

臺灣地區重要針葉樹種立體像對判釋之研究

成果報告書

The Study of Major Coniferous Aerial
Photographic Interpretation in Taiwan



委託機關：農林航空測量所

執行機關：國立屏東科技大學

中華民國 101 年 12 月

摘要

數位製圖相機與空載數位掃描儀之影像除了有極高的空間解析度外，更大幅提升拍攝影像之輻射及光譜解析度，其影像品質較傳統相機為佳，可供地物分類及製圖使用，計畫目標係針對臺灣地區重要針葉樹於不同生長狀況下，以數位高解析度影像，放大審視單株林木的外觀、色澤及紋理等形態，完整地將其特徵及樹冠形狀等，逐一繪製於報告中，並連同各樹種之立體像片對彙整於成果報告內，使資源調查人員、相關研究及應用人員更容易在航照上辨識出各種樹種及其之間的差異，從 10 種重要樹類型中以不同林齡、造林及氣候區條件篩選針葉樹純林立體像片對 40 處，每處面積必須大於 0.5 公頃，並至樣區現場檢核，製作立體像對及偏光眼鏡電子像片檔，並利用現場照片等可參考資訊，由美工專業人員繪製側視面及垂直俯視面，此外將本研究重要針葉樹垂直影像之冠幅大小、樹冠輪廓、樹冠結構、樹葉覆蓋度、紋理、色調、彩度、明度及陰影特徵彙整製表，並依據影像特徵及地理分布建立分類檢索。研究完成臺灣冷杉、臺灣雲杉、臺灣華山松、臺灣五葉松、臺灣二葉松、臺灣鐵杉、巒大杉、柳杉、臺灣杉、臺灣扁柏、紅檜及臺灣肖楠共 12 樹種，其像對共 42 個組合之分類特徵整理歸納出臺灣主要針葉樹種立體影像判釋檢索表，建立主要樹種分類方法，以及易混淆之林型之例外處理方法，並建立調繪資料庫，以提供各相關林業管理單位參考，檢索表之應用可協助林地判釋人員進行相關工作，本計畫可增加航空數值影像利用價值，並提升林相判釋速度及正確性。

關鍵詞：數位高解析度影像、針葉樹立體像對、影像判釋檢索表

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
壹、緒論.....	1
一、前言.....	1
二、計畫目標.....	2
三、工作進度.....	3
貳、工作方法.....	6
一、計畫流程.....	6
二、資料及圖層.....	8
三、針葉樹種選定.....	8
四、針葉樹像對篩選.....	9
五、像對 BLK 專案製作.....	11
六、樣區現場查核.....	12
七、判釋特徵及製作檢索表.....	13
八、立體像對模式書冊製作編排格式.....	15
參、研究成果.....	16
一、立體像對之選取.....	16
二、針葉樹像對 BLK 專案.....	29
三、針葉樹像對判釋檢索表.....	36
(一) 判釋名詞.....	36
(二) 像對判釋特徵.....	38
(三) 易混淆樹種.....	43

(四) 像對釋檢索表	44
四、 針葉樹立體像對模式	46
(一) 臺灣冷杉	47
(二) 臺灣雲杉	51
(三) 臺灣華山松	55
(四) 臺灣五葉松	60
(五) 臺灣二葉松	62
(六) 臺灣鐵杉	66
(七) 巒大杉	69
(八) 柳杉	75
(九) 臺灣杉	79
(十) 紅檜	83
(十一) 臺灣扁柏	91
(十二) 臺灣肖楠	95
肆、 結論	101
伍、 參考文獻	102
附件一、 期初工作會議委員意見與答覆	103
附件二、 期中報告委員意見與答覆	106
附件三、 期末報告委員意見與答覆	112
附件四、 立體像對 BLK 製作	117
附件五、 針葉樹判釋特徵問卷	129

圖目錄

圖 1 計畫流程.....	7
圖 2 照片影像分析圖	11
圖 3 BLK 專案參數設定	12
圖 4 外業檢核行程規劃	13
圖 5 立體像對編排格式	15
圖 6 2007-2011 年農林航空測量所 DMC 數位相機拍攝範圍	17
圖 7 造林地位置資訊之數位化建置	18
圖 8 國土利用調查圖層	19
圖 9 針葉樹永久樣區點位圖	20
圖 10 樣區優勢樹種資料	21
圖 11 篩選套疊域航空相片	22
圖 12 WMS 使用現況圖	23
圖 13 林型相片樣點位置圖	28
圖 14 針葉樹像對分布	30
圖 15 立體像對計畫檔目錄內資料.....	33
圖 16 針葉樹立體像對查核	33
圖 17 杉木人工林立體像片對	34
圖 18 BLK 檔立體像片對預覽.....	35
圖 19 BLK 紅藍立體像片對預覽	35
圖 20 紅檜與臺灣扁柏的航照影像(A:紅檜；B:臺灣扁柏).....	43

表目錄

表 1 重要查核點暨成果繳交日期	4
表 2 預定進度	5
表 3 資料來源.....	8
表 4 分類特徵表編排格式	14
表 5 分類特徵檢索表編排格式	15
表 4 農林航空測量所 2007 年至 2011 年數位航照數量統計表.....	16
表 7 期初工作計畫選取像對表	22
表 8 林型及生育地分析組合表	24
表 9 樹種數量立體像片對進度統計表	29
表 10 針葉樹立體像對屬性	31
表 11 針葉樹林分影像判釋特徵	38

壹、緒論

一、前言

數位航遙測資料因其資料取得快速、便捷及涵蓋面積廣，所獲得之影像判釋資訊是地理資訊系統不可或缺之一環。農林航空測量所從 94 年起陸續採購定位定向慣性導航儀（Position and Orientation System, POS）、數位製圖相機（Digital Mapping Camera, DMC）、空載數位掃描儀（Airborne Digital Sensor, ADS）等數位航遙測製圖儀器，取代傳統 RMKTOP 系列相機及 DS-1260 多光譜掃描儀。數位製圖相機與空載數位掃描儀之影像除了有極高的空間解析度外，更大幅提升拍攝影像之輻射及光譜解析度，其影像品質較傳統相機為佳，可供地物分類及製圖使用，目前農航所主要立體觀測設備為 Planar Stereo Mirror SD2020 立體顯示器，其採用偏光眼鏡式設計，以上下雙螢幕垂直偏光產生立體視覺，搭配 ERDAS Stereo Analyst for ArcGIS，讀取立體像對 BLK 計畫檔，無須再次進行轉換，該設備目前亦為農航所立體製圖現行設備，故使用該設備研究臺灣地區主要針葉樹之立體像對模式圖時，可減少製作模式圖時的差異，增加相容性。

目前利用高解析度影像，執行第四次森林資源調查土地覆蓋型三維數化工作，以航空相片進行樹種判釋，在土地覆蓋型三維數化中佔有相當重要之角色。目前判釋工作雖可參考農航所過去出版「航照判釋」專刊（林務局農林航空測量所叢刊第 104 號），以及參照 94、96 年度利用傳統航照製作以林分為基礎之「航照立體像片對 I、II」圖冊（林務局農林航空測量所叢刊第 108、112 號）等資料，但臺灣森林分布深受地形及氣候因子影響，導致林木生長於不同季節、生育地、林齡等狀況下之形態變異大，航空相片之樹種判釋為森林資源調查和生態系經營上的重要訊息，為符合多光譜數值航空影像的高解析度特性及其應用，本計畫將新編製樹種判釋標準，以增強樹種判讀能力，減少野外校對時間，提升工作效率。

二、計畫目標

計畫目標係針對臺灣地區重要針葉樹於不同生長狀況下，以數位高解析度影像，放大審視單株林木的外觀、色澤及紋理等形態，完整地將其特徵及樹冠形狀等，逐一繪製於報告中，並連同各樹種之立體像片對彙整於成果報告內，使資源調查人員、相關研究及應用人員更容易在航照上辨識出各種樹種及其之間的差異。

藉由歷年「數值航空相片立體像片對管理系統」資料，並集結本計畫重要樹種於各種季節、生育環境及不同林齡之航空相片及部分調繪成果，製作「臺灣地區重要針葉樹種立體像對判釋之研究」，重新制定航照樹種分類標準作業流程，可大幅增進樹種判讀能力，以提升工作效率，對於森林資源調查和生態系經營將會有很大的助益。故本次「臺灣地區重要針葉樹種立體像對判釋之研究」計畫主要可達成下列目標：

- (一) 針葉樹種選定，本計畫蒐集臺灣主要針葉樹種之人工林及天然純林樣區，至少包含 10 類，臺灣冷杉、臺灣雲杉、松類、臺灣鐵杉、巒大杉、柳杉、臺灣杉、臺灣扁柏、紅檜及臺灣肖楠，依不同季節、生育條件或生長階段進行分類判釋，全數組合判釋至少 40 類。
- (二) 重要樹種樣區建置，依據圖層及農航所提供資料，圈繪不同類型純林樣區，樣區面積應為 0.5 公頃以上，並進行現場調查，其調查工作包含判釋樹種之林型特徵、生育環境拍攝及 GPS 定位。
- (三) 判釋樹種專案檔之建立，利用立體觀測儀及數值航空影像，製作前項各樹種樣區之立體像對專案檔(.BLK 及.SUP)。
- (四) 判釋樹種模式圖之建立，依據現場調查照片之樹種特徵繪製側視圖，垂直頂視圖參考立體像對繪製，頂視圖應包括單株及林分。

- (五) 報告撰寫及編印，依時程撰寫工作計畫書、期中及期末報告，並修正審查會議之內容，其內容應包括樹種樹型態介紹、生態特性及生育環境分布；數位立體像對製作過程；側視及頂視模式圖；描述立體像對之林型特徵；歸納特徵建立判釋檢索表及易混淆林型之例外處理方式。

三、 工作進度

(一)交付項目及交付時程

1.交付項目

- (1)樹種立體像片對一份(內含紅藍立體像對、袖珍立體像對、電腦用立體像對之 BLK 檔)
- (2)林相現場調查資料一份(內含 GPS 點位、判釋樹種之林型特徵、生育環境拍攝及描述等)
- (3)樹種立體像片對特徵及檢索表一份
- (4)成果報告書 15 份
- (5)成果報告書電子檔光碟 15 份

2.交付時程

期末審查會通過後 10 日內完成

(二)工作時程及重要查核點

1.工作時程

本案分 3 個工作期程、3 期付款，專案期程為自得標簽約日起至 101 年 12 月 31 日止。

第 1 期程：得標廠商應於得標次日起算 10 日內，廠商應以書面方式交付工作計畫書一式 12 份，說明本專案工作項目、執行程序與時程、組織與權責、人力與分工等規劃，本所據以召開期初審查會議，確認專案辦理時程規劃，經會中決議通過後，撥付契約金額 30%；工作計畫書及期初審查意見即視為合約之一部份。

第2期程：廠商應於101年6月30日前繳交期中報告一式12份，經期中審查會議通過且前期撥付款執行數超過60%，撥付總金額30%。

第3期程：得標廠商應於101年11月30日前完成所有工作項目並繳交期末報告書一式12份，經期末審查會議通過，並於通過後10日內提送正式成果報告書及電子檔各15份等計畫成果相關資料，並經甲方驗收符合工作項目要求，撥付總金額40%。

表1 重要查核點暨成果繳交日期

期別	應交付文件	成果繳交日期
第1期程	工作計畫書 (書面文件12份、電子檔1份)	於決標次日起算10日內
第2期程	期中報告書 (書面文件12份、電子檔1份)	於101年6月30日前完成
第3期程	期末報告書 (書面文件12份、電子檔1份)	於101年11月30日前完成
	成果報告書 (書面文件15份、電子檔15份)	期末審查會通過後10日內完成

表 2 預定進度

時間	內容	備註(總計畫完成率)
3 月	專責計畫辦公室之工作 組織專責研究團隊	5%
4 月	1.製作工程計畫書	10%
	2.10 種樹種位置基本資料蒐集與建置	
5 月	1.派員前往農航所了解資料建置格式	30%
	2.分析模式圖及現場調查	
6 月	1.製作期中報告	50%
	2.10 種樹種 40 組立體像片對中至少須 完成 5 種樹種 20 組立體像片對(含以 上)	
	3.繼續進行分析模式圖及現場調查	
7 月	1.繼續進行分析模式圖及現場調查	55%
	2.判釋書冊撰寫	
8 月	1.繼續進行分析模式圖及現場調查	60%
	2.判釋書冊撰寫	
9 月	1.繼續進行分析模式圖及現場調查	70%
	2.判釋書冊撰寫	
時間	內容	備註(總計畫完成率)
9 月	3.資料建置作業	
10 月	1.完成 40 模式圖	80%
	2.判釋書冊撰寫	
	3.資料建置作業	
11 月	1.期末報告	90%
	2.資料建置	
12 月	1.資料建置完成	100%
	2.成果報告	

貳、工作方法

本計畫主要利用航空相片製作針葉樹立體像對，運用地理資訊系統分析雲端影像以及各種圖層資料，篩選具有影像差異之林分，以影像特徵製作檢索表，並前往現地調查取得拍攝照片，統合資料製作立體像對判釋手冊。

一、計畫流程

研究過程先整理文獻之林地地點、立體判釋準則及相關論述，研究區域除參考前文獻外，也包含林務局主導的永久樣區調查資料，農林航空測量所調查之外業資料，本研究室累積之外業資料以及多種圖層資料，圖層資料以第三次森林資源調查國有林土地利用型圖為主，臺灣現生天然植群圖及國土利用調查圖為輔，以地理資訊系統配合雲端圖層之林區相片基本圖套疊，初步完成篩選工作。

篩選地點向農林航空測量所申請成對影像，取得影像後配合拍攝參數製作像片對 BLK 專案，BLK 檔以數位立體觀測儀觀測，依據林分輪廓數化成 3D 多邊形，圈繪完儲存成 Shapefile 多邊形格式，並加入屬性資料，包含樹種、類型、林齡、像對編號及面積，林分面積須符合計畫標準，其最小面積應大於 0.5ha。

圈繪之林分須前往現地確認樹種及生育地，並於現場拍攝林分照片，外業照片整理後委託繪製側視及頂視圖。整理不同類型立體像對之判釋特徵並參考文獻製作檢索表，完成之像對、側視圖及檢索表，整合製作成針葉樹立體對判釋手冊，納入成果報告，流程如圖 1。

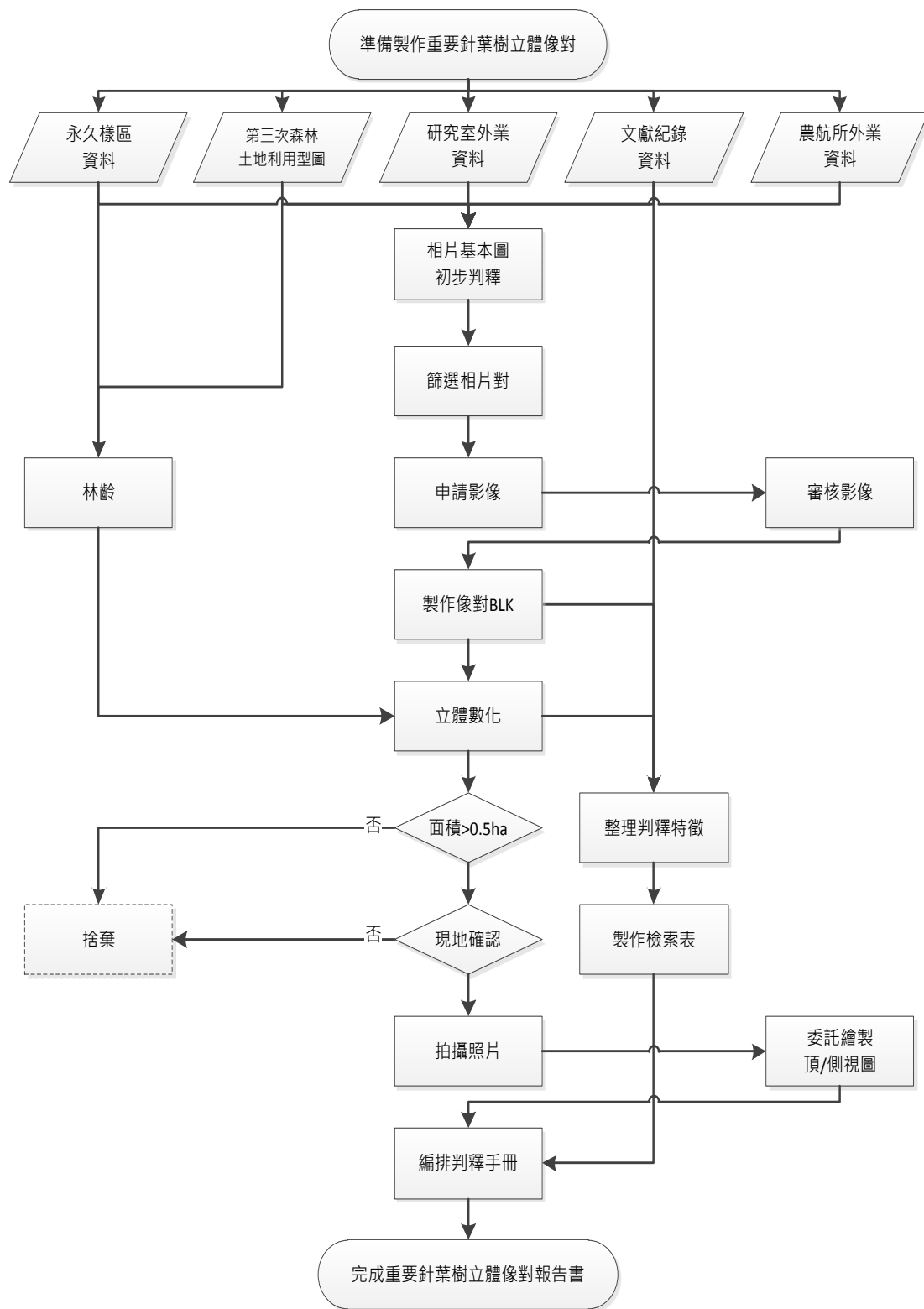


圖 1 計畫流程

二、 資料及圖層

計畫使用資料及圖層包含兩期間之森林永久樣區資料、99-101 外業調查勘查表之文字及照片紀錄資料；第三次森林資源土地利用圖、臺灣現生植群圖、國土利用圖、DMC 航點資料、ADS40 航帶資料、大甲溪母樹位置圖及阿里山樣區林木位置圖向量式圖層資料；航遙測圖資供應平台 WMS 資料之網格式圖層資料，資料提供單位如表 3。

表 3 資料來源

資料來源	資料名稱
農委會林務局	森林永久樣區調查資料
	第三次森林資源調查國有林土地利用型圖
	臺灣現生天然植群圖
內政部國土測繪中心	國土利用調查圖
農委會林務局農林航空測量所	外業調查勘查表
	航遙測圖資供應平台 WMS 資料
	DMC 航點資料
	ADS40 航帶資料
A geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan (Su,1992)	氣候區圖層
屏科大生物空間資訊研究室	大甲溪母樹林位置圖
	阿里山樣區林木位置圖

三、 針葉樹種選定

臺灣森林地形、緯度與海拔高度影響植物分區，中高海拔之冷杉、鐵杉及檜木是三種最重要也最優勢的天然針葉樹，其分布亦有相混生的情形。臺灣地處亞熱帶，東北季風與西南氣流之交互轉換，終年雨

量充沛，氣溫高溫多濕，島內峰巒縱橫，欲三千公尺以上高峰超過二百三十五座，如此地形產生多樣化環境因子，故植物種類豐富。本島植物相如以垂直森林帶分佈加以區分，則自低海拔海濱沙地一直到高海拔山峰，常見針葉樹分佈於下列植被帶 (Formation)：冷溫帶林植群，分佈自海拔約 1,800-2,500 m，屬於針闊混淆林之上部雲霧區，紅檜、臺灣扁柏、臺灣雲杉等多屬優勢林；以臺灣二葉松為主的松林則可延伸至海拔 3,100 m。寒溫帶林植群，分佈自海拔約 2,500-3,500 m，可分為兩部分，上部 3,100-3,500，以冷杉林為主；下部海拔 2,500-3,100 m 為臺灣鐵杉林最優勢；林下除森氏杜鵑外，高山芒草原中常見松樹及高山櫟散生而成疏林景觀 (Huang, 1972)。而人工林依據農委會林務局(2011)統計，近 10 年新植造林及過去蓄積量較高之樹種包括臺灣肖楠、紅檜、臺灣杉、臺灣扁柏、巒大杉、杉木及柳杉。

因此本計畫重要針葉樹擬以松科之臺灣冷杉、臺灣雲杉、臺灣華山松、臺灣五葉松、臺灣二葉松、臺灣鐵杉；杉科之巒大杉、柳杉、臺灣杉及柏科之臺灣扁柏、紅檜及臺灣肖楠作為研究對象。

四、針葉樹像對篩選

本計畫蒐集臺灣主要針葉樹之人工林及天然林純林樣區，期望利用海拔(高、中、低)、坡向(南、北向坡)及地理分布(北、中、南、東)等不同生育條件及不同生長階段(幼、中、老齡)等因子進行組合分析；根據 98 年林務局出版之臺灣現生天然植群圖集及現有之生態學研究中，將臺灣植群群系之分類原則，將針葉林分為臺灣冷杉植群型、臺灣鐵杉植群型、臺灣雲杉植群型、紅檜植群型等為本計畫之樹種組合之參考依據，計 40 個以上立體像對組合。

本團隊將篩選 40 個以上之組合，利用本實驗室既有之 Planar SD Stereo/3D Monitor SD2020 儀器及 ADS40 數值航空攝影立體像對，製作判釋樹種立體像片專案檔案，提供數值檔案格式供農航所匯入數值航空像片立體像對管理系統。將前述各樹種逐一繪製各判釋樹種之側面及垂直模式圖、樹冠形狀圖；判釋樹種模式圖之樣本選擇，應於 0.5

ha 以上之純林樣區依不同生育條件及生長階段選擇之。

(一) 歸納評估模式圖之方法及理論依據

本研究團隊參考森林航空攝影測計學及森林航空攝影測量學等文獻資料，歸納使用立體判釋分類方法概述如下：①發現(Detection)、②認識(Recognition)、③描繪(Delineation)、④量測(Measurement)、⑤推論及比較(Deduction and Comparison)⑥辨認(Identification)、⑦分類(Classification)、⑧編碼(Codification)，進行歸納與分析，各個步驟過程如下詳敘：

①發現(Detection)

色階調反差(Tonal Contrast)在發現影像點過程中扮演極為重要之角色，因為該影像與周圍影像所具之元素不同(如色階調反差等)才能發現影像點。

②認識(Recognition)

物體點的重要性將視判釋目的而定，對判釋上不重要的影像點的認識只是幫助辨認其鄰近物體點之參考而已，不要花費過多注意力。

③描繪(Delineation)

將不同本質的影像點描繪清楚有助於製圖及測量。

④量測(Measurement)

對影像點之量測有助於物體辨認，也方便未來分類之用。

⑤推論及比較(Deduction and Comparison)

自影像點所得資料與判釋人員的判釋知識比較。

⑥辨認(Identification)

經由照片影像分析辨認物體。

⑦分類(Classification)

對已辨認物體的分類，係基於經濟及簡化的必要步驟，依此具一項或多項共同特徵的物體點分成一類(Class)或一層(Stratum)。

⑧編碼(Codification)

以下就圖 2 樹種間的照片影像分析步驟方法與實例簡述如下：



圖 2 照片影像分析圖

發現：發現樹種 s，其樹冠形狀呈長星條狀，與其鄰近樹種 b 之樹冠形狀不相同，故可初步判定樹種為兩種(s, b)，又樹種 d 之星條狀大小、排列結構與樹種 s 不相同，可判定樹種為 3 種—樹種 s、樹種 b 及樹種 d。

認識：經前項發現之過程進行分析及學習後，故後續再次辨識時可將樹種 s 與樹種 b, d 直接區分為不同樹種，此過程稱為認識。

描繪：將樹種 s 林木描繪並與樹種 b 分開。

量測：樹種 s 樹種 b 樹冠大小相同(但大於樹種 d)。

推論及比較：樹種 s 及樹種 d 樹冠形狀同星形樹冠(Star-shaped Crowns)，此為許多針葉樹及棕櫚類的特性，不過此地區從無棕櫚類植物。

辨認：具長星狀枝條的樹冠可能屬於 spruce 屬林木。

分類：spruce 屬於針葉樹。

編號：樹種 s 描繪區用代號 C1 代表之。

五、 像對 BLK 專案製作

像對製作採用快速空中三角測量光束法，以 ERDAS LPS 軟體製作，於新專案中輸入相機參數(焦距 120，像主點 0,0)、影像 xy 軸之解析度(m^{-6})及 12 項參數(圖 3)，航高預設 2,700 m，完成後儲存成.BLK 檔，並匯出一份 Socet Set Project 格式，完成之後若有更動資料夾名稱須重新指定檔案位置。

Sensor		Interior Orientation		Exterior Information		
Perspective Center (meters)			Rotation Angles (degrees)			
	Xo	Yo	Zo	Omega	Phi	Kappa
Value	257195.44	2688776.5	5818.429	0.19770	-0.61880	90.50060
Std.	0.075	0.078	0.075	0.00400	0.00430	0.01290
Status	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
☐ Set Status:		Initial		For All Parameters		
				Exterior Initialization...		Edit All Images...

