



• 主題 1 •

# 土石流與山坡地保護 災區廢土廢棄物問題

九二一大地震後山坡地  
土砂災害之原因及其防範

九二一震災之建築物震害  
狀況與拆除廢棄物之再生  
利用

主題報告人

游 繁 結

主題報告人

顏 聰

評論人

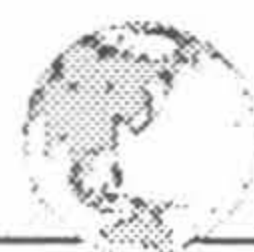
趙 永 清

張 石 角









# 土石流與山坡地保護



## ◎游繁結

學歷：日本九州大學博士

現任：國立中興大學水土保持學系教授

專長：水土保持

著作：《土石流扇狀地危險區劃定之評述》  
《集水區懲治率評估模式之探討》  
《關刀溪森林集水區逕流模式》

經歷：國立中興大學主任秘書／系主任  
中華水土保持學會理事長



# 九二一大地震後山坡地土砂災害 之原因及其防範

## 壹、前言

九二一大地震在台灣中部地區造成重大災難，其直接損害包括死亡人數逾 2 千人，受傷人數超過 8 千人，房屋全倒、半倒超過 1 萬 6 千棟以上，其他道路、橋樑、堤堰、維生系統等公共設施之損壞亦處處可見，其災況之淒慘，實非筆墨所能形容。

而其立即之有形損失固是難以準確估計，但其影響更為深遠之問題，除了災區民衆因驚恐於地震之久久無法平息，而產生地震恐懼之心理障礙以外，則是山坡地因地震之搖撼，使得中部山區一夕之間出現廣大面積之崩塌地，同時山區地層、土壤在強烈搖動及後續餘震之不斷擾動下，山區土質更形鬆軟，岩層更爲破碎，此等山坡地地質環境之改變，實爲山坡地之安全環境帶來隱憂，而此等問題之存在具有長期性、廣泛性與潛藏性之特性，何時、何處乃至於如何會發生大規模之土砂災害，亦難以預測，因此山坡地之環境乃成爲地震後，另一值得重視之對象。

而面對山坡地何以受地震之影響而發生大規模崩塌之原因，及其環境因地震更形惡化之情況下，如何減少崩塌、地



滑、土石流災害之問題，讓山坡地民衆得以有一安全之生活環境，實有深加檢討之必要。

因此本文擬就近來經常在山坡地釀致成災之崩塌、土石流等土砂災害問題，探討其發生致災之根源，並提供減輕災害之淺見，期以減少或避免災害之一再發生，進而達到山坡地資源保育之目的。

## 貳、地震後之崩塌地調查

九二一地震除造成房屋倒塌、橋樑斷裂、道路隆起等災害之外，在山坡地最爲嚴重者，莫過於崩塌地之發生。依據農委會委託工研院調查中部 5 縣市之崩塌地處數即高達 21,970 處，而其面積達 11,299 公頃之多，其崩塌總面積遠超過地震之前全台之崩塌總面積，而其分布範圍如表 1 所示，其中之危險等級則如表 2 及圖 1 所示。

表一：崩塌地危險地等級之分布

縣市別	A 級危險	B 級危險	C 級危險	D 級危險	合計
南投縣	31	1,429	1,605	12,496	15,561
苗栗縣	-	25	25	267	317
台中縣	7	411	685	3456	4,559
台中市	4	65	30	577	676
雲林縣	25	96	72	664	857
合計	67	2,026	2,417	17,460	21,970



表二：崩塌地之危險度分級準則(詳下圖)

與崩塌距離		設施種類		一般設施	其他
上邊坡	下邊坡	公共設施(或聚落)			
		有立即危險	無立即危險		
<3H	<1H	A	B	C	D
3H ~ 5H	1H ~ 3H	-	C	D	D

