

第四章 集水區問題分析與水土保持需要性

根據近年航照判釋、災害紀錄整理及會同仁愛鄉各村村長進行現地實勘結果，依據第三章劃分為 5 區分別說明區內土砂災害的分佈、特性以及水土保持需要性。相關調查方法說明如下：

(1) 野溪現況調查

計畫區內野溪（未包括土石流潛勢溪流）以有歷史災害、集水區有大量崩塌及有保全對象或有影響下游河道安全疑慮者為調查對象，相關現地調查表格如附錄八所示。

溪流調查主要在了解其縱橫斷面型態及床底坡降之變化，以為規劃治理之依據，調查之主要內容為：

- (A) 床底部份之沖淤變化
- (B) 兩岸侵蝕掏刷情形
- (C) 集水區範圍內之崩塌地狀況和土地利用之情況。

(2) 崩塌地調查分析

本計畫於崩塌地調查以災害歷史、0609 水災相關單位通報災害點及水土保持局民國 93 年「七二水災崩塌地判釋及分析」計畫之崩塌地調查成果為基本底圖，並以近年拍攝之相片基本圖、航空照片套疊判釋，以篩選有保全對象或有影響河溪安全疑慮者，作為現地調查之對象。現地調查後將以崩塌地面積大小、殘餘崩塌土石量、是否有再次崩塌或擴大可能，及對保全對象之影響等，作為後續治理優先順序之依據，相關崩塌地現地調查表格如附錄八所示。

(3) 土石流潛勢溪流調查分析

本計畫採用水土保持局於民國 91 年公布之 1,420 條土石流潛勢溪流為調查對象，配合地形、地質、人文等基本資料與崩塌地調查結果，針對土石流潛勢溪流及集水區現況、不穩定土砂量、水工構造物與保全對象做實地調查，並依據河道之不穩定土砂量、河道通容斷面充足性與對保全對象之危害度高低作為治理優先順序之考量。相關土石流潛勢溪流現地調查表格如附錄八所示。

(4) 道路及坡地水土保持調查分析

由於道路攸關坡地水土保持、居民通行安全與產業發展，因此道路調查對象包括歷史災害路段、主要通運道路、災害（崩塌地、土石流、洪患）影響路段，調查內容包括道路之水土保持狀況、安全性與災害發生時中斷之可能性。

4.1 眉原溪等 5 處集水區

眉原溪、眉原、梅子林、黃肉溪及萱野等 5 處集水區位於仁愛鄉西北區，主要溪流為北港溪，投 80 線沿北港溪南岸橫貫各集水區，行政區為互助及新生兩村（圖 4-8），茲依各集水區現況問題分述如下。

4.1.1 眉原溪

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

南投 A022：本土石流潛勢溪流 93 年 72 水災僅有少量土砂下移，堆積於清流部落區段河道，上游集水區崩塌地面積為 0.78 ha，95 年 0609 水災、碧莉斯颱風均未有災害發生。現況大致穩定。

(2) 崩塌地

本集水區崩塌地主要分布於北側，面積為 57.53 ha，崩塌地均無直接保全對象。

(3) 危險村落

本集水區主要聚落為清流部落，約 50%位於南投 A022 土石流潛勢溪流影響範圍內，本部落主要位於北港溪所發育之河階台地上，地形較為平坦，腹地寬廣。

(4) 道路及坡地水土保持

本集水區道路集中於清流部落及南側農地，因地形平緩，道路現況大致良好。

4.1.2 梅子林集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

本集水區計有土石流潛勢溪流南投 058、059 及 A106 三條，茲分述如下。

(A) 南投 058

南投 058 之土石流潛勢溪流之集水區面積約 29.0 ha，溪流全長 820 m，集水區高程介於標高 440 m~900 m 間，溪床之平均坡度約為 46%，溪床坡度在 30%以上之上游集水區面積約 24.7ha，其中、下游主要的保全對象為互助村投 80 道路上方 4 戶民宅及下方 3 戶民宅。

本區於民國 90 年之桃芝颱風期間曾發生土石流，大量土石淹沒右側部分民宅及投 80 線道路，93 年 72 水災亦有少量土砂下移至投 80 線。經由現場勘查、空拍照片及航拍正射影像（93.7.14 拍攝）得知，集水區坡面以自然林為主，植被密集，但右側坡面有約 3 ha 明顯崩塌地，下游舊沖積扇開發為果園。河道於桃芝災後已進行清淤，但目前河道中游仍淤積大量粗塊石，下游為大量粗礫石及岩屑堆積。下游段河道於桃芝災後已清淤並構築約 2.5 m 高之漿砌塊石護岸將溪流導向舊沖積扇左側，避開保全對象。

(B) 南投 059

南投 059 土石流潛勢溪流之集水區面積約 39.0 ha，溪流全長 923 m，溪床之平均坡度約為 39%，溪床坡度在 30%以上之集水區面積約 38 ha。本區於民國 90 年之桃芝颱風時曾發生土石流，淹沒扇狀地右側部分民宅及投 80 線道路。河道於桃芝災後已進行清淤。保全對象為民宅，主要位於舊沖積扇右側下緣，基於聚落與溪流距離甚近，河道仍有大量鬆散土石堆積，加上本區遇颱風、豪雨來襲時，容易形成土石流災害，對下游之道路等公共設施以及附近聚落民眾生命財產安全造成嚴重威脅。

經由現場勘查及空拍照片得知，集水區坡面以自然林為

主，植被密集，但右側坡面有約 1.6 ha 明顯崩塌地，下游舊沖積扇開發為果園。

(C) 南投 A106

本土石流潛勢溪流 93 年 72 水災有少量土砂下移，堆積於投 80 線，依據 93 年 7 月 14 日航拍影像判釋，上游集水區植生良好，無崩塌地分布，95 年 0609 水災、碧莉斯颱風均未有災害發生。現況大致穩定。

(D) 北港溪

北港溪於清流橋上游區段河岸攻擊坡段於 93 年 72 水災產生崩塌災害，災害地點區分為 A、B 兩處，分述如下。

- (a) 北港溪北岸階地崖(地點 A)，係一攻擊坡，因河流側向侵蝕，坡腳被淘刷而發生崩塌；崩塌規模寬 30~50m，高 10m 左右，若不處理則會繼續擴大，致使溪岸上方農地流失。
- (b) 清流橋南岸(即北港溪左岸)坡面(地點 B)呈一大規模古崩塌地形地型(寬約 500m，高約 250m)，推測多為崩積土所構成；此坡面的腳部因道路施工開挖，致有兩處寬約 20~40m，高約 30~50m 的崩塌發生，且有大量湧水，推測地下水是崩塌的主要原因之一。

(2) 崩塌地

本集水區崩塌地主要分布投 80 線南側陡坡，其中易生落石災害區段均已設置明隧道穿越，其餘崩塌地集中於南投 058 及 059 上游集水區，崩塌地均無直接保全對象。

(3) 危險村落

本集水區主要聚落為中原部落，約 30%位於南投 058 及 059 土石流潛勢溪流影響範圍內，本部落主要位於北港溪所發育之河階台地上，目前南投 058 及 059 土石流潛勢溪流均已治理，93 年 72 水災及 95 年 0609 水災均未有災情，初步評估現況穩定。

(4) 道路及坡地水土保持

本集水區主要道路為投 80 線，另外為部落內社區道路，社區

內道路因地勢平緩，大部分均設有道路側溝，現況大致良好。投80線南側坡地為本集水區崩塌地主要分布區，921地震後坡面多有崩塌落石災害，目前易生落石災害區段均已設置明隧道穿越。



圖 4-1 中原部落及南投 058、059 土石流潛勢溪流影響範圍



圖 4-2 清流橋上游崩塌航拍影像



圖 4-3 清流橋上游 0609 水災後崩塌狀況

4.1.3 眉原集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

(A) 南投 060

南投 060 之土石流潛勢溪流之集水區面積約 33 ha，溪流全長 775 m，溪床坡度在 30% 以上之上游集水區面積約 32 ha。本區於民國 90 年之桃芝颱風時曾發生土石流，大量崩塌土石、順著坡面及現有部落內聯絡道路流出。主要保全對象為眉原部落 6 鄰山林巷、投 80 線道路。

目前溪流上已設置一座攔砂壩，有效攔阻土砂下移，72 水災及 0609 水災均未有土砂災害，現況穩定。

(B) 南投 061

南投 061 之土石流潛勢溪流位於北港溪北岸，集水區面積約 259 ha，溪流全長約 3,300 m，其中、下游主要的保全對象為農路及果園，93 年 72 水災時土砂下移，造成一處橋梁沖毀，集水區崩塌地主要分布於溪床兩岸，共計 18.5 ha。本溪流無重要保全對象，因此目前未有相關治理設施。

(2) 崩塌地

崩塌地有 28 處，多位於北港溪北岸，面積共計 35.29 ha，無直接保全對象。

(3) 危險村落

本區主要聚落為眉原部落，共有 118 戶，部落 90% 均位於南投 060 之土石流潛勢溪流影響範圍內，該溪流經治理後，現況穩定。

(4) 道路及坡地水土保持

本集水區主要道路為投 80 線，另外為部落內社區道路，社區內道路現況大致良好。

4.1.4 黃肉溪集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

黃肉溪：集水區內主要溪流為黃肉溪，黃肉溪旁有一道路順沿溪岸闢建達溪流中游，72 水災時部份位於攻擊坡岸道路遭洪水及土石掩埋。溪流下游經中原部落東緣匯入北港溪。

(2) 崩塌地

崩塌地集中於集水區東南側山區，無直接保全對象。

(3) 道路及坡地水土保持

本集水區道路除投 80 線外，區內無編號農路，另外沿黃肉溪旁有一道路，主要聯結溪岸兩側果園，道路前段為混凝土路面，後段為碎石路面，路況不佳。

4.1.5 萱野集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

集水區有，南投 062、063、064 土石流潛勢溪流位於北港溪南側，鄰近惠蓀林場入口，在 72 水災及 0609 水災在溪流較上游河道轉彎處溢流，致使土砂不但堆滿下游河道，且較既有護岸高出約 2 m 左右，寬約達 100~200 m，造成投 80 線道路中斷，土石顆粒以直徑 0.3~0.5 m 者居多，更大顆粒者不多，依據 72 水災後崩塌地判釋資料顯示，集水區上方崩塌面積達 22.99 ha。

(2) 崩塌地

依據 72 水災後航照判釋，集水區崩塌地有 49 處，面積計 53.94 ha，崩塌地多位於中上游山區，無直接保全對象。



圖 4-4 南投 063、064 土石流潛勢溪流航拍影像



圖 4-5 南投 063、南投 064 土石流潛勢溪流 0609 水災後狀況

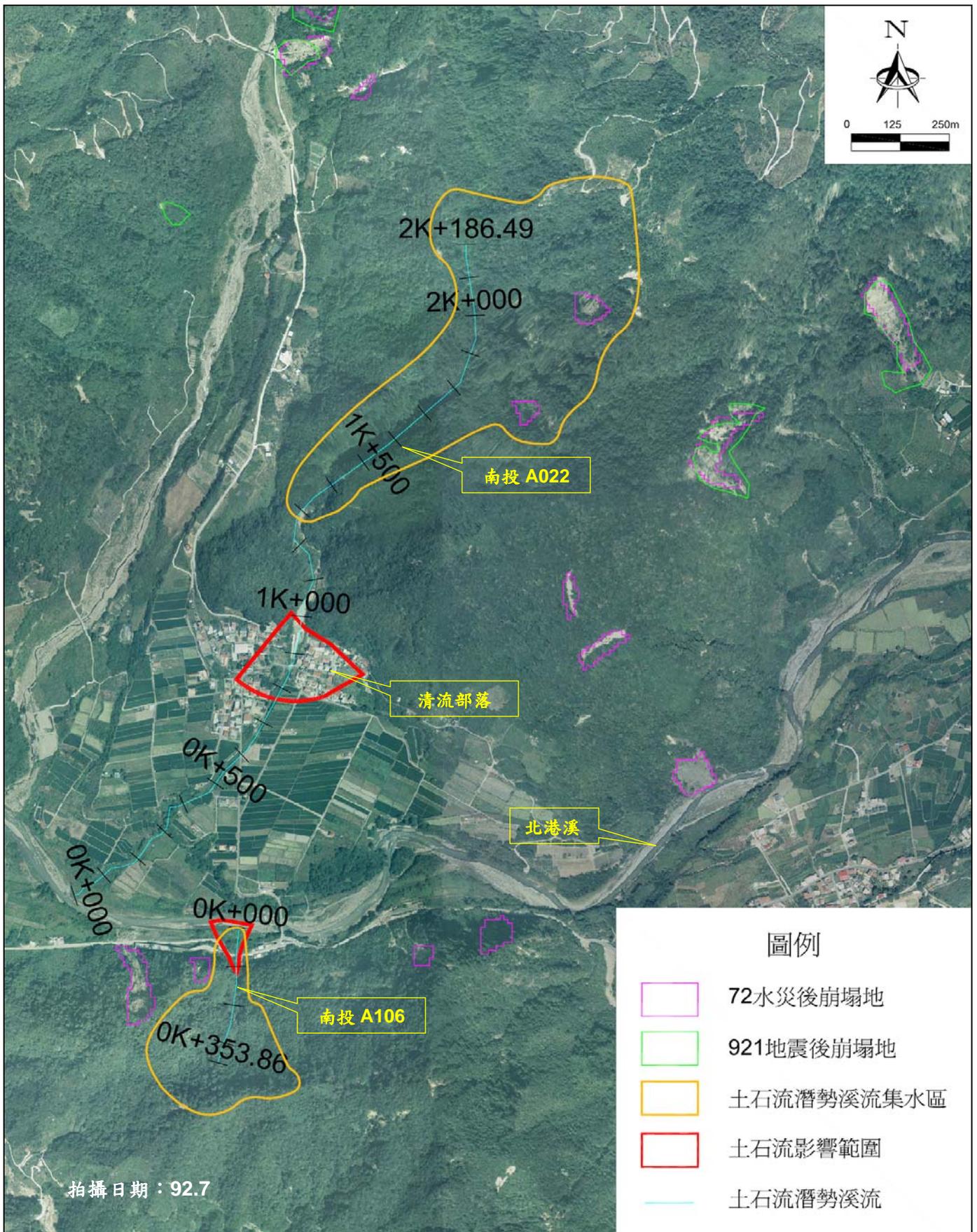


圖 4-7 土石流潛勢溪流南投 A022、A106 集水區

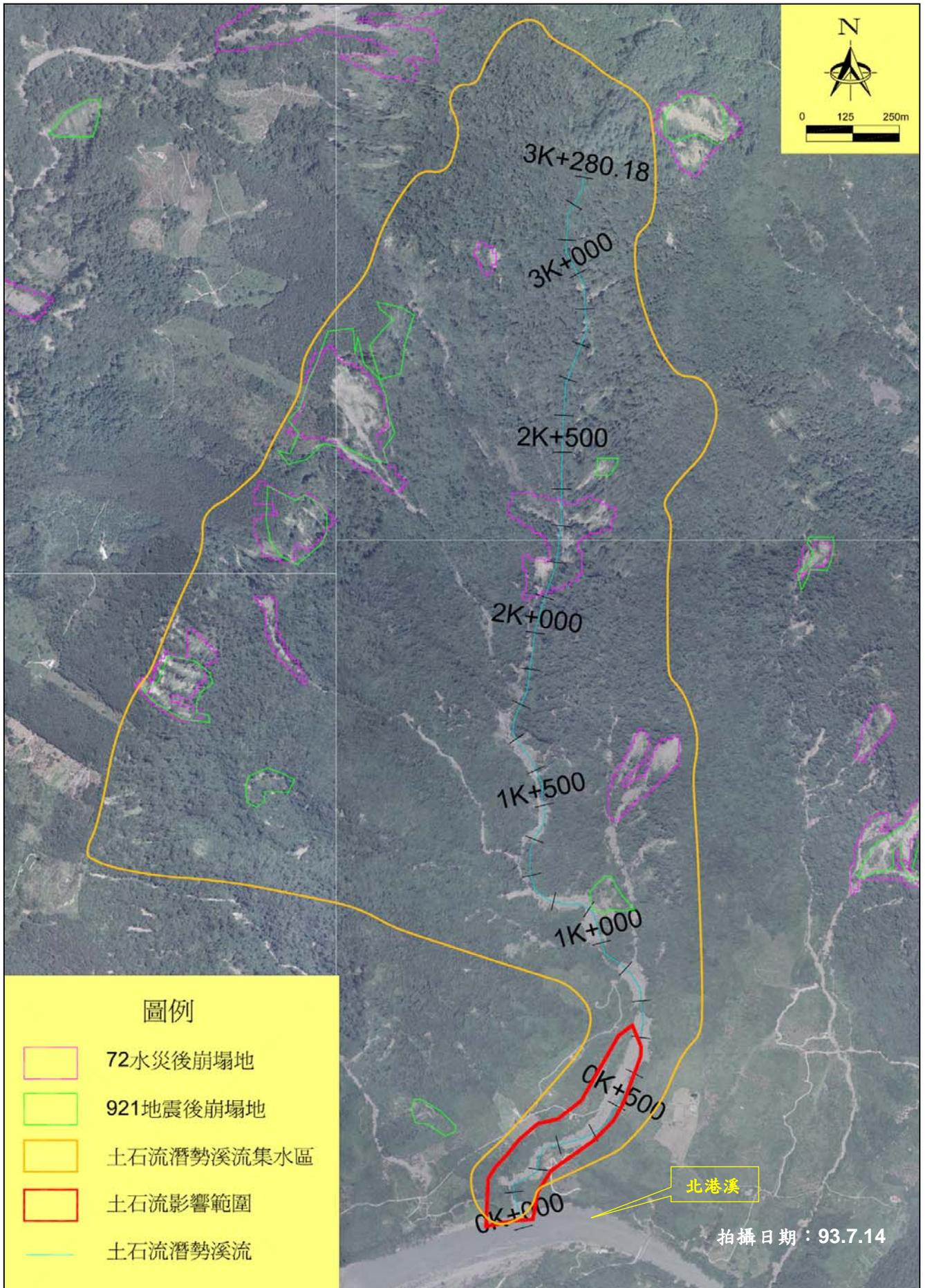


圖 4-8 土石流潛勢溪流南投 061 集水區

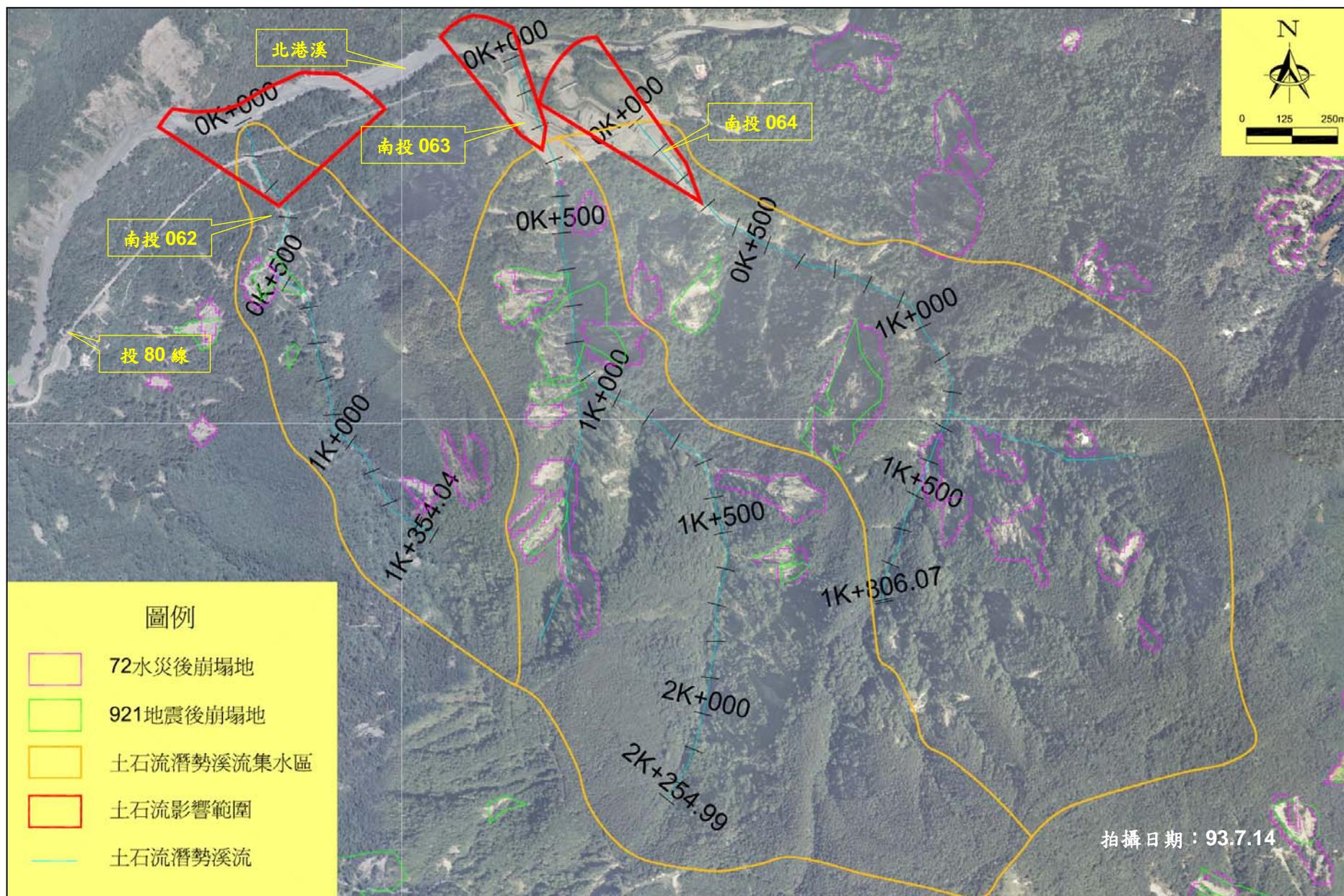


圖 4-9 土石流潛勢溪流南投 062、063、064 集水區

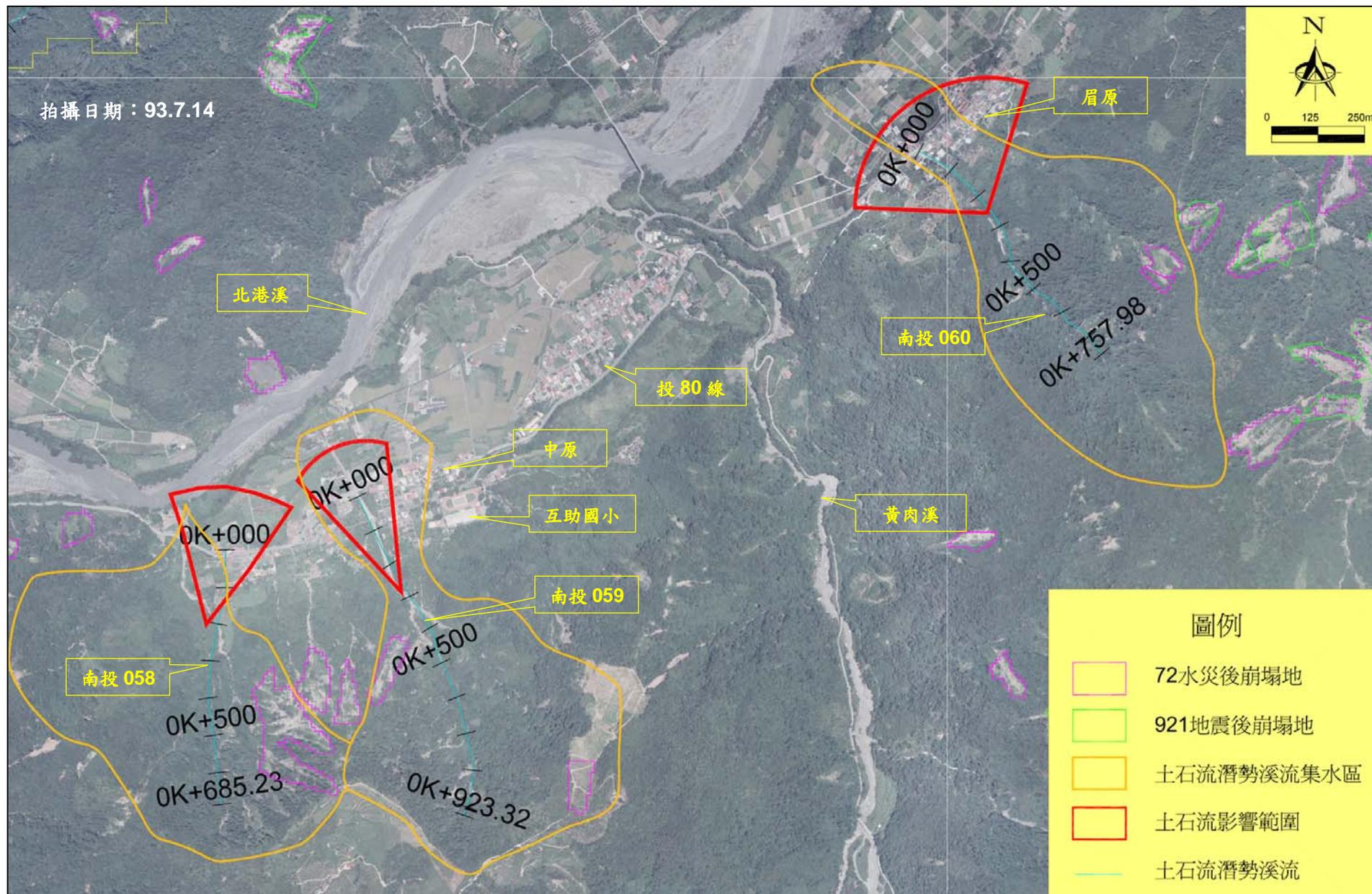


圖 4-10 土石流潛勢溪流南投 058、059、060 集水區

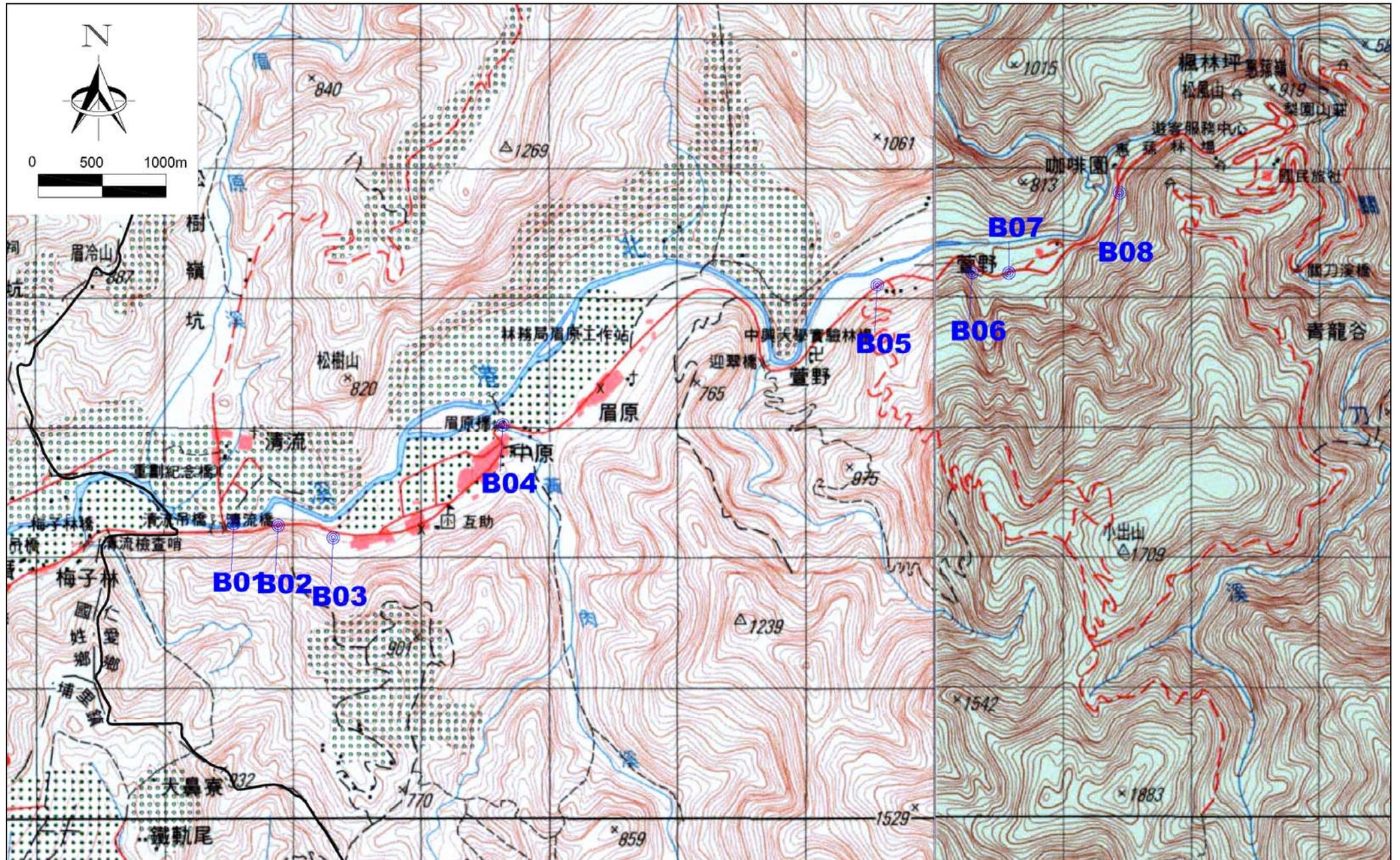


圖 4-11 眉原溪等 5 處集水區現地調查點位示意圖

表 4-1 眉原溪等 5 處集水區現地調查表(1/3)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
B01	北港溪清流橋 (244509,2662270)		投 80 線清流橋入口 72 水災後採石籠擋土牆復建。
			投 80 線清流橋入口石籠擋土牆 95 年 6 月 13 日至現場調查，既設擋土牆已沖毀路基流失、道路中斷。
B02	北港溪清流橋上游 (244854,2662255)		本區段為溪流攻擊面，洪水沖刷邊坡持續崩落。
B03	南投 058 土石流潛勢溪流 (245284,2662160)		上游土石下移堆積於投 80 線上游區域。致淹沒既有構造物。
B04	北港溪眉原橋 (黃肉溪) (246606,2663034)		眉原橋上下游植生良好，下游少量土石堆積。

表 4-2 眉原溪等 5 處集水區現地調查表(2/3)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
B05	土石流潛勢溪流 南投 062 (249526,2664113)		大規模土砂下移堆積於投 80 線上下游區段，規模長約 250 m、扇形分佈最寬約 30 m，碎石粒徑大多為 20cm 以下。
B06	土石流潛勢溪流 南投 063 (250265,2664212)		大規模土砂下移堆積於投 80 線上下游區段，規模長約 100 m、寬約 20 m

表 4-3 眉原溪等 5 處集水區現地調查表(3/3)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
B07	土石流潛勢溪流 南投 064 (250552,2664208)		大規模土砂下移堆積於投 80 線上下游區段，長約 1,000 m、寬約 250 m，堆積厚度約 4~6 m。
B08	惠蓀林場往露營區 (251415,2664824)		原有道路因下邊坡護岸遭溪流冲刷侵蝕，造成損毀。

4.2 南山溪及東眼溪集水區

南山溪及東眼溪集水區位於仁愛鄉西區，主要溪流為眉溪、南山溪、東眼溪及本部溪等，台 14 線沿眉溪南岸橫貫兩集水區，行政區大部份位於南豐村，水土保持局第三工程所於 95 年 5 月完成『眉溪集水區整體治理調查規劃』，其計畫範圍包含南山溪、東眼溪、守城大山及南東眼山等子集水區，因此此 2 處子集水區劃歸為已調查區，集水區於民國 93 年 7 月 2 日敏督利颱風過境，造成嚴重河道侵蝕，發生大量土石向下游流動情形，形成下游土石大量堆積而使得仁愛鄉南豐村附近 28 戶全倒及道路、橋樑中斷等災害。茲摘錄該報告重點內容說明如下。

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

本區內計有 10 條土石流潛勢溪流，溪流本身即存在不穩定之潛藏因素，倘若遇見激發土石流之因子，如豪雨、地震及人為過度開發等，即可能引發溪流不斷產生災害之情形。

72 水災時大量土石由上游挾帶著雨水不斷的沖刷兩岸邊坡，沖滾到下游，造成下游民宅建築、作物及生命財產之損失。災後溪床寬度明顯以倍數增寬，其中以眉溪主流最為顯著，針對問題說明如下：

(A) 眉溪主流

眉溪主流主要為土砂淤積問題，72 水災從上游流下之土砂堆積於河道，目前迫切需要將其河道疏浚，恢復其原有河槽以容納下次之土石，因此南投縣政府已針對疏浚發包執行，惟對於其範圍建議應擴大至下游本部溪地區。

(B) 南投 A006 (本部溪)

本部溪與眉溪匯流口處淤積大量之土石，本部溪橋之斷面形狀為拱形，斷面高 3.2 m、寬 10 m，本橋樑雖未被沖毀，因淤積大量土石，導致土石溢頂而往道路宣洩，因此初步判斷其橋樑之排洪斷面應為不足，必須加以加寬加高。

本部溪橋上游 1K+300，本河段之既有護岸（高 2 m），因遭土石掩埋而無法得知其長度，河道沖刷嚴重。

本部溪橋上游 2K+000，本河段左岸有一混凝土護岸，目前已被土石掩埋，故無法量測此護岸長度。

(C) 南投 006 (食菜坑溪)

本溪流起點福德橋橋寬為 5.5 m、高僅 1 m，橋樑通水斷面明顯不足，福德橋及上游護岸已部份損壞，食菜坑溪下游土砂淤積嚴重，於 72 水災時，土石流亦漫流至附近住家。

里程 0K+900 右支流有 3 座天然防砂壩，其中第三座天然防砂壩下游右岸之混凝土護岸損壞上半部，約 25 m 長。

(D) 南投 A005

本溪左岸約 120 m 處為土石流堆積扇，堆積扇長度約 85 m，此堆積扇坡度陡峭 (33.3%)，且與台 14 線道路間無任何保護措施，故若遇豪雨，即可能造成交通中斷及農作物損失。

(E) 南投 005

楓子林橋通水斷面寬 9.5 m、高 3 m，據居民陳述，72 水災發生土石流時，本溪之土石流漫流至路面上，故須將楓子林橋之通水斷面做檢討。

(F) 南投 A003

本溪流之河道沖淤較不嚴重，但須注意其坡面沖蝕情形。

(G) 南投 004

南山橋橋樑之橋寬約 6 m、高約 2 m，本橋樑於 72 水災雖未被沖毀，但因淤積大量土石，導致土石溢頂而往道路宣洩，使得道路兩旁之民宅及商家遭受土石入侵。因此初步判斷其橋樑之排洪斷面應為不足，必須加寬加高。

南山橋至過水路河段水保局第三工程所已針對河道設置護岸及連續性之固床工，但中間約有 100 m 未加以整治，導致本河段遭受洪水沖刷相當嚴重，故此河段上下游應新增護岸加以銜接。

(H) 南投 A002 (南山溪)

南山溪匯流口淤積嚴重，自匯流口往上至福祿橋段淤積約 5 m 深，福祿橋因此被淹埋(原有深度約 3 m)。

福祿橋至福興橋段，福興橋於 72 水災中被土砂淹埋。

福興橋至上游二孔箱涵段，72 水災南山溪之主要災害乃來自於上游二孔箱涵被大樹木堵塞後，形成淹塞湖後往下沖刷所造成。此二孔箱涵為林務局所興建，每孔之寬度為 7 m，高 3 m，目前二孔箱涵原 20 m 河道亦被沖刷成約 40 m 寬。

(I) 南投 003 (下眉橋溪)

