行政院農業委員會林務局農林航空測量所

運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究

成果報告書

國立成功大學

中華民國一零六年 12 月

摘 要

因應台灣土石流與崩塌等地質災害頻發，林務局積極實施劣化地復育造林，以維持林地生態完整性。目前全台八個林管處中共列管 511 筆崩塌區，多位於交通不便之山區，復育造林之期程又以數年甚或數十年計，目前由人員每半年一次親赴現場勘查，以監控每一列管崩塌區的復育造林改善狀態，實為不符經濟與效益考量之做法。運用衛星遙測影像進行廣域崩塌地判釋與分析，係相對具有優勢的調查手段，國際上也有越來越多的中高解析度衛星遙測影像採資料開放政策，可免費提供科學研究使用。

本計劃使用福爾摩沙二號、Landsat-8 與 Sentinel-2 衛星多期遙測影像為主要資料來源，應用決策樹分類法與 NDVI、SI 和 Gn 等三種指標，自動選擇閥值，並將試驗樣區內森林、裸露地、低植生、陰影判別出來，成功地建立了一套多年期遙測影像頻譜指標定量分析與評估方法。本計畫先從林管處 511 處列管崩塌挑選出 30 處樣區，其中 15 處當作試驗樣區進行頻譜指標分析，而另外 15 處為驗證樣區使用多年期航照進行驗證。結果顯示整體精度大約介於 69.14～87.51%之間，Kappa 值介於 0.46～0.76 之間。並釐清了偏差之主要原因為解析度的差異，所造成低植生範圍誤授與漏授之情形。在探討監測頻率時，發現台灣地區因為夏季為太陽直射的季節，相對於其他季節所造成地形的陰影較少，為較理想的監測時間，若考慮影像建置之成本，建議最少需要獲取夏季所拍攝之影像，以一年一次

頻率進行監測。進行崩塌地復育造林評估時，30 處樣區裡有 10 處可明顯看復育成效良好，4 處復育成效較緩，4 處崩塌地面積比成穩定狀態，較看不出復育成效，12 處因受大範圍陰影影響所以無法用面積比時間序列看出成效，但可直接從福衛二號影像上看出復育成果。本計劃所發展的方法，經證明可以套用到 Landsat-8 與 Sentinel-2 影像，以相同方式進行分析。雖然這兩顆衛星開始服役並提供影像的時間，比本計畫所研究的 30 處樣區進行植生復育的時間晚，不過未來如果崩塌地面積夠大，且復育時間與這兩顆衛星取像時間重疊，這些資料對於崩塌區復育造林成效之定量評估工作將很有潛力。

本計畫有效整合各種時間與空間尺度所獲取之多元遙測影像，建立了基於遙測技術之崩塌地復育監測方法，未來可充分支援列管崩塌區復育造林成效之定量評估工作。

Abstract

Geological disasters, like debris flows and landslides, have taken place more often in Taiwan. Consistent vegetation recovery works managed by Forest Bereau in deteriorated lands are the key tool to maintain integrity of forest ecosystems. There are 511 landslide areas, located in the mountains and not easy to approach, put under surveillance and control by 8 forest district offices in Taiwan. It takes years, sometimes dozen years, for reforestation. Every half year, site investigation is carried out by staffs of the forest district offices to monitor the situation of reforestation, which is not effective and efficient. There are more free satellite imagery data sets available to provide for research in the world.

In this project, multi-temporal satellite imagery is used as input data, which includes satellite imagery shoot by FORMOSAT-2 satellite , Landsat-8 satellite and Sentinel-2 satellite. Three pointers, decision tree, NDVI, SI and Gn, are applied. The threshold levels are automatically established as well. After that, the satellite images of experimental sites are interpreted to locate forest, barren grounds, low vegetation areas and shadows. This project has built up a feasible and useful tool for quantitative analysis and evaluation methods of spectral index analysis of multi-date satellite images.In this project, 30 experimental sites were selected from 511 landslide areas under control, 15 of which were using satellite images for analyze, while the other 15 were verified by using multi-year aerial photographs.The results show that the overall accuracy is from 69.14% to 87.51%, and the Kappa value is between 0.46 and 0.76.The main reason for the deviation is ascertained, which is the different resolutions, which result in mistaking and missing the low vegetation areas.When discussing monitoring frequency, it is found that there are fewer shadows on the terrain resulted form direct sunlight in Taiwan in summer in comparison with other seasons. Therefore, summer is the best season to investigate. Considering the cost of satellite images, it would be suggested that the frequency of monitoring is once per years, and the images in the summer are the best.Estimating the speed of vegetation recovery in the landslide areas, the results of 10 of the 30 experimental sites shows the speed is good, the results of 4 of 30 experimental sites shows the speed is relatively slow, and the result of 4 of 30 experimental sites shows the speed is stable and ineffective. Due to the wide ranges of shadows, 12 of 30 experimental sites can not see the effect from the ratio of areas to time series . Although it could be examined by directly observing the FORMOSAT-2 satellite images to find out the outcome.The methodology developed in this project has been proven to be applicable to Landsat-8 and Sentinel-2 images and analyzed in the same way.The time these two satellites started to serve and provide images is later than the vegetation recovery works began in the 30 experimental sites. However, in the future, if the landslides areas are large enough without gaps between the duration of

vegetation recovery works and the time of acquiring satellite imagery, these data would take great potential for the quantitative assessment of the effectiveness of vegetation recovery in the landslides areas.

This project efficiently integrates multiple spatial and temporal data to built up a method of monitoring the vegetation recovery by using satellite images, which could be an useful and helpful tool for the quantitative evaluation of vegetation recovery in landslide areas.

目 錄

圖 目 錄

表目錄

第 1 章 計畫認知與瞭解

1.1 計畫前言

台灣地質與氣象條件特殊，又位於地震與颱風頻發之區域，受九二一大地震、莫拉克風災及多次颱風豪雨之天然災害影響，各森林集水區土石流與崩塌等地質災害頻仍，攸關人民生命財產安全之崩塌劣化地區亟待治理與復育。行政院農業委員會林務局秉持「維護森林生態，保育自然資源」的核心價值，在「推動生態環境永續發展」的政策上，積極實施劣化地復育造林，以維持林地生態完整性。崩塌地之坡面若屬岩石裸露或為可移動之礫石類型，而幾無土壤留存者，需由治山防洪等工程手段介入整治；若仍有土壤留存之坡面，特別是有保全對象之崩塌地，俟刷坡穩定後則急需進行坡面穩定及植生復育之工作。依現場地形地貌及環境因素，結合造林、治山工程規劃實施，配合種子撒播、栽植、覆稻草蓆、打樁編柵，截導排水等方式穩定坡面，加速生態演替，儘速恢復林地生機，維護國土保安及水源涵養等功能。目前全台共列管 511 筆崩塌區，多位於交通不便之山區，復育造林之期程又以數年甚或數十年計，目前每半年會有調查人員親赴現場勘查一次，以監控每一列管崩塌區的復育造林改善狀態，實為不符經濟與效益考量之做法；另受限於山區坡度及坡向，即使調查人員親臨現場視野仍可能被阻擋，無法全面檢視崩塌地恢復現況。

爰此運用衛星遙測影像進行廣域崩塌地判釋與分析，係相對具有優勢的調查手段，也是世界上相關研究發展的趨勢。台灣自主控制的福爾摩沙二號衛星（福衛二號），以其機動靈活的取像能力與每日再訪的特殊軌道，13 年來共拍攝了近千幅台灣全島高時空分辨率的影像，扣除因天候不佳或取像角度過大的資料，能夠使用的影像品質與數量，是掌握與評估列管崩塌區復育造林改善策略最理想的「遙測資料庫」。至於林地復育情形，近年來各林管處除以人力現場勘查外，部份單位亦搭配使用福衛二號、航照圖、甚至是無人機空拍照片進行分析，唯尚無統一的遙測調查方式。對於列管崩塌區在復育初期，實施撒播、引入草種及陽性先驅樹種後，是否成功地形成了穩定的草生與散生坡面，進而掌握可施行林木栽植的時機，以加速林地復育，透過遙測圖資的判讀便可掌握概況；而崩塌地復育效果不佳地區，也需要以更高的觀測頻率以掌握其原因，據以掌握崩塌復育情形，提供造林復育之參考。

國際上有越來越多的中高解析度衛星遙測影像採資料開放政策，可免費提供科學研究使用。近年來，無人飛行載具空拍的成本快速降低，且性能又不斷提昇，因此實有需要積極研究如何有效整合各種時間與空間尺度之多元遙測影像，並應用於林業經營管理，進而建立一套可操作的模式，支援列管崩塌區復育造林成效之定量評估工作。

1.2 計畫目標

以福衛二號及 Landsat-8 或其他資料開放衛星等歷年影像為來源，基於遙測影像處理、分析等相關理論與技術，參考歷史崩塌地造林資料並分析不同遙測感測器之歷年影像，此計畫將尋找各感測光譜於各分析指標對植生復育程度變化之關聯性，達成以下目標：

一、 研究並提出最合適之遙測影像分析指標。

二、 研究並提出最合適之遙測影像監測頻度。

三、 建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程。

四、 評估自動化執行之可行性、執行效益及規劃建議。

第 2 章 計畫工作項目

2.1 工作時程

計畫執行期程依規定，規劃工作進度詳如表 2-1 所示，自決標日起至 2017 年 12 月 15 日止，共分 3 個作業期程，各期程查核點如下所述。

一、期初簡報

於 2017 年 4 月 12 日前依約提送工作執行計畫一式 15 份，送請農林航空測量所審核或擇期舉行期初簡報可行後據以執行，並完成下列工作：

(一) 工作計畫書

(二) 說明試驗樣區選取

(三) 研究方法

(四) 工作項目之作業方式與流程

(五) 作業期程及進度管控

審查通過次日起 10 日內，繳交修正後計畫書電子檔。

二、期中簡報

於 2017 年 6 月 30 日前提出期中報告畫一式 15 份，送請農林航空測量所審核或擇期舉行期中簡報可行後據以執行，並完成下列工作：

(一) 期中報告書

(二) 完成試驗樣區福衛影像資料蒐集

(三) 完成試驗樣區福衛影像加值處理

(四) 完成試驗樣區開放衛星資料蒐集

(五) 完成評估植生復育之遙測影像監測指標

(六) 影像精度報告

審查通過次日起 10 日內，繳交修正後計畫書電子檔。

三、期末簡報

擬定於 2017 年 11 月 15 日前依約提出期末報告書一式 15 份，由農林航空測量所擇期召開期末簡報，期末簡報時需完成本案所有工作事項：

(一) 期末報告書

(二) 完成崩塌地試驗樣區實測與驗證

(三) 建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程

(四) 完成教育訓練

審查通過次日起 10 日內，繳交修正後計畫書電子檔。於 2017 年 12 月 11 日前辦理教育訓練，並於 2017 年 12 月 15 日前繳交成果。

四、工作會議

另雙方得視實際需要召開工作會報，其時間、地點由農航所訂定。

表 2-1　工作預定進度表

NO.	項次	工作項目	2017年 01月	02月	03月	04月	05月	06月	07月	08月	09月	10月	11月	12月
1	(一)	**遙測影像蒐集與前置處理**												
2	1	福衛二號衛星影像蒐集與處理												
3	2	資料開放衛星影像蒐集與處理												
4	(二)	**植生復育之遙測影像監測指標**												
5	1	植生復育指標測試評估												
6	2	植生復育監測頻度試作												
7	3	植生復育樣態資料建置												
8	(三)	**崩塌地試驗樣區實測與驗證**												
9	1	驗證之航照影像比對彙整												
10	2	無人載具實測與規劃												
11	3	地真資料實測與驗證												
12	(四)	**崩塌地復育監測方法與流程建立**												
13	(五)	**教育訓練**												
提送報告						期初			期中					期末
工作進度會議								期中				期末		
工作進度預計 百分比 (累積點)						20%			45%					100%

2.2 計畫項目與內容

一、 遙測影像蒐集與前置處理

依據研究試驗設計所需規格、數量，及崩塌發生紀錄、撫育施作等重要時間點，完成：

(一)福衛二號服役期間(2004 - 2016 年)之各時期影像蒐集(時間間隔至多為 3 個月，並應滿足試驗設計所需，其處理等級應自 Level 1A 始)，並擇定一期影像(品質佳、陰影覆蓋少、雲覆率低)為基期影像，完成各時期影像之輻射校正、幾何校正、正射糾正，以及各時期影像間必要之幾何與輻射相對校準與正規化。

(二)Landsat-8 衛星或其他資料開放衛星(2013 年 2 月以後)之各時期影像蒐集(時間間隔至多為 3 個月，並應滿足試驗設計所需，其處理等級應自 Level-1 開始)，擇定一期影像(品質佳、陰影覆蓋少、雲覆率低)為基期影像，完成各時期影像之輻射校正、幾何校正、正射糾正，以及影像間必要之幾何與輻射相對校準與正規化。

二、 研究並評估植生復育之遙測影像監測指標

參考林務局崩塌地復育造林區域分布圖及相關資料，挑選 15 處崩塌地試驗樣區，依前項工作內容完成各時期「遙測影像蒐集與前置處理」，同時參考崩塌地之歷史造林資料並分析所蒐集之歷史遙測影像，就各時

期裸露、植生復育施作及後續生長恢復等階段，分別分析各感測器感測光譜於各指標對植生復育程度變化之關聯性與敏感度，並評估：

(一)最合適之分析指標；

(二)最適監測頻度；

(三)植生復育樣態(如：裸露地、森林、低植生等)面積量化計算及資料庫建置，並分別呈現各期影像及其植生變動情形。

三、 實測與驗證

參考林務局崩塌地復育造林區域分布圖及相關資料，另外擇定與前項不重複之 15 處崩塌地試驗樣區，完成各時期「遙測影像蒐集與前置處理」，同時依前項研究決定之指標、頻度，進行列管崩塌地植生復育量化指標、面積、變動情形計算分析及資料庫建置，並參照崩塌地造林資料及本所航拍正射影像判讀結果為地真資料，評估其正確度，如無法以前述方式確認地真情形，則應進行現場勘查，或以無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)空拍之高解析度照片判讀結果為地真資料。

四、 建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程

依據實測與驗證結果進行修正，建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程，並評估執行效益及自動化執行之可行性。

五、 教育訓練

於 2017 年 12 月 11 日前辦理 1 場至少 4 小時之教育訓練，介紹研究方法、工具並說明研究成果。

2.3 組織架構與分工

本計畫根據工作項目分為四大工作小組，第一組負責多元影像蒐集處理與空間資訊圖資產製，工作內容包括衛星影像處理、多時序影像及航空照片相關資訊圖資建置；第二組負責列管崩塌與植生地貌變異之判釋，工作內容包括使用專家輔助系統進行地貌變異判釋，並長期持續監測變化，對於自動偵測變異進行篩定判釋，完成後整體再進行交互品管與編修，產製標準 SHP 檔格式，以利分析統計利用；第三組負責選定驗證區域，進行飛航任務拍攝規劃，完成取像後，進行正射處理、影像處理建置，以利進行驗證；第四組負責資料驗證與空間變異資訊之分析，工作內容包括將使用航照或無人載具空拍進行建置影像之驗證，並將判釋成果，進行年間變化分析，提出合適頻譜指標評估，從評估的結果闡述植生復育變化與成效。四組工作整合之後，可確實完成本計畫並將計畫圖資成果轉檔，製作相關驗證與成果報告，並將成果整合舉辦教育訓練，協助治理業務之執行所需，整體工作架構如圖 2-1 所示。

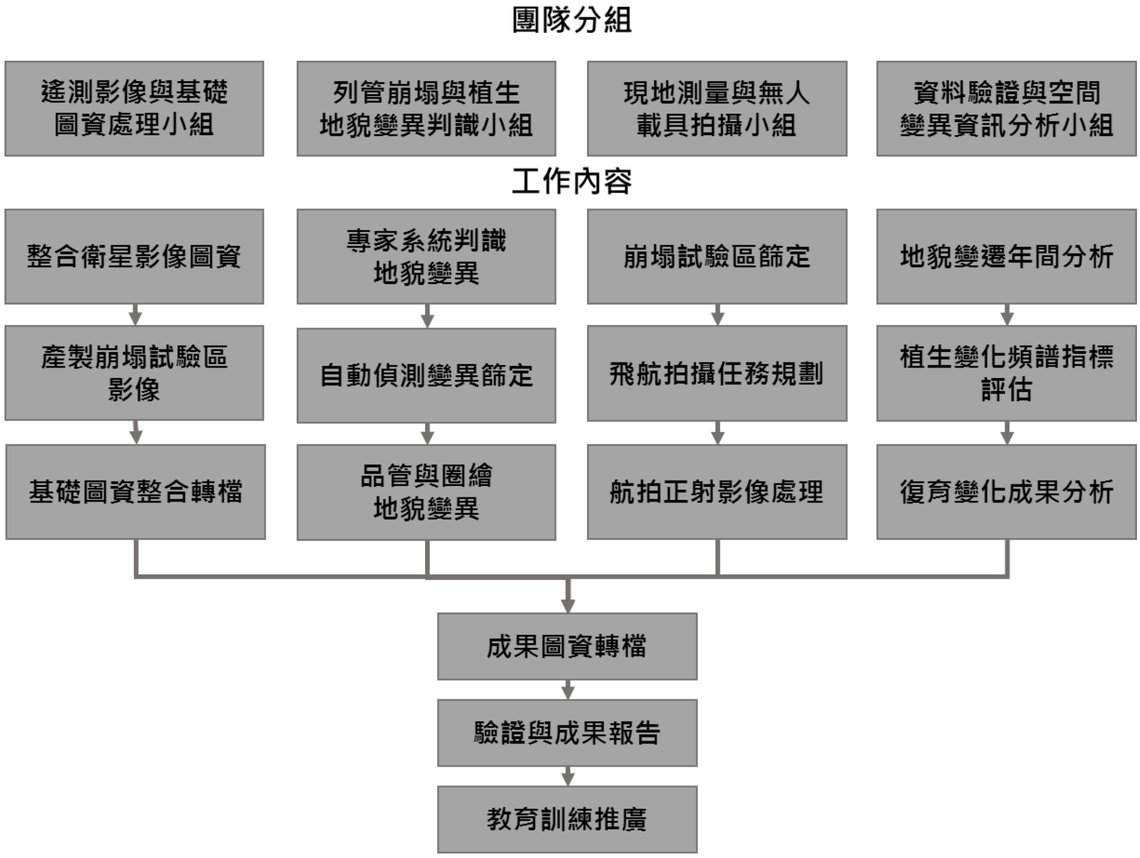


圖 2-1　工作團隊架構與工作內容

2.4 工作期程及應交付成果

一、工作期程

本案分 3 個工作期程，時程為自決標日起至 2017 年 12 月 15 日止。

(一)第 1 期

自決標次日起 20 日內繳交工作計畫書，說明試驗樣區選取、預計研究方法、完成各工作項目之作業方式與流程、作業期程及進度管控等章節，於期初會議審查通過次日起 10 日內，繳交修正後計畫書電子檔，執行後續研究工作。修正後之工作計畫書視為契約之一部份。

(二)第 2 期

完成工作項目中之「研究並評估植生復育之遙測影像監測指標」，包含所需之「遙測影像蒐集與處理」及各細項工作執行情形與成果等，同時並提供各時期影像精度報告，於 2017 年 6 月 30 日前繳交期中報告書，經本所召開期中審查會議審查通過，並於期中會議審查通過次日起 10 日內繳交修正後之期中報告書電子檔，並持續後續研究作業。

(三)第 3 期

完成工作項目中「實測與驗證」、「建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程」、「教育訓練」等，包含所需之各時期遙測影像蒐集與處理及各細項工作執行情形與成果等，同時並提供所完成之各時期影像精度報告，於 2017 年 11 月 15 日前繳交期末報告書，經本所召開期末審查會議審查通過後，於 2017 年 12 月 11 日前辦理教育訓練，並於 2017 年 12 月 15 日前繳交成果。

二、應交付成果

本計畫執行完成後，各期程應交付項目及繳交期限整理如下表：

<table>
<tr><th>期程</th><th colspan="2">繳交項目</th><th>單位</th><th>數量</th><th>繳交日期</th></tr>
<tr><td rowspan="3">第 1 期</td><td colspan="2">工作計畫書</td><td>份</td><td>15</td><td rowspan="2">決標次日起 20 日內</td></tr>
<tr><td colspan="2">工作計畫書電子檔</td><td>份</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">期初審查會後修正工作計畫書電子檔</td><td>份</td><td>1</td><td>期初審查會議通過次日起10 日內</td></tr>
<tr><td rowspan="3">第 2 期</td><td colspan="2">期中報告書</td><td>份</td><td>15</td><td rowspan="2">2017 年 6 月 30 日前</td></tr>
<tr><td colspan="2">期中報告書電子檔</td><td>份</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">期中審查會後修正期中報告書電子檔</td><td>份</td><td>1</td><td>期中審查會議通過次日起10 日內</td></tr>
<tr><td rowspan="8">第 3 期</td><td colspan="2">期末報告書</td><td>份</td><td>15</td><td rowspan="2">2017 年 11 月 15 日前</td></tr>
<tr><td colspan="2">期末報告書電子檔</td><td>份</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">教育訓練 4 小時(含以上)</td><td>梯次</td><td>1</td><td>期末審查會議通過次日起至 2017 年 12 月 11 日前</td></tr>
<tr><td rowspan="5">結案資料</td><td>全案試驗樣區所完成各時期影像檔(包含未經前處理之影像及處理後之影像，以 ERDAS Imaging 相容且無失真格式儲存)、影像清單及精度報告</td><td>份</td><td>1</td><td rowspan="5">2017 年 12 月 15 日前繳交(修正後成果報告書電子檔應於期末審查會議通過次日起 10 日內繳交本所先行審視)</td></tr>
<tr><td>成果向量圖層 (ESRI Shapefile 格式)</td><td>份</td><td>1</td></tr>
<tr><td>教育訓練紀錄</td><td>份</td><td>1</td></tr>
<tr><td>修正後成果報告書</td><td>份</td><td>15</td></tr>
<tr><td>修正後成果報告書電子檔</td><td>份</td><td>3</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="5">報告書須依規定數量提供紙本，其電子檔應同時於轉存 Microsoft Word(docx)及 PDF 兩種格式後提供。</td></tr>
</table>

三、計畫檢核

計畫根據工作項目，表 2-2 列出計畫檢核表，描述每個工作項目對應之章節內容，以利快速檢視審核：

表 2-2　計畫工作項目檢核管制表

No.	工作項目	章節	頁碼	進度
一. 遙測影像蒐集與前置處理				
(一)	福衛二號衛星影像蒐集與處理	3.3.1	18 - 20	100%
(二)	資料開放衛星影像蒐集與處理	3.3.2 3.3.3	21 - 23	100%
二. 植生復育之遙測影像監測指標				
(一)	植生復育指標測試評估	3.4.1~ 3.4.5 4.5	24 - 48 82 - 84	100%
(二)	植生復育監測頻度試作	3.4.7 4.7	145 - 149	100%
(三)	植生復育樣態資料建置	4.6	84 - 144	100%
三. 崩塌地試驗樣區實測與驗證				
(一)	驗證之航照影像比對彙整	附錄三	17 - 34 (附錄)	100%
(二)	地真資料實測與驗證	3.5 4.8	53 - 59 149 -176	100%
四. 崩塌地復育監測方法與建立		3.6	60 - 61	100%
五. 教育訓練		3.7	62 - 63	100%

第 3 章 執行程序與方法

3.1 執行程序

為達成前述的各項目標，本計畫擬定工作流程如圖 3-1 與圖 3-2。首先參考林務局崩塌地復育造林區域分布圖，挑選 30 處崩塌地試驗樣區(3.2 節)，再針對這 30 處崩塌地試驗樣區於各種遙測影像蒐集與處理(3.3 節)，接著從 30 處裡挑選 15 處崩塌地試驗樣區進行各感測光譜於各種指標對植生復育程度變化之關聯性與敏感度分析，並決定指標、頻度，進行列管崩塌地植生復育量化指標、面積、變動情形計算分析及資料庫建置(3.4 節)，接著利用與前一節不重複之 15 處崩塌驗證樣區，再與農林航空測量所航拍正射影像或 UAV 空拍等技術輔助取像的判讀結果當作地真驗證資料(3.5 節)，最後依據實測與驗證結果進行修正，以建立遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程(3.6 節)，並依計畫契約之相關規定辦理教育訓練(3.7 節)。

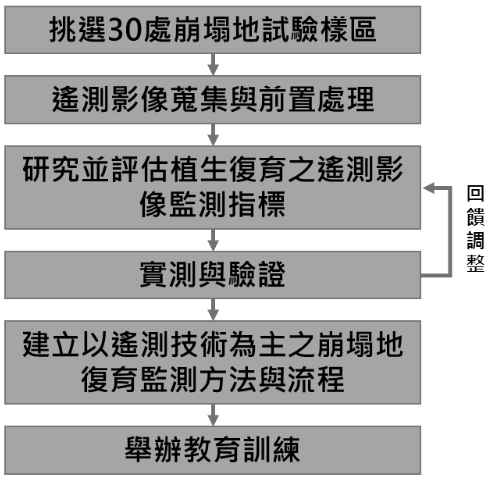


圖 3-1 工作執行流程圖

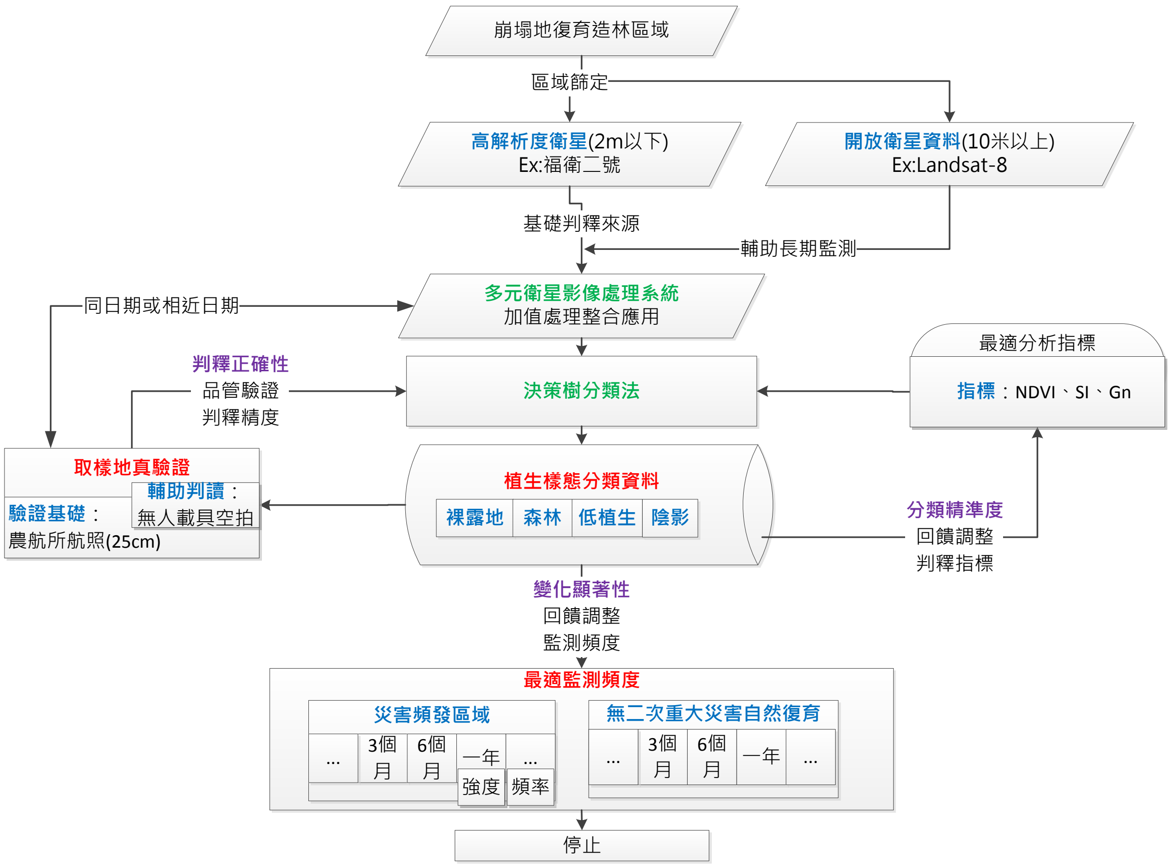


圖 3-2　崩塌地復育監測方法流程圖

3.2 崩塌地試樣區篩選

本計畫根據以下六點條件進行普查，篩選適合分析之崩塌地試驗區

1. 試樣區面積大小：由於福衛二號影像解析度為 2 m，Landsat-8 影像解析度為 15 m，所以在進行分析時，應考慮試樣區的大小是否達足夠面積，可在衛星影像上辨識，並且需衡量是否能從影像上獲取細微變化的資訊，進而分析評估復育之成效。

2. 復育年度：需考量試驗區實施復育的期間是否已可以看到復育成效。較新的年度可能尚未看到復育成效，而較舊的年度可能尚未

有福衛二號影像進行評估。

3. 福衛二號影像取像數量是否充足：福衛二號從 2004 年 5 月 21 日發射，於 2016 年 6 月 21 日正式除役，需從其服役期間內挑選無雲影像，並作成正射影像，進行後續研究所需。

4. 相對應航拍正射影像：航拍正射影像之空間分辨率為 25 cm，可獲取更多細節，判讀結果可視為地真資料，以作為衛星影像判釋之驗證依據，農林航空測量所可提供之彩色航拍正射影像期間為 2001 年至今，且自 2007 年後始有包含近紅外波段之多光譜影像。

5. 歷年地貌變異：可先以目前林務局所提供 13 年全島崩塌目錄進行初步評估，從地貌變異觀察是否值得量化評估之區域。

6. 重大歷史災害影響：災害往往是影響地貌變異最主要的因素，應考量災害是否對於該區域造成重大影響，與後續投入之相關工程數量。

根據以上六點原則，對於所篩選崩塌地試樣區進行評估，並將 511 處列管崩塌與 2015 年與 2016 年航拍影像套疊，如圖 3-3 所示。

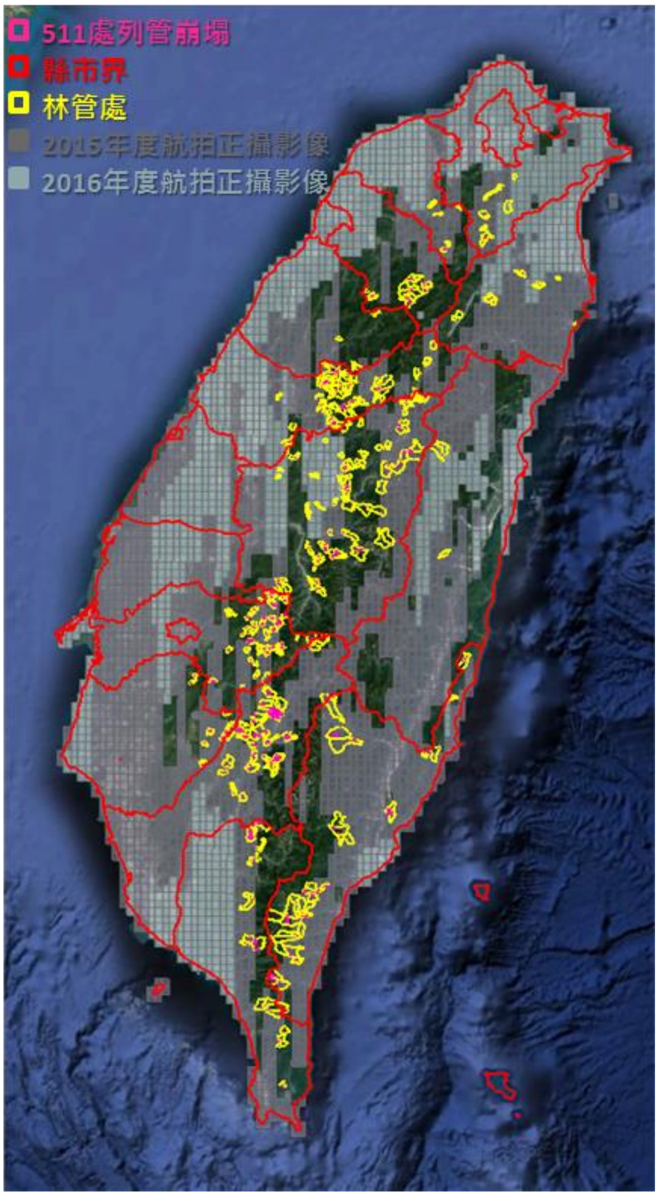


圖 3-3　將列管511 處崩塌地與 2015 年、2016 年航拍影像套疊之成果

3.3 遙測影像蒐集與前置處理

除了福衛二號之外，本計畫也將蒐集 Landsat-8、Sentinel-2 等各種不同解析度的光學衛星影像，協助崩塌區復育造林成效定量評估，以下分別對各衛星進行說明。

3.3.1 台灣福爾摩沙二號衛星

福衛二號是台灣第一顆自主控制的高時空分辨率遙測衛星，其上配置之遙測影像儀可提供地面 2 公尺解析度的全色態(Panchromatic)影像與 8 公尺解析度的多頻譜(Multi-Spectral)影像，其中多頻譜包含藍、綠、紅與近紅外四個波段。福衛二號於 2004 年 5 月 21 日成功發射，自 2005 年開始穩定提供原始之 Gerald 格式影像，於 2016 年 6 月 23 日終止作業。

透過福衛二號影像自動處理系統(F-2 AIPS)處理(Liu 2006)，不僅可以直接讀取福衛二號原始 Gerald 格式的資料、進行基本的幾何與輻射校正、快速產製 level-1A 影像，更可以進行嚴密的錯位修正、自動完成正射糾正、多年期影像幾何配準、彩色融合及影像增揚等影像處理流程。可產製高品質的 2 公尺解析度真實自然色，以及標準假彩色影像，符合本計畫崩塌區復育造林成效定量評估的需求。F-2 AIPS 影像處理流程如圖 3-4 所示。詳細說明請參閱**附錄一**。

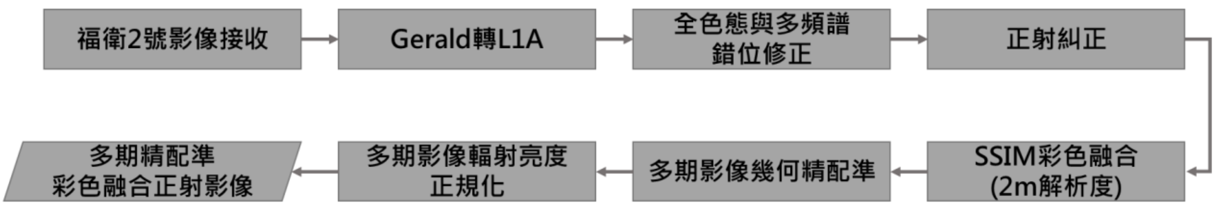


圖 3-4　F-2 AIPS 影像處理流程

本計畫之關鍵為多期影像崩塌區復育之分析，其基本要求在於前後期影像需完成幾何精配準(Coulter *et al.* 2003)及輻亮度正規化(Du *et al.*

2002)之處理，因此，影像前處理的重要工作便是先消除影像在時間上的差異，拍攝角度及大氣型態的不同，詳述如下：

(一)多期影像幾何配準處理

達成像元級(pixel-level)精度之變異分析端賴於精確之多期影像幾何配準處理(Coulter *et al.* 2003)。若直接對已完成嚴密正射糾正之多期影像進行變異分析，會有相當程度的變異是來自於多期影像空間定位上的誤差(Dai and Khorram 1998)。由於福衛二號特殊的日再訪軌道設計能夠每日於同時間對同地點以同角度進行觀測，所拍攝的多時期影像間相關性非常高，地表上幾何變形與陰影的分布情況亦非常相似，因此可以再次利用快速正規化相關匹配 (Fast Normalize Cross Coefficient; FNCC)技術對福衛二號多時期影像進行準確且快速的幾何配準處理(Liu 2006)，如圖3-5 所示。

圖 3-5　運用 FNCC 技術對福衛二號多時期影像進行準確且快速的幾何配準處理(Liu 2006)

(二)多期影像輻亮度正規化

達成像元級(pixel-level)精度變異分析之另一項重要條件是多期影像間之輻亮度正規化處理(Du *et al.* 2002)。Schroeder *et al.*(2006)比較了包括絕對與相對輻射(Canty et al. 2004; Du et al. 2002; Nelson et al. 1998)校正等共六種方法之後，發現對多期影像而言，相對輻射校正所得的結果較為一致。F-2 AIPS 是採用 Du *et al.*(2002)所提出的方法，使用主成分分析法配合品質控制的條件設定，自動從多期影像中決定擬恆定物體(pseudo invariant features; PIFs)之空間位置，再由這些 PIFs 建立線性轉換關係，進而完成多期影像輻亮度正規化之處理。圖 3-6 為應用 F-2 AIPS 進行多期影像輻亮度正規化處理之示意圖。

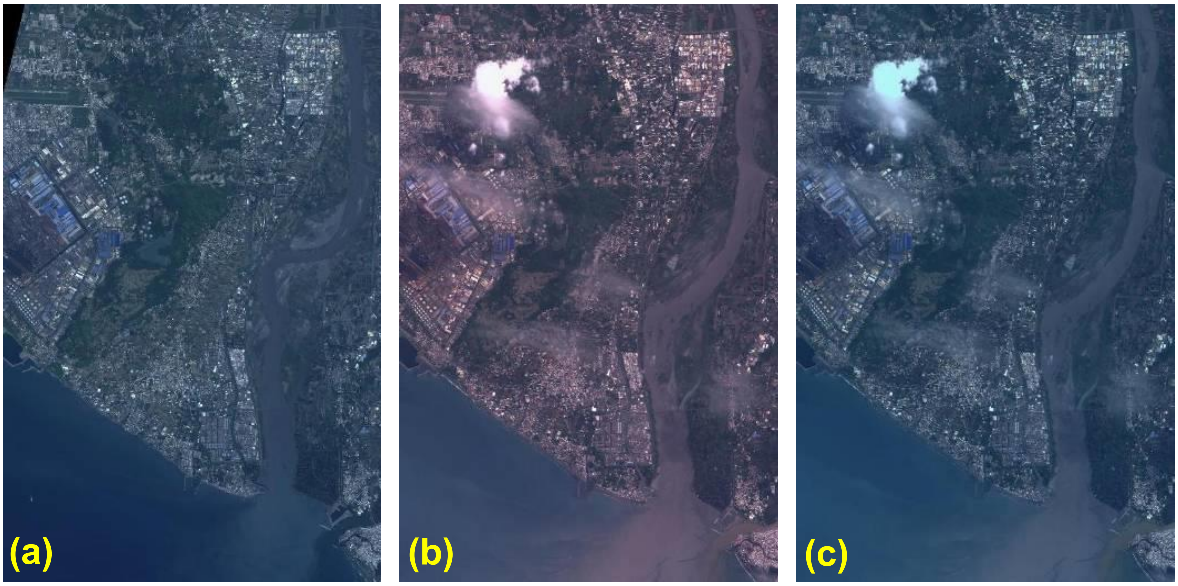


圖 3-6　應用「福衛二號影像自動處理系統」進行多期影像輻亮度正規化處理實例：(a)基底影像(2005/7/3)，(b) 欲處理之影像(2007/6/13)，(c)輻亮度正規化後之影像(2007/6/13)。

3.3.2 美國 Landsat-8 衛星

美國最新的大地衛星 Landsat-8 於 2013 年 2 月 11 日發射，從 1972 年開始美國就持續維持 Landsat 系列衛星的服務，這也是全世界唯一擁有長達 41 年全球觀測資料的衛星。從 Landsat-8 衛星開始，美國改採資料開放的策略，讓世界各國的使用者因此受惠。Landsat-8 空間解析度為 15~30 公尺，條帶寬度為 185 公里，衛星再訪周期為 16 天，雖然沒有我國現行使用的福衛二號的 2 公尺，或是 SPOT-6 衛星的 1.5 公尺解析度來得高，但是在大規模的災害監測、土地利用、水資源管理、與環境污染等方面有極高的實用價值。Landsat-8 提供 11 個頻道觀測，包括紅外線、近紅外線及可見光波段等，對於地物分析能力亦相當高。

Landsat-8 衛星的原始資料和初階產品雖然都是免費開放，但是要達成從中提取地表覆蓋與土地使用等長期變化的重要空間資訊，並且能夠快速發佈進行應用等關鍵的最後幾個目標，還需要自行研究開發，方能真正應用 Landsat-8 衛星開放資料的優點。根據 Landsat-8 的資料特性進行包括自適化增揚、彩色融合、超級影像套疊等處理，並發展區域性輻射強度正規化的技術及自動進行多期影像的比對分析工作，以提取地表覆蓋與土地使用等長期變化的重要空間資訊；透過金字塔演算法進行超級影像套疊，進而將成果發佈於各平台上。應用 L-8 AIPS 影像處理之流程如圖 3-7 所示，詳細說明請參閱**附錄二**。

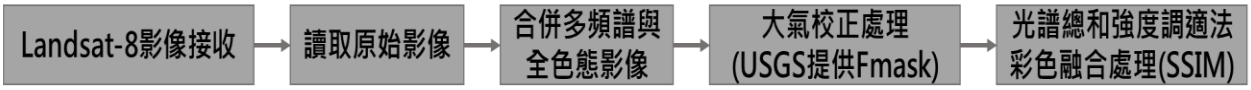


圖 3-7　L-8 AIPS 影像處理流程

3.3.3 歐盟 Sentinel-2 衛星

Sentinel-2 為歐洲太空總署全球環境與安全監測計畫(Global Monitoring for Environment and Security; GMES)下其中一項地球觀測任務，由 2 顆相同的衛星 Sentinel-2A（2015 年 6 月 23 日升空）和 Sentinel-2B（2017 年 3 月 7 日升空）組成衛星群，採用再訪周期 5 天的雙衛星觀測模式，以多光譜成像儀(multi-spectral instrument; MSI)於通過區域之上午 10：30，拍攝 13 個波段的高品質遙測影像，其中 4 個波段解析度達 10 公尺；6 個波段解析度達 20 公尺；3 個波段解析度為 60 公尺。Landsat-7/8 與 Sentinel-2 A/B 各波段波長範圍之比較如圖 3-8 所示。此外，MSI 拍攝之刈幅高達 290 公里，一次拍攝便可涵蓋整個台灣。所有 Sentinel 系列衛星資料的獲取與使用雖然都由歐盟訂定之法律加以規範，但完全支持開放資料的政策讓使用者擁有再製、分送、公開、修改等充分自由。所有 Sentinel 系列的衛星資料，都可以在歐洲太空總署所設立的「哥白尼開放近用中心」(Copernicus Open Access Hub) 正式註冊後，無償下載使用(https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access)。

經過彩色融合處理，Landsat-8 空間解析度為 15 公尺、Sentinel-2 空

間解析度為 10 公尺，雖然沒福衛二號的 2 公尺來得高，但 Sentinel-2 對未來長期監測、土地利用等方面有極高的實用價值，在本計畫中有相當程度的發揮。尤其如圖 3-8 所示之 Landsat-8、Sentinel-2 與福衛二號提供觀測頻道之比較中可發現，包括紅外線、近紅外線及可見光頻道，上述三種衛星對於地物分析能力皆相當高；而含蓋空間解析度、再訪周期、波段數目與條帶寬度之各衛星基本資訊則如表 3-1 所示。

3.4 運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之方法

在林務局所委辦三期共七年的「運用光學衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」中，已建立了一套應用光學遙測影像判釋陰影與崩塌區的方法，並經過仔細的驗證(Liu 2015; 林恩如 et al. 2013)。本計畫的目標是在崩塌區中再進一步區分出復育造林的範圍，並定量評估其成效；這需要發展一個新的方法來準確率定低植生的範圍，因此會先回顧近年來使用多頻譜衛星遙測影像進行崩塌地自動判釋的相關研究，加以歸納整理並比較，提出一項實際的作法，進而選擇 15 處崩塌地試驗區之其中一處作為範例，詳細說明各步驟執行的方式與結果，並分別就裸露、植生復育施作及後續生長恢復等階段，分析各感測器感測光譜於各指標對植生復育程度變化之關聯性與敏感度。

3.4.1 崩塌自動判釋相關研究回顧

關於使用多頻譜衛星遙測影像進行崩塌地自動判釋的相關研究，近年來已經有幾項具體可行的方法被提出來。Yang 等人(2014)使用 10 m 解析度的 SPOT-5 衛星影像，分別計算正規化植生指標(Normalized Difference Vegetation Index; NDVI)

$$\mathrm{NDVI} \equiv \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{Red}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{Red}}$$

正規化土壤指標(Normalized Difference Soil Index; NDSI)

$$\mathrm{NDSI} \equiv \frac{\mathrm{Red} - \mathrm{Green}}{\mathrm{Red} + \mathrm{Green}}$$

以及主成分分析之第一分量 PC1 等三種指標，藉以獲取裸露地(bare land)的範圍。再根據影像範圍之數值高程模型(Digital Elevation Model; DEM)計算每一塊裸露地之下坡坡度(downslope)、面積、形狀、坡度等地形指標(Terrain index)。其中下坡坡度是沿著最大重力梯度方向的高程差與水平距離之比值，詳細定義與圖示請參看(Eq 4 and Fig. 7 in Yang et al. 2014)。最後藉由這些地形指標來濾除裸露地中的道路、房屋、水壩等人工建物，得到崩塌地的分布。Yang 等人(2014)所使用的方法可參看圖 3-9。

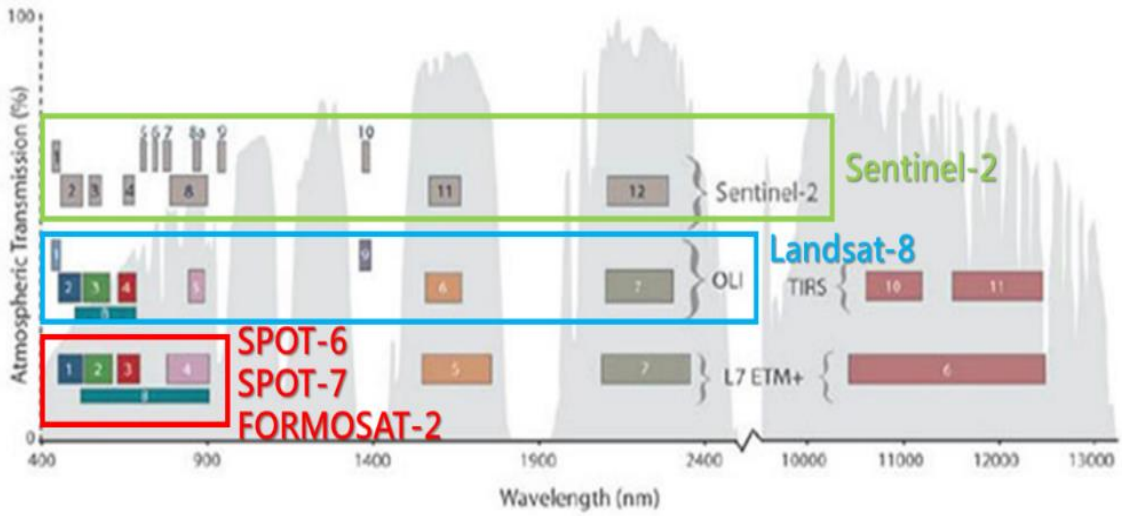


圖 3-8　Landsat-8, Sentinel-2, SPOT-6/7 與福衛二號波段頻譜範圍比較

表 3-1　多元衛星基本資訊

衛星	Formosat-2	Sentinel-2	Landsat-8
彩色融合空間解析度(m)	2	10	15
再訪周期(天)	1	10*	16
波段數目	5	13	11
條帶寬度(km)	24	290	185

*2017 年 11 月開始 Sentinel-2 衛星再訪周期提升為 5 天。

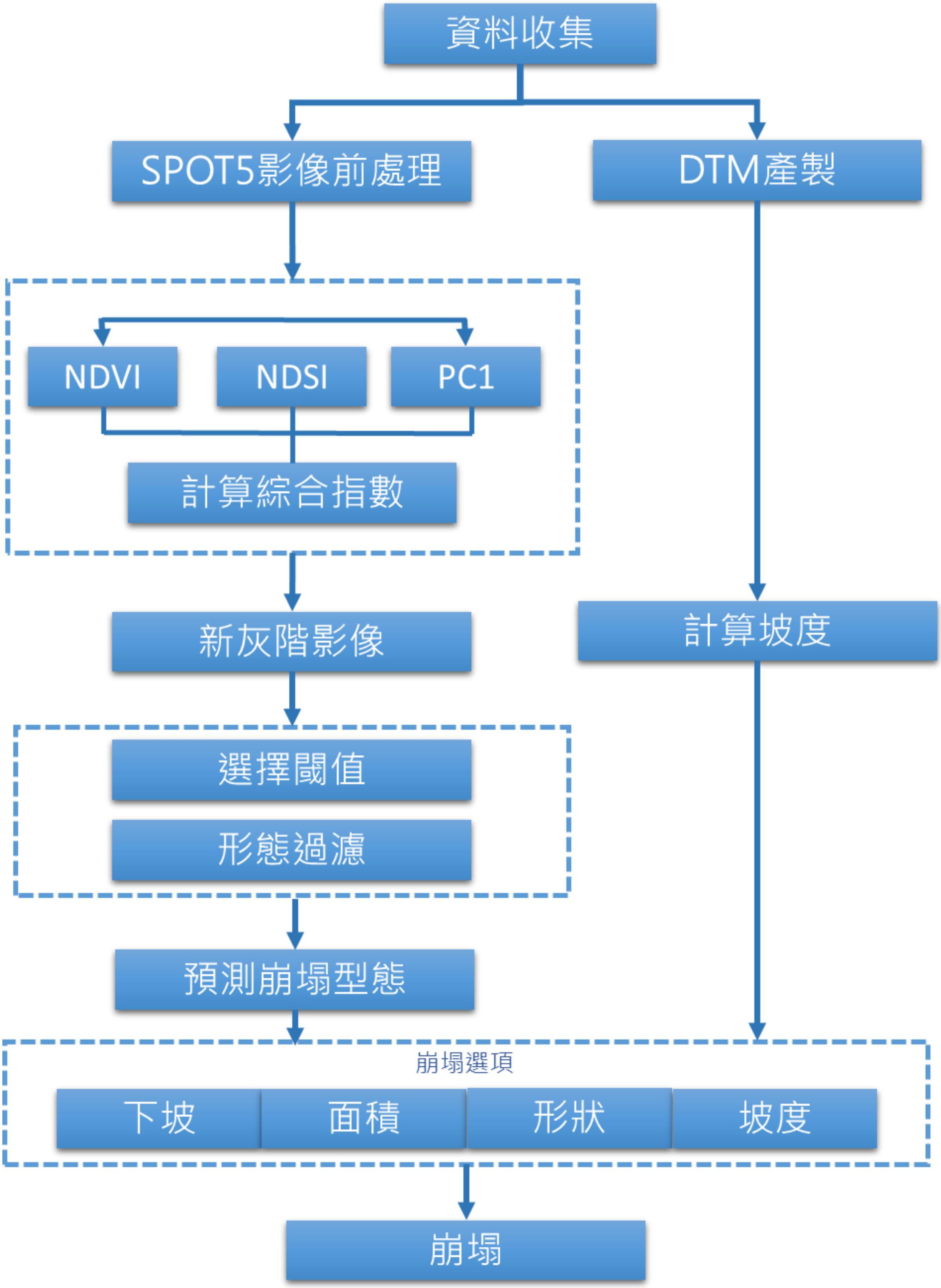


圖 3-9　近年來使用高空間解析度多頻譜的衛星遙測影像進行崩塌地自動判釋的方法一，節錄自(Fig. 3 in Yang et al. 2014)

Yang 等人(2014)所使用的方法，和(Liu 2015; 林恩如 et al. 2013)提出的作法(圖 3-10)，有許多不謀而合之處。首先是雙方都使用了 NDVI 來判定裸露地/非植生區。因為 NDVI 對於植被有很好的分辨力，但考量可見光與近紅外光在陰影區內外散射的程度不同，進而會扭曲 NDVI 的值，造成部份陰影區被誤判為裸露地/非植生區，因此雙方又分別使用了 NDSI 和綠度指標(Greenness; Gn)來輔助修正 NDVI 判釋的結果。基本上 NDSI 和 Gn 是正負反號的同一個值，使用的都是綠光與紅光，在陰影區內外散射的程度相近。它們本身對於植被的分辨力不若 NDVI 那麼高，但針對 NDVI 所判釋的裸露地/非植生區範圍，再進一步剔除陰影區，是一個理想的做法。此外，雙方分別使用了 PC1 和全色態波段的強度值來判定陰影區，而 PC1 對應的其實就是該幅影像全色態波段的強度變化(Eismann 2012)，因此直接使用全色態強度的資訊可以取代 PC1，節省主成分分析計算所需的時間。最後要從裸露地/非植生區再進一步確認為崩塌區，Yang 等人(2014)是計算每一塊區域的地形指標，再由經驗迴歸設定一些閾值，來濾除裸露地中的道路、房屋、水壩等人工建物，得到崩塌地的分布。本計畫為了避免使用經驗迴歸值產生無法評估之誤差，這部份的工作是透過即設即現的介面，有效結合各種輔助資訊，讓專家的豐富經驗快速導入判釋過程，確保判釋的精度。

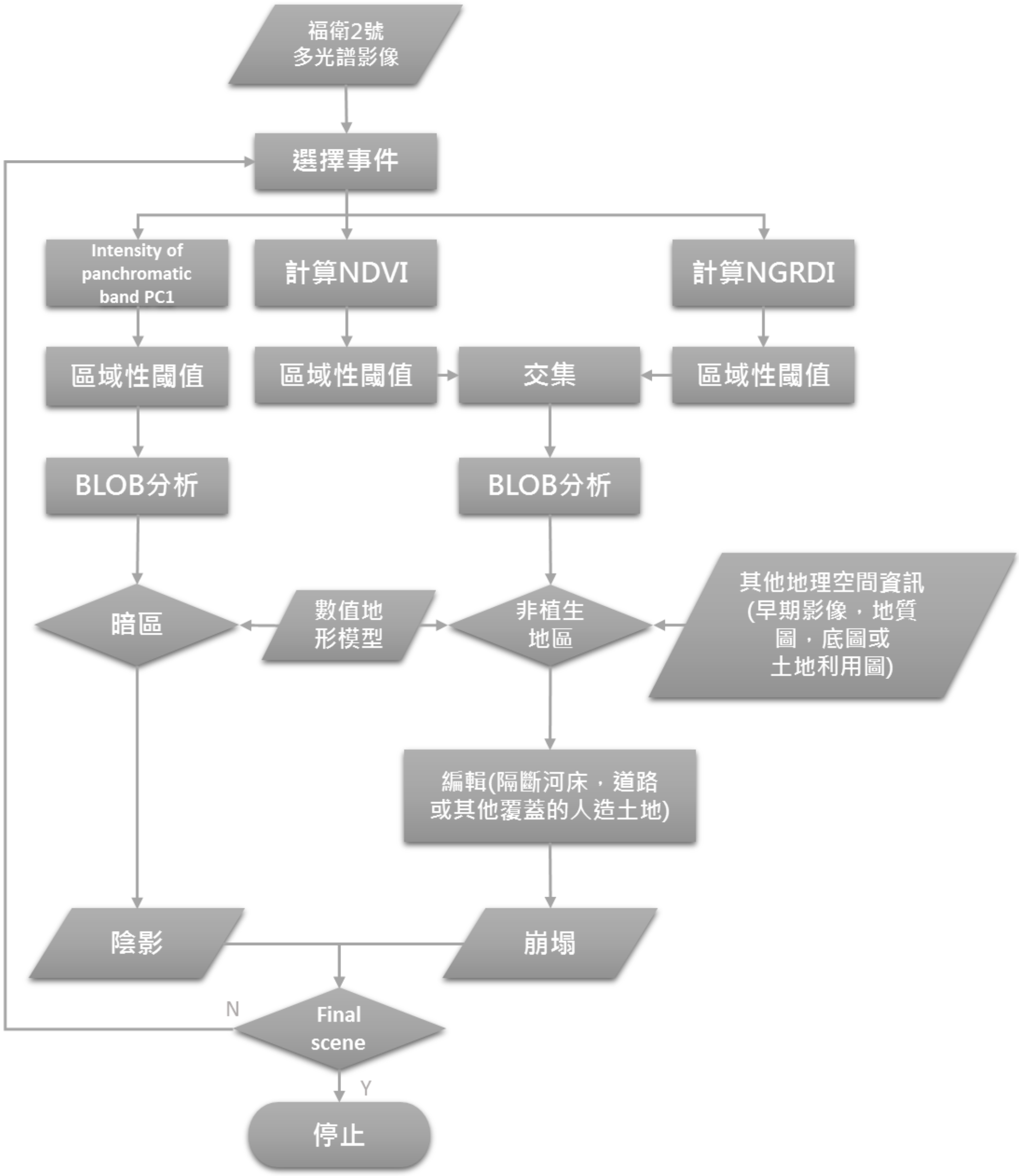


圖 3-10 近年來使用高空間解析度多頻譜的衛星遙測影像進行崩塌地自動判釋的方法二，節錄自(Fig. 9 in Liu 2015)

Ma 等人(2016)使用了解析度更高(50 cm)的 Worldview-2 衛星影像，但是計算的是反正規化植生指標(Inverse Normalized Difference Vegetation Index; NDVI*)

$$\mathrm{NDVI}^* \equiv 1 - \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{Red}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{Red}}$$

反正規化土壤指標(Inverse Normalized Difference Soil Index; NDSI*)

$$\mathrm{NDSI}^* \equiv \frac{\mathrm{Green} - \mathrm{Blue}}{\mathrm{Green} + \mathrm{Blue}}$$

以及主成分分析之第一分量 PC1 等三種指標，藉以獲取裸露地(bare land)的範圍。再根據影像範圍之 DEM 計算每一塊裸露地之面積、坡度、與自行定義之幾何形態參數，藉以濾除裸露地中的道路、房屋、水壩等人工建物，得到崩塌地的分布。Ma 等人(2016)所使用的方法可參看圖 3-11。

基本上 Ma 等人(2016)所使用的頻譜指標以及決定崩塌地的原理，和 Yang 等人(2014)及(Liu 2015; 林恩如 et al. 2013)的做法都非常類似。比較特別之處，是 Ma 等人(2016)將紅綠藍三個波段的真實自然色影像做了 Hue-Satuation-Intensity (HSI)的轉換，並使用 S 與 I 分量及 PC1 分量，計算出陰影指標(Shadow Index; SI)

$$\mathrm{SI} \equiv \frac{(\mathrm{PC1}_{nor} - \mathrm{I}) \times (1 + \mathrm{S})}{(\mathrm{PC1}_{nor} + \mathrm{I} + \mathrm{S})}$$

其中 $\mathrm{PC1}_{nor}$ 是分別對正負區間的 PC1 值進行正規化計算

$$\mathrm{PC1}_{nor} = \frac{\mathrm{PC1}_+}{max(\mathrm{PC1})}, where\ \ \mathrm{PC1}_+ = \begin{cases} 0 & \mathrm{PC1} \le 0 \\ \mathrm{PC1} & \mathrm{PC1} > 0 \end{cases}$$

$$\mathrm{PC1}_{nor} = \frac{\mathrm{PC1}_-}{min(\mathrm{PC1})}, where\ \ \mathrm{PC1}_- = \begin{cases} \mathrm{PC1} & \mathrm{PC1} \le 0 \\ 0 & \mathrm{PC1} > 0 \end{cases}$$

SI 是根據陰影區內亮度值較低(受遮蔽)、飽和度較高(藍光散射強)、以及色調值較大（接近黑色）等三個特性所設計，在 SI 的直方圖上可以有效將陰影區和非陰影區的分布範圍拉開，便於決定閾值。

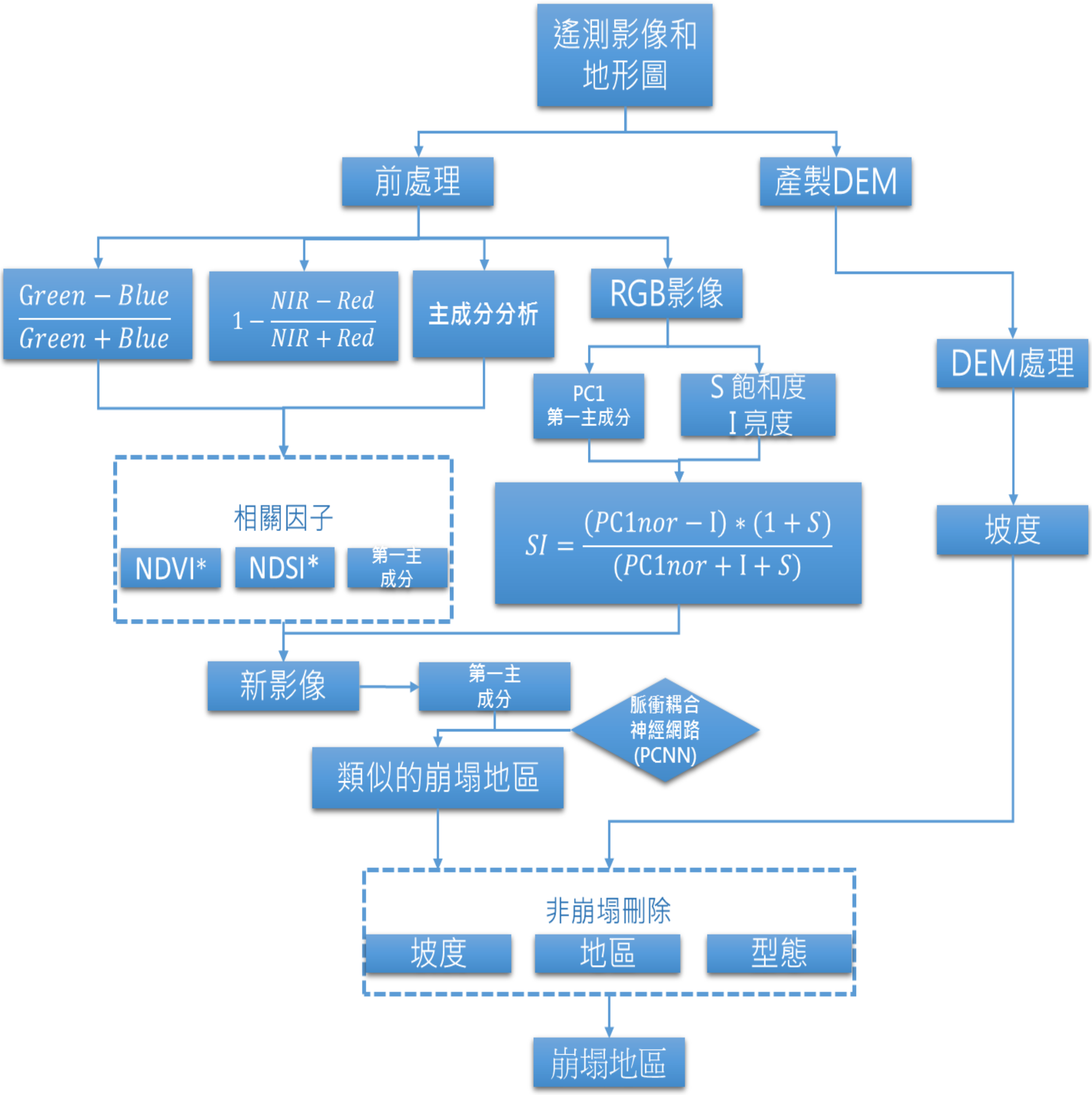


圖 3-11 近年來使用高空間解析度多頻譜的衛星遙測影像進行崩塌地自動判釋的方法三，節錄自(Fig. 1 in Ma et al. 2016)

3.4.2 決策樹分類法

由於本計畫設定的目標是評估 511 處列管崩塌地的範圍內植生復育的成效，若將影像自動化判釋的工作限縮在這些範圍內，可以合理假設所有的道路與房屋等人工建物都已排除在外，土地使用和土地覆蓋只有「裸露地」、「森林」、「低植生」和「陰影」等四種類型。其中「低植生」便是需要從「裸露地」和「陰影」中再細分出來的範圍，也是本計畫關注的主要目標。由於 NDVI 對於植生與其它區有很好的分辨力；而 SI 則對於陰影與非陰影區有較好的分辨力，若再結合 Gn 可分辨裸露地與非裸露地的特性，可以依序分層決定出「低植生」範圍，據以評估崩塌地範圍內植生復育的成效。因此，本計畫提出了根據決策樹分類法，依序使用 NDVI、SI、Gn 等指標，從多頻譜光學遙測影像中判釋出「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等四種類型之土地使用和土地覆蓋的作法，如表 3-2 所示，其中「低植生」的範圍便可以用來評估崩塌地植生復育的成效。

表 3-2　根據決策樹分類法，依序使用 NDVI、SI、Gn 等指標，從多頻譜光學遙測影像中判釋出「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等四種類型之土地使用和土地覆蓋的作法。

Level1		Level2		Level3	
NDVI > T_{NDVI}	植生	SI > T_{SI}	陰影		
		SI ≤ T_{SI}	森林		
NDVI ≤ T_{NDVI}	其它	SI > T_{SI}	陰影		
		SI ≤ T_{SI}	非陰影	Gn > T_{Gn}	低植生
				Gn ≤ T_{Gn}	裸露地

3.4.3 運用福衛二號影像判釋森林、陰影、低植生和裸露地

根據 3.2 節所述篩選崩塌地試驗區之六項條件，選定位於嘉義大埔事業區 223，林班地編號 378 的列管崩塌地為例，使用 2013 年 8 月 27 日實施植生復育後所拍攝之福衛二號影像，裁切涵蓋整個列管崩塌地、長 x 寬約 1.5km x 1km 範圍的影像，進而詳細說明各步驟的處理方法和效果。

首先計算全幅影像之 NDVI 值，並繪製直方圖如圖 3-12 所示，由於大部份的區域均為植被覆蓋良好的森林，NDVI 直方圖呈現相當典型且清楚的單峰分布，可根據其反曲點設定閥值 T_{NDVI}，決定植生與其它，再計算其它區範圍的 SI 值，並繪製直方圖如圖 3-13 所示。由於 SI 的特性便是在直方圖上可以有效將陰影區和非陰影區的分布範圍拉開，運用大津演算法(Otsu's method)便可以決定閾值 T_{SI} (Ma et al., 2016)，而同一個 T_{SI} 值不論應用在植生或其它區內，都可以合理地劃分出陰影區的範圍。換句話說，在高 NDVI 值的植生區內，因為陰影僅佔較小範圍，不易從直方圖的分布中決定閾值 T_{SI}；但是在低 NDVI 值的其它區內，陰影的比例相對較高，使用 SI 的直方圖配合大津演算法可以找到理想的 T_{SI} 值，而且該值不論應用在植生或其它區內，都可以合理地劃分出陰影區的範圍。所謂大津演算法是假定該圖像主要包含兩類像素（前景像素和背景像素），具有雙模直方圖，根據窮舉法計算能使得類內變異數加權和最小，將兩類別分開的最佳閾值。公式如下：

$$\sigma_{\omega}^{2}(\mathrm{t})=\omega_{i}(t)\sigma_{1}^{2}(\mathrm{t})+\omega_{2}(t)\sigma_{2}^{2}(t)$$

σ_i^2是這兩個類的變異數，ω_i權重是被閾值 t 分開的兩個類的機率。要強調的是如果前景像素遠少於背景像素，則大津演算法不適用。圖 3-14 (a)是將森林區域之邊界以綠色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，圖 3-14 (b)則是以遮罩的方式顯示森林區域之範圍；圖 3-15 (a)是將陰影區域之邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，圖 3-15 (b)則是以遮罩的方式顯示陰影區域之範圍。由這兩個圖可以清楚看出所劃定的森林與陰影區域，的確都相當合理。

最後再計算其它區且非陰影區範圍內的 Gn 值，並繪製直方圖如圖 3-16 所示。根據影像範圍內只有「裸露地」、「森林」、「低植生」和「陰影」等四種土地使用和土地覆蓋類型的假設，同樣借助大津演算法強迫二分的特性，可以決定閾值 T_{Gn}，有效將比例相近的裸露地與低植生區分開。圖 3-17 (a)是將低植生區域之邊界以藍色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，圖 3-17 (b)則是以遮罩的方式顯示低植生區域之範圍；圖 3-18 (a)是將裸露地區域之邊界以黃色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，圖 3-15 (b)則是以遮罩的方式顯示裸露地區域之範圍。由這兩個圖可以清楚看出所劃定的低植生與裸露地區域，也的確都相當合理。

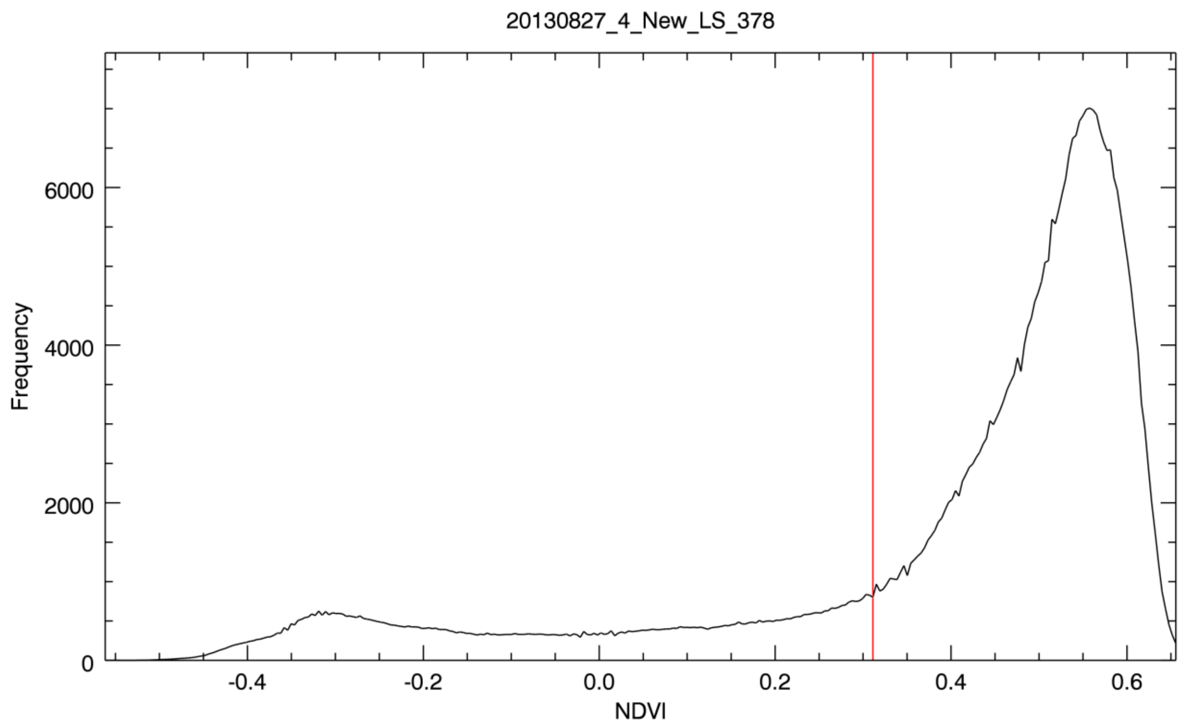


圖 3-12 計算全幅影像之 NDVI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據其反曲點所設定之閥值 T_{NDVI}，用以決定植生與其它區。

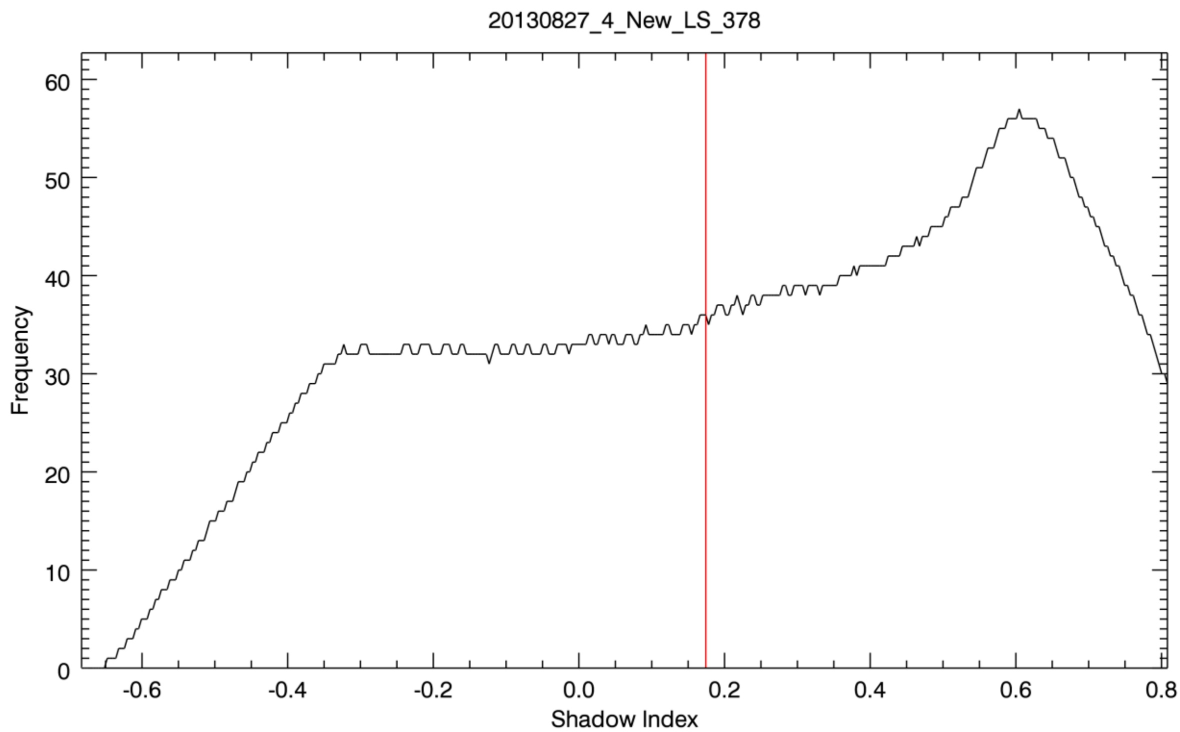


圖 3-13 計算其它區範圍的 SI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{SI}，用以決定陰影與非陰影區。

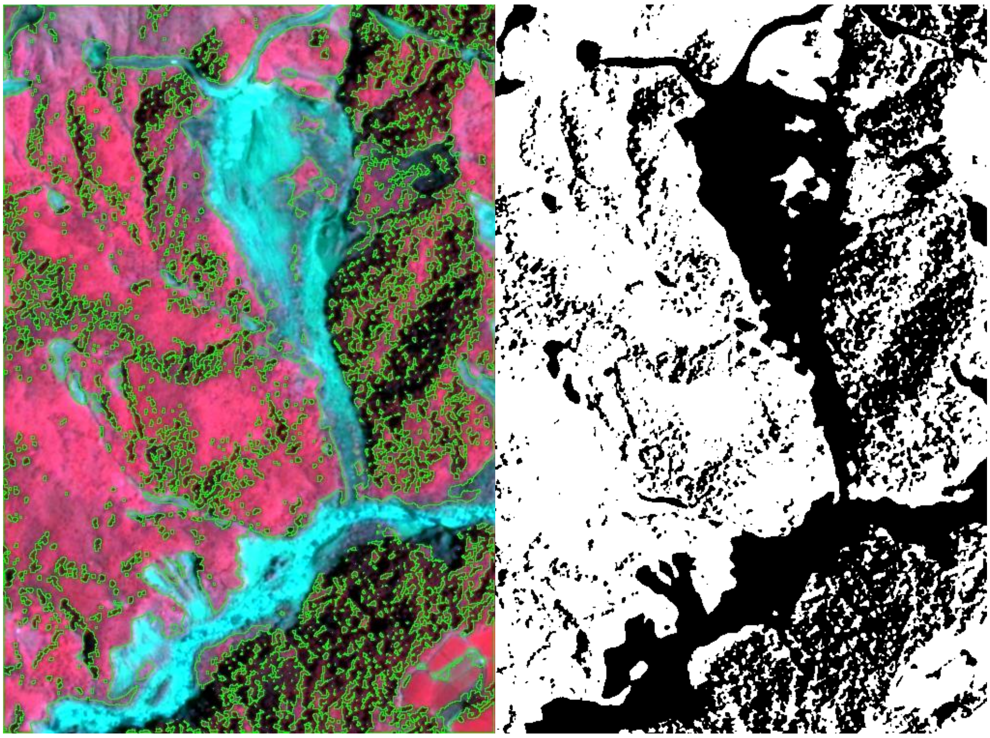


圖 3-14 (a)將森林區域之邊界以綠色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示森林區域之範圍。

