航測及遙測學刊　第十五卷　第 1 期　第 65-78 頁　民國 99 年 3 月
Journal of Photogrammetry and Remote Sensing
Volume 15, No.1, March 2010, pp. 65-78

衛星影像於國土變異監測之應用

尹孝元[1]　梁隆鑫[2*]　陳錕山[3]　黃珮琦[4]

摘　要

國土變遷可分為自然與人為兩方面：自然方面，如海岸線變動、崩塌、土石流及淹水等情形；人為方面，如山坡地違規、違建、濫墾、傾倒廢棄物等。對於地表變動監測，衛星遙測的優勢，不受地表高度限制，且可快速與準確地進行資料處理，對於國土變遷普查，是一個非常有效的工具。其中崩塌與違規濫墾是臺灣地區較常見的山區變動，崩塌是災害，幾乎每年都會伴隨颱風或豪雨發生，違規濫墾造成土石外露是崩塌與土石流素材的來源之一。農委會水土保持局自 1995 年起，即利用遙測科技進行山坡地管理與監測，結合遙測影像與 GIS 判釋系統，進行山坡地變異監測及地形變動分析，除了每年皆查獲違法點位之外，間接對想取巧之徒也有嚇阻效果，並減少現場查報人員的人情麻煩。地形變動分析可以對崩塌地判釋、統計分析、與圖資建置，提供最新資訊，做為治災防災之參考。

關鍵詞：衛星影像、國土變遷、崩塌地

1. 前言

台灣地區由於人口稠密。土地開發利用早已經往山坡地發展，如新社區與別墅群的開發、農業用地的拓墾、休閒遊憩區的設立、新道路的延伸等。而這些綠地的開發改變了大自然原有較穩定的地貌；甚且，1999 年 921 集集大地震，造成有些山區的表土因地震的搖晃而鬆軟，加上山坡地地區土地利用及開發，若水土保持措施不良，則於豪大雨或熱帶氣旋夾帶大量降雨時，就容易發生崩塌或土石流災害；如 2009 年的莫拉克風災即造成 699 人死亡與失蹤，195 億的重大損失。因此，平時利用衛星影像進行國土監測，可瞭解國土變動或違規濫墾的行為，並於氣候劇變下計算整體綠資源與碳吸存變動量，對於災後的及時國土變動分析，可提供救災與防災措施之參考；所以結合可重複攝像的光學與雷達衛星遙測工具是個最快速準確的方法。

國土變異的種類很多，如海岸線位置變遷、綠地面積增減、地形地貌的改變、地表高程變化等，當然，這些變動現象可能是災害也可能是人為造成；因此進行國土監測前，需要先訂定偵測的現象或種類，並瞭解及定義這些地物類別所能偵測的空間精度與時間頻率，以滿足不同任務的土地利用分類及其變異需求。故在有限的成本考量下，如何透過妥善的監測機制，以快速、有效地掌握土地資源利用現況及變異的相關資訊，提供做為國土管理之參考，遂成為重要的課題。而衛星遙測具有資料獲取週期短、影像資料涵蓋範圍廣、可迅速掌握地表改變狀況、以及成本低等特性，非常適合做為全面性與即時性的國土利用監測工具。

國內使用衛星監測國土變動的例子，如利用雷達影像干涉對 1999 年 921 集集地震後地變形的研究 (Wang *et al*. 2003; Chang *et al*. 2004; Liang *et al*. 2006; Wang *et al*. 2010)，除了結合雷達影像干涉技術觀測臺灣全島地層下陷的地變形外，並和地面水準測量、GPS 資料比較分析，以評估其結果。海岸變遷方面，利用 ERS 系列雷達衛星資料進行台灣西部海岸水線萃取與變遷分析(王秀雯、等，林景

[1] 農業委員會水土保持局坡地監測科 科長
[2] 國立中央大學太空及遙測研究中心 技士
[3] 國立中央大學太空及遙測研究中心 教授
[3] 農業委員會水土保持局坡地監測科 雇員
[*]通訊作者，電話: 886-3-4227151ext.57625, E-mail: lsliang@csrsr.ncu.edu.tw

收到日期:民國 99 年 04 月 27 日
修改日期:民國 99 年 06 月 18 日
接受日期:民國 99 年 07 月 26 日

騰、等，2007）。而對於大規模災害後崩塌地判釋，Liang *et al*.(2005)利用 SPOT 資料研究敏督利颱風後之中臺灣地區崩塌地，發現總數量 89% 的崩塌地發生在林班地，其崩塌地面積多介於 2-10 公頃，坡度則大多分佈在 30-45 度之間。

2. 衛星遙測於國土變遷之應用

衛星遙測具有瞬時、大範圍、全面性及快速取樣之非接觸性探測特性，可不受地形、地物之阻隔及交通限制獲取資料，所以遙測技術提供極佳的國土現況調查能力；而獲取多期之影像，經過處理後就可提供變動比對，尤其是針對大規模災害後所造成的地形地貌改變，更能提供即時性的變化資料；配合定點式的地面調查，將能增進遙測資料判釋的可靠度，並進一步做爲遙測資料之率定及影像判釋成果驗證之用。

目前台灣地區衛星遙測資料來源，依照感測器種類可分成光學影像與雷達影像；光學影像是接收地表物太陽的反射光譜，屬於被動式探測，所使用的波長約介於 400-14,400 nm 之間，此波段的光線無法穿透雲層，所以受天氣影響甚劇。雷達影像爲主動式探測，由衛星載體發射波長介於 1-1,000 mm 之間的電磁波，並接收由地面物反射之電磁波回波訊號。與光學影像不同的是此波段的電磁波能夠穿越雲層，所以地面成像不受影響。目前臺灣地區主要使用的觀測衛星，包括(1)SPOT 系列衛星 (2)福衛二號 (3)MODIS (4)ERS2 (5)RADARSAT2 (6)ALOS (7)ENVISAT 等，前三者爲光學影像，後四者爲雷達資料。這七種衛星影像的特性如表 1 所示。

2.1 山坡地變異點分析

變遷偵測是經由分析比較不同時期的影像，辨識兩者差異量的一種過程，基本上是利用多時資料(multi-temporal data)進行前後期資料的比對。其中光學影像變異分析的基本條件是地表物的變遷必須造成影響輻射值的變化，而且此變化必須大於其他因素對輻射值的影響，包括(a)不同的大氣狀態 (b)不同的太陽角度 (c)不同的土壤含水量。而選擇適當的資料可以有效地減低上述因素對變遷偵測的影響，故在進行變遷偵測之前，必須對這些多時性影像資料進行輻射糾正，不同年份但同一季節的影像，就可以降低太陽角度的不同以及植物型態的不同所造成的影響。鑒於多時遙測影像具有上述的特性。所以水土保持局乃自 1995 年起，即開始利用衛星資料進行山坡地監測，以查報取締違法濫墾，提昇監測效率。因此，本文較著重於這一部分的說明。

