恆春半島銀合歡移除復育造林
生態廊道串連及效益評估

成果報告書

計畫主持人：國立屏東科技大學森林系 陳建璋 副教授

共同主持人：國立屏東科技大學森林系 陳朝圳 教授

國立屏東科技大學森林系 魏浚紘 助理教授

國立屏東科技大學野生動物保育研究所 翁國精 副教授

2020 年 09 月 16 日

目錄

圖目錄

表目錄

壹、計畫摘要

銀合歡(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.)於臺灣屬百大入侵種植物，入侵範圍多位於人為干擾較嚴重之淺山區域，由於銀合歡具有排它性，所形成之純林林相單純，故能提供給其他物種之棲地環境多樣性低，根據觀察銀合歡入侵已阻礙淺山與海岸區間物種之連結，並造成生態廊道被分割之現象。本計畫主要目的為了解恆春半島生態廊道位置，並找出廊道範圍中，有銀合歡入侵之區域，探討銀合歡林地透過移除復育造林後，對生態廊道連結之效果，及評估復育造林成效。本計畫透過棲地適宜分析方式，探索恆春半島潛在生態廊道位置，再依生態廊道位置設置樣區，進行動物、植物及棲地環境監測與監測，以三年為期進行銀合歡移除復育造林區內及銀合歡未移除區域之動植物資源監測分析，並以遙測衛星影像與無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)拍攝影像，進行銀合歡移除造林復育區及周邊區域之地景變化監測。

本研究透過地景指標計算評估銀合歡移除造林作業對銀合歡嵌塊體進行干擾加以破碎，使銀合歡嵌塊體之平均最近鄰近距離(Mean Nearest Neighbor Distance, MNND)皆因造林成效使人工林嵌塊體介入而距導致銀合歡嵌塊體距離增加，表示銀合歡嵌塊體之間連結性降低，達到破碎銀合歡嵌塊體之目的。透過最小成本分析法評估其餘潛在生態廊道位置，配合路死事件追蹤，將潛在生態廊道透過觀察方式加以記錄，便於後續針對廊道選擇提供相關資訊。

動植物監測結果顯示，維管束植物共 27 科 53 屬 56 種，其中外來種共 16 種，特有種 1 種，且並無臺灣維管束植物紅皮書名錄所列瀕危植物，動物監測資料共記錄 53 科 73 屬 81 種陸域動物，其中含臺灣特有種 16 種。而生物多樣性結果顯示，銀合歡移除並進行原生樹種栽植，可有效改善及提高植物多樣性，並降低銀合歡之優勢度，造林後所形成的林相具有多種優勢原生種之高多樣性林相。木本樣區之監測結果，目前造林成效良好，造林苗木之株數完整，透過撫育作業維護，目前並未發現大量銀合歡小苗，而造林時間較長久之成熟林分，也並未發現銀合歡有再次入侵之情形。

動物監測結果指出該區物種於生態廊道內皆有出現，以量化方式進行比較並無明顯差異，但透過質化分析，可發現造林地內，動物行為明顯較為多元，常有覓食、休憩、成體攜幼體、同種競爭等現象，推測未來若持續撫育使林地健全，造林地之森林生態系功能即趨於完整，故較能提供動物理想棲息環境。利用碎形維度方式分析造林模式與分布排列之關係，透過於單一銀合歡嵌塊體內部，利用小塊且多分散之排列方式，移除復育造林效率較佳，未來參考施作位置也透過 Arc GIS 套疊分析選取 21 個嵌塊體，為未來建議優先施作區位，管理單位包含林務局、畜產試驗所、軍備局、滿州鄉公所、林業試驗所、臺電公司、國立屏東科技大學、國有財產署等。期望透過與其他公部門跨界合作，由屏東林區管理處提供相關伐除經驗，將伐除銀合歡透過最佳效率方式進行移除，早日達到自行演替更新、排除銀合歡之願景。選定為指標物種對象分別為鳥類 5 種、哺乳類 4 種、兩棲類 1 種，針對各項指標物種進行監測標準作業流程設置。

本研究計畫針對銀合歡伐除作業成果與效益，進行研究分析與驗證，經結合前期計畫之研究結果，針對原本為銀合歡入侵之分布位置，至最終銀合歡移除復育造林之區域進行生態廊道串連及其生態效益評估，於 Chen *et al.* (2018)、陳朝圳(2017)、郭家和、陳朝圳(2017)、郭家和等(2017)等諸多研究報告中，對銀合歡移除與後續復育造林其重要性與效益，期望能完成透過人工施業之正向干擾，營造恆春半島之原生林相，藉以作為恆春生態綠網計畫之成果展示，體現為期十五年之重要研究與實作並行之里程碑。

貳、前言

一、計畫緣起

銀合歡於臺灣地區屬於危害嚴重之外來入侵種植物，並已被國際自然保育聯盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)公定為全球最具威脅性之百大入侵物種之一；近十幾年來，其分布範圍從臺灣南部地區之恆春半島開始逐漸擴散至中北部及離島，除了造成當地原生植群社會組成及結構改變外，亦嚴重影響生態系功能，包括生態系的劣化、生物多樣性、林地生產力的下降及水分、養分循環的改變等，故常對於當地生態及經濟等各方面造成重大威脅與損失。

如何預防及整治銀合歡擴散及蔓延，並降低其對臺灣地區生態系及生物多樣性之危害及衝擊為各相關單位努力之方向。行政院農業委員會林務局屏東林區管理處長期以來致力於恆春半島進行銀合歡整治並同時進行造林復育，迄今年已逾 10 年；經由 2004 年起委託國立屏東科技大學研究團隊完成「銀合歡移除復育之生態效益評估」計畫，其研究結果顯示，無論何種生育環境及作業法，透過人為介入進行經營及管理下，銀合歡族群能有效被抑制並降低其族群擴散。銀合歡全面自恆春半島移除並恢復原生熱帶森林生態系非一夕能達成，由本計畫多年期研究及前人文獻回顧可知，銀合歡入侵嚴重範圍多位於人為干擾嚴重之淺山區域；此外，銀合歡純林其林相單純，棲地環境多樣性低，亦阻礙淺山與海岸區間物種之連結，並造成生態廊道分割與破碎化現象。因此，本計畫主要宗旨為透過棲地適宜分析方式探索恆春半島潛在生態廊道位置，再透過生態廊道樣區設置進行動植物及棲地環境監測等工作，以瞭解銀合歡移除後復育造林達成淺山之生態廊道串連之功效及效益。

二、前期計畫成果

外來物種入侵、生育地喪失和全球氣候變遷是當前世界面臨的三大問題，近年來，外來物種入侵已經嚴重危害陸地及海洋環境的生態，被認為是一種生物污染而備受關注(Judith and Peddrick, 2003)。銀合歡原產於中美洲，野生型銀合歡(*Leucaena leucocephala*)，於 16 世紀隨著荷蘭及西班牙船隊傳入臺灣(陳德順、胡大維，1976)，當時之主要用途為牛、羊等家畜的飼料及薪炭材；1976 年林業試驗所亦曾引進薩爾瓦多巨型銀合歡推廣種植，以提供紙漿用材(陳朝圳、范貴珠，1989)，目前銀合歡已遍佈臺灣本島。許多學者針對外來物種入侵展開廣泛的研究，如外來入侵植物分布(呂福原、陳民安，2002；鍾玉龍、呂明倫，2006)、危害情形(陳朝圳，2001)、防治方法以及入侵機制(李昭宗，2003)、擴散機制(李昭宗，2003)等施行定性和定量的研究，但是植物入侵之擴散機制是包含各類不同影響因子參與綜合而成，並非單一因子所能決定，故外來物種入侵擴散，被認為是一個高度複雜的過程，影響外來物種入侵的因素及機制極為複雜，並且實際之入侵範圍及種類等數據缺乏，往往使外來種之入侵性具有不確定性，很難預測入侵族群之擴散情形，故必須要有長期監測的基礎資料的建立，方可深入探討其不確定性，及增加其入侵模式推導之準確度。

銀合歡具有旺盛之生長力，雖然受到天候影響，每個季節物候現象尺度量化值各有不同，大致可以分為夏季與冬季，當冬季來臨時，恆春半島伴隨東北季風，氣候乾燥使得部份銀合歡有假落葉現象發生，並導致銀合歡生長遲緩甚至停止生長，所監測物候現象尺度量化值在冬半季都顯得偏低，而雨季來臨進入夏季時，銀合歡又回復原來生長速率，其一年可開花結果數次，結實量以 12 月前後達到最高，胸徑 8.0 cm 以上之植株，一株種子產量可達 30,000 顆，銀合歡林地一次平均可生產 7,800 顆/m^2 種子，一年二至三次結實約可產生 15,000-20,000 顆/m^2 種子，故種子產量龐大亦為快速擴散主要原因之一。

自 2008 年開始，本研究團隊受屏東林區管理處委託，針對銀合歡移除復育造林進行監測「銀合歡砍除更新造林對於銀合歡入侵抑制之影響」(計畫編號 97-06-5-03)，由伐除初期三種針對伐除作業方式，以機械式大面積的翻土整地，對於銀合歡抑制是非常有效的，可避免造林樹苗在初期與銀合歡競爭，且

先驅性的物種多為一年生植物，對於苗木並無立即性影響，但大面積的機械整地對於當地的水土保持有短暫性的影響，及生物多樣性的疑慮，不過可利用防風圍籬、植生木樁等穩固土壤及減少風害、鹽害。於造林樹種的選擇上，以木麻黃(*Casuarina equisetfolia*)生長率及存活率最好，其次為相思樹(*Acacia confusa*)、黃連木(*Pistacia chinensis*)、七里香(*Pittosporum pentandrum*)等。只要透過定期的撫育，控制銀合歡與造林苗木的生長，多年之後就可抑制銀合歡的出現。並且針對恆春半島土地利用的變遷情形，以 1982、1992、2003 及 2007 年四期影像進行土地利用分類，探討不同土地利用類型於不同時期間之變化，其結果，森林面積分布皆達 40%以上，並以尖山樣區最高，後灣地樣區較低；農作面積分布，以後灣及關山樣區較高，面積分布約有 14%，大尖石山樣區居中，此區涵括畜牧草生地，其面積分布約有 12%，尖山最低，農作面積分布只有 4%。各土地利用型面積比例之時間變化程度以 1982-2003 年間森林面積消長最大，主要原因為全民造林運動及銀合歡擴散。且針對銀合歡的擴散速率與情形，監測結果顯示，銀合歡面積於 25 年之間持續的擴張，銀合歡平均擴散速率為 3.55 ha/year。因此持續性的監測銀合歡的生長動向，連續性紀錄銀合歡生長動態以及物候資料，建立銀合歡物候及生長之資料庫，進一步於已進行物理機械式更新地區進行持續觀察，即能有效持續地防治銀合歡，降低銀合歡的入侵擴散影響。

2015 年起針對各伐除與復育造林區域進行生物多樣性監測，針對不同海岸與山脈區域有不同之銀合歡伐除復育造林作業，根據「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林」(計畫編號 104-6-5-01)計畫範圍，進行監測樣區設置。樣區類型主要依據造林年份，分為銀合歡移除復育造林 6 年以上及 6 年內新造林地；立地環境主要依據銀合歡移除復育造林區內坡度及離海岸線距離，分為海岸區及山區；銀合歡移除作業方式分為複層林營造-林下栽植、整地造林-帶狀整地造林及整地造林-全面整地造林等 3 種造林作業方式，進行樣區設置。造林 6 年以上之造林監測樣區，林相多呈現鬱閉狀態，已不再進行撫育等相關作業；造林 6 年以下之銀合歡移除造林地，均定期進行除草、撫育及造林苗木補植。針對上述樣區進行多樣性評估，計畫結果顯示透過銀合歡移除復育造林，能提升相關碳吸存能力、增加生物多樣性等重要結果。

鍾玉龍與呂明倫(2006)、金絜之等(2007)、馮郁筑(2008)、陳建璋等(2011)針對恆春半島利用航空照片、遙測影像與 GIS 根據不同時期同一地點監測恆春半島銀合歡之變遷及時間上之分布，探討外來入侵種銀合歡對於土地利用變遷之關係，研究結果顯示，銀合歡有較大機會入侵廢耕地、裸露地、邊緣生育地以及人為干擾之自然基質或森林孔隙下等區域，並且以裸露地、草生地及農田之廢耕地最易受到銀合歡的入侵。

銀合歡具有良好的繁殖特性，李昭宗(2003)的研究中指出這樣的繁殖傳播特性有利於外來植物種在低密度的情況下迅速擴大種群，在新生育地建立穩定的種群。特別是前期資料顯示 2007 年裸露地的增加，勢必增加銀合歡入侵之機會，建議相關單位積極針對這些位置進行施業，透過栽植原生闊葉樹種，並掌握這些區域以確保銀合歡不會再次入侵，造成對原生生態系的干擾。建議以生育地進行風險評估，再以砍除更新造林為主要之防治方法，設立長期監測樣區，進行監測評估，記錄其生長及物候資料，建立生長資訊資料庫，以供相關單位防治銀合歡之基礎資料，針對其有效的擬定、實行、修正且評估其防治策略，有效的減少其數量，降低其對原生生態系及生物多樣性之威脅。

恆春半島造林時，銀合歡同時入侵生長，造林後如不撫育，銀合歡生長速度往往大於造林樹種，而使造林失敗，監測中觀測到造林地樣區先長出低伏草生植物，遮斷陽光，阻止銀合歡種子萌芽生長，歷經 12 個月，於第五次監測時才發現銀合歡幼苗，因此造林同時，若培植低伏的草生植物，應可以延遲銀合歡萌芽生長，增加造林成活率。銀合歡與一般植物相同，可以生長於土壤有機質含量高之地點，但因為銀合歡具有旺盛生長活力，所以貧瘠的土壤也常見到銀合歡分布。

由不同年度衛星影像及航空照片，推估銀合歡入侵擴散面積的速度，可以發現銀合歡入侵擴散方式，起初是部份銀合歡種子入侵後開始萌芽生長，尚未成長至能夠生產種子時，銀合歡分布的面積增加速率並不明顯，入侵的銀合歡成長至可以生產種子時，其擴散速度加快，分布的面積約呈二次幾何成長。承襲上述研究報告之結論，配合屏東林區管理處所執行之砍伐更新造林復育作業，所帶來之生態效益於郭家和(2017)之研究計畫進行後續監測，由多期衛星影像進行銀合歡時間及空間分布分析結果，1988 年至 2004 年為銀合歡入侵之擴張期，2004 年後銀合歡族群擴散的情形趨緩，並呈現出逐年下降趨勢，顯示近 10 年來屏東林區管理處於恆春地區進行銀合歡移除造林，對於銀合歡抑制有顯著成果。透過 Landsat-8 多期衛星影像進行銀合歡分布範圍分析結果可知，銀合歡於 1988 年已大面積佔據恆春半島。當棲地受到干擾時有利於植物入侵的發生，干擾程度、頻率及幅度大小越強烈，外來植物入侵機率越高，因此應藉由大面積且多區域的海岸、淺山的整體性銀合歡移除，並轉換為森林地景，使森林地景嵌塊體由深山、淺山及海岸具有連結性，而營造出森林生態系的廊道，不但有利於生物多樣性的維持，更能有效減緩銀合歡入侵。

復育造林後之地被植物組成與未進行銀合歡移除之對照區相比之下，顯現當復育造林區銀合歡移除後，使得新地被物種有機會繁殖生長，地被物種數、歧異度皆明顯高於對照區。造林撫育作業，可削減銀合歡優勢種的生長，且有助於地被物種多樣性的提升。而在長期之地被植物變化，會因上層喬木的樹冠鬱閉而產生變化，以海岸型撫育造林區為例，對照區中大黍(*Panicum maximum*)、銀合歡及雞屎藤(*Paederia foetida*)為原優勢物種，經過幾年的造林撫育成林後，林冠鬱閉，銀合歡從復育造林區的地被中消失。在生物多樣性方面，銀合歡移除後造林，3 種造林作業方式包含林下栽植造林、山地全面整地造林及海岸全面整地造林，成林後由動植物物種數、Simpson 指數、Shannon-Wiener 多樣性指數及均勻度指數分析，其多樣性皆顯著性高於銀合歡對照區。

壽克堅等(2011)指出臺灣河道條件特殊與國外大相逕庭，具較陡的河道坡度、流量豐枯懸殊及水流泥沙量高之特性，因此，河川流量隨降雨而迅速漲落並短時間內將泥沙帶入近海內，而造成近海沿岸濁度增加，而造成短暫陰陽海情況進行大面積的整地及銀合歡移除作業會對樹冠層產生疏開作用，增加林內穿落雨量以及對林地產生不同程度的干擾。在進行作業時也會造成短暫之地表裸露而改變林地的土壤水、逕流、土壤沖蝕等，微環境條件隨不同作業法而造成不同程度之影響。

恆春半島位於臺灣南端，屬熱帶氣候型態，每年夏季除受受到颱風侵襲及干擾之外，伴隨颱風而來的西南氣流也常帶來可觀的雨量。而近年豪雨的強度與時間長度都有加劇的趨勢，所以降雨所引發的環境災害是不可忽視的課題。為了解恆春地區之銀合歡移除造林作業是否會造成土壤沖蝕而形成土泥色陰陽海。前期計畫選用不同期之 Landsat 衛星影像，並藉由造林作業範圍、水系等地理資訊，探討造林作業是否會形成陰陽海現象。本計畫共選擇枋山溪、塔瓦溪、四重溪、港口溪、紅土溪及龍鑾排水口等 5 處出海口及 1 處出水口，進行陰陽海之海色變化監測。透過 Landsat 衛星影像及臺灣氣候變遷推估與資訊平台(2017) 所提供之歷史氣候資料做為歷史氣候參考依據，選擇具有降雨事件之月份及影像清晰、雲量少於 20%以下之影像資料，針對恆春半島各主要溪流之出海口進行海色變化之分析。

研究結果發現，當恆春地區受到降雨事件後，近海皆會有短暫陰陽海現象(圖 1)，此現象為該地區常態現象，並不會受到銀合歡移除後大面積造林之影響。海色監測方式與結果將會納入環境教案內容中，透過未來執行環境教育時，能讓受眾明白海色變化原因並非銀合歡移除復育造林所造成之後果，實為極端降雨事件所導致。本期計畫將前期計畫成果納入，主要原因為透過本次環境教案設計與生態資源手冊兩個方向著手，希望透過本次環境教案的設計與生態資源手冊宣導品的輔助，能將相關重要知識傳達給教案或生態資源手冊之受眾。

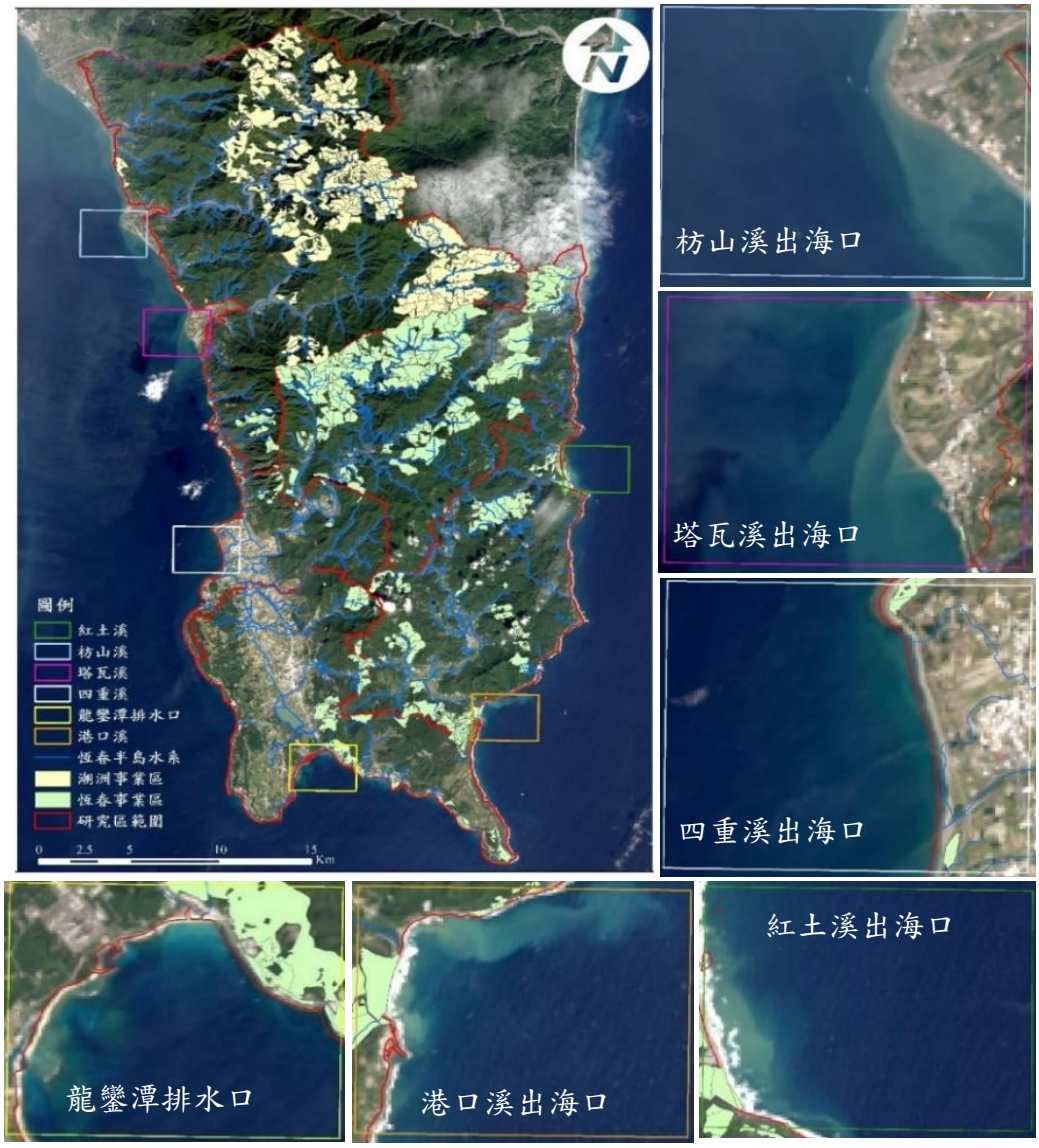


圖 1 恆春半島地區陰陽海觀測區域

當恆春地區受到降雨事件後，近海皆會有短暫陰陽海情況，此現象為該地區常態現象，並非受到銀合歡移除大面積造林之影響。由下圖 2 結果可發現，各出海口與出水口皆因極端降雨事件導致海色有所變化，並非銀合歡移除所造成土壤沖蝕以至於海色變化，海色變化原因來自於極端降雨事件所導致。

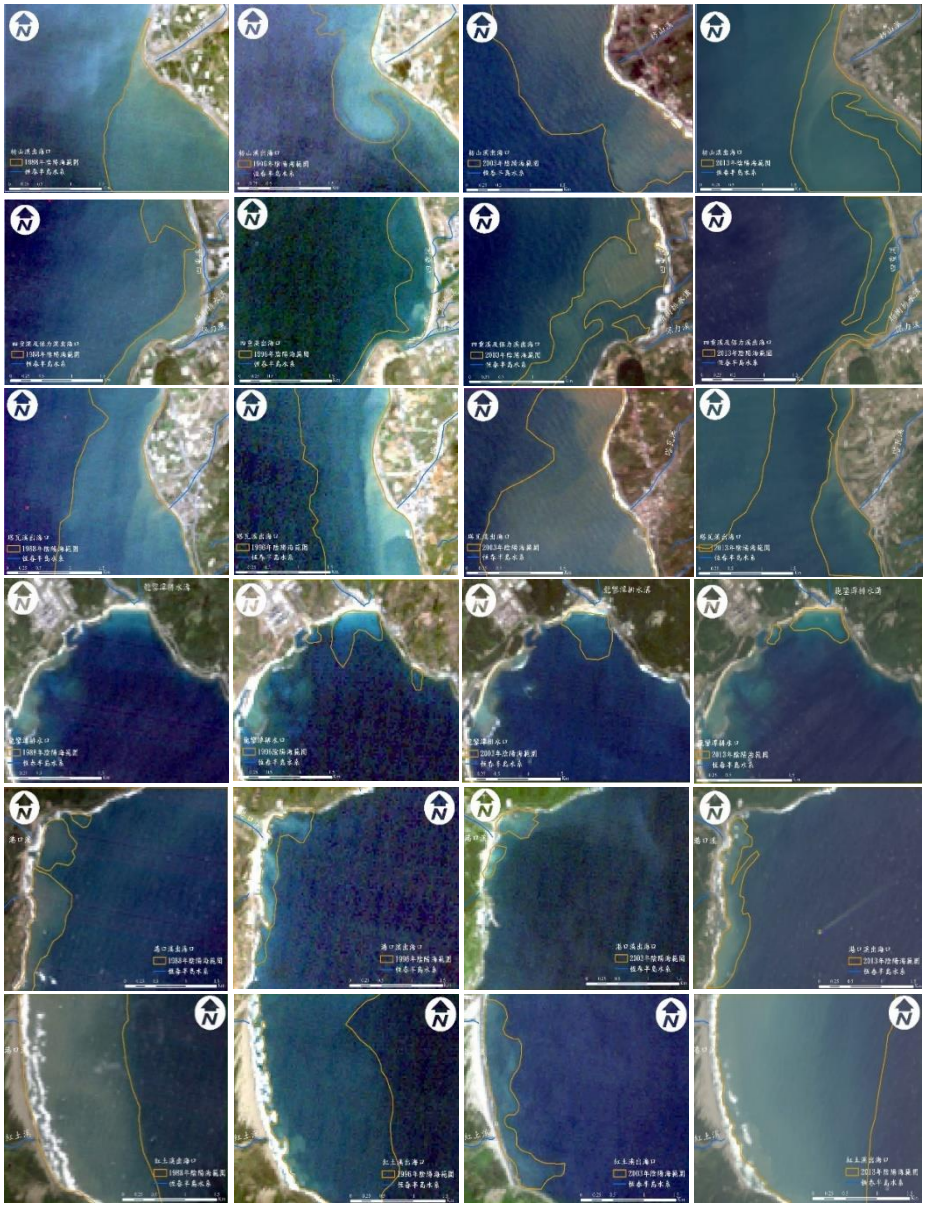


圖 2 不同出海口受極端降雨影響所導致海色變化之衛星影像

本研究計畫主針對有關於銀合歡伐除作業成果與效益，進行研究分析與驗證，因此結合前期計畫之研究結果，針對原本為銀合歡入侵之分布位置，至最終銀合歡伐除及復育造林之區域進行生態廊道串連及其生態效益評估，於 Chen et al. (2018)、陳朝圳(2017)、郭家和、陳朝圳(2017)、郭家和等(2017)等諸多研究報告中，提及銀合歡伐除及後續復育造林其重要性與效益，期望能完成透過人工施業營造恆春半島之原生林相，藉以作為恆春生態綠網計畫之成果展示，體現為期 15 年之重要研究與實作並行之里程碑，相關研究如下表 1。

表 1 歷年銀合歡入侵研究報告整理表(按照年代列表)

作者名稱	研究題目	出處
陳德順、胡大維(1976)	臺灣外來觀賞植物名錄	川流出版社
郭耀綸(1983)	銀合歡之植物相剋潛能研究	國立臺灣大學森林學研究所碩士論文
陳朝圳、范貴珠(1989)	恆春地區巨型銀合歡生長與收穫之研究	屏東農專學報
陳朝圳(2001)	外來植物入侵對森林生態系經營之衝擊	中華林學會九十年年會及會員大會特刊
郭耀綸(2001)	外來入侵種長穗木之個體生態學性狀及相剋作用活動潛力	臺灣林業科學
呂福原、陳民安(2002)	墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響以銀合歡為例	墾丁國家公園管理處保育研究報告
李昭宗(2003)	恆春地區銀合歡入侵及擴散之研究	國立屏東科技大學森林系碩士論文
楊剛(2004)	遙測資訊應用於墾丁國家公園地景變遷監測之研究	國立屏東科技大學森林系碩士論文
關召芳(2005)	恆春半島土地利用型對地景破碎化之影響	國立屏東科技大學森林系碩士論文
鍾玉龍、呂明倫(2006)	SPOT 衛星影像於墾丁國家公園銀合歡入侵分布之繪製	臺灣林業科學
金絜之等(2007)	墾丁國家公園銀合歡入侵之研究	華岡農科學報
呂明倫等(2008)	墾丁國家公園四種優勢植群之地面光譜分析	航測及遙測學刊
馮郁筑(2008)	航空照片應用於恆春半島之銀合歡植群擴散	國立屏東科技大學森林系碩士論文
陳朝圳(2008)	銀合歡砍除更新造林對於銀合歡入侵抑制之影響	屏東林區管理處委託計畫(編號 97-06-5-03)

續表 1

呂明倫等(2009)	恆春半島銀合歡入侵分布之動態與區位分析	航測及遙測學刊
吳坤真(2010)	墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係	國立屏東科技大學森林系碩士論文
陳建璋等(2011)	航空照片應用於恆春半島尖山、關山、後灣與大尖石山地區之銀合歡植群擴散	華岡農科學報
吳坤真等(2013)	墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係	國家公園學報
呂明倫(2016)	外來入侵物種銀合歡族群擴散模擬之研究	航測及遙測學刊
陳朝圳(2017)	銀合歡移除復育之生態效益評估	行政院農業委員會林務局委託研究計畫
郭家和等(2017)	恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響	中華林學季刊
郭家和、陳朝圳(2017)	恆春海岸地區銀合歡移除造林初期之苗木生長表現	林業研究季刊
郭家和(2017)	恆春半島地區銀合歡移除造林及其生態服務價值評估	國立屏東科技大學生物資源研究所博士論文
郭家和等(2018)	恆春半島地區銀合歡移除復育造林之生態系服務功能效益評估	國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告
Chen *et al*. (2018)	Forest disturbance leads to the rapid spread of the invasive *Leucaena leucocephala* in Taiwan	Journal of Rakuno Gakuen University

三、計畫目標

行政院農業委員會林務局屏東林區管理處為達成全面性的銀合歡移除目標，併同林務局國土綠網計畫，擬訂銀合歡移除復育計畫，由國有林地為主體進行銀合歡移除復育計畫，進而協同各國、公有地經管機關有效投入防治工作，並擴及私有土地之輔導，期望能將恆春半島內之國、公有土地之景觀區、道路兩側或可及性高之國有林班地及海岸林之銀合歡移除復育，並期望 10 年內優先能將銀合歡為害密度達 50%以上之區域從恆春半島移除，以復育營造恆春半島之熱帶森林生態系。

廊道(Corridor)是線性之地景元素，廊道特性為相對狹長的地理範圍，廊道兩旁擁有不同之嵌塊體或是基質，廊道能以孤島形式存在，但通常會連接至相似性質之嵌塊體或是其他廊道(Forman and Godron, 1986)。在過去的研究中，對於生態廊道(Ecological corridor)有許多不同的定義，但大致上可分為兩部分，一是加強各嵌塊體間物種可以快速擴散交流的途徑(Perault and Lomolino, 2000)，另一則是各種動物可以在其中遷徙、植物可以傳播，物種的基因會產生交流，因此種群間可以因應環境變化和自然災害而進行遷移，也提供受到威脅的物種往其他地方棲息的途徑(Walker and Craighead, 1997；黃光瀛等，2008)。

棲息地破碎化的生態現象是威脅野生動植物豐度及多樣性的主要原因之一，而生態廊道可以減輕嵌塊體(棲地)的喪失或破碎化，成為物種棲息地之間的「橋樑(Bridges)」(Ćurčić and Đurđić, 2013)。而大西洋地區的森林是世界上因棲地破碎化而生物多樣性受到威脅的熱點之一，恢復破碎森林及其連通性對於生存於森林之中的物種至關重要，前人研究針對阿根廷米西奧內斯省的森林於夏冬兩季進行研究，探討在三種不同植被(成熟林、次生林及草地)對於鳥類多樣性的影響，研究結果指出在夏冬兩季中成熟林均顯示高度的鳥類多樣性、豐富度以及均勻度，其次為次生林及草地，因此建議保存成熟林的同時也要恢復次生林，在這些林地間建立生態廊道以恢復破碎的棲息地(Barzan *et al.*, 2015)。在澳大利亞地區 Clarke and White (2008)進行了為期三年的研究試驗，其在試驗期間清除外來物種並栽植原生種灌木層於生態廊道中，此舉有助於避

免物種豐富度的減少，並且增加本土種的進入以及抑制外來種入侵的機會。

人類開發行為除造成棲地破碎外，其在棲息地的邊緣往往也擾動植物群落而產生變化，例如促進入侵物種的傳播及建立，而這些入侵植物在草地及森林的傳播速度與擴散範圍也有所差異，前人研究顯示棲地間的廊道以草地為主體者，其外來種發生的頻率往往高於以森林為主體的廊道，因此研究結果強調在施工期間對於草地或其它棲地破碎化或是棲地敏感地區，要盡量減少對其鄰近植物群落造成干擾，如需觸及上述區域，也應於開發後進行造林以減少外來入侵種的進入擴散，避免外來入侵種影響原有的生態多樣性(Hansen and Clevenger, 2005)。

然而，銀合歡於恆春半島地區早期已大面積分布，並多數集中於人為干擾程度嚴重，或是人為活動明顯、頻繁之鄉鎮周圍及道路兩側。大面積之銀合歡純林除了造成生物多樣性下降之外，亦於地景上也會形成破碎化情況而造成生態失衡或影響物種消失。藉由大面積且多區域的海岸、淺山的整體性銀合歡移除，並轉換為森林生態系之地景，使此區地景嵌塊體由深山、淺山及海岸具有連結性，而營造出森林生態系的廊道，不但有利於生物多樣性之維持，更能有效減緩銀合歡再次入侵，將是未來銀合歡移除及防治之主軸。因此，本計畫以 3 年時間完成利用恆春地區銀合歡移除復育造林進行生態廊道建置及評估作為計畫目標，其分述如下：

(一)透過 UAV 建立銀合歡移除復育造林地航空影像資料庫。

(二)探討銀合歡移除復育造林是否具有淺山連結至海岸生態廊道之功能。

(三)以行政院農業委員會林務局屏東林區管理處銀合歡移除復育計畫所設置銀合歡範圍做為研究區域，完成 4 條(包含一條對照樣區)由淺山至海岸地區之生態廊道規劃及長期監測樣區設置。

(四)進行生態廊道內動植物現況資源監測、分析及生物多樣性監測。

(五)評選 10 種指標物種及監測標準作業流程(Standard Operating Procedures, SOP)之建立。

(六)至少辦理 3 場銀合歡移除復育效益戶外講座(每場次應達 6 小時以上，對象為當地居民及各機關學校或有興趣之人士與非政府組織(Non-Governmental Organization, NGO)或非營利組織(Nonprofit Organization, NPO)。

(七)編印恆春半島地區銀合歡移除後復育造林之生態資源手冊(或摺頁)500 本。

(八)配合生態資源手冊內容研擬一套當地環境教育教案。

參、材料與方法

一、計畫研究範圍

計畫範圍位於屏東縣枋山鄉、牡丹鄉、車城鄉、滿州鄉及恆春鎮範圍之恆春半島共 6 個鄉鎮(圖 3)，其地形主要以低山及丘陵台地為主。地勢方面，以四重溪為界，其地勢分成南北兩部份，四重溪以北到楓港溪南岸，低山綿延，高度約在 600-1,000 m，四重溪以南則以丘陵、台地及平原為主，因此，地形上從大漢山以南，中央山脈相當於以台地姿態伸入恆春地區，高度逐漸降低，此一高平台地被河流切割後，形成現今恆春半島主要之地形。銀合歡整治後復育造林研究區，屬林務局屏東林區管理處所推動之銀合歡整治防治計畫所規劃之國有林地及海岸防風林，配合後續國土綠網計畫中等不同涵蓋範圍之造林區域，以及恆春半島其餘主管機關，其管轄範圍內已針對銀合歡伐除復育造林作業所營造之潛在生態廊道，皆為本研究計畫之涵蓋範圍。

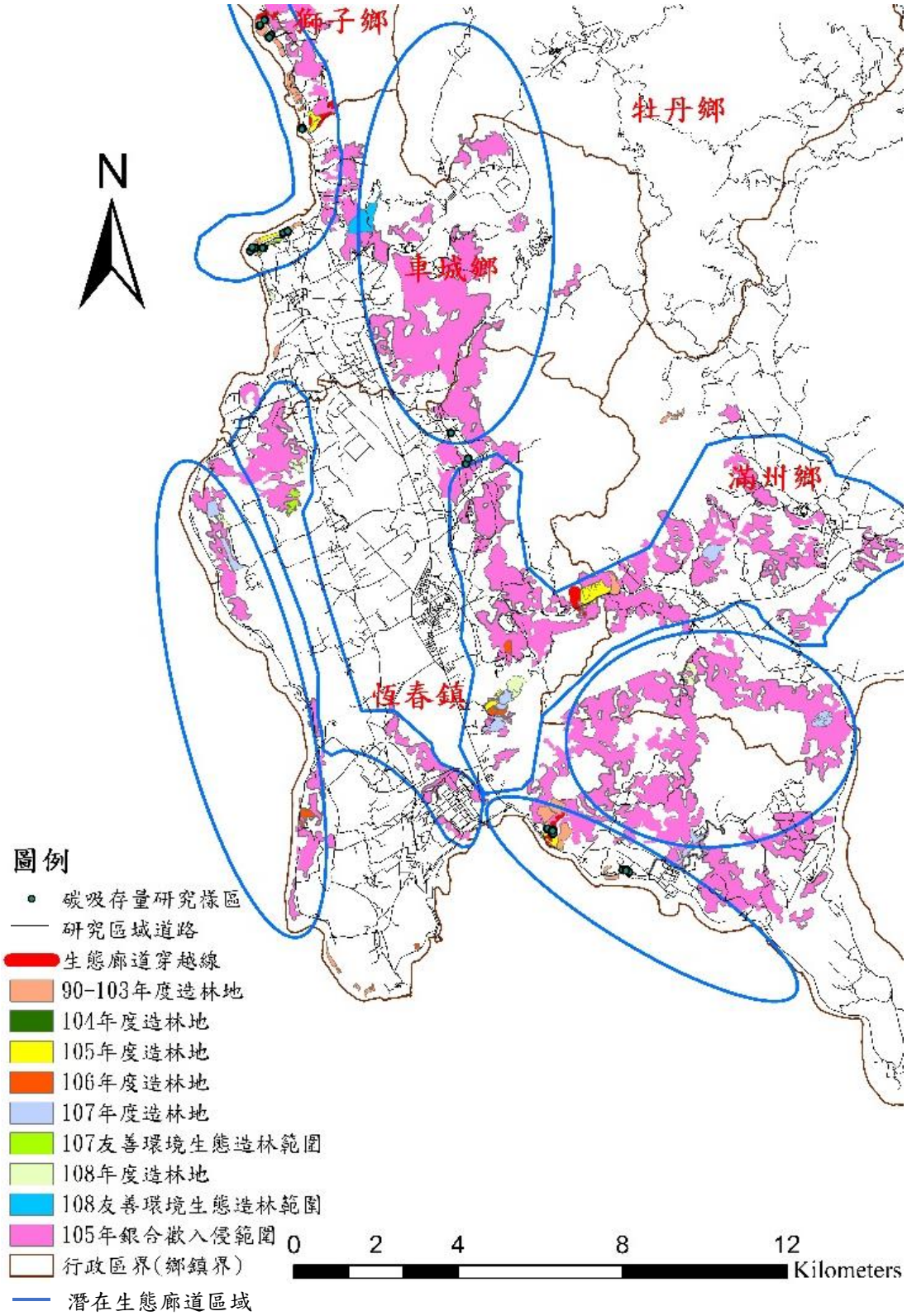

獅子鄉
牡丹鄉
N
車城鄉
滿州鄉
恆春鎮
圖例
碳吸存量研究樣區
研究區域道路
生態廊道穿越線
90-103年度造林地
104年度造林地
105年度造林地
106年度造林地
107年度造林地
107友善環境生態造林範圍
108年度造林地
108友善環境生態造林範圍
105年銀合歡入侵範圍
行政區界(鄉鎮界)
潛在生態廊道區域
0 2 4 8 12
Kilometers

圖 3 計畫研究區域範圍

氣候方面，以恆春氣候站 1981-2020 年之氣象資料進行統計並進行生態氣候圖分析(圖 4)，由氣象資料統計顯示，研究區氣候屬熱帶性氣候，年溫差不明顯，1 月最冷，其平均氣溫為 20.6℃；7 月最熱，平均氣溫為 28.9℃, 年均溫為 25.5℃；年降雨量 2,031.4 mm，降雨主要分布於 5 月至 10 月，佔全年降雨量 92.4%，11 月至隔年 4 月為乾季；平均相對溼度介於 73%-87%；年平均風速 3.91 m/sec，7 月至 9 月為颱風盛行季節，10 月至隔年 3 月之東北季風，常因其來向與東北季風相符，風力強大，每秒達 10-17 m，俗稱「落山風」，為本區特殊現象，枋山以南，包括恆春、車城、牡丹、獅子、滿州等鄉鎮所受影響，較其他地方為強烈(交通部中央氣象局，2020)。

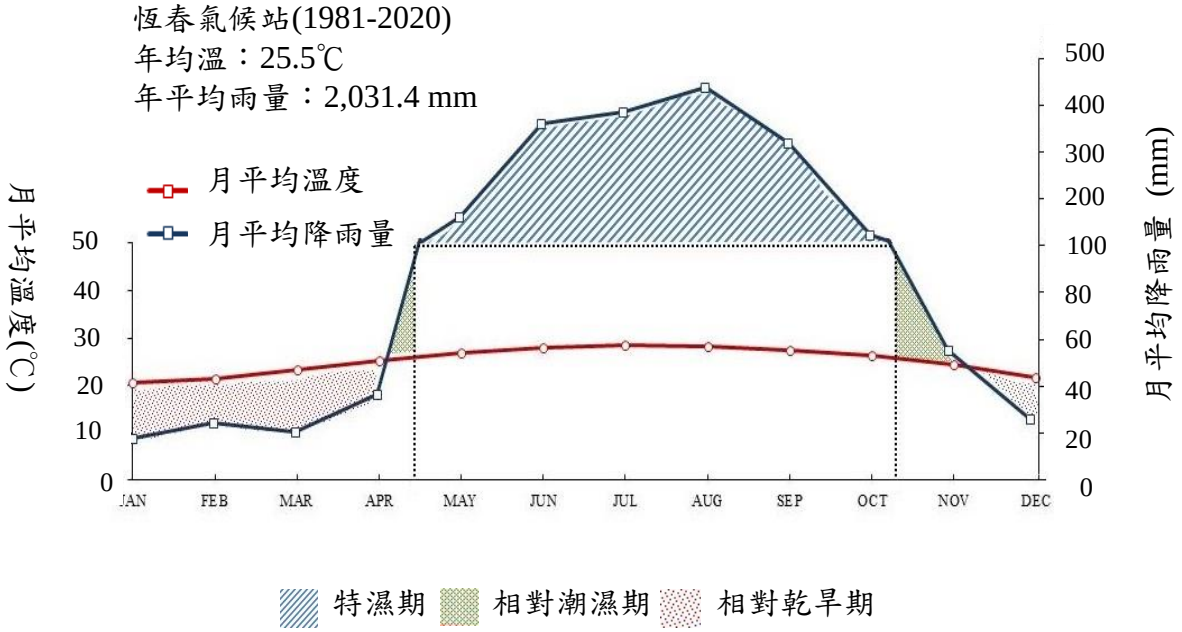


圖 4 研究區生態氣候圖

二、計畫研究流程

許多因素均造成物種棲地破碎化與生態多樣性低落，如建物、道路、銀合歡入侵等，故前期計畫「銀合歡移除復育之生態效益評估」已針對防治銀合歡有實質建議，對於建物與道路此二項因素無法快速改變之前提下，為達到提升生物多樣性與營造恆春半島原生林相為前提，透過伐除銀合歡之作業方式營造生態廊道應為首要執行項目。

