

台東#030 土石流潛勢溪流劃定適宜性之研析

詹惠婷⁽¹⁾ 李錦浚⁽²⁾ 鄭旭涵⁽³⁾

摘要

台灣在 921 大地震與桃芝颱風襲台後，為加速土石流防治處理、避免土石流災害產生危害，以室內資料判釋方式劃定 1420 條土石流潛勢溪流。但由於影響土石流發生之因子眾多，土石流潛勢溪流劃定是否適宜，應針對立地條件及現場勘查做進一步評估研究然後才能確定。本研究探討「台東#030 土石流潛勢溪流」劃定之適宜性與重新調整的可能性。首先應用山坡地可利用限度(1999)以坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度、母岩性質做土地可利用限度分類，研判本研究區土地利用無超限使用情形。再依水土保持局(2000)土石流潛勢分類標準，由有效集水面積、集水區內地質岩性、通過集水區內斷層長度、上游崩塌面積與保全對象等因子檢視此土石流潛勢溪流之處理等級，由於現勘中發現崩塌地大小在現場與航照判釋中產生差異，故研判研究區處理等級應修正為 15.5、屬低度，與水土保持局原查定中度(20.5)不一致，建議對於土石流潛勢溪流查定中-溪流上游之崩塌面積大小再予以重新評估。最後由土石流潛勢溪流地形表徵特性(包括崩塌、坡度、材料情形、母岩性質、植生狀況與保全及整治因子)進行潛勢分析(林美聆等，2006)，經彙整各項因子狀況後判定土石流潛勢溪流等級為低度。綜合以上研究結果，本研究對於此土石流潛勢溪流的劃定建議給予重新調整的空間與探討的可能性。

(**關鍵詞**：土石流潛勢溪流)

A Suitability Study on Designating the Taitung # 030 Potential Debris Flow Torrent

Hui-Ting Chan⁽¹⁾, Lee, Chin-chun⁽²⁾, Jero-hertz Jeng⁽³⁾

Graduated Student⁽¹⁾ and Doctoral Graduate Student⁽²⁾⁽³⁾ Department of Soil and Water Conservation
National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

(1) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(2) (3) 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

A total of 1420 potential debris flow torrents were designated after the 921 earthquake and Toraji typhoon in Taiwan for disaster prevention and management. The purpose of this study was to assess the suitability and the possibility of reclassification for a designated potential debris flow torrent, the potential debris flow torrent coded Taitung #030. Firstly, the land use capability classification was assessed with the slope, effective soil depth, soil erosion and characters of parent rock according to slope-land use capability classification (1999). In addition, the priority for mitigation of potential debris flow was also examined based on the effective area of basin, characters of rock, the length of exposed faults and the area of landslides in the upriver as well as the protected population and properties according to the standard potential debris flow classification by the Soil and Water Conservation Bureau (2000). As the area of landslide of in-site investigation was much less than determined from aerial photos, the level of the priority should be reduced to the value of 15.5 (low level) in stead of the previous assigned value of 20.5 (middle level). This also indicates the need for periodic reexamination of the potential debris flow classification. Finally, the potential analysis was conducted by surveying the geomorphic characteristics including the condition of landslide, slope, materials, characters of parental rock, the condition of vegetation and properties. Consequently, it appeared that the designation of potential debris flow torrent should be carefully evaluated according to site – specific characteristics and conditions.