匯流口至台 14 線下眉溪橋區段，下眉橋之橋寬約 6 m、高約 2 m，72 水災中土石溢流出河道約 2 m 左右，此處上游土石淤積相當嚴重。

匯流口往上 250 m 區段，為土石之淤積段，形成一扇狀堆積地，目前堆積之土石相當多，估計超過 10,000 m³ 以上。

堆積扇往上 300 m 區段，既有護岸已遭受土石掩埋，其堆積扇相銜接處為一谷口，此谷口為極佳之壩址，惟有產業道路通過，因此設計時將考量道路之通暢問題。

(J) 南投 A001 (東眼溪)

東眼溪匯流口處之無名橋橋長 18 m、橋寬 8 m，其通水斷面高 3 m、寬 16.5 m。由於目前橋樑上下游之溪床土砂淤積嚴重，故初步判斷本橋樑之斷面應加大較適宜。而於東眼溪上游長約 15m 之固床工已沖毀。

里程 0K+700 處之愛惜橋下游右岸之 PC 護岸長約 80 m，目前有 30 m 已沖毀。

(2) 崩塌地

本區大部分之崩塌地分布於河岸兩旁或溪流源頭地區，因地處偏遠，不易到達，更無保全對象，因此無立即危險，處理之效益不大，建議靜待自然復舊穩定。

(3) 道路及坡地水土保持

道路調查方面則有埔霧公路(台 14 線)、本部溪農路、食菜坑溪農路、南投 A004 農路、楓子林橋溪農路、南山橋溪農路、南山溪(農投仁 15 號農路及大同山農路)、下眉橋溪農路、東眼溪農路等 10 條。道路除部份路面坍塌必須處理，其餘路況堪稱良好，道路情況彙整如表 4-4 所示。

集水區內之國有地(林班地)佔 60%，39%為原住民保留地，其中供農業使用者佔 10%，本集水區之坡地大都以種植茶葉、蔬菜及溫室花卉為主，除蔬菜之種植易造成土壤沖蝕外，其餘並無發現有土壤裸露及覆蓋不佳之情形。

蔬菜種植易造成土壤裸露，使得土地抗蝕力降低，由現地調查發現，蔬菜種植多數並未實施階段與排水等基本水土保持設施，容易造成土壤沖蝕。針對此人為所產生之問題，建議相關主管機關應查明蔬菜種植是否有林地超限利用，國有地濫砍濫伐等人為因素，進行查明取締之管理事項；若蔬菜種植係合法行為，建議加強對民眾農地水土保持宣導，並加強農地水土保持設施。

表 4-4 南山溪及東眼溪集水區道路現況調查表

編號	道路名稱	維護單位	長度(km)	路寬(m)	路面鋪設	水土保持現況
1	台 14 線	公路局	6	8-12	AC 路面	少數路段需補強外，路面狀況良好，全線路基穩定、排水設施完善
2	本部溪道路	南投縣政府		3	碎石路面及 PC 路面	目前破碎路段邊坡皆已設置打樁編柵等整治工程
3	食菜坑溪道路	南投縣政府	1.1	3.5	碎石路面	部份路段道路上下邊坡崩壞面積大，應以掛網植生及設置防砂壩整治
4	南投 A004 道路	南投縣政府	0.3	3	碎石路面	道路陡而多彎折，鋪面有多處破損及磨損，車輛行走不易，邊坡無擋土設施，但植生茂密，尚穩定
5	楓子林橋溪道路	南投縣政府	0.1	3	碎石路面	道路陡而多彎折，鋪面有多處破損及磨損，車輛行走不易，其中有 60 m 為碎石路面，其餘 40 m 為水泥路面
6	南山橋溪(加油站)道路	南投縣政府		3	PC 路面	少數路段需補強外，路面狀況良好
7	南山溪道路	南投縣政府	4.45	5-12	AC 及 PC 路面	部分道路基礎塌陷，應重新鋪設 PC
8	下眉橋野溪(天主堂)道路	南投縣政府		3	PC 路面	少數路段需補強外，路面狀況良好
9	東眼溪道路	南投縣政府	6.3	4-5	PC 路面	1.部分道路基礎塌陷，應重新鋪設 PC 2.部分道路上下邊坡崩壞，應以鋼網固定崩壞坡面，再以種子噴灑加強植生

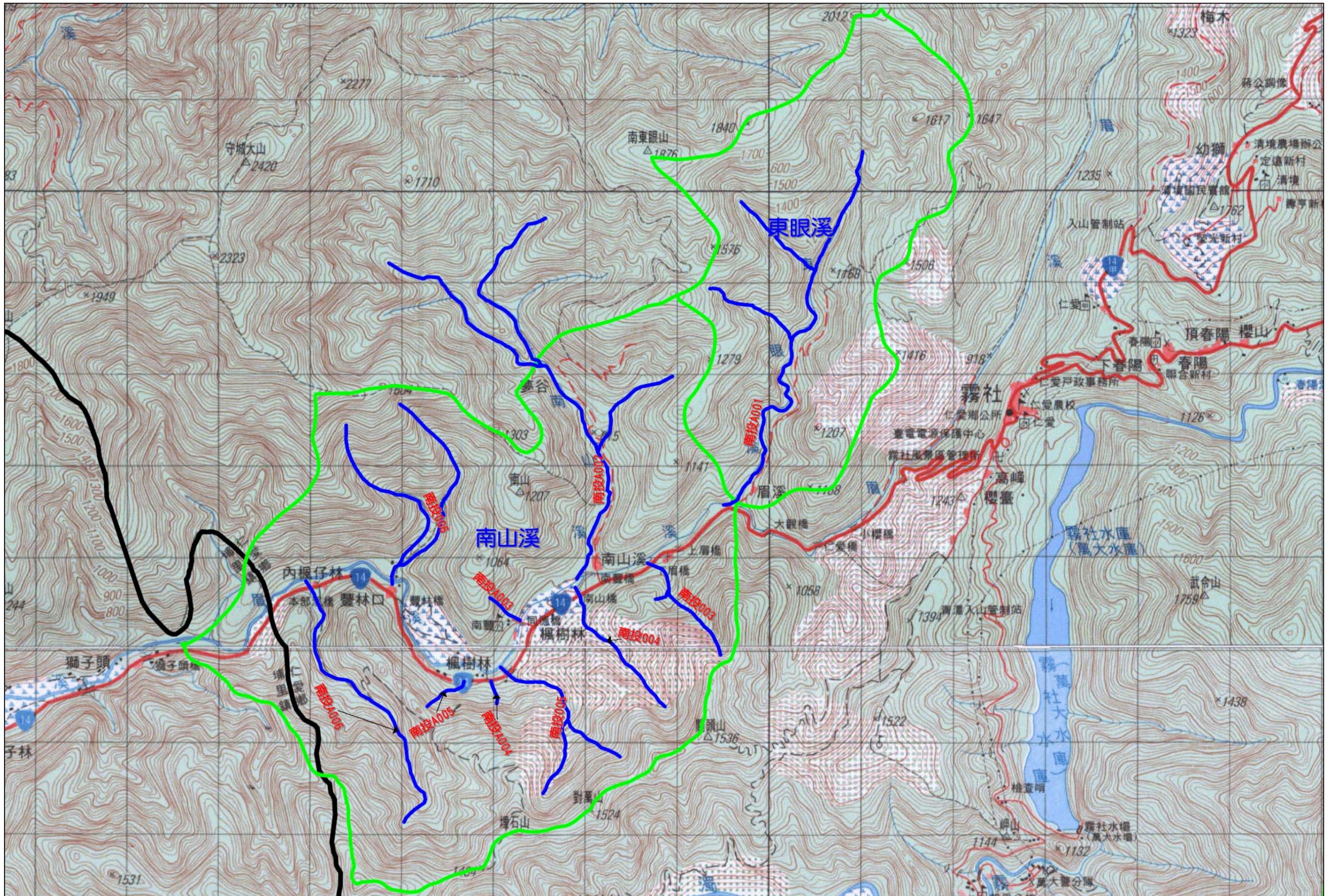


圖 4-12 南山溪及東眼溪集水區土石流潛勢溪流、聚落及交通位置圖

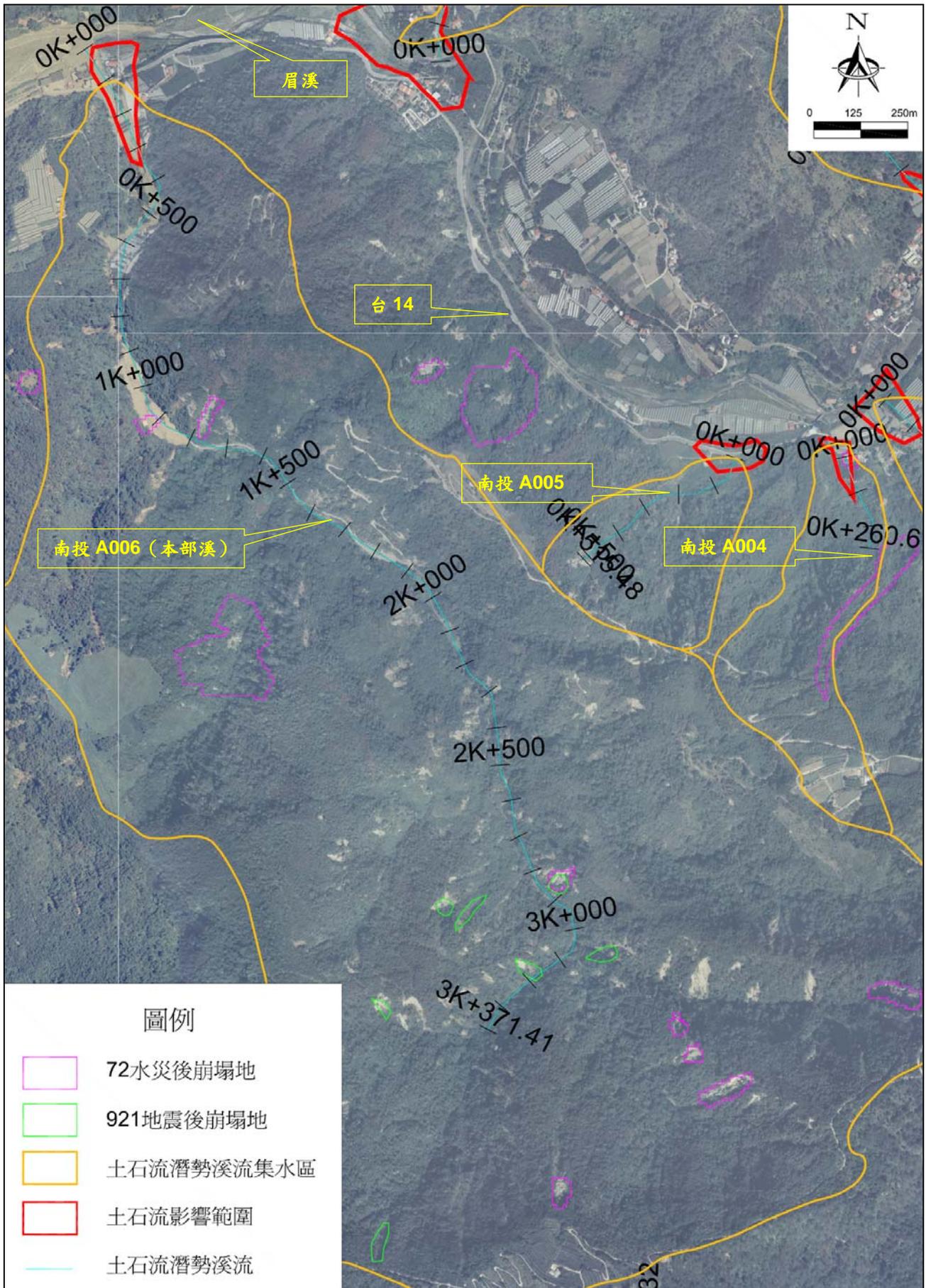


圖 4-13 土石流潛勢溪流南投 A004、A005、A006 集水區正射影像

表 4-5 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(1/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C01	本部溪本部溪橋 (254979,2655660)	 A photograph showing a concrete bridge with yellow railings over a stream. The railings on both sides appear damaged and partially missing. The date '2006.03.2' is visible in the bottom right corner of the photo.	本部溪橋雙側護欄損毀。
C02	本部溪 (254979,2655660)	 A photograph of a stream flowing through a concrete-lined channel. The banks are well-maintained, and there are some small structures or weirs in the water. The date '2006.03.2' is visible in the bottom right corner of the photo.	本部溪橋上游已整治約 200 m, 護岸及溪床保持完整, 達到整治預期效益。
C03	本部溪 (255063,2655472)	 A photograph showing a stream on the left and a concrete road on the right. The road appears to be a PC (Precast Concrete) road. The date '2006.03.2' is visible in the bottom right corner of the photo.	本區段長 250 m、邊坡高 2 m、現有溪床寬 2 m, PC 路面寬 4 m, 暴雨後水流挾帶礫石撞擊導致護岸毀損流失。
C04		 A photograph of a stream with a large pile of rocks in the middle, partially blocking the flow. The date '2006.06.1' is visible in the bottom right corner of the photo.	95.6.14 再次現勘土石淤積已將原有護岸及農路沖毀。
C05	本部溪 (255038,2655195)	 A photograph showing a stream with a large landslide on the right bank. A red arrow points to the landslide area. The date '2006.03.2' is visible in the bottom right corner of the photo.	溪床右側崩落寬約 15 m、長 25 m, 崩落土淤積於溪床影響水流。

表 4-6 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(2/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C06	本部溪 (255042,2654933)		本區段溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域長約 200 m、寬約 20 m、深約 2.5 m。致民宅淹沒沖毀。
C07	本部溪 (255305,2654699)		溪流左側邊坡崩落長約 30 m、高約 20 m。
C08			
C09	本部溪 (255606,2654507)		溪流右側坡面風化層大小塊體持續崩落長約 25 m、高約 40 m。
C10	本部溪 (255793,2654379)		溪床坡度過陡、構造物基礎深度及固床工不足，且水流流速較快，水流沖刷造成構造物基礎嚴重掏刷掏空。

表 4-7 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(3/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C11	眉溪松林橋 (256866,2654755)		眉溪松林橋旁溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致淹沒既有護岸危及溪側農作。
C12	眉溪 (256154,2654935)		溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致溪床提高水流沖擊邊坡致邊坡崩落危及溪側農作。
C13	眉溪南豐橋 (255322,2655774)		眉溪南豐橋旁土石崩落長約 80 m、高約 10 m。
C14	眉溪豐德橋 (255987,2655768)		眉溪豐德橋上下溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致溪床提高水流沖擊邊坡致邊坡崩落。
C15	眉溪 (254807,2655683)		溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致溪床提高水流沖擊邊坡致邊坡崩落原有擋土牆倒塌、溪側農路沖毀中斷。

表 4-8 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(4/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C16	土石流潛勢溪流 南投 006 (255902,2655879)		本區段已完成整治。
C17	土石流潛勢溪流 南投 006 (255980,2655925)		本區段右側少數土石堆積。
C18	土石流潛勢溪流 南投 006 (256089,2656033)		溪流左側邊坡崩落，崩落土石引響水流。
C19	土石流潛勢溪流 南投 006 (256343,2656302)		溪流右側邊坡崩落長約 25 m、高約 10 m，崩落土石影響水流。
C20	土石流潛勢溪流 南投 006 (256413,2656609)		溪流左側邊坡崩落，崩落土石影響水流。

表 4-9 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(5/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C21	南山溪 (258134,2656371)		本區段溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致淹沒既有護岸溪流改道沖蝕邊坡。
C22			95.6.14 再次現勘土石淤積已將原有護岸完全淹沒、邊坡持續沖刷崩落。
C23	南山溪福興橋 (258255,2656743)		本區段溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。鄉公所已完成緊急疏浚。
			95.6.14 再次現勘福興橋聯絡道已遭洪水沖毀。
C25	南山溪 (258208,2656797)		本區段溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域。致民宅淹沒沖毀。邊坡遭洪水沖刷崩落

表 4-10 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(6/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C26	南山溪 (258136,2657128)		本區段溪流坡度平緩，上游崩落土石堆積於本區域長約 200 m、寬約 50 m、深約 2.5 m。
C27	南山溪夢谷瀑布入口 (258004,2657439)		本區段為溪流攻擊面，原已建造擋土牆鞏固路基。但 95.6.14 再次現勘擋土牆已遭洪水沖毀、路基流失、通往夢谷瀑布道路中斷。
C28			
C29	南山溪夢谷瀑布 (257629,2657974)		夢谷瀑布公園遭洪水沖毀。
C30	南山溪 (257790,2657754)		水保局已施作 2 座攔砂壩，功效良好。下游段邊坡沖刷崩落。

表 4-11 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(7/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C31	東眼溪東眼山橋 (259583,2656574)		東眼山橋上游暴雨後水流挾帶礫石沖刷溪床致護岸基礎流失。
C32	東眼溪 (260016,2657088)	 2006.06.1	東眼山溪支流上游土石崩落，暴雨後水流挾帶礫石衝擊農路及箱涵。
C33	東眼溪 (259874,2657250)	 2006.06.1	本區段水保局施作攔砂壩2座，已發揮功效。唯壩體上游土石不斷崩落，遇雨水流挾帶礫石衝擊下游邊坡，致邊坡崩落危及民宅。
C34	東眼溪 (260078,2657522)	 2006.06.1	溪側邊坡崩落長約 70 m、高約 9 m，持續崩落危及農作。
C35	東眼溪 (260262,2657823)	 2006.06.1	溪側邊坡風化崩落長約 15 m、高約 20 m，持續風化崩落。

表 4-12 南山溪及東眼溪集水區現地調查表(8/8)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
07	土石流潛勢溪流 南投 005 楓子林橋野溪		<p>土石流南投 005 崩塌區。</p>
			<p>整流工與台 14 線交會處。</p>
			<p>整流工下方排水溝斷面不足。</p>

4.3 梅木等 7 處集水區

梅木等 7 處集水區位於仁愛鄉西北區，主要溪流為北港溪上游及眉溪，行政區為大同、力行及翠華村，其中力行產業道路縱貫合水溪以北 6 處集水區，因此將梅木及合水溪以北 6 處集水區區分為兩章節分述說明。

4.3.1 梅木集水區

(1) 崩塌地

集水區崩塌地分佈於眉溪兩岸坡地，以台 14 線 79k+250 區段崩塌及地滑災害（霧社地滑）災情最嚴重，茲說明如下，其餘崩塌地無直接保全對象。

本地滑災害發生於 95 年 6 月，因 0609 豪雨引發崩落及地滑災害，地點位於台 14 線 79k+250 區段，為台電萬大電廠第二辦公室後方（圖 4-17、4-18），在道路上出現下陷、裂隙等地滑的地表徵象，推測此段位於地滑頭部，初估此地滑寬約 150 m、長約 200 m；其南側另鄰接一塊寬約 50 m、長約 150 m 的小滑動體，在這小滑動體內有一家民宿，此民宿背後邊坡受擠壓而凸出。

地滑南側邊坡自山陵線上住家的基礎附近向下崩落，崩塌地寬約 50 m、長約 100 m，呈凹谷地形。崩塌區上方的住家基礎及霧社外環道路路基滑落，滑落土石內夾雜不少垃圾，崩塌區頭部附近地盤狀況不良。



圖 4-17 台 14 線 79K+250 崩塌前後全景



崩壞下方坑溝，地層破碎，上方堆積大量土石



坑溝下切侵蝕嚴重，深約4~6m，寬約20~30m，長約450m



由坑溝下方仰視陵線上崩塌情形



地滑南側邊坡自山陵線上住家的基礎附近向下崩落，呈凹谷地形



道路出現下陷、裂隙等地滑的地表徵象，推測此段位於地滑頭部



民宿背後邊坡受擠壓而凸出

圖 4-18 台 14 線 79K+250 崩塌災害調查相片 (拍攝日期：95.06.14)

(2) 危險村落

本集水區主要聚落為霧社，霧社為南投縣仁愛鄉公所的所在地，台 14 線公路係仁愛鄉行政中心對外的唯一通道；民國 95 年的 0609 豪雨，於鄉公所南南西數百公尺的台 14 線 79 K 附近引發地滑，致使該處的道路下陷、龜裂等；地滑南側另鄰接一塊小滑動體，在這小滑動體內有一家民宿，此民宿背後邊坡受擠壓而凸出；地滑北側為一崩塌地，造成霧社外環道路基及其上邊坡數棟民宅基礎向下崩落至山谷。

霧社地區標高 1,150 m 左右，呈幾近南北走向之狹隘山脊地形，其東西兩側分別為萬大水庫與眉溪，以仁愛鄉公所為中心的聚落主要部份多沿著山脊較平緩地區發展（圖 4-19），因此山脊兩側若發生崩塌，除了威脅霧社地區聚落安全外，亦將衝擊廬山、清境等地區居民生計，甚至於影響到台中縣梨山地區對外之交通連絡。



圖 4-19 霧社部落 3D 模擬圖

(3) 道路及坡地水土保持

本集水區主要道路為台 14 線及台 14 甲，除前述台 14 線 79K+250 處行經崩塌地外，其餘道路大致沿稜線及山脊平台修建，現況大致良好。

4.3.2 合水溪等 6 處集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

本集水區主要溪流為北港溪、瑞岩溪、帖比倫溪及北港溪上游支流等（圖 4-29）。

北港溪行經瑞岩區段，兩岸支流坑溝於 72 水災及 0609 水災多處遭大水土石沖擊，護岸、箱涵與道路已損壞。上游乙座防砂壩基礎掏空待修復。

紅香溫泉橋 0609 水災遭大雨洪水沖毀，搭建臨時便橋通行。

帖比倫溪與北港溪匯流之下游區段，土石淤積嚴重，南岸農地遭土砂掩埋，危及民舍。

(2) 崩塌地

依據航照判釋結果，集水區範圍內共有崩塌地 688 處，經現場勘查新增大部份崩塌地均無直接保全對象，有保全對象者主要分佈於力行產業道路沿線（詳表 4-15~24）。

(3) 危險村落

(A) 瑞岩

瑞岩部落區分為舊部落及新部落兩區，舊部落沿狹窄山脊興建，部落周邊均為陡崖，921 地震造成緊鄰陡崖區域房舍基礎下陷開裂、房舍倒塌災害，舊部落周邊鄰陡崖處屬於不穩定區。

新部落位於北港溪對岸階地，目前基礎設施均已完成，原舊部落國小已遷建至此，新部落基地西側緊鄰陡坡，現場有治理後之崩塌區，建議新部落鄰陡坡處應規劃緩衝區，以避免崩塌威脅生命財產安全。

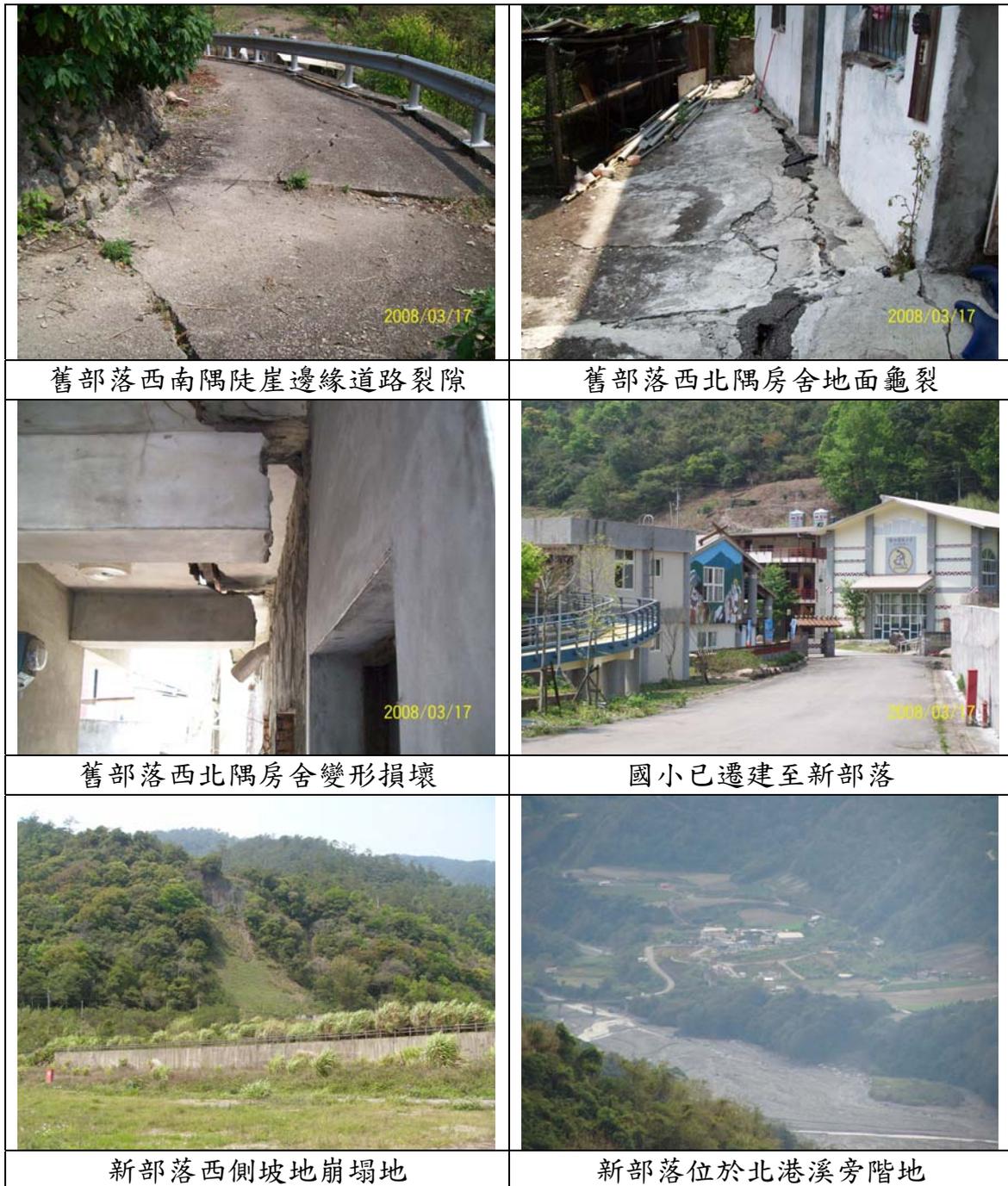


圖 4-20 瑞岩部落現地情況

(B) 慈峰

慈峰部落修築於山坡稜線上(圖 4-24)，其聯外道路為翠峰支線，以往力行產業道路因豪雨災害中斷時，本道路為對外通行之替代道路，部落周邊現況大致穩定，進入部落前道路下邊坡擋土牆曾發生崩塌災害，目前已復建完成。

聯外道路為翠峰支線行經一處地滑區，該地滑區目前仍有滑動趨勢，威脅部落對外聯絡交通。



圖 4-21 慈峰部落現地情況

(C) 馬烈霸 (新望洋)

馬烈霸部落為力行產業道路沿線最大聚落，修築於山坡稜線上，部落目前大致穩定，未發現相關災害跡象。

部落對外唯一道路為力行產業道路，部落南側里程 25K+500 及北側里程 30K+350 位處高滑動潛勢之坡地 (圖 4-25)，若遇豪雨致災，則部落將面臨對外交通中斷之威脅。

(D) 紅香

紅香部落位於北港溪西岸階地上（圖 4-26），部落目前大致穩定。臨北港溪岸有河道侵蝕問題，但因與部落仍有一段距離，目前應無安全顧慮。

部落對外唯一道路為紅香支線，跨越北港溪之紅香一號橋於 72 水災遭沖毀，目前暫以便橋方式通行。

(E) 翠巒

翠巒部落位於北港溪東側坡地（圖 4-28），部落兩側有坑溝，所幸侵蝕作用並不明顯，目前大致穩定。北側教堂後方有一草生地，由地形觀察疑為潛在滑動區，仍需進一步調查確認。

