

GIS 自由軟體於防災資訊之應用-以花蓮秀林鄉土石流防災 整備及應變系統為例

Application of Open Source GIS on Disaster Prevention-An Example of Debris Flow Prevention and Protection Information System in Shiou-Lin, Hualien

洪世勳、趙啟宏、溫惠鈺、許世孟
Shih-Hsun Hung、Chi-Hung Chao、
Huai-Yu Wen、Shih-Meng Hsu

財團法人中興工程顧問社
Sinotech Engineering Consultants, Inc.

徐森彥
Sen-Yan Shu

水土保持局台中分局
Soil and Water Conservation Bureau, Taichung
Branch

【摘要】

ABSTRACT

本文調查花蓮縣秀林鄉內26條土石流潛勢溪流集水區，包括蒐集整理地文、水文、聚落分布、土地利用、治山防災構造物現況及土砂現況等基本資料，並進行災損分析及即時雨量土石流危害度預測。由於本文所蒐集之各類基本資料及分析結果皆包含各項空間資訊，因此採用GIS平台來建立土石流防災整備及應變系統，以利迅速整合計畫區內各土石流潛勢溪流之各項空間資訊。

本系統使用VB.NET作為開發語言，並採用美國政府單位近年來所推廣的一套GIS工具，MapWinGIS ActiveX OCX控制項來開發GIS展示平台，其優點除此工具為免費外，應用此工具再根據專案使用需求設計使用者介面，不但能設計出專案導向的軟體，也能避免GIS商業軟體過多繁雜功能的缺點。本系統已整合各項地文與水文資訊以及分析成果，建立由圖層展示之視窗化系統，包含土石流潛勢溪流基本資料查詢、土石流分析成果查詢及展示(可能影響範圍、淹沒區動態模擬、災害風險圖、災損評估查詢)，以及即時雨量土石流危害度預測，可提供使用者快速地執行土石流潛勢溪流資訊之查詢展示與危害度預測，以利決策者全盤掌握溪流災損風險，及迅速掌握氣象局公布之降雨量對每條土石流潛勢溪流危害度優先順序，作為後續針對高危害度保全住戶區域提出警戒處理並進行應變決策之參考。

In this paper, we investigate 26 potential debris flow torrents in Shiou-Lin, Hualien. The working items include the data collection of physical geography, hydrology, village distribution, land use, the status of remediation construction, the analyses of the damage cost assessment and the disaster prediction by the instant rain fall. Due to these data are all involved of spacial information, we develop a debris flow prevention and protection information system to provide users to inquire them in

GIS way.

The system was built by the VB.NET language with MapWinGIS Active OCX control tool which was spread by US government departments these years. The benefit of this tool was that the cost was free, and the project oriented program was achieved by designing own interface instead of commercial GIS software carrying many useless functions. This information system includes the basic data of the potential debris flow torrents (geomorphological properties, hydrological characteristics, and assessment of mitigation priority), the inquiry and display of the simulation results (influential zones, dynamic inundated simulation, hazard risk maps, damage assessment), and the disaster prediction by the instant rain fall. By way of this system, users can easily inquire the geomorphological and hydrological information as well as disaster prediction for potential debris flow torrents, and policymakers can know well about the hazard risk of the whole potential debris flow torrents and then to do necessary measures.

關鍵詞：土石流潛勢溪流、MapWinGIS、土石流防災整備及應變系統

Key Words : potential debris flow, MapWinGIS, debris flow prevention and protection information system

一、前言

秀林鄉位於花蓮縣北部，土地狹長且多山地，南北相距86公里，東西橫寬約30公里；境內高山峻嶺，佔全鄉面積約93%，其境內高度一百公尺以下者之平地僅佔全鄉面積3%，其餘的4%為短促湍急的河川。秀林鄉之地形涵蓋了三千公尺的高山至近海口一百公尺以下的谷地，年雨量超過二千公厘，且地勢愈高，降雨愈多。由於秀林鄉地勢陡峻，且降雨頻繁，故導致該地區容易引發山崩、土石流與洪水等災害，實有必要針對秀林地區之土石流潛勢溪流進行土砂災害風險區劃定、災損評估分析及即時土石流危害度預測。故本研究進行上述之研究，並將成果匯整而開發了土石流防災整備及應變系統。

本研究使用VB.NET作為系統開發語言，並採用美國政府單位近年來所推廣的一套GIS工具，MapWinGIS ActiveX OCX控制項來開發GIS展示系統，該系統包含土石流潛勢溪流基本資料查詢(地文特性、水文資訊、優先等級順序評估)，土石流分析成果查詢及展示(以預估降雨量資料來查詢可能淹沒範圍、淹沒區動態模擬、災害風險圖、災損評估查詢等)，以及即時雨量土石流危害度預測，可提供決策者全盤掌握溪流災損風險及作為後續針對高危害度保全住戶區域提出警戒處理並進行應變決策之參考。

二、土砂災損評估方法的建立

目前國內對於土石流災損評估分析之研究較少，但對於水災損失研究，無論國內外皆有較完整的論述。而在國內外洪災直接損失估算之方法以淹水經驗曲

線法為目前最常用的水災損失評估方式，乃利用區域內之建物與相關經濟資料，推求各類型建築物之淹水深度損失經驗曲線。由於此方法是利用區域內之建物與相關經濟資料，建立出不同的淹水--損失模式，所以即使是未發生災害的地區，也可以透過此方法來建立相關的損失模式，無需太多災後的統計資料，只要知道該區現行的建物及相關經濟資料，就可以建立模式，對於類似土石流這種的災害類型，相當的適用。

