

# 應用CacheMaps展圖技術於土石流現調資訊平台

## Application of CacheMaps on the information platform of debris flows torrents investigation

|                  |     |                  |
|------------------|-----|------------------|
| 作者一 <sup>1</sup> | 賴承農 | Lai, Cheng-Nong  |
| 作者二 <sup>1</sup> | 鄭錦桐 | Cheng, Chin-Tung |
| 作者三 <sup>2</sup> | 陳振宇 | Chen, Chen-Yu    |
| 作者四 <sup>1</sup> | 曹鼎志 | Tsao, Ting-Chi   |
| 作者五 <sup>2</sup> | 羅文俊 | Lo, Wen-Chun     |
| 作者六 <sup>3</sup> | 商嘉瑞 | Shang, Jerry     |

### 【摘要】

自民國95年起本研究開始進行土石流易致災因子現地調查，其調查成果包括全台643村里之土石流潛勢溪流範圍內具坐標點位之現調照片、村里報告、土石流防災地圖、GIS圖層等相關資料，為求野外現調工作完成後能即時上傳現調資料，室內品管後現調資料匯入資料庫，因此研提一整合性介面及現調資訊平台，可易於共享現勘照片及村里報告內容。

近年來網路連線速度大幅提升，電子地圖平台相關技術相繼提出如CacheMaps及VML(Vector Markup Language)等。本研究嘗試以CacheMaps為展圖基礎，以Hybrid Maps為執行架構，並輔以網頁VML技術進行向量圖層之展圖技術，提供一般電子地圖定位及關鍵字查詢功能。本研究視使用者瀏覽需求，提供不同圖層之透明度調整功能以改善操作介面，加入欄位規劃及資料編碼，以提昇資料歸檔正確性。對於即時勘災與土石流易致災調查，可望提供即時資料回饋分享。本研究經驗可推廣至崩塌地調查、水災調查、災情資料基本分析，以及GIS空間資料建置等項目。

本文主要針對CacheMaps技術應用，現調資訊管理系統建置方法、相關技術研發以及未來展望進行說明。

**關鍵詞：**Hybrid Maps、CacheMaps、土石流易致災調查、土石流現調資訊平台

### 【Abstract】

Since 2006, this project has been finished and collected much field data, such as field survey photos and reports, hazard mitigation maps, GIS-layers of 643 villages including 1,503 potential debris flow torrents in Taiwan. Therefore, this project has been proposed to develop an integrated interface and field information platform in order to instantly upload the field information into the database and conveniently inquire the filed photos and survey reports.

The internet connection speeds has significantly improved in recent years and the electronic mapping platform related technologies including CacheMaps, VML(Vector Markup Language), and etc. have built successively. In this project, the CacheMaps technique was used with Hybrid Maps as the execution construction and VML technology as the supporting measure to perform the electronic mapping location and

keyword inquiry function. In view of the user's browsing demand, this plan provides the transparency-adjustment function to improve the operational efficiency, and make a schema system to improve the accuracy of input-data. The plan achievement will be able to apply to the related investigation plans with the immediate back coupling share. The experience in this project may promote to the landslide investigation, the flood investigation, the disaster data analysis, and etc.

The application of CacheMaps technology in this article, the information management system, the correlation technique research and development as well as the future challenge.

**Keywords:** Hybrid Maps、CacheMaps、potential debris flows torrents investigation、the information platform of debris flows torrents investigation

- 
1. 財團法人中興工程顧問社大地工程研究中心
  2. 水土保持局土石流防災中心
  3. 銳悌科技公司

## 一、前言

自95年至98年間水土保持局採用3S技術輔助土石流易致災因子調查，已持續累積大量現調資料，包含現地拍攝相片、村里報告文件檔案、遙測影像等資料，亟需建置一現調資料管理平台，以有效管理龐大資訊及因應快速查詢之需求，並且須建構一線上即時網頁，將原分散儲存之資料統一彙整，提供具圖形化之資訊管理系統。

此「現地調查資訊管理系統」整合系統將95年至98年期間土石流潛勢溪流現地調查紀錄(包括如拍攝照片、縮圖相片、文件報告等)整合，於單一網站提供使用者展圖平台、資訊查詢、調查紀錄編輯等主要服務項目。在展圖平台項目，包含地圖展示及快速定位功能；在資訊查詢項目，則提供關鍵字查詢或以項目查詢；在調查紀錄編輯項目，包含調查紀錄編輯、相片屬性編輯、文件屬性編輯功能，並且可由網站管理維護者進行帳號管理維護、使用紀錄維護、溪流編號更新、動態地圖管理、細部資料修改等作業，此系統功能架構如圖1所示。

