

野溪清疏之防災效益評估-以仁愛鄉南豐村眉溪為例

The effectiveness of torrent dredging to hazard mitigation –

taking Meisi river as an example

曹鼎志¹ Ting-Chi Tsao 蕭震洋¹ Cheng-Yang Hsiao 邵國士¹ Kuo-Shih Shao
財團法人中興工程顧問社大地工程研究中心

趙啟宏² Chi-Hung Chao 陳美珍³ Mei-Chen Chen
寰正應用地質技師事務所 農委會水土保持局土石流防災中心

摘要

2009年8月莫拉克颱風來襲，颱風所引進之西南氣流為台灣南部地區帶來破紀錄的大量豪雨，尤其在高雄縣、台南縣、嘉義縣等山區造成重大災害，而各集水區內也因大量崩塌土石隨著豪雨下移而使各野溪迅速淤滿，對溪流兩岸保全對象之生命財產造成重大危害。

但若於災前已進行野溪清疏工程，將能有效減少因土砂淤積而造成的淹水災害，故本研究為評估清疏之成效，首先蒐集莫拉克颱風概況，接著，於南投縣仁愛鄉南豐村眉溪南豐橋周緣(南山溪子集水區)進行清疏前後淹水範圍模擬，說明清疏對於防災之效益，並由2008年辛樂克颱風後、2009年莫拉克颱風前、後等三時期之現勘照片比對，可見清疏成效甚為顯著。

關鍵詞：野溪清疏、土石流、莫拉克颱風、眉溪

一、前言

台灣為一南北狹長之島嶼，位於歐亞板塊與菲律賓板塊交界處，造山運動劇烈；台灣山坡地約佔總面積73.3%，多數山坡地具有坡度陡峭、地質脆弱和水流湍急等不利於土體安定的條件，且地震及颱風發生頻繁，易引致溪床中下游河道侵蝕所導致之水庫淤泥、水質混濁及土石流等土砂災害問題。因此行政院農業委員會水土保持局，歷年應用水保工程與植生等方法治理野溪集水區環境及生態以減少土石淤積，多已達到預定功效。惟近年來，極端颱風事件所造成連日與瞬時豪雨之降雨強度動輒超出山坡地野溪之防護設計標準，加上九二一集集地震後，造成全台劇烈震撼，部分坡地之地質特性轉為脆弱，使原處於穩定之坡地及野溪，自然崩塌造成土石淤積河道，改變水路流向，而影響通洪斷面能力，因此適當的野溪清疏工作有評估執行之必要性(水保局，2010)。

在災害管理之循環中，災前之整備甚為重要，藉由瞭解野溪瓶頸段及土砂來源之威脅後，可預先針對可能發生危害區段進行改善，以減少災害來臨時可能之危害。野溪清疏之主要目的為使溪床河道經常維持正常通水斷面，避免土砂災害發生，屬於災害防止，故與經濟部水利署之河川土石採取有其差異，而清疏前後於防災成效之影響則為野

溪清疏之評估重點。

二、研究地點-仁愛鄉南豐村

1、地理區位及地質概述

南投縣仁愛鄉南豐村眉溪流域屬於南山溪子集水區，眉溪由東向西匯入南港溪，最終進入烏溪，沿著省道台 14 線，往東經過埔里鎮後，通過本部溪與眉溪交會處之本部溪橋即可進入河川界點以上之山坡地範圍。此集水區範圍內共有 10 條水保局公開之土石流潛勢溪流，分別由南北匯入眉溪，如圖 1 所示。地形方面，眉溪貫穿南投縣仁愛鄉南豐村，所有土石流潛勢溪流皆注入眉溪，南北地勢較高，為土石流潛勢溪流之源頭，境內地形高程最高處約 1,600 公尺左右。

