

# 武界建埧對區域自然及人文環境的影響

蘇苗彬\* 黃振全\*\*

IMPACT ON REGIONAL ENVIRONMENT FOR SET UP OF WU-JADE DAM

by

MIAU-BIN SU AND CHEN-CHUAN HUANG

## 摘要

在主要河川上建水埧開發水資源利用，對台灣的民生來說是很重要的地表水用水來源，但是，切斷了河流輸送通道的水利設施對河道的輸砂行為產生了決定性的影響。水埧的下游水流量減少，輸砂能力降低。而蓄水區的上游則因河道的抬升，土砂往上游回淤，若影響範圍內有使用地，則會產生深遠的影響。本文以武界建埧為例，經由實地踏勘檢討來看區域內環境乃至於各種設施可能造成的影響，提供往後水資源開發利用能正視對環境影響的各個面向。

關鍵字：武界埧，環境影響，區域性

## ABSTRACT

In Taiwan, to build dams in major river in order to utilize water resources is the major sources of surface water. But, hydraulic structure on the river will cut off the passage for river transport of sediment and causes deterministic influences. Downstream of the dam will reduce its flow and transport sediment. Upstream of the reservoir will raise its riverbed and causes sediment aggrading backward. When there's developed land in near by, it will cause major influences in regards to safety concern. In this paper, Wu-jade dam is chosen as an example. By the effect observed in the field, discussions are focused on the environmental change and different facilities affected by the dam. The result can provide a better and more correct viewpoint for the future water resources development project.

KEYWORDS: Wu-Jade dam, environmental impact, regional

## 一、前言

濁水溪流域是台灣最大的集水區，其上游地區部分原住民保留地為水資源海拔利用的地區，濁水溪最上游森林涵養極佳水源，早自日據時代即已被開發為水資源利用區，自武界埧到霧社水庫，豐沛的水量被利用作為水力發電及灌溉民生等用水，對台灣地區發展貢獻頗大，但也對原住民保留地造成不小的影響，從區域內河道的變化，仔細的來看現階段所面臨的問題。

---

\* 國立中興大學土木工程學系

\*\* 國立中興大學水土保持學系

## 二、集水區系統

一個集水區中的水土資源，可以用生產、輸送及消費的觀點來作區隔，對河道與野溪中的土石來說，上游集水區因沖蝕崩塌等有土砂的生產，在中游地區則會運輸土砂，藉由水力傳送至下游產生沉積，如圖 1 所示(Schumm, 1977)。

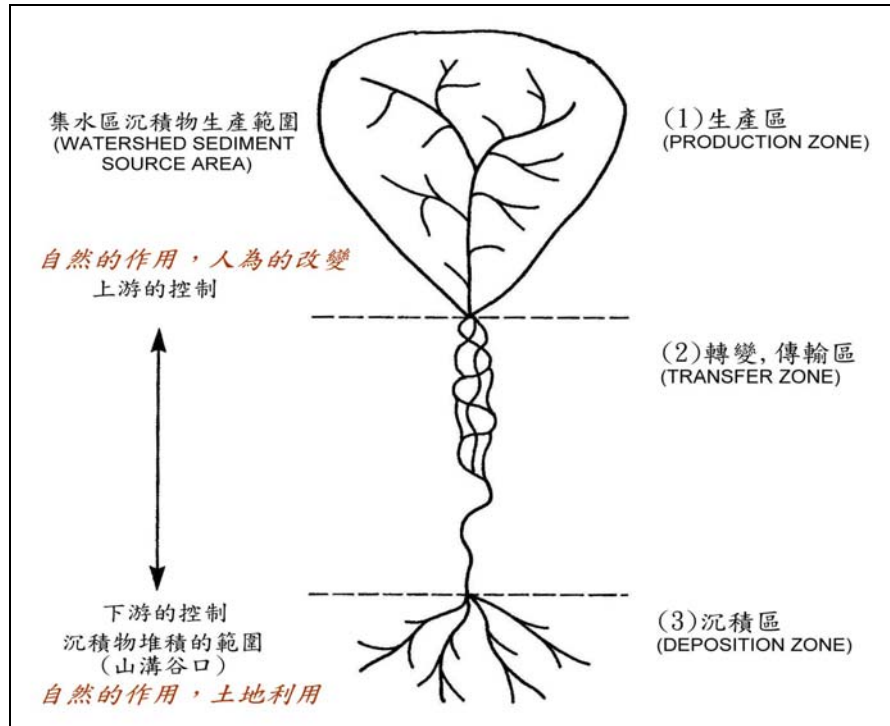


圖 1 理想化的集水區系統

從上游朝下游依次可分為三個區域。第一區是河流的上游集水區，是沉積物的生產供應區，河流的流水及泥沙大都來自這一區。是主要沉積物的生產地。但是沉積物的堆積在本區內並不重要，也沒有主要的沉積作用進行。第二區是傳輸搬運區，在此區內的河道應為穩定，沉積物的輸入量等於輸出量。第三區是沉積物的堆積區或沉積區。

天然的沉積物在整條河流系統中的任何部分都可能發生沉積、搬運、及侵蝕的作用，因此上述的分區是理想化，簡化的分區方法。但是，很明顯地，在每一個區域內都有一項主要的、支配性的河流作用。譬如在第一區裏，主要的河流作用是侵蝕，因此造成本區能夠大量輸出沉積物質的特性；在第二區裏的主要河流作用是搬運作用；第三區裏的主要河流作用是沉積作用。因此在第三區裏的沖積扇、沖積平原、三角洲、或是更深水環境裏，都可以發現大量的沉積物堆積。

以河川流量、河床搬運物的增加或減小對河道地貌的影響，包括河道寬度、河道深度、曲流波長、河道坡度與河道蜿蜒度等，存在著下列的關係；

$$Q+ \cong b+, d+, \lambda+, S-$$

$$Q- \cong b-, d-, \lambda-, S+$$

$$Q_s+ \cong b+, d-, \lambda+, S+, P-$$

$$Q_s- \cong b-, d+, \lambda-, S-, P+$$

式中各符號代表：

＋：增加

－：減少

$Q$ ：流量

$Q_s$ ：河床搬運物(砂或較粗的顆粒)

$b$ ：河道寬度

$d$ ：河道深度

$\lambda$ ：曲流波長

$S$ ：河道坡度(或比降)

$P$ ：河道蜿蜒度(河道流路的長度/河谷長度)

其中造成流量增加或減少的原因可能是引進或是引出河流系統的水，抑或是都市化的影響。河床搬運物的增加可能是集水區的侵蝕量增加所造成，侵蝕量增加則可能是上游集水區森林大量砍伐、或是農業用地過度擴大的結果。相反地，土地利用的改善以及土壤保育計畫的實施則會減少河床搬運物。

流量的增加或減少改變了河道的容積及比降，但是在年平均流量為常數時，河床搬運物的增加或減少，不僅可能改變河道的容積，也可能改變了河道的形狀，也就是河道寬度與深度的比率和河道的蜿蜒度。

### 三、水資源利用

水資源利用可能造成河道流量與河床搬運物同時減少的情形，在河流上游建造水庫，攔截流水之後，可以得到以下的反應：

$$Q-, Q_s- \cong b-, d\pm, \lambda-, S\pm, P+, F- \dots\dots\dots(1)$$

以一個水庫的興建為例來看，水庫蓄水造成了流量的調整，也阻斷了泥砂的運移，其效應可由圖 2 來看。

爲了開發水資源，在原有的河道築壩蓄水，對整體水土環境會造成很大的衝擊。首先當然是蓄水區內土地的淹沒，部分農地與聚落會有遷移的問題，武界壩及霧社水庫的淹沒區原是仁愛鄉原住民部落的使用地，有了第一次的強迫遷村行爲。