圖 3 BLK 專案參數設定

依據農林航空測量所之規定，像片對 BLK 檔需統一存放於 M: 槽硬碟中，又因像片對之英文名為 Stereo pair 故本計畫存放路徑之命名方式為磁碟代號+ 資料夾路徑+ 資料夾名稱+檔名，命名方式說明如下：

(1) 磁碟代號

固定設定 M:。

(2) 資料夾路徑

固定設定 Stereo。

(3) 資料夾名稱

拍攝日期及相片編號，例如 090305f_30_0009_0010。

(4) 檔名(樹種學名、林型及林齡代碼)

林型代碼包括天然林(N)及人工林(P)；林齡代碼以幼齡(S)、中齡(M)、老齡林(L)，如紅檜人工幼齡林 *Chamaecyparis formosensis* PS。

六、 樣區現場查核

根據上述所選出之 40 個以上立體像對為基礎，在外業調查時參考相似之生育環境，如臺灣之地理區位(北、中、南)等，進行現場樣區查核前，樣區多邊形以 ArcGIS 之工具轉換為中心點資料，點位資料(Shapefile)再以 OziExplorer 轉換為導航軟體通用的 GPS eXchange,

GPX 檔案。航點以 GARMIN BaseCamp 規劃行程(圖 4)，現場查核工作應包括判釋樹種之樹形及生育環境拍攝及描述，並以 GPS 定位。

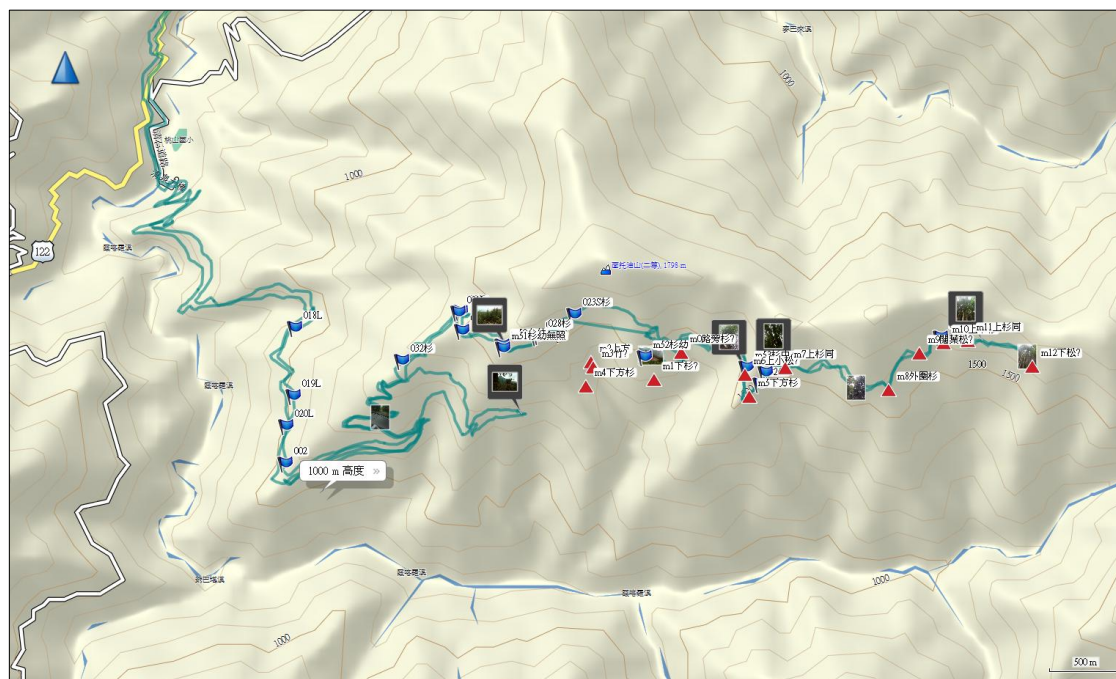


圖 4 外業檢核行程規劃

七、判釋特徵及製作檢索表

為使檢索表的描述方式或分類特徵更具有實用性，並藉由訪談林務機關現場資源調查操作人員取得經驗累積的關鍵描述字或特徵類別項目詞。

根據內容分析法文獻整理結果內容分析之定義，依照 Bernard (1998)的定義是，「內容分析為客觀、系統及定量的敘述明顯傳播內容的一重要研究方法」。其關鍵有 1.客觀性，內容分析的來源為依照現有的資料記錄進行分析，即便研究者有所不同，資料也不會有所改變。2.系統性，內容分析法有系統地將資料進行分類編目，而非單純地蒐集資料內容。3.量化性，內容分析法將質化的資料內容轉為量化的數值，以量變來推演質變。4.敘述性，從內容分析的量化數值，我們可以推演敘述一項假設。5.顯明性，內容分析的資料必需和假設有明顯的推理關係。

游美惠(2000)研究內容分析之原理後，這種研究法最常被使用於大眾傳播或新聞學等領域。大眾傳播與新聞活動，本質上即為反映當代的社會問題與現象。例如，倘若某一「類」故事情節的影視片很多的話，則很可能該類故事內容反映在現實生活中某一社會問題。因此在電視電影中播放之情節內容，均可當做探討當代社會之通俗文化與其他相關之社會問題。之後也普遍為其他領域如教育、心理等引用，成為常用社會科學調查方法之一。

劉春榮(2007)歸納整理後將詮釋內容分析資料以計算次數呈現，可以獲得內容分析的重要特徵，故發現在有關類目中出現的次數，則稱為「計數」。因此，編碼過程中最後的結果必須是數字。顯然計算特定文字、習慣用語、符號、圖畫，或者是其他明顯內容需要使用數字。然而，即使是文件潛在內容的編碼，研究者仍然需要以每一種類目的次數來呈現那些編碼的決定。

分類特徵作為林型判釋之依據，資料整理自訪談林務機關現場資源調查操作人員取得經驗累積的關鍵描述字或特徵類別項目詞，本研究共 10 種針葉樹種及次分類特徵預計以表格方式編排(表 4)。檢索表參照 Flora of Taiwan^{2nd} 格式(Huang, 1994)，預計以非齊頭式(縮頭式)編排(表 5)。

表 4 分類特徵表編排格式

林型	優勢樹種	次優勢樹種	海拔(m)	生育地	垂直影像 之特徵	結構及色調	相近林型
A	A		1000 m	山頂 山腰 山谷 純林 混生	樹冠形狀 枝條形狀	顏色 大小 紋理	扁柏..
A1							
A2							

表 5 分類特徵檢索表編排格式

1 特徵 x.....	A
2 特徵 y.....	B
3 特徵 z.....	C
3 非特徵 z.....	D
2 非特徵 y.....	E
1 非特徵 x.....	F

八、 立體像對模式書冊製作編排格式

立體像對成果冊製作時編排如下，林型置於最上方左側之 A 區；像對位置編排於最上方右側 B 區；立體像對置於中間 C 區；參考現場照片繪製之側視圖置於 D 區；參考立體像對繪製之頂視圖置於 E 區；影像文字說明置於最下方 F 區。

A 立體像對組合名稱與序號	B 位置資訊
C 利用 Stereo Analyst for ArcGIS 的 Stereo View 視窗快照擷取樹種 <u>立體像對</u> ，而在貼入此欄位時，左右視角各寬 6 cm，共 12 cm。	
D 此欄位放置參考現場調查照片繪製之 <u>側視圖</u> ，照片寬度與高度茲定義如下，寬度 7.5 cm，高度 5.625 cm。	E 此欄位放置參考立體像對繪製之 <u>頂視圖</u> ，照片寬度與高度茲定義如下，寬度 7.5 cm，高度 5.625 cm。
F 此欄位以 <u>文字描述</u> 影像特徵。	

圖 5 立體像對編排格式

參、研究成果

一、立體像對之選取

本研究為選取合宜且具代表性之立體像對，即著手彙整農林航空測量所之數位航空相片，彙整資料乃採用農林航空測量所提供之 2007 年至 2011 年航空相片 SELECT 電子檔，該電子檔案紀錄航空相片內方位、外方位及航照數量等重要參數，經本研究統計後農航所歷年之航照數量如下表 6。

表 6 農林航空測量所 2007 年至 2011 年數位航照數量統計表

年度	航線數	照片數	相機類型	備註
2008 年	155 條	1777	ADS40	ADS40 為掃描式航照，將航線套疊像片基本圖畫算成基本圖幅數計 4578 幅，全台為 5404 幅
2009 年	264 條	2280		
2011 年	47 條	521		
2007 年	301 條	13887	DMC	共計 58775 張
2008 年	286 條	11865		
2009 年	93 條	29773		
2011 年	31 條	3250		
合計	1177 條	63353		

農林航空測量所 2007 年至 2011 年數位航照數量統計表，其中 ADS40 數位相機共拍攝 466 條航線，DMC 數位相機共拍攝 711 條航線，因 ADS40 其拍攝方式為掃描式，為整條航線之獨立 RAW 檔案，為方便與 DMC 航照進行航照圖幅數量統計，本研究採用像片基本圖套疊航線所得之數量為 ADS40 對應航照圖幅之數，經統計加成結果總拍攝照片數為 63,353 幅，總航線數量 1,177 條，拍攝航線如圖 6。藉由 DMC 數位相機拍攝範圍圖及所彙整之資料即可作為本研究中立體像對之選取與過濾，而選取與過濾之方法即透過造林圖套疊與土地利用類型套疊，另外以季節範圍過濾法、人工判釋類型過濾法等進行樣點之選定。

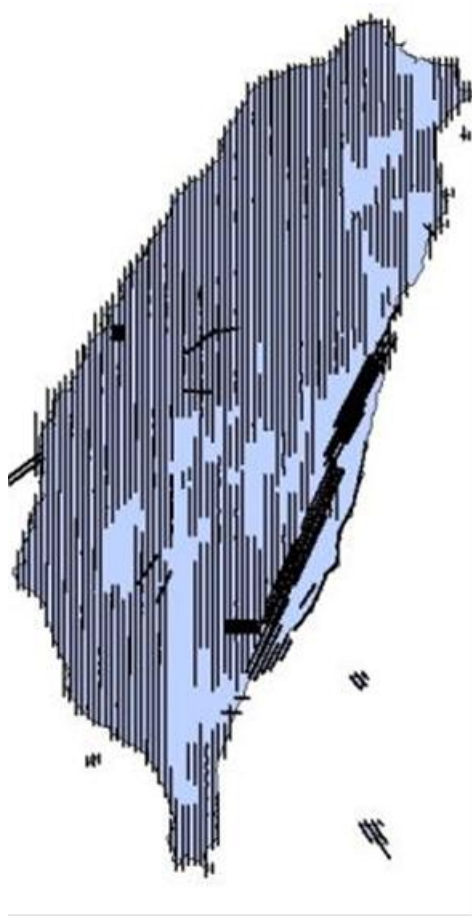


圖 6 2007-2011 年農林航空測量所 DMC 數位相機拍攝範圍

(一) 造林圖套疊法

為了解造林樹種與造林地位置資訊，本研究將林務局造林紙圖掃描(比例尺 6000 分之 1)，透過手繪版進行數位化建檔，並進行幾何校正之處理，本研究利用 ESRI ARC/GIS 軟體之 GeoReferencing 功能模組進行幾何校正，再利用 ArcScan 功能模組，將網格掃描之數位檔轉為向量式數位檔，藉由 ArcTools 功能模組，將向量式數位檔建置成多邊形 Polygon 圖徵之圖層，產生步驟方法與結果圖層如圖 7；該結果圖層可用航空相片於人工造林地點之選取與過濾之套疊基礎圖徵。

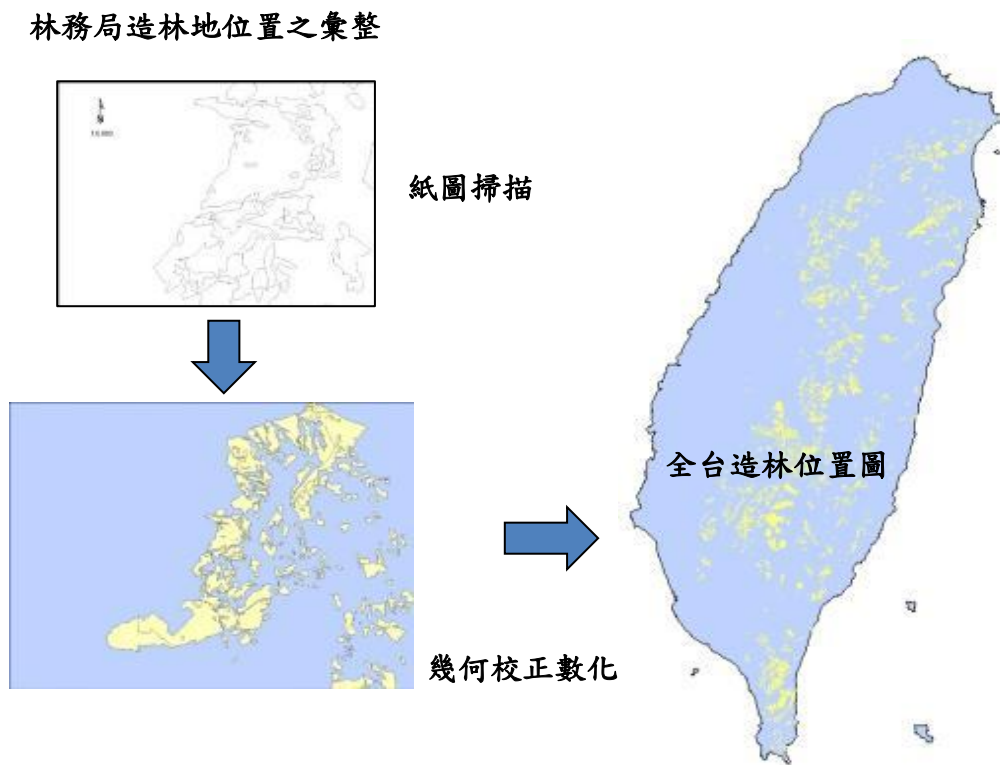


圖 7 造林地位置資訊之數位化建置

(二) 土地利用類型套疊法

藉由林務局第三次全國森林資源調查土地利用圖層、三期森林永久樣區、國有林事業區檢訂調查之資料及國土測繪中心土地利用型圖層，國土測繪中心之土地利用型圖如圖 8；該圖層可提供做為選取人工林或天然林立體像對地點之依據。

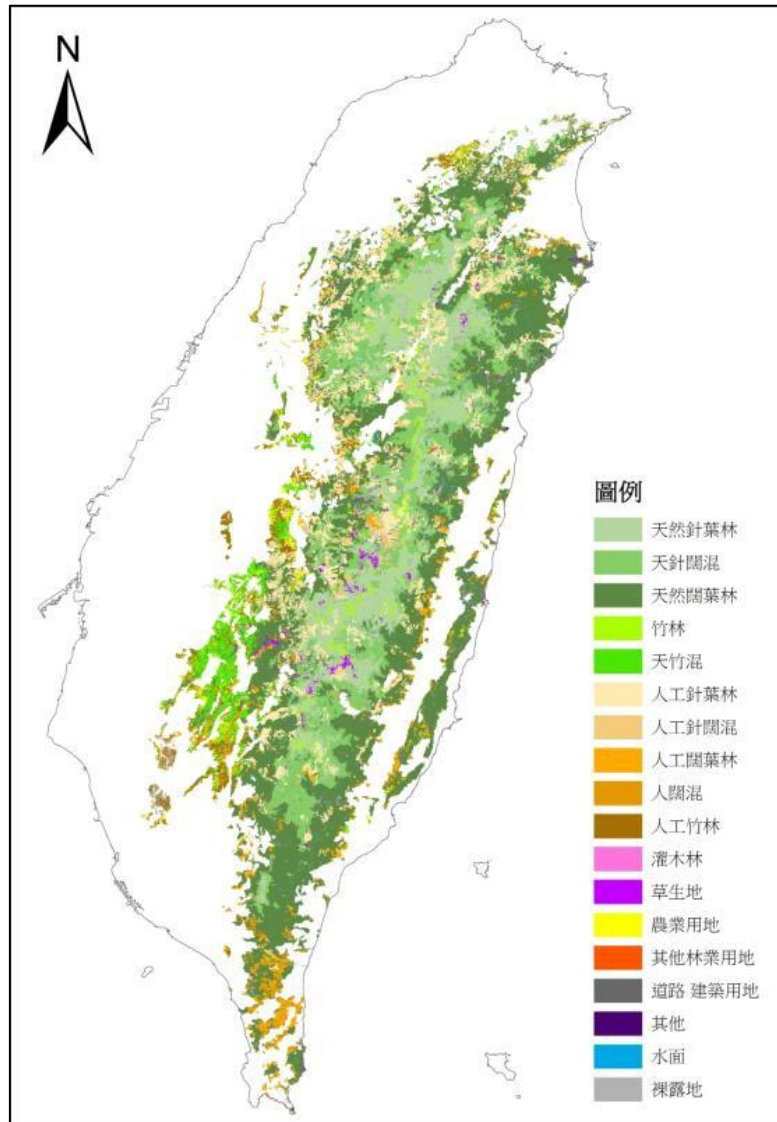


圖 8 國土利用調查圖層

本計畫已取得林務局所提供之永久樣區(圖 9)調查之地面資訊資料，具有準確性、豐富性、完整性與時效性。故利用該地面參考資訊進行參考，可參考的資訊有如樹種、地理位置座標、海拔高度、坡度、坡向、地形、造林年度、樹冠密度、林分級及調查日期等(圖 10)，可使用於現地參考。

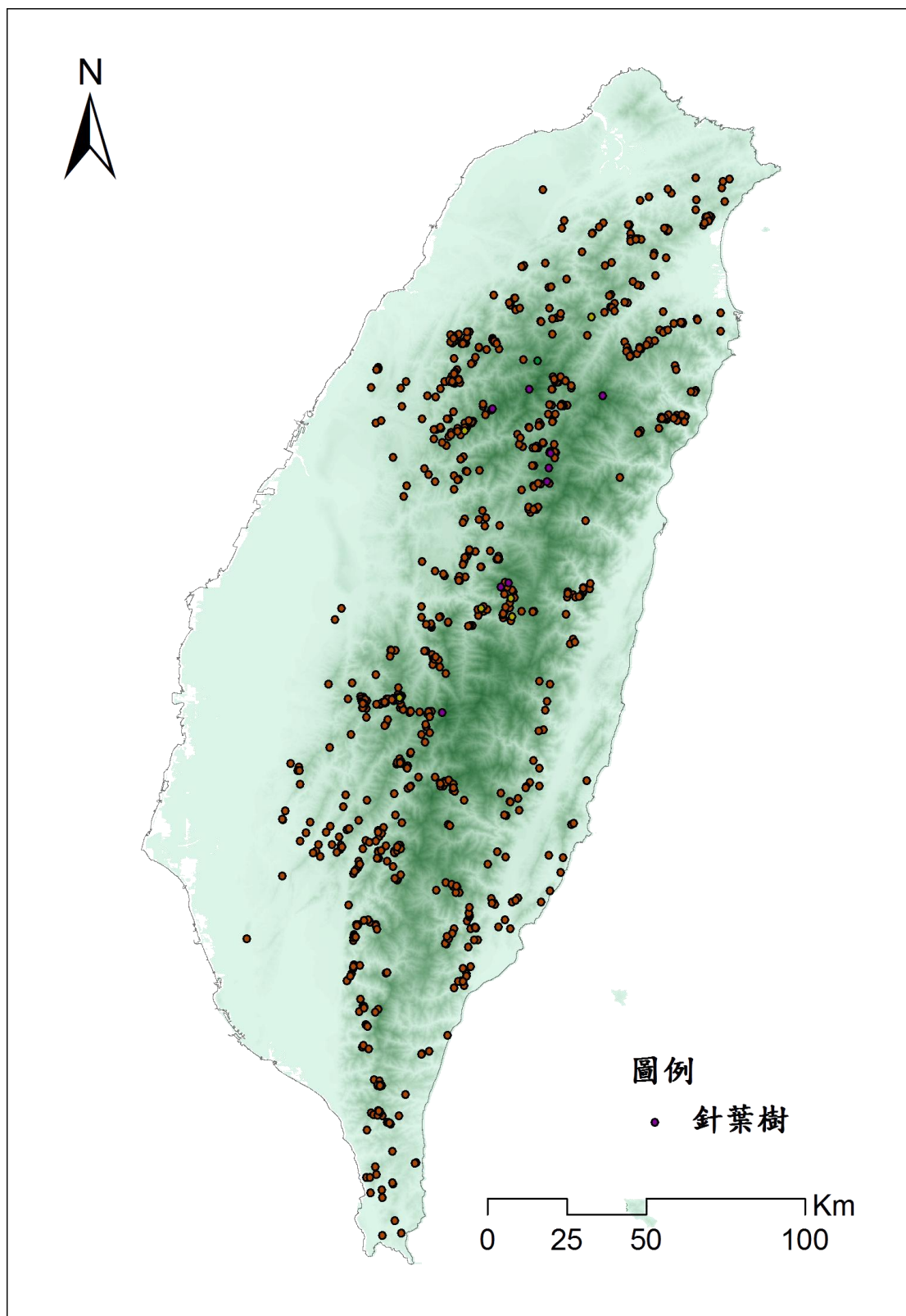


圖 9 針葉樹永久樣區點位圖

1	樣區資料查詢 - 樣區調查記錄表															
2	基本圖圖	樣點編號	林區代號	事業區代	林班	調查日期(調查序	樣區方位	樣區面積	(調查者	GPS橫座	GPS縱座	海拔高(公	坡度(度)	坡向	土	
3	95191063	001	06	18	079	1999/02/0/1	260	0.01		230900	2581550	1975	14	7	111	
4	95191063	001	06	18	079	2003/11/0/2	260	0.02		230900	2581550	1975	14	7	111	
5	95191063	001	06	18	079	2008/05/1/3	260	0.02		N22344	230900	2581550	1623	22	7	111
6	95191073	002	06	18	080	1999/02/1/1	187	0.01		231750	2580150	1800	13	5	111	
7	95191073	002	06	18	080	2003/11/0/2	187	0.02		T12029	231750	2580150	1800	13	5	111
8	95191073	002	06	18	080	2008/09/0/3	187	0.02		N22344	231750	2580150	1849	13	5	111
9	95191063	003	06	18	079	1999/03/0/1	157	0.01		230200	2580480	1700	20	4	111	
10	95191063	003	06	18	079	2003/11/0/2	157	0.02		T12029	230200	2580480	1700	20	4	111
11	95191063	003	06	18	079	2008/01/0/3	157	0.02		N22344	230200	2580480	1700	20	4	111
12	95191063	004	06	18	079	1999/03/0/1	140	0.01		230200	2580400	1620	18	4	111	
13	95191063	004	06	18	079	2003/11/1/2	140	0.02		T12029	230200	2580400	1620	18	4	111
14	95191063	004	06	18	079	2008/09/0/3	140	0.02		N22344	230200	2580400	1620	18	4	111
15	95191063	005	06	18	080	1999/02/0/1	314	0.01		231350	2580750	1900	18	8	114	
16	95191063	005	06	18	080	2003/11/1/2	314	0.02		T12029	231350	2580750	1900	18	8	114
17	95191063	005	06	18	080	2008/11/1/3	314	0.02		N22344	231350	2580750	1900	18	8	114
18	95191073	006	06	18	080	1999/02/1/1	240	0.01		231100	2580300	1800	28	6	114	

地形	造林年度	樹冠密度	林分級	主要地表	次要地表	地表植物	地表植物	土壤性質	土壤深度	土壤結合	土壤濕度	SP樹種	SP樹種代	SP胸徑(公
5	76	3	2	5	4	3	2	2	1	2	2	紅檜	102	16.0
5	1987	3	2	5	3	3	2	2	1	2	2	紅檜	21000301	21.6
5	1987	3	2	5	0	3	2	2	1	2	2	紅檜	102	22.5
5	74	4	2	6	5	3	2	3	2	2	2	紅檜	102	24.5
5	1985	4	2	6	3	3	2	3	2	2	2	紅檜	102	30.6
5	1985	4	2	6	3	3	2	3	2	2	2	紅檜	102	33.9
5	81	3	1	5	4	5	3	3	2	2	2	紅檜	102	13.0
5	1992	3	1	5	5	3	3	3	2	2	2	紅檜	102	17.1
5	1992	3	1	5	5	3	3	3	2	2	2	紅檜	102	17.1
5	0	3	1	5	4	4	3	2	2	2	2	紅檜	102	12.0
5	1992	3	1	5	4	4	3	2	2	2	2	紅檜	102	14.3
5	1992	3	1	5	4	4	3	2	2	2	2	紅檜	102	18.0
5	74	3	2	6	4	5	3	2	2	3	2	台灣杉	119	17.2
5	2000	3	2	6	5	3	2	2	3	2	2	台灣杉	119	24.0
5	2009	3	2	6	5	3	2	2	3	2	2	台灣杉	119	24.0
5	74	3	2	5	6	4	3	2	2	2	2	台灣杉	119	23.0

樣區資料查詢 - 樣區調查記錄表之樣本資料														
林區代號	事業區代	林班	樣點編號	調查日期	(調查序	樣木號碼	樣木狀態	記錄類型	樣線距離	樣區線至	樹種中名	樹種代號	胸高直徑	樹高
06	18	079	001	1999/02/01		001	1	1	0.60	0.55	紅檜	21000301	10.5	5.0
06	18	079	001	1999/02/01		002	1	1	0.00	3.75	紅檜	21000301	11.0	4.0
06	18	079	001	1999/02/01		003	1	1	0.90	2.95	紅檜	21000301	12.7	4.0
06	18	079	001	1999/02/01		004	1	1	0.90	2.95	紅檜	21000301	12.5	4.0
06	18	079	001	1999/02/01		005	1	1	1.90	2.00	紅檜	21000301	10.0	6.0
06	18	079	001	1999/02/01		006	1	1	2.90	1.00	紅檜	21000301	13.3	6.0
06	18	079	001	1999/02/01		007	1	1	6.10	3.60	台灣赤楊	30500101	17.5	7.0
06	18	079	001	1999/02/01		008	1	1	7.20	1.25	紅檜	21000301	13.0	7.0
06	18	079	001	1999/02/01		009	1	1	7.75	0.35	紅檜	21000301	12.0	8.0
06	18	079	001	1999/02/01		010	1	1	8.20	3.90	紅檜	21000301	12.0	6.0
06	18	079	001	1999/02/01		011	1	1	9.00	3.35	其他闊	99900000	10.0	8.0
06	18	079	001	1999/02/01		012	1	1	11.70	0.75	紅檜	21000301	9.5	6.0
06	18	079	001	1999/02/01		013	1	1	11.80	2.35	紅檜	21000301	10.7	7.0
06	18	079	001	1999/02/01		014	1	1	11.80	2.35	紅檜	21000301	11.4	7.0
06	18	079	001	1999/02/01		015	1	1	11.50	4.00	紅檜	21000301	12.5	7.0
06	18	079	001	1999/02/01		016	1	1	14.20	4.75	紅檜	21000301	19.5	8.0
06	18	079	001	1999/02/01		017	1	1	15.10	1.05	紅檜	21000301	16.7	8.0
06	18	079	001	1999/02/01		018	1	1	18.40	3.65	紅檜	21000301	11.5	6.0
06	18	079	001	1999/02/01		019	1	1	18.40	1.70	紅檜	21000301	15.5	8.0
06	18	079	001	1999/02/01		020	1	2	18.10	1.90	紅檜	21000301	11.8	7.0

圖 10 樣區優勢樹種資料

藉由航空相片立體像對位置空間套疊之選取，可將上述農航所提供之數位航照拍攝範圍圖、永久樣區調查資料與人工造林地等之基礎圖徵套疊，利用 ESRI ArcGIS 軟體 Overlay 套疊功能及 Identify 屬性套疊功能，將原本為 63,353 張航照，依照研究所需篩選縮減為 827 幅，如表 7。