地質方面，南豐村境內之地層主要以白冷層、水長流層、廬山層為主，其中白冷層係以石英岩為主之地層，並含有黑色板岩，岩石堅實，地形高峻，峽谷深峭，而水長流層全為黑色板岩或千枚狀板岩所成，片理極為發達，岩質較為軟弱，另致鬆碎剝落，風化後多呈黏土狀。現地調查時發現大部份土石流潛勢溪流河道多以板岩及片岩之土石材料為主。

野溪淤積之土砂材料來源多為集水區內之崩塌地，近年來由於衛星影像取得容易，故利用衛星影像及物件導向分析進行集水區崩塌地判釋已在台灣廣為使用（黃韋凱等人，2010；鄭錦桐等人，2011）。本研究為瞭解 2008 年辛樂克颱風後集水區之崩塌地分布現況，利用 2008 年汛期後之衛星影像進行崩塌地判釋及圈繪，其成果如圖 2 所示，總計南山溪子水區崩塌地總面積約為 29.41 公頃，崩壞比約為 1.22%。

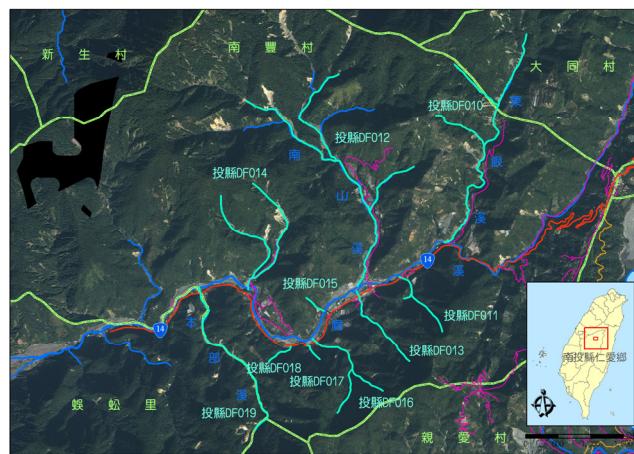


圖 1 南山溪子集水區地理位置圖

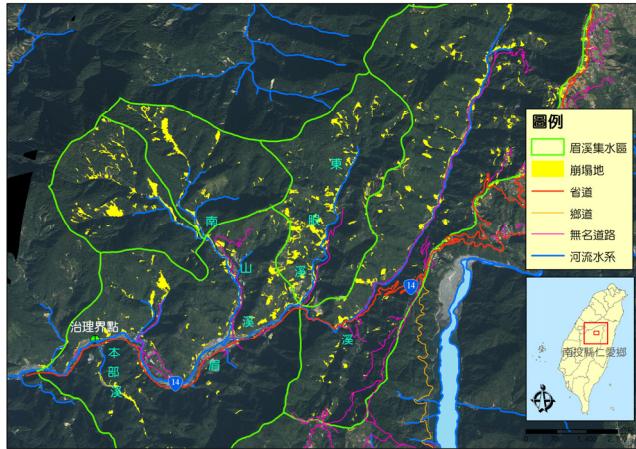


圖 2 南山溪子集水區之眉溪周緣崩塌地分布圖

2、歷史災害與清疏工程

眉溪於南山溪子集水區範圍內曾於數次颱風中發生土砂災害，包括 2001 年 7 月桃芝颱風(水保局，2009)、2004 年 7 月敏督利颱風引致之七二水災(中國土木水利工程學會，2004)，以及 2008 年 9 月辛樂克颱風(水保局，2008)等。而由水保局工程管考系統查詢可知，近年來南山溪子集水區土砂淤積嚴重，已多次進行清淤等相關工程，自 2001 至 2009 年間累積已完成土砂清疏超過 1,200 萬立方公尺，顯示其為常發生土砂淤積之野溪，而 2008 年辛樂克颱風過後至 2009 年 8 月前，水保局 2009 年年度於眉溪及其支流進行野溪清疏之範圍約 5 公里長，約自東眼溪（投縣 DF010 土石流潛勢溪流）至下游之豐林橋間，清疏土方達 80 萬方以上，大部份於 2009 年 8 月莫拉克颱風前即已完工，有效清理出各野溪之渠道。各清疏工程之分布狀況如圖 3 所示。

