中華水土保持學報, 36(2): 203-213 (2005)
Journal of Chinese Soil and Water Conservation, 36 (2):203-213 (2005)

松鶴地區土石流災害歷史之探討

王景平[1] 林銘郎[2] 鄭富書[3] 游明芳[4] 周坤賢[5]

摘　要 松鶴部落位於中部橫貫公路里程 28k 附近大甲溪的左岸，民國九十三年敏督利颱風挾帶大量豪雨過境，使研究區域遭受嚴重之土石流災害。本研究爲了解此區域之災害歷史，利用早期之航空照片，和歷年災害之衛星影像及直升機空拍照片，判釋此地區之地形特徵及土砂遷移之過程。觀察到大甲溪兩岸有三階河階地存在，較高的兩階已有紅土化之現象，而大甲溪右岸於早期已有土石流沖積扇存在；松鶴部落所在之大甲溪左岸，早期只可觀察到下切階地之溪谷，集集地震時造成集水區上游大量崩塌，桃芝颱風時土石已向下游搬運，少量已搬運至谷口，敏督利颱風之大量豪雨觸發大量溪谷土石流動，則爲此次土石流發生之主因。本研究針對現地調查之結果，建議未來之工程考量，並利用敏督利颱風災後之航空照片，判斷遭到潛在地質災害切割之群落分區，未來於整治工程未完成前，應於各分區內尋求合適之緊急避難處所，避免居民生命財產之損失。

關鍵詞：敏督利颱風、松鶴、土石流、災害歷史。

The History of Debris Hazard in the Songhe Area

Ching-Ping Wang[1] Ming-Lang Lin[2] Fu-Su Jeng[3] Ming-Fang You[4] Kelvin K.S. Chou[5]

ABSTRACT The Songhe area is located beside the central cross-island highway and the Da-Jia river in central Taiwan. Typhoon Mindulli which had a heavy rainfall, struck this area with serious debris hazard in July 2004. In order to realize the history of geological disaster caused by debris flow or debris torrent in this area, early aerial photos, satellite images, and pictures taken from helicopter were assembled to recognize the geographical features and transportation of colluvium. Three steps in the terrace are observed along the Da-Jia River. It was observed that there are some alluvium fans which may be formed by debris flow in the left bank. The Songhe area is located at the left bank, where only stream ways can be seen in the early stages. The Chichi Earthquake had earlier caused several landslides upstream. Typhoon Toraji transported the deposits to the valley. Finally, the debris flow or debris torrent was triggered by the considerable rainfall brought about by Typhoon Mindulli. Field surveys were applied to help the engineering consider the future reconstruction. Refuges in regions divided by potential geological disasters

〔1〕台灣大學土木工程學系碩士
Master, Department of Civil Engineering National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.
〔2〕台灣大學土木工程學系副教授(通訊作者)
Associate Professor, Department of Civil Engineering National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C. (Corresponding author)
E-mail: mlin@ntu.edu.tw
〔3〕台灣大學土木工程學系教授
Professor, Department of Civil Engineering National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.
〔4〕工研院能源與資源研究所副研究員
Associate Researcher, Energy and Resources Laboratories Industrial Technology Research Institute, Hsinchu, 310, R.O.C.
〔5〕中華顧問工程司工程師
Engineer, Department of Geotechnical Engineering China Engineering Consultants, Inc., Taipei, 106, Taiwan, R.O.C.

must be set up as soon as possible before the restoration is carried out.
Key Words: Typhoon Mindulli, Songhe, debris flow, disasters.

