

「七二水災災區調查與復建策略研擬」

專案報告

第一冊 報告主文

執行單位：中國土木水利工程學會

中華民國 93 年 9 月 7 日

專案工作成員

召集人：陳振川 理事長

專案執行長：鄭富書 教授

專案副執行長：林銘郎 教授

綜合組委員：洪如江教授、張石角教授、王鑫教授、鄭欽龍教授、段錦浩教授、陳宏宇教授、顏聰校長、游繁結教授、林國峰主任、蔡長泰教授、王仲宇教授、廖志中教授、李清勝教授、陳信雄教授、林美聆教授、李維峰副所長、黃金山顧問、張長義教授、李三畏理事長、簡俊彥理事長、蔡寶山理事長、余榮生理事長

大氣水文森林組：林國峰教授、李清勝教授、陳信雄教授、許銘熙教授

防救災組：李維峰副所長、陳天健教授、連惠邦教授

大甲河流域組：林美聆教授、林俊全教授、陳宏宇教授、許銘熙教授、陳正興教授、林銘郎教授

大安溪烏溪(北港溪)組：廖志中教授、王仲宇教授、李錫堤教授、董家鈞教授、黃安斌教授、潘以文教授、楊錦釧教授、林志平教授

濁水河流域組：顏聰校長、林其璋院長、游繁結教授、林呈教授、蘇苗彬教授、黃景川主任、陳昶憲教授、楊明德教授

荖濃溪(高屏溪)：蔡長泰副院長、謝正倫教授、詹錢登教授、李德河教授、蔡光榮教授、陳時祖教授

土木水利學會：朱嘉義祕書長、來慧敏、王惠娜

支援組：張芳銘、何明憲、江惠新、石秉根、賴美君、趙啟宏

摘要

行政院經濟建設委員會有鑒於 93 年 7 月 2 日敏督利颱風帶來近年罕見豪雨及災害，造成中南部五條主要河川大甲溪、大安溪及烏溪(北港溪)、濁水溪、荖濃溪(高屏溪)等流域，嚴重山崩、土石流及洪汛，人民生命財產遭受損失嚴重。特委託中國土木水利工程學會，成立「七二水災災區調查與復建策略研擬」專案研究，邀請相關學者及專家緊急分赴各地災區調查，進行有關災害範圍與災害項目調查，並蒐集相關資料。接著進行致災原因分析，從而釐清災害產生之機制與控因；透過對致災原因之瞭解，從專業面建議政府有關：復建策略、復建項目的執行優先次序；並針對特定復建課題，建議復建有關之緊急、短、中長期作法。

本專案工作對復建策略考量，乃從上位之國土利用策略出發，進而檢討執行面之運作現況，作為後續復建工作原則訂定之重要參考。主要工作項目與成果包括：(1)七二水災全國災情彙整；(2)致災原因分析(敏督利颱風及雨量特性分析、七二水災災情與賀伯、桃芝、納莉颱風災情比較、災害種類與致災原因)；(3)復建策略建議(國土利用策略、復建策略、資源分配策略)；(4)具體作法建議(國土保育、復建工程原則)；(5)個案建議(松鶴、大甲溪台電電廠、中橫公路谷關德基段、大安溪、烏溪、...等)。

同時，針對社會上討論較多之生態工法是否適用問題，本專案亦從專業面出發，從廣域之地質與生態環境變遷，來解析合理之生態工法之功能、角色，從而提出生態工法之定義、目的與作法建議。本研究除了建議復建策略，供政府政策決定參考之外；未來亦將秉持專業立場，持續提供政府有關部門對復建工作有關的技術審查協助。

關鍵詞：敏督利颱風、七二水災、復建、生態工法、防救災

Rehabilitation Strategy for Hazards Induced by Mindulle Typhoon

Mindulle Typhoon swept through Taiwan during June 30 and July 4, brought substantial amount of rainfalls especially in middle Taiwan, induced landslides, debris flow and flooding in the Western Coastal Plain. In turn, these natural phenomena caused a death toll of 29 lives, significant loss of properties and damages to infrastructures and transportation facilities. In order to invest the public resources into the rehabilitation mission in economic and efficient ways as well as to ensure a long-lasting service life of the facilities to be invested, the Council for Economic Planning and Development, invited the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering to conduct research and to provide suggestions regarding rehabilitation strategies.

Accordingly, a group of more than 50 professors and experts were gathered to serve for the aforementioned mission. The studied results, presented in this report, include: (1) Statistics on the national wide hazards induced by Mindulle; (2) Analysis on the characteristics of Mindulle Typhoon, the induced hazards and the causes of the hazards as well; (3) Suggestions on the rehabilitation, including strategies on land usage planning, rehabilitation, reasonable allocation of resources and funds; (4) Suggestions on how to prevent or reduce hazards; (5) Further suggestions for particular areas, cases or hazards.

Meanwhile, the clarification about the controversy of eco-engineering is also provided in this research to assist the government in making an adequate policy. Moreover, this research team will also provide necessary assistance in reviewing rehabilitation projects.

Keywords: Mindulle Typhoon, rehabilitation, hazard prevention, eco-engineering.

目 錄

中文摘要

英文摘要

第一章 前 言

- 1.1 專案工作動機 1-1
- 1.2 專案工作架構 1-1
- 1.3 專案工作目的與工作流程 1-2
- 1.4 專案工作人力配置與資源投入 1-4
- 1.5 專案工作執行概況 1-6
- 1.6 專案工作定位 1-6

第二章 災情及調查結果

- 2.1 敏督利颱風與雨量 2-1
- 2.2 全國災情彙整資料 2-4
- 2.3 大甲河流域災情調查成果 2-17
- 2.4 大安溪、烏溪(北港溪)災情調查成果 2-27
- 2.5 濁水溪災情調查成果 2-35
- 2.6 荖濃溪、高屏溪災情調查成果 2-54

第三章 致災原因分析

- 3.1 敏督利颱風及豪雨特性分析 3-1
- 3.2 坡地災害原因分析 3-3
- 3.3 淹水及水利設施災因分析 3-16
- 3.4 七二水災災情與賀伯、桃芝、納莉災情比較 3-36

第四章 復建策略建議

- 4.1 永續發展理念 4-1
- 4.2 國土利用策略 4-1
- 4.3 復建策略建議 4-3

| | | |
|------------|-------------------------------------|------|
| 4.4 | 復建資源分配策略..... | 4-6 |
| 第五章 具體作法建議 | | |
| 5.1 | 國土保育..... | 5-1 |
| 5.2 | 工程復建..... | 5-4 |
| 5.3 | 個案建議..... | 5-11 |
| 5.4 | 結語及其他相關建議..... | 5-25 |
| 附錄一 | 七二水災災區調查與復建策略研擬—大甲溪組 | |
| 附錄二 | 七二水災災區調查與復建策略研擬—大安溪及烏溪組 | |
| 附錄三 | 南豐村及埔霧公路 復建策略建議—廖志中、董家鈞教授 | |
| 附錄四 | 七二水災災區調查與復建策略研擬—濁水溪組附錄 | |
| 附錄五 | 七二水災災區調查與復建策略研擬—高屏溪(荖濃溪)組 | |
| 附錄六 | 七二水災彰雲嘉沿海地層下陷區淹水調查報告書—地層下陷組 | |
| 附錄七 | 豪雨致災勘災及快速復建與減災策略模式建立之要素—林銘郎 教授 | |
| 附錄八 | 松鶴地區災區調查及復建策略研擬—林銘郎、鄭富書、王景平 | |
| 附錄九 | 中橫公路谷關德基段如何浴火重生—林銘郎、鄭富書、劉啟川、張芳銘、王景平 | |
| 附錄十 | 陳有蘭河流域災況調查與復建策略研究—濁水溪組 | |
| 附錄十一 | 生態工法的省思與建議—鄭富書 教授 | |
| 附錄十二 | 地景生態原理及生態系理念指導土地資源使用原則—王鑫 教授 | |
| 附錄十三 | 防救災體系調整與加強—國家災害防救科技中心 | |
| 附錄十四 | 資料自動呈報制度芻議—鄭富書、林銘郎教授 | |
| 附錄十五 | 歷次綜合組會議記錄 | |
| 附錄十六 | 審查意見與回覆 | |

第一章 前言

1.1 專案工作動機

行政院經濟建設委員會有鑒於 93 年 7 月 2 日敏督利颱風帶來近年罕見豪雨及災害，造成中南部五條主要河川大甲溪、大安溪及烏溪（北港溪）、濁水溪、荖濃溪（高屏溪）等流域（如圖 1.1 所示）嚴重洪汛，河堤潰決改道，中橫、南橫多條道路中斷，台中谷關、梨山、南投信義、仁愛、高雄桃源等多處鄉鎮聯外交通中斷，電廠及給水等公共設施嚴重受創，人民生命財產損失嚴重；特邀集相關學者專家緊急分赴各地勘災，進行有關災害範圍與項目調查，蒐集與審議分析災害相關資料，探討災害原因與策略建議，研擬復建工程項目執行優先次序，研訂緊急、短、中長期作法建議等，並擬議具體之復建策略（可包括上位之國土利用策略），作為後續研擬復建工作原則之重要參考。

1.2 專案工作架構

專案工作主要可分為三大要項：災情調查、致災原因分析、復建策建議；因此，專案工作之主要架構為：

- (1) 學者專家分組分區進行災情調查，各組依其災情建立災區調查表，將各災害點之位置及描述彙整，對於資料整合與未來分析資料庫之建立訂立標準與示範作用。
- (2) 議定災情調查行程與分工。由於災情調查講求時效性，對於室內作業之要求度極高，妥善之資料處理與工作分配，利於降低整體作業時間且於現勘工作可提高災害勘查之代表性。
- (3) 災情彙整、討論分析與建議。各流域於地形、地質、雨量及開發情形皆不盡相同，如何依這些不同，選定適當之參數做合理且有效之分析並作為後續復健工程之進行、政策之考量佔有極高參考價值。

整體工作流程如圖 1.2 所示。

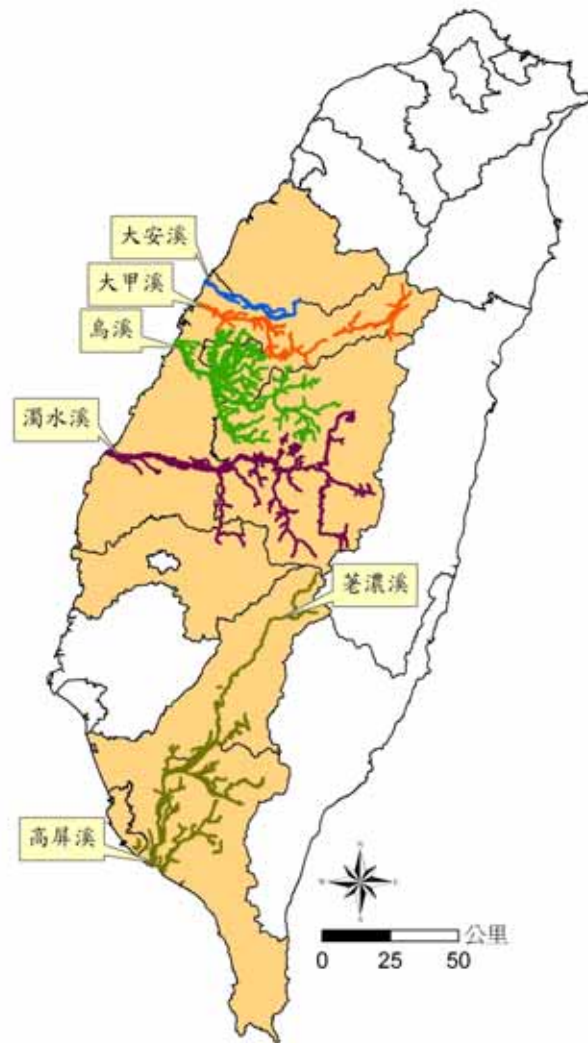


圖 1.1 中南部五條主要河川流域圖

1.3 專案工作目的與工作流程

本案工作目的包括災害資料之調查與彙集、討論與分析及提出成果建議，對於未來災害之調查與處理建立一套應變與分析機制，其主要工作目的有：

- (1) 災害範圍與項目調查。
- (2) 災害相關資料蒐集與審議分析。
- (3) 災害原因探討與策略建議。
- (4) 復建策略（可包括上位之國土利用策略）之擬議。
- (5) 緊急、短、中長期作法之建議。

於本專案工作時程內之重點工作項目有：

- (1) 兩週內提出初步災情調查結果與復建策略報告
- (2) 後續協助審議復建工程之執行

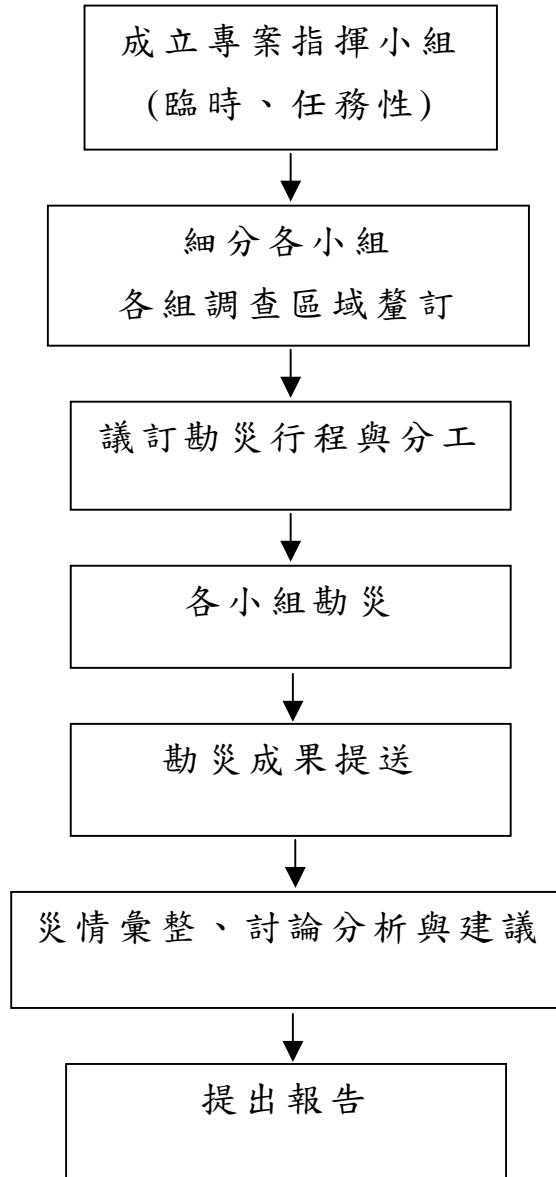


圖 1.2 專案工作流程表

1.4 專案工作人力配置與資源投入

本專案工作之作業極為龐大且複雜，需整合產官學界之力量與資源，共同面對此次艱鉅之挑戰，參與本案之相關單位與人員如表 1.1 所示。

本專案工作除分依個人研究專長分為三個專業組別(綜合組、大氣水文森林組、防救災組)提出專業建議外，於五大流域之現地實勘作業部分，依學校所屬區域及研究地區分為四個分組(大甲溪組、大安溪烏溪組、濁水溪組、荖濃溪高屏溪組)同時調查，以爭取災害調查之時效性，分組成員如表 1.2 所示。

表 1.1 專案工作職別與人員表

| 職 別 | 人 員 |
|--------------------|---|
| 主辦單位 | 中國土木水利工程學會 |
| 專案召集人 | 陳振川理事長 (台大土木系教授兼總務長) |
| 專案執行長 | 鄭富書教授 |
| 專案副執行長 | 林銘郎教授 |
| 綜合組委員 | 洪如江教授、張石角教授、王鑫教授、鄭欽龍教授、段錦浩教授、陳宏宇教授、顏聰校長、游繁結教授、林國峰主任、蔡長泰教授、王仲宇主任、廖志中教授、李清勝教授、陳信雄教授、林美聆教授、李維峰副所、黃金山顧問、張長義教授、李三畏理事長、簡俊彥理事長、蔡寶山理事長、余榮生理事長 |
| 大氣水文森林組委員 | 林國峰教授、李清勝教授、陳信雄教授、許銘熙教授 |
| 防救災組委員 | 李維峰、陳天健、連惠邦教授 |
| 政府單位 (協助勘災提供資料) | 防災辦公室、林務局、水保局、水利署、公路總局、公共工程委員會、地調所、地方政府單位 |
| 專業單位 | 水土保持學會、土木、水利、水保及大地等技師公會代表、顧問公司、台電 |

於工作中所需之行政資源、災區現勘支援與各研究分析資料獲取，包括以下項目：

- (1) 於經建會成立臨時之「專案行政支援組」，並提供統一聯絡窗口（人）透過統一聯絡人，負責居中協調專案工作方向調整與工作進度彙整、各分組調查工作協調與需求提供並指揮各分區相關單位提供响導、車輛、住宿、連絡器材、…等支援。
- (2) 調查工作，部份道路中斷災區則以直昇機支援調查。
- (3) 各區災後航照圖、衛星影像圖。
- (4) 各區基本資料，如敏督利雨量、河川水文資料、地理資訊圖層、損壞工程設施資料、相關災情資料。

表 1.2 依各流域分組成員表

| 組別 | 流域別 | 主要學校 | 領隊 | 成員 |
|----|--------------------|-----------|--------|-------------------------|
| 一 | 大甲溪流域 | 台大 | 林美聆教授 | 林俊全、陳宏宇、許銘熙、陳正興、林銘郎 |
| 二 | 大安溪 烏溪 (北港溪) | 交大 中央 | 廖志中教授 | 王仲宇、李錫堤、董家鈞、黃安斌、潘以文、楊錦釗 |
| 三 | 濁水溪流域 | 中興大學 | 顏聰校長 | 林其璋、游繁結、林呈、蘇苗彬、黃景川、陳昶憲 |
| 四 | 荖濃溪 (高屏溪) | 成大 屏科大 | 蔡長泰副院長 | 謝正倫、詹錢登、李德河、蔡光榮、陳時祖 |

1.5 專案工作執行概況

本專案之主要工作進行，以前兩個月最為密集。第一次召集會議已於 7 月 8 日展開，緊接著進行災區之現勘工作，並於已陸續召開五次會議並討論勘災與分析之結果，提出小組報告。

全案工作執行時程如表 1.3 所示。初期階段之工作重點在於災區之現勘、相關資料之彙集、檢討與未來工作項目之排定修正、工作經費估算等；後期階段之工作重點除資料持續彙整之外，尚包括災後復建工程策略研擬、進一步研究建議及完整報告撰寫等，其細部項目如表 1.4 所示。

專案工作項目與時程排定如圖 1.3 所示。

1.6 專案工作定位

本專案工作所建議之復建策略，旨在提供政府有關復建政策形成之參考。在新政策制定及頒布之前，本專案報告不應影響相關權責機關依現行之「公共設施災後復建工程經費審議作業要點」辦法，由進行相關經費審議，併於敘明。

本專案工作方向，主要在於建議復建策略在財務面、執行面、資源分配面，提出專業建議。對於個案，限於時間、人力及專案工作規模，尚不及於進行個案之規劃與設計；惟對於個案未來復建可能遭遇技術面問題，則加以提出。

表 1.3 專案推動時程表

| 活 動 | 時 間 | 地 點 |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 專案小組召集委員會議 | 7月8日(四) 下午4:00 | 台大土木系 |
| 專案小組第一次會議 (相關單位災情報告) | 7月13(二) 下午1:30 | 經建會 |
| 各組現地勘災時間 (接待單位提供簡報) | 7月10~15日(各小組均 已完成一次以上現勘) | 各流域地區 |
| 各小組會議 | 7月16日(五) 下午1:00 | 台中中興大學 |
| 各小組會議 提分組報告、結論與建議 | 7月17日(六) 下午五時前 | e-mail 交給鄭富書教授 |
| 報告內容討論與整合 | 7月18日(日) | 以各種方式聯絡討論 |
| 提出專案小組初步報告 | 7月19日(一) | 台北市 |
| 第二次綜合組會議 | 7月19日(一) 下午4:00 | 台大土木系 307 室 |
| 大甲溪台電設施災損暨復 建會議 | 7月20日(二) 下午2:00 | 台電大樓 2604 會議室 |
| 經建會提報行政院專案小 組初步報告 | 7月21日(三) | 台北市 |
| 第三次綜合組會議 (報告內容討論與整合) | 7月24日(六) | 台大第二會議室 |
| 各組提交報告(書面) | 8月23日(一) 下午五時前 | e-mail 交給鄭富書教授 |
| 第四次綜合組會議 (分組報告) | 8月28日(六) 早上 10:00~中午 12: 00 | 台大土木系 203 室 |
| 第五次綜合組會議 (綜合討論與整合) | 8月28日(六) 中午 12:00~下午 2:00 | 台大土木系 203 室 |
| 專案期初報告審查會議 | 9月3日(五) 早上 11:00~下午 2:00 | 經建會 610 會議室 |
| 提出專案小組完整報告 | 9月7日(二) | 台北市 |
| 經建會提報行政院專案小 組完整報告 | 10月7日(四) | 台北市 |

表 1.4 主要工作項目與執行概況

| 工作項目 | 執行概況 |
|-----------------|--|
| 災區之現勘 | <p>各流域之調查已完成。</p> <p>交通不便之山區以搭乘直昇機方式較大範圍空拍；路況尚可之其它地區以行車定點拍攝。</p> |
| 資料彙集 | <p>敏督利颱風全省雨量測站資料已彙集完成並已進行總雨量與時雨量分析。</p> <p>衛星影像資-已蒐集華衛二號拍攝之照片。</p> <p>高解析度航空照片(未正射)已蒐集。</p> <p>局部區域(大甲溪、同富村)正射影像已蒐集。</p> |
| 資料流通 臨時資料庫建立 | <p>架設 FTP 站台提供各組與參與之單位機關使用，可自由上下載最新之流動資料與回報成果。</p> <p>各單位已完成建立窗口(聯絡人)，加強意見與資料溝通之效率。</p> |
| 災害原因 初步對策探討 | <p>經由各流域初勘後進行災害原因評估與對策探討之工作，目前已完成。</p> |

| 工作項目 | 7月 | | | 8月 | | | | 9月 | | | | 10月 | | | | 11月 | | | | 12月 | | | | |
|--------------|-------|----|----|-------|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|------|----|----|------|--|
| 現地勘災與調查 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 資料蒐集與彙整 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ———— | |
| 災因分析 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ———— | |
| 分組會議 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ———— | |
| 綜合組會議 | | | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 災後復建工程策略彙整 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ———— | |
| 初步報告撰寫 | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 完整報告撰寫 | | | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 復建經費審查(專業支援) | | | | ———— | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 進一步研究建議 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ———— | | | | |
| 總體完成度 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 完成 | | |

註：..... 為持續進行；———— 為密集進行

圖 1.3 工作時程桿狀圖

第二章 災情及調查結果

2.1 督敏利颱風與雨量

敏督利颱風(MINDULLE)為民國 93 年編號第 7 號之颱風，其於 6 月 23 日在關島西北方海面生成，以偏西方向移動，中央氣象局分別於 6 月 28 日 17 時及 6 月 29 日 23 時發佈海上及陸上颱風警報，最大強度為中度颱風，敏督利颱風於 28 日移速減慢，30 日移向轉北朝台灣東部移動，中心於 7 月 1 日 22 時 40 分左右在花蓮市南方約 20 公里處登陸，次日上午由淡水附近進入台灣海峽，隨後以北北西的方向進入東海，4 日變性為溫帶氣旋。此颱風北上期間於 2 日至 4 日間引進強烈西南氣流，伴隨而來的暴雨對台灣地區造成嚴重的災害。

敏督利颱風路徑如圖 2.1 所示；敏督利颱風於 2004 年 6 月 23 日在關島西北方海面生成，並以偏西的方向朝台灣東部海面接近。中央氣象局於 6 月 28 日 17 時發佈海上颱風警報，隨後於 6 月 29 日 23 時發佈海上陸上颱風警報，此時敏督利颱風已增強為中度颱風，近中心最大風速為 155 公里/時(約 43 公尺/秒)，七級風半徑為 250 公里，並以每小時 8 公里的速度朝西北西方向移動；而到了 6 月 30 日 11 時，颱風行進方向轉北，並於 7 月 1 日 22 時 40 分左右在花蓮市南方約 20 公里處登陸(如圖 2.1)，此時敏督利颱風已減弱為輕度颱風，並於 7 月 2 日上午由淡水附近出海進入台灣海峽，中央氣象局於當日 23 時解除陸上颱風警報。敏督利颱風出海後，以北北西的方向進入東海，並於 7 月 4 日變為溫帶氣旋。

雖然敏督利颱風於 7 月 2 日上午出海，但由其所引進的強烈西南氣流，卻在台灣中南部造成極大的降雨，對台灣地區造成嚴重的災害。圖 2.2 為 6 月 30 日至 7 月 5 日中央氣象局紅外線色調強化衛星雲圖。圖中顯示，6 月 30 日 0 時(圖 2.2a)，敏督利颱風中心位於鵝鑾鼻東南方海面上，主要的對流區位於菲律賓；到了 7 月 1 日 0 時(圖 2.2b)，隨著颱風中心北移，其強度亦略微減弱；當颱風中心登陸後(圖 2.2c)，颱風主要結構遭地形破壞，強度持續減弱，但由於颱風環流、大陸高壓與西南氣流的輻合作用，在南海及台灣南部海面出現了兩個主要的

對流區，並在台灣中南部出現極大的降雨；此現象一直持續到 7 月 5 日才逐漸減緩（圖 2.2f）。

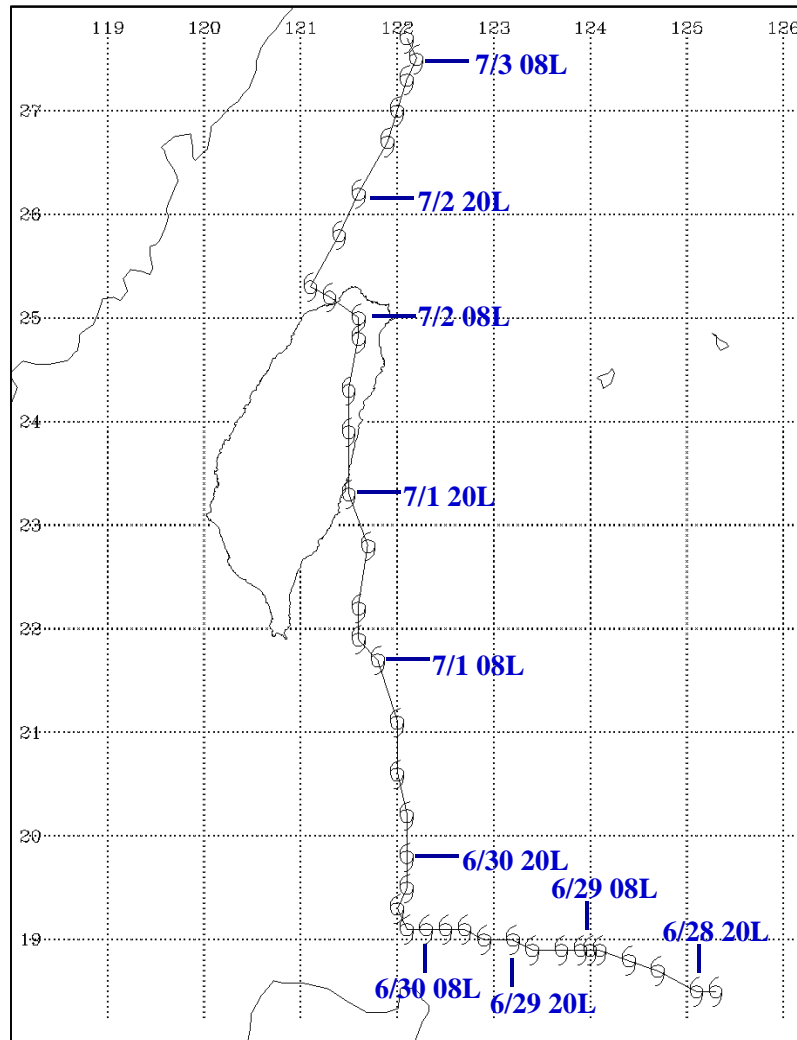


圖 2.1 2004 年 6 月 28 日至 7 月 3 日敏督利颱風路徑圖(中央氣象局定位資料，國家災害防救科技中心)

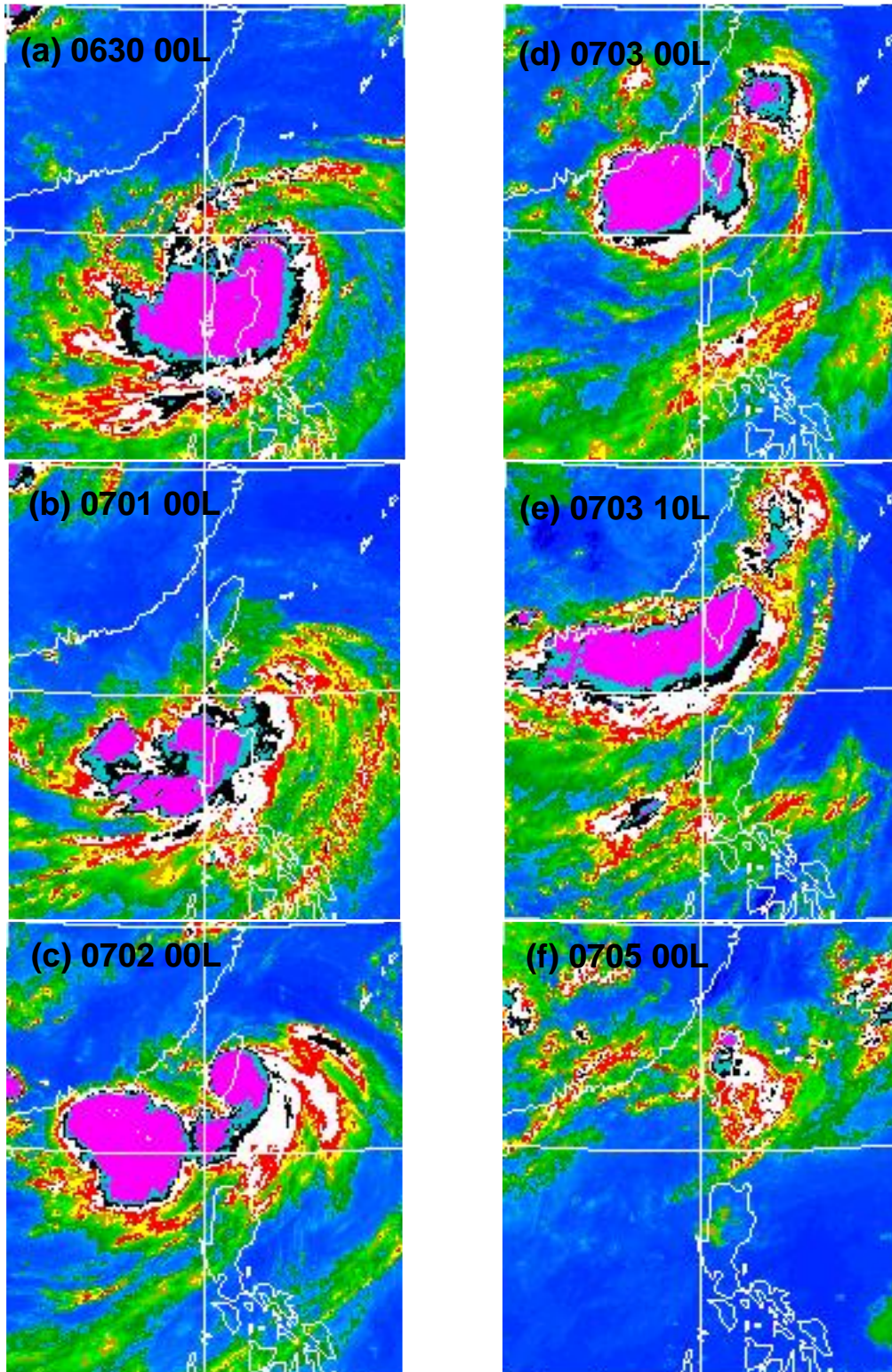


圖 2.2 2004 年 6 月 30 日至 7 月 5 日衛星雲圖(中央氣象局、國家災害防救科技中心)

2.2 全國災情彙整資料

依據「敏督利颱風中央災害應變中心」於民國 93 年 6 月 30 日(星期三)15 時 30 分所發佈之「敏督利颱風災害應變處理報告(第一報)」至民國 93 年 7 月 3 日(星期六)7 時「敏督利颱風災害應變處理報告(結報)」之資料、消防署網站 93 年 7 月 11 日統計之「○七○二水災災害人命傷亡及救援狀況(結報)」，以及經濟部於民國 93 年 7 月 11 日所發佈之「七二水災救災總結報告」，綜合彙整本次颱風災情如下。

2.2.1 人員傷亡

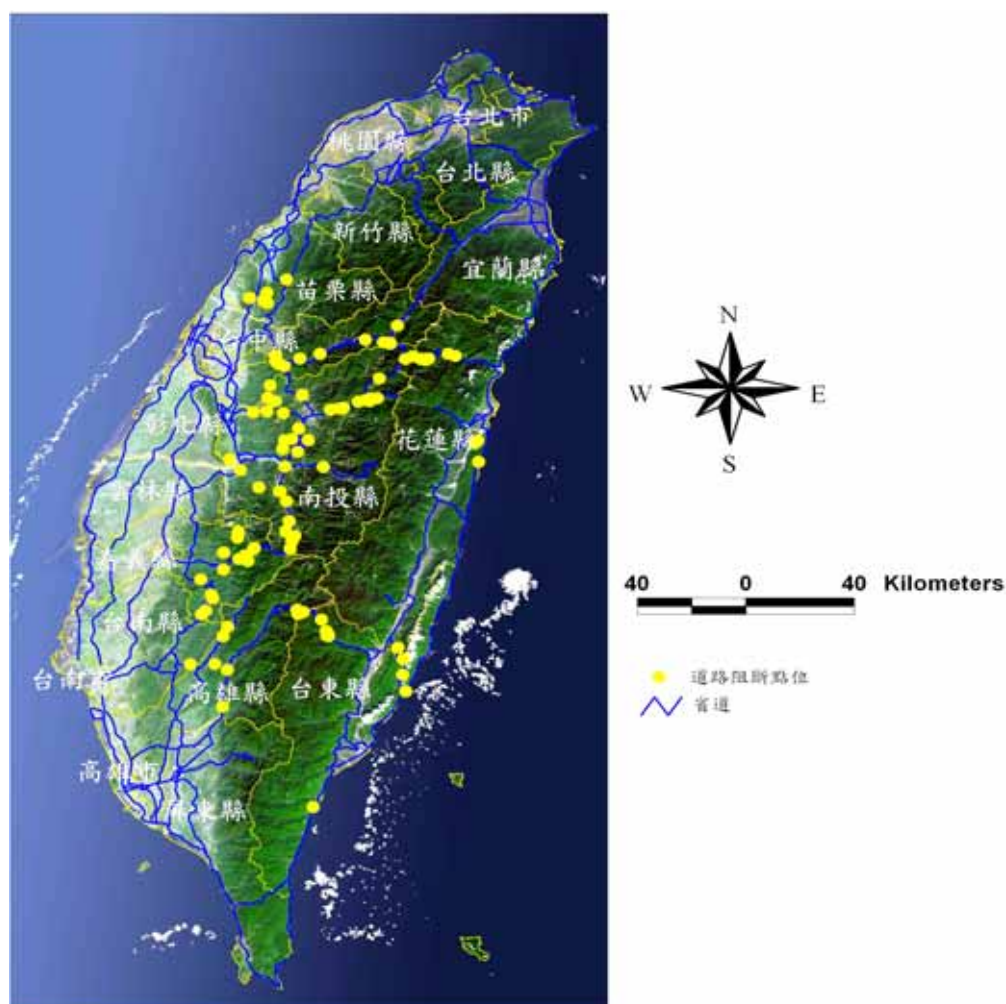
依據「七二水災災害人命傷亡及救援狀況」至 93 年 7 月 11 日 21 時 30 分之統計，共有 29 人死亡、12 人失蹤、16 人受傷。按縣市別整理本次颱風及水災全省死亡、受傷、及失蹤之人數統計，如表 2.1 所示。其中，因落石與土石流災害死亡者 9 人，受傷者 9 人；因洪泛災害死亡者 10 人，受傷者 1 人，失蹤者 9 人。

表 2.1 消防署敏督利颱風與 0702 水災人員傷亡統計表

| 縣市 | 死亡 | 受傷 | 失蹤 |
|-----|----|----|----|
| 台中縣 | 10 | 12 | 4 |
| 南投縣 | 6 | | 7 |
| 嘉義縣 | 5 | 1 | |
| 台南縣 | 2 | 3 | |
| 雲林縣 | 2 | | |
| 台中市 | 1 | | |
| 苗栗縣 | 1 | | |
| 澎湖縣 | 1 | | |
| 嘉義市 | | | 1 |
| 花蓮縣 | 1 | | |
| 合計 | 29 | 16 | 12 |

2.2.2 坡地災害統計

依據交通部統計，颱風豪雨造成省、縣道 36 條道路於颱風期間交通阻斷者，阻斷災害多以山區道路為主，分佈狀況如圖 2.3 所示。詳細統計示於表 2.2，合計達 134 處，其中因公路邊坡坍方或土石流所致者達 101 處。而就行政區域而言，南投縣公路嚴重阻斷者約達 49 處，台中、嘉義縣則各有 14 處，累計全中部地區邊坡坍方災害多達 84 處以上，約佔總數量之 63%。再者，鐵路集集支線路基坍方，而國道二號、四號亦有輕微受損。



資料來源：交通部公路總局

圖 2.3 颱風豪雨造成省縣道路阻斷災害分佈圖(國家災害防救科技中心)

表 2.2 颱風與豪雨災情道路災害統計(公路總局)

| 道路編號 | 崩坍 | 土石流 | 橋樑中斷 | 道路編號 | 崩坍 | 土石流 | 橋樑中斷 |
|---------|----|-----|------|---------|-----|-----|------|
| 130 線 | 1 | 2 | | 台 18 線 | 4 | | |
| 136 線 | 1 | 1 | | 台 19 線 | | | 1 |
| 140 線 | | 2 | | 台 1 線 | | | 1 |
| 147 線 | 1 | | | 台 20 線 | 11 | 0 | 4 |
| 149 線 | 1 | | | 台 21 線 | 14 | 5 | 6 |
| 151 線 | | 1 | | 台 21 甲線 | | 1 | |
| 152 線 | | 1 | | 台 22 線 | | | 1 |
| 158 乙線 | | | 1 | 台 23 線 | 3 | | |
| 159 甲線 | | | 1 | 台 24 線 | 2 | | 1 |
| 162 甲線 | 1 | | | 台 27 線 | 1 | | 3 |
| 168 線 | | | 1 | 台 28 線 | | | 1 |
| 169 線 | 3 | 2 | | 台 3 線 | 6 | | 2 |
| 193 線 | 2 | | | 台 61 線 | | | 1 |
| 台 11 甲 | 1 | | | 台 6 線 | 1 | | |
| 台 14 線 | 5 | 6 | 2 | 台 7 甲線 | 1 | | |
| 台 14 甲 | 2 | | | 台 8 線 | 10 | 7 | 2 |
| 台 14 乙線 | | | 1 | 台 82 線 | | | 1 |
| 台 16 線 | 1 | | 3 | 台 9 線 | 1 | | |
| 合計 | 19 | 15 | 9 | 合計 | 54 | 13 | 24 |
| 總計 | | | | | 134 | | |

於山坡地災害方面，據農委會水土保持局初步調查結果如表 2.3 所示，截至 7 月 17 日止全省山坡地災害計有 1,416 處。其中受創最為嚴重者包括：南投縣計 679 處、台中縣計 283 處、及苗栗縣計有 224 處，三縣崩塌及土石流災害即佔全台 84 % 之數量。而於土石流災害方面，經彙整水土保持局、公路總局、國家災害防救科技中心、與本勘災小組現地勘查資料，土石流災害嚴重者共計為 135 處，其中尤以台中縣與南投縣為最。土石流嚴重者有台中縣和平鄉博愛村松鶴部落、自由村達觀部落、以及南投縣仁愛鄉（南豐村、親愛村、合作村）等五處。

表 2.3 颱風與豪雨坡地災情統計表（陳天健）

| 縣市別 | 土石流 | 崩塌 | 其他 | 災害數目 |
|-----|-----|------|-----|------|
| 苗栗縣 | 4 | 202 | 24 | 230 |
| 台中市 | | 55 | | 55 |
| 台中縣 | 72 | 222 | 4 | 298 |
| 南投縣 | 56 | 631 | 43 | 730 |
| 彰化縣 | | 11 | 1 | 12 |
| 雲林縣 | | 23 | 1 | 24 |
| 嘉義縣 | 2 | 94 | 5 | 101 |
| 台南縣 | | 15 | 10 | 25 |
| 高雄縣 | 1 | 18 | 23 | 42 |
| 屏東縣 | | 2 | 1 | 3 |
| 花蓮縣 | | 14 | 4 | 18 |
| 台東縣 | | 9 | 3 | 12 |
| 總數 | 135 | 1296 | 119 | 1550 |

資料來源：水土保持局（資料截至 7 月 17 日）、公路總局、國家災害防救科技中心、與本勘災小組

2.2.3 淹水與水利設施災情統計

颱風襲擊全省各地，不僅造成多處淹水盈尺，而且造成許多水利設施損毀，本報告彙整經濟部水利署災情通報資料，彙整經濟部水利署災情通報、國家災害防救科技中心與本勘災小組現地調查資料，分就淹水與水利設施災情說明如下。

一、淹水災情統計

依據經濟部水利署與國家災害防救科技中心調查顯示，淹水區如表 2.4，包括宜蘭縣（礁溪、壯圍、冬山）、台北縣（三重、樹林、三峽、新莊）、苗栗縣（大湖）、台中縣（太平、大里、烏日、豐原、霧峰）、台中市、彰化縣（員林、大村、花壇、秀水、大城、埔心、永靖、社頭）、

南投(南投市、國姓、草屯、水里、鹿谷)、雲林縣(四湖、台西、麥寮、崙背、二崙、東勢、蘇桐、褒忠、林內、古坑、斗六、斗南、虎尾、土庫、口湖、水林、北港、元長、大埤)、嘉義縣(中埔、嘉義市、太保市、朴子、東石、布袋、鹿草)、台南縣(鹽水、後壁、義竹、北門、白河、柳營、新營、下營)、高雄縣(六龜、美濃)、屏東縣(萬巒、內埔、竹田、潮州、萬丹、東港)等地區面積共計 65,919 公頃。另台中縣和平鄉、苗栗縣卓蘭鎮(白布帆)、南投縣信義鄉淹水係以土石流性質為主。

主要淹水狀況說明如下：

苗栗縣：卓蘭大安溪潰決溢淹、後龍地區海水倒灌。

台中縣：大肚、太平部子溪、大里溪、頭汴坑溪水暴漲越過堤防、石岡大甲溪排砂道崩塌、烏日、霧峰溪水暴漲、后里大甲溪堤防潰堤、潭子旱溪堤防崩塌、豐原旱溪堤防崩塌、和平、新社、東勢大安溪堤防潰決、大里頭汴坑溪水溢堤、龍井、清水大甲溪堤防沖毀、外埔、大雅、神岡。

台中市：大里溪溪水溢堤。

彰化縣：溪洲、大城、芳苑、員林、彰化市、和美等地區與芬園隘寮溪水位暴漲。

南投縣：水里陳有蘭溪堤防潰決、南投市貓羅溪堤防塌陷、民間、仁愛。

雲林縣：麥寮海水漲潮淹水、口湖沿海大排潰堤、土庫、台西海水倒灌及抽水站因進水停電故障、土埤、元長、斗六市大埔溪護岸崩坍、水林、林內大埔溪永淹水。

嘉義縣：新港、水上、番路、中埔石弄溪堤防破損、民雄、朴子、布袋海水倒灌、東石朴子溪破堤及海水倒灌。

二、水利設施災情統計

水利設施災情分為堤防、排水與水庫損壞三部分。海堤、河堤之

破壞型式為破堤、邊坡沖刷及基座掏空等三類為主。水利設施故障損壞則包括水庫及排水系統兩部分。

七二水災屬中央管轄河川部份，以烏溪、大安溪、大甲溪、濁水溪、高屏溪等水系之防洪構造物受損較為嚴重，水利設施災害共 55 件如表 2.5 所示。總計台中、彰化、南投、雲林、嘉義、屏東等地區，河川堤防、護岸沖毀及受損總長度約 27,800 公尺。海岸堤防受損總長度則約 160 公尺如表 2.6 所示。區域排水受損總長度約 2,000 公尺。

而於水庫方面，如表 2.7 示鯉魚潭水庫取水工之擋水閘門鋼纜斷裂，擋水閘門掉落堵住取水口，歷經一週之努力終告修復。石岡壩管理中心則因連續雷擊造成監視電腦主機故障、電話主機故障、水情資訊無法清楚顯示。其次，德基水庫排洪隧道進口前及大壩左右兩側，遭浮木及大量土石阻塞，但並未影響排洪正常操作，大甲溪支流必坦溪有大量淤砂，但未影響排洪運作。

表 2.4 台灣地區七二水災淹水統計表（水利署）

| 縣市 | 淹水區域 | 淹水面積 (公頃) | 淹水深度 (公尺) |
|-----|---|--------------|--------------|
| 宜蘭縣 | 礁溪鄉、壯圍鄉、冬山鄉 | 337 | 0.5~0.7 |
| 台北縣 | 三重市、樹林市、三峽鎮、 新莊市 | 3 | 0.3~1.0 |
| 苗栗縣 | 大湖鄉 | 100 | 0.2~3.0 |
| 台中市 | 西區、南區、 西屯區、南屯區 | 89 | 0.7 |
| 台中縣 | 太平市、大里市、烏日鄉、 豐原市、霧峰鄉 | 262 | 1.3~2.5 |
| 彰化縣 | 員林鎮、大村鄉、花壇鄉、 秀水鄉、大城鄉、埔心鄉、 永靖鄉、社頭鄉 | 6,160 | 0.5~1.0 |
| 南投縣 | 南投市、國姓鄉、草屯鎮、 水里鄉、鹿谷鄉 | 221 | 0.4~1.5 |
| 雲林縣 | 四湖鄉、台西鄉、麥寮鄉、 崙背鄉、二崙鄉、東勢鄉、 莿桐鄉、褒忠鄉、林內鄉、 古坑鄉、斗六鎮、斗南鎮、 虎尾鎮、土庫鎮、口湖鄉、 水林鄉、北港鎮、元長鄉、 大埤鄉 | 42,114 | 0.3~2 |
| 嘉義縣 | 中埔鄉、嘉義市、太保市、 朴子市、東石鄉、布袋鎮、 鹿草鄉 | 10,921 | 0.1~1.5 |
| 台南縣 | 鹽水鎮、後壁鄉、義竹鄉、 北門鄉、白河鎮、柳營鄉、 新營市、下營鄉 | 5,110 | 0.1~3.0 |
| 高雄縣 | 六龜鄉、美濃鄉 | 383 | 0.3~1.5 |
| 屏東縣 | 萬巒鄉、內埔鄉、竹田鄉、 潮州鎮、萬丹鄉、東港鎮 | 219 | 0.4~0.5 |
| 合 計 | | 65,919 | |

表 2.5 經濟部水利署河堤災情查報

| 地點 | 時間 | 河川名稱 | 設施名稱 | 損壞情況 | |
|-----|----------|----------|------------|-----------------|---|
| 苗栗縣 | 大湖鄉 | 07031800 | 後龍溪 | 恭敬橋 | 上下游右岸蛇籠護岸沖毀約 30 公尺 |
| | 頭屋鄉 | 07041600 | 後龍溪支流沙河溪 | 曲洞橋 | 下游左岸崩坍二處約 100 公尺 |
| | 大湖鄉 | 07052300 | 南湖溪 | 大窩橋 | 上下游護岸受損 400 公尺 |
| | 獅潭鄉 | 07061000 | 後龍溪支流鹽水坑溪 | 八角林段至汶水段 | 護岸破損 200 公尺 |
| | 銅鑼鄉 | 07071400 | 雞隆河 | 石坑護岸 | 左岸石籠沖毀約 150 公尺 |
| | 大湖鄉 | 07081400 | 大湖溪 | 南段護岸 | 右岸基腳淘空坍塌約 150 公尺 |
| | 大湖鄉 | 07082400 | 後龍溪 | 彼岸橋 | 上游石籠護岸沖毀 60 公尺 |
| 台中市 | 東區 | 07030800 | | | 堤後淹水 |
| | 北屯區 | 07031700 | | 松竹橋 | 上游右岸蛇籠及石籠遭沖毀損壞約 200 公尺 |
| | 北屯區 | 07031800 | 港尾溪 | 水堀頭一號橋 | 上游右岸 150 公尺處崩塌 20 公尺 |
| | 西屯區 | 07040100 | 港尾溪 | 員寶庄圳支線護岸 | 0+380-0+440 段沖毀 60 公尺 |
| | 西屯區 | 07040800 | 港尾溪 | 水堀頭一號柿橋下 | 防洪牆潰堤 30 公尺、牆後掏空 20 公尺 |
| | 南區 | 07041600 | 綠川 | 綠川護岸 | 五權南路 520 巷處兩岸即將潰堤 |
| | 南區 | 07041600 | 麻園頭溪 | 護岸 | 潰堤 |
| | 西屯區 | 07041600 | 筏子溪 | 江西厝護岸 | 沖毀 90 公尺 |
| | 西屯區 | 07041800 | 港尾溪 | 員寶庄圳支線 | 0+380-0+440 段沖毀 60 公尺、右岸護岸 0+660-0+700 段沖毀 40 公尺 |
| | 北屯區 | 07041900 | 大里溪 | 台中市犬原路東豐路口大里溪堤岸 | 破損 |
| 西屯區 | 07051100 | 港尾子溪 | 高速公路下游左岸護岸 | 沖毀 30 公尺 | |
| 彰化縣 | 芬園鄉 | 07041400 | 貓羅溪 | 茄荖堤防 | 利民橋下游右岸 500 公尺處堤防沖毀 80 公尺 |
| 雲林縣 | 北港鎮 | 07031100 | | 北港二號水門 | 無法使用 |
| | 古坑鄉 | 07031100 | | 中庄堤防 | 農田水圳水門旁樹枝阻礙水流 |
| | 口湖鄉 | 07031500 | | 大排 | 蔦松大排水井段潰堤長度 20 公尺，高度 2.5 公尺、尖山大排湖口段潰堤長度 15 公尺，高度 2.5 公尺 |
| | 斗六市 | 07031700 | 石牛溪 | 朝陽堤防 | 受洪水衝擊崩塌危及民房安全 |
| | 口湖鄉 | 07032400 | | 棧梧大排 | 潰堤約 100 公尺 |
| | 林內鄉 | 07041900 | 急水溪 | 新營堤防 | 水門無法關閉 |
| | 林內鄉 | 07051500 | 乾溪 | 下竹圍二期堤防 | 工程樁號 0+900 處堤外坡坍塌 |
| | 林內鄉 | 07051500 | | 竹圍三號 | 下游 100 公尺處護坡及路基掏空 |
| 古坑鄉 | 07071100 | 石牛溪 | 朝陽堤防 | 受洪水衝擊崩塌危及民房安全 | |

資料來源：經濟部水利署

表 2.5 經濟部水利署河堤災情查報(續)

| 地點 | 時間 | 河川名稱 | 設施名稱 | 損壞情況 | |
|-----|----------|--------------|-----------------------|--|----------------------------------|
| 台中縣 | 太平市 | 07030800 | | 水位溢流橋面 | |
| | 豐原市 | 07031000 | 旱溪 南陽路堤朝陽橋 | 上游右岸 10 公尺，崩塌約 20 公尺、下游右岸 30 公尺，崩塌約 40 公尺 | |
| | 潭子鄉 | 07032100 | 旱溪 嘉興橋 | 上游左岸 100 公尺崩塌約 60 公尺 | |
| | 東勢鎮 | 07032200 | 大安溪 四角林堤防 | 中段潰堤 200 公尺 | |
| | 大甲鎮 | 07032200 | 大甲溪 豐洲堤防 | 國道四號道路 6.5k 附近，路堤堤坡下滑約 2 公尺、長度約 30 公尺 | |
| | 石岡鄉 | 07032400 | | 石岡壩 | 左岸排砂道崩塌 |
| | 后里鄉 | 07040800 | 大甲溪 舊社堤防 | 破堤 500 公尺 | |
| | 后里鄉 | 07040800 | 大甲溪 正隆護岸 | 上方土石崩落約 20 公尺 | |
| | 豐原市 | 07040900 | 旱溪 中正公園一號橋 | 下游右岸潰堤約 150 公尺 | |
| | 東勢鎮 | 07040900 | 大安溪 水尾堤防 | 堤尾前坡遭水沖毀 60 公尺 | |
| | 清水鎮 | 07040900 | 大甲溪 客庄堤防 | 1+600~鐵路橋附近，沖毀 250 公尺 | |
| | 豐原市 | 07041700 | 港尾溪 員寶庄圳支線 | 左岸護岸 0+380~0+440 段沖毀 123 公尺、右岸護岸 0+660~0+700 段沖毀 53 公尺 | |
| | 神岡鄉 | 07050900 | | 豐洲堤坊 | 潰堤 300 公尺 |
| | 后里鄉 | 07051400 | 大安溪 土城堤防 | 前堤坡基腳掏空 | |
| | 潭子鄉 | 07070900 | | 嘉興橋 | 下游 10 公尺處右岸 50 公尺蛇籠護岸全部沖毀，河道部份阻塞 |
| | 東勢鎮 | 07071800 | | 四角林堤防 | 連絡道策涵通洪量不足 |
| | 后里鄉 | 07071800 | 大甲溪 正隆護岸 | | 護岸結構疑似有洶空現象 |
| | 潭子鄉 | 07040800 | 旱溪 嘉興橋 | | 下游右岸潰堤約 130 公尺 |
| | 大里市 | 07041800 | 頭汴坑溪 立仁橋 | | 上游右岸水流湍急，有溢堤之虞 |
| | 太平市 | 07042300 | 大里溪 勤益技術學院 | | 附近大排與坪林堤防交會處河道淤積 |
| | 太平市 | 07042400 | 部子溪 三汴堤防 | | 破損 50 公尺 |
| | 太平市 | 07050900 | 部子溪 坪林橋 | | 上游 0+550-0+600 基腳掏空排水溝水門無法開敦 |
| | 潭子鄉 | 07070900 | 旱溪 潭子及豐原交界處 500 公尺 | | 左右岸蛇籠護岸全部沖毀，河道阻塞 |
| 潭子鄉 | 07070900 | 旱溪支流南底溪河道 | | 700 公尺阻塞 | |
| 潭子鄉 | 07071100 | 旱溪 金谿橋下游 | | 300 公尺右岸混凝土護岸破損 10 公尺，河道阻塞 | |
| 大里市 | 07071800 | 大里溪 番子寮堤防 | | 低水護岸破損 80 公尺 | |

資料來源：經濟部水利署

表 2.5 經濟部水利署河堤災情查報(續)

| 地點 | 時間 | 河川名稱 | 設施名稱 | 損壞情況 | |
|-----|----------|----------|-------------|---------------|---|
| 南投縣 | 竹山鎮 | 07031000 | 陳有蘭溪 | | 上安堤防破損約 200 公尺、郡坑堤防破損約 300 公尺 |
| | 水里鄉 | 07031700 | 陳有蘭溪 | 堤防 | 上安堤坊破損約 200 公尺、郡坑堤防破損約 300 公尺 |
| | 鹿谷鄉 | 07041100 | 南清水溝溪 | 清秀橋下游 | 右岸護岸前坡拋石護坦工沖失 150 公尺 |
| | 鹿谷鄉 | 07041100 | 南清水溝溪 | 永豐橋下游 | 右岸護岸前坡護岸拋石護坦工沖失 150 公尺 |
| | 埔里鎮 | 07041300 | 南港溪 | 壽全橋 | 附近為恐災害已吊放混凝土塊 |
| | 鹿谷鄉 | 07041400 | 南清水溝溪 | 清瑞橋 | 右側上游掏空 10 公尺 |
| | 埔里鎮 | 07041600 | 南港溪 | 珠子山二號堤防 | 接近新生橋處破損 |
| | 埔里鎮 | 07041700 | 南港溪 | 南康橋 | 防汛備塊 30-40 塊 |
| | 南投市 | 07041700 | 貓羅溪 | 坪林橋 | 水位高漲，有越堤之虞 |
| | 南投市 | 07041700 | 貓羅溪 | 軍功橋 | 橋墩有漂流物 |
| | 信義鄉 | 07041700 | 陳有蘭溪 | 愛國橋上游 | 左岸護岸於 7/3 毀損 100 公尺 |
| | 竹山鎮 | 07041800 | 清水溪 | 照安寮護岸 | 7/3 毀損 50 公尺 |
| | 竹山鎮 | 07041800 | 清水溪 | 鯉魚尾護岸 | 水防道路於 7/3 塌陷約 10 公尺 |
| | 竹山鎮 | 07041800 | 清水溪 | 福興圳護岸 | 7/3 全斷面沖毀 100 公尺，部份毀損 100 公尺 |
| | 水里鄉 | 07041800 | 濁水溪 | 民和護岸 | 堤頭段於 7/3 遭洪流直沖、毀損 100 公尺 |
| | 水里鄉 | 07041800 | 濁水溪 | 興隆二號 | 7/3 毀損 150 公尺 |
| | 南投市 | 07041900 | 貓羅溪 | 軍功堤防 | 堤防塌陷 |
| | 草屯鎮 | 07050900 | | 土城堤防 | 新舊堤防交接處潰堤 20 公尺 |
| | 埔里鎮 | 07051400 | 眉溪 | 蜈蚣里第 5 鄰 | 附近護岸沖毀約 200 公尺 |
| | 嘉義縣 | 朴子鎮 | 07031000 | 朴子溪 | 朴子堤防 |
| 義竹鄉 | | 07031000 | 八掌溪 | 五間厝堤防 | 防水門無法密合，溪水倒灌 |
| 新港鄉 | | 07032400 | 北港溪 | 中庄堤防 | 樹枝阻塞農田水會水門 |
| 中埔鄉 | | 07040700 | | 後庄排水分洪道 | 取水口淤積砂石及雜木、物 |
| 新港鄉 | | 07041900 | | 中庄堤防 | 農田水圳水門旁樹枝阻礙水流 |
| 中埔鄉 | | 07041900 | 石弄溪 | 忠全橋 | 堤防破損 |
| 水上鄉 | | 07050900 | | 永清二橋 | 水防道路路樹傾倒 |
| 溪口鄉 | | 07051100 | 石龜溪； 三疊溪 | 竹角堤防； 柳溝堤防 | 樁號 1+560-1+570 堤防掏空下陷；樁號 2+500-2+800 段堤內土波土方流失。 |
| 溪口鄉 | | 07051400 | 三疊溪 | 上菜園堤防 | 堤頂下陷 |
| 東石鄉 | 07071000 | 朴子溪 | 塹子堤防（防水堤） | 搶險工程沖毀 60 公尺 | |

資料來源：經濟部水利署

表 2.5 經濟部水利署河堤災情查報(續)

| 地點 | 時間 | 河川名稱 | 設施名稱 | 損壞情況 | |
|-----|-----|----------|------|-----------|------------------------------|
| 台南縣 | 新營市 | 07030900 | 急水溪 | 新營堤防 | 興隆寺附近水門無法關閉 |
| | 新營市 | 07031000 | 急水溪 | 竹埔堤防 | 5+310 水門無法關閉 |
| | 白河鎮 | 07031000 | | 西勢尾堤防 | 淹水 |
| | 學甲鎮 | 07031100 | | 田寮大排 | 水門無法關閉 |
| | 後壁鄉 | 07032400 | | 水門 | 竹新村慈慧寺兩側水門無法開啟 |
| | 永康鄉 | 07041100 | 柴頭港溪 | 排水右岸 | 奇美醫院下游約 200 公尺處砌石護岸滑落約 20 公尺 |
| | 東山鄉 | 07041900 | 龜重溪 | 堤段護岸 | 崩塌至 AC 路面 |
| 台南市 | 北區 | 07031500 | 柴頭溪 | 中正橋至北辰橋左岸 | 台南市政府既設防汛砂包遭溪水沖毀洪水倒灌 |
| 高雄縣 | 美濃鎮 | 07040900 | 美濃溪 | 無名橋 | 下游損毀 100 公尺 |
| | 六龜鄉 | 07041000 | 荖濃溪 | 新威護岸 | 400 公尺沖毀持續擴大中 |
| | 美濃鎮 | 07041100 | 荖濃溪 | 濟公廟護岸 | 約 200 公尺沖毀持續擴大中 |
| | 茂林鄉 | 07041100 | 濁口溪 | 護岸 | 茂管處上汙縣府施作之護岸破壞長度約 37 公尺 |
| | 杉林鄉 | 07041700 | 旗山溪 | 大林護岸 | 長度約 500 公尺沖毀 |
| | 杉林鄉 | 07041700 | | 版產厝護岸 | 長度約 1000 公尺沖毀 |
| | 旗山鎮 | 07051000 | 東港溪 | 左岸龍東橋斷面 | 樁 50 下游 100 公尺處毀壞約 30 公尺 |
| | 旗山鎮 | 07051000 | 濁口溪 | 茂管處 | 上游縣府施作之護岸破壞長度約 37 公尺 |
| | 六龜鄉 | 07051600 | 荖濃溪 | 大津護岸 | 約 1500 公尺沖毀 |
| 屏東縣 | 高樹鄉 | 07040900 | 荖濃溪 | 舊寮一號護岸 | 損毀 |
| | 萬巒鄉 | 07072400 | 東港溪 | 四溝水護岸 | 前坡底部遭洪水掏刷崩落長度約 50 公尺 |

資料來源：經濟部水利署

表 2.6 經濟部水利署海堤災情查報

| 地點 | | 時間 | 設施名稱 | 損壞情況 |
|-----|-----|----------|---------------------|-------------------------------|
| 台中縣 | 大安鄉 | 07051100 | 五甲海堤 | 前坡面下坡段破損 40 公尺 |
| 彰化縣 | 鹿港鎮 | 07042100 | 海埔水防道路 | 淘空 72 公尺 |
| 雲林縣 | 口湖鄉 | 07031000 | 口湖海堤無尾屯 | 堤坊損害 |
| 台東縣 | 台東市 | 06302100 | 公路局興建保護台 11 線之事業性海堤 | 0+010~0+020 及 0+150~0+210 處破損 |

資料來源：經濟部水利署

表 2.7 經濟部水利署水庫災情查報

資料時間 93.7.12

| 地點 | | 時間 | 設施名稱 | 損壞情況 |
|-----|-----|----------|---------|----------------------------------|
| 苗栗縣 | 三義鄉 | 07050600 | 鯉魚潭水庫 | 取水工擋水閘門鋼纜斷裂擋水閘門掉落堵住取水 |
| 台中縣 | 石岡鄉 | 07031000 | 石岡壩管理中心 | 連續雷擊造成監視電腦主機故障、電話主機故障、水情資訊無法清楚顯示 |

資料來源：經濟部水利署

2.2.4 社經損失統計

本節綜合彙整經濟部於民國 93 年 7 月 11 日所發佈之「七二水災救災總結報告」，本次颱風及水災造成社經災情如下：

1. 房屋毀損情形：初步調查房屋受損計有台中市 14 戶、台中縣 35 戶、雲林縣 70 戶、南投縣 69 戶、彰化縣 19 戶、嘉義縣 375 戶、台南縣 8 戶、高雄縣 2 戶、苗栗縣 7 戶，共計 599 戶。
2. 電力狀況：計 213,553 戶停電。
3. 自來水狀況：供水影響戶計有 840,090 戶。設備受損需修復 17,189 戶，於溪水退卻道路通行後，已完成供水。至另受鯉魚潭鋼纜斷落影響，計有 470,440 戶停水。
4. 交通電信災情
 - 鐵路部分：台鐵集集線部份路段路基淘空暫時停駛。
 - 公路部分：省、縣道部分之 37 條路線，計 134 處因坍方落石、土石流或溪水暴漲橋樑或便橋封閉等原因中斷。全省橋樑受損共 27 座。
 - 電信部分：電信基地台電力故障共計 593 台；固網故障累計 13,953 戶。
5. 農業災情：截至 7 月 11 日 20 時止，農業總損失估計約為 97.0573 億元，其中農林漁牧產物及設施損失計 40.6961 億元、農業公共設施損失計 56.3612 億元、其他損失計 0.2719 億元。
6. 工商及國營事業損失：台電約 41 億元、台水公司 0.62 億元；整體工商業損失約 4 億元。
7. 受損學校校數：國中國小共計 489 校。

2.3 大甲河流域災情調查成果

2.3.1 工作執行概況

本團隊於 93 年 7 月 8 日由計畫主持人台灣大學土木系陳振川教授召開各分區召集人會議後組成，分組委員共有六位：台灣大學土木系林美聆教授（專長坡地災害）、陳正興教授（專長大地工程基礎工程）、林銘郎教授（專長工程地質），地理系林俊全教授（專長地形學與工程地形學）、地質科學系陳宏宇教授（專長地質學與工程地質學）、生工系許銘熙教授（專長水利河川工程）等共六人，並由林美聆教授擔任勘災領隊。

本勘災小組隨即於 7 月 10 日由林美聆教授與林銘郎教授隨同經建會張副主委之勘災小組搭直昇機進入大甲溪、大安溪上游、濁水溪及陳有蘭溪上游等勘查災情，林俊全教授則由陸上進入谷關勘災。7 月 12 日本小組召開第一次小組會議，利用直昇機上拍得影像，初步就大甲河流域之關鍵課題及勘災方式交換意見。由於大甲河流域之災損最為嚴重，道路交通狀況最為困難，會中決議商請農委會林務局農林航測所優先拍攝大甲河流域之航空照片，提供作為災情分析參考；會中並決議請陳正興教授聯絡計畫主持人及台電公司，希望台電公司能就大甲溪台電設施災損暨復建提出報告。經計畫主持人陳振川教授與台電緊急聯絡，決定於 7 月 20 日下午將於台電召開大甲溪台電設施災損暨復建會議，討論相關課題。此期間，林俊全教授、陳宏宇教授皆在災區進行深入勘災。而林美聆教授、陳正興教授、許銘熙教授與林銘郎教授則帶領學生及助理進行各項航空照片及直昇機空拍照片判釋及地理地形資料之彙整。為對整體災區有全面性的了解，本團隊於 7 月 19 日晨 8 時，再一次進行直昇機高空勘災。

對於大甲溪沿線現勘作業，已順利於七月初完成，根據災害觀察與進行評估分析，可分為兩大部分作為探討，一為台電大甲溪電廠復健工程，二為中橫公路搶通問題探討。

2.3.2 現勘調查成果

圖 2.4 為大甲溪流域勘災害地點之分佈圖，其範圍包含東勢鎮、新社鄉與和平鄉沿岸之災害，共調查 35 個災害點，每個點位之 GPS 座標點位、受災形式與受災概況如表 2.8 所示，現地調查記錄表與現地照片詳見附錄一。

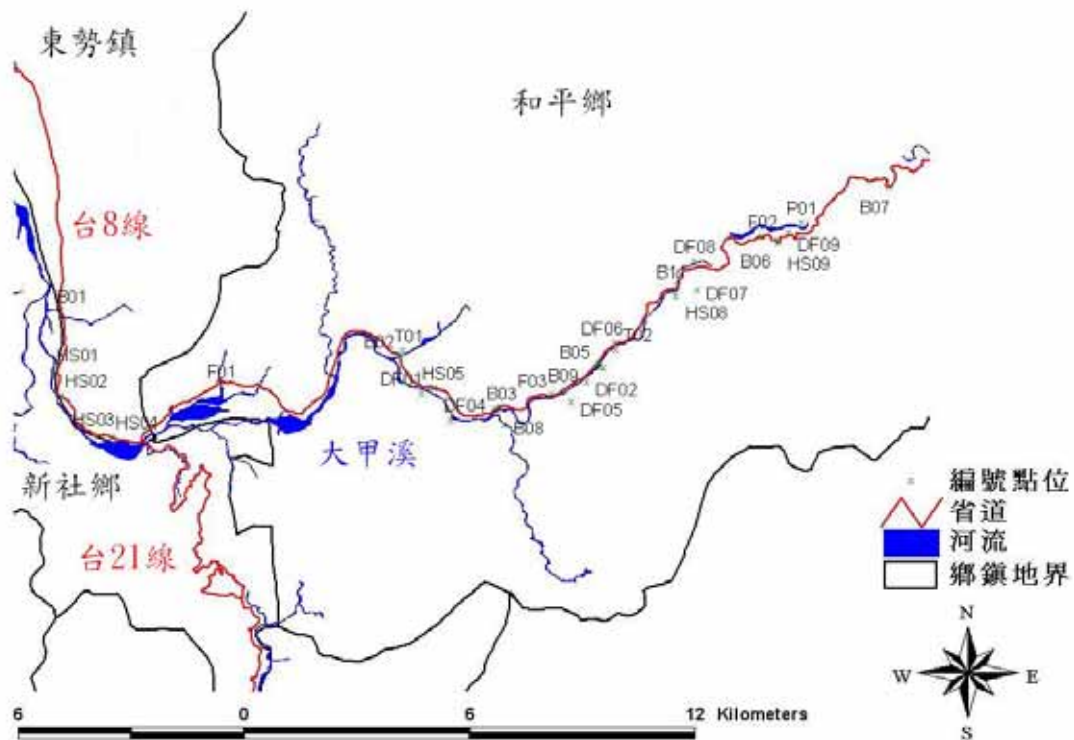


圖 2.4 大甲溪流域災害地點分佈圖

表 2.8 七二水災大甲流域災害調查彙整表

| 編號 | 災害地點 | GPS 座標 | | 災害形式 | 受災概況 |
|------|--------|--------|---------|---------------|---------------------------------|
| | | X | Y | | |
| B01 | 台中縣東勢鎮 | 232855 | 2676526 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 8k 處 永安橋遭沖毀 |
| B02 | 台中縣和平鄉 | 241854 | 2675326 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 23k 處 東卯橋遭沖毀 |
| B03 | 台中縣和平鄉 | 244560 | 2673926 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 26k+750 處 裡冷橋遭沖毀 |
| B04 | 台中縣和平鄉 | 247172 | 2675022 | 土石流災害 洪水災害 | 松鶴橋遭沖毀 |
| B05 | 台中縣和平鄉 | 247071 | 2675032 | 土石流災害 洪水災害 | 松鶴吊橋遭沖毀 |
| B06 | 台中縣和平鄉 | 251915 | 2678416 | 土石流災害 洪水災害 | 穿雲橋遭沖毀 |
| B07 | 台中縣和平鄉 | 254894 | 2679865 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 41k+900 處 馬崙橋遭沖毀 |
| B08 | 台中縣和平鄉 | 244666 | 2673480 | 土石流災害 洪水災害 | 同心橋遭 洪水土石溢過 |
| B09 | 台中縣和平鄉 | 246223 | 2674401 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 28k+700 處 便橋遭洪水、土石溢過 |
| B10 | 台中縣和平鄉 | 247149 | 2675119 | 土石流災害 洪水災害 | 長青橋遭 洪水土石溢過 |
| B11 | 台中縣和平鄉 | 249235 | 2677182 | 土石流災害 洪水災害 | 台 8 線 33k 處篤銘橋 遭洪水土石溢過 |
| T01 | 台中縣和平鄉 | 241932 | 2675459 | 土石流災害 洪水災害 | 東卯溪匯入大甲溪處 白冷國小旁數間民宅遭洪水 沖走 |
| T02 | 台中縣和平鄉 | 247609 | 2675492 | 土石流災害 洪水災害 | 松鶴部落往大甲溪 上游處洪水溢過提防造成 淹水 |
| F01 | 台中縣和平鄉 | 237122 | 2674503 | 洪水災害 | 和平村淹水未退 |
| F02 | 台中縣和平鄉 | 251512 | 2678513 | 洪水災害 | 天輪村淹水未退 |
| F03 | 台中縣和平鄉 | 245920 | 2674267 | 洪水災害 | 台 8 線 28k+400 處 附近淹水未退 |
| P01 | 台中縣和平鄉 | 252545 | 2678891 | 洪水災害 | 谷關地下電廠 被洪水土石侵入淤積 |
| DF01 | 台中縣和平鄉 | 242446 | 2674305 | 土石流災害 | 永安吊橋旁 發生土石流 |
| DF02 | 台中縣和平鄉 | 246823 | 2674615 | 土石流災害 | 松鶴社區後方 遭土石流入侵 |
| DF03 | 台中縣和平鄉 | 247289 | 2674979 | 土石流災害 | 松鶴社區旁遭 大規模土石流入侵 造成嚴重損失 |
| DF04 | 台中縣和平鄉 | 243231 | 2673592 | 土石流災害 | 石屏谷發生土石流 |

| | | | | | |
|------|------------|--------|---------|-------|------------------------------------|
| DF05 | 台中縣 和平鄉 | 246431 | 2674082 | 土石流災害 | 松鶴社區西南方野溪發生 土石流 |
| DF06 | 台中縣 和平鄉 | 247581 | 2675653 | 土石流災害 | 台8線30k+500處 麗陽旁野溪 發生土石流中斷道路 |
| DF07 | 台中縣 和平鄉 | 249772 | 2677088 | 土石流災害 | 佳保溪發生土石流 土石淤滿收費站 |
| DF08 | 台中縣 和平鄉 | 249703 | 2677849 | 土石流災害 | 龍谷發生土石流 |
| DF09 | 台中縣 和平鄉 | 252205 | 2678634 | 土石流災害 | 谷關東方保安分隊旁野溪 發生土石流 |
| HS01 | 台中縣 東勢鎮 | 232734 | 2674932 | 坡地災害 | 台8線9k+700處 石頭滾落掩埋路面 |
| HS02 | 台中縣 東勢鎮 | 232832 | 2674244 | 洪水災害 | 台8線10k+800處 龍安橋附近路基流失約 200公尺 |
| HS03 | 台中縣 東勢鎮 | 233724 | 2673230 | 坡地災害 | 台8線12k處 上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS04 | 台中縣 東勢鎮 | 234206 | 2673135 | 坡地災害 | 台8線12k+500處 上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS05 | 台中縣 和平鄉 | 242666 | 2674464 | 洪水災害 | 台8線24k+400處 路基流失 |
| HS06 | 台中縣 和平鄉 | 242796 | 2674440 | 坡地災害 | 台8線24k+500處 上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS07 | 台中縣 和平鄉 | 244393 | 2673902 | 坡地災害 | 台8線26k+600處 上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS08 | 台中縣 和平鄉 | 249224 | 2676913 | 洪水災害 | 台8線過篤銘橋 往收費站處 路基流失道路中斷 |
| HS09 | 台中縣 和平鄉 | 251932 | 2678354 | 洪水災害 | 台8線35k+350處 路基流失 |

2.3.3 台電大甲溪復健工程

台電對於新建之建廠評估十分嚴謹而確實，常為土木工程作業之典範，但是改建或復建之經驗是否有一套完整作法呢？因為我們面臨的許多狀況，可能已超出過去的經驗或現有科學定量研究的認知，故需要更多的觀察與研究去了解與找出解決方法如下列幾項：

- (1) 集集地震對地形演育與河川變遷的影響。
- (2) 山區坡地人為開墾與道路修建對坡地穩定、河川變遷與洪水規模的影響。
- (3) 當舊的電廠已服役期滿，是要舊的更新擴建或另覓地新建的決策考量依據為何——工程師可以也必須強調，如果水電資源為國家人民生存所必須，另覓地新建所受到的生態與環保的阻力將會更大。
- (4) 如何汰舊換新——可進行益本評估，然評估時一定要有生態考量。
- (5) 當時經驗借鏡——草嶺大崩山的研究，就是針對水庫回淤與溢流風險了解與評估，就有考慮草嶺大崩山是否會造成取水口與出水口淹沒之情況進行評估。

此次七二水災在大甲溪電廠造成部份淤積，且發電廠受損嚴重，德基、青山、谷關及天輪電廠廠房悉遭淹水，災損概況如表 2.9，各分廠災情照片如圖 2.5~圖 2.7。

檢討其主要災因可能有二：

- (1) 921 地震造成大甲溪及其支流沿岸兩側山坡土石鬆動崩塌非常嚴重。
- (2) 每遇豪雨土石即大量沖刷流入河床，造成河床淤高。

| | 頭水高 程(m) | 尾水高 程(m) | 災損情形 | 致災原因 |
|--------|-------------|-------------|--|--|
| 德基壩與電廠 | 1407 | 1245 | 1. 必坦溪土石流 2. 地下電廠廠房淹水 | 尾水下游土石堆積河床淤高至 EL.1251m |
| 青山壩與電廠 | 1245 | 950 | 1. 地下電廠廠房淹水 2. 開關場右側土石崩塌河床淤高至開關場高程(EL.1010m) | 河道淤高，洪水由尾水平壓室出風口(EL.1023m)及廠房出風口(EL.1028m)進水 |
| 谷關壩與電廠 | 950 | 747.8 | 1. 廠房通達道路及吊橋沖毀 2. 地下電廠廠房淹水 3. 開關場左側河床淤高至開關場高程(784m) | 河床淤高，地下電廠廠房滲漏水增加，而施工用電設備遭洪水沖毀無法抽水，致使地下電廠廠房淹水 |
| 天輪壩與電廠 | 747.8 | 555.5 | 1. 天輪壩取水口土石淤積 2. 引水隧道東卯溪渡槽沖毀 3. 尾水出口河床淤高至 EL.560m 影響尾水出口排水 | 1. 天輪壩右側山溝土石流 2. 東卯溪土石流 |
| 馬鞍壩與電廠 | 555.5 | 428 | 1. 馬鞍壩取水口淤積約 7m | |

表 2.9 大甲溪電廠災損概況



圖 2.5 德基分廠災損情形



圖 2.6 青山分廠災損情形



圖 2.7 馬鞍分廠災損情形

此外如以大甲溪電廠原地修復為目標，可針對水資源與電力進行相關檢討，大台中地區之水資源來源是否有替代方案、大甲溪的電力資源是否有替代方案，替代方案的評估包括是否有合適場址、是否引起更大生態災難兩方面思考，而若欲修復電力資源，是否短期內修復，何時是進行修復的最佳時機與最佳方案，可考量技術、經濟及財務、社會輿論接受之可行性，本組於技術上之考量提出幾項建議：

- (1) 可參考溪頭土石流的經驗利用多道防線使崩塌土方無害通過，在控制下的損失，才不會造成災害。
- (2) 高陡岩石邊坡治理對策可利用上下線，將其規劃成良好的現地實驗場所。
- (3) 大型地滑對水庫與其下游的影響須審慎檢討，如沿岸有那些大型山崩，洩洪對下游的影響須及土石流以科學評估。
- (4) 雨量洪水頻率推估技術加強。
- (5) 考量天輪電廠與馬鞍壩、馬鞍電廠的安危。

另復建策略建議如下：

- (1) 大甲溪之水資源為供應大台中地區用水之最主要來源，五座混凝土壩體均未受損，應積極快速整理河道，恢復原有之供水功能。
- (2) 德基水庫具蓄水、防洪與發電功能，目前受損情形較輕微，宜儘速修復災損設備，恢復原有功能。主要復建項目為：必坦溪土石流之整治；水庫內上游集水區之水土保持；水庫下游圍堰右岸山溝土石流之整治。
- (3) 針對七二水災發電系統之災損應研擬具體可行之復建計劃：對於輕度受損之電廠可集中全力予以快速修復運轉；對於中度受損之電廠亦應盡量予以修復；對於受損嚴重之青山分廠則建議應待便道搶通後進行詳細調查，再進行修復之效益評估。
- (4) 谷關分廠之復建工程應持續進行，並針對此次七二水災之受災原因與環境變化重新檢討評估，擬定改善計劃，確保復建後整體設施之安全性。

- (5) 台電公司為維護現有設施或進行復建工作所需之通路，應以修復施工便道為原則，不宜大規模整治或擴建，並進行交通管制，以維護人員之安全。
- (6) 就整體性而言，應重新檢討大甲溪河道及河床長期變遷趨勢，對於位於河道內之各項設施所產生之衝擊，以及土石流對電廠相關設施之影響，進行整體之評估，作為後續營運與防災之策略。

2.3.4 中橫公路問題探討（詳見附錄八、九）

以地質觀點而言，中橫以變質巨厚砂岩與頁岩為主，高山峽谷，德基壩、谷關壩之設立皆說明此處岩盤大致良好完整；因此，此區濫墾尚未嚴重，且目前邊坡新鮮裸露、調查分析可利用上下線選適當地點進行現地落石及防治工法實體實驗，並因中橫山區雨量站較為缺乏，宜廣設雨量站進行山崩與雨量之關係研究，作為未來交通管制之依據。

以水電資源與國防交通經濟觀點來看，此路是否修復，尚須進一步長期詳細調查分析評估，從長計議。若為了水電資源的維護，可先搶通供電廠修復之施工道路，不要再擴挖新的路基，而且施工便道一定要注意水的處理，已崩塌的邊坡一定要排導水，尤要避免地表逕流沖刷已挖出之新路基或造成新的路基流失。

以防治工程觀點而言，建議以下幾點做為參考：

- (1) 風化破碎岩坡只要上邊坡坡度小於 70 度，待保護之邊坡坡高小於 100 公尺，可考慮採用型框植生工法，坡度小於 40 度者，可考慮於上邊坡趾處設置擋土牆，增加邊坡之穩定性。
- (2) 風化層不深時，可加打一至二排岩錨，進一步增加邊坡之穩定性，坡上殘留土石、已鬆動之坡面可設法植生，弱面構造主控落石災害之邊坡，應詳加調查，其防治岩錨設計必需針對工址弱面特性加以考量。
- (3) 超過 100 公尺之高陡落石災害邊坡之防治工法考量時，會遭遇設

防護網之腹地有無、噴凝土施工機具揚程是否足夠、重型機具是否可以進入、施工動線規劃不易、是否可找到適當的施工便道以便由上往下施工、現有國內外防護技術可否真正克服等問題，應考慮先擇一二個具代表性地點作為實驗區，進行防治工程之試驗施作與成效評估，新的工法一定要經過評估後，方可大量採行。

- (4) 大量鬆動土石暫棲於上邊坡及河谷之上游段，其在豪雨作用下所形成之土石流二次災害的影響不容忽視。中橫沿線之土石流可分為兩型，山溝型及坡面型，山溝型處理—目前公路之位置多位於流動區居多，一旦發生土石流，極易淘刷路基，可考慮之作法為提高橋樑之淨空，橋樑可考慮加強基礎而採弱樑版，樑版被沖毀後再重新鋪設即可。若為過水路面，路基要夠穩避免土石流發生時造成刷深或淤高擴散，而坡面型處理—目前僅能儘量設法減少坡面沖蝕為主。
- (5) 明隧道之設計、擋土牆之設計，應有如建築結構之強柱弱樑觀念，讓隧道擋、土牆在受超大荷重時能發生大量變形而不潰壞。
- (6) 風險管理觀念要提倡，不安全時要封閉，沿線增闢避難場所及雨時管制。
- (7) 長遠考量如蘇花、太魯閣國家公園、新中橫、東北角濱海公路等，國內仍有其他高陡邊坡有邊坡穩定與防治問題，國外目前研究也少，萬一蘇花、太魯閣國家公園、新中橫、東北角濱海公路發生類似問題時，國內才投入研究可能已經太遲了。

2.4 大安溪、烏溪(北港溪)災情調查成果

2.4.1 工作執行概況

本勘災小組委員共有 7 位：中央大學應地所李錫堤（專長地質邊坡）、董家鈞教授（專長地質水保）、土木系王仲宇教授（專長橋梁工程），交通大學防災工程研究中心楊錦釗（專長水利河川）、黃安斌（專長地工）、潘以文（專長地工）、廖志中教授（專長地工地質）等，並由廖志中教授擔任勘災領隊。

7 月 9 日上午 10 時及 7 月 10 日晚上 6 時 30 分，於交大防災工程研究中心召開勘災行前會議，經由勘災執行單位提供之水保局勘災記錄、及公路局第二區工程處、水利署第三河川局、南投縣政府流域管理局的災害相關記錄及中央大學太空遙測中心劉說安教授提供之最新遙測影像，釐訂勘災重點及路線。會中並決定勘災方式採用以集體勘災、隨即於現場進行討論後，提出建議。

7 月 11 日晨 6 時 30 分勘災小組自新竹出發，展開調查工作；為強化勘災陣容及調查效率，除 7 位委員外，並加入中央大學土木系周憲德教授（專長水文土石流）、大葉大學李俊憲教授（專長橋梁檢測）、交通大學防災中心林志平教授（專長地工調查）、謝德勇教授（專長水利河川調查）及黃明萬工程師（專長大地工程）。

勘災隊伍於 7 月 11 日，除自水利署第三河川局訪談張義敏局長及蒐集資料外，並自大安溪流域下游往上游勘查至泰安鄉象鼻部落止，於午後轉至烏溪支流頭汴坑河流域勘查，該日勘災重點為堤防、道路、橋梁及部份的零落坍方，本日共計勘查 20 個災害點。

7 月 12 日晨一行 12 人轉往烏溪流域繼續往南投縣仁愛鄉及北港溪、眉溪等處勘查堤防及道路等災情，並於午後 6 時完成第一階段之勘災工作，本日共完成 6 個災害點勘查。

7 月 16、17 日本勘災團隊繼續進行第二次勘災，重點為南投縣力行產業道路、台 14 線沿線及烏溪流域部份前次未完成之水利設施及淹水災害調查。本次重點在於崩落、邊波及水保設施，尤於高山農作區。

7月16日主要以力行產業道路、台14線為主，共勘查23個災害點。7月17日除至南投縣政府流域管理局訪談鄭新興局長及蒐集資料外，並勘查筏子溪、貓羅溪、隘寮溪、九份二山等共五點，重點為淹水及坍方。

為對整體災區有全面性的了解，本團隊預計於7月19日晨8時進行直升機高空勘災。

2.4.2 調查成果

本團隊兩次勘災，涵蓋範圍包括大安溪及烏溪流域，總計勘查約55點，勘察點標示於圖2.8，勘察過程中各點災害現況、災害肇因以及處理現況說明詳見附錄二。

綜觀其災害原因最主要為兩大項：

- (1) 高強度長時間降雨造成洪水；及
- (2) 九二一造成地層破碎。

此外，局部災情可歸納出三個造成直接災害的原因：

a. 聚落、住宅及水土保持方面

- 自然地質條件不良
- 位於土石流沖積扇或坡面崩塌影響區
- 位於河道行水區
- 位於河道旁(攻擊岸)
- 坡地超限利用保護措施不足或不當

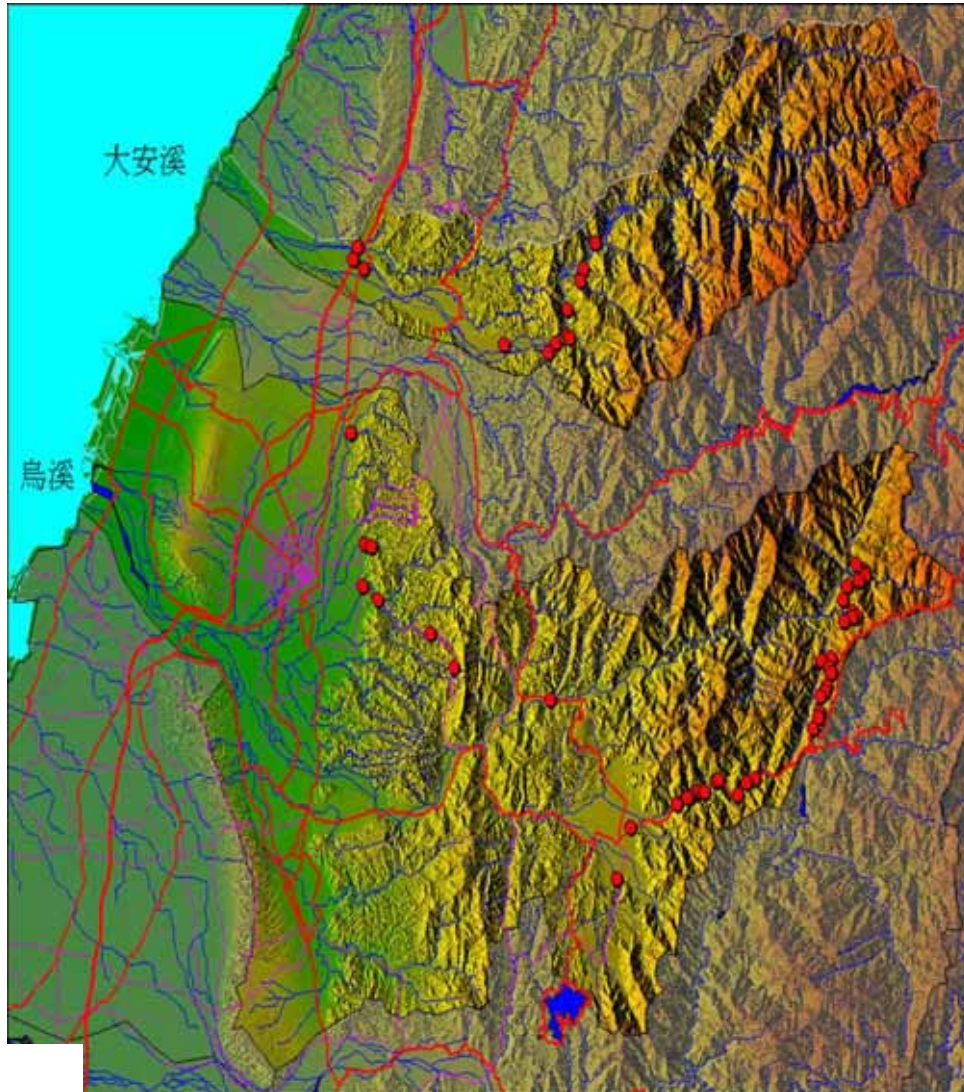


圖 2.8 大安溪及烏溪流域災害勘查點

b. 道路工程方面

- 以力行產業道路為例，道路破壞分為幾種型態：
 - 道路構築於凹谷處，因地層破碎，形成土石堆積，或存有棄土堆積，經洪水衝擊土石造成破壞及堆積於由上而下的連續路面上。
 - 道路通過野溪底部，其上方為野溪，因野溪洪水量過大，攜帶大量土石堆積路面，或局部地方設有排水涵洞，然其通洪斷面不足，造成阻塞，使得土石溢流至路面造成交通中斷。
 - 局部破壞，因表土沖蝕破壞而堆積於路面，或破壞擋土措施。
 - 因下邊坡沖刷或滑動引起形成路基缺口，或路基擋土設施排水不良

造成滑動，亦產生路基缺口現象。

- 力行產業道路不穩定之肇因：
 - 力行產業道路沿走向河谷構築，左岸為劈理發達板岩之逆向坡，由於邊坡潛移使得高角度劈理演變為水平破碎岩層，經洪水沖蝕後，大量崩落於下邊坡。
 - 因 921 地震後造成地層鬆動或破碎，堆積於凹面，本次豪雨後於凹面形成坍滑情況。
 - 因邊坡農作開墾造成土石流失，堆積於凹面，本次豪雨後於凹面形成坍滑情況。
 - 本區的邊坡不穩與力行產業道路的拓寬，使原本已不穩定的邊坡受到擾動，更呈不穩定狀態。

c. 水利 (含淹水災害) 設施方面

- 通洪斷面不足
- 水工構造物方式及配置
- 高挾砂水流與漂流木
- 河道變遷、下切與淤積
- 河道轉彎攻擊護岸
- 跨河構造物處斷面縮減或兩溪匯流

針對以上造成災害的原因，以下有幾點復建策略研擬之建議：

(1) 與治山防洪有關之建議

- 非必要不以人為方式干涉崩塌及運移自然現象。
- 治山防洪管理應以流域為單位。
- 所有工程或開發行為應以避險為上。
- 野溪之土砂堆積量應進行合理之推估，並妥善評估潛在土砂下移量。
- 各野溪之整治率應依實際情況加以估計，無法留在野溪中之土石應適度讓其往下游推移。
- 適度之清淤有利於河道加速平衡，並確保疏洪能力，河道中巨

石應處理，以避免阻塞河道或撞擊橋墩造成損壞。

- 成立專責單位擬妥採砂計畫，開採後標售，以控管採砂過程，並減少砂石利益衍生之爭端。
- 河道行水區之佔用以及高灘地之使用應限制。
- 了解河流屬性，對於主流攻擊河岸處宜進行整流或加強堤基保護。
- 對於重要堤防位於攻擊岸處，基礎設計應特別考慮挾砂水流衝擊及河床下切效應。
- 河道應逐步消能，避免沖刷集中於一處，以減少側向侵蝕或向下刷深。
- 重要水工構造物以及跨河構造物設置，應有審核機制。

(2) 與山區道路開闢相關之建議

- 建立永續道路系統之觀念。
- 山區道路開闢為肇害重要誘因，應儘量減少山區道路開闢。實有必要亦應儘量避免路幅過大。
- 多數道路災害皆與地質調查數量及技術不足有關。應辦理合理數量、足夠精度與採正確方法之分階段地質調查，其對於可行性評估、規劃、分析、設計、施工與營運維護均相當重要。
- 山坡地道路開闢於規劃設計前均強調尊重地形，然而道路設計規範之縱坡與寬度限制，常令設計者無從尊重地形。
- 道路系統規劃、設計與分析，涉及多個專業領域也涉及多個主管機關，因此跨領域專業整合為道路系統成功與否之重要關鍵。
- 可行性分析中成本效益分析，若未計算地質災害帶來之長期成本，將扭曲方案評選結果。
- 通過土石流橋樑(除重要道路)不宜過度保護，否則橋孔淤塞反而造成二側民舍及道路災情。
- 通過土石流潛勢溪流之橋樑應減少橋墩，並考慮土石流之流量與衝擊力。
- 地質災害監測與預警觀念應納入規劃與設計中。

(3) 個別集水區有關之復建策略

■ 大安河流域之復建策略

- 建立永續道路系統之觀念。
- 山區道路開闢為肇害重要誘因，應儘量減少山區道路開闢。實有必要亦應盡量避免路幅過大。
- 多數道路災害皆與地質調查數量及技術不足有關。應辦理合理數量、足夠精度與採正確方法之分階段地質調查，其對於可行性評估、規劃、分析、設計、施工與營運維護均相當重要。
- 山坡地道路開闢於規劃設計前均強調尊重地形，然而道路設計規範之縱坡與寬度限制，常令設計者無從尊重地形。
- 道路系統規劃、設計與分析，涉及多個專業領域也涉及多個主管機關，因此跨領域專業整合為道路系統成功與否之重要關鍵。
- 可行性分析中成本效益分析，若未計算地質災害帶來之長期成本，將扭曲方案評選結果。
- 通過土石流橋樑(除重要道路)不宜過度保護，否則橋孔淤塞反而造成二側民舍及道路災情。
- 通過土石流潛勢溪流之橋樑應減少橋墩，並考慮土石流之流量與衝擊力。
- 地質災害監測與預警觀念應納入規劃與設計中。

■ 烏溪流域之復建策略

- 烏溪之相關問題中尤以力行產業道路之復建最為重要，因力行產業道路為中橫通往梨山之替代道路之一，故維持全線之通暢相當重要。
- 根據現勘結果發現，力行產業道路雖然目前已可通至力行村，然而沿線道路破壞情況處處可見，雖已搶通，未來難保再度破壞，因此，全線詳細評估其作為重要替代道路實有必

要性。

- 通往馬力觀之道路有一大型崩塌地，故尚未搶通，此一大型崩塌對力行產業道路之搶通仍應進一步評估。
- 烏溪下游此次淹水與堤防破壞相當嚴重，除技術性問題亟待改善外(如設置位置、通洪斷面、淤積等問題)，徹底檢討分析下游可自由泛濫與滯洪之區域，調整土地利用政策，避免堤防無限制之加高恐為未來土地利用發展不可避免之趨勢。
- 九份二山根據本組有限勘查所得資訊，不宜驟然提出建議，惟本次水災後觀察得之現象(如固床工以及梳子壩下游之嚴重冲刷問題)，建議應反饋作為堰塞湖天然壩處置對策檢討之重要依據。

- 重大災害應詳細評估，不宜貿然決定原址、原工法重建。
- 工程回歸專業，調查設計與施工之進度掌控不宜有政治干涉。
- 經費編列尊重專業，揚棄經費均分和稀泥心態。
- 復建工程應詳細調查、妥善設計、嚴格監控施工品質，徹底告別低工程費、低品質。
- 災害潛勢區長期調查與劃定應更加重視，並定期檢討。
- 開墾不必然造成崩塌，然而進入高風險區將使得“自然現象”成為“地質災害”。
- 回歸保險制度，利用市場機制導正每遇災害即要政府賠償之心態。
- 因應大尺度環境變遷，工程規劃思維邏輯以及工程設計標準應全面檢討。
- 繼專業分工後，專業間之整合應開始逐步加強。
- 防災工程無法取得土地同意書，宜有配套措施產生同意土地使用之誘因，以利防災工作推展。

以九二一以及桃芝、納莉颱風後之山崩分布情況可知(如圖 2.9 及圖 2.10)，九二一地震造成之崩塌地(藍色)，於桃芝、納莉颱風後明顯擴大(紅色)，部分土砂由野溪流出，此次敏督利颱風帶來豪雨，沖出更多土石而造成災害。

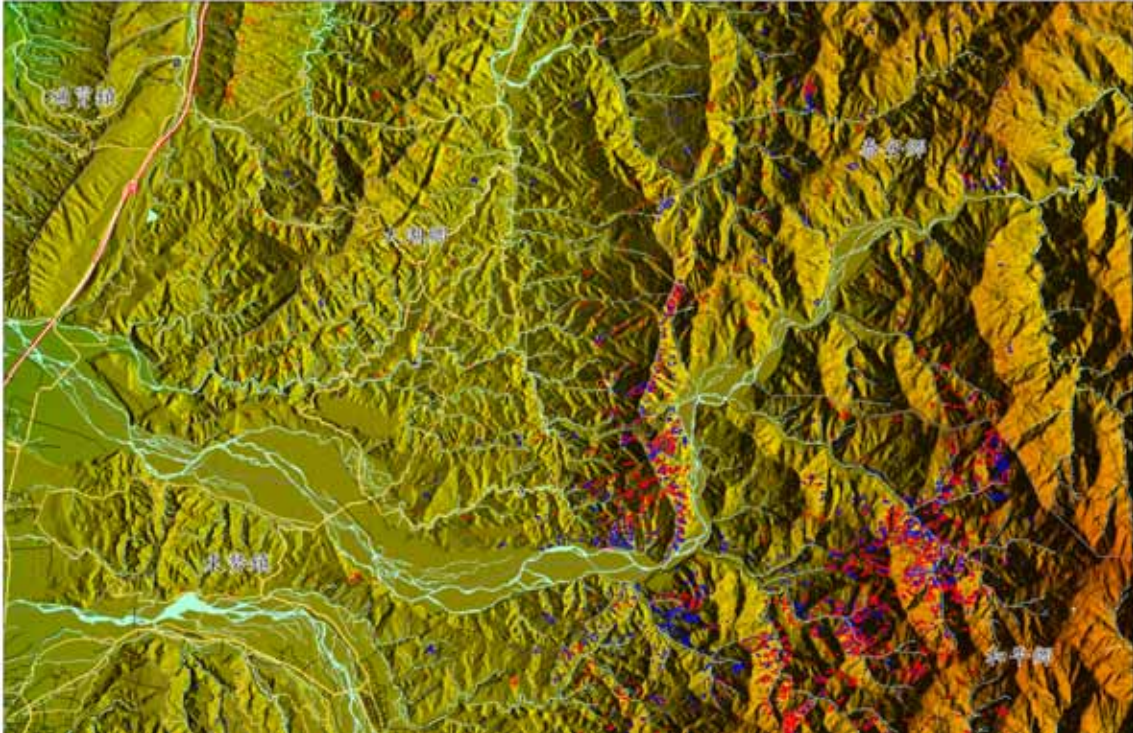


圖 2.9 大安溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置

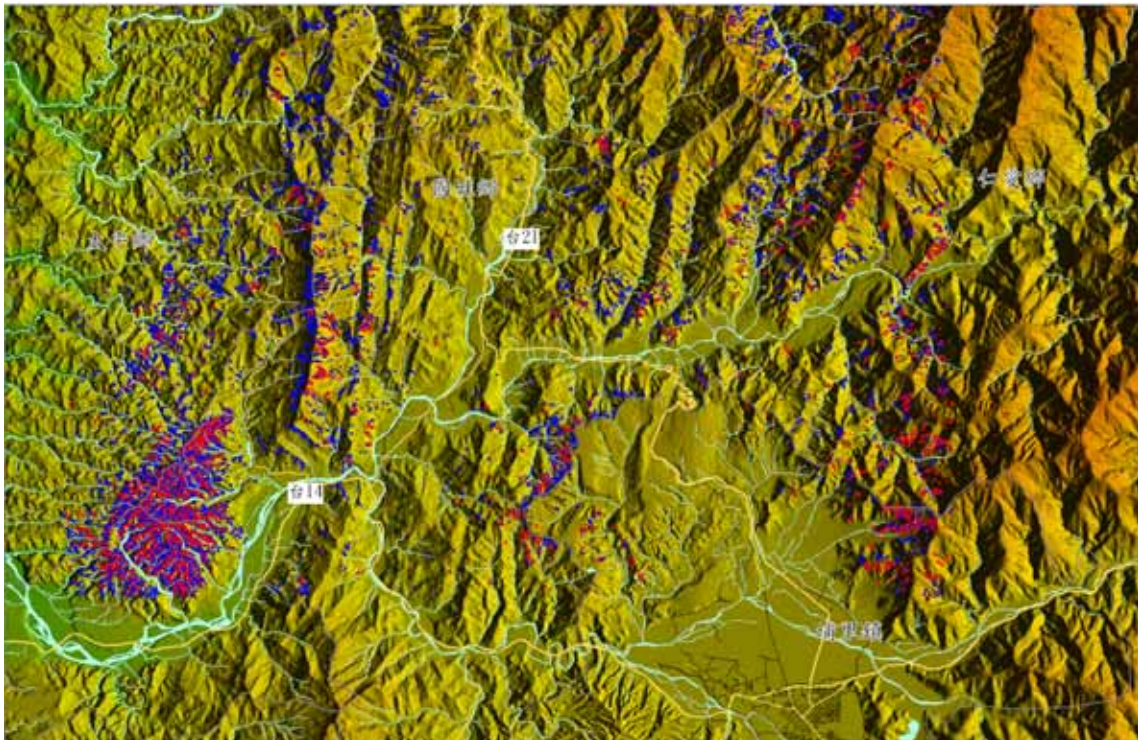


圖 2.10 烏溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置

2.5 濁水溪災情調查成果

2.5.1 工作執行概況

敏督利颱風雖未直接侵襲中台灣，但其所引進之強烈西南氣流卻為台灣中部山區帶來豐沛的降雨，造成各地災情慘重，河岸堤防遭破壞、洪水挾帶土砂、公路路基淘空、山區道路柔腸寸斷，人民的生命財產飽受威脅。

七二水災發生初期，本組林呈教授即深感此次災情將頗為嚴重，7月6日便緊急租用民用直昇機進行空中拍攝，對濁水溪支流陳有蘭溪進行災情瞭解。而林其璋院長亦立即召集中部各大專院校之專家學者，以一步一腳印的精神驅車深入中部各災區勘災，期能以最快的速度掌握災害情況，提供爾後之研究分析。

陸上勘災各小組（中興大學土木系楊明德教授，水保系陳文福教授、陳樹群教授，暨南國際大學土木系劉家男教授、張文忠教授，朝陽科技大學營建系林基源教授、徐松圻教授）持續調查濁水溪流域之災害點，亦提出申請直昇機對陳有蘭溪沿岸；水里鄉上安、郡坑；信義鄉豐丘、同富、神木、東埔；國姓鄉大旗村、北港村、南港村、九份二山；埔里鎮；仁愛鄉；雲林草嶺村、清水溪與草嶺地區進行航照，期能陸上勘災相互配合，對濁水溪流域之七二水災災情做一完整之調查。

2.5.2 災情調查結果

圖 2.11 為濁水溪流域上游-陳有蘭溪現勘災害地點之分佈圖，其範圍由陳有蘭溪上游神木橋至下游郡安橋為止，外加東埔蚋溪 1 點共調查 13 個災害點，每個點位之受災形式、受災狀況與搶修對策如表 2.10 所示。圖 2.12 至圖 2.26 為災害點之災害照片，各災害點之其他現地照片詳見附錄 4-1。



圖 2.11 濁水溪流域重大災害點之分佈位置



[1]

圖 2.12 左：上安堤防位置圖；右：災害現況地面拍攝照片



[2]

圖 2.13 左：愛國橋旁堤防位置圖；右：災害現況空拍照片



[3]



圖 2.14 左：豐丘隧道口位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.15 左：風櫃斗位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.16 左：十八重溪橋位置圖；右：災害現況空拍照片



[4]

圖 2.17 左：陳有蘭溪便橋位置圖；右：災害現況地面拍攝照片



圖 2.18 左：筆石溪橋位置圖；右：災害現況空拍照片



[5]

圖 2.19 左：農富坪橋位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.20 左：羅娜橋位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.21 左：隆華橋位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.22 左：台 21 線 110K ~111K 明隧道段位置圖；右：災害現況空拍照片



[6]



圖 2.23 上：愛玉橋平面位置圖；下：災害現況空拍照片



圖 2.24 左：神和橋平面位置圖；右：災害現況空拍照片



圖 2.25 左：神木吊橋平面位置圖；右：災害現況空拍照片

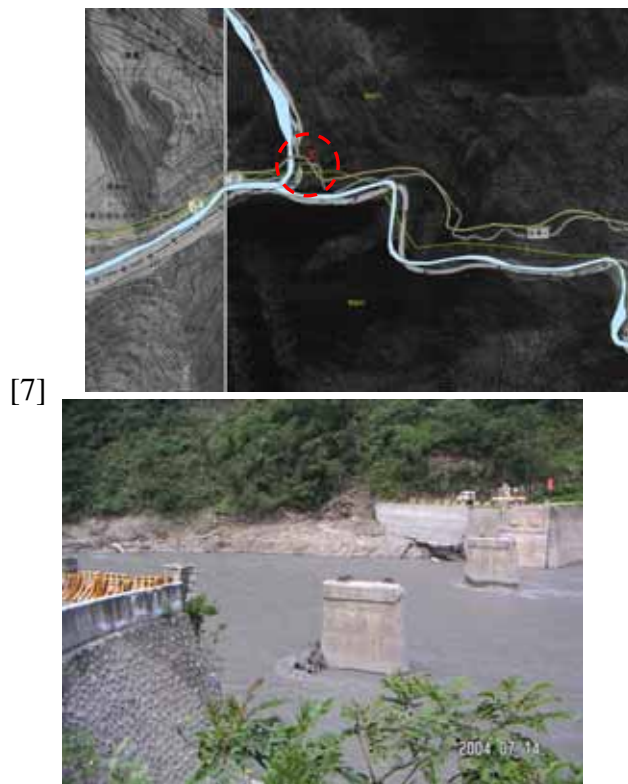


圖 2.26 左：孫海橋平面位置圖；右：災害現況地面拍攝照片

表 2.10 敏督利颱風新中橫公路沿線災害一覽表

| 編號 | 災害地點 | 災害形式 | 受災概況 | 搶修對策 | 調查時間 |
|----|------------|------|-----------|--------|-------------|
| 01 | 南投縣 鹿谷鄉 | 坡地災害 | 邊坡崩塌、路基流失 | 緊急設置便道 | 93.07.06~19 |
| 02 | 南投縣 竹山鎮 | 坡地災害 | 邊坡崩塌、路基流失 | 緊急設置便道 | 93.07.06~19 |

| | | | | | |
|----|------------|--------------------|--|-------------------------------|------------------|
| 03 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 陳有蘭溪、上安村至 郡坑口段堤防遭洪 水衝擊導致潰堤 | 於缺口處拋置混 凝土塊保護 | 93.07.06 |
| 04 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 愛國橋上游堤防遭 洪水沖毀 | 破堤處拋置混凝 土消能工，以防止 災害擴大 | 93.07.06~10 |
| 05 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害 | 台 21 線豐丘明隧道 端南端沙里仙洞橋 遭土石流覆沒橋面 及阻斷道路 | 短期方案為設置 便道、長期方案為 設置溪底隧道 | 93.07.06 ~ 10 |
| 06 | 南投縣 信義鄉 | 坡地災害 | 風櫃斗局部路段土 石崩坍阻斷道路 | 加固道路上、下邊 坡 | 93.07.10 |
| 07 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 十八重溪橋洪流淘 刷河床使橋墩外露 | 緊急設置便道 | 93.07.06 ~ 19 |
| 08 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 陳有蘭溪鋼便橋遭 洪水沖毀 | 緊急設置便橋 | 93.07.06 |
| 09 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 台 21 線筆石溪鋼便 橋遭洪水土石流沖 毀 | 埋設涵管設置便 道 | 93.07.06 |
| 10 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 羅娜橋產生裂縫 | 緊急設置便橋 | 93.07.06 ~ 19 |
| 11 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 農富坪橋兩岸之路 基均遭土石流及洪 水截斷，並造成堤防 嚴重損毀 | 橋梁向兩岸側拓 寬 | 93.07.06 |
| 12 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 隆華橋左岸橋台、護 岸與路基遭土石流 與洪水沖毀 | 橋梁向左岸拓寬 | 93.07.06 |
| 13 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 愛玉橋遭土石流淹 沒，松泉、神和鋼便 橋遭沖毀 | 緊急設置便道或 便橋 | 93.07.06 |
| 14 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 110 k 明隧道北端便 道路基流失 | 緊急設置便道 | 93.07.06 ~ 10 |
| 15 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 神木大橋右岸路基 崩陷，愛玉子橋左岸 橋護岸損毀 | 緊急拋置混凝土 塊護基工 | 93.07.06 |

濁水溪流經南投縣之七二水災災情經初步調查結果，共有洪水災害點：47 處，土石流災害點：87 處，坡地災害點：178 處，合計 312 處災害點。勘災初步調查結果發現濁水溪流域南投縣部份災情較嚴重地區包含竹山鎮、埔里鎮、仁愛鄉、國姓鄉、信義鄉與水里鄉，災情描述如表 2.11。

表 2.11 南投縣濁水溪流域各鄉鎮七二水災災情一覽表

| 鄉鎮名 | 災情描述 |
|------------|-----------------------------------|
| <u>竹山鎮</u> | 主要災害以崩塌地為主，以大鞍及瑞竹兩地最為嚴重。 |
| <u>埔里鎮</u> | 埔霧公路土石流災情嚴重、道路受土砂掩埋中斷。 |
| <u>仁愛鄉</u> | 災情較為嚴重，尚有部份道路路基流失、橋樑沖毀。 |
| <u>國姓鄉</u> | 大規模災害大都發生於無人居住處，尤以省道與產業道路居多。 |
| <u>信義鄉</u> | 重大災情發生地點主要在河流轉彎之沖刷側，以及主、支流匯集之下游處。 |
| <u>水里鄉</u> | 上安至郡坑堤防遭洪水沖毀，影響居民生命財產安全。 |

2.5.3 致災原因分析

經由勘災調查統計，在濁水溪水系內由本次敏督利颱風與七二水災所造成之災害以坡地災害為主，災害類型不同於民國 90 年桃芝及納莉颱風時所造成之土石流災害。推測其原因，可能為 921 大地震後造成之地表鬆動土石，於桃芝及納莉颱風後已大多滑落至土石流堆積區內；因此，此次水災過後土石流災害數已不如以往，反而是豪大雨造成山區土壤含水量趨於飽和，使道路遭崩落土石阻斷。尤其以隸屬於濁水溪流域之陳有蘭溪附近台 16 及台 21，坡地災害最為嚴重。此外，重要橋樑遭洪水侵襲中斷，造成山區對外交通受阻，山區居民無法將農產品對外輸出，嚴重影響農民生計。因此，以下分別對降雨、溪水流量及災害點進行綜合分析。

2.5.3.1 敏督利颱風及雨量特性分析

此次災情主要原因在於超大之降雨量。尤其以高雄縣之溪南雨量站

於 6 月 29 日至 7 月 4 日六天內之累積降雨量達 2093.5mm 為最，而濁水溪上游神木村雨量站之累積雨量也達到 1406mm，高出桃芝颱風期間於神木村測站之 634 mm 及草嶺測站之 406mm 甚多，但低於賀伯颱風於神木村測站之 1986mm (楊明德，2001)。針對濁水溪流域上中下游各一處雨量測站，分析其降雨情形；上游為神木村測站，中游為集集測站，下游為台西測站。圖 2.27 所示為各測站分佈位置及圖 2.28 各測站 7 月 2 日零時起之雨量組體圖。由雨量組體圖得知，神木村測站測得之降雨有兩個尖峰降雨量，第一時間點於自 7 月 2 日零時起 30 小時內，第二時間點於 55 小時，均達到 60mm/hr 之降雨強度，且三測站中以集集測站之降雨強度最高，高達 70mm/hr 以上。

本次颱風降雨自 7 月 2 日零時至 23 時為止以神木站單日累積降雨量 378.5mm 最高，而集集站、台西站分別為 184.5mm 及 178mm。其中神木村當日降雨量與阿里山雨量站 7 月份之平均降雨量 664.2mm 比較已超過其半 (楊明德，2001)，可見敏督利颱風降雨量非常可觀。附錄 4-2 為濁水溪各測站之雨量資料及分析表。

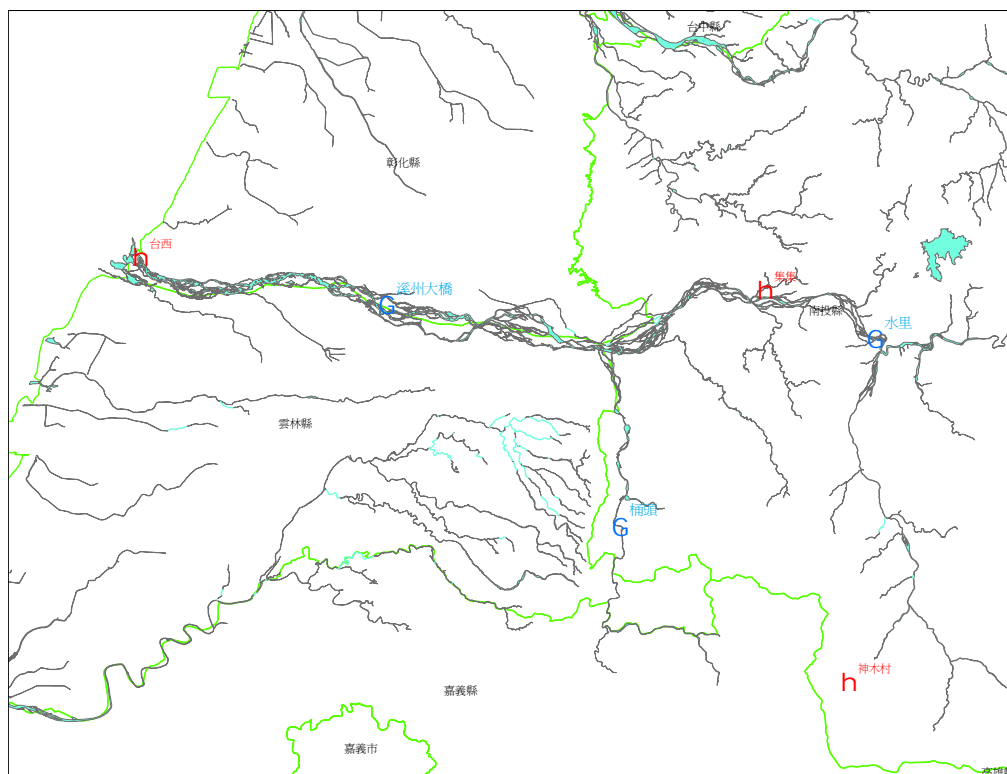
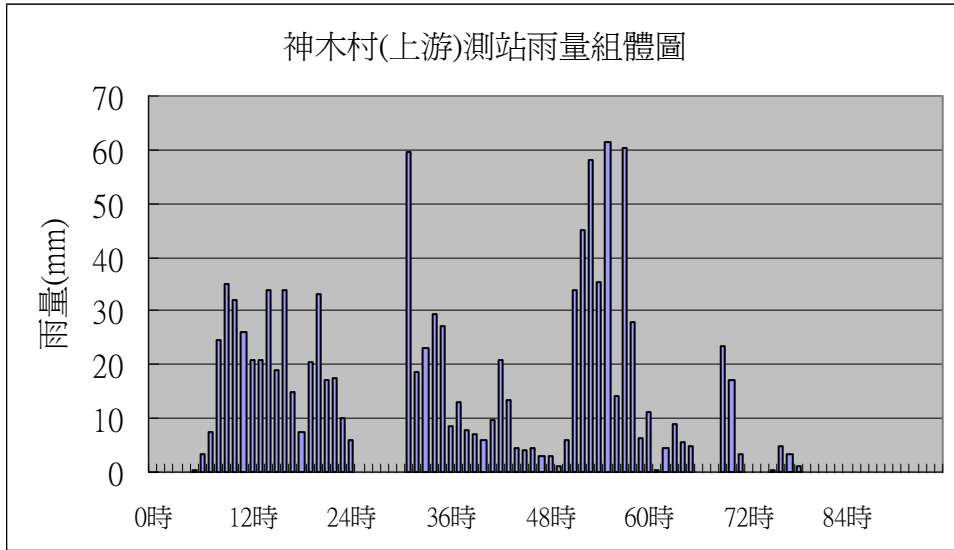
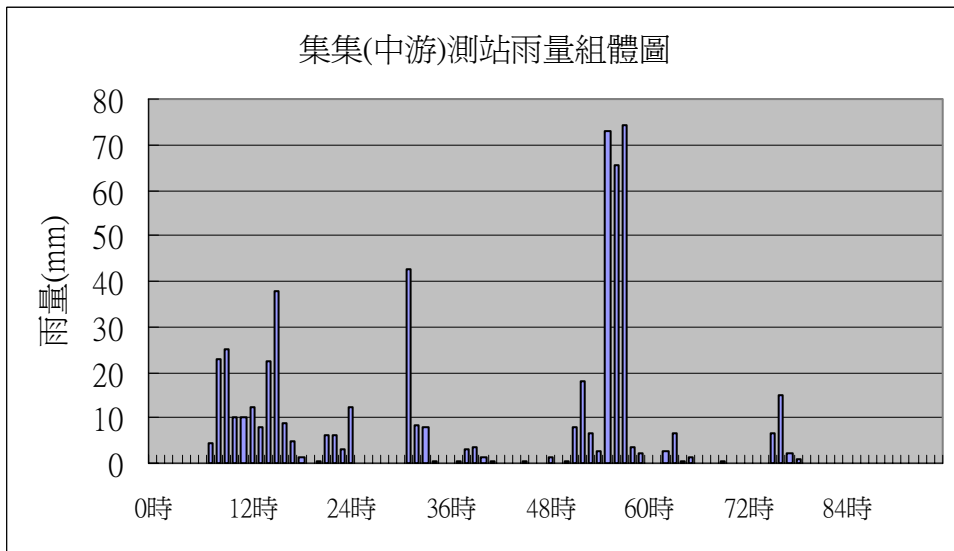


圖 2.27 濁水溪流域上、中、下游雨量及流量站分佈圖



[8]



[9]

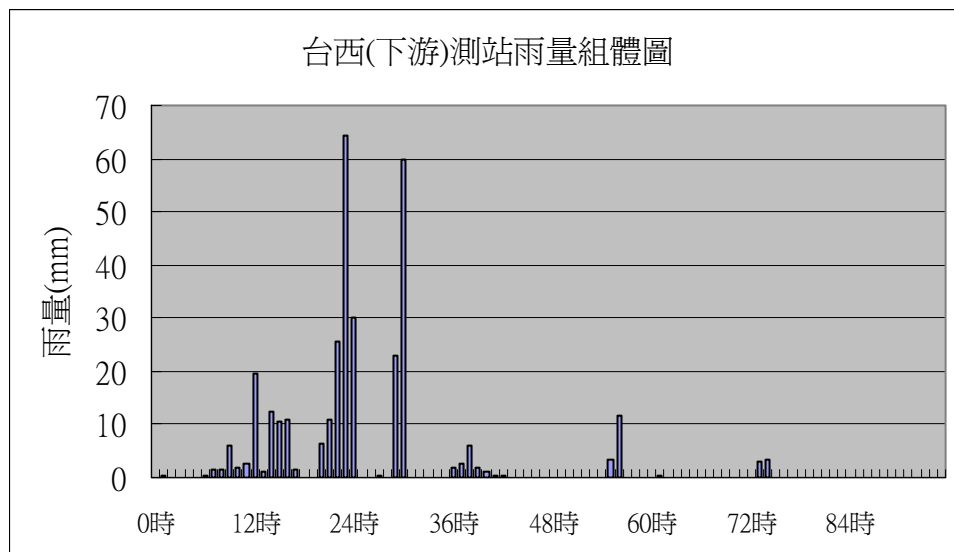


圖 2.28 濁水河流域上、中、下游雨量站自 2004 年 7 月 2 日零時起雨量組體圖
(資料來源：經建會)

2.5.3.2 敏督利颱風濁水溪流量特性分析

流量分析方面，同樣選定濁水溪流域上中下游各一處流量測站，分析其水位變化情形；上游為水里測站，中游為桶頭測站，下游為溪州大橋測站，分部位置圖如圖 2.12 所示。圖 2.29 為三測站 7 月 2 日零時起之水位變化圖，由水里測站之水位變化圖得知，水災當天濁水溪上游水里地區之間歇性降雨，使得溪流水位逐漸升高，最高水位約達 268 公尺。中游之桶頭測站於 2 日上午 10 時左右，水位急劇由 223 公尺上升至 225.5 公尺，上升高度約 2.5 公尺，至 3 日中午 12 時一度上升至 227 公尺。至於下游之溪州大橋測站三天水位呈大幅變化，最高洪水位與最低洪水位差將近 6 公尺。然而，水里流量站之最高水位已超出其三級警戒值 267.5 公尺，桶頭測站最高水位恰達其三級警戒值 227.0 公尺，僅溪洲大橋最高水位未達其三級警戒值 25 公尺，各測站水位警戒值如附錄四上紅線所標示。附錄 4-3 為濁水溪各測站之流量資料及分析表。附錄 4-4 為濁水溪流域控制點敏督利颱風事件流量歷線分析。

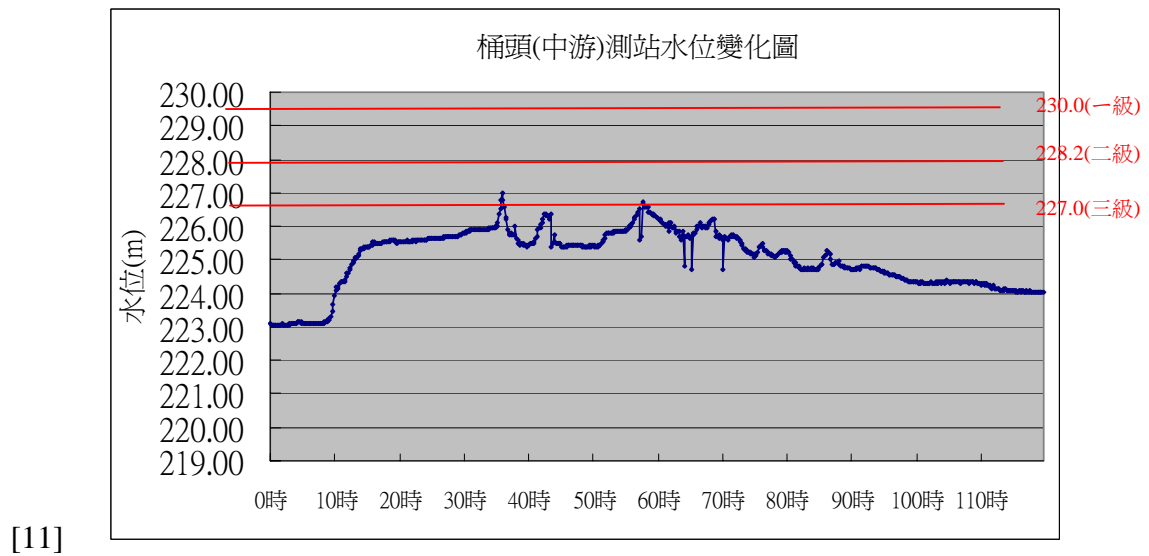


圖 2.29 濁水溪流域上、中、下游流量站 2004 年 7 月 2 日零時起水位變化圖
(資料來源：經濟部水利署第四河川局)

2.5.3.3 坡地災害與土石流災害分析

近年來台灣隨著經濟之快速發展，對於土地資源之需求更加迫切，而平地之開發已趨飽和，山坡地開發乃成為土地利用之新趨勢。山坡地大量開發，破壞水土保持，致常引發山區大規模之土砂災害，而土石流災害更是其中所常見者。1996年強烈颱風賀伯過境台灣，造成南投縣境內濁水溪上游之陳有蘭流域發生多處土石流、崩塌、地滑等大規模土石流災害，除造成新中橫公路交通中斷外，更因大量土石傾洩而下，淹沒田園、房舍，沖毀公共設施，造成27人死亡、14人失蹤的慘劇。尤其在民國88年921集集大地震後，規模7.3的大地震震碎大地，根據水土保持局之資料，全台崩塌地面積約由8110公頃增為15977公頃，崩塌地由2535處增為25845處。由農委會公佈之土石流潛勢溪流數目，分別在賀伯風災前的485條、921集集大地震後調查之722條，與桃芝風災後的1420條，期間的快速變化以中部地區為最。921大地震後，山區只要有豪雨發生，極可能隨時有土石流發生。台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表與土石流危險溪流概況見附錄。2001年桃芝颱風來襲，造成中部地區及花蓮縣等發生嚴重土石流災害；全台計有103人死亡、111人失蹤、189人受傷，其中陳有蘭流域土石流災害規模超過賀伯颱風。而土石流災害類別又可細分為：溪流型土石流、坡地型土石流、侵蝕溝、...等，且必須具備一定的基本條件及誘發條件(林美聆，2000)。

由於濁水溪水系此次災害大多以洪水及坡地災害為主，土石流災害嚴重性不若賀伯颱風及桃芝颱風；推測其原因，可能為陳有蘭流域內921大地震後之地表鬆動土石，在桃芝及納莉颱風後已有甚多滑落並造成土石流，許多小山溝由於土石流的擴床效應已使得溪床寬度倍增數倍，較不易塞滿溪床，造成堵塞；再者土石流的發生需要累積一定的土石量，桃芝颱風發生不久，且在陳有蘭流域內達到一定的土石庫存量出清效果；而921地震後，災區很多區域進行源頭整治與溪床土石疏浚，原本在賀伯及桃芝颱風土石流嚴重的二廊坑、三廊坑、豐丘等，此次並無土石流發生。因此，此次災情相較於桃芝颱風，反而是豪大雨造成山區含水量趨於飽和，超過土壤及岩盤之負荷，使

土石崩落阻斷道路，造成山區對外交通受阻；且洪水夾雜土石更具破壞力，往往在河川的攻擊岸造成嚴重淘刷，路基因此流失（如台 21 線 107.3k~107.5k），重要橋樑遭洪水侵襲中斷（如陳有蘭溪便橋、筆石便橋、神和便橋等）。此次坡地破壞另一類型多發生在陳有蘭溪左岸，河岸坡地因洪流的淘刷而造成坡地破壞，如上安堤防上游側之坡地崩落，導致土石擠壓原有河道，迫使溪水改道而使堤防遭沖毀。

日本在 1923 年發生關東大地震後 40 年，直到 1960 年後，當地地質才恢復災前水平安定水準，可見大地需要時間休養生息；921 地震後，有學者專家指出台灣要面臨十年的土石流威脅。而地球環境變遷也會發生土石流災害，如地球溫暖化關係，大氣之二氧化碳濃度增加，溫室效應使地球溫度上昇，此會造成集中降雨現象，擾亂颱風預測、地表變化、反射能變化、氣候變動，天然災害自然多。此次七二水災，三天內在台灣中、南部降雨量超過半年平均降雨總量，如阿里山降雨量達 1725 公釐，相當於日本一年的總降雨量、美國的二年總降雨量、澳洲四年的總降雨量，世界上有百分之八十的國家地區一年的總降雨量都低於它（吳憲雄，2004）。綜合上述，近年來台灣之土石災害與 921 地震及全球氣候變化有相當因果關係。

2.5.4 復建策略初步建議

此次水災發生之後，各項復建經費需求，將接踵而至，實可預期。近年來，自賀伯颱風、集集地震、納莉颱風、…數次災害，均帶來相當損失。如南投縣之神木村等特定地區，政府已投入大量之資源；每當災害過後屢壞屢修，已引起政府的公共投資是否須一再投入之省思。如何判定是否投入資源，應投入多少資源，乃為此次災害後，所應審慎思考之議題。本組依據現地勘查之結果，提出下列修復策略。

(1) 植生保育

由於植物具有強大抓地性及涵養地下水源之功能，一旦遭遇破壞，即會造成嚴重之山崩、土石流等災害。譬如，對本次災害相關媒

體均大幅報導孫海橋橋面板遭沖毀事件，導致山上農作物無法運下山之問題，連帶也牽扯出丹大林道珍貴物種長期遭開採之問題，故應加強水土保持，減少森林開發。

(2) 順應原則

以往工程界有句話說：「人定勝天」，故自 921 地震以至於納莉及桃芝風災過後，大多以緊急搶修破損之工程構造物為救災第一要務。然而，土石流係將土石由河川上游往下游運搬，為一種自然現象。如將土石阻於上游，日積月累之下，越來越多的土石將形成更大的問題。因此，順應原則的復建策略，應是採「疏、導」土石流的流動，不但不予阻擋，反而要協助其自然地往下游移動，並在其過程中減低對環境衝擊及生命財產損失。

(3) 清除淤積

從流域整體考量，作經常性檢討及加強河域管理。必要時進行河床之疏淤、整理，以避免因泥砂淤積而刷深河床或側岸崩塌，增加溪中土石量。此外，濁水溪流域廣大，應結合水利署河川局、設施主管機關、地方政府力量等，借重產官學界專家學者客觀公正評估，妥善進行疏淤作業，在合理管理機制下，將此等砂石資源全數用於此區域之河川整理、山域整理等復建工作。所採集砂石亦可提供於公共建設使用，抑制建材物價之上漲。

(4) 限制開發

目前山區仍有許多部落，早期因開發等相關因素居住於危險區域附近，尤其是在土石流堆積區域。現階段水保局已劃定全國 1420 條土石流潛勢溪流之危險區域，除了應規劃、控制土石堆積範圍，以減少侵襲社區、農田之機率外，還須加強現地居民「危地不居」及「自我組織」之觀念，尤其在河道容易變遷處，如上安堤防附近，實不利於長期定居；並教導民眾平時自我組織救助隊，如遇到緊急災難可於第一時間進行搶救。然而，政府對極不穩定區域限制開發之同時，亦

需考慮採行「居民重置」之作法，以減少未來之生命財產損失。此外，台 21 沿線道路多處受崩塌土石阻斷及橋頭處之坡腳遭洪水沖刷，因而導致橋頭附近之路基流失。經現地探勘結果顯示，由於道路開發使得多處坡角幾近直角，因而發生坡地災害。故是否限制道路開發、是否進行道路重建以及如何進行洪水流路之疏導，需收集相關地質資料仔細研擬。

(5) 強化互助

災害搶救工作牽涉到地方縣市政府、鄉鎮公所及中央單位如：林務局、水利署、水保局、公路局等之業務。如何加強地方與中央單位防救災資訊之流通及互助合作，加強橫向聯繫為往後災害搶險及復建時注意事項。

(6) 災害紀錄建檔

由於國內相關工程建設長久存在著設計圖說或維修紀錄保全不周之缺憾，使得災害發生導致相關工程設施遭致毀損時，無法有效取得當初設計之考慮事項且難以釐清之相關權責。因此災害紀錄及工程修繕紀錄需建置完整之復建工程資料庫，包括：災害類型、發生時間、修繕工程名稱、修繕方式、修繕經費、執行單位、維修成效紀錄、負責人、...等，以利後續責任歸屬之釐清，並可追蹤其復建成效。

(7) 環境基本資料庫

山區由於過去人煙稀少，且近年來自自然災害發生頻率高，對於環境基本資料的建立及定期更新是防救災不可缺的基本工作，為了國土的保安工作，完整環境基本資料庫，包括：正射影像、衛星影像、地形圖、地質圖及災害潛勢圖等 GIS 資料，皆是防救災首要工作。

(8) 技術考量優先

將修復工作回歸至技術層面上，尊重專業，成立技術委員會，制定策略工作方針，以減少政治因素干擾。

(9) 社會教育

修復能否執行成功，仍有賴社會大眾之努力，加強防災教育宣導，讓民眾了解防災之重要性，建立起防災基本知識。教育民眾復建工程設計頻率與限制，接受部分區域較低服務品質之「即壞即修」之觀念，以節省國家資源及尊重社會公平。並加強宣導國土保安意識，建立社區居民守望相助，以利防救災工作之進行。

2.6 荖濃溪、高屏溪災情調查成果

本組主要災害勘查區域為高屏溪上之荖濃溪與隘寮溪，其間之主要聯絡道路為省道台 27 線、南部橫貫公路(省道台 20 線)、及省道台 24 線。

荖濃溪發源於玉山東峰東坡與秀姑巒山西南坡，流經高雄縣梅山、桃源、寶來、荖濃、六龜等鄉，荖濃溪全長 137 公里，流域面積 1373 平方公里，多為低度開發之山林，有台 27 線及南部橫貫公路等之部分路段沿溪谷而行。而隘寮溪為荖濃溪匯入高屏溪主流上游之另一大支流，流路長 69.5 公里，集水區面積 642 平方公里，其上游分南溪及北溪，北溪流向屬主流，發源於知本主山附近之遙拜山西側，南溪則源於北大武山西邊，並行於三地門上游匯流後注入荖濃溪，有省道台 24 線之部分路段沿溪谷而行。高屏溪流域詳細區位如圖 2.30 所示。

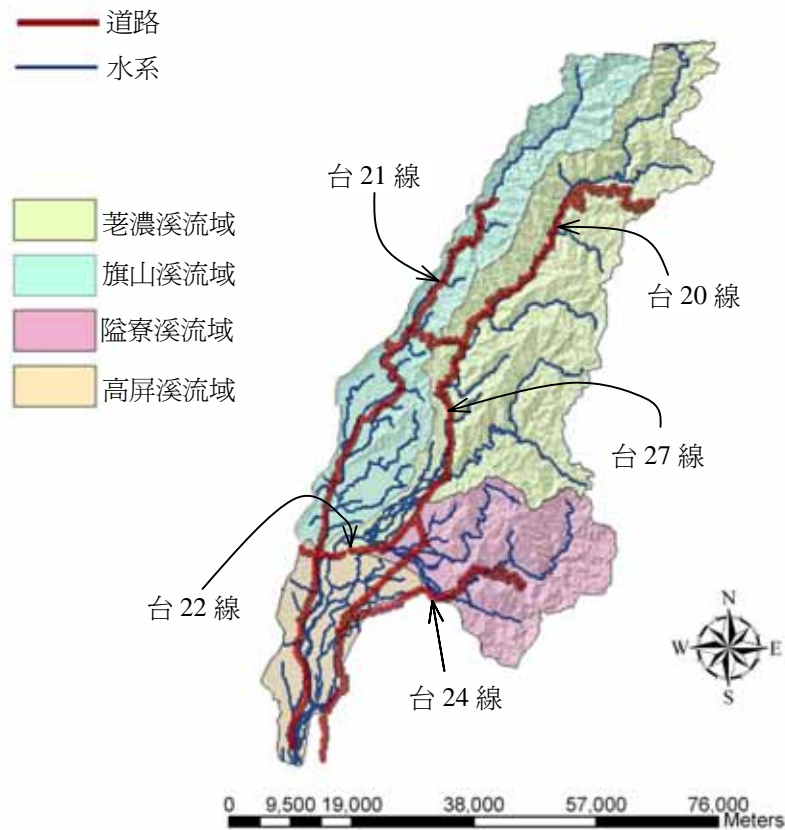


圖 2.30 高屏溪流域水系及勘災道路示意圖

於任務分組上，本組之調查區域為高屏溪上游之荖濃溪及隘寮溪，該區域主要之災害型態為洪氾及坡地土砂災害，因此本組依各教授之專長進行任務分組，土砂災害則由蔡光榮教授、詹錢登教授及謝正倫教授分不同區域帶隊進行勘查，勘查路線如下：

1. 洪氾災害勘查路線

由蔡長泰教授帶領相關研究人員，於 93 年 7 月 11 日會同第七河川局王局長瑞德及吳課長金水沿高屏溪水系洪氾災情現進行調查，主要調查路線自寶來村寶來一號橋沿台 20 線，經東溪大橋到六龜鄉六龜大橋，轉縣 184 號公路到濟公廟護岸、二坡護岸及新威護岸再到美濃溪美濃橋，接台 21 線到旗山溪月眉橋後，再回轉縣 184 乙號公路至荖濃溪高美大橋，再接上台 27 線往北至舊寮一號護岸及大津護岸，沿行進路線進行災害調查。

2. 坡地及土砂災害勘查路線

路線一：由陳時祖教授與李德河教授帶領相關研究人員共同進行調查，其間共分為兩次勘災，第一次於 93 年 7 月 12 日，主要調查路線有省道台 27 線以及省道台 20 線由甲仙至 111k(梅山明隧道口) 為止；第二次則於 7 月 16 日，經由產業道路繞道通過台 20 線 113k 之崩坍，進行台 20 線 113k 至 126k 的沿線調查。

路線二：由蔡光榮教授帶領相關研究人員進行調查，於 93 年 7 月 16~17 日由縣 187 號道路進入與縣 185 號公路相交，再轉台 24 線道路至屏東縣霧台鄉阿禮部落，另經屏 31 道路至三地門鄉德文村，沿行進路線進行災害調查。

路線三：由詹錢登教授與謝正倫教授帶領相關研究人員進行調查，於 93 年 7 月 13 日由高雄 184 縣道經過美濃鎮，由 27 號省道轉六龜鄉，再接上 20 號省道至寶來村，沿行進路線進行災害調查。工作編組及第一次勘災時間如表 2.12 所示。

表 2.12 老濃溪、高屏溪組分工及第一次勘災表

| | 時 間 | 協助機關及人員 |
|-----|---------------|-------------------------|
| 洪泛組 | 7 月 11 日(星期日) | 水利署第七河川局 王局長、工務課 吳課長 |
| 坡地組 | 7 月 12 日(星期一) | 公路總局第三工程處 |
| 土砂組 | 7 月 13 日(星期二) | 水土保持局第四工程所 |

圖 2.31 為荖濃溪、高屏溪洪災受損工程位置及原因分析，圖 2.32 與圖 2.33 分別為荖濃溪與旗山溪受災地位置圖，以下並說明第一次勘災工作概述，各勘災地點與現地照片於附錄五中

1. 高屏溪洪泛災情

(1) 荖濃溪勘災：

- a. 寶萊一號橋上下游護岸(左岸蛇籠坡面損毀)。
- b. 東溪大橋(沖斷)。
- c. 六龜大橋(局部沉陷)及六龜護岸(坡面損毀)。
- d. 濟公廟護岸(坡面損毀、灘岸流失)。
- e. 二坡護岸(低堤)(坡面損毀)。
- f. 新威護岸(護坡及灘岸流失)。

(2) 美濃溪滿岸及局部溢流、旗山溪：

- a. 版產厝護岸(沖毀、農田流失)。
- b. 大林護岸(月眉橋右岸，沖毀)。

(3) 荖濃溪：

- a. 高美大橋固床工之右岸護岸(流失)。
- b. 舊寮一號護岸(沖毀、流失)。
- c. 大津護岸(沖毀、流失)。

- d. 津護岸相鄰之農田承受山流淤泥淤積。
- e. 津橋、葫蘆谷(道路一半流失)。

(4) 高屏溪：

- a. 鐵路橋上游左岸濕地公園(沖、淤)。
- b. 鐵路橋下游左岸高灘地休閒場(淤積)。

2. 道路坡地災情

- a. 荖濃溪東岸(左岸)：台 27 線至茂林遊樂區附近
- b. 荖濃溪西岸(右岸)：台 20 線六龜至梅山

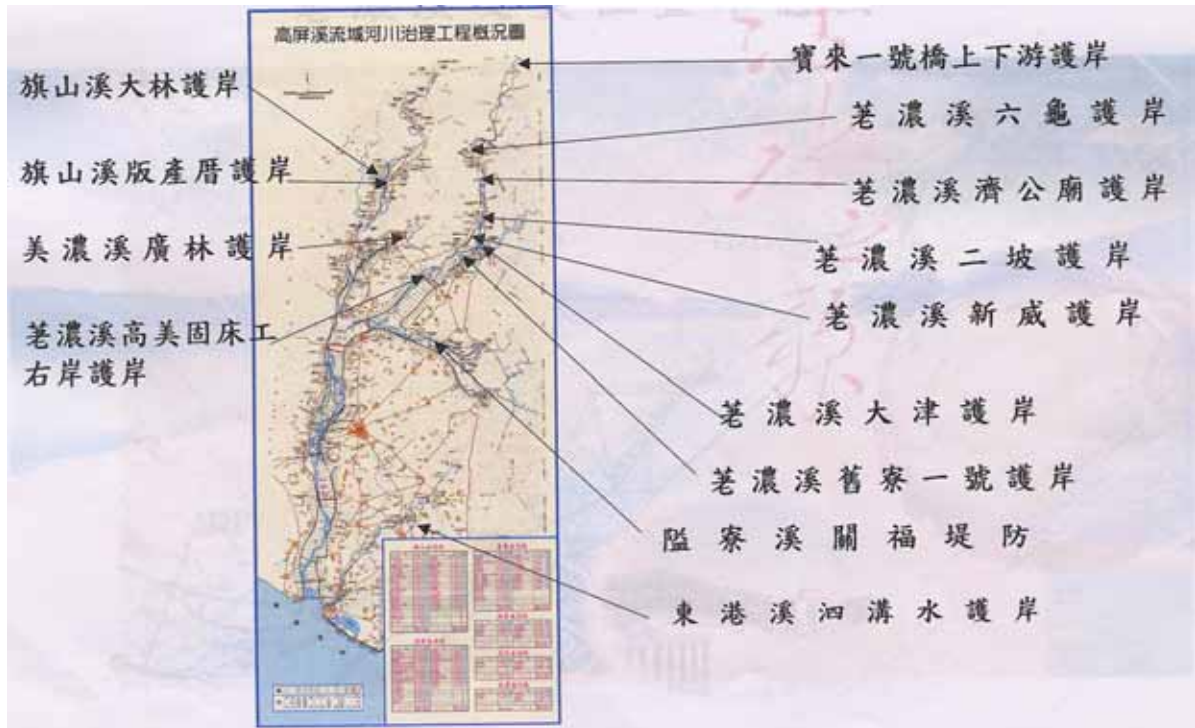


圖 2.9 荖濃溪、高屏溪洪災受損工程位置及原因分析

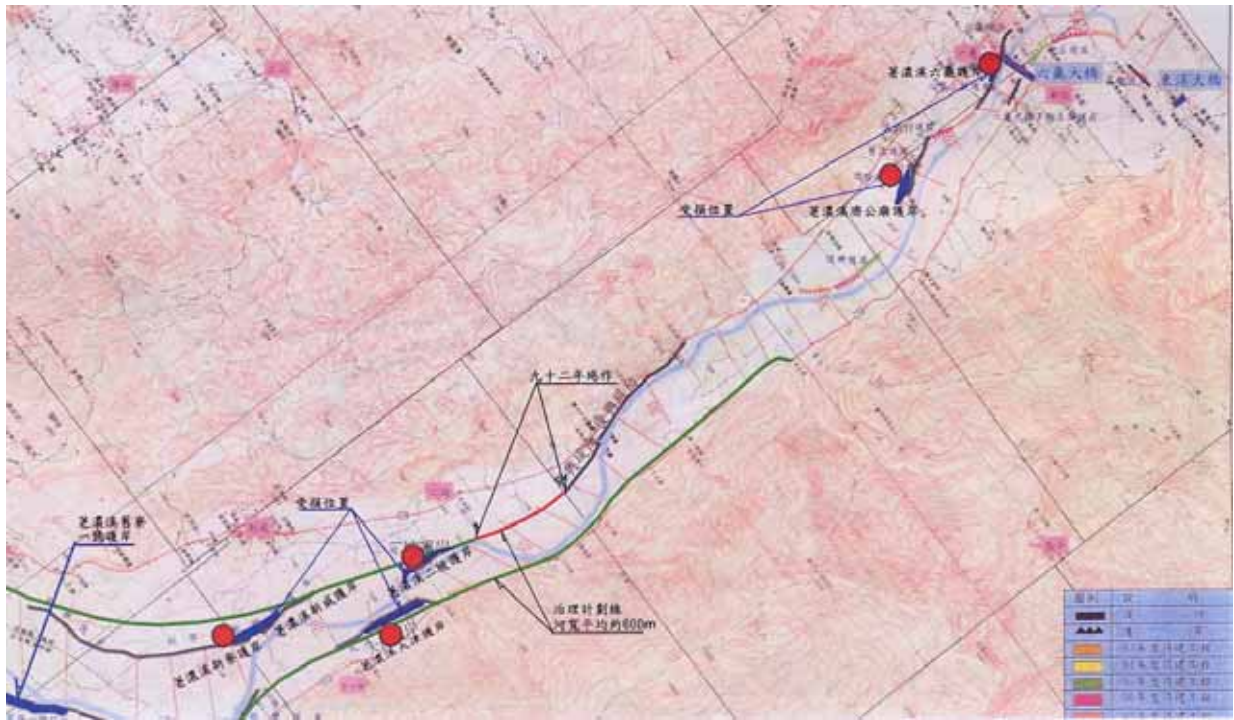


圖 2.10 老濃溪受災位置示意圖



圖 2.11 旗山溪受災位置示意圖

本小組以高屏河流域上游之荖濃溪與隘寮溪為主要勘查區域，對該區之洪氾及坡地與土砂災害進行調查，而小組成員經由現地調查分析及討論之結果，對該區之災害復建策略，茲擬議如下列各點：

1. 道路應分級管理。
2. 南部橫貫公路梅山至埡口段屢有災害，應斟酌社會、經濟、國防與生態保育之需求，考量降低道路服務水準，以減少道路養護費用。
3. 依據相關法令、河道水理及輸砂特性，與公共設施之安全性，審慎評估明顯嚴重淤積河段之清淤問題。
4. 目前各工程機關配合政府推動生態工法政策，進行工程規劃設計，唯經本次颱風豪雨及本小組現地勘災後發現，生態工法確有重新就其地域適用性、環境限制性與工程安全性，而作審慎檢討之必要。
5. 以生態工法作為各類工程設計(如防洪工程、土砂災害防治工程、護坡工程等)之唯一工法，設計理念，其適用性與可行性，應再作整體評估檢討。
6. 依據近年來水文環境之變遷、重大颱風事件、與土砂災害，重新檢討修訂目前各項工程手冊或規範之適用性，例如水土保持工程手冊與技術規範、公路工程設計手冊等。修訂時應邀請各相關領域專家及學者參與，如土木、水利、水土保持、交通、地質等各相關領域。
7. 檢討未築堤段，依治理計畫線整治之必要性。
8. 防災事權統一，並簡化搶修復建之程序。
9. 中部 921 地震災後各項相關集水區整治計畫之執行成效與具體落實，應就本次災害影響層面與災情程度，務實評估其實施績

效並就治理成敗原因確實檢討。

第三章 致災原因分析

3.1 敏督利颱風及豪雨特性分析

敏督利颱風北上離開台灣陸地之後，同時於 7 月 2 日至 5 日間引進強烈西南氣流，伴隨而來的暴雨對台灣地區造成嚴重的災害。因此，針對此次事件的降雨分析，將分為兩個時段來探討：一、敏督利颱風影響期間，即中央氣象局發佈陸上颱風警報至解除陸上颱風警報期間；二、強烈西南氣流影響期間，即中央氣象局解除陸上颱風警報後之 48 小時。

1. 敏督利颱風影響期間

中央氣象局於 6 月 29 日 23 時發佈敏督利颱風陸上颱風警報，至 7 月 2 日 23 時解除陸上颱風警報，圖 3.1 為根據中央氣象局自動雨量站資料，繪製 2004 年 6 月 29 日 23 時至 7 月 2 日 23 時之敏督利颱風所伴隨之總雨量分佈圖。如圖 3.1 顯示，敏督利颱風較大降雨區集中在花蓮縣、屏東縣、高雄縣及嘉義縣山區，若以流域來區分，主要在高屏溪流域上游、秀姑巒溪流域、烏溪流域、濁水溪流域、八掌溪流域、曾文溪流域及海岸山脈河系流域。在這段期間，最大的累積雨量出現在屏東縣的尾寮山測站，累積雨量為 739.5 毫米，而在花蓮縣的玉里測站、台東縣的成功測站，累積雨量亦超過 500 毫米。6 月 30 日至 7 月 1 日，由於受到敏督利颱風的影響，主要降雨分佈在台灣東部及屏東地區；到了 7 月 2 日，敏督利颱風出海北上，颱風環流、大陸高壓與西南氣流在台灣海峽中南部一帶輻合，產生許多對流系統並移入台灣中南部地區，為台灣中南部山區帶來超過 500 毫米的日降雨量。

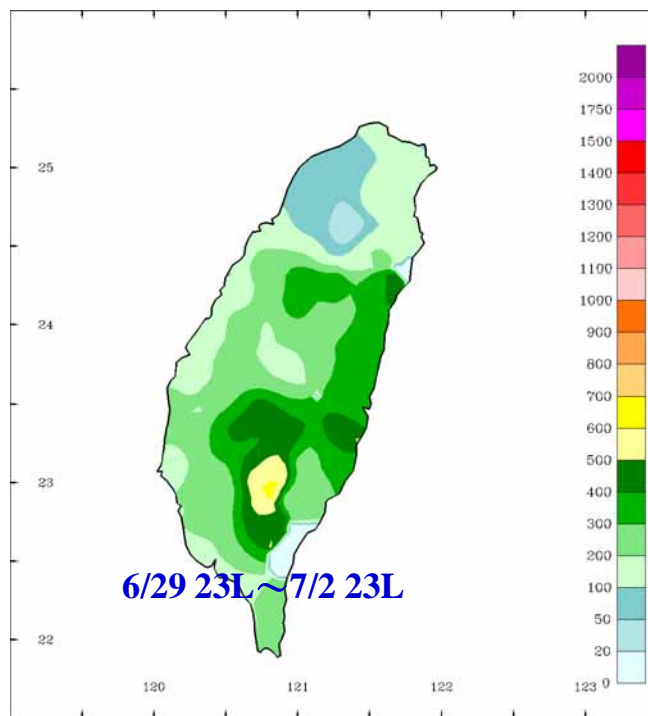


圖 3.1 敏督利颱風影響期間全台降雨分布圖
(國家災害防救科技中心)

2. 強烈西南氣流影響期間

自中央氣象局於 7 月 2 日 23 時解除敏督利颱風陸上颱風警報後，由於其引進強烈西南氣流，在台灣中南部造成極大的降雨，圖 3.2 即為 7 月 2 日 23 時至 7 月 4 日 23 時總累積雨量分布圖。圖中顯示，由強烈西南氣流所伴隨的降雨主要集中在中部及南部山區，且累積雨量皆超過 1000 毫米。

表 3.1 為 6 月 29 日 23 時~7 月 4 日 23 時期間，累積雨量排名前 20 大之雨量站，表中顯示隨著敏督利颱風逐漸遠離台灣地區，台灣地區受到強烈西南氣流影響，主要降雨出現在中央山脈的迎風面，且單

日最大降雨量皆超過 500 毫米，總累積降雨量由北由台中縣南至屏東縣的降雨量均超過 1,000 毫米，其中以位於高屏溪流域溪南測站的 2,093.5 毫米為最高。

3.2 坡地災害原因分析

七二豪雨之降雨型態，不僅為高強度且為長延時之巨量豪雨，兩個對於山坡地穩定最不利之狀況，其均同時具備，因此衍生之坡地災害亦隨之加劇。以下即針對山區降雨量（致災動力）、降雨對坡地災害之影響、921 集集地震之影響、以及政府防治作為等四部分進行分析說明，以期闡明七二豪雨引致坡地災害之成因，以供未來國土管理與復建策略之參考。

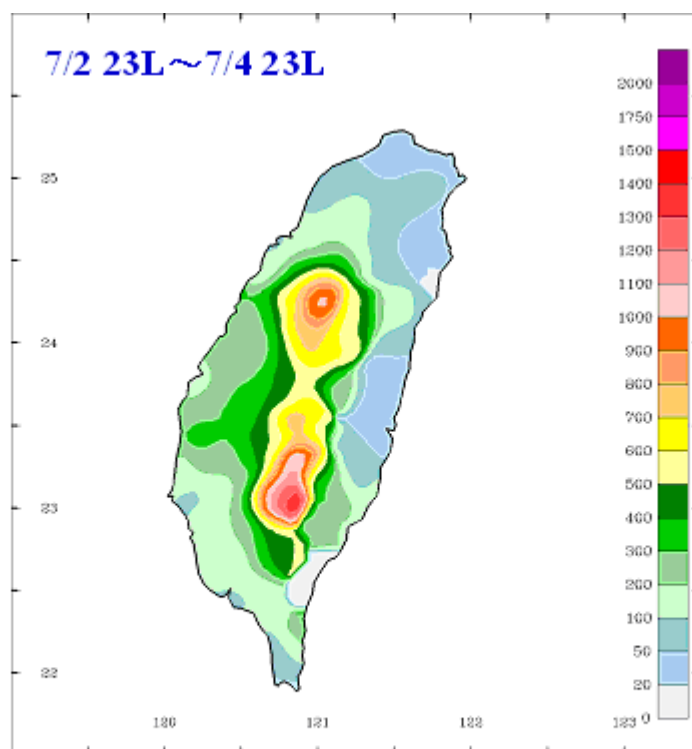


圖 3.2 西南氣流影響期間全台降雨分布圖
(國家災害防救科技中心)

2004 年 6 月 29 日 23 時～7 月 4 日 23 時

總累積雨量前 20 名雨量站資料表（國家災害科技中心，李清勝）

| 雨量站 | 降雨量 (mm) | 縣市 | 流域 | 鄉鎮市區 |
|-----|----------|-----|-------|------|
| 溪南 | 2093.5 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 御油山 | 1940.5 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 小關山 | 1786.5 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 南天池 | 1762 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 阿里山 | 1733.5 | 嘉義縣 | 濁水溪流域 | 阿里山鄉 |
| 新集 | 1693.5 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 梅山 | 1620 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 雪嶺 | 1619 | 台中縣 | 大甲溪流域 | 和平鄉 |
| 新發 | 1604 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 六龜鄉 |
| 稍來 | 1584 | 台中縣 | 大甲溪流域 | 和平鄉 |
| 阿眉 | 1574.5 | 南投縣 | 烏溪流域 | 仁愛鄉 |
| 神木村 | 1406 | 南投縣 | 濁水溪流域 | 信義鄉 |
| 高中 | 1340 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 尾寮山 | 1332 | 屏東縣 | 高屏溪流域 | 三地鄉 |
| 上谷關 | 1311 | 台中縣 | 大甲溪流域 | 和平鄉 |
| 楠溪 | 1293.5 | 高雄縣 | 高屏溪流域 | 桃源鄉 |
| 奮起湖 | 1203.5 | 嘉義縣 | 八掌溪流域 | 竹崎鄉 |
| 翠巒 | 1147 | 南投縣 | 烏溪流域 | 仁愛鄉 |
| 瑪家 | 1128 | 屏東縣 | 高屏溪流域 | 瑪家鄉 |

1 山區降雨量

因敏督利颱風過境，引進強大西南氣流，各中、南部山區降下豪雨，其中前二大雨量站為高雄縣桃源鄉溪南測站)降雨量 2,142.5 毫米 (6/30～7/4)、嘉義縣阿里山鄉阿里山測站降雨量 1,762 毫米，降雨量均達台灣年平均年降雨量約 2,500 毫米之 80% 以上。圖 3.3 與圖 3.4 分別示出豪雨期間台中地區及南投縣一小時最大時雨量與重現期距分佈狀況；圖 3.3 中顯示台中縣山區包括東勢、和平等地區，時雨量多達 100mm/hr 以上，由其右圖中可知本次降雨事件之重現期距超過百年，

甚至超過二百年以上。類似的狀況亦可見於圖 3.4，於南投縣水里、國姓及埔里一帶，該地區時雨量之重現期距亦多超過二百年以上。另就降雨時間分佈而言，本次降雨於短時間內降下大量雨量，在地區分佈上，亦集中於中、南部地區，加上九二一大地震後山區土石鬆動，豪雨造成大量坡地崩塌與土石流，同時挾帶大量土石傾瀉而下，造成河川及排水通水斷面不足。