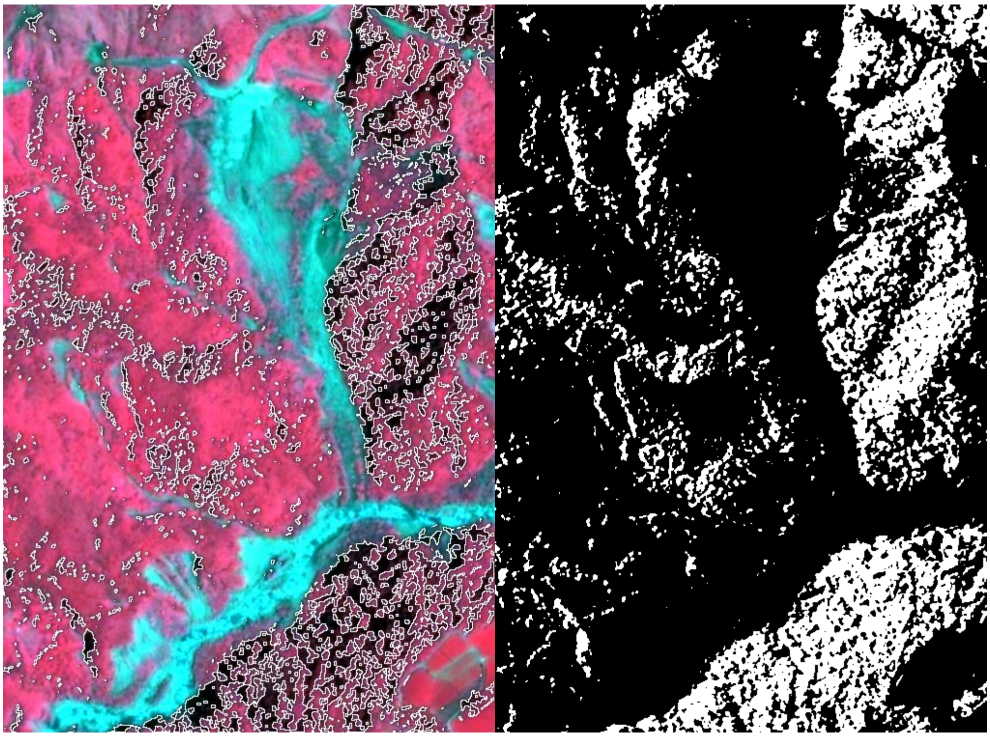


圖 3-15 (a)將陰影區域之邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示陰影區域之範圍。

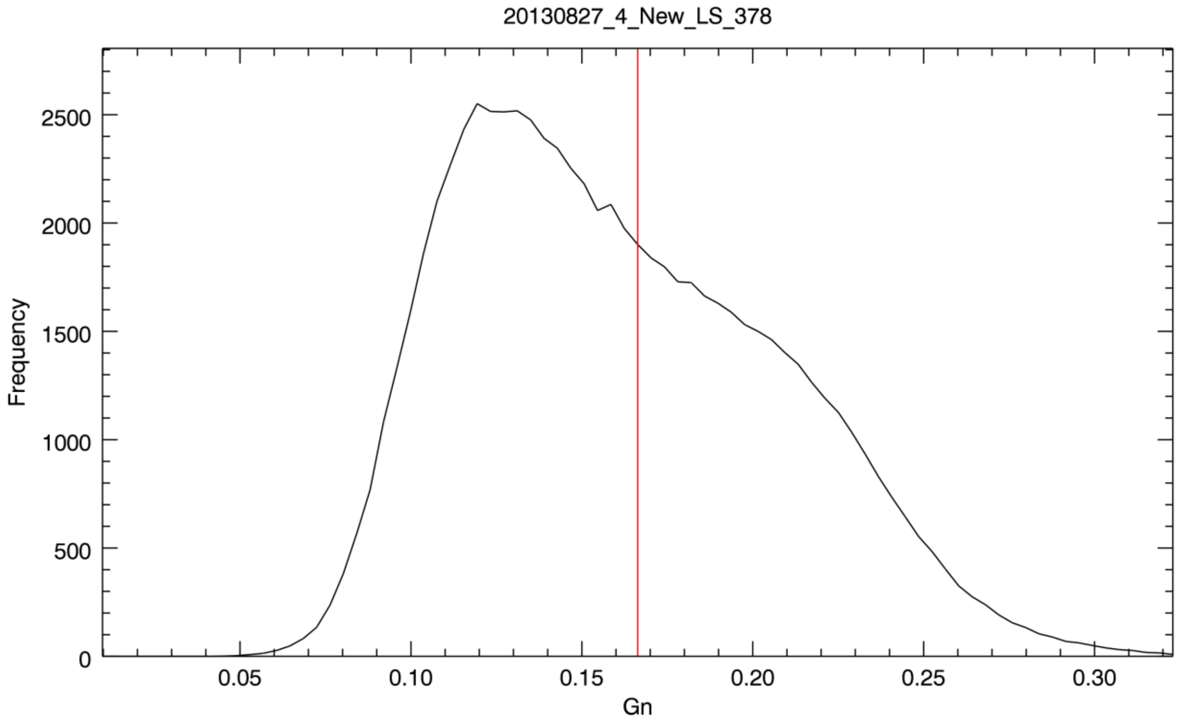


圖 3-16 計算其它且非陰影區範圍內的 Gn 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{Gn}，用以決定低植生與裸露地。

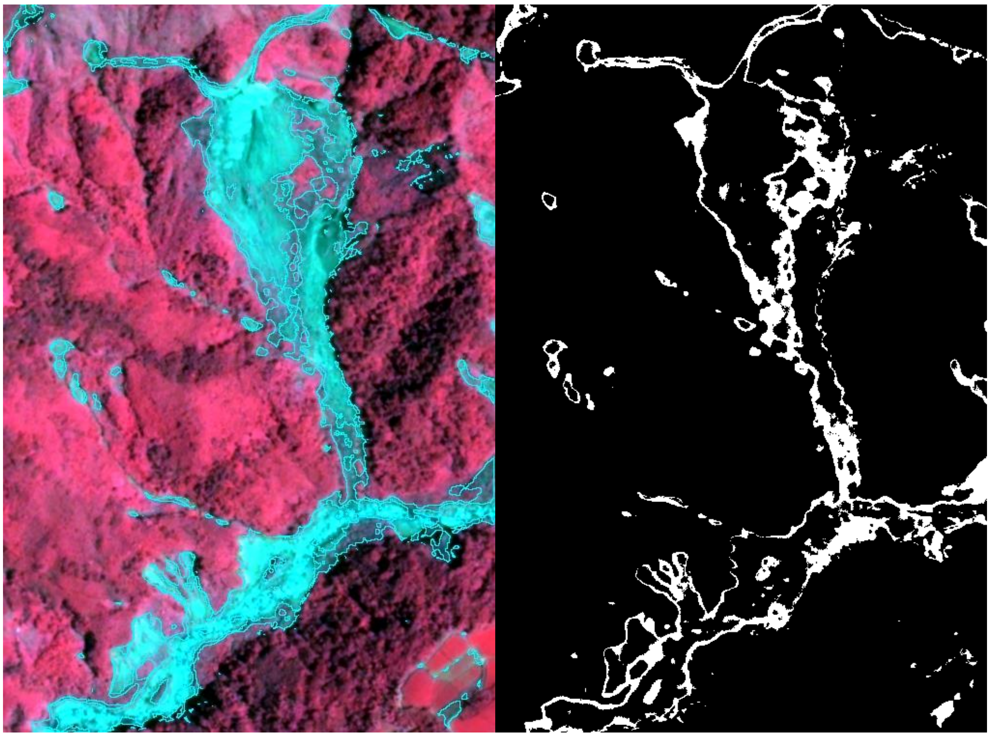


圖 3-17 (a)將低植生區域之邊界以藍色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示低植生區域之範圍。

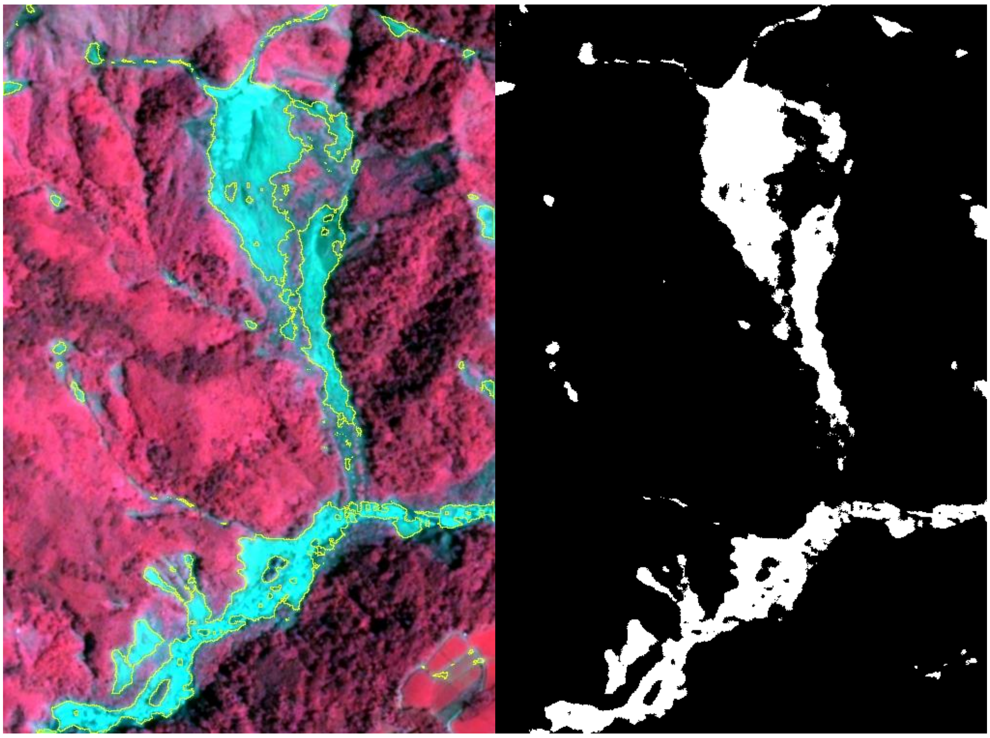


圖 3-18 (a)將裸露地區域之邊界以黃色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示裸露地區域之範圍。

根據決策樹分類法，依序使用 NDVI、SI、Gn 等指標，的確可以從多頻譜光學遙測影像中判釋出「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等四種類型之土地使用和土地覆蓋量化資訊，期中會議之後的工作重點，便是與高解析度航拍影像或 UAV 影像，進行判釋精度評估。而在植生復育的過程中，從面積比例上，我們預期會看到裸露地逐漸縮小、低植生區域逐漸擴大的變化；而從各類別內平均 NDVI 的頻譜指標值來看，我們也預期會看到低植生區域內的平均 NDVI 值逐漸增加的變化。這些都可以作為評估植生復育成效的量化指標，只是實際使用於分析多時期的影像時，還需要考慮季節的影響，據以決定最合適的監測頻度。

3.4.4 運用 Landsat-8 影像判釋森林、陰影、低植生和裸露地

Landsat-8 影像提供了包括可見光、近紅外、短波紅外、及熱紅外等 11 個波段資訊，提供了更多的多頻譜指標，對土地使用分類，特別是植生復育的判釋，應該更有優勢。而實際應用多頻譜指標時，如何決定閾值是分類的關鍵，則需要使用嚴密大氣校正處理後所得的地表反射率，也就是 USGS 所定義的 Level-2 產品。只是目前 USGS 所提供 Landsat-8 的 Level-2 產品精度仍嫌不足，大部份波段的解析度都是 30m，甚至是 60m，即使是使用號稱可以達到 96.4%的精度(Zhu and Woodcock 2012)的 Fmask 所產製的雲影雪水遮罩，在仔細檢視後，仍會發現有部份的碎雲或薄雲與相對應的陰影沒有辦法完全濾除，進而成為誤差來源。

以嘉義地區為例，圖 3-19 (a)為 2015 年 6 月 9 日所拍攝之 Landsat-8 影像標準假彩色組合。Fmask 是根據大氣層頂反射率(Top of Atmosphere reflectance)、亮溫溫度(Brightness Temperature)、與光譜變異之概率，將雲跟水分開，再利用 Flood fill 演算法偵測陰影在近紅外波段相似光譜資訊，可以建立雲影雪水陸遮罩。圖 3-19 (a)中的黃色方框範圍，以原解析度、標準假彩色組合顯示於圖 3-19 (b)，其對應範圍之雲影雪水陸遮罩再顯示於圖 3-19 (c)。可明顯看出，Fmask 所設定的雲影範圍過大，而水體範圍又過小，也無法將地形與植物高度所造成的部份陰影範圍區分出來。

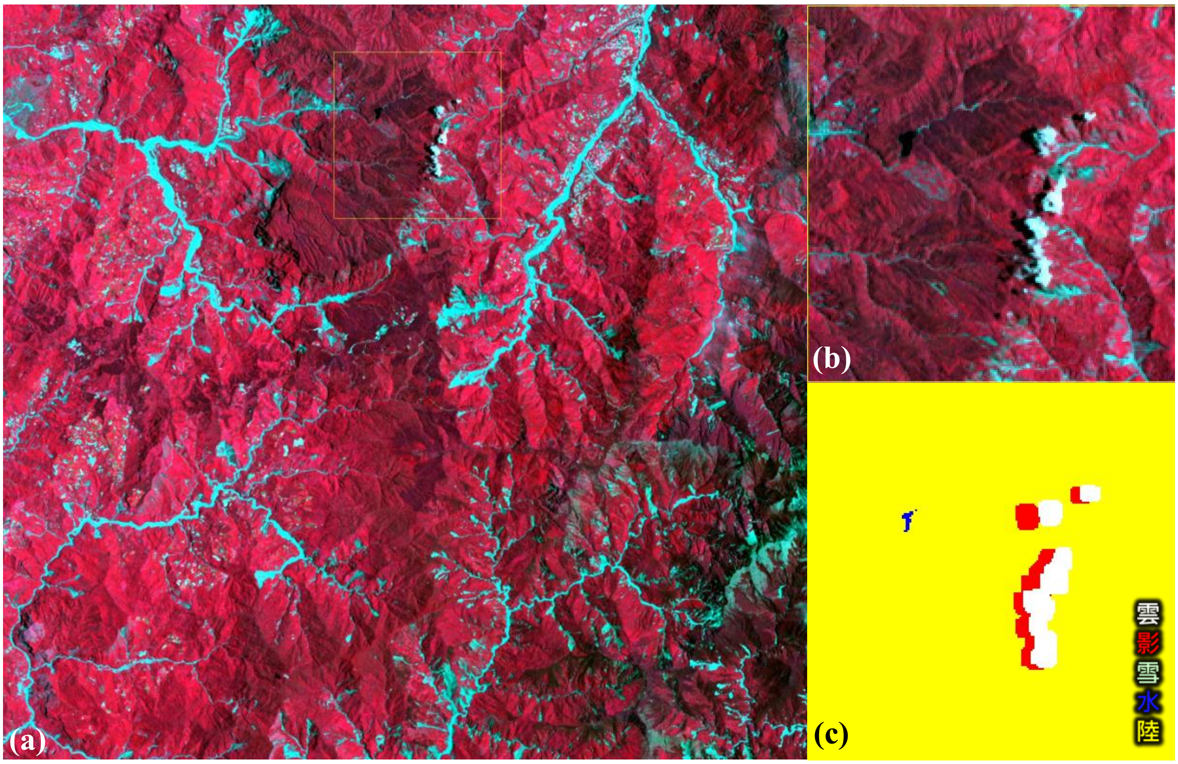


圖 3-19 嘉義地區於 2015 年 6 月 9 日由 Landsat-8 所拍攝之影像，並使用 Fmask 計算雲影雪水陸遮罩。(a)標準假彩色組合；其中黃色方框以原解析度、標準假彩色組合顯示於(b)，對應範圍之遮罩顯示於(c)。

使用前節所述之方法，先根據 NDVI 來判定植生區與其它區，其直方圖同樣為單峰分布，可根據反曲點設定閥值 T_{NDVI}(圖 3-20)，再將紅綠藍三個波段的真實自然色影像進行主成分分析及 HSI 轉換，並由 S、I、以及 PC1 分量計算出 SI。在 SI 的直方圖以大津演算法決定閾值 T_{SI} (圖 3-21)，據以判定陰影(圖 3-22)，將 T_{SI} 套用到整張影像上，而在植生區非陰影區則判釋為森林(圖 3-23)，最後在計算其它且非陰影範圍內 Gn 值，其 Gn 的直方圖(圖 3-24)，以大津演算法強迫二分的特性，決定閾值 T_{Gn}，能有效將比例相近的低植生(圖 3-25)與裸露地(圖 3-26)區分開。

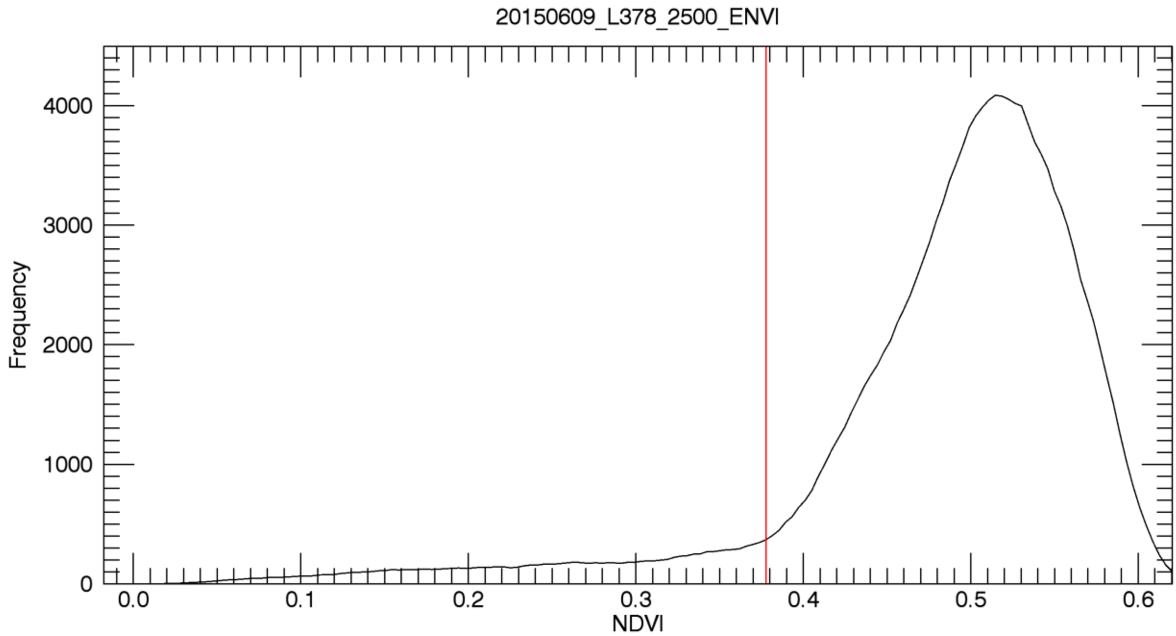


圖 3-20 Landsat-8 影像之 NDVI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據其反曲點所設定之閥值 T_{NDVI}，用以決定植生與其它區

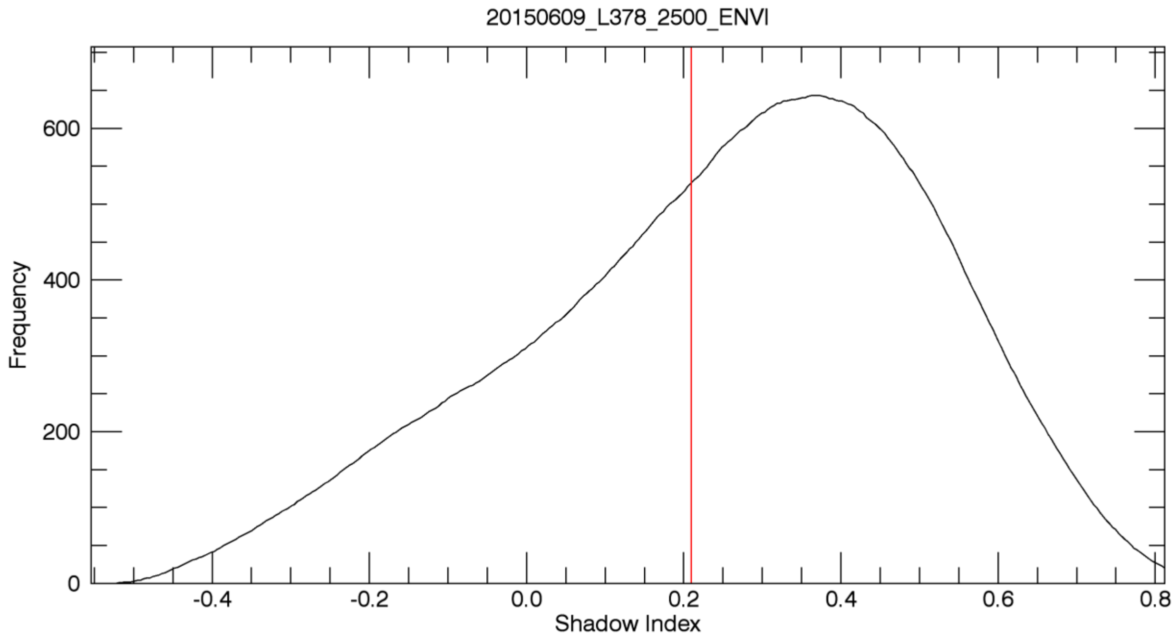


圖 3-21 Landsat-8 影像之其它區範圍的 SI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{SI}，用以決定陰影與非陰影區。

由於 Landsat-8 影像之空間分辨率(15m)遠低於福衛二號影像之空間分辨率(2m)，若根據每一塊列管崩塌地範圍來裁切 Landsat-8 影像，再依

序使用 NDVI、SI、Gn 等指標判釋「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」的決策樹分類法，會因為像元數量不足，無法獲得具有代表性的閾值。故實際操作上，還是以整個嘉義地區的影像來處理較理想。

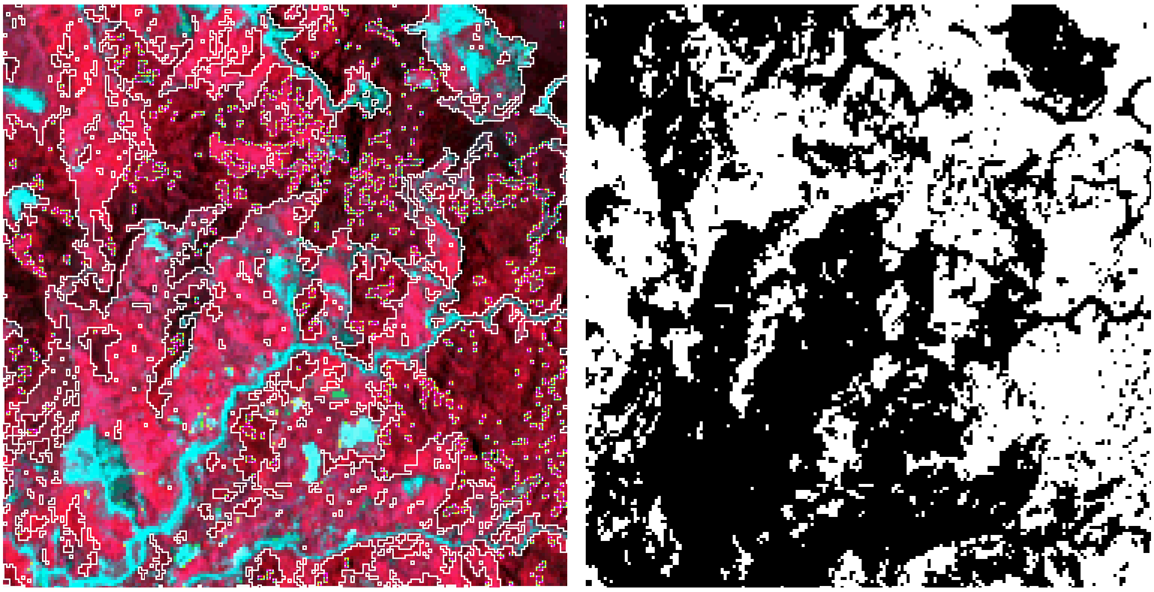


圖 3-22 Landsat-8 陰影判釋成果(a)將陰影區域之邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示陰影區域之範圍。

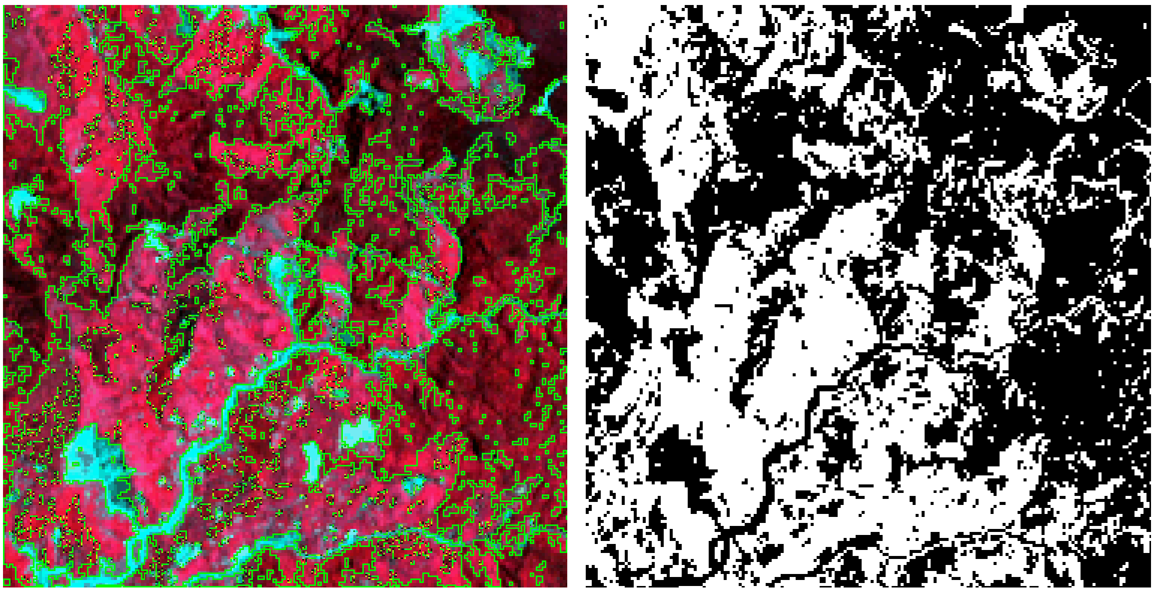


圖 3-23 Landsat-8 森林判釋成果(a)將森林區域之邊界以綠色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示森林區域之範圍。

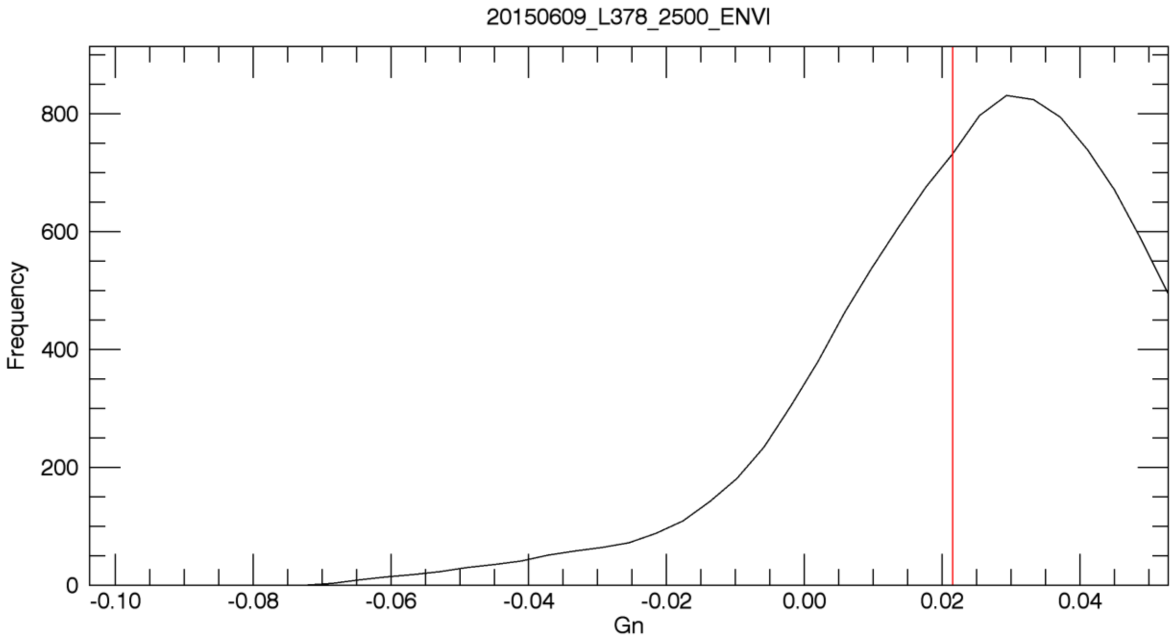


圖 3-24Landsat-8 影像計算其它且非陰影區範圍內的 Gn 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{Gn}，用以決定低植生與裸露地

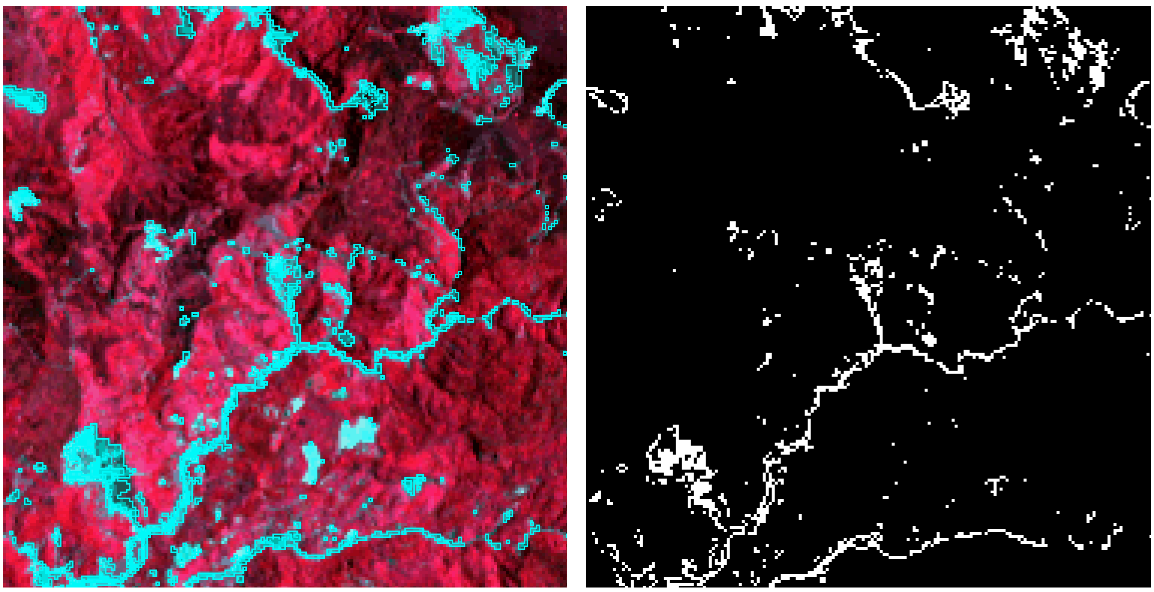


圖 3-25 Landsat-8 低植生判釋成果(a)將低植生區域之邊界以藍色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示低植生區域範圍

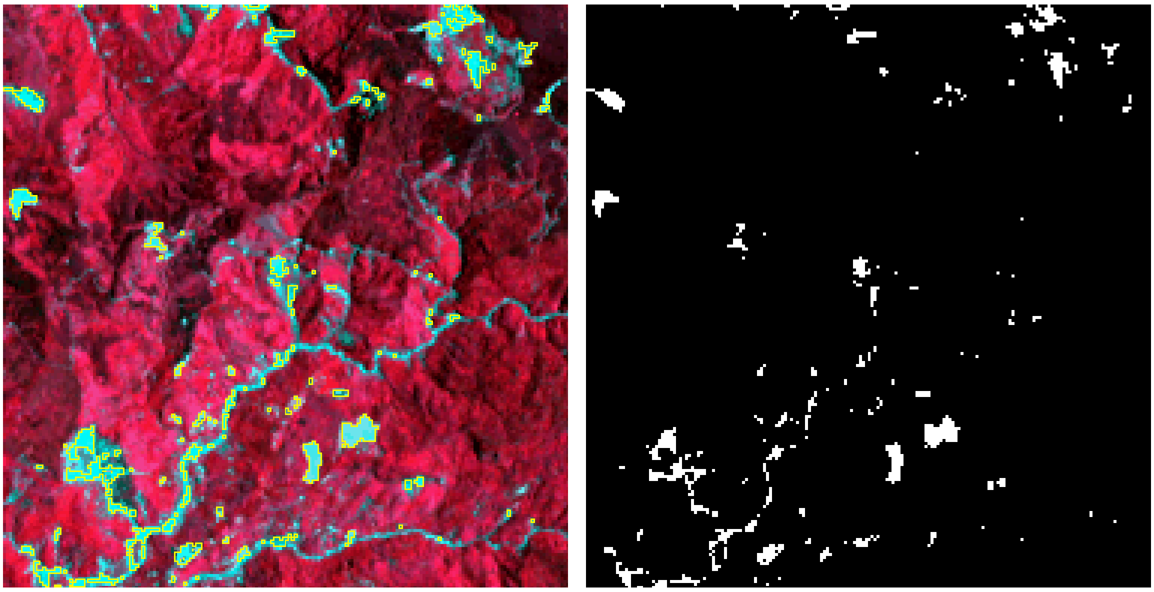


圖 3-26 Landsat-8 裸露地判釋成果(a)將裸露地區域之邊界以黃色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示裸露地區域之範圍

3.4.5 運用 Sentinel-2 影像判釋森林、陰影、低植生和裸露地

Sentinel-2 拍攝 13 個波段的高品質遙測影像，其中 4 個波段解析度達 10 公尺；6 個波段解析度達 20 公尺；3 個波段解析度為 60 公尺，而 Landsat-8 和 Sentinel-2 衛星取像之動態範圍都是每個像元 12 bits，經過基本輻射校正與正射糾正處理後的影像，皆是以 unsigned integer 的資料型態，而歐洲太空總署也開發了名為 Sen2Cor 的大氣校正工具，可以從 Sentinel-2 的 Level-1C 產品，計算出氣融膠光學厚度(aerosol optical thickness)、水氣含量、雲雪或然率等影響，將大氣層頂的輻亮度值轉換為大氣層底（地表）的輻亮度值。

以嘉義地區為例，圖 3-27 為 2017 年 2 月 15 日所拍攝之 Sentinel-2 影像自然色與標準假彩色組合。首先先將雲的部份先去除後，使用前兩節

所述之方法，先依據 NDVI 來判定植生區與其它區，其直方圖同樣為單峰分布，再根據反曲點設定閥值 T_{NDVI} (圖 3-28)，接著將紅綠藍(band4,band3,band2)三個波段的真實自然色影像進行主成分分析及 HSI 轉換，並由 S、I、以及 PC1 分量計算出 SI。在 SI 的直方圖以大津演算法決定閥值 T_{SI}(圖 3-29)，據以判定陰影(圖 3-30)，將 T_{SI} 套用到整張影像上，而在植生區非陰影區則判釋為森林(圖 3-31)，再計算其它且非陰影範圍內 Gn 值，其 Gn 的直方圖(圖 3-32)，最後再以大津演算法強迫二分的特性決定閥值 T_{Gn}，能有效區分比例相近的低植生(圖 3-33)與裸露地(圖 3-34)。

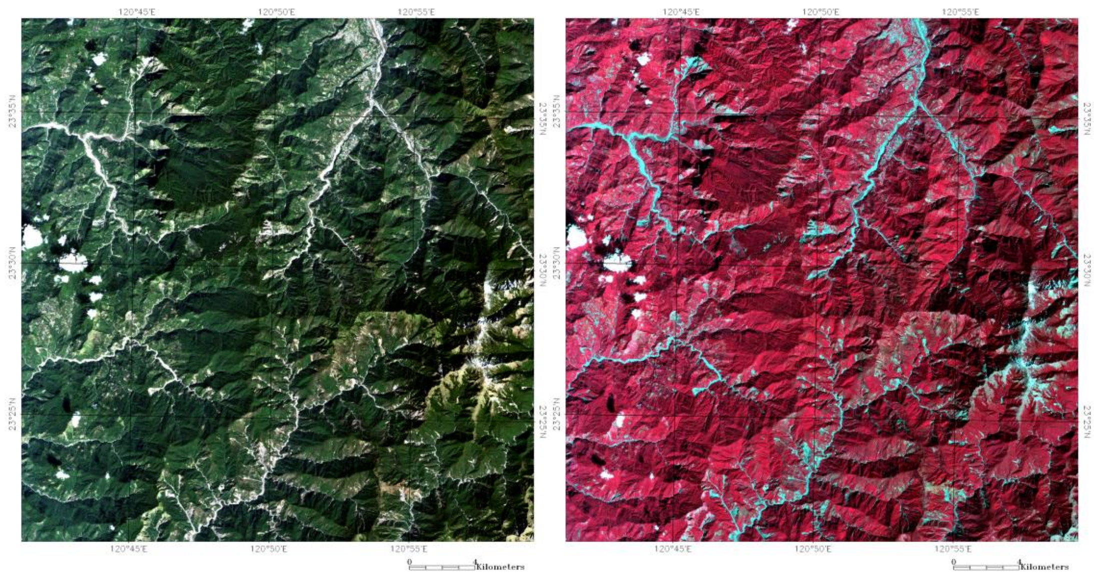


圖 3-27 嘉義地區於 2017 年 2 月 15 日由 Sentinel-2 所拍攝之影像

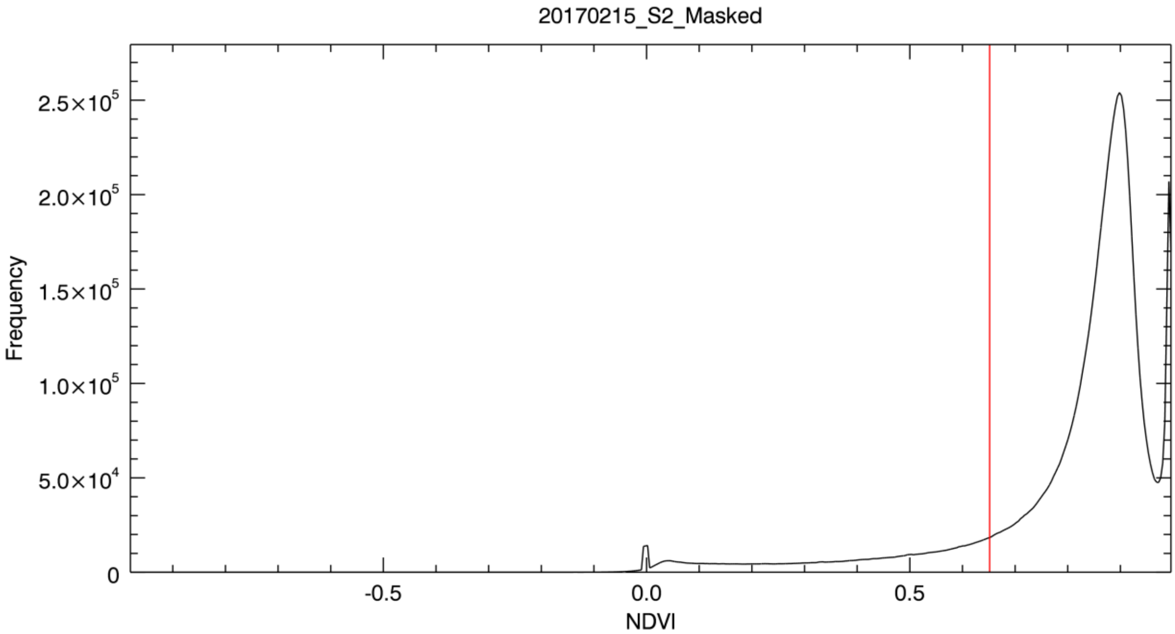


圖 3-28 Sentinel-2 影像之 NDVI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據其反曲點所設定之閥值 T_{NDVI}，用以決定植生與其它區

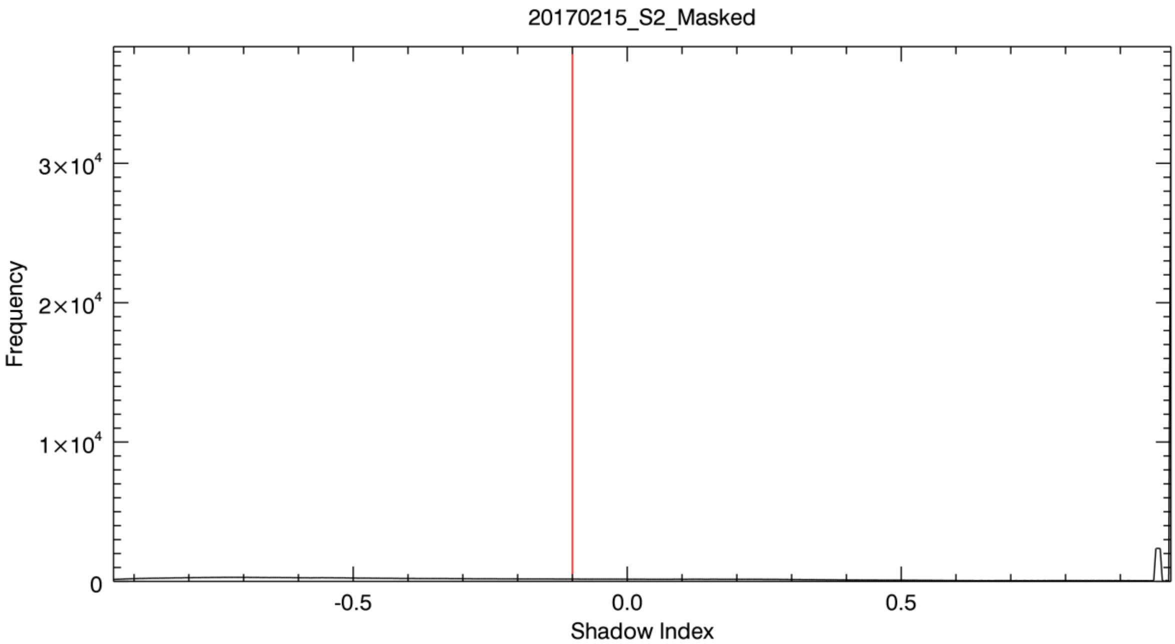


圖 3-29 Sentinel-2 影像之其它區範圍的 SI 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{SI}，用以決定陰影與非陰影區。

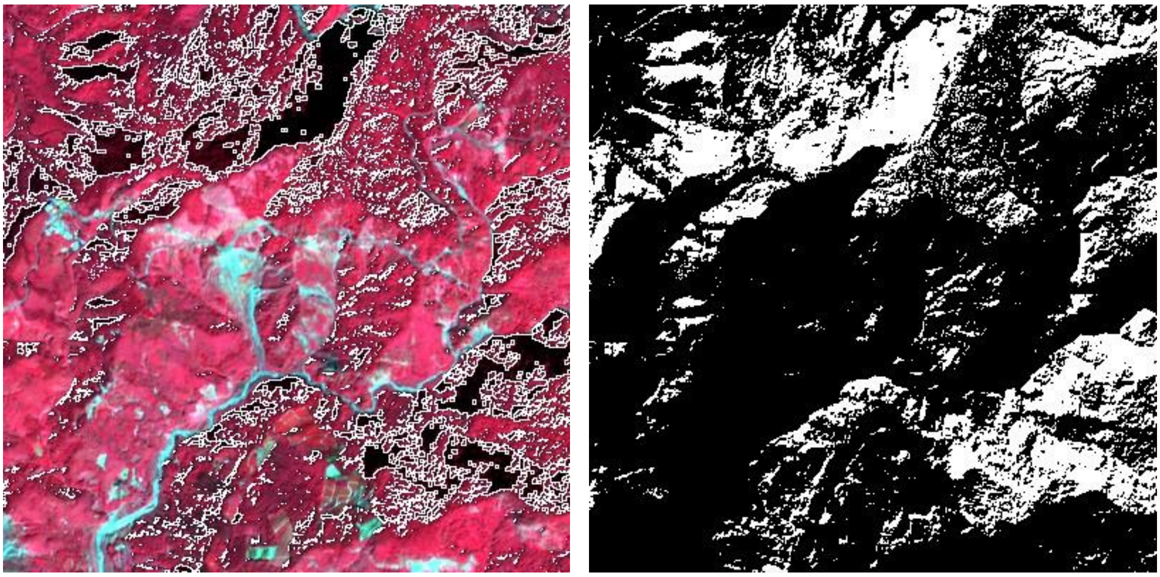


圖 3-30 Sentinel-2 陰影判釋成果(a)將陰影區域之邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示陰影區域之範圍。

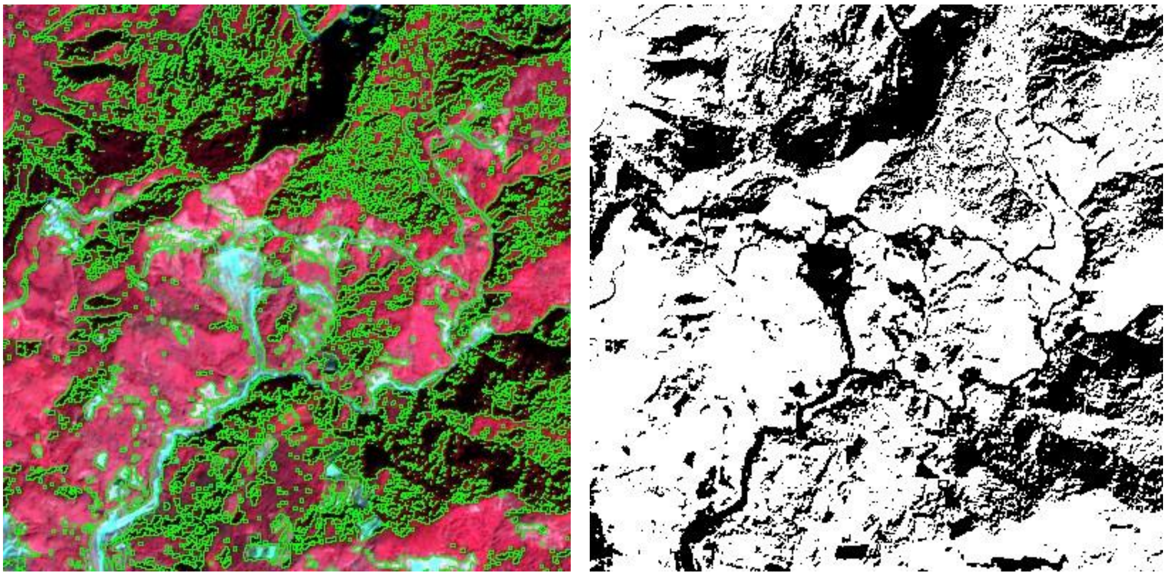


圖 3-31 Sentinel-2 森林判釋成果(a)將森林區域之邊界以綠色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示森林區域之範圍。

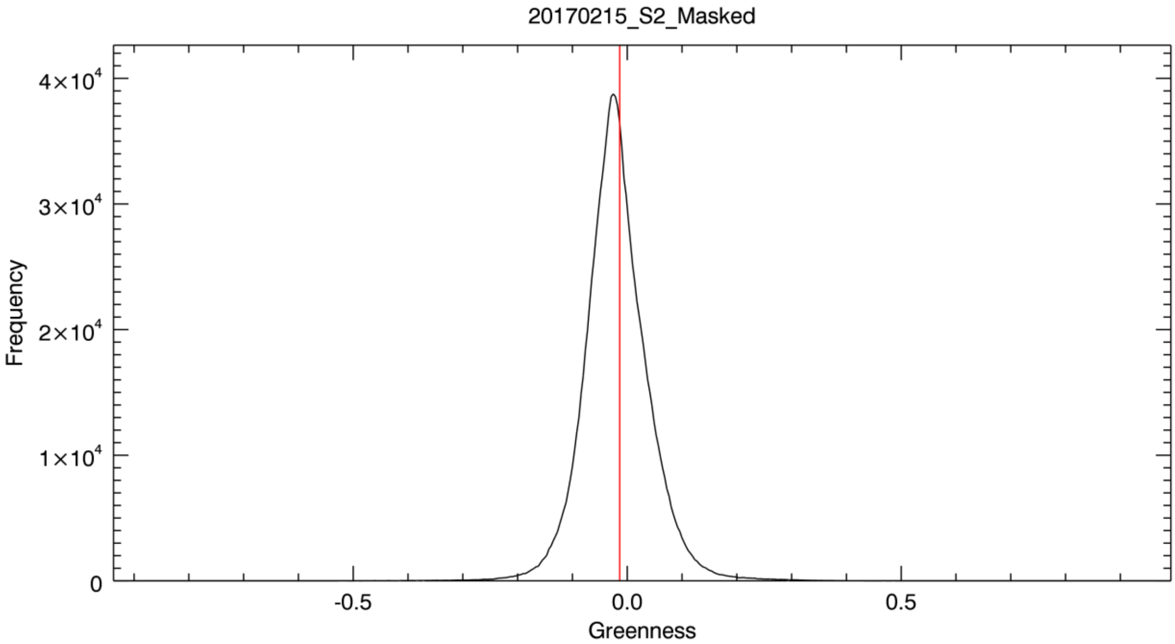


圖 3-32 Sentinel-2 影像計算其它且非陰影區範圍內的 Gn 值所繪製之直方圖，紅色線段為根據大津演算法所設定之閥值 T_{Gn}，用以決定低植生與裸露地

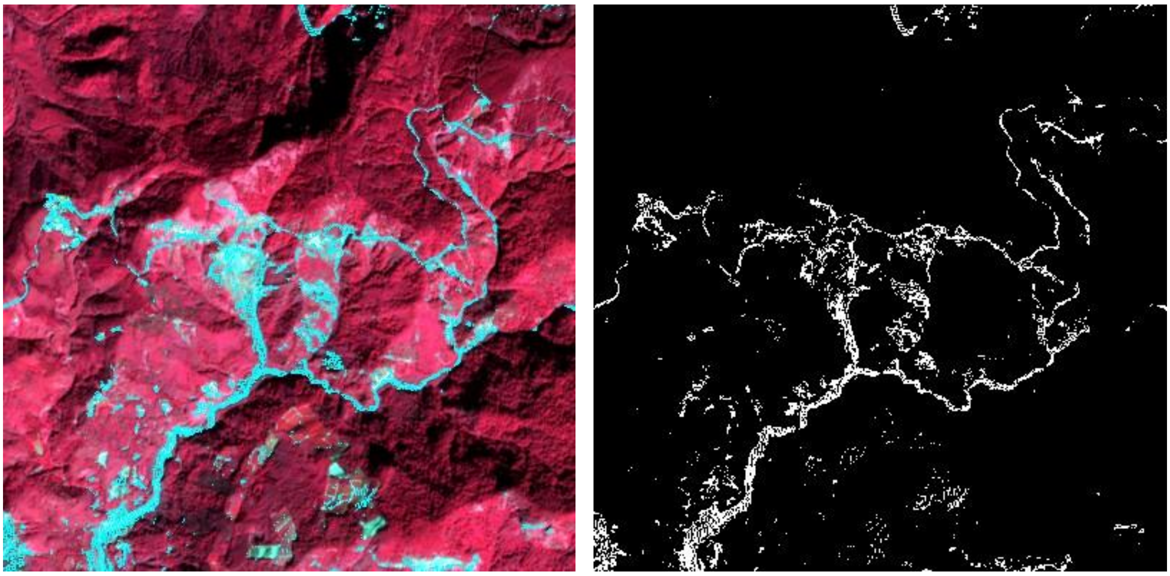


圖 3-33 Sentinel-2 低植生判釋成果(a)將低植生區域之邊界以藍色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示低植生區域範圍

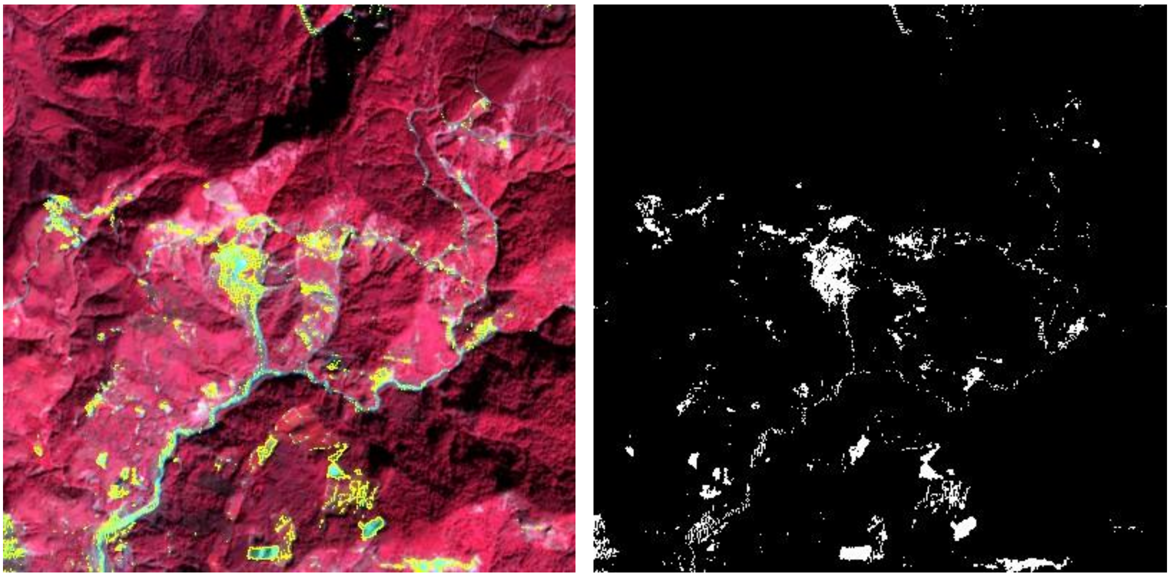


圖 3-34 Sentinel-2 裸露地判釋成果(a)將裸露地區域邊界以黃色線段套疊至標準假彩色組合的影像上，(b)以遮罩的方式顯示裸露地區域之範圍

3.4.6 結合陰影資訊面積修正

一處植生復育造林地區內包含了森林、低植生、裸露地及陰影四種區域，被陰影覆蓋的區域內無法得知地表地物的詳細資訊，但可合理假設森林、低植生與裸露地比例與無陰影區一致(亦即無陰影區之崩塌發生機率與陰影區內一致)，藉此，利用該群組範圍內的陰影比例可修正實際所得之面積。舉例來說，當群組範圍內有 20%陰影，無陰影區有 10 公頃裸露地，則該群組修正後陰影面積為 10/(100%-20%) = 12.5 公頃。以編號 378 為例，圖 3-35 所示，實線為修正前，虛線為修正後，主要適用於修正各年度裸露地、低植生與森林面積，修正後面積可應用於估計年際間之變動量，雖無法確定變動之實際區位，但此方法可掌握年際間之變化趨勢。

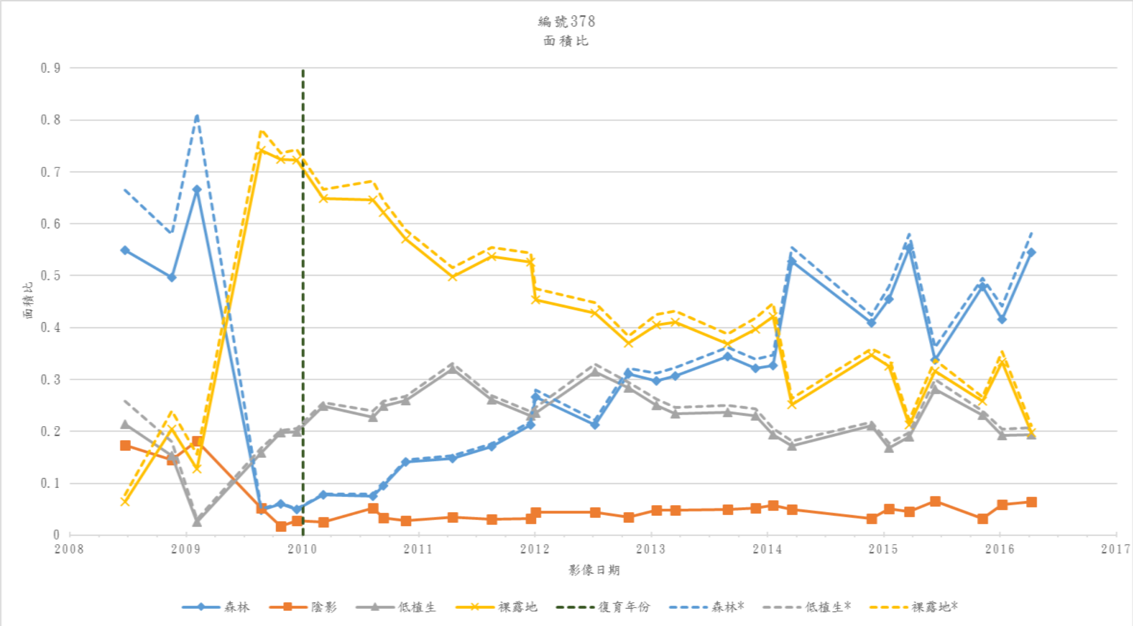


圖 3-35 編號 378 崩塌地試驗樣區面積陰影修正，實線為修正前，虛線為修正後

3.4.7 最適監測頻度

影像挑選時，主要分成兩種情境來進行影像挑選。一種為無二次重大災害，投入治理後該處為自然復育區域，影像挑選主要需要涵蓋崩塌發生、撫育施作等重要時間點為主，第二種為崩塌區大規模自然災害，以該區災害降雨強度與頻率考量因素，挑選影像日期則需要涵蓋發生災害時期的前後期之影像，兩者情境之影像挑選影像間隔皆不得大於 3 個月，而最後再以三個月、六個月或一年等不同頻率，再觀察植生復育判釋成果其變化量，以探討最適監測頻度。

蒐集福衛二號服役期間(2004-2016 年)所拍攝嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地之所有影像，挑選品質佳、陰影覆蓋少、且雲覆率低

之影像共 29 幅，分別進行輻射校正、幾何校正、正射糾正，以及各時期影像間必要之幾何校準與輻射相對正規化處理，再利用 3.4.2 節所述之方法，從各期影像中判釋出「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等四種類型之土地使用和土地覆蓋量化資訊，計算各類型面積比例隨時間變化之情形，如圖 3-36 所示，發現的確會呈現出季節性的變化。

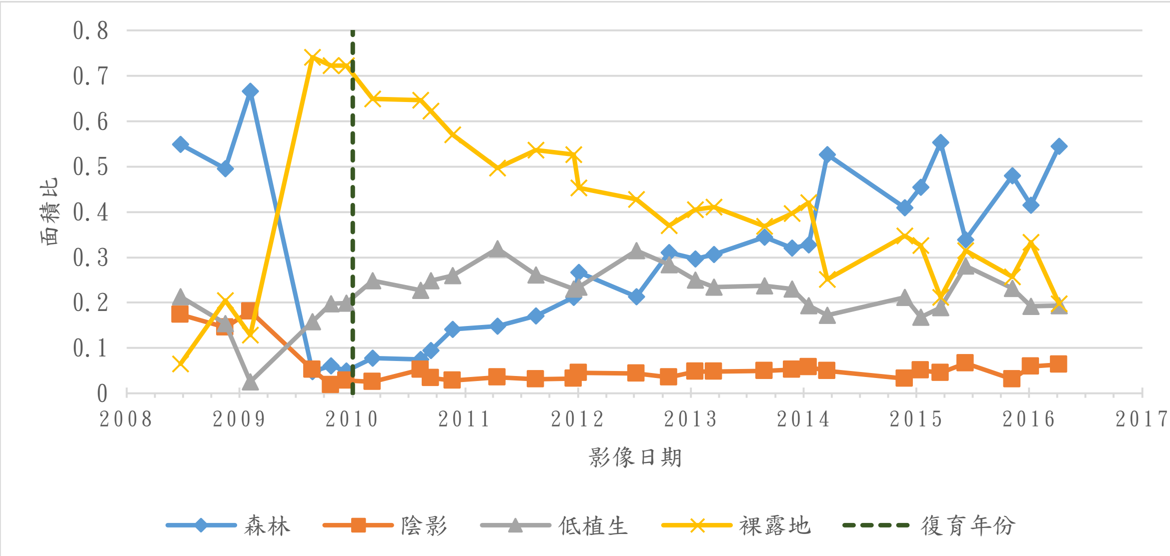
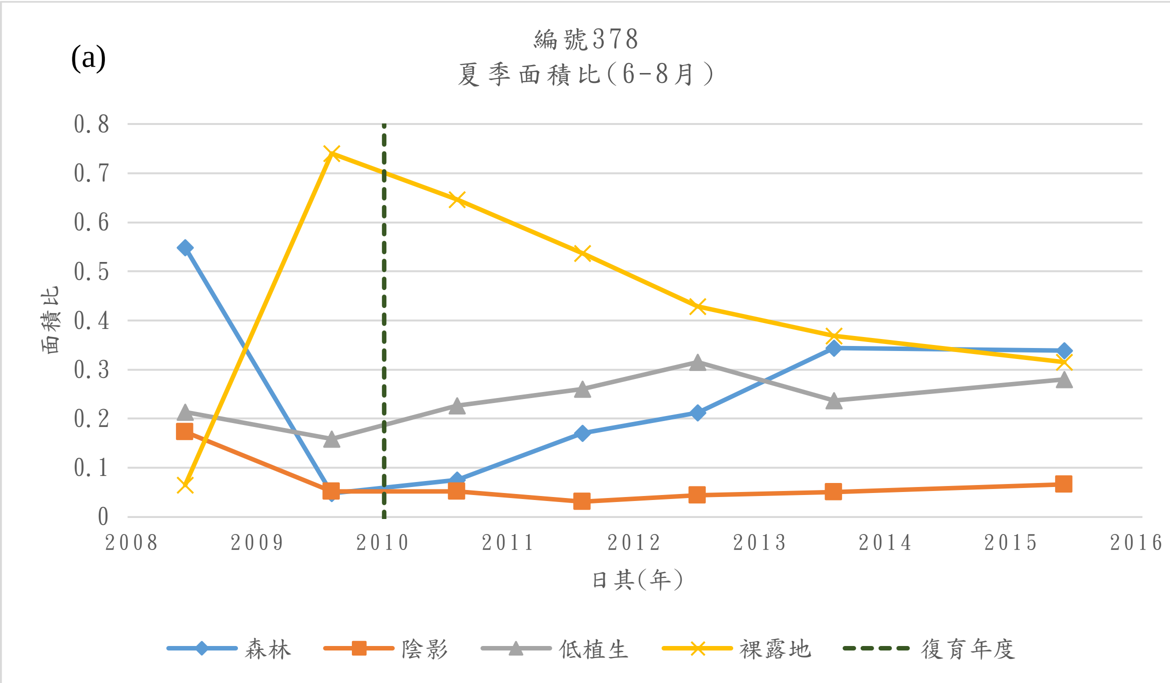
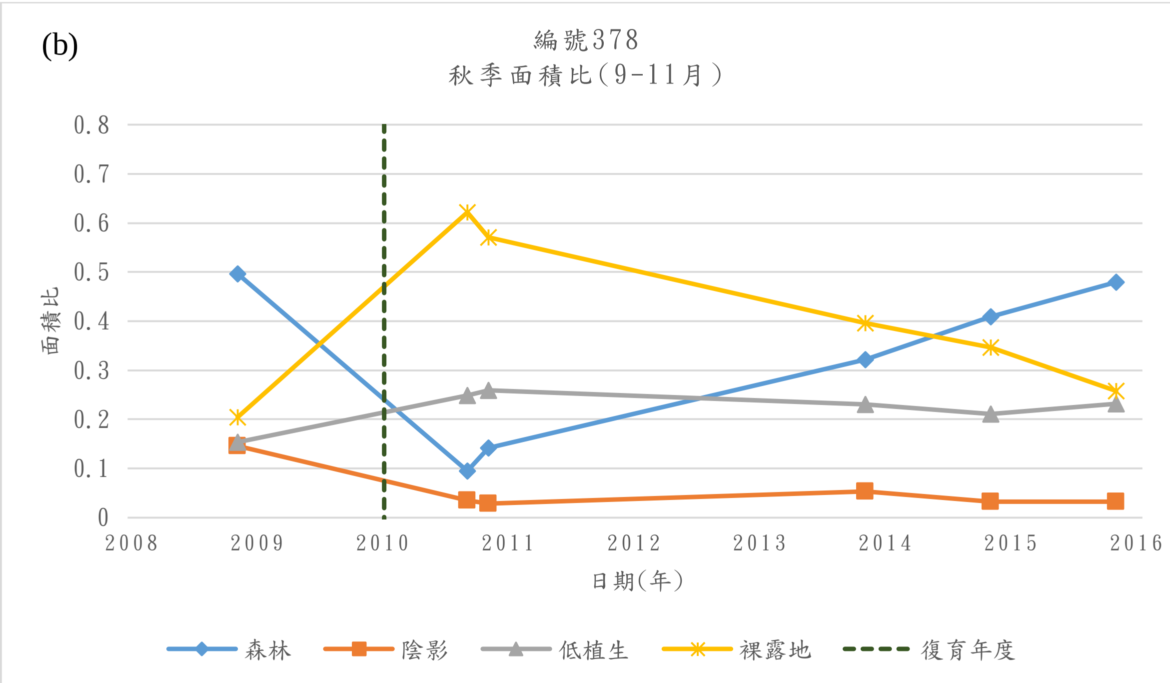
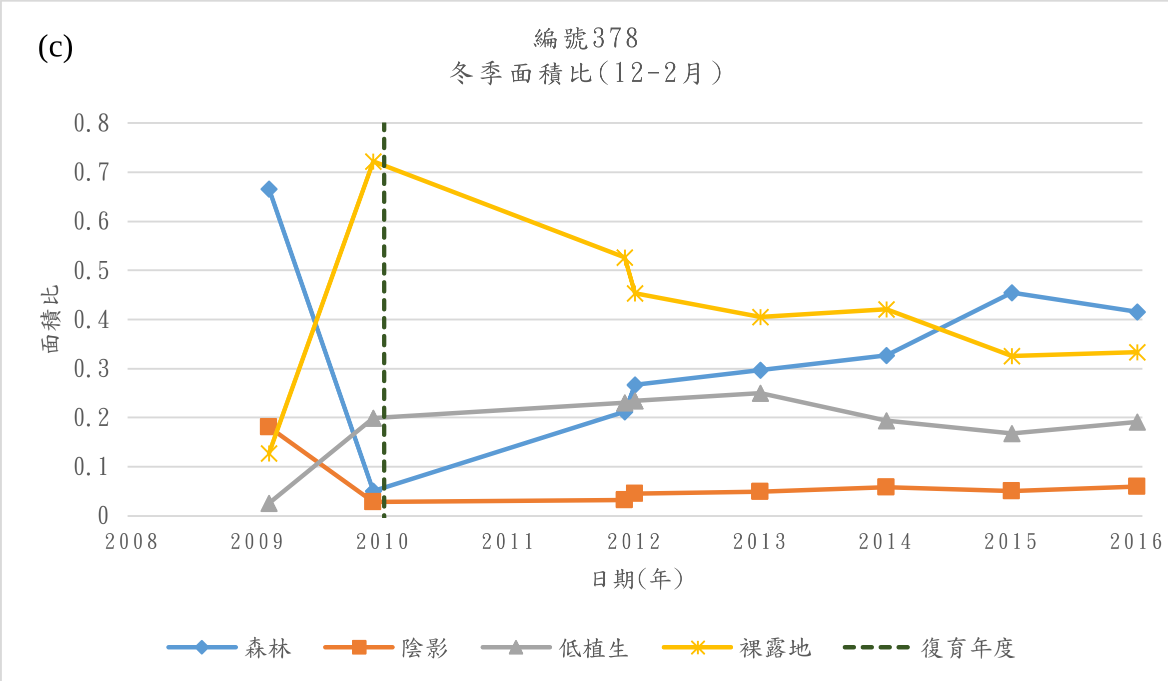


圖 3-36 嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等類型面積比例隨時間變化情形。

若進一步細分成春、夏、秋、冬等四個季節來討論，如圖 3-37 所示，2010 年後裸露地面積比逐年下降，而森林與低植生區逐年上升的趨勢就可以非常清楚地呈現出來，凸顯了此崩塌區復育後，近年來的確有良好的成效。由於台灣地處北半球，夏季為太陽直射的季節，所造成的地形陰影較其他季節少，植生也相對茂密，是較為理想的復育監測時間。


(a)
編號378
夏季面積比(6-8月)
面積比
日其(年)
森林
陰影
低植生
裸露地
復育年度


(b)
編號378
秋季面積比(9-11月)
面積比
日期(年)
森林
陰影
低植生
裸露地
復育年度



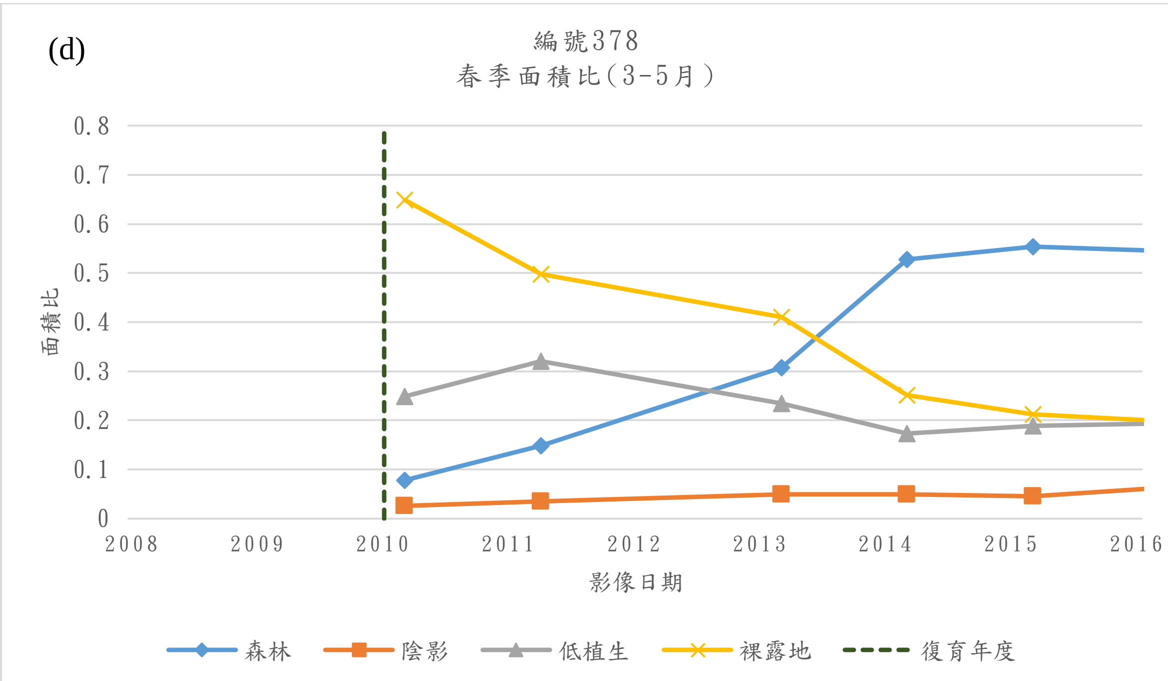


圖 3-37 嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等類型，依(a)夏季、(b)秋季、(c)冬季、與(d)春季來呈現面積比例隨時間變化情形。

3.5 實測與驗證

本計畫另一項工作重點，便是與高解析度航拍影像或 UAV 影像進行判釋之精度評估。首先會篩選農林航空測量所所提供 2001 年至今的彩色航拍正射影像，其拍攝時間與衛星影像拍攝時間相距必須在一個月內，且其間並無發生重大災害，造成地表劇烈變化，才能作為驗證的影像，圖 3-38 顯示了農林航空測量所提供的黑白影像(1980/11/30)與彩色影像(2015/10/27)兩個例子。接著對高解析度航拍影像進行人工判釋，並將成果視為地真資料，據以檢核本計畫使用衛星影像所判釋之成果。

如仍然無法以前述方式確認地真資料，則會運用 UAV，拍攝研究區域之超高解析度影像，並進行正射糾正處理，如圖 3-39 所示，紅框與黃框為此區域局部放大圖，透過超高解析度之影像，就可以很明顯看出森林與草地範圍，而整體判釋結果準確度檢核作業流程如圖 3-40 所示。

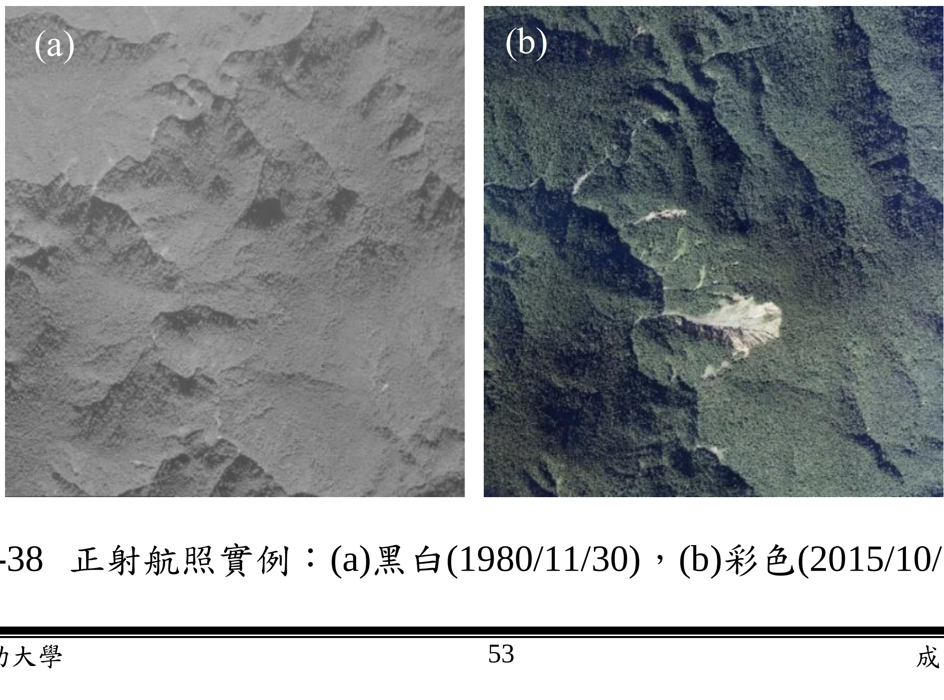


圖 3-38 正射航照實例：(a)黑白(1980/11/30)，(b)彩色(2015/10/27)。

圖 3-39 UAV 空拍正射影像，紅框與黃框為該區域原解析度。

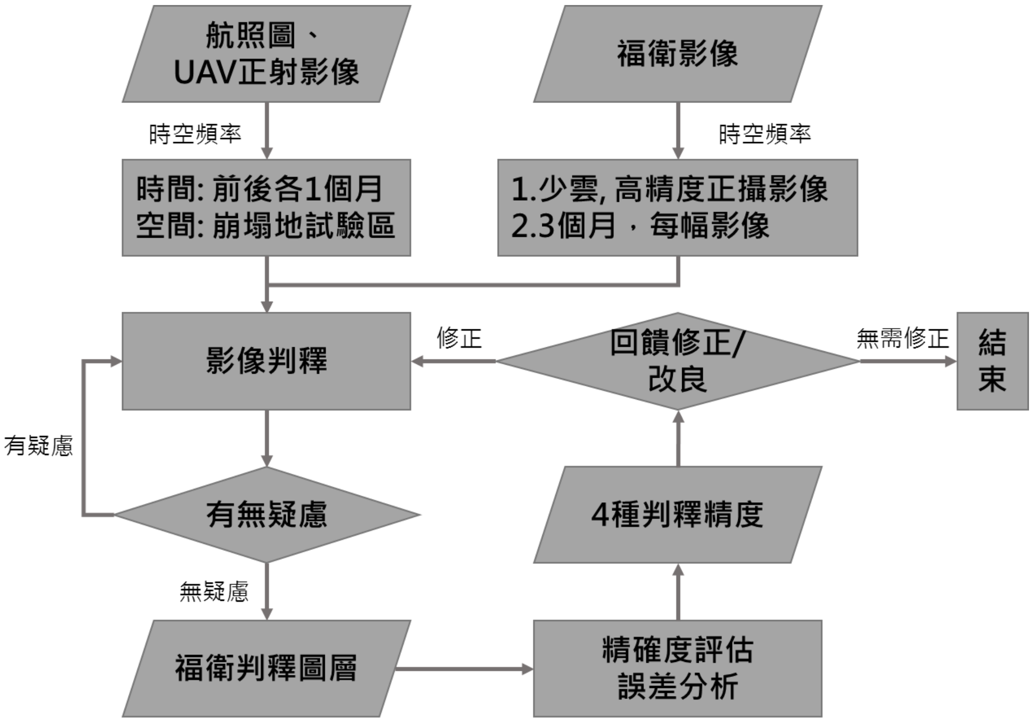


圖 3-40 判釋結果準確度檢核作業流程圖

根據上述方法，選定位於嘉義大埔事業區223，林班地編號378的列管崩塌地為例，精度檢核所使用的資料，為農林航空測量所提供2012年7月3日的航照影像，以此影像為依據篩選拍攝日期前後1個月的福衛二號影像，符合此條件的無雲福衛二號影像拍攝日期為2012年7月7日，與航照影像相差 4 天，植被的分布較不會產生劇烈變化，以本計畫判釋之結果來進行誤差矩陣之計算，可了解本計畫成果與航照判釋成果的差異情形。

植生復育判釋精度檢核的流程圖 3-40 所示，解析度25cm之航照先重新取樣降階成解析度2m後進行判釋，以便與解析度2m之福衛二號進行比對。福衛二號拍攝時會因太陽仰角較低，所以陰影範圍較大，但仍需依航照與福衛二號影像判釋之陰影成果取聯集並製作遮罩，同時套用到航照與福衛二號影像之判釋成果上，濾除那些在其中一幅影像中因陰影遮蔽而無法判釋，但另一幅影像卻有判釋成果的情形，以求比對之公平。

套用陰影聯集遮罩後，以航照判釋之成果當成地真資料，由表 3-3、表 3-4結果可得知，扣除陰影區的影響，以25cm解析度之航照影像為地真資料進行檢核，福衛二號2m影像判釋成果，整體精度均可達到86.4%以上，Kappa值為0.7234。而「森林」類別生產者精度可達94.0%，「裸露地」類別生產者精度79.0%，但「低植生」類別生產者精度57.2%。細

究其中的差異，主要為空間解析度的不同，造成低植生生產者精度或使用者精度仍有 40%左右的誤授或漏授情形。運用航空照片判釋低植生與森林的範圍，原本就可以達到 25cm 解析度之等級，雖然重新取樣降階成解析度 2m，仍可以保留低植生與森林範圍的許多細節；福衛二號影像空間解析度為 2m，較小的範圍原本就無法準確判釋，因而導致漏授現象，如圖 3-41 之例所示，再加上福衛二號之多頻譜影像實際空間解析度是 8m，是透過彩色融合技術來提高其空間解析度至 2m，位於類別邊界之像元，其頻譜訊息必然更容易受到其周遭像元之影響而得到混合之訊息，造成將森林與裸露地判釋成低植生，使得低植生判釋面積較大的誤授現象，如圖 3-42 之例所示。

表 3-3　嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 植生復育判釋精度檢核

判釋影像面積 97.34 公頃	
福衛二號影像	航空照片
	

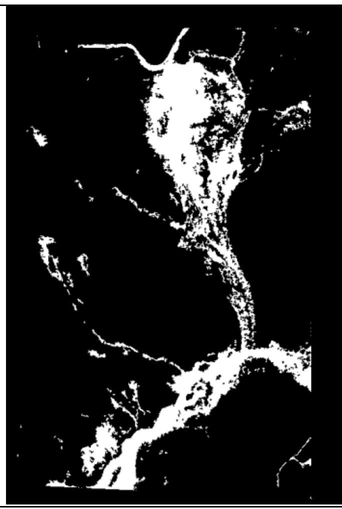
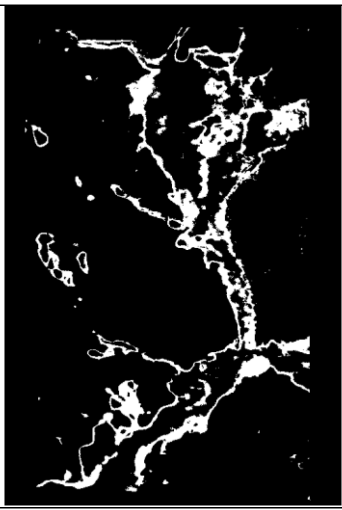
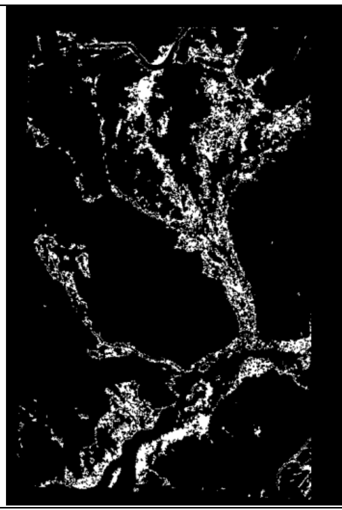
福衛二號影像森林判釋 65.29 公頃	航空照片森林判釋 66.08 公頃
	
