌地，其崩塌土砂可能直接崩落於河溪，或短時間內即能進入河溪，對河溪水流輸砂、底床沖淤、流路流向及洪流溢淹等問題影響甚鉅。一般，可以依照溪谷實際地形研判，或取距溪岸水平距離約 50 至 200 公尺範圍內或支流沿岸之崩塌地，本研究以 200 公尺做為近河岸之範圍來簡化分析，而「石門水庫集水區第二階段治理規劃，石門水庫管理局，1990」指出，一般水庫的土砂來源以近河岸崩塌（重力侵蝕）為主，約佔總土砂量達 75%。
2. 離河岸崩塌：係指近岸崩塌地以外之崩塌地，其崩塌土砂主要由地表漫地流輸移，不會直接崩落於河溪，對河溪影響遠小於近岸崩塌

水庫集水區之上游土砂生產，即為水流挾帶土砂自溪流匯入水庫蓄水範圍之量體，稱為入庫土砂量，亦為以水庫上游入流口斷面起算之土砂生產量。土砂入庫後，受水庫水體、形狀、地形及排砂設施等綜合影響，使部分土砂沉積在庫區內而形成水庫淤積量，其量體與入庫土砂量之比，稱為囚砂率(trap efficiency)。雖要考慮囚砂率影響，但水庫集水區土砂生產量，仍由水庫淤積量直接反映。



2.2 資料來源

本研究之主要分析資料為土砂流失、土砂生產、降雨及工程資訊，分述如下：

1. 土砂流失部份，選取影響水庫淤積相對重要者－崩塌，其中又以近河岸崩塌最為關鍵，崩塌採用 2004 年至 2014 年政府資料開放平臺(data.gov.tw)之衛星判釋全島崩塌地圖，此圖層由林務局委託國立成功大學，以當年度 1~7 月全島鑲嵌福衛二號衛星影像（福衛二號於 2016 年正式除役），所建立自動判釋崩塌地作業標準，判釋最小面積為 0.1 公頃，如圖 3 所示，以 2004 年艾利颱風激發崩塌地面積達到最高，而於 2008 年辛樂克與 2014 年麥德姆颱風時為最低。以子集水區別，則 2014 年崩塌地面積依序為薩克亞金溪、他開琴溪及卡議蘭等分列為前三大子集水區。
2. 土砂生產與降雨部份，採用經濟部水利署北區水資源局之石門水庫歷年淤積測量報告，如圖 4 及表 1 所示；表中，淤積增減量為考慮清疏量之總值；負值則為測量時因異重流等自然因素所影響導致，非紀錄錯誤。
3. 工程治理部分，本研究主要關注於水土保持局之保育治理措施，採用水土保持局工程管考系統之資料，集中於 2004 年艾利風災後至 2015 年等近十年之工程，如圖 5 及圖 6 所示。

2.3 分析區域

石門水庫集水區範圍屬淡水河流域上游，由大漢溪及其他支流所組成，面積為 763.4km²，集水區跨越桃園市復興區、龍潭區、大溪區，新竹縣尖石鄉、關西鎮及宜蘭縣大

同鄉等共 6 鄉（鎮）。地形由西北地帶向東南遞次抬升，全域較為狹長。而流域中，主要高程落於海拔 0m 至 500m 之間，共佔全區域面積的 45.0%，如圖 7 所示，其中，高於海拔 1000m 者有 13.3%；而流域中，坡度在五級坡至六級坡之間者，即佔全區域面積之 73.8%，如圖 8 所示，坡向分布較為均勻，以北向、西北向為主，其中以北向為多，佔總面積的 15.0%，如圖 9 所示。

石門水庫集水區位於雪山山脈帶及西部麓山帶內。受區域性逆衝斷層之影響，地層多呈東北東走向，呈中至高角度向東南傾斜。而露出之岩層，除小部分為火成岩外，大部分為沈積岩，如圖 10 所示。

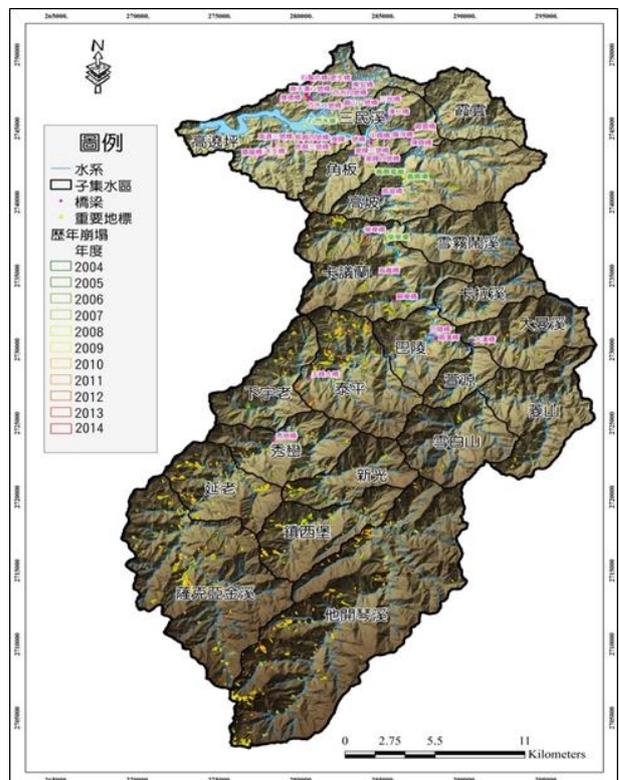


圖 3 石門水庫集水區歷年崩塌分布圖

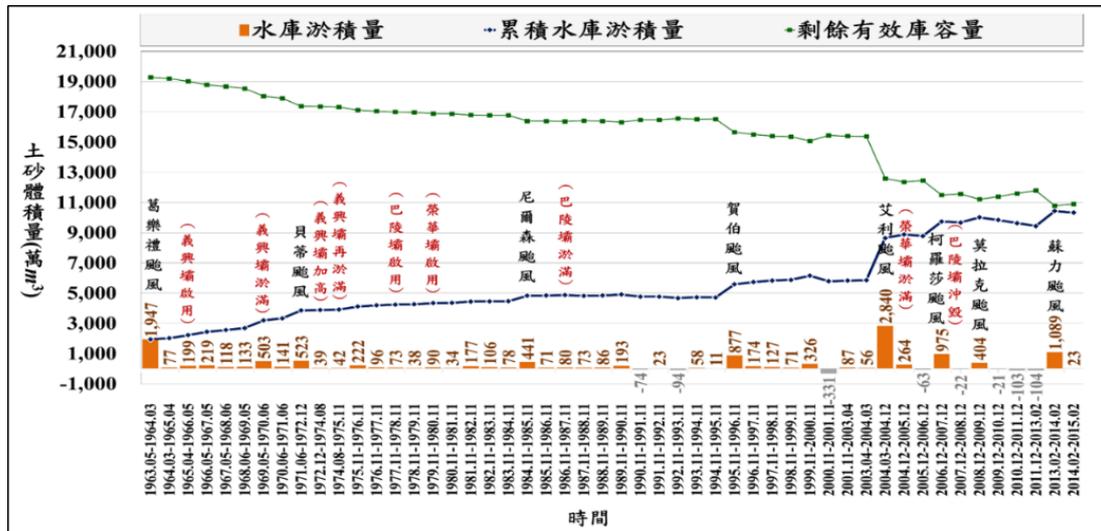


圖 4 石門水庫歷年水庫淤積量變化趨勢圖

表 1 石門水庫歷年水庫淤積量及降雨一覽表

時間	颱風事件	事件累積降雨量 (mm)	淤積增減量 (萬m³)	時間	颱風事件	事件累積降雨量 (mm)	淤積增減量 (萬m³)
1963.05-1964.03	葛樂禮	1,375	1947	1994.11-1995.11	-	-	10.9
1964.03-1965.04	-	-	77	1995.11-1996.11	賀伯	715	877
1965.04-1966.05	-	-	199	1996.11-1997.11	-	-	173.7
1966.05-1967.05	寇拉	362	219	1997.11-1998.11	瑞伯	516	127.2
1967.05-1968.06	-	-	118	1998.11-1999.11	-	-	70.8
1968.06-1969.05	-	-	133	1999.11-2000.11	碧利斯	285	326
1969.05-1970.06	艾爾西	493	503		巴比倫	223	0
1970.06-1971.06	-	-	141	2000.11-2001.11	象神	320	-331.2
1971.06-1972.12	貝絲	515	523		桃芝	58	0
1972.12-1974.08	貝蒂	607	38.5		納莉	866	0
1974.08-1975.11	-	-	42		利奇馬	313	0
1975.11-1976.11	畢莉	454	221.8	2001.11-2003.04	雷馬遜	450	86.6
1976.11-1977.11	-	-	95.7	2003.04-2004.03	-	-	55.6
1977.11-1978.11	-	-	72.6	2004.03-2004.12	艾利	1022	2840.4
1978.11-1979.11	-	-	72.6	2004.12-2005.12	海棠	688	264.2
1979.11-1980.11	-	-	89.7		馬莎	819	0
1980.11-1981.11	-	-	34.3		泰利	362	0
1981.11-1982.11	-	-	177.2		龍王	202	0
1982.11-1983.11	-	-	105.8	2005.12-2006.12	-	-	-62.8
1983.11-1984.11	-	-	77.9	2006.12-2007.12	柯羅莎	623	975.4
1984.11-1985.11	尼爾森	538	440.5	2007.12-2008.12	卡玫基	90	-21.8
1985.11-1986.11	-	-	70.5		鳳凰	259	0
1986.11-1987.11	-	-	80.3		辛樂克	915	0
1987.11-1988.11	-	-	72.8		薔蜜	389	0
1988.11-1989.11	-	-	86.3	2008.12-2009.12	莫拉克	507	404.3
1989.11-1990.11	-	-	193.3	2009.12-2010.12	凡那比	154	-21.1
1990.11-1991.11	-	-	-74.2	2010.12-2011.12	米雷	159	-102.9
1991.11-1992.11	-	-	22.8	2011.12-2013.02	蘇拉	842	-104.2
1992.11-1993.11	-	-	-94.1	2013.02-2014.02	蘇力	346	1088.7
1993.11-1994.11	-	-	58.3	2014.02-2015.02	麥德姆	140	22.7

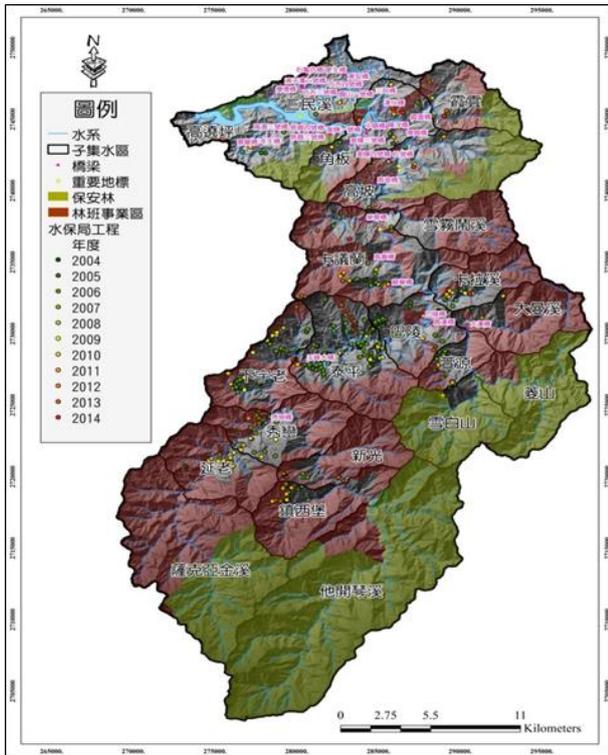


圖5 石門水庫集水區歷年工程分布圖



圖6 石門水庫集水區歷年工程件數統計

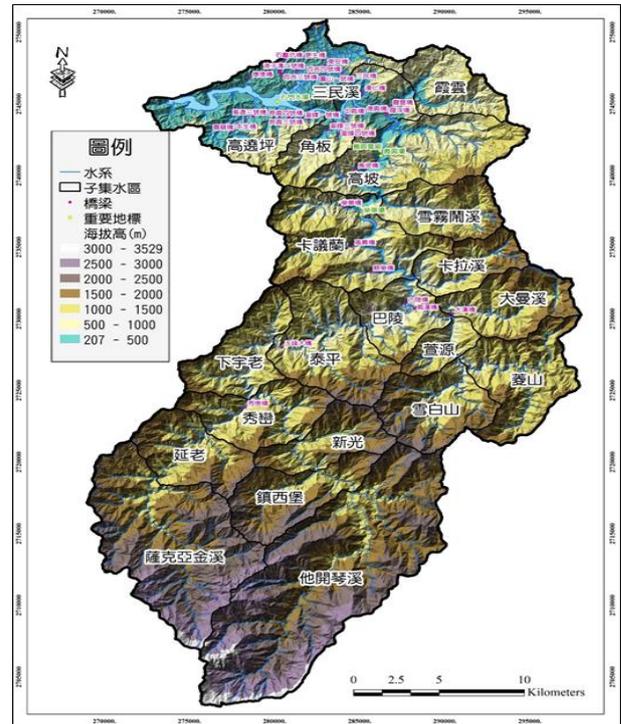


圖7 石門水庫集水區高程分布圖

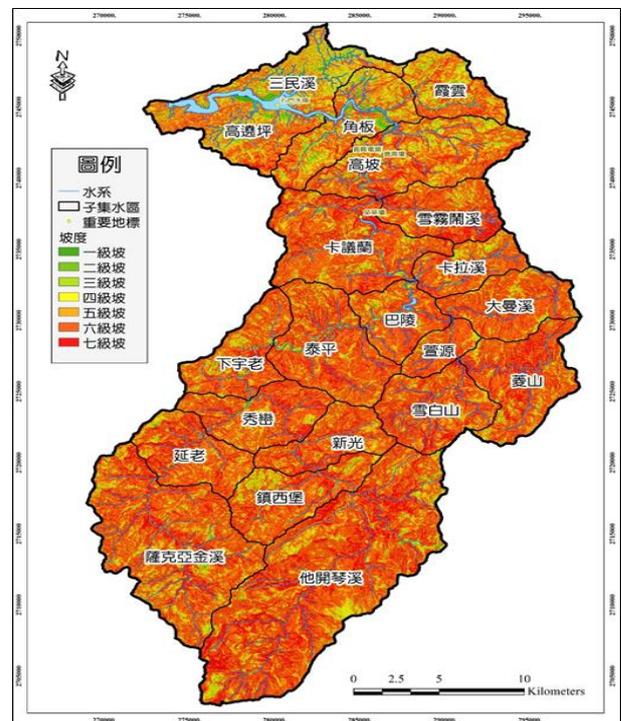


圖8 石門水庫集水區坡度分布圖



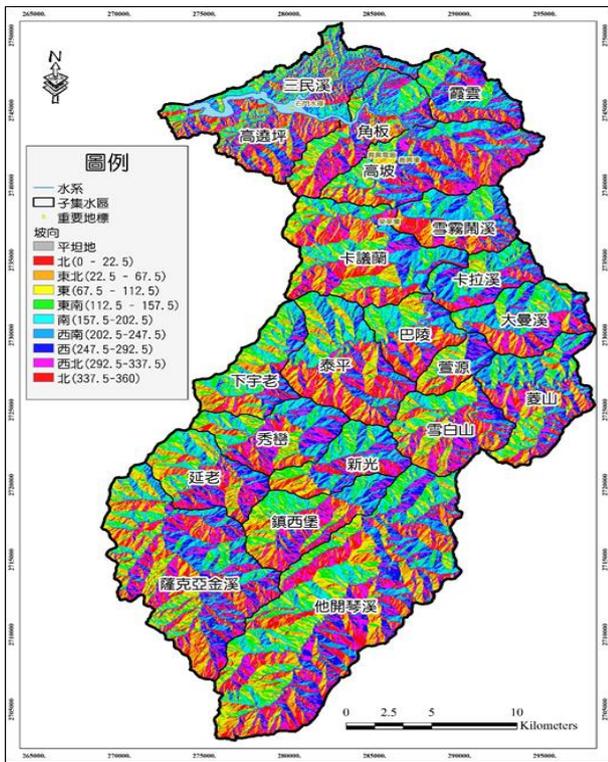


圖9 石門水庫集水區坡向分布圖

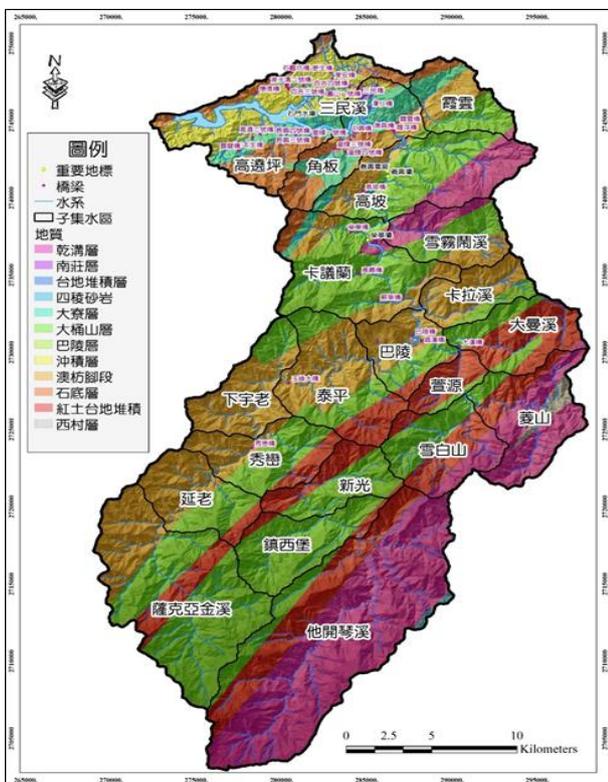


圖10 石門水庫集水區地質分布圖

2.4 研究方法

本研究將土砂流失與土砂生產分別研析，關於坡面的土砂流失集中關注於近河岸的崩塌現象，而上游河道的土砂生產量則由河川最下游的水庫作為控制斷面來探討，即以水庫淤積量為主，研究流程如圖11所示，茲分述如下：