坡度變化點

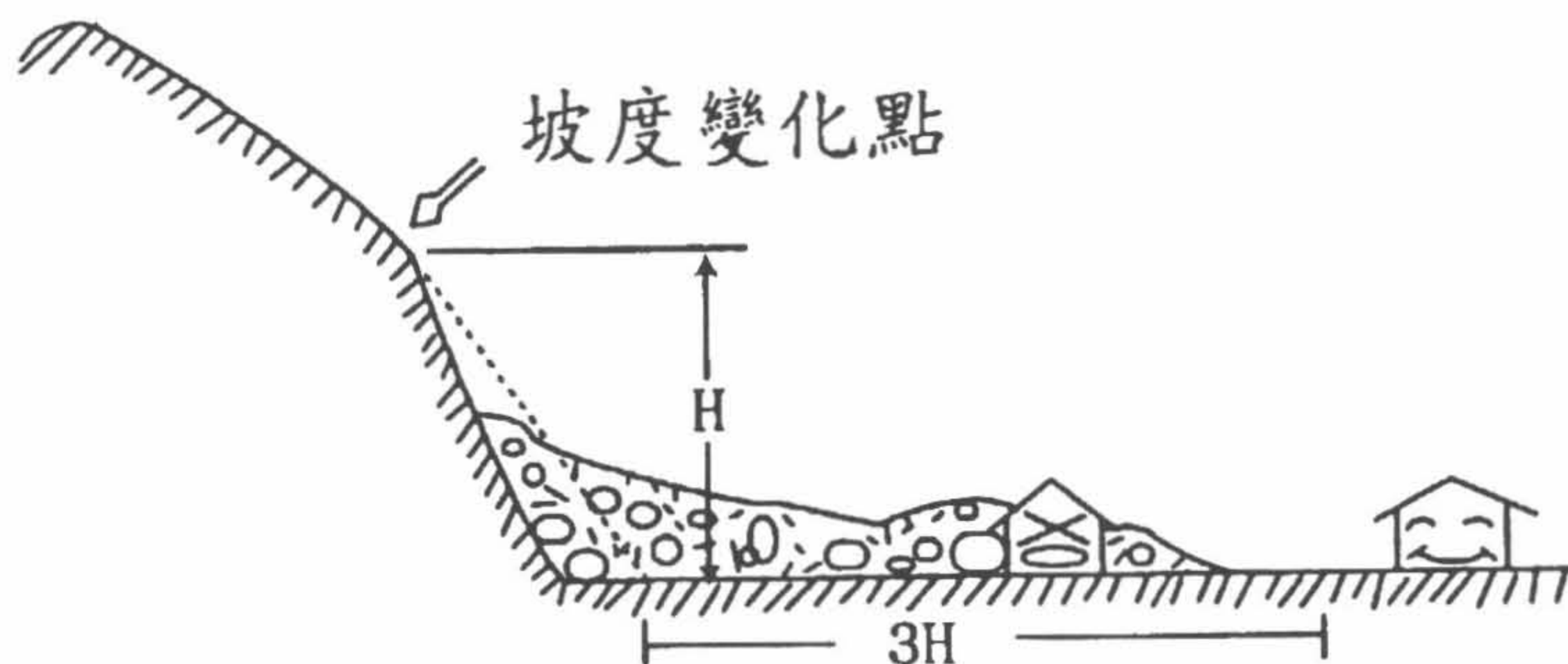


圖 1.崩塌地影響範圍示意圖

而這些崩塌土砂除了隨著降雨之逕流沖蝕逐漸流入河川，造成河川水質惡化之外，原崩塌地因後續之餘震與豪雨而擴大崩塌範圍，及其鬆散土砂極可能形成土石流而再度發生土砂災害。依農委會委託成功大學調查地震後因崩塌地存在而有可能發生土石流之危險溪流達 370 條之多，可能危及之戶數達



2654 戶之多，其分布如表 3 所示。

表三：土石流危險溪流調查成果表

縣市別	土石流數				保全 戶數	保全 人口數
	高危險度	中危險度	低危險度	小計		
南投縣	75	80	26	181	1,318	4,446
苗栗縣	1	50	10	61	674	2,301
台中縣	14	42	15	71	347	1,500
台中市	1	1	1	3	8	56
彰化縣	1	5	0	6	41	62
雲林縣	5	3	0	8	81	392
嘉義縣	8	26	6	40	185	905
合計	105	207	58	370	2,654	9,662

由上述資料顯示地震之後，山坡地面臨大面積之崩塌地及可能引起土石流發生之潛在因素大增，而使得山坡地除了遭受地震之危害之外，更須長期面臨此等土砂災害可能帶來之威脅。

## 參、地震造成崩塌之原因

九二一大地震依中央氣象局觀測資料顯示其規模達芮氏地震規模 7.3，而中部地區之最大震度亦達 6 級，其後續之餘震更不計其數。而推測這次地震主要是北起大安溪南岸南至濁水



溪長達 80 餘公里之車籠埔斷層上下錯動所引發。此等斷層活動與其引發之地震，之所以造成大面積崩塌發生，主要是地層之安定條件產生變化所致，而地層變化促成崩塌發生之原因包括：

## 一．斷層活動

依調查車籠埔斷層在這次地震產生錯動長達 7、80 公里，平均錯動達 5 公尺以上，特別是東側之上盤地層上升至為明顯，因此在斷層線通過之地區為受害最為直接且嚴重。而此等錯動除了使地層沿原有之斷層面擠升以外，更使斷層線附近之岩層變形而破裂，而破碎岩層乃是崩塌容易發生之潛在條件。

## 二．岩層破碎

除了上述在斷層帶之岩層因斷層活動而使岩層破碎以外，其他地區之地層亦因地震波之傳遞，而使許多原為固結之岩層遭到擠壓或延伸而破裂，甚至形成極為破碎之地層。雖然其地層破碎程度如何，未能有明確之資料予以證明，惟從現地勘查發現原地下水尚屬豐富之集水區，在地震之後即無地下水流出，推測此原因即可能是原來之不透水層已遭震動破裂，致使原來之棲止水從破裂之地層漏掉。

如南投惠蓀林場之水源地在地震後水源流失殆盡即屬此種現象。另如大安溪支溪之雪山溪，在地震之後溪水量大增，且攜帶出大量鐵質，致溪流上或沿岸之岩石布滿紅色之鐵鏽，此





應是原來棲止於某一不透水層之地下水，因遭地震而破裂，使地下水下漏，穿透另一地層後流出，而在穿透另一地層時，將該新鮮地層之鐵質溶出所致。且其溪水量大增，亦顯示岩層相當破碎且具大的裂縫，致地下水迅速流出而使溪水流量大增。

雖然地層內岩層之破碎程度無法由外觀得知，但由此等地下水量之改變，亦可推斷此次地震對岩層震動破碎之影響，亦為崩塌範圍廣大之原因。

### 三．土層鬆動

山坡地表層土壤大多屬崩積、沖積等作用所形成，經長期之雨水作用使部分土壤流失，但存在山坡地之土壤乃經水流滲透而使土粒位態重新調整、沈陷，而使土壤漸趨緊密、固結，雖然其固結程度未達岩化階段，但尚可使土粒間有相當程度之膠結作用。此等未達岩化程度之土壤，剛性較低，地震力之作用也許不致使之碎解，但仍可使土壤粒子間產生分散作用，離間土粒之接觸面，相對的，土壤構造乃形疏鬆。此等疏鬆土壤在山坡地之傾斜立地條件下，即顯得較不穩定，疏鬆之孔隙或裂隙除降低土壤之力學性質以外，雨水更容易沿孔隙或裂隙入滲，造成山坡地土壤不穩定而崩塌之主要因素之一。

