

環境地質敏感區分析之自動化系統開發

黃序輝 黃建忠
亞新工程顧問股份有限公司

陳宏宇 李錫堤 潘國樑
中國地質學會

摘 要

由於坡地開發與日俱增, 近年來因邊坡破壞所引起的災害已造成相當大的損失。姑且不論邊坡破壞原因究竟為天然因素或人為因素, 事實上從過去案例可知, 大部分都發生在地质較脆弱區域。因此, 利用既有之環境地質資料, 快速篩選出環境地質敏感性較高之區域, 並提供較完善之防範措施或避免其開發行為, 自然可將災害降至最低。

本系統開發之目的係利用已建立的山坡地地質環境基本資料, 運用地理資訊系統空間分析功能及電腦快速計算能力, 快速而有效的篩選出環境地質敏感性較高之區域, 以提供規劃國土開發利用及模擬防災與減災措施之參考。

關鍵字：邊坡、地理資訊系統。

AUTOMATION IN MAPPING OF ENVIRONMENTAL SENSITIVE GEOLOGICAL FEATURES

HWANG RICHARD HUANG CHIEN-CHUNG

MOH AND ASSOCIATES, INC.

CHEN HONGEY LEE CHYI-TYI PAN KUO-LIANG

THE GEOLOGICAL SOCIETY OF CHINA

ABSTRACT

As population grows and lands become scarce, developments tend to stretch to hill slopes and natural hazards, such as landslides and debris flow, frequently result in losses of lives and properties. It will thus be helpful to identify those areas which are particularly vulnerable to environmental factors, such as rainfalls, earthquakes, etc. so precautionary or preventive measures can be taken to avoid disasters from happening. Natural hazards usually can be related to geological features and their potential risks can be assessed if sufficient information is available. A geographic information system has been developed to compile geological data which are contributing factors to nature hazards and to compute the environment sensitivity indices of different areas. Based on these indices, areas with high risk can be located and maps can be prepared with these areas properly identified.

KEY WORDS : hill slopes, geographic information system (GIS).

一、前言

臺灣地區地形陡峭、地質複雜且雨量豐沛，先天之穩定條件較差。而且隨著都會區的擴張，各項建設首重土地利用面積不易取得的情況下，近年來加速往都會區邊緣坡地發展，不僅大型社區建於山坡地，許多公共設施亦不得不往山坡地覓地構築，造成土地使用過度及開發不當，故天然災害發生頻率日趨增高，災害規模也隨之增加，民眾的生命與財產均受到很大的威脅（中國地質學會，1999）。

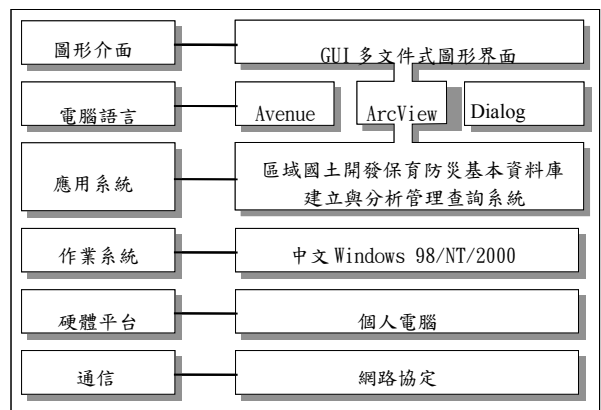
因此，有效且快速篩選出環境地質敏感較高之區域，是件重要之課題。積極功能可以提供國土開發利用之規劃，以及限制或約束其開發行為，也是最佳之防災措施。就執行面而言，如果按步就班的調查全省之環境地質條件後，再以人工進行分析，勢必需要相當長的時間及經費。因此，前省政府建設廳成立「區域國土開發保育防災基本資料建立與分析-山坡地之地質環境」研究計畫，開發一套自動分析模式（機制），利用已建立的山坡地基本資料，設定各地質環境分析參數，運用地理資訊系統空間分析功能及電腦快速計算能力，分析出環境地質敏感地區之分布。