一、前　　言

中部橫貫公路(台八線)向來以擁有鬼斧神工、渾然天成之觀光景點著稱，然近年來，於經歷九二一集集地震後，山區土石鬆動，每遭颱風幾乎都可以由新聞媒體聽聞公路交通要道受阻、人員遭落石或土石擊傷、電力設施中斷等災情發生。民國九十三年敏督利颱風更是挾帶豪大雨侵台(圖 1，改繪自國家災害防救科技中心)，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 8 人，受困達千人。

松鶴部落原名「德芙蘭」，是泰雅語中水源豐沛且土地肥沃的地方，居民不僅以泰雅族人爲主，還有客家、閩南與少數外省籍榮民聚集，族群之間和諧相處，因此松鶴部落於災前以「八仙山下的精靈」爲人傳頌。

然而於經歷集集地震、桃芝及敏督利颱風之後，松鶴部落面臨洪水、山崩及土石流等地質災害的立即威脅，與尋求未來社區復建方向之難題，回首了解地區的災害歷史，並省思工程與自然間的平衡點，是必須立即著手進行的課題。

二、研究區背景

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 2)，敏督利颱風期間之臨時避難點麗陽位於兩地之間。群落毗臨大甲溪，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爲松鶴一溪及二溪，如圖 3 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爲伏流，表層多爲土石堆積；桃芝颱風時土石淤積造成聯外道路中斷，被劃爲土石流潛勢溪流，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，被劃爲土石流潛勢溪流，編號台中 004。

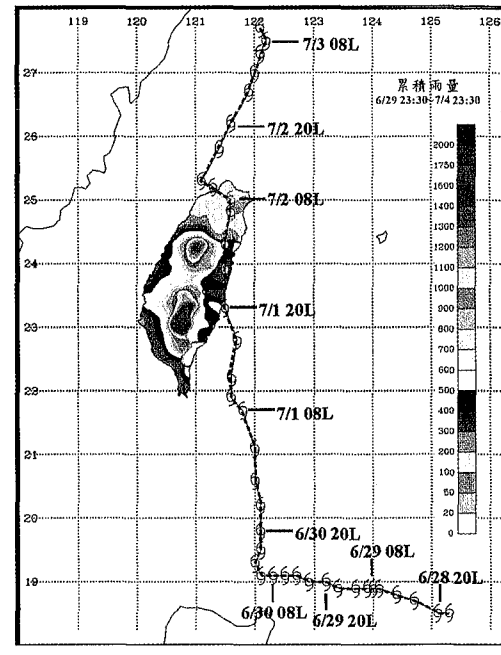


圖 1　敏督利颱風路徑及累積雨量分布圖 (資料由國家災害防救科技中心提供)

Fig.1 Track and accumulated precipitation of Typhoon Mindulli (provided by NCDR)

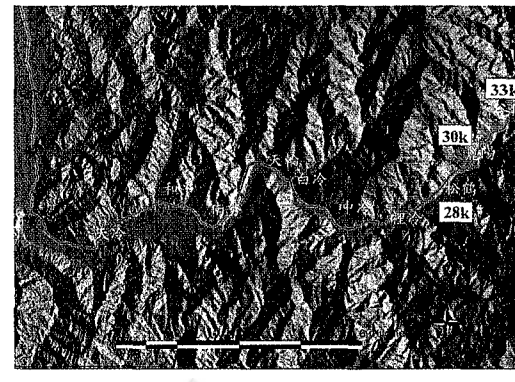


圖 2　松鶴部落地理位置圖

Fig.2 Location of Songhe area

鄰近臨時避難點麗陽之溪谷，稱其爲麗陽野溪，當地人稱其爲阿本溪，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，稱其爲中

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，被劃爲土石流潛勢溪流，編號台中 A067。

3. 地質條件

松鶴地區出露之地層爲白冷層及階地堆積層(圖 4，改繪自地調所國姓圖幅)，爲輕度變質岩區域，主要構造線爲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爲白冷層裡冷段，出露岩石種類爲砂岩及板岩互層，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爲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爲主，層面傾向大甲溪河谷，邊坡疑有順向滑動之潛勢。