近年來國內學者已開始將洪水災害損失的理論應用至土石流災損評估研究上，本研究則綜合各學者之方法採用FLO-2D程式模擬土石流影響範圍內之土砂淹埋深度，並定義土石流影響範圍內之災損元素，包含土地利用狀況、地上物類別、建築結構物之類別與構造型式等，利用GIS 軟體將其數化，同時製作各類災損元素之土石流流動深度與相對應之財產損失表；數化後之災損元素GIS 圖層輸入FLO-2D 模組中進行套疊(如圖1所示)，再藉由災害損失條件之設定即可進行影響範圍內之土砂災損評估。此評估模式確立後，即可進行災損評估，唯評估細節非本文重點，因此只作上述簡要說明。



圖 1 數化後之災損因子與 FLO-2D 之土砂堆積深度套疊

三、系統開發與應用技術

本研究調查範圍包括花蓮縣秀林鄉境內各村之26條土石流潛勢溪流集水區，所蒐集整理之地文、水文、聚落分佈、土地利用、治山防災構造物現況等基本資料後進行土砂災害風險區劃定及土砂災損評估，唯基本資料及評估成果繁多，需以有效之方法進行管理與展現，以供決策者參考。基於書面資料保存不易與搜尋困難，若採用電子檔之方式進行資料儲存，可將表格快速電子化，以改善此缺點。但資料之間的加值整合功能，仍需透過一平台，利用電子計算機之運算

功能，才能達到資料快速搜尋、管理更新與資料共享等目的。由於本研究所蒐集之各類基本資料及分析結果皆包含各項空間資訊，因此採用GIS圖層的方式來建立平台應最能符合本研究之需求。基於此目的，GIS系統平台的開發即應運而生。

3.1 系統資料格式之建立

由於本研究採GIS系統平台，因此本研究將所蒐集之各類基本資料及分析結果皆需數化為GIS之圖層，並建立各圖層資料之屬性後套疊各基本圖資，以達到以圖查屬性、屬性查圖的方便性，且有助於迅速整合研究區內各土石流潛勢溪流之各項空間資訊，以期能迅速展示土石流可能影響範圍、不同降雨量強度可能淹沒範圍等之功能。

3.2 系統架構

本系統資料因採用GIS圖資，且包含秀林鄉航照圖、秀林鄉地形圖之展示，因此對於GIS圖層之讀取及套疊為最主要之關鍵技術。若是購買市面上的商業軟體（如ArcGIS）雖可解決此問題，但軟體採購經費所費不貲，且將來查詢系統如需流通散佈時，會再面臨經費需求問題。所幸美國政府單位近年來所推展的一套GIS工具，名為MapWinGIS ActiveX OCX控制項，其主要支援ESRI ArcGIS的SHP檔格式，並將應用GIS圖層的核心技術都已囊括在其中，包括圖層開關、圖層套疊、幾何圖形繪製及標記顯示等，且其為免費供人下載使用。程式開發者應用此工具後再根據專案使用需求設計使用者介面，如此不但能設計出專案導向的軟體，也能避免GIS商業軟體過多繁雜功能的缺點。

本系統採用VB.NET語言，並應用MapWinGIS ActiveX OCX控制項來開發GIS視窗軟體，所讀取的資料格式則包含圖檔(衛星影像、航照圖、地形圖)、Access檔（土石流潛勢溪流基本資料、雨量資料、災損分析成果表等）、SHP檔（土石流潛勢溪流圖層、分析結果圖層）及FLO-2D輸出的文字檔為主。

本系統雖為視窗軟體，但研究範圍內所有的資料可以統一放置於一台伺服器，其他使用者只要在自己的電腦經過簡單的安裝即可使用此系統，並透過內部網路讀取伺服器內的資料，進行分析成果查詢及展示。其系統架構圖如圖2所示。

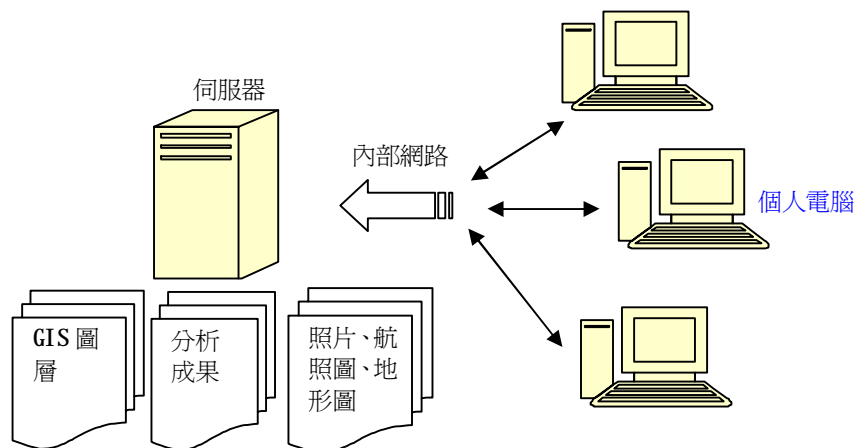


圖 2 系統架構圖

四、系統設計與成果展示

本研究主要結合土砂災害風險區劃定、災損評估分析及即時雨量土石流危害度預測成果所開發的「土石流防災整備及應變系統」是以讓使用者操作簡便明瞭及親善的理念來設計，共有四項主要功能及多樣小工具(如載入底圖、圖層放大縮小平移、距離量側、圖層套疊等)供圖層操作使用，其中四項主要功能為：

