

# 台灣北部地區潛勢土石流現場調查與分析

## Field Investigation and Analysis of Potential Debris Flow in North of Taiwan

高苑工商專科學校土木工程科講師

張東炯

Tung-Chueng Chang

### 摘 要

本文之目的係由現場調查與分析，研究本省北部地區，包括台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣三個地區之潛勢土石流及其特性。

先進行此縣市內之土石流危險溪流現場調查，經確認台北縣、市及基隆市共有 60 條、桃園縣有 18 條、新竹縣則有 13 條，此三縣市共計有 91 條曾經有土石流發生過。而危險溪流之地形特性經分析後統計，溪流坡度大部份分佈於 10 度至 25 度之間，佔總數之 82%，溪流長度集中於 500 公尺至 1500 公尺之間，佔總數之 69%，另外集水面積則以 10 至 180 公頃之間，佔總數之 92%。

其次，就降雨與土石流發生間之關係進行分析，得知在本研究調查區曾發生土石流之暴雨中，而以 18mm/hr 為其下限值，但皆小於其 5 年頻率年降雨量 56.8mm/hr。

最後，將土石流之土砂流出量與集水區之地形因子作一分析，同時推估本研究區域土石流在溪床上通過所造之侵蝕深度約在 0.3m ~ 1.6m 之間。

**關鍵詞：**潛勢土石流，現場調查。

### ABSTRACT

This paper presents the study of the potential debris flow in the Taipei, Keelung, Hsinchu and Taoyuan counties through both field investigation and analysis.

Field investigation on streams with high potentials for the debris flow to happen in these counties is conducted first. As a result, a total of 91 streams are found to have experienced of the debris flow in the past. Analyzing the geographical characteristics of these streams, it is interesting to find that most of the slopes about 82 percent are between

10 to 25 degree, almost 69 percent of the streams have the length from 500 to 1500 meters, and 92 percent of watershed area between 10 to 180 hectares.

The relationship between the precipitation and debris flow was analyzed. During the happened of debris flow in past, the minimum intensify is 18 mm/hr, the range lays below the area precipitation record 56.8mm/hr with return period of 5 years.

Finally, the quantity of the debris is connected to the size of watershed area. And the erosion depths on the stream bed are estimated to be 0.3m to 1.6 m.

**Keywords:** Potential debris flow, Field investigation.

## 一、前言

臺灣為一多山平地少之海島型國家，土地資源狹小，地質屬脆弱型，地勢坡度陡峭，且人口密度甚高，因此對於平地使用之需求更加為高，惟近年來工業與經濟之快速成長及環保意識抬頭之下，平地需求之使用已漸達飽和，而山坡地之開發便成為本省土地開發之重點。惟囿於本省地質、地形之影響，再逢上本省每年 6 月到 10 月之颱風降雨季節所帶來豐沛雨量，造成了本省山區大規模之土砂災害，其中尤以土石流災害更屬嚴重，而居住於山坡地上之人口，其生命及財產之損失也就令人更為之擔憂。綜觀近年來本省北部地區所發生之土石流災害計有：民國 70 年 7 月 19 日（莫瑞颱風）及民國 83 年 8 月 8 日（道格颱風）在台北縣三峽發生土石流，民國 68 年 8 月 15 日（歐敏颱風）及民國 70 年 7 月 19 日在台北縣石碇鄉發生土石流，台北縣貢寮鄉在民國 74 年 10 月 4 日（貝絲颱風）也發生大規模土石流，而又於民國 76 年 10 月 25 日在琳恩颱風侵襲下台北縣瑞芳造成土石流災害，同時在同一地區又於民國 83 年 8 月 3 日（道格颱風）再度遭受土石流災害，陽明山馬槽也於民國 78 年 7 月 28 日發生土石流，台北市信義區曾於民國 68 年 6 月 13 日發生土石流，台北縣林口於民國 71 年 8 月 11 日（西仕颱風）發生土石流，三芝鄉的富貴角也於民國 76 年 10 月 25 日（琳恩颱風）發生過；此種災害造成了台北縣、市多人死亡、房屋全倒及農業財物損失之慘痛事件；基隆市安一路也曾於民國 85 年 9 月 28 日發生土石流，新竹

縣芎林鄉芎林於民國 70 年 7 月 19 日（莫瑞颱風）也發生過，有關臺灣北部地區近年來重大土石流災害發生詳見表 1。由上述土石流造成之災害，確實影響著人民生命財產之鉅大損失，亦使得國家經濟資源蒙受重大影響，因此，土石流防治對策應從軟體及硬體設備上同時進行，例如民國 83 年首先在花蓮縣榕樹村設立本省第一座土石流預警系統，該系統歷經多次颱風考驗，即時疏散當地住戶，有效預防土石流災害之發生，惟不管是硬體或軟體設施，對於該地區之水文氣象及地形因子等資料之詳細了解才更能達到預期之成效。

本文為更進一步了解潛勢土石流發生之可能性，乃從本省北部之台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣著手進行現場土石流危險溪流調查，期能對本區域土石流危險溪流之分佈狀況詳細了解。另外，並更進一步蒐集本區域近年來曾發生的大規模土石流災害時間、地點、降雨等資料進行分析，希望經由本文之土石流與水文氣象之關係，以提供更進一步土石流災害之防治對策及理論研究之用。

## 二、土石流危險溪流分佈狀況

本省民國 85 年 8 月 1 日賀伯颱風在南投縣鹿谷鄉、信義鄉、水里鄉造成土石流災害之慘劇，震驚全國，而土石流危險溪流之調查工作，實刻不容緩。概因，土石流危險溪流之劃定可以提供政府有關機關及當地居民一重要訊息，以儘早集思廣益，做好防治災害之規劃工作，使災害發生後之損失達到最小程度。土石流是由固結或

表 1 北部地區近二十年土石流災害發生之雨量資料

地 點	雨量站	時 間	颱 風	總雨量 (mm)	最大時雨量(mm/hr)
台北 信義	信義	68年06月13日	暴雨	144	52
台北 石碇	石碇	68年08月15日	歐敏	191	21.3
台北 三峽	三峽	70年07月19日	莫瑞	313.4	59.1
台北 石碇	石碇	70年07月19日	莫瑞	261	67
新竹 芎林	芎林	70年07月19日	莫瑞	126	36.5
台北 林口	林口	71年08月11日	西仕	123	30.5
台北 貢寮	貢寮	74年10月04日	貝絲	92	34
台北 瑞芳	瑞芳	76年10月25日	琳恩	282	68
台北 三芝	富貴角	76年10月25日	琳恩	171	44
陽明山馬槽	陽明山	78年07月28日	暴雨	161	23
台北 瑞芳	瑞芳	83年08月03日	道格	123	18
台北 三峽	三峽	83年08月08日	道格	164	33
基 隆 市	五 堵	85年09月28日	暴雨	174	36