表 7 期初工作計畫選取像對表

季節	ADS 航照	DMC 航照	備註
春季	30	51	2007-2009 年
夏季	2	38	
秋季	182	202	
冬季	113	209	
總計	327	500	827

經立意取樣之篩選，航空相片之分布範圍即縮小如圖 11。本研究於 2012 年 5 月 10 日期初工作簡報，經審議委員提供紅檜之特定生長季節辨識特性之建議，因農航所 ADS40 航照於夏季資料數量較少，無法進行有效之代表性分析，故本研究主要將以 DMC 數位航照處理為優先目標。

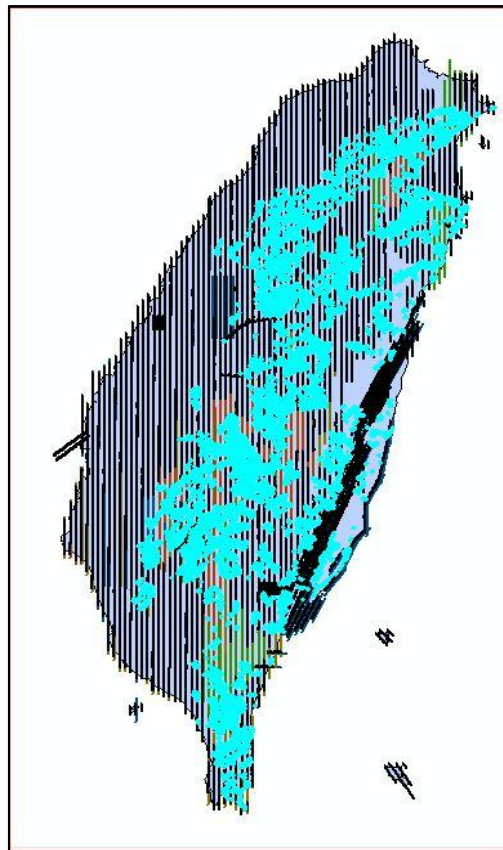


圖 11 篩選套疊域航空相片

(三) 經驗判釋及 WMS 再過濾

經GIS套疊分析篩選後符合本研究需求之像對資料，以第三次森林資源調查國有林土地利用型圖(其他天然針葉林、其他針葉樹種造林、冷杉天然針葉林、臺灣杉造林、杉木類造林、松類天然針葉林、松類造林、柳杉造林、檜木天然針葉林、檜木造林、肖楠造林、鐵杉天然針葉林、雲杉天然針葉林)等計13類型之屬性資料區分，但為求更為精準，因此申請農林航空測量所NGIS提供之Web Map Service，WMS，係 Open Geospatial Consortium, OGC所制定之網路地圖服務標準。提供服務之伺服器將實體影像檔案轉為符合WMS 規範之標準，使用者端使用相同的WMS標準（包含圖層、範圍、格式等），透過該服務即可向伺服器請求生成具符合需求範圍之影像，使用者端不需儲存實體影像，就可應用服務單位提供之圖資服務，可藉由網際網路將圖資或影像從伺服器端下載至使用者端之機器記憶體中，其下載如圖12所示。



圖12 WMS使用現況圖

經由農航所 WMS 服務後，即可透過經驗判別正射影像過濾出所需之航照像對位置，對於研究樣點之範圍可進行再一次縮小，透過

ArcGIS 套疊分析及可及性區域分析後適合之像對數量縮減至 180 組，分次申請 360 幅數值影像，從中數化 96 組純林樣區，另利用 ArcGIS 屬性擷取功能，將氣候區、經營類型及林齡套疊至已數化之屬性表中，使其具有分組區域與林型結構性質，其結果如表 8。篩選樣點位置如圖 13。96 組數化樣區經外業調查確認及委員評估後，最終使用 42 組樣區。

表 8 林型及生育地分析組合表

編號	像片號碼	樹種	類型	林齡	氣候區	備註
1	071112h_47_0204_0205	柳杉	人工	中齡	CW	
2	081130g_41_0028_0029	臺灣華山松	人工	48	CW	農航所
3	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣鐵杉	天然	老齡	CW	農航所
4	090318h_36~0237_hr4.sup	松類	天然	中齡	CW	農航所
5	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣雲杉	人工	中齡	CW	
6	090318h_36~0237_hr4.sup	松類	天然	中齡	CW	
7	071023g_41~0050_0051	柳杉	人工	中齡	CW	
8	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣鐵杉	天然	中齡	CW	
9	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣雲杉	天然	中齡	CW	農航所
10	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣雲杉	天然	中齡	CW	
11	081129e_36_0414_0415	臺灣肖楠	人工	32	CW	
12	081129e_36_0414_0415	巒大杉	人工	35	CW	
13	081129e_36_0414_0415	巒大杉	人工	幼齡	CW	
14	081129e_36_0414_0415	臺灣杉	人工	中齡	CW	農航所
15	081129e_36_0414_0415	巒大杉	人工	33	CW	農航所
16	090318h_36_0237_0238	臺灣雲杉	人工	幼齡	CW	農航所
17	090318h_36_0237_0238	臺灣雲杉	天然	中齡	CW	
18	080827g_32_0234_0235	柳杉	人工	老齡	CW	
19	091222g_32_0018_0019	柳杉	人工	中齡	CW	
20	071112h_47_0204_0205	落葉松	天然	老齡	CW	
21	071112h_47_0204_0205	臺灣扁柏	天然	老齡	CW	

編號	像片號碼	樹種	類型	林齡	氣候區	備註
22	071027h_57_0012_0013	臺灣冷杉	天然	中齡	EN	
23	070708c_38_0125_0126	臺灣華山松	天然	幼齡	ES	
24	070708c_38_0125_0126	臺灣鐵杉	天然	老齡	ES	
25	081130f_56~0107-8	紅檜	天然	中齡	NE	
26	081130f_56~0107-8	柳杉	人工	中齡	NE	農航所
27	081130f_57_0024_0025	紅檜	天然	老齡	NE	
28	081130f_57_0024_0025	紅檜	天然	幼齡	NE	
29	081130f_57_0024_0025	臺灣雲杉	天然	中齡	NE	
30	071022h_52~0428	臺灣雲杉	天然	老齡	NW	
31	071028_54_0074_0075	臺灣華山松	人工	中齡	NW	
32	071022h_52~0427-8	松類	天然	幼齡	NW	
33	080826g_50~0276-7	松類	天然	老齡	NW	
34	071115f_44_0112-3	柳杉	人工	幼齡	NW	
35	081130f_40~0315-6	巒大杉	人工	幼齡	NW	
36	081130f_40~0315-6	紅檜	人工	幼齡	NW	
37	081130f_40~0315-6	柳杉	人工	幼齡	NW	
38	081130f_40~0315-6	臺灣肖楠	人工	幼齡	NW	
39	071021h_53_0066_0067	紅檜	人工	幼齡	NW	
40	091104e_39_0015_0016	臺灣肖楠	人工	中齡	NW	
41	091104f_40_0160_0161	臺灣杉	人工	中齡	NW	
42	091104f_40_0160_0161	臺灣杉	人工	中齡	NW	
43	071115e_45_0155_0156	巒大杉	人工	幼齡	NW	
44	071115e_45_0155_0156	巒大杉	人工	新植	NW	
45	071115e_45_0155_0156	巒大杉	天然	中齡	NW	
46	071115f_47_0090_0091	巒大杉	人工	中齡	NW	
47	071027h_57_0012_0013	臺灣冷杉	天然	老齡	NW	
48	091104_40_0158_0159	柳杉	人工	中齡	NW	
49	091104_40_0158_0159	柳杉	人工	幼齡	NW	

編號	像片號碼	樹種	類型	林齡	氣候區	備註
50	080826g_32~0009	臺灣杉	人工	中齡	SW	
51	090305f_30~0010	巒大杉	人工	中齡	SW	
52	090305f_30~0009-10	巒大杉	人工	53	SW	
53	091222e_27_0025-0026	臺灣肖楠	人工	幼齡	SW	農航所
54	091222g_33_0237_0238	柳杉	人工	中齡	SW	
55	091222g_33_0237_0238	柳杉	人工	中齡	SW	
56	080827g_35_0088_0089	臺灣雲杉	天然	中齡	SW	
57	080827g_35_0088_0089	臺灣華山松	人工	43	SW	
58	080827g_35_0088_0089	臺灣華山松	天然	中齡	SW	
59	080827g_35_0088_0089	臺灣華山松	天然	中齡	SW	
60	080827g_35_0088_0089	臺灣雲杉	天然	中齡	SW	
61	091222g_33_0237_0238	紅檜	人工	中齡	SW	
62	090305f_30_0009_0010	巒大杉	人工	幼齡	SW	
63	091222g_32_0018_0019	臺灣扁柏	人工	92	SW	
64	091222g_32_0018_0019	柳杉	人工	老齡	SW	
65	070708c_38_0125_0126	臺灣雲杉	天然	老齡	SW	
66	070708c_38_0125_0126	臺灣華山松	天然	老齡	SW	
67	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣雲杉	天然	老齡	CW	農航所
68	090318h_36~0237_hr4.sup	臺灣鐵杉	天然	中齡	CW	農航所
69	080827g_35_0088_0089	臺灣冷杉	天然	中齡	CW	
70	071027h_57_0012_0013	臺灣冷杉	天然	幼齡	NW	
71	091222g_32_0018_0019	柳杉	人工	62	CW	
72	071028g_54_0074_0075	臺灣二葉松	人工	41	NW	
73	071028g_54_0074_0075	紅檜	人工	幼齡	NW	
74	071028g_54_0075_0076	臺灣二葉松	人工	幼齡	NW	
75	081130g_41_0028_0029	臺灣華山松	人工	幼齡	CW	
76	081130g_41_0032_0033	紅檜	人工	29	CW	
77	071022h_45_0119_0120	紅檜	人工	28	NW	

編號	像片號碼	樹種	類型	林齡	氣候區	備註
78	080827g_32_0234_0235	紅檜	人工	51	SW	
79	080827g_35_0088_0089	臺灣華山松	人工	38	SW	
80	071026f_47_0013_0014	臺灣肖楠	人工	幼齡	CW	農航所
81	091104f_39_0197_0198	臺灣肖楠	人工	21	CW	
82	091104f_39_0196_0197	紅檜	人工	21	CW	
83	090607f_62_0095_0096	臺灣扁柏	天然	中齡	NE	
84	090607f_62_0095_0096	臺灣扁柏	天然	中齡	NE	
85	090606f_64_0214_0215	臺灣扁柏	天然	中齡	NE	
86	090606f_64_0214_0215	臺灣扁柏	天然	中齡	NE	
87	090607f_61_0082_0083	柳杉	人工	57	NE	
88	090607f_61_0077_0078	紅檜	人工	71	NE	
89	071112h_50_0344_0345	臺灣雲杉	天然	幼齡	CW	
90	080824f_42_0132_0133	臺灣二葉松	天然	中齡	ES	
91	080824g_40_0109_0110	臺灣五葉松	人工	中齡	ES	
92	080824g_40_0109_0110	臺灣杉	人工	中齡	ES	
93	071022h_47_0087_0088	臺灣杉	天然	老齡	NW	
94	071022h_47_0087_0088	巒大杉	天然	老齡	NW	
95	071022h_47_0087_0088	臺灣肖楠	天然	老齡	NW	
96	081130f_57_0024_0025	紅檜	天然	老齡	NE	農航所

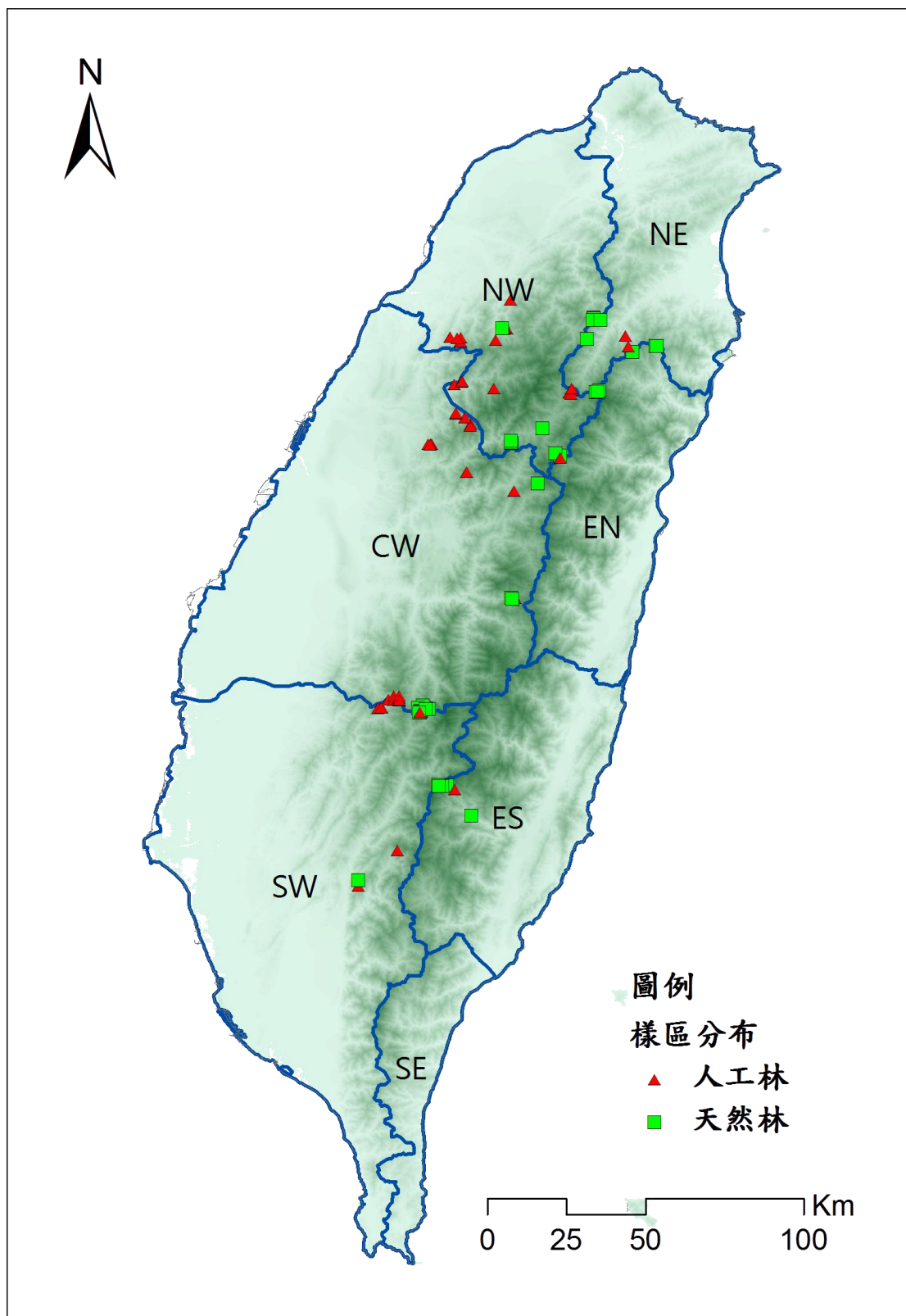


圖 13 林型相片樣點位置圖

二、針葉樹像對 BLK 專案

本研究利用光束法空中三角測量 (Triangulation)，該方法整合 GPS 與慣性測量系統，使用 LPS 軟體進行立體像片對製作，可完成空中三角測量推導與計算功能，是建立影像和大地座標系統之間數學轉換模型的關鍵步驟。包括 1.完成模型設置、2.座標系統定義、3.相機內定向、4.影像自動匹配、5.空三計算 (航空/航太)。故產生之立體像對組合的製作，完成 10 種以上樹種，合計 42 組，如表 9 所示。

表 9 樹種數量立體像片對進度統計表

樹種	數量	備註
臺灣冷杉	3	僅天然林
臺灣雲杉	3	
臺灣華山松	4	
臺灣五葉松	1	
臺灣二葉松	3	
臺灣鐵杉	2	僅天然林
巒大杉	5	
柳杉	3	
臺灣杉	3	
紅檜	7	
臺灣扁柏	3	
臺灣肖楠	5	
總計	42	

42 組立體像對僅肖楠及杉木分布海拔較低，篩選像對受限地形地物影像，須考量可及性，因此像對以中北部居多，東部三組像對，南部無像對組，原因為林分類型重複或無適合之像對(圖 14)。

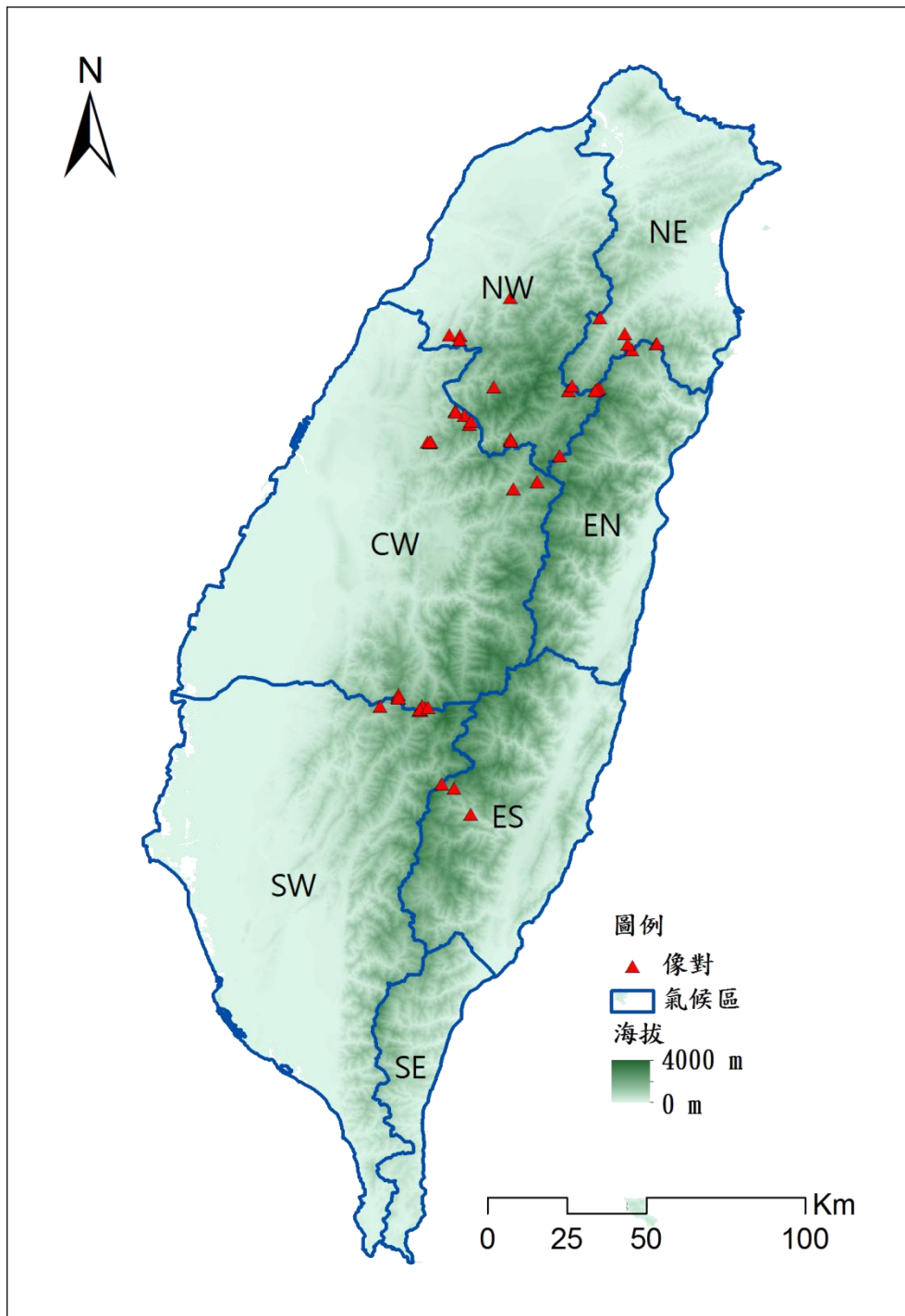


圖 14 針葉樹像對分布

依據農林航空測量所之規定，像片對 BLK 檔需統一存放於磁碟機 M: 中，又因像片對之英文名為 Stereo pair 故本計畫存放路徑之命名方式為磁碟代號+ 資料夾路徑+ 資料夾名稱+檔名，完成之像對存放位置路徑如下表 10。

表 10 針葉樹立體像對屬性

樹種	像對名稱	林型	林齡	地理位置	備註
臺灣冷杉	071027h_57_0012_0013	天然	中齡	EN	
臺灣冷杉	071027h_57_0012_0013	天然	幼齡	NW	
臺灣冷杉	071027h_57_0012_0013	天然	老齡	NW	
臺灣雲杉	090318h_36_0237_0238	人工	中齡	CW	農航所提供
臺灣雲杉	080827g_35_0088_0089	天然	中齡	SW	
臺灣雲杉	090318h_36_0237_0238	天然	老齡	CW	農航所提供
臺灣華山松	080827g_35_0088_0089	人工	中齡 38	SW	
臺灣華山松	080827g_35_0088_0089	人工	中齡 43	SW	
臺灣華山松	081130g_41_0028_0029	人工	幼齡	CW	
臺灣華山松	081130g_41_0028_0029	人工	中齡 48	CW	農航所提供
臺灣五葉松	080824g_40_0109_0110	人工	中齡	ES	
臺灣二葉松	071028g_54_0074_0075	人工	中齡 41	NW	
臺灣二葉松	071028g_54_0075_0076	人工	幼齡	NW	
臺灣二葉松	080824f_42_0132_0133	天然	中齡	ES	
臺灣鐵杉	090318h_36_0237_0238	天然	中齡	CW	農航所提供
臺灣鐵杉	070708c_38_0125_0126	天然	老齡	ES	
巒大杉	071115f_47_0090_0091	人工	中齡	NW	
巒大杉	090305f_30_0009_0010	人工	幼齡	SW	
巒大杉	081129e_36_0414_0415	人工	中齡 33	CW	低密度
巒大杉	081129e_36_0414_0415	人工	中齡 35	CW	高密度
巒大杉	071022h_47_0087_0088	天然	老齡	NW	
柳杉	090607f_61_0082_0083	人工	中齡 57	NE	
柳杉	091222g_32_0018_0019	人工	中齡	CW	高密度側視
柳杉	091104f_40_0158_0159	人工	中齡	NW	
臺灣杉	081129e_36_0414_0415	人工	中齡	CW	低密度
臺灣杉	091104f_40_0160_0161	人工	中齡	NW	

樹種	像對名稱	林型	林齡	地理位置	備註
臺灣杉	071022h_47_0087_0088	天然	老齡	NW	
紅檜	091104f_39_0196_0197	人工	中齡 21	CW	低密度
紅檜	071022h_45_0119_0120	人工	中齡 28	NW	黃綠葉
紅檜	081130g_41_0032_0033	人工	中齡 29	CW	高密度
紅檜	080827g_32_0234_0235	人工	中齡 51	SW	
紅檜	090607f_61_0077_0078	人工	中齡 71	NE	紅色有機層
紅檜	071021h_53_0066_0067	人工	幼齡	NW	
紅檜	081130f_57_0024_0025	天然	老齡	NE	農航所提供
臺灣扁柏	091222g_32_0018_0019	人工	中齡 92	SW	
臺灣扁柏	090606f_64_0214_0215	天然	中齡	NE	
臺灣扁柏	090607f_62_0095_0096	天然	中齡	NE	
臺灣肖楠	091104f_39_0197_0198	人工	中齡 21	CW	高密度
臺灣肖楠	081129e_36_0414_0415	人工	中齡 32	CW	
臺灣肖楠	091104e_39_0015_0016	人工	中齡	NW	
臺灣肖楠	071026f_47_0013_0014	人工	幼齡	CW	農航所提供
臺灣肖楠	071022h_47_0087_0088	天然	老齡	NW	

完成像對 BLK 專案檔，存放在目錄內自動產生內方位檔外方位檔及影像位置參考檔等檔案，如圖 15 所示，製作完成立體像對組合完成現場檢核如圖 16。

名稱	修改日期	類型	大小
Abies kawakamii NL.blk	2012/8/29 下午 0...	BLK 檔案	11 KB
071022h_43_0177_0178.blk	2012/8/29 下午 0...	BLK 檔案	11 KB
071022h_43~0177_hr4.aux	2012/8/29 下午 0...	AUX 檔案	99 KB
071022h_43~0177_hr4.rrd	2012/6/27 上午 1...	RRD 檔案	103,821 KB
071022h_43~0177_hr4.tif	2012/8/29 下午 0...	TIFF 影像	311,852 KB
071022h_43~0177_hr4.tif.aux.xml	2012/8/29 下午 0...	XML Document	107 KB
071022h_43~0178_hr4.aux	2012/8/29 下午 0...	AUX 檔案	99 KB
071022h_43~0178_hr4.rrd	2012/6/27 上午 1...	RRD 檔案	103,632 KB
071022h_43~0178_hr4.tif	2012/8/29 下午 0...	TIFF 影像	311,852 KB
071022h_43~0178_hr4.tif.aux.xml	2012/8/29 下午 0...	XML Document	106 KB

圖 15 立體像對計畫檔目錄內資料

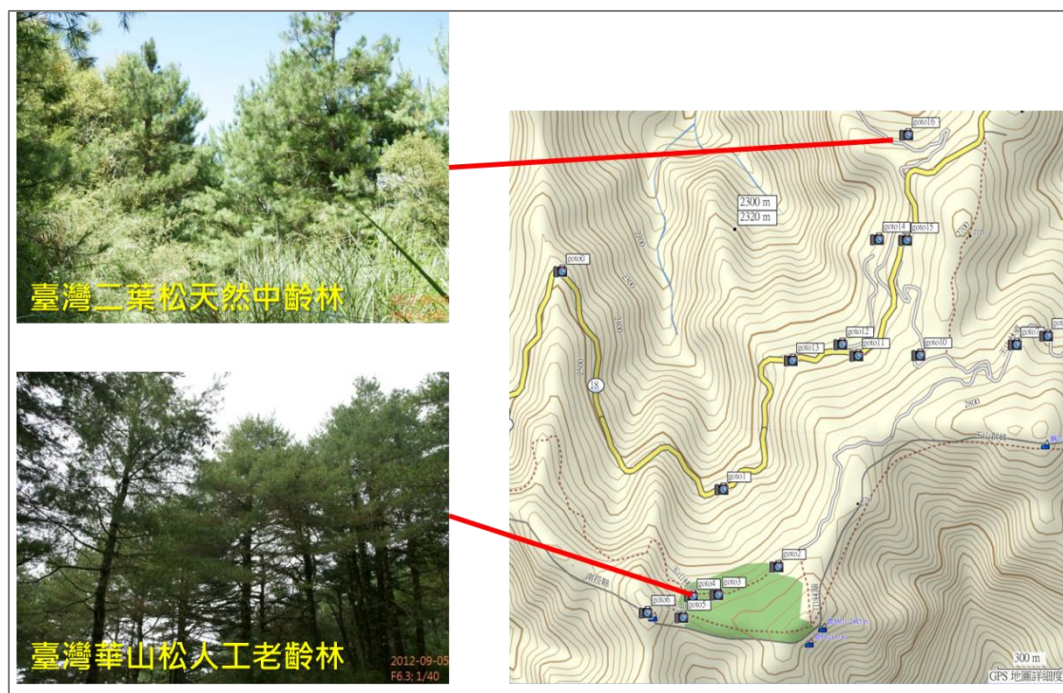


圖 16 針葉樹立體像對查核

製作航照遙測照片立體像片對(書冊)之內容規劃，垂直影像及現場樹型側視照片繪製，航照判釋訓練實習照片及製作樹種生育地因子判釋檢索表模式書內容編寫格式與製作方法茲分別敘述如下；

