

大甲溪流域敏督利颱風洪災因初探與新思維治理策略之研究

陳文福⁽¹⁾ 謝伶娟⁽²⁾ 彭壽奇⁽³⁾

摘 要

台灣因位處板塊擠壓帶上，以致地形陡峭、地質脆弱且河短流急，加上因位居颱風路徑上，降雨大且集中又具時空變異性，本易導致其中下游地區遭受水土災害，惟其災害程度與規模尚不甚大。但 1999 年發生九二一大地震時台灣中部地區岩層多被震鬆，甚至發生大量崩塌，使得河川發生災害之潛勢增高，大甲溪流域亦發生大量崩塌。其後 2001 年之桃芝颱風與 2004 年之敏督利颱風更因豪雨而發生嚴重之土石流災害，除對台灣之國土綜合利用管制、水土保持、河川治理及防救災工作帶來重大之衝擊外，亦凸顯出我國以往在河川治理策略上之一些問題。

本研究乃針對大甲溪流域自 2001 年桃芝颱風後陸續發生土砂災害之重要因素，研擬未來河川治理新的因應策略。先由文獻回顧以了解過去治理之情況，再以水文分析統計與圖資比對分析，探討大甲溪在敏督利颱風時發生災害之主要原因及其所造成之內外環境問題，並針對地文與水文環境惡化所引發之問題提出新的思維方向及未來應加強之治理策略。

針對上述問題及災害原因之分析與討論，得知未來大甲溪之治理除配合中央之國土復育策略外，外在問題方面應有以下之新思維：儘速以遙測科技結合地理資訊系統建置集水區整體之基本資料、規劃建置現代化之水文觀測設備；內在問題方面之新思維：除應視河川之水文、水理、土砂生產特性、災害主因等採因地制宜處理外，必須建立流域整體治理及管理機制、建置防洪預警系統、加強高含砂水流行為模式之研究及統一訂定自然生態工法之設計準則等措施。
(**關鍵詞**：新思維、治理策略、國土綜合利用管制、水土保持、遙測、地理資訊系統、自然生態工法)

Study of New Thought on River Management Policy about the Disasters caused by Mindule Typhoon of Da-Chia River Basin

Wen-Fu Chen⁽¹⁾, Ling-Chuan Hsieh⁽²⁾

Professor ⁽¹⁾ and Graduate Student ⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan 402.

Shou-Ci Peng⁽³⁾

Engineer⁽³⁾, The Third River Management Office, WRA, MOEA

(1)國立中興大學水土保持學系教授

(2)國立中興大學水土保持學系碩士研究生

(3)經濟部水利署第三河川局正工程師

ABSTRACT

Being located on the zone of plate compression, the topography is steep, geology is fragile, rivers are short and flows are speedy. Furthermore, being located on the path of typhoon, the rainfall are heavy and intense and the midstream and downstream areas always suffer from the regular disasters of water and soil. But during the earthquake-921 occurred in 1999, there were some giant landslides in Ta-Chia River. Later, the heavy rain caused by Toraji Typhoon in 2001 and Mindulle Typhoon in 2004 induced continually serious disasters of debris flow. Those disasters not only brought a lots of beats on “the restrain of national land comprehensive use”, “soil and water conservation”, “river management” and “disaster prevention and relieving” but also revealed the ignored problems in the river management policy.

This research intends to study the reasons and internal-external environmental problems those caused damages by typhoon Mindulle at Dai-Chia river through document review, hydrologic analysis statistic method and photo-information contrast analysis method. And then investigate the principal disaster reason of internal-external environmental problems caused by typhoon Mindulle and bring up some suggestions based on new thought for the management strategy to improve the worsen environment problems.

According to the results of analysis and discussion for the problems mentioned above, from now on, in addition to matching the national land recover policy, the management work of Da-Chia River had better include in two ways. For external problems, we should integrate the technology of Remote Sensing and GIS to build an overall basic database of watershed; for internal problems, besides selecting approach to deal according to the characters of river, we should construct a management and control mechanism for the whole basin, and build a flood prevention warning system, strengthen the study of high concentration flow and unify a natural ecological engineering approach design rule etc.

(**keyword** : New thought, Management policy, National land comprehensive use, Soil and water conservation, Remote sensing, Geographic information system, Natural ecological engineering approach)

前 言

依據我國學者專家於 2004 年 7 月 2 日所發生之敏督利災害後之估計，大甲溪流域崩積之土石總量超過 1 億 m^3 ，其中大部分集中於馬鞍壩至德基壩間之中上游河段。另依經濟部水利署於敏督利災後辦理航拍之 DEM 成果比對推估，天輪壩至馬鞍壩間主河道上土石之淤積量約 480 萬 m^3 。而敏督利颱風災後松鶴至谷關河段為土砂災害最嚴重之區域，主河道兩側高崁之邊坡因遭到高含砂水流之堀削，河幅已大為變寬；松鶴部落鄰

近之現有台八線幾與河床同高。另外，在敏督利颱風災後，篤銘橋至谷關大橋間之河段，河道中之土石淤積高度約達 10-15m，造成谷關溫泉區中有部分旅店遭土石淹埋。

本研究利用各單位提出之報告中水文分析之結果，對大甲溪因敏督利颱風所造成災害之原因提出初步探討並對其未來之治理工作提出新思維的治理策略。

文獻回顧

1. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (1993)