### 四．地下水流路之改變

土層內之重力水或地下水之流動，除受水頭差之影響以外，其流動快慢主要受土壤或岩層之孔隙大小所致，而土壤或



岩層一旦受地震力之作用產生擠壓、伸張之結果，勢必重新改變地層中土壤或岩層之構造，而此等改變亦將使地下水流動因孔隙或裂隙之調整而改變，因此原來在坡面某處有地下水流出情形，在地震之後，可能地下水流出即消失，反之在其他地方形成地下水之新流路流出，此等地下水流路之改變，使之在不同坡面環境出現新的地下水流出，其滲流力之作用往往連帶使得坡面穩定條件改變，而有發生崩塌之可能。

## 肆、地震引發崩塌之機制

斷層活動引發地震可將地層之岩層擠壓破壞，造成土層鬆動，並改變地下水之流路，而其導致崩塌之機制，除岩體或土體破碎而降低其抵抗力以外，地震之地動加速度應是支配崩塌之主要動力。依中央氣象局測得九二一大地震之地動加速度大部分區域達  $100\text{gal}(\text{cm}/\text{sec}^2)$  以上，其中有 3 站之記錄顯示最大加速度值達 1 重力加速度 ( $1g$ )，即  $980\text{gal}$  以上，而車籠埔斷層沿線及東側上盤地層最大水平地動加速度超過  $0.4g$ ，斷層西側之下盤地層則低於  $0.2g$ ，此等地動加速度乃至於地震波對崩塌發生之影響機制如何，茲討論如下：

### 一．未考慮地震力之崩塌機制

一般坡面土體是否發生破壞，大多以安全係數來判斷。而邊坡之安全係數  $F_s$  定義如下，即：





$$F_s = \frac{\text{土體對破壞之抵抗力}}{\text{土體發生破壞之作用力}} \quad \text{--- (1)}$$

因之在不考慮地震力作用之情形下，依圖 2 所示之作用力，其安全係數為：

$$F_s = \frac{C\lambda + W \tan\phi \cdot \cos\theta}{W \sin\theta} \quad \text{--- (2)}$$

式中： $C$  為土體凝聚力， $\lambda$  為破壞長度， $W$  為單位體積之土體重量， $\phi$  為土體之內摩擦角， $\theta$  為破壞斜面之坡度

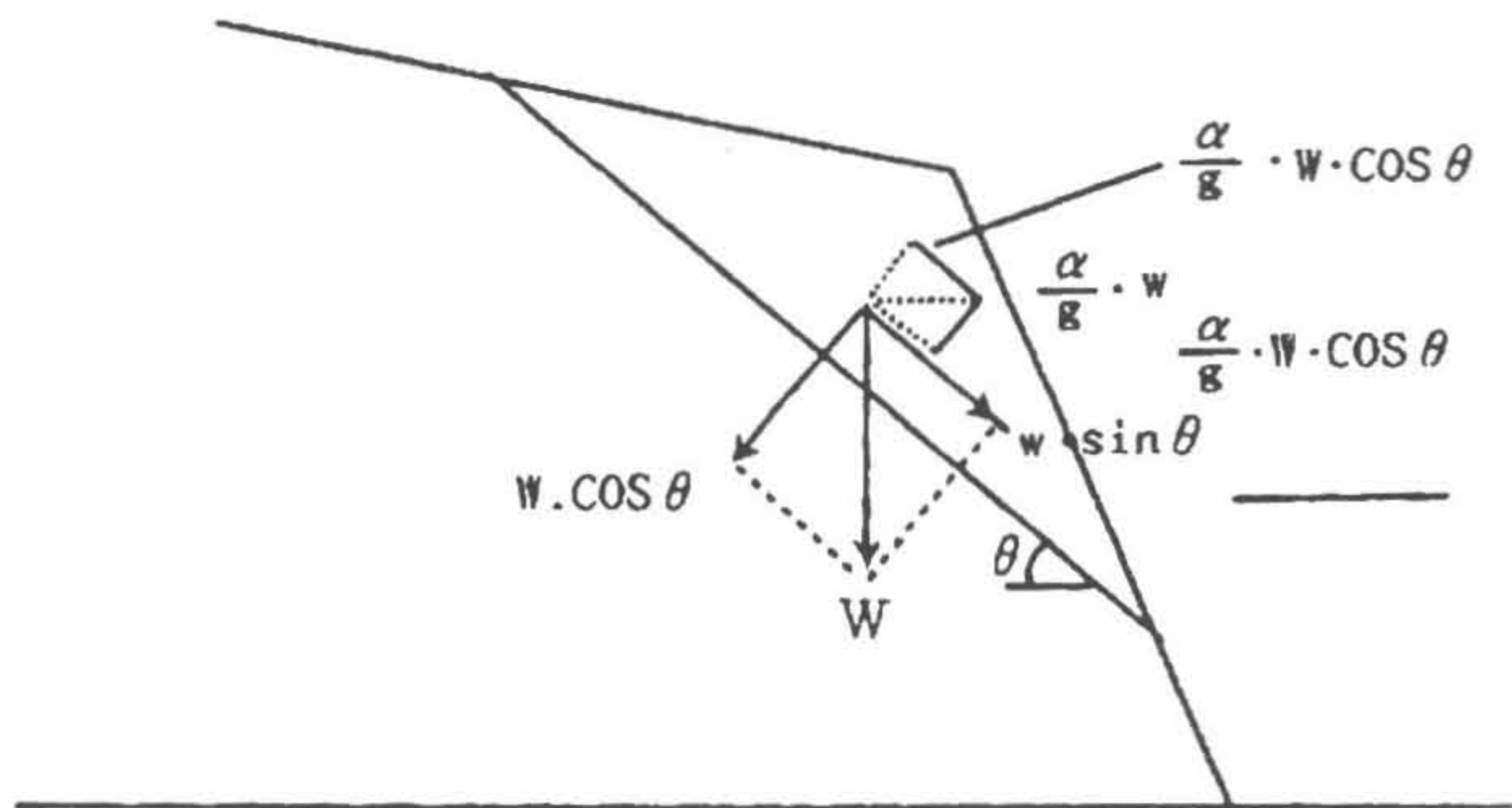


圖 1. 斜面土體之應力

(2)式中之安全係數  $F_s$  若大於 1，即表示邊坡應屬安定，若  $F_s$  小於 1，即表示邊坡處於不穩定而會有移動發生之可能，而  $F_s$  等於 1 時，代表邊坡處於安定之臨界狀態。