本計畫針對銀合歡移除前後之效益量化，透過樣區尺度比較銀合歡移除前後之生物量、動植物種類數量等不同角度進行銀合歡移除復育造林效益評估，接著利用不同程度覆蓋面積之銀合歡進行阻隔程度試驗，並以穿越線法監測動物，與植物樣區設置進行動植物監測，探討不同程度覆蓋面積之銀合歡對於物種棲息地是否有不同影響，而為了解銀合歡分布是否影響動植物之生物空間阻隔情形，透過不同長度之銀合歡純林，探討不同銀合歡覆蓋面積之情形，是否會影響動植物之生活空間，利用最小成本路徑分析法進行分析，藉此量化潛在生態廊道之分布位置。此結果可作為選定優先伐除銀合歡順序之參考依據，及以最大效率營造潛在生態廊道。

研究範圍為銀合歡整治後復育造林研究區，屬林務局屏東林區管理處所推動之銀合歡整治防治計畫所規劃之國有林地及海岸防風林，配合後續國土綠網計畫中等不同涵蓋範圍之造林區域，以及恆春半島其餘主管機關，其管轄範圍內已針對銀合歡伐除復育造林作業所營造之潛在生態廊道，透過前期之適宜性分析，套疊目前銀合歡之分布情形，針對套疊分析結果，判定潛在可能生態廊道的區域位置，於範圍內進行生態資源監測，監測項目分別包含哺乳類、鳥類、兩棲類與爬蟲類與植物樣區監測等項目，另針對復育造林區及其周邊以地景生態學理論結合地理資訊系統及遙測技術，進行棲地適宜性分析，並探討物種與棲地地景之關聯性，同時利用最小成本分析法，量化潛在生態廊道可能出現之位置，後續依照動、植物監測成果進行分析，找尋具備特殊生態意涵之指標物種，建立標準作業流程。

本計畫最終彙整成果，並完成銀合歡移除復育造林環境教案，與製作生態資源手冊，以完成銀合歡移除復育造林環境教案之推動，另針對屏東林區管理處本處及各站人員，進行與本研究計畫相關重點之教育訓練，包含應用遙測影像分類偵測銀合歡分布位置、動、植物監測方法等不同面相之課程安排，期望能為本處與各站人員提供有用之資訊。

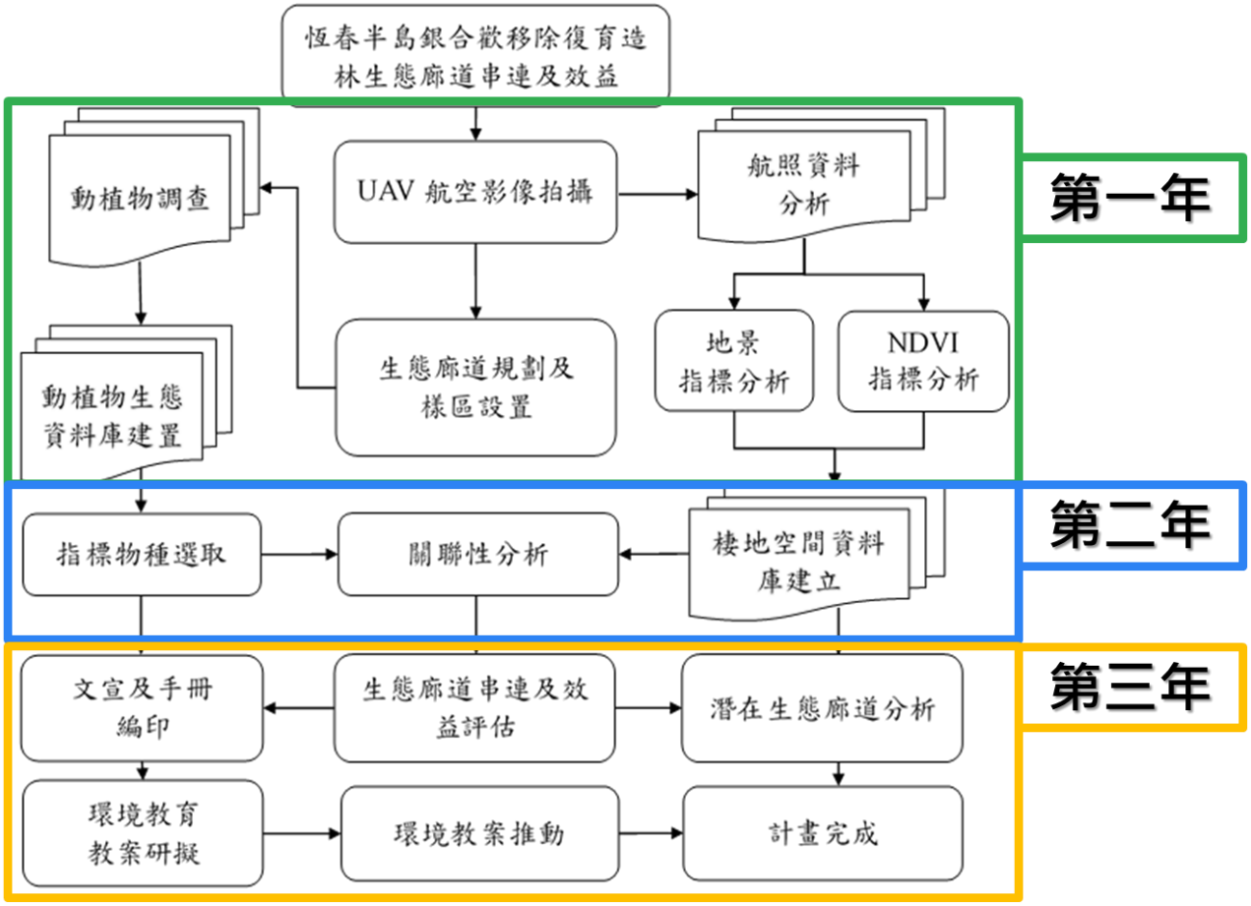


圖 5 計畫流程圖

三、計畫研究方法

(一)銀合歡移除前後之綜合性效益評估

以樣區尺度討論銀合歡移除前後之不同生態效益，針對生物量、樣區草本植物覆蓋度、動植物數量、哺乳動物出現頻度指數(Occurance Index, OI)與植物多樣性指標，利用獨立樣本 t 檢定(Independent Sample t-test)進行分析，以造林地與銀合歡林地之各項效益，並無顯著差異作為本研究之虛無假說(Null hypothesis)，而對立假說(Alternative hypothesis)為兩種林地間之各項效益有顯著差異，討論銀合歡移除後復育造林，是否達到有效提升生物多樣性之效益，針對本次研究計畫設置之樣區分類為銀合歡林地樣區與復育造林地樣區，以兩種不同處理方式進行銀合歡移除前後之效益評估，藉此評估移除銀合歡並復育造林確實造成林相改變，具備其正面效益。而針對碳吸存能力進行單因子變異數分析(One-way ANOVA)比較成熟林分造林地、銀合歡林地與小苗造林地三者間之差異。

(二)探討銀合歡移除復育造林後之潛在生態廊道

地景生態學主要研究議題為特定地景中各種變遷及現象之敘述(Forman and Godron, 1986; Naveh and Lieberman, 1984)；一般而言，地景指特定地理範圍中，將地表元素劃分為數個嵌塊體(Patch) (Forman, 1995)，並依據嵌塊體組成之地景結構，針對嵌塊體形狀、大小等，進行量化並利用指標計算觀察之；Forman and Godron (1986)定義地景是由多個土地利用類型組成之聚集，且相互影響之生態系統；地景生態學不同於傳統生態學，地景生態學著重不同土地利用類型間之相互影響及變化，研究者以其研究範圍，針對一個事件或是一個物種為主題，觀察研究區域中與研究主題相關之變化，並以地景指標論述空間組成及排列情形，從中觀察地景功能及結構之動態變化(McGarigal and Marks, 1995; Lausch and Herzog, 2002; 鄔建國，2003)。

地景結構為地景要素的組成、類型、大小、形狀、分布、數量、格局及相關的能量與物質的分布，均屬結構特徵，即地景要素之間的空間相互關係。其可瞭解生態系統中不同嵌塊體間的空間關聯性，為地景生態學的基礎研究。Forman and Godron (1986)定義地景結構所探討的是以嵌塊體、廊道(Corridor)、基質(Matrix)等三種地景空間元素所構成的地景鑲嵌體(Landscape mosaic)。地景功能主要是研究空間要素間的相互影響，即生態系統組成分間的能量、物質和物種的流動，亦指地景結構與生態過程的相互作用。

生態客體如動物、植物、生物量、熱能及礦質養分等，其在空間要素上呈異質性的分布，並在其間不斷的移動，因而確定及預測這些地景要素間的流動或相互影響，便能瞭解地景功能。地景變遷為地景結構與功能隨著時間的變化，其變化的原因在於地景要素的干擾，而這些干擾來自於自然環境、生態客體以及人類活動之間綜合的相互作用。Forman (1995)提出之嵌塊體(Patch)、廊道(Corridor)、基質(Matrix)模型為目前常見之地景生態學概念(圖 6)。

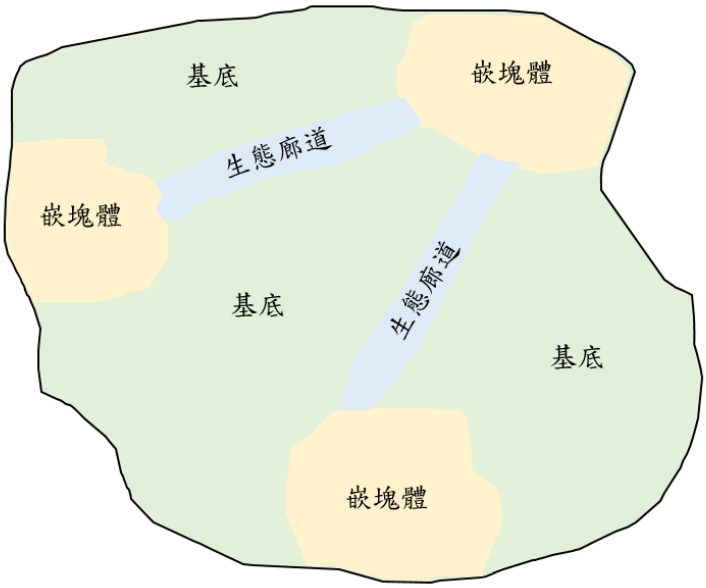


圖 6 嵌塊體、廊道、基質之概念示意圖

1.生態廊道適宜性分析

空間中各種景觀要素包含嵌塊體、廊道、基底，不同的組合排列，會對於物種傳播產生影響，亦產生通過各地景元素所造成的干擾阻力，不同的地景元素對於物種而言會有不同的阻力，其即視為陸域動物通過不同土地類型所需耗費之成本。本計畫利用於造林地與銀合歡林地內出現頻率有明顯差異之中小型哺乳類動物為研究目標，探討潛在生態廊道。選定影響動物移動成本之因子為棲地適宜度、道路密度及銀合歡林地密度。

(1)嵌塊體：為地景生態研究中基本單位，其大小需視尺度而定，例如在森林經營管理角度下，每個嵌塊體可以是一個林分，數個林分之集合為森林，若將尺度放大，森林可能成為單一個嵌塊體；於生態角度而言，嵌塊體代表著地景中相對同質性之區域(Forman and Godron, 1986；鍾玉龍、呂明倫，2006)，嵌塊體間擁有明確邊界，可藉此觀察特定物種或是地表物之變遷及過程，例如特定入侵種入侵之地理分布，將改變原本之地景樣貌(吳坤真等，2013)。嵌塊體受到空間解析力影響，每個嵌塊體內皆含有其內部結構，但需要於更高解析度下才可被觀察到；若放大尺度，嵌塊體內部結構將會被忽略，並視為一塊相對同質的區域，此種以層級區分的方式是地景生態學中常見的(Allen and Starr, 1982)，因此地景生態研究中不能只含有一個嵌塊體；總言之，各嵌塊體代表著不同土地利用、資源來源、功能等，屬於依質性特徵對地景進行劃分(McGarigal, 2015)。

(2)廊道：線性之地景元素，廊道特性為相對狹長的地理範圍，廊道兩旁擁有不同之嵌塊體或是基質，廊道能以孤島形式存在，但通常會連接道相似性質之嵌塊體或是其他廊道(Forman and Godron, 1986)。

(3)基質：可視為地景生態研究中最大單位，或是連接度最高之地景元素(Forman and Godron, 1986; 黃志成、馮豐隆，1998)，基質連接了數種地景，例如一座熟齡林森林中，熟齡林為該地景中之基質，因為大部分熟齡林相連，基質中包含著數個嵌塊體，可能是建地、草地等其他類型，以及道路、遷移路線等廊道，但地景仍以熟齡林為主，因此在地景單純時，基質可明顯被指認，但在環境複雜及地景破碎時，基質可能較難被察覺；故基質之定義需視研究尺度而定，例如研究之地景範圍為整片森林時，熟齡林可能會降為嵌塊體之尺度，而由其他分布更廣之土地利用類型成為基質(McGarigal, 2015)。

依照本計畫首先以棲地條件進行生態廊道適宜性分析，棲地條件包括 Landsat 衛星影像所產生之常態化差異植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)、土地利用分類、及動物潛在出沒位置資料等，後續計算棲地適宜性指數(Habitat Suitability Index, HSI)，以找出可能潛在之生態廊道位置。本計畫以 Landsat-8 衛星影像進行 NDVI 計算，藉此瞭解計畫範圍內之植生覆蓋情形，透過綠色植物吸收藍光、紅光並強烈反射紅外光之特性，推算出植生之多寡，所計算出之 NDVI 的值域為-1 至 1，其中 0 以下之數值屬無植生區域，故本計畫從中萃取數值介於 0 與 1 間之值域範圍，並將之分為 0.1 至 1 之分組，並分別賦予其適宜性值為 0 至 9 分。

本計畫透過 Landsat-8 衛星影像，以監督式分類之最大概似法進行土地利用分類，將土地利用分類成林地、銀合歡林分、裸露地與建地，其中裸露地包含休耕中之農地，而在銀合歡林分主要分類原則，則是透過其在乾季時會有假落葉之現象，葉片呈現枯黃狀態；在濕季時，枝葉生長茂盛而呈現濃綠的樣貌(圖 7)作為物候特性，故此特性可於用遙測影像上，以兩期影像光譜特徵進行銀合歡林分偵測(陳朝圳，2017)，所分類之各土地利用類型再分別賦予其適宜

性值，如表 2 所示。

圖 7 銀合歡乾溼季所呈現之樹冠情況
(圖 A 為濕季圖、圖 B 乾季圖；地點皆為恆春鎮)

利用 UAV 航拍影像檢核土地利用分類,利用 UAV 航空照片之高解析力取代步行監測，提升檢核效率與可信度，能抵達更加深遠之山地區域，提供精準度與效率皆更為良好之土地利用分類結果。

表 2 各土地利用類型之適宜性值分級表

土地利用類型	適宜性值
建地	1
裸露地	2
銀合歡林分	3
一般林地	4

本計畫透過收集與實際監測之重點物種(食蟹獴 *Herpestes urva formosanus*、黃喉貂 *Martes flavigula chrysospila*、臺灣獼猴 *Macaca cyclopis*) 監測記錄與其出現位置，配合數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)以地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)進行空間分析，並萃取該位置之 4 種地形變量，包含海拔(ALT)、坡度(SLO)、坡向(ASP)、全天光空域(TWS)之運算，並搭配 19 種氣候變量,即為年均溫(BIO_1)、平均晝夜溫差(BIO_2)、等溫(BIO_3)、季節性溫度(BIO_4)、最熱月溫度(BIO_5)、最冷月溫度(BIO_6)、年溫範圍(BIO_7)、暖季均溫(BIO_8)、乾季均溫(BIO_9)、濕季均溫(BIO_{10})、冷季均溫(BIO_{11})、年降雨量(BIO_{12})、最大降雨週期(BIO_{13})、最小降雨週期(BIO_{14})、季節性降雨(BIO_{15})、最濕季降雨(BIO_{16})、最乾季降雨(BIO_{17})、最暖季降水(BIO_{18})、最冷季降水(BIO_{19})與土地利用(LU)，總計 24 個參數進行潛在生育地之推估。所產出之資料為網格式資料，其中記錄各物種可能出現之機率以百分比所示，而為便於與其他資料進行計算，將百分比與區間進行分類，並分別賦予其適宜性值(表 3)。

表 3 動物資料之適宜性值分級表

動物出現機率(%)	適宜性值
0-20	0
20-40	1
40-60	2
60-80	3
80-100	4

本計畫透過上述所分析出之資料，分別賦予其適宜性值，並進行加總，所得之成果即為計畫區域內之棲地適宜性圖，其計算式如下式 1：

$$\sum_{i=1}^{n}[NDVI_{HSI} + LU_{HSI} + AOI_{HSI1} + AOI_{HSI2} \ldots..] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

2.道路密度

因不同類型之道路對於動物有不同程度之影響，因此將數化之道路圖層依類別分為 3 類(縣道、鄉道與一般道路)。以網格中的道路長度為網格屬性轉為網格式資料後，依據其道路類型給予加權(縣道加權 3 倍，鄉道加權 2 倍，一般道路無加權)，最後將資料重新分級為 10 級。

(三)以地景指標評估生態廊道串連效益

欲探討動植物生物相與地景格局分布的對應關係，本研究利用 Arc/Info GIS 軟體之巨集指令，以 McGarigal(2014)所使用之 Fragstats 4.2 地景指標分析軟體，量化已設立廊道樣區之區域，將監測路徑附近 1 km 內區域進行地景指標之計算，利用已執行銀合歡伐除復育造林，與銀合歡純林地之間進行比較，分別以三個重複之潛在生態廊道樣本進行試驗，討論執行伐除銀合歡復育造林之地景指標之變化。本研究所選用的指標有一般性指標(圖 8)、形狀性指標(圖 9)，與鄰近度連結性指標(圖 10)及地景多樣性指標等，根據前人研究選用適合之地景指標如下所列：

1.一般性指標

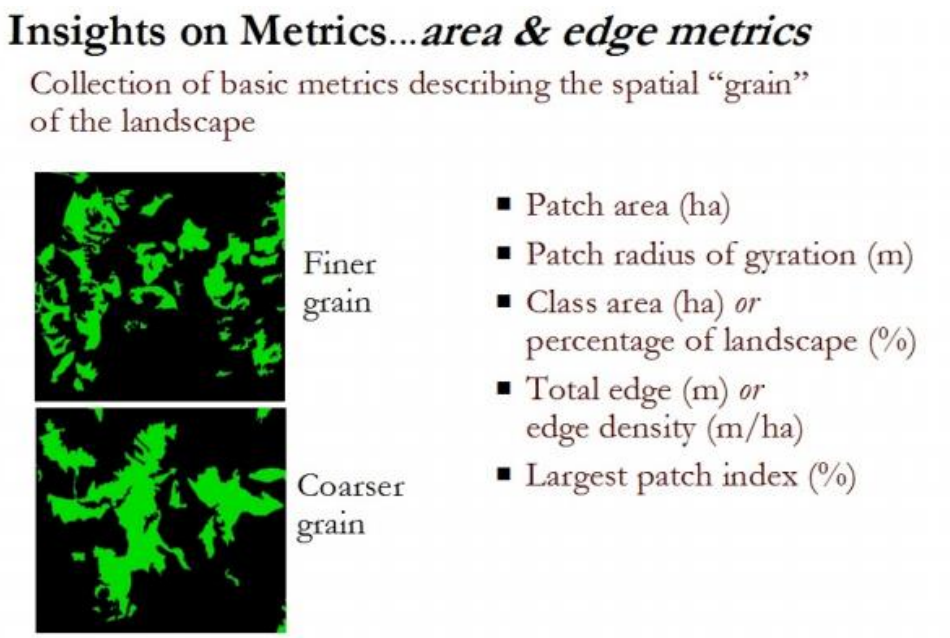


圖8 一般性指標各指標之示意圖(McGarigal, 2014)

(1)嵌塊體數量(Number of Patches, NP)：某一相同分類型之所有嵌塊體數量，當 NP =1 表示某分類型由單一嵌塊體構成。

$NP = n_i$……(2)

n_i＝類型 i 中所有嵌塊體數量

單位：無

區間：NP＞1，無限制

(2)嵌塊體密度(Patchiness Density, PD)：單位面積內嵌塊體數量。

$$PD = \frac{N}{A}(10000)(100) \quad \text{.....(3)}$$

Ni＝類型 i 中所有嵌塊體數量

A＝總地景面積

單位：n / 100 ha

區間：PD＞0，受限於網格大小

(3)最大嵌塊體指標(Largest Patch Index, LPI)：最大嵌塊體面積佔有總面積之比例，當 LPI =1 表示地景由單一嵌塊體所構成。

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A} \times 100 \quad \text{.....(4)}$$

a_{ij}＝類型 i 中第 j 個嵌塊體之面積

$\max(a_{ij})$=類型 i 中最大 j 嵌塊體之面積

A＝總地景面積

單位：%

區間：0＜LPI＜100

(4)平均嵌塊體大小(Mean Patch Size, MPS)

$$MPS = \frac{A}{N} \times \frac{1}{10000} \quad \text{.....(5)}$$

A：嵌塊體面積

N：嵌塊體數量

單位：m^2/ha

區間：MPS>0

2.形狀性指標

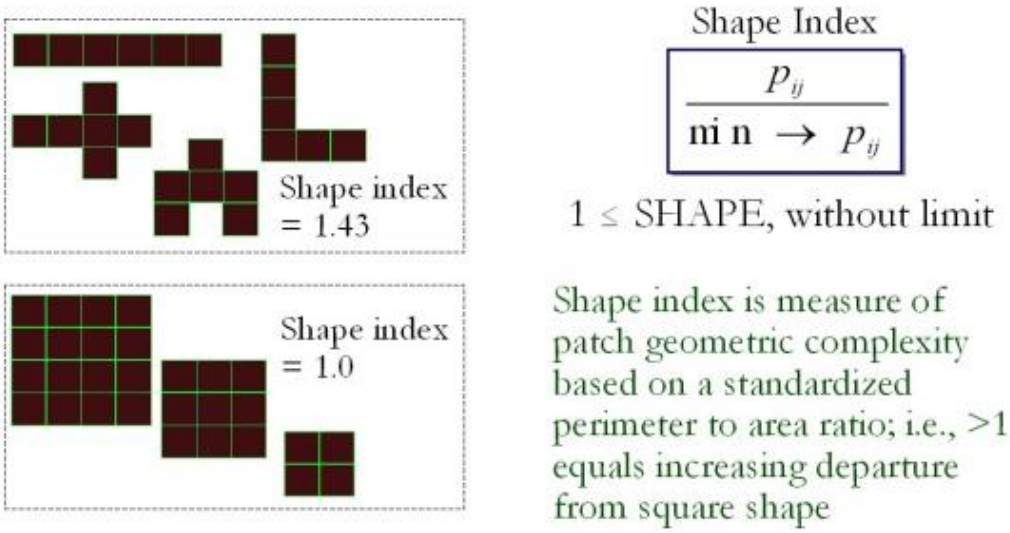


圖9 形狀指標其各指標之示意圖(McGarigal, 2014)

平均形狀指標(Mean Shape Index, MSI)：鑲嵌邊緣形狀的差異程度，當 MSI ＝1 表示嵌塊體形狀圓整或趨於圓整，MSI 高表示嵌塊體形狀不規則。

$$\text{MSI} = \frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{p_{ij}}{\min(p_{ij})}}{n_i} \quad \text{.....(6)}$$

p_{ij}＝類型 i 中第 j 個嵌塊體之周長

n_i＝類型 i 中所有嵌塊體數量

$\min(p_{ij})$=類型 i 中最小 j 嵌塊體之面積

單位：無

區間：MSI≧1，無限制

3.鄰近度與連接性指數

平均最近鄰近距離(Mean Nearest Neighbor Distance, MNND)

$$\text{MNND} = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} h_{ij}}{N'} \quad \text{.....(7)}$$

MNND>0

h_{ij}：=二種不同類型嵌塊體之間的距離

N'=嵌塊體數目

4.多樣性指標

Shannon's 多樣性指標(Shannon's Diversity Index , SHDI)：地景之歧異程度，當 SHDI＝0 表示地景只包含 1 個嵌塊體，無多樣性，SHDI 增加表示地景包含不同的嵌塊體類型，各類型嵌塊體的面積比例越為相近。

$$\mathrm{SHDI} = \sum_{i=1}^{m}(P_i \times lnP_i) \quad (8)$$

P_i＝類型 i 中所有嵌塊體佔有地景之比例

單位：無

區間：SHDI≧0，無限制

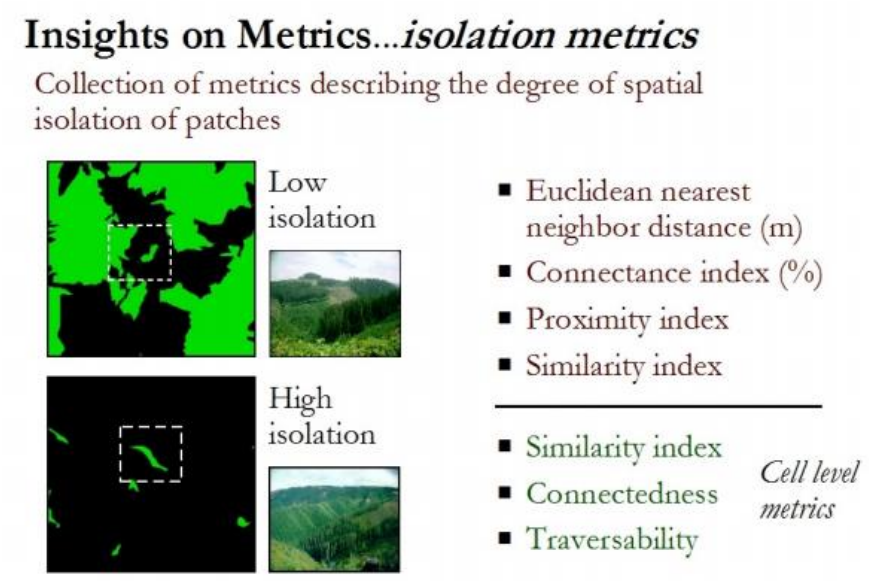


圖 10 鄰近度與連接性指標其各指標之示意圖(McGarigal, 2014)

本項研究分析主要針對六個區域，其中三個區域為已執行銀合歡移除復育造林之範圍，與另外三個並未執行銀合歡移除復育造林之範圍，透過兩種處理比較各項地景指標對於銀合歡移除復育造林所造成之差異性是否有顯著差異，利用成對樣本 t 檢定進行分析，期望比較獲得地景指標針對銀合歡移除復育造林，能量化這項人工作業所造成之地景變化。

(四)以最小成本路徑分析潛在生態廊道

藉由 ArcGIS 10.1 軟體的空間分析工具中的 Cost Distance 指令，計算出由本研究所選定之各起點出發，移動至圖層中各網格所需耗費之累加阻力圖，最後以 Cost Path 指令，計算出由各起點於移動阻力圖中移動至終點時，耗費最低成本的移動路徑，即當陸域動物沿該路徑遷徙或擴散時，所遭遇之環境阻力會最低，示意如圖 11。

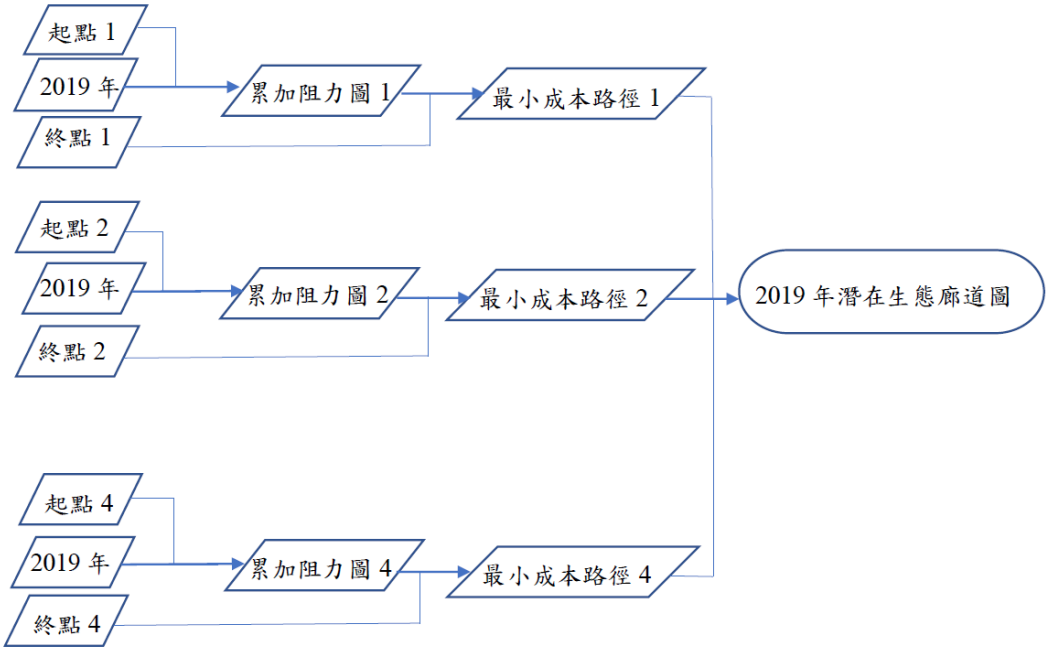


圖 11 最小成本路徑建置流程圖

引力模型常被利用於測量節點間的交互作用程度，在生態網路的建構中，將其使用於測量棲地間的交互作用程度，藉以判斷廊道作用的可能性，其交互作用程度越大代表於此兩棲地間建立廊道具有較高的效益。一般而言，越高的棲地品質、棲地面積越大、棲地間的距離越相近抑或是棲地間的阻力(成本)越小，其交互作用的程度也會越大(Kong *et al*., 2010)。

國外相關研究將引力模型作為生態網路發展的基礎工具，Uy and Nakagoshi (2007)假設指標物種所需的最小棲地面積 10 ha，結合綠地間距離及綠地面積，作為引力模型中的因子，藉以推估越南河內都市綠地間的交互作用程度。隨著最小成本路徑概念的應用，物種於綠地間移動會受到各種景觀要素的干擾，因此考量物種在移動過程中所會遇到阻力，Kong *et al*. (2010)利用綠地面積和兩兩棲地間的累加阻力(累加成本)作為量化引力值的條件，並將引力模型做了更進一步的發展，其交互作用程度(引力值)的計算為公式。

$$G_{ab} = \frac{N_a\,N_b}{D_{ab}^2} = \frac{\left[\frac{1}{P_a}\times\ln(S_a)\right]\left[\frac{1}{P_b}\times\ln(S_b)\right]}{\left(\frac{L_{ab}}{L_{max}}\right)^2} = \frac{L_{max}^2\ln(S_aS_b)}{L_{ab}^2P_aP_b} \quad \text{.....(9)}$$

式中 G_{ab}：節點 a 與節點 b 之間的相互作用力；N_a：節點 a 的權重值；N_b：節點 b 的權重值；D_{ab}：節點 a 與節點 b 之間廊道阻力的標準化值；P_a：節點 a 的阻力值；P_b：節點 b 的阻力值；S_a：節點 a 的面積；S_b：節點 b 的面積；L_{ab}：節點 a 與節點 b 之間廊道的累積阻力值；L_{max}：研究區中所有廊道阻力的最大值。

(五)潛在生態廊道之動植物監測

本計畫以三年進行銀合歡移除復育造林區內及銀合歡未移除區域進行動植物資源監測及分析，植物監測分為木本植物與地被草本植物，動物監測項目包括哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類等四大類，並以遙測衛星影像或航空影像進行銀合歡移除造林復育區及周邊區域之地景變化之監測。各類群監測方法、頻度和樣點樣線設置位置以及監測方法等，可反應監測區域內不同銀合歡阻隔程度對陸域動物群聚與復育樹種生長之影響。透過研究區域之適宜性分析，找出銀合歡移除復育造林區域中，潛在生態廊道位置，並以地景生態學分析生態廊道特徵，探討利用地景指標評估生態廊道串連效益之可行性。

由於本研究計畫透過不同銀合歡阻隔程度進行生態效益之討論，因此樣區篩選條件第一要件，即為找尋符合於穿越線之起點與終端此二部分必須為非銀合歡林地，同時該林地並未有銀合歡將會再度入侵之疑慮為首要選擇條件。透過屏東林區管理處所提供之造林地圖層資料進行套疊，結合前期計畫分類所取得之銀合歡分布位置，從原本 6 個分別有執行銀合歡移除復育造林與未執行作業之區域，進行 4 條潛在生態廊道之樣區選取。

本計畫以三年進行銀合歡移除復育造林區內及銀合歡未移除區域進行動植物資源監測及分析，植物監測分為木本植物與地被草本植物，動物監測項目包括哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類等四大類。本計畫根據適宜性分析結果圖層套疊，將分析成果按照不同之銀合歡分布情況，設計 4 條不同銀合歡覆蓋之生態廊道(200 m、300 m、400 m、500 m)，以 500 m 作為對照組，針對不同銀合歡分布情形之生態廊道進行動植物樣區監測，並依廊道寬度及特點以銀合歡移除造林區域做為中心範圍，依穿越線方式將銀合歡移除復育造林地區邊界向外延伸，並分別於銀合歡移除復育造林區內及區外進行設置監測樣區，每條廊道設置 4 個木本植物監測樣區，廊道屬性如表 4 所述，木本植物樣區大小為 0.05 ha (25 m × 20 m)，另於 0.05 ha 之監測樣區中，設置 5 個 1 m × 1 m 的地被草本樣區，而動物監測則透過穿越線監測法、紅外線自動照相機、繁殖地監測法等進行監測，其分述如下表 7，各生態廊道樣區之 UAV 空拍影像如圖 12。

表 4 生態廊道樣區之各樣區特性表

生態廊道 A	生態廊道 B	生態廊道 C	生態廊道 D
林地			
林地			
林地			
地			

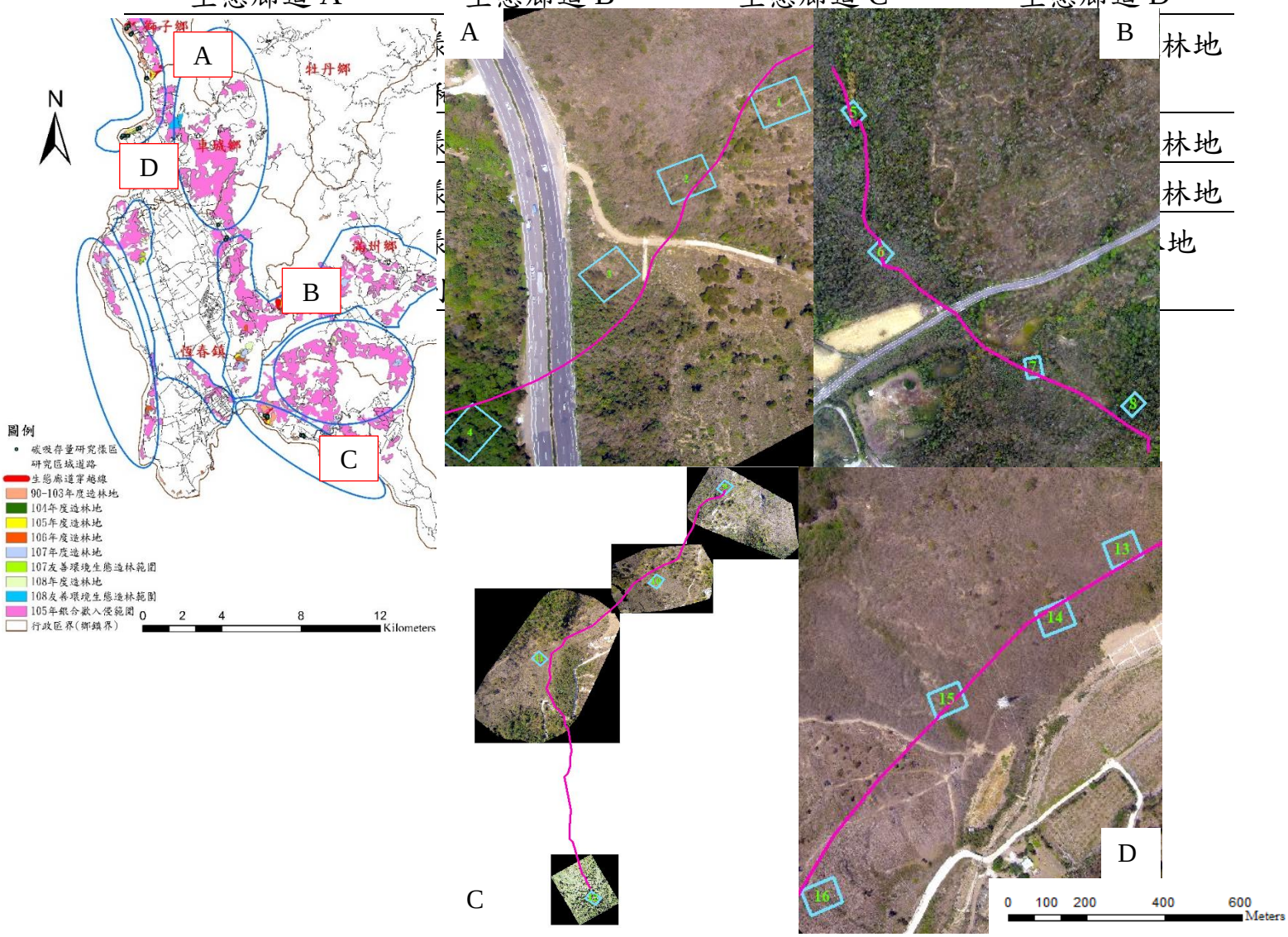


圖 12 各潛在生態廊道樣區空拍圖

(A：生態廊道 A 位於車城鄉社皆坑、B：生態廊道 B 位於滿州鄉、C：生態廊道 C 位於南灣海邊、D：生態廊道 D 位於小尖山)

本研究所提及之生態廊道 A、B、C、D 皆為相同並對應之生態廊道，以利後續各項動植物生物多樣性研究、地景生態指標分析、碎形維度指標等研究成果相互對應與說明。

1.植物監測

植物資源監測分為木本植物與地被草本植物，木本植物監測頻度為 1 年 1 次，而地被草本植物則為 1 季 1 次，1 年共 4 次為原則，如遇到劇烈天氣變化，如颱風、旱災、火災等災害，將視對樣區影響程度於災害過後增加 1 次監測，每次監測均以固定位置進行監測。木本植物於監測樣區內針對 DBH 大於 5 cm，然而銀合歡林地樣區許多林木未達 5 cm，為避免監測資料無法分析，因此銀合歡林地樣區林木下修至 4 cm 以上皆列入監測資料，或是未來可能晉級生長之林木進行每木量測，項目包括樣木編號、樣木狀態、樹種中名、樹種代號、胸高直徑、樹高等資料(附件七)，並予以造林木編號。草本植物樣區監測則選定木本植物樣區周遭之草生地，利用 1 m^2 選定 5 個樣區進行覆蓋度監測。本計畫樣區設置 16 個生態廊道研究樣區，與 16 個監測碳吸存量動態之樣區，總計 32 個樣區。植物種類名稱以臺灣植物誌(Flora of Taiwan, 2003)，輔以行政院農業委員會特有生物研究中心公告之臺灣維管束植物紅皮書名錄(2017)，進行物種與保育等級確定。

本計畫將監測樣區資料以重要值指數(Importance Value Index, IVI)進行生物多樣性分析與評估，地被草本植物則計算各物種之相對覆蓋度。木本植物以 IVI 及地被草本植物以相對覆蓋度探討植物物種在當地植群中所佔有的角色，當其值越大則表示其重要程度愈高，顯示該物種在該生育環境中更具優勢狀態。另以銀合歡在不同造林區與對照區之相對密度，探討不同銀合歡整治後造林作業方式對銀合歡抑制效果。IVI 計算係以物種之相對密度、相對頻度及相對優勢度三者加總之平均值，計算公式如下。

(1)重要值指數(IVI)

$$\text{IVI} = (\text{相對密度} + \text{相對優勢度} + \text{相對頻度}) \times 100 \div 3 \quad \text{(10)}$$

$$\text{相對密度} = \frac{\text{某一物種的個數}}{\text{樣區內全部物種的個數}} \times 100 \quad \text{(11)}$$

$$\text{相對優勢度} = \frac{\text{某一物種的胸高斷面積}}{\text{樣區內全部物種的胸高斷面積}} \times 100 \quad \text{(12)}$$

$$\text{相對頻度} = \frac{\text{某一物種出現的樣區數}}{\text{樣區內物種出現的總樣區數}} \times 100 \quad \text{(13)}$$

$$\text{草本相對覆蓋度} = \frac{\text{某一物種的覆蓋度}}{\text{所有物種的覆蓋度}} \times 100 \quad \text{(14)}$$

(2)優勢度指數(λ)

λ 為 Simpson 指標，可用來代表群落中優勢集中程度，數值越高表示優勢度集中於少數物種之現象越明顯。其計算公式如下(Simpson, 1949)。

$$\lambda = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad \text{(15)}$$

n_i：某種個體數，N：所有種個體數。

n_i/N 為機率，表示在一樣區內同時選出兩棵，其同屬於同一種的機率是多少。

其最大值是 1；如果優勢度集中於少數種時，λ 值愈高。

(3)Shannon-Wiener 多樣性指數(H')

Shannon-Wiener 多樣性指標可綜合反應一群聚內生物種類之豐富程度及個體數在種間分配是否均勻，受種數及個體數影響，指標越大時表示物種數愈多，種間的個體數量則愈平均。若群落只由一物種組成則 H'值為 0。藉由 Shannon-Wiener 多樣性指標的分析，可以得知監測區域是否為穩定成熟之生態系。計算公式如下(Shannon and Wiener, 1963)：

$$\mathrm{H}' = -\sum\left[\left(\frac{n_i}{N}\right) \times ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right] \quad (16)$$

n_i：某種個體數，N：所有種個體數。

(4)改良式 Hill 均勻度指標(E_s)

改良式 Hill 均勻度指數即為 Evenness index (E_s)，代表某一個群落中全部物種個體數目的分配狀況，即為各物種個體數目分配的均勻程度，為廣泛使用之均勻度指數(Alatalo, 1981)。其數值介於 0-1，當此指標愈接近 1 時，表示此監測環境的各物種其個體數越均勻，優勢種愈不明顯；反之，如果此群落只有一種時，指數為 0，計算公式如下。

$$E_s = \frac{[(1/\lambda)-1]}{\left(e^{H'}-1\right)} \quad (17)$$

λ：Simpson 指數；H'：Shannon-Wiener 指數。

(5)生物量、碳蓄積量與碳吸存量推估

本計畫評估銀合歡移除復育造林的碳匯成效，計算樣區的林分性態值，並分別計算樣區內造林木及保留木之蓄積量，再進一步推算碳蓄積，並逐年監測分析，計算樣區的碳吸存量，比較不同復育造林作業及生育環境之碳吸存量。