三、地形變遷

爲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。

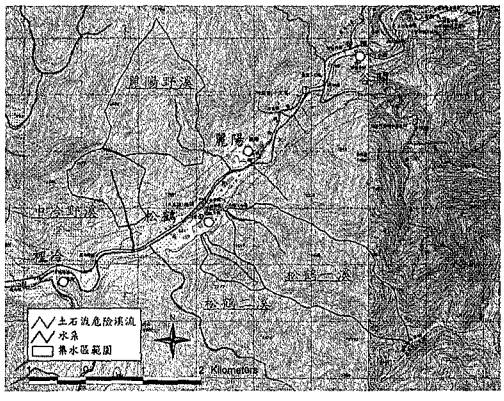


圖 3 松鶴部落鄰近溪谷集水區分佈圖

Fig.3 Watersheds near the Songhe area

1. 民國 40 年及民國 69 年

判釋民國 40 年之航空照片(圖 5，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，推測其爲土石流沖積扇，位於麗陽野溪及中冷野溪下游，其中麗陽野溪之沖積扇，已侵入大甲溪主流，並迫使其轉彎，由此可以略知此一溪谷沉積物供應十分豐富。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。

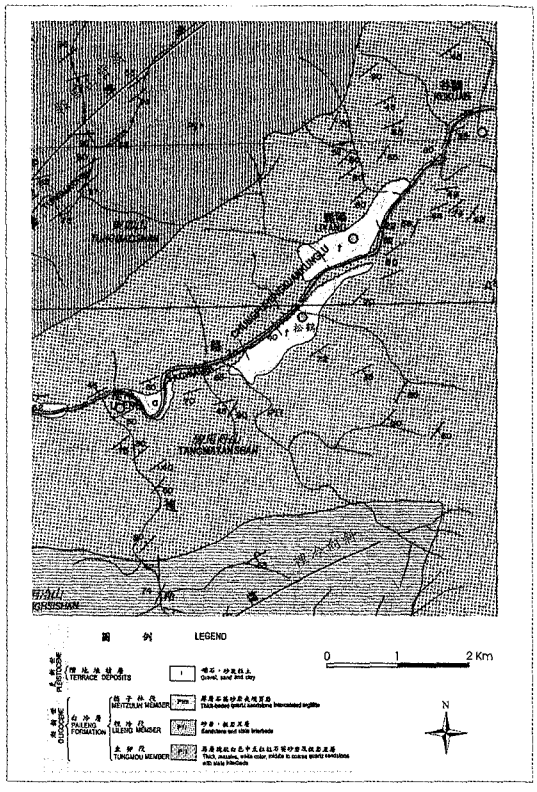


圖 4 研究區地質簡圖 (改繪自地調所國姓圖幅，民國八十八年)

Fig.4 Geological map of research area (modified from CGS, 1999)

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 7，圖中階地邊緣陡坡裸露部份)，代表此階面已形成並安定有一段時日，第 3 階可能爲現生河階。由階地之形貌特徵與材料與粒徑組成等，推測其爲大甲溪主流提供沈積物爲主，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 6)，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爲同一時期形成(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爲下列三者：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爲墾植農作之地區，如圖 5 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 7)，可觀察到第 1、第 3 階河階地邊緣，第 2 階可能因爲人爲開發已較不明顯，群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 8)，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，而是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。