## 二．垂直地震力對邊坡安定之影響

同圖 2 所示，地震發生時，會有上下運動與水平運動之發生，因此若僅考慮向上運動之地震力作用時，假設其向上地動加速度為  $a_v$ ，而地動加速度與重力加速度  $g$  之比率 ( $a/g$ ) 稱為地震係數，則此時地動向上作用於邊坡安定之安全係數  $F_{sv}$  為：

$$F_{sv} = \frac{c' \lambda + (w - k_v w) \tan \phi' \cdot \cos \theta}{(w - k_v w) \sin \theta} \quad \text{--- (3)}$$

式中： $c'$  為地震後土體之凝聚力，

$\phi'$  為地震後土體之內摩擦角，

$k_v$  為垂直地震係數 ( $= \frac{a_v}{g}$ )。

(3) 式中若假設地震對土體之凝聚力與內摩擦角均無改變，且若土體之凝聚力為 0，則地震垂直地動加速度之發生，應不致影響原邊坡之安定狀態。但實際上地震力之垂直向上作用對土體乃至土粒之最大影響乃在降低凝聚力與摩擦力，因之，由(3)式亦可得知其邊坡之安全係數會因分母之減小而減少，亦即邊坡趨於不穩定，而崩塌發生之可能性大增。

## 三．水平地震力對邊坡安定之影響

另一方面，若僅考慮地震之水平作用力時，如圖 2 所示假設水平地動加速度  $a_h$  係向斜坡外側運動，此時邊坡之安全係





數  $F_{sh}$  則為：

$$F_{sh} = \frac{c' \lambda + W \tan \phi' (\cos \theta - K_h \sin \theta)}{w (\sin \theta + K_h \cos \theta)} \quad \text{--- (4)}$$

式中： $K_h$  為水平地震係數 ( $= \frac{ah}{g}$ )

由(4)式可知，即使地震力並未造成土體之凝聚力或內摩擦角降低，但因水平地動加速度之關係使得分母減小，而分子相對增大，故其安全係數亦隨之降低，顯示邊坡因地震之水平作用力而使之趨於不穩定，崩塌現象將因而增加發生之可能性。

#### 四．地動加速度與標高之關係

地震引發之崩塌，在山脊附近有較多崩塌發生之傾向(日本防砂協會－斜面土砂移動現象 3 卷 P. 176 ~ 177)，依山口伊佐夫等人分析地震資料而得一地動加速度與標高之關係式為：

$$\frac{a}{a_0} = 0.0025 H + 0.75 \quad \text{--- (5)}$$

式中： $a_0$  為基涑點之地動加速度

$a$  為標高  $H(m)$  處之地動加速度

$H$  為標高 ( $>100 m$ )



由(5)式顯示標高愈高之地方，因地震作用所產生之加速度相對較高，因之山脊處因標高均高於斜坡面各位置，故有較大之地動加速度，導致崩塌發生之可能性亦較大。

## 五．地震波對地層之影響

地層係由表層土壤及底層岩層所組成，由於地層因材料不同，軟硬膠結程度互異時，其固有之震動頻率亦不同，因此當地震波通過不同地層時，在上部較軟之地層會產生擴幅現象，而加大變位之效應，此等變位量可能亦為導致崩塌發生之原因之一。因此在山坡地之表土多屬崩積土或鬆動土方之情形下，即可能因地震波效應加大其變位量而引發山崩、地滑等土砂運動。

## 伍、崩塌與土石流之關係

土石流亦屬於土砂集體運動之一種型態，一般促其發生之因子包括(1)大量疏鬆之土砂石材料，(2)足夠之地形坡度，(3)充分之水量供應。而此三個因子亦是崩塌發生之決定因素，惟土石流與崩塌之最大差別乃在於土石流係土、砂、石等材料以流動之方式來進行，而崩塌則係指土、砂、石等材料以崩解、墜落與滑動等綜合方式運動之統稱。

而其運動之差異主要決定在運動體內土、砂、石材料顆粒之相對變位有無規律性，一般屬於學術性之分類依據。惟對一般民衆而言，如何區別崩塌與土石流並不容易，事實上亦不重





要。但由於崩塌與土石流之發生條件與運動方式有所不同，其牽涉到災害發生影響所及之地點、規模乃至於防治方法之選擇，亦有所不同，故將此二種可釀致災害之土砂運動方式予以不同之分類。

而九二一大地震當時僅造成大範圍之崩塌現象，然而卻在今(89)年春雨以來，地震災區幾乎每逢豪大雨即到處傳出土石流之災害，此與土石流發生之條件異於崩塌現象有關。

由崩塌機制可瞭解其發生係因土體或岩體抵抗外力之力學性質降低及如地震力之外力施加而造成土體不穩定之現象，而土石流之發生亦不脫離此等力學理論基礎之範圍。但相較於崩塌現象而言，土石流之發生大多須借助水之摻雜，使土砂石之固態土體變成流體化，而形成流動之現象。