福衛二號影像裸露地判釋 17.98 公頃	航空照片裸露地判釋 19.13 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 14.07 公頃	航空照片低植生判釋 12.14 公頃
	

表 3-4　嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 植生復育判釋誤差矩陣

整體精度	86.40%
Kappa 指標	0.7234

航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	155,191	6,990	1,043
低植生	8,810	17,367	8,991
裸露地	1,189	5,988	37,782

航照 / 福衛	森林	低植生	裸露地
森林	94.0%	23.0%	2.2%
低植生	5.3%	57.2%	18.8 %
裸露地	0.7%	19.7%	79.0%

福衛影像	誤授	漏授	生產者精度	使用者精度
森林	4.9%	6.1%	94.0%	95.1%
低植生	50.6%	42.8%	57.2%	49.4%
裸露地	16.0%	21.0%	79.0%	84.0%

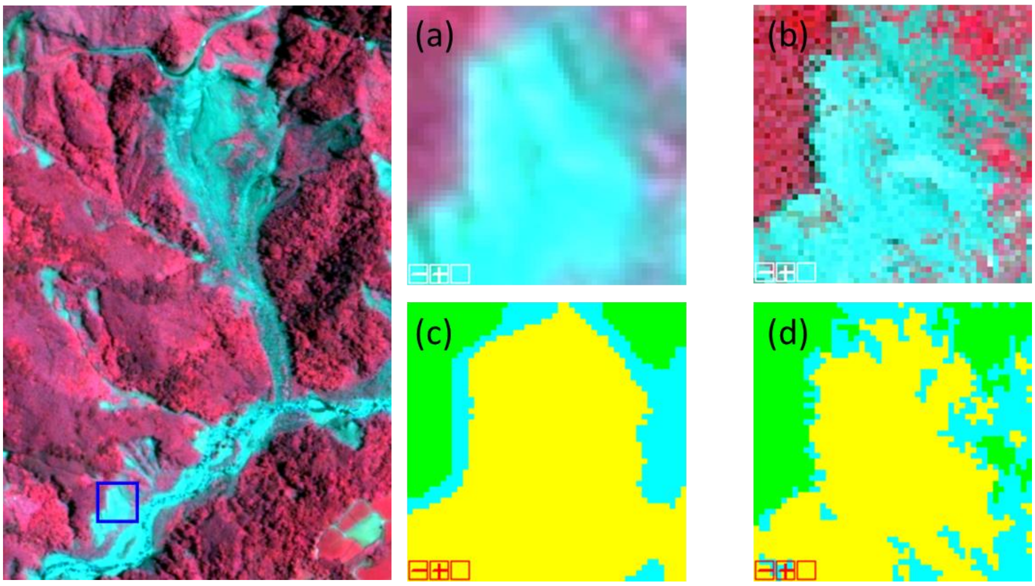


圖 3-41　福衛二號影像判釋漏授之實例說明，藍框範圍放大(a)福衛二號影像(b)航照影像(c)福衛二號影像判釋成果(d)航照影像判釋成果，黃色為裸露地、青色為低植生、綠色為森林

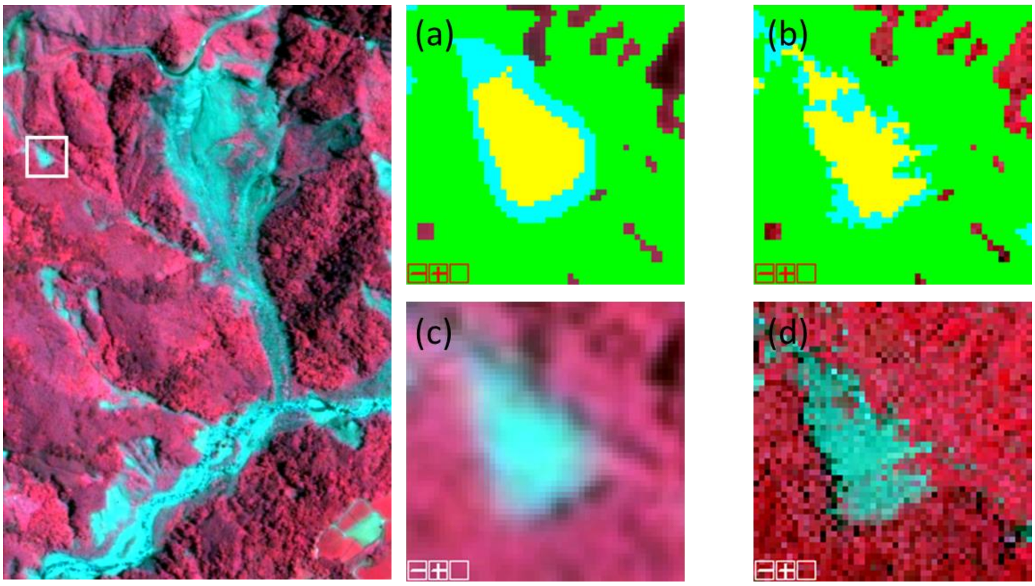


圖 3-42 福衛二號影像判釋誤授之實例說明，白框範圍放大(a)福衛二號影像(b)航照影像(c)福衛二號影像判釋成果(d)航照影像判釋成果，黃色為裸露地、青色為低植生、綠色為森林

3.6 建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程

因林務局崩塌地復育造林區域之部份區域不易到達，期望藉由遙測技術輔助，對於崩塌地復育監測發展一套實際可執行方法與流程，如圖3-2 針對造林區域資料與範圍彙整相關基礎資訊，分別使用高解析度衛星(2 m 以下)。本計畫使用福衛二號長達 12 影像資料庫為主要基礎判釋來源，因應目前福衛二號已除役，未來可使用相近等級衛星替代，如 SPOT-6、SPOT-7 或已升空的福衛五號，雖不同衛星之間可能存在波段、解析度、頻譜範圍的差異，但如果可以減少因為這些差異所產生的誤差，至實際監測執行可容許範圍，對於崩塌地復育監測可有效減少人力與成本。又因為高解析度衛星拍攝範圍較小，因此本計劃嘗試整合穩定供應之開放衛星資料，作為長期輔助監測之來源，以補足研究缺少的關鍵資訊。藉由執行林務局委辦之「運用衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」計畫過程中，發展福衛二號影像處理系統與崩塌地專家輔助判釋系統為基礎，再針對本計畫之需求，將蒐集高解析衛星影像與開放衛星影像，透過多元衛星影像處理系統，進行加值處理與整合應用。

本計畫分別以福衛二號和 Landsat-8 為主，完成之影像藉由地貌變異專家輔助判釋系統，進行變異判釋與圈繪篩定植生樣態，使用對於植生具有高分辨率 NDVI 與 Gn 為基礎指標，並結合蒐集衛星其他頻譜資訊作為輔助指標，提升植生樣態分類精確度與多樣性；而判釋監測頻度影像篩選

主要根據災害是否反覆發生的特性，分為「災害頻發區域」與「無二次重大災害區域」。除災害降雨強度與頻率等考量因素外，最後透過植生復育判釋成果，以三個月、六個月或一年等不同頻率，探討最適監測頻度，判釋精度與成果。使用農林航空測量所 25 公分解析度的航拍影像，與衛星影像進行比對，找尋同日期或相近日期(期間無災害發生)，可清楚看出樹冠植被情形，作為基本資料驗證基礎，如此處無合適或需要得知該區域最新情況，結合無人載具空拍(解析度 25 公分以下)，提升判釋正確性，最後將植生樣態分類成果資料，檢視崩塌地復育造林區域之情況，根據詳細變異資訊，擬定合適該區整治方法與策略，並可以有效監測列管崩塌地之情形。

3.7 教育訓練

本計畫於 2017 年 12 月 6 日於農林航空測量所和平辦公大樓 201 會議室「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」教育訓練，參加對象林航空測量所及林務局等業務相關之人員。課程內容包括計畫介紹與實際上機操作兩個部分，於課堂提供相關之課程教材，上課課程內容如表 3-5。上課情形如圖 3-43 所示。

時間	內容
13:00~13:30	報到
13:30~14:00	計畫介紹
14:00~14:30	分析崩塌復育樣區之 福衛二號影像蒐集原則與前置處理作業
14:30~15:00	多期判釋影像一致化加值處理 ─幾何精配準、輻亮度正規化
15:00~15:15	休息
15:15~15:45	福衛二號影像植生復育樣態應用頻譜指標判釋
15:45~16:30	運用植生復育樣態判釋成果 進行年間量化分析(實習)
16:30~17:30	綜合討論

表 3-5　教育訓練課程安排

圖 3-43 教育訓練上課情形(2017 年 12 月 06 日)

第 4 章 計畫成果

4.1 試驗區挑選

依照試樣區面積大小、復育年度、福衛二號影像幅數是否充足、是否有相對應航拍正射影像、歷年地貌變異、重大歷史災害影響等六點原則，對於 511 處列管崩塌地進行崩塌地試樣區評估，選出 15 處試驗樣區如表 4-1，接著再挑選與試驗區不重複之 15 處驗證區，如表 4-2 所示，與航照影像進行驗證。由於福衛二號拍攝條帶與試驗區位置，須將 15 處試驗樣區與 15 處驗證樣區分成 5 個區域(圖 4-1)。藍框為 5 區之影像範圍，紅星為 15 處驗證樣，紫星為 15 處驗證樣區，由這 5 區影像使用 F2AIPS 進行福衛二號影像前處理、多期影像幾何配準與多期影像輻亮度正規化。

表 4-1　崩塌地 15 處試驗樣區

項目	編號	林管處	年度	事業區	林班地	區域	林管處提供局之基期圖層面積(公頃)	復育方式
1	51	新竹	2006	大溪	134	1	30.19	打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水
2	54	新竹	2007	大溪	134	1	13.17	打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水
3	55	新竹	2008	大溪	134	1	34.41	打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水
4	61	新竹	2012	竹東	15 16	1	10.92	撒播種子、覆蓋草網
5	355	嘉義	2000	阿里山	162、164-169	2	47.53	栽植造林及播種
6	378	嘉義	2010	大埔	223	2	26.28	撒播種子
7	385	嘉義	2011	大埔	166	2	14.04	撒播種子
8	430	屏東	2010	旗山	19 20	4	14.76	木樁竹編柵

項目	編號	林管處	年度	事業區	林班地	區域	林管處提供局之基期圖層面積(公頃)	復育方式
9	431	屏東	2010	旗山	20	4	9.34	竹椿竹編柵
10	445	屏東	2011	潮州	4	3	49.30	撒播
11	450	屏東	2011	旗山	73	4	300.77	撒播
12	452	屏東	2011	旗山	103	4	40.02	撒播
13	454	屏東	2011	高雄市甲仙區東阿里關段		4	28.27	撒播 11 公頃及栽植林木 9.9 公頃
14	459	屏東	2012	旗山	74	4	120.81	撒播
15	462	屏東	2012	潮州	4	3	74.70	撒播

表 4-2　崩塌地 15 處驗證樣區

項目	編號	林管處	年度	事業區	林班地	區域	林管處提供局之基期圖層面積(公頃)	復育方式
1	391	嘉義	2011	大埔	126	5	7.13	撒播種子
2	400	嘉義	2011	阿里山	197 201	5	6.51	撒播種子
3	402	嘉義	2011	大埔	118	2	10.59	撒播種子
4	411	嘉義	2012	大埔	233	5	13.29	撒播種子
5	415	嘉義	2012	阿里山	136	5	6.00	撒播
6	424	嘉義	2012	阿里山	157	5	26.01	撒播
7	435	屏東	2010	旗山	66	4	21.63	整地、覆草網、截排水、撒播
8	440	屏東	2010	荖濃溪	58	4	11.23	撒播
9	442	屏東	2011	旗山	68	4	49.38	撒播
10	443	屏東	2011	旗山	69	4	14.94	撒播
11	451	屏東	2011	旗山	85	4	25.07	整地、截排水、撒播、打樁編柵
12	460	屏東	2012	旗山	75、76	4	67.77	撒播
13	461	屏東	2012	荖濃溪	56、57、58	4	122.05	撒播
14	463	屏東	2012	旗山	23	4	33.62	撒點播
15	482	台東	2010	大武	10	3	11.07	撒播種子

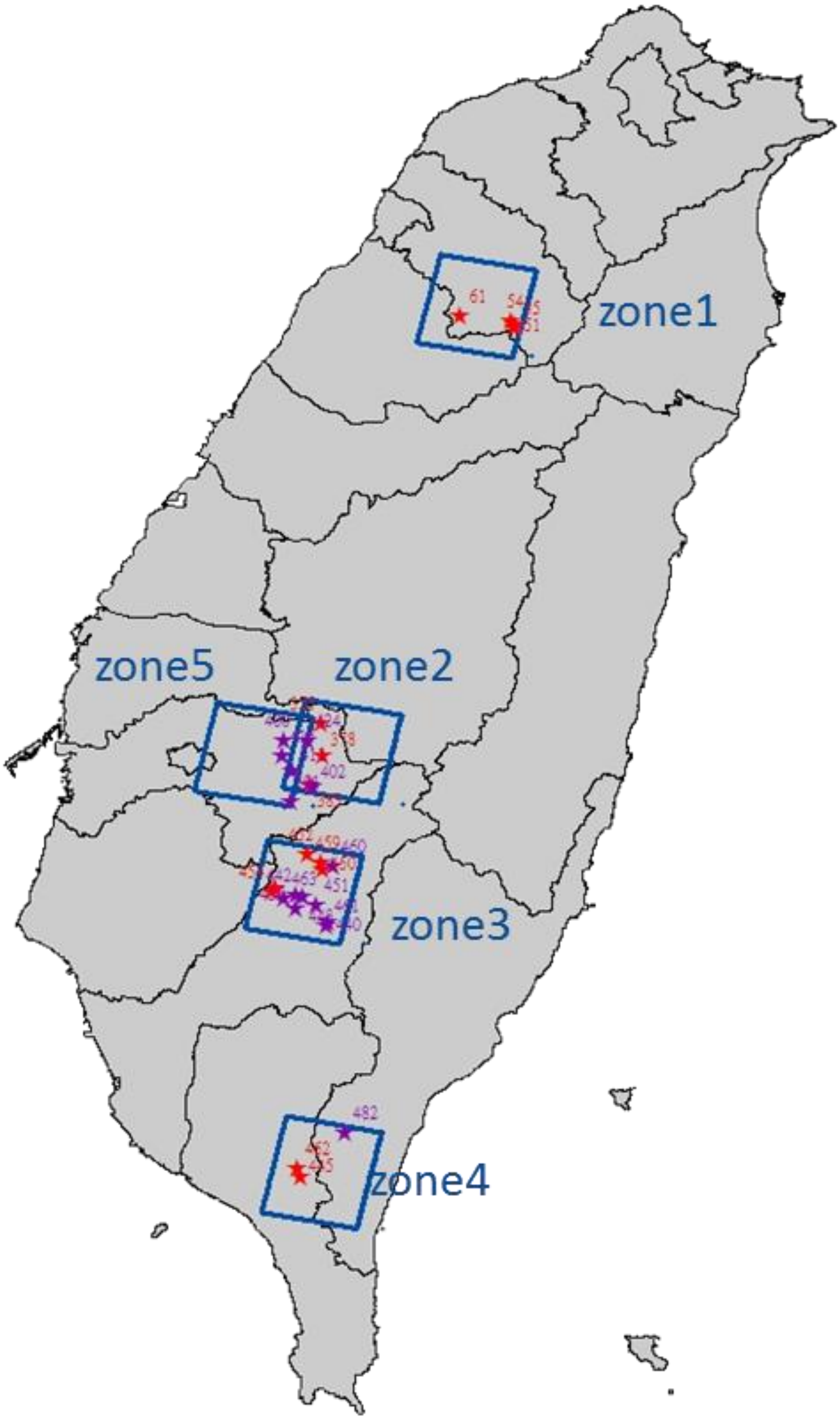


圖 4-1　將 30 處試驗區分成 5 個區域，藍框為 5 區之影像範圍，紅星為 15 處驗證樣，紫星為 15 處驗證樣區

4.2 福衛二號影像處理成果

以項目 6 之嘉義林管處大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地為例，由福衛二號每年影像(圖 4-2)先檢視是否有顯著的地貌變異，如果有顯著變化，則對此區域詳細挑選歷年來所有無雲之福衛二號影像日期，再以復育年度（2010 年）、航拍正射影像時間（表 4-3）與是否發生重大災害事件為挑選之條件，最後再將無雲之福衛二號取像日期與可用之航拍正射影像取像日期比對後，決定選用之福衛二號影像（表 4 3）。

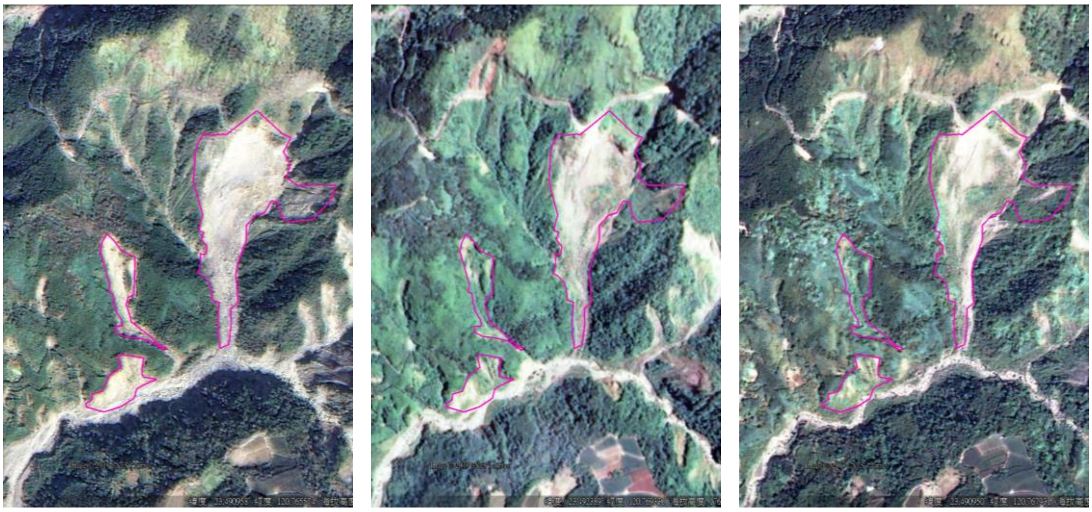


圖 4-2　嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地 (a)2010 年、(b) 2013、(c)2016 年福衛二號影像，桃紅色框為試驗區植生復育範圍。

表 4-3　嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地航照正射影像拍攝日期與影像基本資料

圖資類別	影像類別	拍攝日期	安全類型	圖號名	圖號
正射影像	彩色	2015/12/13	一般圖	特富野(四)	87932
正射影像	彩色	2014/02/25	一般圖	特富野(四)	65332
正射影像	彩色	2013/06/03	一般圖	特富野(四)	57907
正射影像	彩色	2012/07/03	一般圖	特富野(四)	49709

圖資類別	影像類別	拍攝日期	安全類型	圖號名	圖號
正射影像	彩色	2012/06/03	一般圖	特富野(四)	49587
正射影像	彩色	2009/08/25	一般圖	特富野(四)	9931
正射影像	彩色	2009/03/05	一般圖	特富野(四)	9930
正射影像	彩色	2009/01/03	一般圖	特富野(四)	55183
正射影像	彩色	2007/01/26	一般圖	特富野(四)	9929
正射影像	彩色	2005/11/08	一般圖	特富野(四)	9928
正射影像	彩色	2003/03/18	一般圖	特富野(四)	9927
正射影像	彩色	2001/10/22	一般圖	特富野(四)	32255
正射影像	彩色	2000/01/08	一般圖	特富野(四)	68980
正射影像	彩色	1996/10/24	一般圖	特富野(四)	68978
正射影像	彩色	1996/10/24	一般圖	特富野(四)	68979
正射影像	彩色	1980/07/15	一般圖	特富野(四)	46919

表 4-4 嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地無雲之福衛二號取像日期與可用之航拍正射影像取像日期

項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期
2008 年				2013 年			
1	2008/06/22	4		17	2013/01/15	4	
2	2008/11/15	4		18	2013/03/16	4	
2009 年				19	2013/08/27	4	
3	2009/02/03	4	2009/01/03	20	2013/11/23	4	
4	2009/08/24	4		2014 年			
5	2009/10/23	4		21	2014/01/17	4	
6	2009/12/12	4		22	2014/03/17	4	2014/02/25
2010 年				23	2014/11/23	4	
7	2010/03/06	4		2015 年			
8	2010/08/10	4		24	2015/01/15	4	
9	2010/09/11	4		25	2015/03/20	4	
10	2010/11/21	4		26	2015/06/09	4	
2011 年				27	2015/11/07	4	
11	2011/04/16	4		2016 年			
12	2011/08/17	4		28	2016/01/07	4	2015/12/13
13	2011/12/17	4		29	2016/04/07	4	
2012 年							

項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期
14	2012/01/03	4					
15	2012/07/07	4	2012/07/03				
16	2012/10/21	4					

4.3 開放衛星影像蒐集

蒐集 Landsat-8 與 Sentinel-2 等應用各種先進衛星對台灣地區所拍攝影像，透過影像自動化加值處理之技術，將來可對林務局 511 處列管崩塌地，實施崩塌地植生復育樣態判釋，達成長期持續監控之目標。目前開放衛星持續蒐集建置，如表 4-5 與表 4-6 為 Landsat-8 與 Sentinel-2 所蒐集之影像列表。以嘉義林管處大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地為例，蒐集歷年 Landsa-8 影像，去除雲覆率過高之影像後，共有 76 輻影像，如圖 4-3 所示。

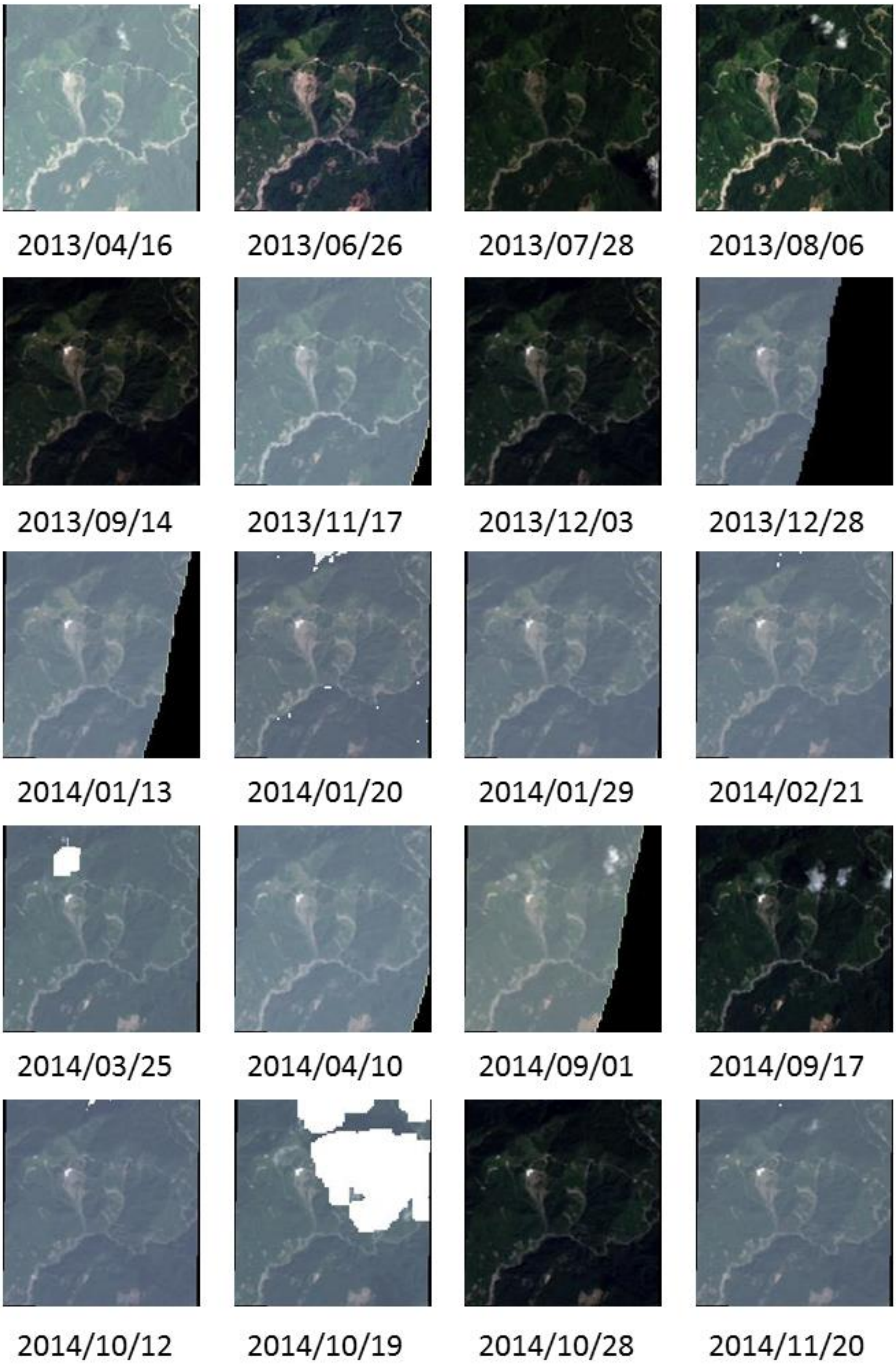
表 4-5　Landsat-8 影像蒐集列表 (102 年 5 月 25 日~106 年 11 月 21 日)

Landsat-8									
117	118	117	118	117	118	117	118	117	118
2017 年		2016 年		2015 年		2014 年		2013 年	
01/12	01/05	06/02	05/26	05/31	05/24	05/28	06/06	05/25	06/03
01/28	01/21	06/18	06/11	06/16	06/09	06/13	06/22	06/10	06/19
02/13	02/06	07/04	06/27	07/02	06/25	06/29	07/08	06/26	07/05
03/01	02/22	07/20	07/13	07/18	07/11	07/15	07/24	07/12	07/21
03/17	03/10	08/05	07/29	08/03	07/27	07/31	08/09	07/28	08/06
04/02	03/26	08/21	08/14	08/19	08/12	08/16	08/25	08/13	08/22
04/18	04/11	09/06	08/30	09/04	08/28	09/01	09/10	08/29	09/07
05/04	04/27	09/22	09/15	09/20	09/13	09/17	09/26	09/14	09/23
05/20	05/13	10/08	10/01	10/06	09/29	10/03	10/12	09/30	10/09
06/05	05/29	10/24	10/17	10/22	10/15	10/19	10/28	10/16	10/25
06/21	06/14	11/09	11/02	11/07	10/31	11/04	11/13	11/01	11/10
07/07	06/30	11/25	11/18	11/23	11/16	11/20	11/29	11/17	11/26
07/23	07/16	12/11	12/04	12/09	12/02	12/06	12/15	12/03	12/12

08/08	08/01	12/27	12/20	12/25	12/18	12/22	12/31	12/19	12/28
08/24	08/17	05/17	05/10	05/15	05/08	05/12	05/21		05/18
09/09	09/02	05/01	04/24	04/29	04/22	04/26	05/05		05/02
09/25	09/18	04/15	04/08	04/13	04/06	04/10	04/19		04/16
10/11	10/04	03/30	03/23	03/28	03/21	03/25	04/03		
10/27	10/20	03/14	03/07	03/12	03/05	03/09	03/18		
11/12	11/05	02/27	02/20	02/24	02/17	02/21	03/02		
	11/21	02/11	02/04	02/08	02/01	02/05	02/14		
		01/26	01/19	01/23	01/16	01/20	01/29		
		01/10	01/03	01/07		01/04	01/13		

表 4-6　Sentinel-2 影像蒐集列表(105 年 6 月 30 日~106 年 11 月 22 日)

Sentinel-2									
2017 年									
01/06	01/16	02/05	02/15	03/07	03/27	04/16	05/06	05/26	06/15
07/05	07/20	07/25	08/09	08/14	08/29	09/23	10/08	10/13	10/28
11/02	11/07	11/17	11/22						
2016 年									
06/30	07/20	10/28	12/07	12/27					


2013/04/16
2013/06/26
2013/07/28
2013/08/06
2013/09/14
2013/11/17
2013/12/03
2013/12/28
2014/01/13
2014/01/20
2014/01/29
2014/02/21
2014/03/25
2014/04/10
2014/09/01
2014/09/17
2014/10/12
2014/10/19
2014/10/28
2014/11/20


2014/11/29

2014/12/06

2014/12/15

2014/12/22


2014/12/31

2015/01/16

2015/01/23

2015/02/01


2015/02/17

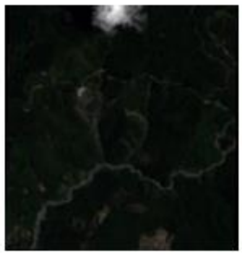
2015/02/24

2015/03/05

2015/03/21


2015/05/15

2015/06/09

2015/06/16

2015/06/25


2015/07/02

2015/08/03

2015/08/12

2015/10/31


2015/11/07
2015/11/16
2015/11/23
2015/12/02
2016/01/26
2016/03/07
2016/03/30
2016/04/08
2016/06/18
2016/07/04
2016/07/13
2016/07/20
2016/07/29
2016/09/22
2016/11/02
2016/11/25
2016/12/04
2016/12/11
2016/12/20
2017/01/05

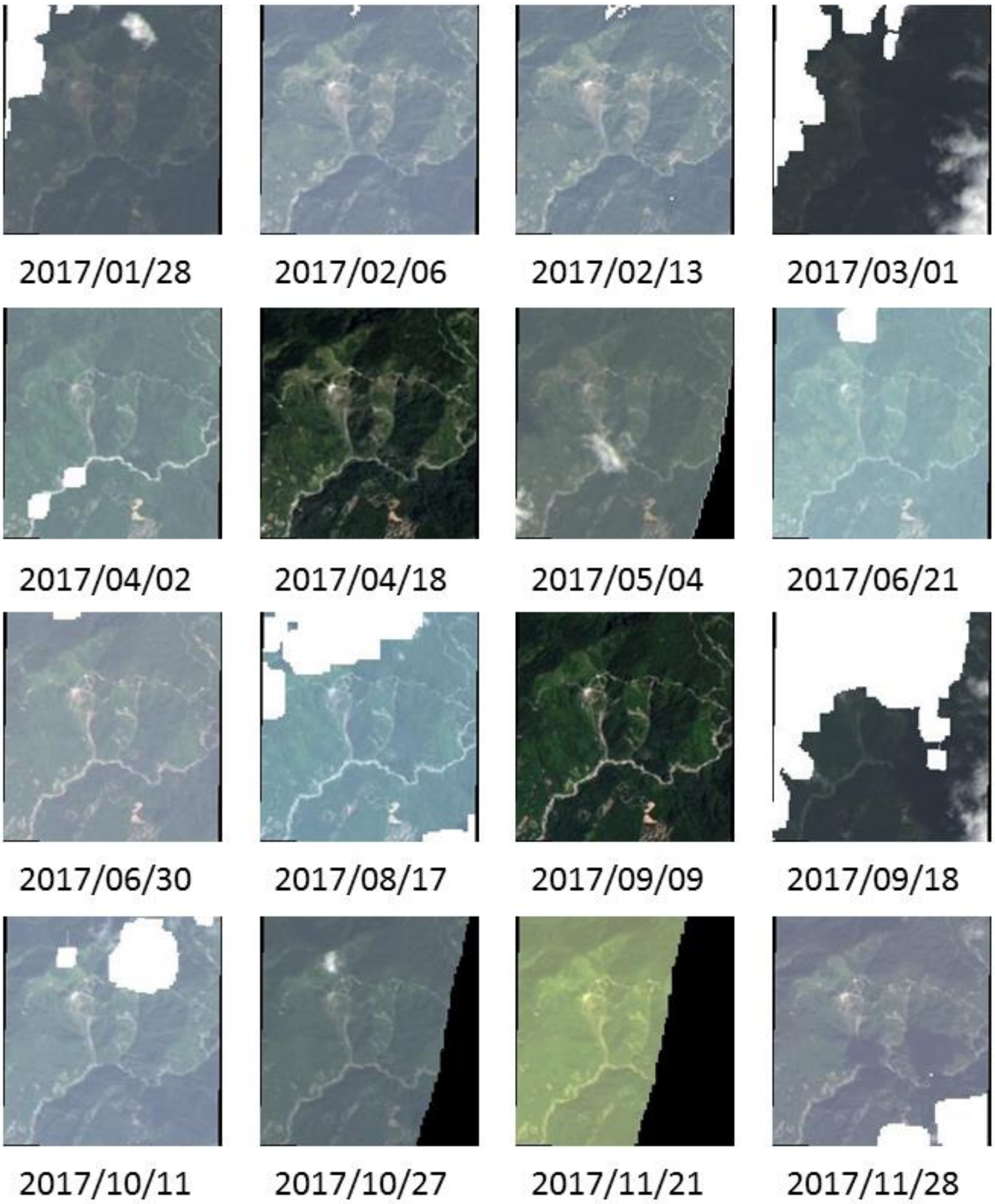


圖 4-3　嘉義林管處大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地 Landsa-8 影像蒐集

4.4 相對輻射校正與福衛二號影像品質

由於有些原始福衛二號影像所使用的 Gain 與 Offset 值，可能不是依照當時拍攝影像時的實際狀況所設定的最佳值，造成所關注區域內的影

像 DN 值動態變化範圍過小。相對輻射校正是利用 PIFs 建立待校正與基底影像之間的線性轉換關係，若原本基底影像上有許多不同 DN 值，而待校正影像相對應的 DN 值動態變化範圍卻太小，經過相對輻射校正後，會造成待校正影像上會產生許多相同的 DN 值，無法正確呈現彼此之間實際的差異，而若再利用這幅相對輻射校正後的影像來進行定量的 NDVI 計算，將產生嚴重的偏差。

以區域二為例，使用 2015/06/09 所拍攝的影像為基底影像，圖 4-4 為 2010/08/10 所拍攝的影像 PIFs 散佈圖，圖 4-5 為 2007/05/08 所拍攝的影像 PIFs 散佈圖，x 符號表示各波段未做相對輻射校正前 Root Mean Square Error(方均根差)的值，o 符號表示各波段做完相對輻射校正後方均根差的值，並且以顏色區分各波段（紅綠藍三個波段和洋紅為近紅外波段）。2007/08/10 所拍攝的影像品質較好，可明顯看到相對輻射校正後 PIFs 散布圖 o 在 1:1 線上呈線性關係，而 2007/05/08 所拍攝的影像品質較差，PIFs 在未做相對輻射校正前雖然有許多不同的 DN 值，但是其動態變化範圍卻太小，經過相對輻射校正後，造成待校正影像上產生了許多相同的 DN 值，無法正確呈現彼此之間實際的差異。

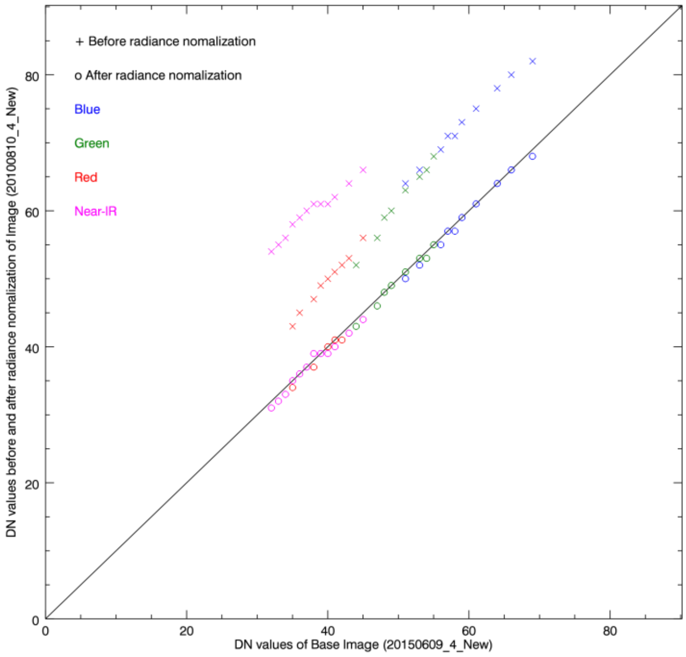


圖 4-4 PIFs 散佈圖(區域二 2010/08/10)，基底影像為 2015/06/09

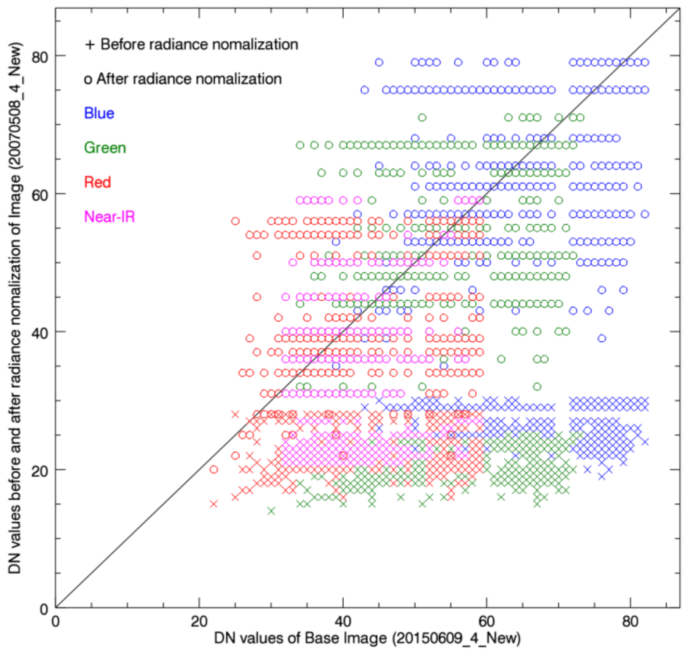


圖 4-5 PIFs 散佈圖(區域二 2007/05/08)，基底影像為 2015/06/09

區域一至五分別有 42、36、31、29、27 幅影像，使用之基底影像分別為 2015/06/09、2015/06/09、2015/06/19、2015/06/09、2013/09/19 所拍攝，經相對輻射校正後可用的影像分別有 19、18、11、14、15 幅，相對

輻射校正處理前後之時間序列圖分別如圖 4-6、圖 4-7、圖 4-8、圖 4-9 與圖 4-10 所示，相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列分別如圖 4-11、圖 4-12、圖 4-13、圖 4-14 與圖 4-15 所示。比較這些結果後顯示，影像未做相對輻射校正前，方均根差可高達 15，而做完相對輻射校正後，五個區域的影像各波段之方均根差都降到了 3 以下，5 個區域之相對輻射校正成果詳見**附錄五**，由於福衛影像經過相對輻射校正後刪減品質不佳影像，經相對輻射校正後可用的影像過少，造成 NDVI 時間序列圖將看不出變化趨勢，最後成果部分主要以各時期面積比進行討論。

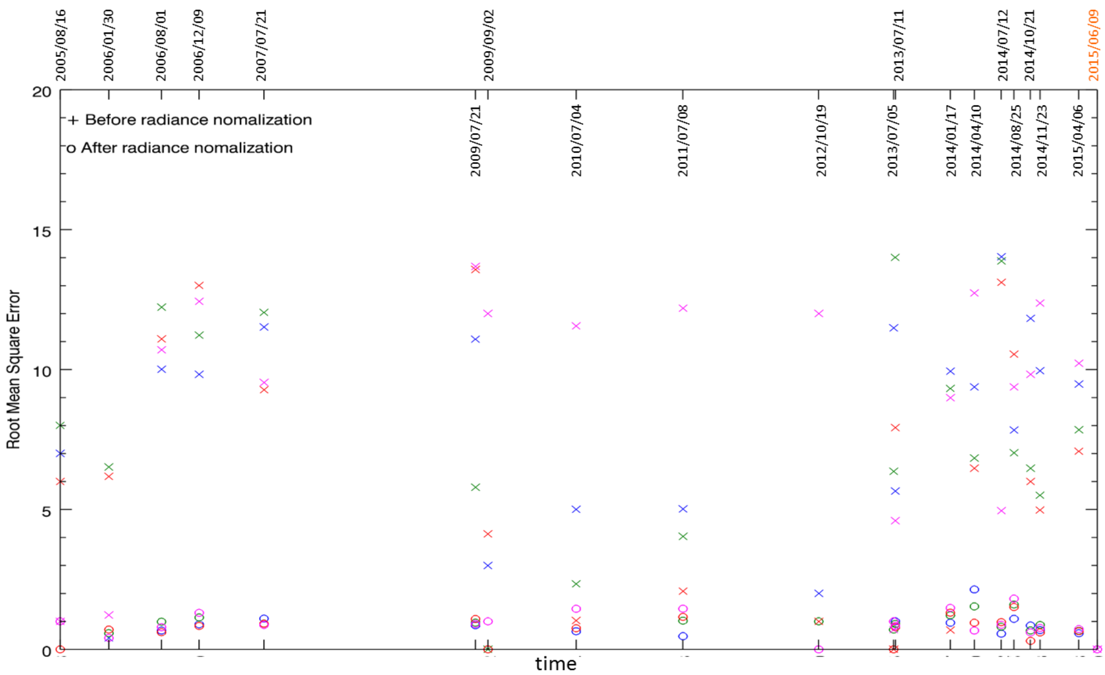


圖 4-6　相對輻射校正方均根差時間序列(區域一) x 為未做相對輻射校正前，o 為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為洋紅色。

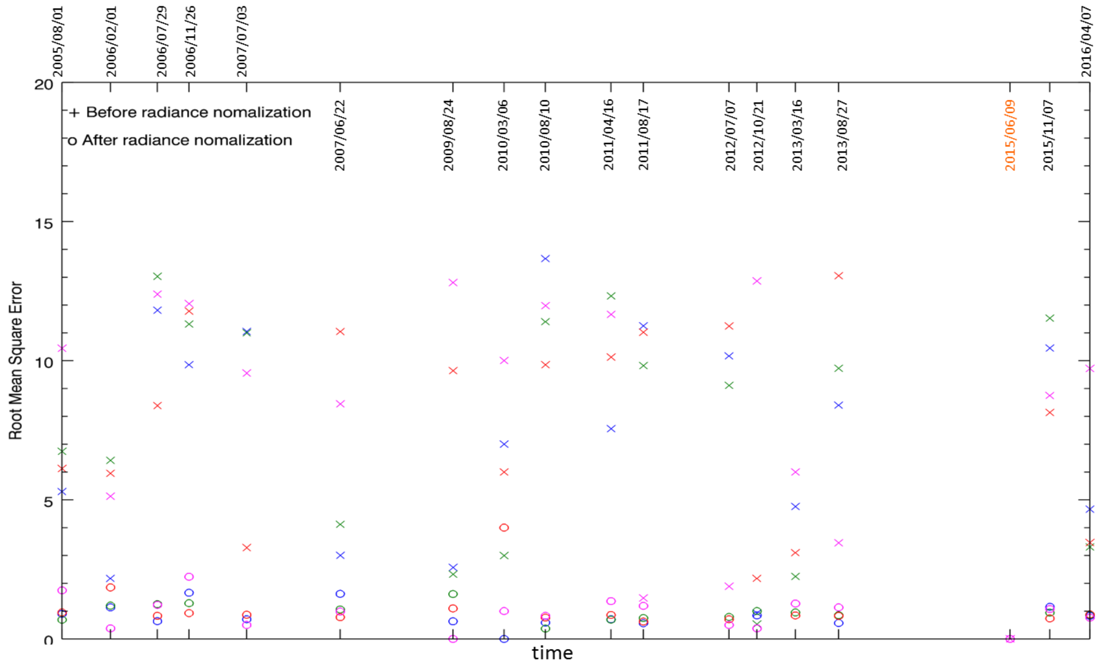


圖 4-7　相對輻射校正方均根差時間序列(區域二) x 為未做相對輻射校正前，o 為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為洋紅色。

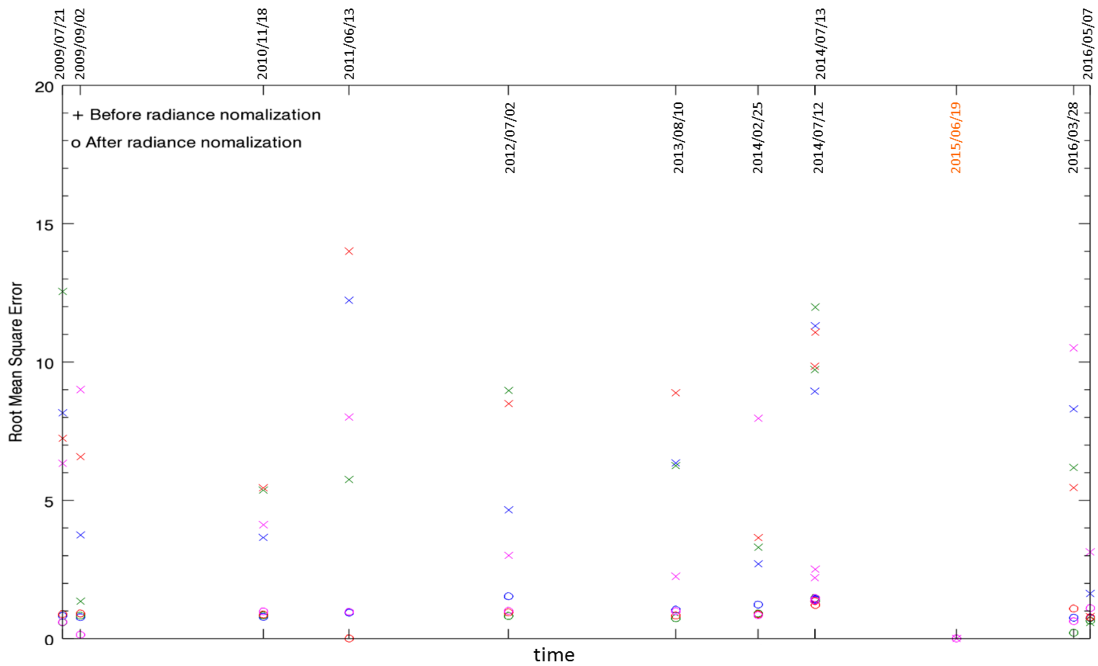


圖 4-8　相對輻射校正方均根差時間序列(區域三) x 為未做相對輻射校正前，o 為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為洋紅色。

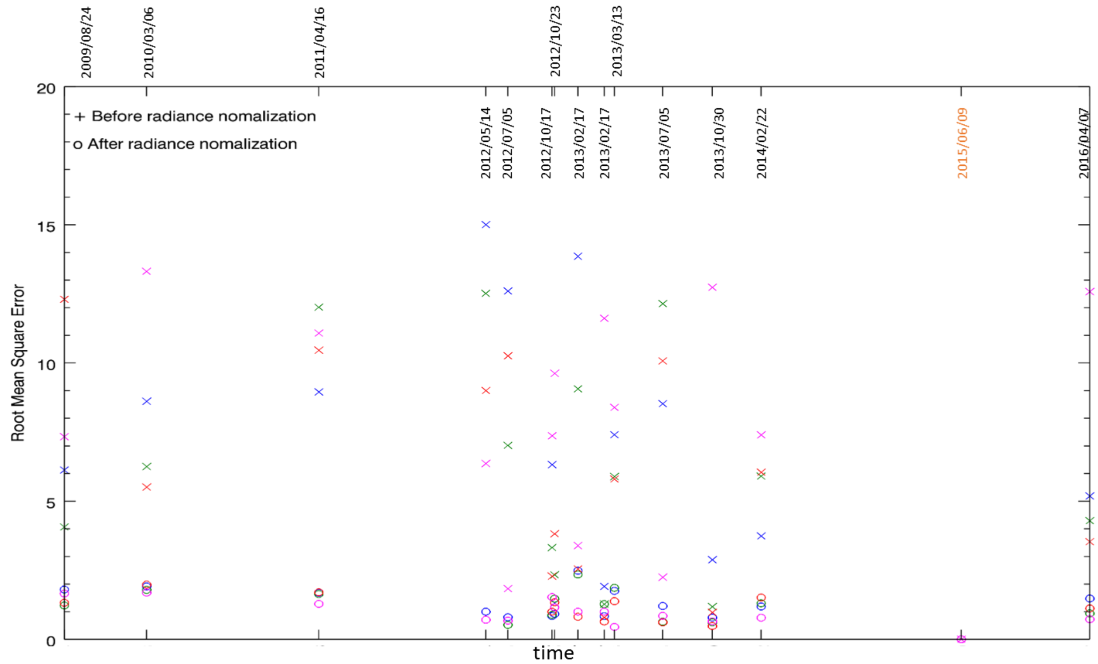


圖 4-9　相對輻射校正方均根差時間序列(區域四) x 為未做相對輻射校正前，o 為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為洋紅色。

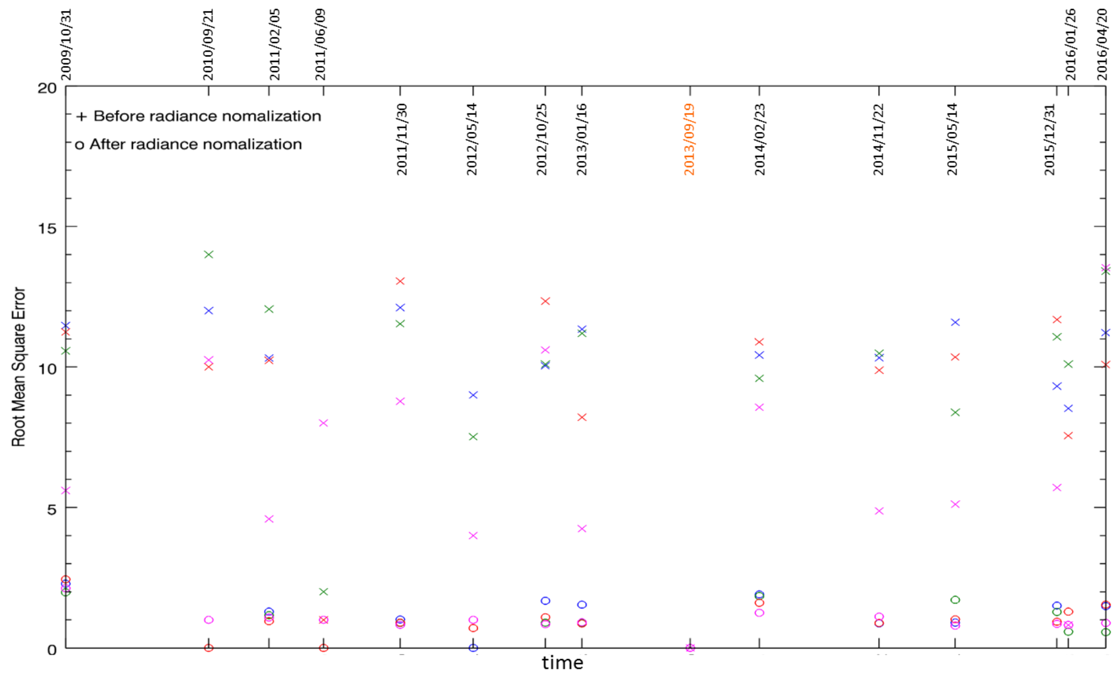


圖 4-10　相對輻射校正方均根差時間序列(區域五) x 為未做相對輻射校正前，o 為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為洋紅色。

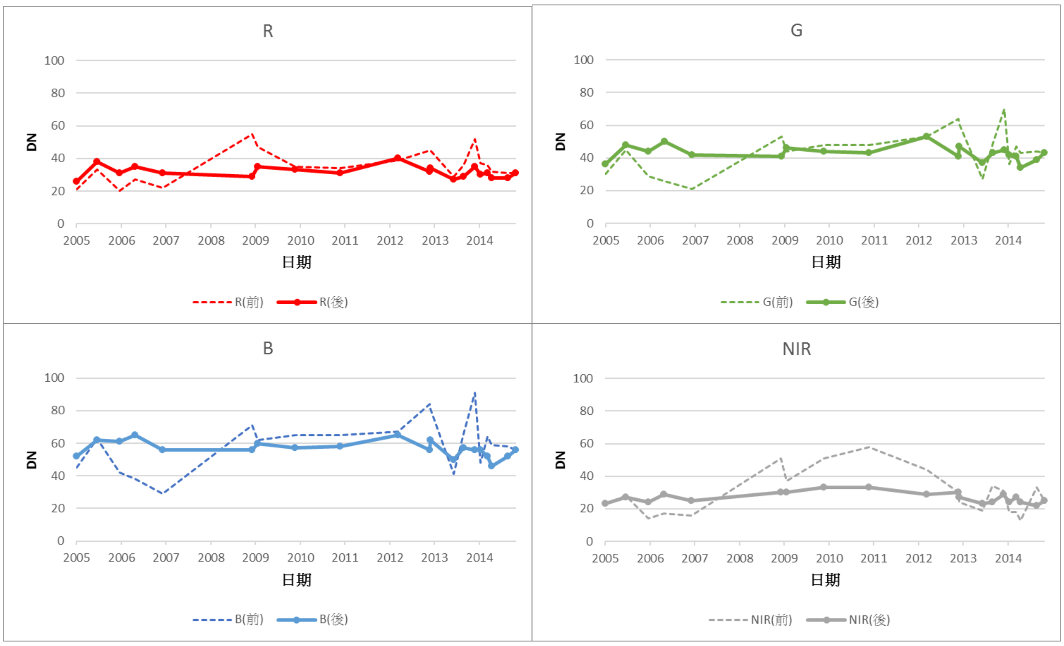


圖 4-11 相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列(區域一)，虛線為未做相對輻射校正前，實線為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為灰色。

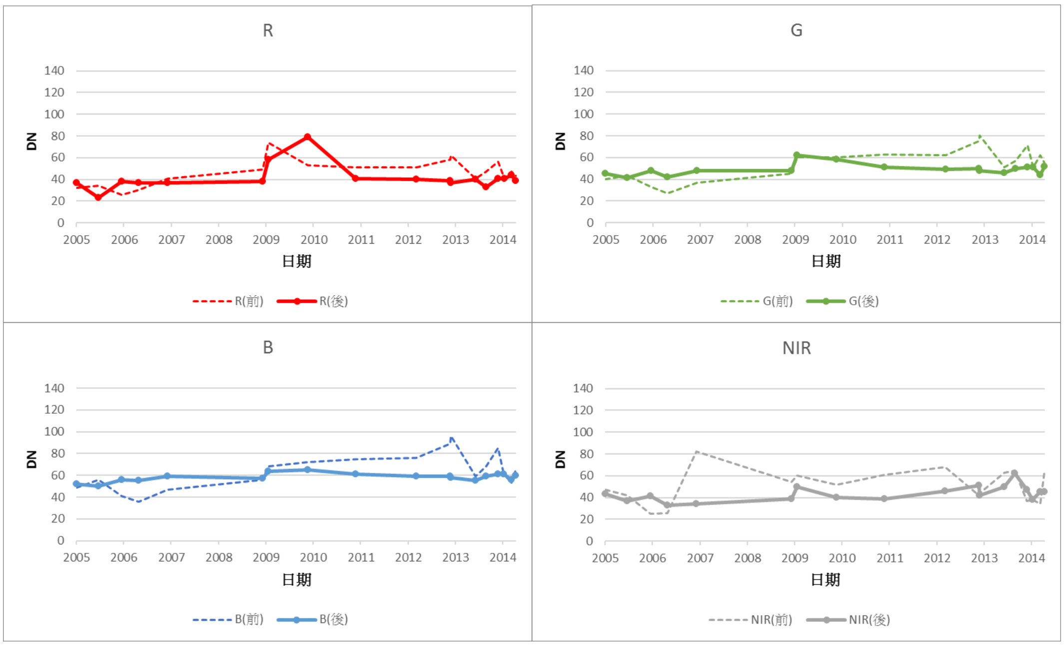


圖 4-12 相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列(區域二)，虛線為未做相對輻射校正前，實線為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為灰色。

圖 4-13 相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列(區域三)，虛線為未做相對輻射校正前，實線為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為灰色。

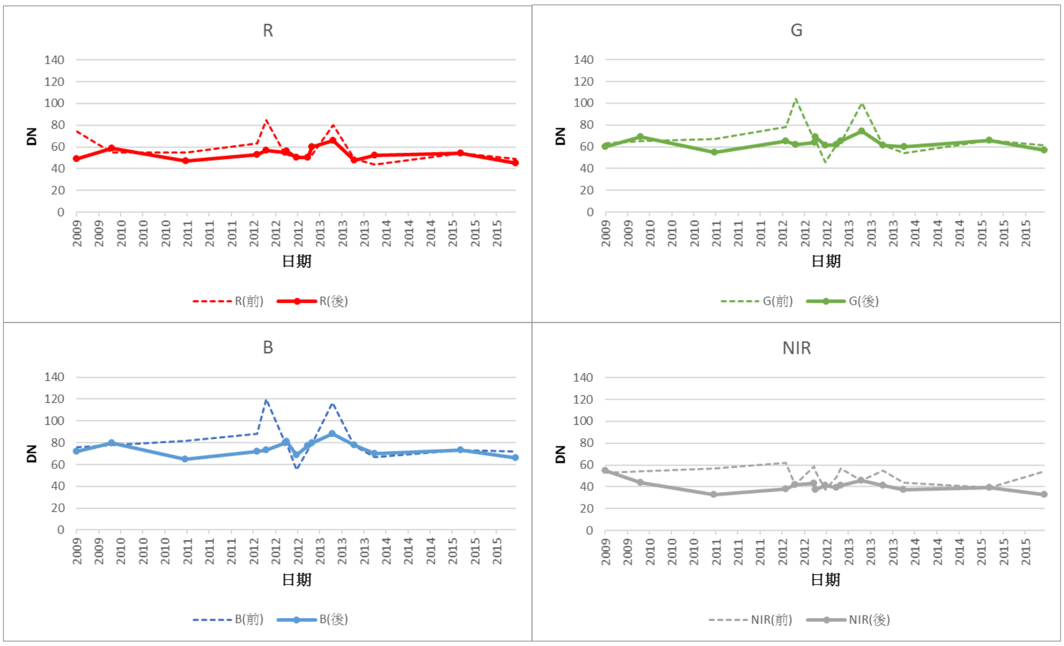


圖 4-14 相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列(區域四)，虛線為未做相對輻射校正前，實線為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為灰色。

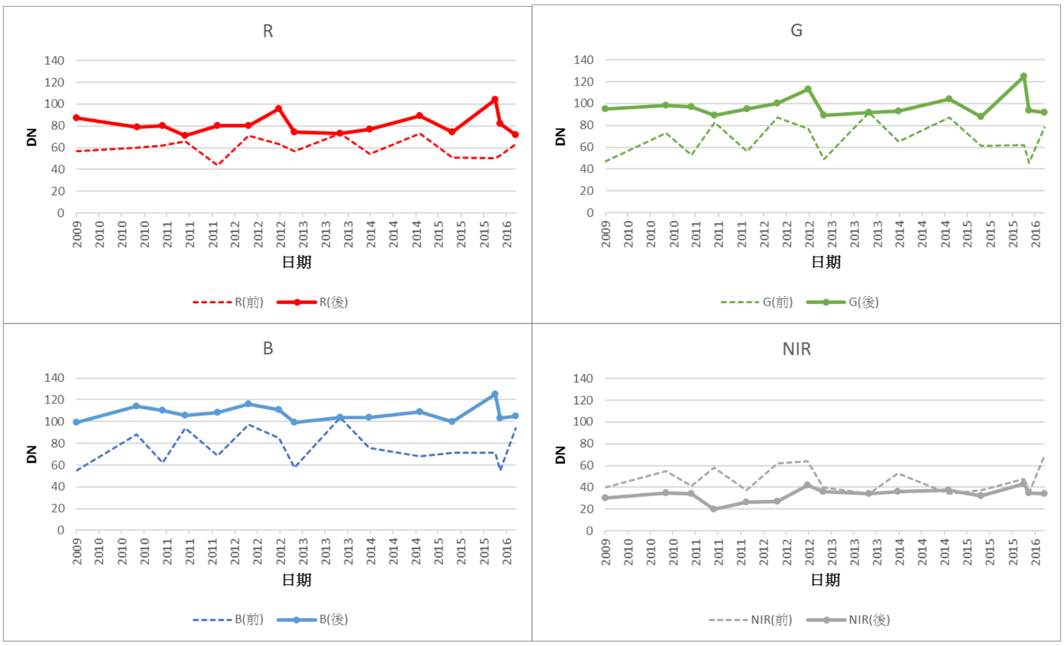


圖 4-15 相對輻射 PIFs 各波段 DN 值時間序列(區域五)，虛線為未做相對輻射校正前，實線為相對輻射校正後，以顏色代表各波段，而近紅外為灰色。

4.5 最合適之分析指標

本計畫除了福衛二號之外，也蒐集 Landsat-8、Sentinel-2 等各種不同解析度的光學衛星影像，以協助崩塌區復育造林成效定量評估，首先進行崩塌區自動判釋相關研究文獻回顧，結合 Yang 等人(2014)、(Liu 2015; 林恩如 et al. 2013)與 Ma 等人(2016)方法，最後決定採決策樹分類法與 NDVI、SI 與 Greenness 三種指標，自動選擇閥值並將試驗樣區內森林、裸露地、低植生、陰影判別出來。

利用決策樹分類法與 NDVI、SI 與 Greenness 三種指標，將植生復育樣態判別出來，以編號 378 樣區為例，福衛二號影像適宜將裁切只涵蓋

所關注之列管崩塌地，如圖 4-16 所示，這樣可以合理假設所有的道路與房屋等人工建物都已被排除在外，土地使用和土地覆蓋只有「裸露地」、「森林」、「低植生」和「陰影」等四種類型。在本計畫下，Landsat -8 與 Sentinel-2 主要為輔助性質，如果只裁切列管崩塌地範圍，會因為空間解析度導致像元數量不足，無法獲得具有代表性的閾值。故實際操作上，還是以整個嘉義地區的影像來處理較理想，如圖 4-17 所示。

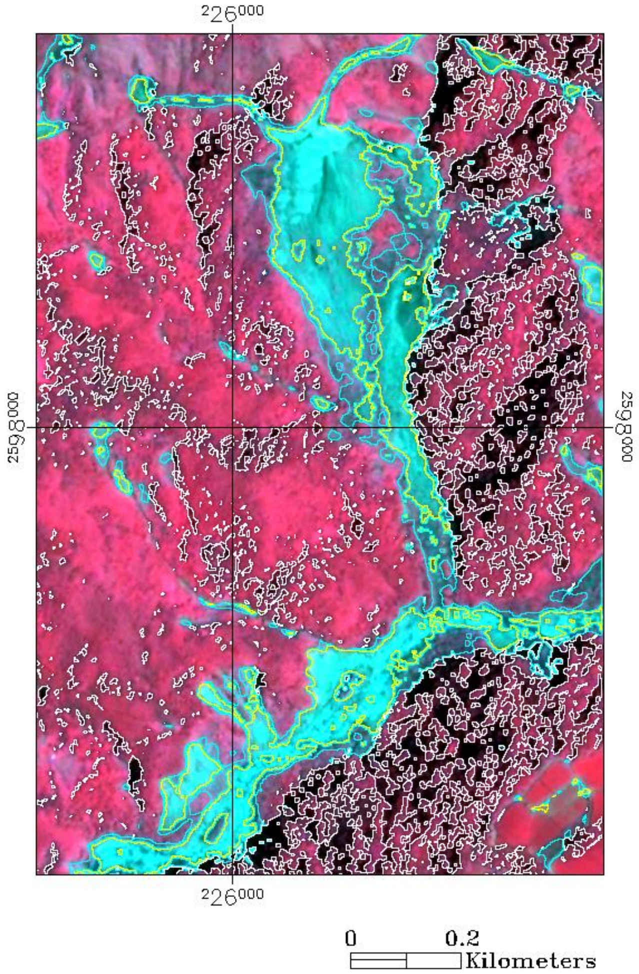


圖 4-16 嘉義大埔事業區 223 林班地編號 378 崩塌地於 2013 年 8 月 27 日福衛二號判釋成果，將裸露地區域邊界以黃色線段、低植生區域邊界以藍色線段和陰影區域邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上

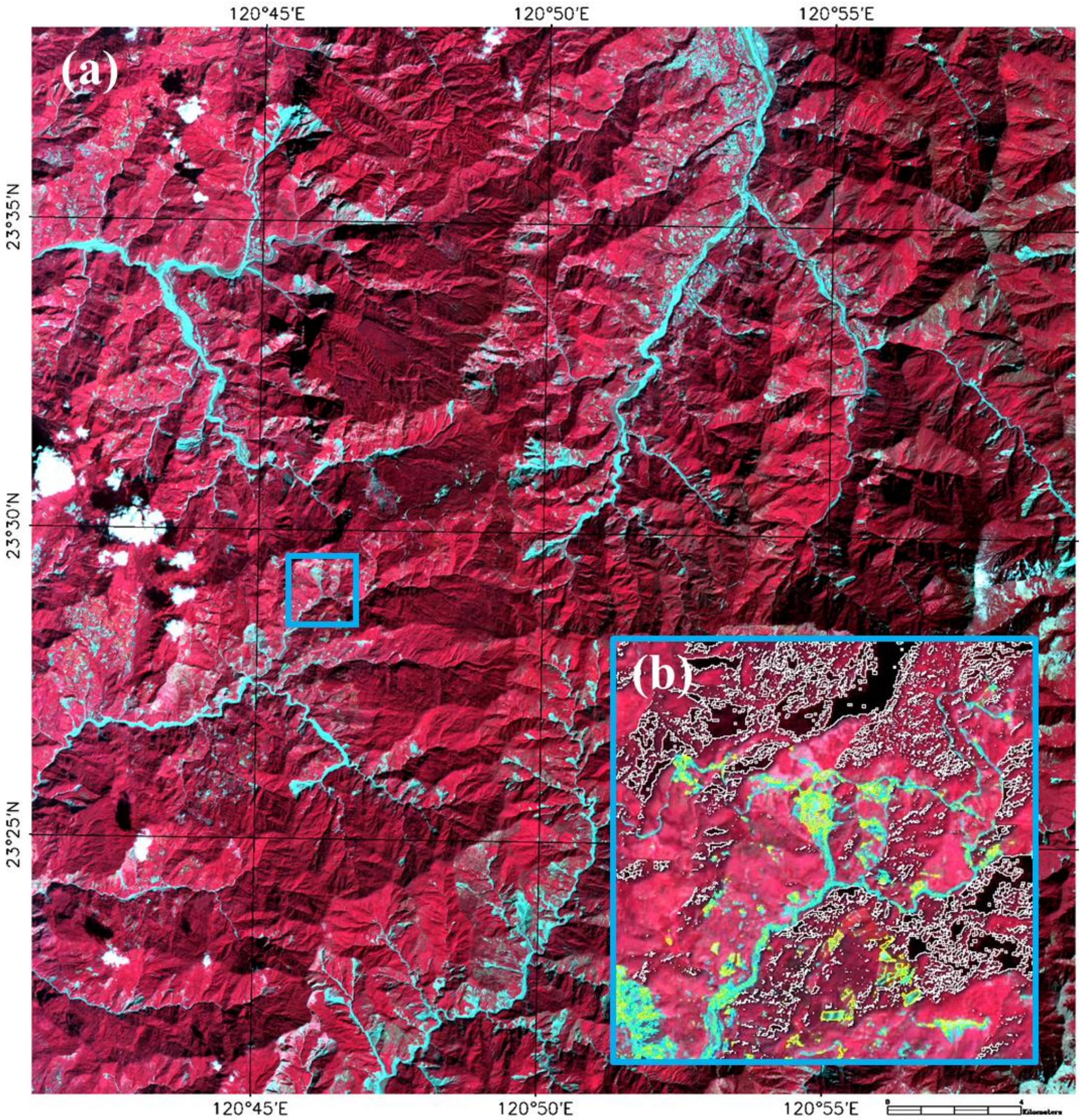
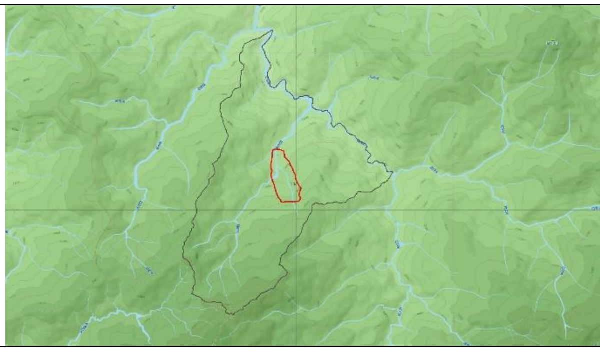
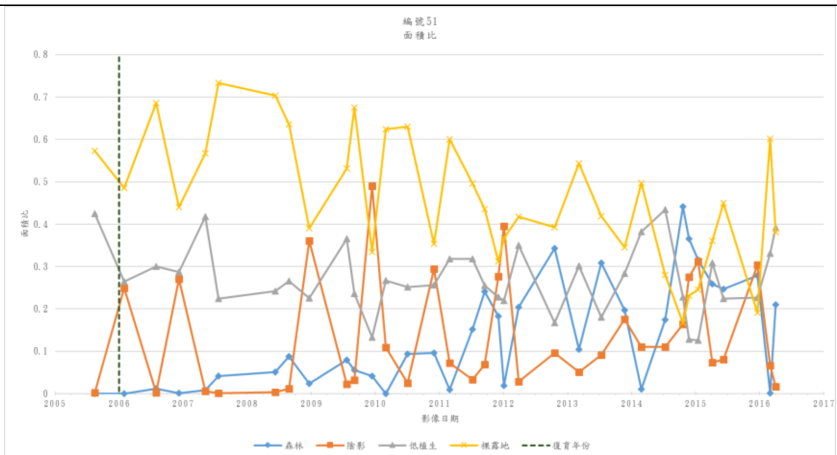
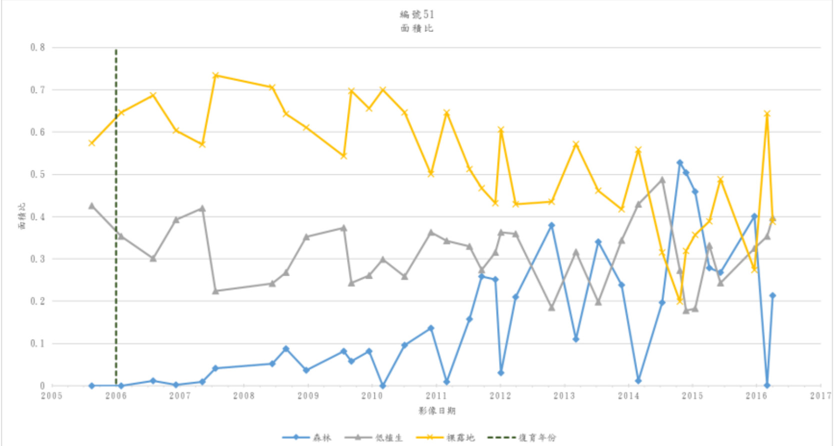
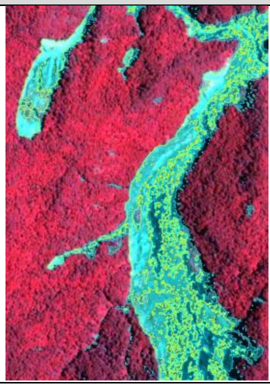
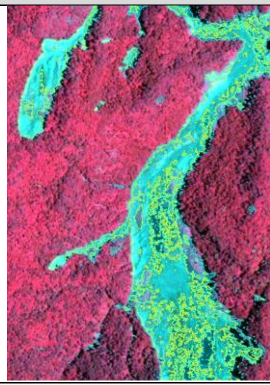
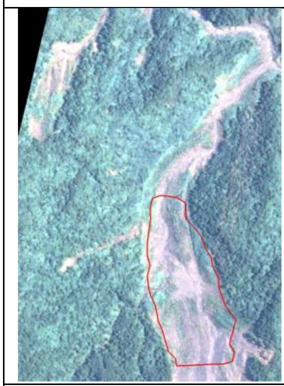
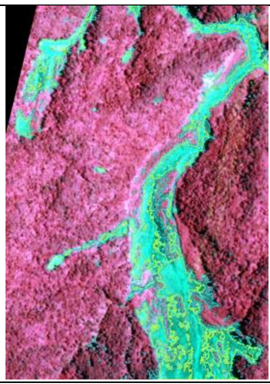
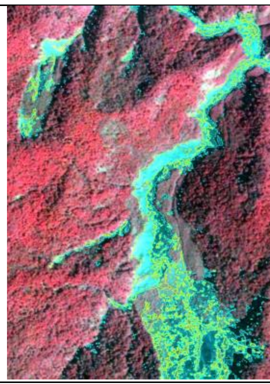


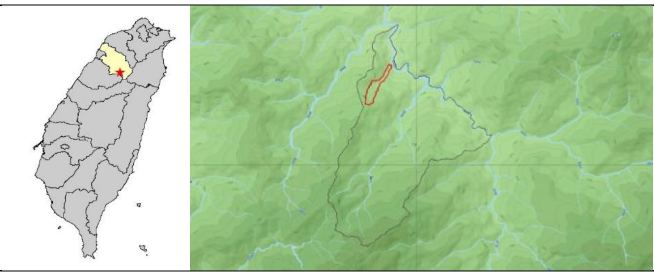
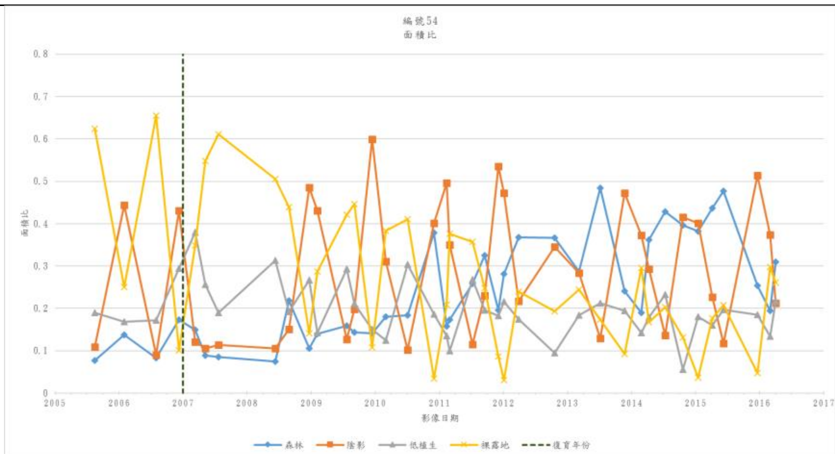
圖 4-17 嘉義地區於 2017 年 2 月 15 日由 Sentinel-2 所拍攝之影像，(a)標準假彩色組合：其中藍方框以原解析度，將裸露地區域邊界以黃色線段、低植生區域邊界以藍色線段和陰影區域邊界以白色線段套疊至標準假彩色組合的影像上顯示於(b)

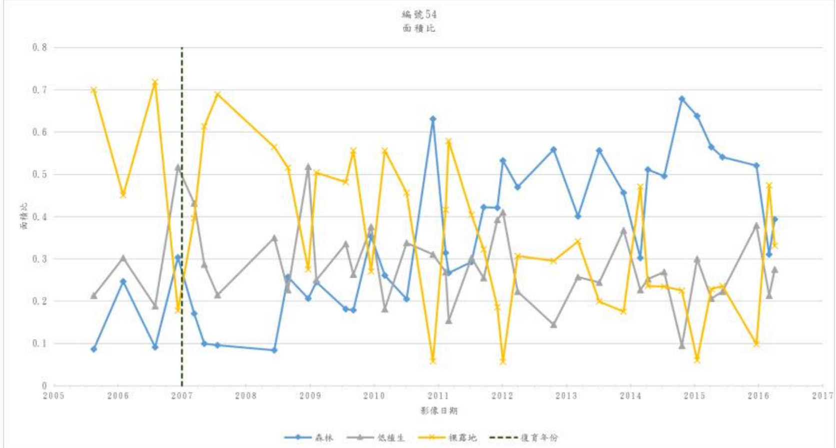
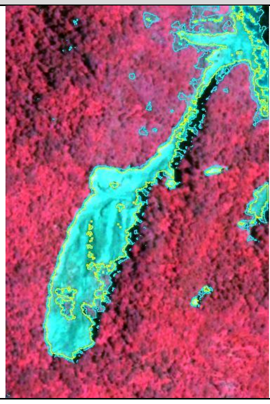
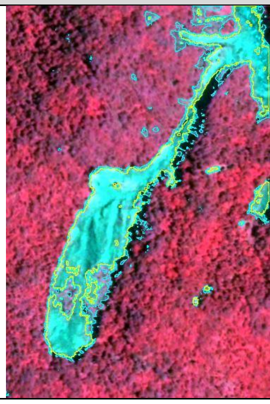
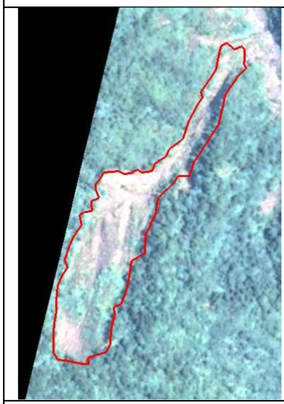
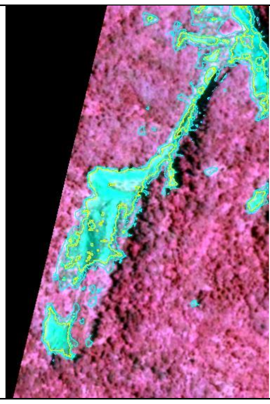
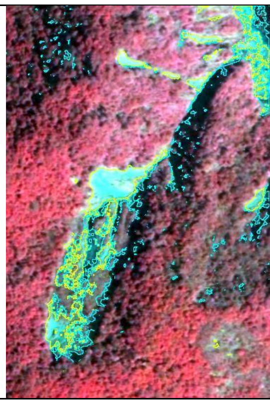
4.6 植生復育樣態面積計算