於「大甲溪治理規劃報告」中，以天輪發電廠起至河口計 52 公里為治理規劃之範圍。為充分了解本流域河川之特性、河道沖淤情形及災害之情況，研定大甲溪治理計畫以做為防洪工程實施及河川管理之依據，期能減少洪水災害，以確保河川兩岸居民生命財產之安全。

2. 經濟部水利署水利規劃試驗所（2000）於「大甲溪九二一地震後治理規劃檢討」中，因 1999 年 9 月 21 日發生集集大地震導致中部地區大茅埔--雙冬斷層推擠，進而帶動車籠埔斷層劇烈逆衝，造成中部地區地面垂直及水平之移動，特針對大甲溪本流於地震後之各項水理變化檢討、防洪及跨河構造物之安全性及功能之檢討，以及因地層隆起或塌陷造成之內外水位變化，所導致之排水問題檢討及其改善之對策進行研擬，以作為河川整治、排水改善及災區修復之參考。
3. 經濟部水利署水利規劃試驗所（2003）於「大甲溪流域聯合整體治理規劃」中，因 2001 年 7~10 月間，曾有桃芝、納莉、利其馬等颱風相繼侵襲臺灣本島，造成大甲溪流域集水區內河道沿岸崩塌、地滑及土石下移處處可見、公路及其他交通道路中斷、多處民房遭土石流淹沒沖毀、居民傷亡失蹤多人。為減免此區未來再發生土石之災害，經濟部水利署水利規劃試驗所特擬定「大甲溪流域聯合整體治理規劃」，經由對流域現況之調查、資料統計分析、研擬對策、抑制砂石大量下移，結合各相關單位力量分工進行整體治理規劃，以利整治，期能降低此流域內人民生命財產之損失，維護
4. 經濟部水利署第三河川局（2004）於「七二水災大甲溪馬鞍壩至天輪壩河段治理方針」中，針對敏督利、艾利風災造成馬鞍壩至天輪壩淤積嚴重河段，急需研擬具體之治理方針，以做為後續緊急災後復建及中長期治理策略之參考依據。應急治理策略需辦理嚴重淤積河段之緊急河道疏浚，中長期治理策略考量本溪中上游水土環境特性。另台八線公路、兩側之民宅商家亦有防洪及土砂災害安全之虞，需結合水、土、林、公路及台電等相關單位配合國土復育策略及行政院經濟建設委員會之「七二水災災區調查與復建策略研擬」之結果的方針實施，並針對本河段進行災害治理、防災應變、生態保育及資源利用並重、集水區合理之土地利用以達永續發展之目標，以擬定七二水災大甲溪馬鞍壩至天輪壩河段治理方針。
5. 經濟部水利署第三河川局（2004）於「大甲溪谷關河段處置計畫」中，因敏督利颱風引發之大甲溪谷關河段嚴重之土砂淤積，致使河道之通洪能力減低，而有立即發生洪災之虞，故針對尚有具體保全對象之本河段研擬河道土石疏浚計畫；階段性目標為達成河道能通過重現期距 10 年之洪峰流量。此外，針對疏浚工程使用現有台八線對環境之品質及交通運輸所造成之衝擊亦進行初步評估以做為因應。
6. 經濟部水利署水利規劃試驗所（2004）於「敏督利颱風水文分析報告」中，依

道路交通之安全。

據大甲溪治理規劃報告中針對一、二、三日暴雨所做之頻率分析成果進行內插分析獲得敏督利颱風暴雨量約略估計為最大 24 小時之暴雨量為 750 年頻率、最大 48 小時之暴雨量為 650 年頻率、最大 72 小時之暴雨量為 600 年頻率。天冷、石岡及大甲溪河口洪峰流量頻率分析之成果，亦均大於 200 年頻率。