固然土砂石之材料在無水之摻雜亦有可能在足夠之條件下，形成流動之現象，此等土石流在分類上，即歸之於土力類土石流，而此類土石流因缺水之潤滑與軟化，故其流動條件必須具備較陡之坡度來促成之。而大部分之土石流均是因水之混合而形成液態之流體使之流動所成，此類土石流即歸之為水力類土石流。而此類土石流因飽含水分，故可在較緩之斜坡上發生、流動，並行進較長之距離，且其在流動行進過程中，挾其運動之能量及大量土砂石等材料，沿途可造成大範圍之破壞，並掩埋大面積之良田、房舍、公共設施等。

無降雨之情況下，一般由地震引發土石流或由地震引發崩塌而轉變成土石流之可能性甚低。但由於土石流係屬土砂材料

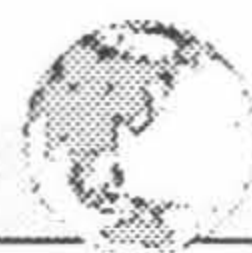


呈液相之流動，因此其發生與流動機制乃決定於土砂材料須為疏鬆之構造，使水流容易進入土砂體而形成流體化，且土體因疏鬆而抵抗剪斷破壞之強度亦低，亦即土體之凝聚力與內摩擦角均變小。

而在山坡地此等疏鬆土體即來自崩塌土砂，其在無任何擠壓或經長久之壓密行為下，或是崩塌土砂經水流將其細粒土粒先行沖蝕後，殘留之土砂體形成具粗孔隙之疏鬆構造下，即有可能在適當水量供應下，造成土粒互相支撐之應力瓦解，而發生土石流之現象。因此大面積之崩塌或大規模之崩塌，雖不一定立即形成土石流，惟其崩塌之土砂量乃為日後可能引發土石流之主要材料來源。故崩塌地之出現即隱含該地未來有發生土石流之潛在性，而崩塌處數愈多之溪谷環境，亦即集水區之邊坡崩塌處數愈多，或崩塌面積愈大，則該等集水區在匯集適當之水量後，發生土石流之機率亦愈大。

因此九二一地震當時雖未造成土石流之立即發生，惟地震造成地層破碎、土層鬆動之作用，無形中亦在製造更多土石流發生之材料來源。由此可知何以九二一大地震後在震區產生高達 2 萬 1970 處之崩塌地，而面積更達 1 萬 1299 公頃之多。而此等崩塌土砂在歷經今(2000)年 2 月下旬起之春雨，5、6 月之梅雨及 7 月起受颱風外圍環流所引起之暴雨等激發下，中部地震災區頻頻出現土石流災害，為山坡地民衆之居住環境、農業之生產環境以及道路、橋樑等公共設施造成許多破壞，並危害民衆生命財產，為地震之後挑起另一波災難。





## 陸、山坡地土砂災害之人爲因素

山坡地發生崩塌、地滑、土石流等水土流失現象本屬陸地夷平過程之一種自然現象。此等現象在地震、降雨、水流之作用下，即有發生之可能，而這次因大地震，使崩塌、地滑、土石流等土砂災害一再發生，固然是地震之導因。但在地質破碎、地形陡峻之自然環境下，因人爲開發山坡地，進行各種土地開挖行爲，往往加速且加劇此等現象之發生，並危及民衆生命財產之安全，因而釀致成災。故山坡地土砂災害之發生除了自然環境之不利條件之外，民衆利用土地及處理不當亦是災害擴大之必然結果。

而山坡地之開發利用原即應注意此等崩塌、土石流之可能發生而必須採取預防措施，以避免不必要之災害損失，但卻未能避免，究其人爲因素除了不當之開發土地以外，尚有部分未能妥善辦理之工作包括：

### 一．山區住戶分散，未能集中照顧

由近日豪雨在中部山區所傳出土石流災情乃至於歷年來之土砂災害觀之，許多受災戶均屬單戶或3、5戶聚集之零星聚落，由於政府人力、經費所限，各項治山防災之公共建設係以人口聚集，或重要村落、設施之保護列爲優先，致無法全面顧及山區零星散戶之周遭環境安全，而使此些偏遠地區之散戶在缺乏適當之保護措施下，屢遭土砂災害危及，造成人命財產之



損失。因此如何將山區散戶鼓勵遷移並集中安置於安全場所，應是未來農村建設與土砂災害避難策略所應思考之方向，而不應任民衆隨心所欲分散居住於危險地區。

## 二．治理經費與人力不足

歷年調查台灣地區之土石危險溪流有 485 條之多，近日豪雨更使中部地區土石流危險溪流處數暴增，此外九二一地震後所產生之新生崩塌地與土方鬆動地區亦不計其數，其中不乏位於人口聚集或重要公共設施之場所。雖目前在治山防災計畫下，每年均對重要土石流危險溪流或崩塌地進行必要之水土保持處理措施，並已獲相當之成效。惟因其分布地區廣闊，而受限於經費預算與人力之不足，無法同時進行全面性、系統性之整體治理工作，使得其治理成果未能彰顯。

而以台灣山坡地面積超過 270 萬公頃，佔全台灣總面積之 75% 以上，欲僅以區區數十億元之年度經費全面辦理治山防災之工作，實屬困難，因此有再檢討國家預算分配之必要。同時以人數不到 600 人之水土保持主管機關須負責集水區治理與山坡地管理之工作，能否全面兼顧山坡地開發保育利用之，亦值得商榷。因此，未來如何在政府組織再造之同時，酌量擴大組織編制，實應加以考量。

## 三．特定水土保持區之劃定尚未完成

目前依法雖可對影響水土保持之重要地區予以劃定為特定





水土保持區來加以管理，並且作全面性之規畫治理工作，然此等劃定工作之管理單位如何指定，牽涉到管理機關之權責與相關之人力、經費以及能否執行之問題，尚有賴各相關機關之協調聯繫，並獲民衆之共識，方能使管理工作落實。惟劃定為特定水土保持區將限制到民衆利用土地之權益，在推動特定水土保持區劃定工作上可能遭到民衆之排斥，殊不知特定水土保持區之劃定其積極面乃是進行一系列之治理工作，以求改善該等危險地區。惟因民衆瞭解不夠，及指定管理機關之協調問題，而未能儘速完成。因此居住於此等危險範圍內之民衆，未能即速獲得環境改善，而存在土砂災害發生之高危險性。