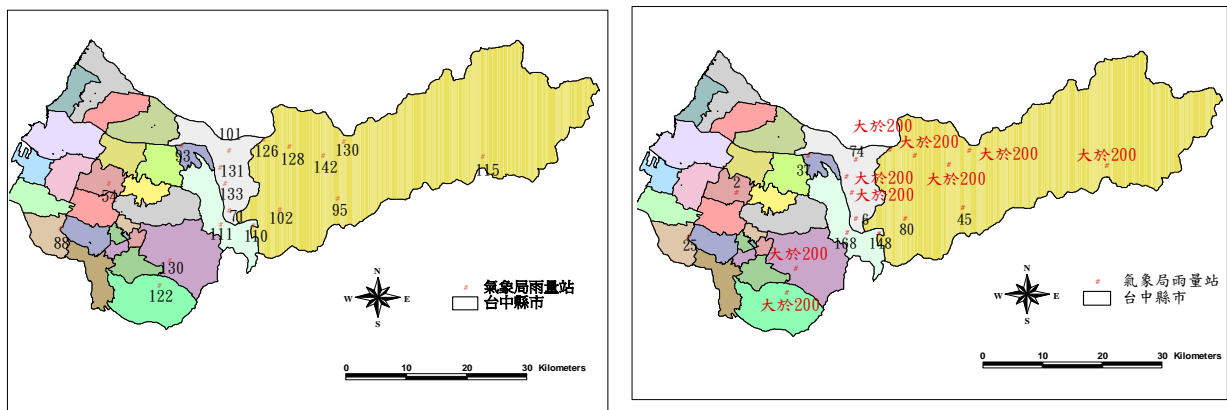


圖 3.3 豪雨期間台中縣市一小時最大時雨量(左)與重現期距分布(右)圖 (詹錢登)

2. 降雨對坡地災害之影響

降雨雨量分析為引用中央氣象局全省 380 個雨量站之颱風與豪雨雨量紀錄，針對坡地及土石流災害與颱風豪雨，進行空間及時間分析。降雨之空間分析，考慮之參數包括：總累積雨量及最大時雨量分佈兩因子。圖 3.5 為本次颱風豪雨總累積雨量與坡地災害點分佈圖，圖中顯示最大累積雨量分佈於高屏山區，總累積降雨量超過 2,000mm 以上，而另一高峰區則位於台中南投山區，總累積降雨量亦超過 1,500mm 以上。而坡地災害點之分佈，或因交通中斷尚未記錄，或位於無人之高山區域，因此於中央山脈區域目前資料點數較為稀少。

由分佈位置進行比對累積等雨量高峰區與坡地災害點位置，顯示除中部重建地區外，於台中、高屏之兩個高總累積雨量區域，亦為坡地災害分佈密集之區域，兩者相關性甚高。圖中紅色三角點為調查判定為土石流災害之災點，其分佈狀態雖然大多位於高累積雨量區域內，惟災點空間分佈之趨勢與並未完全與高雨量空間之趨勢一致。為進一步探討累積雨量與崩塌災害之關係，本分析針對每一崩塌災點之分佈位置與其等累積雨量線之相對關係，推估其對應之累積雨量，統計結果如圖 3.6 及圖 3.7 所示，兩圖分別為針對公路崩塌與山坡地崩塌之狀況，因兩者之崩塌因素稍有差異，因此分開統計。惟雖如此但兩圖統計結之趨勢相近，其顯示當雨量超過 600mm 以上時，崩塌之趨勢會有明顯增高。

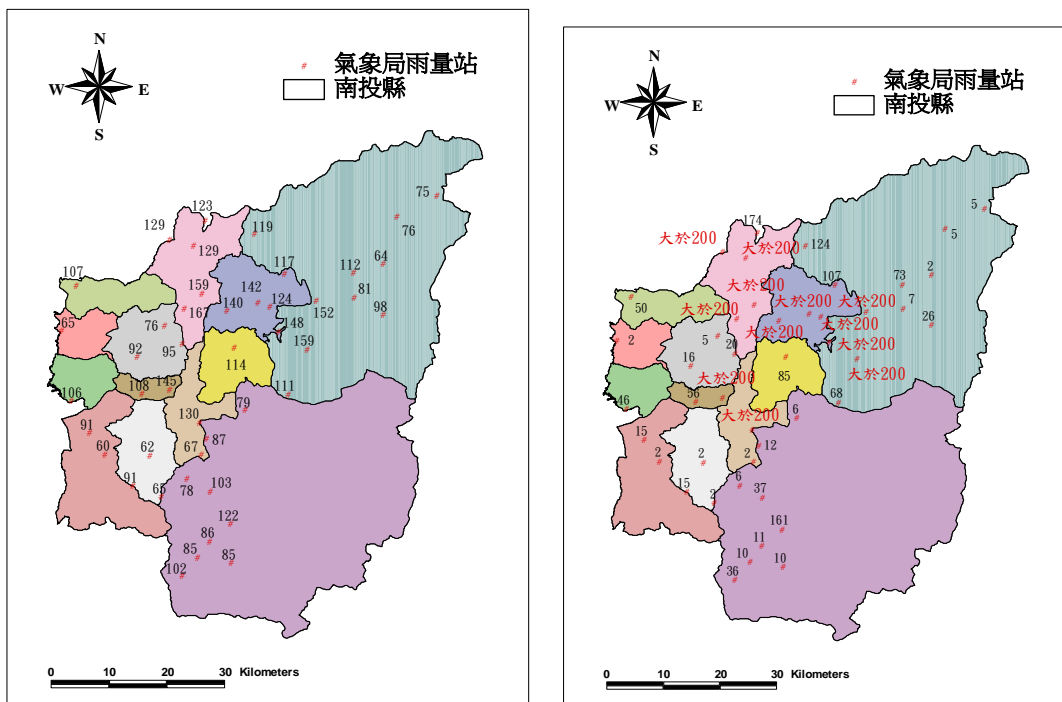
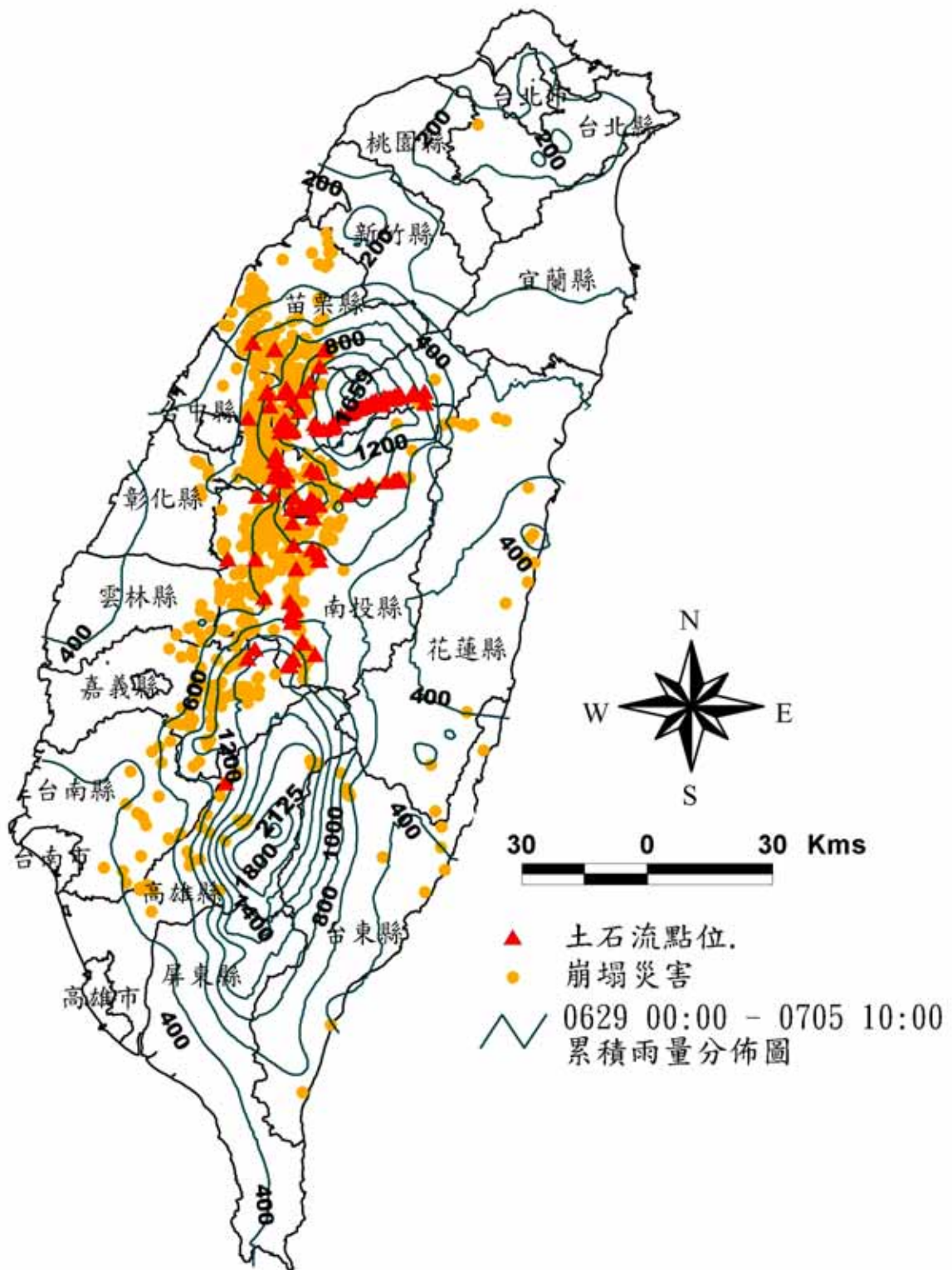


圖 3.4 豪雨期間南投縣一小時最大時雨量（左）與重現期距分布（右）圖（詹錢登）

各雨量站之最大降雨強度與坡地災害分佈之狀況則示圖 3.8，圖中可見最大時雨量等雨量線有三個高峰區，分別為台中、南投、與高屏山區，降雨強度均超過 100 mm/hr 以上，而尤以台中南接壤一帶，最大時雨量更高達 130mm/hr 以上。由坡地災害點分佈位置，災害點位置與最大時雨量之高峰區域相當吻合，尤其土石流災害之分佈更為一致，說明了中部重建區地區災害之肇因。比較上述兩圖可歸納之，由於豪雨之降雨強度高，起動坡地之崩塌，加上長延時且高累積雨量，使得山區地表逕流可能匯集而成山洪暴發，甚或致生坡地崩塌進而轉換成土石流。同樣地，為進一步探討降雨強度對崩塌災害之影響，本分析針對每一崩塌災點之分佈位置與其等降雨強度線之相對關係，推估其對應之降雨強度，統計結果如圖 3.9 及圖 3.10 所示，兩圖亦分為公路崩塌與山坡地崩塌等兩狀況，於圖 3.9 中顯示公路之崩塌災害隨降雨強度增大而增高，尖峰強度約為 60mm/hr。而山坡地崩塌之崩塌則較不顯著，惟當降雨強度趨近 80mm/hr 崩塌之趨勢會有明顯增高。



資料來源：中央氣象局、水土保持局（截至7月17日）、公路總局、林務局、國家災害防救科技中心、與本勘災小組等

圖 3.5 總累積降雨量與坡地災害分佈（陳天健）

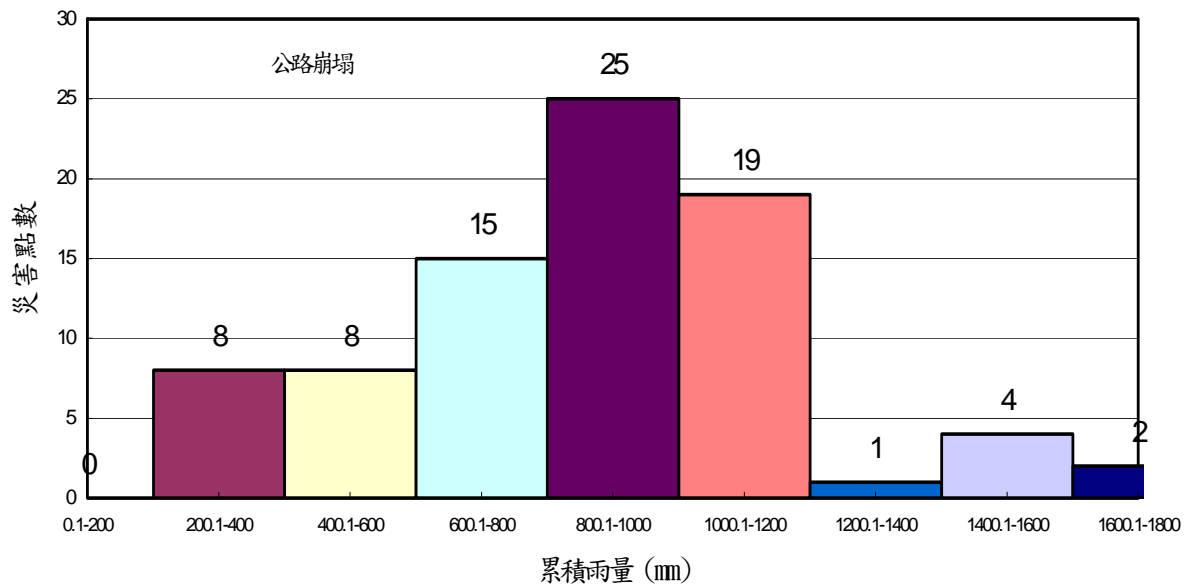


圖 3.6 公路崩塌災害點總累積降雨量之分佈，總點數 82。(陳天健)

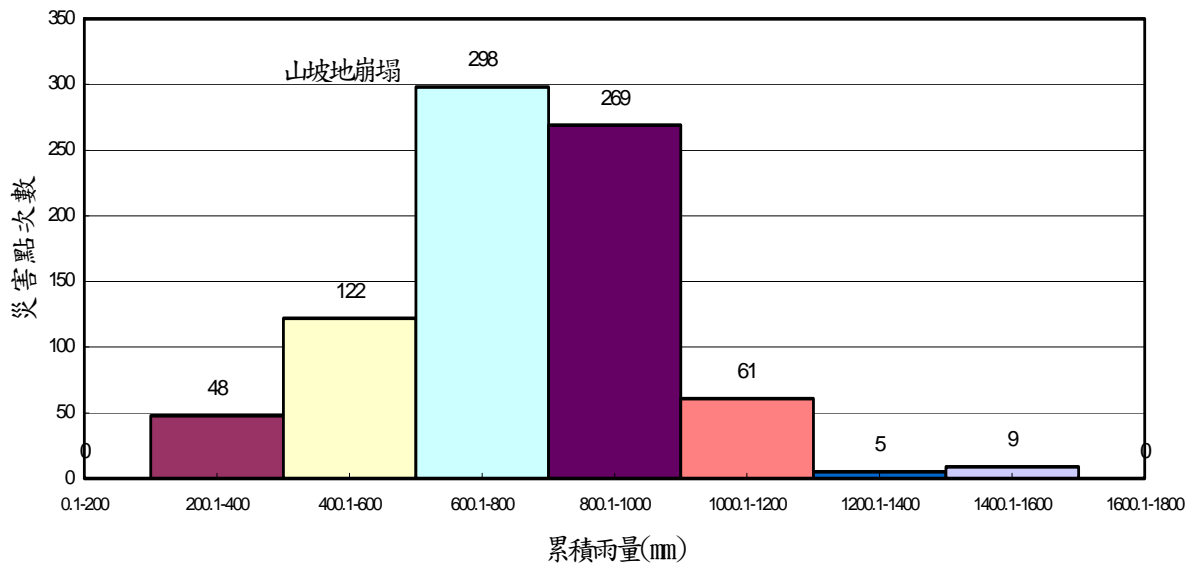
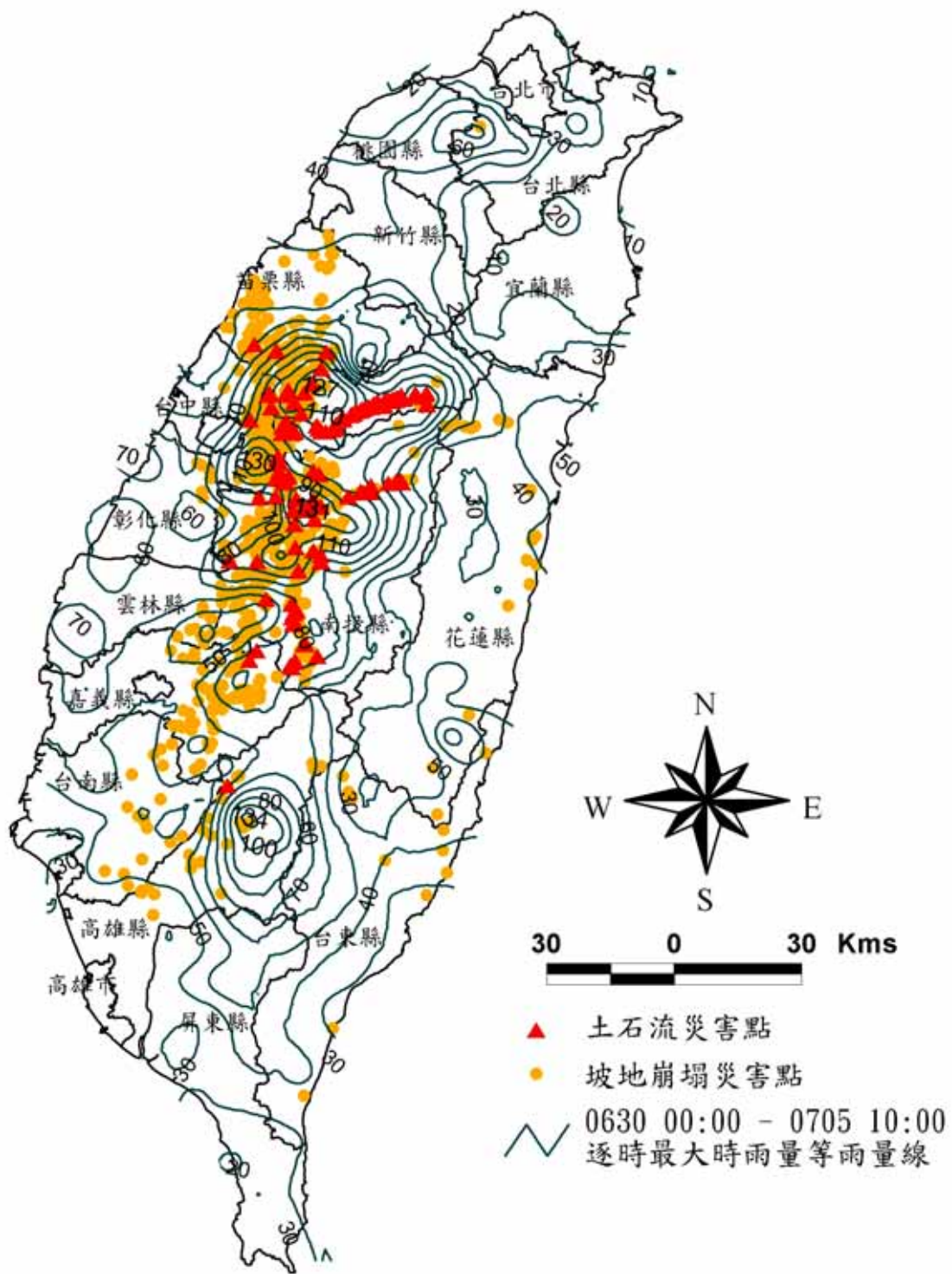


圖 3.7 山坡地崩塌災害點總累積降雨量之分佈，總點數 812。(陳天健)



資料來源：中央氣象局、水土保持局（截至7月17日）、公路總局、林務局、國家災害防救科技中心、與本勘災小組等

圖 3.8 最大逐時雨量等雨量線與坡地災害分佈（陳天健）

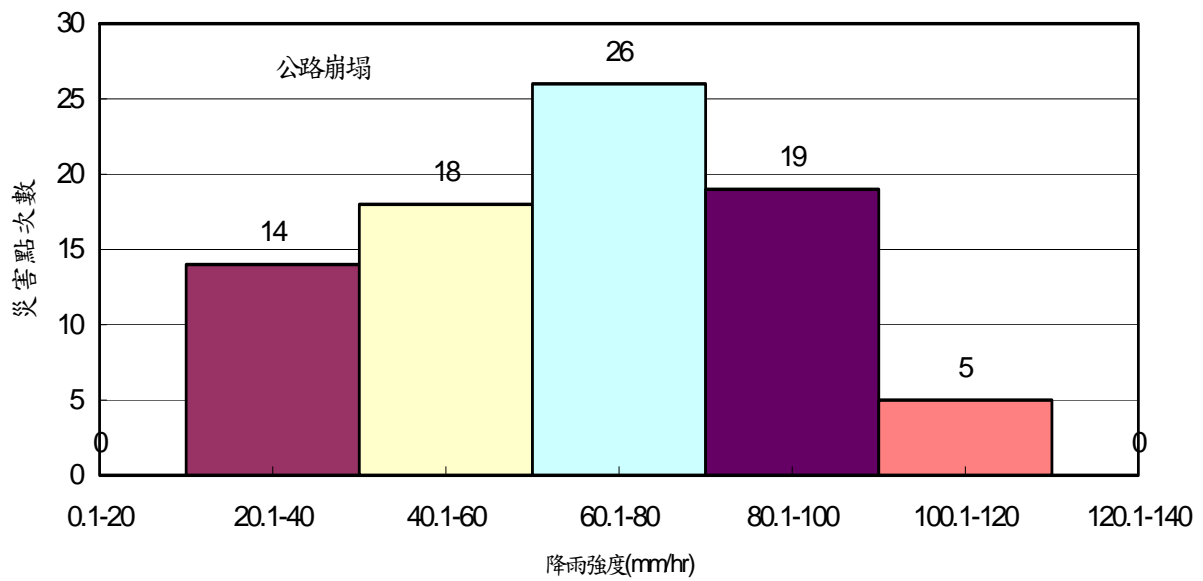


圖 3.9 公路崩塌災害點降雨強度之分佈，總點數 82。(陳天健)

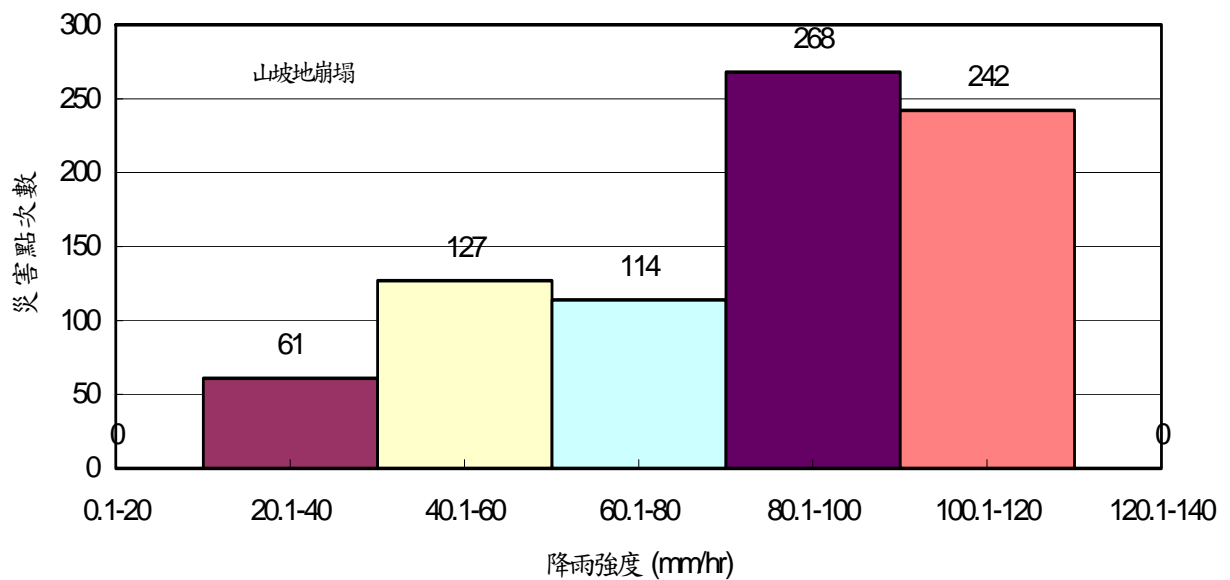


圖 3.10 山坡地崩塌災害點降雨強度之分佈，總點數 812。(陳天健)

3. 九二一集集地震之影響

根據水土保持局九二一地震災後依據航照判釋顯示，震後中部災區變異點達 21,969 處，面積達 11,297 公頃，崩塌位置主要集中於南投縣（佔 70.8%）及台中縣（佔 20.8%）。如此大規模之坡地崩塌，除於坡地下方常有大量崩塌土石堆積外，邊坡亦常有發達之裂隙發展。如此鬆散的堆積物，加上邊坡上方遭地震鬆動之土石，在適當的地形及高強度與大量之降雨條件下，便易產生大規模崩坍，甚至混合地表逕流進而轉化成土石流形成災害。

應用水土保持局及林務局 921 震後崩塌地調查之結果，套疊本小組目前蒐集之災害點位置，如圖 3.11 所示，圖中顯示紅色點為初步判定之土石流災害點，黃棕色者為崩塌相關災害，綠色區塊為 921 之地震崩塌區分佈，由圖中可見中部地區之坡地災害點分佈幾乎全涵蓋於 921 之崩塌區內，而由兩者分佈趨勢比較，可見 921 地震崩塌分佈較密集區域，本次七二水災坡地災害點亦同樣較為密集，由於降雨高峰區除台中南投地區外，高屏山區亦為另一高峰區，但比較中部與南部之坡地災害狀況，中部地區顯見遠多於高屏地區，因此 921 地震之影響，應不可忽視之。

4. 防治工法相關性

依據水土保持局與國家災害防救科技中心資料，進行敏督利颱風與七二水災新增土石流與歷史土石流點位比較，結果如圖 3.12 所示。圖中紅色點位為初步判定之土石流災點，紫色點為自 921 集集地震後至納莉颱風後所蒐集到之土石流溪流位置，這些已發生之土石流溪流多以經水土保持局依其需求給予整體防治措施。圖 3.13 以陳有蘭溪流域為例，進行防治工程與土石流災害發生之比對，圖中方形紫色點為曾發生土石流災害之溪流，圓形綠色點為至近三年來防治工程設置之溪流

位置，紅色三角形為七二水災發生土石流之地區，圖中可發現七二水災所新增得土石流點位，與歷史土石流點位重複的比例甚低，換言之曾發生土石流災害的溪流，於本次降雨強度與累積雨量均大過以往的豪雨中多數未再發生災害，由此可初步推斷，防治措施之施作，對於坡地災害之抑制有其正面之助益。

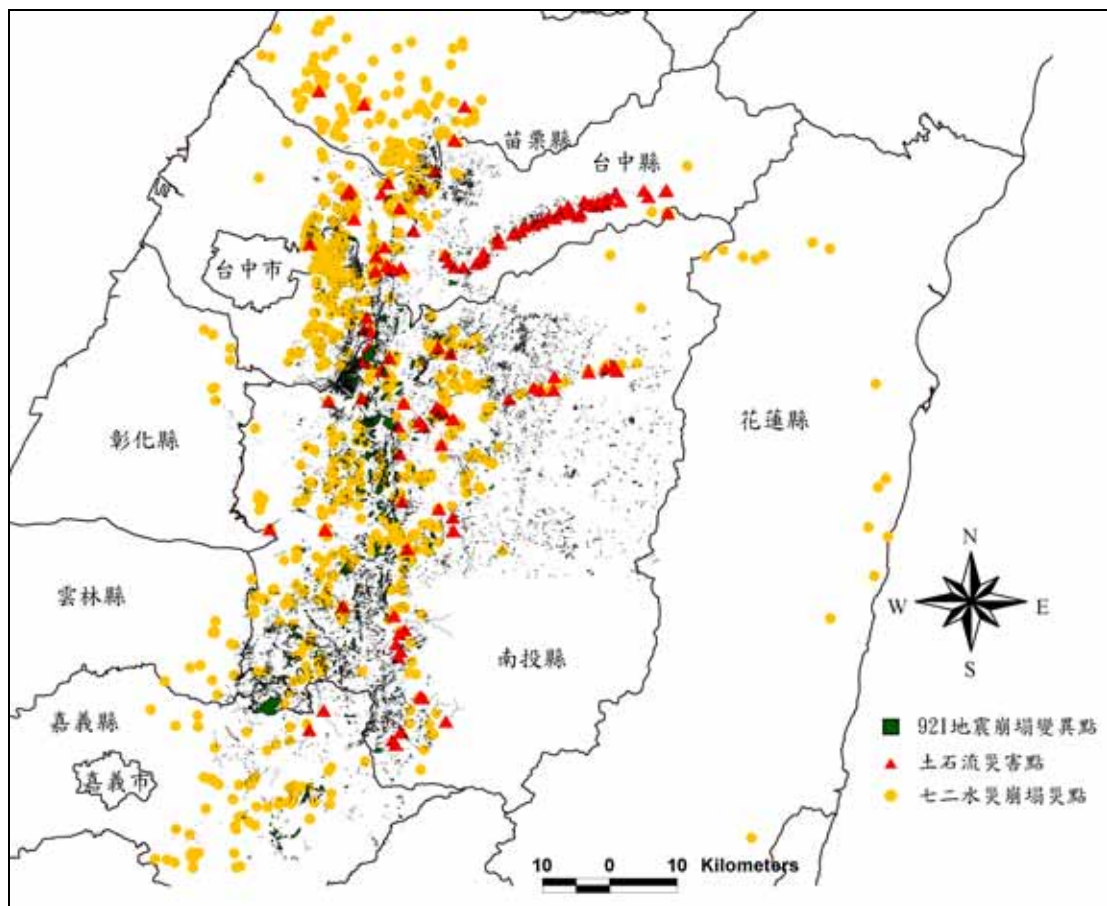


圖 3.11 坡地災害分佈與 921 集集地震崩塌區域比較
(資料來源：水土保持局、公路總局，陳天健)

綜合初步分析與現勘結果顯示，造成此次嚴重崩塌及土石流災害原因主要由於巨量與高降雨強度之豪雨，起動坡地之崩塌，加上長延時且高累積雨量，使得山區地表逕流可能匯集而成山洪暴發，甚或致生坡地崩塌進而轉換成土石流。此外，中部地區原就深受 921 地震之

影響，邊坡上方遭地震鬆動之土石，加上山區大量崩塌堆積土石，於如此高之降雨強度與巨量之累積雨量下，更使崩塌與土石流災害加劇。

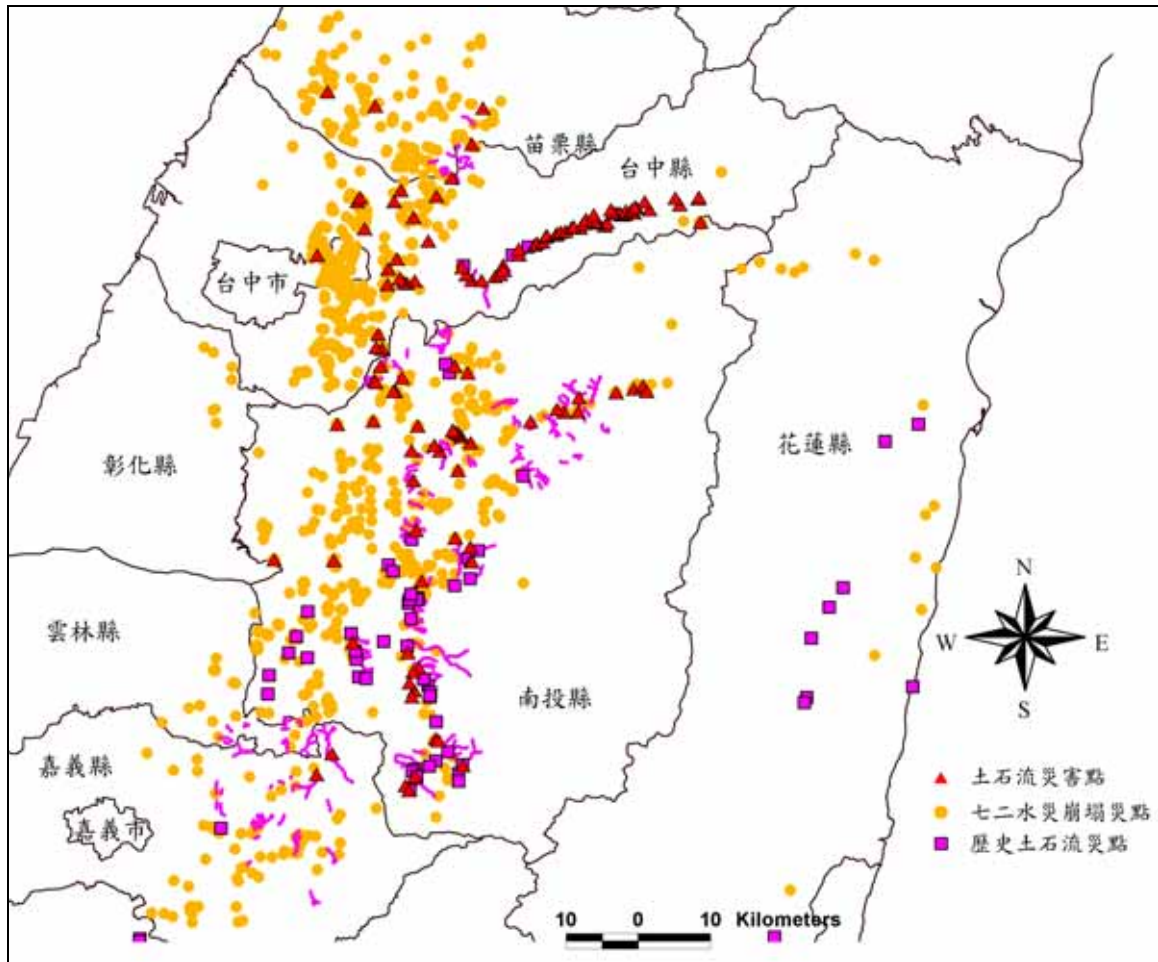


圖 3.12 敏督利颱風與七二水災新增土石流與歷史土石流位置分佈狀況
(資料來源：水土保持局、公路總局、國家災害科技中心，陳天健)

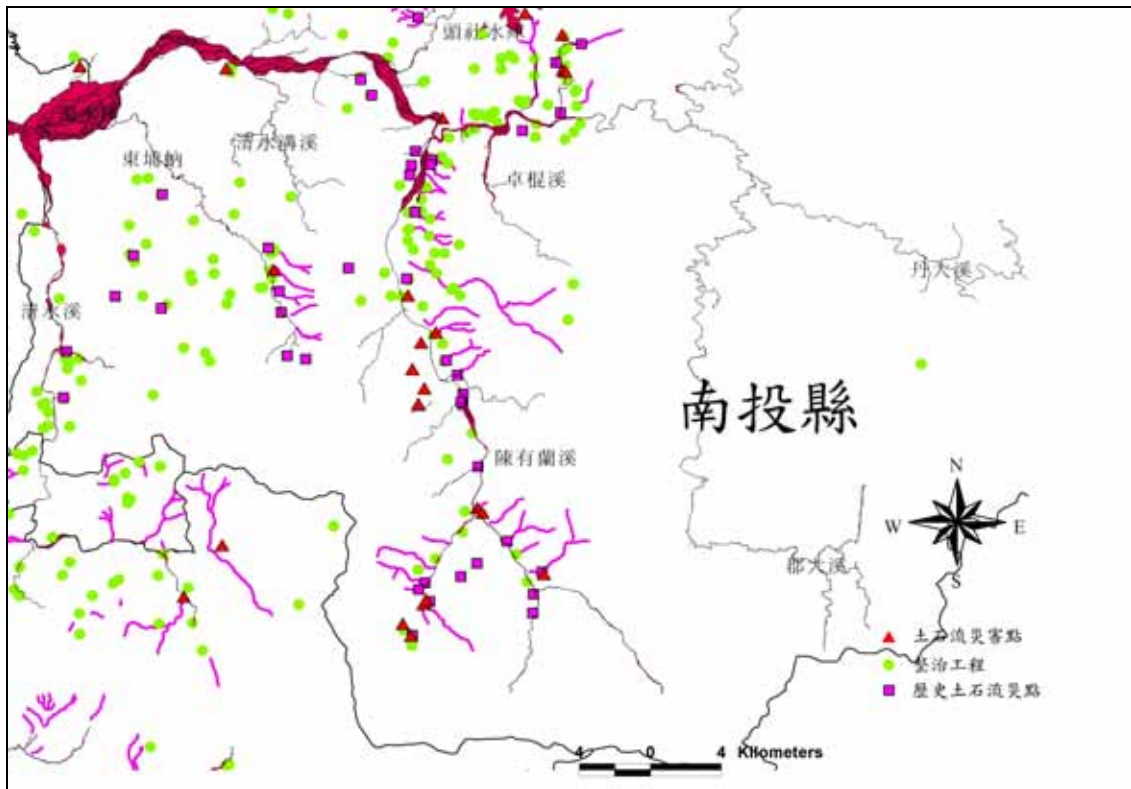


圖 3.13 防治工程對土石流災害之影響

(資料來源：水土保持局、公路總局、國家災害科技中心，陳天健)

3.3 淹水及水利設施災因分析（國家災害防救科技中心）

民國 93 年 6 月 30 日敏督利颱風侵襲台灣，伴隨而來的強烈西南氣流挾帶豪雨造成台灣中南部重大水患及坡地土石流災情產生。因此本報告將針對敏督利颱風侵襲台灣期間之降雨分佈做分析，以瞭解此次颱風對台灣地區降雨之影響。茲將分析之結果分述如下：

3.3.1. 流域降雨頻率分析

根據中央氣象局點對點氣象防災資訊系統，蒐集中央氣象局全省共 451 站即時觀測雨量站資料，將敏督利颱風及伴隨強烈西南氣流影響台灣期間(6/30 至 7/4)累積降雨分佈繪如圖 3-14 所示，並進一步排序總累積降雨量前 40 大雨量站，如表 3-1 所示，由表中可知，前 40 大雨量站之累積降雨量均超過 1,000 毫米，前 10 大雨量站之累積降雨量更高達 1,500 毫米以上。

在時間分佈上，除台灣東部地區受敏督利颱風影響，自 6/30 起即有明顯降雨外，西部地區則主要受強烈西南氣流影響，降雨集中於 7/2 至 7/4 三日，前 10 大雨量站在這三日內之累積降雨量均已超過 1,500 毫米。

在空間分佈上，此次颱風事件兩大降雨中心，分別位於南部高屏溪流域上游集水區，以及中部濁水溪、大甲溪、烏溪及大安溪等流域上游集水區，若以行政區域區分，則降雨多集中在高雄縣、嘉義縣、台中縣、南投縣及屏東縣等地山區。茲初步針對此次造成災情較嚴重之高屏溪、大甲溪及烏溪進行降雨頻率分析，結果分述如下：

一、高屏溪流域

由表 3-1 中可知，高屏溪流域上游高雄縣桃源鄉有六個雨量站於本次事件中之累積總雨量超過 1,500 毫米，其中溪南及御油山兩站累積總降雨量，更分別達到 2,000 及 1,9000 毫米以上。進一步分析雨量記錄，並搭配經濟部水資源局於民國 90 年所完成全省雨量站頻率分析報告(頻率分析資料未包含民國 90 年降雨資料)，分析比較高屏溪上游雨量站於本次颱風事件之連續 1、3、6、12、24、48 小時等不同延時降雨量與重現期關係，其結果如表 3-2 至表 3-7 所示。

由表 3-2 至表 3-7 可知，此次颱風事件中，溪南站連續 1、3、6 小時最大降雨量接近 100 年重現期降雨，而連續 12、24、48 小時最大降雨量則均遠高於 200 年重現期降雨；御油山站連續 1、3、6、12 小時最大降雨量約介於 25 年至 50 年重現期降雨之間，而連續 24、48 小時最大降雨量則均遠高於 200 年重現期降雨；其他各雨量站情形亦相仿，連續 1、3、6、12 小時最大降雨量多介於 10 年至 50 年重現期降雨之間；但連續 24、48 小時最大降雨量則多遠高於 200 年重現期降雨。

二、烏溪流域

由表 3-1 中可知，烏溪流域上游南投縣仁愛鄉阿眉站於本次事件中之累積總雨量達到 1,600 毫米，仁愛鄉翠巒站及國姓鄉九份二山站亦都超過 1,100 毫米。進一步分析雨量記錄，並搭配經濟部水資源局於民國 90 年所完成全省雨量站頻率分析報告(頻率分析資料未包含民國 90 年降雨資料)，分析比較烏溪上游雨量站於本次颱風事件之連續 1、3、6、12、24、48 小時等不同延時降雨量與重現期關係，其結果如表 3-8 至表 3-13 所示。

由表 3-8 至表 3-13 可知，此次颱風事件中，連續 1 小時最大降雨分別於 7 月 3 日 7:50 前後與 7 月 4 日 20:20 前後發生在國姓鄉及埔

里鎮鄰近區域，降雨強度均高於 200 年重現期降雨；仁愛鄉翠巒站連續 3、6、12、24、48 小時最大降雨量均遠高於 200 年重現期降雨，阿眉站則多介於 50 年至 200 年重現期降雨之間；而位於台中縣市的大坑、台中、中竹林、清水林等站連續 1、3、6、12 及 24 小時最大降雨量多介於 10 年至 25 年重現期降雨之間。

三、大甲溪流域

由表 3-1 中可知，大甲溪流域上游台中縣和平鄉雪嶺站於本次事件中之累積總雨量達到 1,600 毫米，稍來站及上谷關山站亦都超過 1,300 毫米。進一步分析雨量記錄，並搭配經濟部水資源局於民國 90 年所完成全省雨量站頻率分析報告(頻率分析資料未包含民國 90 年降雨資料)，分析比較大甲溪上游雨量站於本次颱風事件之連續 1、3、6、12、24、48 小時等不同延時降雨量與重現期關係，其結果如表 3-14 至表 3-19 所示。

由表 3-14 至表 3-19 可知，此次颱風事件中，連續 1 小時最大降雨於 7 月 3 日 08:20 前後發生在和平鄉及東勢鎮鄰近區域，降雨強度均高於 200 年重現期降雨；和平鄉雪嶺站及稍來站連續 3 小時最大降雨量仍超過 100 年重現期降雨，連續 6 小時最大降雨量則分別介於 50 年至 100 年及 50 年至 100 年重現期降雨之間，連續 12、24 小時最大降雨量均介於 10 年至 25 年重現期降雨之間，而連續 48 小時最大降雨量則均介於 50 年至 100 年重現期降雨之間；東勢鎮東勢站及新伯公站連續 3、6、12 小時最大降雨量亦都超過 100 年重現期降雨，連續 24、48 時最大降雨量則介於 50 年至 100 年重現期降雨之間。

四、小 結

由近 50 年台灣地區雨量站資料顯示，台灣中南部地區 6~8 月之單月累積降雨量平均平地約為 400-500 毫米，山區約為 500-600 毫米。但自中央氣象局發佈敏督利颱風海上陸上颱風警報至解除陸上颱風警報止共 3 日，全台最大降雨量約 740 毫米，較大降雨區集中在台灣東部及南部山區。而自 7 月 2 日 23 時 30 分(中央氣象局解除敏督利颱風陸上颱風警報)至 7 月 4 日 23 時 30 分止共 2 日，由於受到強烈西南氣流影響，全台共有 12 個測站之降雨量超過 1,000 毫米，且皆集中於中南部地區，遠大於過去 50 年之平均值。

其中，高屏河流域上游多個雨量站連續 24、48 小時最大降雨量均超過 200 年重現期降雨，長延時降雨遠高於防洪設施設計標準，為造成高屏溪沿岸多處堤防潰決溢淹之主因；烏河流域及大甲河流域上游多個雨量站連續 1 小時最大降雨量亦超過 200 年重現期降雨，短延時暴雨遠高於下游河川及排水的防洪設施設計之標準，造成無法及時宣洩洪水，除導致洪水漫流溢淹外，亦因沖刷堤防基礎形成潰堤而造成淹水損失。

表 3-1 敏督利颱風及七二水災期間(6月30日至7月4日)
 全台累積降雨量前40大雨量站

| 排序 | 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 流域 | 日累積降雨量(毫米) | | | | | 總累積降雨量(毫米) |
|----|------|-----|------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|------------|
| | | | | | 6/30 | 7/1 | 7/2 | 7/3 | 7/4 | |
| 1 | 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 12.0 | 112.0 | 528.0 | 605.0 | 837.5 | 2094.5 |
| 2 | 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 2.0 | 22.0 | 666.5 | 616.5 | 635.0 | 1942.0 |
| 3 | 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 7.5 | 89.0 | 518.5 | 636.5 | 540.0 | 1791.5 |
| 4 | 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 8.5 | 64.0 | 577.5 | 670.0 | 442.0 | 1762.0 |
| 5 | 阿里山 | 嘉義縣 | 阿里山鄉 | 濁水溪流域 | 0.5 | 9.0 | 555.0 | 615.5 | 553.5 | 1733.5 |
| 6 | 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 10.0 | 67.5 | 378.5 | 440.0 | 802.5 | 1698.5 |
| 7 | 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 9.0 | 454.5 | 569.5 | 598.5 | 1631.5 |
| 8 | 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 0.0 | 20.5 | 403.5 | 508.5 | 687.5 | 1620.0 |
| 9 | 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 高屏溪流域 | 0.0 | 15.5 | 583.5 | 460.0 | 556.5 | 1615.5 |
| 10 | 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 烏溪流域 | 0.0 | 37.0 | 480.0 | 647.0 | 436.5 | 1600.5 |
| 11 | 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 14.0 | 397.0 | 603.5 | 571.5 | 1586.0 |
| 12 | 神木村 | 南投縣 | 信義鄉 | 濁水溪流域 | 0.0 | 8.5 | 384.0 | 501.5 | 513.0 | 1407.0 |
| 13 | 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 18.0 | 350.0 | 516.0 | 459.0 | 1343.0 |
| 14 | 高中 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 0.0 | 16.0 | 466.5 | 375.5 | 484.0 | 1342.0 |
| 15 | 尾寮山 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 高屏溪流域 | 2.0 | 17.0 | 730.5 | 454.0 | 128.5 | 1332.0 |
| 16 | 烏石坑 | 台中縣 | 和平鄉 | 大安溪流域 | 0.0 | 11.0 | 315.0 | 432.0 | 546.0 | 1304.0 |
| 17 | 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 高屏溪流域 | 3.0 | 51.0 | 354.0 | 538.0 | 347.5 | 1293.5 |
| 18 | 奮起湖 | 嘉義縣 | 竹崎鄉 | 八掌溪流域 | 11.0 | 0.0 | 504.0 | 437.5 | 251.0 | 1203.5 |
| 19 | 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 烏溪流域 | 1.5 | 79.0 | 358.0 | 554.5 | 166.0 | 1159.0 |
| 20 | 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 2.0 | 300.0 | 440.0 | 400.0 | 1142.0 |
| 21 | 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 9.5 | 309.5 | 399.5 | 418.5 | 1137.0 |
| 22 | 瑪家 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 高屏溪流域 | 2.0 | 22.5 | 580.0 | 429.5 | 97.5 | 1131.5 |
| 23 | 石磐龍 | 嘉義縣 | 竹崎鄉 | 八掌溪流域 | 12.5 | 0.0 | 527.0 | 395.5 | 181.0 | 1116.0 |
| 24 | 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 烏溪流域 | 0.0 | 0.5 | 330.0 | 313.0 | 464.5 | 1108.0 |
| 25 | 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 大甲溪流域 | 6.0 | 67.5 | 329.5 | 540.5 | 151.0 | 1094.5 |
| 26 | 民生 | 高雄縣 | 三民鄉 | 高屏溪流域 | 1.5 | 9.5 | 376.5 | 380.5 | 325.5 | 1093.5 |
| 27 | 豐山 | 嘉義縣 | 阿里山鄉 | 濁水溪流域 | 0.0 | 0.5 | 361.5 | 424.0 | 298.5 | 1084.5 |
| 28 | 象鼻 | 苗栗縣 | 泰安鄉 | 大安溪流域 | 0.0 | 58.0 | 316.0 | 399.5 | 310.5 | 1084.0 |
| 29 | 新興橋 | 南投縣 | 信義鄉 | 濁水溪流域 | 0.0 | 9.0 | 250.5 | 351.0 | 469.0 | 1079.5 |
| 30 | 向陽 | 台東縣 | 海端鄉 | 卑南溪流域 | 64.0 | 170.5 | 197.0 | 322.5 | 321.0 | 1075.0 |
| 31 | 雙崎 | 台中縣 | 和平鄉 | 大安溪流域 | 0.0 | 6.0 | 247.0 | 385.0 | 436.5 | 1074.5 |
| 32 | 馬頭山 | 嘉義縣 | 大埔鄉 | 曾文溪流域 | 0.0 | 35.0 | 502.0 | 361.5 | 163.0 | 1061.5 |
| 33 | 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 大甲溪流域 | 0.0 | 1.0 | 353.5 | 415.0 | 288.5 | 1058.0 |
| 34 | 新高口 | 南投縣 | 信義鄉 | 濁水溪流域 | 12.5 | 35.5 | 428.0 | 341.0 | 240.5 | 1057.5 |
| 35 | 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 烏溪流域 | 0.0 | 44.5 | 216.5 | 257.5 | 538.0 | 1056.5 |
| 36 | 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 烏溪流域 | 0.0 | 5.5 | 214.0 | 253.0 | 575.5 | 1048.0 |
| 37 | 瀨頭 | 嘉義縣 | 阿里山鄉 | 曾文溪流域 | 4.5 | 3.0 | 503.5 | 353.0 | 181.5 | 1045.5 |
| 38 | 北山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 烏溪流域 | 0.0 | 1.5 | 276.5 | 302.5 | 458.5 | 1039.0 |
| 39 | 凌霄 | 南投縣 | 埔里鎮 | 烏溪流域 | 0.0 | 28.5 | 296.5 | 301.5 | 401.5 | 1028.0 |
| 40 | 清流 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 烏溪流域 | 0.0 | 13.5 | 308.0 | 298.5 | 389.5 | 1009.5 |

資料來源：中央氣象局

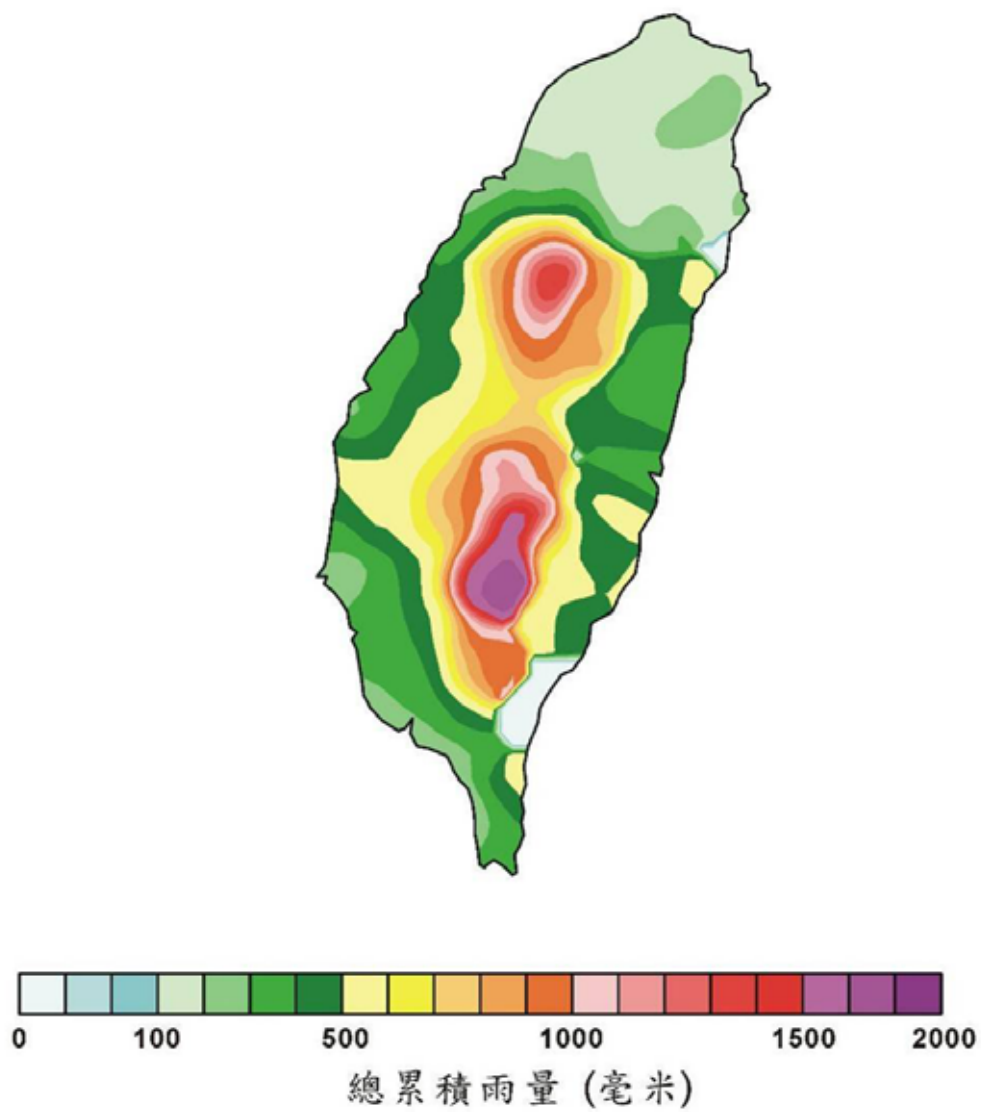


圖 3-14 敏督利颱風及七二水災事件總累積雨量分佈

表 3-2 高屏河流域敏督利颱風及七二水災期間連續 1 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|---------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 高中 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 02:00 | 7/4 03:00 | 134.0 | 民族 | 200 年 | 121 毫米 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 10:10 | 7/4 11:10 | 127.5 | 萬山 | 200 年 | 119 毫米 |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 01:50 | 7/4 02:50 | 111.5 | 萬山 | 50 年 100 年 | 109 毫米 114 毫米 |
| 復興 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 19:20 | 7/2 20:20 | 103.0 | 梅山(2) | 200 年 | 91 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 10:50 | 7/4 11:50 | 85.0 | 萬山 | 5 年 | 85 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 03:00 | 7/4 04:00 | 85.0 | 梅山(2) | 100 年 | 86 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/3 04:50 | 7/3 05:50 | 84.5 | 甲仙(2) | 2 年 5 年 | 72 毫米 100 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 09:20 | 7/4 10:20 | 82.0 | 梅山(2) | 50 年 100 年 | 80 毫米 86 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 06:00 | 7/3 07:00 | 76.5 | 玉山 | 25 年 | 76 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 02:10 | 7/3 03:10 | 74.0 | 天池 | 200 年 | 61 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-3 高屏河流域敏督利颱風及七二水災期間連續 3 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 08:30 | 7/4 11:30 | 229.5 | 萬山 | 50 年 100 年 | 224 毫米 242 毫米 |
| 高中 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 01:20 | 7/4 04:20 | 226.5 | 民族 | 100 年 200 年 | 237 毫米 256 毫米 |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 00:10 | 7/4 03:10 | 219.5 | 萬山 | 25 年 50 年 | 205 毫米 224 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 01:10 | 7/4 04:10 | 198.5 | 梅山(2) | 50 年 100 年 | 191 毫米 211 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 05:10 | 7/4 08:10 | 172.5 | 天池 | 200 年 | 135 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 08:30 | 7/4 11:30 | 171.5 | 梅山(2) | 25 年 | 170 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 05:10 | 7/3 08:10 | 165.0 | 玉山 | 50 年 100 年 | 161 毫米 178 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 01:50 | 7/4 04:50 | 163.5 | 萬山 | 5 年 10 年 | 156 毫米 178 毫米 |
| 復興 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 17:20 | 7/2 20:20 | 162.5 | 梅山(2) | 10 年 25 年 | 143 毫米 170 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/3 02:50 | 7/3 05:50 | 160.0 | 甲仙(2) | 5 年 10 年 | 148 毫米 171 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-4 高屏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 6 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|------|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 05:50 | 7/4 11:50 | 361.5 | 萬山 | 100 年 | 361 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 02:20 | 7/3 08:20 | 312.5 | 天池 | 200 年 | 256 毫米 |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 1:30 | 7/3 7:30 | 307.0 | 萬山 | 25 年 | 305 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 05:30 | 7/4 11:30 | 302.5 | 梅山(2) | 25 年 50 年 | 290 毫米 28 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 05:50 | 7/4 11:50 | 301.5 | 萬山 | 10 年 25 年 | 264 毫米 305 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 22:50 | 7/4 4:50 | 296.0 | 梅山(2) | 25 年 50 年 | 290 毫米 328 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 02:10 | 7/3 08:10 | 282.5 | 玉山 | 200 年 | 277 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/2 23:50 | 7/3 5:50 | 277.5 | 甲仙(2) | 25 年 50 年 | 272 毫米 295 毫米 |
| 高中 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 22:20 | 7/4 4:20 | 276.0 | 民族 | 10 年 25 年 | 255 毫米 303 毫米 |
| 尾寮山 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 7/2 02:50 | 7/2 08:50 | 262.0 | 新豐 | 25 年 50 年 | 255 毫米 303 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-5 高屏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 12 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|------|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 02:10 | 7/4 14:10 | 615.5 | 萬山 | 200 年 | 527 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 00:00 | 7/4 12:00 | 561.0 | 萬山 | 200 年 | 527 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/4 01:50 | 7/4 13:50 | 497.0 | 梅山(2) | 25 年 50 年 | 455 毫米 510 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 02:10 | 7/3 14:10 | 495.5 | 天池 | 200 年 | 440 毫米 |
| 尾寮山 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 7/2 02:20 | 7/2 14:20 | 494.5 | 新豐 | 200 年 | 466 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/2 17:50 | 7/6 5:50 | 462.5 | 甲仙(2) | 5 年 10 年 | 429 毫米 499 毫米 |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 06:50 | 7/2 18:50 | 458.5 | 萬山 | 25 年 50 年 | 433 毫米 467 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 01:40 | 7/3 13:40 | 442.0 | 梅山(2) | 10 年 25 年 | 381 毫米 455 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 23:30 | 7/3 11:30 | 418.0 | 玉山 | 200 年 | 366 毫米 |
| 瑪家 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 7/2 01:50 | 7/2 13:50 | 398.0 | 新瑪家 | 2 年 5 年 | 365 毫米 533 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-6 高屏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 24 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | 雨量 |
|-----|-----|------|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 07:20 | 7/3 07:20 | 870.0 | 萬山 | 200 年 | 724 毫米 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 19:50 | 7/4 19:50 | 856.5 | 萬山 | 200 年 | 724 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 08:20 | 7/3 08:20 | 833.0 | 天池 | 200 年 | 641 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/2 06:20 | 7/3 06:20 | 812.0 | 甲仙 | 200 年 | 759 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 19:30 | 7/4 19:30 | 811.5 | 萬山 | 200 年 | 724 毫米 |
| 尾寮山 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 7/2 02:30 | 7/3 02:30 | 757.5 | 新豐 | 200 年 | 668 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 04:30 | 7/4 04:30 | 732.0 | 梅山(2) | 25 年 50 年 | 675 毫米 761 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/3 19:40 | 7/3 19:40 | 717.0 | 梅山(2) | 25 年 50 年 | 675 毫米 761 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 11:20 | 7/3 11:20 | 655.5 | 玉山 | 200 年 | 522 毫米 |
| 瑪家 | 屏東縣 | 瑪家鄉 | 7/2 02:30 | 7/3 02:30 | 626.5 | 新瑪家 | 2 年 5 年 | 519 毫米 752 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-7 高屏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 48 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|------|--------------|--------------|------------|-------|-------|---------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 溪南 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 14:50 | 7/4 14:50 | 1514.0 | 萬山 | 200 年 | 1004 毫米 |
| 御油山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 06:50 | 7/4 06:50 | 1504.0 | 萬山 | 200 年 | 1004 毫米 |
| 南天池 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 11:40 | 7/4 11:40 | 1424.5 | 天池 | 200 年 | 871 毫米 |
| 小關山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 04:30 | 7/4 04:30 | 1372.0 | 梅山(2) | 200 年 | 1054 毫米 |
| 梅山 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 21:30 | 7/4 21:30 | 1272.5 | 梅山(2) | 200 年 | 1054 毫米 |
| 新集 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 23:00 | 7/4 23:00 | 1250.5 | 萬山 | 200 年 | 1004 毫米 |
| 新發 | 高雄縣 | 六龜鄉 | 7/2 06:50 | 7/4 06:50 | 1220.5 | 甲仙 | 200 年 | 1083 毫米 |
| 尾寮山 | 屏東縣 | 三地門鄉 | 7/2 01:30 | 7/4 01:30 | 1212.5 | 新豐 | 200 年 | 805 毫米 |
| 楠溪 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 11:50 | 7/4 11:50 | 1094.0 | 玉山 | 200 年 | 692 毫米 |
| 高中 | 高雄縣 | 桃源鄉 | 7/2 04:20 | 7/4 04:20 | 1079.0 | 民族 | 200 年 | 1081 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-8 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 1 小時最大降雨量前 10 大雨量站

與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 08:20 | 151.5 | 北山(2) | 200 年 | 117 毫米 |
| 北山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 08:20 | 146.0 | 北山(2) | 200 年 | 117 毫米 |
| 北坑 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 19:50 | 7/4 20:50 | 143.0 | 日月潭 | 200 年 | 115 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 19:50 | 7/4 20:50 | 141.0 | 奧萬大 | 200 年 | 105 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 19:40 | 7/4 20:40 | 139.0 | 北山(2) | 200 年 | 117 毫米 |
| 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 19:40 | 7/4 20:40 | 138.5 | 北山(2) | 200 年 | 117 毫米 |
| 中竹林 | 台中縣 | 太平市 | 7/3 07:00 | 7/3 08:00 | 130.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 108 毫米 159 毫米 |
| 清水林 | 台中縣 | 太平市 | 7/3 07:20 | 7/3 08:20 | 129.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 108 毫米 159 毫米 |
| 水長流 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 08:20 | 124.5 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 108 毫米 159 毫米 |
| 埔里 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 20:10 | 7/4 21:10 | 124.0 | 北山(2) | 200 年 | 117 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-9 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 3 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 10:20 | 249.5 | 松峰 | 200 年 | 110 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 19:50 | 7/4 22:50 | 242.0 | 奧萬大 | 200 年 | 194 毫米 |
| 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:10 | 7/3 10:10 | 222.5 | 上谷關 | 100 年 200 年 | 210 毫米 226 毫米 |
| 北坑 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 19:50 | 7/4 22:50 | 207.0 | 日月潭 | 25 年 50 年 | 187 毫米 209 毫米 |
| 清水林 | 台中縣 | 太平市 | 7/3 05:50 | 7/3 08:50 | 193.5 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 170 毫米 271 毫米 |
| 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/3 07:10 | 7/3 0:10 | 184.0 | 北山(2) | 50 年 100 年 | 181 毫米 197 毫米 |
| 中竹林 | 台中縣 | 太平市 | 7/3 05:40 | 7/3 08:40 | 177.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 170 毫米 271 毫米 |
| 仁愛 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 19:50 | 7/4 22:50 | 175.5 | 櫻社 | 50 年 100 年 | 161 毫米 181 毫米 |
| 魚池 | 南投縣 | 魚池鄉 | 7/4 07:10 | 7/4 10:10 | 174.0 | 日月潭 | 10 年 25 年 | 157 毫米 187 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 19:50 | 7/4 22:50 | 173.0 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 165 毫米 181 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-10 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 6 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 13:20 | 348.0 | 松峰 | 200 年 | 196 毫米 |
| 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 06:00 | 7/3 12:00 | 317.0 | 上谷關 | 25 年 50 年 | 308 毫米 343 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 18:00 | 7/5 00:00 | 303.0 | 奧萬大 | 100 年 200 年 | 289 毫米 313 毫米 |
| 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 14:40 | 7/4 20:40 | 274.5 | 北山(2) | 50 年 100 年 | 269 毫米 294 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 15:10 | 7/4 21:10 | 255.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 241 毫米 269 毫米 |
| 仁愛 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 18:00 | 7/5 00:00 | 252.5 | 櫻社 | 50 年 100 年 | 234 毫米 258 毫米 |
| 瑞岩 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 13:20 | 248.5 | 翠峰 | 200 年 | 216 毫米 |
| 北坑 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 06:10 | 7/4 12:10 | 238.5 | 日月潭 | 5 年 10 年 | 197 毫米 244 毫米 |
| 翠峰 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 13:20 | 238.0 | 翠峰 | 200 年 | 216 毫米 |
| 魚池 | 南投縣 | 魚池鄉 | 7/4 05:00 | 7/4 11:00 | 231.0 | 日月潭 | 5 年 10 年 | 197 毫米 244 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-11 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 12 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 03:00 | 7/3 15:00 | 503.5 | 上谷關 | 25 年 50 年 | 482 毫米 541 毫米 |
| 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 02:40 | 7/3 14:40 | 449.0 | 松峰 | 200 年 | 317 毫米 |
| 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 08:00 | 7/4 20:00 | 429.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 387 毫米 444 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 08:10 | 7/4 20:10 | 421.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 387 毫米 444 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 11:40 | 7/4 23:40 | 399.0 | 奧萬大 | 100 年 | 401 毫米 |
| 大坑 | 台中市 | 北屯區 | 7/2 20:30 | 7/3 8:30 | 369.5 | 台中 | 10 年 25 年 | 280 毫米 380 毫米 |
| 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/4 05:10 | 7/4 17:10 | 363.5 | 北山(2) | 10 年 25 年 | 310 毫米 387 毫米 |
| 台中 | 台中市 | 北區 | 7/2 20:30 | 7/3 8:30 | 355.0 | 台中 | 10 年 25 年 | 280 毫米 380 毫米 |
| 北山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/4 08:00 | 7/4 20:00 | 352.5 | 北山(2) | 10 年 25 年 | 310 毫米 387 毫米 |
| 瑞岩 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:20 | 7/3 19:20 | 344.5 | 翠峰 | 200 年 | 342 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-12 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 24 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|---------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/2 10:20 | 7/3 10:20 | 794.5 | 上谷關 | 50 年 100 年 | 737 毫米 818 毫米 |
| 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/2 12:10 | 7/3 12:10 | 669.5 | 松峰 | 200 年 | 545 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 00:00 | 7/5 00:00 | 578.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 526 毫米 623 毫米 |
| 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/4 00:00 | 7/5 00:00 | 575.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 526 毫米 623 毫米 |
| 清水林 | 台中縣 | 太平市 | 7/2 08:40 | 7/3 08:40 | 572.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 510 毫米 740 毫米 |
| 大坑 | 台中市 | 北屯區 | 7/2 08:30 | 7/3 08:30 | 569.5 | 台中 | 25 年 50 年 | 473 毫米 576 毫米 |
| 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/2 08:40 | 7/3 08:40 | 560.5 | 北山(2) | 25 年 50 年 | 526 毫米 623 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/4 00:00 | 7/5 00:00 | 538.0 | 奧萬大 | 200 年 | 523 毫米 |
| 台中 | 台中市 | 北區 | 7/2 08:20 | 7/3 08:20 | 535.5 | 台中 | 25 年 50 年 | 473 毫米 576 毫米 |
| 中竹林 | 台中縣 | 太平市 | 7/2 08:30 | 7/3 08:30 | 530.5 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 510 毫米 740 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-13 烏溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 48 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|------|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|----------------|--------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 阿眉 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/2 09:20 | 7/4 09:20 | 1160.0 | 上谷關 | 100 年 200 年 | 1047 毫米 1167 毫米 |
| 翠巒 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/1 19:20 | 7/3 19:20 | 931.0 | 松峰 | 200 年 | 902 毫米 |
| 外大坪 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/2 22:30 | 7/4 22:30 | 835.5 | 北山(2) | 100 年 200 年 | 794 毫米 903 毫米 |
| 九份二山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/2 09:10 | 7/4 09:10 | 798.5 | 北山(2) | 100 年 200 年 | 794 毫米 903 毫米 |
| 楓樹林 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 795.5 | 奧萬大 | 200 年 | 647 毫米 |
| 北山 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/2 21:00 | 7/4 21:00 | 784.0 | 北山(2) | 50 年 100 年 | 687 毫米 794 毫米 |
| 大肚城 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/2 21:00 | 7/4 21:00 | 779.0 | 北山(2) | 50 年 100 年 | 687 毫米 794 毫米 |
| 凌霄 | 南投縣 | 埔里鎮 | 7/2 23:50 | 7/4 23:50 | 703.0 | 北山(2) | 50 年 100 年 | 687 毫米 794 毫米 |
| 仁愛 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 696.5 | 櫻社 | 100 年 200 年 | 651 毫米 723 毫米 |
| 長福 | 南投縣 | 國姓鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 694.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 543 毫米 782 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-14 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 1 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|-------|--------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 08:20 | 7/3 09:20 | 142.0 | 雪嶺 | 200 年 | 113 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 07:50 | 7/3 08:50 | 133.0 | 新伯公 | 200 年 | 115 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 07:50 | 7/3 08:50 | 130.5 | 新伯公 | 200 年 | 115 毫米 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 08:30 | 7/3 09:30 | 130.0 | 雪嶺 | 200 年 | 113 毫米 |
| 梨山 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 09:00 | 7/3 10:00 | 114.5 | 梨山(2) | 200 年 | 67 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 07:40 | 7/3 08:40 | 111.0 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 108 毫米 159 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 07:40 | 7/3 08:40 | 109.5 | 新伯公 | 100 年 | 110 毫米 |
| 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 08:00 | 7/3 09:00 | 102.0 | 上谷關 | 200 年 | 94 毫米 |
| 伯公龍 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 07:50 | 7/3 08:50 | 101.0 | 新伯公 | 25 年 50 年 | 99 毫米 104 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 08:10 | 7/3 09:10 | 95.0 | 上谷關 | 200 年 | 94 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-15 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 3 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|--------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/4 19:10 | 7/4 22:10 | 237.5 | 雪嶺 | 200 年 | 200 毫米 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 06:30 | 7/3 09:30 | 235.5 | 雪嶺 | 200 年 | 200 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 06:20 | 7/3 09:20 | 204.0 | 新伯公 | 100 年 200 年 | 194 毫米 208 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 06:40 | 7/3 09:40 | 199.0 | 上谷關 | 50 年 100 年 | 194 毫米 210 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 06:20 | 7/3 09:20 | 190.5 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 180 毫米 194 毫米 |
| 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 08:30 | 7/3 11:30 | 188.5 | 合歡山(2) | 50 年 100 年 | 173 毫米 194 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 06:30 | 7/3 09:30 | 187.5 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 180 毫米 194 毫米 |
| 梨山 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 08:20 | 7/3 11:20 | 184.5 | 梨山(2) | 200 年 | 123 毫米 |
| 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 06:30 | 7/3 09:30 | 180.0 | 上谷關 | 25 年 50 年 | 176 毫米 194 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 06:20 | 7/3 09:20 | 169.0 | 頭汴坑 | 10 年 | 170 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-16 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 6 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|--------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/4 18:00 | 7/5 00:00 | 389.5 | 雪嶺 | 100 年 200 年 | 367 毫米 400 毫米 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/4 17:40 | 7/4 23:40 | 339.5 | 雪嶺 | 100 年 200 年 | 367 毫米 400 毫米 |
| 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 07:00 | 7/3 13:00 | 307.5 | 合歡山(2) | 100 年 200 年 | 288 毫米 317 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 05:50 | 7/3 11:50 | 271.0 | 上谷關 | 10 年 25 年 | 258 毫米 308 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 02:50 | 7/3 08:50 | 263.0 | 新伯公 | 200 年 | 234 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 03:00 | 7/3 09:00 | 262.0 | 新伯公 | 200 年 | 234 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 02:30 | 7/3 08:30 | 238.0 | 頭汴坑 | 5 年 10 年 | 196 毫米 391 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 02:40 | 7/3 08:40 | 234.5 | 新伯公 | 200 年 | 234 毫米 |
| 梨山 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 05:20 | 7/3 11:20 | 220.5 | 梨山(2) | 200 年 | 179 毫米 |
| 伯公龍 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/3 02:40 | 7/3 08:40 | 220.0 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 218 毫米 227 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-17 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 12 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|--------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/4 11:40 | 7/4 23:40 | 514.0 | 雪嶺 | 10 年 25 年 | 440 毫米 531 毫米 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/4 11:30 | 7/4 23:30 | 487.0 | 雪嶺 | 10 年 25 年 | 440 毫米 531 毫米 |
| 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/3 03:20 | 7/3 15:20 | 430.5 | 合歡山(2) | 50 年 100 年 | 400 毫米 440 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 21:30 | 7/3 9:30 | 408.0 | 新伯公 | 100 年 200 年 | 392 毫米 422 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 21:20 | 7/3 9:20 | 407.0 | 新伯公 | 100 年 200 年 | 392 毫米 422 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 02:40 | 7/3 14:40 | 394.5 | 上谷關 | 5 年 10 年 | 328 毫米 398 毫米 |
| 石岡 | 台中縣 | 石岡鄉 | 7/2 21:00 | 7/3 9:00 | 391.0 | 新伯公 | 100 年 | 392 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 02:10 | 7/3 14:10 | 371.5 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 360 毫米 392 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 02:00 | 7/3 14:00 | 355.5 | 頭汴坑 | 5 年 10 年 | 282 毫米 391 毫米 |
| 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 21:40 | 7/3 9:40 | 328.5 | 上谷關 | 5 年 | 328 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-18 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 24 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|--------|----------------|------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 10:50 | 7/3 10:50 | 810.0 | 雪嶺 | 10 年 25 年 | 667 毫米 834 毫米 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 10:50 | 7/3 10:50 | 762.5 | 雪嶺 | 10 年 25 年 | 667 毫米 834 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/2 08:40 | 7/3 08:40 | 635.5 | 頭汴坑 | 10 年 25 年 | 510 毫米 740 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 09:30 | 7/3 09:30 | 617.0 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 592 毫米 676 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 09:20 | 7/3 09:20 | 605.5 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 592 毫米 676 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 10:10 | 7/3 10:10 | 603.0 | 上谷關 | 10 年 25 年 | 537 毫米 654 毫米 |
| 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/2 15:10 | 7/3 15:10 | 596.5 | 合歡山(2) | 100 年 200 年 | 570 毫米 606 毫米 |
| 石岡 | 台中縣 | 石岡鄉 | 7/2 09:00 | 7/3 09:00 | 582.5 | 新伯公 | 25 年 50 年 | 510 毫米 592 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/2 09:50 | 7/3 09:50 | 580.5 | 新伯公 | 25 年 50 年 | 510 毫米 592 毫米 |
| 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 09:40 | 7/3 09:40 | 566.0 | 上谷關 | 10 年 25 年 | 537 毫米 654 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

表 3-19 大甲溪流域敏督利颱風及七二水災期間連續 48 小時最大降雨量前 10 大雨量站與頻率分析參考雨量站重現期雨量

| 站名 | 縣市 | 鄉鎮 | 累積時間 | | 雨量 (毫米) | 頻率分析 | | |
|-----|-----|-----|--------------|--------------|------------|--------|----------------|--------------------|
| | | | 起 | 止 | | 參考雨量站 | 重現期 | 雨量 |
| 稍來 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 23:30 | 7/4 23:30 | 1179.5 | 雪嶺 | 50 年 100 年 | 1142 毫米 1310 毫米 |
| 雪嶺 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/2 23:40 | 7/4 23:40 | 1168.5 | 雪嶺 | 50 年 100 年 | 1142 毫米 1310 毫米 |
| 上谷關 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 975.0 | 上谷關 | 50 年 100 年 | 928 毫米 1047 毫米 |
| 合歡山 | 南投縣 | 仁愛鄉 | 7/1 19:20 | 7/3 19:20 | 881.5 | 合歡山(2) | 200 年 | 668 毫米 |
| 白毛台 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 840.0 | 新伯公 | 100 年 200 年 | 815 毫米 907 毫米 |
| 龍安 | 台中縣 | 新社鄉 | 7/2 08:50 | 7/4 08:50 | 819.0 | 頭汴坑 | 25 年 50 年 | 782 毫米 1017 毫米 |
| 白冷 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/3 00:00 | 7/5 00:00 | 818.0 | 上谷關 | 25 年 50 年 | 808 毫米 928 毫米 |
| 新伯公 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 21:00 | 7/4 21:00 | 767.0 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 724 毫米 815 毫米 |
| 東勢 | 台中縣 | 東勢鎮 | 7/2 20:50 | 7/4 20:50 | 755.0 | 新伯公 | 50 年 100 年 | 724 毫米 815 毫米 |
| 梨山 | 台中縣 | 和平鄉 | 7/1 16:50 | 7/3 16:50 | 642.0 | 梨山(2) | 200 年 | 578 毫米 |

資料來源：中央氣象局、經濟部水利署

3.3.2. 河川水情狀況

敏督利颱風過後引進強烈西南氣流，所挾帶的大量雨水橫掃台灣，導致全省許多流域河川水位暴漲，並造成多處溢堤、水利設施故障及河川兩岸低窪地區嚴重淹水，根據經濟部水利署水情通報資料，彙整經濟部水利處針對全省各流域河川水位調查資料結果如下：

一、大安溪

經濟部水利署於大安溪流域設有象鼻、雪山坑、雙崎、卓蘭、義里及鯉魚潭等六個水位站，在敏督利颱風期間計有象鼻及雙崎等兩站超過警戒水位。若將颱風期間最高瞬時水位與過去歷史紀錄洪水位進行比較後，象鼻水位站最高水位為 661.18m 高於 1996 年 7 月 31 日的最高歷史水位 628.10m；雙崎水位站最高水位為 487.47m 低於 1963 年 9 月 11 日的最高歷史水位 492.61m。

二、烏溪

經濟部水利署於烏溪流域設有南崗大橋、乾峰橋、烏溪橋、大度橋、南北通橋、觀音橋、溪南橋、利民橋、育英橋、集泉橋、農路橋、成功橋、隘寮橋等十三個水位站，在敏督利颱風期間計有南崗大橋、大度橋、南北通橋、集泉橋、農路橋、隘寮橋等六站超過警戒水位。若將颱風期間最高瞬時水位與過去歷史紀錄洪水位進行比較後，南崗大橋水位站最高水位為 89.86m 高於 1989 年 7 月 27 日的最高歷史水位 85.47m；大度橋水位站最高水位為 18.92m 低於 1970 年 9 月 07 日的最高歷史水位 19.54m；南北通橋水位站最高水位為 345.58m 高於 1976 年 7 月 5 日的最高歷史水位 340.83m；其餘集泉橋水位站最高水位為

28.84m；農路橋水位站最高水位為 113.99m；隘寮橋水位站最高水位為 143.47m。

三、濁水溪

經濟部水利署於濁水溪流域設有桶頭、玉峰橋、彰雲橋、自強大橋、水里、內茅埔、永興橋和溪洲大橋等八個水位站，在敏督利颱風期間僅有溪洲大橋一站超過警戒水位。若將颱風期間最高瞬時水位與過去歷史紀錄洪水位進行比較後，溪洲大橋水位站最高水位為 29.22m 高於 2001 年 7 月 30 日的最高歷史水位 28.89m。

四、八掌溪

經濟部水利署於八掌溪流域設有軍輝橋、義竹、常盤橋、觸口和八掌溪橋等五個水位站，在敏督利颱風期間有軍輝橋、常盤橋、觸口和八掌溪橋等四站超過警戒水位。若將颱風期間最高瞬時水位與過去歷史紀錄洪水位進行比較後，軍輝橋水位站最高水位為 30.97m 低於 1996 年 08 月 01 日的最高歷史水位 31.80m；常盤橋水位站最高水位為 26.27m 高於 1988 年 08 月 14 日的最高歷史水位 26.10m；觸口水位站最高水位為 227.49m 低於 1990 年 08 月 20 日的最高歷史水位 233.05m；和八掌溪橋水位站最高水位為 19.33m。

五、高屏溪

經濟部水利署於高屏溪流域設有杉林大橋、荖濃、里嶺大橋、萬大大橋、六龜、大津橋、三地門、阿其巴橋和楠峰橋等九個水位站，在敏督利颱風期間有杉林大橋、荖濃、里嶺大橋、六龜和阿其巴橋等五站超過警戒水位。若將颱風期間最高瞬時水位與過去歷史紀錄洪水位進行比較後，杉林大橋水位站最高水位為 130.10m 高於 1996 年 8 月 1 日的最高歷史水位 125.10m；荖濃水位站最高水位為 301.17m；里嶺

大橋水位站最高水位為 30.87m 高於 1996 年 8 月 1 日的最高歷史水位 30.80m；六龜水位站最高水位為 235.49m 低於 2001 年 7 月 30 日的最高歷史水位 236.23m；和阿其巴橋水位站最高水位為 716.09m 高於 2001 年 7 月 30 日的最高歷史水位 715.70m。

此外，由於高屏河流域均發生暫時封橋的災情，因此經濟部水利署針對該流域進行流量分析。由表 3-20 的結果顯示在九曲堂站、里港大橋、荖濃溪與隘寮溪合流前、新發大橋站、旗山溪出口、月眉站、隘寮溪出口和三地門站等站之洪峰流量約大於 200 年頻率，遠大於河川之設計防護標準 100 年頻率。故因而溪水越堤淹水或沖刷潰堤，實為洪水量遠大於設計洪水量之故。

表 3-20 高屏河流域敏督利颱風各控制點平均最大 48 小時暴雨量之洪流推求成果表

| 流域 | 控制點 | 集水面積 Km ² | 重現期距(年) | | 敏督利颱風 洪峰流量 | 相當再 發生年 |
|-----|------------|-------------------------|---------|--------|---------------|------------|
| | | | 200 年 | 100 年 | | |
| 本流 | 九曲堂站 | 2924.3 | 25,400 | 24,200 | 32,496 | >200 年 |
| 荖濃溪 | 里港大橋 | 2020.6 | 18,200 | 17,200 | 25,601 | >200 年 |
| | 荖濃溪與隘寮溪合流前 | 1375.3 | 13,300 | 12,500 | 17,923 | >200 年 |
| | 新發大橋站 | 804 | 9,430 | 8,890 | 11,081 | >200 年 |
| 旗山溪 | 旗山溪出口 | 832.5 | 7,380 | 6,970 | 7,162 | >100 年 |
| | 月眉站 | 530.4 | 5,970 | 5,680 | 5,989 | >200 年 |
| 隘寮溪 | 隘寮溪出口 | 635 | 7,340 | 6,750 | 6,866 | >200 年 |
| | 三地門站 | 401.8 | 5,160 | 4,800 | 4,819 | >100 年 |
| 濁口溪 | 大津橋站 | 367.5 | 3,670 | 3,430 | 6,324 | >200 年 |

資料來源：經濟部水利署

綜合敏督利颱風與七二水災所造之洪患，災因分析歸納如下：

1. 暴雨洪流超過防洪設施設計標準

於前節分析中顯示其重現期已遠超過大整體防洪標準 100 年重現期，不僅超出各流域之現況排洪能力，亦超過現有防洪系統之保護標準，因此造成無法及時宣洩洪水，因而導致洪水漫流溢淹。

2. 地震與颱風雙重影響

受到 921 地震與桃芝颱風影響，河川上、中游河床遭土石堆積減少通水斷面積，因此導致主河道之通水斷面積頓時減少，而無法承受如此大之洪水量。同時造成德基水庫排洪隧道前浮木與淤砂影響水庫安全，同時致使多座發電設備受損、取水堰、進水口遭土石阻塞與埋沒。

3. 橋樑過多，對洪水位具有抬升作用

淹水現地調查之結果，發現橫跨河道之橋樑過多，因而導致洪水泥流行經橋樑時，橋樑之橋墩對於洪水具有束縮作用，因而抬升橋樑上游之洪水位，加上洪水迴水反應造成上游洪水溢堤漫淹。

4. 未有治理方案或尚未執行

許多縣市政府所管轄之次要河川，無規劃治理方案或因經費來源短缺而未實施治理方案，而這些縣市管河川在屢次颱風皆遭受嚴重災情，如中部災情嚴重地區旱溪及頭汴坑溪亟需整體治理計畫。

5. 河道淤塞或佔用河道

縣市管河川由於缺少治理經費，因而河道中下游經常淤塞，雜草叢生，嚴重影響水流排洩，如苗栗縣南勢、北勢溪及南湖溪等；此外，如後龍溪汶水至南湖段之行水區河道被佔用情形亦相當嚴重，被佔用之地區常用來種植農作物，因此嚴重阻礙洪水之流放。

6. 過度開發

如苗栗卓蘭、台中東勢一帶河川上游山區，林地大量開發成果園、農地，暴雨來臨時雨水滲透能力大幅減少，逕流量大增、洪峰流量加大、流速加速且攜砂能力增高，原有排水系統無法負擔如此巨量之含砂水流，因而大量滯留於地面而造成淹水，或沖刷堤防與沖毀護岸設施等。

7. 地層下陷

中南部沿海地區因地下水超抽等因素造成地層下陷嚴重，致排水系統無法以重力方式自然渲洩，致雲林縣口湖鄉、水林鄉、台西鄉及嘉義縣東石鄉等地區淹水，且適逢滿潮影響，更加劇淹水之嚴重性。而針對各地方政府對於地下水抽取管制之執行與成效，值得進一步全盤檢討。

3.4 七二水災災情與賀伯、桃芝、納莉災情比較

近年幾次颱風重大災害，如 1996 年強烈颱風賀伯造成全島嚴重災情，南投縣水里鄉、信義鄉、鹿谷鄉山洪爆發與土石流多人慘遭不幸，台北縣市嚴重淹水，中南部沿海地區海水倒灌，共造成 73 人死亡、465 人受傷，阿里山測站並創下單日降雨 1,094.5 毫米的歷史紀錄。五年後，2001 年桃芝颱風直襲 921 地震後的中部災區，由於豪雨集中且因集集地震後山區土石鬆動，在中部 921 重建區縣與花蓮縣引發嚴重土石流，全省共 10 個縣市列入災區，總計 103 人死亡、111 人失蹤、189 人受傷，為颱風災害史上第三高傷亡失蹤人數的個案。緊接著同年 9 月的納莉颱風，以罕見的路徑由北部三貂角登陸，緩慢的移行速度滯留台灣本島達 49 小時，連續豪雨淹沒了許多縣市精華地區，其中又以台北市市區與捷運系統淹水受創最為慘重，加上台北縣市、新竹、雲林、嘉義、苗栗等山區的土石崩塌與土石流，造成 94 人死亡、265 人受傷、10 人失蹤的重大傷亡。

敏督利颱風所形成的旺盛西南氣流屬於極端的氣候現象。最大降雨強度發生在南投國姓鄉，7 月 3 日上午 7:30 至 8:30 一小時內降下 166.5 毫米的水量；而颱風與暴雨期間（6/30-7/4）之最大累積雨量在高雄縣桃源鄉高達 2142.5 毫米。[表 3.21](#) 針對敏督利颱風與七二水災與近年重大颱風災害之進行比較，表中顯示目前初步估計七二水災之農漁損失即達 97 億元，損失程度已超過 2001 年桃芝與納莉颱風所造成之損失，想見本次水災規模之盛。惟面對如此劇烈之天然災害，雖致成 29 人死亡、16 人受傷、12 人失蹤的重大傷亡，但人員之傷亡狀況實較前述數風災為輕。

表 3.21 敏督利颱風與七二水災與賀伯、桃芝及納莉颱風災害比較
(國家災害防救科技中心)

| 事件 | 最大降雨強度 (mm/hr) | 總累積雨量(mm) | 死亡 | 受傷 | 失蹤 | 道路 中斷 | 農業損失 |
|----------------------------------|---|---|-----|-----|-----|----------|---------|
| 85.7.29 賀伯颱風 | 112.0 嘉義奮起湖 | 1994.0 南投縣阿里山鄉阿里山站 | 51 | 465 | 22 | --- | 147.8 億 |
| 90.7.28 桃芝颱風 | 146.5 花蓮縣光復鄉光復 站 | 757.0 南投縣信義鄉神木站 | 103 | 189 | 111 | 111 | 77.8 億 |
| 90.9.17 納莉颱風 | 142.0 宜蘭縣大同鄉太平 山 | 1462.0 宜蘭縣大同鄉古魯站 | 94 | 265 | 10 | 100 | 41.7 億 |
| 93.6.30 敏督利颱 風與 0702 水災 | 166.5 07/03 0830 南投縣國姓鄉九份 二山站 | 2142.5 6/29-7/4 1930 高雄縣桃源鄉溪南站 | 29 | 16 | 12 | 134 | 97.0 億 |

註：1.資料來源：消防署、公路總局、主計處、國家災害防救科技中心。
2.最大降雨強度為時雨量；總累積雨量為整場颱風事件。

第四章 復建策略建議

4.1 永續發展理念

復建執行時，應以永續發展衍生理念，即「在不危及未來世代發展的前提下，於現今需求下進行的開發」進行。對於過去「過當」之行為應加修正，復建工程應以「永續營建」方式執行。

在落實國土保育與保安策略上，係以生態系統之理念，指導國土地資源之使用計畫—依循生態原則進行整合式河川管理及治理，及加強海岸及海域保育與管理。推動生態城市方面，係透過都市（社區）與環境資源結合，建立以人為本與環境共生共榮永續之生態都市。推動綠營建方面，包括生態工法（永續營建）、綠建築、資源再生利用與建立公共工程維護管理制度。

4.2 國土利用策略

基於對此次敏督利颱風及七二水災所造成之災情與社會現象的觀察，國土利用策略建議如下：

1. **山區國土利用政策之整合** - 目前山區土地利用，雖有森林法、水土保持法等法規作為規範，惟這些法規所形成的架構，尚不能形成一整體、宏觀、高瞻遠矚的政策。有關山區國土利用、開發、經濟、交通，乃至災後復建原則，有待進一步作完整之政策釐定，作為上位之指導原則與各項因應作法之參考。
2. **山區國土利用管理，結合「經濟面」之配套措施** - 儘管現有的法規對山區開發有所限制，惟居民基於經濟(生存)之需求，而常見違法開發或超限利用之情事。地方政府及管理單位或由於人力不足、或由於選擇考量，而未能落實查報、處分、制止、拆除等措施。

兼之，居民之生存乃為社會面之問題，如果強行制止、拆除，而未能從基本的經濟面解決問題，只是將問題由山區搬至平地；不但不能從根解決問題在先，且形成民怨在後，殊為不知。因此，山區國土利用之管理，尚須結合「經濟面」的配套措施，從居民之動機著手，疏緩在山區開發之企圖。

3. **山區資源使用與分配，忠實反應成本**— 山區資源開發有其正面意義，如可以提供山區居民基本的經濟與生存所需，提供多樣性的農作物食物種類，以及形成特定之觀光區及地區文化。惟此類開發亦有負面效果：(1)不利於水土保持；(2)屢見越界開發、侵佔國有土地、減少林地與超限利用，管理困難；(3)一旦成災，容易造成居民生命、財產的損失；(4)災情反復發生，政府須重複投資，往往耗費大量復建經費於服務少數人，難謂資源公平分配；(5)農葯的使用，對生態維護與下游居民的安全，形成威脅。

山區農作物的成本，除了生產成本，尚包括社會成本，如開闢公共設施成本、復建成本與生態成本。加入農作物的社會成本，自然提高售價，以價制量，減少消費，自然減少生產動機；(2)挹注政府相關支出，符合使用者付費之公平性；(3)所有支出，如果居民須負擔一部份，自然會慎重提出經費要求，減少投機的心理。其實，在山區開發，不一定要破壞山區的生態資源。山區的生態資源，亦可為資產，可為經濟用途。如果政府能在政策面與執行面加以教育、輔導，可以轉向部份的開發行為，舒緩生態之負擔。

4. **執行效率的考量**— 分得輔助經費後，受輔助機關的「執行與使用」能力，亦應納入考核。如果執行力差或品質不佳者，應減少分配額度，以避免投資浪費。必要時，用於地方的輔助，可以考慮選擇其他具高執行力的機關來執行。此舉不但可以提高執行效率，且可以減少投機等動機。

4.3 復建策略建議

在特定地區，如南投縣的神木村，政府已投入超量的資源，惟屢壞屢修；政府的公共投資，是否一再投入，已引起反省。如何判定是否應投入資源，應投入多少資源，乃為此次災害後，所應審慎思考的議題。

4.3.1 復建原則 — 「順應原則」

由於台灣所處環境，存有抬昇、崩坍、土石流、洪水流、颱風、豪雨、淹水、…等各種動態的自然現象，復建策略即是「順應原則」。「順」者，我們不再逆勢而為；「應」者，我們將針對所處生態環境之特質，採用因應的開發、復建作為。順應原則之內涵，包括：[\(附錄十一\)](#)

- 人為開發應減少對生態與環境的影響
- 工程措施應減少對生態與環境的影響
- 生態資源的應用應順應生態與環境的特性

4.3.2 復建策略

採用順應原則的復建策略，包括以下各方式：

1. 「阻、擋」策略改為「疏、導」策略 —

由於土石流將土石由河川上游往下游運搬，是一種自然現象。如將土石阻於上游，日積月累之下，越來越多的土石將形成更大的問題。因此，順應原則的復建策略，應是「疏、導」：土石流的流動，不但不予以阻擋，反而要協助其自然地往下游移動。

2. 「一次大量發生」改為「多次小量發生」 —

山崩、土石流等，如果一次發生的量體太大，可危及山區及其下游居民

的安全。雖是採用「不阻、不擋」的策略，惟仍應控制其發生的量體，使其改為「多次小量發生」，如此可以減少其影響範圍、減少其衝擊力、減少肇災機會。此發生量體控制略策下的具體作法，至少有：(1) 加強水土保持，提昇邊坡之穩定性；(2) 減少開發對森林、水土保持的破壞。

3. 「無害通過」策略 -

- 控制流徑 - 控制土石流在一定的路徑之上，一定的流槽之內。避免其亂竄、溢流，進而對周圍居民造成危害。
- 控制範圍 -
 - 在土石流流動區，加強穩定側岸，避免形成土石增量之「滾雪球效應」，減少一次土石流的量體。
 - 在土石流堆積區域，過於接近居民社區，則應規劃、控制其堆積範圍，減少侵襲社區及農田，降低災害量體。
- 危地不居 - 政府得就極不穩定區域，考慮採行社區「居民重置」之作法，以減少未來之生命損失。
- 緊急避難 - 已居住於不安全區域之民眾，在颱風、豪雨來臨之時，居民時移置他處，以防山崩、土石流之侵害。

4. 「選擇性破壞」策略 -

工程設計，當因應地質或土石流特性，設立「選擇性破壞」之處，當土石流或土石流來臨時，應優先破壞，以免擴大災情。例如，當野溪河寬將因土石流通過而大幅擴大之時，工程設施如果過強而不破壞，土石流將受此工程設施之阻礙而壅高，造成溢流往他處，超越自然路徑，四處漫流，反而造成更大災情。因此，在不穩定區域，工程設計反而應「弱」，而非「強」。工程設計破壞了，正符設計目的；不破壞，反而是災害。

5. 「輕型易建」策略 -

在不穩定區域，常因土石流或洪水流流徑不定，變因過大，難以精確預期，而造成工程設施破壞。在此區域，不宜採用「重型、長久」之工程設施，而應採用「輕型、易建」之工程設計。此等輕型工程設施，不但

由於造價低、工期短，且可即壞即修(最低等級)，快速恢復服務功能，更能符合災區整體需求。

6. 「動態管理」策略 -

加強各區域動態之管理(河川、坡地與公共設施)，進行風險評估，尤其是此次受災之水庫與電廠。動態的組織、動態的人力(專業人員、救災人員)、動態的法規(應檢討、防治災)。

7. 「整體流域考量」策略 -

加強河川結構之維護管理，從流域整體考量，整合水利署(堤岸、河床)與公路總局(橋樑)力量，經常檢討暨加強河域管理，進行必要之疏淤、河床整理與橋樑安全加固維護作業。同時經常性之河道整理應列為河川設施維護管理之一環，在遵循河川生態平衡發展與安全原則下，常態進行。

8. 「河道疏淤與砂石資源再利用」策略 -

中部地區所沖淤於河道與庫容內之砂石，可透過資源再利用之方式：(1)不但可減少復建工程經費支出；(2)尚可從清淤歸程中獲得實質之收入；且(3)可以平抑目前日益上漲之砂石價格，有利於其他公共工程節省成本。因此，砂石資源之再利用，當為目前復建策略中重要的一環；惟砂石開採，涉及之社會問題，如過度開採、危及橋樑、運輸造成民怨等，因此需有一完整之配套措施，以減少後續問題之產生。

9. 「復建資源應用管理」策略 -

復建資源投入後，應持續追蹤其成效，包括：(1)執行成效；(2)工程設施是否能達成預定任務；(3)區域之穩定性；(4)復建設施之維護與管理是否適當。前揭資料頗為重要，將可提供下次災害之復建方式或是否復建決策參考。

4.4 復建資源分配策略

一旦災情發生之後，災民與民意代表往往以爭取政府預算為要務，惟復建資源是否能合理分配、是否能用在該用的地方、是否能有效保護居民的長久安全與生存，方應為資源合理分配之為主要考量。資源分配模式之修正，可考慮採行「預算審議委員會」等其他非一人決策模式；同時所有經費一併審議，可以比較優先次序，資源作合理的分配。對於災後復建經費可考慮採行成立山區居民保險制度或基金制度，保費由山區各項收益投入一部份金額於基金，政府平時投入一定比例經費加入基金。救災與復建，則由此基金支付，經費有期上限，再由各災區的災情評比分配，以期減少「漫天要錢」之窘境。

基於「順應原則」的復建資源分配策略，建議如以下各項：

1. 資源分配運作模式之「減壓設計」 -

- (1) 成立上位之臨時性、任務性、專業性的「資源投入評估小組」，由專業面建議復建範圍、投入經費總額度，提供政策面的決定參考。
- (2) 成立中位之臨時性、任務性、專業性、民意性的「復建經費分配審議小組」，就設定經費總額度之條件下，分配復建經費於各地區、各項復項目。
- (3) 成立終局之專業性、技術性的「復建經費技術審議小組」，就技術性、設施有效性，進行經費節省把關，調整提報之工程設計與工程範圍，審定經費額度。

2. 資源分配考量重點 -

- (1) 資源分配之合理性 - 同一區域是否投入過多資源？復建資源量體與服務對象是否不成比例？
- (2) 資源分配之有效性 - 是否屬不穩定區域？

- (3) 復建項目之優先次序 - 具急迫性、服務功能大者之復建項目優先支援。
- (4) 復建工作執行績效 - 以往執行效率不佳之機關應減少分配或改由其他單位執行，可以考慮公佈此原因。
- (5) 過去復建經驗 - 由過去經費(設施型式與成效)，決定此次復建方式與範圍。

第五章 具體作法建議

敏督利雨量及強度遠超過賀伯、桃芝、納莉，是近年來帶來最大雨量之颱風。在超大雨量及 921 地震造成大量山崩的情況之下，豪雨觸發土石流而下，乃屬自然現象。所造成之人命及財產損失，相較於賀伯、桃芝，明顯為小，實屬萬幸。近年來政府的重建及勸導山區居民緊急避難措施，已發揮功效。此外，平原地區之災情實屬輕緩，目前水利工程設施已展現其基本功能；亦應加以肯定。此次災害防救災體系雖積極應變，惟尚有檢討空間，未來將宜持續改善，以服務人民。針對第四章所提之復建原則與策略，研究團隊亦提出相關具體作法建議詳述如后。

5.1 國土保育

(1) 山區保育與國土復建

- 山區坡地整治採用「全集水區整體治理」的觀念，必須從源頭崩塌地的調查、裂縫填補開始，一直到中下游作有效且完整的治理，建立監測及資訊回饋的功能；從而檢討復建的成效，並以自然復育為治理原則。
- 中部地區地質及生態敏感區之土地應以國有為原則，不宜再放領，不適合人居處，應徵收其土地作為永久性國土防災用地，其每年所節省之防救災費用俾益國計民生甚鉅。

短期作法：對於極度破碎之地質不穩定區域或法令規定坡度一定以上之陡坡區嚴禁開發者，將嚴格依法執行。

中期作法：目前已放租放領國有土地，宜輔導造林，強化山區保育，對於極度破碎之地質不穩定區域或坡度過陡區域，宜嚴禁開發，且嚴格依法執行，並逐步辦理公地回收。

長期作法：宜清理位於包括土石流危險區、重要集水區、重要河川兩側之放租放領土地，收回重新造林，恢復林地生態。

- 緩坡造林比陡坡造林更具防治土石流之功效，能有效阻擋滑落的土石，降低土石災害。在有保全對象的情況下，為了減少山區聚落遭受山崩及土石流影響的風險，可依「台灣森林經營管理方案」第六條及生態理念，辦理集水區治山防洪及野溪防砂治理工程。

同時，主要溪流兩岸，宜設置不少五十公尺寬之保護林帶，可於山區重建聚落的上坡或臨接山林，劃設防護林作為緩衝地帶，以提供下游更進一步的保護。而且這種防護林的經營，如能落實到由社區自行管理維護，對於建立山地民眾與山林正確相處之道，營造自有聚落的特色，有其極為正面的意義。

(2) 地質不穩定山區，復建課題

- 復建不等於原地重建或建的更大、更貴；政府將檢討區域地質穩定性，如山崩、土石流潛態，而決定投入復建資源的規模與工程內容。
- 將召集專家，全面、儘快劃分「災害危險或環境敏感區域」，在此區域內之居民，政府將勸導、協助遷居於安全住所。如松鶴部落之遷居問題，可以考慮釋出相對較安定之麗陽營區，當然這一切皆待完成一定之法定程序後方能進行，在未遷居之前，在颱風、豪雨來臨之際，協助居民至安全處所避難。
- 在地質尚未穩定區域內，(在一定期限之後)政府將不輔助農作物災損。

(3) 山區開發對於水土保持與生態影響課題

- 如果單採行「全面終止山區公共設施服務功能復建」方式，不足以全面解決問題；可能只是將問題由此地移至他地。
- 未來將採用配套措施，由社會經濟面及轉變山區居民動機，降低山區開發密度與方式。如以生態旅遊方式、促進及提供工作機會等方式，提供山區居民生計維持。
- 高山農業即高冷蔬菜生產宜從改變消費者、習慣，農業機關應推廣平地生產夏季蔬菜以取代高冷蔬菜，以及國外進口替代，以市場策略逐步調整高冷蔬菜產業，再配合前述之合理森林經營、生態旅遊產業。
- 雖然土地開墾不必然造成崩塌，然而進入高風險地區進行土地利用，使得“自然現象”成為“地質災害”。因此政府應加強宣導土地所有人開發行為之權力與義務，高風險區之土地利用以及開發行為，宜回歸保險制度，利用市場機制逐步導正人民每遇災害即要政府賠償之心態。
- 非必要不以人為方式干涉崩塌以及運移之自然現象。
- 治山防洪管理應以流域為單位，統一事權、減少各單位間協調不易之困擾，以避免疊床架屋或本位主義造成防災之死角。
- 所有工程或開發行為應以避險為上，位於土石流或崩塌危險範圍內之房舍及公共設施應全數逐步遷移，並增加緩衝範圍。
- 河道行水區之佔用應加以解決，高灘地之使用應加以限制。

(4) 有關林地放領

- 由於造林無利可圖，致林農在大量砍除森林，並尋求短利而改種其他作物；其中以淺根性作物、低覆蓋果樹等勤耕經濟作物取代。林地違規使用結果造成水土流失等災害，直接間接損及水土資源之保育，更是災害之肇因，應加以重視。

- 在林業政策方面，林地進行分級分區管理保育工作，其中「災害危險或環境敏感區域」的地區，不宜增加坡面負荷及擾動。因此，林地除應以國有為原則不宜放領外，民有地或已經釋出為民眾持有或利用且被列為該地區者，應該逐步收回還林。

(5) 有關「生態工法」的爭議

- 生態工法的涵義，甚至是否應有此名稱，宜廣納意見，加以討論與釐清。(附錄十一)
- 生態工法的方式，應容許依工程的特性而有彈性作法。
- 政府未來仍將秉持永續利用的理念，貫徹維持生態及生物多樣性的理念，採用廣義生態工法的作法，落實復建工作。
- 復建應同時考量：安全、經濟、生態及環保、社會正義。

5.2 工程復建

(1) 共通性作法

- 重大災害應進行進一步之詳細調查與評估，不宜貿然做出原址、原工法之重建決策。
- 各類災害潛勢區長期之調查與劃定應更加重視，定期檢討，以作為國家國土規劃之重要參考。
- 因應大尺度環境與氣候變遷效應，工程規劃之思維邏輯以及工程設計標準與設計規範應全面開始逐步檢討。繼專業分工後，專業間之整合應開始逐步加強(如跨河構造物之跨徑、通洪能力、沖刷、基礎以及構造物保護相關之跨領域合作)。
- 工程興建(如堤防或水工構造物)無法取得土地同意書常造成工程單位極大之困擾，若經審慎評估該處之堤防興建確屬必

要，宜有配套措施產生誘因讓地主同意土地之使用，以利防災工作之推展。

(2) 公共設施分級分類處理

公共設施之建造係為服務國人，以提高生活品質，增進安全，並達到特定之需求。公共建設應依循上位之國土規劃配置，並在政府有限財力下做最有效之投資。公共建設之興建由工程師為之，其係依據工程規範與經驗，並配合自然環境構建。然而，工程師並非萬能，在不穩定工程環境（例如：河道變化大不穩定、時有土石沖淤之河口沖積扇、地質破碎且路基嚴重崩毀之陡坡等）投入大量工程經費，可能引致更多生態環境問題，且須面對時遭破壞情況。因此，盲目提高工程設計標準（例如：防洪頻率，增高堤防），大幅提高工程建設經費，亦難面對隨時再來之土石與暴雨之自然力量。在此情況，復建應俟天然環境穩定時，再考慮工程建設之施作。因此在重建及後續處理部份可分三類處理：

■ 可立即辦理重建者

- 單純之個案，重建無爭議且不致與環境衝突者。

■ 可能需重建，但不宜立即辦理者

- 環境已有大規模改變，工程復建方法明顯不可行，且需否重建有重大爭議者。
- 需進一步辦理系統性或個案性的調查規劃及可行性分析，才能決定工程方法或非工程方法據以執行者。

■ 人力不可抗爭相當長時間內不宜辦理重建者

(3) 有關道路橋梁是否復建的問題

- 山區道路之開闢為敏感地質區發生災害之重要誘因，除非經過國土開發較上位之計畫認為必要者，應盡量減少山區道路之開闢。若實有必要開闢，亦應盡量避免路幅過大，以免加

劇誘發土石崩塌之機會。

- 多數之道路工程災害皆與地質調查數量及技術之不足有關。山區道路應辦理合理數量、足夠精度與採正確方法之分階段地質調查，其對於道路系統於可行性評估、規劃、分析、設計、施工與營運維護，均扮演極重要之角色
- 在地質尚未穩定路段，採用輕型、易建工程措施(如便橋、便道)，暫不作重大公共工程投資。
- 在地質尚未穩定路段，採用「即壞即修」及「選擇性破壞」策略，不使工程設施阻礙自然土石運搬，形成意外災害。
- 道路應分級管理。
- 南部橫貫公路梅山至埡口段屢有災害，應斟酌社會、經濟、國防與生態保育之需求，考量降低道路服務水準，以減少道路養護費用。
- 山坡地道路開闢於規劃設計前均必然強調尊重地形，然而道路設計規範之縱與寬度限制，常令設計者無從尊重地形，此一結果將與永續之觀念相違背。
- 地質災害監測與預警之觀念應納入規劃與設計中。
- 通過土石流之橋樑(除重要道路外)不宜採過度保護，否則橋孔淤塞反而造成二側民舍及道路之災情。
- 通過土石流潛勢溪流之橋樑應減少橋墩，並考慮土石流之流量，盡量提高排砂能力。

(4) 有關山區治山防洪之建議

- 非必要不以人為方式干涉崩塌及運移之自然現象。
- 治山防洪管理應可考慮以流域為單位，統一事權、減少各單位間協調不易之困擾，以避免疊床架屋或本位主義造成防災

之死角。

- 山區工程或開發行為應以避險為上，位於土石流或崩塌危險範圍內之房舍及公共設施應全數逐步遷移，並增加緩衝範圍。
- 各野溪之土砂堆積量應進行合理之推估，並妥善評估潛在土砂下移量，關於各野溪之整治率應依實際情況加以估計，無法留在野溪中之土石應適度讓其往下游推移。
- 適度之清淤有利於河道加速平衡，河道應加強疏濬以確保疏洪能力；另河道中巨石、浮木應處理，以避免阻塞河道或撞擊橋墩造成損壞。
- 河川疏浚應成立專責單位，統一由公部門擬妥採砂計畫，開採後標售，一方面控管採砂之過程不致超挖，另一方面可減少砂石利益衍生之爭端。
- 河道行水區之佔用應加以解決，高灘地之使用應加以限制。
- 了解河流屬性，對於主流攻擊河岸處宜進行整流或加強堤基保護。河川堤防之崩塌或潰決，多與其位於攻擊坡，受挾砂水流沖刷而破壞，經檢視大多堤防並未針對基礎特別加強，建議對於重要堤防若位於攻擊坡，其基礎設計應特別考慮挾砂水流衝擊及河床下切之效應。
- 河道應逐步消能，避免沖刷集中於一處，以減少側向侵蝕或向下刷深。
- 重要水工構造物以及跨河構造物(包括置於河道中之電塔或橋墩等)之設置，應由水利署組成審議單位從嚴審核，若有必要應建立外審機制，透過跨領域之學者專家協助審核。

(5) 有關山區道路開闢及復建之建議

- 山區道路之開闢為敏感地質區發生災害之重要誘因，除非經過國土開發較上位之計畫認為必要者，應盡量減少山區道路

之開闢。若實有必要開闢，亦應盡量避免路幅過大，以免加劇誘發土石崩塌之機會。

- 根據經驗，大多數之道路工程災害皆與地質調查數量及技術之不足有關。山區道路應辦理合理數量、足夠精度與採正確方法之分階段地質調查，其對於道路系統於可行性評估、規劃、分析、設計、施工與營運維護，均扮演極重要之角色。
- 山坡地道路開闢於規劃設計前均必然強調尊重地形與排水狀態；然而道路設計規範之縱與寬度限制，常令設計者無從尊重地形，此一結果將與永續之觀念相違背。
- 道路系統規劃、設計與分析，涉及多個專業領域之相互影響，也涉及多個主管機關(如環保署、農委會、水利署、內政部營建署、公共工程委員會、經濟部地質調查所…)，因此跨領域專業整合為永續道路系統成功與否之重要關鍵。
- 可行性分析中所謂成本效益分析，若未將地質災害所帶來的長期成本計算入內，將扭曲方案評選結果。
- 通過土石流之橋樑(除重要道路外)不宜採過度保護，否則橋孔淤塞反而造成二側民舍及道路之災情。
- 通過土石流潛勢溪流之橋樑應減少橋墩，並考慮土石流之流量，盡量提高排砂能力。

(6) 關於河川堤防、排水、水資源設施及淹水地區

- 有關河川堤防之損害主要集中於大甲溪、大安溪、烏溪、濁水溪及高屏溪，尤其以大甲溪及高屏溪最為嚴重。破壞區位殆位於山區出口或平地後，造成災害之原因為河床淤高，老舊堤防及護岸損毀，未設堤防處或未整治處淹水成災。此外，排水路損壞造成淹水危害殆集中於地層下陷地區。
- 損毀、破壞或決堤之堤防，護岸及排水路堤岸，因仍值汛期，

必須儘快搶險搶修，以期安全渡過汛期。

- 復建或必須新建防洪設施建議必須由主管機關探討其破壞原因，研提可靠工法或可行之治理計畫，經嚴格審查後核准。
- 地層下陷區排水堤岸決堤，短期搶險搶修必須以安全度過今年汛期，長期復建則應對於該地區之土地利用必須從永續發展的觀點重新檢討規劃，研提更完善的改善計畫。
- 對於河床之疏浚，必須嚴格檢討泥砂生產條件及沖淤平衡，以最經濟有效及後遺症最少的原則適當辦理。
- 依據相關法令、河道水理及輸砂特性，與公共設施之安全性，審慎評估明顯嚴重淤積河段之清淤問題。
- 依據近年來水文環境之變遷、重大颱風事件、與土砂災害，重新檢討修訂目前各項工程手冊或規範之適用性，例如水土保持工程手冊與技術規範、公路工程設計手冊等。修訂時應邀請各相關領域專家及學者參與，如土木、水利、水土保持、交通、地質等各相關領域。
- 檢討未築堤段，依治理計畫線整治之必要性。
- 中部 921 地震災後各項相關集水區整治計畫之執行成效與具體落實，應就本次災害影響層面與災情程度，務實評估其實施績效並就治理成敗原因確實檢討。

(7) 有關復建工作之規劃執行

- 復建工作規劃與預算編列宜考量公平性與政府負擔，建議相關單位可研議法規，依相關經濟指標規範復建工作投入額度與動員物資。
- 目前復建工作相關審議制度可再檢討，尤其評選機制之修訂採委員合議制，涵納對災區已有專案瞭解之團隊協助，並將審核考量因子納入環境風險、效益與生命週期成本等實際因

素，並予以量化。

(8) 「河道疏淤與沙石資源再利用」作法建議

- 中部地區所沖淤於河道與庫容內之砂石應成立專案小組，結合水利署、設施主管機關、地方政府力量，借重產官學界專家學者客觀公正評估。在技術面劃定開採地區、範圍、方式、數量、管理辦法等重要事項。
- 惟有妥善進行疏淤作業，在合理管理機制及管理資源投入之前提下，將此等砂石資源全數用於此區域之河川整理、山域整理等復建工作，方能見其利，而少後續問題之產生。

5.3 個案建議

(1) 大甲溪流域台電設施復建課題

鑑於大甲溪水力為寶貴資源，及該項發電在支援台電頻率穩定性方面的貢獻很大，故其復建有其重要性。惟大甲溪河床自九二一地震後持續升高，而土石流及坡地災害嚴重，嚴重影響沿線各電廠之效能，需作深入調查研究，建議考量整體河道變動情形，進行長程策略規劃，審慎研究可行方案後，再據以復建。

■ 大甲溪之水資源為供應大台中地區用水之最主要來源，五座混凝土壩體完全沒有受損，應積極快速整理河道，恢復原有之供水功能。

■ 德基水庫具蓄水、防洪與發電之功能，目前受損情形較輕微，宜儘速修復災損設備，恢復原有功能。主要復建項目為：

1. 必坦溪土石流之整治
2. 水庫內上游集水區之水土保持
3. 水庫下游圍堰右岸山溝土石流之整治

■ 大甲溪電廠之裝置容量雖小，但水力發電具有穩定頻率、尖峰用量時快速反應、以及全黑起動之功能，為不可或缺之電源。針對七二水災發電系統之災損應研擬具體可行之復建計劃：

1. 對於輕度受損之電廠可集中全力予以快速修復運轉
2. 對於中度受損之電廠亦應儘量予以修復
3. 對於受損嚴重之青山分廠則建議應待便道搶通後進行詳細調查，再進行修復之效益評估。

■ 谷關分廠之復建工程應持續進行，將開關場與廠房通達道路遷移至新廠區，惟應針對此次七二水災之受災原因與環境變化重

新檢討評估，擬訂改善計畫，確保復建後整體設施之安全性。

- 在中橫公路谷關到德基路段暫緩復建之政策下，台電公司為維護現有設施或進行復建工作所需之通路，應以修復施工便道為原則，不宜大規模整治或擴建，並進行交通管制，以維護人員之安全。
- 就整體性而言，應重新檢討大甲溪河道及河床長期變遷趨勢，對於位於河道內之各項設施所產生之衝擊，以及土石流對電廠相關設施之影響，進行整體之評估，作為後續營運與防災之策略。

(2) 中橫 松鶴 復建課題 (詳見附錄八之分析)

今次敏督利颱風挾帶豪大雨侵台，中橫受創嚴重，里程 28K 的松鶴部落亦受災嚴重，房舍受損 43 戶，人員傷亡計 8 人，受困人數達千人。

集集地震之影響為松鶴地區崩落土石來源之主因，桃芝颱風主要造成土石向下游運搬，少量已運搬至谷口，敏督利颱風之大量豪雨觸發大量溪谷土石流動，則為此次土石流發生之主因。松鶴一、二溪原來並非土石流敏感區域，主要是因為集集地震之發生，造成鬆動土石之來源，並伴隨敏督利颱風挾帶之豪雨，產生土石流及鄰近山坡崩塌之災害。

- 對於將來可能之復建工作，其防治工事之規劃及設計，應確實考量下列幾個要項：(1) 整體集水區土石方量之估計、(2) 整治工程斷面容量之決定、(3) 土石流特性之考量。
- 將來復建工作進行時，應參考此專案期初報告第四章之復建策略，對土石應採「疏、導策略」、「多次小量發生」和「無害通過」之原則，工程考慮「選擇性破壞」、「即壞即修」之

設計與配置。

- 建議於松鶴地區，於土石流溪谷谷口至大甲溪主流間整理適當断面之流槽，將下來之土石輸送至大甲溪，無害通過群落所在位置。跨越松鶴一、二溪溪谷之橋樑，如無法提供足夠之断面，應採結構強度較低之過水路面及簡支橋樑，以避免阻擋土石流之流動，形成溢流，危及周圍房舍。
- 於汛期未過且整治工程未完成施作前，松鶴地區於下次豪雨來時災情擴大的可能性極高，因此應擬定合適之緊急避難計劃，以保全居民之生命財產。
- 避難地點麗陽所在之沖積扇，應劃分安全區及土石流溢流危險敏感區之分區。
- 將來復建工作進行時，工程配置應對整體集水區之溪谷特性、崩塌情況及土石方量進行調查，使土石流於設計之流槽內通過群落所在地區。於整治工作完成前，對於遭到潛在地質災害切割之群落分區，應尋求合適之緊急避難處所，避免居民生命財產之損失。

(3) 中橫谷關 - 德基段復建課題 (詳見附錄九之分析)

- 自集集地震以來，本路段已投入約十億四仟萬元的經費搶修與復建，原本預定於七月初開放通車，但因七二水災之故，又是多處中斷，而預期的第三階段復建計畫之經費粗估約需50-60億，如果投入，未必能保證下次颱風來時的安全。由於本路段目前仍處於非常不穩定之狀態，考量現有工程技術所能改善之幅度有限而維持不易，建議於現階段應採緩建策略；且應積極、持續調查，待地質穩定狀態改善後再予妥善評估規劃。

- 由於本路段自集集地震後，道路中斷，一直未經仔細探討研究，以目前之狀況，由於對此一路段之災害規模、程度、影響範圍等資料尚未釐清、而且上述工程難題技術克服之可行性不明、加上以實地調查與實測資料為背景之整體效益評估，短期內無法提出的三大前提下，評估小組所得的共識是在這種情況的策略應該至少是 - 暫緩復建。
- 由於大甲溪水電資源之維護所須，搶通施工便道仍在所難免，因此就土木工程觀點，仍有以下之當務之急與建議：
 1. 先搶通施工便道以利下列工作大甲溪水電資源的維修與維護；
 2. 當搶通之施工便道後，應維護而不要再繼續惡化；
 3. 應現地了解真正災情與裸露岩體基本資料建立；
 4. 風險管理機制應建立；
- 中橫公路谷關德基段修復值得嗎？
 1. 從水電資源與國防交通經濟觀點來看，此路修復與否，最好有嚴謹的評估報告，只是要考慮國防、國家整體發展、國家財政優先順序的情況下，採行較安全可靠之工程方法（最難的路段可能是光明橋大勇橋附近及志樂溪引水隧道之工程用道路，對公路局及台電而言，是一大挑戰。尤其解壓節理嚴重之地區，長遠考量—光明橋大勇橋附近一定要避開解壓帶—橋樑隧道通過；
 2. 停止復建的其他配套措施真的要進行，如德基、梨山—建直昇機停機坪—急難救助用-梨山地區之傷患外送；
 3. 公路沿線之社會、交通、人口、經濟等資料，要有新的調查？例如梨山目前的人口是多少(因為交通不便，是否人口已有外流現象呢)？行政區重劃的可行性如何？梨山的蔬

果的經濟產值為何？有多少人賴以為生？這些蔬果如果不生產了，影響層面有多大？若繼續生產，運輸的需求有多大，如果只是單線通車，可以走大貨車嗎？台電維修電廠所投入的成本為何？目前進度如何？又如參山國家風景區之設置與本公路之關係？各相關部會單位之意見與配合事宜是否應更具體的正式書面記錄並加以整理呢？事實上對此路段最瞭解也最有經驗的應該是業主(公路局及二區工程處)，業主養路方面之專業意見是否也應具體明文表達？

(4) 力行產業道路 昇級為省道 課題

力行產業道路，在中橫公路 德基-谷關 段暫緩復建的條件下，透過力行產業道路連接埔里霧社公路(台 14 線)，可由德基通行至埔里，形成重要之替代道路；因此，居民有請求將此道路等級提昇至省道。

- 經查，力行產業道路沿線與梨山斷層平行，沿線地質條件不佳，眉溪即因斷層造成岩盤破碎，易受侵蝕沖刷而形成大型溪谷。
- 兼之，力行產業道路屬於中位道路，位於稜線與河道之間之邊坡之上，易受上邊坡崩地影響而交通中斷；同時，亦可因下邊坡崩坍、下邊坡坡腳受河水淘刷而崩坍、向源侵蝕等因素而造成路基流失，交通長時間中斷，修不勝修。如昇級為省道級公路，政府投資極易因天災而受損。
- 同時，在力行產業道路東側有中橫公路霧社支線，亦可連接中橫至霧社再至埔里，提供替代道路功能；兼之，中橫公路霧社支線遠離梨山斷層，且位於稜線可免受上邊坡崩坍影響，地質條件相對較力行產業道路為佳，是適合之替代道路。

- 綜上，專案小組強烈建議：(1) 力行產業道路不可以昇級；(2) 未來是否復建，應謹慎評估其可行性後，後方可同意；(3) 如果復建，應採行較低之道路等級，及採用輕型易建之措施。

(5) 大安溪 復建課題

- 由衛星影像以及直昇機俯瞰大安溪，可發現大安溪上游，均尚有可觀之土石堆積，惟許多小野溪中土石經 7 月 2 日、3 日之豪雨已沖刷至主河道，溪溝中已可見岩盤出露。

長期而言，土石下移情況應有長期性之監控以及推估，並做為大安溪整體治理之重要參考。士林堰之局部土砂攔阻功能可進一步思考。

- 烏石坑溪本次於進入大安溪主河道處，對河道及道路造成極大之災害。

緊急處置：宜立即進行清淤，苗 58 道路重建可循烏石坑右岸利用棧橋方式架設路基，並進行橋墩之保護，以避免河道長期掏刷路基之問題。

長期措施：因上游土石崩塌數量極大，應儘速進行烏石坑溪上游崩塌情況以及土砂堆積情況調查，並對目前興建中之烏石坑溪橋宜再檢討通洪斷面，並思考橋墩受土石撞擊之問題。

- 雪山坑橋橋墩因 72 水災之挾砂水流衝擊，已造成橋墩鋼筋外露與斷面縮減，局部護欄崩落，以及橋台損壞。位於左岸通往雪山坑溪之林道遭沖毀，一老崩積層發生崩塌，上方房舍已接近崩崖。右岸河階地亦遭沖刷而崩塌，造成堤防損壞，惟上述災害尚屬局部。因上游崩塌地數量相當多，而土石卻未進入大安溪主河道，因此推估上游河道中仍堆積相當大量

之土石，惟因道路無法通達更上游處，因此堆積情況不明。

目前上游土砂量仍未知，因此首要之務應盡速估計上游崩塌情況以及河道堆積之土砂量，審慎評估其影響，並儘速清除有危害之土石，清除土砂中之大石塊可先置於崩塌地之坡腳以保護邊坡避免進一步沖刷。

至於林道之修復應避免再挖、填左岸的崩塌地，或許可考慮由右岸利用橋梁接回左岸，惟應考慮橋孔斷面。

至於橋墩基礎應儘速補強，甚至重建，未來橋墩繼續受石塊撞擊之可能仍高，因此應考慮防撞鋼板之施設，甚至以較大之跨徑重建。

- 象鼻大橋以上通達更上游之部落道路崩塌情況相當嚴重，惟因尚未搶通，故詳細復建對策尚難擬定，然而，山區道路之開闢，對於環境之負面影響衝擊甚大，因此搶通、重建、改道等策略應配合國土利用計畫綜合考慮。

(6) 烏溪 復建課題

- 烏溪流域整體破壞情況並不顯著，整體而言，烏溪流域開墾情況較為廣泛，開墾區偶見以土壤沖蝕為主之崩塌或侵蝕溝。
- 烏溪之相關問題中尤以力行產業道路之復建最為重要，因力行產業道路為中橫通往梨山之替代道路之一，故維持全線之通暢相當重要。根據現勘結果發現，力行產業道路雖然目前已可通至馬烈霸社區，然而沿線道路破壞情況處處可見，雖已搶通，未來難保再度破壞。

因此，全線詳細評估其作為重要替代道路實有必要性。馬烈霸社區以上至馬力觀部落路段，道路因邊坡整體崩坍而損毀嚴重，短期間內雖可能搶通，但該路段路線勢必須審慎重新

考慮與設計。

- 烏溪下游此次淹水與堤防破壞相當嚴重，除技術性問題亟待改善外(如設置位置、通洪斷面、淤積等問題)，徹底檢討分析下游可自由泛濫與滯洪之區域，調整土地利用政策，避免堤防無限制之加高恐為未來土地利用發展不可避免之趨勢。
- 九份二山由於勘查所得資訊有限，不宜驟然提出建議。惟本次水災後觀察得之現象(如固床工以及梳子壩下游之嚴重冲刷問題)，建議應反饋作為堰塞湖天然壩處置對策檢討之重要依據。

(7) 埔霧公路 復建課題

台 14 線由埔里至霧社段，俗稱為埔霧公路，自里程 60.5 公里處進入山區，至里程 79 公里達霧社，山區路段長約 20 公里，主要沿眉溪左岸低線而行，至霧社約 5 公里處方以迴頭彎方式陡上至霧社。埔霧公路北接力行產業道路及中橫霧社支線，接通中橫；未來如中橫公路 德基 - 谷關段 暫緩復建，埔霧公路之交通需求將更形加重。

眉溪屬於四大流域之一的烏河流域，沿台灣最重要之構造線之一“梨山斷層”發育，長度約 45 公里，上游可溯至仁愛、松岡等地。在埔霧公路段(60K~79K)，眉溪兩側 22 條主要野溪中(桃芝颱風之後)，多有高潛能土石流溪谷，目前已判釋出 19 為土石流溪谷，5 條分布於眉溪右岸，14 條分布於眉溪左岸。其中南山溪為規模最大之土石流溪谷，集水面積 1816 公頃，溪長 6400 公尺，高差 1050 公尺，此次土石下移結果，造成流床堆高及南豐橋引道沖毀。

七二水災在埔霧公路山區段，至少造成 20 處災點，計有為土

石流 11 處，路基下陷及淘空 7 處，道路上邊坡崩坍(裸露)至少 2 處，土石流野溪集水區內邊坡崩坍多處

本區域不穩定主要有：

- (1)土石流溪谷 - 存有多條土石流溪谷，尚有相當數量崩坍土石蓄積於上游，未來將隨豪雨下移，對公路及居民生命財產安全造成重大衝擊。其中南山溪及東眼溪集水區面積達 1816、1029 公頃，上游目前多有崩坍地，其威脅更大。
- (2)眉溪河性不穩 - 眉溪上游即為梨山斷層帶，斷層破裂土石勢必下移，對下游將有嚴重衝擊。在埔霧公路段，眉溪河道在人止關穿過堅硬之眉溪砂岩層，河道變為狹窄而彎曲，其通洪斷面大幅限縮，洪水到來時可能溢高，且高流速對攻擊岸路基之淘蝕將更為嚴重。
- (3)河道因農作、開發等因素受限縮 - 在眉溪主流及其兩側支流，可見居民利用堆積岸進行農作，乃至建屋居其中；此舉可造成洪水位進一步抬高，增加洪患的範圍。
- (4)棄土未適當規劃與處置 - 在埔霧公路 77K 處及下眉橋處均可以看到棄土堆置這些棄土如果沒有作適當的處理，未來一旦豪雨來襲，有可能會再次被雨水沖進公路與河道中，並造成公路排水溝堵塞與河道淤積堆高，而發生另一次災害。

綜上，埔霧公路有必要進行系統性改善之必要。對此，提出以下之建議：

- 台 14 線 91.5k 有大規模地滑(潛變)現象，其寬度約 150~200 公尺；因其下方有重大保全對象(廬山溫泉區)，應即進行進一步調查、評判，決定下一步措施。宜由水保權責單位及公路

單位聯合，正視、解決此一問題。

- 台 14 線未來設計目標宜為：「受天災後，48 小時內可搶通」之水準。即可容許少許崩坍、土石流阻斷道路、局部斷面之路基流失。惟不容許全斷面之路基流失，不造成長時間交通中斷為原則。
- 台 14 號線上之獅子頭橋、本部溪橋、楓子林橋、南山橋、下眉橋之橋孔通洪斷面應全面加大，一方面，橋樑不至於輕易地受土石掩埋或沖斷，另一方面，橋樑也不再成為土石流危險溪流之溢流點。
- 通過土石流潛勢溪流之橋樑設計，若因經費而無法加大跨距或增加高度，則應考慮讓土砂通過時破壞，避免強度過大，土砂通過時形成溢流點，危及附近之保全對象。
- 此一路段路基多位於河階地，源於河道較窄且多曲流，因此河岸沖刷嚴重，因此位於河道轉彎段之路基應全面檢討護岸基礎規劃設計之適宜性，護岸基礎應盡量位於岩盤之上，若有必要，應改以棧橋通過，以徹底避免路基一再流失、一再回填之循環。
- 經常性崩塌區域亦可以棧橋方式稍加外移，以避面上邊坡崩塌及造成路基掩埋，阻斷交通。
- 前揭建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石推積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估及分析（考慮水理、大地等力學分析），再加以設計施工（包括野溪、邊坡整治，及河川治理）。
- 搶救工程應視為臨時性工程，事後應納入復建工程加以檢討。

(8) 南豐村 復建課題

南豐村之聚落主要分布於眉溪沖積而成之河階地以及其支流沖出之沖積扇，因南豐村附近眉溪上游並無太大之集水區，因此過去眉溪相關之災害並不顯著，然而九二一集集大地震造成附近區域之邊坡崩塌，加上桃芝、納莉颱風以及 72 水災之逕流沖刷，造成眉溪以及其支流河道上堆積相當多之土石，並造成部份位於河階地或位於沖積扇以及之民宅受災風險性大增。然而，河道或野溪旁之邊坡崖錐堆積似多已被逕流沖刷而下，長期而言，若無新增崩塌，土砂將逐漸沿溪谷下移而漸趨穩定，惟此一論述仍有待進一步詳細調查加以確認。

關於聚落之問題，提出以下初步之建議：

- 於南豐村尋找：(i)不受野溪沖積扇淤埋影響之處；(ii)眉溪或野溪淤積以及河岸侵蝕影響較低之處；(iii)遠離凹坡坡面崩塌之坡腳。將危險聚落進行危險程度之分級，有計畫、逐步進行分等級之危險聚落遷移。
- 對於位於危險區域內之聚落，遷村不必然只是唯一的解決方案，依據各權責單位劃設災害影響範圍內之聚落，應依各權責單位之相關防災規定進行防、減災之必要之處置，諸如加強聚落住民之危機意識，妥善規劃緊急應變對策、經常性演練以及落實防減災各項措施。
- 凡是對於聚落造成威脅之河道中土石堆積應儘速清除，然而，土石清淤應為有計畫地進行，此一部分將詳述於河川治理部分。
- 上述建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石堆積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估、規劃治理。
- 一味仰賴與信任硬體建設為防災之唯一手段，是相當危險的，權責單位以及住民均應先體認災害發生之必然性，思索

一旦災害發生時，應如何應對。

(9) 南豐村 野溪整治課題

- 先解決各野溪上游土地超限利用之問題，尤其是應停止隨土地利用而增加之農路闢建。雖然土地利用及農路開闢並非造成崩塌之唯一因素，且因土地利用造成之崩塌佔自然崩塌相當小的比例，故停止土地開發或農路開闢並不能讓自然崩塌停止，然而卻是以“人力”減少蝕溝或邊坡崩塌最簡單的方法。
- 野溪崩塌地、溪溝中之土石堆積量以及土砂粒徑應進行詳細調查，沖積扇之發育應加以探討，野溪邊坡之崩塌潛勢亦應加以評估。整治前應事前規劃合理之土砂整治率，並檢討規劃之整治率達成後，對下游保全對象之影響。整治標準亦應與下游橋樑之設計相結合。
- 受限於腹地，快速、順利地讓土砂進入眉溪為此一區域野溪整治之目標，因此，所有可能造成溢流以及局部堆積之因素，應盡全力加以排除，如下游之橋樑。
- 硬體設施(如攔砂壩)應注意工址之適當性，基礎應儘量位於新鮮岩盤。
- 南山溪之穩定，宜以清淤列為第一目標。

(10) 眉溪 整治課題

眉溪為烏溪流域重要支流，因此，眉溪之整治不僅與南豐村或埔霧公路相關，亦將影響整個烏溪流域，河川治理必須根據整體流域進行思考，然而，此處僅針對與南豐村以及埔霧公路有關之部分，提出下列建議：

- 經整體政策考量，可考慮檢討土地利用政策，讓出部分河階地，不需刻意以人工保護河岸，讓出之河階地淹水或淤積將成為常態。
- 對於影響河道排洪能力之土砂堆積問題，應以清淤方式改善。首先河道之測量應儘速進行，其次，劃設清淤之河段位置以及清淤深度，以避免清淤過深影響河岸穩定性，最後，清淤計畫應為一長期計畫，並隨河道變遷逐步修正並隨時檢討。
- 河岸保護應加強基礎之強度，特別是河道轉彎處。
- 跨越眉溪之橋樑必須避免影響眉溪之通洪斷面，另外，眉溪河道突然束縮之處，應視其對附近保全對象可能造成之影響，考慮因應對策。

(11) 荖濃溪、高屏河流域 復建課題

- 道路應分級管理。
- 南部橫貫公路梅山至埡口段屢有災害，應斟酌社會、經濟、國防與生態保育之需求，考量降低道路服務水準，以減少道路養護費用。
- 依據相關法令、河道水理及輸砂特性，與公共設施之安全性，審慎評估明顯嚴重淤積河段之清淤問題。
- 目前各工程機關配合政府推動生態工法政策，進行工程規劃設計，唯經本次颱風豪雨及現地勘災後發現，生態工法確有重新就其地域適用性、環境限制性與工程安全性，而作審慎檢討之必要。
- 依據近年來水文環境之變遷、重大颱洪事件、與土砂災害，重新檢討修訂目前各項工程手冊或規範之適用性，例如水土

保持工程手冊與技術規範、公路工程設計手冊等。修訂時應邀請各相關領域專家及學者參與，如土木、水利、水土保持、交通、地質等各相關領域。

- 中部 921 地震災後各項相關集水區整治計畫之執行成效與具體落實，應就本次災害影響層面與災情程度，務實評估其實施績效並就治理成敗原因確實檢討。

5.4 結語及其他相關建議

綜觀本次敏督利颱風事件，在先前 921 集集地震已造成大量土石崩坍之條件下，雖有大量豪雨，觸發可觀之山崩、土石流，並造成平原地區大量洪水，乃至淹水現象；其所造成之災害及人民損傷，較以往之賀伯颱風、桃芝颱風、納莉颱風所造成之災害，相對為小。

災害減少之原因，可能肇因於人民有了以前自然事件經驗，能夠事先採取因應措施有關。同時，政府在颱風來襲前之宣導、準備、督導，當颱風來臨時，成立防救災中心及時掌控救災行動；此等作為，亦對減少災情有顯著助益。政府之努力，亦應加以鼓勵與肯定。

颱風之後，接連而來之勘災、復建原則建立，亟待有系統化、制度化之作法，可以進一步提昇其效率，可以匯集更多資料，以供紮實之分析，方能提供合理、科學化之建議。因此，本次勘災小組，爰建議以下措施：

(1) 勘災人員及資源 待命制度 建立

常態設立勘災人員表，一但災害發生時，只要中心指揮小組一通電話，即可以發動，可以在最短時間內勘災。

相關行政措施，如經費、直昇機、勘災設備、…等，均已事先備妥，不必等災害發生時，才急忙辦理。

(2) 災害有關資訊 主動呈報制度 建立

屢次發生媒體獲得政府單位擁有之災害資訊，而中央政府卻尚未獲得之離譜現象。

勘災小組強烈建議，未來應建立相關單位(如衛星中心、農林航測所、氣象…)災害有關資訊之「主動呈報」制度：

(a) 在規定時限內呈報至指定單位，以讓政府在最短時間，掌握

關鍵資訊；

(b) 更應受指定單位之指揮，即時提供資料，不必再層層上報，公文旅行依舊；及

(c) 各單位提報效率，應列追蹤、考核，並加以獎勵與懲處。

在此所謂之災害相關資訊，至少應包括：氣象資料(雨量、颱風路徑、…)、水文資料(洪水位、淹水地區)、衛星影像(華衛二號、SPOT5 影像)、航照圖(災前、災後)、地理資訊系統圖層(災點定位、範圍、…)。未來應建立一套制度，指定各項資訊負責提供單位、品質、時效、內容、格式、…有關事項。

(3) 防救災體系功能加強

雖然政府在自然事件來臨之前及來臨時之時有成立防、救災指揮中心，惟災後之指揮、協調有進一步強化之空間。詳細之建議，請參見附錄十三。

「七二水災災區調查與復建策略研擬」

專案報告

第二冊 附 錄

執行單位：中國土木水利工程學會

中華民國 93 年 9 月 7 日

專案工作成員

召集人：陳振川 理事長

專案執行長：鄭富書 教授

專案副執行長：林銘郎 教授

綜合組委員：洪如江教授、張石角教授、王鑫教授、鄭欽龍教授、段錦浩教授、陳宏宇教授、顏聰校長、游繁結教授、林國峰主任、蔡長泰教授、王仲宇教授、廖志中教授、李清勝教授、陳信雄教授、林美聆教授、李維峰副所長、黃金山顧問、張長義教授、李三畏理事長、簡俊彥理事長、蔡寶山理事長、余榮生理事長

大氣水文森林組：林國峰教授、李清勝教授、陳信雄教授、許銘熙教授

防救災組：李維峰副所長、陳天健教授、連惠邦教授

大甲溪流域組：林美聆教授、林俊全教授、陳宏宇教授、許銘熙教授、陳正興教授、林銘郎教授

大安溪烏溪(北港溪)組：廖志中教授、王仲宇教授、李錫堤教授、董家鈞教授、黃安斌教授、潘以文教授、楊錦釗教授、林志平教授

濁水溪流域組：顏聰校長、林其璋院長、游繁結教授、林呈教授、蘇苗彬教授、黃景川主任、陳昶憲教授

荖濃溪(高屏溪)：蔡長泰副院長、謝正倫教授、詹錢登教授、李德河教授、蔡光榮教授、陳時祖教授

土木水利學會：朱嘉義祕書長、來慧敏、王惠娜

支援組：張芳銘、何明憲、江惠新、石秉根、賴美君、趙啟宏

七二水災災區調查與復建策略研擬 附錄

目 錄

附錄一 七二水災災區調查與復建策略研擬—大甲溪組

| | |
|--------------------------|------|
| 一、前言..... | A-3 |
| 二、大甲溪流域概況..... | A-4 |
| 2.1 地理位置..... | A-4 |
| 2.2 水系..... | A-4 |
| 2.3 地形..... | A-4 |
| 2.4 地質..... | A-5 |
| 三、大甲溪流域七二水災災害調查..... | A-7 |
| 3.1 敏督利颱風與雨量..... | A-7 |
| 3.2 本次災情及調查成果..... | A-7 |
| 四、災情及災因分析..... | A-13 |
| 4.1 降雨特性影響..... | A-13 |
| 4.2 九二一集集地震影響..... | A-14 |
| 4.3 歷年情形與影響..... | A-14 |
| 五、復建策略建議..... | A-15 |
| 5.1 中橫公路..... | A-15 |
| 5.2 台電大甲溪水力發電設施復建課題..... | A-18 |
| 5.3 土石流災害及社區復建相關課題..... | A-19 |
| 六、結語..... | A-21 |
| 七、參考文獻..... | A-22 |

附錄二 七二水災災區調查與復建策略研擬—大安溪及烏溪組

| | |
|------------------------------|------|
| 一、前言..... | B-2 |
| 二、工作執行概況..... | B-3 |
| 三、現場勘災結果..... | B-6 |
| 3.1 區域地質..... | B-6 |
| 3.2 大安溪流域..... | B-8 |
| 3.3 烏溪流域..... | B-28 |
| 四、災害種類及致災原因..... | B-65 |
| 4.1 綜合原因..... | B-65 |
| 4.2 分項原因..... | B-66 |
| 五、復建策略研擬之建議..... | B-73 |
| 5.1 與復建策略擬定有關之建議..... | B-73 |
| 5.2 與治山防洪有關之建議..... | B-74 |
| 5.3 與山區道路開闢相關之建議..... | B-75 |
| 5.4 與個別集水區有關之復建策略..... | B-76 |
| 5.5 埔霧公路暨南豐村之整體性復建策略之建議..... | B-78 |
| 六、參考文獻..... | B-82 |
| 附錄 地質災害與永續道路系統..... | B-83 |

附錄三 南豐村及埔霧公路 復建策略建議—廖志中、董家鈞 教授

| | |
|--|------|
| 第一章 前言 | C-5 |
| 第二章 基本資料概述 | C-6 |
| 2.1 區位概述..... | C-6 |
| 2.2 水系..... | C-7 |
| 2.3 地形與地質 | C-7 |
| 2.4 南豐村人口分佈 | C-8 |
| 2.5 敏督利颱風前南豐村及埔霧公路蜈蚣崙至人止關間土石流潛勢溪流分佈 | C-9 |
| 第三章 七二水災南豐村以及埔霧公路災情概述 | C-13 |
| 第四章 災害類型彙整暨原因探討 | C-21 |
| 4.1 土砂災害..... | C-21 |
| 4.2 河岸側蝕..... | C-22 |
| 4.3 水患..... | C-22 |
| 第五章 復建整體性策略建議 | C-23 |
| 5.1 埔霧公路之復建 | C-23 |
| 5.2 南豐村聚落重建或遷移 | C-24 |
| 5.3 南豐村野溪整治 | C-25 |
| 5.4 眉溪河川治理 | C-25 |
| 參考文獻..... | C-27 |
| 附錄 3.1 南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路農林航測所空拍照片 | C-28 |
| 附錄 3.2 南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路土石流危險溪流直升機空拍照片 | C-49 |

附錄四 七二水災災區調查與復建策略研擬—濁水溪組附錄

| | |
|---|------|
| 附錄 4-1 災害地點照片 | D-2 |
| 附錄 4-2 濁水溪雨量資料分析 | D-18 |
| 附錄 4-3 濁水溪流量資料分析 | D-37 |
| 附錄 4-4 濁水河流域控制點敏督利颱風事件流量歷線..... | D-38 |
| 附錄 4-5 台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表與土石流危險溪流概況 | D-45 |

附錄五 七二水災災區調查與復建策略研擬—高屏溪(荖濃溪)組

| | |
|-----------------------------|------|
| 第一章 調查經過 | E-4 |
| 1.1 任務分組..... | E-5 |
| 1.2 勘查路線..... | E-5 |
| 1.2.1 洪氾災害勘查路線 | E-5 |
| 1.2.2 坡地及土砂災害勘查路線 | E-5 |
| 第二章 調查與分析 | E-6 |
| 2.1 洪氾災害調查與分析 | E-6 |
| 2.1.1 高屏河流域之敏督利颱風豪雨現象 | E-9 |
| 2.1.2 寶來一號橋 | E-17 |
| 2.1.3 東溪大橋 | E-19 |
| 2.1.4 六龜護岸及六龜大橋 | E-20 |
| 2.1.5 濟公廟護岸 | E-22 |
| 2.1.6 荖濃溪二坡護岸 | E-23 |
| 2.1.7 荖濃溪新威護岸 | E-23 |
| 2.1.8 荖濃溪美濃橋段 | E-25 |
| 2.1.9 旗山溪版產厝護岸 | E-27 |
| 2.1.10 旗山溪大林護岸 | E-27 |
| 2.1.11 荖濃溪高美大橋固床工護岸 | E-29 |
| 2.1.12 荖濃溪舊寮一號護岸 | E-30 |
| 2.1.13 濁口溪大津溪與荖濃溪大津護岸 | E-32 |
| 2.1.14 省道台 27 線六津橋 | E-34 |
| 2.1.15 河濱休閒場地 | E-35 |

| | |
|-----------------------------------|------|
| 2.1.16 洪氾災害初步分析 | E-36 |
| 2.2 坡地與土砂災害調查與分析 | E-37 |
| 2.2.1 災損情形 | E-39 |
| 2.2.2 坡地及土砂災害初步分析 | E-76 |
| 2.2.3 坡地及土砂災害之緊急、短、中、長期作法建議 | E-77 |
| 第三章 復建策略與建議 | E-78 |

附錄六 七二水災彰雲嘉沿海地層下陷區淹水調查報告書—地層下陷組

| | |
|------------------------|------|
| 第一章 前言 | F-6 |
| 第二章 現況調查及初步分析 | F-8 |
| 2-1 雲林縣現況調查成果 | F-8 |
| 2-1-1 都市計劃區勘災調查 | F-8 |
| 2-1-2 非都市計劃區勘災調查 | F-25 |
| 2-2 嘉義縣現況調查成果 | F-48 |
| 2-3 嘉義市現況調查成果 | F-49 |
| 2-4 雲林及嘉義綜合成果 | F-49 |
| 第三章 復建策略與建議 | F-53 |
| 3-1 復建策略擬議 | F-53 |
| 3-2 復建工作建議 | F-55 |
| 3-2-1 緊急工作建議 | F-55 |
| 3-2-2 短期工作建議 | F-55 |
| 3-2-3 中長期工作建議 | F-56 |
| 第四章 結論與建議 | F-58 |

附錄七 豪雨致災勘災及快速復建與減災策略模式建立之要素—林銘郎 教授

| | |
|------------------------|-----|
| 一、所需基本資料 | G-2 |
| 二、勘災流程與原則 | G-3 |
| 三、綜合評估所需考量之因素與內容 | G-3 |
| 四、分析與建議 | G-4 |

附錄八 松鶴地區災區調查及復建策略研擬—林銘郎、鄭富書、王景平

| | |
|------------------|-----|
| 一、背景資料 | H-2 |
| 二、地形變遷 | H-3 |
| 三、災害歷史 | H-5 |
| 四、現地勘察 | H-6 |
| 五、工程之考量與策略 | H-7 |
| 六、緊急避難之規劃 | H-8 |
| 七、結論..... | H-8 |

附錄九 中橫公路谷關德基段如何浴火重生—林銘郎、鄭富書、劉啟川、張芳

銘、王景平

| | |
|-------------------------|------|
| 一、前言..... | I-2 |
| 二、區域概述 | I-4 |
| 三、中橫公路邊坡穩定研究與災害歷史 | I-5 |
| 四、現有資料的盲點 | I-9 |
| 五、重大災害點舉例 | I-10 |
| 六、結論與討論 | I-12 |

附錄十 陳有蘭河流域災況調查與復建策略研究—濁水溪組

| | |
|--------------------|------|
| 一、地理位置 | J-2 |
| 二、社經概況 | J-17 |
| 三、災害歷史 | J-20 |
| 四、敏督利颱風及七二水災 | J-28 |
| 五、災害檢討 | J-30 |
| 六、災害分析與策略 | J-31 |

附錄十一 生態工法的省思與建議—鄭富書 教授

| | |
|----------------------|------|
| 一、前言 | K-2 |
| 二、生態工法的緣起 | K-3 |
| 三、國內生態工法的發展 | K-4 |
| 四、生態工法的涵義 | K-4 |
| 五、生態工法的基本定義 | K-5 |
| 六、生態工法有關的爭議 | K-6 |
| 七、工程設計時的基本考量 | K-7 |
| 八、生態工法的廣域定義 | K-10 |
| 九、因應生態及環境特色的作法 | K-12 |
| 十、結語 | K-17 |

附錄十二 地景生態原理及生態系理念指導土地資源使用原則—王鑫 教授

- 一、「生態系取向」之原則L-2
- 二、「地景復育」的意義L-3
- 三、名詞定義L-6

附錄十三 防救災體系之調整與加強—國家災害防救科技中心

- 一、防救災體系之調整M-2
- 二、防救災體系加強初步建議M-11

附錄十四 歷次綜合組會議記錄

附錄十五 審查意見及回覆

大甲溪組

林美聆、陳正興、陳宏宇、林俊全、林銘郎、許銘熙、
趙啟宏、何明憲

摘 要

93 年 7 月 2 日敏督利颱風及所引進西南氣流造成罕見豪雨及災害，中部大甲溪流域嚴重洪汛，山區多處崩坍及土石流，造成中橫公路中斷，電廠及給水等公共設施嚴重受創。本報告根據經建會委託「七二水災災區調查與復建策略研擬」一勘災成果，提出大甲溪之災情說明，進行災因分析，並據以提出未來復建策略擬定之相關建議。

關鍵詞： 七二水災，大甲溪流域，勘災調查，復建策略

目 錄

| | |
|---------------------------|------|
| 一、前言 | A-3 |
| 二、大甲溪流域概況 | A-4 |
| 2.1 地理位置 | A-4 |
| 2.2 水系 | A-4 |
| 2.3 地形 | A-4 |
| 2.4 地質 | A-5 |
| 三、大甲溪流域七二水災災害調查 | A-7 |
| 3.1 敏督利颱風與雨量 | A-7 |
| 3.2 本次災情及調查成果 | A-7 |
| 四、災情及災因分析 | A-13 |
| 4.1 降雨特性影響 | A-13 |
| 4.2 九二一集集地震影響 | A-14 |
| 4.3 歷年情形與影響 | A-14 |
| 五、復建策略建議 | A-15 |
| 5.1 中橫公路 | A-15 |
| 5.2 台電大甲溪水力發電設施復建課題 | A-18 |
| 5.3 土石流災害及社區復建相關課題 | A-19 |
| 六、結語 | A-21 |
| 七、參考文獻 | A-22 |

一、前言

93年7月2日敏督利颱風及其所引進西南氣流綿延近兩千公里，帶來近年罕見豪雨及災害，造成中南部多處溪流嚴重洪汛，其中大甲溪流域洪汛嚴重，引致河堤潰決，山區因豪雨引致多處崩坍及土石流，中橫公路等多條道路中斷，台中谷關、梨山等多處鄉鎮聯外交通中斷，電廠及給水等公共設施嚴重受創，人民生命財產損失嚴重；經建會特邀集相關學者專家緊急赴當地勘災，進行災情之調查，蒐集與分析災害相關資料，探討致災原因，並擬定具體之復建策略，作為後續研擬復建工作之重要參考。

大甲溪流域勘災工作由國立台灣大學負責，勘災小組於七月八日成立，勘災成員專長涵蓋大地工程、基礎工程、地質學、地形學、坡地災害、水利河川工程等。根據勘災執行單位提供之水保局、公路局及水利署之災害相關記錄及農委會林務局農林航測所提供之大甲溪流域之航空照片等，勘災小組立即釐訂勘災重點及路線。歷經多次現地勘查，路線涵蓋大甲溪流域及省道台八線中橫公路沿線，完成勘查重大災害點並加以分類。勘災小組部份成員並於七月九日、七月十九日及八月九日進行直升機高空勘災，深入支流坑谷進行觀察。以下依據勘災結果探討災害種類以及致災原因，並分別提出與復建策略擬定相關之建議。

二、大甲溪流域概況

2.1 地理位置

大甲溪為台灣本島主要河川之一，主要流經台中縣，如圖 2.1 所示，全長一百四十公里，由東向西流經宜蘭縣太平鄉、南投縣仁愛鄉、台中縣和平鄉、東勢鎮、新社鄉、石岡鄉、豐原市、后里鄉、神岡鄉、外埔鄉、大甲鎮、清水鎮、大安鄉，共十三個鄉鎮，貫穿了高峻的地塊、地壘、山地，迴旋於淺山之間，且橫切台地、盆地、最後形成扇狀平原而入注台灣海峽。流域面積為一千兩百四十四平方公里，海拔高至三千五百餘公尺，平均高度為一千七百零七公尺。其高度的垂直變化，使得流域呈現亞熱帶、暖溫帶到冷溫帶等各個不同之氣候帶。年平均流量約為每秒三十一立方公尺，河川坡度陡急，平均坡降為百分之二點六，由於落差極大，水量均勻且豐沛致使其單位河長蘊藏水力高居全省河川首位，為台灣水質源最豐富的河川，亦為水力發電的重心。

2.2 水系

大甲溪發源於中央山脈的雪山及南湖大山等群嶽之間，主流源於中央山脈之匹亞南鞍部，與七家灣溪、司界攔溪、南湖溪及合歡溪匯流後，始稱大甲溪。沿途納入志樂溪、匹亞桑溪、小雪溪、鞍馬溪、馬崙溪、稍來溪、良屏溪及十文溪，此溪段為峽谷地形；經谷關後溪床漸趨開闊，並有裡冷溪、東卯溪、橫流溪、阿寸溪、麻竹坑溪等支流來匯；過白冷後溪床開展並轉而向北十餘公里，在東勢轉折向西，而於清水鎮出海，匯注於台灣海峽，其間並有石腳溪、中崙溪及沙連河等支流來匯合。

2.3 地形

大甲溪各水系河段的地景頗多變化，各具特色。在上游的源流溪谷地區，群峰環峙，山巒起伏，河谷峭立，水的營力切割巨大粗獷的岩層，形成山谷、激流的侵蝕堆積。自發源地至平等村一帶，為河床最陡的一段，此間可見沖積扇、河階、扇狀平坦稜、角階、通谷與環

流丘等地形。平等村至德基坡轉緩，兩岸亦頗為開展，然至德基處山形水勢有急劇之轉變，兩岸山嶺迫峙，溪谷漸趨狹窄，河床陡急，為典型之峽谷地形。流域中游佳陽至馬鞍寮河段具有峽谷地形。谷關以下二十公里間，兩岸較為開闊，河床寬達百公尺，再向下西行約二公里抵達馬鞍寮，溪出山嶺，河床寬達五百公尺以上，流勢漸緩，上游攜帶之砂石紛紛沉積。馬鞍寮起，河流向北行十餘公里，又道分歧，至東勢復向西流至石岡。石岡為大甲溪下游沖積扇的扇頂位置，至此以下迄河口長約三十公里，流入平原，河寬達數百公尺以上，河床滿佈砂礫與沉積物。

2.4 地質

大甲溪流域之地質分佈如圖 2.2 所示。大抵而言，上游從梨山以西，包括佳陽、德基、青山、谷關、松鶴，及白冷地區等中央山脈西斜面，以及雪山山脈之部份範圍，為古第三紀地層所組成，由東向西之地層分布，依序為水長流層、佳陽層、達見砂岩及白冷層；中游從白冷以下，包括和平、天冷、大茅埔、東勢，及石岡地區等雪山山脈，以及未變質碎屑沉積物為主的西部麓山帶的部份範圍，為新第三紀地層所組成，由東向西之地層分布，依序為國姓層、關刀山層、錦水層及卓蘭層；下游從石岡以西，則進入了大台中平原，主要為第四紀地層所組成，包括頭嵙山層、紅土礫石層及沖積層。

由現場露頭量測資料顯示，本區域岩層因為受到板塊擠壓，地層抬升的影響，其位態的分布較廣。大抵上，地層面為北偏西 30° 至北偏東 70° 之走向，傾角從 30° 至 90° 向北或向南的傾向分布皆有之。因此，除了斷層及褶皺的分布外，向斜及背斜的地質構造在本流域兩岸延伸各處，也為本區域地質環境特色之一。區域內不連續面相當發達，多組不連續面位態包括了：(1)北偏東 70° 至 80° ，向南傾斜 50° 至 70° ；(2)北偏東 60° 至 80° ，向北傾斜 40° 至 60° ；(3)北偏西 10° 至 50° ，向南傾斜 40° 至 80° ；以及(4)北偏西 30° 至 60° ，向北傾斜 60° 至 80° 。由於大甲溪北岸（右岸）之坡面位態大抵上為北偏東走向，向南傾斜，大甲溪南岸（左岸）之坡面位態為北偏東走向，向北傾斜。因此，本區域很明顯的可以發現，大甲溪之北岸（右岸）多組不連續面與坡面

構織成具有順向坡之潛在幾何模狀，而大甲溪南岸（左岸）之不連續面與坡面則構織成具有楔形坡及翻覆坡之潛在幾何模狀。

本區域各不同地層的岩石主要包括了硬頁岩、板岩、變質砂岩、石英砂岩，以及砂岩夾硬頁岩等幾種。大抵上，本區域岩石的單壓強度中，硬頁岩為介於 105 至 760 kg/cm^2 之間，為屬於弱岩（ $50\text{-}250 \text{ kg/cm}^2$ ）至強岩（ $500\text{-}1000 \text{ kg/cm}^2$ ）之間的分類；板岩為介於 60 至 150 kg/cm^2 ，為屬於弱岩的分類；變質砂岩為介於 360 至 2600 kg/cm^2 之間，為屬於中強岩（ $250\text{-}500 \text{ kg/cm}^2$ ）至極強岩（ $\geq 2500 \text{ kg/cm}^2$ ）之間的分類；石英砂岩為介於 270 至 2200 kg/cm^2 之間，為屬於中強岩至甚強岩（ $1000\text{-}2500 \text{ kg/cm}^2$ ）的分類；砂岩夾硬頁岩為介於 110 至 710 kg/cm^2 之間，為屬於弱岩至強岩之間的分類。這些結果顯示，整個流域集水區內岩石強度的差異性相當大，相對的，對於坡體穩定性的負面影響也很大。