1. 山坡地與林班地：因為本研究主要探討水土保持局對於水庫集水區之工程治理成效（土砂流失與生產之抑制成效），故需區分其權屬。本研究文中所提及之「山坡地」為山坡地保育利用條例之範圍，即水保局管轄之區域，而「林班地」則為林班事業區之範圍，即林務局管轄之區域。
2. 年超過累積降雨量：根據水庫淤積資料，研究區內土砂流失及生產皆起因於颱風降雨事件。因此，以每年所有降雨事件中累積降雨量達 100mm 以上者之總降雨量，稱為「年超過累積降雨量」。由於每年的降雨程度不同，故將降雨作為標準化因子，可有效量化每單位降雨下之土砂流失/生產量，得以比較之。
3. 土砂流失：將石門水庫集水區內之歷年崩塌圖層分年度別統計，並進行區位判釋，萃取每一塊新增崩塌地屬於近河岸、離河岸、山坡地或林班地之比例；最後，除以年超過降雨量(標準化)，再與水土保持局歷年工程措施進行交叉比對。
4. 土砂生產：將石門水庫歷年水庫淤積量測資料彙整，為了確實反映土砂生產，將清疏量加回，並排除負值等不確定因素所影響；最後，除以年超過降雨量(標準化)，再與水土保持局歷年工程措施進行交叉比對。

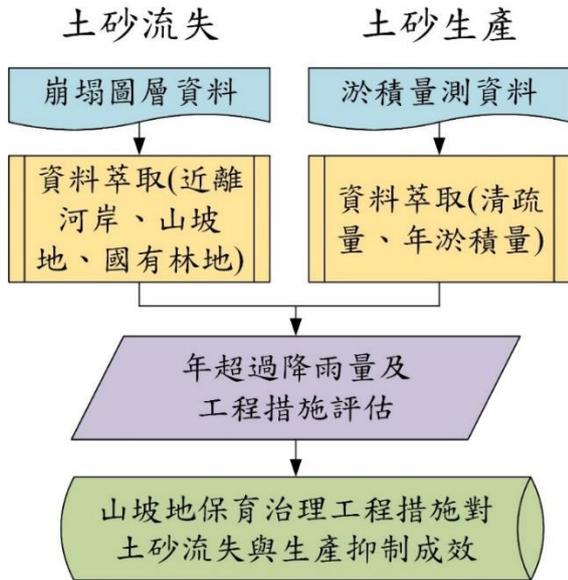


圖 11 研究流程圖

三、成果

3.1 土砂流失定性分析

由前述資料蒐集，就石門水庫集水區之歷年土砂流失進行分析：

1. 將年超過累積降雨量及其促發之崩塌面積相除，如表 2 所示。表中，凡那比颱風每單位降雨可激發 2.104 萬 m^2/mm 為最高，艾利颱風僅 0.648 萬 m^2/mm ，不過艾利颱風產生 662 萬 m^2 的崩塌面積，為近 10 年內最顯著的地貌變形，對水庫淤積量的影響肯定最嚴重，隔年年超過累積降雨量雖達 2,071mm，但前年艾利颱風之累積降雨量達 1,022mm，故有集水區崩塌能量釋放現象。
2. 隨著時間的演進，崩塌面積是呈下降趨勢，但每單位降雨量所激發的崩塌卻呈不規則分布，其原因應與研究區內坡面土體仍處於較不安定的狀態有關，只要超過某限度的降雨皆可能激發大規模的土體崩塌，如

圖 12 所示。值得注意的是，蘇拉颱風累積降雨達 842mm，已屬歷年第 3 大的颱風惟其崩塌面積僅有 287 萬 m^2 ，這表徵研究區保育治理措施已起到一定的成效。

表 2 歷年單位降雨之土砂流失推估表

項目 年份	最大颱風豪雨事件	年超過累積降雨量 (mm)	崩塌面積 (萬 m^2)	崩塌面積/年超過累積降雨量 (萬 m^2/mm)	排序
2004	艾利	1,022	662	0.648	7
2005	馬莎	2,071	488	0.236	9
2007	柯羅莎	623	617	0.990	4
2008	辛樂克	1,563	177	0.113	10
2009	莫拉克	507	438	0.864	5
2010	凡那比	154	324	2.104	1
2011	米雷	159	326	2.050	2
2012	蘇拉	842	287	0.341	8
2013	蘇力	346	293	0.847	6
2014	麥德姆	140	214	1.529	3



圖 12 崩塌面積及其與降雨量之關係圖

3.2 水庫土砂來源

根據前述，水庫集水區的土砂來源以近河岸崩塌(重力侵蝕)為主，據此利用新增近河岸崩塌在水庫集水區中區位的不同，可有效判斷水庫的土砂來源及其分步特徵，以 2014 年數值地形作為地形基礎分析近離河岸土砂流失，如表 3 所示，分述如下：

1. 土砂流失與河岸距離比例：由表 3 分析土砂流失分布比例，如表 4 所示，在山坡地中，近離河岸之土砂流失比分別為 56% 及

44%；而在林班地中近離河岸之比分別為 82%及 18%。以整體看，近河岸崩塌約佔 78%，離河岸僅佔 22%，如圖 14 所示，考量歷年變遷下，此結果與「石門水庫集水區第二階段治理規劃，經濟部水利署北區水資源局石門水庫管理局，1990」的 75%及「石門水庫集水區艾利颱風土砂災因之探討，2006」的 64%，大致吻合。

2. 土砂來源分析：以子集水區而言，薩克亞金溪、他開琴溪及卡議蘭等具有較高的近河岸崩塌量，考量離河岸土砂流失量，則該三處集水區佔全石門水庫集水區土砂流失量約達 70.48%，顯然它們是土砂主要來源區。
3. 山坡地與林班地分析：承上所述，薩克亞金溪、他開琴溪及卡議蘭等三處土砂來源區，其林班地面積除了卡議蘭的 59.5%外，其餘兩處皆達 99%以上。水庫集水區總土砂流失量達 578.7 萬 m³，位於山坡地者為 82.9 萬 m³(約 14%)，而位於林班地者達 495.8 萬 m³(約 86%)，如圖 13 所示。

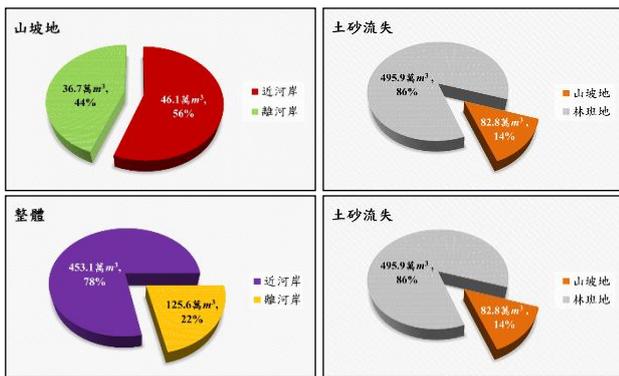


圖 13 土砂流失與河岸距離比例分佈圖

3.3 土砂生產定性分析

由前述資料蒐集，就石門水庫集水區之歷年土砂生產進行分析：

1. 水庫淤積量：若以進入水庫斷面作為衡量基準，則集水區之土砂生產量即為入庫土砂量；通常各集水區出口距離水庫尚有一段距離，故須考慮「河道土砂遞移率」才能得到入庫土砂量，進入水庫後，最終沉澱水庫者，即「水庫淤積量」，故以「水庫淤積量」便能夠有效進行分析。
2. 由水利署量測之水庫淤積量對應歷年颱風事件較為突出者，如表 5 所示。表中，以艾利颱風之水庫淤積量 2,840 萬 m³ 為最，這與崩塌結果一致。另外，可發現 2013 年蘇力颱風造成 1,089 萬 m³ 水庫淤積量，但每單位降雨量之水庫淤積量高達 3.15 萬 m³/mm，高出艾利颱風的 2.78 萬 m³/mm。

表 3 各子集水區土砂流失量分析表

子集水區	近河岸崩塌斜面積 (萬 m ²)	崩塌地平均坡度 (度)	可能崩塌深度 (m)	近河岸可能土砂流失 (萬 m ³)	離河岸土砂流失 (萬 m ³)	土砂流失總量 (萬 m ³)	林班地所佔比例 (%)	與水庫距離 (km)
	A _n	B _n	C _n	D _n =A _n *C _n	E _n	F _n =D _n +E _n		
薩克亞金溪	85.4	38.94	2.55	218	13.3	231.3	99.9	50.51
他開琴溪	53.1	43.1	2.34	124.5	21.3	145.8	99.4	52.97
卡議蘭	8.4	36.75	2.66	22.4	8.3	30.7	59.5	5.37
鎮西堡	7.2	38.33	2.58	18.6	4.8	23.4	78.4	49.9
泰平	4.7	33.79	2.93	13.8	6.8	20.6	38.2	24.65
巴陵	6.6	39.47	2.53	16.7	3.4	20.1	30.8	15.85
延老	6.6	44.78	2.26	14.9	4.4	19.3	84	44.48
高坡	0.8	15.27	3.5	2.8	7.7	10.5	57.9	0
角板	1.3	19.59	3.5	4.6	5.2	9.8	28.3	0
新光	1.8	31.92	3.21	5.8	3.6	9.4	88.3	47.39
秀巒	1.9	42.5	2.38	4.5	4.7	9.2	64.7	40.33
下宇老	1.3	42.43	2.38	3.1	4.3	7.4	51.4	33.76
菱山	0.4	43.42	2.33	0.9	6	6.9	99.1	26.87
三民溪	0.4	40.13	2.49	1	4.9	5.9	7.5	0
高邊坪	0	-	-	-	5.1	5.1	23.4	0
雪白山	0	-	-	-	5	5	89.6	26.87
雪霧閣溪	0.3	37.15	2.64	0.8	4	4.8	84.4	5.56
大曼溪	0	-	-	-	4.5	4.5	84.8	23.23
霞雲	0	-	-	-	3.4	3.4	59.4	0
卡拉溪	0	-	-	-	3.1	3.1	56.7	15.95
蒼源	0.3	42.93	2.35	0.7	1.8	2.5	57.5	23.23
總計	180.2	-	-	453.1	125.6	578.7	-	-

資料來源：註 1. 坡度與崩塌深度關係：國家災害防救科技中心(2004)、Khazai and Sitar(2002)初步推估；註 2. 離河岸土砂流失量：USLE(通用土壤流失公式)初步推估；註 3：集水區下游出口至石門水庫蓄水範圍之主流長度，距離為 0.00 者為庫區內集水區。



表 4 各子集水區土砂流失區位分析表

子集水區	土砂流失總量 (萬m ³)	山坡地土砂流失量 (萬m ³)			林班地土砂流失量 (萬m ³)		
		近岸	離岸	總量	近岸	離岸	總量
薩克亞金溪	231.3	0.2	0.0	0.2	217.8	13.3	231.1
他開琴	145.8	0.7	0.1	0.8	123.8	21.2	145.0
卡議蘭	30.7	9.1	3.4	12.	13.3	4.9	18.2
鎮西堡	23.4	4.0	1.0	5.0	14.6	3.8	18.4
泰平	20.6	8.5	4.2	12.	5.3	2.6	7.9
巴陵	20.1	11.6	2.4	14.	5.1	1.0	6.1
延老	19.3	2.4	0.7	3.1	12.5	3.7	16.2
高坡	10.5	1.2	3.2	4.4	1.6	4.5	6.1
角板	9.8	3.3	3.7	7.0	1.3	1.5	2.8
新光	9.4	0.7	0.4	1.1	5.1	3.2	8.3
秀巒	9.2	1.6	1.7	3.3	2.9	3.0	5.9
下宇老	7.4	1.5	2.1	3.6	1.6	2.2	3.8
菱山	6.9	0.0	0.1	0.1	0.9	5.9	6.8
三民溪	5.9	0.9	4.5	5.4	0.1	0.4	0.5
高邊坪	5.1	0.0	3.9	3.9	0.0	1.2	1.2
雪白山	5.0	0.0	0.5	0.5	0.0	4.5	4.5
雪霧閣	4.8	0.1	0.6	0.7	0.7	3.4	4.1
大曼溪	4.5	0.0	0.7	0.7	0.0	3.8	3.8
霞雲	3.4	0.0	1.4	1.4	0.0	2.0	2.0
卡拉溪	3.1	0.0	1.3	1.3	0.0	1.8	1.8
萱源	2.5	0.3	0.8	1.1	0.4	1.0	1.4
總計	578.7	46.1	36.	82.	407.0	88.9	495.9

3.經濟部水利署北區水資源局之「96年韋帕颱風重大土砂災情速報」指出2007年9月巴陵壩右壩座淘空崩毀，壩址上方3km範圍內，長年承受1,047萬m³(有效容量)的泥砂順勢沖往下游；潰壩後，雖經降雨歷年運移，依次為2010年凡那比颱風154mm、2011年米雷颱風159mm、2012年蘇拉颱風842mm及2013年蘇力颱風346mm；前兩年之降雨規模過低，故以2012年蘇拉颱風

為潰壩土砂的主要動力，最終於2013年蘇力颱風進入水庫，遂造成水庫淤積量大幅上升，如圖14所示。

4.若不考量巴陵壩潰壩後，對入庫淤積之影響，可發現自2004年艾利颱風發生之後，石門水庫水庫淤積量確實呈現逐年下降之趨勢，表明集水區各種保育治理措施已有效緩和單位降雨之入庫土砂量，且其治理成效極為顯著。

