

臺中市政府經濟局 95 年度

自行研究計畫

研究計畫名稱：

大坑地區土砂災害雨量警戒值分析及研究

研究單位：經濟局農林畜產課

研究人員：許朝欽、黃育珍

研究期程（起～迄）：95/5-96/5

一、研究緣起

近兩年來，本市大坑地區因連續豪雨造成崩塌災情頻傳，雖未直接傳出傷亡情事，但大量之崩塌個案傳出後，如何積極有效進行救災搶災工作，為市府一項極為重要之工作。

台灣地區因為土石流、土砂災害頻傳，引起國人嚴重關切。各級政府及學術單位並於對土石流相關之課題進行研究。其中包括流動性質、發生機制、堆積型態、衝擊力力學特性及防治工法、危險區域或預警系統之劃定、災區之現場調查報告等均有長遠之進步。作為一個中部地區之首善區域，在山坡地之防救災，尤其以土砂災害之災前整備、災時搶救以及災後之復原等各項環節結執行上，本市實有必要擬定一準確率高警戒系統並結合運用最新之科技，以落實整體之防災工作。

二、研究目的

降雨為土石流發生主要的觸發因子，地文則是造成土砂災害之潛在條件。過去在降雨引發土砂災害發生之研究多著重於雨量之統計分析，但在分析過程中，缺乏地文等環境條件之考量。本研究主要為同時考量降雨條件以及地文因子對土砂災害發生之影響，藉由統計方法分析降雨參數資料後，再利用區別函數及層次分析法，制定出一地文潛勢影響指標，並結合前人所研究之土砂災害降雨警戒模式（詹錢登 2003），探討土石流發生降雨與地文之關聯性後，建立出一包含降雨與地文條件之土石流發生警戒模式，以期能對土石流的發生條件有更完善的考量。

三、 前人研究

謝正倫，陳禮仁（1993）提出有效集水面積(即溪床坡度大於 15 度以上之集水面積)作為危險溪流之判定指標，並以流出土砂量作為危險度之評估標準。

Caine(1980)蒐集世界各地降雨以及崩塌事件紀錄，利用迴歸之尖峰強度對延時的 log-log 圖推導出降雨/崩塌門檻值。

Lumb(1975) 在香港降雨量與崩塌之相關性研究指出當 24 小時降雨量超過 100 毫米以及 15 天前期降雨超過 300 毫米將引發一天內超過 50 處崩塌事件發生。200 毫米前期降雨後伴隨 24 小時降雨量超過 100 毫米以將引發一天發生 10 至 50 處崩塌的嚴重崩塌事件。

F.C. Dai(2001)，香港大於 4m^3 的崩塌體積以上累積發生頻率分佈累積發生頻率及崩塌體積分佈成線性分佈。在 1984-1997 年和 1992-1997 個兩個時期裡，在降雨量和崩塌相關性研究顯示，預測崩塌數量以 12hr 降雨量最好。然而，大於崩塌體積大於 30m^3 的崩塌數量預測，以 24hr 降雨量為最好的因子。若定義主要事件為發生 10 處以上崩塌，則區別主要事件及次要事件之區別函數中，以降雨量變量 H12 和 A1 為作為函數因子最適合。

四、 研究方法

1. 雨量資料蒐集

本研究預定蒐集研究區域內大坑雨量站 (222369,2674255) 及龍安雨量站 (232104,2672978)，雨量資料。資料來源為中央氣象局所設之自動雨量計。在後續之預警系統降雨分析，因紀錄雨量資料皆以小時為單位，故研究中以時雨量資料來對歷史雨場進行數化。

2. 雨場分割及雨量分析

將降雨開始時間至任意時間稱為有效降雨時間：以一場集中降雨在其前 24 小時內累積降雨量達 10mm 之時間點，稱之降雨開始時間。其後 24 小時內累積降雨量未達 10mm 之時間點，稱之降雨結束時間。

發生土石流之降雨部分，以土石流發生時之前六小時內最大及次大

之有效累積雨量及其有效降雨時間代表該場降雨。未發生土石流之降雨，則以該場降雨內最大有效累積雨量時及降雨結束時間時之有效累積雨量及其有效降雨時間代表該場降雨。

青木佑久（1980）研究日本 23 場降雨事件所造成的 46 場土石流災害，指出當累積降雨量在 150~200mm 以上，即可能發生土石流。因此本研究將各延時均勻降雨情況下累積降雨量未達 150mm 之降雨在分析時予以捨棄。