三、大甲溪流域七二水災災害調查

3.1 敏督利颱風與雨量

敏督利颱風(MINDULLE)為民國 93 年編號第 7 號之颱風，其於 6 月 23 日在關島西北方海面生成，以偏西方向移動，中央氣象局分別於 6 月 28 日 17 時及 6 月 29 日 23 時發佈海上及陸上颱風警報，最大強度為中度颱風，敏督利颱風於 28 日移速減慢，30 日移向轉北朝台灣東部移動，中心於 7 月 1 日 22 時 40 分左右在花蓮市南方約 20 公里處登陸，次日上午由淡水附近進入台灣海峽，隨後以北北西的方向進入東海，4 日變性為溫帶氣旋。此颱風北上期間於 2 日至 4 日間引進強烈西南氣流，伴隨而來的暴雨對台灣地區造成嚴重的災害。

其於大甲溪流域帶來之最大時雨量、累積雨量及 7 月 2 日當天之日雨量如圖 3.1、圖 3.2 及圖 3.3 所示。由圖 3.1 可知大甲溪流域上中游地區分別有三個降雨集中區，分別是梨山、稍來、阿眉，也分別造成梨山、東卯溪、松鶴地區較顯著的土砂災情。

3.2 本次災情及調查成果

本次大甲溪流域災情包括東勢鎮淹水、中橫公路等多條道路因多處崩坍及土石流中斷、谷關地區淹水、台電電廠設施嚴重受創、部落社區受土石流重創等。相關政府單位包含公路局、水保局、水利署、及台電公司等，均執行勘災並提出報告，其災情統計如表 3.1 所列。依據上述各單位所提供之勘災相關資料加以分析，並參考航空照片進行判釋，及現地踏勘的結果，可將本次颱風豪雨造成的災害，根據大甲溪流域之地質與地形條件，將其沿中橫公路分為東勢至谷關、谷關至德基以及德基以上三段，由於地質與地形條件之差異，產生不同災害類型，各段之主要災害形態分述如下：

1. 東勢至谷關：主要為土石流、河床淤高、橋樑遭洪水及土石流沖毀等。

2. 谷關至德基：主要為大規模的崩塌導致中橫公路中斷、河床淤

高導致台電設施毀損等。

3. 德基以上：坡面以沖蝕為主。

以重大災害項目而言，可將其依災害類型分為土石流、中橫公路中斷及台電設施毀損三大項，分述如下：

1. 土石流

大甲溪流域內發生土石流的地點涵蓋中上游區域，由於目前人員可直接到達之區域限於谷關(中橫公路 37.5k)，另德基壩左側之必坦溪可由航拍判釋，茲將大甲溪流域發生土石流之位置繪成如圖 3.4 所示，並將災情整理如表 3.2。

並將重大土石流災害介紹如下：

(1) 永安野溪(DF06)

台 8 線 8k+100 處永安野溪發生土石流，其地形影像如圖 3.5，土石受到河道線型影響攻擊永安橋側之橋墩造成永安橋斷落，交通中斷，如圖 3.6 所示。而右岸之河堤及民房亦遭受土石攻擊而損壞，如圖 3.7 所示。

(2) 東卯溪(DF10)

東卯溪為水保局編定編號台中 A063 高潛勢土石流潛勢溪流，有效集水面積 1339 公頃，集水區內之岩性為古第三紀亞變質岩，並有斷層通過，九二一之後產生大量崩塌地，為土石流提供了充分料源，其地形影像如圖 3.8。桃芝颱風所引起之土石流造成東卯溪上游跨河橋樑、防砂壩、道路部分毀損，東卯溪因兩岸崩塌地、蝕溝、支流之土石下移，整個河道淤積嚴重，林務局於白冷國小旁新建之防砂壩在桃芝風災後即淤滿。本次七二水災時之 2 日降雨量參考鄰近之上谷關、稍來雨量站約介於 975~1175mm 之間，約為 100~200 年頻率之降雨強度，高於桃芝颱風之降雨量及林務局保護標準，由於相關治理工程尚未完成，加上上游地區大量不安定土石堆積於中上游河道，於本次豪雨期超過保護標準之洪水夾雜大量土石下移，陸橋和便橋都被沖毀，其中對外產業道路約 1 公里沖毀，其空照如圖 3.9 所示。並將溪畔的白冷國小完全沖毀，校園慘不忍睹，操場成為河床，二樓校舍已

經夷為一樓殘樓，如圖 3.10。

(3) 松鶴部落(DF13、DF14、DF15)

根據水保局 92 年公佈之土石流潛勢溪流成果中，松鶴地區計有兩條土石流潛勢溪流，包括台中 003(中潛勢)、台中 004(中潛勢)，其地形影像如圖 3.11 所示。本區段土石流潛勢溪流在桃芝颱風時均發生災害，各相關單位皆已進行初步整治。由於崩落土石堆積於河道且下游區段建築緊鄰河段，通水斷面不足，依據桃芝颱風降雨分析 2 日降雨量 347.5mm 即產生土石流淹沒災害，本次降雨量 2 日達 975mm 左右，遠高於桃芝颱風之降雨量，加上上游地區大量不安定土石堆積於中上游河道，且下游河道寬度不足，整治計畫尚未完成等因素，故本次七二水災於台中縣和平鄉中橫公路旁的松鶴部落災情慘重，小小的松鶴部落附近就有四處的土石流，兩百多戶住宅中，四十三戶慘遭土石流吞噬，多達八百餘位居民至七月六日仍受困當地，由空中鳥瞰，只見松鶴部落遭土石流肆虐後，有如廢墟，令人怵目驚心。而社區靠近大甲溪之部分，由於河床淤高造成部落前緣沒入水中，堤岸流失，長青橋及松鶴橋沖毀。其災後航照如圖 3.12，空拍照片如圖 3.13，松鶴部落內之災情如圖 3.14。

有關松鶴部落之復建為本專案調查研究之重要關鍵課題，特別另附一附錄詳加探討--松鶴地區災區調查及復建策略研擬。

(4) 麗陽(DF16)

台 8 線 30k+500 處麗陽營區旁之野溪發生土石流，地形影像如圖 3.15，大量土石掩埋道路造成交通中斷，幸無住家及建築，其空拍照片如圖 3.16。

(5) 穿雲、映虹野溪(DF19、DF20)

台 8 線 38k 附近穿雲、映虹兩處野溪，地形影像如圖 3.17，在本次敏督利颱風帶來的豪雨之下發生土石流，造成谷關電廠通達道路上之穿雲橋、映虹橋被沖毀，空拍照片如圖 3.18，使谷關電廠無法到達，至今仍在搶修中。

(6) 必坦溪(DF50)

必坦溪非為水保局編定之高潛勢溪流，地形影像如圖 3.19，區內崩塌地約為 3.6 公頃，七二水災時本次 2 日降雨量參考鄰近合歡山雨量站約為 692mm，為 100 年頻率之降雨強度，在如此大的降雨之下，德基壩旁水庫左側必坦溪發生土石流，大量土石流入水庫內，並影響排洪隧道進口一、四及五號排洪閘門之操作，空拍照片如圖 3.20 所示。

2. 中橫公路道路中斷

本次颱風豪雨造成台 8 線沿線大規模的坍方，使原本預計於今年恢復通車的中橫公路再次柔腸寸斷，谷關以上至今仍無法通行，將重大災害敘述如下。

(1) 台 8 線 10k+800

台 8 線 10k+800 過龍安橋附近，路堤遭洪水攻擊，路基流失約 200 公尺，道路中斷，如圖 3.21，已搶修恢復通車。

(2) 台 8 線 11k+500

台 8 線 11k+500 處附近路基遭洪水侵襲嚴重流失，目前已搶通恢復通車。如圖 3.22。

(3) 台 8 線 28k+400

台 8 線 28k+400 處由於道路高程較低，加上災害發生時河床淤積，水位提高，造成整個路段均淹在水中，而道路本身並無損壞，唯每逢大雨水位均接近路面，如圖 3.23。

(4) 台 8 線 37k+300

穿雲橋遭上方坑溝野溪崩落之土石沖毀，造成道路中斷，至今仍未搶通，如圖 3.24。

(5) 台 8 線 37k+300(谷關)以上

中橫公路谷關以上路段於九二一大地震後損毀嚴重，歷經多次修建，原本預計於今年七月初完成二階段修復恢復通車，本次災害使原修復路段沿線再度發生多處崩坍及土石流，並導致路基流失，至今無法通行，故尚無法進行較詳細之勘災。然而從本次空拍及航照圖圖

3.25 及圖 3.26，可看出本路段損毀嚴重，多處路基完全流失，且整體崩坍嚴重，山區內積存大量土石料源，極易再度引發土石流。

3. 台電設施

大甲溪流域為台灣地區水利資源最豐富之地區，台電公司在大甲溪中上游共建造有德基、青山、谷關、天輪與馬鞍五個壩，以及德基、青山、谷關、天輪、新天輪與馬鞍六座發電廠，配置如圖 3.27 所示。此次敏督利颱風過後之豪雨，大量之土石流入大甲溪中，河床淤高，洪水暴漲，造成德基、青山與谷關分廠之地下廠房悉遭淹沒，天輪分廠房亦遭浸水達 1.8 公尺高，災損十分嚴重。依據台電公司之報告，各壩及發電廠之災損情形列如表 3.3 所示，分述如下：

(1) 德基壩與發電廠

此次七二水災之主要災損情形包括：

(a) 水庫左側必坦溪發生土石流，浮木與土石堆積至排洪隧道進口，如圖 3.28 所示，影響排洪隧道一、四及五號排洪閘門之操作，目前已將堆積於排洪隧道前之浮木與土石移除。

(b) 地下發電廠尾水出口下游之右側山溝侵蝕，土石堆積於尾水出水口下游位置，河床堆積高度約達 EL. 1251m，致洪水由尾水口流入地下電廠，淹水至廠房內三樓裝機台高度。

(c) 水庫集水區內發生多處侵蝕溝，另梨山農場亦發生大量地表沖蝕現象，將引致大量淤泥沉積於水庫內。

(2) 青山壩與發電廠

青山電廠為一地下發電廠，此次七二水災之主要災損情形包括：

(a) 青山電廠附近之河床淤高約 12m 至 EL. 1023m，致洪水由廠房出風口(EL. 1028m)與尾水平壓室出風口(EL. 1023m)流入，將地下廠房完全淹沒。

(b) 開關場右側發生土石崩塌，致通達道路、微波機房與修理工

場遭土石掩埋。另因河床已淤高至接近開關場之高程，已影響到開關場之安全。

(3) 谷關壩與發電廠

谷關電廠地下廠房於 90 年桃芝與利奇馬颱風時兩度淹水，目前正在進行復建工程中，主要為於中橫公路上方新建開關場與廠房通達隧道，另延長尾水隧道至天輪壩附近，此次七二水災之主要災損情形包括：

- (a) 谷關分廠附近之河床淤高約 12m(至 EL. 784m)，原通達道路一號與二號吊橋遭洪水沖毀，如圖 3.29 所示。另施工用電設備亦遭洪水沖毀，無法抽除地下廠房之滲漏水而使廠房再度淹水。
- (b) 原電廠通達道路之穿雲與映虹橋均遭土石流沖毀。
- (c) 河床已淤高至接近原開關場之高程，已影響到原開關場之安全。

(4) 天輪壩與發電廠

天輪與新天輪電廠位於東卯溪與大甲溪匯流口之下游位置，此次七二水災之主要災損情形包括：

- (a) 天輪壩右側山溝發生土石流，土石堆積至天輪與新天輪電廠引水隧道取水口之前。
- (b) 天輪發電廠引水隧道之東卯溪渡槽遭土石流沖毀。
- (c) 東卯溪口附近之大甲溪河床已淤高至接近開關場之高程，如圖 3.30 所示，河床淤積已埋沒天輪與新天輪電廠之尾水出口，影響到兩電廠尾水出口之排水。

(5) 馬鞍壩與發電廠

馬鞍壩主要之受損情形為庫內河床之淤高，以及引水隧道取水口之淤積，至於電廠部份則完全沒有受損。

至於大甲溪上之德基、青山、谷關、天輪與馬鞍五座壩體，在此次水災中均未受損，惟青山分廠與谷關壩之聯絡道路受到崩坍、土石流、及路基流失影響而損毀，目前仍無法通達。

四、災情及災因分析

為瞭解敏督利颱風與七二水災對於坡地崩塌及土石流災害影響，本報告初步針對數項可能影響因素初步討論，考慮因素包括敏督利颱風降雨特性影響及九二一地震影響因素進行比對分析，以下依序說明分析之結果。

4.1 降雨特性影響

雨量分析引用中央氣象局全省 380 個雨量站之颱風與豪雨雨量紀錄，並進一步針對坡地及土石流災害與降雨情形，進行空間及時間分析比對。降雨之空間分析，考慮參數包括累積雨量及最大時雨量分佈。考量大甲溪流域之累積雨量分佈，總累積降雨量超過 1,500mm 以上，如圖 4.1。由分佈位置進行比對累積等雨量高峰區與坡地災害點位置，顯示流域內之高總累積雨量區域，亦為坡地災害分佈密集之區域，兩者相關性甚高。由各雨量站之最大降雨強度與坡地災害分佈之狀況，如圖 4.2，可見台中南端與彰化接壤一帶，最大時雨量高達 130mm/hr 以上。由坡地災害點分佈位置，災害點位置與最大時雨量之高峰區域相當吻合，尤其土石流災害之分佈更為一致，說明了本區災害之肇因。由此可歸納之，由於豪雨之降雨强度高及長延時且高累積雨量，造成坡地之崩塌，使得山區地表逕流匯集而成山洪暴發，甚或致生成土石流。

4.2 九二一集集地震影響

根據水土保持局九二一地震災後之航照判釋，震後中部災區變異點達 21,969 處，面積達 11,297 公頃。如此大規模之坡地崩塌，除於坡地下方常有大量崩塌土石堆積外，邊坡亦存有發達之裂隙。大量鬆散的堆積物及邊坡上方之發達裂隙，在適當的地形及高強度與大量之降雨條件下，便易產生大規模崩坍，甚至導致土石流之發生而形成災害。

應用水土保持局及林務局 921 震後崩塌地調查之結果，套疊災害點位置，如圖 4.3 所示，圖中顯示紅色點為初步判定之土石流災害點，黃棕色者為崩塌相關災害，綠色區塊為 921 之地震崩塌區分佈，由圖中可見本區之坡地災害點分佈幾乎全涵蓋於 921 之崩塌區內。而由兩者分佈趨勢比較，可見 921 地震崩塌分佈較密集區域，本次七二水災坡地災害點亦同樣較為密集。

4.3 歷年情形與影響

依據水土保持局與國家災害防救科技中心資料，進行敏督利颱風與七二水災新增土石流與本區歷史土石流點位比較，結果如圖 4.4 所示。圖中紅色點位為初步判定之土石流災點，紫色點為自 921 集集地震後至納莉颱風後所蒐集到之土石流溪流位置，這些已發生之土石流溪流大都已經水土保持局依其需求給予整體防治措施。由圖 4.4 之比較可發現七二水災所新增的土石流點位，與歷史土石流點位重複的比例甚低，然因本區自東勢以上之土石流發生位置多位於水保局之轄區外，原即未列入水保局之土石流潛勢溪流，而屬林務局管轄者則部分尚未有完整之整治資料或屬新增，因此本區內防治措施之施作對於災害之抑制應有其正面之助益，但實際情形仍有待進一步評估。

五、復建策略建議

由於九二一大地震在大甲溪流域所導致大區域之崩坍，及後續之多次災害歷史，本次七二水災之檢討，可發現目前本流域之山區內，仍存在大量崩坍土石，岩壁破壞情形嚴重，而依據本次調查資料顯示，大甲溪河床自九二一地震以來持續淤高，部分河床甚至昇高達 30 公尺之多，考量目前本區之破壞情形，未來如發生較劇烈豪大雨，山區土石將被沖刷而下，河道內土石料源豐富，將導致未來河床持續昇高，影響區內各項道路及設施。故未來在復建策略上，應針對河道及河床之變遷所產生之影響加以評估，並進行中、長程之規劃。

依據本次災害之特性及分佈，在復建方面之主要課題可分為中橫公路復建課題及台電大甲溪水力設施復建課題兩大項，另松鶴社區及東卯溪之土石流災害，亦為重要復建項目，以下分別依各項課題提出復建策略之建議。

5.1 中橫公路

中部橫貫公路自九二一地震以來，沿線歷經多次坡地崩坍引致相關災害並屢加整治，整體投入之經費已達數十億以上，其中尤以谷關-德基段為甚，所投入之各項整治措施，又常於下次大型災害來襲時再度損毀流失。本小組的看法是：由於未經仔細探討研究，目前對此一路段之災害規模、程度、影響範圍等資料尚未釐清、而且工程技術克服之可行性不明、加上以實測資料為背景之整體效益評估，短期內無法提出的三大前提下，根據評估小組的共識，這種情況的策略應該至少是--暫緩復建。其中災害規模、程度、影響範圍有待指定主管機關委託專業顧問公司辦理後或可釐清。而工程技術可行性方面，由於第二階段以路工原線復建(原訂於 94 年 7 月 15 日通車)工程的作法中，因經費考量，對以下工程難題是否能以技術在合理的經費下有效克服，尚未進行仔細探討，包括：其一是峽谷地形、坡度超過 70 度，坡高大多在 200 公尺~300 公尺，甚或更高，路基已流失的情況下，此時路基坍方缺口如何穩定、上方落石問題如何避開；其二是公路沿線，河谷密集，這些無名山溝野溪數目在數十條以上，流路不短，由於岩體節理

發達，裂隙連通，小集水區不顯著等地形效應，平時大多無水，不甚起眼，但源頭與兩岸堆積無數集集地震後鬆動土石，豪雨後，地表水匯流集中、裂隙地下水壓上升迅速，鬆動土石隨即沖刷而下；其三是岩石堅硬而岩體破碎，解壓節理發達，根據林銘郎(1992)的研究，在此類峽谷中，300公尺的鉛直峽谷(如果岩性是大理岩)，其解壓節理可達坡體以內約30公尺的範圍，如在垂直地震係數為0.2g的擬靜態狀態下，解壓節理可以擴大至85公尺的範圍。雖然變質砂岩的強度較大理岩大，解壓節理範圍會較小，但尚待進一步研究確認，但是目前峽谷兩岸岩壁，已被集集地震震鬆，如採路工，難以克服。

故對於整體路段之修整，應有較整體性之考量及規劃，方能減少未來災害之衝擊。於進行復建規劃時採取之建議策略如下：

1. 進行中橫公路路段修復之整體效益評估

由於本公路歷經多次災害及修復，投入龐大之經費，仍無法維持其正常營運。基於整體利益之考量，應針對該公路之整體營運需求，由交通量、經濟效益、居民需求、環境及生態衝擊、及國家安全等各項因素，評估所投入修復經費成本與效益，並依據評估結果，分別擬定各路段之適當修復方式，對於使用需求低，或修復困難路段，可採用降低道路服務等級及分階段修復等方式進行。

2. 東勢-谷關段修復考量因素

中橫公路東勢-谷關段沿線本次有多處受到土石流衝擊，甚至有東卯及永安兩座橋樑遭土石流損毀。未來在復建時，對於通過土石流流徑之路段，應配合土石流整治及通過流徑時，減少橋墩，增加橋樑淨空方式，減少土石流可能產生之災害。而部份路段過份逼近大甲溪岸，目前由於河床持續升高，未來仍可能影響公路行車，宜針對過於貼近河道之路段加以長期規劃，將行車路段移至較高位置，以避免可能之災害。

3. 谷關-德基段修復考量因素

中橫公路谷關-德基段本次災害毀損嚴重，自37K+500以上即大小崩滑及土石流不斷，至目前仍無法搶通。從空中觀察、航照及現地調查所見，本路段兩側山壁嚴重破碎崩落，且山區內積存大量崩落土

石，極易再度因豪大雨而引致崩坍及土石流。考量目前山區狀況及可
行之工程技術工法，尚無法有效修復此一路段，即便修復，亦難以維
護。由於本路段兩側並無居民，主要係提供台電在大甲溪之水力設施
營運所需，未來如經評估仍有必要修復時，可採分階段方式進行。依
據日本關東地震之經驗，山區崩坍災害約需 40 年方可復原，故本路
段短期內如有必要可以最小化方式維持通車，並採即壞即修方式，配
合各項防災措施加以管理。俟山區穩定情形改善後，再依中、長程需
求及效益評估為依據加以規劃及修復。

4. 德基以上路段考量因素

中橫公路德基以上路段目前可由宜蘭方面經梨山支線通達，主要
災害為部份區域小規模坍落及坡面沖蝕以致泥沙掩埋路面，並未造成
嚴重災害，僅需將路面泥沙清除，另本區段因開發較盛，故坡面沖刷
情形嚴重，宜有其他管理方式處理，方能有效改善此一方面之問題。

5. 整體性邊坡處理考量

一般山區道路由於所經區位不同，道路上邊坡及下邊坡之處置方
式，可能有不同之需求，而不完整之上邊坡處置方式，常影響下邊坡
之處置及安定，甚至影響下方之路段。此外在邊坡處理上，排水之完
善與否常對邊坡穩定性產生重大影響，因此未來在修復時，應對路段
之上、下邊坡加以整體性處置，方能對於邊坡穩定情形完整考量，降
低未來災害發生之可能。

6. 非工程防災措施及風險管理

由於中橫公路沿線山區已於九二一地震時崩毀嚴重，歷經幾次災
害，仍有大量崩坍及土石流動現象。故未來除以工程方式復建外，對
於災害嚴重之路段，尤應以分階段選擇適宜工法修建，並配合以各項
預警方法及交通管制、設置避難區、警示牌等手段，對於災害風險進
行管理，以減少災害之衝擊。

7. 其他工程技術相關建議—台電電廠復建之施工便道之施工考量

- (1) 風化破碎岩坡只要上邊坡坡度小於 70 度，待保護之邊坡坡高
小於 100 公尺，可考慮採用型框植生工法，坡度小於 40 度者，

可考慮於上邊坡趾處設置擋土牆，增加邊坡之穩定性。

- (2) 風化層不深時，可加打一至二排岩錨，進一步增加邊坡之穩定性，坡上殘留土石、已鬆動之坡面可設法植生，弱面構造主控落石災害之邊坡，應詳加調查，其防治岩錨設計必需針對工址弱面特性加以考量。
- (3) 明隧道之設計、擋土牆之設計，應有如建築結構之強柱弱樑觀念，讓隧道、擋土牆在受過大荷重時能發生大量變形而不潰壞。

5.2 台電大甲溪水力發電設施復建課題

台電位於大甲河流域之水力發電設施包括五座混凝土壩、六座發電廠、五座開關場以及輸配電設施，於本次七二水災中分別受到程度不一之災害，其中五座混凝土壩體完全沒有受損，應可繼續使用；六座發電廠中以青山分廠與開關場損害最嚴重，德基與谷關電廠次之，而天輪電廠主要為尾水口淤塞、馬鞍電廠則僅為取水口淤塞。針對本次災損情況，本勘災小組研擬之復建策略包含下列幾箇重點：

1. 大甲溪之水資源為供應大台中地區用水之最主要來源，沿大甲溪一系列之水庫具有蓄水與調節水量之重要功能，而此次七二水災中五座混凝土壩體完全沒有受損，仍可繼續使用，僅部分取水口受到河床淤塞之影響，故應積極快速整理河道，恢復原有之供水功能。
2. 德基水庫及相關設施目前受損情形較輕微，應即時予以復建，使恢復原有之供水功能。惟宜藉此機會進行整廠安全評估，其排洪隧道入口受必坦溪土石流之影響，應將必坦溪土石流之整治一併納入，以避免其後續可能發生之災害。水庫內上游集水區之坡面沖刷，影響水庫之使用壽命，需有相關單位之措施配合，以減少庫內泥砂淤積之增加。此外，對於德基水庫下游圍堰右岸山溝之土石流亦需加以整治，保護德基電廠之尾水出口。
3. 台電公司大甲溪電廠之裝置容量佔全部裝置容量之比例雖低，但水力發電具有穩定頻率、尖峰用量時快速反應、以及全黑起動之功能，為台電公司不可或缺之電源。考量水力發電對台電提供穩定電

源與供電品質之重要性，針對七二水災發電系統之災損應研擬具體可行之復建計劃，對於輕度受損之電廠，可集中全力予以快速修復運轉；對於中度受損之電廠亦應儘量予以修復；而對於受損嚴重之青山分廠則建議應待便道搶通後進行詳細調查，再進行修復之效益評估。

4. 谷關分廠之復建工程應持續進行，將開關場與廠房通達道路遷移至新廠區，惟應針對此次七二水災之受災原因與環境變化重新檢討評估，擬訂改善計畫，確保復建後整體設施之安全性。
5. 在中橫公路谷關到德基路段暫緩復建之政策下，台電公司為維護現有設施或進行復建工作所需之通路，應以修復施工便道為原則，不宜大規模整治或擴建，並進行交通管制，以維護人員之安全。
6. 就整體性而言，應重新檢討大甲溪河道及河床長期變遷趨勢，對於位於河道內之各項設施所產生之衝擊，以及土石流對電廠相關設施之影響，進行整體之評估，作為後續營運與防災之策略。

5.3 土石流災害及社區復建相關課題

本次災害在大甲溪流域造成多處土石流，僅東勢-谷關段即已高達十九處，其中松鶴社區即受到嚴重災損，東卯溪土石流亦對該處社區造成嚴重衝擊；大甲溪河床淤高及洪泛亦同樣嚴重威脅該二處社區，此外谷關之溫泉區亦受河床淤高及洪泛之影響。針對上述相關災害復建之策略，提出下列建議：

1. 對於區內各項災害之高潛勢地區進行劃定與管理

由於大甲溪河床自九二一大地震以來持續淤高，加上土石流災害影響，使數處社區均已受後續土石流、洪泛及河床淤高之影響。故應考量長期河床變遷下，對於流域內河川行水、洪泛、土石流、及坡地崩坍之潛勢進行分析，並劃定高潛勢地區加以管理，避免在高潛勢地區原地復建，以免災害再度發生，對於不符劃定使用之復建，宜確立未來災損不再補償之原則，以提高其避災誘因。

2. 土石流整體流域治理及介面整合

本次大甲河流域內土石流災情相當嚴重，有必要進行整體性之治理。宜先行評估判定對於設施及保全對象造成衝擊之土石流災害，進行其整體流域之治理，由上游之崩坍抑止，中游固床，至下游減緩、淤砂、及無害通過等原則，進行完整治理，並於事先設定治理之合理規模標準。此外對於用地，相關週邊之工程介面等，均應加以整合，以達到良好成效。

3. 防減災非工程方法與管理

除工程整治外，對於鄰近高災害潛勢區域之保全對象及設施，應進行土地使用規劃及管理，以減少可能災害之衝擊，同時配合以警示牌、避難場所設置、防救災演練等各項手段，以有效管理災害風險。

4. 受災社區復建

對於本次受土石流災害及洪泛嚴重衝擊之社區如東卯溪、谷關溫泉區等處，均可參照前述之復建策略進行復建。然而對於受災最嚴重之松鶴部落，由於部落所在之正中央即有一處大規模土石流通過，其餘尚有三處大小規模不一之土石流穿越，使社區被零碎切割，而社區前緣緊臨大甲溪，受河床淤高及洪泛威脅，並危及通行之橋樑，因此該處已變為不安全之區域。關於松鶴地區災區調查及復建策略研擬詳見附錄一。

六、結語

93年7月2日敏督利颱風及所引進西南氣流造成罕見豪雨及災害，中部大甲溪流域嚴重洪汛，根據大甲溪流域之地質與地形條件，將其沿中橫公路分為東勢至谷關、谷關至德基以及德基以上三段，各段之主要災害形態分別為土石流、河床淤高、橋樑遭洪水及土石流沖毀等；大規模的崩塌導致中橫公路中斷、河床淤高導致台電設施毀損等、及坡面沖蝕為主等。以重大災害項目而言，可將其依災害類型分為土石流、中橫公路中斷及台電設施毀損三大項。

依據目前本區之破壞情形，未來如發生較劇烈豪大雨，山區土石將被沖刷而下，河道內土石料源豐富，將導致未來河床持續升高，影響區內各項道路及設施。未來在復建策略上，應針對河道及河床之變遷所產生之影響加以評估，並進行中、長程之規劃。在復建方面之主要課題可分為中橫公路復建課題及台電大甲溪水力設施復建課題兩大項，另松鶴社區及東卯溪之土石流災害，亦為重要復建項目，本報告分別針對未來中橫公路、台電設施、土石流災害、及社區復建相關課題提出策略相關建議。

七、參考文獻

- 1、中國土木水利工程學會，「七二水災災區調查與復建策略研擬」專案研究計畫書（2004）。
- 2、水土保持局，天然災害勘查通報清單 20040707。
- 3、公路局，交通部公路總局全部災情快報 880921-930707。
- 4、經濟部水利署第三河川局，敏督利颱風災情統計資料（2004）。
- 5、南投縣政府流域管理局，敏督利颱風暨七二水災災情統計暨空照影像（2004）。
- 6、經建會，敏督利颱風災情統計報告（2004）。
- 7、林務局農林航測所，七二水災災區航空影像（2004）。
- 8、國家地震工程研究中心，921 集集大地震大地工程震災調查報告（2000）。
- 9、林美聆等，坡地開發技術之研究，公共工程委員會研究報告
- 10、李維峰等，建立山區道路修建工程評估準則及決策機制之研究，經建會委託

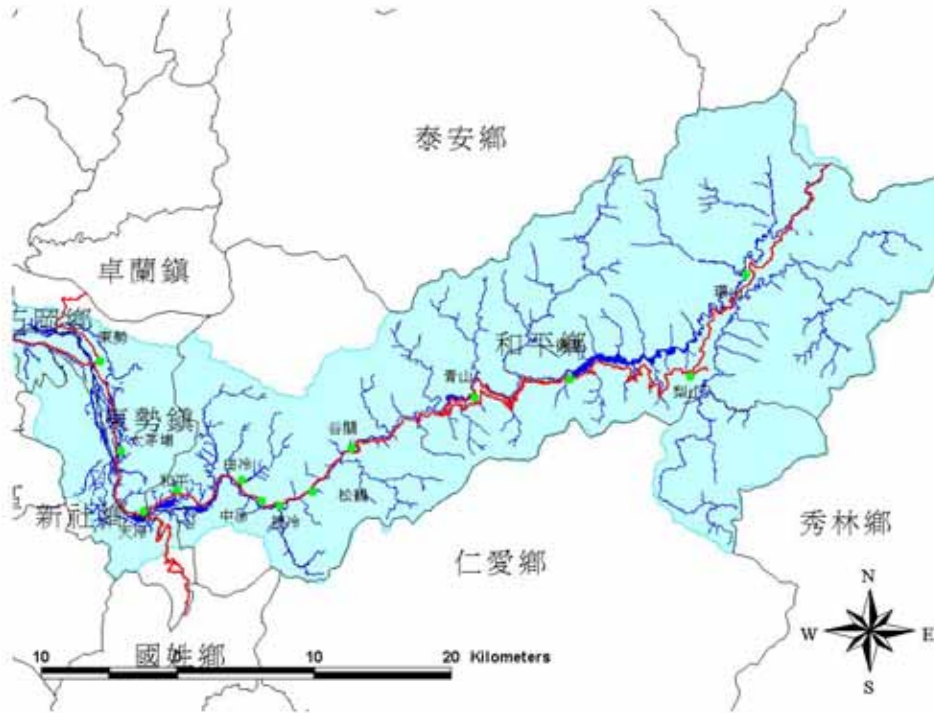


圖 2.1 大甲溪流域地理位置

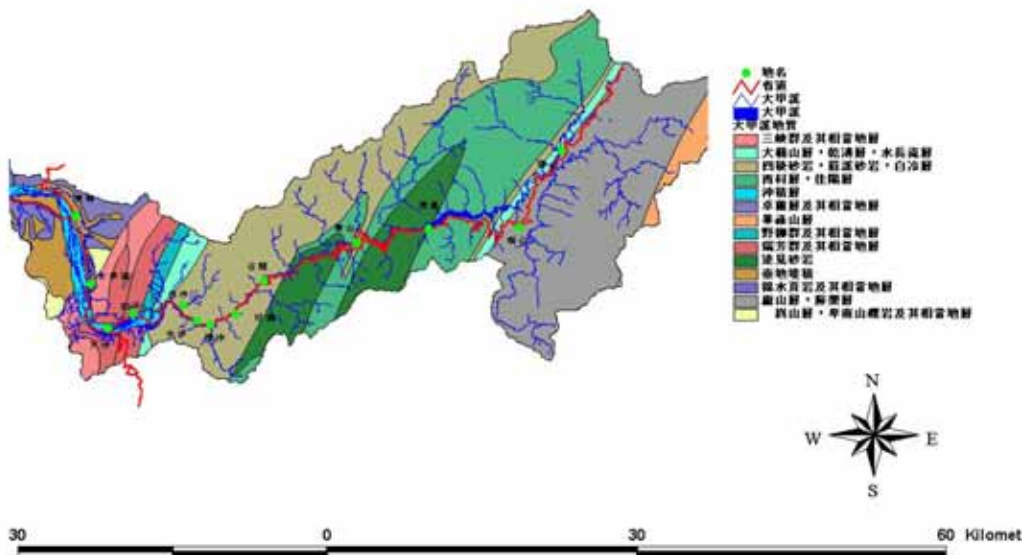


圖 2.2 大甲溪流域地質分佈

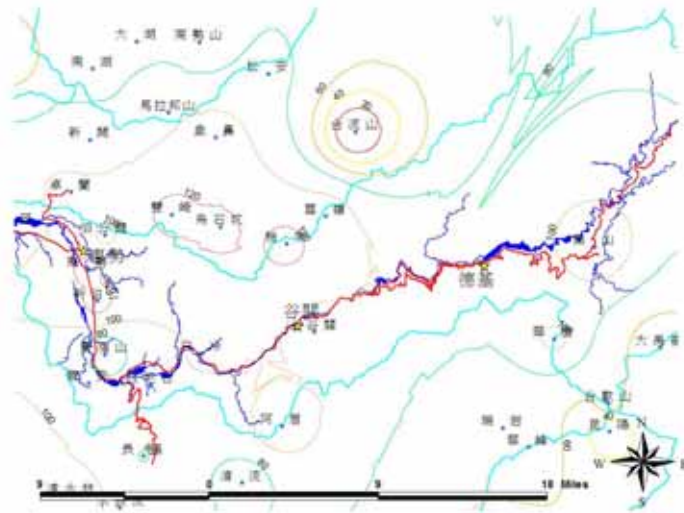


圖 3.1 最大時雨量分佈(6/29~7/5)



圖 3.2 累積雨量分佈(6/29~7/5)



圖 3.3 7/2 日雨量分佈



圖 3.6 永安橋斷裂[公路局(2004/7/3)]



圖 3.7 永安野溪右岸提防及民房受損情形[林美聆攝(2004/8/3)]



圖 3.8 東卯溪地形圖



圖 3.9 東卯溪空拍[齊柏林攝(2004/7/16)]



圖 3.10 白冷國小災損情形[林美聆攝(2004/8/9)]

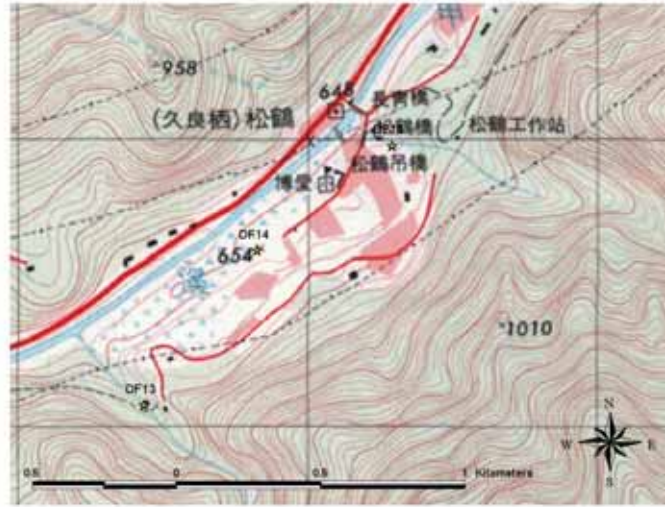


圖 3.11 松鶴地形圖



圖 3.12 松鶴航照[農林航測所(2004/7/6)]



圖 3.13 松鶴空拍[洪如江攝(2004/8/9)]



圖 3.14 松鶴部落災損情形[林美聆攝(2004/8/3)]



圖 3.15 麗陽野溪地形圖



圖 3.16 麗陽空拍[林美聆攝(2004/7/10)]



圖 3.17 穿雲映虹野溪地形圖



圖 3.18 穿雲映虹野溪空拍[林美玲攝(2004/7/10)]

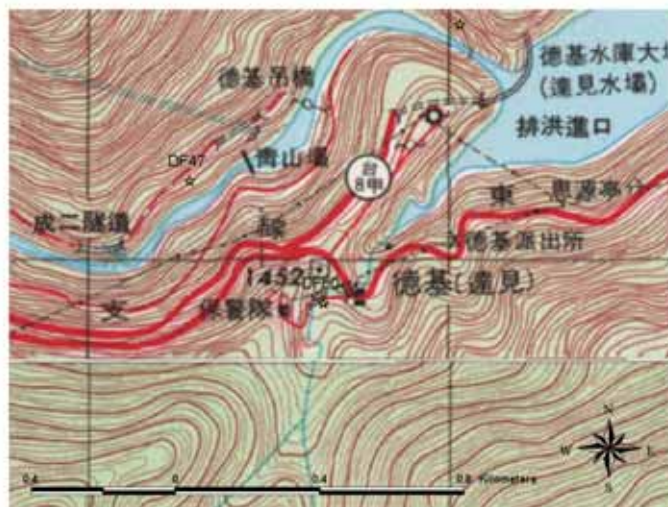


圖 3.19 必坦溪地形圖

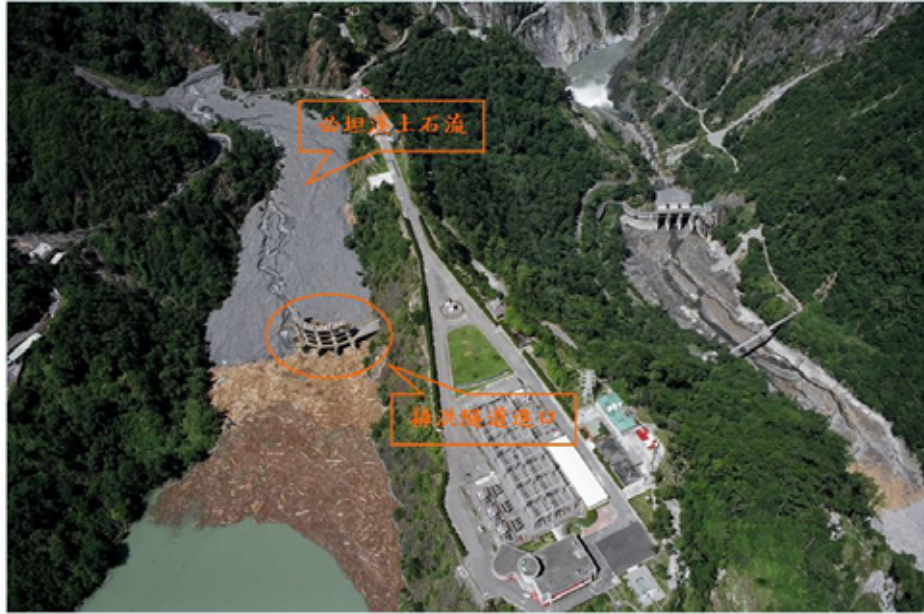


圖 3.20 必坦溪空拍[齊柏林攝(2004/7/16)]



圖 3.21 台 8 線 10k+800[公路局(2004/7/4)]



圖 3.22 台 8 線 11k+500[公路局(2004/7/4)]



圖 3.23 台 8 線 28k+400[林美聆攝(2004/8/3)]



圖 3.24 谷關電廠通達道路 穿雲橋[陳正興攝(2004/8/9)]



圖 3.25 台 8 線遭土石流損壞中斷情形[林美聆攝(2004/7/10)]



圖 3.26 谷關-德基段航照圖[農林航測所(2004/7/6)]

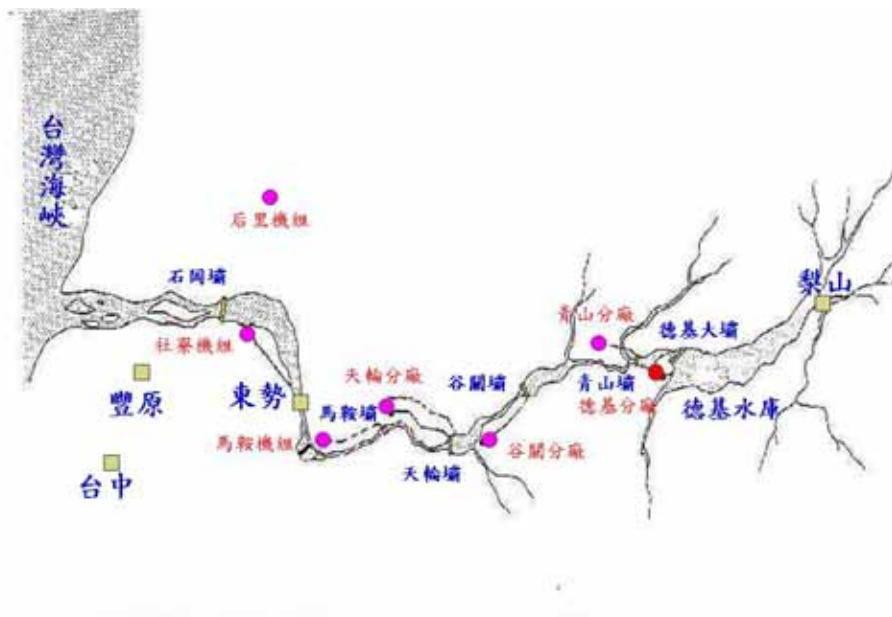


圖 3.27 大甲溪電廠配置圖[台電提供]



圖 3.30 天輪電廠與東卯溪空照[陳正興攝(2004/7/19)]

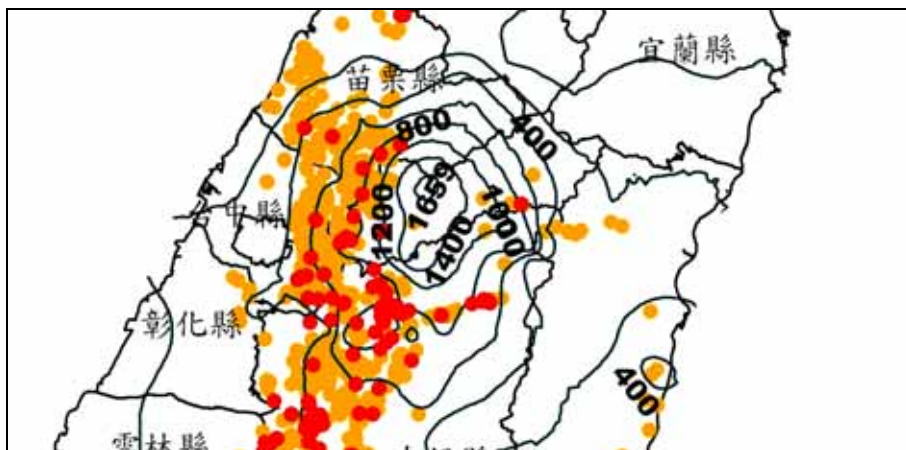


圖 4.1 累積降雨量與坡地災害分佈[水保局、公路局(陳天健製)]

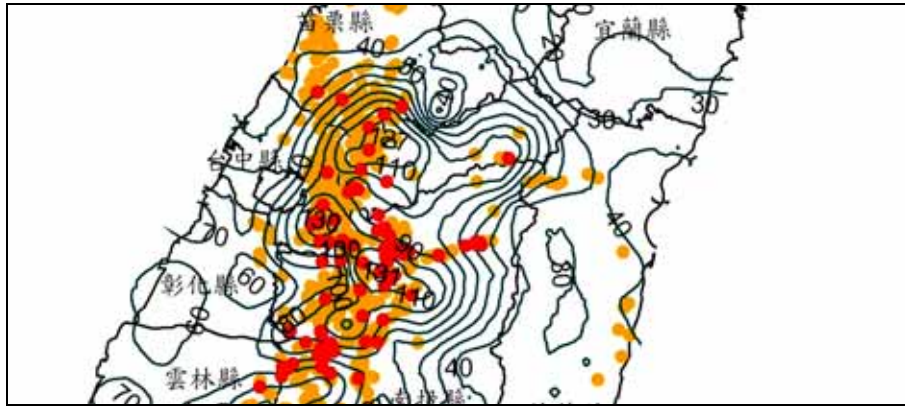


圖 4.2 最大逐時雨量與坡地災害分佈[水保局、公路局(陳天健製)]

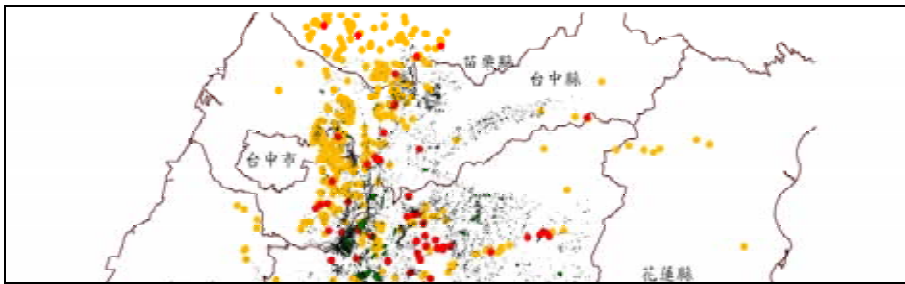


圖 4.3 坡地災害分佈與 921 集集地震崩塌區域比較[水保局、公路局(陳天健製)]

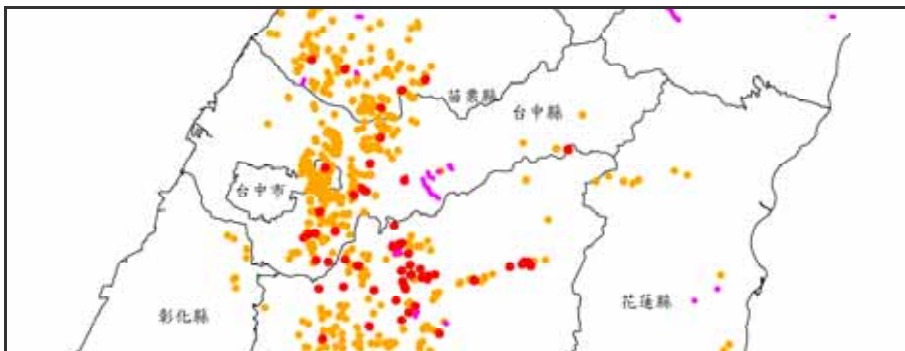


圖 4.4 七二水災新增土石流與歷史土石流位置分佈狀況
[水保局、公路局、國家科技災害中心(陳天健製)]

表 3.1 災情總表

| 編號 | 災害地點 | GPS 座標 | | 災害形式 | 受災概況 |
|-----|--------|--------|---------|------------|---------------------------|
| | | X | Y | | |
| B01 | 台中縣東勢鎮 | 232855 | 2676526 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 8k 處永安橋遭沖毀 |
| B02 | 台中縣和平鄉 | 241854 | 2675326 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 23k 處東卯橋遭沖毀 |
| B03 | 台中縣和平鄉 | 244560 | 2673926 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 26k+750 處裡冷橋遭沖毀 |
| B04 | 台中縣和平鄉 | 247172 | 2675022 | 土石流災害、洪水災害 | 松鶴橋遭沖毀 |
| B05 | 台中縣和平鄉 | 247071 | 2675032 | 土石流災害、洪水災害 | 松鶴吊橋遭沖毀 |
| B06 | 台中縣和平鄉 | 251915 | 2678416 | 土石流災害、洪水災害 | 穿雲橋遭沖毀 |
| B07 | 台中縣和平鄉 | 254894 | 2679865 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 41k+900 處馬崙橋遭沖毀 |
| B08 | 台中縣和平鄉 | 244666 | 2673480 | 土石流災害、洪水災害 | 同心橋遭洪水、土石溢過 |
| B09 | 台中縣和平鄉 | 246223 | 2674401 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 28k+700 處便橋遭洪水、土石溢過 |
| B10 | 台中縣和平鄉 | 247149 | 2675119 | 土石流災害、洪水災害 | 長青橋遭洪水、土石溢過 |
| B11 | 台中縣和平鄉 | 249235 | 2677182 | 土石流災害、洪水災害 | 台 8 線 33k 處篤銘橋遭洪水、土石溢過 |

表 3.1(續) 災情總表

| 編號 | 災害地點 | GPS 座標 | | 災害形式 | 受災概況 |
|------|--------|--------|---------|------------|--------------------------------|
| T01 | 台中縣和平鄉 | 241932 | 2675459 | 土石流災害、洪水災害 | 東卯溪匯入大甲溪處白冷國小旁數間民宅遭洪水沖走 |
| T02 | 台中縣和平鄉 | 247609 | 2675492 | 土石流災害、洪水災害 | 松鶴部落往大甲溪上游處洪水溢過提防造成淹水 |
| F01 | 台中縣和平鄉 | 237122 | 2674503 | 洪水災害 | 和平村淹水未退 |
| F02 | 台中縣和平鄉 | 251512 | 2678513 | 洪水災害 | 天輪村淹水未退 |
| F03 | 台中縣和平鄉 | 245920 | 2674267 | 洪水災害 | 台 8 線 28k+400 處附近淹水未退 |
| P01 | 台中縣和平鄉 | 252545 | 2678891 | 洪水災害 | 谷關地下電廠被洪水土石侵入淤積 |
| DF01 | 台中縣和平鄉 | 242446 | 2674305 | 土石流災害 | 永安吊橋旁發生土石流 |
| DF02 | 台中縣和平鄉 | 246823 | 2674615 | 土石流災害 | 松鶴社區後方遭土石流入侵 |
| DF03 | 台中縣和平鄉 | 247289 | 2674979 | 土石流災害 | 松鶴社區旁遭大規模土石流入侵，造成嚴重損失 |
| DF04 | 台中縣和平鄉 | 243231 | 2673592 | 土石流災害 | 石屏谷發生土石流 |
| DF05 | 台中縣和平鄉 | 246431 | 2674082 | 土石流災害 | 松鶴社區西南方野溪發生土石流 |
| DF06 | 台中縣和平鄉 | 247581 | 2675653 | 土石流災害 | 台 8 線 30k+500 處麗陽旁野溪發生土石流，中斷道路 |

表 3.1(續) 災情總表

| 編號 | 災害地點 | GPS 座標 | | 災害形式 | 受災概況 |
|------|--------|--------|---------|-------|----------------------------------|
| DF07 | 台中縣和平鄉 | 249772 | 2677088 | 土石流災害 | 佳保溪發生土石流，土石淤滿收費站 |
| DF08 | 台中縣和平鄉 | 249703 | 2677849 | 土石流災害 | 龍谷發生土石流 |
| DF09 | 台中縣和平鄉 | 252205 | 2678634 | 土石流災害 | 谷關東方保安分隊旁野溪發生土石流 |
| HS01 | 台中縣東勢鎮 | 232734 | 2674932 | 坡地災害 | 台 8 線 9k+700 處石頭滾落掩埋路面 |
| HS02 | 台中縣東勢鎮 | 232832 | 2674244 | 洪水災害 | 台 8 線 10k+800 處龍安橋附近路基流失約 200 公尺 |
| HS03 | 台中縣東勢鎮 | 233724 | 2673230 | 坡地災害 | 台 8 線 12k 處上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS04 | 台中縣東勢鎮 | 234206 | 2673135 | 坡地災害 | 台 8 線 12k+500 處上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS05 | 台中縣和平鄉 | 242666 | 2674464 | 洪水災害 | 台 8 線 24k+400 處路基流失 |
| HS06 | 台中縣和平鄉 | 242796 | 2674440 | 坡地災害 | 台 8 線 24k+500 處上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS07 | 台中縣和平鄉 | 244393 | 2673902 | 坡地災害 | 台 8 線 26k+600 處上邊坡崩坍掩埋路面 |
| HS08 | 台中縣和平鄉 | 249224 | 2676913 | 洪水災害 | 台 8 線過篤銘橋往收費站處路基流失道路中斷 |
| HS09 | 台中縣和平鄉 | 251932 | 2678354 | 洪水災害 | 台 8 線 35k+350 處路基流失 |

表 3.2 土石流災情表

| 編號 | 溪流名稱 | 地理位置 | GPS 點 位 (TWD67) | | 水 保 局 1420 危 險 溪 流 | 災害概況 |
|------|------|------------|--------------------|---------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | | X | Y | | |
| DF01 | 上坑野溪 | 台中縣 石岡鄉 | 227344 | 2684486 | -- | 上坑野溪淤塞 |
| DF02 | 食水崙溪 | 台中縣 石岡鄉 | 227764 | 2684982 | -- | 造成山下巷民宅後方土石崩落 |
| DF03 | -- | 台中縣 東勢鎮 | 233398 | 2686009 | -- | 東新村崩塌土石滑落 |
| DF04 | 食水崙溪 | 台中縣 新社鄉 | 228378 | 2680710 | -- | 中 93 縣盤安橋前至中正村至中 129 縣，道路坍方及落石中斷 |
| DF05 | 坪埔野溪 | 台中縣 東勢鎮 | 235149 | 2682305 | 台中 A008 | 造成野西邊坡崩塌長 400m 土石 淹沒野溪，溪水溢流至農田 |
| DF06 | 永安野溪 | 台中縣 東勢鎮 | 232855 | 2676526 | -- | 台 8 線 8K+070 永安橋便道遭沖 毀 |
| DF07 | -- | 台中縣 新社鄉 | 231657 | 2675131 | -- | 慶西村 1 鄰 4 號旁野溪河道堆積 40 公尺長 |
| DF08 | -- | 台中縣 東勢鎮 | 233229 | 2673751 | 台中 A020 | 台 8 線 11k+200 處發生土石流 |
| DF09 | 抽藤坑 | 台中縣 新社鄉 | 231486 | 2673195 | 台中 007-1 | 中和村親水公園遭淹沒 |
| DF10 | 東卯溪 | 台中縣 和平鄉 | 241854 | 2675326 | 台中 A063 | 台 8 線 23K 東卯橋便道遭沖毀 |
| DF11 | -- | 台中縣 和平鄉 | 242446 | 2674305 | 台中 A065 | 永安吊橋旁發生土石流 |
| DF12 | -- | 台中縣 和平鄉 | 243231 | 2673592 | -- | 石屏谷發生土石流 |
| DF13 | -- | 台中縣 和平鄉 | 246431 | 2674082 | -- | 松鶴社區西南方野溪發生土石 流 |
| DF14 | -- | 台中縣 和平鄉 | 246823 | 2674615 | 台中 004 | 松鶴社區後方遭土石流入侵 |
| DF15 | 松鶴野溪 | 台中縣 和平鄉 | 247289 | 2674979 | 台中 003 | 松鶴社區旁遭大規模土石流入 侵，造成嚴重損失 |
| DF16 | -- | 台中縣 和平鄉 | 247581 | 2675653 | -- | 台 8 線 30k+500 處麗陽旁野溪發 生土石流，中斷道路 |

表 3.2(續) 土石流災情表

| 編號 | 溪流名稱 | 地理位置 | GPS 點位 (TWD67) | | 水保局 1420 危險 溪流 | 災害概況 |
|------|------|------------|-------------------|---------|----------------------|-----------------------------|
| | | | X | Y | | |
| DF17 | 佳保溪 | 台中縣 和平鄉 | 249772 | 2677088 | -- | 佳保溪發生土石流，土石淤滿收費站 |
| DF18 | 谷關野溪 | 台中縣 和平鄉 | 249703 | 2677849 | -- | 龍谷發生土石流 |
| DF19 | 穿雲野溪 | 台中縣 和平鄉 | 251927 | 2678454 | -- | 穿雲橋遭沖毀 |
| DF20 | 映虹野溪 | 台中縣 和平鄉 | 252252 | 2678718 | -- | 谷關東方保安分隊旁映虹野溪發生土石流，沖毀映虹橋 |
| DF21 | -- | 台中縣 和平鄉 | 253028 | 2678870 | -- | 谷關發電廠遭土石侵入 |
| DF22 | -- | 台中縣 和平鄉 | 253445 | 2679561 | -- | 台 8 線 39K+800 道路中斷 |
| DF23 | -- | 台中縣 和平鄉 | 253627 | 2679728 | -- | 台 8 線 40K+050 道路中斷 |
| DF24 | 馬崙溪 | 台中縣 和平鄉 | 254866 | 2679840 | -- | 馬陵派出所遭土石沖毀掩埋 |
| DF25 | -- | 台中縣 和平鄉 | 255033 | 2680007 | -- | 台 8 線 42K+130 道路中斷 |
| DF26 | -- | 台中縣 和平鄉 | 255546 | 2680251 | -- | 台 8 線 43K+300 道路中斷 |
| DF27 | -- | 台中縣 和平鄉 | 256176 | 2680358 | -- | 台 8 線 44K+220 道路中斷 |
| DF28 | 石山溪 | 台中縣 和平鄉 | 256973 | 2680784 | -- | 台 8 線 45K+650 處敬勤橋遭土石沖毀道路中斷 |
| DF29 | | 台中縣 和平鄉 | 257328 | 2681002 | -- | 台 8 線 46K+600 道路中斷 |
| DF30 | 久良屏溪 | 台中縣 和平鄉 | 258206 | 2680830 | -- | 台 8 甲線 3K+580 處大仁橋遭土石沖毀道路中斷 |
| DF31 | -- | 台中縣 和平鄉 | 258617 | 2681418 | -- | -- |
| DF32 | -- | 台中縣 和平鄉 | 258993 | 2681977 | -- | 台 8 甲線 4K+700 處便橋遭沖毀道路中斷 |

表 3.2(續) 土石流災情表

| 編號 | 溪流名稱 | 地理位置 | GPS 點位 (TWD67) | | 水保局 1420 危險 溪流 | 災害概況 |
|------|------|------------|-------------------|---------|----------------------|-------------------------------|
| | | | X | Y | | |
| DF33 | -- | 台中縣 和平鄉 | 260120 | 2682596 | -- | 青山電廠遭掩埋 |
| DF34 | -- | 台中縣 和平鄉 | 260186 | 2681718 | -- | 台 8 線 51K+950 道路中斷 |
| DF35 | -- | 台中縣 和平鄉 | 260511 | 2681576 | -- | 台 8 線 52K+400 道路中斷 |
| DF36 | -- | 台中縣 和平鄉 | 260775 | 2681495 | -- | 台 8 線 52K+700 道路中斷 |
| DF37 | 登仙溪 | 台中縣 和平鄉 | 261633 | 2681083 | -- | 台 8 甲線 9K+670 處大勇橋遭沖 毀道路中斷 |
| DF38 | -- | 台中縣 和平鄉 | 261927 | 2681556 | -- | 台 8 甲線 10K+420 道路中斷 |
| DF39 | -- | 台中縣 和平鄉 | 262455 | 2683368 | -- | 成五隧道上方遭掩埋 |
| DF40 | -- | 台中縣 和平鄉 | 262816 | 2682911 | -- | 台 8 甲線 12K+750 道路中斷 |
| DF41 | -- | 台中縣 和平鄉 | 263135 | 2682780 | -- | 台 8 線 57K+780 道路中斷 |
| DF42 | -- | 台中縣 和平鄉 | 263387 | 2682809 | -- | 台 8 線 58K+050 道路中斷 |
| DF43 | -- | 台中縣 和平鄉 | 263683 | 2682817 | -- | 台 8 甲線 13K+600 道路中斷 |
| DF44 | -- | 台中縣 和平鄉 | 264004 | 2682642 | -- | 台 8 線 58K+800 道路中斷 |
| DF45 | -- | 台中縣 和平鄉 | 264414 | 2682679 | -- | 台 8 線 59K+230 道路中斷 |
| DF46 | -- | 台中縣 和平鄉 | 264536 | 2683207 | -- | -- |
| DF47 | -- | 台中縣 和平鄉 | 265283 | 2683223 | -- | 青山壩前土石衝入水庫 |
| DF48 | -- | 台中縣 和平鄉 | 265742 | 2683698 | -- | 德基壩前土石衝入水庫 |

表 3.2(續) 土石流災情表

| 編號 | 溪流名稱 | 地理位置 | GPS 點 位 (TWD67) | | 水 保 局 1420 危 險 溪 流 | 災害概況 |
|------|------|----------------|--------------------|---------|--------------------------|--------------|
| | | | X | Y | | |
| DF49 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 266030 | 2683658 | -- | 德基壩前土石衝入水庫 |
| DF50 | 必坦溪 | 台 中 縣 和 平 鄉 | 265653 | 2682886 | -- | 德基壩進水隧道遭土石掩埋 |
| DF51 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 267813 | 2683369 | -- | 達盤橋遭土石沖毀 |
| DF52 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 267168 | 2684441 | -- | -- |
| DF53 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 271355 | 2684945 | -- | -- |
| DF54 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 271984 | 2684003 | -- | -- |
| DF55 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 274555 | 2684848 | -- | -- |
| DF56 | -- | 台 中 縣 和 平 鄉 | 274668 | 2685067 | -- | -- |

表 3.3 七二水災大甲溪水力發電系統災損情況

| | 頭水 高程 (m) | 尾水 高程 (m) | 災損情形 | 致災原因 |
|------------|-----------------|-----------------|--|--|
| 德基壩 與電廠 | 1407 | 1245 | 1. 必坦溪土石流 2. 地下電廠廠房淹水 | 尾水下游土石堆積河床淤高至 EL.1251m |
| 青山壩 與電廠 | 1245 | 950 | 1. 地下電廠廠房淹水 2. 開關場右側土石崩塌河床淤高至開關場高程 (EL.1010m) | 由尾水平壓室出風口 (EL.1023m) 及廠房出風口 (EL.1028m) 進水 |
| 谷關壩 與電廠 | 950 | 747.8 | 1. 廠房通達道路及吊橋沖毀 2. 地下電廠廠房淹水 3. 開關場左側河床淤高至接近開關場高程 (EL.784m) | 河床淤高，地下電廠廠房滲漏水增加，而施工用電設備遭洪水沖毀無法抽水，致使地下電廠廠房淹水 |
| 天輪壩 與電廠 | 747.8 | 555.5 | 1. 天輪壩取水口土石淤積 2. 引水隧道東卯溪渡槽沖毀 3. 尾水出口河床淤高至 EL.560m 影響尾水出口排水 | 1. 天輪壩右側山溝土石流 2. 東卯溪土石流 |
| 馬鞍壩 與電廠 | 555.5 | 428 | 1. 馬鞍壩取水口淤積約 7m | |

附錄二 七二水災災區調查與復建策略研擬

大安溪及烏溪組

報告目錄

| | |
|------------------------|------|
| 報告目錄..... | B-i |
| 圖目錄..... | B-iv |
| 相片目錄..... | B-v |
| 摘要..... | B-1 |
| 一、前言..... | B-2 |
| 二、工作執行概況..... | B-3 |
| 三、現場勘災結果..... | B-6 |
| 3.1 區域地質..... | B-6 |
| 3.2 大安溪流域..... | B-8 |
| 3.2.1 災害勘查..... | B-8 |
| 苗 130 甲縣道..... | B-8 |
| 土城堤防崩塌..... | B-9 |
| 內灣堤防崩塌..... | B-10 |
| 四角林堤防崩塌..... | B-11 |
| 象鼻村以及象鼻大橋..... | B-12 |
| 象鼻村旁野溪土石流..... | B-13 |
| 士林堰..... | B-14 |
| 雪山坑橋以及附近崩塌及土石流災害..... | B-14 |
| 蟾蜍石站旁建築物土石崩塌災害..... | B-16 |
| 蟾蜍石站旁道路崩塌..... | B-17 |
| 烏石坑橋上下游災害..... | B-17 |
| 白布帆大橋上游護岸崩塌以及橋台受損..... | B-19 |
| 觀音坑溪下游沖積扇..... | B-19 |
| 3.2.2 災害綜合整理..... | B-20 |
| 3.3 烏溪流域..... | B-28 |
| 3.3.1 災害勘查..... | B-28 |

| | |
|-----------------------------|------|
| 金谿橋..... | B-28 |
| 仔坑口堤防..... | B-29 |
| 仔坑橋下游右岸護岸破損..... | B-30 |
| 一江橋淹水與下游護岸損壞..... | B-31 |
| 龍寶橋附近淹水與上、下游護岸損壞..... | B-32 |
| 中埔 11 號橋..... | B-34 |
| 中埔 10 號橋..... | B-34 |
| 糯米橋..... | B-35 |
| 埔霧公路天主堂..... | B-37 |
| 埔霧公路南山橋..... | B-37 |
| 埔霧公路楓子林橋..... | B-38 |
| 埔霧公路南豐大橋..... | B-39 |
| 埔霧公路本部溪橋..... | B-40 |
| 埔霧公路旁某跨越眉溪之橋..... | B-41 |
| 埔霧公路獅子頭橋..... | B-41 |
| 埔霧公路箱根溫泉旅館下游處..... | B-42 |
| 埔霧公路觀音埔橋附近..... | B-42 |
| 埔霧公路菓子林..... | B-43 |
| 壽全橋上游護岸..... | B-44 |
| 隘寮橋..... | B-46 |
| 力行產業道路馬烈霸社區至馬力觀部落間道路崩塌..... | B-49 |
| 力行產業道路第 1 調查點..... | B-50 |
| 力行產業道路第 2 調查點..... | B-51 |
| 力行產業道路第 3 調查點..... | B-51 |
| 力行產業道路第 4 調查點..... | B-52 |
| 力行產業道路第 5 調查點..... | B-53 |
| 力行產業道路第 6 調查點..... | B-53 |
| 力行產業道路第 7 調查點..... | B-54 |
| 力行產業道路第 8 調查點..... | B-54 |
| 力行產業道路第 9 調查點..... | B-55 |
| 力行產業道路第 10 調查點..... | B-55 |
| 力行產業道路第 11 調查點..... | B-56 |
| 力行產業道路第 12 調查點..... | B-57 |
| 力行產業道路第 13 調查點..... | B-57 |
| 力行產業道路第 14 調查點..... | B-58 |
| 力行產業道路第 14A 調查點..... | B-58 |
| 力行產業道路第 15 調查點..... | B-59 |
| 力行產業道路第 16 調查點..... | B-60 |

| | |
|------------------------------|------|
| 力行產業道路第 17 調查點..... | B-60 |
| 3.3.2 災害綜合整理..... | B-61 |
| 四、災害種類及致災原因..... | B-65 |
| 4.1 綜合原因..... | B-65 |
| 4.2 分項原因..... | B-66 |
| 4.2.1 邊坡崩塌、聚落、住宅及水土保持..... | B-66 |
| 4.2.2 道路工程..... | B-68 |
| 4.2.3 水利(含淹水災害)設施..... | B-69 |
| 五、復建策略研擬之建議..... | B-73 |
| 5.1 與復建策略擬定有關之建議..... | B-73 |
| 5.2 與治山防洪有關之建議..... | B-74 |
| 5.3 與山區道路開闢相關之建議..... | B-75 |
| 5.4 與個別集水區有關之復建策略..... | B-76 |
| 5.4.1 大安溪..... | B-76 |
| 5.4.2 烏溪..... | B-77 |
| 5.5 埔霧公路暨南豐村之整體性復建策略之建議..... | B-78 |
| 5.5.1 埔霧公路之復建..... | B-78 |
| 5.5.2 南豐村聚落重建或遷移..... | B-79 |
| 5.5.3 南豐村野溪整治..... | B-80 |
| 5.5.4 眉溪河川治理..... | B-81 |
| 六、參考文獻..... | B-82 |
| 附錄 地質災害與永續道路系統..... | B-83 |

圖目錄

| | |
|--|------|
| 圖 1 大安溪及烏溪流域災害地面勘查點..... | B-4 |
| 圖 2 大安溪及烏溪流域災害直昇機空中勘查路線圖..... | B-5 |
| 圖 3 大安溪及烏溪流域區域地質圖..... | B-7 |
| 圖 4 災害勘查點位置圖 1..... | B-8 |
| 圖 5 災害勘查點位置圖 2..... | B-10 |
| 圖 6 災害勘查點位置圖 3..... | B-12 |
| 圖 7 災害勘查點位置圖 4..... | B-16 |
| 圖 8 災害勘查點位置圖 5..... | B-28 |
| 圖 9 災害勘查點位置圖 6..... | B-29 |
| 圖 10 災害勘查點位置圖 7..... | B-31 |
| 圖 11 災害勘查點位置圖 8..... | B-33 |
| 圖 12 災害勘查點位置圖 9..... | B-35 |
| 圖 13 災害勘查點位置圖 10..... | B-36 |
| 圖 14 災害勘查點位置圖 11..... | B-39 |
| 圖 15 災害勘查點位置圖 12..... | B-44 |
| 圖 16 災害勘查點位置圖 13..... | B-45 |
| 圖 17 災害勘查點位置圖 14..... | B-47 |
| 圖 18 災害勘查點位置圖 15..... | B-48 |
| 圖 19 災害勘查點位置圖 16..... | B-49 |
| 圖 20 大安溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置 . | B-66 |
| 圖 21 烏溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置 | B-66 |

相片目錄

| | |
|---|------|
| 相片 1~5 麻必浩溪至士林堰河段 | B-22 |
| 相片 6~10 雪山坑溪至竹林河段 | B-23 |
| 相片 11~15 烏石坑溪至觀音坑溪河段 | B-24 |
| 相片 16 自空中攝得觀音坑溪全貌..... | B-25 |
| 相片 17 由空中攝得烏石坑溪全貌..... | B-26 |
| 照片 18 雪山坑溪全貌..... | B-27 |
| 相片 19~23 力行產業道路 | B-62 |
| 相片 24~28 力行產業道路 | B-63 |
| 相片 29~33 埔霧公路 | B-64 |
| 相片 34 房屋建於一坑溝出口，攝於東崎道路之蟾蜍石附近..... | B-67 |
| 相片 35 房屋緊鄰河道旁，一但野溪河道加寬，將立即造成危害。左圖攝於烏石坑，右圖攝於中縣 136 號道中埔十號橋旁..... | B-67 |
| 相片 36 自然林地之崩塌現象(左)以及因開墾造成之表層沖蝕並逐漸發育為蝕溝之現象..... | B-68 |
| 相片 37 道路構築於凹谷處(左)，道路通過野溪底部(右) | B-68 |
| 相片 38 邊坡局部破壞(左)，路基缺口(右) | B-69 |
| 相片 39 一江橋上游河道土石淤積情況..... | B-70 |
| 相片 40 一江橋通水斷面不足情況(左)，金谿橋通水斷面不足情況(右) . | B-70 |
| 相片 41 大安溪內灣堤防之破壞情況(左)，南港溪壽全橋上游之破壞情況(右) | B-71 |
| 相片 42 風災過後河道滿佈浮木之情況(左)，河道土石對中埔十橋之衝擊(右) | B-71 |
| 照片 43 大安溪土城堤防橋樑下游固床工(左)，固床工與堤防交接面(右) | B-71 |
| 相片 44 河道中水工建造物妨礙水流通行(左)，下游面堤防破壞情況(右) | B-72 |
| 相片 45 糯米橋阻礙河道通水斷面(左)，下游新建橋樑阻礙河道通水斷面(右) | B-72 |

摘要

本報告提出大安溪以及烏溪(北港溪)之災情說明，其中包括：極受矚目之糯米橋古蹟破壞、一江橋與龍寶橋附近之淹水、可作為中橫替代道路之力行產業道路受損、埔霧公路南豐村附近、以及土砂災害嚴重之烏石坑溪等等。根據災害勘查之專家討論結果彙整災害種類，由上游至下游，本文分別依：(1)邊坡崩塌、聚落、住宅及水土保持；(2)道路以及；(3)水利工程，進行致災原因分析。根據勘災成果以及致災原因分析，本報告針對大安溪與烏溪個別集水區提出相關之復建策略建議以供各相關單位參考。

一、前言

行政院經濟建設委員會有鑒於敏督利颱風帶來近年罕見豪雨及災害，造成中南部嚴重災情，特邀中華民國土木工程學會召集相關學者專家緊急分赴各地勘災，進行有關災害調查，並探討災害原因與提出策略建議[1]。

國立交通大學與中央大學負責大安溪及烏溪流域勘災工作，勘災小組於七月九日成立，勘災成員專長涵蓋大地工程、水利工程、地質、水土保持、橋梁工程、遙測等。根據勘災執行單位提供之水保局勘災記錄[2]、及公路局第二區工程處[3]、水利署第三河川局[4]、南投縣政府流域管理局[5]的災害相關記錄及中央大學太空遙測中心提供之最新遙測影像等，勘災小組立即釐訂勘災重點及路線。歷經三次現地勘查（七月十一及十二日、七月十六及十七日、與七月二十一及二十二日），路線涵蓋大安溪流域及烏溪流域，共計完成勘查五十餘較重大災害點。勘災小組部份成員並於七月十九日進行直升機高空勘災，除了沿河川主流勘查至分水稜線外，並依據衛星影像判釋結果，深入支流坑谷進行觀察。以下依據勘災結果探討災害種類以及致災原因，並提出與復建策略擬定相關之建議。

七二水災對於自然環境及水利、交通、水土保持、農業等各種設施做了一次全面性的考驗，因而產生之災情是全面性的[6]。本小組三次現地勘災路線涵蓋大安溪流域下游至上游泰安鄉象鼻部落、烏溪流域之頭汴坑溪、旱溪、筏子溪、北港溪、南港溪、眉溪、貓羅溪、隘寮溪、南投縣力行產業道路、台 14 線沿線、九份二山等。勘災重點包括：堤防、道路、橋梁、邊坡、坍方、水利設施、淹水災害、水保設施以及高山農作區，共計完成五十餘較重大災害點之勘查。為對整體災區有全面性的了解及補充道路中斷未能到達處之調查，本團隊進行直升機高空勘災，航線包含大安溪及烏溪流域。本報告將分別針對大安溪及烏溪二流域以圖說方式，呈現各處災情，詳細災情、致災原因及建議對策。

二、工作執行概況

本團隊於 93 年 7 月 8 日由計畫主持人台灣大學土木系陳振川教授召開各分區召集人會議後組成，分組委員共有七位：中央大學應地所李錫堤（專長地質邊坡）、董家鈞教授（專長地質水保）、土木系王仲宇教授（專長橋梁工程），交通大學防災工程研究中心楊錦釗（專長水利河川）、黃安斌（專長地工）、潘以文（專長地工）、廖志中教授（專長地工地質）等，並由廖志中教授擔任勘災領隊。

本勘災小組隨即於次日 7 月 9 日上午 10 時及 7 月 10 日晚上 6 時 30 分，於交大防災工程研究中心召開勘災行前會議，經由勘災執行單位提供之水保局勘災記錄、及公路局第二區工程處、水利署第三河川局、南投縣政府流域管理局的災害相關記錄及中央大學太空遙測中心劉說安教授提供之最新遙測影像，釐訂勘災重點及路線。會中並決定勘災方式採用以集體勘災、隨即於現場進行討論後，提出建議。

7 月 11 日晨 6 時 30 分勘災小組自新竹出發，展開調查工作，為強化勘災陣容及調查效率，除七位委員外，並加入中央大學土木系周憲德教授（專長水文土石流）、大葉大學李俊憲教授（專長橋梁檢測）、交通大學防災中心林志平教授（專長地工調查）、謝德勇教授（專長水利河川調查）及黃明萬工程師（專長大地工程）。

勘災隊伍於 7 月 11 日，除至水利屬第三河川局訪談張義敏局長及蒐集資料外，並自大安溪流域下游往上游勘查至泰安鄉象鼻部落止，於午後轉至烏溪支流汴坑溪流域勘查，該日勘災重點為堤防、道路、橋梁及部份的零落坍方，本日共計勘查 20 個災害點。

7 月 12 日晨一行 12 人轉往烏溪流域繼續往南投縣仁愛鄉及北港溪、眉溪等處勘查堤防及道路等災情，並於午後六時完成第一階段之勘災工作，本日共完成

6 個災害點勘查。

7 月 16、17 日本勘災團隊繼續進行第二次勘災，重點為南投縣力行產業道路、台 14 線沿線及烏溪流域部份前次未完成之水利設施及淹水災害調查。本次重點在於崩落、邊坡及水保設施，尤其於高山農作區。7 月 16 日主要以力行產業道路、台 14 線為主，共勘查 23 個災害點。7 月 17 日除至南投縣政府流域管理局訪談鄭新興局長及蒐集資料外，並勘查筏子溪、貓羅溪、隘寮溪、九份二山等共五點，重點為淹水及坍方，兩次地面勘察點標示於圖 1。

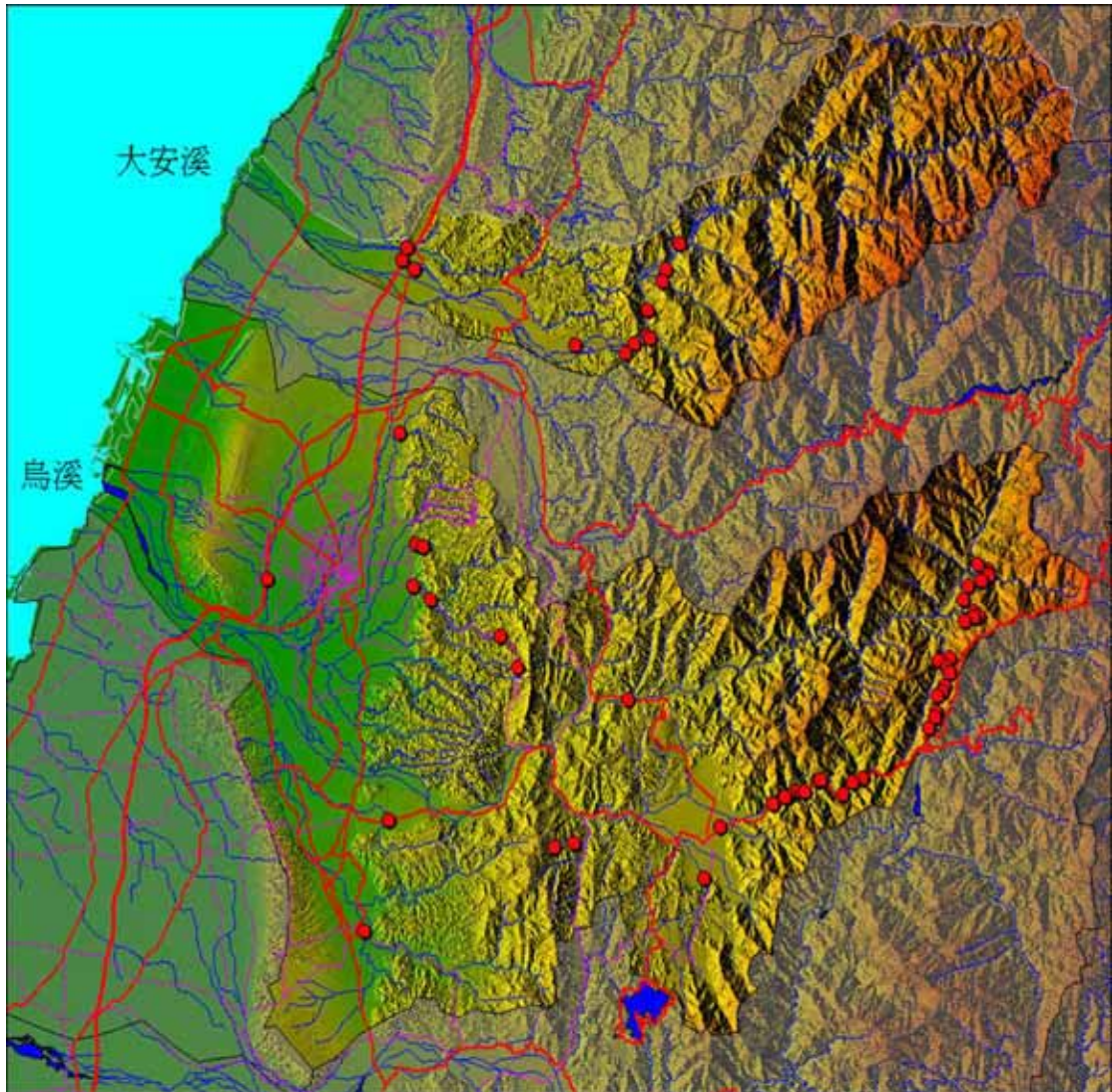


圖 1 大安溪及烏溪流域災害地面勘查點

為對整體災區有全面性的了解，本團隊於7月19日晨8時進行直升機高空勘災，航線包含大安溪及烏河流域，除了沿河川主流勘查至分水稜線外，並依據衛星影像判釋結果，深入支流坑谷進行觀察。直升機航拍路線詳圖2。

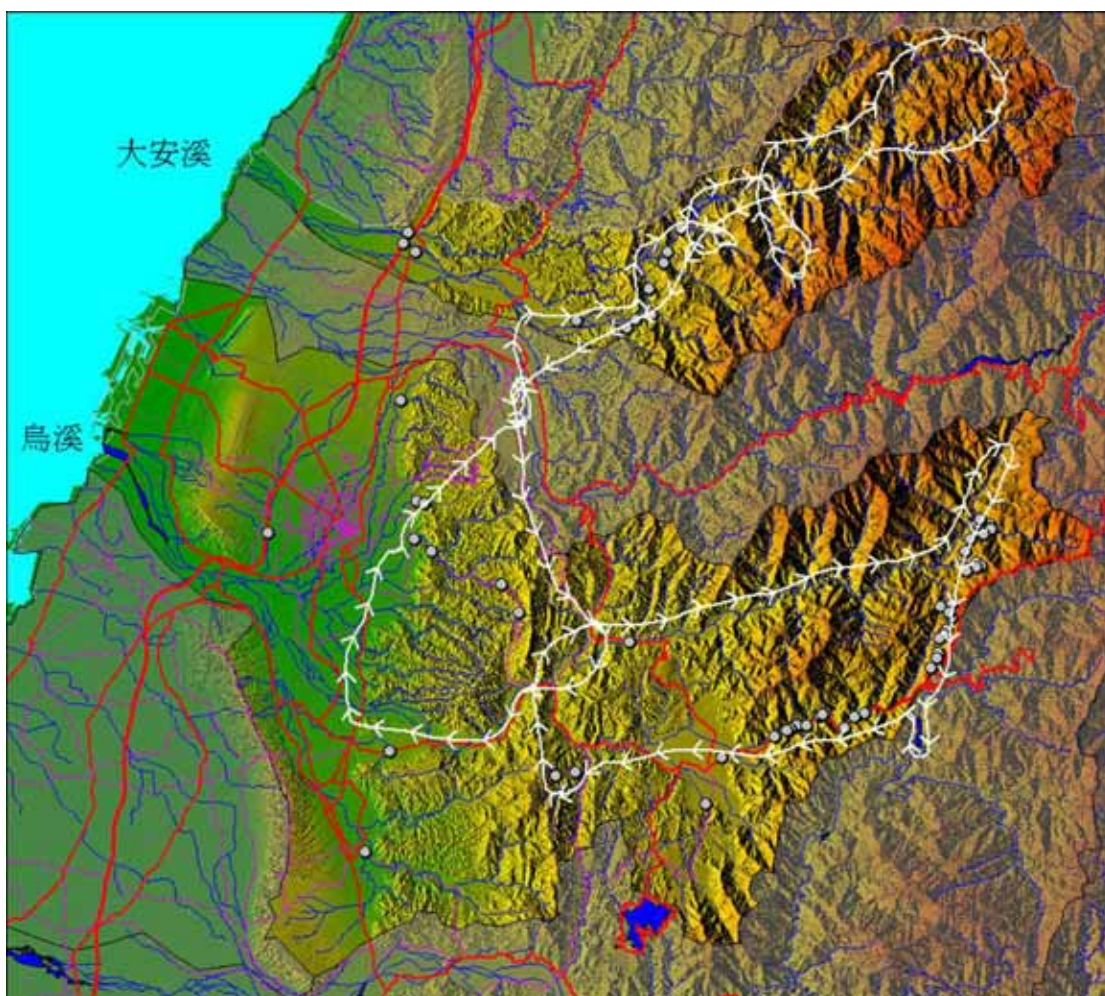


圖2 大安溪及烏河流域災害直升機空中勘查路線圖

三、現場勘災結果

本團隊兩次地面勘災，涵蓋範圍包括大安溪及烏溪流域，總計勘查約 55 點。以下謹就各點災害現況、災害肇因以及處理現況加以說明，因 8 月 21、22 日團隊成員再度前往部分區域複勘，故部份區域將根據複勘情況進行現況更新。

3.1 區域地質

圖 3 為大安溪及烏溪流域附近區域之地質圖，本區域之主要構造由東而西分別為梨山斷層、水長流斷層、雙冬斷層及車籠埔斷層。

大安溪流域之地層分布情形大致可分為三個區域[7]：

1. 先第三紀變質岩區域，分佈之地層大致有眉溪砂岩、白冷層、乾溝層、大桶山層及水長流層；分布於大安溪梅象大橋上游一帶。
2. 新第三紀沉積層區域，主要以中新世及上新世之地層為主，分布之地層大致為中新世之汶水層、碧靈頁岩、石底層、南港層、南莊層、桂竹林層及上新世之錦水頁岩、卓蘭層，大致上分布於舊山線橋到梅象大橋一帶。
3. 第四紀之頭嵙山層及其他更新世地層、紅土臺地堆積、臺地堆積及現代沖積層，分布於火炎山至出海口一帶。

烏溪流域之地質分佈情形大致可分為三個區域[9]：

1. 先第三紀變質岩區域—在國姓及埔里以東為一變質岩區，岩層概以石英岩及板岩為主。
2. 新第三紀之砂頁岩層區域—自國姓以西至烏溪橋間屬之。
3. 第四紀之沖積層及紅土層區域—中興新村以西地域屬之。

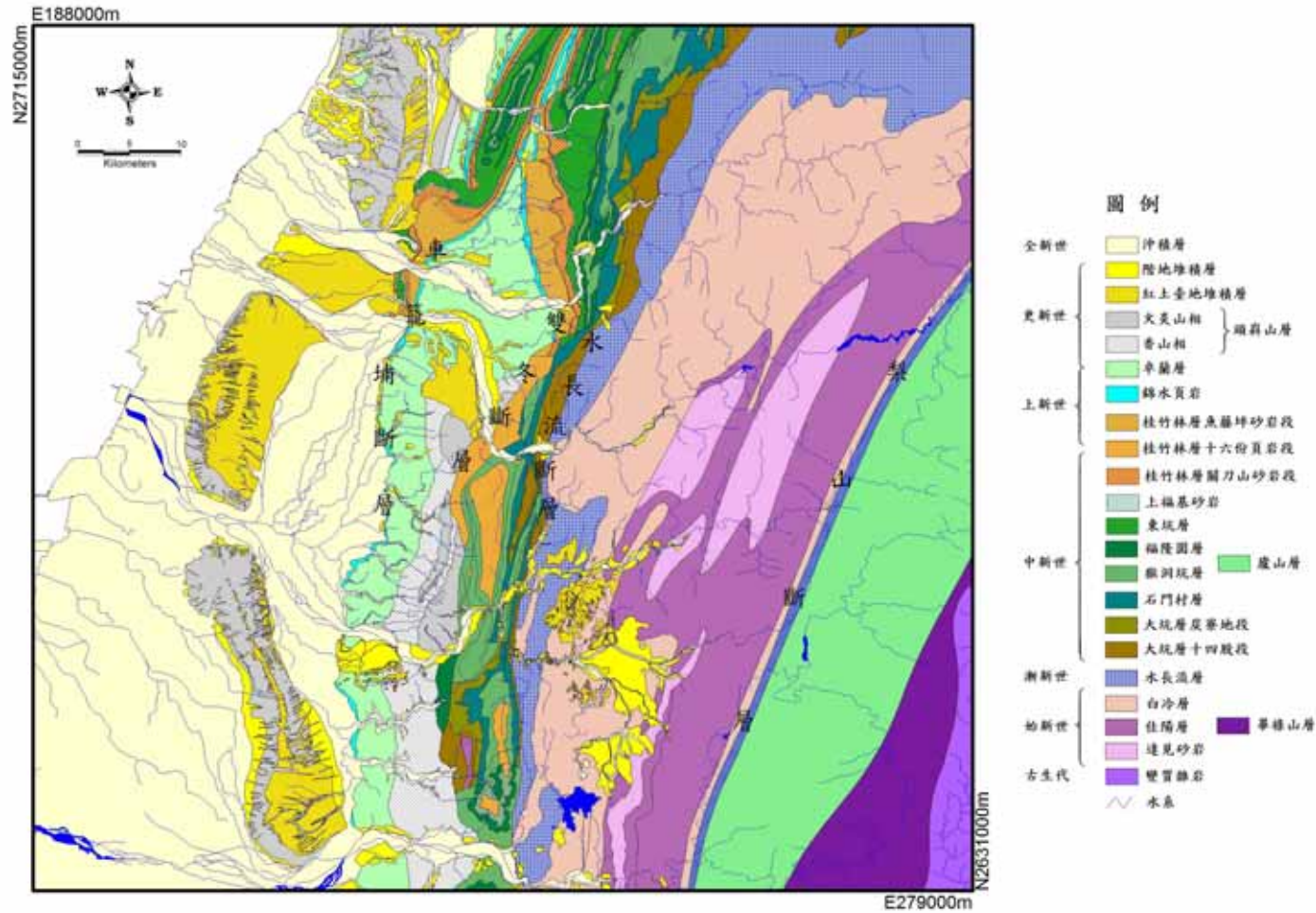


圖 3 大安溪及烏溪流域區域地質圖

3.2 大安溪流域

3.2.1 災害勘查

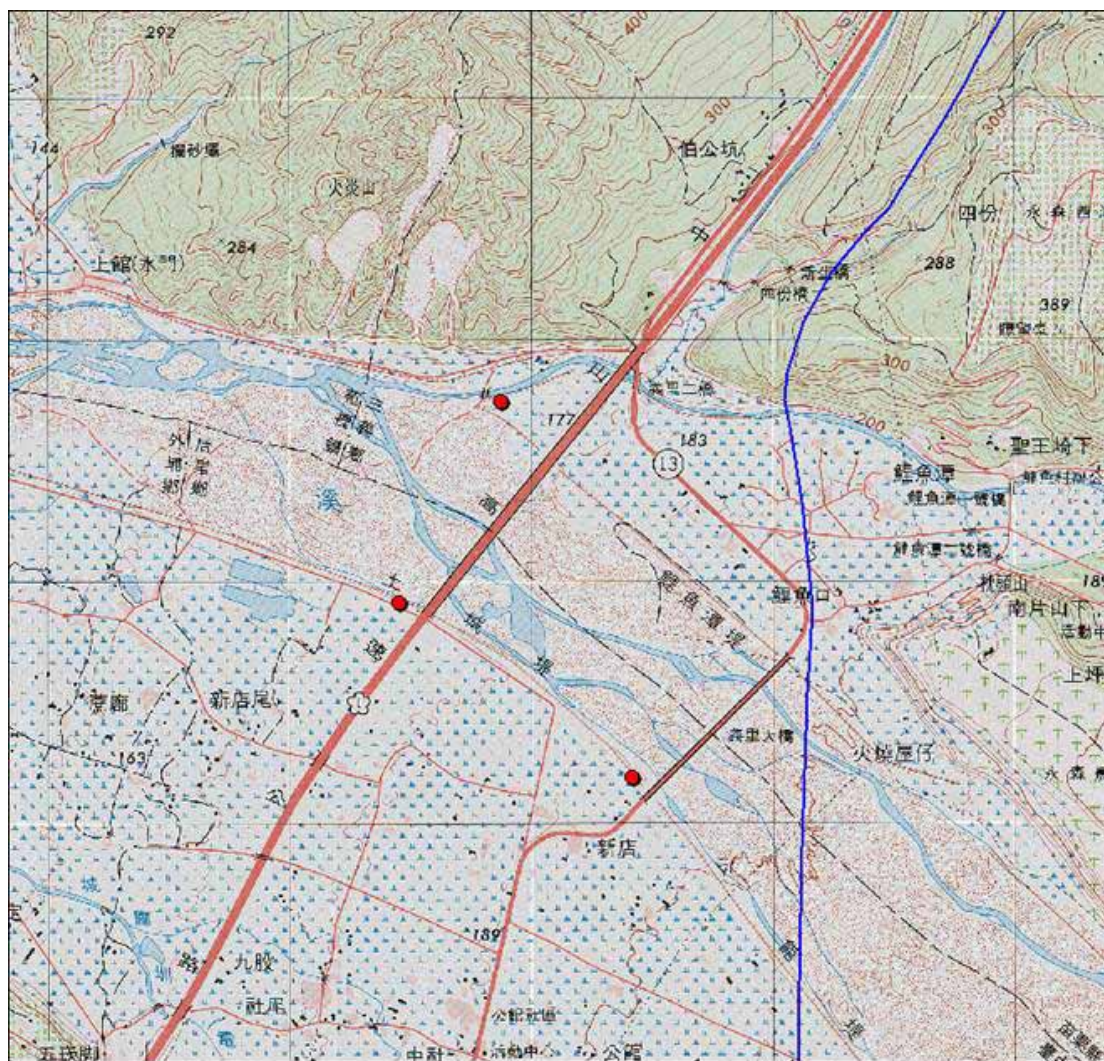


圖 4 災害勘查點位置圖 1

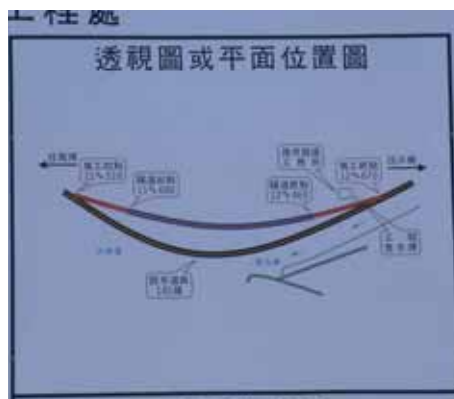
苗 130 甲縣道

災害現況：火炎山多條坑溝因 72 水災豪雨影響，發生土石流，並造成苗 130 甲縣道路面土石之堆積，除此之外，一號坑之土石流尚造成一組合屋工務所之損壞。

災害肇因：此一路段長期即受火炎山土石流之影響，每遇豪雨即道路中斷。

處理現況：路面土石已清除。公路局正於該處辦理新建隧道工程。

處置建議：目前公路總局二工處於此處興建隧道施工中，預計 94 年 6 月完工，完工後應可解決此路段長期面臨土石流威脅之問題。



土城堤防崩塌

災害現況：高速公路橋下大安溪右岸固床工與堤防交界處，堤防崩塌受損約 50 公尺但未發生潰堤，固床工發揮保護高速公路橋墩之功效，高速公路橋墩不致因沖刷而外露，然而義里大橋橋墩受水流中之砂石撞擊產生明顯之凹痕。

災害肇因：因固床工與堤防交界處易產生渦流，且位於河道深槽，造成沖刷力加強，引起堤防基礎掏空並進一步造成堤防崩塌

處理現況：拋石保護堤防基礎並挑流，以避免災害進一步擴大，然而挑流效果有限，目前大安溪深槽沖刷仍對護岸造成影響。

處置建議：緊急處置方面建議立即著手針對深槽挑流功效進行檢討，將拋石範圍稍加擴大，或先降低現存固床工，以使水流僅可能不繼續沖刷堤防基礎。長期而言，應儘速進行堤防之修補，然應注意與固床工交界處之渦流影響。除此之外，大安溪右岸若無固床工可考慮增設以保護橋墩，義里橋橋墩防撞鋼板高度亦須檢核。

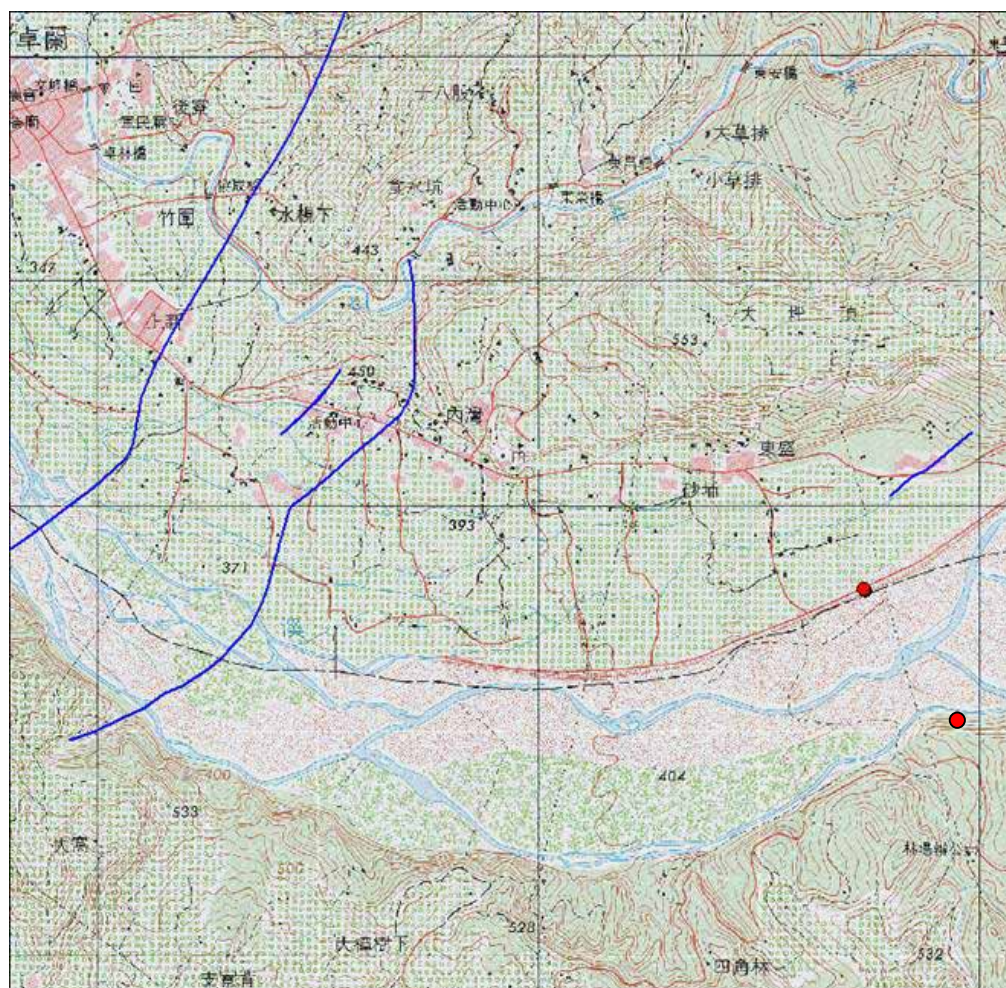


圖 5 災害勘查點位置圖 2

內灣堤防崩塌

災害現況：內灣堤防以及堤防內道路，受河水沖刷而造成約 100 公尺之崩塌受損，但未發生潰堤，崩塌高度約達 12 公尺，根據當地居民表示，本堤防崩壞於 7 月 4 日，且本堤防自八七水災至今，崩壞已達三次，每次均

造成內灣地區之淹水。

災害肇因：本處於 72 水災發生至今，可明顯發現河床下切相當嚴重，下切深度超過 2 公尺，因此堤防基礎受到淘刷，引起堤防基礎掏空並進一步造成堤防崩塌。另外，本堤防崩塌處正對白布帆大橋，屬河道凹岸，為攻擊坡，河水自上游宣洩而下，堤防受到沖刷而造成嚴重崩塌。

處理現況：拋石保護堤防基礎，以避免災害進一步擴大，然而因河水流速仍高，目前大安溪深槽沖刷仍對堤防造成影響。

處置建議：緊急處置方面建議立即進行拋石，以保護堤防基礎。長期而言，應儘速進行堤防之修補，然應注意深槽對堤防基礎沖刷之問題。除此之外，因堤防高度較高，因此，為穩定護岸，建議堤防可分兩階段構築，同時應加強凹岸沖刷之因應。



四角林堤防崩塌

災害現況：四角林堤防中段堤防潰堤約 300 公尺，附近無保全對象。

災害肇因：研判因河床下切嚴重，造成堤防崩塌並發生潰堤。

處理現況：因無保全對象故尚未處理。

處置建議：依日後災修逐步進行堤防之修補，然應注意堤防基礎下切問題。

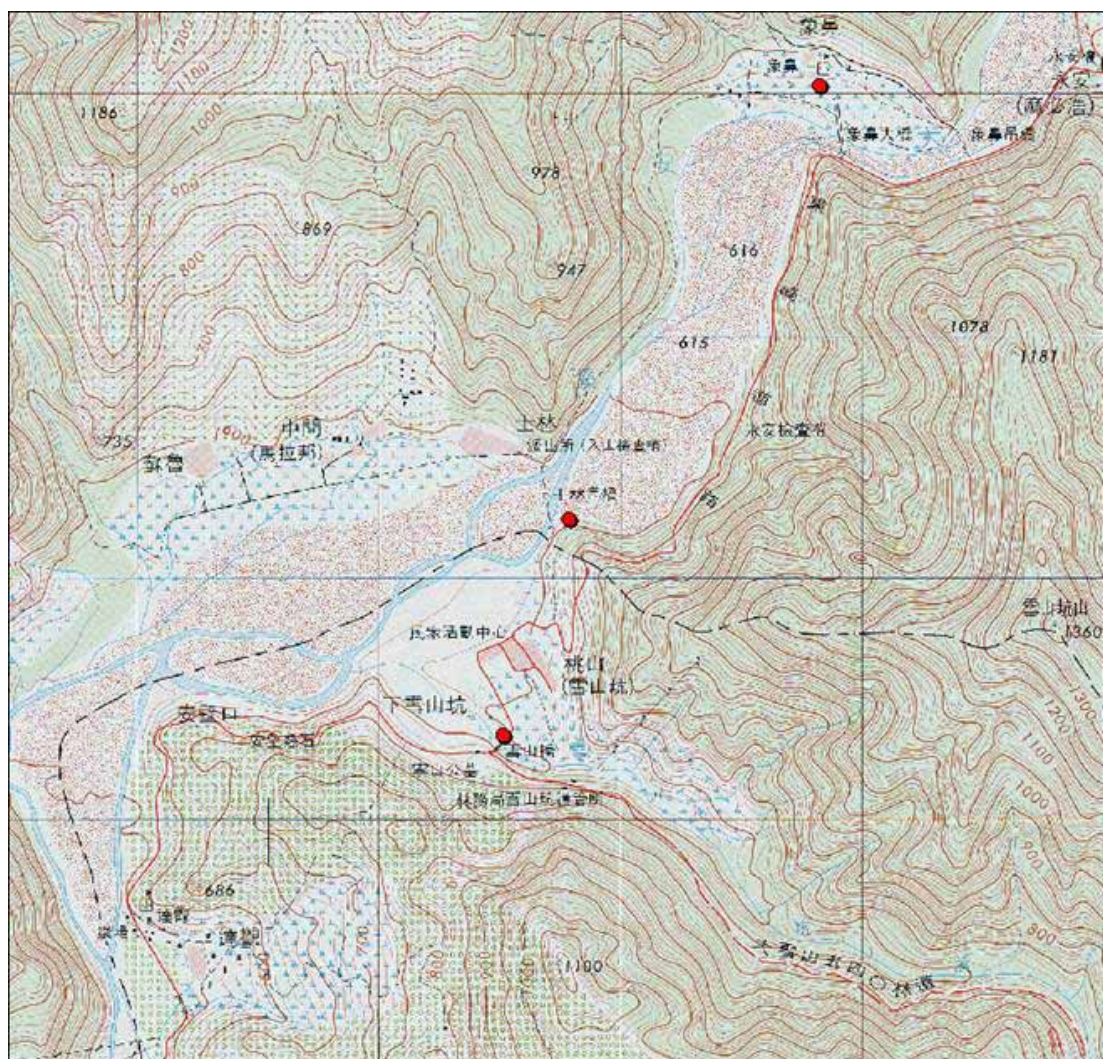


圖 6 災害勘查點位置圖 3

象鼻村以及象鼻大橋

災害現況：無明顯災害，但通往梅園部落之道路因邊坡崩塌已中斷，必須透過替代道路方能抵達梅園部落。除此之外，部分部落建築於目前尚稱穩定之沖積扇或高位河階，仍有風險性。

災害肇因：通往梅園部落之道路上邊坡崩塌導致崩坍中斷，部分地區下邊坡因溪流沖刷而路基流失。

處理現況：根據覆勘結果目前已搶通。

處置建議：崩塌地之坡腳加以保護避免邊坡進一步沖刷，至於林道之修復應避免再挖掘道路上邊坡坡腳。溪溝土石下移為長期趨勢，道路復建長期而言，宜架棧橋通過。



象鼻村旁野溪土石流

災害現況：野溪土石流沖積扇造成一棟位於沖積扇民房之嚴重威脅，並造成士林通往梅園之道路中斷。

災害肇因：野溪上游之崩塌為造成土石流之重要原因，此一崩塌延伸至坡頂，面積約 1 公頃，民房興建於土石流沖積扇影響範圍內。

處理現況：未處理。

處置建議：位於沖積扇之民房應儘速遷移，因目前野溪上游可能仍有大量土石堆積，沖積扇上方之民房亦應檢討是否將受更大規模之土石流影響。若無保全對象則崩塌地可不處理。至於道路之長期修復策略必須將此野溪源頭仍有相當大之土砂量納入考慮，應儘量避開。



士林堰

目前現況：無重要災害。士林堰為大安溪重要土砂控制點，源於鯉魚潭已達滿水位，因此於現勘時士林堰閘門已打開，並無引水進入鯉魚潭水庫，故土砂直接向大安溪下游移動。目前士林堰上游有許多漂流木，且因上游野溪仍有相當大之土石量，因此長期漂流木與土石將持續進入士林堰。

處置建議：持續觀察土石以及漂流木進入士林堰之情況，並進行適當之處置。



雪山坑橋以及附近崩塌及土石流災害

災害現況：雪山坑橋橋墩因 72 水災之挾砂水流衝擊，已造成橋墩鋼筋外露與斷面縮減，局部護欄崩落，以及橋台損壞。位於左岸一老崩積層發生崩塌，上方房舍已接近崩崖，通往雪山坑溪之林道遭沖毀，然於複勘時發現此一林道已搶通。右岸河階地亦遭沖刷而崩塌，造成堤防損壞，

根據訪談得知崩塌發生於7月2日晚間，最高水位曾高過河階地1公尺。上游河道中仍堆積相當大量之土石，惟堆積情況不明。

災害肇因：雪山坑溪於雪山坑橋上游側左、右岸之崩塌與林道之中斷，與野溪上游土石堆積有極大之關連性，因土石堆積造成原河道堵塞，引致水流方向衝向左岸，再轉向攻擊右岸，此一外在因素為造成崩塌之主因。另外，邊坡組成材料為崩積層以及河階土砂亦為崩塌之重要內在因素。至於橋墩受損主要為挾帶土石之水流衝擊所引致。因雪山坑溪於九二一地震及桃芝納莉颱風造成許多崩塌地，此次似乎並未大量衝出進入大安溪主河道，因此後續影響應審慎評估。

處理現況：左岸崩塌林道已搶通。

處置建議：目前上游土砂量仍未知，因此首要之務應盡速估計上游崩塌情況以及河道堆積之土砂量，審慎評估其影響，並儘速清除有危害之土石，清除土砂中之大石塊可先置於崩塌地之坡腳以保護邊坡避免進一步沖刷。至於林道之長期修復應避免再挖、填左岸的崩塌地，或許可考慮由右岸利用橋梁接回左岸，惟應考慮橋孔斷面。至於橋墩基礎應儘速補強，甚至重建，未來橋墩繼續受石塊撞擊之可能仍高，因此應考慮防撞鋼板之施設，甚至以較大之跨徑重建。雪山坑溪土砂未來衝入大安溪主河道對士林村以及士林攔河堰之影響應加以重視並開始注意。



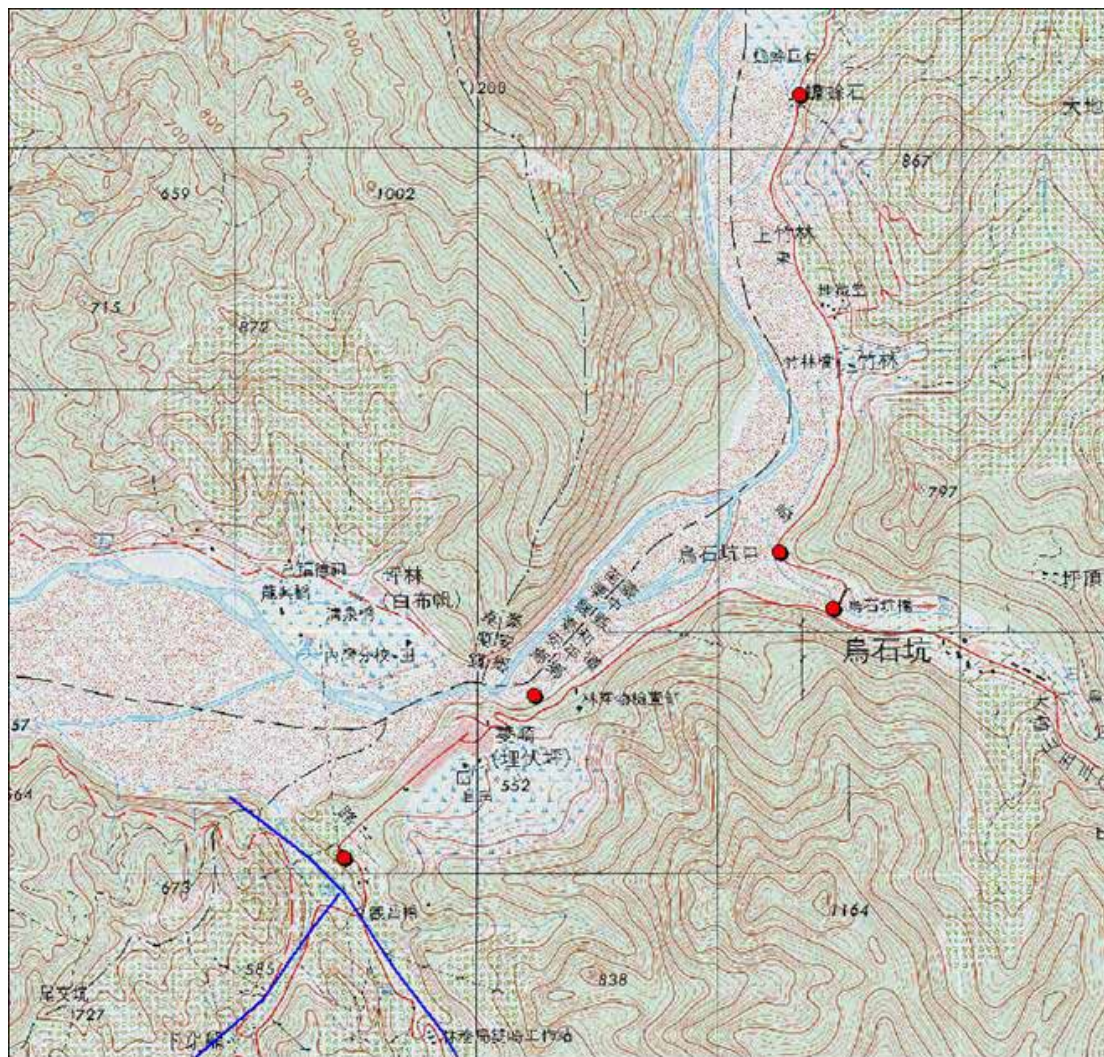


圖 7 災害勘查點位置圖 4

蟾蜍石站旁建築物土石崩塌災害

災害現況：蟾蜍石站旁一建築物，因受一小型坑溝土石崩塌衝擊而嚴重損壞。

災害肇因：造成此一土石崩塌災害之小型坑溝，右岸恰為順向坡，坡面出露為砂岩，砂岩上伏砂頁岩薄互層，故極易因差異侵蝕而造成逆向坡之崩塌而堆積於坑溝中。原坑溝中土石多已傾瀉而下，然而溝中仍殘留部分土石，蟾蜍石站旁之建築物，恰位於土石崩塌之谷口沖出處，因此於豪雨造成洪水宣洩夾帶土石，直接受到衝擊而損壞。

處理現況：道路已清通，受損建築於複勘時亦已清除。

處置建議：應輔導屋主遷居他處，並管制原地重建。至於溝中之殘存土砂應進行

刷坡清除，以免危害用路人行車安全。



蟾蜍石站旁道路崩塌

災害現況：蟾蜍石站旁道路因受大安溪河床掏刷而崩塌，路基流失。複勘時發現崩塌情況已進一步惡化。

災害肇因：造此一道路下游處恰有一土石流沖入河道，擠壓主河道，並造成河道束縮，河水衝向此一道路邊坡坡趾，並沖蝕路基基礎因而造成崩塌。

處理現況：道路可通行，然路基仍未處理。

處置建議：緊急處置方面建議立即利用河道中大石塊進行拋石以保護路基，避免進一步掏刷路基造成更嚴重之路基流失。長期而言，除重建路基以外，應儘速將河道中擠壓主河道之土石清除。



烏石坑橋上下游災害

災害現況：由衛星影像照片顯示，烏石坑溪上游崩塌情況嚴重，於此次豪雨大量

被沖刷下來，因此於烏石坑橋上、下游即可見河道滿佈堆積之土砂，橋樑下橋孔已幾乎淤滿。72 水災造成通往烏石坑道路以及苗 58 號道路(烏石坑溪右岸)基流失，烏石坑溪左岸擋土牆以及上方石籠崩塌變形，新建橋樑部份結構被沖毀，施工中挖土機亦遭洪水沖擊流失，烏石坑溪上游一處民房位於土石堆中，根據訪談得知此一民房於桃芝、納莉颱風來襲時即已遭沖毀。

災害肇因：九二一地震烏石坑溪上游即有相當多之崩塌地，桃芝納莉颱風增加更多，因烏石坑溪上游之崩塌隨 72 水災之逕流下移，為烏石坑橋附近災害嚴重之主因，土石淤積與土砂量過大以及橋樑回堵有關，烏石坑橋上游道路損毀與邊坡崩塌、土石流以及主流河岸淘刷有關，並造成路基流失，下游道路路基流失則與主流沖刷有關。

處理現況：苗 58 號道緊急臨時道路已可利用過水涵管及鋼板通過烏石坑溪，通往烏石坑溪之道路，至複勘時發現已完成搶通，並以貨櫃架高便橋方式通過烏石坑溪。

處置建議：緊急處置方面建議立即進行清淤，苗 58 道路重建可循烏石坑右岸利用棧橋方式架設路基，並進行橋墩之保護，以避免河道長期掏刷路基之問題。長期而言，應儘速進行烏石坑溪上游崩塌情況以及土砂堆積情況調查，並對目前興建中之烏石坑溪橋宜再檢討通洪斷面，並思考橋墩受土石撞擊之問題。



白布帆大橋上游護岸崩塌以及橋台受損

災害現況：護岸崩塌以及橋台受損。

災害肇因：挾砂水流冲刷造成。

處理現況：尚未處理。

處置建議：橋台受損部分應儘速修復，至於護岸部分，因河岸邊坡為一砂頁岩互層之斜交坡，坡腳掏刷引致之崩塌較為局部且小規模，因此護岸不若於河階地般重要，加上河岸無保全對象，建議護岸部分可暫不處理。白布帆大橋之通洪斷面目前沒有太大問題，橋墩保護亦完好，惟上游雪山坑溪以及烏石坑溪之土石若逐漸下移，可能造成白布帆大橋之威脅，故上游清淤以及通洪斷面以及橋墩防撞功能檢討應儘速進行。



觀音坑溪下游沖積扇

災害現況：目前土砂尚能侷限於河道中，因此無明顯災害。

災害肇因：挾砂水流冲刷造成。桃芝納莉颱風曾造成較大災害。

處理現況：尚未處理。

處置建議：因上游土砂堆積情況尚不明瞭，部份位於高位河階之房舍風險性較高，因上游崩塌情況以及土砂堆積情況應進行詳細之調查，並妥善加以評估其風險性，以作為是否遷移之參考。



3.2.2 災害綜合整理

如前所述大安溪流域中上游處多條坑谷野溪夾帶大量土石沖刷而下導致之災情最為嚴重，洪水之沖刷亦在沿線部分區域造成潰堤與溢淹之災情。以下將大安溪中上游之麻必浩溪至觀音坑溪部分河段，配合農林航測所七二水災後拍攝之航空照片[8]，分成三部分加以介紹。

(1)麻必浩溪至士林堰河段（相片 1~5）：

相片 1 中可看出通往梅園部落之道路因邊坡崩塌已中斷，另有部分部落建築於目前尚稱穩定之沖積扇或高位河階，仍有風險性。相片 2 為由直昇機上空拍永安部落附近麻必浩溪河道狀況，主河道上砂石淤積並有大量浮木堆積。相片 4 士林堰上游有許多漂流木，且因上游野溪土石量仍相當大，因此長期漂流木與土石將持續進入士林堰。相片 5 野溪土石流沖積扇與受嚴重威脅之民房。野溪上游之崩塌為造成土石流之重要原因，此一崩塌延伸至坡頂。

(2)雪山坑溪至竹林河段（相片 6~10）：

相片 6 可見束制土石移動方向之渠道中已經被土石填滿，部分土石已經破堤而出。相片 7 為雪山坑溪上游河道，照片中可看出其集水區裡土石量仍然相當豐富。相片 9 為達觀對岸下游處的一處大型土石流，延伸右岸整個邊坡，鄰近處雖無保全對象，但其土石量對大安溪河道之影響不可謂不大。相片 10 為蟾蜍石站

旁之建築物，恰位於土石崩塌之谷口沖出處，因直接受到衝擊而損壞。

(3)烏石坑溪至觀音坑溪河段（相片 11~15）

相片 11 顯示烏石坑溪匯流口處道路完全損毀，烏石坑溪上游崩塌情況嚴重，於此次豪雨大量被沖刷下來，因此於烏石坑橋上、下游即可見河道滿佈堆積之土砂，橋樑下橋孔已幾乎淤滿。七二水災造成通往烏石坑道路以及東琦道路(烏石坑溪右岸)基流失，烏石坑溪左岸擋土牆以及上方石籠崩塌變形，新建橋樑部份結構被沖毀，施工中挖土機亦遭洪水沖擊流失，烏石坑溪上游一處民房位於土石堆中。相片 12 為烏石坑溪空拍相片，上游集水區崩塌情況嚴重，此次水災雖已有大量土石沖出，但其崩塌土石量仍然豐富。相片 14 為觀音坑溪遠眺，目前土砂尚能侷限於河道中，因此無明顯災害。相片 15 為白布帆大橋護岸崩塌以及橋台受損狀況。



相片 1~5 麻必浩溪至士林壩河段



相片 6~10 雪山坑溪至竹林河段



相片 11~15 烏石坑溪至觀音坑溪河段





相片 16 自空中攝得觀音坑溪全貌

說明：照片最下方已相當接近觀音坑橋。大致上崩塌地之分佈以位於水長流斷層上盤為主，出露地層為漸新世之水長流層。由東往西依序還有遠藤山斷層以及大茅埔斷層東北溪南向橫切觀音坑溪中游。由照片約略可觀察到觀音坑溪源頭坑溝之土砂多已被沖入河道。



相片 17 由空中攝得烏石坑溪全貌

說明：照片中央河階地為烏石坑苗圃，水長流斷層即於其下方通過，河階地右側為一大型崩塌地，此一崩塌地於九二一地震前即已存在，初步研判此一崩

塌地之發育應與水長流斷層有關。



照片 18 雪山坑溪全貌

說明：由照片中清晰可見河道中土砂量相當大，因此雖然此次 72 水災並未於雪山坑溪谷口釀成巨大災害，然而，卻難保下次豪雨時逕流不會將土砂沖出

處理現況：淹水清理完成。

處置建議：護岸往上延伸，土石清淤。

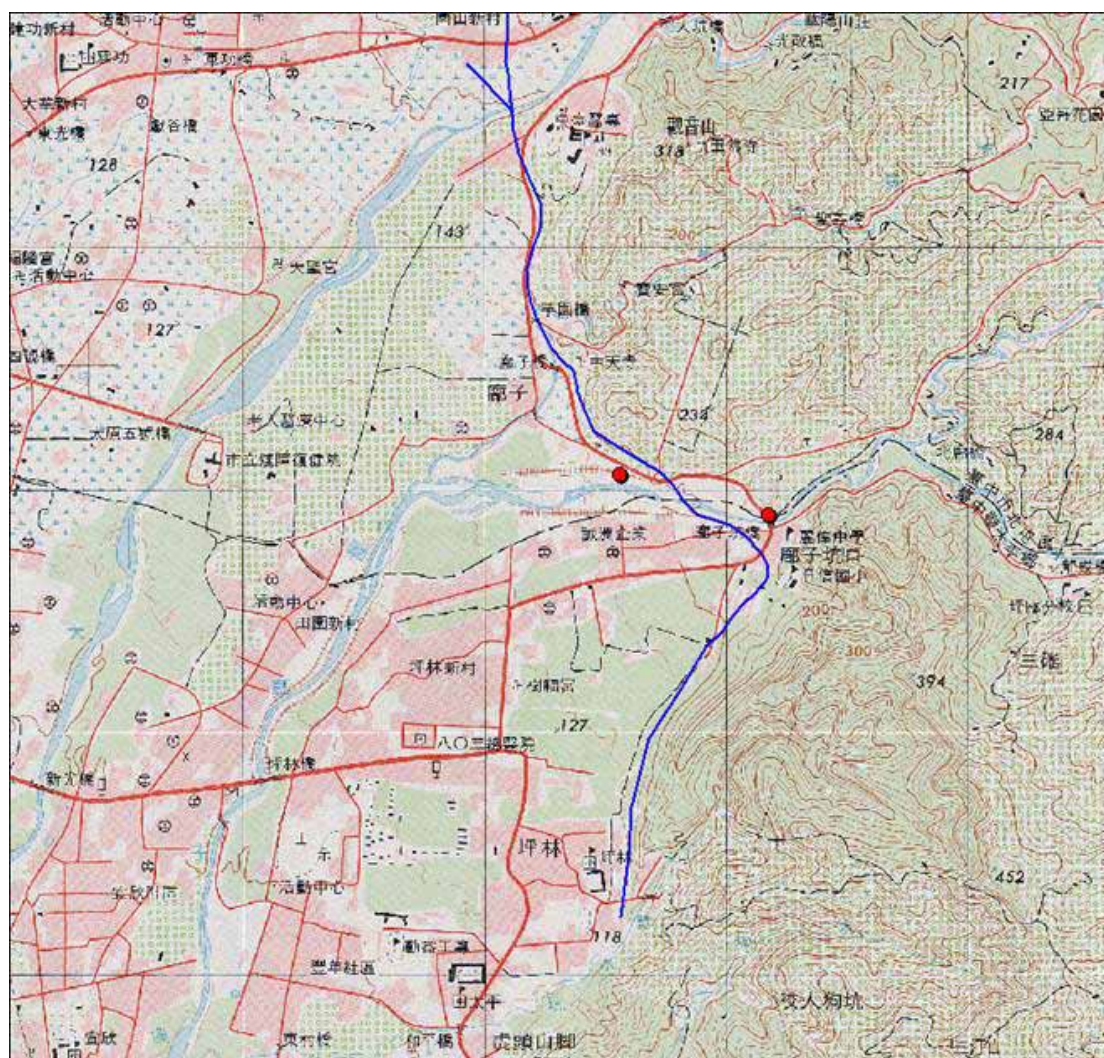


圖 9 災害勘查點位置圖 6

仔坑口堤防

災害現況：堤防損毀，部分區域有淹水情況。

災害肇因：堤防受損處位於攻擊坡，且河道中之電塔影響通水斷面，並可能造成渦流而掏刷堤防之基礎，造成堤防破損。

處理現況：堤防基礎拋石。

處置建議：設計應考慮電塔存在之現況，長期而言電塔位置應遷移。



仔坑橋下游右岸護岸破損

災害現況：護岸損毀，部分區域有淹水情況。

災害肇因：橋下游固床工之設置造成下游掏刷，並可能造成渦流而掏刷護岸之基礎，造成護岸破損。

處理現況：堤防基礎拋石。

處置建議：固床工之設置應審慎。



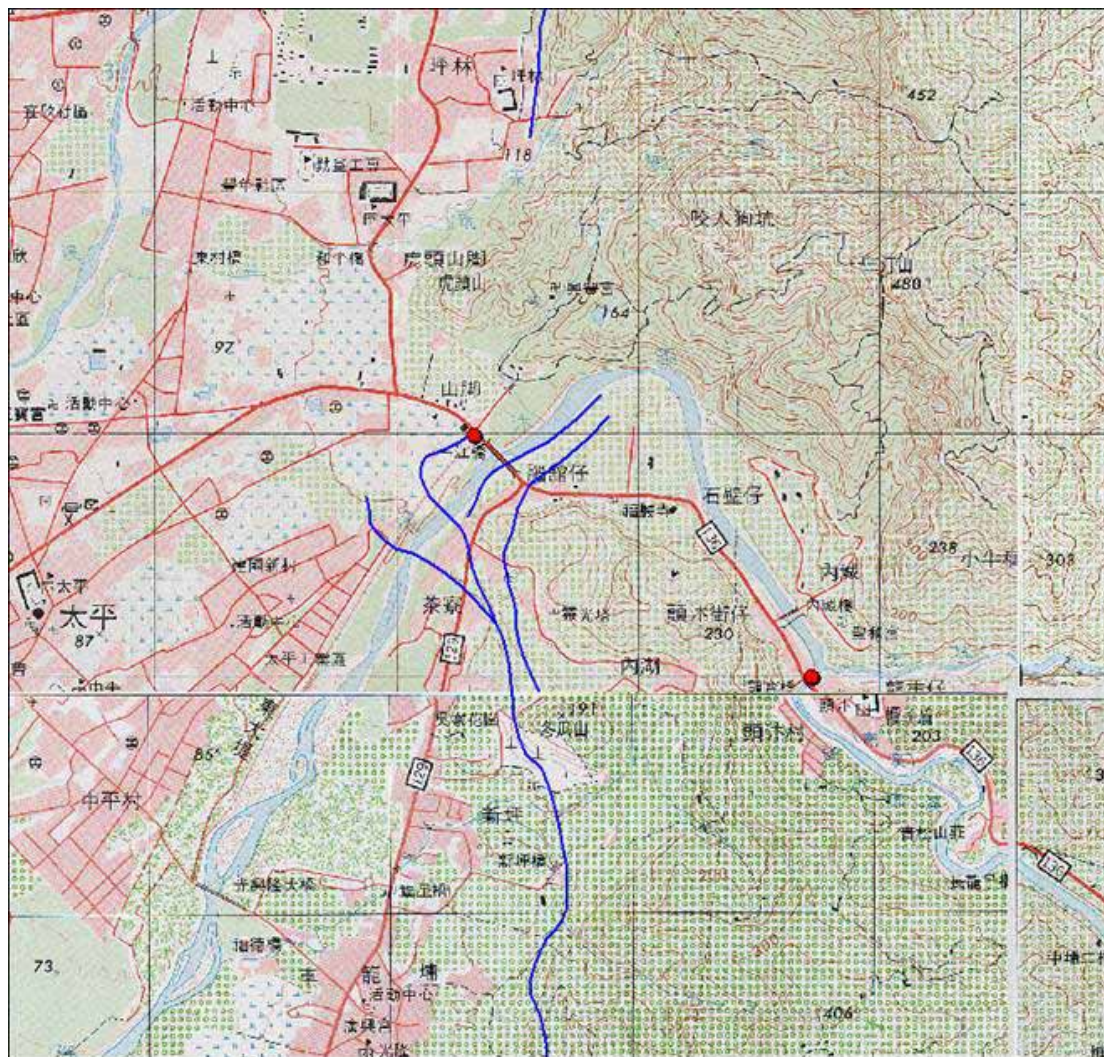


圖 10 災害勘查點位置圖 7

一江橋淹水與下游護岸損壞

災害現況：一江橋上游右岸溢堤，造成太平市嚴重淹水，橋下游右岸部分護岸損毀，左岸河階地嚴重沖刷，並造成部分河川地上之工廠損毀，另外，一江橋上游之水管橋破壞。

災害肇因：一江橋恰為河道束縮處，挾砂水流受跨河構造物影響，宣洩不及，另一方面，河道中因九二一地震造成之右岸地滑地坡趾減少了通洪斷面，可能造成河水湧高，因此於河道轉彎處直接溢堤，跨河構造物上游之土石淤積亦進一步影響通洪斷面，護岸破損與回填材料多為九二一營建廢棄物有關。另外 921 車龍埔斷層於此抬升，亦使河床坡度改

變影響平時的砂石搬運能力，造成河道淤積對此次溢堤亦有影響。

處理現況：淹水已清理完成，目前河道清淤中。7月22日一江橋下游右岸已完成保護工設置。

處置建議：地滑地坡趾清除應相當審慎。



龍寶橋附近淹水與上、下游護岸損壞

災害現況：龍寶橋上游左岸溢堤，造成沿街道淹水，橋上、下游左岸之護岸破損，下游與另一條溪流匯集處亦有一處右岸部分護岸損毀。

災害肇因：龍寶橋溢流處為河道轉彎處，挾砂水流受跨河構造物影響，宣洩不及，另一方面，下游有另一條溪匯流，亦造成排洪不及。

處理現況：淹水已清理完成。

處置建議：此處為頭汴坑主要街道，居民及建築物眾多，龍寶橋上游河道坡度大，

上游河道轉彎處左岸直接受到洪水衝擊，建議此處堤防必須予以加高，並加強堤防基礎之保護。跨河構造物部分建議檢討通洪斷面是否充分。

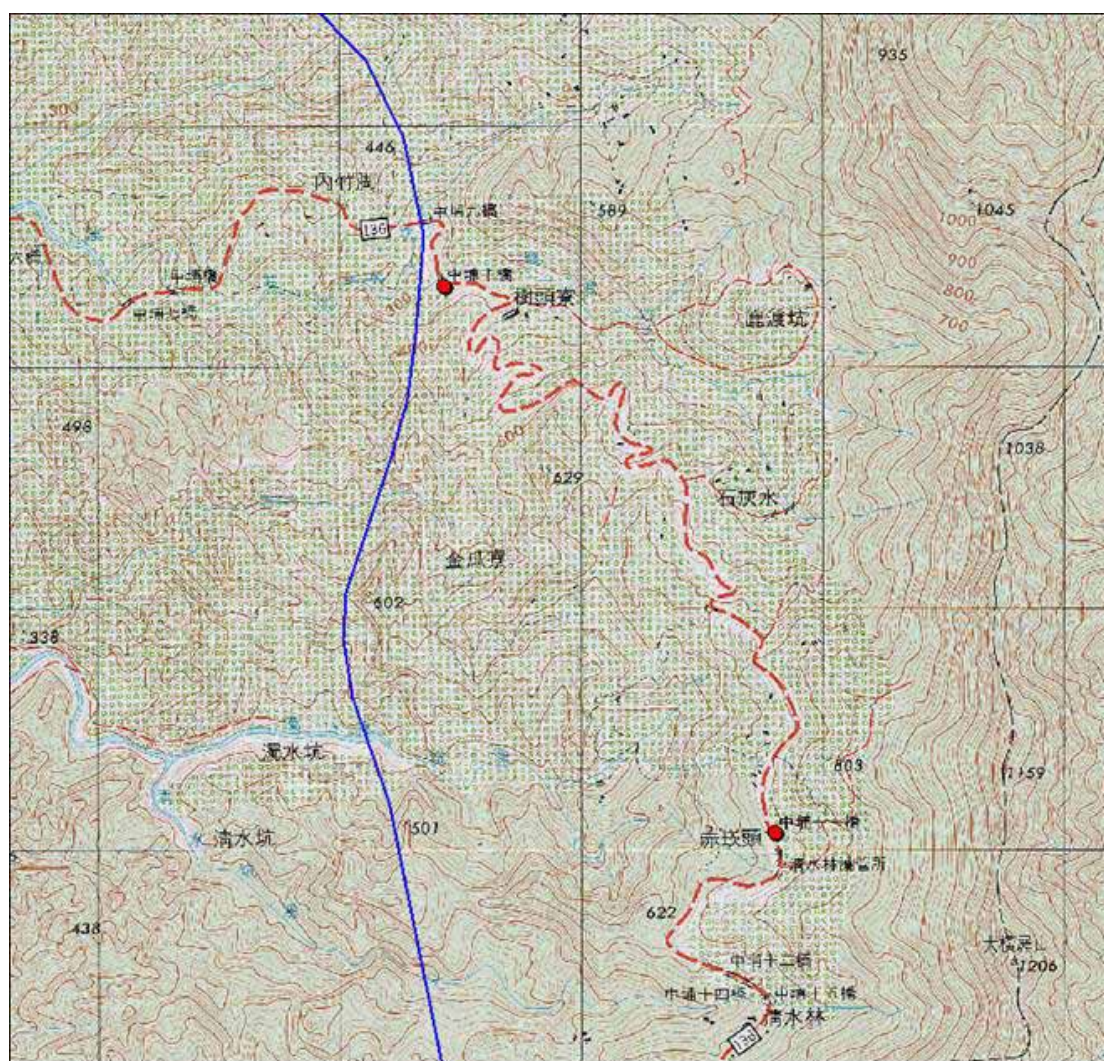


圖 11 災害勘查點位置圖 8

中埔 11 號橋

災害現況：中埔 11 號橋上游野溪爆發土石流，造成縣 136 號道道路及橋樑嚴重破壞，巨石滿佈。

災害肇因：土石流源頭為桂竹林層厚層砂岩逆傾坡，九二一地震造成源頭崩塌，源於敏督利颱風帶來之豪雨，造成崩塌材料下移，縣 136 號道位於土石流之流通段，因此災情嚴重。

處理現況：縣 136 道已清理完成。

處置建議：清除河道淤積土石，並維持橋樑下充分之流通空間。未來應調查河道下游是否可能因崩塌材料下移而發生進一步災害。



中埔 10 號橋

災害現況：中埔 10 號橋上游河道下切與側蝕嚴重，造成河道旁土雞城與護岸嚴重損壞，另外，河道中之巨石亦撞擊中埔 10 號橋橋墩嚴重破壞。

災害肇因：挾砂水流嚴重冲刷溪床，巨石撞擊力過大。

處理現況：尚未處理。

處置建議：橋樑基礎補強，並移除巨石以避免繼續向下游移動造成其他災害。

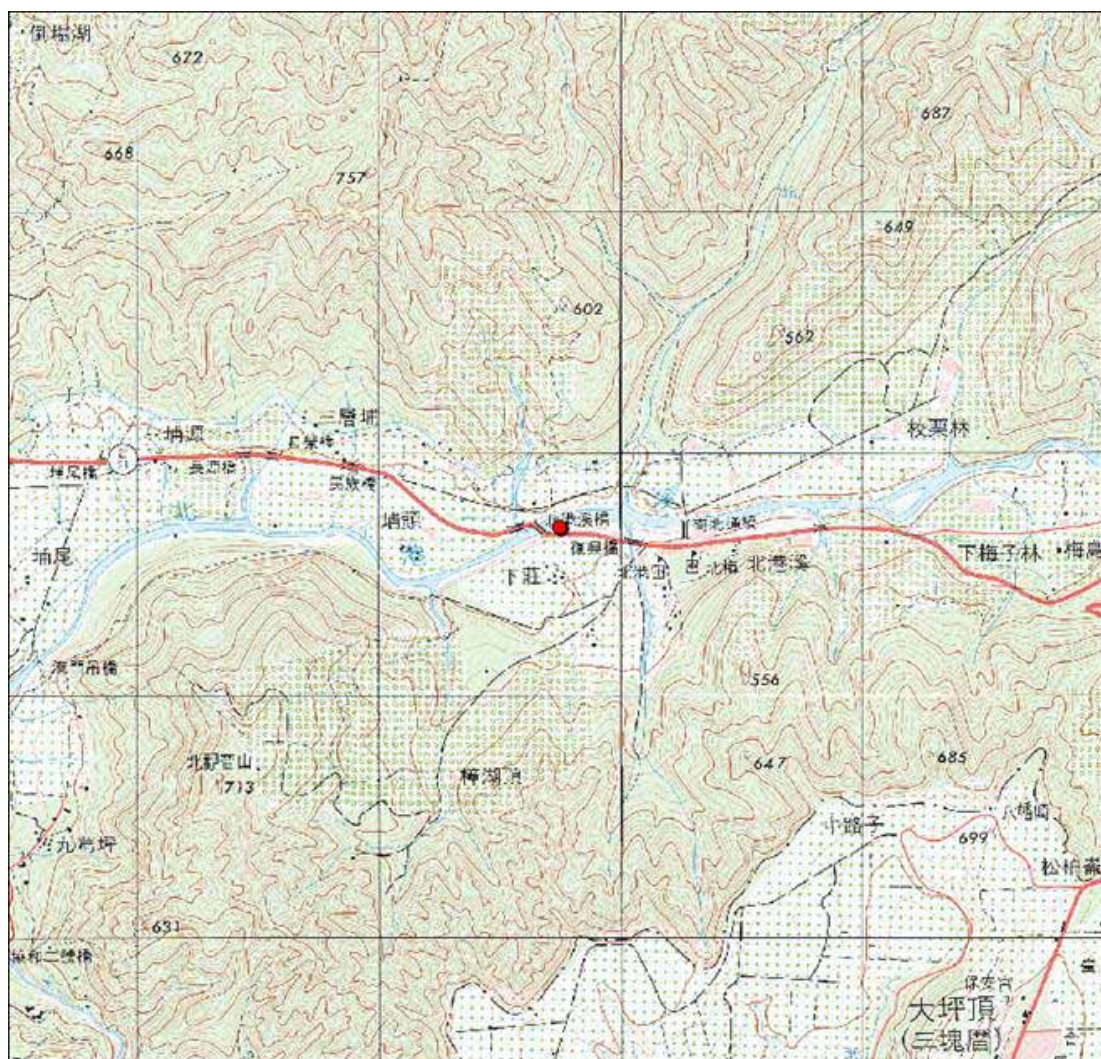


圖 12 災害勘查點位置圖 9

糯米橋

災害現況：洪水溢淹出河道，三級古蹟糯米橋之橋面沖毀，僅剩橋拱，下游北港溪橋並無損壞。

災害肇因：因兩座橋梁之間設施配置之關係，河道無法充分容納通行此次洪水。

處理現況：封閉糯米橋之觀光遊憩橋面路段。

處置建議：建議檢討此處之通洪斷面及流路。

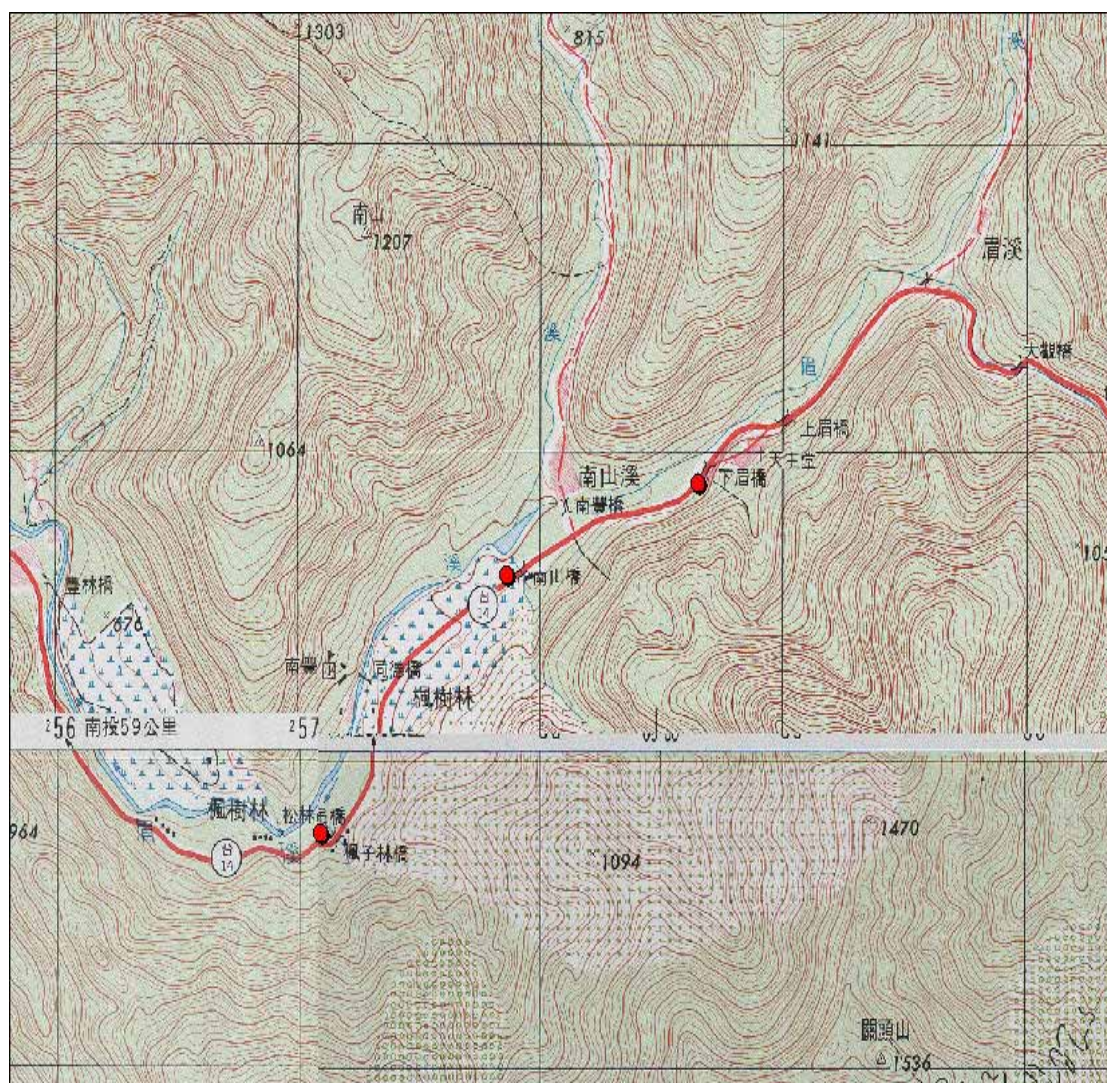


圖 13 災害勘查點位置圖 10

埔霧公路天主堂

災害現況：野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，沖毀聚落建物及掩埋道路。

災害肇因：地震造成之鬆動土石，豪雨沖刷下沿坑谷流動。

處理現況：清除土石並疏通野溪通路。

處置建議：釐清坑谷上游鬆動土石量，建議居民搬離災害影響範圍。



埔霧公路南山橋

災害現況：野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，沖毀聚落建物、加油站及掩埋道路。

災害肇因：地震造成之鬆動土石，豪雨沖刷下沿坑谷流動。

處理現況：清除土石並疏通野溪通路。

處置建議：釐清坑谷上游鬆動土石量，建議居民及加油站搬離災害影響範圍。南山橋通洪斷面應檢討。



埔霧公路楓子林橋

災害現況：野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，淤塞河谷通路及掩埋道路。

災害肇因：地震造成之鬆動土石，豪雨沖刷下沿坑谷流動。

處理現況：清除土石並疏通野溪通路。

處置建議：釐清坑谷上游鬆動土石量，疏通橋孔斷面。楓子林橋通洪斷面應檢討。



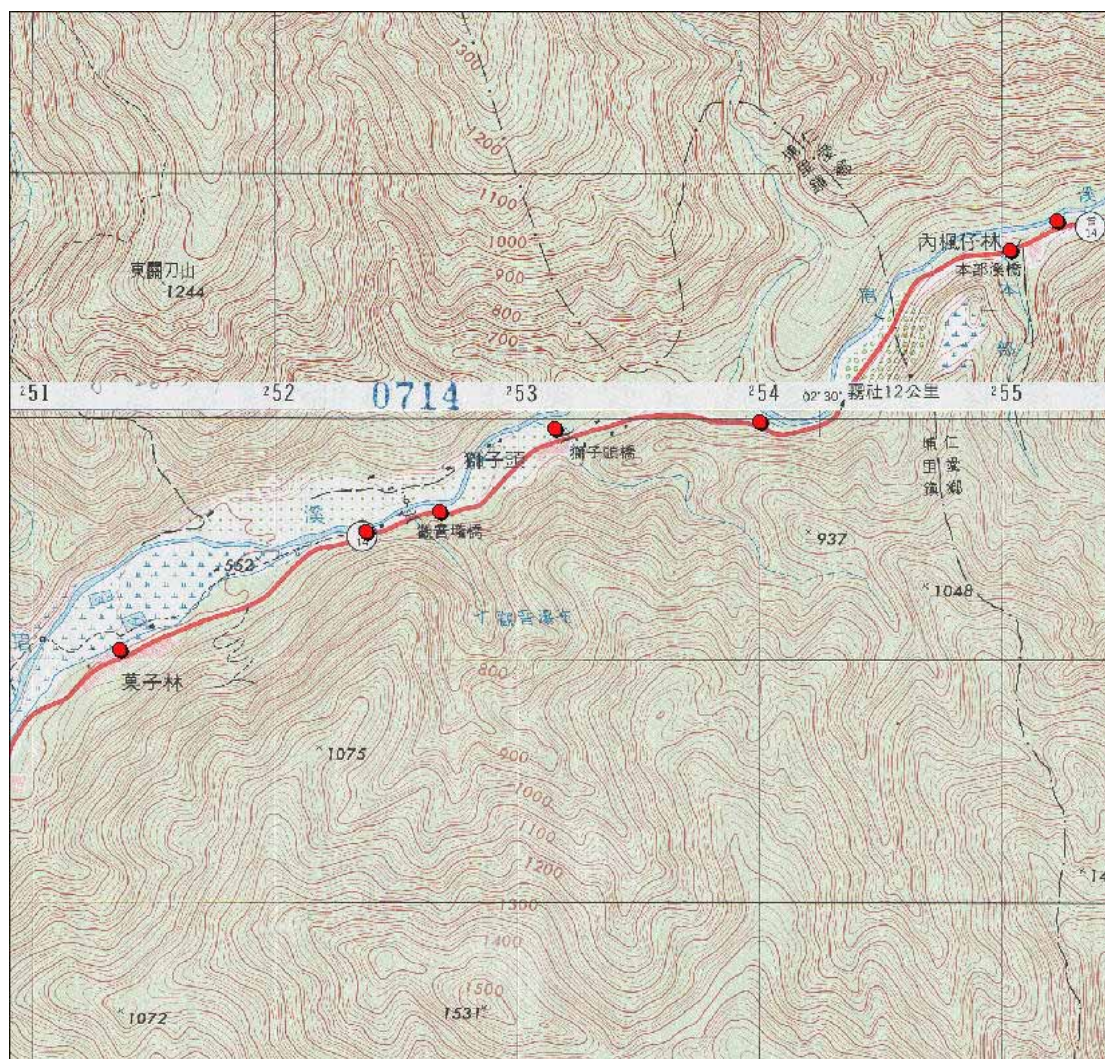


圖 14 災害勘查點位置圖 11

埔霧公路南豐大橋

災害現況：豐沛雨水帶動大量土石沖毀道路，及橋樑基礎受到洪水沖刷而流失。

災害肇因：地震造成之鬆動土石，豪雨沖刷下沿坑谷流動，眉溪洪水於彎道處沖蝕橋台基礎。

處理現況：橋樑基礎以貨櫃排列灌漿補強。

處置建議：清除土方，補強橋樑基礎，並設置保護工以減少沖刷。



埔霧公路本部溪橋

災害現況：河道堵塞，淹沒道路橋梁，並損及鄰房。

災害肇因：本部溪上游鬆動堆積之土石由洪水夾帶而下於道路交會口及民房處淤積。

處理現況：進行土石疏通，恢復原有河道通洪斷面。

處置建議：疏浚河道，保持流路暢通，調查上游處之土石堆積量，輔導居民遷移離開土石災害影響區域。



埔霧公路旁某跨越眉溪之橋

災害現況：橋台及橋台周圍道路完全被洪水沖毀。

災害肇因：洪水於河道轉彎處之沖刷以及橋孔通洪能力不足。

處理現況：無。

處置建議：延伸橋樑及重新構築橋台，並設置保護工降低對彎道之沖刷。



埔霧公路獅子頭橋

災害現況：河道堵塞，淹沒道路橋梁，並損及鄰房。

災害肇因：野溪上游鬆動之土石因洪水帶動而下。

處理現況：進行土石疏通，橋面架設涵管作為臨時道路。

處置建議：疏浚河道，保持流路暢通，調查上游處之土石堆積量。獅子頭橋通洪斷面應檢討。



埔霧公路箱根溫泉旅館下游處

災害現況：道路路基沖刷，使得路基掏空。

災害肇因：河道彎曲處之路面基礎受到洪水沖刷而掏空下陷。

處理現況：路面回填，並限制行駛車道。

處置建議：加強道路路基保護措施，並適當疏浚河道，減低河水直接沖擊基礎的程度。



埔霧公路觀音埔橋附近

災害現況：土砂造成河道淤積，並使得河道旁之民宅受影響。

災害肇因：觀音埔橋上游野溪土砂下移進入眉溪主河道。

處理現況：疏散居民。

處置建議：疏通淤積之土砂，並檢討河道旁之民宅是否位於行水區域內。



埔霧公路葉子林

災害現況：因邊坡崩塌土石下移而淤埋道路及部分民宅。

災害肇因：雨水沖刷造成邊坡鬆動之土石下移。

處理現況：清除道路及民宅之土石。

處置建議：釐清邊坡之鬆動土石量，建議居民搬離災害影響範圍。



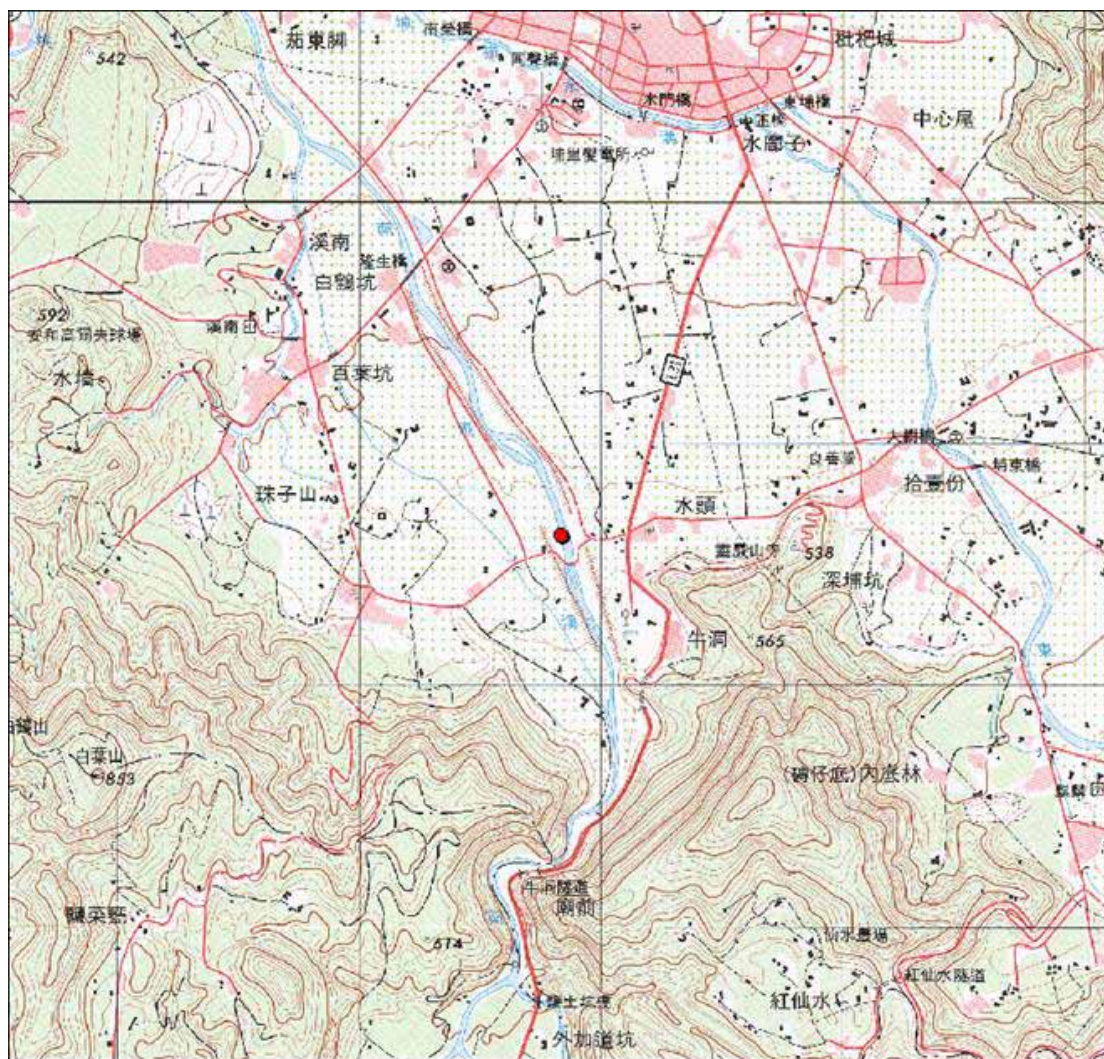


圖 15 災害勘查點位置圖 12

壽全橋上游護岸

災害現況：上游右岸處護岸(路基)遭沖毀。

災害肇因：因河道彎曲，巨大洪流於河道凹岸處破壞護岸基腳。

處理現況：吊放混凝土備塊加以保護。

處置建議：設置堤防保護設施，避免河水持續沖刷破壞堤防而溢淹。

隘寮橋

災害現況：下游處排水不良溢淹。

災害肇因：九二一地震伴隨形成之逆衝斷層於隘寮橋下游處造成抬昇。

處理現況：無。

處置建議：重新檢討堤防高度是否足夠。



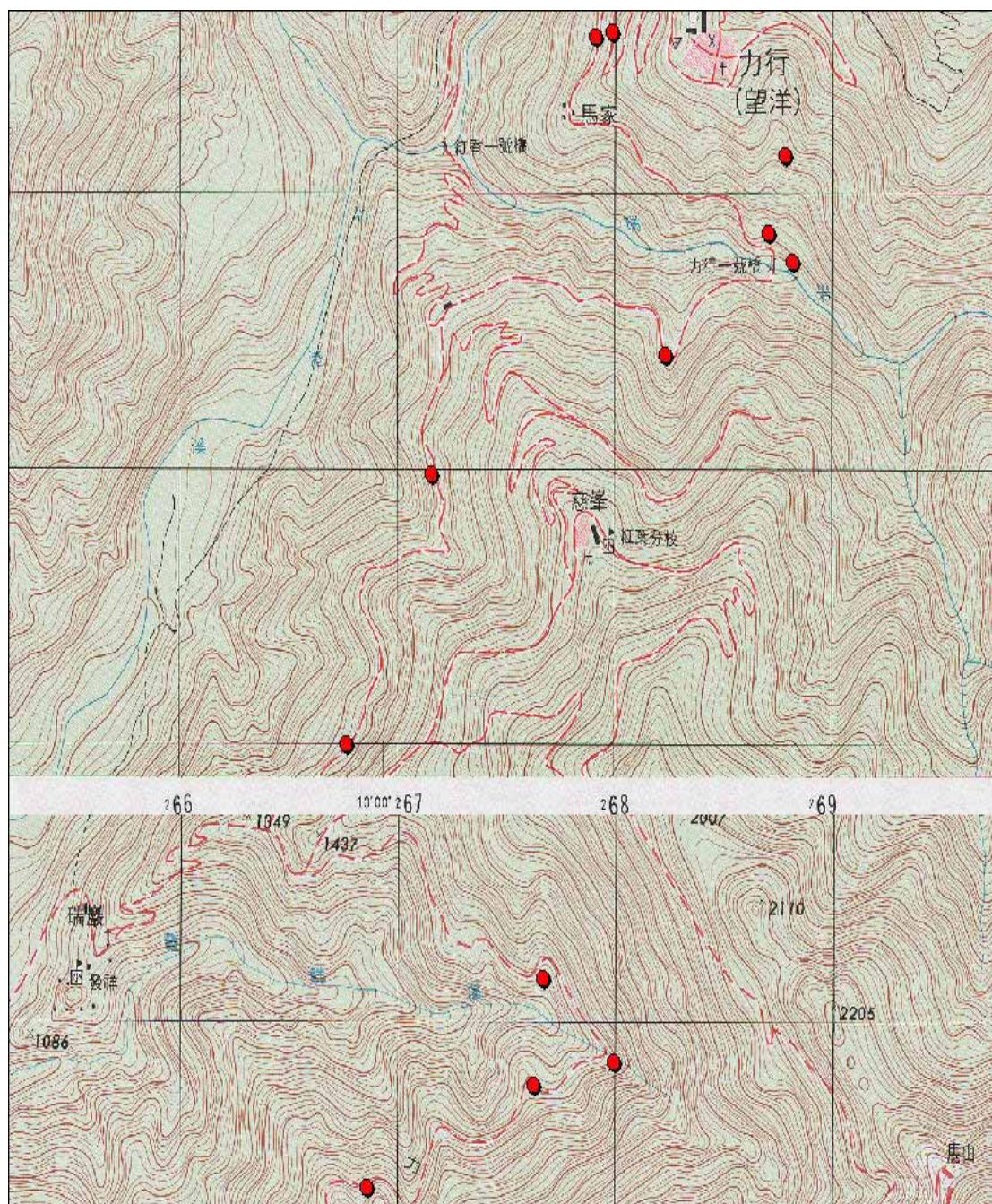


圖 17 災害勘查點位置圖 14

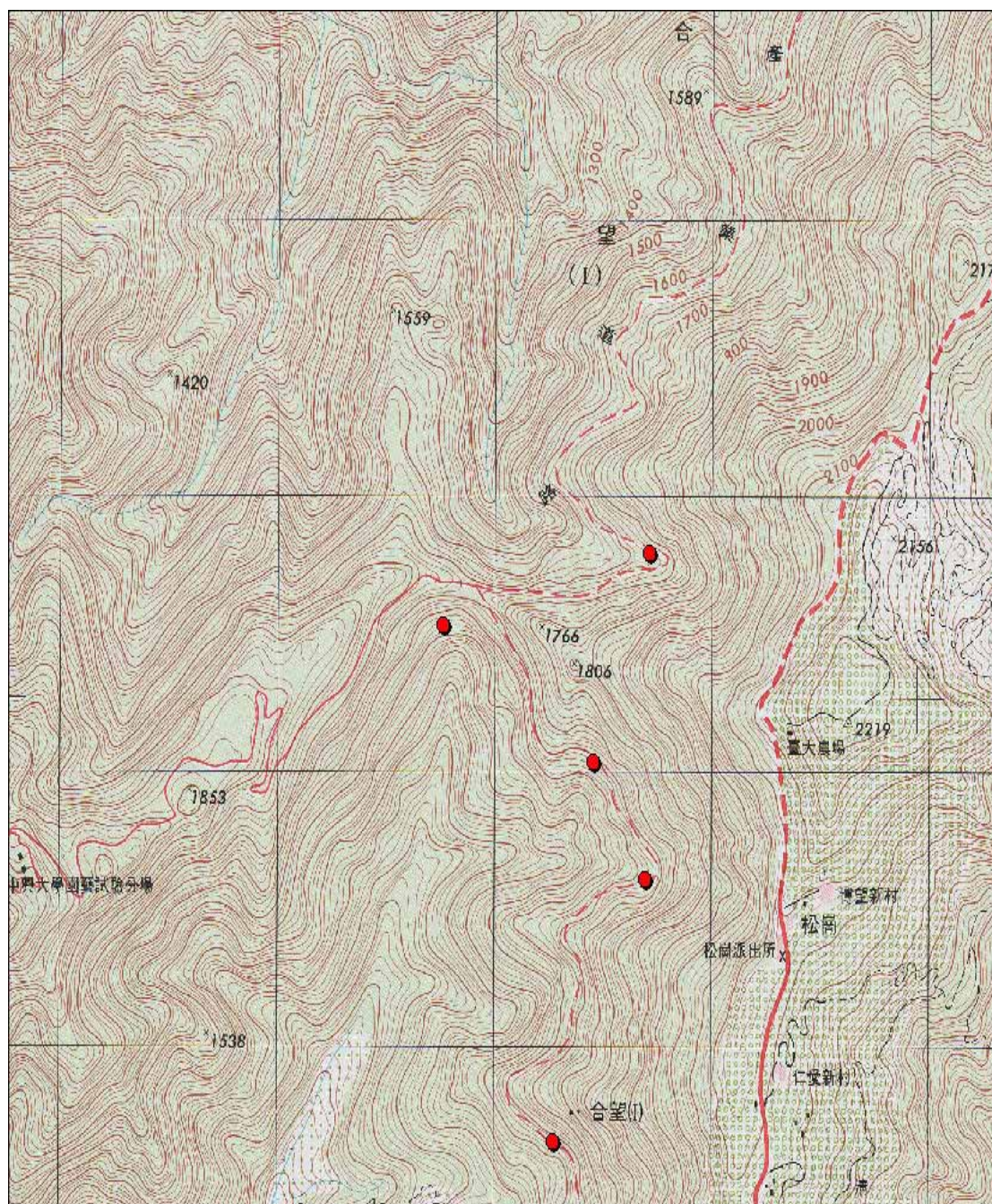


圖 18 災害勘查點位置圖 15

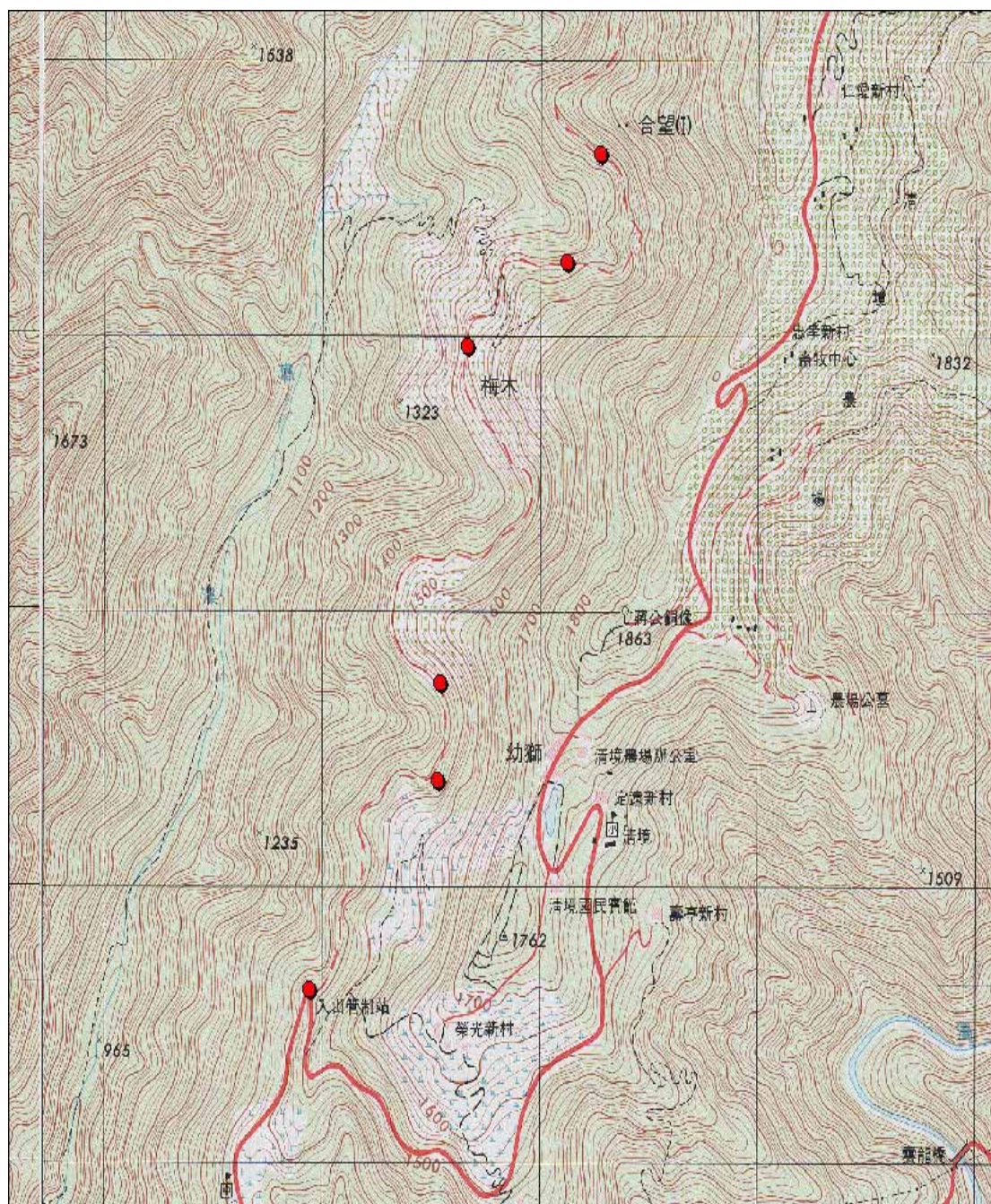


圖 19 災害勘查點位置圖 16

力行產業道路馬烈霸社區至馬力觀部落間道路崩塌

災害現況：道路邊坡崩坍道路流失。

災害肇因：洪水沖刷邊坡基腳，道路及邊坡整體崩坍，堆積於河道。

處理現況：重型機具緊急搶通中。

處置建議：道路上邊坡處仍可見大面積破碎但仍未崩落之岩塊，若無適當改道路

線，則除維持上邊坡之穩定性外，下邊坡河谷基腳處應設置保護措施，避免河水過度沖刷。



力行產業道路第1調查點

災害現況：整體邊坡崩坍阻斷道路上下兩處。

災害肇因：該段道路構築於凹谷處，因地層破碎，形成土石堆積，或存有棄土堆積，經洪水衝擊土石造成破壞及堆積於由上而下的連續路面上。

處理現況：路面崩坍土石清除，得予暫時通車。

處置建議：短期間內先維持道路通暢，唯此處邊坡土石極為鬆軟，道路仍可能遇雨即產生崩坍阻斷。未來可考慮以棧橋方式跨越凹谷，將橋基設置於穩定之岩盤上。





力行產業道路第2 調查點

災害現況：道路邊坡崩坍阻斷道路。

災害肇因：因下邊坡沖刷及破碎板岩崩落形成路基缺口。

處理現況：清除路面堆積土石。

處置建議：修補維持現有道路穩定，避免繼續挖、填邊坡。



力行產業道路第3 調查點

災害現況：道路邊坡崩坍阻斷道路。

災害肇因：道路通過野溪底部，其上方為野溪，因野溪洪水量過大，攜帶大量土石堆積路面，雖局部地方設有排水涵洞，然其通洪斷面不足，造成阻塞，使得土石溢流至路面造成交通中斷。野溪上游邊坡因 921 地震後造成地層鬆動或破碎，本次豪雨後大量土石崩落至溪谷中。