碳蓄積(Carbon stocking)為一總量之概念，測定單位林地內的生物量或蓄積量，並藉以推估林分的碳儲存量(Carbon storage)，而碳吸存量(Carbon sequestration)則具有時間的概念，為林木在期間內所吸收的碳量。銀合歡移除復育造林時之樹種選擇，主要以區外保安林或海岸林地之環境生育地為考量，並以抗風、防潮或景觀功能進行造林木樹種選擇，如相思樹、木麻黃、黃連木、欖仁(*Terminalia catappa*)等為主。為計算單木材積量，其各樹種之材積式選擇如表 5 所示，除相思樹、白雞油(*Fraxinus griffithii*)等造林木之外，其餘樹種皆採用其他闊葉樹通用材積式。利用政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)之林木碳儲存量之估算模式，進行銀合歡樣區的碳蓄積效益評估。IPCC 制定之估算原則推估單株林木碳儲存量，其公式如式 18：

$$C_{plant}=V_{stem} \quad V_{whole/stem} \times W_0/V_g \times C_{con} \quad \text{.....(18)}$$

C_{plant}：單株碳儲存量(Mg/株)；V_{stem}：單株幹材材積(m^3)；$V_{whole/stem}$：全株材積與幹材材積轉換係數；W_0/V_g：重量與材積轉換係數；C_{con}：碳含量轉換係數。利用本研究團隊所開發的「全臺碳儲存推估系統」，將樣木資料以陳朝圳等(2011)所發展之森林碳儲存推估系統(http://gisfore2.npust.edu.tw:8080/carbon/localcals.php)，進行碳蓄積量、碳吸存之計算。碳儲存量計算方式採用 IPCC 等所制定之估算公式，其中包括許多參數，如全株材積與幹材材積轉換係數、重量與材積轉換係數、碳含量轉換係數、擴展係數、基礎密度與碳含量轉換係數等，皆以目前國內外相關研究報告為主，若無相關資料則參考國外資料，各樹種之立木材積式如表 5 所示。

表 5 各樹種之立木材積式

樹種	立木材積式	出處
銀合歡	$\ln V=-9.8000+1.65041\ln D+1.26416\ln H-0.00245828\times D^{2}$	陳朝圳、范貴珠(1989)
相思樹	$V=0.000151381\times D^{1.52843}\times H^{1.04631}$	黃上權、陳朝圳(2017)
大葉桃花心木	$V=0.0000490749\times D^{1.66420}\times H^{1.27565}$	黃上權、陳朝圳(2017)
欖仁	$V=0.010752\times D+0.013173\times H-0.099030$	廖宜緯等(2011)
無患子	$V=0.004992\times D+0.01289\times H-0.063209$	廖宜緯等(2011)
苦楝	$V=0.013925\times DBH+0.012790\times H+0.127933$	廖宜緯等(2011)
其他闊葉樹 通用材積	$V=0.0000464\times D^{1.53578}\times H^{1.50657}$	劉慎孝、林子玉(1968)

註：V 為材積(m^3)、D 為胸高直徑(cm)、H 為樹高(m)

2.動物監測

陸域動物監測種類，包括哺乳類(不含翼手目)、鳥類、兩棲類、爬蟲類，陸域動物監測方法，計畫中針對不同的物種，分別採用穿越線監測法、自動錄音、紅外線自動照相機(分布位置如表 6)等方式進行監測，監測頻度為 1 季 1 次，1 年共 4 次，監測時間則依照物種之生活習性不同而做調整，而紅外線自動相機於木本植物樣區內中心設置 1 台，每 1 條生態廊道共設置 4 台，合計 16 台。各陸域動物監測分述如下，詳細之監測方法說明及監測頻度及時間如表 7 所示。

表 6 紅外線自動照相機背景資料與位置描述

相機編號	坐標(TWD97)	相機編號	坐標(TWD97)
造林地		銀合歡林地	
生態廊道 A			
T1	X: 221,060 m Y: 2,446,249 m	T2	X: 220,971 m Y: 2,446,220 m
T4	X: 220,858 m Y: 2,446,002 m	T3	X: 220,886 m Y: 2,446,122 m
生態廊道 B			
T5	X: 226,975 m Y: 2,434,263 m	T6	X: 227,155 m Y: 2,434,181 m
T8	X: 227,525 m Y: 2,434,185 m	T7	X: 227,339 m Y: 2,434,094 m
生態廊道 C			
T9	X: 226,827 m Y: 2,429,300 m	T10	X: 226,578 m Y: 2,429,170 m
T12	X: 226,554 m Y: 2,428,375 m	T11	X: 226,443 m Y: 2,428,908 m
生態廊道 D			
T16	X: 220,848 m Y: 2,445,993 m	T13	X: 221,066 m Y: 2,446,259 m
		T14	X: 220,976 m Y: 2,446,223 m
		T15	X: 220,883 m Y: 2,446,120 m

(1)哺乳類

哺乳類監測方面，每次監測時程配合紅外線自動相機資料收集(Pei *et al.*, 1997；裴家騏，1998)，約為 2 個月進行 1 次監測，監測方法包含穿越線監測法及紅外線自動相機設置。穿越線監測法係以沿著穿越線，以徒步緩行方式，記錄沿線所目擊之哺乳動物的種類、數量、出現位置，亦記錄沿線所發現之哺乳動物足跡、食痕、排遺、掘痕、窩穴、殘骸等跡象及叫聲，用以判斷動物之種類並探討其相對數量。哺乳類鑑定方面，監測後透過祁偉廉(2008)之臺灣哺乳類動物、行政院農委會特有生物研究保育中心臺灣野生動物資料庫查詢系統、TaiBNET 臺灣物種名錄(http://col.taibif.tw/)及行政院農業委員會公告之保育類野生動物名錄進行物種與保育等級確定。

(2)鳥類

於鳥類繁殖季節之 3 月、6 月、7 月及候鳥過境季節之 9 月進行監測，採用定點計數與沿路取樣等方法混合進行，沿各樣站設穿越線，穿越線長度為 1,000 m，定點監測的間距為 200 m，單一樣區共設置 6 個相距 200 m 的監測樣點。監測時間於日出後 3 小時和日落前 2 小時內進行，每個樣點監測時間為 6 分鐘，移站過程沿線補齊定點監測未記錄之鳥種。監測以望遠鏡觀察輔以鳴聲進行判別，在使用望遠鏡視線範圍內，同時辨別叫聲，可辨別鳥類種類的距離約為 200 m，記錄鳥種、數量及其出現的棲地類型。

(3)兩棲類

每季以穿越線監測法與定點觀測法(樣區環域 50 m 範圍)監測記錄兩棲類，除了直接目擊外，並以目擊及鳴叫聲等作為監測之依據，進行兩棲類動物種類的監測及名錄的建置，監測頻度為 1 季 1 次，1 年共 4 次，監測時間則依照物種之生活習性不同而做監測，詳細之監測方法分述如表 7。除上述內容外，亦於每次監測過程中，於各路線進行相關動物相監測，確保動物名錄之完整性。

(4)爬蟲類

爬蟲類監測採用隨機漫步之目視遇測法進行，於各樣區鳥類監測樣線擇 500 m 兩棲和爬蟲類出現頻度較高的路段，沿線記錄目擊或耳聞的種類。日行性爬蟲類部分，於上午 9 至 12 點之活動高峰進行，針對蛇類等夜行性種類，則另進行夜間監測，記錄項目包括爬蟲類之種類、數量和出現的棲地類型等。

透過紅外線自動照相機所收集之野生動物出現種類及出現次數資料，計算標準化活動指標亦稱出現頻度指數(Occurrence Index, OI)(裴家騏、姜博仁，2004)，可作為族群豐富度指標，其計算公式如式 19。

$$\mathrm{OI} = \frac{\text{一物種在該樣點的有效影片或照片總數量}}{\text{該樣點的相機總工作時數}} \times 1{,}000\ \mathrm{hrs} \quad \text{.....(19)}$$

相機工作時數為相機開機後至最後 1 張照片拍攝時間之間的間隔時間，以小時為計算單位，總工作時數則是各次工作時數的加總。根據李玲玲(2007)定義有效照片為 1 個小時內同一隻個體的連拍只視為 1 張有效照片紀錄；不同個體，即使同一小時內連拍，也當作不同的有效紀錄，若 1 張內有 2 隻以上個體，每隻都視為 1 筆有效紀錄。動物相分析方法主要採用物種數量加總方式呈現，本計畫監測結果結合前期監測之動物資料進行分析，然而多樣性指標對於本計畫研究成果解釋力欠佳，比較多樣性指標結果之高低差異，並無法驗證不同廊道間是否有廊道效益之差別，故採用物種數量加總之方式，評估並量化不同厚度之銀合歡林地阻隔生物活動之情形。加入動物行為評分表將各生態廊道動物行為表現進行評分，判斷何者出現較多元之動物行為，表現出較適合動物棲息之環境。

表 7 陸域動物監測方法表

監測類群	監測方法	監測方法說明	監測頻度與時間
哺乳類	穿越線監測法	於復育監測樣區與對照區域範圍內設置等長的監測樣線，利用目視遇測法(Visual Encounter Survey, VES)入夜後沿線記錄看到和聽到之哺乳類食痕或是腳印等動物生活痕跡。	1 季 1 次，1 年共 4 次。
	紅外線自動照相機與自動錄音機	於樣區域範圍內之核心區域，設置固定架設點，使用紅外線自動相機與自動錄音機進行長時間影像拍攝與錄音，拍攝之照片透過專業人員進行辨識物種，用於補充陷阱誘捕可能遺漏的物種。	拍攝時間為整日連續 24 小時。每 2 個月進行相片收集。
鳥類	穿越線監測法(含定點計數)	於復育監測樣區與對照區域範圍內設置等長的監測樣線，以8-10 倍的雙筒望遠鏡觀察沿線鳥類，輔以鳴叫聲音辨別，記錄棲地類型中看到和聽到的鳥類種類、數量。	1季1次，1年共4次。每次於日出後3小時、日落前2小時執行，入夜後執行夜間監測。
	紅外線自動照相機(地棲鳥類)與自動錄音機	於樣區域範圍內之核心區域，設置固定架設點，使用紅外線自動相機與自動錄音機進行長時間影像拍攝與錄音，拍攝之照片透過專業人員進行辨識物種。	拍攝時間為整日連續 24 小時。每 2 個月進行相片收集。

監測類群	監測方法	監測方法說明	監測頻度與時間
兩棲類	穿越線監測法	於復育監測樣區與對照區域範圍內設置等長的監測樣線，利用VES入夜後沿線記錄目擊和聽見之兩棲爬蟲類種類和數量。沿線遇溝渠和水窪及積水容器等水域型微棲地環境，輔以徒手或使用工具翻動地表或枯枝落葉進行檢視，並均進行定點停留監測。	1 季 1 次，1 年共 4 次。監測於日落後 1 小時開始執行。
	繁殖地監測法	繁殖地監測法則是在兩棲類聚集繁殖的蓄水池、排水溝或積水處等候記錄。監測選在日落後以探照燈目視搜尋並配合鳴聲定位，記錄兩棲類之數量及出現棲地。	1 季 1 次，1 年共 4 次。
爬蟲類	穿越線監測法	於復育監測樣區與對照區域範圍內設置等長的監測樣線，利用VES入夜後沿線記錄看到和聽到的爬蟲類種類和數量。	1 季 1 次，1 年共 4 次。監測於日落後 1 小時開始執行。
	繁殖地監測法	繁殖地監測法則是在兩棲類聚集繁殖的蓄水池、排水溝或積水處等候記錄。監測選在日落後以探照燈目視搜尋，記錄爬蟲類之數量及出現棲地。	1 季 1 次，1 年共 4 次。

(六)10 種指標物種之監測標準作業流程

生物多樣性的保育工作，需依據長期的資源監測，才能達成完善的棲地管理與原生物種保育的目標，據此，為維持及了解區域生物多樣性變化，需將地域性的重要原生物種，選定為指標物種，並進行長期監測，以瞭解園區活動對指標物種發育的影響。Gibbons and Botha (2002)研究指出物種對於棲地會有特定的需求，因此選擇指標物種的標準之一，即為該物種須對棲地需求有著高度專一性(Chovance and Waringer, 2001; Schiemer *et al*., 1991)。國際社會目前大多採用「物種指標」來表示生物多樣性變化，而物種指標需要具備下列特徵：1.具有足夠的敏感性來指示早期的環境變化，它具有環境變遷的預警作用；2.具有較廣的地理分布範圍。當環境改變時，此類生物的分布範圍也會改變，而容易被偵測出來；3.比較容易收集資料及量度者；4.能夠用來反應只是因人類干擾而產生的變化。前人研究認為鳥類、兩棲類為良好的指標物種，其理由為該類物種在地球上有廣泛的分布，且對環境變化較敏感，資料收集較為容易(林曜松，1999)。而生物棲地物種指標的建構，依其監測功能角色不同，可分為生態系關鍵指標物種、污染指標物種及環境教育指標物種等(林明瑞等，2008)。

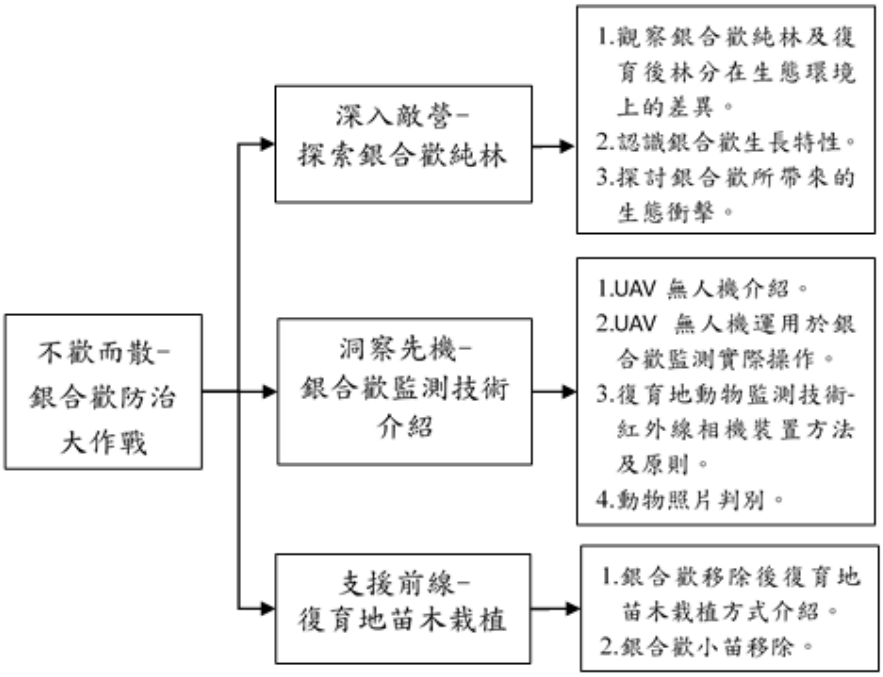
1.鳥類：英國曾以其國內的鳥類種數與族群量，作為環境品質的基準指標之一，利用其完善的鳥類資料庫，統計歷年來鳥類種數的變化情形，以評估過去多年來環境的變遷情形，並藉此擬定未來的環境政策。英國採用農地鳥類(Farmland bird)與林地鳥類(Woodland bird)的總族群量年變化，作為監測的指標；美國繁殖期鳥類監測(Breeding Bird Survey, BBS)從 1960 年迄今已有非常長的時間，也累積了相當寶貴的資料，自 1990 年納入美國環保署(EPA)的美國生態資源監測與評估計畫(Environmental Monitoring and Assessment Program, EMAP)，而國內運用鳥類作為環境指標的例子也不少。由於鳥類在分類學上已相當明確，且容易鑑定；在監測上能減少物種鑑定或物種間關係不確定所導致的風險，鳥類比任何其他生物都容易進行觀察與研究，相關鳥類生態與行為的研究很多，這些生物學的背景知識，增進鳥類在環境監控的實用性，更重要的是鳥類多位於食物金字塔的較高位階，因此特別適合用來監測任何透過食物鏈累積的環境訊息。

2.兩棲類：在生態系中，兩棲類扮演次級消費者以上的角色，可以控制有害昆蟲的族群量，研究更發現，兩棲類除了控制節肢動物的數量外，並能有效的降低生態系產生二氧化碳的量，對減輕溫室效應有間接的幫助(關永才等，2007)。兩棲類也是環境污染的一種指標生物，在兩棲類的生活史中，其卵無卵殼，只有膠質的鞘，因此對環境因子的變化非常敏感，當環境污染過於嚴重時，例如酸雨的形成、化學污染或是紫外線的增加，均會導致兩棲類族群量的減少或畸形率的增加。研究發現，全球氣溫逐年上升，間接導致兩棲類種類及數量的逐漸下降。在臺灣，棲息地的破壞對兩棲類的威脅最大：山地的濫墾濫伐，直接影響了該生育地的族群；農業發展的過程中，農藥的過度使用及有機廢物的增加，引起水質污染並加速惡化，導致兩棲類卵與蝌蚪存活率的下降，加上飼養的外來種侵入原生兩棲類的棲地，而外來種往往因為在臺灣沒有強而有利的天敵管制、族群不斷擴張、直接的捕食或是在食物及空間上對原生種競爭，都使原生兩棲類動物面臨極大威脅。現今的環境對兩棲類而言已充滿危機，這些危機不僅是污染，還包括原始棲地不當且過度的開發，導致棲地的消失或破壞，並形成族群的隔離，導致族群的破碎化，加速族群的滅亡，因此人類此刻更應重視兩棲類的生存問題，負起對保育工作的責任。

針對 10 種指標物種之選擇，本計畫整合前期計畫所完成之動植物監測資料，根據不同季節結合不同監測地點(造林地或銀合歡林)之資料加以比對，以不同季節為基礎，檢視動植物監測結果中，對於不同分布情況之銀合歡林地內，並未出現之動植物種類加以記錄，作為潛力指標物種之選項，接續透過第二年資料予以驗證，針對選定之潛力指標物種，驗證確實受銀合歡分布影響屬實者，則選定其為指標物種。若動物之出現記錄於不同監測地點均無明顯差異，將參考紅外線自動照相機所拍攝之動物行為進行判斷，加入動物行為用以判斷是否適合為指標物種之另一項參考依據。

(七)環境教育教案初稿與教育訓練

透過銀合歡移除環境教育實施，將目前銀合歡移除相關的作業、方法及成果，利用實地觀察、學習並建立正確的環境倫理價值觀，作為本教案最主要的設計理念。為引發對於對於銀合歡防治的觀念，促進學生對於銀合歡防治的行



動力，本教案分為 3 個主題進行，流程如圖 13 所示。

圖 13 銀合歡防治環境教育主題流程

針對教育訓練進行前後測，設計教育訓練課程相關問卷，於課前給予問卷測驗，量化參與教育訓練之學員是否具備相關專業知識，或是本身接觸業務相關，亦或是單純有興趣參與教育訓練等，針對教育訓練主題調查學員背景，於上課結束後進行後測，探討學員是否能因為接受教育訓練而獲取相關專業知識或專業技能，無論是軟體或硬體方面皆可有所收穫，量化教育訓練實際效益。

(八)利用碎形維度指標評估優先未來銀合歡伐除區域

人為干擾為銀合歡移除復育造林之重要演替機制，干擾之定義為任何一種在時間上不連續之事件，諸如此類事件皆會使生態系、群落或族群產生分裂，同時改變資源或其物理環境(Picktt and White, 1985)。干擾源於地景之異質性，由一點發生，然後覆蓋廣大範疇，且干擾的程度會因為地景的異質性而加強或減弱，會使原本安定的地景產生變化，改變其多樣性，而多樣性的增加或減少取決於干擾的型態與強度(王素芬等，1999)，由於銀合歡之入侵特性，容易造成單一物種大面積的擴張，因此透過銀合歡伐除並且復育造林，則屬於增加多樣性之干擾作法。

銜接前期計畫以衛星影像進行銀合歡偵測區域分布圖層，結合屏東林區管理處提供銀合歡分布區域所屬之公部門所有權進行資料串連，將所有嵌塊體按照管轄單位進行碎形維度之評估，利用 ArcGIS 環域分析(Buffer Analysis)以恆春半島之道路圖層作為篩選基準，將目標區域位於道路圖層環域 100 m 內所有嵌塊體進行選定，由於銀合歡分布範圍廣闊，必須針對優先需要改善之區域進行選取，增加伐除銀合歡復育造林之效率，因此透過圖層套疊選取需要優先施作區域，提供管理單位執行作業之參考依據。

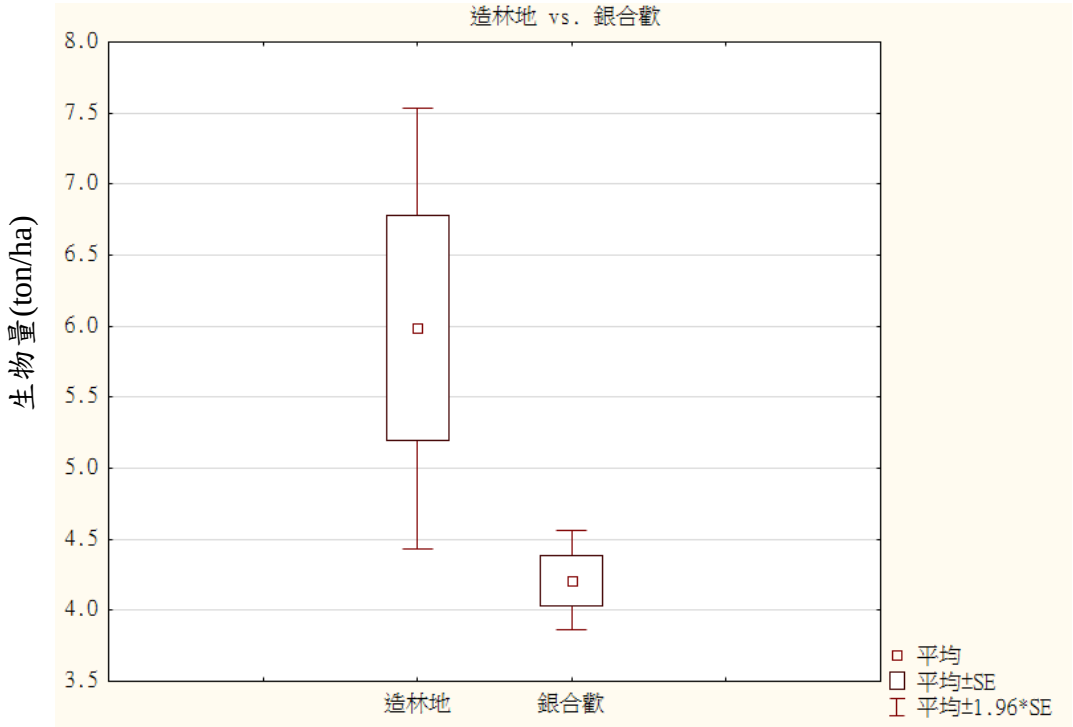
肆、結果與討論

一、銀合歡移除前後之綜合性效益評估

本研究計畫針對銀合歡移除前後之差異進行綜合性評估，植物方面包含木本植物生物量、木本植物多樣性指標、草本植物種類數量、草本植物覆蓋度、草本植物多樣性指標與植物碳吸存能力之比較。動物方面包含鳥類種類數量、鳥類特有種數量、哺乳類 OI 值等不同面向進行結果分析，結果如下：

(一)生物量

本項研究之虛無假說，乃造林地與銀合歡林地之生物量無顯著差異 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$，透過獨立樣本 t 檢定進行分析結果顯示，造林地之生物量為 5.99±2.09(ton/ha)，銀合歡林地之生物量為 4.21±0.54(ton/ha)，*p* value=0.0272，小於 0.05，因此拒絕虛無假說，接受對立假說，兩種林地之生物量有顯著差異，推測原因在於銀合歡皆屬於小徑級林木，且銀合歡樹高明顯低於造林木所導致，

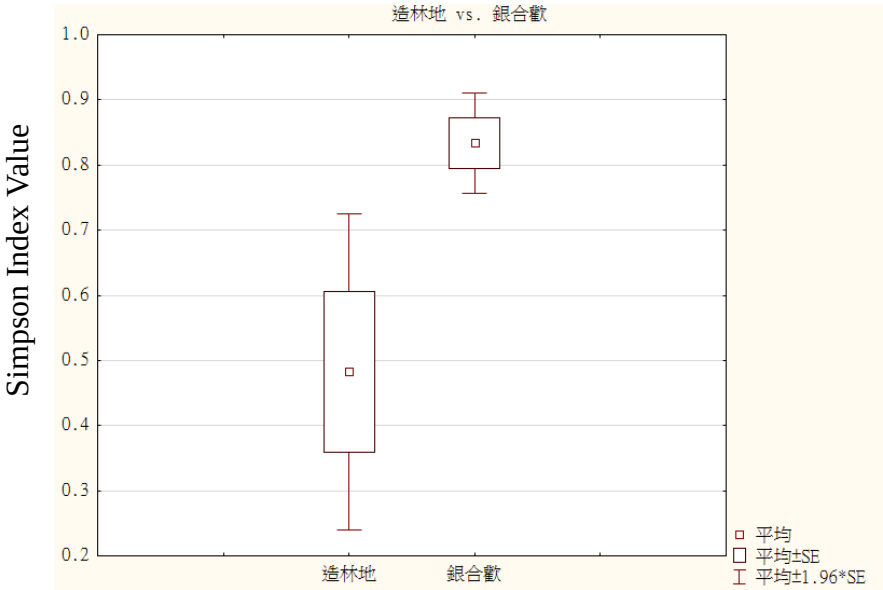


生物量 t 檢定之盒鬚圖如圖 14。

圖 14 造林地與銀合歡林地之生物量盒鬚圖

(二)木本植物多樣性指標

本項研究之虛無假說,假定造林地與銀合歡林地之木本植物多樣性無顯著差異 H_0 : $\mu_1 = \mu_2$，透過獨立樣本 t 檢定進行分析結果顯示，Simpson 指標 *p* value=0.0352 、Shannon-Wiener 指標 *p* value=0.0334，與均勻度指標 *p* value=0.0046 *p* 值皆小於 0.05，因此拒絕虛無假說，接受對立假說，兩種林地之木本植物多樣性有顯著差異。造成差異原因在於銀合歡林地內小苗單純，而



造林地草本植物較為多樣且平均。三項指標之盒鬚圖如圖 15-圖 17。

圖 15 Simpson 指標盒鬚圖

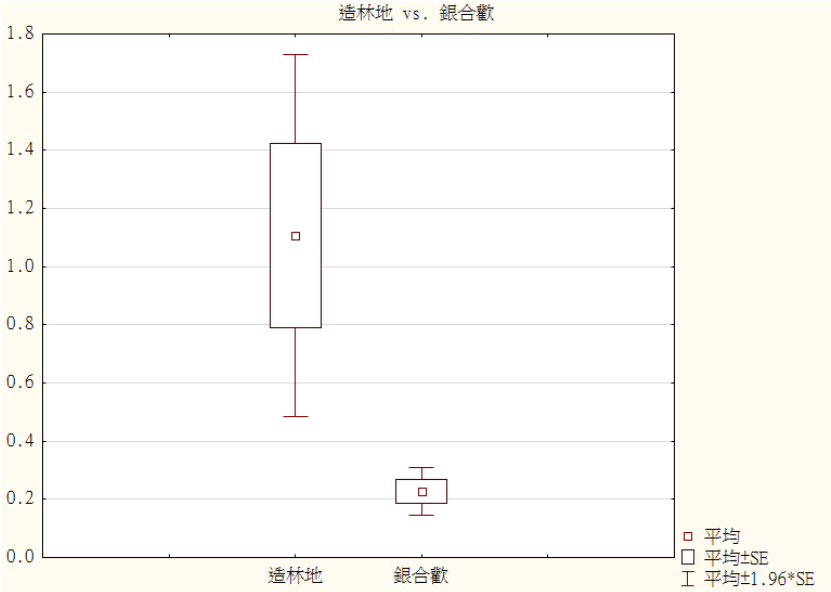


圖 16 Shannon-Wiener 指標盒鬚圖

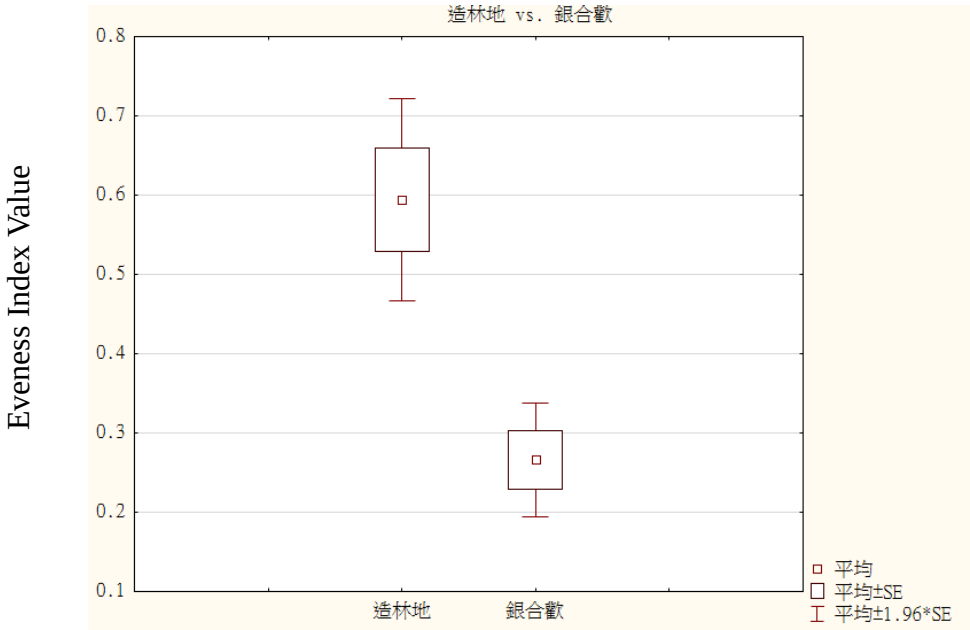
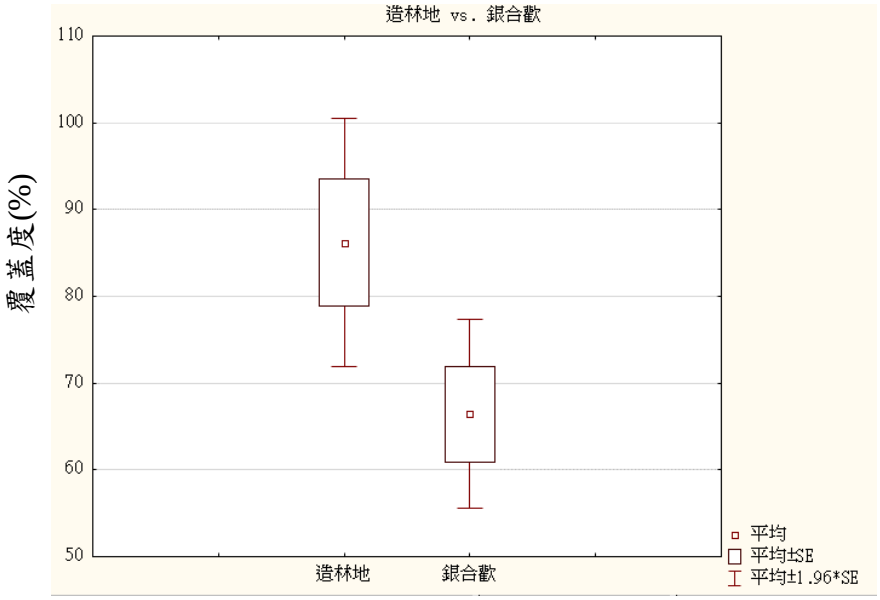


圖 17 均勻度指標盒鬚圖

(三)草本植物覆蓋度

本項研究之虛無假說，為造林地與銀合歡林地之草本植物覆蓋度無顯著差異 $H_0 : \mu_1 = \mu_2$，透過獨立樣本 t 檢定進行分析結果顯示，造林地之草本植物覆蓋度為 86.19±33.44(%)，銀合歡林地之草本植物覆蓋度為 66.44±28.78(%)，*p* value=0.0331，小於 0.05，因此拒絕虛無假說，接受對立假說，兩種林地之草本植物覆蓋度有顯著差異，造成顯著差異原因在於部分銀合歡林地之草本樣區草本植物覆蓋度明顯低於其他林地之草本樣區，推測原因為銀合歡林地之毒他

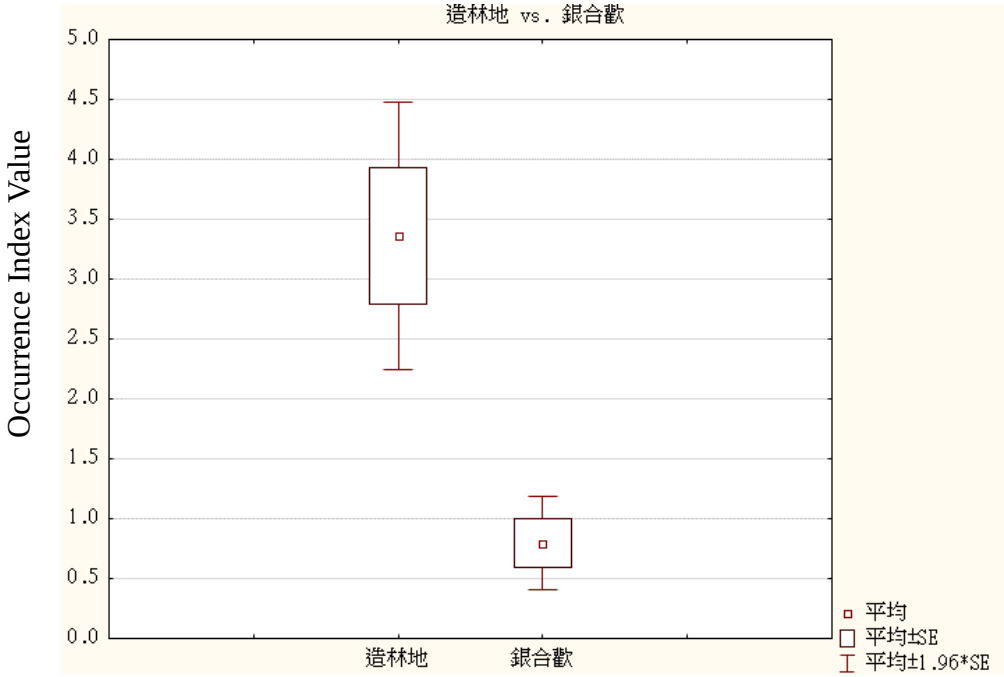


作用所導致。草本覆蓋度之盒鬚圖如圖 18。

圖 18 草本植物覆蓋度盒鬚圖

(四)哺乳動物 OI 值

本研究之虛無假說,造林地與銀合歡林地之哺乳動物 OI 值無顯著差異 H_0 : $\mu_1 = \mu_2$，透過獨立樣本 t 檢定進行分析結果顯示，造林地之哺乳動物 OI 值為 3.36±1.39，銀合歡林地之哺乳動物 OI 值為 0.80±0.56，*p* value=0.0004，小於 0.05，因此拒絕虛無假說，接受對立假說，兩種林地之哺乳動物 OI 值有顯著差異。哺乳類動物於造林地 OI 值明顯高於銀合歡林地，推測原因為造林地內食物來源豐富，且林相良好能提供較佳之森林生態系功能，因此動物偏好出現



於造林地內，因而產生差異。圖 19 為哺乳類動物 OI 值盒鬚圖。

圖 19 哺乳類動物 OI 值盒鬚圖

(五)碳儲存量與碳吸存量於造林地、銀合歡林地與小苗林地間之差異

利用 One-way ANOVA 進行三種林地之碳儲存量與碳吸存量之比較，虛無假說，為三種林地之碳儲存量與碳吸存量無明顯差異 H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$，然而

分析結果表示 $F(6, 22)=7.9322$, $p=.00012$，p 值小於 0.05，因此拒絕虛無假說，接受對立假說。

	Levene 統計資料	df1	df2	顯著性
生物量	3.284	2	13	.070
碳儲存量	1.835	2	13	.199
碳吸存量*	7.761	2	13	.006

表 8 生物量、碳儲存量與碳吸存量變異數同質性檢定表

註：*表示顯著(p<0.05)

同質性檢定顯示，生物量與碳儲存量具備同質性，而碳吸存量與其於兩者間不具備同質性，如上表 8 所示。

表 9 生物量、碳儲存量與碳吸存量變異數分析表

		平方和	df	平均值平方	F	顯著性
生物量	群組之間	7,573.494	2	3786.747	41.935	.000
	在群組內	1,173.902	13	90.300		
	總計	8,747.395	15			
碳儲存量	群組之間	1,811.779	2	905.890	50.054	.000
	在群組內	235.280	13	18.098		
	總計	2,047.059	15			
碳吸存量	群組之間	76.760	2	38.380	13.091	.001
	在群組內	38.113	13	2.932		
	總計	114.873	15			

變異數分析結果(表 9)顯示，生物量、碳儲存量與碳吸存量於不同種林地間皆有顯著差異，拒絕 H_0 接受 H_1 ，三種林地之三種變異數皆有顯著差異，後續必須透過事後檢定來檢視三者之間，究竟為哪一項變數有造成差異，而碳存量於同質性檢定中與其他兩者出現顯著差異，因此進行事後檢定，選擇使用 Scheffe 檢定結果發現，存在顯著差異僅造林地之碳吸存量，銀合歡林地與小苗林地之碳吸存量並無顯著差異(表 10)。

表 10 Scheffe 事後檢定結果分析表

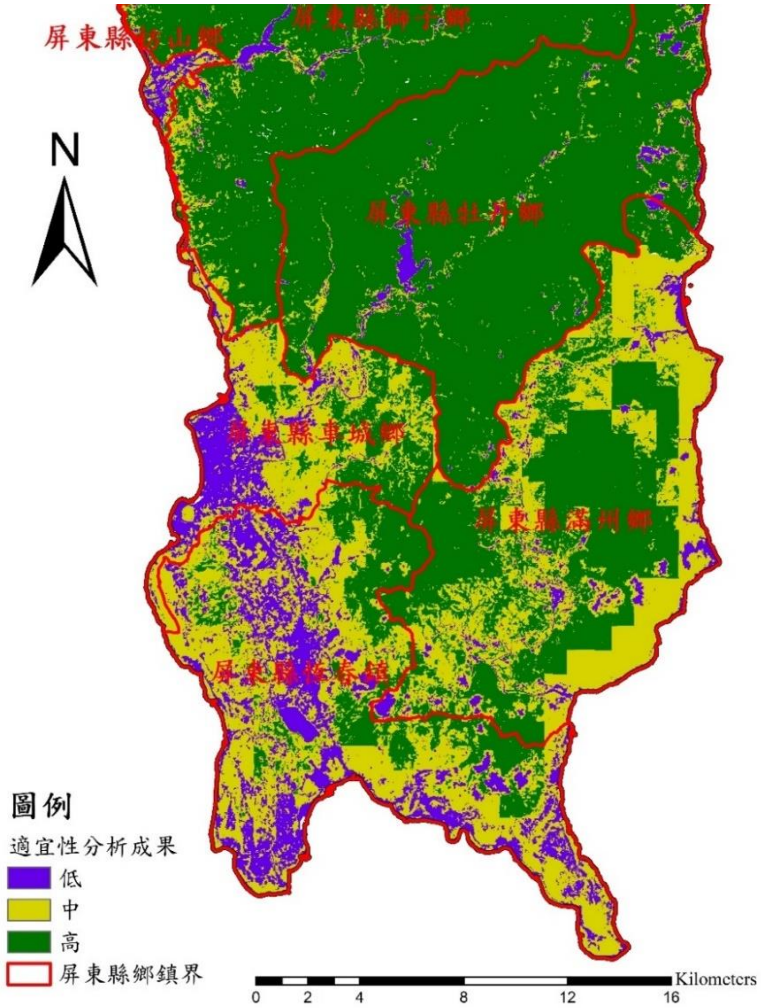
	樣區類型	樣區類型	平均差異	標準誤	顯著性	CI95% 下限	CI95% 上限
Scheffe 法	造林地樣區	銀合歡林地樣區	3.85500*	.98857	.007	1.1277	6.5823
		小苗樣區	5.20250*	1.10525	.002*	2.1533	8.2517
	銀合歡林地樣區	造林地樣區	-3.85500*	.98857	.007	-6.5823	-1.1277
		小苗樣區	1.34750	1.10525	.495	-1.7017	4.3967
	小苗樣區	造林地樣區	-5.20250*	1.10525	.002*	-8.2517	-2.1533

銀合歡林地樣區	-1.34750	1.10525	.495	-4.3967	1.7017

註：CI95%：95%信賴區間，*為顯著(p<0.05)

二、探討銀合歡移除復育造林後之潛在生態廊道

本計畫針對生態廊道選取之研究方法，將計算出之適宜性值分成低適宜性(1-6 分)、中適宜性(7-10 分)與高適宜性(11-14)，根據適宜性分布情況，選取具備潛在生態廊道之區段進行樣區設置。根據前期計畫所提供之銀合歡分布圖層進行套疊分析，並選取潛在可試驗之樣地。透過影像分類與其他輔助資料，如 NDVI、DEM 以及前三年研究計畫「銀合歡移除復育之生態效益評估」所得知動物之潛在生育區位之資料進行套疊分析與網格運算，將計算出之分數從最低分 1 分至滿分 53 分依序分級成低、中、高 3 級，分數越低者表示不具備潛在生態廊道之特性，分數越高表示其為潛在生態廊道之機率高，透過上述算式進



行適宜性分析後成果如下圖 20。

圖 20 恆春半島動物潛在生育區位之適宜性分析成果圖

因不同類型之道路與不同道路寬度對於動物移動空間有不同程度之影響，因此將數化之道路圖層依類別分為 3 類(縣道、鄉道與一般道路)，計畫範圍內有道路通過的網格中，最小長度為 0.01 m，最大長度為 59.94 m。