\*資料來源：水利處雨量觀測記錄

半固結物質所發生之集體流動現象，故它含有大量之泥、砂、礫及巨石等與水混合受重力作用後沿溪谷沖下。本文潛勢土石流之定義，係指經現場調查後發現，該溪流過去曾有土石流發生的經過，且在其流域內有住家及公共設施等保全對象，然而流域內縱然有土石流之發生但無保全對象者並未列入本文中之危險溪流範圍，有關土石流危險溪流的現場調查方法係依據謝(1992)之方式進行。首先由航照圖或地形圖上找出溪床坡度大於(15度)之地點，並量測該點以上之集水面積是否大於最小之有效集水面積( $A_c=5ha$ )。若具備上述條件則可視為高敏感度之土石流危險溪流，如果集水面積小於( $A_c$ )時，則應視現場調查結果方能判定。

如果整條溪流之縱剖面中並無大於 15 度之坡度者，則進一步找出溪床坡度大於 10 度之地點，並量測該點以上之集水面積是否超過最小之有效集水面積( $A_c$ )。若符合本條件者，則進行現場調查以決定是否為土石流危險溪流，若坡度或面積皆不合於上述條件時，則暫不列入土石流危險溪流之優先考慮。

現場調查中主要以溪流上游有無崩塌地或其下游有無扇狀地及其他土石流之痕跡為主。今

將台北縣、市及基隆市、桃園縣，新竹縣四縣市所調查出之土石流危險溪流分別繪於圖 1(a)、圖 1(b)、圖 1(c)。台北縣、市及基隆市土石流危險溪流經現場調查有 60 條，分別分佈於該縣之新店、石碇、坪林、三峽、瑞芳、林口、台北市之信義、北投、內湖及基隆暖暖等，如圖 1(a)。桃園縣土石流調查後僅有 18 條，大部份分佈在復興鄉，如圖 1(b)。新竹縣土石流危險溪流如圖 1(c)，該縣經現場調查確認之土石流危險溪流計有 13 條，集中於該縣南側的五峰鄉。從以上北部地區土石流現場調查得知，台北縣、市及基隆市之潛勢土石流危險溪流數較其他二縣為多。

### 三、土石流危險溪流之地形特性

根據本省以往對土石流發生研究報告可歸納出影響土石流發生的機制條件計有：降水量、溪流坡度、溪流長度及集水面積，而溪流坡度、溪流長度、集水面積等地形特性將於本節中針對各個不同縣之土石流危險溪流予以統計分析，以便經由現場調查結果了解地形特性對土石流危險溪流之影響。

#### (一) 坡度特性分析



圖 1(a) 台北縣、市及基隆市土石流危險溪流分佈圖

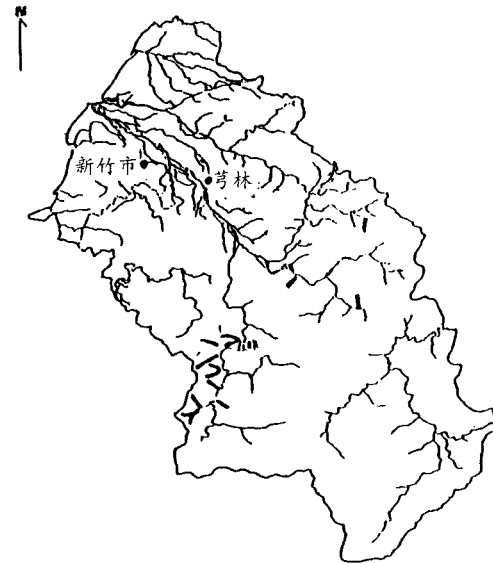


圖 1(c) 新竹縣土石流危險溪流分佈圖

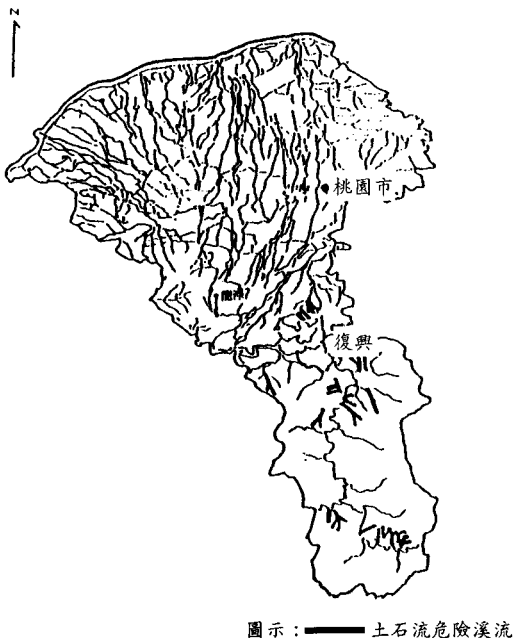


圖 1(b) 桃園縣土石流危險溪流分佈圖

圖示：—— 土石流危險溪流

本文土石流危險溪流之溪床平均坡度(S)計算係依下式計算：

$$S = \tan^{-1}[(\text{溪床上游高程} - \text{溪床下游高程}) / \text{溪谷長度}]$$

台北縣、市及基隆市土石流危險溪流平均坡度全集中於  $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$  之間如圖 2(a)，佔總數之 85%， $5^{\circ}$  以下及  $30^{\circ}$  以上幾乎無土石流發生。桃園縣土石流危險溪流溪床平均坡度經調查全部集中在 15 度至 30 度之間，佔總數之 94%， $15^{\circ}$  以下並無土石流發生，如圖 2(b)。而新竹縣土石流危險溪流溪床平均坡度分佈如圖 2(c)，大多分佈於 5 度至 30 度之間，其中以 15 度至 20 度之間為數最多，佔總數 30%， $30^{\circ}$  以上及  $5^{\circ}$  以下無土石流發生。台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣、三縣總計有 91 條土石流危險溪流發生，大部份溪床坡度集中在  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$  之間，約佔總數之 82%，如圖 2(d)。其中  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$  所佔比例達 42%，坡度  $30^{\circ}$  以上甚為稀少， $5^{\circ}$  以下無土石流發生。