表 1 臺灣地區主要使用的觀測衛星

衛星別	空間解析力	像幅寬度	波段	周期	天候影響
SPOT5	10m	60 公里	G,R,IR,SWIR	2.5 天	雲雨影響
福衛 2 號	8m	24 公里	B,G,R,IR	1 天	雲雨影響
MODIS	250-1,000m	2330 公里	36 波段	1 天	雲雨影響
ERS2	30m	100 公里	C	35 天	無影響
RADARSAT2	3-100m	20-500 公里	C	3 天	無影響
ENVISAT	30m	56-400 公里	C	35 天	無影響
ALOS	7-100m	20-350 公里	L	2 天	無影響

2.2 崩塌地監測

衛星遙測除運用於山坡地違法濫墾的常態監測外，亦應用於發生風災或水災的緊急救災的即時監測上，如利用衛星影像快速判釋風災或水災影響範圍、坡地崩塌或土石流面積、新崩塌區域、堰塞湖的演變及分析後續可能的災害潛勢。一般光學衛星影像在幾何校正後，以光譜分類，配合顏色、形狀及三維模擬地形區位的方式進行崩塌地萃取；而雷達影像則是因不同極化(VV、HH、HV、VH)對不同地物形態產生不同的強度影像及其組合，再配合顏色、形狀與地形區位做爲判釋方式。以民國 98 年的莫拉克颱風爲例，四天的累積雨量在南台灣創了記錄(如圖 1)，也造成嚴重的災情。在風災期間隨時委託獲取判釋後之光學與雷達影像，供救災防災使用，並以 98 年 3 月至 6 月的衛星影像做爲災前的參考影像；而於水災後考慮到爭取時效，因此採用 8 月 10 日至 8 月 31 日衛星影像，將判釋成果提供救災使用(災前與災後衛星影像如圖 2)。另亦監測新增堰塞湖之位置與面積變化評估，災前災後崩塌地之變動，監測重點區域包括曾文溪流域、八掌溪流域、台東沿海河系、林邊溪流域、濁水溪流域、高屏溪流域等六大流域，其崩塌變動列於表 2。

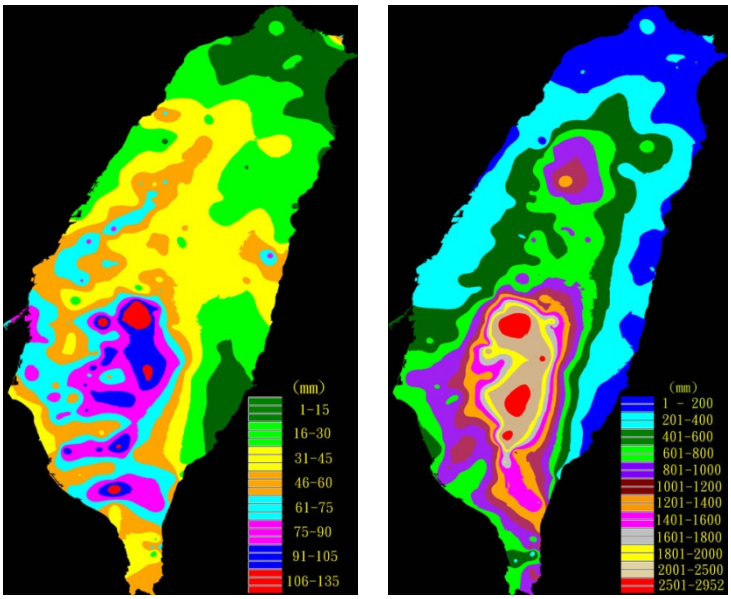


圖 1 (左) 2009 年八八水災最大時雨量分布，(右)8 月 7 – 10 日之累積雨量分布

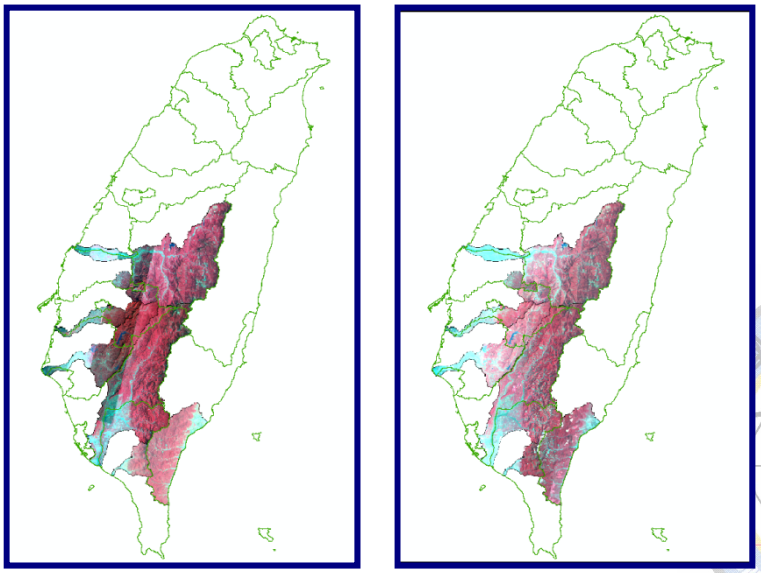


圖 2 崩塌地判釋重點區衛星影像；左爲災前影像，右爲災後影像

表 2 八八水災前後崩塌地判釋成果統計表

項目 / 區域	災前		災後	
	崩塌地數量（處）	崩塌地面積（公頃）	崩塌地數量（處）	崩塌地面積（公頃）
曾文溪流域	2,579	673.67	8,470	2,596.79
八掌溪流域	241	122.20	782	354.60
台東沿海河系	6,526	1,611.14	12,453	5,023.99
林邊溪流域	1,067	179.45	5,698	1,517.99
濁水溪流域	18,176	5,196.55	26,393	7,013.23
高屏溪流域	17,739	4,439.79	40,789	16,786.78

2.3 地變形監測

台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊交接處，屬於環太平洋地震帶中的一部分，因此容易發生地震；而在地震發生之後地表可能產生形變，所以近年來對於大範圍的地變形分析監測亦相當的重視。衛星影像應用於地表高度變動，一般可用合成孔徑雷達干涉量測(SAR Interferometry, 簡稱 InSAR)技術，利用雷達回波相位資訊，以獲取地表三維資訊與變化資訊。其中干涉雷達可通過兩天線同時觀測或兩次近乎平行的觀測，獲取地面同一地區影像；由於目標區與兩天線位置的幾何關係，在雷達影像上產生相位差，形成干涉條紋(包含了斜距上的點與兩天線位置之精確資訊)。因此，利用感測器高度、雷達波長、入射角及天線的基線之間的幾何關係，可以精確的計算出影像上每一點的三維位置和變化資訊。