表 5 歷年單位降雨之土砂生產推估表

項目	水庫淤積量 (萬m ³)	年超過累積降雨量 (mm)	水庫淤積量 /年超過累積降雨量 (萬m ³ /mm)
時間	An	Bn	Cn= An / Bn
1963.05-1964.03	1,947	1,375	1.42
1966.05-1967.05	219	362	0.60
1969.05-1970.06	503	493	1.02
1971.06-1972.12	523	515	1.02
1972.12-1974.08	39	607	0.06
1975.11-1976.11	222	454	0.49
1984.11-1985.11	441	538	0.82
1995.11-1996.11	877	715	1.23
1997.11-1998.11	127	516	0.25
1999.11-2000.11	326	285	1.14
2000.11-2001.11	-331	866	-1.04
2001.11-2003.04	87	450	0.19
2004.03-2004.12	2,840	1,022	2.78
2004.12-2005.12	264	819	0.38
2006.12-2007.12	975	623	1.57
2007.12-2008.12	-22	915	-0.24
2008.12-2009.12	404	507	0.80
2009.12-2010.12	-21	154	-0.14
2010.12-2011.12	-103	159	-0.65
2011.12-2013.02	-104	842	-0.12
2013.02-2014.02	1,089	346	3.15
2014.02-2015.02	23	140	0.16



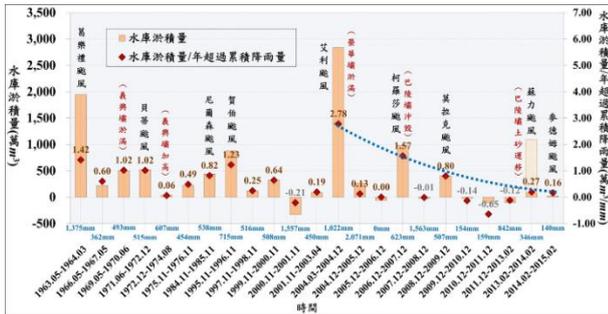


圖 14 水庫淤積量及其與降雨量之關係圖

3.4 歷年治理對土砂流失抑制成效

坡面土壤侵蝕為屬自然現象，主要受集水區自然環境所左右，非工程治理得以有效控制，且根據「石門水庫集水區細粒土砂來源、運移及淤積特性研究，2010」的礦物分析結果，顯示庫區細粒土砂來自於上游集水區河道及其兩旁崩塌地的可能性甚大。故分析歷年治理對土砂流失的抑制成效時，主要針對溪流工程抑制近河岸崩塌部分進行探討。

1. 土砂流失之區位判釋：針對崩塌發生區位進行判釋，釐清歷年山坡地治理之所在，如表 6 及圖 15 所示。
2. 量體與區位分析：近河岸崩塌發生區位屬林班地或山坡地之比例，雖歷年有高低變化，但屬林班地者，達九成之多；另一方面，屬於山坡地之比例逐年下降，如圖 16 所示。
3. 考量降雨規模：將近河岸崩塌斜面積除以年超過累積降雨量分析，如圖 17 所示，首先，探討降雨對土砂流失的整體影響趨勢，因 2004 年艾利颱風發生時之高強度降雨，產生大量土砂，故相關單位遂於 2005 至 2006 年間密集治理，使其趨於穩定。而後，

2008 年辛樂克颱風與 2009 年莫拉克颱風相繼發生，再次給集水區造成不穩定因素，再次受到擾動，而後，於 2009 年開始第二波集中治理，治理見其成效。但，在 2014 年後，總單位面積土砂流失又逐漸上升至 0.79(萬 m^2/mm)，而絕大多數之土砂來源屬於林班地區位。

4. 若只針對水土保持局可有效治理部分，顯示 2014 年之單位降雨土砂流失為 0.021(萬 m^2/mm)，已低於 2004 年艾利颱風所造成之單位降雨土砂流失 0.030(萬 m^2/mm)，如圖 18 所示，表示在水土保持局的治理下，集水區恢復相對穩定趨勢，單位降雨下的土砂流失逐漸下降，亦可表徵歷年治理發揮土砂流失的抑制成效。

表 6 歷年土砂流失之區位判釋

年份	總近河岸崩塌斜面積 (萬 m^2)	林班地之近河岸崩塌斜面積 (萬 m^2)	山坡地之近河岸崩塌斜面積 (萬 m^2)	屬林班地比例 (%)	屬山坡地比例 (%)
2004	391	360	31	91.9	8.1
2005	291	264	27	90.7	9.3
2006	301	269	32	89.2	10.8
2007	322	278	44	86.2	13.8
2008	103	94	9	91.3	8.7
2009	270	237	33	87.8	12.2
2010	180	161	19	89.2	10.8
2011	176	164	12	93.3	6.7
2012	144	139	5	96.8	3.2
2013	165	162	3	98.4	1.6
2014	110	107	3	97.7	2.3

砂流失，在河道間有效控制，降低其輸送效率，使得集水區的土砂生產量減少，進而抑制入庫土砂量，最後，得以降低水庫淤積。



圖 15 歷年治理對土砂流失抑制成效(面積)



圖 16 歷年治理對土砂流失抑制成效(比例)



圖 17 歷年治理對土砂流失抑制成效(考量降雨)

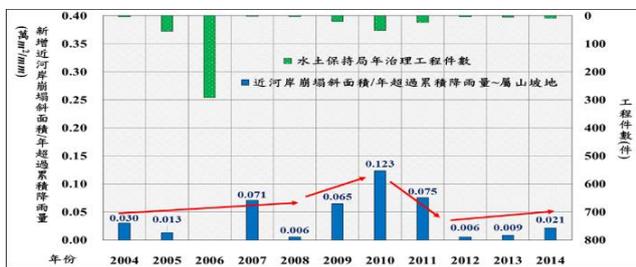


圖 18 歷年治理對土砂流失抑制成效(考量降雨)~山坡地

3.5 歷年治理對土砂生產抑制成效

歷年治理對土砂生產的抑制主要在於野溪河道防砂工程治理，讓集水區所造成的土

1.設計年水庫淤積量：石門水庫於 1963 年規劃設計並建造，其設計年淤積量為 80 萬 m³，該關鍵數據將得以評估歷年之土砂生產量，所造成的水庫淤積量是否可低於設計年水庫淤積量的標準之下。

2.量體分析：將水庫淤積量及工程統計分析繪圖，如圖 19 所示，經 2006 年密集治理後(將近 300 件的治理工程)，考慮 2007 年之巴陵壩潰壩所積蓄於河道之土砂，其水庫淤積量已比例逐漸下降，至 2014 年時，因近年降雨規模較低，以及 2013 年新建啟用的排砂隧道影響，根據經濟部水利署，北部水資源局之公告目前最新資訊，石門水庫新啟用之排砂隧道於 2015 年之蘇迪勒及杜鵑等兩場颱風，排砂比已經可提高至 35%。在考量清淤量下，2014 年之水庫淤積量為 39 萬 m³，已低於設計年水庫淤積量 80 萬 m³。

3.考量降雨：將上述水庫淤積量除以年超過累積降雨量，如圖 20 所示。圖中，2004 年艾利颱風發生後，因大量降雨，導致大量的土砂流失並輸送至水庫。2005 年石門水庫集水區遂進行密集治理，使其趨於穩定。但是，2009 年莫拉克颱風使集水區受到擾動，於 2009 年開始第二波密集治理，而巴陵壩潰壩積蓄河道之土砂，在 2013 年蘇力颱風時終於運移至庫區，致使水庫淤積量上升。而在，2014 年麥德姆颱風時，已回復到原本之下降趨勢，即使考量單位降雨動能的土砂生產能力，也已低於設計年水庫淤積量的高標準之下。

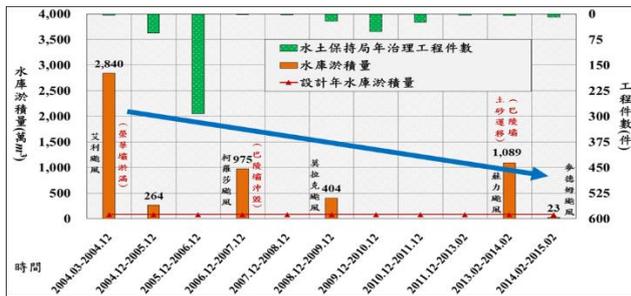


圖 19 歷年治理水庫淤積量抑制成效(比例)

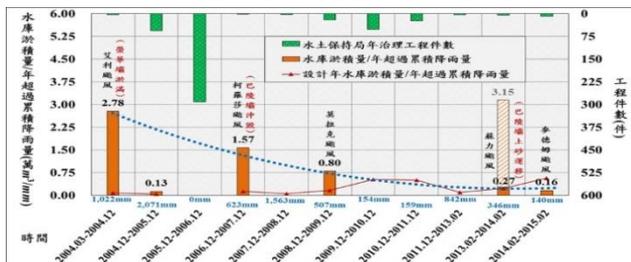


圖 20 歷年治理水庫淤積量抑制成效
(考量降雨)

四、結果與討論

本研究以分析土砂流失與生產及其來源，並探討歷年工程對這兩者之抑制成效，相關成果分述如下：

1. 土砂流失與生產之定性分析：石門水庫集水區之土砂流失與生產皆以颱風事件為主要因素，土砂流失分析顯示，若大於一定程度之降雨，即會造成明顯土砂流失；土砂生產分析，顯示土砂生產年年下降。
2. 土砂來源及分布：以林班地為主(林務局管轄區域)，水土保持局轄管之山坡地僅占一成左右；土砂來源與河道距離，以近河岸(200m 以內)為主接近九成。
3. 山坡地於林班地而言，對水庫土砂的貢獻度約為 1：4；林班地部分，主要由於人煙無法到達及治理的「薩克亞金溪」及「他開琴溪」等上游源頭集水區之土砂崩塌旺盛，表徵相關治理單位已有效控制中下游土砂。

4. 歷年治理抑制成效：水土保持局之歷年治理工程與水庫淤積量交叉分析並考量單位降雨，呈現逐年下降趨勢，表徵水土保持局之治理對水庫淤積減低有著明顯成效。
5. 綜上，顯示石門水庫集水區歷經數次強降雨事件及多期治理，雖有發揮對土砂流失及生產的抑制成效，而集水區脈衝現象(蔡真珍、林昭遠於 2011 年提出集水區土砂災害亦可視為一脈衝現象)也表露無疑。

五、結論與建議

本研究以相對明確的方式，尋找水庫集水區土砂流失及土砂生產最具代表性之數據，且區分其來源與成因，並針對山坡地保育治理之工程對這兩者之抑制成效進行研析。分析顯示，石門水庫集水區之土砂流失及生產皆以颱風豪雨事件為主，土砂來源則以近岸崩塌為主，而近岸崩塌接近90%以上集中於林班地範圍。以歷年水庫實測之淤積量反推上游入庫土砂量及水土保持保育治理成效得知，單位降雨量所生產的土砂量(或入庫土砂量)呈現逐年下降之趨勢，表徵水庫集水區保育治理之成效。

參考文獻

1. 石門水庫集水區第二階段治理規劃，經濟部水利署北區水資源局石門水庫管理局，1990
2. 日本國土交通省防砂部，土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令，日本國土交通省防砂部頒佈國內法令，2001

- 3.石門水庫集水區艾利颱風土砂災因之探討，水土保持局，2006
- 4.96年韋帕颱風重大土砂災情速報，經濟部水利署北區水資源局，2007
- 5.石門水庫集水區豪雨誘發土砂災害之變化歷程與機制探討，水土保持局，2009
- 6.石門水庫集水區細粒土砂來源、運移及淤積特性研究，水土保持局，2010
- 7.集水區土砂脈衝現象之研究，蔡真珍、林昭遠，2011

油羅溪支流集水區溪流復育對策探討

Stream Restoration Strategy in the Yulo Tributary Watershed

蔡明波¹ 簡志凱² 郭炳榮³

Ming-Po Tsai¹ Chien, Chih-Kai² Kuo, Ping-Jung³

1. 家鼎技術顧問有限公司 總經理

2. 水土保持局臺北分局 工程員

3. 水土保持局臺北分局 正工程司兼課長

1. General Manager, Good-Tech Consultants, INC., Taiwan.

2. Deputy Engineer, Taipei Branch Soil & Water Conservation Bureau

3. Engineer & Section Manager, Taipei Branch Soil & Water Conservation Bureau

摘要

台灣地區之野溪具有坡陡流急、洪枯水量懸殊、含砂量高之特性，每逢颱風、雨季來臨時，時有災情傳出，以往集水區溪流治理工作，較注重防止災害，偏重工程之結構安全性。因應全球氣候變遷，世界各國已開始採取針對溪流治理工作，採取復育方式進行溪流規劃設計，逐漸關注多樣化策略探討、多樣化意見彙整以及多樣化工法組合之溪流復育對策。

本文擬以油羅溪支流集水區為例，探討具有保育需求之溪段，以集水區為單元，整體評估溪流復育對策。經由進行集水區歷年災害彙整、崩塌地變遷分析、溪流差異探討、生態現況調查、關注物種選用，以及專家與民眾意見彙整，提出六項溪流復育對策，期作為推動集水區溪流復育工作推動之參考。

關鍵字：氣候變遷 溪流復育

Abstract

The wild stream in Taiwan has the characteristics of steep slopes, heavy floods and high sand content. Whenever the typhoon and rainy season occur, there are times when disasters occur. In the past, the stream in the watershed were more focused on preventing disasters. Emphasis on the structural safety of the project. In response to the global climate change, countries around the world have begun to take measures for stream restoration, adopting stream restoration methods for stream planning and design, and gradually paying attention to diversification strategy discussion, diversification of opinions and diversified work methods.



This paper intends to take the Yulo Tributary Watershed as an example to explore the section with conservation needs, and to evaluate the countermeasures of stream reclamation as a unit. Through the disaster collection and reorganization of the watershed, the analysis of the collapse area, the investigation of the stream and ecological status, the selection of the species of interest, and the integration of experts and the public, six strategies for stream restoration are proposed, which will be used to promote the stream restoration of the watershed.

Key Word : Climate Change, Stream Restoration

一、前言

氣候變遷為本世紀一個相當重要的議題，氣候變遷導致降雨量增加引發的洪水和炎熱乾燥天氣引起的乾旱事件的頻率、嚴重程度也會增加。台灣地區之溪流具有坡陡流急、洪枯水量懸殊、含砂量高之特性，每逢颱風、雨季來臨時，野溪時有災情傳出，造成人民生命財產之嚴重危害。

林等(2007)指出，以往野溪治理工作，較注重安全排水，以防止災害為主要設計目的，設計與施工較偏重工程構造物之結構安全性，此對河溪土石危害之防災減災已達到良好功效，但卻造成生態環境之衝擊。

Ensia(2017)指出，面對未來氣候變遷的不可預測情勢，將退化環境恢復最好的方法是建立抵抗變化或從干擾中恢復的能力，以保持系統結構和功能，面對氣候變遷，促進溪流復育的恢復方法比那些注重創造最佳穩定狀態的恢復方法更有可能成功。

美國農業部(United States Department of Agriculture)已擬定溪流復育手冊，作為溪流復育重要執行參考，並以編入美國工程師手冊(2007)，(National Engineering Handbook 654)；另一方面，英國河流復育中心(The

River Restoration Centre)亦指出溪流復育是一個能夠有效減輕氣候變遷影響的方法，同時也彙編溪流復育案例，作為因應氣候變遷下，溪流復育工作執行之參考。

由以上文獻可知，溪流復育之作法實為現今溪流治理之趨勢，然各國之進展與所採用之方式不一，本文擬以油羅溪支流集水區為例，探討台灣地區具有保育需求之溪流，整體評估溪流復育對策，作為後續推動溪流復育工作之參考。

二、集水區概況及歷年災害彙整

油羅溪支流集水區位於新竹縣尖石鄉新樂村，屬於頭前溪流域之油羅溪子集水區，子集水區編號為1300001F，集水區面積為915.61公頃，區內主要道路為縣道120線，主要保全對象為煤源上部落；參考烏嘴山雨量站，集水區年平均雨量為3,047.8mm，年累積降雨量最大值發生於2004年之4,522.0mm。油羅溪支流集水區概況資料統整一覽表如表1所示。油羅溪支流集水區範圍圖如圖1所示。