(**Keywords:** Potential debris flow hazard torrent)

前言

台灣地處地震與颱風的頻繁地帶，地形崎嶇，山坡地約佔三分之二的面積，且多數屬山高、坡陡、地質脆弱、降雨量分布不均，對於坡地保育的先天條件著屬不良，再者台灣地區人口密度向來居高，在平原地區土地資源有限的現實環境下，趨向山坡地開發的壓力一直存在。因此，政府相關單位有鑒於台灣地區本身已具備上述易遭沖蝕與崩塌的基本因子，更不乏引發沖蝕與崩塌之誘因，人為開發活動亦易加速土石流災害現象的發生，在 921 地震與桃芝颱風襲台後，針對土地超限利用的問題，擬定一連串國土保安計畫，對於坡地管理有更加嚴格的管制規定，藉此期望減少人為活動與降低土石流災害產生，以達到自然環境永續利用的目標，且為快速的達到以上目標，以室內資料判釋方式

劃定 1420 條土石流潛勢溪流，卻無相對現勘或土地管理配套措施輔助，造成土石流潛勢溪流集水區內土地使用者使用上產生爭議與後續相關管理、管制問題。

本研究即針對「台東#030 土石流潛勢溪流集水區」，探討土石流潛勢溪流劃定適宜性，依據相關資料、配合所蒐集的自然環境、現場踏勘等資料進行分析，並利用水土保持局(2000)與林美聆等(2006)之土石流判定標準來檢視研究區內土石流潛勢溪流的劃定等級，用以探討其劃定適宜性與調整的可能性。

文獻回顧

土石流係指在山坡地或山谷中，土壤、

泥、砂、礫及巨石等物質與水充分混合後在重力作用下形成之流動行為(詹錢登, 1994)。一般而言, 當足夠的水供應加上溪床堆積物或崩落土體驟然失去平衡與足夠坡度, 則誘發土石流, 其本身強大的衝擊力常對溪床造成嚴重的側蝕及向下侵蝕, 也對下游居民造成重大災害。基於此, 土石流的發生條件須具備 1. 足夠的水分 2. 足夠的坡度 3. 足夠的材料(土石)來源(詹錢登, 2004)。

在台灣土石流大多在豪雨期間發生在山坡地或山谷中, 其主要的特徵為流動速度快、泥砂濃度高、沖蝕力強、衝擊力大。為加速土石流防治處理、避免土石流災害產生危害, 最基本的工作首在土石流潛勢溪流的劃定(謝正倫、陳禮仁, 1993)。由於我國特殊的地形與地質條件, 如純粹以土石流之發生條件作為判定之標準, 符合上述土石流發生條件之溪流為數眾多, 以防災之觀點考量將造成防範不易, 且增加災害預防及治理規劃之難度, 為達到有效預防及管理, 現階段仍保護對象之分布狀況為重點考量因素, 即依據學理上之理論公式輔以現地調查法來研判土石流發生時可能影響範圍內是否有重要公共設施或保全對象, 依據上述條件所訂定之土石流潛勢溪流判定標準需考慮下列條件 A. 土石流發生度 (1. 有效集水面積 2. 集水區內地質之岩性 3. 通過集水區內的斷層長度 4. 溪流上游崩塌面積) B. 保全度 (1. 淤積範圍內之保全對象 2. 淤積範圍與保全對象間距離), 再依: 各項指標給予評分, 得處理等級值, 用以作為土石流潛勢溪流分類標準。(吳正堂, 2002; 水土保持局, 2000)

土石流發生之因素及成災的嚴重性, 可利用現地調查之土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析。從可能影響土石流發生之自然潛勢因子中檢定發生潛勢高低, 再配合現地治理效益評估整治工程設施之情形, 及

現地保全對象(建物及交通設施), 評定其優先處理順序。研究同時指出, 直接採用現地具體資料評判較為保守且客觀。(林美聆等, 2006)

研究方法

本研究選定「台東#030 土石流潛勢溪流集水區」範圍作為分析對象。經收集集水區內自然環境資料(如: 地形、地質、土壤、土地利用), 利用各項資料進行集水區相關因子(如: 坡度、坡向)分析; 再配合文獻收集與現勘進行資料分析。首先應用山坡地可利用限度標準(1999)評估研究區土地超限利用情形, 再依水土保持局(2000)土石流潛勢溪流分類標準判定土石流發生度與保全度, 最後根據現地調查, 以土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析(林美聆等, 2006) 檢視研究區內土石流潛勢溪流的劃定等級, 嘗試以現場調查配合室內資料分析探討此土石流潛勢溪流劃定之適宜性與調整的可能性。研究步驟說明如下:

