

# 防 災 與 生 活

## 土 石 流

指導老師：吳仁明  
班 級：夜工四甲  
學 號：T2952067  
姓 名：徐怡琇



# 前言

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之交界上，屬於地質作用頻繁的活動帶。從早期的地質年代迄今，臺灣一直處於一個非常不安定的地質環境中；頻繁的地殼運動將臺灣塑成了一座山多平地少的狹長海島；島上70%之土地面積屬於100公尺至3000公尺以上之丘陵和高山等山地地形。陡峻的地形地勢造就了河短流急且密佈的野溪坑溝，活躍的地質環境摧生了脆弱易崩蝕的岩層土壤。



# 土石流

- 「土石流」是泛指土、石與水混合之後，進而產生集體運動的流動體。
- 其中的「土」指的是砂、泥、黏土等土壤，「石」指的是岩石、礫石等獨立岩塊，「水」則是指雨水、地表水、地下水等所有水流。若粒徑小於2mm的地質材料所佔百分比超過50%時，則可稱為「泥流」；反之，則為土石流的通稱。



# 土石流的成因

地質條件不穩定的山坡地經由風化崩解之岩塊、泥沙、土壤或由於山崩、地滑、落石而於河谷、坡腳堆積大量的碎屑物。這些堆積豐富的碎屑物，因為位於傾斜山麓坡上，若加上豪雨所帶來豐沛的雨量，流水宣洩不良，水加上土、石混合，因為重力順坡下滑流動形成威力無比的土石流。



## 土石流的成因，可分做下列五項說明：

- (1) 河床兩旁邊坡滑動而產生崩塌之土石阻絕溪谷，形成一天然土壩，並在壩後形一堰塞湖，大雨時溪水升高超過壩頂或崩潰，而形成土石流。
- (2) 溪水上游山坡地之土壤沖積土及崩塌地，堆積在河床上形成不穩定之含水袋，當下大雨時或地下水位升高致邊坡滑動安全係數小於1時，含水袋破裂便開始向下滑動。
- (3) 不穩定之山坡崩塌地或地震過後及材料風化後之鬆動土粒，與大量地表水或地下水混合，形成滑動機制時便形成土石流。

