



# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

輸砂概論報告

台灣地區土石流災況

作者：黃靖純、邱欣姿

系級：水利工程與資源保育學系

學號：D9357230、D9325517

開課老師：許盈松 老師

課程名稱：輸砂概論

開課系所：水利工程學系

開課學年：96 學年度 第1學期



## 摘要

近幾年來由於都市發展已達飽和，因此往山坡地或丘陵台地發展已成必然之趨勢，但由於台灣地區地質不良，水土保持不受重視，導致每逢颱風暴雨便傳出災情，其中又以「土石流災害」最為嚴重。土石流發生之區域常常將房舍淹沒，橋梁沖毀，造成交通中斷，人民生命財產的損失。民國 79 年的歐菲莉颱風至民國 93 年敏督利颱風造成的七二水災，皆造成大規模的土石流慘重災情，可見土石災害有逐年加劇之趨勢，因此土石流之研究已是刻不容緩的課題。

報告撰寫前，先進行土石流災害相關資料之蒐集與整理，內容包括土石流概述、台灣土石流災害案例、土石流災害防治與管理，對土石流更深入之了解，進一步蒐集台灣地區土石流災害案例相關報導，並加以彙整土石流災害防治方法。

土石流雖然是一種自然現象，卻是人類加速開發土地不當行為所遺留的後遺症，惟有使民眾認識土石流，並從保護土地的基本觀念著手，方能使土石流不致於在人類周遭環境出現。

## 關鍵字

土石流、土石流概述、台灣地區重大土石流災況、土石流災害防制。

# 台灣地區土石流災況

## 目錄

	頁次
目錄	I
表目錄	IV
圖目錄	VI
第一章 緒論	1-1
1-1 研究目的	1-1
1-2 研究架構	1-2
第二章 土石流概述	2-1
2-1 土石流定義	2-2
2-2 土石流發生原因	2-3
2-3 土石流之流動特性	2-4
2-4 土石流發生之徵兆	2-6
第三章 台灣地區重大土石流災況	3-1
3-1 神木村土石流災害	3-1
3-1-1 區域地質地形	3-1

3-1-2	土石流災害	3-1
3-1-3	土石流成因探討	3-2
3-2	銅門村土石流災害	3-3
3-2-1	區域地質地形	3-3
3-2-2	土石流災害	3-4
3-3	仁愛鄉南豐村土石流災害	3-5
3-3-1	區域地質地形	3-5
3-3-2	土石流災害	3-6
第四章	土石流災害防制	4-1
4-1	土石流災害防制方法	4-1
4-2	土石流災害管理	4-3
第五章	結論與心得	5-1
5-1	結論	5-1
5-2	心得	5-1
參考文獻		參-1



## 圖目錄

	頁次
圖 1.1 報告架構流程圖	1-2
圖 3.1 花蓮縣秀林鄉銅門之嚴重土石流	3-5
圖 4.1 土石流防治之各種方法示意圖	4-2
圖 4.2 災變管理階段圖	4-3



# 第一章 緒論

## 1-1 研究目的

近幾年來由於都市發展已達飽和，因此往山坡地或丘陵台地發展已成必然之趨勢，但由於台灣地區地質不良，水土保持不受重視，導致每逢颱風暴雨便傳出災情，其中又以「土石流災害」最為嚴重。土石流發生之區域常常將房舍淹沒，橋梁沖毀，造成交通中斷，人民生命財產的損失。

民國 79 年的歐菲莉颱風至民國 93 年敏督利颱風造成的七二水災，皆造成大規模的土石流慘重災情，可見土石災害有逐年加劇之趨勢，因此土石流之研究已是刻不容緩的課題。

## 1-2 研究架構

### 一、基本資料蒐集彙整

為達成預期目標，在進行報告撰寫前，須先進行土石流災害相關資料之蒐集與整理，內容包括土石流概述、台灣土石流災害案例、土石流災害防治與管理。

### 二、文獻閱讀與整理

為對土石流更深入之了解，進一步蒐集台灣地區土石流災害案例相關報導，並加以彙整土石流災害防治方法。

### 三、研究心得與討論

討論土石流災況影響台灣之研究結論與閱讀心得。

### 四、撰寫報告

將本文研究結果統一整合，並以圖文的方式呈現於此報告當中。



圖 1.1 報告架構流程圖

## 第二章 土石流概述

在溪谷中突然之間大量之土、砂、石、礫、岩塊夾雜於泥水中而以排山倒海之勢，並發出震耳欲聾之聲流下，而且在流動之中甚至可感覺到地面在震動；同時，此等土砂石流動通過時，可將溪床中許多大小石塊或是大型障礙物一起沖下；而大量土砂石流出谷口時，可吞噬構造物、沖失車輛、掩埋道路、房舍、田園等；當這些土砂石之流動停止下來之後，會形成大範圍之沖積扇堆積在谷口。類似此等大量土砂石之流動形態，即所謂之土石流。因此，若以攪拌後之混凝土流下所呈現之流態，用來比擬作土石流之流態可能最恰當不過。

土石流在流動時之實際流態，真正觀察到之案例極少，主要是因土石流何時發生、何處發生，並不容易掌握，因此不易事先在可能發生場所等待土石流出現，即使能在現地等待，亦因土石流之威脅性極大，可能必需冒極大之風險才可能觀測到土石流之流態。因此，許多土石流之案例，大多僅觀測到土石流停止後所形成之堆積物而已。近年來藉攝影器材之進步，方得以捕捉到一些土石流之實際流態，並依當地居民之所見，而對土石流之流態有一比較明確之描述，茲將其流態歸納如下：