處理現況：道路已搶通，但溪水仍溢流路面。

處置建議：溪底之臨時便道遇雨即無法通行，考量上游處之大型崩坍地，土石堆積量甚多，建議未來此處道路復建應以棧橋之方式跨越。



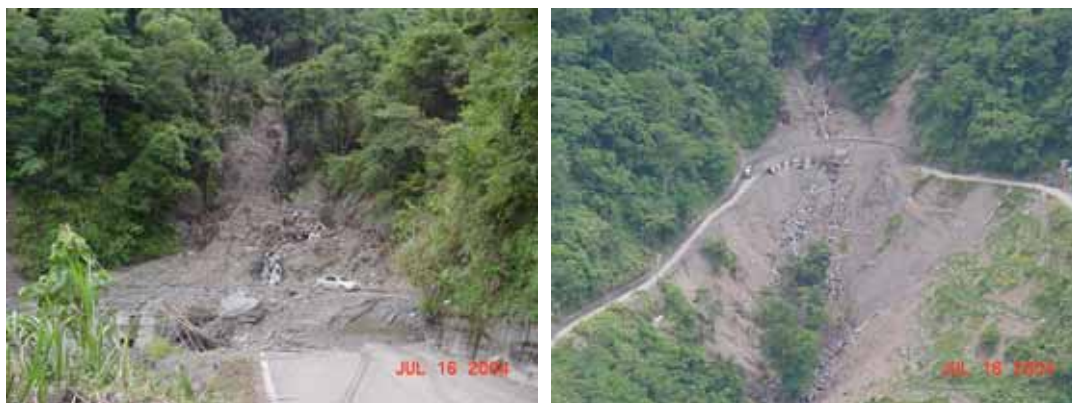
力行產業道路第4調查點

災害現況：兩股洪水夾帶土石匯集於此一山谷，掩埋路面。

災害肇因：野溪上游邊坡因 921 地震後造成地層鬆動或破碎，堆積於其上，本次豪雨後大量土石崩落至溪谷中。

處理現況：路面清除完畢。

處置建議：野溪上游邊坡之植生多數良好，建議調查坑谷堆積之土石量。



力行產業道路第5 調查點

災害現況：道路下邊坡擋土設施破壞，道路崩坍。

災害肇因：雨水沖刷下邊坡基腳造成破壞。

處理現況：無。

處置建議：加固邊坡基腳，減少沖蝕鬆動，恢復路面。



力行產業道路第6 調查點

災害現況：下邊坡路基流失。

災害肇因：路面構建於崩積或棄土上，路面排水不良引致下邊坡局部滑動。

處理現況：未處理。

處置建議：加固邊坡基腳，減少沖蝕鬆動，恢復路面。



力行產業道路第7調查點

災害現況：道路上邊坡崩坍。

災害肇因：鬆動土石受雨水沖蝕崩坍。

處理現況：清除路面土石。

處置建議：邊坡加以保護植生。



力行產業道路第8調查點

災害現況：土石掩埋路面。

災害肇因：野溪上游邊坡因 921 地震後造成地層鬆動或破碎，堆積於其上，本次

豪雨後大量土石崩落至溪谷中。。

處理現況：路面清除。

處置建議：清除鬆動堆積之土石，穩定道路下邊坡。



力行產業道路第9調查點

災害現況：無，但山頂處完全無植生保護，恐遇雨即成災。

災害肇因：—。

處理現況：—。

處置建議：檢討開發面積及土地利用方式。



力行產業道路第10調查點

災害現況：野溪排水不良並夾帶土石沖毀道路。

災害肇因：鬆動土石隨洪水而下堆積淤塞排水通路。

處理現況：清除路面土石。

處置建議：清除土石，維持野溪水路通暢。



力行產業道路第11 調查點

災害現況：邊坡崩塌掩埋路面。

災害肇因：板岩層破碎且邊坡陡峻，因豪雨引致邊坡崩塌。

處理現況：路面清除。

處置建議：邊坡植生保護避免崩坍擴大。



力行產業道路第12 調查點

災害現況：邊坡滑動推擠石籠。

災害肇因：破碎板岩及崩積板岩塊且邊坡陡峻，平時已有邊坡潛移狀況。此次豪雨引致坡腳擠壓

處理現況：未處理。

處置建議：邊坡植生保護避免擠壓崩坍擴大。



力行產業道路第13 調查點

災害現況：下邊坡路基流失。

災害肇因：路面構建於崩積或棄土上，路面排水不良引致下邊坡局部滑動。

處理現況：未處理。

處置建議：加固邊坡基腳，減少沖蝕鬆動，恢復路面。



力行產業道路第14 調查點

災害現況：野溪排水不良並夾帶土石沖毀道路。

災害肇因：鬆動土石隨洪水而下堆積淤塞排水通路。

處理現況：清除路面土石。

處置建議：清除土石，維持野溪水路通暢。



力行產業道路第14A 調查點

災害現況：整體邊坡崩坍阻斷道路。

災害肇因：該段道路構築於地層破碎處，形成土石堆積，經洪水衝擊土石造成破壞及堆積於由上而下的連續路面上。

處理現況：路面崩坍土石清除，得予暫時通車。

處置建議：短期間內先維持道路通暢，唯此處邊坡破碎，道路仍可能遇雨即產生崩坍阻斷。建議邊坡應整體加以植生保護，下邊坡並於以加固。



力行產業道路第15調查點

災害現況：整體邊坡崩坍阻斷道路。

災害肇因：該段道路構築於地層破碎處，形成土石堆積，經洪水衝擊土石造成破壞及堆積於由上而下的連續路面上。

處理現況：路面崩坍土石清除，得予暫時通車。

處置建議：短期間內先維持道路通暢，唯此處邊坡破碎，道路仍可能遇雨即產生崩坍阻斷。建議邊坡應整體加以植生保護，下邊坡並於以加固。



力行產業道路第16 調查點

災害現況：上下邊坡滑動路基流失。

災害肇因：破碎板岩及崩積板岩塊且邊坡陡峻，因豪雨引致邊坡局部滑動。

處理現況：施打鋼軌樁。

處置建議：此處邊坡鬆軟破碎，施打鋼軌樁後已暫時穩定，但已形成明顯凹谷地形，未來遇雨時水流匯集於此，邊坡破壞程度可能加大，進而影響道路安全。



力行產業道路第17 調查點

災害現況：道路上邊坡崩塌掩埋路基。

災害肇因：上邊坡為農作區，因天然凹坡、或侵蝕溝、或排水不良行成凹面，此次豪雨沿凹面形成土石崩落。

處理現況：路面清除。

處置建議：凹谷區域減少農作面積，邊坡加以植生保護。



3.3.2 災害綜合整理

如前所述，烏河流域涵蓋範圍廣闊，多數支流均有洪水溢淹及水利設施損壞之情事，如龍寶橋、一江橋、糯米橋及金谿橋等，埔霧公路及力行產業道路此次水災中亦發生多處嚴重之災情。以下就力行產業道路及埔霧公路二部分，配合農林航測所七二水災後拍攝之航空照片[8]，做一典型災害型態說明。

(1) 力行產業道路（相片 19~28）

相片 19 可見一大型階地已經完全開墾耕作，階地邊緣多處土石鬆動滑落。相片 20 處發生整體邊坡崩坍阻斷道路上下兩處。相片 22~23 可見野溪上游邊坡破壞，本次豪雨後大量土石流至溪谷並掩埋路面。相片 24~25 均為整體邊坡崩坍阻斷道路，相片 27 可見自然林地之崩塌現象。相片 28 為道路上邊坡崩塌掩埋路基，上邊坡為農作區，此次豪雨沿凹面形成土石崩落。

(2) 埔霧公路（相片 29~33）

相片 29~30 及相片 33 均為台 14 線上眉溪左岸小型坑谷支流夾帶大量土石而下所造成之河道淤積、洪水土石衝毀橋樑道路及民宅等類型災害。相片 32 相當明顯為河道束縮處，洪流無法充分通行，造成兩岸及河床嚴重沖蝕。



相片 19



相片 20

相片 19~23 力行產業道路



力行產業道路 — 力行（馬烈霸社區）附近

相片 21（農林航測所航空照片）



相片 22



相片 23



相片 24~28 力行產業道路





相片 29~33 埔霧公路



四、災害種類及致災原因

4.1 綜合原因

綜合勘災結果加以檢討，以下歸納兩個最重要之致災原因：

(1)敏督利颱風引進之西南氣流，帶來強度高、時間長之豪雨，豪雨造成之高流量地表逕流，為七二水災之重要外在因素。

(2)另一方面，九二一地震所造成中部地區之邊坡崩塌，溪床夾砂石量遽增，為土砂災害甚至亦為洪水災害之潛在因素[10]。

以九二一以及桃芝、納莉颱風後之山崩分布情況可知(如圖 20 及圖 21)，九二一地震造成之崩塌地(藍色)，於桃芝、納莉颱風後明顯擴大(紅色)，部分土砂由野溪流出，此次敏督利颱風帶來豪雨，沖出更多土石而造成災害。

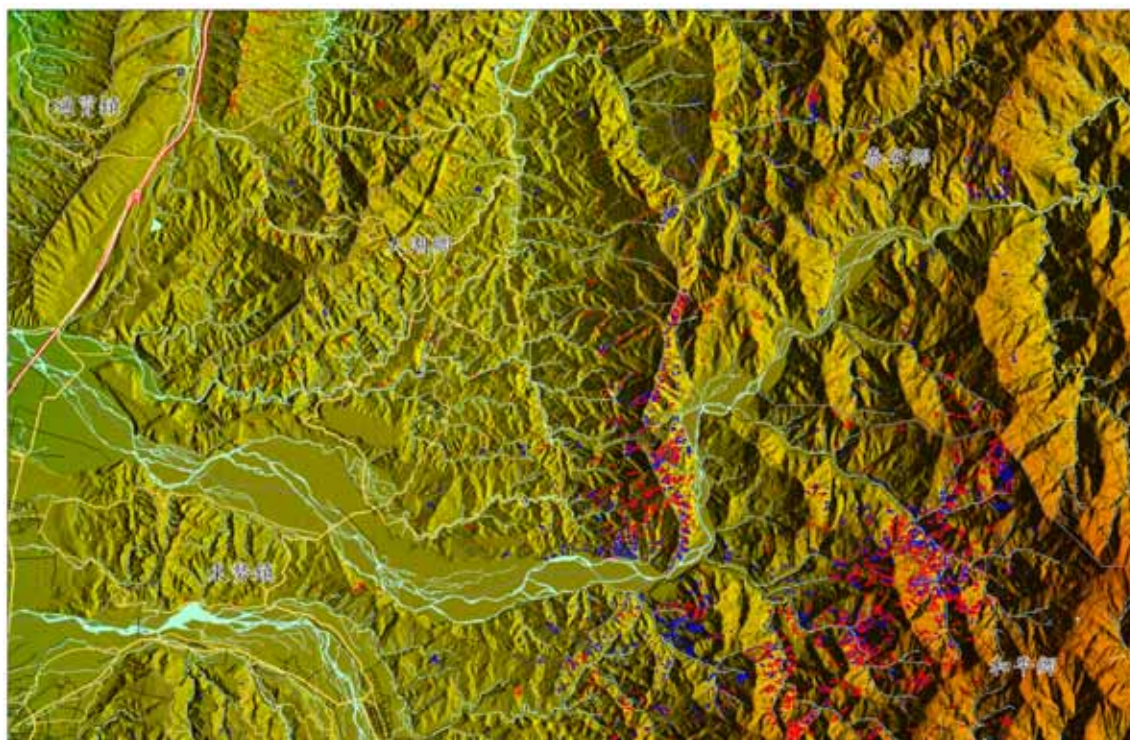


圖 20 大安溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置

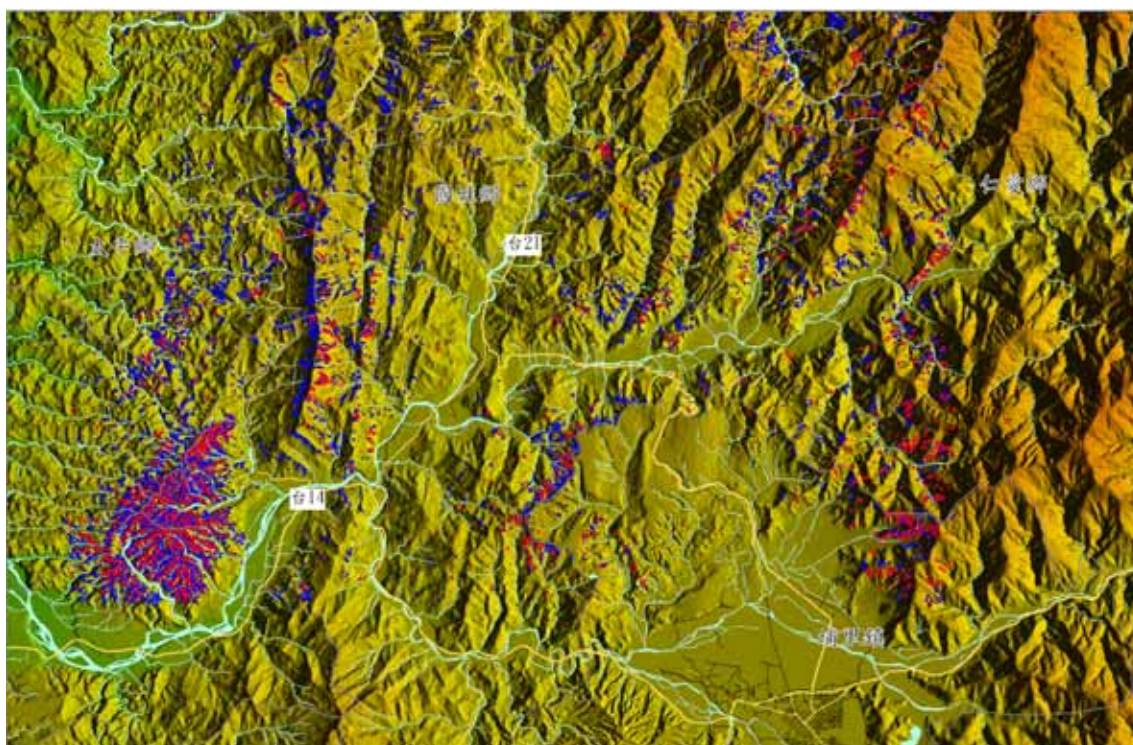


圖 21 烏溪流域九二一地震後(綠色)以及桃芝納莉颱風後(紅色)山崩位置

4.2 分項原因

以下根據大安溪以及烏溪流域由上游而下游所見之各項災害，分項說明致災原因。

4.2.1 邊坡崩塌、聚落、住宅及水土保持

天然地質條件不良加上豪雨，造成大安溪及烏溪上游邊坡滿佈崩塌地，崩塌土石下移為一自然現象，然而保全對象位於土石流沖積扇或坡面崩塌影響區，即使得自然現象轉變為災害(如照片 34)。除此之外，保全對象位於河道行水區或河道旁(如照片 35)，除該保全對象成為受災對象以外，同時亦可能因縮減河道面積而衍生其他災害。至於眾矢之的之坡地超限利用，確將造成部份沖蝕現象加劇，

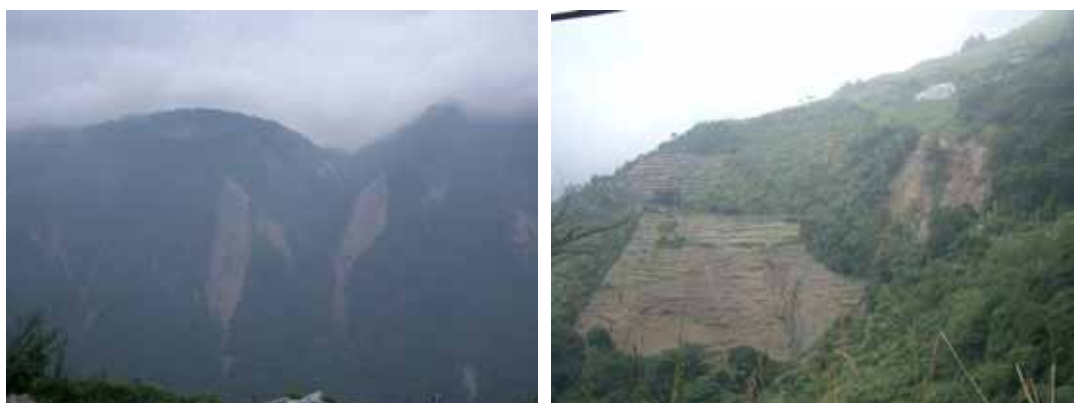
然而，非開墾區之崩塌現象常較開發區之崩塌現象更為顯著(如照片 36)，其原因可能與開墾區坡度相對較緩有關。



相片 34 房屋建於一坑溝出口，攝於東崎道路之蟾蜍石附近



相片 35 房屋緊鄰河道旁，一但野溪河道加寬，將立即造成危害。左圖攝於烏石坑，右圖攝於中縣 136 號道中埔十號橋旁



相片 36 自然林地之崩塌現象(左)以及因開墾造成之表層沖蝕並逐漸發育為蝕溝之現象

4.2.2 道路工程

力行產業道路邊坡災害之肇因條列說明於後：

- (1)力行產業道路沿走向河谷構築，左岸為劈理發達板岩之逆向坡，由於邊坡潛移使得高角度劈理演變為水平破碎岩層，經洪水沖蝕後，大量崩落於下邊坡。
- (2)因 921 地震後造成地層鬆動或破碎，堆積於凹面，本次豪雨後於凹面形成坍滑情況。
- (3)本區的邊坡不穩與力行產業道路的拓寬，使原本已不穩定的邊坡受到擾動，更呈不穩定狀態。
- (4)沿力行產業道路及台十四線左側人為開墾密度高，局部崩坍與土壤流失確實



然對岸邊坡大規模崩坍，因於 921 地震造成地層鬆動或破碎。



相片 37 道路構築於凹谷處（左），道路通過野溪底部（右）



相片 38 邊坡局部破壞（左），路基缺口（右）

4.2.3 水利(含淹水災害)設施

就大安溪與烏溪流域之河道部份而言，經實地勘災觀察將災害分為兩類：

(1)河道溢淹造成之泛洪災害：

敏督莉風災之降雨量可能已經超過河道原本的設計通洪標準，再加上上游沖刷而下的砂石淤積於河道內，底床壅昇，河道通水面積不足以宣洩洪流，使河道發生溢淹，造成鄰近區域氾濫成災。後附照片為一江橋上游面河道土石淤積之情況（相片 39），以及一江橋（相片 40 左）與金谿橋（相片 40 右）河道通水面積不足之情況。以下條列災害肇因：

- 敏督利風災之降雨量超過河道原本之設計通洪標準
- 上游沖刷而下砂石淤積於河道內，河床壅昇，河道通水面積不足以宣洩洪流，使河道發生溢淹，造成鄰近區域氾濫成災
- 跨河構造物處斷面縮減或兩溪匯流
- 921 地震斷層通過，下游側抬升，通水能力降低（如隘寮溪）



相片 39 一江橋上游河道土石淤積情況



相片 40 一江橋通水斷面不足情況（左），金谿橋通水斷面不足情況（右）

(2) 水工建造物損壞：

敏督莉風災過大降雨量所導引的巨大洪流，破壞水工建造物的基腳，導致水工建造物崩塌破壞，其中，此類型的破壞有很大的比例會發生在彎道凹岸處，造成凹岸堤岸毀損。另外，水流挾帶的土石與浮木的衝擊，亦可能會使水工建造物遭受破壞(如相片 41~42)。另外，水工建造物施作方式與位置亦有待檢討，相片 43（左）為大安溪土城堤防橋樑下游固床工，沿著河道縱向並無施作防止固床工下游面過度沖刷之緩衝設施，造成固床工上下游面底床高程落差頗大；相片 43（右）展示該固床工與堤岸交接面之破壞情況，此處之工程設計有待檢討。相片 44（左）為河道行水區受到水工建造物之通水阻礙，相片 44（右）則為下游面相對產生之堤岸破壞情況。相片 45 分別展現糯米橋附近兩座橋樑間配置關係影響洪水通行，由圖中可清楚看出河道通水斷面因兩橋樑施作而變小，阻礙洪水流

路的情況。



相片 41 大安溪內灣堤防之破壞情況（左），南港溪壽全橋上游之破壞情況（右）



相片 42 風災過後河道滿佈浮木之情況（左），河道土石對中埔十橋之衝擊（右）



照片 43 大安溪土城堤防橋樑下游固床工（左），固床工與堤防交接面（右）



相片 44 河道中水工建造物妨礙水流通行（左），下游面堤防破壞情況（右）



相片 45 糯米橋阻礙河道通水斷面（左），下游新建橋樑阻礙河道通水斷面（右）

五、復建策略研擬之建議

5.1 與復建策略擬定有關之建議

- (1) 重大災害應進行進一步之詳細調查與評估，不宜貿然做出原址、原工法之重建決策。
- (2) 所有工程調查、設計與施工，應迴歸專業，時間與進度掌控不宜有過多政治因素之干涉，同時經費之編列亦應尊重專業，揚棄經費均分、人人有獎之和稀泥心態，若決定要復建則應詳細調查、妥善設計、嚴格監控施工品質，告別過去部分地方建設低工程費、低品質之夢靨。
- (3) 各類災害潛勢區長期之調查與劃定應更加重視，定期檢討，以作為國家國土規劃之重要參考。
- (4) 雖然土地開墾不必然造成崩塌，然而進入高風險地區進行土地利用，使得“自然現象”成為“地質災害”。因此政府應加強宣導土地所有人開發行為之權力與義務，高風險區之土地利用以及開發行為，應回歸保險制度，利用市場機制逐步導正人民每遇災害即要政府賠償之心態。
- (5) 因應大尺度環境與氣候變遷效應，工程規劃之思維邏輯以及工程設計標準與設計規範應全面開始逐步檢討。繼專業分工後，專業間之整合應開始逐步加強(如跨河構造物之跨徑、通洪能力、沖刷、基礎以及構造物保護相關之跨領域合作)。
- (6) 工程興建(如堤防或水工構造物)無法取得土地同意書常造成工程單位極大之困擾，若經審慎評估該處之堤防興建確屬必要，宜有配套措施產生誘因讓地主同意土地之使用，以利防災工作之推展。

5.2 與治山防洪有關之建議

- (1) 非必要不以人為方式干涉崩塌以及運移之自然現象。
- (2) 治山防洪管理應以流域為單位，統一事權、減少各單位間協調不易之困擾，以避免疊床架屋或本位主義造成防災之死角。
- (3) 所有工程或開發行為應以避險為上，位於土石流或崩塌危險範圍內之房舍及公共設施應全數逐步遷移，並增加緩衝範圍。
- (4) 各野溪之土砂堆積量應進行合理之推估，並妥善評估潛在土砂下移量，關於各野溪之整治率應依實際情況加以估計，無法留在野溪中之土石應適度讓其往下游推移。
- (5) 適度之清淤有利於河道加速平衡，河道應加強疏濬以確保疏洪能力，河道中巨石應處理，以避免阻塞河道或撞擊橋墩造成損壞。
- (6) 河川疏浚應成立專責單位，統一由公部門擬妥採砂計畫，開採後標售，一方面控管採砂之過程不致超挖，另一方面可減少砂石利益衍生之爭端。
- (7) 河道行水區之佔用應加以解決，高灘地之使用應加以限制。
- (8) 了解河流屬性，對於主流攻擊河岸處宜進行整流或加強堤基保護。河川堤防之崩塌或潰決，多與其位於攻擊坡，受挾砂水流沖刷而破壞，經檢視大多堤防並未針對基礎特別加強，建議對於重要堤防若位於攻擊坡，其基礎設計應特別考慮挾砂水流衝擊及河床下切之效應。
- (9) 河道應逐步消能，避免沖刷集中於一處，以減少側向侵蝕或向下刷深。
- (10) 重要水工構造物以及跨河構造物(包括置於河道中之電塔或橋墩等)之設置，應由水利署組成審議單位從嚴審核，若有必要應建立外審機制，透過跨

領域之學者專家協助審核。

5.3 與山區道路開闢相關之建議

- (1) 山區道路之開闢為敏感地質區發生災害之重要誘因，除非經過國土開發較上位之計畫認為必要者，應盡量減少山區道路之開闢。若實有必要開闢，亦應盡量避免路幅過大，以免加劇誘發土石崩塌之機會。
- (2) 根據經驗，大多數之道路工程災害皆與地質調查數量及技術之不足有關。山區道路應辦理合理數量、足夠精度與採正確方法之分階段地質調查，其對於道路系統於可行性評估、規劃、分析、設計、施工與營運維護，均扮演極重要之角色。
- (3) 山坡地道路開闢於規劃設計前均必然強調尊重地形，然而道路設計規範之縱與寬度限制，常令設計者無從尊重地形，此一結果將與永續之觀念相違背。
- (4) 地球為一動態系統(earth's dynamic systems)，且各系統間相互影響，「永續」亦即以四度空間檢視此一動態系統之空間特性與隨時間之變遷。
- (5) 道路系統規劃、設計與分析，涉及多個專業領域之相互影響，也涉及多個主管機關(如環保署、農委會、水利署、內政部營建署、公共工程委員會、經濟部地質調查所...)，因此跨領域專業整合為永續道路系統成功與否之重要關鍵。
- (6) 可行性分析中所謂成本效益分析，若未將地質災害所帶來的長期成本計算入內，將扭曲方案評選結果。
- (7) 地質災害監測與預警之觀念應納入規劃與設計中。
- (8) 通過土石流之橋樑(除重要道路外)不宜採過度保護，否則橋孔淤塞反而造成二側民舍及道路之災情。

- (9) 通過土石流潛勢溪流之橋樑應減少橋墩，並考慮土石流之流量，盡量提高排砂能力。
- (10) 地質災害與永續道路系統之觀念檢附於附錄。

5.4 與個別集水區有關之復建策略

5.4.1 大安溪

- (1) 由衛星影像以及直昇機俯瞰大安溪，可發現大安溪上游由南往北之野溪：觀音坑溪、烏石坑溪、雪山坑溪、麻必浩溪、南坑溪、雪山溪等，均尚有可觀之土石堆積，惟許多小野溪中土石經 7 月 2 日、3 日之豪雨已沖刷至主河道，溪溝中已可見岩盤出露。長期而言，土石下移情況應有長期性之監控以及推估，並做為大安溪整體治理之重要參考。士林堰之局部土砂攔阻功能可進一步思考。
- (2) 觀音坑溪最短，桃芝納莉颱風曾造成較大災害，初步研判桃芝納莉颱風已將多數土砂帶出(進入大安溪主河道)。本次水災所造成之挾砂水流以及土石尚能侷限於河道中，因此本次並無明顯災害。
- (3) 烏石坑溪本次於進入大安溪主河道處，對河道及道路造成極大之災害，緊急處置方面建議立即進行清淤，苗 58 道路重建可循烏石坑右岸利用棧橋方式架設路基，並進行橋墩之保護，以避免河道長期掏刷路基之問題。因上游土石崩塌數量極大，長期而言，應儘速進行烏石坑溪上游崩塌情況以及土砂堆積情況調查，並對目前興建中之烏石坑溪橋宜再檢討通洪斷面，並思考橋墩受土石撞擊之問題。
- (4) 雪山坑橋橋墩因 72 水災之挾砂水流衝擊，已造成橋墩鋼筋外露與斷面縮減，局部護欄崩落，以及橋台損壞。位於左岸通往雪山坑溪之林道遭沖毀，一老

崩積層發生崩塌，上方房舍已接近崩崖。右岸河階地亦遭沖刷而崩塌，造成堤防損壞，惟上述災害尚屬局部。因上游崩塌地數量相當多，而土石卻未進入大安溪主河道，因此推估上游河道中仍堆積相當大量之土石，惟因道路無法通達更上游處，因此堆積情況不明。目前上游土砂量仍未知，因此首要之務應盡速估計上游崩塌情況以及河道堆積之土砂量，審慎評估其影響，並儘速清除有危害之土石，清除土砂中之大石塊可先置於崩塌地之坡腳以保護邊坡避免進一步沖刷。至於林道之修復應避免再挖、填左岸的崩塌地，或許可考慮由右岸利用橋梁接回左岸，惟應考慮橋孔斷面。至於橋墩基礎應儘速補強，甚至重建，未來橋墩繼續受石塊撞擊之可能仍高，因此應考慮防撞鋼板之施設，甚至以較大之跨徑重建。

- (5) 象鼻大橋以上通達更上游之部落道路崩塌情況相當嚴重，惟因尚未搶通，故詳細復建對策尚難擬定，然而，山區道路之開闢，對於環境之負面影響衝擊甚大，因此搶通、重建、改道等策略應配合國土利用計畫綜合考慮。

5.4.2 烏溪

- (1) 烏溪流域整體破壞情況並不顯著，整體而言，烏溪流域開墾情況較為廣泛，開墾區偶見以土壤沖蝕為主之崩塌或侵蝕溝。
- (2) 烏溪之相關問題中尤以力行產業道路及埔霧公路之復建最為重要，因其為中橫通往梨山之替代道路之一，故維持全線之通暢相當重要。根據現勘結果發現，力行產業道路雖然目前已可通至馬烈霸社區，然而沿線道路破壞情況處處可見，雖已搶通，未來難保再度破壞，因此，全線詳細評估其作為重要替代道路實有必要性。馬烈霸社區以上至馬力觀部落路段，道路因邊坡整體崩塌而損毀嚴重，短期間內雖可能搶通，但該路段路線勢必須審慎重新考慮與設計。

- (3) 烏溪下游此次淹水與堤防破壞相當嚴重，致災原因詳見第二章與第三章之說明，除技術性問題亟待改善外(如設置位置、通洪斷面、淤積等問題)，徹底檢討分析下游可自由泛濫與滯洪之區域，調整土地利用政策，避免堤防無限制之加高恐為未來土地利用發展不可避免之趨勢。
- (4) 九份二山根據本組有限勘查所得資訊，不宜驟然提出建議，惟本次水災後觀察得之現象(如固床工以及梳子壩下游之嚴重沖刷問題)，建議應反饋作為堰塞湖天然壩處置對策檢討之重要依據。

5.5 埔霧公路暨南豐村之整體性復建策略之建議

(相關議題詳見附錄三)

5.5.1 埔霧公路之復建

國道六號南投段已施工中，未來將直接銜接台 14 號道進入霧社，以提振觀光產業，除此之外，於中橫未搶通前，台 14 接力行產業道路為重要替代路線，因此埔里至霧社之台 14 線(埔霧公路)重要性極高，然而，近年來此一路段經常性地因土砂災害而中斷，對於觀光之發展，甚至對於防災工作亦相當不利，因此，埔霧公路有必要進行整體改善。對此，提出以下之建議：

- (1) 台 14 號線上之獅子頭橋、本部溪橋、楓子林橋、南山橋、下眉橋之橋孔通洪斷面應全面加大，一方面，橋樑不至於輕易地受土石掩埋或沖斷，另一方面，橋樑也不再成為土石流危險溪流之溢流點。
- (2) 通過土石流潛勢溪流之橋樑設計，若因經費而無法加大跨距或增加高度，則應考慮讓土砂通過時破壞，避免強度過大，土砂通過時形成溢流點，危及附近之保全對象。
- (3) 此一路段路基多位於河階地，源於河道較窄且多曲流，因此河岸沖刷嚴重，因此位於河道轉彎段之路基應全面檢討護岸基礎規劃設計之適宜性，護岸基

礎應盡量位於岩盤之上，若有必要，應改以棧橋通過，以徹底避免路基一再流失、一再回填之循環。

- (4) 局部土石流嚴重路段(如本部溪)可考慮以隧道避開。
- (5) 經常性崩塌區域亦可以棧橋方式稍加外移，以避面上邊坡崩塌及造成路基掩埋之夢靨。
- (6) 上述建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石推積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估及分析(考慮水理、大地等力學分析)，再加以設計施工(包括野溪、邊坡整治，及河川治理)。
- (7) 搶救工程應視為臨時性工程，事後應納入復建工程加以檢討。

5.5.2 南豐村聚落重建或遷移

南豐村之聚落主要分布於眉溪沖積而成之河階地以及其支流沖出之沖積扇，因南豐村附近眉溪上游並無太大之集水區，因此過去眉溪相關之災害並不顯著，然而九二一集集大地震造成附近區域之邊坡崩塌，加上桃芝、納莉颱風以及72水災之逕流沖刷，造成眉溪以及其支流河道上堆積相當多之土石，並造成部份位於河階地或位於沖積扇以及之民宅受災風險性大增。然而，河道或野溪旁之邊坡崖錐堆積似多已被逕流沖刷而下，長期而言，若無新增崩塌，土砂將逐漸沿溪谷下移而漸趨穩定，但是此一論述仍有待進一步詳細調查加以確認。

關於聚落之問題，提出以下初步之建議：

- (1) 於南豐村尋找：(i)不受野溪沖積扇淤埋影響之處；(ii)眉溪或野溪淤積以及河岸侵蝕影響較低之處；(iii)遠離凹坡坡面崩塌之坡腳。將危險聚落進行危險程度之分級，有計畫、逐步進行分等級之危險聚落遷移。
- (2) 對於位於危險區域內之聚落，遷村不必然是唯一的解決方案，依據各權責單

位劃設災害影響範圍內之聚落，應依各權責單位之相關防災規定進行防、減災之必要之處置，諸如加強聚落住民之危機意識，妥善規劃緊急應變對策、經常性演練以及落實防減災各項措施。

- (3) 凡是對於聚落造成威脅之河道中土石堆積應儘速清除，然而，土石清淤應為有計畫地進行，此一部分將詳述於河川治理部分。
- (4) 上述建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石堆積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估、規劃治理。
- (5) 一味仰賴與信任硬體建設為防災之唯一手段，是相當危險的，權責單位以及住民均應先體認災害發生之必然性，思索一旦災害發生時，應如何應對。

5.5.3 南豐村野溪整治

野溪整治計畫常耗費大量政府資源，因此，野溪整治應與保全對象之處理方案綜合性考量，若評估後整治經費過高或整治之達成不確定較高者，應朝遷離保全對象之處理方向努力，而非無止境地野溪上加人工結構物。野溪整治前應考慮以下事項：

- (1) 先解決各野溪上游土地超限利用之問題，尤其是應停止隨土地利用而增加之農路開闢。雖然土地利用及農路開闢並非造成崩塌之唯一因素，且因土地利用造成之崩塌佔自然崩塌相當小的比例，故停止土地開發或農路開闢並不能讓自然崩塌停止，然而卻是以“人力”減少蝕溝或邊坡崩塌最簡單的方法。
- (2) 野溪崩塌地、溪溝中之土石堆積量以及土砂粒徑應進行詳細調查，沖積扇之發育應加以探討，野溪邊坡之崩塌潛勢亦應加以評估。整治前應事前規劃合理之土砂整治率，並檢討規劃之整治率達成後，對下游保全對象之影響。整治標準亦應與下游橋樑之設計相結合。

- (3) 受限於腹地，快速、順利地讓土砂進入眉溪為此一區域野溪整治之目標，因此，所有可能造成溢流以及局部堆積之因素，應盡全力加以排除，如下游之橋樑。
- (4) 硬體設施(如攔砂壩)應注意工址之適當性，基礎應儘量位於新鮮岩盤。
- (5) 南山溪之整治應以清淤列為第一目標。

5.5.4 眉溪河川治理

眉溪為烏溪流域重要支流，因此，眉溪之整治不僅與南豐村或埔霧公路相關，亦將影響整個烏溪流域，河川治理必須根據整體流域進行思考，然而，此處僅針對與南豐村以及埔霧公路有關之部分，提出下列建議：

- (1) 經整體政策考量，可考慮檢討土地利用政策，讓出部分河階地，不需刻意以人工保護河岸，讓出之河階地淹水或淤積將成為常態。
- (2) 對於影響河道排洪能力之土砂堆積問題，應以清淤方式改善。首先河道之測量應儘速進行，其次，劃設清淤之河段位置以及清淤深度，以避免清淤過深影響河岸穩定性，最後，清淤計畫應為一長期計畫，並隨河道變遷逐步修正並隨時檢討。
- (3) 河岸保護應加強基礎之強度，特別是河道轉彎處。
- (4) 跨越眉溪之橋樑必須避免影響眉溪之通洪斷面，另外，眉溪河道突然束縮之處，應視其對附近保全對象可能造成之影響，考慮因應對策。

六、參考文獻

- 1、中國土木水利工程學會，「七二水災災區調查與復建策略研擬」專案研究計畫書（2004）。
- 2、水土保持局，天然災害勘查通報清單 20040707。
- 3、公路局，交通部公路總局全部災情快報 880921-930707。
- 4、經濟部水利署第三河川局，敏督利颱風災情統計資料（2004）。
- 5、南投縣政府流域管理局，敏督利颱風暨七二水災災情統計暨空照影像（2004）。
- 6、經建會，敏督利颱風災情統計報告（2004）。
- 7、經濟部水利署水利規劃試驗所，大安溪流域聯合整體治理規劃（2003）。
- 8、林務局農林航測所，七二水災災區航空影像（2004）。
- 9、經濟部水利署水利規劃試驗所，烏溪流域聯合整體治理規劃（2003）。
- 10、國家地震工程研究中心，921 集集大地震大地工程震災調查報告（2000）。

附錄 地質災害與永續道路系統

永續道路系統與地質災害有相當之關聯性，其中，道路系統於規劃、分析與設計時，對於地質災害之調查、分析、評估與預測能力之高低，以及面對地質災害對道路系統影響之態度，最終將反應於道路系統符合永續性之程度。

何謂地質災害？

所謂地質災害，其發生與地球動態系統息息相關，永續之道路系統規劃、設計與分析前，應了解地球系統為一動態系統(earth's dynamic systems)，此一動態系統可分為數個小系統，包括：(1)板塊系統；(2)斜坡系統；(3)大氣系統；(4)海洋系統；(5)水文系統等，各個小系統間交互作用明顯。既為動態系統，即表示系統複雜且其變化與時間高度相關，亦即其特性除於空間分布有必要加以妥善分析以外，位於時間軸上之特性亦應評估，所謂「永續」亦即以四度空間檢視此一動態系統之空間特性與隨時間之變遷。

地球動態系統隨時間之變化與發展，其實為自然現象。地球動態系統之變化與發展，常造成許多現象，如：地震、山崩、土壤沖蝕、颱風、豪雨、旱澇、河道變遷等等。其中，地質災害主要與板塊系統以及斜坡系統有較高之關聯性，大氣、海洋與水文系統為誘因。根據地質災害發生型態可概略分為：(1)地殼隆起、變形、地震(含火山活動)與液化；(2)斜坡塊體運動(山崩、地滑、土石流、地表侵蝕、堰塞湖)；(3)地層下陷、海水入侵、河道變遷與海岸侵蝕；(4)沖積平原與盆地開挖對鄰近區域之影響等等。上述之現象，通常被視為「災害」，上述現象之所以稱為災害，乃是基於生態系統(尤其是人類)觀點出發。因此，談到災害與永續道路系統，即牽涉到兩個應考慮之層次：

- (1) 被動因素：其一為於空間與時間座標系統上，應儘可能降低地球動態系統潛在對「道路系統」之影響；
- (2) 主動因素：為「道路系統」應盡量避免干擾地球動態系統(完全不干擾事實上是不可能辦到的！)

上述兩因素間也是互相影響的，此即地球動態系統與道路系統之互制。然而，從地質災害防治角度思考，雖然稱兩系統間為互制，其實道路系統應儘量遷就地球動態系統，方能稱為永續道路系統。

地質災害對道路系統永續性之影響

以下根據被動因素與主動因素分別列舉地質災害對道路系統永續性之影響：

(1)被動因素

- 因自然或非道路系統所造成之人為因素(如攔河堰之興建、土石流之整治)，可能造成河道變遷。河道沖刷將使橋墩裸露，河道沉積將使橋墩排洪斷面不足，甚至影響正常運輸功能。
- 道路系統直接進入斜坡塊體運動活動區域(包括大規模崩塌地)，原本屬地球動態系統削平作用之山崩、地滑、土石流等塊體運動，造成經常性之高額道路維護費用支出，以及增加工程材料之使用。
- 火山或溫泉地區酸性物質對道路構造物之化學損害。
- 河道與海岸側蝕影響路基穩定。
- 位於活動斷層上之道路系統因活動斷層錯動而中斷。

(2)主動因素

- 橋墩設計直接影響河道排洪功能
- 邊坡開挖與填方降低斜坡系統穩定性
- 道路系統改變水文特性，如改變集水分區，增加逕流負擔，造成沖蝕溝進一步影響路基穩定。
- 土方隨意堆置降低斜坡系統穩定性，增加移動材料。
- 工程施工造成裸露面積增加，增加土壤沖蝕量，降低土地涵養水源之功能。
- 軟弱地盤之開挖或潛盾隧道施工對週邊地盤之影響
- 沖積平原之交通系統營運過程中之震動對週邊地盤之影響
- 為提高道路系統安全性，將增加營建材料，對永續產生負面影響
- 因道路系統引進，造成土地利用型態改變，造成斜坡系統不利之衝擊。

永續道路系統之地質防災觀念

道路系統之可行性評估、規劃、設計、施工與營運各階段，若無地質防災之正確觀念，對道路系統之永續性，將有不同程度之負面影響。以下舉例說明之：

- (1) 道路系統之可行性評估、規劃、設計、施工與營運各階段，地質調查與分析工作有其不同之重要性，此一方面涉及(i)觀念上刻意之忽略；以及

- (ii)調查、分析技術不足，根據過往經驗，道路系統涉及之地質災害，有絕大多數是地質災害發生前根本渾然不知的。當施工中或完工營運階段時才發現地質災害帶來無止盡反永續的相關問題。
- (2) 可行性分析中所謂成本效益分析，若未將地質災害所帶來的長期成本計算入內，將扭曲方案評選結果。目前所謂道路系統替選方案可行性評估，社會需求高於一切，縱使地質調查與分析技術成熟，當服務特定目的或需求成為惟一標準時，可行性分析可能刻意忽略地質災害對道路開闢所造成之負面影響，以減少所謂『既定方案』之推動阻力。
- (3) 縱使道路系統方案合理分析且評選完成，道路規劃階段若未以避災之觀念進行規劃，只是一昧地將解決方法推託至設計階段方加以處理，則必大幅增加施工工程成本，大幅增加工程材料用量，同時亦大幅增加工程維護成本。
- (4) 道路設計階段若不能了解地質災害現象之根本動力或誘因，常因刻意或無知，而選擇了不當之解決方案與設計，另一方面，設計服務費率選擇以工程費用為參考標準，亦常造成永續道路系統之負面影響。
- (5) 施工與地質防災關聯性甚鉅，然而，施工技術良窳之差距遠遠超過規劃與設計之技術差距，也因此，道路施工時所造成之問題層出不窮，而施工造成之地質災害問題亦必然影響到道路系統之永續性。
- (6) 若將道路系統置於時間座標軸上，營運階段佔據絕大部分之時間，因此，合宜之地質災害監測與預警可大幅降低地質災害之衝擊。

綜合言之，道路系統評估、規劃、設計、施工以及營運維護，均應完整了解道路系統之介入對地球動態系統之擾動與其可能反應，同時應完整掌握災害對道路系統之衝擊以及可行之處理對策。

永續道路系統應做到：災害調查技術之持續發展、各階段適度之地質調查，其中地質災害之調查應包括災害現象之調查，影響災害發生因子分析、地質災害潛勢評估與地質敏感區劃設以及災害預測(災害現象與地點與發生時機預測)、地質災害之防治、施工環境中地質災害防治之管理以及工程環境中地質災害防治技術(地質災害監測與預警)

附錄三

七二水災災情調查以及復建策略研擬
南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路
專案報告書

廖志中、董家鈞



南豐村天主堂附近空拍

中華民國九十三年八月

目錄

| | |
|---|------|
| 目錄 | C-1 |
| 表目錄 | C-3 |
| 圖目錄 | C-4 |
| 第一章 前言 | C-5 |
| 第二章 基本資料概述 | C-6 |
| 2.1 區位概述 | C-6 |
| 2.2 水系 | C-7 |
| 2.3 地形與地質 | C-7 |
| 2.4 南豐村人口分佈 | C-8 |
| 2.5 敏督利颱風前南豐村及埔霧公路蜈蚣崙至人止關間土石流潛 勢溪流分布 | C-9 |
| 第三章 七二水災南豐村以及埔霧公路災情概述 | C-13 |
| 災害點 1：埔霧公路天主堂 | C-15 |
| 災害點 2：埔霧公路南山橋 | C-16 |
| 災害點 3：埔霧公路楓子林橋 | C-16 |
| 災害點 4：埔霧公路南豐大橋 | C-17 |
| 災害點 5：埔霧公路本部溪橋 | C-18 |
| 災害點 6：埔霧公路旁某跨越眉溪之橋 | C-18 |
| 災害點 7：埔霧公路獅子頭橋 | C-18 |

| | |
|--|------|
| 災害點 8：埔霧公路箱根溫泉旅館下游處..... | C-19 |
| 災害點 9：埔霧公路觀音埔橋附近..... | C-19 |
| 災害點 10：埔霧公路菓子林..... | C-20 |
| 第四章 災害類型彙整暨原因探討..... | C-21 |
| 4.1 土砂災害..... | C-21 |
| 4.2 河岸側蝕..... | C-22 |
| 4.3 水患..... | C-22 |
| 第五章 復建整體性策略建議..... | C-23 |
| 5.1 埔霧公路之復建..... | C-23 |
| 5.2 南豐村聚落重建或遷移..... | C-24 |
| 5.3 南豐村野溪整治..... | C-25 |
| 5.4 眉溪河川治理..... | C-25 |
| 參考文獻..... | C-27 |
| 附錄 3.1 南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路農林航測所空拍照片 | C-28 |
| 附錄 3.2 南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路土石流危險溪流直升機空拍 照片..... | C-49 |

表目錄

| | |
|--|----|
| 表 1 南豐村人口統計表[4] | 8 |
| 表 2 南豐村土石流潛勢溪流分布、土地權屬、保全對象及桃芝颱風災害歷史[4.5.6] | 11 |

圖目錄

| | |
|---|----|
| 圖 1 仁愛鄉南豐村以及埔霧公路附近之地形圖（修繪自[2]） | 6 |
| 圖 2 台灣中北部地質圖(紅色框線為南豐村暨埔霧公路附近區域，李錫堤)..... | 8 |
| 圖 3 南豐村鄰里分佈圖[4] | 9 |
| 圖 4 南豐村以及台 14 線埔霧公路蜈蚣崙至人止關間農委會公告之土石流潛勢溪流分布圖[5]..... | 10 |
| 圖 5 南豐村土石流潛勢溪流分布、保全對象以及緊急避難路線圖[4] | 12 |
| 圖 6(a) 台 14 線埔霧公路沿線災害點 | 14 |
| 圖 6(b) 台 14 線埔霧公路沿線災害點 | 15 |

第一章 前言

敏督利颱風以及其所引進之西南氣流，帶來近年罕見之豪雨，並衍生台灣中南、部嚴重災情，南投縣仁愛鄉南豐村以及埔霧公路，於七二水災受到重創，後續復建工作亟需積極展開，公共工程委員會為能確保後續復建工作，能兼顧整體性與全面性，故委請負責烏溪流域七二水災勘災團隊國立交通大學以及國立中央大學，針對南豐村及埔霧公路災情以及後續復建策略，提出相關建議以供工程會參考[1]。本工作由國立交通大學防災工程研究中心主任廖志中教授負責統籌，中央大學應用地質研究所董家鈞助理教授負責資料彙整，參考烏溪流域勘災團隊地面與空中勘災成果，配合補充之地面災情以及地質勘查，以進行報告撰寫。

烏溪流域勘災團隊成員列於後：中央大學應地所李錫堤教授、董家鈞助理教授、土木系王仲宇教授、周憲德教授，交通大學防災工程研究中心楊錦釗教授、黃安斌教授、潘以文教授、廖志中教授、林志平副教授、謝德勇助理教授、黃明萬博士研究生，以及大葉大學李俊憲助理教授。

第二章 基本資料概述

2.1 區位概述

南投縣仁愛鄉南豐村位於埔里鎮東側，沿著省道台 14 線，經過埔里鎮蜈蚣里後即可抵達仁愛鄉南豐村(如圖 1)。沿眉溪左岸之台 14 線，聯絡埔里至霧社段俗稱為埔霧公路。

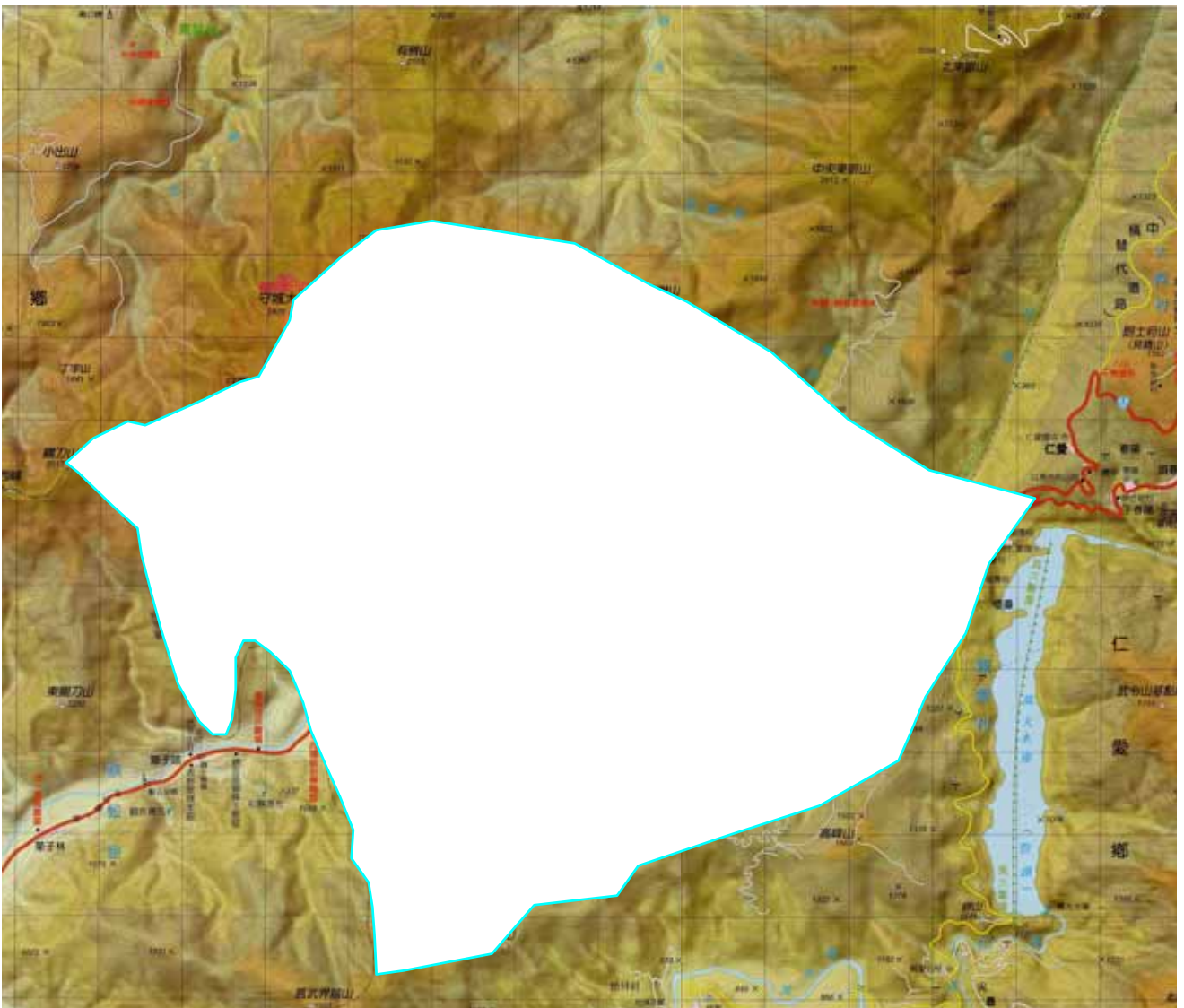


圖 1 仁愛鄉南豐村以及埔霧公路附近之地形圖（修繪自[2]）

2.2 水系

南豐村所在主要溪流為眉溪與南山溪，眉溪長度約 45 公里，全河段皆在南投縣境中，省道台 14 線大約隨眉溪溪流蜿蜒而行，眉溪上游可溯至仁愛、松岡等地，屬於烏溪流域。其它野溪則多為土石流危險溪流，土石流危險溪流分布如後述。

2.3 地形與地質

南豐村之地形受構造作用與地層之岩性控制，形成沿構造線發育之水系，以及因變質石英砂岩出露而形成之陡峭嶺線。其中眉溪主要沿台灣最重要之構造線之一“梨山斷層”發育，人止關至仁愛橋上游之眉溪兩岸出露眉溪砂岩，因此由東北往西南形成一系列山峰，高度約 1500~1700 公尺。梨山斷層以東之萬豐村、親愛村以及春陽村，則屬濁水溪流域。南豐村附近區域另一條重要地質構造為地利斷層，此一逆衝斷層上盤出露地層由西往東依序為十八重溪層、達見砂岩、玉山主山層、佳陽層以及眉溪砂岩。南豐村出露地層除為以石英岩質砂岩為主之眉溪砂岩外，於眉溪左岸則為以板岩為主之佳陽層。至觀音瀑布附近則有達見砂岩出露，並形成峭壁。根據地質調查所埔里圖幅[3]之相關資料研判，南豐村附近之板岩劈理位態為北偏東約 10~30 度，傾斜向南約 50 度，板岩劈理對於此一區域邊坡之穩定性有其重要性。另一方面，板岩相對石英岩質之砂岩而言強度較低，邊坡較易受風化與侵蝕作用影響而發生淺層崩落。至於由石英岩質之砂岩組成之邊坡，則常因坡度陡峭而發生落石，堆積於邊坡坡趾形成崖錐堆積。台灣中北部之地質圖如圖 2 所示。

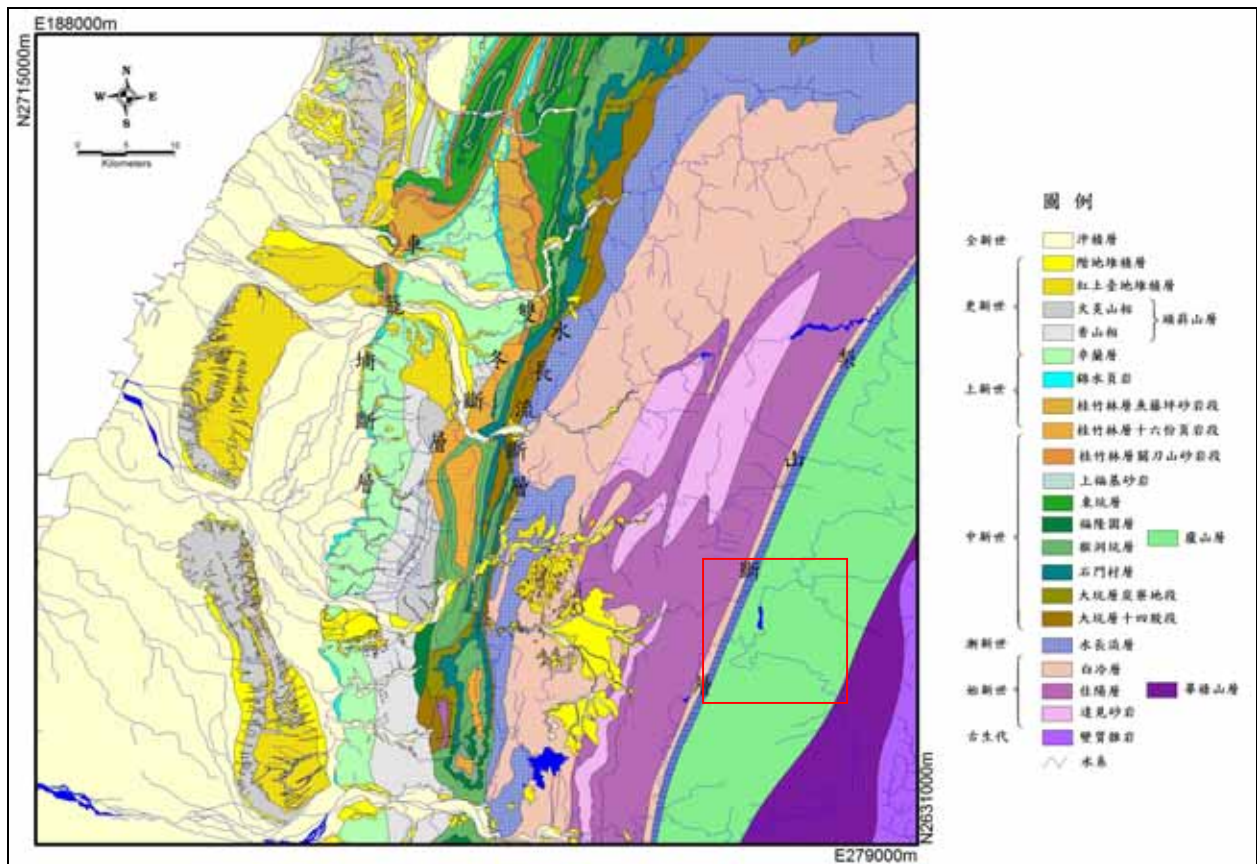


圖 2 台灣中北部地質圖(紅色框線為南豐村暨埔霧公路附近區域，李錫堤)

2.4 南豐村人口分佈

根據國立中興大學南豐村土石流潛勢區疏散路線與避難處所規劃報告[4](統計自戶政機關於民國 91 年 5 月底之資料)，南豐村共有 16 鄰 406 戶，人口共計 1554 人。各鄰分佈情況詳見圖 3。人口統計分布以及其面對潛在之地質災害如下表 1：

表 1 南豐村人口統計表[4]

| 鄰里 | 戶口數 | 人口數 | 潛在地質災害 |
|-------|-----|-----|--------------------------------|
| 001 鄰 | 27 | 93 | |
| 002 鄰 | 34 | 168 | 南投 003 土石流潛勢溪流 |
| 003 鄰 | 28 | 134 | 南投 003 土石流潛勢溪流 |
| 004 鄰 | 46 | 150 | 南投 003 土石流潛勢溪流 |
| 005 鄰 | 43 | 202 | 南投 A002 土石流潛勢溪流、洪患危險區域、7 鄰邊坡崩塌 |
| 006 鄰 | 28 | 88 | |
| 007 鄰 | 25 | 80 | |
| 008 鄰 | 28 | 112 | 南投 A004 土石流潛勢溪流 |

| | | | |
|-------|-----|------|--------------------------------|
| 009 鄰 | 12 | 40 | 南投 005、南投 A004、南投 A005 土石流潛勢溪流 |
| 010 鄰 | 28 | 90 | 南投 A003 土石流潛勢溪流 |
| 011 鄰 | 19 | 72 | |
| 012 鄰 | 29 | 93 | |
| 013 鄰 | 30 | 143 | |
| 014 鄰 | 15 | 44 | 南投 006 土石流潛勢溪流 |
| 015 鄰 | 5 | 14 | 南投 A006 土石流潛勢溪流 |
| 016 鄰 | 9 | 31 | |
| 小計 | 406 | 1554 | |

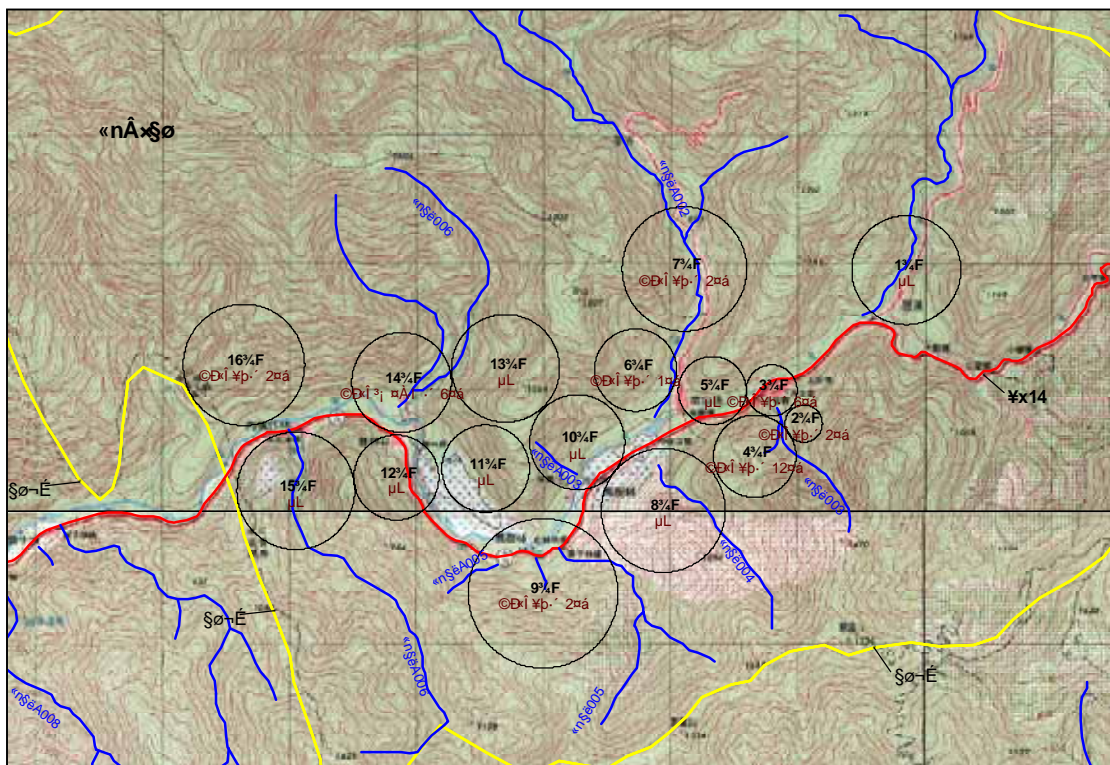


圖 3 南豐村鄰里分佈圖[4]

2.5 敏督利颱風前南豐村及埔霧公路蜈蚣崙至人止關間土石流潛勢溪流分布

敏督利颱風前南豐村以及台 14 線埔霧公路蜈蚣崙至人止關間的土石流潛勢溪流共計有十七條，四條分布於眉溪右岸，十三條分布於眉溪左岸，土石流潛勢溪流之分布則詳圖 4 [5]。



圖 4 南豐村以及台 14 線埔霧公路蜈蚣崙至人止關間農委會公告之土石流潛勢溪流分布圖[5]

南豐村的土石流潛勢溪流共計有十條，土石流潛勢溪流之編號、土地權屬以及保全對象詳統計表 2。南豐村土石流潛勢溪流於 90 年 7 月 30 日桃芝颱風所形成之災害歷史[6]說明如後：

- 眉溪左岸南投 A006(本部溪)橋樑下方斷面不足，造成溢流，台 14 線中斷，流出土砂估計約 40000 立方公尺。
- 眉溪左岸南投 004 新內山加油站遭掩埋，台 14 線道路中斷。
- 眉溪左岸南投 003 在造成大量土石沖刷至下眉橋處，橋下涵洞通水斷面不足，使得土石阻塞溢流而出，出口右岸的民宅嚴重受損，一戶民宅遭沖毀(中正路 60 號)，道路中斷。
- 其他分布於眉溪左岸之南投 005、南投 A004 以及南投 A005 均造成台 14 線道路中斷。
- 眉溪右岸南投 006 僅土石流出，然並無災情，南投 006 左側支流源頭則發生過許多崩塌，所幸坡面與河床有上許多樹木植物作為緩衝，吸收土

石強大衝擊力，減少大量土砂輸出，左側支流中另有一小溪溝，寬約 1 公尺，河幅雖然狹小，卻已崩塌多次阻塞河道，楓林路 70 號房舍恰位於下方。

- 眉溪右岸南投 A002 民房三戶遭土砂沖入，7 鄰左岸邊壁曾有部分崩塌發生，相關單位已進行坡腳保護，河道在 6 鄰處縮減，已進行護岸工程保護，且已施工完畢。

表 2 南豐村土石流潛勢溪流分布、土地權屬、保全對象及桃芝颱風災害歷史[4.5.6]

| | 潛勢溪流編號 | 土地權屬 | 地標 | 保全對象 | 桃芝颱風災害歷史 |
|-----------------------------------|--------------|---------|-------------|--|--|
| 眉溪 左岸 下游往 上游順 序排列 | 南投 A006(本部溪) | 林班地 | 本部溪橋 | 台 14 號道路、本部溪橋 | 橋樑下方斷面不足，造成溢流，台 14 線中斷，流出土砂估計約 40000 立方公尺。 |
| | 南投 A005 | 林班地 | 楓子林橋與本部溪橋之間 | 台 14 號道路 | 道路中斷 |
| | 南投 A004 | 林班地 | 楓子林橋與本部溪橋之間 | 台 14 號道路 | 道路中斷 |
| | 南投 005 | 林班地 | 楓子林橋 | 台 14 號道路、楓子林橋 | 道路中斷 |
| | 南投 004 | 山坡地及林班地 | 南山橋 | 南山加油站、台 14 號道路、南山橋 | 新內山加油站遭掩埋，台 14 線道路中斷。 |
| | 南投 003 | 山坡地 | 下眉橋 | 南豐村 4 鄰、台 14 號道路、下眉橋 | 道路中斷，一戶民宅遭沖毀(中正路 60 號)。 |
| 眉溪 右岸 下游往 上游順 序排列 | 南投 006 | 林班地 | 豐林橋 | 南豐村 14 鄰 | 無受損，僅有土砂流出。 |
| | 南投 A003 | 林班地 | 同德橋(同心橋) | | |
| | 南投 A002(南山溪) | 林班地 | 南山橋(南豐橋) | 南豐村 5~7 鄰 | 河床堆積大量土砂。 |
| | 南投 A001(東眼溪) | 林班地 | 人止關與上眉橋之間 | | 民房三戶遭土砂沖入。 |
| | | | | 合計保全戶數共 180 戶，約 350 人，台 14 號道約 5 公里，橋樑四座 | |

農委會委託中興大學規劃之南豐村緊急避難路線詳如圖 5，南豐村土石流潛勢溪流保全對象位置亦標示於圖 5 中。

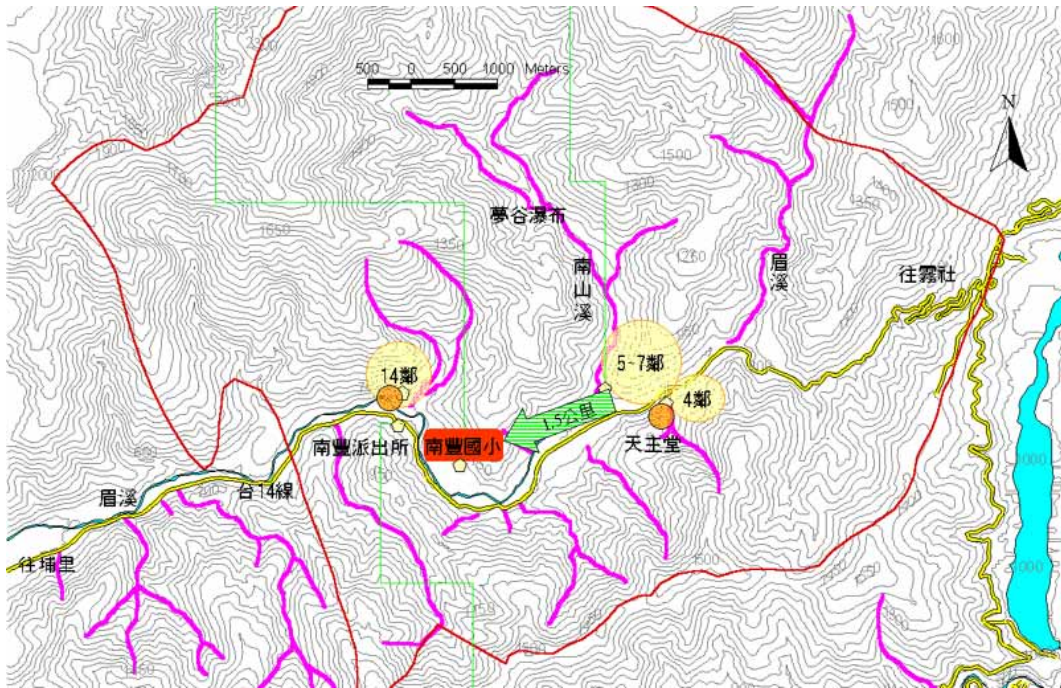


圖 5 南豐村土石流潛勢溪流分布、保全對象以及緊急避難路線圖[4]

影響台 14 線埔霧公路蜈蚣崙至人止關間之土石流潛勢溪流，為眉溪左岸之十三條，屬南豐村之部分已於前述，至於非屬於南豐村之埔霧公路本部溪橋至九芎林間沿線桃芝災情敘述於後[6]：

- 南投 009 無受損，河床有大量土砂流出。
- 南投 A008 無受損，然谷口有土砂流出。
- 南投 A009 坡面型土石流造成一戶損毀（中山路 83 號），並造成台 14 線道路中斷。
- 南投 A010 坡面型土石流造成一戶民宅屋頂受損。
- 南投 A011 坡面型土石流造成台 14 線道路中斷，四戶遭土砂流入，流出土砂估計約 8250 立方公尺。

七二水災後幾乎每一條此路段之溪溝或凹坡均有土石崩落或土砂隨逕流而下掩埋路基與橋樑，關於埔霧公路以及南豐村七二水災之相關災情詳後述。

第三章 七二水災南豐村以及埔霧公路災情概述

敏督利颱風於南豐村多處土石流危險溪流沖出大量土砂，包括南投 A006、南投 005、南投 004、南投 003，造成台 14 線道路中斷，下眉橋、南山橋、楓子林橋、本部溪橋遭掩埋，南豐村多處民宅遭土石掩沒。南投 A002(南山溪、夢谷野溪)因河道淤滿土砂河水改道，造成多處民宅淹水。根據水土保持局搶災紀錄顯示[7]，總計南豐村房屋全毀 26 戶、半毀 6 戶、安置 105 人。水保局完成南山溪紅綠燈旁崩塌緊急搶通修工程、內山加油站旁野溪清淤緊急搶通修工程以及四鄰天主堂旁部落野溪清淤緊急搶通修工程。水利署第三河川局則已載送消波塊至南投 A002 災害河段吊放，吊放長度約 2 公里。至於埔霧公路雖未達柔腸寸斷之地步，然而亦是多處坍方、路基掩埋、路基流失以及橋樑受損，公路總局則於 7 月 6 日搶通台 14 線。南豐村暨埔霧公路附近，於 72 水災後農林航測所之空拍照片[8]詳見附錄一。

七二水災沿台 14 號道 10 個災害點詳見圖 6(a)與 6(b)(災害點 1~5 屬仁愛鄉南豐村，災害點 6~10 屬埔里鎮蜈蚣里)。沿線災害情況由東往西(上游往下游)如後述。

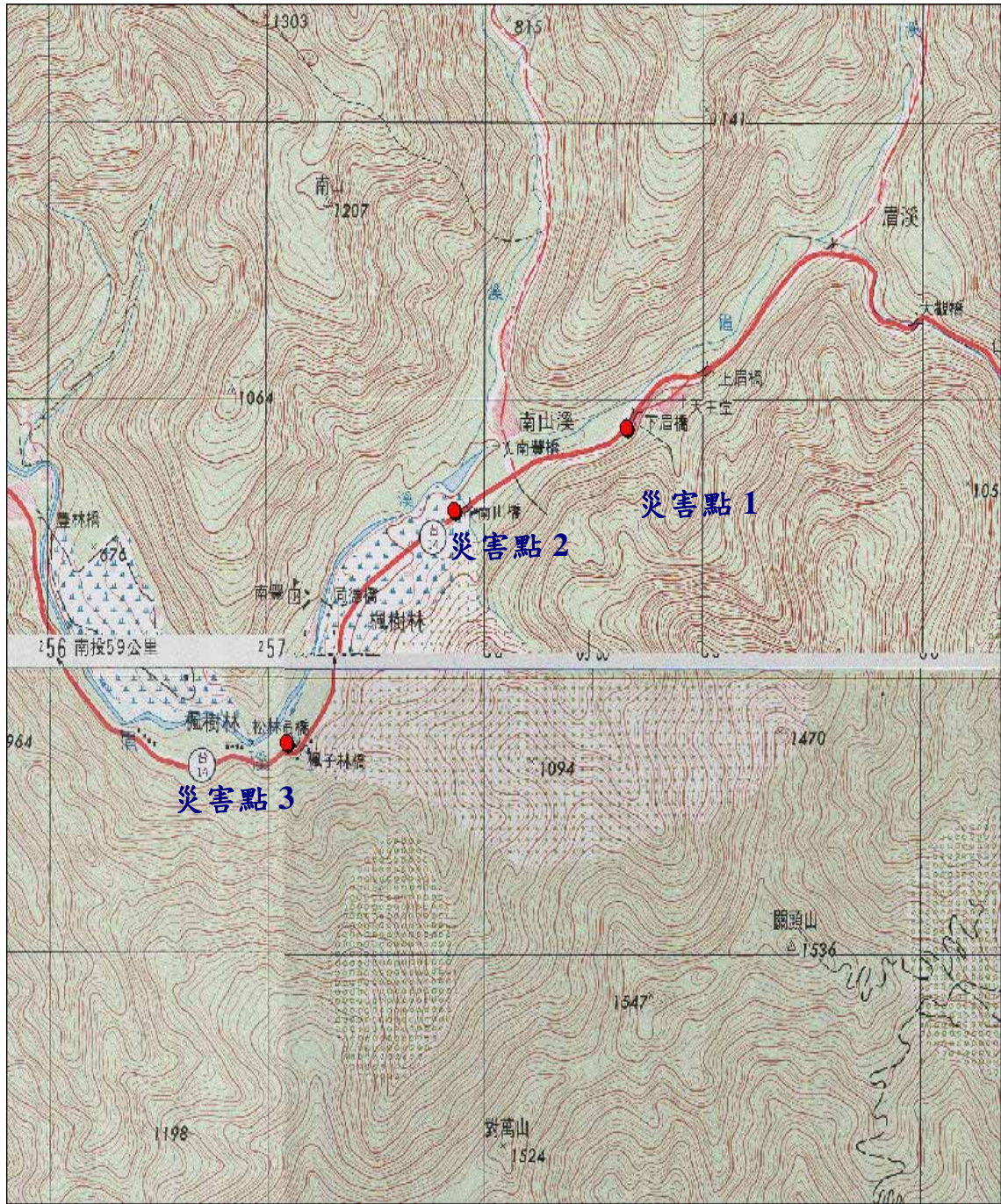


圖 6(a) 台 14 線埔霧公路沿線災害點

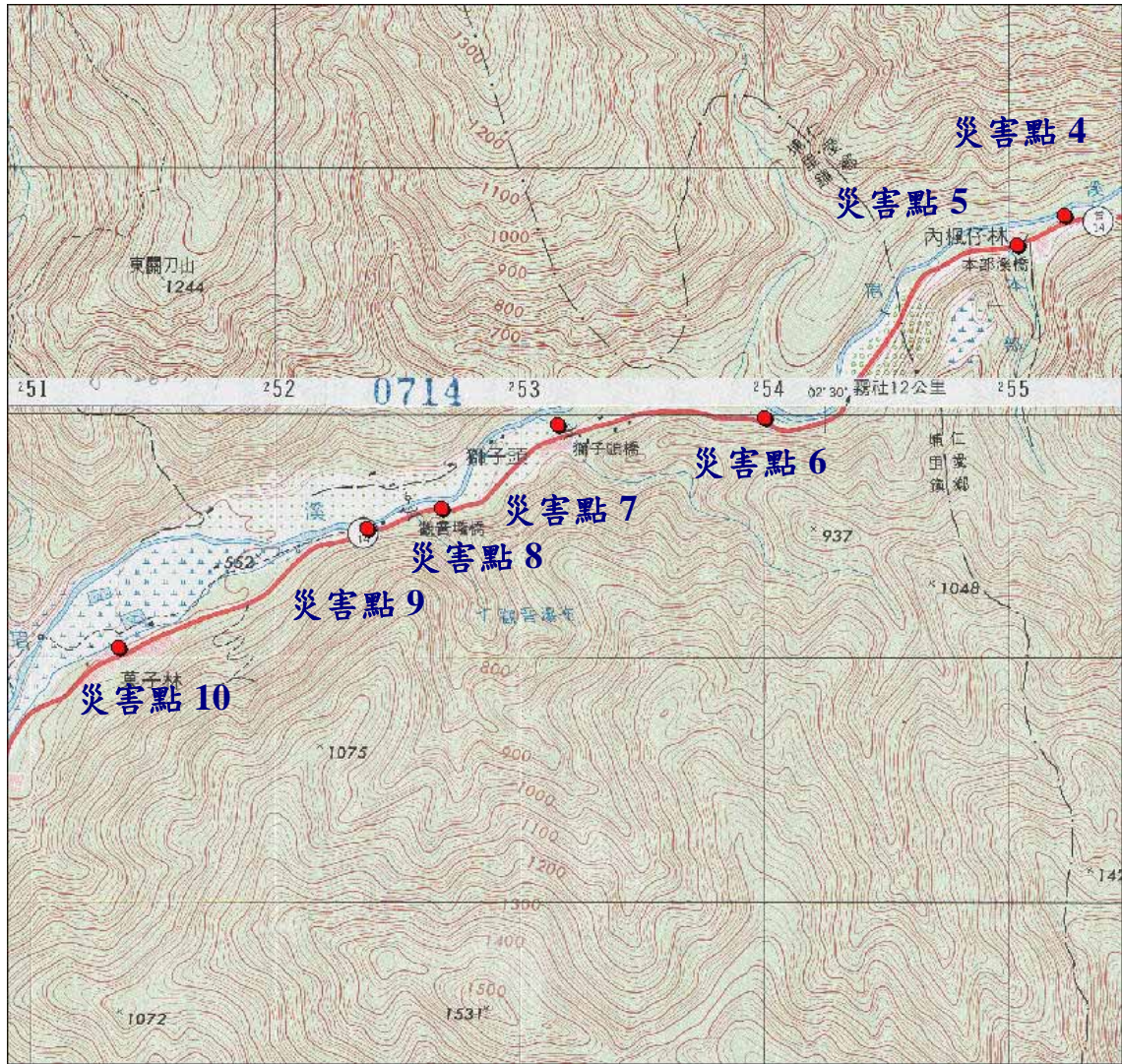


圖 6(b) 台 14 線埔霧公路沿線災害點

災害點 1：埔霧公路天主堂

南投 003 野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，沖毀部分南豐村 4 鄰聚落建物及掩埋道路與下眉橋。此類通過野溪之橋樑均應檢討通洪斷面，並疏浚河道，保持流路暢通，避免應橋樑受土石堵塞而造成溢流。



災害點2：埔霧公路南山橋

南投 004 野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，沖毀部分 3 鄰聚落建物、加油站及掩埋道路與南山橋。此類通過野溪之橋樑均應檢討通洪斷面，並疏浚河道，保持流路暢通，避免應橋樑受土石堵塞而造成溢流。



災害點3：埔霧公路楓子林橋

南投 005 野溪上游大量堆積土石伴隨洪水而下，淤塞河谷通路及掩埋道路與楓仔林橋。此類通過野溪之橋樑均應檢討通洪斷面，並疏浚河道，保持流路暢通，避免應橋樑受土石堵塞而造成溢流。



災害點4：埔霧公路南豐大橋

豐沛雨水造成眉溪溪水挾帶大量土砂，並於河道彎道處沖毀橋樑引道橋台路基，緊急搶修時將橋樑基礎以貨櫃排列灌漿補強。此類受河岸沖刷影響之路基保護未來均應加強基礎處理。



災害點5：埔霧公路本部溪橋

南投 A006 野溪大量土砂伴隨逕流而下移，造成河道堵塞，淹沒道路以及本部溪橋，並因土石淤積而損及部分民宅。此類通過野溪之橋樑均應檢討通洪斷面，並疏浚河道，保持流路暢通，避免應橋樑受土石堵塞而造成溢流。



災害點6：埔霧公路旁某跨越眉溪之橋

洪水於河道轉彎處之沖刷以及橋孔通洪能力不足，造成橋台及橋台周圍道路完全被洪水沖毀。此處未來不宜原設計重建，應延伸橋樑及重新構築橋台，避免橋台佔據河道，並設置保護工以降低對彎道之沖刷。此類受河岸沖刷影響之路基保護未來均應加強基礎處理。



災害點7：埔霧公路獅子頭橋

野溪大量土砂伴隨逕流而下移，造成河道堵塞，淹沒道路以及獅子頭橋，並因土石淤積而損及部分民宅。緊急搶修時進行土石疏通，橋面架設涵管以作為臨時道路。此類通過野溪之橋樑均應檢討通洪斷面，並疏浚河道，保持流路暢通，

避免應橋樑受土石堵塞而造成溢流。



災害點8：埔霧公路箱根溫泉旅館下游處

道路路基於河道彎曲處基礎受到洪水沖刷而掏空下陷。緊急處理實施路面回填，並限制行駛車道。此類於河道轉彎處之道路路基必須加強道路路基保護措施，並適當疏浚河道，減低河岸侵蝕之影響，搶救後應進一並檢討其長期穩定性並結合水理分析加以補強。



災害點9：埔霧公路觀音埔橋附近

觀音埔橋上游野溪土砂下移進入眉溪主河道，造成河道淤積，並使得河道旁之民宅受影響。



災害點 10：埔霧公路葉子林

因邊坡崩塌土石下移而淤埋道路及部分民宅。



關於土石流潛勢溪流於 72 水災後之景況，茲利用直升機上空拍之照片，整理並說明於附錄二。

第四章 災害類型彙整暨原因探討

綜合七二水災廣域勘災結果加以檢討，以下歸納兩個最重要之致災原因[1]：

- (1) 敏督利颱風引進之西南氣流，帶來強度高、時間長之豪雨，豪雨造成之高流量地表逕流，為七二水災之重要外在因素。
- (2) 另一方面，九二一地震所造成中部地區之邊坡崩塌，溪床夾砂石量遽增，為土砂災害甚至亦為洪水災害之潛在因素。

茲將南豐村附近區域之災害，分土砂災害、河岸側蝕以及水患三大類加以說明。

4.1 土砂災害

由附錄一檢附之農林航測所拍攝之航空照片，可清楚發現本區眉溪兩岸之野溪(眉溪左岸之南投 003、南投 004、南投 005、南投 A006、南投 009、南投 A008 以及眉溪右岸之南投 A002、南投 006)，上游邊坡崩塌情況嚴重，且由航空照片可發現，各野溪因崩塌之土砂下移造成河幅變寬，谷口多處形成新的沖積扇，也因此，位於谷口沖積扇影響範圍內之民宅、道路、橋樑、加油站、教堂、農作等等，幾無一倖免的受到土砂災害波及。所幸，本區域邊坡出露地層多屬佳陽層之板岩，故此一區域土石流危險溪流隨 72 水災逕流沖出之土砂，粒徑相對較小，因此危害程度亦較低，以台 14 線之橋梁為例，幾乎均因堵塞、淤滿並溢流至道路，而無遭挾砂水流沖斷者(如下眉橋、南山橋、楓子林橋、本部溪橋、獅子頭橋等等)。

另外，沿眉溪左岸非屬於野溪之坡面，多於凹坡處形成崩塌，並直接堆積於台 14 線路面，甚至對坡腳民宅造成極大之威脅。眉溪右岸部分凹坡處亦然。此類於凹坡崩塌之發生，因與地質條件以及逕流彙集情況有關，固有時具復發性，因而農委會常將此類崩塌歸入所謂之坡面型土石流(如本區眉溪左岸之南投 A004、南投 A005、南投 A007、南投 A009、南投 A010、南投 A011 以及眉溪右岸之南投 A003)。此類災害未來是否於同地點產生，全視凹面上是否尚有土石堆積或其兩側邊坡邊坡是否不穩。

4.2 河岸側蝕

關於路基掏空部份則多與位於河道轉彎段之河岸侵蝕有關，因台 14 號道以及南豐村大部分民宅，均位處於受眉溪沖積而形成之河階地上，因此，於豪雨所造成之眉溪逕流持續沖刷下，河岸侵蝕之發生實屬相當自然，路基流失或民宅基礎掏空之災害即隨之而來(如災害點 8 箱根溫泉旅館下游處、災害點 6 之橋台以及本部溪對岸之民宅)。值得注意的是野溪土砂下移進入主河道後，擠壓主河道而形成河道斷面縮減，此一現象造成流速增加常加劇了河岸侵蝕之能力(如本部溪對岸之民宅基礎掏空)。

4.3 水患

南豐村之另一主要災害型態為淹水，然而淹水之主因亦與土砂災害有關，如前所述，因野溪上游崩塌嚴重(如南山溪上游)，崩塌土沙逐漸進入野溪，淤高野溪河床，造成逕流滿出原河道而於聚落中亂竄。此類問題除於南山溪旁之 5,6,7 鄰已發生外，未來隨土砂漸次進入眉溪河道後，問題將延伸至位處地勢較低河階地之道路、民宅、農地等，另外眉溪河道突然變窄處之上游河階地(如楓子林橋下游)或跨越眉溪之橋樑通洪斷面不足處，亦應特別注意淹水問題。反之，眉溪河道突然變寬或坡度開始變緩處(如觀音吊橋下游)，河階地應注意土砂淤埋之問題。

第五章 復建整體性策略建議

綜合而言，南豐村及埔霧公路的長期穩定為一綜合問題，非現行由各主辦單位於災後一個月內依各主辦事項完成復健計畫由公共工程委員會核准的辦法可達成，亦即應綜合考慮以專案辦理，同時考慮河川、道路、邊坡三者一體，方可畢其工。以下分別針對埔霧公路、南豐村、野溪以及眉溪之整治，提出相關復建之建議：

5.1 埔霧公路之復建

國道六號南投段已施工中，未來將直接銜接台 14 號道進入霧社，以提振觀光產業，除此之外，於中橫未搶通前，台 14 接力行產業道路為重要替代路線，因此埔里至霧社之台 14 線(埔霧公路)重要性極高，然而，近年來此一路段經常性地因土砂災害而中斷，對於觀光之發展，甚至對於防災工作亦相當不利，因此，埔霧公路有必要進行整體改善。對此，提出以下之建議：

1. 台 14 號線上之獅子頭橋、本部溪橋、楓子林橋、南山橋、下眉橋之橋孔通洪斷面應全面加大，一方面，橋樑不至於輕易地受土石掩埋或沖斷，另一方面，橋樑也不再成為土石流危險溪流之溢流點。
2. 通過土石流潛勢溪流之橋樑設計，若因經費而無法加大跨距或增加高度，則應考慮讓土砂通過時破壞，避免強度過大，土砂通過時形成溢流點，危及附近之保全對象。
3. 此一路段路基多位於河階地，源於河道較窄且多曲流，因此河岸沖刷嚴重，因此位於河道轉彎段之路基應全面檢討護岸基礎規劃設計之適宜性，護岸基礎應盡量位於岩盤之上，若有必要，應改以棧橋通過，以徹底避免路基一再流失、一再回填之循環。
4. 局部土石流嚴重路段(如本部溪)可考慮以隧道避開。
5. 經常性崩塌區域亦可以棧橋方式稍加外移，以避面上邊坡崩塌及造成路基掩埋之夢魘。

6. 上述建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石推積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估及分析（考慮水理、大地等力學分析），再加以設計施工（包括野溪、邊坡整治，及河川治理）。
7. 搶救工程應視為臨時性工程，事後應納入復建工程加以檢討。

5.2 南豐村聚落重建或遷移

南豐村之聚落主要分布於眉溪沖積而成之河階地以及其支流沖出之沖積扇，因南豐村附近眉溪上游並無太大之集水區，因此過去眉溪相關之災害並不顯著，然而九二一集集大地震造成附近區域之邊坡崩塌，加上桃芝、納莉颱風以及72水災之逕流沖刷，造成眉溪以及其支流河道上堆積相當多之土石，並造成部份位於河階地或位於沖積扇以及之民宅受災風險性大增。然而，河道或野溪旁之邊坡崖錐堆積似多已被逕流沖刷而下，長期而言，若無新增崩塌，土砂將逐漸沿溪谷下移而漸趨穩定，但是此一論述仍有待進一步詳細調查加以確認。

關於聚落之問題，提出以下初步之建議：

1. 於南豐村尋找：(1)不受野溪沖積扇淤埋影響之處；(2)眉溪或野溪淤積以及河岸侵蝕影響較低之處；(3)遠離凹坡坡面崩塌之坡腳。將危險聚落進行危險程度之分級，有計畫、逐步進行分等級之危險聚落遷移。
2. 對於位於危險區域內之聚落，遷村不必然是唯一的解決方案，依據各權責單位劃設災害影響範圍內之聚落，應依各權責單位之相關防災規定進行防、減災之必要之處置，諸如加強聚落住民之危機意識，妥善規劃緊急應變對策、經常性演練以及落實防減災各項措施。
3. 凡是對於聚落造成威脅之河道中土石堆積應儘速清除，然而，土石清淤應為有計畫地進行，此一部分將詳述於河川治理部分。
4. 上述建議應先詳加調查，例如野溪及凹坡數量及長度、野溪及凹坡面上的土石推積量、野溪及凹坡集水區的邊坡穩定性，嚴謹的評估、規劃治理。
5. 一味仰賴與信任硬體建設為防災之唯一手段，是相當危險的，權責單位以及住民均應先體認災害發生之必然性，思索一旦災害發生時，應如何應對。

5.3 南豐村野溪整治

野溪整治計畫常耗費大量政府資源，因此，野溪整治應與保全對象之處理方案綜合性考量，若評估後整治經費過高或整治之達成不確定較高者，應朝遷離保全對象之處理方向努力，而非無止境地野溪上加人工結構物。野溪整治前應考慮以下事項：

1. 先解決各野溪上游土地超限利用之問題，尤其是應停止隨土地利用而增加之農路闢建。雖然土地利用及農路開闢並非造成崩塌之唯一因素，且因土地利用造成之崩塌佔自然崩塌相當小的比例，故停止土地開發或農路開闢並不能讓自然崩塌停止，然而卻是以“人力”減少蝕溝或邊坡崩塌最簡單的方法。
2. 野溪崩塌地、溪溝中之土石堆積量以及土砂粒徑應進行詳細調查，沖積扇之發育應加以探討，野溪邊坡之崩塌潛勢亦應加以評估。整治前應事前規劃合理之土砂整治率，並檢討規劃之整治率達成後，對下游保全對象之影響。整治標準亦應與下游橋樑之設計相結合。
3. 受限於腹地，快速、順利地讓土砂進入眉溪為此一區域野溪整治之目標，因此，所有可能造成溢流以及局部堆積之因素，應盡全力加以排除，如下游之橋樑。
4. 硬體設施(如攔砂壩)應注意工址之適當性，基礎應儘量位於新鮮岩盤。
5. 南山溪之整治應以清淤列為第一目標。

5.4 眉溪河川治理

眉溪為烏溪流域重要支流，因此，眉溪之整治不僅與南豐村或埔霧公路相關，亦將影響整個烏溪流域，河川治理必須根據整體流域進行思考，然而，此處僅針對南豐村以及埔霧公路有關之部分，提出下列建議：

1. 經整體政策考量，可考慮檢討土地利用政策，讓出部分河階地，不需刻意以人工保護河岸，讓出之河階地淹水或淤積將成為常態。

2. 對於影響河道排洪能力之土砂堆積問題，應以清淤方式改善。首先河道之測量應儘速進行，其次，劃設清淤之河段位置以及清淤深度，以避免清淤過深影響河岸穩定性，最後，清淤計畫應為一長期計畫，並隨河道變遷逐步修正並隨時檢討。
3. 河岸保護應加強基礎之強度，特別是河道轉彎處。
4. 跨越眉溪之橋樑必須避免影響眉溪之通洪斷面，另外，眉溪河道突然束縮之處，應視其對附近保全對象可能造成之影響，考慮因應對策。

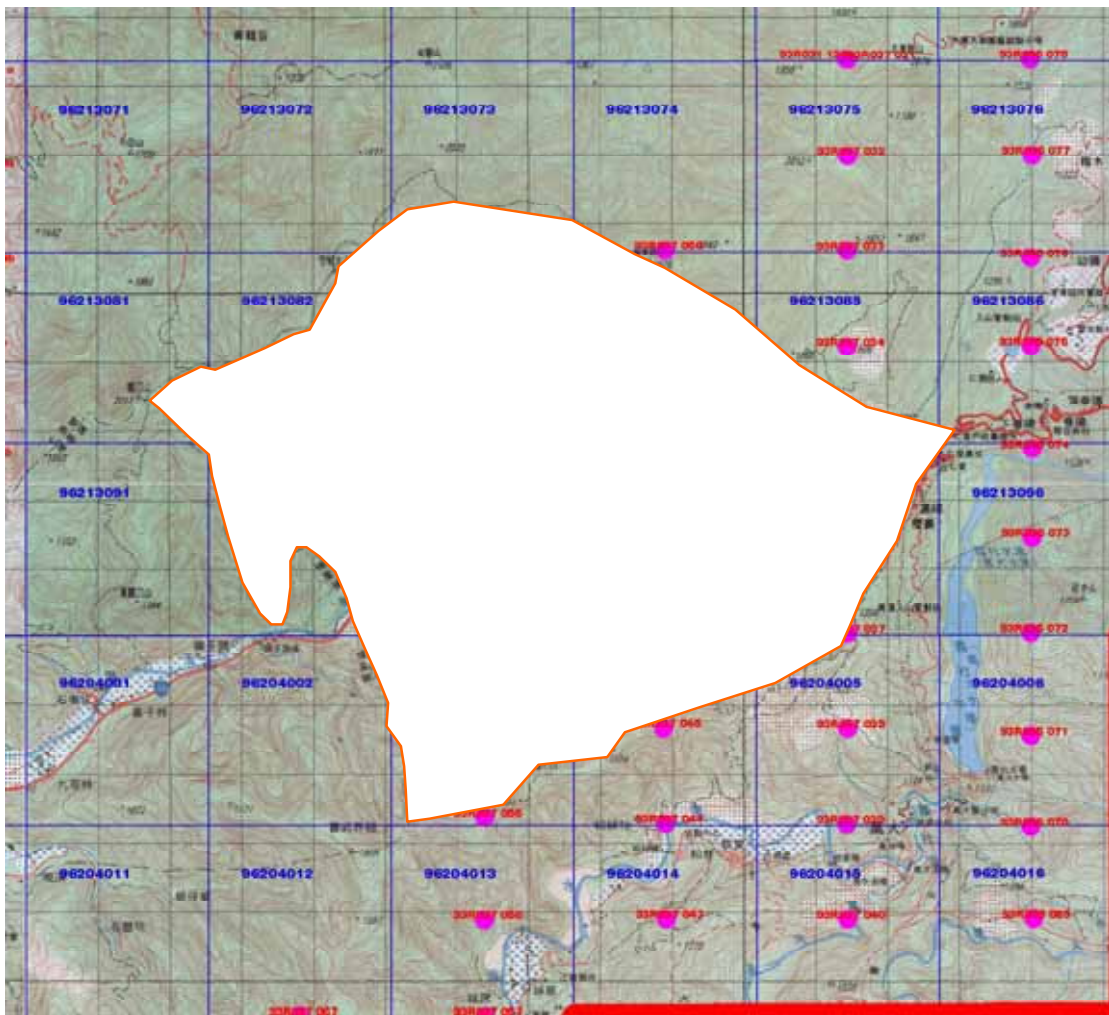
5. 參考文獻

1. 中國土木水利工程學會，「七二水災災區調查與復建策略研擬」專案期末報告初稿（2004）。
2. 上河文化，1/5 萬台灣地理人文全覽圖（2004）。
3. 中央地質調查所，1/5 萬地質圖埔里圖幅（2000）。
4. 行政院農委會水土保持局，南豐村土石流潛勢區疏散路線與避難處所規劃報告，國立中興大學（2002）。
5. 行政院農委會水土保持局，南投縣土石流潛勢溪流統計，
<http://fema.swcb.gov.tw/>。
6. 行政院農委會水土保持局，桃芝颱風災區土石流災害潛勢分析成果報告書，國立成功大學（2001）。
7. 行政院農委會水土保持局，0702 水災有關土石流災害緊急應變措施報告(930719-1400)。
8. 林務局農林航測所，七二水災災區航空影像（2004）。

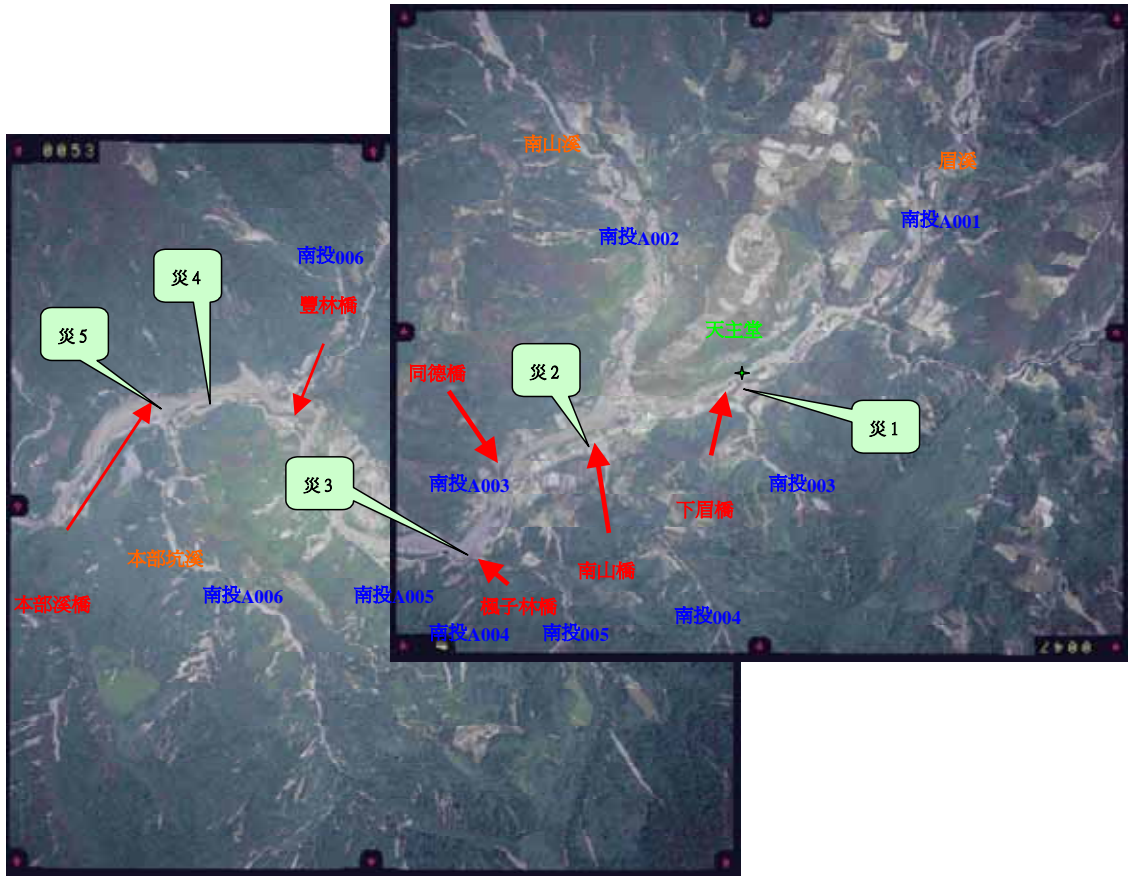
附錄 3-1

南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路

農林航測所空拍照片



南豐村暨埔霧公路航空照片編號





93r037_033DG.jpg



93r037_034DG.jpg



93r037_035DG.jpg



93r037_036DG.jpg



93r037_037DG.jpg



93r037_038DG.jpg



93r037_039DG.jpg



93r037_044DG.jpg



93r037_045DG.jpg



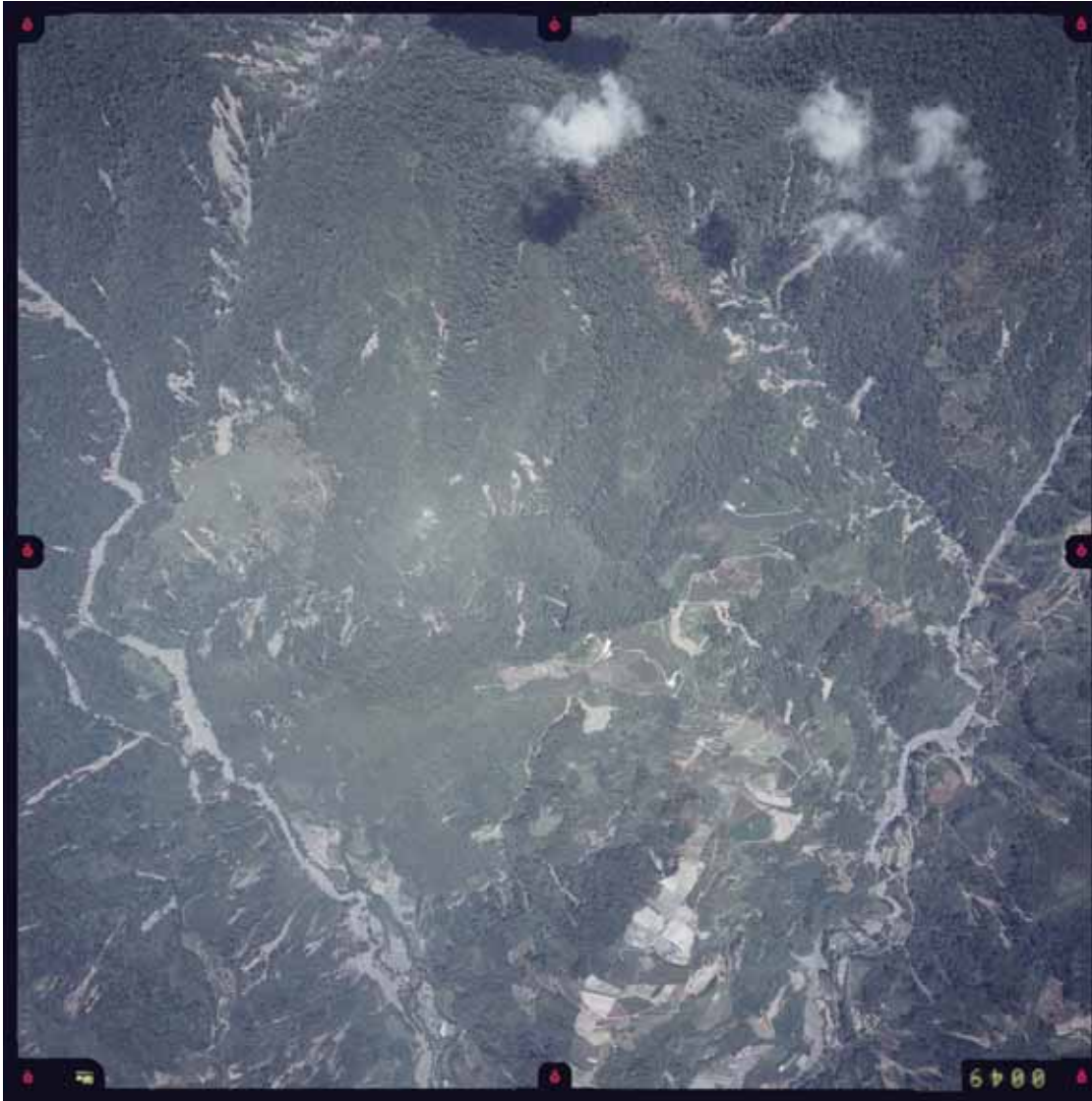
93r037_046DG.jpg



93r037_047DG.jpg



93r037_048DG.jpg



93r037_049DG.jpg



93r037_050DG.jpg



93r037_051DG.jpg



93r037_052DG.jpg



93r037_053DG.jpg



93r037_054DG.jpg



93r037_055DG.jpg

附錄 3.2

南投縣仁愛鄉南豐村暨埔霧公路
土石流危險溪流
直升機空拍照片



投 003 土石流潛勢溪流(下眉橋旁野溪)全貌，下游為南豐村 4 鄰(天主堂所在地)，野溪左岸開墾區清晰可見，照片左側上方為南山溪(南投 A002)。照片下方中央(E 處)源頭之崩塌坡面坡腳岩盤已出露，其上方另有多處崩塌(F 處)。左岸尚有兩處崩塌區(C 與 D 處)，其中左岸靠近源頭之崩塌(D 處)較為嚴重，然而崩塌面岩盤已出露，至於右岸崩塌(G 處)主要為坡頂崩塌下滑形成溝狀裸坡。開墾區邊坡下緣可見有兩處溝狀崩塌地(A 與 B 處)，崩塌型式似乎為沖蝕溝逐漸發展所引起。



源頭之崩塌(E處)坡腳坡面岩盤已出露，且最上游溝谷中土石似乎已被逕流沖刷的相當乾淨。左岸崩塌區(D處)崩塌面岩盤亦已出露，至於右岸崩塌(G處)溝狀裸坡溝中似乎仍有部分土石未完全進入溪谷中。



由上游而中游，堆積土石似乎有漸增情況，特別是開墾區以上似乎有土砂局部堆積情況，開墾區以下接近四鄰處，發展成為沖積扇。沖積扇扇頂上方河道中，亦仍堆積有可觀之土石。



南投 003 之沖積扇威脅四鄰之安全，因河道轉彎造成之超高現象，將更使得四鄰之危險程度升高。然而，因野溪主要位於破碎之板岩區，土砂粒徑似乎較小，因此與大石塊相比破壞力較低。



南投 004 土石流潛勢溪流中、下游，中游有開墾情況，然未見因開墾造成較明顯之崩塌，下游為三鄰，南山橋與加油站即位於沖積扇，照片中央上方為南山溪(南投 A002)與五、六、七鄰。照片右側上方則為四鄰。上游並未有直升機空拍照片可供比對，然而根據農林航測所之航空照片資料顯示，南投 004 上游左岸至少有七處崩塌，並於左岸坡面形成狹長狀之裸坡。至於右岸則未見明顯之崩塌。



南投 004 土石流潛勢溪流中游溪溝中仍堆積有部分土石。



南投 004 土石流潛勢溪流下游沖積扇，沖積扇正中央為加油站。因下移土砂粒徑較小，因此加油站以及南山橋僅被掩埋，並未直接被破壞。



照片左：南投 005 土石流潛勢溪流全貌，下游為楓子林橋。眉溪於此處大轉彎，並於稍下游處眉溪河道突然縮減。照片右上方為同心橋，對岸即為南豐國小所在地，亦為南豐村之緊急避難所。照片右：南投 005 土石流潛勢溪流上游。野溪上游溪溝岩盤出露，崩塌多發生於右岸。



楓子林橋上方開墾區邊緣共有三處溝狀崩塌地，一處直接崩落至台 14 線(H 處)，兩處進入南投 005 野溪(I 與 J 處)，照片左側為同心橋，南豐國小操場清晰可見，其上方則為南投 A003 野溪。



標示 K 處似乎仍為一階地堆積，因此此處土石之穩定性亦將影響楓子林橋附近保全對象之安危。



除了南投 005 土石流危險溪流下游扇狀地影響範圍危及保全對象以外，下游眉溪河道突然縮減亦將造成保全對象之另一危害來源，災害型態可能包括淹水或土石淤積掩埋。



楓子林橋西側之兩處因坡面崩塌而形成之蝕溝，由農林航測所之航空照片可清楚發現此二處崩塌發生於上方之道路通過處，因為此兩處崩塌蝕溝下方有民宅，因此仍存在威脅性。



楓子林橋與本部溪橋間於地形上形成一凹坡，由農林航測所之航空照片可發現多處淺層坡面崩塌，編號為南投 A004 以及 A005 之土石流潛勢溪流均為發育於此一凹坡之坡面型土石流，另由農林航測所之航空照片可發現崩塌似亦與上方道路之位置有關聯性，至於崩塌是否為道路開闢所引起則有待進一步探究。



上圖標示 L,M 處之道路及保全對象受損情況。



上圖標示 N 處之道路及保全對象受損情況。



南投 A006(本部溪橋上游野溪)全貌，右岸之崩塌位置與道路相關性高。



南投 A006(本部溪橋上游野溪)全貌，右岸之崩塌(P,Q,R,S,T)僅見於中、下游，左岸之崩塌數目遠超過右岸，且規模較大(如標示 Y 處之上游)。



標示 X,T,Z 者屬於小型崩塌，其中 Z 似屬坡腳沖刷崩壞，X 則自上方道路路基開始崩塌，X 則為淺層崩塌後下移形成之蝕溝，至於 Y 處則為南投 A006 之一條支流，支流源頭崩塌相當嚴重。



由民房以及植生位置研判，溪溝似乎已明顯變寬，然而溪谷中似乎未見大粒徑之石塊。崩塌地之坡趾似乎已無大量崖錐堆積物，研判已被逕流帶離至溪溝中。



南投 A006(本部溪橋上游野溪)下游沖積扇，照片中隱約可見，眉溪於此稍微成一弧型轉彎，形成本部溪橋對岸之河岸沖刷，加上本部溪沖刷而下之土砂佔據河道，因此造成河岸側蝕問題更形嚴重，對岸民宅已因河岸側蝕造成基礎掏空而傾倒。



投 009 土石流潛勢溪流(獅子頭橋上游野溪全貌)，野溪上游滿佈崩塌地。



投 009 土石流潛勢溪流上游崩塌地之坡腳似無太多崖錐土砂堆積。



南投 A008 土石流潛勢溪流(觀音吊橋旁野溪)中游崩塌情況，觀音瀑布位於此一野溪中，根據地質調查所埔里圖幅說明書，達見砂岩出露於觀音瀑布。



南投 A008 土石流潛勢溪流(觀音吊橋旁野溪)中游河道土砂堆積情況。



南投 A008 土石流潛勢溪流(觀音吊橋旁野溪)下游沖積扇，圖中跨眉溪之橋即為觀音吊橋，觀音吊橋下游因南投 A008 之土砂下移進入主河道，加上河道突然變寬，因此土砂於河道中嚴重淤積，並掩埋部份位於河階地之民宅。



菓孛林至九芎林間之台 14 線埔霧公路，沿線屬埔里鎮蜈蚣里，眉溪右岸多處凹坡崩塌，造成路基掩埋，沿線由上游往下游分別有農委會公告之南投 A009，A010，A011 以及 012 等四條土石流潛勢溪流。



菓孛林附近民宅受崩塌土砂淤埋。



菓子林附近民宅受崩塌土砂淤埋。坡腳仍有不少之崖錐土砂堆積。



投 A001 土石流潛勢溪流(東露溪)，照片右側一系列山嶺主要由眉溪砂岩所構成。



東露溪與眉溪交會口，照片中央約為人止關，人止關附近有眉溪砂岩之出露。



眉溪(縱貫照片中央)與南山溪(照片左側中央)交會處。台 14 線即沿眉溪闢建，南豐村 5,6,7 鄰即位處於南山溪。



眉溪(右側)與南山溪(左側)交會處。七二水災造成南山溪溪床淤積，並導致5,6,7鄰淹水。(齊柏林攝)



南山溪上游滿佈崩塌裸坡。



連接台 14 線以及 5,6,7 鄰之南豐橋。5,6,7 鄰即位於南山溪之沖積扇中央(齊柏林攝)



連接台 14 線以及 5,6,7 鄰之南豐橋。5,6,7 鄰即位於南山溪之沖積扇中央(齊柏林攝)



投 A003 土石流潛勢溪流屬坡面崩塌形成之蝕溝。地形上原即為一凹坡。



投 006 土石流潛勢溪流(眉溪右岸)，兩條支流均滿佈崩塌裸坡，眉溪左岸(照片右下方)則為本部溪。

附錄四

七二水災災區調查與復建策略研擬

濁水溪組附錄

目 錄

| | |
|--|------|
| 附錄 4-1 災害地點照片 | D-2 |
| 附錄 4-2 濁水溪雨量資料分析 | D-18 |
| 附錄 4-3 濁水溪流量資料分析 | D-37 |
| 附錄 4-4 濁水溪流域控制點敏督利颱風事件流量歷線 | D-38 |
| 附錄 4-5 台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表與土石流危險 溪流概況 | D-45 |

附錄 4-1 災害地點照片

災害地點：南投縣鹿谷鄉竹林村

災害概述：邊坡崩塌、路基流失

位置圖：



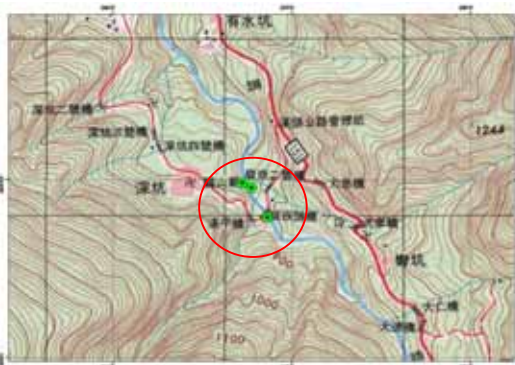
災害照片：



災害地點：南投縣鹿谷鄉和雅村

災害概述：邊坡崩塌、路基流失

位置圖：



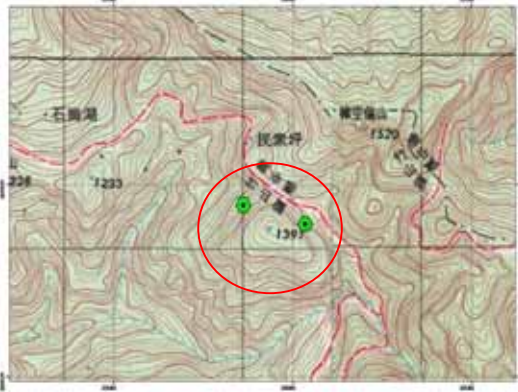
災害照片：



災害地點：南投縣竹山鎮大鞍里

災害概述：邊坡崩塌、路基流失

位置圖：



災害照片：



災害地點：上安堤防

災害概述：洪水沖刷陳有蘭溪左岸山壁，導致崩落土石阻塞原有河道，迫使溪水改道而使堤防遭沖毀。

位置圖：



災害照片：



災害地點：豐丘隧道

災害概述：隧道口外之野溪發生土石流，掩埋隧道口外之沙里仙洞橋，導致交通中斷。

位置圖：



災害照片：



災害地點：風櫃斗

災害概述：該地區局部路段於七二水災期間遭坍塌土石阻斷道路。

位置圖：



災害照片：



災害地點：十八重溪橋

災害概述：雨水夾帶大量土石匯流至河道行成大量洪流淘刷河床使橋墩外露。

位置圖：

災害照片：



災害地點：陳有蘭溪橋

災害概述：滾滾洪流挾帶大量土石，加上便橋本身結構性不佳，以致便橋遭受沖毀。

位置圖：



災害照片：



災害地點：筆石溪便橋

災害概述：滾滾洪流挾帶大量土石，加上便橋本身結構性不佳，以致便橋遭受沖毀。

位置圖：



災害照片：



災害地點：羅娜橋

災害概述：溪水暴漲沖刷河岸，導致路基流失，造成路面龜裂。

位置圖：



災害照片：



災害地點：農富坪橋

災害概述：溪水暴漲，沖斷農富坪橋部分橋面板，造成交通中斷。

位置圖：



災害照片：



災害地點：隆華橋

災害概述：隆華橋左岸橋臺、護岸與路基遭土石流與洪水沖毀。

位置圖：



災害照片：



災害地點：愛玉橋

災害概述：遭土石流淹沒，鄰近之松泉、神和鋼便橋遭沖毀。

位置圖：



災害照片：



災害地點：台 21 線 110K ~111K 明隧道

災害概述：和社溪轉彎的冲刷側，有近 2、3 百公尺的道路下邊坡被沖毀，部份明隧道懸空，造成原路無法通行。

位置圖：



災害照片：



國立中興大學土木系 林昱教授拍攝 (2004.7.6)



災害地點：神和橋

災害概述：暴雨導致大量土石流及洪水沖毀神和便橋及道路旁之混凝土噴漿邊坡。

位置圖：



災害照片：



災害地點：神木大橋

災害概述：河流沖刷河岸右側，造成路面僅剩原路面之一半。

位置圖：



災害照片：



災害地點：孫海橋

災害概述：豪雨導致溪水暴漲，而使孫海橋之橋面板遭沖毀，丹大林道對外交通完全中斷。

位置圖：

災害照片：



災害地點：延平橋

災害概述：洪水將濁水溪流域上游地區之大量土石帶至中游，幾乎快掩沒延平橋之橋面板。

位置圖：

災害照片：



附錄 4-2 濁水溪雨量資料分析

日雨量資料表

(資料來源：經濟部水利署第四河川局)

| 地點 | 日期時間 | 雨量(mm) |
|----|-----------------|--------|
| 彰化 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 彰化 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 彰化 | 2004/7/2 00:00 | 181 |
| 彰化 | 2004/7/3 00:00 | 187.5 |
| 彰化 | 2004/7/4 00:00 | 45.5 |
| 彰化 | 2004/7/5 00:00 | 42 |
| 彰化 | 2004/7/6 00:00 | 5.5 |
| 翠峰 | 2004/6/30 00:00 | 0.5 |
| 翠峰 | 2004/7/1 00:00 | 37.5 |
| 翠峰 | 2004/7/2 00:00 | 185.5 |
| 翠峰 | 2004/7/3 00:00 | 352 |
| 翠峰 | 2004/7/4 00:00 | 144.5 |
| 翠峰 | 2004/7/5 00:00 | 39.5 |
| 翠峰 | 2004/7/6 00:00 | 3.5 |
| 鳳凰 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 鳳凰 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 鳳凰 | 2004/7/2 00:00 | 211.5 |
| 鳳凰 | 2004/7/3 00:00 | 221 |
| 鳳凰 | 2004/7/4 00:00 | 178 |
| 鳳凰 | 2004/7/5 00:00 | 53 |
| 鳳凰 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 褒忠 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 褒忠 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 褒忠 | 2004/7/2 00:00 | 228 |
| 褒忠 | 2004/7/3 00:00 | 106 |
| 褒忠 | 2004/7/4 00:00 | 14 |
| 褒忠 | 2004/7/5 00:00 | 3 |
| 褒忠 | 2004/7/6 00:00 | 7 |
| 誼梧 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 誼梧 | 2004/7/1 00:00 | 0 |

| | | |
|-----|-----------------|-------|
| 誼梧 | 2004/7/2 00:00 | 302 |
| 誼梧 | 2004/7/3 00:00 | 167 |
| 誼梧 | 2004/7/4 00:00 | 3 |
| 誼梧 | 2004/7/5 00:00 | 0 |
| 誼梧 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 |
| 龍神橋 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 龍神橋 | 2004/7/1 00:00 | 2 |
| 龍神橋 | 2004/7/2 00:00 | 178 |
| 龍神橋 | 2004/7/3 00:00 | 147 |
| 龍神橋 | 2004/7/4 00:00 | 298.5 |
| 龍神橋 | 2004/7/5 00:00 | 32.5 |
| 龍神橋 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 廬山 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 廬山 | 2004/7/1 00:00 | 52 |
| 廬山 | 2004/7/2 00:00 | 207 |
| 廬山 | 2004/7/3 00:00 | 292.5 |
| 廬山 | 2004/7/4 00:00 | 172 |
| 廬山 | 2004/7/5 00:00 | 35 |
| 廬山 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 |
| 奧萬大 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 奧萬大 | 2004/7/1 00:00 | 71.5 |
| 奧萬大 | 2004/7/2 00:00 | 173 |
| 奧萬大 | 2004/7/3 00:00 | 182 |
| 奧萬大 | 2004/7/4 00:00 | 330 |
| 奧萬大 | 2004/7/5 00:00 | 35 |
| 奧萬大 | 2004/7/6 00:00 | 2.5 |
| 東埔 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 東埔 | 2004/7/1 00:00 | 24 |
| 東埔 | 2004/7/2 00:00 | 173 |
| 東埔 | 2004/7/3 00:00 | 222 |
| 東埔 | 2004/7/4 00:00 | 361 |
| 東埔 | 2004/7/5 00:00 | 11 |
| 東埔 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 西巒 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 西巒 | 2004/7/1 00:00 | 4 |
| 西巒 | 2004/7/2 00:00 | 155.5 |
| 西巒 | 2004/7/3 00:00 | 155.5 |

| | | | | | |
|-----|-----------------|-------|------|-----------------|-------|
| 西巒 | 2004/7/4 00:00 | 281 | 中坑 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 西巒 | 2004/7/5 00:00 | 28.5 | 丹大 | 2004/6/30 00:00 | 28.5 |
| 西巒 | 2004/7/6 00:00 | 13.5 | 丹大 | 2004/7/1 00:00 | 116 |
| 下水埔 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 丹大 | 2004/7/2 00:00 | 99.5 |
| 下水埔 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 丹大 | 2004/7/3 00:00 | 96 |
| 下水埔 | 2004/7/2 00:00 | 179.5 | 丹大 | 2004/7/4 00:00 | 118 |
| 下水埔 | 2004/7/3 00:00 | 183 | 丹大 | 2004/7/5 00:00 | 3.5 |
| 下水埔 | 2004/7/4 00:00 | 79 | 丹大 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 下水埔 | 2004/7/5 00:00 | 39 | 仁愛 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 下水埔 | 2004/7/6 00:00 | 0 | 仁愛 | 2004/7/1 00:00 | 27.5 |
| 土庫 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 仁愛 | 2004/7/2 00:00 | 207.5 |
| 土庫 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 仁愛 | 2004/7/3 00:00 | 271.5 |
| 土庫 | 2004/7/2 00:00 | 202.5 | 仁愛 | 2004/7/4 00:00 | 250 |
| 土庫 | 2004/7/3 00:00 | 177 | 仁愛 | 2004/7/5 00:00 | 26 |
| 土庫 | 2004/7/4 00:00 | 16 | 仁愛 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 土庫 | 2004/7/5 00:00 | 10 | 文文社 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 土庫 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 | 文文社 | 2004/7/1 00:00 | 26 |
| 大鞍 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 文文社 | 2004/7/2 00:00 | 207.5 |
| 大鞍 | 2004/7/1 00:00 | 0.5 | 文文社 | 2004/7/3 00:00 | 245.5 |
| 大鞍 | 2004/7/2 00:00 | 179 | 文文社 | 2004/7/4 00:00 | 401.5 |
| 大鞍 | 2004/7/3 00:00 | 131 | 文文社 | 2004/7/5 00:00 | 40.5 |
| 大鞍 | 2004/7/4 00:00 | 176 | 文文社 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 大鞍 | 2004/7/5 00:00 | 52.5 | 斗六 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 大鞍 | 2004/7/6 00:00 | 1 | 斗六 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 中西 | 2004/6/30 00:00 | 1 | 斗六 | 2004/7/2 00:00 | 219 |
| 中西 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 斗六 | 2004/7/3 00:00 | 227.5 |
| 中西 | 2004/7/2 00:00 | 168.5 | 斗六 | 2004/7/4 00:00 | 39.5 |
| 中西 | 2004/7/3 00:00 | 144 | 斗六 | 2004/7/5 00:00 | 68 |
| 中西 | 2004/7/4 00:00 | 6.5 | 斗六 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 中西 | 2004/7/5 00:00 | 12 | 北港 | 2004/6/30 00:00 | 1.5 |
| 中西 | 2004/7/6 00:00 | 7 | 北港 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 中坑 | 2004/6/30 00:00 | 0.5 | 北港 | 2004/7/2 00:00 | 270.5 |
| 中坑 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 北港 | 2004/7/3 00:00 | 196.5 |
| 中坑 | 2004/7/2 00:00 | 243 | 北港 | 2004/7/4 00:00 | 5 |
| 中坑 | 2004/7/3 00:00 | 224 | 北港 | 2004/7/5 00:00 | 3.5 |
| 中坑 | 2004/7/4 00:00 | 27 | 北港 | 2004/7/6 00:00 | 1 |
| 中坑 | 2004/7/5 00:00 | 53 | 卡奈托灣 | 2004/6/30 00:00 | 4.5 |

| | | | | | |
|------|-----------------|-------|-----|-----------------|-------|
| 卡奈托灣 | 2004/7/1 00:00 | 83 | 和社 | 2004/7/3 00:00 | 285.5 |
| 卡奈托灣 | 2004/7/2 00:00 | 107.5 | 和社 | 2004/7/4 00:00 | 380 |
| 卡奈托灣 | 2004/7/3 00:00 | 108.5 | 和社 | 2004/7/5 00:00 | 11.5 |
| 卡奈托灣 | 2004/7/4 00:00 | 148 | 和社 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 卡奈托灣 | 2004/7/5 00:00 | 8 | 武界 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 卡奈托灣 | 2004/7/6 00:00 | 0 | 武界 | 2004/7/1 00:00 | 33 |
| 台西 | 2004/6/30 00:00 | 1 | 武界 | 2004/7/2 00:00 | 145 |
| 台西 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 武界 | 2004/7/3 00:00 | 127 |
| 台西 | 2004/7/2 00:00 | 187.5 | 武界 | 2004/7/4 00:00 | 361 |
| 台西 | 2004/7/3 00:00 | 140 | 武界 | 2004/7/5 00:00 | 35.5 |
| 台西 | 2004/7/4 00:00 | 14 | 武界 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 台西 | 2004/7/5 00:00 | 6 | 芬園 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 台西 | 2004/7/6 00:00 | 4.5 | 芬園 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 四湖 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 芬園 | 2004/7/2 00:00 | 266.5 |
| 四湖 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 芬園 | 2004/7/3 00:00 | 231 |
| 四湖 | 2004/7/2 00:00 | 151.5 | 芬園 | 2004/7/4 00:00 | 44.5 |
| 四湖 | 2004/7/3 00:00 | 71.5 | 芬園 | 2004/7/5 00:00 | 51 |
| 四湖 | 2004/7/4 00:00 | 1 | 芬園 | 2004/7/6 00:00 | 7.5 |
| 四湖 | 2004/7/5 00:00 | 4.5 | 虎尾 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 四湖 | 2004/7/6 00:00 | 5.5 | 虎尾 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 竹山 | 2004/6/30 00:00 | 1.5 | 虎尾 | 2004/7/2 00:00 | 225.5 |
| 竹山 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 虎尾 | 2004/7/3 00:00 | 214.5 |
| 竹山 | 2004/7/2 00:00 | 203 | 虎尾 | 2004/7/4 00:00 | 25.5 |
| 竹山 | 2004/7/3 00:00 | 185 | 虎尾 | 2004/7/5 00:00 | 15 |
| 竹山 | 2004/7/4 00:00 | 115.5 | 虎尾 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 |
| 竹山 | 2004/7/5 00:00 | 48 | 阿丹 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 竹山 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 | 阿丹 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 西螺 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 阿丹 | 2004/7/2 00:00 | 223 |
| 西螺 | 2004/7/1 00:00 | 1 | 阿丹 | 2004/7/3 00:00 | 209 |
| 西螺 | 2004/7/2 00:00 | 238.5 | 阿丹 | 2004/7/4 00:00 | 21.5 |
| 西螺 | 2004/7/3 00:00 | 157 | 阿丹 | 2004/7/5 00:00 | 94 |
| 西螺 | 2004/7/4 00:00 | 40 | 阿丹 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 西螺 | 2004/7/5 00:00 | 26.5 | 阿里山 | 2004/6/30 00:00 | 0.5 |
| 西螺 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 | 阿里山 | 2004/7/1 00:00 | 8.5 |
| 和社 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 阿里山 | 2004/7/2 00:00 | 539.5 |
| 和社 | 2004/7/1 00:00 | 13.5 | 阿里山 | 2004/7/3 00:00 | 610.5 |
| 和社 | 2004/7/2 00:00 | 184 | 阿里山 | 2004/7/4 00:00 | 449.5 |

| | | | | | |
|-----|-----------------|-------|----|-----------------|-------|
| 阿里山 | 2004/7/5 00:00 | 28 | 草湖 | 2004/6/30 00:00 | 1 |
| 阿里山 | 2004/7/6 00:00 | 1.5 | 草湖 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 青雲 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 草湖 | 2004/7/2 00:00 | 160 |
| 青雲 | 2004/7/1 00:00 | 10 | 草湖 | 2004/7/3 00:00 | 138 |
| 青雲 | 2004/7/2 00:00 | 163.5 | 草湖 | 2004/7/4 00:00 | 12.5 |
| 青雲 | 2004/7/3 00:00 | 147.5 | 草湖 | 2004/7/5 00:00 | 20.5 |
| 青雲 | 2004/7/4 00:00 | 275 | 草湖 | 2004/7/6 00:00 | 5 |
| 青雲 | 2004/7/5 00:00 | 22 | 草嶺 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 青雲 | 2004/7/6 00:00 | 1 | 草嶺 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 信義 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 草嶺 | 2004/7/2 00:00 | 296.5 |
| 信義 | 2004/7/1 00:00 | 2 | 草嶺 | 2004/7/3 00:00 | 350 |
| 信義 | 2004/7/2 00:00 | 160 | 草嶺 | 2004/7/4 00:00 | 217.5 |
| 信義 | 2004/7/3 00:00 | 201.5 | 草嶺 | 2004/7/5 00:00 | 81.5 |
| 信義 | 2004/7/4 00:00 | 274 | 草嶺 | 2004/7/6 00:00 | 2.5 |
| 信義 | 2004/7/5 00:00 | 26 | 崙背 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 信義 | 2004/7/6 00:00 | 0 | 崙背 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 後安寮 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 崙背 | 2004/7/2 00:00 | 202.5 |
| 後安寮 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 崙背 | 2004/7/3 00:00 | 102 |
| 後安寮 | 2004/7/2 00:00 | 166 | 崙背 | 2004/7/4 00:00 | 19.5 |
| 後安寮 | 2004/7/3 00:00 | 97 | 崙背 | 2004/7/5 00:00 | 5 |
| 後安寮 | 2004/7/4 00:00 | 2.5 | 崙背 | 2004/7/6 00:00 | 9.5 |
| 後安寮 | 2004/7/5 00:00 | 2.5 | 望鄉 | 2004/6/30 00:00 | 0.5 |
| 後安寮 | 2004/7/6 00:00 | 5.5 | 望鄉 | 2004/7/1 00:00 | 36.5 |
| 員林 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 望鄉 | 2004/7/2 00:00 | 166 |
| 員林 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 望鄉 | 2004/7/3 00:00 | 233.5 |
| 員林 | 2004/7/2 00:00 | 228 | 望鄉 | 2004/7/4 00:00 | 381 |
| 員林 | 2004/7/3 00:00 | 129.5 | 望鄉 | 2004/7/5 00:00 | 16 |
| 員林 | 2004/7/4 00:00 | 16 | 望鄉 | 2004/7/6 00:00 | 0 |
| 員林 | 2004/7/5 00:00 | 23 | 桶頭 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 員林 | 2004/7/6 00:00 | 2 | 桶頭 | 2004/7/1 00:00 | 0 |
| 神木村 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 桶頭 | 2004/7/2 00:00 | 261 |
| 神木村 | 2004/7/1 00:00 | 8.5 | 桶頭 | 2004/7/3 00:00 | 278.5 |
| 神木村 | 2004/7/2 00:00 | 365.5 | 桶頭 | 2004/7/4 00:00 | 91.5 |
| 神木村 | 2004/7/3 00:00 | 463.5 | 桶頭 | 2004/7/5 00:00 | 65.5 |
| 神木村 | 2004/7/4 00:00 | 464.5 | 桶頭 | 2004/7/6 00:00 | 2 |
| 神木村 | 2004/7/5 00:00 | 17.5 | 鹿港 | 2004/6/30 00:00 | 1 |
| 神木村 | 2004/7/6 00:00 | 1 | 鹿港 | 2004/7/1 00:00 | 0 |

| | | | | | |
|-----|-----------------|-------|----|-----------------|-------|
| 鹿港 | 2004/7/2 00:00 | 174.5 | 溪湖 | 2004/7/4 00:00 | 29 |
| 鹿港 | 2004/7/3 00:00 | 186 | 溪湖 | 2004/7/5 00:00 | 26.5 |
| 鹿港 | 2004/7/4 00:00 | 3.5 | 溪湖 | 2004/7/6 00:00 | 11.5 |
| 鹿港 | 2004/7/5 00:00 | 27 | 溪頭 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 鹿港 | 2004/7/6 00:00 | 3.5 | 溪頭 | 2004/7/1 00:00 | 1.5 |
| 集集 | 2004/6/30 00:00 | 0 | 溪頭 | 2004/7/2 00:00 | 238 |
| 集集 | 2004/7/1 00:00 | 0 | 溪頭 | 2004/7/3 00:00 | 236.5 |
| 集集 | 2004/7/2 00:00 | 176 | 溪頭 | 2004/7/4 00:00 | 240.5 |
| 集集 | 2004/7/3 00:00 | 140.5 | 溪頭 | 2004/7/5 00:00 | 33 |
| 集集 | 2004/7/4 00:00 | 240.5 | 溪頭 | 2004/7/6 00:00 | 0.5 |
| 集集 | 2004/7/5 00:00 | 55 | 萬大 | 2004/6/30 00:00 | 0 |
| 集集 | 2004/7/6 00:00 | 0 | 萬大 | 2004/7/1 00:00 | 35 |
| 新高口 | 2004/6/30 00:00 | 12.5 | 萬大 | 2004/7/2 00:00 | 175.5 |
| 新高口 | 2004/7/1 00:00 | 35.5 | 萬大 | 2004/7/3 00:00 | 177.5 |
| 新高口 | 2004/7/2 00:00 | 413.5 | 萬大 | 2004/7/4 00:00 | 299 |
| 新高口 | 2004/7/3 00:00 | 321.5 | 萬大 | 2004/7/5 00:00 | 18.5 |
| 新高口 | 2004/7/4 00:00 | 217.5 | 萬大 | 2004/7/6 00:00 | 4 |
| 新高口 | 2004/7/5 00:00 | 48 | | | |
| 新高口 | 2004/7/6 00:00 | 0 | | | |
| 溪口 | 2004/6/30 00:00 | 0 | | | |
| 溪口 | 2004/7/1 00:00 | 0 | | | |
| 溪口 | 2004/7/2 00:00 | 230 | | | |
| 溪口 | 2004/7/3 00:00 | 180 | | | |
| 溪口 | 2004/7/4 00:00 | 10 | | | |
| 溪口 | 2004/7/5 00:00 | 38 | | | |
| 溪口 | 2004/7/6 00:00 | 1.5 | | | |
| 溪州 | 2004/6/30 00:00 | 0 | | | |
| 溪州 | 2004/7/1 00:00 | 1 | | | |
| 溪州 | 2004/7/2 00:00 | 229 | | | |
| 溪州 | 2004/7/3 00:00 | 177 | | | |
| 溪州 | 2004/7/4 00:00 | 29.5 | | | |
| 溪州 | 2004/7/5 00:00 | 28 | | | |
| 溪州 | 2004/7/6 00:00 | 2.5 | | | |
| 溪湖 | 2004/6/30 00:00 | 0 | | | |
| 溪湖 | 2004/7/1 00:00 | 1 | | | |
| 溪湖 | 2004/7/2 00:00 | 198 | | | |
| 溪湖 | 2004/7/3 00:00 | 157 | | | |

濁水溪流域敏督利颱風各控制點二日暴雨量分析成果表

| 濁水溪水系各治理規劃報告分析值 | 控制點 | 濁水溪 河口(2) | 清水溪合流前 (2) | 東埔蚋溪合流前 (2) | 陳有蘭溪合流前 (2) | 清水溪(5) | 東埔蚋溪(1)(4) | 陳有蘭溪(3) |
|-----------------|---------|--------------|---------------|----------------|----------------|--------|------------|---------|
| | 重現期距(年) | | | | | | | |
| | 200 | 685 | 589 | 596 | 533 | 1296 | | 1114 |
| | 100 | 613 | 539 | 545 | 493 | 1137 | 860 | 977 |
| | 50 | 543 | 488 | 493 | 451 | 986 | 726 | 848 |
| | 20 | 453 | 419 | 423 | 392 | 797 | 571 | 688 |
| | 10 | 387 | 364 | 367 | 343 | 660 | 468 | 572 |
| | 5 | 320 | 305 | 307 | 289 | 526 | 373 | 459 |
| | 2 | 224 | 214 | 215 | 202 | 341 | 253 | 305 |
| 1.11 | | | | | 182 | 159 | 176 | |
| 敏督利颱風最大二日暴雨量 | 517 | 511 | 518 | 473 | 736 | 484 | 726 | |
| 相當重現期距 | 41年 | 72年 | 74年 | 76年 | 15年 | 12年 | 27年 | |

註：本次分析參考 (1)南投縣政府民國八十一年三月「南投縣東埔蚋溪治理規劃報告」

(2)台灣省水利局民國八十五年十二月「濁水溪水系治理規劃報告(濁水溪本流及支流東埔蚋溪)」

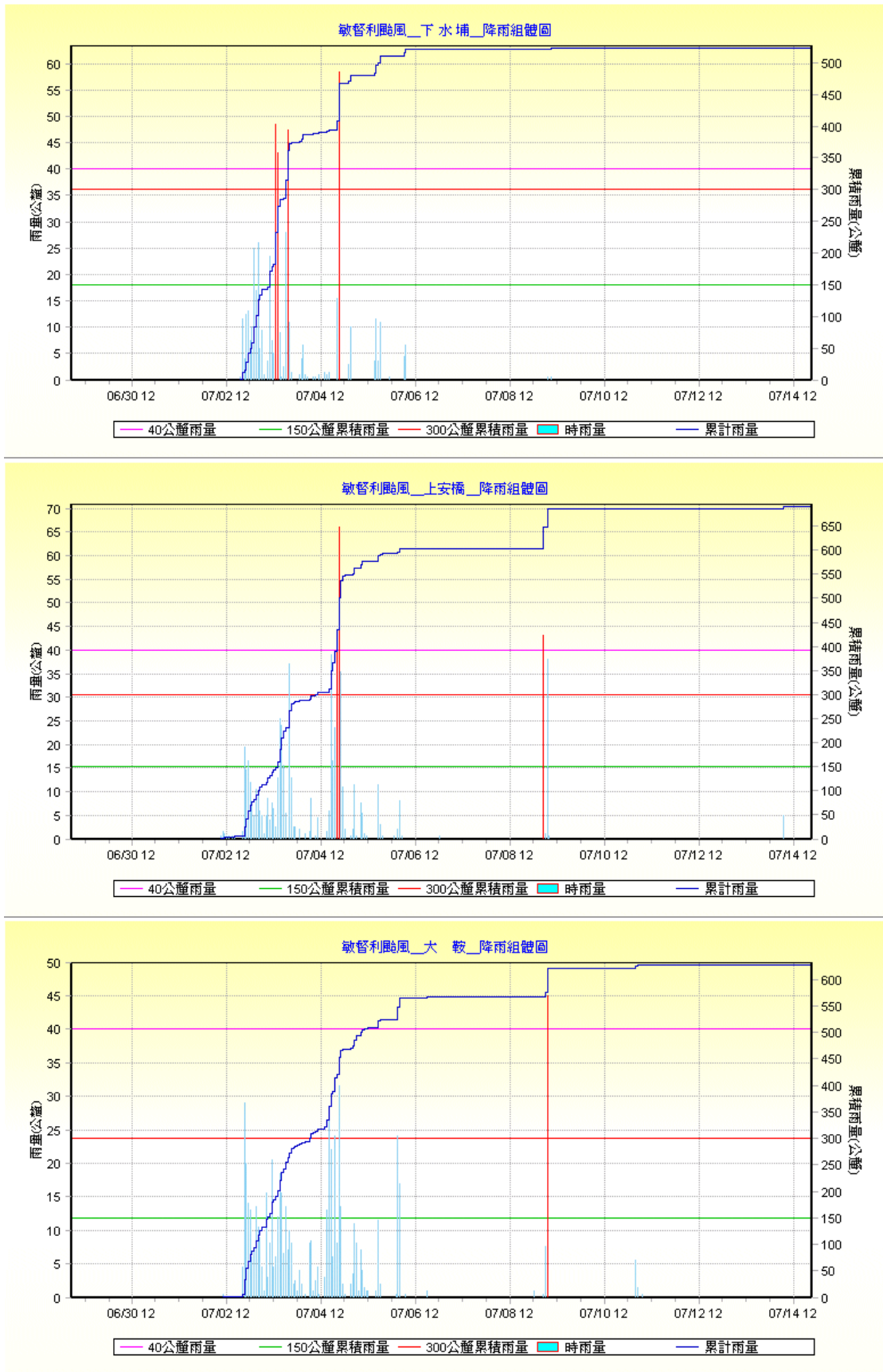
(3)經濟部水利處民國九十年三月「濁水溪支流陳有蘭溪治理規劃報告」

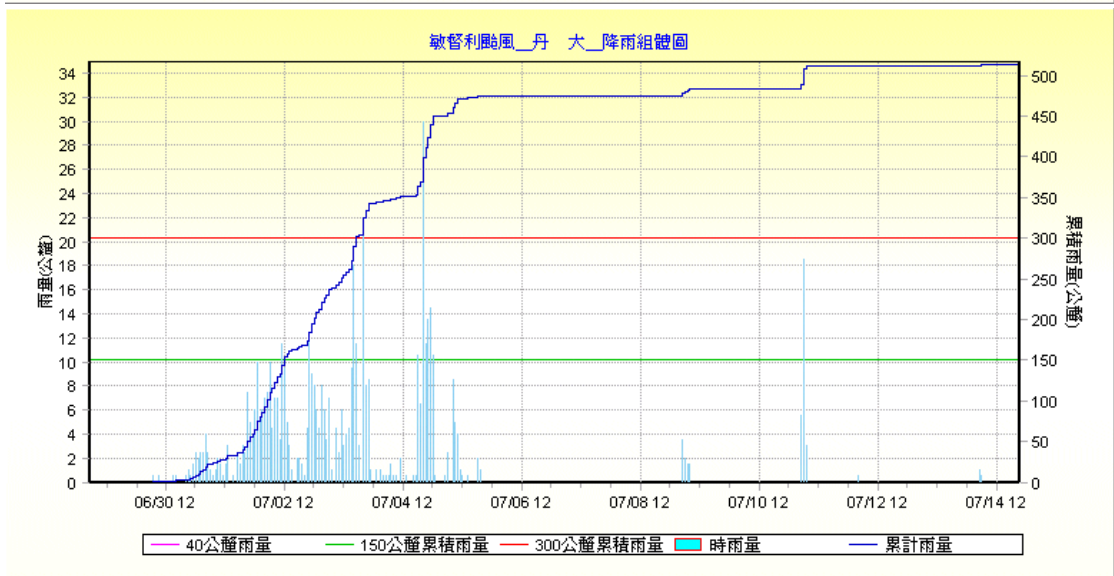
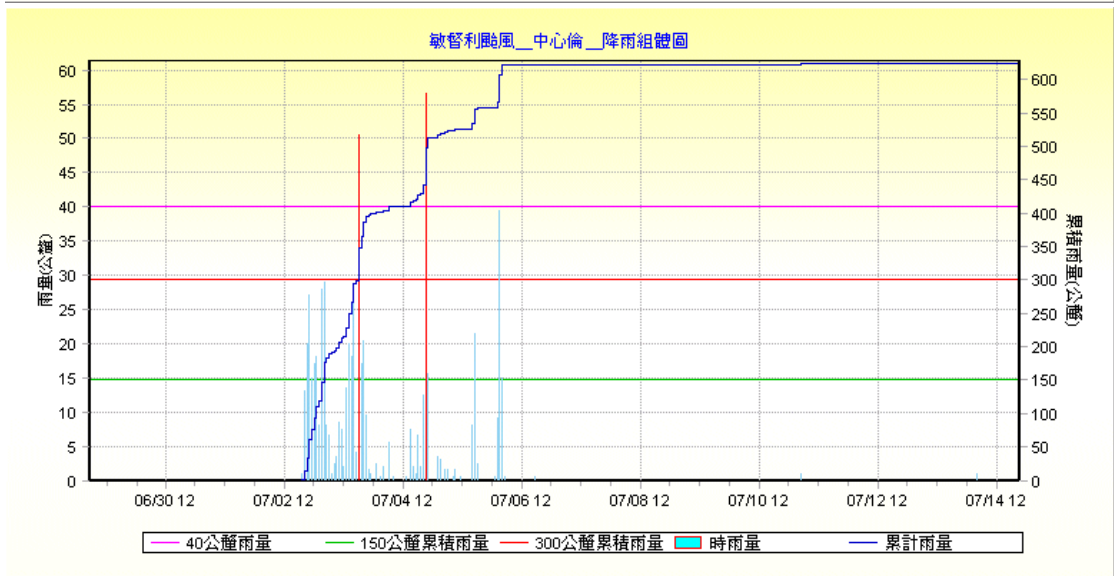
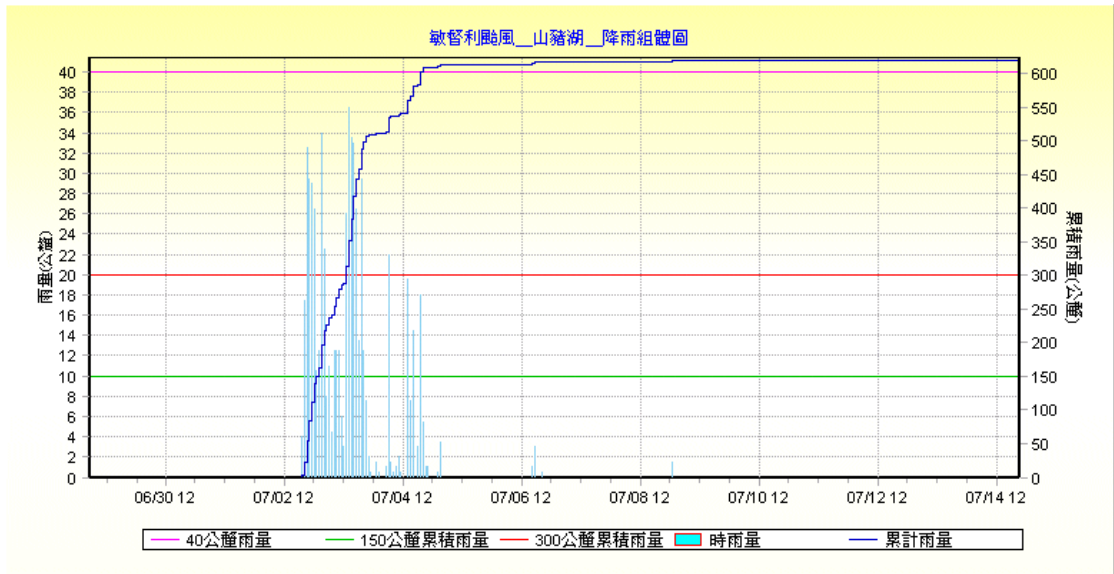
(4)經濟部水利署民國九十二年三月「東埔蚋溪治理規劃檢討報告」