經由此系統整合之調查空間資訊，可依其空間坐標決定之依存特性予以概分為顯性和隱性等兩種：

(1)顯性空間資訊是資料本身具有坐標，通常是依據調查所建置的各種地理圖資，例如警消醫療處所位置、疏散避難路線、溪流線及土石流影響範圍等GIS圖資。

(2)隱性空間資訊是指資料中雖未具有坐標，但仍具有空間的意義，例如調查照片、文件報告、調查紀錄。

由於調查資料的產生皆是針對土石流潛勢溪流進行現場調查而得，與土石流潛勢溪流密不可分，而土石流潛勢溪流之溪流編號係由水保局編訂後公開之資訊，因此，針對上述說明調查空間資料時，建置溪流編號之溪流目錄以管理相對應之實體檔案，且資料夾名稱依據土石流潛勢溪流編號加以命名，除可提供保存各調查記錄，更方便系統相關功能之查詢、連結、瀏覽及下載等作業使用。

因此系統除了強化文件管理外，更利用這些調查資料所隱含的空間資訊，結合地理資訊系統(GIS)，使用者可瀏覽相片拍攝位置以及避難路線等重要圖資，進而成為完善之調查資料管理平台。

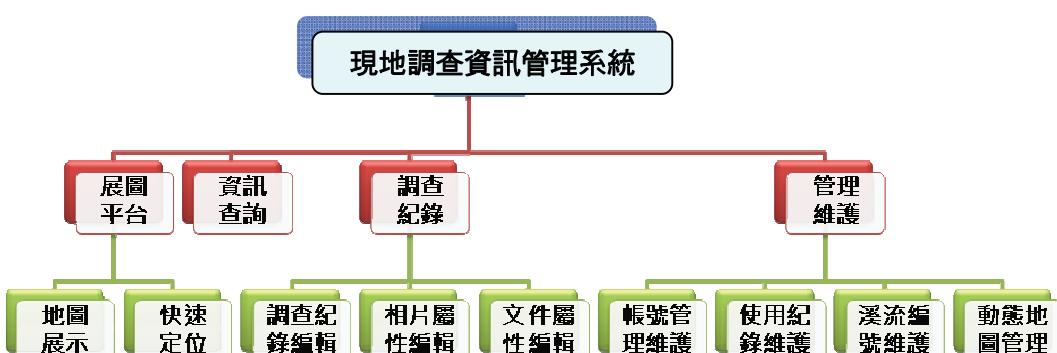


圖1 「現地調查資訊管理系統」功能規劃圖

## 二、展圖平台系統

調查資料類別包括現調人員拍攝溪流現況之相片、撰寫之調查村里報告等，另有其他包含空間資訊之資料類別，如土石流潛勢溪流之溪流線、防災疏散避難路線等GIS圖資，因此需進行現調照片之連結與地圖之展示，以呈現更加豐富之資料，展圖平台系統配置如圖2所示。

### (一) 展圖平台系統之特色

1.快速定位：提供行政區(縣市、鄉鎮)、單點坐標及歷史調查記錄之空間定位，使用者可利用此項功能快速瀏覽有興趣之區域，如圖2。

2.地圖展示：結合基本操作、圖層套疊、影像切換等功能，提供使用者進行地圖圖面之簡易操作，如比例尺切換、放大、縮小、平移，系統另具備圖台之平面測量功能，可量測線型距離及面積，並包括主題圖之列印功能。

3.資訊查詢：使用者於線上查詢調查資料，查詢條件包含災害事件類別、時間、空間、關鍵字等，於龐大資料提供搜尋結果表單資訊，並進一步提供資料瀏覽（含地圖展示）以及照片瀏覽(如圖3所示)、歷史調查文件下載功能(如圖4所示)。

4.編修調查紀錄：提供使用者進行調查記錄新增及編輯作業，並可於該功能上傳現地調查記錄之相片及相關文件，除可保存現調資料，更可針對既有調查記錄屬性資訊進行修正，包含相片坐標修正及文件屬性修改，另在事件編輯功能項目於地圖上，增加使用者繪圖工具，可於相關圖資繪製示意線條並納入地圖中，如圖5所示。

5.管理維護：提供管理者進行系統相關管理作業，包含：(1)帳號管理維護功能可修改使用者權限；(2)使用紀錄維護可瀏覽系統的使用紀錄；(3)潛勢溪流編號之維護則可讓管理者進行新增或刪除土石流潛勢溪流編號；(4)動態地圖管理則提供GIS圖資上架管理，讓管理員可進行更新系統地圖資源，可調整動態圖資之呈現、靈活度。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| 圖2 展圖平台系統配置   | 圖3 調查紀錄照片於系統上瀏覽  |

**圖4 歷史調查文件檔案於系統上瀏覽**

**圖5 編輯調查記錄地圖之動態圖資**

### 三、Cache Maps 概念

Cache Maps概念最早於2000年提出，而於2005年2月8日在Google Maps上發布北美地區街道圖的線上瀏覽服務，提供服務對象包括Internet Explorer和Mozilla Firefox等瀏覽器使用者，始應用於具有真正商業化之用途，後來陸續加入鄰近區域的地圖及不同類別底圖資訊(如衛星影像等)。