(一) 立體像片對觀測練習

以立體像片對練習觀測立體，包含紙本立體像片對及紅藍立體像片對。

- 1.袖珍立體鏡像對，小型立體鏡兩眼視差間距為 6.6 mm，故須以間距 6.6 cm 以內製作像片對，如大埔事業區第 225 林班之杉木人工林，座標 X224015 Y2597531 之像對(圖 17)所示。



圖 17 杉木人工林立體像片對

- 2.紅藍立體像對，利用 Stereo Analyst for ArcGIS 本身有紅藍立體之功能電腦快照擷取如圖 19，以便於無小型立體鏡等設備之使用者觀察立體圖，另可用於教學之推廣。

(二) 電腦觀測立體像片對

- 1.應用 LPS 產生之 BLK 計畫檔及立體像對，以 ERDAS Stereo 或 Stereo Analyst for ArcGIS 瀏覽立體像對，練習觀測立體及調整焦距，變換景深之操作，像片對如圖 18，紅藍立體如圖 19 所示。

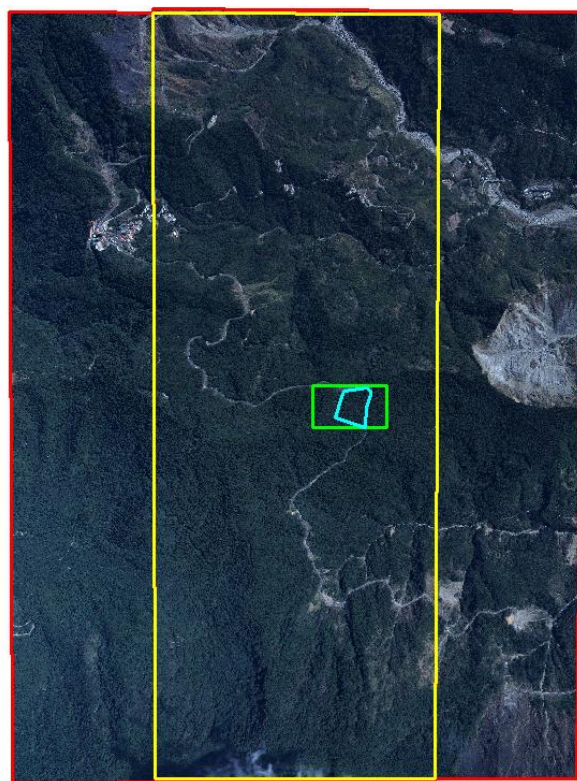


圖 18 BLK 檔立體像片對預覽

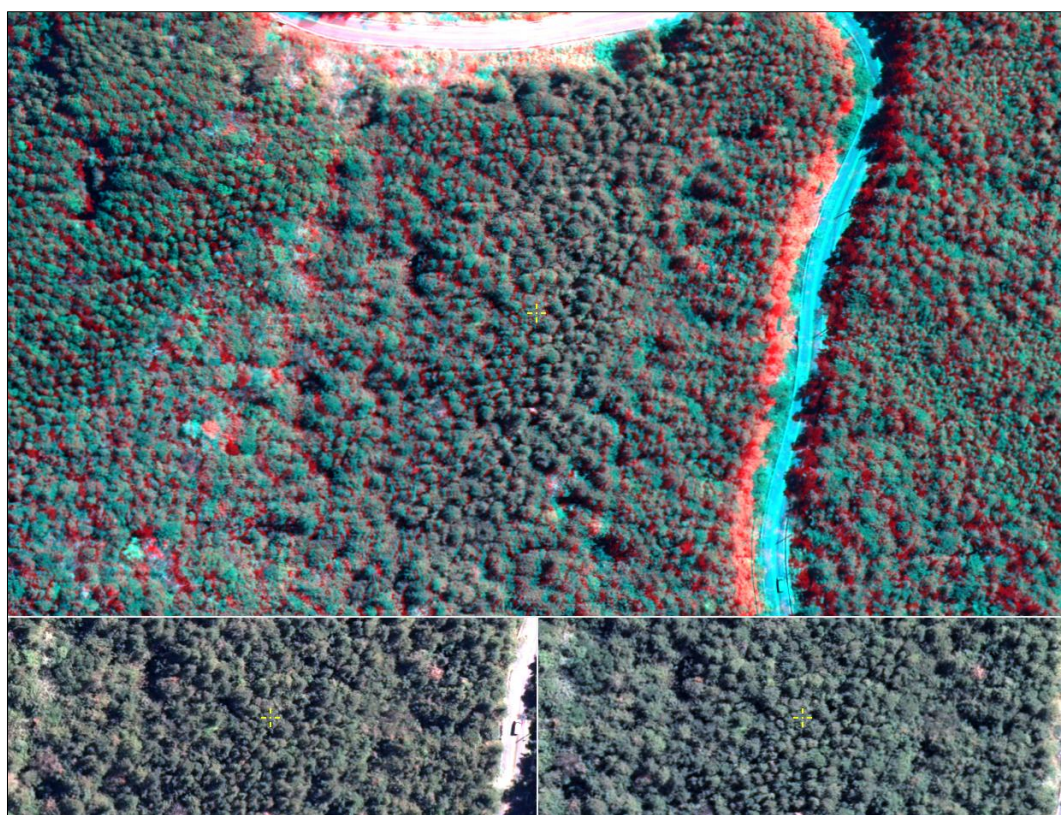


圖 19 BLK 紅藍立體像片對預覽

三、 針葉樹像對判釋檢索表

影像依據像對之樹冠輪廓、樹冠頂部、側視立木、側枝、質地等特徵編製檢索表，重要判釋名詞參考 Trichon & Julien (2006)，並依據特徵編製檢索表如下。

(一) 判釋名詞

1. 樹冠輪廓：
 - 1.1. 圓形：以一點為軸心(通常為樹頂)，維持相同半徑所圈劃出的圖形。
 - 1.2. 不規則圓形：以一點為軸心(通常為樹頂)所圈劃出的圖形，但邊緣呈現波浪或參差之落差。
 - 1.3. 稜角形：以一點為軸心(通常為樹頂) 所圈劃出具有 4 至 5 個弦切之圖形。
2. 樹冠頂部：
 - 2.1. 多冠：具兩個以上且高度相近之樹冠。
 - 2.2. 雲狀：頂部隆起像土丘、花椰菜般圓頂；陽光斜射時明暗面明顯。
 - 2.3. 尖塔：頂端具有尖狀突起物。
 - 2.4. 圓角：有明顯之頂點構成之曲面。
3. 側視立木形狀：
 - 3.1. 粒狀：突出如米狀。
 - 3.2. 絨團：絨團如棉花糖。
 - 3.3. 稜形：由等長四邊所組成的形狀，其頂端及尾部漸尖，角度 ≤ 45 度。
 - 3.4. 長條：長邊與短邊之比例 >1 ，且四邊不具稜角之形狀。
 - 3.5. 圓錐：底部圓形，橫切面隨高度增加逐漸遞減，至頂端時呈尖塔狀。
 - 3.6. 橢圓：圓形經外力擠壓形成長邊與寬邊兩直徑不相同之圖形。

4. 側枝：

- 4.1. 棒狀：似長條狀，差別在於其頂端膨大。
- 4.2. 束狀：樹枝突起分支 $<45^\circ$ ，成束(簇)的，成束(簇)狀的；叢生的。
- 4.3. 絨狀：突起分支 $>45^\circ$ 。
- 4.4. 星芒狀：枝條呈輻射排列。

5. 質地：

- 5.1. 細緻：單位面積內由許多細小物質(如葉片、枝條)組成之結構型態。
- 5.2. 粗糙：單位面積內由較粗大物質(如葉片、枝條)填滿之結構型態。
- 5.3. 緊實：指結構物相近、連接密而生成力量，如緊實似棉花棒。

(二) 像對判釋特徵

本計畫包含松科之臺灣冷杉、臺灣雲杉、臺灣華山松、臺灣五葉松、臺灣二葉松、臺灣鐵杉；杉科之巒大杉、柳杉、臺灣杉及柏科之紅檜、臺灣扁柏及臺灣肖楠，共 12 種樹種，其影像之分類特徵整理如表 11。

表 11 針葉樹林分影像判釋特徵

樹種	經營類型	林齡	樹冠形狀	樹冠頂部	側視立木形狀	樹冠質地	側枝形狀
臺灣冷杉	天然林	幼齡林	圓形	尖塔狀	粒狀	細緻	無
		中齡林	圓形	尖塔狀	長條狀	細緻	無
		老齡林	圓形	有時雲狀，有時尖塔狀	圓錐形	略粗糙	無
臺灣雲杉	人工林	中齡林	圓形	雲狀，少有尖塔狀	長條狀	粗糙	無
	天然林	中齡林	圓形或不規則圓形	雲狀	緊實團狀	細緻	有，棒狀
		老齡林	稜角形	尖塔狀	圓錐形	粗糙	有，有時絨狀，有時星芒狀
臺灣華山松	人工林	幼齡林	圓形	圓角，有時尖塔狀	長條狀 時而圓錐形	絨團狀細緻	無

樹種	經營類型	林齡	樹冠形狀	樹冠頂部	側視立木形狀	樹冠質地	側枝形狀
		中齡林(38)	不規則圓形	雲狀	菱形	絨團狀細緻	有，星芒狀
		中齡林(43)	圓形	雲狀，有時尖塔狀	圓錐形	絨團狀細緻	有，星芒狀
		中齡林(48)	不規則圓形	尖塔狀	粒狀	細緻	有，束狀
臺灣五葉松	人工林	中齡林	稜角形	尖塔狀	橢圓形	粗糙	有，束狀
臺灣二葉松	人工林	幼齡林	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	細緻	有，放射星芒狀
		中齡林	不規則圓形	尖塔狀	粒狀	細緻	有，絨狀
	天然林	中齡林	不規則圓形	雲狀	橢圓形	絨團狀粗糙	有，絨狀
臺灣鐵杉	天然林	中齡林	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	細緻	有，束狀
		老齡林	不規則橢圓形	雲狀	絨團狀	分層粗糙	有，絨狀
巒大杉	人工林	幼齡林	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	絨團狀粗糙	有，星芒狀
		中齡林	圓形	雲狀	圓錐形	細緻	無

樹種	經營類型	林齡	樹冠形狀	樹冠頂部	側視立木形狀	樹冠質地	側枝形狀
		中齡林 (高密度)	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	細緻	有，星芒狀
		中齡林 (低密度)	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	細緻	有，放射星芒狀
	天然林	老齡林	不規則圓形	圓角或雲狀	圓錐形	略粗糙	有，束狀
柳杉	人工林	中齡林	圓形	尖塔狀	粒狀	細緻	無
		中齡林(62)	圓形	尖塔狀	圓錐形	略粗糙	無
		中齡林(57)	稜角形	雲狀	圓錐形	粗糙	有，絨狀
臺灣杉	人工林	中齡林 (低密度)	稜角形	尖塔狀	圓錐形	細緻	有，絨狀
		中齡林	圓形	尖塔狀	粒狀	細緻	無
	天然林	老齡林	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	絨團狀細緻	有，絨狀
紅檜	人工林	幼齡林	圓形	雲狀	長橢圓形	細緻	無
		中齡林(21)	不規則圓形	雲狀，少有尖塔狀	圓錐形	粗糙	無

樹種	經營類型	林齡	樹冠形狀	樹冠頂部	側視立木形狀	樹冠質地	側枝形狀
		中齡林 (28, 黃綠葉)	不規則圓形	尖塔狀	圓錐形	絨團狀粗糙	無
		中齡林 (29, 高密度)	稜角形	尖塔狀，少有雲狀	橢圓形	絨團狀粗糙	少有，絨狀
		中齡林(51)	不規則圓形	時而雲狀，時而圓角	橢圓形或圓錐形	略細緻	無
		中齡林 (71, 紅土)	不規則圓形	雲狀	菱形	略細緻	少有，絨狀
	天然林	老齡林	不規則圓形	雲狀，少有尖塔狀	圓錐形	絨團狀粗糙	無
臺灣扁柏	人工林	老齡林	不規則圓形	多冠，雲狀	圓錐形	絨團狀細緻	無
	天然林	中齡林	不規則圓形	時而尖塔，時而雲狀	圓錐形	細緻團狀	無
		中齡林	圓形，少有不規則圓形	時而尖塔，時而雲狀	圓錐形	細緻團狀	無
臺灣肖楠	人工林	幼齡林	稜角形	尖塔狀	長條狀	平滑細緻	無

樹種	經營類型	林齡	樹冠形狀	樹冠頂部	側視立木形狀	樹冠質地	側枝形狀
		中齡林 (21, 高密度)	稜角形	有時雲狀，有時尖 塔狀	長橢圓形	緊實細緻	無
		中齡林	圓形	多冠，尖塔狀	粒狀	緊實平滑	無
		中齡林(32)	圓形，少有稜角狀	雲狀，少有多冠	時而橢圓形，時而 菱形	細緻	無
	天然林	老齡林	不規則圓形	多冠，雲狀	圓錐團狀	粗糙	偶爾有，棒狀

(三) 易混淆樹種

在眾多樹種之中發現，紅檜與臺灣扁柏在影像判釋上較容易發生誤判情形，因此特別針對此兩種針葉樹種進行較詳細的判釋說明。透過影像可發現，兩種針葉樹於樹冠部分可能因為航拍的角度不同及光線影響，導致發生樹冠相近難以判別，若影像解析力較低、林齡等因子影響，則針對樹冠頂端部分亦較難判釋出兩者明顯的差異(紅檜人工中齡林樹冠頂為尖塔狀，扁柏人工中齡林樹冠頂端為雲狀)。

因此若在判釋時發生困難、猶疑之情形，可先觀察兩種針葉樹種質地部分是否有明顯之差異。紅檜人工林質地較為粗糙或絨團狀粗糙的情形，反之，扁柏人工林於航照影像下質地相形較為細緻，且亦有絨團細緻情形提供兩者判別，除此之外，亦可加入樹種生長特性做為參考因子，如：生育地、海拔及混生樹種等，參照多層資料做為輔助，可降低誤判機率。

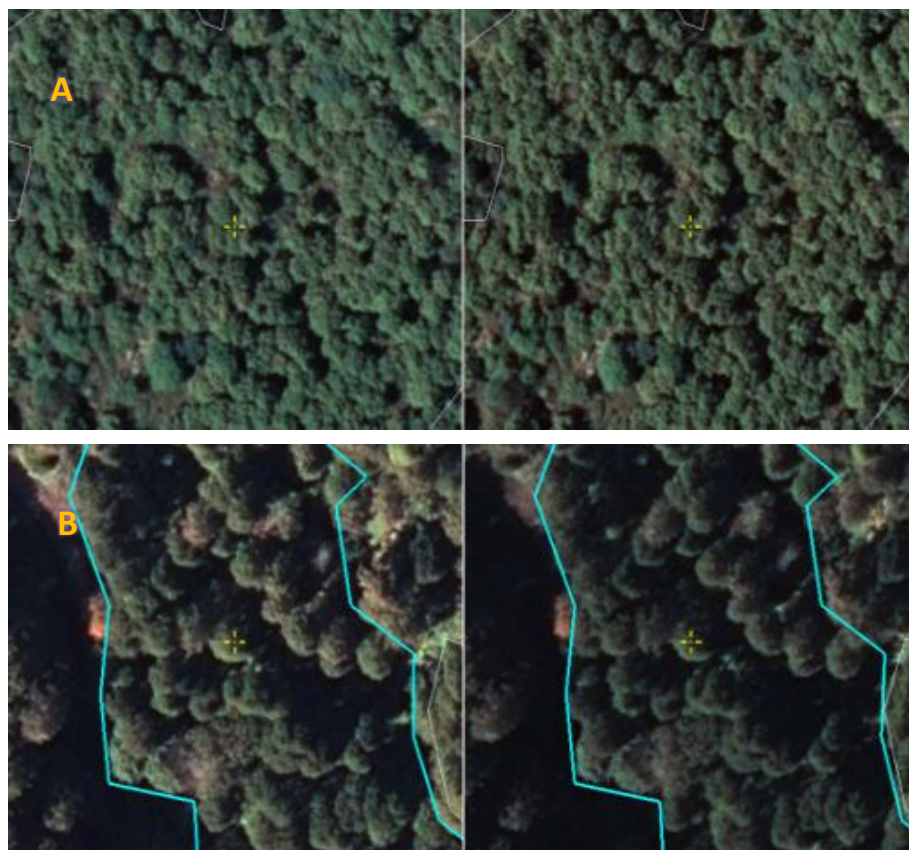


圖 20 紅檜與臺灣扁柏的航照影像(A:紅檜；B:臺灣扁柏)

(四) 像對釋檢索表

- 1.人工林；以人工栽植或播種方式種植的森林，排列整齊劃一。
- 2.樹冠形狀稜角形
 - 3.樹冠大小一致 臺灣杉中齡林
 - 3.樹冠大小不一致
 - 4.樹冠頂端時雲狀，時尖塔狀 臺灣肖楠中齡林(21y)
 - 4.樹冠多冠，頂端尖塔狀 臺灣肖楠中齡林
 - 4.樹冠頂端尖塔狀
 - 5.質地平滑細緻 臺灣肖楠幼齡林
 - 5.質地粗糙
 - 6.側枝為束狀 臺灣五葉松中齡林
 - 6.少有側枝，若有為絨狀 紅檜中齡林(29y)
- 2.樹冠形狀非稜角形，如圓形、不規則圓形
 - 7.有側枝，或少有
 - 8.側枝呈束狀或絨狀
 - 9.樹冠形狀圓形 紅檜幼齡林
 - 9.樹冠形狀不規則圓形
 - 10.樹冠頂部尖塔狀 臺灣華山松中齡林(48y)
 - 10.樹冠頂部雲狀 紅檜中齡林(71y)
 - 8.側枝呈放射狀
 - 11.樹冠頂端呈尖塔狀
 - 12.立木粒狀 臺灣二葉松中齡林
 - 12.立木圓錐形
 - 13.生長於荒地或向陽坡 臺灣二葉松幼齡林
 - 13.生長於山澗、谷地等潮濕肥沃地 巒大杉中齡林
 - 11.樹冠頂端呈雲狀或時而尖塔狀.
 - 14.立木形狀菱形 臺灣華山松中齡林(38y)
 - 14.立木形狀圓錐形 臺灣華山松中齡林(43y)
- 7.無側枝

- 15.樹冠頂部尖塔狀 柳杉中齡林
- 15.樹冠頂部圓角，有時尖塔狀 臺灣華山松幼齡林
- 15.樹冠頂部呈雲狀
 - 16.質地絨團狀細緻 臺灣扁柏老齡林
 - 16.質地粗糙..... 臺灣雲杉中齡林
- 1.天然林；以自然方式所生長的森林，以半人為方式去除抑制樹木繁殖的造林方式亦屬之。
- 17.無或少有側枝
- 18.樹冠頂端雲狀
 - 19.樹冠生長為單冠 紅檜老齡林
 - 19.樹冠生長為多冠 臺灣肖楠老齡林
- 18.樹冠頂端非雲狀，如尖塔狀、時而雲狀時而尖塔狀等
 - 20.樹冠形狀為不規則圓形 臺灣扁柏中齡林
 - 20.樹冠形狀為圓形
 - 21 立木形狀呈粒狀 臺灣冷杉幼齡林
 - 21.立木形狀呈長條狀 臺灣冷杉中齡林
 - 21.立木形狀呈長條狀 臺灣冷杉老齡林
- 17.側枝有
 - 22.樹冠頂端呈圓角或雲狀 巒大杉老齡林
 - 22.樹冠頂端呈雲狀
 - 23.立木絨團狀..... 臺灣鐵杉老齡林
 - 23.立木橢圓形..... 臺灣二葉松中齡林
 - 22.樹冠呈尖塔狀
 - 24.樹冠形狀稜角狀 臺灣雲杉老齡林
 - 24.樹冠形狀圓形或不規則圓形
 - 25.立木緊實團狀 臺灣雲杉中齡林
 - 25.立木形狀圓錐形
 - 26.側枝為絨狀 臺灣杉老齡林
 - 26.側枝為束狀 臺灣鐵杉中齡林

四、 針葉樹立體像對模式

圈繪之林分影像特徵整理並參考文獻製作檢索表，完成之像對、側視圖製作成針葉樹立體像對判釋手冊，於每種針葉樹模式圖之前，附上樹種簡介、側視照片及重要影像特徵，松類樹種類別中，分別以臺灣二葉松、臺灣五葉松及臺灣華山松章節介紹。手繪側視圖及頂視圖為強調特徵，比例與實物稍有不同。

(一) 臺灣冷杉

[臺灣冷杉]

***Abies kawakamii* (Hayata) Ito**

生態特性

科名：松科

海拔分佈：3000 公尺以上

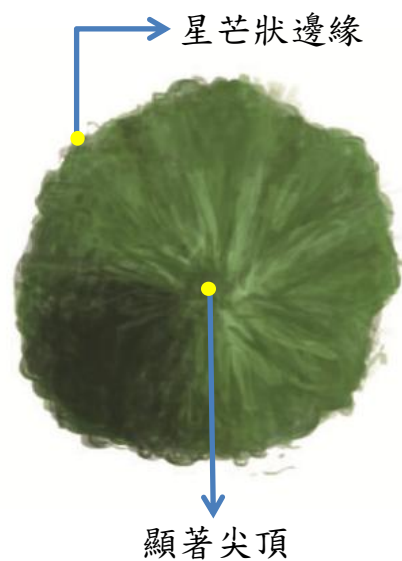
性狀：常綠喬木，幹通直，樹皮灰褐色。
毬果直立，熟時果鱗、苞鱗及種子均脫落。為寒帶林中最主要樹種。

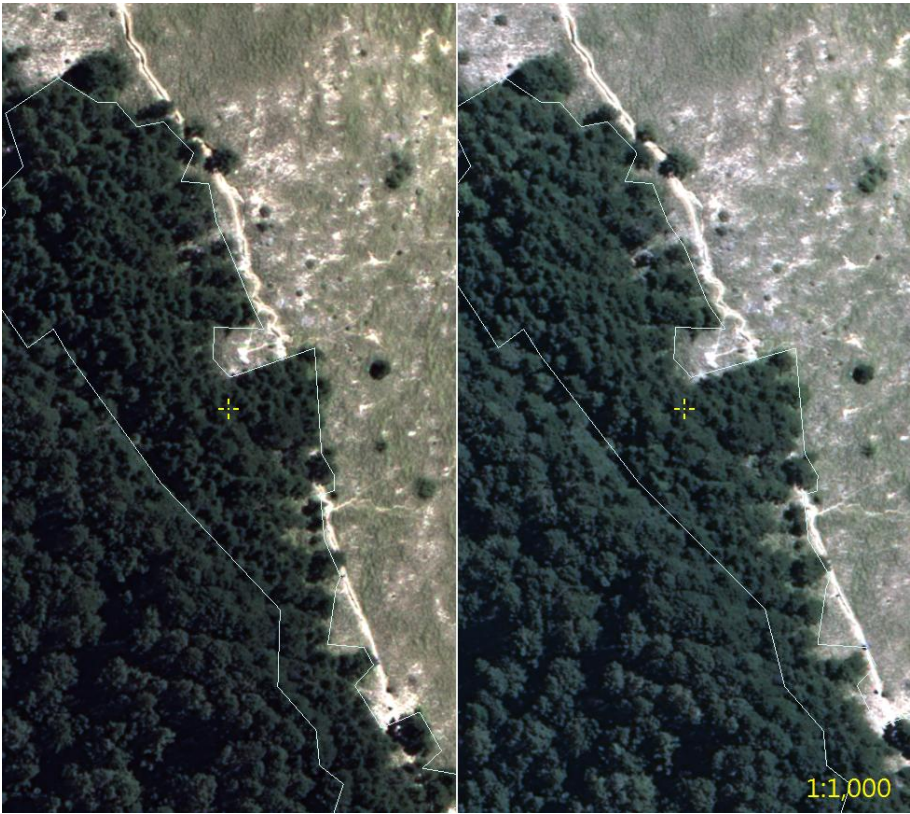
生育地：常見於潮濕的山谷、山腹、山脊或高山草生地之邊緣。

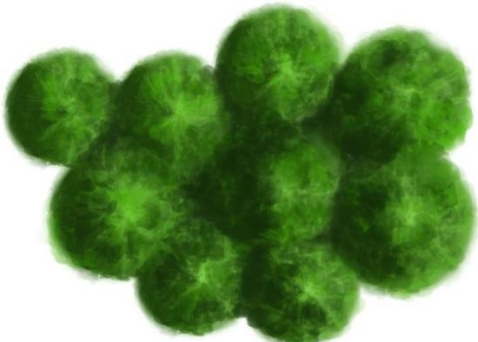


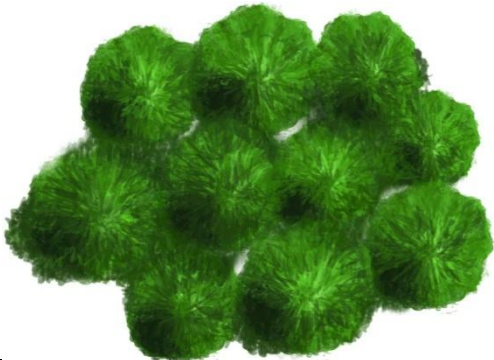
航照判釋特徵

樹冠圓錐形，具顯著尖頂，聚生之影像若密集之絨團，邊緣不規則星芒狀，樹冠大小均勻，林分鬱閉度稀疏，質地略細緻。



臺灣冷杉天然幼齡林	東勢處大甲溪事業區 48 林班
	
	
臺灣冷杉天然林靠近森林界線，樹冠圓形；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；幼齡林側視粒狀，無側枝。	