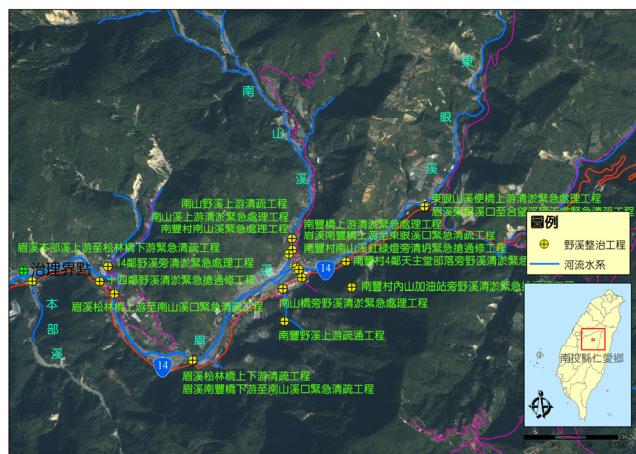


圖 3 山坡地水土保持整治設施(清疏工程類)分布圖

3、保全對象

由土地利用圖、交通設施分布圖及重要公共設施分布圖可知，眉溪主支流經過南山溪子集水區之水系周緣 100 公尺之範圍內，為南豐村之行政中心，除大量建築外尚有人口聚集之公共建築如南豐國小、活動中心、衛生室及教會等；省道台 14

線鄰近河道，亦有多座重要橋梁橫跨本區之水系，如圖 4 所示。

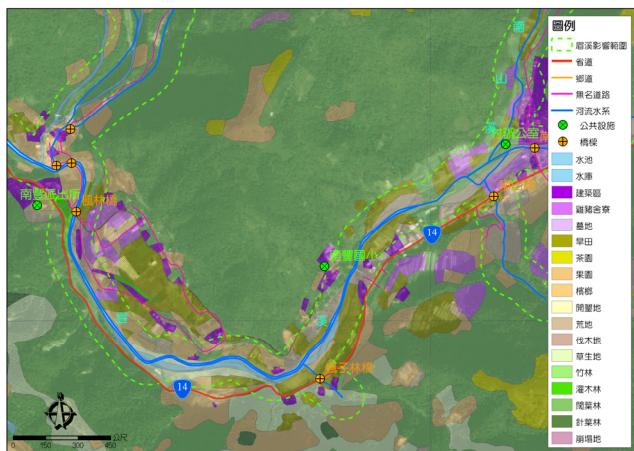


圖 4 南山溪子集水區保全對象分布圖

三、莫拉克颱風現地狀況

為瞭解研究區域之野溪於莫拉克颱風時之災害，本研究於莫拉克颱風前、後於仁愛鄉南豐村眉溪之南豐橋、夢谷一號橋、東眼山橋及東眼溪版橋進行野溪現況之勘查，同時蒐集 2008 年辛樂克颱風後之同地區現地照片，經比對後，明顯可見野溪清疏成效。

1、南豐橋

南豐橋為台 14 線轉往南豐社區、夢谷瀑布遊樂區之通道，2008 年辛樂克颱風時眉溪集水區累積雨量約 850 毫米，眉溪溪水溢過橋面板，沖毀原有護欄（如圖 5 照片 1，摘自水保局「97 年重大土石災區即時現勘與整治對策研擬」）。經過 2009 年清疏工程後，原堆積於河道中之眉溪土砂已移除，南豐橋恢復原有通水斷面（圖 5 照片 2），而 2009 年 8 月莫拉克颱風於眉溪集水區之累積雨量雖較少，但於多處河段幾與護岸齊高，南豐橋附近護岸之出水高及橋孔斷面淨高亦僅餘 1 至 1.5 公尺（圖 5 照片 3），可見若未進行清疏工程，莫拉克颱風帶來之雨量勢將堵塞南豐橋，對兩岸住戶造成災害。