1. 為土、砂、石、礫等材料與水混合成一體流下。
2. 經常會夾雜大岩塊或流木等材料，而大岩塊走在先端呈滾動或滑動之方式流下。
3. 流下之土石流從橫斷面觀之，其中央部分呈凸形、兩側則較低；從縱斷面觀之，則先端部分壅高凸起。
4. 流動時會對溪床或溪岸之土體產生剝削之沖蝕現象，且將剝削之土砂一起帶下，而使土石流之體積逐漸擴增。

5. 土石流停止下來時，大致可保持原流下時之土砂體形態，但若後續有水流流出或較稀薄之土砂流出時，可越過原堆積土體往下游流下，而呈擴散狀態堆積下來，逐漸形成扇狀地，或擴大扇狀地之規模。

## 2-1 土石流定義

土石流係土、砂、石等土體與水混合一體，而呈現流動之狀態，因此土石流亦屬土壤沖蝕之一特殊型態。但土石流係集合大量土砂體集體搬運之現象，有異於一般雨水或逕流對表土所作之個別搬運沖刷形態；亦不同於崩塌或地滑，雖為集體搬運現象，卻是以崩落或滑動之運動方式而非流動之形態。因此土石流乃自成一種特殊之型態，而可定義為土石流係土、砂、礫、石等材料與水之混合體，受水之作用形成高濃度之流體且具相當速度之流動現象。

依此定義則土石流在材料特性上係包涵有土、砂、礫、石、岩屑等物體；而水則扮演著內、外力之施加作用；同時在運動過程中，其土體內部有產生連續變形速度之特點。但土石流常因所含土、砂、石等固體材料之比例不同，而使其流動之物理性有所差異，以致在分類上有許多不同名詞。

目前臺灣沿用日語之土石流，主要在強調其具土壤、石塊等材料之流動特徵。但由於土砂石等材料之定量化不易，且其流動特性亦依材料之不同而可呈現不同之流體力等特性之差異，故欲給土石流一明確之定量化名詞，並不容易，故將以土石流一詞涵土砂石之流動現象。

## 2-2 土石流發生原因

有關土石流之發生，雖未能實際觀測得知，但從以往許多案例之特徵及現況之實體可初步瞭解，其發生之條件須滿足：陡急坡度，足夠水量，充分之土砂供給等三要素。而主要發生之原因分類如下：

1. 陡急溪床上所堆積之土砂礫等材料，因豪雨所提供大量水分之供給，而使該堆積土體突然潰散流下。
2. 坡面崩塌之土砂落下時與地表水或坡面噴出水混合，使崩落土體變成流體化之現象而流下。
3. 坡面崩落大量土砂在溪床上堆積，形成一類似臨時性之天然埧體，在溪流水量增加且在天然埧體上產生越流之現象時，此一天然埧體突然潰散而流下。
4. 地滑之土塊因大量水分之滲入形成流體化而流下。
5. 火山活動使火山口湖附近因水量之溢出形成土石流，或堆積之火山灰因滲透性較差，在地表水充分供給下，使厚層之火山灰形成土石流流下。

上述五種發生類型中，以第一類型發生之案例最多，如五股、銅門、火炎山之土石流均屬之。而第二類與第四類型可能經常出現，但不易掌握其正確時機，故難以舉出確切之實例。至於第三類型之土石流，則以草嶺之大崩塌最後終於潰散流出，而使原來形成之臨時性天然埧消失為一典型之案例。第五類型之土石流屬火山地區較容易發生之類型，在臺灣幾乎不易見到。

土石流之發生條件中，足夠水量之供給為主要之誘因，因此欲有相當之水量必需有對應之集水面積，以匯流充分之水量以促發土石流。而依日本調查土石流發生之集水區面積，有 65%以上之土石流發生在集水區面積  $1\text{Km}^2$  以下之範圍，而有 80%以上之土石流發生之集水

區面積在  $2 \text{ Km}^2$  以下，但以集水區面積  $0.3 \text{ Km}^2$  之溪谷最常發生土石流。此等地形特性顯示集水區面積較小之溪谷，大多屬發育中之一次谷，而一次谷乃具有較陡坡之特徵，又在有足夠集水面積來匯集雨水形成逕流供應，以致能使堆積在溪谷上之土砂因而形成土石流流下。另溪谷坡度亦為土石流發生之一主要因素，依日本之調查顯示，土石流發生之溪谷坡度通常在  $15\sim 30^\circ$  之間，而超過  $30^\circ$  之坡度，一般土體即處於不穩定狀態，反而容易以崩塌方式破壞，以致於在未形成土石流之前，即因崩塌潰散，失去原陡急之坡度，是以在坡度大於  $30^\circ$  之溪谷，反而發生土石流之可能性較低。

至於降雨量之大小對土石流發生之影響，雖至目前尚無一定之關聯性，但絕大多數土石流之發生主要與降雨強度、累積降雨量有關，一般在降雨強度超過  $35 \text{ mm/hr}$  或累積雨量達  $150 \text{ mm}$  以上時，均容易使土石流發生，但亦有 10 分鐘下  $4 \text{ mm}$  之雨量即發生土石流之情形，因此降雨之因素應屬土石流發生之必要條件，至於降雨多少才會發生土石流，則與當時溪谷土砂所處之狀態有密切關係。