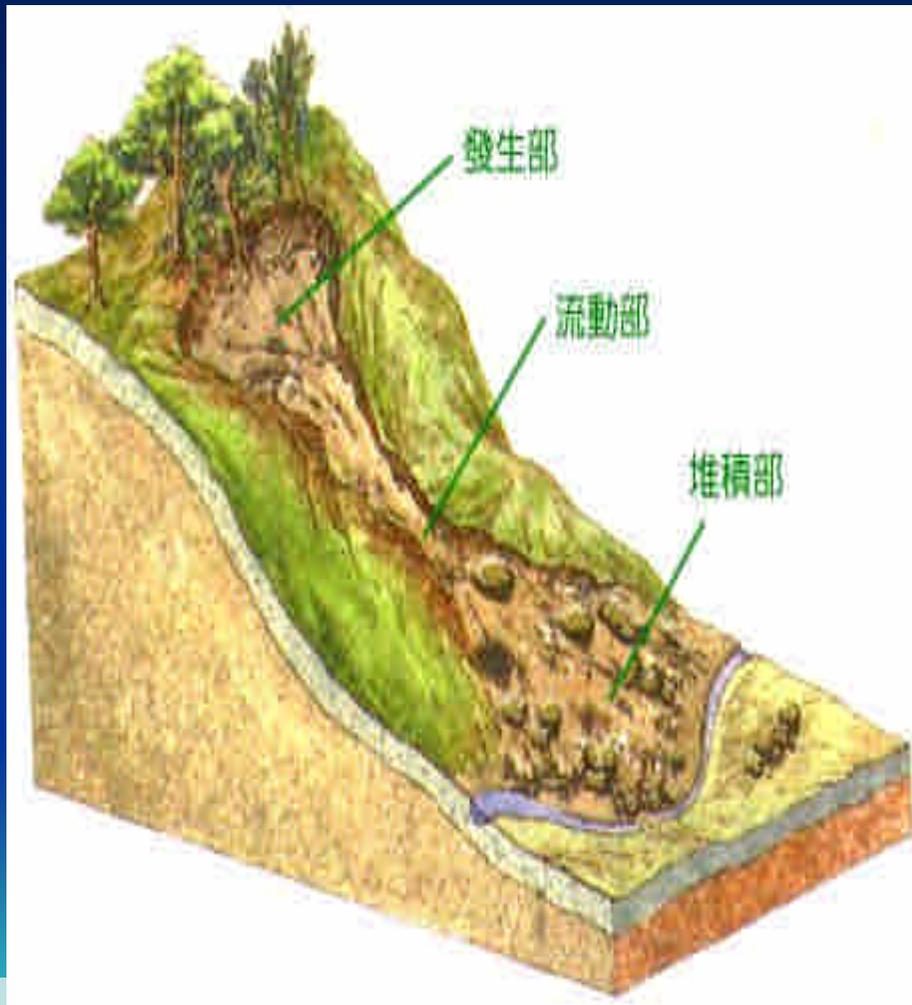


(4) 山區一些山坡地遭受嚴重破壞，種植一些農作物開闢產業道路，而未做好山坡地水土保持及排水措施，導致土壤流失發生土石流。

(5) 一些都市近郊的土石流災害近年來亦層出不窮。尤其台北都會區會集人口過多，只得不斷往鄰近市鎮疏散。平原殆盡之後，一些視野佳及環境好的山坡地社區紛紛建立，將濫墾、濫建破壞環境，使得山坡地無法穩定導致排水不良，引發土石流危險性。



# 土石流的外觀特徵



- 土石流的地形可依其運動、堆積及侵蝕狀況，區分為「發生部」、「流動部」以及「堆積部」等三個區域。

# 發生部



發生部通常由周圍的山嶺環繞，形成只有一處出口的窪狀、匙狀或碗狀的地形。此出口處的坡度一般較陡峻，大致上多在 $15^{\circ}$ 至 $50^{\circ}$ 之間，出口處的橫剖面形狀則多為「V」字形。此外，發生部堆積的地質材料多為週遭谷壁崩坍所提供的，因此，谷壁四周的植生便顯得較稀少。

資料來源:地球科學園地

南投縣出水溪上游V字形發生部的土石堆積狀況。

# 流動部



流動部橫剖面的谷形多為「U」字形，谷壁兩側的山坡相當陡峭，河床一般坡度多介於 $15^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 之間，而谷壁與河床中皆可發現土石流經過時遺留下來的沖刷、淘蝕的痕跡。在流動部的河床上常可見自從河谷兩岸崩落下來的崩積土層與崖錐堆積材料。

資料來源:地球科學園地  
南投縣出水溪中游U字形流動部堆積的土石。

# 堆積部



堆積部的地形較平緩，  
坡度一般在 $10^{\circ}$ 以下，  
通常為沖積扇狀的平坦  
地形。在溝谷內，堆積  
部表面與前緣多聚集有  
大顆粒的岩塊。

資料來源:地球科學園地

南投縣郡坑地區土石流在堆積部大量堆積，景象相當壯觀。

# 土石流的分類

- 墜落(Fall)：岩石碎屑從高處直接自由掉落或滾落。
- 滑落(Slide)：岩石、岩屑或土壤等沿著一個滑動面向下滑移。
- 流動(Flow)：包括泥石流、土流、和土石流。

若依塊體運動的快慢來分，快速的塊體運動統稱為山崩，通常指的是崩移、岩屑滑動、岩屑墜落、岩石滑動、岩石墜落，此五種含水分較少，而含水分較多的塊體運動方式有泥石流、土流、和崩瀉三種。



# 發生土石流的基本條件

- (1) 鬆散土石條件：

自然土石流的鬆散土石來源主要取決於流域地質特徵。在地質構造複雜、斷裂皺褶發達、地震多、山坡穩定性差、岩層破碎或山崩地滑多的地區能為土石流形成提供豐富的鬆散土石。人為土石流的鬆散土石來源，除取決於流域地質特徵外，主要由人類活動所造成。例如，山坡地不當利用與開發、森林被亂砍濫伐、山坡地的道路開發、工程棄土及礦區棄渣的處理不當等均能為土石流形成提供大量的鬆散土石。土石流鬆散土石一般需要較長的時間累積，但土石流的發生卻是爆發突然、歷時較短且來勢兇猛。大地震地區由於地震力將土層做水平及垂直方向的劇烈搖動，使得地表土層變的非常鬆散，這些大量的鬆散土石是土石流發生潛在危險地區。