本系統為配合各種不同環境因素，採取開放式架構設計，各類型環境地質因子之權重與其影響範圍，可依不同之研究目的與對象自行調整，為一非常實用之分析模組。本系統之優點除了自動化分析之外，也有保密性、可變性與重複性之優點。日後若有更細部（大比例尺）調查資料完成，將詳細資料彙入系統，調整環境地質分析因子的權重，即可獲取新增資料之分析結果。

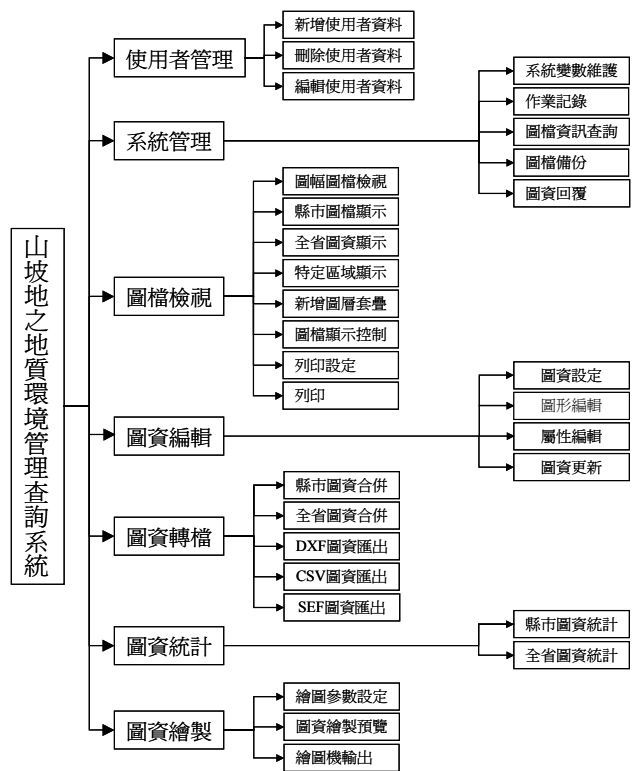
二、系統架構

本系統採用國土資訊系統之二分帶橫麥卡脫投影(TM2)座標系統(TWD67)。資料格式使用 ArcView 軟體 Shapefile 向量資料，系統並提供 DXF、CSV 及 SEF 等格式之轉換功能。應用系統開發於中文 Windows 98 作業系統，可無須修改

完全移植至中文 Windows NT 或 Windows 2000。作業軟體採用單機版地理資訊系統 (ArcView 3.2 for Windows) 使用 AVENUE 語言與 Dialog Designer 介面開發。本系統依作業特性不同區分為使用者、圖資及系統管理等三個次系統。其中圖資管理次系統為本系統之核心，其下另分為圖檔檢視、圖資編輯、圖資轉檔、圖資統計及圖資繪製等五個模組。應用系統之軟硬體架構如表一。軟體系統功能模組如表二。



表一 應用系統之軟硬體架構



表二 系統功能模組架構

三、研究方法

本案收集的基礎資料包含現有保育防災基本資訊(如崩場地、土石流、落石、煤坑範圍及順向坡等)及基本地質環境資訊(如地層、地質構造、特殊岩性、活動斷層、河床、向源侵蝕、斷崖等),並以二萬五千分之一之比例尺整合為地質環境基本圖(內政部營建署,1999;行政院農業委員會,1993,1994;吳久雄等人,1990;經濟部中央地質調查所,2000),再加上40公尺×40公尺的網格數值地形模型DTM轉成的坡度分級圖,轉入地理資訊系統,將各圖層套疊並賦予不同的危險權重因子,利用地理資訊系統空間分析功能,彙總運算潛在危險權重值,將各可開發山坡地依其地質敏感度之高低區分為低敏感、中低敏感、中敏感及高敏感等四級(內政部營建署,1999),由電腦自動繪製成地質環境分析圖(詳如圖1)。地質環境分析圖完成後,由電腦系統自動計算統計敏感區域面積(結果詳如表三及圖2至圖4)。