#### 四．災害預警系統未臻成熟

崩塌、地滑、土石流等土砂災害有其發生之條件，若能依其機制設置必要之監測系統，一者觀測災害發生之過程，以作為研究、設計等參考；再者，依監測條件設置必要之警報系統，作為危險區域民衆防災、疏散、避難之依據，當可減少災害之損失。

目前農委會雖已在 18 個地區設置所謂之土石流預警系統，惟此等預警系統仍屬試驗研究階段，目前仍以監測為主。由於預警之標準與作業程序尚未建立制度，亦欠缺法源依據，同時其準確性亦尚未臻成熟，致使土石流等土砂災害發生之預警功能尚未能充分發揮。因此如何協調相關單位建立災害預警發布之制度與權責，尚有待立法層面與行政層面作全面性考



量，同時亦應加強相關之研究，以改善預警系統之功能。

## 五．避難與防護組訓之缺乏

由於土砂災害預警系統之建立，牽涉到儀器之管理維護與預警之準確程度，尚無法完全發揮絕對之預警功能。在此情況下，民衆應有自救求生之基本理念，故應由當地民衆組織防護團，並依現地條件擬定必要之避難路線與維生系統。惟此等制度亦需賴政府機關規畫輔導建立必要之組織架構與指揮系統，因此儘速責成相關單位研擬避難與防護組織之相關辦法並施以演練，以防萬一，實屬自我防範與自救之積極措施。

## 六．宣導工作未能普及

目前每年 4 月訂為水土保持宣導月，透過媒體及由各級政府主管機關辦理甚多之水土保持宣導活動，惟由於民衆之不在意與僥倖心態，致使宣導活動一結束，或災害發生後不久，即逐漸淡忘災害之嚴重性，以至於災害仍不斷重現。因此各級政府除繼續透過媒體進行宣導工作之外，實有必要建立直接通知之管道，隨時以郵件或電話等通訊方式，警告危險地區之居民隨時注意周遭環境之變化及應有之防範措施，以減免災害之發生。

此外，部份崩塌、土石流等現象之發生乃屬自然之現象，亦非人為之工程防治措施所可完全予以抑止，因此應讓民衆瞭解，各項防治對策僅能減低災害之規模，或降低發生之機率，





絕不可認為各項工程治理完畢即可獲絕對之完全保障，以至於太依賴各項工程之治理。由於崩塌行為在目前尚無法準確預測之狀況下，土砂災害發生之不確定性始終存在，故民衆宜隨時要有危機意識，方能對土砂災害保持經常之警覺性。此等觀念則有賴社會教育及適時之宣導活動不斷予以灌輸之。

## 柒、山坡地土砂災害減輕之策略

崩塌、地滑、土石流等乃是地表土壤大規模沖蝕之型態，亦屬山地夷平之自然現象。然而在地震之作用，使得山坡地地層鬆動之情形下，此等沖蝕行為乃變得更容易發生，再加上近20、30年來在追求經濟成長而使各種產業為取得便宜土地而朝向山坡地不斷開發之情形下，許多不當開發將原應由茂密森林保護而得以使崩塌、地滑、土石流等行為不易發生，亦或即使發生其規模亦小之有利條件。

在大量砍除森林，而以淺根性作物、低覆蓋果樹等勤耕經濟作物取代，乃至於許多房屋建築在不穩定之斜坡上，除了提高崩塌、地滑、土石流等現象發生之機率以外，更造成土砂掩埋田園、房舍、甚而造成人命損傷而擴大災情。這次大地震無非再度突顯此等土砂災害之嚴重性。

然而崩塌、地滑、土石流等行為既屬自然界之現象，自不可能完全杜絕，而經常造成災害之問題根源又如上節所述，則如何減輕此等土砂災害之發生，實為今後政府與民衆所應共同努力之目標，在此謹提供個人之淺見以供參考。



## 一．政策面

山坡地土砂災害問題與山坡地資源利用之政策息息相關，其涉及範疇相當廣泛，包括：

### (一)土地政策

目前之土地政策係將山坡地劃分為許多不同土地使用類別，依其環境敏感特性限制各種不同目的之使用，惟因各種不同目的使用山坡地必須先行開挖整地，以改變坡地地形，而取得容易使用之平坦地形，此等開挖整地即將土層予以翻動，將造成另一無法在短期趨於穩定之環境，再加上許多不當之排水系統，任意加高之人工擋土設施，乃至於高大建築物，在在均使得山坡地之負荷發生改變，並存在許多不可預知之後遺症。

此等開發行為尤以山坡地之非農業使用最為常見，卻也是山坡地土砂災害發生時受害最為嚴重之地方。因此如何減少或限制山坡地之非農業開發使用，實有檢討之必要。同時山坡地之非農業使用欲符合相關法規之安全規定，其開發成本甚高，且其自然環境之風險率亦高，因此如何提供更多之平坦土地供非農業開發，應是今後土地政策須再檢討之重點。

在可預見農業面臨世界貿易自由化而直接受到衝擊之未來，如何將平坦土地之農耕地逐漸釋出，可能為暫時解決山坡地非農業開發利用之一途徑。雖然目前在國營事業民營化之轉變階段，許多台糖土地已逐漸開放使用，但宜有較周延之規範，以避免土地之不當炒作，同時農業發展條例修改通過後之