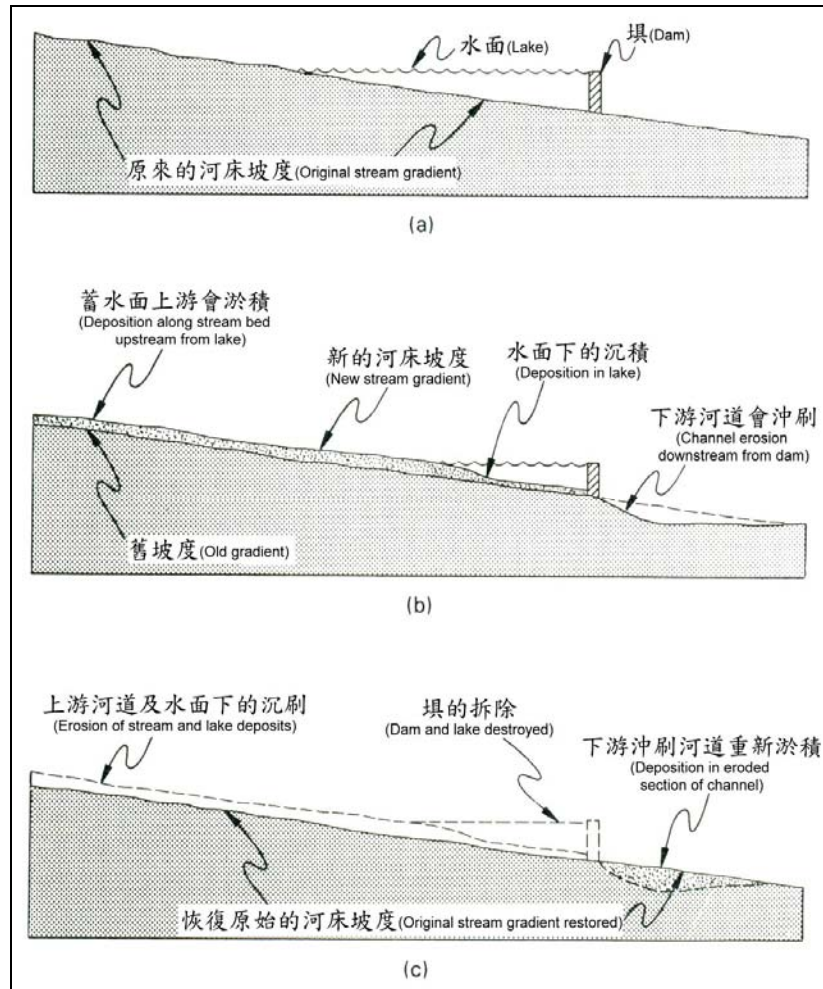
攔河蓄水除了造成淹沒區的問題外，還有更深遠的影響，隨著年代的久遠，後續的問題漸漸浮現，上游河道蓄水後，淤砂不斷的累積，長遠的對其上游集水區有很多的威脅。淤砂積高的結果造成上游河道及各支流野溪隨之無法輸砂、無法下切的結果，伴隨持續不斷的自然與人爲影響泥砂來源，終而導致各種的後續災害，區域內原已安定的沖積地形，會再度呈現不安定的狀態。

在河道上建築水利設施，造成了河流特性的改變，短中長期的影響了區域的水土環境，武界壩上下游的範圍內，河道淤積與野溪支流輸砂能力不足的問題最爲嚴重，不但威脅使用地的安全，也可能造成土石流影響部落及人民生命財產的威脅。

### 四、區域環境

#### 4.1 地形概述

依林朝榮台灣地形中的描述，武界調整池次集水區位於台灣中部濁水溪上游，按現有之地質區分，區域附近出露之地層第三紀亞變質岩區之中新世廬山層，漸新世眉溪砂岩及始新世之佳陽層；廬山層主要岩性包括硬頁岩、板岩和千枚岩與薄層砂岩互層，眉溪砂岩主要由層理良好之灰色細粒至粗粒石英砂岩為主，部分區域則為砂岩與黑色硬頁岩或板岩互層，佳陽層主要由厚層板岩組成，依現地調查結果顯示，本區岩盤露頭受解壓影響，風化程度較高，岩質亦較破碎。



(from L. D. Leet et. al., 1987)

圖 2 構築水壩、水庫會造成河道重新調整其河床坡度來達到新的平衡

區域性之地質構造－梨山斷層(部分學者認為並不存在)於武界壩址東方約 1 公里處通過，次要斷層武界斷層於武界調整池壩址下游約 0.5 公里處穿越濁水溪。

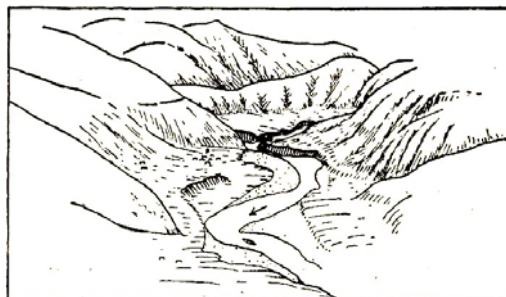
地形上，武界至霧社之間，軟質之千枚岩狀粘板岩甚發達，因而河流之側切較發達，形成了寬闊之河床，但其間如有硬質之砂岩或板狀粘板岩分佈時，河流則被緊扼成隘路。武界東北之一隘路，築武界壩引水入日月潭儲水池，供為發電之用。堪塔班(即曲冰)以上卻成為廣大之河床平原，有「姊妹原」之稱。萬大溪合流附近亦成標準之隘路(如圖 3)，尤其隘路部之北端，兩岸峭壁直立，河谷狹隘，成為理想之高壩壩址，即霧社高壩之壩址。此隘路之北，又成廣大之河床平原，即「霧社河床平原」，霧社高壩完成後可成為一大儲水池，供為發電(如圖 4)。河床如此寬狹變化乃河蝕對地質堅弱有顯著之差異。

霧社之河谷平原大致屬於低位段丘，段丘面之比高(較現有河道之高差)40~120 公尺，海拔介於 800~880 公尺，姊妹原亦屬於低位段丘。舊伊那果(Inago)社附近 (左岸)亦有比高 40~60 公尺，海拔 860~900 公尺之段丘；萬大附近與萬大溪沿岸，低位段丘，亦甚發達，其比高達至 40~80 公尺，萬大溪上游亦有達至 100 公尺者。



(資料來源：林朝棨，1957)

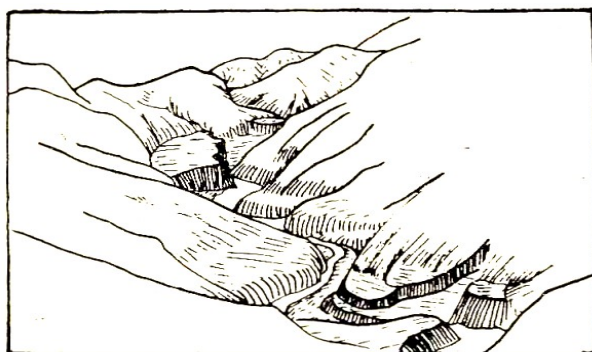
圖 3 由萬大東方 2 公里處南望，濁水溪之掘鑿曲流與滑走坡面上之段丘



(資料來源：林朝棨，1957)

