

北市山坡地環境地質資訊系統建立及防災應用

Slopeland Environmental Geological Database of Taipei City for the Establishment and Application

蔡如君
Ju-Chun Tsai
臺北市政府工務局
大地工程處企劃科
聘用技術員

高庭芳
Ting-Fang Kao
臺北市政府工務局
大地工程處企劃科
正工程司

黃立遠
Li-Yuan Huang
臺北市政府工務局
大地工程處處長

林忠志
Jung-Tz Lin
中興工程顧問社防
災科技研究中心助
理研究員

摘要

臺北市地狹人稠，境內山坡地面積多達 1.5 萬公頃，佔全市面積 55%，且都市化發展快速、山坡地開發興盛。然而近年來全球氣候變遷異常，造成極端降雨的機率越趨頻繁，颱風侵襲頻率及強度逐年增加，致使坡地災害頻生。

為有效管理山坡地開發及落實坡地防、減災工作進行，臺北市政府於民國 88 年起展開長期山坡地安全管理計畫，辦理全市「環境地質資料庫」系統建置，累積許多豐碩成果。遂於民國 92 年創全國之先開發山坡地環境地質資訊系統，逐年推動多項細部調查計畫，並將調查成果回饋至系統中。系統主要提供使用者可透過地籍、門牌及坐標等空間定位方式進行環境地質相關圖資查詢，可查詢之圖資包含：「地籍圖、地形圖、地質災害分布圖、環境地質圖、坡度圖、山崩潛感圖、山坡地範圍圖、親山步道圖、產業道路調查圖、國公有土地利用限定圖、河川水系、門牌、地標、土地使用分區圖、區界圖」等豐富資訊。

臺北市山坡地環境地質資料庫紀錄了詳細之山坡地環境地質災害，資料庫除了提供民眾瀏覽查詢外，亦提供坡地管理者進行坡地災害歷史資料庫之查詢與填報，藉以定期或經常性的檢查山坡地安全，做為各機關施政及坡地防災之參考，亦提供民眾及坡地開發規劃單位瞭解本市及居家鄰近地區山坡地環境地質狀況，避開地質敏感地區的開發利用，進而減輕或預防坡地災害的發生。

山坡地環境地質與我們生活息息相關，然而天災人禍難免，相關基本圖資亦隨著時間而有所更動。基於防災、減災及避災原則，政府應持續推動山坡地環境地質調查工作，並適時公布山坡地環境地質資訊，也唯有強化山坡地防災宣導，提升民眾防災意識，才能達到坡地環境安全及永續居住之目標。

ABSTRACT

Due to higher population density on limited land resources and fast urbanized of Taipei, the excavation of slope develops quickly. The slopeland in Taipei city is about 15,000 hectare, which occupy 55% area of this city. Because of the global climate

change, the frequency of extreme rainfall and the strength of impacted typhoons increase gradually, and facilitate more slope-related hazards in Taiwan.

For efficient management of the slopeland development and slope-related disaster prevention, Taipei City Government carries out long-term slopeland security management project from 1999. In the project, they established the Environmental Geology Database of Taipei City and accumulated plentiful results. They built the first Slopeland Environmental Geology Information System of Taiwan in 2003, and pushed many detail survey projects in order to feedback results into the system with each passing years. The system provide user to search environmental geology map through cadaster, doorplate and coordinates etc.. The pictorial materials including abundant information such as cadastral map, topographic map, geohazards map, environmental geology map, slope map, landslide susceptibility map, slopeland range map, hiking trails map, industrial road map, drainage system map, doorplate, landmark, landuse zoning map and district boundary map etc..

The Slopeland Environmental Geological Database of Taipei city records detail geohazard data of slopelands. The database not only provide for public surfing, but also for slope manager to search and compile slopeland historical hazard database, in order to inspect the safety of slopes regularly. The information offers slopeland environmental geology condition nearby residential area for government and public to avoid developments in geohazard susceptibility area, also reduce and prevent the happen of slope geohazards.

Slopeland environmental geology is closely related to our life. However, it is very difficult to avoid nature and man-made disasters. Pictorial materials also changed with time. Therefore, according to the principles of disaster prevention and disaster reduction, the government should keep executing the investigation of slopeland environment geology and announce the related information timely. For achieving the target of slope land environmental safety, government need to intensify the promotion and awareness of public about slope disaster prevention.