## 2-3 土石流之流動特性

土石流從原呈靜止狀態之堆積土體開始產生不穩定而流動之後，此時土砂石等材料已與水混合呈流體狀態，因此在流動過程中，土石與水之間會因顆粒相互碰撞與水之作用，而使流動時具有下列之特性：

1. 土石流之最先端湧高而形成一類似海嘯之前頭波，一般稱之為段波，此時較大粒徑之石礫逐漸湧向前端，而使段波先端處呈大粒徑石礫聚集流動之現象。

2. 先端部之段波受水量之影響，可呈間歇性之流動現象，亦即段波流動一段距離後暫時因脫水或受阻而停滯，但在後續水量補充或土砂繼續供給下，又再度流動，惟其間歇性流動之周期不固定。
3. 先端部之段波通過後，後續之流體通常為土砂濃度大減，且粒徑較小，流量亦減少之土砂流。
4. 土石流流動時由橫斷面觀之，其先端部呈中央凸起之圓丘狀，而後續部則成中央凹陷之形狀。
5. 土石流流動時因所攜帶土砂量極多，在慣性作用上使其在直線性溪谷流動時之直進性強，不易受河道之彎曲而轉彎。但當受制而形成彎流時，則在凹岸處產生極大之湧高，致使凹岸與凸岸之流動面落差極大。
6. 土石流流動時因運動能量極大，且底部土石之粗糙度亦大，可因能量之傳遞將溪床嚴重淘刷，尤以流心部之淘刷能力特大。

土石流流動時由於土砂量與水混合之比例不同，及溪床坡度大小之影響，將使其流動狀態與流動特性有所差異，一般若粗礫含量較高時，可稱之為礫石型土石流，其流速可達 3~10m/sec 以上；而細砂等含量較高時，在日本以 0.1mm 以下之細粒土砂含量在 10% 以上者，稱之泥流型土石流，其流速在 2~20m/sec 左右。通常礫石型土石流一發生後，其流速較快，但泥流型土石流在含水量較多，亦即流動之土體濃度較小時反而愈快。至於流動時之流體密度大約在 1.2~2.1t/ml 左右。而在中國大陸所謂之泥石流，其流體之土砂礫含量可達 70~80%。

土石流流動時因其動量大，且與溪床接觸面因土石之粗糙度大，可對溪床造成侵蝕作用，而使土石流通過後之溪床面嚴重淘蝕刷深，同時亦可使溪谷兩岸斜面遭土石流淘刷而崩塌，故在土石流流動後之溪谷，在土石流通過後變得更深更寬。但亦有土石流在溪谷中流動

時，因受阻滯而脫水後停積在溪谷中，此等暫時堆積之土石可因雨水之再度供給而重新流動。

## 2-4 土石流發生之徵兆

土砂災害發生，除了少數如落石或崩塌可能突如其來，而無法預先加以防備以外，大部份之土砂災害種類，只要受降雨所誘發者，均有其發生徵兆之蛛絲馬跡可尋。土石流可從發生原因了解，係受降雨及溪床大量土砂堆積之雙重條件所左右，故只要在土砂堆積量相當龐大之溪谷中，隨時注意降雨時可能之環境改變，當可預知土石流之發生與否，而作事先之避難措施。茲將土石流可能發生之徵兆說明如下：

### 1. 溪流之水量突然激增

溪流中之水量較之平時有激增之現象，乃表示溪谷上游有意外之供水來源，其水源不外來自降雨或原被堆積土石所攔蓄之蓄水窪地有大量越流或地下滲流發生之情形，致使溪谷之水量大增，尤其當溪谷下游並無降雨情形時，但其水量卻突然增加，乃表示上游集水區可能有暴雨發生，亦或上游之臨時貯水區已將攔阻之土石堆積區逐漸滲出一條地下水通路，此等狀況下，所增加之水量或地下水滲流之通路可能破壞該土石堆積之安定，而造成類似潰壩之效應，進而導致土石流發生。

### 2. 溪流水之顏色變濁

平常清澈之溪流突然變混濁，表示溪流上游可能降雨，而有大量土砂被沖刷流出，其沖刷之對象可能是溪床所堆積之土石，而一旦溪床堆積之土石大量沖刷出現，即可能導致該堆積土石變成不安定，並有土石流發生之可能。

### 3. 持續降雨中，溪流之水量突然減少

降雨持續進行中，溪流卻無水量流出，或水量突然減少，表示大部份之降雨量所形成之地表逕流被溪谷中堆積之土石攔阻，極可能在溪谷形成一水潭，以致於水量流出很少，而所形成之水潭如貯留水量逐漸增加，一旦發生越流或地下滲流之情形，即有發生土石流之可能。

#### 4. 溪谷中有異常之聲響

由溪谷中傳出異常且低沈之聲響，如石頭滾動之碰撞聲音且有地面震動之感覺，乃表示溪谷中之土石在流動；或樹木劈裂聲乃表示溪谷中之樹木可能受大量土石撞擊而斷裂。在此等狀況下，土石流已距離不遠，必須急速逃難，以策安全。

#### 5. 溪谷附近坡面有崩塌發生

在降雨中，溪谷兩側之坡面有崩塌發生時，此等崩塌所帶下之大量土砂石，可能會與降雨所發生之地表逕流混合，而形成土石流之流態出現。



## 第三章 台灣地區重大土石流災況

### 3-1 神木村土石流災害

#### 3-1-1 區域地質地形

神木村附近之地質環境屬於臺灣麓山丘陵地質區內帶，主要由中新世晚期南莊層之砂、頁岩互層構成，間夾一火山凝灰岩體。由於岩層遭受強烈擠壓褶曲與變形，岩體不連續面相當發達。