與對象自行調整各權重,自動輸出結論。日後若有更細部(大比例尺)調查資料完成,將詳細資料彙入本系統,調整環境地質分析因子的權重,即可獲取新增資料之分析結果。舉例如下,首先

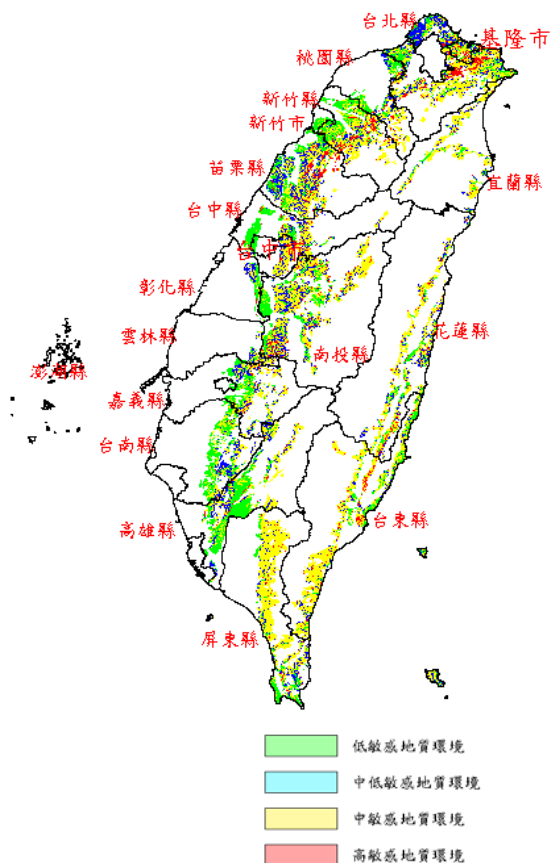


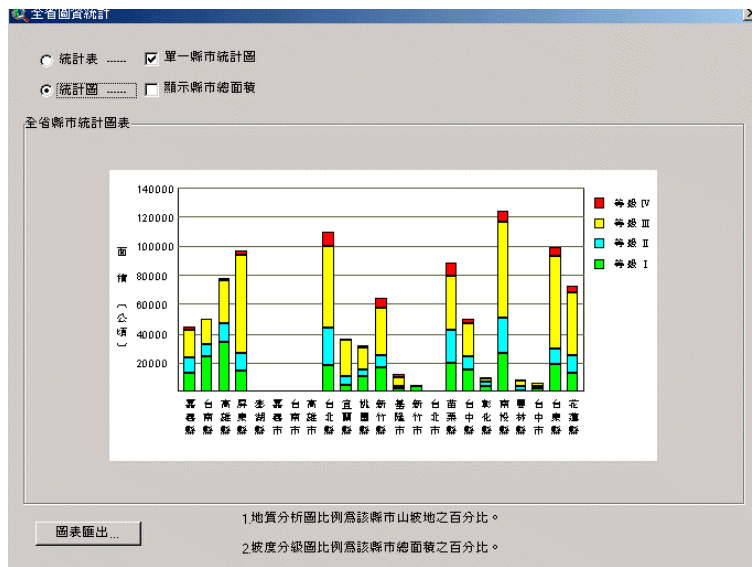
圖1 地質環境分析圖

四、環境地質因子權重的調整

為因應各種不同需求,系統提供使用者彈性作法,可由使用者自行調整各類型環境地質因子之權重,再由系統根據調整後資訊重新自動分析地質環境,產生地質環境分析圖及各類統計圖表,如此可重複利用本模組,依不同之研究目的