歷年災害方面，本文蒐集土石流防災資訊網歷年災害資料，以及水土保持局相關歷年災害紀實，資料顯示，油羅溪支流集水區近年來災害主要以2004年艾利颱風、2007年

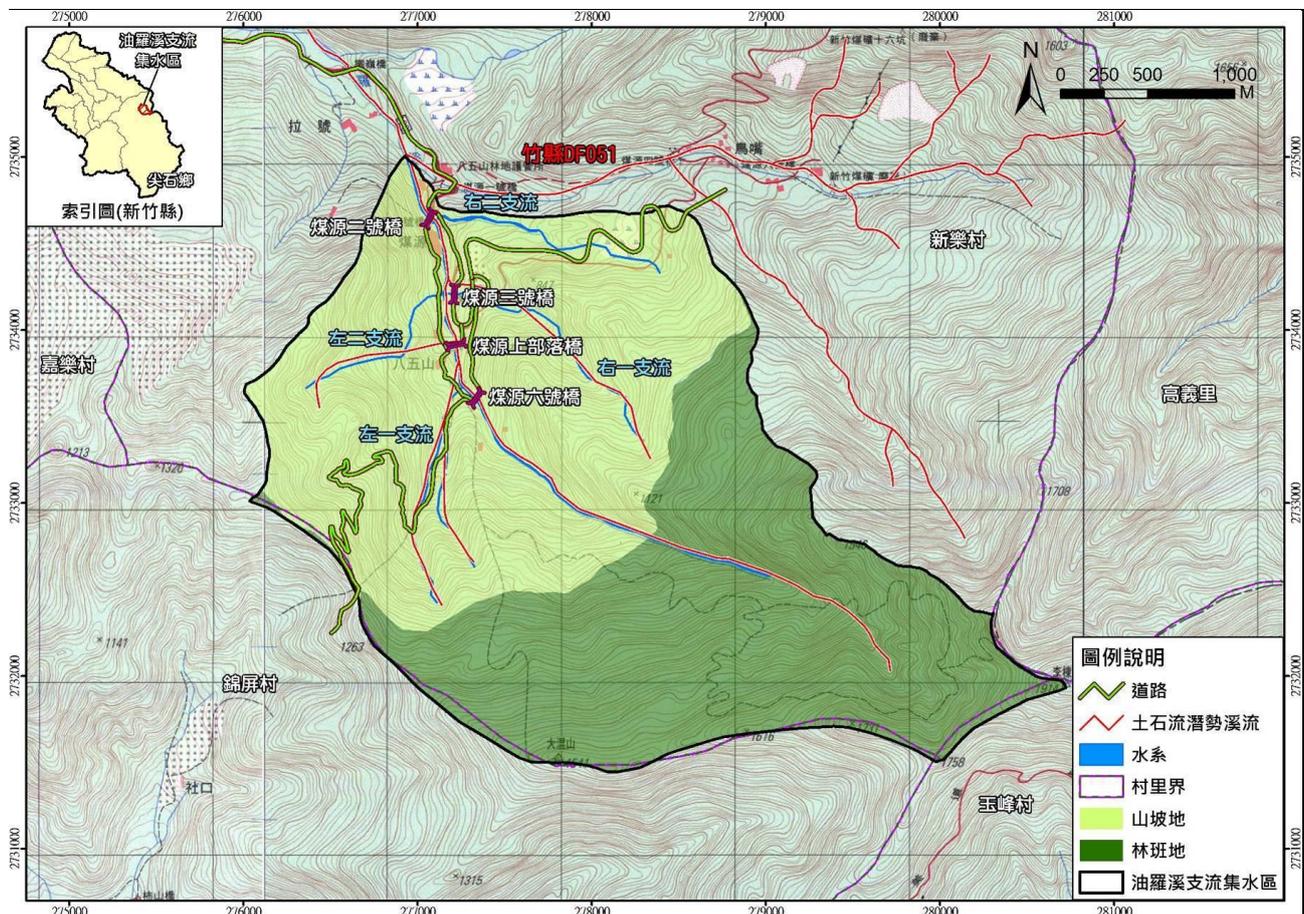


柯羅莎颱風、2008年辛樂克颱風、2012年蘇拉颱風與2013年蘇力颱風期間，於本區內多處崩塌。集水區歷年災害彙整如表2所示，依據表2，2013年以後，集水區災害情形已大幅降低。

表 1 集水區基本資訊一覽表

溪流名稱	油羅溪支流
行政區域	新竹縣尖石鄉新樂村
流域	頭前溪
子集水區	油羅溪
子集水區編號	1300001F
土石流潛勢溪流	竹縣 DF051
集水區面積(ha)	915.61
溪流長度(Km)	4.5

資料來源：本文整理



資料來源：本文套繪

圖 1 集水區範圍圖

表 2 集水區歷年災情一覽表

年份	颱風名稱	災情概述
2004 年	艾利颱風	艾利颱風期間本區內油羅溪溪水暴漲，引發土石坍方及土石流災害，新樂國小校旁堤防決堤，部分校舍因地基淘空而倒塌，煤源部落約 9 戶民宅幾乎被土石流淹沒，煤源一號橋橋樑損壞、竹縣 120 沿線多處道路遭土石衝擊掩埋或道路基礎流失。
2007 年	柯羅莎颱風	柯羅莎颱風造成本區內那羅煤源部落聯絡道路 2K+400 及 2K+600 處道路中斷、鄰近棧道毀損，煤源部落之聯外道路竹縣 120 亦有多處落石崩落，高強度降雨導致油羅溪溪水暴漲並挾帶大量土砂下移，造成新樂大橋橋墩有受損情形。
2008 年	辛樂克颱風	受辛樂克颱風外圍環流影響，造成本區多處有道路坍方及落石掉落等情形，其中以煤源部落聯絡道路尤為嚴重，充沛雨量挾帶大量土石沖入油羅溪中，造成油羅溪水位暴漲，竹縣 120 亦有多處遭到淘空。
2012 年	蘇拉颱風	蘇拉颱風造成溪水挾帶土砂運移而下，致使部分道路遭土石掩埋或道路基礎流失等，煤源道路 1K+000 處邊坡有崩塌災情傳出。
2013 年	蘇力颱風	蘇力颱風造成油羅溪溪水暴漲，新樂大橋、鐵嶺橋、煤源二號橋等橋樑暫時封閉，本區往煤源六號橋往數碼天空沿線道路有損壞狀況，影響居民通行安全。

資料來源：本文整理

三、歷年崩塌地面積分析

本文蒐集政府公開資訊網資料，截至 2018 年 9 月，公開之崩塌地圖資為 2003 年~2016 年，本文將油羅溪支流集水區內歷年崩塌地分布紀錄進行套疊，油羅溪支流集水區崩塌處數、面積及崩塌比一覽表如表 3 所示，歷年崩塌地統計圖詳圖 2 所示。

集水區崩塌地之歷年變遷，2005 年新增崩塌地約 1.82 公頃、2008 年新增崩塌地約 0.82 公頃、2016 年新增崩塌地約 1.02 公頃，由圖 2 及表 3，可見得集水區崩塌率與重大颱風事件有其相關。近年來，崩塌率雖有降低趨勢，但仍應注意重大水文事件所造成之集水區崩塌率變化。

四、溪流現況之差異

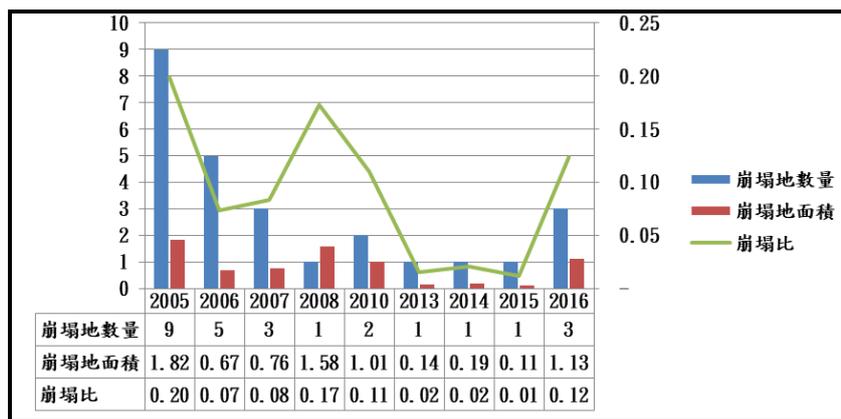
本節以 2015 年度水土保持局臺北分局所辦理之「油羅溪集水區(煤源等重點區域)細部規劃」之溪流現況為基礎，就 2018 年度現況進行差異性勘查。以前後期照片對照顯示，如圖 3 所示，該支流溪段現況大致良好，近年來亦無明顯土砂災情傳出。然根據本文調查，位於煤源二號橋及煤源三號橋局部無整治溪段，當地民眾反應仍有溪流沖刷影響農地之情形。集水區上游具保育需求溪段位置詳圖 1 所示。

表 3 集水區歷年崩塌資訊一覽表

統計年度	重大颱風事件	崩塌地數量 (處數)	崩塌地面積 (ha)	崩塌比 (%)
2005	2004 年艾利颱風	9	1.82	0.20
2006	2005 年龍王颱風	5	0.67	0.07
2007	2006 年凱米颱風	3	0.76	0.08
2008	2007 年柯羅莎颱風	1	1.58	0.17
2010	2009 年芭瑪颱風	2	1.01	0.11
2013	2012 年蘇拉颱風	1	0.14	0.02
2014	2013 年蘇力颱風	1	0.19	0.02
2015	2014 年麥德姆颱風	1	0.11	0.01
2016	2015 年蘇迪勒颱風	3	1.13	0.12

註：崩塌比=(崩塌面積/集水區面積)*100

資料來源：政府公開資訊網及本文統計彙整



資料來源：本文繪製

圖 2 油羅溪支流集水區歷年崩塌地統計圖



資料來源：本文繪製

圖 3 集水區溪流前後期照片



五、生態調查與關鍵物種篩選

本文針對集水區生態種類、特有性、特稀有植物或保育類動物、以及多樣性指標進行分析，作為關鍵物種篩選之基礎，並作為後續該溪段溪流復育對策研擬之參考。茲將生態調查與分析彙整如表4所示。

依據表4，集水區陸域調查之多樣性指數計算結果，鳥類之歧異度指數為3.35，均勻度指數為0.91，記錄物種較多，歧異度指數較高，但無明顯優勢物種；哺乳類之歧異度指數為1.41，均勻度指數為0.88，結果顯示無明顯優勢物種；兩棲類歧異度指數為1.84，均勻度指數為0.94，結果顯示無明顯優勢物種；爬蟲類兩歧異度指數為1.60，均勻度指數為0.89，結果顯示無明顯優勢物種；蝶類歧異度指數為2.97，均勻度指數為0.94，結果顯示蝶類紀錄

較少，但無明顯優勢物種；蜻蜓類歧異度為1.78，均勻度指數為0.91，結果顯示無明顯優勢物種。

水域調查多樣性指數計算方面，魚類於油羅溪支流集水區歧異度指數介於0.29 ~ 0.99之間，均勻度指數介於0.41 ~ 0.61之間，結果顯示物種組成尚屬豐富，受到優勢物種臺灣白甲魚影響，故兩處均勻度指數皆較低；蝦蟹螺貝類於油羅溪支流集水區歧異度指數介於0.77 ~ 0.81之間，均勻度指數介於0.70 ~ 0.74之間，結果顯示物種差異不大，且皆受到優勢物種川蜷影響，故均勻度指數較低；水棲昆蟲於油羅溪支流集水區歧異度指數介於1.81 ~ 2.40之間，均勻度指數介於0.91 ~ 0.93之間，歧異度指數較高，但無明顯優勢物種。

表 4 集水區生態調查統計分析表

物種	種類調查	特有性	特稀有植物或 保育類動物	多樣性指標分析		
				歧異度 指標	均勻度 指標	
陸域生態	植物	79 科 173 屬 218 種	16 種	1 種	0.43~1.94	0.43~1.00
	鳥類	8 目 23 科 40 種	21 種	5 種	3.35	0.91
	哺乳類	3 目 5 科 5 種	2 種	-	1.41	0.88
	兩棲類	1 目 4 科 7 種	3 種	-	1.84	0.94
	爬蟲類	1 目 3 科 6 種	1 種	-	1.60	0.89
	蝶類	1 目 5 科 24 種	-	-	2.97	0.94
	蜻蜓類	1 目 2 科 7 種	1 種	-	1.78	0.91
水域生態	魚類	2 目 3 科 5 種	4 種	-	0.29~0.99	0.41 ~0.61
	蝦蟹螺貝類	2 目 4 科 4 種	2 種	-	0.77~0.81	0.70 ~0.74
	水棲昆蟲	8 目 14 科	-	-	2.40~1.81	0.91~0.93

資料來源：本文整理



關鍵物種是依據生態系的指標性，並考慮該物種可能會因人為工程所造成之影響程度來選定。此外關於外來生物等有時會對區域生態系產生重大影響，因此依據所收集資料得知此等生物物種將會對區域生態系有重大影響時，則應將其選入關鍵物種進行監測。

本文調查中，魚類共記錄臺灣特有種4種，分別為臺灣間爬岩鰍、纓口臺鰍、臺灣石魚賓及短吻紅斑吻鰍虎。其中臺灣石魚賓，因此物種為監測是否受到縱向阻隔之關鍵物種指標，而臺灣白甲魚為本溪段之優勢物種，共計調查51隻次，適合選取作為環境是否有改變之物種，且臺灣白甲魚亦屬迴游性物種，

故本文針對魚類關鍵物種部分，擇取臺灣石魚賓及臺灣白甲魚為關鍵物種。

鳥類共記錄5種保育類，分別為臺灣畫眉、棕噪眉、黃嘴角鴉及大冠鷲及鉛色水鶉，其中鉛色水鶉屬生活史與溪流較為相關之物種，因此擇取為關鍵物種之一。

兩棲類記錄臺灣特有種3種，包括面天樹蛙、褐樹蛙及盤古蟾蜍，皆為繁殖期會遷移至溪流邊之物種，因此皆擇取為關鍵物種之一。蝦蟹螺貝類記錄臺灣特有種2種，包括臺灣米蝦及拉氏明溪蟹，其中拉氏明溪蟹也是屬於繁殖期會遷移之物種，以上物種一同選為關鍵物種。關鍵物種選定理由如表5所示。

表 5 集水區關鍵物種選定表

項目 物種名	特有種	外來種	保育類	治理造成之影響程度	選定、除外理由	選定
臺灣間爬岩鰍	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕（縱向連結）	游泳類型屬攀爬型，阻隔影響較輕微	—
纓口臺鰍	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕（縱向連結）	游泳類型屬攀爬型，阻隔影響較輕微	—
短吻紅斑吻鰍虎	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕（縱向連結）	游泳類型屬攀爬型，阻隔影響較輕微	—
臺灣石魚賓	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕（縱向連結）	游泳類型屬游泳型，阻隔影響較明顯	✓
臺灣白甲魚	—	—	—	移動路徑會遭阻絕（縱向連結）	游泳類型屬游泳型，阻隔影響較明顯，且為優勢物種	✓
鉛色水鶉	特亞	—	—	食物來源減少	生活史與溪流較為相關	✓
拉氏明溪蟹	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕，繁殖棲地消失	繁殖期會遷移至溪流邊	✓
面天樹蛙	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕，繁殖棲地消失	繁殖期會遷移至溪流邊	✓
褐樹蛙	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕，繁殖棲地消失	繁殖期會遷移至溪流邊	✓
盤古蟾蜍	特有	—	—	移動路徑會遭阻絕，繁殖棲地消失	繁殖期會遷移至溪流邊	✓

資料來源：本文整理

六、溪流復育對策

本溪段之溪流復育措施，除經進行歷年災害彙整、崩塌地變遷分析、溪流現況差異探討，以及生態調查與關鍵物種選用分析外，

並召開多次專家會議(2018年3月、5月、9月、12月)匯集專家意見，並於2018年11月辦理油羅溪支流集水區地方說明會，再匯集民眾意見，作為溪流復措施研擬之參考。以下針對溪流復育對策說明如下：