歷年來山崩範圍廣泛，霍薩溪橋係民國七十七年構築，郝馬嘎班溪橋則於八十五年賀伯風災後構築，另在出水坑溪河床上亦構築二座攔砂壩，攔砂壩間河道寬廣，最寬約 150 公尺，面積達七萬平方公尺以上，並堆積著賀伯颱風過境時由上游帶來之巨量土石。根據現地調查結果，此次發生土石流之材料來源僅止於出水坑溪下游，鄰側之郝馬嘎班溪與愛玉子溪流水則相當清澈。在霍薩溪橋與郝馬嘎班溪橋間約 400 公尺之出水坑溪河床上，目前則有多量之竹頭與砂土堆置，並有局部砂土溢出堆積於霍薩溪橋面上，厚度約達 20 公分。由郝馬嘎班溪橋至一號攔砂壩間之 50 公尺範圍，主要由粒徑數公分以內之砂土及礫石堆置，礫石含量約 40% 以內。經由訪談村民獲知，發生土石流當天的主要降雨時間為下午四點至五點之間，（阿里山工作站神木分站所量得之降雨量為 36 公釐），下午五點五十分發生土石流時，架設於二號攔砂壩之土石流預警系統並未適時發揮作用；另據聞，霍薩溪橋於土石流發生前，橋面與河床間之空間僅剩一公尺餘。

#### 3-1-2 土石流災害

強烈颱風賀伯於民國 85 年 7 月 31 日至 8 月 1 日期間挾著強風豪雨侵襲台灣，其所挾帶之破紀錄豪雨造成整個台灣地區重大的災害，尤其是南投山區及阿里山地區，造成慘重災情，特別是嚴重之山崩及

土石流等災害。其中較值得提出比較的為阿里山之觀測記錄，在 7 月 31 日及 8 月 1 日之日雨量分別為 1,095 及 892 公釐，打破其設站約 60 年之紀錄。這次事件經由媒體實地報導土石流發生過程，才廣為大眾所知悉。

由現況報導顯示，當土石流發生時，其河水中所挾帶之土石粒徑最大可達五公尺以上，且洶湧而至，無堅不摧，令人慄然。因此，此後一有土石流發生，大家無不聞聲而竦立。信義鄉神木村於民國八十五年七月三十一日亦受到賀伯颱風之蹂躪，大量土石自出水坑溪、郝馬嘎班溪、愛玉子溪等上游翻滾而至，匯集於神木國小附近，再往和社溪中、下游而去，匯入陳有蘭溪。首當其衝的神木國小即遭土石掩埋，鄰近之入山檢查哨、神和橋均遭沖毀，沿線河床巨石磊磊，觸目驚心，所幸時值暑假，並未釀成人員重大傷亡。八十七年五月九日下午五時許，神木國小前之霍薩溪橋因出水坑溪再次發生土石流現象，而遭土石衝擊流失，又引發大眾對土石流災害之恐慌；而且眼見颱風季節將至，由賀伯颱風所堆置於河床中之巨量土石，恐有再次崩流之虞慮，因此災害危機意識升高。

### 3-1-3 土石流成因探討

綜合現地調查與訪談結果，此次土石流僅及於霍薩溪橋以上 600 公尺之出水坑溪，更上游地區並無土石流動之跡象。而在土石流發生範圍內，雖然橋面底下有數十公分以上之土石發生流動，但在出水坑溪河床面上發生流動之土石粒徑則均在數公分以下，並且在巨粒砂石塊上有泥砂淤積。因此可推測，當豪雨發生後，在出水坑溪上游集水區（面積達 6 平方公里）匯集之雨水挾帶泥砂，溢過二號攔砂壩順延河道而下，並且通過一號攔砂壩，來到郝馬嘎班溪會流口，由於霍薩溪橋下空間逐漸淤滿，形成一臨時性攔水壩，以致無法完全渲泄出

水坑溪與郝馬嘎班溪二條河流突來之大水，因此開始回淤，而上游沖下來之泥水則溢過霍薩溪橋面。

由於橋樑之橋面僅跨架在橋墩上，無法承受水平剪應力作用，而且泥水密度比雨水大許多，因此當泥水溢過霍薩溪橋面時，可能同時使橋面浮起，導致整個臨時壩體破壞，造成潰壩效應而形成土石流，此時回淤於出水坑溪之泥水得以適時渲泄，而在局部石塊上殘留土石。但在郝馬嘎班溪上游，僅於距離霍薩溪橋上游約 50 公尺處，形成一潭面積約  $10 \times 50$  平方公尺、水深約五公尺之蓄水池。此次降雨量遠低於賀伯颱風時之每小時最大降雨量 200 公釐，降雨強度與水量不足，因此淤積於二攔砂壩間之巨量土石並未流動，而且上游河床堆置之土石與主要山崩體亦無持續崩塌移動之跡象，因而未釀成重大災害。唯目前一號與二號攔砂壩均已淤滿土石，郝馬嘎班溪亦有一水潭淤積，再次引發土石流之潛在危險則尚未消失。