臺灣冷杉天然中齡林	羅東處太平山事業區 56 林班
	
	
臺灣冷杉天然林靠近森林界線，樹冠圓形；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；中齡林側視長條狀，無明顯側枝。	

臺灣冷杉天然老齡林	東勢處大甲溪事業區 48 林班
	
	
臺灣冷杉天然林靠近森林界線，樹冠圓形；老齡林樹冠頂雲狀或尖塔狀，質地略粗糙；側視圓錐形，無明顯側枝。	

(二) 臺灣雲杉

[臺灣雲杉]

Picea morrisonicola Hayata

生態特性

科名：松科

海拔分佈：2300-3000 公尺

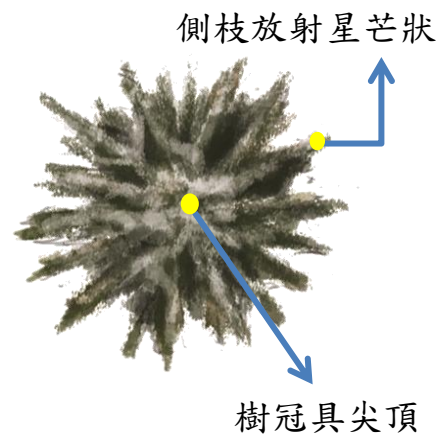
性狀：大喬木，主幹通直，樹皮褐色，
葉線形，枝條輪生，小枝細長
無白粉，毬果圓柱狀長橢圓形
或長橢圓形，偶成純林。

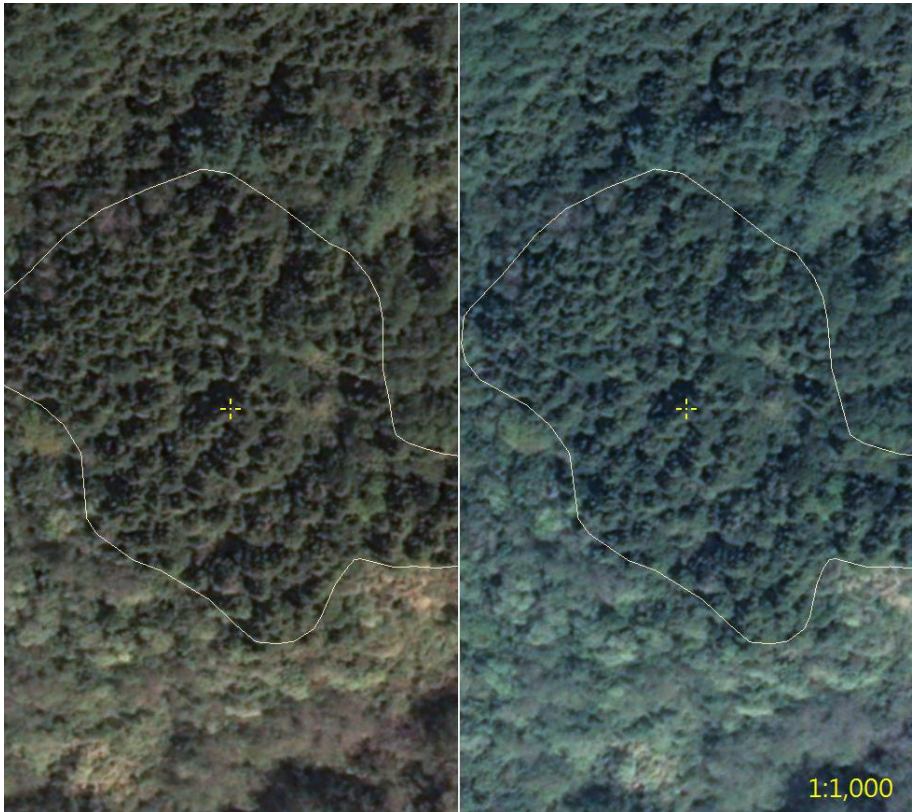
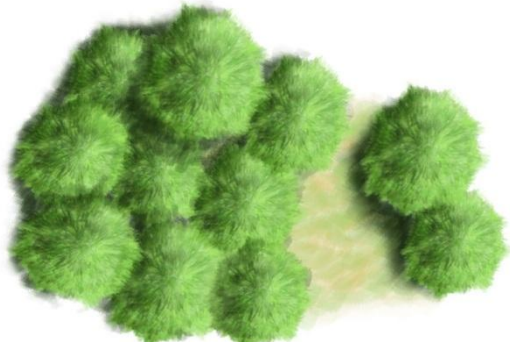
生育地：喜溫暖潮濕的谷地，因此常
出現在溪谷兩側。



航照判釋特徵

樹冠形狀圓形，立木形狀圓錐形，具顯著尖頂及星芒狀放射枝條，色調呈灰綠夾黑色陰影，質地粗糙，側枝放射星芒狀。



臺灣雲杉人工中齡林	嘉義處阿里山事業區 221 林班
	
	
臺灣雲杉人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂部雲狀或尖塔狀，質地粗糙；側視長條狀，無側枝。	

臺灣雲杉天然中齡林	嘉義處阿里山事業區 221 林班
	
	
臺灣雲杉天然中齡林樹冠圓形或不規則圓形，質地粗糙；側視緊實團狀，具棒狀側枝。	

臺灣雲杉天然老齡林	南投縣信義鄉
	
	
臺灣雲杉天然林沿坡面縱向排列，樹冠稜角形；樹冠頂部尖塔狀，質地粗糙；側視圓錐形，老齡林具絨狀或星芒狀側枝。	

(三) 臺灣華山松

[臺灣華山松]

Pinus armandii Franchet var. *masteriana* Hayata

生態特性

科名：松科

海拔分佈：2300-3000 公尺

性狀：常綠喬木，樹皮呈淺龜裂或不規則縱裂，樹型直筒狀，葉針狀，5 枚一束，側枝短而平展，毬果長卵形，甚大，種子無翅。

生育地：生於山腹，或乾燥低地位之地，散生或小面積純林。



航照判釋特徵

樹冠形狀圓形或不規則圓形，立木呈圓錐形，樹冠頂部具尖頂，質地絨團狀細緻，具側枝星芒狀，於航空照片上其顯色色調蒼綠色。

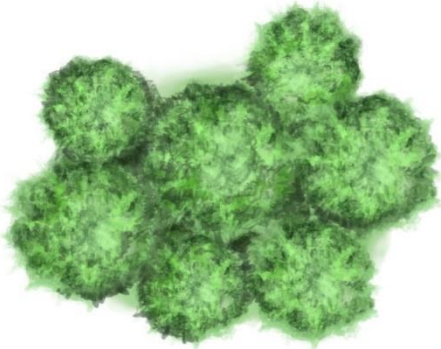


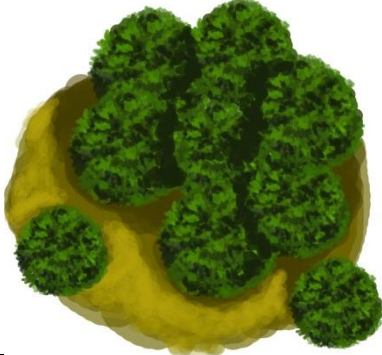
質地絨團細緻

側枝星芒狀

臺灣華山松人工幼齡林	東勢處八仙山事業區 60 林班
	
	
臺灣華山松人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂部圓角或尖塔狀且質地絨團狀細緻；側視長條狀或圓錐形，幼齡林無側枝。	

臺灣華山松人工中齡林(38)	嘉義處阿里山事業區 221 林班
	
	
臺灣華山松人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂部雲狀且質地絨團狀細緻；側視菱形，具星芒狀側枝。	

臺灣華山松人工中齡林(43)	嘉義處阿里山事業區 221 林班
	
	
臺灣華山松人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂部雲狀或尖塔狀，質地絨團狀細緻；側視圓錐形，具星芒狀側枝。	

臺灣華山松人工中齡林(48)	東勢處八仙山事業區 60 林班
	
	
臺灣華山松人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂部尖塔狀，質地細緻；側視粒狀，具束狀側枝。	

(四) 臺灣五葉松

[臺灣五葉松]

Pinus morrisonicola Hayata

生態特性

科名：松科

海拔分佈：300-2300 公尺

性狀：常綠大喬木，樹皮暗灰色，鱗狀開裂，大枝近平展或微向上展，樹冠圓錐形，毬果卵狀橢圓形。

生育地：性喜溫暖至高溫、濕潤、向陽之地。



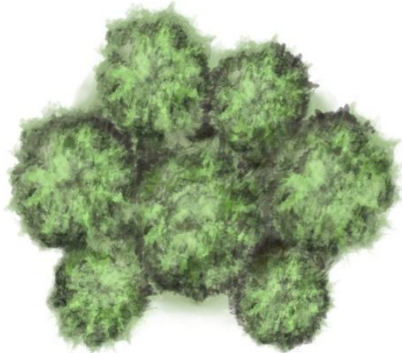
航照判釋特徵

樹冠形狀稜角形，頂端具尖塔狀，立木呈橢圓形，隆起不明顯，側枝形狀為束狀，質地粗糙，林分鬱閉度稀疏。



樹冠頂尖塔狀

束狀側枝

臺灣五葉松人工中齡林	台東處關山事業區 19 林班
	
	
臺灣五葉松人工林樹冠稜角形；樹冠頂尖塔狀，質地粗糙；側視橢圓形，具束狀側枝，明度較紅檜低。	

(五) 臺灣二葉松

[臺灣二葉松]

Pinus taiwanensis Hayata

生態特性

科名：松科

海拔分佈：800-3000 公尺

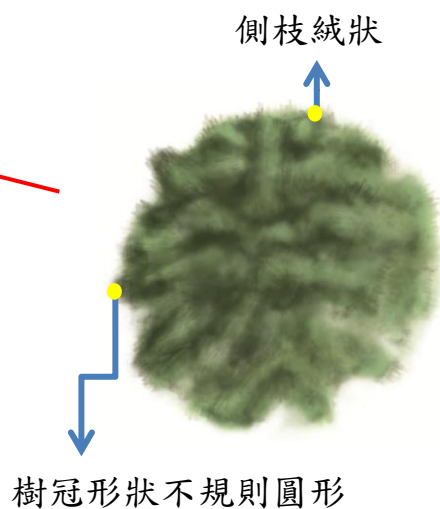
性狀：常綠喬木，樹幹通直，樹皮片狀深裂，葉深綠色，型態為兩針一束，稍硬質，內具二維管束，松針富含松脂；毬果卵形或長橢圓狀。

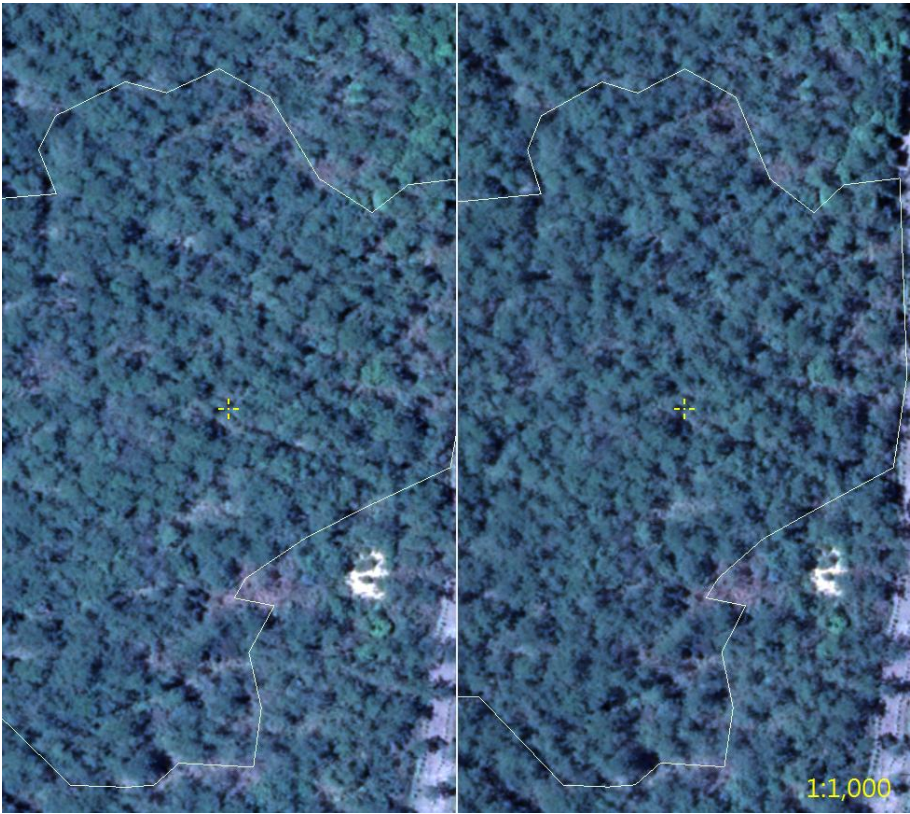
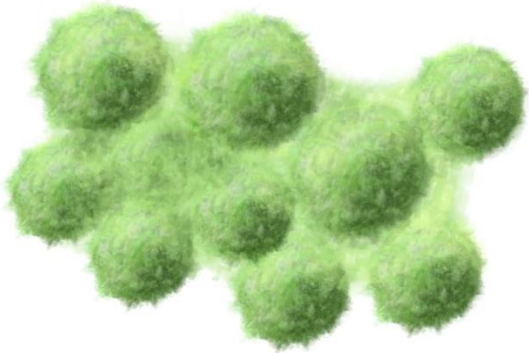
生育地：荒地、乾旱向陽山坡地，為森林演替先驅樹種。

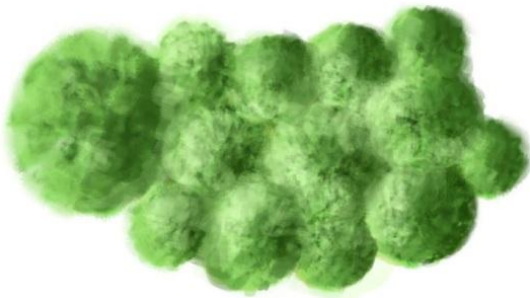


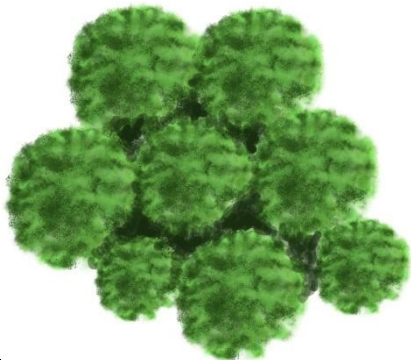
航照判釋特徵

樹冠形狀不規則圓形，立木呈粒狀，樹冠頂部具尖頂，具絨狀側枝，質地細緻，於航空照片上其顯色色調蒼綠色，樹株疏開散生或小面積純林。



臺灣二葉松人工幼齡林	東勢處大甲溪事業區 39 林班
	
	
臺灣二葉松人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；側視圓錐形，具放射星芒狀側枝。	

臺灣二葉松人工中齡林(41)	東勢處大甲溪事業區 41 林班
	
	
臺灣二葉松人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；側視粒狀，具絨狀側枝。	

臺灣二葉松天然中齡林	台東縣海端鄉
	
	
臺灣二葉松天然林，樹冠不規則圓形；樹冠頂雲狀，質地絨團狀粗糙；側視橢圓形，具絨狀側枝。	

(六) 臺灣鐵杉

[臺灣鐵杉]

Tsuga chinensis (Franch.) Pritz. ex. Diels var. *formosana* (Hayata) Li & Keng

生態特性

科名：松科

海拔分佈：1000-3000 公尺

性狀：常綠大喬木，樹冠層平展，樹皮灰色或鐵色不規則裂紋；葉子扁平狀線型，葉背有二條白色的氣孔帶。

生育地：生於嶺線或箭竹草生地區，常呈大片純林。

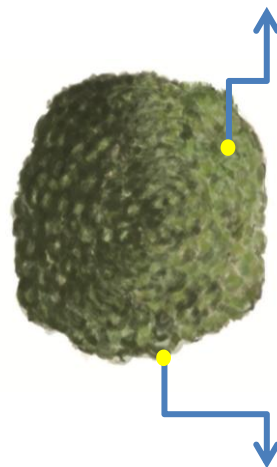


航照判釋特徵

樹冠形狀不規則圓形，樹冠平展雲狀，立木形狀圓錐或粒狀，樹冠大小較不一致，堆積若塊狀深灰色棉絮，色調暗灰色夾綠色，質地略為粗糙。

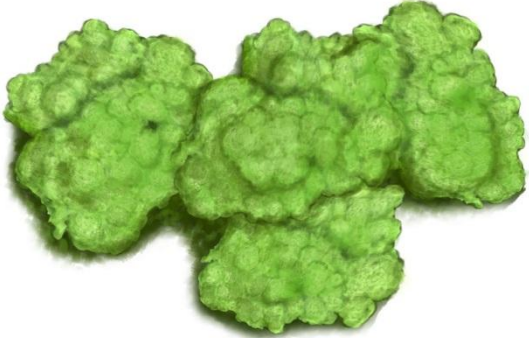


樹冠平展堆疊狀



樹冠形狀不規則

臺灣鐵杉天然中齡林	南投縣信義鄉
	
	
臺灣鐵杉天然林，樹冠不規則圓形；樹冠頂部尖塔狀，質地細緻；側視圓錐形，具束狀側枝。	

臺灣鐵杉天然老齡林	嘉義處玉山事業區 81 林班
	
	
臺灣鐵杉天然老齡林樹冠不規則橢圓形；樹冠頂部雲狀，質地分層粗糙；側視絨團狀，具絨狀側枝。	

(七) 巒大杉

[巒大杉]

Cunninghamia konishii Hayata

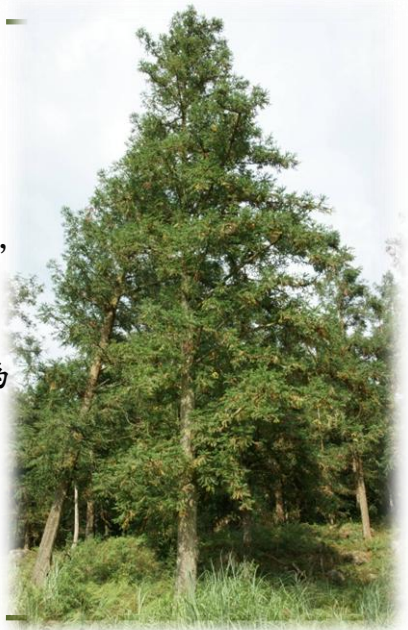
生態特性

科名：杉科

海拔分佈：500-1500 公尺

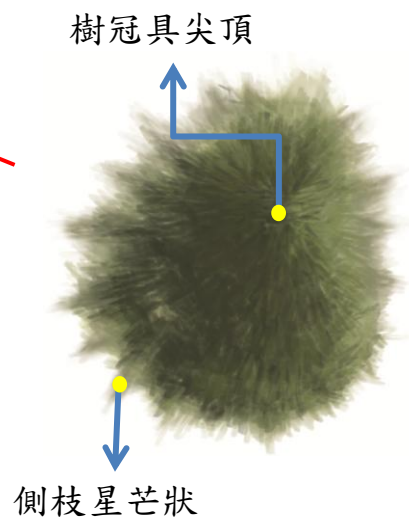
性狀：常綠喬木，幹通直，葉長鐮刀形，質硬刺手，線形或線狀披針形，具闊氣孔帶兩條。材質輕軟，為臺灣重要造林樹種。

生育地：生於山窪、谷地及陰坡多生長於潮濕及土壤較肥沃地。

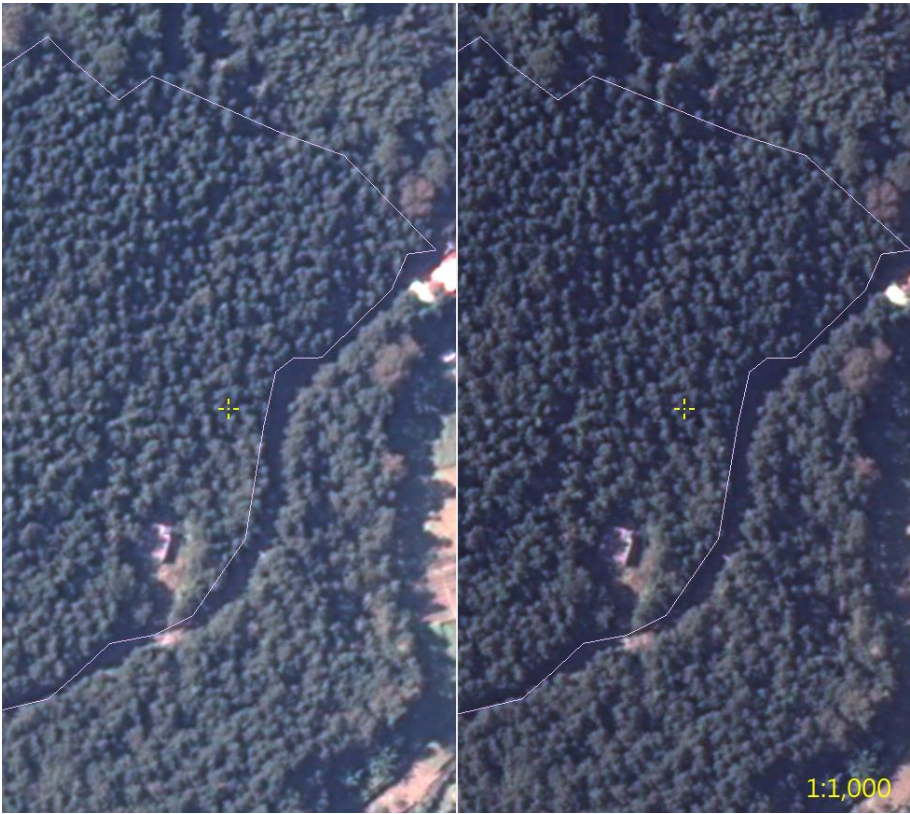


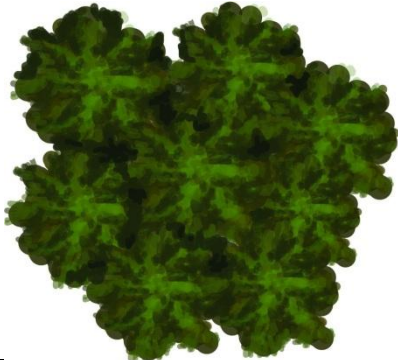
航照判釋特徵

樹冠形狀圓形，立木呈圓錐形，樹冠頂部具尖頂，樹冠大小不一，為完全鬱閉之林分，於航空照片上其顯色色調呈墨綠參雜些微藍色，質地細緻。

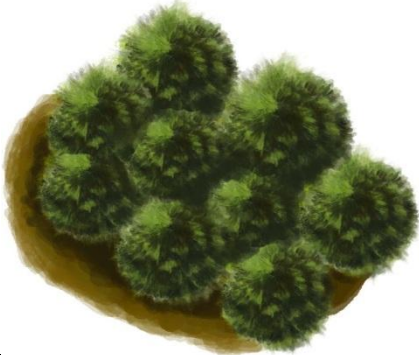


巒大杉人工幼齡林	嘉義處大埔事業區 224 林班
	
	
巒大杉人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔狀，質地絨團狀粗糙；側視圓錐形，有星芒狀側枝。	

巒大杉人工中齡林	新竹縣五峰鄉
	
	
巒大杉人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂雲狀，質地細緻；側視圓錐形，無側枝。	

巒大杉人工中齡林高密度	東勢處八仙山事業區 6 林班
	
	
巒大杉樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；側視圓錐形，有星芒狀側枝；樹幹細長傾斜，有傾倒孔隙。	

巒大杉人工中齡林低密度	東勢處八仙山事業區 17 林班
	
	
巒大杉人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔狀，質地絨團狀粗糙；側視圓錐形，具放射星芒狀側枝。	

巒大杉天然老齡林	東勢處大甲溪事業區 9 林班
	
	
巒大杉老齡林樹冠不規則圓形；樹冠頂圓角或雲狀，質地略粗糙；側視圓錐形，有束狀側枝。	

(八) 柳杉

[柳杉]

Cryptomeria japonica (L. f.) D.