表三 敏感區統計表

縣鎮名稱	總面積(公頃)	山崩地(公頃)	I (%)	II (%)	III (%)
台北市	27017.79	0.00	0.00	0.00	0.00
苗栗縣	181383.05	88280.63	22.40	26.10	41.55
台中市	205450.95	50547.51	30.10	17.62	46.36
彰化縣	109453.92	3827.56	37.41	30.67	29.29
南投縣	410054.97	124368.41	21.70	19.66	52.16
雲林縣	134918.38	8275.00	14.12	32.31	47.69
台中市	16135.57	5967.46	45.40	21.65	29.90
台東縣	358016.84	98839.50	13.05	11.27	63.40
花蓮縣	468016.78	72680.84	17.56	17.76	58.71
台灣北區	735584.99	258240.39	21.91	17.78	52.03
台灣中區	1057404.84	287276.57	24.23	22.06	46.51
台灣南區	1000419.00	270017.14	32.45	15.96	48.93
台灣東區	919233.62	170920.34	18.42	14.01	61.42
台灣全區	3626095.65	988254.44	24.87	17.87	51.17

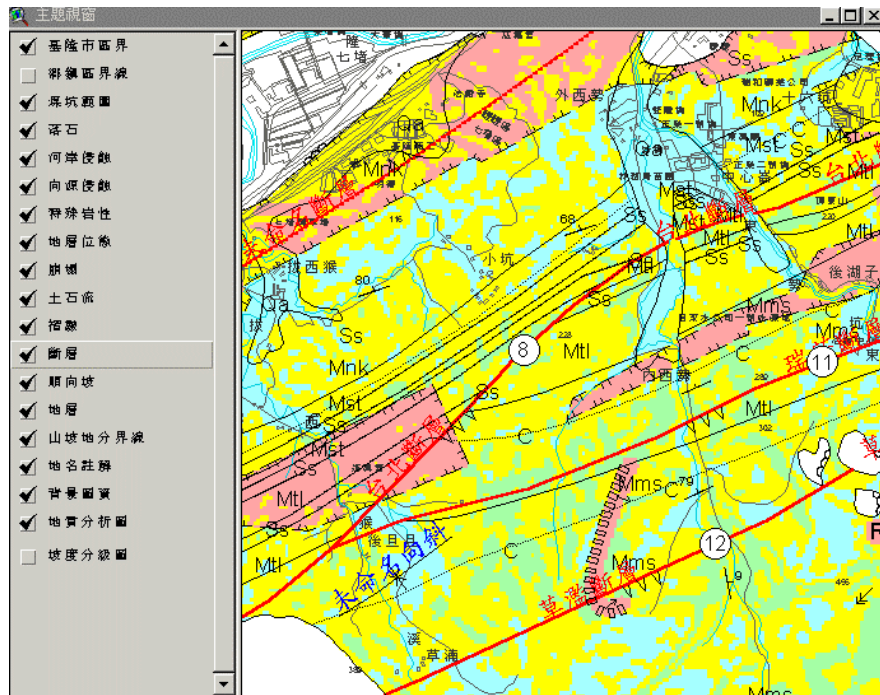


圖二 敏感區統計圖

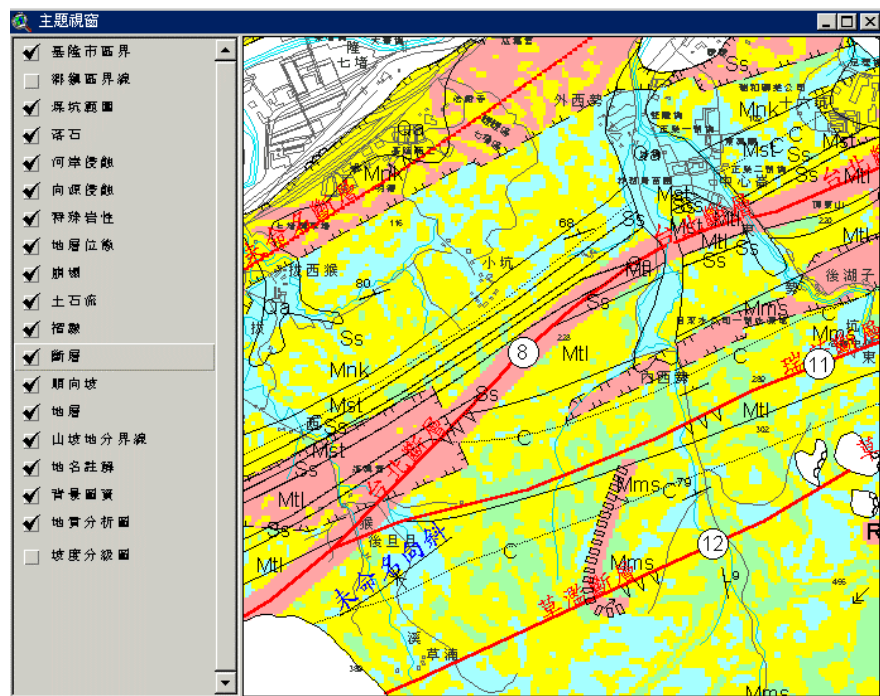
圖三 環境地質因子之權重調整

		坡度條件			地質條件	
		1	2	3		
		< 30%	55% - 85%	30% - 55% 或 > 85%		
地質環境敏感度	I	II	III	A	未發現顯著的潛在地質危險。	
	II	III	III	B	軟弱地層如卓蘭層、桂竹林層、南莊層、古亭坑層、廬山層等。	
	III	IV	IV	C	有顯著的、中嚴重的潛在地質危險，如落石、崩塌、土石流、順向坡、地盤下陷等單項潛在地質災害；或利吉層、墾丁層等。	
	IV	IV	IV	D	活動斷層，或复合型潛在地質危險。	

圖四 環境敏感度分級權重



圖五 台北斷層的權重設定為A級的分析圖