7. 蔡真珍 (2001) 於「大甲溪 921 地震崩塌地植生復育之研究」中，利用地震前後不同時期之衛星影像判釋崩塌區位，藉由通用土壤流失公式及泥砂遞移率之演算，評估集水區崩塌區為之泥砂產量，做為崩塌地治理優先順序之指標。由集水區出流口泥砂產量所推算之崩塌區為沖蝕深度，可作為集水區崩塌地治理順位之指標。崩塌地之植生復育宜根據不同區為配置適當的工法。
8. 莊善傑 (2004) 於「大甲溪流的山崩在颱風與地震事件中與地質環境之對應關係」中，則以 1996 年賀伯颱風、1999 年 921 地震、2001 年桃芝颱風與 2004 年敏督利颱風四場水文事件研究德基壩至馬鞍壩間的集水區。利用四個事件的衛星影像與航空照片來判釋並圈繪山崩，並以 GIS 軟體進行山崩圖層的區為分析。從崩塌判釋的結果發現，921 地震誘發的山崩新生率為 88%，表示 921 地震後地層的完整性受到了破壞，加大山崩的延伸範圍。重現率增大，在後續豪雨事件中，發生再崩塌的機率相當高。而岩石強度試驗結果，得知岩石强度高且不連續面發達的地層特別容易受到地震的影響而產生破壞。再輸砂量的估算資料發現，921 地震後單位輸砂量大於地震前，且流量越大，單位輸砂量比值也呈倍數方式增加。
9. 張哲銘 (2004) 於「921 地震後大甲溪流域全方位治理之研究」中，曾分析影響大甲河流域水土災害的自然因子（水文氣象、地形地質、地震等）及人文因子（社會、政治、經濟），並針對集水區保育治理問題，提出全方位集水區整體保育治理因應對策與改進意見。探討結果發現，應針對集水區崩塌地及土石流潛勢溪流列為優先治理對象，並應依因地制宜原則，融入生態理念妥善應用生態工法，達到兼顧安全及生態保育功能之目的。重視土地利用問題，建立完整的水質監測系統，在生態保育方面，建立生態資料庫，並應排除阻力依「上、中、下游」一體、「水、土、林」一家、「集水區、溪流」並重之整體保育治理觀念整合，建立協調平台及機制改善。
10. 陳家暉 (2002) 於「台灣中部大甲溪上游森林集水區水文特性之研究」，以大甲溪上游南湖溪、合歡溪、七家灣溪、志樂溪四個森林集水區為研究對象，蒐集 1990-1999 年之雨量及流量資料，分析降雨與逕流、基流量、洪峰流量等水文特性，得知：四個集水區之平均年雨量為 2,390mm 平均年流量為 1,818mm，逕流係數 C 值為 60-70%；各研究集水區之流量和雨量成高度相關；集水區高溫多雨有較長的生長期，較茂密的森林覆蓋，林下植生和厚的枯枝落葉腐質層而使得蒸發散損失大，土壤透水性高，無漫地流；南湖溪和七家灣溪集水區之比

洪峰流量大小相近，志樂溪和合歡溪集水區之值就比較大。

11. 林勢雄（2004）於「河川疏濬對生物棲地之影響研究-以大甲溪長青橋至篤銘橋河段為例」中，提出爾後河川疏濬需考量方向：河川流域生態係之復育（灘與既有深淵保護對策）；河川疏濬施工中既有深淵保護改善；對象魚種保護對策；河川疏濬施工中魚類避難空間規劃改善；河川疏濬儘量依原有河川蜿蜒特性，避免取直線疏濬。
12. 張黎方（2000）於「大甲河流域水資源運用之研究」中，針對用水需求逐年增加的情形下，探討大甲河流域的水資源運用方式，以提供相關單位操作與管理參考。由於管理單位不同且營運目標不同，導致面對水資源所採取的態度與操作策略考量有所差異，將造成大甲溪水資源整體運用的浪費。從建立大甲河流域的水資源系統圖，並蒐集相關的水文參數及操作條件；設計不同方案，並找出系統運作之影響因子；最後建立大甲河流域水資源運用模擬程式提供相關單位使用及提出大甲河流域水資源運用策略之建議。
13. 胡婷雅等（2002）於「應用 SPOT 衛星影像於 921 地震崩場地植生復育之評估」中，利用地震前後期及地震一年半後之衛星影像進行崩場區為判釋，評估其植生復育狀況，結果得知天輪壩至德基壩間之集水區崩場區位植生復育率平均值約為-10%，顯示植生復育情形有變差之趨勢。
14. 吳輝龍等（2003）於「集水區崩場地治理優先順序之研究」中，利用遙測衛星影像快速地監測、評估大範圍崩場區位之植生復育情形。結果顯示研究區域有必要優先治理，並以衛星遙測技術進行監測與評估，利用植生復育率作為量化指標，探討監測區位植生覆蓋之變遷，即時掌握各分析區位植生之復育狀況。
15. 黃文騰等（2005）於「艾莉颱風後阿邦溪集水區整體治理規劃」中，運用航拍影像比較風災前後影像得知災前崩場面積 29.93ha，災後崩場面積 39.63 ha。根據現場調查結果研討提出對策：上游採連續性節制壩及源頭處理方式；中游規劃重力式梳子壩；下游構築大型沉砂池。
16. 張義敏等（2005）於「從地質觀看大甲溪流域土砂生產量」中，因 921 地震後造成大甲溪流域土石流潛勢溪流及崩場地面積明顯增加，而桃芝及敏督利等颱風相繼侵襲，更使上游崩場加劇，而災害成因為降雨強度大且延時長，地質上因地殼上升劇烈造成岩層破碎，容易發生崩場，土石下移主流河道。