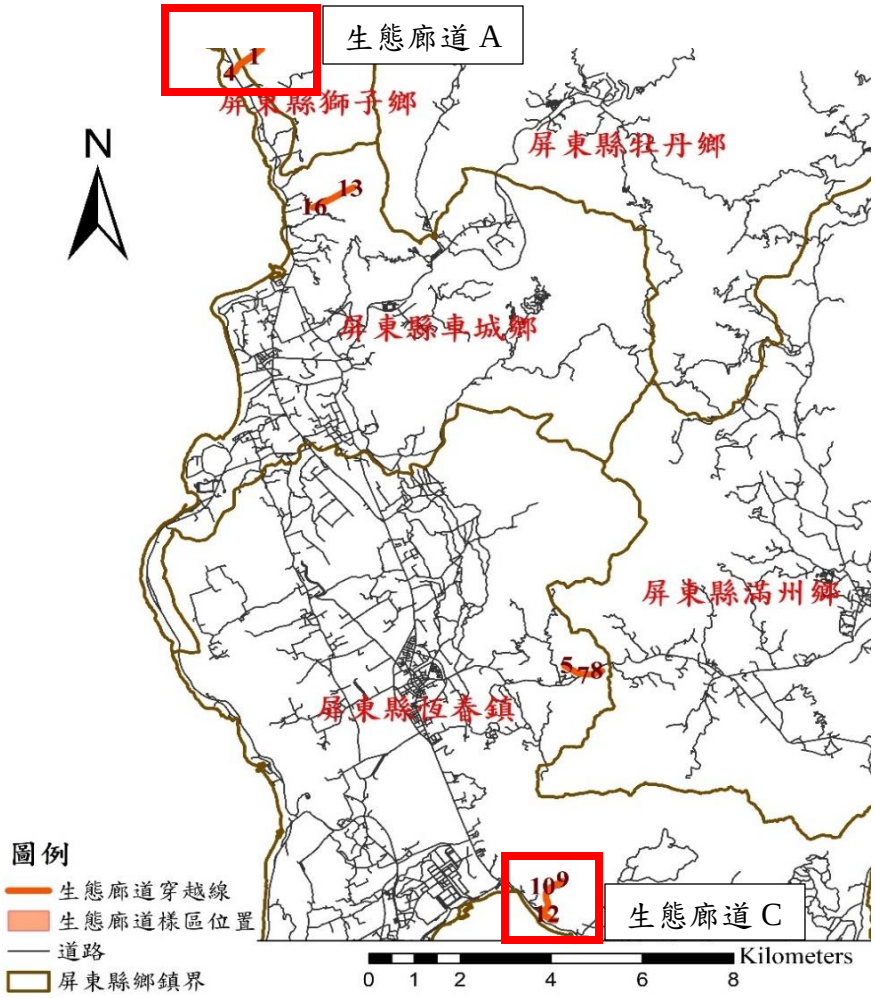


圖 21 潛在生態廊道串連淺山至海岸之示意圖

生態廊道 A 與生態廊道 C 於如圖 21 圖面上顯示，皆有能力連結淺山至海岸之生態廊道串連效益，套疊道路分布圖可發現，雖穿越路徑上可能有道路阻隔，導致穿越難度增加，但透過監測結果發現生態廊道兩端之造林地樣區，仍

有紅外線自動照相機監測拍攝照片與穿越線監測目擊動物之結果，也因此能證實其具備潛在生態廊道串連效益之可能性。

三、以地景指標評估生態廊道串連效益

研究地景結構，為研究地景功能和變遷的基礎，而地景指數可以提供地景結構量化的資訊及生態特徵。因此本研究以設置樣區周遭 1 km^2，為地景指數計算與分析之範圍，進行地景結構指數之量化，進而探討銀合歡伐除後復育造林之地景結構變化情形。透過套疊屏東林區管理處所提供之圖資，此圖資為安排表定各年度之銀合歡伐除復育造林工作之現地位置，以造林後皆可成林之狀況為依據，利用地景指數量化實際完成工作後之地景指數之動態。

其餘兩條生態廊道 B、C 皆有涵蓋屏東林區管理處所包含之造林地，於 LPI 結果發現銀合歡移除復育造林後最大嵌塊體指數皆有下降之趨勢，推測為銀合歡林地遭砍伐後之結果，且由於銀合歡林地遭砍伐後出現破碎之地景，MPS 於銀合歡伐除後也有些微縮小之樣態產生，可推測對於其產生銀合歡林地棲地破碎之情形，MSI 部分值=1 代表嵌塊體形狀趨於完整，越大代表嵌塊體形狀則越趨向不規則，於移除銀合歡後的確各區域之嵌塊體形狀皆趨向不規則之樣態。由於施作困難等諸多原因，導致目前移除銀合歡無法大規模進行，以至於地景多樣性無法呈現明顯增加，若能持續進行，未來對於提升地景多樣性具備正面效益。透過綜合性的評估僅只能判斷較為簡易之地景改變情形，因此利用下表 11 整理各土地利用分類其地景指數之改變，藉由更加細微的分組類型來比較各廊道之間地景指數，呈現相同或相異之地景變遷。

	已執行區域 A		已執行區域 B		已執行區域 C		未執行區域 D		未執行區域 E		未執行區域 F	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
NP	46	44	76	74	57	55	58	58	27	27	25	25
PD	32.15	31.64	20.81	21.11	25.44	26.36	23.17	23.17	25.48	25.48	24.26	24.26
LPI	26.29	28.33	40.73	31.27	32.84	32.61	54.59	54.59	60.48	60.48	67.29	67.29
MPS	3.24	3.65	2.08	1.93	2.11	2.04	2.31	2.31	2.75	2.75	2.46	2.46
MSI	1.05	1.05	1.75	1.77	1.57	1.58	1.30	1.30	1.56	1.56	1.84	1.84
SHDI	0.20	0.20	0.19	0.19	0.16	0.17	0.14	0.14	0.17	0.17	0.15	0.15

表 11 各生態廊道之地景指數

註：Before: 執行銀合歡移除復育造林之前；After: 執行銀合歡移除復育造林之後。

綜合比較各廊道間之地景指數，無法明顯比較出差異，但是能針對各廊道間之地景指數結果進行探討，廊道 A 位處於私人土地，現地踏勘農民於其土地種植果樹，但並未針對銀合歡林進行移除，因此地景指數與 B、C 區域比較並未出現明顯改變，經訪談林地主人後，唯有農作時部分區域需要場域則會清理部分林地，導致地景指數具備些微改變。現地有果園、人為整理草生地、次生林地、銀合歡林地等不同嵌塊體，因此地景之多樣性指數較高。由表 11 可知最大嵌塊體指數有變小之趨勢，表示實際針對銀合歡移除達到銀合歡林地破碎化之目的。

	平均	標準差	N	t	df	*p*	CI95%下限	CI95%上限
NP_Before	48.167	19.692						
NP_After	47.167	19.010	6	2.2361	5	0.076	-0.14996	2.1496
PD_Before	25.218	3.814						
PD_After	25.337	3.592	6	-0.6145	5	0.566	-0.6133	0.3767
LPI_Before	47.032	16.244						
LPI_After	45.762	16.999	6	0.7588	5	0.482	-3.0322	5.5722
MPS_Before	2.492	0.442						
MPS_After	2.523	0.625	6	-0.3985	5	0.707	-0.2360	0.1726
MSI_Before	1.512	0.293						
MSI_After	1.517	0.296	6	-1.4639	5	0.203	-0.0138	0.0038
SHDI_Before	0.168	0.023						
SHDI_After	0.170	0.023	6	-1.0000	5	0.363	-0.0060	0.0026

58

表 12 各區域之地景指標成對樣本 t 檢定結果表

註：CI95%: 於信賴區間 95%；*表示顯著。

取得各項地景指標後，針對執行銀合歡移除復育造林之前後期結果，比較各區域之地景指標變化情形，利用成對樣本 t 檢定分析前後期之差異，此結果顯示各項指標對於執行前後之差異未達顯著(p>0.05)，透過類別層級(Class Metric)之地景指標未能獲得顯著差異，則必須透過不同嵌塊體類型，比較各項分類之結果是否，具備更為清楚之地景指標變化情形，因此針對各項類別之地景指標變化整理如表 12。

以 MNND 為例，透過銀合歡伐除復育造林之林地其銀合歡嵌塊體之距離有增加，但是透過相依樣本 t 檢定比較前後期數據，草本嵌塊體 p=0.04、銀合歡嵌塊體 p=0.19、森林嵌塊體 p=0.09、其他類嵌塊體 p=0.83，顯示僅**草本嵌塊體具備前後期明顯差異**，其餘各類嵌塊體之前後期比較均無顯著差異 p>0.05(表 13)，圖 22 為 t 檢定之盒鬚圖。然而單純討論距離差可發現銀合歡嵌塊體之間距離皆有變大之趨勢，而草地嵌塊體與森林嵌塊體之間距離皆有縮小之趨勢，其他類嵌塊體由於含多種嵌塊體包含水體、建物等，多數為不會變動之項目，因此並無明顯增加或縮減之趨勢。僅出現草本嵌塊體有明顯差異，推測原因在於選定之試驗區域，草本嵌塊體之間距離原本由銀合歡隔離，後因移除銀合歡導致距離縮減，增加生態廊道嵌塊體串連之可能性。

表 13 各類嵌塊體之 MNND 於銀合歡移除復育造林作業前後成對樣本 t 檢定結果表

	平均	標準差	N	t	df	*p*	CI95% 下限	CI95% 上限
草本 Before	75.82	3.73						
草本 After	68.80	6.36	3	4.43	2	0.047*	0.197	13.842
銀合歡 Before	114.08	14.75						
銀合歡 After	132.61	14.08	3	-2.98	2	0.097	-45.291	8.230
森林 Before	68.19	16.69						
森林 After	45.99	5.67	3	1.95	2	0.191	-26.860	71.260
其他 Before	31.97	0.88						
其他 After	32.21	1.63	3	-0.31	2	0.784	-3.497	3.023

註：CI95%: 於信賴區間 95%；*表示顯著；Before: 執行銀合歡移除復育造林之前；After: 執行銀合歡移除復育造林之後

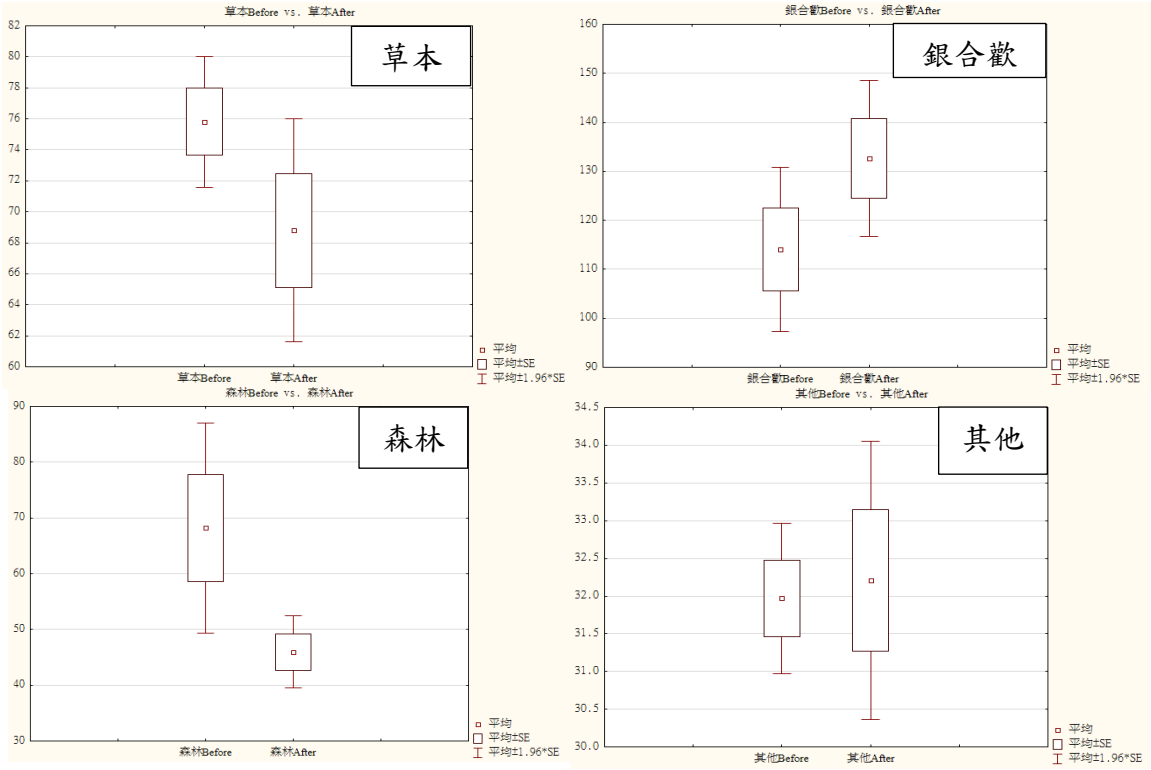


圖 22 各嵌塊體於執行銀合歡移除復育造林之成對樣本 t 檢定盒鬚圖

由表 14 整理各種土地利用類型之差異，MNND 之結果出現較為明顯改變，MNND 代表兩種不同類型之嵌塊體之間的距離，本計畫將 6 年以上之造林地視為森林，而 6 年以下是為小苗林地，歸類於草生地。在尚未執行銀合歡伐除與復育造林前，明顯銀合歡嵌塊體之 MNND 較大，執行移除銀合歡與復育造林以後，銀合歡林地與其他類別之平均距離皆有增加之趨勢，代表銀合歡林地嵌塊體之間的阻隔逐漸產生，而草生地與森林之 MNND 皆有降低之趨勢，顯示草生地與森林之嵌塊體與其他嵌塊體間之距離越來越小。最大嵌塊體部分也由於移除銀合歡純林導致銀合歡 LPI 明顯降低，足見移除銀合歡確實能造成其嵌塊體破碎，因而具備人為干擾之後，逐漸形成廊道之可能性。

表 14 不同土地利用類型之類別層級地景指標結果表

土地利用類型	生態廊道類型	嵌塊體數量 (NP)		最大嵌塊體指數 (LPI) (%)		平均嵌塊體大小 (MPS) (ha)		平均形狀指數 (MSI)		平均最近鄰近距離 (MNND)		
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	GAP
草地	A	13	12	26.29	28.33	4.17	4.19	1.82	1.80	72.26	62.14	-10.12
	B	12	12	19.65	22.39	2.44	2.46	1.94	1.96	79.70	74.81	-4.89
	C	10	9	31.28	32.61	2.80	2.14	1.78	1.70	75.51	69.46	-6.05
	D	12	12	15.71	15.71	1.46	1.46	1.76	1.76	89.17	89.17	0
	E	3	3	13.47	13.47	1.43	1.43	1.68	1.68	95.64	95.64	0
	F	4	4	12.38	12.38	1.40	1.40	1.57	1.57	96.28	96.28	0
銀合歡林地	A	12	11	26.41	25.61	4.99	4.99	2.51	2.64	117.45	123.90	6.45
	B	26	23	40.73	31.27	1.38	1.16	2.52	2.61	97.93	125.07	27.14
	C	13	12	32.84	21.54	9.53	6.22	2.85	2.84	126.85	148.85	22
	D	28	28	54.59	54.59	25.60	25.60	2.77	2.77	96.21	96.21	0
	E	19	19	60.48	60.48	45.26	45.26	2.65	2.65	109.24	109.24	0
	F	17	17	67.29	67.29	43.83.	43.83	2.58	2.58	115.93	115.93	0

註：Before 為銀合歡移除復育造林前；After 為銀合歡移除復育造林後；GAP 為移除後 After 減去移除前 Before 所得之距離結果；其他為道路、建物、水體等不同嵌塊體之合計。

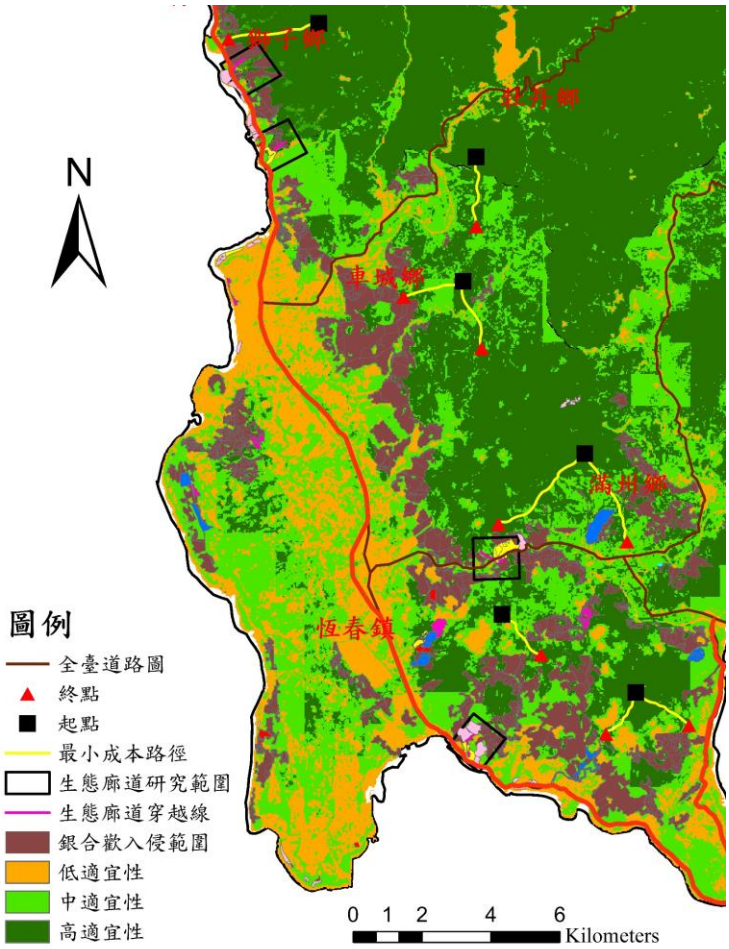
土地利用類型	生態廊道類型	嵌塊體數量 (NP)		最大嵌塊體指數 (LPI) (%)		平均嵌塊體大小 (MPS) (ha)		平均形狀指數 (MSI)		平均最近鄰近距離 (MNND)		
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	GAP
森林	A	11	11	23.18	26.33	2.13	2.12	1.24	1.68	61.11	52.53	-8.58
	B	23	26	23.95	30.7	1.24	1.10	1.52	1.47	56.21	43.04	-13.17
	C	19	21	15.23	23.57	6.47	5.38	1.34	1.51	87.25	42.40	-44.85
	D	12	12	11.48	11.48	1.59	1.59	1.41	1.41	178.67	178.67	0
	E	2	2	12.36	12.36	2.31	2.31	1.53	1.53	113.59	113.59	0
	F	2	2	12.47	12.47	2.53	2.53	1.57	1.57	164.57	164.57	0
其他	A	10	10	24.12	19.73	1.65	1.58	3.23	3.20	31.74	30.48	-1.26
	B	15	13	15.67	15.64	4.54	4.27	3.40	3.34	32.94	33.72	0.78
	C	15	13	20.65	22.28	7.19	7.20	2.95	2.84	31.23	32.42	1.19
	D	6	6	18.21	18.21	1.75	1.75	2.96	2.96	31.22	31.22	0
	E	3	3	13.69	13.69	1.57	1.57	1.78	1.78	41.52	41.52	0
	F	4	4	7.86	7.86	2.03	2.03	1.65	1.65	43.67	43.67	0

續表 14

註：Before 為銀合歡移除復育造林前；After 為銀合歡移除復育造林後；GAP 為移除後減去移除前所得之距離結果；其他為道路、建物、水體等不同嵌塊體之合計。

四、以最小成本路徑分析潛在生態廊道

空間中各種景觀要素的排列，會對於物種傳播產生影響，亦產生通過各地景元素所的干擾阻力，不同的地景元素對於物種而言會有不同的阻力，其即視為陸域動物通過不同土地類型所需耗費之成本。本研究以 ArcGIS 軟體套疊棲地適宜度、道路密度圖及建物密度圖後產生累加阻力圖，再藉由 ArcGIS 軟體空間分析工具中的 Cost Distance 指令計算出由本研究所選定之各起點出發，移動至圖層中各網格所需耗費之累加阻力圖，最後以 Cost Path 指令計算出由各起點於移動阻力圖中移動至終點時，耗費最低成本的移動路徑，即當陸域動物沿該路徑遷徙或擴散時，所遭遇之環境阻力會最低。各路徑之起始點即為本研究假設隨機選取於深山地區動物移動之起始位置的節點(圖 23)，透過空間成本



的累加，計算出前往終點節點阻力最低的路徑及方向。

圖 23 動物移動最小成本路徑分析法結果圖

陳藝方(2009)研究指出生物移動之路徑會避開開發密集的區域。因此即便部分林地嵌塊體因鏈結而形成踏腳石系統或植被廊道，生物移動時為迴避人為干擾仍需增加遷徙時之成本，為解決該問題，應從因無林地覆蓋而成為動物移動時阻力較高的地區著手，可參考林璇姿(2006)所提出改善棲地間連結度之方案，即藉由增闢綠廊或行道樹來連結棲地嵌塊體，如此便可提供動物更多移動路線選擇，因而可能降低由深山地區遷徙至淺山地區之移動成本，使淺山地區能有較高之生物多樣性。

本研究計畫透過最小路徑成本分析法導入，透過網格式資料之計算，推測潛在生態廊道位置分布，而路死事件僅單純提供動物穿越道路位置，造成動物移動行為的變因極為複雜，可能為本身動物行為棲息之習慣，抑或是環境或其他原因所造成之推力，促使動物必須移動至道路旁甚至穿越道路。路死事件僅透過直觀成果，了解現地動物出現之區域，針對潛在生態廊道分布提供一項輔助資料，藉由路死分布位置熱點，進行現場棲地環境探勘，發生路死位置周遭之林地，無論是銀合歡林地或造林地都有可能，根據本次計畫研究成果無法立即斷定，但其貢獻在於可提供不同層面之科學客觀資訊，探討動物移動之原因。

透過路死監測資料作為簡易客觀驗證資料，各項生態廊道皆有經過鄉道層級以上之道路穿越，透過相同尺度之範圍套疊分析可得知，各生態廊道透過銀合歡伐除造林後，路死事件的確較未移除之前增加。本計畫蒐集路殺社 1.0 資料，其資料蒐集期程從 2003 年到 2018 年之路死資訊，搭配屏東林區管理處逐年安排之銀合歡伐除與復育造林年度圖層資料，將所有圖層套疊後之結果可發現，於每個研究區域附近之路死事件明顯增加，於 2015 年獲得第一筆路死資料，雖路死原因多元，但依舊不可輕視如果潛在生態廊道形成之後，動物移動範圍增加而可能與之增加的路死事件。下表 15 為最小成本路徑周遭所發生之路死事件列表。

表 15 本研究計畫範圍之路死事件表

記錄日期	動物種類	物種名稱	造林年度
生態廊道 A			
2015/09/06	爬蟲類	眼鏡蛇	1991 年
2016/05/12	哺乳類	鼬獾	1991 年
生態廊道 B			
2018/07/05	爬蟲類	雨傘節	2016 年
生態廊道 C			
2018/10/15	爬蟲類	南蛇	2016 年
最小路徑成本分析周遭區域			
2017/12/24	哺乳類	白鼻心	-
2018/08/06	哺乳類	白鼻心	-

透過 ArcGIS Buffer 環域分析找尋出本計畫成果包括生態廊道與最小成本路徑方圓 500 m 之區域進行計數，本計畫執行期間持續針對路死事件追蹤，統計獲得死亡數最高之動物種類，透過路死事件逆推潛在生態廊道位置，為另一項可供參考之重要資訊。目前並未有證據顯示造林地事件之路死事件較銀合歡林地多，僅只路死事件分布位置探討未來若需要針對潛在生態廊道位置進行判斷時，能獲得更完整之相關參考資訊，原生林分布位置相對較造林地更為廣泛且多元，勢必將會發生更加頻繁之路死事件，針對周遭環境提供相關改善建議，不僅未來能降低路死機率，但未來若能透過路死事件之熱點分布，也許可以更快取得潛在生態廊道之分布位置，對於後續經營管理施業皆為重要之參考資料來源。

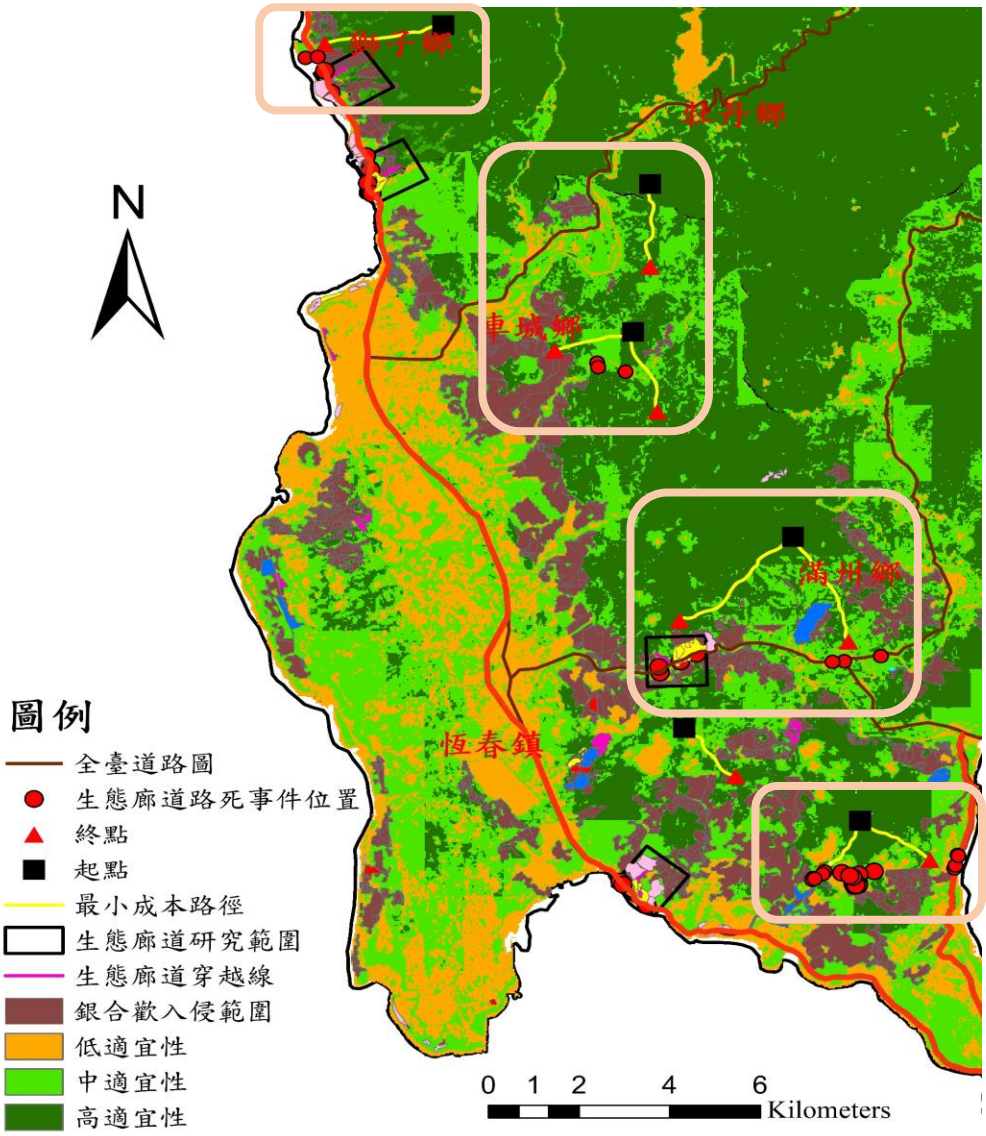


圖 24 潛在生態廊道分布位置圖

最小成本路徑分析法與路死事件分布，為兩項不同層面切入之內容，最小成本路徑為透過地景層面、累積之生物調查成果等，利用**前因**切入之分析內容，推斷生物可能之移動範圍與路徑；路死事件則是透過**後果**彙整，動物將本身顯露於道路上之行為作為客觀參考依據，討論動物移動之分布與其可及性。透過這兩種結果進行潛在生態廊道分布區域，需要透過後續更多相關研究加以支持與佐證，期望未來能夠更加直觀、簡易找出能串連森川里海，並加以貫徹之區域作為終極目標。圖 24 為透過最小成本路徑法模擬潛在生態廊道之分布位置。

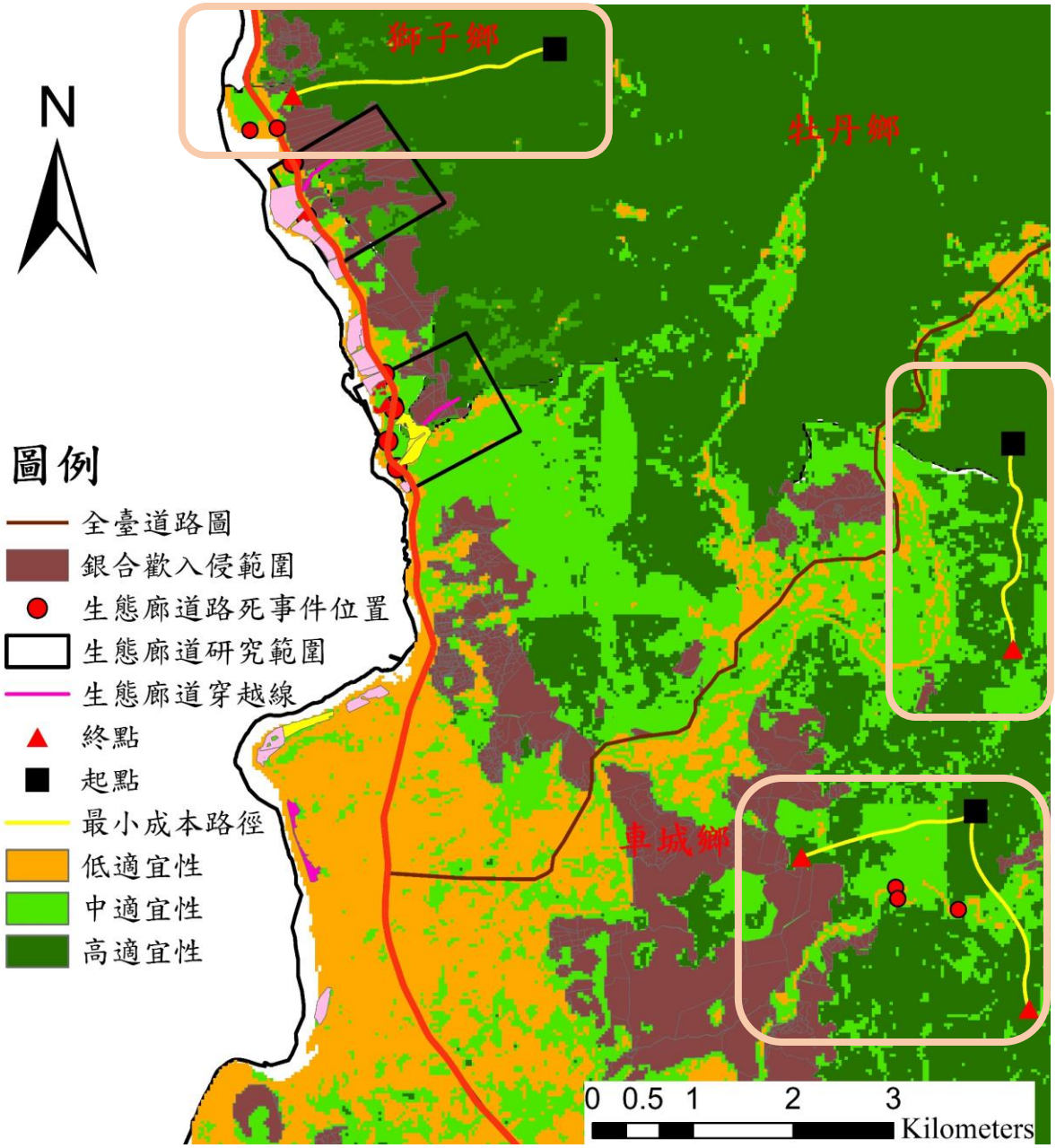


圖 25 路死事件與潛在生態廊道之分布位置圖(獅子鄉、牡丹鄉、車城鄉)

部分路死事件曾出現於最小成本路徑之周遭區域，未來若需要持續發掘更多之潛在生態廊道，可利用單位面積下之路死事件分布情況作為初步判斷之依據，利用 GIS 找出相關地點，於現地探尋可能為潛在生態廊道之區域進行 UAV 空拍任務，提供後續分析最小成本路徑資料，評估是否為潛在生態廊道區域。然而路死事件僅能提供初級判斷潛在生態廊道的其中一項參考依據，仍需透過持續現勘與監測其成為生態廊道之可能性。

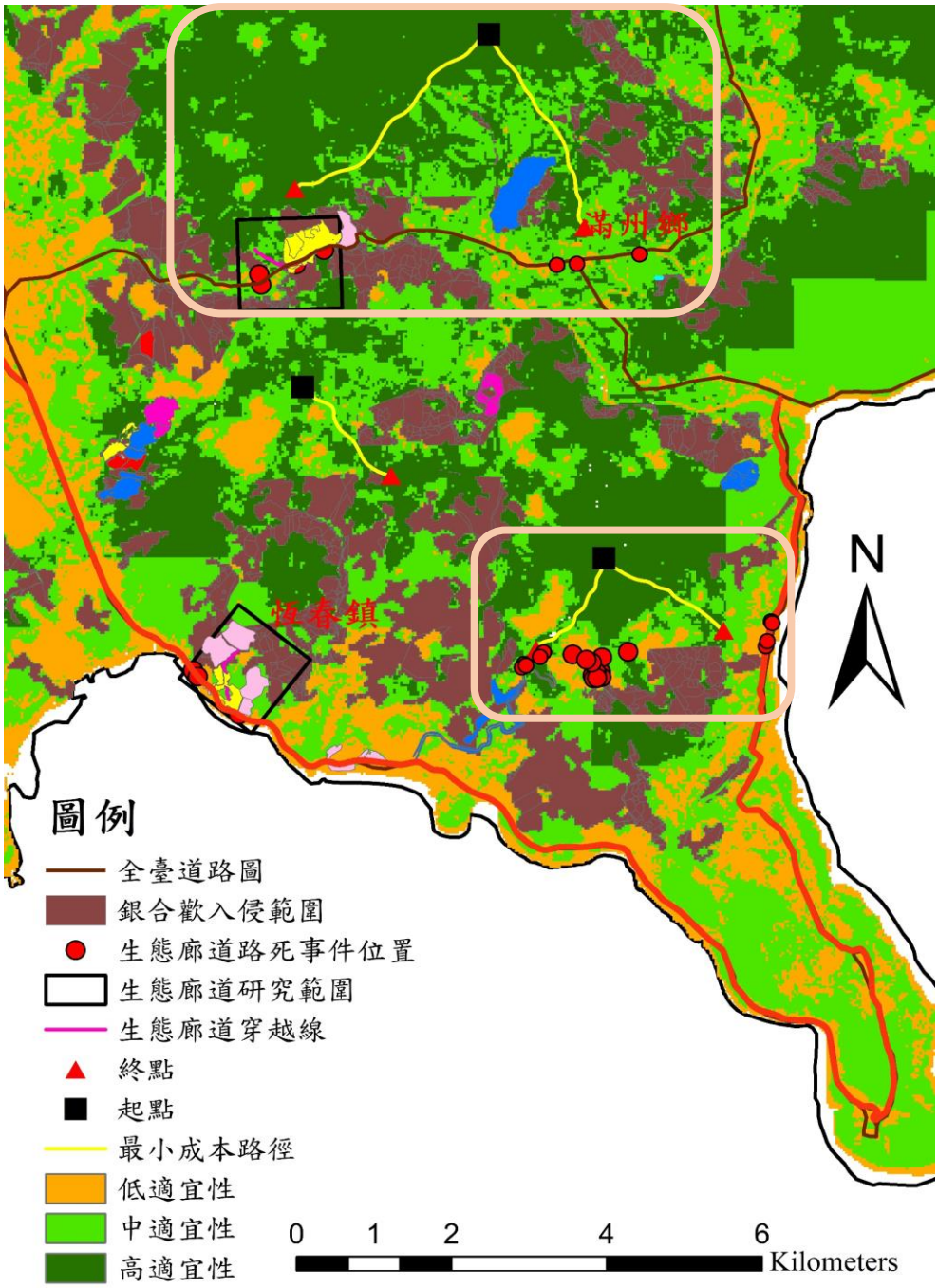


圖 26 路死事件與潛在生態廊道之分布位置圖(恆春鎮、滿州鄉)

但是並非所有造林地皆會造成路死事件，謹以此結果點出未來可能針對路死事件能有其他延伸之應用價值，而非僅以監測路死事件最為最終目的，路死事件之發生為眾多因子交互作用而產生，針對是否以原生林更為嚴重，可為未來研究應用之價值延伸。圖 25、圖 26 所示為各鄉鎮範圍內之最小成本路徑分析圖放大圖。

五、銀合歡移除前後之生物多樣性及環境影響等綜合性效益評估

(一)植物樣區監測成果

本計畫有關木本植物監測主要針對銀合歡伐除後造林地進行樣區設置，已完成 4 個廊道之木本資源監測與草本植物監測及生物量、碳蓄積量與碳吸存量之樣區監測。監測結果維管束植物共 27 科 53 屬 56 種，其中外來種共 16 種，特有種 1 種，且並無臺灣維管束植物紅皮書名錄所列瀕危植物。相關監測結果之植物名錄，已條列於附件中以供參考。樣區總共分為 4 組，分別為 4 條潛在廊道，樣區 1 至樣區 4 為生態廊道 A，穿越線監測 200 m 之銀合歡純林；樣區 5 至樣區 8 為生態廊道 B，穿越線監測穿越 300 m 之其一為銀合歡純林樣區，另一則為銀合歡混生及少數闊葉樹之林地；樣區 9 至樣區 12 為生態廊道 C，穿越線監測穿越 400 m 銀合歡純林，樣區 13 至樣區 16 為生態廊道 D，新選定之位置為車城小尖山旁之銀合歡純林，穿越線監測穿越寬 500 m 銀合歡純林；透過不同長度之銀合歡純林，探討不同銀合歡覆蓋面積之情形，是否會影響動植物之生活空間。

表 16 各生態廊道之木本樣區生物量表

	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
	生物量 (ton)	株數	生物量 (ton)	株數	生物量 (ton)	株數	生物量 (ton)	株數
造林地	8.3±3.1	77	4.6±1.4	78	7.2±1.2	126	2.3±1.1	49
銀合歡林地	3.3±1.6	465	4.2±1.8	412	3.6±1.6	366	4.5±1.2	472

註：Mean±SD；生態廊道 A 為阻隔 200 m 銀合歡區域、生態廊道 B 為為阻隔 300 m 銀合歡區域、生態廊道 C 為阻隔 400 m 銀合歡區域、生態廊道 D 為阻隔 500 m 銀合歡區域(對照組)

於各生態廊道可發現造林地之生物量於生態廊道 A、B、C 皆為明顯高於銀合歡林地，根據生物量估算公式，將材積合計後利用推估參數估算生物量(表 16)，銀合歡林地雖株數多，但其徑級分布大部分為 5 cm 以下，所累積之生物量較造林地低，樣區之不同特性以下表 17 說明。

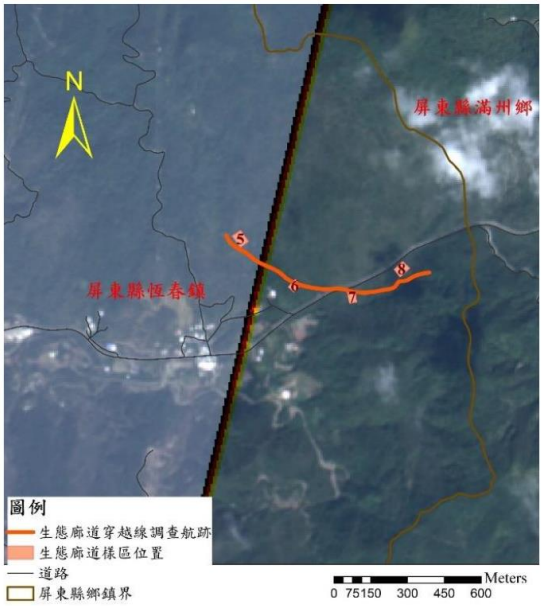
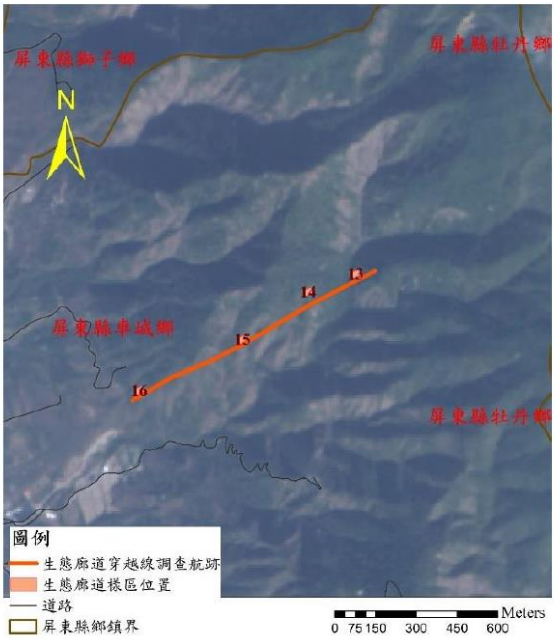
生態廊道樣區位置圖	樣區編號	樣區概述
	1	私人林地樣區，樹種僅相思樹 1 種，共計 15 株
	2	銀合歡樣區，總株數 195 株，銀合歡比例 92%，樣區內有部分為蟲屎與相思樹
	3	銀合歡樣區，總株數 270 株，銀合歡比例 100%，為銀合歡純林樣區
	4	造林地樣區，喬木 62 株，主要樹種為欖仁與臺灣海桐， 共 3 種造林樹種：欖仁、臺灣海桐、木麻黃
	5	造林地樣區，喬木共 22 株，造林樹種:九芎 10 株、白雞油 2 株、月橘 2 株、欖仁 2 株；原生樹種:過山香 1 株、苦楝 1 株、相思樹 1 株
	6	銀合歡樣區，總株數 178 株，銀合歡比例 100%
	7	銀合歡樣區，總株數 201 株，銀合歡比例 72%
	8	造林地樣區，造林苗木 43 株：水黃皮 24 株、苦楝 12 株、相思樹 3 株；原生喬木 13 株，樹種：苦楝 2 株、山黃梔 2 株、月橘 2 株、土密樹。

表 17 各生態廊道木本樣區相關位置與樣區概述表

	9	造林地樣區，喬木 77 株，主要樹種為木麻黃 32 株、相思樹 15 株、月橘 8 株，原生樹種：過山香 4 株、白樹仔 3 株、黃荊 6 株，銀合歡苗木 7 株。
	10	銀合歡樣區，總株數 172 株，銀合歡比例 83%，其餘樹種為木麻黃
	11	銀合歡樣區，總株數 194 株，銀合歡比例 100%，為銀合歡純林樣區
	12	造林地樣區，喬木 49 株，主要樹種為苦楝 31 株、月橘 7 株、紅柴 2 株、欖仁 2 株；原生樹種：龍眼 2 株、相思樹 2 株、克蘭樹 2 株
	13	銀合歡純林樣區，總株數 147 株，銀合歡比例 100%
	14	銀合歡純林樣區，總株數 133 株，銀合歡比例 100%
	15	銀合歡純林樣區，總株數 192 株，銀合歡比例 100%
	16	造林地樣區，苗木 39 株，造林樹種：水黃皮 20 株、黃連木 35 株、欖仁 10 株，原生樹種喬木 3 株：木麻黃 2 株、相思樹 1 株

續表 17

由於本研究計畫透過不同銀合歡阻隔程度進行生態效益之討論，因此樣區篩選條件第一要件，即為找尋符合於穿越線之起點與終端此二部分必須為非銀合歡林地，同時該林地並未有銀合歡將會再度入侵之疑慮為首要選擇條件。透過屏東林區管理處所提供之造林地圖層資料進行套疊，結合前期計畫分類所取得之銀合歡分布位置進行 4 條潛在生態廊道之樣區選取。