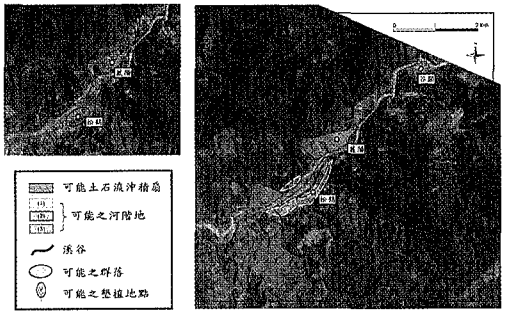


圖 5 民國 40 年之航照判釋結果

Fig.5 Aerial photo in 1951

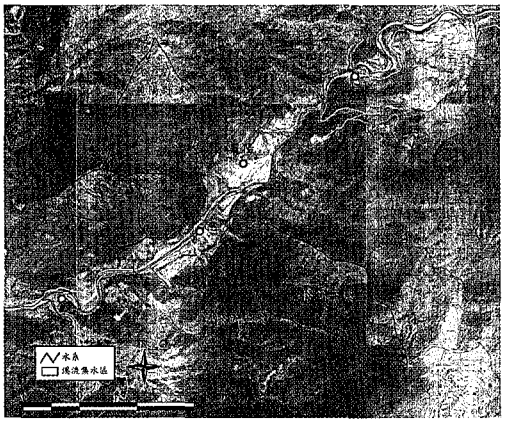


圖 6 民國 69 年之相片基本圖

Fig.6 Orthogonal aerial photo with contour in 1980

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爲土石流潛勢溪流，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。

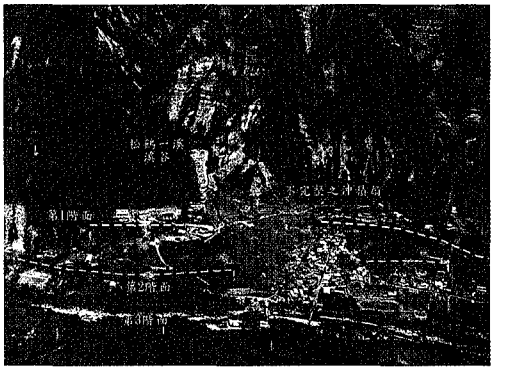


圖 7 集集地震後空拍照片 (照片拍攝於 2000/07/08)

Fig.7 Aerial photo after Chichi Earthquake (photo in 2000)

四、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 9，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。

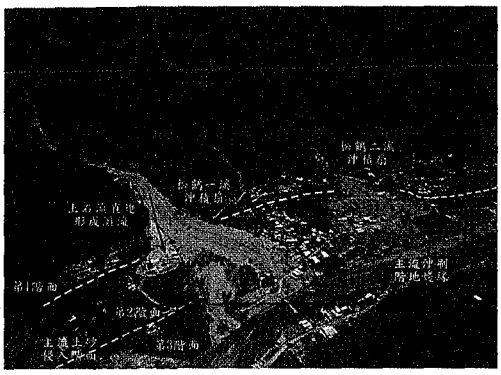


圖 8 敏督利颱風後空拍照片 (2004，齊柏林攝)

Fig.8 Aerial photo after Typhoon Mindulli (2004, photo by Bo-Lin Chi)

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 10，雨量資料由國家災害防救科技中心提供)。

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。

五、現地勘察

為了解現地受災狀況，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 11a)，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 11b)。

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 8 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 11a 及圖 12a 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 12b 所示，其所拍攝位置與圖 12a 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。

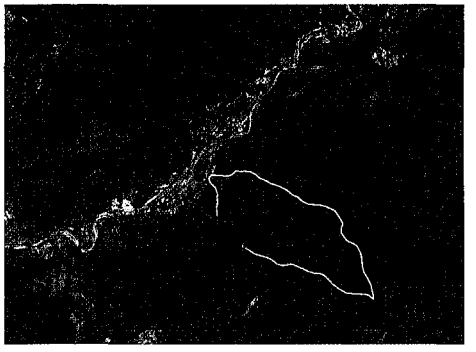
因此，災後緊急搶修時，整理出清水流河道以容納之後之溪谷溼流是必要之措施；於復建階段時，則應對整體集水區進行水理分析，並調查停留於上游之土石方量，以決定足夠之河道斷面，可容納不同狀況下流量(洪流及土石流)，使其沿預期之流路通過。