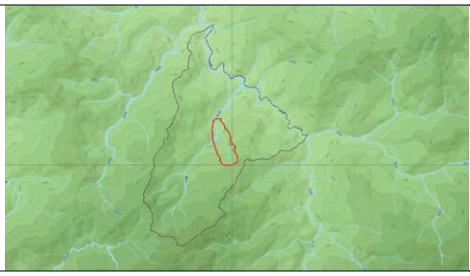
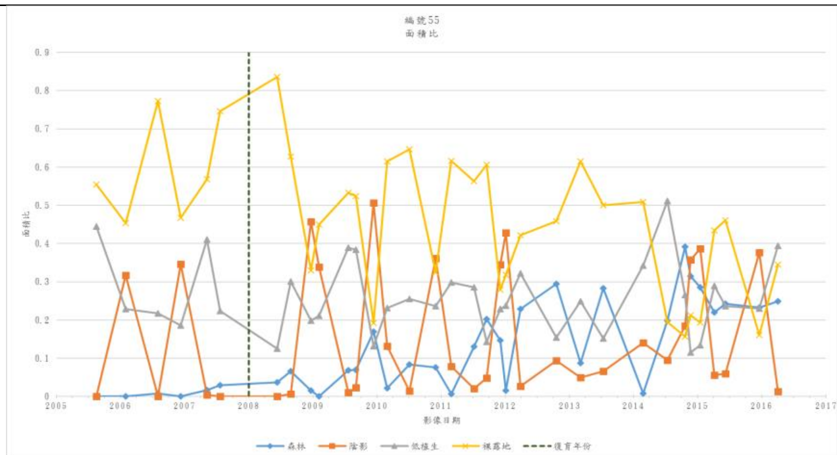
本計畫從列管 511 處崩塌地挑選出 15 處試樣區，進行崩塌區復育造林成效定量評估，成果表列如下：

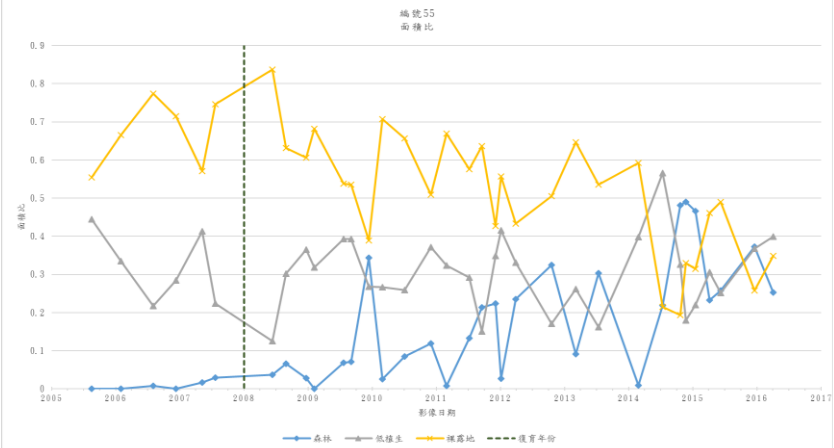
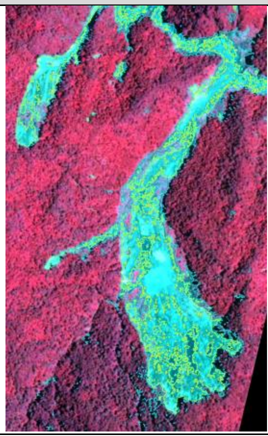
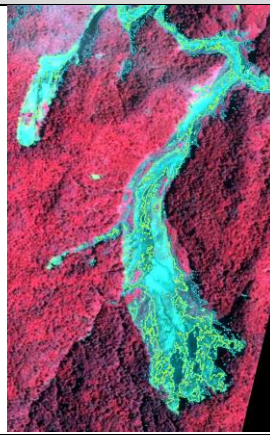
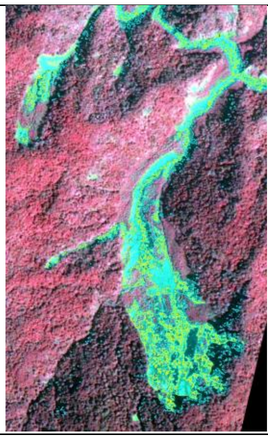
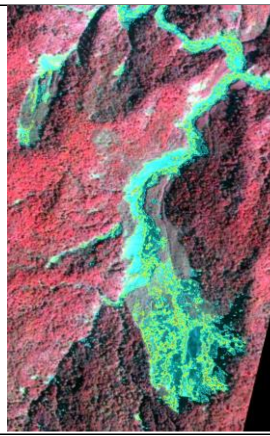
編號 51			
林管處	新竹	事業區	大溪
林班地	134	復育時間	2006 年
林管處提供局之基期圖層面積		30.19 公頃	
坡度	45-55°	海拔	1200-2000 公尺
復育方式	打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水		
撒播或栽植樹種、草種	栽植樹苗台灣櫸、桉樹或楓香、撒播草種		
步行來回所需時間	車程來回 4-5 小時，步行來回 16 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 因地質脆弱，再次崩塌，無土壤岩壁保留自然岩面裸露；並持續監測，自然復育。 2. 受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，直接從福衛二號影像上可看出有部份已有植被覆蓋。		
位置	 		
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	2 幅(96223089、96223090)		
福衛 2 號影像數目	35 幅		
各時期面積比			

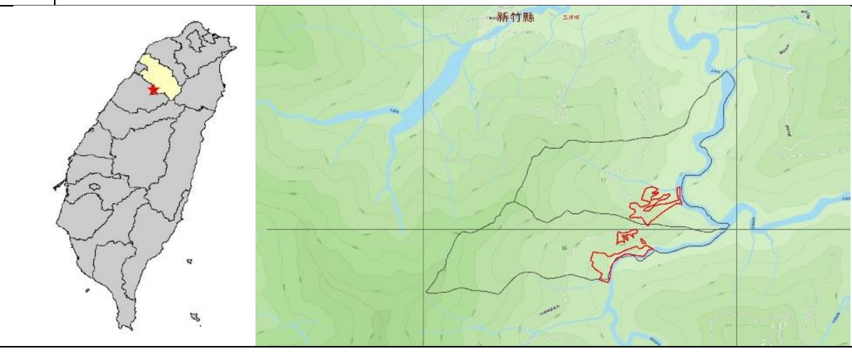
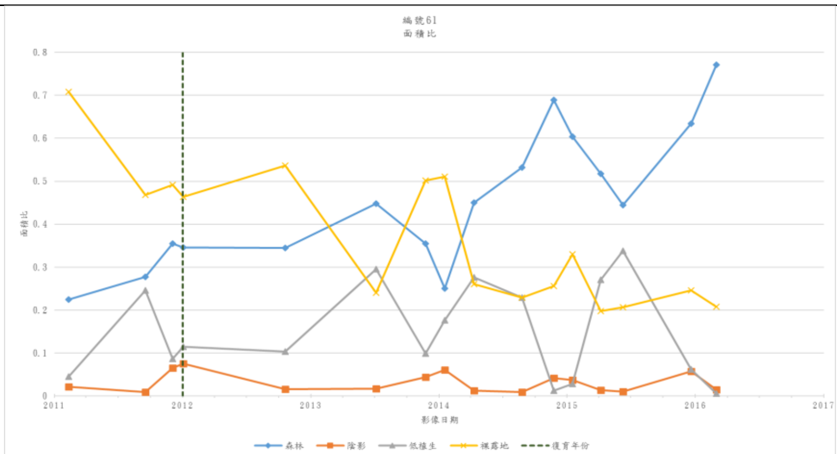
<table>
<tr><th colspan="4">編號 51</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2005/08/16(復育前)</td><td colspan="2">2006/08/01(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/07/08(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/02(最新一期影像)</td></tr>
</table>

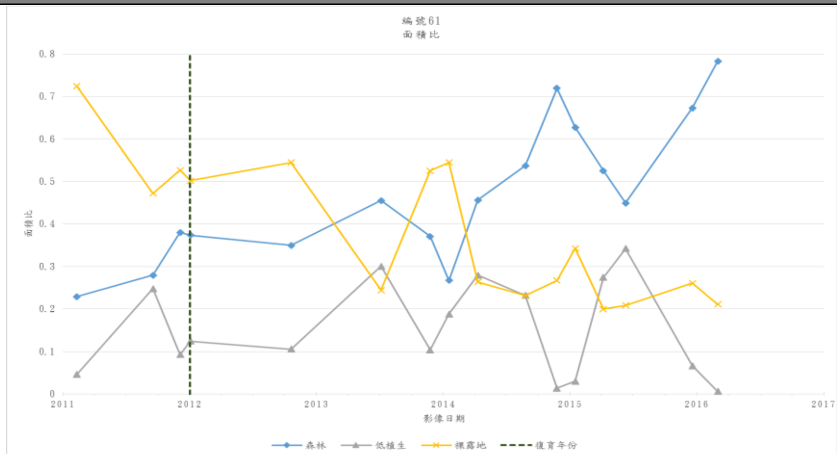
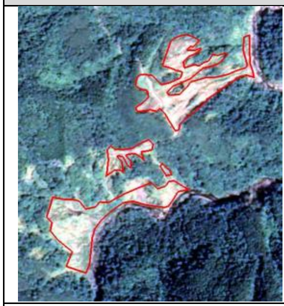
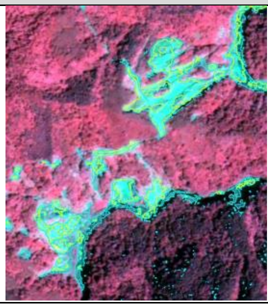
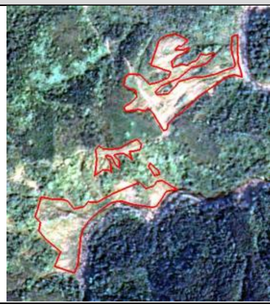
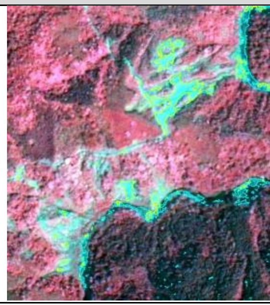
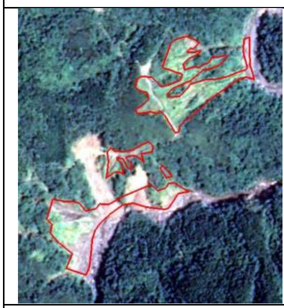
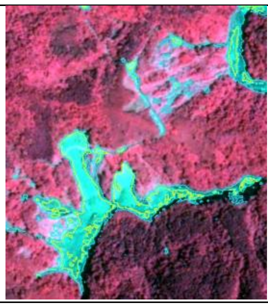
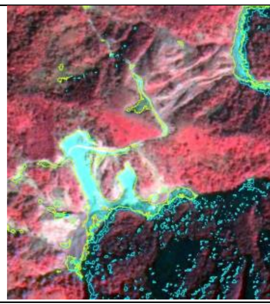
編號 54			
林管處	新竹	事業區	大溪
林班地	134	復育時間	2007 年
林管處提供局之基期圖層面積		13.17 公頃	
坡度	45-55°	海拔	1400-2000 公尺
復育方式	打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水		
撒播或栽植樹種、草種	撒播赤楊、撒播草種		
步行來回所需時間	車程來回 4-5 小時，步行來回 16 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 因地質脆弱，再次崩塌，無土壤岩壁保留自然岩面裸露；並持續監測，自然復育。 2. 受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出有部份已有植被覆蓋。		
位置			
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(96223089)		
福衛 2 號影像數目	38 幅		
各時期面積比			

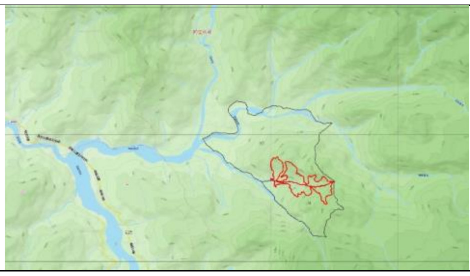
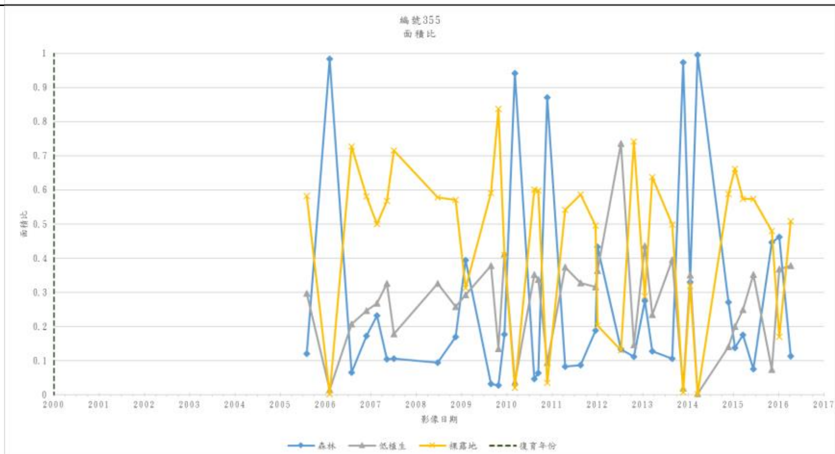
<table>
<tr><th colspan="4">編號 54</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2006/08/01(復育前)</td><td colspan="2">2007/07/21(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/07/08(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/02(最新一期影像)</td></tr>
</table>

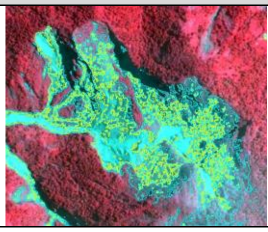
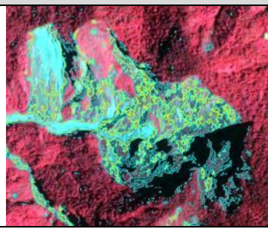
<table>
<tr><th colspan="4">編號 55</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>新竹</td><td>事業區</td><td>大溪</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>134</td><td>復育時間</td><td>2008 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">34.41 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>45-55°</td><td>海拔</td><td>1400-2000 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">打樁編柵、撒播種子、覆蓋截排水</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">撒播木本赤楊種子、撒播草種</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車程來回 4-5 小時，步行來回 16 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1. 因地質脆弱，再次崩塌，無土壤岩壁保留自然岩面裸露；並持續監測，自然復育。
2. 受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出有部份已有植被覆蓋。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>五千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">2 幅(96223089、96223090)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">34 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

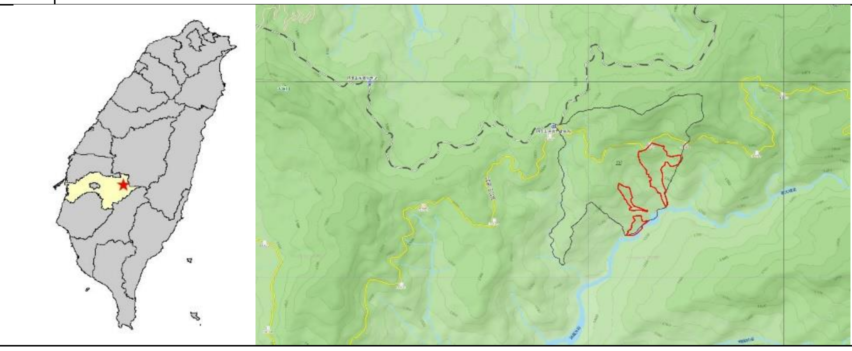
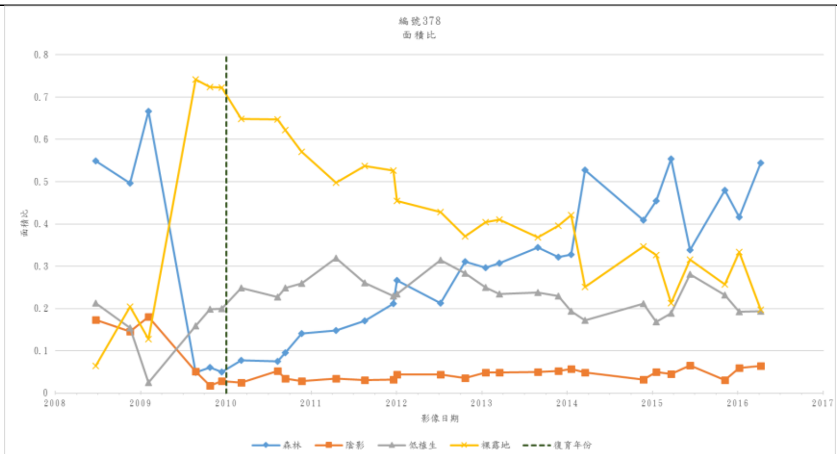
<table>
<tr><th colspan="4">編號 55</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2007/07/21(復育前)</td><td colspan="2">2008/08/26(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2012/03/27(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/02(最新一期影像)</td></tr>
</table>

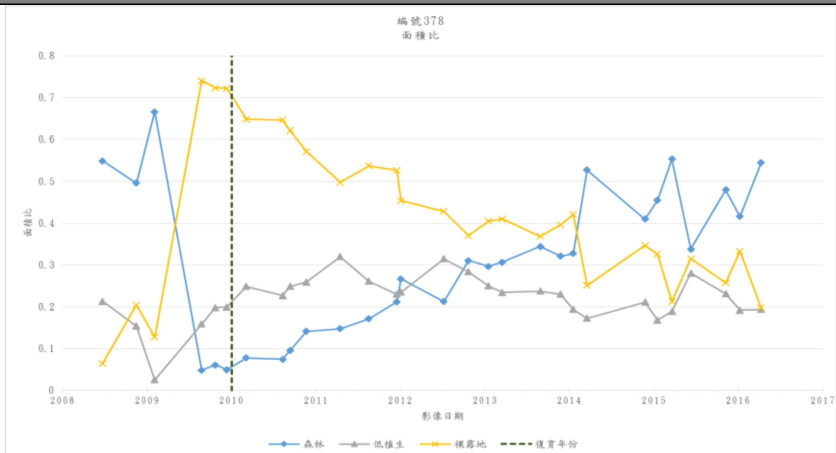
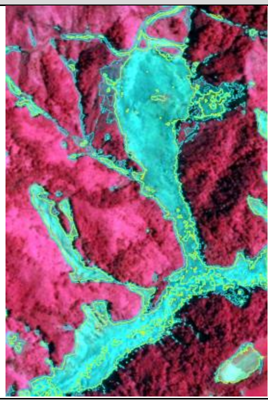
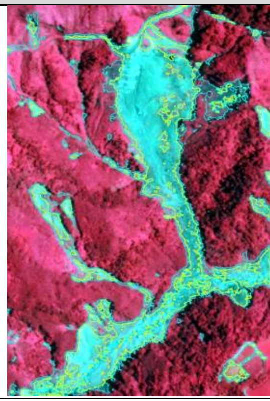
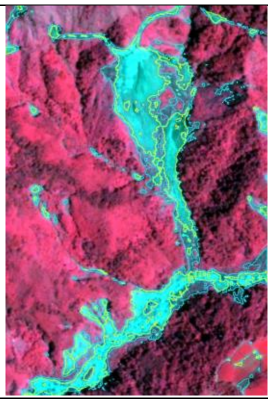
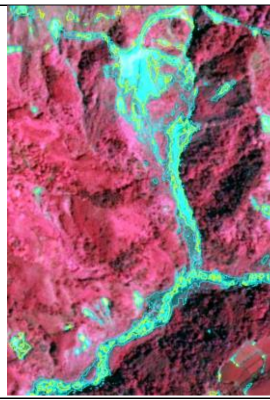
編號 61			
林管處	新竹	事業區	竹東
林班地	15、16	復育時間	2012 年
林管處提供局之基期圖層面積		10.92 公頃	
坡度	45-55°	海拔	1000-1200 公尺
復育方式	撒播種子、覆蓋草網		
撒播或栽植樹種、草種	撒播赤楊種子		
步行來回所需時間	步行 2 小時、車程 2-2.5 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	由面積比可看出裸露地面積比逐漸下降，低植生面積比趨於穩定，森林面積比持續上升中。		
位置			
五千分之一圖幅數(圖幅編號)	2 幅(96223084、96223074)		
福衛 2 號影像數目	18 幅		
各時期面積比			

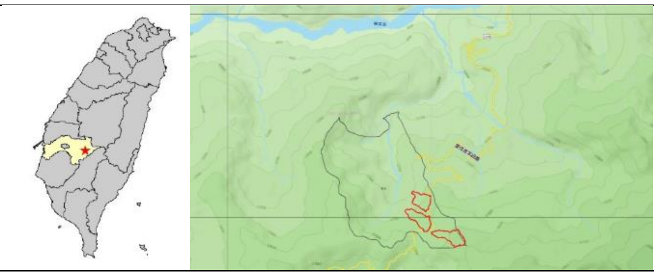
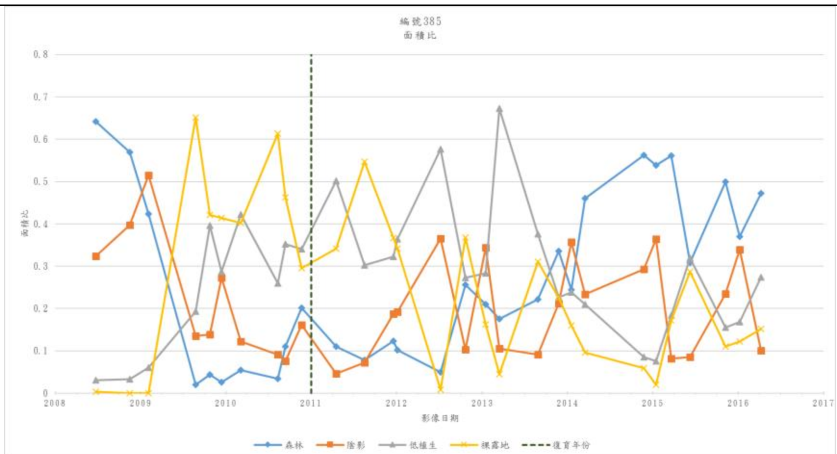
<table>
<tr><th colspan="4">編號 61</th></tr>
<tr><td colspan="1">各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/09/17(復育前)</td><td colspan="2">2012/03/27(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/08/25(復育中)</td><td colspan="2">2016/03/01(最新一期影像)</td></tr>
</table>

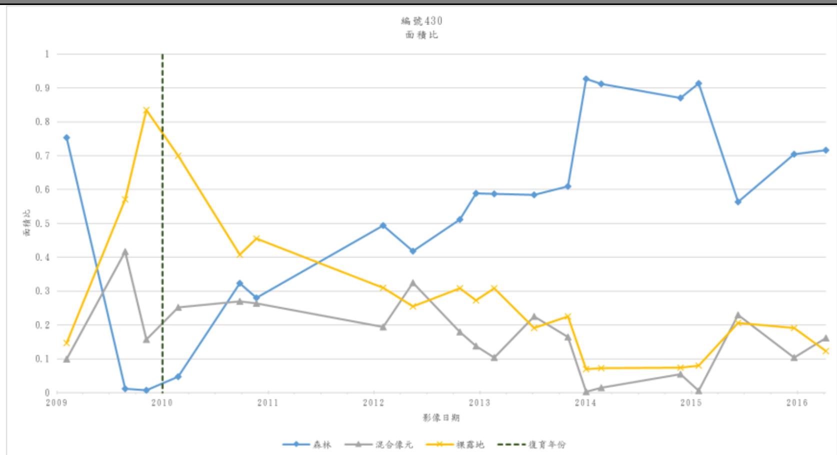
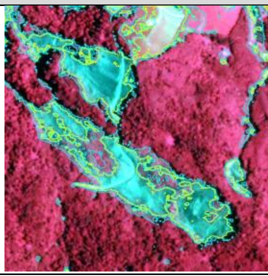
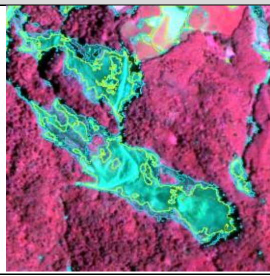
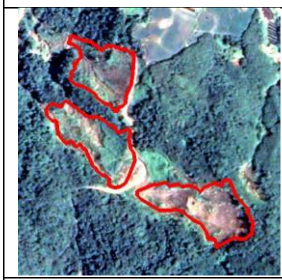
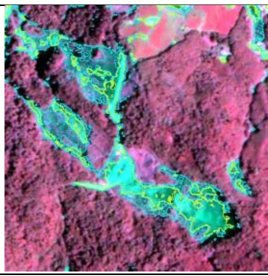
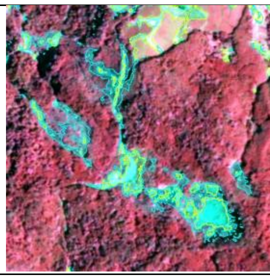
編號 355			
林管處	嘉義	事業區	阿里山
林班地	162、164-169	復育時間	2000 年
林管處提供局之基期圖層面積		47.53 公頃	
坡度	25-45°	海拔	900-1700 公尺
復育方式	栽植造林及播種		
撒播或栽植樹種、草種	栽植 1.2 公頃／播種 13.8 公頃草種		
步行來回所需時間	6 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出有部份已有植被覆蓋。		
位置	 		
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95202071)		
福衛 2 號影像數目	36 幅		
各時期面積比			
各時期面積比 (陰影修正後)			

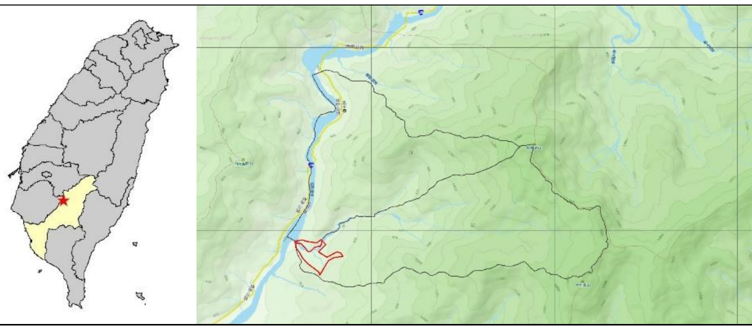
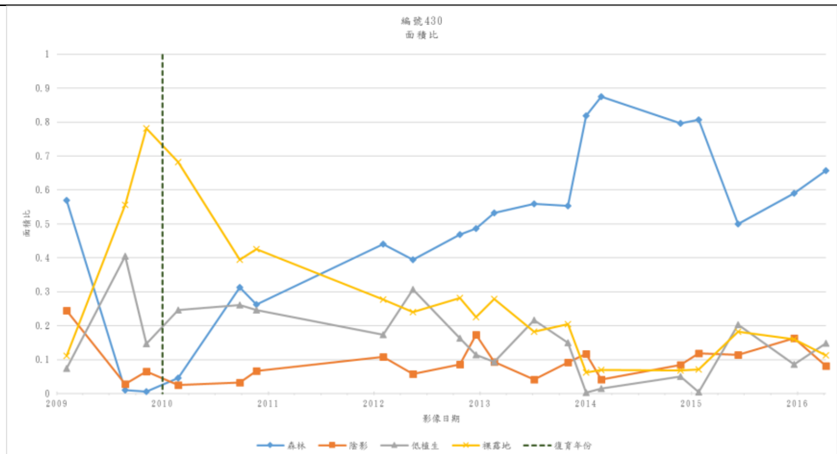
編號 355			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2008/06/22(復育中)		2016/04/07(最新一期影像)	

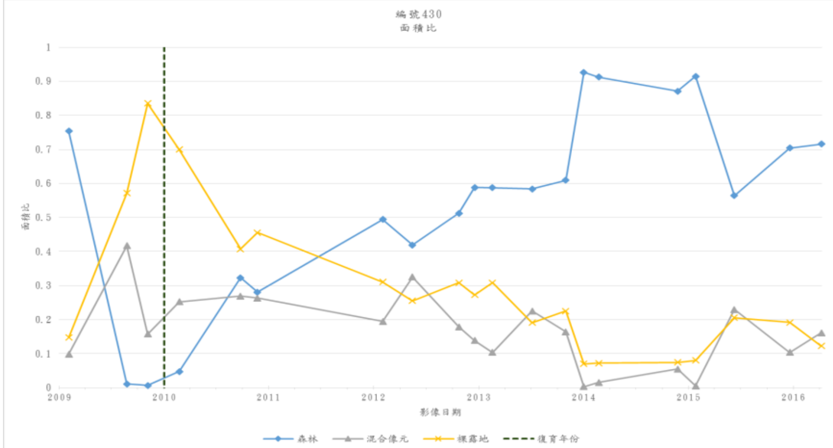
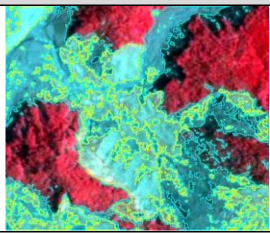
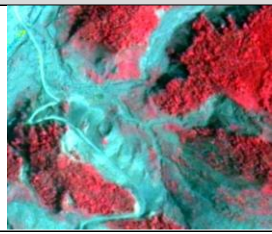
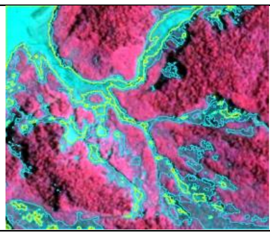
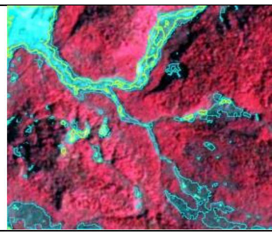
編號 378			
林管處	嘉義	事業區	大埔
林班地	223	復育時間	2010 年
林管處提供局之基期圖層面積		26.28 公頃	
坡度	35°	海拔	1950 公尺
復育方式	撒播種子		
撒播或栽植樹種、草種	相思樹、赤楊、黑麥草、高狐草		
步行來回所需時間	2 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	裸露地面積比逐漸下降，低植生面積比趨於穩定，森林面積比持續上升中		
位置			
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95191001)		
福衛 2 號影像數目	29 幅		
各時期面積比			

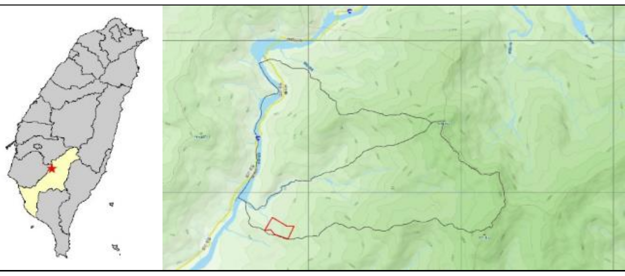
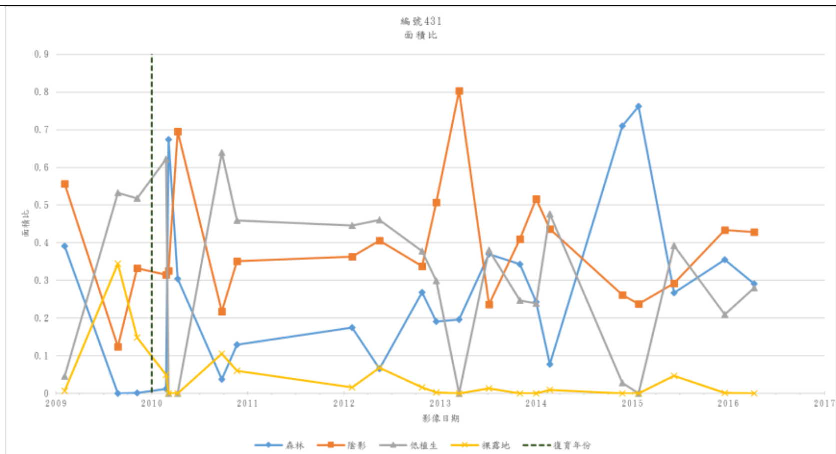
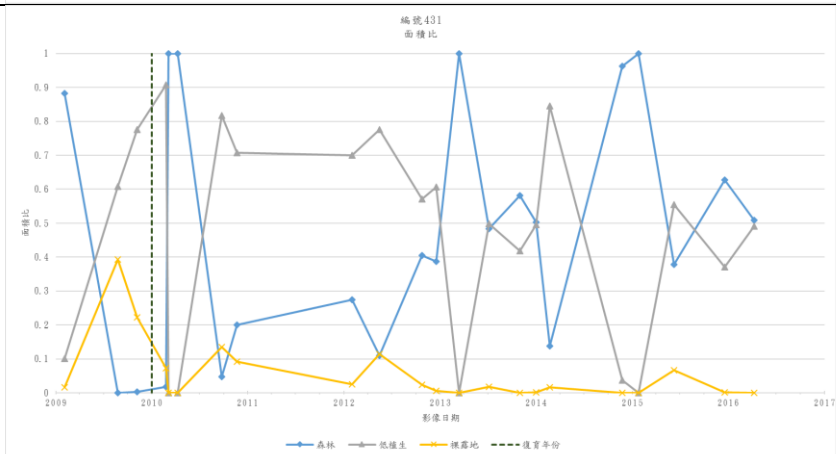
<table>
<tr><th colspan="4">編號 378</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2009/08/24(復育前)</td><td colspan="2">2010/08/10(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/08/27(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

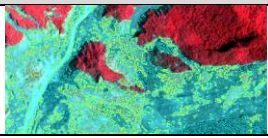
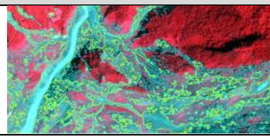
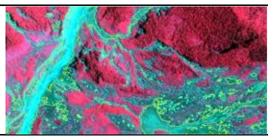
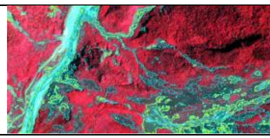
編號 385			
林管處	嘉義	事業區	大埔
林班地	166	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		14.04 公頃	
坡度	35-70°	海拔	1520 公尺
復育方式	撒播種 子		
撒播或栽植樹種、草種	相思樹、赤楊、黑麥草、高狐草		
步行來回所需時間	2 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	1. 仍持續崩落，原本自然復育區又有些許崩落情況，建議持續觀察，俟地質穩定後再進場二次植生。 2. 受陰影影響，所以未修正的面積比較看不出趨勢，陰影修正後可看出裸露地面積比逐漸下降，低植生面積比趨於穩定，森林面積比持續上升中，直接從福衛二號影像上也可看出範圍內已有植被覆蓋。		
位置			
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	4 幅(95194029、95194039、95194040、95194030)		
福衛 2 號影像數目	29 幅		
各時期面積比			

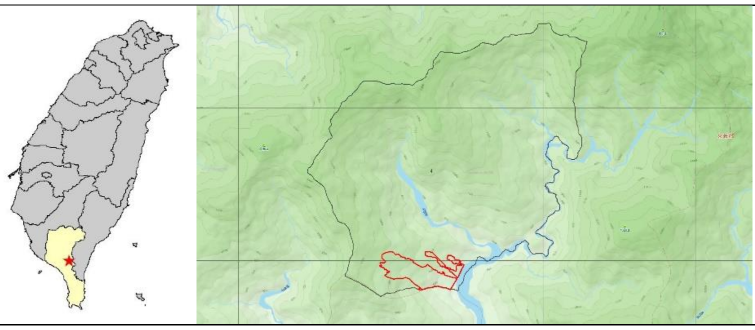
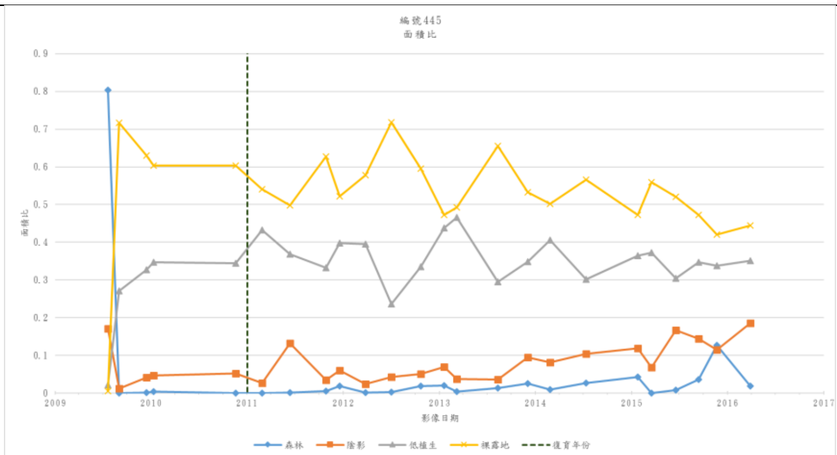
<table>
<tr><th colspan="4">編號 385</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/08/10(復育前)</td><td colspan="2">2011/08/17(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/08/27(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

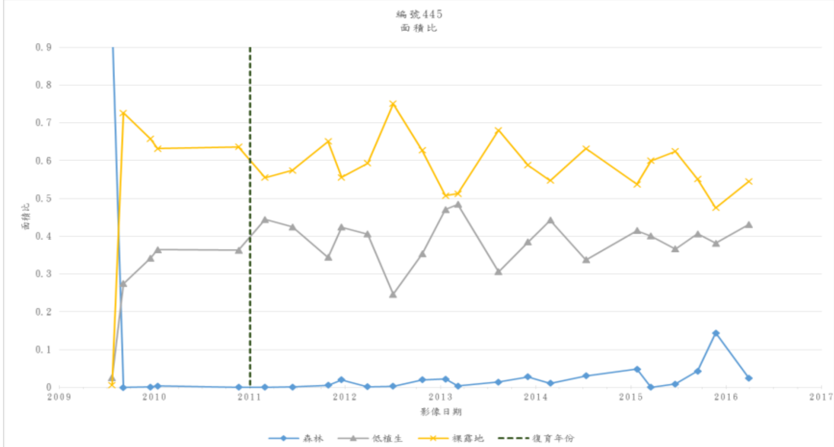
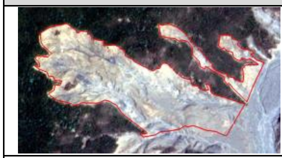
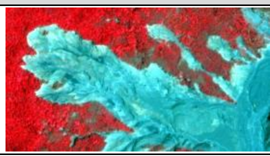
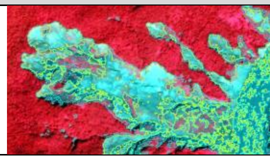
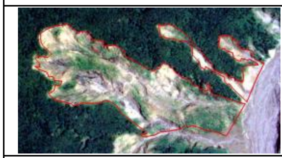
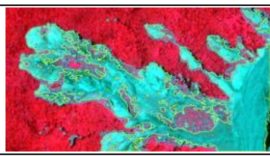
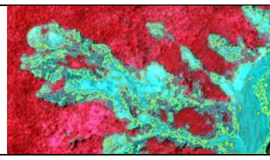
<table>
<tr><th colspan="4">編號 430</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>旗山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>19-20</td><td>復育時間</td><td>2010 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">14.76 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>25-65°</td><td>海拔</td><td>400 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">木樁竹編柵</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">百慕達草、百喜草、光蠟樹、苦楝、台灣櫸等</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 4 小時，步行 6 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1.可見光蠟樹、苦楝、台灣櫸等造林木，植生已恢復。
2. 裸露地面積比有下降趨勢、低植生與森林面積比成穩定狀態，從福衛二號影像上可看出大部份已有植被覆蓋。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>五千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">1 幅(95193036)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">22 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

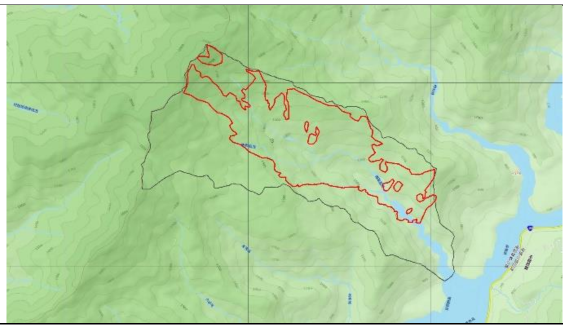
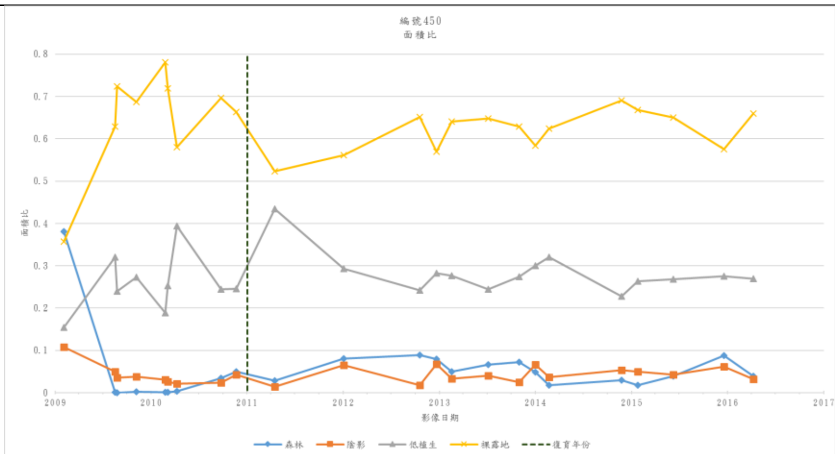
<table>
<tr><th colspan="4">編號 430</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2009/08/24(復育前)</td><td colspan="2">2010/04/09(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/07/05(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

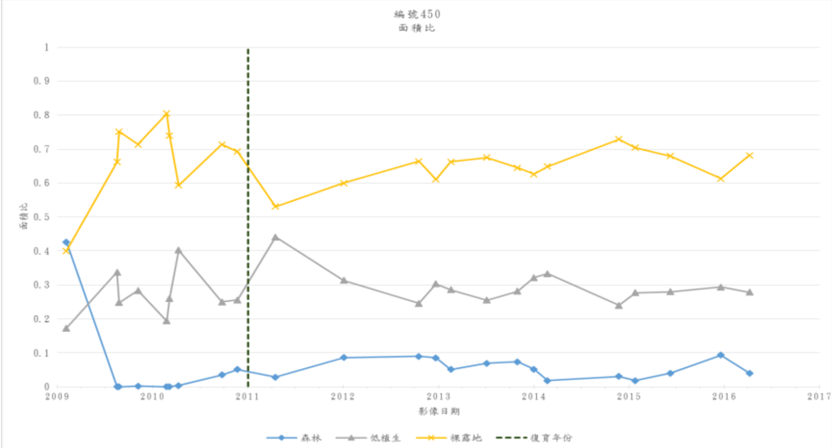
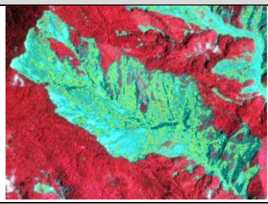
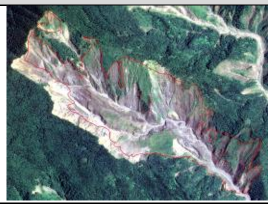
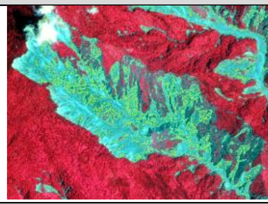
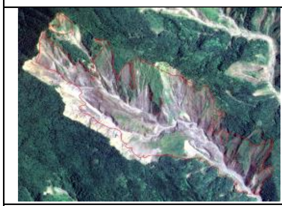
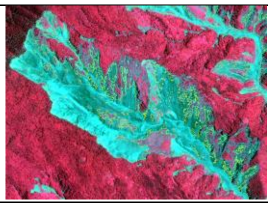
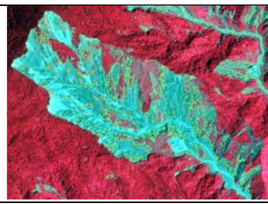
編號 431			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	20	復育時間	2010 年
林管處提供局之基期圖層面積		9.34 公頃	
坡度	25-70°	海拔	420 公尺
復育方式	竹樁竹編柵		
撒播或栽植樹種、草種	百慕達草、百喜草、光蠟樹、苦楝、台灣櫸等		
步行來回所需時間	車行 4 小時，步行 6 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1.可見光蠟樹、苦楝、台灣櫸等造林木，植生已恢復。 2. 受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，從福衛二號影像上可看出大部份已有植被覆蓋。		
位置			
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95193036)		
福衛 2 號影像數目	22 幅		
各時期面積比			
各時期面積比 (陰影修正後)			

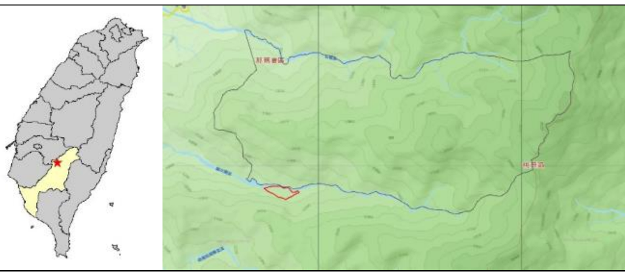
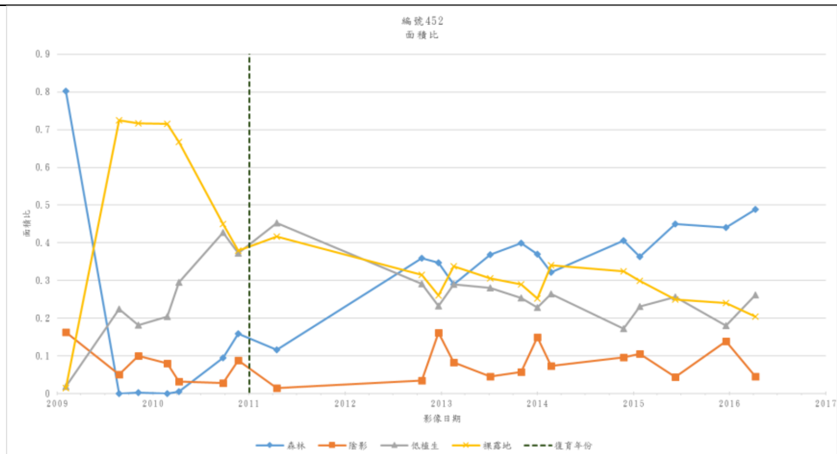
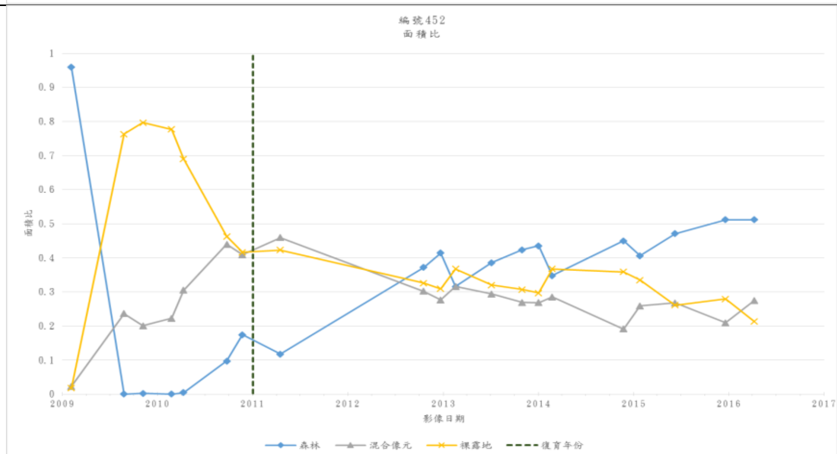
編號 431			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2009/08/24(復育前)		2010/09/23(復育年份)	
			
2013/07/05(復育中)		2016/04/07(最新一期影像)	

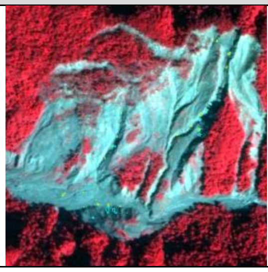
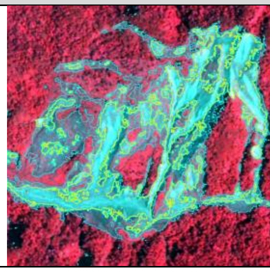
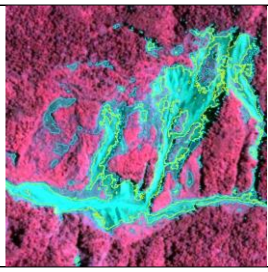
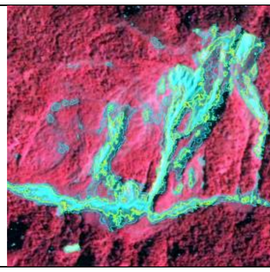
<table>
<tr><th colspan="4">編號 445</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>潮州</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>4</td><td>復育時間</td><td>2011 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">49.30 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>35-65°</td><td>海拔</td><td>450-650 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">百慕達草、百喜草、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、台灣櫸及無患子等</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 2 小時，步行 8 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1. 崩面仍有零星崩塌，但亦有天然植生進入
2. 因崩塌地尚未完全穩定，且鄰近區域有天然植生進入，擬先採自然復育，並持續監測。
3. 裸露地、低植生與森林面積比成穩定狀態。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>五千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">4 幅(95174019、95174008、95174009、95174018)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">24 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

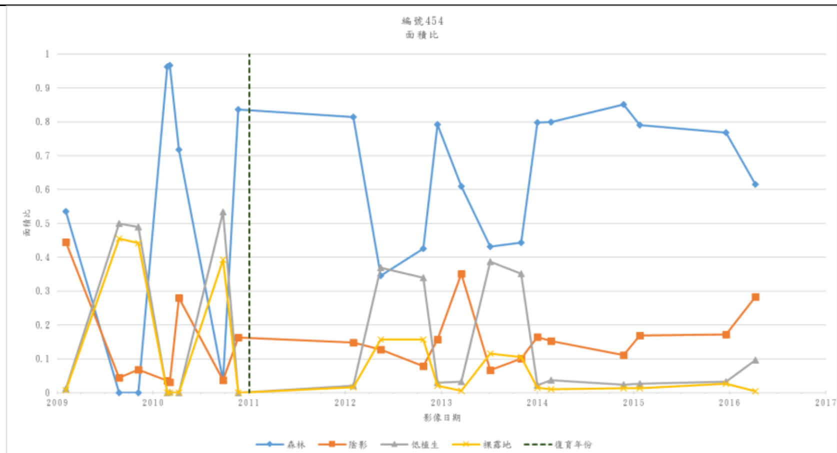
<table>
<tr><th colspan="4">編號 445</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/04/10(復育前)</td><td colspan="2">2011/10/27(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/08/10(復育中)</td><td colspan="2">2016/03/28(最新一期影像)</td></tr>
</table>

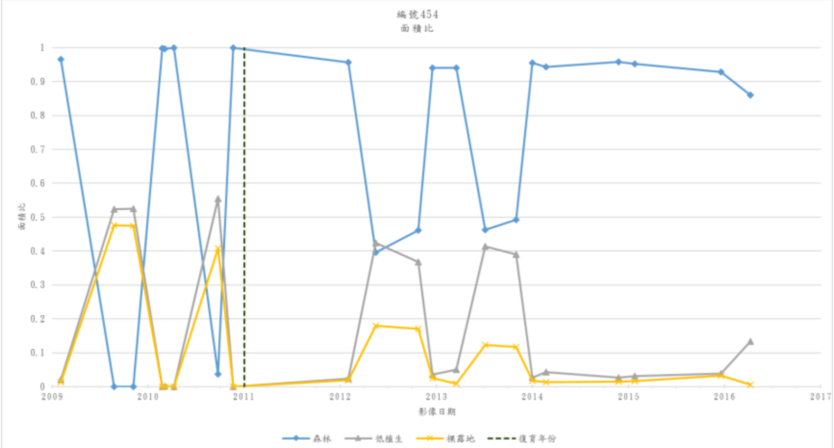
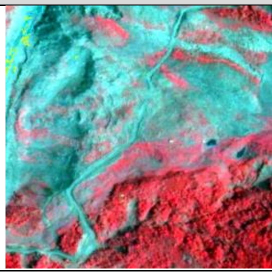
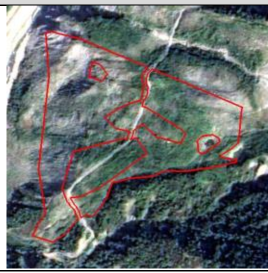
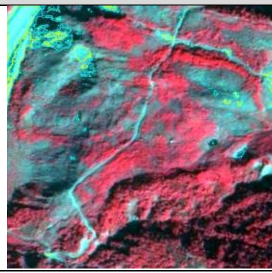
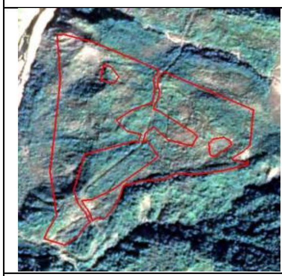
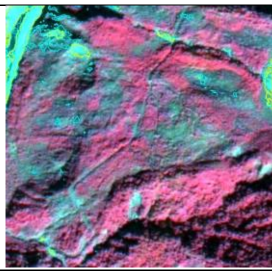
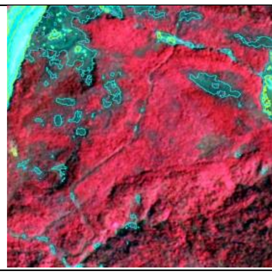
編號 450			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	73	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		300.77 公頃	
坡度	25-40°	海拔	1500 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	百慕達草、百喜草、青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、血桐、烏桕、台灣櫸及無患子等		
步行來回所需時間	車行 3 小時，步行 8 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 本區為向源侵蝕，坡度陡峭，坡面尚未穩定仍有崩塌情形。 2. 崩塌地坡度過陡且不穩定，擬先採自然復育，並俟崩塌地穩定情形評估復育策略。 3. 裸露地、低植生與森林面積比成穩定狀態。		
位置	 		
五千分之一圖幅數(圖幅編號)	5 幅(95192011、95193010、95193020、95192001、95192012)		
福衛 2 號影像數目	22 幅		
各時期面積比			

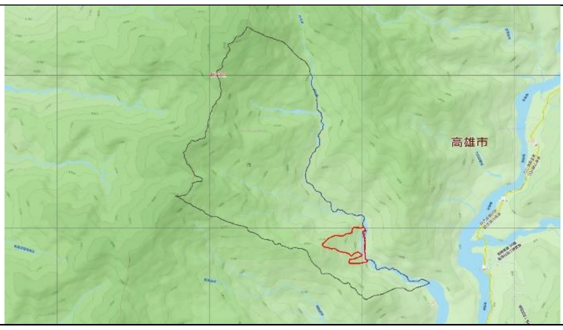
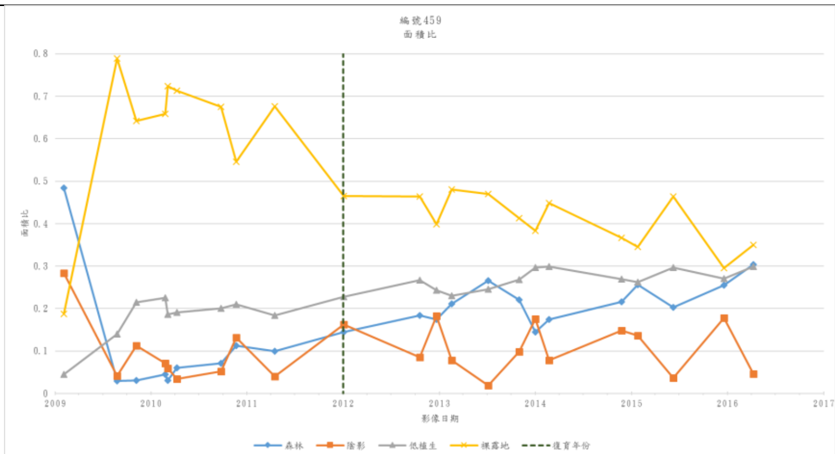
<table>
<tr><th colspan="4">編號 450</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/04/09(復育前)</td><td colspan="2">2011/04/16(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/07/05(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

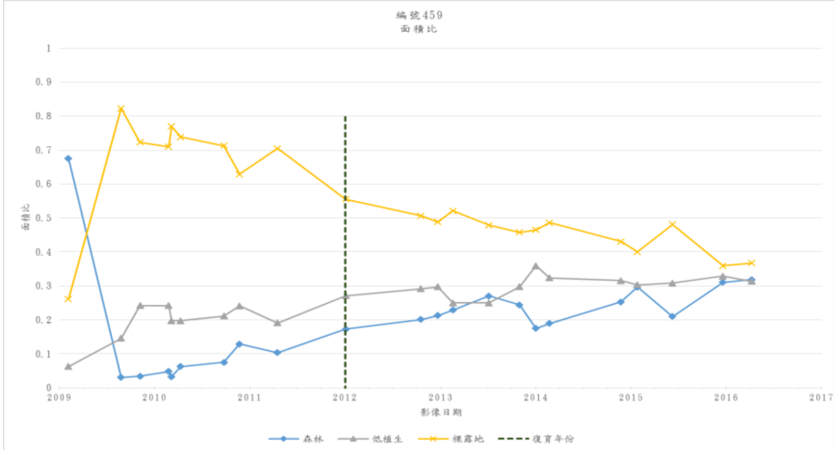
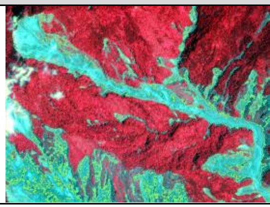
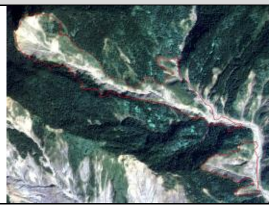
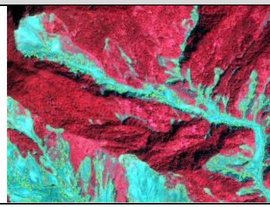
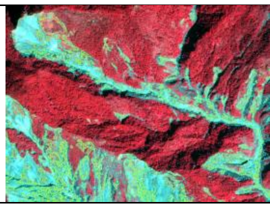
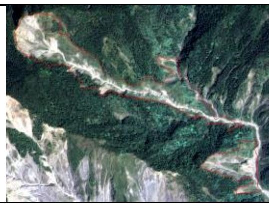
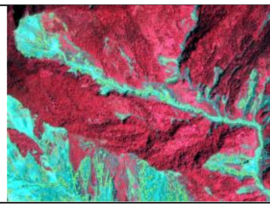
編號 452			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	103	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		40.02 公頃	
坡度	20°	海拔	700-1000 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	百慕達草、百喜草、青楓、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、血桐、烏桕、台灣櫸及無患子等		
步行來回所需時間	車行來回 4 小時，步行來回 3.5 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	森林面積比有上升趨勢，裸露地與低植生面積比成穩定狀態。		
位置			
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	2 幅(95193009、95194099)		
福衛 2 號影像數目	20 幅		
各時期面積比			
各時期面積比 (陰影修正後)			

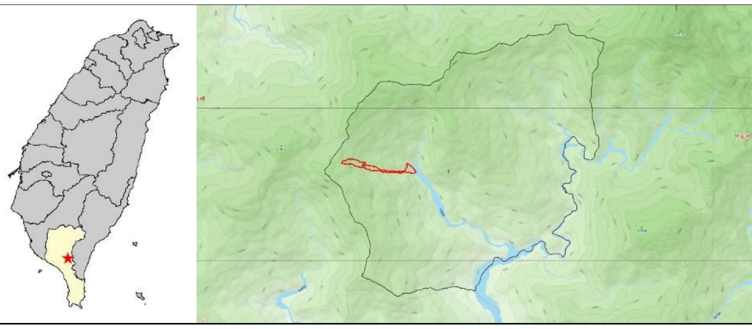
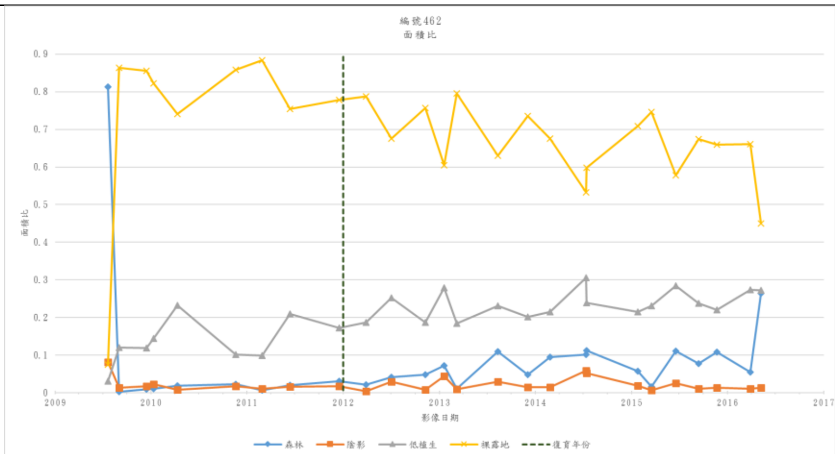
編號 452			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2010/03/06(復育前)		2011/04/16(復育年份)	
			
2013/07/05(復育中)		2016/04/07(最新一期影像)	

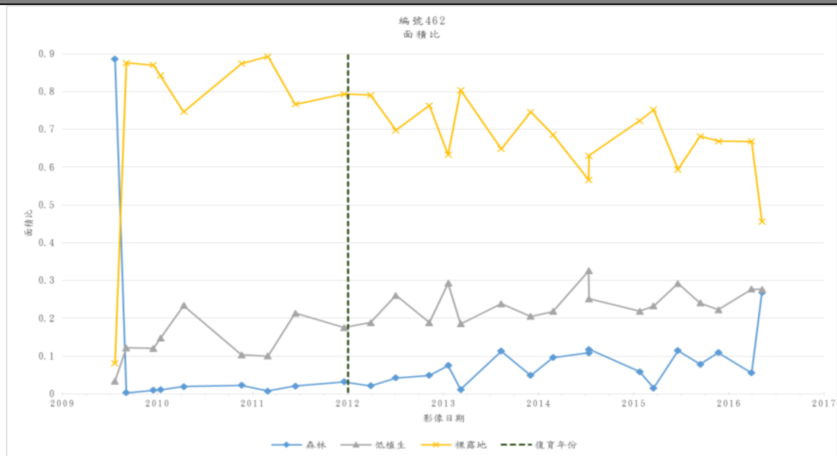
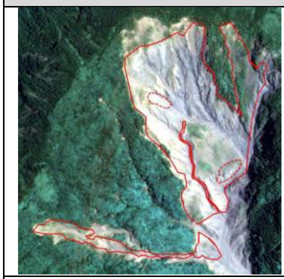
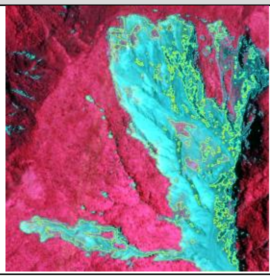
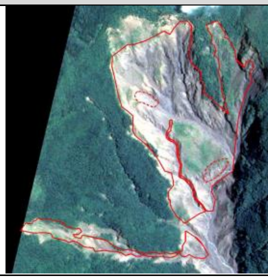
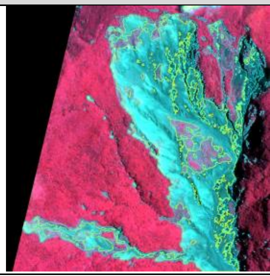
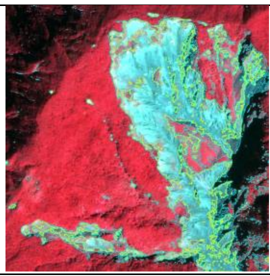
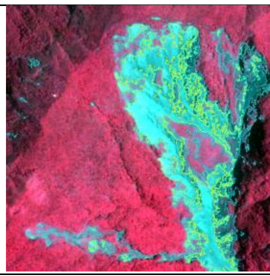
編號 454			
林管處	屏東	事業區	無
林班地	無	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		28.27 公頃	
坡度	10-45°	海拔	400 公尺
復育方式	撒播 11 公頃及栽植林木 9.9 公頃		
撒播或栽植樹種、草種	台灣欒樹、鐵刀木、苦楝、血桐、烏桕、台灣櫸		
步行來回所需時間	自甲仙分站車行來回 1 小時，林道中斷步行來回 2 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 位置：高雄市甲仙區東阿里關段 2. 以台灣欒樹、鐵刀木、苦楝、血桐、烏桕、台灣櫸之小苗造林，植被生長良好，已完成復育。 3. 受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出大部份已有植被覆蓋。		
位置	 		
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95193036)		
福衛 2 號影像數目	21 幅		
各時期面積比			

<table>
<tr><th colspan="4">編號 454</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/04/09(復育前)</td><td colspan="2">2012/02/01(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/11/23(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

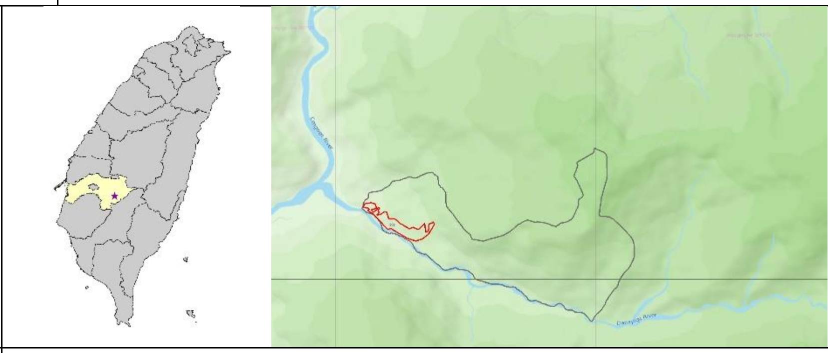
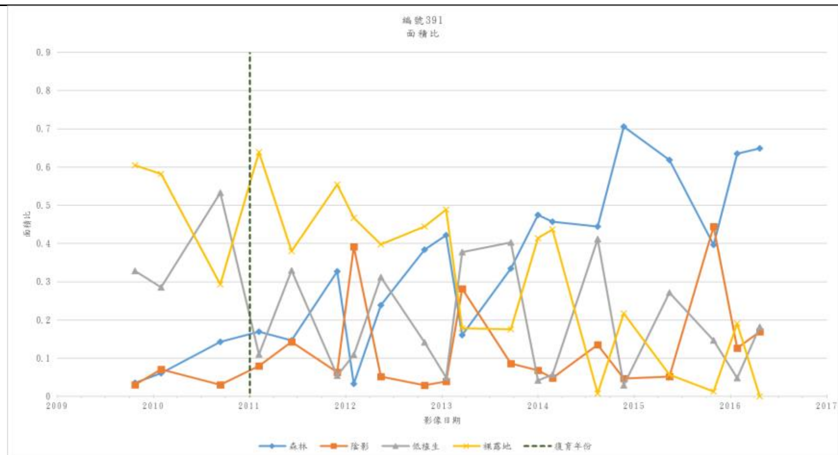
編號 459			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	74	復育時間	2012 年
林管處提供局之基期圖層面積		120.81 公頃	
坡度	15-45°	海拔	800-1800 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、烏桕、台灣櫸、無患子、茄苳、楓香、百慕達、百喜草、高菰草		
步行來回所需時間	車行 3 小時，步行 6 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1.擬先採自然復育，由鄰近樹種天然下種更新。 2.俟崩塌地穩定後評估復育策略。 3. 森林面積與低植生面積比有緩慢上升趨勢，而裸露地面積比緩也有緩慢下降趨勢。		
位置	 		
五千分之一圖幅數 (圖幅編號)	4 幅(95193010、95192001、95192011、95192012)		
福衛 2 號影像數目	22 幅		
各時期面積比			

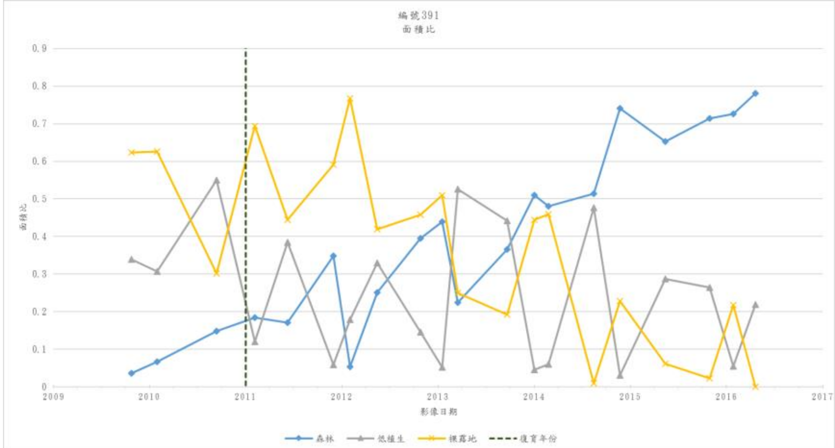
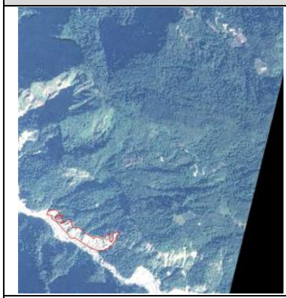
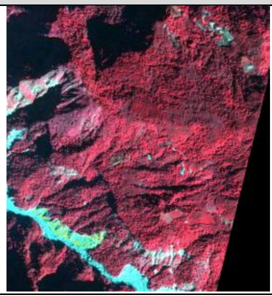
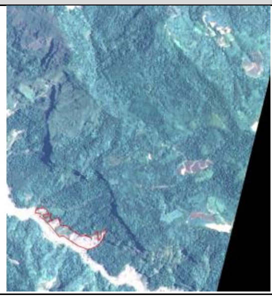
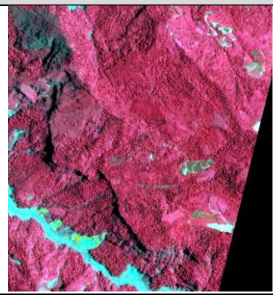
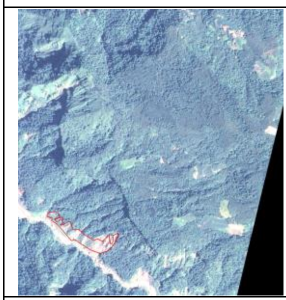
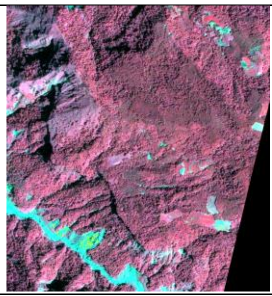
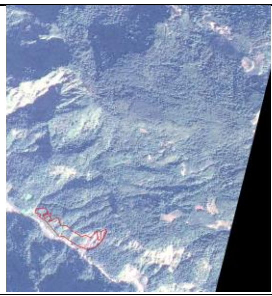
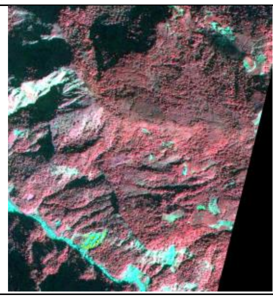
<table>
<tr><th colspan="4">編號 459</th></tr>
<tr><td colspan="1">各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/04/16(復育前)</td><td colspan="2">2012/10/17(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/02/22(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

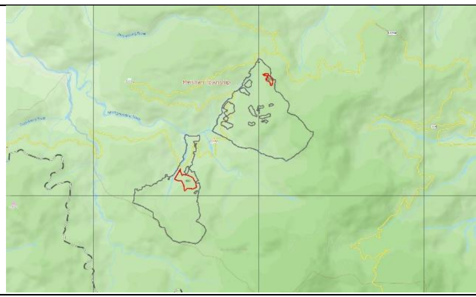
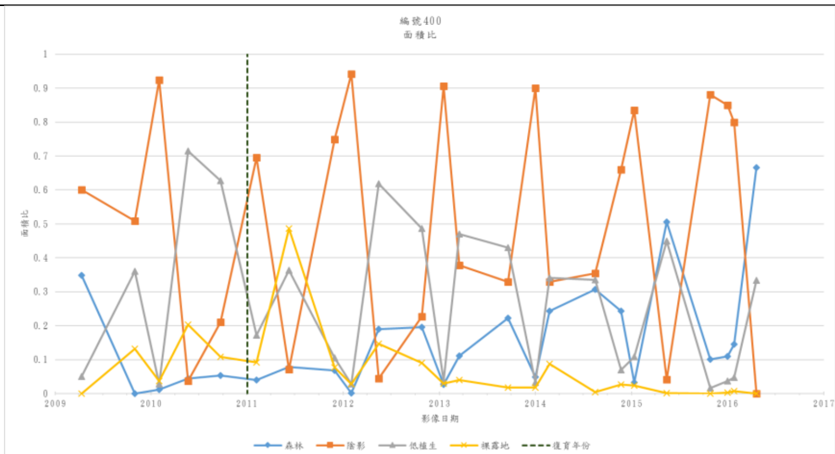
<table>
<tr><th colspan="4">編號 462</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>潮州</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>4</td><td>復育時間</td><td>2012 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">74.70 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>25-45°</td><td>海拔</td><td>800-1000 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、台灣櫸、楓香、百慕達、百喜草、高蕯草</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 2 小時,步行來回 16 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1. 崩塌面積尚未完全穩定，沖刷嚴重，大都為礫岩，人工及自然復育情形緩慢
2. 擬採自然復育與持續監測，並俟坡面穩定後評估復育策略
3. 裸露地、低植生與森林面積比成穩定狀態</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>五千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">4 幅(95174008、95174009、95183098、95183099)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">26 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

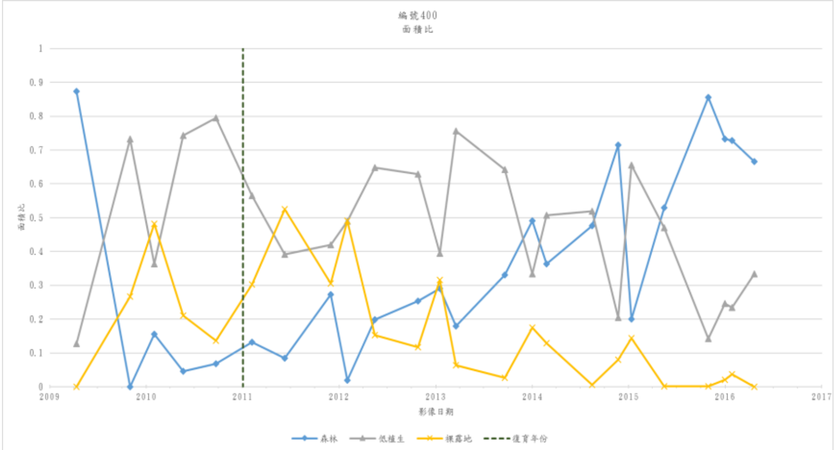
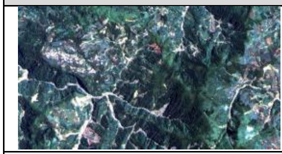
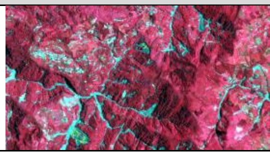
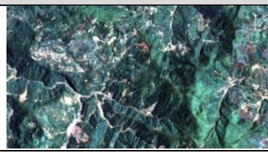
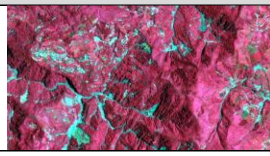
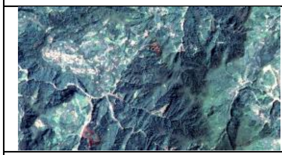
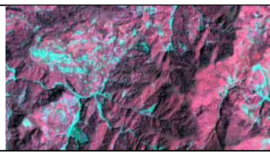
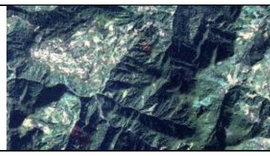
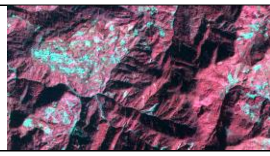
<table>
<tr><th colspan="4">編號 462</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/06/13(復育前)</td><td colspan="2">2012/07/02(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/02/25(復育中)</td><td colspan="2">2016/05/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

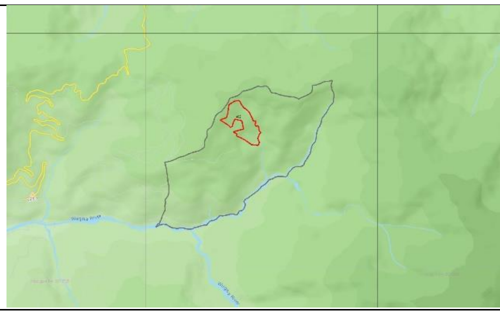
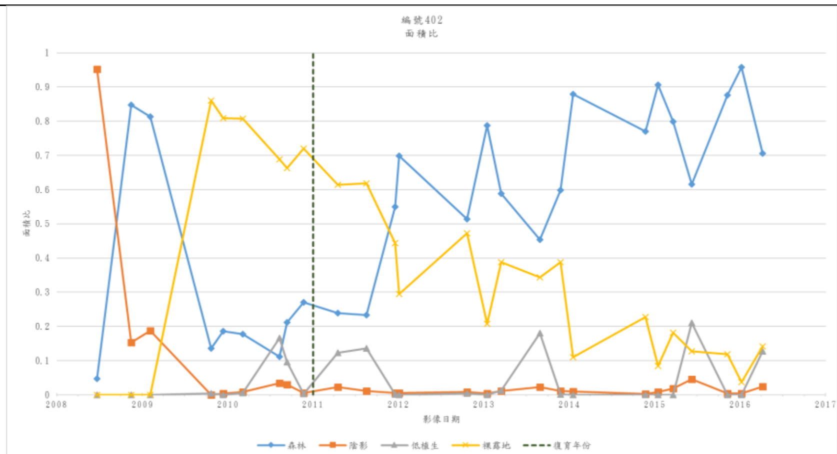
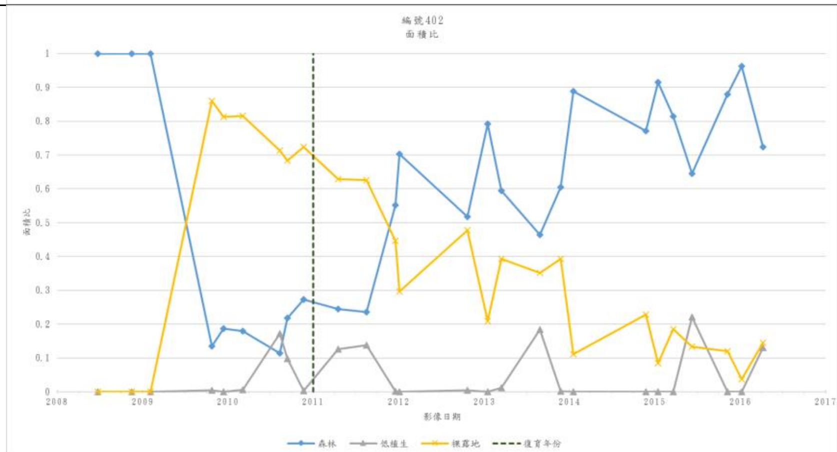
本計畫再從列管 511 處崩塌地挑選出 15 處驗證樣區，進行崩塌區復育造林成效定量評估，成果表列如下：