## 3-2 銅門村土石流災害

### 3-2-1 區域地質地形

銅門村位於花東縱谷年輕不穩定的地質層，居民聚集的河川出水口，原本就是古老土石流沖積而成的沖積扇，平時村民做了小排水溝排水，但是一遇到大雨，小排水溝根本負荷不了大水，終於釀成了悲劇。銅門村悲劇開啟了台灣地質界對土石流的研究，也讓台灣島上的居民重新認識大自然的力量。

在地質學家的眼中，銅門原本就是一個土石流堆積物所遺留下來的扇狀地，換句話說，在地質上，這就是一個會發生土石流的地方。根據監察院的國土保全總體檢報告指出，銅門的地質是破碎的片岩組成，不連續面發達，堆積物的結構鬆散，雨水滲透率極高，遇到雨水飽和時，會形成自然的滑動面。國土總體檢報告中也提到，除了地質

破碎以外，銅門上游可能也因為人為栽種檳榔，影響水土保持功能。

銅門村事件後第一批到當地勘查的台大地質系教授陳宏宇認為，村落後方的山溝形成一個凹槽，旁邊有很多破碎的片岩，遇到大雨，就整個坍塌下來，這才是造成土石流的主因。陳宏宇說：「片岩看似堅硬，但是下過雨一摸就可以知道，這是黏度極高的土壤。」

### 3-2-2 土石流災害

#### (1) 歐菲莉颱風簡介

**OFELIA 歐菲莉** 1990.6.22-24 No.171 (JTWC: 0690) \*<sub>1</sub>分類: 61B46C42

中心接近台灣 1 個緯度內		* <sub>2</sub> 最大風		最大總雨量			死 (含失蹤)	傷
近中心最大 風速(kt)	中心最低氣壓 (hPa)	風速 (m/s)	出現 地點	雨量值 (公厘 mm)	出現 地點	* <sub>3</sub> 總排名		
90	960	19	花蓮	497.5	花蓮	25	39	10
災情及分析：花蓮災情較重								
<b>摘要：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本颱風特性：含自由過山 ( )，分裂過山 (√)，路徑顯著變化 (√) 等。</li> <li>● 在 50 個大颱風中之排名名次 (1949-2002) (以各地發生之最大風速資料為據，即：達 8 級風氣象站數目) ( )。</li> <li>● 是否在侵襲「台灣西部」*<sub>4</sub> 之各個大颱風中 (1949-2002) (陣風達 11 級以上) ( )。</li> <li>● 是否在與東北季風共伴之最著降雨颱風中 ( )。</li> <li>● 1961-1985 年間侵台颱風造成農業損失金額*<sub>5</sub> 排序 ( )。</li> <li>● 是否出現明顯焚風：山脈東側 ( )，山脈西側 (√)。</li> <li>● 其他：</li> </ul>								

\*<sub>1</sub> 本項颱風分類法詳見本網頁「專題討論」中「其他預報有關問題」之(1)。

\*<sub>2</sub> 表中「最大風」僅限於台灣本島內平地測站者。

\*<sub>3</sub> 「總排名」為根據 1897-1997 年共 381 個侵台颱風氣象局所有氣象站之總雨量，參見研究報告 VII。

\*<sub>4</sub> 此處「台灣西部」意指新竹、台中、日月潭、嘉義、台南及高雄等 6 氣象測站。

\*<sub>5</sub> 資料依據：謝信良「台灣地區氣象災害之調查研究(II)」，國科會研究報告 169 號。

#### (2) 造成災情

民國 79 年歐菲莉颱風銅門村因上游土石滑動而發生土石流，造成下游遭土石埋沒。銅門村因上游土石滑動而發生土石流，造成下游遭土石埋沒。土石流攜出約 5 萬 5 千立方公尺的土砂，埋沒約 3.7 公頃的地區，造成房舍全毀 24 間，半毀 11 間，29 人死亡、6 人失蹤，多人受傷，無家可歸 68 人，以及財物損失。

最後在縣政府的規劃下，擇址於吉安鄉干城村的地點進行遷村。



圖 3.1 花蓮縣秀林鄉銅門之嚴重土石流

### 3-3 仁愛鄉南豐村土石流災害

#### 3-3-1 區域地質地形

主要以黑色至深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層組成，含有零星散布的泥灰岩團塊，其岩層厚度約數千公尺左右，廬山層為中央脊樑山脈之地層，代表所有分布在中央山脈的脊樑山脈帶內中新世的硬頁岩和板岩系。本層主要分布在脊樑山脈帶中，和它西邊的雪山山脈帶中間可能隔著一個斷層，這就是梨山斷層或蘭陽溪斷層。於本區之下游則為漸新世之乾溝層，本層之特徵主要是以受了變質作用成為硬頁岩或是受了變質作用成為板岩的黑色到深灰色頁岩質沉積物，其具有相當發達之板劈理，硬頁岩和板岩相當緻密，通常形成陡壁，呈現清晰的木片狀破裂面。其岩層厚度約為 600 公尺左右，最厚至 1200 公尺左右。本特定區其鄰近地層尚包括前第

三紀之大南澳片岩、始新世之西村層、漸新世之四稜砂岩、漸新世之大桶山層，地層之走向大致呈北北東—南南西走向。

除了地層與岩性之分布特性外，梨山斷層從本特定區上游通過，受斷層之影響，本特定區東側之岩體較破裂。目前集水區內有明顯崩塌地發育，加上岩體較破碎，所以在本區可提供多量之土石條件下，颱風豪雨時易造成土石流。