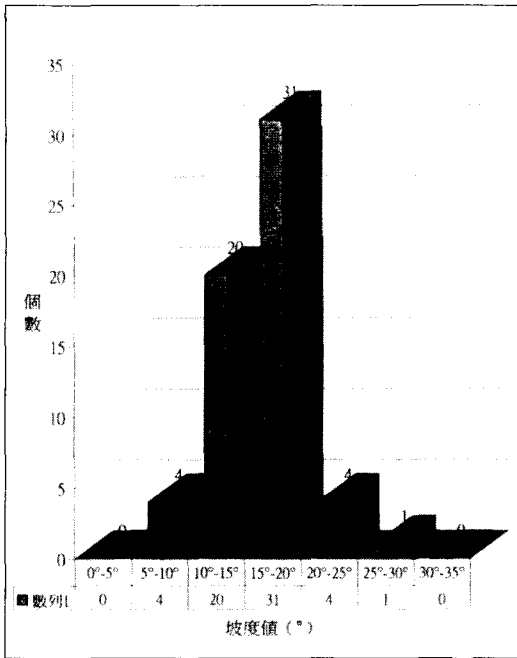


圖 2(a) 台北縣、市及基隆市土石流危險溪流坡度分佈圖

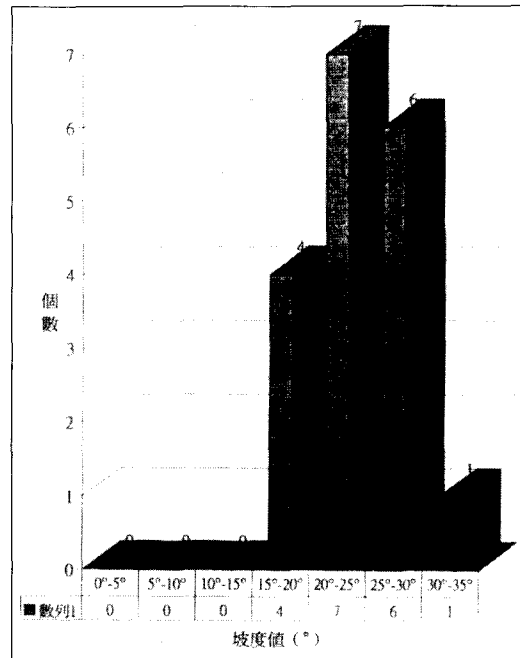


圖 2(b) 桃園縣土石流危險溪流坡度分佈圖

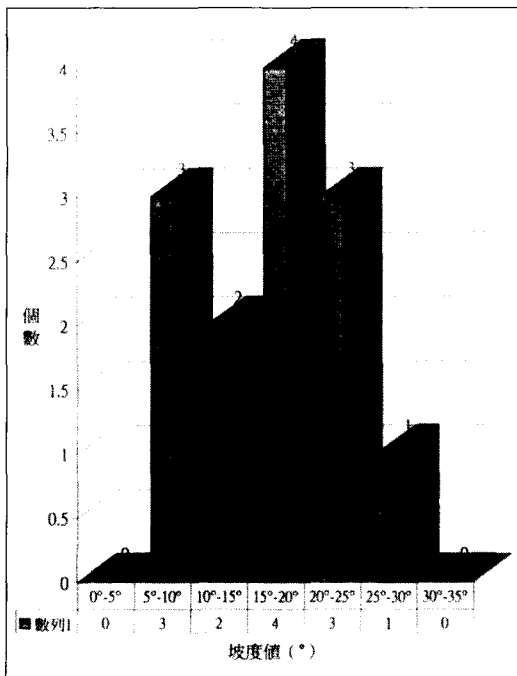


圖 2(c) 新竹縣土石流危險溪流坡度分佈圖

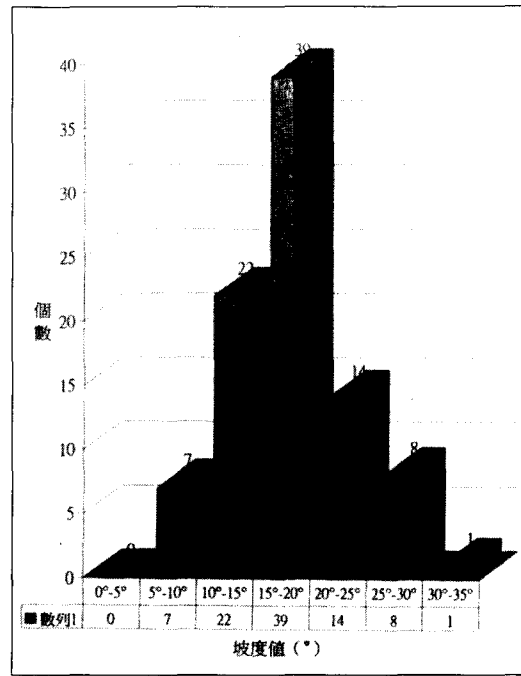


圖 2(d) 北部地區土石流危險溪流坡度分佈圖

## (二) 長度特性分析

溪流長度係依 1/25000 之地形圖，由溪流之谷口往上量至上游無法辨別出溪谷處為止之長度，而從圖中得知，土石流危險溪流之河川級序大部份屬 1~2 級。圖 3(a) 係台北縣、市及基隆市土石流危險溪流長度分佈圖，其溪流長度集中在 500 公尺至 1500 公尺之間，約佔總數之 70%，其中以 1000 公尺至 1500 公尺之間佔最多，約為總數之 40%。圖 3(b) 是桃園縣溪流長度分佈圖，本縣之危險溪流長度分佈較不均，以 500 至 1500 公尺之間，佔總數之 72%，500 公尺以下及 3000 公尺以上無土石流發生。圖 3(c) 是新竹縣土石流危險溪流，長度平均分佈在 500 至 3000 公尺之間，其中又以 1000 至 1500 公尺之間佔最多，達總數之 53%，500 公尺以下 3000 公尺以上已無土石流危險溪流。圖 3(d) 係北部地區土石流危險溪流長度分佈圖，本區危險溪流長度平均分佈在 500 至 3000 公尺之間，佔總數之 93%，而 500 至 1500 公尺之間分佈最集中，占總數之 69%。500 公尺以下及 3000 以上土石流發生較為稀少。