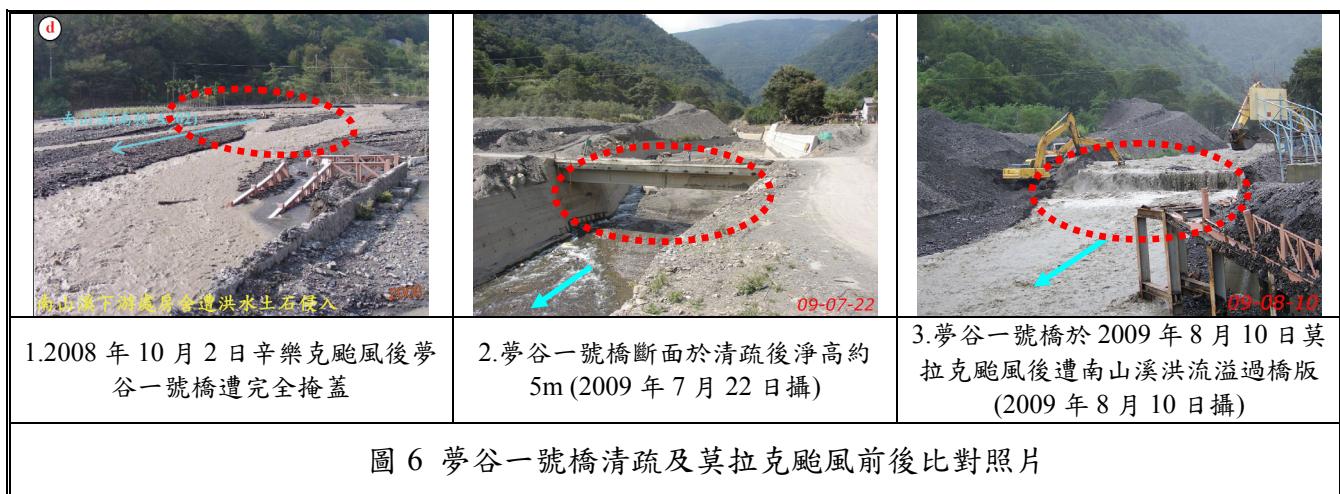


圖 5 南豐橋清疏及莫拉克颱風前後比對照片

2、夢谷一號橋

夢谷一號橋為眉溪支流南山溪(投縣 DF012 土石流潛勢溪流)接近注入眉溪處之橋梁，2008 年辛樂克颱風時南山溪土砂將夢谷一號橋完全掩蓋(如圖 6 照片 1，摘自水保局「97 年重大土石災區即時現勘與整治對策研擬」)，並造成土砂波及下游溪流出口左岸社區活動中心附近建物之災害。

經過 2009 年清疏工程後，原堆積於河道中之土砂已移除，夢谷一號橋恢復原有通水斷面(圖 6 照片 2)，而 2009 年 8 月莫拉克颱風南山溪之溪水再度暴漲，下游接近注入眉溪處之夢谷一號橋再溪水再度溢過橋面(圖 6 照片 3)，但所幸大部份洪水仍在渠道中流動，辛樂克颱風時左岸遭溢流洪水波及之活動中心及其旁之籃球場未遭波及，可見若未進行清疏工程，南山溪於下游夢谷一號橋處必將發生更嚴重之溢流，對南山溪、眉溪間之保全住戶及公共建物有更大的損害。



四、清疏前後淹水範圍模擬

由前節可知南豐村南豐橋附近因於 2009 年 8 月前已進行野溪清疏，故於莫拉克颱風時各野溪並未有大量溢流現象，為瞭解清疏工程對於該地區災害減低之貢獻，本研究於南豐橋周緣進行清疏前後之淹水範圍模擬，期能說明清疏之效益，所使用淹水範圍模擬之雨量資料、模擬工具及評估方法如下：