1. 土石流潛勢溪流基本資料查詢
2. 土石流分析成果查詢及展示
3. 即時雨量土石流危害度預測
4. 土石流分析成果輸出

各項功能說明如下：

4.1 土石流潛勢溪流基本資料查詢

該功能為所讀取Access中所儲存的基本資料，以靜態展示為主，其基本資料包括下列四項：

- (1) 土石流潛勢溪流地理位置查詢展示：可輸入溪流編號後，系統即會在內嵌 Google Map 底圖上展示溪流所在位置，並可作放大、縮小、平移及置換不同底圖(原本 Google Map 既有功能)之展示，如圖 3 所示。

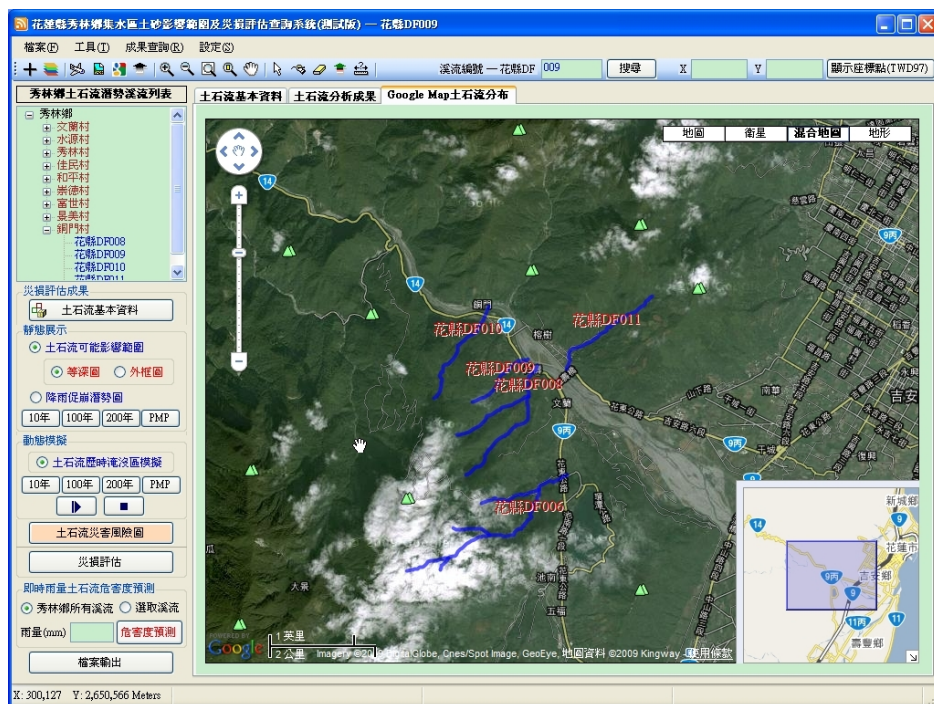


圖 3 土石流潛勢溪流地理位置查詢展示

- (2) 水文查詢展示：水文資料展示的功能包含可顯示秀林鄉雨量站分佈圖、秀林鄉各村里警戒雨量圖，以及使用者點選某土石流潛勢溪流分析時所引用的雨量站，則系統會自動將圖層移至該雨量站並置中展示(圖 4)，並統計顯示出各重現期距內之降雨量及不同分析方法所得之 24 小時最大可能降雨量。