## (三) 集水面積特性

土石流危險溪流之集水面積係以溪谷出口處為基準點，在該點以上之集水面積稱之。台北縣、市及基隆市土石流危險溪流之集水面積分佈從 10 公頃到 360 公頃之間皆有，大部分集中在 10 公頃至 80 公頃之間為數最多，約佔總數之 72%。如圖 4(a)。桃園縣內土石流危險溪流之集水面積，平均分佈在 10~120 公頃之間，約佔總數之 78%，其中在 40 公頃至 60 公頃之間為數最多，約佔總數之 33%。如圖 4(b)。而新竹縣內之危險溪流集水面積分佈從 60 至 140 公頃之間，佔總數之 77%，其中以 100 至 120 公頃之溪流佔最多數，約為總數之 38%，60 公頃以下無土石流危險溪流之發生，如圖 4(c)。今將此四縣、市之集水面積做合併統計如圖 4(d)，顯示集水面積在 10 公頃至 180 公頃間之危險溪流佔總數之 92%，其中以 20 至 80 公頃之間佔總數之 53%，而共同之特徵是 180 公頃以上土石流危險溪流發生已很少。

本節係分別從溪床坡度、溪流長度及溪流集水面積對土石流危險溪流做一統計分析，而溪床坡度更是影響土石流發生條件的主要關鍵之一，因一定的坡度之下才足以促使溪床之上堆積物產生下滑之作用力，溪流長度、溪流集水面積兩項則係影響溪谷出口土砂量大小之因子。在高橋（1974）理論，土石流之發生其溪床坡度約可定在 15°~22° 之間，唯若考慮土石流之過渡現象則可定在 10°~30°。從日本一些土石流災害發生現場資料亦顯示坡度在 10°~30° 間之溪床係土石流發生最頻繁之處。本文依上述觀點，將各縣溪床坡度在 15° 以上之集水面積另予統計，如圖 5(a)~5(d)，其中台北縣、市及基隆市共有 43 條土石流危險溪流坡度在 15° 以上佔總危險溪流數之 71%，其中集水面積從 10 公頃至 80 公頃之間約佔 77%，如圖 5(a)；桃園縣則較無明顯差異，有 18 條土石流危險溪流均在坡度 15° 以上，佔總危險溪流數之 100%；新竹縣有 8 條土石流危險溪流均在坡度 15° 以上，佔總危險溪流數之 61%。最後將四縣、市合併統計發現坡度 15° 以上、集水面積在 10~180 公頃之間之土石流危險溪流即佔達總數之 95%，如圖 5(d)。因此本調查區域以坡度為 15° 之集水面積分佈比以谷口為基準之集水面積分佈較為集中。

## (四) 崩場地與土石流危險溪流之關係

土石流發生往往帶來大量之土砂，當土砂量往下沖刷，便造成下游地區之災害，而土砂量之多寡係源自溪床上之堆積物量，其中堆積物部份可能來自於溪床上游山坡地崩場所形成之礫石砂料，因此危險溪流上游之山崩也是影響土石流土砂流出量之因子。為更進一步了解危險溪流流域內大規模之山崩與地滑資料，乃採用行政院農委會主辦，由航空測量及遙感探測學會編製之台灣地區山坡地崩場地分佈圖，將台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣土石流危險溪流上游之崩塌資料彙整如表 2，由表中可知台北縣、市及基隆市危險溪流流域內上游崩塌佔三縣之冠，約為 35%，新竹縣幾乎沒有，而桃園縣佔 6%。