圖 4 由萬大北方鞍部看霧社附近之河谷平原。霧社壩完成後此平原完全沒入水中

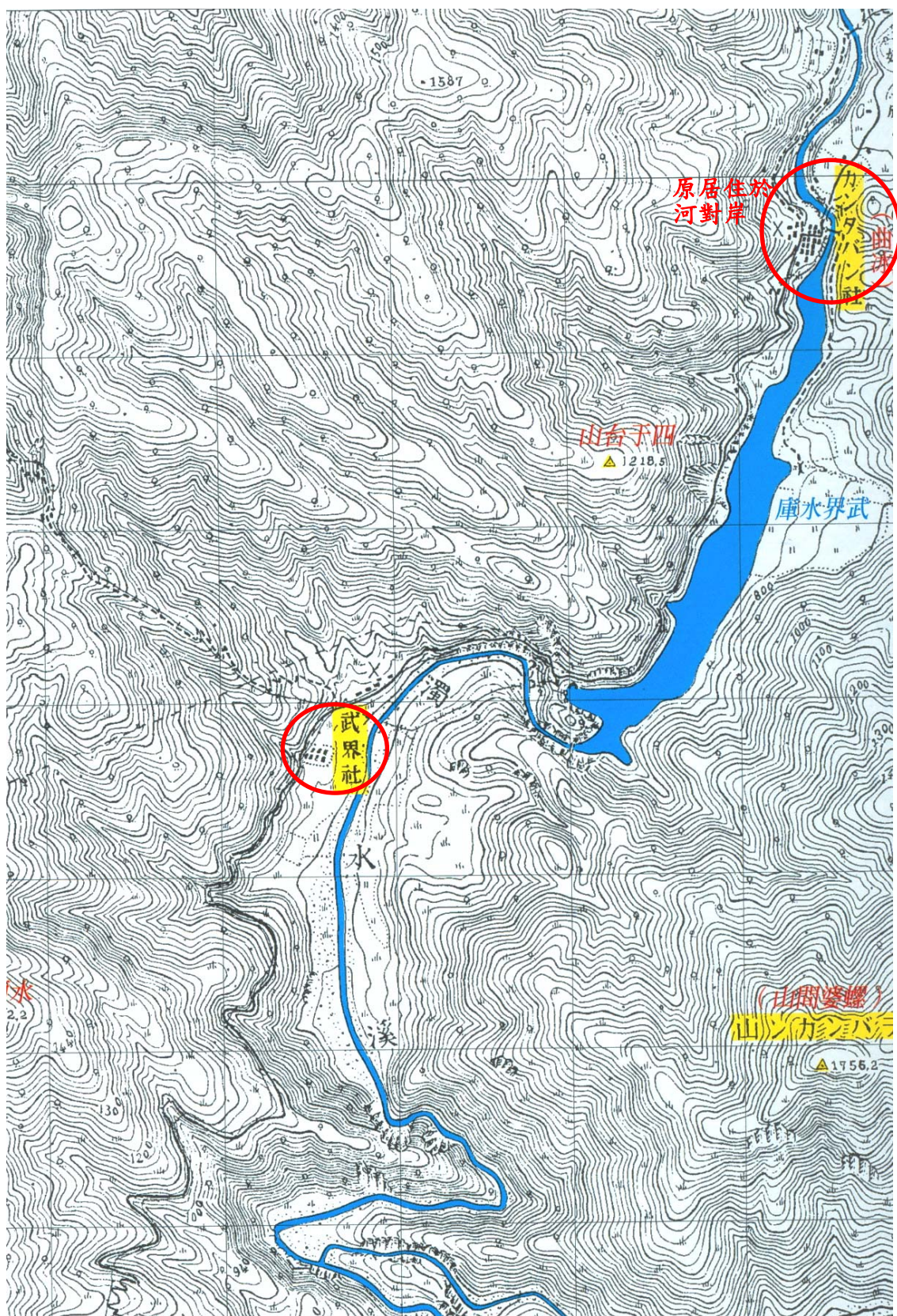
萬大駐在所舊址附近之比高 340 公尺平坦面，可與高位段丘面對比。霧社附近之段丘，海拔 1000~1140 公尺，比高 140~180 公尺者，亦屬於高位段丘面。巴蘭(Paran)社址之下段段丘，表土全為赭土，比高 190~280 公尺，而具段丘崖，亦屬於高位段丘。此等高位段丘連續至南港溪上游之眉溪沿岸。人止關上方有海拔 1100~1240 公尺，比高 240~380 公尺之平坦面，更西方下游側之托干(Togan)段丘，海拔 900 公尺，比高 140 公尺，更西方稜線端有海拔 960~1060 公尺，比高 260~360 公尺之段丘，均為同期之段丘面。此外眉溪左岸有海拔 960~1100 公尺之小平坦面亦可與霧社附近之高位段丘面對比。此等眉溪之段丘，比眉溪下游崖高 20~40 公尺，段丘面上端比高 60~100 公尺之低位段丘，海拔相差甚大，應屬於高位段丘面無疑。



(資料來源：林朝棨，1957)

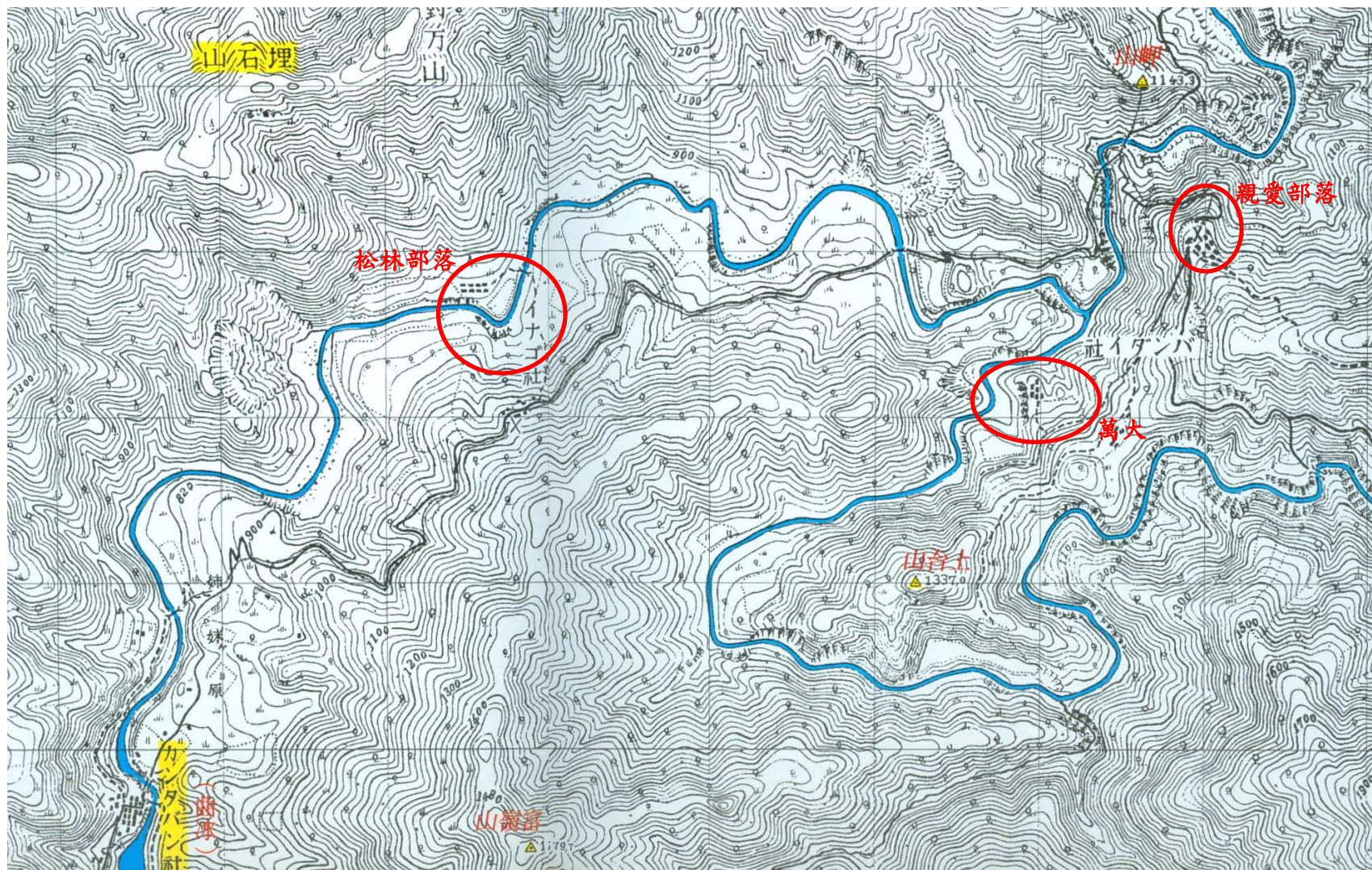
圖 5 萬大東方 2 公里處看萬大溪上游

武界水庫下游有武界社，居住於濁水溪畔，現為法治村(如圖 6)。武界埧往上游為曲冰，萬豐部落ガンタバン社(gantaban)，現有的干卓萬橋即用此音譯，有極大的沖積平原姊妹原，再以下即法治一號橋。更上游處有松林社，原址在イナゴ社(inago，原意種稻的地方)，再往上游為親愛村バンダイ社(Bandai)，萬大社，臨接萬大水庫(霧社水庫)之山岬位置(如圖 7)。