- 1.集水區崩塌地已有逐漸緩和及復育之情形，歷年災害情勢已有趨緩，現階段，集水區溪流復育工作應盡量維持溪流現況，並持續觀察集水區崩塌地情勢變化。
- 2.溪流現況大致良好穩定，僅於煤源二號橋至煤源三號橋溪段，仍具有保育需求性。
- 3.本文以生態調查之關鍵物種為基礎，對於具有保育需求性溪段之後續溪流復育工作推動，探討以下處理原則：
 - (1)溪流復育之選用資材，應採集水區內既有自然資材，構造物以緩坡化為主，除可達到安全之治理目的外，亦可同時連結水陸兩空間，在鞏固河道安全性的同時，也能營造生物多樣性的棲息生活環境。
 - (2)本段上下游均有既有保育措施，其護岸等構造物銜接需注意結構安全。
 - (3)魚類(臺灣石魚賓及臺灣白甲魚)：煤源二號橋溪段環境多樣，受人為干擾較少，物種組成以臺灣白甲魚為優勢物種，且棲地環境亦適合臺灣石魚賓，建議維持現狀盡量減少人為干擾而破壞棲地環境，必要設置之之橫向構造物之高差應以 50cm 為上限。
 - (4)兩棲類(面天樹蛙、褐樹蛙、盤古蟾蜍)、鳥類(鉛色水鶉)及蝦蟹螺貝類(拉氏明溪蟹)：繁殖期會遷移至溪流濱溪帶，應保留現地河道內或濱水處之大石頭，以免環境變動，而影響現有生物棲息及躲藏空間，以確保生態繁衍及覓食環境復育。
 - (5)綠化植生部分，建議採用當地原生物種，使其減少環境棲地差異造成之不適應。
 - (6)結合專家及社區民眾討論，未來在油羅溪支流集水區後續溪流復育之推動，應以安全為基礎，生態為導向，並兼顧文化傳承及環境友善發展，結合泰雅原鄉文化之意象，打造互利共生之溪流友善環境

七、結論與建議

本文以油羅溪支流集水區為例，探討集水區溪流復育對策。油羅溪支流集水區之溪流復育措施，經由進行歷年災害彙整、崩塌地變遷分析、溪流現況調查、生態現況調查、關鍵物種選用分析，以及專家與民眾意見彙整，提出六項溪流復育對策，以作為集水區推動溪流復育工作執行之參考。

參考文獻

- 1.行政院農業委員會水土保持局(2004)，「水土保持技術規範」
- 2.行政院農業委員會水土保持局(2017)，「水土保持手冊」
- 3.國家災害防救科技中心
<https://www.ncdr.nat.gov.tw/>
- 4.水土保持工程管考系統
<https://mis.swcb.gov.tw/swcbtaojr/ntaojr.aspx>
- 5.政府資料開放平台 <https://data.gov.tw/>
- 6.內政部中央地質調查所
- 7.中央氣象局
- 8.行政院經濟建設委員會。
- 9.林信輝，“臺灣地區自然生態工法個案圖說彙編”，行政院農業委員會及中華民國環境綠化協會，2003
- 10.United States Department of Agriculture, National Engineering Handbook 654: Stream Restoration Design, Natural Resources Conservation Service, 2007
- 11.Manual of River Restoration Techniques, the River Restoration Centre, 2013
- 12.Ensia. 2017.“The best way to Restore Environments in the face of climate change.”<https://ensia.com/notable/habitat-restoration-climate-change/>. Latest update 05 August 2017

滯洪保水設施調查與評估-以東光里為例

The Investigation and Evaluation of Detention and Retention Structure— A Case Study of Donguang Village

蔡明波¹ 朱世文² 鄭名凱³

Ming-Po Tsai¹ Shih-Wun Jhu² Ming-Kai Jheng³

1.家鼎技術顧問有限公司 總經理

2.水土保持局台北分局 課長

3.水土保持局台北分局 工程員

1. General Manager, Good-Tech Consultants, INC., Taiwan.

2. Section Manager, Taipei Branch Soil & Water Conservation Bureau

3. Deputy Engineer, Taipei Branch Soil & Water Conservation Bureau

摘要

全球氣候變遷使得台灣面對極端氣候之機率大幅增加，極端氣候導致洪災及乾旱的機率提升，坡地的農塘設施，除可提供產業穩定灌溉需水量，並兼具有保水之功能，而因應全球氣候變遷，更須強化在原有功能下之遲滯洪峰效果，以期發揮農塘設施減緩災害的關鍵作用。

本文針對新竹縣關西鎮東光里，辦理農塘設施之調查評估，期透過調查、評估作業，建立後續滯洪與保水設施處理案例之參考，並作為後續坡地的滯洪保水設施推動之案例執行流程之參考。

本文以環境資料蒐集、環境資訊與分析、配合現場調查，進行東光里滯洪保水設施全區評估，規劃結合既有17、18、19、20、21、22號農塘，發揮六池連續滯洪保水功效，除滯洪、保水效益外，並具有穩定產業需水量、發揮沉沙效益、提供坡地火災緊急水源、以及優化社區環境。藉由本文，期建立連續性滯洪保水設施規劃案例，並作為後續坡地滯洪保水設施全面推動之參考。

關鍵字：農塘、滯洪保水設施

Abstract

Global climate change has greatly increased the chances of Taiwan facing extreme climate, and the chances of responding to global climate change floods and droughts have increased significantly. In addition to providing stable irrigation water demand, the farmland facilities on slopes have both

flood and water retention. In order to respond to climate change, it is necessary to strengthen the prevention of soil sand and flood disasters under the original functions and to play a key role in disaster mitigation.

This paper is aimed at the investigation and evaluation of the agricultural pond facilities in Dongguangli, Guanxi Town, Hsinchu County. Through detailed investigation and evaluation operations, the paper establishes a reference for the subsequent treatment of flood detention and water retention facilities, and serves as a case execution process for the subsequent flood detention and water conservation facilities on the slopes. reference.

This paper uses environmental data collection, environmental information and analysis, and on-site investigation to conduct a comprehensive assessment of the flood detention facilities in Dongguangli. The plan combines the existing 17th, 18th, 19th, 20th, 21st and 22nd farm ponds to play the six-pool continuous flood detention. Efficacy, in addition to the benefits of flood detention and water conservation, it also has the effect of stabilizing industrial water demand, sedimentation benefit, emergency and stable water source for slope fires, and community environment improvement. Through this paper, we will establish a case study of continuous flood detention and water conservation facilities, and serve as a reference for the comprehensive promotion of the flood detention and water conservation facilities on the slopes.

Key Word : Farm Pond 、 Detention and Retation Structure

一、前言

全球氣候變遷使得台灣面對極端氣候之機率大幅提高，為因應全球氣候變遷洪災及乾旱的機率大幅提升，坡地的滯洪保水設施，除提供產業需水量，對於因應氣候變遷下防止土砂及洪水災害，亦可以發揮減緩災害的效果。

本文針對新竹縣關西鎮東光里，辦理滯洪保水設施之調查規劃，期透過調查、評估作業，建立後續工程處理案例之參考，並作為後續坡地的滯洪保水設施推動之案例執行之參考。

二、計畫範圍調查與分析

本節主要分為三個部分，第一部分為基本資料做為進行現場調查前，了解現場基本概況的前置作業，包括村里基本資料及土地分區、土地可利用限度、地質與土壤、優勢植相與鄉土樹種等；第二部分則為資料分析，藉由資料蒐集結果，進行現地評估，包括綠覆率變遷、坡地水含量情形與土壤沖蝕等；第三部份則依據現場調查結果，並針對滯洪保水設施的現況與量體進行討論，做為實質規劃區評估之依據。

2.1 環境概況

2.1.1 基本資料及土地分區

東光里位於新竹縣關西鎮，地理位置北鄰近仁安里，西接東興里，南為一鳳山溪與南新里及南山里相隔，東以錦山溪為界接鄰新富里；地勢方面以東南側蕩跋山(EL:389m)為區內最高處，由東南至西北逐漸平緩。

區內主要交通路線為台3縣道與118縣道。村里人口根據關西鎮戶政事務所截至107年9月止調查資料顯示，東光里目前人口共計1,564人。

在土地分區部分，東光里總面積約為434.63公頃，其中山坡地面積約為358.16公頃，區內無林班地。關西鎮東光里範圍、土地分區及地形圖如圖1所示。

氣象水文部份，屬於北部溫暖濕潤氣候，年均溫為22.6度，年平均降雨量為1,718.1mm，年日照時數合計為1,850.8小時。

2.1.2 土地利用概況

東光里內之宜農牧地大致分布於東側，西北側則為平地，非屬山坡地範圍，宜農牧地面積約為274.64公頃，佔山坡地比例約76.68%，其餘為宜林地與不屬查定之範圍。

2.1.3 地質與土壤概況

區內主要地質以南庄層為主，區內地質構造有1條斷層通過，且具有1條背斜、1條向斜及2條倒轉背斜等構造物通過；而土壤部分則以黃灰色崩積土為主，針對其土壤特性，可作為後續坡地水源涵養之分析依據。

2.1.4 優勢植相與鄉土樹種

計畫範圍主要之土地利用以闊葉林為主，顯示當地之優勢植相亦屬於闊葉林，而針對當地鄉土樹種，位於道路兩旁常見之樹種有洋蹄甲、黃花風鈴木、艷紫荊、榕樹、水黃皮、龍眼樹、樟樹、龍柏、茄冬樹、南洋杉、棕櫚、小葉欖仁、阿伯勒、光臘樹、欖仁樹、山櫻、黑板樹，相思樹等。

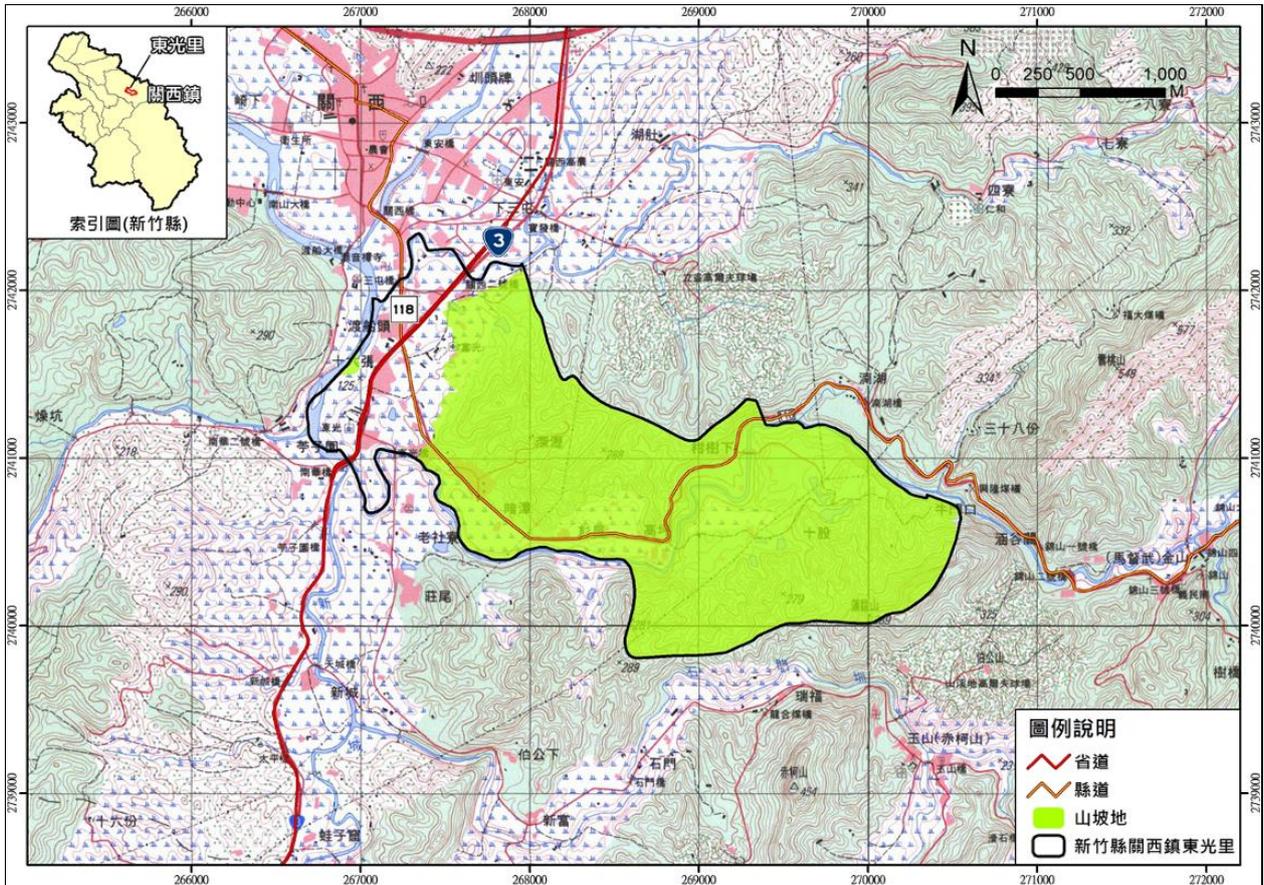
2.2 環境資料分析

2.2.1 綠覆變遷與分析

綠覆率調查基於集水區內自然生態的水源涵養功能與環境保全有密切關係，可為評定集水區涵養水源的有效指標。評定準則為該集水區內所有由綠色植被所覆蓋之面積與集水區總面積百分比值定之。

本文蒐集本區95年及106年之土地利用，藉以分析95年與106年綠覆率，整理如表1所示。分析方法係由本區之土地利用分布，計算其綠覆面積（如闊葉林、果園、竹林、草地、水旱田等），再計算出各期綠覆百分比，以代表各時期之綠覆變化。

由綠覆率、衛星影像之變化以及區內土地利用之情形可知，東光里之綠覆率皆相當高，其土地利用以闊葉林佔62.45%為最高，其次則為旱田佔10.94%，顯示區內大部分植生綠覆狀況良好，未來應繼續維持高比例綠覆面積，保持多樣化生物棲息環境及複層林相。



資料來源：本文繪製

圖 1 東光里位置、土地分區圖

表 1 東光里綠覆率變化分析表

年份	綠覆面積(ha)	綠覆百分比(%)
95	350.31	80.60
106	355.78	81.86

資料來源：本文整理

2.2.2 坡地水源涵養情形及水需求情形

本文利用GOOGLE衛星影像(2016)，以人工比對地目類別及滯洪保水設施區位判釋，根據判釋結果，滯洪保水設施約有24處，總面積約為5.08公頃，根據土壤分布情形及滯洪保水設施分布情形，本文以SCS曲線值法評估保水量。

坡面的保水能力包含地表逕流和地表下

水流之保存。坡地入滲能力越大，地表下水流之保存越佳，則坡地本身保水能力越好，廣域坡地入滲能力直接測量不易，但可以運用相關技術，達到評估坡地保水能力的效果。

保水能力與地表覆蓋及土壤性質有關，依照目前資料，分析地表覆蓋情形與土壤性質種類，可以作為坡地保水能力差別指標之一。據此，利用遙測技術分析廣域之土地利用現況與覆蓋情形，並利有現有之土壤圖資



訊，藉以求得各區之曲線值(Curve Number)及最大保水量。茲將本區水源涵養能力評估結果整理如表2及圖2所示。

由以上分析結果可知，水源涵養能力主要受到土地利用方式之影響，根據評估結果，本文假設本區於人為開發前之土地利用狀況皆為林地，推估得到東光里開發前水源涵養能力之最大保水量S值平均約為172.36mm，而開發後現況之最大保水量S值為126.33mm。評估結果顯示東光里區內水源涵養能力較開發前有下降情形，水源涵養能力較開發前保水力下降許多，且根據現況調查，當地有多處