一、前言

臺北市因過去都市計畫發展快速，使得山坡地開發興盛，有鑒於地質環境複雜及坡地災害層出不窮，為有效管理山坡地開發利用及防治坡地災害的發生，臺北市政府自民國 88 年 9 月份起展開長期山坡地安全管理計畫，辦理全市環境地質資料建置工作。

檢討臺北市歷年所發生的坡地災害，其中大部分雖可歸咎於先天環境不良，但不當之開發行為也是引發災害之緣由。臺北市山坡地地質環境雖然複雜，只要能瞭解並順著其地質地理特性進行適當合理之開發利用，要減輕甚至遠離地質災害並非難事。然而如何引導或提供民眾瞭解周遭的地質環境，並施以合理而有效之開發規範與管理，以確保坡地環境能被安全且永續地利用，政府實責無旁貸，其中尤以建立完整之環境地質基本資料庫為當務之急。肩負管理首善之都重責的臺北市政府為了有效管理山坡地開發利用及防止坡地災害發生，進而提供市民安全及永續之坡地居住環境，乃於民國 88 年起展開為期六年之「臺北市加強山坡地安全管理方案」，以全面整頓山坡地。其中建立山坡地環境地質基本資料庫即為其首要工作項目。

二、環境地質資訊系統架構

臺北市政府配合環境地質圖調查工作，於民國 92 年創全國之先開發「山坡地環境地質資訊系統」，由環境地質調查所得地質敏感區資料與蒐集之基礎圖資資料，如數值地形圖、土地使用分區圖、行政區里界圖、地籍地段圖、數值門牌、地標圖及航空正射影像圖等數化整合建置而成。經由資訊化運用，可減少大量人工作業時間，以數值化地理資訊系統資料整合儲存，除了可提高精確度，並提供套疊圖層加值利用。



圖1 山坡地資訊系統首頁畫面

「山坡地環境地質資訊系統」分為市府從業人員操作的單機版介面及提供一般民眾瀏覽查詢的網路版介面。

- (一) 單機版地理資訊查詢系統：包括各式成果展示主題圖資、重點地區調查分析結果、歷史災害點位等資訊。單機版現有功能包含工具列、圖層管理、主題圖、定位功能、基本圖查詢、評估準則說明、航照及環境地質相關成果主題圖查詢功能，系統架構圖如圖 2 所示，系統畫面如圖 3 所示。
- (二) 網路版環境地質資訊系統：包括 Internet 網際網路 GIS 環境地質資料庫查詢系統及 Intranet 內部網路 GIS 環境地質資料庫查詢系統。兩種相似介面用途功能不同之地理資訊查詢系統，除了供民眾瀏覽的 Internet 版本外，其內部網路版則著重在機關內部相關業務人員之環境地質資料庫管理功能。主要提供使用者可透過系統查詢功能，更了解住家周遭地質環境資料，避開地質敏感地區開發利用，有效管理山坡地及防治坡地災害的發生。網路版現有功能包含系統簡介、1/5000 環境地質圖、宣導手冊下載、環境地質圖申請及收費辦法說明、環境地質小常識、Q&A、GIS

地理資訊，使用者可透過地籍定位、門牌定位、座標定位進行環境地質相關圖資查詢，並套疊包含地籍圖、地形圖、地質災害分布圖、環境地質圖、坡度圖、山崩潛勢圖、山坡地範圍圖、親山步道圖、產業道路調查圖、國公有土地利用限定圖、河川水系、門牌、地標、土地使用分區圖、區界圖等圖資，系統畫面如圖 4 所示。