1. 資料蒐集: 包括 SPOT 衛星影像、數值地形資料(DTM)、像片基本圖、相關文獻資料, 以 ArcView 及 WinGrid 軟體處理, 套疊分析以了解地形、土地利用狀況。
2. 現地勘查: 以現勘的方式收集當地資料, 以進行判斷並增加佐證資訊。
3. 土地超限利用之評估:

以山坡地可利用限度分類標準(1999) 評估研究區之土地的超限利用, 以坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度、母岩性質四項因子做分類依據。依各項因子狀況對土地做可利用限度之分類, 分類標準參表 1。

表 1. 山坡地可利用限度分類標準

項目 查定別	平均坡度	土壤有效 深度	沖蝕程度	母岩性質
宜農牧地 一級地	百分之5以下	50~90公分	輕微	軟質
	百分之5以下	90公分以上	輕微	軟質
宜農牧地 二級地	百分之5~15	20~50公分	輕微	軟質
	百分之5~15	50~90公分	輕微	軟質
	百分之15~30	90公分以上	輕微	軟質
宜農牧地 三級地	百分之5~15	20~50公分	輕微	軟質
	百分之15~30	50~90公分	輕微	軟質
	百分之30~40	90公分以上	輕微	軟質
宜農牧地 四之1級地	百分之5~15	20公分以下	輕微	軟質
	百分之15~30	20~50公分	輕微	軟質
	百分之30~40	50~90公分	輕微	軟質
	百分之40~55	90公分以上	輕微	軟質
宜農牧地 四之2級地	百分之30~40	20公分以下	輕微	軟質
	百分之40~55	20~50公分	輕微	軟質
宜林地	百分之30~40	20公分以下	嚴重	硬質
	百分之40~55	20公分以下	嚴重	輕微或硬質
	百分之40~55	20公分以下	任何程度	輕微或硬質
	百分之55以上	20~90公分	任何程度	輕微或硬質
加強 保育地	沖蝕極嚴重、崩塌、地滑、脆弱、母岩裸露等			

4. 判定土石流發生度與保全度：

以土石流潛勢溪流分類標準(水土保持局, 2000), 判定研究區土石流發生度與保全度, 給予權重值, 相乘得處理等級值。各因子權重如下：

A. 土石流發生度

a. 有效集水面積

乃指 15°以上的集水面積。一定的降雨特性及地質條件下, 集水面積的大小可以代表逕流量及崩塌物之多寡。評定得分為：>50 公頃=50, 15~50 公頃=30, <15 公頃=15。

b. 集水區內地質之岩性

土石流的發生與當地出露之岩石種類有關, 不同種類的岩體對水的透水性不同及其受應力作用後產生的擾動和破碎程度亦不相同, 且土石

流流動過程中對溪床造成側蝕及向下侵蝕所獲得的土石補充, 因岩性之不同而會有所差異。岩性評分以溪流所在之地質環境條件分類, 分別為：廣域變質岩=10, 古第三紀亞變質岩=6, 新第三紀沉積岩=3。

c. 通過集水區內之斷層長度與總面積的比值

在斷層和褶皺等地質構造附近的岩體, 由於受到構造應力的作用, 常有較發達的破裂面發育, 其鄰近的岩體亦較破碎, 有利於岩石的風化且易造成落石及崩塌的發生。評估配分為：比值>1.5=10, 比值 0~1.5 之間=6, 比值為 0=3。

d. 溪流上游崩塌面積與總面積之比值

溪流上游之崩塌面積可以衛星影像及現場調查推得, 因崩塌地之土石較為鬆軟易成為土石流材料來源。其評分為比值>0.016=30, 比值界於 0.016~0.0055=20, 比值 <0.0055=10。