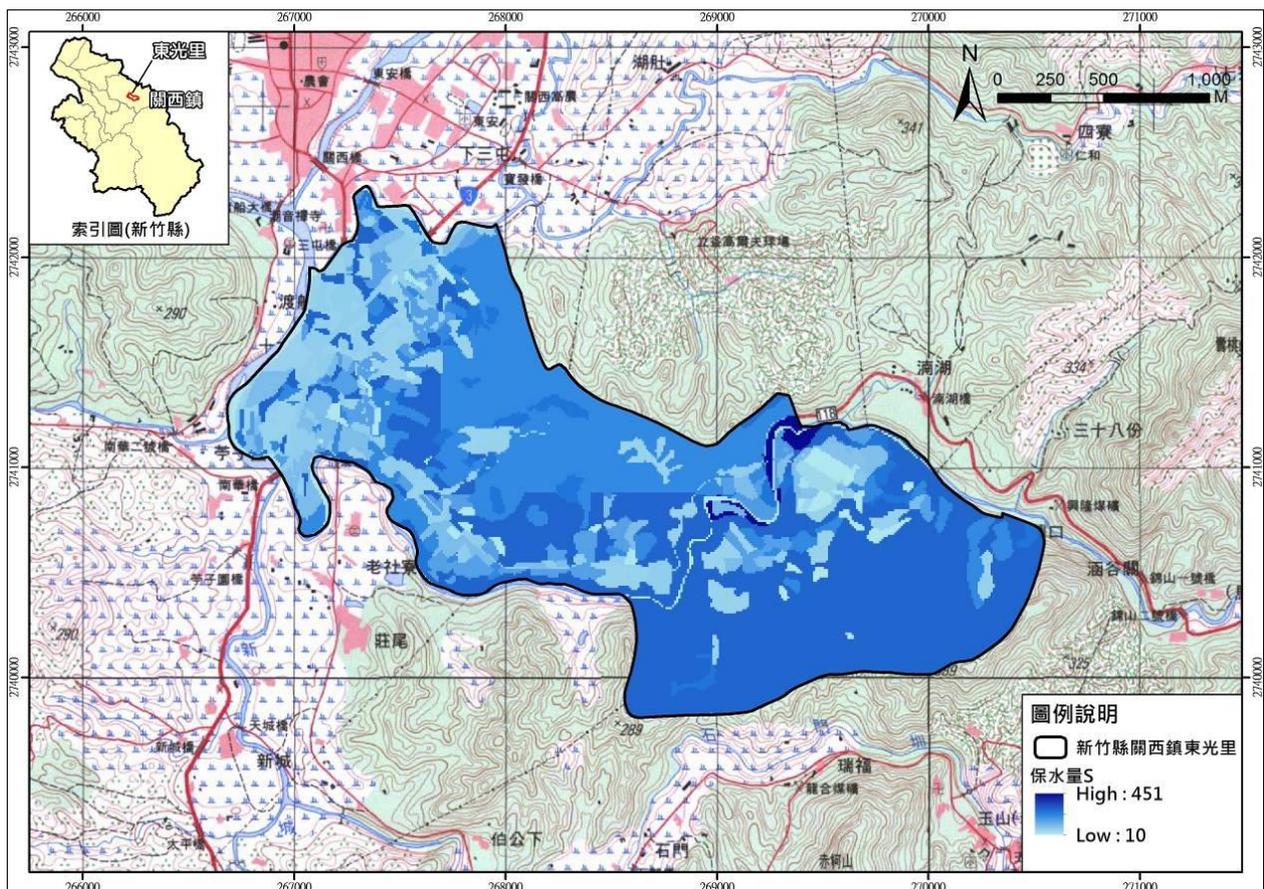
埤塘供給當地灌溉使用，對於保水設施需求相當高，顯見，坡地保水能力在當地有增加之必要。

表 2 東光里開發前後平均 S 值統計表

面積	開發前 S 值	現況 S 值
434.63ha	172.36 mm	126.23 mm

備註：開發前 S 值乃假設以土地利用皆為林地覆蓋之狀況進行估計

資料來源：本文整理



資料來源：本文整理

圖 2 關西鎮東光里水源涵養能力 S 值分布圖



2.2.3 土壤流失量

本文依照水土保持技術規範第三十五條之規定，採用USLE(Universal Soil Loss Equation)通用土壤流失公式估計土壤流失，如公式(1)所示。

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P \dots\dots (1)$$

A_m ：土壤流失量(tons/ha/yr)

R_m ：降雨沖蝕指數(Mj-mm/ha-hr-yr)

K_m ：土壤沖蝕指數(tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm)

L ：坡長因子

S ：坡度因子

C ：覆蓋與管理因子

P ：水土保持處理因子

依上述通用土壤流失公式所需之各因子，係利用GIS圖資，並加以套疊、計算集水區之土壤沖蝕量統計如表3所示，分析結果如圖3所示。

1. 降雨沖蝕指數(R_m)

降雨沖蝕指數(R_m)依據水土保持手冊之臺灣各地區已建立之年降雨沖蝕指數表，採用鄰近之新竹縣關西之 R_m 值13,817(Mj-mm/ha-hr-yr)做為計算依據。

2. 土壤沖蝕指數(K_m)

土壤沖蝕指數(K_m)依據水土保持手冊之臺灣各地區已建立之土壤沖蝕指數表，採用鄰近之關西馬武督 K_m 值0.0039(tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm)做為計算依據。

3. 坡長因子(L)

通用土壤流失公式中，坡長因子(L)係採用Wischmeier and Smith (1965)之計算式： $L=(l/22.13)^m$ ；式中 l 為地表漫地流之流長（公

尺）， m 隨著坡度而改變，Wischmeier and Smith(1978)分析指出：當坡度小於1%時， $m=0.2$ ；當坡度介於1%與3%之間時， $m=0.3$ ；當坡度介於3%與5%之間時， $m=0.4$ ；當坡度大於5%時， $m=0.5$ 。

4. 坡度因子(S)

計算本區內各網格之平均坡度(θ)，再以Wischmeier and Smith (1978)所提出之坡度因子公式： $S=65.41\sin^2 \theta + 4.56\sin \theta + 0.065$ 求算。

5. 覆蓋與管理因子(C)

覆蓋與管理因子之 C 值主要受土地利用型態之影響，本計畫根據106年果土測繪中心最新土地利用圖層，設定本區之土地利用型態，並參照水土保持手冊之 C 值對照表，將不同之地表及植被狀況代入不同之 C 值，並加入現況調查之崩塌裸露地分布修正以計算 C 值。

6. 水土保持處理因子(P)

有關本區水土保持處理因子即 P 值之決定，在無任何水土保持處理、或棄土場、或陸砂及農地砂石開採處， P 值設定為1。

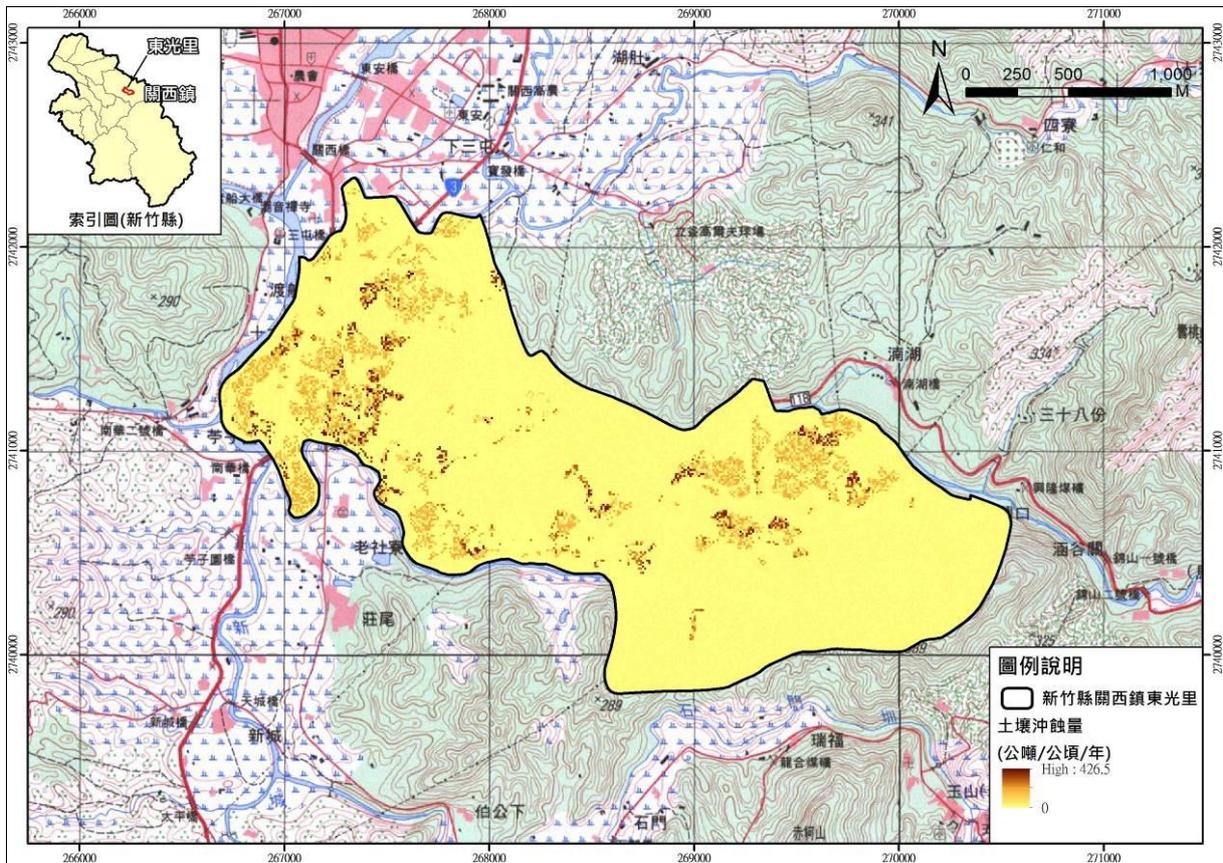
依據土壤沖蝕量推估成果，本區之土壤流失深度約為每年0.20公分左右，區內土壤沖蝕量並不顯著。

表3 關西鎮東光里土壤沖蝕量統計表

範圍	平均土壤流失量 (公噸/公頃/年)	年平均土壤流失深度 (公分/年)
東光里	28	0.20

資料來源：本文整理





資料來源：本文套繪

圖3 關西鎮東光里土壤沖蝕量分布圖

2.3 現場調查

本文根據正射影像套疊農塘資訊，辦理調查東光里滯洪保水設施之水深，並利用正射影像評估其面積，透過既有水深及面積，求得滯洪保水設施體積，而在滯洪體積估算則以為平均深度扣除調查水深為其滯洪深度。關西鎮東光里滯洪保水設施分布如圖4，各滯洪保水設施面積、深度與體積詳表4所示。

根據現場訪談，社區內早期農塘多為灌溉使用，灌溉面積約4~5公頃，現今農塘多屬半廢棄之情形，雖仍有灌溉之使用，但無積極之保育作業，使農塘淤泥狀況顯著。由現場調查顯示，部分農塘體積之間其連接水路

有阻塞之情形，無法發揮連續滯洪之效果，後續如何串聯連續性農塘是值得關注之課題。

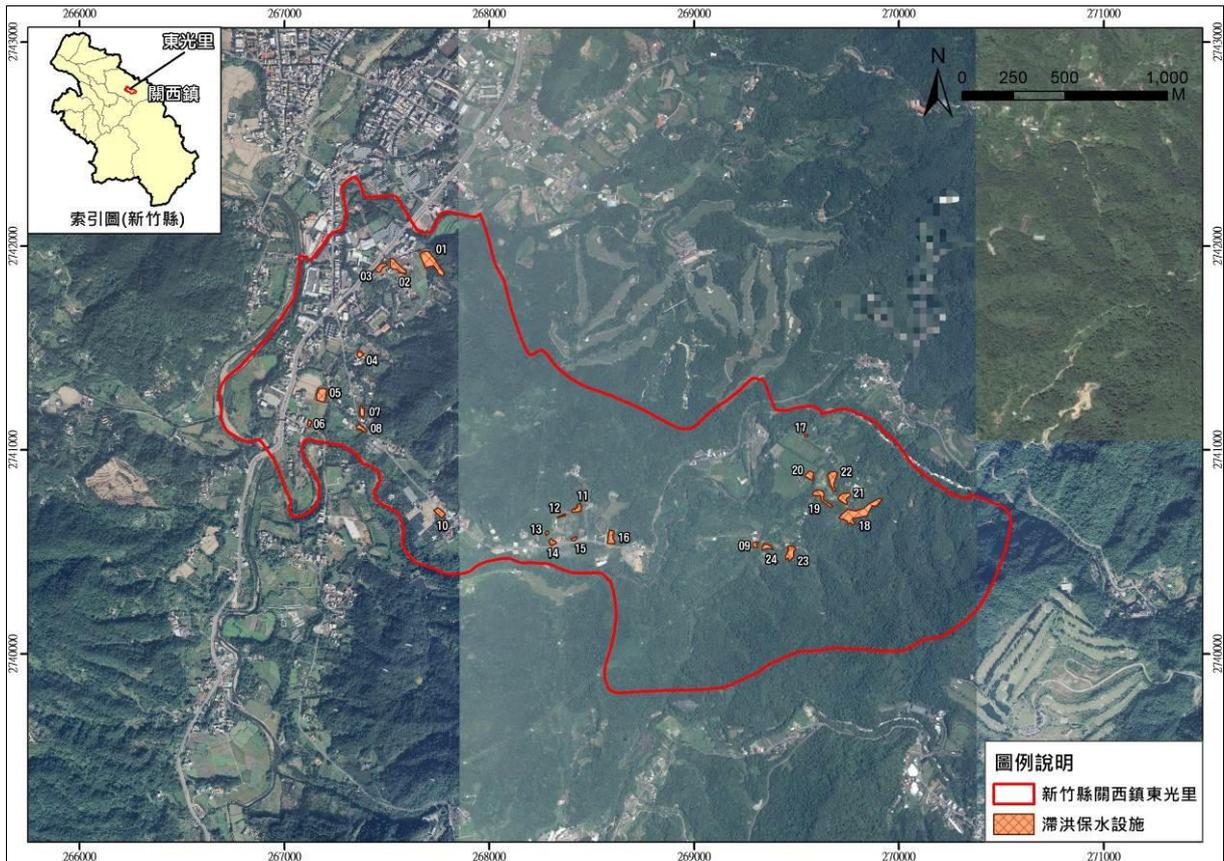
三、規劃區位評估

現場調查及評估顯示，東光里20號與22號農塘，現階段有邊坡崩塌、坑溝沖蝕、滲水等保育需求性；依據表4，若串聯17-22號農塘，將有57,708農塘體積可提供連續滯洪與保水功能，佔調查總面積48%，實為東光里最具成效之規劃區位；加以該用地取得並無問題，因此兩處保育處理後可提供可觀之滯洪空間，連接六個農塘，提供連續保水滯洪功效，兼可串聯鄰近滯洪保水設施，達到整體規劃之成效。

若可以串聯21號與17號農塘，將可供應周邊作物灌溉需水量。

評估區位農塘原本並無滯洪的功用，僅有保水功用，原本保水體積約5,795立方公尺，確有滯洪改善需求。

評估區位農塘周邊種植農作物以茶葉、稻米為主，種植面積約3.7公頃，參考水土保持手冊農藝篇之坡地作物需水量一覽表，每天作物所需水量為4.0公厘，假設當地連續30天不下雨的情況下，沒有任何水源補充進入農塘，30天作物共需4,440立方公尺的水量，



資料來源：google 衛星影像與本文繪製

圖 4 關西鎮東光里滯洪保水設施分布圖

四、設施規劃構想

經由現場調查，串聯17-22農塘之規劃課題有以下幾項。首先，東光里20號農塘池壁目前雖有結構化，然而當地居民表示該農塘有漏水情形水會從邊壁滲漏導致其側邊農田常年積水，使該土地無法種植；再者，東光里22號農塘北側與西側池壁為自然土堤堆積而成，東側池壁目前為區內聯絡道路，部分

池壁有結構化，部分無結構化池壁邊坡崩塌造成路面下陷，強降雨事件發生時常造成路面崩塌道路中斷情形；同時，22號農塘出水口與流向17號農塘的坑溝流路不穩，造成逕流水漫淹兩岸農地；另一方面21號農塘流向22號農塘的進水口，因年久失修有堵塞情形，當強降雨來時無法有效排入22號農塘，造成水流漫溢道路恐危害居民通行安全。