衛星干涉量測主要以重複軌道(Repeat Pass)的方式實施，於不同時間獲取同一地區的 SAR 影像經干涉處理而得；如圖 3 為屏東地區 ERS 影像干涉圖(梁隆鑫、等，2001)。處理過程包含兩張複數影像的精確套合、及套合影像中相對應像元的共軛複數相乘得到相位差值。相同的相位差值會形成干涉圖像中的干涉條紋。若在兩影像獲取的時間段內發生地表的移動，而干涉圖像中的干涉條紋主要由地形效應(Topographic Effects)和地表移動所組成；因此，為了從原干涉圖像中獲得地表移動資訊，可以移除地形效應產生的差分干涉圖像。

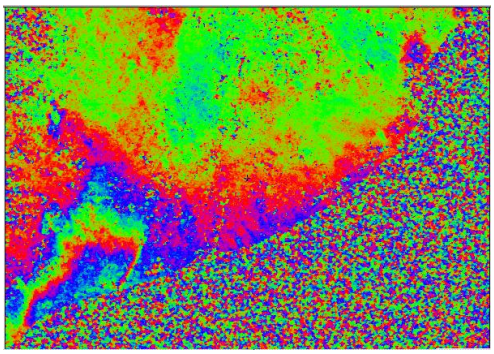


圖 3 1996 年 4 月 11 日與 1 月 31 日高屏地區 ERS 雷達影像干涉圖(左右相反)

2.4 歷年海岸線變遷

近年來因氣候變遷影響海水面變化的議題受到重視，尤其是台灣地區大部分的人口居住在離海岸 50 公里的區域之中，而且在沿岸有許多的高經濟農漁業及工業區。由於氣候變遷對於海岸線的影響日益嚴重，所以加強對海岸線變化的監測更顯重要。

中央大學太空遙測中心利用雷達與光學衛星影像，針對近十年來台灣的海岸線的變化進行研究(王秀雯、等，2007)，以影像邊緣特徵萃取技術標示各幅影像的海岸線位置，並將結果輸入資料庫，在資料庫中進行海岸線位置的時序分析。結果顯示

西部海岸大多呈現侵蝕狀態，其中外傘頂洲西南端南移約爲 700 公尺，在潮位約 0.8 公尺下發現 2005 年面積由 60 公頃縮爲 26 公頃。海豐島洲箔子寮漁港附近之離岸沙洲由 1996 年漁港離沙洲約爲 800 公尺縮爲 400 公尺，顯示沙洲向內陸靠近；海豐島沙洲群有南移約爲 1.5 公里現象發生，如圖 4 與圖 5。而東部海岸則呈現侵淤互現的狀態，靠近河川出海口附近海岸多有向海增長的趨勢，而峭壁海岸則持續被侵蝕(林景騰、等；王秀雯、等，2007)。

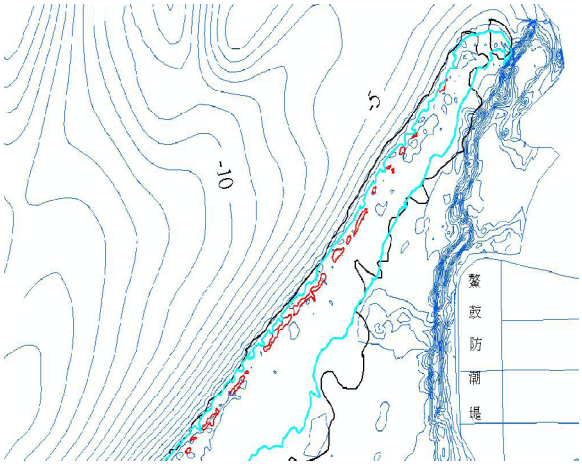


圖 4 2005 年外傘頂洲最高潮位與最低潮位水線套疊圖，潮位驗證站：塭港站，亮藍色線：2003 外傘頂洲水深 0 公尺等高線，紅色線：2005/6/23 ERS-2 水線（潮位：0.89 公尺），黑色線：2005/11/10 ERS-2 水線（潮位：-0.96 公尺），高程數據以基隆平均海水面爲基準面

3. 農委會水土保持局山坡地變異點分析

農委會水土保持局自 1995 年起，即利用衛星資料進行全國山坡地監測業務，自 2002 年起更將衛星影像之山坡地監測併入例行性的業務；包括結合多時序的光學影像(SPOT 與福衛系列)，比對前後期影像的變異情形，其中影像變異即爲利用前後期之正規化差異植生指標值之變化分析進行評估。

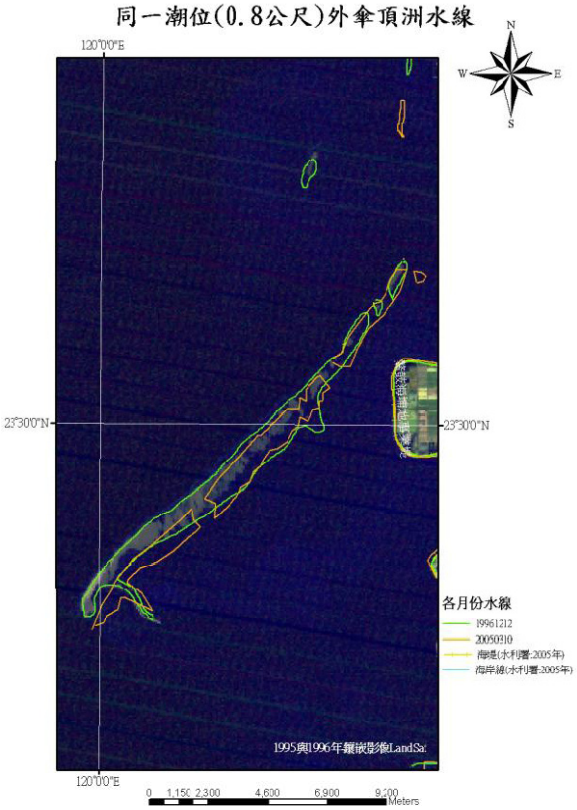


圖 5 外傘頂洲同一潮位水線變化情形：綠色線爲 1996/12/12 外傘頂洲水線；橘色線爲 2005/3/10 外傘頂洲水線

3.1 正規化差異植生指標（NDVI）比較法

衛星影像光譜值可利用波段與波段間操作分析，或是用多種波段組合進行分析。植生指標（Vegetation Index）是一種影像比例方法，可以消除感測器任何外來且多重程度相當之影響。以最原始之影像比例而言：$R_{i,j}\frac{x_i}{x_j}$，Xi 爲波段 i 之灰度值，Xj 爲波段 j 之灰度值。這種比例的影像有三種主要的特性：（a）變遷區域會被增揚（b）減抑幾何校正不精確的影響（c）利用多時影像時，可將灰度值常態化。同時也具兩種缺點（1）增揚隨機誤差（2）會將兩種不相關的波段產生相關。以 SPOT 衛星而言，第三波段爲 IR 近紅外光波段輻射值，第二波段爲 R 紅光波段輻射值，由於植物之特性，可用這兩個波段來組成所謂的植生指標。目前國際上有許多植生指標之定義，例如：（a）植