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，“日治時期五萬分一台灣地形圖新解”

圖 6 武界水庫附近日治時期地形圖



圖片修改自：上河文化股份有限公司 2007，「日治時期五萬分一台灣地形圖新解」  
圖 7 武界水庫上游附近日治時期地形圖

## 4.2 環境地質調查

親愛村至萬豐村一帶地質及邊坡穩定現地調查結果如下：

濁水溪河谷在霧社水庫至武界壩間，即親愛村及萬豐村一帶，分布著萬大、親愛、松林及萬豐四個聚落，分別位在濁水溪河谷左岸的不同階地上，共同以投 83 線公路做為進出入道路，於霧社連接台 14 線省道。這些聚落不但共用投 83 線公路做為進出入道路，且在部落的居住地、保留地方面多所重疊並有相近的地質背景及地形特色，故一併調查與討論。

### 1. 地形特色

地形上，本地區因岩性多屬板岩及節理發達之變質砂岩，且區域內可能有台灣地區重大地質構造線梨山斷層通過，岩性較為破碎，剪裂帶發達，因此河流之側蝕現象明顯，形成寬闊之河谷，河階地發達，河道較為彎曲。部分河谷因遇到較堅硬之岩層，則形成峽谷。本地區地形圖如圖 8 所示。

本地區的河階地形相當發達，各部落多分布在河階地上。本地區階地分布如圖 9 所示，3D 地形及現況則如圖 10。根據數值地形資料研判的結果，本地區的河階地大至可區分出五階，含二層高位階地(LT1、LT2)與三層低位階地(FT1、FT2、FT3)，各代表不同時期的河川基準面。其中，FT3 面為最靠近現有河床面的階地，僅比現有河床面高出數公尺，在本區的濁水溪主流沿岸均有分布；其上陸續有 FT2、FT1、LT2、LT1 等階地次第而上，但越上方的階地因地形侵蝕的影響，在數量上越稀少且面積越小。本地區的萬大、親愛、松林及萬豐四個聚落，皆是位於低位階地(FT1 及 FT2)上。整體而言，本地區的較大河階台地多位於濁水溪的左岸(東側)，數量上也以東側居多；濁水溪西側地區也有一些階地分布，但數量及面積均不如東側。本地區的主要開發區即以這些階地為根本，漸次向周遭的坡地擴張。