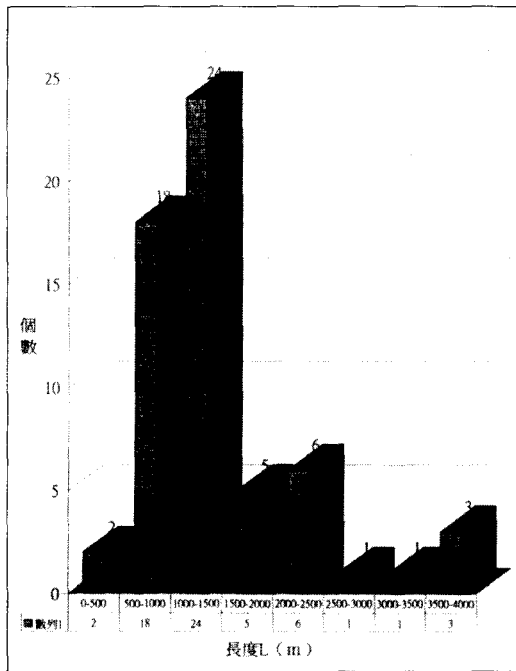


圖 3(a) 台北縣、市及基隆市土石流危險溪流長度分佈圖

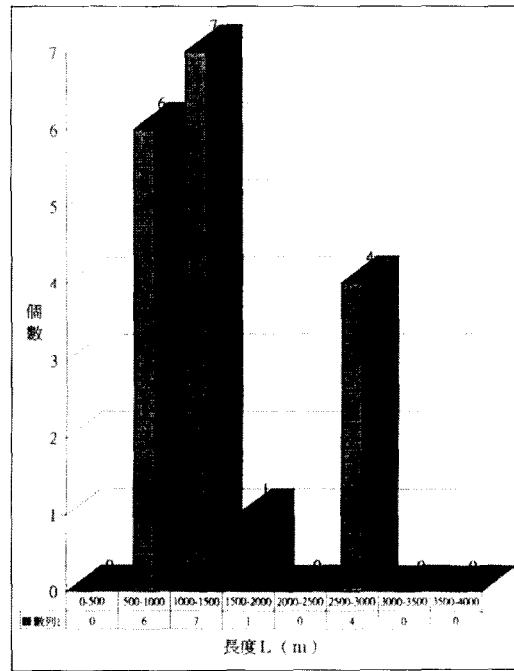


圖 3(b) 桃園縣土石流危險溪流長度分佈圖

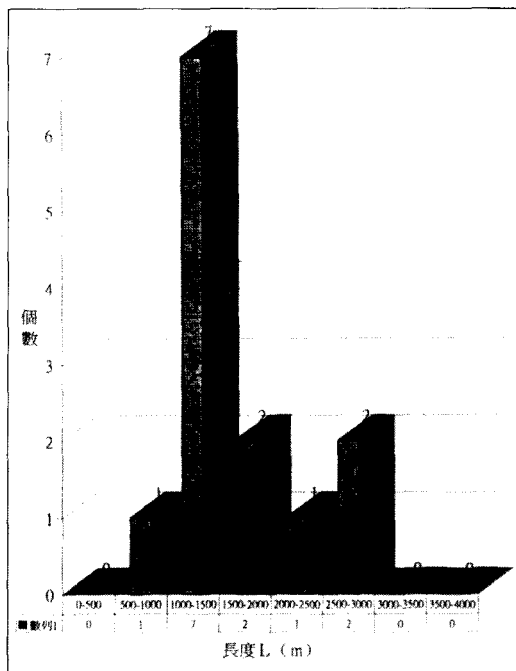


圖 3(c) 新竹縣土石流危險溪流長度分佈圖

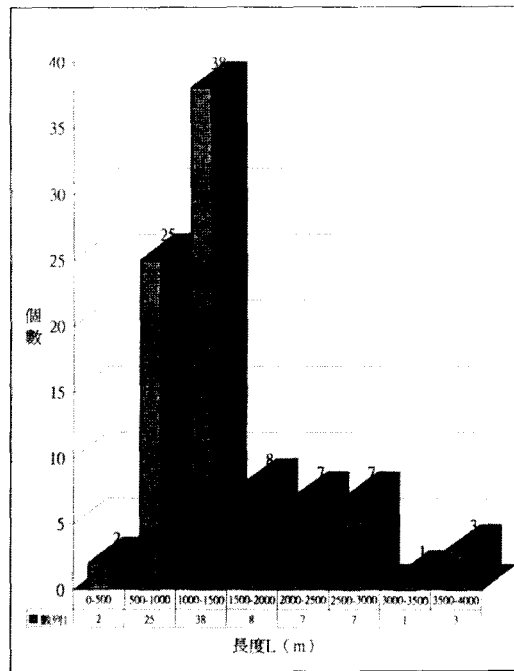


圖 3(d) 北部地區土石流危險溪流長度分佈圖

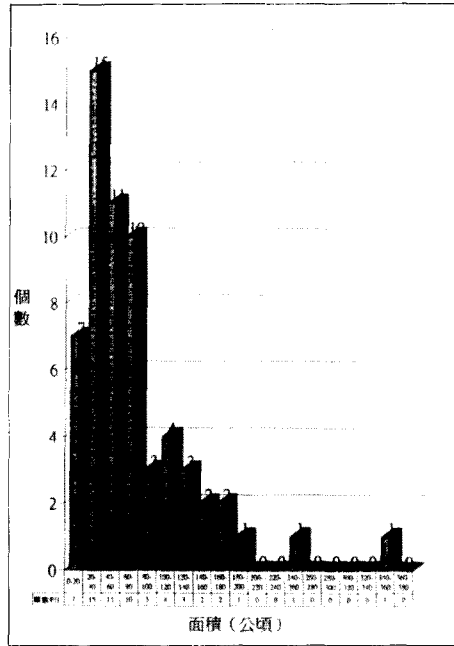


圖 4(a) 台北縣、市及基隆市土石流危險溪流集水面積分佈圖

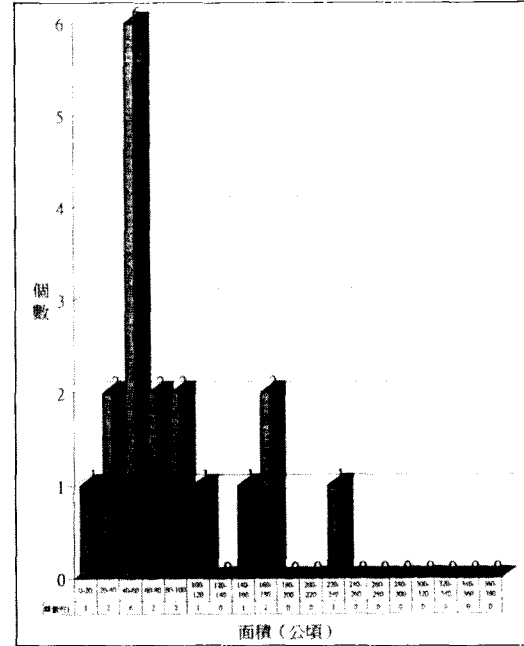


圖 4(b) 桃園縣土石流危險溪流集水面積分佈圖

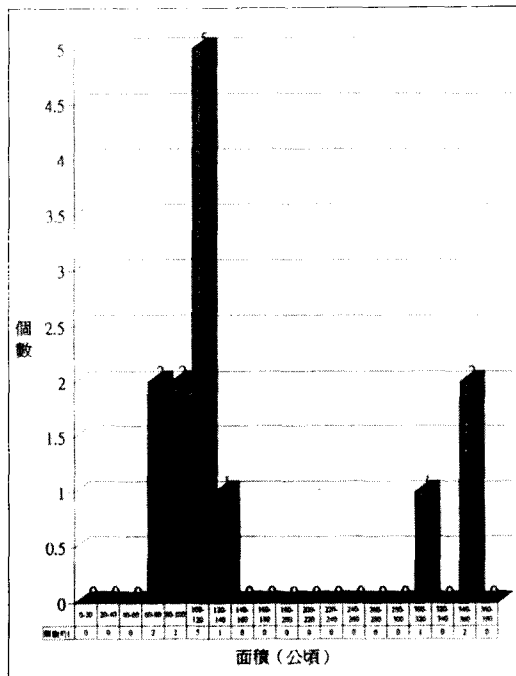


圖 4(c) 新竹縣土石流危險溪流集水面積分佈圖

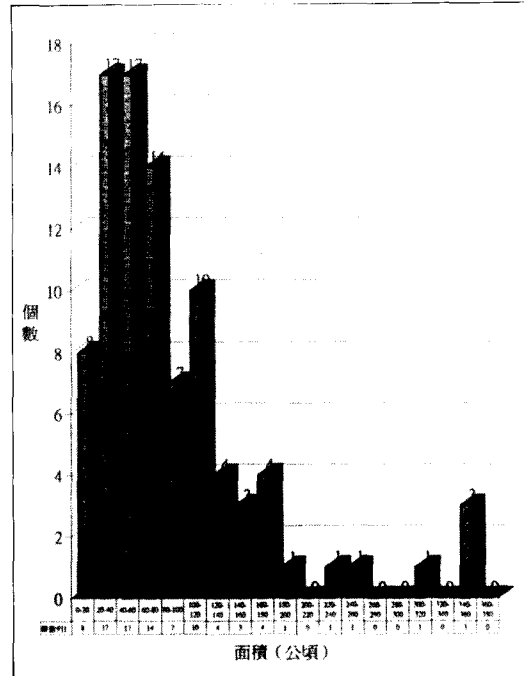


圖 4(d) 北部地區土石流危險溪流集水面積分佈圖



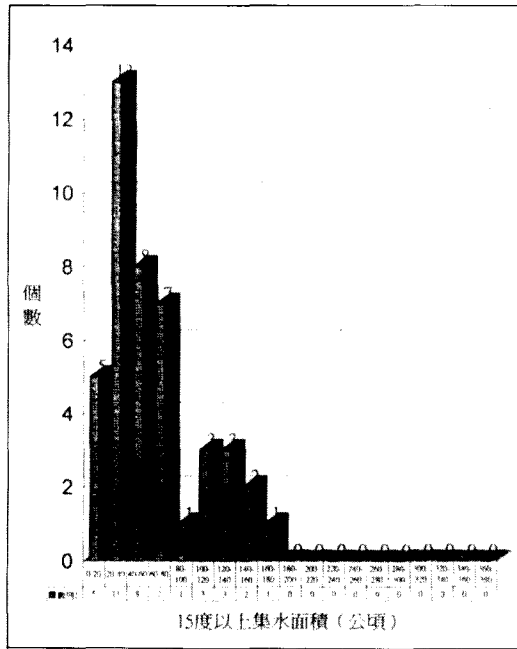


圖 5(a) 台北縣、市及基隆市土石流危險溪流坡度值 15 度以上集水面積分佈圖

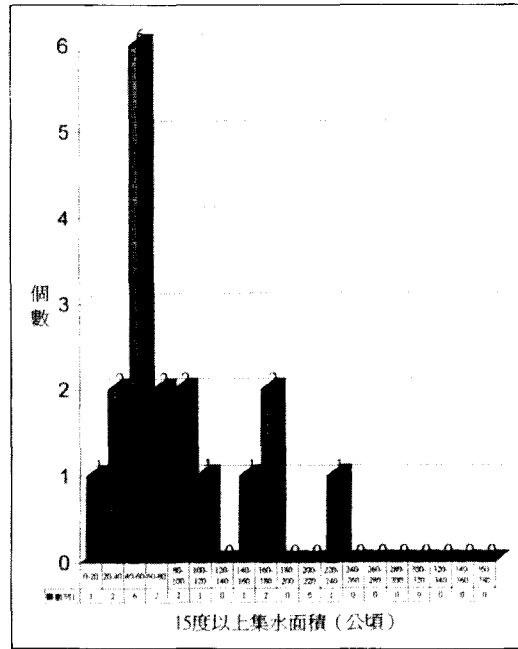


圖 5(b) 桃園縣土石流危險溪流坡度值 15 度以上集水面積分佈圖

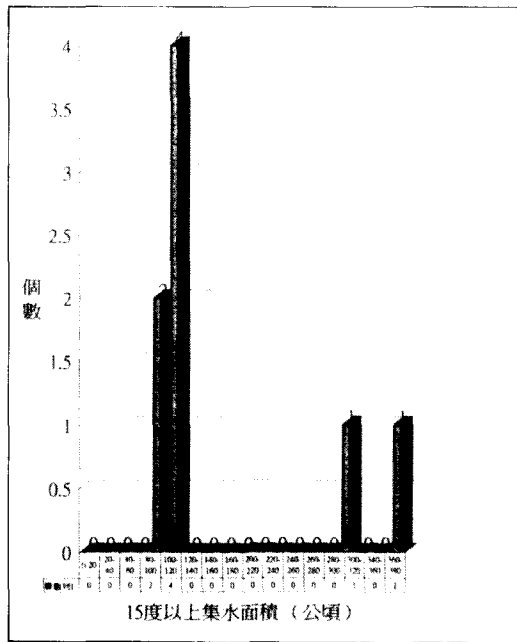