3. 費雪區別函數統計

區別分析是一種用來建立獨立變數之函數以區分並將觀測量分組之統計技術。得到之區別函數，係利用變數線性組合將統計資料區分為兩組以上統計資料。

本項作法是設定一會造成傷亡或需警戒之崩塌規模中，本研究之目的在於將降雨事件為不少於警戒規模之崩塌事件以及小於警戒規模之崩塌事件。全部降雨變量被認為是預測者變量。Stepwise 區別分析找出一區別函數以有效區分出兩組資料。如果顯著水準之 F 值小於 0.05，此一變數則加入模型當中；若顯著水準之 F 值大於 0.1 則移除此一變數。根據統計結果，找出降雨變量中可作為區別函數之變數。然而，降雨變量仍存在變數相依問題。故需進一步的分析需要降低變數的重複性以增加模型效率。本研究透過雨量分析結果進行區別函數探討。

根據統計結果，降雨變量中以 H24、A1 及 H5 為作為區別函數之變數。然而，降雨變量 H5 和 H24 在皮爾遜相關性分析中，相關係數達 0.85，因此變數相依的問題可能出現。另一進一步的分析需要降低變數的重複性以增加模型效率。這種簡單方法是刪除變數 H5 或 H24 而重新進行區別函數分析。然而，表 6 中發現，刪除 H5 或 H24 變數根據的分析結果將降低準確率。消除變數相依的另一種方法，基於經驗的判斷，選擇一組變量不相依的變數進行區別分析。研究結果顯示：H12 是最適合作為迴歸分析之參數，而且與參數 H24 和 H5 高度相關。為了改進分類結果，可以將 H12 參數以 H24 和 H5 代替。如表 6 所示。若以非相依的變數 H12 和 A1 變量作為區別函數變數，則正確分類 190 次事件中的 172 次，成功率達 90.5%。

選擇參數	區別函數	成功率
H24,H5,A1	$MA=-12.120+0.009248H24+0.01622A1+0.105H5$ $MI=-3.492-0.0001905H24+0.006539A1+0.05996H5$	Total:89.5%(Major event:81.1%;minor event:92.7%)
H24,A1	$MA=-8.099+0.04654H24+0.01323A1$ $MI=2.176+0.02114H24+0.004828A1$	Total:87.3%(Major event:69.8%;minor event:94.2%)
H5,A1	$MA=-11.990+0.118H5+0.01643A1$ $MI=-3.492+0.05968H5+0.006535A1$	Total:86.8%(Major event:75.5%;minor event:91.2%)
H12,A1	$MA=-10.119+0.07417H12+0.01530A1$ $MI=-2.743+0.03504H12+0.005842A1$	Total:90.5%(Major event:81.1%;minor event:94.2%)

4. 警戒雨量線之劃定

由於土砂災害種類眾多，發生類型多變。須完全以硬體之工程於短時間內針對所有土砂災害進行整治，在人力及財力上實有其困難，因此世界各國政府單位現已利用非接觸性之方式，利用雨量監測資料，以有效累積雨量及降雨強度為指標，將具有相類似性質之土砂災害整合為一群集，再以統計方式劃定同一群集之土石流發生警界雨量線，以供為預警指標。目前已劃定完成，警戒雨量線之有效累積雨量依不同群組不同，如土石流警戒約位於 200 至 350mm 間。本研究之目的即在於找出此一發生之警戒雨量線。

參考過去各國警戒雨量線，以配合降雨強度與降雨延時之關係式作為警戒線最為可行，如下圖。根據近年來大坑地區時造成災害之降雨（93 年敏督利颱風、95 年 6 月降雨等等）。大坑地區臨界降雨之警戒線以 Caine(1980)所提出之臨界降雨警戒線最為符合大坑地區區域之崩塌型態，惟因資料數嚴重不足，該曲線僅能作為參考。未來，透過更多實測資料之取得，將有助於取得更符合現況之結論。