綜合各文獻之分析調查結果可得知大甲溪部分災害原因分述如下：

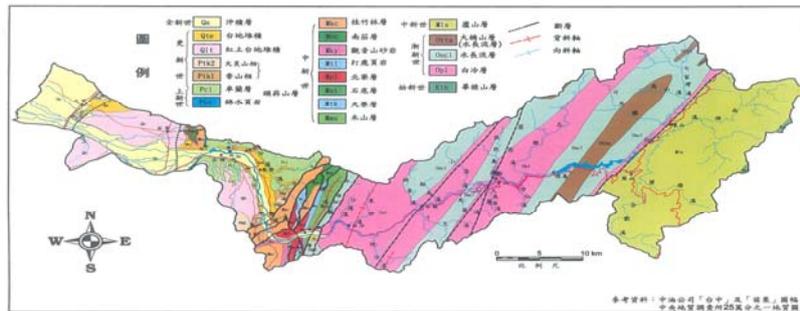
地質：本流域內活動斷層及存疑性斷層多，地層破碎，崩積土石、崩場地、土石流潛勢溪流多且集中於谷關德基間之主、支流上。而大型崩場地多集中在和平鄉，地質上屬漸新世之水長流層及白冷層，其岩性主要為輕度變質的石英砂岩、硬頁岩及板岩，由於受到強烈的地質構造作用，使得節理或劈理均發

達，岩性破裂（詳圖 1 及圖 2）。

地形：由於大甲溪上游區域之河床坡度較陡，主流水量充沛，下切作用強大快速，使得主流兩岸河谷陡峭，平行河谷坡面的節理發達，增加邊坡之不穩定性，容易發生崩塌。

3.921 地震及桃芝颱風之影響：921 地震後，使得節理發達的岩層更為破碎，而民國 90 年桃芝、納莉及 93 年敏督利颱風所帶來豐沛的雨量，使得原已不穩定的邊坡坍塌，或原已破壞的邊坡產生

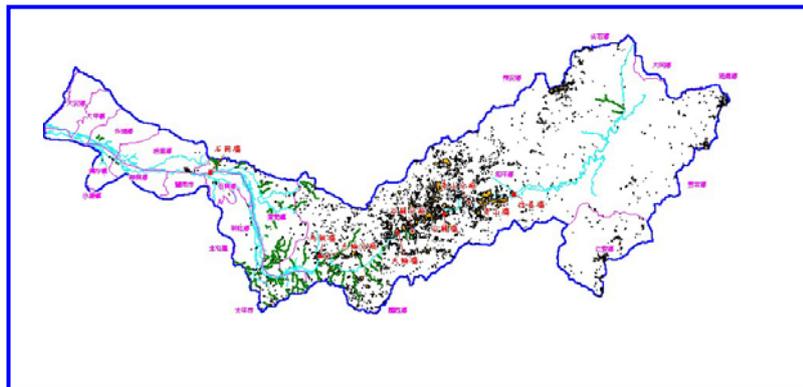
第二次坍塌造成大甲溪流域內沿岸集水區崩塌、土石大量下移處處可見，大量土砂堆積於河川中游無法清運，其中台八線谷關至德基段之損毀更阻礙重建工程之進行，在既有崩塌地未達穩定之前因桃芝颱風猛烈暴雨與逕流沖刷，加劇自然之沖蝕作用，擴大原來 921 震災後新生之崩塌地範圍，因此，每遇中大規模豪雨即有可能造成中下游之土砂災害。



參自：經濟部水利規劃試驗所(2003)之「大甲溪流域聯合整體治理規劃」

圖 1.大甲溪流域地質圖

Figure 1. Ta-chia river geology map



參自：經濟部水利規劃試驗所(2003)之「大甲溪流域聯合整體治理規劃」

圖 2.大甲溪流域崩塌地及土石流潛勢溪流分布圖

Figure 2. Ta-chia river landslide area and potential mudflow distribution map

研究區域與方法

一、研究區域概況

本研究選為試區之大甲溪位於台灣本島之中西部，北鄰大安溪，南界烏溪，流域面積 1,235.73km²，主流全長 140.21km，主流河床平均坡降約 1/60，流域內山地與台地約佔 90%，平地僅佔 10%；主流發源於中央山脈之次高山(海拔 3,884m)及南湖大山(海拔 3,740m)，分水嶺多在 3,000m 以上，為典型之急流河川；流域內行政轄區涵蓋宜蘭縣大同鄉、南投縣仁愛鄉及台中縣等 13 鄉鎮市。本溪最上游為南湖溪，至太保久附近與伊卡丸溪匯合後始名大甲溪，復流經梨山、佳陽至德基，河幅明顯變寬；德基水庫以下則呈帶狀流經谷關、白冷、馬鞍至東勢；東勢以下河段為本溪出山谷沖積扇河段，主要流經都會平原區域，過石岡後蜿蜒流向西北，於南埔(大安鄉)和北投厝(清水鎮)附近注入台灣海峽(詳圖 3)。

二、研究方法

(一)圖資比對

以航空照片圖資作為災害判釋詳如圖 4、圖 5。

(二)水文分析與統計

敏督利颱風豪雨之最大時雨量超過重現期距 200 年，其中雪嶺雨量站最大二日暴雨量 1,610 mm、艾利颱風豪最大二日暴雨量 1,225 mm。1993 年大甲溪治理規劃報告之暴雨頻率分析係針對石岡站分析平均最大一、二、三

日暴雨頻率分析。水規所(2000)於「大甲溪九二一地震災後治理規劃檢討」中，亦曾針對石岡站分析其最大二日暴雨頻率(詳表 1)。依據水規所(2004)「敏督利颱風水文分析報告」之分析成果，敏督利颱風於大甲溪流域所降之雨量(自七月一日~七月四日)均相當大，依 1993 年大甲溪治理規劃報告中所分析的三個流量控制點天冷、石岡及大甲溪河口，利用等雨量線法分別分析最大 24、48 及 72 小時之暴雨量之分析成果如表 2。