圖 5(c) 新竹縣土石流危險溪流坡度值 15 度以上集水面積分佈圖

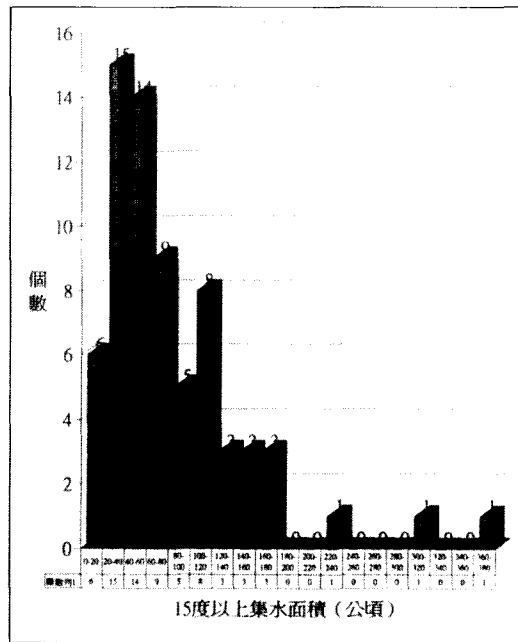


圖 5(d) 北部地區土石流危險溪流坡度值 15 度以上集水面積分佈圖

表 2 北部地區土石流危險溪流上游崩塌地分佈表

	土石流危險 溪流數(條)	上游崩塌地 (條)	百分比 (%)
台北縣、市及 基隆市	60	21	35
桃園縣	18	1	6
新竹縣	13	0	0

\*資料來源：台北縣、市及基隆市、桃園縣與新竹縣山坡地崩塌地分佈圖

#### 四、降雨特性與土石流發生之關係

影響土石流發生之主要因子計有溪流坡度、溪流長度、溪流集水面積大小、溪床堆積物及降雨量，而降雨量更是直接造成土石流發生與否之主要誘因。本省近幾年來較重大之土石流災害，大部份皆因颱風或暴雨所形成，為進一步了解土石流與降雨量兩者間之相關性，本文乃收集近二十年來在台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣曾發生過土石流之暴雨資料如表 1 及圖 6(a)。暴雨資料來源係引用水利處各區雨量觀測站之時雨量資料，並視地形情況需要，配合徐昇氏法處理降雨量資料。表中之總雨量及最大時雨量皆係指一場暴雨而言。由表 1 中資料可得知，本研究區域內之時雨量超過 18mm/hr、總雨量超過 92mm 時皆有形成土石流發生之可能性。為更進一步了解暴雨的特性，乃分別繪成總雨量特性圖如圖 6(b)，及降雨強度特性圖如圖 6(c)。在圖 6(b)中可知本區域誘發土石流之暴雨其總雨量皆大於 92mm 小於 313mm。另外圖 6(c)顯示本調查區域之最大時雨量皆大於 18mm/hr，但未超過 68 mm/hr。