生態特性

科名：松科

海拔分佈：800-2400 公尺

性狀：樹幹通直，樹冠圓錐形，樹皮為赤褐色，葉稍柔軟不刺，枝條稍上舉，螺旋狀隨意分枝呈圓柱狀。

生育地：生於中海拔山地及土壤較肥沃之地。

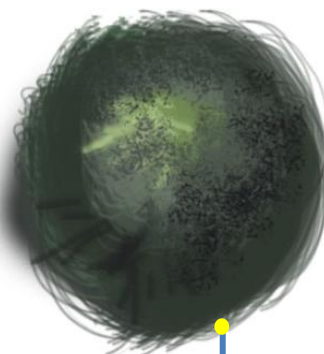


航照判釋特徵

樹冠形狀圓形，立木呈圓錐形，樹冠頂部具尖頂，樹冠大小整齊劃一，為完全鬱閉之林分，於航空照片上其色調呈深綠色，質地細緻。

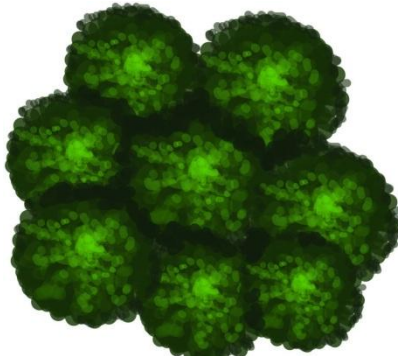


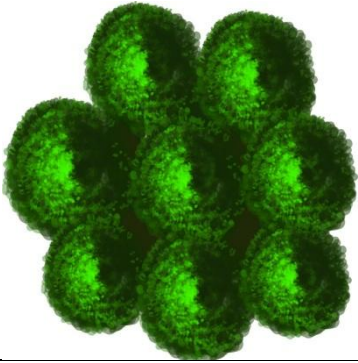
樹冠大小整齊劃一



樹冠形狀圓形

柳杉人工中齡林	新竹處南庄事業區 17 林班
	
	
柳杉人工林排列整齊，樹冠圓形且大小均一；樹冠頂尖塔狀，質地細緻；側視粒狀，無側枝。	

柳杉人工中齡林(57)	羅東處太平山事業區 95 林班
	
	
柳杉人工林樹冠稜角形；樹冠雲狀，質地粗糙；側視圓錐形，有絨狀側枝。	

柳杉人工中齡林(62)	嘉義處阿里山事業區 2 林班
	
	
柳杉人工排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂尖塔狀，質地略粗糙；側視圓錐形，無側枝。	

(九) 臺灣杉

[臺灣杉]

Taiwania cryptomerioides Hayata

生態特性

科名：杉科

海拔分佈：1100-2500 公尺

性狀：常綠喬木，樹形多呈三角形，樹皮紅褐色，有龜甲狀深裂。葉鑿刺狀，稍成四稜形，有 4 條白色氣孔帶，堅硬刺人。毬果橢圓。

生育地：常出現於台灣中海拔干擾後之裸地，常散生。

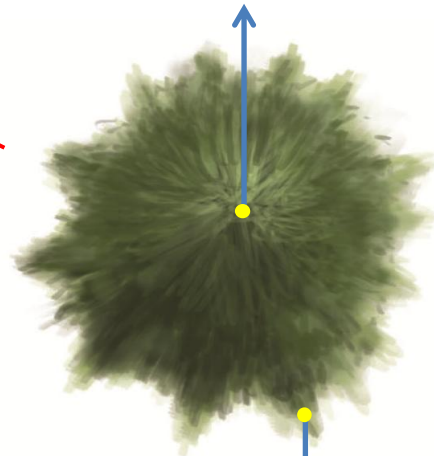


航照判釋特徵

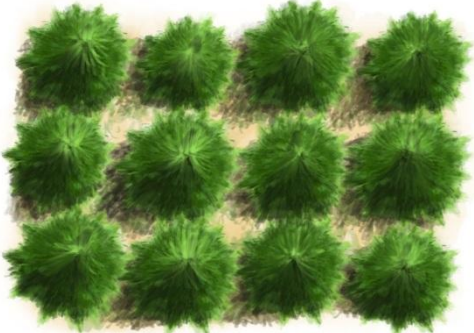
樹冠形狀稜角形，頂端具尖塔狀，立木呈圓錐形，大小一致，明顯隆起，側枝形狀為絨狀，質地細緻，林分鬱閉度稀疏。



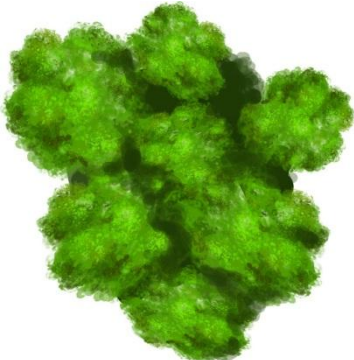
樹冠頂尖塔狀



絨狀側枝

臺灣杉人工中齡林	東勢處八仙山事業區 17 林班
	
	
臺灣杉人工林排列整齊，樹冠稜角形；樹冠頂部尖塔狀且質地細緻；側視圓錐形，具絨狀側枝。	

臺灣杉人工中齡林	新竹處南庄事業區
	
	
臺灣杉人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂部尖塔狀，質地細緻；側視粒狀，無側枝。	

臺灣杉天然老齡林	東勢處大甲溪事業區 9 林班
	
	
臺灣杉天然林，樹冠不規則圓形；樹冠頂部雲狀，質地絨團狀細緻；側視圓錐形，具絨狀側枝。	

(十) 紅檜

[紅檜]

Chamaecyparis formosensis Matsum.

生態特性

科名：柏科

海拔分佈：1400-2400 公尺

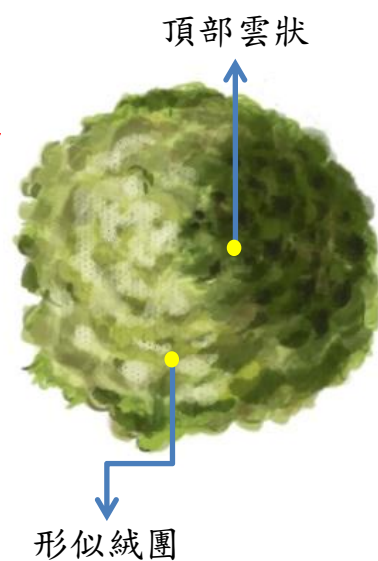
性狀：常綠喬木，樹皮薄，灰褐色至紅褐色，樹枝擴展，葉鱗片狀，背面淡白色，並具有白色凹溝，小枝側作覆瓦狀對生。

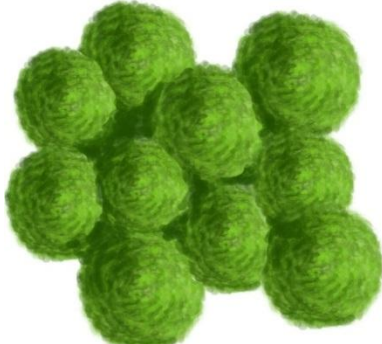
生育地：生於陰蔽之山腰或山谷，純林，亦常與次優勢種混生。

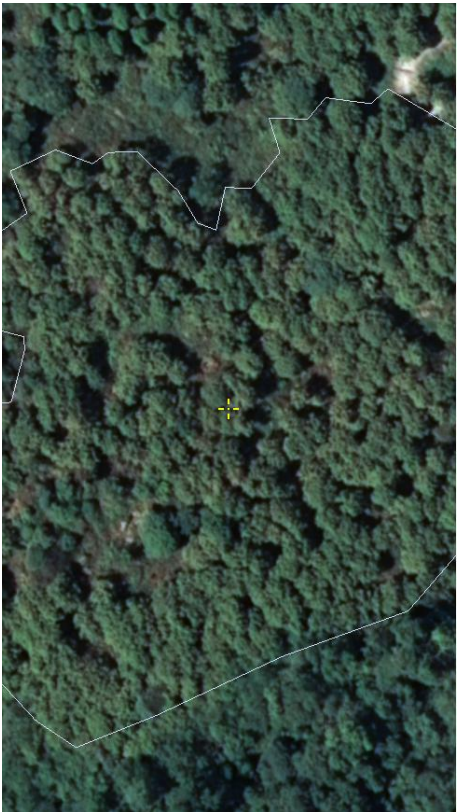


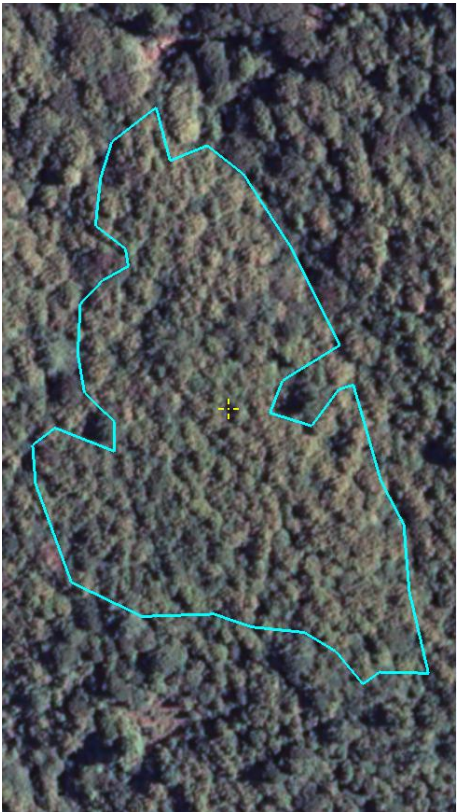
航照判釋特徵

樹冠為均勻之圓形，樹冠頂部雲狀，偶見尖端及傍支，立木呈圓錐形，完全鬱閉之林分，樹冠之大小均勻，形似絨團。



紅檜人工幼齡林	東勢處大甲溪事業區 73 林班 (森林保育處大甲溪林區)
	
	
紅檜人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂部雲狀且質地細緻；側視長橢圓形，幼齡林無側枝。	

紅檜人工中齡林(21) 低密度	東勢處大安溪事業區 107 林班
	
	
紅檜低密度人工林之樹冠呈不規則圓形；樹冠頂部多冠雲狀且質地粗糙；側視長橢圓形，21 年生中齡林無側枝，秋季影像略黃綠色。	

紅檜人工中齡林(28)黃綠葉	東勢處大安溪事業區 68 林班
	
	
紅檜人工林樹冠相連，樹冠不規則圓形；樹冠頂部雲狀少有尖塔狀，質地絨團狀粗糙；側視呈圓錐形，28 年生中齡林無側枝，秋季及冬季影像常呈現黃綠色。	

紅檜人工中齡林(29)高密度	東勢處大安溪事業區 109 林班
	
	
紅檜高密度人工林排列整齊且樹冠相連，樹冠稜角形；樹冠頂部尖塔狀少有雲狀，質地絨團狀粗糙；側視橢圓形，偶有絨狀側枝。	

紅檜人工中齡林(51)	嘉義處大埔事業區 215 林班
	
	
紅檜人工林排列整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂部尖塔或圓角狀，質地略細緻；側視呈橢圓形或圓錐形，無側枝。	

紅檜人工中齡林(71)紅色有機層	羅東處太平山事業區 93 林班
	
	
紅檜人工林之樹冠不規則圓形；樹冠頂部雲狀，質地略細緻；側視菱形，少有絨狀側枝，夏季影像地表有機層朱紅色。	

紅檜天然老齡林	羅東處太平山事業區 30 林班 (森林保育處棲蘭山林區)
	
	
紅檜天然老齡林分布稀疏，樹冠不規則圓形；樹冠頂部雲狀，少有尖塔狀，質地絨團狀粗糙；側視圓錐形，少有側枝。	

(十一) 臺灣扁柏

[臺灣扁柏]

Chamaecyparis obtusa Sieb. & Zucc. var. *formosana* (Hayata)

生態特性

科名：柏科

海拔分佈：1300-2800 公尺

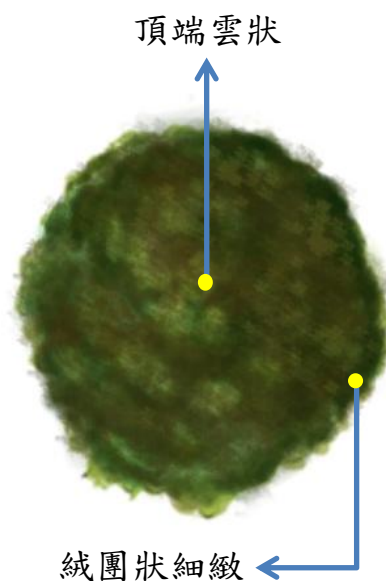
性狀：常綠喬木，樹形塔形，幹皮紅褐色，縱向淺裂，枝條平展密實，葉尖鈍不刺手，葉背有明顯白臘，終年翠綠球形。

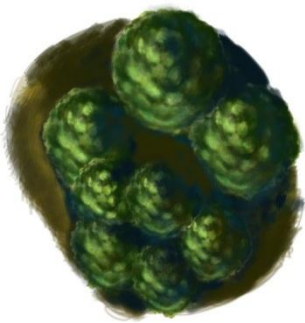
生育地：生於山坡中、上部或山脊平坦處，而窪地、高地偶見。



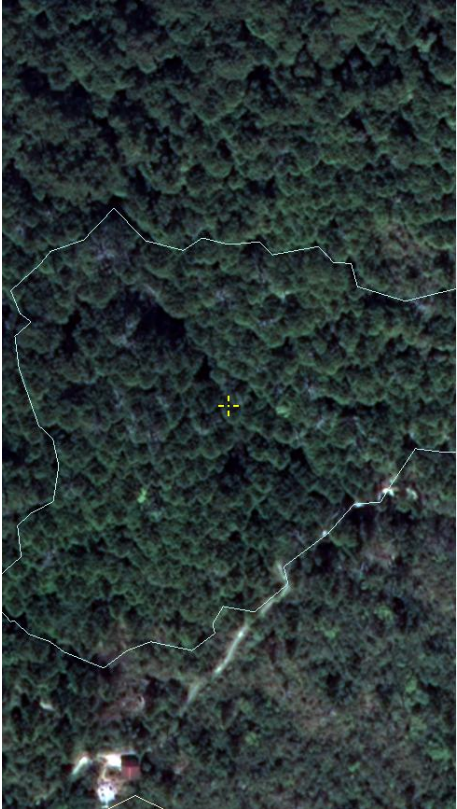
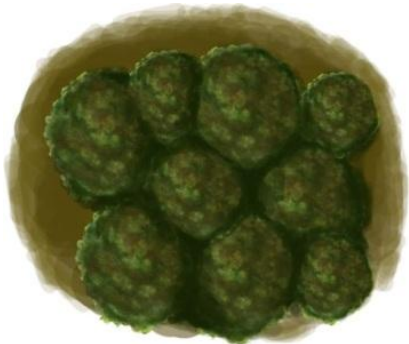
航照判釋特徵

樹冠之大小均勻，為不規則圓形，樹冠頂端雲狀，立木呈圓錐形，質地絨團狀細緻，枯死木疑似呈規則分布，且為完全鬱閉之林分



臺灣扁柏人工中齡林(92)	嘉義處阿里山事業區 5 林班
	
	
臺灣扁柏人工林排列略整齊，樹冠不規則圓形；樹冠頂雲狀且多冠，質地絨團狀細緻；側視圓錐形，無側枝。	

臺灣扁柏天然中齡林	羅東處和平事業區 60 林班
	
	
臺灣扁柏天然中齡林排列不規則，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔或雲狀，質地絨團狀細緻；側視圓錐形，無側枝。	

臺灣扁柏天然中齡林	羅東處南澳事業區 44 林班
	
	
臺灣扁柏天然中齡林排列不規則，樹冠不規則圓形；樹冠頂尖塔，質地絨團狀細緻；側視圓錐形，無側枝。	

(十二) 臺灣肖楠

[臺灣肖楠]

Calocedrus macrolepis Kurz var. *formosana* (Florin) W. C. Cheng & L. K. Fu

生態特性

科名：柏科

海拔分佈：300-1900 公尺

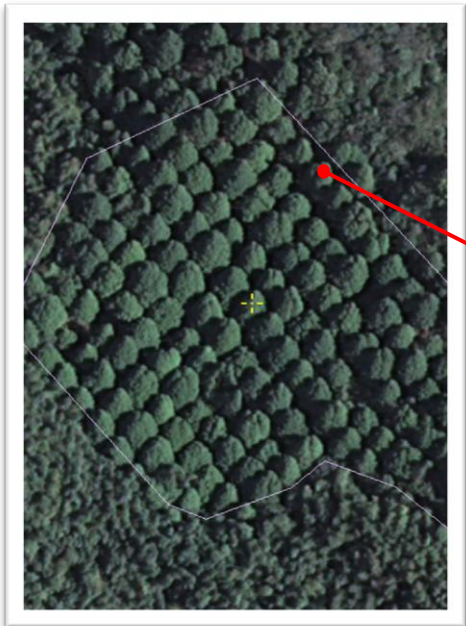
性狀：常綠喬木，樹形長錐狀，樹皮紅褐色，葉為鱗狀葉，小枝甚扁平，節間較長，毬果長橢圓形生葉，覆瓦狀。

生育地：喜於向陽山坡，多生長在溪谷懸崖處。

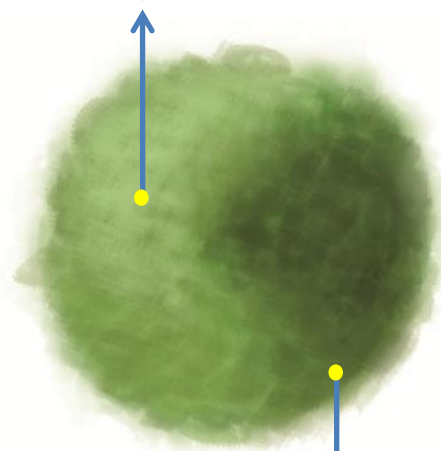


航照判釋特徵

立木呈圓錐形，大小不一致，樹冠形狀稜角形，為完全鬱閉之林分，色調亮綠色帶黃色，質地緊實平滑。

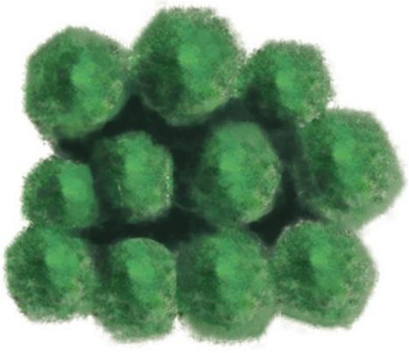


亮綠帶黃色

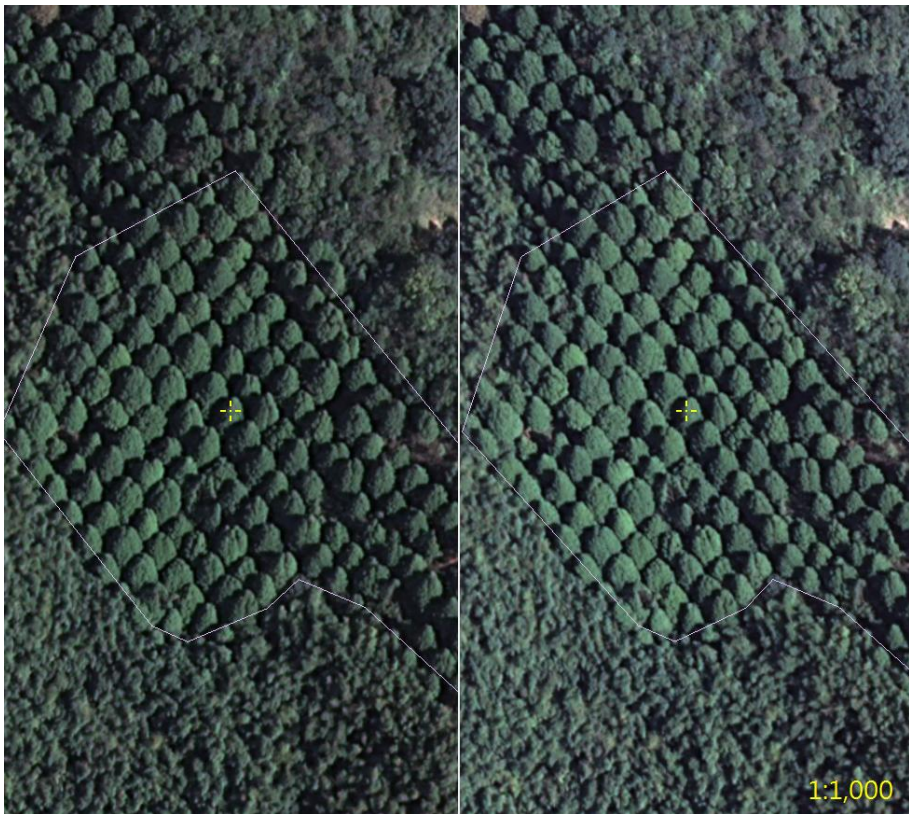
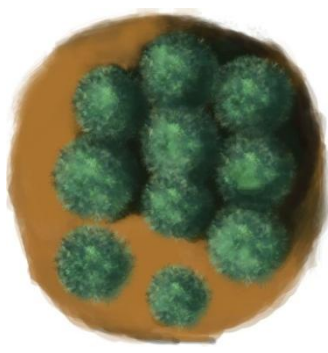


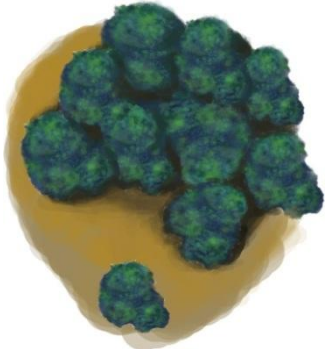
質地緊實平滑

臺灣肖楠人工幼齡林	南投處埔里事業區 130 林班
	
	
臺灣肖楠人工林排列整齊，樹冠稜角形；樹冠頂尖塔狀，質地平滑細緻；側視長條狀，無側枝。	

臺灣肖楠人工中齡林(21)高密度	東勢處大安溪事業區 107 林班
	
	
臺灣肖楠人工林排列整齊，樹冠稜角形；樹冠頂雲狀或尖塔狀，質地緊實細緻；側視長橢圓形，無側枝。	

臺灣肖楠人工中齡林	苗栗縣南庄鄉
	
	
臺灣肖楠人工林排列整齊，樹冠圓形；樹冠頂多冠或尖塔狀，質地平滑細緻；側視粒狀，無側枝。	

臺灣肖楠人工中齡林(32)	東勢處八仙山事業區 17 林班
	
	
臺灣肖楠人工林排列整齊，樹冠圓形，少有稜角狀；樹冠頂雲狀少有多冠，質地細緻；側視橢圓形或菱形，無側枝。	

肖楠天然老齡林	東勢處大甲溪事業區 9 林班
	
	
肖楠天然林樹冠不規則圓形；樹冠頂雲狀且多冠，質地粗糙；側視圓錐團狀，少有棒狀側枝。	

肆、 結論

建立重要針葉樹判釋模式圖、影像判釋特徵，並歸納出立體影像判釋檢索表，以及易混淆之林型之例外處理方法，可協助林地判釋人員進行相關工作時提升林相判釋速度，檢索表之應用可減少誤判並提升林相判釋正確性，其它相關應用包含改善植群圖繪製精度及協助林地糾紛之鑑識。而外業調查建立之調繪資料庫，可提供林業相關管理單位參考，因此推動「臺灣地區重要針葉樹種立體像對判釋之研究」計畫，可增加數值航空影像之利用價值，唯臺灣造林樹種廣泛，林型種類繁多，建議後續可利用數值影像不同波段之特性進行分類，並推動臺灣重要闊葉樹立體判釋研究，以持續擴充判釋手冊內容。

伍、參考文獻

Huang, T. C. (1972) Pollen Flora of Taiwan, National Taiwan University.

Huang, T. C. (1994) Flora of Taiwan^{2nd} volume one, National Taiwan University.

Trichon, V. and M. P., Julien (2006) Tree species identification on large-scale aerial photographs in a tropical rain forest, French Guiana—application for management and conservation, Forest Ecology and Management 225: 51–61.

Su, H. J. (1992) A geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan. Institute of Botany, Academia Sinica. Monograph Series 12: 23-36.

Babbie, E. (1998)，李美華等譯。社會科學研究方法。臺北市：時英出版社。

游美惠（2000）內容分析、文本分析與論述分析在社會研究的運用。調查研究 8: 5-42。

劉春榮（2007）觀察研究法。台北市立教育大學教育行政與評鑑研究所教育研究法小組報告。

行政院農委會林務局（2011）林業統計電子書。臺北市：農委會林務局。2011年3月1日，網址取自：

<http://www.forest.gov.tw/ct.asp?xItem=52243&ctNode=4474&mp=1>

附件一、期初工作會議委員意見與答覆

期初審查會議委員提問	屏東科技大學研究團隊答覆
1. 本計畫之樹種選定，請測試是否可以將松類區分成個別樹種或區分成 2 類（如：五葉松及華山松、二葉松等 2 類）。	已測試分類松類人工中齡林、松類人工幼齡林、松類天然中齡林、松類天然老齡林及華山松人工幼齡林等 5 個組合，未來將繼續測試以樹種為分類。
2. 請說明各樹種模式圖對判釋有何幫助？以往製作黑白單株之模式圖與本研究之模式圖有何不同？	樹種模式圖有助於未來判釋檢索表描述之解讀及人工判釋之參考，本研究將製作更加精細的彩色模式圖以配合新型數位相機之彩色影像。
3. 因本計畫預計於 10 月完成 40 個模式圖及所有的季節野外調繪的部份，請將 P6 文字中之各種季節、生育環境及不同林齡之「調繪成果」研究修正為「航空相片」，以符合本案之期程及研究內容。	本計畫已參考 114 組航空像片對組合，該 114 組包含不同季節不同樹種之資料，另名稱已依委員建議修正為航空相片像片對組合。
4. 本研究針對不同時期之航照樹種判釋，請修正工作項目中之文字敘述，避免使讀者誤解本研究之調繪成果涵蓋所有季節。	已將計畫書內容進行修正，移除涵蓋所有季節的部分。
5. P6~7 之計畫目標除審視單株林木的外觀、色澤及紋理等形態，	有關模式圖已委員意見將林木的外觀、色澤及紋理等形態，進行

並將其特徵及樹冠形狀逐一繪製，建議於模式圖（樹種側面及垂直模式圖）製作時加入比例尺及樹種之各項條件（天然林及人工林、純林或單株、林齡及生育地環境等）。	繪製，預計工作會議中呈現，另於彩色立體像片對中均已加入比例尺及各種如天然林、人工林之文字敘述。
6. 請統一 P17 樹種 b 之用詞。	已依委員意見修正工作計畫書內容之第貳章第四節的統一用詞。
7. 於立體判釋上常發現多種針葉樹之樹形類似，請說明是否可以將所列之 10 類樹種找出各種樹種間的差異，並且進行標準化之描述。	將進行現場人員之訪談內容分析後找出檢索之關鍵字句或標準化描述，期望於工作會議中呈現。
8. 建議將本案 10 種樹種之 40 個組合檢索表，加入天然林及人工林、純林或單株、林齡及生育地環境等判釋條件加以區分，以利使用者更容易在航照上辨釋各樹種間之差異。	本計畫已將人工林、天然林、純林、林齡等生育環境因子區分分類之組合，有助於航照判釋之參考。
9. 請說明無人載具（UAV）之影像是否可以製作立體像對。	依服務建議書內容，本研究計畫不列入處理 UAV 立體像對製作。
10. 請說明利用光達拍攝樹種側面圖之必要性及其作業時間（外業前處理~內業所需時間）。	依服務建議書內容，本研究計畫不進行 Lidar 測量。
11. 本所 DMC 與 ADS40 航照波譜特	已於期初簡報說明 DMC 及 ADS40

性不一，請說明何者在樹種辨識上效果較佳。	在辨識上各有優缺點，端視資料的齊全性及資料量。
12. 建議將本計畫成果列出使用者所應具備之基礎條件（如：具有生態學、樹木學背景等），以利其運用參考。	本計畫成果將列出判釋手冊之使用者應具備之基本條件。
13. 請說明本計畫交付項目之三種格式樹種立體像片對之必要性。	三種格式將針對擁有不同工具之使用者如紅藍像對提供具有紅藍眼鏡之使用者專用、小型立體像片對提供給擁有立體鏡使用者，BLK 像片對提供給 Planar SD 使用者。
14. 請將 P15 立體像對匯入農航所之「數值航空相片立體像對管理系統」段落的文字敘明清楚。	已將「數值航空相片立體像對管理系統」段落移除，僅敘述 2007-2011 航空照片數量，如表 6。
15. 請將 P28 交付項目敘明清楚，以利未來驗收工作進行，如立體像片對一份之包含項目、林相現場調查項目及數量格式等。	已敘明交付項目、未來驗收工作項目及現場調查與數量格式等，如表 1 及表 2。