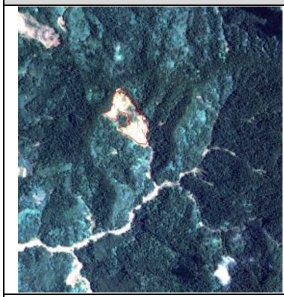
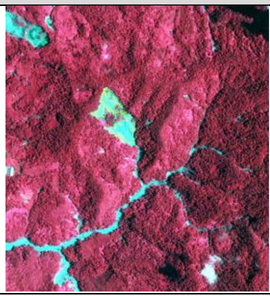
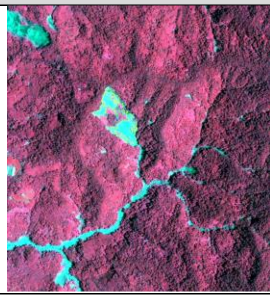
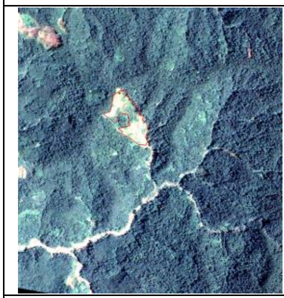
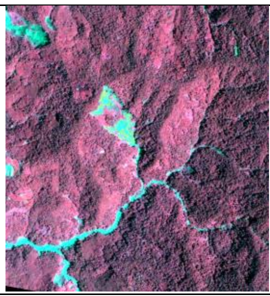
編號 391			
林管處	嘉義	事業區	大埔
林班地	126	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		7.13 公頃	
坡度	25-45°	海拔	500 公尺
復育方式	撒播種子		
撒播或栽植樹種、草種	光臘樹、台灣櫸、九芎、相思樹、百喜草		
步行來回所需時間	20~30 分鐘		
預定實施二次植生時間			
備註	從福衛二號影像可看到已有復育，但森林、低植生與裸露地面積比受陰影影響看不出趨勢，而修正後可看出森林面積比有逐漸上升趨勢。		
位置			
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95194048)		
福衛 2 號影像數目	20 幅		
各時期面積比			

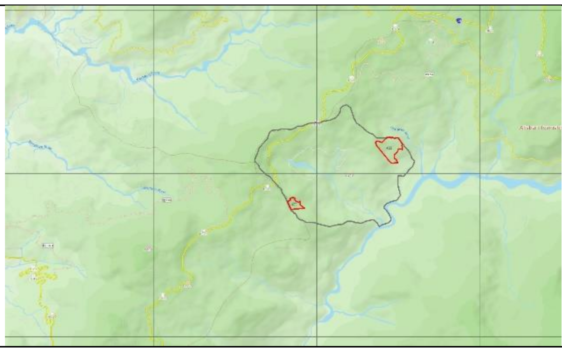
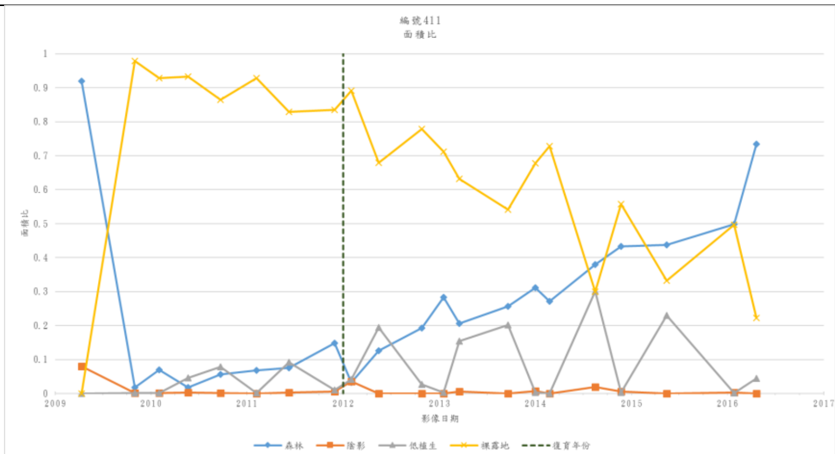
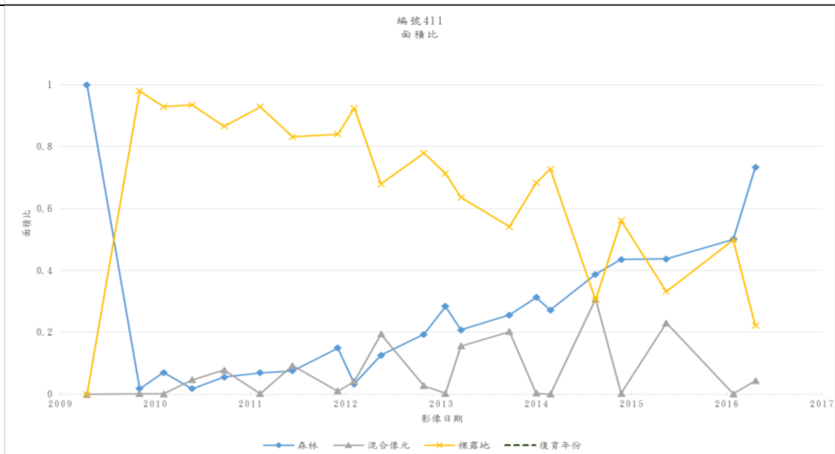
<table>
<tr><th colspan="4">編號 391</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/01/29(復育前)</td><td colspan="2">2011/06/09(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/09/19(復育中)</td><td colspan="2">2016/01/26(最新一期影像)</td></tr>
</table>

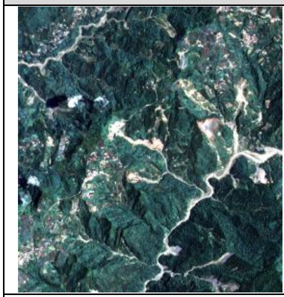
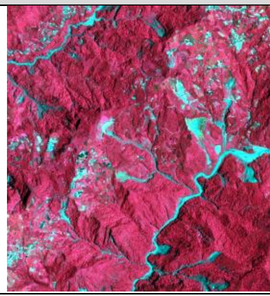
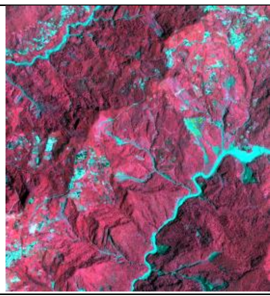
<table>
<tr><th colspan="4">編號 400</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>嘉義</td><td>事業區</td><td>阿里山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>197、201</td><td>復育時間</td><td>2011 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">6.51 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>25-35°</td><td>海拔</td><td>1000 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播種子</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">相思樹、赤楊、台灣欒樹、楓香、黑麥草、高狐草</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">2 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">從福衛二號影像可看到已有復育，但森林、低植生與裸露地面積比受陰影影響看不出趨勢，而修正後可看出森林面積比有逐漸上升趨勢。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">2 幅(95203087、95203088)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">24 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

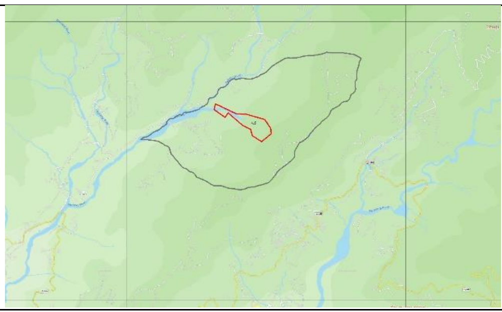
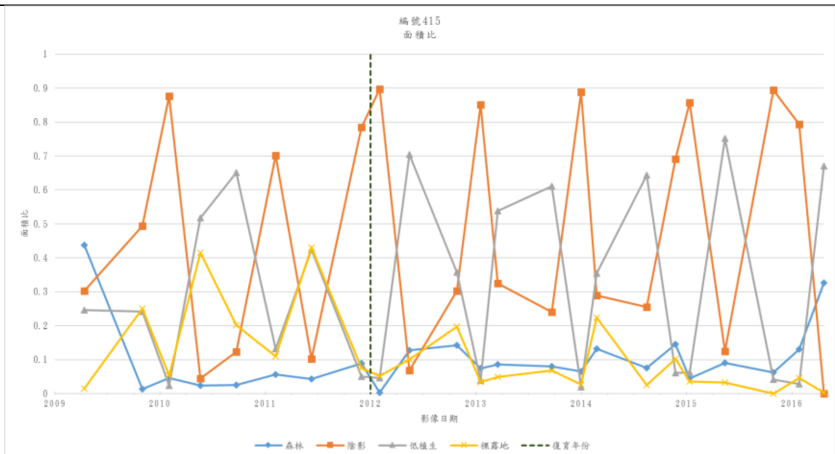
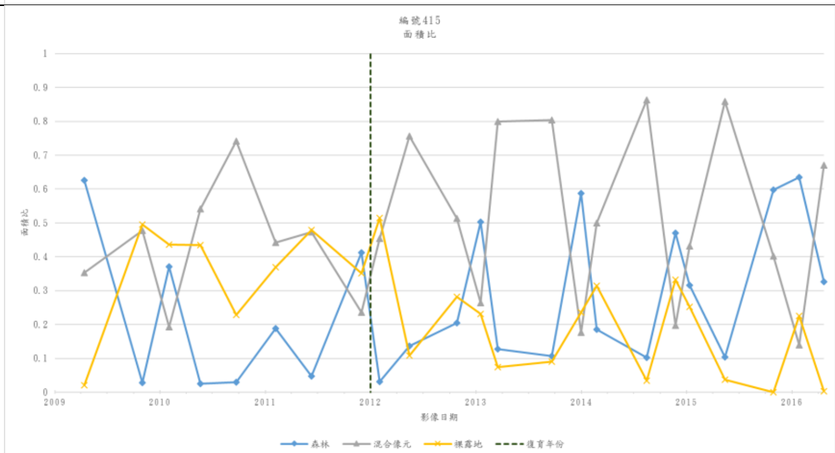
<table>
<tr><th colspan="4">編號 400</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/05/21(復育前)</td><td colspan="2">2011/06/09(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/09/19(復育中)</td><td colspan="2">2016/01/26(最新一期影像)</td></tr>
</table>

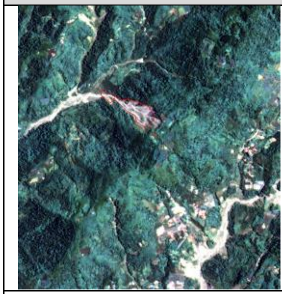
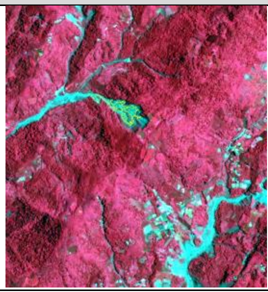
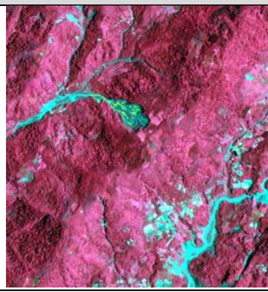
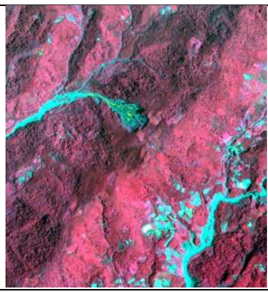
編號 402			
林管處	嘉義	事業區	大埔
林班地	118	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		10.59 公頃	
坡度	25-35°	海拔	1300 公尺
復育方式	撒播種子		
撒播或栽植樹種、草種	相思樹、赤楊、台灣欒樹、楓香、黑麥草、高狐草		
步行來回所需時間	1 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	裸露地面積比逐漸下降，低植生面積比趨於穩定，森林面積比持續上升中。		
位置	 		
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95194040)		
福衛 2 號影像數目	26 幅		
各時期面積比			
各時期面積比 (陰影修正)			

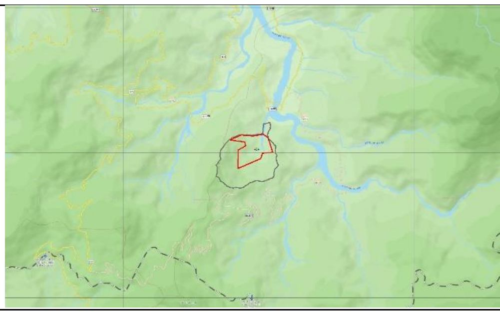
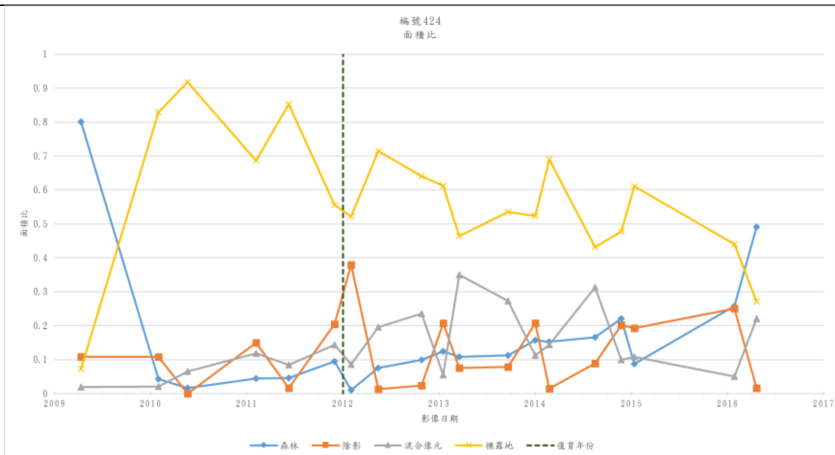
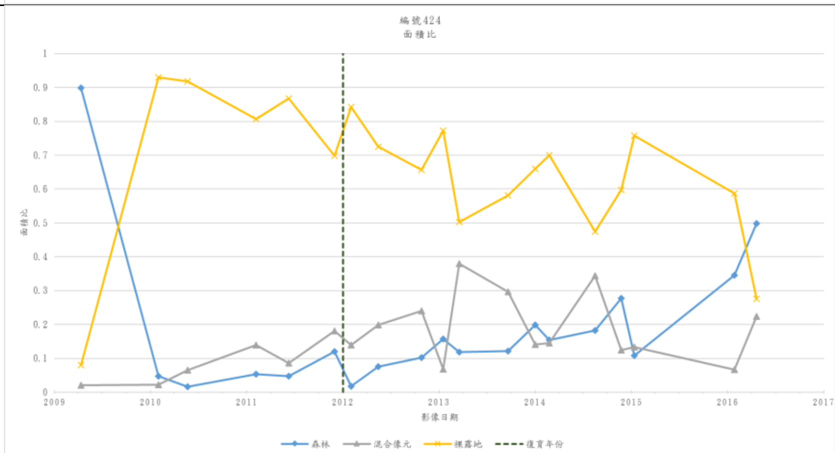
編號 402			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2010/08/10(復育前)		2011/08/17(復育年份)	
			
2013/08/27(復育中)		2016/01/07(最新一期影像)	

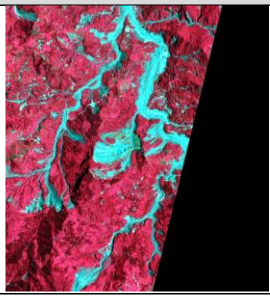
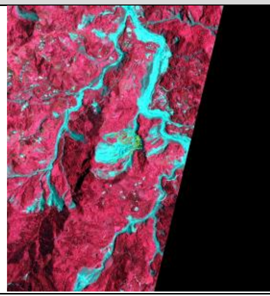
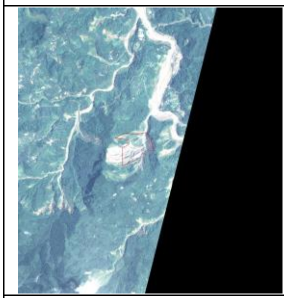
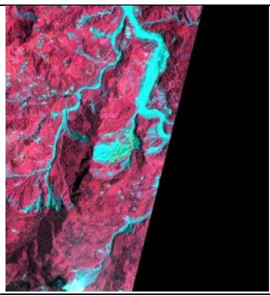
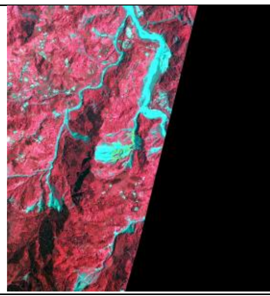
<table>
<tr><th colspan="4">編號 411</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>嘉義</td><td>事業區</td><td>大埔</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>233</td><td>復育時間</td><td>2012 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">13.29 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>35-70°</td><td>海拔</td><td>1150 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播種子</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">相思樹、台灣赤楊、青楓、光蠟樹、黑麥草、高狐草</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">1 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">裸露地面積比逐漸下降，森林面積比持續上升中。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">2 幅(95194018、95194027)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">21 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正)</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

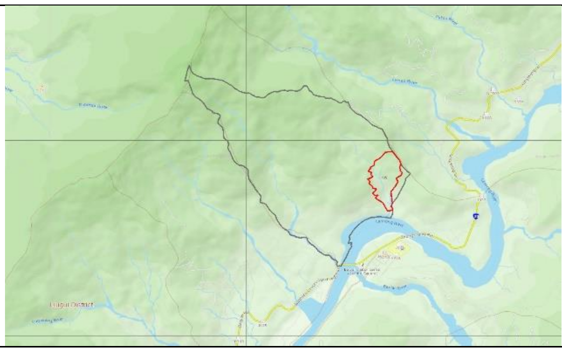
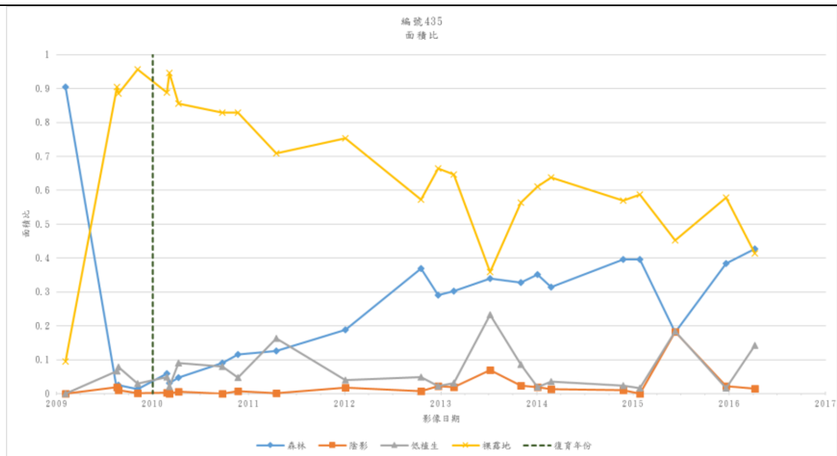
編號 411			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2011/06/09(復育前)		2012/05/14(復育年份)	
			
2014/08/15(復育中)		2016/04/20(最新一期影像)	

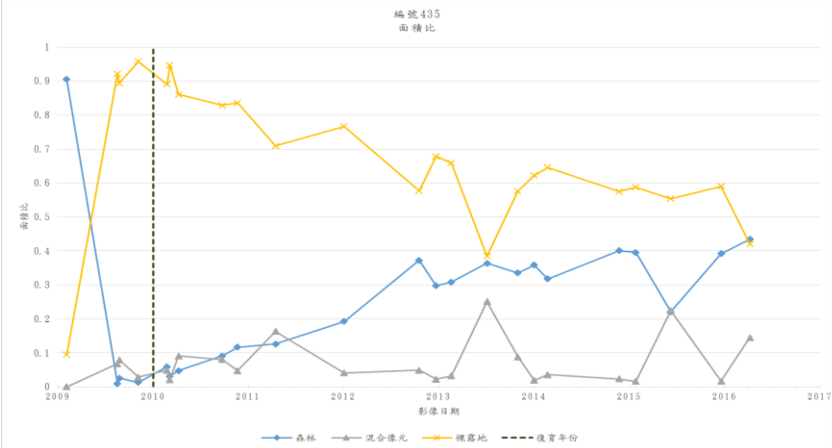
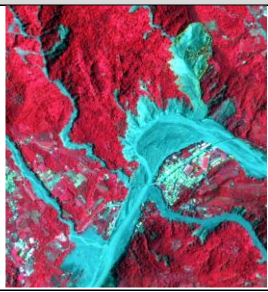
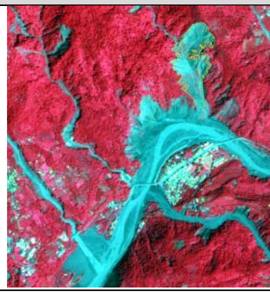
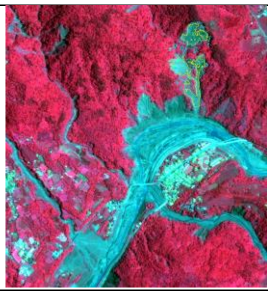
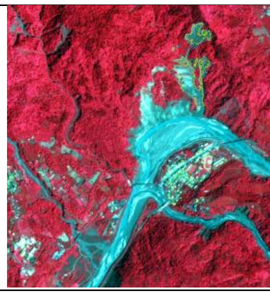
編號 415			
林管處	嘉義	事業區	阿里山
林班地	136	復育時間	2012 年
林管處提供局之基期圖層面積		6.00 公頃	
坡度	35-70°	海拔	800 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	相思樹、台灣赤楊、楓香、台灣欒樹		
步行來回所需時間	2 小時		
預定實施二次植生時間			
備註	因受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出下方有部份已有植被覆蓋。		
位置	 		
5 千分之一圖幅數(圖幅編號)	1 幅(95194007)		
福衛 2 號影像數目	23 幅		
各時期面積比			
各時期面積比(陰影修正)			

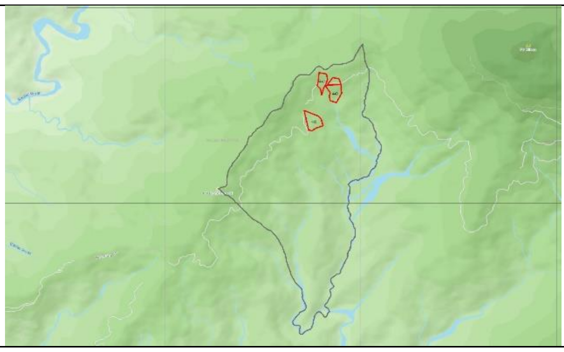
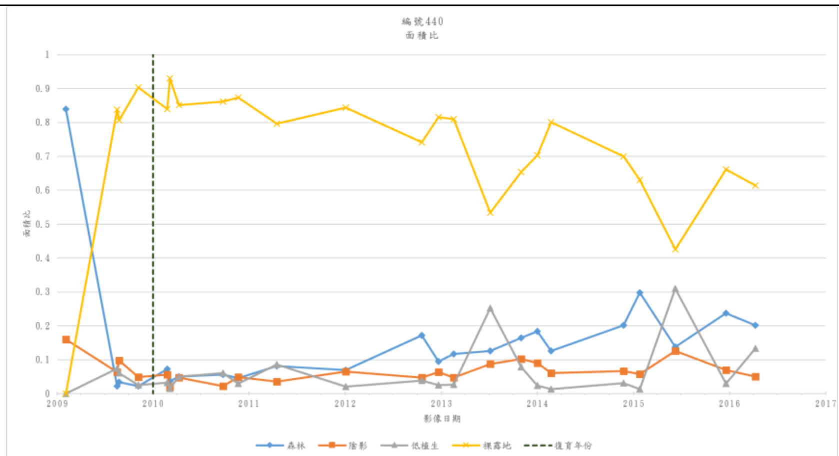
<table>
<tr><th colspan="4">編號 415</th></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/06/09(復育前)</td><td colspan="2">2012/05/14(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/08/15(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/20(最新一期影像)</td></tr>
</table>

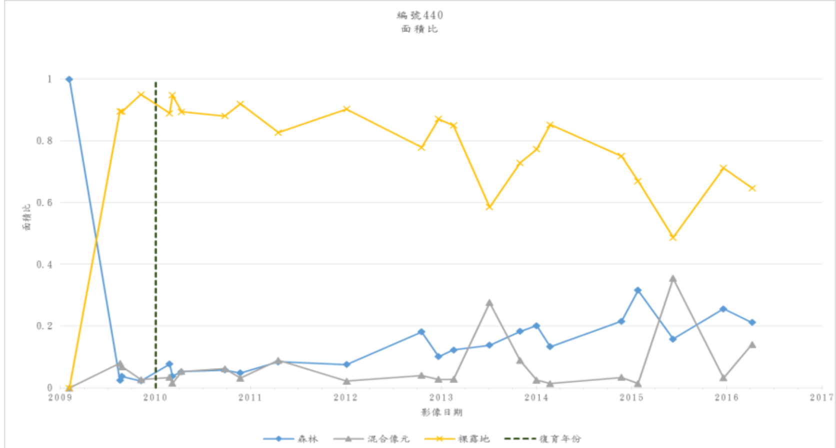
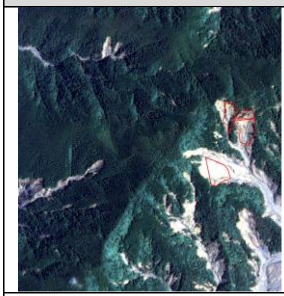
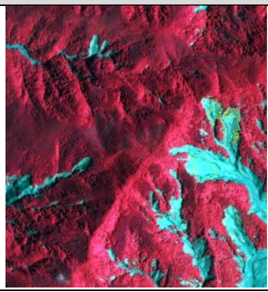
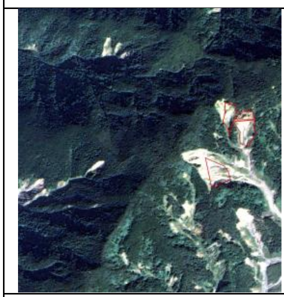
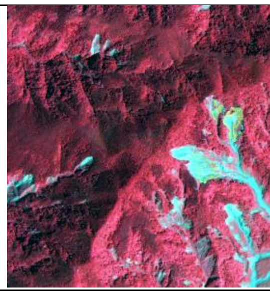
<table>
<tr><th colspan="4">編號 424</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>嘉義</td><td>事業區</td><td>阿里山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>157</td><td>復育時間</td><td>2012 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">26.01 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>25-40°</td><td>海拔</td><td>1500-1600 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">相思樹、台灣欒樹</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">1.5 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">因受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢，但直接從福衛二號影像上可看出有部份已有植被覆蓋。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">4 幅(95203089、95203090、95203099、95203100)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">21 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

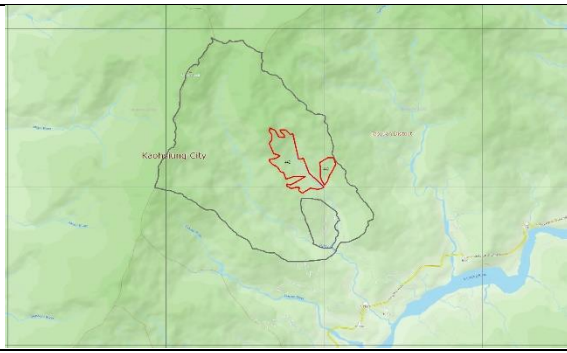
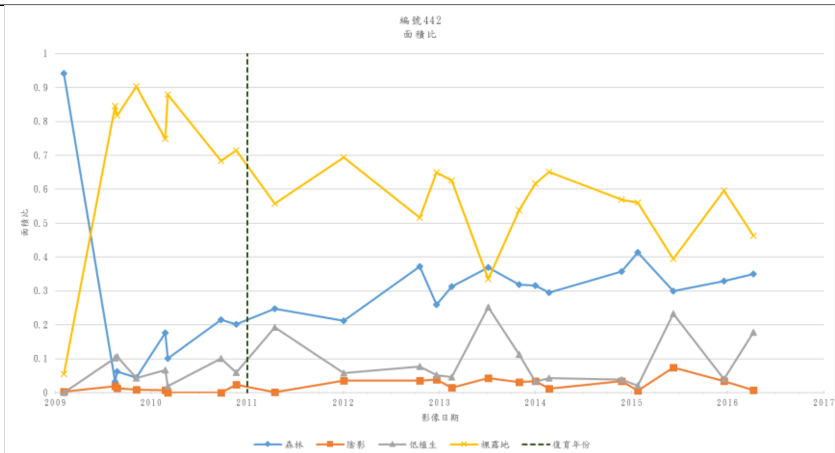
編號 424			
福衛二號影像	判釋結果	福衛二號影像	判釋結果
			
2011/06/09(復育前)		2012/05/14(復育年份)	
			
2014/08/15(復育中)		2016/04/20(最新一期影像)	

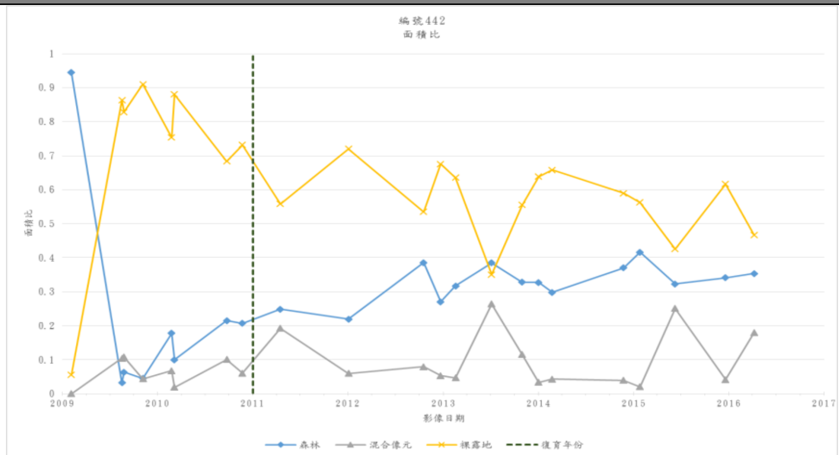
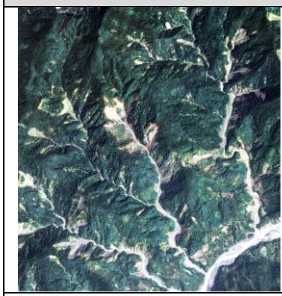
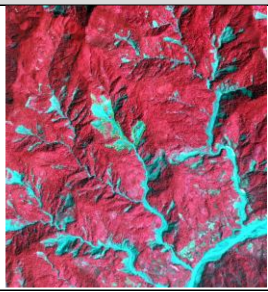
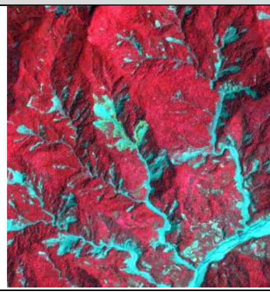
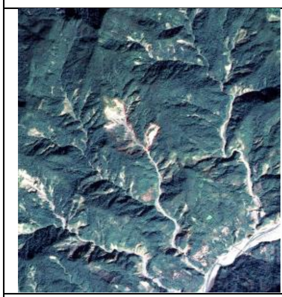
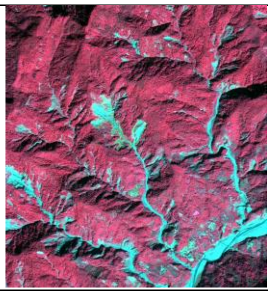
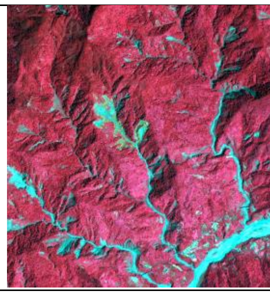
<table>
<tr><th colspan="4">編號 435</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>旗山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>66</td><td>復育時間</td><td>2010 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">21.63 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>15-45°</td><td>海拔</td><td>500 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">整地、覆草網、截排水、撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">台灣櫸、青楓、赤楊及草種</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 3.5 小時，步行 20 分鐘</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1. 此區為擴崩型，99 年度植生覆蓋曾達 90%，後因河川沖刷，致植生地持續崩坍。
2. 裸露地面積比有下降趨勢，森林面積比有上升趨勢</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">1 幅(95193058)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">23 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

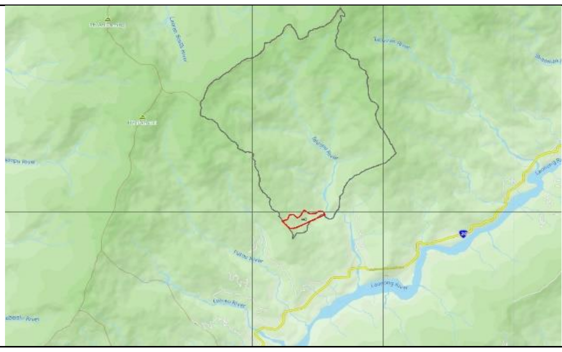
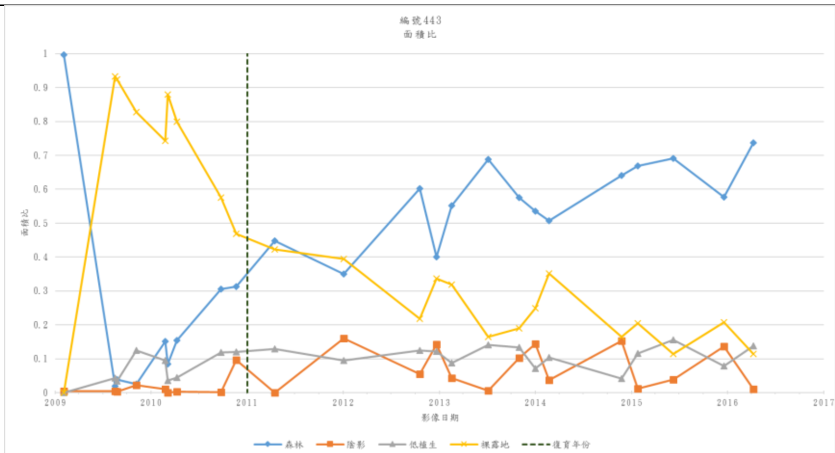
<table>
<tr><th colspan="4">編號 435</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2009/08/17(復育前)</td><td colspan="2">2010/09/23(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/07/05 復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

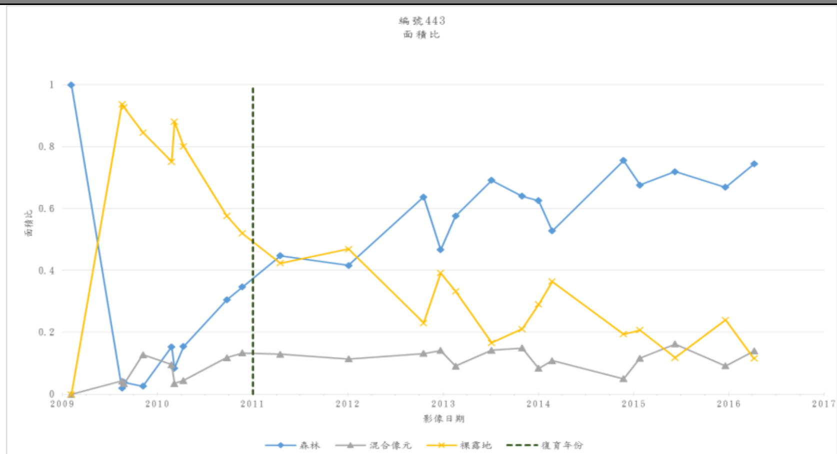
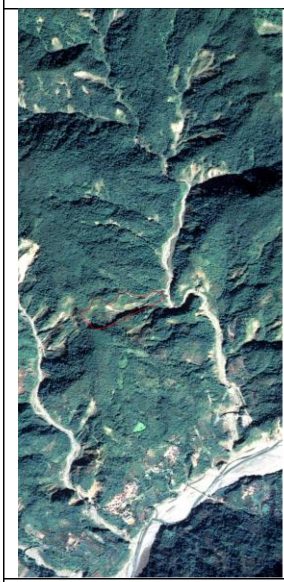
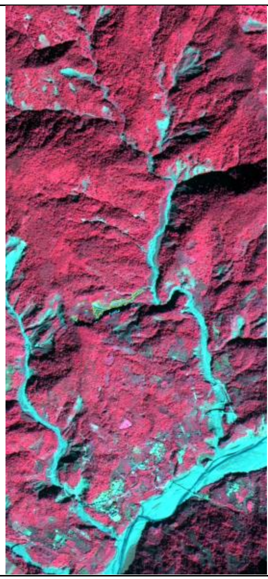
編號 440			
林管處	屏東	事業區	荖濃溪
林班地	58	復育時間	2010 年
林管處提供局之基期圖層面積		11.23 公頃	
坡度	15-45°	海拔	1500 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	台灣櫸、青楓、赤楊及草種		
步行來回所需時間	車行 4 小時，步行 1 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 此區域地勢陡峭，地質尚未穩定，崩塌仍持續產生。 2. 裸露地面積比有較緩的下降趨勢，低植生與森林面積比成穩定狀態。		
位置	 		
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95192061)		
福衛 2 號影像數目	23 幅		
各時期面積比			

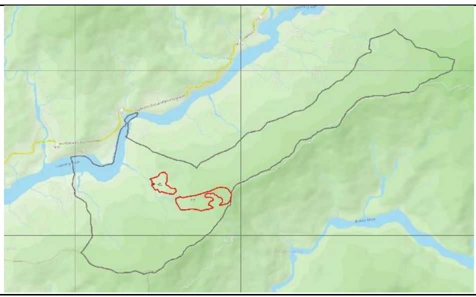
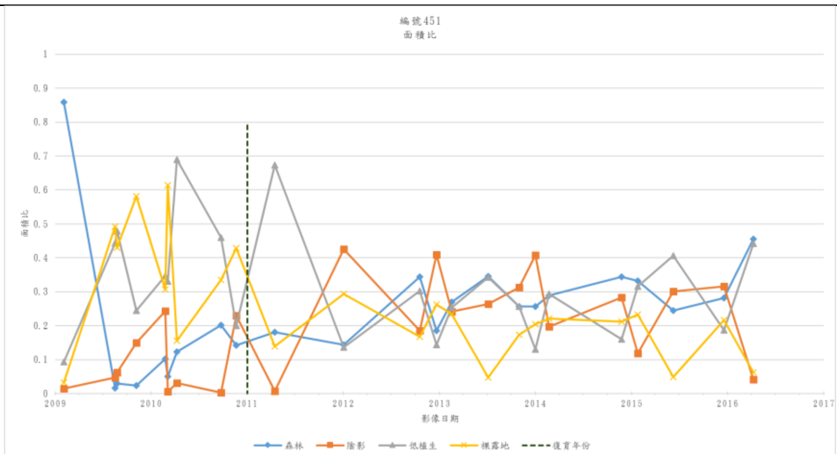
<table>
<tr><th colspan="4">編號 440</th></tr>
<tr><td colspan="1">各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2009/08/17(復育前)</td><td colspan="2">2010/09/23(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/10/30(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

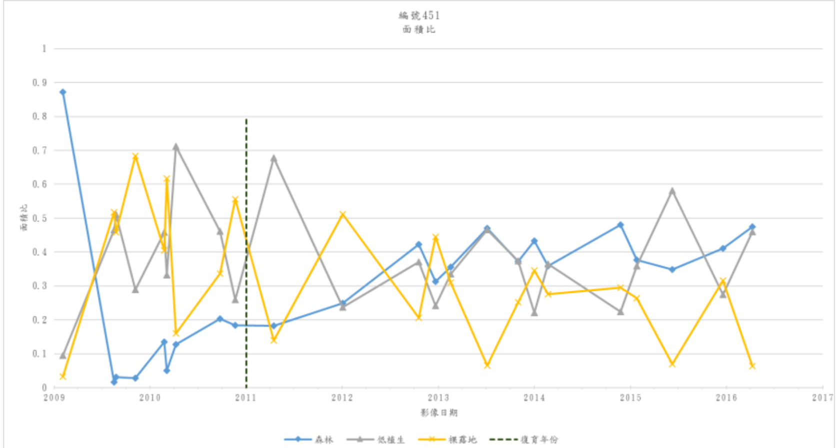
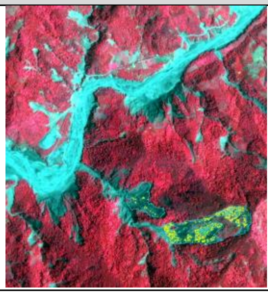
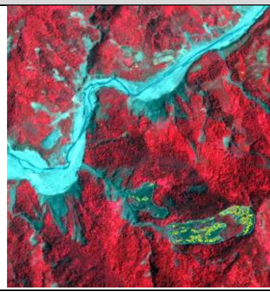
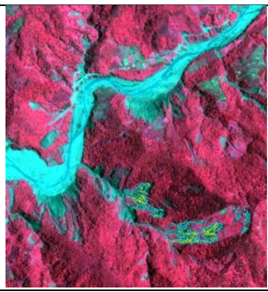
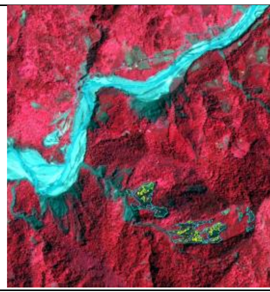
編號 442			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	68	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		49.38 公頃	
坡度	15-45°	海拔	1200 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	百慕達草、百喜草、高菰草、楓香、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝等		
步行來回所需時間	車行 4 小時,步行 1 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 崩塌地未穩定，持續崩塌中。 2. 擬先採自然復育，由其鄰近樹種天然下種，並俟崩塌地穩固情形評估復育策略。 3. 裸露地面積比有下降趨勢、森林面積比有上升趨勢，低植生成穩定狀態。		
位置	 		
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	3 幅(95193038、95193039、95193048)		
福衛 2 號影像數目	22 幅		
各時期面積比			

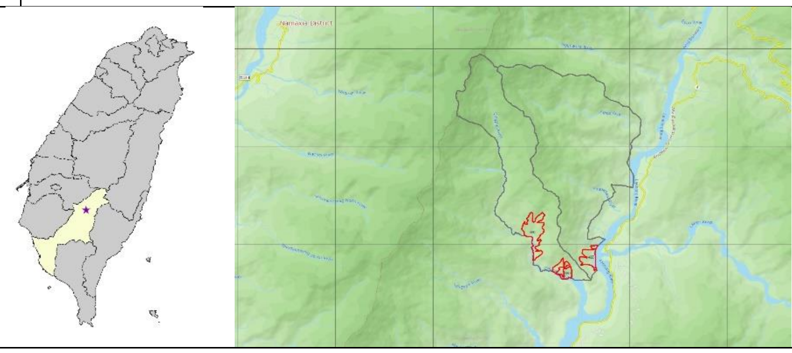
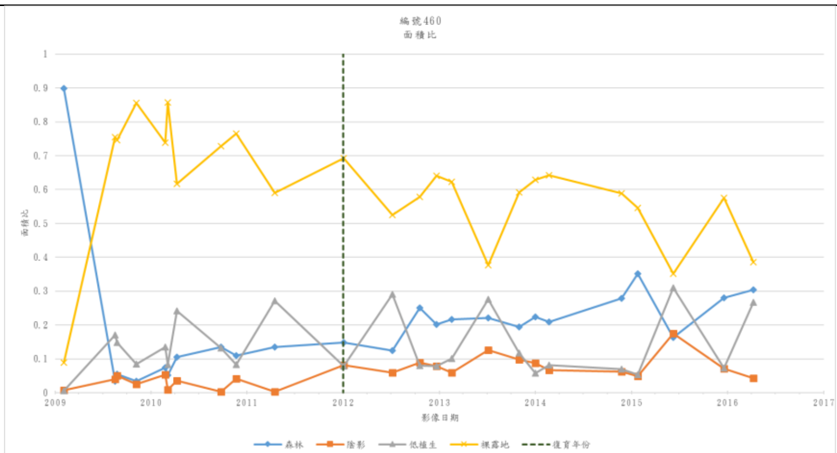
<table>
<tr><th colspan="4">編號 442</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/09/23(復育前)</td><td colspan="2">2011/04/16(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/11/23(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

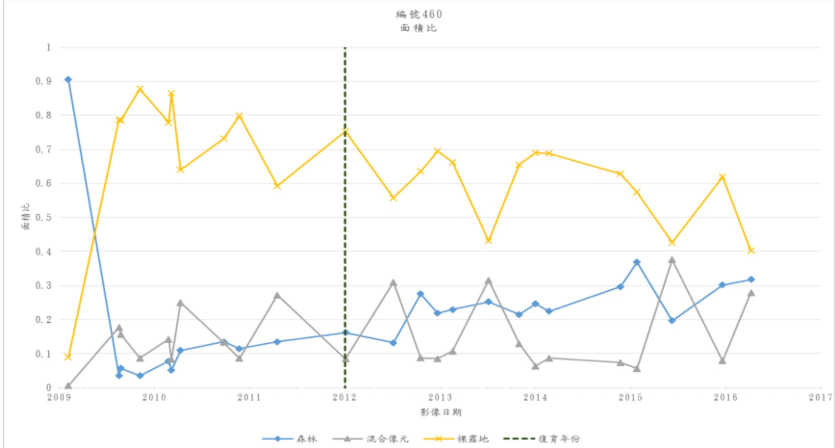
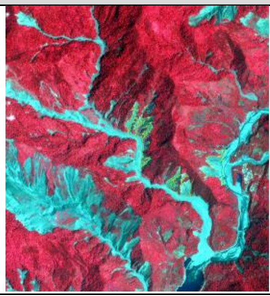
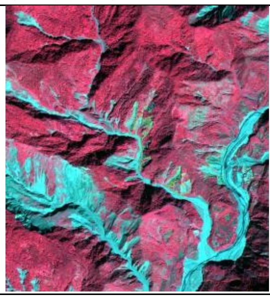
<table>
<tr><th colspan="4">編號 443</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>旗山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>69</td><td>復育時間</td><td>2011 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">14.94 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>15-45°</td><td>海拔</td><td>1200 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">百慕達草、百喜草、高菰草、楓香、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝等</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 4 小時,步行 1 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1. 擬先採自然復育，由其鄰近樹種天然下種，並俟崩塌地穩固情形評估復育策略。
2. 裸露地面積比有下降趨勢，低植生面積比成穩定狀態，森林面積比有上升趨勢。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">2 幅(95193039、95193049)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">23 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

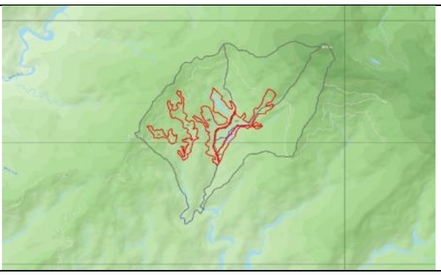
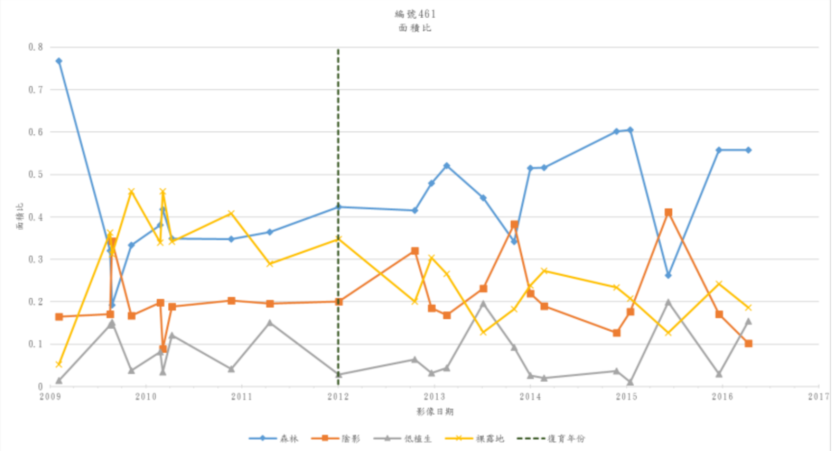
<table>
<tr><th colspan="4">編號 443</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/03/06(復育前)</td><td colspan="2">2011/04/16(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/11/23(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

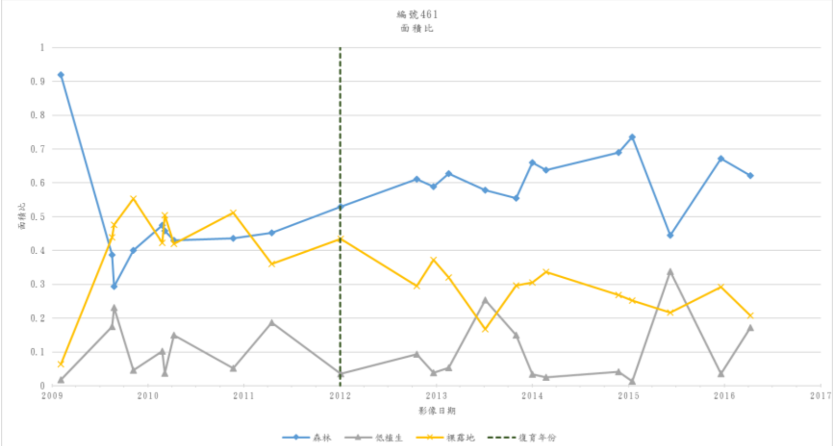
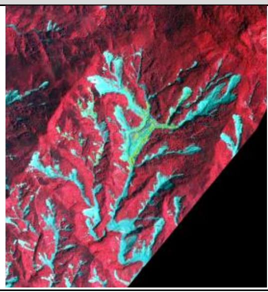
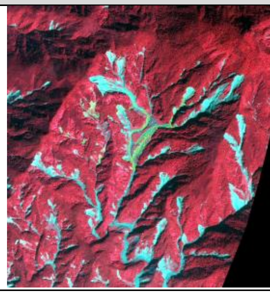
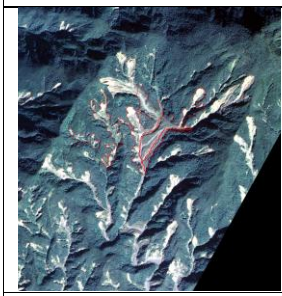
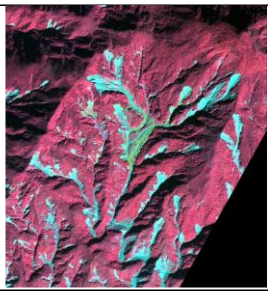
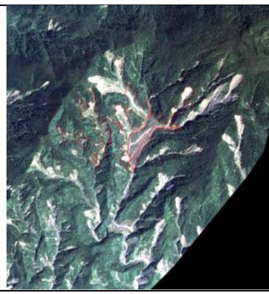
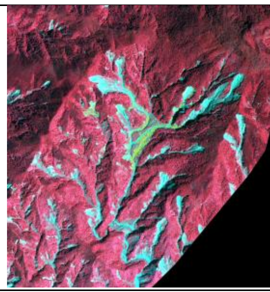
編號 451			
林管處	屏東	事業區	旗山
林班地	85	復育時間	2011 年
林管處提供局之基期圖層面積		25.07 公頃	
坡度	15-45°	海拔	1600 公尺
復育方式	整地、截排水、撒播、打樁編柵		
撒播或栽植樹種、草種	百慕達草、百喜草、青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、血桐、烏桕、台灣櫸及無患子等		
步行來回所需時間	車行 3 小時,步行 10 分鐘		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 植生生長情形佳，持續監測復育情形。 2. 因受陰影影響，所以面積比較看不出趨勢。		
位置	 		
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	1 幅(95193050)		
福衛 2 號影像數目	23 幅		
各時期面積比			

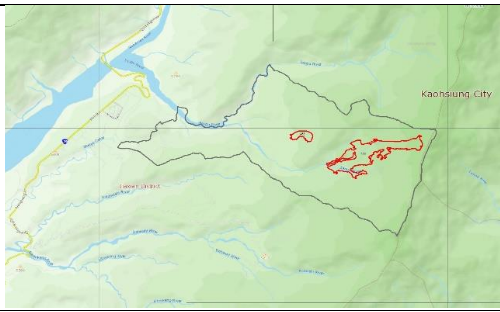
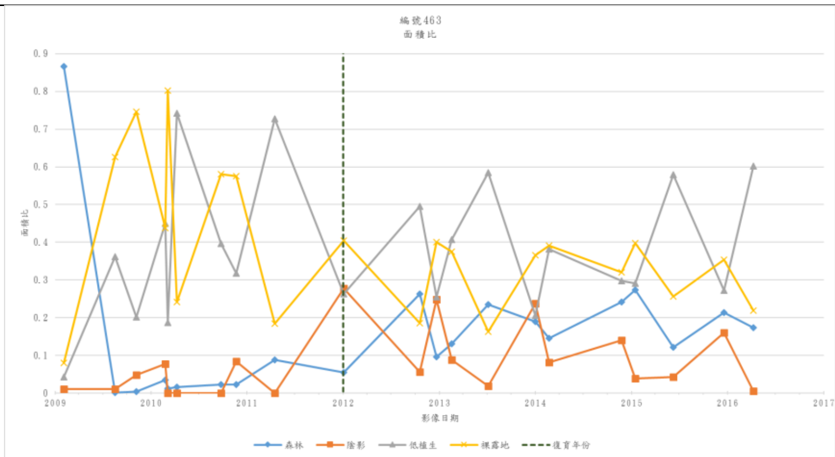
<table>
<tr><th colspan="4">編號 451</th></tr>
<tr><td colspan="2">各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2010/04/09(復育前)</td><td colspan="2">2011/04/16(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/07/05(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

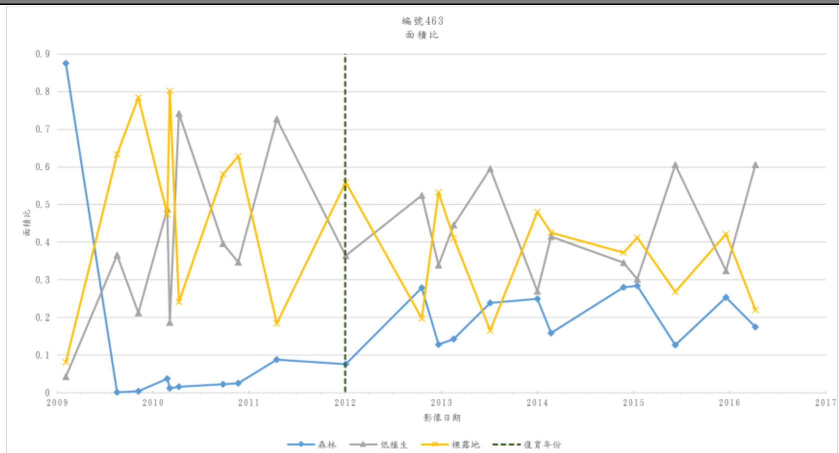
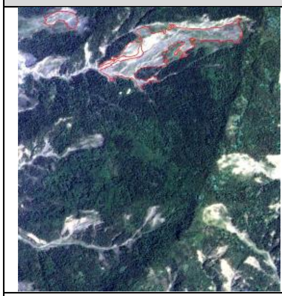
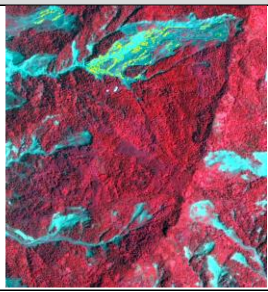
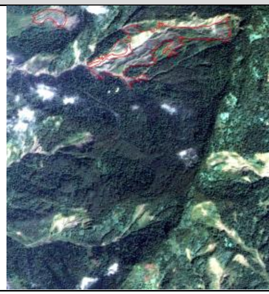
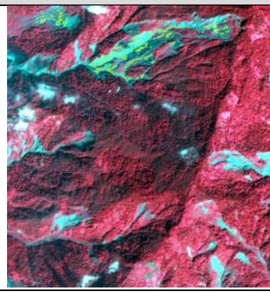
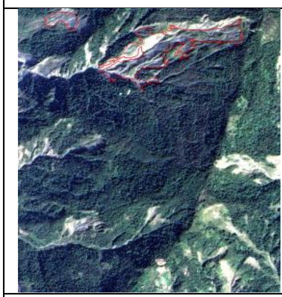
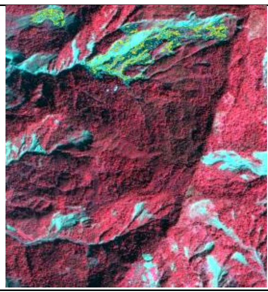
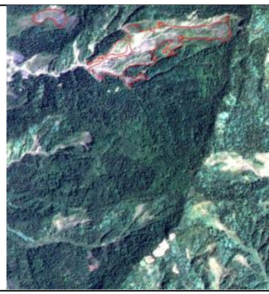
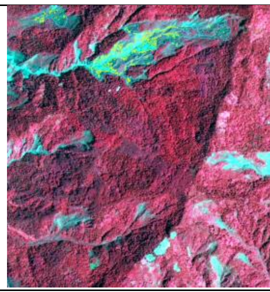
<table>
<tr><th colspan="4">編號 460</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>屏東</td><td>事業區</td><td>旗山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>75、76</td><td>復育時間</td><td>2012 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">67.77 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>15-45°</td><td>海拔</td><td>800-890 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、烏桕、台灣櫸、無患子、茄苳、楓香、百慕達、百喜草、高菰草</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車行 3 小時，步行 6 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">1.擬先採自然復育，由鄰近樹種天然下種更新。
2.俟崩塌地穩定後評估復育策略。
3. 裸露地面積比有較緩的下降趨勢，森林面積比有較緩的上升趨勢</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">3 幅(95192001、95192002、95192012)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">24 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

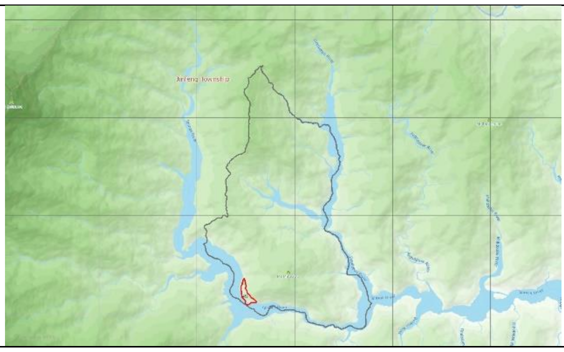
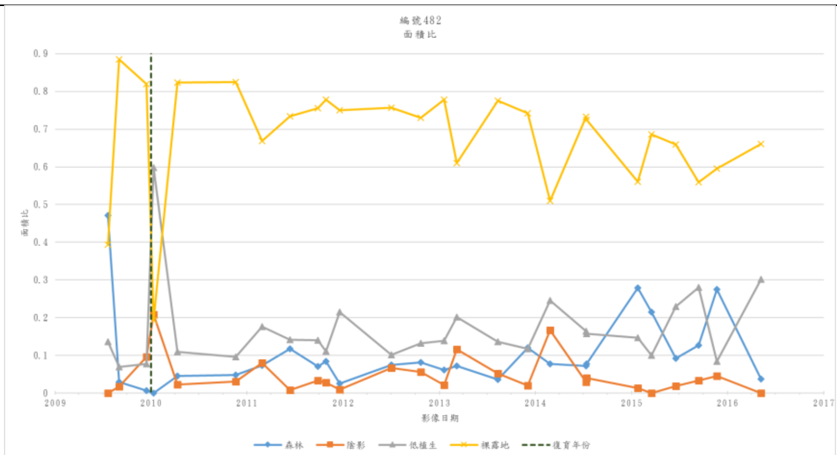
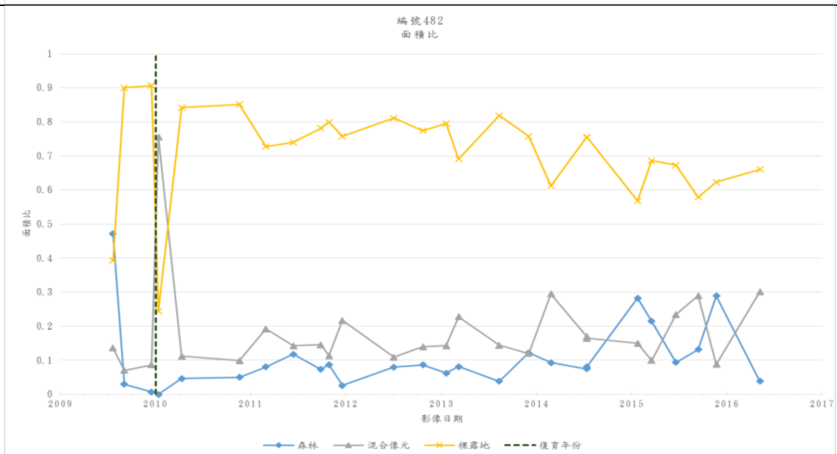
<table>
<tr><th colspan="4">編號 460</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/04/16(復育前)</td><td colspan="2">2012/07/05(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/11/23(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

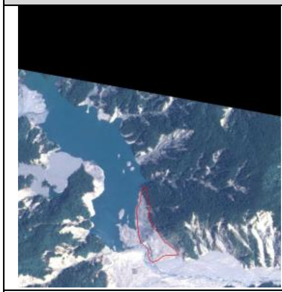
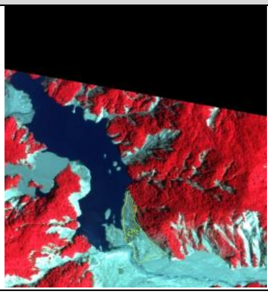
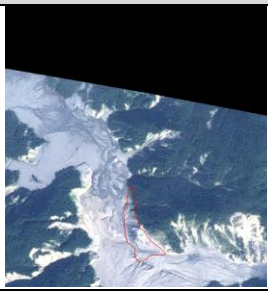
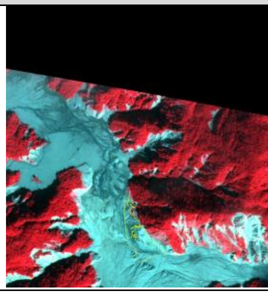
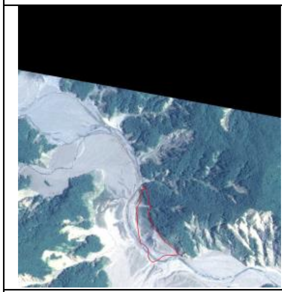
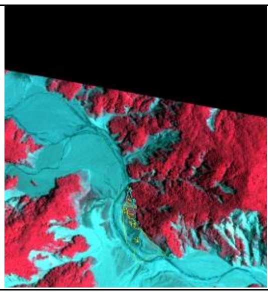
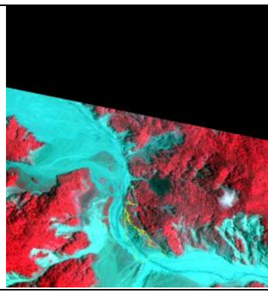
編號 461			
林管處	屏東	事業區	無老濃溪
林班地	56、57、58	復育時間	2012 年
林管處提供局之基期圖層面積		122.05 公頃	
坡度	15-50°	海拔	1800 公尺
復育方式	撒播		
撒播或栽植樹種、草種	青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、烏桕、台灣櫸、無患子、茄苳、楓香、百慕達、百喜草、高菰草		
步行來回所需時間	車行 3 小時，來回 6 小時		
預定實施二次植生時間	無		
備註	1. 以自然復育為主，並持續監測後續植生復育情形。 2. 地質脆弱易產生崩塌 3. 裸露地、低植生與森林面積比成穩定狀態		
位置	 		
5 千分之一圖幅數 (圖幅編號)	4 幅(95192061、95192062、95192071、95192072)		
福衛 2 號影像數目	22 幅		
各時期面積比			

<table>
<tr><th colspan="4">編號 461</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/04/16(復育前)</td><td colspan="2">2012/10/17(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/11/23(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="5">編號 463</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td colspan="2">屏東</td><td>事業區</td><td>旗山</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td colspan="2">23</td><td>復育時間</td><td>2012 年</td></tr>
<tr><td colspan="3">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">33.62 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td colspan="2">20-50°</td><td>海拔</td><td>400-500 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="4">撒點播</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="4">青楓、赤楊、台灣欒樹、光蠟樹、苦楝、相思樹、台灣櫸、百慕達、百喜草、高菸草</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="4">車行 2 小時,步行來回 8 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="4">無</td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="4">1. 崩塌地尚未穩定，天然下種更新情形良好，擬持續監測人工及天然復育情形。
2. 從福衛二號影像可看到已有復育，但森林、低植生與裸露地面積比受陰影影響看不出趨勢。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="4"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="4">1 幅(95193047)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="4">21 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">編號 463</th></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td><td>福衛二號影像</td><td>判釋結果</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2011/04/16(復育前)</td><td colspan="2">2012/10/17(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2014/02/22(復育中)</td><td colspan="2">2016/04/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

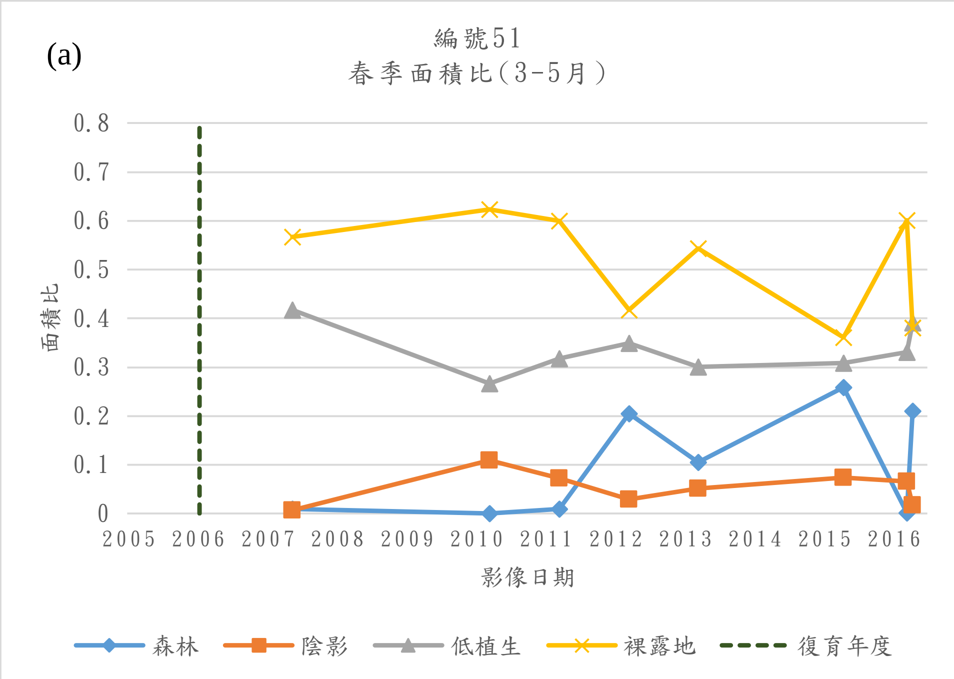
<table>
<tr><th colspan="4">編號 482</th></tr>
<tr><td>林管處</td><td>台東</td><td>事業區</td><td>大武</td></tr>
<tr><td>林班地</td><td>9</td><td>復育時間</td><td>2010 年</td></tr>
<tr><td colspan="2">林管處提供局之基期圖層面積</td><td colspan="2">11.07 公頃</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>30-40°</td><td>海拔</td><td>300-400 公尺</td></tr>
<tr><td>復育方式</td><td colspan="3">撒播種子</td></tr>
<tr><td>撒播或栽植樹種、草種</td><td colspan="3">羅氏鹽膚木、九芎、野桐、鐵掃帚、杜紅花、月橘</td></tr>
<tr><td>步行來回所需時間</td><td colspan="3">車程 1.5 小時　　　　步行 10 小時</td></tr>
<tr><td>預定實施二次植生時間</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>備註</td><td colspan="3">裸露地、低植生與森林面積比成穩定狀態。</td></tr>
<tr><td>位置</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td>5 千分之一圖幅數
(圖幅編號)</td><td colspan="3">1 幅(95182063)</td></tr>
<tr><td>福衛 2 號影像數目</td><td colspan="3">26 幅</td></tr>
<tr><td>各時期面積比</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>各時期面積比
(陰影修正後)</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

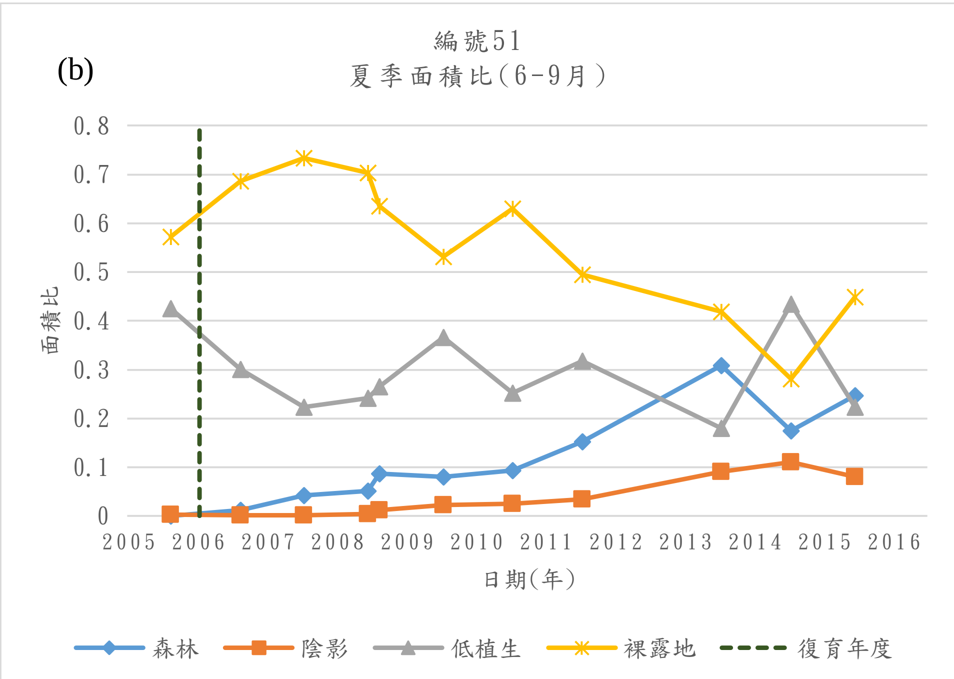
<table>
<tr><th colspan="4">編號 482</th></tr>
<tr><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th><th>福衛二號影像</th><th>判釋結果</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2009/09/02(復育前)</td><td colspan="2">2010/11/18(復育年份)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">2013/08/10(復育中)</td><td colspan="2">2016/05/07(最新一期影像)</td></tr>
</table>

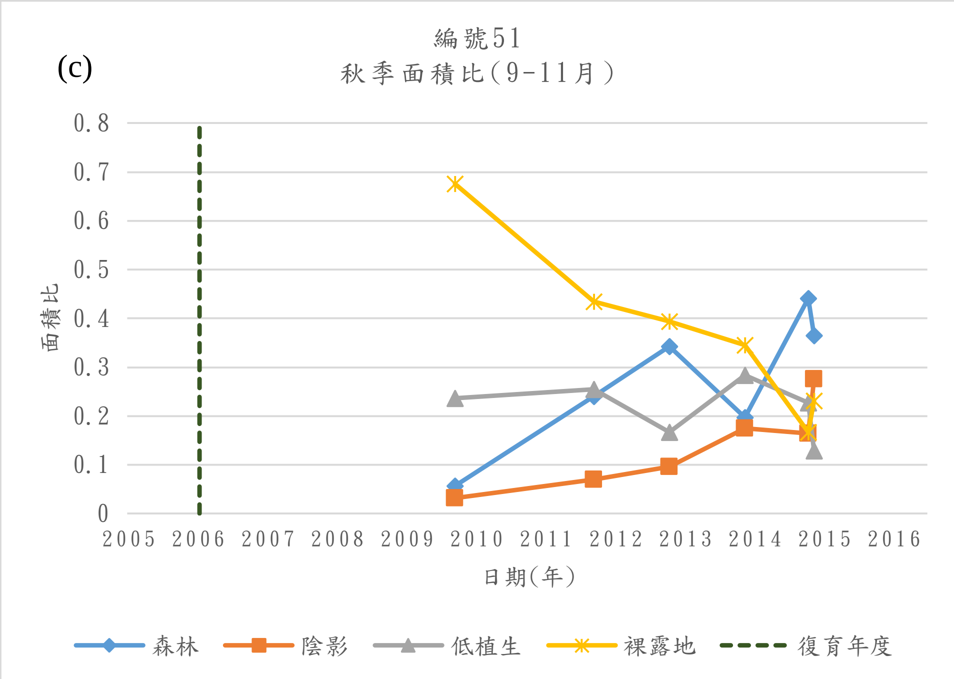
4.7 最適監測頻度

蒐集福衛二號服役期間(2004-2016 年)所拍攝各區域影像，挑選 30 處列管崩塌地品質佳、陰影覆蓋少、且雲覆率低之影像，分別進行輻射校正、幾何校正、正射糾正，以及各時期影像間必要之幾何與輻射相對校準與正規化處理，經由 4.6 節計算出面積各類型面積比例隨時間變化之情形，發現面積變化主要會到受樣區內陰影面積比例與季節性的變化影響。如編號 51、54、355、454、400、415、451、463 等崩塌地，做完陰影面積修正後還是無法看出有趨勢，但可從福衛二號影像可看到已有復育，由編號 378、445、402 明顯看出各類的面積比會受季節性影響。

以編號 51 為例，此區易受太陽角度影響而造成影陰影比例過大，依春、夏、秋、冬等四個季節來討論，如圖 4-18 所示，可發現春、夏、秋三個季節的陰影比例較為穩定，春、夏兩季時裸露地面積比趨於穩定，秋季時裸露地面積比成下降趨勢，但冬季時會發現因為陰影比例可以從 0.1~0.5 之間不等，所以較看不出趨勢；每半年一張影像分成 4～9 月與 10～3 月，如圖 4-19 所示，4～9 月面積比例隨時間變化裸露地有緩慢的下降趨勢，低植生面積比成穩定狀態，森林面積比例有緩慢的上升趨勢。


(a)
編號51
春季面積比(3-5月)
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
面積比
2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016
影像日期
森林
陰影
低植生
裸露地
復育年度


(b)
編號51
夏季面積比(6-9月)
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
面積比
2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016
日期(年)
森林
陰影
低植生
裸露地
復育年度



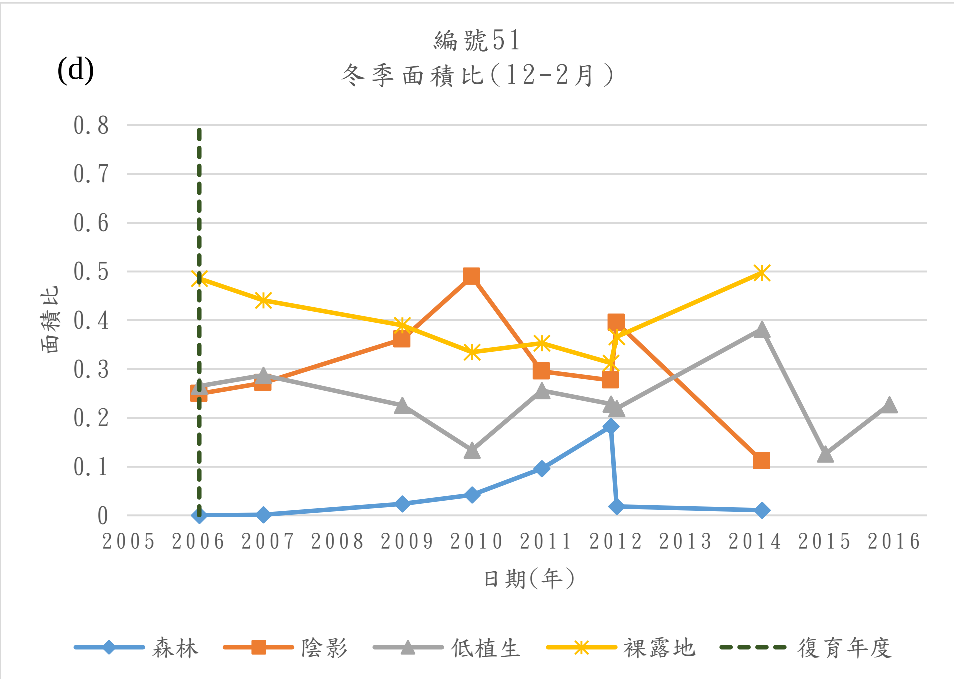
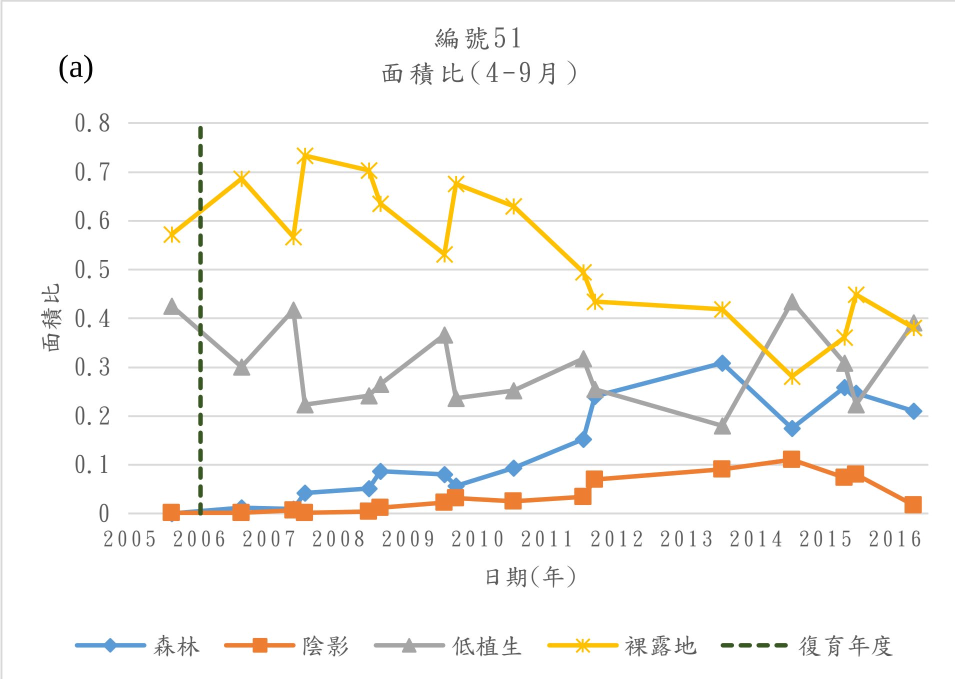


圖 4-18 新竹大溪事業區 134 林班地編號 51 崩塌地「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等類型，依(a)春季、(b)夏季、(c)秋季、與(d)冬季來呈現面積比例隨時間變化情形。