圖六 台北斷層的權重設定為D級的分析圖

調整斷層(以台北斷層為例)的權重因子,若將原屬非活動斷層之A級調整至活動斷層之D級時,調整方法如圖三,環境敏感度分級權重如圖四。調整權重因子後,系統自動重新分析地質分析圖(圖五、圖六)。

調整地質權重因子後系統重新計算產生地質分析圖後,相關統計圖表亦自動更新,僅列出縣市敏感統計表如表四、表五。

表四 台北斷層的權重設定為A級的縣市敏感區統計表

鄉鎮名稱	總面積(公頃)	山坡地(公頃)	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
中正區	1044.59	753.64	50.49	5.95	42.86	0.70
七堵區	5644.55	5184.32	23.26	7.32	52.86	16.57
暖暖區	2313.91	2121.44	15.93	14.16	49.29	20.61
仁愛區	439.45	375.04	11.56	5.11	50.81	32.52
中山區	526.14	334.60	50.15	5.27	42.93	1.65
安樂區	2232.69	2196.72	35.50	3.38	46.36	14.75
信義區	1085.41	916.68	50.77	4.57	44.17	0.49

1.地質分析圖比例為該鄉鎮山坡地之百分比。
2.坡度分級圖比例為該鄉鎮總面積之百分比。

表五 台北斷層的權重設定為D級的縣市敏感區統計表

鄉鎮名稱	總面積(公頃)	山坡地(公頃)	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)
中正區	1044.59	753.64	49.22	5.95	42.28	2.55
七堵區	5644.55	5184.32	23.16	7.24	52.39	17.22
暖暖區	2313.91	2121.44	15.49	13.58	46.70	24.23
仁愛區	439.45	375.04	11.56	5.11	50.81	32.52
中山區	526.14	334.60	50.15	5.27	42.93	1.65
安樂區	2232.69	2196.72	35.50	3.38	46.36	14.75
信義區	1085.41	916.68	46.11	4.29	41.23	8.38