B. 保全度

土石流災害之發生多在中下游之土石流輸送段與谷口開闊處之平緩地形, 大量土石經由河道輸送在此區域內由於天然地形或是人為因素造成土石淤積而溢流, 並且由於保全對象居住於其溢流範圍內而造成人員生命及財產之損失。土石流在坡度 10° 以下時開始淤積, 因此 10° 點到保全對象的距離為緩衝段, 距離愈短則危險度愈高。因此, 此項評分依淤積範圍內之保全對象(含人員與公共設施)給予權重標準, 依次為：住戶、學校、旅社、公共建築~(有民眾居住者), 15 戶以上=70、5~15 戶=50、5 戶以下=30；公路、橋

樑、道路=20，農田、果園=10。

土石流潛勢溪流判定後再依各項指標給予評分，得處理等級值，用以作為土石流潛勢溪流分類標準。

處理等級值=土石流發生度×保全度×100%

高：處理等級值 > 50%

中：50% > 處理等級值 > 20%

低：20% > 處理等級值

5. 根據現地調查，利用土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析(林美聆等，2006)。

土石流發生之因素及成災的嚴重性，可利用現地調查之土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析(林美聆等，2006)。各項因子作為判別調整土石流潛勢溪流評定等級之依據，參表 2、表 3。評分方式為：土石流發生潛勢評分×50%+保全危害評分×50% (低<40，40<中<60，60<高)。

表 2. 保全及整治因子配分表

因子	分類	評分
建物(50)	公共建築(學校、醫院...)	50
	15 戶民宅以上	50
	5 戶至 15 戶間之民宅	40
	5 戶以下	20
	無住宅	0
交通(20)	橋樑	20
	道路	5
	無	0
現地整治成效(30)	待改進或無整治設施	30
	尚可	20
	良好或不需整治	5
最高評分合計		100

林美聆等 (2006)

表 3. 土石流發生潛勢評分表

因子	分類	評分
崩塌規模(25)	明顯大面積崩塌	25
	崩塌規模較小	15
	無明顯崩塌	5
坡度因子(25)	上游區坡度大於 50°	25
	上游區坡度介於 30°	15
	上游區坡度小於 30°	5
材料破碎情形(20)	平均粒徑大於 12"	20
	平均粒徑介於 12"~3"	13
	平均粒徑小於 3"	5
	無明顯堆積材料	1
岩性因子(15)	第一類(A、D、F 地質)	15
	第二類(C、E 地質區)	10
	第三類(B、G 地質區)	5
植生因子(15)	裸岩、落實堆積	15
	植被稀疏	10
	植被中度稀疏	6
	植被密集	3
最高評分合計		100

林美聆等 (2006)

研究區域

「台東#030 土石流潛勢溪流集水區」位於台東縣境台東市與卑南鄉交界處，面積 244.16 公頃。鄰近台東市區，交通便利，集水區地理位置如圖 1 所示。此集水區的保護對象依行政院水土保持局之公告為台東市南王里 19 鄰住戶，但多數居民則為住在較上游地區-頂岩灣地區住戶。居民多數以務農為主要生活型態，區內土地大部分屬國有林班地範圍，除部份聚落區塊與保護對象下游未被

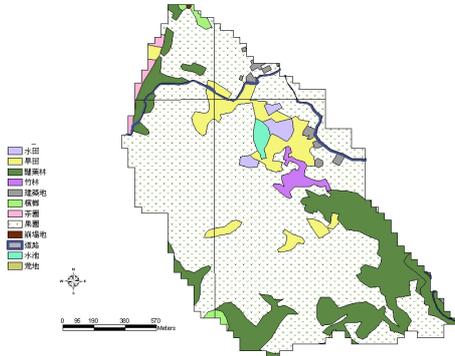


圖 2. 研究區土地利用圖

Figure 2. Area distribution of Land use for the study area.