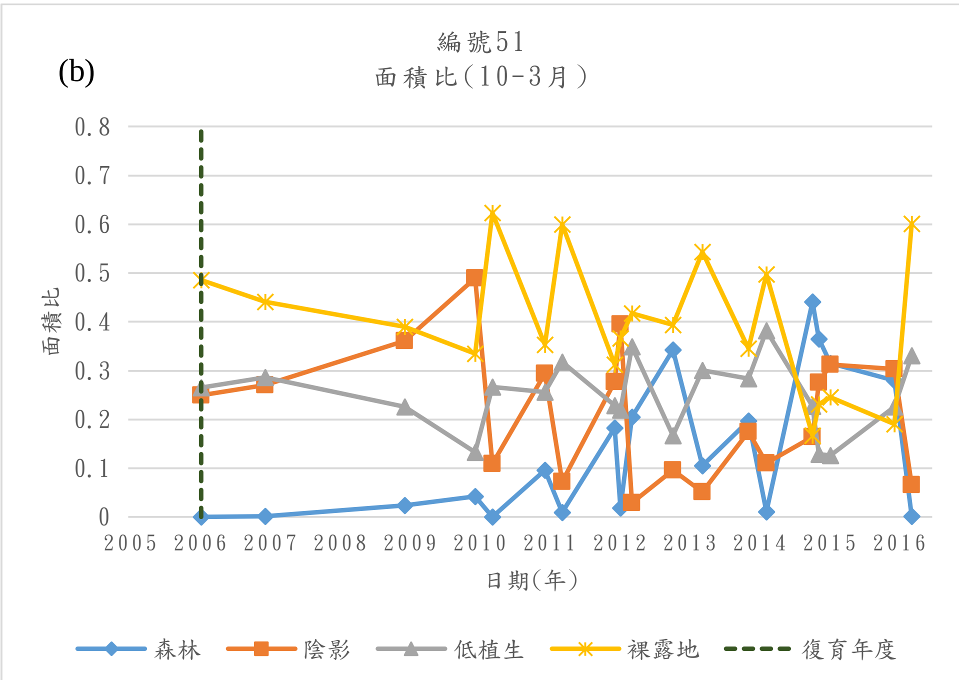


圖 4-19 新竹大溪事業區 134 林班地編號 51 崩塌地「森林」、「陰影」、「低植生」和「裸露地」等類型，依半年一張影像(a) 4～9 月 (b)10～3 月來呈現面積比例隨時間變化情形。

511 處列管崩塌地常位於地勢較陡的區域，台灣位於北回歸線附近，夏季為太陽直射的季節，相對於其他季節所造成地形的陰影較少，而且此時植生茂密，因此相較於其他季節，夏季會是較為理想的復育監測時間，而監測頻率可依區域是否易受陰影影響而區分，如易受影響區域建議以夏季影像一年一次監測，如若此區域較不易受陰影影響，則可一年更多季節的頻率下進行衛星影像監測。

4.8 驗證崩塌地與航照精度檢核

植生復育判釋精度檢核的流程根據 3.5 節所述，首先將解析度 25 cm 之航照先重新取樣降階成解析度 2 m 後進行判釋，以便與解析度 2 m 之福衛二號進行比對。接著再對航照與福衛二號影像判釋之陰影成果取聯集並製作遮罩，同時套用到航照與福衛二號影像之判釋成果上，濾除那些在其中一幅影像中因陰影遮蔽而無法判釋，但另一幅影像卻有判釋成果的情形，以求比對之公平。套用陰影聯集遮罩後，以航照判釋之成果做為地真資料進行檢核，整體精度最低為 69.14%(編號 435)，最高為 87.51%(編號 442)，整體精度大約介於 69.14～87.51%之間，而 Kappa 值最低為 0.47 (編號 400) ，最高為 0.76 (編號 442)，Kappa 值介於 0.46～0.76 之間，而最主要的誤差來源為低植生，航照可以更精準的圈出範圍，以下為 15 處驗證樣區精度檢核成果：

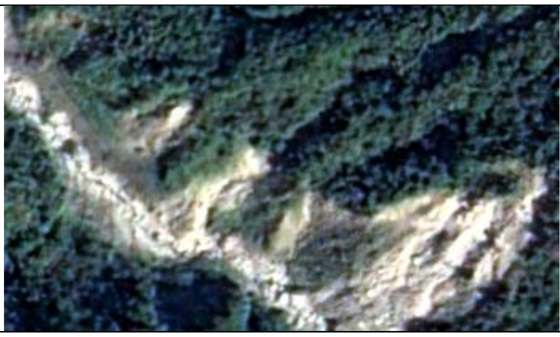
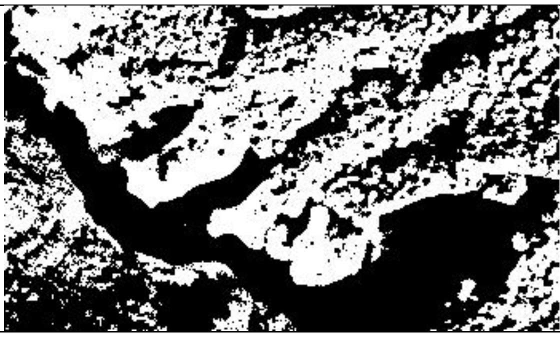
編號 391	
整體精度	78.16%
Kappa 指標	0.608571

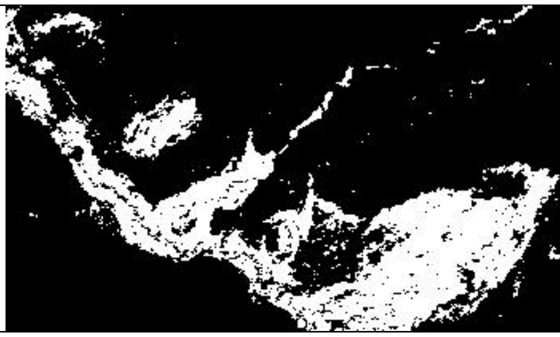
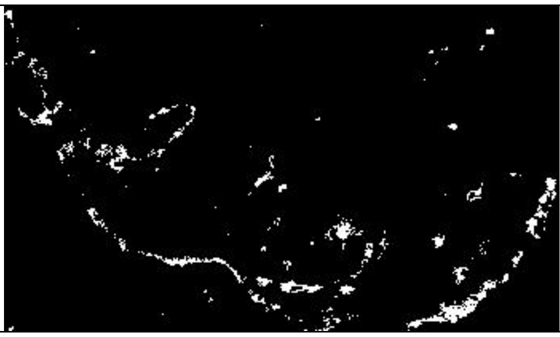
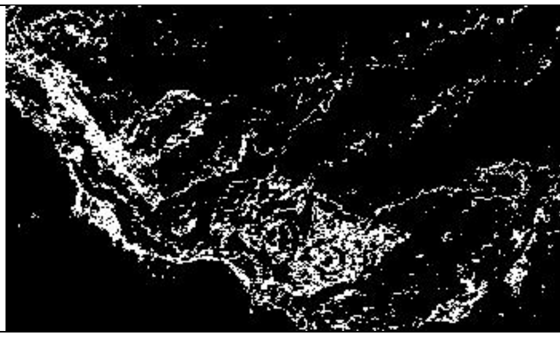
航照 / 福衛	森林(Pixel)	低植生(Pixel)	裸露地(Pixel)
森林	24601	4403	2678
低植生	272	870	760
裸露地	230	2347	12786

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	98.00	57.78	16.51
低植生	1.08	11.42	4.68
裸露地	0.92	30.80	78.81

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	22.35	2.00	98.00	77.65
低植生	54.26	88.58	11.42	45.74
裸露地	16.77	21.19	78.81	83.23

判釋影像面積 19.58 公頃

福衛二號影像(2014/02/23)	航空照片(2014/02/23)
	
福衛二號影像森林判釋 12.67 公頃	航空照片森林判釋 10.04 公頃
	

編號 391	
福衛二號影像裸露地判釋 6.15 公頃	航空照片裸露地判釋 6.49 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 0.76 公頃	航空照片低植生判釋 3.05 公頃
	

編號 400	
整體精度	75.96 %
Kappa 指標	0.465926

航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	6570	944	386
低植生	573	480	373
裸露地	35	225	961

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	91.53	57.25	22.44
低植生	7.98	29.11	21.69
裸露地	0.49	13.64	55.87

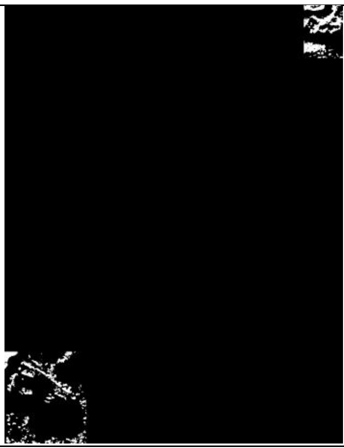
福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	16.84	8.47	91.53	83.16
低植生	66.34	70.89	29.11	33.66
裸露地	21.29	44.13	55.87	78.71

判釋影像面積 4.22 公頃

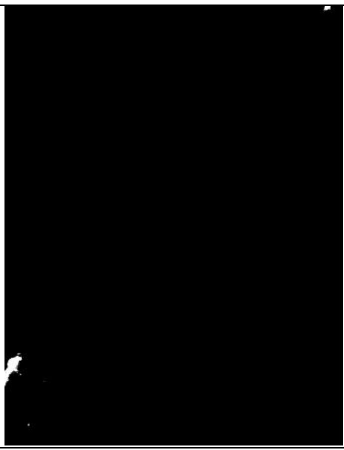
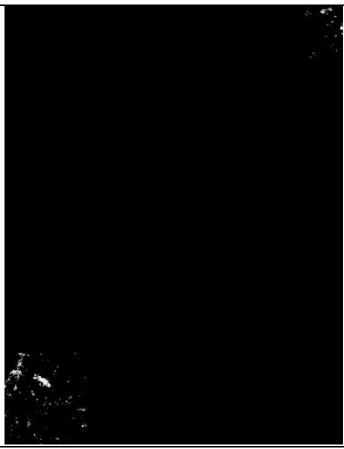
福衛二號影像(2015/12/31)

航空照片(2015/12/13)

福衛二號影像森林判釋 3.16 公頃



航空照片森林判釋 2.87 公頃

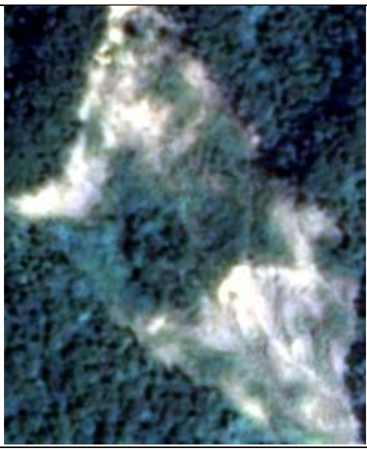
編號 400	
福衛二號影像裸露地判釋 0.49 公頃	航空照片影像裸露地判釋 0.69 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 0.57 公頃	航空照片低植生判釋 0.66 公頃
	

編號 402			
整體精度		72.23%	
Kappa 指標		0.468508	
航照 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	24822	5374	7754
低植生	43	62	281
裸露地	35	94	10447
航照 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	99.69	97.18	41.95
低植生	0.17	1.12	1.52
裸露地	0.14	1.70	56.53

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	34.59	0.31	99.69	65.41
低植生	83.94	98.88	1.12	16.06
裸露地	1.22	43.47	56.53	98.78

判釋影像面積 19.56 公頃

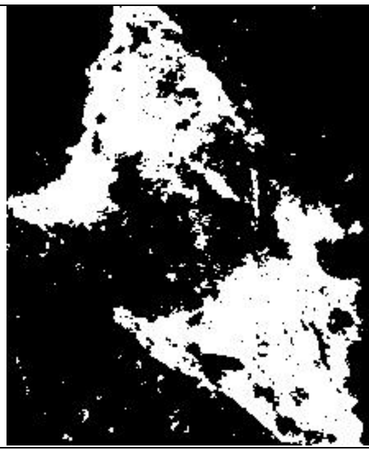
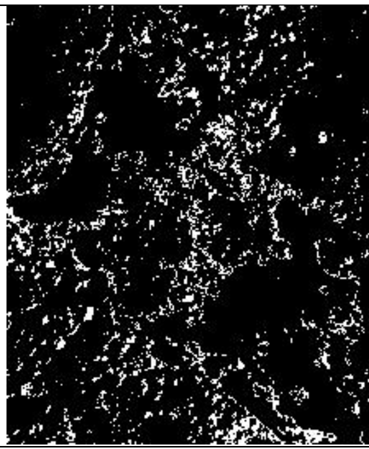
福衛二號影像(2013/03/16)



航空照片(2013/03/10)

福衛二號影像森林判釋 15.18 公頃

航空照片森林判釋 9.96 公頃

編號 402	
福衛二號影像裸露地判釋 4.23 公頃	航空照片影像裸露地判釋 7.39 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 0.15 公頃	航空照片低植生判釋 2.2 公頃
	

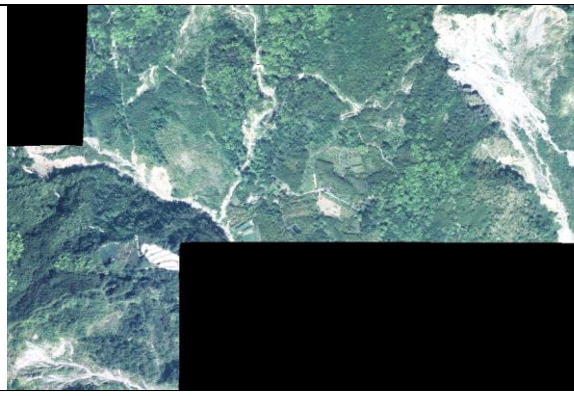
編號 411			
整體精度		81.11%	
Kappa 指標		0.565037	
航照 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	161069	27085	11009
低植生	142	251	483
裸露地	1201	6959	40013
航照 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	99.17	78.98	21.37
低植生	0.09	0.73	0.94
裸露地	0.74	20.29	77.69

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	19.13	0.83	99.17	80.87
低植生	71.35	99.27	0.73	28.65
裸露地	16.94	22.31	77.69	83.06

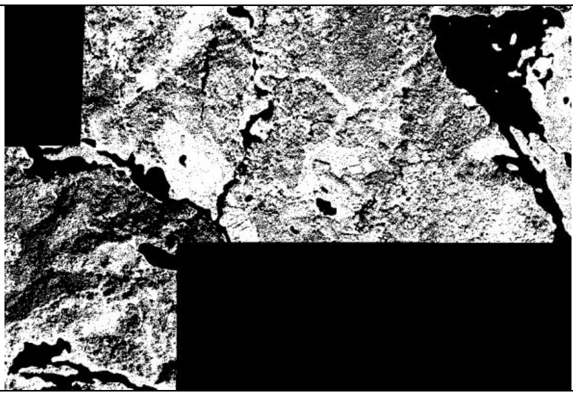
判釋影像面積 99.28 公頃

福衛二號影像(2014/02/23)

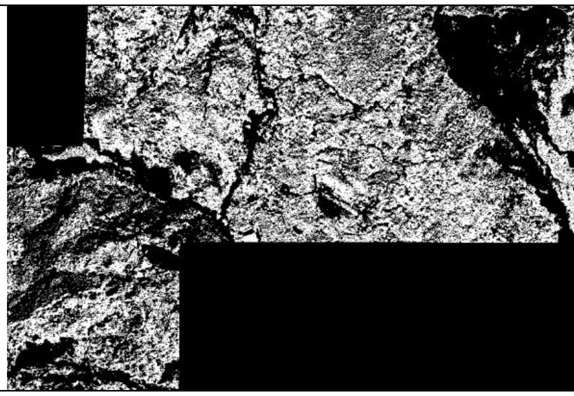
航空照片(2014/02/23)

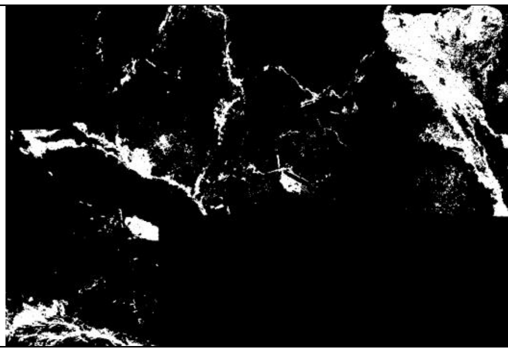
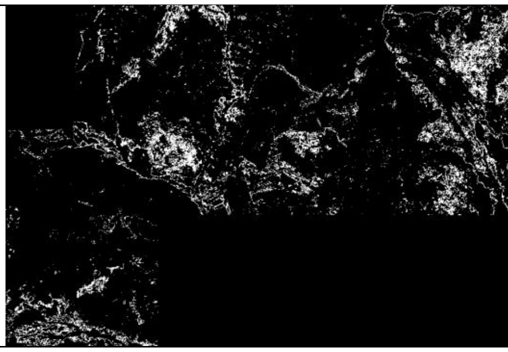


福衛二號影像森林判釋 79.67 公頃



航空照片森林判釋 64.96 公頃

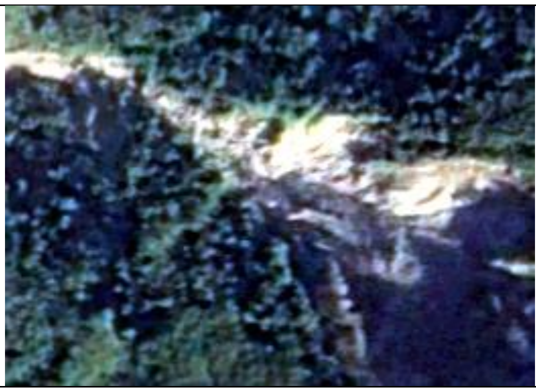
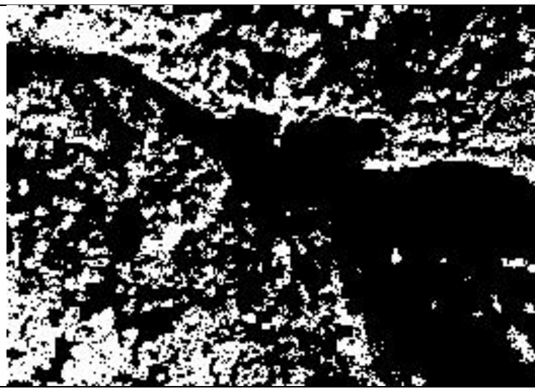


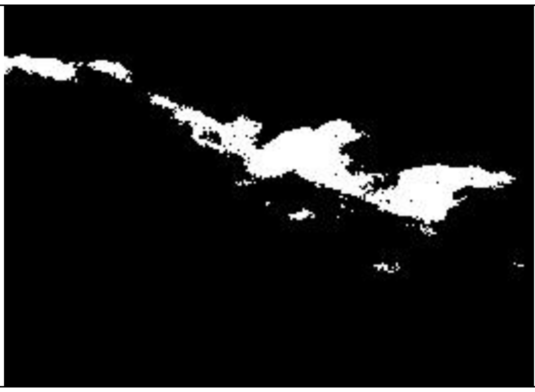
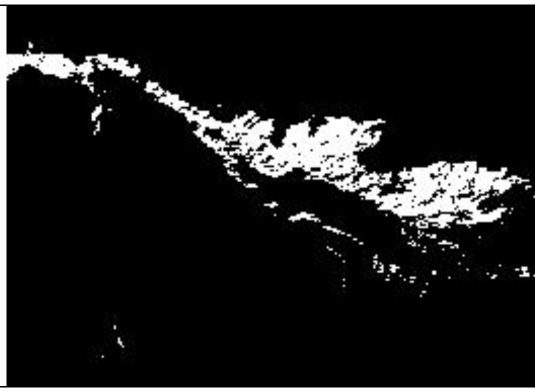
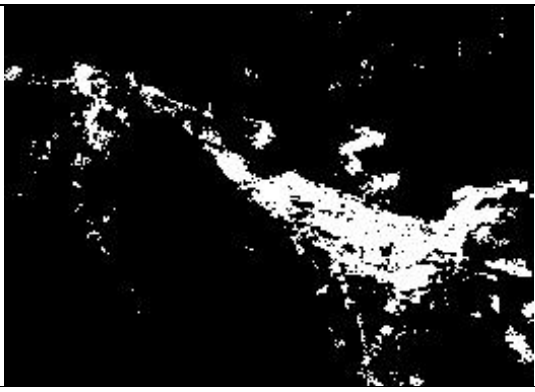
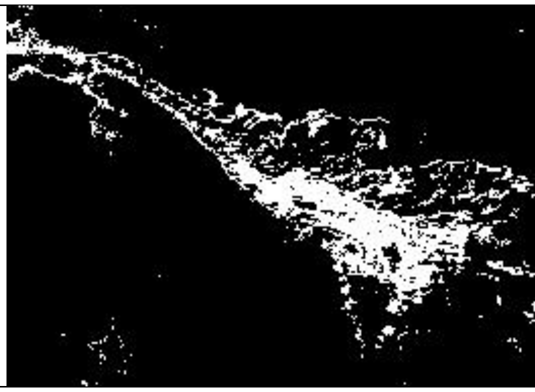
編號 411	
福衛二號影像裸露地判釋 19.27 公頃	航空照片影像裸露地判釋 20.60 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 0.35 公頃	航空照片低植生判釋 13.72 公頃
	

編號 415			
整體精度		82.48%	
Kappa 指標		0.69312	
航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	11397	794	363
低植生	719	3470	988
裸露地	16	828	2589
航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	93.94	15.59	9.21
低植生	5.93	68.15	25.08
裸露地	0.13	16.26	65.71

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	9.22	6.06	93.94	90.78
低植生	32.97	31.85	68.15	67.03
裸露地	24.58	34.29	65.71	75.42

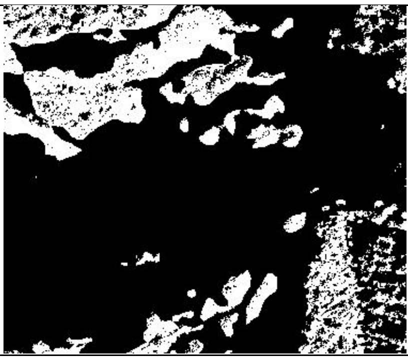
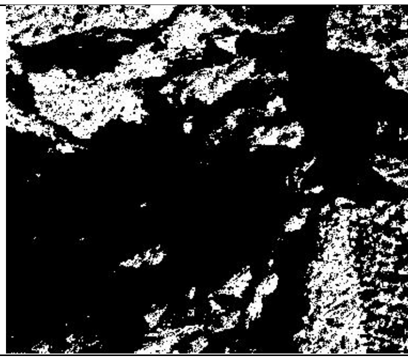
判釋影像面積 8.4656 公頃

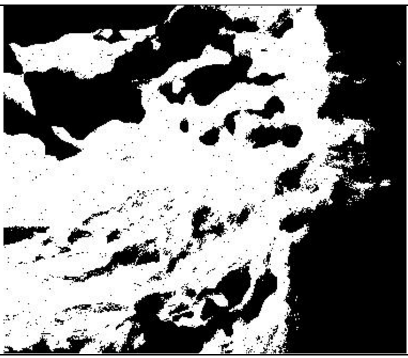
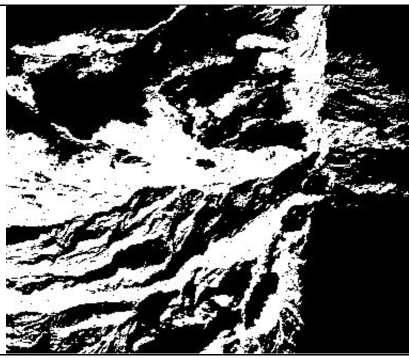
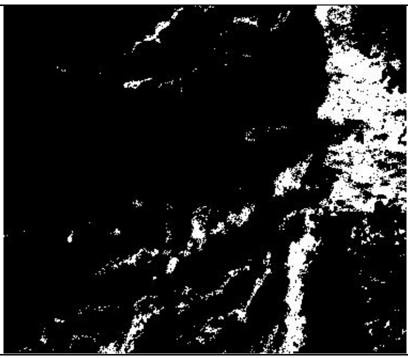
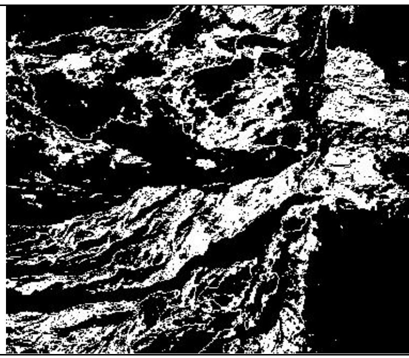
福衛二號影像(2014/02/23)	航空照片(2014/02/23)
	
福衛二號影像森林判釋 5.02 公頃	航空照片森林判釋 4.85 公頃
	

編號 415	
福衛二號影像裸露地判釋 1.37 公頃	航空照片影像裸露地判釋 1.58 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 2.07 公頃	航空照片低植生判釋 2.037 公頃
	

編號 424			
整體精度		69.46%	
Kappa 指標		0.51452	
航照 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	21076	5278	885
低植生	2058	8499	2314
裸露地	759	20300	42297
航照 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	88.21	15.49	1.95
低植生	8.61	24.94	5.09
裸露地	3.18	59.57	92.97

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	22.63	11.79	88.21	77.37
低植生	33.97	75.06	24.94	66.03
裸露地	33.24	7.03	92.97	66.76

判釋影像面積 41.39 公頃	
福衛二號影像(2014/02/23)	航空照片(2014/02/25)
	
福衛二號影像森林判釋 10.90 公頃	航空照片森林判釋 9.56 公頃
	

編號 424	
福衛二號影像裸露地判釋 25.34 公頃	航空照片影像裸露地判釋 18.20 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 5.15 公頃	航空照片低植生判釋 13.63 公頃
	

編號 435	
整體精度	69.14%
Kappa 指標	0.476897

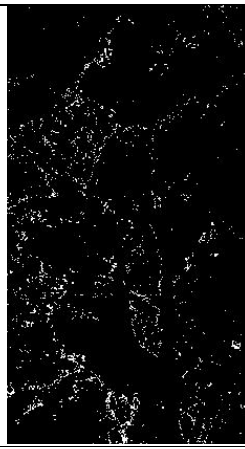
航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	16974	1364	6673
低植生	1350	853	10486
裸露地	390	443	28555

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	90.70	51.28	14.60
低植生	7.21	32.07	22.94
裸露地	2.08	16.65	62.46

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	32.13	9.30	90.70	67.87
低植生	93.28	67.93	32.07	6.72
裸露地	2.83	37.54	62.46	97.17

判釋影像面積 26.84 公頃

福衛二號影像(2015/06/09)	航空照片(2015/06/19)
	
福衛二號影像森林判釋 10.00 公頃	航空照片森林判釋 7.49 公頃
	

編號 435	
福衛二號影像裸露地判釋 11.76 公頃	航空照片影像裸露地判釋 18.29 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 5.08 公頃	航空照片低植生判釋 1.06 公頃
	

編號 440	
整體精度	82.31%
Kappa 指標	0.655051

航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	23071	2884	8138
低植生	229	578	890
裸露地	803	1603	44057

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	95.72	56.94	15.33
低植生	0.95	11.41	1.68
裸露地	3.33	31.65	82.99

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	32.33	4.28	95.72	67.67
低植生	65.94	88.59	11.41	34.06
裸露地	5.18	17.01	82.99	94.82

判釋影像面積 32.90 公頃

福衛二號影像(2013/02/17)

航空照片(2013/03/10)

福衛二號影像森林判釋 13.64 公頃

航空照片森林判釋 9.64 公頃

編號 440	
福衛二號影像裸露地判釋 18.59 公頃	航空照片影像裸露地判釋 21.23 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 0.68 公頃	航空照片低植生判釋 2.03 公頃
	

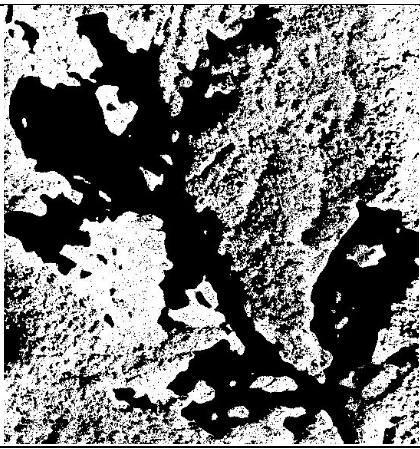
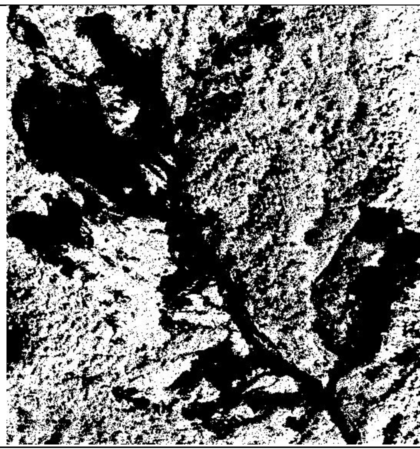
編號 442	
整體精度	87.51%
Kappa 指標	0.758736

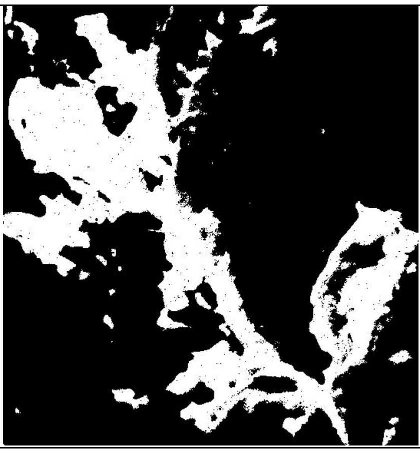
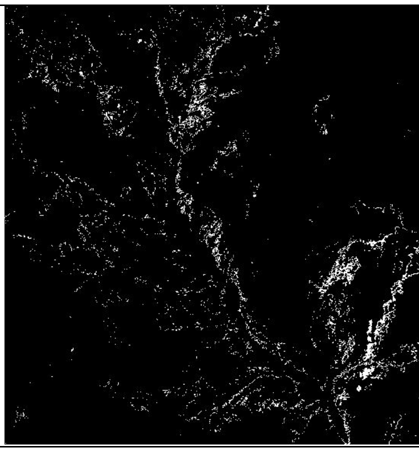
福衛 \ 航照	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	125367	2269	13393
低植生	2581	2991	3974
裸露地	3780	3418	77657

福衛 \ 航照	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	95.17	26.15	14.09
低植生	1.96	34.47	4.18
裸露地	2.87	39.39	81.72

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	11.11	4.83	95.17	88.89
低植生	68.67	65.53	34.47	31.33
裸露地	8.48	18.28	81.72	91.52

判釋影像面積 94.17 公頃

福衛二號影像(2013/02/17)	航空照片(2013/03/10)
	
福衛二號影像森林判釋 56.41 公頃	航空照片森林判釋 52.69 公頃
	

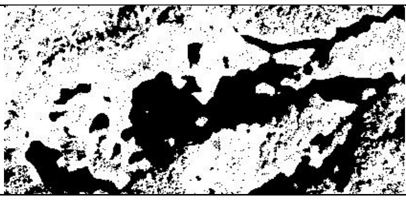
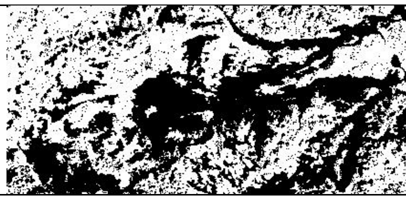
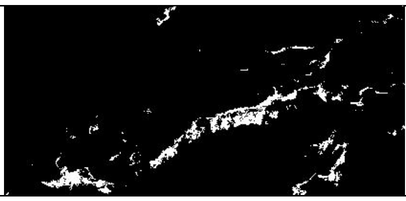
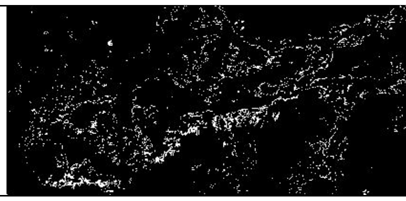
編號 442	
福衛二號影像裸露地判釋 33.94 公頃	航空照片影像裸露地判釋 38.01 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 3.82 公頃	航空照片低植生判釋 3.47 公頃
	

編號 443	
整體精度	80.18%
Kappa 指標	0.579625

航照 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	41533	1854	7447
低植生	852	1045	1481
裸露地	1163	1041	13391

航照 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	95.37	47.06	33.37
低植生	1.96	26.52	6.64
裸露地	2.67	26.42	60.00

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	18.30	4.63	95.37	81.70
低植生	69.06	73.48	26.52	30.94
裸露地	14.13	40.00	60.00	85.87

判釋影像面積 27.92 公頃	
福衛二號影像(2013/02/17)	航空照片(2013/03/10)
	
福衛二號影像森林判釋 20.33 公頃	航空照片森林判釋 17.42 公頃
	
福衛二號影像裸露地判釋 6.24 公頃	航空照片影像裸露地判釋 8.93 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 1.35 公頃	航空照片低植生判釋 1.58 公頃
	

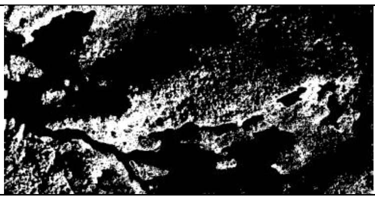
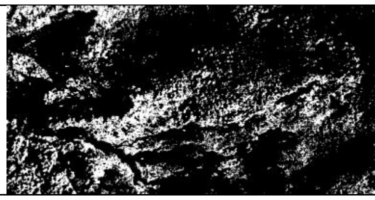
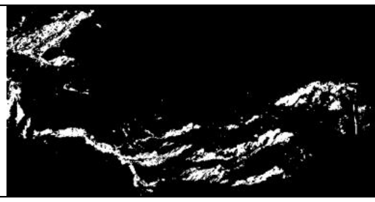
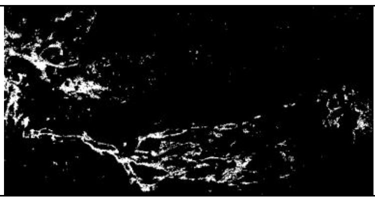
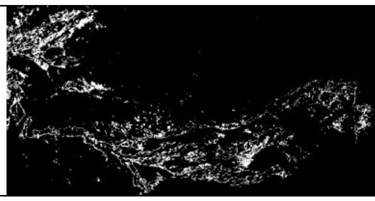
編號 451	
整體精度	74.26 %
Kappa 指標	0.557887

航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	31243	3453	2024
低植生	2614	5058	2831
裸露地	869	4364	10310

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	89.97	26.82	13.35
低植生	7.53	39.29	18.67
裸露地	2.50	33.90	67.99

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	14.92	10.03	89.97	85.08
低植生	51.84	60.71	39.29	48.16
裸露地	33.67	32.01	67.99	66.33

判釋影像面積 25.11 公頃

福衛二號影像(2013/02/17)	航空照片(2013/03/10)
	
福衛二號影像森林判釋 14.69 公頃	航空照片森林判釋 13.89 公頃
	
福衛二號影像裸露地判釋 6.22 公頃	航空照片影像裸露地判釋 6.07 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 4.20 公頃	航空照片低植生判釋 5.15 公頃
	

編號 460	
整體精度	81.72 %
Kappa 指標	0.630168

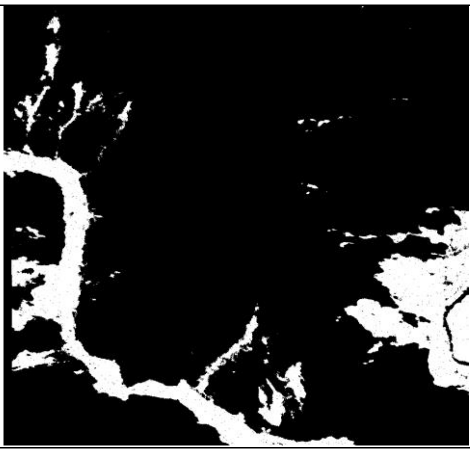
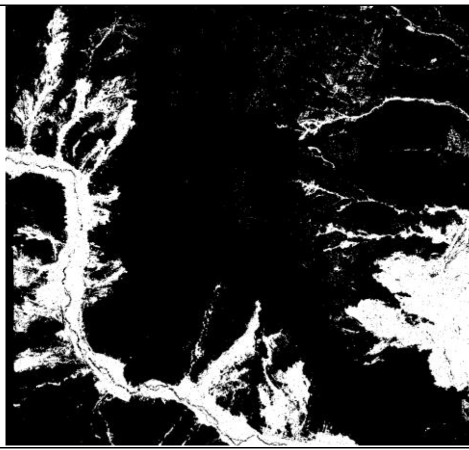
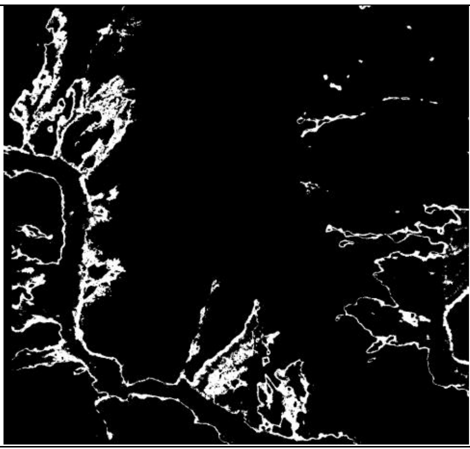
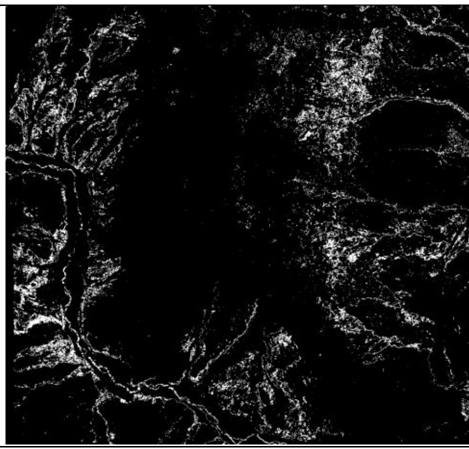
航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	399261	35876	19292
低植生	7157	15411	47322
裸露地	1328	7278	113806

航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	97.92	61.26	10.69
低植生	1.76	26.31	26.23
裸露地	0.33	12.43	63.08

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	12.14	2.08	97.92	87.86
低植生	77.95	73.69	26.31	22.05
裸露地	7.03	36.92	63.08	92.97

判釋影像面積 258.69 公頃

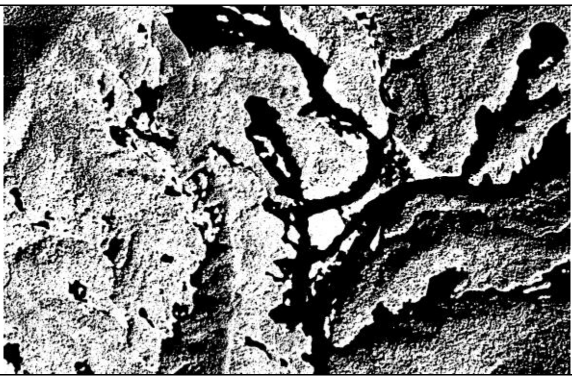
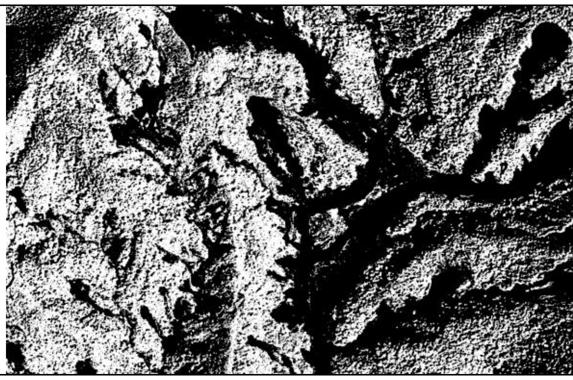
福衛二號影像(2012/07/05)	航空照片(2012/07/03)
	
福衛二號影像森林判釋 181.77 公頃	航空照片森林判釋 163.10 公頃
	

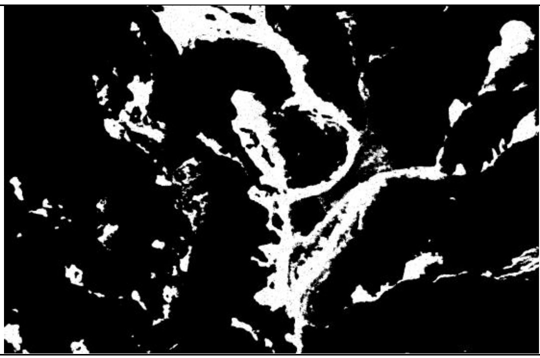
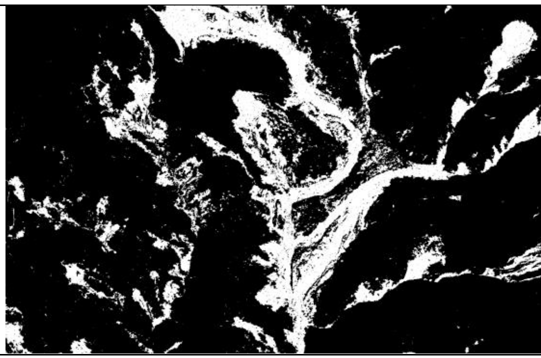
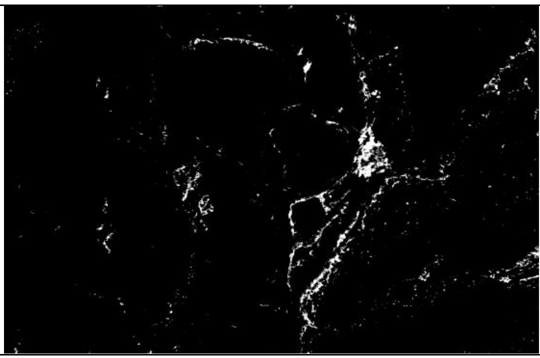
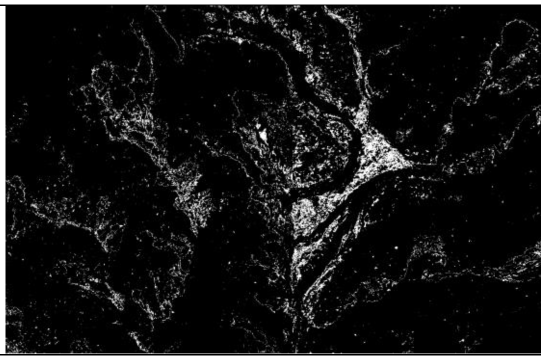
編號 460	
福衛二號影像裸露地判釋 48.96 公頃	航空照片影像裸露地判釋 72.17 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 27.96 公頃	航空照片低植生判釋 23.43 公頃
	

編號 461			
整體精度	83.07 %		
Kappa 指標	0.638835		
航照 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	455486	42192	56656
低植生	3065	8202	9588
裸露地	2675	11789	154561
航照 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	98.76	67.85	25.66
低植生	0.66	13.19	4.34
裸露地	0.58	18.96	70.00

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	17.83	1.24	98.76	82.17
低植生	60.67	86.81	13.19	39.33
裸露地	8.56	30.00	70.00	91.44

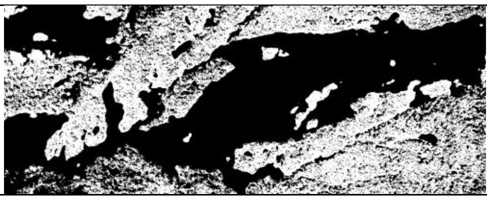
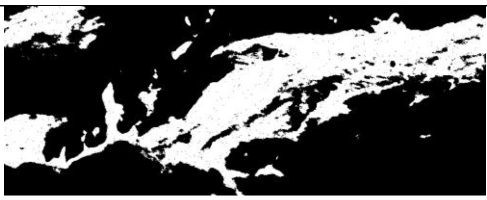
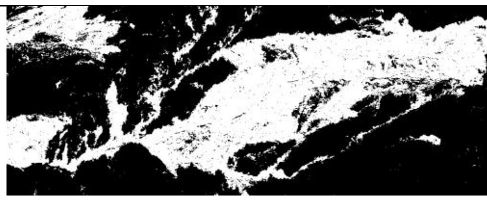
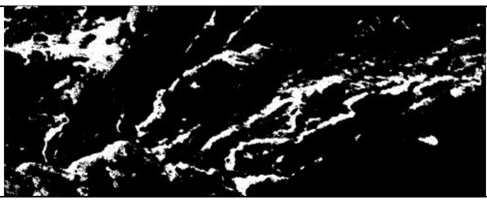
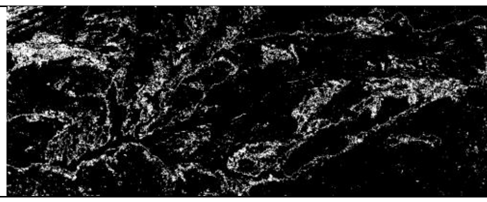
判釋影像面積 297.69 公頃

福衛二號影像(2013/02/17)	航空照片(2013/02/24、2013/03/10)
	
福衛二號影像森林判釋 221.73 公頃	航空照片森林判釋 184.49 公頃
	

編號 461	
福衛二號影像裸露地判釋 67.61 公頃	航空照片影像裸露地判釋 88.32 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 8.34 公頃	航空照片低植生判釋 24.87 公頃
	

編號 463			
整體精度		77.67 %	
Kappa 指標		0.631903	
航照 / 福衛	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	124011	17321	9223
低植生	5185	10413	29242
裸露地	1342	7036	106797
航照 / 福衛	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	95.00	49.82	6.35
低植生	3.97	29.95	20.13
裸露地	1.03	20.24	73.52

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	17.63	5.00	95.00	82.37
低植生	76.78	70.05	29.95	23.22
裸露地	7.27	26.48	73.52	92.73

判釋影像面積 124.228 公頃	
福衛二號影像(2010/03/06)	航空照片(2010/03/06)
	
福衛二號影像森林判釋 60.22 公頃	航空照片森林判釋 52.22 公頃
	
福衛二號影像裸露地判釋 46.07 公頃	航空照片影像裸露地判釋 58.10 公頃
	
福衛二號影像低植生判釋 17.94 公頃	航空照片低植生判釋 13.91 公頃
	

編號 482	
整體精度	79.30 %
Kappa 指標	0.520684

福衛＼航照	森林(pixel)	低植生(pixel)	裸露地(pixel)
森林	4192	751	830
低植生	469	2220	6105
裸露地	3	874	28192

福衛＼航照	森林(%)	低植生(%)	裸露地(%)
森林	89.88	19.53	2.36
低植生	10.06	57.74	17.38
裸露地	0.06	22.73	80.26

福衛影像	誤授(%)	漏授(%)	生產者精度(%)	使用者精度(%)
森林	27.39	10.12	89.88	72.61
低植生	74.76	42.26	57.74	25.24
裸露地	3.02	19.74	80.26	96.98

判釋影像面積 17.45 公頃

福衛二號影像(2013/03/08)	航空照片(2013/03/10)
	
福衛二號影像森林判釋 2.31 公頃	航空照片森林判釋 1.87 公頃
	

<table>
<tr><th colspan="2">編號 482</th></tr>
<tr><td>福衛二號影像裸露地判釋 11.63 公頃</td><td>航空照片影像裸露地判釋 14.05 公頃</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>福衛二號影像低植生判釋 3.52 公頃</td><td>航空照片低植生判釋 1.54 公頃</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

第 5 章 結論

臺灣地區山勢陡峭，年雨量充沛，每年遭逢颱風豪雨侵襲及地震活動，常發生坍落及邊坡崩塌現象而造成災害。然林務局所轄 8 個林管處因地理位置，崩坍塌陷之情況常因地而異。其中部份崩塌地上為岩石或岩層裸露，幾無土壤留存情況；部份崩塌地，仍有土壤留存之坡面，亦為目前復育造林的主要對象。在林務局列管的 511 處崩塌地中，因海拔高度、地質、土壤等因素不同外，由表 4-1 與表 4-2 所選取的 15 處試驗樣區與驗證樣區中，可發現經本計畫分析處理多期之衛星影像及將陰影修正後，可發現整體而言多數樣區之裸露地面積減少，林地與植生面積上升。

在本計畫試驗與驗證 15 處樣區中選取復育之工法多為木樁竹編柵、撒播之方式進行，其中後者工法使用之機會最高。在選用之樹種亦多為陽性先驅樹種，自民國 88 年 921 震災後林務局各林管處執行國有林地復舊造林均有豐富之復育經驗，其中選擇之樹種亦為臺灣水土保持植生工程所主要應用之木本植物。除裸露岩盤、坡度極為陡峭之崩塌地外，在選出分析之樣區中在分析期間期崩塌裸露面積仍然有變動之現象。探究其原因除受陰影、低植生、影像本身空間解像力限制影響判斷精度之因素外，分析影像期間尚有其他如後續地震、颱風、豪雨，使得已進行植生之崩塌地再度發生崩坍之現象，因而形成樣區分析逐年分析結果森林區與低植生面積下降，而裸露區面積增加之現象。另各崩塌地之海拔、氣候帶、與

坡度坡向，即使在鄰近事業區海拔相近之崩塌地，撒播同樣之復育樹種，其復育之效果亦不盡相同。至於各林管處事業區崩塌地較適用之復育樹種與草種，因本計畫分析之樣本數有限，同時受影響之環境生育地因子亦多，仍有待後續進一步之研究分析。基本上無法以治山工程規劃實施之工法以植生復育造林之策略是正確的，但裸露之坡面因土壤淺薄，地質亦尚未穩定，除草本植物外，木本植物適宜之切入栽植時間點近年來亦有學者進行研究與討論在穩定初期木本植物成長之過程中，亦逐漸加重崩塌坡面之重量與側向應力，在降雨吸飽水分後是否反而增加坡面持續崩塌之可能性。在本計畫 15 個驗證樣區中崩塌地面積較大者可看出有明顯之穩定降低之趨勢，部分出現崩塌地面積降低趨勢不明顯者可能為上述之狀況。另依林務局各林管處歷年來崩塌地復育成果總結報告，林地復育後，每年每公頃可涵養水源 3,600 立方公尺、土砂捍止 300 立方公尺，建議林務局日後對崩塌地林地復育亦可進一步進行「生態服務給付」之研究分析，除對崩塌地面積與植生覆蓋率外，另以定量之方式計算崩塌地復育造林除涵養水源、土砂捍止對整體集水區所提供之生態服務價值，凸顯林務局本項工作之重要性與價值。

由本計畫試驗與驗證樣區之基本資料可發現部份樣區非常遙遠，抵達現場所花費車行與步行時間相當久，雖然每半年列管之崩塌地實地探勘可獲得第一手之現地資訊，但在各林管處人力資源相對捉襟見肘的情

況下，定期之實地探勘仍有一定之限制性，同時亦有同仁在陡峭崩塌地與林地進行調查安全上之顧慮。本計畫以遙測方式來進行崩塌地復於造林之成效定量評估，測試之結果亦已達一定之可信度。以主持人研究團隊多年於衛星影像成熟之技術與成果，本計畫未來在林務局本項業務應有很高的實務應用性與必要性。福衛二號與 Landsat-8，為長時期植生復育監測工作理想的資料來源，應有系統地建置與分析。本團隊掌握多期影像變異分析的關鍵技術—幾何精配準和相對輻射校正，能有效進行定量分析與評估。評估福衛二號、Landsat-8 與 Sentinel-2 植生復育之指標分析，目前使用決策樹分類法與 NDVI、SI 和 Gn 等三種指標，將自動選擇閥值並將試驗樣區內森林、裸露地、低植生、陰影判別出來，可大幅提升自動化執行之可能性。而目前福衛二號判釋結果與航照影像做驗證，整體精度大約介於 69.14～87.51%之間，Kappa 值介於 0.46～0.76 之間，其原因主要為解析度的差異，容易造成低植生範圍容易誤授與漏授。

此區如有良好的復育成效，將會看到裸露地逐漸縮小、低植生與森林區域逐漸擴大的變化，依照每 3 個月挑選影像，進行面積比隨時間變化情形，發現需要考慮季節的影響，而夏季為最合適的監測頻度，因為台灣處於北半球，夏季為太陽直射的季節，相對於其他季節所造成地形的陰影較少，並且此時植生茂密，為較理想的復育監測時間，建議監測頻率可依區域是否易受陰影影響而區分，如易受影響建議以夏季影像一年一次監

測，如若此區域較不易受陰影影響，則可一年更多季節的頻率下進行衛星影像監測，而災害頻發區域在挑選影像日期時，則需要涵蓋發生災害時期的前後期之影像，還需要考量該區災害降雨強度與頻率考量因素，才會得到完整復育資訊。

進行崩塌地復育造林評估時，30 處樣區裡有 10 處(編號 61、378、385、402、411、430、435、442、443 與 452)可明顯看復育成效良好，4 處(編號 440、459、460、482)復育成效較緩，4 處(編號 445、450、461 與 462)崩塌地面積比成穩定狀態，較看不出復育成效，12 處(編號 51、54、55、355、391、400、415、424、431、451、454 與 463)因受大範圍陰影影響所以無法用面積比時間序列看出成效，但可直接從福衛二號影像上看出復育成果。Landsat-8 與 Sentinel-2 套用相同方式進行分析，由於衛星取像的時間比植生復育的時間晚，沒有辦法進行像福衛二號那麼詳細的討論，不過未來如果崩塌地面積夠大與復育時間更長，這兩顆衛星將會有很好的應用與自動化之潛力。

本計畫有效整合各種時間與空間尺度所獲取之多元遙測影像，建立了基於遙測技術之崩塌地復育監測方法，可掌握崩塌復育情形，提供造林復育之參考，未來可充分支援列管崩塌區復育造林成效之定量評估工作。

參考文獻

Canty, M.J., Nielsen, A.A., & Schmidt, M. (2004). Automatic radiometric normalization of multitemporal satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 91, 441-451

Coulter, L.L., Stow, D.A., & Baer, S. (2003). A frame center matching technique for precise registration of multitemporal airborne frame imagery. Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41, 2436-2444

Dai, X., & Khorram, S. (1998). The effects of image misregistration on the accuracy of remotely sensed change detection. Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 36, 1566-1577

Du, Y., Teillet, P.M., & Cihlar, J. (2002). Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. Remote Sensing of Environment, 82, 123-134

Eismann, M.T. (2012). Hyperspectral remote sensing.

Gillespie, A., Kahle, A., & Walker, R. (1987). Color enhancement of highly correlated images. II. Channel ratio and chromaticity transformation techniques. Remote Sensing of Environment, 22, 343-365

Haydn, R., Dalke, G., Henkel, J., & Bare, J. (1982). Application of the IHS color transform to the processing of multisensor data and image enhancement. In (pp. 599-616)

Liu, C.-C. (2006). Processing of FORMOSAT-2 daily revisit imagery for site surveillance. Ieee Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44, 3206-3214

Liu, C.-C. (2015). Preparing a landslide and shadow inventory map from high-spatial-resolution imagery facilitated by an expert system. Journal of Applied Remote Sensing, 9, 096080-096080

Liu, C.C., & Chen, P.L. (2009). Automatic extraction of ground control regions and orthorectification of remote sensing imagery. Optics Express, 17, 7970-7984

Ma, H.-R., Cheng, X., Chen, L., Zhang, H., & Xiong, H. (2016). Automatic identification of shallow landslides based on Worldview2 remote sensing images. Journal of Applied Remote Sensing, 10, 016008-016008

Nelson, N.B., Siegel, D.A., & Michaels, A.F. (1998). Seasonal dynamics of colored dissolved material in the Sargasso Sea. Deep-Sea Research I, 45, 931-957

Schroeder, T.A., Cohen, W.B., Song, C., Canty, M.J., & Yang, Z. (2006). Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. Remote Sensing of Environment, 103, 16-26

Yang, S., Li, Y., Feng, G., & Zhang, L. (2014). A method aimed at automatic landslide extraction based on background values of satellite imagery. International Journal of Remote Sensing, 35, 2247-2266

Zhu, Z., & Woodcock, C.E. (2012). Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery. Remote Sensing of Environment, 118, 83-94

林恩如, 劉正千, 張智華, 鄭依凡, & 柯明勳 (2013). 運用福衛二號高時空分辨率多光譜影像於台灣全島崩塌地判釋與災害分析

附錄一福衛二號影像自動處理系統(F2AIPS)

1. Gerald 原始資料讀取與基本幾何輻射校正

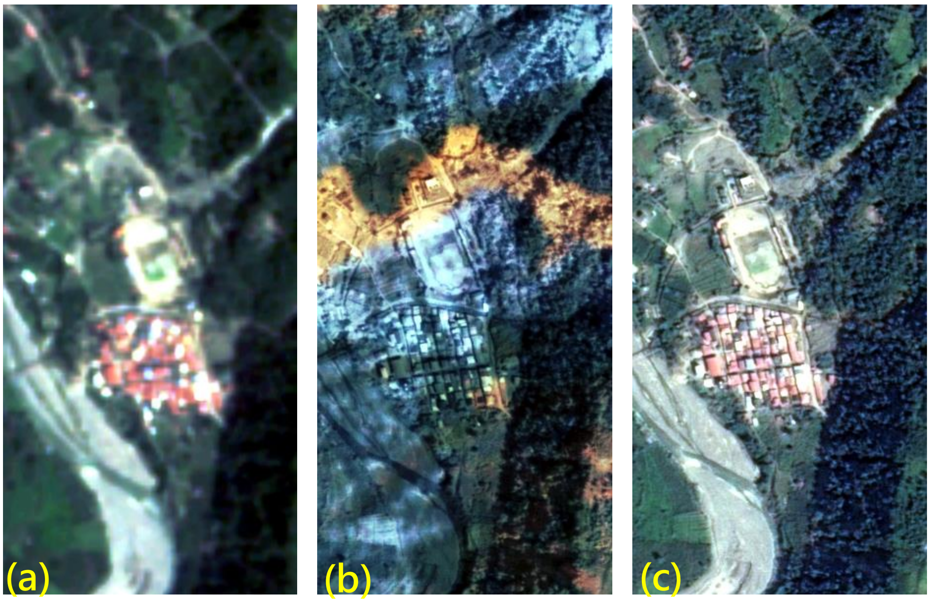
福衛二號從軌道上將所獲取的資料透過 X 頻段傳回地面接收站，這些封包資料重組後就得到最原始的 Gerald 格式資料。由於感測器線性 CCD 陣列中的每一個 CCD 單元其響應特性不全然相同，Gerald 資料上會有明顯的條紋化現象，必須先針對每個 CCD 的響應特性加以修正。又 Gerald 資料也僅是 CCD 單元的電壓輸出訊號，必經過套用輻射校正參數進行轉換，才能得到可供應用的輻射強度訊號。這些基本輻射校正工作都可透過此模組完成。

在進行後續嚴密的幾何糾正與地理定位前，一般是先求算出 Gerald 資料的四角坐標，以界定此幅影像在地面的投影範圍，供建立索引與查詢之用。而福衛二號多頻譜影像各波段間的錯位問題，也必須透過計算各波段間的錯位量，在此階段修正完成。這部份的工作在太空中心協助下，本模組已可自動修正多頻譜影像各波段間的錯位，產製 Level-1A 的影像，將快覽圖輸出至 Google Earth 平台，並建立五年來台灣地區所有影像索引資料，供查詢選取之用。

2. 全色態與多頻譜影像之錯位修正

F-2 AIPS 是以全色態影像為基底影像，每隔 50 個像元(pixel)以 51×51 個像元大小作計算視窗，對應到多頻譜影像同一像元周圍 91×91 個像元

大小為搜尋視窗，考慮色彩模型轉換及能量平衡處理，應用快速正規化相關匹配 (Fast Normalize Cross Coefficient, FNCC) 的方法自動找到最大相關匹配的相對位置，產生大量相關係數達 0.5 以上的控制點，再利用這些控制點所建立的多項式映射關係濾除可疑的控制區，便可使用這些數量龐大且品質良好的控制點將多頻譜影像對全色態影像進行三角雙線性內插糾正，即可修正全色態影像和多頻譜影像間的錯位問題。附錄一 圖 1 表示 2 米解析度福衛二號多頻譜影像有否經過錯位修正之彩色融合處理結果。

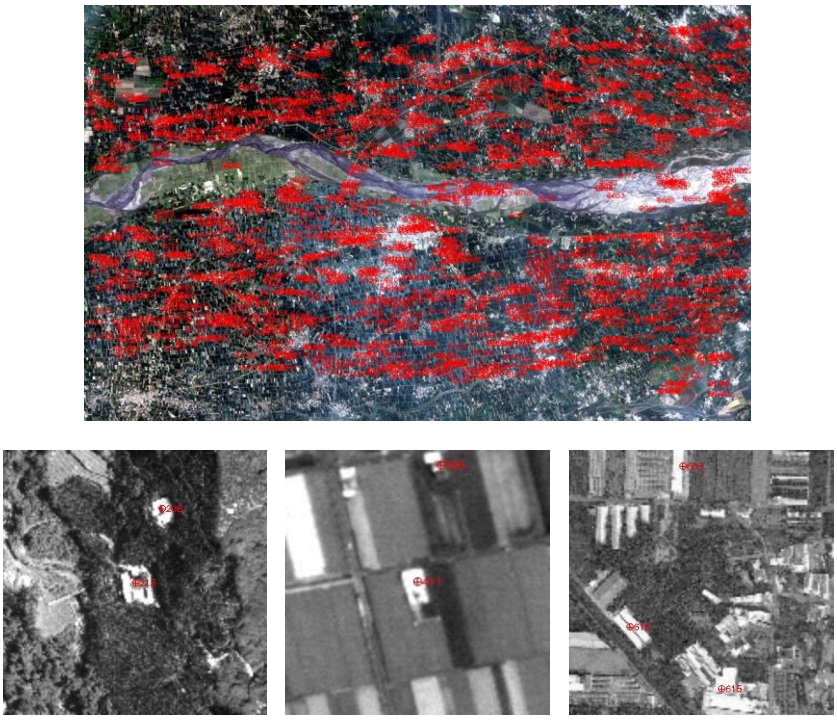


附錄一 圖 1錯位修正對福衛二號影像彩色融合之影響(a) 8 米解析度自然色影像，(b)未經錯位修正彩色融合影像，(c)經錯位修正彩色融合影像

3. 自動正射糾正處理

遙測影像可以藉由點配影像中足夠數量的地面控制點坐標，輔以衛星拍攝姿態參數以及數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM) 等資料

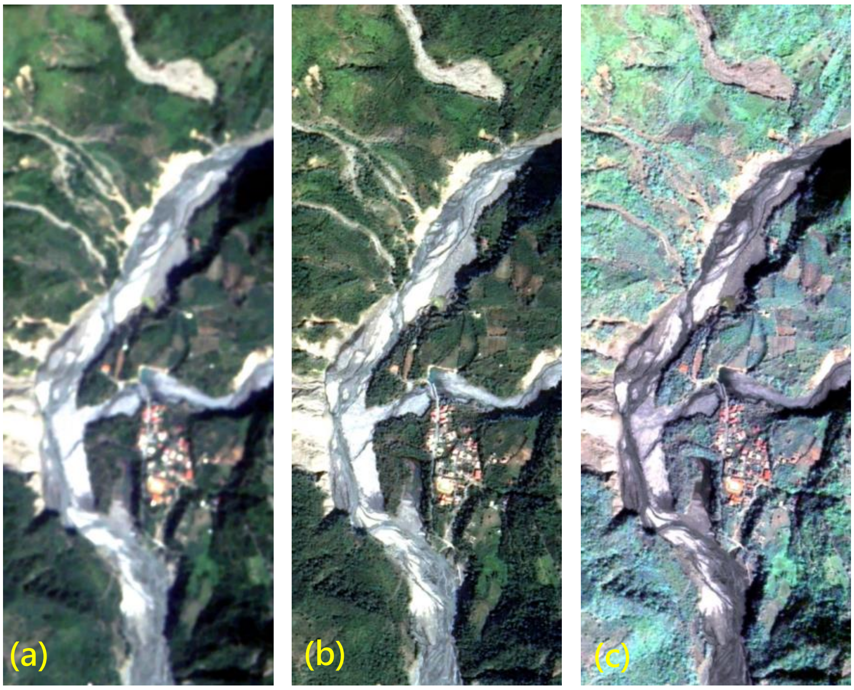
進行嚴密的正射糾正以產製正射影像，提供準確的空間坐標。然而一般以人工點配控制點之作法，不僅耗時費事、時效不彰，亦無可避免地引入不同程度的人為誤差。F-2 AIPS 使用其他航空或衛星平台所產製之正射影像為基底影像，先在基底影像上利用空間特徵，自動圈繪出不隨時間改變之固定控制區，例如房子、道路交叉口及明顯地標地物等，並利用 FNCC 的技術在福衛二號 Level-1A 影像上，自動搜尋與這些控制區達到最大相關匹配的相對位置空間坐標。再將大量控制區坐標輸入 ERDAS IMAGE© 8.7 的 Leica Photogrammetry Suite©系統，並輔以衛星拍攝姿態及數值地形模型等資料，即可建立一組空間映射轉換關係，藉以濾除所有匹配不佳的控制區。



附錄一 圖 2FNCC 技術快速自動產生大量高品質控制點(Liu and Chen 2009)

4. 彩色融合處理

可將低空間分辨率的多頻譜資訊結合全色態影像高空間分辨率的影像融合處理，其重要考量之一就是光譜資訊的保存。一般商用影像處理軟體內建的一般影像融合模組，例如 HSI 轉換(Haydn et al. 1982)或是 Brovey 轉換(Gillespie et al. 1987)等方法，都無可避免地造成原始影像光譜特徵的失真。福衛二號多頻譜影像的光譜涵蓋範圍大致與高解析度的全色態影像重合，因此得以應用光譜總和強度調適法(Spectral Summation Intensity Modulation; SSIM)方法來進行影像融合處理，不僅能夠增進影像的空間細節，同時又能保存原有頻譜的特性。附錄一 圖 3 為應用「福衛二號影像自動處理系統」進行彩色融合處理之實例。



附錄一 圖 3應用 F-2 AIPS 進行 SSIM 彩色融合處理之實例及與一般商用軟體採用 HSV 彩色融合法之比較(a) 8 米解析度自然色影像，(b) 2 米解析度 SSIM 彩色融合影像，(c) 2 米解析度 HSV 彩色融合影像

5. 邊緣銳化與可適化對比增揚

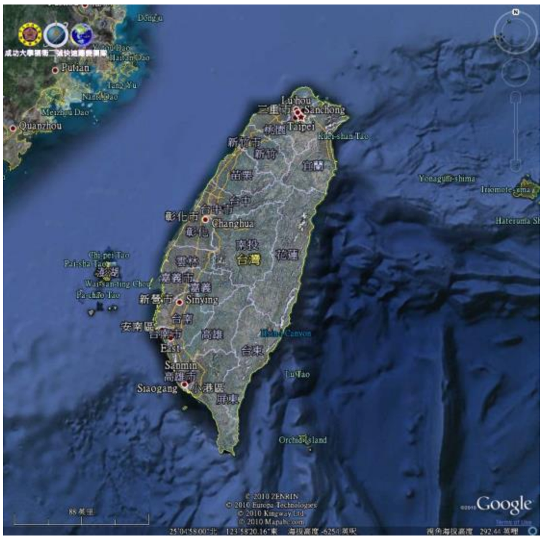
光學衛星影像受到取像時天候的影響，許多細節部份常因對比不佳而不易辨識。此種問題無法藉由一般線性增揚或直方圖等化的方式予以消除。尤其是災害發生時，最需要的是從影像廣大的涵蓋區域中，快速分辨出災害的主要影響範圍。本模組的可適化對比增揚功能就最適合用來將整幅影像的每個細節部份都加以強化。此外，本模組還使用了一個針對地球科學遙測影像處理最優化所設計的邊緣銳化濾波器，可以使影像中物體的邊緣更銳利、清晰，達到較好的視覺效果。因此所產製的影像在災害判識與變異分析的應用上更為有利。附錄一 圖 4 為應用「福衛二號影像自動處理系統」對彩色融合影像進行邊緣銳化與可適化對比增揚處理之實例，與一般線性 2%的增揚方式相比，邊緣銳化與可適化對比增揚影像除了更鮮明銳利外，尤其在薄雲及陰影區部份，如附錄一 圖 4 紅框區保留了較多的細節。

附錄一 圖 4應用 F-2 AIPS 對彩色融合影像進行邊緣銳化與可適化對比增揚處理之實例(a) 一般線性 2%增揚，(b)可適化對比增揚及邊緣銳化

6. 影像超級套疊處理

Google Earth 推出時最讓人驚豔的是它整合全球高解析衛星影像並使其能有效率送達用戶端電腦的技術。因 Google Earth 所採用的高解析度衛星影像，例如 QuickBird，每個像元解析度為 60cm，若要不犧牲解析度完整呈現一處 10 公里見方區域，就至少需開啟一張 16667×16667 像元之影像，這對一般普通等級的個人電腦已經是不小的負荷，更何況 Google Earth 還可利用網路以相當好的速度將影像送達用戶端電腦，可存取的影像範圍不僅涵蓋全球陸地，且不犧牲影像的原解析度。

這種控制影像高效能讀取及傳輸的核心技術，在 Google Earth 中稱為影像超級套疊(super-overlay)，根據官方解釋，Super-overlay 是專門應用在 Google Earth 上將原影像資料(raster dataset)如切磚般裁切成數塊相同大小之影像(image tiling)，並寫進 Google Earth 的 KML 或 KMZ 檔案中以供閱圖者在可視區域(view based regions)內能以高效率讀取最適合螢幕解析度之裁切影像組所開發之技術。本中心針對福衛二號影像特性，已於福衛二號影像自動處理系統中開發出影像超級套疊與發佈功能，且在行政院經濟建設會、農委會林務局及水利署的網際網路 GIS 平台上，以超級套疊技術不犧牲解析度完整呈現衛星影像，如附錄三圖 5；並運用雲端技術，讓使用者在理想的連線速度下透過網路瀏覽台灣全島 2m 彩色融合福衛二號正射影像。

附錄一圖 5以超級套疊技術成功發佈在 Google Earth 上的福衛二號影像

附錄二Landsat-8 自動影像處理系統(L8AIPS)

1. Landsat-8 影像前處理

本計畫使用 Landsat-8 影像，將經過三個重要影像前處理，以利後續正確使用光譜指標進行分析偵測變異，首先進行幾何校正與輻射校正，再針對波段 1 至 7 進行大氣校正，分別得到標準 Level 1 與 Level 2 產品。

由於衛星感測器成像的時候，飛行器的姿態、高度、速度以及地球自轉等因素的影響，造成圖像相對於地面目標發生幾何畸變，這種畸變表現為像元相對於地面目標的實際位置發生擠壓、扭曲、拉伸和偏移等，因此需針對幾何畸變進行何校正，才能正確定位監測崩塌地變化所在位置。

另一方面由於衛星感測器通常以一定數量之電荷耦合裝置(Charged Coupled Device, CCD)來拍攝地表，CCD 之間的輻射反應函數不盡相同，因此需要進行輻射校正，未經此校正之影像在均調區域將呈現不同灰階之線條(Striping)現象。此外，所需之校正，則是為了修正衛星感測器在不斷的運轉下，隨著運作時間的增加而降低其敏感度所產生所謂的劣化(Degrade) 現象。進行整體的輻射校正後，方能使所獲取之影像維持固定的輻射品質。

因衛星感測器接收之電磁波的行徑，兩度通過大氣層，勢必受大氣層作用的影響。地球的大氣是一種頗為混濁的介質，包含各種氣體分子及固態顆粒的不均勻混合。太陽的輻射磁波必須穿過此一介質才能射抵地球

表面。在入射電磁波與地球物質、大氣之間存著複雜的交互作用，包括電磁波的穿透、反射、吸收、散射再放射，其中大氣對電磁波的主要作用為散射(Scattering)和吸收(Absorption)，散射和吸收的程度則受到大氣中漂浮的懸浮粒子和大氣氣流的影響(Lillesand & Keifer ,1994)。不同波長的電磁輻射對大氣的穿透力不盡相同，大氣中存在的某些物質如水汽、二氧化碳、臭氧等使某些穿過大氣的波能被吸收或阻擋，但有些波長範圍對大氣的穿透能力較佳，稱之為大氣窗(Atmosphere window) 。

當考慮大氣的影響時，吸收和散射作用常被綜合考慮，而被稱為「衰減係數」(Attenuation coefficient)電磁輻射波穿透大氣的能力與衰減係數和大氣厚度的乘積成反比。在影像分析時，由於影響範圍往往是大面積地區，所以受大氣因素影響較嚴重，如在同一期，同波段影像資料中，市區與山區受空氣污染程度不同，波譜亮度值就會有所差異，若在不同時期的影像資料中，不同大氣狀況導致的散色程度亦會相異。由於影響大氣散射因子頗多，欲有精確的波譜分析，則需蒐集衛星掃瞄時各地區的大氣資料，配合地面波譜亮度值反應加以修正，修正過後之影像，準確之光譜資料再用來進行崩塌地變異分析監測。

2. 光譜總和強度調適法彩色融合處理

光譜總和強度調適法彩色融合處理可將低空間分辨率的多頻譜資訊結合全色態影像高空間分辨率的影像融合處理，其重要考量之一就是光

譜資訊的保存。一般商用影像處理軟體內建的一般影像融合模組，例如HSI 轉換[Haydan et al. 1982]或是 Brovey 轉換[Gillespie et al. 1987]等方法，都無可避免地造成原始影像光譜特徵的失真。福衛二號多頻譜影像的光譜涵蓋範圍大致與高解析度的全色態影像重合，因此得以應用光譜總和強度調適法(Spectral Summation Intensity Modulation, SSIM)方法來進行影像融合處理。不僅能夠增進影像的空間細節，同時又能保存原有頻譜的特性。自主開發之 F-2 AIPS 進行 SSIM 彩色融合處理此模組已成功應用於[Liu et al. 2007]，藉由此經驗，對於 Landsat-8 影像也進行彩色融合之處理。

Landsat-8 影像之第 2, 3, 4 可見光多頻譜波段，與其第 8 波段全色態影像頻譜範圍亦有相當部份重疊，因此可套用 SSIM 的相同原理，產製能夠增進影像的空間細節，同時又能保存原有頻譜的特性的彩色融合影像。附錄二圖 1為應用光譜總和強度調適法對日本郡州地區 Landsat-8 影像(LC81070342013244)進行 SSIM 彩色融合處理之實例。由此圖可以看出，15 米解析度 SSIM 彩色融合影像與 Google Earth 預載之高空間分辨率真實自然色遙測影像頻譜資訊相當一致。而使用第 6, 5, 4 波段組成紅、綠、藍之 15 米解析度假彩色融合影像，雖對雲所造成的陰影較不敏感，但城市地區不同顏色的地表建物所呈現出的頻譜資訊也無可避免地被扭曲了。

附錄二圖 1應用光譜總和強度調適法對日本郡州地區 Landsat-8 影像(LC81070342013244)進行 SSIM 彩色融合處理之實例。(a)Google Earth 預載之高空間分辨率真實自然色遙測影像，(b) 15 米解析度 SSIM 彩色融合影像，(c)日本東海大學分別使用第 6, 5, 4 波段組成紅、綠、藍之 15 米解析度假彩色融合影像(courtesy to AIST GeoGrid Project)。

3.自適化對比增揚

光學衛星影像受到取像時天候的影響，許多細節部份常因對比不佳而不易辨識。此種問題無法藉由一般線性增揚或直方圖等化的方式予以消除。尤其是災害發生時，最需要的是從影像廣大的涵蓋區域中，快速分辨出災害的主要影響範圍。本模組的自適化對比增揚功能就最適合用來將整幅影像的每個細節部份都加以強化。應用「福衛二號影像自動處理系統」對彩色融合影像進行邊緣銳化與自適化對比增揚處理之實例，與一般線性 2%的增揚方式相比，邊緣銳化與自適化對比增揚影像除了更鮮明銳利外，尤其在薄雲及陰影區部份保留了較多的細節。此方法經過修正應用

於 Landsat-8 影像，一般影像上若有數量較多的積雲，其陰影區域總面積相對也較大，會造成整幅影像對比增揚效果較差，如附錄二圖 2 (a)所示。相較之下，使用自適化對比增揚處理後之影像，如附錄二圖 2 (b)所示，確實可以將整幅影像的每個細節部份都加以強化，在薄雲及陰影區部份保留了較多的細節。

附錄二圖 2 (a)一般對比增揚處理 (b)自適化對比增揚處理

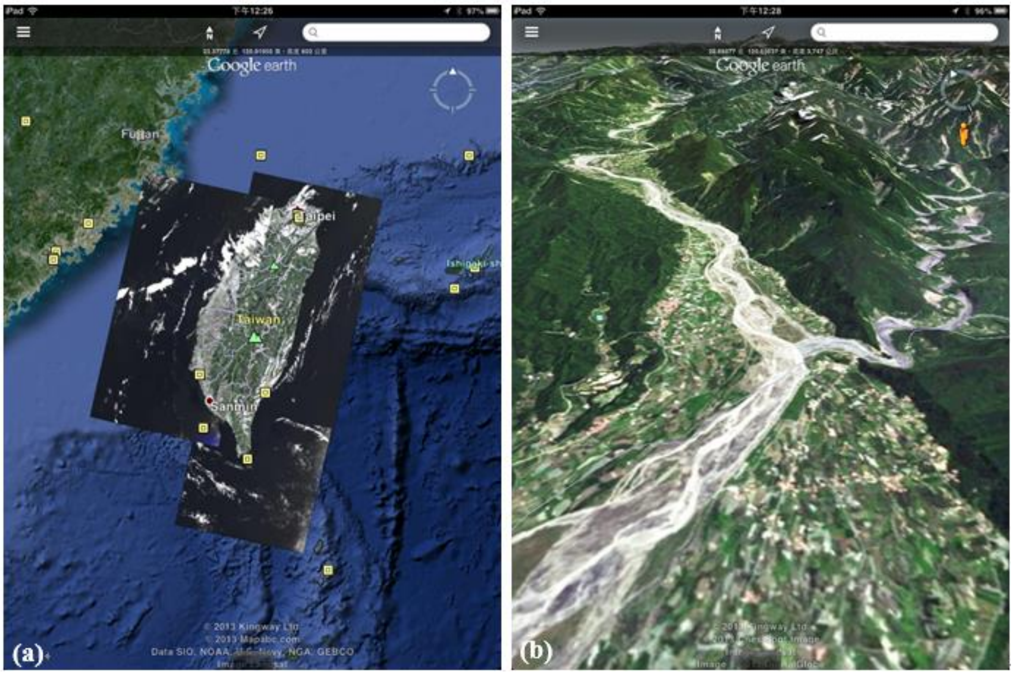
4.Landsat-8 影像超級套疊處理

影像超級套疊處理(superoverlay)是 Google Earth 整合全球高解析衛

星影像，並使其能有效率送達用戶端電腦的技術。以 QuickBird 高解析度衛星影像為例，每個像元解析度為 60cm，若要不犧牲解析度完整呈現一處 10 公里見方區域，就至少需開啟一張 16667×16667 像元之影像，若使用一般個人電腦透過網路讀取整幅影像，需要相當的網路傳輸量與時間才能完成，無法讓一般用戶自由存取涵蓋全球的高解析度影像。目前有一些商用的影像處理軟體，可以提供一般影像的超級套疊處理功能。