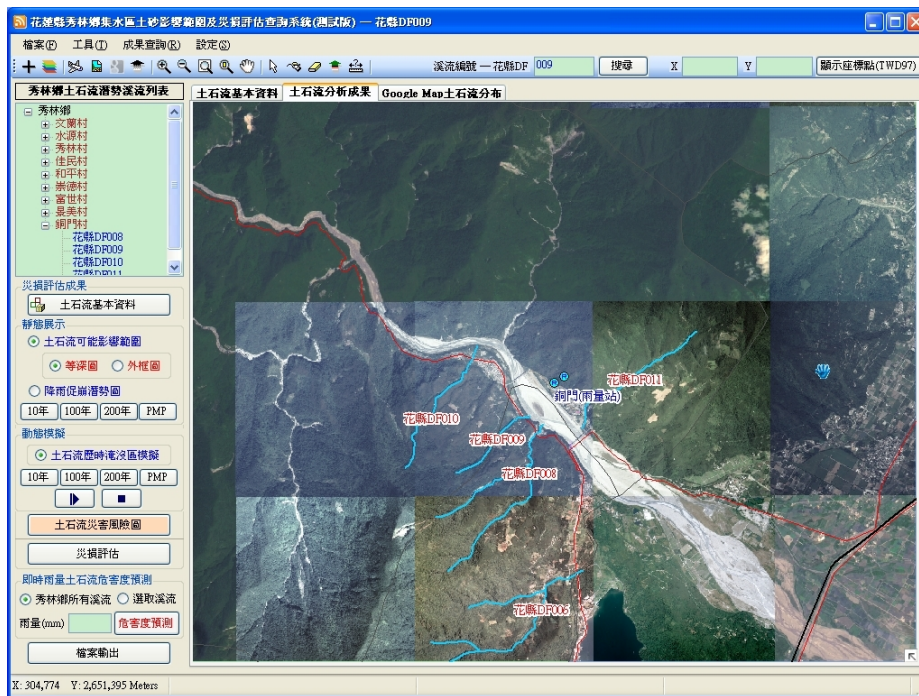


圖 4 顯示某土石流潛勢溪流分析時所引用的雨量站名稱及位置

(3)地文查詢展示：地文資料展示的功能包含可顯示某土石流潛勢溪流地形圖，以及該溪流之溪流長度、平均坡度、集水區面積及地層概況等資料，如圖 5。

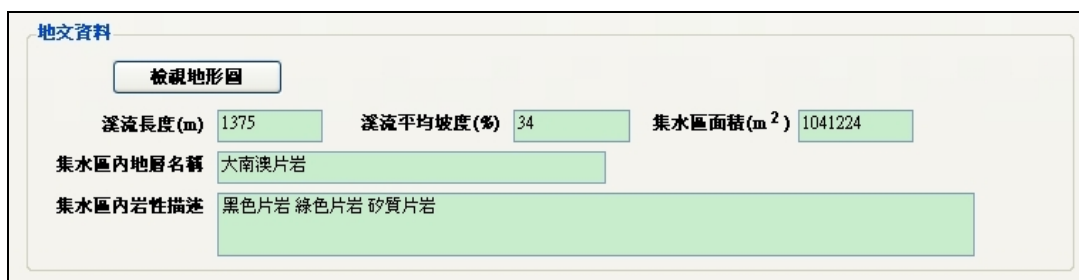


圖 5 顯示地文查詢結果

(4)優先等級順序查詢：可查詢計畫區內土石流潛勢溪流整治之優先等級順序，並列出各評估模式之得分。

4.2 土石流分析成果查詢及展示

該功能為將分析的結果以靜態及動態的展示來呈現，其功能包括下列四項：

- (1) 土石流可能影響範圍展示(10、100、200 年重現期距雨量及 PMP(24 小時最大可能降雨量))：分別以 10、100、200 年重現期距雨量及 PMP 來預估土石流潛勢溪流發生溢流時可能產生最大淹沒區範圍及淹沒深度。其為 SHP 檔，不同的淹沒深度以不同的顏色來表示，如圖 6 所示。其中底圖包含航照及衛星影像，系統會讀取圖層顯示框的座標範圍，並自動搜尋範圍內的底圖來載入，大大地增加便利性。此外，本系統將 FLO-2D 執行結果的淹沒深度套疊於 DEM 中，使用者只要在土石流淹沒範圍內畫任一道剖面線，系統即會結合上述的資料內插畫出該剖面依現地高程所產生的淹沒深度圖，如圖 7 所示。

