

滑坡與輸砂量相對於水庫的影響

從地質學的觀點來看水利工程的風險性

文/陳宏宇

我主要從工程地質學的觀點，風險的角度提出觀察。

台灣面積小 但輸砂侵蝕率高

2003年於國際期刊Nature Science發表指出，從1970年到1999年921地震期間，收集台灣198萬筆資料，顯示出150條河流大概有3億8千400萬噸輸砂流出，已可以和長江4億8千萬噸、印度的恆河2億5000萬噸相提並論了。不過，台灣的面積才3萬6000平方公里和黃淮海流域145萬平方公里比起來，將近30%不到的面積，而輸砂侵蝕率大概佔了世界2%。

再看到濁水溪，過去輸砂5400萬噸，但經過一個搖擺的地震，居然在2001年達到1億1千300萬噸，這樣的資料從數據看來，也許覺得不怎麼突出，可是台灣非常小，一條小小河流的輸砂量居然增加二·六倍。

經所有資料整合，發現地震過後，整個輸砂比例比過去三、四十年提高很多。最近又有一篇論文送到Nature Science，指出很多人認為台灣經過地震後，整個輸砂量很大，不過我們的研究提出一個相反的論點，發現地震過後的7到8年，台灣崩塌輸砂慢慢降下來，這個論點和日本關東大地震40年一個回歸期，有很大的差別，台灣居然是在8年的期間，就似乎回歸正常了。不過這目前還需要論證。整合資料發展預警系統降低損害

這些資料若能整合起來，可以告訴我們到2010年會造成什麼樣的影響，提供給工程界參考。目前持續努力進



◆嚴重淤積的曾文水庫上游集水區。

行的是，希望對預測提供量化模式，包括雨量的多少與造成輸砂的比例，更重要的是能不能把這些輸砂和雨量的關係以及植生，整個整合起來發展出預警系統，都是未來的研究主題。

現在也試著和大陸科研單位合作，藉由下雨的動能，研究雨滴打到地面上，是否會對下游的居民產生災難，因為下雨動能下到某個地方會引發滑坡，滑坡引發輸砂，輸砂引發和災害之間是有關係性的。

同時嘗試把台灣過去數個颱風所產生的資料進行整合，歸納下大雨然後發生山崩，中間有多長時間。假設上午11點開始下大雨，下午2點開始滑坡，中間有3小時，在這3小時的時間內，若我們能控制很好、偵測準測與資訊正確，馬上告知下游的老百姓，這地方很可能產生什麼問題，勢必能減少不必要的損害。因此，降雨的動

能、輸砂和滑坡資料的整合，是很重要的課題。

地質環境影響水庫淤積量

另外，台灣做了很多工程像是壩堤，卻不見得減少淤積量，且淤積量和降雨的關係性又不高，這其中牽涉的就是風險性的問題。政府做了很多工程，像石門水庫，之前多認為跟石門水庫沿線的滑坡有關係，因此就在滑坡的地方做硬體工程如攔砂壩和防土牆等，但看起來功效也不大。

造成山崩很可能跟某些開發量有關係，開發量越小、山崩量明顯下降。從很多過去資料顯示，山崩這麼大的量，跟水庫工程影響不大，但跟裡面地質環境的變化卻有很大的關係。

這些都是從地質學的觀點，對水利工程的風險性問題所提出的看法。

(作者為台灣大學地質系教授)