

應用地球空間資訊技術於土石流災害 與坡地農墾關係及崩塌地植生恢復之評估

黃凱易^[1]

摘 要 本研究應用地球空間資訊技術評估南投縣潭南地利土石流災害與檳榔園之空間關係及崩塌地植生恢復之狀態。本研究使用五期 SPOT 衛星影像，變遷偵測崩塌地及植生恢復狀態。試區 50 % 以上之檳榔園雖屬超限利用，但大多數崩塌地與其相距甚遠，因此兩者之空間關係極低，故非引發之主因。本區地質破碎，地形陡峭，降雨強勁集中，地震和颱風應為災害之主因。但土石流沿溪向下流竄，檳榔樹難有效抑制災情，故陡峻地種植檳榔，有待商榷與深入探討。比對五期植生指標影像，85 % 的崩塌地植生尚無恢復跡象，復因颱風豪雨沖刷更達到 91 %。崩塌地因地形險阻，整治及復育艱困，事倍功半，故除危險須立即處置者外，仍應採地球空間資訊技術長期監測，以瞭解其自然恢復狀態。

關鍵詞：地球空間資訊系統、全球定位系統、遙感探測、土石流、規整差植生指標。

Application of Geo-spatial Information Technologies to Assessing Relationship between Debris Flow and Slope- land for Farming Use and Re-vegetation of Landslide Scars

Kai-Yi Huang^[1]

ABSTRACT The study was to evaluate the spatial relationship between the debris flows and areca fields and natural recovery of plants on the landslide scars in the Tan-Nan and Dee-Lee area at Nan-Tou Prefecture of Taiwan by using geo-spatial information technologies. Relative radiometric normalization, change detection, and GIS techniques were applied to five-date SPOT satellite images to achieve the goal. The study found that most of the landslide scars in the area of stream origin situated on the steep-slope mountains with land-cover of deciduous forest and grass. Because of landslide scars at a distance far from the areca fields, there was a relatively low spatial relationship between them. According to the historical records of landslide in the area, landslides were highly associated with the characteristics of geology, terrain, and rainfall of the area. Hence, the occurrence of the debris flows in the area could not be attributed to areca fields, but to the Chi-Chi earthquake and subsequent Toraji typhoon. Arecas, however, could not effectively repress debris flows due to areca's shallow roots and slim trunk. Hence, planting arecas on steep slope-land, which may be detrimental to soil and water conservation, should be examined further. Eighty-five percent of the land scars have not shown a

[1] 國立中興大學森林學系教授
Professor, Department of Forestry, National Chung-Hsing University, Taichung 402, Taiwan, R. O. C.
E-mail: kyhuang@dragon.nchu.edu.tw

significant plant recovery, after Toraji typhoon up to 91% owing to flushing of its pouring rain. Nevertheless, the result does not mean that engineering treatment and reforestation should be performed immediately over bare lands. Reforestation may generally achieve little result despite Herculean effort because of shallow soils and difficult terrain over bare lands. Hence, long-term monitoring plant recovery over bare lands using geo-spatial information technology should be taken, except for urgent cases.

Key Words: geo-spatial information system (GIS), global positioning system (GPS), remote sensing, debris flow, normalized difference vegetation index (NDVI).

一、前言

桃芝颱風在 2001 年 7 月 30 日挾帶強勁雨勢侵襲台灣，引發多處強烈的崩塌及土石流，重創南投縣及花蓮縣等地，造成慘重災情，約有數百人傷亡失蹤。從 1996 年 7 月 31 日賀伯颱風挾帶豐沛雨量侵襲，造成南投信義鄉多處重大災害，往後幾年陸續因颱風造成不同程度傷亡與損失之災害。九二一集集地震後，中部地區產生眾多新增崩塌地，總崩塌面積估計約有一萬多公頃。這些崩塌地的土石結構鬆散，形成土石流災害引發之隱憂。果然於桃芝颱風來襲，在短時間內降下 700 mm 的暴雨，導致許多因震災鬆動的山坡地瞬間引發土石流，讓南投縣之地震災情雪上加霜，致使地震後之重建復原更加困難。

台灣近年迭遭天災，又因國土及水資源政策與管理問題，而愈趨嚴厲。集水區與山坡地濫墾，從高至中低海拔地區遍植淺根之農作，河川行水區亦遭佔用，豪雨每致引發崩塌土石流或洪水災害。多處發生土石流災害，為害至鉅，而坡地超限利用中佔有很高比例的檳榔園常被質疑為肇禍之元兇。各地土石流災害成因不一，看法分歧且具爭議性，然而諸多看法及見解僅止於現場目測檢視後所提出，缺乏充分證據支持。目前已有若干研究剖析桃芝兩颱風造成南投信義鄉重大災害的主要原因 (林俊全，2001；陳天健等，2001；陳宏宇，2001；雷祖強等，2001；賴建信等，2001)。

過去數十年以來，台灣在崩塌地之整治經驗僅侷限於小規模且數量有限之火災跡地、砍伐跡地、一般颱風或季節性豪雨或岩層風化滑落造成之崩塌地。九二一地震造成大規模崩塌地，陸續引發土石流災害，造成生命財產之損失。因此，崩塌地整治防災及復育等工作極為迫切且重要。然而林務與水保機構僅單純地援引過去之經驗，很難作為整治規劃之依據，且學

術界對此方面的研究也不多，因此經驗與理論的引用皆有困難。目前災後重建委員會雖持續進行地震崩塌地的裸坡植栽，但是將來有多少比例能復育成功，仍是未定數。對眾多崩塌地究竟是否儘速全面實施人工復育，抑或順其自然恢復，引來多方論辯。因此，有必要對採自然恢復之崩塌地及已實施復育造林之崩塌地進行長期監測與評估，而其結果可作為大規模崩塌地整治規劃與植生復育之基準。

桃芝颱風造成南投縣信義鄉潭南村與地利村約 20 多人死亡失蹤。潭南村位於好蘭溪下方與濁水溪支流玉崙溪匯流處，而地利村位於無名野溪下方與濁水溪匯流處，聚落四周遍植檳榔，因此檳榔園被質疑為肇禍之主因。土石流災害在傳播媒體密集報導下，引人關注，然而媒體引述部分專家學者意見，往往過於輕率，將檳榔園視為肇禍之元兇，不但議論紛紛，而且使檳榔園的負面刻板印象深烙人心。其次，兩聚落各自所在野溪之上方近源頭處，因九二一地震崩塌，堆積龐大土方，遇颱風豪雨沖刷土石進入野溪，則為另一關鍵因素。坡地檳榔園究竟是否為災害肇禍之主要原因，為第一個探討的問題。九二一地震造成大規模崩塌地是否任其自然恢復或須立即實施人工復育，則是第二個探討的問題。

地球空間資訊，是由地球空間資訊系統 (Geo-spatial information system, GIS)、全球衛星定位系統 (Global positioning system, GPS) 及遙感探測 (Remote sensing, RS) 結合而成為一完整的體系所產生，在相同的空間參考基礎下，可有效地同時進行空間資訊的管理、分析和規劃，所應用之範圍甚為廣泛，包含能源管理、環境影響評估、人文、經濟、地理、水文、政治和教育等 (徐輝明，2004)。本研究之係以地球空間資訊技術評估並釐清潭南和地利村土石流災害與檳榔園空間分佈之關係，同時瞭解崩塌地植生自然恢復之狀態，以作為農政單位對坡地超