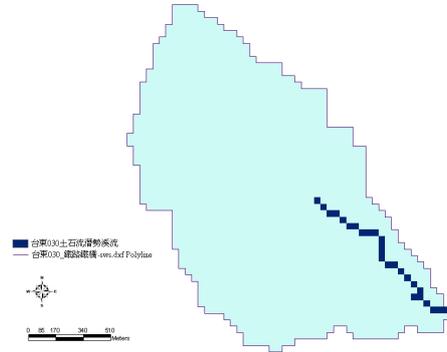


圖 3. 研究區水系圖

Figure 3. Creek distribution of the study area.

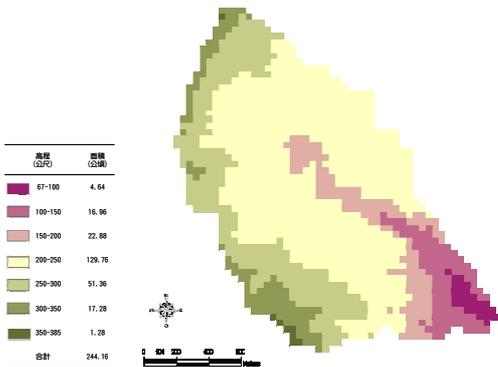


圖 4. 研究區高程分布圖

Figure 4. Area distribution of Topography for the study area.

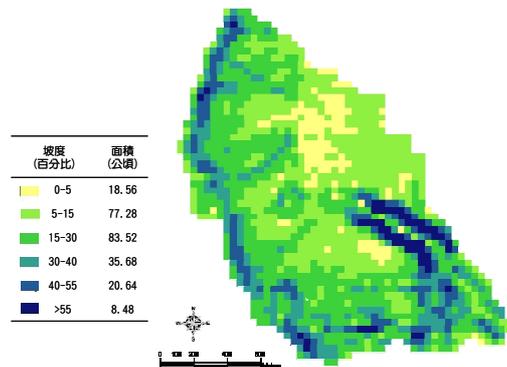


圖 5. 研究區坡度分布圖

Figure 5. Area distribution of Slope for the study area.

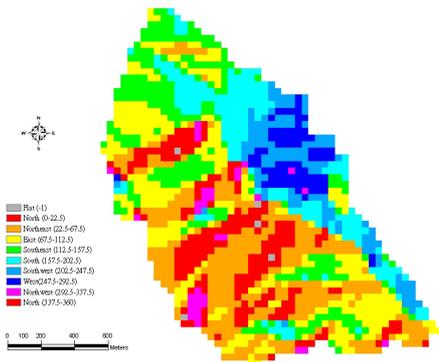


圖 6. 研究區坡向分布圖

Figure 6. Area distribution of Aspect for the study area.

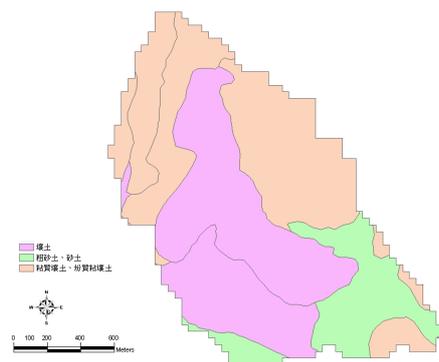


圖 7. 研究區土壤分布圖

Figure 7. Area distribution of Soil for the study area.

表 4. 經濟部水利署-台東(7)站 雨量資料

Table 4. Data of Taitung #7 raingauge.

項目	雨量 (mm)	說明
年平均降雨量	1856.1	1986/1-2006/12
最大日累積降雨量	414	1998.10.14 - 瑞伯颱風

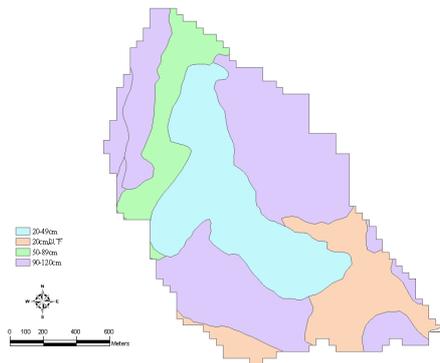


圖 8. 研究區土壤深度分布圖

Figure 8. Area distribution of Soil depths for the study area.