依據大甲溪治理規劃報告中針對一、二、三日暴雨所作之頻率分析成果內插而得敏督利颱風暴雨量約略估計為最大 24、最大 48 及 72 小時暴雨量皆大於重現期距 200 年。

本次分析以地貌瞬時單位歷線法推求主要控制點之洪峰流量。依據大甲溪治理規劃報告中所分析之天冷、石岡及大甲溪河口洪峰流量頻率分析成果(詳表 3)，敏督利颱風豪雨所造成之流量相當大，均大於重現期距 200 年，由此可想見其造成大甲溪流域災害之降雨量情形。

結果與討論

台灣地區河川流域坡陡流急且中上游之地質環境欠佳，加上降雨之空間變異性大且集中，常導致其中下游地區遭受淹水及土砂災害。1999 年 921 大地震更造成台灣中部地區河川集水區崩塌而致土體結構鬆散，使得河川發生災害之潛勢增高。

針對大甲溪敏督利颱風災後治理規劃遭遇之問題及致災原因討論如後：

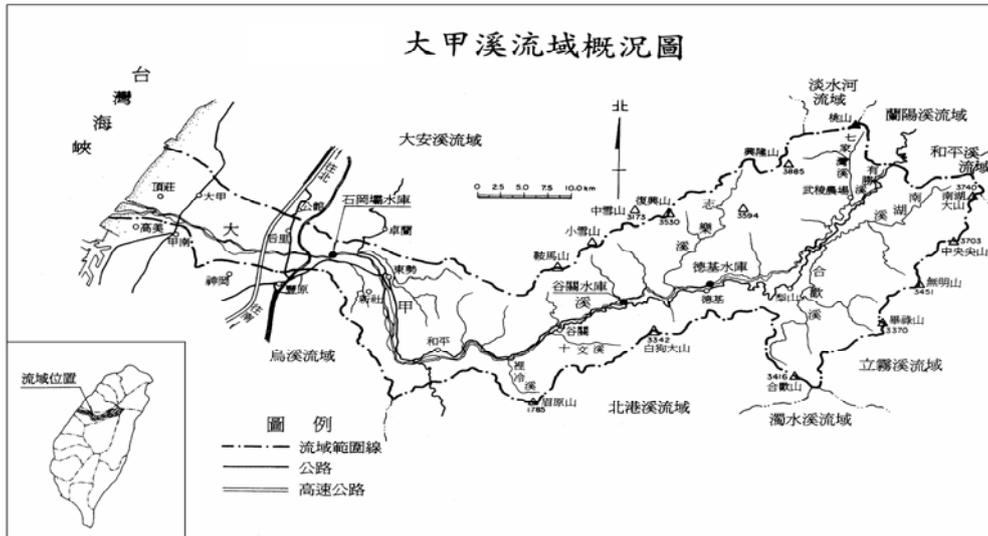
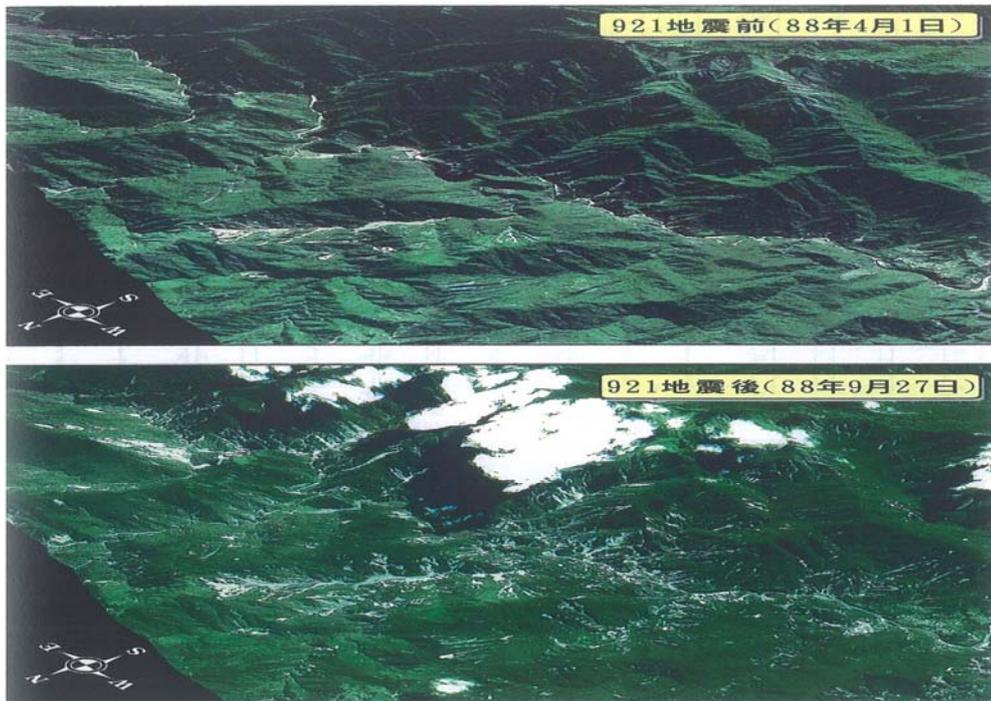