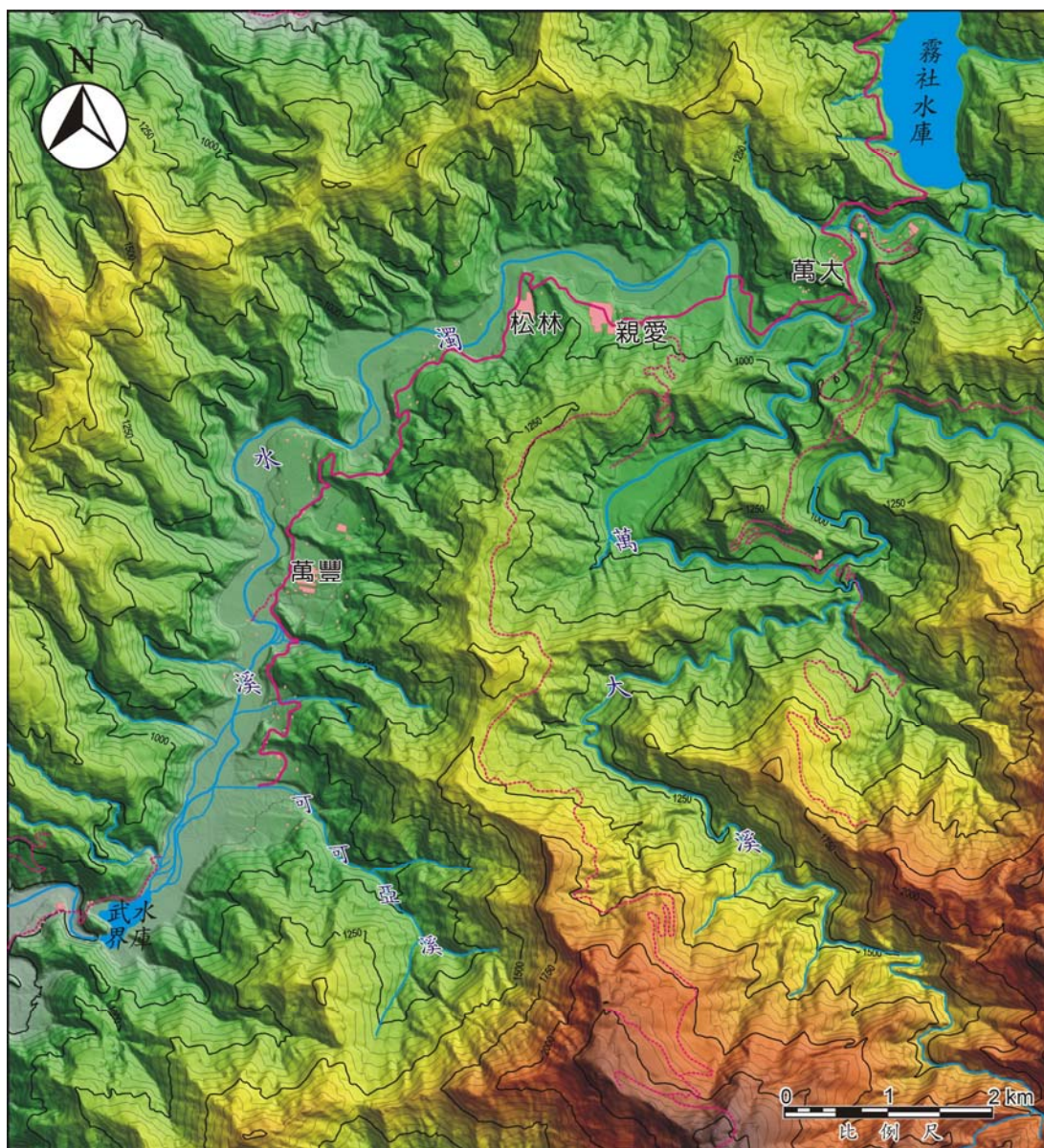


圖 8 親愛村至萬豐村現況地形圖

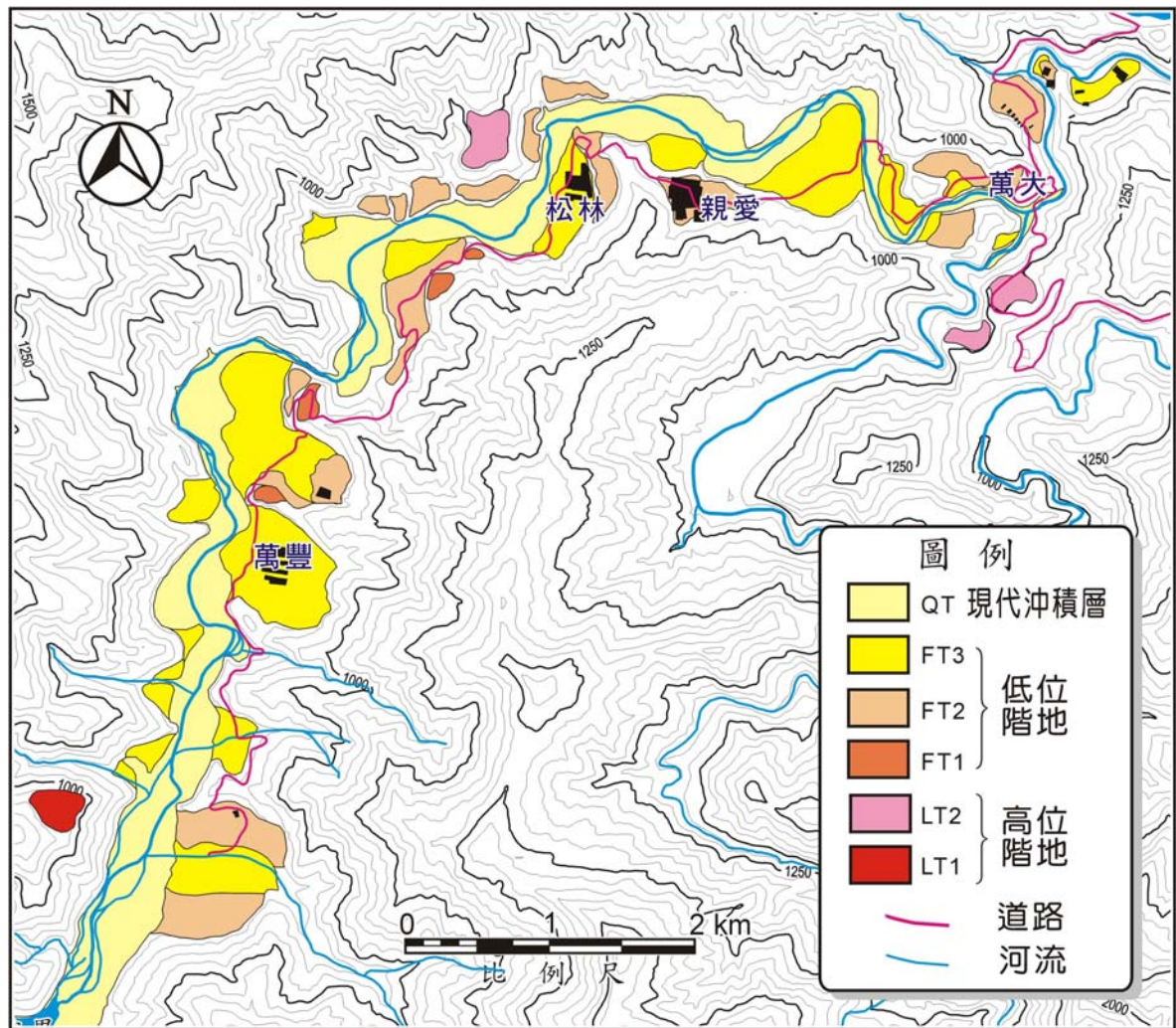


圖 9 親愛村至萬豐村階地分布

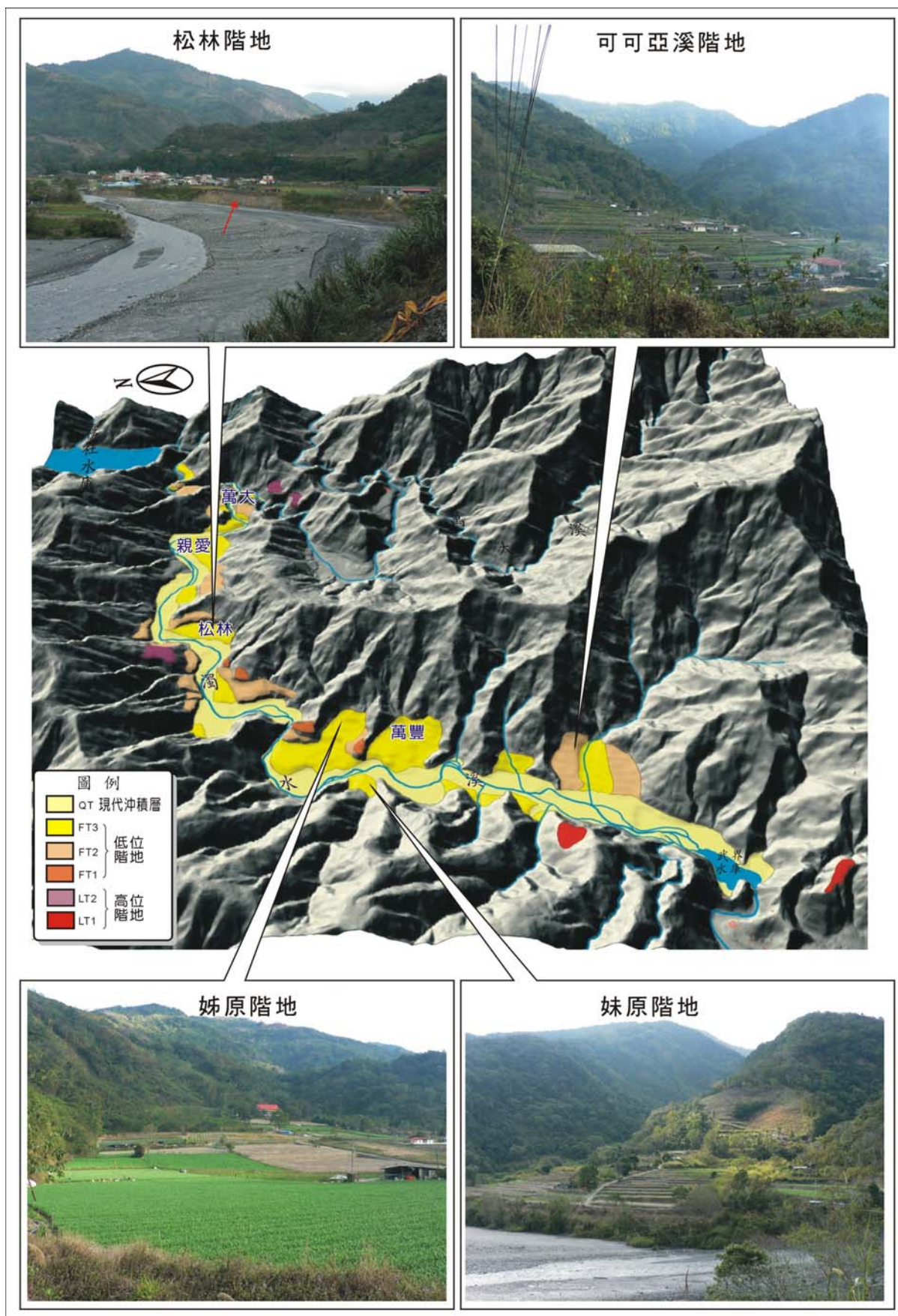


圖 10 親愛至萬豐一帶階地現況及 3D 地形

## 五、部落現況檢討

### 1.親愛村

親愛村有萬大、松林、親愛三個部落，松林為賽德克族，餘為泰雅族，在親愛部落設有本村的戶外表演台。

親愛村的親愛部落為本區較大的部落。親愛部落所在位置如圖 11 所示，環境大致良好。萬大部落在緊臨霧社埧下游，亦位於河階地，地勢平坦安全(見圖 12)。

松林部落位處濁水溪畔低位河階，大致沿親豐產業道路而建，由圖 13 可見本河段現況堆積，容易造成水流向兩岸沖擊，對岸為原松林社舊址，目前吊橋已沖毀，新建了路橋。松林社舊址為河階地，高出河道許多，為極佳的可用地，較低處有部分新的開發則受河道淤積影響，較易受害。從圖 14 之空照可見其安全受河道之影響。