以往建置網頁版地理資訊展示功能設計理念，是利用符合標準地理資訊系統的架構與操作邏輯，將使用者每一次的操作視作最新的一筆查詢需求，傳回伺服器後進行運算，完成後將資料以點陣式影像檔與標籤式語言(XML)進行傳遞，由使用者瀏覽器接收後進行解譯，於網頁上加以展示。此一運作方式最大的困難在於回應時間與地圖視覺效果之間的取捨，如果需要較佳的視覺效果必然需要利用較長的伺服器處理時間來處理，再配合網頁傳輸時間，整體的運作效果不佳。有鑑於此，近年來商業電子地圖服務網站提出「快取式地圖」(cache maps)概念，並實際應用於網路服務上，透過事前地圖預製工作，產製固定比例尺之地圖，並依特殊的檔案命名與儲存方式，提供使用者查詢時，可縮短等待時間並直接由網頁呈現。

#### (一) 事前預製地圖

傳統內部網路伺服器電腦展繪3S圖資時，係由使用者框選圖資範圍及比例尺，由內部網路伺服器重新出圖給使用者，一方面受限於內部網路之頻寬，另方面如使用網路伺服器運算出圖之使用者越多，則伺服器承載量越大。

不同於傳統的Web GIS伺服器進行線上展繪地圖之概念，Google Maps乃是採用預製地圖的概念，根據模擬使用者可能查詢的比例尺和規劃資料量，事前製作大量的快取方格地圖(Cache Maps)，相關示意圖如圖6所示，再依據使用者提出圖框範圍進行快取方塊地圖拼接的動作，因此伺服器主要的工作為方格地圖的搜尋與傳輸，詳細運作方式如圖7所示，在使用者端部分，在接收伺服器所提供的方格地圖後，透過Java Script 語法進行地圖拼接的動作，因此整體運作上的主要工作量則由使用者端的個人電腦來負責，此點與傳統Web GIS的動態產製地圖時，主要的運作承載角色為網路伺服器是完全相反的，因此Cache Maps較傳統的Web GIS佔有較大的優勢。

現行網路地圖網頁之Cache Maps技術，伺服器本身的運算效能不需要太高，

可以同時服務的使用者也越多，而在有利的頻寬優勢下，展圖效能比較傳統的Web GIS快上許多。也由於透過事前預製地圖，因此其地圖的美觀上則不受伺服器效能所牽絆，已是目前地圖網頁最受歡迎的方式。