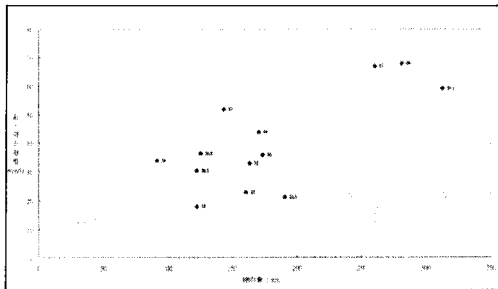


圖 6(a) 北部地區土石流誘發暴雨特性圖

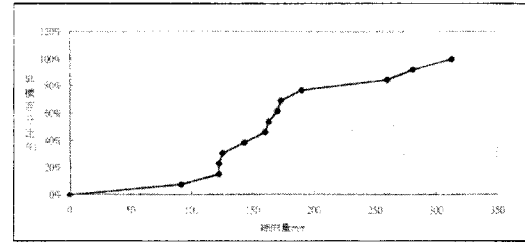


圖 6(b) 北部地區土石流誘發暴雨之總雨量特性圖

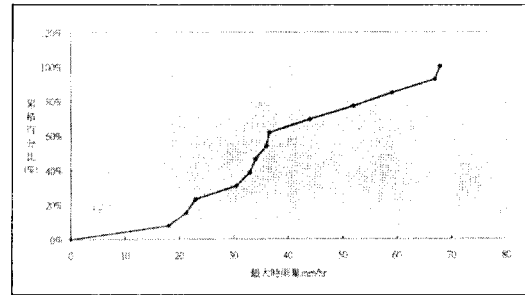


圖 6(c) 北部地區土石流誘發暴雨強度之降雨強度特性圖

若參考本省北部區域頻率年降雨強度表計算，則其 5 年頻率年之降雨強度為 56.8mm/hr，而本文調查區域內誘發土石流暴雨之下限最大時雨量小於其 5 年頻率年降雨。故可得知，本區域極易因暴雨而發生土石流，非因高頻率年之暴雨而產生土石流災害。

另外本文亦分別針對本調查所曾發生過土石流災害之地點，將其土石流發生時刻與降雨時間分佈做一分析。圖 7(a)係民國 70 年 7 月 19 日在新竹縣芎林鄉，因莫瑞颱風所引發之土石流災害之降雨資料圖。當時最大時雨量為 36.5mm/hr 發生在當日 16 時至 17 時間，而根據當地之調查土石流災害發生時刻約在當晚 23 時左右，即尖峰降雨後發生土石流。圖 7(b)係民國 71 年 8 月 11 日，台北縣林口所發生土石流災害之降雨分佈圖。尖峰降雨為凌晨 3 時至 4 時，降雨強度為 30.5mm/hr，而據調查土石流發生時刻係在凌晨 4

時左右，故可能於尖峰降雨後就發生土石流災害。圖 7(c)係民國 85 年 9 月 28 日在基隆安一路因一場暴雨所引發之土石流災害之降雨分佈圖，該場暴雨之第一次尖峰降雨時間在早上 6 至 7 時，降雨強度為 27mm/hr。土石流發生時刻根據當地居民指出，約在早上 7 點 50 分左右，相較得知兩者之發生時間非常接近。從上面幾個案例可知，土石流發生之時刻與該場暴雨之最大時雨量發生時刻相當接近。

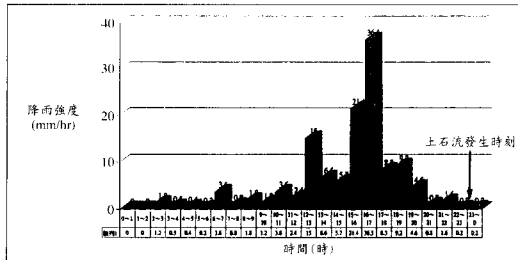


圖 7(a) 70 年 7 月 19 日新竹縣荳林土石流發生時刻分佈圖

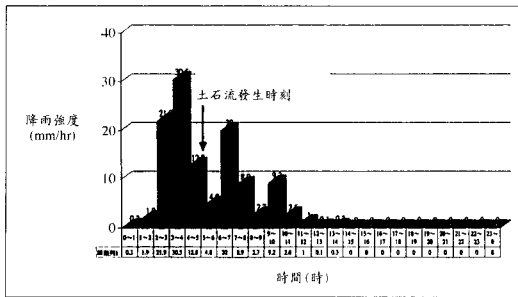


圖 7(b) 71 年 8 月 11 日台北縣林口土石流發生時刻分佈圖

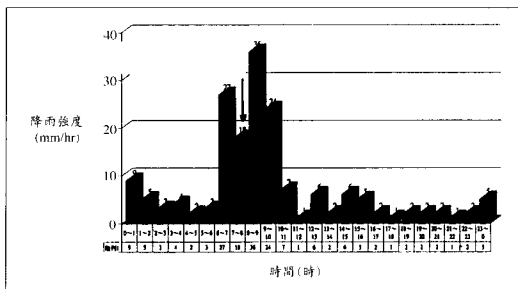


圖 7(c) 85 年 9 月 28 日基隆安一路土石流發生時刻分佈圖

## 五、土石流出量與地形因子之關係

土石流災害發生時，由上游挾帶大量土砂、礫石往下游谷口處沖刷，致形成扇狀淤積而停止。然而災害所帶來的土砂量與上游崩積量、溪床堆積物、溪流坡度、溪流長度、溪流寬度及集水面積等地形因子有相當密切關係。惟本省對於土石流災害後之現場調查資料並不多，本文收集近二十年來發生在台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣等地區之土石流災害案例，予以整理列於表 3 中。表中之集水面積係以各谷口為基準所量得者，依據此表並且與日本之土石流出量與集水面積之關係圖做一比較如圖 8，將表 3 中發生過之土石流點繪於圖 8 得 A、B、C、D、E、F 六點，在圖中發現大部份之土砂流出量均較日本平均標準偏低，分別為 7%、6.5%、12%、10%及 6.8%。另外本文調查區內危險溪流之土砂移動層厚度推估約在 0.3~1.6m 之間，其值與日本各地土石流危險溪流之侵蝕深度比較，見表 4。