圖2 山坡地環境地質資訊系統架構示意圖

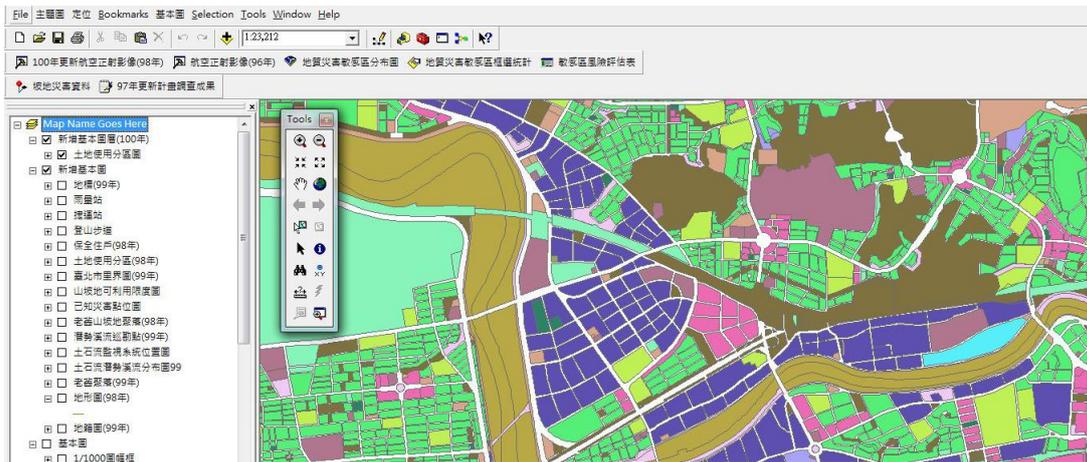


圖3 山坡地環境地質資訊系統(單機版)畫面

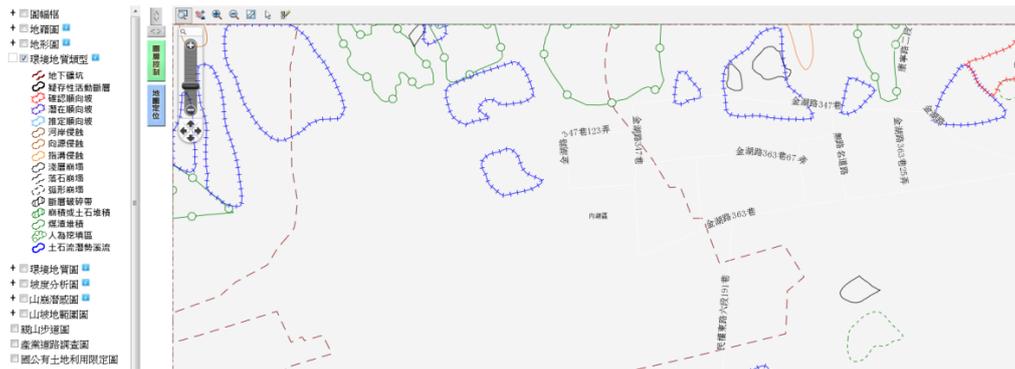


圖4 山坡地環境地質資訊系統(網路版)畫面

三、環境地質資料庫在坡地防災之應用

近年來多起天然災害對政府及人民帶來極大衝擊，也喚起民眾對防災避難之重視。其實長久以來政府在法令上已定有許多相關規定以求能減輕或預防自然災害，但災害仍不斷發生；若深入探討則可歸因於山坡地環境地質危險地區並未在各種土地使用管制計畫文件上予以明確的標示以告知民眾，所以也難以達到管制使用之目的。

正確而有效的預防或減輕山坡地地質災害之方法，除了政府在制度面制定法規及落實執行面外，並應積極地提供充分之環境地質敏感地區的資訊，教育民眾適當使用方法，方可收立竿見影之效。而不論政府或民間，要有效預防或減輕地質災害皆須掌握以下原則：

1、避開原則

在土地利用規劃之前，運用現有資料及自行調查資料來排除開發可能觸及地質災害之敏感地區，以避免未來災害層出不窮所造成之時間及金錢損失，為減防災之最佳原則。政府要排除地質災害敏感區土地被利用之方式有：

- (1) 在都市計畫階段經由都市計畫程序將不適宜建築使用之地區規劃或變更為保護區，作低密度使用或加註條件以管制其使用限制等。
- (2) 在開發審查階段可以依據環境地質資料所顯示之災害敏感性加以審查。必要時以退件或要求補充調查等方式加以管理或限制，以避免民眾不適當地開發利用地質災害敏感區。一般民眾或土地開發者則可在選購用地階段依據環境地質參考資料研判篩選以避開。

2、防治原則

如因故無法事先將地質敏感區排除，而土地利用又勢在必行，則必須規劃防治計畫，以期在規劃階段、施工階段及使用階段預防災害之發生，包括：

- (1) 規劃階段可以適當之開發密度及配置規劃來避免觸動誘發潛在災害。
- (2) 施工階段可以適當之施工方式及機具，輔以適當大地工程保護措

施。

(3) 使用階段若發生災害則可依據災害之機制實施適當之整治或補強。

3、監測原則

為確保大地工程、水土保持設施及山坡地本身在施工期或使用中之安全與功能穩定性，故必須裝設監測系統，可隨時掌握其穩定性。監測系統之布設方式亦須考慮災害類型、災害範圍、災害發生機制、機率、影響範圍及危險程度，當然需要參考環境地質資料。

4、預警及避難原則

預警之目的在於萬一前述防治措施失效時，可由監測系統所得之警訊，以迅速傳達給政府防救災決策者及一般民眾，使其能及時避難。而平時避難地點及避難路線之選擇（必須避開災害敏感區）、災前緊急避難系統之啟動（必須考量災害類型並監控致災因子之動態變化）、災中避難設施之安全掌控（必須了解設施位址之災害脆弱度）、災後復整之規劃（應避免二次災害）等都可參考環境地質資料。