表 4 東光里滯洪保水設施尺寸一覽表

編號	面積 (m ²)	面積 (ha)	設施目前水深(m)	設施平均深度(m)	保水體積 (m ³)	滯洪體積 (m ³)	總體積 (m ³)	高程 (m)
1	6,161	0.62	0.9	2.0	5,545	6,777	12,322	166.03
2	2,931	0.29	1.5	3.0	4,397	4,397	8,793	160.15
3	1,611	0.16	0.5	2.0	806	2,417	3,222	155.59
4	636	0.06	1.0	2.0	636	636	1,272	150.90
5	3,261	0.33	1.5	2.5	4,892	3,261	8,153	153.88
6	475	0.05	0.6	1.0	285	190	475	157.07
7	1,216	0.12	1.0	1.5	1,216	608	1,824	153.80
8	869	0.09	1.0	1.5	869	435	1,304	154.99
9	593	0.06	0.7	1.2	415	297	712	155.50
10	1,732	0.17	1.5	2.5	2,598	1,732	4,330	122.35
11	1,522	0.15	0.4	1.1	609	1,065	1,674	121.25
12	336	0.03	0.5	1.0	168	168	336	138.35
13	527	0.05	0.4	1.5	211	580	791	163.96
14	830	0.08	0.6	1.1	498	415	913	180.86
15	487	0.05	0.5	2.0	244	731	974	181.83
16	2,493	0.25	1.0	2.0	2,493	2,493	4,986	162.20
17	1,449	0.14	1.0	1.5	1,449	725	2,174	155.06
18	9,924	0.99	2.5	3.0	24,810	4,962	29,772	157.02
19	2,372	0.24	2.2	3.0	5,218	1,898	7,116	164.11
20	1,200	0.12	1.5	2.0	1,800	600	2,400	168.58
21	2,157	0.22	0.7	2.0	1,510	2,804	4,314	172.18
22	3,409	0.34	1.2	3.5	4,091	7,841	11,932	183.22
23	3,191	0.32	1.2	2.0	3,829	2,553	6,382	180.29
24	1,419	0.14	0.7	1.5	993	1,135	2,129	181.46
合計	50,801	5.08	—	—	69,580	48,717	118,297	—

註：平均深度為現場測量之平均值；面積為以正射影像描繪之面積。

資料來源：本文整理

在規劃構想方面，針對上述問題，22號農塘池壁金以緩坡化形式規劃，改善坡度1比2型式，改善內容為塘岸邊坡約265公尺，坑溝改善約300公尺、入水口兩處、出水口四處、溢流口三處、清淤一式；而在21號往22號農塘之排水路目前已堵塞，為維持兩池之串聯性，兩池間排水路重新施作；出水口以抗沖蝕生態袋堆疊與既有土坡夯實結構化，出流口設計為寬度0.35公尺、高度1.1公尺的矩形開口，溢流口為底寬1.3公尺、頂寬1.7公尺的

梯形開口，平順銜接至既有坑溝；坑溝部分為底寬0.8公尺、深度0.9公尺，以土包袋堆疊外側覆蓋椰纖網綠化植生使既有土溝結構化，防止坑溝流路不穩漫溢兩側農田。

五、保育治理對策

規劃方案上，首先針對周邊坑溝不穩，逕流漫溢兩岸農地部分先行改善，改善長度約85公尺，坑溝改善方式以土包袋堆疊成溝渠，使溝渠結構較為穩定；池壁部分，改善

坡度1比2型式，工程內容為塘岸邊坡約265公尺，坑溝改善約300公尺、入水口兩處、出水口四處、溢流口三處、清淤一式。連續滯洪保水平面配置如圖5所示。

池壁邊坡改善型式20號農塘為常年需要蓄滿水之設計，池塘設計保水深度為2.0公尺、溢洪口為0.5公尺、總池體深度為2.5公尺，池壁邊坡以坡度1比0.3混凝土漿砌塊石施作，溢洪口深度約0.5公尺，邊坡以坡度1比2堆疊抗沖蝕生態袋外側覆蓋椰纖網植生綠化；22號農塘因上池21號農塘已能滿足周邊灌溉用水，為維持該農塘既有蓄水功能，池塘設計22號農塘保水深度為2.0公尺、滯洪深度1.1公尺、溢洪口為0.4公尺，池壁邊坡改善型式為保水線以上坡度以1比2緩坡化，堆疊抗沖蝕生態袋外側覆蓋椰纖網植生，保水線以下池壁改善型式為保持池壁穩定以坡度1比0.3混凝土漿砌塊石施作。出水口以抗沖蝕生態袋堆疊與既有土坡夯實結構化，出流口設計為寬度0.35公尺、高度1.1公尺的矩形開口，溢流口為底寬1.3公尺、頂寬1.7公尺的梯形開口，平順銜接至既有坑溝；坑溝部分為底寬0.8公尺、深度0.9公尺，以土包袋堆疊外側覆蓋椰纖網綠化植生使既有土溝結構化，防止坑溝流路不穩漫溢兩側農田。東光里農塘改善斷面圖如圖6~圖8所示。

六、保育效益

東光里17-22號農塘經由保育治理工程完工後將可達到以下保育效益，如下所述：

1.滯洪效益

本文計算洪峰量與遲滯量經由三角形單位歷線，經計算結果原洪峰量為3.27 cms經遲

2.灌溉與保水效益

本文計算保水體積為5,432立方公尺的水量，將可穩定周邊作物30天所需水量約4,440立方公尺。

3.減緩邊坡沖刷與坑溝沖蝕

經由保育處理後，農塘邊坡獲得保護，同時解決坑溝流路不穩情形與改善坑溝漫溢農田情形。

4.改善農村發展與增加觀光效益

改善後可增加農村遊憩休閒場所，亦可帶動觀光效益，增加當地產業發展，改善當地農村發展。

5.提供坡地火災救援

當山區發生火災時，農塘所蓄的水量可緊急做為救火水源。

七、結論與建議

本文以環境資料蒐集、環境資訊分析、現場調查等順序，進行東光里滯洪保水設施全區評估，並以17-22號農塘為規劃區位，針對產業需水量、保水效益、滯洪效益、防災效益、社區發展特色，進行農塘設施調查評估，可作為區域性連續滯洪保水設施規劃案例之參考。

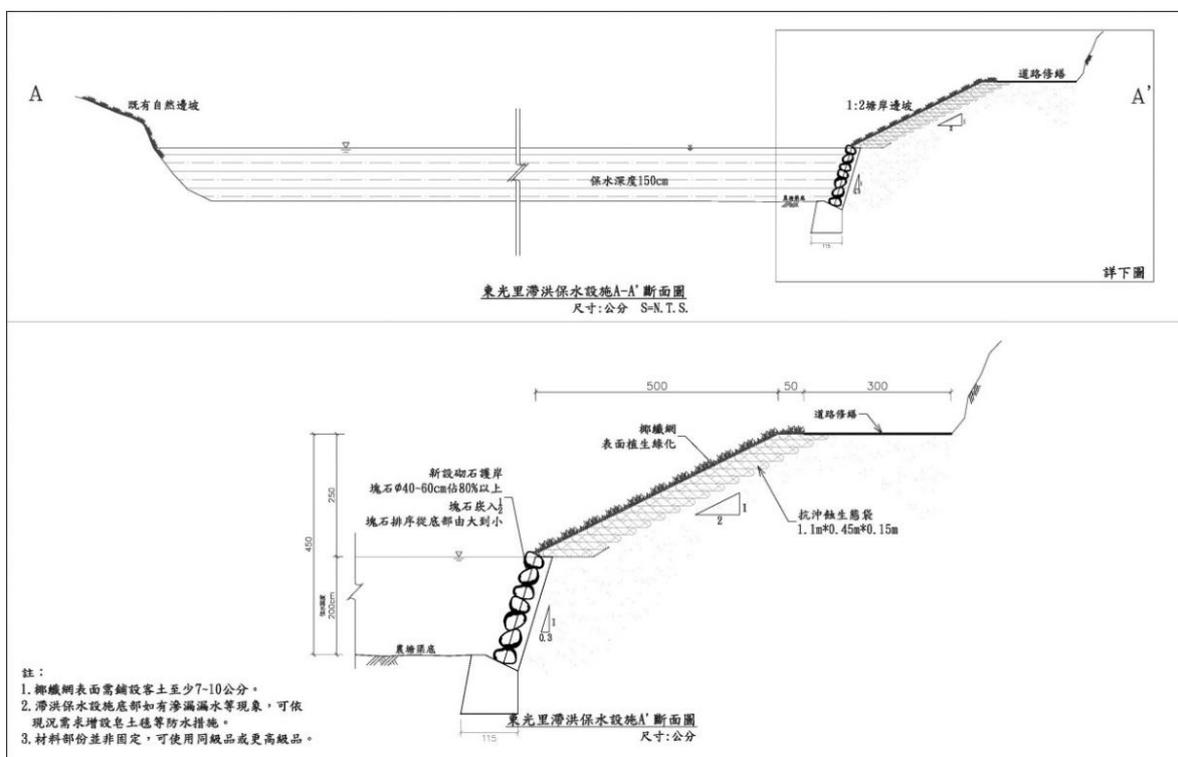
參考文獻

- 1.行政院農業委員會水土保持局(2004)，「水土保持技術規範」
- 2.行政院農業委員會水土保持局(2017)，「水土保持手冊」



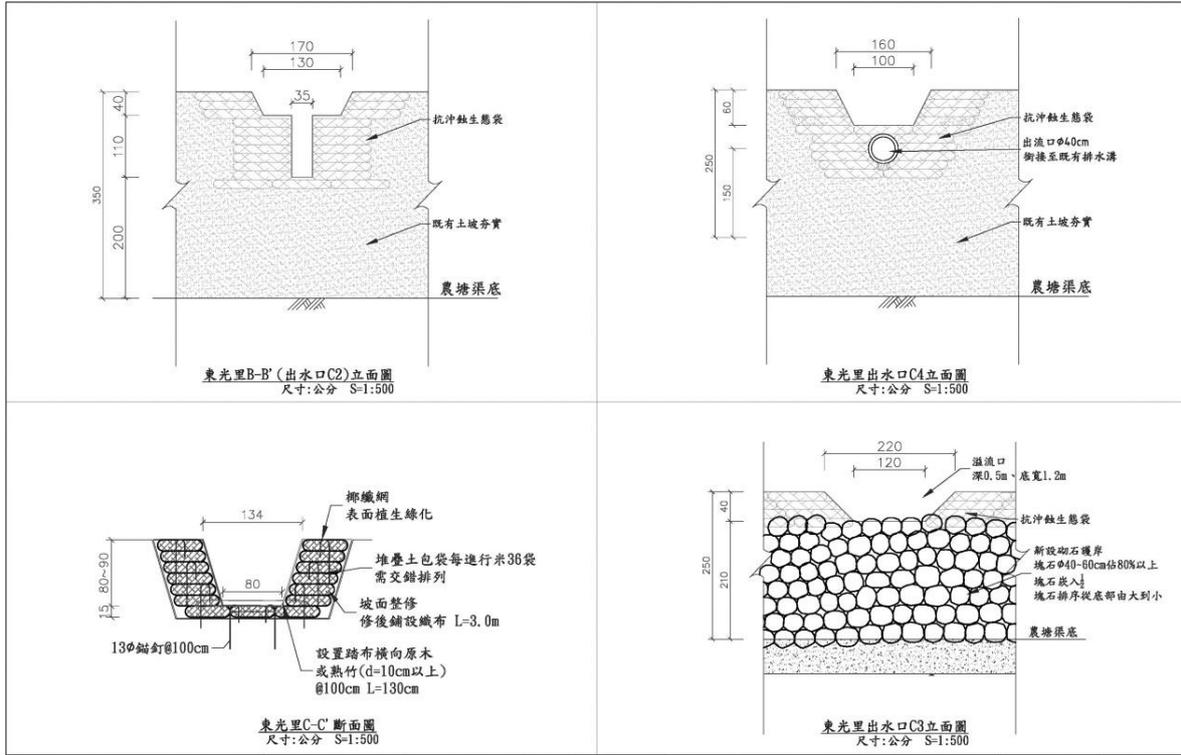
資料來源：本文繪製

圖 5 東光里連續滯洪保水設施平面規劃圖



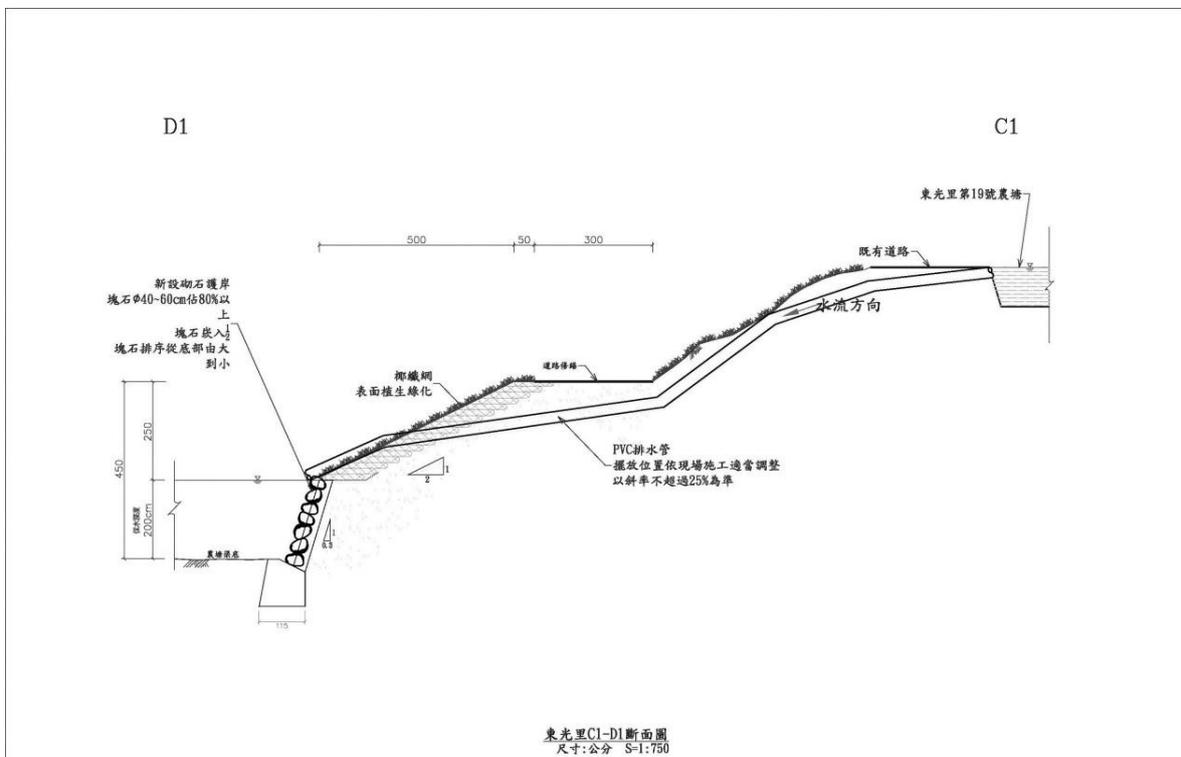
資料來源：本文繪製

圖 6 東光里農塘規劃改善斷面圖(一)



資料來源：本文繪製

圖 7 東光里農塘規劃改善斷面圖(二)



資料來源：本文繪製

圖 8 東光里農塘規劃改善斷面圖(三)



建立「致生水土流失」鑑定標準作業程序

郭玉麟

中華民國水土保持技師公會全國聯合會 理事長

一、前言

近年來山坡地違規開發利用案件常受國人高度關注，對於違反山坡地保育條例第35條或水土保持法第32條及33條，在公私有山坡地或公私有林區，未擬具水土保持計畫或未經同意擅自墾殖等開發利用行為，是否構成「致生水土流失」要件之危害結果，常委請大學水土保持相關科系學者，或依技師法規定委請水土保持技師、土木工程技師、水利工程技師及大地工程技師等公會團體，依具體案件予以鑑定，以為客觀公正。

就法院訴訟案件而言，鑑定是刑事訴訟上調查證據方法一種，係指鑑定人以其所具備的專業能力分析證據後所得出之意見，致生水土流失鑑定可進一步說明為「鑑定人以其所具備學理與實務經驗，以科學、數學計算，定性、定量化分析證據，證明行為人破壞水土保持致生水土流失之程度。」而建立致生水土流失鑑定報告標準作業程序，是確保及增進鑑定報告品質的重要工作。