3. 堆積土石粒徑大

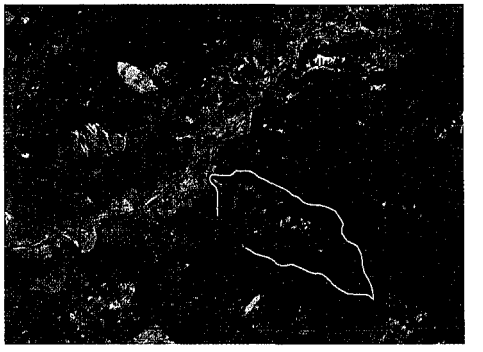
桃芝颱風後，堆積於溪谷中之土石最大粒徑可達 3 公尺(圖 13a)，直徑達 1 至 2 公尺之石塊數量亦不少。敏督利颱風後，亦可見大量巨石衝入民房(圖 13b)或堆積於沖積扇上。因此，於土石流防治工程規劃時，不

賀伯颱風前 1996 0417

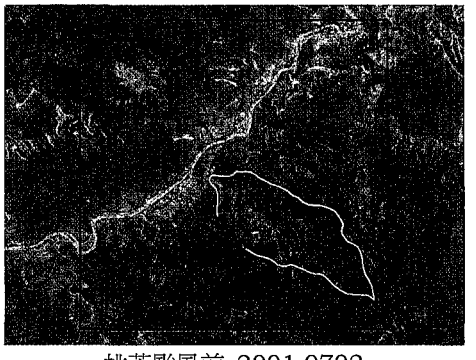
賀伯颱風後 1996 1108



集集地震前 1999 0401

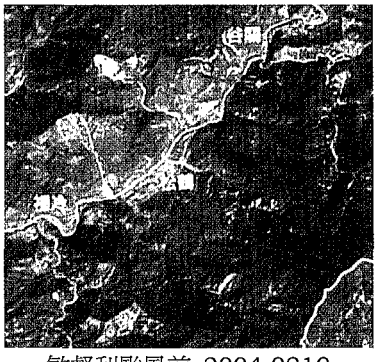


集集地震後 1999 1031

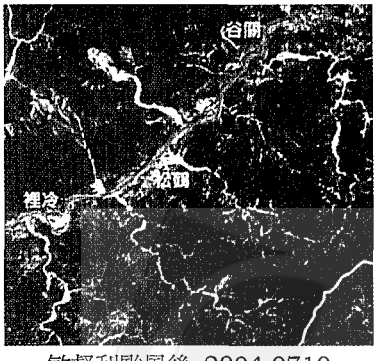


桃芝颱風前 2001 0702

桃芝颱風後 2001 1110



敏督利颱風前 2004 0210



敏督利颱風後 2004 0710

圖 9 歷年災害前後松鶴地區之衛星影像 (資料由地調所提供)

Fig.9 SPOT image before and after the disasters over the years (images provided by CGS)

易使用強硬之人爲結構物攔阻動量大之土石流流動，以導流之方式應爲較可行之方法。

表 1 歷年颱風松鶴地區鄰近雨量站雨量資料

Table 1 Precipitation data of typhoons over the years

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**

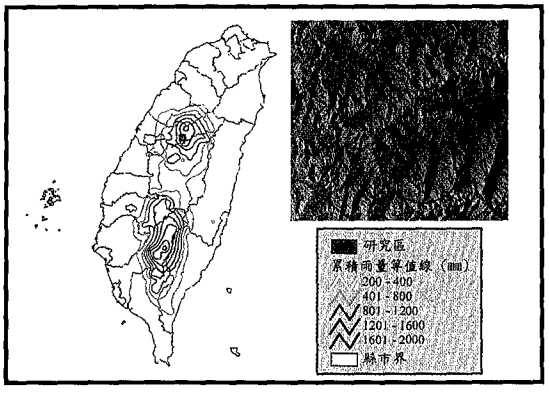


圖 10 敏督利颱風累積雨量等值線分佈圖 (2004 6/29~7/5)，可看出此區域為降雨集中中心 (資料由國家災害防救科技中心提供)

Fig.10 Contour of accumulated precipitation during Typhoon Mindulli. The Songhe area is at the center of heavy rainfall (provided by NCDR)