針對銀合歡移除復育造林之造林成效，本研究計畫延用前期計畫所設立之樣區點位，針對相同林分，無論為銀合歡林樣區、小苗樣區與造林超過 6 年之較成熟林分，皆額外設置新樣區進行每木監測，每個樣區距離上次監測時間皆已超過 5 年，透過 5 年一度之珍貴監測資料，分析各林分之間生長情形之差異，同時也利用具備時間尺度之碳吸存量分析，進行造林成效評估。各樣區特性如上表 17，本研究之紅外線自動照相機設置於樣區周遭，透過不同鬱閉程度之林分差異進行比較，因此人工林地之樣區選擇也有所設計，藉以探討成熟林分區域與一般小苗區域之差異性。

根據監測樣區成果之造林成效，以木本樣區為例，稀疏林分所保留之原生樹種皆維持良好狀態，造林之小苗株數維持良好；鬱閉林分也因造林時間較長，經過完整撫育作業，縱使部分區域有銀合歡小苗出現，也已逐漸式微，無法形成再次入侵之形勢，根據上述結果評估造林成效良好。

樣區 1 內有 20 株喬木，平均胸徑為 10.1 cm，平均樹高為 3.4 m，主要組成為相思樹，株數為 15 株。相思樹之平均胸徑為 14.9 cm，平均樹高為 4.7 m。草本樣區於木本樣區內隨機抽樣 5 個草本樣區進行評估，主要優勢之草本為大黍，覆蓋度 85%。

樣區 2 為銀合歡林地樣區，內有 195 株喬木，平均胸徑為 11.4 cm，平均樹高為 4.4 m，其中銀合歡佔絕對優勢共 180 株，樹種組成為銀合歡、蟲屎(*Melanolepis multiglandulosa*)、相思樹，株數分別為銀合歡 180 株、蟲屎 10 株、相思樹 5 株。銀合歡之平均胸徑為 4.9 cm，平均樹高為 3.8 m；蟲屎平均胸徑為 19.8 cm，平均樹高為 5.0 m；相思樹平均胸徑為 9.6 cm，平均樹高為 4.3 m。草本樣區與其他銀合歡樣區純林相同，林下部分之草本稀疏，由此成果顯示，銀合歡純林冠層下草本生長不易，造成生物多樣性低落，屬於需優先改善林相之林分。

樣區 3 為銀合歡純林樣區，共有 270 株喬木，平均胸徑為 4.6 cm，平均樹高為 4.5 m，最大胸徑為 11.5 cm、最小胸徑為 3.1 cm；最大樹高為 6.5 m、最小樹高為 2 m，木本樣區經監測後發現，銀合歡純林除了胸徑平均較小，且枝幹明顯較多分岔、斷頭，實屬須盡速改造之林分狀態。草本樣區之覆蓋度與物種數量明顯較其他造林地樣區低，此結果表示銀合歡純林內樣區確實植物之生物多樣性較低。

樣區 4 內有 62 株喬木，平均胸徑為 9.6 cm，平均樹高為 5.2 m，主要樹種組成為欖仁、七里香、木麻黃，株數分別為欖仁 44 株、七里香 13 株、木麻黃 5 株。欖仁之平均胸徑為 15.9 cm，平均樹高為 7.4 m；七里香平均胸徑為 7.6 cm，平均樹高為 3.4 m；木麻黃平均胸徑為 9.6 cm，平均樹高為 6.0 m，草本樣區主要覆蓋由大黍組成，覆蓋度佔 60%。造林成效良好，皆已形成高大林分，而地被植物並未發現有銀合歡出現之情形。

陳建璋等(2011)研究顯示，銀合歡及相思樹有相互競爭及取代的現象出現，彼此相互轉移。該研究報告結果顯示，自 1992 年至 2007 年間，其研究樣區均有 1.11 ha-1.44 ha 的銀合歡轉變成相思樹，能明顯的看出相思樹植群面對銀合歡的入侵能共存，甚至有逐年取代的情形發生。

外來物種在新生育地中是否能居留擴散，不僅取決於對生育地環境因子的耐性範圍，仍必需考慮與其他物種的競爭等相互關係。外來物種的入侵性具有不確定性，因為環境因子和生物因子的聯合作用使然。透過人為主動之伐除銀合歡，且選擇能與之抗衡之相思樹，實屬正確且具備正面效益之林相改良方法。

而穿越線監測尾端之造林地屬於林相較為複雜之複層林，其自造林行為開始時即具備較為多樣樹種，營造出多樣性較高，對於環境適應能力較佳之複層林，透過複層林之營造，創造更加良好、複雜之現地環境，對於林下之草本植物提供更加良好之環境得以進入，也提供較佳之食物來源可供食物鏈之消費者層級一項誘因。初期透過現地留存木，提升人工植栽之造林苗木能獲得較佳之庇護，從而減少風害而增進人工造林苗木之生長量。

樣區 5 為造林地樣區，木本株數 22 株，平均胸徑為 12.4 cm，平均樹高為 5.0 m。主要造林樹種為九芎(*Lagerstroemia subcostata*)，株數 10 株，其餘尚有白雞油 2 株、月橘(*Murraya exotica*)2 株、欖仁 2 株，原生樹種為苦楝(*Melia azedarach*)1 株、過山香(*Clausena excavata*)1 株、相思樹 1 株，平均胸徑為 11.6 cm，平均樹高為 4.6 m。樣區 5 之地被植物物種數有 8 種，包括大花咸豐草(*Bidens pilosa*)、長穗木(*Stachytarpheta urticaefolia*)及牛筋草(*Eleusine indica*)，以牛筋草為主，樣區內覆蓋度為 55%。

樣區 6 之樣區為銀合歡純林樣區，但立木株數較同樣為銀合歡純林之其他樣區稀疏，銀合歡總株數 178 株，平均胸徑也較小。平均胸徑為 5.1 cm，平均樹高為 4.1 m，最大胸徑為 11.5 cm、最小胸徑為 3.0 cm；最大樹高 5.5 m、最小樹高為 3.6 m，木本樣區經監測後發現，銀合歡純林特性為平均胸徑較造林地樣區小，且枝幹明顯較多分岔、斷頭，實屬須盡速改造之林分狀態。草本樣區之覆蓋度與物種數量明顯較其他造林地樣區低，此結果表示銀合歡純林內樣區確實植物生物多樣性較低。

樣區 7 內共監測木本植物 3 種共 201 株，平均胸徑為 6.6 cm，平均樹高 4.4 m，以銀合歡、山黃梔(*Gardenia jasminoides*)及相思樹較優勢，銀合歡數量高達 165 株，徑級分布集中於 4 cm 至 6 cm 間，平均胸徑為 5.6 cm，平均樹高為 4.1 m；山黃梔為次優勢樹種，數量為 23 株，徑級分布集中於 5 cm 至 7 cm 間，過山香平均胸徑 5.7 cm，平均樹高 4.3 m，相思樹數量為 13 株，平均胸徑 11.9 cm，平均樹高 4.8 m。草本樣區如其他銀合歡純林樣區，呈現生物多樣性較低落之情形。

樣區 8 內有 13 株喬木,43 株小苗,此樣區位於銀合歡砍伐後造林之區域，苗木生長情況良好，喬木平均胸徑為 11.4 cm，平均樹高為 4.6 m；苗木平均地徑為 2.0 cm，平均苗高為 100 cm。

樣區 9 內有 77 株喬木，平均胸徑為 9.7 cm，平均樹高為 4.8 m，主要樹種組成為木麻黃、相思樹，株數分別為木麻黃 42 株、相思樹 15 株，其餘為天然下種之雜木 20 株。木麻黃之平均胸徑為 12.2 cm，平均樹高為 5.1 m；相思樹平均胸徑為 11.1 cm,平均樹高 5.6 m。草本樣區物種數有 6 種,以大黍為優勢，樣區內覆蓋度達 85%以上。

樣區 10 為銀合歡純林樣區,總株數 172 株,其中銀合歡佔絕對優勢共 142 株，其次樣區內有少量胸徑平均超過 10 cm 之木麻黃，樣區經監測後發現，銀合歡純林特性為平均胸徑較造林地樣區小，且枝幹明顯較多分岔、斷頭，實屬須盡速改造之林分狀態。銀合歡胸徑最大值 13.2 cm，樹高最大值為 6.8 m；胸徑最小值 2.2 cm，樹高最小值為 3 m。草本物種數為 6 種，樣區中地被最優勢的物種為毛梗雙花草(*Dichanthium aristatum*)，其次為大花咸豐草，覆蓋度分別為 55%及 20%。

樣區 11 為銀合歡純林樣區，樣區內共監測木本植物 194 株，平均胸徑為 5.9 cm，平均樹高 4.6 m，銀合歡徑級分布集中於 7 cm 至 5 cm 間，但也有較為成熟之銀合歡，胸徑可達 13.4 cm，此與其他銀合歡純林樣區不同。草本樣區之物種數為 5 種,其中以大黍佔優勢,覆蓋度為 35%,其次為雞屎藤為 10%。

樣區 12 樣區內共監測木本植物 7 種共 49 株，平均胸徑為 10.2 cm，平均樹高 5.2 m，以苦楝為佔優勢，原因在於此樣區為苦楝造林區域。其餘樹種包含克蘭樹、月橘、欖仁為當初造林所留存之立木。地被植物分布較為單純，物種包括了大黍、山柚(*Champereia manillana*)、野牽牛(*Ipomoea obscura*)、過山香、扛香藤(*Mallotus repandus*)5 種，以大黍為優勢，樣區內覆蓋度高達 80%。

由於本計畫執行三年之野生動植物資源監測工作，後續分析利用完整之野生動植物物候監測表來針對不同季節之動植物物種進行比較，透過物候之差異情形，以此佐證銀合歡於未伐除時是否會實際影響物種之移動情形，利用物候特性探討不同季節之差異。

透過銀合歡移除並進行多樣化樹種栽植，除能促使復育造林區具有較高的物種歧異度及降低物種的優勢度，在提升生物多樣性上，具有正面效益，此種更新方式，可將銀合歡優勢群落加以移除，建立多樣化樹種的植物群落，加速植群演替，以期復育恆春半島之原生的熱帶植物群落。

以車城鄉小尖山旁之銀合歡純林樣區，為顧及銀合歡純林長度之樣區試驗設計，廊道設置 500 m 之樣區 13、樣區 14、樣區 15 皆為銀合歡純林樣區，下端之樣區 16 為造林樣區，以此對照組作為生態廊道 D。

樣區 13 為銀合歡純林樣區，內有 202 株喬木，其中 10 株為相思樹，喬木主要由木麻黃組成，平均胸徑為 4.4 cm，平均樹高為 3.8 m。草本樣區主要覆蓋相當稀少，僅有少部分銀合歡小苗，覆蓋度佔 10%。

樣區 14 樣區為銀合歡純林樣區，共有 192 株喬木，平均胸徑為 4.3 cm，

平均樹高為 4.2 m,最大胸徑為 6.5 cm、最小胸徑為 2.0 cm;最大樹高為 6.0 m、最小樹高為 2.6 m，木本樣區經監測後發現，銀合歡純林特性為平均胸徑較造林地樣區小，且枝幹明顯較多分岔、斷頭，實屬須盡速改造之林分狀態。草本樣區之覆蓋度與物種數量明顯較其他造林地樣區低,此結果表示銀合歡純林內樣區確實植物之生物多樣性較低。圖 27 為樣區 14 之林地內現況，呈現極度貧瘠的狀態。

圖 27 生態廊道 D 銀合歡純林地區林下草本照片

樣區 15 為銀合歡純林樣區，但立木株數較同樣為銀合歡純林之樣區 6 稀疏，平均胸徑也較小。平均胸徑為 2.6 cm，平均樹高為 3.4 m，最大胸徑為 3.5 cm、最小胸徑為 2 cm；最大樹高為 3.8 m、最小樹高為 2.5 m，木本樣區經監測後發現,銀合歡純林特性為平均胸徑較造林地樣區小,且枝幹明顯較多分岔、斷頭，實屬須盡速改造之林分狀態。草本樣區之覆蓋度與物種數量明顯較其他造林地樣區低，此結果表示銀合歡純林內樣區確實植物之生物多樣性較低。

樣區 16 為銀合歡伐除後造林地，由造林之苗木與留存之喬木組成，喬木株數 18 株，苗木株數 29 株，喬木平均胸徑為 8.9 cm，平均樹高為 3.1 m；苗木平均地徑為 3.2 cm，平均苗高為 170 cm。喬木主要由木麻黃組成，木麻黃之平均胸徑為 9.3 cm，平均樹高為 3.3 m。草本樣區物種相當稀少且土壤貧瘠，實屬須立即改善之林分。

透過生態廊道 D 之地被監測可發現，銀合歡林地內之苗木之覆蓋率與多樣性相當低，根據郭耀綸(1983)之研究指出，銀合歡葉部及種子內含有一種非蛋白質的氨基酸- 含羞草素(Minosine)，對動、植物均具有毒性(蔡維鐘，1974)。銀合歡之枝葉浸出液，具植物毒質，其主要成分為 P-羥基桂皮酸(P-hydroxycinnamic acid)、P-羥基苯乙酸(P- hydroxyphenyl acetic acid)、咖啡酸(caffeic acid)、沒食子酸(gallic acid)等 9 種，對自身以及芒草之種子無影響外，對其它種子之萌發與幼苗生長有強烈之毒他作用。

透過王相華、陳芬蕙(2010)之研究結果可發現，由於人為外力介入進行銀合歡伐除方法，進行後續多種樹種之造林手段，初期銀合歡移除作業對 DBH ≧1 cm 的木本植物的傷害不明顯，僅冠幅稍有減少外，胸高斷面積逐漸增加。較小的木本植物(稚樹與幼苗)所受影響較明顯，應是因為小的木本植物較為纖細，較易受到折斷、踩傷與壓傷等物理傷害。由於許多外來入侵種有迅速更新的能力，因此一旦將優勢的外來木本植物移除，此生育地的樹冠層疏開後，可能有外來入侵種更新快於大部份原生種的問題(Zavaleta *et al.*, 2001)，Gooden *et al.* (2009)則建議將外來木本植物移除後，必須接續處理雜草問題，避免導致外來種再次入侵。

(二)植物生物多樣性分析

木本樣區之植物多樣性結果如下表18,其所示銀合歡林地內植物多樣性，以數值直觀確實較造林地樣區低,本計畫執行期間監測木本樣區與前期計畫成果符合，未來應持續監測觀察後續是否有改變之趨勢。

表 18 木本樣區於各生態廊道之多樣性評估表

	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡
Simpson(λ)	0.729	0.928	0.212	0.810	0.338	0.856	0.652	0.742
Shannon-Wiener(H’)	0.506	0.160	1.807	0.343	1.475	0.231	0.636	0.175
E_s	0.562	0.224	0.758	0.311	0.613	0.344	0.444	0.186

表 18 的結果顯示，銀合歡林地之木本植物生物多樣性，皆有低於造林地之趨勢,然而在統計上 Simpson、Shannon-Wiener 並未達到顯著(表 19,p>0.05)，推測係因木本植物生物多樣性之差異僅存在於生態廊道兩端非銀合歡純林之造林樹種，導致差異性不夠顯著。但透過這樣的方式進行較高多樣性之造林地營造，提供更多空間與多樣之環境因子讓草本植物能夠進入之因素產生，增進食物鏈底層之穩定度。後續將比較不同林地之地被多樣性差異比較，觀察銀合歡林地內之地被多樣性是否較造林地之多樣性低落。均勻度指標方面則銀合歡與造林地內確實有顯著差異 p value=0.004，p<0.05。

	平均	標準差	N	t	df	p	CI95% 下限	CI95% 上限
Simpson(λ)	0.483	0.247						
	0.834	0.078	4	-2.867	3	0.064	-0.741	0.039
Shannon-Wiener(H’)	1.106	0.635						
	0.227	0.083	4	3.149	3	0.051	-0.009	1.767
E_s	0.594	0.130						
	0.266	0.074	4	7.551	3	0.004*	0.190	0.466

表 19 木本植物各生物多樣性指標於不同林地間之成對 t 檢定分析結果表

註：CI95%: 於信賴區間 95%；*表示顯著

表 20 草本樣區於各生態廊道之多樣性評估表

	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡	造林地	銀合歡
Simpson(λ)	2.767	3.117	2.790	3.860	2.388	3.683	1.672	1.942
Shannon-Wiener(H’)	2.333	2.342	2.760	2.412	1.711	1.791	1.548	1.129
E_s	0.696	0.404	0.798	0.561	0.668	0.515	0.780	0.443

草本樣區之植物多樣性結果如表 20，所示草本多樣性之差別，可藉由優勢度與均勻度兩種指標進行討論。經現地探查結果顯示，以 Simpson 優勢度指數結果，銀合歡林地由於物種較單一，因此其優勢度指數高，代表物種數量集中於某些物種，銀合歡林地具備較單一優勢之草本多樣性。刈草行為雖會為草本植物帶來破壞，但其恢復速度也較一般鬱閉林分內之草本植物更快(郭家和等，2017)，待復育造林成林後，將可望回復並甚至超越銀合歡林地內之植物物種多樣性；另一方面，以均勻度指數(E_s)表示該區域內物種之均質性，值越大代表該區域之物種樣態較為均質多樣，透過結果可明顯比較出造林地之草本生物多樣性，於物種數與覆蓋程度方面，明顯較銀合歡純林中之草本物種數與地被覆蓋更為均質、多樣。而均勻度指數造林地較高於銀合歡林地，表示優勢種不明顯且多樣分布。根據成對樣本 t 檢定結果，草本植物與木本植物有相同情形，僅均勻度指標具備顯著差異 p value = 0.008，$p<0.05$。

表 21 草本植物各生物多樣性指標於不同林地間之成對 t 檢定分析結果表

	平均	標準差	N	t	df	*p*	CI95% 下限	CI95% 上限
Simpson(λ)	2.404	0.522						
	3.151	0.866	4	-2.909	3	0.062	-1.563	0.0702
Shannon-Wiener(H’)	2.088	0.561						

	1.919	0.595	4	1.353	3	0.269	-0.229	0.568
E_s	0.736	0.063						
	0.481	0.071	4	6.433	3	0.008*	0.129	0.381

註：CI95%: 於信賴區間 95%；*表示顯著

研究成果顯示銀合歡阻隔厚度對植物多樣性僅有均勻度指標造成明顯差異(表 21，$p = 0.008 < 0.05$)，推測其原因在於研究區域內之生態廊道於銀合歡林地與一般林地間皆有拍攝動物經過或攝食之身影，透過動物穿越不同林相之間，其攜帶種子或覓食後排遺皆有可能造成植物種子之移動。然而銀合歡本身之毒他作用，導致移動成功之植物種子縱使能抵達銀合歡林地，但能存活之小苗相對少數，依然會發現部分生物多樣性之差異，導致多樣性差異的原因並非銀合歡阻隔長度，為其毒他作用所致。

根據上一期計畫成果報告指出，不同銀合歡移除後造林作業法，作業初期會產生不同程度的地被植物干擾，造成地被植物的暫時性消失，並使地表呈現裸露狀態。為監測復育造林作業後之地被物組成變化、恢復情況及土壤受到擾動後，銀合歡小苗是否會再度入侵，於不同銀合歡移除復育造林作業復育造林樣區及對照區，每隔 3 個月進行地被物覆蓋度監測，其結果如表 22 所示，對照組為銀合歡林地下之地被植物覆蓋程度，前期計畫與本期計畫樣區位置不同，僅以前期計畫成果做為佐證資料，證明整地造林對於地被覆蓋度的變化之最終結果具備正面效益。隨季節不同地被物覆蓋度會有所改變，由不同復育造林樣區內地被物連續監測，顯現海岸全面整地造林及山區帶狀栽植造林樣區，在作業初期地被物覆蓋度會受到一定程度干擾，而造成地表物覆蓋度呈現偏低情況，而隨著時間推移下，地表物覆蓋度會逐漸恢復成為生物多樣性較良好之狀態。

表 22 不同造林作業方式之地被覆蓋度變化(%)

樣區類型		監測時間							
		2015 年		2016 年				2017 年	
		7 月	10 月	1 月	4 月	7 月	10 月	1 月	4 月
海	全面整地造林	0	5	13	21	36	51	39	37
岸	全面整地造林*	98	98	93	84	94	94	86	91
區	林下栽植造林*	31	35	29	29	33	28	39	42

	對照區	12	15	10	13	13	14	22	16
山區	帶狀栽植造林	6	17	37	51	76	83	81	83
	帶狀栽植造林*	67	47	33	38	53	69	36	21
	對照區	5	4	7	3	5	7	5	6

*為造林 6 年以上之林相

銀合歡移除後造林，其造林更新方式是否能有效抑制銀合歡生長，由不同造林年度樣區之觀察結果顯示，造林初期會因為整地作業造成土壤擾動，而使銀合歡小苗產生重新萌芽之現象，而刈草撫育可以抑制其生長，經撫育 6 年後造林木快速生長，林冠鬱閉程度增加，銀合歡小苗會形成被壓木，生長緩慢形成纖細植株，並逐漸消失。

銀合歡對於環境有較強的適應能力及耐性，因此具有較廣的生態幅度(呂福原、陳民安，2002；王相華等，2011)。當銀合歡入侵後會改變當地植群結構，使其物種多樣性降低，並造成該地區森林生態系劣化(呂明倫等，2009；Xuan *et al.*, 2006; Wolfe and Bloem, 2012)。劣化生態系的復育造林，其目的在於修復、復原遭受破壞之生態系能回到原生態系之群落組成、植被結構及生態系統功能(Zavaleta *et al.*, 2001)；如利用自然演替方式來達成，將十分緩慢或停滯，並有可能發生持續性退化，因此需要以積極的人工生態復育方式，加速劣化生態系的恢復(邱清安、徐憲生，2015)。

過去研究顯示森林伐木更新作業或撫育作業，在造林初期會因人為的林木伐除的擾動，造成林分樹種組成與林分結構的改變(Spiecker, 2003；王相華等，2011)。在進行造林時由於林相更改及施業時所造成干擾，會造成短暫性的陸域動物數量或物種的減少(Spiecker, 2003)，但因森林生態系具有動態性變化，當造林地之林相逐漸恢復時，陸域動物則會由周遭的棲息地遷入(關永才等，2007；黃國靖等，2011；葛兆年等，2014)。

由圖 28 可知復育造林區經銀合歡移除後並以多種樹種進行混植造林更新後，各造林作業區相較於銀合歡對照區，樹種組成已大幅度改變，並改善林相結構及空間。透過銀合歡移除並進行多樣化樹種栽植，除能促使復育造林區具有較高的物種歧異度及降低物種的優勢度，在提升生物多樣性上，具有正面效益。此種更新方式，可將銀合歡優勢群落加以移除，建立多樣化樹種的植物群落，加速植群演替，期望能復育恆春半島之原生的熱帶植物群落。銀合歡為臺灣外來侵佔性危害力最高之木本植物，嚴重衝擊本土森林生態系且造成生態系的劣化。受銀合歡入侵之土地植物相主要以銀合歡為優勢種。而透過不同銀合歡移除造林作業，撫育成林後確實能有效降低銀合歡之數量，並抑制其優勢度。

圖 28 銀合歡對照區及銀合歡移除復育造林後之林相狀況

各不同作業法在銀合歡移除造林後經過定期刈草撫育作業，已達到抑制雜草及銀合歡小苗的生長，造林木已覆蓋林地形成生長優勢之樹種。由植物多樣性結果顯示，藉由銀合歡移除並進行原生樹種栽植確能有效改善及提高植物多樣性並降低銀合歡之優勢度，造林後所形成的林相具有多種優勢原生種、歧異度及均勻度高之植物多樣性高的林相。在陸域動物部份，藉由棲地環境改善能對生物提供更多元的空間及棲地選擇，以長期生態效益而言，此種森林經營作業方式能抑制銀合歡的生長，且可提升整體生物多樣性，其對生態系功能具有正面效益(郭家和、陳朝圳，2017)。

根據郭家和等(2017)研究結果顯示，造林初期雖地被遭人工除草行為降低其覆蓋度，但後續植生恢復速度較為快速，其地表物覆蓋度可恢復到 76%，而地被物種豐富，以先驅型之常見草類為主如大花咸豐草、牛筋草、雞屎藤及禾本科草類，一年中從夏季到秋季的地被覆蓋情況明顯增加，從冬季到春季一年生植物則明顯較為枯黃。本次計畫完成三年度之地被監測，而根據地被監測成果之地表覆蓋度，於造林地內都可達到 85%以上之地被覆蓋程度，與其研究結果相符合。

(三)生物量、碳蓄積量與碳吸存量推估結果

包含原定設立之生態廊道樣區，用於監測生態廊道其木本植物與草本植物所反應之不同狀態，以及動物針對廊道之使用性進行評估以外，可透過生物量之監測，估算銀合歡林地與造林地之間，量化其生物量、碳蓄積量與碳吸存量之表現情形。本研究透過前期計畫提供之成果，於前期計畫之相同林分內設置木本樣區，進行生物量與碳吸存量之分析討論，於銀合歡林地選取 6 個樣區、造林地選取 6 個樣區、小苗樣區選取 4 個樣區進行研究分析，探討銀合歡伐除復育造林是否具備其他不同面相之生態效益。銀合歡林地形成年度以 2004 年為基準，選取之樣區乃自 2004 年本團隊接受屏東林區管理處執行委託計畫開始，已確認為銀合歡林地形成之區域，部分樣區為 2004 年以前，為本研究團隊針對其他研究項目所設立之早期樣區，為達到監測碳吸存量之目的，因此納入討論範圍。

將小苗樣區獨立討論，其餘 12 木本樣區選取基準，主要皆針對該林地於前期計畫至今皆未改變之林相，包括銀合歡林地與造林地，選取之樣區中此兩種林地皆為六年以上之成熟林樣區，藉此透過較為相近之基準，比較不同林相內之生物量、碳蓄積量與碳吸存量之差異。自本期計畫研究結果(表 23)得知，造林地與銀合歡林地內之生物量、碳蓄積量與碳吸存量之差異。直觀判斷可明顯得知，造林地樣區無論較銀合歡林地早或晚形成，其碳吸存量每年遠遠超過銀合歡林地所能吸存之二氧化碳量，甚至部分小苗樣區已接近銀合歡每年所能吸存之二氧化碳量，足見銀合歡移除復育造林，對於目前溫室效應所導致之全球暖化與氣候變遷，具備其正面效益。

表 23 不同林分之生物量、碳蓄積量與碳吸存量比較表

樣區編號 (起始監測年度)	生物量 (ton/ha)	碳蓄積量 (ton/ha)	碳吸存量 (ton/ha/year)
造林地樣區			
樣區 17(2005)	61.22	28.60	7.52
樣區 18(2005)	37.70	17.82	4.64
樣區 19(2001)	77.46	36.32	7.39
樣區 20(2001)	54.24	25.38	5.17
樣區 21(2009)	59.63	28.00	10.26
樣區 22(2002)	47.48	27.54	2.79
銀合歡林地樣區			
樣區 23(2014)	24.28	11.32	2.78
樣區 24(2014)	20.98	9.72	2.39
樣區 25(2014)	23.94	11.14	2.76
樣區 26(2014)	11.06	5.15	1.28
樣區 27(2014)	31.72	14.88	3.62
樣區 28(2014)	15.62	7.26	1.81
小苗樣區			
樣區 29(2013)	3.40	1.52	1.21
樣區 30(2013)	2.96	1.16	1.06
樣區 31(2014)	1.88	0.88	0.93
樣區 32(2014)	2.76	1.26	1.17

銀合歡林地樣區選擇於前期計畫相同銀合歡林林分進行取樣，初始監測年度為 2014 年，本次計畫針對監測已超過 5 年之銀合歡林地進行複查，估算其每年平均碳吸存量，然而銀合歡之胸徑、樹高並未有晉級生長之情形。透過屏東林區管理處提供之造林年度計算造林地樣區每年平均碳吸存量，可明顯看出造林地樣區之碳吸存量明顯高於銀合歡林地，而檢視小苗樣區與銀合歡林地，可發現部分生長表現良好之小苗樣區，其碳吸存量已接近銀合歡林地之碳吸存

量，足見銀合歡伐除復育造林對於吸存二氧化碳，改善溫室效應具備正面效益。

(四)動物資源監測成果

紅外線自動照相機編號按照植物樣區編號使用相同編號(表 6)，紅外線自動照相機編號自 T1 至 T16。架設位置也連同植物樣區之特性，若該植物樣區為造林地，則自動照相機則架設於造林地樣區方圓 200 m 以內，於銀合歡林地也使用相同方式架設。實際自動照相機之架設位置，根據現場找尋特定位置，如:明顯獸徑、動物排遺、食痕等現勘資料架設自動照相機。

動物相監測之結果，所有廊道皆有監測資料，自動照相機也已完成 2 年之照片蒐集，由於銀合歡純林紅外線自動照相機僅拍攝照片較少，且動物行為單一之照片與影片，僅有些許動物排遺於現地出現。表 24 為本計畫累積之動物種數監測資料。

表 24 各生態廊道之穿越線監測與自動照相機之動物種數總和表

	生態廊道 A	生態廊道 B	生態廊道 C	生態廊道 D	合計
哺乳類	5	8	11	3	11
鳥類	23	22	42	13	48
兩棲類	5	6	8	0	7
爬蟲類	8	8	10	2	12
合計	41	44	71	15	78

由於監測所獲得之結果數量有限，無法使用無母數統計之卡方檢定(χ^2-text)，因此透過無母數統計Kruskal-Wallis檢定分析，探討4個生態廊道之間動物物種數量是否具備顯著差異，檢定結果p = 0.196，大於0.05未達顯著水準(表25)，推測原因為銀合歡林地之阻隔未能達到影響動物穿越之事實，其遮蔽性能給予動物安全感，而選擇加以利用，放棄較多食物來源之開闊草生地。

表25 Kruskal Wallis檢定統計量表

檢定統計量[a,b]

	物種數量
卡方	4.692
自由度	3
漸近顯著性	0.196

a.Kruskal-Wallis檢定；b.分組變數：生態廊道

生態廊道D為本計畫設計之對照組,銀合歡阻隔情形為四條廊道中最高，監測結果顯示，以各類動物種數量，比較各生態廊道之間，各類動物物種數量結果無明顯差異，不同銀合歡林地阻隔之試驗情況，然而對於生物阻隔效果尚無明顯區別,推測原因在於各類型動物均有部分物種,於不同林相中皆有出現,導致彼此間無顯著差異。

陸域動物種類及數量因應生物本身生存所需,而有不同的環境利用方式與時程，因此，常受到棲地環境、食物來源及豐富狀況及動物本身習性，而有季節性變化的特性(許皓捷，2003；Blake and Loiselle, 2000; Díaz, 2006)。當森林之樹種組成與林分結構不同時,其棲息之動物相亦有所差異(袁孝維等,2005；謝欣怡等，2006)，其主要原因在於森林為提供野生動生棲息環境及食物來源(葛兆年等，2014；Tews *et al.*, 2004)。

自動照相機拍攝之哺乳類動物為梅花鹿(*Cervus nippon taiouanus*)、食蟹獴、白鼻心(*Paguma larvata taivana*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus thaiwanensis*)、臺灣野豬(*Sus scrofa taivanus*)、臺灣獼猴；鳥類拍攝照片為大冠鷲(*Spilornis cheela*)與小白鷺(*Egretta garzetta garzetta*)；爬蟲類拍攝照片曾出現眼鏡蛇(*Naja atra*)，而兩棲類無自動照相機之記錄，所拍攝之照片如下圖 29-圖 35 所示。以 45 天至 60 天為一週期進行相機電池與相機記憶卡更換，同時確認相機是否需要移動位置至較佳之拍攝地點，記錄之動物名錄會以附件方式呈現。

圖 29 生態廊道 A 紅外線自動照相機 T4 拍攝之動物照片

圖 30 生態廊道 B 紅外線自動照相機 T7 拍攝之動物照片

小白鷺

眼鏡蛇

臺灣獼猴

鼬獾

梅花鹿

圖 31 生態廊道 B 紅外線自動照相機 T8 拍攝之動物照片

圖 32 生態廊道 C 紅外線自動照相機 T9 拍攝之動物照片

圖 33 生態廊道 C 紅外線自動照相機 T12 拍攝之動物照片

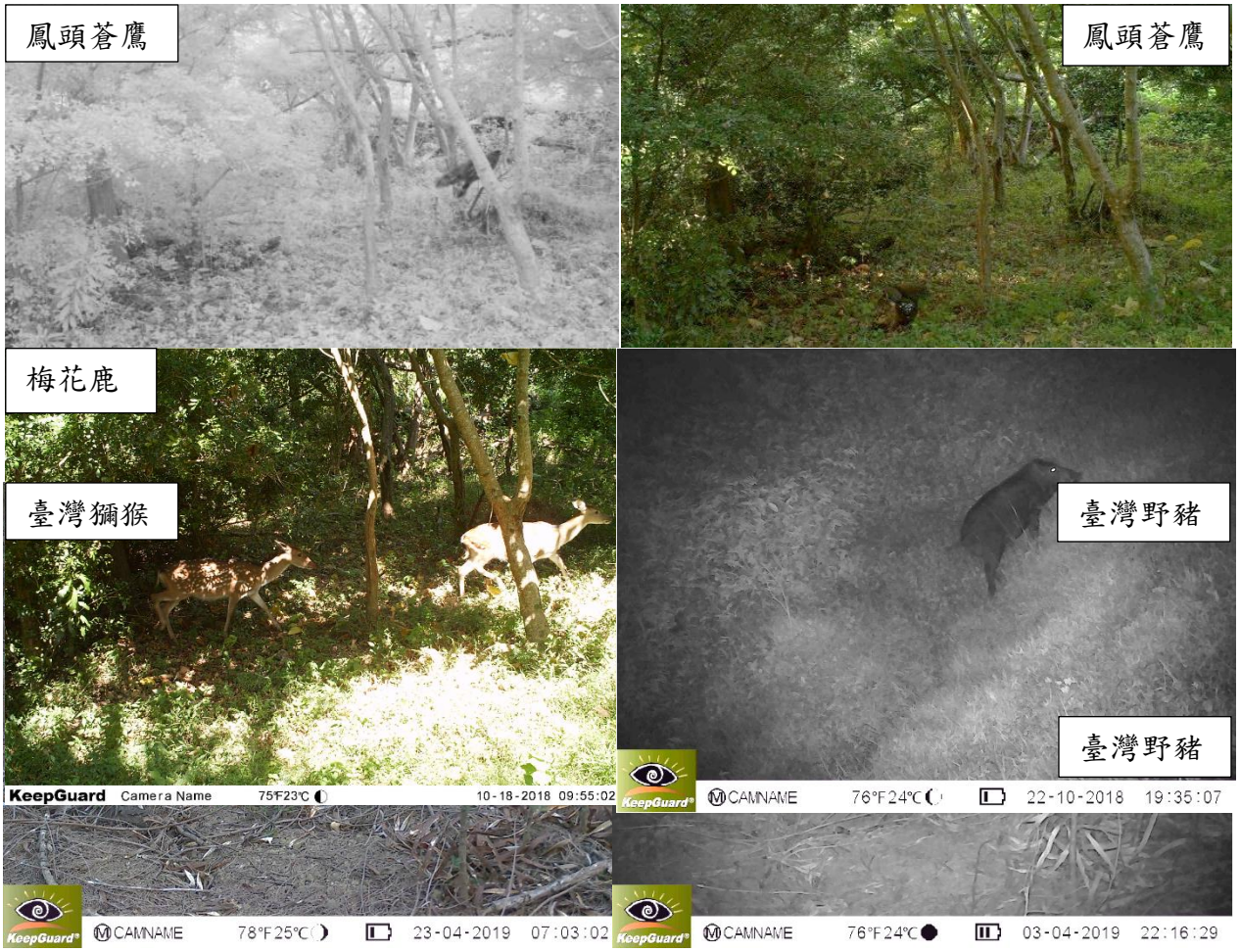


圖 34 生態廊道 C 紅外線自動照相機 T12 拍攝之動物照片

圖 35 生態廊道 D 紅外線自動照相機 T14 拍攝之動物照片

本計畫成果由工作人員目擊、聆聽鳥音、動物腳印等方式，記錄相關物種種類。穿越線監測所得到之記錄，哺乳類動物為梅花鹿之腳印、臺灣野豬之排遺於兩種林地內皆有出現；鳥類動物監測記錄為大冠鷲、臺灣畫眉(*Garrulax taewanus*)、烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*)；兩棲類動物監測則以黑眶蟾蜍(*Duttaphrynus melanostictus*)、小雨蛙(*Microhyla ornata*)和澤蛙(*Fejervarya limnocharis*)等低海拔常見蛙類為主；爬蟲類穿越線監測記錄有南蛇(*Ptyas mucosus*)、股鱗蜓蜥(*Sphenomorphus incognitus*)、眼鏡蛇、斯文豪氏攀蜥

(*Diploderma swinhonis*)等。

相機編號與樣區編號相同，相機號碼即代表其所在樣區位置，此初步結果可顯示，砍伐銀合歡後之造林地的確可增加動物移動棲息、移動之範圍，初期砍伐造林之苗木雖無法為野生動物帶來遮陰之空間，但透過5-7年苗木成林後，依舊可以吸引動物，增加動物移動空間。

計畫研究成果顯示，透過遙測影像分類結合不同空間資訊進行生態廊道之適宜性分析，其結果顯示具備其可行性，對於本計畫未來決策須先行伐除之區域具正面效益，有助於未來屏東林區管理處於選定伐除區域之先後順序，以最高效率進行伐除並再造林，擴展更為寬廣之生態廊道，增進生物多樣性之提升。

自動照相機拍攝之成果，僅發現穿越線下游地區往海邊方向之造林樣區有動物出現，本計畫期望透過比較上游造林地區之相機照片，能佐證銀合歡之存在是否影響物種之移動空間，其中又以面積大小作為不同試驗，藉此了解於人工施業進行每次銀合歡伐除時所需伐除之實際面積，可提供未來伐除作業之一項重要參考依據。而本計畫成果顯示，以自動照相機拍攝結果為例，無論在各種銀合歡阻隔情況，仍有哺乳類動物與部分鳥類會出現，然而透過動物行為分析可得知，銀合歡林地內多數動物皆為穿越，並不如造林地內動物行為豐富，因此仍可推斷，銀合歡阻隔確實造成動物行為改變，無法提供較為理想之棲息環境，因此仍有需要伐除之必要。

本計畫監測共記錄53科73屬81種陸域動物，其中含臺灣特有種13種；大冠鷲、東方蜂鷹(*Pernis ptilorhynchus orientalis*)、臺灣畫眉、烏頭翁、黃鸝(*Oriolus chinensis diffusus*)等7種為珍貴稀有保育類動物；食蟹獴、紅尾伯勞(*Lanius cristatus*)2種為其他應予保育類動物。監測各物種類群監測狀況分述如下：

1.哺乳動物

共記錄 10 科 11 屬 11 種哺乳動物。監測物種成果主要是梅花鹿、臺灣野豬、食蟹獴、臺灣野兔(*Lepus sinensis formosus*)、赤腹松鼠、白鼻心、鼬獾(*Melogale moschata*)、臺灣獼猴，分布在平原至低海拔地區，棲息於草生地、開墾地、次生林或居家附近常見的小型鮑形和齧齒目哺乳動物，近年梅花鹿在恆春鎮社頂部落復育情形良好，數量增加後族群所需之生活空間也增加，因此出現機率較以往來的高。監測方式上皆以沿線監測與紅外線自動照相機為主。

2.鳥類

監測共記錄 32 科 43 屬 50 種鳥類，其中包含 6 種珍貴稀有物種保育類物種。穿越線上所記錄的鳥種，以分布於平地至低海拔留鳥為主，常見的平原鳥種有烏頭翁、綠繡眼(*Zosterops simplex simplex*)和各種燕科鳥類等，森林性或林緣常見的鳥種有小彎嘴(*Pomatorhinus musicus*)、五色鳥(*Megalaima nuchalis*)、樹鵲(*Dendrocitta formosae*)、臺灣畫眉、臺灣竹雞(*Bambusicola sonorivox*)等，監測方式上，日夜間定點監測記錄了多數鳥種，長時間自動錄音補充記錄少數族群密度低、活動高峰不在定點監測時段(如日行性猛禽)、夜行性及夜間遷移的鳥種。

3.兩棲類

共記錄 5 科 7 屬 7 種蛙類，沒有任何保育類物種。監測方式上，夜間的沿線監測記錄有 7 種；記錄的種類，以黑眶蟾蜍、小雨蛙和澤蛙等這些低海拔至平原地區常見的蛙種為主；由於多數監測區域內，缺乏吸引蛙類群聚繁殖的永久性水域，因此出現的數量普通，蛙類活動與鳴叫率均表現一般，記錄的種類及數量更是零星。

4.爬蟲類

共記錄 6 科 12 屬 13 種爬蟲類，無保育類物種。穿越線上的蛇類則於各零星記錄，記錄有南蛇、股鱗蜓蜥、長尾南蜥(*Mabuya longicaudata*)；屬外溫動物的爬蟲類，活動頻度上易受溫度的變化影響。

表 26 本計畫陸域動物監測種類統計表

類群	種		特有種		原生種		保育類物種	
	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地
哺乳類	11	7	6	3	2	1	1	0
鳥類	48	23	10	7	14	8	6	2
兩棲類	7	4	0	0	6	3	0	0
爬蟲類	12	7	0	0	4	2	0	0
合計	81	42	16	10	26	14	7	2

由於部分種類動物監測數量有所限制，必須透過無母數統計方式進行分析，探討不同類群動物造林地與銀合歡林地之間，是否存在顯著差異，使用 Wilcoxon 符號檢定，針對造林地與銀合歡林地之物種數量，探討是否存在顯著差異，而分析結果顯示 p = 0.068，大於 0.05 未達顯著水準(表 27)，推測原因可能鳥類移動性較佳，容易產生兩種林地皆可監測獲得結果，而哺乳類動物於銀合歡林地內也確實有記錄所導致。

表27 Wilcoxon 符號等級檢定

檢定統計量[b]	
	銀合歡林地 - 造林地
Z 檢定	-1.826[a]
漸近顯著性 (雙尾)	0.068

a. 以正等級為基礎。
b. Wilcoxon 符號等級檢定

本計畫針對銀合歡林地架設相機，透過動物行為之分析可發現，雖然動物皆有進入銀合歡林地內之情形，但絕大部分動物是簡易的路過，由於銀合歡林地內草本植物生物多樣性低落，無法提供完整食物來源，不如造林已有六年以上之林地內動物行為豐富，於造林地內之動物照片，多數動物有覓食、休憩，甚至是群聚行為，以上動物行為皆屬於生物多樣性較為完整之樣態，因此雖然銀合歡之阻隔效果不如預期，然而無論是植物種類或是以動物行為而言，造林地卻能提供生態系更為完整動植物生物多樣性，因此銀合歡移除並復育造林之人工干擾有其存在之必要性。