二、法源依據及解釋函

1.山坡地保育利用條例第 35 條

有下列情形之一者，處新臺幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰：

- (1)依法應擬具水土保持計畫而未擬具，或水土保持計畫未經核定而擅自實施，或未依核定之水土保持計畫實施者。
- (2)違反第二十五條第一項規定，未在期限內改正者。

前項各款情形之一，經限期改正而不改正，或未依改正事項改正者，得按次分別處罰，至改正為止；並得令其停工，沒入其設施及所使用之機具，強制拆除並清除其工作物；所需費用，由經營人、使用人或所有人負擔。

第一項各款情形之一，致生水土流失、毀損水土保持處理與維護設施或釀成災害者，處六月以上五年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金；因而致人於死者，處三年以上十年以下有期徒刑，得併科新臺幣八十萬元以下罰金；致重傷者，處一年以上七年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。

2.水土保持法第 32 條

在公有或私人山坡地或國、公有林區或他人私有林區內未經同意擅自墾殖、占用或從事第八條第一項第二款至第五款之開發、經營或使用，致生水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施者，處六月以上五年以下



有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。但其情節輕微，顯可憫恕者，得減輕或免除其刑。

前項情形致釀成災患者，加重其刑至二分之一；因而致人於死者，處五年以上十二年以下有期徒刑，得併科新臺幣一百萬元以下罰金；致重傷者，處三年以上十年以下有期徒刑，得併科新臺幣八十萬元以下罰金。

因過失犯第一項之罪致釀成災患者，處一年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。

第一項未遂犯罰之。

犯本條之罪者，其墾殖物、工作物、施工材料及所使用之機具，不問屬於犯罪行為人與否，沒收之。

3.有下列情形之一者，處新台幣六萬元以上三十萬元以下罰鍰：

- (1)違反第八條第一項規定未依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護，或違反第二十二條第一項，未在規定期限內改正或實施仍不合水土保持技術規範者。
- (2)違反第十二條至第十四條規定之一，未先擬具水土保持計畫或未依核定計畫實施水土保持之處理與維護者，或違反第二十三條規定，未在規定期限內改正或實施仍不合水土保持技術規範者。

前項各款情形之一，經繼續限期改正而不改正者或實施仍不合水土保持技術規範者，按次分別處罰，至改正為止，並令其停工，得沒入其設施及所使用之機具，強制拆除及清除其工作物，所需費用，由經營人、使用人或所有人負擔。

第一項第二款情形，致生水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施者，處六月以上五年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金；因而致人於死者，處三年以上十年以下有期徒刑，得併科新臺幣八十萬元以下罰金；致重傷者，處一年以上七年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。

4.行政院農業委員會 93 年 5 月 5 日農授水保字第 0931809413 號函（停止適用）

主旨：貴院囑託查覆「山坡地保育利用條例」及「水土保持法」所稱「致生水土流失」認定標準及檢送本會85年2月1日八五農林字第5103609 A 號函乙案，復請查照。

說明：

(1)復貴院 93 年 4 月 23 日南院慶刑地九三簡八九一字第 0930017754 號函。

(2)山坡地開發、經營或使用行為涉及致生水土流失之認定如下：

(一)學理：依水土保持技術規範第 35 條之通用土壤流失公式，影響土壤流失之因子包括降雨、土壤、坡度、坡長、覆蓋、管理及水土保持處理等，故尚無法由單一影響因子逕予決定其結果。

(二)實務：依水土保持法之立法意旨，如有水土保持法施行細則第 35 條第 1 項第 1 款至第 7 款情形之一，而達需緊急處理規模者，可做為認定「致生水土流失」之參考標準。

(三)鑑定：貴院審理是否致生水土流失案件，除參考起訴資料外，尚可邀請大專院校水土保持相關科系學

者，或依技師法規定委託水土保持技師或相關專業技師（土木工程技師、水利工程技師及大地工程技師）公會，針對具體案情予以鑑定，以為客觀。

(3)檢附本會 85 年 2 月 1 日（八五）農林字第 5103609 A 號函。

5.行政院農業委員會 99 年 12 月 28 日農授水保字第 0990184197 號（停止適用）

主旨：貴院函有關水土保持法所規定之「致生水土流失」認定標準案，復請查照。

說明：

(1)復貴院 99 年 12 月 14 日桃院永刑字 99 訴 129 字第 0990045503 號函。

(2)水土保持法第 32 條第 1 項及第 33 條第 3 項所稱之「致生水土流失」，就學理而言，依水土保持技術規範第 35 條之通用土壤流失公式，其影響土壤流失之因子包括降雨、土壤、坡度、坡長、覆蓋、管理及水土保持處理等，故目前尚無統一客觀之標準。

(3)涉及「致生水土流失」之移送法辦，為各直轄市、縣（市）政府權責，本會 93 年 5 月 5 日農授水保字第 0931809413 號函所稱「依水土保持法之立法意旨，如有水土保持法施行細則第 35 條第 1 項第 1 款至第 7 款情形之一，而達需緊急處理規模者，可做為認定『致生水土流失』之參考標準。」係就中央主管機關立場，協助各直轄市、縣（市）政府判斷移送與否之參考，其性質偏向行政程序法第

165 條之「行政指導」，不具法律上之強制力；此外，水土保持法施行細則第 35 條之「執行緊急處理」，係主管機關之行政裁量，故來函所詢「是否亦須達到『需緊急處理規模者』之程度，並以之作為研判有無『致生水土流失』之認定標準」，本會認為，兩者確實存有程度上之關聯，但並非絕對之因果關係。

(4)以上見解，敬請貴院卓參；另檢附本會前開函影本 1 份供參。

6.行政院農業委員會 108 年 1 月 10 日農授水保字第 1071858779 號。

主旨：有關水土保持法第 32 條、第 33 條及山坡地保育利用條例第 35 條所稱「致生水土流失」之判斷參考如說明，請查照。

說明：

(1)依據本會 107 年 12 月 6 日召開 107 年度「研商水土保持管理相關議題」第 5 次會議討論事項第 5 案決議辦理。（行政院農業委員會 107 年 12 月 13 日農授水保字第 1071858760 號函）。

(2)山坡地開發、經營或使用行為，導致沖蝕、崩塌、地滑、土石流等災害，影響土地、房舍、道路、橋樑、他人生命或財產安全，或危害公共利益時，得認定為「致生水土流失」。

(3)前開認定係屬行政指導，僅為「致生水土流失」判斷參考，各級主管機關亦可透由鑑定或參考學者專家意見為具體事實認定。



三、司法實務分析

- 1.法規競合：水土保持法應屬山坡地保育利用條例有關水土保持部分之特別法，而山坡地保育利用條例及水土保持法就有關未經他人同意占用他人山坡地部分，則為刑法第 320 條第 2 項竊佔罪之特別法；即行為人所為，若合於上揭三法律之犯罪構成要件，則應依法規競合，特別法優於普通法之法理，優先適用水土保持法之規定處罰等適用法律之情形。
- 2.有無合法使用權或經營權：水土保持義務人即有權使用山坡地之人，如為開發或經營山坡地，違反水土保持法第十二條至第十四條之規定，致生水土流失者，應依該法第三十三條第三項前段規定處罰。如為無權使用山坡地之人，卻在公有或私人山坡地內未經同意擅自墾殖、占用或從事同法第八條第一項第二款至第五款之開發、經營或使用，致生水土流失者，則應依同法第三十二條第一項前段之規定處罰，二者情形有別。
- 3.實害犯或危險犯：在司法實務上，致生水土流失究應採「實害犯」或「危險犯」一直有所爭論，也就是要有水土流失的結果，或是認定有水土流失行為以發生一定的危險為其要件並具有侵害法益之客觀危險的結果才足以成罪，從早先的具體危險犯爭論，到結果犯（102 年台上字第 638 號：所謂「致生水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施」，依文義解釋，係指已經造成水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施之結果者而言，故該罪應屬「實害犯」或「結果犯」，而非「抽象危

險犯」或「具體危險犯」，自以發生水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施之結果為必要。如已著手實行上開犯行，而尚未發生水土流失或毀損水土保持之處理與維護設施之結果者，應屬同條第四項未遂犯處罰之範疇。

四、致生水土流失認定建議

致生水土流失有著環境災難的不確定性、巨大性及不可挽回性，故其保護應著重在風險的防範，而非等事實結果發生後，才就結果追究其相關責任。坊間常以先行開挖整地沒關係，水土保持法就罰六萬而已的觀念，致使坡地水土流失常暴露在高風險的環境因子之中，在極端降雨型態已成為氣候變遷的天氣新常態時，應以水土保持為主要法益，建議以「具體危險犯」認定之，不待水土流失的結果發生，即足以構成致生水土流失，在有危險之初即予以追訴處罰，可以嚇阻違法開發的僥倖心理，更可以使違犯者有足夠的壓力去彌補已造成的破壞。

五、鑑定作業手冊

專業的鑑定意見要能確保品質並可受檢驗，最基本的就是建立致生水土流失鑑定標準作業程序(Standard Operating Procedures)，故水土保持技師公會刻正著手編撰「致生水土流失鑑定作業手冊」，結合本會「鑑定業務作業辦法」，從工程實務、現行法令、規範及相關法院判例中，建構一通用之鑑定方法、程序、研判等規範，供鑑定人使用，藉由鑑定作業手冊，期使鑑定之判定與建議更為客觀公正，以確保鑑定品質。

★107年5月 EPA-SWMM 暴雨逕流管理模式進階班



高雄市公會 王威升理事長



高雄市公會 尹念秦常務理事



講師 鄭炎傑博士



上課情形



結訓餐會



結業餐會

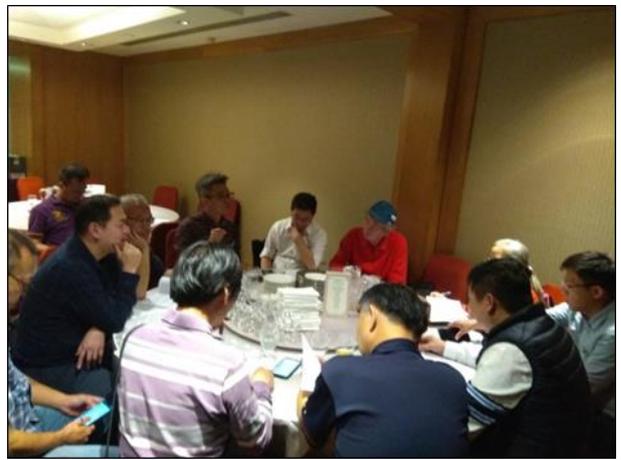
Activity Highlights



★108年2月20日臺灣省公會舉辦「第八屆第10次理、監事會議暨春酒」



理、監事會議開會照



理、監事會議開會照



春酒照片



春酒照片



★108年4月8日全聯會至農委會水土保持局專訪李鎮洋局長



農委會水土保持局李鎮洋局長與全聯會郭玉麟理事長

專訪中



農委會水土保持局李鎮洋局長與全聯會郭玉麟理事長



專訪後合照

Activity Highlights



★108年4月13日全聯會舉辦「第七屆第二次會員代表大會」、新北市公會舉辦「第四屆第二次會員代表大會」



新北市公會梁宥崧理事長報告會務



全聯會郭玉麟理事長報告會務



臺灣省公會陳智誠理事長、全聯會郭玉麟理事長與行政院公共工程委員會顏久榮副主任委員合照



全聯會郭玉麟理事長與行政院公共工程委員會顏久榮副主任委員合照



新北市公會梁宥崧理事長與新北市政府農業局顏己曉副局長合照



新北市公會梁宥崧理事長與新北市政府工務局朱惕之局長合照



★108年4月29日臺灣省公會、臺北市會、新北市公會拜會桃園市政府水務局劉振宇局長及養護工程處陳聖義處長



省公會陳智誠理事長與桃園水務局劉振宇局長合照



新北市公會梁宥崧理事長與桃園水務局劉振宇局長合照



省公會陳智誠理事長與養護工程處陳聖義處長合照



臺北市公會魏迺雄理事長與養護工程處陳聖義處長合照



合照 1



合照 2

Activity Highlights



★108年5月4日臺中市公會舉辦「第三屆第三次會員大會暨專題講座」



會務報告



臺中市水利局范世億局長演講



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮



活動花絮



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮



抽獎活動花絮

Activity Highlights



★108年5月10日至5月14日臺灣省公會、臺北市公會-日本福崗參訪



福崗參訪合照 1



福崗參訪合照 2



福崗參訪合照 3



福崗參訪合照 4



福崗參訪大合照 1





福崗參訪大合照 2

「水土保持」文稿稿約

本期刊為社團法人中華民國水土保持技師公會全國聯合會發行之季刊，為行政院公共工程委員會95年2月20日工程企字第09500060870號函公告為「國內外專業期刊」。本刊成立之宗旨以提升國內水土保持技術水準，並提供國內外水土保持及相關領域在學術研究及技術應用上具有公信力之發表及交流園地。為貫徹本刊可讀性與風格，並確保刊出文稿內容之嚴謹與完整，謹訂定以下稿約：

- 一、本刊接受之文稿，包含有關於水土保持技術之學術論文與技術論文，需未經發表之論文、工程案例分析、報導文字或新型之工法、材料、分析模式等之介紹，或曾於研討會發表，但經增補或改寫內容之論文。或者其他符合本刊宗旨之文字。
- 二、每篇論文或報導之長度，以不超過10印刷頁（約15000字）為原則。
- 三、稿件以中文或英文撰寫均可，書寫範圍統一使用A4稿紙(21×29.5 cm)橫寫。
- 四、文稿之技術性名詞應使用通行之譯名。非經常性使用之技術名詞須加註該名詞之原文，以免誤解。
- 五、任何一篇文稿應包括以下幾個部份：
 1. 標題（中、英文），以簡明為原則。
 2. 作者真實姓名及服務機關或單位（中、英文並列）。
 3. 關鍵詞（2至4個）及不超過250字之單一段中英文摘要。
 4. 文稿之主體，其第一段必須是「前言」、「引言」、「緣起」、「簡介」等等，最後一段必須是「結論」或「結論與建議」。內容應具條理分明之段落，並冠以適當之子標題，其編號階層以3級為原則，如：
 - 一、章節
 - 1.1 小節
 - 1.1.1 小小節
 5. 後記或致謝（無則免）。
 6. 參考文獻。
- 六、文稿如有列舉事項，請依層次使用1、2、...；(1)、(2)、...；(a)、(b)、...；(i)、(ii)、...等編號。公式請以方程式編輯器編輯，其符號應於第一次出現時予以定義。公式應以(1)、(2)、(3)、...等統一編號，引用時以公式(1)、公式(2)...繕寫之。
- 七、文稿之圖片及表格需提供 Microsoft Office Word 可編輯之檔案，可為向量檔或高解析度點陣檔，若過於模糊請自行數化。圖片及表格應予編號命名，編號方式為表1、圖1等，其所述內容應全篇一致。圖表下方需標註資料來源，可對應參考文獻或本研究結果。
- 八、參考文獻依文稿引用次序予以編號，如[1]、[2]...，未引用之文獻則不可列入。參考文獻內容應依序為：作者姓名、年代、文獻標題、期刊或書名，刊載卷號期數、發行地點等，舉例如下：
 - [1]陳昶憲、雷祖強、許汎穎、郭怡君(2004)，「未設測站日流量預測」，中華水土保持學報，第35卷，第2期，第119-129頁。
 - [2]種田行男(1955)，「農地保全」，理工圖書，東京。
 - [3]Delhomme, J. P. (1979), "Kriging in the Design of Streamflow Sampling Networks", WRR, Vol.15, No.6, pp.1833-1840.
 - [4]Goovaerts, P. (1997), "Geostatistics for natural resources evaluation", Oxford University Press, pp.181-182.
- 九、文稿若有侵害他人之著作權、專利權、智慧財產權或商業機密者，概由作者自行負責，與本刊無涉。
- 十、投稿本刊之文稿，均由學者專家依主旨從嚴審核以決定是否採用。未盡之處將於審查過程補充。

來稿請以電子郵件方式寄至 swcpea@seed.net.tw，聯絡電話：02-82581918洽曾文萱小姐。