結果與討論

本研究以自然環境條件，配合文獻收集、現場調查、室內資料分析來探討研究區之土石流潛勢溪流之劃定探究其劃定適宜性與重新調整的可能性。經由研究的過程分項討論如下：

1. 依山坡地土地可利用限度分類標準 (1999)，對研究區土地做分類。

山坡地土地可利用限度分類中以坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度、母岩性質四項因子做分類依據。坡度、土壤有效深度、母岩性質三因子利用 ArcGIS8.0 與 WinGrid 分析，參圖 5、7。土壤沖蝕程度因子以現勘狀況而言，無嚴重的沖蝕現象，河床淤

積狀況不明顯、無明顯堆積材料、溪流兩側無明顯崩塌、植被覆蓋密集、構造物良好(參圖 10)。因此分析結果研究區內土地多為宜農牧地、僅部份土地歸類為宜林地(如圖 9)。

2. 依水土保持局(2000)之土石流潛勢溪流判定標準，檢視此土石流潛勢溪流劃定，參表 5。

A. 土石流發生度

a. 有效集水面積

本研究區有效集水面積評定為 12 公頃，此項得分為 15。

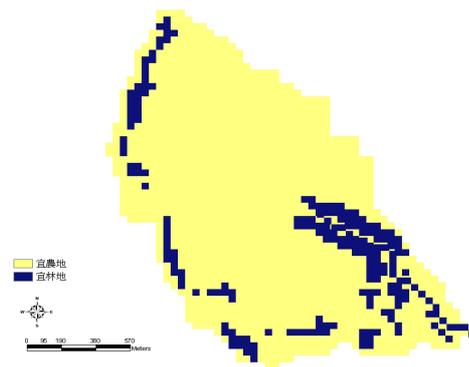


圖 9. 研究區土地可利用限度分類圖

Figure 9. The capacity of Land use in the study area.



圖 10. 研究區照片
Figure 10. Photos of the study area.

b. 集水區內地質之岩性

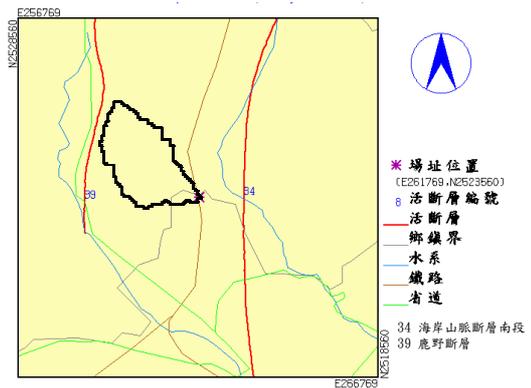
本研究區集水區內地質屬於新第三紀沉積岩，故此項得分為 3。

c. 通過集水區內之斷層長度和總面積的比值

比對台灣活斷層分布圖(1997)(如圖 11)，本研究區集水區內無斷層通過，故集水區內之斷層長度為 0，此項得分為 3。

d. 溪流上游崩塌面積與總面積之比值

水土保持局判釋本研究區溪流上游崩塌面積雖為 4 公頃，崩塌地面



(資料來源 台灣活斷層分布圖，1997)

圖 11. 研究區與活斷層相對位置圖
Figure 11. The relative position of active faults and study area.