附件二、期中報告委員意見與答覆

委員提問	屏東科技大學研究團隊答覆
(一)立體像片對選取問題	
1.建議立體像片對選取之樣區以野外大面積純林為優先，請以第四次森林資源調查之樣點為主，利用各委員提供第四次森林資源調查之純林樣區點位資料，亦可套疊農航所現有樣區調查點位，可節省大量時間。	已依委員意見以野外大面積純林為優先，並利用第三次森林資源調查之樣點為主，另亦套疊林務局永久樣區點位，選取合適樣區。
2.本所提供樣區調查點位可供本計畫使用，經過濾篩選後有缺少的組合(如樹種缺少某齡級或某生育地之像對)，也希望研究團隊可以補足。	1.已依委員意見補足缺少之組合。 2.另若篩選後仍不足40組像片對時，將再提航照申請補足像片對數量。
3.請將各立體像對中樹種之生育地、坡度、坡向、林齡等正確資訊製表標示清楚，以利後續過濾所需之樹種立體像對樣區。	依委員意見將地形生育因子之海拔、山坡部位資訊加入模式書樹種簡介中。
4.部份針葉樹種在季節間無明顯差異，請評估以季節篩選之必要性。	依委員意見評估後，已刪除針葉樹季節特性之立體像對。
5.請說明期中報告書中表 6(P26)及圖 12(P44)之氣候區如何區	氣候區區分方式參考森林植物生態學(Su, 1992)。

分，是否有其他氣候區分類方式更適合本計畫使用。	
6.期中報告書中 P26 表 6(P26)像片對之選取及過濾大多以人工林為主，建議可加上天然林之像對以利使用者辨別；另報告書中有部份天然林幼齡林屬性者，建議宜再重新檢視選擇。	已利用永久樣區樣點資料選取天然林立體像對。
(二)立體像片對成果展示相關問題	
1.松類於影像之判釋能否精確辨識至樹種，建議再行研究，如無法清楚辨識，可將名稱統一歸類為松類。	目前依海拔及樹冠偏粉白色分為松類與華山松。
2.各樹種點位無法與影像對應，大部份像對編號樹種並非實際影像點位上所呈現，以序號 4 臺灣杉為例，其標示點位之影像為果園，請修正各像片點位位置；並使用多邊形圈繪出樣區範圍方式取代點位標示，以利使用者判釋及核對。	已依地面永久樣點資料選取像對後，於模式書像對中圈繪多邊形。
3.期中報告書中地理位置敘述錯誤，以序號 17 為例，截取的像對影像在大湖事業區第 62 林班(P61)，而其實際點位係於太平山	已依地面永久樣點資料選取像對後更正地點，如修正期中報告書內容第 28-47 頁；於期末報告書中重新製作像對。

事業區第 32 林班，請逐一檢視修正。	
4.屬性資料中有人工林、天然林、林齡及季節等，與實際影像不符之問題，請逐一確認修正。	已依地面永久樣點資料選取像對後更正像對組合，如修正期中報告書內容第 25-26 頁；於期末報告書中重新製作像對。
5.請修正截取的各樹種紅藍立體像對影像，大部份之影像其左右像不同，無法呈現立體效果，以序號 3 為例(P47)，其左右影像明顯不同。	已依地面永久樣點資料重新選取像對後重新製作，如修正期中報告書內容第 28-47 頁；於期末報告書中依會議委員意見改袖珍立體鏡的雙視角像對。
6.部份像對影像檔無法載入，請提供像對時先行確認各光碟影像是否可載入系統，再寄送至本所。	已檢查專案檔並修正 BLK 及立體像對檔案。
7.依合約規定，每一種樹種樣區皆需有現場調查照片及點位資料，請於報告書加入樹種立體像對及相對應之樣區調查之現場照片。	已依合約規定，加入樹種照片，如修正報告書內第 38-48 頁。於期末報告書中加入由外業照片繪製之側視圖及參考影像繪製之頂視圖。
8.建議臺灣杉樣區可設置於屏東林管處管轄之大、小鬼湖，其大面積臺灣杉純林為製作立體像片對樣區之絕佳地點。	有關臺灣杉樣區已依地面永久樣點資料選取像對後重新選擇臺灣杉像對組合，如修正期中報告書內容第 46 頁；於期末報告書中重新製作像對。
9.請將立體像對選取與表 6(P26)	已刪除重複立體像對選取表，計

過濾之 124 種像對重複者，註明於本計畫所需之立體像片對成果展示資料及像片點位。	畫所選用立體像對如表 7(P25)；於期末報告書中表 10(P31)。。
10.本所提供之立體像片對有很多為相同地點不同時間影像，以臺灣杉為例，共有 4 組像對於同一個樣區點位，因臺灣杉在數年間及季節中無明顯差異，因此若需要其他臺灣杉組合的像對，請再選取其他地點使用。	原貴所提供 4 組參考資料，納入像對中，另重新依地面永久樣點資料選取像對共 20 組，如報告書內容第 25-26 頁；於期末報告書中重新製作像對。
11.期中報告書中圖 10 及圖 12 展示圖資的點位相同，請確認資料之正確性並請修正。	原圖 10, 12 已修改並更正為圖 10，點位包含即將製作像對之位置。
12.若期中報告書中像對及現地照片來自本所，應特別註明出處。	已註明來源與參考出處。
13.有關期末報告立體像對成果版面配置，請先行規劃後並提交本所，供委員討論確認。	有關版面配置如修正期中報告書內容第 79 頁；於期末報告書中重新製作像對，依據工作會議內容放置名稱、地區、像對、側視圖、頂視圖及文字說明特徵。
14.在輸出立體像對成果時，請勿直接擷取軟體畫面。	已修正擷取畫面方式，如期中報告書內容第 28-47 頁；於期末報告書中重新製作像對，移除軟體邊框。
15.請改善期中報告書中 P45~73	已修改印刷顏色格式，如修正期

立體像對成果圖之像片對印刷顏色。	中報告書內容第 28-47 頁。 期末報告由紅藍立體改為袖珍立體像對。
16.若某像對可清楚辨識多種樹種，建議收錄於附錄中，供後續編列教材使用。	依建議於期末製作教材時使用。
(三)期中報告書內容	
1.報告中參考文獻有許多錯誤及缺漏，請修正並完整補齊。	參考文獻已修正及補齊內容
2.請修正期中報告書中 P74 結果討論的文字敘述，如鐵杉生育地敘述、紅檜與扁柏建議分開探討(因其色調、老熟林形態、生育地上均有差異)等，並且需參照相關教科書及各林管處現場人員經驗描述加以修正；另請將原先已整理之 5 種樹種結果探討涵蓋至期中進度的 9 種樹種。	已參考生育地相關書籍與文獻後修正期中報告書內敘述方式完成 10 種樹種及 20 組像對組合；於期末報告書中重新製作像對。
3.期中報告書中 P76 請將誤植之視差更正，並建議製作立體像對成果時，將 2 眼視差距離再加長一些，以期使不同眼距之操作人員皆可以使用本計畫成果。	報告書誤植視差已更正，焦點中心位於樹頂位置，如期中報告第 53-54 頁。於期末報告書中重新製作像對。
4.請解釋期中報告書中 P25 篩選過濾照片後的 224 種組合與表	224 種為 ADS40 像對，124 種為 DMC 像對，因 ADS 像對涵蓋季

6(P26) (124 種組合)的數字差異為何。	節資訊不全，故本計畫採用 DMC 之 124 組像對，已刪除表格，僅列出使用的像對 BLK 路徑，如期中報告第 25 頁。期末報告重新篩選過像對，結果如 P31
5.請將製作立體像對操作手冊建議置於附錄。	已將操作手冊至於附錄，於第 67-78 頁；於期末報告書中附件四。
6.請修正期中報告書中 P75 書冊編寫格式內容，並請詳細規劃期末繳交項目敘明於文中。	已修正報告書書冊編寫格式 P15，並規劃期末繳交項目。
7.請註明簡報 P39 波譜分析的橫軸及縱軸單位為何？	已修正期中報告簡報檔案

附件三、期末報告委員意見與答覆

委員提問	屏東科技大學研究團隊答覆
(一)立體像對判釋模式圖	
1. 建議依照臺灣樹木誌之樹種名稱、科名及排版順序，以利後續擴充。	依 Flora of Taiwan ^{2nd} 修改編排順序為松科之臺灣冷杉、臺灣雲杉、臺灣華山松、臺灣五葉松、臺灣二葉松、臺灣鐵杉；杉科之巒大杉、柳杉、臺灣杉及柏科之臺灣扁柏、紅檜及臺灣肖楠。
2. 建議統一加註比例尺及手繪圖說明，以利讀者使用。	之委員意見，於袖珍立體像對中加入比例尺。
3. 立體像對中臺灣雲杉天然林幼齡（像片編號：071112h_50_0344_0345）及臺灣扁柏天然林中齡（像片編號：090606f_64_0214_0215）像片較不清楚，建議可以刪除；臺灣五葉松之立體像對建議保留。	依委員意見刪除兩筆像對，並保留臺灣五葉松像對。
4. 請將松類區分為臺灣二葉松及臺灣五葉松；另天龍二葉松分佈較少，請將天龍二葉松修正為臺灣二葉松。	依委員意見修改，將松類分為臺灣二葉松及臺灣五葉松(增加樹種簡介)，並將天龍二葉松修正為臺灣二葉松。
5. 樹種樣區照片需與下方文字相對應，並且為典型之樹種照片。	依委員意見修正手繪模式圖及文字敘述。P40
6. 同一樹種之手繪圖顏色差異太大，建議同一樹種色調應再調	依委員意見修正手繪模式圖樹幹顏色。P45

整。	
7. 請修正臺灣鐵杉之生態特性，並建議刪除各樹種之次優勢種及俗名。	依委員意見修正文字敘述並刪除俗名及次優勢樹種。
(二)檢索表	P37
1. 研究團隊製作之二種檢索表中，建議使用以影像特性區分之檢索表，並請加註其樹種生態特性，以利讀者使用。	依委員意見修正，以影像特性作為主要劃分方式，生態特性為輔。
2. 請修正齊頭式檢索表之編號及排版。	參照工具書(Flora of Taiwan ^{2nd})修正為非齊頭式檢索表。
3. 部份樹種影像判釋特徵（P96）與檢索表之敘述相互矛盾，請再次確認。	依據委員意見修正，使檢索表與影像判釋特徵名詞一致。
4. 請思考檢索表中是否所有樹種皆需區分幼齡林及中齡林，或僅就二者差異較大之種類再區分即可，如：臺灣鐵杉幼齡林及中齡林。	依據委員意見修正檢索表分類終點。
5. 報告中之檢索表仍有部份樹種標示錯誤，如 P37 臺灣鐵杉幼齡林應為中齡林、P39 紅檜中齡林應為老齡林，請再次確認。	依據委員意見修正檢索表內容。
6. 若有部份樹種於影像上極為相似而無法明辨區分，請一併列入檢索表中，以利使用者分類判釋。	不容易區分之幼齡林已刪除。
7. 檢索表的文字請敘述清楚，	依據委員意見修正文字敘述，並

以免使人產生誤解，如：頂端、頂部…等。	增加名詞解釋。P36
8. 簡報 P23 及報告書 P96 相關分類標準名詞，請明確敘述清楚，並於報告書中前後一致，以利後續研究使用。	依據委員意見修正，使檢索表與影像判釋特徵名詞一致，並增加名詞解釋。
9. 若同一樹種於不同季節有差異的像對，建議在像對旁註明其拍攝季節，以利使用者了解。	依據委員意見修正文字敘述，於不同季節有差異的像對，註明其拍攝季節。
10. 建議將各像對之地理位置細分至林班，以利使用者查找。	依據委員意見增加林班位置。
11. 檢索表中之海拔高等資訊請再次與臺灣樹木誌核對，並重新確認 P9、P34 及 P41 之數字。	依據委員意見修正海拔高。
(三) 期末報告書內容	
1. 請修正報告書中較不通順之文句，如：P2 第二段「，必定能…」。	依據委員意見刪除不通順之文句。
2. 請重新整理 P2 本研究達成之目標，並簡短條列敘述，刪除非本研究使用之研究方法。	依據委員意見修正並精簡敘述。
3. 請確認 P6 表中相關參考圖資名稱，並統一報告書用語。	依據委員意見修正圖資名稱。P8
4. 請依實際狀況製作 P7 圖 1 計畫流程，如圖 1 之「申請影像→林齡」，實際上並無法從影像中判斷林齡。	因林齡計算由影像拍攝日期及造林年度計算而得，並寫入數化資料之屬性表。

5. 請修正報告書中贅字（P8 臺灣主要造林針葉樹樹種）及漏字（P27 地面參考系統、P40 立體像對等）。	依據委員意見修正贅字。
6. P9 所引用之文獻為模式推估，建議改以林業相關植群生態參考書籍取代。	依據委員意見刪除不適合之引用。
7. 請確認 P10~11「測量」或「量測」名詞，並請使用統一名詞。	依據委員意見統一名詞。
8. 請敘述篩選出 44 組立體像片對的方法，並標示何者為 P24 表 8 分析之樣區或本所提供之樣區。	依據委員意見修正敘述，並標示於備註欄。P31
9. 請修正圖 9 圖例同一樹種不同 label 及座落於海中點位之情形。	依據委員意見修正。P28
10. 請確認 P23 及 P26 篩選出樣區點位之數量。	依據委員意見修正申請像對數量、數化數量、最終數量及文字敘述。P24-29
11.建議 P27 表 9 之杉木備註欄加註為杉木及香杉，報告書中其他段落一併修正。	經查明本研究挑選之人工林及天然林皆為巒大杉，依據委員意見修正。
12.請使用林業之慣用名詞，如：P35「團狀」、P102 結論中之「林地治理」。	依據委員意見修正慣用名詞。
13.請於結論中加強敘述本研究之整體性，並敘明後續需持續研究之內容及其重要性。	依據委員意見修正。P100

14.請將本研究中易混淆之林型像對及其解決方法補充於報告書中。	依據委員意見修正。P99
15.參考文獻有許多錯誤及缺漏，請修正並完整補齊。	依據委員意見修正及補齊。P101
16.請重新檢視報告書是否與本計畫歷次會議委員之意見相符或有遺漏之處。	依據委員意見修正。

附件四、立體像對 BLK 製作

本研究計畫所使用 Leica Photogrammetry Suite , LPS 軟體及其進行立體像片對製作分述如下：

一、LPS 軟體概述

LPS 為美國 ERDAS 公司開發之數位攝影測量系統，支援多種航太—航空遙感探測所用的掃描或照相儀器，支援資料登錄、掃描器或照相儀器的設置、坐標系統定義、感測器內定向、影像自動匹配、區域網空三加密、數位地面模型（DTM）自動提取和編輯、數位正射影像（DOM）生產、數字線劃圖（DLG）的採集、紋理提取、三維城市模型建立等全線資料生產需求。LPS 以嚴密的數字攝影測量理論為基礎（精度可靠），以流線型的資料生產流程為核心（功能實用），以攝影測量的過程—流程為導向（操作更簡便），以高擴展性分散式處理為機制（處理更高效）。

LPS 其擁有強大的核心模組，涵蓋了 ERDAS 系統支援的所有航太—航空遙測的掃描器或拍攝相機儀器，主要功能為 1.完成模型設置、2.坐標系定義、3.相機內定向、4.影像自動匹配、5.空三計算（航空/航太）、6.直至分散式的正射影像圖生產。另外 LPS 系統的擴展模組，諸如光束法空中三角測量系統（ORIMA）、數字地面模型提取（ATE/eATE）、地形編輯器（Terrain Editor）、數位測圖系統（PRO600）、立體分析（Stereo Analyst）、影像勻光器（Image Equalizer）等模組供使用者自由選擇，既節省了成本又滿足了不同層次使用者的功能需求。

- 1.LPS 所擁有的相機參數定義（Camera Definitions）和內定向（Interior Orientation）功能，在確定幾何感測器模型後，LPS 要求能夠從原始資料的元資訊中讀取傳感器的詳細參數，如嚴格軌道參數衛星感測器模型；或者由用戶提供並定義傳感器的

詳細參數，如航空類比或數碼相機模型，以建立內方位幾何特徵，以校正感測器的系統誤差。在航空攝影專案中，模擬或數碼相機的參數一般由航飛單位提供。LPS 所支持以下類型的相機定義：

a. 支持測量級以及非測量級相機、並具有輸入鏡頭畸變校正參數的定義。

b. 支持從 ORIMA、Australis、SMAC 相機校準檔，可導入更多擴展相機參數，以獲得最高的相機內定向精度在多種感測器類型中，模擬框幅式相機的內方位定義相對比較複雜，要求操作人員測量框標點來說明確定影像內部幾何關係。LPS 為模擬相機的框標點量測提供了方便的工具，具有較高的自動化程度：

i 包含自動和半自動處理流程，含互動式的品質控制功能在手工量測一到兩個框標點後，可自動定位其他框標點的位置。

ii 以圖元和微米表示 RMS（均方根）誤差，提供內定向的精度報告。

2. LPS 具有自動同名點匹配（Automatic Tie Point Measurement）

功能，通過相對定向或者初始外方位元元素，系統可自動計算相鄰影像之間的相對位置以及重疊區域，並在影像之間完成同名點的匹配和自動測量。LPS 的同名點匹配具有以下特點：

a. 基於特徵的自我調整性匹配

b. 影像匹配品質高，可在影像對比度較差或者相對位置關係偏差較大的情況下獲得比較好的匹配效果

c. 可處理由正常飛行路線或交叉飛行所採集的多航帶影像

d.可根據需要靈活設計同名點的分佈方式和密度

e.可靈活方便地調整策略參數，具有避免陰影區的功能

3.LPS 之點量測（Point Measurement）功能，LPS 核心提供兩個地面控制點（GCP）的量測工具：二維點量測（Classic Point Measurement）和立體點量測工具（Stereo Point Measurement），操作人員可根據作業習慣自由選擇。LPS 的點量測具有以下特點：

a.提供了互動式的可視介面對地面控制點、連接點、檢查點進行像點量測。

b.支援地面座標點的批量導入，或從平面或高程參考影像中採集地面控制點信息。

c.在有初始外方位元元素或者同一影像對量測了三個以上的連接點以後，可自動估算地面控制點的像座標，並將視窗自動驅動到相應的位置，便於量測的優點。

d.立體點量測工具，支援以下更多功能：

i 支援立體觀測模式下的像點量測，支援三維點驅動。

ii 多種立體顯示模式，包括自動設置反向立體顯示。

iii 可一次載入和顯示多幅影像，並相應導入分佈在各影像上的點。

4.LPS 之空中三角測量（Triangulation）推導與計算功能，空中三角測量是建立影像和地面參考系之間精準數學轉換模型的關鍵步驟。攝影測量項目只有在完成空中三角測量並達到規範精度要求後，後續資料處理流程如提取數位地面模型、地形編輯、正射校正、特徵採集等才能夠得以順利進行。LPS 核心支援航

空影像的空中三角測量以及各種衛星感測器模型的空三計算，航空相機空中三角測量的工作介面。LPS 的空中三角測量具有以下關鍵特點：

- a. 為照片或數位相機、非量測相機、近景測量，以及各種衛星感測器模型（嚴密軌道參數或者有理多項式）提供了區域網空中三角測量計算。
- b. 有機載 GPS 和慣性導航數據，無地面控制點的情況下完成 GPS/IMU 輔助空三。
- c. 支援中心投影相機自檢校，可對相機內定向參數，諸如焦距、像主點、相機畸變差等進行檢校。
- d. 支援粗差檢測，提供了互動式的粗差分析和剔除工具，可對地面控制點和連接點的殘差值進行排序，以快速剔除粗差，提高空三精度。
- e. 可輸出文字格式的空中三角測量報告，提供詳細的平差結果、各參數的標準差和精度值，以及地面控制點和同名點殘差值的報表。
- f. 支援導入協力廠商數位攝影測量系統的空三成果，如 Inpho、Intergraph 的 Image Station、Socet Set，並在 LPS 中完成其他後續的資料處理，具有強大的相容性。

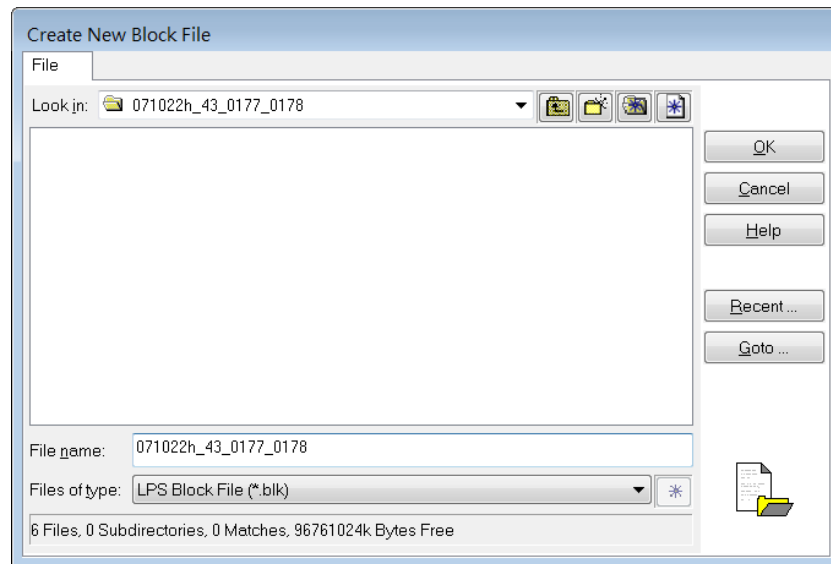
二、LPS 的立體像對製作過程與操作步驟

基於前述的 4 項優勢，故本研究採用 ERDAS LPS 進行立體像對組合的製作，其製作的 SOCET SET 之 prj 及 SUP 檔之製作流程說明如下：

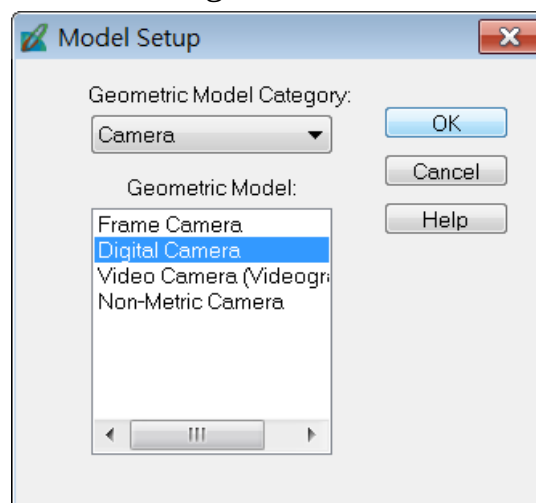
- 將製作立體像對的硬碟設定為 M 槽，將欲製作立體像片對的影像存於 M:\Stereo\xxxx 資料夾中的 images 子目錄中，設

定資料夾名稱，需以英文命名，以方便管理及使用。

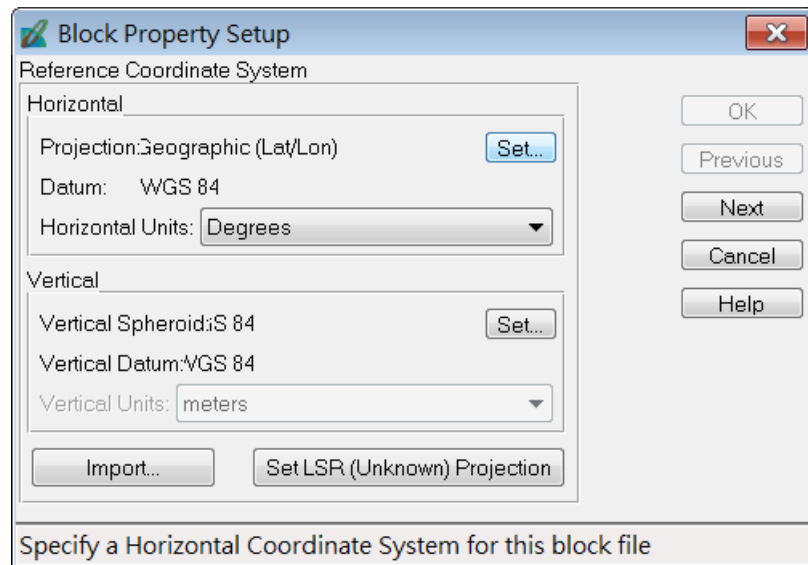
- 將先前篩選過之 sel 檔開啟，將航照之 FLIGHT, STRIP, PHOTO_ID 排序，並確認航照之順序。
- 將航照之 TWD97_E, TWD97_N, TWD97_H 及 OMEGA, PHI, KAPPA 六個欄位之參數複製至 EXCEL 另一活頁中，另存檔案為 xxx.txt，其存檔類型為文字檔(Tab 字元分隔)，與航照存於相同之資料夾。
- 開啟 ERDAS IMAGINE LPS 模組。於 LPS Project Manager 中，產生一新的.blk 檔，File->New，其命名可置於原存放影像之資料夾，並以英文命名(對中文相容性不佳)。



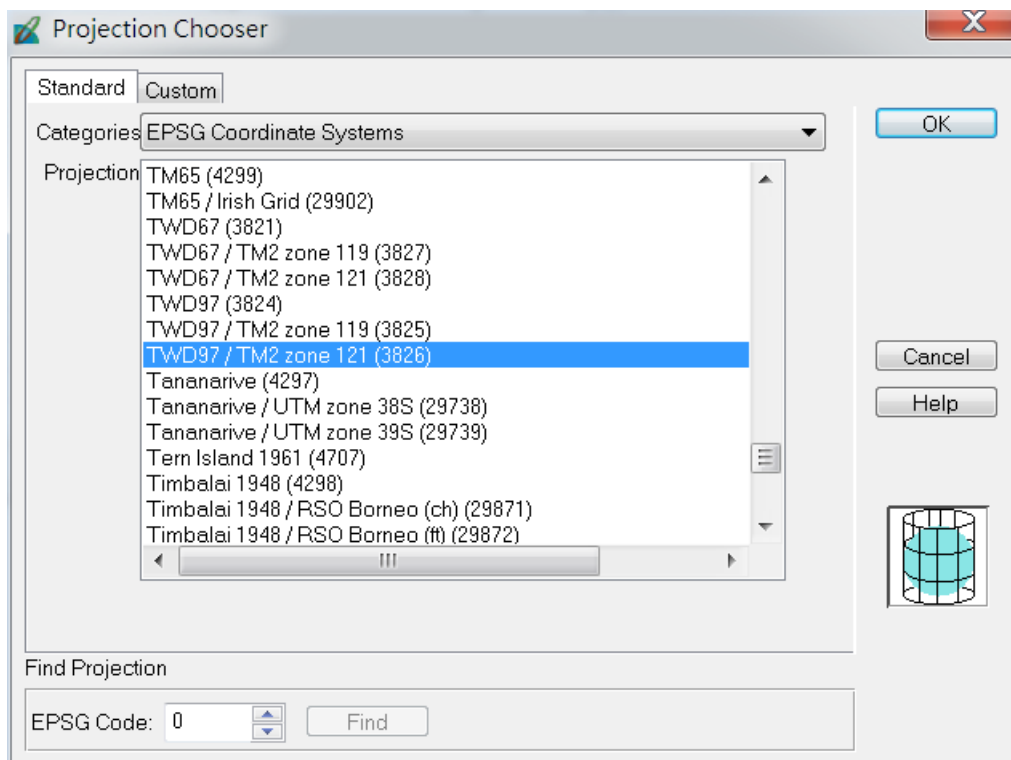
- Model Setup 視窗，Geometric Model Category 選取 Camera，Geometric Camera 選取 Digital Camera。