配套措施，如何營造農村環境，以減少農家之分散，及誘引山坡地農民下山，可能為當前相關主管機關必須深入檢討之問題。

## (二)水資源政策與林業政策

山坡地是水資源之源頭，而山坡地之森林地更是水資源之倉庫，因之山坡地必須有茂密之森林覆蓋，方能確保水資源之貯蓄，及供應之源源不絕。然而以目前之水資源利用，在開發日益困難，成本日益增加之情況下，卻無法反應合理之水價，更無法回饋森林種植之補償代價，無形中山坡地之森林無法予以維續，土地在無森林之保護下，水資源將逐漸匱乏，而水土災害之發生則相對增加。

相對於林業政策，由於木材價格低迷，造林無利可圖，致林農紛紛尋求短利而改種其他作物，使得林地違規使用，而造成水土流失等災害，直接間接損及水土資源之保育，更是災害之肇因。因之，若能配合水資源之回饋措施，補償林農及林地之水資源之涵養效益，方能落實山坡地之資源保護及減少土砂災害之影響。

## (三)農業政策

山坡地農業使用應兼顧水土資源保育與經濟作物之產值，惟農作物生產有其無法掌控之氣候條件及市場條件，市場價格好之作物在無輔導制度下，農民即大量栽培，相對產量增加，價格必然下跌。而氣候條件適宜，產量增加，相對價格亦下挫，故農民所得仍然有限。因此農作物栽培即在農民不斷更



換，又因氣候變動而使農民收入不穩定，山坡地農業即在此不穩定之條件下，農民無法穩定從事單一作物之栽培以獲得穩定之收入。而從事投機性之栽培又使得土地不斷破壞，而致生水土災害。

因此山坡地農業未來因應國際農產品輸入之衝擊，應考慮山坡地之氣候條件及市場之需求，建立完善之輔導制度，選擇適合之作物種類，並配合適當之價格保證以限制各種農作物之種植面積，避免農民隨意種植，且不斷擾動山坡地土壤，造成土壤流失等土砂災害。

此外山坡地農村發展政策亦宜重新檢討，以往為改善農民生活與生產環境，大多以開路方式連絡各村落，但因一味道路開闢，連僅在偏遠山區之一戶住家亦開闢產業道路予以連絡，其用意固然良好，但久而久之，反而倒末為本，到處開闢產業道路，隨之引進農民進入更偏遠地區進行農業開發，甚而違規開發行為變本加厲，將山坡地應屬國土保安與資源保育之環境破壞殆盡。

因之，如何選擇安全環境之適當地方重新規畫山坡地農村聚落，並誘導散戶農家將生產環境與生活空間合而為一之觀念變更為生活環境朝集村化，生產環境朝保育化之觀念，遷村至具有周全公共設施，且有完善之維生與避難系統之農村聚落，而即使有災害發生，亦可降低災害規模，並方便搶救以減少災害損失及降低社會成本之支出。





#### (四)交通政策

如前述之產業道路在山坡地處處可見以外，公路系統亦因配合經濟政策而逐年在擴充，此等交通系統固然是促進資源流通之必要管道，惟山區道路之不斷開闢，似乎對山坡地資源保育帶來更多負面之影響。蓋一旦道路開闢到達之地區，只見引進更多之開墾者、破壞者，而其帶來經濟與保育之負面影響從來未曾評估過。以這次大地震對中橫公路帶來之破壞及不易恢復之實例，充分顯示山區道路之開闢，其日後之維護經費恐將是當初興闢之數十倍以上，而其所帶來之災害，更是經濟成長之絕對負數。因此未來有無必要繼續擴建現有之山區道路，乃至於新闢山區道路，除了技術面之問題以外，其所帶來之各種影響，實應深入檢討。

#### (五)社會政策

山坡地農業資源開發之產值佔國民生產毛額比率愈來愈低之今日，有無必要繼續在山坡地推動農業發展，甚至各種產業引入山坡地之開發成本日益增加之現況，山坡地之產業發展方向何去何從，這是一個相當複雜之問題，恐怕不是任何一位為政者所敢貿然決定之問題。然而在山坡地之特殊環境下，各種產業發展均有其不利因素及較高風險存在之事實，使得產業之發展有其限制性，無形中，山區居民在產業發展不易連帶影響就業問題，須如何解決，亦應加以考慮。

以目前山區居民從事之產業仍以農業為主之情形下，未來農業有無發展，農業在山坡地是否須加以擴大等問題，恐怕並



不樂觀，而這些農民如何輔導轉業，即是社會就業輔導之一新課題。蓋農民平常習於傳統農業，而無其他專業技術，轉業有所困難。因此技能訓練、專業技術之教育若能適時加以配合，以提供農民之第二技藝專長，則未來在相關產業政策之促動下，引導農民下山，投入其他生產行業，可能為減少山坡地開發之消極手段之一。

## 二、技術面

山坡地崩塌、地滑、土石流之發生乃是自然之現象，而其引發災害則是土地開發之必然結果，因此除了從政策面重新思考山坡地開發之問題以外，對於災害之發生，能否予以事先預防或減輕災害規模，則可由技術面來加以改善，其包括：

### (一)特定水土保持區之劃定

特定水土保持區劃定之目的乃在宣示該地區具有潛在水土災害之威脅，故應避免加以開發。而積極面乃在著手規畫進行長期之治理工作，以期改善該地區之自然環境特性，並營造一安全之生活與生產空間。因此在目前已調查之主要崩塌地、土石流等危險地區應加速予以劃定為特定水土保持區，同時進行其治理計畫之研擬。

### (二)持續並擴大治山防災計畫之執行

治山防災計畫乃集水區水土保持治理延續多年之計畫，惟每年以不到 800 人之人力來執行區區區數十億元之經費，而欲治理廣達 270 萬公頃之山坡地，其成效當然不易彰顯，何況每





年之豪雨、地震更擴大山坡地土砂災害發生之範圍。因此在建設速度不及破壞速度，點狀治理不及面狀致災之情形下，除了有必要全面性加強治山防災計畫之推動以外，人力、經費之增加亦是不可或缺之資源。