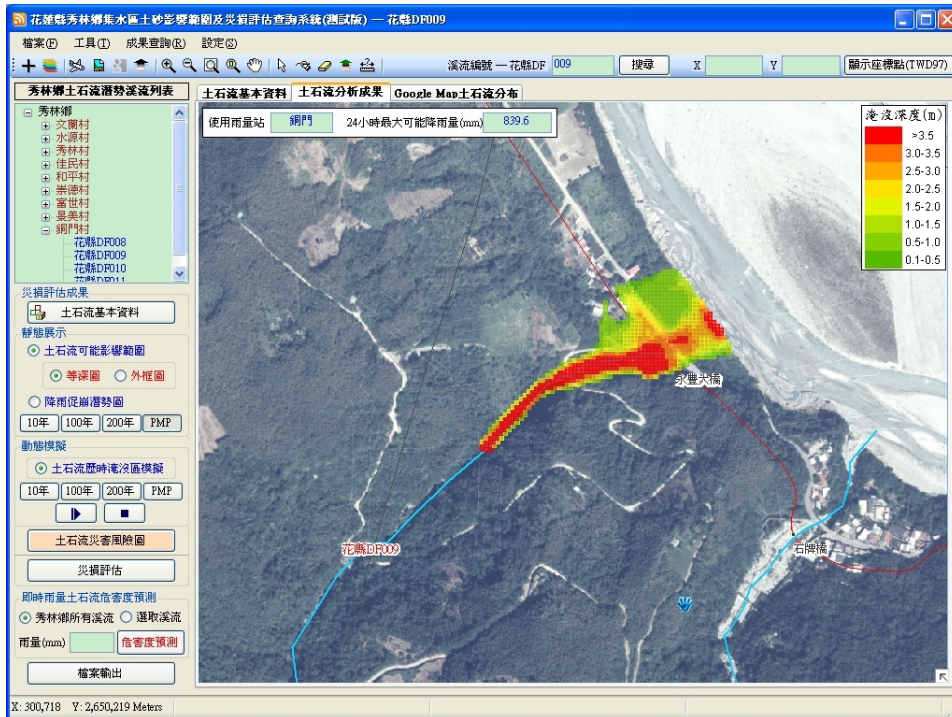


圖 6 土石流潛勢溪流發生溢流時可能產生最大淹沒區範圍及淹沒深度展示

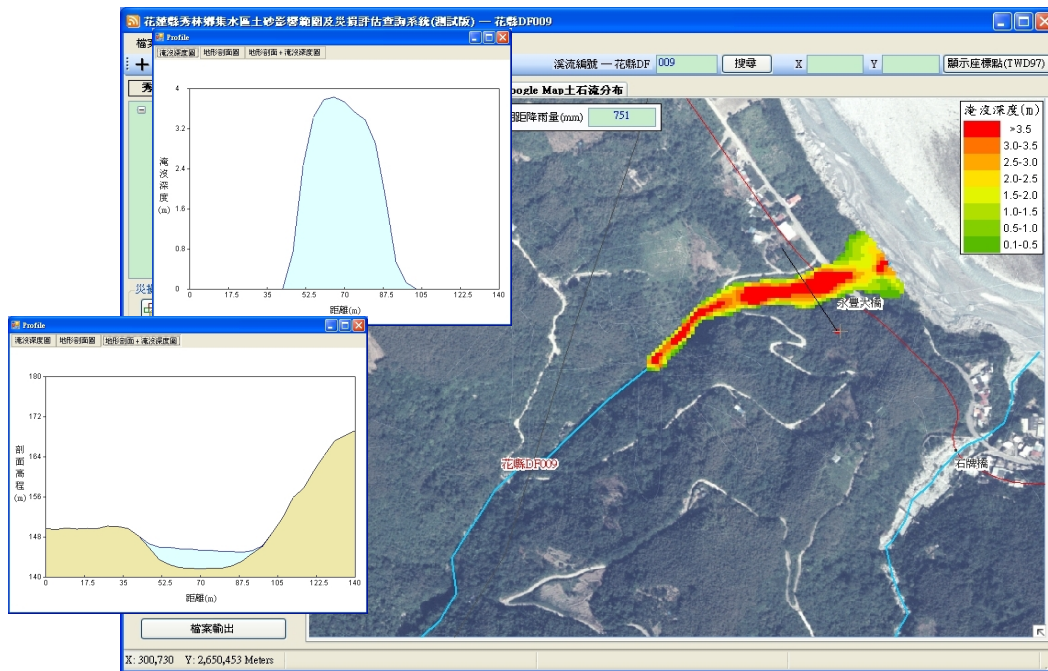


圖 7 土石流淹沒範圍任一剖面詳細的淹沒深度查詢展示畫面

(2) 土石流歷時淹沒區動態模擬：分別以 10、100、200 年重現期距雨量及 PMP 經由 FLO-2D 執行成果來預估土石流潛勢溪流發生溢流時隨時間變化所造成淹沒區之範圍，系統會隨時間序來展示不同的淹沒範圍及深度(不同顏色)，此部份是以 WapWinGIS 所提供的繪圖功能來達成，如圖 8 所示。