部落連接力行產業道路之連絡道，道路縱坡急陡、迴彎半徑不足，線型明顯超限，交通安全勘慮。



圖 4-22 翠巒部落現地情況

(6) 華崗

華崗聚落位於山嶺線較平緩區域，土地利用以栽植高冷蔬菜為主，聚落周邊部份區域有蝕溝發育，但因本區腹地較寬廣，房舍集中於中央區域，並未影響聚落安全（圖 4-27）。



圖 4-23 瑞岩部落 3D 模擬圖

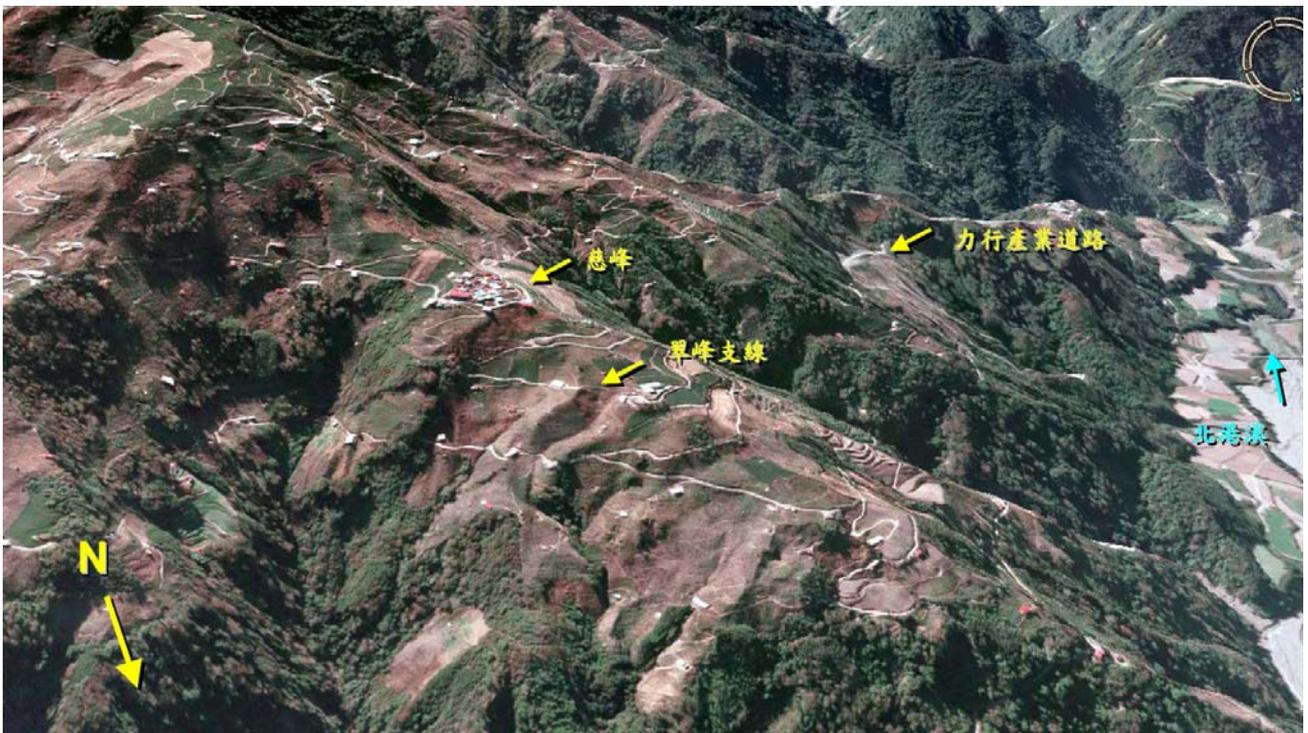


圖 4-24 慈峰部落 3D 模擬圖

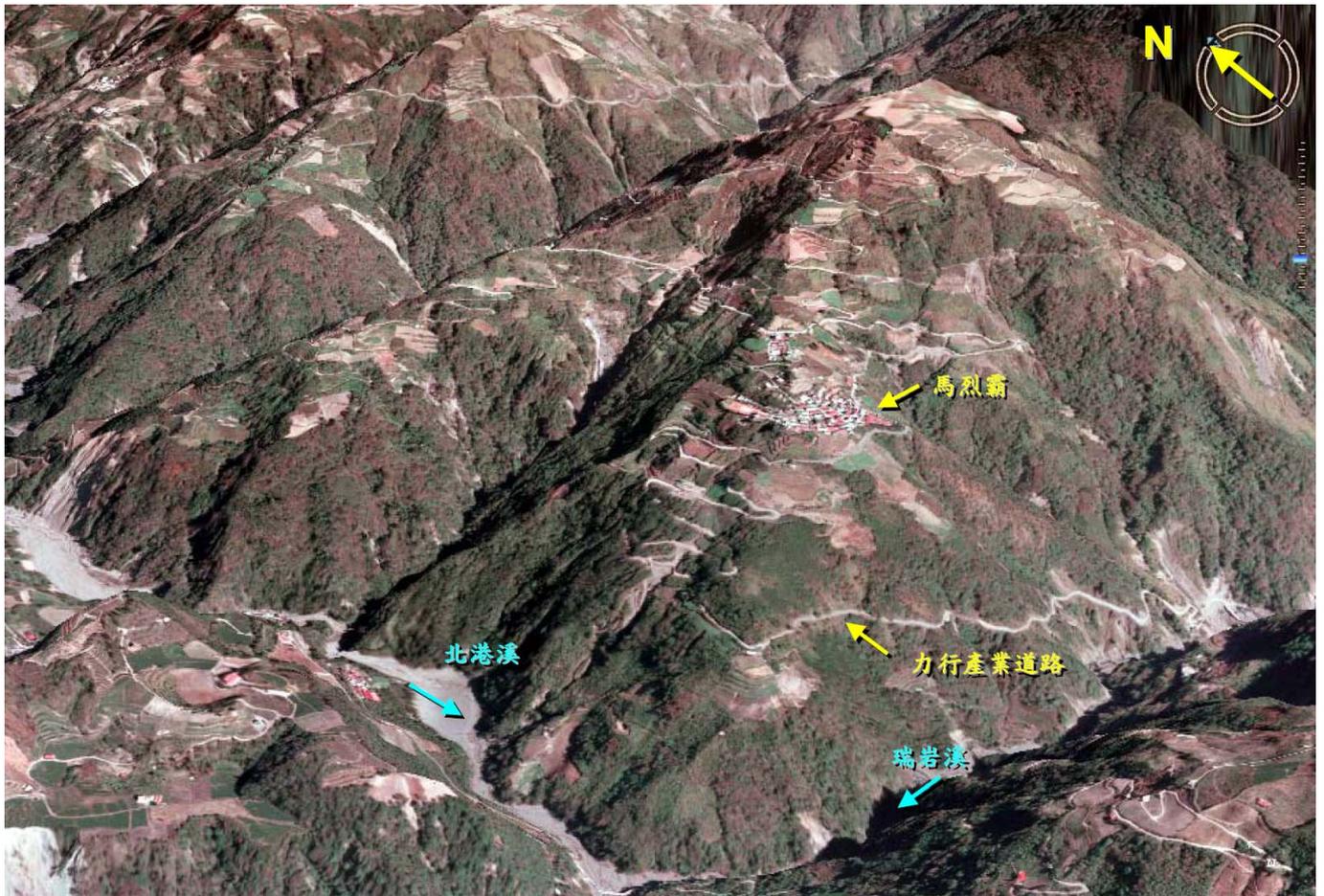


圖 4-25 馬烈霸部落 3D 模擬圖

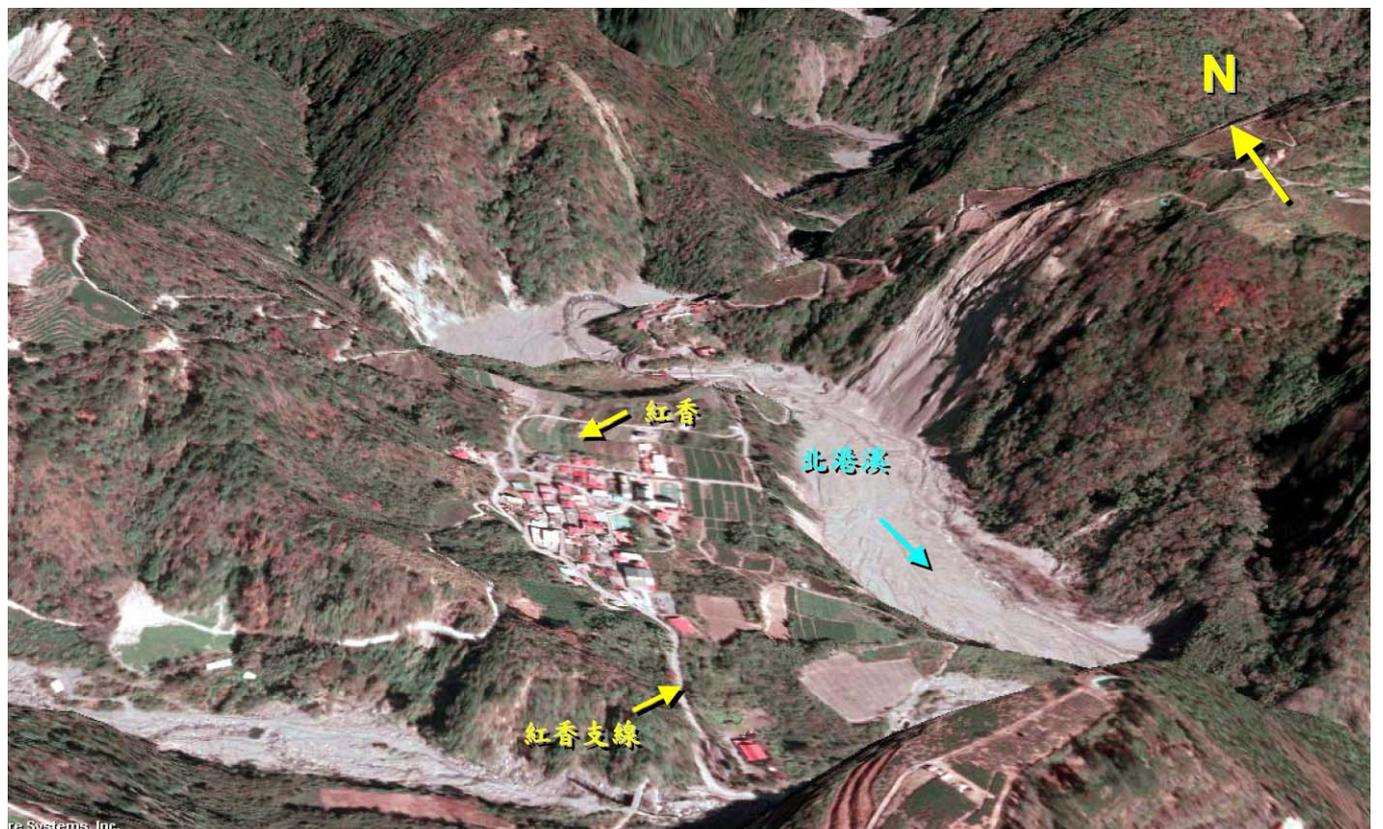


圖 4-26 紅香部落 3D 模擬圖

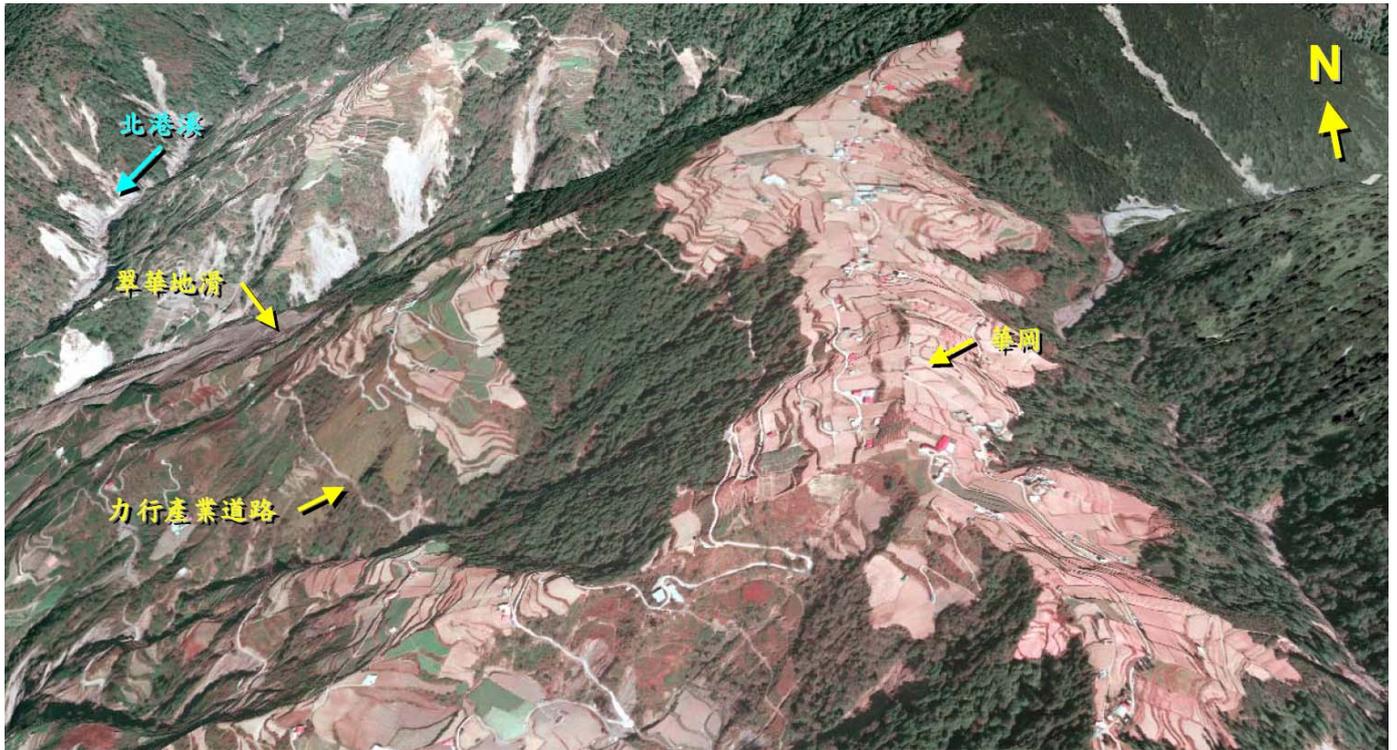


圖 4-27 華崗聚落 3D 模擬圖



圖 4-28 翠巒部落 3D 模擬圖

(4) 道路及坡地水土保持

力行產業道路全長 65 km，除北邊一小部分外，主要位於南投縣仁愛鄉，南北端分別銜接台 14 甲線與台 8 線（圖 4-29），為梨山地區及其沿線各聚落居民出入及農產品運輸之重要道路，亦為合歡山雪季期間台 14 甲線霧社通往梨山之替代道路，且自中橫公路谷關至德基段交通中斷，其重要性遽增。

近年來，力行產業道路受到地震、風災水患肆虐，災害頻傳，幾乎每逢豪雨就交通中斷，歷年災情如表 4-14 所示。多次的較嚴重崩塌災害，多是發生在連續降雨或豪雨之後，其中 93 年敏督莉颱風及 95 年 0609 水災累積降雨量分別達 1,215 mm 及 1,810 mm（表 4-13），造成本道路嚴重災害，因此降雨是本道路邊坡災害主要誘因之一。

表 4-13 近十年重大事件雨量分析表

名稱	年份	連續降雨日期	累計雨量(mm)	最大一日雨量 (mm/日)
賀伯颱風	85	7.30~8.01	379	315
桃芝颱風	90	7.29~7.31	281	280
敏督莉颱風	93	7.01~7.05	1,215	656
艾利颱風	93	8.23~8.25	330	243
0609 水災	95	5.27~6.13	1,810	417

力行產業道路遭 94 年敏督利颱風豪雨侵襲後，造成道路嚴重災害，95 年 0609 水災除加劇原災害點位災情，並新增里程 42k 處的翠華地滑，依據現場勘查沿線共計有 46 處土砂災害，較大型土砂災害需長期治理計有 8 處，包括道路上下邊坡崩塌、坑溝沖蝕及地層滑動等，相關現地調查相片詳附錄所示。

表 4-14 力行產業道路近十年災害一覽表

發生時間	災害及說明
83.08.10	道格颱風災害，災後獲省府撥款一億二千萬元修復。
85.07.31	賀伯颱風災害，強烈颱風所挾帶之破紀錄豪雨造成南投山區嚴重之山崩及土石流等災害。
87.06.08	豪雨造成力行產業道路 9K 及 22K 處坍方，進出翠巒部落必須經由農路繞道通行。
88.09.21	921 大地震，發祥村、瑞岩部落、力行產業道路洋港瀑布段中斷，引起瑞岩村遷村計畫。
90.07.30	桃芝颱風災害，沿線坍方，通往紅香、發祥、翠巒等部落交通中斷。
93.06.30	敏督利颱風 72 水災，力行 1 號橋、紅香 1 號橋及連絡溫泉部落的溫泉橋中斷，發祥、力行、翠華等三個村十多個部落二千餘住戶受困山中。
93.08.23	艾利颱風災害，力行產業道路 1K、3K、9K、39K 處土石滑落約 100m，道路中斷；另紅香 1 號橋及力行 1 號橋遭暴漲溪水沖毀，共計有力行村、發祥村、榮興村、翠華村二千多名居民受困。
93.12.05	南瑪都颱風災害，力行產業道路 36K、39K、40K 等路段土石崩塌中斷。紅香 1 號橋沖毀，紅香、梅村、溫泉等三個部落居民對外交通受阻。
94.02.25	豪雨，力行產業道路 8K 及 38K 道路中斷。
94.05.14	豪雨，23K+500 力行 1 號橋沖毀，沿路多處坍方。
94.07.18	海棠颱風災害，23K+500 力行 1 號橋沖毀，9K、35K、37K、38K、41K 處坍方，紅香部落二百餘人，對外交通中斷。
94.08.05	馬莎颱風災害，力行 1 號橋、紅香 1 號橋中斷，多處坍方。
94.09.01	泰利颱風災害，力行 1 號橋、紅香 1 號橋中斷，多處坍方。
95.06.09	0609 水災，沿線 0.4K、4.3K、18.8K、30.3K、37.4K、38.8K、39.6K 多處坍方，並造成 42k 翠華地滑。
96.08.08	帕布颱風災害，16k、20k、30k 發生崩塌，交通中斷。

力行產業道路邊坡災害之肇因條列說明於後：

- (A) 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。
- (B) 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。
- (C) 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。
- (D) 沿力行產業道路及台 14 線左側人為開墾密度高，局部崩坍與土壤流失確實與超限利用有極大關係，然對岸邊坡大規模崩坍則多屬自然原因，肇因於 921 地震後造成之岩盤鬆動破裂。

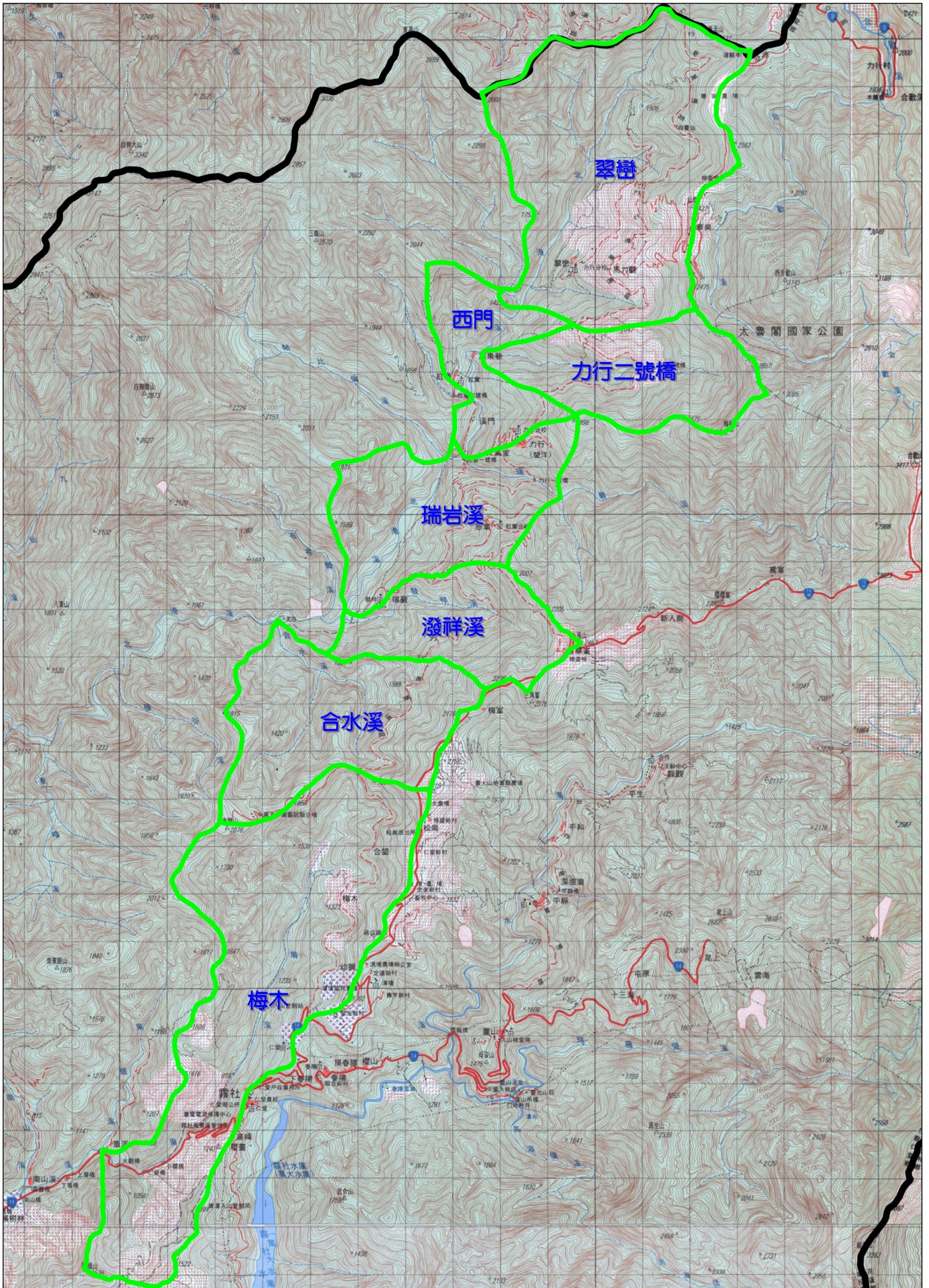


圖 4-29 梅木等 7 處集水區土石流潛勢溪流、聚落及交通位置圖

表 4-15 梅木等 7 處集水區現地調查表(1/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A01	力行產業道路 0.1K~0.2K (264035,2659708)		道路上下邊坡皆有土層滑動的情形發生，道路破損嚴重，下邊坡擋土牆開裂、傾倒，路基嚴重掏空。
A02	力行產業道路 0.3K~0.4K (264075,2659946)		道路上邊坡土石崩落，造成路面破損，周邊排水溝渠遭土石堵塞，下邊坡亦有土層崩落之情形。
A03	力行產業道路 0.3K~0.4K (264294,2660392)		因道路下邊坡滑動造成擋土牆開裂，路基嚴重掏空，路面下陷、破損。
A04	力行產業道路 (264522,2661189)		因道路下邊坡土層滑落，造成擋土牆開裂、傾倒，路基嚴重掏空。
A05	力行產業道路 2.5K (264685,2661187)		崩塌平均寬度約 30 m

表 4-16 梅木等 7 處集水區現地調查表(2/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A06	力行產業道路2.8K (264940,2661408)		地表水豐富，道路旁排水溝渠已堵塞，水沿道路漫流。
A07	力行產業道路3.4K (264620,2661857)		上邊坡土石崩落情形嚴重，原有道路已損毀，目前上邊坡部分已進行治理，下邊坡部分仍有滑動現象，原臨時性鋼軌樁已損壞。
A08	力行產業道路4.0K (264860,2662290)		下邊坡擋土牆已傾倒、損毀，路基嚴重流失，造成路面下陷。
A09	力行產業道路4.1K (264942,2662276)		崩塌平均寬度大於 65 m
A10	力行產業道路5.1K (265246,2662640)		崩塌平均寬度約 35 m

表 4-17 梅木等 7 處集水區現地調查表(3/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A11	力行產業道路5.9K (265345,2663023)		地表水豐富沿道路漫流，與道路交會處土沙堆積嚴重，下邊坡處原有擋土牆已損毀。
A12	力行產業道路6.0K (265394,2663168)		下邊坡處崩塌平均寬度約 20 m，
A13	力行產業道路 (265481,2663536)		下邊坡處崩塌平均寬度約 20 m，
A14	力行產業道路6.8K (265712,2663612)		地表水豐富，道路旁排水溝渠已堵塞，水沿道路漫流。
A15	力行產業道路7.3K (265537,2663905)		崩塌平均寬度約 30m

表 4-18 梅木等 7 處集水區現地調查表(4/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A16	力行產業道路 7.5K (265370,2664048)		下邊坡處崩塌平均寬度約 30 m。
A17	力行產業道路 7.7K (265203,2664093)		下邊坡土層滑動，原有擋土牆已毀損，路基流失。
A18	力行產業道路 8.2K (265013,2664492)		上邊坡土層有滑動現象，坡趾處原石籠擋土牆已傾倒，滑動面長度約 60 m。
A19	力行產業道路 8.9K (265383,2664697)		崩塌平均寬度約 30 m
A20	力行產業道路 9K+200 處 (265665,2664742)		力行產業道路上邊坡土石崩落，崩塌面積(崩塌一)寬約 20 m、長約 40 m。

表 4-19 梅木等 7 處集水區現地調查表(5/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A21	力行產業道路 9K+200 處 (265665,2664742)		道路上邊坡之裸露未治理部份，表面風化層受雨水沖刷造成大量土石崩落至路面，崩塌面積(崩塌二)寬約 45 m、長約 60 m。目前道路已完成搶通。
A22	力行產業道路 (265898,2665739)		崩塌平均寬度約 30 m、平均長度約 30 m。
A23	力行產業道路 10K+500 處 (266172,2665931)		道路上邊坡因豪雨關係造成大量土石崩落，崩塌地規模寬約 40 m、長約 35 m、碎石粒徑 10~20 cm。
A24	力行產業道路 10K+500 處 (266172,2665931)		
A25	力行產業道路 (266170,2666379)		崩塌平均寬度約 20m。

表 4-20 梅木等 7 處集水區現地調查表(6/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A26	力行產業道路 (266827,2667395)		崩塌平均寬度約 30m。 上下邊坡四周皆為果園， 下邊坡處有一農舍。
A27	力行產業道路 14K+500 處 (267055,2667353)		崩塌地規模寬約 25 m、長約 70 m，崩塌原因係道路上邊坡崩積層地勢陡峭、加上豪大雨才造成崩積土滑落。
A28	力行產業道路 14K+500 處 (267055,2667353)		
A29	力行產業道路 (267405,2667521)		崩塌平均寬度約 50 m。
A30	力行產業道路 15K+200 處 (267564,2667626)		道路上邊坡蝕溝底寬約 2.0 m，坡度 40~50 度，蝕溝長約 200 m；下邊坡因豪雨造成擋土牆損毀，道路凹陷。

表 4-21 梅木等 7 處集水區現地調查表(7/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A31	力行產業道路15K+200處 (267564,2667626)		
A32	力行產業道路15K+800處 (267946,2667856)		道路下邊坡擋土牆倒塌、原有箱涵淤塞；上邊坡蝕溝及坡面風化層大小塊體持續崩落。
A33	力行產業道路15K+800處 (267946,2667856)		
A34	力行產業道路 (267857,2667965)		崩塌平均寬度約85 m。
A35	力行產業道路 (267891,2668134)		崩塌平均寬度約85 m。

表 4-22 梅木等 7 處集水區現地調查表(8/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A36	力行產業道路17K+450處 (267064,2668580)		力行產業道路17K+450處上邊坡表層土石崩落，崩塌面積寬約20m、長約40m、碎石粒徑10~20cm。
A37	力行產業道路17K+450處 (267064,2668580)		
A38	力行產業道路 (266748,2668938)		崩塌平均寬度約60m。
A39	力行產業道路20K+400處 (266910,2669345)		道路上邊坡有兩處蝕溝，底寬約1.5m，坡度30~40度，蝕溝長約100m。表面風化層受雨水沖刷崩落至路面。
A40	力行產業道路21K+800處 (267764,2670667)		道路路基滑動，總長度約50m、沉陷量最大處超過1.5m；而上邊坡，坡面風化層大小塊體持續崩落。

表 4-23 梅木等 7 處集水區現地調查表(9/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A41	力行產業道路 (力行1號便橋) (268820,2670710)		瑞岩溪上游處有多處大規模崩塌，原力行1號橋已損毀，便橋尚未完成，目前靠便道通行。
A42	力行產業道路25K+500處 (267907,2671545)		原道路護坡因豪大雨造成崩積土滑落，基礎掏空而倒塌。
A43	力行產業道路26K+300處 (268019,2671538)		道路下邊坡因擋土牆損毀造成路基流失，總長度約40 m、沉陷量最大處超過0.5 m。
A44	力行產業道路 (269091,2671372)		崩塌平均寬度大於50 m
A45	力行產業道路30K+400處 (268940,2672263)		道路上邊坡蝕溝底寬約3.0m，坡度30~40度，蝕溝長約250 m；道路下邊箱涵與擋土牆因坡面表土流失造成基礎掏空損壞。

表 4-24 梅木等 7 處集水區現地調查表(10/10)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A46	力行產業道路 (269793,2672715)		崩塌平均寬度約 10 m
A47	力行產業道路 (271166,2673061)		此處為一沖蝕溝，地表水沿道路漫流，下游處水工構造物尚可使用。
A48	力行產業道路34K+500處 (271176,2673235)		道路下邊坡擋土牆倒塌、原有箱涵基礎裸露；上邊坡蝕溝及坡面風化層大小塊體持續崩落
A49	力行產業道路38K+900處 (271019,2674652)		道路上邊坡屬大規模蝕溝衝刷所產生的崩土。
A50	力行產業道路40K+100處 (270442,2674875)		本崩塌地規模寬約 30 m長約 400 m，坡度約 40~50°，崩塌坡面上方緊鄰民宅，若再發生地震或豪雨，可能再度崩塌。

4.4 萬大水庫等 5 處集水區

本區為萬大水庫的集水區，主要溪流為濁水溪及其上游塔羅灣溪、馬海僕溪，區內主要道路為台 14 線、台 14 甲線、投 83 線及投 85 線等（圖 4-37），行政區為互助及新生兩村，茲依各集水區現況問題分述如下。

4.4.1 萬大水庫集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

本集水區內有編號南投 008 土石流潛勢溪流，集水面積 84 ha，依據現場調查結果，目前溪流呈穩定無土砂下移或堆積之現象，且兩岸均恢復天然植被。

(2) 道路及坡地水土保持

投 83 線為霧社至萬大間之聯絡道路，全長約 8 km，道路鋪面為 AC 路面，路寬約 6~8 m，全線均設置側溝，道路狀態良好。目前發現之問題多為邊坡崩塌，於道路 1.2K、1.5K、3K、3.5K、3.6K、3.8K、5K 均有崩塌現象。道路側溝有土砂堆積情形，而公路局埔里工務段均已有編列預算定時清除，目前尚無對道路交通產生影響。由於道路位於水庫邊緣，發生災害將會對水庫直接影響，建議於整治時之重點應著重於下邊坡之排水及防砂，避免土砂下移水庫。

4.4.2 萬大水庫上游集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

(A) 土石流潛勢溪流南投 002

南投 002 土石流潛勢溪流集水面積 100ha，於桃芝風災時土砂下移，影響台 14 線交通，而災後水土保持局第三工程所進行截導水工 200m、崩塌坡面植栽處理 0.1 ha 及防砂壩等治理工程；依據現場調查結果，目前溪流呈穩定無土砂下移或堆積之現象，且兩岸均恢復天然植被。



圖 4-31 南投 002 土石流潛勢溪流縱斷面圖

(B) 濁水溪上游

濁水溪發源於合歡山主峰南側與東峰間之「佐久間鞍部」，溪流兩岸屬深山峽谷地形，整體河況大致穩定。全長約 39.2 km，落差約 2,251 m，平均比降為 1/16。濁水溪上游因交通無法到達，經過數化成果判釋，溪流及其支流沿岸發

生許多崩塌情況，而溪流斷面較大處出現淤積狀況，表示上游山坡地土砂已逐漸下移至溪流；斷面緊縮處兩岸植生根系及母岩出露，顯示溪流下切淘刷能力強，而於溪流沿岸造成崩塌。土砂帶往下游後，於靜觀部落、平靜部落、雲龍橋、及濁水溪與塔羅灣溪匯流後之下游段均有淤積情況，尤以匯流處後之土砂淤積最為嚴重，嚴重處淤積可達 10 m，造成下游德魯灣橋處通洪斷面不足、護岸損壞之情況，仁愛鄉公所已於此區段進行整治。建議於上游增設防砂壩等防砂工程降低溪流坡降及減低輸砂能力；下游春陽溫泉區進行清淤工程，保護民眾生命財產安全及減少土砂進入水庫。

(2) 道路及坡地水土保持

台 14 線公路為本區主要交通幹道，由埔里經霧社至廬山長 36 km，過屯原可達天池。道路為 AC 路面，路寬約 10~15 m，全線均有施做側溝，路況良好。而道路於 95K 處有路基流失現象，導致路面開裂，有影響行車安全之虞，惟公路局埔里工務段已進行整治；於 88K~91K 地滑地區路段，道路有開裂及沈陷狀況，部分已施做補強措施；道路沿線可見因上下邊坡陡峭發生之崩塌地或裸露地，部分路段側溝有土砂堆積狀況，目前尚不致影響通車能力，但恐於雨水充沛季節，發生坍方，影響行車安全，建議以邊坡穩定為主要課題，在輔以植生工程控制崩塌及排水問題。道路下邊坡則見有排水不良情形，造成坡面沖蝕或崩塌，建議加強跌水設施處理，防止災害擴大，其餘路段狀況尚稱良好，未有嚴重之問題。



圖 4-32 台 14 線 88K~91K 地滑區



圖 4-33 霧社水庫上游至塔羅灣溪溫泉橋現況 (拍攝日期：95.09.06)

4.4.3 濁水溪上游集水區

投 85 線為廬山通過平靜部落至靜觀部落之主要聯絡道路，全線長約 10.5 km，道路鋪面為 AC 路面，路寬 5~8m，且均設置側溝。本次調查於道路 2.2K、7.3K、7.5K 發現崩塌情況，而於 7.3K 處因排水不良產生蝕溝，其餘路段狀況大致良好。而道路緊沿濁水溪左岸興建，排水或崩坍問題均直接影響河川，建議主管機關應定期巡察及維護，以期及早發現問題或避免破壞擴大。

集水區內農路多係農民為農墾及產銷需要闢建而成，道路標準甚低且缺乏水土保持設施，衍生之水土保持問題甚為嚴重，且因水土保持不良導致道路損壞，於邊坡反覆進行開挖，造成大量土砂流失，此為現階段重要處理問題。集水區內之農路狀況普遍不佳，集水區區內農路寬約為 3~4 m。農路以濁水溪右岸至台 14 甲線間之翠峰到松岡段最為嚴重。本次調查中則以道路下邊坡沖蝕後崩塌，導致路面損壞、路基淘空最為主要之損壞情況。建議以維護道路暢通為原則，施做水土保持工程穩定邊坡；另加強農地管理，避免因濫墾造成之危害；宣導合理農耕方式，降低土壤流失，增加水庫壽命。

台 14 甲線為中橫公路支線之一，從霧社沿松崗、翠峰至武嶺計 35 km，經大禹嶺可通往梨山、台中、花蓮，亦為本區之重要幹線。道路鋪面為 AC 路面，路寬約 6~10 m，全線均有施做側溝，路況尚稱良好。台 14 甲線沿線邊坡呈現風化後碎裂之砂頁岩，地層較不穩定，甚易崩塌。沿線可見上下邊坡之崩塌地或裸露地，部分路段側溝有土砂堆積狀況。道路於清靜農場畜牧中心旁集水井有淤積損壞情況，雨水在道路下邊坡沖刷形成清境農場內之沖蝕溝。路況整體良好，因道路邊坡極為脆弱，維護邊坡穩定及道路排水控制為主要之工作。

4.4.4 塔羅灣溪集水區

南投 001 土石流潛勢溪流（塔羅灣溪）集水面積 5,085.9 ha，921 地震後集水區產生了 90 處崩塌地、面積 241.71 ha，此崩塌地為土石流提供了充份之料源。桃芝颱風時將坡面或堆積河谷之土石、流木以土石流方式衝入塔羅灣溪，扇狀堆積已向下延伸，所引起之土石流造成跨河橋樑、道路損毀。

而 72 水災後集水區內崩塌地共 121 處，崩塌面積為 118.79 ha。比較上述二階段崩塌地判釋及配合現地調查成果，溪流南岸之崩塌地大都已恢復植生，而 72 水災新增之崩塌地均係受地質、地形及降雨條件所形成：溪流北岸於 72 水災後「屯原」及「雲海」崩塌地持續擴大，屬極不穩定地區。目前上游崩塌地仍持續崩塌提供料源，未來再遇颱風或豪雨，龐大的崩積土石恐下移影響下游廬山溫泉區安全及霧社水庫之蓄水量。建議後續將採源頭處理，防砂壩、護岸、沉砂池等工法予以處理。除了處理工程外，有必要進行土石流應變對策規劃。

塔羅灣溪約長 17.2 km，落差 2,180 m，比降 1/8。溪流發源於中央山脈奇萊南峰下方山谷，沿奇萊南峰支稜經廬山溫泉於春陽村雲龍橋附近與主流濁水溪匯流流入萬大水庫內。溪流右岸屯原為南投 001 土石流潛勢溪流地區，存在多處大規模之崩塌地（崩塌面積達共約 241 ha，崩塌土方量約為 480 萬立方公尺），經由數化成果顯示，崩塌土砂尚堆積於支流當中，豪雨期間恐成為塔羅灣溪土砂之料源。溪流狀況整體尚稱良好，而於防砂壩上游長約 800 m 區段，為塔羅灣溪主要淤積區段，土砂多滯留於此。而下游廬山溫泉區為馬海坡溪匯流處，該段溪流已既有整治，但護岸、固床工基礎產生淘空情況，建議修補或拆除重建。而於塔羅灣溪匯入濁水溪匯流前之區段，地勢較低平、流速減緩而形成淤積。建議可於上游支流增設防砂壩等工程，減少土砂下移溪流。

4.4.5 馬海僕溪集水區

本區無土石流潛勢溪流，主要溪流為馬海僕溪，馬海僕溪長約 12.2 km，落差 1,905 m，比降 1/6。溪流發源於能高山西南山谷，沿麻平暮山與再生山間山谷往西北西方向於廬山地區匯入塔羅灣溪。而於再生山主峰西南方之山峰走勢交錯複雜，形成陡崖深壑地形，數化成果顯示零星之崩塌產生於此，為中小規模之崩塌地，馬海坡溪地區地表植生良好，土砂下移數量較輕微，且於下游匯流處前已既設 2 處防砂壩，流域整體狀況良好，歷年未有較嚴重災情發生。

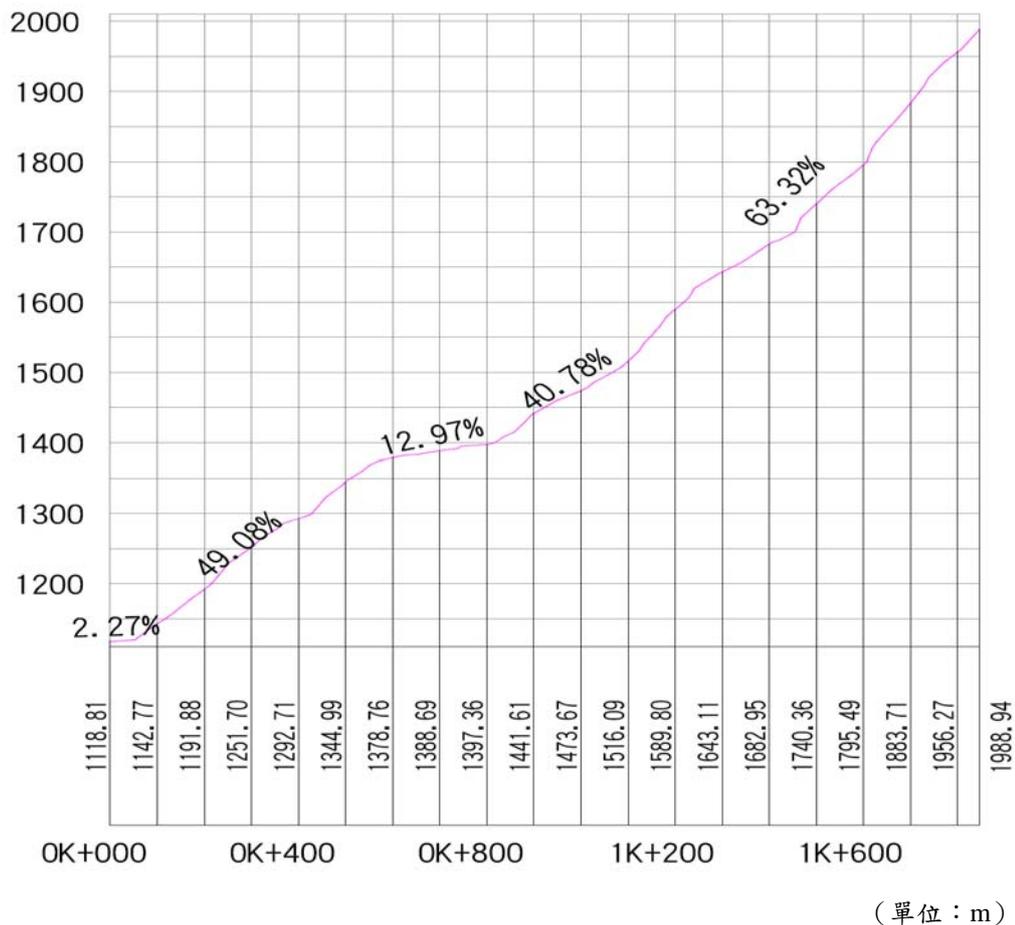


圖 4-34 馬海坡溪河道縱斷面圖

4.4.6 河道淤積情形及原因

霧社水庫上游河道淤積嚴重，針對各區段土砂淤積情形及形成原因調查說明。

(1) 霧社水庫集水區河道

河道主流坡陡流急溪，應防止河床及基礎淘刷嚴重，上游及支流坡陡流急，地表泥砂產量大，下游主流坡度平緩，於德魯灣橋受河床淤積影響通水斷面不足。依據現地調查成果及相關分析，集水區現況河道說明如下：

- (A) 馬海僕溪相較於塔羅灣溪或濁水溪而言較為穩定，歷年並未有嚴重之災情發生，依據現地調查成果，溪床型態較為穩定，兩岸岩盤出露，溪流向下沖蝕的可能性較低，河道穩定無明顯沖淤。
- (B) 南投001土石流潛勢溪流（塔羅灣溪支流），受屯原及台電雲海保線所附近之崩塌地影響最大，依據現地調查及參考「濁水河流域聯合整體治理規劃」，以崩塌深度5 m計算，屯原崩塌量約有56萬立方公尺；雲海保線所附近之崩塌地約有150萬立方公尺，且既設之防砂壩(GD1、GD4、GD5、ID1)均已淤滿，並參考設計條件推估約攔阻3萬立方公尺之土砂。目前上游之崩塌地仍持續崩塌提供料源，再逢颱風或豪雨龐大的崩積土石，將更加重河道之負擔及下游廬山溫泉區之威脅。
- (C) 濁水溪中游段右岸支流，地勢陡峭溪流淘刷沿岸坡地夾帶土砂下移，且坡地多為農耕地，土壤沖蝕量大，由靜觀部落處進入濁水溪，提供土砂料源，造成下游段之淤積情況。
- (D) 嚴重淤積河段
 - (a) 塔羅灣溪廬山溫泉區以上河段。
 - (b) 濁水溪與塔羅灣溪匯流口以下河段。
 - (c) 塔羅灣溪「廬山溫泉區」溫泉橋以下河段。
- (E) 中度淤積河段