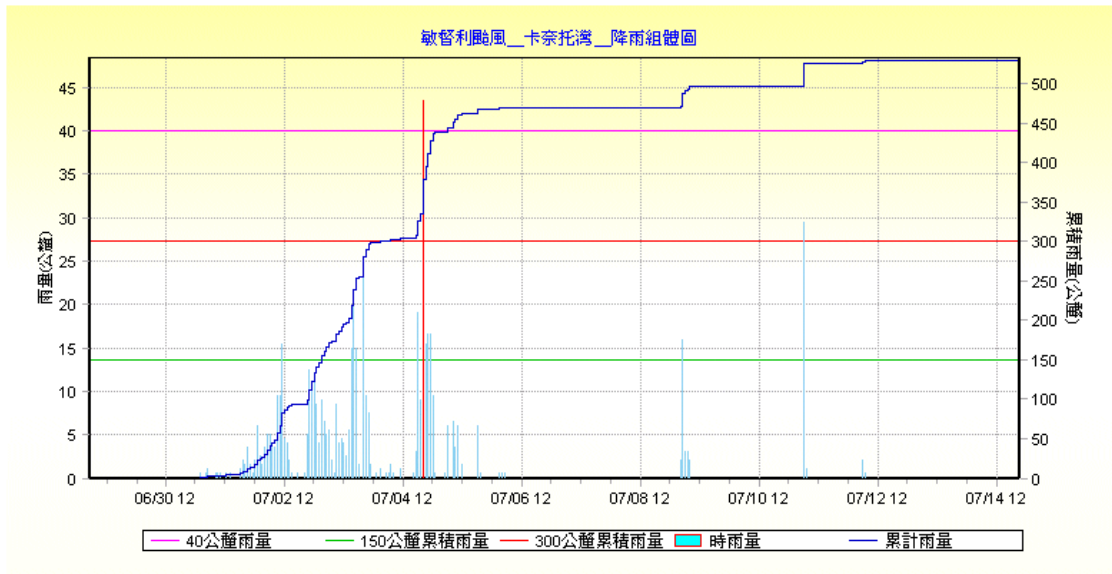
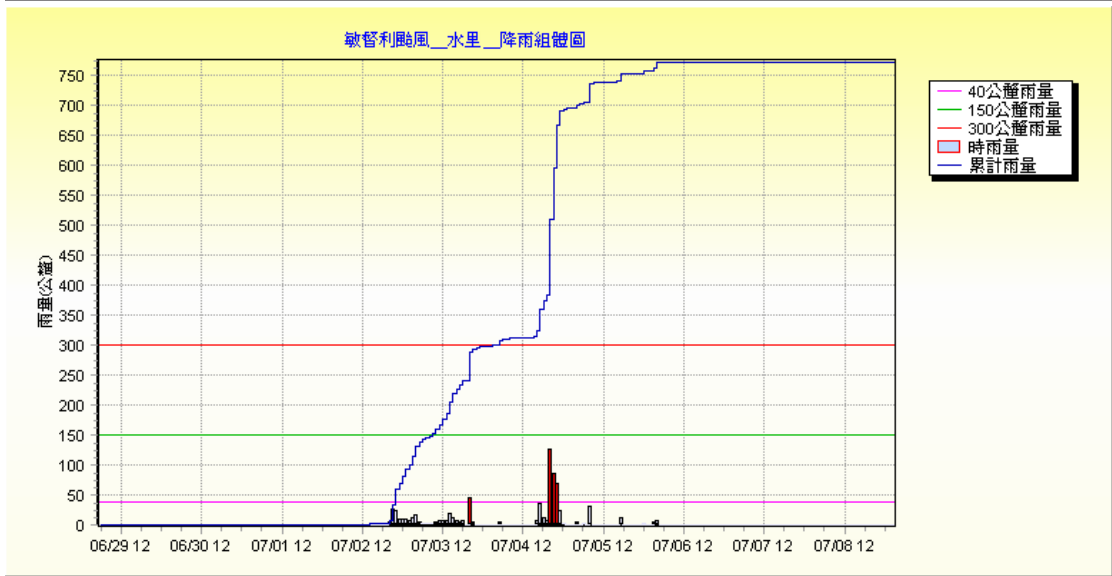
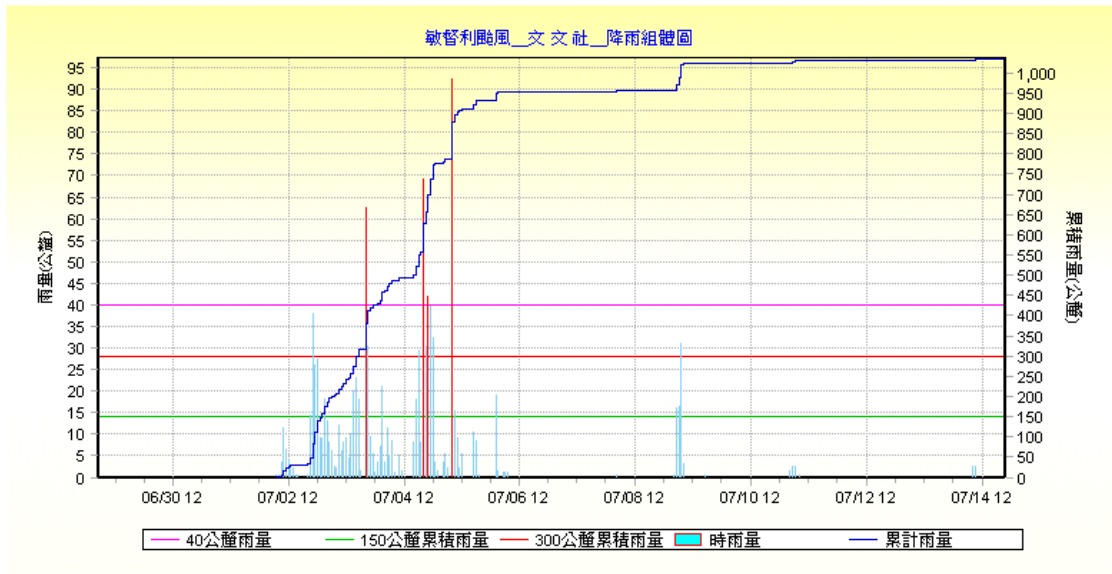
(5)經濟部水利署民國九十二年十二月「濁水溪支流清水溪治理規劃報告」

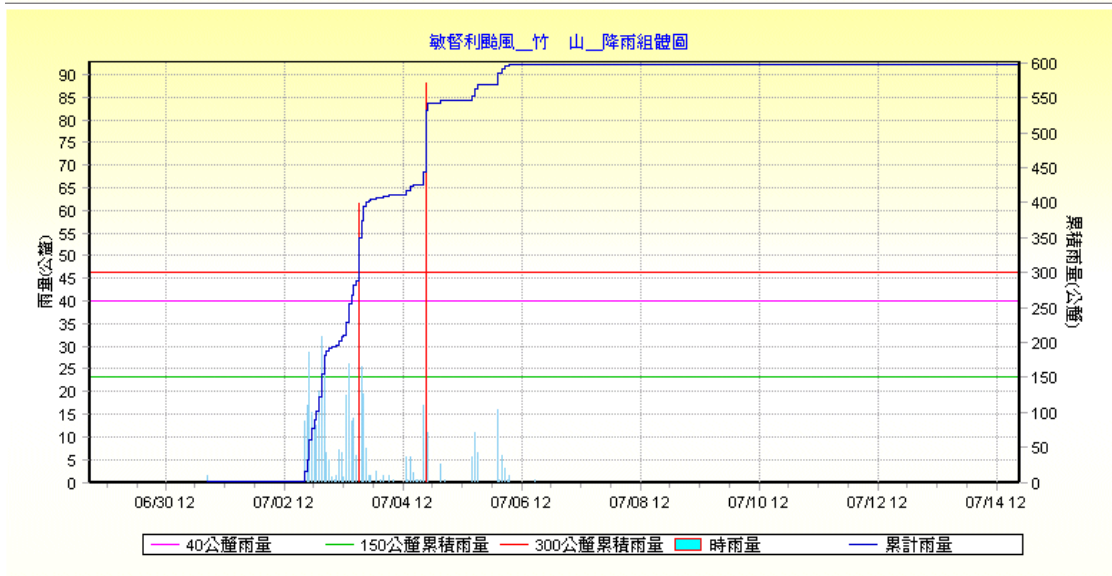
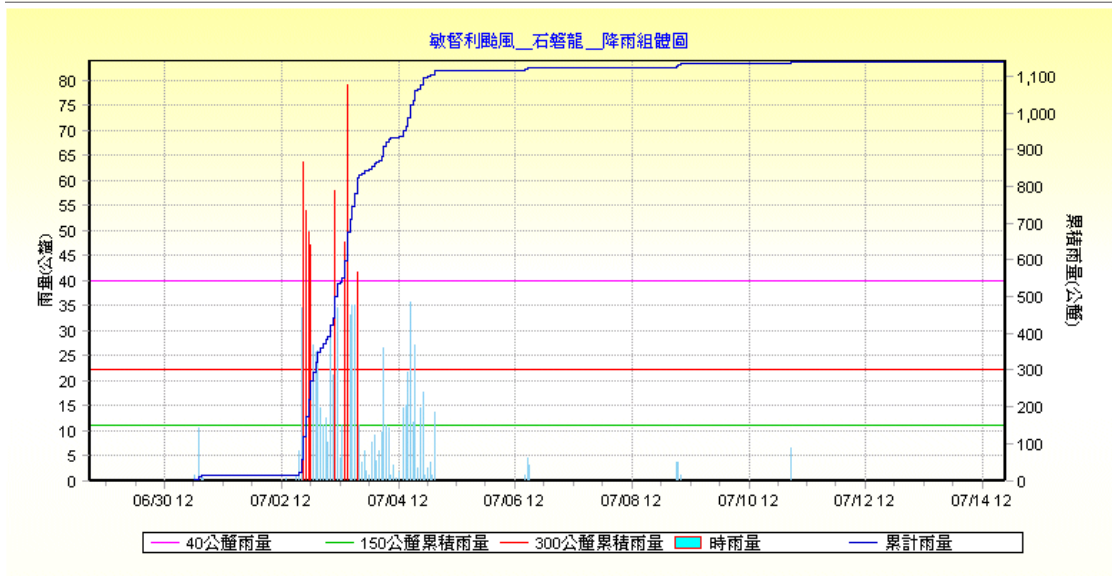
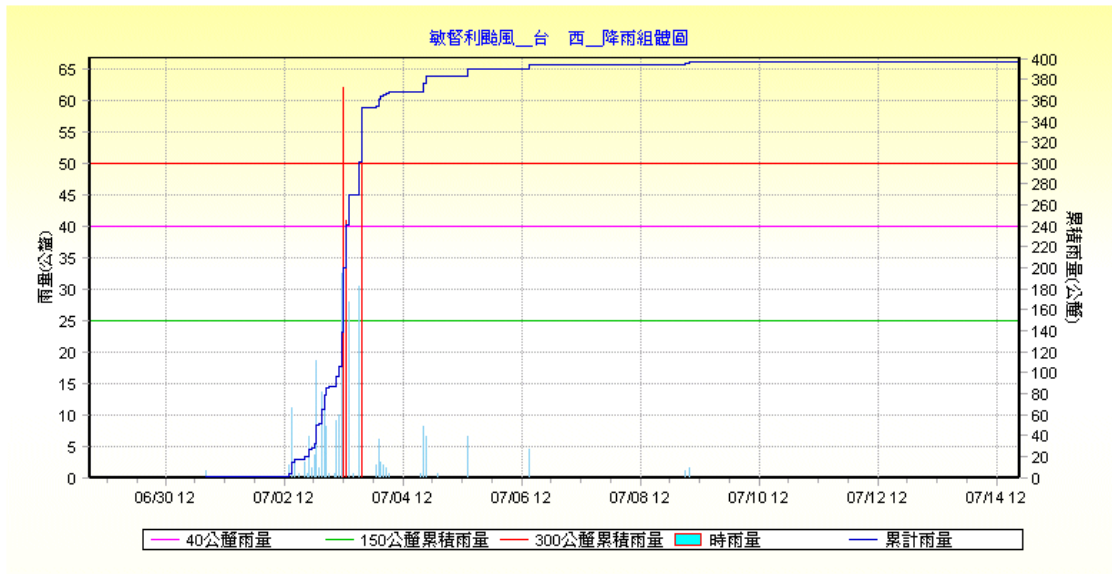
資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所

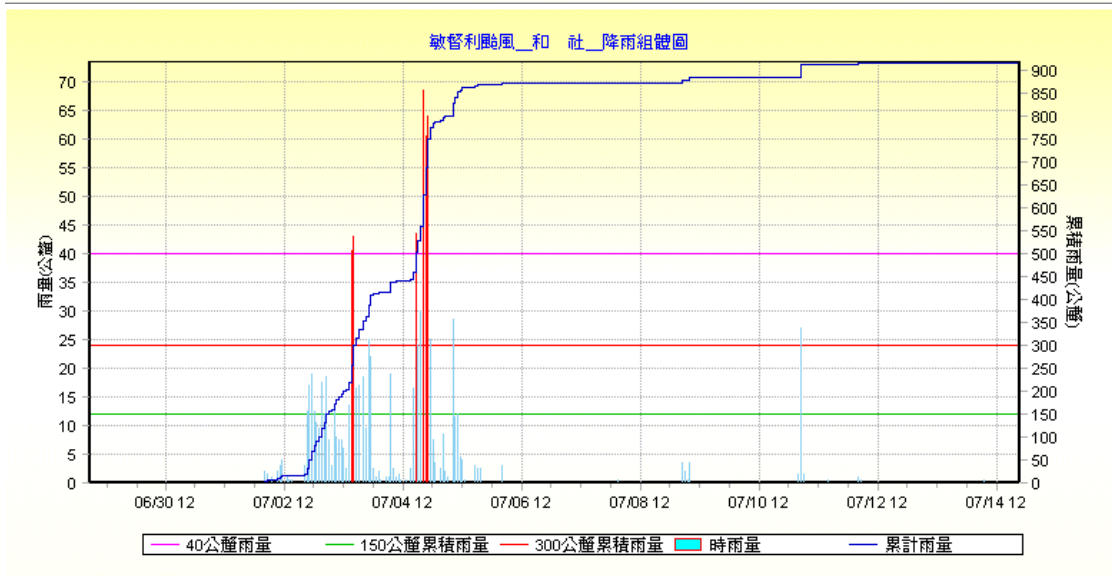
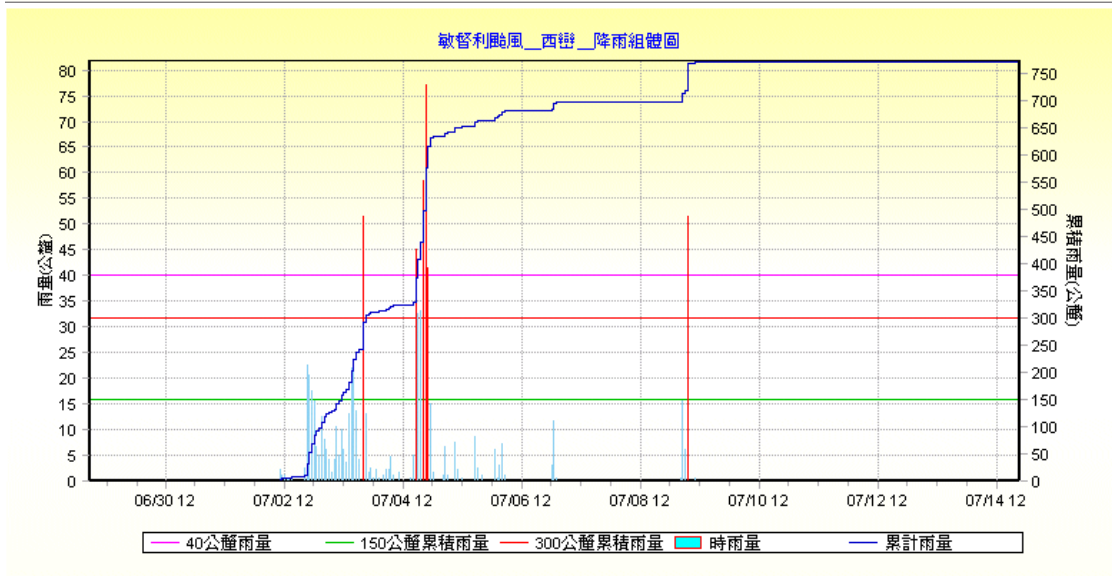
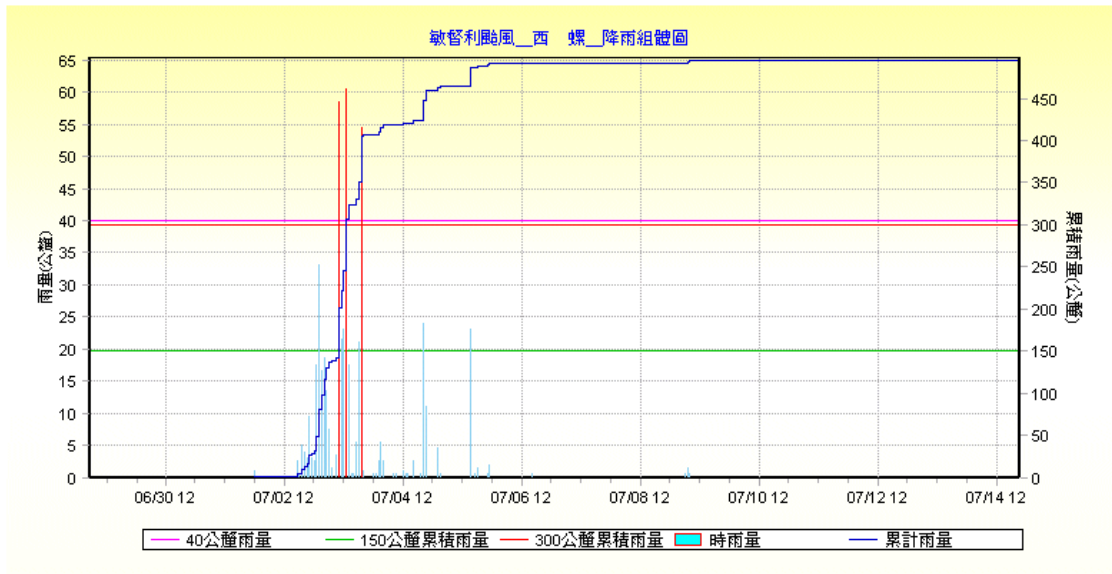
濁水溪流域各雨量站雨量組織圖(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所)

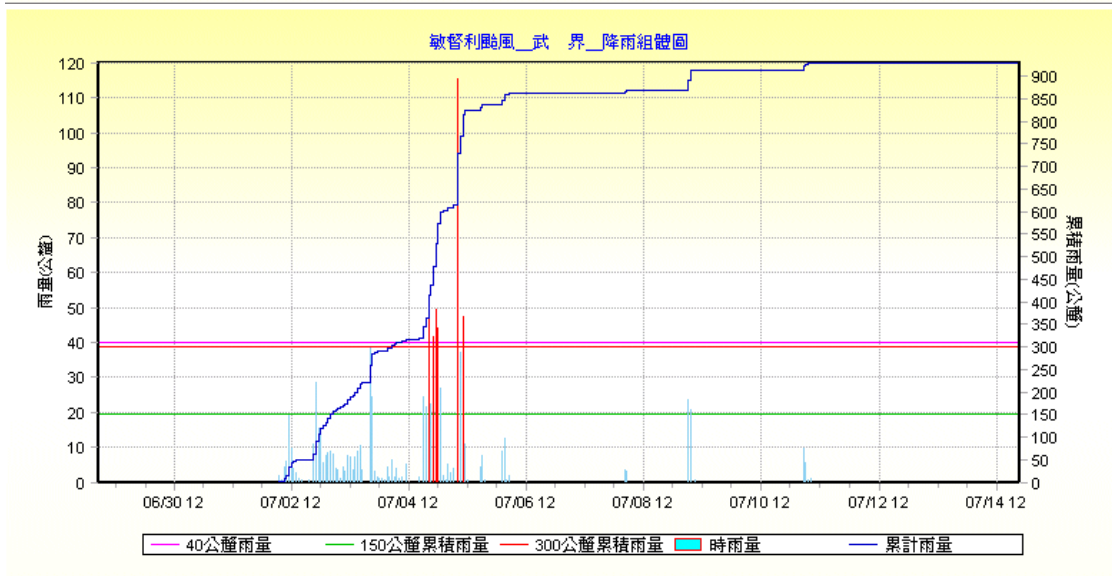
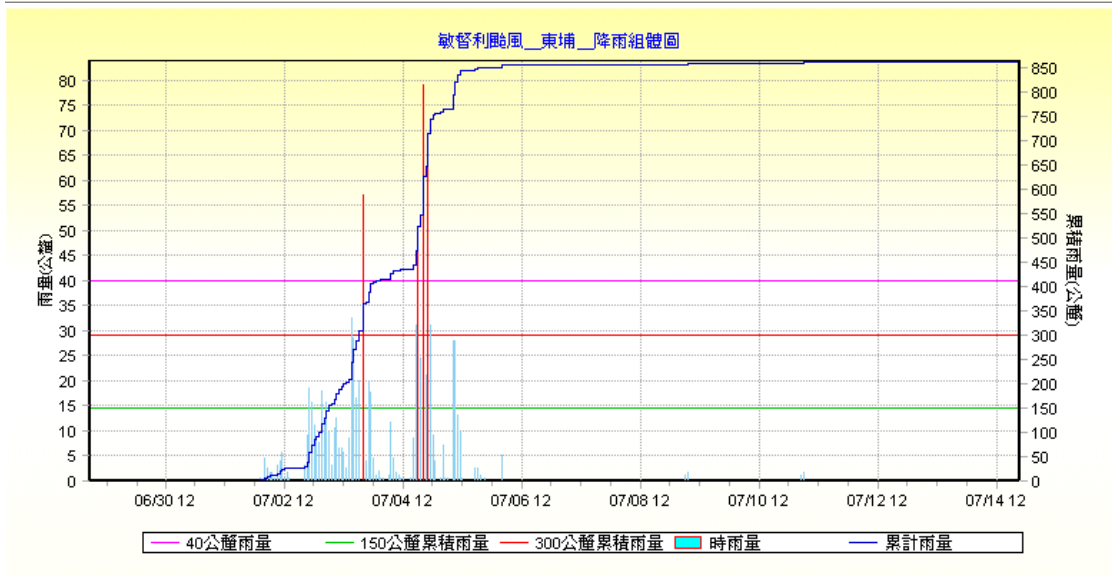
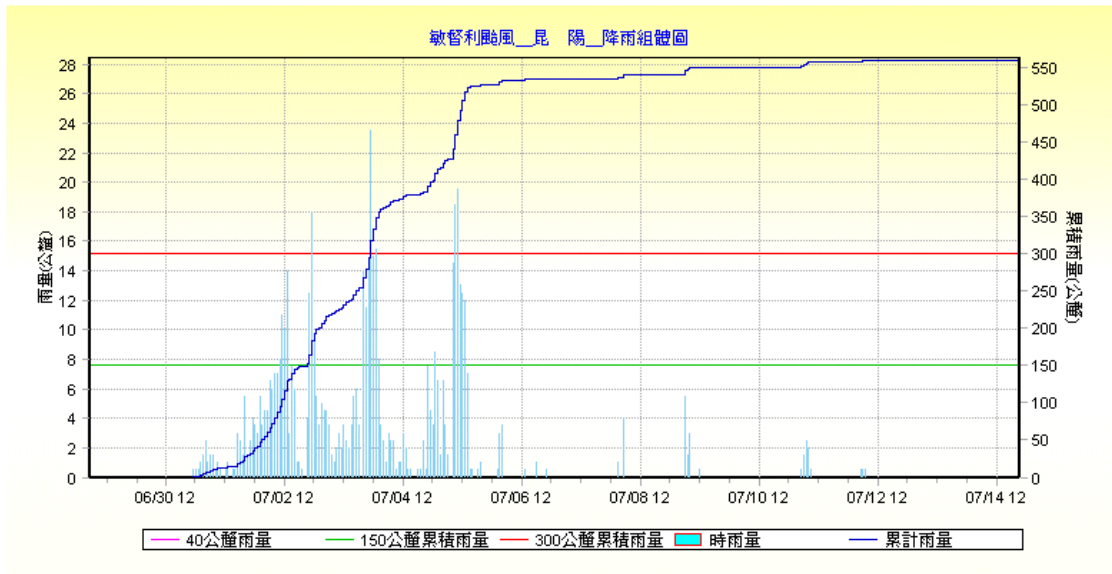


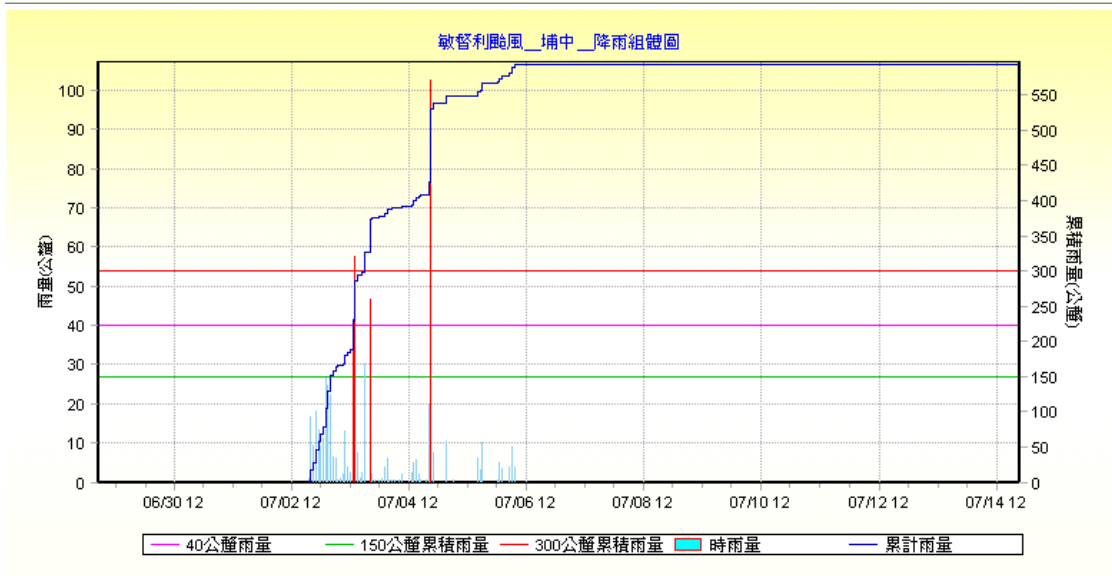
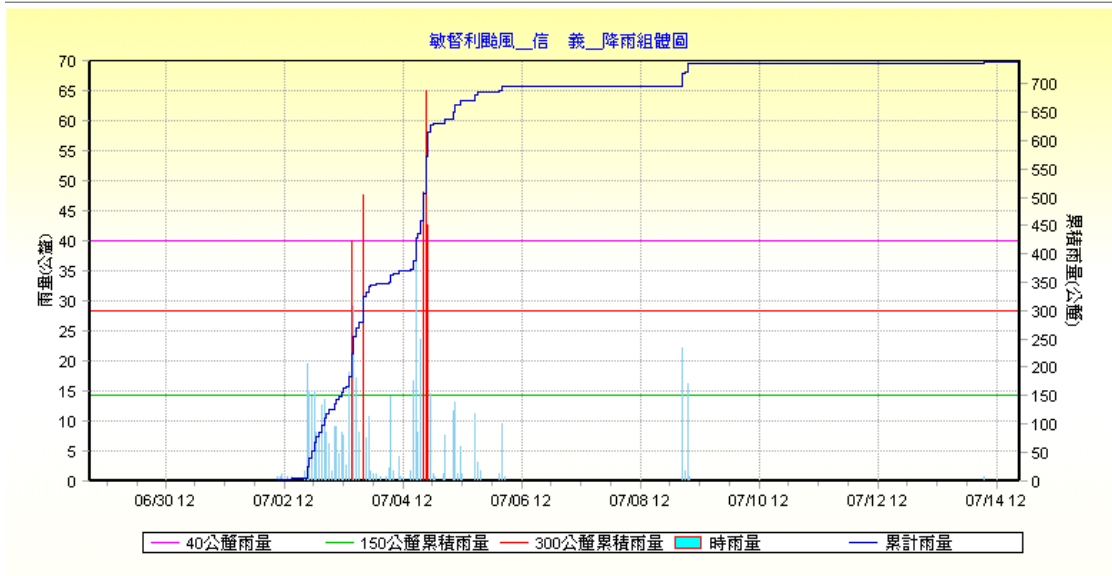
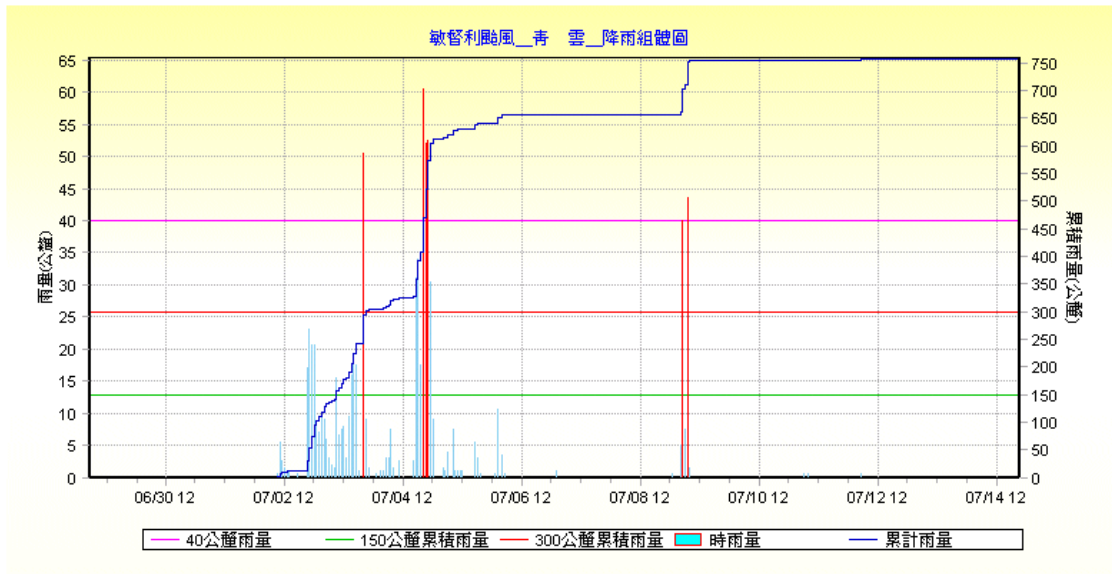


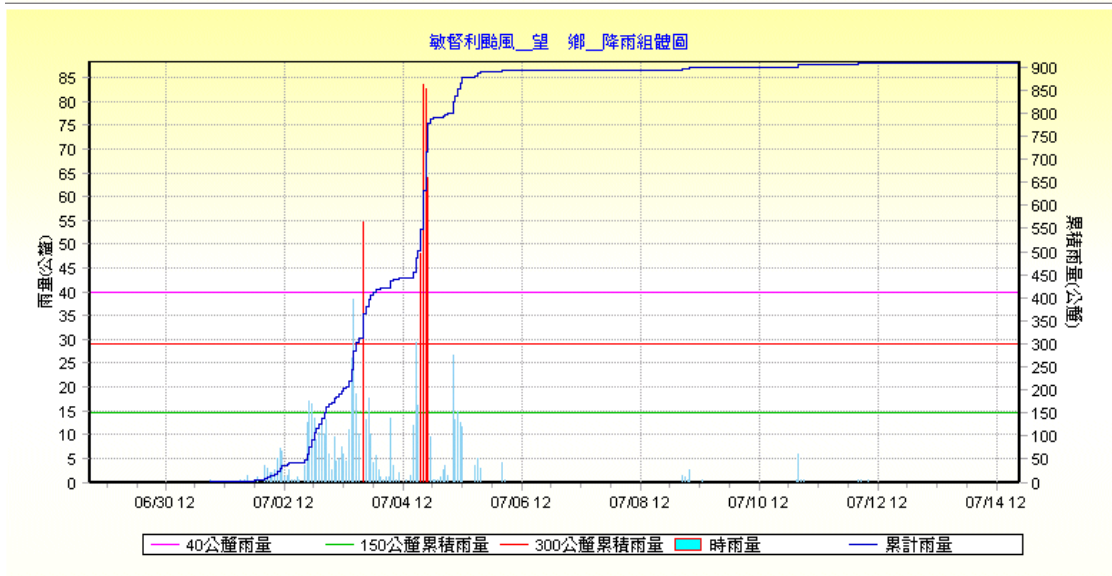
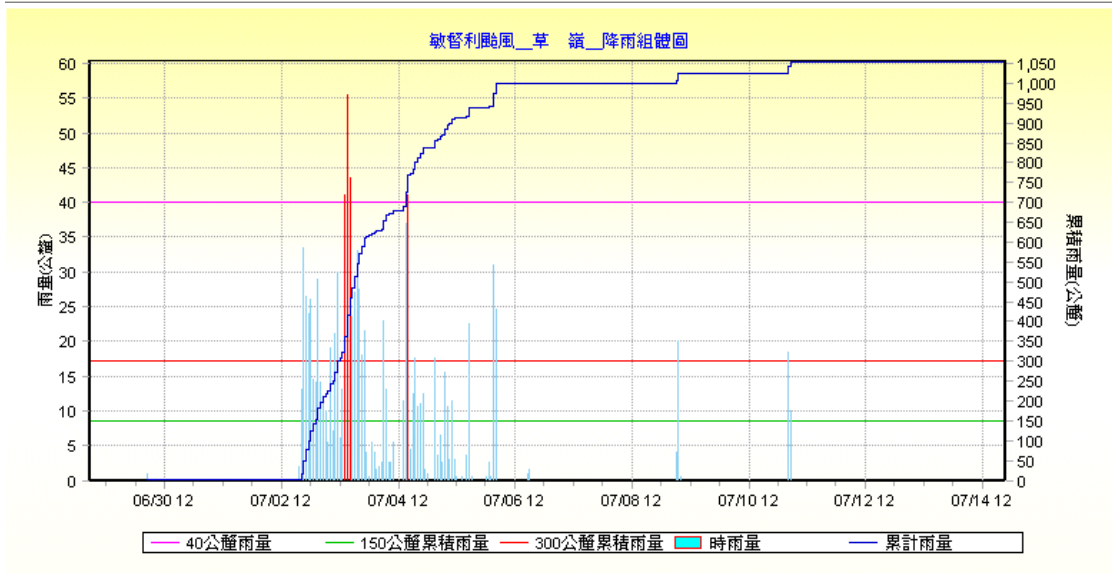
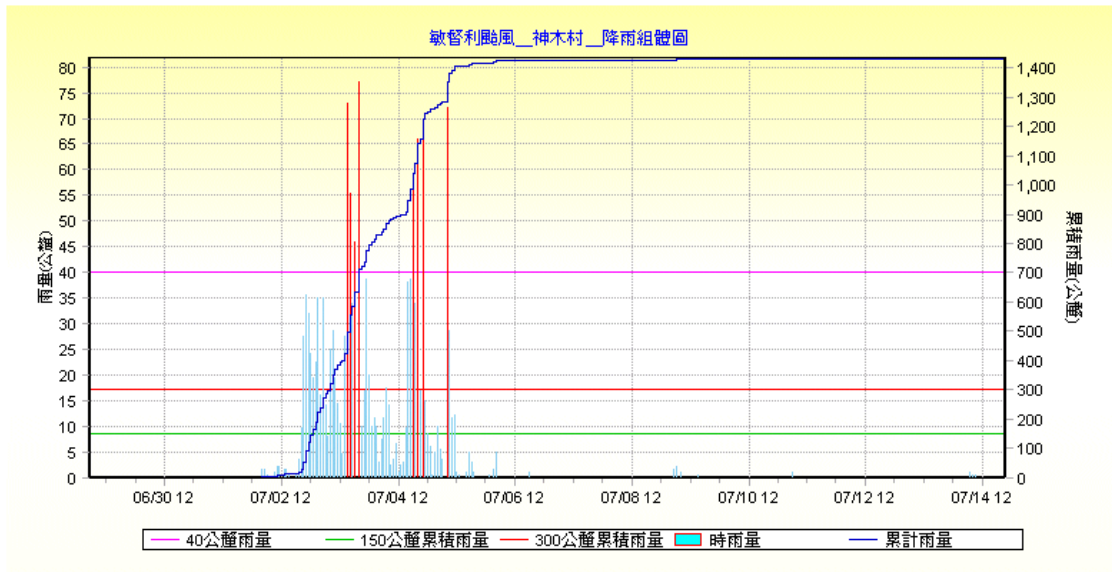


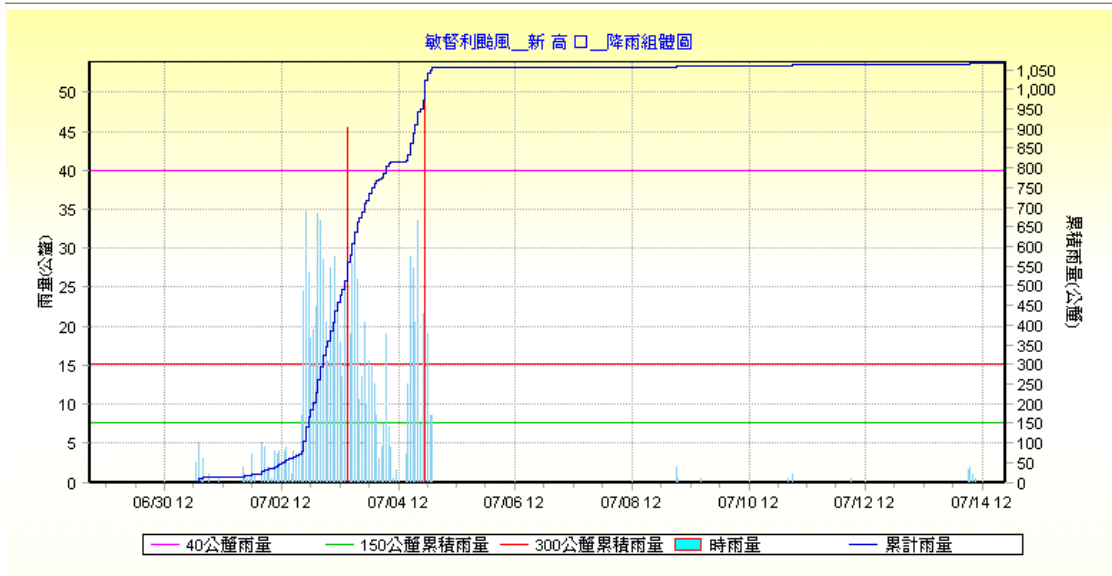
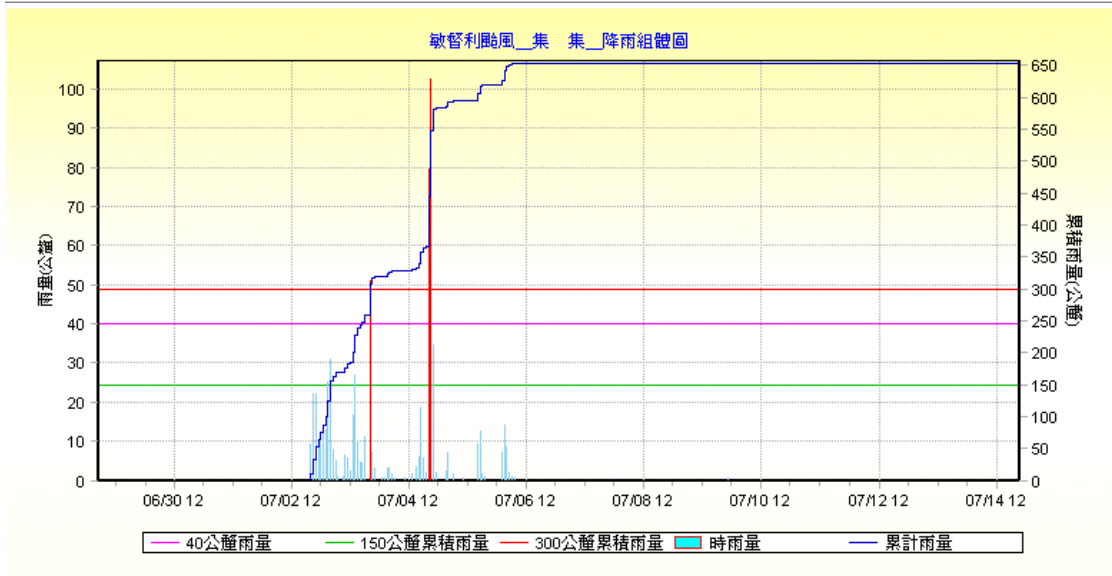
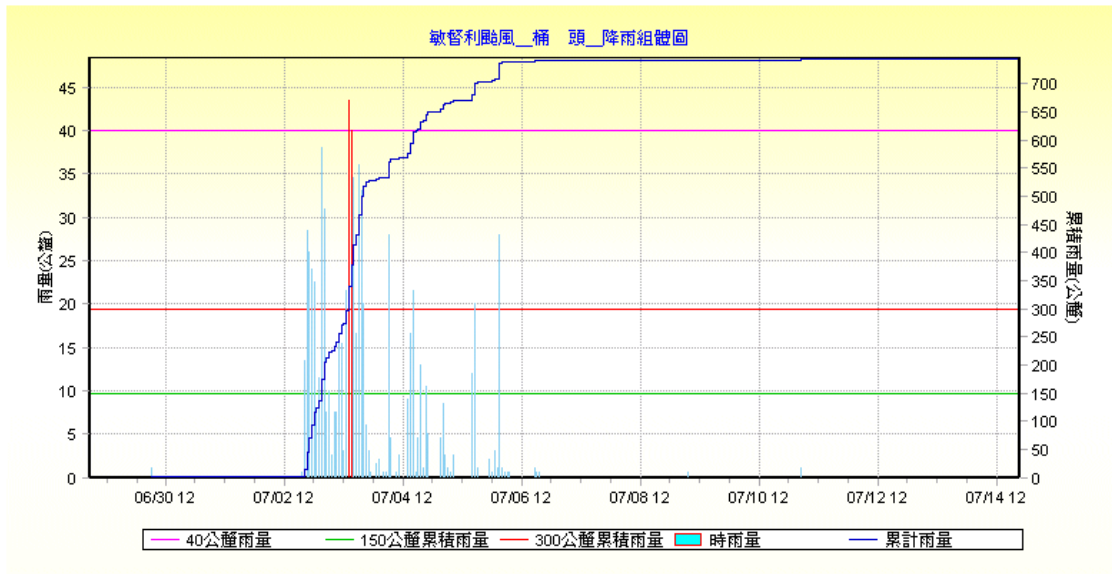


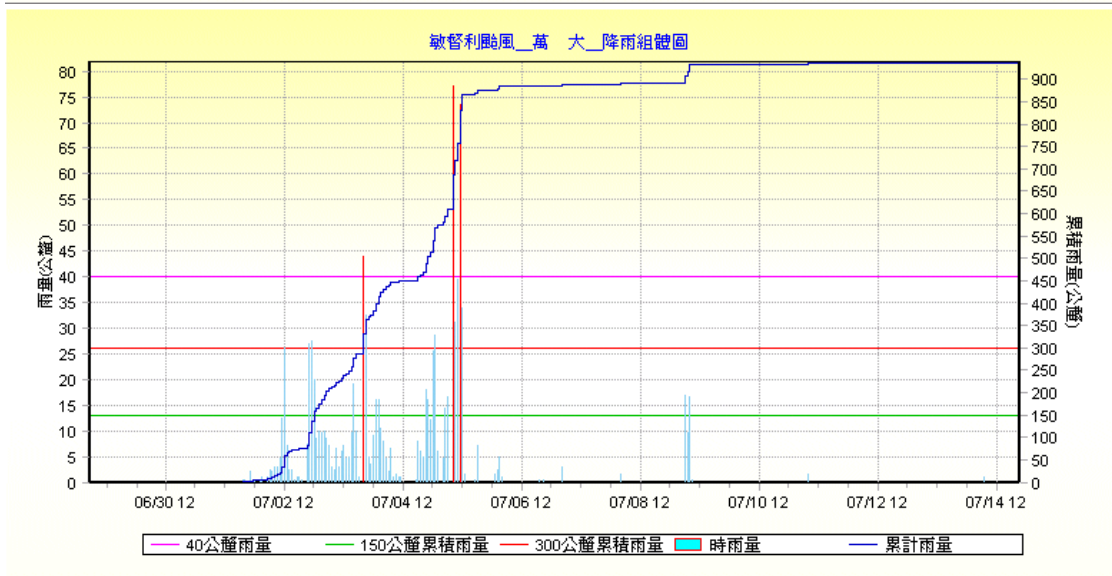
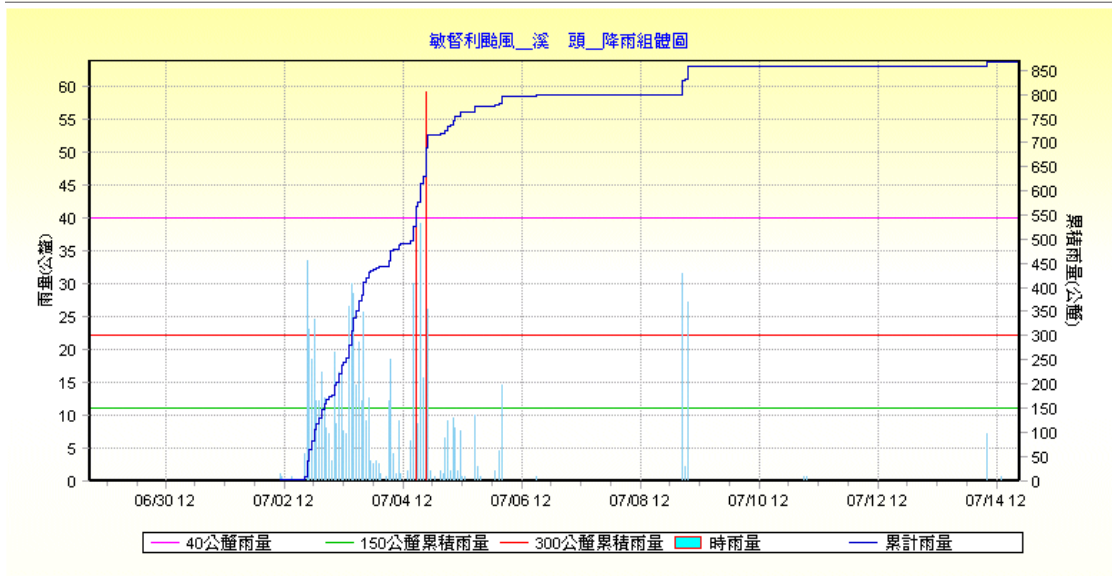
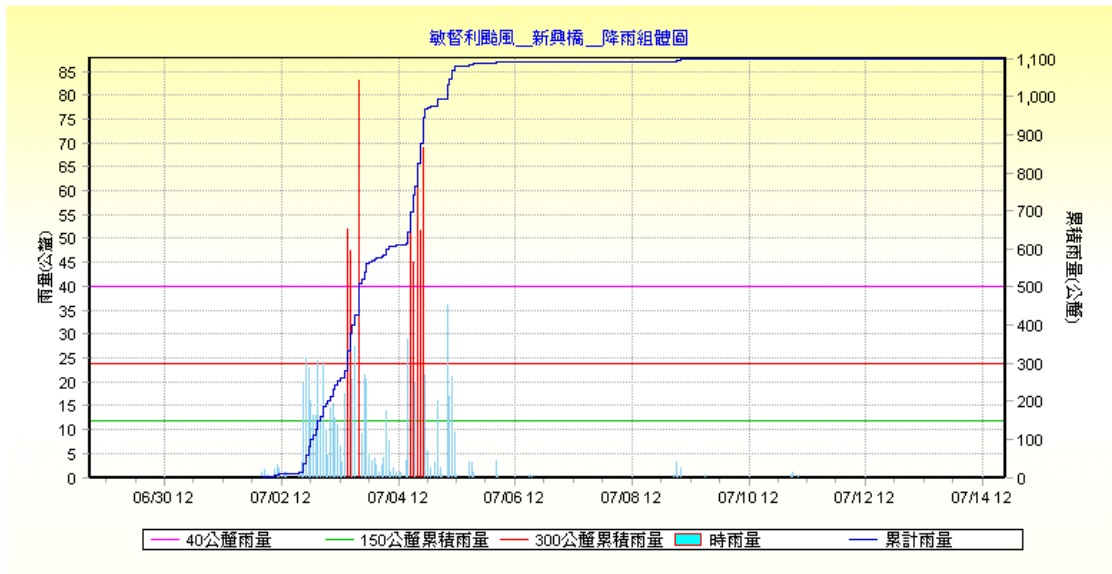


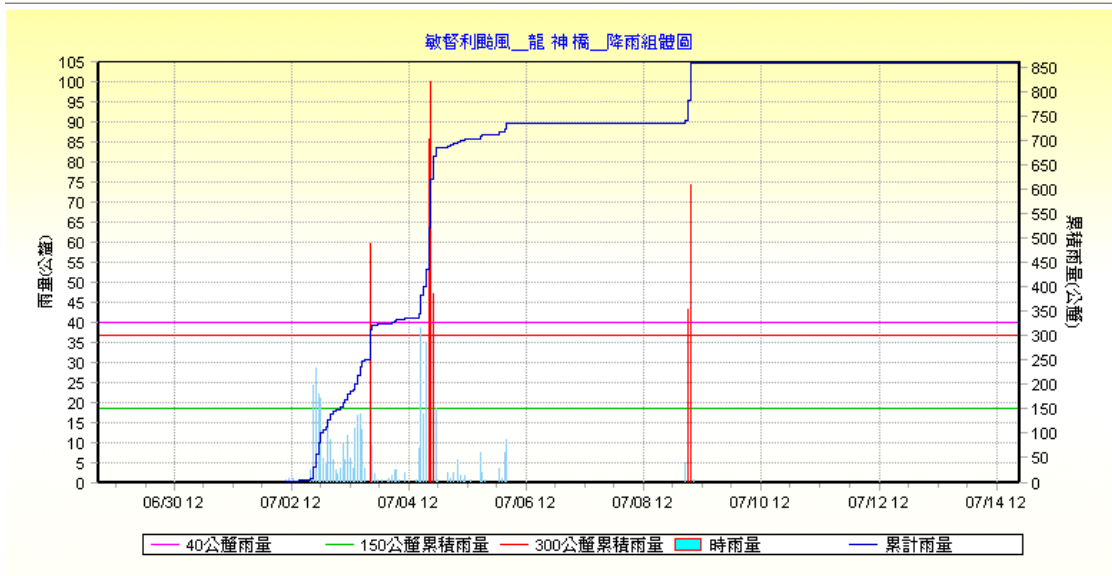
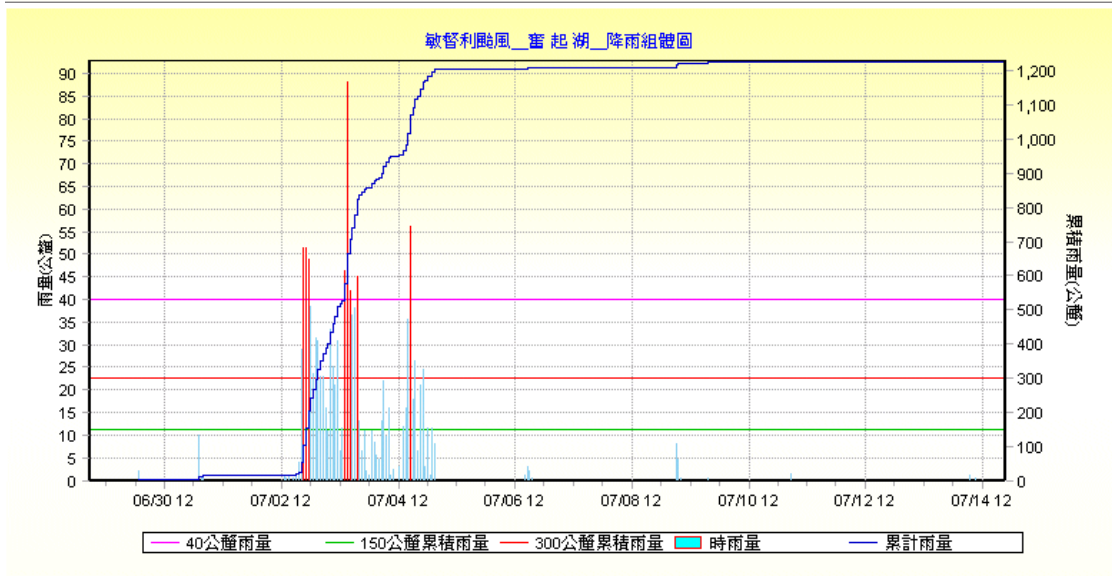
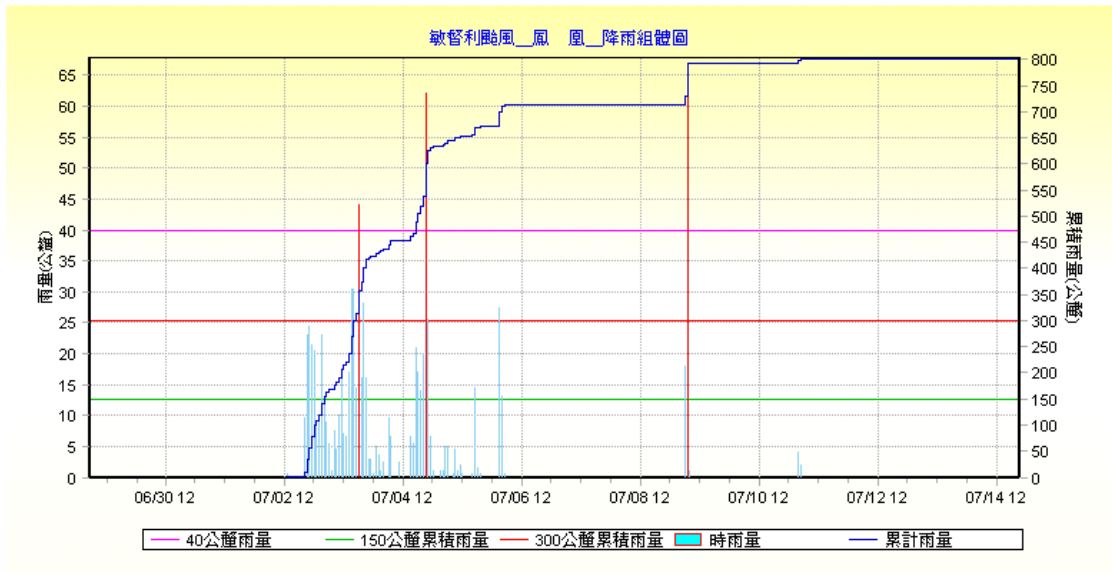


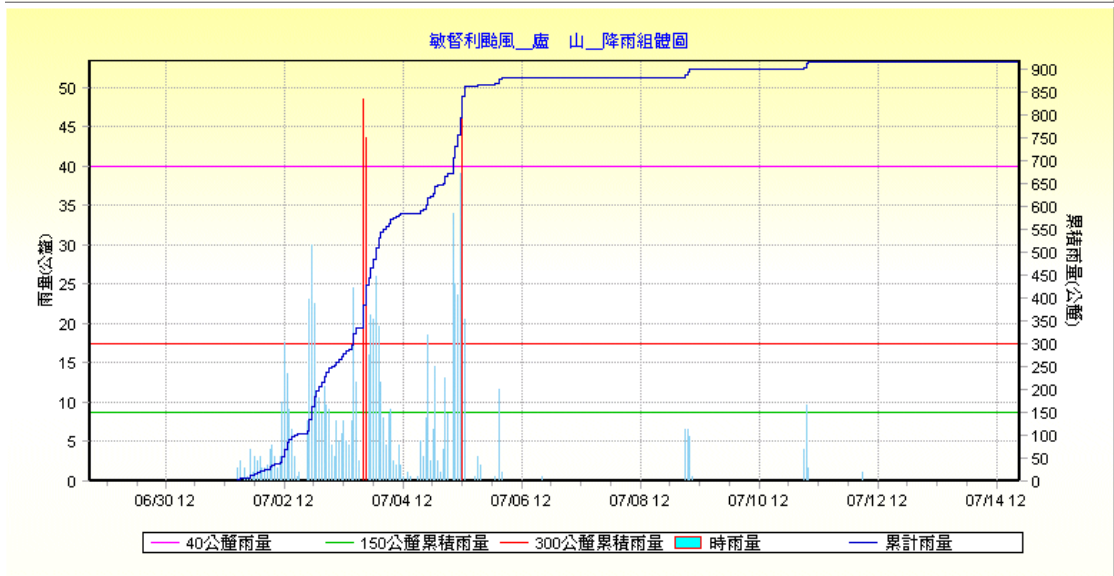
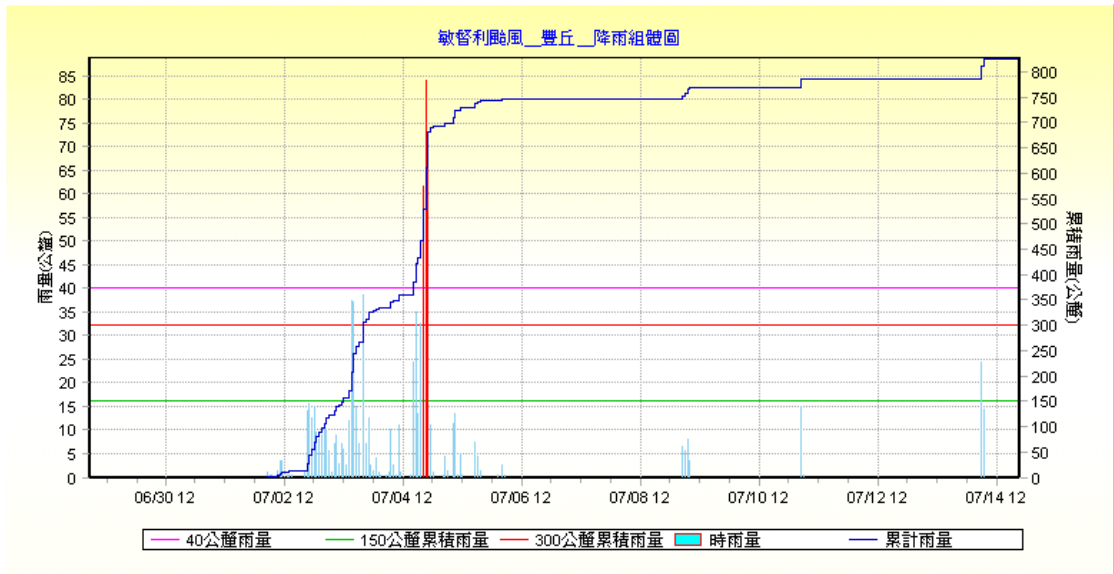












附錄 4-3 濁水溪流量資料及分析

| 重現期距(年) | 集水面積 (km ²) | 200 | 100 | 50 | 20 | 10 | 5 | 2 | 敏督利颱風 洪峰流量 | 相當重現期距 (年) |
|------------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|---------------|---------------|
| 控制點 | | | | | | | | | | |
| 本流(2) | 3156.9 | 27,000 | 24,000 | 20,000 | 15,000 | 12,000 | 9,000 | 4,540 | 12,132 | 10 |
| 清水溪合流前(2) | 2456.8 | 20,000 | 18,000 | 15,400 | 12,000 | 9,600 | 7,200 | 4,100 | 13,067 | 27 |
| 東埔蚋溪合流前(2) | 2331.04 | 21,000 | 16,700 | 14,400 | 11,300 | 9,100 | 6,800 | 4000 | 13,053 | 41 |
| 陳有蘭溪合流前(2) | 1625.47 | 14,000 | 12,100 | 10,200 | 7,800 | 6,200 | 4,600 | 2,700 | 7,577 | 18 |
| 清水溪(南雲大橋) (5) | 413.35 | 8,300 | 7,000 | 5,830 | 4,730 | 3,890 | 3,050 | 1,810 | 2,560 | 3 |
| 東埔蚋溪(4) | 102.25 | | 1,950 | 1,630 | 1,260 | 1,020 | 790 | 500 | 549 | 3 |
| 陳有蘭溪(3) | 449.67 | 7,550 | 6,580 | 5,660 | 4,520 | 3,690 | 2,890 | 1,790 | 4,241 | 17 |

()為配合本次颱風雨型之洪峰流量推求成果

註：本次分析參考 (1)南投縣政府民國八十一年三月「南投縣東埔蚋溪治理規劃報告」

(2)台灣省水利局民國八十五年十二月「濁水溪水系治理規劃報告(濁水溪本流及支流東埔蚋溪)」

(3)經濟部水利處民國九十年三月「濁水溪支流陳有蘭溪治理規劃報告」

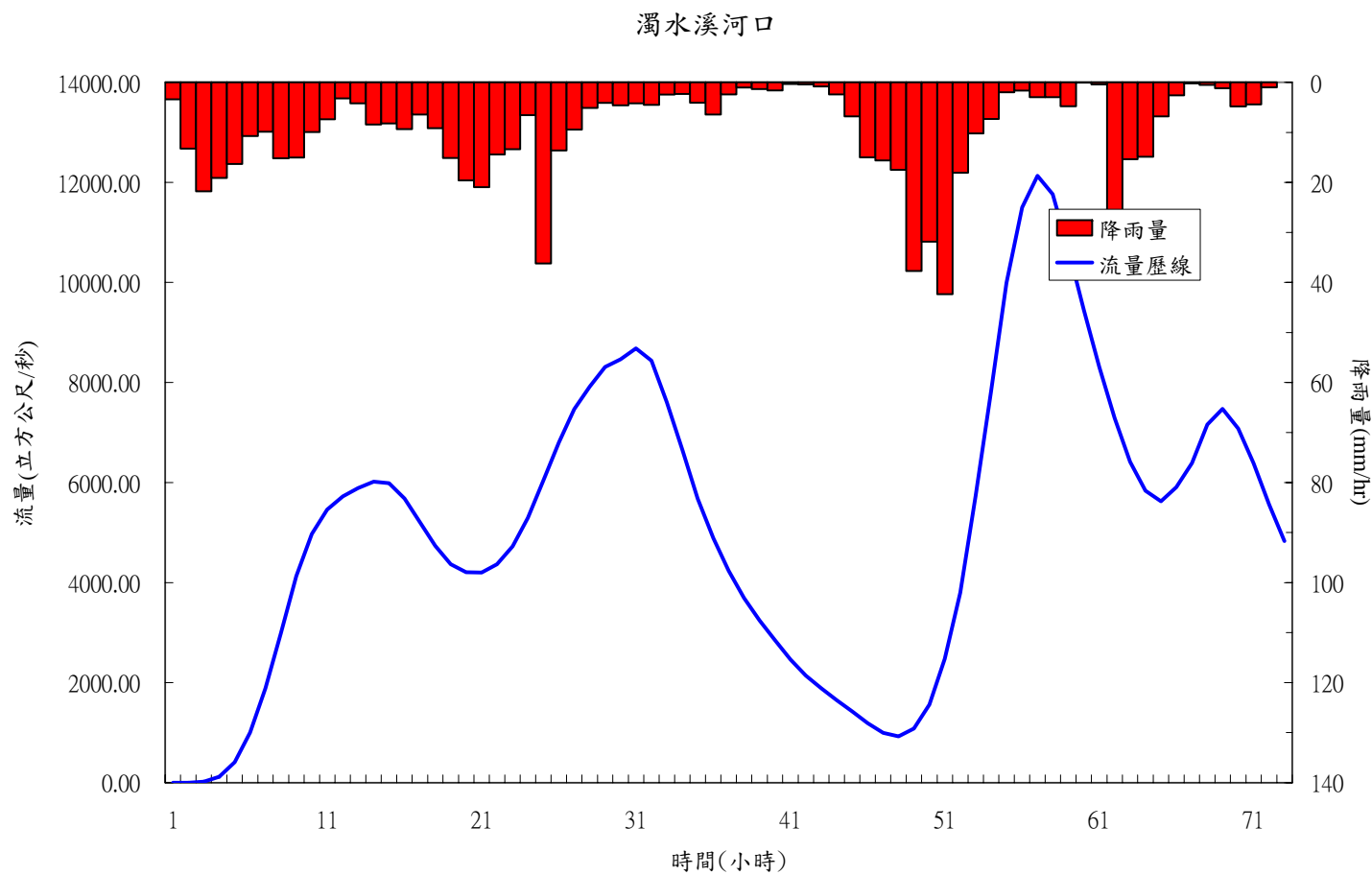
(4)經濟部水利署民國九十二年三月「東埔蚋溪治理規劃檢討報告」

(5)經濟部水利署民國九十二年十二月「濁水溪支流清水溪治理規劃報告」

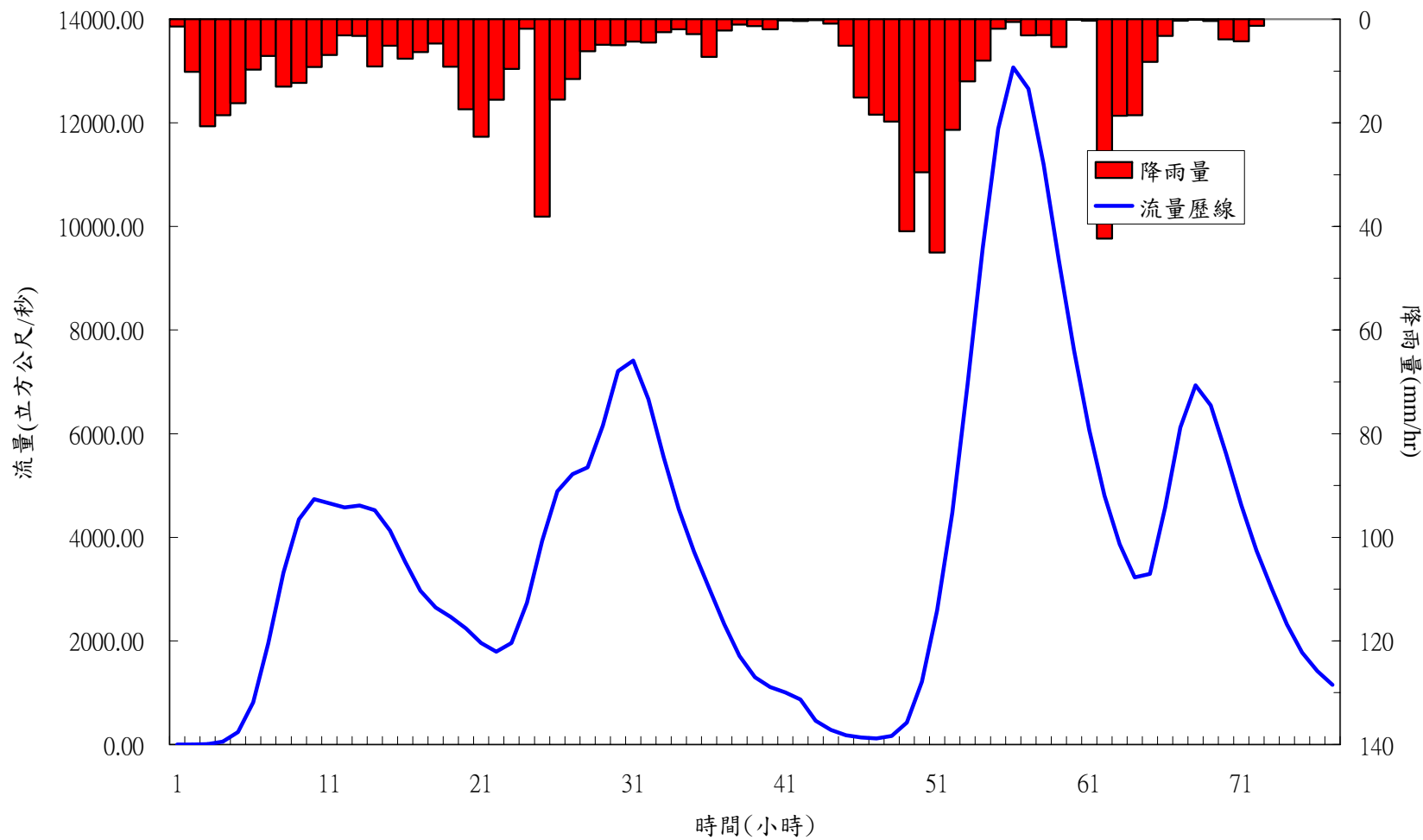
資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所

附錄 4-4 濁水溪流域控制點敏督利颱風事件流量歷線

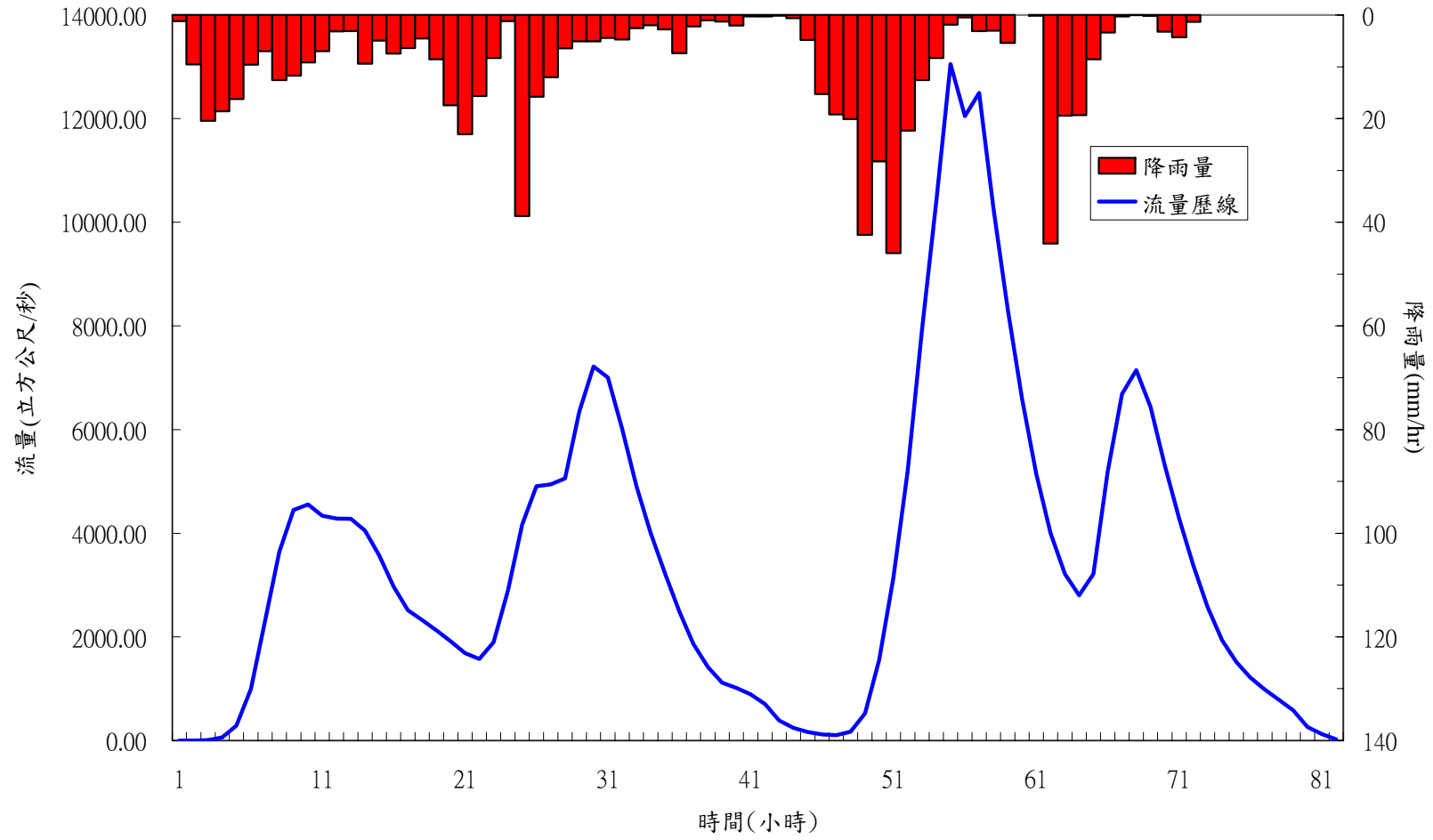
(資料來源:經濟部水利署水利規劃試驗所)



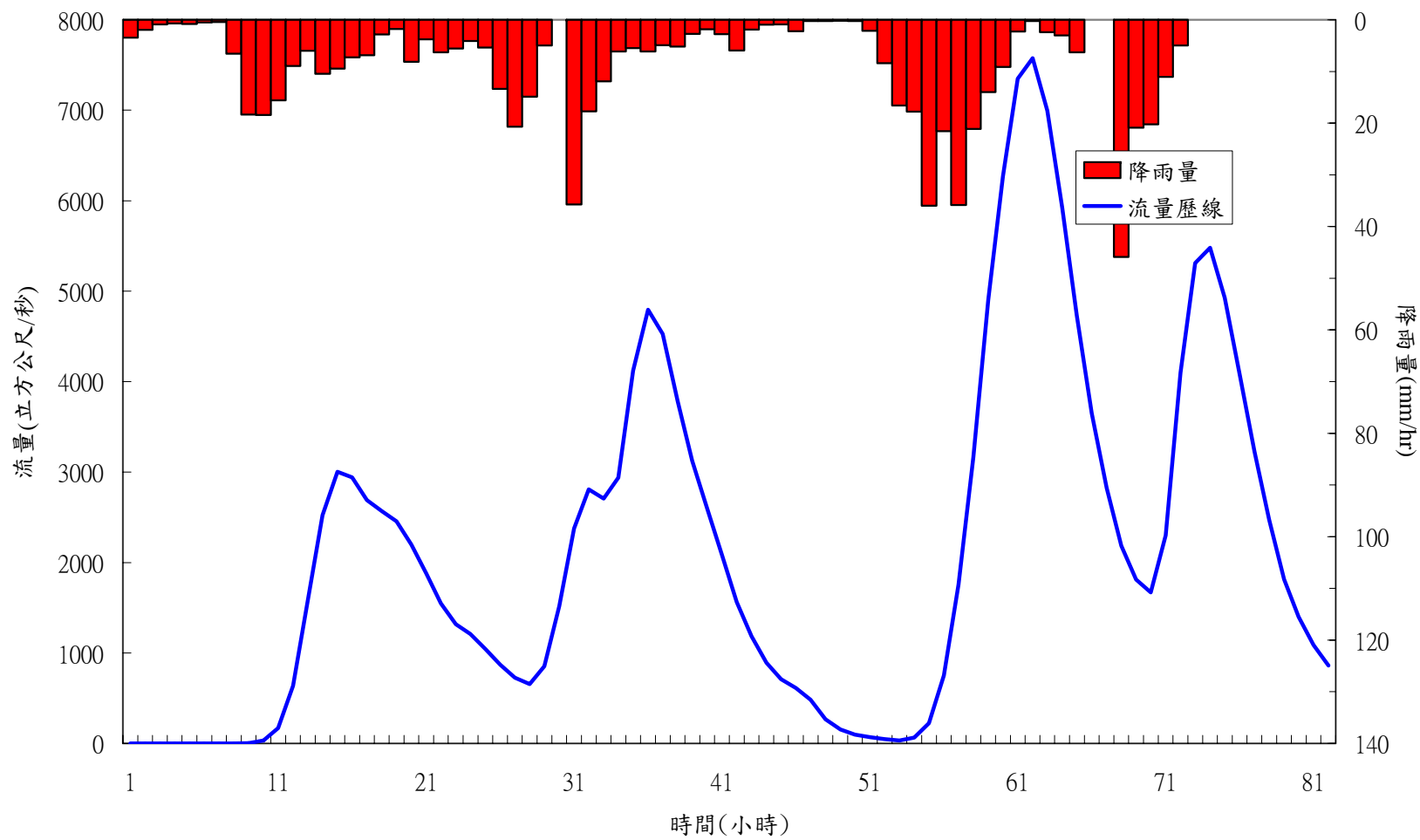
清水溪匯流前



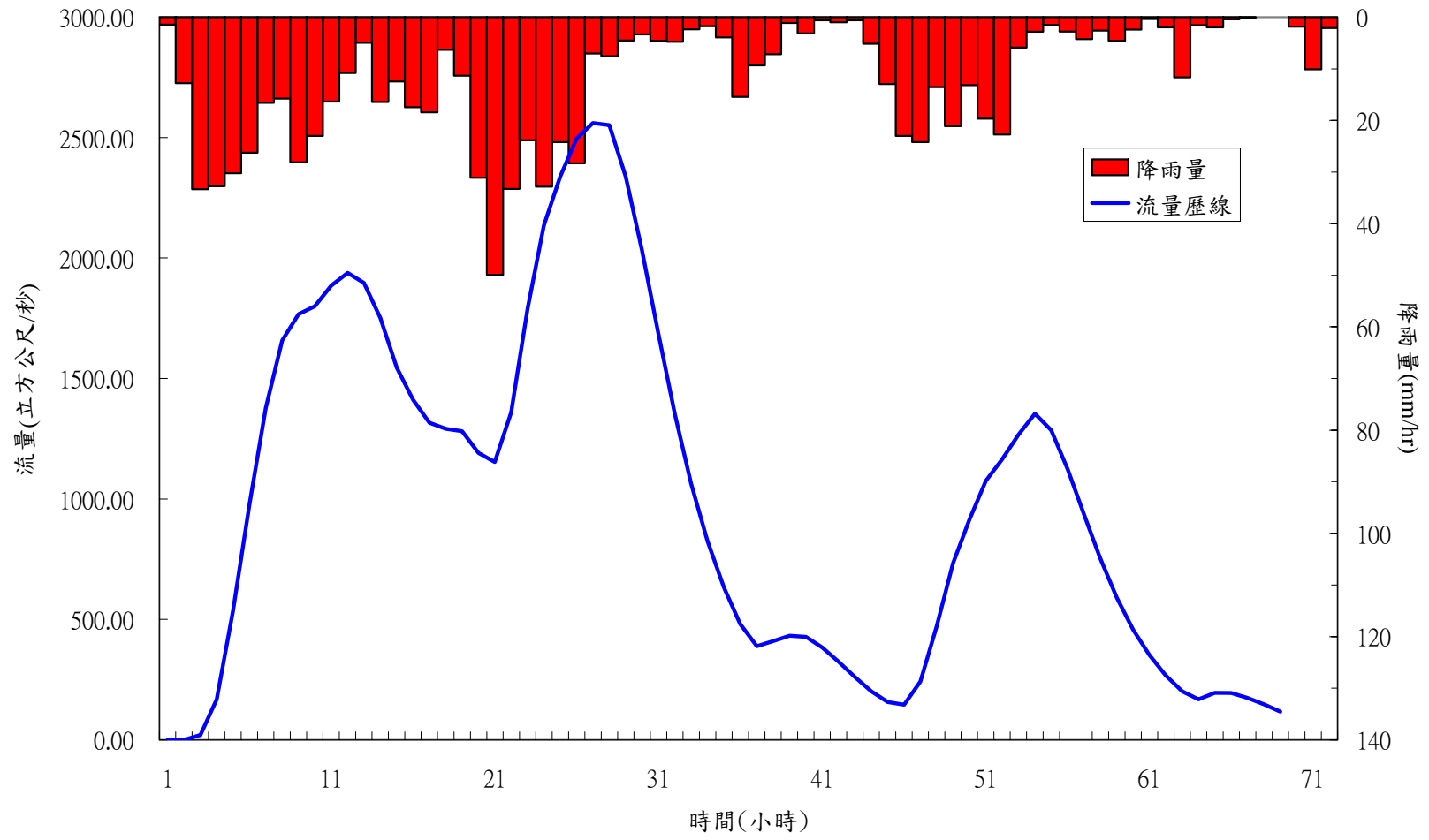
東埔蚋溪匯流前



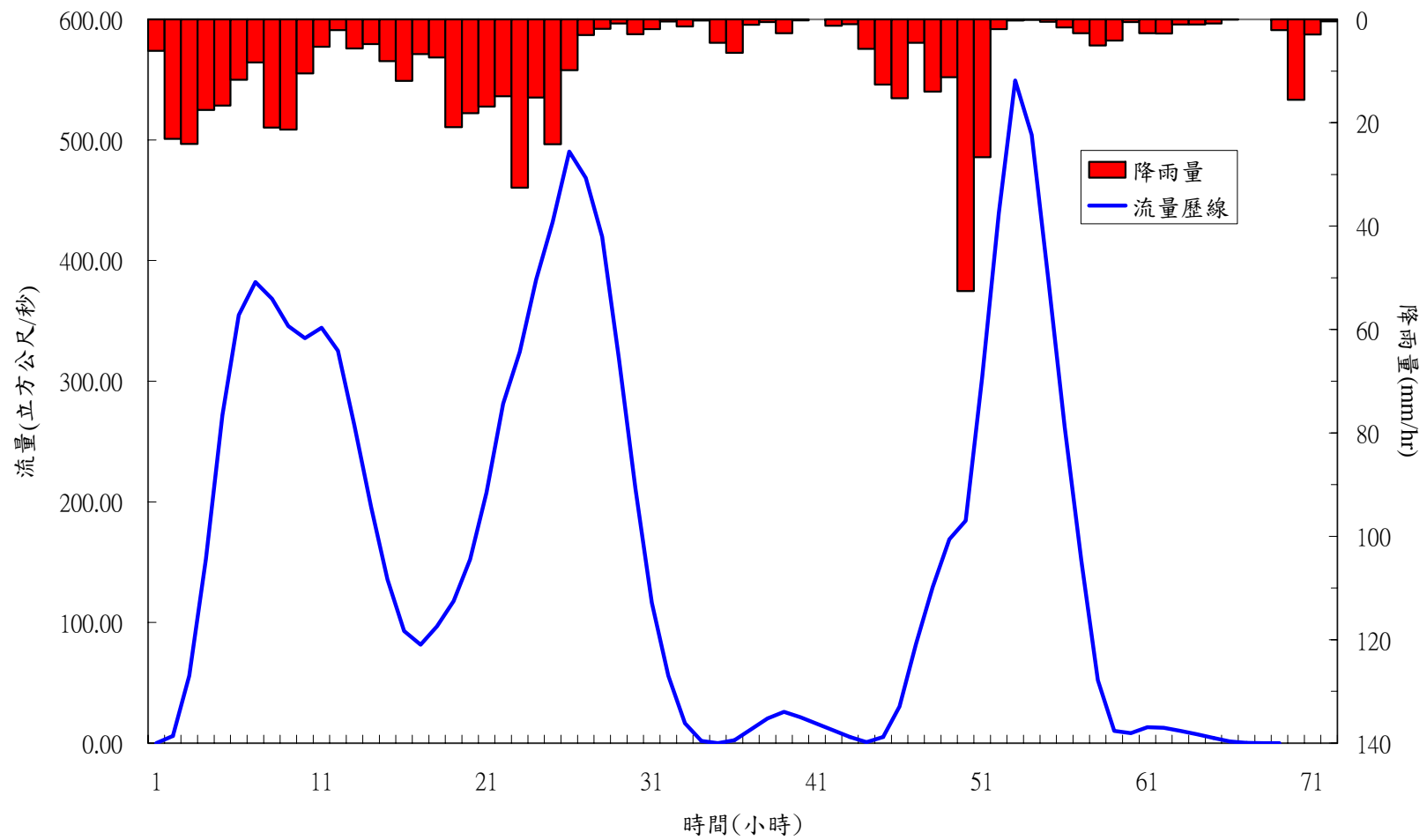
陳有蘭溪匯流前



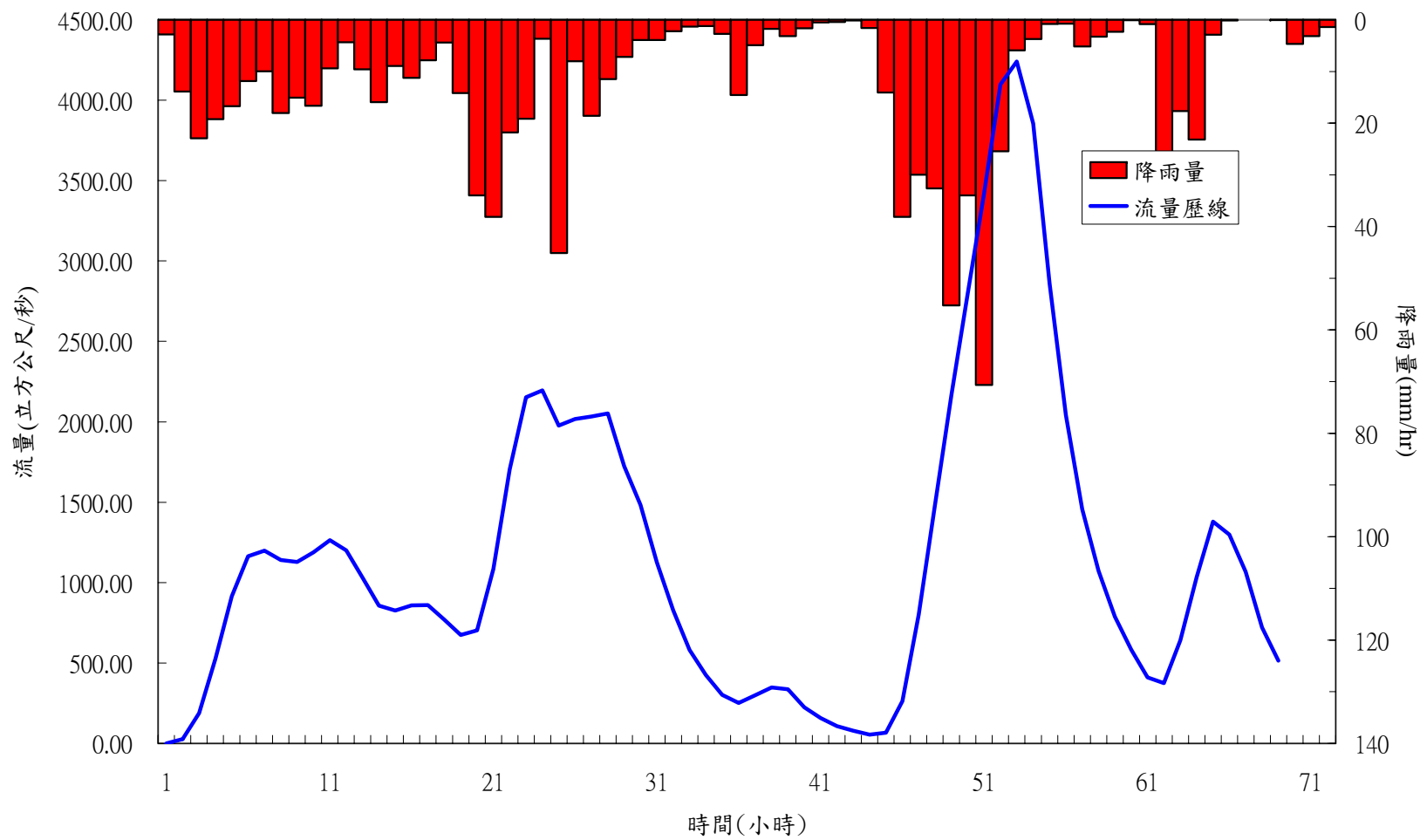
支流清水溪



支流東埔蚋溪



支流陳有蘭溪



附錄4-5 台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表與土石流危險溪流概況

台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表

| 縣市別 | 調查 年月 | 調查 範圍 (ha) | 崩塌 處數 | 崩塌 面積 (ha) | 每 100 公 頃崩塌 處數 | 每處平 均面積 (ha) | 921 後崩塌 處數 | 崩塌 面積 (ha) |
|-----------|----------|------------------|------------|------------------|----------------------|--------------------|------------------|------------------|
| 苗栗 | 73.9 | 86,610 | 61 | 28.06 | 0.07 | 0.46 | 316 | 100.70 |
| 台中縣 | 73.9 | 51,670 | 61 | 82.99 | 0.12 | 1.36 | 4,559 | 1,167.59 |
| 台中市 | 78.6 | 5,450 | 21 | 25.31 | 0.39 | 1.21 | 676 | 179.07 |
| 南投 | 77.9 | 114,560 | 155 | 562.55 | 0.14 | 3.63 | 15,561 | 8,749.64 |
| 雲林 | 76.6 | 8,150 | 63 | 116.02 | 0.77 | 1.84 | 857 | 1,100.43 |
| 彰化 | 75.9 | 10,020 | 31 | 31.32 | 0.31 | 1.01 | - | |
| 嘉義 | 77.9 | 43,250 | 200 | 242.98 | 0.46 | 1.21 | - | |
| 合計 | | 319,710 | 592 | 1,089.23 | 0.19 | 1.84 | 21,969 | 11,297.44 |
| 台灣地區 | 78.6 | 949,150 | 2,535 | 8100.32 | 0.27 | 3.20 | | |

資料來源：(1)吳久雄等(1989)台灣省山坡地崩塌調查報告

(2)中華水土保持學會 921 集集大地震坡地水土災害及復建紀實

(3)農委會水保局

| 縣市別 | 鄉鎮別 | 高危險 | 中危險 | 低危險 | 小計 | 921 增加數 | 距震央 (km) | 斷層經過 |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|------------|-------------|-----------------|
| 苗栗 | 大湖鄉 | 0 | 11 | 4 | 15 | | >50 | 三義斷層 |
| | 卓蘭鎮 | 1 | 4 | 1 | 6 | | 50 | |
| | 南莊鄉 | 0 | 10 | 0 | 10 | | >50 | |
| | 泰安鄉 | 0 | 13 | 4 | 17 | | >50 | |
| | 其他 | 0 | 12 | 1 | 13 | | | |
| | 小計 | 1 | 50 | 10 | 61 | 29 | | |
| 台中 縣市 | 太平市 | 4 | 2 | 3 | 9 | | 31 | 車籠埔斷層 |
| | 東勢鎮 | 4 | 10 | 4 | 18 | | 45 | 大茅埔-雙冬 |
| | 清水鎮 | 3 | 11 | 2 | 16 | | 49 | 橫山斷層 |
| | 其他 | 4 | 20 | 7 | 31 | | | 大甲斷層 |
| | 小計 | 15 | 43 | 16 | 74 | 59 | | 屯子腳斷層 |
| 南投 | 仁愛鄉 | 12 | 15 | 1 | 28 | 9 | 35 | 大茅埔-雙冬 大尖山斷層 |
| | 水里鄉 | 14 | 6 | 4 | 24 | 10 | 4 | |
| | 信義鄉 | 10 | 8 | 9 | 27 | 4 | 25 | |
| | 埔里鎮 | 20 | 19 | 0 | 39 | 31 | 21 | |
| | 國姓鄉 | 7 | 12 | 6 | 26 | 25 | 23 | |
| | 鹿谷鄉 | 5 | 5 | 4 | 14 | 6 | 8 | |
| | 其他 | 7 | 15 | 2 | 24 | 32 | | |
| | 小計 | 75 | 80 | 26 | 181 | 117 | | |
| 嘉義 | 竹崎鄉 | 4 | 12 | 1 | 17 | | 32 | 大尖山斷層 |
| | 阿里山鄉 | 1 | 3 | 4 | 8 | | 30 | 梅山斷層 |
| | 其他 | 3 | 11 | 1 | 15 | | | |
| | 小計 | 8 | 26 | 6 | 40 | 25 | | |
| 彰化 | | 1 | 5 | 0 | 6 | 3 | | 彰化斷層 |
| 雲林 | | 5 | 3 | 0 | 8 | 4 | | 員林斷層 |

台灣中部地區土石流危險溪流概況（資料來源：農委會水保局）

七二水災災區調查與復建策略研究 高屏溪流域災害調查報告

參與研究人員：李德河教授、林金炳副教授、陳時祖教授、詹錢登教授、蔡光榮教授、
蔡長泰教授、謝正倫教授、王志賢、余聖宏、李佳凌、林依璇、施俊廷、
翁俊鴻、張舜孔、陳坤逸、陳建富、曾奕超、賴文基、盧致光

目 錄

| | |
|-----------------------------|------|
| 第一章 調查經過 | E-4 |
| 1.1 任務分組 | E-5 |
| 1.2 勘查路線 | E-5 |
| 1.2.1 洪氾災害勘查路線 | E-5 |
| 1.2.2 坡地及土砂災害勘查路線 | E-5 |
| 第二章 調查與分析 | E-6 |
| 2.1 洪氾災害調查與分析 | E-6 |
| 2.1.1 高屏河流域之敏督利颱風豪雨現象 | E-9 |
| 2.1.2 寶來一號橋 | E-17 |
| 2.1.3 東溪大橋 | E-19 |
| 2.1.4 六龜護岸及六龜大橋 | E-20 |
| 2.1.5 濟公廟護岸 | E-22 |
| 2.1.6 荖濃溪二坡護岸 | E-23 |
| 2.1.7 荖濃溪新威護岸 | E-23 |
| 2.1.8 荖濃溪美濃橋段 | E-25 |
| 2.1.9 旗山溪版產厝護岸 | E-27 |
| 2.1.10 旗山溪大林護岸 | E-27 |
| 2.1.11 荖濃溪高美大橋固床工護岸 | E-29 |
| 2.1.12 荖濃溪舊寮一號護岸 | E-30 |
| 2.1.13 濁口溪大津溪與荖濃溪大津護岸 | E-32 |
| 2.1.14 省道台 27 線六津橋 | E-34 |
| 2.1.15 河濱休閒場地 | E-35 |

| | |
|----------------------------------|------|
| 2.1.16 洪氾災害初步分析..... | E-36 |
| 2.2 坡地與土砂災害調查與分析..... | E-37 |
| 2.2.1 災損情形..... | E-39 |
| 2.2.2 坡地及土砂災害初步分析..... | E-76 |
| 2.2.3 坡地及土砂災害之緊急、短、中、長期作法建議..... | E-77 |
| 第三章 復建策略與建議..... | E-78 |

第一章 調查經過

本組主要災害勘查區域為高屏溪上之荖濃溪與隘寮溪，其間之主要聯絡道路為省道台 27 線、南部橫貫公路(省道台 20 線)、及省道台 24 線。荖濃溪發源於玉山東峰東坡與秀姑巒山西南坡，流經高雄縣梅山、桃源、寶來、荖濃、六龜等鄉，荖濃溪全長 137 公里，流域面積 1373 平方公里，多為低度開發之山林，有台 27 線及南部橫貫公路等之部分路段沿溪谷而行。而隘寮溪為荖濃溪匯入高屏溪主流上游之另一大支流，流路長 69.5 公里，集水區面積 642 平方公里，其上游分南溪及北溪，北溪流向屬主流，發源於知本主山附近之遙拜山西側，南溪則源於北大武山西邊，並行於三地門上游匯流後注入荖濃溪，有省道台 24 線之部分路段沿溪谷而行。高屏河流域詳細區位如圖 1-1 所示。

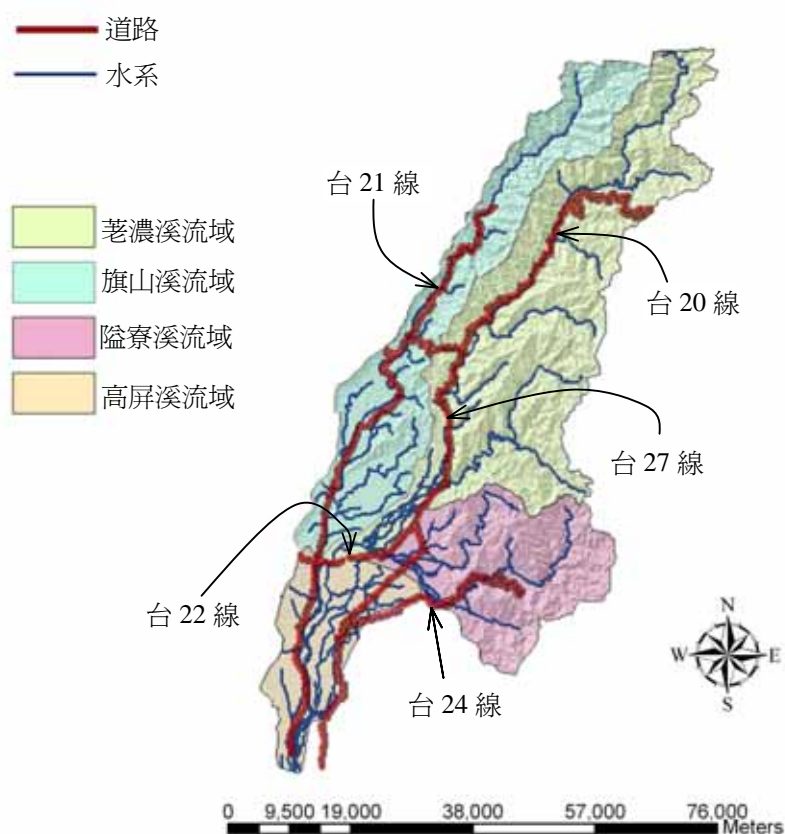


圖 1-1 高屏河流域水系及勘災道路示意圖

1.1 任務分組

本組之調查區域為高屏溪上游之荖濃溪及隘寮溪，該區域主要之災害型態為洪氾及坡地土砂災害，因此本組依各教授之專長進行任務分組，洪氾災害由蔡長泰教授帶隊勘查；坡地災害由陳時祖教授及李德河教授帶隊勘查；土砂災害則由蔡光榮教授、詹錢登教授及謝正倫教授分不同區域帶隊進行勘查。

1.2 勘查路線

1.2.1 洪氾災害勘查路線

由蔡長泰教授帶領相關研究人員，於本（93）年 7 月 11 日會同第七河川局王局長瑞德及吳課長金水沿高屏溪水系洪氾災情現進行調查，主要調查路線自寶來村寶來一號橋沿台 20 線，經東溪大橋到六龜鄉六龜大橋，轉縣 184 號公路到濟公廟護岸、二坡護岸及新威護岸再到美濃溪美濃橋，接台 21 線到旗山溪月眉橋後，再回轉縣 184 乙號公路至荖濃溪高美大橋，再接上台 27 線往北至舊寮一號護岸及大津護岸，沿行進路線進行災害調查。

1.2.2 坡地及土砂災害勘查路線

- (1) 路線一：由陳時祖教授與李德河教授帶領相關研究人員共同進行調查，其間共分為兩次勘災，第一次於本（93）年 7 月 12 日，主要調查路線有省道台 27 線以及省道台 20 線由甲仙至 111k（梅山明隧道口）為止；第二次則於 7 月 16 日，經由產業道路繞道通過台 20 線 113k 之崩坍，進行台 20 線 113k 至 126k 的沿線調查。
- (2) 路線二：由蔡光榮教授帶領相關研究人員進行調查，於本（93）年 7 月 16~17 日由縣 187 號道路進入與縣 185 號公路相交，再轉台 24 線道路至屏東縣霧台鄉阿禮部落，另經屏 31 道路至三地門鄉德文村，沿行進路線進行災害調查。
- (3) 路線三：由詹錢登教授與謝正倫教授帶領相關研究人員進行調查，於（93）年 7 月 13 日由高雄 184 縣道經過美濃鎮，由 27 號省道轉六龜鄉，再接上 20 號省道至寶來村，沿行進路線進行災害調查。

第二章 調查與分析

2.1 洪氾災害調查與分析

現勘小組於7月1日上午8時30分抵達屏東市，會同水利署第七河川局王局長瑞德及吳課長金水，協商高屏溪水系沿岸洪氾災情現場調查地點(圖 2-1)，並議定行程，由屏東市直接到荖濃溪上游之寶來一號橋開始，勘察順序簡述如下：

1. 荖濃溪左岸(圖 2-1，圖 2-2)

(1) 寶來一號橋下游及下游左岸之護岸。

2. 荖濃溪右岸

(2) 六龜護岸。

(3) 濟公廟護岸。

(4) 二坡護岸。

(5) 新威護岸。

3. 美濃溪之美濃橋溢流段。

4. 旗山溪月眉橋下游(圖 2-1，圖 2-3)

(1) 左岸之大林護岸。

(2) 右岸之版產厝護岸。

5. 荖濃溪右岸(圖 2-1，圖 2-2)

(6) 高美大橋固床工之右岸護岸。

6. 荖濃溪左岸(圖 2-1，圖 2-2)

(7) 舊寮一號護岸。

(8) 大津護岸。

(9) 台 27 線六津橋段鄰荖濃溪之下邊坡及路段。

7. 高屏溪鐵路橋上游及下游之左岸之河濱濕地及休閒場地。

由屏東市至寶來一號橋途中，王局長及吳課長詳細說明第七河川局已完成及進行中之調查、分析、應級及搶險等工作。表 2-1 為第七河川局彙整檢討之主要受災工程之結構及受災原因分析。

表 2-1 高屏溪災害結構及原因

| 編號 | 受災工程名稱 | 受災長度 | 岸別 | 興建年代 | 原有結構 | 原因分析 |
|----|----------------|------|----|---------|------------|---|
| 1 | 荖濃溪舊寮一號護岸 | 800 | 左 | 84年地政工程 | 混凝土坡面及漿砌塊石 | 對岸新成新寮護岸在規劃河道內造成束縮，及荖濃溪與開口溪匯流水流急沖，拍擊沖蝕護岸及淤積溢頂，暨基腳冲刷沉陷導致結構破壞 |
| 2 | 荖濃溪大津護岸 | 1300 | 左 | 90年復建工程 | 蛇籠坡面 | 既設保固之護岸在規劃河道內致使河道通洪斷面不足 |
| 3 | 荖濃溪高美大橋因床工右岸護岸 | 300 | 右 | 93年新建 | 蛇籠坡面 | 既設護岸因洪流過大，導致洪流溢頂破壞 |
| 4 | 荖濃溪新威護岸 | 1000 | 右 | 90年復建工程 | 混凝土坡面 | 既設保固之護岸在規劃河道內致使河道通洪斷面不足，又水流溢頂冲刷護岸后，土地面崩壞 |
| 5 | 荖濃溪二坡護岸 | 1000 | 右 | 90年復建工程 | 混凝土坡面 | 因私有土地致使護岸地線在規劃河道內，致使河道通洪斷面不足，又水流溢頂冲刷護岸后，土地面崩壞 |
| 6 | 荖濃溪濟公廟護岸 | 400 | 右 | 90年復建工程 | 混凝土及蛇籠 | 對岸底床及河岸係淤積水流急沖基腳，冲刷沉陷導致結構破壞 |
| 7 | 荖濃溪六龜護岸 | 200 | 右 | 90年復建基腳 | 混凝土坡面 | 但護欄下游水流斷面束縮，洪流溢急冲刷，致使基礎護欄工況及導致護欄受損 |
| 8 | 荖濃溪寶來護岸 | 250 | 左 | 90年保護基腳 | 蛇籠坡面 | 左岸護岸在規劃河道內，致斷面不足水流漫溢堤頂導致潰堤 |
| 9 | 旗山溪大林護岸 | 300 | 左 | 87年新建 | 蛇籠坡面 | 既設保固之護岸因主流急沖，致使破壞 |
| 10 | 旗山溪版產厝護岸 | 1200 | 右 | 85年新建 | 蛇籠坡面 | 既設保固之護岸在規劃河道內，致使河道通洪斷面不足，尚待破壞 |
| 11 | 隘寮溪關福堤防 | 200 | 右 | 87年新建 | 混凝土坡面 | 河道束縮水流急沖基腳，冲刷沉陷導致結構部分破壞 |
| 12 | 東港溪泗溝水護岸 | 100 | 左 | 82年新建 | 混凝土坡面 | 水流急沖基礎護欄工況結構基礎及護欄工損壞 |
| 合計 | | 7050 | | | | 包括沖毀 5755 公尺，受損 1295 公尺 |



圖 2-1 洪災受損工程位置



圖 2-2 荖濃溪受災位置示意圖



圖 2-3 旗山溪受災位置示意圖

2.1.1 高屏溪流域之敏督利颱風豪雨現象

在高屏溪流域內，敏督利颱風之豪雨記錄統計列如表 2-2、表 2-3 及表 2-4。表 2-2 及表 2-3 為各雨量站之敏督利雨量記錄及賀伯雨量記錄，表 2-4 則為此二豪雨雨量記錄之比較。圖 2-4 及圖 2-5 為各雨量站之敏督利雨量組體圖及賀伯雨量組體圖，圖 2-6 則為此二豪雨雨量記錄之比較。

敏督利颱風所帶來的豪雨，以荖濃溪溪南雨量站的總雨量最大，達到 2,093.5 公厘，大於賀伯颱風期間之阿里山雨量站的 1,994 公厘，但溪南雨量站的最大 24 小時雨量(856 公厘)僅約為賀伯颱風期間之最大 24 小時雨量(1,748.5 公厘)之半。因此敏督利颱風豪雨為一延時長(72 小時)且雨量大(有 7 個雨量站的總雨量超過 1,600 公厘)的異常豪雨。

由表 2-2 及表 2-3 及圖 2-6 等之比較，可看出在高屏溪流域敏督利颱風所引進之豪雨，在總雨量、連續 48 小時、24 小時、12 小時、6 小時、3 小時及 1 小時等之雨量，在大部分雨量站均大於賀伯颱風時引進之豪雨。因此所形成之洪水量大且延時長，在里嶺大橋之最高水位(30.9 公尺，如圖 2-7)已超過賀伯颱風最高水位(30.8 公尺)，荖濃溪及隘寮溪之洪水位均達橋樑之底樑，美濃溪則已達堤頂。

雖然河流之洪水量超過計畫洪水流量，但在築堤段大致良好，主要災損在未設堤防段之低度保護之護岸。

表 2-2 敏督利颱風雨量資料

單位：公厘

| 年/月/日 | 上德文 | 瑪家 | 御油山 | 新發 | 新集 | 小關山 | 溪南 | 梅山 | 南天池 | 尾寮山 | 楠溪 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 2004/6/30 | 0.5 | 2 | 2 | 0 | 10 | 7.5 | 11.5 | 0 | 8.5 | 2 | 3 |
| 2004/7/1 | 15.5 | 21.5 | 21 | 15.5 | 65 | 82.5 | 104.5 | 16.5 | 58 | 17 | 49 |
| 2004/7/2 | 542.5 | 576.5 | 662.5 | 570.5 | 374 | 517.5 | 525 | 400 | 571.5 | 729 | 354 |
| 2004/7/3 | 299.5 | 431.5 | 612 | 467.5 | 441 | 639.5 | 609 | 512 | 672.5 | 455.5 | 539 |
| 2004/7/4 | 72.5 | 98 | 642.5 | 562 | 805.5 | 539.5 | 837 | 689 | 444.5 | 128.5 | 347.5 |
| 2004/7/5 | 64.5 | 102 | 94.5 | 42.5 | 51 | 58 | 60.5 | 30 | 0 | 57 | 0 |
| 2004/7/6 | 13.5 | 25 | 29.5 | 9.5 | 20 | 7 | 11.5 | 7 | 7.5 | 30 | 0.5 |
| 2004/7/7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 延時 | 上德文 | 瑪家 | 御油山 | 新發 | 新集 | 小關山 | 溪南 | 梅山 | 南天池 | 尾寮山 | 楠溪 |
|-------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 1 小時 | 62 | 65 | 111.5 | 84.5 | 85 | 84 | 109 | 68.5 | 65 | 59 | 59.5 |
| 3 小時 | 118 | 154 | 208 | 160 | 163.5 | 177 | 207.5 | 168 | 164.5 | 139.5 | 163 |
| 6 小時 | 231.5 | 240 | 302 | 277.5 | 301.5 | 296 | 361.5 | 286.5 | 297 | 262 | 281.5 |
| 12 小時 | 369.5 | 398 | 458.5 | 462.5 | 554.5 | 439.5 | 600.5 | 497 | 493.5 | 491.5 | 416.5 |
| 24 小時 | 565 | 620 | 851 | 807 | 809 | 728.5 | 856.5 | 715 | 833 | 755 | 653.5 |
| 48 小時 | 850 | 1010.5 | 1504 | 1220.5 | 1250 | 1368.5 | 1514 | 1267.5 | 1422 | 1211.5 | 1094 |

表 2-2 賀伯颱風雨量資料

單位：公厘

| 年/月/日 | 上德文 | 瑪家 | 御油山 | 新發 | 新集 | 小關山 | 溪南 | 梅山 | 南天池 | 尾寮山 | 楠溪 |
|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| 1996/7/30 | 0 | 0 | 0.5 | 3.5 | 0.5 | 1 | 1.5 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1996/7/31 | 525.5 | 132.5 | 403.5 | 313 | 336.5 | 349.5 | 438 | 323 | 240 | 375.5 | 454 |
| 1996/8/1 | 375 | 411 | 329 | 472 | 450 | 498.5 | 446.5 | 483.5 | 459 | 303.5 | 477.5 |

| 延時 | 上德文 | 瑪家 | 御油山 | 新發 | 新集 | 小關山 | 溪南 | 梅山 | 南天池 | 尾寮山 | 楠溪 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 小時 | 83 | 96 | 55.5 | 61.5 | 58.5 | 65.5 | 46.5 | 57 | 75.5 | 77 | 121.5 |
| 3 小時 | 194.5 | 224 | 139 | 148 | 137.5 | 159.5 | 134.5 | 165.5 | 152.5 | 135 | 198.5 |
| 6 小時 | 266 | 343.5 | 249 | 248.5 | 238.5 | 274 | 234 | 295.5 | 255 | 214.5 | 298 |
| 12 小時 | 421.5 | 440.5 | 418.5 | 403.5 | 403.5 | 474 | 423.5 | 472 | 418 | 334 | 470 |
| 24 小時 | 836.5 | 508 | 681 | 668 | 647 | 741 | 720.5 | 716.5 | 607 | 613 | 742 |
| 48 小時 | 900.5 | 543.5 | 732.5 | 785 | 786.5 | 848 | 885.5 | 806.5 | 699 | 679 | 931.5 |

表 2-4 敏督利與賀伯雨量之比值(敏督利雨量/賀伯雨量)

| 延時 | 上德文 | 瑪家 | 尾寮山 | 御油山 | 新發 | 新集 | 溪南 | 小關山 | 梅山 | 南天池 | 楠溪 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 小時 | 0.747 | 0.677 | 0.49 | 2.009 | 1.374 | 1.453 | 2.344 | 1.282 | 1.202 | 0.861 | 0.766 |
| 3 小時 | 0.607 | 0.688 | 0.821 | 1.496 | 1.081 | 1.189 | 1.543 | 1.11 | 1.015 | 1.079 | 1.033 |
| 6 小時 | 0.87 | 0.699 | 0.945 | 1.213 | 1.117 | 1.264 | 1.545 | 1.08 | 0.97 | 1.165 | 1.221 |
| 12 小時 | 0.877 | 0.904 | 0.886 | 1.096 | 1.146 | 1.374 | 1.418 | 0.927 | 1.053 | 1.181 | 1.472 |
| 24 小時 | 0.675 | 1.22 | 0.881 | 1.25 | 1.208 | 1.25 | 1.189 | 0.983 | 0.998 | 1.372 | 1.232 |
| 48 小時 | 0.944 | 1.859 | 1.174 | 2.053 | 1.555 | 1.589 | 1.71 | 1.614 | 1.572 | 2.034 | 1.784 |
| 72 小時 | 1.016 | 2.086 | 1.366 | 2.629 | 2.038 | 2.078 | 2.235 | 2.014 | 1.985 | 2.469 | 1.944 |

表 2-5 勘查之洪氾災害位置與災害描述

| 點位 編號 | 道路編號 | 里程數或地標 | 災害描述 |
|----------|-------------|----------------------------|---|
| R-01 | 台 20 線公路 | 寶來一號橋 | 寶來一號橋左岸護墩圍牆沖毀，低度保護之蛇籠坡面護岸受損流失，下游右岸之下護坡塊石基腳塊石部分受損。 |
| R-02 | 台 27 線公路 | 東溪大橋 | 東溪大橋右半段沖毀流失。 |
| R-03 | 高縣 184 號公路 | 六龜護岸及六龜大橋(東和 41 號至 43 號斷面) | 六龜大橋 P2 橋墩右側下陷，P2 及 P3 間橋面版產生明顯下陷變形，右岸橋台之下游面護岸掏空沉陷。 |
| R-04 | 高縣 184 號公路 | 濟公廟護岸(東和 38 號至 39 號斷面) | 混凝土坡面及蛇籠坡面護腳，淘刷沈陷損毀。 |
| R-05 | 高縣 184 號公路 | 二坡護岸(東和 22 號至 23 號斷面) | 二坡護岸淘刷沖毀後半段，相鄰農地大面積流失。 |
| R-06 | 高縣 184 號公路 | 新威護岸(東和 18 號至 20 號斷面) | 新威護岸淘刷沖毀後半段，相鄰農地大面積流失。 |
| R-07 | 高縣 184 甲號公路 | 美濃橋 | 最高洪水位高逾岸頂有溢流，上游坡面有冲刷受損。 |
| R-08 | 台 21 線公路 | 大林護岸 | 大林護岸淘刷沖毀約 300 公尺，相鄰之道路及農地冲刷流失。 |
| R-09 | 台 21 線公路 | 版產厝護岸 | 版產厝護岸沖毀流失 1200 公尺(表 2-1)，相鄰農田也大面積冲刷流失。 |
| R-10 | 高縣 184 乙號公路 | 高美大橋固床工(東和 93 號至 94 號斷面) | 高美大橋固床工上游右岸低水護岸冲刷破壞流失 300 公尺。 |
| R-11 | 台 27 線公路 | 舊寮一號護岸(東和 12 號至 14 號斷面) | 舊寮一號護岸淘刷損毀 800 公尺。 |
| R-12 | 台 27 線公路 | 大津護岸(東和 21 號至 23 號斷面) | 大津護岸沖毀約 1,300 公尺長的護岸，並造成大面積的農地流失 |
| R-13 | 台 27 線公路 | 六津橋段鄰荖濃溪(東和 23 號至 24 號斷面) | 因洪水冲刷以致台 27 線六津段下邊坡流失，道路中斷。 |

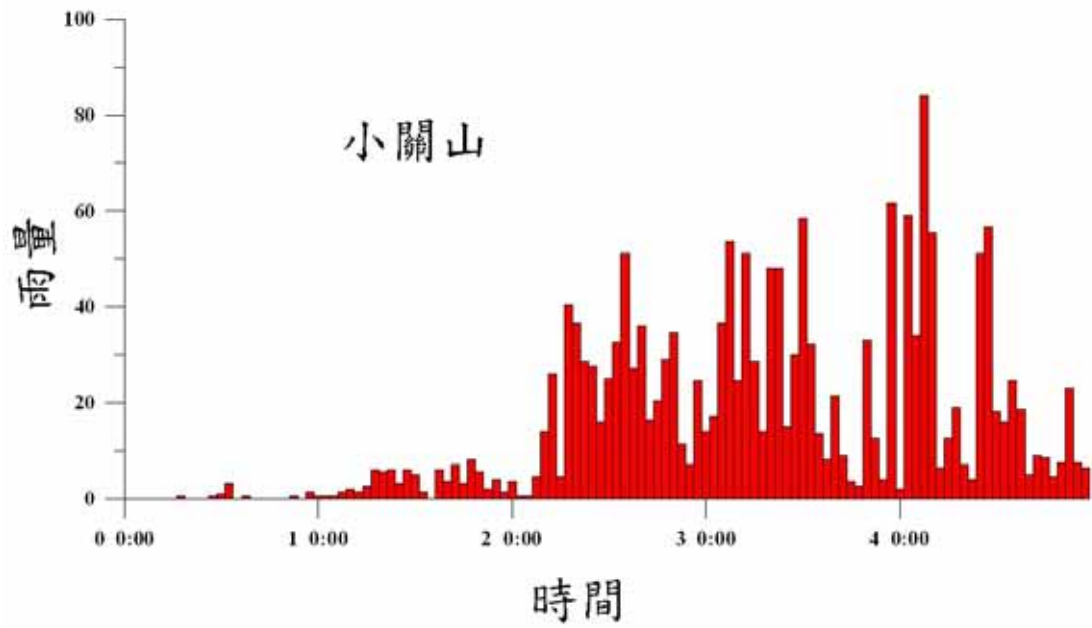


圖 2-4(a) 敏督利颱風小關山雨量資料

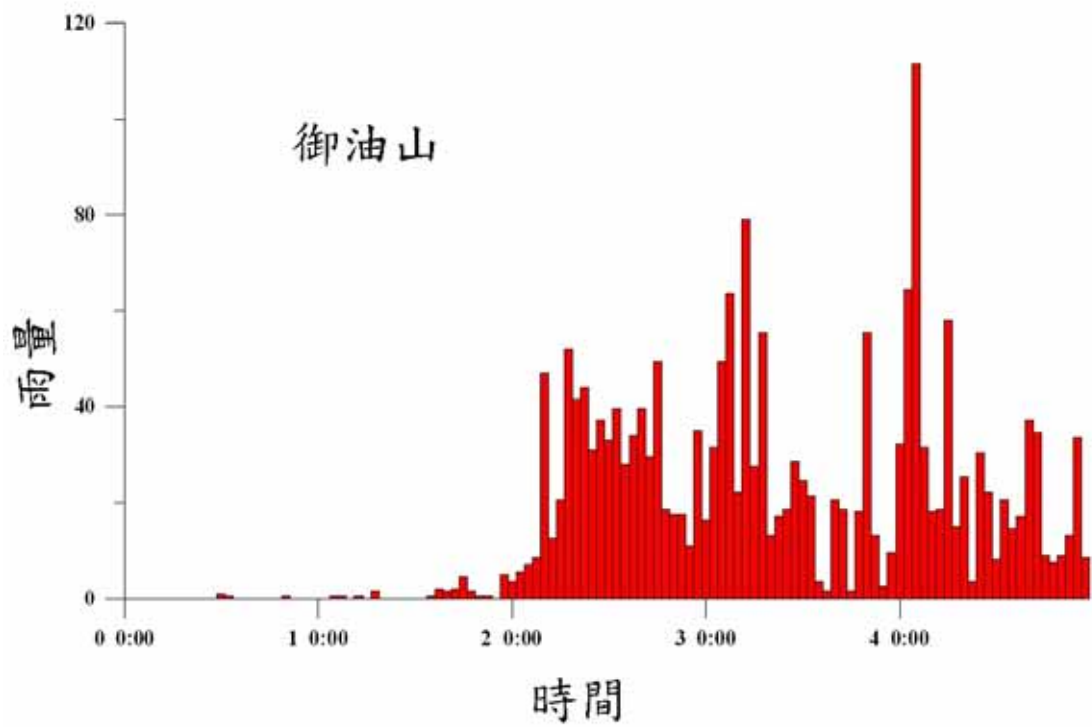


圖 2-4(b) 敏督利颱風御油雨量資料

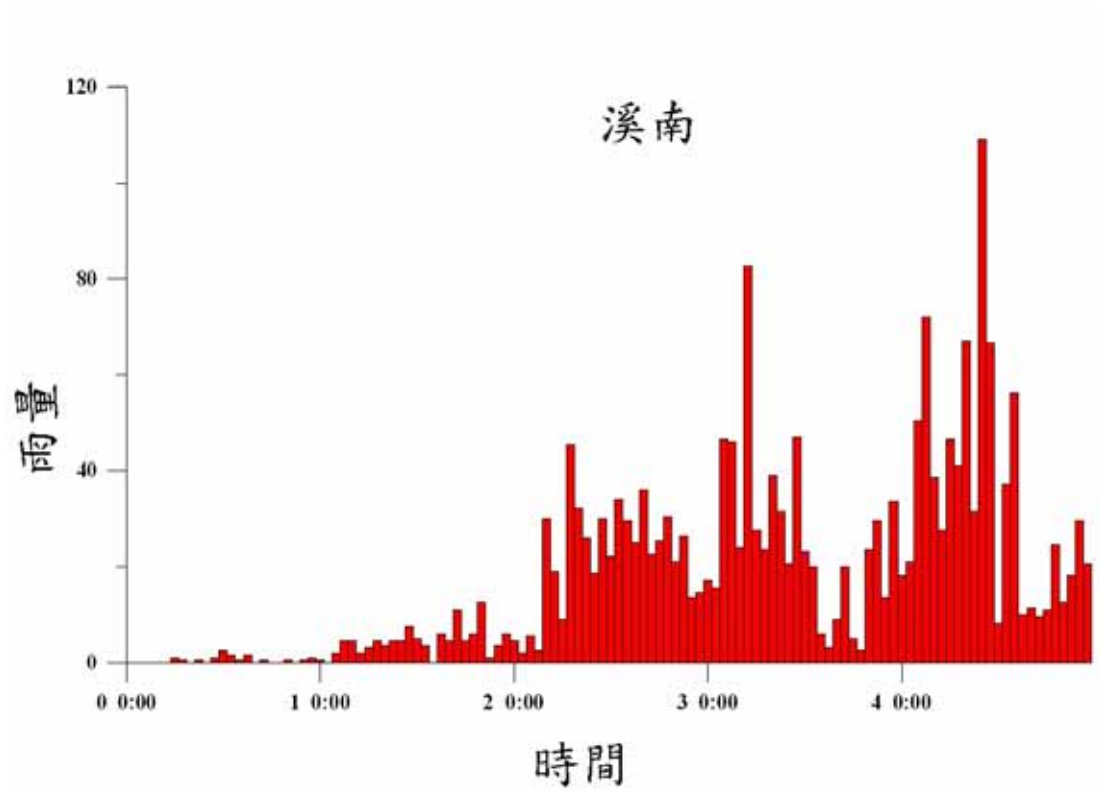


圖 2-4(c)敏督利颱風溪南雨量資料

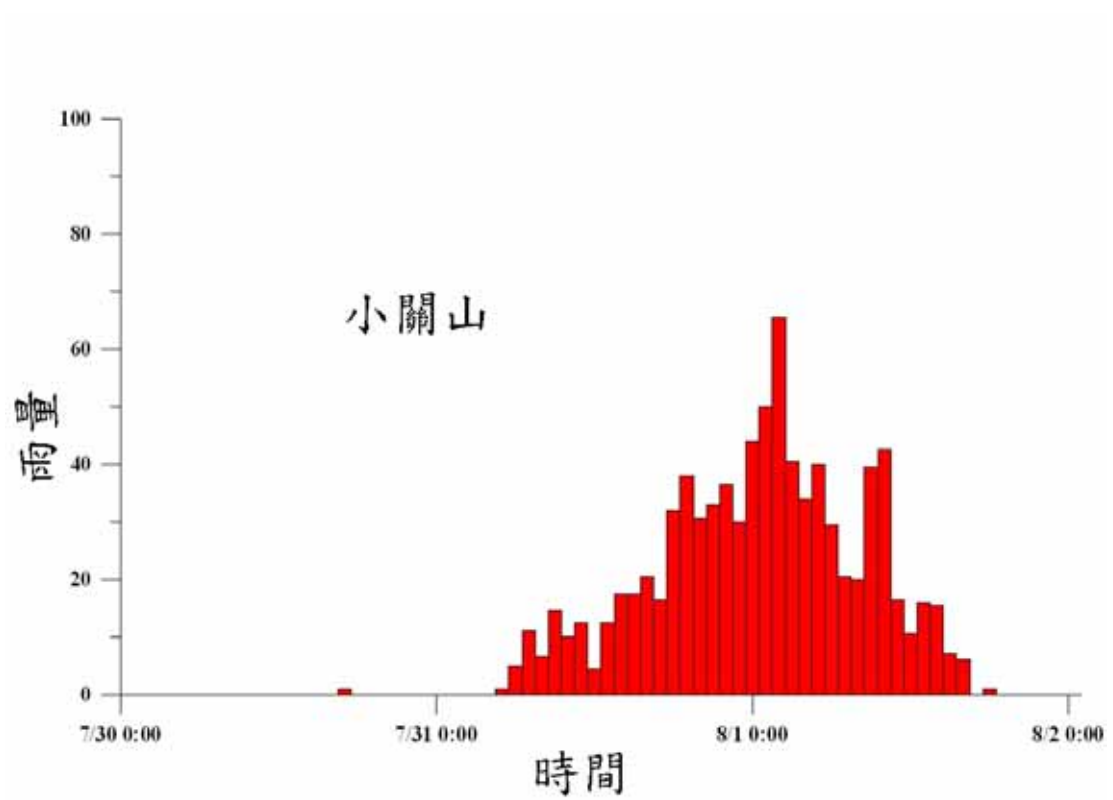


圖 2-5(a) 賀伯颱風小關山雨量資料

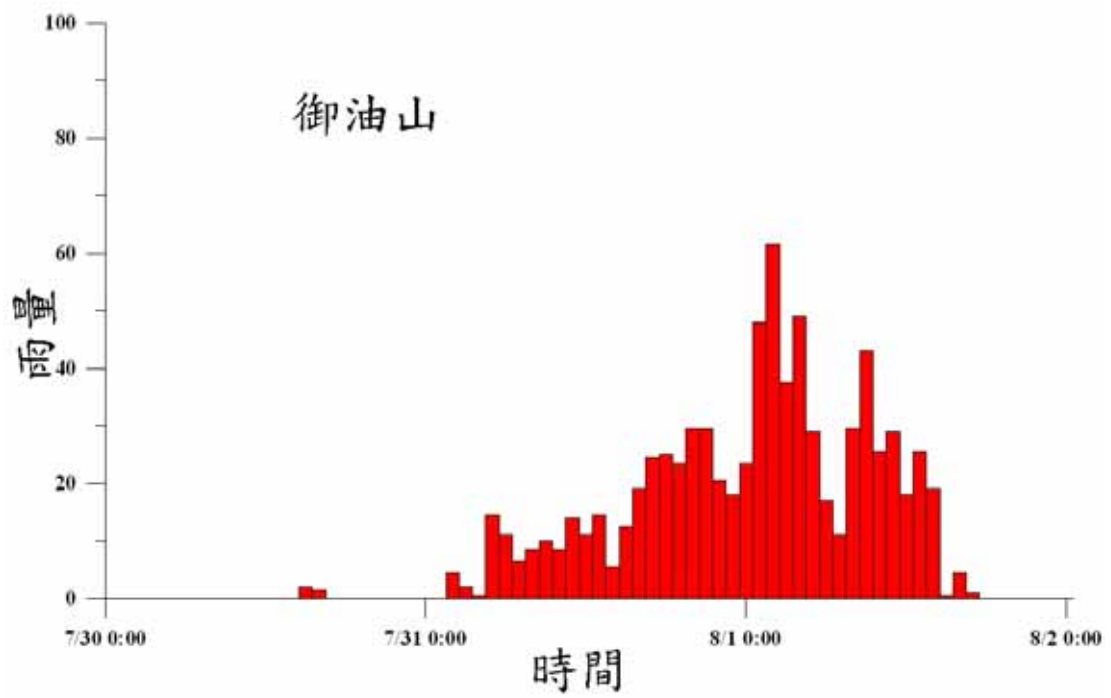


圖 2-5(b) 賀伯颱風御油山雨量資料

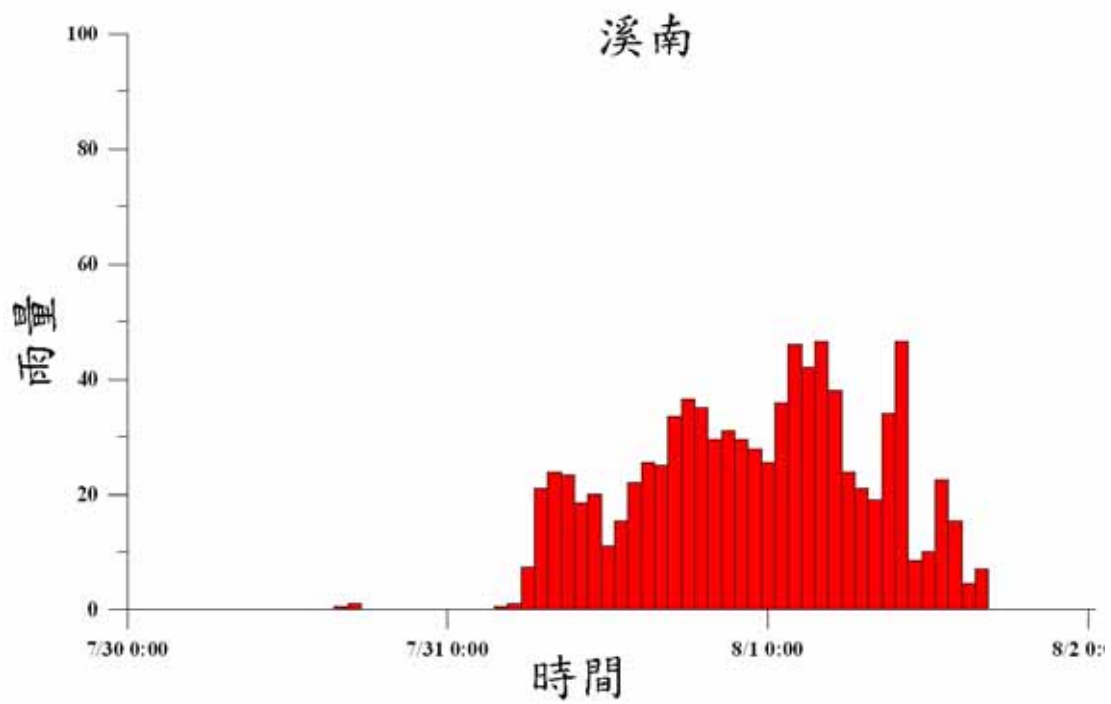


圖 2-5(c) 賀伯颱風溪南雨量資料

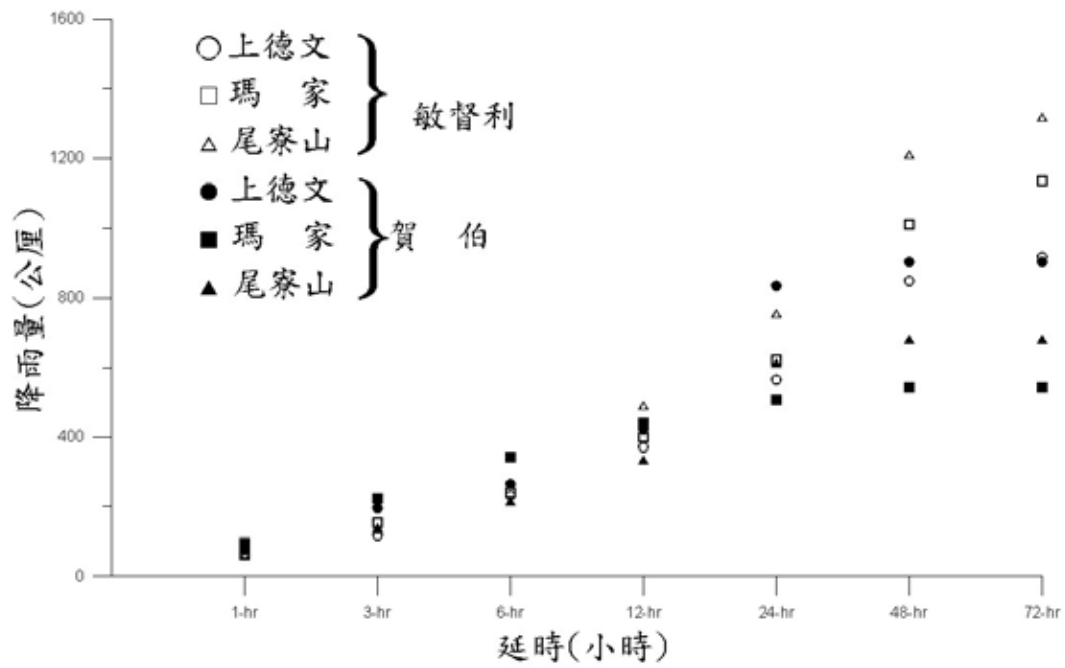


圖 2-6(a) 敏督利與賀伯之雨量資料比對(上德文、瑪家及尾寮山)

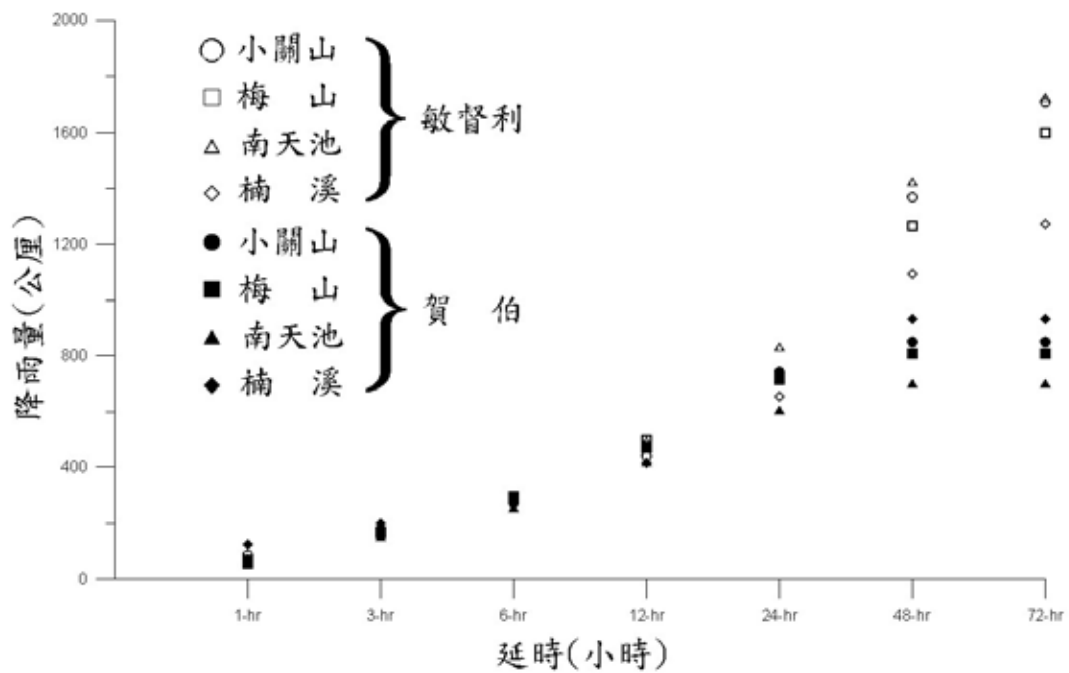


圖 2-6(b) 敏督利與賀伯之雨量資料比對(小關山、梅山、南天池及楠溪)

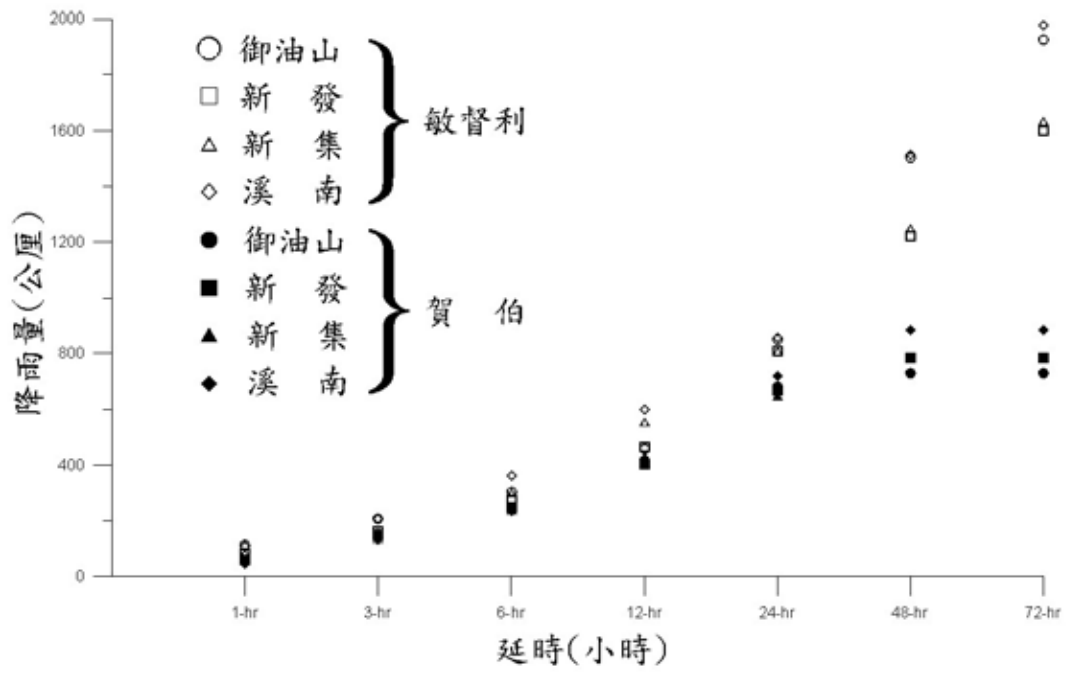


圖 2-6(c)敏督利與賀伯之雨量資料比對(御油山、新發、新集及溪南)

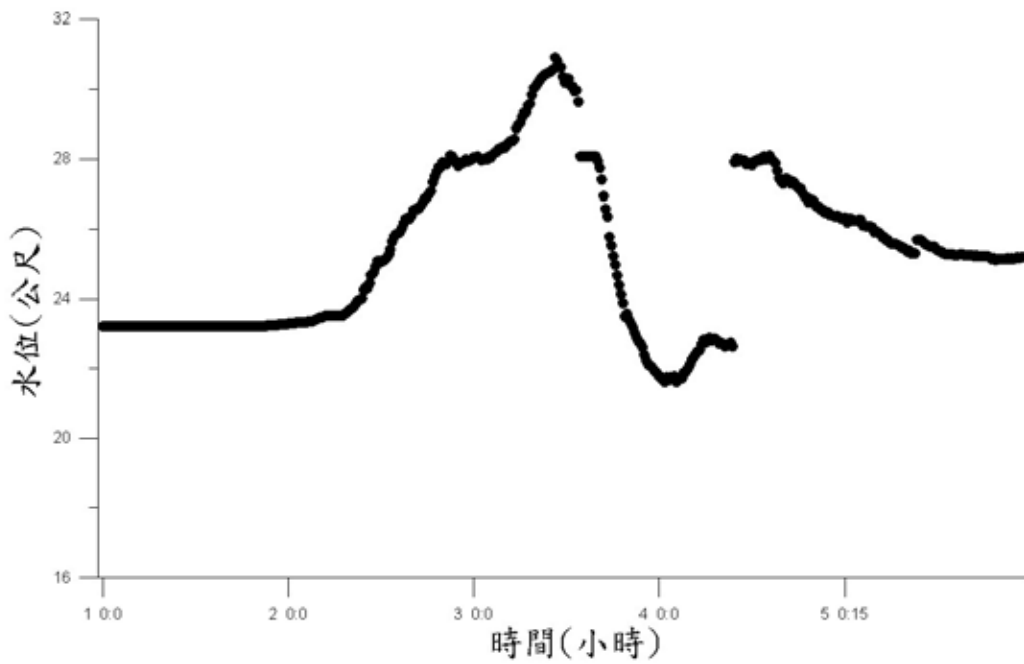


圖 2-7 里嶺大橋敏督利颱風期間水位資料

2.1.2 寶來一號橋

本次勘查之起點為荖濃溪寶來一號橋之左岸護岸。寶來一號橋跨越荖濃溪，橋長約 285 公尺，約位於海拔 500 公尺，下游側左岸有寶來溪匯入(照片 2-1)，右岸亦有野溪匯入。省道台 20 線沿荖濃溪右岸經此橋跨越荖濃溪，沿左岸再經寶來二號橋越過荖濃溪，沿右岸上行，如圖 2-8 所示。荖濃溪在寶來一號橋與二號橋之間為一超過 90 度之彎曲河段，相鄰之空地區為著名之溫泉度假區，並有荖濃溪泛舟登船碼頭。

本次洪水過程中，洪水位高越寶來一號橋左岸邊之橋墩之護墩圍牆，故護墩圍牆沖毀，但橋墩安全，如照片 2-1 所示。洪水位高越左岸河階地(照片 2-2)，流木上岸(照片 2-3)，低度保護之蛇籠坡面護岸受損流失(照片 2-4)。寶來一號橋之下游右岸之省道台 20 線之下護坡為混凝土坡面，其塊石基腳亦有受損。

寶來一號橋上游為上述彎曲河段之末端，下游右岸則為輕微之凹岸(照片 2-5 及照片 2-6)，左岸寶來溪洪水之匯入，逼使主流偏向右岸而衝擊右岸坡面基腳，並再折向下游左岸，沖擊毀損左岸之低度保護之蛇籠坡面護岸。

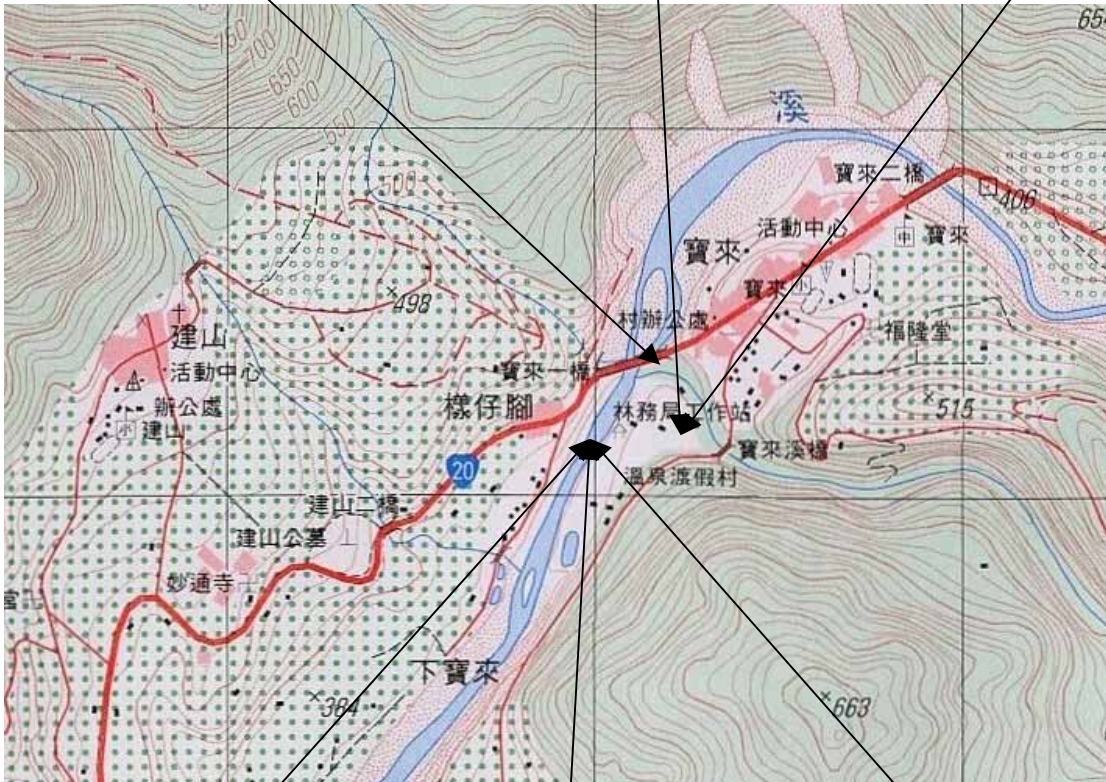
照片 2-1



照片 2-2



照片 2-3



照片 2-4



照片 2-5



照片 2-6

圖 2-8 R-01 受災位置示意圖(荖濃溪寶來一號橋)

2.1.3 東溪大橋

東溪大橋為荖濃溪右岸在六龜山地育幼院附近之右岸地區與沿左岸之台 27 線省道間之聯絡橋梁，如圖 2-9 所示。於本次洪水過程中，右半段沖毀流失(照片 2-7)，僅餘靠左岸之一根橋墩及橋面(照片 2-8)。沖斷流失之過程尚無資料。

照片 2-7



照片 2-8

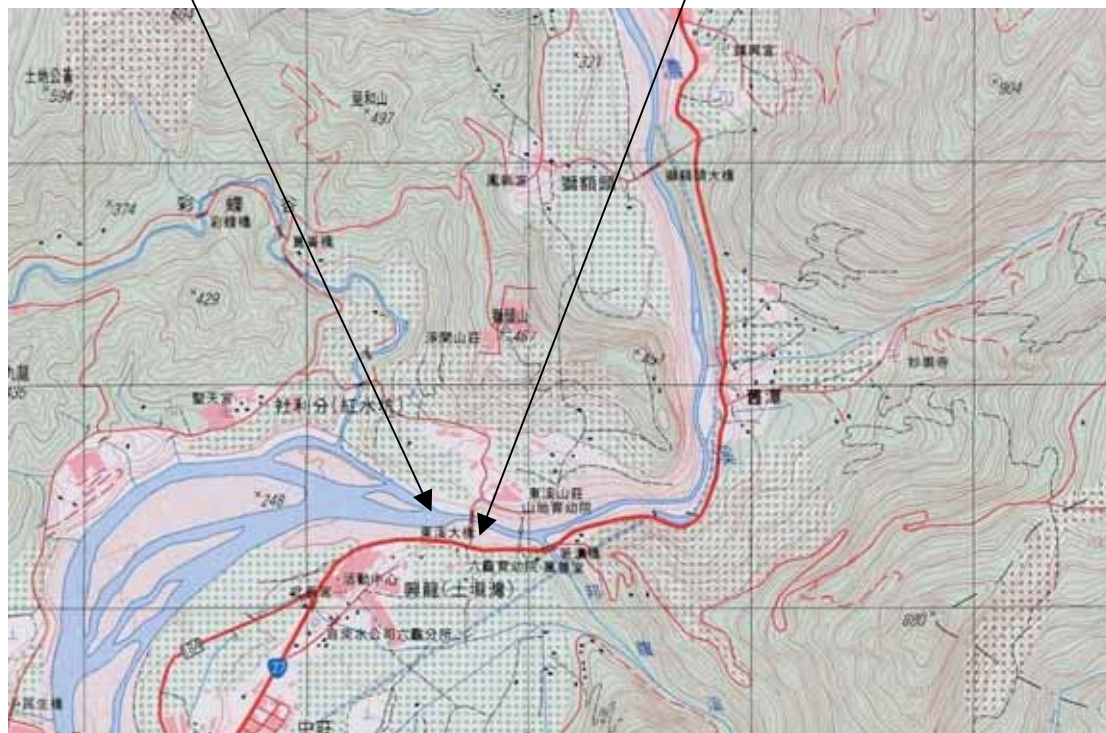


圖 2-9 R-02 受災位置示意圖(荖濃溪東溪大橋)

2.1.4 六龜護岸及六龜大橋

六龜護岸位於六龜大橋右岸，由六龜大橋之上游側延伸至下游，上接六龜堤防。六龜大橋下游左岸護岸與六龜護岸相距約 300 公尺，如圖 2-2 及圖 2-10 所示。六龜護岸為混凝土坡面。

六龜大橋全橋長 308 公尺，橋面寬 12 公尺，橋梁下部結構為直徑 4.7 公尺之沉箱，深度 7 至 12 公尺，橋墩直徑 2 公尺，高 8 至 10 公尺。六龜大橋共有 8 跨徑，每一跨徑 38.5 公尺，沿流向分成 7 列橋墩，每列有二橋墩。左岸橋台(A1)至 2 號橋墩(P2)間以蛇籠全面保護，2 號橋墩(P2)至 3 號橋墩(P3)間再以蛇籠保護，墩體並以鋼版包覆。

本次洪水期間，7 月 2 日夜，荖濃溪河水急遽上漲，水勢湍急，六龜大橋段水位接近大樑，7 月 3 日早上 6 時 30 分採取封橋措施。照片 2-9 及照片 2-10 為 7 月 3 日上午 10 時之六龜大橋上游及下游側之洪水流況；照片 2-11 至照片 2-13 分別為 7 月 4 日之大橋下游側之流況及左岸橋台(A1)之右側護岸底部之掏空現象；照片 2-14 至照片 2-18 分別為 7 月 5 日上午 9 時，7 月 6 日上午 11 時，7 月 8 日，及 7 月 11 日之洪水流況，可看出直至 7 月 11 日，水位雖已下降，但仍流勢湍急。

7 月 3 日下午 5 時左右便發現六龜大橋 P2 橋墩右側約有 25 公尺的下陷，P2 及 P3 間橋面版產生明顯下陷變形(照片 2-19)，7 月 4 日中午，左岸 A1 橋台右側護岸遭洪水沖毀，河水持續掏刷土壤(照片 2-12，照片 2-13)，至晚上時，橋台右側路面掏空沉陷。水利署緊急在回填卵石，阻止持續掏空擴大(照片 2-20)，並調來水泥消波塊，於 7 月 5 日晚間，吊放於護岸沖毀處，以搶險穩定岸壁，如照片 2-21，照片 2-22，及照片 2-16 所示。7 月 5 日至 7 月 6 日，荖濃溪水位持續下降，P2 至 P3 間之右側橋面版，目視觀測後顯示無明顯擴大，左側橋面版亦無下陷變形發生，緊急搶險已有其成效。六龜大橋左岸上游側之六龜護岸，原以消波塊護腳，此次洪水中可見成效，如照片 2-23 所示。

由圖 2-2 及現場觀測可知六龜大橋段，上游比下游為寬，下游束縮至僅約 300 公尺，右岸且為凹岸段出口，主流明顯偏向凹岸。由照片 2-9 至照片 2-11 至照片 2-15 均可看出左岸邊坡較為平緩，鄰近流況相對而言較為平穩，右岸(凹岸)則水流洶湧，水位又高，河面束縮後之下游護岸受沖刷淘空而損毀。

照片 2-8



照片 2-9



照片 2-10



照片 2-11



照片 2-12



照片 2-13



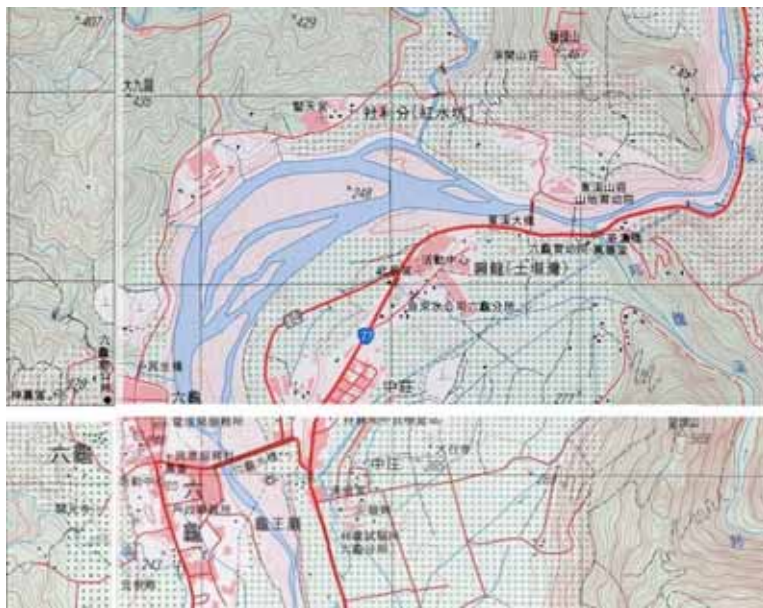
照片 2-14



照片 2-15



照片 2-16



照片 2-17



照片 2-18



照片 2-19



照片 2-20



照片 2-21



照片 2-22



照片 2-23



圖 2-10 R-03 受災位置示意圖(老濃溪六龜大橋及六龜護岸)

2.1.5 濟公廟護岸

濟公廟護岸位於荖濃溪之東和 38 號斷面與 39 號斷面之間的右岸，約在六龜大橋下游約 1.5 公里之右岸(見圖 2-2 及圖 2-11)，為混凝土坡面及蛇籠坡面護腳。七二水災期間，淘刷沈陷流失，如照片 2-25 所示，約流失 400 公尺(表 2-1)。經以消波塊緊急搶險(照片 2-26 及照片 2-27)，以防止繼續淘刷。

濟公廟護岸亦屬凹岸形勢(見圖 2-2 及圖 2-11)，鄰近主流路，易受溢沖，故建護岸保護。濟公廟護岸段之上游側與突出之岩盤相鄰(照片 2-27)。此一突出之岩盤形同單一丁壩，當水位高越岩盤頂時可直沖護岸基腳，導致坡面沈陷損毀，淘刷岸壁。



照片 2-25



照片 2-26



照片 2-27

圖 2-11 R-04 受災位置示意圖(荖濃溪濟公廟護岸)

2.1.6 荖濃溪二坡護岸

二坡護岸位於荖濃溪之東和 22 號斷面與東和 24 號斷面之間的右岸(見圖 2-2 及圖 2-12)，主流路由上游對岸流向本岸，故沿農路外則建護岸保護相鄰農地。

二坡護岸為混凝土坡面，屬低度保護之護岸設施，也如同低矮堤防，前半段大致沿規劃之岸線佈置，但後半段則偏向河道內，鄰近主流路(見圖 2-12)。本次洪水過程中，水流越過護岸頂，淘刷沖毀後半段，相鄰農地大面積流失，如照片 2-28 及照片 2-29 所示，並損及部分前半段護岸，如照片 2-29 所示。

2.1.7 荖濃溪新威護岸

新威護岸位於荖濃溪的東和 19 斷面及東和 20 斷面間之右岸(見圖 2-2 及圖 2-12)，主流由上游對岸流向本岸，易受頂沖，故建護岸保護相鄰農地。

新威護岸為混凝土坡面，屬低度保護之護岸設施，前半段大致沿規劃之河岸線使置，但後半段則偏向河道內，鄰近之流路(見圖 2-2 及圖 2-12)。本次洪水過程中，洪水越過護岸頂，淘刷沖毀後半段，相鄰農地大面積流失，但鄰近規劃岸線之部分堤岸尚存(前半段)，如照片 2-31 所示。由照片 2-31 也可看出被洪水沖刷後之農地邊緣約成弧形，尚頗整齊。有一棵根系土壤大半沖失之果樹，僅依賴殘存土壤中之根系竟仍能挺立(照片 2-32)。

2.1.8 美濃溪美濃橋段

美濃溪為旗山溪之支流，中游寬度僅約 30 至 50 公尺。本次洪水期間，渲洩不及，最高洪水位高逾岸頂，有溢流但水勢應屬平穩，如照片 2-33 及照片 2-34 所示。由照片 2-33 亦可看出美濃橋上游左岸為凸岸，右岸為凹岸。

洪水消退後，由照片 2-35 可看出美濃橋上游左岸(凸岸)有明顯之砂土淤積，深槽靠近右岸(凹岸)；由照片 2-36 及照片 2-37 可看出右岸鄰接美濃橋之坡面植生護坡及坡腳尚屬完好，相鄰之上游坡面則有沖刷受損；由照片 2-38 可看出美濃橋下游高灘地之草本植物倒伏現象。

由美濃溪美濃橋段之洪水現象及洪水消退後之坡面及高灘地情可看出，流速平緩安穩，則以茂密之植生護坡及高灘地護面，可有功效，但凹岸處因流速較大，仍需評估植物可承受之流速。

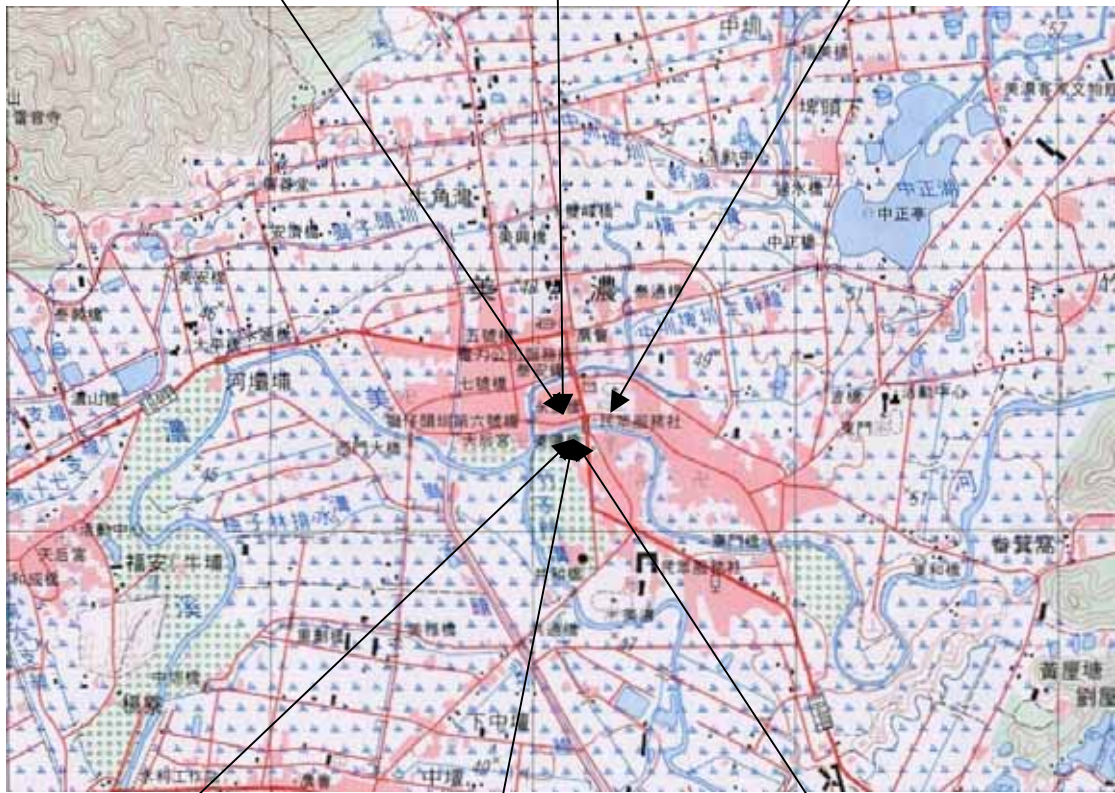
照片 2-33



照片 2-35



照片 2-34



照片 2-36



照片 2-37



照片 2-38

圖 2-13 R-07 受災位置示意圖(美濃溪美濃橋)

2.1.9 旗山溪版產厝護岸

版產厝護岸位於旗山溪之月眉橋下游右岸(圖 2-3 及圖 2-14)，為低度保護農田之蛇籠坡面護岸設施，後半段佈置如同凹岸，鄰近主流路，如圖 2-4 所示。本次洪水期間，水流越過頂部並沖毀流失 1200 公尺(表 2-1)，相鄰農田也大面積沖刷流失，形成之新岸線有明顯之凹岸形態，主流路逼近岸腳，如照片 2-39、照片 2-40 及照片 2-41 所示。

2.1.10 旗山溪大林護岸

大林護岸位於旗山溪月眉橋下游左岸(圖 3-3 及圖 3-14)，上接尾莊堤防，下接大林堤防，對岸則為版產厝護岸。大林護岸亦為低度保護農田之蛇籠坡面護岸設施，前半段鄰近主流路，如圖 2-3 所示。本次洪水期間，水流越過頂部並淘刷沖毀約 300 公尺(表 2-1)。相鄰之道路及農地均有沖刷流失如照片 2-42 及照片 2-43 所示，河床有大片岩盤露頭，如照片 2-44 所示。