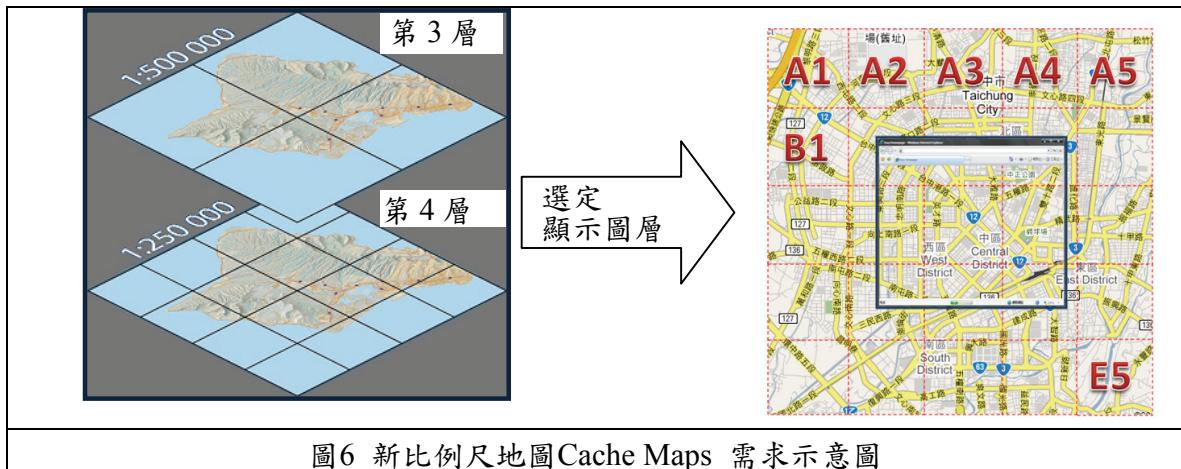


圖6 新比例尺地圖Cache Maps 需求示意圖

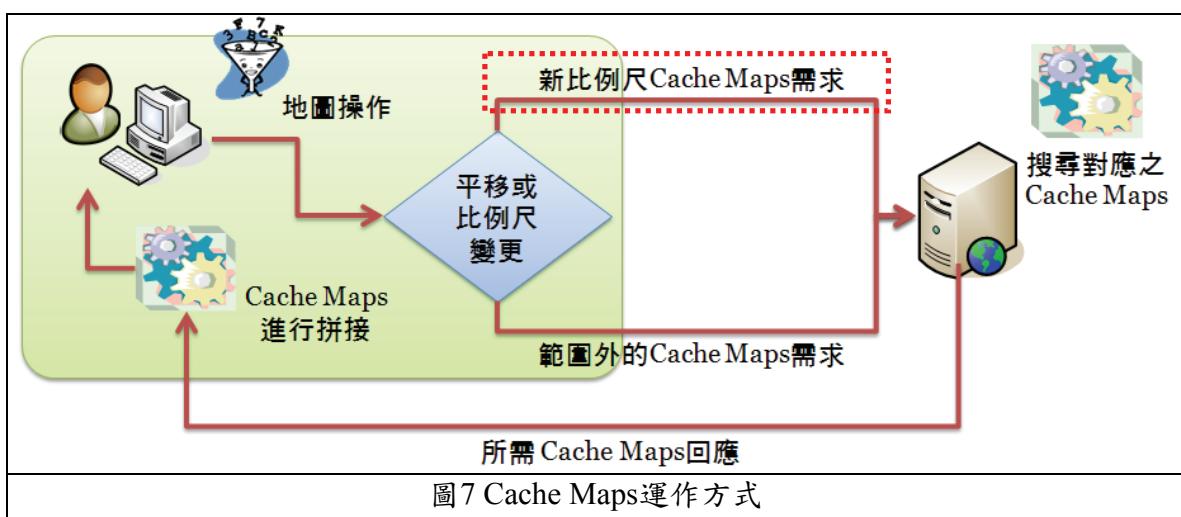


圖7 Cache Maps運作方式

#### 四、Hybrid Maps技術

Cache Maps技術並非完全沒有缺點，其最大缺點在於(1)超長的地圖預產製時間；與(2)無法配合向量圖資進行疊圖。然而在建立之現地調查成果展示時，需要整合大量的調查村里報告、現地相片，並配合相關現調圖資，進行同一網頁呈現，如單純依賴cache maps，無法達到充分資訊即時更新與資料豐富化的需求，例如當需要套疊土石流潛勢溪流範圍及歷史山崩位置等資料時，僅依賴cache maps則無法達到預期目的，不同網頁式地圖技術方案其相關比較如表1所示。

為達到Cache maps高效能的展圖效果，同時保留傳統GIS圖套更新套疊的便利性，整合兩者的優勢乃是一最佳的作法，本研究建置的平台即是透過整合Cache maps與向量空間資訊之套疊而成的hybrid maps技術，於網頁上清晰呈現多樣的空間資

訊，同時可以由使用者自行選擇地圖的類型與豐富度，與需要套疊的圖資內容，提供現地調查資料管理與查詢實際應用需求。

由於快取方格地圖(Cache Maps)資料皆是預先產製的，因此在：(一)遇到地圖需要進行圖層套疊等工作，必須重新產製一批地圖檔案，必然花費大量的計算時間，無法達到即時更新的效果，(二)當網頁需要提供使用者進行示意圖之點繪，提升網路地圖與使用者互動性強效果，需考量示意圖套疊地圖後之龐大儲存空間，這也是使用Cache Maps技術產製地圖後，後續應用時亟需克服之關鍵課題。