而治山防災工作之推動中，屢因土地取得之困難而喪失治理先機亦是目前在技術面上之主要障礙。因此宜就治山防災工程設施之必要土地取得程序，在法律之規範之下，釐訂補償辦法與強制徵用、徵收之制度，以便掌握治理時效。

### (三)全面造林優惠措施之制定

山坡地除國、公有林班地應加強造林，以營造山坡地保水保土之優良環境並改善氣候條件之外，私有林之造林亦宜規畫由政府代為執行，而林農則由政府予以僱用，採用類似以工代賑之方式協助進行林地之造林、撫育與護林工作。

目前在政府財政日愈惡化之情形下，造林 20 年補助 53 萬之方案欲作適度提高雖有困難，惟應研擬適當法規，以享用者付費之原則，由水價適度反應水資源保育之必要成本，並將之部分回饋或補償造林者，以提高造林之誘因，更是山坡地水土資源保育之最終目標。

### (四)山坡地農地水土保持設施之改善

目前山坡地農地開發種植作物、果樹等雖大多均有作適當之水土保持處理，惟因缺乏維修而遭致損壞之情形不少，另有部分農地則缺少水土保持設施，而在農民一般收入不豐之情形下，水土保持設施之改善不易，因之應進行全面清查，一者掌



握山坡地農地之使用狀況，再者輔導農民改善或進行水土保持處理，同時列入追縱督導。而政府除提供技術性之指導以外，更應配合部分補助經費與低利貸款，輔導農民改善生產環境及提高水土資源保育功能。

### 5、防災組訓與避難措施之建立

嚴格而言，地球上之陸地沒有一塊是安全的，更何況山坡地之先天地形條件隨時均有土砂災害之危險，因此山坡地居民應隨時有危機意識，每逢豪雨即應有避難之準備。而山區居民防災組織系統之建立，應從災害之預測、連繫、疏散至避難場所之指定、避難路線之規畫、維生物質之儲備及災害之通報、搶救等均有分工與規畫，並且定時加以演練，以備緊急災難之逃生。畢竟生命無價，而任何防治措施均無法保證土砂災害之絕對不會發生，因之惟有避而遠之，才是防災之積極精神。

## 三、管理面

目前山坡地之水土資源保育成效無法彰顯，土砂災害經常造成社會問題，其最弱一環乃在管理面無法落實。蓋管理之對象主要是人，而在當前人情世故超越遵循法令之社會風氣下，管理工作實有必要再加強，其中包括：

### (一)違規開發使用之查報取締

山坡地既存之違規使用主要仍以林地栽培果樹、檳榔、蔬果等為主，其存在或許有其歷史背景，而不易立即解決，此等既存之事實或許隨著時間、隨著農產品進口之貿易自由化而得





以慢慢解決。而目前主要之對象乃是山坡地保育地或林地未經核准之非農業開發使用，其包括廟宇、房舍、墓地、土石採取、開闢道路等開發行為，因其開挖迅速，且無任何保護設施，除本身開發基地之安全性有所不足之外，其影響周邊土地之安全才是值得憂慮之問題，因此如何藉由衛星影像監測及增加巡查人員裝備來抑止違規不當之開發行為，乃刻不容緩且必須積極辦理之工作。

## (二)山坡地住宅社區之安全檢查

近年來山坡地住宅社區之開發日益擴增，雖然大部分開發行為均經過合法之程序，唯山坡地環境有其先天之不利因素，且在地震作用下，土層鬆動、基礎弱化等問題均有其可能性，因此宜建立安全檢查制度，透過相關專業技師之全面巡檢，一方面發覺危害因子，一方面加強安全保護措施，以避免再度遭受災害侵襲，造成損失。

## (三)宣導教育之加強

政府能為民衆提供之保護措施畢竟有限，而居住在山坡地之民衆必須瞭解其先天環境之不利條件，因此必須時時透過媒體宣導、民衆講習等方式教育民衆了解身邊周遭環境變遷之徵象所可能帶來之災害，而採取事先之預防措施，以減少災害之發生，同時加強對土地珍惜之觀念，積極參與環境保育之工作。

## (四)建立危險地區居民之基本資料，加強溝通連繫

居住於潛在危險地區之民衆，應建立管制口卡，除予以組



訓之外，更應經常透過通訊連絡，提醒或告知民衆，隨時作好防災避難之準備。同時建立民衆之通報系統，接受民衆之反映意見，以掌握當地環境之異常現象，而得以即時予以控制，避免災害之發生或擴大。

## 捌、結語

九二一大地震後災區民衆飽受地震破壞之外，更每逢降雨即土砂災害頻傳，造成民衆之驚慌與不安，然此等地震所造成之土砂災害後遺症並非短時間即可止息，亦非立即進行各種防治工作而可免於再度發生。畢竟地震所造成之崩塌地範圍至為廣大，且山坡地先天地質、地形之不利條件始終存在，因此在無法抑止土砂災害發生之目前科技現況下，如何降低土砂災害之發生規模與頻率，乃為當前地震災區乃至於全台灣山坡地環境改善之最低要求。

惟山坡地土地之開發在利用資源之同時，更是引致災害發生之肇因，因此如何開發利用資源之同時更能兼顧資源之保育與防災，乃是這次九二一大地震持續災害發生後，帶給民衆從新體認山坡地保育重要性之一大契機。畢竟台灣之資源相當有限，而山坡地之資源更是脆弱且無法復育，而其利用更具有風險，因此唯有重新從政策面作全盤之檢討，而從技術面落實防災工作，並從管理面有效掌握山坡地之動態，方能使山坡地之土砂災害問題不再是政府施政之包袱，而居民亦無須時時籠罩在不安全之環境下生活。