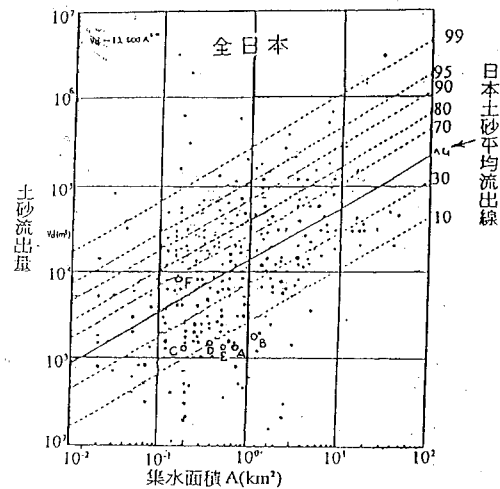


圖 8 全日本土石流流出量與集水面積關係圖

※資料來源：日本建設省河川局防砂課

表 3 土砂流出量與地形因子參數表

地點 \ 地形因子	集水面積 (公頃)	溪流長度 (m)	溪流寬度 (m)	溪流坡度 (°)	土砂流出量 (m <sup>3</sup> )	移動層厚度 推估值(m)	地質性質
A. 三峽金川	86	1800	3.5	14	2520	0.4	砂岩
B. 三峽有木	105	1800	4	17	3600	0.5	砂岩, 頁岩
C. 三峽竹崙	26	1100	6	17	2640	0.4	砂岩
D. 石碇	60	1000	4.5	14	2700	0.6	煤岩, 煤
E. 貢寮	75	1300	4.5	14	1755	0.3	砂岩
F. 瑞芳	32	850	7	16	9800	1.6	砂, 頁岩, 煤

## 六、結 論

- (1)台北縣(市)及基隆市內之土石流危險溪流總計有 60 條,集中於台北縣之新店、石碇、坪林、三峽、瑞芳、林口、台北市之信義、北投、內湖及基隆暖暖等。桃園縣內之土石流危險溪流總計有 18 條,大多分佈於復興鄉,新竹縣內之土石流危險溪流總計有 13 條,大部分集中於五峰鄉內。
- (2)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內土石流危險溪流平均坡度集中於 10°~25°之間,佔總數之 82%,其中以 15°~20°所佔比例即達 42%,5°以下無土石流發生。
- (3)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內土石流危險溪流長度大多集中於 500 公尺至 1500 公尺之間,佔總數之 69%,500 公尺以下,3000 公尺以上幾乎不存在。
- (4)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內土石流危險溪流以谷口為基準之集水面積在 10 ~ 180 公頃之間佔總數之 92%,另以溪床坡度 15 度為基準點之集水面積在 10 ~ 180 公頃之間其比例高達總數之 95%,其比例較前者略為偏高,即以 15°坡度為基準之集水面積比以谷口為基準之集水面積分佈較為集中,且 10 公頃以下之集水面積幾乎無土石流發生。
- (5)北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內之土石流危險溪流其河川級序大部份屬 1~2 級溪流。

- (6)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內之土石流危險溪流上游有大規模崩塌地之比例分別佔 35%、6%及 0%。
- (7)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內近二十年來曾誘發土石流之暴雨,其最大時雨量以 18mm/hr 為下限,此值小於北部五年頻率年之降雨值 56.8 mm/hr,以 68 mm/hr 為上限,顯然本區域極易因一般暴雨而產生土石流災害,而並非高頻率年之降雨才造成之土石流災害。
- (8)從台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內近二十年來所發生土石流災害之降雨分佈圖可得知,土石流發生時刻與該場暴雨最大時雨量發生時刻相當接近,因此以時雨量作為土石流發生之參考指標,應屬可行。
- (9)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣之土石流災害中,其單位流域面積之平均土砂流出量與日本平均標準值比較略有偏低情形。
- (10)台北縣、市及基隆市、桃園縣、新竹縣內之土石流災害中,其對溪床所造成之侵蝕深度約為 0.3m 至 1.6 m 之間。

## 七、誌 謝

本研究承蒙行政院農委會經費補助,研究期間並承台灣省政府水土保持局提供協助,及謝教授正倫提供寶貴意見,特此誌謝。

## 八、參考文獻

1. 何春蓀 (1981), 『普通地質學』, 五南圖書出版公司, PP.97。
2. 何春蓀 (1994), 『台灣地質概論』, 經濟部中央地質調查所, PP.43~56。
3. 陳信雄 (1984), 『土石流災害調查方法之研究(一)』, 台灣大學森林學系, PP.1~34。
4. 王如意、易任 (1982), 『應用水文學(上)』, 國立台灣編譯館, PP.99~101。
5. 游繁結、陳重光 (1987), 『豐丘土石流災害探討』, 中華水土保持學報, 第十八卷, 第一期, pp.76~92。
6. 游繁結、陳重光 (1988), 『十八重溪土石流災害之探討』, 農林學報, 第三十七卷, 第一期, pp.1~18。
7. 江永哲、林啟源 (1991), 『土石流之發生雨量特性分析』, 中華水土保持學報, 第二十二卷, 第二期, pp.21~23。
8. 謝正倫 (1991), 『土石流預警系統之研究(一)』, 國立成功大學台南水工試驗所報告, 第 130 號。
9. 謝正倫 (1993), 『土石流預警系統之研究(二)』, 國立成功大學台南水工試驗所報告, 第 139 號。
10. 高橋保(1977), 『土石流發生流動關係研究』, 京大防災研究年報 20 號 B-2, pp405~435。
11. 謝正倫、陳禮仁 (1993), 『潛在溪流之危險度評估方法』, 中華水土保持學報, 第二十四卷, 第一期, pp.13~19。
12. 謝正倫、許睿心 (1993), 『沖淤模式開發與應用』, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文, pp.8~21。
13. 陳禮仁 (1996), 『台灣崩塌災害防治對策研究』, 國立台灣大學森林學研究所博士論文, P.P47~61。
14. 華昭雄 (1996), 『賀伯颱風豪雨與公路工程規劃設計施工之檢討』, 台灣公路學報, 第二十三卷, 第四期, pp.29~38。
15. 日本建設省河川局砂防課 (1989), 『土石流危險溪流土石流危險區域調查要領』。
16. 行政院農業發展委員會經費補助, 航空測量及遙桿探測學會編製(1996)『桃園縣山坡地崩塌地分佈圖』。
17. 行政院農業發展委員會經費補助, 航空測量及遙桿探測學會編製(1996)『新竹縣山坡地崩塌地分佈圖』。
18. 行政院農業發展委員會經費補助, 航空測量及遙桿探測學會編製(1996), 『台北縣市及基隆市山坡地崩塌地分佈圖』。

收稿日期：民國 87 年 6 月 5 日

接受日期：民國 87 年 6 月 12 日