- **2) 水份條件：**

水不僅是土石流的組成成份，更是激發土石流的直接條件。水的來源大致上有三種：降雨、融雪、及潰壩。就台灣地區而言，降雨是水的主要來源，每逢颱風或豪雨，各地即常發生土石流。例如，1996年7月31日至8月1日賀伯颱風經過臺灣本島，帶來大量雨量，除了造成台北市社子島及台北縣板橋市的嚴重淹水外，更造成南部地區土石流災害，導致嘉義縣阿里山、南投縣陳有蘭溪附近村落及屏東縣好茶村，人員及財物損失慘重。發生土石流所需的水量主要取決於鬆散土體的性質和地形坡度。若土體顆粒細、疏鬆、含水量高、且具有較陡的地形，則較少的水量即能引起土石流，反之，則需要較少多的水量方能引起土石流。



- **3) 坡度條件：**當土石流流經坡度較陡的地方，由於其強大的侵蝕力，將侵蝕渠岸及渠床物質。被侵蝕之泥石物質與原土石流混合後使土石流規模逐漸增大。當土石流流經坡度較緩的地方，由於動力減小，泥石與水逐漸分離，部份泥石逐漸沉積，使土石流規模逐漸減小，直至土石流完全停止流動。因此一場土石流過程包含有發生階段、流動階段及停止階段。
- 。在不考慮凝聚力作用下，堆積層坡面與水平面之夾角為  $\theta$  時，日本土石流專家 Takahashi (1991) 曾經以靜力學平衡觀點，推導得清水流經一砂礫堆積層時，可能形成土石流之砂礫堆積層可能坡角  $\theta$  (坡度 =  $\tan \theta$ ) 之範圍為

$$\theta_1 < \theta < \theta_2$$

$\theta_1$  為土石流發生之最小坡角，而  $\theta_2$  為土石流發生之最大坡角。當  $\theta < \theta_1$  時，堆積層發生崩潰現象，崩潰之泥沙堆積於下游坡度較緩之處，其後若有表面逕流流經此崩積層，也有可能發生土石流。