1.地質分析圖比例為該鄉鎮山坡地之百分比。
2.坡度分級圖比例為該鄉鎮總面積之百分比。

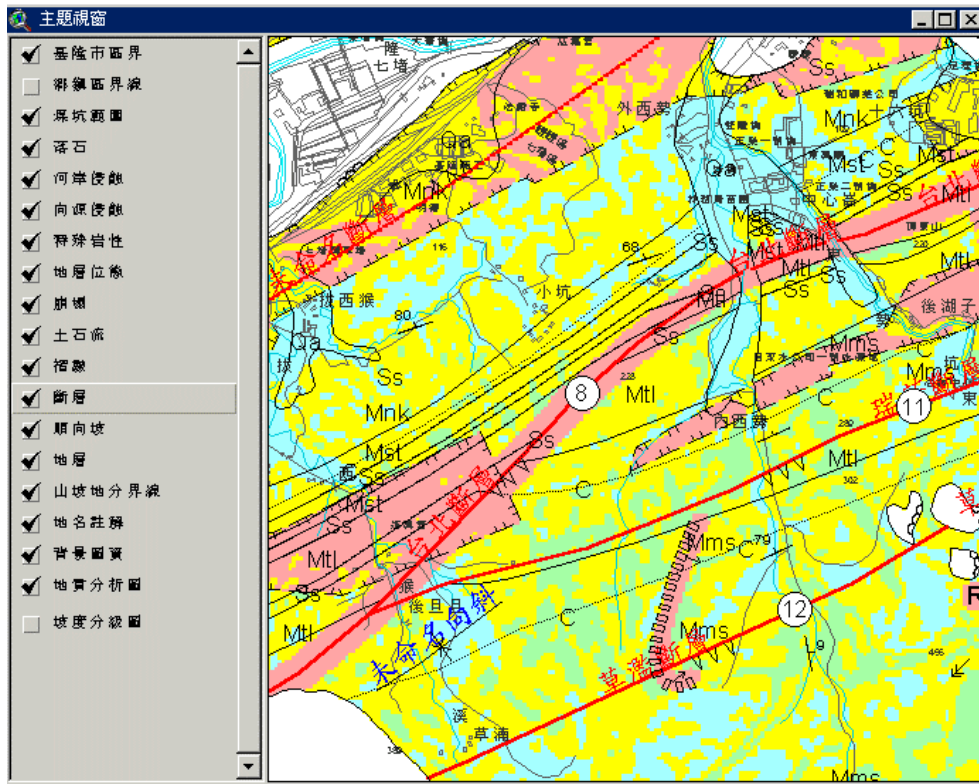
七、圖八。

五、環境地質影響範圍的調整

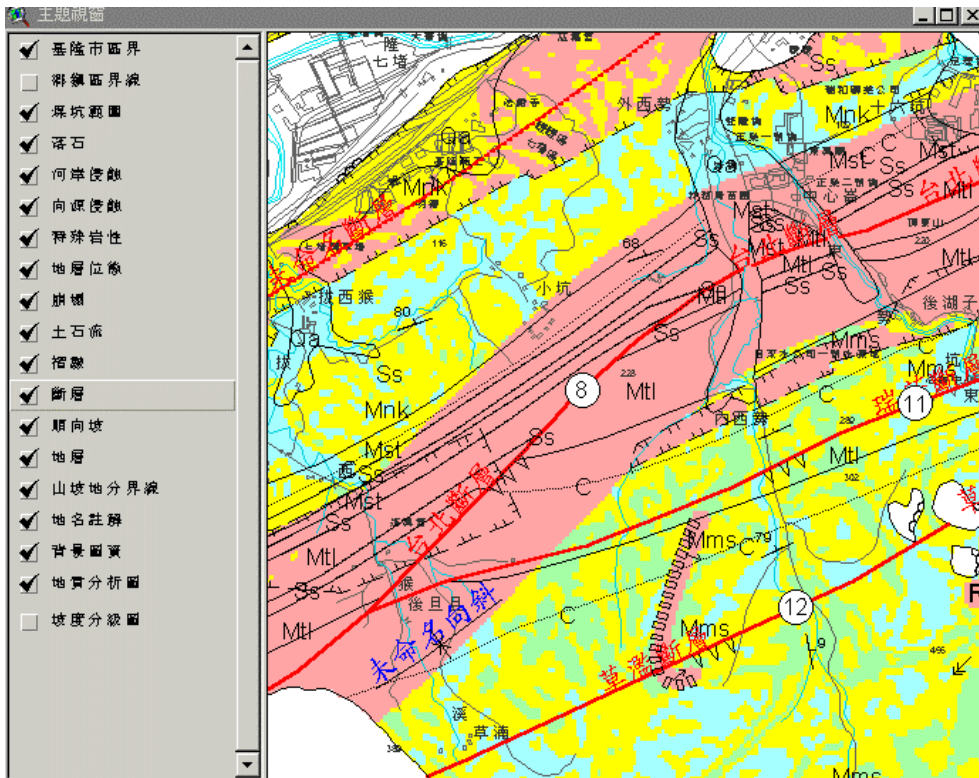
環境地質影響範圍如同環境地質因子權重，經常因不同需求而需作適當調整，故以斷層及落石為例，先將斷層的影響範圍由100公尺調整為500公尺，系統重新執行後的分析結果如圖