1. 雨量資料：莫拉克颱風期間(8/7~8/9)中央氣象局仁愛與楓樹林雨量站所紀錄之時雨量，作為數值模擬之輸入資料。
2. 住戶 GIS 圖層：由航照影像數化建物外緣並由現地調查比對門牌資訊系統建立各建物之類別與屬性。
3. 模擬工具：FLO-2D 水文分析模組。FLO-2D 為二維災害洪水模擬程式，經過美國聯邦緊急救援事務署(FEMA)認可(Li et al., 2011)，可模擬洪水、泥流及土石流等危害，於台灣地區常用來模擬土石流災害(陳振宇等人，2011)。
4. 評估方法：
 - (1) 以眉溪周緣之原始 DEM 資料模擬河道已清疏後之可能淹水範圍。

(2) 模擬河道於淤積且未清疏下(改變高程)之可能淹水範圍。

經比較南豐橋周緣清疏前後淹水範圍模擬圖可知(如圖 7 及圖 8)，若未進行清疏則莫拉克颱風時之淹水範圍將由 40 公尺擴大到 80 公尺，其影響建築物將由 1 棟增加到 8 棱，可能之影響人數由 3 人增加到 24 人，因此藉由此模擬，莫拉克颱風前之清疏效益於此處明顯可見。

表 1 南豐橋周緣清疏前後淹水影響保全戶數比較

影響之保全戶數		
是否清疏	建築物數量	人數
未清疏	8	27
已清疏	1	3



圖 7 南豐橋周緣未清疏淹水範圍模擬圖



圖 8 南豐橋周緣已清疏淹水範圍模擬圖

五、結論

於災害管理之循環中，事前之防災整備甚為重要，而野溪清疏係透過將原渠道中淤積之土石予以清除或疏通以改善通洪斷面，實際改變了地形地貌，因此透過數值模擬可進行地形改變前後之不同淹水範圍圈繪，再將淹水範圍套疊保全對象圖

層，即可得知野溪清疏工程對於減少災害損失之貢獻。而數值模擬結果亦與現場實際狀況吻合，證明野溪清疏確有其需要其成效。

參考文獻

(期刊)

Ming-Hsu Li, Rui-Tang Sung, Jia-Jyun Dong, Chyi-Tyi Lee, Chien-Chih Chen, 2011. The Formation and Breaching of a Short-lived Landslide Dam at Hsiaolin Village, Taiwan - Part II: Simulation of Debris Flow with Landslide Dam Breach, *Engineering Geology*, online first.

陳振宇、羅文俊、楊永祺、曹鼎志，2011。台灣地區土石流風險管理成效評估，**地工技術**，第 129 期，13-22。

黃韋凱、林銘郎、陳良健、林彥享、蕭震洋，2010。物件導向分析方法應用於遙測影像之分區及崩塌地與人工設施分類，**航測及遙測學刊**，第 15 卷，第 1 期，45-65。

(報告)

中國土木水利工程學會，2004。七二水災災區調查與復建策略研擬，經建會委託研究報告。

中興工程顧問股份有限公司，2008。97 年重大土石災區即時現勘與整治對策研擬，農委會水土保持局委託研究報告。

財團法人中興工程顧問社，2010。集水區野溪清疏需求評估及標準作業程序建立，農委會水土保持局委託研究報告。

財團法人中興工程顧問社，2009。98 年土石流潛勢地區易致災因子調查與危害頻率分析，農委會水土保持局委託研究報告。

鄭錦桐、林彥享、邵國士、沈哲緯、蕭震洋，2011。遙測技術於土木水利工程上之應用(一)-台灣中部地區土石災害潛勢研究，財團法人中興工程顧問社研究報告 R-GT-10-06。