沿著投 83 線向內行，經過一處板岩崩塌處(見圖 15)，可見擋土牆已向外擠出，後續應注意。松林社過後可見一處下邊坡嚴重流失影響路面及上邊坡，急迫需要緊急處理，見圖 16。

本段河道處處可見淤積的影響，淤積不但造成河岸的崩塌，亦使野溪土石不易流出形成溢流成扇狀，見圖 17。

進入萬大部落之前的橋上可以觀察到河道淤高水流攻擊兩岸造成流失，北方的高峰山下有一個很大的崩場地(見圖 18)，換一個角度看，可以看到淤積造成水流攻擊兩岸的結構物(見圖 19)。

圖 20 為本區主要的十粒溪，其中河道剖面呈現上游堆積，應注意其土石來源是否豐富及持續搬運問題。



圖 11 親愛部落空照

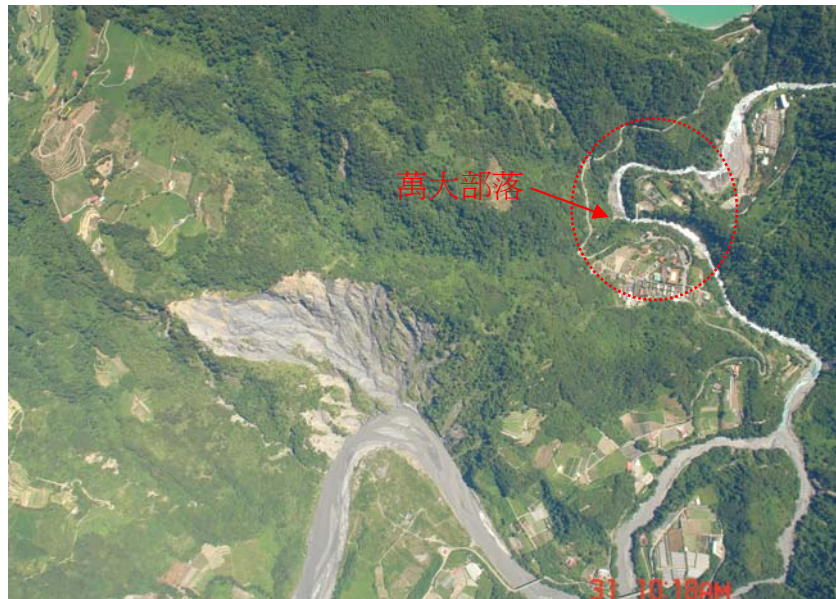


圖 12 萬大部落空照



圖 13 松林村位於河階地



圖 14 松林部落空照



圖 15 路旁上邊坡擋土牆受推移損毀



圖 16 道路下邊坡流失



圖 17 河床淤積造成支流野溪的扇狀堆積



圖 18 河岸侵蝕造成上邊坡大量崩落



圖 19 崩落與河床堆積及水流之間相互影響

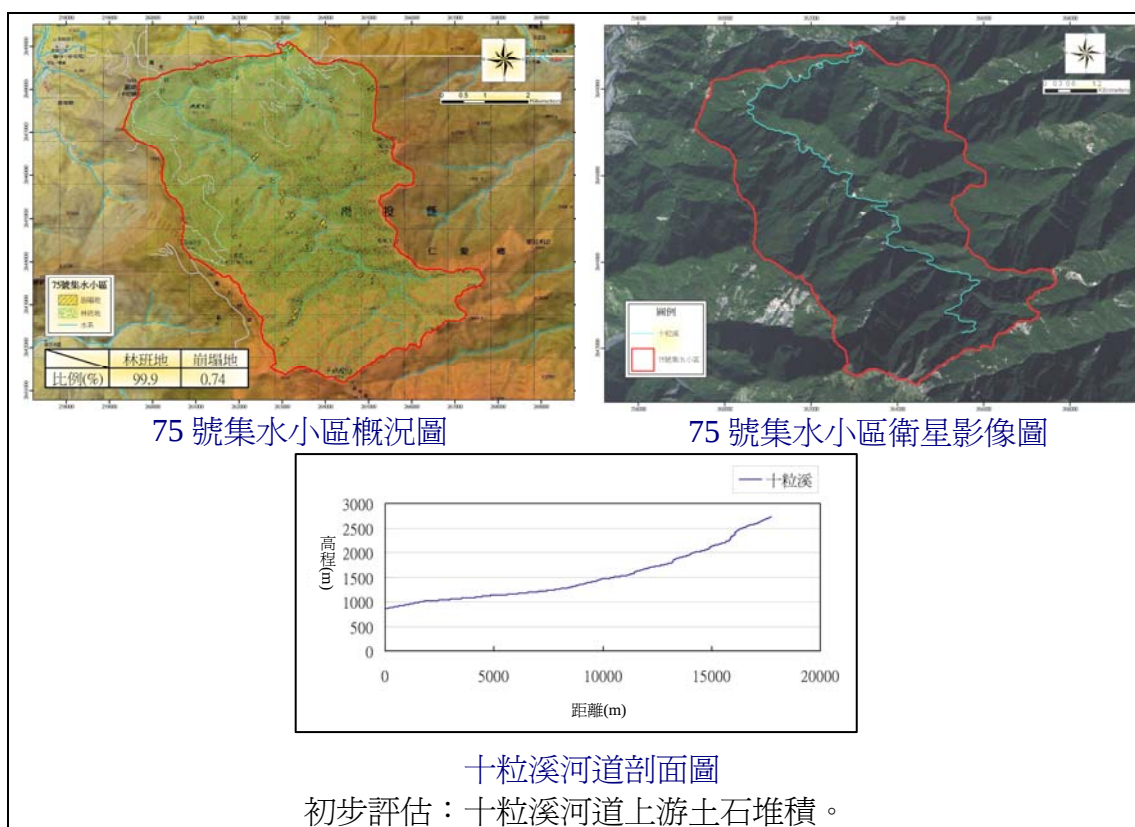


圖 20 親愛村 75 號集水小區評估結果

## 2.萬豐村

萬豐有布農族的萬豐部落。沿投 83 進入萬豐村，先看到了曲冰遺址(見圖 21)，可以看出曲冰遺址座落於一山頭，相當穩定的地方。由圖 22 可見遺址背後很漂亮的峽谷地形。原來的曲冰部落在對岸，姊妹原野溪上游有大量土石來源，在河道的淤積中，可以發現對兩岸的影響，原有道路被掩埋，箱涵堵塞，下游野溪入流口到出現河階漸漸形成。河道中原來的法治一號橋附近已因淤高而變為流路，已損毀。

過了萬豐社區再往南行，進入了武界水庫蓄水範圍，由日治時期的武界水庫範圍與現今地形形成的可可亞溪沖積扇狀地(見圖 23 及圖 24)。

到了路的盡頭可以看到武界壩，而在蓄水範圍內淤積嚴重，深槽亦形成，武界的蓄水功能大大的減低，台電公司已在支流上游另設新的取水工。

目前的萬豐社區沿著河階地建立，其上游的集水範圍不大，可謂相當安定。

而進入萬豐前的親豐產業道路投 83 線，在 16k 附近，有部分路段排水不良，邊坡路基下陷流失，應注意(見圖 25)。從曲冰遺址的坡面上往回看，由圖 26 可見其下邊坡受水曲流影響，整體邊坡陷落，極度不穩定，損毀了上方的道路。