生指標：$VI\frac{IR}{R}$ （b）正規化差異植生指標：$NDVI\frac{IR-R}{IR+R}$（c）轉換後植生指標：$VI\sqrt{\frac{IR-R}{IR+R}+0.5}$。

山坡地變異監測即使用 NDVI；因爲綠色植物有吸收藍光、紅光及強烈反射近紅外光之特性，可應用於多光譜態資訊於植物資源之探測，以判別植生反射量之多寡；因此可用這兩個波段之比值或差值做爲植生好壞之判定、分析植生變化情況。通常 NDVI 之值介於–1 至+1 之間，小於零的像元值屬於非植生之雲層、水域、裸露地、開挖地、道路及建築物等像元；故指標值愈大時，代表綠色生物量之增加，植物生長愈旺盛，其吸收之藍光、紅光愈多，近紅外光反射愈強，期間之差距也愈大。在做法上先求取前後期影像的植生指標後，再加以比較，以辨識變遷的區域，如此便可針對植物爲重點進行變遷偵測。

3.2 變異點判釋整合系統

山坡地範圍廣闊，爲因應龐大之資料分析量與配合五仟分之一圖幅之輔助圖資，以 ArcView GIS 地理資訊系統爲主體，發展「山坡地變異點比對應用系統」；系統中同時具有基本套疊、查詢、展示及繪圖功能，加上系統管理、圖資檢視、影像管理、變遷分析、影像處理及圖資輸出等六項功能。本系統可依據不同監測間距與監測區域進行調整，依據實際業務需求訂定判釋週期。應用系統架構如圖 6 所示。

利用衛星影像做爲山坡地管理工具，主要是要找出由植生變成非植生的區域；因此，系統的條件設定考慮的因素爲 (a)後期之 NDVI 值必然爲接近 0 或小於 0 之值 (b)前後期差異設定閥值(Cut-off value)。由於單張衛星影像 NDVI 值之區間爲±1，前後期影像相減，差異值應爲單張影像的兩倍，故 NDVI 差異值範圍爲±2，閥值預設爲範圍的十分之一，即±0.2，再依據 NDVI 實際差異值之不同，以人工進行調整與判釋。即先蒐集可用衛星影像相關資訊，確認爲最佳且可使用的影像並購買後，進行影像幾何校正之檢驗，檢驗無誤，將影像匯入變異點判釋整合系統，以 NDVI 分析，並配合 GIS 相關輔助圖資，如彩色航照圖、像片基本圖、土地利用圖、建物、道路與農路及坡度陰影等，藉由自動化到人工判釋，流程如圖 7 所示；而判釋的等級處理區分，如圖 8 所示，共分成三級；先以系統自動化初步比對變異點，數化出變異區域，再由具有專業知識及判釋經驗的人員，根據衛星影像資訊、輔助圖資、判釋經驗、歷史變異點、現場調查成果資料等，以人工方式逐一剔除非必要變異點（非必要變異點包含：1.海岸線或河道因豐水、枯水期變異、2.學校、機場或軍事用地、3.特定都市重劃區、4.旱田及水田等週期性翻耕、5.雲霧或山脊陰影、6.天然災害），最後由經驗豐富的判釋人員進行二次判釋及檢核，經由系統整合，匯出疑似違規變異點成果，如圖 9 所示。