- (a) 濁水溪平靜部落河段
- (b) 支流濁水溪於匯流口以上雲龍橋處河段。
- (c) 濁水溪靜觀部落河段

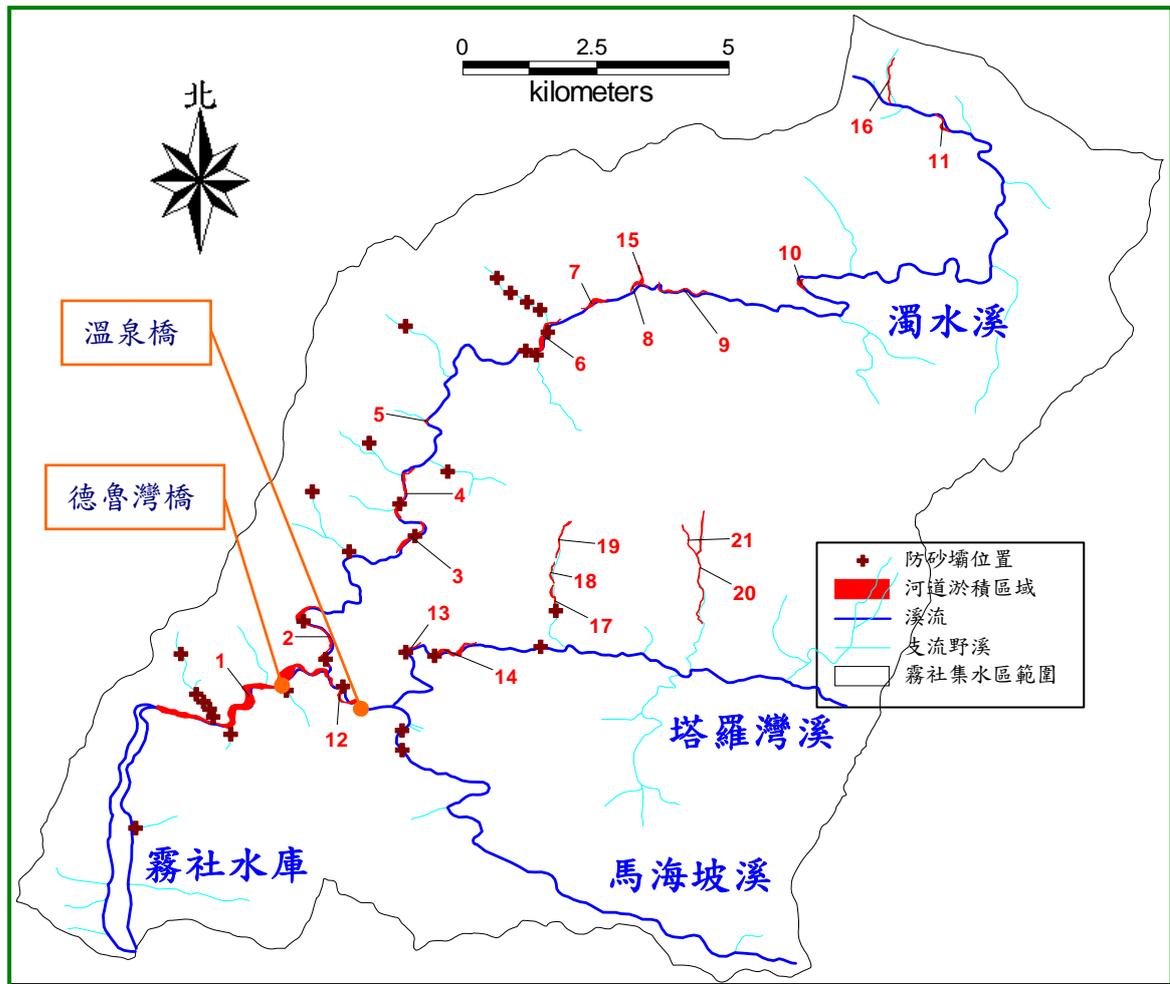


圖 4-35 霧社水庫集水區河道土砂堆積區域分佈圖

(2) 霧社水庫蓄水範圍至溫泉橋河道

目前霧社水庫周邊區域，淤積情況相當嚴重，蓄水量僅餘約 7,450 萬立方公尺，約為設計蓄水量之一半。而德魯灣橋淤積之土砂來源來自塔羅灣溪及濁水溪子集水區崩落之土石，因土砂來源大，已淤積越德魯灣橋面；至於溫泉橋之淤積，係因塔羅灣溪集水區內之崩塌土石，至溫泉區時，由於渠道束縮河寬受限，過量土石無法排洩，導致溫泉

橋每逢大雨即遭淹沒，由其下游既設之防砂壩上、下游已幾乎完全淤滿之情形研判，霧社水庫及上游河道淤積土砂已由水庫蓄水範圍一路回堵至溫泉橋，長約 6.5 km，預估土砂量 500 萬立方公尺。



94年6月 GD2防砂壩仍有3m以上之高差



95年10月 土砂淤積GD2防砂壩已淤滿，上下游無高差

圖 4-36 現場調查點位位置示意圖

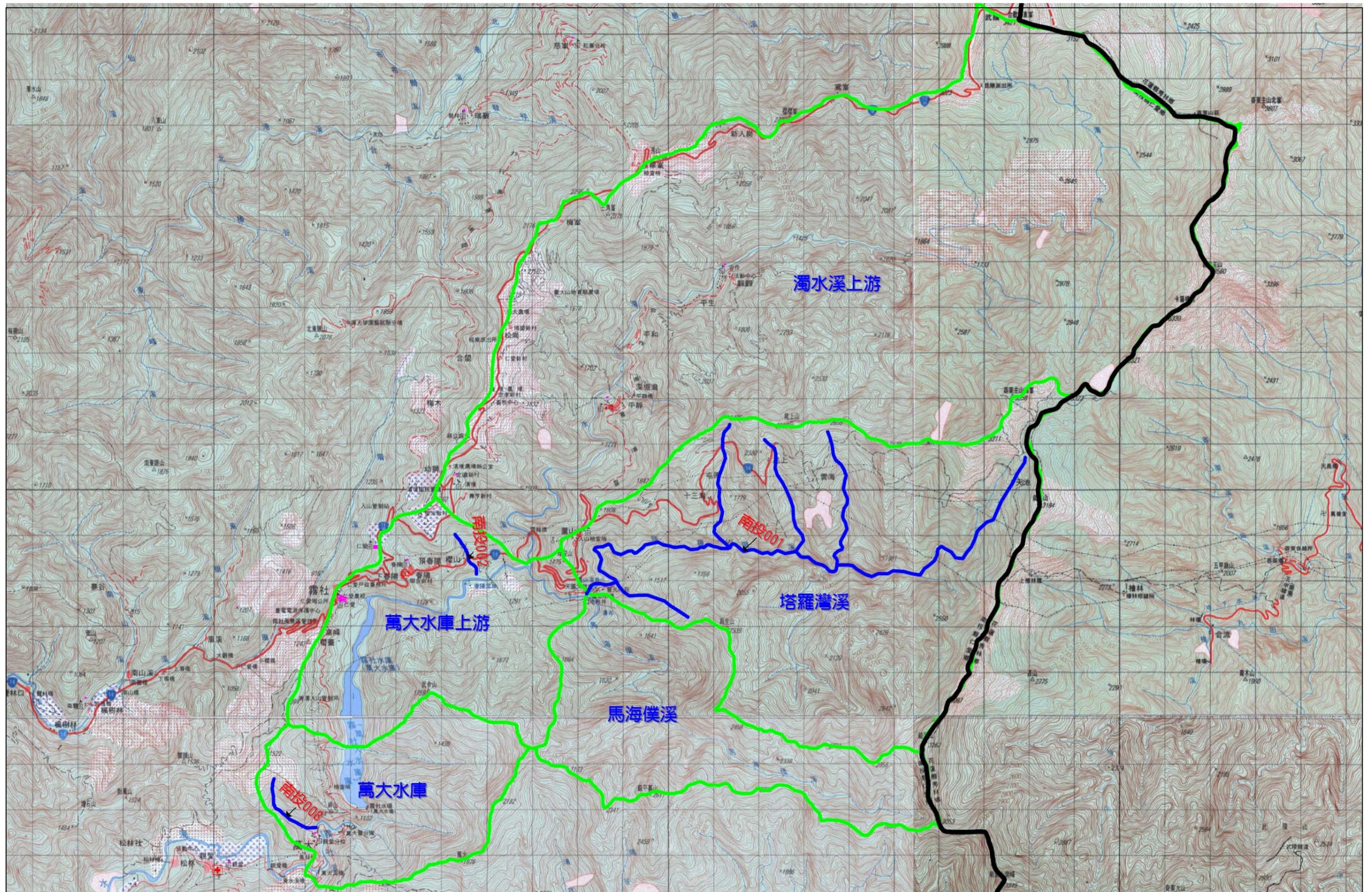


圖 4-37 萬大水庫等 5 處集水區土石流潛勢溪流、聚落及交通位置圖

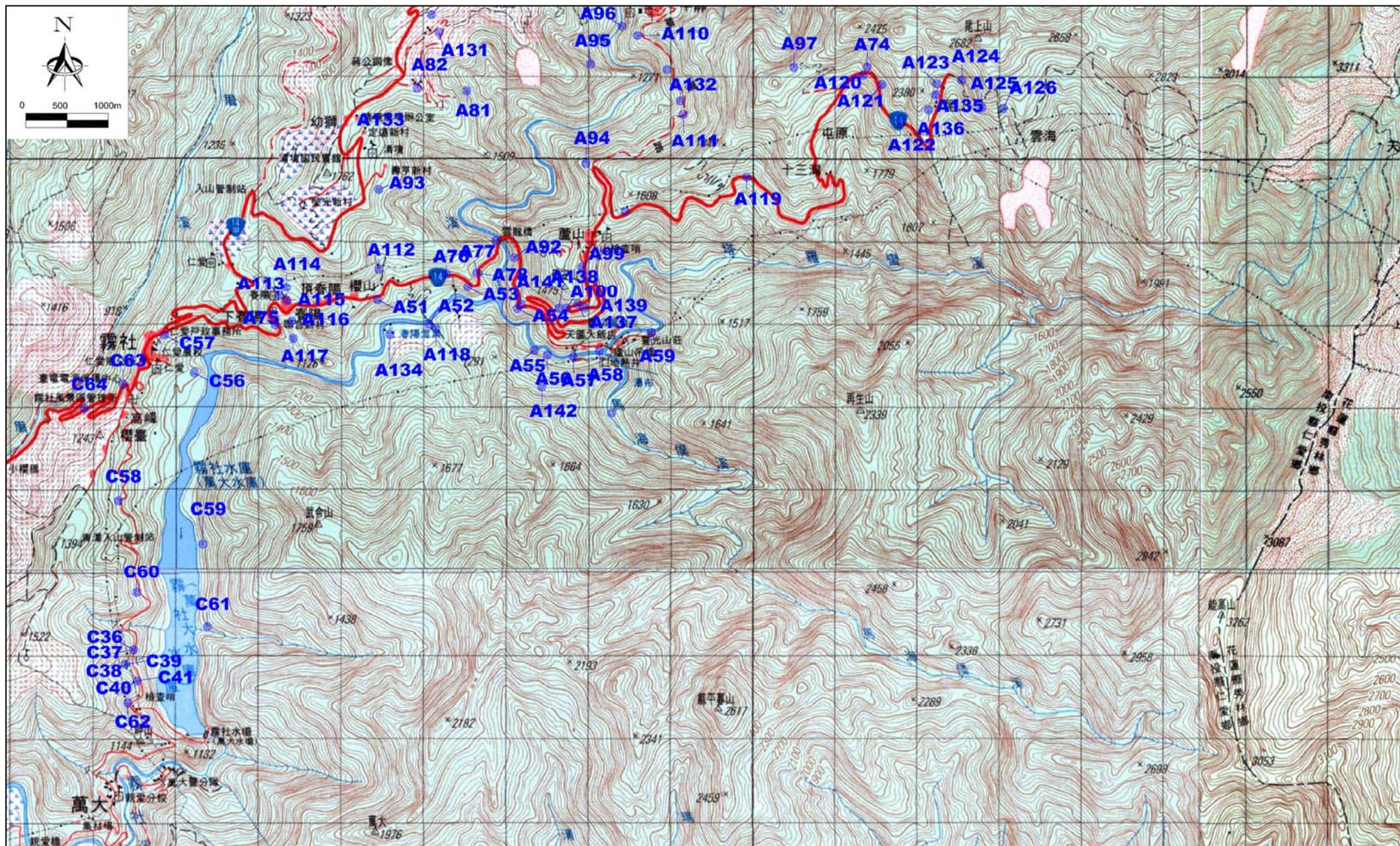


圖 4-38 萬大水庫等 5 處集水區現地調查點位示意圖 (1/2)

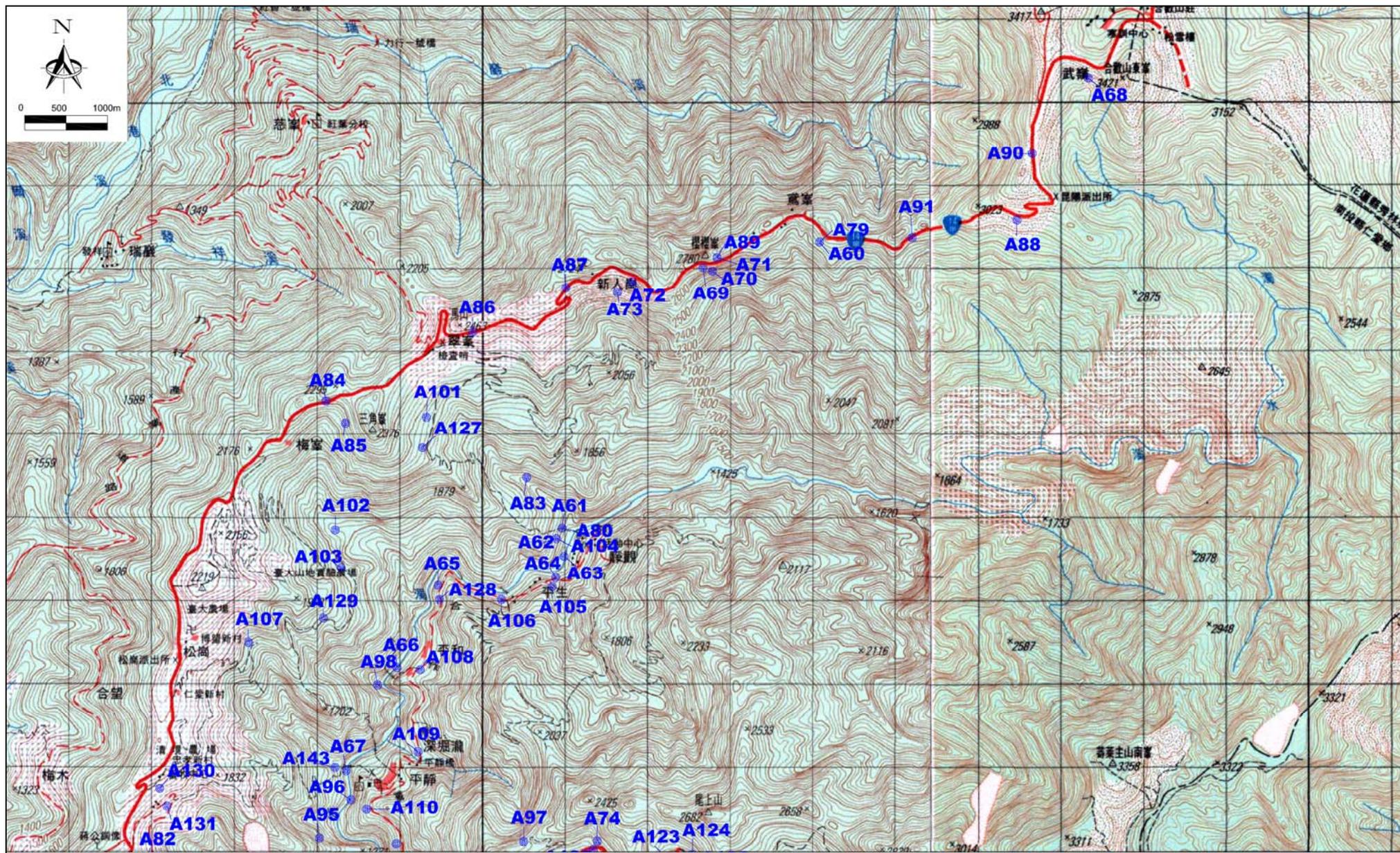


圖 4-39 萬大水庫等 5 處集水區現地調查點位示意圖 (2/2)

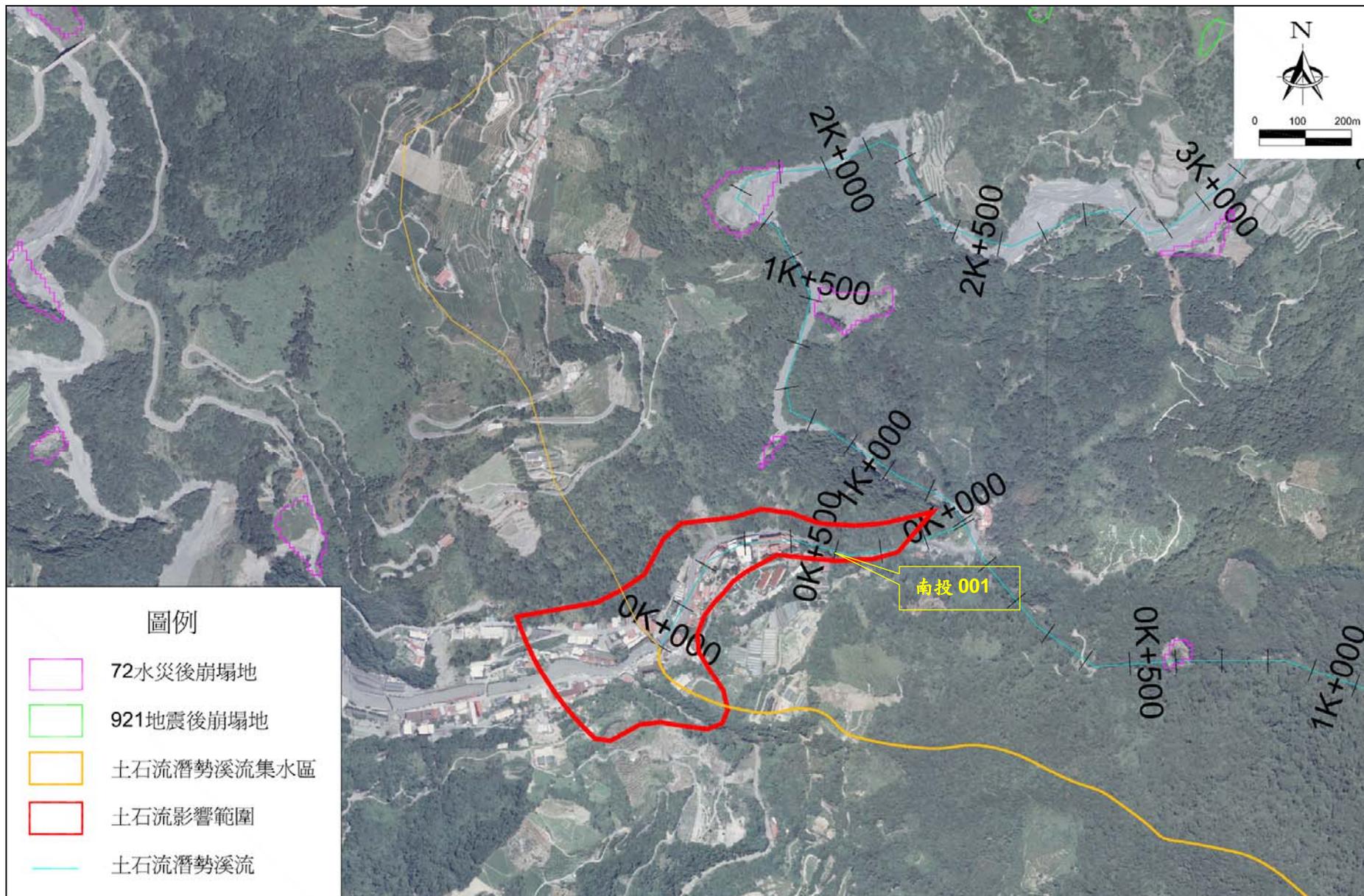


圖 4-40 土石流潛勢溪流南投 001 航拍正射影像

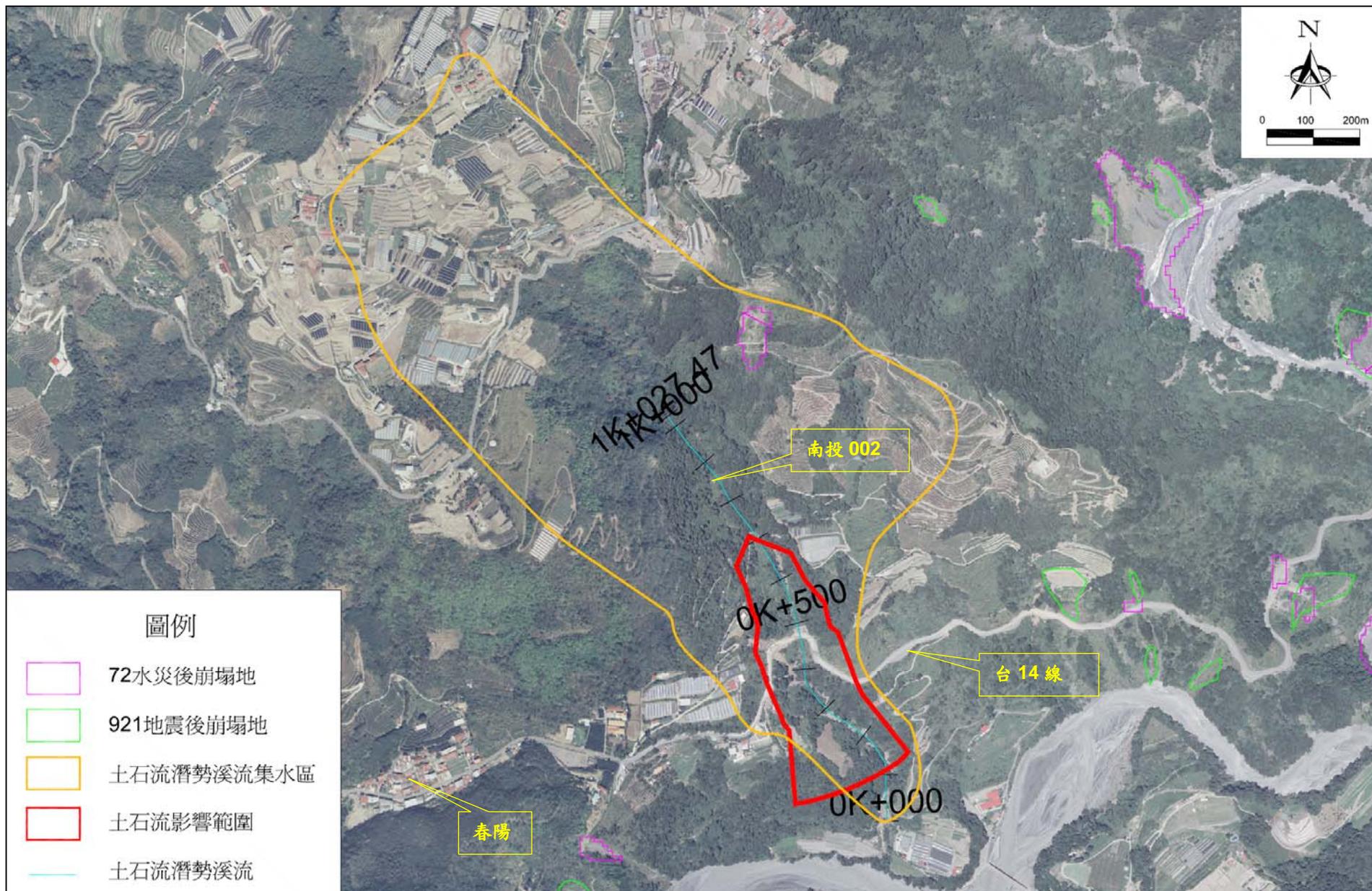


圖 4-41 土石流潛勢溪流南投 002 航拍正射影像

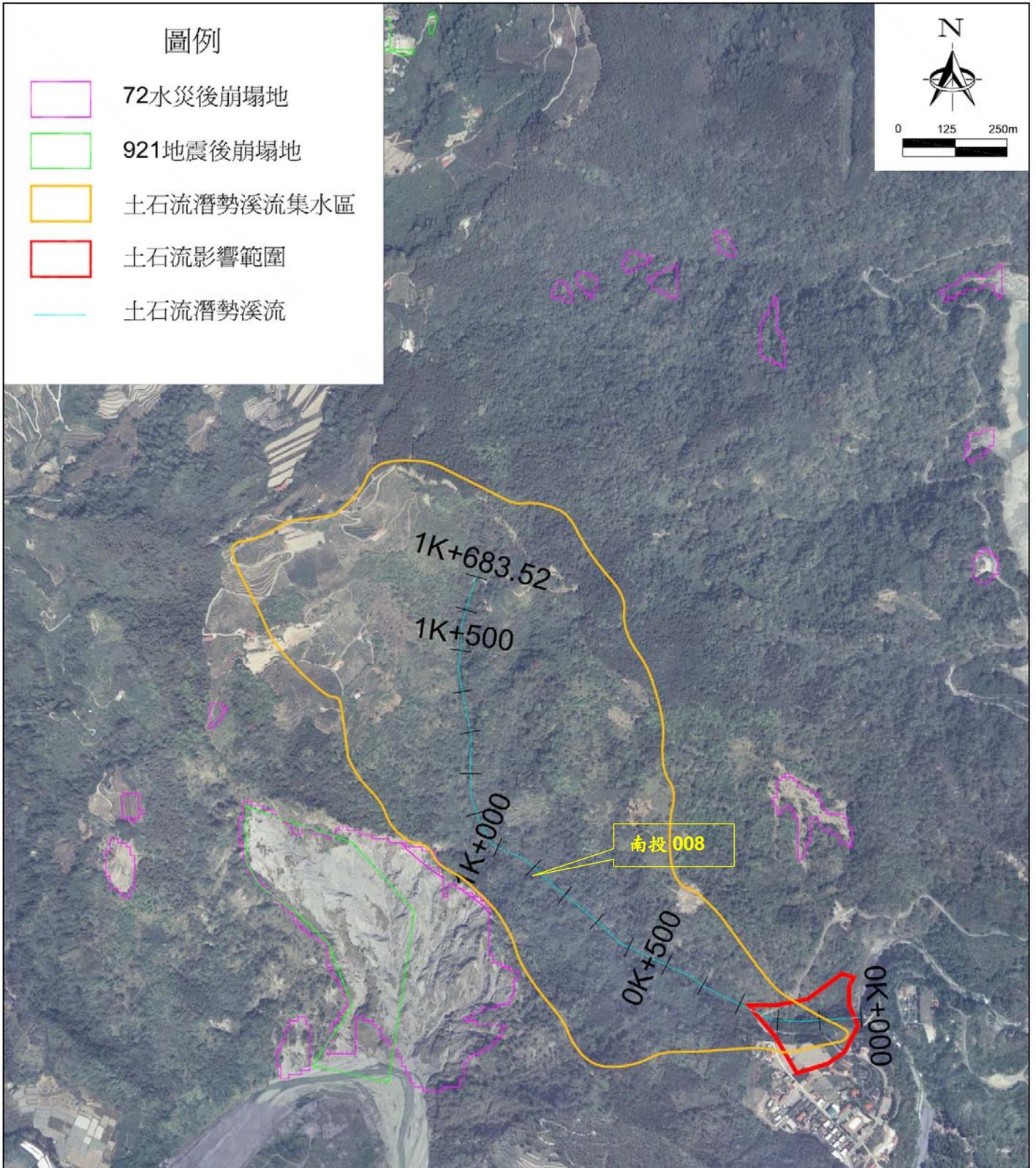


圖 4-42 土石流潛勢溪流南投 008 航拍正射影像

表 4-25 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(1/24)

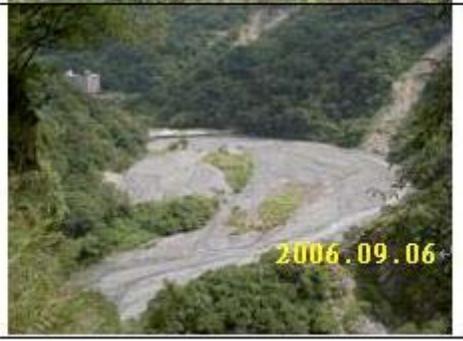
編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A51	德魯灣橋全景 (265454,2658314) 台14線84K		可供清淤土石堆置區域 L=800m、W=150m
			
A52	德魯灣橋 (266084,2658013)		
A53	德魯灣橋上游可供土 沙堆置區 (266550,2658468) 台14線85.5K		可供清淤土石堆置區域 L=600m、W=150m
A54	既有土石堆置區全景 (267155,2658207) 台14線87K		溫泉橋上下游清淤土石 堆置區 L=200m、W=50m

表 4-26 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(2/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A55	既有土石堆置區 (267362,2657701)		
A56	溫泉橋下游 (267520,2657644)		已完成清淤。
A57	溫泉橋 (267836,2657623)		
A58	溫泉吊橋 (268155,2657690)		溫泉吊橋
A59	溫泉源頭 (268784,2657915)		

表 4-27 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(3/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A60	濁水溪鳶峰處 (274102,2668331)		濁水溪現況，河道淤積，因為上游崩塌地群影響。
A61	濁水溪靜觀橋上游 500m處 (270984,2664885)		支流濁水溪匯流處，濁水溪左岸淤積嚴重，淤積高度約1m。
			支流處防砂壩淤滿，於壩下方左側有損壞狀況，建議修復，避免破壞擴大。
A62	LD6防砂壩 (270917,2664759)		濁水溪現況，溪流右側有施設擋土牆，下游已設置LD6防砂壩，水流向兩岸淘刷，土砂開始回淤溪床。
A63	濁水溪(靜觀橋) (271008,2664544)		濁水溪旁因凹岸沖刷形成崩塌地。

表 4-28 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(4/24)

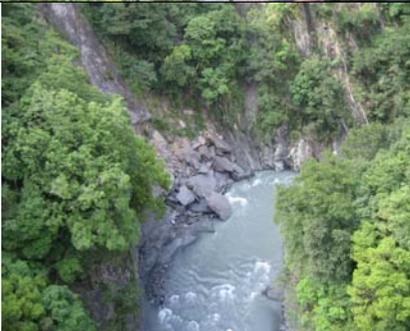
編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A64	濁水溪靜觀橋段 (270907,2664285)		溪流左岸土砂堆積，淤積高度約有1m。
A65	投85線2.2k溪流 (269483,2664192)		溪流左岸土砂堆積，淤積高度約有1m。
A66	濁水溪平和段 (268986,2663206)		溪流下游面，整體狀況良好。
A67	平靜吊橋 (268369,2661966)		平靜吊橋處濁水溪現況，溪流右岸邊坡為裸露之岩盤。
			溪流下游面，於溪流左岸崩塌地為南投1589崩塌地。

表 4-29 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(5/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A68	南投3772 (277356,2670308)		台14甲往合歡山 道路武嶺旁。
			
A69	南投3780 (272691,2668020)		道路上下邊坡均 有崩落情形。
			
A70	南投3781 (272805,2667978)		道路上下邊坡均 有崩落情形。

表 4-30 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(6/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A71	南投3782 (272861,2668067)		道路上下邊坡均有崩落情形。
A72	南投4121 (271832,2667847)		道路上下邊坡均有崩落情形。
			
A73	南投4122 (271654,2667721)		道路上邊坡已以噴凝土格樑護坡植生保護，下邊坡有部份崩落情形。
A74	南投4307 (271412,2661128)		位於屯原登山口。

表 4-31 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(7/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
			往雲海道路崩塌。
			屯原吊橋。
A75	南投5139 (264210,2658006)		崩塌地南投5139 位於台14線下春 陽民宅後方。
			崩塌造成民宅損 壞。
A76	南投5150 (266291,2658628)		崩塌地南投5150 位於台14線往盧 山雲龍橋前1公里 處，已以噴凝土格 樑護坡整治。

表 4-32 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(8/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A77	南投5151 (266666,2658638)		崩塌地南投5151位於台14線往廬山雲龍橋前500公尺道路下邊坡。
A78	南投5152 (266614,2658672)		崩塌地南投5151位於台14線往廬山雲龍橋前500公尺道路上邊坡。
A79	濁水溪鳶峰處 (274102,2668331)		濁水溪現況，河道淤積，因為上游崩塌地群影響。
A80	濁水溪靜觀橋上游 500m處 (270984,2664885)		支流濁水溪匯流處，濁水溪左岸淤積嚴重，淤積高度約1m。
			支流處防砂壩淤滿，於壩下方左側有損壞狀況，建議修復，避免破壞擴大。

表 4-33 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(9/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A81	南投縣0058 (266539,2660840)		該崩塌地位於清靜農場公墓下方之山坡地，目前已有植生入侵。
A82	南投縣0059、0060崩塌地 (265937,2660873)		該處於支流河岸，坡度因支流下切而坡度變大，導致坡面徑流形成沖蝕崩塌，目前已有植生入侵。
A83	南投縣0064 (270555,2665490)		南投縣0064崩塌地，因崩塌區位交通不易到達。
A84	南投縣0065 (268125,2666413)		南投縣0065崩塌地，植生覆蓋良好。
A85	南投縣0066 (268361,2666145)		南投縣0066崩塌地，崩塌區不易到達。

表 4-34 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(10/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A86	南投0067 (269902,2667236)		南投0067崩塌地，下方有屋舍及耕地。
A87	南投0070 (271029,2667775)		南投0070崩塌地，目前草植生入侵，狀況穩定。
A88	南投0078崩塌地 (276491,2668596)		南投0078崩塌地，目前有植生入侵。
A89	南投0080崩塌地 (272860,2668144)		南投0080崩塌地，於道路上邊坡母岩出露，狀況穩定。
A90	南投0083崩塌地 (276676,2669394)		南投0083崩塌地，位於武嶺南方，崩塌範圍大，下方山谷為濁水溪主流。

表 4-35 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(11/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A91	南投1282崩塌地 (275222,2668382)		南投1282崩塌地，周圍植生良好。
A92	南投1575、1576崩塌地 (267118,2658823)		南投1576、1575崩塌地，目前以恢復植生，狀態穩定。
A93	雲龍橋旁裸露地，南投縣1577、1578 (265470,2659645)		濁水溪於雲龍橋旁之兩處崩塌地，目前岩盤出露，雖無植生覆蓋，但狀況尚稱穩定。
A94	南投1580崩塌地 (267988,2659953)		南投1580崩塌地，目前植生入侵。
A95	南投1585崩塌地 (268047,2661161)		南投1585崩塌地，崩塌地上方為農舍及耕地。

表 4-36 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(12/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A96	南投1589崩塌地 (268427,2661618)		南投1589崩塌地，所在位置於塔羅灣溪岸，目前岩盤出露，狀況尚稱穩定。
A97	南投縣1591崩塌地 (270519,2661122)		該崩坍地位於屯原尾上山西北西方向處，此處地勢陡峭，發生大規模之崩塌，為下方支流源頭。
A98	南投1592崩塌地 (268751,2662994)		南投1592崩塌地現況，岩盤出露，草本植生入侵，呈現穩定狀態。
A99	南投縣1656崩塌地 (267935,2658711)		塔羅灣溪廬山溫泉區上游1.5km處，崩塌地植生已入侵。
A100	對岸南投縣1690崩塌地 (267751,2658210)		於塔羅灣溪廬山溫泉區下游左岸，崩塌地交通相當不便。