萬豐村的河道剖面如圖 27 所示，屬編號 66 號，其中支流 5 河道穩定，而支流 6、7、8 均呈現下游土石堆積嚴重，有待處理。本區因受武界水壩淤積影響，土石搬運緩慢，易形成土石災害。

萬豐村在靠近武界埧處另有編號 79 之集水水區，為可可亞溪，其流路呈現均勻起伏，唯有到下游坡度趨緩，土砂易堆積，應隨時注意。



圖 21 曲冰遺址告示牌



圖 22 曲冰峽谷



圖 23 土石流堆積的治理工程



圖 24 土石流堆積再刷深



圖 25 投 85 線 16k 附近的道路損壞



圖 26 曲冰遺址坡面上往回看

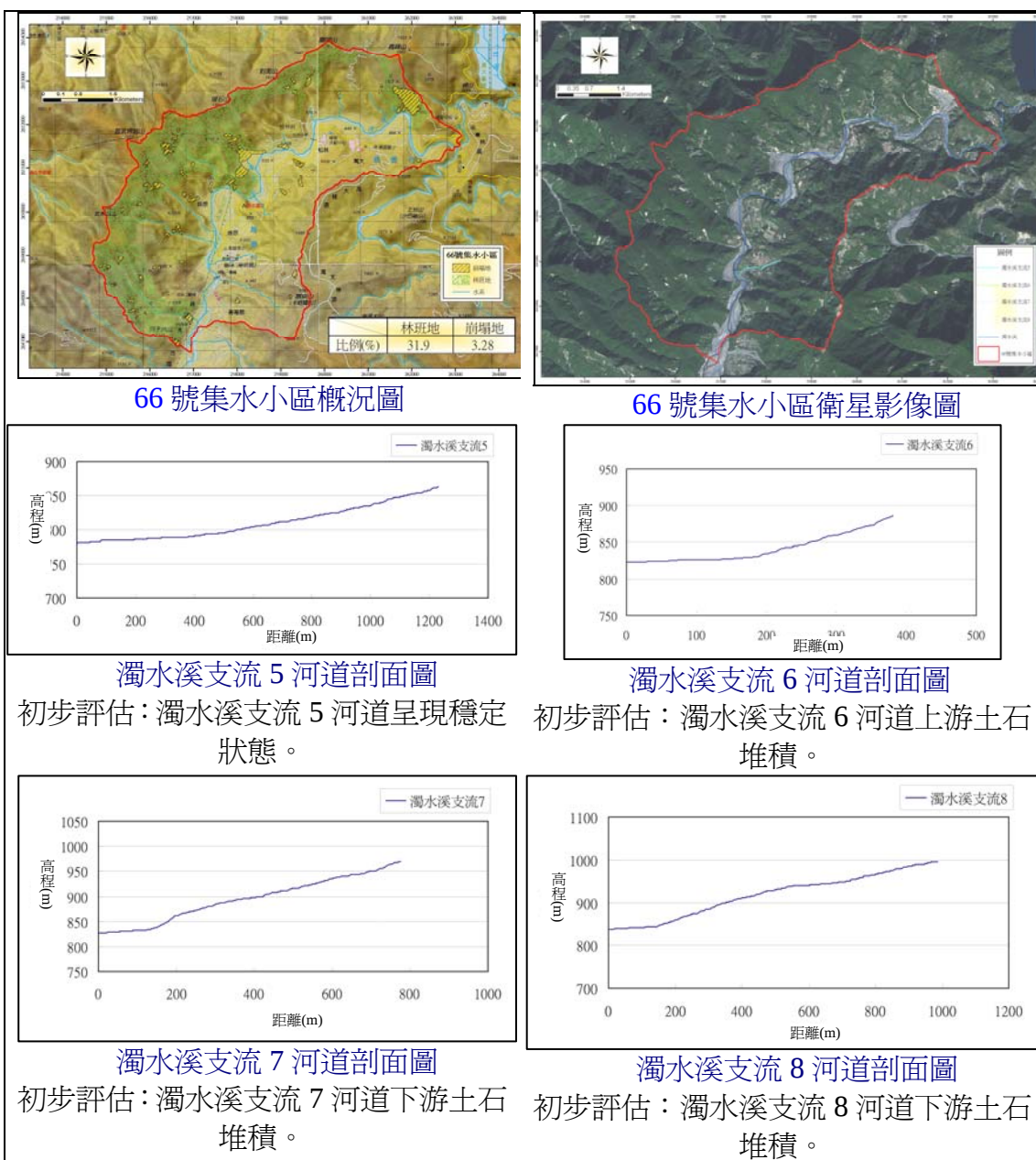
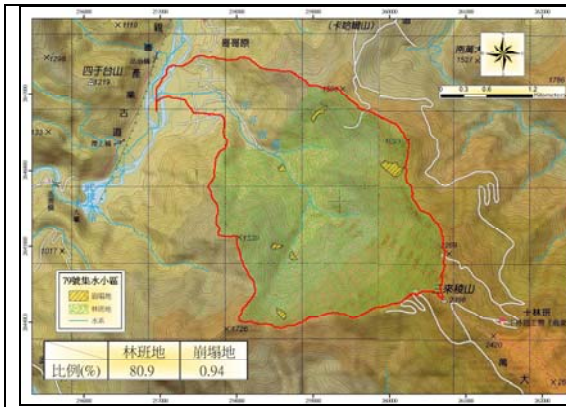
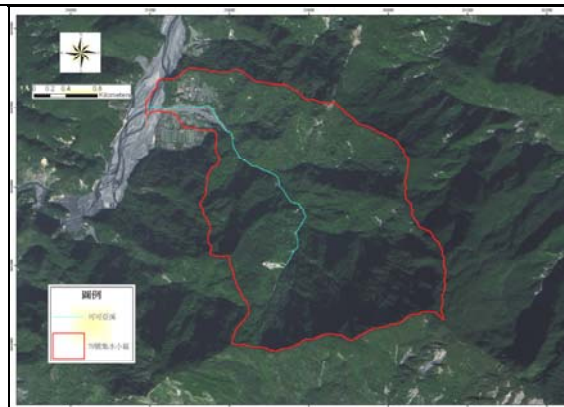


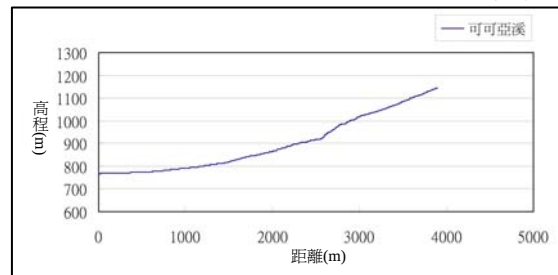
圖 27 萬豐村 66 號集水小區評估結果



79 號集水小區概況圖



79 號集水小區衛星影像圖



可可亞溪河道剖面圖

初步評估：可可亞溪河道下游土石堆積。

圖 28 萬豐村 79 號集水小區評估結果

### 3.法治村

法治村有武界部落，為布農族。武界部落位於埔里東邊，以卓社林道越過頂東埔東邊的山區後進入法治村，為武界水庫下游面，區域內為濁水溪原有之低位河階地地勢平坦，加上武界壩的影響，河道安定，無特殊災害。如圖 29 所示，原本進出的卓社林道彎曲不好走，亦易生災害，經修建武界隧道，對外交通改善不少，本區開發甚少，除了台電公司的工程外，大致為農業行為。部分河階地為工程開發作為骨材，現地河道有大量淤積(見圖 30)，接近武界壩址台電公司興建了新的引水道管線，穿越岩盤山壁連接上游進水口。