六、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

爲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。

(a)上游溪谷之河道整理

(b)下游溪谷與主流之匯流口

圖 11 桃芝颱風後松鶴一溪之河道整理情況 (照片拍攝於 2002)

Fig.11 Streamway of Songhe No.1 after Typhoon Toraji (photo taken in 2002)

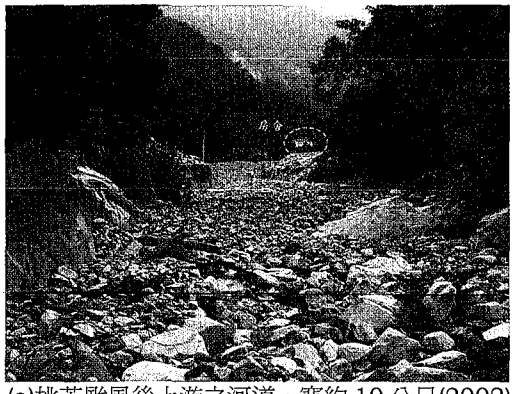
2. 整治工程斷面容量之決定

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，以免造成不可預期之溢流。

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。

將來之復建策略，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。



(a)桃芝颱風後上游之河道，寬約 10 公尺(2002)

(b)敏督利颱風後上游之河道，河道已擴大至百公尺以上(李錦發攝於 2004)

圖 12 桃芝及敏督利颱風後松鶴一溪上游河道寬度比較圖，圖中所圈為同一幢房舍

Fig.12 Comparison of streamway width of Songhe No.1 between Typhoon Toraji (photo in 2002) and Typhoon Mindulli (photo by Jin-Fa Li in 2004). The circle in pictures is the same house

(a)桃芝颱風後停留於溪谷上之巨石(照片拍攝於 2002)

(b)敏督利颱風時土石衝入民房(李錦發攝於 2004)

圖 13 桃芝及敏督利颱風後松鶴一溪溪谷土石流堆積情況

Fig.13 Deposits of debris flow of Songhe No.1 after Typhoon Toraji (photo in 2002) and Typhoon Mindulli (photo by Jin-Fa Li in 2004)

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。

七、緊急避難之規劃

於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。對於緊急避難之規劃，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 14)。洪流將造成跨越大甲溪之聯外橋樑中斷，並危及靠近河岸兩側之房舍、道路；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。

八、艾利颱風災情

繼敏督利颱風之後，艾利颱風於八月底再度侵襲台灣，松鶴部落地區之土石流、洪流災害亦隨之擴大。如圖 15 所示，可見松鶴一溪谷口之土石流沖積扇堆積大量土石方，其高度約 15 公尺；而於大甲溪河道上，河床高度淤高約 3-5 公尺，河道寬度則大幅增加，約擴大 50 公尺，松鶴吊橋、長青橋等連外橋樑已沖毀而不復見，松鶴地區大甲溪右岸之聚落，遭受洪流之攻擊而消失，僅餘頹圮之松鶴派出所殘留於現今河道之中，如圖 16 所見。