表 4-37 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(13/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A101	野溪防砂壩 (269342,2666216)		上邊坡有蝕溝，防砂壩有土石堆積。
A102	野溪太一橋 (268238,2664862)		仁莊新村沿線野溪(太一橋)下游段溪床土石、危木堆積情況。
			道路旁UD1防砂壩淤滿及下坡面土石堆積情形。
			仁莊新村沿線野溪渠尾跌水工基礎淘空情形。
A103	仁莊新村野溪右岸支流 (268309,2664410)		仁莊新村沿線野溪右岸有菜園栽植，沿岸護岸、土石崩落情形。

表 4-38 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(14/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A104	野溪VD3防砂壩 (270917,2664759)		VD3防砂壩現況，目前已淤滿，壩體左側有損壞狀況。
A105	靜觀橋處野溪 (270865,2664178)		靜觀橋處野溪現況，植生良好，目前狀況良好。
A106	投85線野溪 (270249,2664023)		野溪出口處，箱涵出口與靜水池有土石堆積。
A107	仁莊農路野溪防砂壩 (267188,2663506)		上邊坡防砂壩及靜水池現況，靜水池已淤滿。
			下邊坡土石、垃圾堆積嚴重。

表 4-39 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(15/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A108	投85線3.5k濁水溪右岸野溪 (269267,2663179)		野溪現況，中游溪岸為南投1592、1594崩塌地。
A109	投85線野溪平靜橋處ND1防砂壩 (269241,2662190)		野溪下游面，下游約100m處已施設防砂壩，現以淤滿。
A110	投85線7K濁水溪右岸野溪 (268615,2661507)		野溪現況，溪岸有小規模崩塌現象。
A111	投85線7K濁水溪左岸野溪 (269171,2660555)		野溪下游面，該處坡度較大，溪流下切作用明顯。
A112	仁莊農路野溪 (265469,2658683)		下游面現況，有土石堆積。

表 4-40 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(16/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A113	春陽國小旁野溪D1防砂壩 (264259,2658366)		防砂壩現況已淤滿，河道乾枯且佈滿雜草，河道中無明顯淤積，兩旁護岸高約2m。
A114	春陽橋處野溪 (264349,2658461)		野溪上游河道佈滿高莖植物，下游河道良好，平常流量很小。
A115	野溪春陽支流版橋上游 (264349,2658304)		野溪右岸既設護岸破損。
A116	野溪左側支流 (264411,2658053)		野溪上游治理工程防砂壩現況，已淤滿。
A117	野溪QD5防砂壩 (264429,2657844)		(QD5)壩體淤滿情形。

表 4-41 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(17/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A118	得魯灣橋旁野溪CD1 防砂壩 (266165,2657965)		得魯灣橋處野溪，河況中CD1防砂壩現已淤滿。
A119	萬年橋旁野溪 (269946,2659791)		野溪下游面現況，有少許砂石堆積，兩岸植生良好。
A120	能高古道野溪上游支流 (271360,2661027)		野溪有大量土砂堆積於能高古道下邊坡建議增設防砂壩以防止土石進入塔羅灣溪。
A121	能高古道野溪上游支流 (271588,2660913)		野溪寬約5m，河道中大量土石淤積，最大粒徑1.5m，土石淤積約1m。
A122	能高古道野溪上游支流 (271813,2660484)		野溪下游現況，兩岸植生良好，河道淤積砂石，河況尚稱穩定。

表 4-42 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(18/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A123	能高古道野溪上游支流 (272260,2660920)		野溪下游面，河寬約2m，植生良好。
A124	能高古道野溪上游支流 (272559,2660968)		野溪下游面，兩岸植生良好，河道坡度大，河況穩定。
A125	能高古道野溪上游支流 (272804,2660638)		野溪上流面，河寬約3m，河道中有大量土石堆積，土石堆積厚度約0.5m，河況尚稱穩定。
A126	能高古道野溪上游支流 (273065,2660628)		野溪寬約5m，河道中大量土石淤積，最大粒徑1.5m，土石淤積約1m。

表 4-43 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(19/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A127	翠峰至靜觀農路 (269293,2665848)		下邊坡蝕溝與崩塌情形。
A128	投85線2.5k處 (269501,2664024)		道路上邊坡形成2條蝕溝，沖蝕土砂堆積。
A129	仁莊新村山路 (268095,2663798)		仁莊新村沿線山路蝕溝長100m寬10m，道路下邊坡排水系統不良，造成側向沖刷，導致蝕溝型態漸深漸寬。
A130	清靜農場松岡511-237號 (266113,2661754)		清靜農場內蝕溝治理狀況，以連續潛壩防砂工程治理。
A131	清靜農場松岡507號 (266201,2661545)		該處原既設潛壩於七二水災時沖毀，蝕溝下方土砂堆積。

表 4-44 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(20/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
A132	投85線 (269140,2660718)		上邊坡蝕溝長40m 寬5m坡度50°，目 前已於下方施設靜 水池。
A133	台14線幼獅段 (265336,2660742)		下邊坡蝕溝與垃圾 堆積情形。
A134	德魯灣橋下游右岸 (265606,2657889)		於德魯灣橋下游右 岸之蝕溝，該處地 勢陡峭，徑流沿坡 面流下形成蝕溝， 長約80m。
A135	能高越嶺古道 (272241,2660790)		蝕溝下游面，河道 佈滿植生，河況穩 定。
A136	能高越嶺古道 (272156,2660611)		蝕溝下游面，河道 佈滿草本植生。

表 4-45 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(21/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C36	投 83 線 4.9K-萬德橋 (262488,2654079)		道路下邊坡擋土牆倒塌，上邊坡蝕溝及坡面風化層大小塊體持續崩落。
C37	投 83 線 4.9K-萬德橋 (262488,2654079)		上邊坡蝕溝及坡面風化層大小塊體持續崩落。
C38	投 83 線 5.1K (262385,2653902)		道路上邊坡崩落土石堆滿沉砂池及排水暗管，以致蝕溝水流溢滿至路面，既有淤積沙石待清理。
C39	投 83 線 5.1K (262385,2653902)		下邊坡淤積土石坡度平緩。
C40	投 83 線 6K (262532,2653704)		道路上邊坡之裸露未治理部份，表面風化層受雨水冲刷崩落至路面。

表 4-46 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(22/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C41	投 83 線 6K (262532,2653704)		路面前次大雨崩落之土石已清理，目前仍有小規模崩落土石堆積於路邊。
C42	投 83 線 7.2K		道路路基滑動，總長度約 70m、沉陷量最大處超過 1m，目前下邊坡已打設臨時鋼軌排樁攔阻。
C56	霧社水庫 (263227,2657429) 台 14 線 80K		社水庫淤積處，w=450m
			
C57	霧社水庫淤積全景 (262865,2657886) 台 14 線及台 14 甲 交岔口		淤積全景

表 4-47 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(23/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C51	濁水溪橋上游崩塌 (263976,2650897)		
C52	濁水溪橋上游崩塌 (265243,2650514)		
C53	奧萬大聯外道路對 岸崩塌 (266044,2650304)		崩塌規模寬約 80m、長 180m， 表面植生難以自然復育。
C54	奧萬大聯外道路對 岸崩塌 (266044,2650304)		本區崩塌無保全對象，唯土石持 續滑入溪流，將影響下游水庫壽 命。
C55	親愛村-親愛國小 附近 (260351,2651782)		新生成之小蝕溝寬約 2m、長 40m。

表 4-48 萬大水庫等 5 處集水區現地調查表(24/24)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C58	投 83 線 2K 處野溪 (262305,2655881)		野溪現況，坡址處堆滿上游崩落的土石樹木。
C59	霧社水庫左岸野溪 (263330,2655360)		野溪出口，A5D1 防砂壩模前已淤滿。
C60	萬德橋野溪 (262525,2654771)		防砂壩淤積狀況，下游處為霧社水庫建議於水庫前再增設一防砂壩。
C61	霧社水庫左岸野溪 (263385,2654355)		野溪下游防砂壩現已淤滿。
C62	投 83 線野溪 (262419,2653433)		野溪現況，植生入侵。穩定不需整治。

4.5 武界等 4 處集水區

武界等 4 處集水區位於仁愛鄉西南區，主要溪流為濁水溪、萬大溪及腦寮溪等，投 83 線及武界產業道路為本區對外聯絡主要道路，茲依各集水區現況問題分述如下。

4.5.1 武界集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

(A) 南投 018

南投 018 之土石流潛勢溪流之集水區面積約 190.3ha，溪流全長 2,550 m，集水區高程介於標高 710~1,500 m 間，溪床之平均坡度約為 30%，溪床坡度在 30% 以上之上游集水區面積約 166 ha。

本區保全對象包括河道左岸的法治國小，及主要分佈於下游河道右岸近 40 戶之住家，由於上游仍有土砂供應過量的情況，當上游有大量的土砂及水量供給時，容易發生土石流的溢流，危及下游法治國小及保全住戶之安全。

本區於民國 90 年之桃芝颱風時曾發生土石流，造成法治國小及警察局遭受土石的入侵。依現地的勘查結果，中下游河道水量不多但有土砂堆積情形。集水區內除現有之排水道設施，連接溪流右岸保全住戶及左岸法治國小之橋樑以外，上游尚有一防砂壩，現已見淤滿。

由現場勘查及航拍正射影像 (93.07.14) 得知，72 水災後集水區上游有崩塌裸露地約 4.5 ha，其餘地區植生覆蓋情況尚稱良好。本區防砂壩已經淤滿，發揮當時攔阻上游土砂抑制下游土砂流出量之效果，惟下游土砂仍然淤積之情形，顯現上游仍有土砂供應過量的情況。尤其在橋樑上游側，由於路面不高加上河道土砂的堆積，當上游有大量的土砂及水量供給時，容易發生土石流的溢流，影響住戶安全。

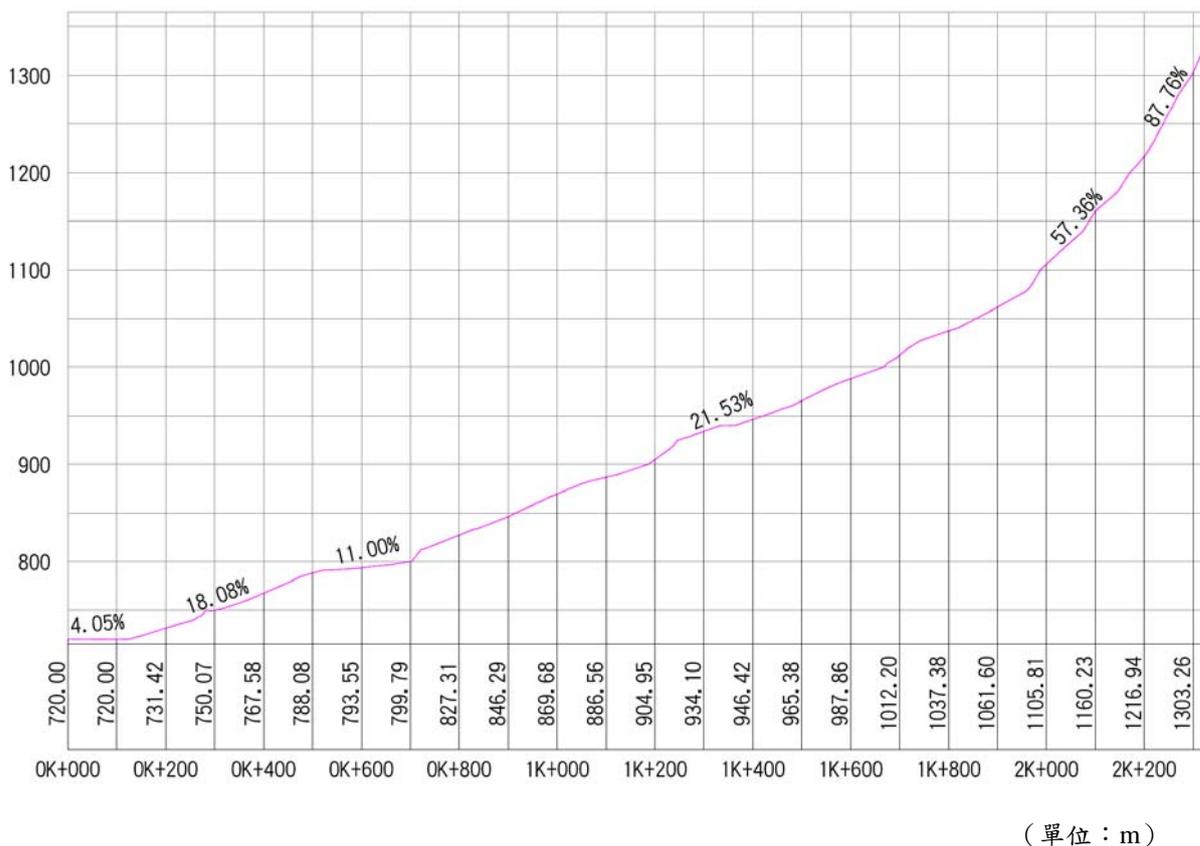


圖 4-43 南投 018 土石流潛勢溪流縱斷面圖

(B) 南投 019

南投 019 之土石流潛勢溪流之集水區面積約 92.3 ha，溪流全長 2,230 m，集水區高程介於標高 710~1,441 m 間，溪床之平均坡度約為 30%，溪床坡度在 30% 以上之上游集水區面積約 83 ha。

本區於民國 90 年之桃芝颱風時曾發生土石流，造成防砂壩上土砂堆積，沖毀武界產業道路上之橋樑，並沿著進入武界的道路堆積。

依現地的勘查結果及航拍正射影像 (93.07.14) 得知，本集水區近下游處河道兩側坡面有明顯的崩塌地，上游之植生覆蓋尚為良好，崩塌裸露面積約 0.75 ha；中下游河道水量不多但有土砂堆積情形。集水區內除連接溪流左岸保全住戶之橋樑及下游排水道以外，上游尚有一固床工與防砂壩，現已淤滿且雜木叢生。本區保全對象有近 100 戶，主要分佈於集水區下游河道左岸。本區防砂壩已淤滿且雜木叢生，從下游土砂仍然淤積之情形，顯現上游仍有土砂供應過量的情況。尤其在橋樑下游側，由於路面不高加上河道土砂的堆積，當上游有大量的土砂及水量供給時，容易發生土石流的溢

流，危及下游農地與保全住戶之安全。

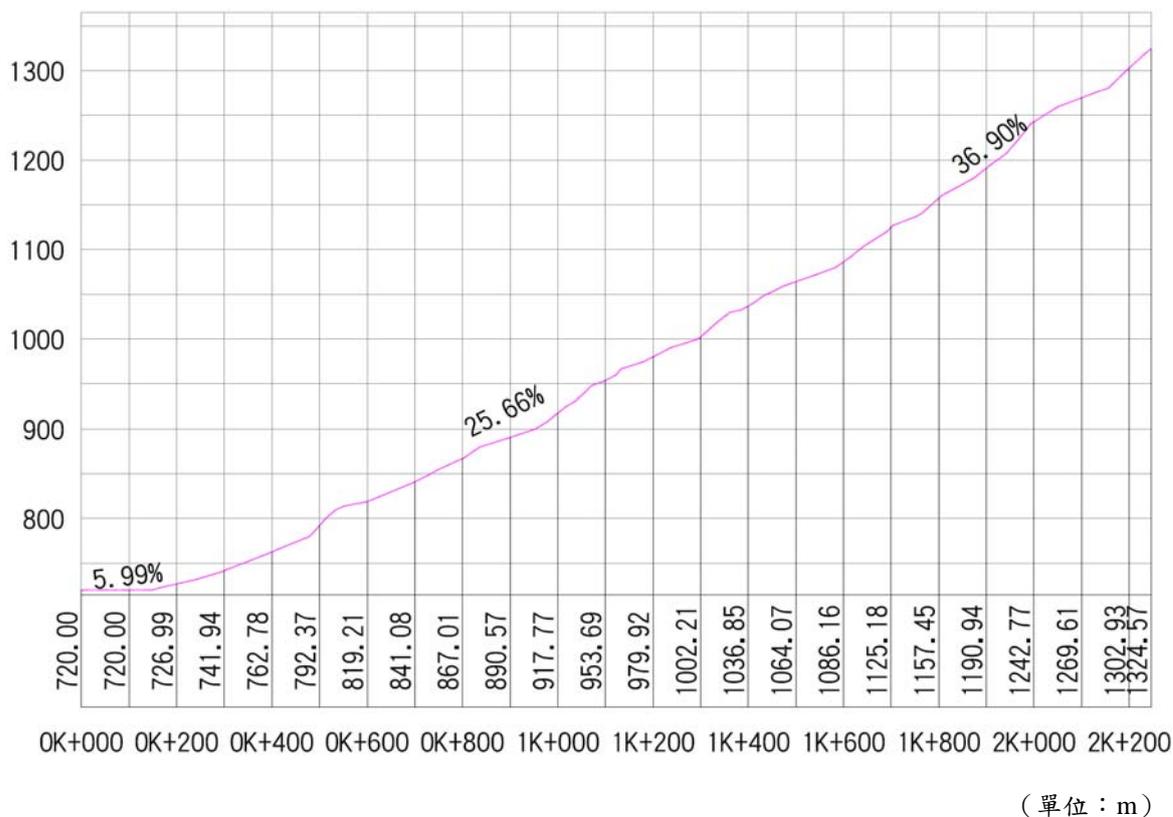


圖 4-44 南投 019 土石流潛勢溪流縱斷面圖

(C) 南投 A013

南投 A013 土石流潛勢溪流之集水區面積約 760 ha，溪流全長 4,382 m。於民國 83 年之道格颱風時曾發生土石流，依現地調查顯示現況大致穩定，主要保全對象為下游兩岸農地。

(D) 南投 A014

南投 A014 土石流潛勢溪流之集水區面積約 153 ha，溪流全長 2,898 m，依現地的勘查結果及航拍正射影像（93.07.14）得知，本集水區上游之植生覆蓋良好，溪流現況穩定。

4.5.2 萬大集水區

(1) 土石流潛勢溪流及野溪

(A) 南投 014

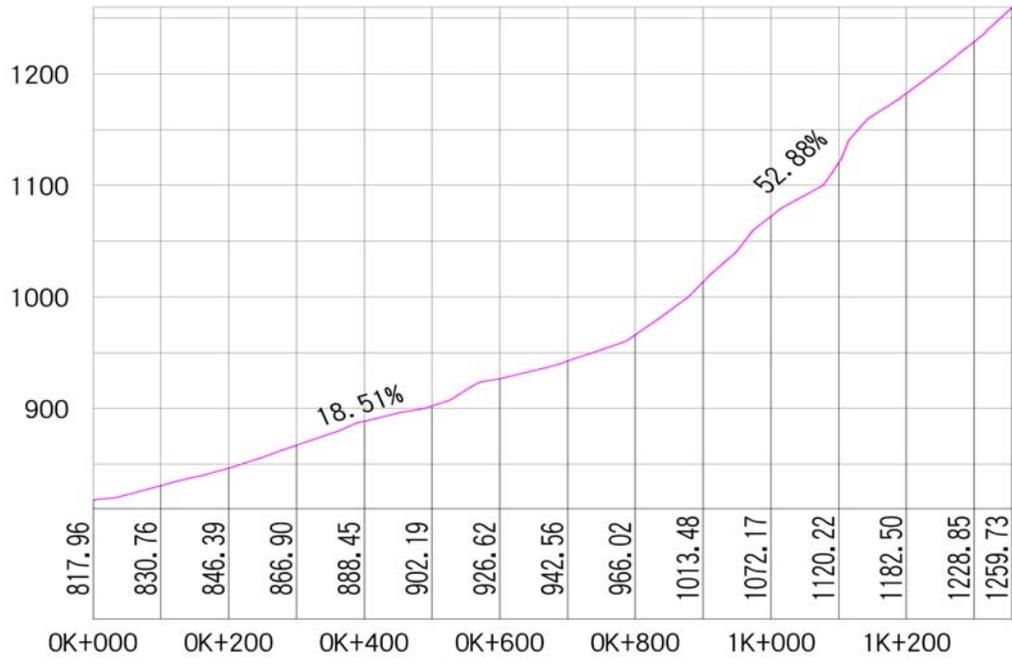
南投 014 土石流潛勢溪流，其集水區面積約 88 ha，溪流全長 1,368 m，集水區高程介於標高 820 m ~ 1,490 m 間，溪床之平均坡度約為 40%，溪床坡度在 30% 以上之上游集水區面積約 78 ha。

本區保全對象為曲冰社區包括學校、活動中心及近百戶住家，其中接近谷口者有近 30 戶。這些保全住家大致位於下游匯流河道右岸之平地。上游地形坡度夠陡且土砂堆積，在大雨時誘發土石流之可能性很高。再者，由於本集水區下游有眾多住戶，且現面臨下游河道土砂堆積及部份河段雜木叢生的情形，很容易危害周圍的住戶、農地及道路。

本區於民國 75 年之韋恩颱風及 83 年之道格颱風時曾發生土石流，造成道路土石堆積及房舍受損。本集水區主要由匯集於谷口之兩溪流所組成。依現地的勘查結果，本集水區除面對谷口右側方向之溪流坡面有崩塌裸露地外，上游植生覆蓋情況良好。中上游河道土砂堆積且植生茂密，幾乎不見河道；河道下游亦堆積土砂。本集水區主要設施為下游排水渠道，渠道上有系列固床工，集水區下游有一社區包括學校、活動中心及近百戶住家，其中接近谷口者有近 30 戶。這些保全住家大致位於下游匯流河道右岸之平地。雖然本集水區上游植生覆蓋尚好，但由於本集水區面積夠大，地形坡度夠陡且土砂堆積，其在大雨時誘發土石流之可能性很高。再者，由於本集水區下游有眾多住戶，且現面臨下游河道土砂堆積及部份河段雜木叢生的情形，很容易危害周圍的住戶、農地及道路。

(B) 南投 011

南投 011 土石流潛勢溪流，其集水區面積約 89 ha，溪流全長 1,301 m，下游匯入濁水溪，土石流影響範圍內無保全對象。



(單位：m)