表 1 不同網頁式地圖技術方案比較表

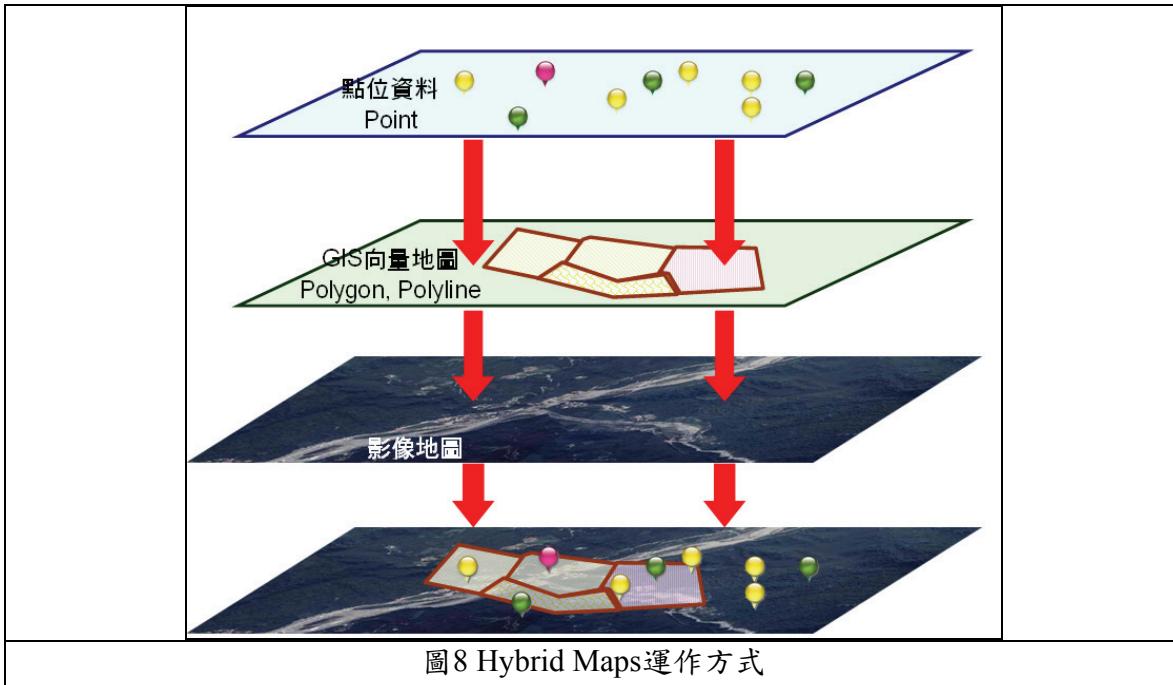
|        | 傳統Web GIS                     | Cache Maps                     | Hybrid Maps                       |
|--------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 運作說明   | 依使用者操作指令即時由伺服機運算向量資料後，更新使用者網頁 | 預先產製固定比例尺地圖塊狀影像檔案，配合查詢需求呈現於網頁上 | 除了可以提供cache maps的塊狀地圖，也可以套疊向量圖資   |
| 優點     | 配合向量圖資動態產製地圖，資料更新較簡易          | 極佳的反應速率與直覺式的操作方式，為目前網頁式地圖潮流    | 結合Cache Maps的流暢度與傳統web GIS地圖的套疊能力 |
| 缺點     | 使用者等待時間較長，圖面視覺效果較不易處理         | 預長時間的資料預產製，同時無法提供套疊服務          | 無                                 |
| 運作環境需求 | 需額外採購專業伺服器版本GIS軟體             | 依賴網頁傳輸塊狀地圖，網路頻寬需求較高            | 需依不同瀏覽器開發不同版本程式                   |
| 功能擴充性  | 較高                            | 較低                             | 較高                                |

為讓地圖服務能同時融合傳統Web GIS的動態產製地圖，並結合Cache Maps互動性強的使用者效果，本團隊整合Cache Maps的架構與動態向量資料的繪製，提供本系統多層式的地圖資料，即利用所謂Hybrid Maps技術，達到同時於網頁上呈現動靜態圖資內容及進行雙向使用者即時資料傳遞。

Hybrid Maps運作模式如圖8所示，其利用Cache Maps為地圖基礎，同時利用網頁VML(Vector Markup Language)技術進行向量圖層的展圖，可利用不同類別的地圖色彩效果或透明度，提供使用者豐富的空間資訊瀏覽環境。使用者在操作時本系統地圖相關功能時，所有的動作與使用一般電子地圖網站(如Google Maps)完全相同，不論平移、改變比例尺、快速定位等動作，皆可以利用滑鼠的點擊或拖放動作來完成，非常方便也具互動性。

使用者於平移地圖過程中，系統將預先進行平移方向之資料讀取，以快取方塊方式將底圖資訊透過使用者電腦運算進行展示，因此不會有讀取等待的缺點，下一階段才由網頁VML技術進行向量圖資產製再整合套疊起來，讓使用者在等待產製地圖時，地圖展示區不會有傳統網頁技術整個變成空白的情況，視覺感受上不會中斷。透過系統資料之前製處理及管理過程，讓使用者在操作上更有效率及便利，進而降

低使用門檻提升服務品質。



## 五、資料處理說明

本研究特色即採用Cache方式進行影像資料底圖之預製，以提升影像展圖效率；將現調照片檔案名稱、坐標值及照片敘述欄位予以正規化，以提升檢閱照片效率，以下分別進行說明：