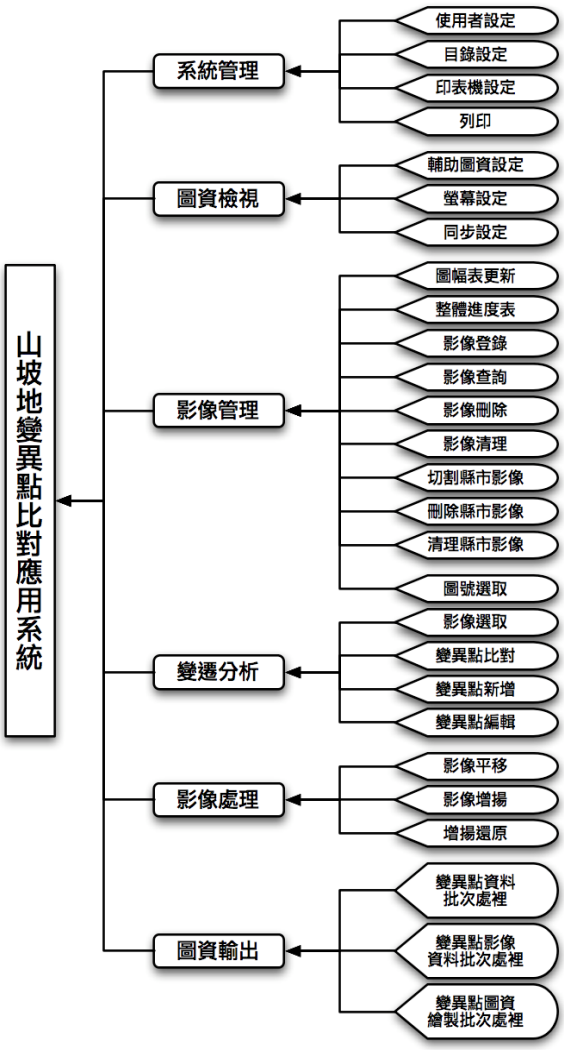


圖 6 山坡地變異點比對應用系統架構

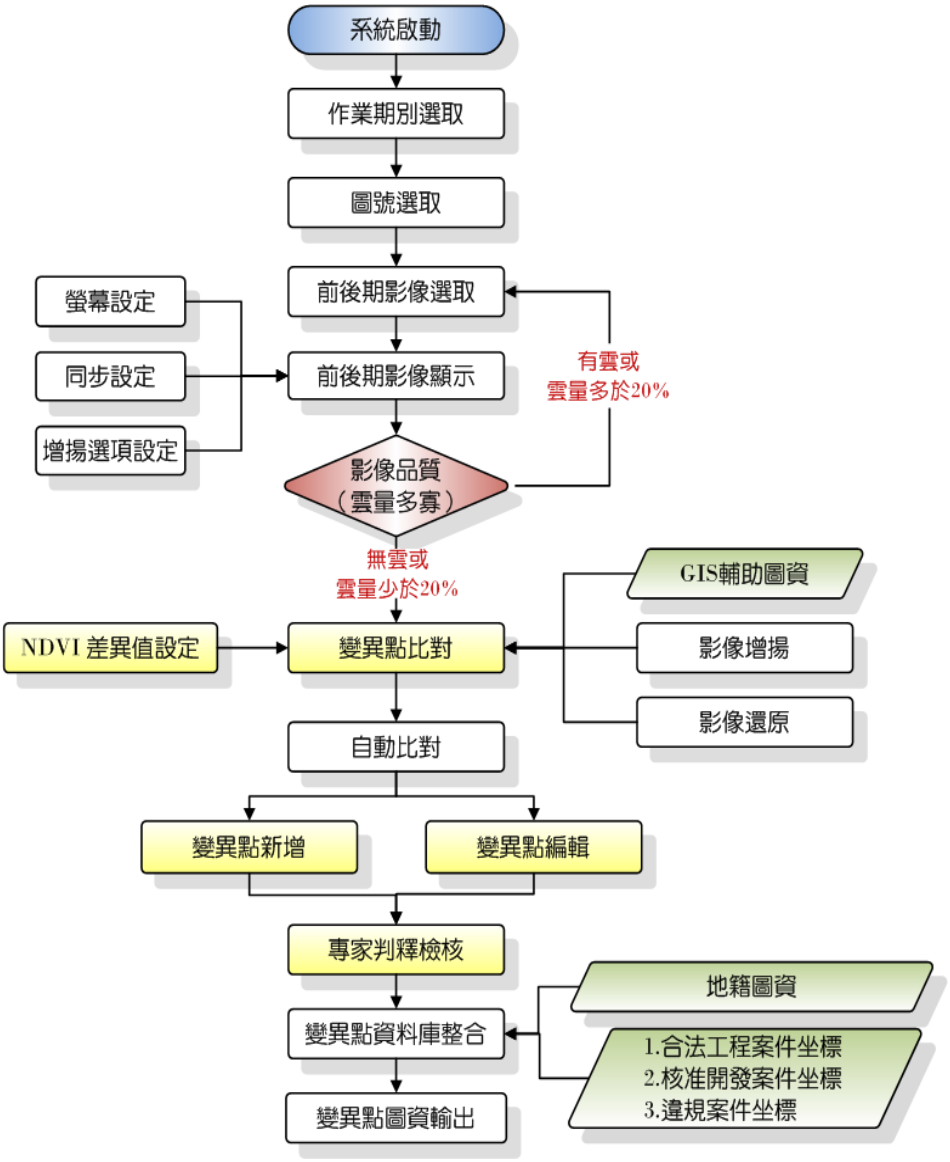


圖 7 運用遙測技術輔助山坡地變異點判釋流程

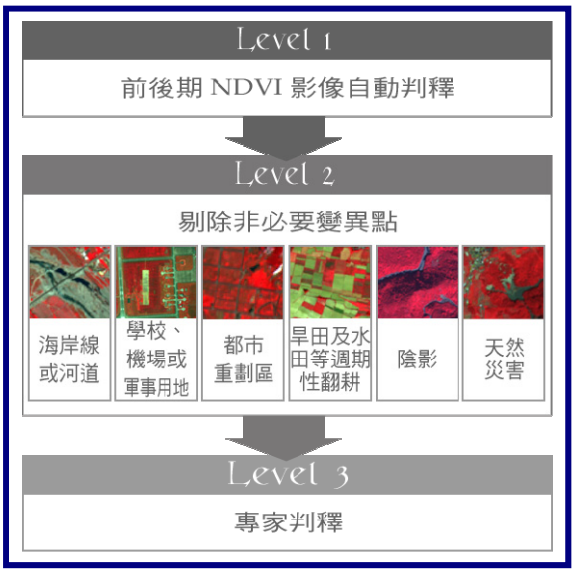


圖 8 變異點判釋等級區分示意圖

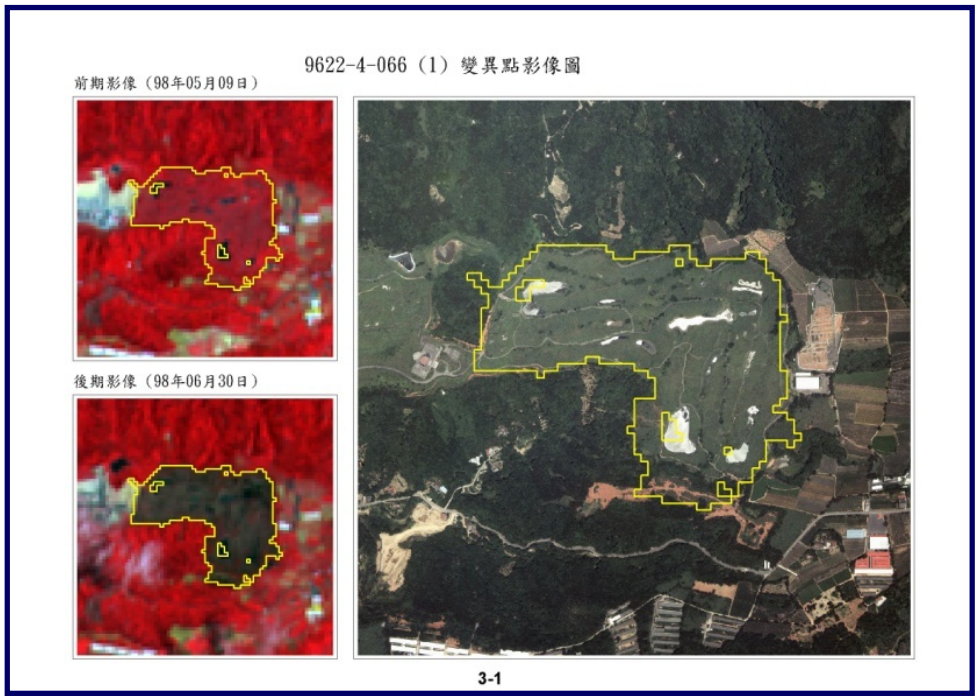


圖 9 疑似違規變異點

3. 3 相對參考資料

山坡地變異監測對於植生與非植生的門檻值認定，可以利用長期監測的標準樣區值域分析，或航帶中確定的裸露區做爲參考，標準裸露樣區位於新竹縣寶山鄉寶山第二水庫(如圖 10)，自 2004 年起於水庫開挖期間監測，面積約爲 11.9 公頃，區域內主要爲裸露地，周圍地表爲植物覆蓋，水庫工程已於 2006 年初完成。NDVI 統計值如表 3 所示。整體低 NDVI 值反應地表裸露，對於 NDVI 裸露地的率定相當可靠。

3. 4 現場查證

查證業務中會提供前一年度現場查報人員未查復變異點數與案件編號，由委託單位自第一期起，每一期分別前往不同縣市調查地方政府未查復之變異點和當年度變異點現況，並配合工作人員進行變異點現場調查，將現場調查成果彙整後，上傳至山坡地管理資訊系統，並將調查成果進行統計和分析。其現場調查流程如圖 11 所示。

現場調查主要目的爲瞭解變異點現況爲何，將查證結果提供做爲監測與管理參考，並以現場調查結果做爲加強變異模糊地帶判釋依據，藉由查證工作佐證比對判釋準確性。以下爲 2009 年度現場調查案例。