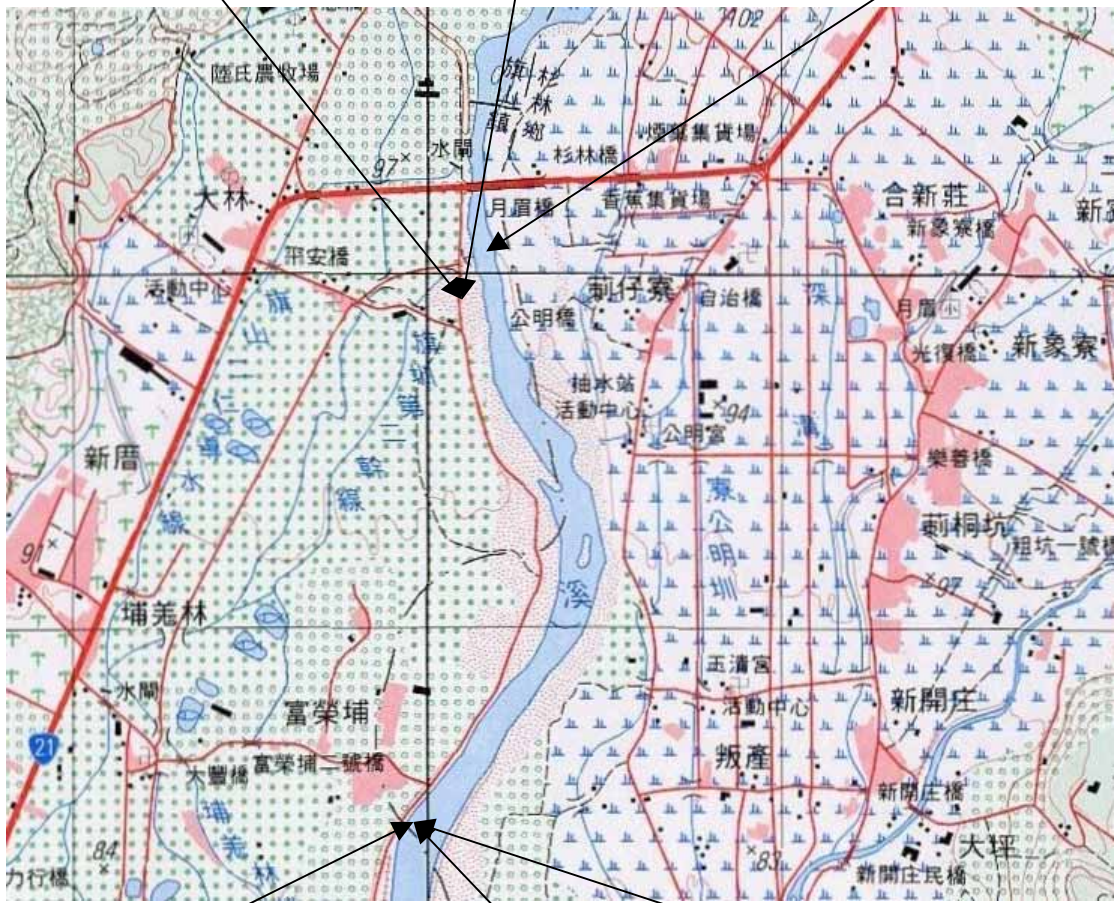
照片 2-42



照片 2-43



照片 2-44



照片 2-39



照片 2-40



照片 2-41

圖 2-14 R-08 及 R-09 受災位置示意圖(旗山溪月眉橋上下游板產層護及大林護岸)

2.1.11 荖濃溪高美大橋固床工護岸

荖濃溪高美大橋段為明顯辮狀河道。高美大橋跨越荖濃溪，位於 93 號斷面與 94 號斷面之間，長約 2000 公尺，右岸有龜山堤防及土庫堤防，左岸為東振堤防，如圖 2-15 所示。

高美大橋下建固床工以保護橋樑安全。固床工右岸有低水護岸，由上游延伸至下游，為蛇籠坡面之護岸設施。本次洪水期間，高美大橋固床工之上游右岸低水護岸受水流越頂沖刷破壞而流失約 300 公尺(表 2-1)，如照片 2-45 所示。水持續沖刷結果，高灘地及河中砂洲均有大面流失(照片 2-46 及照片 2-47)。為維護橋樑安全，吊放消波塊及堆置塊土緊急搶險(照片 2-47)。

照片 2-45



照片 2-46



照片 2-47

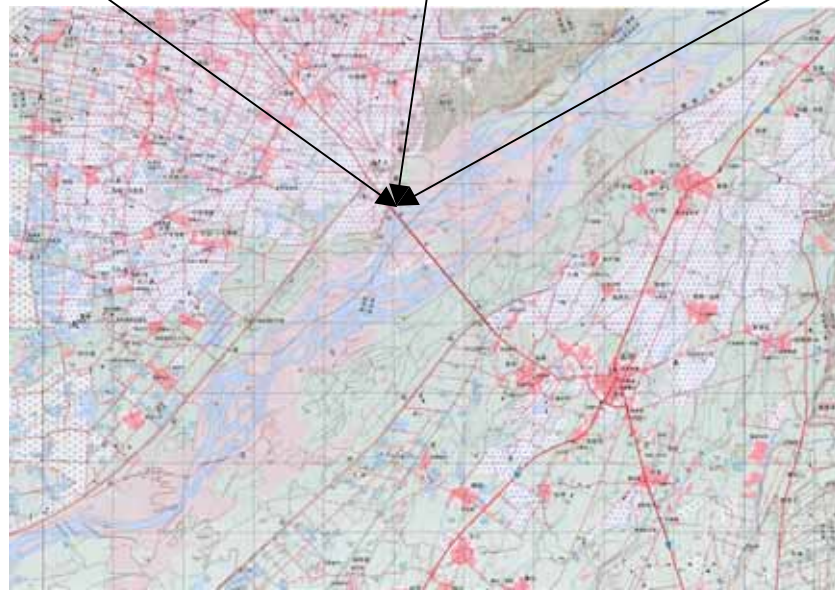


圖 2-15 R-10 受災位置示意圖(荖濃溪高美大橋)

2.1.12 荖濃溪舊寮一號護岸

舊寮一號護岸鄰近荖濃溪與濁口溪匯流處之下游，約位於荖濃溪東和 12 號斷面至東和 14 號斷面間之左岸，上游銜接舊寮一號堤防，對岸為新威護岸及新寮護岸形成之凸岸，舊寮一號堤防及舊寮一號護岸形成凹岸，鄰近主流路(見圖 2-16)。

舊寮一號護岸為混凝土坡面及漿砌塊石坡面。本次洪水期間，濁口溪與荖濃溪合流後之流量甚大，加以鄰近主流路，水勢湍急，波濤洶湧，地面水流亦奔流越入荖濃溪，如照片 2-48 所示，於 7 月 3 日已發生淘刷沖毀唇照片 2-49 及照片 2-50 所示，經緊急吊放超過 2,000 個消波塊，防止沖刷損毀擴大，如照片 2-51、照片 2-52 及照片 2-53。

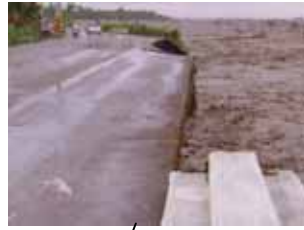
照片 2-48



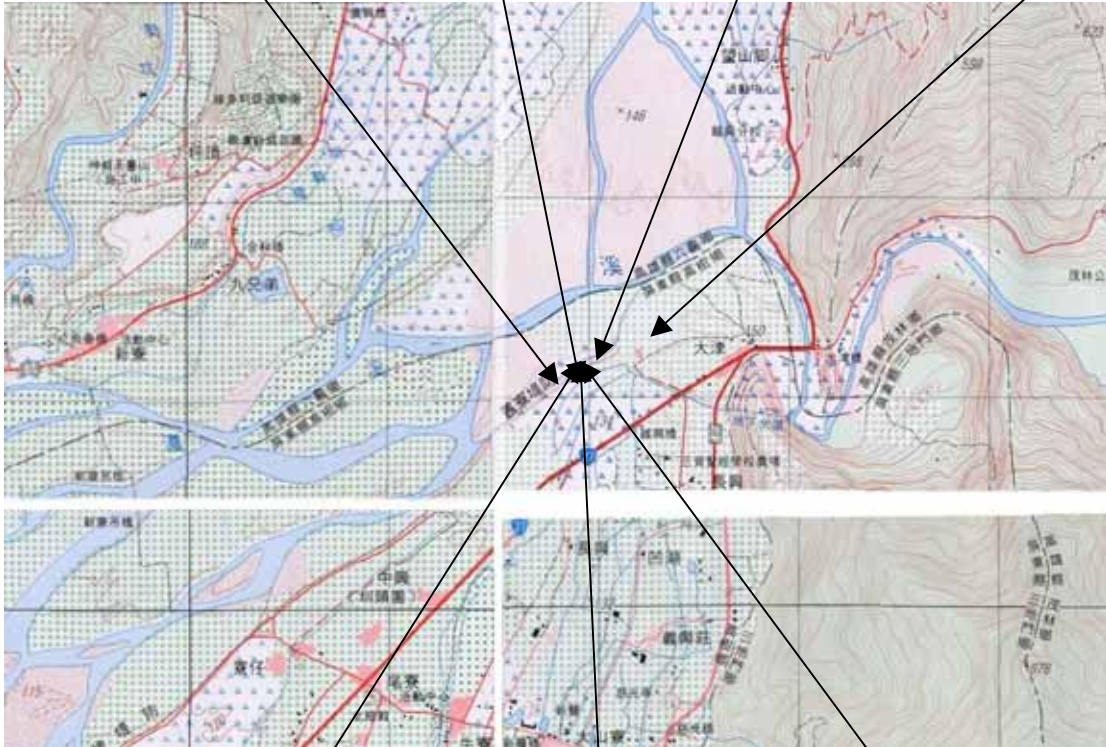
照片 2-49



照片 2-50



照片 2-51



照片 2-52(a)



照片 2-52(b)



照片 2-53

圖 2-16 R-11 受災位置示意圖(荖濃溪舊寮一號護岸)

2.1.13 濁口溪大津橋與荖濃溪大津護岸

省道台 27 線之大津橋跨越濁口溪，如圖 2-17 所示，本次洪水期間，大津橋上、下游之流量如照片 2-54 所示，可見其水勢洶湧。濁口溪流經大津橋後匯入荖濃溪。

大津護岸鄰近荖濃溪與濁口溪匯流處之上游，約位於荖濃溪東和 21 號斷面至東和 23 號斷面間之左岸，對岸二坡護岸之主流路奔向本岸，再轉向對岸之新威護岸，故荖濃溪之主流路逼近本岸，如圖 2-17 所示。

大津護岸為低度保護之護岸設施，部分為蛇籠坡面及消波塊坡腳，部分為織布拋石坡面。本次洪水期間，主流逼近本岸，洪水越頂淘刷，沖毀約 1,300 公尺長的護岸(表 2-1)，主要為織布拋石護岸，並造成大面積的農地流失，如照片 2-55 所示。為緊急搶險而砍除相鄰農地之檳榔樹以開闢搶險道路(照片 2-56)，在水退後，作物已流失之灘地搶建臨時性的土堤(照片 2-57)。

大津護岸附近之檳榔園承受鄰近山區丘陵之地面水流而有大量淤積，如照片 2-58 所示。

照片 2-55(a)



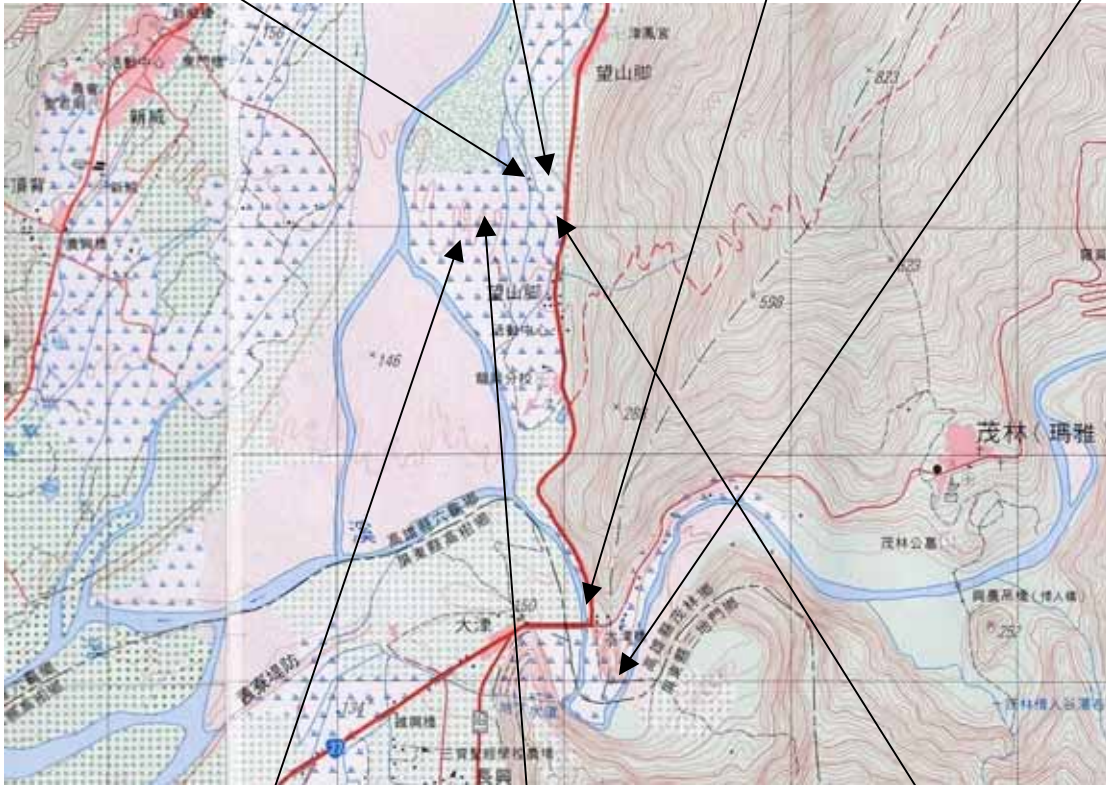
照片 2-55(b)



照片 2-54(a)



照片 2-54(b)



照片 2-56



照片 2-57



照片 2-58

圖 2-17 R-12 受災位置示意圖(濁口溪大津橋與荖濃溪大津護岸)

2.1.14 省道台 27 線六津橋

省道台 27 線 21 公里附近穿過六津橋(跨越野溪之橋樑，該野溪流入荖濃溪)，與荖濃溪東和 22 號斷面及東和 23 號斷面左岸相鄰如圖 2-18。在本次洪水期間，亦因洪沖刷以致下邊坡流失，道路中斷，如照片 2-59 所示。

照片 2-59

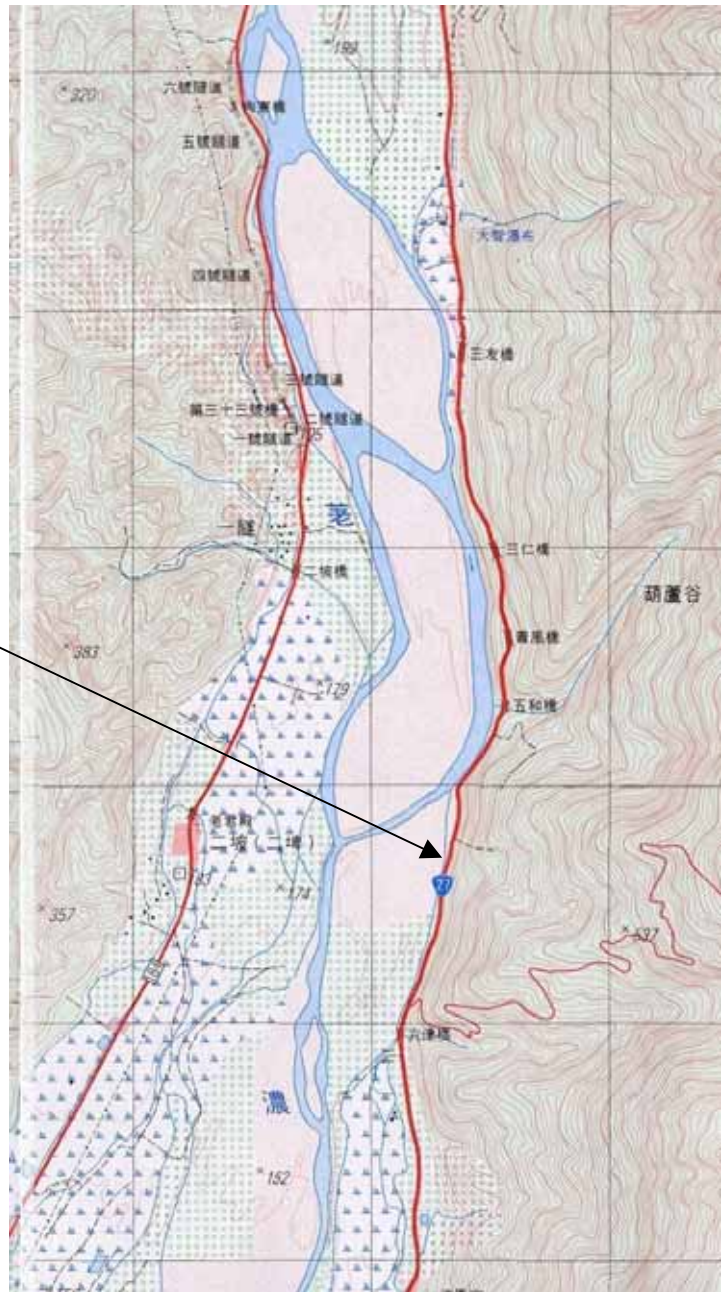


圖 2-18 R-13 受災位置示意圖(省道台 27 線六津橋)

2.1.15 河濱休閒場地

高屏溪水系高灘地已闢建多處休閒場地，如高屏溪高屏大橋河濱休閒場、萬大橋河濱休閒場、溼地河濱休閒場、高屏大橋右岸河濱休閒場、雙園大橋河濱休閒場、旗山溪旗尾橋河濱休閒場、荖濃溪隴祥河濱休閒場及隘寮溪里港河濱休閒場等，於本次洪水過程中大都未受損，僅高屏溪溼地公園內有部分道路土方流失，如照片 2-60 所示，高屏大橋及萬大橋之河濱休閒場有淤砂、布袋蓮及垃圾等需加以清除。



照片 2-60

2.1.16 洪氾災害初步分析

根據第七河川局所提供之資料及現場勘察比較討論，敏督利颱風所引起之洪汎，在高屏溪水系河防建造物沖毀現象可歸納如下：

1. 沖毀之河防建造物位於荖濃溪、旗山溪、隘寮溪等支流，且以荖濃溪之河防建造物受損最多，高屏溪本流無重大災情。
2. 有河防建造物沖毀之河段多屬尚未達計畫河堤之河段。亦即雖已依計畫洪水量規劃治理計畫線，但未公告或雖已公告，但尚未建造所需堤防或護岸，原有低度保護之兩岸間距不足以容納大洪水。
3. 沖毀之河防建造物多屬用於保護農地之低度保護的護岸，或低水護岸，高度不足，當洪水位高於護岸頂時，不僅基腳及坡面受沖刷而破壞、沈陷，且淘刷相鄰農地。
4. 有多處沖毀護岸並淘刷農地後之新岸線接近治理計畫線。
5. 對沖毀之護岸，有持續擴大而威脅人民生命財產之處，合計吊放數千個消波塊以緊急搶險，防止相鄰土地沖刷擴大。就現場查看，顯示具有相當成效。
6. 東溪大橋之沖毀，尚缺乏資料探討。

2.2 坡地與土砂災害調查與分析

在坡地與土砂災害調查方面，共有三個小組分不同區段進行勘查，茲將各組所調查之災害點位，依道路編號及里程數加以標示，並統整於表 2-6。

表 2-6 坡地與土砂災害位置與災害描述

| 點位編號 | 道路編號 | 里程數或地標 | 災害描述 |
|------|----------|--------------------|----------------------------------|
| S-01 | 台 20 號公路 | 寶來二號橋路段 | 荖濃溪北岸及路基崩塌。 |
| S-02 | 台 20 號公路 | 高中檢查哨北方 200 公尺處 | 道路路基受洪水沖刷路基流失。 |
| S-03 | 台 20 號公路 | 綠茂橋 | 綠茂橋西側野溪河岸有大範圍之崩塌，土砂散佈於溪床。 |
| S-04 | 台 20 號公路 | 85K~93.5K 沿線 | 有多處道路邊坡破壞，其中以 89K 處較為嚴重，僅可單向通車。 |
| S-05 | 台 20 號公路 | 塔拉拉魯夫隧道 | 荖濃溪南岸有一野溪匯入，其上游有大面積之崩塌，谷口並有土砂流出。 |
| S-06 | 台 20 號公路 | 96K+400 | 道路上邊坡崩落，下邊坡路基流失。 |
| S-07 | 台 20 號公路 | 96K+450 | 道路上、下邊坡破壞。 |
| S-08 | 台 20 號公路 | 101K+500 | 道路上邊坡蝕溝沖刷，下邊坡護坡破壞，路基流失。 |
| S-09 | 台 20 號公路 | 109K+50 | 野溪土砂流出淤埋道路。 |
| S-10 | 台 20 號公路 | 113K | 坡趾掏空，坡面崩坍。 |
| S-11 | 台 20 號公路 | 126K+600 | 路基流失。 |
| S-12 | 台 24 號公路 | 三地村地磨兒藝術園區 | 道路邊坡破壞，土石覆蓋路面。 |
| S-13 | 台 24 號公路 | 30K | 邊坡破碎崩滑。 |
| S-14 | 台 24 號公路 | 35K+700 | 下邊坡擋土牆基礎滑移，路面沉陷。 |
| S-15 | 台 24 號公路 | 36K+600 | 道路邊坡破壞。 |
| S-16 | 台 24 號公路 | 37K+600 | 上邊坡排水溝斷裂，邊坡破壞。 |
| S-17 | 台 24 號公路 | 48K+800 | 下邊坡崩塌，路面下陷，僅能單向通車。 |
| S-18 | 台 27 號公路 | 6K | 荖濃溪西岸有多處河岸崩塌，並有二條野溪上游產生大面積的崩塌。 |
| S-19 | 台 27 號公路 | 9K+500 | 荖濃溪北岸之約有 200m 長之河岸崩塌。 |
| S-20 | 台 27 號公路 | 20K+200~ 915 | 溪水沖刷擋土牆基底，導致擋土牆翻覆，路基流失。 |

表 2-6 坡地與土砂災害位置與災害描述 (續上頁表)

| 點位編號 | 道路編號 | 里程數或地標 | 災害描述 |
|------|------------|--------------|--------------------------|
| S-21 | 台 27 號公路 | 24K+290~ 400 | 溪水沖刷擋土牆基底，導致擋土牆傾倒，路基流失。 |
| S-22 | 高縣 184 號公路 | 43K~ 45K | 路面施工尚未完工，颱風即侵台，造成多處邊坡崩滑。 |
| S-23 | 高縣 184 號公路 | 49K | 紅禾林坡地沿陵線產生淺層崩塌。 |
| S-24 | 高縣 184 號公路 | 55K | 荖濃溪東岸有多處崩塌，另有一野溪上游產生崩塌。 |
| S-25 | 屏縣 31 號公路 | 德文村前 0.8 km | 路基流失，路面下陷，僅可單向通車。 |
| S-26 | 屏縣 31 號公路 | 德文村 | 上邊坡破壞，撞毀攔石柵。 |
| S-27 | 屏縣 31 號公路 | 距德文村 1.2 km | 上邊坡破壞，土石覆蓋路面。 |
| S-28 | 屏縣 31 號公路 | 距德文村 2 km | 路基下陷。 |
| S-29 | 屏縣 31 號公路 | 距德文村 2.2 km | 上邊坡為順向坡，屬舊崩塌區之擴大。 |

2.2.1 災損情形

在坡地與土砂災害調查方面，三個小組勸查所得之受災區段共有 28 處，大多為道路上、下邊坡之破壞，或河岸崩塌等，其災損情形依表 2-6 之編號順序，分述如下。

S-01：台 20 號公路寶來二橋號路段，荖濃溪北岸道路上邊坡，及路基大範圍崩塌，其長度約為 60 公尺，路面土石已清理，亦可通車，唯該處邊坡仍相當脆弱且坡度陡峭，行車仍須注意。



圖 2-19 S-01 受災區位示意圖(台 20 線寶來二號橋路段)



照片 2-61 S-01 災損情形(台 20 線寶來二號橋路段)

S-02：台 20 號公路，約於高中檢查哨北方 200 公尺處，道路下邊坡受洪水沖刷，路基下陷長達 60 公尺，已設置警告標誌，路面尚未修復，可單線通車。

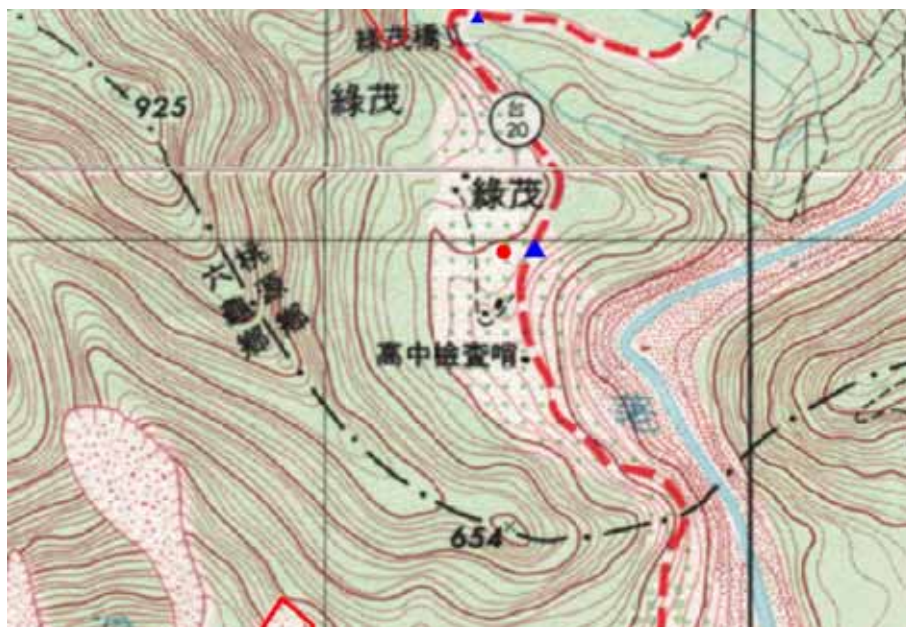


圖 2-20 S-02 受災區位示意圖(台 20 線高中檢查哨北方 200m)



照片 2-62 S-02 災損情形(台 20 線高中檢查哨北方 200m)

S-03：台 20 號公路，綠茂橋西岸野溪出口下游河岸，由於該處坡面極為陡峭，加上水流沖刷坡趾，使得坡面產生大範圍的崩塌，並有大量的的鬆散土砂停淤於溪床中，應注意其可能產生之二次災害。



圖 2-21 S-03 受災區位示意圖(台 20 線綠茂橋西岸)



照片 2-63 S-03 災損情形(台 20 線綠茂橋西岸)

S-04：台 20 號公路 85~93.5K 路段，該路段之邊坡陡峭，岩性脆弱，加上過大的雨量，致使多處邊坡破壞，土石覆蓋道路，目前(93 年 7 月 12 日止)路面多已清理並可行車，其中 89K 處路基流失約有 60m，目前僅可單向通行。



照片 2-64 S-04 災損情形(台 20 號公路 85~93.5K)



照片 2-65 S-04 災損情形(台 20 號公路 85~93.5K)

S-05：台 20 號公路，塔拉拉魯夫隧道路段，其南方位於荖濃溪南岸上有一野溪匯入，該野溪上游有大面積的崩塌，谷口並有部分土砂流出，由於上游之土砂來源豐厚，應注意大量土砂匯入荖濃溪時，對主河道可能產生的影響。

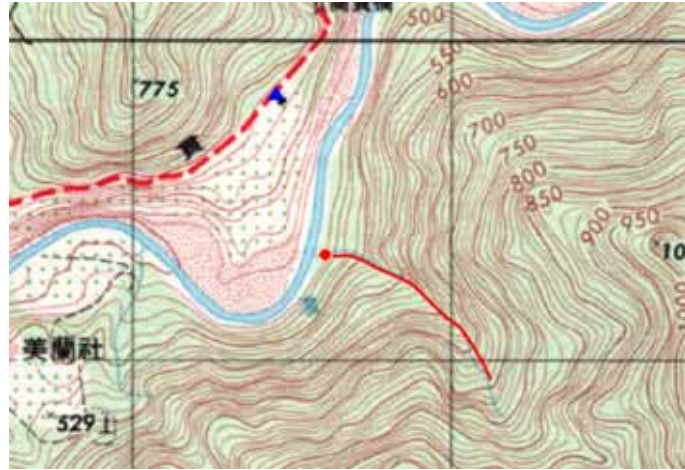


圖 2-22 S-05 受災區位示意圖(台 20 線塔拉拉魯夫隧道路段)



照片 66 S-05 災損情形(台 20 線塔拉拉魯夫隧道路段)

S-06：台 20 號公路 96k+400，坡高 60m，坡度 60~69 度，下邊坡受荖濃溪溪流的沖刷，導致路基陷落，上邊坡則因高陡之風化層崩落而造成破壞。



圖 2-23 S-06 受災區位示意圖(台 20 線 96k+400)



照片 2-67 S-06 災損情形(台 20 線 96k+400)

短期建議：

清除崩落之土石，以級配料回填路基，確保公路之暢通，並設置警告標誌，提醒用路人注意安全，快速通過。

中、長期建議：

- (1)上邊坡：採用隔框植生，降低坡面風化速度，提高坡面穩定性。
- (2)下邊坡：如圖 2-24 及圖 2-25 所示，在下邊坡施作石籠或加勁擋土牆作為防止路基沖刷之用，並且以消波塊或是卵石堆在其外側施作護堤，有效阻隔溪水對於路基之沖刷。

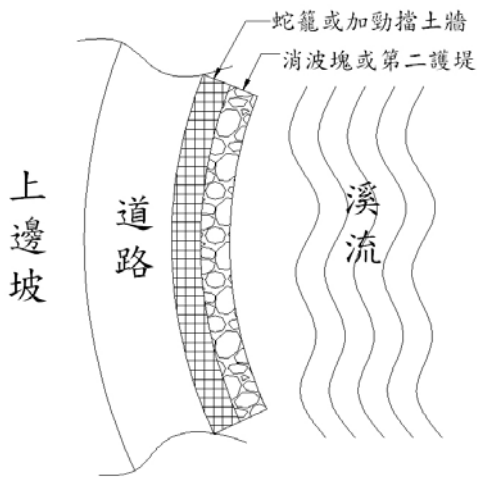


圖 3-24 下邊坡防護工法俯視示意圖

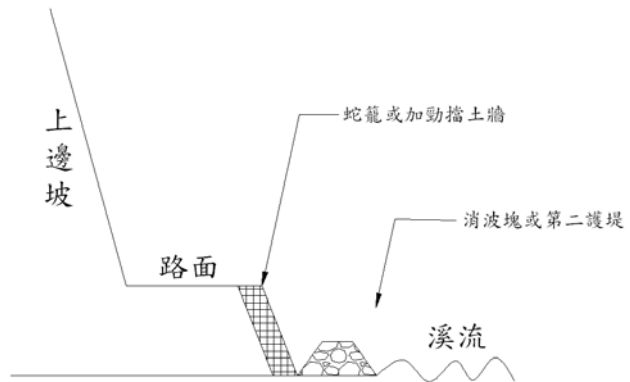


圖 3-25 下邊坡防護工法剖面示意圖

S-07：台 20 號公路 96k+450，坡高 53m，坡度 50~59 度，由於上邊坡地形高陡，故崩落大部份為風化土層崩落，但其中亦雜夾岩塊造成護欄之破壞，且該地區之地下水豐富，因此研判此處的崩壞現象應為降雨導致高陡坡之崩積土層含水量增加及風化板岩遇水後節理面間的摩擦力降低導致不穩定之崩落；下邊坡之破壞則同樣因為溪流彎道沖蝕路基，導致路基掏空。



圖 2-26 S-06 受災區位示意圖(台 20 線 96k+450)



照片 2-68 S-06 災損情形(台 20 線 96k+450)

短期建議：

清除崩落之土石，以級配料回填路基，確保公路之暢通，並設置警告標誌，提醒用路人注意安全，快速通過。

中、長期建議：

- (1)上邊坡：採用隔框植生，降低坡面風化速度，提高坡面穩定性。
- (2)下邊坡：如圖 2-24 及圖 2-25 所示，在下邊坡施作石籠或加勁擋土牆作為防止路基沖刷之用，並且以消波塊或是卵石堆在其外側施作護堤，有效阻隔溪水對於路基之沖刷。

S-08：台 20 號公路 101k+500，位於拉法阿勒吊橋的下游處，上邊坡受雨水沖刷導致沖蝕溝之破壞，下邊坡則因為河道過灣，邊坡成為溪流之攻擊坡面而導致護坡沖刷破壞，路基掏空流失。



照片 2-69 S-07 災損情形(台 20 線 101k+500)



照片 2-70 S-07 災損情形(台 20 線 101k+500)

短期建議：

清除崩落之土石，以級配料回填路基，確保公路之暢通，並設置警告標誌，提醒用路人注意安全，快速通過。

中、長期建議：

- (1) 上邊坡：針對沖蝕溝進行整治，在坡趾以透水性鋼柵欄或小型攔砂壩攔阻土石，避免土石阻斷交通。
- (2) 下邊坡：如圖 2-24 及圖 2-25 所示，在下邊坡施作石籠或加勁擋土牆作為防止路基沖刷之用，並且以消波塊或是卵石堆在其外側施作護堤，有效阻隔溪水對於路基之沖刷。

S-09：台 20 號公路 109k+50，該處為一自然野溪，雖經整治，但大雨夾帶土石沖刷而下，排水涵洞遭土石阻塞而無法發揮功效，土石流至路面堆積，野溪於路面形成地表漫流，除土石堆積路面阻礙通行之外，另有地表逕流沖刷路面造成路面破壞之虞。



照片 2-71 S-08 災損情形(台 20 線 109k+50)



照片 2-72 S-08 災損情形(台 20 線 109k+50)

短期建議：

清除堆積在路面之土石，確保公路之暢通，清除排水涵洞內之土石，避免溪水於路面漫流造成破壞，並設置警告標誌，提醒用路人注意安全，快速通過。

中、長期建議：

針對野溪進行整治，可設置系列性潛壩、透水性鋼柵欄或小型攔砂壩攔截土石，避免土石阻斷交通。

S-10：台 20 線 113k，坡度超過 50 度，原為一大面積之掛網植生護坡，但因風化土層厚，因此降雨後土壤含水量達到飽和，單位重增加導致下滑力上升，且坡底有一溪流通過，因此可能降雨時溪流量增加，沖刷坡趾土石，導致坡趾掏空，且因上方土層下滑力增加而失去平衡造成破壞。



照片 2-73 S-09 災損情形(台 20 線 113k)



照片 2-74 S-09 災損情形(台 20 線 113k)

短期建議：

上邊坡建議施作格框護坡，穩定坡面；下邊坡部份則將 H 型鋼打入岩盤中作為路基支撐，而後施作擋土牆並回填夯實作為路面(圖 2-27)。

中、長期建議：

由於荖濃溪的支流唯金溪流經邊坡下方，大雨時極易造成坡趾之沖刷，因此該坡地的歷史破壞繁多。公路線形在此為一回頭彎，故建議直接以架設單垮橋樑的方式避過此一崩坍區域(圖 2-28)。

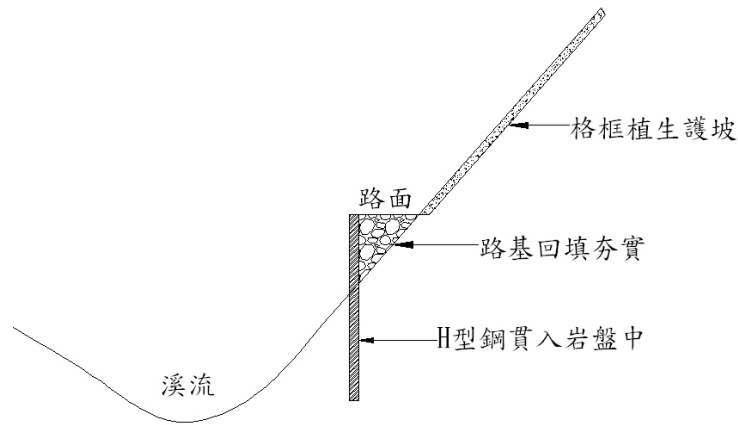


圖 2-27 台 20 號公路 113k 崩坍短期處置建議示意圖

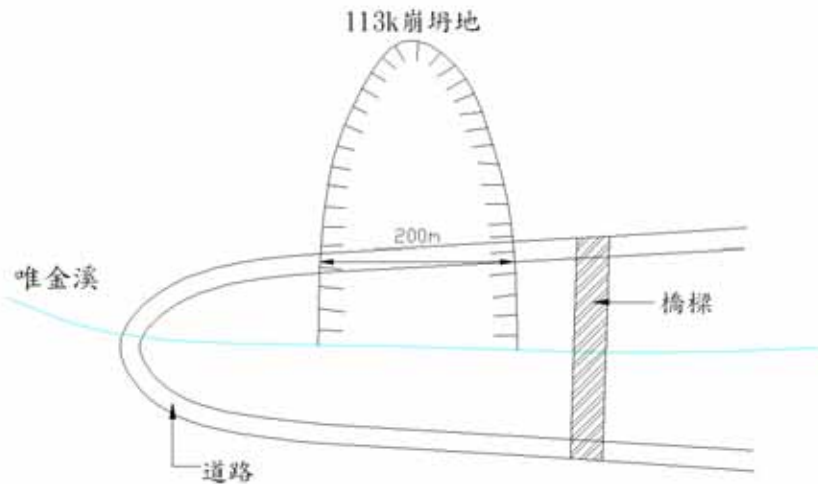


圖 2-28 台 20 號公路 113k 崩坍中、長處置建議示意圖

S-11：台 20 線 126k+600，小型凹溝邊坡，在降雨時會匯集雨水，且此處表層屬於不穩定之崩積土層，下方之岩盤亦相當破碎，因此降雨時，水流匯集形成一沖蝕破壞(照片 27)，造成一寬度 15m 之路基流失，且附近地表也出現張力裂縫，顯示該沖蝕溝崩壞之範圍有擴大的可能性。



照片 2-75 S-10 災損情形(台 20 線 126k+600)



照片 2-76 S-10 災損情形(台 20 線 126k+600)

短期建議：

由於此一區域亦為破壞頻繁的地區，且公路通過崩坍地頂部，相隔距離不長，建議直接以橋樑通過崩坍地，節省後續之坍方整治費用(圖 2-29)。

中、長期建議：

建議以開鑿隧道的方式，直接避過此一崩坍地，以求長遠之安全(圖 2-29)。

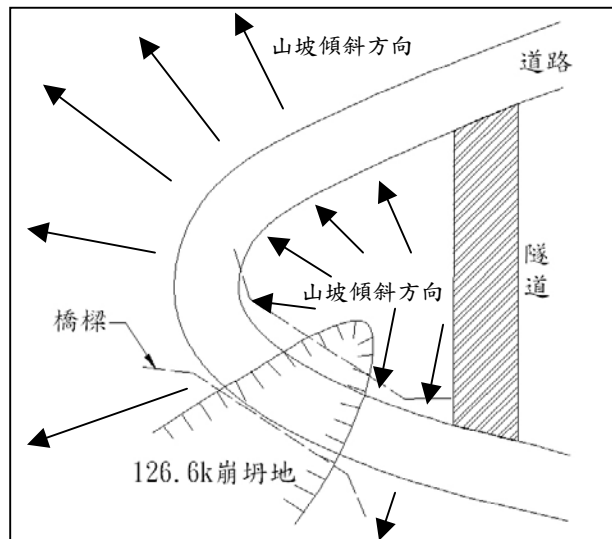


圖 3-29 台 20 號公路 126.6k 整治建議示意圖

S-12：屏東三地鄉三地村之地磨兒藝術園區（生命舞台）下邊坡，遭受敏督利颱風侵襲所挾帶之豪暴雨促使該園區下邊坡產生崩塌破壞，土石崩落，土砂覆蓋入園道路路面，造成行車受阻，目前雖已作局部清除，但仍屬危險邊坡。

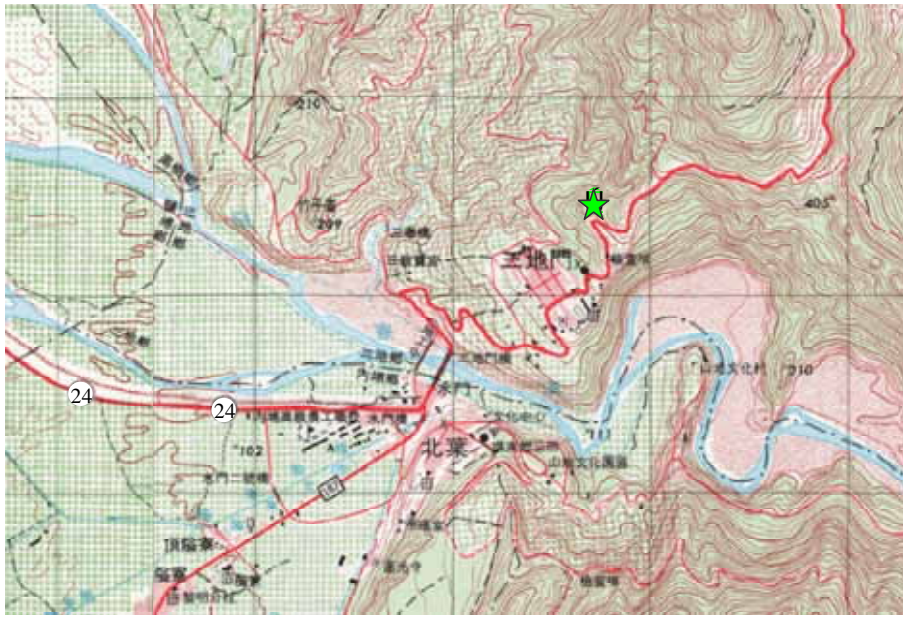


圖 2-30 S-11 受災區位示意圖(屏東三地鄉三地村之地磨兒藝術園區)



照片 2-77 S-11 受災情形(屏東三地鄉三地村之地磨兒藝術園區)

S-13：台 24 線 30k 處之邊坡，因係屬舊崩塌區，本次敏督利颱風帶來高密集降雨，造成邊坡岩破碎崩滑，產生土石下移為患。



圖 2-31 S-12 受災區位示意圖(台 24 線 30k 處之邊坡)



照片 2-78 S-12 受災情形(台 24 線 30k 處之邊坡)

S-14：台 24 線 35K+700 處，下邊坡因填土區遭受集中降雨及坡面逕流嚴重冲刷流失而產生下邊坡擋土牆基礎滑移下陷，導致擋土結構物破壞及路面嚴重沈陷。



圖 2-32 S-13 受災區位示意圖(台 24 線 35K+700)



照片 79 S-13 受災情形(台 24 線 35K+700)

S-15：台 24 號公路 36K+600 處，邊坡欠缺有效排水設施，復又因遭受嚴重坡面逕流沖刷及向源侵蝕，導致邊坡崩毀。



圖 2-33 S-14 受災區位示意圖(台 24 號公路 36K+600)



照片 2-80 S-14 受災情形(台 24 號公路 36K+600)

S-16：台 24 號公路 48K+800 處，隘寮溪北支流上游之阿禮山地部落入口處，因路基下邊坡遭受嚴重沖蝕形成大規模邊坡崩塌，護坡擋土工程基礎陷落滑移，導致路基下陷達 1 公尺以上，目前只能以單線行車，危及行車安全。

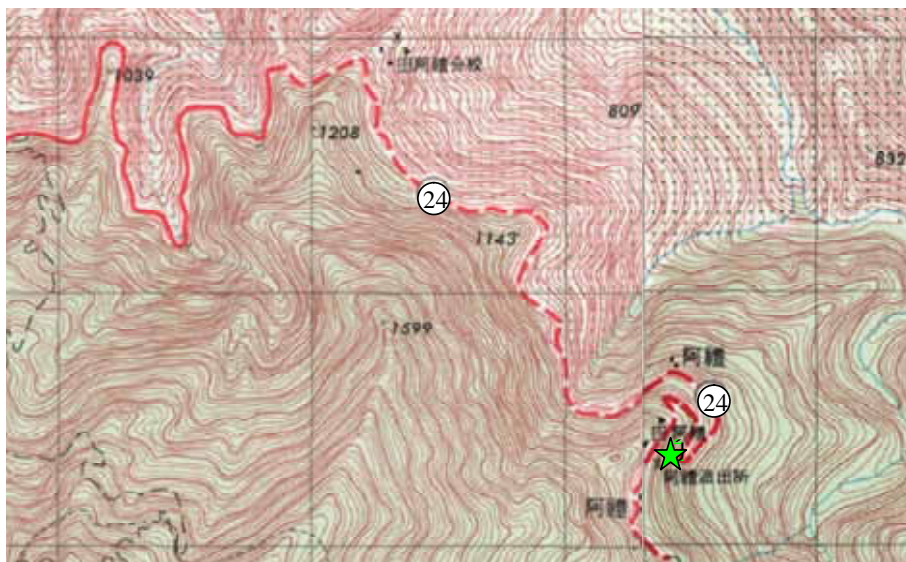


圖 2-34 S-15 受災區位示意圖(台 24 號公路 48K+800)



照片 2-81 S-15 受災情形(台 24 號公路 48K+800)

S-17：台 24 號 37K+600 處，上邊坡之混凝土縱向排水溝（洩溝）斷裂，溝底受逕流沖刷，且位於地形地勢陡急區，卻未考量坡地排水與消能設施，由於敏督利颱風引進強烈西南氣流帶來豪大雨，形成坡面漫地流，嚴重沖刷邊坡而造成塌方及土石流失。

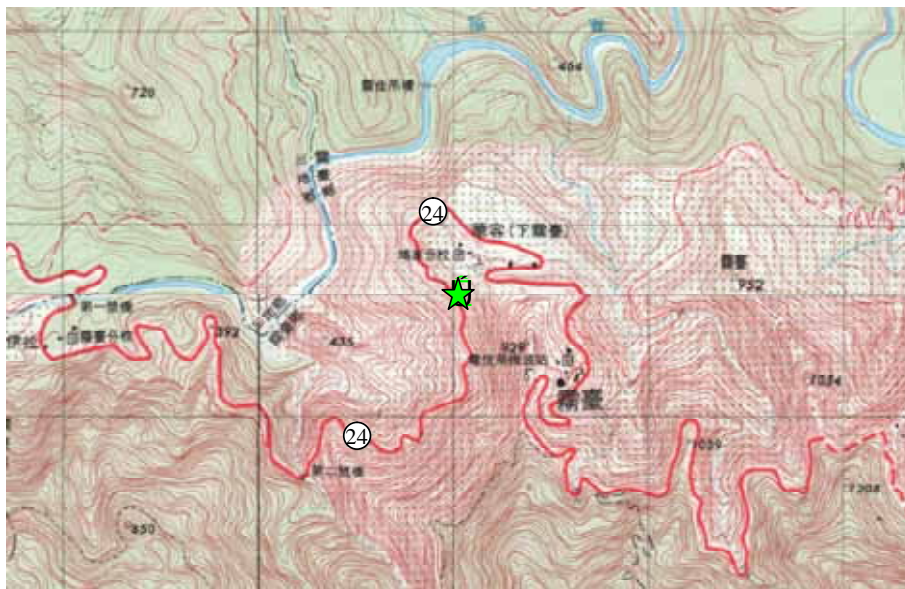


圖 2-34 S-16 受災區位示意圖(台 24 號 37K+600)



照片 2-82 S-16 受災情形(台 24 號 37K+600)

S-18：台 27 號公路 6K 處新發段，荖濃溪西岸向上游延伸 2km 區段中，有多處崩塌，其中有二處規模較大，即下圖中的①號及②號位置，在①號位置所產生的崩塌規模相當大，且上游部份區域仍有不安定土方，大雨來時可能再度下滑，由於下方有民宅、道路及輸配管線，仍須注意監測。另外②號位置與上述之情況雷同，唯該野溪已進行整治，有防砂壩建於其中，應對該壩進行清淤。

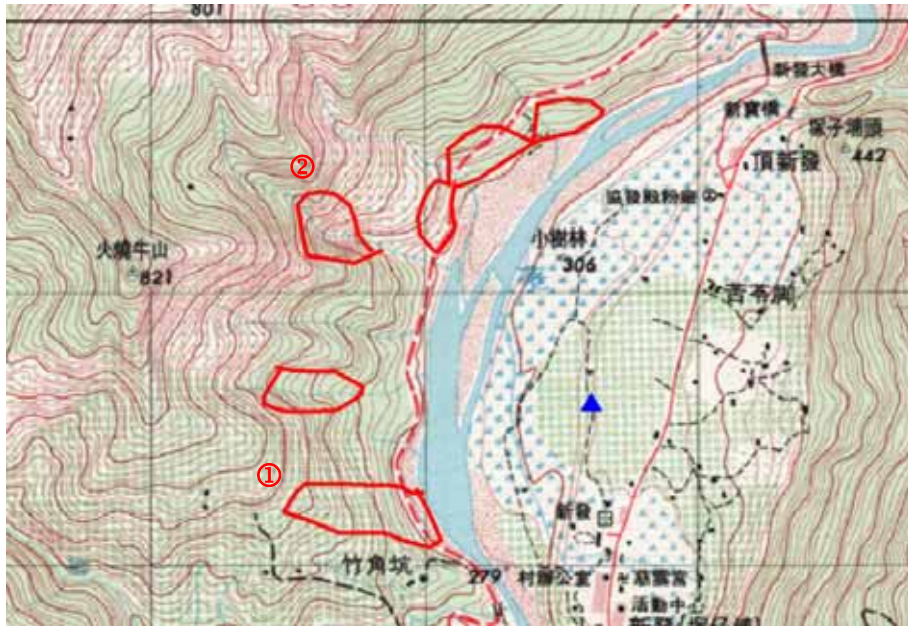


圖 2-35 S-17 受災區位示意圖(台 27 號公路 6K)



照片 2-83 S-17 災損情形(台 27 號公路 6K)

S-19：台 27 號公路 9K+500 處，東溪大橋遭洪水沖毀，而在東溪大橋下游 700 公尺處，約有 200 多公尺的河岸，由於位處水流攻擊岸，且上游另有支流匯入，導致水流產生較大之沖蝕作用進行造成邊坡破壞。



圖 2-36 S-18 受災區位示意圖(台 27 號公路 9K+500)



照片 2-84 S-18 災損情形(台 27 號公路 9K+500)

S-20：台 27 號公路 20K+200~+915，此一地點位於荖濃溪的攻擊邊坡，原有之路面採用混凝土擋土牆作為路基防護，但遭溪水沖刷擋土牆基底導致基底掏空，擋土牆翻覆，而使得路基遭到溪水沖刷，現已完成部分路面之修復，據現地狀況研判，遭沖刷破壞的路基應為填方路基，尚存之路段基底則為岩盤，因此沒有被完全掏空，但是根據公路局的資料顯示里程數 20k 之前的路段，有 700m 以上之路基被溪水沖刷殆盡。



照片 2-85 S-19 災損情形(台 27 號公路 20K+200~+915)



照片 2-86 S-19 災損情形(台 27 號公路 20K+200~+915)



照片 2-87 S-19 災損情形(台 27 號公路 20K+200~+915)

短期建議：

以道路附近之河床土石填築較原有高度為高的路堤，並於路堤坡趾處以河床卵石或消波塊作為保護措施。

中、長期建議：

- (1)清除河床淤積土石，引導水流在河道中央通過，利用清除之土石於路基外側施作護岸工程保護路基不受沖蝕。
- (2)橋樑，沿現有路線以高架橋代之，並以消波塊或卵石保護橋基。
- (3)改變路線，將道路修建於高程較高處，斷絕路基遭遇溪水之可能性，確保路基不受沖刷。

S-21：台 27 號公路 24k+290~+400，位於濁口溪的河岸，主要之破壞原因為道路位於溪流的攻擊岸，因溪水沖刷導致道路下邊坡擋土牆的基底掏空而傾倒，並進一步造成約 27m 長路基之流失，附近路面亦出現與道路方向平行之張力裂縫，顯示其擋土牆倒塌之影響範圍有擴大之趨勢。



照片 2-88 S-20 災損情形(台 27 號公路 24k+290~+400)



照片 2-89 S-20 災損情形(台 27 號公路 24k+290~+400)

短期建議：

重新修築路堤，在坡趾處以混凝土擋土牆護坡，並以消波塊或卵石作護堤，上半部則以加勁土堤為路基(如圖 2-37)。

中、長期建議：

- (1)清除河床淤積土石，引導水流在河道中央通過，利用清除之土石於路基外側施作護岸工程保護路基不受沖蝕。
- (2)橋樑則沿現有路線以高架方式取代，並以消波塊或卵石保護橋基。
- (3)改變路線，將道路修建於高程較高處，斷絕路基遭遇溪水之可能性，確保路基不受沖刷。

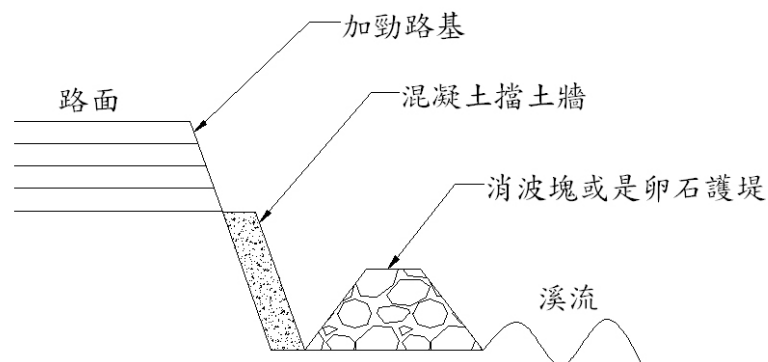


圖 2-37 護坡及護堤剖面示意圖

S-22：高雄 184 縣道 43~45 K 路段，沿線正進行路面施工，於敏督利颱風侵台期間尚未完工，豪雨使得邊坡產生破壞，土石滑落覆蓋路面，現多已清除可供車行。



圖 2-38 S-21 受災區位示意圖(高雄 184 縣道 43~45 K)



照片 2-90 S-21 災損情形(高雄 184 縣道 43~45 K)

S-23：高雄 184 縣道 49K 處之西北方，紅禾林坡地沿陵線產生淺層崩塌，其情況雖不嚴重，但由於該處陡峭，且下方有民宅及農地等，故仍需予以注意。

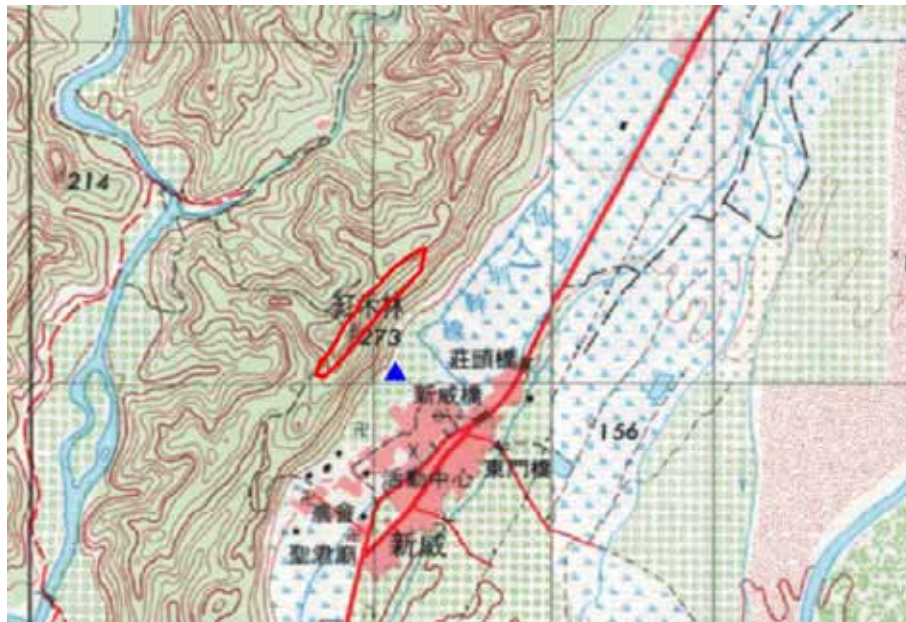


圖 2-39 S-22 受災區位示意圖(高雄 184 縣道 49K 處之西北方)



照片 2-91 S-22 災損情形(高雄 184 縣道 49K 處之西北方)

S-24：高雄 184 縣道 55K 處東南方，荖濃溪東岸之野溪上游有少許崩塌，並有土砂流出，該處向下游方沿線 1km 左右，有三處大小不等的河岸側向沖蝕，導致邊坡破壞。



圖 2-40 S-23 受災區位示意圖(高雄 184 縣道 55K 處東南方)



照片 2-92 S-23 災損情形(高雄 184 縣道 55K 處東南方)

S-25：屏 31 號公路距三地門鄉之德文村約 800 公尺處，道路路基受洪水冲刷，路基流失，路面下陷，護欄斷裂達 20 公尺以上，目前已設置警告標誌，唯路面尚未完全修復，僅可單線通車，其下邊坡有擴大崩塌趨勢，嚴重影響行車安全。

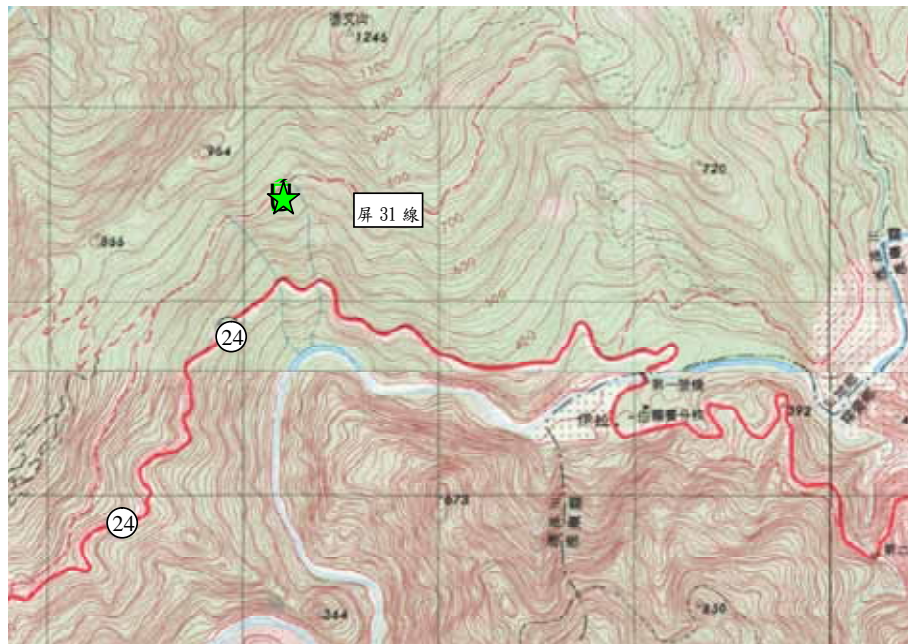


圖 2-41 S-24 受災區位示意圖(屏 31 號公路距三地門鄉之德文村約 800m)



照片 2-93 S-24 受災情形(屏 31 號公路距三地門鄉之德文村約 800m)

S-26: 屏 31 號公路通往三地門鄉德文村之道路上邊坡因岩層破碎，節理發達，造成嚴重落石，撞毀攔石柵，大塊石落擊道路路面，目前已清除並傾倒崩落土石於下邊坡，長達 12 公尺以上。



圖 2-42 S-25 受災區位示意圖(屏 31 號公路往三地門鄉之德文村)



照片 2-94 S-25 受災情形(屏 31 號公路往三地門鄉之德文村)

S-27：屏 31 號公路距德文村約 1.2km 處之路段，其邊坡因受坡面逕流冲刷破壞，土石覆蓋路面寬達 50m，目前雖已清理並可行車，但其坡面仍有繼續崩塌現象，值得注意。

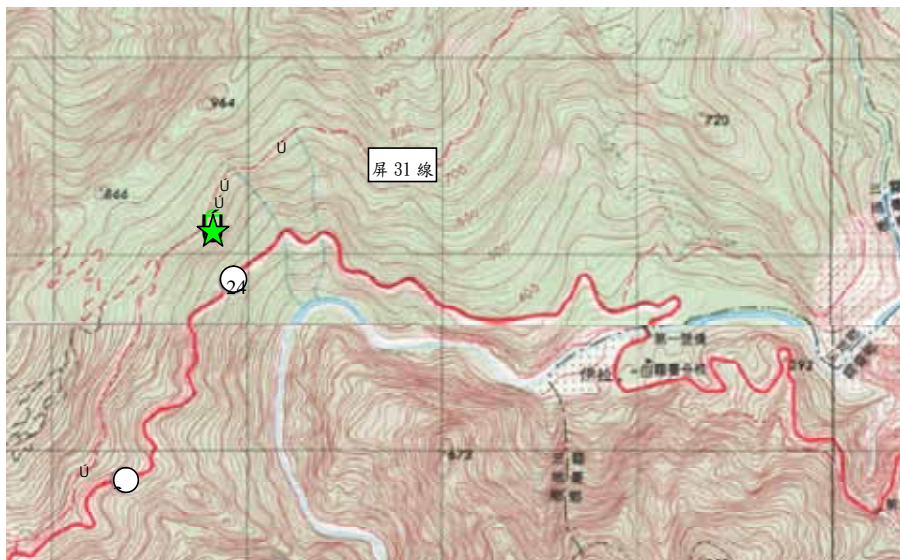


圖 2-43 S-26 受災區位示意圖(屏 31 號公路距德文村約 1.2km)



照片 2-95 S-26 受災情形(屏 31 號公路距德文村約 1.2km)

S-28：屏 31 號公路通往三地鄉德文村 2k 處之路段，各有約長達 15m 之 2 處路基有明顯平均約 10cm 之下陷，且正持續擴大中，值得注意而必須作因應處理。

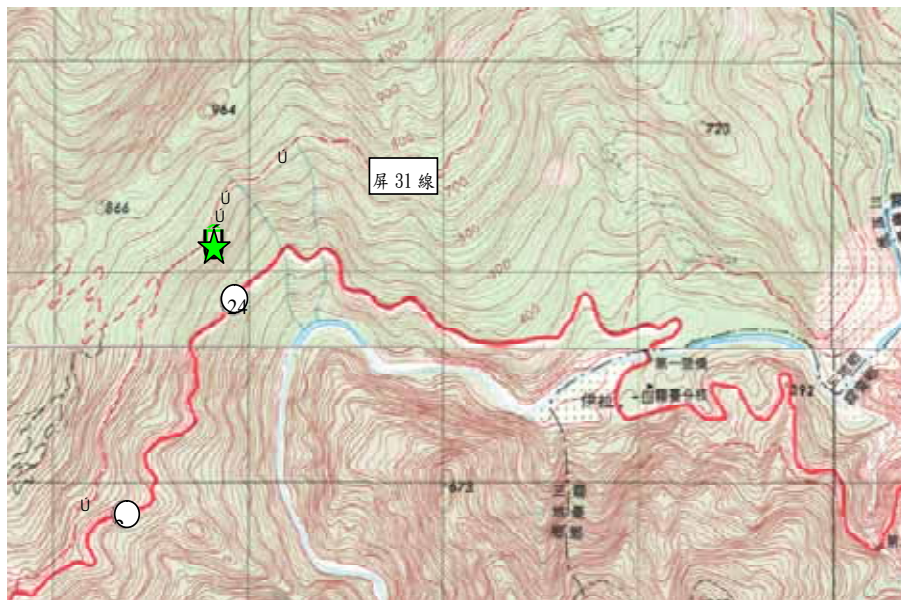


圖 2-44 S-27 受災區位示意圖(屏 31 號公路通往三地鄉德文村 2k)



照片 2-96 S-27 受災情形(屏 31 號公路通往三地鄉德文村 2k)

S-29：屏 31 號公路距三地門德文村約 2.2k 處之上邊坡乃屬一典型順向坡，其岩層構造發達，岩性破碎，護坡擋土牆目前無明顯受損，整體邊坡崩塌影響範圍達 30~40m，乃屬舊崩塌區之擴大。

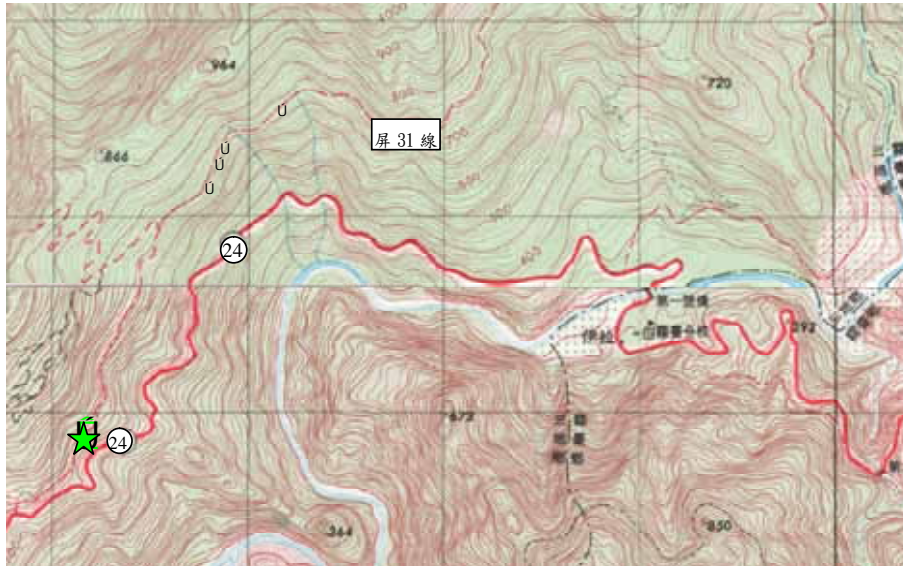


圖 2-45 S-28 受災區位示意圖(屏 31 號公路距三地門德文村約 2.2k)



照片 2-97 S-28 受災情形(屏 31 號公路距三地門德文村約 2.2k)

2.2.2 坡地及土砂災害初步分析

- (1) 根據公路局資料顯示，台 20 線 135k 處另有兩處橋樑破壞的情形，但因 126k 道路中斷，故對於 126k 以上之公路邊坡無法進行探勘。
- (2) 整體而言，本次敏督利颱風成隘寮溪中上游處及荖濃溪沿岸之土砂災害，大多以道路下邊坡填土區受逕流沖刷及豪暴雨侵襲形成邊坡內土層含水飽和，導致土層強度瞬間弱化，擋土構造物基礎產生位移下陷終致崩塌，以及坡面未能有效配置排水設施，於颱風期間之高密度豪暴雨，致使坡面沖蝕嚴重，蝕溝相互兼併擴大，造成向源侵蝕，危及邊坡穩定性。
- (3) 本區域內崩塌邊坡之岩層構造破碎，節理發達，加以岩層高度風化，於颱風期間，受豪暴雨侵襲，易造成岩層裂隙受水侵入與岩層含水飽和，導致岩層崩落及沿岩層層面崩滑成災。
- (4) 區域內之邊坡部份植生根系淺薄，固土能力較差，且樹冠較大，易受強風吹襲形成風倒現象而鬆動邊坡內之土石，造成樹倒帶動土石崩落。
- (5) 大多數崩塌邊坡因欠缺完整之縱橫向截排水規劃及水力消能設計考量，導致坡面漫地流（Overland Flow）沖刷邊坡造成崩塌。
- (6) 低海拔河床平緩的區域，若公路鄰河岸而行，常會有路基遭溪流沖刷的災害發生，因此建議清除低海拔的河道淤積，使溪流自河道中央通過，並建議以加勁土堤作為道路路基，且於溪流外彎易對路基造成沖蝕處施作第二護堤，以阻隔溪流對路基之沖刷力。
- (7) 於山區進行道路邊坡整治時，盡量不要對於邊坡進行切削以及大量的挖方，因為此一行為都易對於上部邊坡產生不穩定的影響；故建議對於邊坡應少切削、少挖方，以填方為主。
- (8) 台 20 線自梅山以上至啞口路段海拔高且人煙稀少，但此段道路卻是全線破壞最嚴重的路段，維護費用極高，因此建議政府綜合各方意見，評估是否可讓此路段休養生息數年，一方面可讓邊坡自然穩定，一方面也可減少人力及物力的浪費。

2.2.3 坡地及土砂災害之緊急、短、中、長期作法建議

本團隊所調查區域為荖濃河流域，該區域內之災害情形主要為道路邊坡破壞、蝕溝或野溪上游崩塌導致土砂出流。而針對上述之災害，本組依不同情況建議相應之短、中、長期復建策略，其概述如下，至於緊急處理之策略多屬搶險部分，可依各主管單位之作業規定進行。

(1)道路下邊坡位處河川攻擊岸

(a) 短期對策

對位於攻擊岸之道路下邊坡，可以消波塊或卵石等作為保護措施。

(b) 中、長期對策

清理河床淤砂，導引水流在河道中央，並利用清除之土石於路基外側施作護岸工程，或加勁擋土牆，保護路基不受沖蝕，亦可依不同之地形，考量以橋樑取代平面道路之可能性。

(2)道路上邊坡陡峻

(a) 短期策略

清除崩落土石，建立導水路，避免形成漫地流。

(b) 中、長期策略

採用植生復育，如格框植生工法，並配合排導水系統之建造，減少土砂崩落。

(3)小型蝕溝土砂災害

(a) 短期對策

清理位於蝕溝上較不穩定的土砂及過水橋涵，減少水路淤塞及增加通水斷面。

(b) 中、長期對策

可設置系列性潛壩，或透水性格柵壩，以穩定蝕溝；而若有橋樑跨越，則需考量可能的通水斷面。

(4)野溪土砂災害

(a) 短期對策

清理既有防砂結構之內之淤積土砂，設置臨時導水路避免雨水漫流。

(b) 中、長期對策

上游段應進行植生復育，中、下游段可設系列性潛壩或梳子壩，以穩定坑溝並減低土砂出流量。

第三章 復建策略與建議

本小組以高屏溪流域上游之荖濃溪與隘寮溪為主要勘查區域，對該區之洪氾及坡地與土砂災害進行調查，而小組成員經由現地調查分析及討論之結果，對該區之災害復建策略，茲擬議如下列各點：

1. 道路應分級管理。
2. 南部橫貫公路梅山至埡口段屢有災害，應斟酌社會、經濟、國防與生態保育之需求，考量降低道路服務水準，以減少道路養護費用。
3. 依據相關法令、河道水理及輸砂特性，與公共設施之安全性，審慎評估明顯嚴重淤積河段之清淤問題。
4. 目前各工程機關配合政府推動生態工法政策，進行工程規劃設計，唯經本次颱風豪雨及本小組現地勘災後發現，生態工法確有重新就其地域適用性、環境限制性與工程安全性，而作審慎檢討之必要。
5. 以生態工法作為各類工程設計(如防洪工程、土砂災害防治工程、護坡工程等)之唯一工法，設計理念，其適用性與可行性，應再作整體評估檢討。
6. 依據近年來水文環境之變遷、重大颱洪事件、與土砂災害，重新檢討修訂目前各項工程手冊或規範之適用性，例如水土保持工程手冊與技術規範、公路工程設計手冊等。修訂時應邀請各相關領域專家及學者參與，如土木、水利、水土保持、交通、地質等各相關領域。
7. 檢討未築堤段，依治理計畫線整治之必要性。
8. 防災事權統一，並簡化搶修復建之程序。
9. 中部 921 地震災後各項相關集水區整治計畫之執行成效與具體落實，應就本次災害影響層面與災情程度，務實評估其實施績效並就治理成敗原因確實檢討。

七二水災彰雲嘉沿海地層下陷區 淹水調查報告書

撰寫單位：

雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心

成功大學地層下陷服務團

中華民國九十三年七月

目 錄

| | |
|------------------------|------|
| 第一章 前言 | F-6 |
| 第二章 現況調查及初步分析..... | F-8 |
| 2-1 雲林縣現況調查成果..... | F-8 |
| 2-1-1 都市計畫區勘災調查 | F-8 |
| 2-1-2 非都市計畫區勘災調查 | F-25 |
| 2-2 嘉義縣現況調查成果..... | F-48 |
| 2-3 嘉義市現況調查成果..... | F-49 |
| 2-4 雲林及嘉義綜合成果..... | F-49 |
| 第三章 復建策略與建議 | F-53 |
| 3-1 復建策略擬議..... | F-53 |
| 3-2 復建工作建議..... | F-55 |
| 3-2-1 緊急工作建議 | F-55 |
| 3-2-2 短期工作建議 | F-55 |
| 3-2-3 中長期工作建議 | F-56 |
| 第四章 結論與建議..... | F-58 |

表 目 錄

| | |
|-------------------------------|------|
| 表 1-1 七二水災災情統計表 | F-7 |
| 表 2-1 敏督利颱風雲嘉南地區淹水情況統計表 | F-50 |

圖 目 錄

| | |
|--------------------------------------|------|
| 圖 2-1 土庫鎮閘門損害情形 | F-8 |
| 圖 2-2 現勘時下水道閘門仍未打開 | F-9 |
| 圖 2-3 下水道水位高且淤積嚴重 | F-9 |
| 圖 2-4 勘災當日仍積水嚴重 | F-10 |
| 圖 2-5 側溝仍屬排水不良整段側溝均泡在水中 | F-10 |
| 圖 2-6 勘災小組於台西鄉公所聽取建設課簡報 | F-11 |
| 圖 2-7 勘災小組於台西村新山寮抽水站勘查 | F-12 |
| 圖 2-8 新山寮抽水站出水口 | F-12 |
| 圖 2-9 海南村簡易排水設備出水口可見僅三座抽水機運轉正常 | F-13 |
| 圖 2-10 海南村簡易排水設備 | F-13 |
| 圖 2-11 水林鄉文化路側溝阻塞情形 | F-14 |
| 圖 2-12 水林鄉中庄路沖蝕情形 | F-15 |
| 圖 2-13 水林鄉中庄路沿線側溝遭土砂淤塞 | F-15 |
| 圖 2-14 水林鄉廟前街路基遭沖蝕情形 | F-16 |
| 圖 2-15 水林鄉廟前街路面出現裂縫 | F-16 |
| 圖 2-16 水林鄉新興北路某住家牆壁可清楚看見淹水線 | F-17 |
| 圖 2-17 水林鄉主要大排 | F-17 |
| 圖 2-18 側溝被雜物阻塞影響排水 | F-18 |
| 圖 2-19 口湖鄉 1 號路旁之水利會灌溉渠道 | F-18 |
| 圖 2-20 口湖鄉 1 號路下水道出口淤塞嚴重 | F-19 |
| 圖 2-21 往蚵寮排水明溝遭雜草阻塞已喪失排水功能 | F-19 |
| 圖 2-22 口湖鄉內排水明溝水位均偏高 | F-20 |
| 圖 2-23 口湖鄉蚵寮抽水站未設置於大排旁 | F-21 |
| 圖 2-24 淹水區路基遭沖蝕下陷 | F-21 |
| 圖 2-25 口湖鄉 2 號路雨水下水道之出口匯流處大排 | F-22 |
| 圖 2-26 鄰近大排地區至今仍積水未退 | F-22 |

| | |
|-----------------------------|------|
| 圖 2-27 口湖鄉公所積水情形 | F-23 |
| 圖 2-28 口湖郵局旁會水宮附近淹水情形 | F-23 |
| 圖 2-29 四湖鄉淹水情形(1)..... | F-24 |
| 圖 2-30 四湖鄉淹水情形(2)..... | F-24 |
| 圖 2-31 頂湖村堤防損壞處 | F-25 |
| 圖 2-32 青蚶村小排..... | F-26 |
| 圖 2-33 下崙村箔子寮大排支線 | F-26 |
| 圖 2-34 崙東飛沙大排興安代天府旁 | F-27 |
| 圖 2-35 崙東村飛沙大排支線 | F-27 |
| 圖 2-36 台子養殖區排水 | F-28 |
| 圖 2-37 台子村蚶寮排水 | F-28 |
| 圖 2-38 口湖鄉青蚶村淹水情形 | F-29 |
| 圖 2-39 口湖鄉金湖村淹水情形 | F-29 |
| 圖 2-40 口湖鄉下崙村淹水情形 | F-30 |
| 圖 2-41 萬興大排大溝段 | F-30 |
| 圖 2-42 牛挑灣大排萬興段 | F-31 |
| 圖 2-43 大溝排水順興段 | F-32 |
| 圖 2-44 蔦松大排塹底段 | F-32 |
| 圖 2-45 頂厝排水..... | F-33 |
| 圖 2-46 西麥寮排水..... | F-34 |
| 圖 2-47 新虎尾溪北岸防潮堤(1)..... | F-34 |
| 圖 2-48 新虎尾溪北岸防潮堤(2)..... | F-35 |
| 圖 2-49 施厝寮排水南岸 | F-35 |
| 圖 2-50 舊虎尾溪北堤..... | F-36 |
| 圖 2-51 舊虎尾堤岸..... | F-36 |
| 圖 2-52 溪頂村明聖宮北側排水 | F-37 |
| 圖 2-53 永豐村火燒牛稠大排 | F-37 |
| 圖 2-54 蚊港大排北側排水 | F-38 |
| 圖 2-55 台西鄉五港村淹水情形 | F-38 |
| 圖 2-56 台西鄉公所淹水情形 | F-39 |
| 圖 2-57 台西鄉永豐村淹水情形 | F-39 |
| 圖 2-58 台西鄉和豐村淹水情形 | F-40 |
| 圖 2-59 台西鄉泉州村淹水情形 | F-40 |
| 圖 2-60 台西鄉海口村淹水情形 | F-41 |
| 圖 2-61 台西鄉富琦村淹水情形 | F-41 |

| | |
|----------------------------------|------|
| 圖 2-62 台西鄉溪頂村淹水情形 | F-42 |
| 圖 2-63 褒忠鄉三和放水路 | F-42 |
| 圖 2-64 東勢鄉有才寮大排至同安大排間 | F-43 |
| 圖 2-65 四湖鄉蔡厝村牛挑灣溪 | F-44 |
| 圖 2-66 四湖鄉林厝寮村林厝寮大排 | F-44 |
| 圖 2-67 四湖鄉都計區外往台西鄉聯絡道 | F-45 |
| 圖 2-68 四湖鄉都計區外往口湖鄉之春蘇橋埤尾大排 | F-45 |
| 圖 2-69 斗南鎮新崙里新崙中排排水 | F-46 |
| 圖 2-70 斗南鎮新崙里后溝子支線 | F-47 |
| 圖 2-71 斗六市雲林溪箱涵入口處上游護岸 | F-47 |
| 圖 2-72 斗六市榴北湖底大排 | F-48 |
| 圖 2-73 雲嘉地區淹水區域分佈圖 | F-52 |

第一章 前言

敏督利颱風過境台灣期間，最初於 6 月 30 日及 7 月 1 日先於東部地區帶來較大雨量，而緊接著因颱風所引進之旺盛西南氣流影響之下，於 7 月 2 日起中南部地區開始降下豪雨，本次暴雨中心共有二處，分別位於南投縣及高雄縣。

中南部地區之降雨特性有所差異，中部地區之降雨特性為高強度降雨，其中以南投縣每小時 166.5 公厘為最大，高於桃芝颱風於花蓮縣所造成之每小時 146.5 公厘及納莉颱風降於宜蘭縣之每小時 142 公厘等近年高降雨量；與中部地區不同，南部地區之降雨特性為累積雨量過大，本次豪雨高雄縣累積雨量達 2142.5 公厘，已佔台灣地區年平均降雨量 2510 公厘之 90%，高於歷年最高累積降雨量，如賀伯颱風降於嘉義縣之累積雨量 1994 公厘及納莉颱風降於宜蘭縣之累積雨量 1462 公厘。

本次豪雨造成苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、台東及花蓮等地區嚴重損失，致使嚴重損失之原因大致可分為降雨量過大、暴雨過度集中及地層下陷等三項，其中於降雨量過大部份，由量測得到前二大雨量之雨量站(高雄縣桃源鄉溪南站、嘉義縣阿里山鄉阿里山站)雨量資料初步估算，本次豪雨降雨量已超過河川設置標準之一百年洪水頻率及排水設計標準之十年洪水頻率；而暴雨過度集中亦為此次造成重大災害之原因，由於降雨過度集中於中南部地區，加上九二一地震造成之山區土石鬆動，引致大量土石沖刷而下，阻塞河川及排水渠道，造成通水斷面不足而嚴重溢淹；而綜觀淹水區位，可發現中南部沿海地區由於長年地層下陷災害，導致原有排水系統無法以重力方式自然排除地表逕流量，雲林縣及嘉義縣均發生上述災害，此次沿海地區加下滿潮影響，更加劇淹水之嚴重度。

本次豪雨造成之災情包含人員傷亡、農業損失、電力損壞、電信損壞及房屋毀損等嚴重損失，經濟部水利署統計資料詳如表 1-1，而因此次豪雨所引致土石流災害，則計有台中縣和平鄉松鶴部落、達觀部

落、梨山村、屏東縣大武鄉大武村、南投縣仁愛鄉(南豐村、親愛村、合作村)等七處，均造成嚴重之損害。

表 1-1 七二水災災情統計表

| 災害項目 | 災情概述 |
|--------|--------------------------------------|
| 人員傷亡 | 死亡：29 人 受傷：16 人 失蹤：12 人 |
| 農業損失 | 農業損失總額約 89.72 億元 |
| 水利設施損壞 | 堤防沖毀及受損計 27,800 公尺 |
| 淹水災害 | 淹水總面積：65,919 公頃 |
| 供水影響 | 供水影響戶：840,090 公尺 |
| 供電影響 | 停電戶：213,553 戶 |
| 電信設施影響 | 行動基地台影響：595 台 固定通信電話門號故障：25,754 戶 |
| 公路毀損 | 交通阻斷：134 處 |
| 房屋毀損 | 不堪居住程度建築：781 戶 |

第二章 現況調查及初步分析

2-1 雲林縣現況調查成果

2-1-1 都市計畫區勘災調查

2-1-1-1 土庫鎮

小組於此鎮勘災區域共計有三處，林森路排水閘門損壞、林森路下水道勘察及建國路路面積水區域。據土庫鎮長描述都計區約有 2/5 區域淹水，勘察情形分述如下：

(1) 林森路排水閘門損壞

如記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0719001，X 座標 187163.1、Y 座標 2619131.7，淹水種類為水利設施故障，淹水地點之土地利用為交通、工業與學校用地，淹水範圍約 10 公頃。災害描述：此處為林森路旁之排水幹道以閘門調節，此閘門係屬早期木質隔板，據鎮公所主任秘書告知 7 月 3 日早上此閘門遭帆布阻塞明溝內水位突昇，造成水溢流引發災情，因緊急將其破壞以達排水之效，如照片 2-1 所示目前閘門已無隔板，處置情形已由縣府工務局下水道課呈報維修。



圖 2-1 土庫鎮閘門損害情形

(2) 林森路與聯美街下水道勘察

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0719004，X 座標 186959.7、Y 座標 2618907.4，淹水種類為溢流，淹水地點之土地利用為農業用地與建築用地，淹水面積約 15 公頃。災害描述：排水道溢流，導致附近農地與房舍淹水嚴重，經勘察後發現下水道閘門並未開啟如照片 2-2 所示，僅以水利會灌溉溝渠排水導致水無法及時排出方致使排水道溢流，雨水下水道出口勘察亦發現淤積嚴重需儘快加以清疏如照片 2-3 所示。



圖 2-2 現勘時下水道閘門仍未打開



圖 2-3 下水道水位高且淤積嚴重

(3) 建國路路面積水

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0719009，X 座標 187718.3、Y 座標 2619863.7，淹水種類為局部排水不良，淹水地點之土地利用為學校用地、工業及建築用地，淹水面積約 15 公頃。災害描述：此處於勘災當日水仍未退如照片 2-4 所示，顯示雨水下水道可能已淤積嚴重造成局部排水不良，本路段之雨水下水道與側溝需儘快加以清疏圖 2-5 所示。



圖 2-4 勘災當日仍積水嚴重



圖 2-5 側溝仍屬排水不良整段側溝均泡在水中

2-1-1-2 台西鄉

小組於此鎮勘災區域共計有二處抽水站，據台西鄉長描述台西鄉都計區淹水區域共計四個村落包括海北村、台西村、海南村及海口村，共計約 250 公頃。勘察情形分述如下：

本次勘災係先至鄉公所進行討論由鄉長親自主持圖 2-6 為勘災小組於台西鄉公所鄉長室討論情形，會後由建設課技士帶領至都計區內，區域排水明溝之抽水站勘查。



圖 2-6 勘災小組於台西鄉公所聽取建設課簡報

(1) 台西村新山寮大型抽水站

如記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0719011，X 座標 166017.2、Y 座標 2609195.4，現勘描述：此處鄰近台西大排，如照片 2-7 所示，於水災發生當時四部抽水機組均正常運作，每部機組抽取量為 2.5 CMS，惟 72 水災雨量過大，又逢大潮，導致排水無法順利排流入海因而造成台西鄉多處淹水嚴重。



圖 2-7 勘災小組於台西村新山寮抽水站勘查



圖 2-8 新山寮抽水站出水口

(2)海南村簡易排水設備

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0719013，X 座標 167034.5、Y 座標 2621405.3，於水災發生當時僅三部抽水機組正常運作如照片 2-9 所示，每部機組抽取量為 0.1 CMS，亦因 72 水災雨量過大，導致排水不及因而造成排水道溢流，勘災當日水位仍頗高，如照片 2-10 所示，建議平時抽水站應保持抽水狀態使鄉內排水明溝水位降低，逢大雨時才不致排水不及造成災害。



圖 2-9 海南村簡易排水設備出水口可見僅三座抽水機運轉正常



圖 2-10 海南村簡易排水設備

2-1-1-3 水林鄉

小組於此鎮勘災區域共計有四處淹水嚴重區域，據水林鄉主任秘書描述約 3/5 之水林鄉都計區均淹水。勘察情形分述如下：

(1)文化路與中庄路段

如記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720001，X 座標 172215.9、Y 座標 2608394.5，現勘描述：此處根據縣府工務局下水道課程技士判定發生災害原因，下水道淤積嚴重及側溝段面過小導致局部排水不良，側溝亦因遭異物阻塞如照片 2-11 所示，本路段之雨水下水道與側溝需儘快加以清疏，本路段處理情形預計由縣府下水道呈報清淤處理。



圖 2-11 水林鄉文化路側溝阻塞情形

(2)中庄路

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0720002，X 座標 172127.3、Y 座標 2608408.6，此路段有兩處災損地點一為水林國小圍牆外農地與路面交接處，因水流沖刷出現小範圍損害如圖 2-12 所示。另一為側溝因水災導致砂石淤積於溝內如圖 13 所示，處理方式係由縣府下水道課呈報清淤處理。



圖 2-12 水林鄉中庄路沖蝕情形



圖 2-13 水林鄉中庄路沿線側溝遭土砂淤塞

(2)廟前街

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0720004，X 座標 171593.5、Y 座標 2608322.9，此路段災損地點住家門前之雨水井與下水道交接之連接管淤塞導致路基遭沖蝕破壞，目前路面下已出現蝕洞，路面也已龜裂，如圖 2-14 及 2-15 所示。處理方式係由縣府下水道課呈報修復。



圖 2-14 水林鄉廟前街路基遭沖蝕情形



圖 2-15 水林鄉廟前街路面出現裂縫

(3)新興北路

如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0720005，X 座標 171743.4、Y 座標 2608098.2，此路段災損地點係為積水約 50 公分，淹水線如圖 2-16 箭頭標示。研判積水原因可能為下水道淤積及側溝蓋遭竊附近住戶加裝木板，影響排水，處理方式係由縣府下水道課呈報清淤作業。



圖 2-16 水林鄉新興北路某住家牆壁可清楚看見淹水線

(4)現勘水林鄉主排水幹線

北水林大排係水林鄉主要排水幹線如圖 2-17 所示，全鄉都計區內所有排水皆排入此段，如記錄表所列，GPS 紀錄編號 0720009，X 座標 171154.6、Y 座標 2608074.0，勘災小組至此段進行勘查時發現，下水道出口水並無順利流出反而產生大排水回流現象，經現場評估下水道應已阻塞，處理方式已由縣府下水道課呈報清淤。



圖 2-17 水林鄉主要大排

2-1-1-4 口湖鄉

勘災小組於上午約十一時抵達口湖鄉公所，隨即由口湖鄉長召集開會，會中表示口湖鄉本次淹水情形非常嚴重，都計區內多處均積水達 50 公分左右，且養殖區內養殖業者亦因淹水高度超過魚池造成大量魚群外游損失相當慘重，相關勘災地點分述如下：

(1)口湖鄉公所前 1 號路

如記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720014，X 座標 165891.4、Y 座標 2608982.3，現勘描述：此路段未設施雨水下水道，故排水主要仰賴道路兩旁之側溝，惟 72 水災當天由於瞬間雨量大逕流量亦高，側溝排水不及，又因側溝因阻塞使排水不良如圖 2-18 所示。加上水利會灌溉溝渠(如圖 2-19 所示)溢流使短時間排水不及造成 1 號路嚴重積水，處理情形已由縣府下水道課呈報清淤處理。



圖 2-18 側溝被雜物阻塞影響排水



圖 2-19 口湖鄉 1 號路旁之水利會灌溉渠道

(2)口湖台電營業處前 1 號路

如記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720013，X 座標 165891.4、Y 座標 2609301.3，雨水下水道出口處由圖 2-20 可知下水道出口處淤積嚴重，且水並無流動，顯見雨水下水道並無發揮應有之排水功能，且出口段之排水溝盡頭遭雜草淤塞排水路均已失去排水功能如圖 2-21 所示，造成排水明溝內水溢流釀成水災，72 水災當日水曾淹沒養殖區使養殖魚種流失，業者均損失慘重，處理情形已由縣府下水道課呈報清淤處理。



圖 2-20 口湖鄉 1 號路下水道出口淤塞嚴重



圖 2-21 往蚵寮排水明溝遭雜草阻塞已喪失排水功能

(3) 口湖鄉蚵寮村小排

勘災小組順下水道出口之排水明溝南下直至蚵寮村，沿途明溝水位非常高阻塞情形亦相當嚴重如圖 2-22 所示，現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720016，X 座標 165388.4、Y 座標 2608201.5，平日排水明溝內水位應保持低水位，遇雨量過大時可順利排水不易發生溢流而造成淹水之情形，當時本小組已告知鄉公所建設課技士，平時亦須啟動抽水站抽水延時溢流時間。



圖 2-22 口湖鄉內排水明溝水位均偏高

(3) 口湖鄉蚵寮村抽水站

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720017，X 座標 165390.1、Y 座標 2607827.2，據鄉公所技士表示此抽水站因用地取得問題僅可將抽水站設置於區域中排段如圖 2-23 所示，將小牌之匯流水抽至中排後以自然重力方式排入大排，惟 72 水災當日逢大潮階段抽水站所抽之水無法順利流入大排出海，反遭海水倒灌造成該地區嚴重淹水，附近零星地區路基因淹水情形嚴重遭沖蝕而致路基下陷如圖 2-24 所示。



圖 2-23 口湖鄉蚵寮抽水站未設置於大排旁



圖 2-24 淹水區路基遭沖蝕下陷

(4)口湖鄉 2 號路

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0720020，X 座標 164931.8、Y 座標 2609267.0，此處為口湖鄉 2 號路雨水下水道之出口匯流處大排，據鄉公所技士表示此排水係屬自然重力式排入海如圖 2-25 所示，72 水

災發生當日排水因漲潮，雨水無法順利排出而溢流使鄰近地區皆遭水患之苦如圖 2-26 所示，鄰近地區農田因地勢較低積水至今尚未消退。



圖 2-25 口湖鄉 2 號路雨水下水道之出口匯流處大排



圖 2-26 鄰近大排地區至今仍積水未退

(5)口湖鄉公所

本中心係由鄉內產業道路輾轉進入口湖鄉，抵達口湖鄉公所時發現所內區域已淹水將近 50 公分如圖 2-27 所示，且自鄉公所進入市區之 1 號路已積水嚴重無法通行。本中心勘災人員係自鄉公所步行涉水進入都計區內。圖 2-28 為口湖鄉會水宮附近積水情形，水深亦約 50 公分左右。



圖 2-27 口湖鄉公所積水情形



圖 2-28 口湖郵局旁會水宮附近淹水情形

2-1-1-5 四湖鄉

四湖鄉都計區內淹水情形相當嚴重，自環湖東路以南區域皆受災嚴重，淹水深度約 50 公分，圖 2-29 及圖 2-30 為四湖鄉文生高中全校皆泡於水中，受災情形相當嚴重，校外道路高度較高故積水情形難以自然退去，據了解該校係以小型抽水機連續抽水近三日，才進行災後整理復建工作。



圖 2-29 四湖鄉淹水情形(1)



圖 2-30 四湖鄉淹水情形(2)

2-1-2 非都市計畫區勘災調查

2-1-2-1 口湖鄉

口湖鄉共有七處災害處分述如下：

(1) 頂湖村堤防損壞處

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-1，X 座標 164345.1、Y 座標 2611583.9，現勘描述：頂湖村此處損壞，主要是因洪水流速過快，再不斷的水流切割下，導致堤防基礎流失，再則堤防興建年代久遠，禁不起如此強勁之洪水衝擊，如圖 2-31，可明顯看出由於河堤的崩塌使河堤上之磚牆亦隨之崩裂，且據當地民眾指出，河水漲滿並溢出堤外，大約淹沒 100 公頃之農田。



圖 2-31 頂湖村堤防損壞處

(2) 青蚶村小排

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-2，X 座標 162447.8、Y 座標 2610620.7，現勘描述：青蚶小排本身是土堤，在豪雨的強力沖刷下，由於時間過長以至於土壤含水量過高，土壤鬆軟，又在河道內河水暴漲，河水水位高過堤頂溢出河道，切割土堤由小而大慢慢的將土堤切割開來，最後土堤終於潰決，在圖 2-32，我們看到於日前現地勘查時，

已將土堤修復，除裂口處外，我們仔細觀察亦可看出洪水溢過堤頂，將堤頂原有之草皮沖刷，土壤沒有草皮保護，還好及時洪水消退，不然將造成更大的災情，在居民描述下，我們得知淹沒區 300 公頃，範圍相當廣。



圖 2-32 青蚶村小排

(3)下崙村箔子寮大排支線

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-3，X 座標 161905.0、Y 座標 2612324.9，現勘描述：其損害情形大致與上述青蚶村小排相似，如圖 2-33，其災害發生主要因大量洪水對土堤不斷沖刷，並將土堤之土石帶走，最後土堤終於崩塌，而淹沒一旁約 200 公頃之農田。



圖 2-33 下崙村箔子寮大排支線

(4) 崙東飛沙大排興安代天府旁

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-4，X 座標 163820.4、Y 座標 2612755.0，現勘描述：如圖 2-34，此處因堤防與橋樑處有一段未連接上，由於持續大雨河水上漲，致使河水由缺口處溢出，淹沒附近道路及農田，據描述淹沒區有 300 公頃。



圖 2-34 崙東飛沙大排興安代天府旁

(5) 崙東村飛沙大排支線

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-5，X 座標 164034.8、Y 座標 2612917.7，現勘描述：如圖 2-35，由圖中可明顯看出由於混凝土堤較高，洪水由河堤較低處跨過淹沒附近農田與住家，其淹沒后有 150 公頃。



圖 2-35 崙東村飛沙大排支線

(6)台子養殖區排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-6，X 座標 164522.5、Y 座標 2613279.0，現勘描述：台子養殖區排水本身是土堤如圖 2-36，由於長時間的豪雨以至於土壤含水量過高，在河道內河水暴漲，河水水位高過堤頂溢出河道，切割土堤由小而大慢慢的將土堤切割開來，最後土堤終於潰決，淹沒附近的養殖區約 500 公頃。



圖 2-36 台子養殖區排水

(7)台子村蚶寮排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-7，X 座標 161758.6、Y 座標 161758.6，現勘描述：此處情形大致上與上述之台子養殖區排水相同，均因土堤禁不起大雨侵蝕而崩塌如圖 2-37，此區淹沒養殖區面積 500 公頃。



圖 2-37 台子村蚶寮排水

(8)青蚶村、金湖村與下崙村

本中心於口湖鄉都計區外勘災，主要以淹水嚴重之青蚶村、金湖村與下崙村為主，青蚶村於省道台 17 線旁往青蚶村眺望如圖 2-38 所示，幾乎全村皆淹水嚴重，此村落亦有多處養殖池遭淹沒損失相當嚴重。另於金湖村落亦多數房屋淹水如圖 2-39 所示。本中心最後勘查地點為口湖鄉下崙村淹水情形同樣約 50 公分左右多數村民遭逢水患之苦如圖 2-40 所示。



圖 2-38 口湖鄉青蚶村淹水情形



圖 2-39 口湖鄉金湖村淹水情形



圖 2-40 口湖鄉下崙村淹水情形

2-1-2-2 水林鄉

(1) 萬興大排大溝段

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-8，X 座標 162114.6、Y 座標 2606158.5，現勘描述：由圖可看出在七月十九日現勘時水位仍高於旁邊農地，在七二水災當日其水位高漲，高過堤防，淹沒農田 100 公頃，由圖 2-41 中可清晰看出臨時所放置的土堆還放在現場。



圖 2-41 萬興大排大溝段

(2) 牛挑灣大排萬興段

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-9，X 座標 162789.0、Y 座標 2606551.3，現勘描述：由圖 2-42 中水林鄉長快指處，與上述萬興大排很相近均是因水位暴漲溢堤，將河堤後方之土石帶走淘空後方土石。此處淹沒有 400 公頃。



圖 2-42 牛挑灣大排萬興段

(3) 大溝排水順興段

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-10，X 座標 168674.9、Y 座標 2608752.2，現勘描述：此區由圖 2-43 中可知道現勘當日水位亦高於兩旁農田且農田積水未退，因前兩日均有午後雷震雨，水災當日水位溢堤淹沒附近農田 200 公頃。



圖 2-43 大溝排水順興段

(4) 蔦松大排塹底段

如記錄表中所列，紀錄編號 0719-11，X 座標 169344.0、Y 座標 2609239.3，現勘描述：由圖 2-44 中可看出防汛道路上陷落一個大坑洞，在這條路上同樣的坑洞有好幾處，主要造成原因是因大排內水過高滲出至農田，將堤防底部砂石挑空，造成路基下陷。而於七二水災當日，水位亦滿過河堤，淹沒 300 公頃。



圖 2-44 蔦松大排塹底段

2-1-2-3 崙背鄉

(1)頂厝排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-1，X 座標 181387.8、Y 座標 2632044.1，現勘描述：由圖 2-45 可知主因洪水流量太大，一旁的河堤無法承受，與河堤上的圍牆均倒入河道內。



圖 2-45 頂厝排水

2-1-2-4 麥寮鄉

(1)西麥寮排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-2，X 座標 178169.3、Y 座標 2631148.8，現勘描述：西麥寮排水堤防因洪水流速太快，堤防無法承受水流不斷的切割，於是如圖 2-46 塌陷一個大洞。此區淹水面積 50 公頃。



圖 2-46 西麥寮排水

(2)新虎尾溪北岸防潮堤

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-3，X 座標 171648.0、Y 座標 2628217.6，現勘描述：此處已非常接近出海口，而其中水閘門下可能因滲水的因素，將堤防下之基礎淘空，使上方之混凝土破裂如圖 2-47，在勘災當天亦可圖 2-48，得知由堤防下方所滲出的水量很大，對堤防的結構安全有很大的影響。



圖 2-47 新虎尾溪北岸防潮堤(1)



圖 2-48 新虎尾溪北岸防潮堤(2)

(3)施厝寮排水南岸

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-4，X 座標 167981.2、Y 座標 2628874.0，現勘描述：此處施厝寮排水因洪水淘空堤防下方土石致使護堤下滑出現裂縫，由圖 2-49 可看出暫時先用砂包將裂縫修補起來，以防裂縫持續性擴大。



圖 2-49 施厝寮排水南岸

2-1-2-5 台西鄉

(1) 舊虎尾溪北堤

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-5，X 座標 171292.4、Y 座標 2628292.0，現勘描述：此河堤尚為土堤，故因沖刷及溢堤使土堤出現缺口圖 2-50 所示，淹沒 200 公頃農田。



圖 2-50 舊虎尾溪北堤

(2) 舊虎尾堤岸

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-6，X 座標 170196.3、Y 座標 2629056.6，現勘描述：由公所之人員解說其堤案下方基礎部分淘空嚴重如圖 2-51 所示，由於現勘當日適逢漲潮，無法拍得底部淘空情形。



圖 2-51 舊虎尾堤岸

(3) 溪頂村明聖宮北側排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-7，X 座標 170293.3、Y 座標 2632418.2，現勘描述：此排水因興建年代較久，再經洪水侵襲，已有多處塌方如圖 2-52 所示，洪水水位約積水 20 公分，面積有 200 公頃。



圖 2-52 溪頂村明聖宮北側排水

(4) 永豐村火燒牛稠大排

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-8，X 座標 175950.7、Y 座標 2634721.0，現勘描述：由於排水內因豪雨溢出大排外，將道路旁路基沖垮，由圖 2-53 可清楚看出路旁崩塌情形。



圖 2-53 永豐村火燒牛稠大排

(5)蚊港大排北側排水

如記錄表中所列，紀錄編號 0720-9，X 座標 165625.3、Y 座標 2620014.7，現勘描述：由於七二水災豪雨，洪水溢堤讓附近魚塭淹沒 100 公頃，並使排水堤岸沖垮部分，在勘災時已將土堤先修補如圖 2-54 所示。



圖 2-54 蚊港大排北側排水

(6)五港村

五港村於本次水災淹水相當嚴重，水深平均約 50 公分，對外道路均淹水無法順利通行，如圖 2-55 所示當地居民均需涉水進入該村。



圖 2-55 台西鄉五港村淹水情形

(7)台西村

拍攝地點為台西鄉公所前之中山路，積水深約 20 公分，道路不易通行，鄉公所內皆有積水之情形，如圖 2-56 所示。



圖 2-56 台西鄉公所淹水情形

(8)永豐村

拍攝地點為台西鄉永豐村街道上，該村平均積水深約 50 公分，道路無法順利通行，居民需涉水進入該村，如圖 2-57 所示。



圖 2-57 台西鄉永豐村淹水情形

(9)和豐村

拍攝地點為台西鄉和豐村街道上，該村平均積水深約 20~30 公分，部分道路仍可通行，如圖 2-58 所示。



圖 2-58 台西鄉和豐村淹水情形

(10)泉州村

拍攝地點為台西鄉泉州村產業道路上，該村平均積水深約 20~30 公分，部分道路仍可通行，水自排水溝溢流淹至道路與農田，如圖 2-59 所示。



圖 2-59 台西鄉泉州村淹水情形

(11)海口村

拍攝地點為台西鄉海口村，該村平均積水深約 20 公分，部分道路仍可通行，如圖 2-60 所示。



圖 2-60 台西鄉海口村淹水情形

(12)富琦村

拍攝地點為台西鄉富琦村，該村平均積水深約 20 公分，部分道路仍可通行，如圖 2-61 所示。



圖 2-61 台西鄉富琦村淹水情形

(13)溪頂村

拍攝地點為台西鄉溪頂村，該村平均積水深約 30 公分，部分道路仍可通行，如圖 2-62 所示道路兩旁側溝無法容納龐大之雨水量導致，水自排水溝溢流造成路面嚴重積水影響車輛通行。



圖 2-62 台西鄉溪頂村淹水情形

2-1-2-6 褒忠鄉

小組於此鎮勘災區域共計有一處位於褒忠鄉三和村，破壞型式為堤岸護坡破壞，勘災情形說明如下：

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0721001，X 座標 179652、Y 座標 2624893，此處為褒忠鄉三和放水路，為混凝土護岸，淹水範圍約 15 公頃，堤防護坡因此次水災遭大量洪水沖蝕受損，道路兩旁電線桿因基底掏空倒臥於護坡一側，如圖 2-63 所示。



圖 2-63 褒忠鄉三和放水路

2-1-2-7 東勢鄉

小組於此鎮勘災區域共計有一處位於東勢鄉同安村，破壞型式為原堤岸遭洪水破壞，當地農民自行建築一混凝土堤岸，勘災情形說明如下：

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0721010，X 座標 175356、Y 座標 2624730 有才寮大排至同安大排間，此處原為土堤遭逢洪水沖蝕後附近農民自行搭建混凝土堤岸長約 50 公尺，如圖 2-64 所示。



圖 2-64 東勢鄉有才寮大排至同安大排間

2-1-2-8 四湖鄉

小組於此鎮勘災區域共計有二處位於蔡厝村，破壞型式為土堤破壞，勘災情形說明如下：

(1) 四湖鄉蔡厝村

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0721017，X 座標 169366、Y 座標 2611149，此處為雲林縣四湖鄉蔡厝村牛挑灣溪，淹水範圍約 50 公頃，堤防潰堤損壞約 15 公尺，牛挑灣溪土堤岸因此次災害帶來極大水量，遂使原本就局部破損的堤防頓時沖毀，造成一寬度達約 8 公尺的堤岸崩落，如圖 2-65 所示。



圖 2-65 四湖鄉蔡厝村牛挑灣溪

(2)四湖鄉林厝寮村

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0721024，X 座標 163518、Y 座標 2619149，此處為雲林縣四湖鄉林厝寮村林厝寮大排，淹水範圍約 70 公頃，堤防潰堤損壞約 20 公尺，混凝土堤防護坡因此次水災遭大量洪水沖蝕受損如圖 2-66 所示。



圖 2-66 四湖鄉林厝寮村林厝寮大排

(3)四湖鄉埤尾村

自四湖鄉往鄰近鄉鎮之聯絡道大多淹水而中斷，如圖 2-67 所示為四湖通往台西鄉之聯絡道淹水而導致中斷，圖 2-68 四湖鄉埤尾大排於 72 水災當日水幾乎發生溢流，足以見得當日雨量相當驚人，橋樑仍可順利通行。



圖 2-67 四湖鄉都計區外往台西鄉聯絡道



圖 2-68 四湖鄉都計區外往口湖鄉之春蘇橋埤尾大排

2-1-2-9 斗南鎮

小組於此鎮勘災區域共計有二處皆位於斗南鎮新崙里，破壞型式為混凝土護坡破壞，勘災情形說明如下：

(1)斗南鎮新崙里

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0722001，X 座標 190248、Y 座標 2619817，此處為雲林縣斗南鎮新崙里新崙中排排水約民國 57 年興建，淹水範圍約 20 公頃，堤防潰堤損壞約 80 公尺，新崙中排因此次災害帶來極大水量，遂使原本就局部破損的堤防頓時潰堤，造成一長度達數十公尺的護岸崩落，道路一側土石也因而沈陷。如圖 2-69 所示。



圖 2-69 斗南鎮新崙里新崙中排排水

(2)斗南鎮新崙里

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0722002，X 座標 191870、Y 座標 2618894，此處為雲林縣斗南鎮新崙里后溝子支線，淹水範圍約 18 公頃，后溝子支線排水路因河水淹過堤岸，退水時龐大水量將護堤順勢沖毀，形成一長度約 10 公尺左右的崩毀如圖 2-70 所示。



圖 2-70 斗南鎮新崙里后溝子支線

2-1-2-9 斗六市

小組於此鎮勘災區域共計有二處，破壞型式皆為混凝土護坡破壞，勘災情形說明如下：

(1) 斗六市社口里

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0722003，X 座標 202397、Y 座標 2622407，此處為斗六市雲林溪箱涵入口處上游護岸，砌石護岸局部破損，斗六市雲林溪箱涵入口處上游護岸因老舊破損，本次災害因水量過大將原本老舊的砌石護岸沖毀損壞，如圖 2-71 所示。



圖 2-71 斗六市雲林溪箱涵入口處上游護岸

(2)斗六市榴北里

現況記錄表中所列，GPS 紀錄編號 0722004，X 座標 205413、Y 座標 2625606，此處為斗六市榴北湖底大排，堤防潰堤損壞約 8 公尺，斗六市榴北湖大排因此次災害水量過大，溢淹至農地與河堤外圍，待退水時沖刷了護堤周圍土石，造成混凝土護堤順勢崩毀，如圖 2-72 所示。



圖 2-72 斗六市榴北湖底大排

2-2 嘉義縣現況調查成果

本次 72 水災造成嘉義縣許多鄉鎮市淹水，根據經濟部水利署防災中心統計資料所列包括中埔鄉、鹿草鄉、義竹鄉、布袋鎮、太保市、朴子市及東石鄉共計七鄉鎮市遭淹水，其中以太保市淹水面積最大達 6,162 公頃幾乎全市面積均傳出淹水之災情；其次為東石鄉 2,875 公頃淹水區域亦廣達全鄉；全縣淹水面積則高達 12,943.8 公頃。平均淹水深度約 30~100 公分，淹水較嚴重地區除中埔鄉外其餘均分部於鄰近沿海及沿海地區，然而淹水地區其地層下陷問題亦較為嚴重。

2-3 嘉義市現況調查成果

嘉義市於本次 72 水災淹水情形並不嚴重，惟遇瞬時雨量過大時仍會發生水量宣洩不及而導致局部地區積水，據經濟部水利署防災中心對嘉義市淹水面積之統計資料仍有三處地區淹水，包括湖內里淹水面積 6.5 公頃、興村里約 9 公頃及忠孝北街淹水面積最廣 10.3 公頃，全市淹水面積總計為 25.8 公頃，整體淹水面積並不大。

2-4 雲林及嘉義綜合成果

根據目前勘災統計淹水面積雲林縣 38,055.1 公頃、嘉義縣 12,943.8 公頃、嘉義市 25.8 公頃，此三縣市在本次七二水災淹水面積總計約 51,024.7 公頃圖 2-73 所示，另外溢淹災害概況如表 2-1 所示，可發現中部地區多數溢淹區域多集中於雲林縣及嘉義縣，至於彰化縣，因為無重大災害，所以無淹水面積。

表 2-1 敏督利颱風雲嘉南地區淹水情況統計表

| 縣市別 | 鄉鎮別 | 河川別 | 位置 | 淹水面積 (公頃) | 淹水深度 (公分) |
|-----|-----|----------|-------------------|--------------|--------------|
| 雲林縣 | 麥寮鄉 | 北港溪 | 後安村 | 230.8 | 60 |
| | 麥寮鄉 | 北港溪 | 海豐村 | 514.3 | 60 |
| | 麥寮鄉 | 北港溪 | 麥津、崙後、興華、瓦礫村 | 367.1 | 60 |
| | 麥寮鄉 | 濁水溪 | 新吉、三盛村 | 159.5 | 60 |
| | 麥寮鄉 | 濁水溪 | 雷厝村 | 156.9 | 60 |
| | 麥寮鄉 | 濁水溪 | 施厝村 | 62.7 | 60 |
| | 台西鄉 | 北港溪 | 新興海埔新生地 | 282.3 | 30 |
| | 台西鄉 | 北港溪 | 台西海埔新生地 | 623.2 | 30 |
| | 台西鄉 | 北港溪 | 155 縣道以西 | 2,867.2 | 70 |
| | 台西鄉 | 北港溪 | 156 縣道以東 | 2,041.4 | 25 |
| | 四湖鄉 | 北港溪 | 崙北、林厝、林東村 | 570.4 | 50 |
| | 四湖鄉 | 北港溪 | 崙南、廣溝、箔東、箔子村 | 768.5 | 60 |
| | 崙背鄉 | 濁水溪 | 水尾村 | 193.0 | 30 |
| | 崙背鄉 | 濁水溪 | 豐榮村 | 46.9 | 30 |
| | 二崙鄉 | 濁水溪 | 庄西村 | 120.2 | 100 |
| | 二崙鄉 | 濁水溪 | 復興村 | 119.7 | 100 |
| | 二崙鄉 | 濁水溪 | 崙東村 | 126.0 | 100 |
| | 東勢鄉 | 北港溪 | 安南、龍潭村 | 438.8 | 45 |
| | 東勢鄉 | 北港溪 | 昌南村 | 236.0 | 45 |
| | 東勢鄉 | 北港溪 | 程海村 | 113.7 | 45 |
| | 褒忠鄉 | 北港溪 | 潮厝村 | 46.5 | 40 |
| | 褒忠鄉 | 北港溪 | 中民村 | 16.3 | 40 |
| | 褒忠鄉 | 北港溪 | 馬鳴村 | 28.5 | 40 |
| | 林內鄉 | 北港溪支流乾溪 | 九芎村永安橋下游 | 9.6 | 30 |
| | 古坑鄉 | 北港溪支流大湖口 | 永光村東耕橋上游 1km | 20.1 | 30 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流 | 溪洲里溪洲 | 28.0 | 30 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流乾溪 | 溪洲里永隆橋下游 | 17.6 | 40 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流虎尾溪 | 榴中里田部 | 11.4 | 30 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流雲林溪 | 虎溪里下莊 | 13.6 | 30 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流雲林溪 | 鎮西里甲六埤 | 9.2 | 30 |
| | 斗六鎮 | 北港溪支流雲林溪 | 鎮西里保長 | 17.9 | 30 |
| | 斗南鎮 | 北港溪支流大湖口 | 新崙里港墘 | 49.1 | 50 |
| | 斗南鎮 | 北港溪支流石牛溪 | 江厝里台 3 線下游 0.8km | 14.0 | 30 |
| | 斗南鎮 | 北港溪支流石牛溪 | 江厝里台 3 線下游 2.5km | 20.3 | 30 |
| | 斗南鎮 | 北港溪支流大湖口 | 林子里自治橋上游 | 23.3 | 30 |
| | 斗南鎮 | 北港溪支流石牛溪 | 西岐里台 1 線與 158 乙線間 | 21.1 | 60 |

資料來源：經濟部水利署第五河川局

表 2-1 (續 1)敏督利颱風雲嘉南地區淹水情況統計表

| 縣市別 | 鄉鎮別 | 河川別 | 位置 | 淹水面積 (公頃) | 淹水深度 (公分) |
|-----|-----|----------|---------------------|--------------|--------------|
| 雲林縣 | 斗南鎮 | 北港溪支流崙子溪 | 將軍里將軍崙 | 25.0 | 70 |
| | 虎尾鎮 | 北港溪 | 西安,中溪,興南里,建國,墾地,北溪里 | 1,630.0 | 20~90cm |
| | 土庫鎮 | 北港溪 | 全鎮 | 3,733.0 | 20~150cm |
| | 口湖鄉 | 北港溪 | 全鄉 | 6,864.0 | 20~120cm |
| | 水林鄉 | 北港溪 | 全鄉 | 6,912.0 | 60~120cm |
| | 北港鎮 | 北港溪 | 南安新街樹腳里 | 533.0 | 20~40cm |
| | 元長鄉 | 北港溪 | 全鄉 | 7,265.0 | 20~120cm |
| | 大埤鎮 | 北港溪 | 興安西鎮北鎮 | 708.0 | 30~200cm |
| | 合計 | | | | 38,055.1 |
| 嘉義縣 | 中埔鄉 | 牛稠溪 | 金興村 | 7.0 | 100 |
| | 中埔鄉 | 牛稠溪 | 秀林村 | 21.6 | 60 |
| | 中埔鄉 | 牛稠溪 | 金興村 | 42.7 | 40 |
| | 嘉義市 | 牛稠溪 | 忠孝北街 | 10.3 | 50 |
| | 太保市 | 朴子溪 | 全市 | 6,162.0 | 10~150 cm |
| | 朴子市 | 朴子溪 | 應菜埔里 | 66.0 | 50~100 cm |
| | 布袋鎮 | 朴子溪 | 東港.,永安,龍交潭,考試潭 | 1,547.0 | 10~100 cm |
| | 東石鄉 | 朴子溪 | 全鄉 | 2,875.0 | 10~130 cm |
| | 中埔鄉 | 八掌溪 | 溪底寮 | 15.6 | 100 |
| | 中埔鄉 | 八掌溪 | 公館農場 | 26.0 | 100 |
| | 中埔鄉 | 八掌溪 | 後庄 | 12.2 | 40 |
| | 嘉義市 | 八掌溪 | 湖內里 | 6.5 | 50 |
| | 嘉義市 | 八掌溪 | 興村里 | 9.0 | 40 |
| | 鹿草鄉 | 八掌溪 | 碧潭村 | 65.5 | 70 cm |
| | 鹿草鄉 | 八掌溪 | 三角村 | 53.2 | 50~70 cm |
| | 鹽水鎮 | 八掌溪 | 橋南里、岸內里、北門路 | 80.0 | 25~100 cm |
| | 後壁鄉 | 八掌溪 | 嘉田村,嘉民村 | 951.0 | 100 |
| | 後壁鄉 | 八掌溪 | 新嘉村,仕安村,竹新村 | 913.0 | 100 |
| | 義竹鄉 | 八掌溪 | 後鎮村 | 16.5 | 40~60 cm |
| | 義竹鄉 | 八掌溪 | 五厝村 | 322.5 | 60~110 cm |
| | 義竹鄉 | 八掌溪 | 新店村,北華村 | 511.0 | 50~100 cm |
| | 布袋鎮 | 八掌溪 | 好美,新塭 | 1,200.0 | 10~100 cm |
| | 合計 | | | | 14,913.6 |
| 台南縣 | 北門鄉 | 八掌溪 | 北馬,舊渡子頭 | 330.0 | 25~50cm |
| | 白河鎮 | 急水溪 | 西勢尾 | 7.7 | 300 |

資料來源：經濟部水利署第五河川局

表 2-1 (續 2)敏督利颱風雲嘉南地區淹水情況統計表

| 縣市別 | 鄉鎮別 | 河川別 | 位置 | 淹水面積 (公頃) | 淹水深度 (公分) | |
|-----|-----|-----|-----|--------------|--------------|--|
| 台南縣 | 白河鎮 | 急水溪 | 瓠子園 | 12.4 | 150 | |
| | 柳營鄉 | 急水溪 | 重溪村 | 150.7 | 150 | |
| | 柳營鄉 | 急水溪 | 人和村 | 42.7 | 40 | |
| | 新營市 | 急水溪 | 姑爺里 | 20.3 | 60 | |
| | 新營市 | | 埤寮里 | 88.7 | 60 | |
| | 新營市 | | 後鎮里 | 29.3 | 100 | |
| | 新營市 | | 角帶里 | 23.6 | 50 | |
| | 下營鄉 | | 宅內村 | 6.8 | 30 | |
| | 下營鄉 | | 賀建村 | 13.2 | 40 | |
| | 北門鄉 | 急水溪 | 北門 | 85.0 | 25~50cm | |
| | 北門鄉 | 急水溪 | 西埔內 | 142.0 | 25~50cm | |
| | 北門鄉 | 急水溪 | 蘆竹溝 | 165.0 | 50~70cm | |
| | 合計 | | | | 787.4 | |

資料來源：經濟部水利署第五河川局

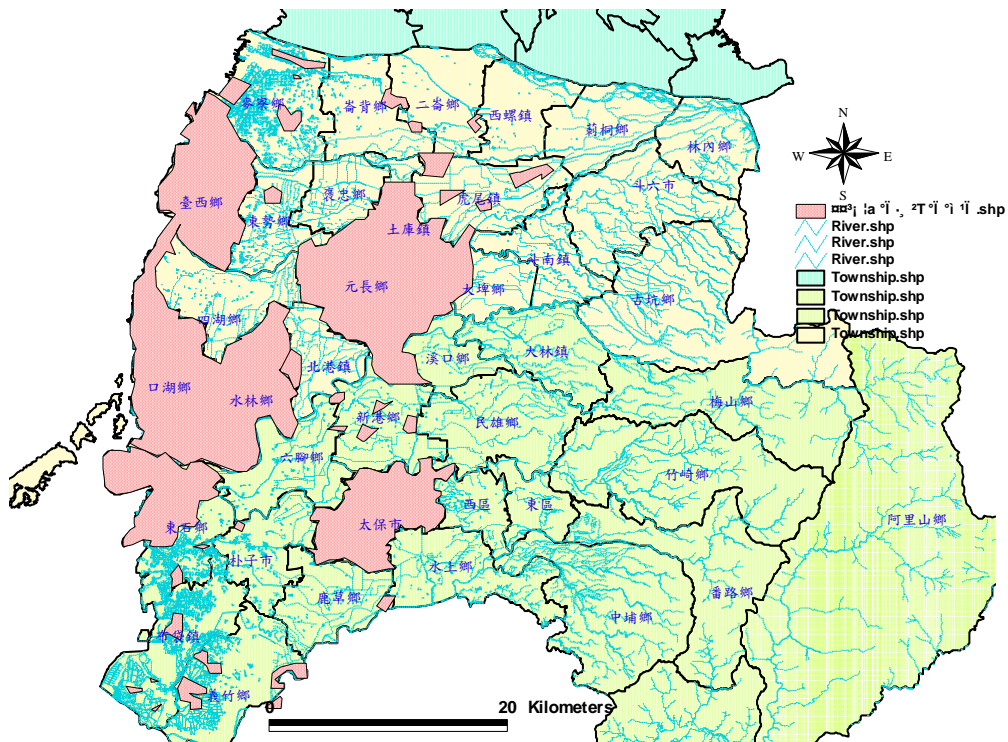


圖 2-73 雲嘉地區淹水區域分佈圖

第三章 復建策略與建議

3-1 復建策略擬議

1. 區域排水總檢討

由於歷史累積之地層下陷量，已造成區域排水設施功能不足，部份地區易因降雨或海水倒灌等因素造成淹水問題，政府雖編列經費補助辦理設施改善工程，然因整體計畫期程配合、設備操作保養維護及主管機關權責等諸多因素，使得地層下陷地區內洪泛溢淹災害時有所聞，是故應全面檢討區域排水河堤之保護功能，整體規劃及改善區域排水系統，以減少溢淹災害。

2. 土地利用規劃

地層下陷區域內之土地利用實影響未來地層下陷防治工作成效甚巨，應進行大區域土地利用規劃工作，進而朝向小區域之土地特性細部整復工作進行，整體考量區域發展方向及產業需求等因素，提出合宜之土地利用規劃目標。

3. 流域綜合治水策略

地層下陷區上承流域豪雨逕流，下受暴潮侵襲，故應由流域與相鄰流域綜合治水思維，研定地層下陷地區農漁業區與聚落區防洪保護對策，例如村落圍堤、分區治理、依地勢劃分滯洪區、浚挖滯洪區增納蓄容量，浚土移填改善聚落低窪地區，整復下陷地區土地，依排水系統分區審慎設置機械排水設施，建立聯合操作模式等之評估應用。

4. 水源調配體系建立

有關地層下陷區域水資源運用調整工作方面，應以兼顧各標的產業發展及永續國土規劃二大方向，提出區域水資源調配體系，避免水資源的浪費，並依擬定之調配機制及設施逐步施行，使各標的用水均可獲得其所需水源，避免地下水之持續超抽。

5. 產業輔導轉型評估

地層下陷區域內之產業類別多為養殖業及農業，均屬用水需求偏高之產業，兼以對於水質要求條件較多，使得此等一級產業均採用地下水作為其主要水源，然而隨經濟情勢改變及經濟效益萎縮，使得部份一級產業已喪失市場競爭力，是故應採合宜措施逐步輔導產業轉型，如引導養殖漁業朝向低淡水使用之養殖類別轉型等措施。

6. 高鐵沿線水井外移或封井評估

此次水患沿海地區多因地層下陷導致排水不良，而高鐵為國家重大交通建設，於高鐵沿線之地層下陷問題有可能引致嚴重之後果，可見地層下陷之危害程度，為避免高鐵沿線地層下陷問題加劇，且預防地層下陷問題造成排水不良附加災害，於短期因應策略方面，應針對降低高鐵沿線地下水抽用量努力，先期可考量將高鐵沿線深度較深之水井遷移或封填，以達逐步減抽高鐵沿線地下水之目標。

7. 封井策略研擬

依據「第二期地層下陷防治執行方案」之工作內容，朝向建立全國性水井基本資料庫，研擬水井管制及違法水井輔導與取締規範，以健全水井管理體系，期望於有效合理利用地面水資源情況下，提出違法水井之封填策略，減少地下水抽用量，並加強地下水保育工作，有效整合與地層下陷防治工作相關計畫成效。

8. 組成七二水災地層下陷區淹水調查評估小組

盡速組成七二水災地層下陷區淹水調查評估小組，調查評估淹水現象及整治功能，並評估當前相關機關及地方政府整治計畫，以供研擬策略性之建議，

3-2 復建工作建議

3-2-1 緊急工作建議

1. 依據搶險搶修要點緊急辦理排水路潰決及堤岸搶修工程。
2. 購買移動式抽水機抽水提供尚未設置抽水機，或不足抽水設備之部落。
3. 排水路淤積影響排洪能力者，應即浚渫疏通。

3-2-2 短期工作建議

1. 區域排水修復改善

(1) 堤防巡檢加固

汛前或汛期排水路堤岸應加強巡視檢查，如發現有潰堤之虞堤段，應儘速提出加強計畫妥為加固，以防汛期潰堤泛濫成災。

(2) 區域排水水閘門及抽水站修復改善

此次水患除造成眾多堤防受損外，亦導致為數不少之水閘門及抽水站損壞或因原有設置不良而導致之功能不彰，由於抽水閘門及抽水站為溢淹發生時最後的一道防線，對於減輕水患損害甚為重要，所以短期內應針對溢淹區域內水閘門及抽水站進行修復及改善，以維護既有功能。

(3) 區域排水渠道淤塞清除

以雲林縣為例，多數區域排水渠道均存在淤塞問題造成排水斷面不足，影響原有排水功能降低排水流量，另於此次水患後，上游土石遭沖刷至下游，造成渠道淤塞情況更形嚴重，是故短期應儘速辦理排水渠道清淤工作。

2. 救災資源之整備及整合

救災資源之整合良好與否，直接影響災害發生時救災工作成效及災害所造成之人員財產損失程度，以洪泛溢淹災害而言，諸如大型抽水機、救災器具、救災人員、救災車輛及地區醫療資源等重要救災資源均需經詳盡規劃予以整合，如災害未發生時，即應針對數項救災資源予以整備妥當，為防止七二水災之後，再度面臨颱風豪雨威脅，緊急

之因應對策之一應儘速完成救災物資及人員整備，建立短期有效之洪泛災害導致嚴重損失。

3.中央與地方整合達成分進合擊功效

河川及區域排水系統管理權責雖分屬中央及地方政府，然而於洪泛溢淹發生時，災害發生原因實難以劃分，是故於洪泛災害防救上應由中央及地方通力合作，整合所有救災資源並擬定有效之救災策略，是故於七二水災短期因應策略之中，應由中央及地方政府邀集相關救災單位，針對短期毀害修復工作進行協商探討，以達救災工作分進合擊之效。

4.評估搶險工程品質進行補強措施

於三月內委請專業技師檢查評估搶險工程品質，並以整體觀點檢討排水系統潰溢風險，加強颱風暴雨期間搶險器械整備，佈建與人員疏散動員。

3-2-3 中長期工作建議

1.區域排水持續改善

- (1)依據區域排水系統整體評估結果，按危害度等級逐一編列經費辦理新建或改善工程，使得區域排水系統得發揮其應有之功能，避免日後再度發生嚴重之溢淹災害。水利署應檢討相關復建經費，是否應追加預算問題。
- (2)下陷區養殖及農耕地混合，易滋生塩害及水患。其區別及排水系統應予以區隔分開，各自獨立進水及排水。

2.水源調配體系推動

- (1)為整體改善地層下陷情況，依據策略研議之水源調配體系，協調有關機關部門，確實執行水源調配工作，確保水資源之全理運用，減少地下水資源超限利用之情況，以達地層下陷防治之目標。

- (2) 養殖區應由政府(農委會漁業署)協助設置海水供應獨立系統，加速輔導轉為海水養殖，禁止抽取地下水。排水路為排水之用，養殖業者不得自排水路引取海水，以免損害及水患。

3.建設流域綜合治水設施

- (1) 依據研訂之流域合治水策略，研究建設相關防洪滯洪設施。
- (2) 台塩及台糖土地位於地層下陷區者，由經濟部(水利署)統一規劃開闢為滯洪溼地，或淡水人工湖。所開挖之土料提供下陷區填高基地之用，並優先使用於社區基地及道路之加高，如尚有餘土，可提供民眾填高田地之用。
- (3) 私有土地因地層下陷已難以作為生產使用者，由政府予以徵收，規劃做為蓄水滯洪溼地、公園或景觀造景之公共使用。

4.預警監控系統建立

七二水患肇因於降雨量過大且過於集中，部份人員及財產損失多因應變不及所導致，是故建置一準確之預警監控系統，有助於災害發生同時發揮通報功能，達到災害訊息快速傳遞，有助於防災單位採取應有之因應措施，減低災害之損害。此外，針對地層下陷區的地形高程掌握對洪水演算及淹水地區評估為一重要角色，所以建議能同時加強彰雲嘉地區地形高程預警監測系統及工作推動。

5.土地利用規劃

- (1) 新型農漁工商節水產業引進，除輔導舊有產業型態往低淡水使用量方向轉變，亦應積極於國內外尋求適宜於地層下陷區域內之節水產業，並將其引進且輔導現有高耗水產業轉型為新型之節水產業，減少各產業對地下水資源之依賴程度，減少地下水抽用量，減緩地層下陷災害發生情況。
- (2) 大城海堤外海埔地，由經濟部(水利署、工業局)協助規劃引進投資開發，增加當地民眾就業之機會。

(3)下陷區之墳墓應立即規劃安置妥善乾燥之處所，以一鄉鎮一土葬區一納骨塔為原則。土葬區並應訂定循環使用規劃，以利周轉使用。

6.違法水井取締

當地面水資源足以支應各標的用水之情況下，依據中期策略所擬定之封井策略，按區域及產業特性，逐一施行違法水井之取締工作，並實施水井封填工作，以直接手段減少地下水抽用量，如此才可確保地下水資源之充足，並達到地層下陷防治之目的。

第四章 結論與建議

七二水災係數近年來少見之高降雨量、短時間及高降雨集中之水患，所造成之國土及國人生命財產損失已難以估算，雖然此次水患屬重現頻率甚低之大型水患，然而針對此水患所呈現之國土保安之重要性亦更為突顯，如何採取有效因應策略改善中南部溢淹之災害問題實為一重要之課題。

雲林縣沿海鄉鎮多以養殖漁業為主要經濟命脈，然而大量發展養殖漁業情況下，兼因地表水供應不足，漁民均紛紛自行抽取地下水以用於調和海水以增加生產量，在長期大量超取地下水的情況下，引致沿海地區發生嚴重之地層下陷災害，兼以原有區域排水系統河堤設施多未有系統性的規劃及施作，導致保護措施無法有效發揮，致使於七二水災中造成嚴重溢淹災害，直接損及沿海居民之生命財產安全及造成國土的喪失，另外，於地層下陷監測工作執行之後，發現雲林縣內陸地區(土庫、元長)成為一新下陷中心，至今仍然有 10 公分左右之年下陷率，造成內陸地區原有區域排水系統效能不彰，常造成溢淹災害，綜合上述，地層下陷及原有排水系統設施不良實為此次水患造成嚴重損害之主因。

嘉義縣溢淹行為亦和雲林縣相似，主要因地層下陷將造成地表排水系統功能大幅降低，排水區域內於台 17 線以東沿海地區除本身地勢低窪再加上地層下陷影響，幾已成窪地，低於暴潮位之地面面積已佔該區域面積之 60% 以上，重力排水於該區域已無法施行，屬低地排水區，排水異常困難。當豪雨發生時外水托高，上游地區之排水量無法宣洩，蓄積於下游沿海地區之合流處，致使該地區水患嚴重，另外，排水功能亦受外潮位週期性起落之影響，無法持續排水，約需一至二日才可將蓄積水量排出，但局部低窪地區欲完全排出仍然有其困難；嘉義縣亦受潮害所引影響，潮害發生方式多為海水經由排水路出海口上溯，至排水路堤高不足處或構造物較脆弱處溢堤潰決而入，導致嚴重之淹水災害。

以七二水災所得教訓，可見國土保安之重要性，有鑑於此本報告書擬議復建策略及速議緊急、短期、及中長期復建工作，期望對整體國土完整性之確保有所助益。

附錄七

豪雨致災勘災及快速復建與減災策略模式建立之要素

目 錄

| | |
|------------------------|-----|
| 一、 所需基本資料..... | G-2 |
| 二、 勘災流程與原則..... | G-3 |
| 三、 綜合評估所需考量之因素與內容..... | G-3 |
| 四、 分析與建議..... | G-4 |

一、所需基本資料

- 各流域之大氣水文森林基本資料
- 各流域地文基本資料
- 災害類型、勘察重點、定量分析所須之地文資料
 - ◆ 淹水、…
 - ◆ 山洪暴發
 - 破堤
 - 溢堤
 - ◆ 海堤與海水倒灌
 - ◆ 橋樑、…
 - 橋樑形式
 - 水理
 - ◆ 土水保持之邊坡穩定
 - ◆ 土石流
 - ◆ 公路治理之上下邊坡穩定
 - ◆ 水電資源
 - 壩體安全
 - 淤積與蓄水量
 - 水質
 - 取水口
 - 輸水管路與隧道
 - 防水閘門
 - 防流木網柵
 - 尾水迴淤線
 - 邊坡穩定與土石流
 - 高壓電塔及塔基

二、 勘災流程與原則

- ◆ 勘災小組之組成
- ◆ 現有勘災順序
- ◆ 直昇機申請流程—標準作業程序
- ◆ 空拍航線之規畫
- ◆ 空拍之技巧與定位與法令限制
- ◆ 航空照片之範圍取得流程與時程—標準作業程序
- ◆ 勘災之作業表格
- ◆ 各單位之對口單位與聯絡方式
- ◆ 勘災小組與各單位之權責與義務
- ◆ 勘災報告之撰寫與發佈
- ◆ 勘災經費之估算

三、 綜合評估所需考量之因素與內容

- 人、地、時、事、物、錢、工法、方法
- 請各組先列表，再將資料送各主管機關填送回報
- 從最上游至出海口，從集水區的觀點來撰寫報告
- 資料列大表（如土石流危險溪流）
 - ◆ 編號、位置、地點、主管機關、災情及災害歷史、本次損失及歷年損失，災害影響範圍（長度、工程項目、保全對象）、是否有擴大的危機（請加述研判原因）、立即處置對策、災害原因、優先處理順序、地形地質水水水理工程資本資料、減災策略、中長期整治建議（不作整治也可以是一種選項）、調查者、填表人
- 依據上述災害特性與流域地文人文特性，建議本流域未來整體規畫之原則方向與重點
- 基礎資料(大氣、水文、森林、地形、地質、水利、水理、工程資本資料) 內容概述
- 上述表格之填寫範例與選項

四、分析與建議

- 各種災害類型之初步整治規劃原則
- 各種災害類型之最新境況模擬技術成效
- 各種災害類型之災害監測及預警系統成效
- 各種災害類型之逃生疏散演練成效
- 各種災害類型之以本次勘災之範例
 - ◆ 淹水、…
 - ◆ 山洪暴發
 - 破堤
 - 溢堤
 - ◆ 海堤與海水倒灌
 - ◆ 橋樑、…
 - ◆ 水土保持之邊坡穩穩定
 - ◆ 土石流
 - ◆ 公路治理之上下邊坡穩定
 - ◆ 水電資源

附錄八

松鶴地區災區調查及復建策略研擬

台大土木系 林銘郎、鄭富書、王景平

目 錄

| | |
|-----------------|-----|
| 一、背景資料..... | H-2 |
| 二、地形變遷..... | H-3 |
| 三、災害歷史..... | H-5 |
| 四、現地勘察..... | H-6 |
| 五、工程之考量與策略..... | H-7 |
| 六、緊急避難之規劃..... | H-8 |
| 七、結論..... | H-8 |

一、背景資料

今次敏督利颱風挾帶豪大雨侵台，中橫受創嚴重，里程 28K 的松鶴部落亦受災嚴重，房舍受損 43 戶，人員傷亡計 8 人，受困人數達千人。

(1) 地理位置

松鶴部落位於中橫公路上自東勢大橋進入約 28 公里處，再往東行約 5 公里即可到達谷關(圖 1)，敏督利颱風期間之臨時避難點麗陽位於兩地之間。聚落毗臨大甲溪，位於河流左岸，以長青橋、德芙蘭橋及松鶴吊橋與右岸之中橫公路通聯。

(2) 集水區概況

松鶴部落相鄰之溪谷為松鶴一溪及二溪，如圖 2 所示。松鶴一溪源頭標高約 2300 公尺，至谷口高差約 1600 公尺，河道長度約 4.5 公里，集水區面積約 375 公頃，1/25000 地形圖上標示常時水流僅約 700 公尺長，推測集水區內溪谷多為伏流，表層多為土石堆積；桃芝颱風時土石淤積造成聯外道路中斷，被劃為土石流危險溪流，編號台中 003。

松鶴二溪源頭標高約 1450 公尺，至谷口高差約 700 公尺，河道長度約 1.5 公里，集水區面積約 50 公頃，並無常時水流；桃芝颱風時谷口橋涵斷面不足造成溢流，被劃為土石流危險溪，編號台中 004。

鄰近臨時避難點麗陽之溪谷，稱其為麗陽野溪，其源頭標高約 1800 公尺，至谷口高差約 1100 公尺，河道長約 3 公里，集水區面積約 250 公頃。

松鶴部落對岸之另一野溪，稱其為中冷野溪，其源頭標高約 1700 公尺，至谷口高差約 1000 公尺，河道長約 1.5 公里，集水區面積約 120 公頃；桃芝颱風時土石堆積於下方道路上，被劃為土石流危險溪流，編號台中 A067。

(3) 地質條件

松鶴地區出露之地層為白冷層及階地堆積層(圖 3)，為輕度變質岩區域，主要構造線為鞍馬山背斜及裡冷向斜。

松鶴一溪及二溪位於大甲溪左岸，集水區內之主要地層為白冷層裡冷段，出露岩石種類為砂岩及板岩互層，地層走向約與大甲溪平行，層面傾向東南方，邊坡多屬倒插坡。麗陽野溪集水區內之主要地層為白冷層之裡冷段及東卯段，其中東卯段出露岩石種類以厚層白色石英砂岩及板岩互層為主，層面傾向大甲溪河谷，邊坡有順向滑動之危險。

二、地形變遷

為了解松鶴地區之災害歷史，收集民國 40 年之航空照片及民國 69 年之相片基本圖，並比較集集地震及敏督利颱風災後之直昇機空拍照片，以觀察松鶴地區之地形變遷，所得結果如下所述。

(1) 民國 40 年及民國 69 年

判釋民國 40 年之航空照片(圖 4，工研院能源與資源研究所提供)，可於大甲溪右岸觀察到兩個明顯的溪谷沖積扇，推測其為土石流沖積扇，包括麗陽野溪及中冷野溪，其中麗陽野溪之沖積扇，已侵入大甲溪主流，並迫使其轉彎。而於大甲溪左岸今日松鶴部落地區，並無明顯之土石流發生跡象，僅可見松鶴一、二溪溪谷，山區的崩塌裸露地亦不多。

此外，松鶴地區之大甲溪兩岸，可觀察到三階線形明顯之階地(右岸僅可觀察到一階)，高程由上而下分別編號 1 至 3 階；第 1、第 2 階面表層已經紅土化(參考圖 6a)，代表此階面已形成並安定有一段時日，第 3 階可能為現生河階。判斷所見階地並無溪谷供應其土石材料，猜測其為大甲溪主流提供沈積物為主，後經過抬昇所形成之河階地。

比對民國 69 年之 1/10000 相片基本圖(圖 5)，其地形特徵與日據時代航照相似，推測之土石流沖積扇均位於大甲溪右岸，兩岸第一階之河階地應為同一時期形成(其高程相當，約 680 公尺)，左岸最低一階高程約 650 公尺，每階高差約 10-15

公尺。

由觀察航空照片植生情況，地表裸露之位置可能為下列三者：群落、墾植地及崩塌地。推測可能之群落分佈位於現在松鶴部落及麗陽北邊二個地區，其它坡度較平坦之裸露地則可能為墾植農作之地區，如圖 4 所示。

(2) 集集地震後及敏督利颱風後之松鶴一溪

由集集地震後松鶴地區之直昇機空拍照片(圖 6)，可觀察到第 1、第 3 階河階地邊緣，第 2 階可能因為人為開發已較不明顯，聚落與博愛國小多集中於第 2、3 階地。於松鶴一溪谷口至與大甲溪主流匯流處之間地區，可觀察到一偏向南方之不完整沖積扇，形成一緩坡，而河道仍維持於此沖積扇上；此點與民國 69 年相片基本圖所見之溪谷特徵略有不同。

由敏督利颱風後之直昇機空拍照片(圖 6)，仍可觀察到第 1、第 3 階河階地邊緣，土石流於第 1 階河階以上高程已有堆積情況，並於谷口形成一沖積扇，流路並非依循蜿蜒之常時清水流溪谷，直進匯入大甲溪主流，掩沒前述偏向南方之不完整沖積扇，並覆蓋部份第 2、第 3 階之民房及樹林。

此外，第 3 階河階地邊緣之坡腳遭大甲溪主流沖刷而崩塌，河道淤積高程已與第 3 階河階相當，部份主流砂石並衝入河階面。而第 1 階河階靠近谷口之區域，因土石流之直進性，於流出轉彎之谷口時造成溢流，掩埋部份民房。

(3) 討論

由上述觀察，歸納以下所見松鶴地區之地形特徵：

- (1) 早期(民國 69 年以前)：於松鶴地區，土石流溪谷多發生於大甲溪右岸，可觀察到大甲溪右岸二處可能之土石流沖積扇；反觀今日，麗陽野溪於敏督利颱風時發生土石流，而中冷野溪已於桃芝颱風後列為土石流危險溪流，編號台中 A067。於大甲溪左岸松鶴部落地區可觀察到三階河階地，及松鶴一、二溪下切河階地所造成之溪谷，無明顯之沖積扇存在。
- (2) 集集地震前至今日：於民國 69 年之後，松鶴一溪谷口已開始堆積土石，但並未形成完整之沖積扇；集集地震時造成溪谷上游集水區內大量崩塌，堆積於各邊坡坡趾及支流野溪溪谷，於敏督利颱風時形成土石流，

堆積而成目前所見之土石流沖積扇。

三、災害歷史

收集近年幾次災害發生前後松鶴地區之衛星影像(圖 7，中央地質調查所提供)，包括 1996 年賀伯颱風、1999 年集集地震、2001 年桃芝颱風及 2004 年敏督利颱風，以了解此地區地質災害之發生歷史，描述如下。

(1) 歷年災害

- (1) 賀伯颱風：賀伯颱風後於松鶴一溪及麗陽野溪下游處發生少數之零星崩塌，中冷野溪有較多之崩塌地產生。
- (2) 集集地震：集集地震後，松鶴一、二溪均產生廣域之土石崩落。麗陽野溪上方出現大面積之崩塌。中冷野溪之崩塌面積亦擴大。
- (3) 桃芝颱風：桃芝颱風前，崩落土石大多停留於邊坡上或坡腳，溪谷並無明顯之沖刷產生。颱風後，區域內新增崩塌地不多，但集水區內之土石已開始向下游搬運；麗陽野溪及中冷野溪溪谷可見土石沖刷形成之蝕溝，松鶴一、二溪亦可見土石堆積於谷口區域。
- (4) 敏督利颱風：敏督利颱風後，可見松鶴一溪、二溪上游崩塌地增加，溪谷沖刷嚴重，支流及主流流路連通，河道擴大，土石流於谷口形成沖積扇。麗陽野溪之河道明顯擴大，應為大量土石向下游搬運沖刷兩側邊坡所造成。

(2) 討論

松鶴地區於賀伯颱風後，並無明顯之崩塌產生，桃芝及敏督利颱風所見之土石流材料來源，為集集地震造成之上游崩塌。

由表 1 所示之歷史災害雨量比較，桃芝颱風帶來之累積雨量與賀伯颱風相當，而降雨強度較大；敏督利颱風之降雨強度與桃芝颱風相當，而累積降雨則為桃芝颱風的四倍，松鶴地區集水區上方之阿眉雨量站資料顯示此區域為降雨集中中心(圖 8)。

因此，集集地震之影響為松鶴地區崩落土石來源之主因，桃芝颱風主要造成土石向下游運搬，少量已運搬至谷口，敏督利颱風之大量豪雨觸發大量溪谷土石

流動，則為此次土石流發生之主因。

四、現地勘察

為了解現地之受災狀況，以下就桃芝颱風後民國 91 年及敏督利颱風後之現地調查結果，討論如下：

(1) 河道整理之效果不佳

桃芝颱風後，松鶴一溪之災情主要為土石堆積於溪谷谷口。於災後民國 91 年之現地調查，可見溪谷谷口之堆積土石，沿原來河道進行整理(圖 9a)，將土石堆積於河道兩岸。溪谷下游至大甲溪主流匯流處，桃芝颱風後並未遭受土石攻擊，因此維持原來河道，未作處理(圖 9b)。

然而河道之整治，應對洪流、土石流及清水流等不同狀況作全盤考量，如果沿清水流蜿蜒之流路進行整理，土石流發生時，因為其直進性，將於河道轉彎處淤高並攻擊側邊坡，甚或造成溢流(如圖 6b 所示之松鶴一溪土石流於谷口處溢流)，流心控制不易，不易順利輸送土石通過群落所在位置，匯入大甲溪主流。

(2) 河道斷面不足

桃芝颱風災後，整理後之河道斷面寬度約 10 公尺寬，如圖 9a 及圖 10a 所示。桃芝颱風土石流發生時，河道已不足以容納其流下之土石方而堆積超出原河道，然其整理後之斷面容量相較災前並未增加太多，在慮及上游溪谷仍停留大量土石的情況下，土石流再發生的機會很大，因此所整理之河道斷面明顯不足。

敏督利颱風後，如圖 10b 所示，其所拍攝位置與圖 10a 相當，可見原來約 10 公尺寬之河道已擴大至百公尺以上，原來整理之河道已不復見。

因此，災後緊急搶修時，整理出清水流河道以容納之後之溪谷涇流是必要之措施；於復建階段時，則應對整體集水區進行水理分析，並調查停留於上游之土石方量，以決定足夠之河道斷面，可容納不同狀況下之水流及土石流，使其沿預期之流路通過。

(3) 堆積土石粒徑大

桃芝颱風後，堆積於溪谷中之土石最大粒徑可達 3 公尺(圖 11a)，直徑達 1

至 2 公尺之石塊數量亦不少(圖 11b)。敏督利颱風後，亦可見大量巨石衝入民房(圖 11c)或堆積於沖積扇上(圖 11d)。因此，於土石流防治工程規劃時，不易使用強硬之人為結構物攔阻動量大之土石流流動，以導流之方式應為較可行之方法。

五、工程之考量與策略

對於將來可能之復建工作，其防治工事之規劃及設計，應確實考量下列幾個要項：

- (1) 整體集水區土石方量之估計：為了解將來還要面對之土石災害規模，應對整體集水區內之土石方量作估計，包含停留於邊坡上及上游河谷中，及已堆積於谷口之土石量體。於調查工作中，崩塌地判釋之資料影像應包含整個集水區，否則將低估上游殘留之土石方量。此次敏督利颱風過後，農林航測所於短期內即迅速進行災後航空照片之拍攝，並提供電子檔案給各相關單位參考，對受災區域之調查工作提供莫大的幫助；唯目前之航空照片影像，仍未能函蓋松鶴地區完整集水區範圍，實為美中不足之處。
- (2) 整治工程斷面容量之決定：下游預計整理之溪谷流槽，及跨越其上之橋樑下方淨空，須能滿足估計之土石流流量，如考量停淤場之設置，其庫容亦要配合估計之上游土石方量，以免造成不預期之溢流。
- (3) 土石流特性之考量：土石流因動量大，伴隨的破壞力也大，而有直進的特性，因此對於溢流點及流槽流心的控制，於工程配置時，須慎重考量。

如將來復建工作進行時，應參考此專案期初報告第四章之復建策略，對土石應採「疏、導策略」、「多次小量發生」和「無害通過」之原則，工程考慮「選擇性破壞」、「即壞即修」之設計與配置。

建議於松鶴地區，於土石流溪谷谷口至大甲溪主流間整理適當斷面之流槽，將下來之土石輸送至大甲溪，無害通過群落所在位置。跨越松鶴一、二溪溪谷之橋樑，如無法提供足夠之斷面，應採結構強度較低之過水路面及簡支橋樑，以避免阻擋土石流之流動，形成溢流，危及周圍房舍。

六、緊急避難之規劃

於汛期未過且整治工程未完成施作前，松鶴地區於下次豪雨來時災情擴大的可能性極高，因此應擬定合適之緊急避難計劃，以保全居民之生命財產。對於緊群避難之規劃，應考量下列要項：

- (1) 可能之地質災害：包括洪流、土石流及山崩等災害(圖 12)。洪流將造成跨越大甲溪之聯外橋樑中斷；土石流則包含松鶴一、二溪，有掩埋房舍及中斷交通之威脅，而麗陽野溪及中冷野溪則有阻斷中橫公路之危險；集集地震後，於第 1 階河階地上方之邊坡產生嚴重之崩塌，雖有復育，敏督利颱風後仍有崩塌產生，對階地上之房舍產生重大之威脅。
- (2) 遭切割之聚落：上述可能擴大之地質災害，將切割原有群落，於災害發生時產生無法跨越之障礙，因此須於每一個遭切割之分區，尋求合適之緊急避難地點，供該區居民避難之用。
- (3) 相對安全之地區：已存在土石流沖積扇之溪谷，其土石流再發生之機率是相對較高的。因此，松鶴一、二溪現在之土石堆積區、麗陽野溪如果溢流可能攻擊之區域，及中冷野溪之沖積扇等地區，是危險程度較高之敏感區。而松鶴地區內高程較高之第 1 階河階地，是相對較安全之地區。

七、結論

由上述之探討，松鶴一、二溪原來並非土石流敏感區域，主要是因為集集地震之發生，造成鬆動土石之來源，並伴隨敏督利颱風挾帶之豪雨，產生土石流及鄰近山坡崩塌之災害。此外，此次避難地點麗陽所在之沖積扇，應劃分安全區及土石流溢流危險敏感區之分區。

如果將來復建工作進行時，工程配置應對整體集水區之溪谷特性、崩塌情況及土石方量進行調查，使土石流於設計之流槽內通過群落所在地區。於整治工作完成前，對於遭到潛在地質災害切割之群落分區，應尋求合適之緊急避難處所，避免居民生命財產之損失。



圖 1 松鶴部落地理位置圖



圖 2 松鶴部落鄰近溪谷集水區分佈圖

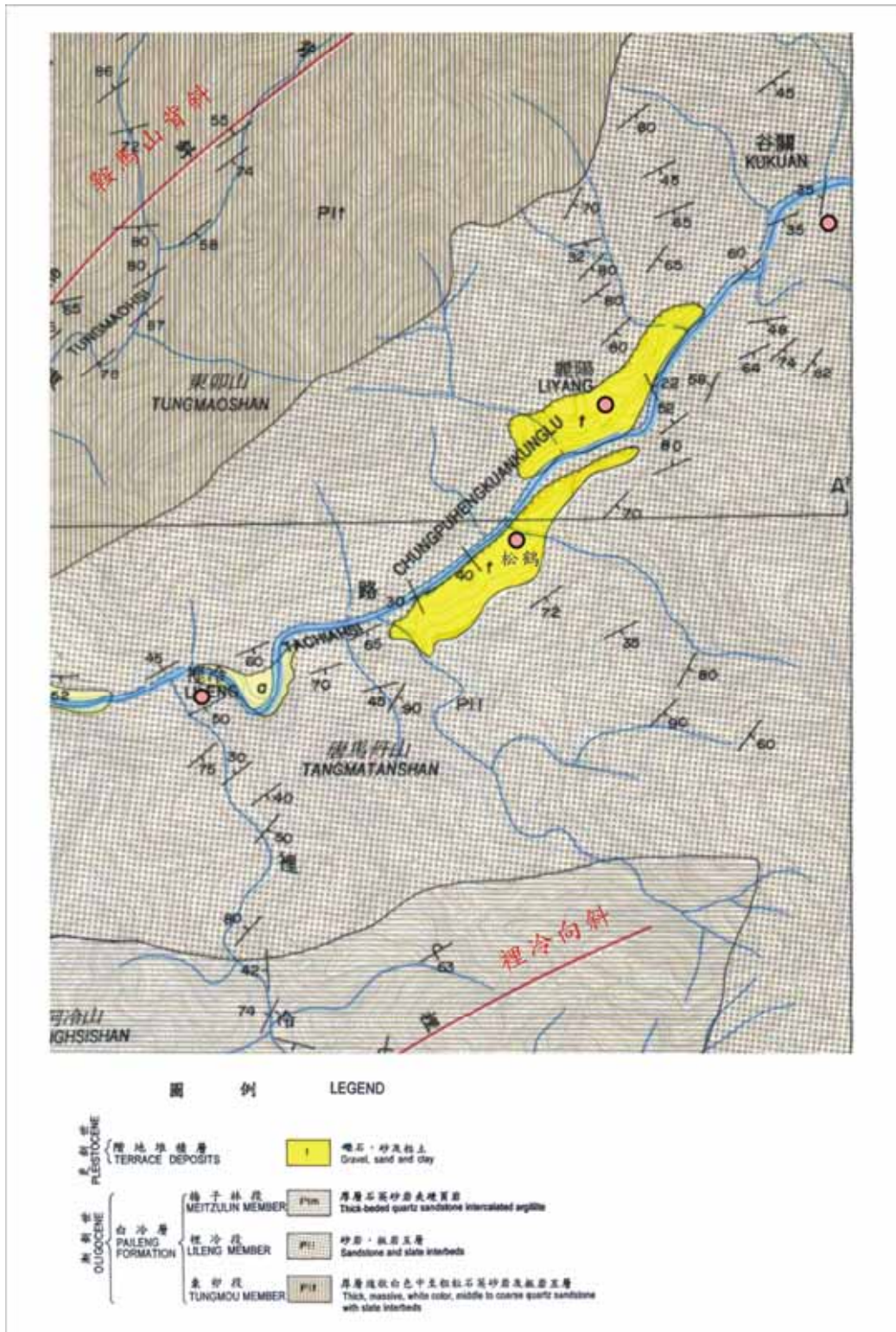


圖 3 松鶴地區地質圖 (修改自地調所國姓圖幅)



圖 4 民國 40 年之航照判釋結果 (工研院能源與資源研究所提供)

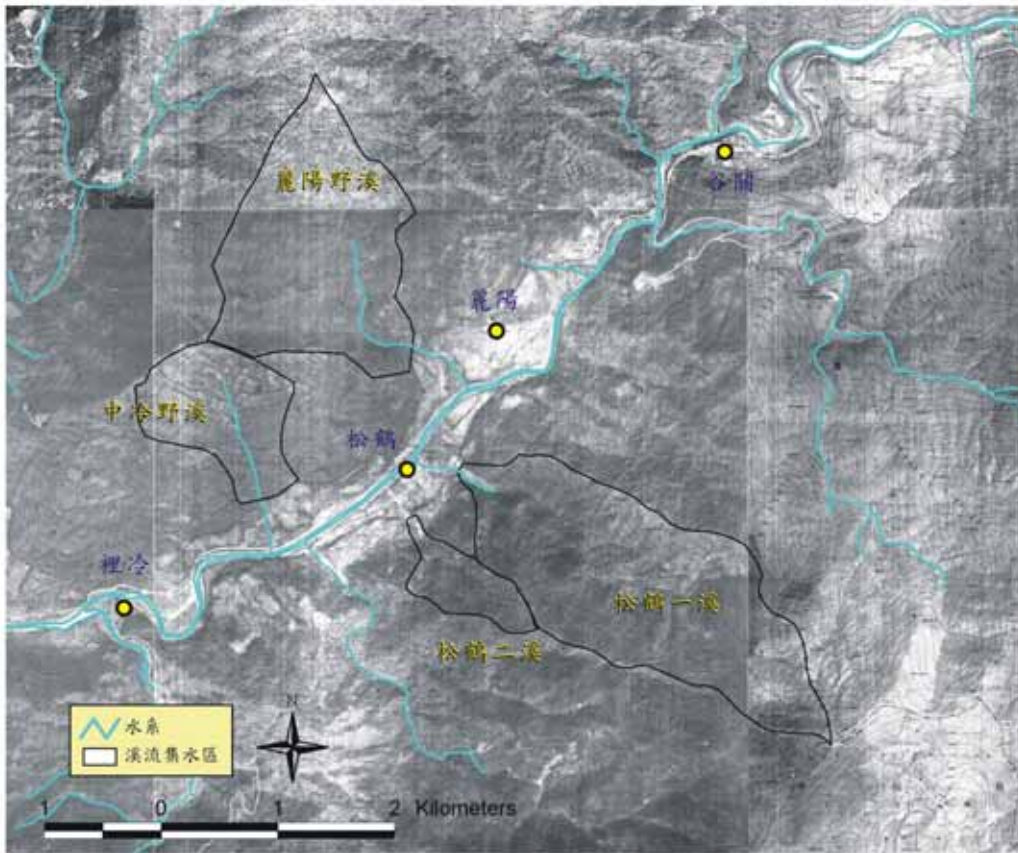


圖 5 民國 69 年相片基本圖



(a) 集集地震後 (林銘郎攝)



(b) 敏督利颱風後 (齊柏林攝)