圖 3. 大甲溪流域概況圖
 Figure 3. Ta-chia river map



資料來源：中央大學太空及遙測中心

圖 4. 大甲溪流域九二一地震前後崩塌地分布比較圖
 參自：水規所(2003)之「大甲溪流域聯合整體治理規劃」
 Figure 4. Ta-chia landslide area map comparison before with after earthquake-921

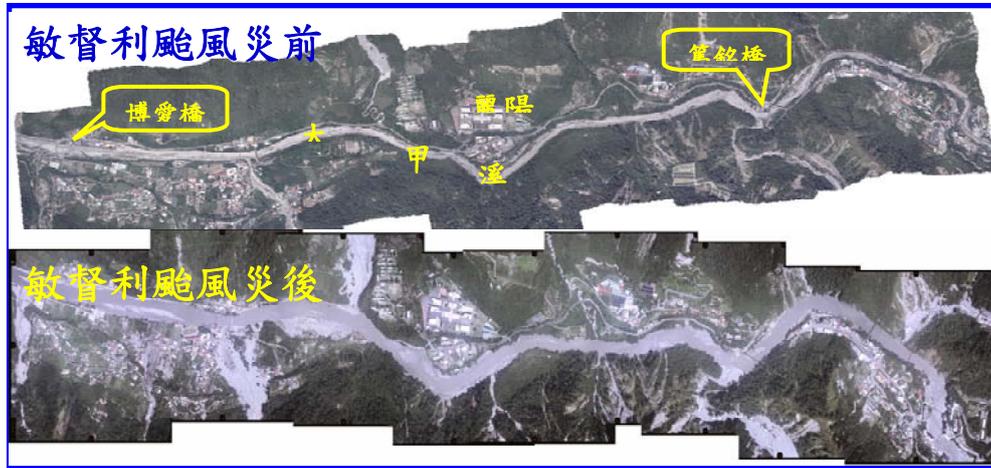


圖 5. 大甲溪敏督利前後松鶴、谷關河段航拍比較圖

Figure 5. Ta-chia river between songhe and googwan comparison photos before with after typhoon Mindulle

表 1. 石岡站集水區平均最大一・二・三日暴雨頻率分析表(參自水規所(2004))

Table 1. Segun station water collection area mean max. 1, 2 and 3 days storm rainfall frequency analysis table

站名	大甲溪流域平均	石岡		天冷
平均一日暴雨量	517.66	517.66	大於重現期距 200 年	519.06
平均二日暴雨量	648.75	648.75	大於重現期距 200 年	657.50
平均三日暴雨量	821.63	821.63	大於重現期距 200 年	834.84

表 2. 大甲溪敏督利颱風平均暴雨量(單位：mm) (參自水規所(2004))

Table 2. Ta-chia river mean storm rainfall during typhoon Mindulle

資料來源	82 年報告			89 年報告
	一日(mm)	二日(mm)	三日(mm)	二日(mm)
重現期距(年)				
200	443	613	724	613
100	405	565	662	565
50	366	517	600	517
20	314	451	518	451
10	273	399	455	399
5	230	341	389	341
2	164	254	288	254
1.11	97	160	187	160

表 3. 大甲溪敏督利颱風洪峰流量分析比較表(參自水規所(2004))
 Table 3. Comparison of peak flow analysis of Ta-chia river for typhoon Mindulle

控制站	集水 面積(Km ²)	洪 峰 流 量 (cms)								敏督利颱風
		200年	100年	50年	20年	10年	5年	2年	1.11年	
天 冷	953.8	8,840 (9.27)	8,000 (8.38)	6,900 (7.23)	5,600 (5.87)	4,500 (4.72)	3,400 (3.62)	1,980 (2.08)	910 (0.65)	11,274 (大於200年)
石 岡	1,056.89	9,800 (9.27)	8,800 (8.33)	7,600 (7.19)	6,200 (5.87)	5000 (4.73)	3,800 (3.60)	2,200 (2.08)	1,000 (0.95)	12,467 (大於200年)
河 口	1,235.73	11,500 (9.31)	10,300 (8.34)	8,900 (7.20)	7,300 (5.91)	5,900 (4.77)	4,500 (3.64)	2,600 (2.10)	1,200 (0.97)	13,067 (大於200年)

註：括號中之數值為比流量(cms/km²)