其次將落石的影響範圍由50公尺調整為200公尺，系統執行後的分析結果如圖九、圖十。

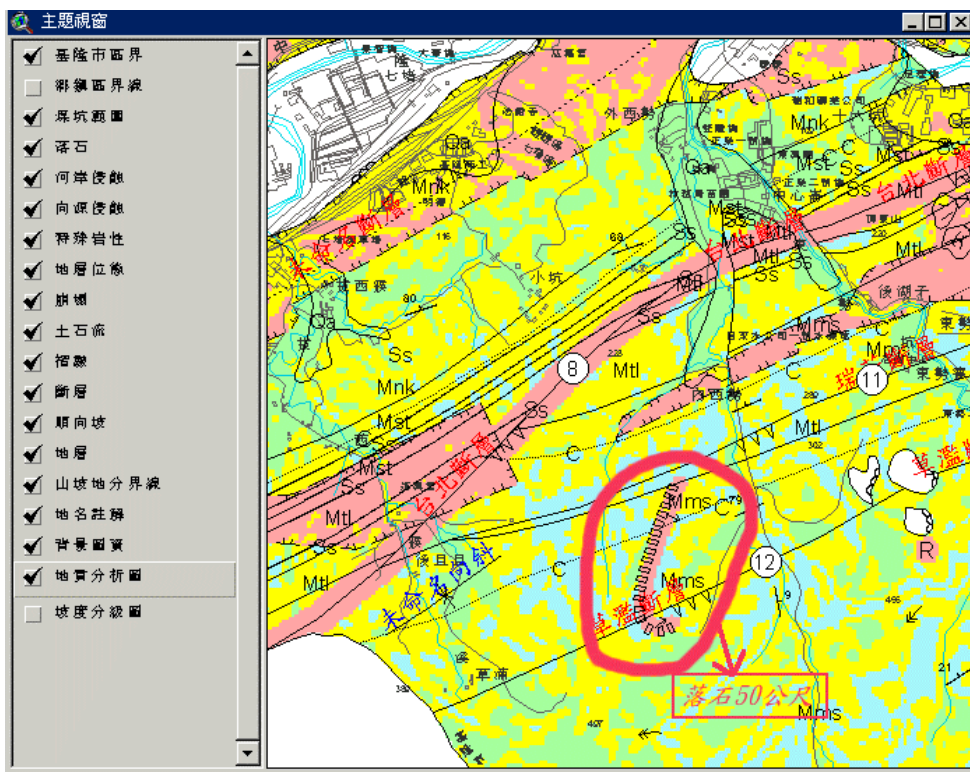
當然各類統計圖式亦會隨分析圖之結論隨之更新（如同地質環境權重因子調整狀況相同，自此不再重複敘述）。