圖 4-50 南投 014 土石流潛勢溪流縱斷面圖

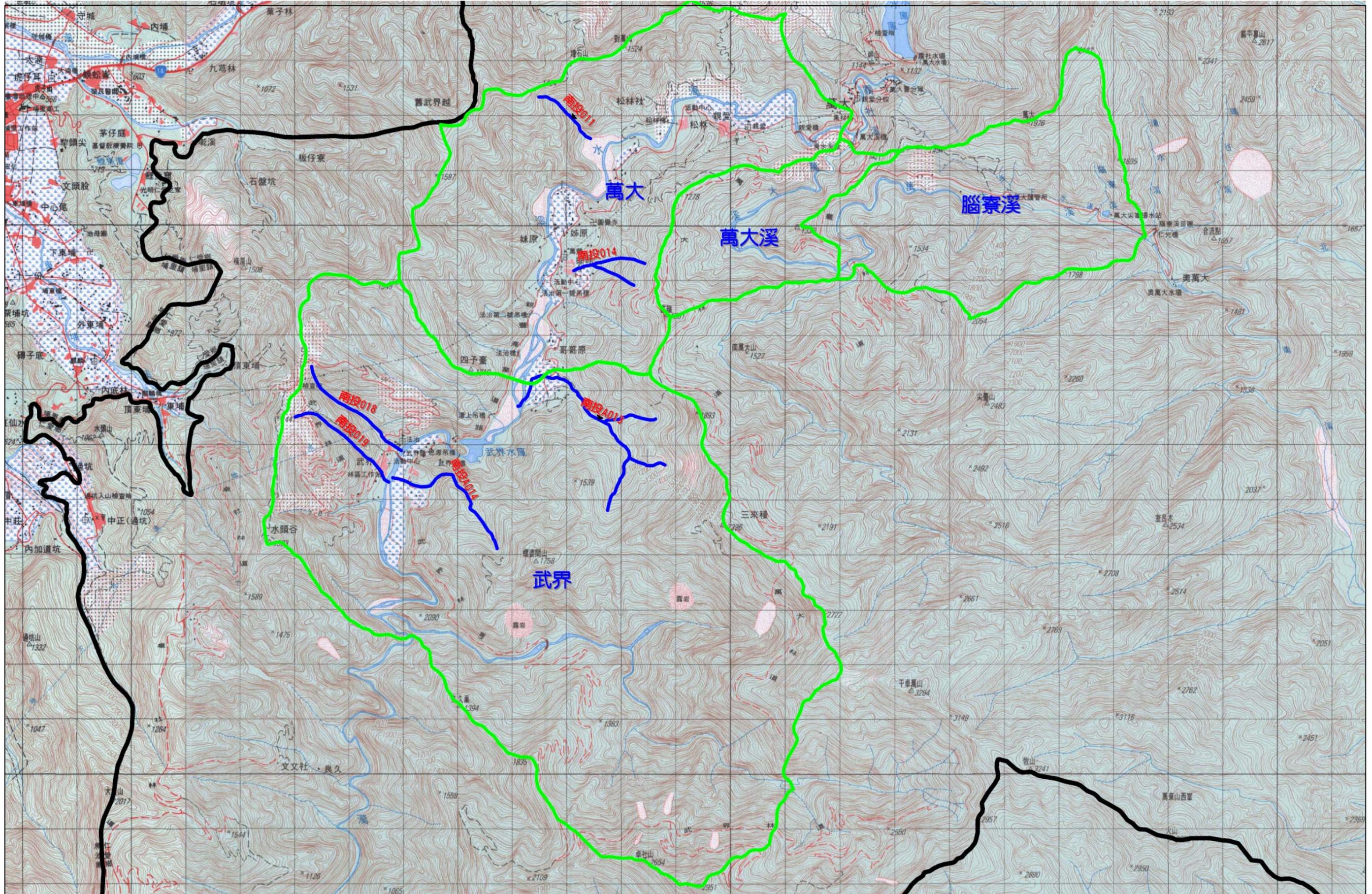


圖 4-45 武界等 4 處集水區土石流潛勢溪流、聚落及交通位置圖

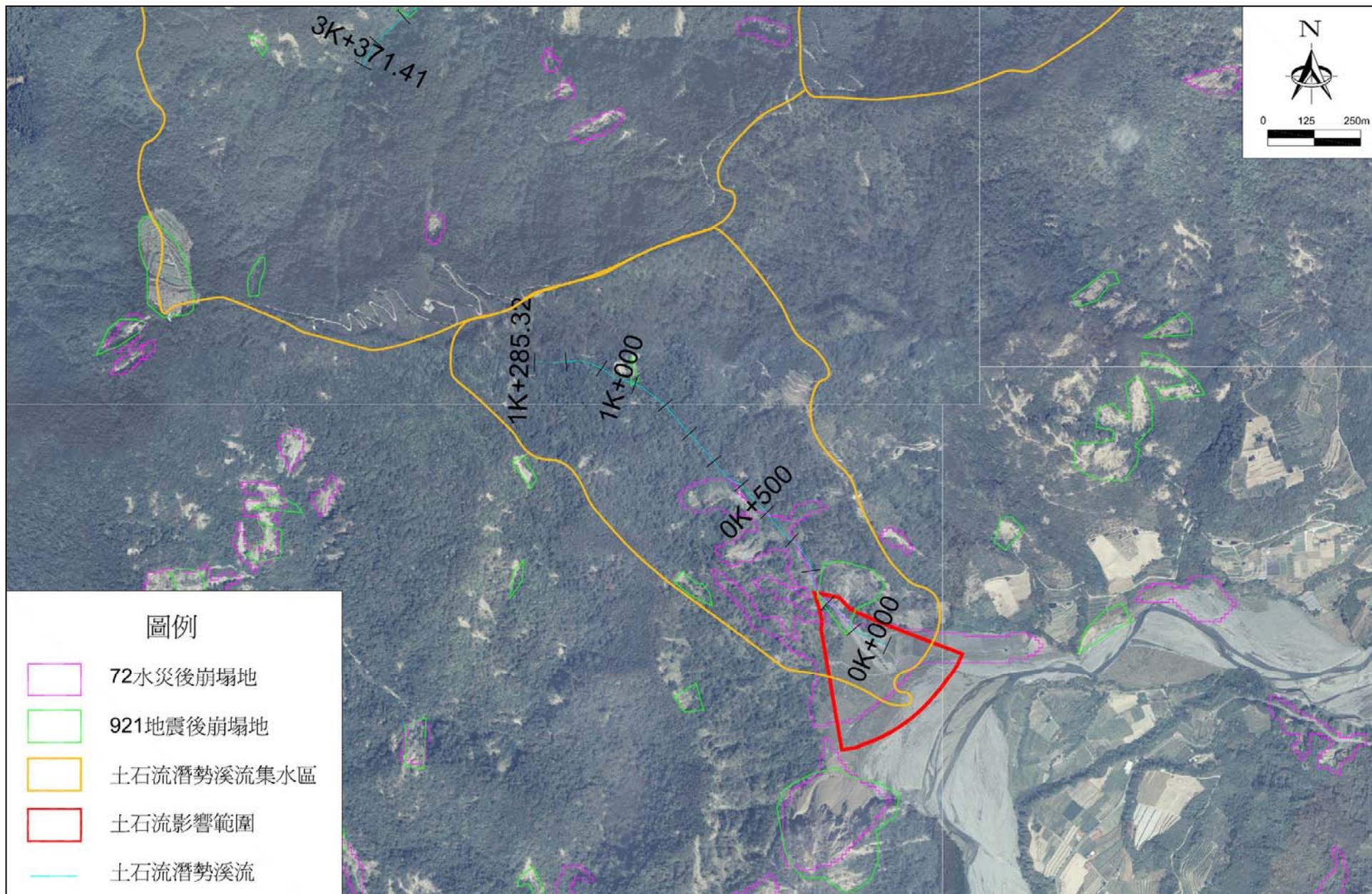


圖 4-46 土石流潛勢溪流南投 011 航拍正射影像

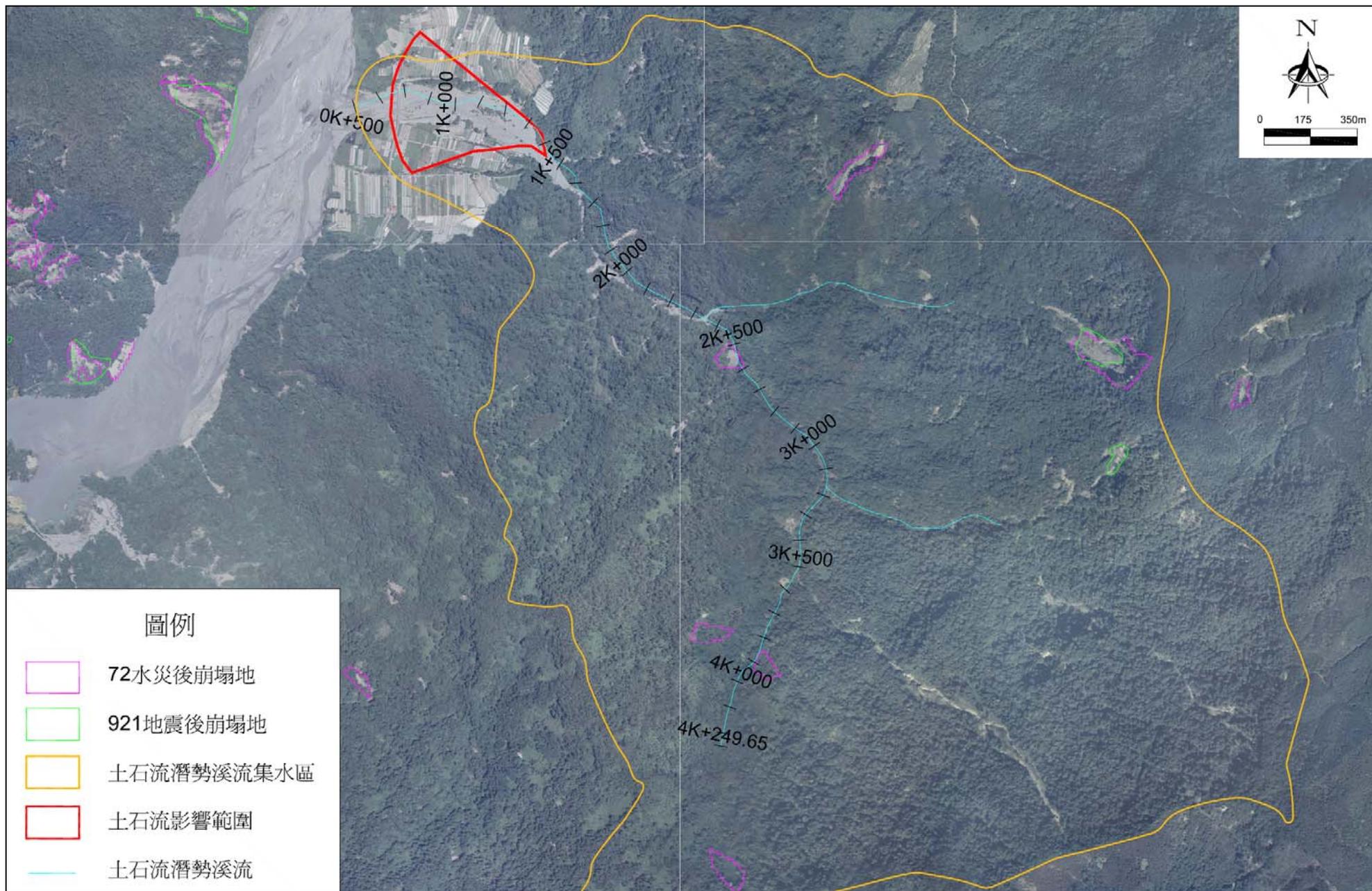


圖 4-47 土石流潛勢溪流南投 A013 航拍正射影像



圖 4-48 土石流潛勢溪流南投 014 正射影像

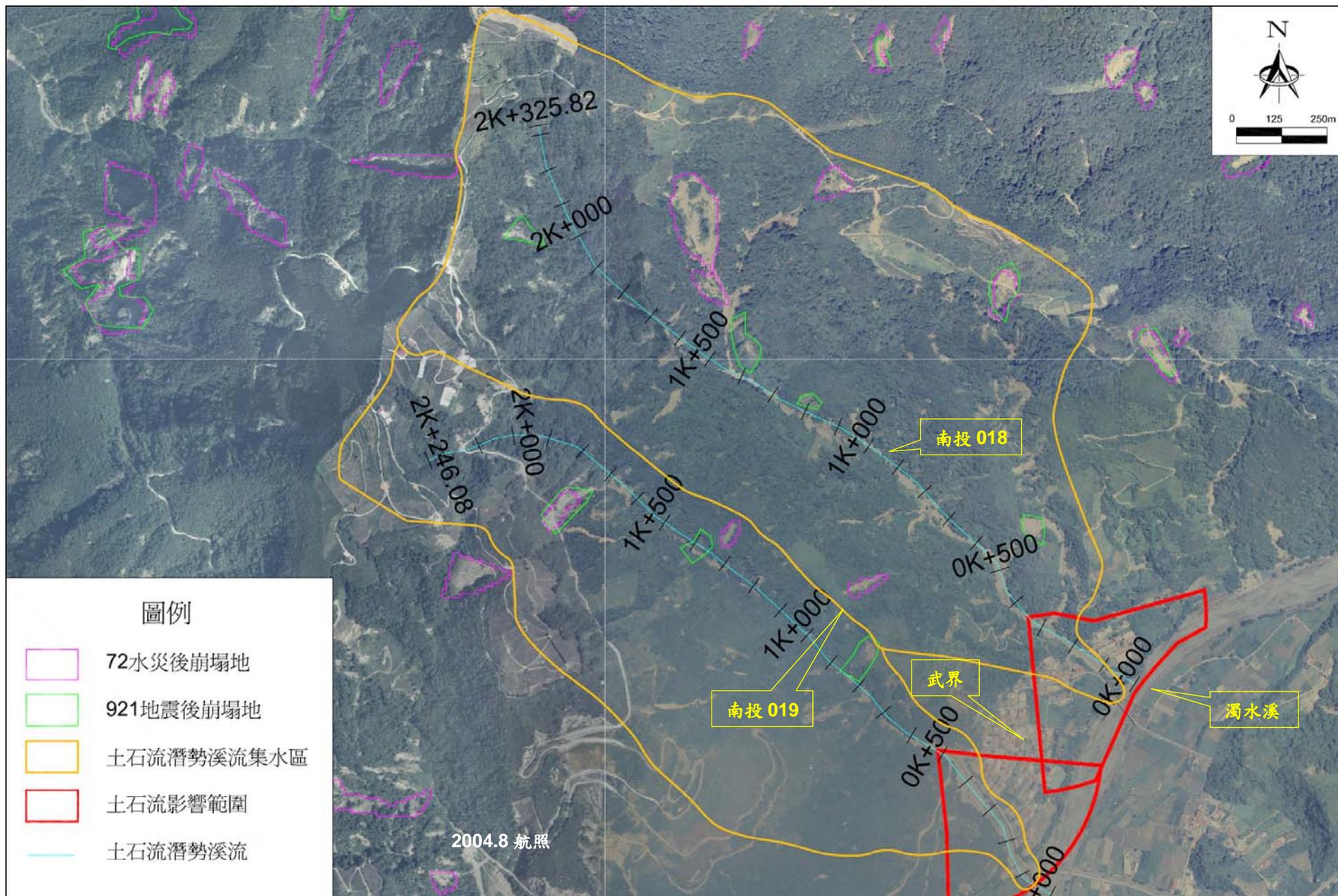


圖 4-49 土石流潛勢溪流南投 018、019 航拍正射影像

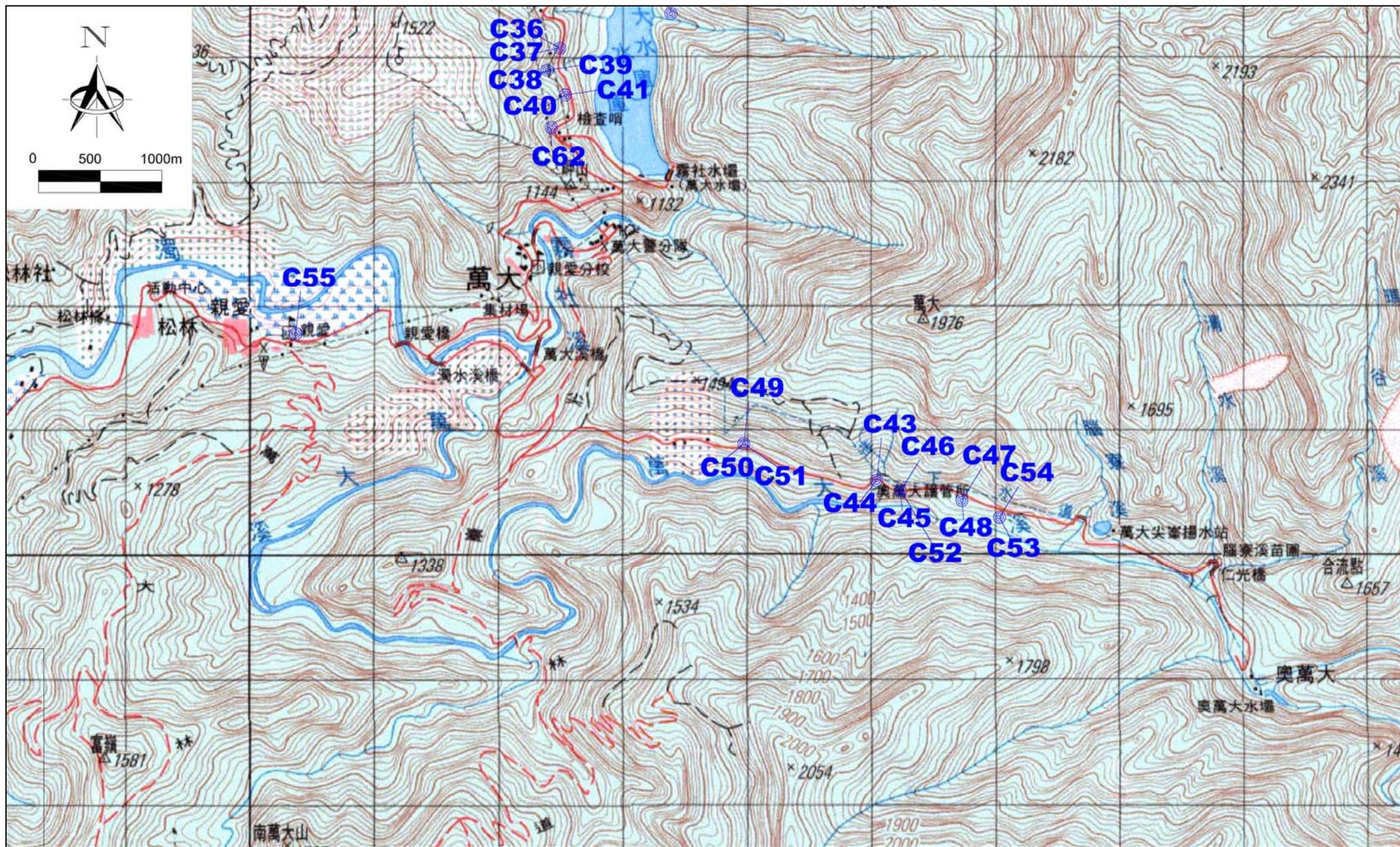


圖 4-51 武界等 4 處集水區現地調查點位示意圖 (2/2)

表 4-49 武界等 4 處集水區現地調查表(1/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
D01	南投 019 投 71 線 法治村入口板橋 (253426,2645707)		法治村入口板橋上下游各約 30 m 已完成整治，初步發揮具成效。
D02	南投 019 投 71 線 法治村入口板橋 (253426,2645707)		法治村入口板橋上下游各約 30 m 已完成整治，初步發揮具成效。
D03	南投 019 投 71 線 卜那野溪下游 (253426,2645707)		現有溪岸溪床坡降較大，原有固床工間距過大，造成原有跌水工與固床工損壞；部分護岸基礎掏空。
D04	南投 019 投 71 線 卜那野溪下游 (253426,2645707)		現有溪岸溪床坡降較大，原有固床工間距過大，造成原有跌水工與固床工損壞；部分護岸基礎掏空。
D05	南投 019 投 71 線 卜那野溪下游 (253426,2645707)		既有護岸凹側基礎深度不足，約 12m 已沖刷掏空，護岸表面磨損骨材外露，需修復以免損壞範圍擴張。

表 4-50 武界等 4 處集水區現地調查表(2/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
D06	南投 018 法治國小旁 (253562,2644968)		上游野溪整治目前發揮功效，河床遍佈石塊堆積，堆積坡度平緩，左岸邊坡僅一處約寬 20m 長 30m 之崩坍裸露，兩岸植生大致完好。
D07	南投 018 法治國小旁 (253562,2644968)		下游護岸凹側基礎深度不足，約 15~20m 有掏刷現象，但因河床多為塊石堆積且兩岸植生復育良好，暫無損壞之虞。
D08	南投 A014 (254505,2644970)		所在板橋上游整治完後溪床寬度 9m，目前完成長度約 60m~70m。
D09	南投 A014		上游區段工程仍在進行中。
D10	南投 A014 (254505,2644970)		下游銜接 2.5m*2m 之雙孔箱涵，尾端底寬縮減為 1.5m，下游斷面顯見不足。

表 4-51 武界等 4 處集水區現地調查表(3/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
D11	投 71 線 (252678,2644753)		損壞之水墊工已以石籠整修，公路上下邊坡亦於治理中。
D12	投 71 線 (252658,2645057)		既有剛性水墊工掏空斷裂。
D13	投 71 線 箱籠消能池 (252312,2644716)		崩坍處坡趾已採石籠保護，坡面及蝕溝須植生復育。
D14	投 71 線 卓社隧道口 (252144,2645382)		卓社隧道口附近野溪，本區段較為平緩上游土石堆積於此區，已列入優先整治區域。
D15	投 71 線 卓社隧道口 (252144,2645382)		

表 4-52 武界等 4 處集水區現地調查表(4/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C41	投 83 線 6K (262532,2653704)		路面前次大雨崩落之土石已清理，目前仍有小規模崩落土石堆積於路邊。
C42	投 83 線 7.2K		道路路基滑動，總長度約 70m、沉陷量最大處超過 1m，目前下邊坡已打設臨時鋼軌排樁攔阻。
C43	奧萬大聯外道路 (265050,2650602)		道路上邊坡蝕溝底寬約 2.5m，坡度 30~40 度，蝕溝長約 200m。
C44	奧萬大聯外道路 (265050,2650602)		崩落至下邊坡箱涵出口之土石已清理，唯水流坡度較陡(40~50 度)，恐造成掏刷。
C45	奧萬大聯外道路 (265243,2650514)		上邊坡崩落土石已清理，崩塌坡面寬約 70m，長約 30m。

表 4-53 武界等 4 處集水區現地調查表(5/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
C46	奧萬大聯外道路 (265243,2650514)	 A photograph showing a road cut with loose rocks and erosion. A date stamp '2006.07.06' is visible in the bottom right corner.	蝕溝中仍有鬆動塊石，且有水流滲出，雨後溝中及坡面塊石恐隨蝕溝滾落路面。
C47	奧萬大聯外道路 (265740,2650441)	 A photograph of a road with a stone check dam. A date stamp '2006.07.06' is visible in the bottom right corner.	上邊坡蝕溝以透過性攔沙石壩治理，已發揮功效。
C48	奧萬大聯外道路 (265740,2650441)	 A photograph showing a stone guardrail and a waterfall. A date stamp '2006.07.06' is visible in the bottom right corner.	下游之石籠護岸及跌水工亦完好無損。
C49	奧萬大聯外道路 6K+400~500 邊坡工程 (263976,2650897)	 A photograph of a concrete slope stabilization structure. A date stamp '2006.07.06' is visible in the bottom right corner.	上邊坡既有蝕溝整治後無土石崩落跡象。
C50	奧萬大聯外道路 6K+400~500 邊坡工程 (263976,2650897)	 A photograph of a concrete slope stabilization structure with vegetation. A date stamp '2006.07.06' is visible in the bottom right corner.	下邊坡坡面植生復育，已不見溝型。

表 4-54 武界等 4 處集水區現地調查表(6/6)

編號	位置(GPS)	照片	現況問題
1	南投 008		土石流潛勢區南投 008 位於親愛村野溪。
2	南投 011		土石流潛勢區南投 011 位於南豐村野溪，土石堆積量不大且河流寬度寬廣，對濁水溪流影響不大。
3	南投 014		土石流潛勢區南投 014 位於南豐村萬豐溪，土石堆積量不大且既有護岸及固床工功能正常。
4	南投 A013		土石流潛勢區南投 A013 位於南豐村曲冰橋溪，土石堆積量不大且既有護岸及固床工功能正常。

4.6 災害發生原因分析

72 水災對仁愛鄉造成自 921 地震以來最重大土砂災害，其重要之致災原因為：

- (A) 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 72 水災之重要外在因素。
- (B) 921 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 72 水災之災害，分土砂災害(土石流危險溪流及崩塌地)，河岸側蝕以及水患等加以說明。

(1) 土石流危險溪流

根據此次調查的結果，及地震後幾次降雨造成的土石流災情，仁愛鄉境內土石流危險溪流，主要集中在濁水溪、眉溪及北港溪流流域內的山溝，尤其以在鄉境西側接近埔里盆地之河川出口附近最多，是仁愛鄉最主要的潛在災害之一。目前仁愛鄉境內共有 28 條土石流潛勢溪流，大部份於桃芝颱風及 72 水災時，都有誘發土石流災害，造成交通中斷或影響居民生活。由於本鄉居住聚落大多鄰近邊坡，一旦發生土石流，居民的居住地點皆位於影響範圍之內，直接衝擊居民生命財產的安全。其中以南豐村的土石流災情最為嚴重也最多，其次為互助村、新生村。

921 地震後發生土石流災害的其中一項特性，在於土石流發生的條件(如臨界雨量、地形坡度)，因地震的發生降低許多。而且原本不起眼的山溝，所帶來的土石量超過地震前的估計，對於地震後二次災害的防範造成相當大的困難。另一項地震後土石流發生的特性在於「小規模大災害」的土石流增加，桃芝颱風後，土石流潛勢溪流上游都有新生的崩塌地，由於這些崩塌地瞬間產生的大量土石滑落至溪谷，藉由向下滑動的速度或水流衝力將這些土體及表面的風化岩盤推向下游，並在坡腳或谷口形成大量的堆積。這樣的效應尤其以坡度大於 40° 的陡坡處

最為明顯。由於 921 地震造成仁愛鄉境內大範圍的崩塌地，土石鬆動，一旦豪大雨來襲，十分容易引發土石流災害。

由前述農林航測所拍攝之航空照片，可清楚發現眉溪兩岸之野溪(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 線之橋樑為例，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，故有時具復發性，因此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是否不穩。

(2) 崩塌地

邊坡的崩塌(坍方、落石、地滑)，多發生在於聚落邊緣居住於陡峻山嶺坡腳處的住戶一帶及道路沿線，根據現地調查比對，72 水災及 0609 水災所引發的崩塌大部份為既有崩塌地的再次活動，並且有崩塌面積較以往擴大。新生的崩塌地則主要集中在較大的稜線附近，崩塌的型式主要以表層崩積土壤及風化岩屑崩落為主。

由於仁愛鄉部份部落位於河岸階地或者山坡的嶺線緩坡處，地表震動產生的加速度，造成這些階地及坡面的張裂及滑移情形相當普遍，尤其以部落週邊毗鄰坡地居住的住戶，受到

階地邊緣張力破裂及塌陷的情形較為嚴重，如力行村的望洋部落及精英村的廬山部落。而在與邊坡距離較接近的住戶則可能因為邊坡上土石受到地表震動的鬆動、脫落，然而隨著颱風及豪雨再次鬆動這些土石，很有可能對於邊坡下方住戶造成危險。另外，邊坡附近山嶺稜線附近的坡頂，已經開始發育張力裂隙，這些張力裂隙的深度甚大，很有可能因為雨水的灌注，而造成更大面積的崩壞。

(3) 蝕溝沖蝕

坡面的沖蝕溝在坡度較大的部落邊坡中，為相當重要的潛在災害類型。蝕溝的出現顯示了邊坡排水面的集中，並有向下挖蝕、向兩岸側蝕進而逐漸發育、擴大的趨勢。由於溝蝕常發育成新生的水系，除沿坡而產生的逕流增加之外，隨之而來的沖刷土石亦有可能會堵塞下方的排水，或者因為沿坡面直衝而下的能量相當大，造成對於邊坡下方住戶的危害。在仁愛鄉境內，由於部落多坐落在地形上山勢陡峭的山嶺邊坡下方，再加上 921 地震強烈地表加速度造成整個山區土石的鬆動，幾乎在仁愛鄉內的各部落，都面臨附近邊坡蝕溝發育的問題，由於部落所在的山嶺的高差甚大，加上住戶與坡面間的安全距離不足對於坡面溝蝕的發育動態必須特別的注意。

(4) 水患地區

仁愛鄉內可能遭淹水型態可區分為兩種，第一主要是部落內缺乏完善之排水系統所造成，如廬山部落、紅香部落及望洋部落，其原因為部落上方坡地匯集逕流未設截水溝排水，或部落內排水溝堵塞、或排水斷面不足，而任由豪雨後逕流入部落，甚至住戶進水，部份則是位於山溝出口河道旁，如下春陽部落。

另一主要災害型態與土砂災害有關，如前所述，因野溪上游崩塌嚴重(如南山溪上游)，崩塌土砂逐漸進入野溪，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。

(5) 河岸侵蝕地區

河岸侵蝕的災害，主要發生在仁愛鄉內的主要水系—濁水溪、眉溪及北港溪流域的河灣處，在豪雨期及颱風過境時，溪流上游突然增加的水量加大的溪流的流量及流速，相對於河岸的側蝕作用也益加明顯。部份公路的路基位於溪流的侵蝕側，坡腳一經淘挖，再加上邊坡因為雨水甚鬆軟表土及表層的風化岩盤，容易形成路基缺口，造成交通中斷。

仁愛鄉部分部落沿著濁水溪、眉溪及北港溪流域的河階台地、沖積扇及較緩坡地分佈尤其以坐落位置較低的部落與主要溪流接近的地帶，容易經常受到河岸侵蝕及洪水災害。由於仁愛鄉內溪流多發源自鄰近高聳山脈，由於這些山脈地勢陡峭，加上地質破碎，加速溪流的向源侵蝕速率，再加上水庫的興建，大量的土砂供應以及水庫的淤積作用，造成部份濁水溪河床抬昇，過去原本屬於地勢較高的安全地帶，也逐漸縮短與河床的高度，每當豪大雨來臨時，溪流水位高漲，直接攻擊河岸兩側，鄰近溪床的土地遭到洪水的攻擊，造成護岸破壞以及土壤的流失。其中以親愛村以及萬豐村濁水溪流域內的侵蝕最為嚴重。其他像精英村之廬山部落塔羅灣溪兩側護岸基礎亦受到淘刷。由於溪床堆積物的淤積，影響後繼水流的流向進而導致流向紛亂，特別容易對於溪岸產生淘蝕，倘若堤防受到沖毀，更進一步導致堤後的淹水及災情的擴大。

關於路基淘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。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。

仁愛鄉境內的土石危險溪流主要集中於濁水溪、眉溪及北港溪流流域內的山溝，尤其以鄉境西側接近埔里盆地之河川出口附近最多，是仁愛鄉最主要的潛在災害之一（圖 2-12）。目前仁愛鄉境內共有 28 條土石流潛勢溪流，921 地震後山區產生大量新生崩塌地，致使土石流發生的條件（如降雨量、地形坡度等）因地震的發生而降低許多，部份溪流於桃芝及敏督利颱風來襲時，誘發土石流災害，造成交通中斷或影響居民生活。由於本鄉居住聚落大多鄰近邊坡，一旦發生土石流，居住地點位於影響範圍內之居民，將直接衝擊其生命財產的安全。其中以南豐村的土石流災情最為嚴重，其次為互助村、新生村。

仁愛鄉部份部落位於河岸階地，或者是山坡的嶺線緩坡處，921 地震之地表震動造成這些階地及坡面張裂及滑移情形相當普遍，如力行村的望洋部落及精英村的廬山部落。下春陽部落的後方邊緣，由於地震造成坡面上原本即已風化的岩石鬆動、脫落，隨著後續颱風及豪雨再次鬆動這些土石，很有可能會對於邊坡下方的住戶造成危險。親愛村以及萬豐村濁水溪流流域內的侵蝕最為嚴重。

第五章 泥砂調查

5.1 泥砂來源及原因分析

計畫區範圍80%屬於山坡地，坡地山高坡陡，河流短急，斷層分佈多，地質脆弱，且為地震集中區，表層土易生沖蝕，颱風豪雨期間雨水挾帶土石泥砂流入河谷，均為本集水區泥砂生產之重要因素，茲列舉各主要原因說明分析如下：

(1) 氣象及水文因素

本計畫區5月至9月為豐雨季，10月至翌年1月為旱季，以水利署仁愛站為例，年平均降雨量為2,426 mm，年最大降雨量為3,446 mm，年最小降雨量為1,578 mm。雨季降雨量佔全年降雨量之87%，又歷年最大月雨量達1,264 mm，由上述可知計畫區之降雨時間分佈非常集中，大部份係颱風所誘導之豪雨，每次發生颱風暴雨，計畫區遭受異常嚴重沖蝕，大量泥砂流入河谷中，此項降雨量集中之因素為自然氣象特性，非人力可以克服。

依國科會（民國90年）研究比較土石流災害程度，結果顯示最大時雨量較最大累積雨量吻合土石流災害點之分佈，因此降雨強度之因素較累積雨量為顯著。對於降雨極為集中且高強度降雨型態，山區地表逕流可能匯集而成山洪暴發，帶來大量之土石泥砂，甚或坡地崩塌進而轉換成土石流。綜合以上可知，降雨強度甚高。降雨延時短且集中之氣象水文條件，為造成本集水區主要土石泥砂來源。而降雨強度之影響應較累積降雨之因素重要。

(2) 地質與土壤

計畫區內烏河流域範圍，屬雪山山脈地質區，主要由古第三紀之板岩、石英岩、石英砂岩、砂岩及硬頁岩組成，地層由老至新包括十八重溪層、達見砂岩、佳陽層、白冷層及水長流層，較接近中游處有部分中新世砂頁岩分布。附近之主要地質構造包括眉溪、地利斷層及兩斷層間之區域性斷層，本區受構造影響較大，除以上區域性之斷層外，局部性之小斷層出現頻

繁，並常出現密集之剪裂帶及褶曲現象，形成三種主要之地質破壞模式，包括圓弧破壞、沿層面或劈理之順向破壞、岩楔破壞及複合式破壞，其崩塌地均為土石泥砂來源。

計畫區內濁水溪流域範圍，地層為佳陽層、眉溪砂岩及廬山層內，岩性以板岩為主，夾細粒砂岩或粉砂岩，板岩劈理至為發達，間夾少許隧石團塊，另部分板岩為砂質，但板劈理仍十分發達。依據以往地質調查經驗顯示，在南投丹大林道間濁水溪溪床出露之佳陽層板岩經常可見上述薄砂岩夾層，局部並出現密集之褶曲現象。本區岩盤中之主要不連續面以劈理及節理為主，局部地區之板岩位態變化較大，可能與構造擾動及坡面滑動有關。本區雖無既有文獻記錄之大型斷層構造直接通過，但局部之小型剪裂、錯動與褶曲經常可見。附近區域兩側最近之大型斷層構造分別為西側之地利斷層及東側之眉溪（梨山）斷層，兩者均呈東北—西南走向。依據以往之地表調查、地下探查及試驗結果顯示，附近板岩之抗風化能力較差，新鮮岩盤之岩質緻密，水密性佳，但開挖面出露之新鮮岩盤則快速沿劈理面解壓鬆動；在室內試驗時亦有相同現象，單壓試驗之岩心試體幾乎均沿劈理面破壞，顯示劈理面為板岩之最主要不連續面。板岩易風化。沿劈理面解壓鬆動之特性，配合劈理面與節理面之發育及地表水之淘刷，形成三種主要之地質破壞模式，包括圓弧破壞、板岩劈理之順向破壞、岩楔破壞及複合式破壞，其崩塌地均為土石泥沙來源。

(3) 地形坡度因素

影響土石泥砂沖蝕之地形因子包括集水區之坡度大小、形狀及河流溝谷長度等，在坡度陡之地區，地表逕流較易將表土帶走，坡度陡之河川溝谷水流，其挾帶砂石的能力也較強，在坡度較長的山坡，累積增加的逕流易對表土產生溝蝕。計畫區東部中央山脈地帶，為河流之發源地，因地質的結構，形成許多高聳陡峭的高山，坡度極陡，表土易受雨水侵蝕而流失，尤其以裸露的地區為甚，於豪雨期間容易發生土石泥沙流出。另外，由於高山地勢陡峭，風化之表層容易受重力及外力影響而崩塌。

除陡坡度區域外，於河流形成之河階、沖積扇及氾濫平原地形，亦為高土石泥沙來源。集水區的河流，平常水量較少，河床上滿佈大小礫石。但於颱風豪雨期間，水量暴漲、氾濫，在山區主流河床上形成平坦的谷內氾濫平原；在陡急的支流匯入主流或進入平原處形成三角錐狀的沖積扇。沖積扇是河流流出山區時河床坡度變緩或是河道變寬並形成分流，造成河水的流速降低以及河道的流量減少，導致河流的搬運能力降低而將大量沉積物堆於河口，形成扇形的堆積區。山區的沖積扇下緣又常因主流的侵蝕而階地化。谷內現代氾濫平原或現代沖積扇。都是山區難得的平坦地。比河道高出數公尺至十餘公尺。平時露出，成為高灘地，一旦遇洪水或土石流則被淹沒或被沖蝕消失。由於台灣地殼間歇性隆起或全球水面下降，使得原有的氾濫平原或沖積扇受河流的下切而形成河階，愈老的河階距現今河床愈高，成為高河階，可高於現代河床數十至數百公尺。較年輕河階的河拔高度較低，為低位河階。概略而言，由現今河床往上算起的第一階較平坦的地形面就是現代氾濫平原面或階地化的現代沖積扇面，基本上，都是洪水與土石流的高危險區，亦為土石泥沙重要來源。

(4) 地震因素

地震引發斷層沿線地表大規模之破裂位移，直接造成邊坡崩塌甚至滑坡走山等土石流失災害，而地震使震災受創區地質條件驟然惡化鑄成未來持續引發大規模崩塌之內在因子，其影響深遠。根據水土保持局 921地震災後依據航照判釋顯示，仁愛鄉震後崩塌地1,059處，崩塌面積達1,133 ha。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，加上大量降雨條件下，便易產生大規模崩塌，混合地表逕流進而轉化成土石泥砂來源，為影響土石泥砂產生之重要因素。

(5) 道路開闢

計畫區道路系統包括省道、縣道、鄉道、林道、產業道路、農路等，部份直抵各子集水區之最上游山區，甚至跨越分水嶺

而連通到相鄰之子集水區，天然穩定之坡面遭受破壞，開挖坡面或填方坡面土方崩落，尤其豪雨過後，造成許多地方崩坍，崩坍土方最後被雨水帶入溪流，故道路開闢水土保持不佳是泥砂生產來源之一。又如國科會針對農路之研究指出，農路之開設，固然未造成大面積之崩坍與土石流災害，但其零星散佈之局部崩坍卻造成表土易於流失及表水入滲加劇之結果，加速崩坍及土石泥砂之形成。

(6) 土地利用

依據國科會以水土保持局提供之資料研究結果顯示，於97處產生災害點之集水區中，有55處為淺根性植被，約佔總災害數之57%，分佈面積大多在數公頃內，且多為零星散佈之局部崩塌。又計畫區內土地之開墾種植果樹、高山蔬菜、茶業及其它經濟作物（圖5-1），而此等淺根性植被地區，表土鬆散，覆蓋不良，亦為泥沙來源重要因素之一。



圖 5-1 計畫區內坡地（清境地區）土地利用情形

5.2 粒徑調查分析

本計畫依照契約規定，主要針對細設工程河段進行粒徑調查，本粒徑調查分析之結果主要是做為將來決定土石流防治時，防砂壩安定分析過程中，設計粒徑採用之參考依據並做為未來相關規劃、對策研擬之參考。

5.2.1 河床質粒徑調查

(1) 調查位置

河床質粒徑調查，本計畫在確定之 4 處細部設計河段，以 500 m 採樣一處為原則，目前共進行採 4 個採樣點。（圖 5-2~5）

(2) 採樣方法

係以人工直接挖掘試驗坑採樣，挖掘之前若有洪水退落時所停留之砂層，滾石或雜物，則應將表面雜物剷除，試驗坑面積為一公尺之正方形，由於受到溪床堆積深度與堆積層水位之限制，深度約為 50~60 cm，挖掘時即著手進行野外粗顆粒篩分析，粗顆粒部分則以四分法，採取部分樣品攜回室內分析；此外，並記錄試驗坑尺寸，以推算採樣體積，同時記錄最大石徑之尺寸，以供粒徑分析累積曲線之繪製。

(3) 野外粗顆粒分析

凡大於美國標準篩 3/8 吋以上之礫石，分用 1 吋、1/2 吋、3/4 吋及 3/8 吋之方孔篩於挖掘現場做篩分析，將各篩上停留之礫石分別秤重記錄，大於 3 吋以上之礫石，則直接使用鋼卷尺量其粒徑並秤重，同時記錄各樣孔之最大石徑。

(4) 細粒徑分析

通過 3/8 吋之顆粒，於秤其總重後，以四分法檢取樣品，裝入已編號之塑膠袋內，攜回烘乾後秤重，再於室內以美國標準篩 #4、#8、#16、#20、#30、#50、#100、#200 號分別做篩

分析，將各篩上停留之砂秤重記錄，然後依樣品重與採樣總重之比例，換算各粒徑別之停留重量，再與野外粗顆粒分析結果合併，依各粒徑分別算出其停留之百分率及通過之百分率。

(5) 粒徑分析結果

由上述顆粒分析結果之粒徑別百分率，可繪出各採樣孔之顆粒分布累積曲線，藉以繪出各河段之河床質顆粒級配情形。由顆粒分布累積曲線直接讀出代表粒徑，並以下式計算其平均粒徑：

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^n (D_i \times P_i)}{100 \cdot i}$$

式中 D_m ：平均粒徑(單位：mm)

D_i ：兩相鄰篩號孔徑之幾何平均值，單位：mm

P_i ：篩號停留百分率 n ：篩的數目

依據河床質採樣調查分析結果，分別以Lane、SanLuis、Einstein三種經驗公式推求河床質採樣粒徑粗糙係數及河床粗糙係數。

本計畫之河床質粒徑 n 值介於 0.02092~0.02902之間；表面河床質粒徑 n 值則介於 0.0236~0.0302之間。由於表面河床質粒徑差異較大，故本計畫設計時之 n 值，將以各子集水區之最大河床質粒徑 n 值為主，即本部溪(編號A系列)粗糙係數 $n=0.02734$ 、南山橋溪-加油站(編號I系列)粗糙係數 $n=0.02607$ 、南山溪(編號J系列)粗糙係數 $n=0.02707$ 、下眉橋溪-天主堂(編號K系列)粗糙係數 $n=0.02809$ 、東眼溪(編號M系列)粗糙係數 $n=0.02902$ ，其中又以東眼溪之粗糙係數最大。其餘溪流無粒徑調查之粗糙係數均採用平均值0.026。

表 5-1 採樣孔河床質粒徑分析成果表 (1/2)

調查點 編號	座標位置(T67)		代表粒徑(mm)				平均粒徑 D_m (mm)
	E	N	D ₅₀	D ₆₅	D ₇₅	D ₉₅	
A	254984	2655784	1.98	2.57	7.35	9.30	72.82
A-1	255964	2655115	9.38	12.80	23.72	30.05	54.30
A-2	255848	2654796	24.19	31.45	36.29	45.96	40.69
A-3	256339	2654340	24.42	31.75	36.63	46.40	40.23
A-4	256616	2654172	12.03	25.88	29.86	37.82	46.52
B	255327	2655856	27.04	35.15	40.56	51.38	32.94
C	255650	2655820	7.17	9.32	22.49	28.49	56.19
D	255776	2655795	8.68	10.32	11.91	28.06	60.07
E	256093	2654859	8.57	12.38	23.15	29.32	56.13
F	256826	2654835	19.98	25.98	29.98	37.97	45.80
G	257240	2655159	16.12	20.95	24.15	30.58	46.81
H	257281	2655372	12.45	22.22	25.64	32.48	50.04
I	257916	2655842	8.91	12.53	18.97	27.84	56.76
I-1	258774	2655052	11.59	23.88	27.55	34.90	47.87
I-2	259020	2654856	9.40	12.82	23.52	29.79	55.55
J	257763	2655729	11.76	22.59	26.06	33.01	49.41
J-1	258876	2655926	18.57	27.02	31.18	39.49	44.40
J-2	259042	2656598	12.12	26.21	30.24	38.30	46.63
J-3	258830	2657128	9.31	18.90	26.06	33.01	51.43
J-4	258582	2657585	4.87	12.58	25.88	32.78	53.73
J-5	258420	2657850	9.47	22.62	26.10	33.06	50.34
J-6	258121	2657925	6.68	13.17	25.88	32.79	44.18
J-7	258090	2657932	23.01	29.91	34.51	43.71	18.83
J-8	258193	2658087	18.35	28.76	33.19	42.04	44.18
K	258480	2655926	24.01	31.21	36.01	45.61	39.77
K-1	259690	2655463	28.73	37.35	43.1	37.35	35.24
L	259605	2656633	27.14	35.28	40.71	51.56	36.94

表 5-2 採樣孔河床質粒徑分析成果表 (2/2)

調查點 編號	座標位置(T67)		代表粒徑(mm)				平均粒徑 D_m (mm)
	E	N	D_{50}	D_{65}	D_{75}	D_{95}	
M	259811	2656863	34.96	45.48	52.48	66.47	31.53
M-1	259910	2657291	21.95	28.54	32.93	41.71	33.70
M-2	260026	2657541	18.21	27.43	31.64	40.08	43.30
M-3	260232	2657743	9.31	12.88	22.39	28.35	55.99
M-4	260409	2657921	10.89	18.59	23.14	29.31	52.24
M-5	260498	2658061	12.50	19.56	23.35	29.57	50.94
M-6	260556	2658204	4.73	10.29	18.15	26.45	60.26

表 5-3 河道採樣孔曼寧粗糙係數計算表 (1/2)

調查 點之 編號	經驗公式			
	Lane $0.015 D_{75}^{1/6}$	SanLuisRiver $0.0142 D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132 D_{65}^{1/6}$	本計畫預 定採用值
A	0.02092	0.01980	0.01545	0.02092
A-1	0.02543	0.02407	0.02019	0.02543
A-2	0.02729	0.02584	0.02345	0.02729
A-3	0.02734	0.02588	0.02349	0.02734
A-4	0.02642	0.02501	0.02270	0.02642
B	0.02780	0.02632	0.02389	0.02780
C	0.02520	0.02386	0.01915	0.02520
D	0.02267	0.02146	0.01948	0.02267
E	0.02532	0.02397	0.02008	0.02532
F	0.02644	0.02503	0.02272	0.02644
G	0.02550	0.02414	0.02192	0.02550
H	0.02576	0.02438	0.02213	0.02576
I	0.02450	0.02319	0.02012	0.02450
I-1	0.02607	0.02468	0.02240	0.02607

表 5-4 河道採樣孔曼寧粗糙係數計算表 (2/2)

調查 點之 編號	經驗公式			本計畫預 定採用值
	Lane $0.015 D_{75}^{1/6}$	SanLuisRiver $0.0142 D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132 D_{65}^{1/6}$	
I-2	0.02539	0.02404	0.02019	0.02539
J	0.02583	0.02445	0.02219	0.02583
J-1	0.02661	0.02519	0.02287	0.02661
J-2	0.02648	0.02506	0.02275	0.02648
J-3	0.02583	0.02445	0.02154	0.02583
J-4	0.02580	0.02442	0.02013	0.02580
J-5	0.02583	0.02446	0.02220	0.02583
J-6	0.02580	0.02442	0.02028	0.02580
J-7	0.02707	0.02562	0.02326	0.02707
J-8	0.02689	0.02546	0.02310	0.02689
K	0.02726	0.02580	0.02342	0.02726
K-1	0.02809	0.02659	0.02413	0.02809
L	0.02782	0.02634	0.02391	0.02782
M	0.02902	0.02748	0.02494	0.02902
M-1	0.02685	0.02542	0.02308	0.02685
M-2	0.02668	0.02525	0.02292	0.02668
M-3	0.02518	0.02384	0.02021	0.02518
M-4	0.02532	0.02397	0.02148	0.02532
M-5	0.02536	0.02401	0.02167	0.02536
M-6	0.02432	0.02302	0.01947	0.02432

5.2.2 表面粒徑調查

(1) 調查位置

現場河床表面粒徑調查部分，在進行細部設計溪段，以250 m一處為原則進行調查，於期中報告階段，於目前已確定本區 4 處細部設計點位，共進行 5 個採樣點。

(2) 調查方法

依照調查位置，量測在該測點 1 平方面積上之表面粒徑。以每一個斷面以不少於 5 個點位為原則，每一斷面上下游各取 2 個斷面，亦即每採樣點以量測 25 個點位為原則。各點位之間隔不得超過 5 m。

(3) 粒徑分析

每一測點量測 1 cm以上之粒徑分布，若小於 1 cm則向左右移動；依前揭量測 1 cm以上礫石之統計資料，分析可得粒徑累積曲線，藉以了解各河床表面顆粒分布情形。

表 5-5 表面河床質粒徑分析成果表 (1/3)