現場調查資料有時會有文字內容描述上的差異，如計畫被委託人員於 2009 年 6 月 23 日至新竹縣寶山鄉，調查 2009 年度第二期變異點，案號 AJ1109802005 之現況；該地土地利用現況爲：邊坡開挖整地及邊坡設置擋土設施，有聯外道路，部分區域有雜草覆蓋；而新竹縣寶山鄉查報人員回報單對此處狀況描述爲『5 月 15 日查證：疑似違規案件：11 未依核定計畫施工。山坡地開挖整地；本案經縣府 97 年 12 月府農保字第 0970009333 核准在案，惟疑似超挖，經本所 2009 年 3 月 12 日寶農字第 098300047 號函請縣府施工檢查』。現場調查相關圖表如圖 12 爲案號 AJ1109802005 現場調查表，圖 13 爲案號 AJ1109802005 變異點影像圖，圖 14 爲工作團隊現場調查人員拍攝之現場照片，圖 15 爲水土保持局山坡地管理資訊系統鄉鎮人員回報之查證資料。

圖 10 2004 年 1 月份寶山第二水庫新建工程現場照片

表 3 標準樣區 ─ 裸露地 NDVI 值域統計表

年度	2004											
月份	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
最小值	-0.19	-0.17	-0.13	-0.11	-0.11	-0.11	-0.19	-0.15	-0.11	-0.13	-0.18	-0.18
最大值	0.12	0.00	0.05	0.21	0.41	0.58	0.65	0.54	0.23	0.54	0.26	0.20
平均值	-0.04	-0.09	-0.04	0.05	0.15	0.23	0.23	0.20	0.06	0.20	0.04	-0.07
標準差	0.09	0.05	0.05	0.09	0.15	0.20	0.24	0.20	0.10	0.19	0.13	0.08
年度	2005											
月份	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
最小值	--	--	-0.14	-0.14	-0.11	-0.20	-0.18	-0.17	-0.09	-0.15	-0.15	-0.14
最大值	--	--	0.28	0.48	0.36	0.48	0.59	0.52	0.48	0.53	0.40	0.35
平均值	--	--	-0.05	-0.03	0.00	-0.09	-0.04	-0.04	0.02	0.03	-0.04	-0.04
標準差	--	--	0.09	0.13	0.12	0.14	0.20	0.18	0.15	0.15	0.14	0.08
註：2005 年 01 及 02 月未進行樣區監測，故無統計資料。												

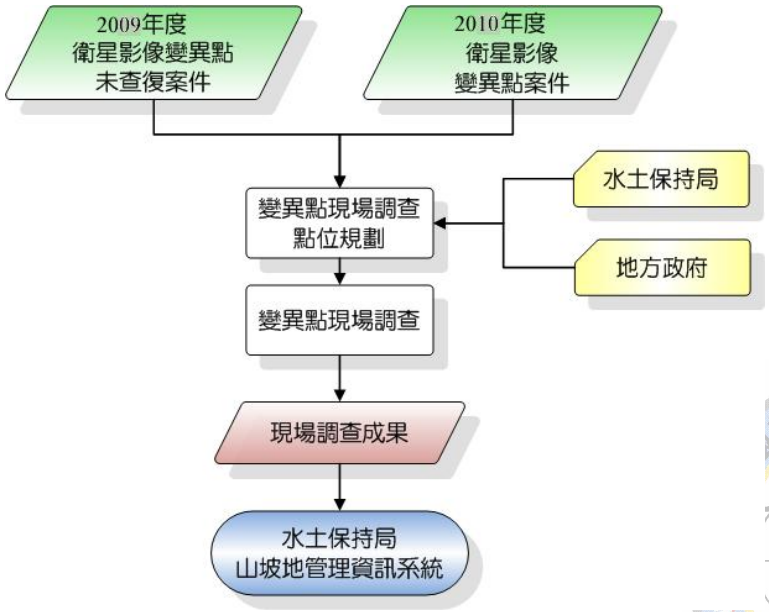
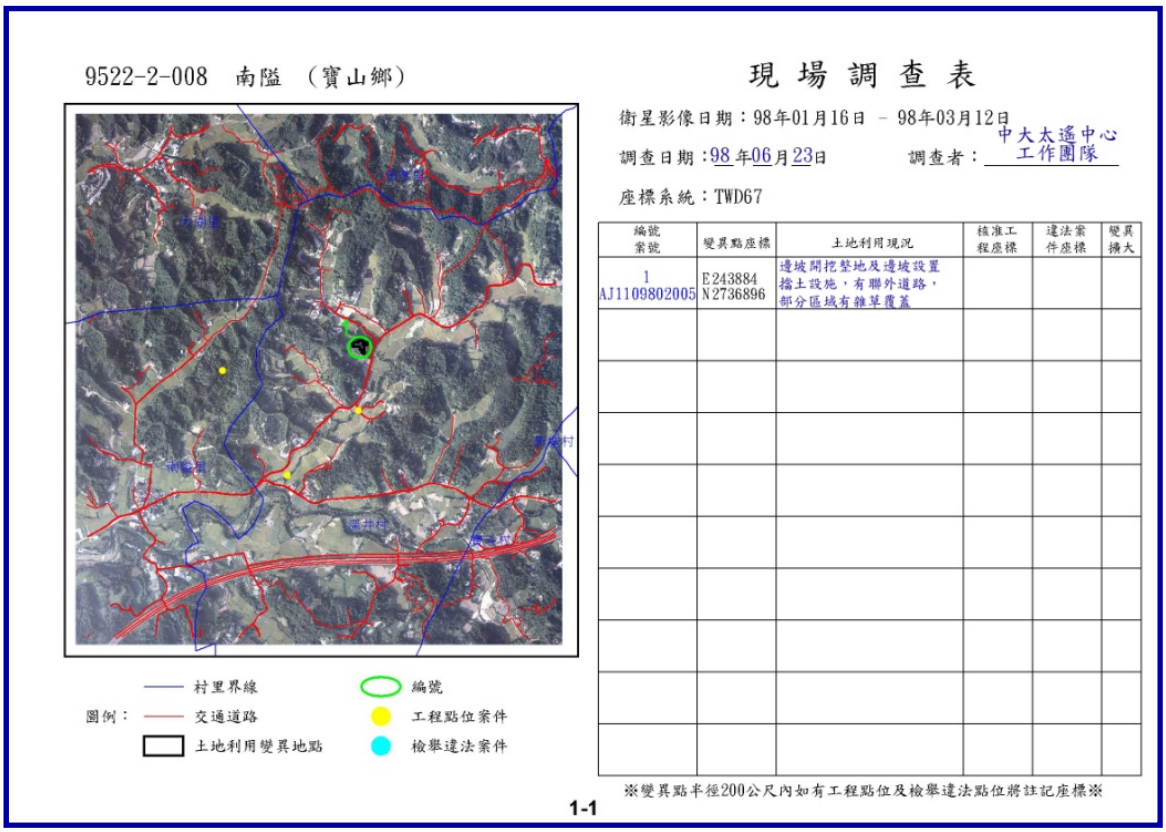