積與總面積比為 $4/244.16=0.01$ ，介於 $0.016\sim 0.0055$ 之間，得分為 20。但經對照現勘結果判定無明顯崩塌，其與航照不符原因可能為隨時間演進而植生已覆蓋良好，且大部分崩場地經現場對照為果園(釋迦、高接梨)，推論可能因農民進行強度修剪調節生產期、矮化樹型或果樹落葉休眠的關係，造成航照判釋與現地不符。故此項因子在本研究中以崩場地積為 0 計算之，因此，此項得分為 10。

B. 保全度

本研究區集水區內保護對象為台東市南王里民宅、果園，此項得分為 50。

綜合上述權重評分，土石流潛勢溪流判得處理等級值=土石流發生度 \times 保全度 $\times 100\%=15.5\%$ ，屬低處理等級值，但如以水土保持局原始崩場地大小計算處理等級值=20.5，屬中處理等級值。

3. 依林美聆等(2006)利用現地調查之土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析，參表 6。

依照現勘結果，檢視本研究區各項因子，依次如下：

- A. 可能影響土石流發生之自然潛勢因子
 - a. 崩塌規模因子：無明顯崩塌 (評分 5)
 - b. 坡度因子：上游坡度小於 30° (評分 5)
 - c. 材料破碎因子：無明顯堆積材料 (評分 1)
 - d. 岩性因子：第一類 (評分 15)
(A：東部海岸山脈)

e. 植生因子：植被中等稀疏 (評分 6)

B. 保全及整治因子

- a. 建物：4 戶 (<5 戶民宅) (評分 20)
- b. 交通：無 (評分 0)
- c. 現地整治成效：尚可 (評分 20)

土石流潛勢溪流優先處理順序評分：
(土石流發生潛勢評分 $\times 50\%$)+(保全危害評分 $\times 50\%$)= $36<40$ ，屬低處理等級。

4. 綜合討論

總合以上結果，就研究區個案而言，經由現勘可以發現，研究區內林相完整、植生覆蓋良好，非皆屬坡度陡峭地區，土石流潛勢溪流溪床土石也無明顯淤積狀態，依據山坡度土地可利用限度劃分研究區土地可利用限度，結果顯示此區土地多為宜農地，故判定研究區內人為開發活動並未造成大規模之土地超限利用情形。以水土保持局(2000)之土石流潛勢溪流判定標準檢視，此土石流潛勢溪流劃定應為中度處理等級值。但就現勘狀況而言，對照同一地點其崩場地已轉為其他土地利用，推測可能因隨時間演進而植生已覆蓋良好，且大部分崩場地經現場對照為果園(釋迦、高接梨)，可能因農民進行強度修剪調節生產期、矮化樹型或果樹落葉休眠的關係，造成航照判釋與現地不符。因此，對於土石流潛勢溪流處理等級建議下修為低度，對崩場地因子部分建議給予探討空間。再依林美聆等(2006)利用現地調查之土石流潛勢溪流地形表徵特性進行潛勢分析、直接採用現地具體資料研判，屬低處理等級值，故由以上判斷此土石流潛勢溪流的劃定實值得再加以重新檢討。

表 5. 研究區各項因子得分表-以水土保持局
(2000)土石流判定標準

因子	分類	原始 評分	本研究 評分
土石流 發生度 (100)	有效集水面積	15	15
	集水區地質之岩性	3	3
	通過集水區內斷層長度	3	3
	溪流上游崩塌面積	20	10
保全度 (100)	9 戶民宅	50	50
處理等級值		20.5	15.5

表 6. 研究區各項因子得分表-以林美聆等
(2006) 進行潛勢分析

因子	分類		評分
土石流 發生度 (50)	崩塌規模因子	無明顯崩塌	5
	坡度因子	上游坡度 $<30^\circ$	5
	材料破碎因子	無明顯堆積材料	1
	岩性因子	東部海岸山脈	15
	植生因子	植被中等稀疏	6
保全度 (50)	建物	4 戶民宅	20
	交通	無	0
	現地整治成效	尚可	20
處理等級值 (低)			36