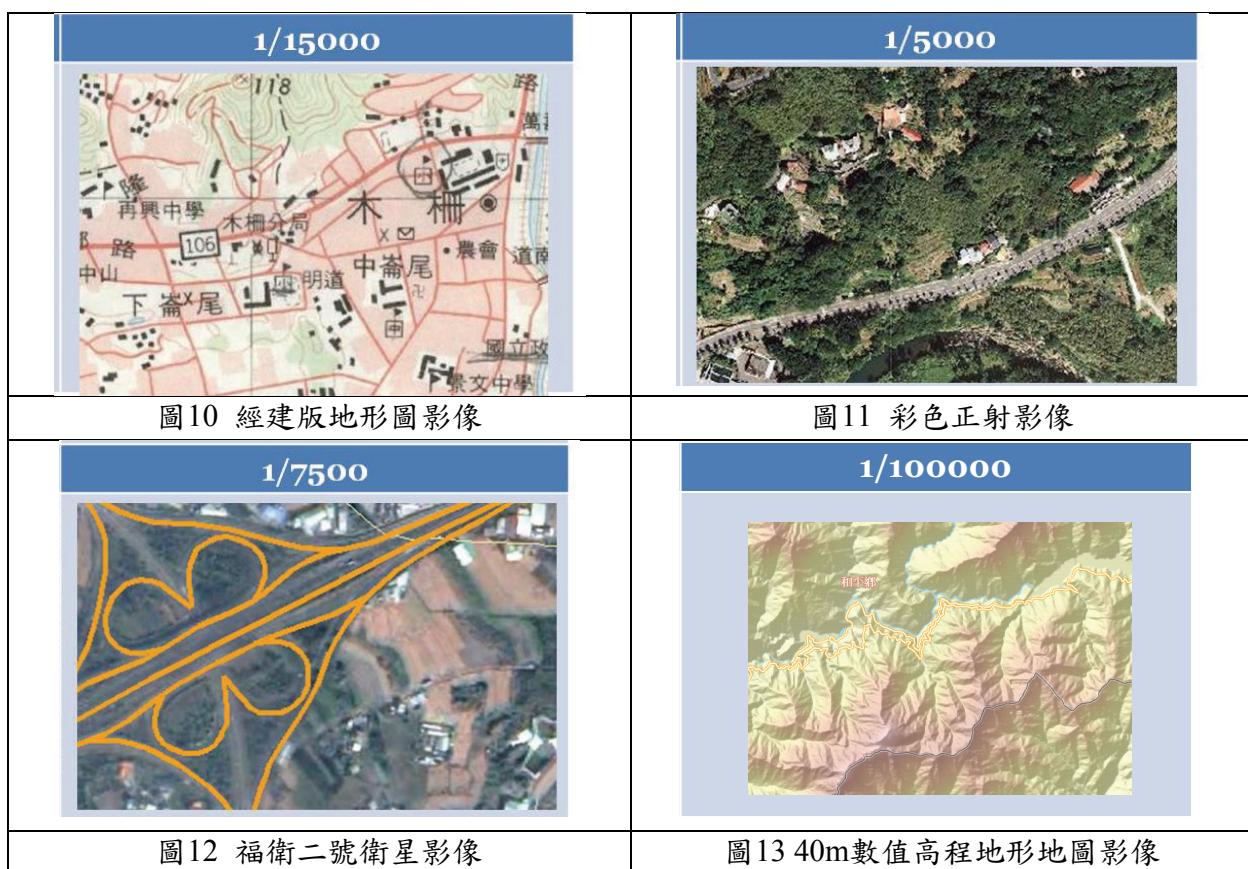
### (一)影像資料底圖設定

此系統運用之影像資料底圖，包含：(1)1/25,000經建版地形圖；(2)SPOT5衛星影像；(3)全省福衛二號衛星影像；(4)農航所彩色正射影像；(5)數值高程地形地圖等影像資料。由於影像資料採用Cache Maps技術，所有Cache Maps資料需要依照使用者最佳瀏覽時之比例尺進行處理，並且考量：(1)展示的比例尺層數越多，也代表Cache Map檔案越多（約以等比級數增加，同時預製處理時間也會增加），因此比例尺的差異，將影響處理時間以及儲存空間；(2)在分析不同顯示層數與展示效果之關係後，因應影像資料之產製比例尺及解析度皆不盡相同，決定規劃12層的展示比例尺，各底圖所對應之比例尺範圍如圖9所示。

經建版地形圖製圖為1/25,000於設計比例尺採用1/15,000至1/3,000,000，最大展示為全台範圍；彩色正射影像製圖為1/5,000及SPOT5衛星影像製圖空間解析度達10公尺，因此均採用1/5,000為最佳設計比例尺，可保留高清晰度影像；各影像設計比例尺之實際展示圖像，如圖10~13範例所示。