圖 6 災後直昇機空拍照片比較圖

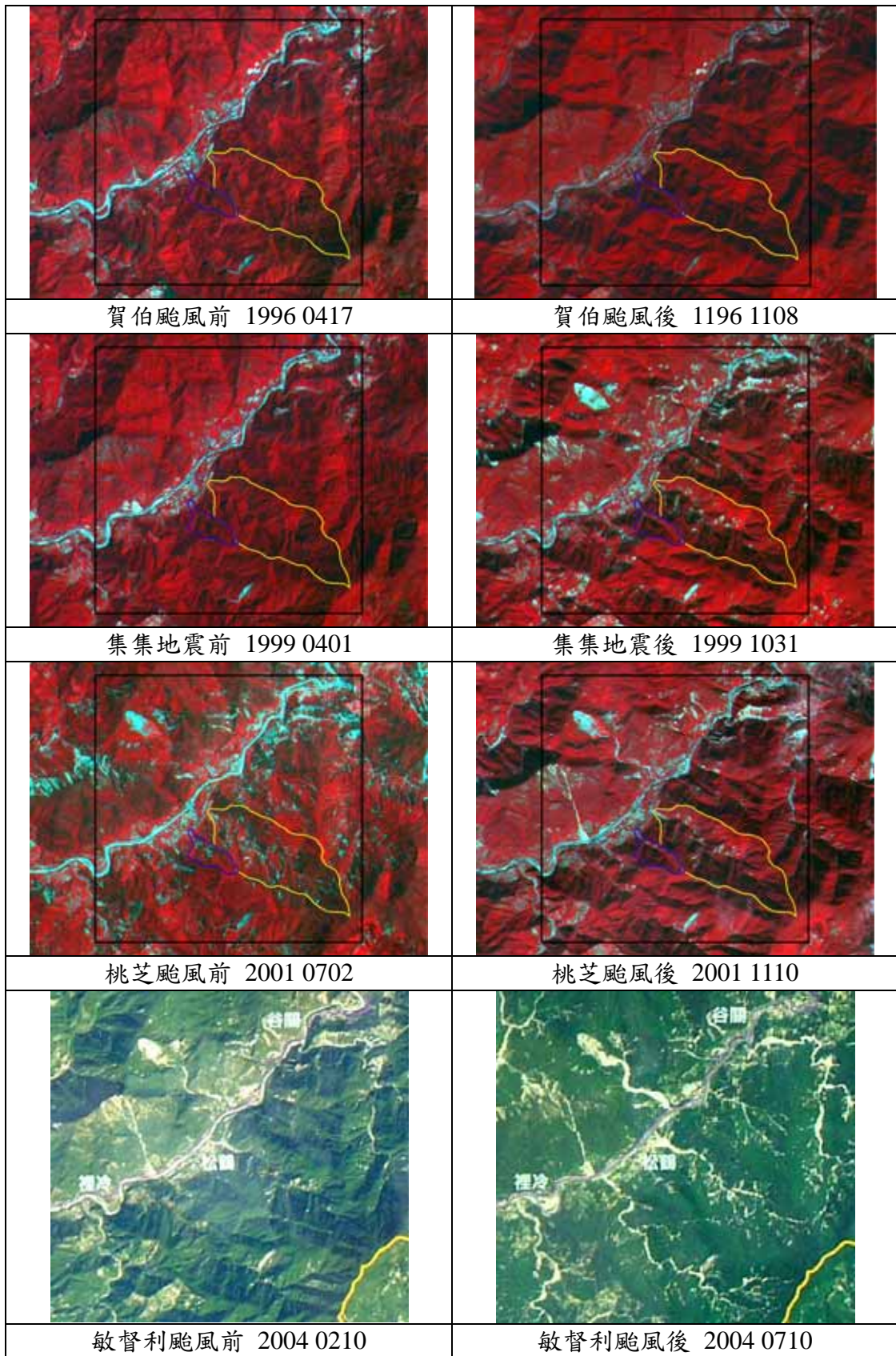
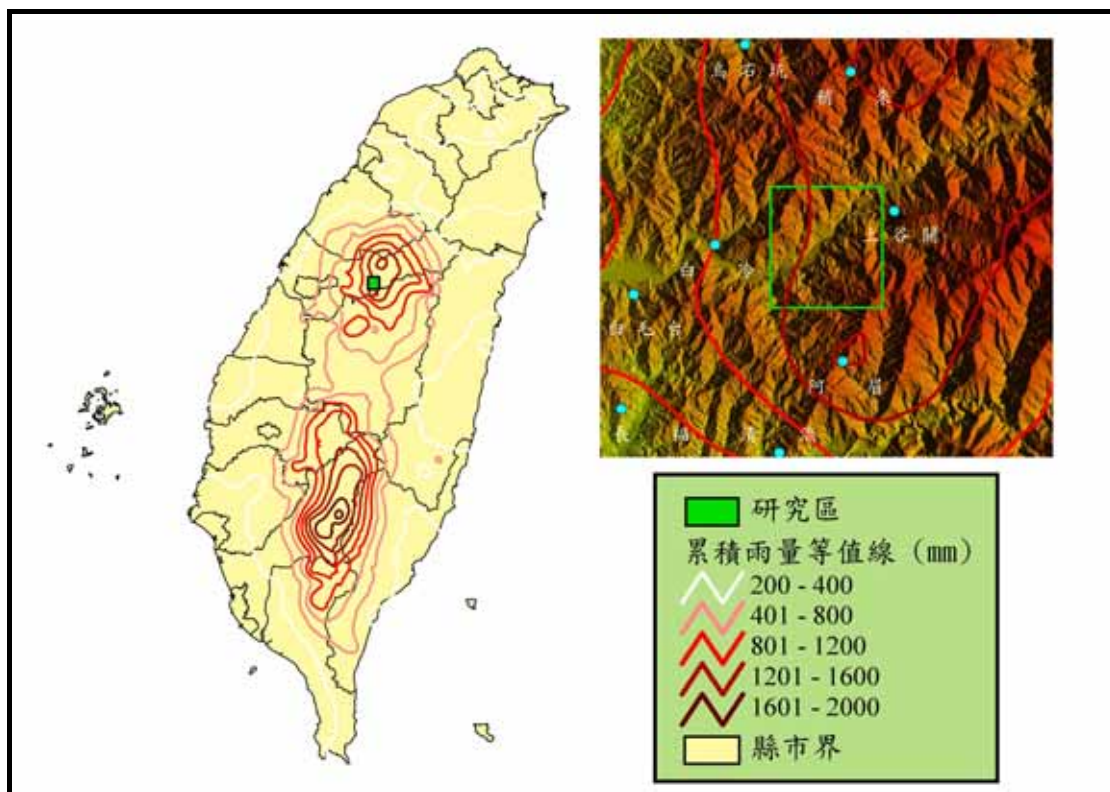


圖 7 歷年災害前後松鶴地區之衛星影像 (中央地質調查所提供)

表 1 歷年災害前後松鶴地區鄰近雨量站雨量資料

(敏督利颱風雨量資料由防災國家型科技計劃辦公事提供)

| 雨量站 歷次 颱風 | 累積雨量 (mm) | | 最大降雨強度 (mm) | |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | 上谷關 | 阿眉 | 上谷關 | 阿眉 |
| 賀伯颱風 (1996) | 277 | 503 | 29 | 43 |
| 桃芝颱風 (2001) | 373 | 436 | 87 | 116 |
| 敏督利颱風 (2004) | 1441 | 1648 | 95 | 111 |



敏督利颱風累積雨量等值線分佈圖 (2004 6/29~7/5)



(a)上游溪谷之河道整理



(b)下游溪谷與主流之匯流口

圖 9 桃芝颱風後松鶴一溪之河道整理情況 (林銘郎攝)



(a) 桃芝颱風後上游之河道，寬約 10 公尺 (林銘郎攝)



(b) 敏督利颱風後上游之河道，河道已擴大至百公尺以上 (李錦發攝)

圖 10 桃芝及敏督利颱風後松鶴一溪上游河道寬度比較圖



(a) 桃芝颱風後停留於溪谷上之巨石 (林銘郎攝)



(b) 桃芝颱風後堆積於河床上之土石 (林銘郎攝)

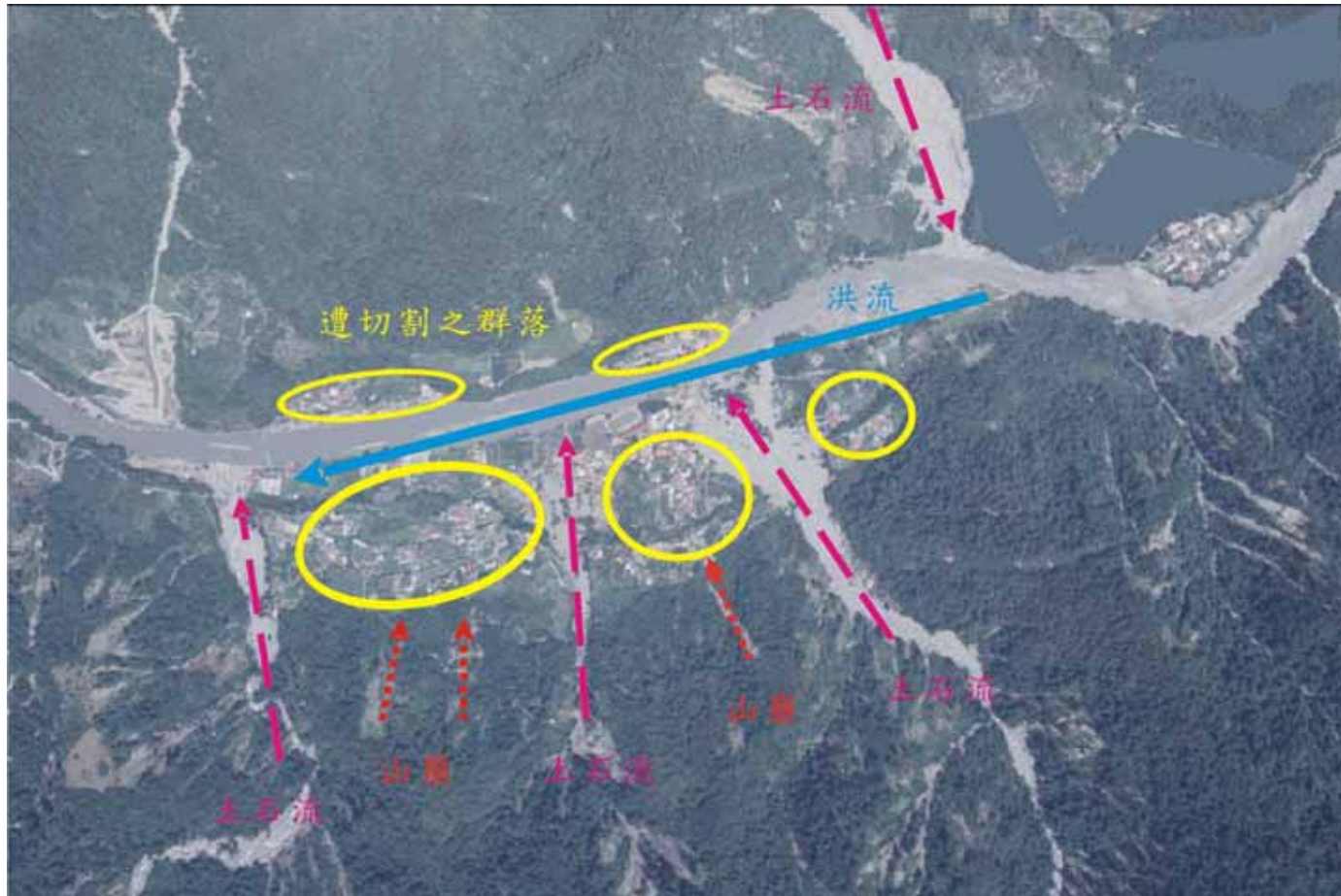


(c) 敏督利颱風時土石衝入民房 (李錦發攝)



(d) 敏督利颱風後停留於土石流沖積扇上之石塊 (李錦發攝)

圖 11 桃芝及敏督利颱風後松鶴一溪溪口土石堆積情況



圖十二 遭地質災害切割之群落分佈
(敏督利颱風災後航照由農林航測所提供)

中橫公路谷關德基段能否浴火重生？

林銘郎、鄭富書、劉啟川、張芳銘、王景平

目 錄

| | |
|------------------------|------|
| 一、前言 | I-2 |
| 二、區域概述..... | I-4 |
| 三、中橫公路邊坡穩定研究與災害歷史..... | I-5 |
| 四、現有資料的盲點..... | I-9 |
| 五、重大災害點舉例..... | I-10 |
| 六、討論與結論..... | I-12 |

一、前言

民國 88 年之 921 集集地震造成中橫公路嚴重受創，其中谷關—德基段之台八線及台八甲線路段，雖然於民國 89 年 1 月 18 日全線暫時搶通，但因沿線地質節理發達、地形上邊坡坡度達 70 度以上，為潛在落石之高危險路段，更因道路沿大甲溪而行，受河谷解壓影響，易使坡面岩塊節理開裂形成岩楔而搖搖欲墜，風和日麗之時即易受山谷風影響而生零星落石，每逢下雨更常引發坍方或土石流造成道路再度中斷。89 年 5 月 17 日再度發生 517 地震，除大量坍方外，並造成公路局人員傷亡；公路局奉交通部指示於 89 年 5 月 26 日邀集相關單位開會研商，經彙整各方意見後決定暫停搶修。

桃芝颱風後，公路局再廣邀各相關單位及專家學者等，並廣納各方意見，經審慎評估及配合復建時程要求，將中橫公路谷關至德基段分三階段復建：

- ❖ 第一階段屬於道路坍方緊急搶通任務，已於民國 90 年 10 月 15 日完成，完成後僅提供各級政府及學術單位之公務、工程、救災及學術研究車輛通行。
- ❖ 第二階段則修建作為地區使用之管制公路，研議於 93 年 5 月 31 日完成，以白天開放地區民眾通行為原則，未來俟邊坡保護完成後再開放一般車輛通行。
- ❖ 第三階段則為可行性研究後續辦理之「中橫公路谷關至德基段九二一震災復建整體規劃」，主要基於環境保護與永續經營理念以長期規劃恢復原有主要公路功能。期能以標、本兼治之方法復建中橫公路谷關—德基段，提供社會大眾在安全無虞之狀況下通行中橫公路。

因此中橫公路台八線上谷關至德基段自九二一震災至今已歷經四年多，第二階段復建工程已如期於 93 年 5 月 31 日完竣，原本預定於今年 7 月 15 日開放通車，卻因此次七二水災，再度因多處坍方、路基流失，交通完全中斷，由於 921 集集地震至今，整體投入之經費已達十數億以上，所投入之各項整治措施，又常於下次大型災害(豪雨或地震)來襲時再度損毀流失。而第三階段之可行性研究之評估報告，雖然於 92 年 12 月出爐(中華工程顧問司，2003)，也因政策宣佈暫緩復建而遭擱置(行政院長游錫堃於 8 月 5 日中午正式宣佈，中橫公路谷關至德基段，暫時不復建，待未來地質環境穩定後再評估)。

根據七二水災工程復建之策略，公共工程之復建應分級分類處理，在不穩定工

程環境（例如：河道變化大且不穩定、時有土石沖淤之河口沖積扇、地質破碎且路基嚴重崩毀之陡坡等）冒然投入大量工程經費復建，可能引致更多生態環境問題，且須面對時遭破壞情況。因此，盲目提高工程設計標準（例如：防洪頻率，增高堤防），大幅提高工程建設經費，亦難面對隨時再來之土石與暴雨之自然力量。在此情況，復建應俟天然環境穩定時，再考慮工程建設之施作。因此在重建及後續工程處理部份可分三類處理：

■ 可立即辦理重建者

- 單純之個案，重建無爭議且不致與環境衝突者。

■ 可能需重建，但不宜立即辦理者

- 環境已有大規模改變，工程復建方法明顯不可行，且需否重建有重大爭議者。
- 需進一步辦理系統性或個案性的調查規劃及可行性分析，才能決定工程方法或非工程方法據以執行者。

■ 人力不可抗爭相當長時間內不宜辦理重建者

有關中橫公路谷關至德基段是否值得搶通復建問題，[林銘郎\(2000\)](#)在立法院公聽會-【搶通中橫是不是不可能的任務?】時曾指出谷關德基段原線修復困難的關鍵有三：(1) 高陡邊坡(如 43.5k 附近)：坡度大於 70 度、高度大於 200 公尺以上，該怎麼防護([圖 1](#))；(2) 解壓節理發達(如光明橋附近，[圖 2](#))，不易以人為方式安定—蘇花公路清水隧道案例不斷改線的經驗可以得知；(3) 土石流(如馬崙溪-馬陵派出所附近，[圖 3](#))：流路極長、上游土石方量很大、坡度很陡，來勢洶猛不可擋。

七二水災之後，中橫谷關至德基段道路交通完全中斷的情況，可以由[圖 4](#)、[圖 5](#)之空拍照片略知一二。由於本路段自集集地震後，道路中斷，一直未經仔細探討研究，以目前之狀況，由於對此一路段之災害規模、程度、影響範圍等資料尚未釐清，而且上述工程難題技術克服之可行性不明、加上以實地調查與實測資料為背景之整體效益評估，短期內無法提出的三大前提下，評估小組所得的共識是在這種情況的策略應該至少是--暫緩復建。

本文的主要目的在說明利用近兩個月來努力搜集而來的資料，對此一路段之災害歷史與資料進行初步分析診斷，並針對上述三項困難議是舉例，就土木工程的觀

點說明暫緩復建的理由。

二、區域概述

中橫公路西部以東勢為起點，沿大甲溪上行，經谷關(34k，高程約750m)、至壩新路段(44.3k，高程約1162m)分為台8線及青山下線(0k-16.5k)、達見(62k，高程約1522m)、佳陽(70k，高程約1540m)而至梨山(83k，高程約1955m)，經過梨山之後，公路又分岔為往花蓮及羅東兩線。台八線公路前段(自東勢至馬鞍寮)路基為沖積層，少有邊坡問題，自馬鞍寮至谷關已是峽谷地形，大甲溪沿線有沖積扇、河階、肩狀平坦稜與環流丘等景觀，公路傍山而築，部份路段偶有坍方落石問題。自谷關至德基間約25公里間，大甲溪兩岸岩壁更是陡直連綿，是國內著名的峽谷，尤其在青山及達見兩段最為壯觀，馬崙(或馬陵)烏來青山一帶稱為久良屏峽，小澤台達見一帶稱為登仙峽。自白狗大山(高程3341m)至谷關壩址(高程1021m)，差高達2320公尺。圖6是裡冷至德基附近之地形彩繪明暗圖，由圖上可以看出自谷關至德基山高谷峽地形險峻。

中橫公路因穿越雪山山脈及中央山脈，山高谷深，調查不易，已有之地質資料之比例尺偏小，洪如江(1986、1990)之路線地質圖比例尺一萬分之一，已是最好，谷關至德基段之地質圖主要可參考陳肇夏(Chen, 1979)、李錦發(1987)、劉桓吉(1997)和張徽正(1997)等人之研究。圖7為摘自經濟部中央地質調查所(何春蓀, 1994)所繪製出版的五十萬分之一地質圖東勢至德基沿線地區。根據地質圖此路段所出露地層，和平鄉南勢村以西出露的地層是西部麓山帶地層，包括頭嵙山層、卓蘭層、野柳群之相當地層、瑞芳群之相當地層及三峽群之相當地層等，南勢村以東出露的地層是雪山山脈地層，由老而新主要可分成達見砂岩、佳陽層、四稜砂岩和水長流層四個岩性地層單位，其中達見砂岩和四稜砂岩為粗顆粒沉積岩，而佳陽層和水長流層為細顆粒沉積岩。各地層岩性參照李錦發(1987)、劉桓吉(1997)、及林偉雄等人(2000)等人研究。

就中橫公路谷關至德基之地質與修闢道路之關係來說，此一路段以變質巨厚砂岩與頁岩為主，高山峽谷，德基壩、谷關壩之設立皆說明此處岩盤大致良好完整，也因為這個緣故，此區耕種墾植不易，濫墾尚未嚴重。集集地震此一路段河谷兩側崩塌皆十分嚴重，主要是受岩性、坡度與地質構造控制(林銘郎等人, 2000)。

由達見、青山及谷關等測站降雨資料(表 1)，於五、六、七、八等梅雨及颱風季節月份，月雨量為 300-500mm，其他月份皆為 100mm 左右，全年則為 2500mm 上下。

表 1 中橫公路沿線降雨資料(單位：mm；王鑫，1986)

| 月份 測站 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 總和 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|
| 達見 | 93.0 | 133.8 | 220.4 | 161.3 | 432.6 | 393 | 312.5 | 386.5 | 112.7 | 38 | 64.3 | 57.2 | 2405.3 |
| 青山 | 100.0 | 151.9 | 212.5 | 189.6 | 331.8 | 393.6 | 319.8 | 352.7 | 120.7 | 36.3 | 66.4 | 62.8 | 2338.1 |
| 谷關 | 57.5 | 104.5 | 179.0 | 168.6 | 528.3 | 455.7 | 391.9 | 512.4 | 182.0 | 28.6 | 51.3 | 74.7 | 2734.5 |
| 平均 | 83.5 | 130.1 | 204.0 | 173.2 | 430.9 | 414.1 | 341.4 | 417.2 | 138.5 | 34.3 | 60.7 | 64.9 | 2492.6 |

三、中橫公路邊坡穩定研究與災害歷史

國科會中橫公路邊坡穩定調查暨有研究：由於國科會有關中橫公路邊坡穩定調查研究多年，累積相當的資料研究內容包括地貌分析、植生分析、順向坡研究、崩積土研究、邊坡穩定處理等(詳見參考文獻)。萬獻銘(1987)討論中橫公路邊坡崩塌地粘土礦物與坡面破壞之關係；王鑫(1986)研究中橫公路道路邊坡的地貌；王鑫、楊建夫(1988)討論臺灣中部橫貫公路谷關至德基段河谷的工程環境；洪如江、翁作新(1986)行政院國家科學委員會防災科技研究報告第 74-55 號的研究中有中橫公路 20k 至 62k 沿線路線地質圖，提供谷關至德基段沿線之岩性、地層、構造、公路里程等，十分具有參考價值。洪如江(1989、1990、1992)連續數年對中橫公路沿線岩坡之地質普查、地形因子(如坡高、坡角、高陡度等)分析、安定評估及案例研究等有全面之研究，已有相當之成果。段錦浩(1989、1990、1991、1992)連續四年對邊坡穩定處理的有效方式進行調查研究，亦有良好的研究成果可供實務單位參考。陳時祖(1991、1992)引用遙測技術與地理資訊系統技術於山崩之調查與山崩潛感分析，初步研究成果證實這些技術是研究坍方相當快速且有效的工具，值得大力推廣。上述研究大部份集中於崩塌及地滑類型，落石破壞的研究較少。江晏佃(1999)整理谷關至德基段民國 76 年~民國 87 年之道路坍方修復資料顯示，台八線谷關-德基段在此 11 年間來共坍方 180 處，237 次，清除土石方量約為 89 萬立方公尺。並認為

非單一氣象因子可觸發落石，實為多因子相互影響而成，而降雨確實對於落石發生可能性有明顯觸發作用，影響程度會依邊坡危險特性而有所差異，但論文中缺詳細調查資料。[林銘郎等人\(2000\)](#)以 921 集集地震引致中部橫貫公路東勢—德基段的坍方邊坡為研究案例，利用山坡潛感分析(LSS)針對可能造成邊坡破壞的潛在因子進行評估，以分析該區域發生山崩的主控因子，以及製作該地區之山崩潛感圖。並利用岩石工程系統(RES)的岩體不安定指數(RMII)法，針對本研究於地震後所調查的 58 個已發生崩塌露頭，進行相對危險度評分，以作為優先整治之參考，並將所得結果與上述的山崩潛感分析結果作一比較，以探討二種不同方法的可行性與適用性。研究結果同時顯示在地震發生時，坡度及地層因子是促使邊坡崩塌的主要因素，災後高潛感區多分佈於東側達見砂岩岩性及地質構造段；其次，災前的山崩潛感主控因子是褶皺因子、地層因子。利用災後山崩潛感圖之預測崩塌地準確率為 84.92%，分區結果顯示災後高潛感區多分佈於東側達見砂岩及地質構造複雜段。

根據[張其教\(1984\)](#)的研究，中橫公路自民國 49 年闢建以後，統計民國 60 年至 71 年間谷關至德基段之災害歷史，將谷關至梨山間依氣候、地形類似之條件，區劃為谷關至德基(38k+860~56k+960)、德基至佳陽(56k+960~68k+680)、佳陽至梨山(68k+680~82k+100)三區域，其中德基至佳陽段平均每年每公里發生 2.54 件，是發生邊坡災害最高之區域，佳陽至梨山每年每公里發生 1.66 件，谷關至德基每年每公里 1.54 件為最低。而其 43k+370~44k+380 段在 12 年的統計資料中發生了 103 次災害，為所有路段之冠。此一路段之明隧道於 66 年曾被落石擊中毀壞，目前的明隧道應是後來改建，又於集集地震時因上方累積大量土石，導致長約 132.5 公尺之梁柱斷裂，頂版坍陷約 1 公尺，七二水災後情況不明([圖 8](#))。

根據[萬獻銘\(1986\)](#)與[洪如江\(1989、1990\)](#)曾做過之調查資料與集集地震後現勘比較，如下[表 2](#)所示，顯示不穩定地區容易一崩再崩之特質。交大[江晏佃\(1999\)](#)碩士論文中整理谷關至德基段 1987-1998 之道路坍方修復資料顯示，台八線 41k+800-62k 歷年來共坍方 81 處，107 次，清除土石方量為 31,712 立方公尺，台八甲線(青山下線) 0k-16.6k 歷年來共坍方 99 處，130 次，清除土石方量為 57,224 立方公尺，與張其教的研究相比，在地震前每公里每年的災害數變的更低，清除土石方量約為每公里每年 150 立方公尺，而台八甲線線的災害數略大於台八線，清除土石方量約為每公里每年 300 立方公尺。根據谷關工務段提供的 921 集集地震坍方資料

(陳凱榮, 2000, 附錄 B)整理, 台八線(38k~62k)地震時清坍約每公里 25000 立方公尺, 是地震前每年清坍的 160 倍, 台八甲地震時清坍約每公里 23000 立方公尺, 土石方量大於台八線。根據中華顧問工程司(2003)統計谷關工務段 89 年(包含二月四月豪雨)清坍資料, 台八線(37k~44.1k)約每年每公里 33000 立方公尺, 台八甲約每年每公里 29000 立方公尺。90 年度台八線(37k~44.1k)約每年每公里 7300 立方公尺, 台八甲約每年每公里 6000 立方公尺(表 3)。將集集地震至 90 年底所有坍方量加起來(台八上線於 89 年、90 年並無資料, 用 37k~44.1k 平均資料概估, 則谷關德基段公路上自集集後至 90 年底清坍約有 2.5×10^6 立方公尺。這些土石量如果堆在原公路全線(包括台八線及台八甲共 42 公里, 以車道寬 5 公尺, 堆積是成三角斷面的話, 堆高為約 24 公尺, 這是何等可觀的量體。

表 2 東勢至德基(1976-1990)崩塌資料調查表

| 公里數 | 可能崩塌類型 | 集集地震是否發生災害/規模(m ³) | 資料來源 |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------|
| 26.5k | Rock topple、Debris fall | 是 | 萬獻銘, 1976 |
| 34.7k | Rock slump、Debris slump、Earth slump | 有 | 同上 |
| 43.8k | Rock topple、Debris fall、Earth fall | 有。 50000 m ³ | 同上 |
| 台 8 甲 0.7k | Rock topple、Debris fall | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 2.3k | Rock fall、Rock block slide | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 7.3k | Rock fall、Debris slide | 無 | 同上 |
| 台 8 甲 7.6k | Rock fall、Debris fall、Rock topple | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 13.2k | Debris slide、Rock slide | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 13.5k | Rock fall、Debris fall | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 14.2k | Rock fall、Debris fall | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 14.4k | Rock fall、Debris fall | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 15.9k | Rock fall、Debris fall | 有 | 同上 |
| 台 8 甲 16.3k | 落石、順節理面滑動 | 有 | 洪如江等, 1990 |
| 63.1k | Rock fall、Debris fall | 有 | |

上述資料可以得知如果要等公路邊坡恢復穩定回到地震前水準, 那就是災前的資料, 每年每公里約 150-300 立方公尺。未來如果台電之施工便道(以邊坡路工為主)能每年整理清理土石記錄, 就能了解谷關至德基如果仍採邊坡路工復建的適當時機。

中華工程顧問司(2003)的調查分析顯示，由現場實地勘查及航空測量資料得知道路上邊坡明顯坍塌處，以鄰道路邊緣計算長度長約 10 公里，下邊坡明顯坍塌處長約 11 公里。圖 3.6-1 則係利用本階段航空測量像片（拍攝時間 92 年 2 月）及林務局農林航測所出版之航空像片影像檔（拍攝時間 91 年 3 月）製作之邊坡崩坍區位圖。顯示道路上邊坡裸露及崩坍區域高達 325 公頃，下邊坡的部份則有 98 公頃，總計 423 公頃（圖 9）。比較中華工程顧問司的裸露面積與七二水災後的裸露面積，知裸露面積有擴大跡象，而且這些面積還只是鉛直投影面積，如果算成斜面面積的話，至少可能還要增加 30%。保守的以中華的資料來估的話，上邊坡裸露及崩坍區域達 325 公頃，非常保守地假設岩體表面鬆動可移動土石深度只有 2 公尺，上邊坡的土石量至少有 6.5×10^6 立方公尺，清了 4 年，約 2.5×10^6 立方公尺，花了 10 億，光是清，至少還要 7 年（加上還要有颱風豪雨的幫忙，將土石運下），還要 20 億以上，更何況這些工作相當的危險。

表 3 台八線谷關德基段坍方災害統計簡表

| | 台八線 | 台八甲線 | 文獻出處 |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 民國 60 年~民國 71 年 | 1.54 次/年*公里 | ---- | 張其教， 1984 |
| 民國 76 年~民國 87 年 | 150 立方公尺/年*公里 | 300 立方公尺/年*公里 | 江晏佃， 1999 |
| 民國 88 年(集集地震) | 25000 立方公尺/年*公里 | 23000 立方公尺/年*公里 | 陳凱榮， 2000 |
| 民國 89 年 | 33000 立方公尺/年*公里 | 29000 立方公尺/年*公里 | 中華顧問工 程司 2003 |
| 民國 90 年 | 7000 立方公尺/年*公里 | 6000 立方公尺/年*公里 | 中華顧問工 程司 2003 |

四、現有資料的盲點

根據作者等人自 921 後至現地現勘、空拍、航照判釋等經驗，發現現有資料有以下缺點(包括作者本人的研究)：

- (1) 現地調查：受限於山高谷深、無法一窺坍方真正之規模及範圍，故露頭調查之裸坡坡高常嚴重低估。上述之坍方清理資料，以里程為標記，由於歷年來之道路維護改善，里程或多或少有所變動，核對不易，且容易牛頭對馬嘴，未來之災害資料應以座標與 GIS 圖層與屬性資料建檔為宜
- (2) 直昇機空拍：空拍機會難得，得以感受災害之規模與影響，但只能局部與定性描述，無法定量。而且自 921 地震以來，已歷經多次豪雨颱風侵襲，空拍機會只有兩次
- (3) 航空照片：資料最為詳盡可靠，唯取得不易且價值昂貴，有心想了解，苦無資料，而且在時間與空間上皆涵蓋不全。以此次七二水災勘災為例，農林航測所盡心盡力，很快提供了災後航測，但有些地方仍有未涵蓋整個次集水區的現象，對土石之數量容易低估
- (4) 衛星影像：時間與空間上涵蓋最為齊全，唯判釋受陰影與雲層影響甚鉅，解析度也較航空照片差。一樣是價值昂貴，有心了解研究，苦無資料

此次七二水災勘災，承蒙各單位熱心提供資料，目前利用已有資料，初步就谷關至德基路段主要之工程困難，利用上述四種資料加以說明。由於第二階段是以路工原線復建(原訂於 94 年 7 月 15 日通車)為主，加上因經費考量，對以下工程難題是否能以技術在合理的經費下有效克服，尚未進行仔細探討的課題(自集集地震後即已存在，在豪雨作用下問題愈來愈浮現出來)包括：

- (1) 峽谷地形、坡度超過 70 度，坡高大多在 200 公尺~300 公尺，甚或更高，路基已流失的情況下，此時路基坍方缺口如何穩定、上方落石問題如何避開；
- (2) 公路沿線，河谷密集，這些無名山溝野溪數目在數十條以上，流路不短，由於岩體節理發達，裂隙連通，小集水區不顯著等地形效應，平時大多無水，不甚起眼，但源頭與兩岸堆積無數集集地震後鬆動土石，豪雨後，地表水匯流集中、裂隙地下水壓上升迅速，鬆動土石隨即沖刷而下；

(3) 岩石堅硬而岩體破碎，解壓節理發達，根據林銘郎(1992)的研究，在此類峽谷中，300 公尺的鉛直峽谷(如果岩性是大理岩)，其解壓節理可達坡體以內約 30 公尺的範圍，如在垂直地震係數為 0.2g 的擬靜態狀態下，解壓節理可以擴大至 85 公尺的範圍。雖然變質砂岩的強度較大理岩大，解壓節理範圍會較小，但尚待進一步研究確認，但是目前峽谷兩岸岩壁，已被集集地震震鬆，如採路工，難以克服。

上述難題，以目前的土木工程技術，可能較可行之解決方法是以橋樑與較長隧道克服，但是這種作法須長時間花費更大經費進行詳細調查選線評估，復建費用可能須數十億甚至百億，這種規模仍否稱為復建，是否符合國家發展之整體利益考量，恐須更審慎之思考。

五、重大災害點舉例

圖 10 為中橫公路谷關至德基段集集地震後衛星影像與公路之疊合圖，可以看出大甲溪兩岸崩塌十分嚴重，右岸之小雪溪與志樂溪崩塌情形不亞於大甲溪，大甲溪支流之上游邊坡上，有許多崩塌裸露位置仍在邊坡之坡頂與坡腹，與下方山溝相交接處並不顯著。圖 11 為中橫公路谷關至德基段集集地震後航照與公路之疊合圖，與圖 10 比較，解析度變高，可以發現許多位於支流的上流的崩塌地，由於陰影的關係，圖 10 中不易判釋，而在圖 11 中卻可以判釋出來。但是支流的溝谷仍不明顯，顯示大量的土石仍蓄存於支流上游的坡腳與溝谷中。圖 12 為為中橫公路谷關至德基段七二水災後航空照片正射影像與公路之疊合圖，圖中顯示許多邊坡之崩塌有向上向源發展的趨勢，堆在坡腳與山溝中之大量土石開始向主流移動，幾乎所有的支流溝谷都明顯可以辨釋，研判已有大量土石已遷移至大甲溪河谷，故造成此次大甲溪河床之大量淤積。為了未來研究溝通之用，將谷關至德基沿線之支流、野溪、山溝編號命名如下(圖 13、圖 14)，共有至少已發展出來的輸送土石流路，在豪雨時將土石源源不絕的往大甲溪輸送：

支流：有長流水，兩萬五千分之一地形圖上已命名

南岸 5 條：馬崙溪、石山溪、(久)良屏溪、登仙溪(假名字溪)、必坦溪

北岸 4 條：鞍馬溪、小雪溪、匹亞桑溪、志樂溪

野溪：下游段常年有水(即兩萬五千分之一地形圖上有繪出水系者)，但未命名

南岸有 5 條：穿雲野溪、映紅野溪、馬陵二號隧道野溪、青山野溪、登仙一號野溪

北岸有 1 條：平石山野溪

山溝：平時無水，有的在兩萬五千分之一地形圖上已略具凹谷地形，故豪雨時有匯集地表水功能，溝之坡度若陡，有趨動土石向下坡運動之功能，但不易形成土石流，溝之坡度若稍緩，則可能與土石一齊向下運動，形成土石流。

北岸有 25 條，南岸有 18 條。

為了更清楚的說明谷關至德基段原線復建之困難，特別挑選以下兩個位置，利用航照、空拍、現地踏勘、災前後資料展現的方式加以說明：

(1) 馬陵派出所與馬崙溪：

圖 3 中已顯示馬陵派出所於 2002 年時的狀況，圖 15、圖 16 為 2002 年馬陵派出所後方大型崩塌地以生態工法治理施工中照片，圖 17 為七二水災空拍之照片，馬陵派出所已完全被土石掩沒，而後方崩塌地之治理工法完全失敗。圖 18 為馬崙溪桃芝後之衛星影像，可知馬崙溪源遠流長 6 公里左右，影像中上游崩塌地顯著，但陰影中較不易判釋，派出所(公路與馬崙溪相交處)河道已擴大，但附近之崩塌地與山溝上尚有些許植生。圖 19 為馬崙溪七二水災後正射影像，可以清楚看出上游各支流山溝流路，土石尚未完全搬運至下游，馬陵派出所後方山溝往上向源侵、山溝擴大，土石向下搬運。照理說，如此大量土石向下游搬運，馬崙溪口應有扇形堆積，但是卻沒有，因此沖出之土石應已被大甲溪主流帶向下游。圖 20 為馬崙溪七二水災後航測正射影像疊加地形圖，利用此圖，可以清楚研判各個崩塌地之大小、面積與規模，以馬陵派出所後方左岸山溝為例，其高度達 500 公尺以上，更南方左岸之規模更大山溝，高度更達 700 公尺以上，加上岩體破碎、風化層很深，任何治理工法都不易經濟有效治理。

(2) 登仙溪與大勇橋光明橋：

圖 4、圖 5 已顯示台八線於登仙溪附近七二水災後之邊坡狀況，圖 21 為登仙溪附近集集地震後空拍，集集地震時，台八線過登仙溪之光明橋倖存，而台八甲過登仙溪之大勇橋損毀，由圖中可以清楚看出，此一路段附近，達見砂岩出露，解壓節

理顯著，公路沿線無論台八或台八甲都發生大量崩塌，十分危險。圖 22 為集集地震後所拍台八線 54k 附近情形，照片中的日期因相機故障是錯誤的，照片中可以看出兩岸大規模崩塌形成幾乎鉛直陡坡情形，圖 23、圖 24 為 2002 時原大勇橋位置之過水情形，可以看出河谷堆積大量土石，河床很陡，兩岸岩壁節理發達，尚有許多土石留在上坡面的情況。圖 25 是七二水災後空拍照片，光明橋已被沖毀消失，大勇橋附近過水路基沖毀。圖 26 是登仙溪之兩萬五千分之一地形圖，可以看出登仙溪源遠流長約 5 公里左右，上游支流極多、集水面積廣大。圖 27 是登仙溪桃芝後影像，可以看到登仙溪與中橫公路相交附近之岩體幾乎是完全裸露，上游地區在雲霧與陰影中，不易判釋。圖 28 為災後航測正射影像，兩岸裸露岩壁在豪雨沖刷下，出現許多沖蝕山溝。源頭部份之航照仍有大量缺角。圖 29 為登仙溪七二水災後航測正射影像疊加地形圖，利用此圖，可以清楚研判各個崩塌地之大小、面積與規模，台八與台八甲的高程差約 50-150 公尺間，兩線間岩壁幾完全裸露，而且節理發達(圖 2、圖 24)，這些裸岩距稜線尚有 500-700 公尺的高差，山溝向源侵蝕仍會持續發展。

六、討論與結論

中橫公路谷關至德基段由於有許多的疑點尚待釐清，目前的政策是暫緩復建，由於大甲溪水電資源之維護所須，搶通施工便道仍在所難免，因此就土木工程觀點，仍有以下之當務之急與建議：

(1) 先搶通施工便道以利下列工作大甲溪水電資源的維修與維護：

- 谷關至德基段，在落石嚴重之地段，幾乎都有河谷解壓節理存在。當河谷解壓節理存在時，上邊坡部份，宜掛網噴漿並加岩栓錨定，避免岩體進一步風化；錨定關鍵岩塊，以增加安全性；下邊坡必須儘量避免開挖坡趾，減少張力區的範圍，甚或加打一排至二排地錨或岩栓。風化破碎岩坡，只要上邊坡坡度小於 70 度，待保護之邊坡坡高小於 100 公尺，可考慮採用型框植生工法。坡度小於 40 度者，可考慮於上邊坡趾處設置擋土牆，增加邊坡之穩定性。
- 從河谷解壓的原理機制，如果希望減少修復時引致岩盤進一步解壓弱化，則採上線修復較佳，且上線之公路縱坡較小，萬一未來某些路段

一塌再塌，決採隧道通過時，要設計隧道銜接，似乎也以上線較為容易佈線。興建隧道不宜與邊坡靠的太近，隧道高程愈靠近坡頂愈好，光明橋附近路段，修挖下線相當於開挖坡趾，因此就避免解壓節理危害的觀點而言，修復上線優於下線。

- 邊坡之修坡及開挖順序應由上而下。開挖(炸)方法宜儘量避免擾動岩體，故應採機械開挖或平順開炸方式。
- 在高陡山區之明隧道宜因地制宜單獨設計，以馬陵三號隧道之明隧道、43.5k 明隧道，受損案例進行案例分析了解其破壞機制，作為往後設計之參考。
- 目前邊坡尚處於不穩定階段，已初步削坡搶通，供工程人員進入施工，部份路段路基不足處，宜於下邊坡築擋土牆而至路面，增加路寬，不宜再往內削坡。施工便道一定要注意水的處理—已崩塌的邊坡保護，一定要注意排導水—尤要避免地表逕流沖刷已挖出之新路基或造成新的路基流失。
- 弱面構造主控落石災害之邊坡，應詳加調查，其防治岩錨設計必需針對工址弱面特性加以考量。
- 超過 100 公尺之高陡落石災害邊坡之防治工法考量時，會遭遇設防護網之腹地有無、噴凝土施工機具揚程是否足夠、重型機具是否可以進入、施工動線規劃不易、是否可找到適當的施工便道以便由上往下施工、現有國內外防護技術可否真正克服等問題，應考慮先擇一二個具代表性地點作為實驗區，進行防治工程之試驗施作與成效評估，新的工法一定要經過評估後，方可大量採行。
- 大量鬆動土石暫棲於上邊坡及河谷之上游段，其在豪雨作用下所形成之土石流二次災害的影響不容忽視。中橫沿線之土石流可分為兩型，山溝型及坡面型。山溝型—目前公路之位置多位於流動區居多，一旦發生土石流，極易淘刷路基，可考慮之作法為提高橋樑之淨空，橋樑可考慮加強基礎而採弱樑版，樑版被沖毀後再重新鋪設即可。若為過水路面，路基要夠穩避免土石流發生時造成刷深或淤高擴散。坡面型

目前僅能儘量設法減少坡面沖蝕為主。如果坡面面積廣大，坡趾無淘刷之虞者，可考慮以生態工法保護坡面，減少沖刷。

- 極高陡邊坡之安全定義—以不造成重大人員傷亡為原則，在如此高陡邊坡下，所能作的安全考量方式是採有如建築結構之強柱弱樑觀念，讓結構物在極端荷重下受毀而不潰壞。因此明隧道之設計、擋土牆之設計，應讓隧道擋、土牆在受超大荷重時能發生大量變形而不潰壞。

(2)當搶通之施工便道後，要如何維護而不要再繼續惡化

- 邊坡之排水要積極維護。
- 要開始進行較詳盡的調查並建立檔案，每一困難點邊坡編號列管，每次災損要列表拍照，有效保存資料，累積經驗。現地調查須謀定而後動，先就已有資料研判建檔，現地以查檢資料為主，減少在危坡上下工作的時間。
- 調查要有新觀念、施工要有新作法—因地制宜、對症下藥。
- 特殊的調查方法—航照，應多拍幾次，利用航照製作災前後地形圖，就可以了解坍方及土石流之規模。
- 特殊的調查研究重點—解壓節理範圍之調查與學理研究、落石運動軌跡之模擬研究(如 CRSP)。
- 利用中橫公路暫緩復建期間，進行高陡邊坡落石災害相關研究，目前邊坡新鮮裸露、調查最好—利用上下線選適當地點進行現地落石及防治工法實體實驗。國內除中橫公路外，蘇花、太魯閣國家公園、新中橫、東北角濱海公路…，國內仍有其他高陡邊坡有邊坡穩定與防治問題，國外目前研究也少，萬一蘇花、太魯閣國家公園、新中橫、東北角濱海公路…發生類似問題時，國內才投入研究可能已經太遲了。
- 要按部就班—每一階段皆要有檢討回饋，可充分運用台電或公路局在此一地區老前輩的經驗進行檢討評估。
- **防治工法應評估確認**：防治工法的研發應進行可行性試行評估，舉例來說：明隧道之設計要有新的想法，可以近來明隧道失敗之案例為師—南橫(省道台 20 線 99k+300 勤和隧道)、馬陵三號明隧道、40k+900 明

隧道、43k+500 明隧道、55k+200 明隧道、台八甲 8k+440 明隧道等等。

(3) 真正災情之現地了解與裸露岩體基本資料建立：

- 這些基本資料至少包括公路沿線之崩塌特性(如崩塌種類：順向坡、淺層滑動、深層滑動、落石)、面積、量體、上下邊坡裸露範圍等之估算、岩體弱面特性、弱面組數、方位、特性、深度等之工程地質描述、現地調查所獲之地表水文地質特性、以及目前路基是否穩定，是否可視為安定岩盤等資料。期盼無論是台電或公路局在日後復建前，應責成顧問公司，能對大甲溪沿線或公路沿線，所有溪、野溪、山溝等土石輸送流路及上下邊坡裸露面積達 1 公頃以上者，進行建檔。其中崩塌裸坡之上邊坡應達稜線、下邊坡應達河谷，依里程數逐一列舉沿線上述基本資料(每點應包括不同時期之地形圖、不同時期之航空照片、現地照片、現地調查表等)。

(4) 風險管理機制應建立：

- 未找到適當的防治工法之前(預估至少兩年)，不應**全面**進行大規模高陡邊坡之整治，而是應在谷關、德基、青山等設雨量站，利用未來幾年內之雨量與施工便道之災害記錄，建立以雨量作為管制條件之研究。

(5) 中橫公路谷關德基段修復值得嗎？

- 從水電資源與國防交通經濟觀點來看，此路修復與否，最好有嚴謹的評估報告，只是要考慮國防、國家整體發展、國家財政優先順序的情況下，採行較安全可靠之工程方法(最難的路段可能是光明橋大勇橋附近及志樂溪引水隧道之工程用道路，對公路局及台電而言，是一大挑戰。尤其解壓節理嚴重之地區，長遠考量—光明橋大勇橋附近一定要避開解壓帶—橋樑隧道通過。
- 停止復建的其他配套措施真的要進行，如德基、梨山—建直昇機停機坪—急難救助用-梨山地區之傷患外送。
- 公路沿線之社會、交通、人口、經濟等資料，要有新的調查?例如梨山目前的人口是多少(因為交通不便，是否人口已有外流現象呢)?行政區重劃的可行性如何?梨山的蔬果的經濟產值為何?有多少人賴以為生?這

些蔬果如果不生產了，影響層面有多大?若繼續生產，運輸的需求有多大，如果只是單線通車，可以走大貨車嗎?台電維修電廠所投入的成本為何?目前進度如何?又如參山國家風景區之設置與本公路之關係?各相關部會單位之意見與配合事宜是否應更具體的正式書面記錄並加以整理呢?事實上對此路段最瞭解也最有經驗的應該是業主(公路局及二區工程處)，業主養路方面之專業意見是否也應具體明文表達?

致謝

本研究現場調查期間，多次承蒙公路局谷關工務段給予多方的協助與配合，使得資料收集及現場調查得以順利完成，國科會與國家地震中心集集大地震大地工程震災調查及後續短期研究經費之支持。又下列單位於七二水災後，提供寶貴資料：包括台電公司：921 災後大甲溪航照之合成圖、陳宏宇教授：桃芝後大甲溪之 SPOT 衛星影像資料、農林航測所：七二水災後大甲溪航測正射影像接合圖、齊柏林、洪如江、林俊全、陳宏宇等先生：直升機空拍照片等等，皆在此一併致謝。



圖 1 中橫公路壩新路涼亭 921 地震後附近高陡岩坡崩塌情形



圖 2 光明橋附近台八上下線之解壓解理



圖 3 中橫公路 42+300k 馬陵派出所



圖 4 台八甲 8~10k 與 11~13k(齊柏林攝)



圖 5 台八甲 9~10k 附近七二水災後照片

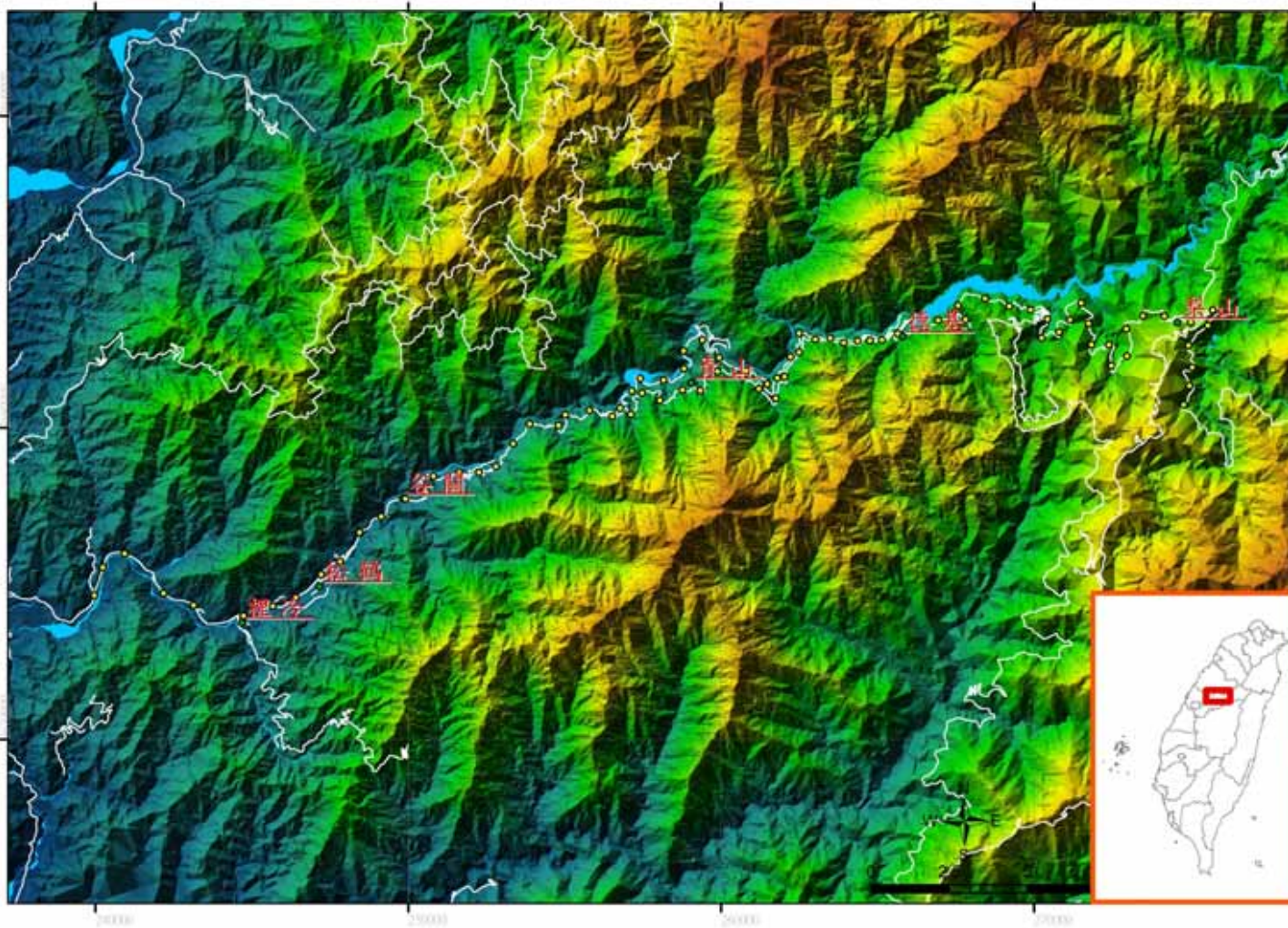


圖 6 中橫公路裡冷至梨山日照陰影模擬

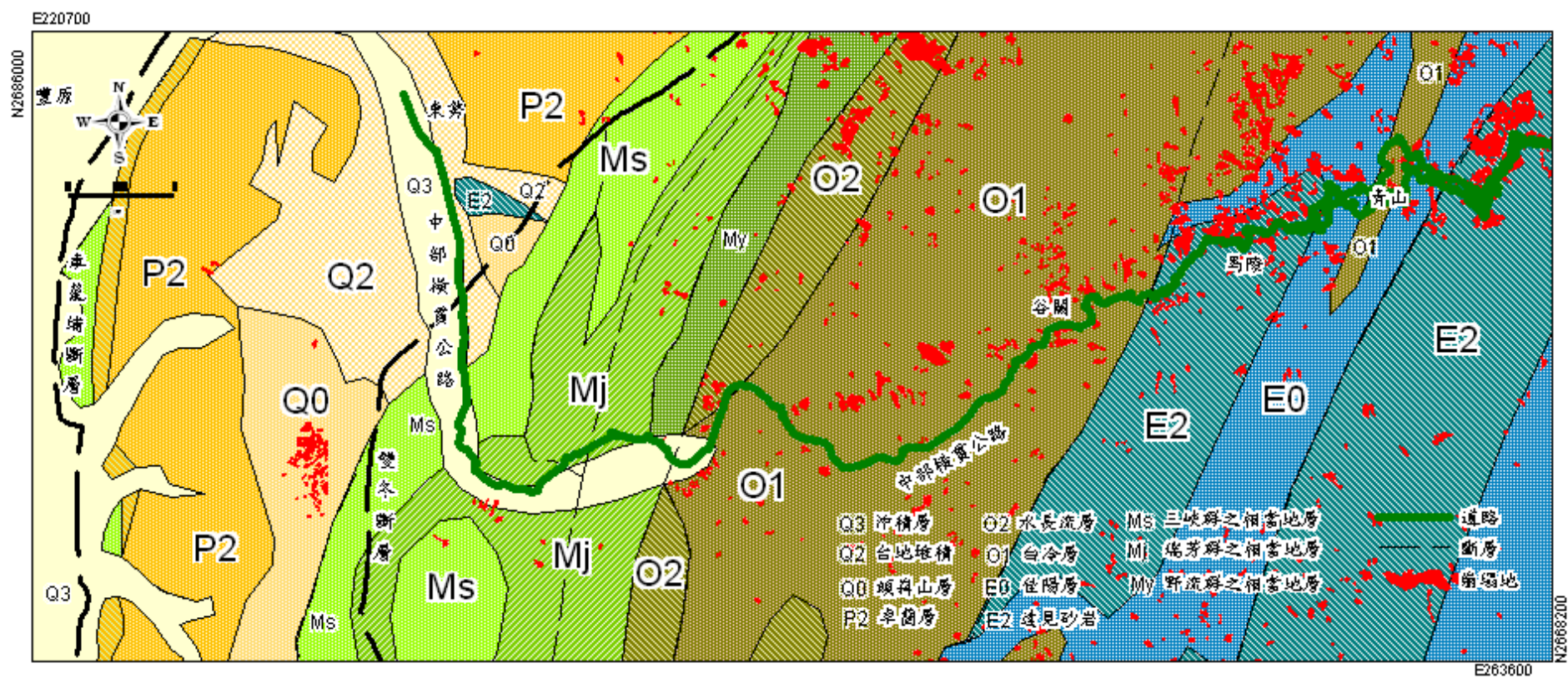


圖 7 東勢至德基段之集集地震後崩塌位置圖及地質圖



圖 8 台八 43k+500 明隧道七二後空拍(齊柏林攝)

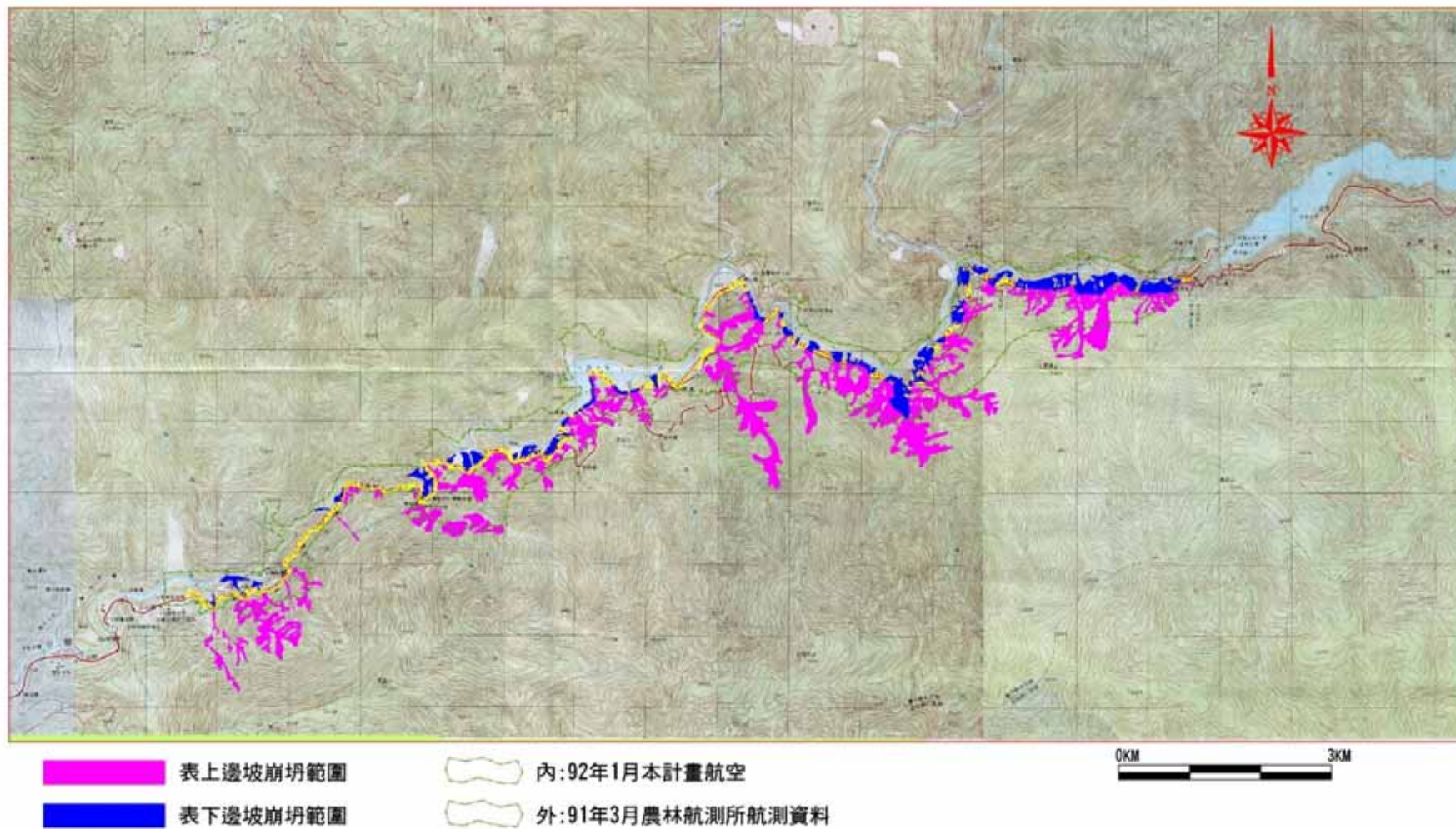


圖 9 中橫公路谷關至德基段民國 91 年航測資料崩坍判釋成果圖(中華顧問, 2003)

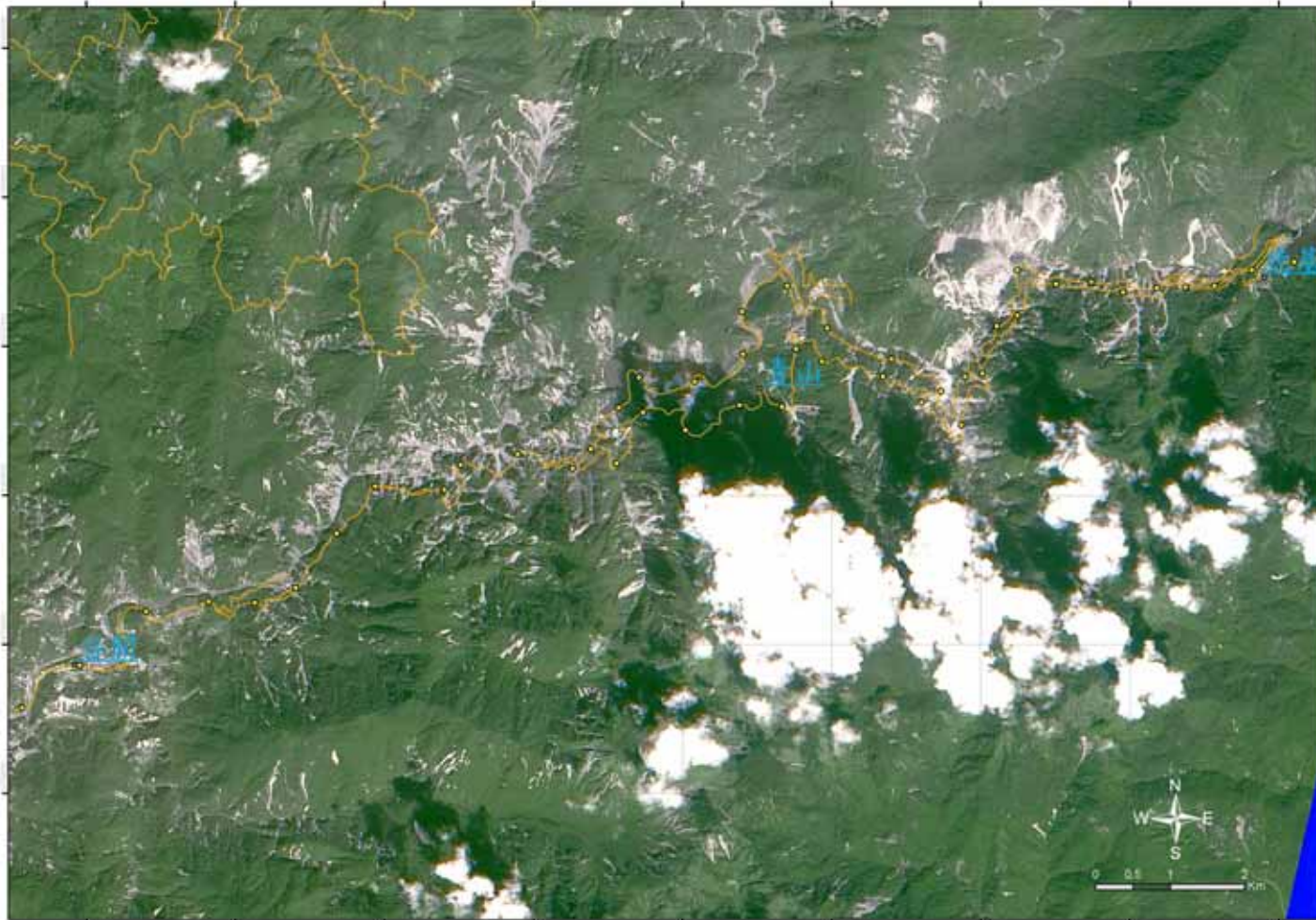


圖 10 谷關至德基段 921 後衛星影像

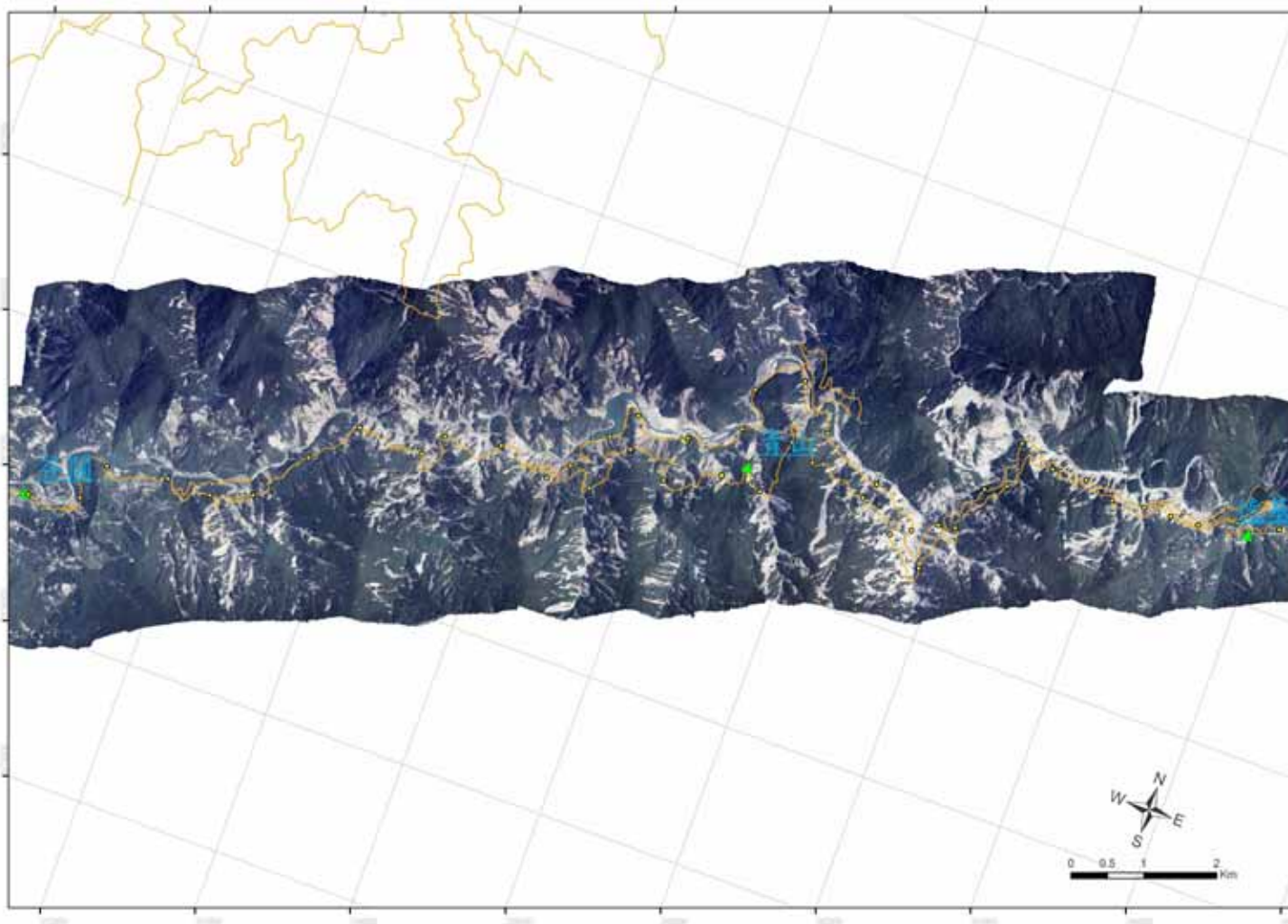


圖 11 谷關至德基段 921 後航照

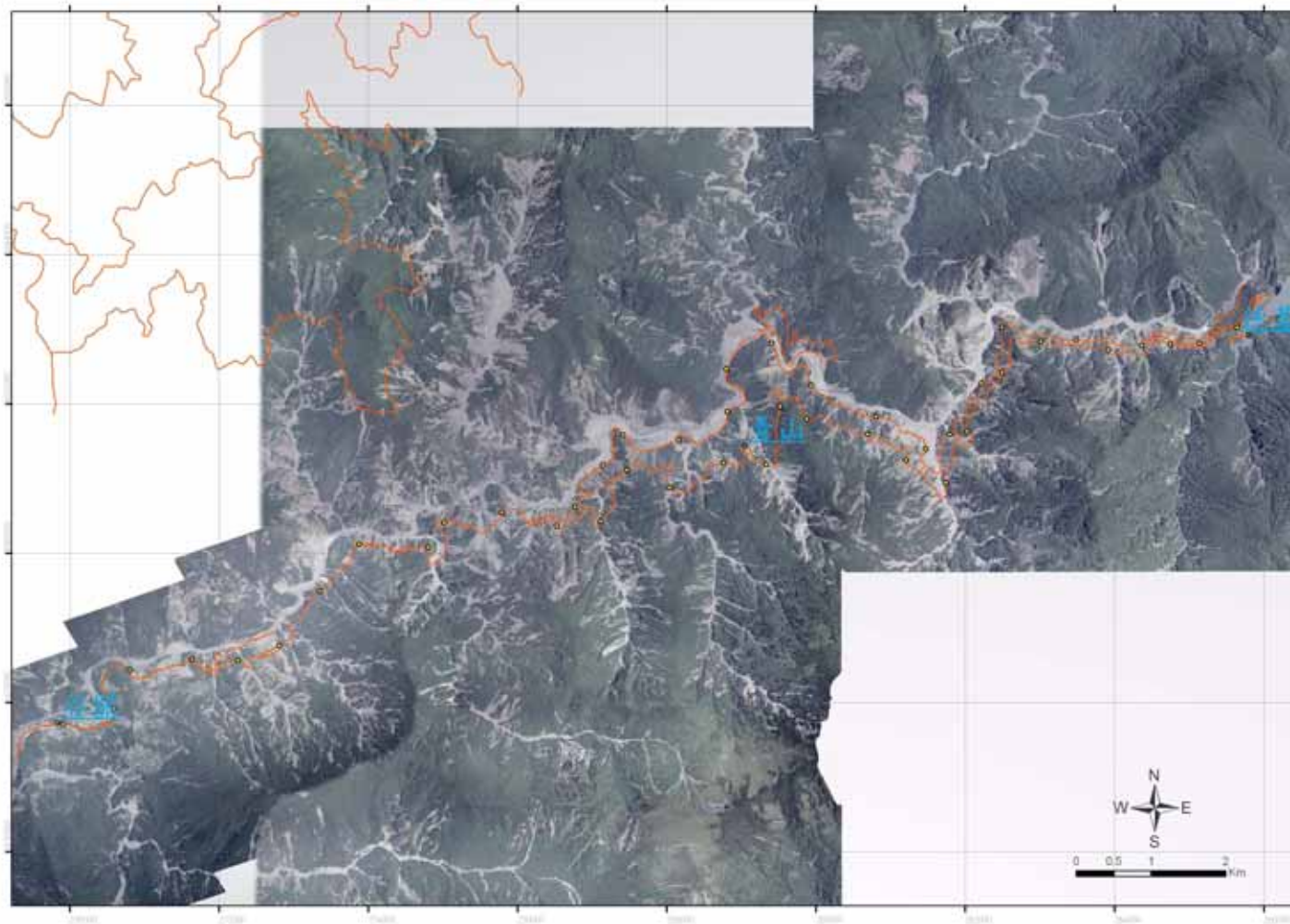


圖 12 谷關至德基段七二水災後正射影像

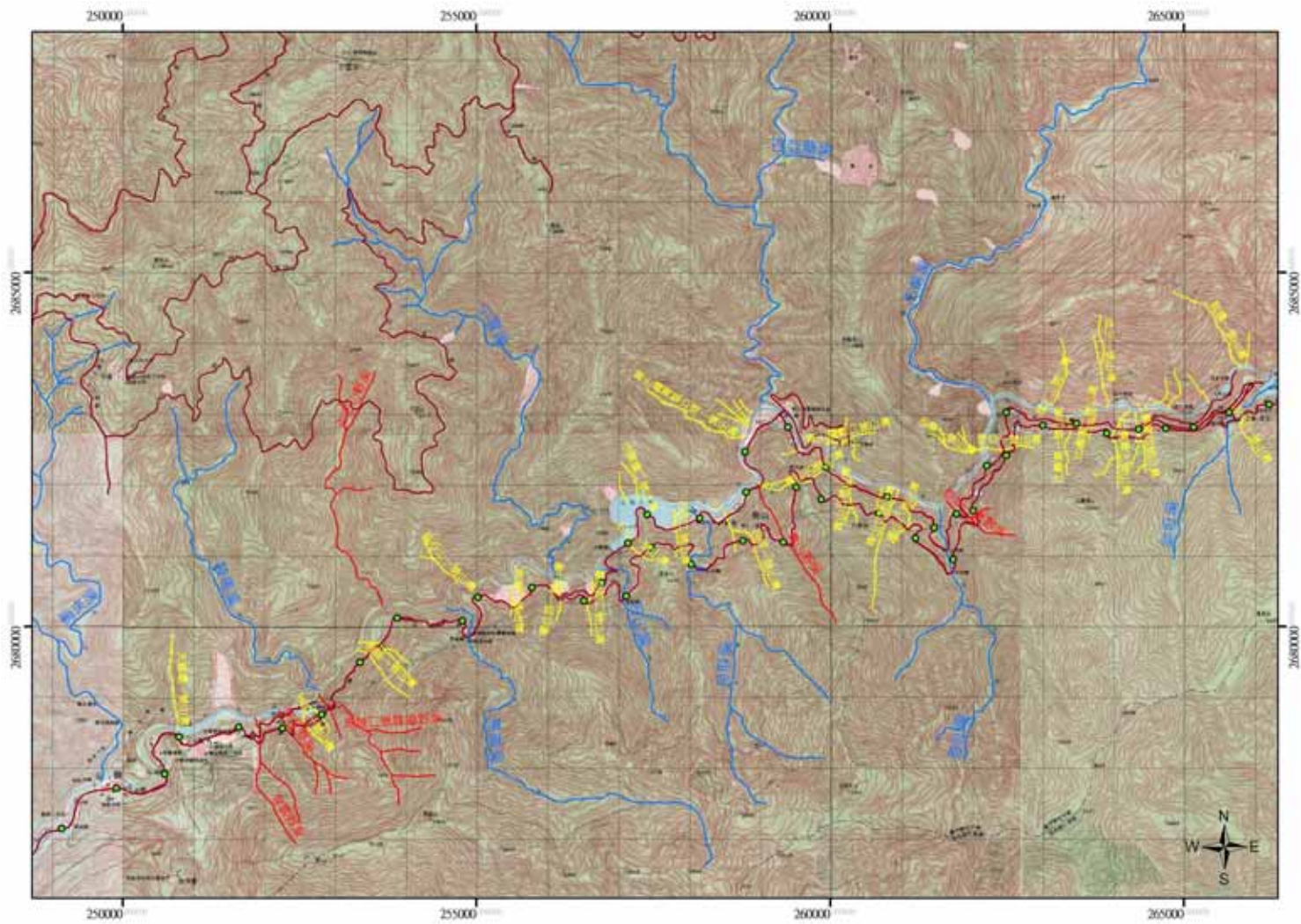


圖 13 谷關至德基支流、野溪、山溝(1)

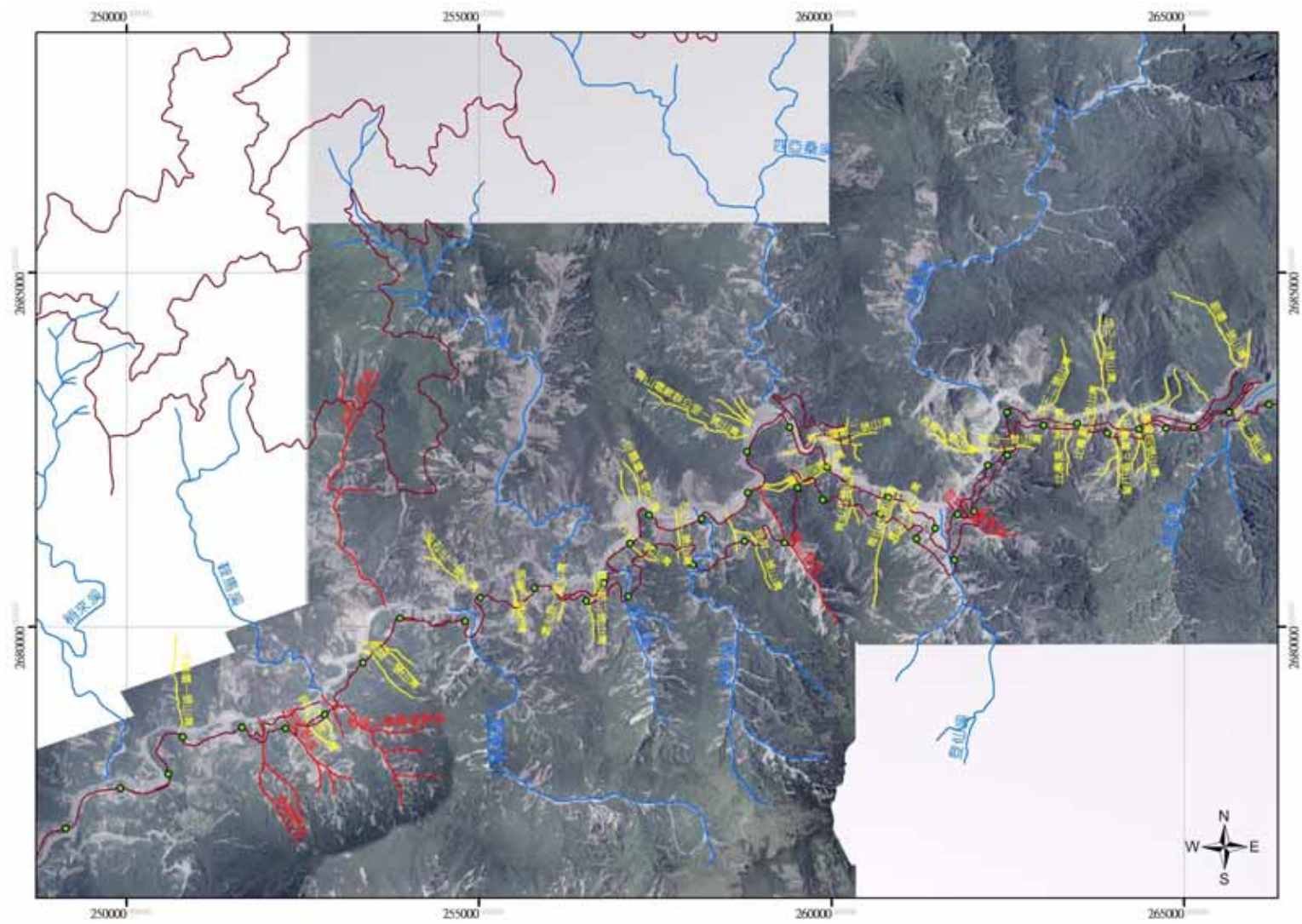


圖 14 谷關至德基支流、野溪、山溝(2)



圖 15 馬崙溪與馬陵派出所



圖 16 馬陵派出所與生態工法



圖 17 馬崙溪與馬陵派出所空拍(洪如江攝)

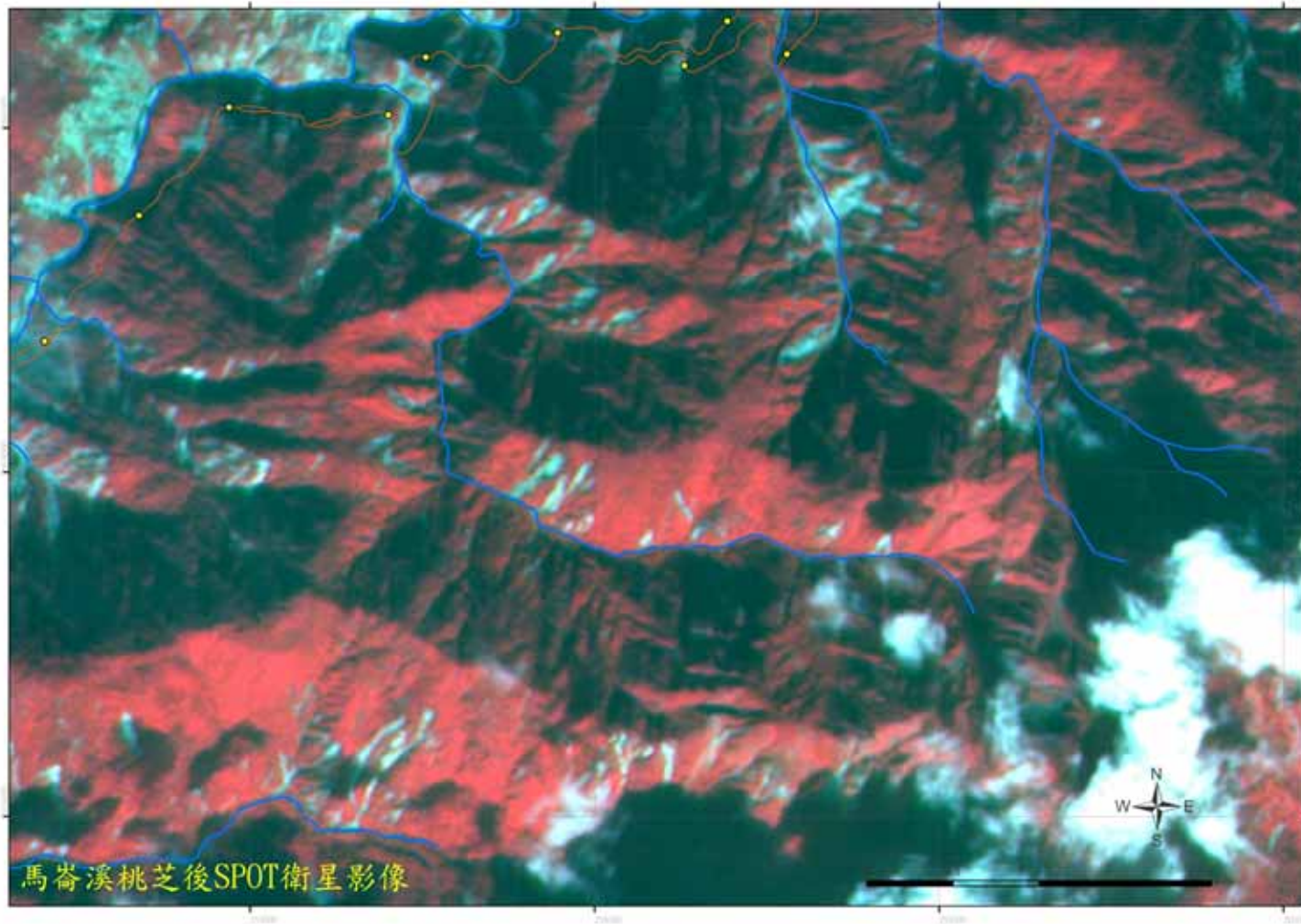


圖 18 馬崙溪桃芝後 SPOT 衛星影像

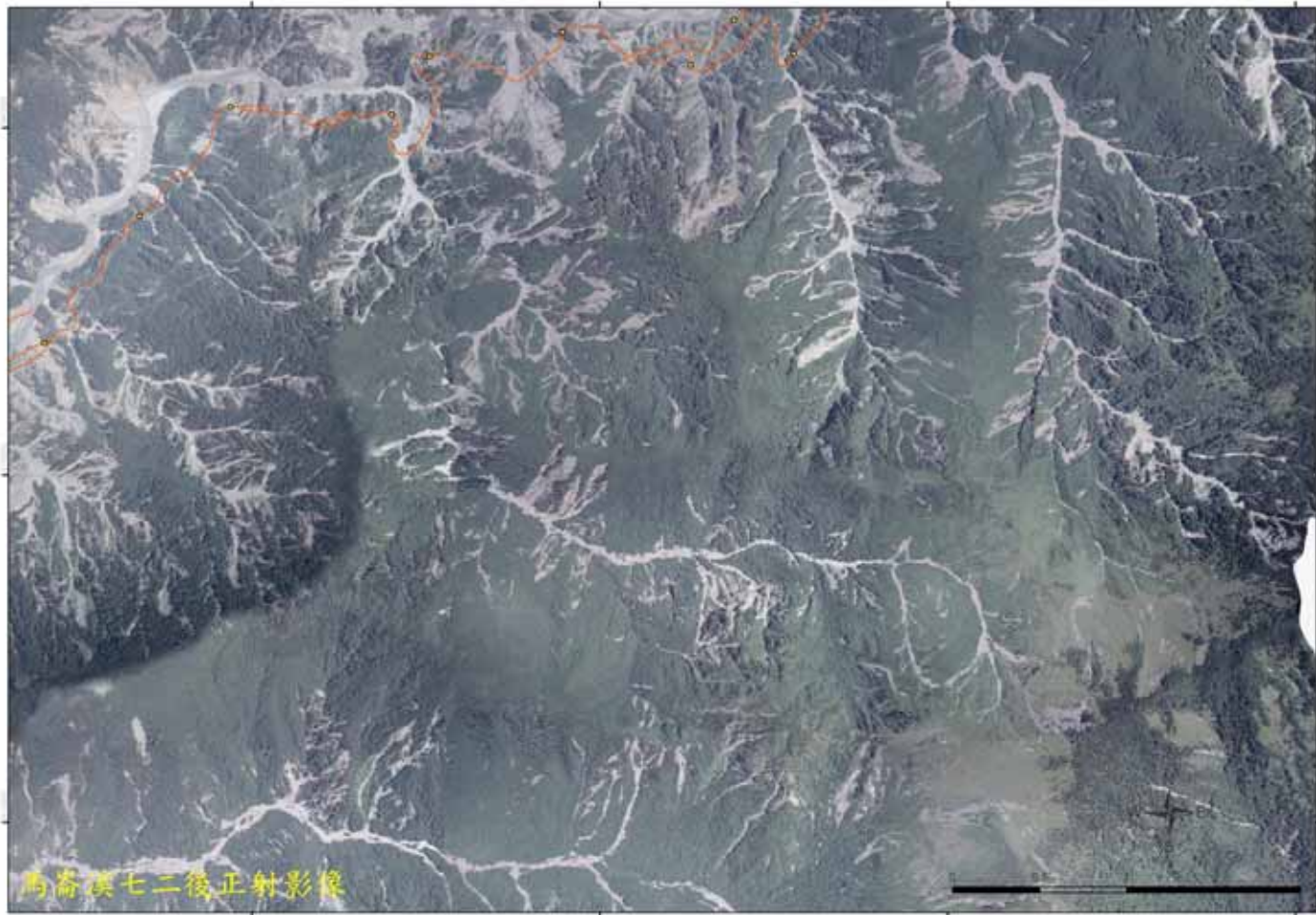


圖 19 馬崙溪七二後正射影像

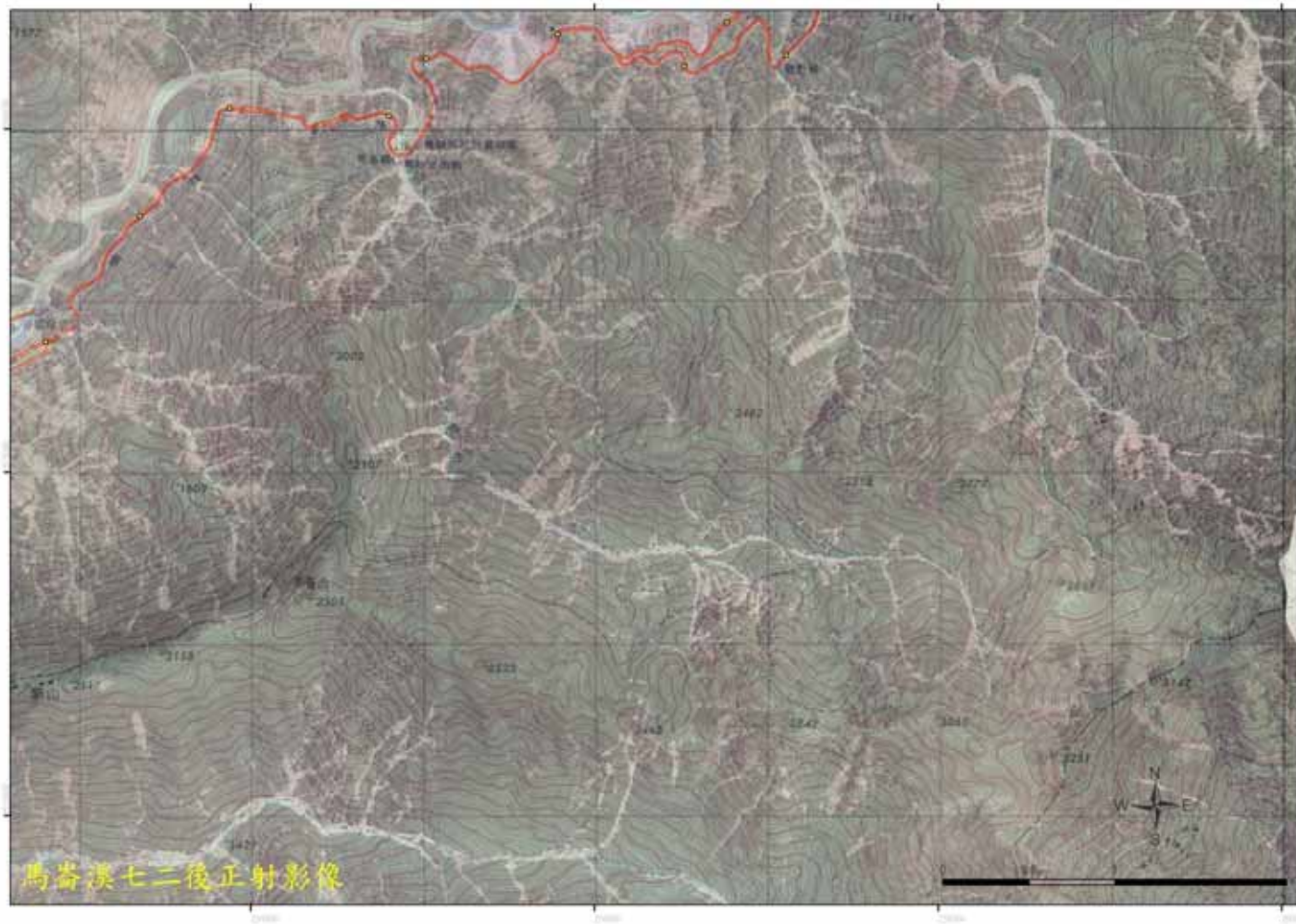


圖 20 馬崙溪七二後正射影像疊加地形圖



圖 21 登仙溪與光明橋(1)



圖 22 登仙溪與光明橋(2)



圖 23 登仙溪與大勇橋附近(1)



圖 24 登仙溪與大勇橋附近(2)



圖 25 登仙溪七二水災後空拍(齊柏林攝)

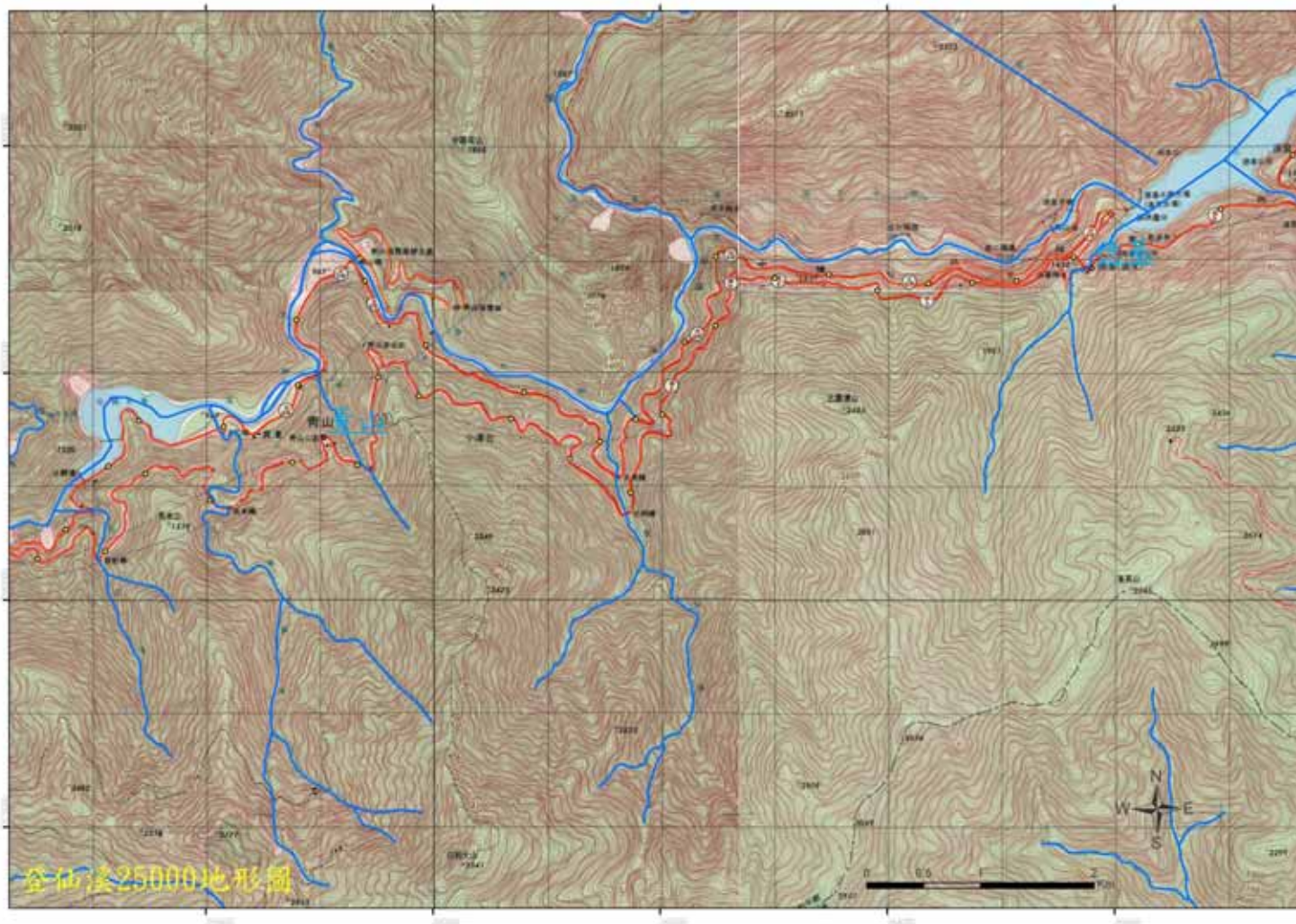


圖 26 登仙溪 25000 地形圖

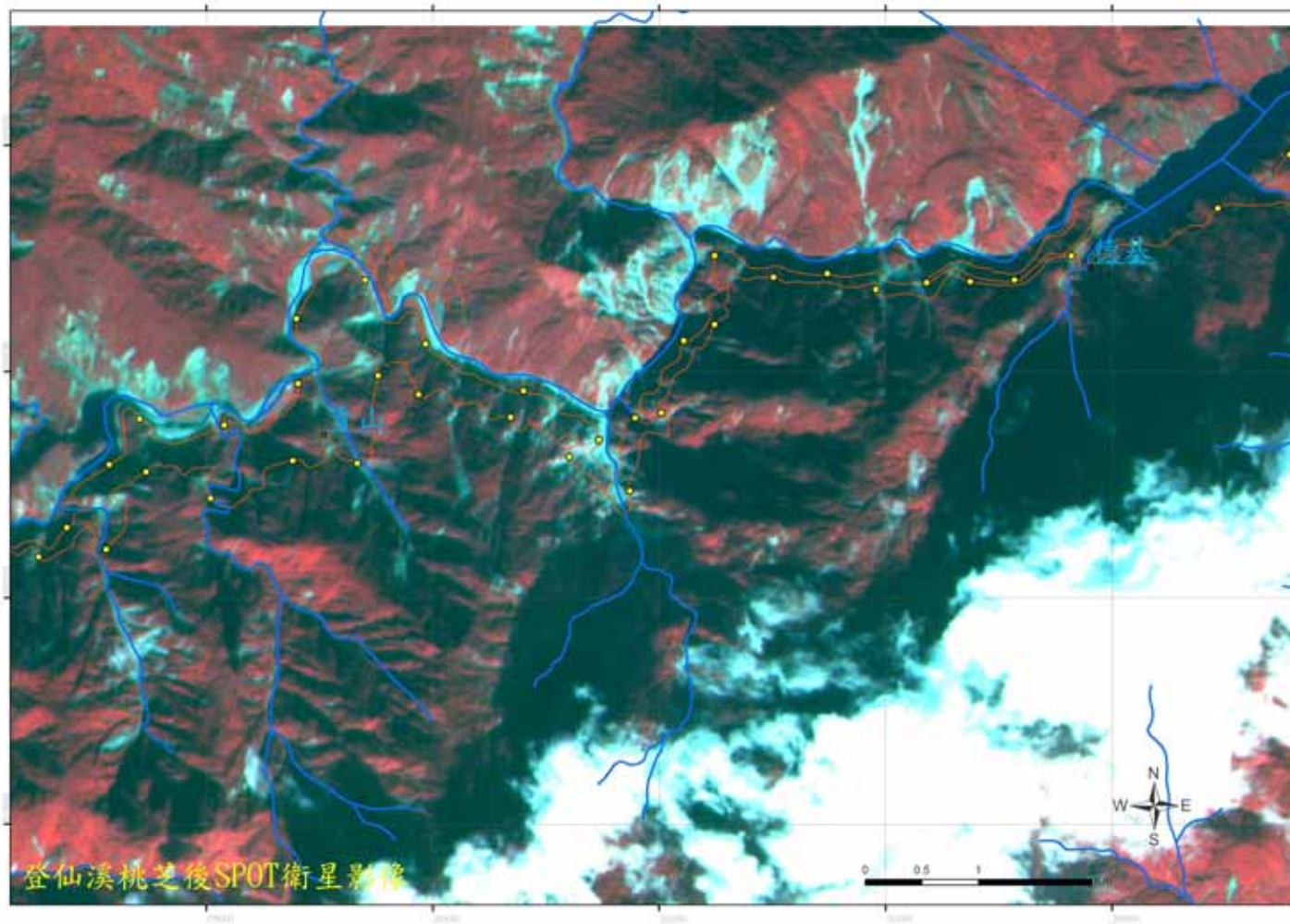


圖 27 登仙溪桃芝後 SPOT 衛星影像

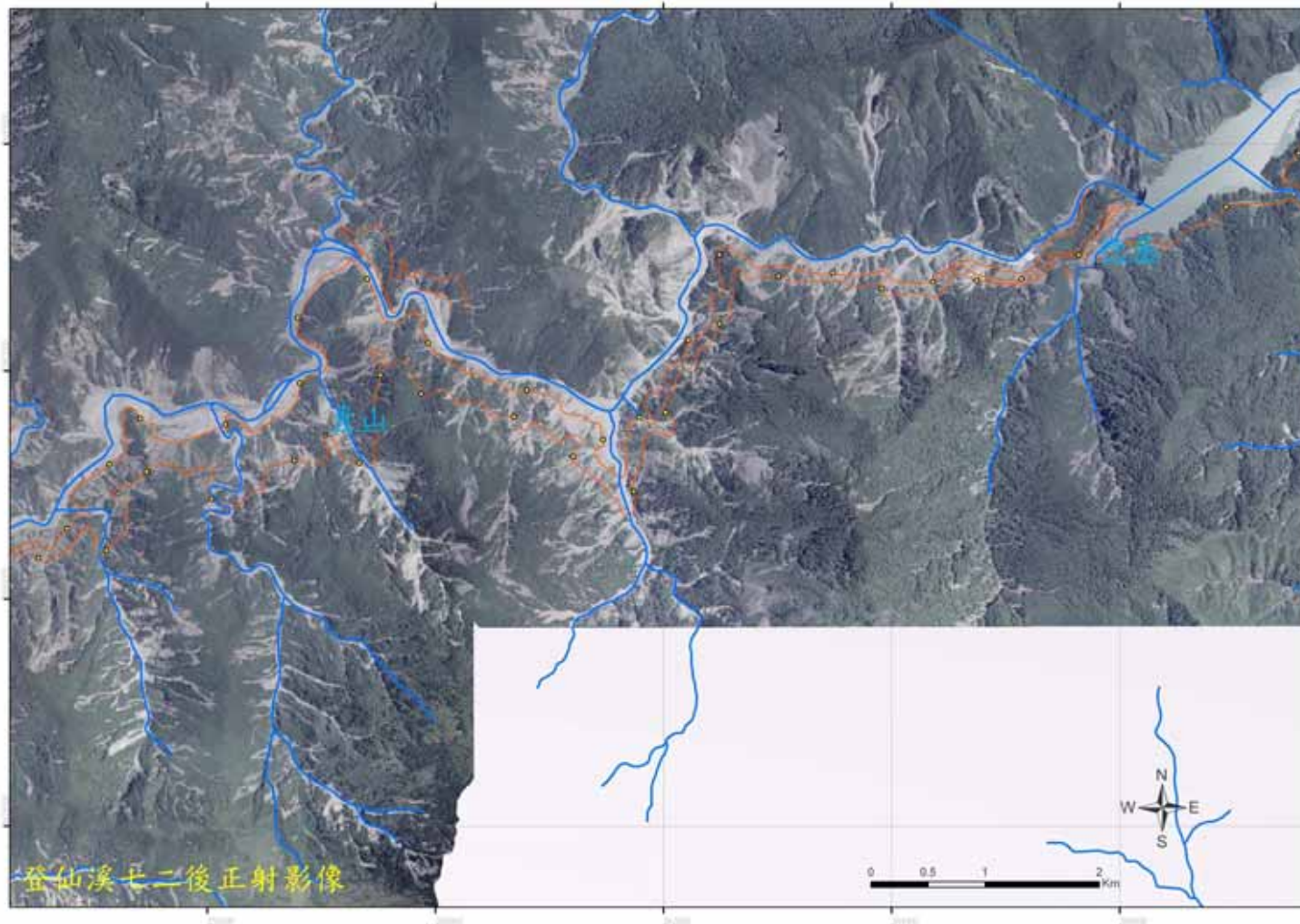


圖 28 登仙溪七二後正射影像

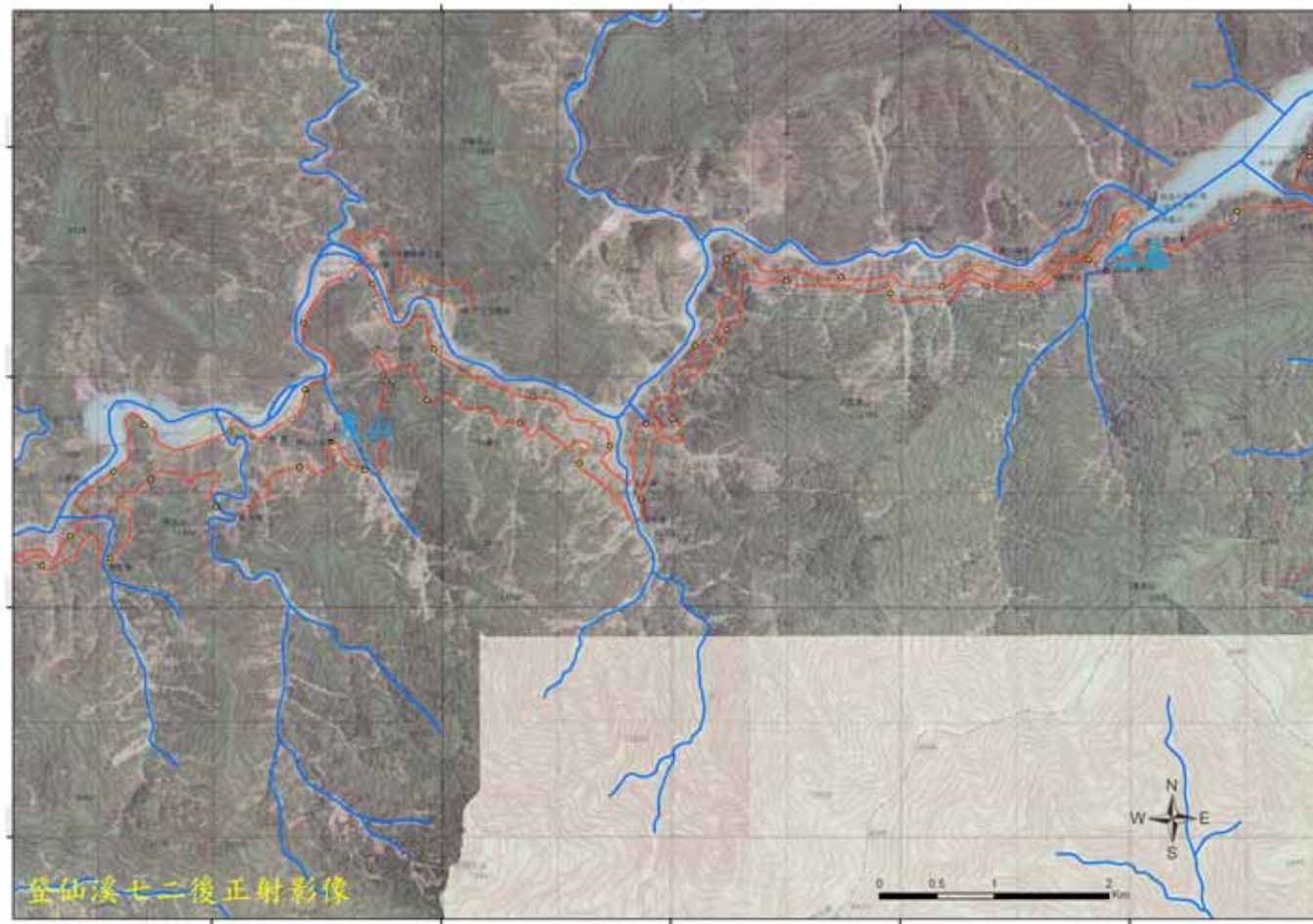


圖 29 登仙溪七二後正射影像疊加地形圖

參考文獻

- Chen, C.H. (1979) Geology of the East-West Cross-Island Highway in Central Taiwan: Memoir of the geological Society of Taiwan, 3, 219-236.
- 大自然 (1993) 一縣一河—大甲溪、客雅溪專輯，第 44 期。
- 公路局 (2000) 九二一震災中橫公路(台八線、台八甲線)谷關至德基段搶修、修復計畫報告，公路局規畫處，2000 年 2 月。
- 中華工程顧問司(2003) 中橫公路谷關至德基段九二一震災復建整體規劃—可行性評估期末報告
- 王鑫 (1986) 中橫公路道路邊坡的地貌分析，行政院國家科學委員會防災科技研究報告；74-48 號
- 王鑫 (1980) 台灣地形景觀，渡假出版社有限公司。
- 王鑫 (1991) 地形學，聯經出版事業公司。
- 王鑫 楊建夫 (1988) 臺灣中部橫貫公路谷關至德基段河谷的工程環境，工程環境，9 卷，35-51 頁
- 台灣電力公司 (1974) 德基大壩工程竣工報告，第一冊，達見工程處。
- 江晏佃 (1999) 山區道路落石危險度與危害度之評估與預測，國立交通大學土木工程研究所碩士論文
- 何春蓀 (1986) 台灣地質概論台灣地質圖說明書，增訂第二版，經濟部中央地質調查所，第 17-19，40-53 頁。
- 吳瑞龍、廖景彬、張明欽 (2004) 中橫公路上谷關至德基段第二階段修復工程報告，公路局二區工程處提供資料
- 李元希 (1995) 由中橫剖面及其鄰近地區看臺灣造山帶的應力場型態的演化，中央地調所彙刊，第 10 號，第 51-90 頁
- 李錦發 (1987) 青山至德基附近之地質及構造之研究，國立台灣大學地質研究所，碩士論文，86 頁。
- 李錦發 (2000) 五萬分之一地質圖幅『東勢』幅及同說明書，經濟部中央地質調查所出版。
- 林朝榮 (1957) 臺灣地形，臺灣省通志稿，卷一，地理志，地理篇，第一冊，臺灣省文獻委員會出版，424 頁。
- 林偉雄、林銘郎、陳凱榮 (2000a) 中部橫貫公路會勘報告，交通部公路局，34 頁。
- 林銘郎、陳凱榮、李錫堤、鄭富書、林偉雄 (2000b) 中橫公路東勢至德基段易坍段之山崩潛感研究，2000 岩盤工程研討會
- 段錦浩 1990 中橫公路邊坡穩定處理之調查研究(一) 行政院國家科學委員會防災科技研究報告,第 78-47 號，20 頁
- 段錦浩 1991 中橫公路邊坡穩定處理之調查研究(二) 行政院國家科學委員會防災科技研究報告,第 79-49 號，38 頁
- 段錦浩 1991 中橫公路邊坡穩定處理之調查研究(三)，行政院國家科學委員會防災科技研究

報告 80-31 號.

段錦浩 1992 中橫公路邊坡穩定處理之調查研究(四)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 81-03 號.

洪如江 方仲欣 林銘郎 李燕玲 林金成 謝耀光 (1991) 中橫公路地質斷裂構造與岩坡穩定性之研究 (二) 行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 79-47 號，第 1-49,A0-G11 頁

洪如江 李宗德 林啟文 林銘郎 李燕玲 方仲欣 (1990) 中橫公路地質斷裂構造與岩坡穩定性之研究 (一) 行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 78-60 號，19 頁

洪如江、翁作新 (1986) 砂頁岩順向坡力學性質與穩定性之研究 (一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告第 74-55 號

洪如江、翁作新 (1988) 砂頁岩順向坡力學性質與穩定性之研究 (二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 76-40 號

洪如江(1989) 變質岩順向坡力學性質與穩定性研究(一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 77-47 號.

洪如江(1990) 變質岩順向坡力學性質與穩定性研究(二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 78-52 號.

洪如江(1991) 中橫公路地質斷裂構造與岩坡穩定性之研究(二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 79-47 號.

洪如江(1992) 中橫公路岩坡安定科技綜合研究(一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 80-57 號.

洪如江(1994) 初等工程地質大綱，地工技術研究發展基金會，231 頁。

張其教 (1984) 東西橫貫公路谷關梨山段公路邊坡災害性質之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，106 頁。

張憲卿 (1994) 五萬分之一地質圖幅『大甲』幅及同說明書，經濟部中央地質調查所出版。

張徽正 (1997) 雪霸國家公園地層與構造之研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處，89 頁。

陳宏宇 (1989) 中橫公路崩積層敏感度之研究，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 78-33 號,53 頁

陳時祖、宋國城 (1992) 中橫公路大規模崩積土之辨認與判釋(二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 81-08 號。

陳時祖 (1991) 中橫公路大規模崩積土之辨認與判釋(一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告 80-03 號。

陳凱榮 (2000) 中橫公路山崩潛感分級研究-以東勢至德基為例，國立中央大學應用地質研究所碩士論文，2000，120 頁。

萬獻銘 (1987) 中橫公路邊坡崩塌地粘土礦物與坡面破壞之關係研究，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 75-52 號，85 頁。

劉長齡 余進利 許榮庭 陳奕銓(1990) 中橫公路岩坡地下水調查研究 (一) 行政院國家科

- 學委員會防災科技研究報告，第 79-14 號，59 頁。
- 劉桓吉 (1997) 台灣雪山山脈中部之地質構造與地層研究，國立台灣大學地質研究所，博士論文，113 頁。
- 蔡光榮 陳旺志 林金炳 (1985) 中橫公路邊坡穩定之調查與其力學特性之試驗分析研究 (二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 74-30 號，27 頁。
- 蔡光榮 陳旺志 楊燕山 林金炳 (1987) 中橫公路邊坡穩定之調查與其力學特性之試驗分析研究 (三) 行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 75-36 號，80 頁
- 蔡光榮 陳旺志 (1985) 中橫公路邊坡破壞之極限平衡分析，中華水土保持學報，第 16 卷，第 2 期，第 59-78 頁。
- 蔡光榮 曾仁宏 林金炳 (1985) 中橫公路土石堆之穩定分析研究 (一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 73-45 號，34 頁。
- 蔡光榮 楊燕山 林金炳 (1986) 中橫公路土石堆之穩定分析研究 (二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 74-57 號，65 頁。
- 蔡光榮 羅次群 陳旺志 (1984) 中橫公路邊坡穩定之調查與其力學特性之試驗分析研究 (一)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 73-09 號，39 頁。
- 蔡光榮 (1986) 中橫公路邊坡漸進式破壞之力學特性與其穩定性分析，中華水土保持學報，第 17 卷，第 1 期，第 61-83 頁。
- 蔡光榮 (1987) 中橫公路崩積土石堆之力學特性與其穩定性研究，中華水土保持學報，第 18 卷，第 2 期，第 122-155 頁。
- 謝敬義 (2000) 大甲溪-水力資源的寶庫，王執明等撰，台灣土地故事，大地地理，92-101 頁。
- 謝敬義 (1981) 中橫公路 67K 崩坍區坡面穩定調查及分析研究報告，土木水利(中國土木工程學會會刊)，第 8 卷，第 2 期，第 6-18 頁。
- 謝敬義 (1984) 中橫公路梨山德基地區邊坡破壞之調查與處理，土工技術雜誌，第 7 期，第 50-61 頁
- 謝敬義 (1989) 隧道工程與地質，土工技術雜誌，第 28 期，第 5-24 頁
- 羅偉、吳樂群、陳華玟 (2000) 五萬分之一地質圖幅『國姓』幅及同說明書，經濟部中央地質調查所出版。
- 蘇苗彬、劉啟鋒、蘇建隆(1990) 中橫公路崩積土坡地地下水調查研究 (二)，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 79-10 號，108 頁。
- 蘇苗彬、劉啟鋒(1990) 中橫公路崩積土坡地穩定性之研究，中華水土保持學報，第 21 卷，第 1 期，第 73-93 頁。
- 蘇苗彬 (1989) 中橫公路崩積土坡地地下水調查研究，行政院國家科學委員會防災科技研究報告，第 78-37 號，17 頁。

陳有蘭溪流域災況調查與復建策略研究

報告目錄

| | |
|--------------------|------|
| 一、地理位置 | J-2 |
| 二、社經概況 | J-17 |
| 三、災害歷史 | J-20 |
| 四、敏督利颱風及七二水災 | J-28 |
| 五、災害檢討 | J-30 |
| 六、災害分析與策略 | J-31 |

參與研究人員：顏聰教授、林其璋院長、林呈教授、林基源教授、陳樹群教授、
陳文福教授、陳昶憲教授、黃錦川教授、游繁結教授、楊明德教授、
蘇苗彬教授、蘇東青、洪蜜琪、鄭向高、林佑昌、張國榮、鄧仁湛

一、地理位置

陳有蘭溪流域位於南投縣信義、水里、鹿谷鄉境內，為濁水溪之重要支流之一，主流發源於玉山北峰之八通關（海拔 3910 公尺），自南向北流經山區，於東埔附近有沙里仙溪匯入，並於和社附近有和社溪匯入後蜿蜒流經信義鄉及鹿谷鄉境，其下游於水里鄉新山、永興村附近匯入濁水溪本流（圖 1）所示。主流全長 42.40 公里，流域面積約 4 萬 5 千公頃（林基源，2003）。陳有蘭溪流域之整體地形南高北低、東高西低（圖 2）概以玉山為頂點，匯集玉山北坡面、阿里山脈東坡（和社溪）、郡大山西坡之水，向北方於水里附近流入濁水溪，形成一直線狀縱谷地形，高差大（3000 公尺以上）、坡降陡（6.75%）及河床寬（1 公里以上）是陳有蘭溪河床三大特色（李錫堤，1996）。流域範圍東以郡大山（標高 3278 公尺）為界、南以阿里山、玉山（標高 3950 公尺）及秀姑巒山為界，分別向北逐漸降低，山高谷深，河川向下切蝕的速率很快，據估計每百萬年可達 5 至 6 公里。自陳有蘭溪下游起，沿途行經南投水里鄉新山、興隆、郡坑、上安，以及信義鄉愛國、明德、自強、豐丘、新鄉、羅娜、望美、同富、神木等村落，如圖 3 所示。圖 4 為華位二號所拍攝之陳有蘭溪流域衛星影像。

陳有蘭溪河谷沖積扇發達及崩塌地多為該溪另二項地形上之特色（李錫堤，1996）。河谷沖積扇發達表示該河川沖刷量大，且隱含地質變動快速的意義。陳有蘭溪的崩塌地主要有「向源侵蝕型」及「河岸侵蝕型」兩類，而崩塌地發達是河川沖刷量大的一另項主要原因，同時也隱含地質變動頻繁致山坡不穩定之意義。陳有蘭溪流域內平均高度為 1591 公尺，其中低於 500 公尺僅佔少數，主要為河道氾濫平原；500~1000 公尺約佔 20%，主要為沖積扇及低位階地；1000~2000 公尺所佔面積為最大，約佔一半，主要分布在玉山北麓及望鄉山與西巒大山西坡；2000 公尺以上所佔面積約佔 1/4。流域內平均坡度約為 63.98%，其中坡度低於 5%之平地僅佔 2.2%；坡度在 5%~30%的緩坡地約佔 10%；30%~55%約佔 23.1%，主要為陡坡地；而流域內坡度在 55%的極陡坡地所佔面積為最大，約佔

64.7%。由上可知，陳有蘭溪流域為典型坡降陡之山地地形（林基源，2003）。

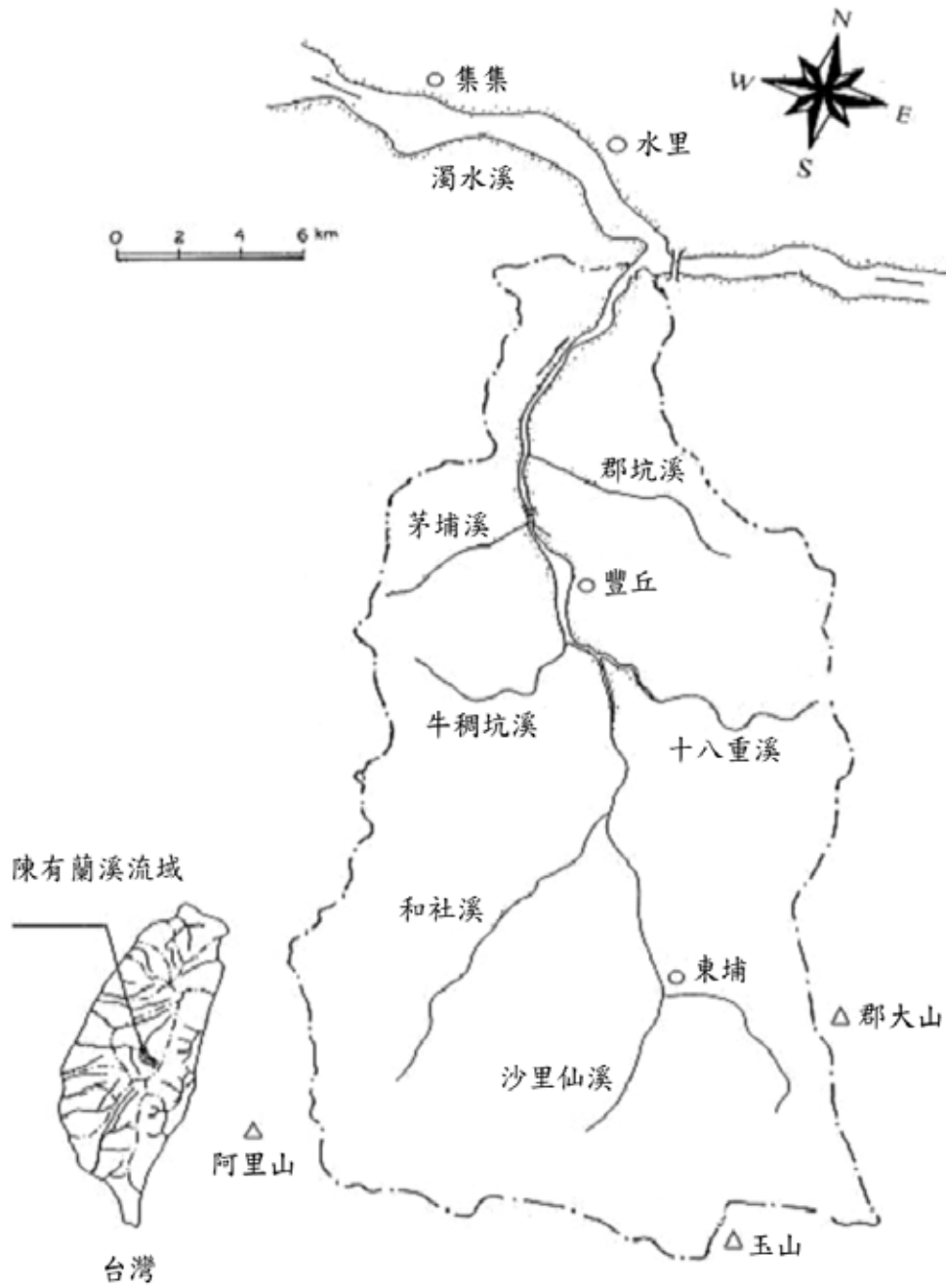


圖 1 陳有蘭溪流域位置圖

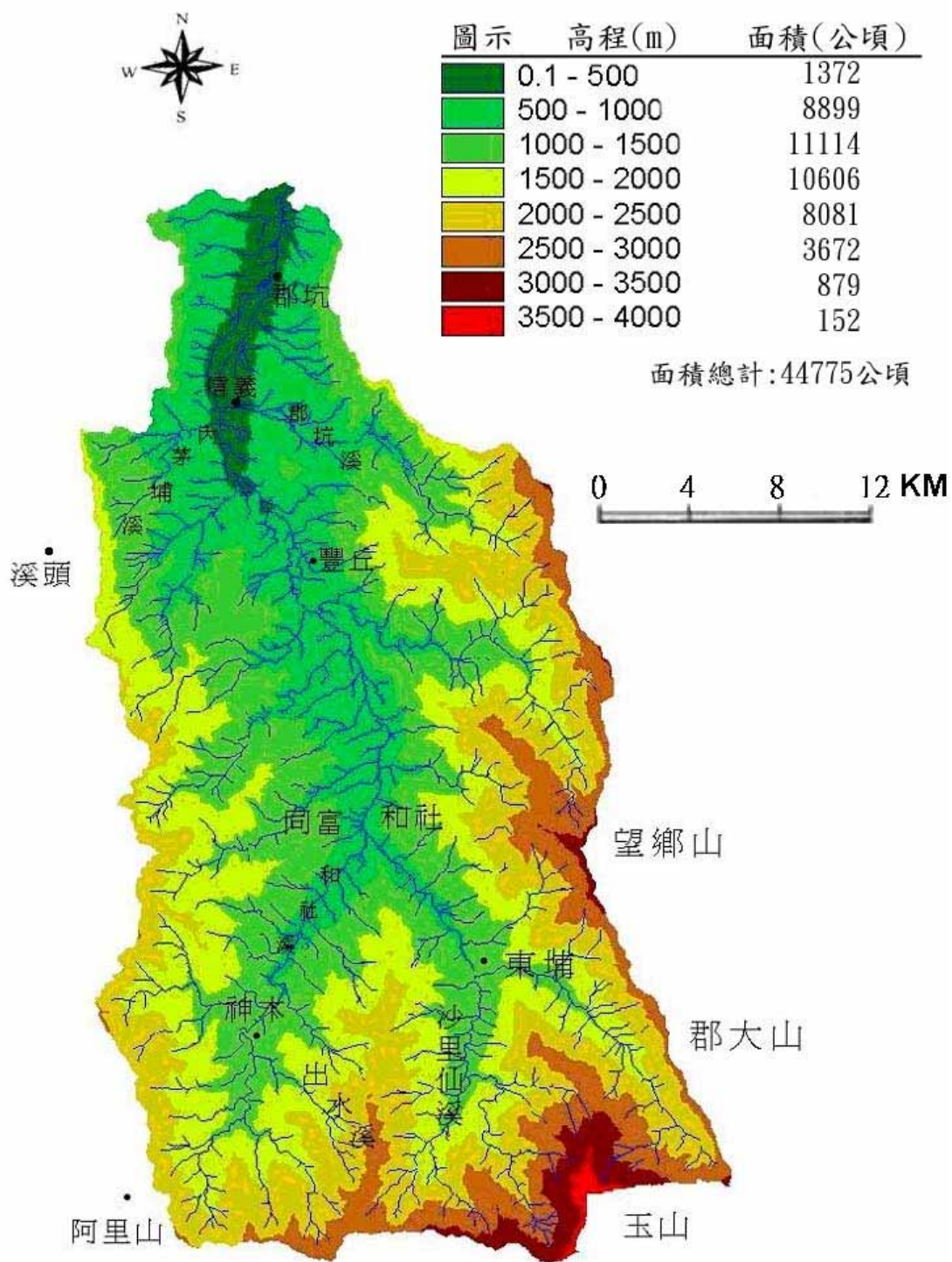


圖 2 陳有蘭溪流域高程及面積圖



圖 3 陳有蘭溪流流域村落及交通位置圖



圖 4 陳有蘭溪衛星影像(ROCSAT 2)

(1) 地質

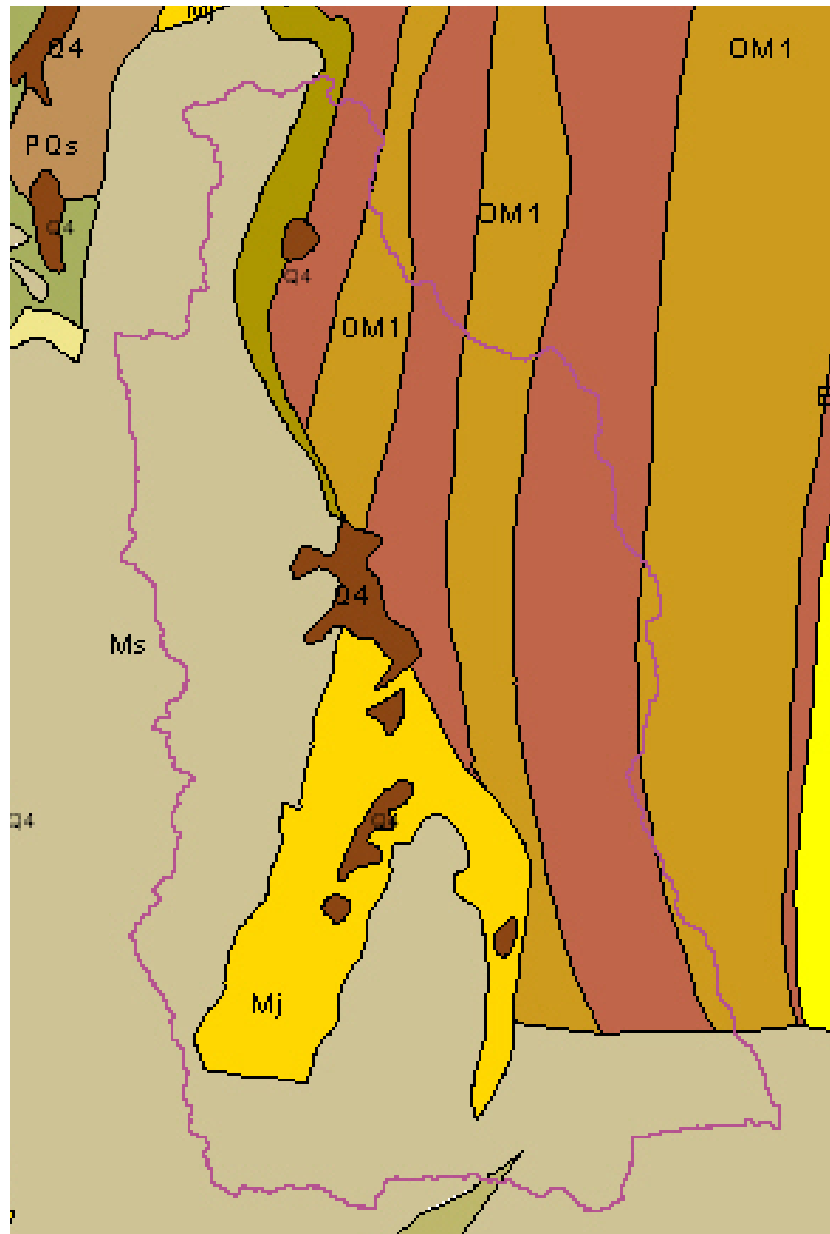
陳有蘭河流域出露之地層在地理上之分布，大致可劃分東西岸。陳有蘭溪西岸(左岸)屬於第三紀地層之中新世瑞芳群及三峽群等以砂岩、頁岩為主之地層；其東岸(右岸)屬於古第三紀亞變質岩區之新高層及其層位相當之地層，以灰色石英岩、變質砂岩、板岩及千枚岩為主，陳有蘭溪之地層年代參考表 1，地層分佈如圖 5 所示。流域內屬於第三紀地層者計有中新世中期的南港層、中新世晚期的南莊層、關刀山砂岩、十六份頁岩、大窩粉砂岩，以及上新世的錦水頁岩及卓蘭層。屬於古第三紀亞變質岩區的地層，有始新世至漸新世的新高層，其上部相

當於雪山山脈北部的四稜砂岩（中部稱白冷層）。但由於在亞變質岩區之內，地層的化石稀少，因此，地層分布的界限也難確定。

然而，陳有蘭溪本身即沿著陳有蘭斷層發育，使該區之地質極為脆弱。陳有蘭河流域主要大構造為陳有蘭溪斷層及其向南漸次延伸的斷層，其中包括沙里仙溪斷層和大塔口斷層，如圖 6 所示。各斷層將該流域劃分為西邊的阿里山地塊及其東邊的玉山地塊兩大地質區。綜合上述陳有蘭河流域區域地質現況，由於河流兩岸岩層經斷層作用，多褶皺、破裂面，岩體十分破碎，提供豐富土石材料來源。

表 1 陳有蘭溪地層年代對比表（張郇生，1984）

| 時 代 | 地 層 名 稱 | |
|-----|---------------------------------|-------------|
| | 西部麓山帶 | 中央山脈 |
| 更新世 | 階地堆積物 | |
| 上新世 | 卓蘭層、錦水頁岩 | |
| 中新世 | 大窩細砂岩 十六份頁岩、南莊層 關刀山砂岩、南港層 | |
| 漸新世 | | 水長流層 |
| 始新世 | | 白冷層或 新高層 |



- (EO):始新世至漸新世，白冷層，石英岩、板岩、煤質頁岩。
 (OM1):漸新世至中新世，水長流層，硬頁岩、板岩、千枚岩
 (Mj):中新世中期，瑞芳群及其相當地層，砂岩、頁岩
 (Ms):中新世晚期，三峽群及其相當地層，砂岩、頁岩
 (Q4):更新世，台地堆積，礫石、土、砂
 (Q6):現代，沖積層

圖 5 陳有蘭河流域與地質套疊圖



圖 6 陳有蘭溪流域與斷層套疊圖

(2) 高程分佈

陳有蘭溪流域地勢南高北低、東高西低。試區高程介於 304~3,856m 間，平均高程為 1,588m，僅少數面積低於 500m，主要分佈於 1,000m~1,500m 與 1,500m~2,000m 兩個區間之間，約佔了總面積之 50%，2,500m 以上之面積約佔 10%，其高程分佈如圖 7 與表 2 所示。

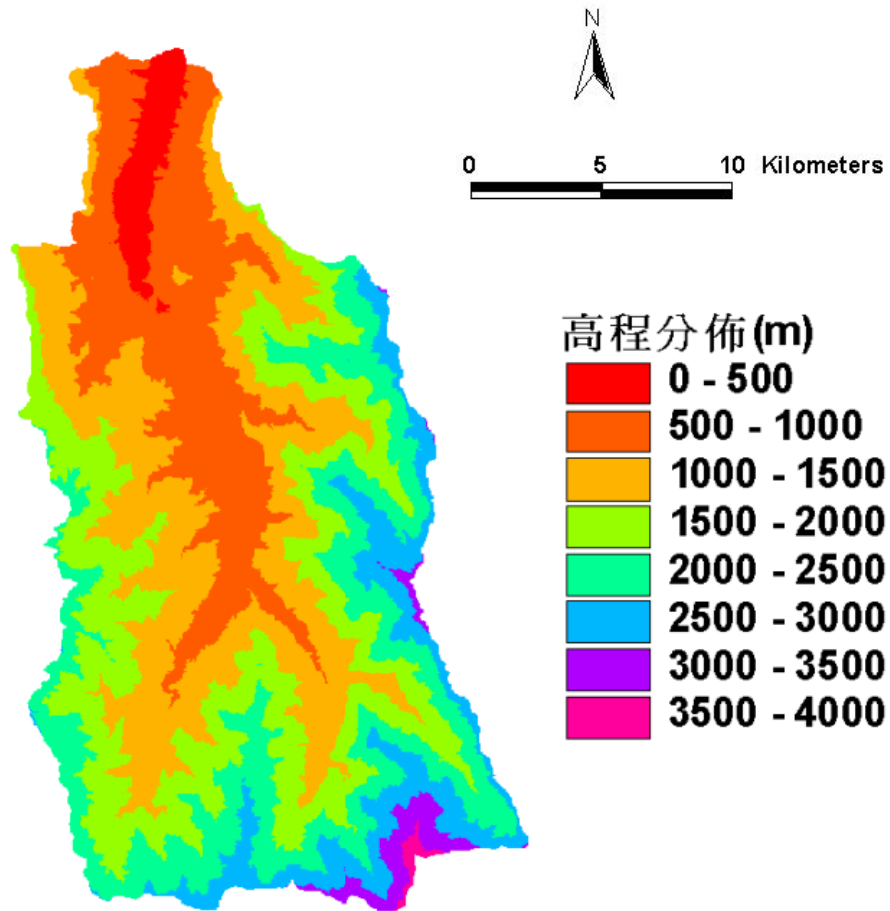


圖 7 陳有蘭溪流域高程分佈

表 2 高程分析結果表

| 高程(m) | 面積(ha) | 面積比(%) |
|-------------|-----------|--------|
| 0-500 | 1,394.56 | 3.1 |
| 500-1,000 | 8,903.84 | 19.9 |
| 1,000-1,500 | 11,114.88 | 24.9 |
| 1,500-2,000 | 10,608.64 | 23.9 |
| 2,000-2,500 | 8,049.12 | 17.9 |
| 2,500-3,000 | 3,651.36 | 8.1 |
| 3,000-3,500 | 857.76 | 1.9 |
| 3,500-4,000 | 144 | 0.3 |
| 總和 | 44,724.16 | 100 |

(3) 坡度坡向

利用 Arcview 軟體對陳有蘭溪集水區之 DTM 資料進行坡度、坡向分析。在坡度分析方面，依水土保持技術規範所訂之坡度級序來分級，試區坡度多集中於五級坡(40%~55%)與六級坡(55%~100%)之間，約佔了總面積的 70%，平均坡度約為 32°，其坡度分析如圖 8 與表 3 所示。在坡向分析方面，由分析結果顯示，試區之坡向主要集中於東北、東南、西北、北四個方向，分別佔了總面積的 14.8%、15.5%、14.08%、14.43%，其坡向分析如圖 9 與表 4 所示。

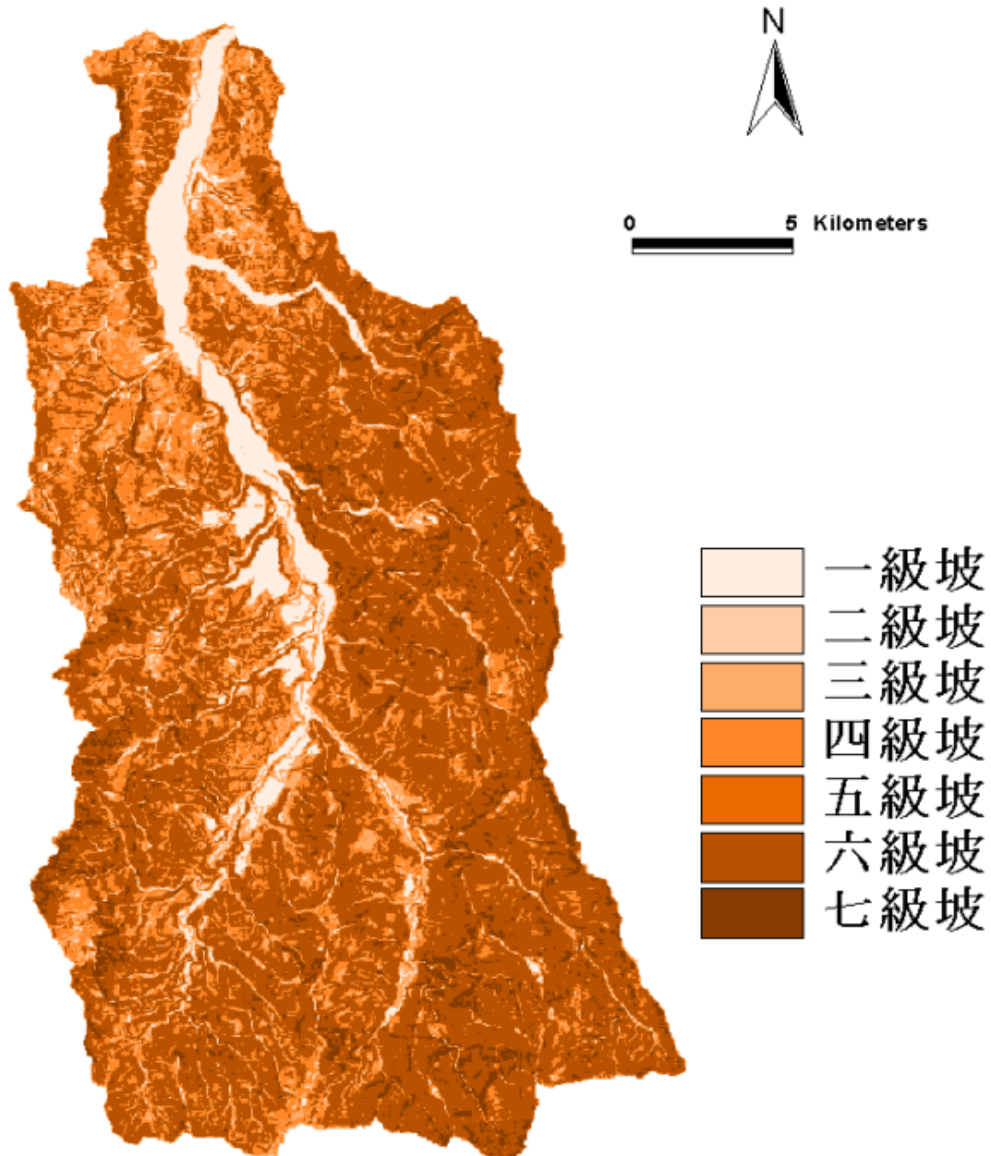


圖 8 陳有蘭溪流域坡度分佈

表 3 坡度分析結果表

| 坡度(%) | 面積(ha) | 面積比(%) |
|--------|-----------|--------|
| <5 | 1,043.88 | 2.3 |
| 5~15 | 1,679.88 | 3.7 |
| 15~30 | 2,756.59 | 6.2 |
| 30~40 | 3,125.16 | 6.9 |
| 40~55 | 7,187.24 | 16.3 |
| 55~100 | 24,122.35 | 53.9 |
| >100 | 4,809.06 | 10.7 |
| 總和 | 44,724.16 | 100 |

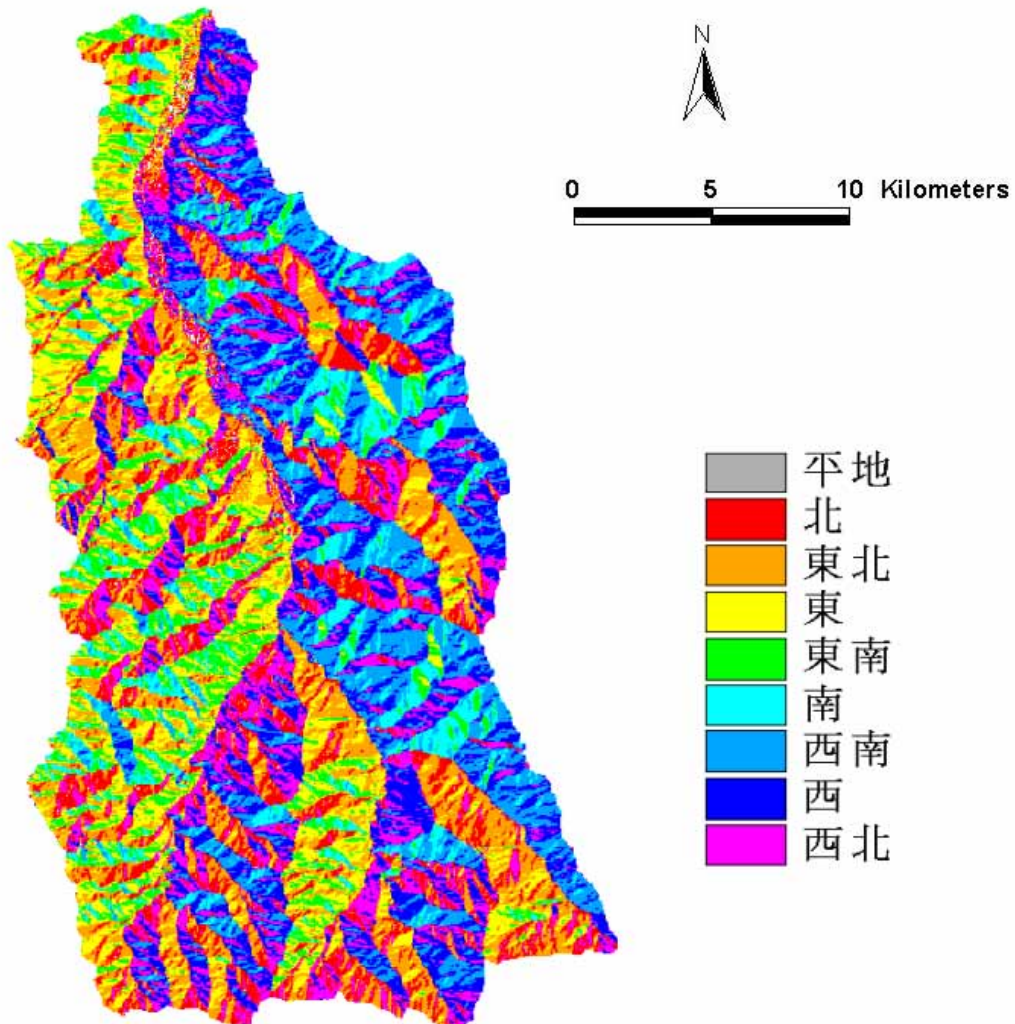


圖 9 陳有蘭溪流域坡向分佈

表 4 坡向分析結果表

| 坡向 | 面積(ha) | 面積比(%) |
|----|-----------|--------|
| 東北 | 6,619.92 | 14.80 |
| 東 | 5,377.20 | 12.02 |
| 東南 | 6,931.60 | 15.50 |
| 南 | 5,164.87 | 11.55 |
| 西南 | 4,156.08 | 9.29 |
| 西 | 3,723.70 | 8.33 |
| 西北 | 6,298.80 | 14.08 |
| 北 | 6,451.99 | 14.43 |
| 總和 | 44,724.16 | 100 |

(4) 土石流潛勢溪流

陳有蘭溪流域土石流潛勢溪流依行政院農委會水保局 2002 年 3 月公告之調查成果計有 34 條土石流危險溪流（如圖 10）。土石流潛勢溪流之調查可以分為三個階段，陳有蘭溪流域之潛勢溪流如下說明（參考表 5）：

1. 民國八十一至八十五年度（賀伯颱風前）：農委會完成第一次調查，全省共計 485 條土石流潛勢溪流，陳有蘭溪流域計有 16 條土石流潛勢溪流，編號南投 026 至南投 040。
2. 民國八十八年 921 震災後：農委會重新進行調查，全省共計 722 條土石流潛勢溪流，陳有蘭溪流域計有 30 條土石流潛勢溪流，增加編號南投 065 至南投 076、南投 A087、南投 A100 等 14 條。
3. 民國九十至九十一年度：因桃芝及納莉颱風造成地文條件改變，農委會重新調查，並於九十一年三月份完成，全省共計 1420 條土石流潛勢溪流，陳有蘭溪流域計有 34 條土石流潛勢溪流，再增加編號南投 A117、南投 A120、南投 A121、南投 A122 等 4 條。

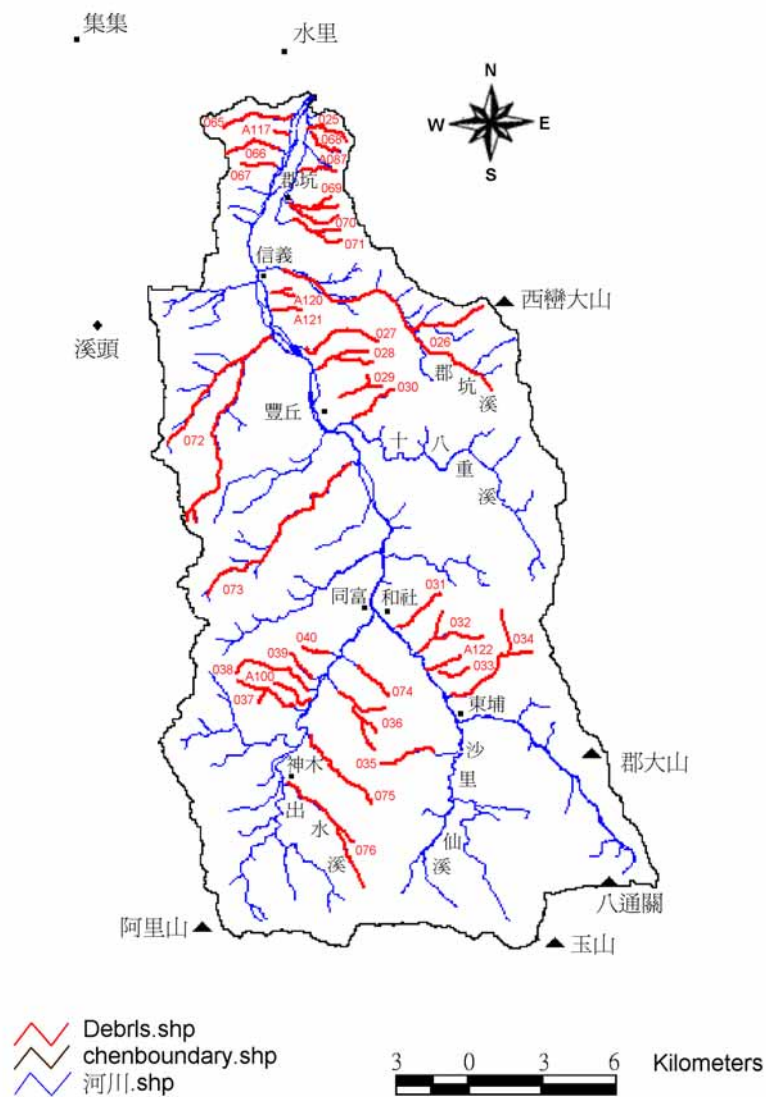


圖 10 陳有蘭河流域內土石流危險溪流分佈圖

表 5 農委會劃定之陳有蘭河流域內土石流潛勢溪流

| | 危險溪流 | 集水區面積 (公頃) | 溪流名稱 | 附近地名 | 村名 |
|---|--------|---------------|--------|----------------|-----|
| 1 | 南投 025 | 103 | 平坑 | 壽山橋、新山國小 | 新山村 |
| 2 | 南投 026 | 3069 | 郡坑溪 | 信義橋、忠信國小,入山檢查哨 | 明德村 |
| 3 | 南投 027 | 387 | 九層坑 | 九層橋 | 豐丘村 |
| 4 | 南投 028 | 193 | 陳有蘭溪支流 | 235783,2619714 | 豐丘村 |
| 5 | 南投 029 | 162 | 陳有蘭溪支流 | 豐丘國小 | 豐丘村 |
| 6 | 南投 030 | 208 | 十八重溪支流 | 十八重溪橋 | 豐丘村 |

| | | | | | |
|----|---------|--------|---------------------|----------------|-----|
| 7 | 南投 031 | 182 | 陳有蘭溪支流 | 東埔一號橋 | 東埔村 |
| 8 | 南投 032 | 556 | 陳有蘭溪支流 | 東埔二號橋 | 東埔村 |
| 9 | 南投 033 | 143 | 陳有蘭溪支流 | 240717,2607460 | 東埔村 |
| 10 | 南投 034 | 881 | 陳有蘭溪支流-八頂溪 (彩虹溪) | 東埔橋、東埔國小 | 東埔村 |
| 11 | 南投 035 | 263 | 烏乾坑溪 | 沙里仙 | 東埔村 |
| 12 | 南投 036 | 427 | 和社溪支流(頭坑溪) | 桐林國小 | 神木村 |
| 13 | 南投 037 | 230 | 和社溪支流(四號溪) | 新興橋 | 神木村 |
| 14 | 南投 038 | 311 | 和社溪支流(三號溪) | 235422,2606688 | 神木村 |
| 15 | 南投 039 | 52 | 和社溪支流(二號溪) | 235703,2607146 | 神木村 |
| 16 | 南投 040 | 163 | 和社溪支流(一號溪) | 隆華國小 | 同富村 |
| 17 | 南投 065 | 349 | 陳有蘭溪支流(米籠坑) | 林明橋、竹仔腳 | 興隆村 |
| 18 | 南投 066 | 201 | 陳有蘭溪支流 | 德興橋 | 興隆村 |
| 19 | 南投 067 | 113 | 陳有蘭溪支流 | 鹿寮坑、愛國國小 | 興隆村 |
| 20 | 南投 068 | 148 | 南平坑 | 南平坑 | 新山村 |
| 21 | 南投 069 | 158 | 陳有蘭溪支流 | 郡坑橋(二廊) | 郡坑村 |
| 22 | 南投 070 | 105 | 陳有蘭溪支流 | 郡安橋 | 上安村 |
| 23 | 南投 071 | 334 | 陳有蘭溪支流 | 上安橋、活動中心(三廊) | 上安村 |
| 24 | 南投 072 | 2370 | 陳有蘭溪支流(內茅埔溪) | 自愛橋、寶明寺 | 自強村 |
| 25 | 南投 073 | 1784 | 陳有蘭溪支流(筆石溪) | 筆石橋、羅娜橋 | 羅娜村 |
| 26 | 南投 074 | 152 | 陳有蘭溪支流 | 237485,2607751 | 同富村 |
| 27 | 南投 075 | 674 | 陳有蘭溪支流 | 愛玉橋 | 同富村 |
| 28 | 南投 076 | 863 | 陳有蘭溪支流(出水溪) | 神木橋、神木國小 | 神木村 |
| 29 | 南投 A087 | 51 | 郡坑溪 | 郡坑 | 新山村 |
| 30 | 南投 A100 | 74 | 陳有蘭溪支流 | 236,2606 | 神木村 |
| 31 | 南投 A117 | 7.43 | 南平坑 | 興隆國小 | 興隆村 |
| 32 | 南投 A120 | 35.46 | 陳有蘭溪下流 | 信義加油站 | 明德村 |
| 33 | 南投 A121 | 56 | 內茅埔溪 | 中華電信信義機房 | 明德村 |
| 34 | 南投 A122 | 121.57 | 陳有蘭溪支流(東埔) | 秀園 | 東埔村 |

(5) 氣象及水文

陳有蘭溪流域位於中低緯度之交，屬於亞熱帶氣候每年十一月至翌年四月盛行東北季風，因中央山脈阻隔，故雨量較少。而每年五月至十月間盛行西北風、雷雨及颱風，皆帶來豐沛雨量。氣溫方面則以一、二月為最低，七、八月為最高。海拔一千公尺以下地區，甚少降至冰點以下；二千公尺以上，則降霜頻繁且多結冰；三千公尺以上入冬則常積雪。平均相對濕度在 80% 以上。

陳有蘭溪流域雨量尚稱豐沛，平均年雨量在 2,000 公厘左右，尤以海拔在 2,200 公尺以上地區，年雨量平均達 3,600 公厘。全年可依降雨之情形，劃分為乾季與雨季，自十月至翌年四月為乾季，其餘月份為雨季。

降雨量為引發土石流主要因素之一，一場暴雨累積雨量達 150 公釐以上或每小時雨量強度大於 40 公釐時，即有可能發生土石流。賀伯颱風侵台期間阿里山和溪頭兩雨量站每小時降雨強度均超過 100mm 以上，且均連續兩小時以上。每小時連續降雨量達到或超過 50mm 者，阿里山長達 14 小時，溪頭長達 8 小時，和社亦將近 6 小時。雨量站 24 小時最大雨量均已打破當地 200 年頻率紀錄。阿里山站之 12、18 及 24 小時的最大降雨紀錄更重新締造台灣地區之新紀錄。表 6 為桃芝颱風雨量強度一覽表、表 7 為賀伯與桃芝颱風各地雨量資料分析表。敏督利颱風帶來的強烈的西南氣流，瞬間造成台灣中部地區豪雨成災，南投縣每小時降下 166.5 公厘，遠高於賀伯、桃芝颱風。

表 6 桃芝颱風雨量強度一覽表（資料來源：農委會）

| 縣市 | 鄉鎮 | 地點 | 總雨量 (mm) | 最大 24 小時雨量 | 最大 1 小時雨量 | 最大 3 小時雨量 |
|-----|------|-------|-------------|---------------|--------------|--------------|
| 南投縣 | 信義鄉 | 豐丘、神木 | 598 | 598 | 77 | 201.5 |
| | 水里鄉 | 郡坑、興隆 | 494.5 | 494.5 | 129.5 | 284.5 |
| | 鹿谷鄉 | 內湖、廣興 | 385 | 385 | 60.5 | 158 |
| | 鹿谷鄉 | | 605 | 605 | 140.5 | |
| | 竹山鎮 | 桶頭、田子 | 384.5 | 384.5 | 69 | 191 |
| 雲林縣 | 古坑鄉 | 草嶺 | 404 | 339.5 | 67 | 158 |
| 嘉義縣 | 阿里山鄉 | 豐山村 | 634 | 634 | 91 | 218.5 |
| | 鳳林鎮 | 見晴 | 570 | 570 | 124.5 | 299.5 |
| | 光復鄉 | 大興村 | 434 | 433.5 | 74 | 203.5 |

表 7 賀伯與桃芝颱風各地雨量資料分析表（資料來源：農委會）

| 颱風別 | 賀伯颱風 85/7/31~85/8/1 | | | | | 桃芝颱風 90/07/30~90/07/31 | | | | |
|-----|---------------------|--------|------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 站名 | 下雨期距 | 累積雨量 | 最大值 | 最大3小時 | 最大24小時 | 下雨期距 | 累積雨量 | 最大值 | 最大3小時 |
| 竹山 | 40hrs | 497.5 | 45 | 115 | 428.5 | 20hrs | 440.5 | 145 | 312 | 440.5 |
| 溪頭 | 43 | 1257.5 | 110 | 302.5 | 1099 | 20 | 614.5 | 107.4 | 281.1 | 614.7 |
| 水里 | 37 | 568 | 52.5 | 149 | 531 | 20 | 440.5 | 123.5 | 251.5 | 440.5 |
| 清水溝 | 39 | 537.5 | 61 | 168 | 486.5 | 18 | 391 | 100 | 224 | 391 |
| 和社 | 37 | 678.5 | 74 | 179 | 610.5 | 22 | 437 | 66.5 | 191.5 | 437 |

二、社經概況

(1) 人文

信義鄉人口約 18,000 人，族群可分平地閩、客與原住民，而原住民多屬布農族，佔 95%，鄒族及其他族僅有 5%。人口因地緣分佈濁水溪及陳有蘭溪二大溪流。分佈在濁水溪上之村落有人和村、雙龍村、地利村、潭南村等四村，人口約有 4,500 人，其中原住民佔 88%，平地人佔 12%。分佈在陳有蘭溪上之村落有明德村、豐丘村、愛國村、自強村、新鄉村、羅娜村、望美村、同富村、神木村、東埔村等十村，人口約有 13,500 人，其中原往民佔 41%，平地人佔 59%。圖 11 為新中橫公路沿線村落及交通分佈圖。

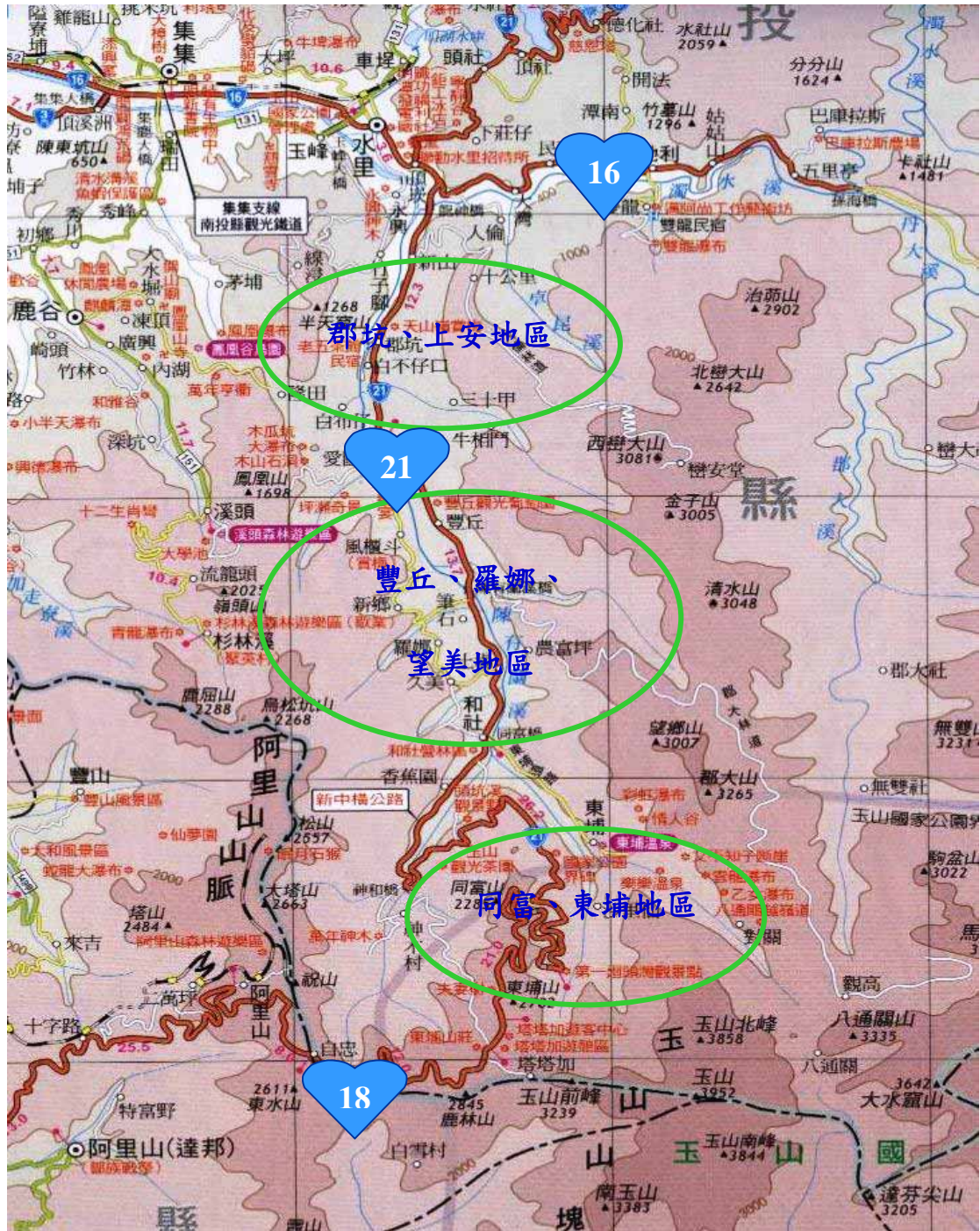


圖 11 新中橫公路沿線村落及交通分佈圖

(2) 農業

本鄉是縣內兩個山地鄉之一，面積廣達 1,422 平方公里，較彰化縣為廣，境內多高山，溪谷平地較少，居民以農耕為主。本鄉是原住民布農族各社群的文化發祥地，山川險阻因此保存了原始的祭禮與樸實的古風。居民經濟來源大部