綜言之，為達到防災之目的，政府可以在都市計畫階段排除環境地質敏感區之使用（避開原則）；在開發審理及建築管理階段可以限制開發、規範開發密度或要求提供防治、監測之規劃與執行，並制定預警及緊急避難方案（防治、監測及預警避難原則）；民眾也可以在選購地階段篩選適當之開發標的（避開原則），在開發階段慎選適當之開發配置及工法（防治原則），在使用維護中自行設計實施監測及預警（監測及預警原則）。而上述『避開』、『防治』、『監測』及『預警及避難』等之規劃皆須先瞭解土地之地質背景、地質敏感區之特性分佈等，這些都必須先經地質災害敏感區資料（或稱為環境地質資料）之調查及評估分析，以供政府或民眾之參考。因此環境地質資料在地質防災上實為不可或缺之基本資料。

四、系統於災害管理各階段提供之功能

本系統對於災害管理之四個階段，各自肩負了不同之責任。本節將闡明系統各部功能於災害管理提供幫助。

1、平時減災

平時減災的做法是讓民眾了解環境地質災害發生之原因、觸發之條件、各種災害發生之行為，以期降低災害發生時造成的恐慌，使民眾得以更冷靜的態度應變，減低災害造成之損傷。透過資料展示平台進行宣導教育(如圖 5、6)，可讓民眾更加了解生活環境內脆弱地形所在之位置，亦可避免因不當開發而導致提高坡地風險。



圖5 環境地質小常識



圖6 北市地質知識教學網

2、災前整備

災前整備之目的為在災害尚未來臨時，預想災害發生時可能遭遇之狀況，對各種狀況擬定救災資源與應變方式。利用本資訊系統所建置之環境地質災害可能區域圖資，可瞭解居家附近是否有易致災邊坡及災害類型，透過套疊道路圖可擬定疏散路線，並選擇較不具災害風險之處所做為避難場所。

3、災中應變

有災害狀況發生時，市民可藉由市民專線 1999 進行災害通報，市府人員於收到災害通報後，使用環境地質資訊系統 App 之事件上傳功能，在第一時

間到達現場將災害狀況向所屬單位通報。通報之內容除災害簡述外，尚包含災害所在坐標、現況照片、災害類型…等。對救災單位而言，將能提供更為明確之資訊，諸如災害規模、對道路阻斷之影響，救災資源之分配將可更即時、更切合實際、且更有彈性。



圖7 利用行動裝置 App 進行事件通報

4、災後復建

災害通報之資料，市府將逐一至現場進行勘查及施做初步處置工程，於事後也將進行追蹤查核，並將具一定規模之通報區域資料，填入「坡地災害資料庫查詢系統」中。系統蒐集之災情資料，於颱風、豪雨或地震等天然事件發生時，也可提供相關單為作為第一手資料，以便於災前部屬救災資源，並提供後續追蹤及分析調查之用。

五、結論

臺北市因平地少且都市化發展快速，山坡地開發興盛。然而，近年來全球氣候變遷異常，侵台的颱風豪雨其強度及頻率增加，造成山坡地地質環境受極端氣候影響導致坡地災害頻生。為減緩坡地環境惡化，有效管理山坡地開發利用及預防坡地災害的發生，持續推動環境地質調查工作，確實有其重要性及必要性。且本於防災、減災及避災原則，不斷地更新、維護資料的正確性與完整性，亦是不可或缺的重要工作之一。建立完成之山坡地環境地質資訊系統，可做為各機關施政及坡地防災參考之用，以減輕或預防坡地災害發生，未來除持續執行環境地質

調查工作外，更需加強資訊系統之穩定性、安全性，提高系統操作效能，使資料庫發揮更大的效益，提供更多元且完善的查詢管道，進而達到提升民眾及山坡地開發規劃單位整體防災意識之功效。

六、參考文獻

1. 財團法人中興工程顧問社，2009。土石流潛勢地區易致災因子調查與危害頻率分析，行政院農業委員會水土保持局委託成果報告。
2. 財團法人中興工程顧問社，2010。地質敏感區災害潛勢評估與監測-都會區周緣坡地山崩潛勢評估(4/4)，經濟部中央地質調查所委託成果報告。
3. 財團法人中興工程顧問社，2012。100年度「山坡地環境地質調查及系統更新計畫」全區成果報告，臺北市政府工務局大地工程處委託。
4. 臺北市政府工務局大地工程處，2012。「臺北市山坡地環境地質資料庫使用手冊」，臺北：臺北市政府工務局大地工程處。