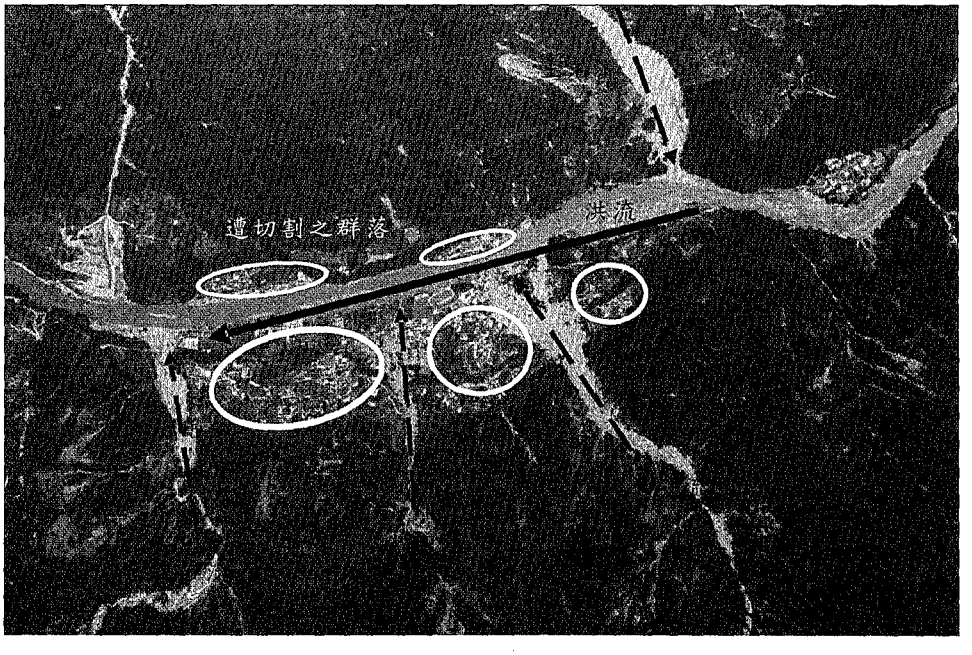
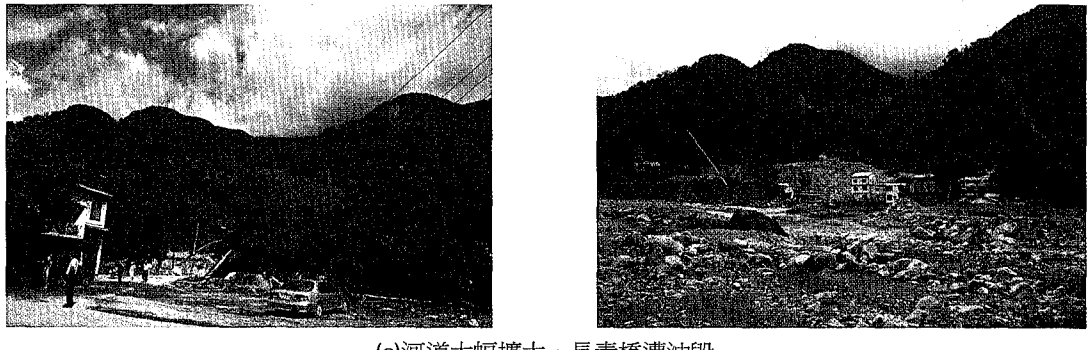


圖 14 遭地質災害切割之群落分佈 (災後航照由農林航測所提供，2004)

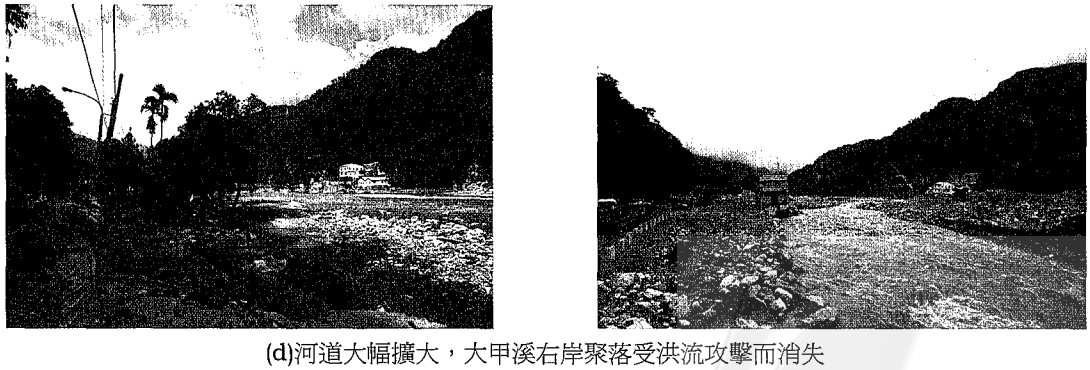
Fig.14 Distribution of regions divided by potential geological disasters (photo by Agricultural and Forestry Aerial Survey Institute in 2004)