單一生態廊道之間比較造林地與銀合歡林地之動物物種數量，透過比較 4 組生態廊道樣區，皆為造林地之動物物種數量高於銀合歡林地動物物種數量，推測原因為銀合歡林下草本多樣性低，造成第一層的食物來源貧乏，造成後段食物鏈之消費者，各種動物進入之次數皆降低，縱使紅外線自動照相機有拍攝銀合歡林地內之動物，但多數為偶然經過，並未有於林下覓食行為，相較於造林地之紅外線自動照相機拍攝之照片，多數動物皆有覓食行為，甚至有梅花鹿公鹿於林地內以鹿角鬥爭，可推測造林地較銀合歡林地更適合動物久棲，提供更加良好的生態棲位(圖 36)。

哺乳類由於監測較為困難，除了夜間監測與清晨監測外，另外架設紅外線自動照相機(裴家騏，2004；黃美秀、簡熒芸，2007)，針對本計畫之試驗設計架設於樣區附近，用以探討是否有大型哺乳類進入。照片經物種鑑定後，提供出沒於該地的動物種類、相對數量，以及活動時間。為方便和其他研究結果比較，本研究參考 Pei *et al.* (1997)對於物種相對密度的定義和計算方式，即樣區中照相機在每 1,000 個工作小時中，所拍得的個體數或群體數，除非照片可明顯地分辨為不同個體(性別、體型)，則同一小時內之照片或影片視為同一個體，各紅外線自動照相機之 OI 值比較如下表 28。

表 28 哺乳類動物於各自動照相機之 OI 值結果表

相機編號	有效工作時數(hrs)	梅花鹿	食蟹獴	白鼻心	鼬獾	臺灣野兔	臺灣獼猴	臺灣野豬	赤腹松鼠
T1	1,200	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	1,200	0	0	0	0	0	0	0.57	0
T3	1,368	0	0		0	0	0	0	0
T4	1,440	0.54	0.24	7.48	5.61	25.83	0	0	0.36
T5	1,200	0	0	0	0	0.99	23.19	0	0
T6	1,392	4.17	0	0.38	0	0.83	0.83	0	0.85
T7	1,200	0	0.93	3.38	0	2.41	0	0	0
T8	1,440	7.36	19.48	2.24	0	0.96	10.19	0	0.32
T9	1,440	7.87	2.08	6.25	0.65	1.38	1.2	0.69	0.18
T10	1,200	0.69	0	1.39	0	0	0	0	0
T11	1,200	5.91	0.3	0.99	2.36	0.69	0	0	2.78
T12	1,008	12.42	0.99	6.94	0	0	2.97	0	0
T13	1,440	0	0.69	0.61	4.7	1.94	0	3.25	0
T14	1,132	0	1.7	0.57	0.57	1.11	0.57	3.29	0.43
T15	1,132	0	0	0	0	0	1.04	0	1.04
T16	1,132	8.33	0.56	1.11	0	2.78	0	0	0

利用單因子變異數分析，探討4個潛在生態廊道之間，是否存在顯著差異，而分析結果顯示，4個潛在生態廊道彼此之間並未展示顯著差異 $p > 0.05$(表 29)，推測此結果原因來自於許多銀合歡林地相對於草本地區或新植未達成熟林之造林地，其能提供之鬱閉功能使得動物也有穿越銀合歡林地之可能性提升，新植造林地與僅草本覆蓋區域而言，其遮蔽效果較差，動物未能產生安全感而選擇相對於安全感較高之銀合歡林地，因此產生此分析結果。而成熟造林地表現相對於銀合歡林地而言，除了遮蔽效果以外，還能提供更加良好之森林生態功能、包含食物來源等，實屬銀合歡移除復育造林所追求之目標。

表 29 潛在生態廊道之單因子變異數分析表

	平方和	df	平均值平方和	F	顯著性
組間	9.271	3	3.090	0.631	0.601
組內	137.128	28	4.897		
總計	146.399	31			

造林地內有目擊部分造林樹種樹皮有磨損的情況，根據現地之記錄情況較有可能為梅花鹿所為，於梅花鹿長角時期於造林地內磨角，造成樹皮破損。根據郭家和等(2017)研究結果顯示，造林區之植物物種生物多樣性指標皆顯著高於未移除銀合歡之對照區，顯示銀合歡移除造林已成功改變原先以單一銀合歡物種組成之林相，並逐漸恢復為植物物種多樣性較高之林相。在哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類 4 種陸域類群動物相之物種及數量部份，由生物多樣性分析結果顯示，銀合歡移除造林區與對照區相比較，顯示銀合歡移除造林區增加植群多樣性，且對於鳥類之族群數量有顯著提升。藉由棲地環境改善能對生物提供更多元的空間及棲地選擇，以長期生態效益而言，此種森林經營作業方式能抑制銀合歡的生長，且可提升整體生物多樣性，其對生態系功能具有正面效益。

圖 36 造林地內拍攝之多元動物行為照片

本研究透過加權分數方式評估動物行為對於研究區域內生態廊道其現況所代表之生態廊道分數評比。根據紅外線自動照相機所拍攝之動物行為之有效照片出現頻率進行加總，經常發生(75%)給予基本分數 3 分、偶爾發生(50%)給予基本分數 2 分，依此類推，不曾發生之動物行為即為該項目 0 分。再透過不同動物行為給予不同分數加權，由於多數動物於造林地內與銀合歡林地內皆有穿越與移動之行為，因此本研究計畫將穿越、移動定義為一般動物行為，則不與以加權，其餘較為複雜之動物行為則以加權 2 倍方式計分(表 30)。

表 30 各生態廊道之動物行為分析評估表(Rowland and Vojta, 2013)

	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
加權分數	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地	造林地	銀合歡林地
穿越、移動(×1)	3	3	3	2	3	3	3	2
覓食(×2)	2	1	2	1	3	1	1	0
休息(×2)	2	0	2	0	3	0	0	0
成體攜幼體(×2)	2	0	2	0	3	1	1	0
合計總分	9	5	9	4	12	7	7	2

備註：3:經常發生(75%)、2：偶爾發生(50%)、1：鮮少發生(25%) 、0：不曾發生(0%)

以生態廊道 C 為 2001 年之造林地，其造林至維持撫育迄今約 20 年，造林地呈現完整且鬱閉之林相，林地內也出現較為多樣之動物行為，推斷該區域不僅包含廊道串連效益，甚至可以提供動物較為完整之棲息環境，讓動物物種願意於此休息、覓食甚至有同種競爭之動物行為。

六、指標物種選定

恆春半島之銀合歡移除與復育造林工作，必需依據長期的動植物資源監測，才能達成移除與復育造林工作所設定之生態效益，以達到復育造林的最大價值的目標。據此，為維持及了解恆春半島區域內之生物多樣性變化，需將地域性的重要原生物種，選定為指標物種，並進行長期監測，以瞭解人為干擾對指標物種發育的影響。由於目前銀合歡移除並復育造林之工作仍然持續進行，本次計畫選定僅以計畫監測期間選用下列物種，未來隨造林復育時間延伸，可透過後續監測選定更加合適之物種。

Gibbons and Botha (2002) 研究指出物種對於棲地會有特定的需求，因此選擇指標物種的標準之一，即為該物種須對棲地需求有著高度專一性(Chovance and Waringer, 2001; Schiemer *et al.*, 1991)。而物種指標需要具備足夠的敏感性來指示早期的環境變化，它具有環境變遷的預警作用；具有較廣的地理分布範圍，當環境改變時，此類生物的分布範圍也會改變，而容易被偵測出來；比較容易收集資料及量度者；能夠用來反應只是因人類干擾而產生的變化。林曜松(1999)認為鳥類、兩棲類為良好的指標物種，其理由為該類物種在地球上有廣泛的分布，且對環境變化較敏感，資料收集較為容易。

本計畫以生態系指標物種為選擇基準，依據所監測之動物資源結果，將研究監測所涵蓋之範圍區分為 2 個生態棲息環境，並從中選出對環境敏感且較容易觀測的動物為指標物種如表 31。針對不同時期林地所反應出之生態系，選取各時期對應之指標物種，透過指標物種得以確定目前屬於何種生態性之參考依據，本計畫根據樣區設計跨越銀合歡純林與造林地之差異性，則指標物種為銀合歡移除復育造林之具體成效指標，用於判斷此物種之進入，讓目標林地已具備潛在生態廊道之可能性。

表 31 恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道監測指標物種

生態棲息環境		指標物種
人工林 生物群系	大冠鷲	喜於開闊環境覓食，造林使鬱閉增加，提供休憩場域，本研究計畫根據監測紅外線自動照相機結合穿越線監測法，於計畫執行期間總共監測獲得 10 隻，平均單一年度可監測得 4 隻，根據此結果可發現，大冠鷲可穩定出現於造林地內，多數於地面時為覓食行為。  圖 37 大冠鷲進入林地內覓食照片
	鳳頭蒼鷹	可適應於各種型態之森林，包含天然林、人工林、果園，偏好於森林稀疏處或林緣覓食，容易受林相樹種單一化問題而無法獲得完整食物來源。本研究計畫根據監測紅外線自動照相機結合穿越線監測法，於計畫執行期間總共監測獲得 8 隻，平均單一年度可監測得 3.2 隻，拍攝獲得之動物行為休憩於造林地內。

	 圖 38 鳳頭蒼鷹進入林地內休憩照片
樹鵲	主食為果實、種子、小型脊椎動物昆蟲，常在地被層中覓食，取食掉落的種子與生活於其內的昆蟲。本研究計畫根據穿越線監測與鳥音聆聽，於計畫執行期間總共監測獲得 15 隻，平均單一年度可監測得 6 隻，喜好果實則常出沒於造林地。
五色鳥	食性主要以果實、昆蟲為主，常築巢與枯木，以漿果及核果為主要取食來源，繁殖季為 4-8 月，中低海拔山區的闊葉林中層，喜歡住在乾燥通風的位置。造林地內明顯較銀合歡林地內通風，本研究計畫根據穿越線監測與鳥音聆聽，於計畫執行期間總共監測獲得 14 隻，平均單一年度可監測得 5.6 隻。
小白鷺	屬於定點捕食之鳥種，繁殖成功率依食物豐富度而定。主要食物為魚類、蝦類、蛙類及螺類等，多為單獨或小群出現。大部分生活於河川、海灘、沼澤、稻田、水田或濕地水邊。本研究計畫根據監測紅外線自動照相機結合穿越線監測法，於計畫執行期間總共監測獲得 18 隻，平均單一年度可監測得 7.2 隻。由於造林地具備較

	為良好之水源涵養功能，植物覆蓋要為完整易積水等，較容易出現食物因此常獲得照片。  圖 39 小白鷺於林地內群聚、覓食照片
食蟹獴	日行性動物，警覺性高，屬雜食性動物，除了以蝦蟹魚類為主食外，亦食用老鼠、松鼠等小型哺乳類、鳥類、蛇類等。在中、低海拔溪流附近的森林，棲息於天然岩洞或自掘洞穴。本研究計畫根據監測紅外線自動照相機拍攝照片共有 36 隻，平均單一年度可監測得 14.4 隻。經常獲得親子隊(胡正恆等，2018)覓食照片。  圖 40 食蟹獴於林地內群聚、覓食照片

圖 41 食蟹獴親子隊覓食照片

白鼻心	為雜食性偏食果性動物，以水果、漿果、昆蟲、無脊椎動物，對人造植被區之人為干擾頗能適應。本研究計畫根據監測紅外線自動照相機拍攝照片共有 36 隻，平均單一年度可監測得 14.4 隻。拍攝照片常獲得親子隊與群聚行為。

圖 42 白鼻心親子隊覓食照片

圖 43 白鼻心群聚覓食照片

梅花鹿	主食為樹葉、嫩芽及青草，常會選擇樹蔭處靜臥。本研究計畫根據監測紅外線自動照相機拍攝照片共有 60 隻，平均單一年度可監測得 24 隻。經常拍攝到群聚、覓食、競爭打鬥行為等多元動物行為。

圖 44 梅花鹿於造林地內群聚、覓食照片

圖 45 梅花鹿於造林地內競爭打鬥照片

	澤蛙	需要水源作為棲地。其蝌蚪對於半淡鹹水的環境鹽耐受度較高，低溫環境不適其蝌蚪生長。於生殖季時會利用臨時性的積水池作為繁殖棲地。主要棲身於闊葉林。本研究計畫根據穿越線監測共有 25 隻，平均單一年度可監測得 10 隻。雨季較常出現，成熟造林地具備較良好水源涵養功能，能提供兩棲類較為友善之環境，因而監測獲得數量較多。  圖 46 澤蛙於造林地內照片
銀合歡林生物群系	臺灣刺鼠 (*Niviventer coninga*)	雜食性、喜好鬱閉空間，部分鼠類擅長爬樹以利移動。本研究計畫根據穿越線監測與陷阱放置捕捉獲得數量共有 20 隻，平均單一年度可監測得 8 隻。  圖 47 臺灣刺鼠於銀合歡林地內陷阱捕捉照片

動物監測資料乃針對前期累積之完整三年期動物監測資料，及本期計畫所監測之兩年資料進行評估，根據監測物種之出現次數，皆須出現於銀合歡林地與復育造林地之區域，而銀合歡林地出現次數明顯較造林地之出現次數低，次數差別超過 2 倍以上，且於銀合歡林地出現次數不為 0 次之物種，做為潛在指標物種動物之監測目標。選定作為監測指標物種，鳥類為**大冠鷲、鳳頭蒼鷹**(*Accipiter trivirgatus formosae*)、**樹鵲、五色鳥、小白鷺**，猛禽類為食物鏈較為頂端之類別，棲地必須具備完整食物來源，而復育造林區域可提供相對應的棲地環境，同時造林地內也有拍攝大冠鷲休憩照片，足見其指標性。其餘非猛禽類鳥種則為造林地內常見之森林性鳥種，其數量於銀合歡林地內較少。

而哺乳類以**白鼻心**作為監測指標物種，此物種為造林地內最為常見之物種，雖然銀合歡林地內也有拍攝記錄，然而唯有於造林地內才具備群聚、覓食等行為，甚至有親子隊出現，足見造林地內之生物多樣性造成的穩定生態系為真正此物種依賴之棲息地，**梅花鹿**為本研究計畫監測獲得數量最多，動物行為最多元之哺乳類物種，透過紅外線自動照相機拍攝造林地內梅花鹿行為包含覓食、群聚、休憩、競爭打鬥等不同行為，足見梅花鹿對於造林地內之依賴性。**食蟹獴**於本計畫監測期間，於造林地內經常拍攝得到群聚覓食照片，不僅白天出沒，晚上也有拍攝照片之記錄，足見對於造林地環境之依賴性；兩棲類為適合作為監測指標物種為**澤蛙**，兩棲類於造林地內與銀合歡林地內皆有發現，但記錄之蛙鳴、數量，兩棲類生物於造林地內皆明顯高於銀合歡林地，差距最高有 1.5 倍，足見黑眶蟾蜍與澤蛙較喜好棲息於造林地內。**臺灣刺鼠**常見於銀合歡林地內，雖於造林地內也有捕獲，然而數量不及於銀合歡林地內，推測原因為造林地內物種多樣性豐富，天敵數量較多所致，但仍需後續追蹤觀察。指標物種選定之標準作業流程，透過動植物監測之結果進行分析建立，標準作業流程如下圖 48 所示。

表 32 指標物種代表之各種林相生態意義

物種	特性	
五色鳥	生物行為	以漿果及核果為主要取食來源，繁殖季為 4-8 月。
	棲地分布	中低海拔山區的闊葉林中層，喜歡住在乾燥通風的地方，所以會在枯木或枯枝上打洞築巢。
大冠鷲	生物行為	常停棲於視野良好的樹枝或電線上定點守候，以蛇、蜥蜴、鼠類為捕食對象，繁殖季為 3-7 月。
	棲地分布	廣泛分布於中低海拔山區，多棲息在林相完整的闊葉林。好的營巢地點可以增加繁殖成功率，如：森林中少有天敵騷擾的區域，地形上又能避風，且巢樹高大穩固及支撐力夠，可使巢位遠離地面的地點。林地區塊越完整，其生存空間越大且越穩定。
鳳頭蒼鷹	生物行為	滯空時間不長，多停棲於林間，食性廣泛，包括鼠、松鼠、中小型鳥、蜥蜴、蛙類、昆蟲等。
	棲地分布	廣泛分布於海拔 2,000 m 以下的山地與丘陵闊葉林，偏好於森林稀疏處或林緣獵食，林相越是單一，因其生物環境單純化而使得食物來源減少，鳳頭蒼鷹的族群也會跟著減少甚至消失。
樹鵲	生物行為	屬雜食性鳥類，主要以昆蟲、蜥蜴、果實等為食，常於樹上築巢棲息，生性聒噪、警覺性強。
	棲地分布	分布於平地至低海拔森林，活動於樹冠中上層區域。
小白鷺	生物行為	主要食物為魚類、蝦類、蛙類及螺類等，多為單獨或小群出現。
	棲地分布	臺灣常見留鳥，分布於平地至低海拔(約 0-600 m)區域，部分冬季時會南遷過冬。大部分生活於河川、海灘、沼澤、稻田、水田或濕地水邊。
梅花鹿	生物行為	主食嫩芽、青草，常會選擇樹蔭處靜臥；生性敏感而機警，秋季交配的季節來臨時，雄鹿會彼此用以硬化的鹿角進行卡角打鬥，以爭取鹿王的地位及與雌鹿交配的權利。
	棲地分布	主要棲息於海拔 200 m 以下的草原、丘陵地及山麓地區的開闊疏林。
白鼻心	生物行為	以水果、漿果、昆蟲、無脊椎動物、鳥類及囓齒類等為食。
	棲地分布	主要棲息在中低海拔常綠闊葉林或森林邊緣。
食蟹獴	生物行為	日行性動物，警覺性高，屬雜食性動物，除了以蝦蟹魚類為主食外，亦食用老鼠、松鼠等小型哺乳類、鳥類、蛇類等。
	棲地分布	在中、低海拔溪流附近的森林，棲息於天然岩洞或自掘洞穴。
澤蛙	生物行為	需要水源作為棲地。其蝌蚪對於半淡鹹水的環境鹽耐受度較高，低溫環境不適其蝌蚪生長。
	棲地分布	主要棲身於闊葉林，成熟造林地具備較良好水源涵養功能，能提供兩棲類較為友善之環境。
臺灣刺鼠	生物行為	夜行性，雜食性，喜食植物嫩葉、芽、地下莖等。
	棲地分布	分布於低中海拔闊葉林、次生林或森林邊緣草生地。

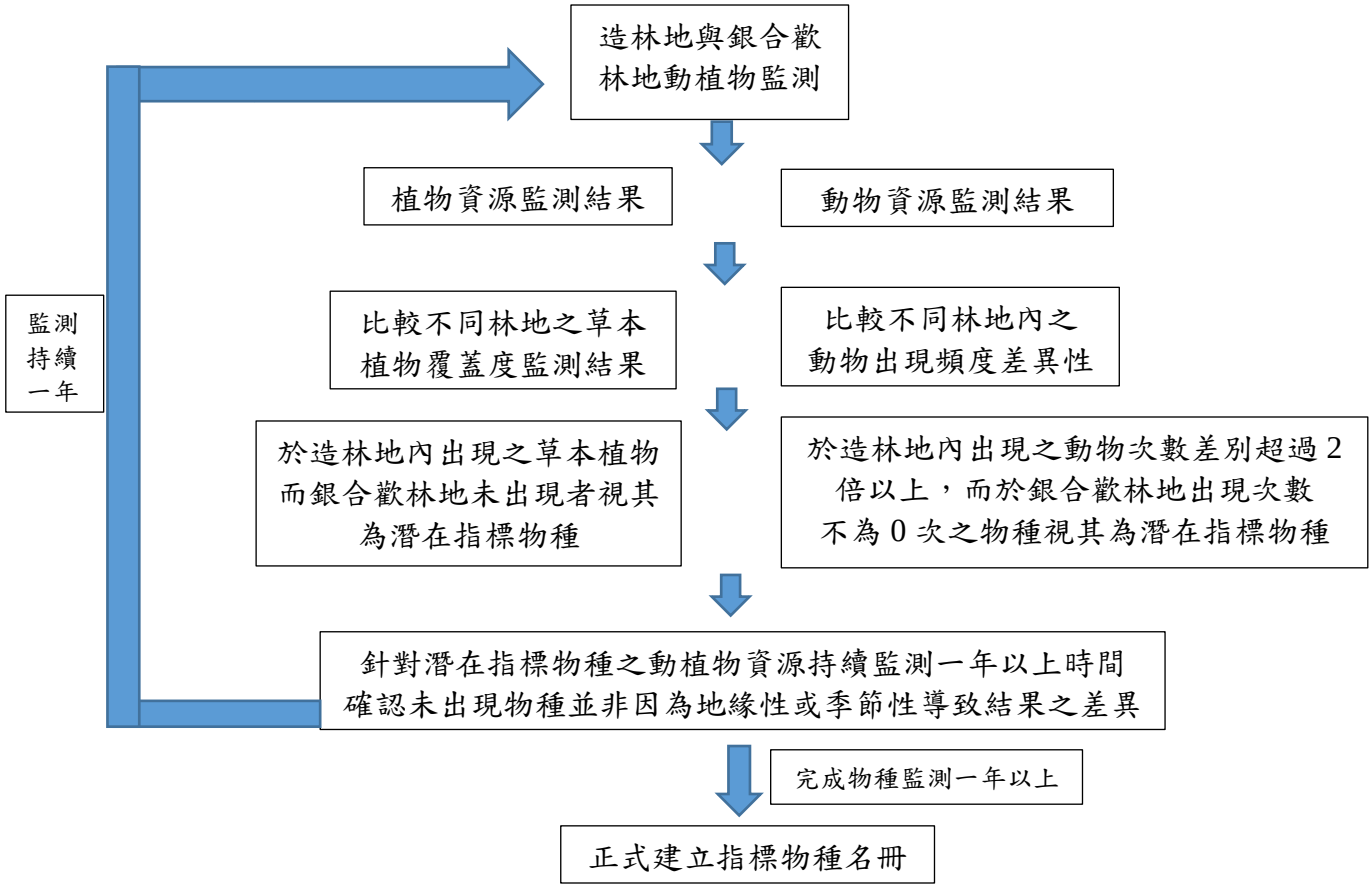


圖 48 指標物種選定之標準作業流程圖

1.大冠鷲

每 1 季監測一次，使用穿越線監測法，於監測區域內選擇一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現之鳥種進行記錄，而早上約 9 點半開始至 11 點結束，因熱空氣上升之緣故，多種猛禽皆會乘勢進行升空，對猛禽而言實屬最為省力之方法，因此監測中也可透過這項動物行為進行群集計數法，掃視監測區域內的數量與種類。

主要以目視結合使用 10 × 25 雙筒望遠鏡，並輔以鳥類之鳴叫聲進行種類辨識，記錄發現之鳥種與數量。而大冠鷲喜愛草地豐饒且開闊之區域，建議可以於造林完整之林地進行自動照相機之拍攝，本計畫拍攝到不同草本豐沛位置皆有大冠鷲出沒，反觀銀合歡林地卻無監測記錄，足見大冠鷲喜愛造林地之動物行為，可作為指標物種之可行性與公正性。

圖 49 以紅外線自動照相機輔助拍攝大冠鷲照片

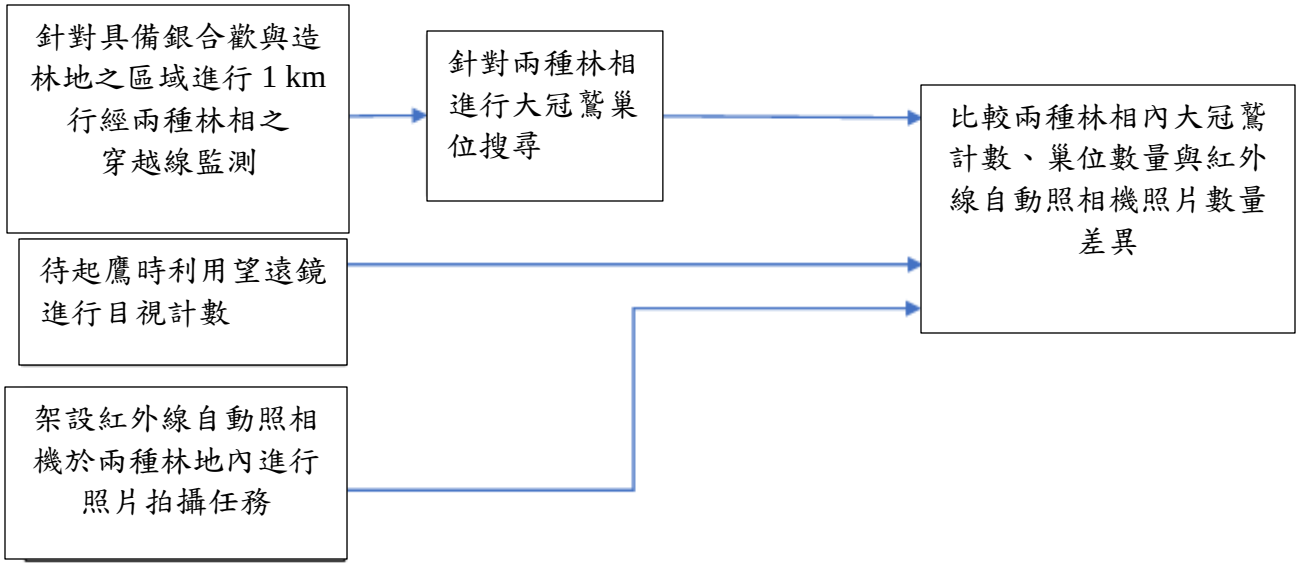


圖 50 大冠鷲監測標準作業流程圖

2.鳳頭蒼鷹

每 1 季監測一次，使用穿越線監測法，於監測區域內選擇一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現之鳥種進行記錄，而早上約 9 點半開始至 11 點開始，因熱空氣上升之緣故，多種猛禽皆會乘勢進行升空，對猛禽而言實屬最為省力之方法，因此監測中也可透過這項動物行為進行群集計數法監測，掃視監測區域內的數量與種類。

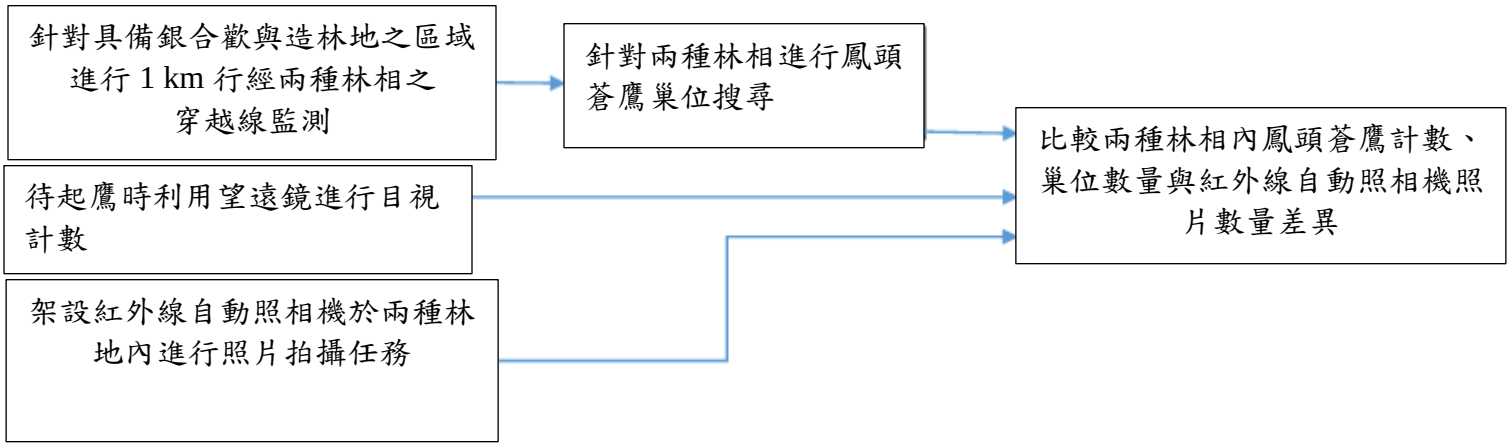
而鳳頭蒼鷹根據監測結果喜愛棲息於樹梢且林地開闊之區域，然而本計畫於鳥類監測方面，於造林地內之自動照相機也有拍攝鳳頭蒼鷹休憩照片，建議可以於造林完整之林地進行自動照相機之拍攝，本計畫拍攝到林相完整位置有鳳頭蒼鷹之出沒，反觀銀合歡林地卻無監測記錄，足見鳳頭蒼鷹喜愛造林地之動物行為，可作為指標物種之可行性與公正性。

圖 51 以紅外線自動照相機輔助拍攝鳳頭蒼鷹照片

圖 52 鳳頭蒼鷹監測標準作業流程圖

3.樹鵲

每 1 季監測一次，使用穿越線監測法，於監測區域內選擇一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現之鳥種進行記錄，監測時段以白天日出後三小時；夜間時段於晚上 7 點至 9 點，主要以目視結合使用 10 × 25 雙筒望遠鏡，並輔以鳥類之鳴叫聲進行種類辨識，記錄發現之鳥種與數量。若所有鳴叫皆來自相同方向則不重複計數，也可借助錄音器材進行鳥音錄製，藉以蒐集所有時段之鳥類鳴叫聲以利進行辨認。樹鵲聲音較



為沙啞且刺耳，也屬於具有辨識度之鳥種，作為指標物種將可非常直觀認定林相之完整性，於本計畫之監測中樹鵲於銀合歡林地內出現次數明顯少於造林地，以此為證。

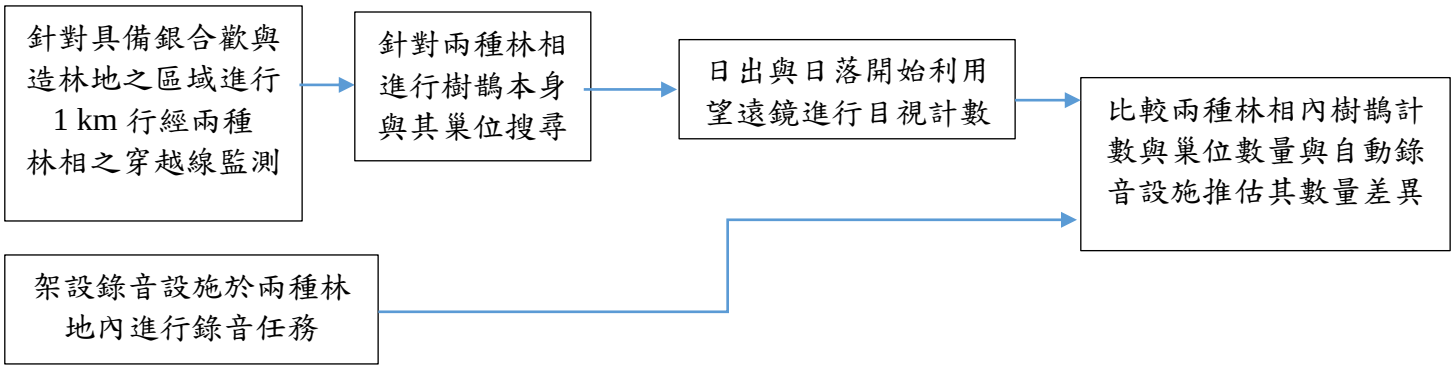


圖 53 樹鵲監測標準作業流程圖

4.五色鳥

每 1 季監測一次，使用穿越線監測法，於監測區域內選擇一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現之鳥種進行記錄，監測時段以白天日出後三小時；夜間時段於晚上 7 點至 9 點，主要以目視結合使用 10 × 25 雙筒望遠鏡，並輔以鳥類之鳴叫聲進行種類辨識，記錄發現之鳥種與數量。若所有鳴叫皆來自相同方向則不重複計數，也可借助錄音器材進行鳥音錄製，藉以蒐集所有時段之鳥類鳴叫聲以利進行辨認。五色鳥鳴叫聲相當具有辨識度，透過錄音器材較為完整蒐集其出現之時段分布情形。根據本計畫監測結果，五色鳥多出現於造林地區域，反觀銀合歡林地內並無五色鳥之目擊或鳥鳴聲之記錄，因此可作為指標物種。

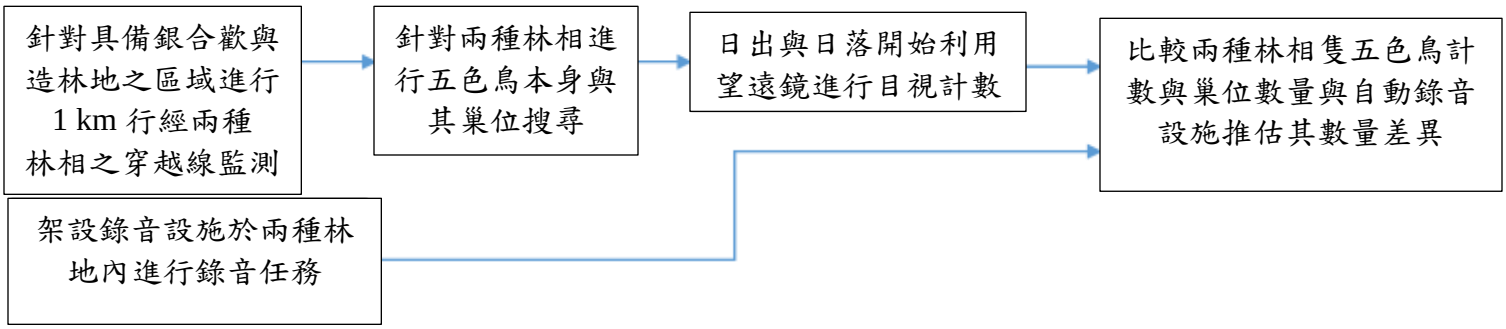


圖 54 五色鳥監測標準作業流程圖

5.小白鷺

每 1 季監測一次，使用穿越線監測法，於監測區域內選擇一條以上固定方向的穿越線，以穩定的速度沿著穿越線前進，記錄沿途兩側所發現之鳥種進行記錄，監測時段以白天日出後三小時；本計畫於鳥類監測方面，於造林地內之自動照相機也有拍攝小白鷺休憩照片，建議可以於造林完整之林地進行自動照相機之拍攝，本計畫拍攝到林相完整位置有小白鷺之出沒，反觀銀合歡林地卻無監測記錄，足見小白鷺喜愛造林地之動物行為，可作為指標物種之可行性與公正性。

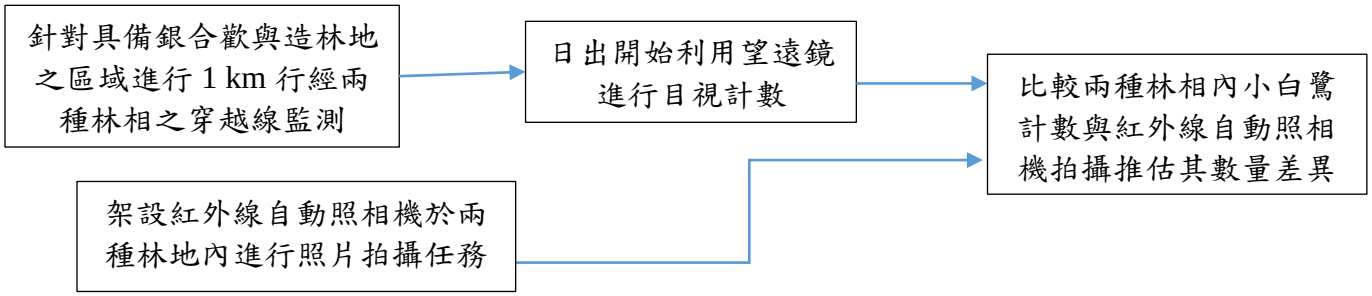


圖 55 小白鷺監測標準作業流程圖

圖 56 以紅外線自動照相機輔助拍攝小白鷺照片

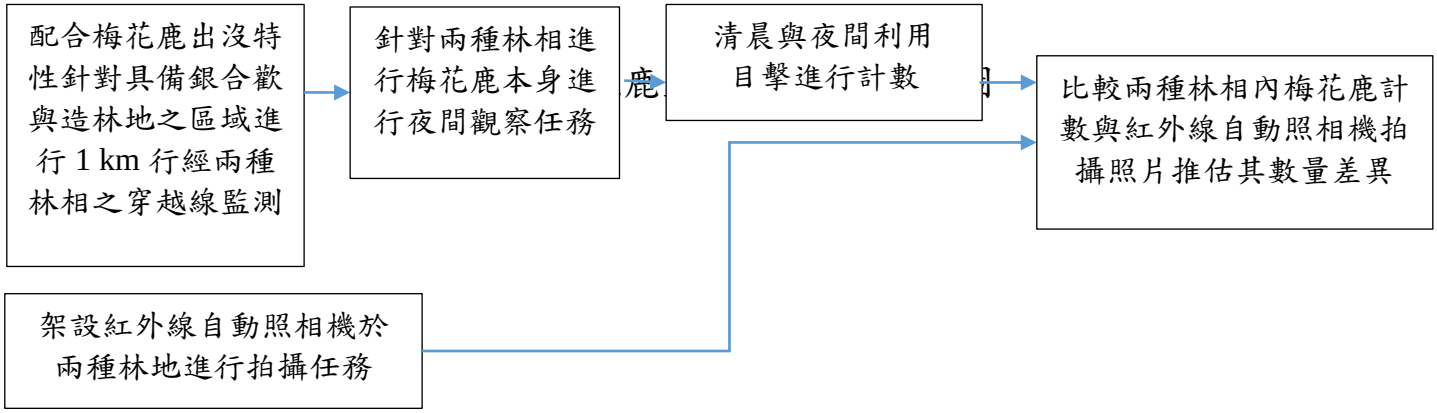
6. 梅花鹿

每1季進行監測一次,透過痕跡監測法,記錄所有於現地觀察之活動痕跡，包含食痕、足跡、排遺、殘骸等不同，記錄並推估其數量。梅花鹿活動覓食行為常見於清晨及黃昏，夜間亦有覓食行為，其主食為樹葉、嫩芽及青草，由於近年梅花鹿復育成功，常於淺山近郊偷吃農作物造成農民損失。透過其雄鹿會在地上打滾將身上弄得一身泥，藉由泥中混伴尿液或腺體分泌物，可吸引雌鹿的注意或標示領域用之特性，配合紅外線自動照相機，架設於林下有開闊空間可以供梅花鹿翻滾的區域，皆可發現其蹤跡。

以本計畫為例，監測結果發現，梅花鹿於本計畫監測獲得最多數量之哺乳類動物，具備較高之出現頻度，一年四季之監測數量皆為哺乳類動物中最高，動物行為方面也最為多元，不僅群聚出現、群聚覓食，甚至會有雄鹿卡角打鬥之動物行為出現，而銀合歡純林內之梅花鹿皆僅只通過，並未有任何其他行為出現，也未食用有時用樹葉嫩草之情形，足見造林地內能提供相對更完整的森

林生態系功能。

圖 57 以紅外線自動照相機輔助拍攝梅花鹿照片



7.白鼻心

每1季進行監測一次,透過痕跡監測法,記錄所有於現地觀察之活動痕跡,包含食痕、足跡、排遺、殘骸等不同,記錄並推估其數量。白鼻心又名果子狸,物種如其名喜好食用果實,於淺山近郊經常造成農民損失,透過其偏好果實之特性,配合紅外線自動照相機,架設於較為容易結出果實樹種,皆可發現其蹤跡。

以本計畫為例,本計畫透過架設於稜果榕之造林地,發現較一般草地而言,稜果榕林地之白鼻心有較高之出現頻度,特別是結實之時期,甚至會有成體攜帶幼體之動物行為出現,而造林地內之白鼻心皆僅只通過,並未有任何其他行為出現,也未食用銀合歡果實之情形,足見造林地內能提供相對更完整的森林生態系功能。

圖 59 以紅外相自動照相機拍攝白鼻心親子隊照片

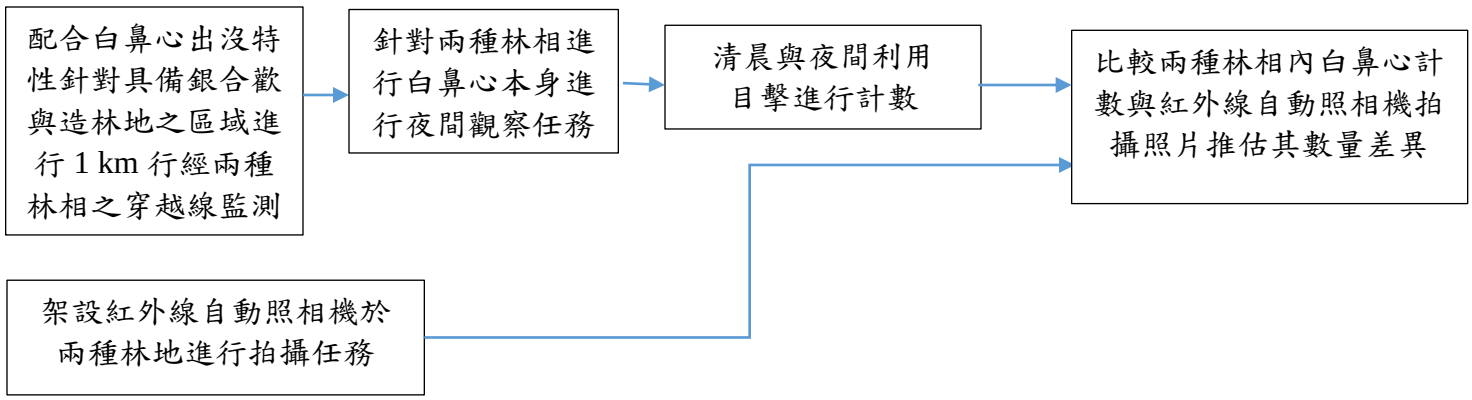


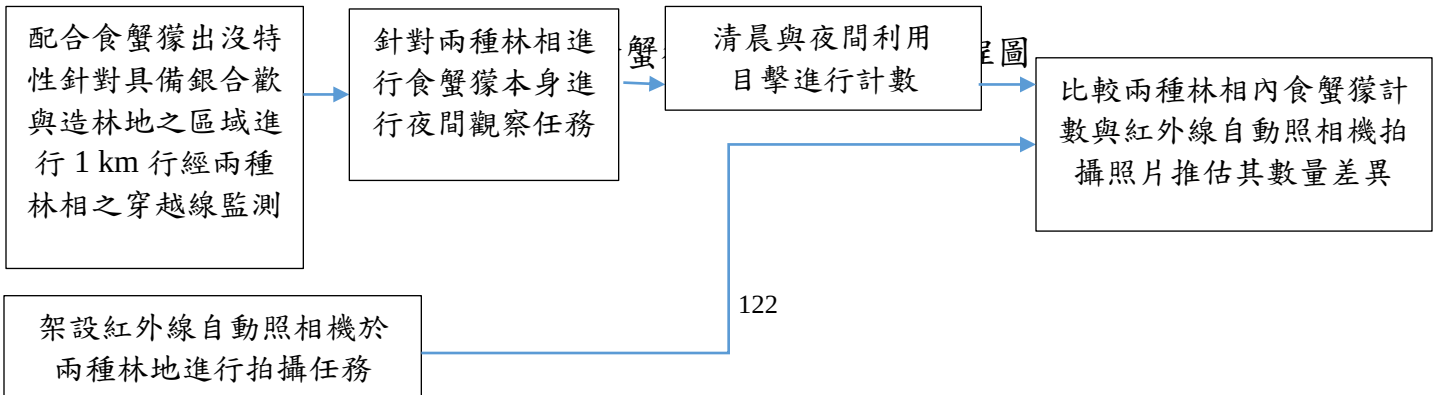
圖 60 白鼻心監測標準作業流程圖

8.食蟹獴

每1季進行監測一次,透過痕跡監測法,記錄所有於現地觀察之活動痕跡，包含食痕、足跡、排遺、殘骸等不同，記錄並推估其數量。食蟹獴是日行性動物，日出而作、日落而息，清晨或傍晚是牠們活動的高峰期，而食蟹獴警覺性高，偶可見3-4隻小群行動。透過其通常居住於天然洞穴或自掘洞穴作為居所之特性，配合紅外線自動照相機，架設於林下供食蟹獴休憩的區域，且靠近水源及老鼠、松鼠、飛鼠等小型哺乳類、鳥類、蛇、蜥蜴、青蛙、昆蟲常出沒之地點，皆可發現其蹤跡。監測期間經常可見破洞或破碎之蝸牛殼，足見其對造