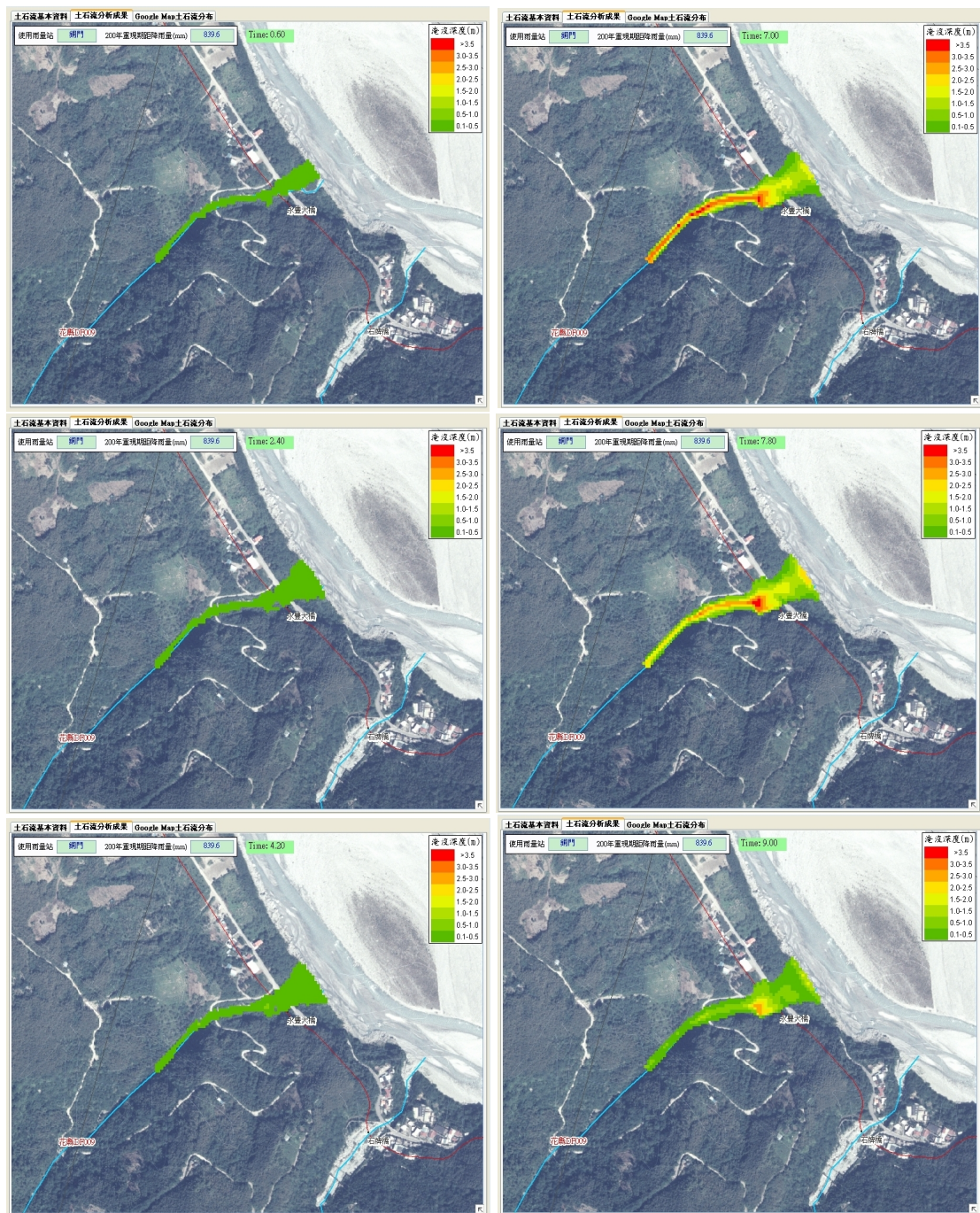


圖 8 土石流潛勢溪流發生溢流時隨時間變化所造成淹沒區之範圍展示畫面

(3) 土石流災害風險圖：藉由不同雨量資料所得出之土砂災害影響範圍及淹沒深度制定出土石流災害風險圖，其為 SHP 檔，不同的顏色代表風險的高低，如圖 9 所示。

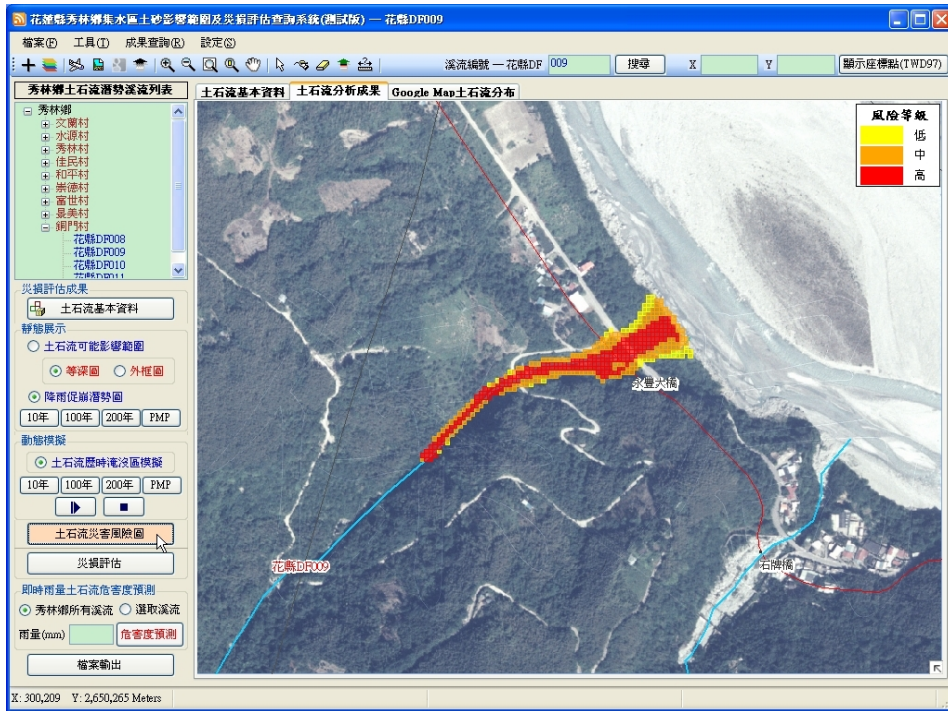


圖 9 土石流災害風險圖展示畫面

(4) 災損評估查詢：藉由不同雨量資料所得出之土砂災害影響範圍及本研究定義之各種災損元素災害損失表可計算出土石流潛勢溪流災害造成總損失及各保全住戶之可能財產損失，其中保全住戶為 SHP 檔，而災損表則為讀取 Access 檔的資料來展示。當點選災損表任一住戶，則該住戶之圖層即會反白快顯，讓災損物與災損值作一空間之結合，如圖 10 所示。

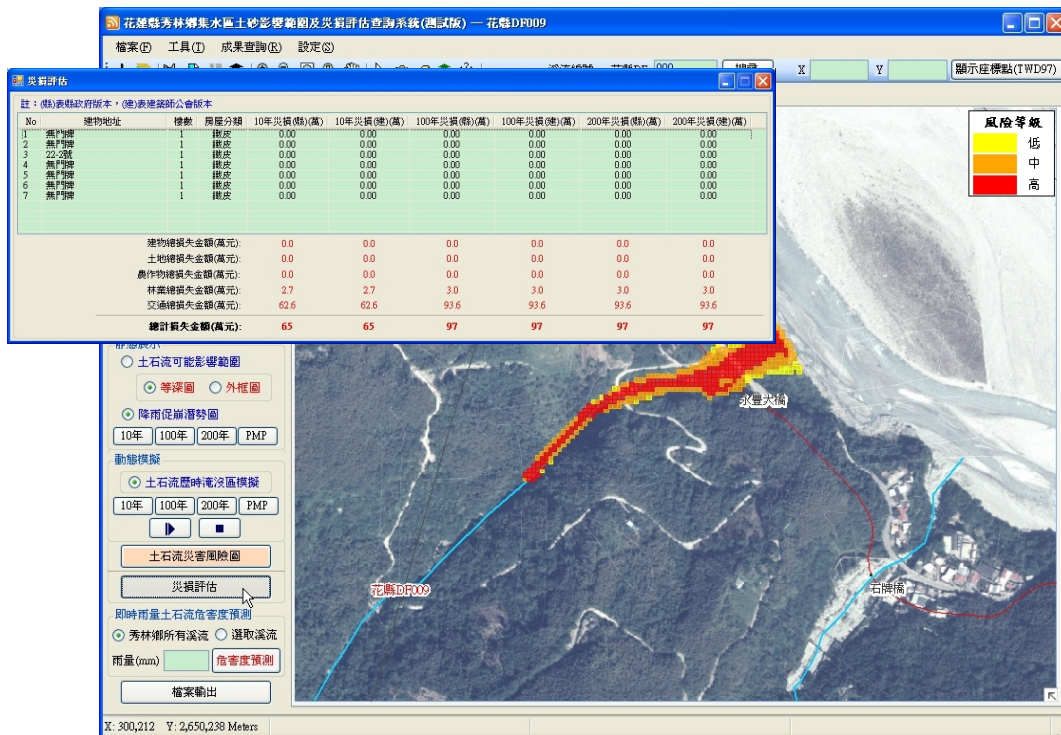


圖 10 土石流災害損失查詢展示畫面

4.3 即時雨量土石流危害度預測

秀林鄉共有26條土石流潛勢溪流，颱風豪雨來時為了方便花蓮分局迅速掌握氣象局公布之降雨量對秀林鄉每條土石流潛勢溪流土石流危害度優先順序，作為後續針對高危害度保全住戶區域提出警戒處理之用，本研究於系統中開發「即時雨量土石流危害度預測」功能，該功能為使用者輸入累積降雨量預測值後，系統將針對秀林鄉各土石流潛勢溪流進行土石流可能影響範圍預測模擬，並以此影響範圍來計算範圍內可能遭受土石衝擊的保全住戶戶數。