依靠山產及農耕，主要傳統作物有青梅、愛玉子，近年來運用日夜溫差大、完全無污染天然環境等優勢條件，發展包括巨峰葡萄、高冷花卉、高山茶、夏季蔬菜及鱒魚養殖等高經濟作物農漁產品，由於品質甚獲市場肯定，已顯著改善地區經濟狀況。其中「玉珠」葡萄和「內茅埔」巨峰葡萄更榮獲國產水果品牌及品質認證。新中橫公路為本地主要對外通道，也為本鄉東埔溫泉及觀光果園等帶來更多商機，對活絡地方經濟，甚有幫助。

(3) 觀光

新中橫沿線有許多著名之觀光景點，自陳有蘭溪下游至上游列舉如下：

- (a) 風櫃斗：位於南投縣信義鄉自強村的風櫃斗與烏松崙名聲更是遠播全國，風櫃斗滿山遍植梅樹達 500 公頃，從海拔 400 公尺蜿蜒而上，伸展至 1200 公尺的山坡上，滿山遍野盛開梅花，環繞期間，壯麗無比。
- (b) 和社營林區：同富村的和社營林區，與面積廣達約六十五公頃的玉山觀光茶園區，常吸引遊客前來休憩。隸屬於台大實驗林所轄的和社營林區，正好與村落相鄰，路過的一般遊客，常駐足林區享受森林浴，而位於草坪頭的玉山觀光茶園發展潛力大，若規劃為休閒農業區，可供民眾住宿、賞鳥、品茶、健行；還有望鄉部落裡有座橫跨阿里不動溪與久美連接的千歲吊橋，它是日據時代日本政府為了方便往返兩地而搭建的。
- (c) 東埔溫泉：位於東埔村的東埔溫泉，是進入玉山國家公園之門戶。東埔村因溫泉事業之發展而享譽全台，其溫泉水質透明屬弱鹼性碳酸泉，可消除旅客旅程之疲勞。除了溫泉事業外，龍雲瀑布、八通關登山步道、原住民部落之人文風貌亦相當可觀，極具觀光價值。
- (d) 塔塔加遊樂區：海拔 2,610 公尺塔塔加為新中橫公路之最高點，也是嘉義-玉山段台 18 線與水里-玉山段台 21 線之交界點。東可眺望玉山主峰，往西隔神木溪與祝山、塔塔山脈相望，頗受國內外遊客之歡迎。

三、災害歷史

新中橫公路自 1994 年提姆颱風、1996 年賀伯颱風、1999 年集集大地震、2001 年桃芝颱風，均發生嚴重之道路坍方及橋樑中斷。以下為該地區災害之發生歷史，描述如下。

(1) 提姆颱風

1994 年 7 月起之提姆颱風、道格颱風、葛拉芙颱風等一連串颱風侵襲及連續豪雨沖刷下，新中橫公路沿線亦是多處坍方、落石、路面裂隙、路基流失等，全線幾乎是柔腸寸斷，步步危機。

(2) 賀伯颱風

賀伯颱風對新中橫沿線及鄰近地區所造成的破壞尤甚於歷年，自台 21 線 83K 至 135K 沿線至少有 20 個顯著災害地點。災害類型大多為土石流災害，原因為新中橫的興建，的確造成了沿線邊坡及景觀上的破壞，棄土方亦有引致土石流發生的情形。此外，郡坑及上安兩座堤防亦遭受賀伯颱風侵襲，主流直沖堤防，致遭洪水沖刷崩潰。當時僅上安堤防以填土砂再掛護坡蛇籠之方式，辦理緊急搶修工程。表 8 為賀伯颱風新中橫公路沿線災害一覽表。圖 12、圖 13 分別為陳有蘭溪賀伯颱風前、後之衛星影像；圖 14、圖 15 分別為豐丘地區賀伯颱風前、後之衛星影像；圖 16 為賀伯颱風過後，郡坑地區之 SPOT 衛星影像。比較颱風前後之衛星影像發現，颱風過後陳有蘭溪河面已明顯變寬。

表 8 賀伯颱風新中橫公路沿線災害一覽表(資料來源：中央大學應用地質研究所)

| | 地點 | 受災狀況 | 原因 |
|----|-------------------|---|--|
| 1 | 南平坑 (84.2K) | 道路排水涵洞受土石流沖毀 路基流失上游攔砂壩受損、 橋梁道路遭沖毀，原坑溝河 床刷深 10m 以上。 | 位於山溝出口，為土石流之流 動區土石流動、河道擴大成 U 型河谷、沖刷見岩盤 |
| 2 | 新山橋 (84.9K) | 河谷被刷深、刷寬成 U 型產 業道路基流失，電線桿傾 倒。 | 土石流之流動區流路中局部 小彎曲處攻擊坡 |
| 3 | 郡坑口 (86K) | 土石流淹沒道路及兩側民房 飲食店死亡 4 人 | 位於土石流堆積區，土石流漫 流散開道路涵洞被土石堵死 上游主稜山崩 |
| 4 | 郡坑橋 (87.1K) | 土石流沖入民宅(死亡 5 人) 整流渠道之混凝土斷裂河道 下方陳有蘭溪溪水暴漲，養 豬戶死亡 8 人 | 位於山溝出口，土石流之堆積 區，土石流漫流土石流直行， 未依人工整流渠道蜿蜒而行 洪水暴漲 |
| 5 | 信義橋 (90.5K) | 橋之上下游堤防及引道遭淘 刷損毀南側橋墩受沖刷沉箱 部份裸露 | 河邊灘沿河道向下游堆移至 信義橋處，漫過原有低位階地 所造成 |
| 6 | 95.05K 及 95.5K | 路基流失一半；路面土石流 淤埋防砂壩部份損毀 | 河流淘刷；水在路面漫流、侵 蝕土石流沖刷、淤積 |
| 7 | 豐丘 (97K) | 房屋倒塌 10 戶、死方 2 人、 果園淤埋 14 公頃公路遭土 石流掩埋 | 土石流之堆積區、漫流本次風 災最大土石流地點 |
| 8 | 十八重溪橋 (98.1K) | 北側河床土石大量堆積，幸 未淤及橋面 | 東北側邊坡山溝土石流 |
| 9 | 陳有蘭溪橋 (99.2K) | 北側橋台、引道及一座橋墩 被陳有蘭溪的洪水沖走 | 水量過大，沖走橋墩攻擊岸 |
| 10 | 土場 (102.4K) | 道路崩坍、中斷 | 路基上方邊坡坍方 |

| | | | |
|----|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 11 | 同富社區 (106.5K) | 土石流，死亡 2 人；土石流沖入民宅順向坡滑動(營林區稜線後) | 位於山溝，土石流為過小之涵洞所阻，提早漫流，波及下方民宅。邊坡(表土)滑動 |
| 12 | 27 林班 1 (107~108K) | 路基滑失 | 邊坡滑動攻擊岸，河水沖刷坡腳 |
| 13 | 27 林班 2 (108.5K) | 路基滑失 | 邊坡滑動(頁岩順向坡)攻擊岸，河水沖刷坡腳 |
| 14 | 桐子林橋 | 橋墩傾斜、橋面下陷上游洪水沖走 1 人死亡 | 攻擊岸側被沖毀河流斷面大幅縮小 |
| 15 | 隆華橋 | 西側橋台傾斜造成橋面下陷 | 土石流沿引道而下於橋頭處傾洩，衝刷淘空橋台基礎 |
| 16 | 隆華國小 (109K) | 土石流掩埋民宅及隆華國小一樓建築物損壞 | 土石流漫流 |
| 17 | 新興橋 (110.6K) | 岸旁民受損(河岸擴大)橋墩被沖走，橋斷 | 土石流流動區河床刷深、擴大 |
| 18 | 神木村 6 鄰 | 產業道路橋樑被土石流衝斷死亡 5 人 | 高陡沖積扇台地(大坪頂)之陡坡崩坍台地上方有小規模泥流 |
| 19 | 神木國小 | 產業道路橋樑被衝斷 | 郝馬夏班溪與出水溪之大量土石在合流處堆積；後續之豪雨造成土石流 |
| 20 | 117.5K | 道路及民宅被土石流沖毀 | 位於土石流流動區土石流受阻於過小之涵管而漫流 |



圖 12 陳有蘭溪流域賀伯颱風前
衛星影像 (1996/6/5)

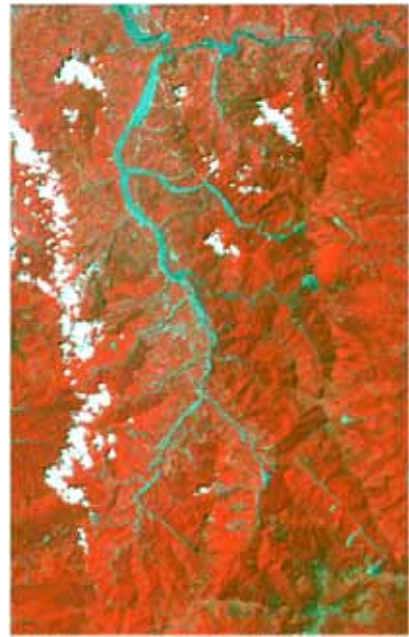


圖 13 陳有蘭溪流域賀伯颱風後
衛星影像 (1996/8/18)

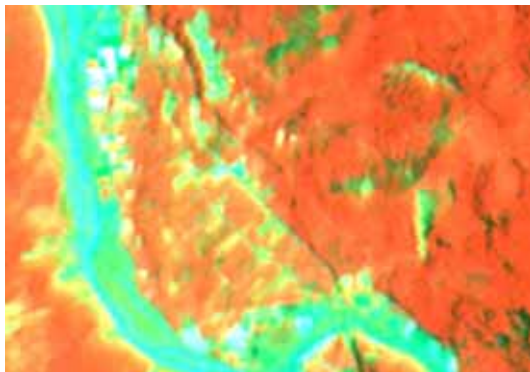


圖 14 豐丘地區賀伯颱風前衛星影像
(1996/6/5)

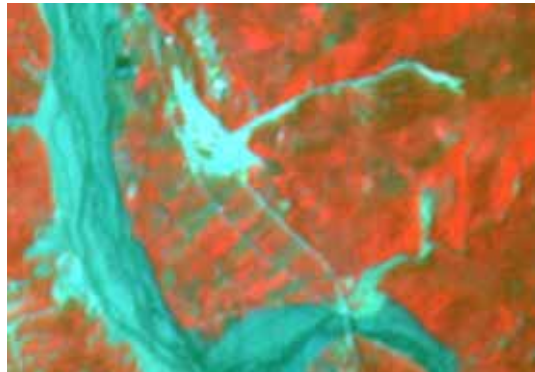


圖 15 豐丘地區賀伯颱風後衛星影像
(1996/8/18)

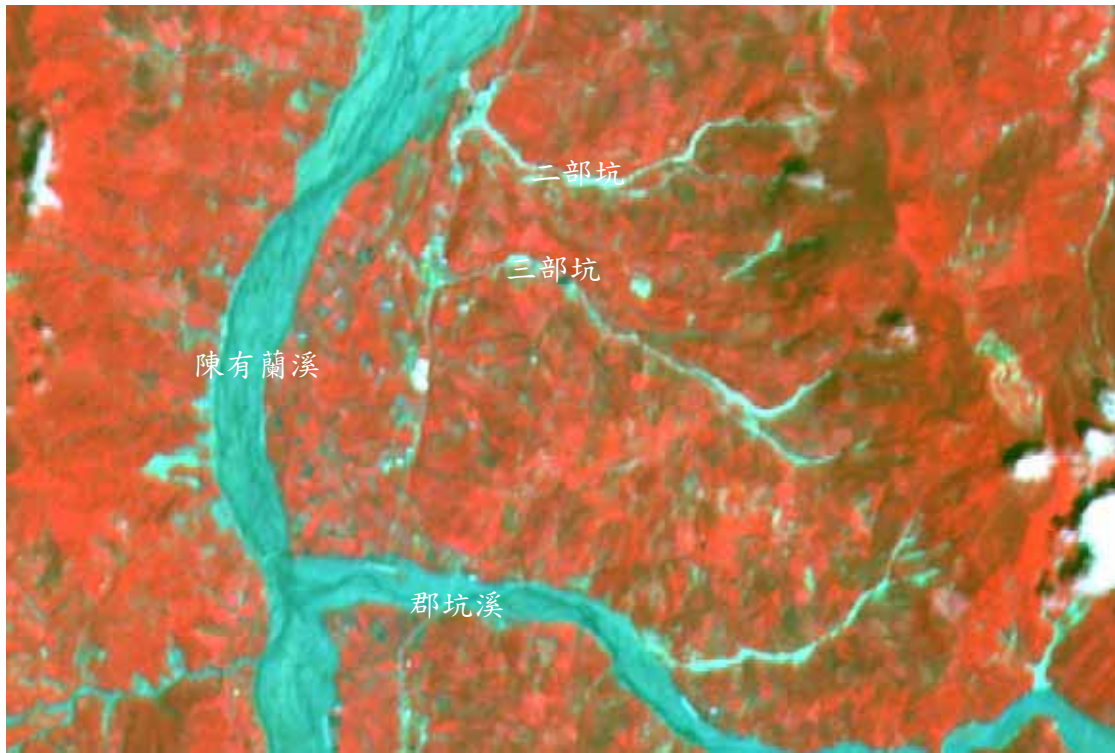


圖 15 賀伯颱風後郡坑口衛星影像 (1996/8/18)

(3) 集集大地震：

台灣西南部地區是島上地震最活躍的地點，而陳有蘭溪流域則又有地震震央集中的現象。地震多表示該地區地殼不穩定，露出在地表的岩盤也容易因地震搖撼而變成較為鬆弛的狀態。鬆弛的岩盤容易含水份，也較容易發生崩塌。故地震頻繁對一個地區的山坡穩定而言也是一項相當不利的因素。表 9 為台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表。

表 9 台灣中部地區九二一地震前後崩塌地對照表

| 縣市別 | 調查 年月 | 調查 範圍 (ha) | 崩塌 處數 | 崩塌 面積 (ha) | 每 100 公 頃崩塌 處數 | 每處平 均面積 (ha) | 921 後崩塌 處數 | 崩塌 面積 (ha) |
|-----------|----------|------------------|------------|------------------|----------------------|--------------------|------------------|------------------|
| 苗栗 | 73.9 | 86,610 | 61 | 28.06 | 0.07 | 0.46 | 316 | 100.70 |
| 台中縣 | 73.9 | 51,670 | 61 | 82.99 | 0.12 | 1.36 | 4,559 | 1,167.59 |
| 台中市 | 78.6 | 5,450 | 21 | 25.31 | 0.39 | 1.21 | 676 | 179.07 |
| 南投 | 77.9 | 114,560 | 155 | 562.55 | 0.14 | 3.63 | 15,561 | 8,749.64 |
| 雲林 | 76.6 | 8,150 | 63 | 116.02 | 0.77 | 1.84 | 857 | 1,100.43 |
| 彰化 | 75.9 | 10,020 | 31 | 31.32 | 0.31 | 1.01 | - | |
| 嘉義 | 77.9 | 43,250 | 200 | 242.98 | 0.46 | 1.21 | - | |
| 合計 | | 319,710 | 592 | 1,089.23 | 0.19 | 1.84 | 21,969 | 11,297.44 |
| 台灣地區 | 78.6 | 949,150 | 2,535 | 8100.32 | 0.27 | 3.20 | | |

資料來源：(1) 吳久雄等(1989)台灣省山坡地崩塌調查報告

(2) 中華水土保持學會 921 集集大地震坡地水土災害及復建紀實

(3) 農委會水保局

4) 桃芝颱風：

2001 年桃芝颱風於神木村測站之降雨量為 634 mm，雖然不及賀伯颱風 1986mm 之一半；但由於颱風橫掠中台灣，造成陳有蘭溪溪水暴漲，導致新中橫公路沿線多處橋樑中斷。郡坑堤防暨賀伯颱風之後又因桃芝颱風侵襲受主流沖刷造成堤防潰決，經依審核意見辦理緊急搶修工程 1,394 公尺(0k+428~1k+822)施作土堤並於前坡施設蛇籠保護堤身。圖 17 為桃芝颱風後郡坑地區航空照片圖，此次颱風於三部坑地區爆發嚴重土石流災情，大量土石由野溪上游直接往下衝破下游地區之民宅，災害照片如圖 18。表 10 為桃芝颱風新中橫公路橋樑災害一覽表。



圖 17 桃芝颱風後郡坑地區航空照片圖（農林航測所提供）



圖 18 桃芝颱風後三部坑地區災害照片

表 10 桃芝颱風新中橫公路橋樑災害一覽表

| 編號 | 災害地點 | 受災概況 | 搶修對策 | 災害原因 |
|----|------------------------------------|------------------------------------|--|---|
| 01 | 台 21 線 87K+500 郡安橋 | 淤積土石沖毀 橋樑。 | 大型涵管施築便 道。 | 土石流發生後土 石堆積。 |
| 02 | 台 21 線 88K+340 上安橋 | 完全遭土石流 掩埋。 | 施築便道，原橋另 行改建。 | 上游整治工程損 毀，上安橋遭土 石掩埋。 |
| 03 | 台 21 線 91K+000 信義橋 | 第一、二跨橋面 流失，水里端引 道沖毀二十公 尺。 | 以河底砂石為路基 施築便道。 | 橋樑淨空不足， 大量土石流無法 通過， |
| 04 | 台 21 線 98K+000 十八重溪橋 | 第一、二、三跨 橋面位移，第六 跨橋面落橋。 | 以搭鋼便橋方式搶 通。 | 東北側發生土石 流，堵塞橋孔及 掩埋橋面。 |
| 05 | 台 21 線 98K+100 陳有蘭溪橋 | 全部流失。 | 以埋設貨櫃或涵管 方式便道搶通。 | 上游土石流撞擊 筆石溪河口對岸 崩坍地後，合併 陳有蘭溪主流流 量，沖毀橋樑。 |
| 06 | 台 21 線 99K+900 筆石橋 | 第一、二跨流 失。 | 以埋設貨櫃或涵管 方式便道搶通。 | 瞬時流下大量土 石流 |
| 07 | 台 21 線 103K+104 望 鄉橋 | 第一、二跨橋面 流失。 | 以埋設貨櫃方式便 道搶通。(以堆積土 石及大型貨櫃充當 橋墩) | 土石流發生後撞 擊北側橋墩 |
| 08 | 台 21 線 113K+200-113K+700 松泉橋 | 橋樑全部流失。 | 以埋設貨櫃或涵管 方式便道搶通。 | 土石流及邊坡崩 落。 |
| 09 | 台 21 線 113K+200-113K+700 神和橋 | 橋樑全部流失。 | 以埋設貨櫃或涵管 方式便道搶通。 | 土石流及邊坡崩 落。 |
| 10 | 台 21 線 110K+300 新 興橋 | 橋樑全部流失。 | 以埋設貨櫃或涵管 方式便道搶通。 | 上游嚴重土石流 災害及湍急水 流。 |

四、敏督利颱風及七二水災

災害形式大多為落石坍方，導致山區部落對外交通嚴重中斷。依據交通部統計，颱風豪雨造成省、縣道 36 條道路於颱風期間交通阻斷者，合計達 134 處。其中因公路邊坡坍方所致者 115 處。公路受創於南投縣即有 49 處，台中、嘉義縣各 14 處，中部地區邊坡坍方災害合計多達 84 處以上，約佔總數之 63%。其中，新中橫公路受創較為嚴重，且沿線多處橫跨陳有蘭溪之橋樑，遭沖斷之數目亦為所有道路之冠。圖 19 及圖 20 分別為陳有蘭溪七二水災前後，自愛國橋以下於濁水溪主流匯流處之空照圖，比較水災前後之空拍照片，發現陳有蘭溪河面已明顯變寬，部分地區亦遭洪水淹沒。此外，上安堤防於七二水災時，由於左側坡腳長時間遭洪水沖刷，導致崩塌土石阻塞原有河道，造成河道狹縮。狹縮結果迫使洪水溢向右側，最終衝破上安堤防造成堤防後方大片葡萄園流失，圖 21 及圖 22 為上安堤防於七二水災前後之衛星影像。表 11 為敏督利颱風新中橫公路沿線災害一覽表，各個災害點之說明及照片，已詳列於本文及附錄。

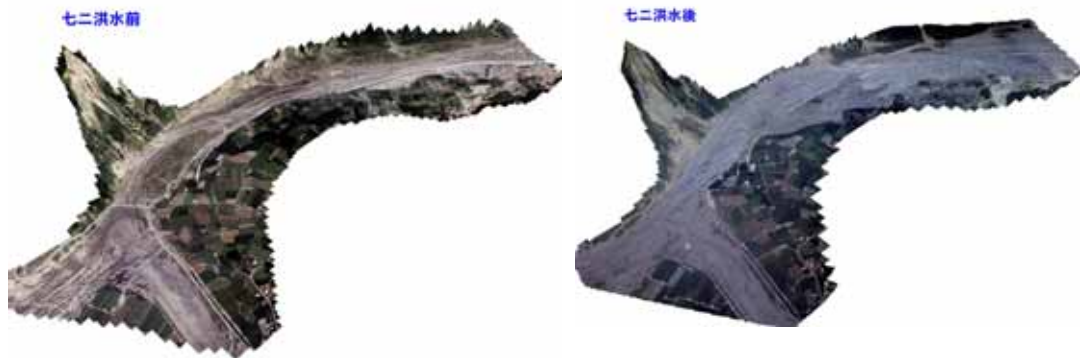


圖 19 七二水災前陳有蘭溪下游空拍圖 圖 20 七二水災後陳有蘭溪下游空拍圖

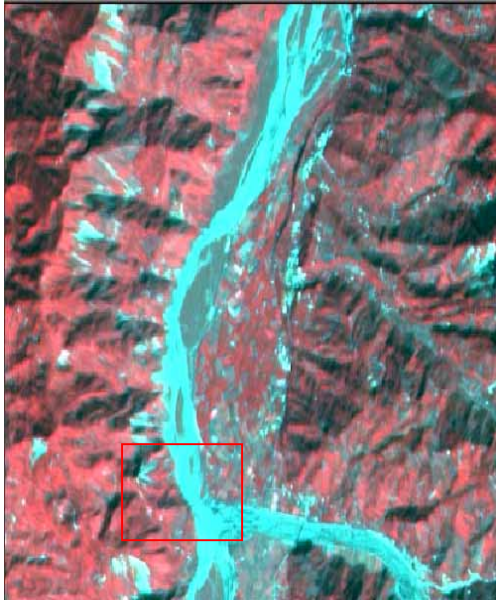


圖 21 上安堤防七二水災前
(SPOT 衛星影像)

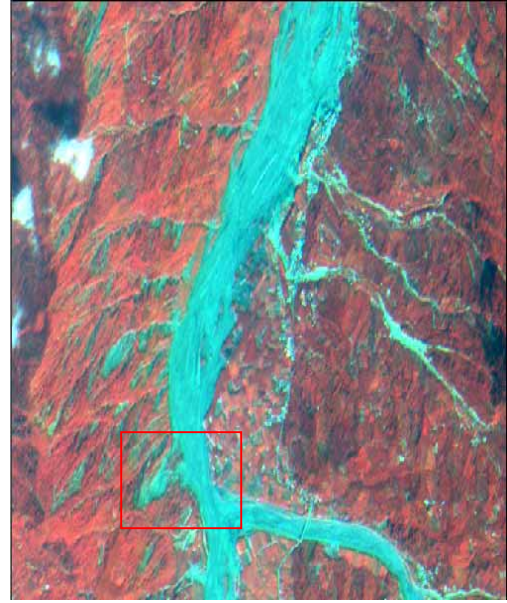


圖 22 上安堤防七二水災後
(ROCSAT 2 衛星影像)

表 11 敏督利颱風新中橫公路沿線災害一覽表

| 編號 | 災害地點 | 災害形式 | 受災概況 | 搶修對策 | 調查時間 |
|----|------------|-----------|--|-------------------------------|---------------|
| 01 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 陳有蘭溪、上安村至 郡坑口段堤防遭洪 水衝擊導致潰堤 | 於缺口處拋置混 凝土塊保護 | 93.07.06 |
| 02 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 愛國橋上游堤防遭 洪水沖毀 | 破堤處拋置混凝 土消能工，以防止 災害擴大 | 93.07.06 ~ 10 |
| 03 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害 | 台 21 線豐丘明隧道 端南端沙里仙洞橋 遭土石流覆沒橋面 及阻斷道路 | 短期方案為設置 便道、長期方案為 設置溪底隧道 | 93.07.06 ~ 10 |
| 04 | 南投縣 信義鄉 | 坡地災害 | 風櫃斗局部路段土 石崩坍阻斷道路 | 加固道路上、下邊 坡 | 93.07.10 |
| 05 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 十八重溪橋洪流淘 刷河床使橋墩外露 | 緊急設置便道 | 93.07.06 ~ 19 |
| 06 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 陳有蘭溪鋼便橋遭 洪水沖毀 | 緊急設置便橋 | 93.07.06 |
| 07 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 台 21 線筆石溪鋼便 橋遭洪水土石流沖 毀 | 埋設涵管設置便 道 | 93.07.06 |

| | | | | | |
|----|------------|--------------------|---|-----------------|---------------|
| 08 | 南投縣 信義鄉 | 洪水災害 | 羅娜橋產生裂縫 | 緊急設置便橋 | 93.07.06 ~ 19 |
| 09 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 農富坪橋兩岸之路 基均遭土石流及洪 水截斷，並造成堤防 嚴重損毀 | 橋梁向兩岸側拓 寬 | 93.07.06 |
| 10 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 隆華橋左岸橋台、護 岸與路基遭土石流 與洪水沖毀 | 橋梁向左岸拓寬 | 93.07.06 |
| 11 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 愛玉橋遭土石流淹 沒，松泉、神和鋼便 橋遭沖毀 | 緊急設置便道或 便橋 | 93.07.06 |
| 12 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 110 k 明隧道北端便 道路基流失 | 緊急設置便道 | 93.07.06 ~ 10 |
| 13 | 南投縣 信義鄉 | 土石流災 害、 洪水災害 | 神木大橋右岸路基 崩陷，愛玉子橋左岸 橋護岸損毀 | 緊急拋置混凝土 塊護基工 | 93.07.06 |

五、災害檢討

新中橫公路自民國 80 年通車開始，初期因道路開挖工程造成邊坡不穩定之影響，又因施工前規劃的水土保持措施，不足以應付多處崩坍及棄土滑落的問題，導致 1994 年之提姆颱風造成公路沿線多處土石流及坡地災害。經過一段時間後，公路沿線已有植被覆蓋，顯示邊坡至少處於暫時穩定狀態。故 1996 年賀伯颱風大多以土石流災害及路基流失居多，邊坡不穩定之情況並未發生。

然而陳有蘭溪流域因有震央集中現象，導致集集大地震後大量崩塌土石堆積於陳有蘭溪流域，並於 2001 年桃芝及納莉颱風過後被帶至下游處，導致當時新中橫公路多處橋樑遭大水挾雜之土石沖毀。此次敏督利颱風之降雨強度與桃芝颱風相當，而累積降雨量為桃芝颱風之四倍，故於桃芝颱風受創之十八重溪橋、陳有蘭溪橋、筆石溪橋、松泉橋等於敏督利颱風過後又再次受創。此外，比較表 2 及表 3 所列之賀伯及敏督利颱風災害點發現，十八重溪橋、陳有蘭溪橋、隆華橋

以及 110K 附近均有災害發生紀錄。因此，由歷年災害之發生結果得知，新中橫公路沿線因地質、地形、氣候等天然條件不佳，易因颱風豪雨造成路基流失、土石崩塌及橋樑沖毀等災害。

六、災害分析與策略

敏督莉颱風及七二水災過後，造成陳有蘭流域週邊道路及橋樑嚴重受損。近年來，自賀伯颱風、集集地震、納莉颱風、...數次災害，亦帶來相當損失。如南投縣之神木村等特定地區，政府已投入大量之資源；每當災害過後屢壞屢修，已引起政府的公共投資是否須一再投入之省思。如何判定是否投入資源，應投入多少資源，乃為此次災害後，所應審慎思考之議題。本組依據現地勘查之結果，提出下列修復策略。

(1) 道路修建

台 21 沿線道路多處受崩塌土石阻斷及橋頭處之坡腳遭洪水沖刷，因而導致橋頭附近之路基流失。經現地探勘結果顯示，由於部分道路開發使得道路旁邊坡及溪谷旁多處路基之坡腳幾近直角，易因豪雨及洪水沖刷之影響而發生坡地災害。故未來需加強道路邊坡及路基坡腳之加固工作，以減少坡地災害之發生。此外，為因應目前政府財政困難之限制，須對該路線需修築之道路及橋樑部分，蒐集相關資料進行整條路線整體性之考量，先定位公路服務目標與品質，再決定局部修復之方式。且不應花費過高經費於環境地質變動區域，採用簡易工法施作暫時工程維持通行，並提高附近居民對於臨時構造物之警覺性。

(2) 河道治理

上安堤防於七二水災時，由於左側坡腳長時間遭洪水沖刷，導致崩塌土石阻塞原有河道降低通水斷面，因而造成河道束縮。束縮結果迫使洪水溢向右側，最終衝破上安堤防造成堤防後方大片葡萄園流失。因此，未來對於堤防之修築設

計，除了考量符合水理計算之通水斷面要求外，應嚴防上游土石堆積而提升河床高程，以及溪流側邊之土石滑落造成河道束縮。

(3) 植生保育

由於植物具有強大抓地性及涵養地下水源之功能，一旦遭遇破壞，即會造成嚴重之山崩、土石流等災害。譬如，對本次災害相關媒體均大幅報導孫海橋橋面板遭沖毀事件，導致山上農作物無法運下山之問題，連帶也牽扯出丹大林道珍貴物種長期遭開採之問題，故應加強水土保持，減少森林開發。

(4) 順應原則

以往工程界有句話說：「人定勝天」，故自 921 地震以至於納莉及桃芝風災過後，大多以緊急搶修破損之工程構造物為救災第一要務。然而，土石流係將土石由河川上游往下游運搬，為一種自然現象。如將土石阻於上游，日積月累之下，越來越多的土石將形成更大的問題。因此，順應原則的復建策略，應是採「疏、導」土石流的流動，不但不予阻擋，反而要協助其自然地往下游移動，並在其過程中減低對環境衝擊及生命財產損失。

(5) 清除淤積

從流域整體考量，作經常性檢討及加強河域管理。必要時進行河床之疏淤、整理，以避免因泥砂淤積而刷深河床或側岸崩塌，增加溪中土石量。此外，濁水溪流域廣大，應結合水利署河川局、設施主管機關、地方政府力量等，借重產官學界專家學者客觀公正評估，妥善進行疏淤作業，在合理管理機制下，將此等砂石資源全數用於此區域之河川整理、山域整理等復建工作。所採集砂石亦可提供於公共建設使用，抑制建材物價之上漲。

(6) 限制開發

目前山區仍有許多部落，早期因開發等相關因素居住於危險區域附近，尤其是在土石流堆積區域。現階段水保局已劃定全國 1420 條土石流潛勢溪流之危險

區域，除了應規劃、控制土石堆積範圍，以減少侵襲社區、農田之機率外，還須加強現地居民「危地不居」及「自我組織」之觀念，尤其在河道容易變遷處，如上安堤防附近，實不利於長期定居；並教導民眾平時自我組織救助隊，如遇到緊急災難可於第一時間進行搶救。然而，政府對極不穩定區域限制開發之同時，亦需考慮採行「居民重置」之作法，以減少未來之生命財產損失。

(7) 強化互助

災害搶救工作牽涉到地方縣市政府、鄉鎮公所及中央單位如：林務局、水利局、水保局、公路局等之業務。如何加強地方與中央單位防救災資訊之流通及互助合作，加強橫向聯繫為往後災害搶險及復建時注意事項。

(8) 災害紀錄建檔

由於國內相關工程建設長久存在著設計圖說或維修紀錄保全不周之缺憾，使得災害發生導致相關工程設施遭致毀損時，無法有效取得當初設計之考慮事項且難以釐清之相關權責。因此災害紀錄及工程修繕紀錄需建置完整之復建工程資料庫，包括：災害類型、發生時間、修繕工程名稱、修繕方式、修繕經費、執行單位、維修成效紀錄、負責人、...等，以利後續責任歸屬之釐清，並可追蹤其復建成效。

(9) 環境基本資料庫

山區由於過去人煙稀少，且近年來自然災害發生頻率高，對於環境基本資料的建立及定期更新是防救災不可缺的基本工作，為了國土的保安工作，完整環境基本資料庫，包括：正射影像、衛星影像、地形圖、地質圖及災害潛勢圖等 GIS 資料，皆是防救災首要工作。

(10) 技術考量優先

將修復工作回歸至技術層面上，尊重專業，成立技術委員會，制定策略工作方針，以減少政治因素干擾。

(11) 社會教育

修復能否執行成功，仍有賴社會大眾之努力，加強防災教育宣導，讓民眾了解防災之重要性，建立起防災基本知識。教育民眾復建工程設計頻率與限制，接受部分區域較低服務品質之「即壞即修」之觀念，以節省國家資源及尊重社會公平。並加強宣導國土保安意識，建立社區居民守望相助，以利防救災工作之進行。

生態工法的省思與建議

台大土木系教授暨專案執行長 鄭富書 提供

目 錄

| | |
|----------------------|------|
| 一、前言 | K-2 |
| 二、生態工法的緣起 | K-3 |
| 三、國內生態工法的發展 | K-4 |
| 四、生態工法的涵義 | K-4 |
| 五、生態工法的基本定義 | K-5 |
| 六、生態工法有關的爭議 | K-6 |
| 七、工程設計時的基本考量 | K-7 |
| 八、生態工法的廣義定義 | K-10 |
| 九、因應生態及環境特色的作法 | K-12 |
| 十、結語 | K-17 |

一、前言

88年9月21日發生的集集地震，在國內造成大規模的山崩數目及體積(含有尚未崩落，表面卻已有裂縫、鬆動土石之坡體)，在山區的野溪流域內積累了大量的土石，伺機而動；嗣後，歷次的豪雨，尤其是90年的桃芝颱風及納莉颱風，陸續帶來了豐沛的雨量，造成大規模的土石流、山崩裸露面積擴大及新生山崩，這些「自然現象」導致人命傷亡及財產農作物損失而形成災害，在媒體的大幅報導之下，乃成為國內大眾關注的議題。

集集地震後，生態工法在國內大力推行，尤其是地震受創嚴重的重建區內，施行更為徹底。在重建區所採用之生態工法，常見的措施有：刷坡、打樁編柵、截水分水工(如橫向及縱向排水溝)、植生、裂縫填補、風搖危木移除、砌石牆、砌石潛堤…等工項。這些工法的特色在於：(1) 經費低廉，以人力施作為主、避免以大型施工機具施作(須開築施工便道)，進一步造成山體之擾動，並且可以大規模、大面積同時施作；(2) 採用自然材料，儘量利用現地資源；(3) 重視工程措施與自然生態的協調性，減少工程措施對生態、環境及生物多樣性的損害；(4) 以僱用在地人施工為主的作法，重建國人對在地環境生態及資源保育工作之關心。

惟一般民眾對其這些生態工法的「阻擋能力」、「強度」、「施工品質管理」、「耐久性」有所存疑，認為如能採用往年習見的混凝土材料，即一般所謂的傳統(土木)工法，作為擋土牆、攔砂堤、護岸，應能具較高的阻擋與保護能力，對「安全性」更有保障。另一方面，土木工程界對於何種場合或區域該採用上述的生態工法，何處不該採用而另行應採用土木工法，頗有意見；一時之間，「生態工法」與「傳統工法」頓成分庭抗禮之勢，激發不少辯論與批評。筆者們有為土木學者、任教於大學或具大地工程技師身份，奉命處理中部局部地區受桃芝颱風肇災之復建事宜，於是投入地震重建地區治山防洪復建工程、公共設施及建物維護及遊客、民眾生命安全保障工作，對生態工法與傳統工法有機會得以密切觀察，基於對於基本學理與實務的瞭解，提出淺見供大家參考。

二、生態工法的緣起

生態工法之雛形，早見於 1930 年代之德奧。當時歐洲地區因工業發展迅速，各項民生及工業原料需求甚大，大量開發自然資源如採礦、伐木、開闢道路及都市發展等，造成原本平衡之生態系統不勝負荷，導致阿爾卑斯山區之鄰近數國山崩、洪氾等災害日益嚴重。因此，1938 年德國 Seifert 首先提倡近自然河溪整治的概念，旨能夠在完成傳統河流治理任務的基礎上可以達到接近自然、廉價並保持景觀美的一種治理方案。

其後美國學者 Odum 等曾於 1962 年提出應用環境自律行為之生態工程觀念，首度提及「生態工程」一詞，並將其應用於鹽水湖及濕地污水處理。Straškraba 等學者也於 1984 至 1985 年間於歐洲各地如德國、捷克及荷蘭等地出版生態工程或生態系統之相關著作，認為生態工程系指基於對生態的深度認知，一種用於進行生態系管理的技術。

1989 年，生態學家 Mitsch 彙整在此之前各相關領域學者所提出之觀念及工程技術，出版「Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology」一書，首度明確界定生態工程之觀念與範疇。而「生態工法」便是其所提生態工程四大應用領域之其中一環，目的在自然環境遭人為嚴重干擾後，以工程方法協助生態系恢復其自然狀態。自此生態工法的發展與學門可謂正式誕生，相關研討會及專門之科學期刊不斷問世。國際生態工程學會（1993，IEES）及美國生態工程學會（2001，AEES）也相繼成立。

亞洲的日本也於 1970 年代也開始出現反水泥化、溝渠化的溪流整治構想，1984 年並導入「近自然河川工法」及「近自然工事」等專屬用語並舉辦相關研究會，學習歐美採生態工法，重新復育河川，至今完成超過一千公里以上河段之復育與整治。

三、國內生態工法的發展

至於國內，自水泥、鋼筋開始大量應用於營建工程後，早期之治山防洪等工程，觀念常見著重於：阻擋山崩、洪水之水路控制等原則進行相關工程設計，局部地區(或保全對象)安全性維護為最高指導原則。自 1990 年代起，人民生活品質逐漸提高，對於遊憩需求增加，因此環境綠美化及親水功能逐漸被導入至河川治理之中。政府單位亦委託學術單位，結合土木、水利、水土保持、森林、動、植物及建築學門，進行集水區中營造親水環境及採用生態工法之相關研究。此外，立法院通過九二一重建特別預算時，附帶決議要求盡量使用生態工法，至此，生態工法於國內大幅推廣及採用，大量運用於九二一重建區之土石流源頭及崩塌地整治，社會大眾也開始了解工法之施作情況。

2002 年 2 月 7 日行政院公共工程委員會正式成立「生態工法推動諮詢小組」，五月起，四大部會也陸續成立「生態工法推動小組」，積極推廣生態工法。為增進社會大眾及相關工程人員對生態工法之認識與瞭解，工程會於 2003 年起在全國各地舉辦「生態工法博覽會」及「生態工法人才培訓講習會」。而為積極培育相關人材，2002 年 8 月召開國、私立大專院校「生態工法課程規劃會議」，部分學校已於工程領域開設生態工程相關課程，台灣大學也於 2003 年起開設「生態工程學程」，擬將生態工法理念根植至大專教育之中。

四、生態工法的涵義

隨著人類大量開發自然資源以因應社會發展的步調，由於未能刻意減少對生態環境的干擾，導致自然生態逐漸失衡；小至坡地崩塌，大至物種棲地減少，不少生物種類因之族群大幅減少，乃至滅絕，並不罕見。如欲減少對生態環境的干擾，災害的防治不宜單就單一層面進行控制，而是應以整體環境加以考量；「生態工程」因此孕育而生。其係指一以生態系為環境管理之基本單元，永續經營的生態系統設計，此一生態系統整合人類社

會與其所在之自然環境，並使二者都能受益，是在人類活動空間與自然環境間尋求一種「平衡」的手段。

因此生態工法內涵，就廣義而言，是對於環境中各種自然生態及生物棲息地的尊重，所做的環境保存、維護、永續利用、復舊及改良工程，包括以生物與非生物材料之最適當應用，而達到環境之和諧性。狹義的內涵，則指因地制宜適地適作，採用當地可應用資材，以融合周邊地形自然景觀，減少造成生態環境之衝擊為理念設計，營造生物多樣性生存空間，創造兼具安全防災及生態復育功能之工法。

由以上涵意，工程在規劃階段就需要研判，何者以防災建設為主，何者以景觀綠化為主，何者以自然生態為主，因地制宜，適地適作，這種思考法則也是往後生態工法推動時，必須先建立起來的技術，以循序漸進的方式，考量其應用範圍及目的，於生態及安全間取得最佳平衡點。

五、生態工法的基本定義

就字面而言，生態工法係為達成維持生態目的之一種手段，包括了「生態」與「工法」二種意義，生態係指生物之共存共榮，而工法則是一種手段，以利人為主，帶有「安全」的意義。在 1989 年生態學家 Mitsch 提出生態工程時，形而上定義其為：「使人類社會及其所在環境皆能受益之設計」，而至 1993 年五月，美國 NAS (National Academy of Sciences) 所主辦的生態工法研討會中，其定義更改為：「設計一能整合人類社會與其所在自然環境，並使兩者皆能受益永續發展之生態系統」。會有這樣的轉變，是因為人類對於自然生態的運作原則，有了新的體認。人類社會從最初所信奉的「人類中心主義」(anthropocentrism)，因 18 世紀以降，預見生態浩劫的科學家結論，惟有改變人類對自然的態度，才有可能解除日益籠罩世界的生態危機，「生命中心倫理」(biocentric ethics) 的觀念於是開始發展，除了人類以外，其他的生物亦會感覺到痛苦，亦有生存權利。

根據生態工程之定義，其為一種人類與環境互利之工程，而生態工法

既歸屬於生態工程中之一環，著重於生態復育及環境整治，其定義也應相去不遠。國內行政單位，透過公共工程委員會所設立之生態工法諮詢小組，於 2002 年 8 月決議國內生態工法的定義為：「生態工法(Ecototechnology)係指人類基於對生態系統的深切認知，為落實生物多樣性保育及永續發展，採取以生態為基礎、安全為導向，減少對生態系統造成傷害的永續系統工程皆稱之」，冀望達成人類開發及工程措施能與環境互為兼容的目的。

六、生態工法有關的爭議

不可否認的，生態工法自在國內推動以來，是有不少爭議。觀其爭議來源，有以下因素：

- (1) 自九二一震災重建經費經立法院通過時附帶決議要求盡量使用生態工法，於是在嗣後的復建、救災工程計畫中，有部份工程須經由公共工程委員會之「生態工法諮詢小組」先期審查；如果相關工程未將生態工法納入其工程計畫之中，可能會無法順利獲審查通過施作。因此，或有「不情願」或「不成熟」的生態工法施作情事發生。
- (2) 部份工程界人士對生態工法之內涵認識或有所不足，或受制於執行時限的壓力，在工程設計的過程中未能容許引入真正考量生態及環境的作法，導致所謂「生態工法」的執行有所偏差。

例如：為了面片化實現生態工法「多孔隙」的要求，出現了過長的蛇籠護岸，而未依據河流水理原理，區分攻擊岸、堆積岸，作強弱不同的因應設計；在超高且不穩定的陡坡施作打樁編柵工程，然而樁貫入不夠深，往往一經豪雨沖刷，即告失敗。也有出現堤岸內部實為鋼筋混凝土，而外表則飾以「漿砌石牆」的「折衷」作法；結果外表似為砌石牆，卻無砌石牆的透水性，當然無孔隙容許動、植物生存其中，失卻了維持生態的本意。

- (3) 生態工法的名義有時似乎也遭到有意、無意的誤用。例如：有些水泥

護岸只種些花花草草就叫生態工法；滿是人工鋪面的親水設施，只在上面鑲些碎石，也叫生態工法。隨著生態工法被誤用、濫用情形的出現，大家對生態工法的負面印象也越發地深化了。

- (4) 生態的考量與保全的需求，由於兩者終局目的直接衝突，大家對在何時、地、條件下，該採用何種工法，各有所堅持，莫衷一是。加上在重建區內之工程，是以地震豪雨致災之復建工程為主，有其災害復建防災之急迫性，而且在新的致災因素來臨、再檢驗前，很難斷論工法之適用與否。

在兩者意見缺乏足夠的對談、商討、共議更佳之解決方案之下，兩者見解的歧異目前尚未能獲得合宜的解決，使得兩者皆能接受的作法也遲遲未能出現。

七、工程設計時的基本考量

本文作者們無意介入「生態工法」與「傳統工法」的論戰，也無意採用質疑與批判的角度來論斷誰是誰非。不過，爭議仍應釐清；在釐清爭議之前，讓我們先退回技術的基本面再出發，從新思考一下工程設計時應有的考量：

(1) 安全考量

若施工地區有特定保護對象，如住家、居民、農田、公共設施、維生及電訊管線、…等時，且無法遷移及有保全必要時，則提高安全性的工程設施可以優先考量設立及施作。工程的設計，更應審慎進行，須進行系統性的安全性評估從而決定工程配置、防護等級、安全係數設定；接著，進行各設施的力學檢算及坡面穩定分析，從而決定設施之合適設計。應該要注意的是面對大規模的天然災害，就如果缺乏系統性考量時，使用鋼筋混凝土的工程不一定比自然材料構築而成的工程安全而能減少人命傷亡與財產損失。

此時，生態及環境的考量並不一定要犧牲；反而，生態的考量有時可以挽救工程思慮不周所可能導致之失敗。例如：有一道路路基因雨水淘刷流失而破壞，而工程設計則採用高達 10 米懸臂式混凝土擋土牆來形成路基；當然，這擋土牆經過審慎的力學分析，是可以支持路基的荷重而不致崩坍。然而，如果設計者的考量並不周全，忽略了造成路基破壞是地表四處漫流的水，是野溪的向源侵蝕；即原設計只針對自然現象的後果(路基崩坍)進行防、阻、擋，卻未針對自然現象的原因(地表水漫流、野溪的向源侵蝕)進行絲毫的改善。是以，儘管可以預期剛完工時，擋土牆可以自立，惟未來幾經雨水侵蝕之下，此高、強擋土牆之基礎勢將流失，不免仍遭失敗命運，而這樣的例子，在工程案例中屢見不鮮。

考量生態環境的作法將是：(1)將道路上坡沿路面集流而來的地表水，設立數道橫越道路截水溝，將之分段截水，使得地表四處漫流的水受截而分散於數個野溪排出，減少對該崩方路基的集中侵蝕；(2)在截水溝下方設立跌水消能設施，減少水對邊坡的侵蝕力量；(3)受損的路基，採用短 L 型混凝土擋土牆形成路基(必要時佐以少量之岩栓或地錨)，其下側方則施作砌石牆來穩定路基下方邊坡。砌石牆的基部應加以穩固；是以，砌石牆的基部可以採用漿砌石牆的作法，提高牆身的等效凝聚力；(4)為了避免向源侵蝕未來再淘空砌石牆的基礎，野溪下游兩側的邊坡施以植生、坡腳穩定、輕型短砌石護岸等措施，來舒緩向源侵蝕作用。前揭作法，係基於對生態及環境特性的認識，針對肇災原因，綜合採用傳統工法及生態工法，來解決問題與達成工程目的。在此案例，俗稱的傳統工法與生態工法並不對立，反而攜手合作，共同解決問題。

在工法的內容中，如果對生態及環境特性的考量不完整，或者大自然的作用力過大的情況下，不管是所謂的「生態工法」或「傳統工法」，均無法達成確保安全的目標，這一點是值得注意的。

(2)生態考量

若施工地區為生態保護區、特有或保育生物之復育區、或自然的動、

植物棲息地時，則應考量工程對生態及環境之干擾及負面效應；設計規劃時盡量減低外物之導入及人為干擾，以維護生物、棲地及環境自然生態體系的自然運作為原則。

具體的作法，包括：(1) 如何善用當地材料(土、石、植生等材料)，施工過程及工程結構如何降低對當地生態影響，進而達到當地環境、生態復舊及再生為主要課題。例如七家灣溪櫻花勾吻鮭避洪水道之設計，即應針對目標物種之生活史詳加調查，慎選施工時間及施作方式，儘可能達到其要求之最適棲地，而非僅著重於結構物之耐久或安全性；(2) 工程所破壞的棲息地，可在工程鄰近地區覓地重建棲息地，在棲地總量上避免持續減少；(3) 引進外來植物，應慎重進行之，如果外來植種適應能力佳、競爭能力強，則應判斷是否會影響本土植物的生存機會；否則反而會造成本土生態的浩劫，小花蔓澤蘭的引進，即是一例。

值得省思的是：光是打樁編柵、石籠、或建花壇草皮的綠美化工程不等於生態工法；重點在工程配置中是否有成熟的生態考量及因應的設計。如果在不必要建設的地方施作工程，不管方法如何接近自然，都是破壞生態的行為。

惟目前台灣近年的工程案例中，所謂生態工法之應用，有些僅止於「利用自然資材」及綠美化，而未能善盡完整的生態調查工作或周詳考量；在這些主觀的狹隘化後，工法應用有時反而因不當的人為設計，導致生態或安全上的問題。利如大老遠從外地運來石材建砌石牆、或引進具侵略性或現地長成不易之外來植物；其所耗能源、金錢，甚至資材之來源都與工法原意相去甚遠；故體認生態工法之真正涵意，是工程設計、施工者所應深切了解之課題。

(3)經濟考量

除安全及保育之考量外，設計時亦應注意工程設施之經濟性，人工設施的功能與必要性是應用生態工法前重要的考慮要項之一，以避免資(能)源過度浪費。在先期階段之土地開發規劃及評估時，即應就土地開發之必

要性與程度，環境保育及所需建構之防災設施進行整體評估，進行投資效益之分析。換句話說，工程方法的選定已是作業程序的後期階段，施作或開發的「必要性」必須在工法選定前先前決定。

在決定工法方法之際，成本的考量亦不可或缺。以 3 米高的擋土牆而言，砌石牆的成本為混凝土重力式擋土牆的三分之一，且施工期間僅為四分之一弱。另坡面保護工，打樁編柵的成本為型框植生的十分之一至廿分之一，施作時間較短。土木工程之施作地點往往為「點」(如建築物、填工)或「線」(如高速公路、隧道)，而較少為「面」的佈設(如山坡地的穩定工程)。由於土木工程的服務對象往往量體極大(如交通量)且保全等級高(如高速公路及高速鐵路等工程如有石塊墜入交通線，可能肇致重大傷亡)，所以成本極高。如不問「必要性」而任意提高工程的安全等級的作法，逕行施作於廣大的「面」之中，尤其是在集集地震重創後的中部高山區域，所涉及的成本勢將為天文數字；國家再有錢，也負擔不起。

即工法的選擇，成本及經費是否有餘裕是額外的限制，無法在「安全第一」的口號之下，任意提高安全等級，如此只是會將國家財政拖垮，對整體社會的永續發展，並無益處。

成本的考量不應僅著重於工程本身所耗費之金錢，而應加入本益比的概念。各種成效諸如產經影響、生命安全、自然生態等皆需考慮在內，不浪費成本於無效益之工程上，且獲得最大效益於該做的工程上。

八、生態工法的廣義定義

生態工法的定義，如果採用廣義的角度，凡是「可以順應生態及環境的特性，減少對生態及環境的干擾及破壞，儘量維持生物多樣性，而訂定其目的與作法之工法」，皆謂之生態工法。

對於此定義進一步的瞭解，首先，有必要認識我們所處居地的生態及環境特色：

1. 抬昇的島嶼與增量的土石 - 受到菲律賓海洋板塊與歐亞大陸板塊斜聚合作用的影響之下，台灣本島自蓬萊造山運動以來，超過二百萬年，一直受到抬昇；其抬昇量最大可達每年一至二公分。

如果以全島 40%面積，每年平均受到一公分的抬昇量來計，假設抬昇與侵蝕達到平衡，則老天每天賜給台灣的土石量即達每日一百萬噸的巨量。這些巨量土石，在高山受到地質構造破裂、風化、解壓等作用而裂解，復受到重力崩落、水流運搬之下，一路緩緩而下，達到海邊，遂於原本是大陸棚的淺海，逐漸堆積成廣大平原，作為我們平日安居、生產之處所。

如果這些土石源源不絕的運搬程序，受到干擾或中斷，我們馬上要面臨兩大問題：其一，大量土石蓄積於高山地區，具大量位能形成不穩定力學系統；有朝一日終將大量且快速崩瀉而下，可形成劇烈大災害；其二，平原地區的土石供應如遭切斷，在海流日續一日的侵蝕之下，海岸線將日益退縮，面臨居地減少的窘境。

2. 山崩、土石流 是自然生態環境的一部份 - 山崩、土石流是土石運搬的開始程序，是一種自然現象，而不是災害；如果山崩、土石流造成人命傷亡與財產損失，方是災害。

惟山崩與土石流這些自然現象，不必然會造成災害。如果，在山崩、土石流的高潛能區域，能夠減少居住與開發，則肇災的機會與災害的規模可因應減少；或者，如果能夠控制山崩、土石流的範圍及規模，肇災的機會亦可以降低。

3. 土石流往下游運搬 是自然生態環境的一部份 - 如果只靠重力崩落，土石難以運搬至遙遠的海邊，須有水流的協助，方可達成。是以土石流、洪水流是自然的力量，藉以達成運搬的程序。
4. 地形及河道變遷 是自然生態環境的一部份 - 在土石受水流運搬的過程中，河道因沖積堆高而更改流槽；地形因侵蝕而成侵蝕溝、成瀑布、成瀨、成潭，因土砂堆積而成灘、成沖積扇。在自然的運搬過程中，又

常因沿岸山崩、支流會合等而改變地形、河道，這是生態與環境的一部份，惟有體認這一事實與特性，方可擬訂合宜的措施。

5. 生物多樣性 是自然生態環境的一部份 – 在我們所處的環境之中，人類是無法單獨生存的，動物、植物、乃至細菌，都是維持我們生存的要件；在維護生物的多樣性之際，也在維護人類生存的機會。如果考量人類真正、長遠的利益，應減少對生物多樣性的戕害，在生物共處的環境之中應維持生物多樣、共同和諧生存的環境；這是我們在選擇工程措施之際，不可或忘的重要事情。
6. 地震、颱風、豪雨 是自然生態環境的一部份 – 台灣處於中低緯度、周圍有海洋的板塊擠壓邊界，伴隨而發生的，有透過地震形式來釋放板塊擠壓所累積的能量、有颱風、豪雨等自然現象，作為山崩、土石流的觸發因素。這些自然現象，正是我們所處的生態及環境的一部份，是「有常」而非「無常」，也就是說生態環境的變遷是常態，而不是異常。工程措施，只有正視這些常態、動態的自然現象，方能研擬出合宜的因應對策；相信人定勝天、一勞永逸的工法是不存在，且不切實際的想法。

九、 因應生態及環境特色的作法

由於台灣所處環境，存有抬昇、崩坍、土石流、洪水流、颱風、豪雨、淹水、…等各種動態的自然現象，具生態及環境的處理策略，即是「順應原則」。「順」者，我們不再逆勢而為，不阻擋山崩、土石流的發生，不阻止土石的自然運搬過程，亦不阻止土石在河道中適當的地區堆積下來。

「應」者，我們將針對所處生態環境之特質，採用因應的開發、復建作為。例如：危地不居，減少自然現象的肇災機會；工程措施不以阻、擋為目的，而改以順利運搬、無害通過為目的。

順應原則之內涵，宜包括：

1. 人為開發應減少對生態與環境的影響；
2. 工程措施應減少對生態與環境的影響；
3. 生態資源的應用應順應生態與環境的特性。

採用順應原則的工程策略，可以包括以下各方式：

1. 工程目的由「阻、擋」策略改為「疏、導」策略 -

由於土石流將土石由河川上游往下游運搬，是一種自然現象。如將土石阻於上游，日積月累之下，在上游屯蓄越來越多的土石將形成更大的危機。因此，順應原則的復建策略，應是「疏、導」：土石流的流動，不但不予阻擋，反而要協助其自然、順利地往下游移動。

2. 「一次大量發生」改為「多次小量發生」 -

山崩、土石流等，量體愈大，運動速度愈快；是以，如果一次發生的量體太大，可危及山區及其下游居民的安全；規模過大，肇災機會為之大增，而防避災愈難。本文雖是採用「不阻、不擋」的策略，惟主張仍應控制其發生的量體，由「一次大量發生」，改為「多次小量發生」，如此可以減少其影響範圍、減少其衝擊力、減少肇災機會。

此發生量體控制略策下的具體作法，至少有：(1) 加強水土保持，減緩在集水區上游崩落土石、侵蝕土體的快速累積；(2) 減少開發對森林、水土保持的破壞；(3) 涉及保全對象安全之邊坡，可採用生態工法，提昇邊坡之穩定性。

3. 當「保全對象」顧慮低、甚或沒有保全對象時，符生態考量的工法之目的與作法 -

山區野溪集水範圍內的邊坡，除非有重大保全對象，原則上對一般邊坡不加以阻、擋或採行其他作為，容許崩坍自然發生，及其後續之運搬程序。惟對於因地震或豪雨所造成山崩後之裸露邊坡，如果接近保護對象，如住家或公路等公共設施，則可施作「穩定」措施，如裂縫填補、打樁編柵、植生、截水分水工等作法。

這些工程措施的目的，在於穩定邊坡，不在於阻擋崩坍的發生。即以區域而論，所謂「穩定」的目的在於減少總崩坍之次數、總崩坍的量體，讓重力崩落的程序由激烈進行改為緩緩進行，而非將工程目的設定於「不讓崩坍發生」。

常有爭辯：施作生態工法的邊坡，可否阻擋邊坡之崩坍？其實，正確生態理念的運作，根本不應阻擋邊坡崩坍的發生，局部邊坡的少量、緩崩坍，不但為具生態理念工程方法所容許的，且正為其目的。反之，如果工程目的為「完全不容許山區邊坡崩坍發生」，不管採用目前習稱之「生態工法」或「傳統工法」，均非具生態及環境真正認識之作法，即不是真正之生態工法。

所以，評斷一個工法是否有效，如生態工法，應先瞭解其施作目的：如果其目的為減少崩坍總量與面積，則檢討其成效時，應以區域之崩坍總量體、總合面積、出現頻率、觸災因素來衡量，而非以局部邊坡是否崩坍來判斷工法之成功或失敗；如此評論，恐有失焦之虞。

如果，其目的為阻止崩坍發生，恐應先檢討其「目的」是否順應生態及環境之特色，是否逆勢而為，是否能真正保障居民之長久安全，是否會造成不穩定系統而在未來造成更大災害。

4. 「無害通過」策略 -

雖然土石流為土石運搬運搬的自然過程與現象，惟在流動通過的過程中，不應造成災害。在順著土石流通過之勢時，可以採取因應的措施，減少或避免災害的發生。另外，由於土石流在流徑過程中，極易壅高；土石流在山區除了造成在野溪兩岸及沖積扇居民之災害外，尚可因壅高而形成「溢流」現象，可翻越小山嶺造成另鄰近野溪居民之意外傷亡。

基於對土石流特性的認識與順應原則，因應之策略應包括：

(1)控制流徑 -控制土石流在一定的路徑之上，一定的流槽之內。避

免其亂竄、溢流，進而對周圍居民造成危害。

(2) 控制規模與範圍 -

- (a) 在土石流發生區，採行穩定邊坡措施，減少崩坍總量，減少蓄積上游的土石料源。具體的作法如打樁編柵、截水分水工、植生等項目。
- (b) 在土石流流動區，加強穩定側岸，避免形成土石增量之「滾雪球效應」，減少一次土石流的量體。如施作護岸、坡腳保護工(而非阻擋工)。同時，可考慮採行潛堤或防砂堤控制河床高程，減少河道受土石流往下侵蝕刷深而觸動更多的側岸崩坍。
- (c) 在土石流堆積區域，過於接近居民社區，則應規劃、控制其堆積範圍，減少侵襲社區及農田，降低災害量體。可考慮的作法，如停淤池、堤岸、擴大流槽斷面、採用複式斷面(利用常態水流刷深、擴大主流槽)。

(3) 控制沉積粒徑的分佈 -

正常的沉積現象為：在水流速率大時，大粒徑石塊可以沉積；在水流速度慢時，小粒徑土石或泥土方可以沉積。因此，順應此自然生態特性，及為減少土石流對下游公共工程設施或居民財產之衝擊力，可以考慮採用「透過性」堤的作法，如梳子堤、鋼管堤等，將大石留於上游，容許小粒徑土石通往下游，繼續運搬程序。此舉不但可以到達下游土石流的量體、粒徑，且符合生態環境之「沉積現象」。

5. 「選擇性破壞」策略 -

工程設計，當因應地質或土石流特性，設立「選擇性破壞」之處，尤其是當規模超出設計之土石流或洪水流來臨時，應優先破壞，以免擴大災情。例如，當野溪河寬將因土石流通過而大幅擴大之時，工程設施如果過強而不破壞，土石流將受此工程設施之阻礙而壅

高，造成溢流往他處，超越自然路徑，四處漫流，反而造成更大災情。因此，在不穩定區域，工程設施反而應「弱」，而非「強」。工程設施損毀了，但土石無害通過，正符設計目的；不破壞，反而是災害。

6. 「即壞即修」策略 -

在不穩定區域，常因土石流或洪水流流徑不定，變因過大，難以精確預期，而造成工程設施破壞。在此區域，不宜採用「重型、長久」之工程設施，而應採用「輕型、易建、易修」之工程設計。此等輕型工程設施，不但由於造價低、工期短，且可即壞即修，快速恢復服務功能，更能符合災區整建需求。在不穩定區域，如果強行作重大工程投資，有時不但工程本身在下次自然現象中無法存活，因為給了當地居民「可以確保安全」的錯誤印象，忽略了避災的必要性，是可以造成意外的傷亡與損失。

7. 「相對安全」的概念 -

在地質不穩定區域，由於山崩、土石流、河道變遷等現象頻繁，儘管有生態工法或傳統工法的設施，其實其安全性只是「相對地」提昇，尚難達到「完全的保障」。因此，居民仍應有危機意識，當自然現象來臨時，尚應採行因應措施。

(1) **危地不居** - 在地質不穩定區域，考慮採行社區「居民重置」或社區重新規劃，將局部居民移至相對較安全之區域。此舉，不但可以減少未來之生命損失，也可以減少公共工程建設之投資，符合資源分配之合理性。

(2) **緊急避難** - 已居住於不安全區域之民眾，在颱風、豪雨來臨時，居民應及時移置他處，以防山崩、土石流之侵害。

8. 當「保全對象」甚為重要時之生態工法目的與作法 -

例如德基大壩之兩岸崩塌或土石流現象、高速公路之順向滑動邊坡

之治理，應容許權責單位，在詳細調查與診斷並考量生態特性後，選用最適當的工法因應。

9. 「整體流域考量」策略 -

加強河川結構之維護管理，從流域整體考量，整合林務局(高海拔山區之山坡地)、水保局(低海拔山區之山坡地)、水利署(堤岸、河床)與公路總局(橋樑)力量，經常檢討暨加強河域管理，進行必要之疏淤、河床整理與橋樑安全加固維護作業。同時經常性之河道整理應列為河川設施維護管理之一環，在遵循山坡與河川生態平衡發展與安全原則下，常態進行。

十、結 語

生態工法考量生態及環境的時間尺度，應為百年、千年，而非僅有數十年。在足夠的時間尺度下，才能體認出山崩、土石運搬為自然界的常態現象；部份山區中的平緩地區(如野溪沖積灘地、沖積扇)雖然平靜了數十年，仍是屬於不穩定區域，人類在其間農作、生產、定居時，必須有避災、減災的心理準備。否則「三代辛苦累積財富，不幸一夜滅門」的情事，仍是可能會再發生的。同理，山區的復建，也不一定非要回復「青山綠水」不可，我們所習慣的青山綠水，每隔一段時間，尤其是大地震來襲之後，需要約廿年時間，方可回復常態。在這一段時間內，不一定要處處整治、處處施工；在沒有保全對象的區域內，大可讓自然現象自然地發生。

生態工法與傳統工法的爭議，其實有失焦之虞。爭論重點不是該採用那種工法，而是在何場合、條件下，該如何綜合考量生態及安全，找出兩全的作法。如何可以減少對生態的破壞，如何可以順應生態的特性，如何可以維持保全對象的安全。因為，實際上並無此兩種所謂的「生態工法」或「傳統工法」，他們代表的只是不同的概念，不同的考量重點。真正應關心的，應是「工程措施」中生態的考量是否周全？是否逆勢而為？是否對周遭環境變遷考慮周全？如是，這才是真正具生態關懷的工法。至於採用那種材料、採用那種措施，必須因地制宜，就個案加以設計。

由於工程設計是否周全，關係著工程的成敗。是以，設計的審查制度甚為重要，可成為「把關者」的角色。好的審查者，會指出設計的缺失與考量不足之處；不好的審查者，不但不能協助設計者找出缺點、補強設計，往往只是會處處批評，令居於下位的設計者既無奈、憤慨又無所適從。可惜的是，下列情況並不罕見：技術低者審技術高者、無設計經驗者審有設計經驗者、不熟悉地區特性者審查熟悉地區特性者。

審查者最好具開闊的心胸，與設計者好好對談，共商合理的解決方案。不要以「居上位者」的姿態，以「指導」的態度來審查工程規劃及設計，任意支使受審查者設計方向，不理會或忽視受審查者的說明。審查者須明瞭，天下事以理服人，如果以高姿態審查案件，這樣不但難以找出解決問題的最佳方案，同時，也是對專業不尊敬的最差示範。擔任審查者，務必慎重引以為戒。

未來當工程施作時，不是該爭吵是否該採用生態工法，而是該努力尋思，如何真正納入生態與環境的考量？如何更有效的順應生態環境的特性？如何提昇相對安全性？其實，未來每一種工程，都應有生態工法，都應有傳統工法，只有兩種工法合併成為更宏觀的「工法庫」，於規劃、設計階段中因地制宜選擇合宜的工程措施；如是，工法的結果，方有機會在自然運作之規則之下，找出、創出一點人類可以卑微、短暫生存的空間。

參考文獻

林鎮洋、邱逸文（2003），生態工法概論，明文書局，台北。

Mitsh, W. J. and S. E. Jorgensn (1989). *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*, Wiley, New York.

Odum, H. T. (1962). Man in the ecosystem. Bull. Conn. Agr. Station 652. Storrs, CT, pp. 57-75.

Straškraba, M. and A. H. Gnauck (1985). *Freshwater Ecosystems: Modelling and Simulation*. Elsevier, Amsterdam.

附錄十二

**地景生態原理 及 生態系理念 (含定義及範疇)
及 指導土地資源使用 的原則**

綜合組 王鑫 委員撰

目 錄

| | |
|-------------------|-----|
| 一、「生態系取向」之原則..... | L-2 |
| 二、「地景復育」的意義..... | L-3 |
| 三、名詞定義..... | L-6 |

一、「生態系取向」之原則：

- 原則 1. 土地、水、生物資源等之經營目的均與社會抉擇有關。
- 原則 2. 經營應擴及至最低的適用階層。
- 原則 3. 生態系的經營管理者，應考慮各種活動對鄰近周遭生態系的實際及潛在影響。
- 原則 4. 需根據經濟背景，來認識及經營生態系，以從中得到潛在的收穫，因此生態系經營的方案皆應符合：
 - a) 減低市場機制對生物多樣性的負面影響。
 - b) 獎勵促進生物多樣性保育及永續利用之行為。
 - c) 在合理的範圍中，內化該生態系的成本效益。
- 原則 5. 生態系取向的主要目標是保育生態系的結構與功能，以維護其服務價值。
- 原則 6. 生態系經營應在維護生態系功能的限度範疇下進行。
- 原則 7. 生態系經營應在適當的時間及空間尺度下進行。
- 原則 8. 不同的時間尺度和延遲效應會形成不同的生態過程作用，(process)特質，因此生態系的經營目的必須有長遠的眼光。
- 原則 9. 經營過程中，必須考慮無法避免的變化。
- 原則 10. 生態系取向必須尋找出適當的平衡點，以整合生物多樣性的保育及利用。
- 原則 11. 生態系取向須納入各種重要的資訊，包括科學性、本土化、地方知識及創新的實施方法。
- 原則 12. 生態系取向應涉及各種重要的社會、科學部門規範。

操作指南重點，使用以上 12 個生態取向原則時，應兼顧下列 5 點**操作性指南**：

1. 著眼於生態系內部的功能關係及過程（作用）。
2. 加強利益共享
3. 使用適應性經營 (adaptive management)
4. 針對議題屬性，在不同尺度下採取適當的經營策略，並擴及最低的適用階層
5. 確保部門間良好的合作關係

二、「地景復育」的意義：

楊美英 (2000) 將土地退化 (land degradation) 定義如下：土地受到自然力或人類不合理開發利用導致土地質量下降、生產力衰退的過程。

乾旱、洪水、大風、暴雨、海潮等自然力，可導致土地沙化、流失、鹽鹼化等；人類不適當的開墾、砍伐，不合理的種植制度和灌溉，耕地施肥不足，城市廢棄物污染，農藥、化肥、除草劑使用不當……等，會引起土地沙化、土壤侵蝕、土地鹽鹼化、土地 育化、土地沼澤化、土地肥力下降、土地污染、草場退化等。土地退化不僅使土地質量下降，生產力衰退，甚至使其失去使用價值。為了維護人類的生存空間，必須合理開發和利用土地，並對已退化土地進行綜合治理。應制定整治規劃，把長遠利益與當前利益結合起來。

在治理措施上，主要有工程措施、生物措施和農業技術措施等。(孫鴻烈主編，2000，中國資源科學百科全書 (上)，p. 293)。

一般所指的“環境資源”，乃是指影響人類生存和發展的各種天然的和經過人工改造的自然因素的總體，包括大氣、水、海洋、土地、礦藏、森林、草原、野生動物、自然景觀、人文史跡、自然保護區、國家公園、國家風景區、風景區、城市和鄉村等。人類對土地的需求日漸增加，然而不當的利用卻也持續的導致土地的惡化 (the degradation of land)。不幸的，這些土地惡化的情況不僅危害到使用或接近這些土地的人們，甚至禍延下一代。事實上，人類活動不僅改變了自然景觀，也創造了人文景觀。所以人類活動是無法從景觀中惕除的。當人口增加、經濟高度發展後，被視為上天賜予的免費自然環境，就必需要付出十分可觀的代價才能保有，同時人類也逐漸意識並發現到復原那些遭受損害的土地 (the restoration of damaged lands) 的重要性。由於礦區開發對於土地的破壞量最大且最顯著，並有可能引發其它的污染和災害，所以有關停採礦區土地的整建、復育理所當然的成為核心問題。

在英文中，“整建”和“復育”都常用“reclamation”表示。景觀復育 (landscape reclamation) 乃是將基地現況改良或回復至特定型態及生產力 (可進行其它型式之土地利用，並使其地形景觀及土地再利用型態能適合四周環境，林奴嬪，1988)。

“復原生態學” (restoration ecology) 是一門較新的科學，其定義有不同的看法。大多數的科學家都同意，復原生態學的目標是“有意的將某一地點重建出具有定性質

的，原來的、歷史的生態系的過程” (the processes of intentionally altering a site to establish a defined, indigenous historic ecosystem)。特別強調儘量使生態系恢復到原有的組成狀態及展現其生態功能。事實上，有幾個名詞有關生態系復原或重建，要區分它們相當困難。例如：restoration (復原)：通常指透過經營手段使某一生態系恢復到原來狀態。Rehabilitation (復建)：指針對受人為干擾過的地區進行復建；也就是以比較小規模的方式對受干擾嚴重的地區，進行積極的人為介入，來使生態系又恢復到一個穩定的階段。Reclamation (復育)：指對嚴重受干擾的地區，進行重建 (呂光洋，1999)。

成升魁 (2000) 將 “恢復生態學” (restoration ecology) 定義如下：是人類活動壓力條件下受到破壞的生態系統的恢復和重建的一門現代生態學分支科學。它是以學科的功能命名的。也有人根據這一學科的技術特點命名，稱之為綜合生態學。這些人以為，退化生態系統的恢復過程是由人工設計，而且是相當綜合，並在生態系統層次上進行的。

“恢復生態學” 在一定意義上是一門生態工程學，或是一門在生態系統水平上的生物技術學。它不僅與生態學的一些分支學科，諸如遺傳生態學、生理生態學、種群生態學、群落生態學、生態系統生態學、農業生態學、景觀生態學、保護生物學等有密切聯繫，而且也與生態學的一些鄰近學科，如地理學、土壤學、農業氣象學、環境化學、工程學、生態經濟學等保持著廣泛的學科滲透。目前，無論是由自然災變 (地震、火山、泥石流等) 造成的，還是由人類活動造成的退化生態系統的恢復與重建方面，都已取得了引人注目的成就。

恢復生態學在發達國家發展較早。在中國，雖然生態恢復的實踐開始得很早，且成功的例子很多，但做為一門現代學科，則起步較晚。隨著今後人口不斷增加及經濟快速發展所造成的生態系統退化問題日益嚴重，恢復生態學將會有迅速的發展和廣闊的應用前景。(孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書 (上)，p. 114)。

唐萬新 (2000) 將土地復墾 (land reclamation) 定義如下：對被採礦、挖沙、採石、取土、堆放工業和生活廢料、排放污水等破壞的土地資源，採取生物和化學等整治措施，使其恢復到可供重新利用狀態的活動。土地復墾程度用土地復墾率表示。

土地復墾率是土地經復墾後投入利用的面積占被破壞土地總面積的比例，用百分比表示。目前在世界上有不少國家重視土地復墾工作。例如：美國各州制定了【採礦

復田條例】，1977年又制定了【露天採礦控制和回填復原法】，成立專門機構從事復墾工作，從1930~1971年採礦工業占地2112萬畝中，已復墾885萬畝，復墾率40%。1960年代末期，德國萊茵煤礦區的復墾率已達55%。1971年前蘇聯頒布了【開採礦藏破壞土地恢復條例】，現在仍被獨立國協各國施用。

根據1980年的統計，中國大陸中央部屬各類露天礦中開採復墾率不足1%，對此已逐漸引起重視，並嚴格實行土地復墾。依照中國大陸的【土地管理法】中規定：“採礦、取土後能夠復墾的土地，用地單位或個人應當負責復墾，恢復利用”。自1981年1月1日起，中國大陸實行【土地復墾規定】，土地復墾實行“誰破壞，誰復墾”的政策。土地復墾工作由土地管理部門負責管理、監督和檢查。凡有復墾任務的建設項目，在其可行性研究報告和設計任務書中應有土地復墾規劃和內容要求。凡有土地復墾任務的用地單位和個人均應根據當地自然條件、土地破壞狀況和經濟合理以及與土地利用總體規劃協調一致的原則，按照土地的不同用途進行復墾，使其重新用作耕地、林地、水產養殖、人工湖或供其他生產、生活用。在城市規劃區內復墾後的土地利用應當符合城市規劃的要求。(孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書(上)，p. 292)。

鄭仁城(2000)也將“礦山復墾”(mine land reclamation)定義如下：在礦山建設和生產過程中，有計劃的整治因挖損、塌陷、壓占等破壞的土地，使其恢復到可供利用狀態的工作，又稱“礦山土地復墾”。礦山復墾包括：採空區復原，尾礦造田，排土場造林，以及建成新風景觀賞區等。中國【礦產資源法】第30條規定：開採礦產資源，應當節約用地，耕地——草原、林地因採礦受到破壞的，礦山企業應當因地制宜採取復墾利用，植樹種草或者其他利用措施。”礦山復墾可以和開採相結合，使之成為採礦工藝中的組成環節，也可以在開採後進行，在提出的閉坑報告中必須包含礦山復墾的內容。目前中國礦山因開採破壞土地和尾礦、廢石壓占土地現象嚴重，據統計已超過3000萬畝，每年還以30萬畝的速度在增加中。目前中國大陸已經公布了土地復墾規定(中華人民共和國國務院，1989)，將依法加強礦山復墾的管理工作。(孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書(上)，p. 401)。

有關景觀復原(landscape restoration)這項議題，向來是景觀學者、生態學者、地理學者較少碰觸的問題。只有一些學者，如：英國的Tony Bradshaw及美國的John Cairns一直持續關心著。直到最近由於環境保護議題普遍受到各國的重視，於是有愈來愈多的學者參與這個相關領域。景觀復原(landscape restoration)的主旨(aims)乃在對於

受到自然力或人為破壞的景觀再確保其安全且能供給具有生產力的再利用，以達成永續的土地使用 (何武璋，1998)。

事實上，復原 (restoration) 的定義有許多爭議。1994 年生態復原協會 (The Society for Ecological Restoration) 將復原定義為修復人為破壞的一個程序 (process)，藉以達到原有生態系統的多樣性 (diversity) 及動態性 (dynamics)。此外，復原是否能完全達到復原 (恢復原狀) 也是一個爭論的問題。因為自然體系隨時間會不斷的改變，端視細部的層級及這體系在何種尺度下被檢視。有些人則認為，復原受破壞的自然棲息地是不可能的 (Gunn,1991)。然而，只要物種 (species) 並沒有完全滅絕，那麼完全復原是可能的。人類以人為力量改造生態系統的力量是必須被認知的。假使 ”復原” 是以一種絕對、完全的角度 (an absolute sense) 論述，要與已消逝的過去全然相同，則 ”復原” 將不具有實際的用處。我們很容易趨向選定一個較狹隘的最終目的，如：再創一個系統，如同受到擾亂前的系統一樣。這可能不是一件壞事。但是我們必須認知到，在一個較寬廣的尺度下，創造一個新的、安全且具有生產力的、永續使用的生態系統，可能較有正面的益處 (positive benefit，何武璋，1998)。

因此，景觀復原 (landscape restoration) 的積極性定義是：針對一個受到自然或人為破壞的景觀空間，為確保安全且具有生產力可供再利用、達成生態系統多樣性及動態的永續使用，而進行的土地改善程序。而復育 (reclamation) 是將基地整復到適合當地的狀況及結構 (the U.S. National Academy of Science Study committee, 1974)，可視為復原 (restoration) 的第一個階段 (Harris et al., 1996)，且為基線 (baseline) 的階段。

三、名詞定義：

(1) 整復、復育 (reclamation)：

1. 指對嚴重受干擾的地區，進行重建 (呂光洋，1999)。
2. 是將基地整復到適合當地的狀況及結構 (the U.S. National Academy of Science Study committee, 1974)。
3. 可視為復原 (restoration) 的第一個階段 (Harris et al., 1996)。

(2) 景觀復育 (landscape reclamation)：

將基地現況改良或回復至特定型態及生產力(可進行其它型式之土地利用，並

使其地形景觀及土地利用型態能適合四周環境，[林蚊嬪，1988](#))。

土地復墾 (land reclamation)：

對被採礦、挖沙、採石、取土、堆放工業和生活廢料、排放污水等破壞的土地資源，採取生物和化學等整治措施，使其恢復到可供重新利用狀態的活動。土地復墾程度用土地復墾率表示。土地復墾率是土地經復墾後投入利用的面積占被破壞土地總面積的比例，用百分比表示 ([唐萬新，2000](#))。

(3) **礦山復墾** (mine land reclamation)：

在礦山建設和生產過程中，有計劃的整治因挖損、塌陷、壓占等破壞的土地，使其恢復到可供利用狀態的工作，又稱 ”礦山土地復墾”。礦山復墾包括：採空區復原，尾礦造田，排土場造林，以及建成新風景觀賞區等 ([鄭仁城，2000](#))。

復原生態學恢復生態學 (restoration ecology)：

1. 有意的將某一地點重建出具有有一定性質的，原來的、歷史的生態系的過程 (the processes of intentionally altering a site to establish a defined indigenous historic ecosystem)。特別強調儘量使生態系恢復到原有的組成狀態及展現其生態功能 ([呂光洋，1999](#))。
2. 是人類活動壓力條件下受到破壞的生態系統的。
3. 恢復和重建的一門現代生態學分支科學。它是以學科的功能命名的。也有人根據這一學科的技術特點命名，稱之為綜合生態學。這些人以為，退化生態系統的恢復過程是由人設計，而且是相當綜合，並在生態系統層次上進行的 ([成升魁，2000](#))。

(4) **復原** (restoration)：

通常指透過經營手段使某一生態系恢復到原來狀態 ([呂光洋，1999](#))。

(5) **景觀復原** (landscape restoration，積極性定義)：

針對一個受到自然或人為破壞的景觀空間，為確保安全且具有生產力可供再利用、達成生態系統多樣性及動態的永續使用，而進行的土地改善程序 ([何武璋，1998](#))。

(6) 復建 (rehabilitation) :

指針對受人為干擾過的地區進行復建；也就是以比較小規模的方式對受干擾嚴重的地區，進行積極的人為介入，來使生態系又恢復到一個穩定的階段（呂光洋，1999）。

防救災體系之調整與加強

國家災害防救科技中心

目 錄

| | |
|---------------------|------|
| 一、防救災體系之調整 | M-2 |
| 二、防救災體系加強初步建議 | M-11 |

一、防救災體系之調整

重大災害的復建策略研擬，除了國土利用策略、復建工作規劃執行，以及復建資源統合運用之外，防救災體系的調整也是一項重要的工作。重大災害發生之後，包括自然環境、人為防災設施，以及救災路線都會有明顯的變動，例如七二水災後各大河川受創流域河道的淤積、變動與坡地的崩塌、沖刷等自然環境的改變，各地防災設施如堤防的損毀，以及道路與橋樑的中斷與受損等。這些變動以至於對後續防救災功能之影響，都應於後續復建工作的規劃予以審慎考量並回饋於防救災體系之調整。

政府防救災體系相關單位自九二一地震後即積極著手規劃建置颱風、土石流、洪氾與地震等大型天然災害防救災體系，其中包括在軟、硬體上都投入相當可觀的人、物力與經費。然九二一地震後的桃芝、納莉甚至敏督利等風災也連續地對相關防救災體系的建置與運作給予相當嚴厲的考驗，但卻也是最佳的學習與調整經驗。以此次的敏督利颱風所引致的七二水災而言，雖然在居民人命損失與危險區域的緊急疏散撤離工作上，現有建立的防救災體系確有發揮相當功效，但在面臨短時間內無法復原自然環境以及設計施工條件驟變的工程環境，反觀目前的防救災體系與復建工程決策機制實有其調整之必要性。本節將針對七二水災後防救災體系的調整需求進行瞭解研究，並對於往後災害防救災應變機制對策提出實質之建言。

天然災害之防救災工作規劃，主要包含災況預測、防救災工作規劃、搶救災工作效能掌握，以及災後復建等四大項目：

- (1) **災況預測**—針對可能之災害入侵途徑與量能規模分析災害潛勢，進行可能災害預測甚至境況模擬，用以瞭解災防重點，回饋防救災工作規劃調整。
- (2) **防救災工作規劃**—根據災防重點，進行機動性之區域編組與人、物力資源配置，尤其重要的是建置災害控制點，研擬緊急應變對策，包括支援系統與撤離基準等。
- (3) **搶救災工作效能掌握**—災害過程中最重要的工作在於災情的蒐集與搶救災

工作的執行，近而掌控搶救災工作的效能。包含各層級防救災編組、控制點規劃、通報系統(含緊急通訊系統)架構與臨時替代方案等皆為掌握災中救災效率的關鍵。

- (4) 災後復建—完整的災後復建工作應包含系統化勘災，災損統計，既存抗災能力評估，擬定短期連續災害因應對策，以及復建工作規劃、執行與管控等。此外，亦應針對防救災工作進行效益評估，研議中、長期防救災策略。

圖 1-1 所示為研究團隊彙整之七二水災全省雨量分佈狀況與公路總局、水保局、林務局等各層級單位提報之緊急搶救工程經費統計圖，如圖所示，此次災害造成各道路權責相關單位之復建經費需求龐大，且集中於台中、南投等少數縣市。

再者，目前提報搶救災經費之估算似大多僅考量以復原原有設施為提報標準，對於災後自然環境的改變與短時間內再有災害發生的抗災、救災功能皆無完善的考量，更遑論對國土保安進行整體通盤的規劃。故建議政府於有限的資源下，災後復建工程的進行除需將災情納入考量外，亦應全面性思考復建工程對自然與人為環境之影響，除避免造成二度災害外，充分考量復建工程之整治目的、所需經費及產值效益等，將可使有限之資源發揮其最大的效益。

圖 1-2、圖 1-3 所示為我國現行三級災害防救組織與各級災情查報通報體系圖，針對此次七二水災之應變過程，分為災前準備、災時應變、災後復原重建等三階段進行探討，各階段之應變過程分別概述如下 (摘錄彙整自國家災害防救科技中心之敏督利颱風及七二水災勘災調查初步災因分析及檢討評估報告)：

1. 災前準備階段

6月28日17時30分交通部中央氣象局發佈敏督利颱風海上警報，立即由消防署成立緊急應變小組，以執行災害緊急應變事宜，同時通報各直轄市、縣市政府，加強救災整備、掌握救災人力，做好隨時動員之準備，並以傳真通報及發送簡訊方式籲請各進駐部會隨時注意颱風動態，同時亦發佈新聞宣導政府作為與民眾應注意配合事項。

2. 災時應變階段

- (1) 6月29日21時國防部因應敏督利颱風成立國軍防颱中心。當日23時30分中央氣象局發佈敏督利颱風海上、陸上颱風警報，內政部依據「中央災害應變中心作業要點」規定，於隔日0時以通報及簡訊方式通知各編組作業機關加強防災應變作業，並於6月30日10時成立中央災害應變中心二級開設，由內政部部长擔任總指揮官。
- (2) 6月30日13時30分中央災害應變中心提昇為一級開設。由內政部、國防部、教育部、法務部、經濟部、交通部、行政院新聞局、行政院環境保護署、行政院衛生署、行政院農委會、行政院海岸巡防署、行政院研究發展考核委員會、行政院國家科學委員會、行政院公共工程委員會、行政院原住民族委員會及交通部中央氣象局等相關機關派員進駐，展開災害緊急應變事宜。當日16時，行政院長主持中央災害應變中心工作會報。
- (3) 7月1日22時40分敏督利颱風在花蓮市南方20公里處登陸。
- (4) 7月2日22時15分中央災害應變中心召開第九次工作會報，行政院副院長指定由經濟部部長擔任後續中央災害應變中心指揮官，並由災防會副主任委員兼執行長蘇嘉全部長督導及協助辦理。同時，水利署、水保局、營建署、消防署等機關各就專業立場，擔任應變中心之幕僚工作，並要求已撤除災害應變中心之縣市政府立即恢復或廢續二級以上開設。當日23時30分中央氣象局宣布解除敏督利颱風陸上颱風警報。
- (5) 7月3日11時30分中央氣象局發佈豪雨特報。
- (6) 7月4日下午由行政院副院長及經濟部部長召開記者會，針對中央因應「0702水災」各部會首長分別前往地方視察行程予以報告。同時，總統亦指示各部會應全員動起來，並全力配合執行勘災動作。

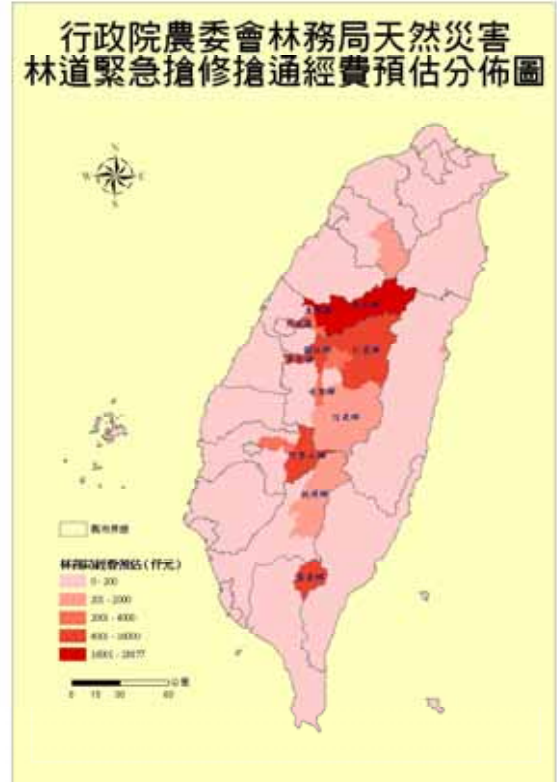
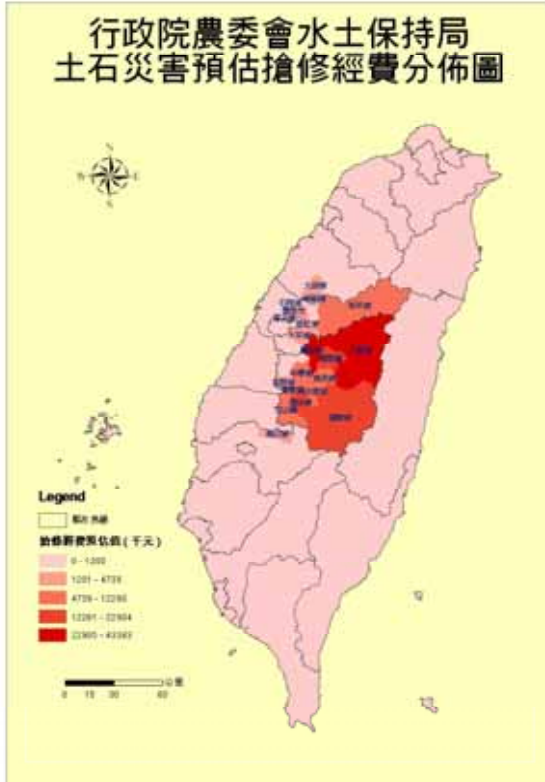
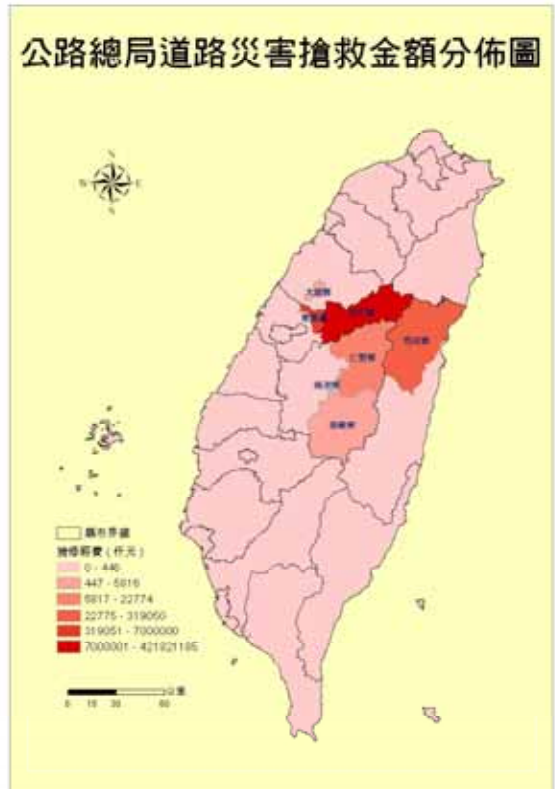
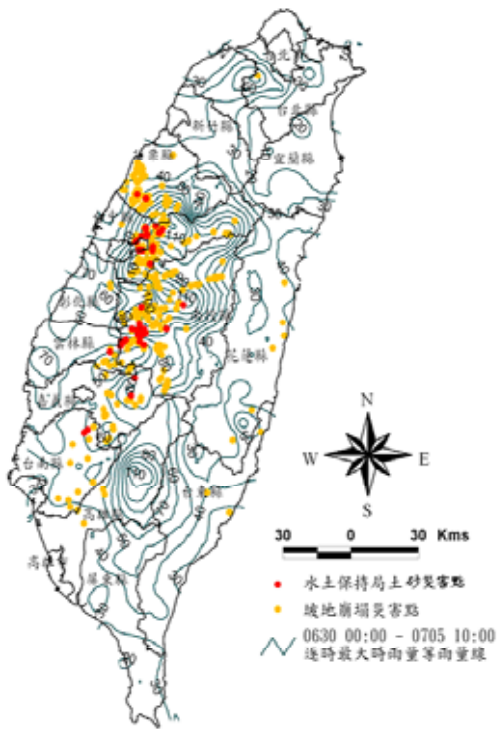


圖 1-1 敏督利颱風造成降雨與各層級單位單位提報之復建工程經費分佈圖

3. 災後復原重建階段

- (1) 7月5日19時行政院表示，依據災害防治法，災害期間死亡及失蹤者每人提供20萬元的救助金、中傷者每人10萬元慰問金、住家淹水的每戶也補助一到兩萬元不等。至於農業方面，農委會將對受災農戶進行現金救助，並提供低利貸款；另外，對於穀類稻米將進行餘糧收購、漁產每公頃則補助十到兩萬五千元不等。
- (2) 7月6日內政部消防署發佈「敏督利颱風及0702水災災害應變處置做為報告」。
- (3) 7月7日交通部宣布災區受損車輛汽車燃料費可減免，估計受災的車輛大約有一萬多輛。當日，經建會亦宣布由中美基金搭配銀行辦理的天然災害受災民眾建構或修住宅貸款，最高申貸額度兩百萬元中，納入購置家具、家電和交通工具等日常生活必需的配備，並以二十萬元為限。
- (4) 7月11日敏督利颱風重創觀光業，估計損失高達340億元。當日21時30分經濟部發佈「0702水災災情結報報告」，全台共有29人死亡、16人受傷、12人失蹤；各級消防救災體系及搜救中心共救出4,732人、疏散9,478人。
- (5) 7月18日行政院政務委員郭瑤琪及林盛豐共同負責督導的「七二水災災後重建小組」召開第一次會議決議之各項工作原則。

「七二水災災區調查與復建策略研擬」研究案防救災小組於初步災情與應變過程資料彙整後，針對上述防救災工作重點進行相關之檢討分析，初步獲致下列防救災體系調整需求：

- (1) 在災況預測方面—災害資訊分析技術與效能應再提升，以爭取更多防災準備時間；建立機動性災防重點評估法則以及回饋防救災工作規劃調整之機制；
- (2) 在防救災工作規劃與搶救災工作效能掌握方面—現有防救災組織與運作方式應可再調整，包括責任區域劃分、橫向整合、與組織分類分級等；

(3)在災後復建方面—勘災工作制度化，專責復建工作執行單位(或編組)，以及搶救災與臨時性工程技術之提升皆為重點項目。

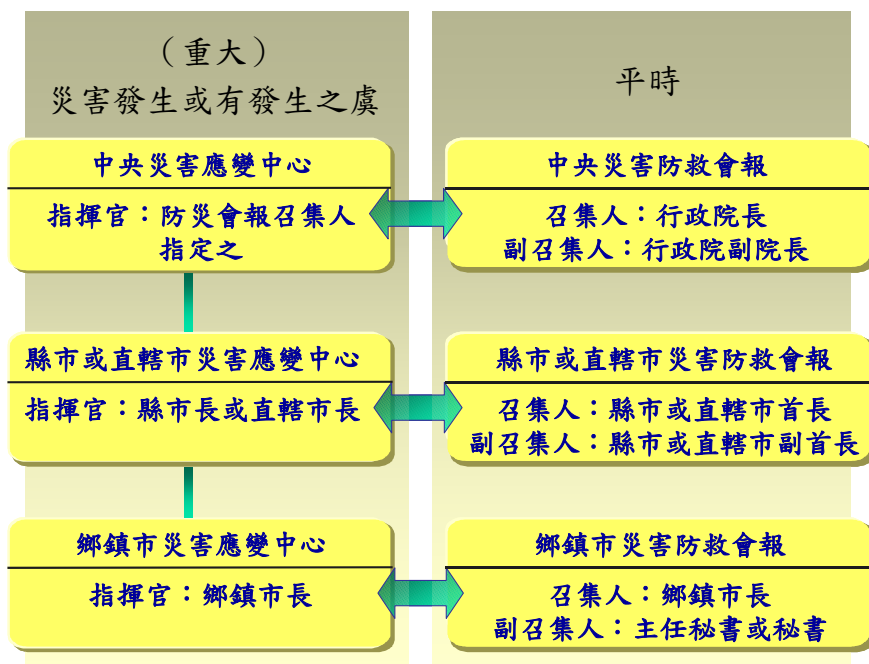


圖 1-2 我國現行三級災害防救組織圖

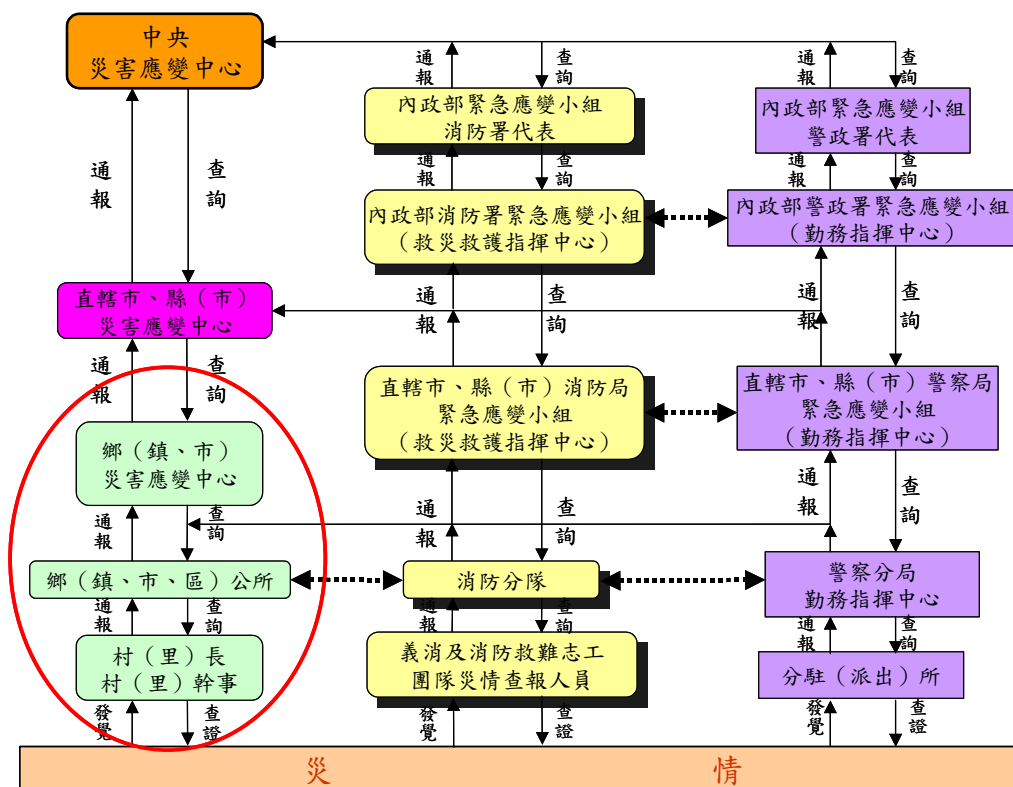


圖 1-3 各級災情查報通報體系圖

根據上述提擬之敏督利颱風各層級單位之應變過程與防救災體系調整需求，在研究團隊整理檢討後，提出以下諸點建議：

1. 災況預測制度之調整

災況預測除了氣象單位對災害規模與入侵路線之分析掌控以外，亦應結合防救災研究單位之災害潛勢資訊研判災防重點，以作為防救災工作規劃之依據。因此，災害應變中心的成立不應只是警報發布後各單位之進駐，事前針對災況預測之災防重點研判與防救災工作規劃推演亦應制度化。

2. 災害控制點設立制度化

在今年康森颱風、敏督利颱風、七二水災，以及後續之康伯斯颱風襲台期間，相關專家學者與各部會人員共三次支援進駐中央災害應變中心，執行中央災害應變中心洪氾及土石流災害防救相關諮詢作業，提供防災科技相關科學技術服務之經驗，並應用科技研發成果，以作為災害緊急應變對策之支援。

歐、美、日各國現行災害防治與搶救系統均有設立災害控制點之觀念與制度，災害控制點的設置考量亦包括交通條件、搶救災機具物資儲備、撤離路徑、以及臨時避災安置場所等。國內目前由於尚無防救災專責行政機構，各相關權責單位橫向整合不足，除災害控制點的建立仍待加強外，建議為使防救災體系運作機制得以落實，應儘速培訓應變中心進駐成員(包括中央災害防救會報、災害防救委員會、相關部會等人員)，以提升中央災害應變中心之專業功能。

3. 各層級防救災組織與運作方式調整

歷經多次災變的經驗與教訓，中央災害應變中心的各項防救災資訊與建議對策，已逐漸可在最快的時間內傳達到基層單位；但是，此次災害期間卻發現鄉、鎮、村、里等基層單位的災害查報工作未能確實落實，導致中央災害應變中心無法有效掌握第一線、第一時間之最新資訊，以做出最適之決策，如此一來，顯示出國內之災害通報系統的雙向傳送功能仍有待加強。尤其，此次七二水災之災害發生區域多屬於山區部落，不僅對外交通不便、通訊系

統亦常中斷，明顯欠缺完善的災害查報作業機制，致使中央決策官員無法確實掌控災區現況，進而錯失救災的良好時機與有效的資源分配。

有鑑於本次災害救災過程較為紊亂，主要原因初步檢討為各單位間之之橫向整合不足，尤其於偏遠地區，即便交通系統之搶通維護就牽涉公路總局、水保林務單位、以及縣市政府管轄區域，而且就在機具與物資的調派動員也未區域化。因此，各層級防救災組織與運作方式實有調整與檢討之必要。

調整之方向，除配合前述之災害控制點設立制度化以外，研究團隊亦建議應將現有之防災編組予以分類分級，主要可分為都市、郊區、與偏遠或隔離區三類；各類救災編組的組織架構、決策層級甚至防救災工作規劃皆應考量其地域特性與重要程度而有所不同。此外，相關編組運作方式也應予以制度化，包含各項救災工作執行優先順序、責任區劃分與工作統合等。如此一來，相關單位於運用救災資源時也會有所依據且與實際需求較為接近。

另外，也建議針對偏遠地區例如台中縣和平鄉、南投縣信義、仁愛鄉等地，研議專屬之防救災應變機制，包括設立緊急通訊系統(例如專屬微波頻道)，制定高風險區域之撤離標準作業程序，機具與物資準備作業規定等。

4. 成立專責災後工作統合執行單位

現有防救災體系較為缺乏的為沒有專責災後工作統合執行單位，中央災害應變中心工作於災害警報解除之後，即以災害性質移交相關部會接管成立專案小組。例如，風災由內政部管理，水災由經濟部管理，缺乏如美國 FEMA，日本亦有行政專責機構，導致災後復建工作多僅止於經費之核撥與物資之調度。

以此次敏督利颱風和七二水災為例，根據災害防救法規定，水、旱災由經濟部負責，故在 7 月 2 日晚間中央氣象局宣布解除敏督利颱風陸上颱風警報，隨即發佈豪雨特報，行政院則根據「中央災害應變中心作業要點」，將風災應變中心立即改為水災應變中心，指揮官棒亦由行政院轉交至經濟部，並由經濟部長擔任後續中央災害應變中心指揮官。此乃台灣第一次由颱風應變中心轉而成立水災應變中心，就權責與功能上進行調整，這是過去經驗所未

有的，尤其指揮系統之更迭，由原先以內政部消防署(颱風應變)為主的指揮體系，轉移至以經濟部水利署為骨幹的運作系統，不論在決策機制、幕僚作業、資訊提供等，的確易出現磨合不足的問題。

依據「中央災害應變中心作業要點」按主管部會專業分工而決定指揮體系，表面上似乎合於邏輯；但是，通常颱風來襲皆伴隨豪大雨，這種分法使得各部會間聯繫狀況頻傳，造成一個講求運作效率、事權統一的救災應變機制，隱藏著實際運作與推行之危機。

另一方面，根據災防會推動的「協助地方政府擬訂地區災害防救計畫中程計畫」，基本上政府協助建立地方災害防救災機制主要仍以縣市層級為主。然而，此次災害期間，鄉鎮層級主管身處災害之最前線，不僅欠缺充分的救災資源，連基本的應變機制也相當缺乏，導致災區的鄉鎮基層首長，只能頻頻向中央尋求支援，無法有效利用當地現有之人力、物力，進行及時的簡易救災應變處置，以有效降低災害損失的擴大。

綜合前述相關問題，完整的災後復建工作應包含系統化勘災、災損統計、既存抗災能力評估、擬定短期連續災害因應對策，以及應針對防救災工作進行效益評估，研議中、長期防救災策略，甚至搶救災與臨時性工程技術與策略之提升皆應有專業單位執行。有鑑於此，研究團隊建議政府應盡速研議成立專責災後工作執行單位或研議相關組織於災後臨時設立之法源。

而針對本次七二水災後尚無專責單位設立之狀況，研究團隊亦建議政府應成立專案編組，結合官、產、學各方專業人士對於現階段防救災設施功能檢視，短期連續災害應變策略研擬，復建工作統合與規劃，包含制定審議制度與決策機制等迫切事項，盡速執行。

二、防救災體系加強初步建議

- (1)針對中部長期高風險山區，例如台中縣和平鄉、南投縣信義、仁愛鄉等地，研議適合當地之防救災應變機制，制定高風險區域之撤離標準作業程序，機具與物資準備作業規定等，並給予積極協助，強化其自主防救災能力。
- (2)相關單位應儘速檢討檢監目前防災設施抗災功能，提出未來八、九月洪汛期之應變措施。對於可施作之工程項目儘速執行，對於無法執行項目亦應擬備災方案以臨時設施或工程方法處理之；甚至對於高風險區域應劃設高險區，並制定相關開發限制法規與緊急撤離計劃。
- (3)政府應建立國土資訊管理系統，建立土石流、潛勢、雨量、交通、沖刷及自然變遷和潛勢發展的資料，並將相關法令、預算、規劃、執行績效及搶救災體系、風險管理、社會經濟、影響性分析等功能納入系統模組之中。對於已經調查研究分析確認是具上述天然災害潛感之地區，應依法公佈，以建立民眾知險避險危地不居之觀念與依據。
- (4)緊急處理部分
 - 包括重要交通道路之搶通、必要搶修工程避免災害擴大者之工程措施以及災民之暫時安置等。
 - 有關災區產業之搶救，以緊急臨時性之救助為限。
 - 遷村方案與危險區域劃定及設立（包括撤離與避災）法規制度之研擬。

資料自動呈報制度芻議

台大土木系 鄭富書、林銘郎 提供

目 錄

| | |
|---------------------|-----|
| 一、需建立之常態資料..... | N-2 |
| 二、災後分析、研判 所需資料..... | N-4 |
| 三、補充說明 | N-6 |

一、 須建立之常態資料

| | 資料名稱 | 提供單位 | 說明及要求 |
|-----|-------------|---|---|
| 1. | 全國道路橋樑隧道圖層 | 公路局、地方政府、農委會、原委會、鐵路局、高鐵局 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 包括公路、鐵路、高鐵、捷運路線與場站、產業道路、林道、步道、農路、... ▪ 橋樑、隧道 ▪ 港口、航站... |
| 2. | 全國土地利用圖層 | 地方政府、農委會、地政單位、內政部、經濟部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 非都市計畫、都市計畫地目與範圍 ▪ 林地、農地及相關分類 ▪ 水利、能礦等 |
| 3. | 全國里、鄰邊界圖層 | 內政部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 含戶數、人口數等相關資料 |
| 4. | 全國各級學校圖層 | 教育部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 含學校面積、老師及學生數、建築物等相關資料 |
| 5. | 全國維生管線圖層 | 交通部、水利署、營建署、縣市政府、資策會、台電、自來水公司、瓦斯公司、中油、台塑石油、中華電信 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 輸送電路與高壓鐵塔、發電廠、供水管線與自來水廠、瓦斯管線、輸油管線、電訊線路、戰管線路、雨污水下水道、固網、衛星... ▪ 公私有加油站 |
| 6. | 全國緊急醫療院所圖層 | 衛生署 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 含醫療項目、醫療設備、病床數、可否直昇機起降 |
| 7. | 全國地名圖層 | 內政部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 重要之地標地物圖層 |
| 8. | 全國重要水利設施圖層 | 水利署、水保局、林務局 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 河川、水庫及海岸等相關資料、堤防、取水口、供水線、大排、數量、集水區範圍、防砂埧 ▪ |
| 9. | 主要都會區排水系統圖層 | 營建署、地方政府 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 堤防、出入口、抽水站(及能量)、 |
| 10. | 全國地質及構造圖層 | 經濟部中央地質調查所 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地質資料庫 ▪ 地層、斷層、構造、 |
| 11. | 全國環境地質圖層 | 工研院能資所、經濟部中央地質調查所、台北縣市政府等各級地方政府 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 環境地質資料庫 |

| | | | |
|-----|----------------------|---|--|
| 12. | 全國航空照片影像與地形圖層 | 農委會林務局 農林航測所 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 正射、定位、數位影像 ▪ 五萬分之一、一萬分之一、五千分之一地形圖層(應包括不同年代不同版本) |
| 13. | 全國衛星影像與數值地形(DTM) | 國家太空計畫室、中央大學太遙中心、內政部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ SPOT、SPOT5、華衛二號等衛星影像 ▪ 近自然光、正射定位處理 ▪ 數值地形(DTM) |
| 14. | 全國數位地形 | 內政部、農委會、水利署 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 先由 40x40 米格點作起 ▪ 未來應推至 10x10 米格點或更高 |
| 15. | 全國雨量資料 | 氣象局、水利署 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 雨量資料庫進出及操作 ▪ 測站位置 |
| 16. | 歷年颱風歷程資料 | 氣象局、消防署 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 颱風資料庫 ▪ 路徑、雨量、災害、災損 |
| 17. | 歷年地震資料 | 氣象局、消防署、國家地震工程研究中心 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 地震資料庫 ▪ 震央分佈、規模、災害、災損 |
| 18. | 全國固定站 GPS 資料 | 氣象局、土地測量局、中央研究院 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 全國固定站 GPS 資料庫 |
| 19. | 全國水系圖、主要河川水文、洪水位資料 | 水利署 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ |
| 20. | 海岸潮水位等基本資料、侵蝕填淤等災害資料 | 經濟部、農委會、中央氣象局、近海研究中心 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 彙整建立資料庫 |
| 21. | 全國歷次災修工程地點圖層 | 公共工程委員會、地方政府 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 含工程項目、金額等相關資料 |
| 22. | 全國歷次災害崩坍地、土石流圖層 | 林務局、水保局、地調所、公路總局、高公局 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 逐年、逐災害圈選新生崩坍地及新生土石流溪谷範圍 |
| 23. | 全國各項自然災害潛勢資料與圖層 | 農委會、經濟部、交通部、內政部、災防會、國家災害防救科技中心、國家地震工程研究中心 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 洪泛、地震、液化、崩塌、土石流等災害潛勢資料 |

| | | | |
|-----|--------------------------|-----------------------|---|
| 24. | 重要都市 1/1000 數位地形圖(含航拍影像) | 內政部 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 台北市、高雄市、台中市、新竹市、嘉義市等大都市 |
| 25. | 歷次災害勘災圖資影像資料及分析報告等 | 各單位 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 電子檔 ▪ 由國家災害防救科技中心統一彙整建立資料庫 |
| 26. | 全國各災害防救相關研究報告資料庫與清冊 | 各單位、國家災害防救科技中心、國家地震中心 | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 電子檔 |

註：本表所列常態資料，均需定期更新，更新之時程與經費待估。

二、 災後分析、研判 所需資料

(以艾利颱風石門水庫為例)

| | 資料名稱 | 提供單位 | 說明及要求 |
|----|--------------------|-----------------------|---|
| 1. | 華衛二號衛星影像 | 國家實驗研究院國家太空計畫室 | <ul style="list-style-type: none"> • 災前全集水區無雲影像 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 二級(正射)處理 ▪ 近自然光影像 ▪ GIS 定位 • 災後全集水區影像 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 先提供有雲影像，再提供無雲影像 ▪ 近自然光影像 ▪ GIS 定位 |
| 2. | SPOT5 衛星影像 | 中央大學太空及遙測中心 | <ul style="list-style-type: none"> • 災前全集水區無雲影像 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 正射處理 ▪ 近自然光影像 ▪ GIS 定位 • 災後全集水區影像 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 先提供有雲影像，再提供無雲影像 ▪ 近自然光影像 • GIS 定位 |
| 3. | 雨量資料及分析 水文資料及分析 | 水利署水資源局、台電 (國家防災科技 | <ul style="list-style-type: none"> • 雨量資料 (全集水區及鄰近測站) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 整理過之 excel 檔 ▪ 雨量等高線圖及圖層資料 |

| | | | |
|----|---|-----------------|--|
| | | 中心協助分析) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 累積雨量及降雨強度分析 ▪ 回歸期分析 • 水文資料 (全集水區測站) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 流量資料及懸浮質含砂量量測資料 ▪ 請提供整理過之 excel 檔 ▪ 洪水位分析 |
| 4. | 航照資料 (全集水區) | 農委會農林航 測所、聯勤 | <ul style="list-style-type: none"> • 災前無雲正射影像檔 • 1/5000 照片基本圖檔，先將影像依集水區鑲嵌合成 • 災後無雲影像檔(先提供未正射檔) • 災前、災後數位地形與五千分之一地形圖製作 |
| 5. | ▪ 榮華壩、石門壩淤積狀況 | 水利署北區水 資源局 | <ul style="list-style-type: none"> • 集水區內水文站、流量站及懸浮質含砂量測站資料，及泥砂產量推估成果(長期背景資料) • 此次災前及災後崩塌量體估計成果圖表 |
| 6. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 水庫集水區土砂整治成效評估(1/2&2/2)(含電子檔) ▪ 水庫沉滓運移模式研究與應用-以石門水庫為例(1/2&2/2) ▪ 水庫清淤之研究(1~3) ▪ 建立水庫高效率排砂(1~4) ▪ 水庫合理之入流水質及泥砂評估方法(1&2) ▪ 水庫淤積浚渫成本效益評估研究 ▪ 石門水庫及集水區未來處理建議 | 水利署 | <ul style="list-style-type: none"> • 相關研究報告及成果，提供電子檔 • 請水利署委請原研究單位因應此次災害提出泥砂產量及運移之估算及因應對策(如未來治山防洪水土保持的經費應投注於何處)參考 • 緊急、中、長期程作法、工作項目、經費建議 • |
| 7. | 石門水庫及集水區林業管理檢討與建議 | 林務局 | <ul style="list-style-type: none"> • 緊急、中、長期作法、工作項目、經費 • 提供電子檔 |
| 8. | 石門水庫及集水區 | 水保局 | <ul style="list-style-type: none"> • 緊急、中、長期作法、工作項目、經費 |

| | | | |
|-----|-------------------------|--------------|------------|
| | 水土保持檢討與建議 | | • 提供電子檔 |
| 9. | 桃園、北部地自來水供水改善措施建議 | 水利署、自來水公司 | • 提供電子檔 |
| 10. | 石門水庫及集水區最新之崩坍狀況 | 林務局、水保局 | • 提供電子檔及圖層 |
| 11. | 全國水源及輸配水設施分佈 | 水利署 | • 提供電子檔及圖層 |
| 12. | 86 年石門水庫集水區航照圖(計 326 張) | 水利署 (能資所) | • 提供電子檔 |

三、 補充說明

前述各項資料，僅為初步構想。尚有待召集有關單位討論，以釐訂下列事項：

- (1) 資料庫項目、格式與比例尺度等內容
- (2) 資料提報方式
- (3) 資料提報單位指定
- (4) 資料提報時效規定
- (5) 資料提報績效之獎勵與處罰
- (6) 資料之彙整單位指定
- (7) 資料之初步分析與進階分析職責、單位指定
- (8) 資料分析之時程與經費概估
- (9) 資料之流通、共享方式
- (10) 資料之更正、更新、維護、彙整與展示方式
- (11) 資料呈報之單位
- (12) 各單位之連絡窗口、連絡方式
- (13) 資料庫建置、維護與管理計畫時程及編列經費

目 錄

| | |
|--------------------|------|
| 第一次綜合組會議記錄 | O-2 |
| 第二次綜合組會議記錄 | O-5 |
| 第三次綜合組會議記錄 | O-9 |
| 第四、五次綜合組會議記錄 | O-18 |

第一次綜合組會議記錄

時間：2004/7/8 (四) 下午四時

地點：經建會 513 會議室

主席：張景森 副主委；陳振川 理事長

出席者：行政院公共工程委員會、經濟部水利署、經濟部中央地質調查所、交通部公路總局、農委會水土保持局、農委會林務局、張景森副主委、蘇怡維、陳振川理事長、鄭富書教授、朱嘉義祕書長、莊明仁研究員、洪如江教授、張石角教授、王鑫教授、鄭欽龍教授、段錦浩教授、陳宏宇教授、林國峰主任、蔡長泰教授、李三畏教授、林美聆教授、李維峰副所長、黃金山顧問、簡俊彥理事長、蔡寶山理事長、余榮生理事長、林俊全教授、廖志中教授、董家鈞教授、黃安斌教授、潘以文教授、林志平教授、林其璋院長、黃景川主任、楊明德教授、蔡長泰副院長、何明憲....

議程：

| | 項 目 | 人 員 | 時 間 |
|----|---------------------------------|--|------------|
| 1. | 主席致詞 | 張副主委景森；陳理事長振川 | 5 + 5 分鐘 |
| 2. | 專案工作概況簡報 | 鄭富書 教授 | 5 分鐘 |
| 3. | 國家災害防救科技中心 報告 | 羅俊雄 教授(莊明仁代) | 5 分鐘 |
| 4. | 經濟部水利署、農委會水保局、交通部公路總局、農委會林務局等單位 | 各單位人員 | 30~40 分鐘 |
| 5. | 各分組工作概況 | 各分組領隊 (林美聆教授、廖志中教授、楊明德教授、蔡長泰副院長、林國峰教授、李維峰副所長) | 5 分鐘 x 6 人 |
| 6. | 綜合討論 | 主席 | 30 分鐘 |
| 7. | 討論 - 行政事務分工與時程 | 主席(與各分組召集人) | 20 分鐘 |
| 8. | 散 會 | | |

委員意見

黃顧問金山：

- 各單位於災後之工作請注意不要重複。
- 各單位應盡力提供專案小組所需之資料。
- 大甲溪沿線之電廠損壞該如何解決極為重要。

洪教授如江：

- 臺灣應可以往大垮度橋樑方向作橋樑建設，以避免受土石之害。
- 臺灣之災害點多位於斷層帶，應多注意。

黃教授景川：

- 在學術研究上基本資料缺乏是一個很大的問題。

黃教授安斌：

- 資料取得該以什麼形式較便利？
 - 鄭教授富書：希望各行政單位成立一個單一窗口，以便資料取得本專案並架設 FTP 站以供資料傳遞。
- 陳理事長振川：可否請農林航測所提供災後之航空照片？
 - 林務局：現在飛機移到內政部使用。
 - 張副主委：去電內政部協調。
 - 林務局：大甲溪、陳有蘭溪與荖濃溪已於災後拍攝航空照片。建議直接將災區航照挑出，降階燒成光碟，以林秘書為窗口。
 - 張副主委：如有未拍到的地方，可以找國防部支援（請鄭教授彙整需求）。

會議決論

張副主委：

- 各行政單位只統計各自管轄範圍之資料，為包含整體之彙整資料，下次開會

可請各縣市政府參與會議。

- 事前避災及預警等研究室很重要的工作，但本專案之重點在於給予政策面的建議。
- 災後之救災工作應該有一套制度化的程序。
- 歷史災害及其後之工程設施在此次災害是否發揮成效，跟當初決策有很大的關係，可利用此次專案機會加以探討。
- 此專案工作所需之各方面資料，請各行政部門多加協助提供。

第二次綜合組會議記錄

時間：2004/7/19 (一) 下午二時

地點：台大土木系 307 室

主席：陳振川 理事長

出席者：詳見簽到單

議程：

1. 期初報告內容之增、刪、修
2. 「專案報告結論與建議」之擬議：
 - 建議(具體整治作法，示範處理項目等)
 - 河川堤防
 - 道路橋樑
 - 電力設施
 - 上游山區管理與整治
 - (封山、遷村、遷居、配套作法)
 - (森林、果樹、蔬菜、茶葉、檳榔等經濟面)
 - (濫墾、超限利用、國土放領政策、國土保育)
 - (生命財產安全、安全與防救災、公共財務資源)
3. 臨時動議

委員意見

王仲宇

1. 應針對目前七二水災之損傷現況，提出未來八、九月即將來臨之洪汛期可能受到二次傷害區域的應變搶救措施擬定出來。
2. 可蒐集及參考地方人士之意見 (整合各分組之調查資料)，就過去政府在災難之政策、法令規章、執行機構、工程技術及考核管理工作一整理歸納。
3. 政府應規劃長期整合性之組織，進行國土發展及保育之規劃、執行、考核之

工作。

4. 政府應建立國土資訊管理系統，建立土石流、潛勢、雨量、交通、沖刷及自然變遷和潛勢發展的資料，並將相關法令、預算、規劃、執行績效及搶救災體系、風險管理、社會經濟、影響性分析等功能納入系統模組之中。
5. 發展災難虛擬模擬技術之研發工作。

鄭欽龍

策略之前言

1. 須從社會整體的角度來談七二水災復建的目標—即保障災區人民生命、財產的安全，保障當地社區永續發展，而在政府有限的預算（全體納稅人合理的分擔）下，如何有效分配復建預算，分級分區之進行重建，以達成前述之社會目標。
2. 提出災區復建策略時，須了解人對待自然觀念的「城鄉差距」，決定公共政策宜整合不同的對話。
3. 應深刻檢討既有的法律是否不周及執行是否不力，及其原因，才能提出可行的政策。
4. 期初報告之第四、五章文章宜加修飾。另對於「加壓分大餅」的機制應有深切分析，而提出改變對策。
5. 政府應反省過去救災復建缺失。而提出一個合理永續發展的新的復建思維，應深刻…

國土保安及永續利用

合理森林經營可以提供山村居民就業機會和所得，並且不會過度利用”剝削”高山土地。以日本為例，目前仍有 18%的木材由本國提供，木材生產對日本山村經濟及勞動有相當助益。再以瑞士，奧地利，德國之山村為例，生態旅遊、適量木材生產都對山村社區之永續發展十分重要。

從上例可見，台灣之高山森林亦可合理利用促成當地社區之永續發展。所謂永續發展，即是「人與自然和諧，人與人和諧」的(不只是經濟發展)的途徑。

反觀，我國之森林經營可謂「盲從」生態保育，矯枉過正，合理之資源利幅闕如，亦使山村之就業機會，所得受損，也使山村「棄林從農」，造成土地過度利用。並且使農民投入大量資金於農地開發，或個人於旅舍，一旦災害發生，易造成大量財產損失及人命傷亡；當地居民再進而要求災後復建(資金投入多，復建要求愈大)，政府則投入大量預算於公共建設。此一循環如滾雪球，愈滾愈大，宜從根本改變山村產業，減少資金投入，降低土地使用強度，尋求當地合理土地利用和永續發展。

高山農業即高冷蔬菜生產宜從：

- (1) 改變消費者、習慣
- (2) 農業機關應推廣平地生產夏季蔬菜以取代高冷蔬菜
- (3) 國內進口替代，以市場策略逐步調整高冷蔬菜產業，再配合前述之合理森林經營、生態旅遊產業。

簡俊彥

關於七二水災之因應對策，建議以下列分類原則提出建言：

一、 緊急處理部分

- (一) 包括重要交通道路之搶通、必要搶修工程避免災害擴大者之工程措施以及災民之暫時安置等。
- (二) 有關災區產業之搶救，以緊急臨時性之救助為限。

二、 重建及後續處理部分

(一) 可立即辦理重建者

單純之個案，重建無爭議且不致與環境衝突者。

(二) 可能需重建，但不宜立即辦理者

- i. 環境已有大規模改變，工程復建方法明顯不可行，且需否重建有重大爭議者。
- ii. 需進一步辦理系統性或個案性的調查規劃及可行性分析，才能決定

工程方法或非工程方法據以執行者。

(三) 人力不可抗爭相當長時間內不宜辦理重建者

(四) 遷村方案之研擬

三、 國土規劃、集水區產業重整法規制度及其他配套部分

大甲溪電力復建部分：

鑑於大甲溪水力為寶貴資源，及該項發電在支援台電頻率穩定性方面的貢獻很大，故其復建有其必要性。但目大甲溪河床普遍升高，而土石流威脅嚴重，如再作深入研究，建議應審慎研究可行方案，再據以復建。

第三次綜合組會議記錄

時間：2004/7/24 (六) 上午十時

地點：台大第二會議室

主席：陳振川 理事長

出席者：詳見簽到單

議程：

1. 各組簡報 (略)
2. 討論事項—各委員發言

委員意見

黃金山委員：

淹水區處理建議(淹水善後、治本策略)

A. 淹水善後

- 排水路堤岸潰決應限時檢修完成，以安全渡過汛期。
- 排水路淤積影響排洪能力者，應即浚泄疏通。
- 村落圍堤而尚未設置抽水機，或抽水機容量不足者，應即優先補充。
- 汛前或汛期排水路堤岸應加強巡視檢查，如發現有潰堤之虞堤段，應儘速提出加強計畫，妥為加圍，以防汛期潰堤泛溢成災。

B. 治本策略

- 台鹽及台糖土地位於地層下陷區者，由經濟部(水利署)統一規劃開闢為淡水人工湖。此開挖之土料，提供下陷區填高基地之用；並優先使用於社區基地及道路加高；如尚有餘土，可提供民眾填高田地之用。

- 私有土地因地層下陷已難以做為生產使用者，由政府予以徵收，規劃作為蓄水、溼地、公園或景觀造景之公共使用。
- 下陷區養殖及農耕地混合，易滋生鹽害及水患。其區別及排水系統應予以區隔分開，各自獨立進水及排水。
- 養殖區應由農委會(漁業署)協助設置海水供應之獨立系統，加速輔導為海水養殖，禁止抽取地下水。排水路為排水之用，養殖業不得自排水路引取海水，以免鹽害及水患
- 下陷區之墳墓應立即規劃安置妥善乾燥之處。以一鄉鎮一土葬一靈骨塔為原則。土葬區並應訂為循環使用之規則。以利週轉使用。
- 大域海堤外海埔地，由經濟部(水利署、工業局)協助規劃，引進投資開發，增加當地民眾就業維持之機會。

其他建議

- 5-4 頁(3) 尚未改，有些尚未加入。
- 電廠是否復建，可令其自由決定。惟電廠恢復營運後「防災、防水」、「尾水」(下開防水門)應加強處理；此點應納入是否復建的考量。
- 復建考量之重點，宜於報告中具體指明之。
- 生態工法應強調「因地制宜」，不應只強調「材料」。
- 生態工法主張(已決策)，每年拆 25 公里的堤防，有一點不可思議…。
- 綜合組可否再分工，將議題分開，以節省時間。
- Sustainable construction 一詞從何而來？永續、可持續、…。宇宙沒有「永遠」之事，故「永」字似不妥。
- 草嶺大崩山的穩定，採用撒播，成本低且成效不錯。
- 水利署已就大甲溪進行調查評估。先疏深水槽，成灘，方能平安渡過汛期。土砂處理對策將儘快擬出。
- 本專案僅限於「政策」建議，不會強制「工程設計」，仍將容許技師依專業設計。

蔡長泰委員

- 下周一會跟黃顧問再商談，再傳送資料。

林聖崇委員(生態保育聯盟)

- 環保界對生態工法有二種看法：贊成與採用「無為工法」
- 郭清江認為到處應採生態工法，本人即不贊同。惟個人仍贊成多採用生態工法。
- 贊成王鑫的意見。台大(林美聆、…)所述及的土石流現象，令我心驚。大甲溪應沒有明天。我願建議張景森，讓你們充分表達。
- 國外有標示歷次水災洪水位之作法。可建立指標，作為保險費計算參考的基礎。
- 涉及「國土計畫」部份，宜多納入其他專業人仕。反對縣市長只是查勤、是否有打卡，而忽略了重要事項。
- 復建最大受益者為民意代表、地方首長。
- 山區債務似有增加。金融重建，政府投入一兆，為何不多投入山區，從而穩定山區社會、經濟。
- 我們沒有交通有關專家。
- 水資源不夠，大的開發計畫，我反對。
- 下游地區堤防已達功能之說明，可能失真；河床下降達十公尺，故無溢堤。
- 一年拆 25 公里，我也不贊成。溪床上昇，水利單位應提出資料，供爾後防災計畫參酌採用。
- 造林部份：應留下一些樣區，以供比較。郭清江植外來草，問題不少。「什麼都可以作」→ 不同意。
- 水庫淤積量，應快調查、公布。(台電可以告公路總局)。
- 梨山地滑，似與福壽山農場有關。萬一大規模山崩，德基水庫就完了。學者應清楚說明白一點，或許台電可以知難而退。
- 仁愛鄉長，專門包工程的。

- 草嶺潭有一億立方公尺的土石，遲早會沖下。如果依自然程序，早一點沖下來，也不錯；或許，福山水庫可以即早興建。

王鑫委員

- 把我們的工作範圍先界定，不要一直擴張。目前工作成果，已屬不易。
- 各分組調查報告中均有具體建議。
- 第四、五章的意見
 - 5-4 頁，認同分三類
 - 第四、五章建議宜就政策面、執行面、技術面進一步區分(橫向)，如「指定由水利署辦理…」。
 - 縱向方面，技術面目前尚難深入。
 - 是否要提「生態層次」？
 - 結論 – 國土復育條例之需求，是否可考量？
 - 綠營建的指標，可否列入？
 - 「生態系統」有關，本人可提供文字。
 - 4-2 頁，有經濟面陳述，我們的實力不夠，宜述及「未來再加強」。
 - 執行效率的考量…
 - 「順應原則」用法宜小心，國際有用 pre-cautionary principle 的名詞。
 - 保險，非我們的專長。或許尚有其他方法…
 - 5-2 頁，有關林地放領，我不同意。何謂「合理利用」？「盲從生態保育」？
 - 生態工法的涵義，郭清江的定義已很清楚。文中定義，似不必要。
 - 由「工程師」為之→ 由工程專業「全包了」，似不好…
 - 大甲溪有關，水利署應已知如何辦理。填炸了，如何？
 - 防災體系，我們的專業不足，應找社、經人仕(政治政策學者)參予。

陳宏宇委員

- 台大已向媒體完整表達。建議以政策面為主，技術面先排開(如生態工法)。用一些「關懷」的字眼，如「贊成復建、反對擴建」。

顏聰委員

- 生態工法之爭執，似可不必再加入；建議報告中不列入生態工法部份。
- 生態工法似不寫不行，宜排在工程復建部份。
- 復建工程的施工管控，應加以強調，以確保品質。

陳信雄委員

- 生態工法應考量實施的地點與時機。必須在已經穩定且有充分安全的腹地上才能實施(因地制宜)；且必需在傳統工法基礎上實施。
- 5-2 頁(4)有關「林地放領」應改為「保安林的解除」。
- 應重視台灣經濟作物正不斷地侵蝕森林的問題。林務局發展森林覆蓋率 58%，有待重新調查。
- 高鐵雲林段的地盤下陷，雲林縣政府提供造林計畫，可立桿見影，將造成地下水下降、下陷更為嚴重。
- 德基水庫入水口，遭受嚴重的垃圾污染，請儘速清除。

林美聆委員

- 中橫德基段與大甲電廠之復建，似不值得。
- 如欲復建，應作全盤考量。

張長義委員

- 多年以大甲溪為重點研究區，意見詳列於本人著作，現已攜來置於鄭富

書處。

- 公路建設，後續之超限開發隨之而來；此點在建路之初，即應慎重評估與考量。

余榮生委員

- 國土之保育與利用、勘災機制之建立與執行、復建策略之確定與推動，均需有上位法律之規範與依循，始收永續經營與推展之效。目前無論施行中或研擬中之國土相關法令均不虞匱乏，然多有所爭議，或定位不明確、或事權不一致、或分工不清晰、或權責不相符，致法律間產生相互競合，造成法令推展之困擾。
- 國土三法及其他相關國土保育法令，應積極釐清爭議與競合，尋求整合與配套共識，加速完成立法或修訂。

例如：國土三法：

- 「國土計畫法」—內政部主管「為促進國土資源合理配置，以有效保育自然環境、滿足經濟及社會文化發展之需要，提升生活環境品質，並確保國土永續及均衡發展」，其中，第廿一條：「國土保育區：為保護自然資源、生物多樣性、自然景觀、文化資產及防治天然災害、確保國防安全，並限制一定開發利用或建築行為之地區。」；第四條：「國土保育區應以保育及保安為最高指導原則，海域、海岸、森林及山坡地等環境敏感區應限制開發。涉及國土保安及生態敏感之保育地區，土地以維持公有為原則。」
- 「地質法」—經濟部主管「為建立國土基本地質資料，防治地質災害，加強地質保育」，其中，第十條：「主管機關得將有發生地質災害（指自然或人為引發之地震、火山、斷層活動、山崩、地滑、土石流、地層下陷、海岸變遷或其他地質作用所造成之災害。）之虞之地區，公告為地質敏感區，必要時並得會同相關目的事業主管機關依相關法令規定採取防治措施。」
- 「海岸法」—內政部主管「為保護、開發及管理海岸地區土地，防治海

岸災害，促進海岸地區天然資源之保育利用」，其中，第十條：「為防治海岸災害（指在海岸地區因地震、海嘯、暴潮、波浪、地盤變動或其他自然及人為因素所造成之災害。），預防海水倒灌、國土流失，保護民眾生命財產安全，得於海岸地區劃設海岸防護區，訂定海岸防護計畫，加以防護管理或禁止開發。」

其他法令：

- 「水土保持法」—農業委員會主管「為實施水土保持之處理與維護（係指應用工程、農藝或植生方法，以保育水土資源、維護自然生態景觀及防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流等災害之措施。），以保育水土資源，涵養水源，減免災害，促進土地合理利用，增進國民福祉」，其中，第三條：「特定水土保持區：係指經中央或直轄市主管機關劃定亟需加強實施水土保持之處理與維護之地區。」；第十六條：「各類特定水土保持區」；第十七條：「特定水土保持區之劃定」；第十九條：「特定水土保持區之保育重點及管制措施」；第二十條：「特定水土保持區保護帶之設置」；第二十一條：「特定水土保持區保護帶內土地使用限制及補償」；
- 「森林法」—農業委員會主管「為保育森林資源，發揮森林公益及經濟效用」，其中，第二十三條：「保安林地之劃定」；第三十三條：「森林保護區之劃定」。
- 本專案意見，引起不少單位反彈。運作了立法、行政單位，將有很大質疑。復建策略擬訂，技師沒有參予；其他方面，技師有意見，不被理會。

林宏達委員

- 肯定理事長、各組團隊之努力與成果。
- 回歸本專案的目標，在短時間內提出。可加強：
 - 補說明「調查資料」與「建議策略」之關連性。
 - 贊成生態工法，但不贊公程會之生態工法。
 - 調查資料的呈現，宜一致化。

- 專案後應尚有後續研究工作，如「復建等級之建立」。
- 委員如另有強烈意見，可採行附錄方式加以記錄。

楊明德委員

- 堤防佔用河道(因民代壓力)；如果用「徵收」方式，即可不用作工程，也是一種方式。
- 水利署可以支援台電，作決策。
- 大甲溪電廠如不復建，亦應作長期觀察。如無大堤作攔河堰，此次災情或許會更嚴重。

謝龍生(代許銘熙教授)

第四章

- 應首先歸納出問題
- 國土利用策略與國土規劃利用進行整合
- 復建策略
 - 同質性策略應再合併
 - 分類
 - 提出具體可行的工作內容
 - 提出主辦與協辦單位
- 建議 4.4 抬頭可否改成「復建推動機制」
- 4-1 推動制机及管控方式(加入流程圖)
- 4-2 經費來源與分配
- 加入避災策略

第五章

- 建議加入法規修定
- 建議加入害敏感地區之劃定，輔以常態監測制度之建立
- 具體作法應與第四章前後呼應。

陳天健委員

- 超抽地下水為地層下陷之重要因素。
- 國土資訊調查，總統府曾下令辦理，學者也進來了，辦法也擬了；呈上去之後，不曾聽後續發展。

會議決論

陳振川 理事長

- 請蔡長泰教授將黃委員意見納入「地層下陷及淹水組」中。
- 本專案工作不宜切入過多「技術面」之事，目前宜多著墨「政策面」有關建議。
- 感謝各位委員精闢的建議。
- 生態工法的陳述，實獲很多人的認同。本人亦認同生態工法，惟目前作法已有偏差，實應略作修正。惟不能只有材料(如混凝土的使用)來判斷是否為生態工法；應全盤性、技術性考量，作一最佳選擇。
- 台電是否復建、復建的技術宜從全面考量。台電目前的考量，尚缺考量。
- 地層下陷、淹水部份，再請蔡教授整合。
- 南橫部份也要有策略，供日後如有集集地震時處理參考。
- 由於工作時程緊迫，並非不讓技師參考；亦有邀請技師公會理事長參加。技師亦可自行勘災，提供意見。
- 審議部份，未來可考慮多讓技師朋友參予。

=====**第四、五次綜合組會議記錄**=====

時間：2004/8/28 (六) 上午十時、中午十二時

地點：台大土木系 203 室

主席：陳振川 理事長

出席者：詳見簽到單

議程：

| | 項 目 | 人 員 | 時 間 | 備 註 |
|---|---|---|----------------|--------------------------------|
| 1 | 主席致詞 | 陳振川 理事長 | 5 分鐘 | 早上 10:00 |
| 2 | 專案工作概況簡報 | 鄭富書 教授 | 5 分鐘 | *資料取得概況 *部分需求如何因應—松鶴、埔霧與南豐村 |
| 3 | 各分組工作概況 1. 大氣水文森林組 2. 交大→大安溪烏溪組 3. 興大→濁水溪組 4. 成大→荖濃溪組 5. 台大→大甲溪組 6. 成大→地盤下陷組 7. 防救災組 | 各分組領隊 林國峰 教授 廖志中 教授 顏 聰 校長 蔡長泰 副院長 陳正興 教授 蔡長泰 副院長 陳天健 博士 | 15 分鐘 × 7 人 | 針對期末報告第二章、第三章內容進行簡報。 |
| 4 | 休息，午餐 | | | 中午 12:00 |
| 5 | 討論 - 報告內容 | 綜合組委員 | 100 分鐘 | 針對期末報告第一章、第四章、第五章內容進行討論、建議。 |
| 6 | 討論 - 臨時動議 | 主席 | 10 分鐘 | |
| 7 | 散 會 | | | |

委員意見

陳振川 理事長

本計劃還是做政策原則上的建議，執行面必須政府部門委託顧問公司來做，我們不應該就這部分表示意見。大致我們只能提供基本資料、過去與未來狀況等。

建立災情資料庫的確很重要，各組若能將一些資料送至鄭教授那再做一些整理，對於這專案是相當有意義的。

從管理面去降低服務功能是很重要的。埔霧公路或力行產業道路將來復建原則是如何，我們應該很清楚，這部分將它彰顯出來。我們不要去對個別工程提出做甚麼工程用甚麼工法，提的應該是整體的原則。

=對於「七二水災公共設施災後復建原則」各委員意見=

王仲宇 委員

復建工程之原則應考慮安全、經濟、生態、環保及社會正義。

第二大項道路復建可改為道路與交通設施復建。

對於道路復建部分，第三點，跨河及沿河構造物之復建應考慮所在地附近之水文、水理、地質及現況、潛勢及歷史變遷資訊。

李維峰 委員

應以「檢討復建策略/規模」為基準。

宜納入「防災需求工程」。

對於道路復建部分，第三點，道路工程似不宜以「恢復原有功能」為限，可考慮加入「應先檢討其適當之服務功能/水準」。

黃金山 委員

剛才說此原則是給縣市政府，但是既然叫做七二水災公共設施災後復建原則，應該是一體通用，包括中央及地方執行，應該都不違背此原則。

復建工程除必須安全可靠外，原則應採兼顧生態之工法。

道路沿河岸興建，除對於河川水理必須充分研析之外，對於河川深槽直沖

道路段應布設挑流之丁壩群以保護該段道路下邊坡之安全。

集水區水土保持工程災害，應先檢討其是否必須復建，若無具體保全對象或保全對象有違規濫墾、濫建及超限利用者，或治理計劃不具效益者皆不得辦理復建。如經評估確實必須復建，僅限於本次颱風受災部分，並以恢復原有設計功能或土石新生災害為限。

山區之山溝野溪以維持自然，不宜任何人工整治為原則。

優先以疏濬或擴寬河道取代加高堤防，惟興建堤防系統保護之都會區及鄉鎮社區應盡量保護堤防系統之安全。

河川深槽於兩岸堤防之間河床內蜿蜒，如有主深槽直沖堤腳部分，建議加深基礎、護腳及適當布設挑流丁壩群，調整主流以保護河岸，減少洪水沖毀堤防之危險。

水力發電為可再生之自產能源，彌足珍貴，如經濟可行，不宜輕言放棄，尤其水力發電為穩定供電之最大貢獻者。

大甲溪一系列之水力發電廠，應在：

1. 修復及放棄之比較，修復之經濟效益明顯高於放棄之條件下，應進行修復；
2. 各水電廠之尾水及通道為修復後可能再次致災之最大關鍵，因此修復後必須考慮尾水路及通道之防洪防水設施，以免於修復後再受災害。

河道沖淤為自然地質演變的過程，除非不得已，不以人工予以干涉。

山區之山溝野溪等未設堤防河道之淤積，以不予清淤為原則。

平地河道之淤積，如予已刷深之河道，盡量讓其自然平衡不予清除。如於平衡或已淤高之河段，應檢討其是否影響洪水的安全排洩，如已影響排洩，應清除至能安全洩洪為限。

蔡長泰 委員

對於水利設施部分，第四點，建議前段為「優先以疏濬或擴寬”深槽”取代加高堤防」，後段接黃顧問意見。

洪如江 委員

對於水利設施第四點，疏與濬中間應加一頓號。

現今有很多河道的問題是侵占水所需流動的面積，也侵占土石流流動所需要的面積，因此我的主張是乾脆拓寬河道，還地於水、還地於土石流。人法違反天法，遲早要吃虧。

力行產業道路強烈建議不應拓寬。

台灣有兩大黑洞，第一是中部橫貫公路谷關德基段，第二是陳有蘭溪，再多的錢投下去都沒用。道路恢復原有功能這句話不能講。

橋樑之橋墩要盡量少。

廖志中 委員

原則不要那麼多可能比較容易通過。

「兼顧」生態。

其他意見：

機關的執行效率，應納入復建經費審議重點；必要時，得委由其他機關代為執行。

復建經費審議，宜納入專業人仕協助。

道路之復建，在地質不穩定路段，宜採用輕型、易建工程措施，以即壞即修方式，維持其最基本的功能為原則。

＝對於「期末報告第一、四、五章」各委員意見＝

蔡長泰 委員

本報告第 5-4 頁之生態工法涵義「可以順應...之工法」。建議不列入。

本報告 5.3 個案建議方向，建議列入六龜大橋及東溪大橋復建計劃之研訂，以及地層下陷區問題。

王仲宇 委員

各流域之跨河及沿河構造物如橋樑、堤防之耐洪能力應作全面之調查評估。七二水災發現許多地區之最大水位已高於 200 年之最大洪水位。政府之橋樑、堤防管理單位應就構造物附近之地理、地質、水文、水理之現況、

潛勢及歷史變遷資訊，擬定評估表格，作全面之再調查評估，並將結果納入全國災害防治管理之資料庫中，作為後續經費分配管理、考核之參考。

李維峰 委員

4.3 復建策略建議可加入敏感分區防災對策，例如第四級保育區應僅止於原住民保留地或禁止開發條件。而第二、三級則可重新加以評估檢討。

P4-4，第 3.4 點，建議可加入災害緩衝區概念，劃設緩衝區開發原則，包括可犧牲構造物、經濟行為等。

洪如江 委員

摘要太少，應包括整本報告的重點。

審查意見與回覆

一、 期初報告

陳亮全 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|---|
| 1. | 此報告建議加入一點：從環境工程觀點為主的調查報告，事實上很多的確是環境的問題，可當決策基礎。已投入多少經費、解決何問題，若有些數據會對政策決策有所幫助。 | <ul style="list-style-type: none"> • 委員此點意見將納入期末報告辦理。 • 數據方面，由於災後資料不足，故有些項目，目前尚難以提供精確數據。 • 在有資料的情形下，將依委員意見儘力提供數據及相關分析。 |
| 2. | 強調環境上的變遷很重要，搬運、剩下的土石有多少，若有數據支持「搬運剛開始」的論點會對決策很有幫助。 | <ul style="list-style-type: none"> • 數據方面，由於災後資料不足，故有些項目，目前尚難以提供精確數據。 • 在有資料的情形下，將依委員意見儘力提供數據及相關分析。 |
| 3. | 有些用詞可以再清楚一點，才不會有誤解。如「即壞即修」，事實上是需要修的才修，不需修的用這詞就不恰當。「降低服務品質」應改為「道路服務功能」。科技資料很重要，如何加強資料取得。 | <ul style="list-style-type: none"> • 遵照委員意見辦理。 • 「即壞即修」確有令人誤為仍然依原來等級復建，確有商榷必要。 • 「即壞即修」一詞，已從報告中淡化及移除。 |
| 4. | 921 後即有勘災小組，但架構是有，只是操作層次的問題，災防會功能應提昇 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 |

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|--|
| 1. | 此報告在工程環境方面很深入，尤其是 921 前後、七二前後航照判讀上。希望能寫的更明確一點。 | <ul style="list-style-type: none"> • 謝謝委員鼓勵。 • 數據方面，由於災後資料不足，故有些項目，目前尚難以提供精確數據。在有資料的情形下，將依委員意見儘力提供數據及相關分析。 |
| 2. | 921 後台灣地質環境受擠壓破碎，沒有作廣域深入的調查，沒人知道到底還有多少土石量在上面，也就不曉得如何設計道路橋樑。工程面為了預防減災，不曉得面對的狀況如何，可能造成無限上綱，投注太多經費。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 |
| 3. | 道路橋樑服務等級降低，省道→產業道路→農路，此觀念很重要。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 |
| 4. | 報告內容關於防災體系部份不夠充分來支持其建議跟結論，目前防災體系實際的運作希望能夠再深入。經建會的報告位階很高，必須要讓人相信其客觀及精準度。 | <ul style="list-style-type: none"> • 有關防救災部份，已從報告主文中移除，改置於附錄。 • 未來宜就防救災體系調整事宜，由有關專家進一步討論、擬議之。 |
| 5. | 防救災架構有些建議可能要再思考一下，譬如有提到山地平地有不同的組織、不同的架構與機制，還有風災水災轉移有些不順暢的地方，兩者其實有點矛盾，不同組織、架構、運作方式會使山區平地間有更多界面產生。 | <ul style="list-style-type: none"> • 同上點回覆。 |
| 6. | 航照、衛星影像交流在台灣的確有問題，這點很希望經建會等較高階單位能促成資料交換平台，才能有辦法快速準確做出一些評估。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 |

張大鵬 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--------------------|
| 1. | 對此報告的肯定，有些觀念超出以往傳統，具前瞻性。 | • 謝謝委員鼓勵。 |
| 2. | 報告定位在工程與環境主題是正確的，擬定策略若單從工程角度則說服力不強。 | • 遵照委員意見，將於期末報告辦理。 |
| 3. | 救災防災組織架構非常多，很多單位裡都有防災中心，但整個系統缺乏一個釐清的體系出來。 | • 深以委員意見為然 |
| 4. | 標準作業程序(SOP)必須建立起來，災害發生時需要哪些資料，應該要列表規定。在做建議時，常缺乏可說服人的數據。 | • 深以委員意見為然 |
| 5. | 道路橋樑修復要有一套基本的設計原則，何種等級的道路給予多少經費。另外，懲處原則可能要擬定出來，政府並不是無條件補助受災戶。 | • 深以委員意見為然 |
| 6. | 撥款原則建立，能夠將利益區分清楚。 | • 深以委員意見為然 |
| 7. | 整合性、表格式的資料可放至附錄中，閱讀會較清楚。 | • 遵照委員意見，將於期末報告辦理。 |

黃然 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--------------------|
| 1. | 這個報告應該是要特別強調從整體規劃的角度，來看復建要如何做，而不是完全的從工程的角度來看，這一點值得肯定。 | • 遵照委員意見，將於期末報告辦理。 |
| 2. | 藉由案例來調整過去純從工程的觀點來復建這種不正確的方式，可以再多加著墨。 | • 遵照委員意見，將於期末報告辦理。 |

黃金山 顧問

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|---|
| 1. | 期末報告在程序上要趕緊將它完成 | <ul style="list-style-type: none"> • 遵照委員意見，將於期末報告辦理。 |
| 2. | 「治理」兩字有些不妥，美國是用「management」，包含有「治理、管理、經營」之意，中文不曉得有無更貼切的詞代替 | <ul style="list-style-type: none"> • 「治理」兩字的確不妥，易讓人回到過去的思維架構 • 深以委員意見為然；將請益綜合組委員。 |

陳麗春 副處長

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|---|
| 1. | 土石流、崩塌為自然現象，在座的各位都可接受此理念，但可能有很多人包括民意代表並不能夠認同這種說法。是不是可以多加入一些數據性資料會更有說服力。 | <ul style="list-style-type: none"> • 數據方面，由於災後資料不足，故有些項目，目前尚難以提供精確數據。在有資料的情形下，將依委員意見儘力提供數據及相關分析。 |
| 2. | 不知是否有對於一些不適居住的部落做何分析或有何資料來支持；是否有跟當地居民溝通過。 | <ul style="list-style-type: none"> • 尚未跟民眾溝通，但是我們想先從專業人士的溝通做起，未來政府可以辦理基層或記者說明會，做一些良好的溝通 |

二、 期末報告

農委會林務局 魏副局長

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|------------|
| 1. | 成立勘災人員及資源待命制度很重要，對以後勘災效果及未來復建方面有很大幫助。 | • 深以委員意見為然 |
| 2. | 由於天候因素，導致災後一兩個禮拜後還沒辦法拍攝，未來可能技術上設備上需突破，期能夠將災害第一手資訊供各單位作研判。 | • 深以委員意見為然 |

農委會代表

| | | |
|----|---|-----------------------------|
| 1. | p5-2 最後兩行「在地質尚未穩定區域內，在一定期限之後，政府將不補助農作物之災損」這個部分文字上並不明確，是不是可以不要寫這部分。 | • 文字已略作修改 |
| 2. | p5-4「林地除因以國有為原則不宜放領外」文字上看起來似乎是目前還有在放領，事實上林務局的國有林地已經沒有在放領，是不是文字上改成「維持現況，不再放領」。 | • 文字已略作修改 |
| 3. | p5-4 有提到一些生態工法的爭議，在附錄十一「生態工法的省思」寫的非常精采中肯，也是一些執行單位的心聲。p5-4 在總結的部分是不是可以再把一些具體的事實與爭議併同列出，在生態工法這個章節會比較完整。 | • 生態工法未來將透過討論，凝聚共識後，修正執行方向。 |

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|----------------------------|
| 1. | 無人載具飛機拍攝範圍小，像鳥瞰一樣。在谷關德基段不易飛，因為氣流不穩定會搖擺，只能做局部輔助；拍攝品質滿好的但無座標系統無法正射。 | • 此類照片在判斷災情，亦頗有助益。 |
| 2. | 華衛二號若能裝雷達設備，不論白天晚上有雲無雲皆可拍攝，不過目前國內並無此設備。 | • 雷達影像只能顯示地貌，對於崩坍地判釋，有所限制。 |
| 3. | 目前氣象局的雷達在七百公尺至一公里高程可照顧的到，以下的暴雨無法看到，的確需要一些小雷達來照顧高程較低之雲層。 | • 此類技術之發展，可以將氣象服務更進一步提昇。 |
| 4. | 防災研究協調整合很有必要，但有一個世界性共同的問題：新聞媒體常比中央體制單位快取得第一手資料。 | • 未來之資料自動呈報制度，可以改善此一問題。 |
| 5. | 力行產業道路升級為省道千萬不可，比較好的辦法就是霧社支線，相對而言相當安定，只要做小規模投資即可改善。 | • 深以委員意見為然 |
| 6. | 「考慮降低道路服務品質」應改為「降低山區道路等級」。 | • 文字已作因應修改 |
| 7. | 反對輔導造林，有必要由政府造林比較確實。 | • 文字已作因應修改 |
| 8. | 希望大甲溪河川管理回歸水利署，台電則是負責電廠運作。 | |

黃金山 顧問

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|---|
| 1. | 初審時曾建議於報告中列入「西北颶及西南氣流為致災的兩大主因，建議將西北颶及西南氣流列為防災研究的重點，並於研究掌握完全之後，研議對於西北颶及西南氣流之防災作業機制，正式列為作業的標準程序之內。」 | <ul style="list-style-type: none"> • 已列入報告中第五章(5-26 頁) |
| 2. | 建議主報告及專題報告及其資料能以電子檔建立，於報告後附光碟，以利方便使用。 | <ul style="list-style-type: none"> • 將提供電子檔 |
| 3. | 對於台電各電廠建議修復發電，以下兩點必須注意：(一)尾水段的水密性及出口的防水門，以防再次受災。(二)各通道提高，並防水。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 |

張大鵬 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--|
| 1. | 這份報告相當完整。有兩個東西事後可以思考，一個是整個防災系統到底出了甚麼問題？第二是此報告建立出之程序原則是可以再整理出來的。 | <ul style="list-style-type: none"> • 謝謝委員鼓勵。 • 深以委員意見為然 |
| 2. | 資料調查有兩種：一種是常態性、經常性的調查(SOP)；一種是特殊性的調查，針對特殊情況在一般性調查無法涵蓋時，由某些單位組織一些團隊就重點式補充。此兩資料都完成以後，才有辦法進入到復建上的策略。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然 • 建議於未來研究中進一步建立、釐清程序與建立常態制度。 |

施邦築 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|---|
| 1. | 國家災害防救中心的定位尷尬，雖隸屬災防會底下，但經費編列屬國科會。主要從事各部會防災科技研究的協調整合。 | <ul style="list-style-type: none"> • 國家災害防救中心面臨有主觀、客觀的困境。 • 客觀上，定位、資源、資料、功能管理、績效評估等事項，有待進一步商討、釐清。 • 主觀上，如何無私流通資料、是否有意願提供國家需要之分析及資料庫建立，確為國內學術界及政府有關單位所期待。 |
| 2. | 由於災害種類涵蓋面很廣，人員也不是很多，所以在執行上還是可以檢討，甚至組織定位也是該討論的。國科會現有在討論另外成立一個類似地震工程研究中心的單位針對颱風災害作研究。 | |
| 3. | 國家災害防救中心很重要的任務是把歷年來的科技研究與政府實施政策作結合，本身做的研究比較少，比較屬於整合性的，不是單一問題。 | |
| 4. | 此報告從宏觀的角度看的相當有深度，基本上無太大問題，水保局及公路局土石流崩塌資料小計為兩者相加，宜 check 一下有無重複。 | <ul style="list-style-type: none"> • 由於提報時已就災損復建經費事先作區分，故不致重複。 |
| 5. | 希望報告能夠強調緊急避難是強制性的，撤離疏散是自主性的，能比較了解整個事情的執行過程應該是如何，以後比較能改善。 | <ul style="list-style-type: none"> • 文字已作因應修正。 |

黃然 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|---|--|
| 1. | 災害調查部分：表 3.2 提到從 85/7/29 到 93/7/2 有幾個重大颱風，提到防災有發揮了功效，建議研究單位更具體的分析，哪些地方可以更進一步突破。 | <ul style="list-style-type: none"> • 深以委員意見為然；建議未來數據及資料更多時，應進行此類分析。 |
| 2. | 復建策略部分：公路設施分級分類處理，是否列成一個表，能夠讓其他單位參照。 | <ul style="list-style-type: none"> • 建議未來研究時，召集有關單位一起訂立可行之分級表與制度。 |

吳家昌 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|----------------------------|
| 1. | 建議本報告將周邊地用情形一併蒐集資料，納入分析，俾更完整掌握實質情況，使個案災區之復建措施更為落實。 | • 建議未來研究時，應納入此項分析，俾使作法更務實。 |
| 2. | 部份公共工程之設計與施工標準不甚符合實際環境，或有過當設計。建議環境敏感地區各項公共工程之設計與標準，應充分考量當地環境之承载力。 | • 深以委員意見為然 |
| 3. | 專案小組針對中橫公路、松鶴部落、台電電廠、南豐村部落、埔霧公路等提出十分深入具體之意見，對於後續之復建工作極具意義與幫助。建議將此評估機制盡量擴大運用於其他個案受災地點，並訂立復建之優先順序，冀以發揮災後復建之效能。 | • 深以委員意見為然 |
| 4. | 專案小組所提各項復建策略，建議主管機關進一步整理，具以修訂相關法規及作業手冊。 | • 深以委員意見為然 |

張石角 教授

| | 委員意見 | 回覆 |
|----|--|----------------------------------|
| 1. | 建議第四章復建策略建議應該以第二章、第三章災區調查結果為基礎，希望能夠納入前面調查分析的資料，使復建策略建議比較有理論基礎。 | • 建議未來有較完整數據、資料時，應補作研究分析，充實理論基礎。 |
| 2. | 災害調查應該加強政府體制內專業機關之功能。 | • 深以委員意見為然 |
| 3. | 若要在體制外成立防災調查單位，應該避免造成整個體制上的混亂。體制內外應該互補，而不是以體制外取代體制內。 | • 單位間之權責、分工，未來可以進一步協調後明訂之。 |