調查點 編號	座標位置(T67)		代表粒徑(mm)			
	E	N	D ₅₀	D ₆₅	D ₇₅	D ₉₅
1	254984	2655784	22.5	26.5	29.2	34.7
1-1	255905	2655280	36.0	40.6	44.4	52.0
1-2	255964	2655115	35.2	40.6	44.4	52.0
1-3	255830	2654978	15.8	19.6	22.0	26.8
1-4	255848	2654796	12.5	15.9	18.2	22.8
1-5	256072	2654489	24.7	30.1	33.8	41.2
1-6	256339	2654340	32.8	38.0	41.4	48.3
1-7	256557	2654215	17.6	20.7	22.8	27.0
1-8	256616	2654172	27.6	32.2	35.3	41.5
2	255159	2655824	31.1	35.9	39.1	45.4
3	255327	2655856	24.2	27.8	30.1	34.8
4	255495	2655836	30.5	35.4	38.7	45.3
5	255650	2655820	10.0	13.0	15.0	19.0
6	256711	2655812	25.4	30.6	34.2	41.2
7	255776	2655795	17.7	22.0	24.8	30.6
8	255934	2655329	33.4	40.0	43.7	52.0
9	256093	2654859	31.6	36.2	39.3	45.5
10	256466	2654843	45.5	54.3	60.3	72.1
11	256826	2654835	34.1	40.1	44.0	52.0
12	25700	2654999	28.0	31.6	34.0	38.8
13	257240	2655159	42.5	50.2	55.3	65.4
14	257280	2655270	42.9	52.5	58.9	71.8
15	257281	2655372	43.7	53.1	59.4	71.9
16	257601	2655607	22.7	26.7	29.4	34.7
17	257916	2655842	12.5	15.9	18.2	22.8
17-1	258826	2655245	41.0	47.0	51.0	59.0
17-2	258774	2655052	10.0	13.0	15.0	19.0
17-3	258946	2654912	44.9	49.7	53.0	59.4
17-4	259020	2654856	35.3	39.3	42.0	47.4

表 5-6 表面河床質粒徑分析成果表 (2/3)

調查點 編號	座標位置(T67)		代表粒徑(mm)			
	E	N	D ₅₀	D ₆₅	D ₇₅	D ₉₅
18	258893	265539	36.5	42.6	46.8	55.0
18-1	258838	2655838	25.5	29.5	32.2	37.6
18-2	258876	2655926	16.5	20.0	22.2	26.8
18-3	259034	2656314	29.5	33.5	36.2	41.6
18-4	259042	2656598	28.8	33.1	35.9	41.6
18-5	258979	2656936	13.5	16.7	18.8	23.0
18-6	258830	2657128	16.6	20.0	22.3	24.9
18-7	258742	2657467	41.3	47.2	51.1	59.0
18-8	258582	2657585	41.3	47.2	51.1	59.0
18-9	258424	2657774	48.6	54.4	58.3	66.1
18-10	258420	2657850	43.1	48.5	52.0	59.2
18-11	258271	2657956	33.1	37.3	40.0	45.6
1812	258121	2657925	48.2	54.2	58.1	66.1
18-13	258090	2657932	49.7	55.2	58.8	66.2
18-14	258157	2657948	54.3	60.5	64.6	72.9
18-15	258223	2657955	55.8	61.6	65.4	73.1
18-16	258278	2657969	56.2	61.8	65.6	73.1
18-17	258193	2658087	57.5	62.8	66.3	73.3
19	257763	2655729	23.6	28.5	31.7	38.3
20	258357	2655894	27.1	31.0	33.6	38.7
21	258480	2655926	42.3	50.0	55.2	65.4
21-1	258805	2655287	10.0	13.0	15.0	19.0
21-2	259690	2655463	39.8	45.0	48.4	55.3
22	259052	2656279	36.8	44.0	48.9	58.6
23	259605	2656633	50.7	58.0	62.8	72.6
24	259683	2656693	29.3	38.6	44.7	56.9
25	259811	2656863	43	52.6	59.0	71.8
25-1	259865	2657083	43.8	53.2	59.4	71.9
25-2	259910	2657291	45.2	54.2	60.1	72.0

表 5-7 表面河床質粒徑分析成果表 (3/3)

調查點 編號	座標位置(T67)		代表粒徑(mm)			
	E	N	D ₅₀	D ₆₅	D ₇₅	D ₉₅
25-3	259966	2657402	45.6	54.4	60.3	72.1
25-4	260026	2657541	44.1	53.3	59.5	71.9
25-5	260153	2657639	44.1	53.4	59.6	71.9
25-6	260232	2657743	43.9	53.2	59.4	71.9
25-7	260346	2657839	45.9	54.6	60.4	72.1
25-8	260409	2657921	46.2	54.9	60.6	72.1
25-9	260451	2657993	45.2	54.1	60.1	72.0
25-10	260498	2658061	46.9	55.3	61.0	72.2
25-11	260539	2658165	40.4	50.8	57.7	71.6
25-12	260556	2658204	38.7	46.7	51.9	63.2

表 5-8 河道表面曼寧粗糙系數計算表 (1/3)

調查 點之 編號	經驗公式			本計畫預 定採用值
	Lane $0.015 D_{75}^{1/6}$	SanLuisRiver $0.0142 D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132 D_{65}^{1/6}$	
1	0.0263	0.0249	0.0228	0.0263
1-1	0.0282	0.0267	0.0245	0.0282
1-2	0.0282	0.0267	0.0245	0.0282
1-3	0.0251	0.0238	0.0217	0.0251
1-4	0.0243	0.0230	0.0209	0.0243
1-5	0.0270	0.0255	0.0233	0.0270
1-6	0.0279	0.0264	0.0242	0.0279
1-7	0.0253	0.0239	0.0219	0.0253
1-8	0.0272	0.0257	0.0235	0.0272
2	0.0276	0.0262	0.0240	0.0276
3	0.0265	0.0250	0.0230	0.0265
4	0.0276	0.0261	0.0239	0.0276
5	0.0236	0.0223	0.0202	0.0236
6	0.0270	0.0256	0.0233	0.0270
7	0.0256	0.0242	0.0221	0.0256
8	0.0282	0.0267	0.0244	0.0282
9	0.0277	0.0262	0.0240	0.0277
10	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
11	0.0282	0.0267	0.0244	0.0282
12	0.0270	0.0256	0.0235	0.0270
13	0.0293	0.0277	0.0254	0.0293
14	0.0296	0.0280	0.0255	0.0296
15	0.0296	0.0280	0.0256	0.0296
16	0.0264	0.0249	0.0228	0.0264
17	0.0243	0.0230	0.0209	0.0243
17-1	0.0289	0.0273	0.0251	0.0289
17-2	0.0236	0.0223	0.0202	0.0236
17-3	0.0291	0.0275	0.0253	0.0291

表 5-9 河道表面曼寧粗糙系數計算表 (2/3)

調查 點之 編號	經驗公式			本計畫預 定採用值
	Lane $0.015 D_{75}^{1/6}$	SanLuisRiver $0.0142 D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132 D_{65}^{1/6}$	
17-4	0.0280	0.0265	0.0243	0.0280
18	0.0285	0.0270	0.0247	0.0285
18-1	0.0268	0.0253	0.0232	0.0268
18-2	0.0251	0.0238	0.0217	0.0251
18-3	0.0273	0.0258	0.0237	0.0273
18-4	0.0272	0.0258	0.0237	0.0272
18-5	0.0245	0.0232	0.0211	0.0245
18-6	0.0252	0.0238	0.0217	0.0252
18-7	0.0289	0.0274	0.0251	0.0289
18-8	0.0289	0.0274	0.0251	0.0289
18-9	0.0295	0.0280	0.0257	0.0295
18-10	0.0290	0.0274	0.0252	0.0290
18-11	0.0277	0.0263	0.0241	0.0277
1812	0.0295	0.0279	0.0257	0.0295
18-13	0.0296	0.0280	0.0258	0.0296
18-14	0.0300	0.0284	0.0262	0.0300
18-15	0.0301	0.0285	0.0262	0.0301
18-16	0.0301	0.0285	0.0262	0.0301
18-17	0.0302	0.0286	0.0263	0.0302
19	0.0267	0.0253	0.0231	0.0267
20	0.0269	0.0255	0.0234	0.0269
21	0.0293	0.0277	0.0253	0.0293
21-1	0.0236	0.0223	0.0202	0.0236
21-2	0.0286	0.0271	0.0249	0.0286
22	0.0287	0.0272	0.0248	0.0287
23	0.0299	0.0283	0.0260	0.0299
24	0.0283	0.0268	0.0243	0.0283
25	0.0296	0.0280	0.0256	0.0296

表 5-10 河道表面曼寧粗糙系數計算表 (3/3)

調查 點之 編號	經驗公式			本計畫預 定採用值
	Lane $0.015 D_{75}^{1/6}$	SanLuisRiver $0.0142 D_{75}^{1/6}$	Einstein $0.0132 D_{65}^{1/6}$	
25-1	0.0296	0.0280	0.0256	0.0296
25-2	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
25-3	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
25-4	0.0296	0.0281	0.0256	0.0296
25-5	0.0296	0.0281	0.0256	0.0296
25-6	0.0296	0.0280	0.0256	0.0296
25-7	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
25-8	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
25-9	0.0297	0.0281	0.0257	0.0297
25-10	0.0298	0.0282	0.0258	0.0298
25-11	0.0295	0.0279	0.0254	0.0295
25-12	0.0290	0.0274	0.0250	0.0290

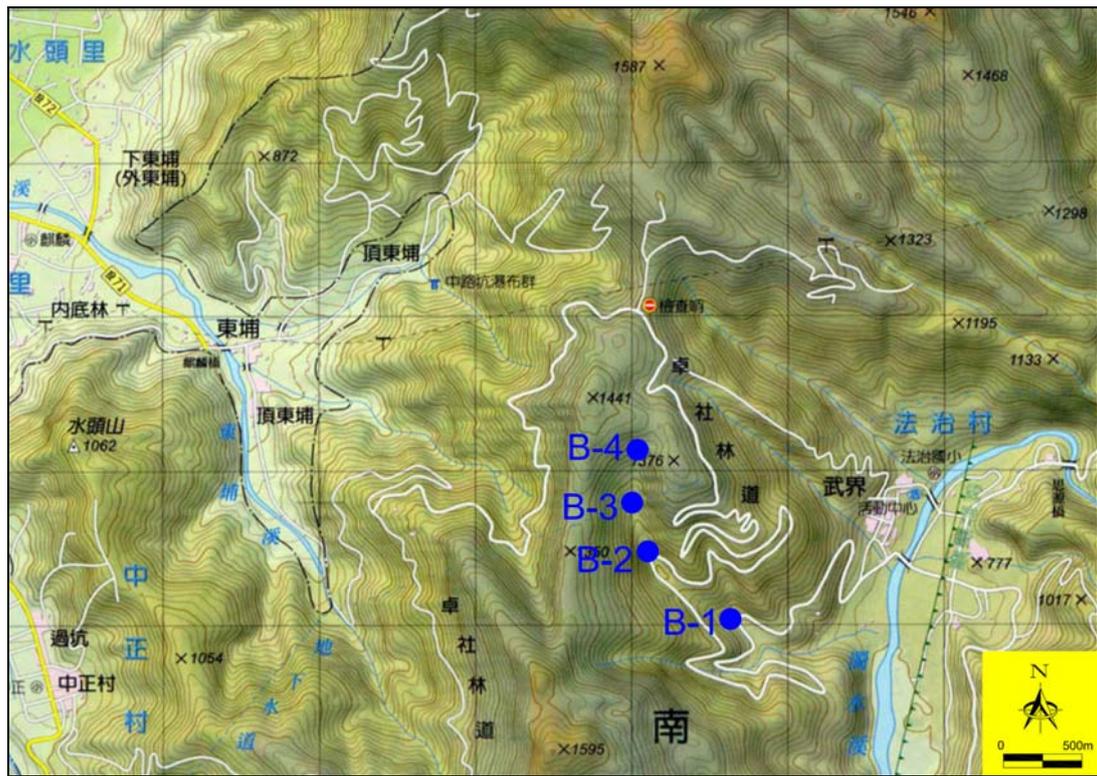


圖 5-2 表面粒徑調查位置示意圖 (1)



圖 5-3 表面粒徑調查位置示意圖 (2)

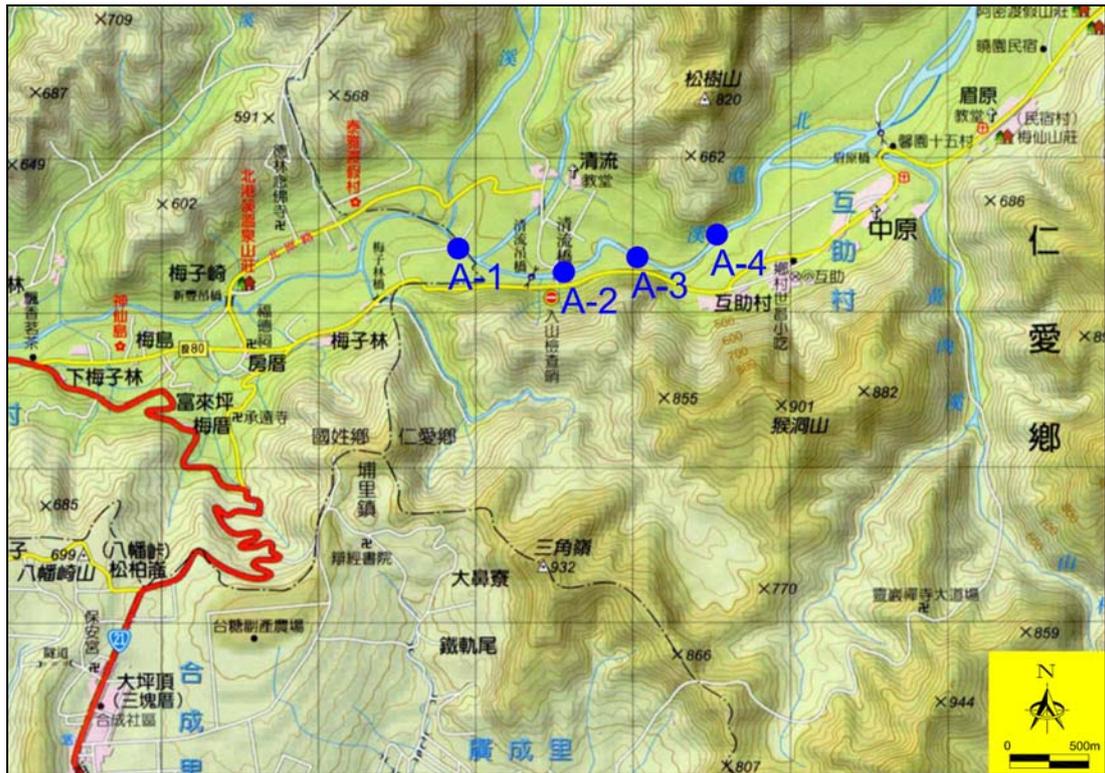


圖 5-4 表面粒徑調查位置示意圖 (3)

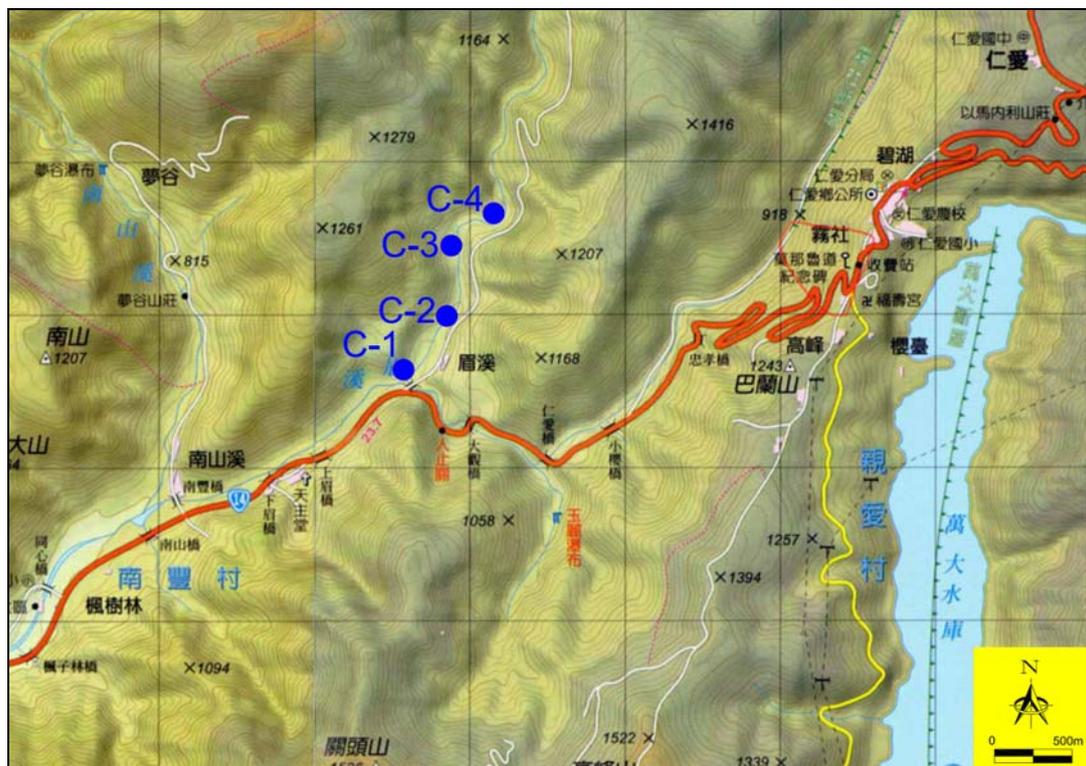


圖 5-5 表面粒徑調查位置示意圖 (4)

5.3 土砂生產量推估

5.3.1 土壤沖蝕量推估

根據集水區土地利用現況及現場調查，坡面沖蝕量乃集水區平時土砂自然生產之來源之一，本計畫依據水土保持技術規範第 35 條之規定，採用通用土壤流失公式（USLE）估計，計算方式係將集水區細分成許多面積大小相同之正方形網格，給於各網格之基本參數，如降雨沖蝕指數、土壤沖蝕指數、覆蓋與管理、坡長、坡度及水土保持等因子參數，再利用 USLE 公式計算之，其公式如下：

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中： A_m ：土壤流失量(tons/ha/yr)

R_m ：降雨沖蝕指數(Mj-mm/ha-hr-yr)

K_m ：土壤沖蝕指數(tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm)

L ：坡長因子

S ：坡度因子

C ：覆蓋與管理因子

P ：水土保持處理因子

(1) 降雨沖蝕指數(R_m)

本區取鄰近廬山站之 R_m 值 17,936 (Mj-mm/ha-hr-yr)作為計算依據。

(2) 土壤沖蝕指數(K_m)

本區採站之 K_m 值 0.0329 (tons-ha⁻¹-yr/ha-Mj-mm) 作為計算依據。

(3) 坡長因子(L)

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

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

漫地流之流長可視為坡長，地表漫地流之流長 l 乃是自地表逕流開始發生的地點量起，至地面坡度減緩至沖蝕的土壤發生明顯淤積或至排放匯集逕流水之渠道為止，其間的水平投影距離。假設集水區坡面受到地面窪蓄、入滲等作用以及山溝、道路排水側溝等之截流，地表漫地流之流長甚少超過100 m，以及一般坡地安全排水，故地表水流常超過100 m時即視為渠道流。由於評估集水區之地形係利用數值高程模型，本計畫網格解析度為40m×40m之數值高程模型。若以地表水流向為指標，累計流長在兩個網格大小以下者可視為漫地流，以此來估算集水區之坡長分佈；累計流長超過兩個網格大小時視為渠道流。

(4) 坡度因子(S)

坡度因子係計算各網格之平均坡度(θ)，以 Wischmeier and Smith (1978) 所提出之坡度因子公式： $S = 65.41\sin^2\theta + 4.56\sin\theta + 0.065$ 計算。

(5) 覆蓋與管理因子(C)

覆蓋與管理因子C 之值主要受本區土地利用型態之影響。地上不同種類之植生、生長狀況、季節、覆蓋程度皆有不同之C值。本計畫使用93.02.10拍攝之SPOT5衛星影像以集水區資訊系統 (Win Grid) 之植生覆蓋因子(C)計算模組。

(6) 水土保持處理因子(P)

有關本集水區水土保持處理因子即 P 值之決定，在無任何水土保持處理、或棄土場、或陸砂及農地砂石開探處，P 值設定為 1。一般在無調查資料且考量安全性時，乃以無水土保持處理之狀態 (P=1) 進行評估。本計畫參考王俊哲(民國93年)於烏溪支流之北港溪集水區建議使用值0.15來作為計畫區之水土保持處理因子。

依上述通用土壤流失公式所需之各因子求出後，相乘可得本區之土壤流失量及分布如表5-11及圖5-7所示。

泥砂產量計算以集水區之土壤流失量（Am）與坡面泥砂遞移率（SDR）之乘積來推算求得集水區之坡面泥砂產量（SED）。

$$SED=Am \times SDR$$

（1）土壤流失量（Am）

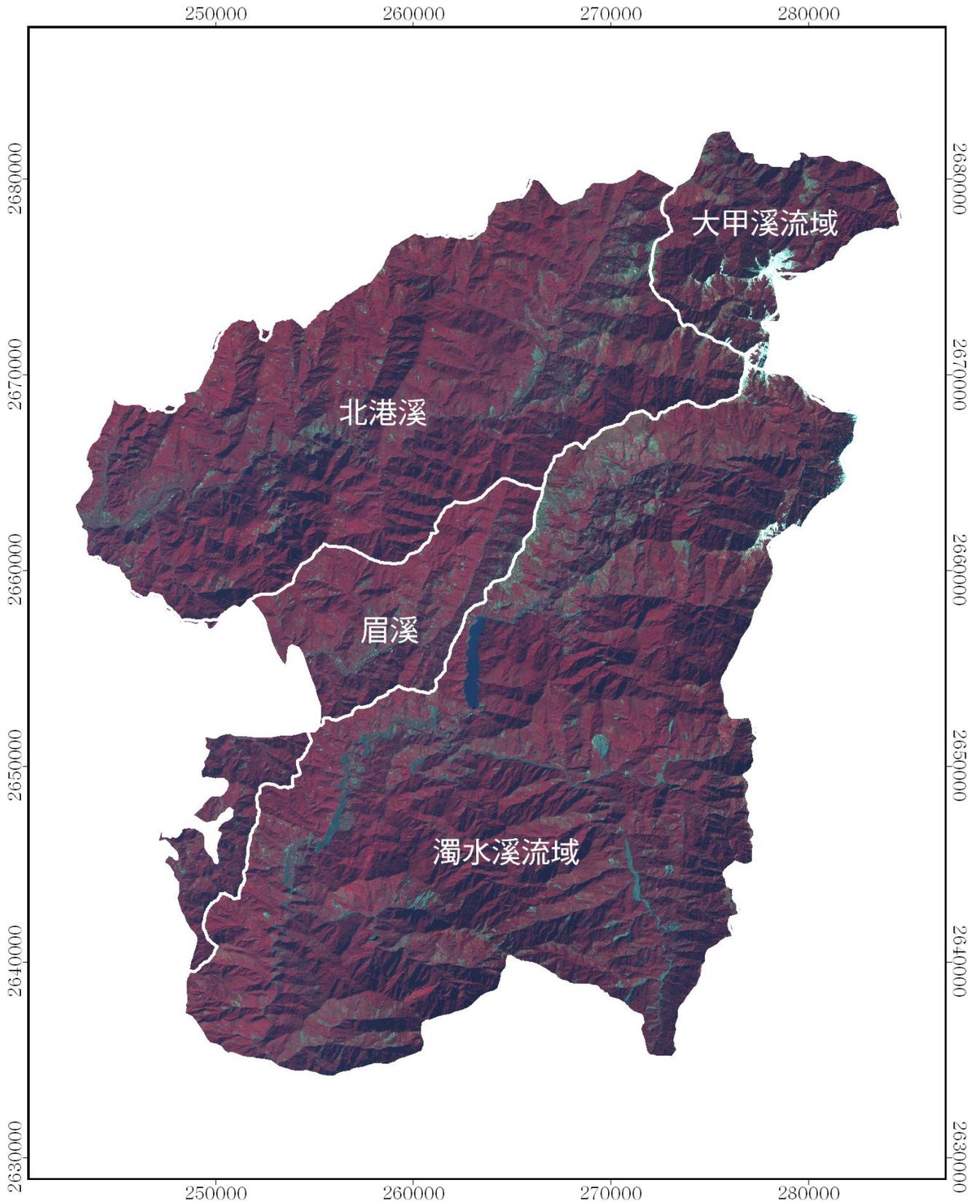
土壤流失量以通用土壤流失公式（USLE）計算。

（2）遞移率（SDR）

在某一時期內通過溝渠或河流某一斷面之輸砂量與該斷面以上之集水區總沖蝕量之比，稱為泥砂遞移率。為簡易計算坡面泥砂之遞移率，假設坡面泥砂主要係由坡面地表水所帶動，運移至渠道(常流水)而流失，所以集水區坡面上任一格點之泥砂遞移率假設為流入該格點上游之地表水流長度和(Lu； $Lu=\sum Li$)與流經該格點之總地表水流長度(Lt)的比值($SDR=Lu/Lt$ ； $Lt=Lu+Ld$ ；Ld為格點至常流渠道之地表流水長度)，意即濱水區愈靠近渠道之格點，其坡面沖蝕之泥砂愈容易進入渠道，而增加河道之泥砂產量，泥砂遞移率愈高，本計畫使用集水區資訊系統（Win Grid）之泥砂遞移率分析模組以40m×40m之數值高程模型計算。

表 5-11 仁愛鄉各集水區以 WINGRID 計算之泥砂量

集水區名稱	集水區面積 (ha)	泥砂量 (×10,000 噸)	泥砂量產出率 (噸/ha)
濁水溪流域	62,708	1,755	280
大甲溪流域	8,211	178	217
北港溪	39,009	702	180
眉溪	8,425	94	94



(影像時間：93.02.10)

圖 5-6 分析使用之 SPOT5 影像及集水區分布圖

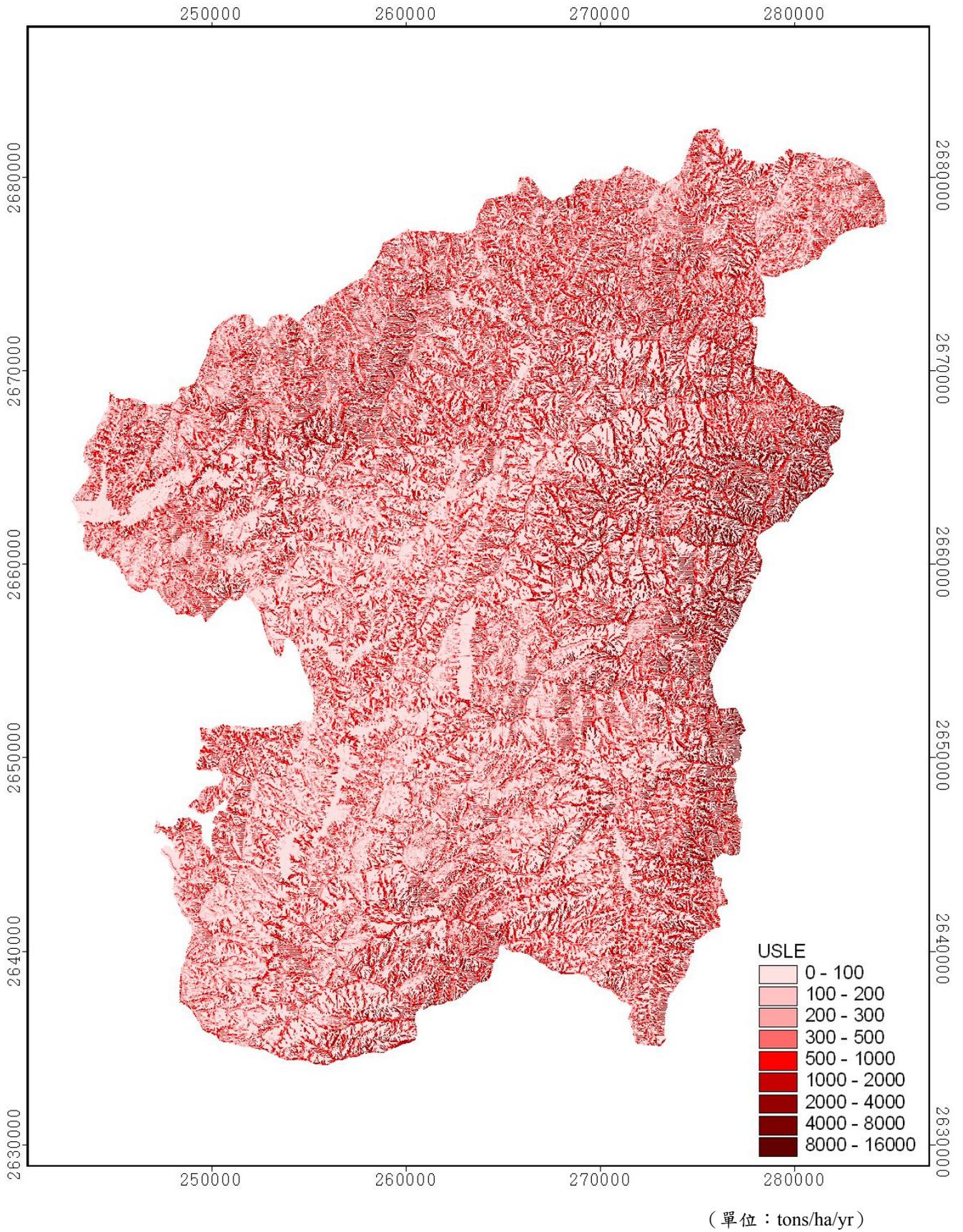


圖 5-7 USLE 計算之沖蝕量分布圖

表 5-12 仁愛鄉各子集水區以 WINGRID 計算之泥砂量 (1/2)

主集水區	次集水區	子集水區	面積(ha)	泥砂量(噸)	泥砂量 產出率(噸/ha)
大甲溪流域	德基水庫	碧綠山	705.81	85,451	121
大甲溪流域	德基水庫	松泉	1,182.68	155,261	131
大甲溪流域	德基水庫	西合歡山	3,284.16	725,117	221
大甲溪流域	德基水庫	碧綠山北側	720.02	85,223	118
大甲溪流域	德基水庫	北合歡山	850.08	180,717	213
大甲溪流域	德基水庫	碧綠溪	1,431.92	1,441,742	1,007
大甲溪流域	德基水庫	木蘭橋	841.34	134,029	159
烏溪流域	北港溪	翠巒	2,531.84	729,371	288
烏溪流域	北港溪	東高山	1,135.02	269,606	238
烏溪流域	北港溪	力行二號橋	967.00	250,807	259
烏溪流域	北港溪	三錐山北側	572.30	95,653	167
烏溪流域	北港溪	梅松山	2,353.54	803,862	342
烏溪流域	北港溪	馬山	551.46	132,693	241
烏溪流域	北港溪	西門	646.48	656,726	1,016
烏溪流域	北港溪	二錐山	571.25	105,691	185
烏溪流域	北港溪	帖比倫溪	2,820.08	467,648	166
烏溪流域	北港溪	瑞岩溪	1,214.61	668,365	550
烏溪流域	北港溪	潑祥溪	821.38	165,668	202
烏溪流域	北港溪	布布爾溪	1,118.66	176,719	158
烏溪流域	北港溪	合水溪	1,377.94	190,305	138
烏溪流域	北港溪	椿谷溪	2,416.87	725,957	300
烏溪流域	北港溪	九仙溪	3,768.62	556,007	148
烏溪流域	北港溪	東蜂溪	2,043.52	281,366	138
烏溪流域	北港溪	尾敏溪	634.90	101,184	159
烏溪流域	北港溪	八仙山東側	521.70	76,432	147
烏溪流域	北港溪	濁水山	1,073.23	26,374	25
烏溪流域	北港溪	松風山	857.09	480,989	561
烏溪流域	北港溪	關刀溪	2,075.54	392,878	189
烏溪流域	北港溪	陽岸溪	2,159.43	349,292	162
烏溪流域	北港溪	萱野	775.20	152,808	197
烏溪流域	北港溪	眉原	1,005.37	140,992	140
烏溪流域	北港溪	小出山	682.97	79,396	116
烏溪流域	北港溪	黃肉溪	1,929.49	207,822	108
烏溪流域	北港溪	梅子林	1,278.81	134,948	106
烏溪流域	北港溪	眉原溪	1,691.93	265,471	157
烏溪流域	南港溪	梅木	2,965.22	380,869	128
烏溪流域	南港溪	東眼溪	1,020.57	106,645	104
烏溪流域	南港溪	南東眼山	670.32	67,636	101

表 5-13 仁愛鄉各子集水區以 WINGRID 計算之泥砂量 (2/2)

主集水區	次集水區	子集水區	面積(ha)	泥砂量(噸)	泥砂量 產出率(噸/ha)
烏溪流域	南港溪	守城大山	712.40	74,561	105
烏溪流域	南港溪	南山溪	2,396.12	388,089	162
烏溪流域	南港溪	關力山	710.78	67,450	95
烏溪流域	南港溪	墘溪	2,084.23	298,814	143
烏溪流域	南港溪	東埔	600.53	82,335	137
烏溪流域	南港溪	頂東樸	761.93	91,604	120
烏溪流域	南港溪	過坑	1,944.22	140,156	72
濁水溪流域	霧社水庫	濁水溪上游	11,189.14	4,467,630	399
濁水溪流域	霧社水庫	塔羅灣溪	5,187.29	2,040,034	393
濁水溪流域	霧社水庫	馬海僕溪	2,126.64	552,514	260
濁水溪流域	霧社水庫	萬大水庫上游	2,240.72	269,087	120
濁水溪流域	霧社水庫	萬大水庫	1,627.72	190,238	117
濁水溪流域	武界調整池	北溪	1,354.60	485,508	358
濁水溪流域	武界調整池	馬畢山西部	2,044.71	692,206	339
濁水溪流域	武界調整池	南溪上游	8,041.94	1,752,107	218
濁水溪流域	武界調整池	麻平幕山	1,116.73	165,803	148
濁水溪流域	武界調整池	奧萬大	840.85	172,467	205
濁水溪流域	武界調整池	碼谷溪	922.91	101,065	110
濁水溪流域	武界調整池	南溪下游	2,215.39	341,484	154
濁水溪流域	武界調整池	腦寮溪	1,546.17	93,837	61
濁水溪流域	武界調整池	尖台山西部	645.86	78,460	121
濁水溪流域	武界調整池	南萬大山	2,867.91	442,514	154
濁水溪流域	武界調整池	萬大溪	734.42	89,781	122
濁水溪流域	武界調整池	萬大	3,144.54	6,403,594	2,036
濁水溪流域	武界調整池	武界	6,537.85	5,944,002	909
濁水溪流域	武界調整池	牧山西部	844.41	206,724	245
濁水溪流域	武界調整池	卓社大山	661.06	166,146	251
濁水溪流域	濁水溪	九九巢	503.75	961,305	1,908
濁水溪流域	濁水溪	武界林道	557.10	78,965	142
濁水溪流域	濁水溪	良久	703.51	57,651	82
濁水溪流域	濁水溪	文文社	981.69	224,253	228
濁水溪流域	濁水溪	大尖山西部	519.09	45,230	87
濁水溪流域	濁水溪	大尖山南部	681.51	69,957	103
濁水溪流域	濁水溪	魯倫	859.65	2,834,630	3,297
濁水溪流域	卡社溪	卓社	990.35	184,358	186
濁水溪流域	卡社溪	塔巴喀那	698.93	205,712	294
濁水溪流域	卡社溪	黑諾老	524.25	89,024	170