### 3-3-2 土石流災害

敏督利(Mindulle)颱風約於民國 93 年 7 月 1 日接近菲律賓北部後轉向北並直撲台灣，於民國 93 年 7 月 2 日後暴風圈漸遠離台灣。此次颱風之累積總雨量與最大時雨量均高過以往的風災。此次風災之降雨量幾達台灣年平均年降雨量約 2,500 公厘之 70%，初步估算均已超越河川設計標準之一百年洪水頻率，及排水設計標準之十年洪水頻率。中南部地區有 12 個測站之降雨量超過 1,000mm，也遠大於過去 50 年之平均值。至民國 93 年 7 月 11 日 21 時 30 分之統計，共有 29 人死亡、12 人失蹤、16 人受傷。初步調查房屋受損計有台中市 14 戶、台中縣 35 戶、雲林縣 70 戶、南投縣 69 戶、彰化縣 19 戶、嘉義縣 375 戶、台南縣 8 戶、高雄縣 2 戶、苗栗縣 7 戶，共計 599 戶。而依據公路局之統計，敏督利颱風造成省、縣道 37 條道路於颱風期間交通中斷，公路邊坡坍方災害者合計達 134 處。台中縣和平鄉博愛村松鶴部落、自由村達觀部落、梨山村、屏東縣大武鄉大武村、南投縣仁愛鄉（南豐村、親愛村、合作村）等處的坡地災害。土石流災害更造成福祿橋與福興橋遭土砂掩埋；其上游之夢谷瀑布原為本村一重要旅遊景點，七二水災後瀑布消失，旅遊區內之民宿、餐廳及遊憩設施亦大都損毀。

## 第四章 土石流災害防治

民國 87 年賀伯颱風後，政府積極地於土石流社區建立自主檢核、防救災資源整備及訓練操作；提昇居民防災意識及應變能力；區域環境調查與防災空間規劃；建立防災通報系統；落實防災教育及組訓睦鄰救援隊等，許多措施已見良效。唯其仍是本於社區聚落的復原重建為基礎，並未提出整體環境資源規劃管理及配套。若著眼於永續經營，未來應有下列考量：

- (一) 先就生態教育形成社區共識，日後執行較高標準的新制度，成本將可大為降低。
- (二) 改變災害救助策略及區分危險等級，復建工程結合國土永續發展目標。
- (三) 生態工法須因地制宜，傳統工法生態化減少對生態與環境衝擊。
- (四) 暫緩山林資源開發利用，施行使用強度總量管制，疏導優於攔阻，推動全流域整體規劃。

土石流發生後，可採災害發生容許破壞或損壞就修等不同方法，部分地區僅須以簡易型工程施作，並運用疏隔攔迴避策略，不宜再以重型永久性構造物或採人定勝天的工程，以疏導為主。一旦「居住淨空」之後，可考慮不再整治扇狀地，免於居民重新入駐。未來，應專案立法，整合水、土、林等管理組織及業務，以全流域作為整體規劃治理的施政目標。

### 4-1 土石流災害防治方法

土石流對環境的衝擊破壞大，常使得被破壞之地區整個地形地貌大量改變，並對人民之生命財產造成嚴重的威脅。所以土石流的防治方法對坡地保育而言甚為重要。土石流的防治方法可分成預防對策和