林地之依賴性。

圖 61 以紅外相自動照相機拍攝食蟹獴群聚照片



9.澤蛙

於造林監測樣區與銀合歡林地對照區域範圍內設置等長的監測樣線，利用目視遇測法入夜後沿線記錄目擊和聽見之兩棲爬蟲類種類和數量。沿線遇溝渠和水窪及積水容器等水域型微棲地環境，輔以徒手或使用工具翻動地表或枯枝落葉進行檢視，並均進行定點停留監測。監測頻度可定為每 1 季 1 次，然而汛期期間可加強監測頻度至每 1 個月 1 次，監測時間為上午 8-10 點，夜間時段為 7-9 點，沿監測範圍內可及路徑行走，走路速度控制於 2 km/hr。部分造林地內造林木本身會落葉，導致落葉於林地上形成許多遮蔽空間，以及容易產生積水的區域；反觀銀合歡林地，林地貧瘠並無其他樹種之落葉與其他遮蔽空間。造林地較能營造兩棲類適宜之棲地。本計畫監測透過目擊與夜間觀察，澤蛙數量於造林地內皆較銀合歡林地高，因此可作為指標物種。

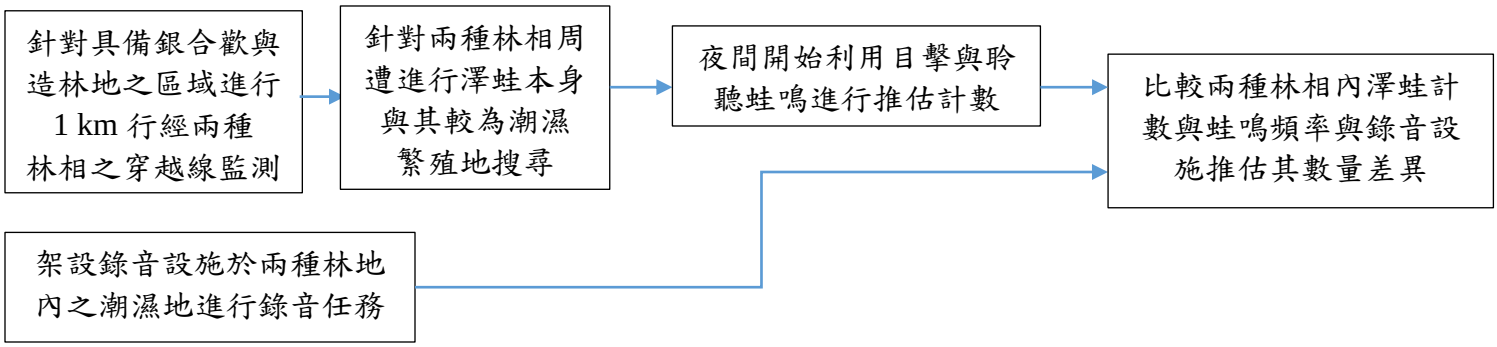


圖 63 澤蛙監測標準作業流程圖

10.臺灣刺鼠

利用陷阱捕捉監測法結合穿越線監測法，監測頻度可定為每 1 季 1 次，於每次監測時放置薛曼氏鼠籠，進行連續三個夜晚捕捉，避免物種死亡造成分析困難，每天早上須巡視鼠籠以利記錄數量與種類，於陷阱內布置臺灣刺鼠喜好之食物，使用味道較為濃郁且持久之罐頭食品效果尤佳。由於猛禽於本計畫監測過程中，常於造林地內休憩，對於臺灣刺鼠而言之天敵較容易出現，然而銀合歡林地內卻無猛禽之出現記錄，透過此反指標作為銀合歡林地內之指標物種，銀合歡林地內較頻繁出現臺灣刺鼠，以此做為銀合歡林地指標物種。

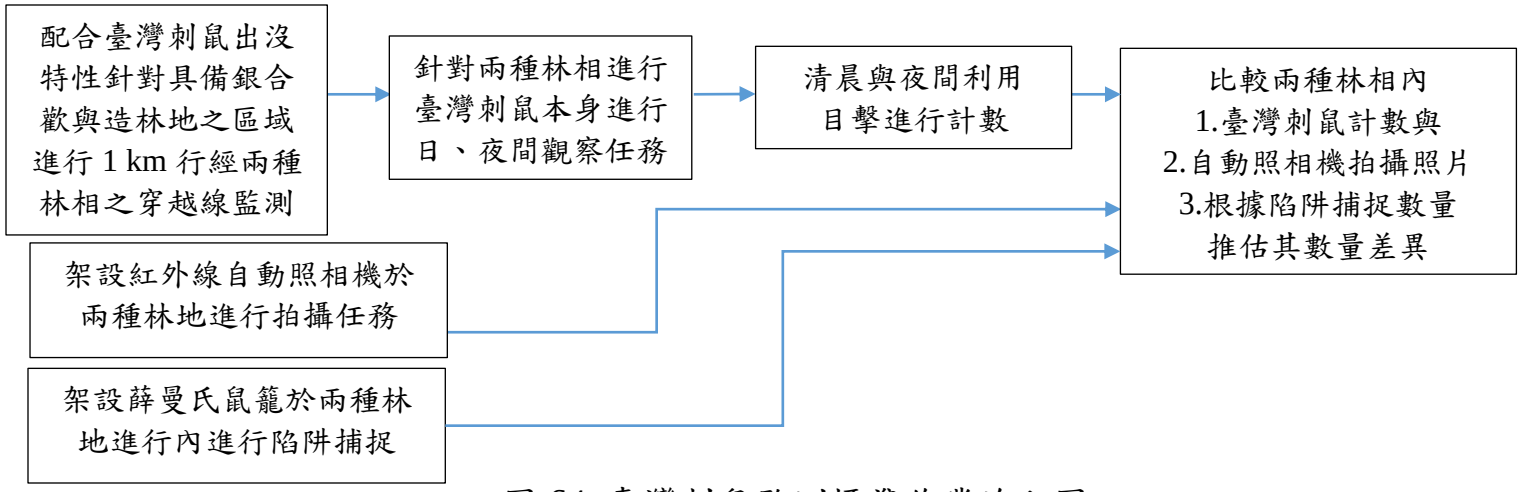


圖 64 臺灣刺鼠監測標準作業流程圖

七、環境教育教案與教育訓練課程

(一)環境教育教案設計

本團隊受屏東林區管理處委託約 10 年之監測計畫，不論是生物多樣性提升，碳吸存能力提升等，諸多有利生態環境的森林直接效益或間接效益，將銀合歡入侵之範圍之林相改變成由原生樹種佔優勢的複層林相。然而，屏東林區管理處於執行銀合歡移除復育造林之工作進程中，也曾經遭受許多不論是一般民眾、NGO、NPO 等許多質疑，認為銀合歡移除復育造林本身，到底是否具備改善恆春半島生態環境之正面效益。

因此本期計畫透過設計環境教育教案與生態資源手冊，透過環境教育教案與生態資源手冊不同方式的宣導，配合課程與相關背景知識手冊，讓所有針對銀合歡移除復育造林其正面效益，有所質疑之一般民眾、NGO、NPO 等，能夠接收到正確的相關知識，包含作業本身所帶來之動植物多樣性提升、碳吸存能力增加、串連自淺山至海岸之生態廊道等，同時針對恆春半島各大出海口、出水口，對於海色產生變化之原因為氣候變遷導致之極端降雨事件，並非移除銀合歡復育造林作業的誤解之情事，透過環境教育教案之宣導能解除大眾疑慮。

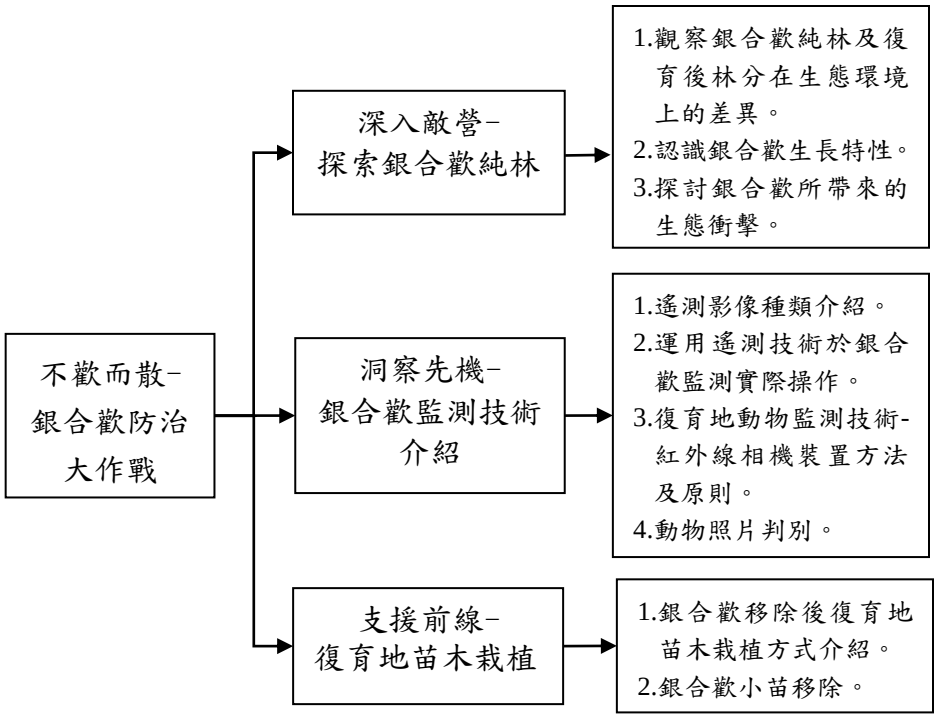
本教案針對 9 年級學生，該年級學生在『自然與科技領域』環境保護議題單元中，以對於外來種入侵等相關環境議題有基本的認識，並且對於部份外來種有一些基本的認識。因此，配合相關課材透過現場實地觀察，提供學生們親自看見銀合歡入侵後對於恆春海岸森林生態系所帶來的危害。並透過各種監測方法的介紹，以及銀合歡移除後復育的情況，以喚起學生的對環境問題的覺知。透過建構與教案相關之生態資源手冊，讓受眾能接收正確知識，與建立相關監測方式之概念，提升民眾對於公家單位執行業務之信任度。

表 33 銀合歡防治環境教育教案初稿(教案簡報詳細內容參考附件十一)

<table>
<tr><td>教學主題</td><td>不歡而散-銀合歡移除大作戰</td><td>適用對象</td><td>9 年級生</td></tr>
<tr><td>適用領域</td><td>綜合領域
環境教育</td><td>教學時間</td><td>360 分(總時數，可視情形調整各課程時間)</td></tr>
<tr><td>設計者</td><td colspan="3">屏東科技大學森林系</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">隨著環保意識的逐漸抬頭，外來種入侵這名詞大家一定都耳熟能詳，根據國際自然保護聯盟, IUCN)對於入侵種的定義為「已在自然或半自然生態環境中建立穩定族群，並可能進犯威脅原生生物多樣性者能稱之為入侵種」。在臺灣外來入侵種危害事件從最早期的福壽螺、紅火蟻入侵、小花蔓澤蘭的蔓延，還有銀膠菊、布袋蓮、松材線蟲、多線南蜥等等多不勝枚舉。不單單造成經濟上的損失，對本地物種的生態及人們健康也產生相當嚴重之危害，其中，以銀合歡對於臺灣南部地區所帶來的影響最為巨大。

目前銀合歡依靠其生長特性，隨著各種傳播途徑進入並擴展族群。從恆春半島枋山以南開始，到墾丁國家公園範圍內以海岸地區、核三廠用地、關山、縣道 200 甲及屏鵝公路旁，皆有銀合歡之分布，甚至形成大面積的純林。因此，行政院農業委員會林務局屏東林區管理處協同相關單位及當地居民一同協力下進行銀合歡整治並同時進行造林復育，迄今年已逾 10 年並有相當好的成果。結果能證明無論何種生育環境及作業法，透過人為介入進行經營及管理下，銀合歡族群能有效被抑制並降低其族群擴散。

然而，銀合歡全面自恆春半島移除並恢復原生熱帶森林生態系非一夕能達成，需要全民共同合作並對於外來種移除有一定的共識及支持下才能達到銀合歡完全從臺灣全島移除之目的。環境教育通常是以個人或社區群體為目標的教學，幫助其在社會中遇到環境問題時能夠瞭解環境問題的知識、意識到這些問題的解決方案，並有能力去解決這些問題。因此，透過銀合歡移除環境教育實施，將銀合歡移除相關的作業、方法及成果利用實地觀察、學習並建立正確的環境倫理價值觀，為本教案最主要的設計理念。為引發對於對於銀合歡防治的觀念，促進學生對於銀合歡防治的行動力。本教案分為 3 個主題進行，流程如圖 65 所示。</td></tr>
</table>

設計理念	 圖 65 銀合歡防治環境教育主題流程

續表 33

<table>
<tr><td rowspan="3">建構教學目標</td><td colspan="2">能力指標</td><td rowspan="2">教學目標
（由「設計理念」結合「能力指標」而形成）</td></tr>
<tr><td>國民中小學課程綱要綜合活動學習領域
綜合領域能力指標</td><td>**環境教育**能力指標</td></tr>
<tr><td>1-3-5 瞭解學習與研究的方法並實際應用於生活中。
2-3-2 觀察野外生活中自然現象的變化。
3-1-4 具備野外生活技能，提升野外生存能力，並與環境做合宜的互動。
3-4-4 分析環境與個人行為的關係，運用策略與行動，促進環境永續發展。</td><td>2-2-2認識生活周遭的環境問題形成原因，並探究可能的改善方法。
2-2-3認識全球環境議題及其背後的文化差異。
3-3-3能養成主動思考國內與國際環保議題並積極參與的態度。
4-2-2能具體提出改善周遭環境問題的措施。
4-2-3能分析評估國內區域性環境問題發生原因，並思考解決之道。
4-2-5能運用科學工具去鑑別、分析、了解周遭環境狀況與變遷。
5-3-2具有參與地區性和國際性環境議題監測、研究與解決問題的經驗。</td><td>A.學生能對於銀合歡生態有一定的程度的了解。
B.學生能夠說出銀合歡對於生態環境衝擊為何。
C.能夠清楚辨別銀合歡性狀特徵。
D.能於活動中認識體驗銀合歡危害的範圍。
E.學習到銀合歡防治相關常識及監測技能。
F.透過實地監測的過程技能，針對其生活週遭環境進行較深入的探討。
G.能於體驗課程後，培養保護環境及行動。
H.培養其關切珍惜自然生態的情操與保育的意識。</td></tr>
<tr><td>學生能力分析</td><td colspan="3">透過復育地苗木的栽植及銀合歡小苗的移除等，藉由親身體驗，讓學生了解認識銀合歡防治的成果及遇到的困難，唯有多栽植原生種植物，保育原生棲地等更積極的作為，才能預防銀合歡泛濫，並引領孩子認識生態環境與外來種移除的重要性，而對銀合歡防治有更深刻認識。</td></tr>
<tr><td>教材來源</td><td colspan="3">行政院農業委員會林務局屏東林區管理處銀合歡防治相關計畫</td></tr>
</table>

續表 33

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
第一節「深入敵營」-探索銀合歡純林	一、引起動機	1. 於集合地區集合(小尖山停車場)。 2. 活動前由教師先進行野外安全教育。 3. 活動開始前，教師先介紹恆春地區銀合歡入侵歷史，引起學生學習動機。 4. 請學生自由發表說說看對強勢入侵外來種植物的認識。	20	1. 參與討論 2. 分組報告
	二、發展活動	1. 教學活動開始前先將學生分為 2 組，一組先前往造林區，一組前往銀合歡純林。活動時間 40 分，結束後 2 組再進行互換路線。 2. 教學地點為 2009 年全面整地造林區 (車城鄉海口段 4500 地號)。該銀合歡移除復育造林時間已達 7 年，已鬱閉成林，主要樹種分別為相思樹、水黃皮、欖仁、海檬果、草海桐、木麻黃及其它海岸樹種。 3. 活動進行時，教師利用現場實際清況，讓學生認識何謂外來種植物，了解外來種的定義及其對環境的危害。 4. 透過實地觀察，帶領學生認識造林區及銀合歡純林地內生物活動並記錄。 5. 活動結束後，帶領學生討探銀合歡對環境的危害，讓學生對銀合歡有深入的認識。	80	1. 實際觀察 2. 銀合歡基本常識問答 3. 觀察造林區內動植植物

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
第一節「深入敵營」-探索銀合歡純林	三、綜合活動	1. 教師利用現場植物和自製簡報，讓學生認識造林常見樹種。 2. 針對銀合歡葉、花、果實進行觀察並利用學習單 1 進行繪製，加強對於銀合歡的認知。 3. 教師請學生分組，討論銀合歡純林及將銀合歡移除後進行造林的森林，在林內進行活動時感覺是否有所不同。   圖 66 銀合歡純林及復育造林後之林相狀況 4. 透過學習單 2，將銀合歡純林及將銀合歡移除後復育造林的差異寫下，並進行討論。 5. 教師總結：恆春地區為於熱帶地區，具有豐富的熱帶海岸生態系統，然而受到銀合歡入侵後漸漸形成純林情況，對恆春半島地區之森林生態系造成危害。因此，如何有效防治銀合歡持續入侵為全民所要努力的方向。 《第一節課結束》	20	1. 分組討論 2. 學習單撰寫

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
第二節「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹	一、引起動機	1. 於集合地區集合(室內教室)。 2. 教師請各組學生到簡單分享學習單 2，並由教師簡單講評。 3. 從地面觀察銀合歡及造林區的現況分享後，引導學生進行思考如何進行銀合歡監測的相關工作等問題。 4. 展示遙測影像及紅外線自動照相機。 5. 簡單講述遙測影像及紅外線自動照相機工作原理及在銀合歡監測技術上擔任什麼樣的任務。 6. 準備衛星所拍攝之衛星影像，請學生指出銀合歡純林及復育造林區在照片上的差異(學習單 3)。 7. 準備紅外線自動照相機所拍攝的照片，透過學習單 4 請學生指出拍到何種動物。	30	1. 參與討論 2. 學習單撰寫
	二、發展活動	1. 教學活動開始前先將學生分為 2 組，一組先行操作運用遙測技術影像偵測銀合歡影像，一組進行紅外線自動照相機操作。活動時間各 50 分，結束後 2 組再進行互換路線。 **2. 遙測影像技術課程** (1) 深入了解遙測影像種類	100	1. 參與討論 2. 學習單撰寫 3. 實際操作

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
第二節「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹	二、發展活動	(2) 對應遙測影像解析度不同應用介紹 (3) 分組操控下載遙測影像 (4) 分析銀合歡偵測與海色變化情形 (5) 利用碎形維度討論銀合歡破碎情形與生態廊道串連之效益。 3. **紅外線自動照相機操作組課程** (1) 教學準備-測試紅外線自動感應照相機 (2) 判斷什麼是最好的架設地點? A. 從排遺的型態與發現位置，可以判斷動物出現的區域？ B. 同一種排遺是否新鮮與動物出現的頻率是否有關？ C. 將觀察到的現象記錄在學習單 5 上。 (3) 以提問的方式討論如何架設相機 A. 紅外線自動感應照相機的架設規則為何？ B. 架設的位置? C. 拍攝大型動物要架設高度大略在何處? D. 拍攝小型動物架設高度大略在何處? E. 感應照相機大多架設在什麼樣的樹幹? F. 架設角度如何調整? G. (4) 架設紅外線自動感應照相機，並重覆測試拍攝角度是否正確。 A. 用手機鏡頭貼近照相機的鏡頭測試拍攝。 B. 測試拍攝後將記憶卡拿出，在電腦或手機上觀看測試影片。 (5) 集合學生在到各組架設地點進行統整與總結，並討論下面問題。 A. 為何架設在這個位置？ B. 過程中遇到什麼困難？ C. 運用什麼方式	100	1. 參與討論 2. 學習單撰寫 3. 實際操作

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
	三、綜合活動	1. 教師利用遙測影像及紅外線自動照相機所拍攝影片進行討論 2. 請同學分享進行遙測影像及找尋紅外線自動照相機地點的經驗。 3. 由影片中發現並依據課堂所學的知識，歸納出進行空中拍攝及地下拍攝時各要注意的事項，以及改進之處。 4. 由老師進行統整與總結 (1) 引導學生思考在進行銀合歡防止時，有那些現有的科技能協助我們進行資料收集。 (2) 透過討論讓學生得知科學研究重視「主動探索」、「做中學」，並從錯誤中學習獲取新知。 《第二節課結束》	20	1. 參與討論 2. 提問、口頭回答 3. 觀察與記錄
第三節「支援前線」-復育地苗木栽植	一、引起動機	1. 帶領學生前往小尖山全面整地造林區 2. 簡單介紹小尖山全面整地造林區的歷史及目前造林清況。 3. 引導學生思考，如果大面積的銀合歡移除整地造林，在造林木未成林前，會造成地表短暫之裸露，而產生地表土壤沖蝕等水土保持之疑慮。因此，如何使用合適的造林方法才是最佳的方法。 4. 目前恆春地區銀合歡移除後復育造林的方法介紹。	30	1. 參與討論 2. 提問、口頭回答

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
	二、發展活動	1. 活動開始前由教師先進行活動安全宣導 2. 發給學生工作用手套及用具(鏟子、水桶、砍刀等)。 3. 介紹所要栽植的苗木名稱(臺灣欒樹、月橘、相思樹及欖仁)和特徵。 4. 介紹植樹的方法和應該注意的事項。 (1)利用鏟子先鬆土。 (2)種植樹苗時，不要歪斜。 (3)種下樹苗之後，須將土回填。 (4)稍微將土壓密實。 5. 討論栽種地點並讓學生親自種下樹苗，並移除失敗的枯萎樹苗。 6. 針對復育造林也再度萌發的銀合歡小苗進行移除。 7. 植樹成果檢視並合影留念。	60	1. 實際操作

教學活動		教學流程	教學時間	教學評量
	三、綜合活動	1. 心得討論分享 (1) 針對今天的活動有什麼樣的感覺 (2) 政府為什麼要投入這麼大量的人力及物力進行銀合歡移除? (3) 我們能為清除銀合歡做什麼樣的努力。 (4) 有沒有更好的方式可以來防治銀合歡入侵呢？ 2. 統整歸納 銀合歡入侵已造成恆春半島生態系的劣化，如何有效防治已成為土地管理相關單位之重要議題，然而，銀合歡移除並進行造林撫育，對於銀合歡整治為一有效之措施；除能維護及提高生物多樣性外，亦可抑制銀合歡再度入侵，並有助於生態服務價值提升。然而要將銀合歡完全移除需要全民的幫忙及協助，因此各位同學都是打擊銀合歡很重要的幫手。希望今天的活動結束後，每一位同學都收獲滿滿。	30	1. 參與討論 2. 提問、口頭回答

(二)教育訓練課程結果分析

針對本計畫研究內容,於計畫執行期間 2019/09/06、2020/02/24、2020/02/25 分別針對不同主題進行教育訓練，地點於國立屏東科技大學，對象包含一般民眾、屏東林區管理處作業課同仁、各工作站人員，以及 NGO 與 NPO 成員。所有參與教育訓練之學員夥伴進行前後測，量化舉辦教育訓練之效益，透過成對樣本 t 檢定，針對不同題目所獲得瞭解程度的差異進行量化，檢定結果顯示由前測分數可見,大部分對於相關背景知識皆為普通瞭解,部分則呈現不瞭解,透過後測結果可發現，所有分數皆有明顯成長，其中第 1、4、7 題於前後測的差距有顯著差異(p= 0.0002, p<0.05)，此結果可說明透過教育訓練的課程，的確能讓學員了解銀合歡移除之相關知識，由於部分學員為相關森林學術背景，因此部分知識已達到瞭解程度，源自於其本身過往學經歷背景。部分課程由於時間安排關係，瞭解程度稍嫌不足，可透過後續講義發放與影片教學進行補足。由以上結果顯示，本計畫之教育訓練提供之相關專業知識，有利學員於課堂中吸收新知識，以及建立與本計畫相關之正確專業知識。

表 34 前後測分數表(平均±標準差)

	第 1 題	第 2 題	第 3 題	第 4 題	第 5 題	第 6 題	第 7 題	第 8 題
前測	3.1±1.0	3.1±1.0	2.8±0.9	2.4±0.8	2.7±0.8	2.7±0.7	3.1±0.9	4.1±0.7
後測	4.7±0.5	4.3±0.5	4.2±0.6	3.9±0.5	3.6±0.7	3.5±0.7	4.6±0.6	4.4±0.5

表 35 前後測成對樣本 t 檢定結果表

	平均	標準差	N	t	df	*p*	CI95% 下限	CI95% 上限
前測	2.981	0.492						
後測	4.138	0.449	8	-6.990	7	0.0002*	-1.547	-0.765

註：CI95%: 於信賴區間 95%；*表示顯著

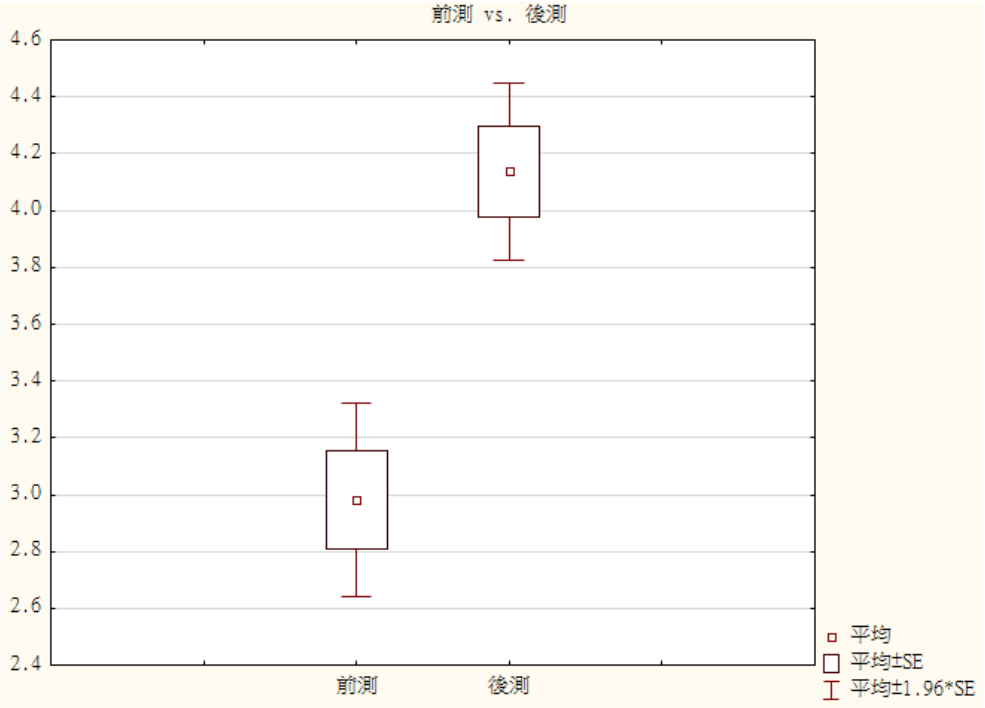


圖 67 教育訓練前後測分數成對樣本 t 檢定結果表

圖 68 三次教育訓練過程照片

八、利用碎形維度指標評估優先未來銀合歡伐除區域

本計畫針對屏東林區管理處已施作範圍進行碎形維度計算，統計自 2011 年起迄2019年,於各年度完成之銀合歡移除復育造林造成碎形維度有所不同，透過計算移除銀合歡復育造林前，與伐除銀合歡復育造林後之差異，比較前後期之碎形維度值，評估嵌塊體透過人為干擾的移除銀合歡復育造林作業，而改變的碎形維度，若碎形維度值有所提升代表目標嵌塊體地景趨向破碎，反之則為趨向完整(王素芬等，1999)，表 36 所列嵌塊體之碎形維度值前後比較差異。

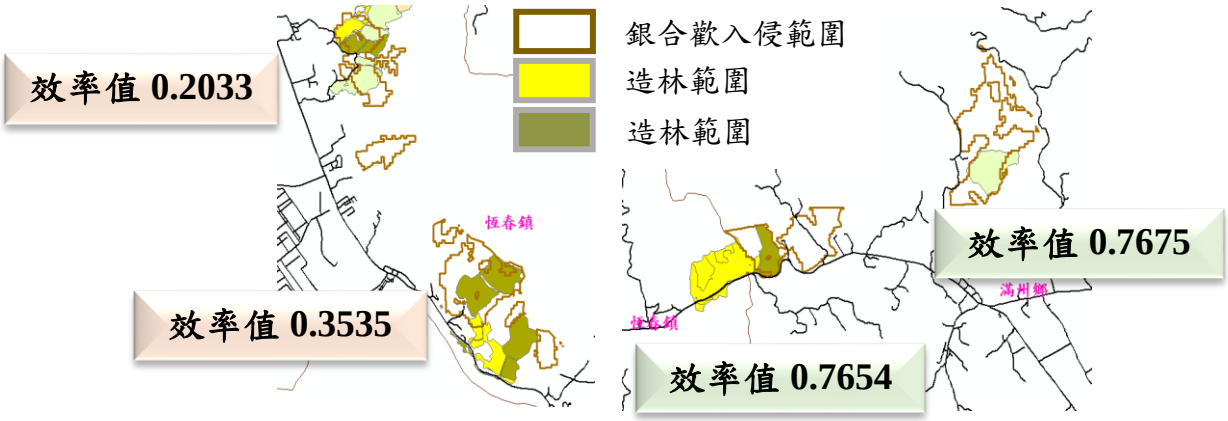
表 36 銀合歡移除復育造林前後碎形維度比較表

所屬單位	移除銀合歡復育造林前		移除銀合歡復育造林後	
	碎形維度	銀合歡嵌塊體面積(ha)	碎形維度	銀合歡嵌塊體面積(ha)
行政院農委會林務局	0.4747	41.46	0.7954	14.13
行政院農委會林務局	0.5883	55.67	0.7315	24.47
行政院農委會林務局	0.6793	39.89	0.7161	30.41
行政院農委會畜產試驗所	0.6393	278.84	0.6421	275.48
行政院農委會林務局	1.0359	92.12	1.1626	79.14
行政院農委會林務局	0.4782	51.73	0.5502	34.51

透過伐除銀合歡復育造林之前後期碎形維度與面積比較，可發現部分區域縱使伐除區域面積總量較其他嵌塊體大，但其碎形維度值差異之級距，並不如其他較小伐除區域之碎形維度差異來得明顯。如此則表示，若以地景生態學之角度討論，伐除較大區域其破碎化效果並不如預期的明顯，其伐除方式為大塊面積全數移除，因此碎形維度並未產生明顯變化；反觀部分伐除較小面積之嵌塊體，由於其伐除方式為部分塊狀之作業法，且分布於銀合歡嵌塊體內較為分散之區域，並非大面積全面移除，透過小區域分散的排列方式能讓碎形維度有更為明顯之改變，透過此結果推估小面積塊狀分散之移除方式，屬於較高效率之移除作法。

總計銀合歡入侵範圍約 4,800 個嵌塊體，利用 ArcGIS 軟體套疊評估相關優先順序，本計畫針對目前銀合歡單一嵌塊體大於 20 ha 之區域進行篩選，同時計算碎形維度與距離道路 100 m 兩項因子進行評估，總計選出 21 個嵌塊體，符合上述三項因子，所屬單位分別有行政院農委會林務局(以下簡稱林務局)、行政院農委會畜產試驗所(以下簡稱畜試所)、行政院國防部軍備局(以下簡稱軍備局)、屏東縣滿州鄉公所、行政院農委會林業試驗所(以下簡稱林試所)、臺灣電力股份有限公司(以下簡稱臺電公司)、國立屏東科技大學(以下簡稱屏科大)、行政院財政部國有財產署(以下簡稱國產署)等單位管轄，其中部分區域目前已有進行銀合歡伐除復育造林之區域，於上述共計 21 個嵌塊體結果中皆已排除，此 21 個嵌塊體屬於皆未施業狀態，且透過地理資訊系統與地景生態學概念結合，並加以定義為首要處理範圍(表 37)。部分公家單位雖然其總面積超過 20 ha，但其分布面積為許多銀合歡嵌塊體所組成，因此單一嵌塊體未達 20 ha 者將不會計入本次優先伐除之區域如臺電公司核三廠。2017 年銀合歡總分布面積為 5,491.13 ha，其中公部門管轄範圍 4,788.57 ha，自屏東林區管理處執行之伐除面積迄今為 687.84 ha(含各公家單位授與土地使用權予屏東林區管理處代為執行區域)，目前透過衛星影像(2019 年衛星影像)分類結果，最新分布面積已下修至 4122.09 ha，總計銀合歡消退了 666.48 ha。

透過比較碎形維度的比例，與砍伐面積的比例進行銀合歡移除效率評估。砍伐面積越大，針對執行成效確實較為直觀，然而若以破碎程度之效率而言，小面積且分散之砍伐方式，具備造成較佳破碎程度的趨勢。此結果僅以破碎程



度討論砍伐效率，現場執行仍需考慮作業方便性與可及性，示意圖如圖 69。

圖 69 碎形維度指標效率值比較示意圖

表 37 各部會管轄範圍內銀合歡移除優先順序列表

嵌塊體所屬單位	段號	地號	順序	面積(ha)	碎形維度
畜試所(恆春鎮鵝鑾段)	0726	0001-0000	1	132.45	0.8044
軍備局(恆春鎮五里亭段)	0669	0053-0000	2	68.42	0.6489
軍備局(恆春鎮五里亭段)	0669	0131-0000	3	59.02	0.9009
軍備局(車城鄉四重溪段)	0614	0238-0010	4	44.40	0.9135
滿州鄉公所(射麻裡段)	0628	0078-0003	5	40.40	0.4858
軍備局(恆春鎮宣化段)	0670	0127-0000	6	38.73	0.5180
軍備局(恆春鎮山腳段)	0601	0608-0000	7	30.90	0.4976
林試所(滿州鄉豬勝束段)	0627	1018-0000	8	28.84	0.4866
國產署(恆春鎮龍泉水段)	0604	1092-0000	9	27.22	0.6440
林務局(獅子鄉口坑段)	0843	0004-0000	10	27.08	0.3947
林務局(獅子鄉口坑段)	0843	0012-0000	11	27.03	0.4609
屏科大(車城鄉保力段竹社小段)	0617	0030-0001	12	26.80	0.7560
林務局(恆春鎮鵝鑾鼻段)	0605	1662-0000	13	26.31	0.4204
軍備局(恆春鎮山腳段)	0601	0114-0039	14	26.18	0.4134
軍備局(恆春鎮五里亭段)	0669	0022-0000	15	25.48	0.4719
臺電公司(恆春鎮大樹房段)	0612	0001-0000	16	24.77	0.3530
臺電公司(恆春鎮後壁湖段)	0727	0047-0000	17	24.55	0.3531
林務局(獅子鄉口坑段)	0843	0021-0000	18	22.40	0.4709
軍備局(車城鄉保力段竹社小段)	0615	0013-0011	19	22.31	0.8333
軍備局(恆春鎮山腳段)	0601	0114-0033	20	22.21	0.9475
軍備局(車城鄉保力段竹社小段)	0615	0013-0008	21	21.00	0.5986

推測未達到 687.84 ha 之標準，在於部分私有土地區域之銀合歡些許擴張，合理推測人為干擾畢竟能力有限無法達到全面防堵，也有可能來自影像分類之些微誤差，需要更大尺度之現地檢核確認分布情形。然而移除銀合歡復育造林作業有其必要性，倘若能持續執行銀合歡伐除復育造林，並持續撫育作業，必

然能形成自然演替消滅銀合歡之趨勢。各公家單位管轄之銀合歡優先伐除區域位置圖如圖 70。

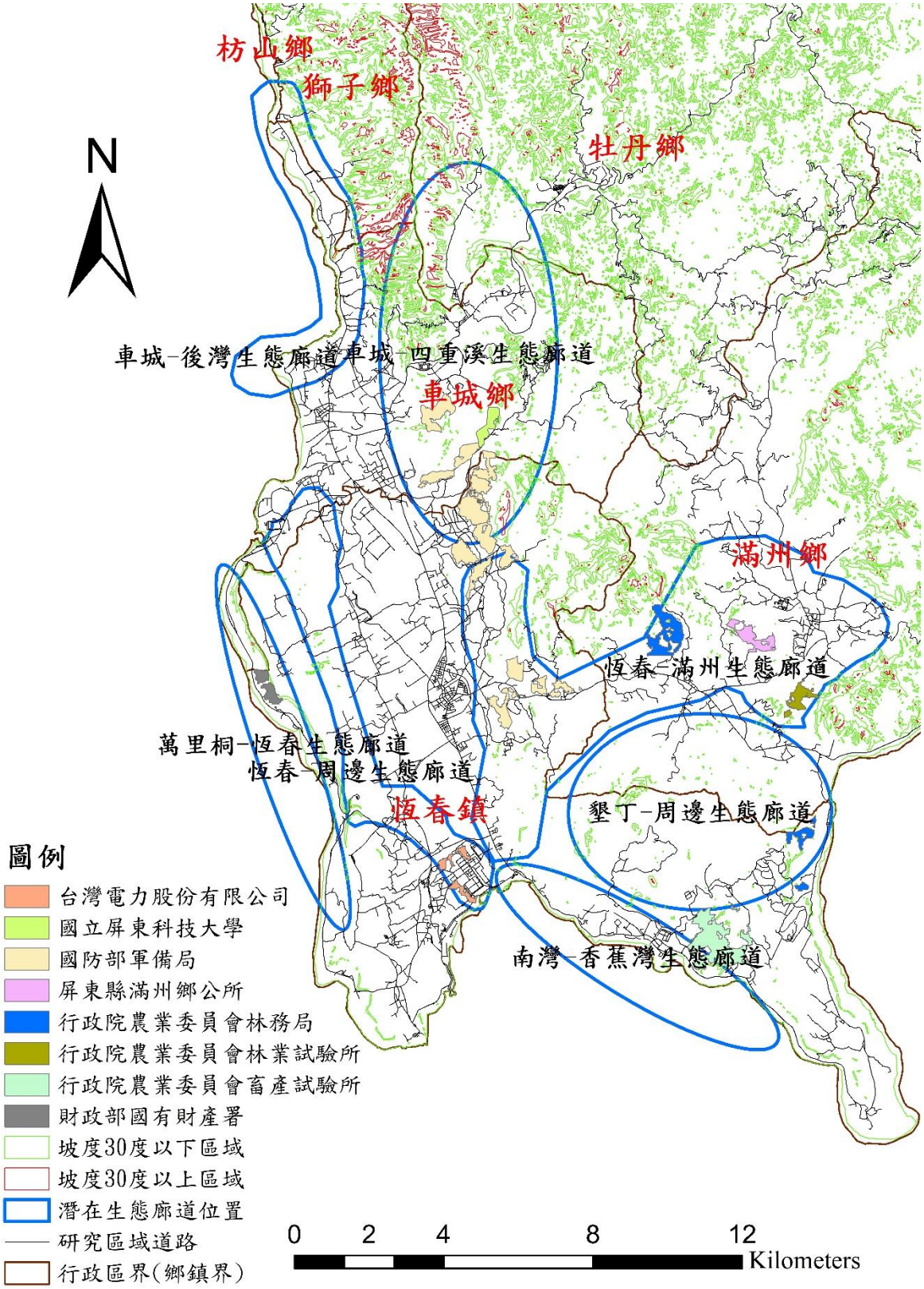


圖 70 優先執行銀合歡移除復育造林區域分布圖

伍、結論

(一)透過UAV能確切得知小尺度之銀合歡分布情形,透過不同顏色、結構、紋理等方式判釋銀合歡林地與其他林地之差別。

(二)透過潛在生態廊道設置於銀合歡移除復育造林之區域內，根據本研究計畫監測之生態廊道，從淺山區域一路連結至海岸，結果顯示若造林地能順利成林，造林地內部會出現較為多樣、較為多元之動物與其動物行為，比起銀合歡純林而言，能有較佳之生態廊道串連之功能。

(三)動植物現況資源監測結果顯示，均勻度指數於草本植物監測、木本植物監測之結果，皆明顯較為良好，動物監測結果於各生態廊道間雖無阻隔距離所導致之顯著差異，而造林地內與銀合歡林地內依舊有顯著差異，因此銀合歡移除復育造林實為必要之手段。

(四)利用地景生態學之觀點，評斷生態廊道是否有串連之效益存在，透過最小成本路徑分析可達到找出潛在生態廊道區域，而透過碎形維度概念量化銀合歡嵌塊體破碎化程度，利用小塊且分散排列之方式進行銀合歡移除復育造林，屬於較為有效率且破碎效果較佳之方式，未來可提供相關管理單位,銀合歡移除復育造林之區域安排模式之參考資訊,將銀合歡伐除效益最大化。

(五)針對前期計畫所提供之資料進行指標物種之選定，選定監測指標物種10種，分別為鳥類5種(大冠鷲、鳳頭蒼鷹、五色鳥、小白鷺、樹鵲)、哺乳類2種(梅花鹿、白鼻心、食蟹獴、臺灣刺鼠)、兩棲類1種(澤蛙)。

(六)透過前後測方式驗證學員接受本計畫團隊所提供之教育訓練，獲得效果相當顯著，證實學員們無論專業知識、學術背景有無相關，皆可透過教育訓練獲得完整、正確之銀合歡移除復育造林之相關知識。

陸、建議

(一)透過地景生態學角度切入，利用地景指標量化銀合歡移除復育造林之成效實屬可行，但由於入侵範圍極大，需透過更大尺度檢視銀合歡入侵之情形，透過碎形維度指標針對銀合歡分布情形加以評估，針對如何移除範圍內銀合歡純林，可達成最大破碎化效益之方式進行移除，可望提高移除效率。未來可透過全區域大尺度面積進行評估，讓更多需要優先處理之區域，能獲得優先執行銀合歡移除復育造林之處理。

(二)動物監測結果顯示，部分物種於不同林相內皆有出現(臺灣野兔、赤腹松鼠)，表示這類物種無法成為需要監測之指標物種。也由於監測期間較短，不同銀合歡阻隔程度並未造成生態廊道間動物數量有顯著差異，而部分動物於兩種林地皆有出現，因此判定指標監測物種必須按照動物行為之不同進行判別，如白鼻心有更完整之動物行為如群聚、休憩、親子隊等為判斷依據。