圖 11 變異點現場調查流程圖



9522-2-008 南隘 （寶山鄉）

現 場 調 查 表

衛星影像日期：98年01月16日 － 98年03月12日

調查日期：98年06月23日 調查者：中大太遙中心工作團隊

座標系統：TWD67

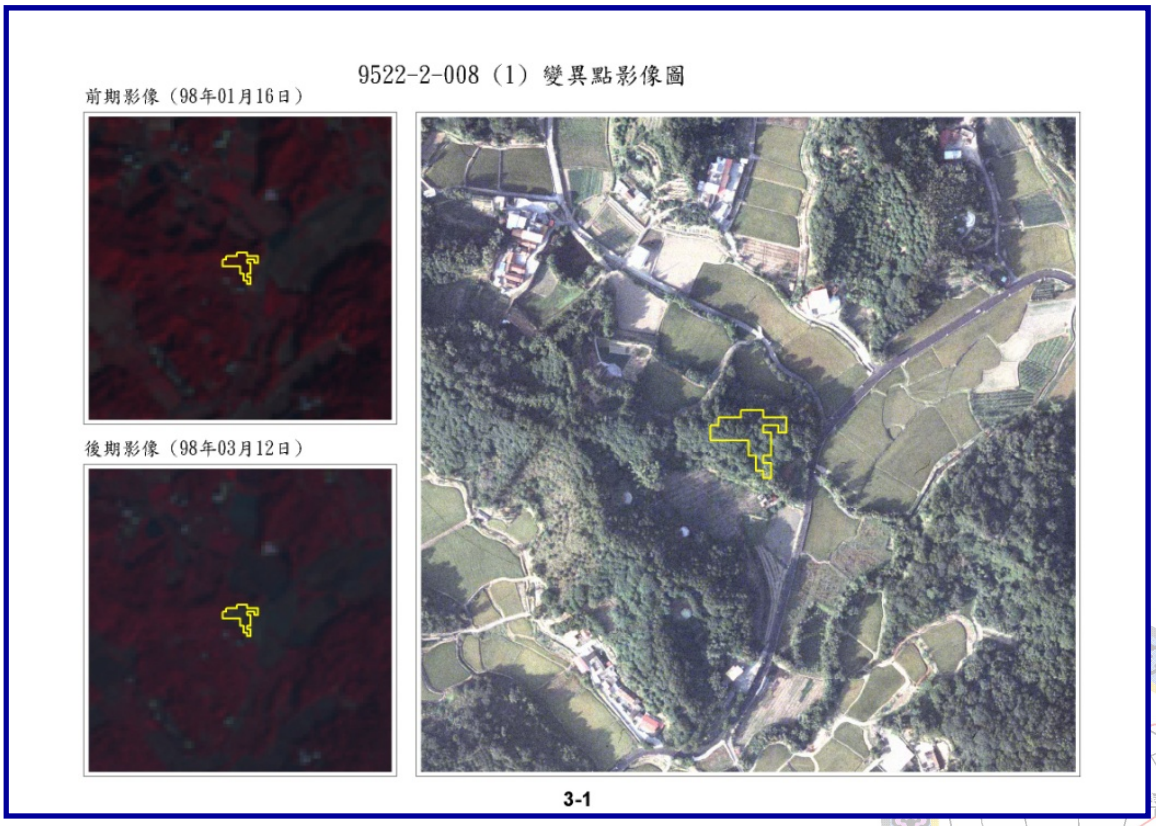
編號 案號	變異點座標	土地利用現況	核准工程座標	違法案件座標	變異擴大
1 AJ1109802005	E243884 N2736896	邊坡開挖整地及邊坡設置擋土設施，有聯外道路，部分區域有雜草覆蓋			

※變異點半徑200公尺內如有工程點位及檢舉違法點位將註記座標※

圖例：村里界線、交通道路、土地利用變異地點、編號、工程點位案件、檢舉違法案件

1-1

圖 12 案號 AJ1109802005 現場調查表



9522-2-008（1）變異點影像圖

前期影像（98年01月16日）

後期影像（98年03月12日）

3-1

圖 13 案號 AJ1109802005 變異點影像圖

圖 14 案號 AJ1109802005 現場照片

基本資料		查證資料	
案件編號：	AJ1109802005	查證人員：	邱一弘
縣市：	新竹縣	查證日期：	98/5/15
鄉鎮：	寶山鄉	查證結果：	疑似違規案件
年度：	98	疑似違規類型：	11未依核定計畫施工
次別：	2	使用狀況：	山坡地開挖整地
圖名：	南隘	備註：	本案經縣府97年12月府農保字第0970009333核准在案，惟疑似超挖，經本所98年3月12日寶農字第098300047號函請縣府施工檢查。
圖號：	9522-2-008	現場照片：	
前期影像：	98/01/16		
後期影像：	98/03/12		
X坐標：	243884		
Y坐標：	2736896		
通告日期：	98/05/06		
面積(㎡)：	2432		
變異點地籍清冊			

圖 15 山坡地管理資訊系統案號 AJ1109802005 查證資料

3.5 山坡地判釋成效分析

山坡地變異管理成效可分爲三項進行探討：判釋率、查報率及違規率，三者關係如圖 16 所示；最外層由衛星影像及 NDVI 進行變異點判釋，並剔除非必要變異點，即爲判釋率，判釋準確率高才能進行後續之分析。山坡地地貌變異判釋準確率，爲變異點案件數中的實際變異案件數，藉由統計 2005 年至 2009 年現場調查點共 1,061 處變異，約 99%爲實際有變異點位。中間層爲查報率，是反映相關人員完成查證案件之數目，對變異點總案件數之比值，表 4 統計山坡地管理資訊系統 2004 年起至 2008 年止，其平均查證率爲 99.1%。最內層爲違規率，爲違規案件數對已完成查證案件數之比值，2004 年至 2008 年，變異點案件年度平均違規率約爲 20%，如圖 17。

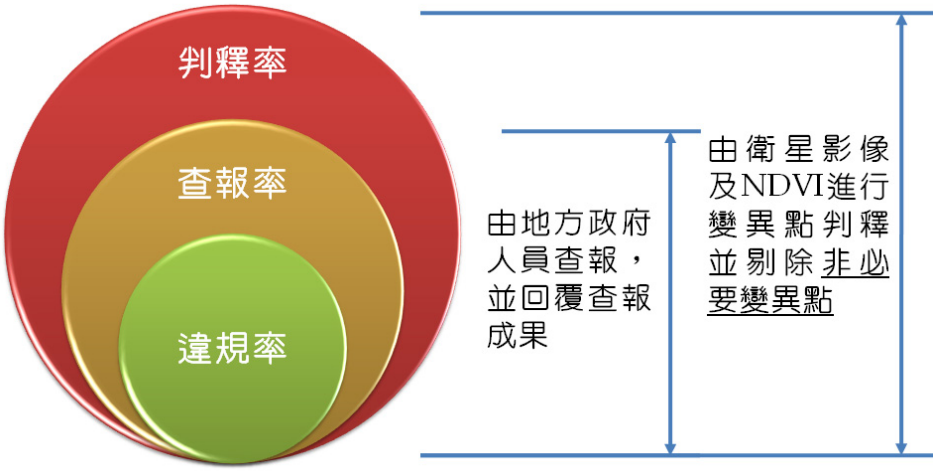


圖 16 變異點判釋率、查報率與違規率的關係

表 4 各年度山坡地變異點查證率

年度別	變異點案件數（處）	查證件數（處）	查證率(%)
2004	2,002	2,002	100.0
2005	2,417	2,379	98.4
2006	2,253	2,239	99.4
2007	2,669	2,621	98.2
2008	2,398	2,395	99.9
總計	11,739	11,636	99.1