一、外在問題

(一)土砂災害河川之土砂生產環境難以掌握

現階段國內土砂災害河川之集水區基本資料缺乏，無法準確研判河川土砂生產特性，亦無法獲得基本參數以供經驗、理論公式推估集水區崩積之土石總量及河道輸送之土石量。

(二)集水區整體水土環境惡化問題

921 地震及桃芝颱風後，中部區域集水區崩場地、土石流及地下水等地形及地質因素惡化，流域內土砂生產量增加，對未來流域整體治理規劃是一大挑戰。

(三)水文、氣象變遷所帶來之洪水量不確定性問題

由於近年來地球溫室效應加劇，集水區內降雨量延時、空間分布不均，颱風豪雨事件降雨總量大且強度集中。除造成各河川流量及含沙量變異性大，常

釀成土砂災害。此外亦造成局部區域之乾旱期增長。

二、內在問題

(一)傳統之河川束洪、導洪治理策略不適用土砂災害河川之問題

大甲溪於日據時代已開展防洪工作，惟依日據時代河口地形圖顯示（詳圖 6），大甲溪出山谷河段（東勢以下河段）為廣大之出口沖積扇，經過河川長年之自我調整，已呈穩定之動態平衡狀態，日據時代晚期及光復後，河川之治理規劃大多採用束洪、導洪之治理措施，已破壞河道之動態穩定平衡，而一連串之水庫建設亦使河性大幅改變，故局部河段之土砂淤積、沖蝕災害難以避免。

(二)河川治理權責整合問題

台灣的集水區及河川治理方法有其歷史沿革及傳統包袱，主要的治山防洪

事業大抵延續自日據時代以來的基礎，惟傳統的方法，証之今日，似無法滿足社會多元化之需求，茲歸納其主要問題如下：

1. 流域治理有分工而無協調及整合。
2. 重災害治理而輕生態及保育。
3. 治理方法上，偏重下游河川之束洪手段，輕忽上游集水區的蓄水保土。

(三)防洪預警系統建置之問題

大甲溪為典型之急流河川，亦為土砂災害河川，目前尚未建置防洪預警系統，以致颱風期間無法即時研判區域災害潛勢，嚴重影響防汛資源分配、防洪工程搶修及救災時效。

(四)土砂災害河川治理規劃數值模式適用性問題

土砂災害河川於颱風期間，其洪峰水流為高含砂水流流況，國內外對於高含砂水流之機制及流況尚無法全然掌握，故仍無法模擬高含砂水流的流況。

(五)河川自然生態問題

台灣河川坡陡流急，河川特性及土砂生產環境複雜，加上防洪工程設計強度之不確定性等因素，致使工程人員面臨防洪安全與自然生態之兩難窘境，治理規劃措施及防洪工程規劃設計常偏向防洪安全之保守側，常遭環保人士及團體所詬病。

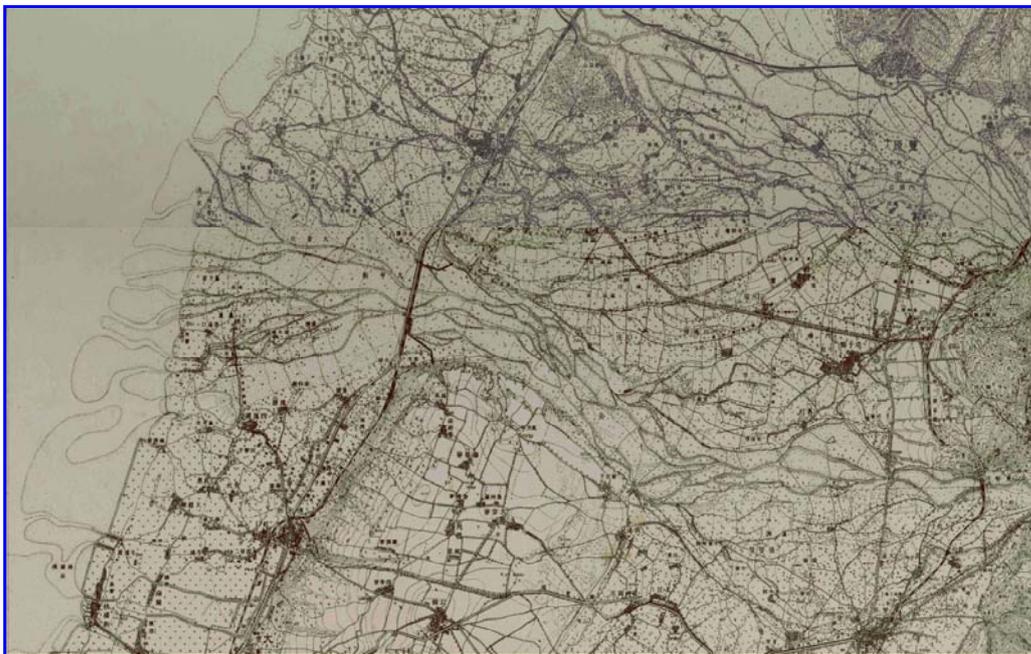


圖 6.日據時代大甲溪河口軍用地形圖（參自：水規所）

Figure 6. Ta-chia river military topography near river mouth area in Japan-occupation time

結論與建議

針對九二一大地震後治理規劃上所遭遇之問題，未來大甲溪治理策略除配合中央之國土復育策略外，應有以下新思維具體作為：

一、外在問題之處理

(一)依以往治理規劃成果，採用以遙測為主並以傳統測量調查方法為輔進行集水區基本資料補充測量調查（含情勢調查），建置集水區整體之 GIS 資料庫，以供後續治理規劃檢討措施之重要依據。