反之當  $\theta > \theta_2$  時，可能為不成熟土石流或一般水流輸砂或泥沙靜止不動。



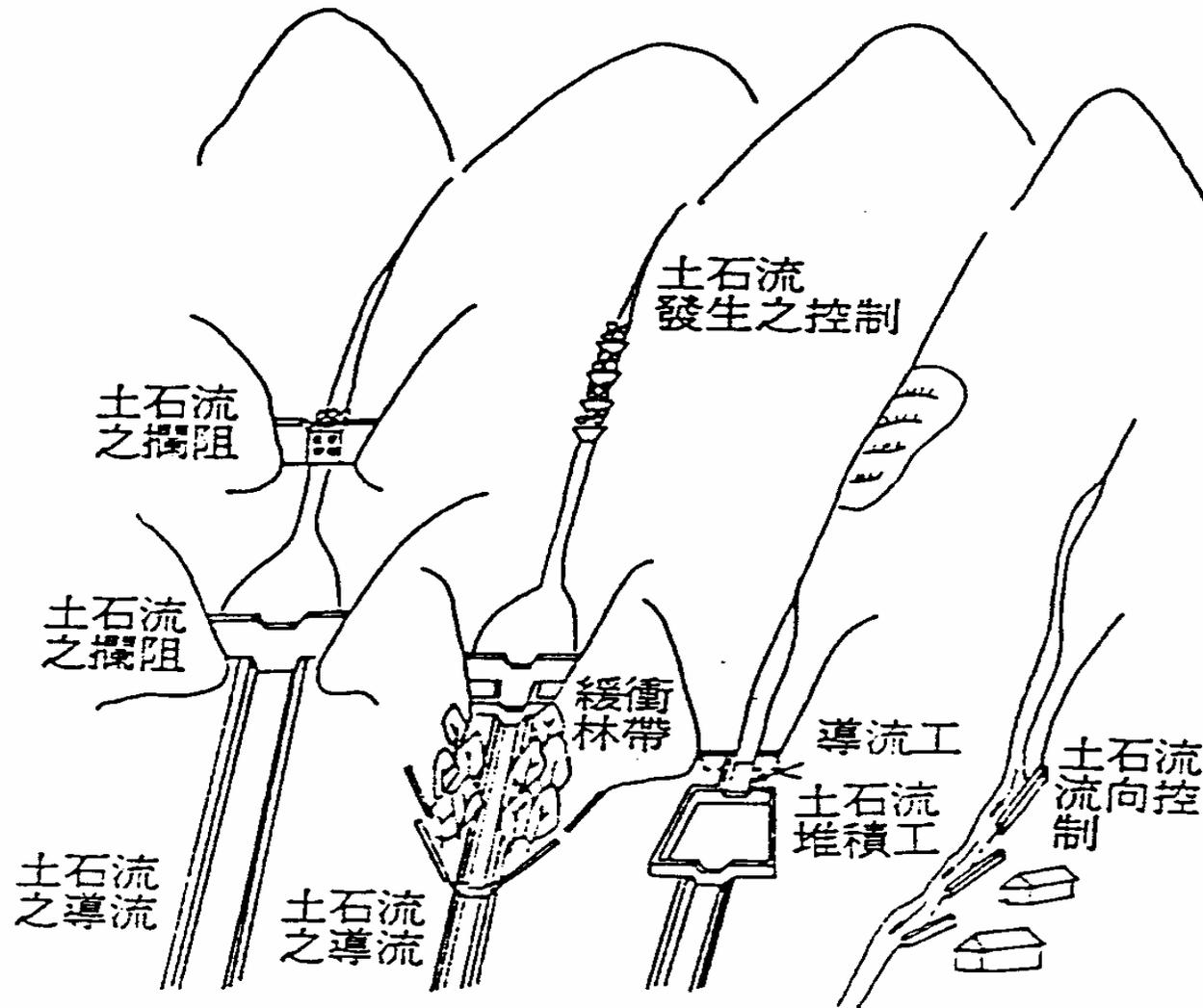
# 土石流的防治方法

- 一、 土石流抑制工法：

主要應用於溪谷中坡度較陡之上游處，其功用在於防止溪床及岸坡土石之沖刷與崩落，並控制已崩落於溪床上之土石移動，以阻止土石流獲得土石材料之補充。此類工法主要包含防砂壩、固床工、潛壩、連續壩、山腹工等。



# 土石流治理對策



- 二、 土石流攔阻工法：

主要應用於溪谷之中、上游。在上游溪谷有大量土砂推積，但卻不易實施抑制工法時，或即使上游已採用抑制工法，而為安全起見，得在中、上游處實施土石流之攔阻工法。此類攔阻工法主要分為非透過性壩及透過性壩兩種。