防治對策，但整體而言，土石流防治之各種工法配置如下圖四所示：

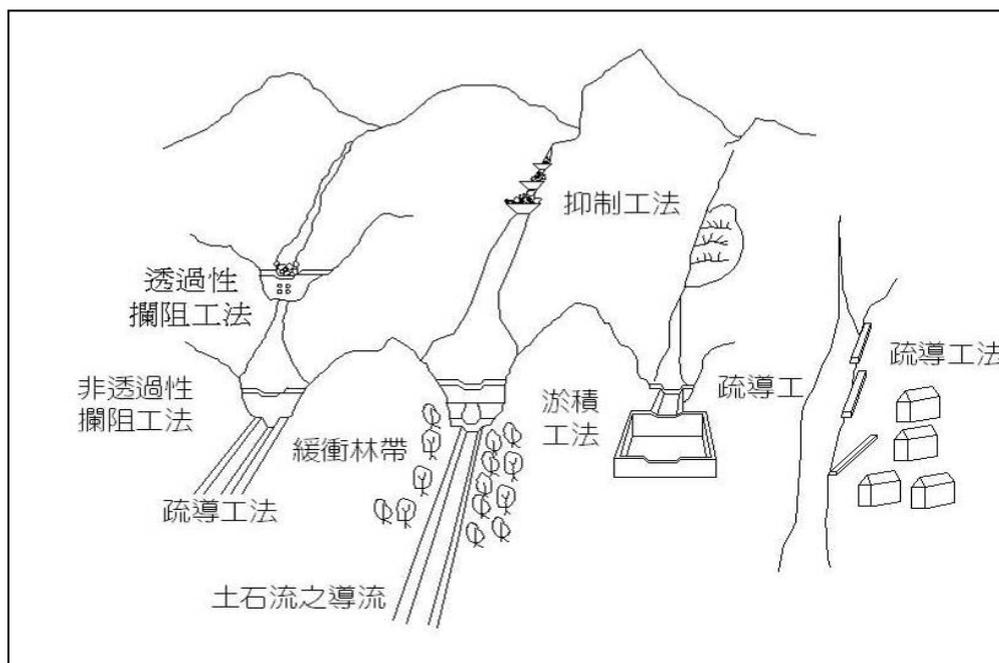


圖 4.1 土石流防治之各種方法示意圖

1. 土石流抑制工法：主要應用在溪谷之上游處。由於上游區坡度較陡常是土石流之發生地點，而土石流在發生階段會對溪床堆積物及側岸產生急遽之沖蝕，藉以獲得足夠之土石材料，達到土石流該有之濃度。因此在坡度較陡之上游區，土石流之防治原則上以防止溪床及側岸沖蝕，阻止土石流獲得土石材料之補充為主。此類工法主要包括固床工、潛壩、連續壩、山腹工等。
2. 土石流攔阻工法：主要運用於溪谷之中上游。當土石流在上游獲取充分之土石材料後其土石濃度已近乎飽和，因此對溪床沖刷能力也相對降低，然其動量仍大，且先端之巨礫與流木壞力仍強，因此在本區土石流之防治應以直接攔阻為選。此類攔阻工法主要分為非透過性壩及透過性壩兩種。
3. 土石流淤積工法：主要係局部加大溪床之寬度或局部減小溪床之坡度，使土石流在事先規劃妥當之沉砂池內產生淤積。

4. 土石流疏導工法：主要應用於中、下游區或扇狀地上，以渠道或導流堤等誘使土石流沿一安全之路線流動。

■ 預防對策

- (1) 土地之合理規劃利用與管制
- (2) 危險區域之居民遷移
- (3) 預警系統之設立
- (4) 崩塌地等危險地區之植生復育

■ 防治對策

- (1) 誘因防止：山腹工、溪床整流及坡地保育。
- (2) 成分分離：把土砂和水分離，現有之工法有梳子壩、透水櫛形壩、底面透水壩。
- (3) 疏導：將土石流疏導致不危險區域。
- (4) 抑制工：防砂壩、低壩群、緩衝林帶。
- (5) 抑止工：消除土石流能量，蓄留土石，如沉砂池等。

■ 土石流的防治措施

- (1) 崩塌地工程防治，植樹造林、護坡與加強河流疏浚。
- (2) 做好國土規劃，山坡地開發，都需經過嚴謹的環境影響評估。
- (3) 防止濫墾濫伐、濫葬、隨意變更土地利用。
- (4) 地震留下的地形地貌改變，應妥善規劃工程防治、並注意環境生態整體影響。

## 4-2 土石流災害管理

災害管理即對危險情況一種持續性、動態性的規劃管理過程，其目的在於減少其不確定性及降低災害發生之可能。傳統「災害管理」

逢甲大學學生報告 ePaper(2007 年)

著重於如何處理災害善後之問題，但從「管理」的觀念而言，有關災害的種類、預防方法、發生時間、應變方式、復原計畫、政策檢討均是災害管理的範疇。

災害發生之過程分為減災、備災、應變、復原四個階段，天然災害管理一定要包含此四階段。災害管理四階段皆環環相扣，一個階段沒作好，就會影響下一階段的工作。以下為災害發生過程之四階段詳述。

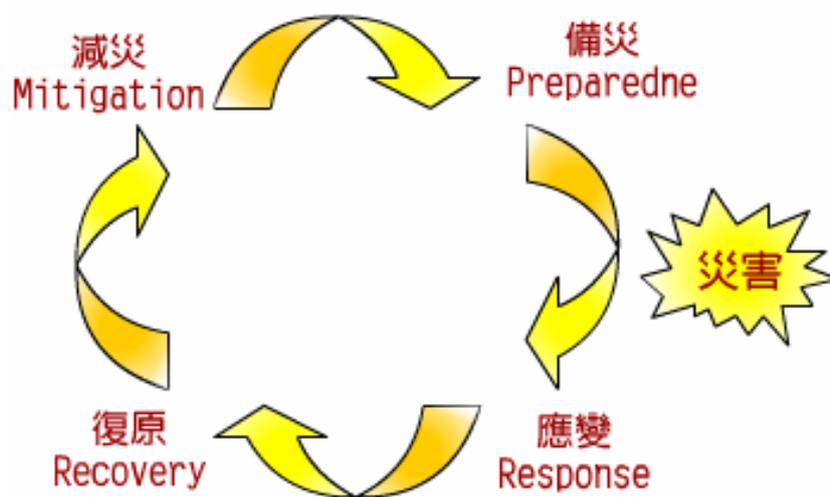


圖 4.2 災變管理階段圖

### (1) 減災：

減災是最根本且長期性的災害管理措施，主要是透過政策管理、各種因應措施，防止災害之發生或減輕災害之影響。可分成兩個類型為結構性、非結構性。「結構性」指興建具體的設備來作為事前防備之用，如興建水庫、堤防、水污染設備建造、消防設備的更新等。「非結構性」意指對於各類型的問題作全面性的規劃，隨時代的變遷來調整政策的制定與執行，非以硬性的具體建設解決問題。如水庫安全評估、對高危害地區之範圍劃定與特別法令之訂定、制定土地利用計畫、制定建築有關法令等。

## (2) 備災：

備災為災害來臨前的準備，使其有足夠的能力熟悉運作程序、減少災時損失。減災行動並不能抑制所有災害的發生，災害的發生常為一瞬間的變化，要臨危不亂、避免災害擴大與災情損失，必須於平時做好充分準備，應付災害發生時可能產生的各種狀況。備災主要包括三項工作，分別為訓練、計畫、警告。