(二)採用敏督利、艾利颱風災後航拍圖以航照判釋法重新判釋集水區崩塌地、土石流潛勢溪流，可充分掌握集水區土砂生產來源及特性。

(三)以可靠度分析並檢討現有水文測站之地理分佈特性，提出規劃建置現代化之水文觀測設備，以改進水文觀測技術及資料傳輸機制，以即時掌握水文氣象區域變異性及降雨量時間、空間分配不均之趨勢，並可做為防洪預警系統之重要數據來源。

二、內在問題之處理

(一)土砂災害河川之治理策略，首在源頭之整治、蓄水保土措施、主河道中上游及支流野溪出口處之攔蓄土砂，以避免中下游主要河道發生土砂災害。故治理上不應只採用傳統之束洪、導洪為主要原則，而應視天然河性、水文水理、土砂生產特性、災害主因等因素而因地制宜，間採用滯洪儲砂區、洪氾區管制、

河道整理、河川管理、囚砂區等手段，方能有效減少中下游之土砂災害。

(二)建立流域整體治理及管理機制

大甲溪中上游河段於七二水災時發生嚴重之土砂災害，為確保未來大甲溪流域近、中程治理目標能確實達成，建議成立專責之流域管理機制，以統合流域內治理權責劃分、治理規劃、治理工程實施等事項。

(三)建置防洪預警系統

完整之防洪預警系統，包含：降雨觀測及預報模式、逕流預報模式、水庫防洪時期運轉模式、河川洪水預報模式、展示及決策支援模式等五項主要作業模式。運用大甲溪流域之相關雨量、水位、抽水站及系列之水庫操作、氣象局之颱風動態、雷達雨量觀測等資料，能在颱風豪雨期間，快速進行模擬預報並提供 1~6 小時之雨量、逕流量、河川流量與水位等預報資料，以掌握颱風動態與整個流域之水文資訊，供防洪應變相關作業運用。另建置利用淹水潛勢資料，輔以定量降雨預測，研判可能致災之範圍與程度，應可於短期內發揮較大之防洪預警功效。未來防洪預警系統除考量淹水預警功能外亦應考量結合集水區土砂管理模式，以達到減少水患及土砂災害之目標。

(四)研究、建置高含砂水流行為模式，模擬颱風期間高含砂水流之流況及輸砂機制，以供後續擬定治理策略之參考。

(五)綜合國內外河制定理及經驗法則，統一訂定自然生態工法之設計準則，做為治

陳文福、謝伶娟、彭壽奇：大甲河流域敏督利颱風洪災因初探與新思維治理策略之研究

理規劃及工程設計之依據。

參考文獻

1. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (1993), 「大甲溪治理規劃報告」。
2. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2000), 「大甲溪九二一地震後治理規劃檢討」。
3. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2003), 「大甲河流域聯合整體治理規劃」。
4. 經濟部水利署第三河川局 (2004), 「七二水災大甲溪馬鞍壩至天輪壩河段治理方針」。
5. 經濟部水利署第三河川局 (2004), 「大甲溪谷關河段處置計畫」。
6. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2004), 「敏督利颱風水文分析報告」。
7. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2006), 「大甲溪治理方案論壇」。
8. 行政院農業委員會林務局東勢林區管理處 (2005), 「阿邦溪整體治理規劃工程(含第一期應急工程設計監造)」。
9. 黎明工程顧問股份有限公司 (2004), 「七二水災對大甲河流域影響之初步評估檢討」。
10. 林勢雄 (2004), 「河川疏濬對生物棲地之影響研究-以大甲溪長青橋至篤銘橋河段為例」, 國立中興大學土木工程學系碩士論文。
11. 張哲銘 (2004), 「921 地震後大甲河流域全方位治理之研究」, 國立中興大學水土保持學系碩士論文。
12. 張黎方 (2000), 「大甲河流域水資源運用之研究」, 國立臺灣大學環境工程學系碩士論文。
13. 莊善傑 (2004), 「大甲流域的山崩在颱風與地震事件中與地質環境之對應關係」, 國立臺灣大學地質科學系碩士論文。
14. 陳家暉 (2002), 「台灣中部大甲溪上游森林集水區水文特性之研究」, 國立中興大學水土保持學系碩士論文。
15. 蔡真珍 (2001), 「大甲溪 921 地震崩塌地植生復育之研究」, 國立中興大學水土保持學系碩士論文。
16. 胡婷雅、林文賜、林昭遠 (2002), 「應用 SPOT 衛星影像於 921 地震崩塌地植生復育之評估」, 水土保持學報, 第三十四卷, 第一期, 第 71~81 頁。
17. 吳輝龍、施純富、蔡真珍、劉昌文 (2003), 「集水區崩塌地治理優先順序之研究」, 水土保持學報, 第三十五卷, 第二期, 第 187~198 頁。
18. 黃文騰、陳奕煌、鄭皆達、陳文福、蔡喬文 (2005), 「艾莉颱風後阿邦溪集水區整體治理規劃」, 水土保持學報, 第三十七卷, 第四期, 第 399~412 頁。
19. 張義敏、彭壽奇 (2005), 「從地質觀看大甲河流域土砂生產量」, 水利 (15), p100~104。

96 年 2 月 20 日 收稿

96 年 3 月 10 日 修改

96 年 3 月 16 日 接受