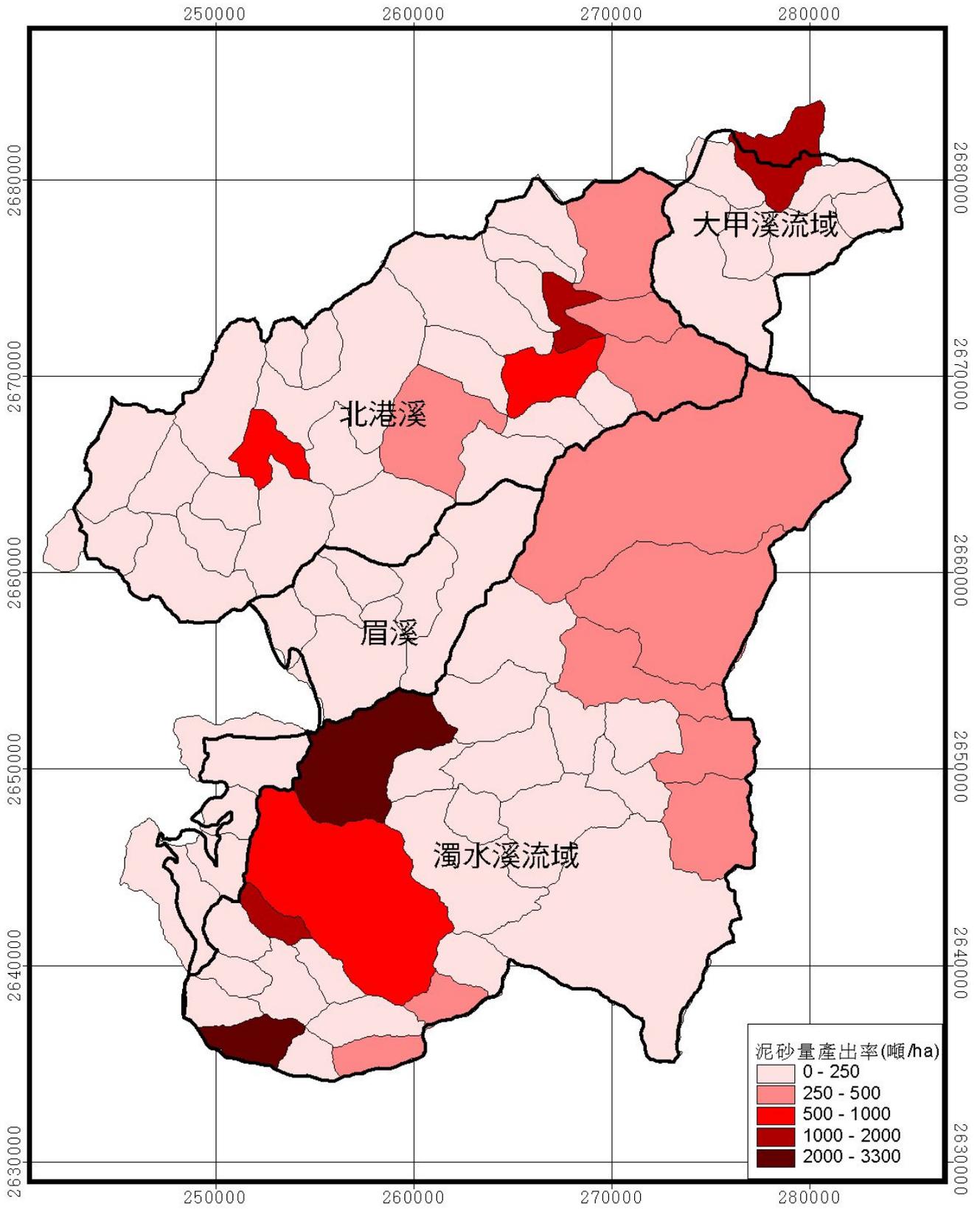


圖 5-8 仁愛鄉各子集水區以 WINGRID 計算之泥砂量產出率分布圖

5.3.2 崩塌地土方量推估

泥砂產量之空間分佈，係為評估集水區泥砂運移潛勢之重要指標，由泥砂產量藉以標定崩塌地之優先處理序位，在考量政府有限人力及物力，應由優先復育之崩塌地進行治理，除可避免豪雨衍生土砂之二次災害、河川水質的惡化與民生用水品質。更可由泥砂產量之分佈作為治理工法選定與配置，方能達到治本之效果。

經由比較計畫區內各重要事件點之崩塌地分布，結果顯示 921 地震後之崩塌地受桃芝颱風及敏督利颱風等豪雨影響，大都有擴大增加之趨勢。

崩塌地崩塌土方量估算因各崩塌地立地條件不同而不易推估，目前計畫範圍達 122,135 ha，區內崩塌數量達 2,936 處，無法於每處崩塌地現地實勘並測量計算，因此本計畫採用 Khazai and Sitar（歐陽元淳，民國92年）建議方法針對集水區內崩塌地進行評估，依照不同的坡度範圍給定代表性之崩塌深度，如表之 5-14 說明。利用本方法推估計畫範圍內之崩塌土方量為 41,716,860 m³，詳如表 5-15~17 說明。

表 5-14 崩塌地崩塌深度與坡度關係

坡面坡度 (°)	崩塌平均代表深度 (m)
0~30	2.0
30~40	1.5
40~60	1.0
> 60	0.5

表 5-15 崩塌地推估土方量 (1/3)

子集水區	崩塌面積 (ha)	推估崩塌土方量 ($\times 10,000\text{m}^3$)
九九巢	19.272	22.274
九仙溪	236.833	239.351
二錐山	16.557	16.557
八仙山東側	37.235	39.988
力行二號橋	0.849	1.492
三錐山北側	5.528	5.862
大尖山西部	6.254	6.547
大尖山南部	27.654	32.463
小出山	40.676	42.631
巴庫拉斯	0.306	0.306
文文社	37.045	39.143
木瓜溪	1.250	1.280
木蘭橋	3.542	3.542
北合歡山	30.865	31.245
北溪	70.340	85.119
卡社溪	3.087	3.087
史港溪	0.004	0.006
台糖畜殖廠	4.135	4.135
布布爾溪	22.417	22.554
石墩坑	0.494	0.741
立霧	0.047	0.047
合水溪	8.736	9.788
守城大山	33.606	36.370
尖台山西部	6.241	6.980
西合歡山	18.451	20.042
西門	0.838	1.676
尾敏溪	31.262	31.709
良久	9.744	10.578
良屏溪	0.004	0.004
卓社	53.585	55.328
卓社大山	19.871	18.956
帖比倫溪	79.531	119.340
東埔	23.058	25.412
東埔溪	3.337	4.879
東高山	19.365	19.778

表 5-16 崩塌地推估土方量 (2/3)

子集水區	崩塌面積 (ha)	推估崩塌土方量 ($\times 10,000\text{m}^3$)
東眼溪	9.857	11.768
東峰溪	76.595	82.367
果子林	1.615	1.621
松泉	3.026	3.770
松風山	91.138	92.267
武界	291.725	317.646
武界林道	3.729	3.734
牧山西部	31.511	32.616
南山溪	28.366	32.095
南東眼山	24.711	27.249
南溪下游	52.999	58.623
南溪上游一	339.052	413.592
南萬大山	19.509	22.567
眉原	35.287	38.096
眉原溪	57.530	64.163
唐馬山東側	0.065	0.0975
馬山	14.254	17.738
馬海僕溪	12.868	16.691
馬畢山西部	54.312	58.673
捫山	0.003	0.003
梅子林	11.360	12.790
梅木	36.972	42.819
梅松山	25.409	28.604
理冷溪	2.035	2.291
頂東樸	6.484	7.780
麻平幕山	18.551	20.338
陽岸溪	121.801	127.673
黃肉溪	98.953	102.114
黑諾老	28.530	30.180
塔巴喀那	34.989	35.456
塔羅灣溪	120.952	147.033
奧萬大	85.617	89.849
瑞岩溪	13.014	17.390
萬大	100.014	124.687
萬大水庫	30.710	41.138
萬大水庫上游	8.844	12.327

表 5-17 崩塌地推估土方量 (3/3)

子集水區	崩塌面積 (ha)	推估崩塌土方量 ($\times 10,000\text{m}^3$)
腦寮溪	49.277	58.432
萱野	53.941	57.441
過坑	14.733	16.261
碧綠山	8.047	9.428
碧綠山北側	0.713	1.041
碧綠溪	13.772	14.229
翠巒	35.091	39.476
墘溪	31.501	32.970
椿谷溪	49.239	50.785
潑祥溪	5.708	7.938
碼谷溪	21.300	22.184
魯倫	14.156	15.329
濁水山	190.148	190.784
濁水溪上游	302.949	331.887
關刀溪	186.630	186.630
東捫岡	0.966	1.932
大溪	5.126	6.717
關力山	28.305	31.166
合計	3758.993	4171.686

5.3.3 土石流潛勢溪流土砂潛能量

造成本區主要災害之土砂為敏督利颱風所造成，因此推估本區土石流流出規模，有助於對本集水區土砂問題之瞭解。

本區土石流流出規模，依水土保持局民國90年12月委託國立成功大學「桃芝颱風災區土石流潛勢分析成果」報告書經調查168處土石流災害現場結果，以最小二乘法推求平均值曲線再以同該線之斜率求出各種不被超過之迴歸方程式，在不超過90%之迴歸方程式：

$$V=120,418A^{0.56}$$

式中：

A為坡度30%以上溪床所佔之面積(km²)。

V為土砂流出量(m³)。

推估計畫子集水區內土石流流出規模詳如表5-18說明

表 5-18 計畫區內土石流潛勢溪土砂潛能量統計表

土石流編號	長度(m)	流域面積 (ha)	有效集水區面積 (ha)	土砂流出量 V90(m ³)
南投 001	14268.0	5086.00	2159.00	8868964
南投 002	1056.0	0.00	100.00	1587418
南投 003	1375.0	61.00	21.00	662421
南投 004	1721.0	120.00	0.00	0
南投 005	1993.0	192.00	139.00	1908885
南投 006	2557.0	321.00	115.00	1716652
南投 008	1703.0	84.00	57.00	1158728
南投 011	1301.0	89.00	48.00	1052414
南投 014	1368.0	88.00	78.00	1381225
南投 018	2354.0	162.00	49.00	1064636
南投 019	2263.0	92.00	22.00	679905
南投 058	546.9	28.00	26.00	746580
南投 059	923.2	39.00	38.00	923358
南投 060	775.0	33.00	32.00	838640
南投 061	3305.2	259.00	207.00	2385804
南投 062	1382.0	36.00	33.00	853216
南投 063	2263.3	127.00	83.00	1430129
南投 064	1817.8	183.00	126.00	1806754
南投 A001	4927.0	930.00	474.00	3794262
南投 A002	5070.0	1823.00	631.00	4453566
南投 A003	413.0	10.00	9.00	412161
南投 A004	264.0	10.00	10.00	437211
南投 A005	520.0	31.00	20.00	644567
南投 A006	3397.0	414.00	161.00	2072592
南投 A013	4382.0	760.00	477.00	3807691
南投 A014	2898.0	153.00	140.00	1916563
南投 A022	2202.2	90.00	48.00	1052414

註:V90=120418A^{0.56}，A:有效集水區面積(km²)，V:m³

第六章 水文資料蒐集及分析

6.1 水文資料蒐集與分析

計畫區之鄰近雨量站有靜觀、天池(2)、雲海(2)、廬山、霧社(2)、萬大(3)、萬大(2)、奧萬大、立鷹、翠峰、霧社(3)、高峰等12個雨量站，其中雲海(2)、天池(2)、霧社(2)、萬大(2)、霧社(3)目前已停止觀測，各雨量站概況如表6-1所示。

由於計畫區各雨量站之觀測時間長短不一，茲將分為四段(民國40~47年、民國48~54年、民國55~80年、民國81~92年)，扣除一些雨量資料殘缺不全之雨量站後，選出各時期之代表雨量站，並繪製徐昇網圖，推求各時期控制雨量站之權重，再經由各雨量站之最大一日及最大二日暴雨資料，配合其控制面積權重，求得計畫區各年份最大一日、二日暴雨量(表6-2)。

表 6-1 計畫區雨量站概況表

站號	站名	X座標	Y座標	經辦單位	記錄年份	記錄年數	標高(m)	備註
1510P005	靜觀	272029	2664278	台灣電力公司	1953~1955,1961~1970,1980~2000,2002~2004	37	1,410	
1510P006	天池(2)	277124	2658749	台灣電力公司	1951~1991	41	2480	採用
1510P007	雲海(2)	273730	2660589	台灣電力公司	1951~2000,2002~2003	52	2360	採用
1510P010	廬山	266952	2658733	台灣電力公司	1936~1944,1951~1979,1984~2000,2002~2004	58	1520	採用
1510P011	霧社(2)	261868	2656883	台灣電力公司	1950~1982	33	1148	
1510P014	萬大(3)	261871	2653191	台灣電力公司	1951~2000,2002~2004	53	890	採用
1510P015	萬大(2)	263567	2653192	台灣電力公司	1938~1959	21	1020	
1510P017	奧萬大	268659	2649507	台灣電力公司	1950~1968,1971~2000,2002~2004	52	1200	採用
1510P082	立鷹	266946	2664271	台灣電力公司	1959~2000,2002~2004	45	2217	採用
1510P105	翠峰	269429	2667093	經濟部水利署	1965~2004	40	2300	採用
1510P083	霧社(3)	263562	2658730	台灣電力公司	1959~1965	7	1148	
1510P084	高峰	261871	2653191	台灣電力公司	1959~2000,2002~2004	45	1550	採用

表 6-2 計畫區歷年最大一日及二日暴雨資料

年份	一日暴雨量 (mm)	二日暴雨量 (mm)	年份	一日暴雨量 (mm)	二日暴雨量 (mm)	年份	一日暴雨量 (mm)	二日暴雨量 (mm)
40	187.45	312.71	59	285.47	316.87	78	308.77	441.79
41	307.58	420.19	60	254.33	285.94	79	423.67	522.02
42	426.38	514.17	61	295.74	437.66	80	201.86	282.51
43	156.74	259.02	62	330.86	487.24	81	233.00	312.38
44	130.88	199.36	63	251.27	367.17	82	172.56	236.76
45	168.67	252.32	64	309.70	398.16	83	564.15	811.52
46	332.55	487.89	65	297.31	446.72	84	179.58	208.21
47	364.18	585.50	66	241.42	372.07	85	346.33	405.12
48	312.71	399.25	67	184.38	340.56	86	211.93	287.96
49	528.33	659.81	68	318.26	461.83	87	306.46	346.57
50	253.72	318.19	69	285.37	386.59	88	199.67	248.98
51	307.40	513.13	70	403.07	561.92	89	375.53	409.70
52	297.04	431.13	71	400.45	587.82	90	398.68	405.71
53	183.09	314.95	72	399.03	428.21	91	127.75	145.89
54	267.29	369.50	73	253.75	349.57	92	204.56	233.12
55	274.70	445.86	74	273.29	378.92	93	437.25	737.25
56	214.78	310.24	75	277.21	361.68	94	333.33	590.66
57	275.17	394.23	76	357.12	471.54			
58	225.96	302.06	77	231.86	333.89			

6.2 洪水量分析

本計畫採用合理化公式法、修正三角形單位歷線法、無因次單位歷線法等三種方法進行演算，各種方法敘述如下：

(1) 合理化公式法

在缺乏實測流量記錄之流域常以此法推估，其公式為：

$$Q_p = 1/3.6 * C * I * A$$

式中： Q_p =洪峰流量(cms)； A =流域面積(km²)； C =逕流係數； I =降雨延時等於集流時間 T_c 時之平均降雨強度(mm/hr)，本計畫將參考經濟部水利署「台灣地區雨量測站降雨強度-延時Horner公式分析」(2003)報告，採用計畫區內之翠峰雨量站Horner公式(表6-3)。

表 6-3 翠峰雨量站 Horner 公式參數

單位：I_(mm/hr), t_c(min)

頻率年	降雨強度公式	a	b	c
2	$I=a/(t_c+b)^c$	242.788	3.829	0.4312
5		309.631	7.106	0.4346
10		360.784	10.166	0.4402
20		402.044	12.226	0.4422
25		398.410	9.968	0.4366
50		460.881	15.869	0.4464
100		491.691	16.914	0.4451
200		527.246	18.059	0.4458

資料來源：經濟部水利署「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」（2003）

上式中逕流係數C、集流時間T_c等之採用值說明如下：

(A) 逕流係數

逕流係數採 $C=1-15.7/R_{24}^{3/4}$ ，式中R₂₄為計畫區一日暴雨量，計畫區各頻率年之逕流係數如表6-4所示。

表 6-4 計畫區不同頻率年之逕流係數

年 頻率因子	2	5	10	20	25	50	100	200
一日暴雨量R ₂₄	273.70	357.20	408.50	455.10	469.50	512.60	554.00	594.10
逕流係數C	0.77	0.81	0.83	0.84	0.84	0.85	0.86	0.87

(B) 集流時間

集流時間 T_c 計算包含漫地流的流入時間 t_0 及排水路的流下時間 t' ，其中漫地流時間 $t_0(\text{hr}) = \text{坡面長度}l / \text{漫地流流速}v$ （本計畫採 $v=0.3\text{m/s}$ ）；排水路部份按不同地文因子採用美國加州公路局公式及Rziha公式計算之，茲分述如下：

(a) 美國加州公路局公式：

$$t' = (0.87 * L^3 / H)^{0.385}$$

式中： L ＝最長河流長度(km)； H ＝河流最高點至計畫地點高程差(m)。

(b) Rziha公式：

$$t' = L/V \quad ; \quad V = 72(H/L)^{0.6}$$

式中： V ＝洪水流速(km/hr)； L (km)及 H (km)定義同加州公路局公式。

將以上述兩種方式推估結果彙整如表6-5。根據推估結果可知，Rziha公式所推算之集流時間較短，用以推估之洪峰流量較大，故基於防洪觀點決採用該式所推估集流時間。

表 6-5 計畫區集流時間估算

因子 地點	高差	主流長	集水面積	流入時間	流下時間t'(hr)		集流時間T _c (hr)	
	H(m)	L(km)	A(km ²)	t ₀ (hr)	加州公路局	Rziha	加州公路局	Rziha
霧社水 庫壩址	2600	39.20	216.34	0.85	3.18	2.77	4.03	3.62

(2) 修正三角型單位歷線法

依美國土壤保持局(U.S. Soil Conservation Service)之三角型單位歷線法經驗公式如下：

$$Q_p = \frac{0.208 A Re}{T_p}$$

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6T_c$$

式中：Q_p=洪峰流量(cms)

A=流域面積(km²)

Re=超滲降雨(mm)

T_c=集流時間(hr)

T_p=開始漲水至洪峰發生時間(hr)

D=單位降雨延時(hr)、SCS經驗公式(D≐0.133T_c)

T_r=洪峰流量發生至歷線終端之時間(hr)

L=最長河流長度(km)

H=河流最高點至計畫地點高程差(m)。

由於三角型單位歷線之洪峰通常均不發生於整數小時，尤

其小流域洪峰到達時間僅數分鐘，故必須採用修正三角型單位歷線法分析，以免洪峰流量偏低或無法計算之情況。修正三角型單位歷線法，係參酌三角型單位歷線法之理論，兩型則採用翠峰站Horner兩型公式法分佈型態，其中兩型單位時間刻度D依據下列原則選擇。

$T_c > 6 \text{ hr}$	$D = 1.0 \text{ hr}$
$3 \text{ hr} < T_c \leq 6 \text{ hr}$	$D = 0.8 \text{ hr}$
$1 \text{ hr} < T_c \leq 3 \text{ hr}$	$D = 0.4 \text{ hr}$
$T_c \leq 1 \text{ hr}$	$D = 0.15 \text{ hr}$

(3) 無因次單位歷線法

利用濁水溪之流域特性與稽延時間之相關式，配合本流域各項物理特性，推求各控制站之稽延時間。濁水溪流域物理特性與稽延時間相關式如下：

$$T_{lag} = 0.377(L * L_{ca} / S^{0.5})^{0.257}$$

式中： T_{lag} =稽延時間(hr)

L =控制站沿主流至計畫區最遠分水嶺距離(km)

L_{ca} =控制站沿主流至計畫區流域重心最近點之距離(km)

S =控制站以上主流平均坡度

依上式計算計畫區之稽延時間，採用單位延時 t 為1小時，單位超滲降雨為10mm，代入濁水溪上游龍神橋無因次單位歷線，求得計畫區之單位歷線，根據各重現期距之日暴雨量，分配至兩型分佈，再配合單位歷線，即可求得各重現期距逕流歷線及洪峰流量(表6-6)。

表 6-6 計畫區洪峰流量分析成果表

方法		頻率年							
		2	5	10	20	25	50	100	200
合理化 公式	流量(cms)	1090.23	1356.40	1524.17	1673.46	1716.99	1861.93	1996.56	2128.14
修正三 角形	流量(cms)	1034.33	1560.57	1835.55	2068.20	2122.03	2357.61	2566.72	2781.75
無因次 歷線	流量(cms)	1020.00	1453.00	1728.00	1970.00	2033.00	2270.00	2473.00	2679.00

6.3 洪峰流量分析及斷面檢算

(1) 洪峰流量分析

溪流洪峰流量分析係將各主流斷面選取一控制點，再由上而下分別計算各控制點以上集水面積及其洪峰流量。這樣，依據合理化公式推算溪流之洪峰流量，如表 6-7、6-8 所示。

(2) 土石流水理分析

土石流通常為間歇流，故在演算時必須先行假設其具有連續流特性，使能按上述各相關公式進行計算。如表 6-9 為溪流可能發生之土石流流量及泥砂體積濃度。

(3) 斷面檢算

斷面檢算包括原斷面寬度及高度兩參數之分析和檢討，並依照洪水流和土石流各水理參數計算成果推估各控制斷面之斷面寬度及高度。

本計畫採用三角單位歷線做水文演算，將演算結果列如表 6-10、6-11。

表 6-7 各主要溪流清水流洪峰流量演算表(1/2)

溪流	A (ha)	t_o (min)	t' (min)	t_c (min)	C	I_t^{50} (mm/hr)	Q_p (cms)
本部溪	422.00	10.00	7.85	17.85	0.85	153.52	152.97
食菜坑溪	323.18	10.00	3.34	13.34	0.85	160.40	122.40
南投 A005	10.74	5.53	1.20	6.73	0.85	171.89	4.36
南投 A004	55.3	10.00	1.00	11.00	0.85	164.19	21.44
楓子林橋溪	189.22	10.00	4.91	14.91	0.85	157.90	70.55
南投 A003	28.84	8.33	0.27	8.6	0.85	168.38	11.46
南山橋溪 (加油站)	124.00	10.00	6.22	16.22	0.85	155.93	45.66
南山溪 (南投 A002)	1,803.00	10.00	32.90	42.90	0.85	125.54	447.08
下眉橋野溪 (天主堂)	64.00	6.60	2.32	8.92	0.85	156.68	23.67
東眼溪 (南投 A001)	998.60	10.00	15.90	25.90	0.85	142.94	337.03
南投 A022	34.24	6.60	1.90	8.50	0.85	149.16	12.06
南投 058	47.52	6.60	1.00	7.60	0.85	150.49	16.88
南投 059	51.84	8.33	0.84	9.17	0.85	148.18	18.14
南投 060	55.52	8.33	1.51	9.84	0.85	147.22	19.3
眉原溪	1,692.00	10.00	28.72	38.72	0.85	116.98	467.33
黃肉溪	1,930.00	10.00	29.24	39.24	0.85	116.58	531.25
南投 061	284.96	8.33	5.79	8.33	0.85	141.47	95.19
楊岸溪	2,159.00	10.00	5.05	15.05	0.85	140.29	715.15
南投 062	60.48	6.60	1.31	7.91	0.85	150.03	21.42
南投 063	152.48	8.33	3.39	11.72	0.85	144.62	52.06
南投 064	164.32	8.33	2.65	10.98	0.85	145.63	56.5
尾敏溪	634.90	10.00	5.53	15.53	0.85	144.16	216.1
關刀溪	2,075.00	10.00	23.79	33.79	0.85	125.82	616.43
南投 A006	422.00	8.33	5.91	14.24	0.85	145.74	145.21

表 6-8 各主要溪流清水流洪峰流量演算表(2/2)

溪流	A (ha)	t_o (min)	t' (min)	t_c (min)	C	I_t^{50} (mm/hr)	Q_p (cms)
南投 005	189.12	6.60	5.54	12.14	0.85	148.42	66.28
南投 004	125.44	6.60	3.55	10.15	0.85	151.08	44.74
南投 003	63.68	6.60	1.99	8.59	0.85	153.26	23.05
南投 017	496.16	10.00	5.88	15.88	0.85	143.74	168.39
南投 018	198.56	8.33	4.21	12.54	0.85	147.90	173.26
南投 019	101.12	8.33	4.21	12.54	0.85	147.90	173.26
南投 020	211.52	8.33	4.00	12.33	0.85	148.17	35.38
南投 A013	779.84	10.00	13.69	23.69	0.85	135.13	248.81
南投 A014	225.92	10.00	6.05	16.05	0.85	143.53	76.56
南投 014	154.40	8.33	4.52	12.85	0.85	147.50	53.77
塔羅灣溪 (南投 001)	1,546.00	10.00	38.55	48.55	0.85	114.89	419.38
南投 002	96.48	6.60	1.72	8.32	0.85	153.65	35.00

註：A：集水區面積； t_o ：流入時間； t' ：流下時間； t_c ：集流時間；C：逕流係數；

I_t^{50} ：設計降雨強度； Q_p ：洪峰流量。

表 6-9 土石流水理演算推估總表

位置	t_c (分)	C	I_r^{50} (mm/hr)	Q_p (cms)	α	\bar{Q}_p (cms)	B (m)	H(m)	S_o (%)	C_D	Q_D (cms)
本部溪	17.85	0.85	153.52	152.97	0.1	168.27	10.0	3.2	8.1	0.30	202.46
食菜坑溪	13.34	0.85	160.40	122.40	0.1	134.64	5.5	1.0	14.87	0.41	254.12
南投 A005	6.73	0.85	171.89	4.36	0.1	4.80	1.3	1.4	18.00	0.30	6.15
南投 A004	11.00	0.85	164.19	21.44	0.1	23.58	4.0	1.2	15.41	0.33	36.04
楓子林橋溪	14.91	0.85	157.90	70.55	0.1	77.61	9.5	3.0	16.18	0.52	216.52
南投 A003	8.60	0.85	168.38	11.46	0.1	12.61	1.5	1.2	15.28	0.30	16.19
南山橋溪(加油站)	16.22	0.85	155.93	45.66	0.1	50.23	6.0	3.5	5.91	0.30	71.62
南山溪	42.90	0.85	125.54	447.08	0.1	491.79	20.0	3.0	5.20	0.30	631.17
下眉橋野溪(天主堂)	8.92	0.85	156.68	23.67	0.1	26.04	5.0	1.6	10.00	0.30	66.84
東眼溪	25.90	0.85	142.94	337.03	0.1	370.73	16.5	3.0	3.00	0.30	475.80

註： t_c ：集流時間； C ：逕流係數； I_r^{50} ：設計降雨強度； Q_p ：洪峰流量； \bar{Q}_p ：考慮水流含砂時之洪峰流量； B ＝原橋樑長度； H ＝原橋樑(河道)高度； S_o ＝溪床坡度； C_D ：土石流平衡泥砂體積濃度； Q_D ：土石流流量； $C_* = 0.65$ ； $\phi = 35^\circ$ ； $\gamma_s = 2.5$ ；—：無橋樑分布。

表 6-10 跨河構造物之通流能力演算推估表(1/2)

編號	橋樑名稱	位置		C	I ₅₀ (mm/hr)	A (ha)	Q _P (cms)	$\bar{\alpha}$	Q _P (cms)	S	B (m)	h (m)	V (m/sec)	H _{min} +0.8 (m)	容量是 否足夠
		N	E												
1	清流橋	244509	2662270	0.85	132.35	372.00	117.83	0.1	129.61	1.2	50.0	6.0	4.62	2.0	OK
2	眉原橋	246606	2663034	0.85	124.53	1005.00	295.50	0.2	354.60	0.6	13.0	5.8	5.60	5.3	OK
3	迎翠橋	248837	2663599	0.85	126.68	682.00	203.99	0.2	244.79	2.6	16.0	3.0	8.04	2.8	OK
4	本部溪橋	254979	2655660	0.85	155.37	434.00	159.21	0.1	175.13	2.2	12.0	3.3	7.13	2.8	OK
5	東眼山橋	260459	2656425	0.85	129.11	1020.00	310.94	0.2	373.13	1.0	24.0	4.8	6.02	3.4	OK
6	法治村入口 板橋	253426	2645707	0.85	161.18	120.00	45.67	0.1	50.24	2.0	12.0	2.5	5.80	2.3	OK
7	思源橋	254910	2646107	0.85	162.17	98.00	37.52	0.1	41.27	2.0	10.0	3.0	4.82	2.6	OK
8	豐林橋	256866	2654755	0.85	143.62	371.00	125.81	0.1	138.39	1.0	22.0	4.0	4.41	1.5	OK
9	南豐橋	255322	2655774	0.85	145.61	710.00	247.10	0.1	271.81	1.0	50.0	4.0	4.86	2.3	OK
10	楓子林橋	257274	2654967	0.85	151.62	189.00	67.53	0.1	74.28	1.5	15.0	3.2	5.16	2.3	OK
11	同德橋	258250	2655077	0.85	162.17	66.00	25.27	0.1	27.80	1.5	10.0	2.0	3.71	1.7	OK
12	忠孝橋	261665	2656880	0.85	162.51	89.00	34.15	0.1	37.57	1.0	8.0	2.5	3.90	2.3	OK
13	小櫻橋	261750	2656098	0.85	163.19	50.00	19.27	0.1	21.20	1.0	8.0	2.5	3.13	1.8	OK
14	溫泉橋	267944	2657644	0.85	100.46	2126.00	504.28	0.2	605.14	1.0	15.0	3.0	7.79	4.6	NG
15	萬德橋	262488	2654079	0.85	156.58	150.00	55.46	0.1	61.01	1.0	8.0	4.0	4.84	2.8	OK
16	馬海坡橋	268171	2656965	0.85	102.52	1700.00	411.50	0.2	493.80	1.2	16.0	5.8	7.99	4.3	OK
17	仁光橋	268602	2649677	0.85	143.26	462.00	156.27	0.1	171.90	1.0	22.0	3.0	5.54	2.8	OK
18	麒麟橋	249420	2646816	0.85	121.76	1117.00	321.13	0.2	385.36	1.0	30.0	3.8	6.00	3.0	OK
19	北坑橋	249689	2646940	0.85	154.03	190.00	69.10	0.1	76.01	1.5	16.0	3.0	4.90	2.0	OK

註：Q_p：洪峰流量、 α ：含砂率、 \bar{Q}_p ：含水水流量、S：溪床坡度、B：斷面寬度、h：水深、V：流速、H_{min}：控制斷面岸高

表 6-11 跨河構造物之通流能力演算推估表(2/2)

編號	橋樑名稱	位置 (TWD67)		C	I ₅₀ (mm/hr)	A (ha)	Q _P (cms)	α	Q _P (cms)	S	B (m)	h (m)	V (m/sec)	H _{min} +0.8 (m)	容量是 否足夠
		N	E												
20	北坑1號橋	250423	2647317	0.85	156.27	161.00	59.40	0.1	65.34	1.5	16.0	2.5	4.90	2.0	OK
21	北坑2號橋	249689	2646940	0.85	154.03	190.00	69.10	0.1	76.01	1.5	16.0	3.0	4.90	2.0	OK
22	靜觀橋	270907	2664285	0.85	80.31	7580.00	1437.33	0.2	1724.80	0.8	65.0	4.5	7.47	4.3	OK
23	平靜橋	269336	2662198	0.85	152.59	184.00	66.29	0.1	72.92	2.0	13.0	2.8	5.55	2.0	OK
24	萬年橋	269946	2659791	0.85	159.39	150.00	56.45	0.1	62.10	1.2	10.0	3.0	4.73	2.3	OK
25	下眉橋	259534	2655762	0.85	160.2	74.00	27.99	0.1	30.79	3.6	5.0	1.6	5.65	1.8	NG

註：Q_p：洪峰流量、α：含砂率、Q_p：含水水流量、S：溪床坡度、B：斷面寬度、h：水深、V：流速、H_{min}：控制斷面岸

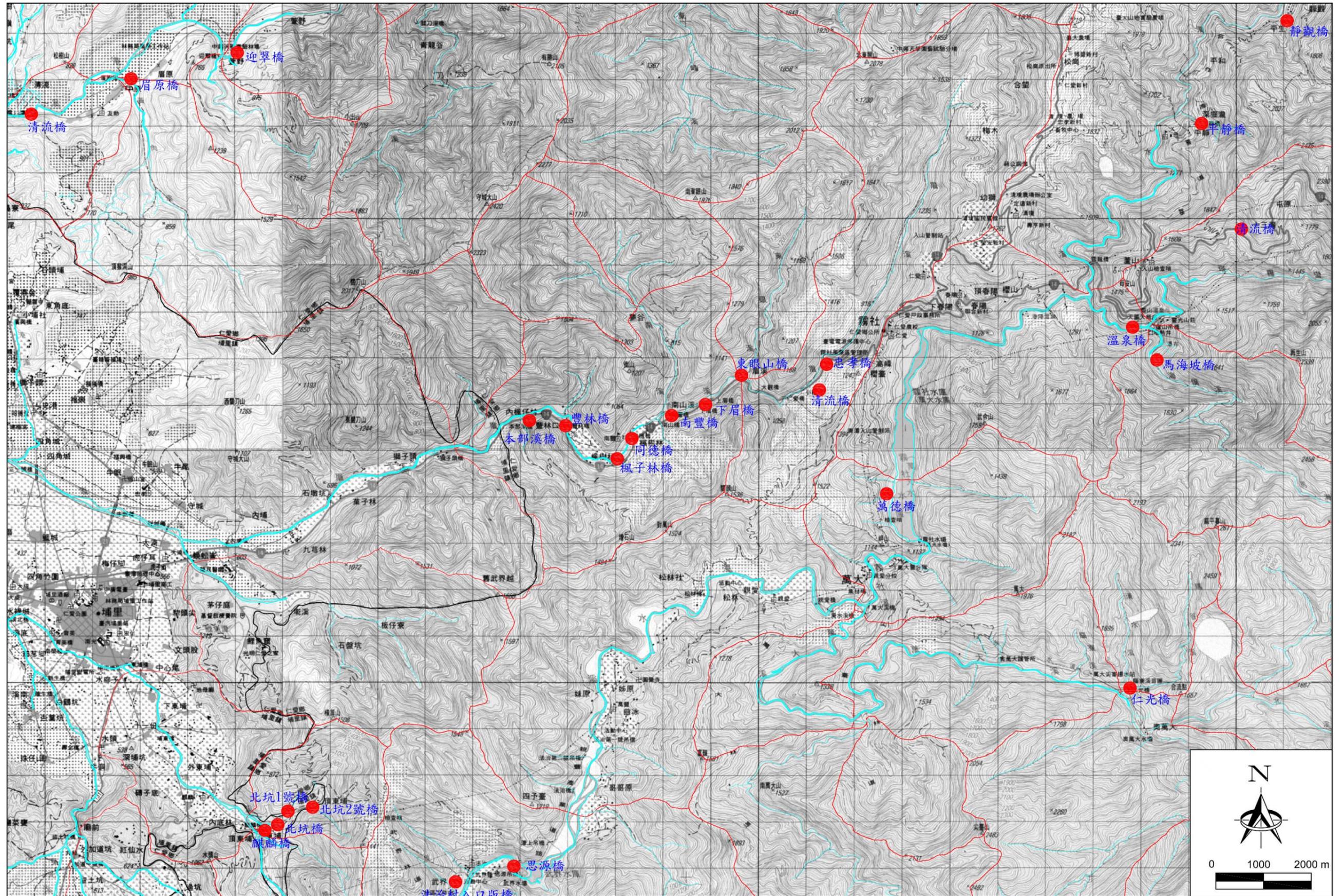


圖 6-1 檢算跨河構造物位置示意圖