但對於一幅影像檔案大小動輒以 GB、數十 GB、甚至上百 GB 的巨量衛星遙測資料而言，目前必須透過 Google Earth Enterprise (GEE)版本所提供的 Fusion Server 來加以完成。但是一套 GEE 的購置成本約為新台幣六百萬元，不是一般的企業組織可以負擔。執行團隊過去發展 F-2 AIPS 所建立的影像超級套疊處理技術，可透過免費的網際網路 GIS 平台上，使用雲端伺服器，完整呈現衛星影像，也將此技術應用於 Landsat-8 影像，將增揚加值後之影像，進行發佈，有利於成果進行分享應用。

附錄二圖 3 為以「Landsat-8 影像自動處理系統」處理台灣地區 2013/6/3、2013/7/5 與 2013/7/28 所拍攝之 Landsat-8 原始資料進行加值處理，產製可透過網際網路分享至手機、平板、電腦等各種裝置之「地理定位、自適化增揚、彩色融合與超級影像套疊」產品實例，透過 iPad 讀取並展示之畫面。(a)全島鑲嵌圖，(b)虛擬飛行擷取畫面。



附錄二圖 3 Landsat-8(a)全島鑲嵌圖，(b)虛擬飛行擷取畫面

附錄三福衛二號與航拍影像取像日期

編號 51							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223089) (96223090)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223089) (96223090)
1	2005/08/16	5		20	2011/03/01	5	
2	2006/01/31	5		21	2011/07/08	5	
3	2006/08/01	5		22	2012/01/03	4	
4	2006/12/09	5	2006/11/12	23	2012/03/27	4	
5	2007/03/10	5		24	2012/10/19	4	2012/10/03
6	2007/05/07	5		25	2013/03/05	4	
7	2007/07/21	5		26	2013/11/23	4	
8	2008/06/10	5		27	2013/07/11	5	
9	2008/08/26	5		28	2014/11/23	4	
10	2008/12/21	5	2008/12/01	29	2014/02/25	5	
11	2009/02/04	5		30	2014/07/12	5	
12	2009/07/21	5		31	2014/10/21	5	
13	2009/09/02	5		32	2015/01/15	4	
14	2009/12/13	5		33	2015/04/06	4	
15	2010/03/01	5		34	2015/06/09	4	
16	2010/07/04	5		35	2015/12/19	4	
17	2010/12/01	5		36	2016/03/01	4	
18	2011/09/17	4		37	2016/04/02	5	
19	2011/12/04	4					

編號 54							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223089)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223089)
1	2005/08/16	5	2005/09/03	20	2011/12/04	4	
2	2006/01/31	5		21	2011/03/01	5	
3	2006/08/01	5		22	2011/07/08	5	
4	2006/12/09	5	2006/11/12	23	2012/01/03	4	
5	2007/03/10	5		24	2012/03/27	4	
6	2007/05/07	5		25	2012/10/19	4	2012/10/03
7	2007/07/21	5		26	2013/03/05	4	
8	2008/06/10	5		27	2013/07/05	4	
9	2008/08/26	5		28	2013/11/23	4	
10	2008/12/21	5	2008/12/01	29	2014/04/10	4	

編號 54							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(96223089)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(96223089)
11	2009/02/04	5		30	2014/02/25	5	2014/03/25
12	2009/07/21	5		31	2014/07/12	5	
13	2009/09/02	5		32	2014/10/21	5	
14	2009/12/13	5		33	2015/01/15	4	
15	2010/03/01	5		34	2015/04/06	4	
16	2010/07/04	5		35	2015/06/09	4	
17	2010/12/01	5		36	2015/12/19	4	
18	2011/02/10	4		37	2016/03/01	4	
19	2011/09/17	4		38	2016/04/02	5	

編號 55							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(96223089)(96223090)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(96223089)(96223090)
1	2005/08/16	5	2005/09/03	19	2011/12/04	4	
2	2006/01/31	5		20	2011/03/01	5	
3	2006/08/01	5		21	2011/07/08	5	
4	2006/12/09	5	2006/11/12	22	2012/01/03	4	
5	2007/03/10	5		23	2012/03/27	4	
6	2007/05/07	5		24	2012/10/19	4	2012/10/03
7	2007/07/21	5		25	2013/03/05	4	
8	2008/06/10	5		26	2013/07/11	5	
9	2008/08/26	5		27	2014/11/23	4	
10	2008/12/21	5	2008/12/01	28	2014/02/25	5	
11	2009/02/04	5		29	2014/07/12	5	
12	2009/07/21	5		30	2014/10/21	5	
13	2009/09/02	5		31	2015/01/15	4	
14	2009/12/13	5		32	2015/04/06	4	
15	2010/03/01	5		33	2015/06/09	4	
16	2010/07/04	5		34	2015/12/19	4	
17	2010/12/01	5		35	2016/04/02	5	
18	2011/09/17	4	2005/09/03				

編號 61							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223084) (96223074)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (96223084) (96223074)
1	2011/02/10	4		10	2014/01/17	4	
2	2011/09/17	4		11	2014/04/10	4	
3	2011/12/04	4		12	2014/08/25	4	
4	2012/01/03	4		13	2014/11/23	4	
5	2012/03/27	4		14	2015/01/15	4	
6	2012/10/19	4		15	2015/04/06	4	
7	2013/03/05	4		16	2015/06/09	4	
8	2013/07/05	4	2013/07/24	17	2015/12/19	4	
9	2013/11/23	4		18	2016/03/01	4	

編號 355							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95202071)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95202071)
1	2005/08/01	4		19	2011/08/17	4	
2	2006/02/01	4		20	2011/12/17	4	
3	2006/07/29	4		21	2012/01/03	4	
4	2006/11/26	4		22	2012/07/07	4	2012/07/03
5	2007/02/19	4	2007/01/26	23	2012/10/21	4	
6	2007/05/08	4		24	2013/01/15	4	
7	2007/07/03	4		25	2013/03/16	4	
8	2008/06/22	4		26	2013/08/27	4	
9	2008/11/15	4		27	2013/11/23	4	
10	2009/02/03	4	2009/01/03	28	2014/01/17	4	
11	2009/08/24	4	2009/08/25	29	2014/03/17	4	2014/02/25
12	2009/10/23	4		30	2014/11/23	4	
13	2009/12/12	4		31	2015/01/15	4	
14	2010/03/06	4		32	2015/03/20	4	
15	2010/08/10	4		33	2015/06/09	4	
16	2010/09/11	4		34	2015/11/07	4	
17	2010/11/21	4		35	2016/01/07	4	2015/12/13
18	2011/04/16	4		36	2016/04/07	4	

編號 378							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95191001)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95191001)
1	2008/06/22	4		16	2012/10/21	4	
2	2008/11/15	4		17	2013/01/15	4	
3	2009/02/03	4	2009/01/03	18	2013/03/16	4	
4	2009/08/24	4	2009/08/25	19	2013/08/27	4	
5	2009/10/23	4		20	2013/11/23	4	
6	2009/12/12	4		21	2014/01/17	4	
7	2010/03/06	4		22	2014/03/17	4	2014/02/25
8	2010/08/10	4		23	2014/11/23	4	
9	2010/09/11	4		24	2015/01/15	4	
10	2010/11/21	4		25	2015/03/20	4	
11	2011/04/16	4		26	2015/06/09	4	
12	2011/08/17	4		27	2015/11/07	4	
13	2011/12/17	4		28	2016/01/07	4	2015/12/13
14	2012/01/03	4		29	2016/04/07	4	
15	2012/07/07	4	2012/07/03				

編號 385							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95194029) (95194039) (95194040) (95194030)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95194029) (95194039) (95194040) (95194030)
1	2008/06/22	4		16	2012/10/21	4	
2	2008/11/15	4		17	2013/01/15	4	
3	2009/02/03	4		18	2013/03/16	4	
4	2009/08/24	4	2009/08/24	19	2013/08/27	4	
5	2009/10/23	4		20	2013/11/23	4	
6	2009/12/12	4		21	2014/01/17	4	
7	2010/03/06	4		22	2014/03/17	4	
8	2010/08/10	4		23	2014/11/23	4	
9	2010/09/11	4		24	2015/01/15	4	
10	2010/11/21	4		25	2015/03/20	4	
11	2011/04/16	4		26	2015/06/09	4	
12	2011/08/17	4		27	2015/11/07	4	
13	2011/12/17	4		28	2016/01/07	4	2015/12/13
14	2012/01/03	4		29	2016/04/07	4	
15	2012/07/07	4	2012/07/03				

編號 430							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193036)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193036)
1	2009/02/03	4		12	2012/12/17	3	
2	2009/08/24	4	2009/08/21	13	2013/02/17	4	
3	2009/11/05	4	2009/10/31	14	2013/07/05	4	2013/08/03
4	2010/02/23	4		15	2013/10/30	4	
5	2010/03/06	4	2010/03/06 2010/03/04	16	2014/01/01	4	
6	2010/04/09	4		17	2014/02/22	4	2014/02/23
7	2010/09/23	4		18	2014/11/23	4	
8	2010/11/21	4		19	2015/01/25	4	
9	2012/02/01	3		20	2015/06/09	4	2015/05/09
10	2012/05/14	3		21	2015/12/19	4	
11	2012/10/23	3		22	2016/04/07	4	

編號 431							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193036)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193036)
1	2009/02/03	4		12	2012/12/17	3	
2	2009/08/24	4	2009/08/21	13	2013/03/17	3	
3	2009/11/05	4	2009/10/31	14	2013/07/05	4	
4	2010/02/23	4		15	2013/10/30	4	
5	2010/03/06	4	2010/03/06 2010/03/04	16	2014/01/01	4	
6	2010/04/09	4		17	2014/02/22	4	2014/02/23
7	2010/09/23	4		18	2014/11/23	4	
8	2010/11/21	4		19	2015/01/25	4	
9	2012/02/01	3		20	2015/06/09	4	2015/05/09
10	2012/05/14	3		21	2015/12/19	4	
11	2012/10/23	3		22	2016/04/07	4	

編號 445					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95174019)	航拍影像取像日期 (95174008) (95174018)	航拍影像取像日期 (95174009)
1	2009/07/21	5			
2	2009/09/02	5	2009/08/24	2009/08/28	2009/08/24

編號 445					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95174019)	航拍影像取像日期(95174008)(95174018)	航拍影像取像日期(95174009)
3	2009/12/15	5			
4	2010/01/11	5			
5	2010/04/10	5			
6	2010/11/18	5			
7	2011/02/27	5			
8	2011/06/13	5			
9	2011/10/27	5			
10	2011/12/18	5			
11	2012/03/26	5			
12	2012/07/02	5			
13	2012/10/22	5			
14	2013/01/19	5			
15	2013/03/08	5	2013/03/06	2013/03/06	2013/03/10
16	2013/08/10	5			
17	2013/12/02	5			
18	2014/02/25	5			
19	2014/07/12	5			
20	2015/01/24	5			
21	2015/03/18	5			
22	2015/06/19	5			
23	2015/09/13	5			
24	2015/11/22	5			
25	2016/03/28	5			

編號 450					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95192011)	航拍影像取像日期(95193010)(95193020)	航拍影像取像日期(95192001)(95192012)
1	2009/02/03	4			
2	2009/08/17	4	2009/08/21	2009/08/24	2009/08/28
3	2009/11/05	4			
4	2010/02/23	4			
5	2010/03/06	4			
6	2010/04/09	4			
7	2010/09/23	4			

編號 450					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95192011)	航拍影像取像日期 (95193010) (95193020)	航拍影像取像日期 (95192001) (95192012)
8	2010/11/21	4			
9	2011/04/16	4			
10	2012/01/03	4			
11	2012/10/17	4			
12	2012/12/21	4			
13	2013/02/17	4			
14	2013/07/05	4			
15	2013/10/30	4			
16	2014/01/01	4			
17	2014/02/22	4			
18	2014/11/23	4			
19	2015/01/25	4			
20	2015/06/09	4			
21	2015/12/19	4			
22	2016/04/07	4			

編號 452							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193009) (95194099)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193009) (95194099)
1	2009/02/03	4		12	2012/12/17	3	
2	2009/08/24	4	2009/08/24	13	2013/03/17	3	
3	2009/11/05	4		14	2013/07/05	4	
4	2010/02/23	4		15	2013/10/30	4	
5	2010/03/06	4		16	2014/01/01	4	
6	2010/04/09	4		17	2014/02/22	4	2014/02/25
7	2010/09/23	4		18	2014/11/23	4	
8	2010/11/21	4		19	2015/01/25	4	2015/12/13
9	2011/04/16	4		20	2015/06/09	4	
10	2012/01/03	4		21	2015/12/19	4	
11	2012/10/17	4		22	2016/04/07	4	

編號 454							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193036)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193036)
1	2009/02/03	4		12	2012/12/17	3	
2	2009/08/24	4	2009/08/21	13	2013/03/17	3	
3	2009/11/05	4	2009/10/31	14	2013/07/05	4	2013/08/03
4	2010/02/23	4		15	2013/10/30	4	
5	2010/03/06	4	2010/03/04	16	2014/01/01	4	
6	2010/04/09	4		17	2014/02/22	4	2014/02/23
7	2010/09/23	4		18	2014/11/23	4	
8	2010/11/21	4		19	2015/01/25	4	
9	2012/02/01	3		20	2015/12/19	4	
10	2012/05/14	3		21	2016/04/07	4	
11	2012/10/23	3					

編號 459					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193010)	航拍影像取像日期(95192001)(95192011)	航拍影像取像日期(95192012)
1	2009/02/03	4			
2	2009/08/24	4	2009/08/24	2009/08/21	2009/08/20
3	2009/11/05	4			
4	2010/02/23	4			
5	2010/03/06	4			
6	2010/04/09	4			
7	2010/09/23	4			
8	2010/11/21	4			
9	2011/04/16	4			
10	2012/01/03	4			
11	2012/10/17	4			
12	2012/12/21	4			
13	2013/02/17	4			
14	2013/07/05	4			
15	2013/10/30	4			
16	2014/01/01	4			
17	2014/02/22	4			
18	2014/11/23	4			
19	2015/01/25	4			
20	2015/06/09	4			

編號 459					
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193010)	航拍影像取像日期 (95192001) (95192011)	航拍影像取像日期 (95192012)
21	2015/12/19	4			
22	2016/04/07	4			

編號 462				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95174008) (95183098)	航拍影像取像日期 (95174009) (95183099)
1	2009/07/21	5		
2	2009/09/02	5	2009/08/28	2009/08/24
3	2009/12/15	5		
4	2010/01/11	5		
5	2010/04/10	5		
6	2010/11/18	5		
7	2011/02/27	5		
8	2011/06/13	5		
9	2011/12/17	4		
10	2012/03/28	4		
11	2012/07/02	5		
12	2012/11/08	4		
13	2013/01/19	5		
14	2013/03/08	5	2013/03/06	2013/03/10
15	2013/08/10	5		
16	2013/12/02	5		
17	2014/02/25	5		
18	2014/07/12	5		
19	2014/07/13	5		
20	2015/01/24	5		
21	2015/03/18	5		
22	2015/06/19	5		
23	2015/09/13	5		
24	2015/11/22	5		
25	2016/03/28	5		
26	2016/05/07	5		

編號 391							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95194048)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95194048)
1	2009/10/23	4	2009/10/31	11	2013/3/17	3	2013/3/5
2	2010/1/29	4		12	2013/9/19	3	
3	2010/9/11	4		13	2013/12/31	3	
4	2011/2/5	3		14	2014/2/23	3	2014/2/23
5	2011/6/9	3		15	2014/8/15	3	
6	2011/11/30	3		16	2014/11/22	3	
7	2012/2/1	3		17	2015/5/14	3	
8	2012/5/14	3		18	2015/10/28	3	
9	2012/10/25	3		19	2016/1/26	3	
10	2013/1/16	3		20	2016/4/20	3	

編號 400				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95203087)	航拍影像取像日期 (95203088)
1	2009/4/12	3		
2	2009/10/31	3	2009/8/24	2009/8/28
3	2010/1/31	3	2010/1/10	
4	2010/5/21	3	2010/3/6	2010/3/6
5	2010/9/21	3		
6	2011/2/5	3		
7	2011/6/9	3	2011/9/18	
8	2011/11/30	3		
9	2012/2/1	3		
10	2012/5/14	3	2012/7/1	2012/7/1
11	2012/10/25	3		
12	2013/1/16	3		
13	2013/3/17	3		2013/6/3
14	2013/9/19	3		
15	2013/12/31	3	2013/11/29	
16	2014/2/23	3	2014/2/23	
17	2014/8/15	3		
18	2014/11/22	3		
19	2015/1/11	3		
20	2015/5/14	3		
21	2015/10/28	3		

編號 400				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95203087)	航拍影像取像日期(95203088)
22	2015/12/31	3	2015/12/13	2015/12/13
23	2016/1/26	3		
24	2016/4/20	3		

編號 402							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194040)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194040)
1	2008/6/22	4		13	2012/10/21	4	
2	2008/11/15	4		14	2013/1/15	4	
3	2009/2/3	4	2009/1/3	15	2013/3/16	4	2013/3/10
4	2009/10/23	4		16	2013/8/27	4	2013/6/3
5	2009/12/12	4		17	2013/11/23	4	
6	2010/3/6	4		18	2014/1/17	4	
7	2010/8/10	4		19	2014/11/23	4	
8	2010/9/11	4		20	2015/1/15	4	
9	2010/11/21	4		21	2015/3/20	4	
10	2011/4/16	4		22	2015/6/9	4	
11	2011/8/17	4		23	2015/11/7	4	2015/12/13
12	2011/12/17	4		24	2016/1/7	4	2015/12/13

編號 411				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194018)	航拍影像取像日期(95194027)
1	2009/4/12	3		2009/3/4
2	2009/10/31	3	2009/10/31	2009/12/5
3	2010/1/31	3		2010/3/6
4	2010/5/21	3		
5	2010/9/21	3		
6	2011/2/5	3		
7	2011/6/9	3		
8	2011/11/30	3		
9	2012/2/1	3		
10	2012/5/14	3	2012/7/1	2012/7/1

編號 411				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194018)	航拍影像取像日期(95194027)
11	2012/10/25	3		
12	2013/1/16	3		
13	2013/3/17	3	2013/3/5	
14	2013/9/19	3		2013/7/28
15	2013/12/31	3		
16	2014/2/23	3	2014/2/23	2014/2/23
17	2014/8/15	3		
18	2014/11/22	3		
19	2015/5/14	3		2015/5/9
20	2016/1/26	3		2015/12/13
21	2016/4/20	3		

編號 415							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194007)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95194007)
1	2009/4/12	3		13	2013/3/17	3	
2	2009/10/31	3	2009/8/24	14	2013/9/19	3	
3	2010/1/31	3	2010/1/10	15	2013/12/31	3	
4	2010/5/21	3		16	2014/2/23	3	2014/2/23
5	2010/9/21	3		17	2014/8/15	3	
6	2011/2/5	3		18	2014/11/22	3	
7	2011/6/9	3		19	2015/1/11	3	
8	2011/11/30	3	2011/9/18	20	2015/5/14	3	
9	2012/2/1	3		21	2015/10/28	3	
10	2012/5/14	3	2012/7/1	22	2016/1/26	3	2015/12/13
11	2012/10/25	3		23	2016/4/20	3	
12	2013/1/16	3					

編號 424				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95203089)(95203099)	航拍影像取像日期(95203090)(95203100)
1	2009/4/12	3		
2	2009/10/31	3	2009/8/24	2009/8/24
3	2010/1/31	3		

編號 424				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95203089)(95203099)	航拍影像取像日期(95203090)(95203100)
4	2010/5/21	3		
5	2010/9/21	3		
6	2011/2/5	3		
7	2011/6/9	3		
8	2011/11/30	3		
9	2012/2/1	3		
10	2012/5/14	3	2012/7/3	2012/7/3
11	2012/10/25	3		
12	2013/1/16	3		
13	2013/3/17	3		2013/3/10
14	2013/9/19	3		
15	2013/12/31	3		
16	2014/2/23	3	2014/2/25	
17	2014/8/15	3		
18	2014/11/22	3		
19	2015/1/11	3		
20	2016/1/26	3	2015/12/13	2015/12/13
21	2016/4/20	3		

編號 435							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95190358)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95190358)
1	2009/2/3	4		13	2012/12/21	4	
2	2009/8/17	4	2009/8/13 2009/8/21	14	2013/2/17	4	2013/3/5
3	2009/8/24	4	2009/8/28	15	2013/7/5	4	
4	2009/11/5	4		16	2013/10/30	4	
5	2010/2/23	4		17	2014/1/1	4	
6	2010/3/6	4		18	2014/2/22	4	2014/2/23
7	2010/4/9	4		19	2014/11/23	4	
8	2010/9/23	4		20	2015/1/25	4	
9	2010/11/21	4		21	2015/6/9	4	2015/6/19
10	2011/4/16	4		22	2015/12/19	4	2015/12/13
11	2012/1/3	4		23	2016/4/7	4	
12	2012/10/17	4					

編號 440							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95192061)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95192061)
1	2009/2/3	4		13	2012/12/21	4	
2	2009/8/17	4	2009/8/21	14	2013/2/17	4	2013/3/10
3	2009/8/24	4	2009/8/28	15	2013/7/5	4	
4	2009/11/5	4		16	2013/10/30	4	
5	2010/2/23	4		17	2014/1/1	4	
6	2010/3/6	4		18	2014/2/22	4	
7	2010/4/9	4		19	2014/11/23	4	
8	2010/9/23	4		20	2015/1/25	4	
9	2010/11/21	4		21	2015/6/9	4	
10	2011/4/16	4		22	2015/12/19	4	
11	2012/1/3	4		23	2016/4/7	4	
12	2012/10/17	4					

編號 442						
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193038)(95193048)	航拍影像取像日期(95193039)(95193049)	航拍影像取像日期(95193040)	航拍影像取像日期(95193050)
1	2009/2/3	4				
2	2009/8/17	4		2009/8/15	2009/8/14	2009/8/14
3	2009/8/24	4	2009/8/28	2009/8/24	2009/8/24	2009/8/15
4	2009/11/5	4				
5	2010/2/23	4				
6	2010/3/6	4				
7	2010/9/23	4				
8	2010/11/21	4				
9	2011/4/16	4				
10	2012/1/3	4				
11	2012/10/17	4				
12	2012/12/21	4				
13	2013/2/17	4	2013/3/10	2013/3/10	2013/3/10	2013/3/10
14	2013/7/5	4		2013/6/3	2013/6/3	
15	2013/10/30	4				
16	2014/1/1	4				
17	2014/2/22	4		2014/2/25		
18	2014/11/23	4				

編號 442						
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193038) (95193048)	航拍影像取像日期 (95193039) (95193049)	航拍影像取像日期 (95193040)	航拍影像取像日期 (95193050)
19	2015/1/25	4				
20	2015/6/9	4			2015/10/3	2015/10/3
21	2015/12/19	4		2015/12/13	2015/12/13	2015/12/13
22	2016/4/7	4				

編號 443						
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193038) (95193048)	航拍影像取像日期 (95193039) (95193049)	航拍影像取像日期 (95193040)	航拍影像取像日期 (95193050)
1	2009/2/3	4				
2	2009/8/17	4		2009/8/15	2009/8/14	2009/8/14
3	2009/8/24	4	2009/8/28	2009/8/24	2009/8/24	2009/8/15
4	2009/11/5	4				
5	2010/2/23	4				
6	2010/3/6	4				
7	2010/4/9	4				
8	2010/9/23	4				
9	2010/11/21	4				
10	2011/4/16	4				
11	2012/1/3	4				
12	2012/10/17	4				
13	2012/12/21	4				
14	2013/2/17	4	2013/3/10	2013/3/10	2013/3/10	2013/3/10
15	2013/7/5	4		2013/6/3	2013/6/3	
16	2013/10/30	4				
17	2014/1/1	4				
18	2014/2/22	4		2014/2/25		
19	2014/11/23	4				
20	2015/1/25	4				
21	2015/6/9	4				
22	2015/12/19	4		2015/12/13	2015/12/13	2015/12/13
23	2016/4/7	4				

編號 451							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193050)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95193050)
1	2009/2/3	4		13	2012/12/21	4	
2	2009/8/17	4	2009/8/14 2009/8/15	14	2013/2/17	4	2013/3/10
3	2009/8/24	4	2009/8/24	15	2013/7/5	4	
4	2009/11/5	4		16	2013/10/30	4	
5	2010/2/23	4		17	2014/1/1	4	
6	2010/3/6	4		18	2014/2/22	4	
7	2010/4/9	4		19	2014/11/23	4	
8	2010/9/23	4		20	2015/1/25	4	
9	2010/11/21	4		21	2015/6/9	4	
10	2011/4/16	4		22	2015/12/19	4	2015/12/13
11	2012/1/3	4		23	2016/4/7	4	
12	2012/10/17	4					

編號 460				
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期 (95192001)	航拍影像取像日期 (95192002) (95192012)
1	2009/2/3	4		
2	2009/8/17	4		
3	2009/8/24	4	2009/8/21	2009/8/24
4	2009/11/5	4		
5	2010/2/23	4		
6	2010/3/6	4		
7	2010/4/9	4		
8	2010/9/23	4		
9	2010/11/21	4		
10	2011/4/16	4		
11	2012/1/3	4		
12	2012/7/5	4	2012/7/3	2012/7/3
13	2012/10/17	4		
14	2012/12/21	4		
15	2013/2/17	4		
16	2013/7/5	4		
17	2013/10/30	4		
18	2014/1/1	4		

編號 460				
項目	福衛二號 取像日期	條帶	航拍影像 取像日期 (95192001)	航拍影像 取像日期 (95192002) (95192012)
19	2014/2/22	4	2014/2/25	
20	2014/11/23	4		
21	2015/1/25	4		
22	2015/6/9	4		
23	2015/12/19	4	2015/10/3	2015/10/3
24	2016/4/7	4		

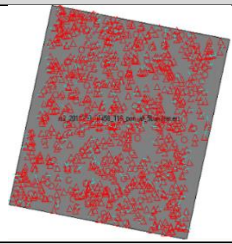
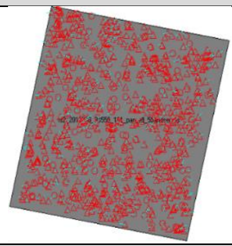
編號 461				
項目	福衛二號 取像日期	條帶	航拍影像 取像日期 (95192061) (95192071)	航拍影像 取像日期 (95192062) (95192072)
1	2009/2/3	4		
2	2009/8/17	4		2008/8/26
3	2009/8/24	4	2009/8/28	2009/8/28
4	2009/11/5	4		2009/11/21
5	2010/2/23	4		
6	2010/3/6	4		
7	2010/4/9	4		
8	2010/11/21	4		
9	2011/4/16	4		
10	2012/1/3	4		
11	2012/10/17	4		
12	2012/12/21	4		
13	2013/2/17	4	2013/3/10	2013/2/24
14	2013/7/5	4		
15	2013/10/30	4		
16	2014/1/1	4		
17	2014/2/22	4		
18	2014/11/23	4		
19	2015/1/25	4		
20	2015/6/9	4		
21	2015/12/19	4		
22	2016/4/7	4		

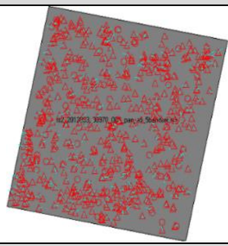
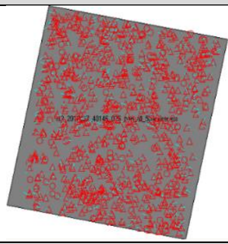
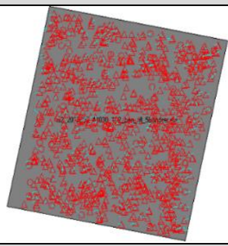
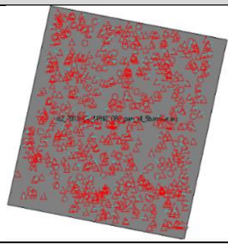
編號 463							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193047)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95193047)
1	2009/2/3	4		12	2012/12/21	4	
2	2009/8/17	4	2009/8/21	13	2013/2/17	4	2013/3/10
3	2009/11/5	4		14	2013/7/5	4	
4	2010/2/23	4	2010/3/6	15	2014/1/1	4	
5	2010/3/6	4	2010/3/6	16	2014/2/22	4	
6	2010/4/9	4		17	2014/11/23	4	
7	2010/9/23	4		18	2015/1/25	4	
8	2010/11/21	4		19	2015/6/9	4	
9	2011/4/16	4		20	2015/12/19	4	
10	2012/1/3	4		21	2016/4/7	4	
11	2012/10/17	4					

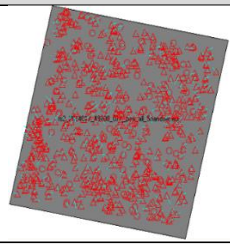
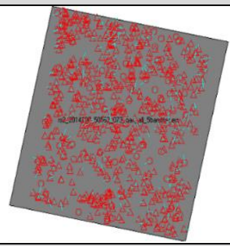
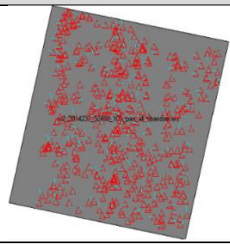
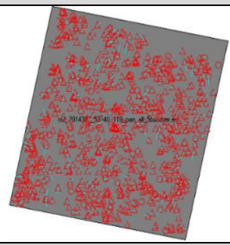
編號 482							
項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95182063)	項目	福衛二號取像日期	條帶	航拍影像取像日期(95182063)
1	2009/7/21	5		14	2013/1/19	5	
2	2009/9/2	5	2009/8/28	15	2013/3/8	5	2013/3/10
3	2009/12/15	5		16	2013/8/10	5	
4	2010/1/11	5		17	2013/12/2	5	
5	2010/4/10	5		18	2014/2/25	5	
6	2010/11/18	5		19	2014/7/12	5	
7	2011/2/27	5		20	2014/7/13	5	
8	2011/6/13	5		21	2015/1/24	5	
9	2011/9/26	5		22	2015/3/18	5	
10	2011/10/27	5		23	2015/6/19	5	
11	2011/12/18	5		24	2015/9/13	5	
12	2012/7/2	5		25	2015/11/22	5	
13	2012/10/22	5		26	2016/5/7	5	

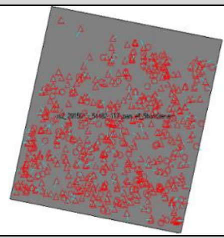
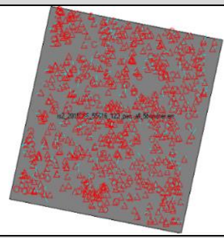
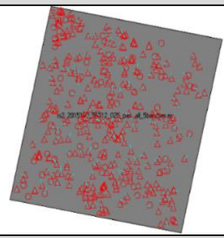
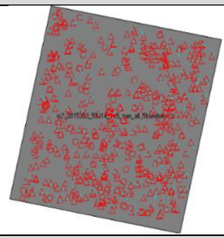
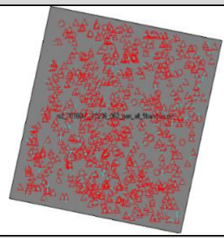
附錄四正射影像資訊

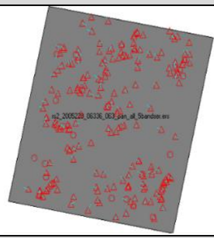
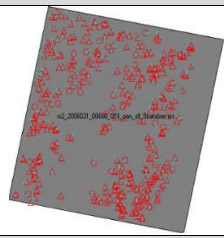
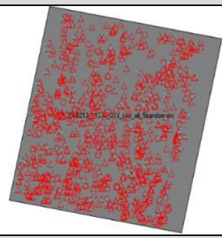
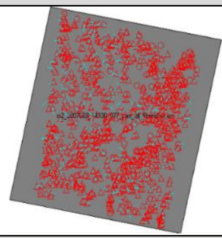
第一欄為影像編號，最後一欄為誤差向量圖。其中 Control 是所有控制點計算出來的誤差，包括：X，Y 方向及高程之誤差，單位為公尺，並計算其控制點數目。Check 為所有的控制點編號除以 6 於 1 的部份取出計算誤差的結果，包括：X，Y 方向之誤差，單位為 pixel，並計算 Check Point 數目。取出 Check Point 公式：mod($"Point ID",6)==1

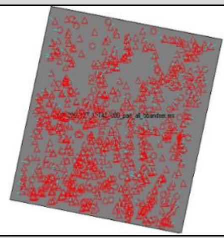
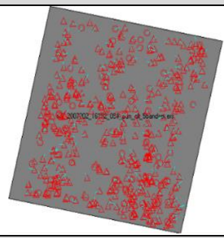
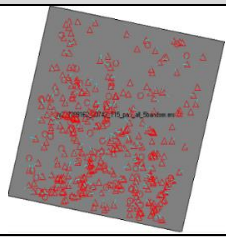
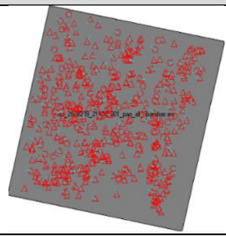
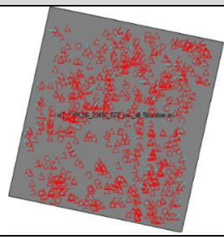
<table>
<tr><th colspan="9">區域一</th></tr>
<tr><td rowspan="2">影像編號</td><td colspan="4">Control(Ground)</td><td colspan="3">Check(Image)</td><td rowspan="2">誤差向量圖</td></tr>
<tr><td>Ground X</td><td>Ground Y</td><td>Ground Z</td><td>點位數目</td><td>Image X</td><td>Image Y</td><td>點位數目</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">Band 1 (485 nm)</td><td colspan="2">Band 2 (560 nm)</td><td colspan="2">Band 3 (660 nm)</td><td>Band 4 (830 nm)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20110210_4</td><td>4.94</td><td>3.00</td><td>0.49</td><td>636</td><td>2.59</td><td>1.45</td><td>116</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.34408823</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.25526160</td><td>0.30621389</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20110917_4</td><td>4.92</td><td>3.21</td><td>0.16</td><td>879</td><td>2.33</td><td>1.93</td><td>186</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.36098611</td><td>0.612536730</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20111204_4</td><td>4.94</td><td>3.14</td><td>0.20</td><td>740</td><td>2.74</td><td>1.70</td><td>157</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.34408823</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.25526160</td><td>0.30621389</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
</table>

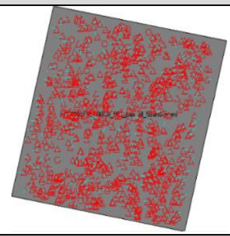
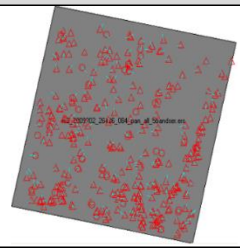
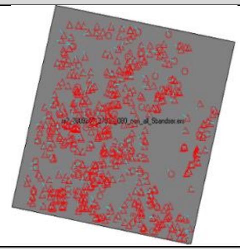
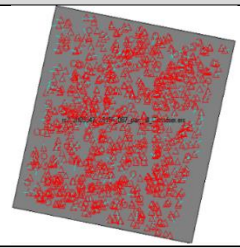
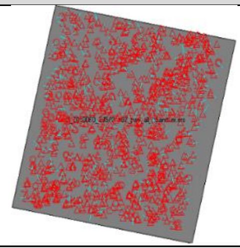
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20120103_4	4.94	3.80	0.41	569	2.51	1.78	114	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120327_4	4.97	3.32	0.38	796	2.32	1.60	176	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121019_4	4.77	2.80	0.16	898	2.49	1.44	164	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130305_4	4.96	2.92	0.12	641	2.54	1.33	145	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130705_4	4.90	4.04	0.38	400	2.56	2.06	85	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

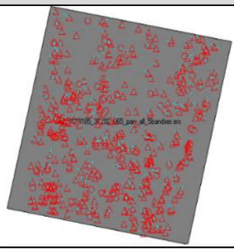
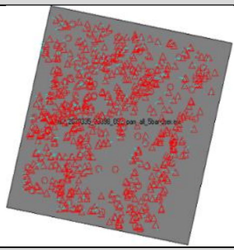
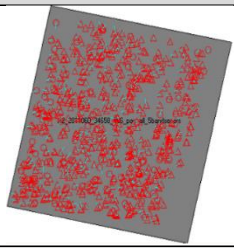
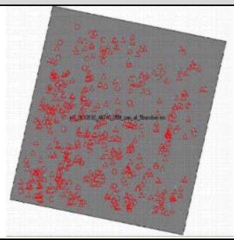
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20131123_4	4.89	3.22	0.14	920	0.00	0.00	0	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140117_4	4.91	4.12	0.20	632	2.58	2.00	131	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140410_4	4.68	4.42	0.22	612	2.48	2.95	129	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140825_4	4.94	4.96	0.53	507	0.00	0.00	0	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20141123_4	4.30	4.33	0.14	693	2.42	2.13	134	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

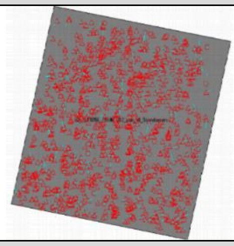
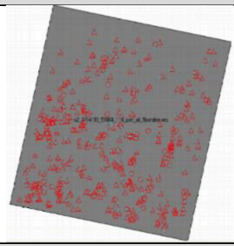
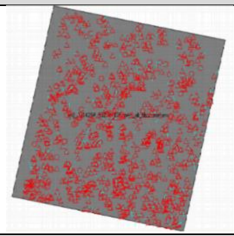
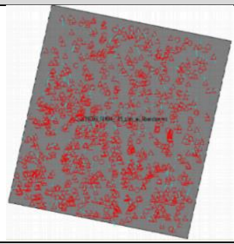
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20150115_4	4.91	4.34	0.07	501	2.62	2.07	115	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150406_4	4.53	4.23	0.24	646	2.34	2.26	122	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150609_4	4.16	4.65	0.09	324	2.01	2.32	88	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.51052326		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20151219_4	4.19	4.36	0.37	481	2.08	2.12	88	
	Gain	0.48662594		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160301_4	4.30	4.15	0.49	650	2.27	2.22	137	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

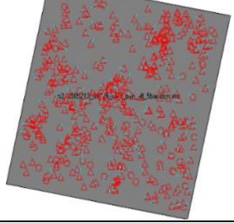
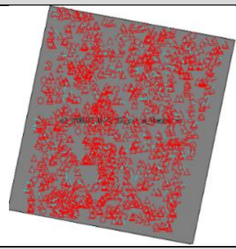
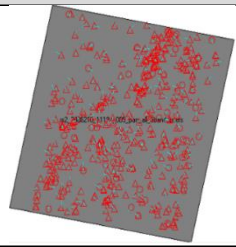
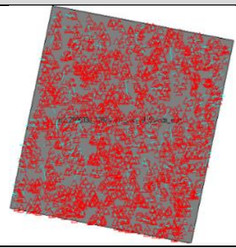
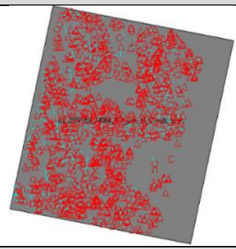
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20050816_5	4.16	4.34	0.75	197	1.76	2.07	28	
	Gain	0.66055804		0.70671201		0.71909332		0.61057472
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20060131_5	4.69	4.75	1.00	347	2.56	2.37	67	
	Gain	0.46701404		0.49964580		0.50839829		0.43167672
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20060801_5	4.36	3.86	0.32	791	1.99	2.04	129	
	Gain	0.66052181		0.70664167		0.71906382		0.86337239
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20061209_5	4.59	4.60	0.50	657	2.46	2.28	150	
	Gain	0.46711203		0.49965486		0.35956168		0.43183753
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20070310_5	4.92	3.17	0.17	822	2.53	1.99	148	
	Gain	0.66534817		0.70950896		0.72136855		0.61252373
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

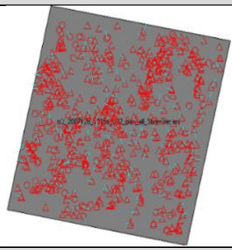
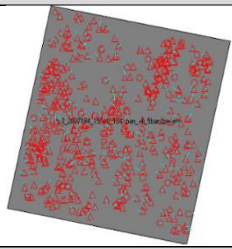
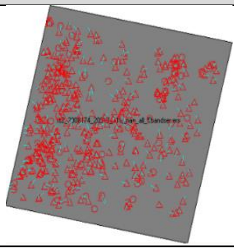
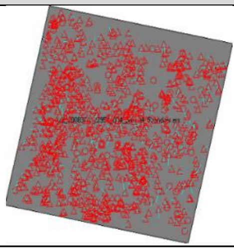
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20070507_5	4.54	3.33	0.22	797	2.36	1.84	177	
	Gain	0.94080240		0.10032444		0.72136855		0.86610955
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20070721_5	4.73	4.14	0.69	475	2.10	1.84	96	
	Gain	0.66534817		0.70950896		0.51000756		0.61252373
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20080610_5	4.67	4.09	0.86	373	2.40	2.38	70	
	Gain	0.66533852		0.70949829		0.51001048		0.61253029
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20080826_5	5.01	3.37	0.99	469	2.38	1.88	103	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.36098611		0.43306407
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20081221_5	4.97	3.86	1.13	638	2.67	1.87	117	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

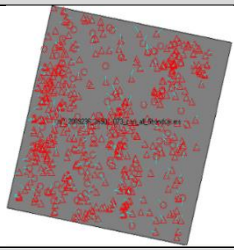
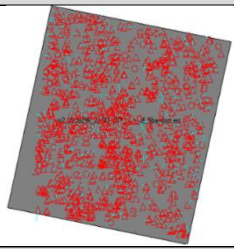
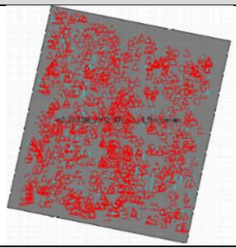
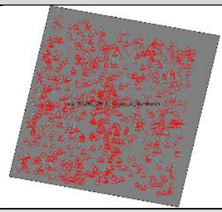
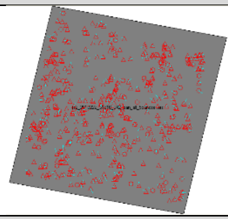
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20090204_5	4.89	3.39	0.69	869	2.50	1.29	159	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090721_5	4.79	4.47	0.71	315	2.54	2.41	55	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090902_5	4.45	3.21	0.35	542	2.46	1.91	120	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20091213_5	4.34	3.75	0.07	977	1.96	1.75	182	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100301_5	4.70	4.39	0.38	997	2.30	2.07	180	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

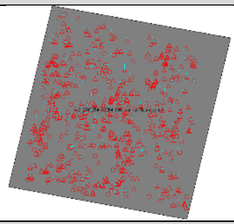
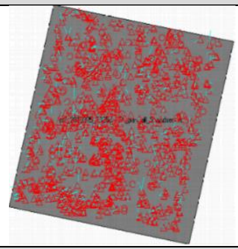
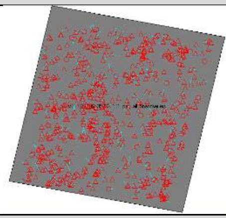
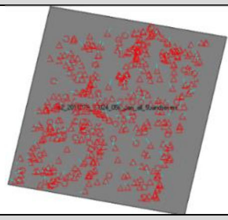
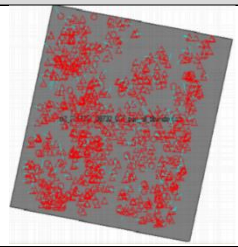
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20100704_5	4.87	4.53	0.49	451	2.08	2.62	91	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20101201_5	4.73	3.07	0.74	629	2.65	1.46	135	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110301_5	4.28	3.39	0.53	723	2.20	1.77	151	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110708_5	4.18	4.22	0.10	412	2.31	2.39	73	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130711_5	4.91	4.89	0.52	437	2.50	2.41	85	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

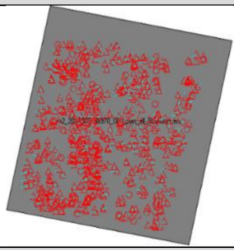
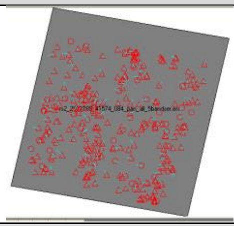
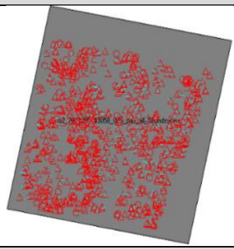
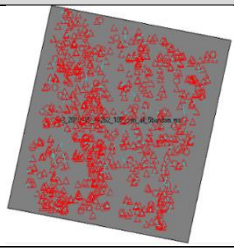
區域一								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20140225_5	5.08	4.72	0.33	1030	2.62	2.33	196	
	Gain	缺		缺		缺		缺
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140712_5	4.70	4.90	0.55	352	2.47	2.61	71	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20141021_5	4.93	4.99	0.69	828	2.51	2.41	170	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20141021_5	5.09	5.02	0.75	879	2.66	2.38	180	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

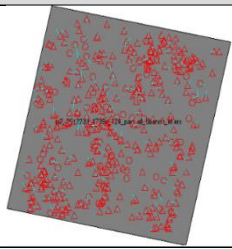
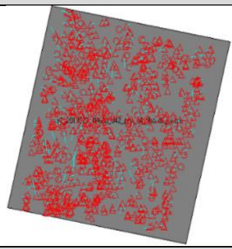
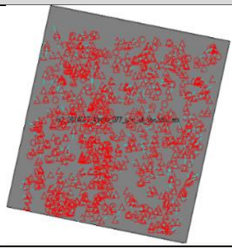
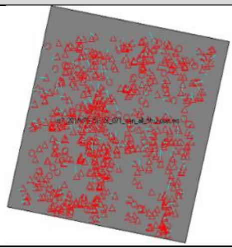
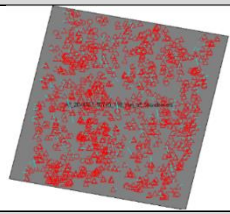
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20050801_4	4.87	4.27	0.50	421	2.29	2.30	91	
	Gain	0.660558040		0.70671201		0.71909332		0.610574720
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20060201_4	4.54	3.66	0.81	1081	2.41	1.70	213	
	Gain	0.467014040		0.49964580		0.50839829		0.431676720
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20060729_4	4.46	4.05	0.48	396	1.95	2.02	95	
	Gain	0.60521810		0.70664167		0.71906382		0.863372390
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20061126_4	5.02	4.25	0.41	1513	2.36	1.74	314	
	Gain	0.467112030		0.49965486		0.35956168		0.431837530
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20070219_4	4.68	4.49	0.28	1005	2.33	2.46	179	
	Gain	0.467112030		0.49965486		0.35956168		0.431837530
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

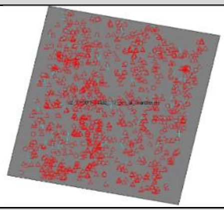
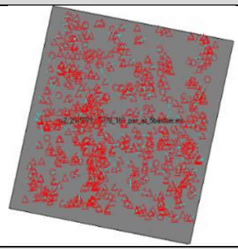
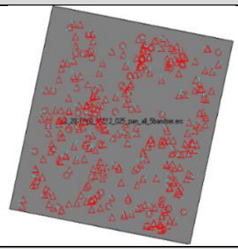
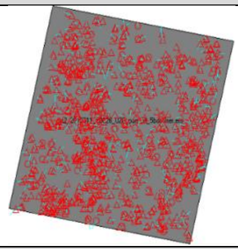
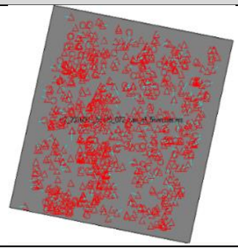
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20070508_4	4.70	4.38	0.18	567	2.38	2.51	125	
	Gain	0.940802400		0.10032444		0.72136855		0.866109550
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20070703_4	5.05	4.76	0.21	457	2.42	2.42	118	
	Gain	0.470401170		0.50162220		0.36062080		0.216527400
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20080622_4	4.82	8.72	0.89	420	2.48	2.21	86	
	Gain	0.665338520		0.70949829		0.51001048		0.612530290
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20081115_4	4.17	3.53	0.85	906	2.13	2.18	169	
	Gain	缺		缺		缺		缺
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090203_4	4.21	3.50	0.45	977	2.02	2.05	175	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

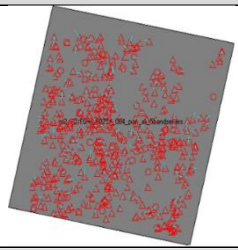
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20090824_4	4.85	4.39	0.31	502	2.38	2.73	109	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20091023_4	4.71	4.13	0.26	943	2.25	1.86	192	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.36098611		0.433064070
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20091212_4	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100306_4	5.08	4.81	0.20	877	2.53	2.55	191	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100810_4	4.90	5.00	0.39	435	2.65	2.38	82	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

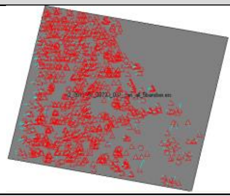
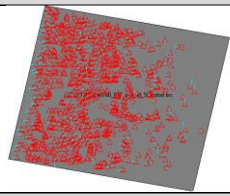
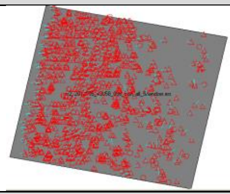
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20100911_4	缺	缺	缺	缺	缺	缺	缺	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20101121_4	5.01	4.89	0.57	900	2.66	2.27	190	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110416_4	4.81	4.82	0.18	578	2.65	2.72	107	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110817_4	4.85	4.86	0.11	395	2.49	2.63	79	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20111217_4	5.11	4.67	0.45	784	2.39	2.36	159	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

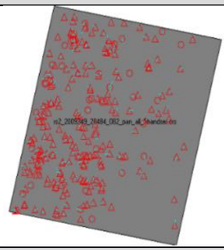
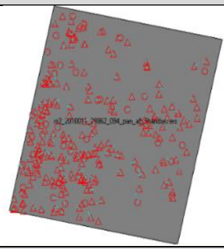
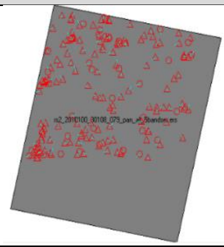
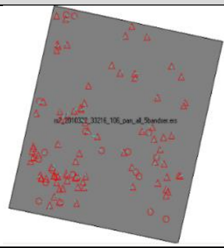
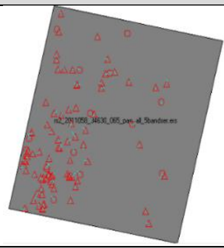
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20120103_4	4.55	3.37	0.39	617	2.55	1.73	130	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120707_4	4.68	4.65	0.18	261	2.36	2.43	59	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121021_4	4.52	3.23	0.34	686	2.41	1.64	134	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130115_4	3.96	3.57	0.31	719	2.01	2.07	118	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130316_4	4.67	4.39	0.15	625	2.51	1.96	115	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

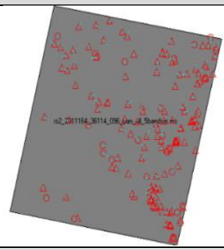
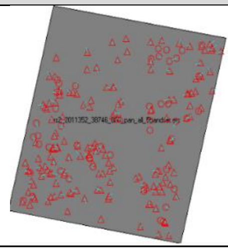
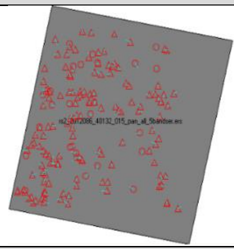
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20130827_4	4.48	4.75	0.23	382	2.45	2.63	82	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20131123_4	4.68	4.87	0.15	801	2.52	2.13	163	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.0306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140117_4	4.80	4.26	0.24	839	2.70	1.83	178	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140317_4	4.70	4.55	0.18	617	2.31	2.10	114	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20141123_4	4.99	4.81	0.18	950	2.47	1.92	209	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

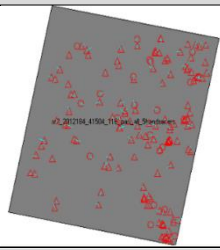
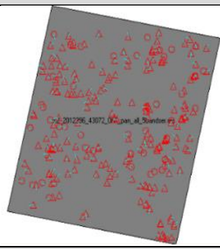
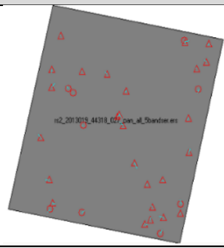
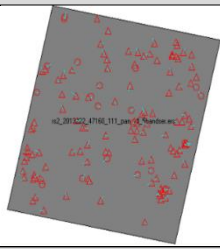
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20150115_4	4.55	4.72	0.06	815	2.63	2.23	167	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150320_4	4.90	4.11	0.36	634	2.33	2.11	134	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150609_4	4.81	4.73	0.76	324	2.38	2.50	61	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.51052326		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20151107_4	4.69	4.50	0.39	882	2.49	2.38	173	
	Gain	0.486625940		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160107_4	4.84	4.01	0.19	731	2.55	1.96	154	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

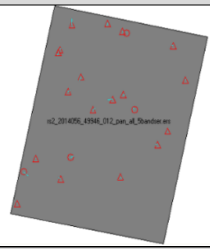
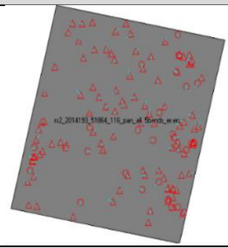
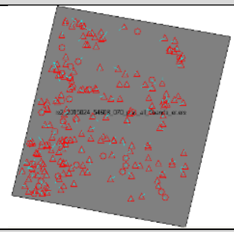
區域二								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20160407_4	4.41	4.56	0.72	474	2.11	2.05	81	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

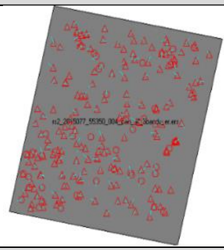
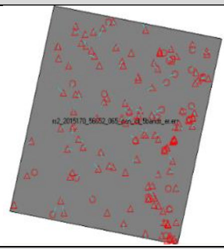
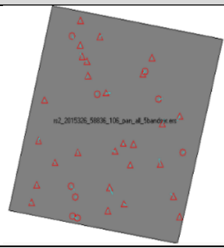
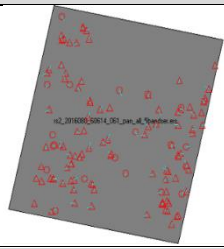
區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20111217_4	4.49	2.41	0.24	871	2.28	0.73	162	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120328_4	4.53	2.72	0.44	959	2.42	1.32	178	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121108_4	4.52	2.59	0.33	1004	2.51	0.98	202	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090721_5	4.71	4.70	0.69	131	2.77	3.18	35	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090902_5	4.28	3.66	0.36	229	2.58	1.85	43	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20091215_5	4.37	3.52	0.22	224	2.14	1.84	49	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100111_5	4.42	3.75	0.32	234	2.14	2.13	43	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100410_5	4.38	3.40	0.05	148	2.48	1.65	38	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20101118_5	4.42	3.99	0.70	83	2.58	2.18	21	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110227_5	4.46	4.11	0.66	83	2.46	3.03	16	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20110613_5	4.62	3.56	0.31	136	2.27	2.67	28	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110926_5	4.53	4.46	0.05	32	2.18	1.30	7	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20111027_5	4.59	3.36	0.04	251	2.42	1.60	73	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20111218_5	4.95	3.58	0.13	168	2.24	1.71	47	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120326_5	4.97	3.68	0.08	138	2.32	2.00	27	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20120702_5	4.64	3.68	0.10	133	2.12	1.88	27	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121022_5	4.77	4.06	0.39	201	2.48	1.90	47	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130119_5	4.32	4.32	0.11	26	2.12	3.08	9	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130308_5	4.27	4.56	0.35	178	2.00	2.00	30	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130810_5	4.73	3.96	0.42	114	3.42	2.53	20	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

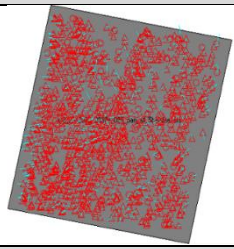
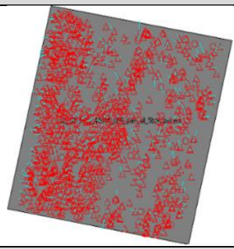
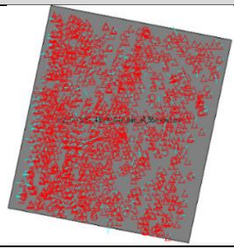
區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20131202_5	4.12	3.60	0.36	160	2.34	2.26	31	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140225_5	3.62	3.66	0.15	18	4.21	3.61	4	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140712_5	4.57	4.56	0.51	104	2.51	2.20	29	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140713_5	4.67	4.46	0.57	94	2.16	2.83	20	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150124_5	4.97	4.73	0.38	193	2.32	2.45	35	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

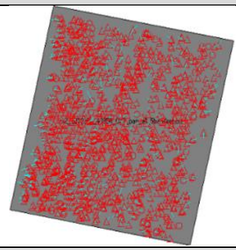
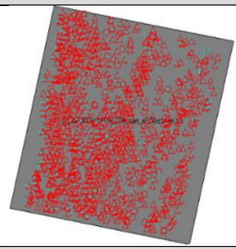
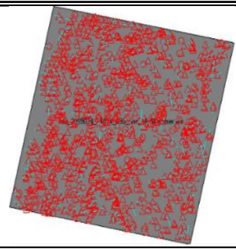
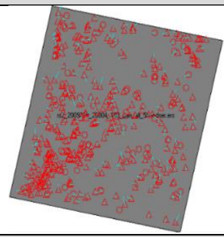
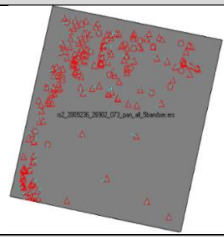
區域三								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20150318_5	5.04	4.76	0.39	191	2.45	2.49	42	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150619_5	4.61	4.77	0.09	134	2.86	2.69	30	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.51052326		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150913_5	4.61	3.91	0.36	147	2.38	2.09	37	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.51052326		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20151122_5	3.80	4.62	0.26	27	5.26	5.07	9	
	Gain	0.486625940		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160328_5	4.68	4.13	0.67	99	2.02	2.73	22	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

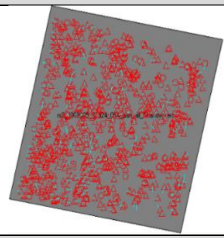
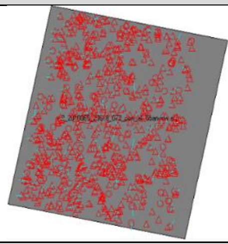
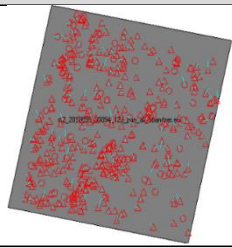
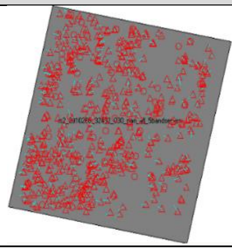
區域三

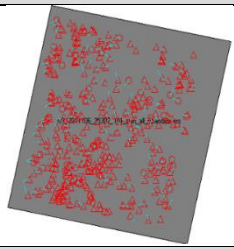
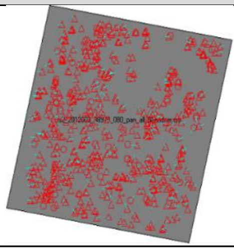
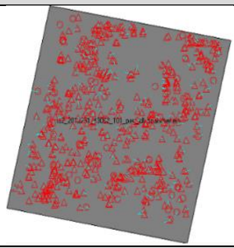
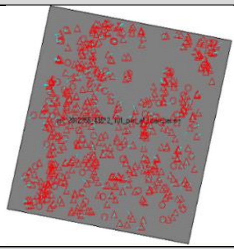
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20160507_5	5.23	3.69	0.79	24	3.13	1.76	7	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.51052326		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

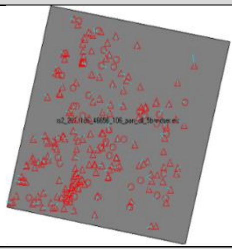
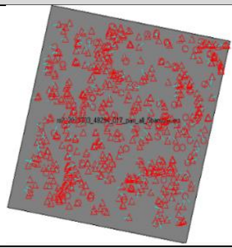
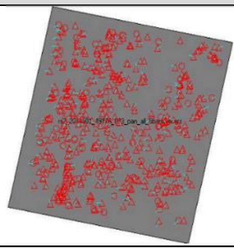
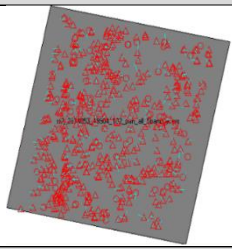
區域四

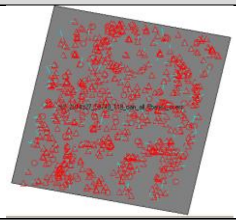
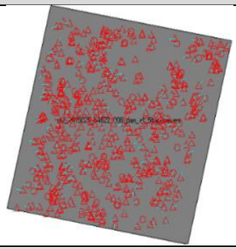
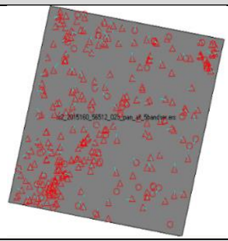
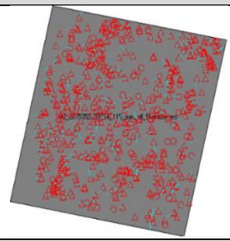
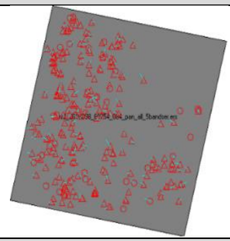
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20120201_3	4.90	2.86	0.37	1090	2.42	1.20	210	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120514_3	4.82	4.02	0.37	985	2.37	1.45	193	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121023_3	4.84	3.31	0.36	1116	2.49	1.34	243	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

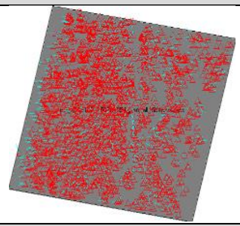
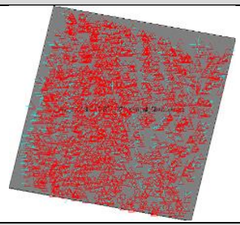
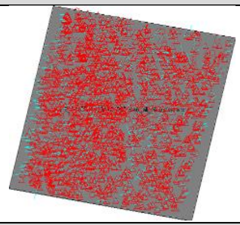
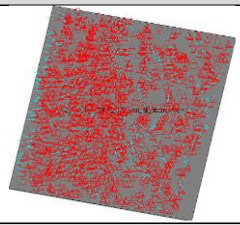
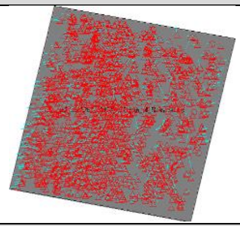
區域四								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20121217_3	4.75	3.12	0.23	1035	2.42	1.57	198	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130317_3	4.09	2.85	2.03	1017	1.99	1.20	203	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090203_4	4.34	3.70	0.47	1054	2.29	1.59	209	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090817_4	4.73	4.61	0.44	389	2.21	2.39	90	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20090824_4	4.58	4.14	0.27	191	2.28	1.74	35	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

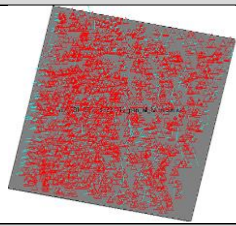
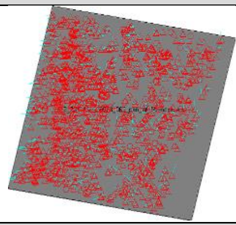
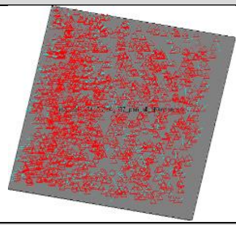
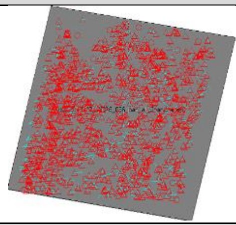
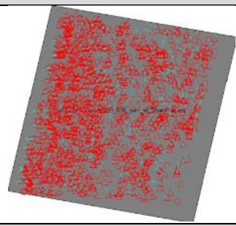
區域四								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20091105_4	4.23	3.53	0.03	709	2.28	2.01	144	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.36098611		0.433064070
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100223_4	4.68	4.16	0.17	721	2.20	1.65	142	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100306_4	4.18	3.52	0.18	652	2.17	1.88	135	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100409_4	4.26	4.92	0.49	384	2.07	2.46	86	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100923_4	4.76	3.61	0.18	542	2.33	1.64	107	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

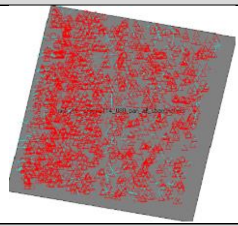
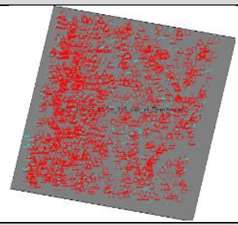
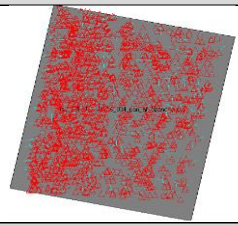
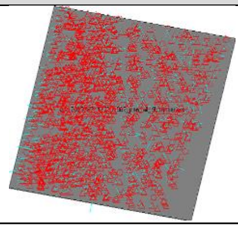
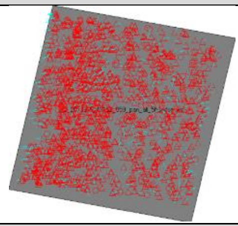
區域四								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20101121_4	4.13	3.87	0.45	607	2.27	1.67	131	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110416_4	4.82	3.93	0.13	373	2.66	1.95	85	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120103_4	4.88	3.05	0.38	539	2.46	1.38	99	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121017_4	4.30	2.97	0.33	519	2.19	1.68	94	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20121221_4	4.73	3.04	0.30	529	2.49	1.40	104	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.25526160		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

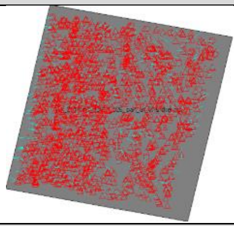
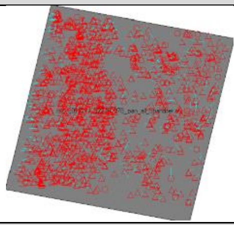
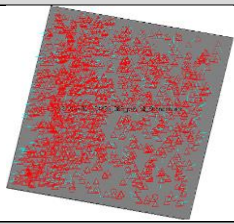
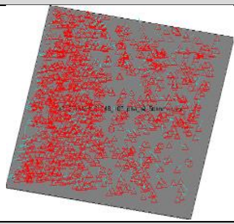
<table>
<tr><th colspan="9">區域四</th></tr>
<tr><th rowspan="2">影像編號</th><th colspan="4">Control(Ground)</th><th colspan="3">Check(Image)</th><th rowspan="2">誤差向量圖</th></tr>
<tr><th>Ground X</th><th>Ground Y</th><th>Ground Z</th><th>點位數目</th><th>Image X</th><th>Image Y</th><th>點位數目</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">Band 1 (485 nm)</td><td colspan="2">Band 2 (560 nm)</td><td colspan="2">Band 3 (660 nm)</td><td>Band 4 (830 nm)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20130217_4</td><td>4.67</td><td>3.56</td><td>0.17</td><td>549</td><td>2.36</td><td>1.68</td><td>96</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.36098611</td><td>0.306213890</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20130705_4</td><td>4.83</td><td>4.36</td><td>0.35</td><td>187</td><td>2.54</td><td>2.13</td><td>50</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.36098611</td><td>0.612536730</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20131030_4</td><td>4.68</td><td>3.19</td><td>0.14</td><td>557</td><td>2.35</td><td>1.88</td><td>105</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.36098611</td><td>0.306213890</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20140101_4</td><td>4.62</td><td>3.22</td><td>0.33</td><td>459</td><td>2.68</td><td>1.44</td><td>97</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.25526160</td><td>0.306213890</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">20140222_4</td><td>4.56</td><td>3.84</td><td>0.37</td><td>517</td><td>2.70</td><td>2.01</td><td>92</td><td></td></tr>
<tr><td>Gain</td><td colspan="2">0.344088230</td><td colspan="2">0.35610518</td><td colspan="2">0.36098611</td><td>0.306213890</td></tr>
<tr><td>Offset</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td colspan="2">0.0</td><td>0.0</td></tr>
</table>

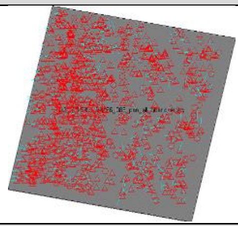
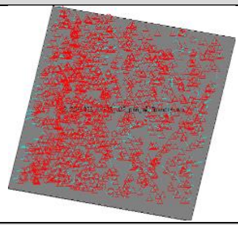
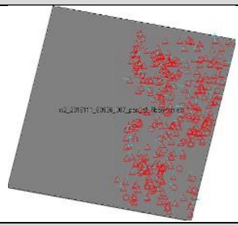
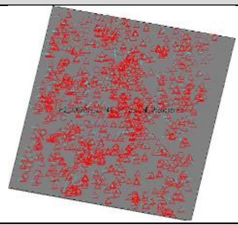
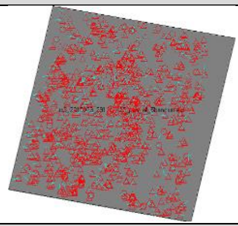
區域四								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20141123_4	4.57	4.84	0.15	597	2.41	2.56	108	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150125_4	4.81	2.96	0.21	530	2.70	1.59	107	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.25526160		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150609_4	4.38	4.20	0.12	260	2.26	2.42	62	
	Gain	0.486625940		0.50362104		0.51052326		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20151219_4	4.89	4.80	0.41	520	2.42	2.30	100	
	Gain	0.486625940		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160407_4	4.84	3.57	0.56	223	2.31	1.80	43	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.306213890
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

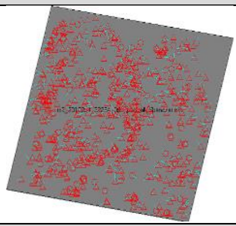
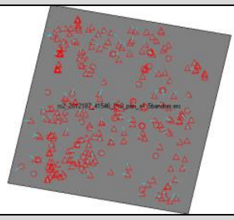
區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20090412_3	4.61	3.44	0.6	1629	2.1	1.78	299	
	Gain	0.68829799		0.7123369		0.51052326		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20091031_3	4.65	3.18	0.35	1695	2.37	2.04	310	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.36098611		0.43306407
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100131_3	4.6	3.09	0.34	1692	2.39	1.22	332	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100521_3	4.83	4.06	0.45	1546	2.33	2.39	305	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100921_3	4.88	3.35	0.05	1573	2.64	1.31	297	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20110205_3	4.65	4.61	0.54	1631	2.6	1.6	302	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20110609_3	4.81	3.41	0.24	1193	2.44	1.49	251	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20111130_3	4.48	3.64	0.37	1354	2.14	1.9	263	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120201_3	4.97	3.58	0.41	1111	2.5	1.4	215	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120514_3	4.97	4.47	0.41	1236	2.34	2.11	244	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20121025_3	4.88	3.92	0.4	1364	2.73	2.26	285	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130116_3	4.85	3.66	0.37	1218	2.74	1.73	235	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130317_3	4.8	2.98	0.05	1355	2.43	1.68	261	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20130919_3	4.69	3.89	0.45	1320	2.44	2.32	277	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20131231_3	4.84	3.37	0.28	1240	2.45	1.63	253	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20140223_3	4.85	3.09	0.06	1412	2.5	1.28	267	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20140815_3	4.65	3.15	0.22	1009	2.38	1.56	198	
	Gain	0.48662594		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20141122_3	4.86	3.55	0.11	1271	2.43	1.96	249	缺
	Gain	0.48662594		0.35610518		0.36098611		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150111_3	4.77	3.75	0.17	1241	2.38	1.88	225	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20150514_3	4.5	3.68	0.43	1130	2.18	1.73	235	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.51052326		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

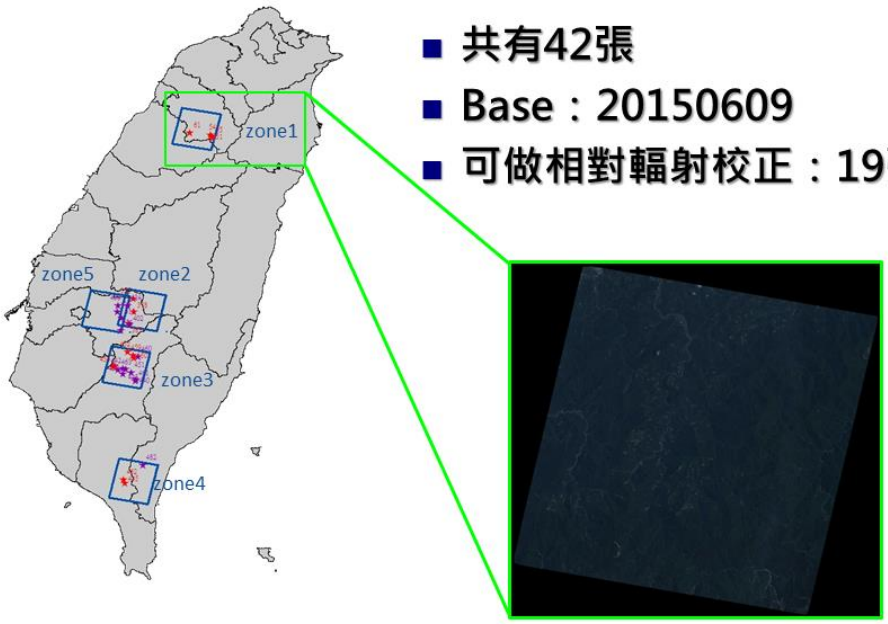
區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20151028_3	4.68	4.52	0.19	958	2.36	2.15	209	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.51052326		0.61253673
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160126_3	4.89	3.86	0.11	1198	2.52	1.91	237	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20160420_3	4.85	4.56	0.56	345	1.9	2.37	62	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20091023_4	4.58	3.47	0.22	932	2.31	1.84	164	
	Gain	0.48662594		0.50362104		0.36098611		0.43306407
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20100129_4	4.71	3.72	0.35	822	2.5	1.92	174	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.2552616		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

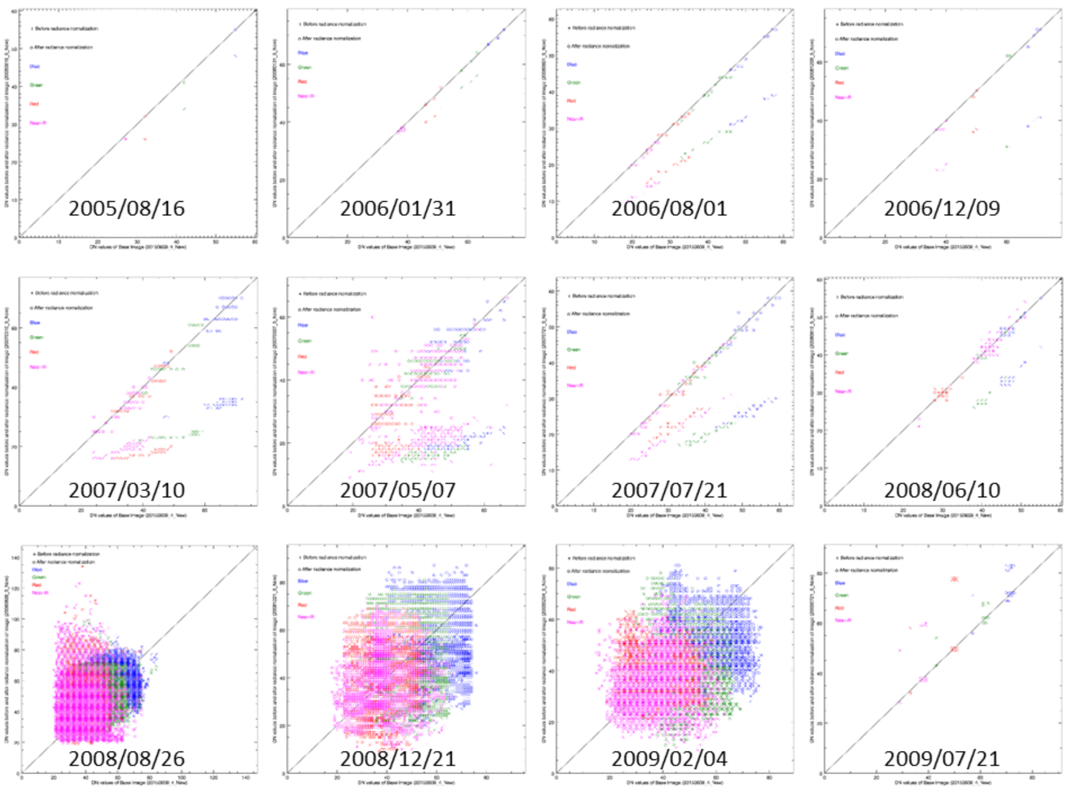
區域五								
影像編號	Control(Ground)				Check(Image)			誤差向量圖
	Ground X	Ground Y	Ground Z	點位數目	Image X	Image Y	點位數目	
		Band 1 (485 nm)		Band 2 (560 nm)		Band 3 (660 nm)		Band 4 (830 nm)
20100911_4	4.93	4.13	0.17	570	2.31	2.33	116	
	Gain	0.34408823		0.35610518		0.36098611		0.30621389
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0
20120705_4	4.73	4.40	0.23	230	2.40	2.09	46	
	Gain	0.344088230		0.35610518		0.36098611		0.612536730
	Offset	0.0		0.0		0.0		0.0