|                     | 經建版地形圖  | 彩色正射影像  | 福衛二號影像   | 地形地圖   | SPOT衛星   |  |
|---------------------|---|---|--|--|--|--|
| 比例尺或<br>解析度         | 1/25000   | 1/5000  | 8公尺  | 40公尺   | 10公尺   |  |
| 系統<br>展示<br>比例<br>尺 | 1/3000000 (1)<br>1/1000000 (2)<br>1/500000 (3)<br>1/250000 (4)<br>1/150000 (5)<br>1/100000 (6)<br>1/50000 (7)<br>1/25000 (8)<br>1/15000 (9)<br>1/10000 (10)<br>1/7500 (11)<br>1/5000 (12) | 1/25000 (1)<br>1/1000000 (2)<br>1/500000 (3)<br>1/250000 (4)<br>1/150000 (5)<br>1/100000 (6)<br>1/50000 (7)<br>1/25000 (8)<br>1/15000 (9)<br>1/10000 (10)<br>1/7500 (11)<br>1/5000 (12) | 1/5000 (1)<br>1/1000000 (2)<br>1/500000 (3)<br>1/250000 (4)<br>1/150000 (5)<br>1/100000 (6)<br>1/50000 (7)<br>1/25000 (8)<br>1/15000 (9)<br>1/10000 (10)<br>1/7500 (11)<br>1/5000 (12) | 8公尺 (1)<br>1/3000000 (2)<br>1/1000000 (3)<br>1/500000 (4)<br>1/250000 (5)<br>1/150000 (6)<br>1/100000 (7)<br>1/50000 (8)<br>1/25000 (9)<br>1/15000 (10)<br>1/10000 (11)<br>1/7500 (12) | 40公尺 (1)<br>1/1000000 (2)<br>1/500000 (3)<br>1/250000 (4)<br>1/150000 (5)<br>1/100000 (6)<br>1/50000 (7)<br>1/25000 (8)<br>1/15000 (9)<br>1/10000 (10)<br>1/7500 (11)<br>1/5000 (12) | 10公尺 (1)<br>1/1000000 (2)<br>1/500000 (3)<br>1/250000 (4)<br>1/150000 (5)<br>1/100000 (6)<br>1/50000 (7)<br>1/25000 (8)<br>1/15000 (9)<br>1/10000 (10)<br>1/7500 (11)<br>1/5000 (12) |

圖9 影像展示比例尺示意圖



## (二) 現調照片類別設定

系統進行現調照片資料儲存時，係依據照片拍攝對象目標物之類別項目，給予不

同之照片檔案名稱代碼，利用此代碼，系統可於後續快速進行查詢及建檔，進行區別並分類出不同照片內容。此代碼組成分為5層，包括：(1)土石流潛勢溪流編號；(2)溪流位置編號；(3)調查類別編號；(4)調查類別流水編號；(5)相片流水編號，其示意圖如圖14所示。

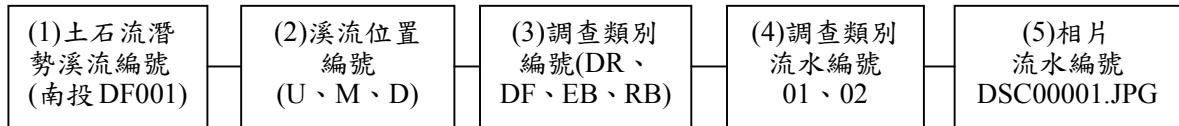


圖14 現調照片代碼組成示意圖

分層代碼說明如下：

1. 土石流潛勢溪流編號，依據水保局98年6月公開之土石流潛勢溪流編號。
2. 溪流位置及水保局溢流點編號方式，詳如表2所示。

表 2 溪流相關資訊代碼說明

| 溪流溢流點位<br>置代碼 | 資料與溪流位<br>置關係 | 溪流溢流點代<br>碼+流水編號 | 水保局溢流點<br>代碼 | 水保局溢流點<br>編號+流水編號 |
|---------------|---------------|------------------|--------------|-------------------|
| U             | 上游            | UDF10            | A            | AD01              |
| M             | 中游            | MDF10            | B            | BD01              |
| D             | 下游            | DDF10            | C            | CD01              |

3. 調查類別代碼則詳如表3所示。

表 3 調查類別代碼說明

| 代碼 | 說 明     |
|----|---------|
| D  | 易致災因子描述 |
| E  | 現有防治設施  |
| L  | 坡地災害現況  |
| R  | 整治對策建議  |
| S  | 防災資訊表相關 |

4. 調查類別流水編號，用以區別不同座落位置之設施、照片目標物而給定流水編號。流水號編排順序：原則上由左而右，由上而下。

## 六、資訊查詢及調查記錄編輯

資訊查詢功能便可由災害點位及重要地標進行提供多種的查詢條件設定，包括(1)空間條件查詢，(2)屬性條件查詢。空間條件是以「縣市鄉鎮行政區圖層」做為篩選條件，現調照片、文件等以土石流潛勢溪流編號對照表作為調查資料之位置，其他則以快取方塊地圖與行政區圖層關係對照表，將符合條件之調查資料展示於結果清單中。

## (一) 資訊查詢

以往空間查詢功能係使用下拉式選單方式，容易造成無相對應資料可供查詢情況，本研究透過新介面設計，其特色在於預先進行介面中顯示各行政區的資料筆數，供使用者在查詢前即可以瞭解到不同縣市、鄉鎮範圍之調查資料分布情形，因此可避免發生查無資料之情形產生，查詢介面設計如圖15上半部圖面展示。