此法為根據接近累積降雨量預測值的降雨重現期距分析結果(影響範圍)作線性的內差，由內差所得的影響範圍來研判是否有淹沒保全住戶，同時計算住戶淹沒總戶數。系統可針對秀林鄉全部26條土石流潛勢溪流一次進行預測，並以淹沒戶數作為土石流危害度排名，排名第一位之溪流表在輸入累積降雨量預測值的雨量下，該溪的淹沒戶數最多；亦可針對單條土石流進行預測模擬。以花縣DF011為例，假設輸入累積降雨量預測值為1500mm，因該值位於花縣DF011溪流200年降雨重現期距(840mm)及24小時最大可能降雨量(2611mm)之間，因此系統將在此兩影響範圍分析結果間作線性內差得出1500mm累積雨量的影響範圍模擬，如圖11所示。其中紅線框範圍表200年降雨重現期距由Flo2D所分析出的土石流影響範圍，紫線框範圍表24小時最大可能降雨量由Flo2D分析出的土石流影響範圍，而藍線框範圍則為輸入的預測累積雨量(1500mm)所線性內差出的土石流影響範圍，此外，紅色實心多邊形為被藍線框所包圍的保全住戶，即表可能受土石衝擊的住戶，並會另開一小視窗統計可能受土石衝擊的房屋數。

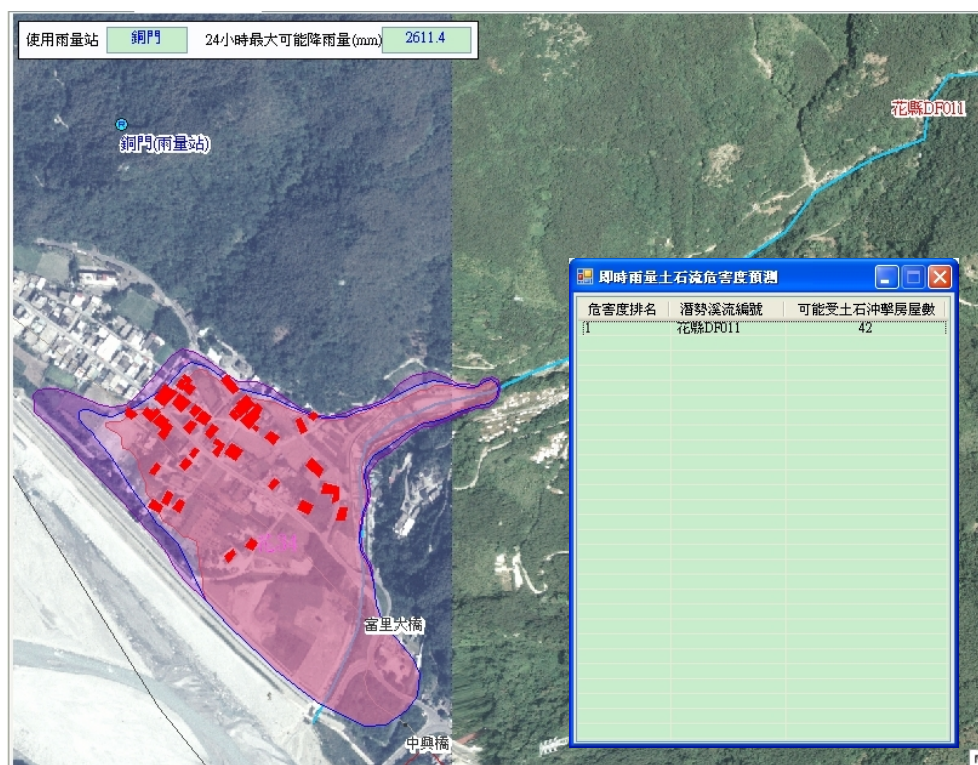


圖 11 花縣 DF011 即時雨量土石流危害度預測

4.4 土石流分析成果輸出

該功能為將土石流基本資料及分析結果作檔案輸出的工作，包括土石流基本資料輸出成word格式(圖12)、土石流可能影響範圍輸出(10、100、200年重現期距雨量及PMP)成圖檔、土石流災害風險圖輸出成圖檔及災損評估列表輸出成word格式(圖13)，如此將便於使用者進行現地調查資料列印及文章報告撰寫使用。