結論與建議

本研究嘗試以現場調查配合室內資料
分析結果探討此土石流潛勢溪流之劃定與

調整的可能性，依研究結果做以下結論與
建議。

1. 結論如下：

- a. 本研究經彙整坡度、沖蝕、崩塌、植
被、土石堆積狀況，套用山坡度土地
可利用限度劃分研究區土地可利用限
度後，顯示此區土地多為宜農地。判
定研究區之土地利用無嚴重超限使用
情形，對土石流產生、土地超限利用
情事，無明顯影響。
- b. 以土石流潛勢溪流判定標準檢視(水
土保持局，2000)此土石流潛勢溪流，
就現勘狀況而言，對照同一地點其崩
塌地已轉為其它土地利用，故對此土
石流潛勢溪流的分級建議下修至低處
理等級值並對崩塌地因子部分建議給
予探討空間。
- c. 利用現地調查之土石流潛勢溪流地形
表徵特性進行潛勢分析(林美聆等，
2006)、直接採用現地具體資料研判，
屬低處理等級值，故雖就目前研究並
沒有足夠的資料顯示台東#030 中度危
險土石流潛勢溪流能完全排除造成土
石危害的可能，但對於此土石流潛勢
溪流劃定建議給予重新評估並對其後
配合之土地管制政策保留討論與研議
的空間。

2. 建議如下：

- a. 檢討土石流潛勢溪流的劃定與劃定後
之相關配套措施。

為避免劃定誤差造成浪費公帑，土
石流潛勢溪流的劃定實需加以檢討。建
議以室內並配合現場勘察的做法減低
偏誤的產生。對於劃定後之土石流潛勢

溪流集水區內產生的爭議問題，給予相當的輔導與配套措施，並加速土石流潛勢溪流的相關整治工程與居民的資訊宣導。

- b. 違法濫墾、擴墾部分依法收回造林，並加強回收地管理。

土石流潛勢溪流集水區內存有許多國有土地被占用的情形，土地管理機關應責無旁貸，儘速依相關法令規定，要求占用人植生復舊，歸還土地。在收回的土地也應加強造林管理，避免產生林相劣化情形。

- c. 加強民眾宣導及輔導工作

由現勘的過程得知，大部分民眾對主管機關的政策宣導與公告發布有其疑問及疑慮，更甚者表達完全不知情的立場。政府在辦理各項行政業務時，應勤於宣導，並儘量提供必要協助，強化民眾守法的觀念與保障民眾「知」的權利。

參考文獻

1. 林務局(2006)，台東縣境內第 2508 號土砂

捍止保安林墾民土地利用之調查評估研究報告。

2. 林美聆、溫惠鈺、葉雅芸(2006)，土石流潛勢溪流資料建立與管理，水土保持思維與展望研討會論文集。
3. 林務局(2005)，執行台東事業區第一林班地租地造林違約、違法處理情形報告。
4. 詹錢登(2004)，洪水與土石流-豪雨造成的土石流，科學發展(374)，P.14-23。
5. 吳正堂(2002)，土石流潛勢溪流危險度評估之研究，國立成功大學水利暨海洋工程研究所碩士論文。
6. 李國忠(1998)，台東縣境內第 2508 號土砂捍止保安林調查評估及其存廢之研究，林務局委託計畫報告。
7. 詹錢登(1994)，土石流危險度之評估與預測，中華水土保持學報，25(2)，P. 95-102。
8. 謝正倫、陳禮仁(1993)，土石流潛在溪流之危險度的評估方法，中華水土保持學報，24(1)，P.13-20。
9. 水土保持保局網 <http://www.swcb.gov.tw/> (2007 年 1 月最後瀏覽)。
10. 林務局網站 <http://www.forest.gov.tw/> (2007 年 1 月最後瀏覽)。
11. 土石流防災教育 <http://debris.swcb.gov.tw/> (2007 年 1 月最後瀏覽)。

96 年 1 月 3 日 收稿

96 年 1 月 30 日 修改

96 年 2 月 6 日 接受