除以調查事件所在位置進行篩選外，亦可利用進階搜尋條件，可進一步篩選符合需求之資料，包括關鍵字、災害類型、災害時間、調查時間等條件，而搜尋結果清單可讓使用者瀏覽調查事件所在位置以及相關相片與屬性資訊，並可以下載調查資料，如圖15下半部圖片展示。

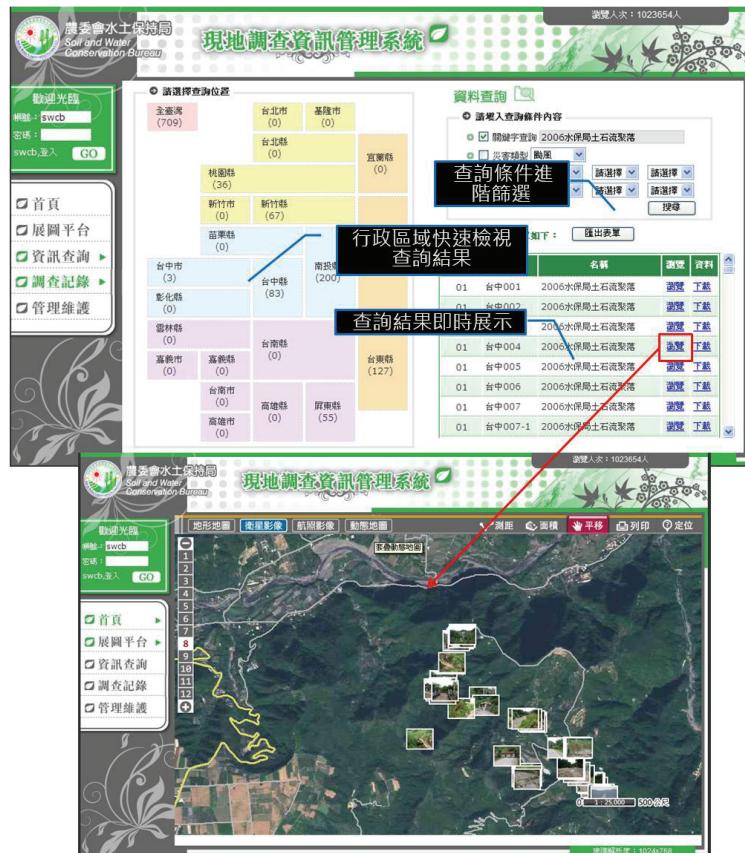


圖15 查詢介面設計及調查事件瀏覽畫面

## (二) 調查記錄編輯

調查資料分為兩種，一種是調查相關的文字描述，如調查名稱、災害日期、調查日期、計畫名稱...等。另外一種就是調查相關示意圖，例如避難路線、影響範圍等GIS圖資。調查紀錄編輯功能便是讓使用者可同時建置上述兩種調查資料於系統中，其概念如下圖16所示。



圖16 文字及圖片搜尋結果於展圖平台之展示

## 七、結論

系統除可針對現有調查資料進行彙整外，更可利用相關調查資料隱含之空間資訊，進而結合地理資訊系統（GIS），使管理系統除可瀏覽相片拍攝位置以搭配其他GIS圖資(如避難路線、警消醫療單位等現調圖資)，進而強化管理功能，成為重要之調查資料管理平台，而於實際使用上，則需以下兩項工作配合：

- (一)針對現調人員進行現調資料上傳教育訓練，為求利用網頁式的介面方便各調查團隊即時取得相片及文件資訊，每次調查結束，需針對現場調查拍攝之相片列表，表格中應簡述該調查記錄所蒐集之相片資訊，包含相片檔名、相片編碼及描述等資訊。
- (二)歷史調查記錄維護，針對後續調查事件紀錄，制訂包括調查記錄類別、土石流潛勢溪流編碼、關鍵字輸入或災害事件類型、名稱等資訊來快速建立欲取得之歷史調查記錄。

## 八、誌謝

感謝農委會水土保持局提供95~98年度「土石流潛勢地區易致災因子調查」成果及及各年度航照圖，中興社地工中心辜炳寰研究員協助照片、文件資料建置資料庫，使本研究成果得以順利展現，銳悌科技公司鄒亞倫副理協助圖台整合，以及前副理莊政斌先生建置資料表單查詢介面，貢獻良多。

## 九、參考文獻

1. 財團法人中興工程顧問社(2007)，「土石流危險聚落易致災因子調查與整治對策」，行政院農業委員會水土保持局委託成果報告(計畫編號：SWCB-96-035)。
2. 財團法人中興工程顧問社(2008)，「土石流潛勢地區易致災調查與整治對策研擬」，行政院農業委員會水土保持局委託成果報告(計畫編號：SWCB-97-017)。