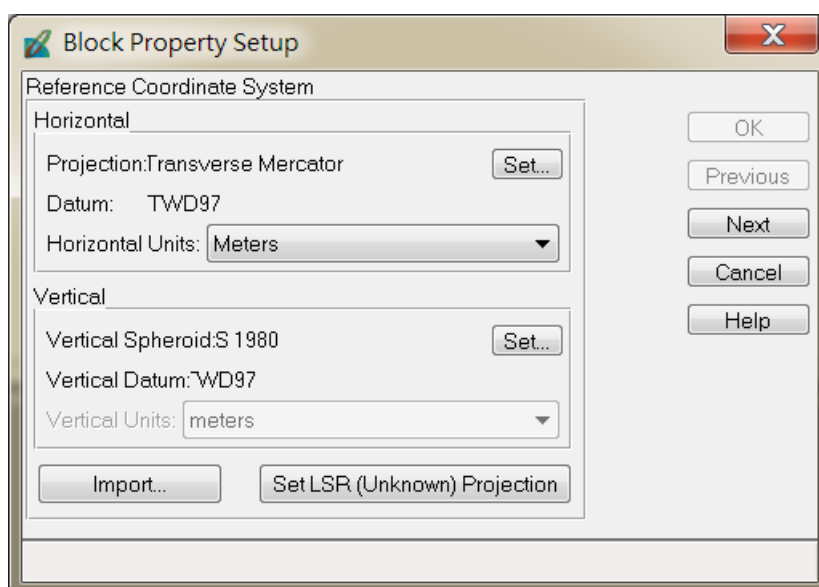
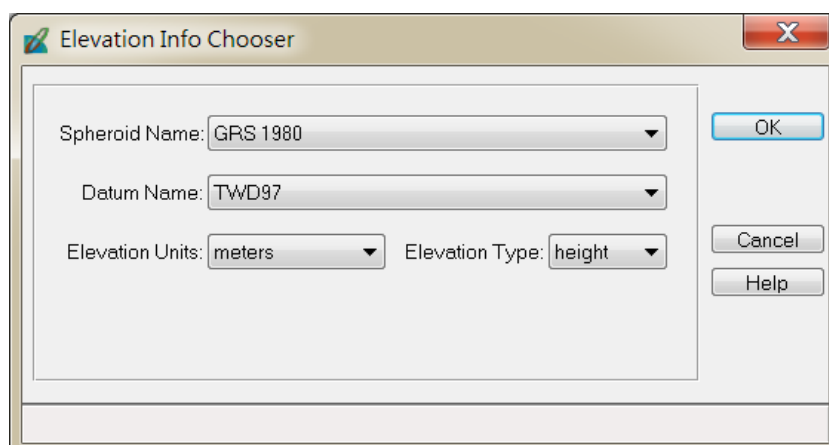


- Block Property Setup 視窗，於 Horizontal 的 Projection 按 Set。

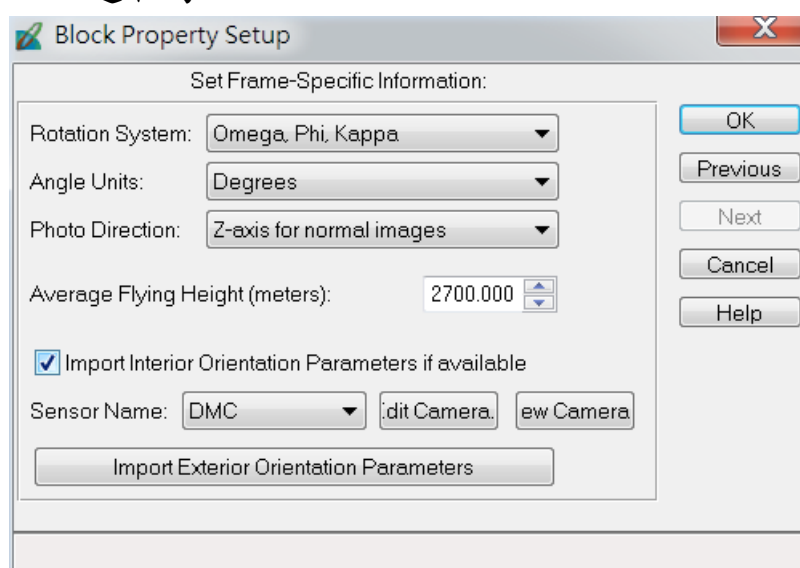


- Projection Chooser, 選擇 Standard 頁籤, Categories 選取 EPSG Coordinate Systems, Projection 選取 TWD97/TM2 zone 121 (3826), 選取後完成座標系統設定。
- Vertical 的 Projection 按 Set, Spheroid Name 選取 GSR1980, Datum Name 選取 TWD97, 橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會 (International Union of Geodesy and geophysics, IUGG) 公布之參數, 其數值近似於 WGS84。

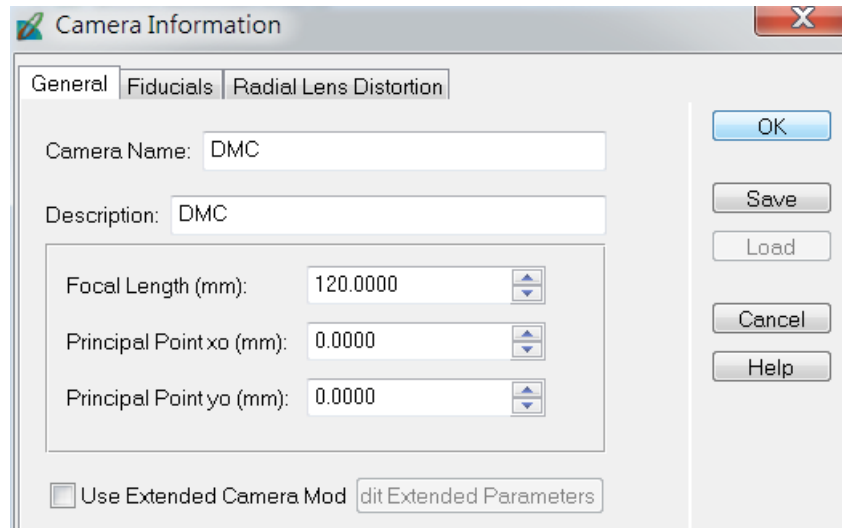




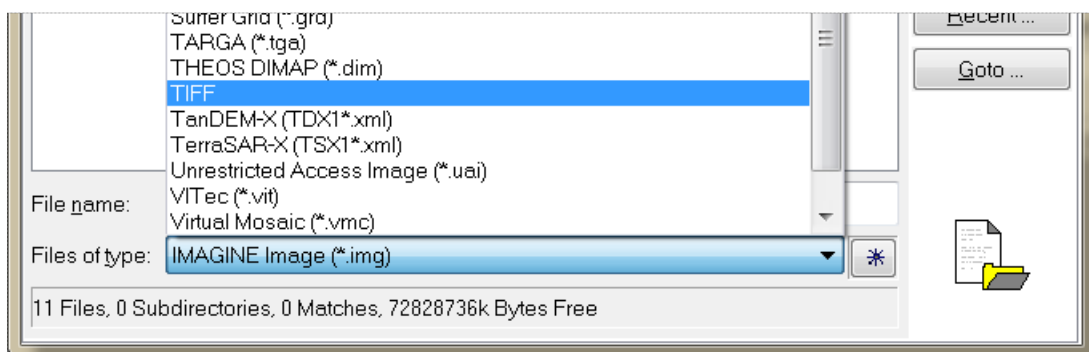
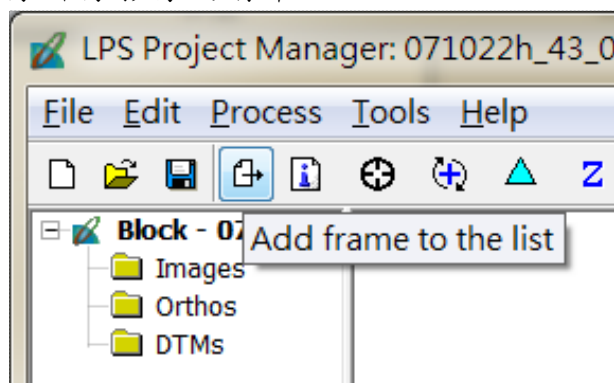
- Set Frame-Specific Information 資訊欄位，將其資訊 Average Flying Height (meters) 平均航高假設設定為 2700，Sensor Name 選取為 Edit Camera。



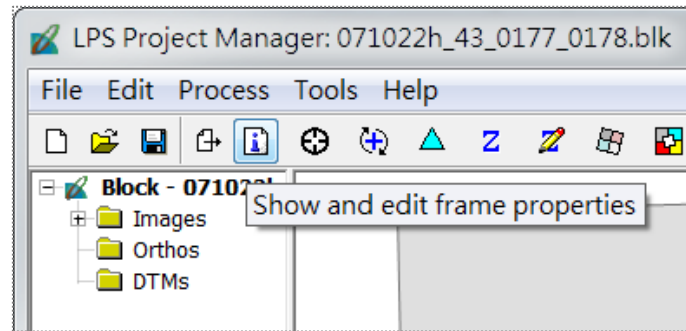
- Camera Information 視窗，於 General 頁籤，其參數設定如下
Camera Name:鍵入 DMC;Description:鍵入 DMC;Focal Length (mm):Z/Image DMC 數位相機其焦距為 120mm； Principal Point xo (mm) :0； Principal Point yo (mm) :0。



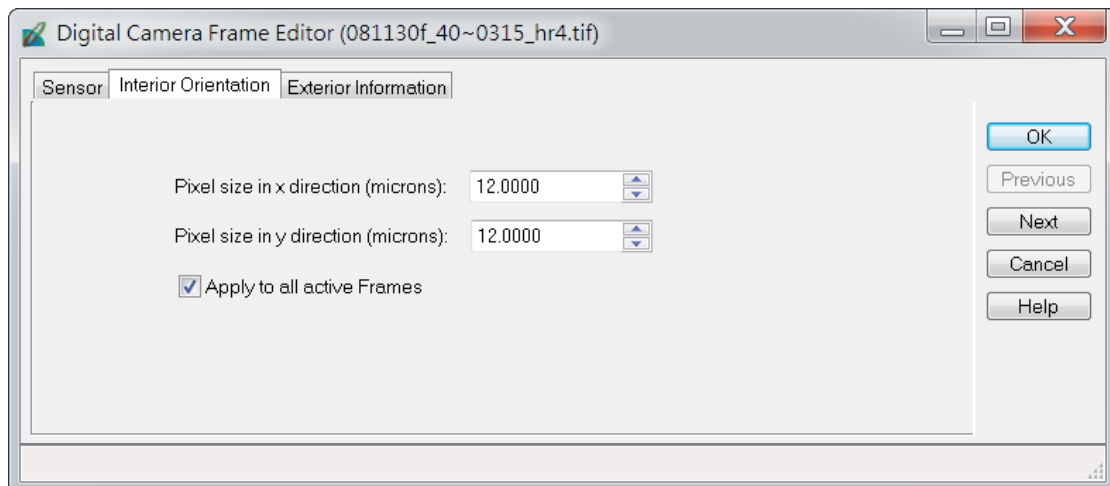
- LPS Project Manager，即可加入新影像，按下工具列 Add frame to the list。選取航空相片，可一次加入多張。加入後視窗下方會有所有影像的清單。



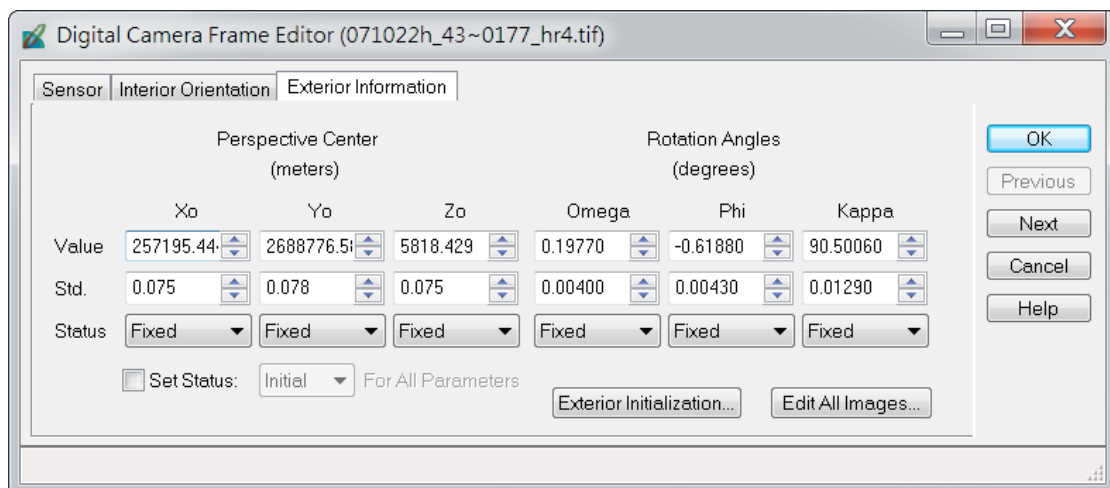
- 工具列[i]，可編輯影像的內外方位參數。



- Digital Camera Frame Editor 視窗，切換至 Interior Orientation 頁籤，因 DMC 數位相機掃描解析度為 12 個 microns 故此將 Pixel size in x direction (microns)及 Pixel size in y direction (microns)設定為 12，並將 Apply to all active Frames 打鈎。

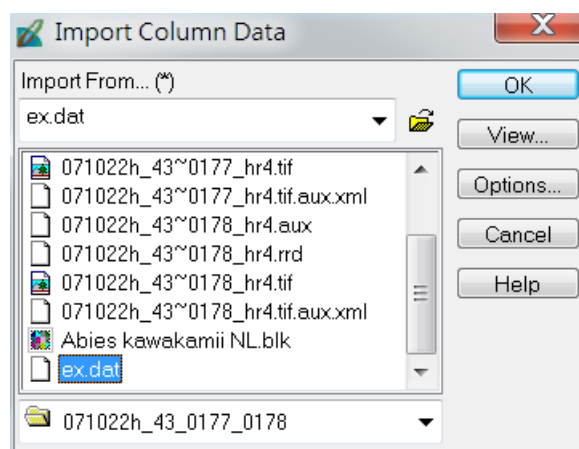
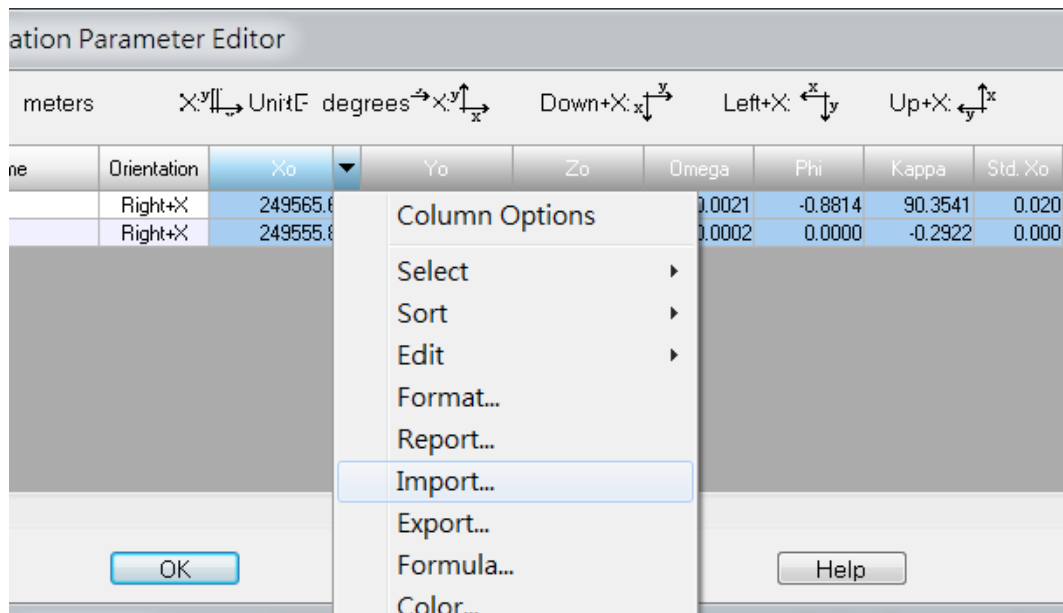


- Digital Camera Frame Editor 視窗，請查詢 DMC 照片資訊、依序輸入 12 個參數；Status 選取 Fixed。

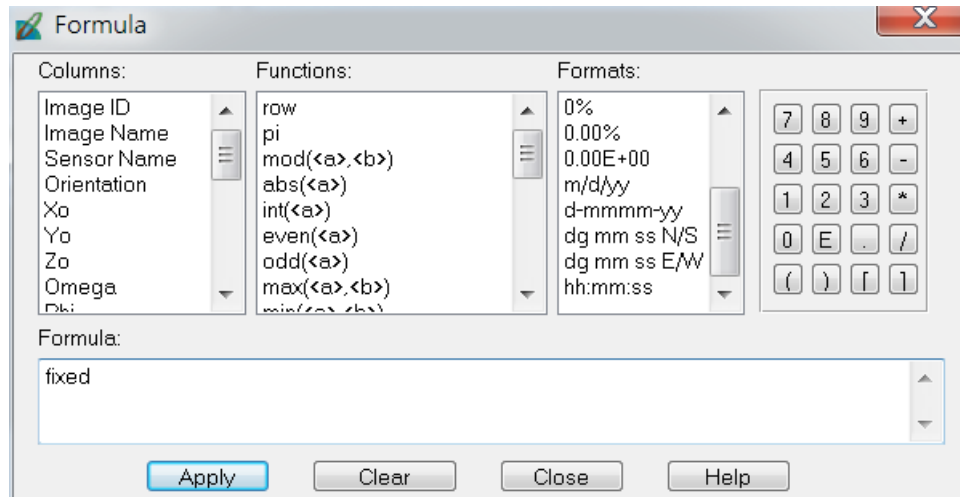


- 參數匯入法，先將 12 個參數存放至文字檔，參數間以[Tab]分隔，不同照片須分行建置。
- Digital Camera Frame Editor 視窗，切換至 Exterior Information 頁籤，點選視窗右下角 Edit All Images。
- Fiducial Orientation and Exterior Orientation Parameter Editor 視窗，於欄位名稱處選取六方位參數(X, Y, Z, Omega, Phi, Kappa)，這邊利用滑鼠左鍵拖曳選取 Xo~Kappa 欄位後呈現藍色選取狀態。然後在 Xo 欄位上按滑鼠右鍵，選取 Import。

跳出 Import From 視窗，選擇早先存檔之影像六方位參數文字檔，按 OK 後所有影像之六方位參數均會匯入視窗中。



- 同樣方式選取 Sta X, Sta Y, StaZ, Sta Om, Sta Ph, Sta Ka 六個欄位，使其呈現深藍選取畫面。 於欄位上滑鼠右鍵，選取 Formula。 於 Formula 鍵入 fixed，按 Apply 後再按 Close。此時畫面應為下圖所示，即可按 ok。



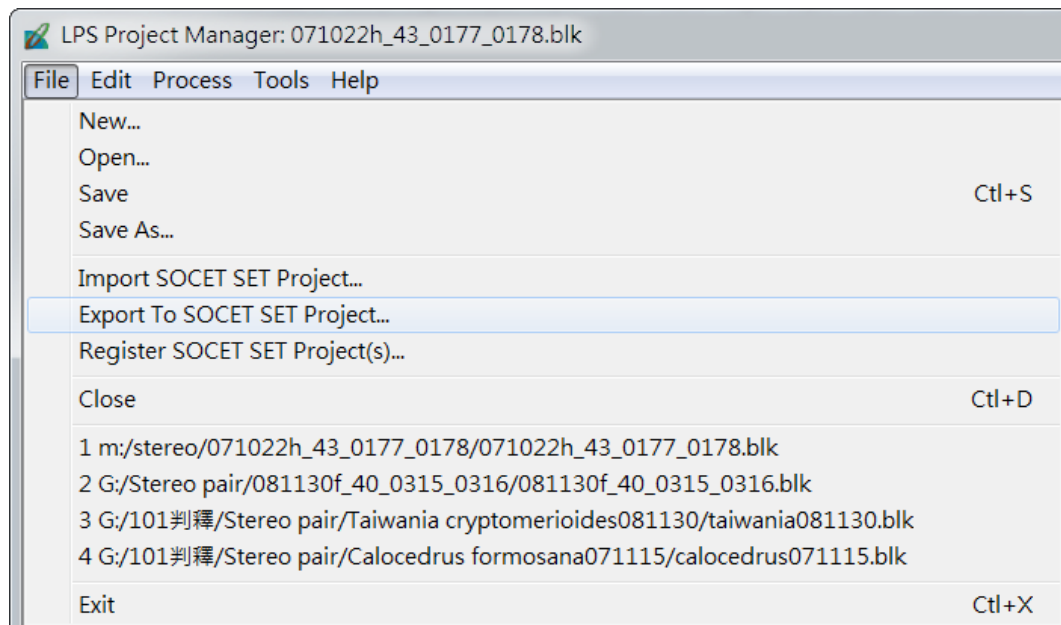
Fiducial Orientation and Exterior Orientation Parameter Editor																
Xo, Yo Units: meters			Zo Units: meters			Angle Units: degrees±			Right+X: $\begin{matrix} \nearrow \\ \rightarrow \end{matrix}$		Down+X: $\begin{matrix} \rightarrow \\ \searrow \end{matrix}$		Left+X: $\begin{matrix} \nwarrow \\ \rightarrow \end{matrix}$		Up+X: $\begin{matrix} \nwarrow \\ \nearrow \end{matrix}$	
Row #	Zo	Omega	Phi	Kappa	Std. Xo	Std. Yo	Std. Zo	Std. Om	Std. Ph	Std. Ka	Sta. Xo	Sta. Yo	Sta. Zo	Sta. Om	Sta. Ph	Sta. Ka
1	4613.546	0.0021	-0.8814	90.3541	0.020	0.025	0.020	0.0044	0.0044	0.0128	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
2	4614.465	0.0002	0.0000	-0.2922	0.000	90.231	0.000	0.0200	0.0000	0.0250	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed

- 到 Digital Camera Frame Editor 視窗，利用右邊 Previous 及 Next 來檢查各影像之內外方位參數是否已填入及正確，確認無誤後即可按下 OK。

- 右下角內外方位參數(Int., Ext.)應呈現綠色，表示資料設定完成，並存檔即完成.blk 的製作。

Row #	Image ID	Description	>	Image Name	Active	Pyr.	Int.	Ext.	DTM	Ortho	Online
1	1		▶	m:/stereo/071022h_43_0177_0178/071022h_43~0177_hr4.tif	✓						
2	2			m:/stereo/071022h_43_0177_0178/071022h_43~0178_hr4.tif	✓						

- 為產置.sup 檔，於 LPS Project Manager 視窗中->File->Export To SOCET SET Project。 將此檔存於影像資料夾中，請以英文命名，按 OK。 待狀態列執行完成，即完成.sup 檔的製作。



附件五、針葉樹判釋特徵問卷

您好！

本研究為建立針葉樹種於航空相片之判釋準則，邀請專家填寫10種針葉樹航照判釋實務之經驗，此問卷所取得的資料僅用於本研究，懇請撥空協助。

屏東科技大學森林系 主持人：陳建璋、吳守從、陳朝圳 教授 研安

一、判釋特徵常用名詞

冠幅大小：

小： $<5\text{ m}$

中： $5\text{--}15\text{ m}$

大： $>15\text{ m}$

樹冠輪廓：

幾何形狀：圓形、橢圓、長條

大型葉片：如棕櫚科、芭蕉科

不規則內凹：輪廓不規則或深陷

樹冠結構：

平滑：表面平滑

圓角：有明顯之頂點構成之曲面

雲狀：頂部隆起像土丘、花椰菜或塔狀；陽光斜射時明暗面明顯。

絨狀：突起分支 $>45^\circ$

星狀：枝條呈輻射排列

分層：樹冠層垂直分開成不同段，層間可以見樹幹

分段：枝條葉團裂陷成不同段

單冠：僅具一個位於中心之樹梢

多冠：具兩個以上且高度相近之樹冠

頂葉：葉團集中於頂部

深葉：葉團分布超過樹高 1/3

樹葉覆蓋度：

無：光線穿過，可見地面

不連續：葉片部分集中，可見基部枝條

連續：葉片均勻分布

樹葉紋理：

無紋理

平滑：葉片緊實平滑

煙霧：葉片鬆散均勻

有紋理

細粒：重複的小顆粒，細緻斑駁狀

粒狀：重複的大顆粒，葉團相連

鬆粒：鬆散的大顆粒

棋盤：規則分布的顆粒

顏色：

色調：偏向某種顏色，如紅、綠、藍、黃

彩度：又稱飽和度，原色之濃度；色彩之鮮豔度

明度：又稱亮度，反射光強度

物候：

因季節造成之差異

花、果、落葉、地表

二、判釋特徵問卷

林型	紅檜、扁柏、杉木、松類、柳杉、雲杉、鐵杉、肖楠、臺灣杉及冷杉
垂直影像之特徵	冠幅大小：小(<5 m)、中(5-15 m)、大(>15 m)。 樹冠輪廓：幾何形狀、大型葉片、不規則內凹 樹冠結構：平滑、圓角、雲狀、絨狀、星狀、分層、分段、單冠、多冠、頂葉、深葉。 樹葉覆蓋度：無、不連續、連續。
紋理及色調	紋理： 色調： 彩度： 明度： 陰影：
相近樹種之區別	
其它	老齡： 中齡： 幼齡： 天然林： 人工林： 物候：