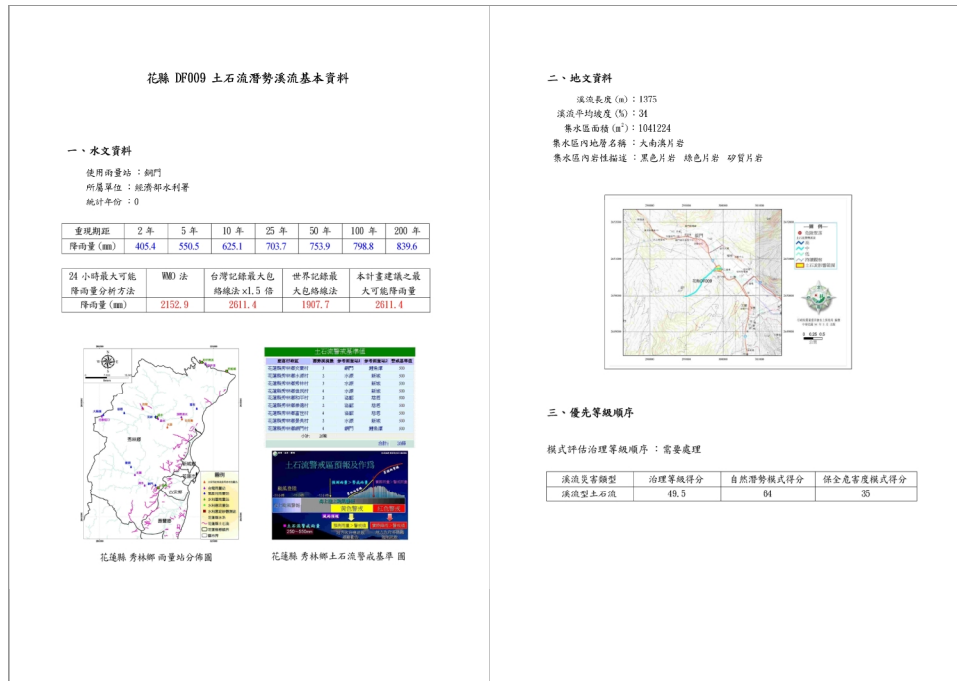


圖 12 土石流潛勢溪流之水文、地文及優先等級順序等相關資料儲存成 word 檔

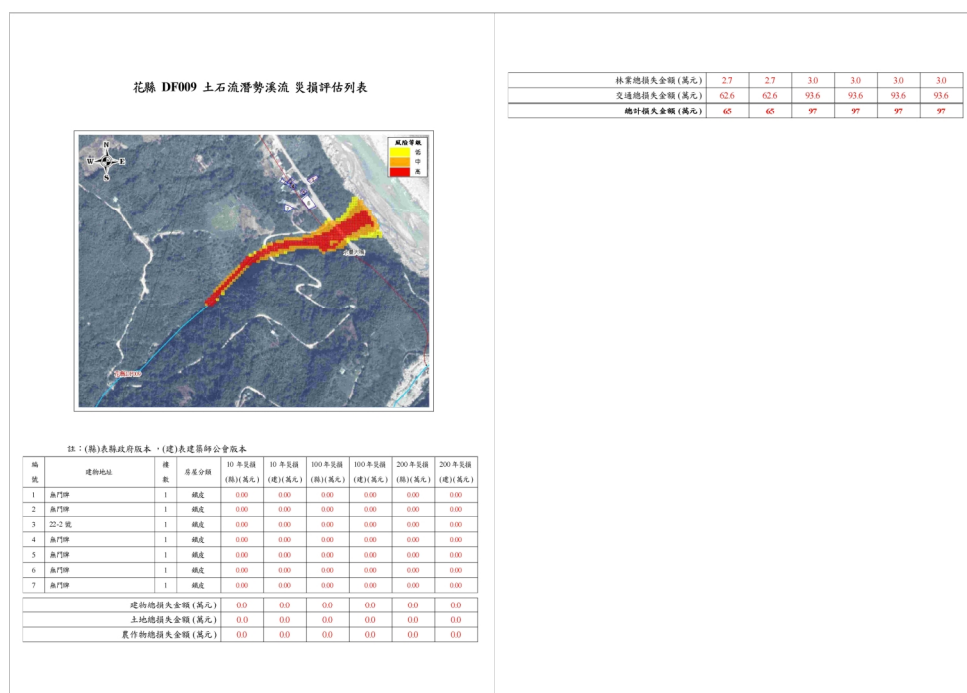


圖 13 災損評估列表 word 檔格式

五、結論

本研究之成果豐碩，所蒐集之相關資料及分析求得之相關結果均可在開發的「土石流防災整備及應變系統」裡展示，提供決策者全盤掌握溪流災損風險及作為後續針對高危害度保全住戶區域提出警戒處理並進行防災應變、整備上之決策參考。藉由MapWinGIS ActiveX OCX控制項所提供已能符合大部份使用者對於GIS所需求的功能，讓程式設計師能開發出客制化的GIS平台，避免商業GIS軟體功能過於繁雜及費用過於昂貴的缺點，實為一極佳的GIS開發工具，建議程式設計師能善加利用。

參考文獻

1. 中興工程顧問社，2009，秀林地區優先治理土石流潛勢溪流整體規劃，行政院農委會水土保持局花蓮分局，花蓮。
2. 洪世勳、趙啟宏、溫惠鈺、許世孟、冀樹勇，2009，MapWinGIS 控制項於 GIS 系統開發之應用-以花蓮土砂災損查詢系統為例，98 年電子計算機於土木水利工程應用研討會論文集。
3. 林美聆等，2003，土石流潛勢溪流後續調查與演變趨勢觀測成果報告書，行政院農委會水土保持局，南投。
4. 劉格非、李欣輯，2006，土石流直接災損評估之研究，中華水土保持學報，37(2)，第 143-155 頁。
5. MapWindow GIS 官方網站，<http://www.mapwindow.org/>
6. Daniel P. Ames, 2007, MapWinGIS Reference Manual, MapWindow Open Source Team.
7. 羅慧真，2005，Visual Basic 2005 完全探索，恆逸資訊