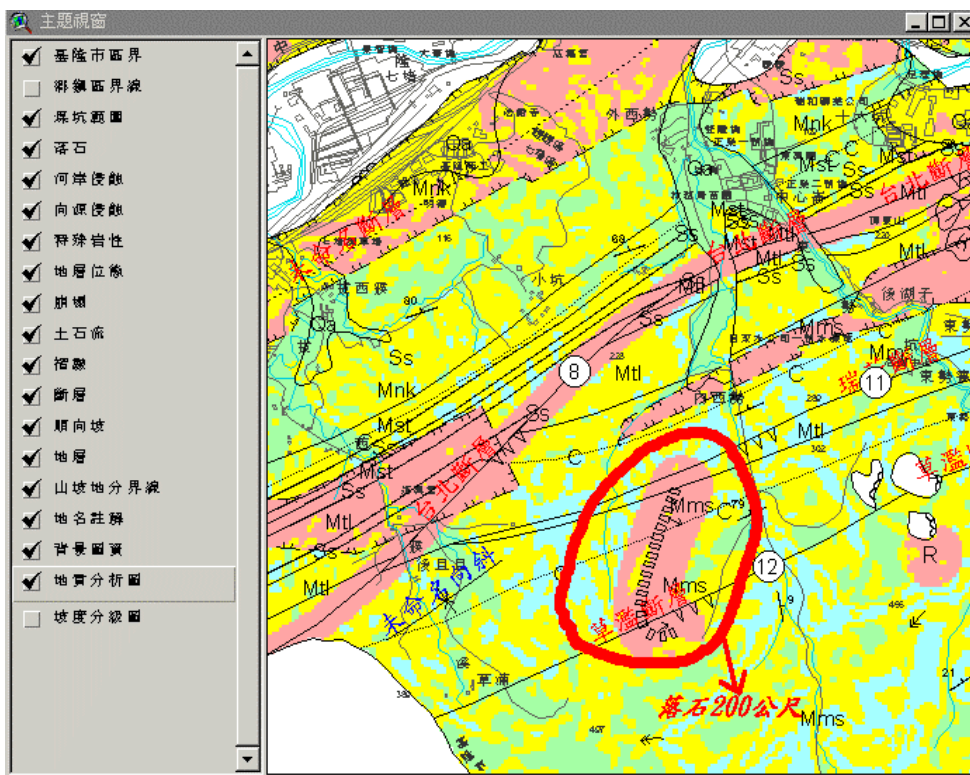
圖七 台北斷層影響範圍設定為100公尺的地質分析圖



圖八 台北斷層影響範圍設定為500公尺的地質分析圖



圖九 落石影響範圍設定為50公尺的地質分析圖



圖十 落石影響範圍設定為200公尺的地質分析圖

六、結 論

環境地質分析的工作以往均由經驗豐富的地質人員，逐個圖層的人工套疊、手繪，不但需要長時間的仔細工作，一旦某個圖層變更或因子調整，又需重覆執行上述的工作，在眾多的地質條件下逐一人工篩選判斷各條件彙總成各敏感區，實在非常辛苦，因此若將各種地質圖（含坡度圖）轉為電子圖檔，再借助地理資訊系統的圖層套疊、空間分析能力，將地質師的經驗轉為程式語言，由電腦來處理地質權重彙算、範圍推選及數值統計的工作，不但讓地質專家將時間投入更有效益的工作，同時在圖層更新、地質理論調整（權重因子或地質影響範圍等條件改變）時，可將更新的資訊及地質圖，由電腦重新計算即可產出所需分析統計資料。所以本系統的自動化空間分析模組，在許多相關條件調整或圖層更新後，仍能重覆使用，來分析空間地質條件，並統計分析的結果，供決策參考。目前本系統在有限的時間內收集現有小比例尺資料，以二萬五千分之一比例尺所發展出的空間分析模組，在日後有更小比例尺或更新更細的圖檔產生後，仍能繼續運用本案成果模組，開發出更詳細的分析統計成果。

參考文獻

- 內政部營建署（1999），區域國土開發保育防災基本資料建置與分析研究計畫成果。
- 中國地質學會（1999），區域國土開發保育防災基本資料（山坡地之地質環境）使用手冊，內政部營建署，85頁。
- 行政院農業委員會（1993），台灣地區山坡地崩塌地分佈圖。
- 行政院農業委員會（1994），臺灣地區土石流危險溪流分佈圖。
- 吳文雄、蔡鍊華、胡錦池（1990），臺灣省山坡地崩塌調查報告，行政院農業委員會，78農建-9.3-林-24(2)，139頁。
- 經濟部中央地質調查所（2000），臺灣活動斷層概論與十萬分之一，臺灣活動斷層分佈圖說明書。