資料來源：水土保持局山坡地管理資訊系統。

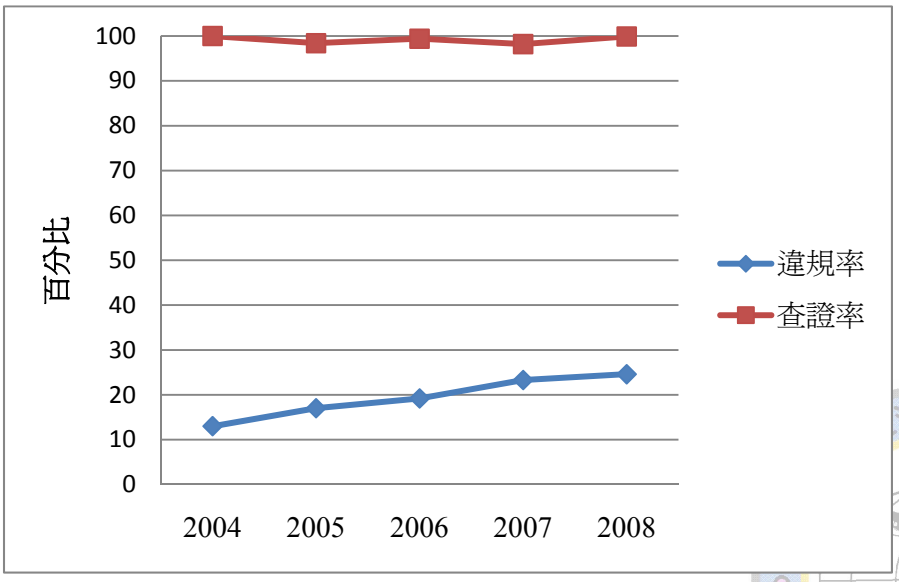


圖 17 各年度之查證率與違規率

4. 結論

不同的衛星之間雖然成像機制不同，但可以利用其特性，進行不同面向的國土監測，或取其個別優勢相輔相成，如光學與雷達衛星對山坡地變異與崩塌地變動，光學與雷達影像對於海岸水線變動監測；利用衛星遙測的優勢, 可以進行大範圍的監測，不受地形限制，快速與準確的資料處理，對於國土變遷普查與監測，提供一個有效的監測工具，可作爲國土防災、規劃、與管理的重要決策參考。尤其在莫拉克颱風期間，衛星影像發揮了強大的災害監測功能，每天近中午時分, 福衛與 SPOT 影像接收後，影像接收單位及一些福衛資料分散中心即進行資料處理與分析，即時提供新崩塌區域、淹水區域、漂流木區域、並回報堰塞湖演變，資料得以提供給決策人員參考。由此可知，衛星遙測資料對於災害期間、及災前災後分析都扮演非常重要的工具。

參考文獻

王秀雯，王志添，陳錕山，林延郎，2007，”利用衛星雷達影像分析臺灣西部水線變遷”，*航測及遙測學刊，vol 12 ，no. 2 ，pp 107-119*。

林景騰，陳錕山，王志添，李鴻瑋，吳春燕，周莉真，2007，“應用衛星雷達於台灣西海岸變遷研究”，TGA 台灣地球科學聯合學術研討會。

梁隆鑫，王志添，陳錕山，侯進雄， 2001，“雷達差分干涉法應用於地層下陷研究”，*第四屆地下水資源及水質保護研討會, PP. 191 – 196*。

Chang, C. P., Wang, C.T., Chang, T.Y., Chen, K.S., Liang, L.S., Pathier, E. and Angelier, J., 2004, “Application of SAR interferometry to a large thrusting deformation: The 1999 Mw=7.6 Chichi earthquake (Central Taiwan),” *Geophysical Journal International*, vol. 159, pp 9-16.

Liang, L. S., Chen, K. S., Wang, C. L., Chen, A.J., Boerner, W. M., 2005, “Landslide monitoring and assessment in taiwan using SPOT series satellites**”,** *Proceedings of IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium*, *vol. 2, PP 1397-1400.*

Liang, L. S., Wang, C. T., Chen, K. S., Tsai, Y. B., Chen, A. J., 2006, “Deformation of 921 Earthquake by Satellite Radar Interferometry：Co-seismic and Post-seismic Estimation”, *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 11, no.3, pp. 327-336.*

Wang, C. T., and Chen, K. S., 2003, “A study of multi-temporal processing of SAR imagery,” *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, *vol.8, no.1, pp.47-56.*

Wang, C. T., Chen, K. S., Yin, H. Y., Hu, J. C., Chen, W. Y., Boerner, W. M., 2010, “Mapping Land Uplift and Subsidence in the Industrial Parks in Northern Taiwan by Radar Interferometry,” accepted to *International J. Remote Sensing*.

Monitoring in Land Surface Changes by Satellite Images

Hsiao-Yuan Yin [1] Long-Shin Liang [2*] Kun-Shan Chen [3] Peggy Huang [4]

ABSTRACT

Land surface changes are generally due to natural or human forces. For example, coastal changes, landslide, mudslide, and floods are all triggered by natural forces. While over-developed and illegally waste dumping in slopeland are owing to man-made impacts. Remote sensing as a powerful tool for change detection of wide area land surface can supply fast and accurate processing and analysis. This paper gives an overview about applications of satellite image, including change monitoring of slopeland, landslide analysis, acquiring of surface deformation, and change detection of waterline in west Taiwan. Application of remote science and technology in management and monitoring, including slopeland monitoring and landslide analysis, has been proceeding since 1995 by Water and Soil Conservation Bureau of the Council of Agriculture. These works are all the resources of government's administration in precaution against natural calamities.

Keywords: Satellite image, land surface changes, landslide, surface deformation

[1] Sectional chief, Soil and Water Conservation Bureau (SWCB), Council of Agriculture
[2] Engineer, Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University
[3] Professor, Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University
[4] Engineer, Soil and Water Conservation Bureau (SWCB), Council of Agriculture
[*] Corresponding Author, Phone: 886-3-4227151 ext 57625, E-mail: lsliang@csrsr.ncu.edu.tw

Received Date: Apr. 27, 2010
Revised Date: Jun. 18, 2010
Accepted Date: Jul. 26, 2010