## (3) 應變：

災害發生時的因應措施為應變，除依事先擬定之災害應變計畫外，對於災害發生時的應變作業，依照急迫性可分為災害緊急通報與災害應變中心兩個應變時期，分述如下：

### (一) 災害緊急通報時期

災害緊急通報於應變小組成立前進行，係為爭取救災時效，於災害發生或有發生之虞時，必須於第一時間進行各級政府災害權責單位複式多元通報。

### (二) 災害應變中心時期

災害應變中心時期起始於災害應變中心成立，主要任務為動員救災人力並啟動緊急醫療救護系統，於第一時間搶救人民生命及財產，並迅速疏散、收容與撤離災民。主要包含六項工作：

1. 成立災害應變中心
2. 動員
3. 災民的收容與撤離
4. 緊急醫療救護系統之運作
5. 實施交通管制
6. 防止二次災害發生

#### (4) 復原：

復原重建行動為重建公共建設、讓社會與經濟恢復正常運作之長期政策，並配合減災行動使災害後恢復至災害前的措施，分為短期與長期政策。「短期」復原重點為維生管線之恢復，包括電力、通訊、自來水、污水系統、運輸等系統，提供居民基本食物、衣物、避難之需求，並維持災區的治安。而「長期」即恢復經濟活動、重建社會公共設施與居民生活。



## 第五章 結論與心得

### 1-1 結論

土石流雖然是一種自然現象，卻是人類加速開發土地不當行為所遺留的後遺症，惟有使民眾認識土石流，並從保護土地的基本觀念著手，方能使土石流不致於在人類周遭環境出現。

易發生土石流危險溪谷當中，雖可採取各種工程方法抑制土石流災害，但由於土石流發生有許多不確定性，即使以各種方法去控制，也很難減少土石流的破壞力，更無法保證其不再發生。而民眾往往太過信賴政府對土石流的防治工程，以為一旦經過整治，應不致於有再發生土石流之可能，這種錯誤的觀念導致人民疏忽土石流的危險性。

土石流為「再生性」相當高的一種土砂災害型態，任何治理工作只能降低其再生性的可能，或是降低發生其災害的規模，因此居住在土石流危險溪流附近之民眾，應隨時擁有災害突然發生的危機意識。

### 1-2 心得

颱風入境或豪雨影響台灣造成許多慘重災情，其中包含水災及土石災害等。人們常從相關報導獲得災情慘重的訊息，如台北市因降雨達到警戒標準而淹水高達一公尺、南投縣土石流災害壓倒工寮、某村莊準備撤離家園等，由此可見土石流災害在近年來已躍昇為台灣許多重大災害的前幾名。

從民國 85 年賀伯颱風使得信義鄉神木村災情慘重，至民國 93 年敏督利颱風造成的七二水災，土石流的防治因被媒體大肆宣傳而逐漸受到人民的重視。山坡地的不當開發、濫墾濫伐破壞涵養水源的樹木，而台灣又身處地震帶，地質易因地震而鬆動，天災及人禍種種原

因造成台灣地區土石流一年比一年嚴重，人民資產損失也逐年增加。俗話說「知己知彼，百戰百勝」，藉由眾多資料的蒐集及閱讀，發現土石流災害雖然可採取工程方法抑制，但唯有從「減災」著手才是最根本且長期性的災害管理措施。

政府近年來訂定許多防治措施，劃分危險地區為土石流潛勢區，亦極為重視土石流的防範及災害演習，而土石流危險溪流除應避免在該集水區內進行各種開發行為外，應減少與大自然爭地。呼籲人民配合政府政策做好水土保持，未來應儘速對現有的土地資源做好調整規劃及管理運用，將水土災害危機轉化為國土資源永續發展的契機！



## 參考文獻

1. 土石流災害防治網(2007) ,  
<http://246.swcb.gov.tw/default-1.asp> 。
2. 財團法人台灣智庫(2007) , [www.taiwanthinktank.org](http://www.taiwanthinktank.org) 。
3. 商業週刊-重返銅門村(2007) ,  
<http://www.businessweekly.com.tw/fineprint.php?id=20741> 。
4. 1990 OFELIA 歐菲莉颱風(2007) ,  
<http://photino.cwb.gov.tw/tyweb/tyfnweb/htm/1990ofelia.htm> 。
5. 敏督利颱風(2004) ,  
<http://twgeoref.moeacgs.gov.tw/storage/20040053/0001.pdf> 。
6. 南投縣仁愛鄉豐村投-土石流特定水土保持區劃定計畫(2005) ,  
[http://www.swcb.gov.tw/System/SubSYS/PostArea/file/19\\_pm03.pdf](http://www.swcb.gov.tw/System/SubSYS/PostArea/file/19_pm03.pdf) 。
7. 地球科學園地(2005) ,  
<http://earth.fg.tp.edu.tw/learn/esf/magazine/970301.htm> 。
8. 土石流防災資訊網(2005) ,  
<http://246.swcb.gov.tw/246/edu/edu-webcourse.asp> 。
9. 臺中圖書館 八十七年秋季大眾科學講座(1998) ,  
[http://public1.ntl.gov.tw/publish/sci\\_knog/48/text07.htm](http://public1.ntl.gov.tw/publish/sci_knog/48/text07.htm)
10. 台灣土石流災害特性與研究回顧(2005) ,  
<http://www.earth.ce.ntu.edu.tw/%A4s%B1Y%B1%D0%AB%C7/taideb.htm> 。