- 三、 土石流淤積工法：

主要係局部加大溪床之寬度或局部減緩溪床之坡度，以緩和土石流之流速，並使土石流在事先規劃妥當之沉砂池內或地勢低平處以圍堤方式使其淤積。

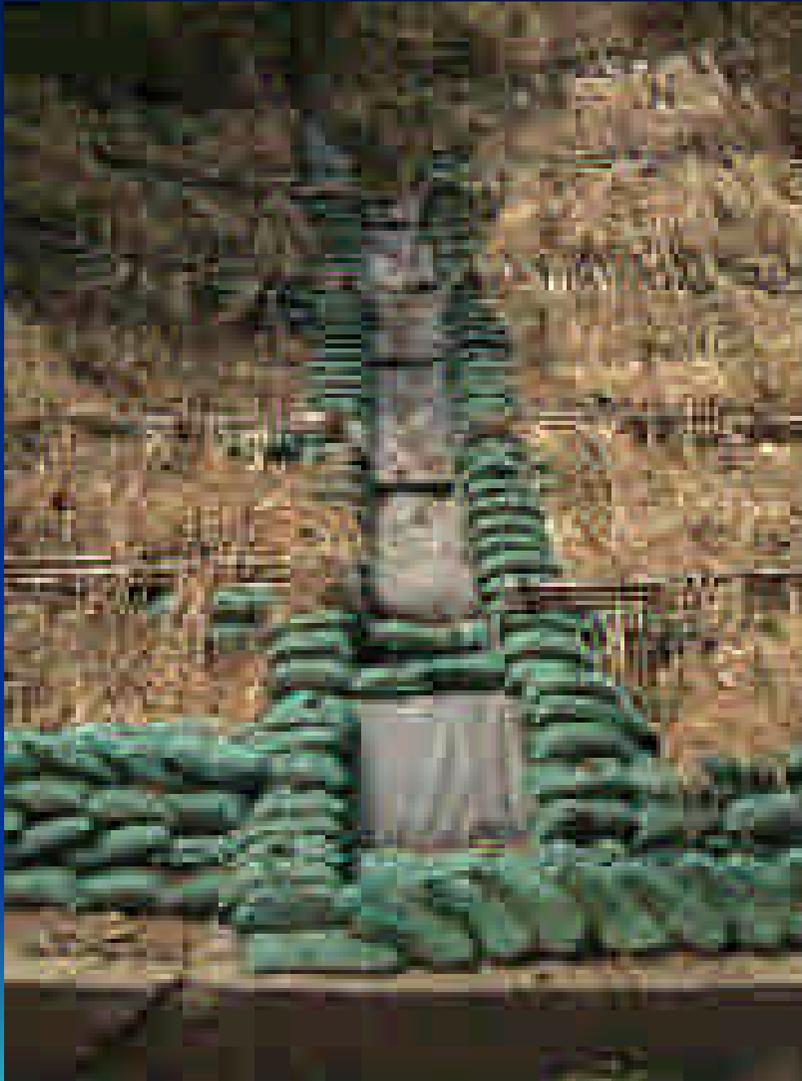
- 四、 土石流疏導工法：

主要應用於中、下游地區或扇狀地上，以渠道或導流堤等工法，誘使土石流沿既定之安全路線流動，並將其引導至一安全地區。

- 五、 土石流緩衝林帶：

主要應用於土石流扇狀地上，採用樹林帶控制土石流之流向並使之停積，為土石流與保護對象間之緩衝區，以避免土石流之直接撞擊。





剛崩塌的坡地舖上稻草可防止雨水直接沖刷裸露的地表，以便讓植物能順利生長。同時圖中綠色砂包堆出排水構造以減少下層土壤吸收過多水分，避免再次崩塌。



減緩土石流直接對下游地區造成衝擊所建造的攔砂壩。





新中橫公路旁土石流堆積區,使用疏子壩整治

資料來源: 地工資訊導覽



新中橫公路旁土石流,使用Check dam 整治

資料來源: 地工資訊導覽



南投縣豐丘礫石型土石流堆積物





[2000\_11\_26]象神颱風後大屯溪古道查踏 博二=>大屯古道



新中橫公路陳友蘭溪附近山谷,土石流帶下之大石塊(直徑2.0m以上)  
土石流發生後殘留於山凹處之岩塊

資料來源: 地工資訊導覽

# 信義鄉2006新橋啓用歷程(一)

2004~2006  
風災影像紀錄

台21線95K-100K



# 信義鄉2006新橋啓用歷程(二)





資料來源:



日期:2007/11/27 13:45 吳昇暉 劉欣達 簡大程

# 學習歷程

- 9月19日 完成題目、方向選定部分。
- 10月 3日 完成土石流初稿。
- 10月17日 與老師討論，在補充不足部分。
- 10月31日 再增加圖片、內文修改。
- 11月21日 加入參考文獻、心得部分。
- 12月23日 增加影片檔案
- 12月30日 與老師再次討論，增加學習歷程
- 1月2日 期末作業定稿完成



# 心得

- 台灣位於兩大板塊碰撞帶上，容易發生地震，且地質較為破碎，再加上位於西太平洋颱風經常通過的路徑上，降雨量非常大且集中，颱風地震及人為的開發所造成的災害，無論在規模或頻率都有逐漸增加的情形，顯示台灣的自然環境已惡化到相當嚴重的地步。
- 此外，民生、工業、灌溉用水，以建造水庫達到蓄水功能，造成河川系統性質的改變，如：洪峰與流量的變化，下游河道內縮與沉積現象等。
- 台灣的河川也因地質、地形因素而具高含沙量，再加上大雨挾帶大量泥沙流入水庫，導致水庫淤積。



# 心得

- 因爲人爲的錯誤開發與對自然環境認知的不足，使得災害規模及損失大幅增加，對於災害的認知及防災工作政府仍需加強宣導，訂定及修正山坡地、林地的開發，妥善規劃及管理水土資源。
- 對於攔砂壩、疏子壩等防治土石流裝置，政府也要做好清理、疏通等工程，並非一直建設防治工程。



# 參考文獻

- 地球科學園地《第六期》台灣的地質災害(上) 陳宏宇／台灣大學地質科學系
- 高中地球科學資源中心
- 行政院農業委員會水土保持局
- 詹錢登(1994)，土石流危險度之評估與預測，中華水土保持學報，第25卷，第2期
- 詹錢登(1998)，土石流的發生與運動，土木技術第一卷第一期



# 參考文獻

- <http://www.youtube.com/>
- <http://kej.tw/flvretriever/>
- [http://www.wimpyplayer.com/products/wimpy\\_standalone\\_flv\\_player.html](http://www.wimpyplayer.com/products/wimpy_standalone_flv_player.html)