(a)松鶴一溪土石流沖積扇土石方大量增加

(b)大甲溪河床淤積約 3-5 公尺



(c)河道大幅擴大，長青橋遭沖毀



(d)河道大幅擴大，大甲溪右岸聚落受洪流攻擊而消失

圖 15 艾利颱風災情，左圖為敏督利颱風後(2004/07/19)，右圖為艾利颱風後(2004/09/15)

Fig. 15 Songhe Area after Typhoon Aere. Photos at left is taken after Typhoon Mindulle (07/19), and photos at right is taken after Typhoon Aere (09/15)

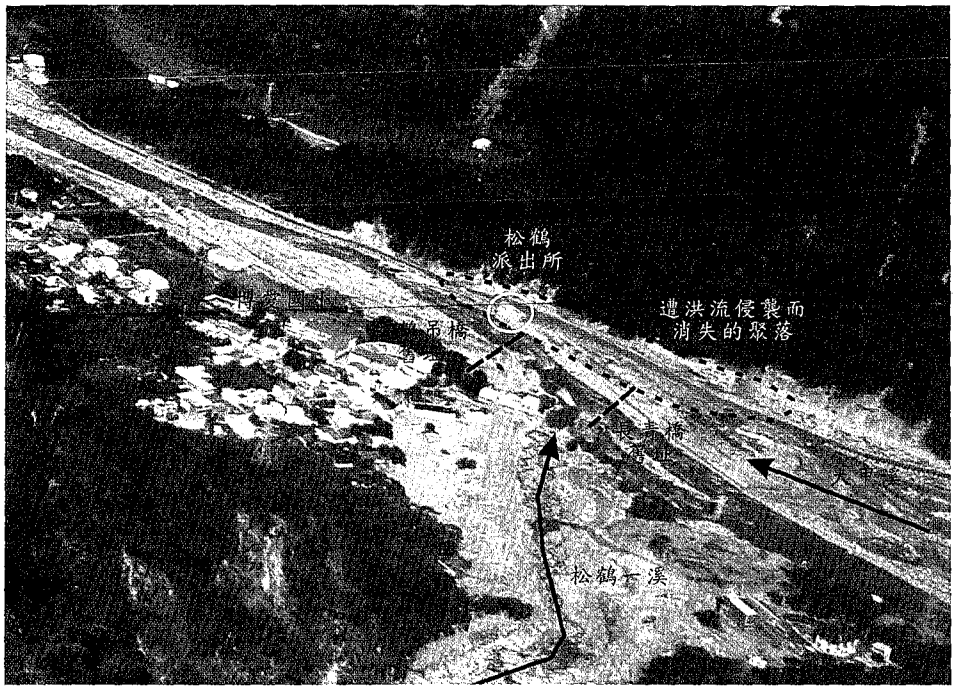


圖 16 艾利颱風後松鶴地區大甲溪右岸受災情形，可見原來之聚落已遭洪流侵襲而消失

Fig. 16 Disappearance of the village at the right bank of Da-Jia river after Typhoon Aere

九、結　　論

由上述之探討，松鶴一、二溪原來並非土石流敏感區域，主要是因爲集集地震之發生，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。

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。

誌　　謝

本文得以順利完成，特別感謝工研院能資所、中央地調所、國家災害防救科技中心及農林航測所等單位提供寶貴資料，及李錦發、邱禎龍、楊智堯、劉啓川、張芳銘、石秉根先生等人參與討論。

參考文獻

1. 中國土木水利學會 (2004)，「七二水災災區調查與復建策略研擬專案報告」。
2. 經濟部中央地質調查所 (1999)，「五萬分之一地質圖 - 國姓圖幅」。

2004 年 10 月 15 日　收稿
2004 年 11 月　7 日　修正
2004 年 11 月 24 日　接受
（本文開放討論至 2005 年 12 月 31 日）