附錄五 相對輻射校正成果

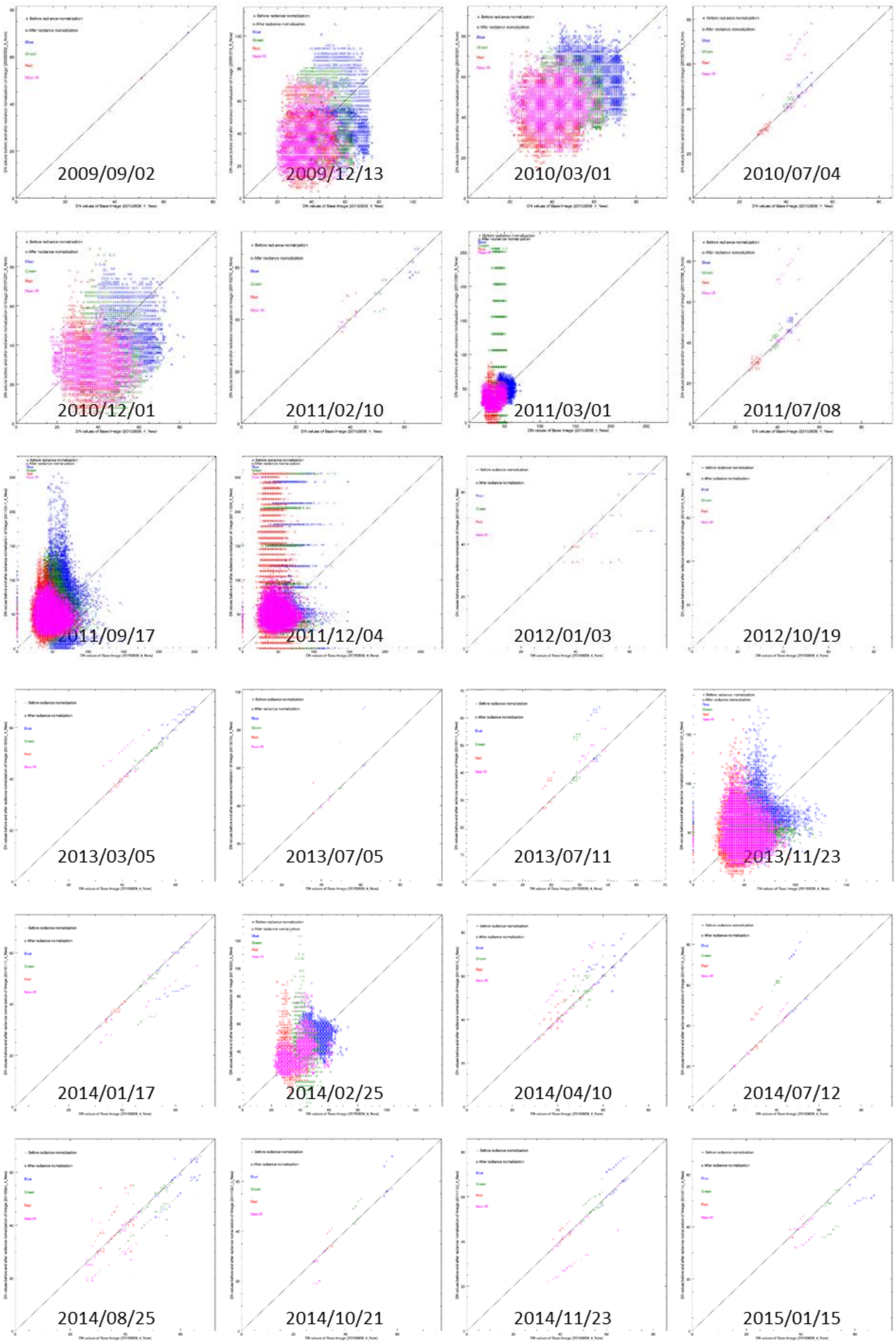
影像區域(zone1)

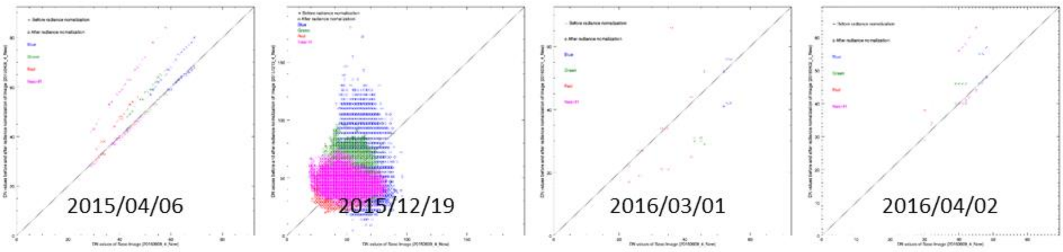
- 共有42張
- Base：20150609
- 可做相對輻射校正：19張

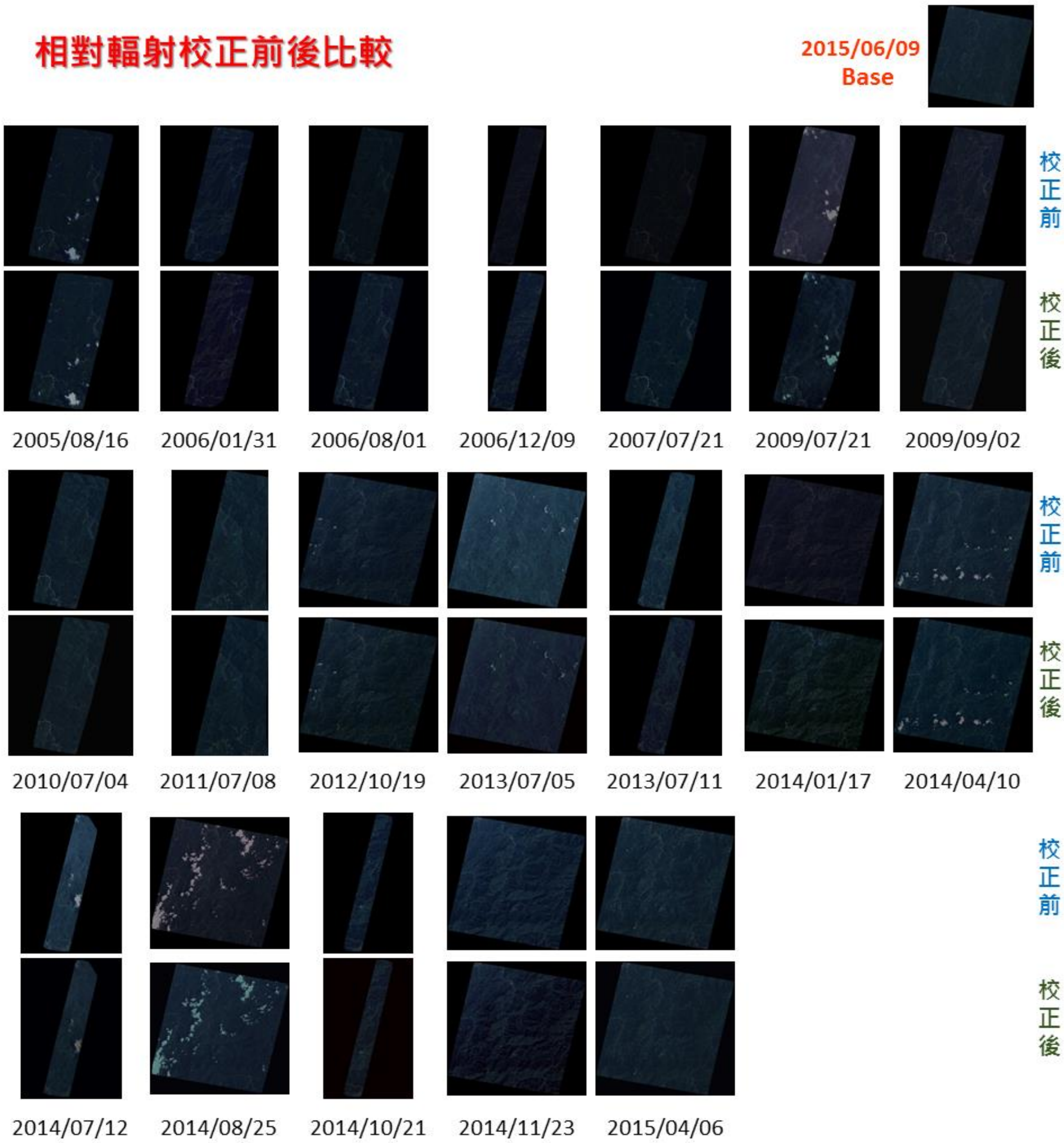




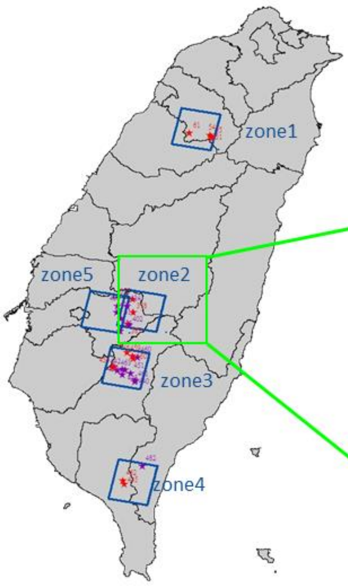
PIF散布圖


2009/09/02
2009/12/13
2010/03/01
2010/07/04
2010/12/01
2011/02/10
2011/03/01
2011/07/08
2011/09/17
2011/12/04
2012/01/03
2012/10/19
2013/03/05
2013/07/05
2013/07/11
2013/11/23
2014/01/17
2014/02/25
2014/04/10
2014/07/12
2014/08/25
2014/10/21
2014/11/23
2015/01/15

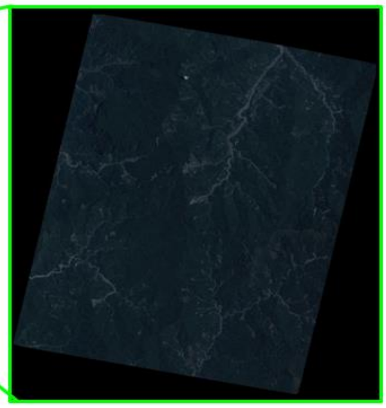

2015/04/06
2015/12/19
2016/03/01
2016/04/02

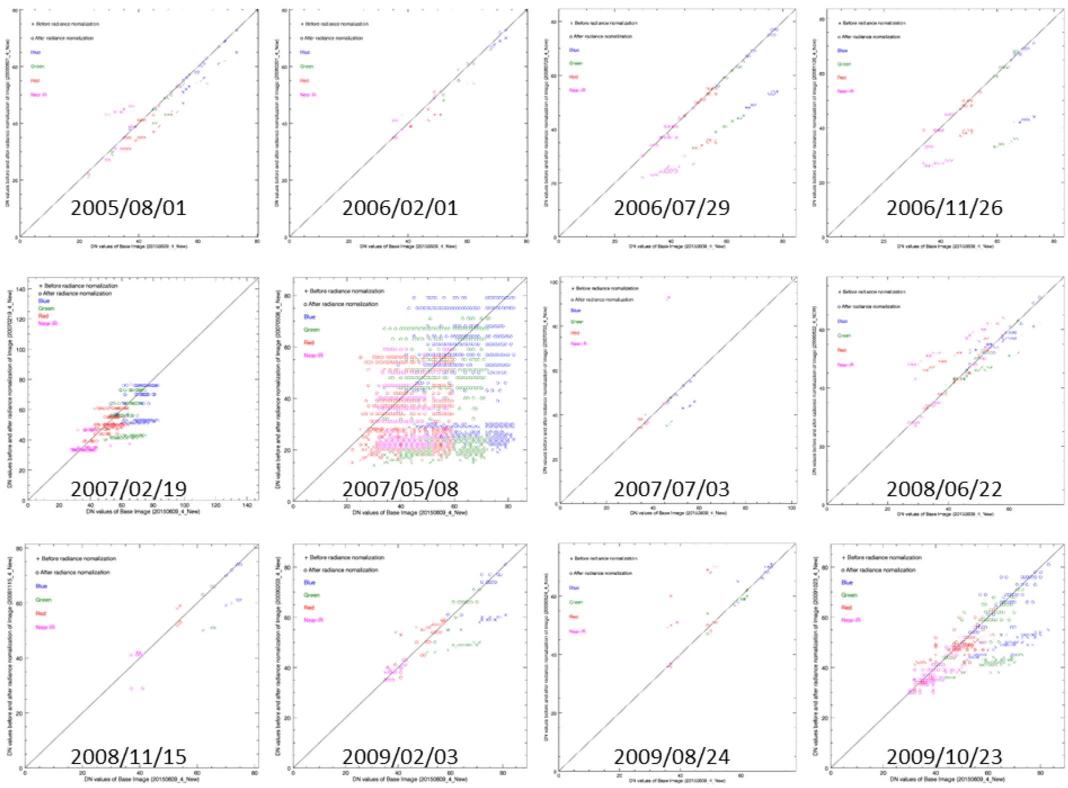

相對輻射校正前後比較
2015/06/09
Base
校正前
校正後
2005/08/16
2006/01/31
2006/08/01
2006/12/09
2007/07/21
2009/07/21
2009/09/02
校正前
校正後
2010/07/04
2011/07/08
2012/10/19
2013/07/05
2013/07/11
2014/01/17
2014/04/10
校正前
校正後
2014/07/12
2014/08/25
2014/10/21
2014/11/23
2015/04/06

影像區域(zone2)

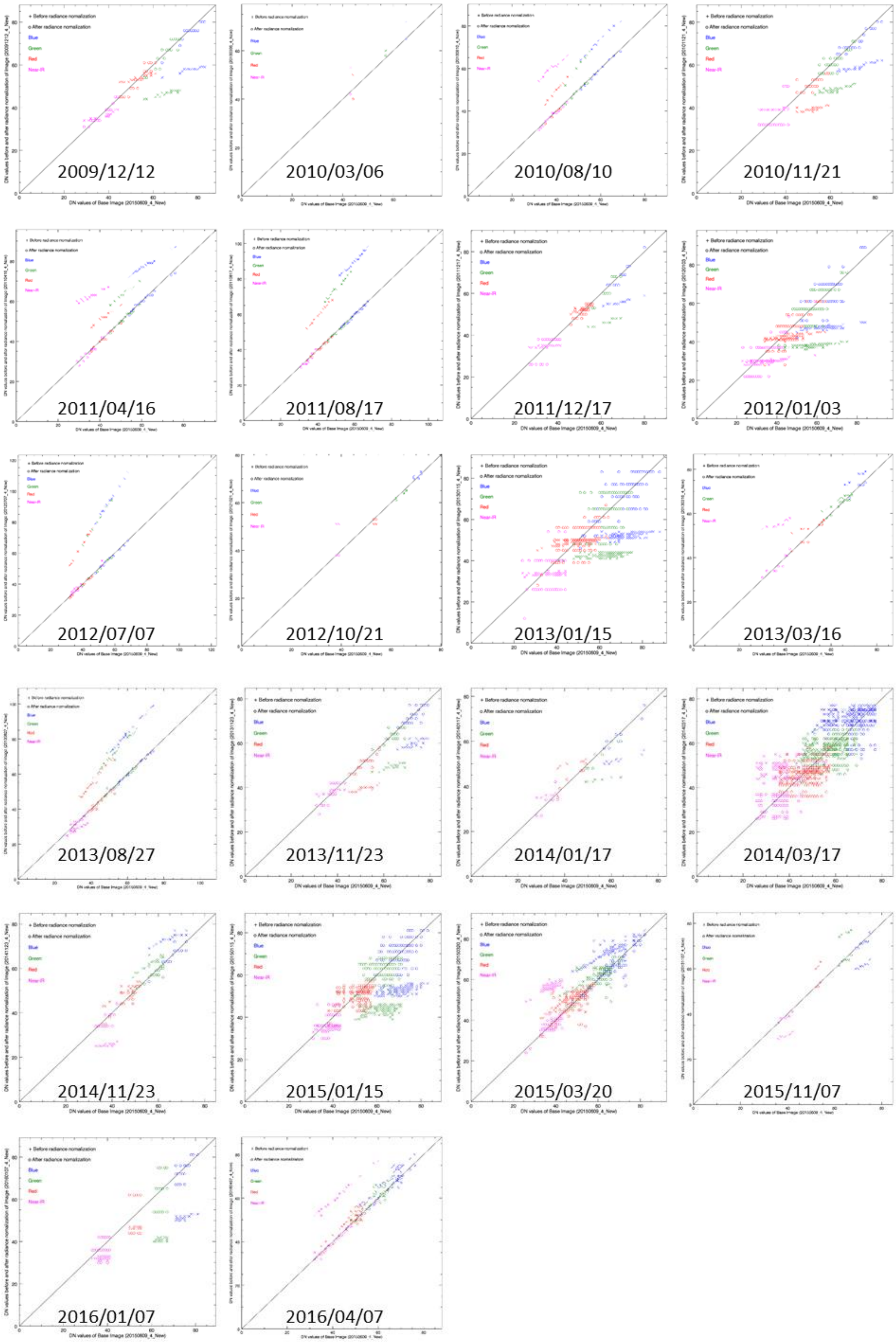


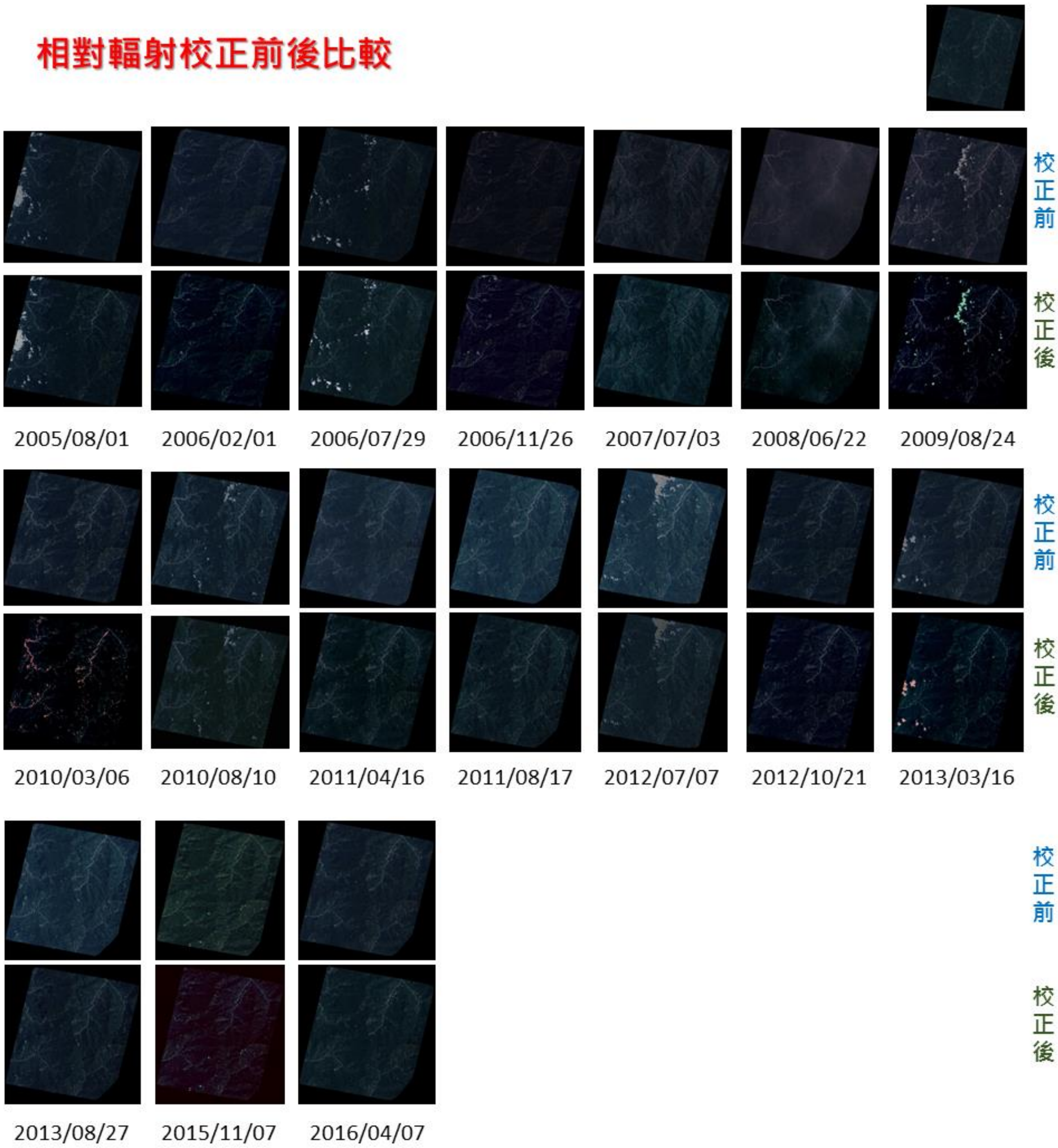
- 共有36張
- Base：20150609
- 可做相對輻射校正：18張



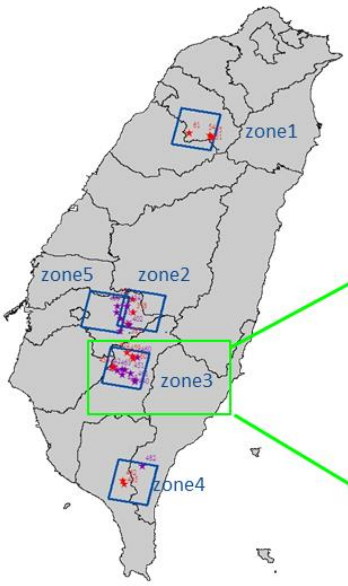


PIF
散
布
圖

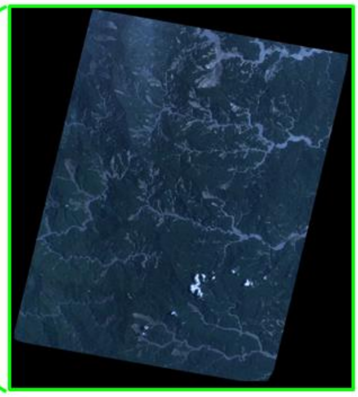

2009/12/12
2010/03/06
2010/08/10
2010/11/21
2011/04/16
2011/08/17
2011/12/17
2012/01/03
2012/07/07
2012/10/21
2013/01/15
2013/03/16
2013/08/27
2013/11/23
2014/01/17
2014/03/17
2014/11/23
2015/01/15
2015/03/20
2015/11/07
2016/01/07
2016/04/07

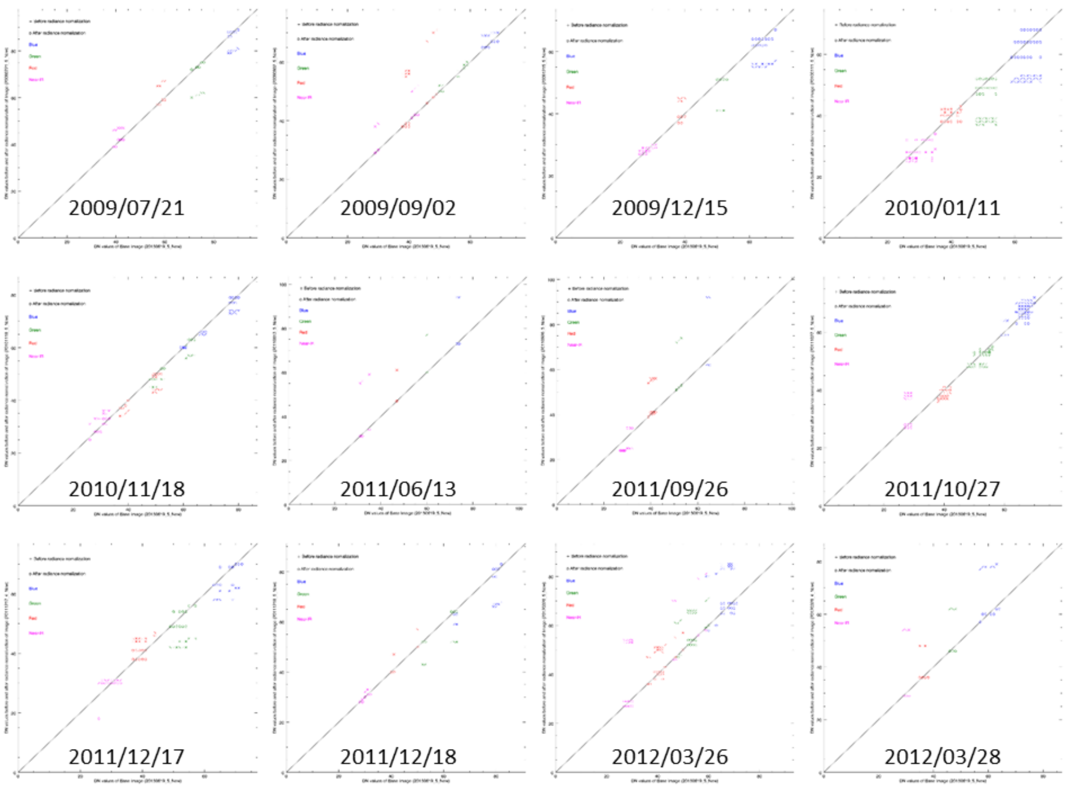

相對輻射校正前後比較
校正前
校正後
2005/08/01
2006/02/01
2006/07/29
2006/11/26
2007/07/03
2008/06/22
2009/08/24
校正前
校正後
2010/03/06
2010/08/10
2011/04/16
2011/08/17
2012/07/07
2012/10/21
2013/03/16
校正前
校正後
2013/08/27
2015/11/07
2016/04/07

影像區域(zone3)

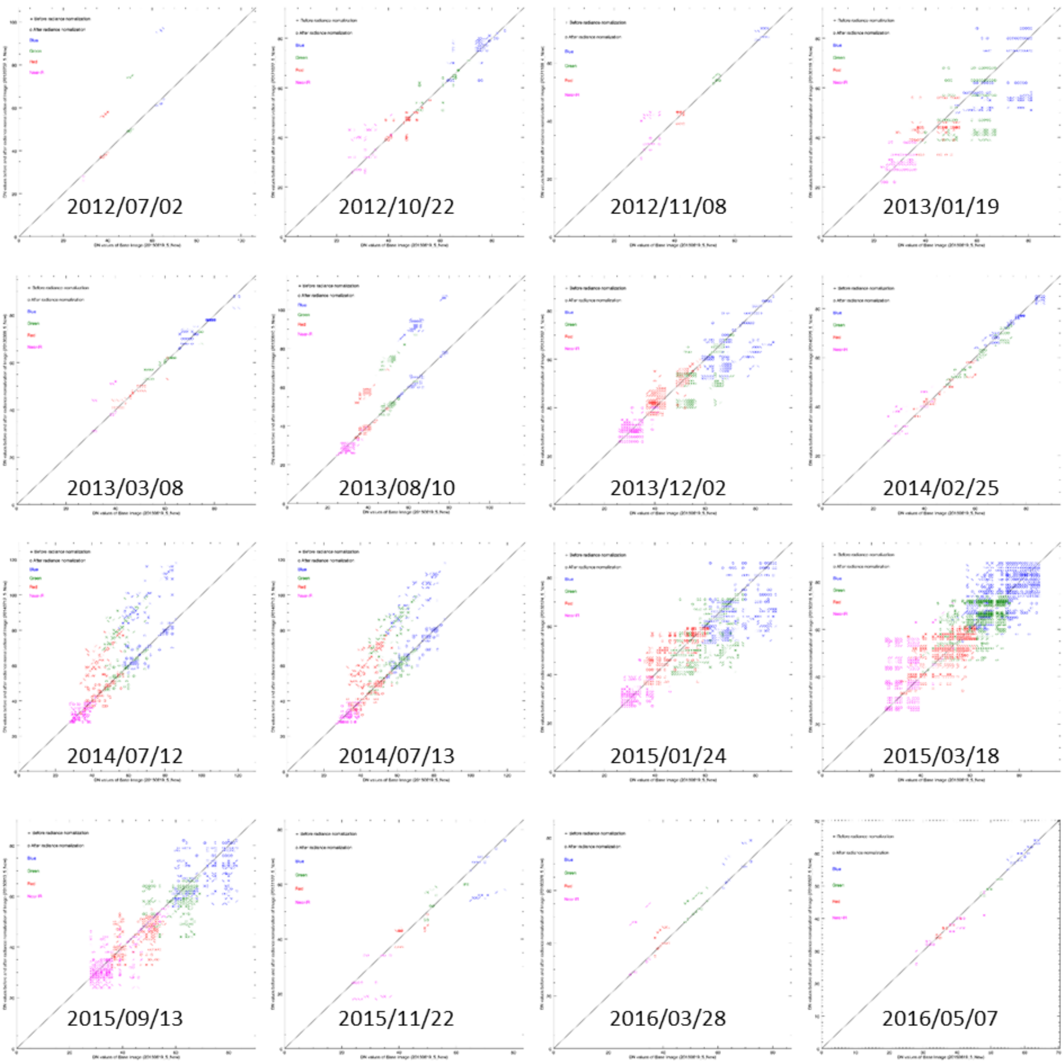


- 共有31張
- Base：20150619
- 可做相對輻射校正：11張

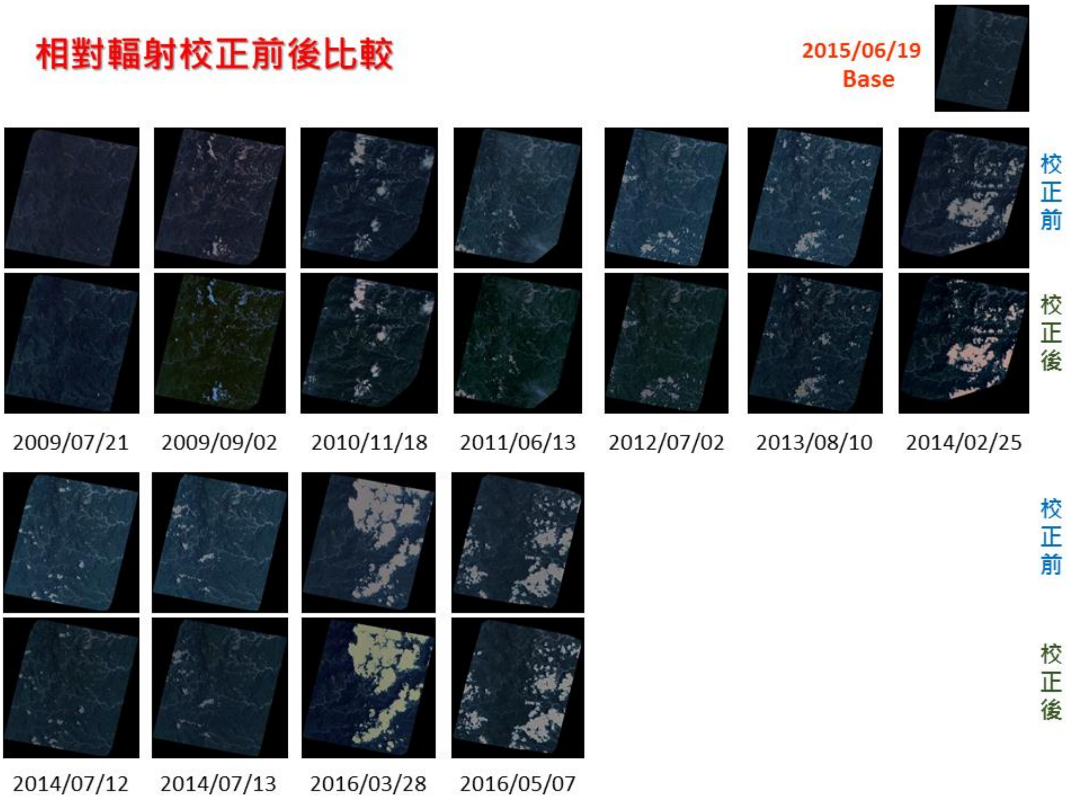




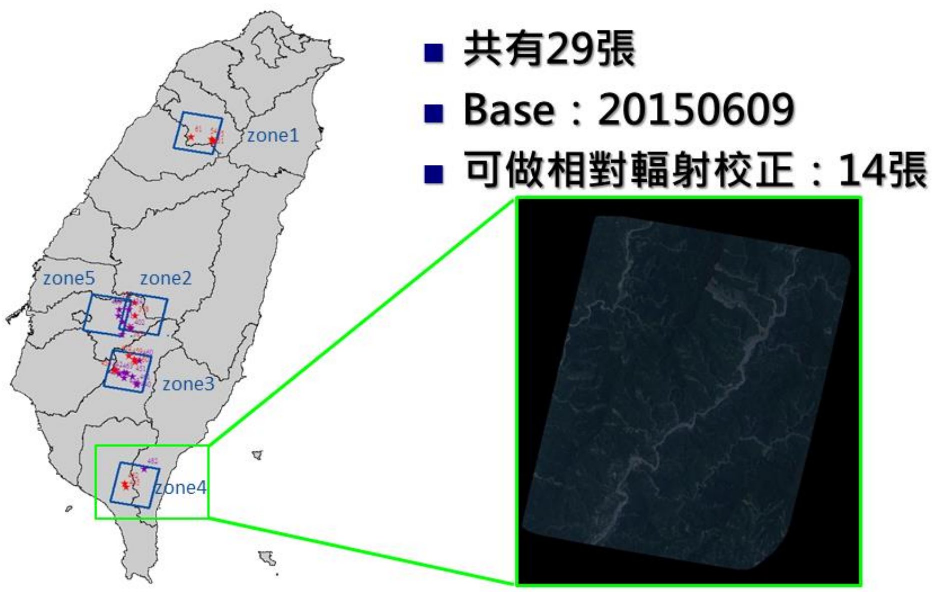
PIF散布圖

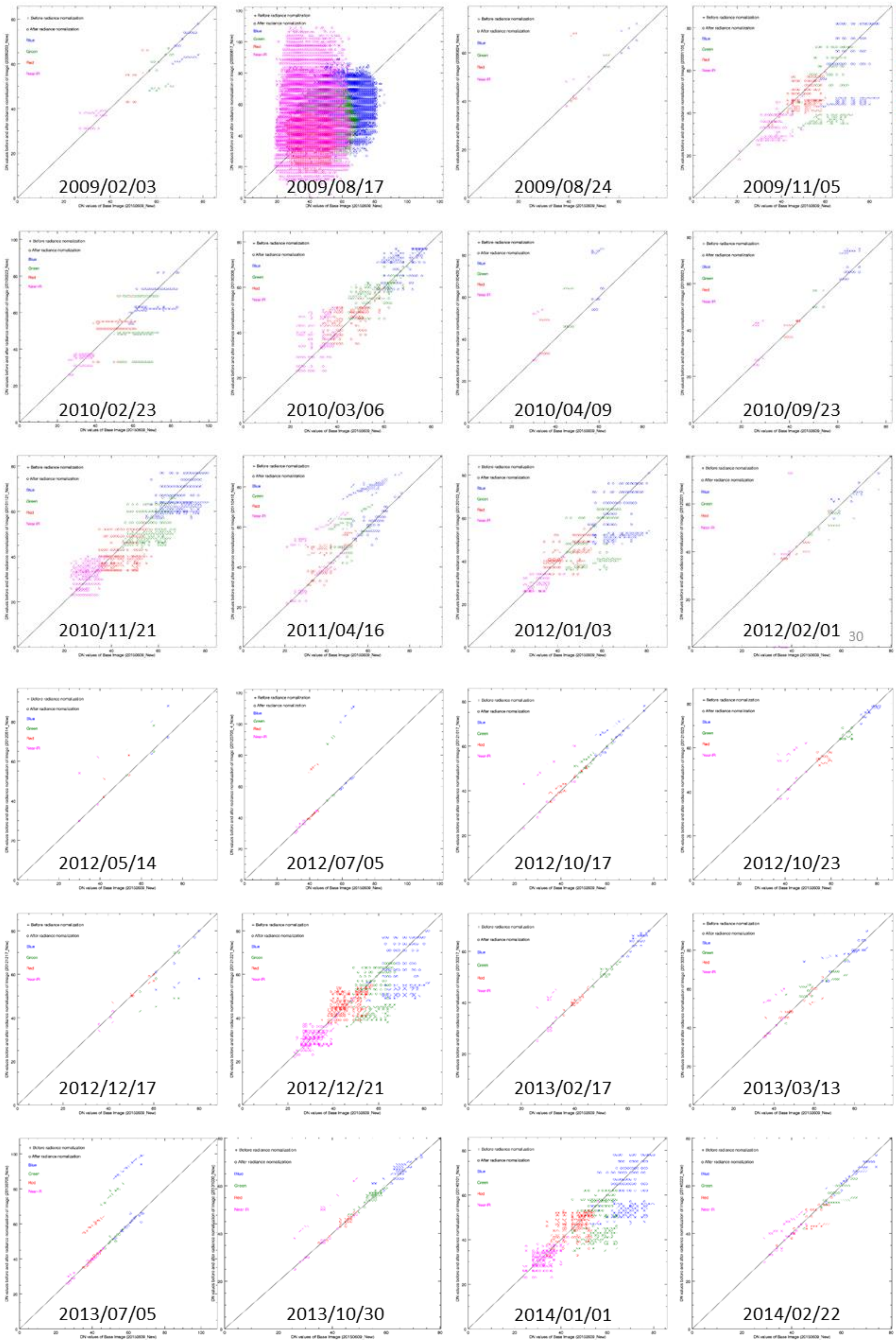

2012/07/02
2012/10/22
2012/11/08
2013/01/19
2013/03/08
2013/08/10
2013/12/02
2014/02/25
2014/07/12
2014/07/13
2015/01/24
2015/03/18
2015/09/13
2015/11/22
2016/03/28
2016/05/07

相對輻射校正前後比較

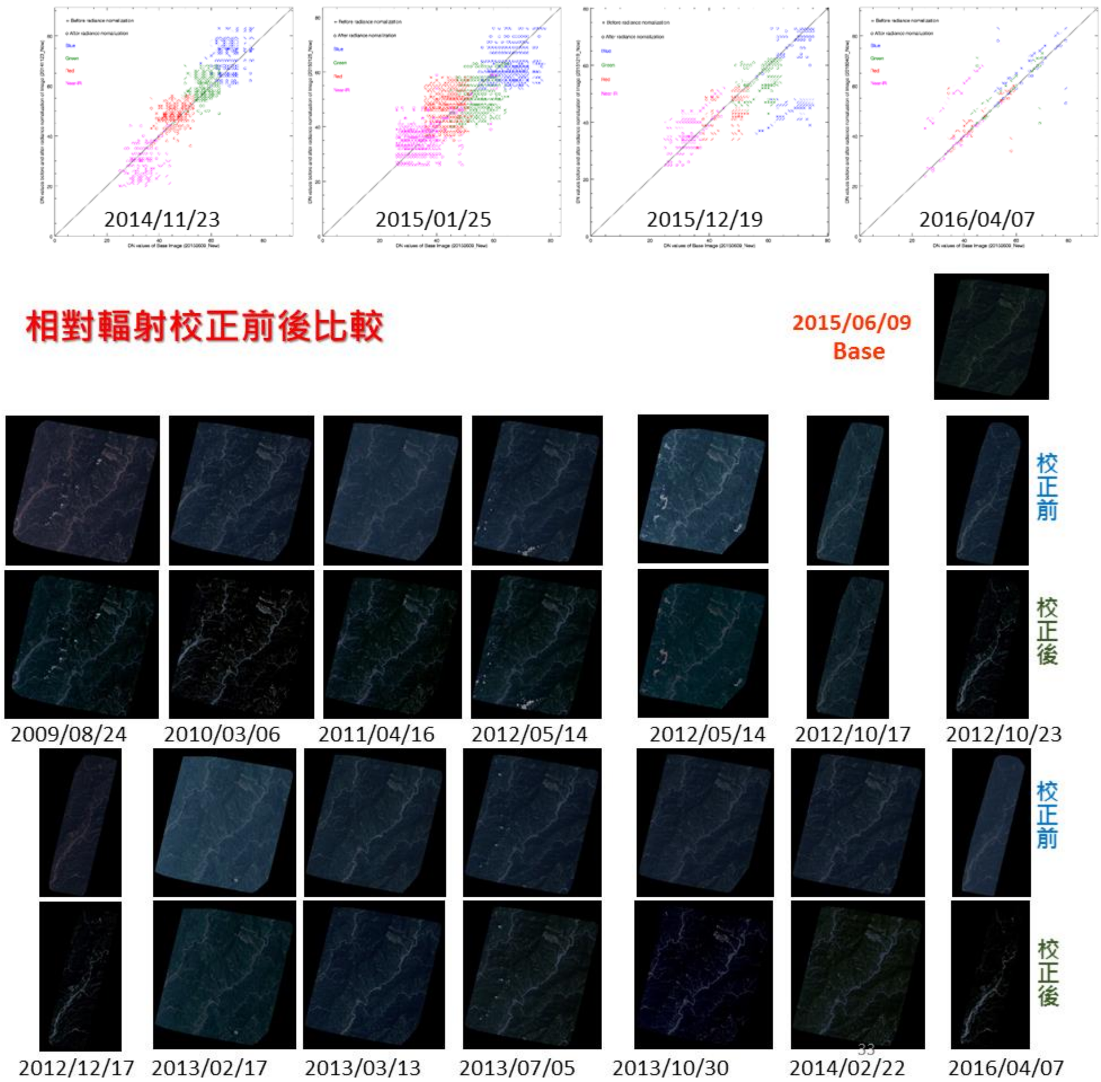


影像區域(zone4)



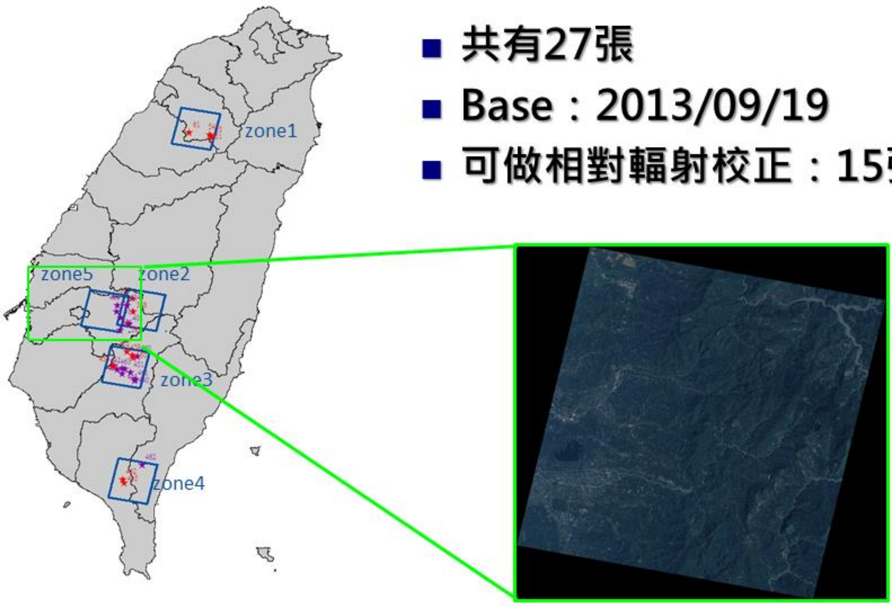

2009/02/03
2009/08/17
2009/08/24
2009/11/05
2010/02/23
2010/03/06
2010/04/09
2010/09/23
2010/11/21
2011/04/16
2012/01/03
2012/02/01
30
2012/05/14
2012/07/05
2012/10/17
2012/10/23
2012/12/17
2012/12/21
2013/02/17
2013/03/13
2013/07/05
2013/10/30
2014/01/01
2014/02/22

PIF散布圖

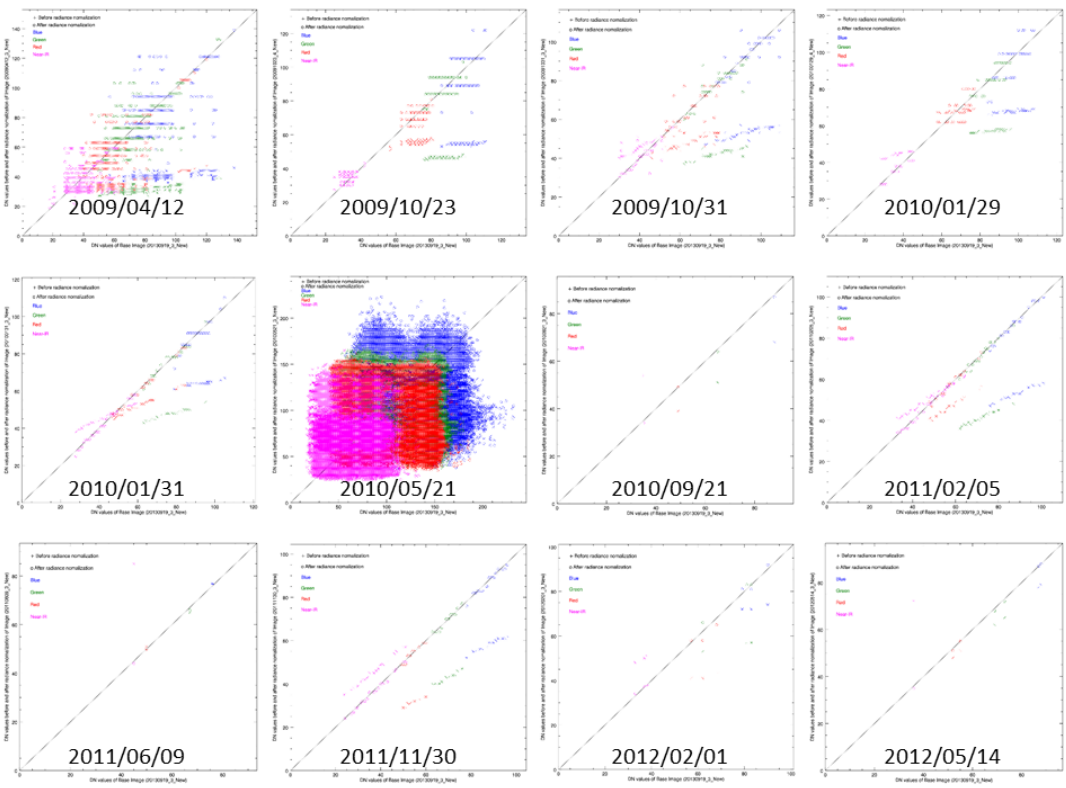

2014/11/23
2015/01/25
2015/12/19
2016/04/07
相對輻射校正前後比較
2015/06/09
Base
校正前
校正後
2009/08/24
2010/03/06
2011/04/16
2012/05/14
2012/05/14
2012/10/17
2012/10/23
校正前
校正後
2012/12/17
2013/02/17
2013/03/13
2013/07/05
2013/10/30
2014/02/22
2016/04/07

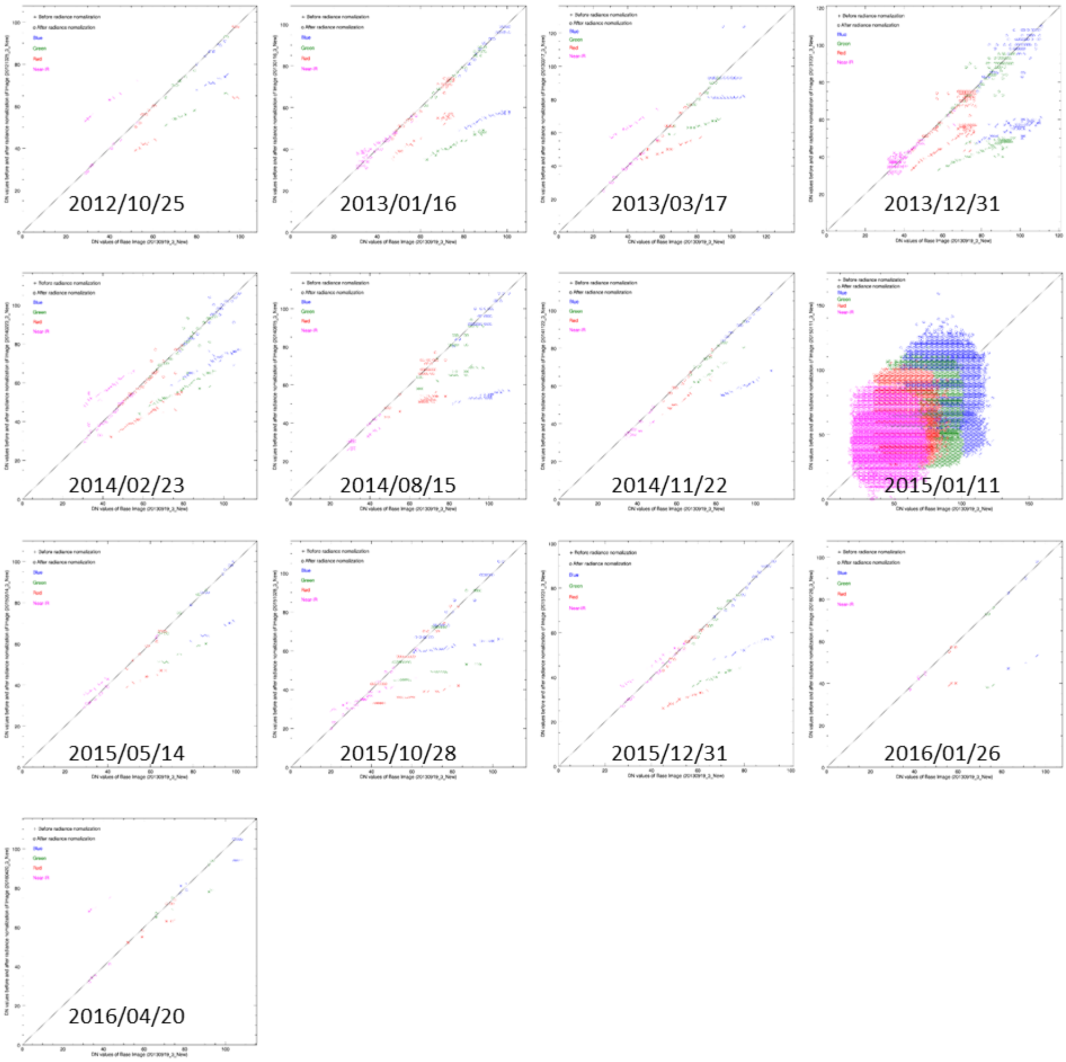
影像區域(zone5)

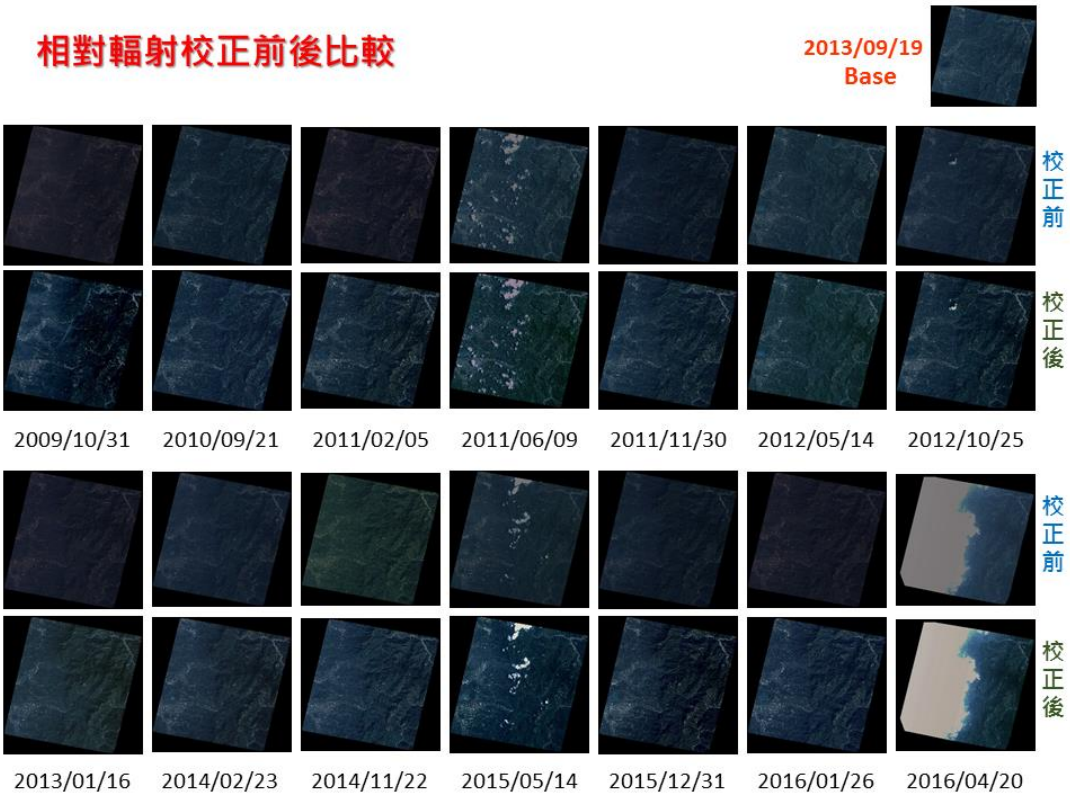
- 共有27張
- Base：2013/09/19
- 可做相對輻射校正：15張



PIF 散布圖




2012/10/25
2013/01/16
2013/03/17
2013/12/31
2014/02/23
2014/08/15
2014/11/22
2015/01/11
2015/05/14
2015/10/28
2015/12/31
2016/01/26
2016/04/20


相對輻射校正前後比較
2013/09/19
Base
校正前
校正後
2009/10/31
2010/09/21
2011/02/05
2011/06/09
2011/11/30
2012/05/14
2012/10/25
校正前
校正後
2013/01/16
2014/02/23
2014/11/22
2015/05/14
2015/12/31
2016/01/26
2016/04/20

附錄六各期會議記錄回應

第一次訪談會議

<table>
<tr><td>運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究
第一次訪談會議</td></tr>
<tr><td>一、時間：2017 年 4 月 07 日(星期五)15 時 00 分</td></tr>
<tr><td>二、地點：行政院農業委員會林務局農林航空測量所 和平辦公大樓</td></tr>
<tr><td>三、出席人員：傅淑瑋、吳立德、劉正千、陳易辛、柯明勳</td></tr>
<tr><td>四、結論：
1.綜合評估試驗樣區挑選原則，主要以有近期(2015-2016 年)航拍正射影像、面積 5 公頃以上、復育年度、福衛二號影像幅數是否充足、有復育跡象等條件進行篩選。
2.決議整合農林航空測量所與執行團隊挑選的崩塌地試驗區名單後，先行至農林航空測量所檢視崩塌地於航拍正射影像上復育樣態，並確認航拍時間是否與衛星拍攝時間相近，可做為地真資料，再進行影像申請。
3.先以東勢林管處大安溪事業區編號 122 崩塌地為試驗區，依研究方法進行影像處理與分析討論。</td></tr>
</table>

期初審查意見

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究案

期初審查會議紀錄

一、時間:106 年 4 月 25 日(二)上午 10 時

二、地點:農林航空測量所和平辦公大樓 201 會議室

三、主席:管所長立豪　　　　　　　　　　紀錄:傅淑瑋

四、出列席人員:詳如簽到表。

五、報告事項：

案由：有關本計畫各項工作執行情形，敬請各位委員協助就工作計畫書及簡報內容提供建議。

委員意見:(依委員分列)		
	與會人員意見	意見回覆
雷委員祖強(書面意見)		
1.	目前本計畫僅針對植生偵測指標提出兩種指標，首先是 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 以及綠度指標(Gn) 然國際上針對植生變異的模式，發展出相當多有用的指標。由於本研究團隊未來必然會面對雲霧、陰影以及大氣環境的不確定性，建議研究團隊能強化此部份之不足。	本研究主要使用僅有 4 個波段的福衛二號影像，NDVI 與 Gn 指標已包含所有波段，過去也曾使用以藍光與綠光為主的 NDSI 指標進行分析，效果與 Gn 類似。由於 Landsat-8 與 Sentinel-2 影像波段數較多，未來會嘗試使用不同指標。為避免雲霧、陰影以及大氣環境的不確定性，本計畫將會以挑選無雲與無陰影的福衛 2 號影像進行分析。
2.	由於本研究要討論崩塌復育造林成效定量	由於目前福衛 2 號已

	評估，因此不同時序與不同類型影像(SPOT 以及 Landsat)之大氣校正就很重要，建議比對分析校正前後影像的典型地物光譜曲線及 NDVI 指數(或是其他指數)的變化情況，並對結果進行精度驗證，以論證大氣校正模式的穩定性與一致性。	經正式除役，無法在衛星取像的同時，於地面架設光譜儀，實施絕對的大氣校正，也無法比對分析大氣校正前後影像的典型地物光譜曲線及 NDVI 指數的變化情況，對結果進行精度驗證。所以本計畫的作法是對各時期影像實施相對輻射校正。
3.	Sentinel-2 為主動影像，但本計畫似乎應定位目前此影像之價值，是否未來將發展類似被動影像的檢測指標呢？	Sentinel-2 為光學衛星影像，屬於被動遙測。本計畫主要為探討過去植生復育情形，所以主要將以福衛 2 號影像為主，進行分析，將來在報告書中也將會著重於 Landsat-8 與 Sentinel-2 頻譜指標之研究。
4.	目前本研究在研究設計上說明將會取出 30 處樣本，其中 15 處作為訓練與分析，另 15 處作為驗證，這樣的內容稍嫌簡略。原因是這 30 處 樣本似乎完全沒有談到崩塌復育造林成效的價值，例如這 15 處應有部份有人工復育、部份有自然復育。而其中周邊不同土地利用(人工林、天然林或其他)、自然環境(地質、坡度、高程、氣候等)以及不同復育方式將會產生不同成果，這些影響復育成效的變數因子之內涵應在本計畫中多加討論，如此方能定量評估崩塌復育造林之成效。	15 處為訓練與分析，另 15 處作為驗證，為合約所訂定。其他變數因子將會列入未來考量，但也會考慮到衛星影像是否有辦法分辨出這些因子。
	黃委員裕星	
1.	試驗樣區之選定，建議擇可確認復育範圍與影像資料吻合之樣區。另研究成果如要	謝謝委員指教，將會把有無敏感保全對象

	對外發佈，則選定之樣區希望能符合公眾關注之議題及地點，尤其崩塌地下游確有敏感保全對象者為優先。	者納入考量。
2.	36 處試樣區(第 28-30 頁，表 4-1)，其中項目、編號有多筆重複，請說明是誤植或有其他用意。	表 4-1 為誤植，已更新。
3.	研究成果要技術轉移給農林航空測量所或各林管處應用？其教育訓練計畫請具體呈現。	本計畫已研究性質為主，未來在做教育訓練時，希望以推廣方式向大家示範。
鄧委員江山		
1.	本件工作計畫書已完成並符合期初審查標準之五項工作。	謝謝指教。
2.	崩塌地植生復育藉由衛星照片或正射影像等技術產製科學數據，除可增加資料準確度，有利於監測崩塌地植生復育情形，並可解決現場調查人力不足之問題，為未來監測崩塌地之主要方式之一。	謝謝指教。
3.	對於試驗樣區之選擇，除依工作計畫書所定之六項原則外，建議將保全對象如毗連村落、道路、水源等因子亦納入考量。	謝謝委員指教，將會保全對象如毗連村落、道路、水源等因子亦納入試樣區選擇考量。
4.	本案對影像進行 NDVI 統計分析，值相對較低的部份則為低植生區域，較高區域則為森林，再與高解析度航拍影像或 UAV 影像進行判釋精度評估，因此低植生計算基準應詳予說明。	會再依照每張影像定訂不同 NDVI 與 Gn 門檻值，以圈繪出低植生範圍。
鄭委員祈全		
1.	本計畫在應用上極具實用性，為監測植生復育變遷需分析多期影像，因此樣區範圍須明確，若干樣區因早期定位誤差較大，建議選取與影像上形狀相符之樣區，以利後續對位分析。	將會以選取與影像上形狀相符之樣區，以利後續分析。
2.	崩塌地植生復育須持續長期監測，建議擇面積大樣區分析同時考量福衛二號及 Landsat-8 兩種衛星之使用，有利福衛除役	在挑選時已經挑選面積大於 5 公頃的試樣區。

	後計畫成果的延續應用。	
3.	由於山區崩塌之陰影影響分析結果，建議選取樣區考量無陰影，以免影響分類結果。	將會以挑選無雲雨無陰影的福衛 2 號影像進行分析。
4.	本案裸露地建議定義為無植生區域。	謝謝指教，已將定義增列。
5.	福衛二號於 93 年發射，樣區施作年度若為 89 年，時間太早則沒有對應之影像可供分析使用，建議配合影像可獲得時間再考量施作年度。	在進行植生復育時，希望可以有復育時間較長試驗區進行復育後的分析，所以將會挑選 1~2 處進行討論。
吳委員淑華		
1.	試驗樣區宜確認是以 polygon-based 概念進行、林務局崩塌地造林台帳範圍為基礎，以符合本研究計畫之目標。	將會以 Polygon-based 概念進行後續分析。
2.	本案監測標的多為崩塌裸露區域，其土壤反射會影響到光譜反射，建議除了 NDVI 與綠度指標(二者相似)之外，能考慮納入土壤反射概念的相關植生指標，例如 SAVI(Soil Adjusted Vegetation Index)。	謝謝委員指教，主要因為福衛二號的波段數影響，無法進行土壤反射概念的相關植生指標，未來將納入 Landsat-8 與 Sentinel-2 的頻譜指標分析。
3.	崩塌地圈繪區分為裸露地、低植生、森林，三者的定義值為何？監測頻率分為災害頻發區、無二次重大災害自然復育區，二者的定義為何？宜請補充說明。	以有增加裸露地、低植生、森林定義；並且已補充說明災害頻發區、無二次重大災害自然復育區定義。
4.	對於頻譜指標之研究，探討宜請加強側重 Landsat-8 或 Sentinel-2 之頻譜指標研究，畢竟福衛已除役，且空間解析度差異甚大，未來是否能 滿足小崩塌區域之監測，請考量。	在挑選試樣區時，已經優先挑選面積大於 5 公頃的試樣區。
5.	樣區之選取宜以造林組重點列管之崩塌地造林復育區為主。	謝謝委員指教，會在進行試樣區挑選討論。
管委員立豪		

1.	因受限福衛影像僅至 2016 年 6 月，後續採用 landsat-8 代替，其解析度差異如何處理？	福衛影像與 Landsat-8 影像進行復育面積內裸露地、森林與低植生面積比進行分析與討論。
2.	本研究題目為造林成效定量評估，有關定量部份要如何處理？	在圈繪裸露地、森林與低植生範圍前，會先對各期影像進行相對輻射校正，使得影像在相對定量下進行分析。
3.	樣區選擇盡量以北、中、南三區來選擇，並請造林生產組協助。	謝謝委員指教，會在進行試樣區挑選討論。
4.	報告書中的年度有西元及民國，請統一；且報告書第 10 頁 3.福衛二號開始年度錯誤。	已經統一年以西元表示；以更正福衛二號開始年度。

決議：

1. 有關福衛二號及 Landsat-8 衛星影像分析資料之間的接軌，煩請研究團隊費心。
2. 本案相關研究成果請儘量於計畫期程內投稿發表於相關期刊，以提增本科技計畫之績效。
3. 樣區挑選考量交通方便、有保全對象、陰影少、與現況相符等條件為優先，會後請與造林生產組共同重新檢討。
4. 報告書有關試驗樣區挑選與計畫工作時程部份，與簡報及需求規範不一致，應予修正。
5. 其餘請依委員建議調整及修正，並請於 5/5 前將修正後工作計畫書電子檔函送本所，據以辦理第一期請款事宜。

六、臨時動議：無。

七、散會：12 時 10 分。

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

期初審查會議簽到單

時間：106 年 4 月 25 日上午 10 時

地點：農航所 201 會議室

出席人員：

姓名	簽名
黃裕星委員	黃裕星
雷祖強委員	請假
鄭祈全委員	鄭祈全
鄧江山委員	鄧江山
管立豪委員	管立豪
吳淑華委員	吳淑華
王韻皓委員	請假

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

期初審查會議簽到單

時間：106 年 4 月 25 日上午 10 時

地點：農航所 201 會議室

出席人員：

單　　位	姓　　名
	葉堃生
資源調查課	李淑瑋
	吳立德
成功大學	劉正千
成功大學	陳易亨
成功大學	柯明勳
林務局	蕭祺暉
〃	黃英

期中審查意見

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究案

期中審查會議紀錄

一、時間： 106 年 7 月 10 日(一)下午 2 時

二、地點：農林航空測量所和平辦公大樓 201 會議室

三、主席：管所長立豪　　　　　　　　　　記錄：傅淑瑋

四、出列席人員：詳如簽到表。

五、報告事項：

案由：有關本計畫各項工作執行情形，敬請各位委員協助就工作計畫書及簡報內容提供建議。書及簡報內容提供建議。

委員意見:(依委員分列)		
	與會人員意見	意見回覆
鄭委員祈全		
1.	研究方法建議增加流程圖。	於 3.6 節詳細說明。
2.	第 29 頁表 3-2 非植生區再分為低植生區與裸露地，似乎不太恰當，建議名稱予以修改。	已更改成植生/其它
3.	第 41 頁流程圖，看似無法結束，建議修正。	已修正流程圖。
4.	第 42 頁之實測與驗證結果為本計畫成效之重點，建議能加以探討。	已有在 3.5 節增加航照影像與福衛影像之誤授與漏授之原因。
雷委員祖強		
1.	建議團隊能就復育造林內涵以及分析模式細節，提出更多的補充，力求報告書之完整與理想。	謝謝委員指教，未來將在期末報告更完整補充。
2.	崩塌自動判釋相關研究 Ma et al.(2016)及 Yang et al.(2014)於參考文獻中未列出，請補充。	參考文獻已補齊。
3.	建議後續應針對各樣區植生造林工法及其成效予以討論，將生態穩定、恢復良好等	謝謝委員指教，將在期末報告進行討論，

	區域成果實質呈現，以協助林務局評估復育成果。	以協助林務局評估復育成果。
4.	混合像元約占面積分析結果 2~3 成，請予以說明。	混合像元即是報告書中低植生的部份。已進行修改。
5.	第 29 頁表 3-2 植生區/非植生區或可考慮定義為高強度植生光譜區/低強度植生光譜區。	已更改成植生/其它
鄧委員江山		
1.	本案已完成並符合期中審議所需六項文件資料。	謝謝指教。
2.	請就植生復育變化後之結果與現場林地實際現況比較其差異，以建立崩塌地復育監測方法與流程參考依據。	謝謝委員指教，將會以植生復育變化後之結果與現場林地實際現況比較其差異納入期末報告書中。
3.	本研究係以遙測影像應用予崩塌地復育造林成效，因此未來產出列管之崩塌地復育造林區指標應簡單、清楚，能讓現場人員可迅速操作執行。例如：已穩定、低植生區座標位置及面積，可供現場人員現勘、進行再造林之評估。	謝謝委員指教，會納入期末報告書的成果報告內，供現場人員現勘、進行再造林之評估。
吳委員淑華		
1.	期中報告應請整合補充資料繕寫，以茲完整。	謝謝委員指教，已有整合資料。
2.	仍請加強對於未來可用 Landsat-8 衛星影像的推估。	本計畫主要是運用福衛二號遙測影像進行崩塌區復育造林成效定量評估，其他多元衛星只是輔助分析，探討其他分析指標之合適性，因期中時程限制，目前已確認 Landsat-8 亦適用相同之分析指標，相關成果於期中報告書 3.4.4 節

3.	考量地面人工監測一年兩次的頻率，監測頻度宜再探討。	謝謝委員指教，會再將此人工監測一年兩次納入考量。
4.	模式建立後之判釋精度檢核是否能符合未來造林崩塌復育監測之需求，宜請加強說明。	謝謝委員指教，未來會將判釋精度檢核是否能符合未來造林崩塌復育監測之需求再加強說明。
王委員韻皓		
1.	影像精度報告建議以報告形式呈現，有關影像編號及年度不同但誤差向量值相同之處，是否為誤植?請確認。	已確認過，並非誤植。
2.	建議報告內有關英文專有名詞，如 FNCC 先敘明中文名稱再輔以英文名詞。	報告書已將英文專有名詞補上中文名稱。
3.	第 45 頁流程圖所使用指標修正為計畫所使用之指標。	已修正流程圖。
4.	附錄-26 頁第 2 點意見回覆，請再評估修正。	在圈繪裸露地、森林與低植生與陰影範圍前，會先對各期影像進行相對輻射校正，使得影像在相對定量下進行各時期面積比與 NDVI 分析。
5.	其他錯別字請予以修正：第 39 頁第 5 行不過如「過」、第 45 頁圖 3-26 多「源」衛星、第 49 頁倒數第 2 行植生復「與」。	謝謝委員指教，已做修改。
葉課長堃生		
1.	可否擇定一區，檢視在經過相對輻射校正後，多期影像間光譜訊號是否穩定?	會在期末報告附上相對輻射校正結果。
2.	有關另一開放衛星 Sentinel-2 的部份，目前執行情況?	本計畫主要是運用福衛二號遙測影像進行崩塌區復育造林成效定量評估，其他多元衛星只是輔助分析，因期中時程限制，會再將 Sentinel-2 分析指標之合適性放入期末

		報告中。
3.	最適監測頻度分析主要依據不同地類面積隨時間變化趨勢決定，是否可能從 NDVI 值隨時間波動的趨勢決定?	目前主要依據不同地類 NDVI 值，如果可以再提供確切植生撒播的範圍 NDVI 趨勢將會更加明顯。

決議：

1. 謝謝研究團隊在短時間內整理之豐碩成果，請依委員意見修正報告書後通過期中審查。
2. 並請於 7/20 前將修正後工作計畫書電子檔函送本所，據以辦理後續撥款事宜。

六、臨時動議：無。

七、散會：16 時 40 分。

檔　　號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局農林航空測量所　函

地址：100台北市中正區和平西路二段100號
承辦人：傅淑瑋
電話：02-23332687

受文者：國立成功大學

發文日期：中華民國106年7月14日
發文字號：農測調字第1069250072號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：會議紀錄(9250072A00_ATTCH1.docx、9250072A00_ATTCH2.pdf)

主旨：檢送本所「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案期中審查會議紀錄1份，請貴校依會議決議辦理並於7月20日前繳交修正後期中報告書電子檔，請查照。

正本：國立成功大學
副本：行政院農業委員會林務局、管委員立豪、黃裕星委員、雷委員祖強、鄭委員祈全、鄧委員江山、吳委員淑華、王委員韻皓 電子公文交換章 2017-07-14 10:12:19

裝　訂　線

第1頁，共1頁

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

期中審查會議簽到單

時間：106 年 7 月 10 日下午 2 時

地點：農航所 201 會議室

出席人員：

姓名	簽名
黃裕星委員	請 假.
雷祖強委員	雷祖強
鄭祈全委員	鄭祈全
鄧江山委員	鄧江山
管立豪委員	管立豪
吳淑華委員	吳淑華
王韻皓委員	王韻皓

第二次訪談會議

運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究 第二次工作會議紀錄
一、時間：2017 年 9 月 27 日(星期三)10 時 00 分
二、地點：成功大學 地球科學所
三、出席人員：葉堃生、傅淑瑋、吳立德、劉正千、陳易辛
四、會議內容： 1. 工作內容與進度報告。 2. 分析方法及遭遇問題討論。 3. 確認教育訓練日期。 4. 提供檢核用航攝正射影像。 五、 結論： 1. 請團隊持續依期中會議委員建議進行研究，除分析植生面積變化外，亦請就光譜輻射訊號之變化分析，作為探討福衛二號影像分析復育造林成效之時間跨距。 2. 請團隊嘗試就已完成相對輻射校正後之多期影像，於建立 PIFs 線性轉換關係後，於 PIFs 附近擇若干非植生點位，分析其各波段光譜、DN 值或 NDVI 值等在時間序列上的變動情形，藉以了解各期影像的不動點位，在經過相對輻射校準後的光譜變化情形，亦可作為評估最適時間跨距之依據。 3. 有關評估開放衛星影像資料如 Landsat-8 與 Sentinel-2 等影像，是否可套用福衛二號影像指標分析模式，使用決策樹分類法與 NDVI、SI 與 Greenness 三種指標，將森林、裸露地、低植生、陰影判別出來，亦請進行測試並提供建議。 4. 期中報告書中就植生變化分析之相關圖表如 P59 頁等測試樣曲之 NDVI 折線圖，於簡報時有清晰之說明，惟報告書之呈現

方式並無法有效傳達該圖表之重要性，建議在撰寫期末報告書時，可就測試樣區成果表格之折線趨勢，酌以文字或註記等方式說明之(如：季節變動、災害頻發區、二次災害等)，藉以強化報告圖表之可讀性。 5. 依約期末報告書應於 11 月 15 日前繳交一式 15 份，並接續期中報告相關工作，完成崩塌地試驗樣區實測與驗證、建立以遙測技術為主之崩塌地復育監測方法與流程，以及完成教育訓練等工作。惠請就前述 4 點事項於期末報告中呈現辦理情形，並請留意期中審查之相關待辦意見是否已完成。 6. 依合約規定須於期末審查會議後舉辦教育訓練，暫訂 12 月 6 日(三)於農林航空測量所會議室辦理，對象以林務局、農林航空測量所及林管處同仁為主。

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

第二次訪談會議簽到單

時間：106 年 9 月 27 日上午 10 時

地點：國立成功大學地球科學系

出席人員：

單　位	姓　名
農林航空測量所	葉[illegible]生
	吳立德
	鄭淑瑋
成功大學	劉正千
	陳易辛

期末審查意見

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究案

期末審查會議紀錄

一、時間： 106 年 11 月 29 日(三)下午 1 時 30 分

二、地點：農林航空測量所和平辦公大樓 201 會議室

三、主席：管所長立豪　　　　　　　　　　記錄：傅淑瑋

四、出列席人員：詳如簽到表。

五、報告事項：

案由：有關本計畫各項工作執行情形，敬請各位委員協助就工作計畫書及簡報內容提供建議。

委員意見:(依委員分列)		
	與會人員意見	意見回覆
黃委員裕星		
1.	請說明樣區選擇時未考量 921 地震災區之原因。	本計畫主要以林務局崩塌地造林台帳範圍為基礎，因此選擇 Polygon 較正確且面積大於五公頃之崩塌地。
2.	本案低植生之定義為何?可否與第四次森林資源調查之判釋類別相連結。	本計畫為評估崩塌地內造林成效評估，較難與第四次資源調查相連結。
鄭委員祈全		
1.	建議第 60 頁監測方法流程章節往前移，與第 31~46 頁內容合併。	已調整報告書內容。
2.	有關各時期面積比圖，部分樣區未進行陰影修正，如範例 378，建議應增加陰影修正成果。	各時期面積比時間序列圖皆增加陰影修正成果，於 4.6 節。
3.	第 57 頁誤差矩陣表請補充像元數統計，以增加瞭解度。	誤差矩陣表皆補充像元數統計，4.8 節。

4.	以航照進行分類精度檢核時，範圍設定將影響精度值之呈現，建議應以崩塌區內之像元分類結果進行精度分析。	由於崩塌區內像元數量過少，所以不適宜用崩塌地造林台帳範圍進行精度分析。
5.	可提供樣區是否需要後續現場調查之建議。	本報告提供造林復育之參考，後續否需要現場調查之建議主要依農航所或各林管處認定。
6.	應依據實測與驗證後 15 處樣區之結果，提出最適監測頻度與夏季等建議，不應以某一樣區之結果作為結論。	以 30 處樣區之結果為結論。
	吳委員淑華	
1.	Landsat-8 及 Sentinel-2 在簡報時有呈現結果，請在報告內文補充完整論述。	已增加 4.3 節 Landsat-8 及 Sentinel-2 影像蒐集與結果。
2.	有關復育監測方法流程中的「災害頻發區域」及「無二次重大災害自然復育區」之最適監測頻度，在結論未針對此兩區給予建議，應補充。其餘有關下列 51、52、60、109 等頁面最適監測頻度敘述文字宜再修整。	內文已修改。
3.	結論第 137、138 頁非關本研究之造林技術可略。	結論已修改，將非關本研究之造林技術刪除。
4.	第 50、51 頁混合像元，第 63 頁圖說錯別字請修正。	內文已修正
	王委員韻皓	
1.	針對本計畫目標四自動化執行之可行性等部分，可在報告書內文加強說明。	已補充於第 5 章結論
2.	相對輻射校正後成果在簡報呈現分析篇幅多，應補充至報告書。	謝謝委員指教，相對輻射校正成果於**附錄五**
	蕭科長棋暉	
1.	部分崩塌地樣區在陰影修正後，森林面積比有上升、裸露地有下降的趨勢，在文字上未說明，建議應補充。	已補充在 4.6 節各成果列表之備註。

2.	就各樣區造林成效建議參考「林區管理處89年至104年崩塌地復育造林改善策略及分析成果明細表」製作時間趨勢圖一覽表，並說明目前復育狀況為持續崩塌、尚可或良好，供局進行造林政策檢討之參考。	謝謝委員指教，以4.6節呈現各植生復育樣態面積比時間序列，供林務局進行造林政策檢討之參考。
3.	報告書請提供林務局及各林管處參考。	謝謝委員指教
葉課長堃生		
1.	有關福衛影像經過相對輻射校正後刪減品質不佳影像、dn值跳動造成NDVI分析困難等原因，造成最適監測頻度之探討僅以各時期面積比，無NDVI值變化趨勢之論述應補充於報告書內文。	已補充於報告書內文4.4 節
2.	在各時期面積比曲線起伏處，建議加註事件說明。	已補充在4.6 節各成果列表備註。
3.	簡報針對面積比半年一次變化之分析，應加入報告書內文，加強最適監測頻率建議之論述。	已補充於報告書內文4.7 節
4.	針對地面調查監測頻率之建議，似不合乎應用航遙測影像輔助監測以簡化地面調查之目的與效益，宜斟酌論述之出發點並調整之。	已調整監測頻率之建議，主要依監測頻率可依區域是否易受陰影影響而區分，如易受影響區域建議以夏季影像一年一次監測，若此區域較不易受陰影影響，則可一年更多季節的頻率下進行衛星影像監測。

決議：

1. 謝謝研究團隊對本計畫之付出，針對本案委員一致同意通過期末審查(附件)，請依委員意見修正報告書。
2. 並請於12/11前將修正後成果報告書電子檔函送本所，據以辦理後續結案驗收事宜。

六、臨時動議：無。

七、散會：16時00分。

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

期末審查會議簽到單

時間：106 年 11 月 29 日下午 1 時 30 分

地點：農航所 201 會議室

出席人員：

姓名	簽名
黃裕星委員	黃裕星
雷祖強委員	請假
鄭祈全委員	鄭祈全
鄧江山委員	請假
管立豪委員	管立豪
吳淑華委員	吳淑華
王韻皓委員	王韻皓

行政院農業委員會林務局農林航空測量所

「運用遙測影像於崩塌區復育造林成效定量評估之研究」案

期末審查會議簽到單

時間：106 年 11 月 29 日下午 1 時 30 分

地點：農航所 201 會議室

出席人員：

單　位	姓　名
林務局	蕭祺暉
資源調查課	傅淑[illegible]
	葉[illegible]