本區的居住地沒有天然災害問題，較值得注意的是河道淤積，若逢武界大壩溢流洩洪時，會沖刷河道，容易引發災害，應有應變措施準備。

本區編號 82，共有四處支流，如圖 31 中所示，其中支流 1 及 3 河道剖面均勻，呈現穩定狀，而支流 2 有一突降處，形成瀑布，為受地質材料影響，無法下切發展，下游有少量土石堆積待處理。而支流 4 最長，受兩岸崩塌影響有大量土石蓄積在中游，呈現極度不穩定，河道淤積，暴雨時可能發生土石運移。



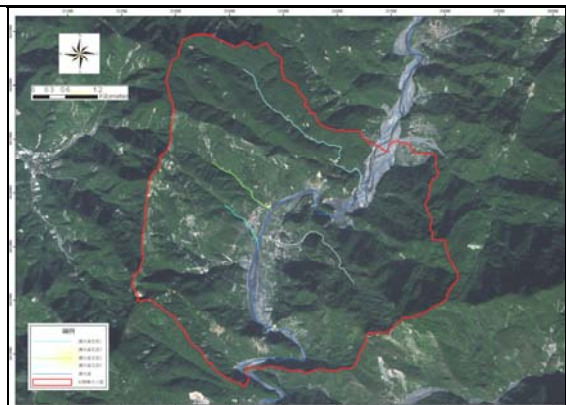
圖 29 武界部落位於低位河階地



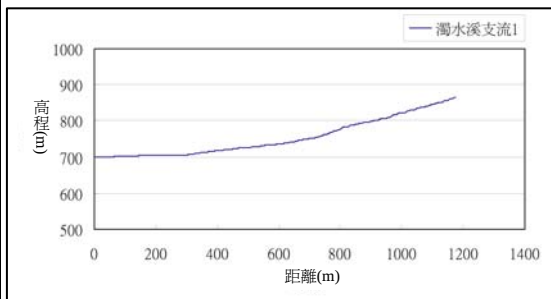
圖 30 武界壩下游淤積嚴重



82 號集水小區概況圖

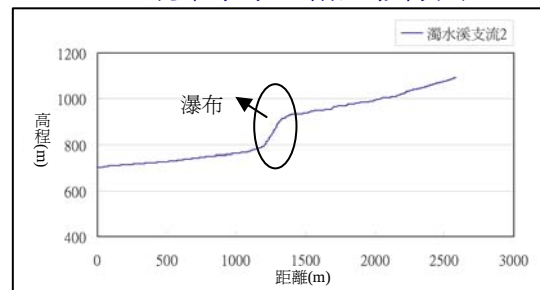


82 號集水小區衛星影像圖



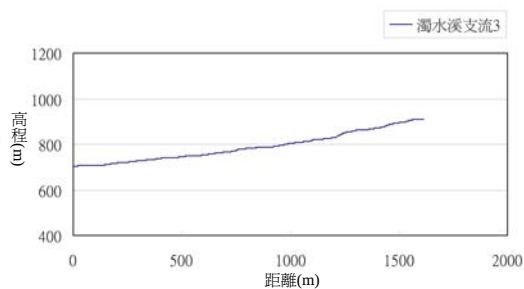
濁水溪支流 1 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 1 河道呈現穩定狀態。



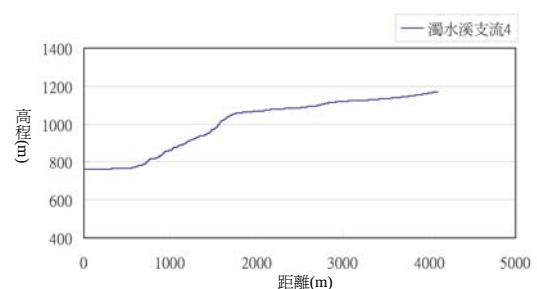
濁水溪支流 2 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 2 河道下游土石堆積。



濁水溪支流 3 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 3 河道呈現穩定狀態。



濁水溪支流 4 河道剖面圖

初步評估：濁水溪支流 4 河道受兩岸崩塌影響河道淤高。

圖 31 法治村 82 號集水小區評估結果

## 六、整體安全評估

1.河道及野溪治理：武界調整池為濁水溪上游最先建埧蓄水的設施，但因大量淤積，功能不彰，後來才再有萬大埧的興建。

(1)武界埧以上河段，淤砂嚴重，近年來已達幾近淤滿的程度，河床內淤積造成河道蜿蜒，攻擊兩岸，對原有開發地及上方道路造成很多威脅，是亟待處理的問題。

(2)武界埧以下河段，亦受調整池取水控制設施的影響，下游輸砂能力變差，大量淤積，河道變得寬廣，大水時易生洪泛，農田流失，應儘速營造深槽，加大輸砂能力，所幸以下即為峽谷地形，土砂通過後不會產生淤積，一路往地利村方向輸送。

(3)大量淤積的河段會造成支流野溪土砂無法安全匯入，易於匯流口以上形成土石流扇狀堆積，常造成土地利用的傷害，如可可亞溪匯入口、堪塔班野溪等，為本區亟待處理的野溪治理工程，本計畫納入緊急治理進行調查規劃。

2.道路安全：本區域主要進出道路有自霧社南向之投 83 線及卓社林道擴充的投 71 線，包括武界隧道進入法治村。投 83 線沿線大致過萬大埧後與河道距離不大，受河道淤積蜿蜒的影響，易生河岸下邊坡流失終而導致路基流失現象，應於河道整治時一併考量道路安全。

3.使用地安全：本區水土資源利用相當多，包括武界調整池的水資源利用及各部落的土地利用。

(1) 武界調整池的興建，造成上游河段大量淤砂，超過原預期，目前仍可取水，但淤砂造成區域很大的影響。

(2) 區域內原有的土地利用，受水資源利用影響很大，部分良田流失，淤積並造成交通受損，原有通行兩岸之吊橋，橋台均已淹沒，可見淤積之嚴重，台電公司目前已建松林橋通行兩岸，後續應一併納入河道治理，因這幾個部分均相互關連。

## 七、結論與建議

水資源開發，包括地表水及地下水都可能對環境造成影響，本文討論地表水資源開發，以武界壩為例，探討其對自然及人文環境之衝擊，由內容可見：

1. 地表水資源開發，尤其在主要河川以水庫型式攔截水流，雖然可得到極佳之水量供應，但後續的淤砂問題不容忽視，雖可藉由上游及支流的攔砂設施來分擔，減緩淤砂造成的影響，但經過一段時間後，仍無法完全避免泥砂問題可能造成的影響。
2. 水庫蓄水後，泥砂之運移被阻斷，往上游會淤積提高河床，在某些地區會對原有安全的居住地造成衝擊，淤高的河道讓支流泥砂無法正常輸送，可能造成居住地及使用地安全的威脅。
3. 淤高的河道往往造成水流無法下切，防砂設施也會有如此的效應，水流無法下切，轉而產生向兩側河岸的攻擊，形成蜿蜒河段，在局部地區衝擊河岸，對其上方的土地或道路造成威脅。
4. 在槽水庫的淤砂問題在台灣非常普遍，對環境安全衝擊很大，不容忽視，應儘速謀求對策，尤其幾個主要的大型水庫，上游皆有原住民保留地，農地的開發又與水資源保育衝突，居住地的安全又受水庫影響，如何尋求解決之道刻不容緩。

## 八、參考文獻

- 1.L. D. Leet, Judson S. and Kauffman M.E., (1987) Physical Geology, 7<sup>th</sup> ed., by Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- 2.Schumm S.A. (1977) The Fluvial system, Wiley 1977
- 3.王鑫 (1988) 「地形學」，大學科學叢書。
- 4.行政院農業委員會水土保持局南投分局 (2008) 「仁愛鄉原住民部落安全性調查及防災治理規劃」成果報告書。
- 5.林朝繁 (1957) 「台灣地形」，台灣省文獻委員會。
- 6.上河文化股份有限公司 (2007) 「日治時期五萬分之一台灣地形圖新解」。