(三)潛在生態廊道評估實屬不易，必須結合多種面向與多種輔助資料進行評估。本計畫針對路死事件著墨，並非提倡造林地導致動物移動而更高機率發生路死，而是期望未來能利用路死資料，輔助判斷潛在生態廊道實際位置，針對經常發生路死事件之熱點區域進行評估，何種原因造成動物必須冒險通過道路，是否生育環境遭受壓迫，皆為未來可持續努力研究之方向，期望能透過評估熱點區域推測動物移動之行為模式或原因，而針對該種環境進行銀合歡移除復育造林，營造良好林相提供完整森林生態系功能，提供動物能更佳良好之棲息環境。

(四)未來國土綠網計畫於施行相關銀合歡移除復育造林時，可先行大尺度透過衛星影像進行銀合歡偵測分布，搭配距道路遠近、現地坡度小於30 度等地文因子，選擇相對較大面積之銀合歡林先行踏勘，於現地踏勘時，透過 UAV 空拍影像檢核是否為確切銀合歡林地與其確切範圍，透過 UAV 所獲得之高解析度空拍影像，以碎形維度最佳效率進行銀合歡移除復育造林之實際施作範圍與順序。期望能以此流程進行作業，將銀合歡破碎化之效益最大化。

柒、參考文獻

王相華、陳芬蕙 (2010) 銀合歡移除及栽植作業對現地保留原生木本植物之短期影響-以墾丁海岸林復舊地為例。國家公園學報 20(1): 15-25。

王相華、郭耀綸、陳芬蕙 (2011) 墾丁熱帶海岸林植物生態復舊造林操作技術手冊。墾丁國家公園管理處研究報告。18 頁。

王素芬、陳永寬、鄭祈全 (1999) 地理資訊系統和碎形維度於森林地景空間變化上之應用。航測及遙測學刊 4(2): 33-53。

祁偉廉 (2008) 臺灣哺乳動物。臺灣：遠見天下文化出版股份有限公司。

李昭宗 (2003) 恆春地區銀合歡入侵及擴散之研究。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。70 頁。

李玲玲 (2007) 玉山國家公園南二段地區中大型哺乳動物調查暨台灣水鹿族群監測計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。

呂明倫、葉慶龍、鍾玉龍、謝依達 (2008) 墾丁國家公園四種優勢植群之地面光譜分析。航測及遙測學刊 13(1): 19-28。

呂明倫、黃靜宜、鍾玉龍 (2009) 恆春半島銀合歡入侵分布之動態與區位分析。航測及遙測學刊 14(1): 1-9。

呂明倫 (2016) 外來入侵物種銀合歡族群擴散模擬之研究。航測及遙測學刊 21(2): 65-74。

呂福原、陳民安 (2002) 墾丁國家公園外來種植物對原生植群之影響以銀合歡為例。墾丁國家公園管理處保育研究報告 112: 2-26。

吳坤真 (2010) 墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係。國立屏東科技大學森林系碩士論文。86 頁。

吳坤真、何芫薇、陳朝圳、陳建璋 (2013) 墾丁國家公園地景變遷與銀合歡入侵之關係。國家公園學報 23(4): 32-41。

金絜之、魏浚紘、陳朝圳 (2007) 墾丁國家公園銀合歡入侵之研究。華岡農科學報 20: 41-52。

林曜松 (1999) 生物多樣性公約(一)。保育國際化大自然 65: 92-97。

林志融 (2004) 棲地適宜性分析應用於生態廊道規劃之研究-以山羌及有勝溪流域為例。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文。60 頁。

林明瑞、巫麗雯、劉惠元、李雅鳳 (2008) 校園生物棲地物種指標建構之研究。

國立臺中教育大學學報：數理科技類 22(1)：59-91。
林瑞興、呂亞融、楊正雄、曾子榮、柯智仁、陳宛均 (2016) 2016 臺灣鳥類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。南投。39 頁。
林春富、楊正雄、林瑞興 (2017) 2017 臺灣兩棲類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。南投。31 頁。
林璇姿 (2006) 都市公園綠地連接度之探討-以台北市大安區為例。東海大學景觀學研究所碩士論文。137 頁。
邱清安、徐憲生 (2015) 面對退化地之抉擇：被動的自生演替恢復 vs.主動的人為生態復育。林業研究季刊 37(2): 85-98。
胡正恆、趙國容、宋國彰 (2018) 多年自動相機調查：比較南北臺灣二處低地森林的食蟹獴行為。中華林學季刊 51(1): 53-67。
袁孝維、丁宗蘇、盧道杰、謝欣怡 (2005) 森林生態系經營示範區鳥類群聚監測。臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 19(2): 77-87。
陳元龍、林德恩、林瑞興、楊正雄 (2017) 2017 臺灣陸域爬行類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。南投。38 頁。
陳德順、胡大維。1976。臺灣外來觀賞植物名錄。臺灣：川流出版社。
陳建璋、馮郁筑、魏浚紘、陳朝圳 (2011) 航空照片應用於恆春半島尖山、關山、後灣與大尖石山地區之銀合歡植群擴散。華岡農科學報 27: 81-100。
陳朝圳、范貴珠 (1989) 恆春地區巨型銀合歡生長與收穫之研究。屏東農專學報 30: 66-83。
陳朝圳 (2001) 外來植物入侵對森林生態系經營之衝擊。中華林學會叢書第 012 號。中華林學會九十年年會及會員大會特刊 51-64。
陳朝圳、陳建璋、魏浚紘 (2011) 建立臺灣主要造林樹種之碳儲存推估系統。臺灣林業科學 37(2): 10-15。
陳朝圳 (2017) 銀合歡移除復育之生態效益評估。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 104-6-5-01。102 頁。
陳藝方 (2009) 道路生態工法應用於宜蘭地區生物遷徙模擬及離島留鳥種數研究。國立臺北科技大學土木與防災研究所碩士論文。146 頁。

許皓捷 (2003) 臺灣山區鳥類群聚空間及季節性變化。國立臺灣大學動物學研究所博士論文。187 頁。

郭家和 (2017) 恆春半島地區銀合歡移除造林及其生態服務價值評估。國立屏東科技大學生物資源研究所博士論文。199 頁。

郭家和、陳朝圳 (2017) 恆春海岸地區銀合歡移除造林初期之苗木生長表現。林業研究季刊 39(2): 113-129。

郭家和、陳建璋、魏浚紘、陳朝圳 (2017) 恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響。中華林學季刊 50(4): 341-364。

郭家和、陳建璋、陳朝圳 (2018) 恆春半島地區銀合歡移除復育造林之生態系服務功能效益評估。國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林研究報告 32(3): 199-220。

郭耀綸 (1983) 銀合歡之植物相剋潛能研究。臺灣大學森林學研究所碩士論文。79 頁。

郭耀綸 (2001) 外來入侵種長穗木之個體生態學性狀及相剋作用活動潛力。臺灣林業科學 16(2)：103-114。

黃上權、陳朝圳 (2017) 應用光達技術於立木材積式之建立。105 年中華林學會-森林資源永續發展研討會論文集。29-31 頁。

黃光瀛、劉小如、林曜松 (2008) 鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus*)於鑲嵌森林地景中之食性及與共域台灣松雀鷹(*A. vergatus*)之區隔。林業研究季刊 30(2): 45-56。

黃志成、馮豐隆 (1998) 淺論地景生態學。臺灣林業科學 24(4): 37-49。

黃美秀、簡熒芸 (2007) 玉山國家公園楠溪林道較大型哺乳動物之監測。臺灣林業科學 22(2): 135-147。

黃國靖、楊懿如、許育誠、吳海音 (2011) 花蓮縣平地造林區森林性動物監測計畫。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 99-00-6-03。

馮郁筑 (2008) 航空照片應用於恆春半島之銀合歡植群擴散。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。81 頁。

楊剛 (2004) 遙測資訊應用於墾丁國家公園地景變遷監測之研究。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。105 頁。

鄔建國 (2003) 景觀生態學-格局、過程、尺度與等級。臺灣：五南圖書出版股

份有限公司。
葛兆年、陳一銘、莊鈴木、邱志明 (2014) 農地造林對鳥類群聚及其多樣性之影響。臺灣生物多樣性研究 16(3): 225-239。
壽克堅、費立沅、陳勉銘、魏正岳、洪嘉妤、黃怡婷 (2012) 高屏溪上游地區地形地質對河床土砂之影響分析。中華水土保持學報 43(3): 206-213。
廖宜緯、陳美光、陳羽康、鍾玉龍、吳守從 (2011) 應用 SPOT 衛星影像推估台糖公司屏東縣平地造林碳貯存。航測及遙測學刊 16(2): 101-113。
裴家騏 (1998) 利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估。臺灣林業科學 13(4): 289-296。
裴家騏 (2001) 墾丁國家公園內野放臺灣梅花鹿(*Cervus nippon taiouanus*)的現況。中華林學季刊 34 (4): 427-440。
裴家騏 (2004) 墾丁國家公園較大型哺乳類動物的現況及保育。臺灣林業科學 19(3): 199-214。
裴家騏、姜博仁 (2004) 大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三)。行政院農委會林務局保育研究系列 92-02 號。
臺灣植物紅皮書編輯委員會 (2017) 2017 臺灣維管束植物紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。南投。194 頁。
鄧繼聖 (2015) 應用多準則決策與線性規劃法建構都市生態廊道之研究-以大肚台地為例。東海大學環境科學與工程學系研究所碩士論文。85 頁。
蔡維鐘 (1974) 含羞草酸中毒機構之研究。嘉新水泥公司文化基金會研究論文第 272 種。169 頁。
謝欣怡、袁孝維、王力平、丁宗蘇 (2006) 臺灣中部溪頭地區天然林與人工林內之陸域脊椎動物多樣性。中華林學季刊 39(4): 421-436.
鍾玉龍、呂明倫 (2006) SPOT 衛星影像於墾丁國家公園銀合歡入侵分布繪製。臺灣林業科學 21(2)：167-77。
關召芳 (2005) 恆春半島土地利用型對地景破碎化之影響。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。105 頁。
關永才、莊銘豐、劉俊良 (2007) 人工林經營對兩棲類動物族群及群聚組成之

影響。成之影響。林業研究專訊 14(1): 17-19。
鄭祈全 (1999) 應用碎形維度監測森林地景結構與變遷之研究。臺灣林業科學 14(4): 493-507。
鄭祈全、許立達、賴玉菁 (2001) 應用地理資訊系統監測森林地景變遷之研究。臺灣林業科學 16: 1-9。
鄭錫奇、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕緯 (2017) 2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局。南投。35 頁。
劉宣甫 (2015) 以地景生態探討林後四林森林園區土地利用型態之變遷及其對生物多樣性的影響。國立屏東科技大學森林系研究所碩士論文。77 頁。
劉慎孝、林子玉 (1968) 台灣中南部相思樹林分收穫表及材積表。中興大學農學院森林學系。47 頁。
Allen, T. F. H. and T. B. Starr (1982) Perspectives for ecological complexity. Chicago: University of Chicago Press, 1982, 310 pp.
Alatalo, V. R. (1981) Problems in the Measurement of Evenness in Ecology. Oikos (37): 199-204.
Barzan, F. R., J. M. E. Baigorria, and R. F. Bó (2015) Bird Community Diversity in three Habitat Types in an Ecological Corridor in the Atlantic Forest of Misiones Province, Argentina. Tropical Conservation Science 8(4): 955-974.
Blake, J. G., and B. A. Loiselle (2000) Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central. Costa Rica 117: 663-686.
Chen, J. C., B. Hoshino, A. S. Jump, M. Kaneko, and C. T. Chen (2018) Forest disturbance leads to the rapid spread of the invasive Leucaena leucocephala in Taiwan. Journal of Rakuno Gakuen University 38(2): 101-109.
Chovance, A., and J. Waringer (2001) Ecological integrity of river/flood plain system-assessment by dragonfly surveys (Insecta: Odonata) Regulateal Rivers. Resource and Management 17:493-507.
Clarke, D. J., and J. G. White (2008) Towards ecological management of Australian powerline corridor vegetation. Landscape and Urban Planning 86(3-4): 257-266.

Ćurčić, N. B., and S. Đurđić (2013) The actual relevance of ecological corridors in nature conservation. Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic SASA 63(2):21-34.

Díaz, L. (2006) Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. Forest Ecology and Management 223(1-3): 54-65.

Duelli, P. (1997) Biodiversity evaluation in agricultural landscape: an approach at two different scales. Agriculture Ecosystem and Environment 62: 81-91.

Forman, R. T. T. (1995) Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press. New York. 632pp.

Forman, R. T. T., and M. Godron (1986) Landscape Ecology, New York：John Wiley and Sons 619pp.

Gibbons, M. J., and D. T. Botha (2002) The match between ocean circulation and zoogeography of epipelagic siphonophores around southern Africa. Journal of the Marine Biological Association of the UK 82(5): 801-810.

Gooden, B., K, French, and P. J. Turner (2009) Invasion and management of a woody plant, Lantana camara L., alters vegetation diversity within wet sclerophyll forest in southeastern Australia. Forest Ecology and Management 257(3): 960-967.

Hansen, M. J., and A. P. Clevenger (2005) The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. Biological Conservation 125(2): 249-259.

Judith, S. W., and W. Peddrick (2003) Is the invasion of the common reed, Phragmites australis, intotidal marshes of the eastern US an ecological disaster?. Marine Pollution Bulletin 46:816-820.

Klar, N., M. Herrmann, M. Henning-Hahn, B. Pott-Dörfer, H. Hofer, and S. Kramer-Schadt (2012) Between ecological theory and planning practice: (Re-) Connecting forest patches for the wildcat in Lower Saxony. Germany. Landscape and Urban Planning 105(4): 376-384.

Kong, F., H. Yin, N. Nakagoshi, and Y. Zong (2010) Urban green space network

development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling. Landscape and Urban Planning 95: 16-27.

Lausch, A., and F. Herzog (2002) Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scales, resolution and interpretability. Ecological Indicators 2: 3-15.

Manuel, C., and Jr. Molles (1999) Ecology Concepts and Applications. McGram-Hill Companies 509pp. U.S.A.

McCarigal, K., and B.J. Marks (1995) FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. US Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-351.

McGarigal, K. (2104) Landscape Pattern Metrics. https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07723

Naveh, Z., and A. S. Lieberman (1984) Landscape Ecology. Spring-Verlag. New York. 356pp.

Pei, K., C. T. Chen, S. T. Wu, and M. C. Teng (1997) Use of auto-trigger camera and geographic information system to study spatial distribution of forest wildlife. Q J Chin for 30(3):279-89. [in Chinese with English abstract].

Perault, D. R., and M. V. Lomolino (2000) Corridors and mammal community structure across a fragmented, old-growth forest landscape. Ecological Monographs 70: 401-422.

Pickett, S. T. A., and P. S. White The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. https://doi.org/10.1016/C2009-0-02952-3

Rowland, M. M., and C. D. Vojta (2013) A Technical Guide for Monitoring Wildlife Habitat. Forest Service, United States Department of Agriculture, U.S.A. (403 pp)

Shannon, C. E., and W. Wiener (1963) The Mathematical Theory of Communication (127 pp). Urbana, University of Illinois Press.

Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163 688.

Spiecker, H. (2003) Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-temperate zone. Journal of Environmental

Management 67: 55-65.

Schiemer. F., T. Spindler, H. Wintersberger, A. Schiemer, and Chovance, A (1991) .Fish fry associations: Important indicators for the ecological status of large rivers. Verh. Internat. Verein. Limnol 24:2497-2500.

Tews, J., U. Brose, V. Grimm, K. Tielborger, M. C. Wichmann, M. Schwager, and F. Jeltsch (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. Journal of Biogeography 31: 79-92.

Uy, P. D., and N. Nakagoshi (2007) Analyzing urban green space pattern and eco-network in Hanoi, Vietnam. Landscape and Ecological Engineering 3(2): 143-157.

Walker, R., and L. Craighead (1997) Analyzing wildlife movement corridors in Montana using GIS. ESRI User Conference Proceedings, California,(http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc97/proc97/to150/pap116/p116.htm). Downloaded on 23 July 2020.

Wolfe, B. T., and S. V. Bloem (2012) Subtropical dry forest regeneration in grass-invaded areas of Puerto Rico: Understanding why Leucaena leucocephala dominates and native species fail. Forest Ecology and Management 267(1): 253-2610.

Xuan T. D., A. A. Elzaawely, F. Deba, M. Furuta, and S. Tawata (2006) Mimosine in Leucaena as a potent bio-herbicide. Agron. Sustain. Dev. 26: 89-97.

Zavaleta, E. S., R. J. Hobbs, and H. A. Mooney (2001) Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. Trends in Ecology and Evolution 16(8): 454-459.

中央氣象局 (2020) 取自：http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm

中央研究院生物多樣性研究中心臺灣生物多樣性資訊入口網 (2016) 取自：http://taibif.org.tw/。

Mcgarigal, K. (2015) Fragstats help version 4.2 http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf.

臺灣氣候變遷推估與資訊平台(2017) (Taiwan Climate Change Projection and Information Platform. https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/v2/index.aspx

捌、重要工作時程

一、交付項目及交付時程

表 38 應交付文件期限

期別	應交付文件	成果繳交日期	經費撥付
I	函文提出細部計畫書 10 份	決標次日起 20 日內	撥付總經費 15%
II	第一次期中報告及生態廊道基礎資料建立等相關資料	107 年 10 月 30 日前	撥付總金額 20%
III	第二次期中報告及相關監測結果等相關資料	108 年 3 月 30 日前	撥付總金額 20%
IV	第三次期中報告及相關監測結果等相關資料	108 年 10 月 30 日前	撥付總金額 15%
V	研究成果書面資料及 3 場銀合歡復育講座教育訓練教材等相關資料	109 年 2 月 28 日前	撥付總金額 15%
V	成果報告書初稿及生態資源手冊初稿各 10 份。	109 年 4 月 30 日前	撥付總金額 15%
	1. 計畫成果報告書 50 冊(含 PDF 電子檔)。 2. 計畫過程紀錄照片 100 張之電子檔(解析度 1,000dpi 以上，JPEG 格式)及計畫書 WORD 檔，各 1 式 3 份。 3. 生態資源手冊 500 份。 4. 樣區之動植物監測原始資料及動植物名錄電子檔，1 式 3 份。 5. 銀合歡移除復育資料庫圖層，1 式 3 份。	期末審查會通過後並依機關修正意見修改完竣	

二、工作時程及重要查核點

表 39 工作時程與重要查核點列表

年度重要工作項目	預定進度													
	107 年				108 年						109 年			
	6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月	1-2 月	3-4 月	5-6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
細部計畫書繳交	※													
銀合歡生態廊道規劃及永久地面監測樣區設置		※	※											
UAV 樣區航空影像拍攝及處理		※		※		※		※		※		※		
木本植群監測		※						※				※		
陸域動物群監測		※		※		※		※		※		※		
木本與地被植物名錄建立			※	※					※				※	
動物名錄建立				※						※				
永久監測樣區資料庫建置				※	※					※	※			
第一期期中報告			※	※										

年度重要工作項目	預定進度													
	107 年				108 年						109 年			
	6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月	1-2 月	3-4 月	5-6 月	7-8 月	9-10 月	11-12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
生態廊道之生物多樣性資料庫建立				※						※			※	
第二期期中報告						※	※							
銀合歡移除前後之生物多樣性及環境影響等綜合性效益評估及其動態變化								※	※	※	※			
第三期期中報告									※	※				
辦理銀合歡移除復育效益教育訓練								※		※	※			
生態資源手冊編製及印刷											※	※		
環境教育教案設計										※	※	※		
銀合歡復育講座教育訓練教材等相關資料繳交													※	
期末報告														※

附件

附件一 木本樣區監測資料

樣區 1 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 221,060 m，Y: 2,446,249 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
1	相思樹	19	14.9±8.7	4.7±1.2
	月橘	1	5.3	2.1
	合計	20	14.4±8.7	4.6±1.2

註：Mean±SD

樣區 2 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,971 m，Y: 2,446,220 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
2	銀合歡	180	4.9±2.2	3.8±2.3
	蟲屎	10	19.8±3.4	5.0±1.7
	相思樹	5	9.6±2.3	4.3±2.2
	合計	195	11.4±5.8	4.4±2.5

註：Mean±SD

樣區 3 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,886 m，Y: 2,446,122 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
3	銀合歡	270	4.6±2.1	4.5±1.4
	合計	270	4.6±2.1	4.5±1.4

註：Mean±SD

樣區 4 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,858 m，Y: 2,446,002 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
4	欖仁	44	15.9±7.4	7.4±4.5
	七里香	13	7.6±3.4	3.4±2.3
	木麻黃	4	9.6±3.1	6.0±2.8
	海檬果	1	5.3	4.0
	合計	62	13.4±7.2	6.8±4.4

註：Mean±SD

樣區 5 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 226,975 m，Y: 2,434,263 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
5	九芎	10	11.6±4.4	4.6±2.0
	構樹	3	10.8±5.2	4.5±2.1
	欖仁	3	13.9±2.9	6.3±2.3
	白雞油	2	11.0±0.4	6.0±0.7
	月橘	2	10.2±0.6	3.8±0.4
	過山香	1	7.1	3.5
	七里香	1	13.4	4.5
	苦楝	1	19.0	6.0
	相思樹	1	22.8	7.5
	合計	22	13.3±5.3	5.2±2.3

註：Mean±SD

樣區 6 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 227,155 m，Y: 2,434,181 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
6	銀合歡	178	5.1±2.0	4.1±1.2
	合計	178	5.1±2.0	4.1±1.2

註：Mean±SD

樣區 7 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 227,339 m，Y: 2,434,094 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
7	銀合歡	165	5.6±2.1	4.1±1.4
	山黃梔	43	5.7±2.3	4.3±1.9
	相思樹	23	11.9±1.7	4.8±1.5
	小葉桑	1	4.8	3.6
	稜果榕	1	6.5	5.2
	錫蘭饅頭果	1	5.3	4.3
	合計	234	7.6±3.2	4.4±1.8

註：Mean±SD

樣區 8 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 227,525 m，Y: 2,434,185 m)

	樹種	數量	平均地徑(cm)	平均苗高(cm)
樣區 8 苗木	相思樹	3	1.8±1.1	75.2±5.5
	水黃皮	24	2.2±0.4	96.4±9.4
	苦楝	12	1.7±1.2	83.6±9.2
	月橘	4	2.4±1.1	160.7±10.2
	合計	43	2.0±1.5	100±9.8
	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
樣區 8 喬木	苦楝	3	23.9±4.5	7.1±2.2
	山黃梔	2	6.7±2.3	4.0±2.0
	月橘	2	6.4±2.0	2.1±1.1
	土密樹	2	6.6±1.2	3.2±1.2
	黃荊	3	7.4±2.1	4.5±0.5
	白雞油	1	20.7	8.5
	七里香	1	8	2.5
	合計	13	11.4±4.4	4.6±2.3

註：Mean±SD

樣區 9 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 226,827 m，Y: 2,429,300 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
9	月橘	8	5.6±3.0	3.5±1.0
	相思樹	15	24.9±4.2	5.4±1.1
	過山香	4	5.9±2.6	4.1±0.8
	木麻黃	32	12.2±3.4	5.1±2.1
	銀合歡	7	6.8±1.5	5.0±1.3
	白樹仔	3	6.9±1.0	3.5±1.1
	黃荊	6	6.6±2.6	4.5±1.5
	山黃梔	1	5.0	3.0
	土密樹	1	7.9	6.0
	合計	77	11.7±7.2	4.8±2.1

註：Mean±SD

樣區 10 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 226,578 m，Y: 2,429,170 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
10	銀合歡	142	5.5±2.3	4.0±1.5
	木麻黃	30	10.7±2.8	6.3±2.0
	合計	172	6.1±2.1	4.3±1.8

註：Mean±SD

樣區 11 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 226,443 m，Y: 2,428,908 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
11	銀合歡	194	5.9±2.1	4.6±1.3
	合計	194	5.9±2.1	4.6±1.3

註：Mean±SD

樣區 12 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 226,554 m，Y: 2,428,375 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
12	苦楝	31	6.6±2.7	5.0±2.1
	紅柴	2	5.3±0.4	4.0±1.1
	克蘭樹	5	20.4±4.4	6.8±1.6
	月橘	7	6.5±1.6	3.5±0.5
	欖仁	2	27.3±5.9	6.5±1.8
	相思樹	2	45.2±4.2	12.0±3.8
	龍眼	2	20.8±3.9	6.0±0.8
	合計	51	9.6±4.2	5.2±2.0

註：Mean±SD

樣區 13 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 221,066 m，Y: 2,446,259 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
13	銀合歡	192	4.2±0.8	3.5±1.0
	相思樹	8	8.2±3.4	4.2±0.4
	合計	202	5.2±2.5	3.8±1.9

註：Mean±SD

樣區 14 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,976 m，Y: 2,446,223 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
14	銀合歡	184	4.3±1.4	4.2±0.2
	合計	184	4.3±1.4	4.2±0.2

註：Mean±SD

樣區 15 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,883 m，Y: 2,446,120 m)

木本樣區	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
15	銀合歡	167	3.8±0.8	3.3±0.5
	合計	167	3.8±0.8	3.3±0.5

註：Mean±SD

樣區 16 木本植物樣區統計資料(坐標 X: 220,848 m，Y: 2,445,993 m)

樣區 16	樹種	數量	平均地徑(cm)	平均苗高(cm)
16	水黃皮	45	2.5±1.3	120.4±6.1
	黃連木	75	3.2±1.1	130.1±7.2
	欖仁	25	1.3±1.2	90.2±4.1
	合計	145	3.2±1.5	170±6.8
	樹種	數量	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)
樣區 8 喬木	木麻黃	2	5.4±2.1	1.9±0.7
	相思樹	1	6.0	2.3
	合計	3	6.8±2.0	2.2±1.4

註：Mean±SD

附件二 地被植物樣區監測資料

樣區 1 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本樣區 1-1 至 1-5	大黍	85
	山柚	5
	扛香藤	5
	野牽牛	12
	過山香	18
	雞屎藤	5
	合計	130

樣區 2 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本樣區 2-1 至 2-5	毛梗雙花草	15
	含羞草	15
	長穗木	5
	蠅翼草	20
	合計	55

樣區 3 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本樣區 3-1 至 3-5	構樹	5
	大黍	35
	銀合歡	10
	雞屎藤	5
	合計	55

樣區 4 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本樣區 4-1 至 4-5	土牛膝	30
	大黍	60
	山珠豆	5
	過山香	5
	三角葉西番蓮	5
	山柚	10
	雞屎藤	10
	合計	125

樣區 5 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 5-1 至 5-5	大花咸豐草	25
	黃花牽牛花	5
	過山香	5
	鴨跖草	20
	牛筋草	55
	羊角藤	5
	毛西番蓮	5
	長穗木	15
	合計	135

樣區 6 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 6-1 至 6-5	山素英	5
	山棕	1
	月橘	1
	過山香	20
	銀合歡	35
	合計	62

樣區 7 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 7-1 至 7-5	山柚	5
	弓果黍	20
	賽山藍	35
	合計	60

樣區 8 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本樣區 8-1 至 8-5	扛香藤	70
	月橘	5
	過山香	5
	山柚	10
	枯里珍	5
	盤龍木	5
	合計	100

樣區 9 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 9-1 至 9-5	大黍	85
	山柚	5
	扛香藤	5
	野牽牛	10
	過山香	15
	雞屎藤	5
	合計	125

樣區 10 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 10-1 至 10-5	大花咸豐草	20
	毛梗雙花草	55
	乾溝飄拂草	15
	菜欒藤	10
	牙買加長穗木	5
	含羞草	15
	合計	120

樣區 11 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 11-1 至 11-5	三角葉西番蓮	5
	土牛膝	5
	大黍	35
	山柚	5
	雞屎藤	10
	合計	60

樣區 12 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 12-1 至 12-5	大黍	80
	山柚	1
	扛香藤	1
	野牽牛	10
	過山香	10
	合計	102

樣區 13 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 13-1 至 13-5	銀合歡	10
	合計	10

樣區 14 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
14-1 至 14-5	銀合歡	5
	合計	5

樣區 15 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
15-1 至 15-5	銀合歡	10
	合計	10

樣區 16 地被植物樣區監測資料

草本樣區	種類	覆蓋度(%)
草本 16-1 至 16-5	大花咸豐草	25
	大黍	20
	牧地狼尾草	10
	銀合歡	5
	濱刀豆	10
	賽芻豆	0
	雙花草	5
	合計	75

附件三 各樣區植物重要值指數

樣區 1 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
相思樹	19	0.99	0.95	1.00	0.98
月橘	1	0.01	0.05	0.00	0.02
合計	20	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 2 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	180	0.51	0.92	0.67	0.70
蟲屎	10	0.44	0.05	0.17	0.22
相思樹	5	0.05	0.03	0.17	0.08
合計	195	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 3 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	270	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	270	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 4 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
欖仁	44	0.90	0.71	0.40	0.67
木麻黃	4	0.03	0.06	0.20	0.10
七里香	13	0.07	0.21	0.30	0.19
海檬果	1	0.00	0.02	0.10	0.04
合計	62	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 5 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
九芎	10	0.39	0.45	0.30	0.38
構樹	1	0.03	0.05	0.08	0.05
欖仁	3	0.16	0.14	0.14	0.15
白雞油	2	0.07	0.08	0.08	0.08
月橘	2	0.06	0.08	0.08	0.08
過山香	1	0.01	0.05	0.08	0.05
七里香	1	0.05	0.05	0.08	0.06
苦楝	1	0.10	0.05	0.08	0.07
相思樹	1	0.13	0.05	0.08	0.08
合計	22	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 6 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	178	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	178	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 7 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	165	0.91	0.72	0.34	0.65
山黃梔	43	0.03	0.18	0.25	0.15
相思樹	23	0.01	0.10	0.17	0.08
小葉桑	1	0.01	0.00	0.08	0.04
稜果榕	1	0.02	0.00	0.08	0.04
錫蘭饅頭果	1	0.02	0.00	0.08	0.04
合計	234	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 8 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
黃荊	3	0.07	0.05	0.06	0.06
相思樹	3	0.00	0.05	0.12	0.06
水黃皮	24	0.04	0.43	0.23	0.24
苦楝	15	0.63	0.26	0.23	0.38
月橘	6	0.04	0.11	0.12	0.08
土密樹	1	0.02	0.02	0.06	0.03
白雞油	1	0.15	0.02	0.06	0.08
七里香	1	0.02	0.02	0.06	0.03
山黃梔	2	0.03	0.04	0.06	0.04
合計	56	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 9 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
過山香	4	0.01	0.05	0.10	0.06
相思樹	15	0.19	0.19	0.10	0.16
月橘	8	0.03	0.11	0.15	0.09
木麻黃	32	0.69	0.42	0.20	0.44
銀合歡	7	0.03	0.09	0.15	0.09
白樹仔	3	0.01	0.04	0.10	0.05
黃荊	6	0.13	0.08	0.10	0.07
山黃梔	1	0.00	0.01	0.05	0.02
土密樹	1	0.01	0.01	0.05	0.02
合計	77	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 10 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	142	0.83	0.83	0.57	0.74
木麻黃	30	0.17	0.17	0.43	0.26
合計	172	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 11 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	194	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	194	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 12 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
苦楝	31	0.14	0.63	0.33	0.37
克蘭樹	5	0.25	0.11	0.16	0.17
紅柴	1	0.01	0.02	0.08	0.04
月橘	7	0.03	0.14	0.25	0.14
欖仁	2	0.26	0.04	0.02	0.10
相思樹	1	0.21	0.02	0.08	0.10
龍眼	2	0.10	0.04	0.08	0.08
合計	234	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 13 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	192	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	192	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 14 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	184	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	184	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 15 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	167	1.00	1.00	1.00	1.00
合計	167	100.00	100.00	100.00	100.00

樣區 16 重要值指數表

樹種	株數	相對優勢度	相對密度	相對頻度	IVI
銀合歡	1	0.01	0.02	0.08	0.04
相思樹	5	0.06	0.11	0.23	0.13
水黃皮	10	0.03	0.21	0.31	0.18
木麻黃	30	0.90	0.64	0.31	0.62
苦楝	1	0.00	0.02	0.07	0.03
合計	47	100.00	100.00	100.00	100.00

附件四 木本樣區照片

樣區 1 現場照片

樣區 2 現場照片

樣區 3 現場照片

樣區 4 現場照片

樣區 5 現場照片

樣區 6 現場照片

樣區 3 現場照片(銀合歡)

樣區 5 現場照片(相思樹)

樣區 7 現場照片

樣區 8 現場照片

樣區 9 現場照片

樣區 10 現場照片

樣區 11 現場照片(薩爾瓦多銀合歡)

樣區 12 現場照片

樣區 9 現場照片

樣區 10 現場照片(銀合歡)

樣區 13 現場照片

樣區 14 現場照片

樣區 15 現場照片

樣區 16 現場照片(水黃皮、木麻黃)

附件五 動物穿越線法監測資料

物種名稱	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
各期監測資料	I	II	I	II	I	II	I	II
哺乳類								
臭鼩	0	1	1	2	0	0	0	0
鬼鼠	0	0	0	0	0	0	0	0
田鼷鼠	0	0	0	0	0	0	0	0
臺灣刺鼠	0	0	0	0	4	3	0	0
小黃腹鼠	1	2	0	0	0	0	0	0
赤腹松鼠	0	0	1	0	2	1	0	0
臺灣獼猴	1	0	0	0	2	1	1	0
白鼻心	0	0	1	0	0	0	0	0
梅花鹿	0	0	0	0	0	0	0	0
臺灣野兔	1	0	0	0	1	1	0	1
鳥類								
黃頭鷺	0	0	0	0	6	2	0	1
中白鷺	0	0	0	0	0	1	0	0
黑翅鳶	0	0	0	0	0	0	0	0
大冠鷲	0	0	0	0	0	2	0	0
東方蜂鷹	0	0	0	0	1	1	0	0
鳳頭蒼鷹	0	0	1	1	0	0	0	0
臺灣竹雞	0	1	1	0	2	3	0	1
棕三趾鶉	2	2	0	0	0	0	0	0
白腹秧雞	0	0	0	0	0	0	0	0
翠翼鳩	0	0	0	0	0	0	0	0
斑頸鳩	3	5	2	1	3	6	2	1
金背鳩	1	1	0	0	0	0	0	0
紅鳩	4	6	1	2	0	0	1	0
番鵑	1	0	0	0	1	0	1	0
臺灣夜鷹	1	2	0	1	0	1	0	0
小雨燕	3	2	1	0	3	0	2	0

物種名稱	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
各期監測資料	I	II	I	II	I	II	I	II
叉尾雨燕	0	0	0	0	0	0	0	0
五色鳥	0	0	1	1	0	0	0	0
小雲雀	0	0	0	0	1	2	0	0
家燕	5	7	2	1	3	4	2	1
赤腰燕	4	10	0	0	0	7	1	5
洋燕	2	5	2	1	1	2	1	2
大花鷚	0	0	0	0	0	0	0	0
白鶺鴒	1	1	0	0	0	0	0	0
黃鶺鴒	1	3	0	0	0	0	0	0
紅嘴黑鵯	0	0	1	2	0	2	0	1
烏頭翁	12	18	9	7	5	10	6	5
紅尾伯勞	5	3	2	1	3	1	2	1
黃鸝	0	0	1	0	0	0	0	0
大卷尾	4	5	0	0	1	2	1	0
白尾八哥	2	8	1	1	0	0	0	0
家八哥	0	3	0	0	0	0	0	0
噪林鳥	0	0	0	3	0	0	0	3
黑枕藍鶲	0	0	1	0	0	0	2	1
樹鵲	3	2	3	2	4	3	2	4
藍磯鶇	1	0	0	0	1	2	0	1
赤腹鶇	0	2	0	0	0	4	0	2
野鴿	0	1	0	0	0	2	0	1
黃尾鴝	0	1	0	0	0	1	0	0
臺灣畫眉	2	1	1	1	3	2	2	1
小彎嘴	0	0	1	3	6	6	3	2
遠東樹鶯	0	0	0	0	0	2	0	0
極北柳鶯	0	0	0	0	0	1	0	1
褐頭鷦鶯	4	3	0	0	2	1	1	0

物種名稱	生態廊道 A		生態廊道 B		生態廊道 C		生態廊道 D	
各期監測資料	I	II	I	II	I	II	I	II
黑臉鵐	0	1	0	0	0	2	0	0
綠繡眼	2	5	8	6	7	13	7	6
印度銀嘴文鳥	0	0	0	0	0	0	0	0
斑文鳥	3	11	2	1	4	10	0	0
麻雀	2	6	0	0	0	0	0	0
兩棲類								
黑眶蟾蜍	5	0	3	1	2	0	2	0
小雨蛙	4	0	2	0	5	0	0	0
澤蛙	3	0	2	0	3	1	0	0
虎皮蛙	2	1	3	1	1	0	1	1
拉都希氏赤蛙	1	1	1	0	0	1	0	0
太田樹蛙	2	1	2	4	1	1	0	0
爬蟲類								
斯文豪氏攀蜥	1	1	3	1	4	3	2	1
鉛山壁虎	1	1	1	1	2	1	1	0
蝎虎	14	5	4	3	6	5	3	2
疣尾蝎虎	2	3	4	2	3	2	1	0
鱗趾虎	0	0	1	0	1	0	0	0
麗紋石龍子	0	0	0	0	1	2	0	0
長尾真稜蜥/長尾南蜥	1	1	2	1	2	1	0	0
多線真稜蜥/多線南蜥	2	1	1	0	0	0	1	0
股麟蜓蜥	0	0	1	0	3	2	0	1
紅斑蛇	0	0	0	0	0	0	0	0
南蛇	1	0	0	0	0	0	0	0
雨傘節	0	0	0	0	0	1	0	0
眼鏡蛇	0	0	0	0	0	0	0	0

附件六 紅外線自動照相機監測物種名錄

爬蟲類

1. Elapidae 蝙蝠蛇科
    1. *Naja atra* Wüster 眼鏡蛇 (V)

鳥類

1. Accipitridae 鷹科
    1. *Spilornis cheela* Swinhoe 大冠鷲 (E, LC)
    2. *Accipiter trivirgatus formosae* Mayr 鳳頭蒼鷹 (E, LC)
2. Ardeidae 鷺科
    2. *Bubulcus ibis* Boddaert 黃頭鷺 (V, LC)
    3. *Egretta garzetta garzetta* Linnaeus 小白鷺(V, LC)
3. Phasianidae 雉科
    4. *Bambusicola sonorivox* Gould 臺灣竹雞 (E, LC)

哺乳類

1. Cervidae 鹿科
    5. *Cervus nippon taiouanus* Blyth 梅花鹿 (E, LC)
2. Herpestidae 獴科
    6. *Herpestes urva formosanus* Bechthold 食蟹獴 (V, NT)
3. Leporidae 兔科
    7. *Lepus sinensis formosus* Thomas 臺灣野兔 (E, LC)
4. Sciuridae 松鼠科
    8. *Callosciurus erythraeus thaiwanensis* Pallas 赤腹松鼠 (E, LC)
5. Suidae 豬科
    9. *Sus scrofa taivanus* Swinhoe 臺灣野豬 (E, LC)
6. Viverridae 靈貓科
    10. *Paguma larvata taivana* Swinhoe 白鼻心 (E, LC)
7. 獼猴科
    11. *Macaca cyclopis* Swinhoe 臺灣獼猴 (E, LC)
8. 鼬科
    12. *Melogale moschata* Swinhoe 鼬獾 (E, LC)
9. 尖鼠科
    13. *Suncus murinus* Linnaeus 臭鼩 (V, LC)
10. 鼠科
    14. *Niviventer coninga* Swinhoe 臺灣刺鼠 (E, LC)

附件七 植物監測資料表

樣區記述	1.基本圖圖號 ☐☐☐☐☐☐☐☐ 2.樣點編號 ☐☐☐ 3.林區代號 ☐☐ 4.事業區代號 ☐☐ 5.林 ☐☐☐ 6.日期(年月日) ☐☐☐☐☐☐☐☐ (西元) 7.樣區方位角 ☐☐☐ 8.樣區面積(ha) ☐. ☐☐ 9.航空照片比例尺 ☐☐☐☐☐ 10.航空照片任務 ☐☐P ☐☐☐☐ 11.航空照片 ☐☐☐☐
	13.基本圖橫坐標 ☐☐☐☐☐☐ 14.基本圖縱坐標 ☐☐☐☐☐☐☐ 15.GPS 橫坐標 ☐☐☐☐☐ 16.GPS 縱坐標 ☐☐☐☐☐☐☐ 坐標系統：TWD ☐☐
位置資料	17.海拔高 ☐☐☐☐ 18.坡度 ☐☐ 19.坡向 ☐ 20.地形 ☐ 21.造林年度 ☐

22 樣木號碼 ★★	23 樣木狀態 ★	24 記錄類型 ★	25 立木位置X坐標 ★★.★★	26 立木位置Y坐標 ★★.★★	27 樹種中名	28 樹種代號 ★★★	29 胸高直徑 ★★★.★	30 樹高 ★★
01								
02								
03								

附件八 植物名錄

單子葉植物 Monocotyledon

1. Amaranthaceae 莧科

1. *Achyranthes aspera* L. *var. indica L.* 土牛膝 (H, V, LC)

2. Arecaceae 棕櫚科

2. *Arenga engleri* Baccari 山棕 (S, E, LC)

3. Commelinaceae 鴨跖草科

3. *Commelina auriculata* Blume 耳葉鴨跖草 (H, V, LC)

4. Cyperaceae 莎草科

4. *Fimbristylis cymosa* R. Br. 乾溝飄拂草 (H, V, LC)

5. Poaceae 禾本科

5. *Cyrtococcum patens* (L.) A. Camus 弓果黍 (H, V, LC)
6. *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf 雙花草 (H, R)
7. *Dichanthium aristatum* (Poir.) C.E. Hubb. 毛梗雙花草 (H, R)
8. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. 牛筋草 (H, V, LC)
9. *Panicum maximum* Jacq. 大黍 (H, R)
10. *Pennisetum alopecuroides* (L.)Spreng. 狼尾草(牧地狼尾草) (H, R)

雙子葉植物 Dicotyledon

6. Acanthaceae 爵床科

11. *Blechum pyramidatum* (Lam.) Urb. 賽山藍 (H, R)

7. Anacardiaceae 漆樹科

12. *Pistacia chinensis* Bunge 黃連木 (T, V, LC)

8. Apocynaceae 夾竹桃科

13. *Cerbera manghas* L. 海檬果 (T, V, LC)

9. Asteraceae 菊科

14. *Bidens pilosa* L. var. radiata Sch. 大花咸豐草 (H, R)

10. Casuarinaceae 木麻黃科

15. *Casuarina equisetfolia* L. 木麻黃 (T, R)

11. Combretaceae 使君子科

16. *Terminalia catappa* L. 欖仁 (T, V, LC)

12. Convolvulaceae 旋花科

17. *Ipomoea biflora* (L.) Persoon 牽牛花(白花牽牛) (C, V, LC)

18. *Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl. 野牽牛 (C, V, LC)

19. *Merremia gemella* (Burm. f.) Hallier f. 菜欒藤 (C, V)

13. Euphrbiaceae 大戟科

20. *Bridelia tomentosa* Blume 土密樹 (T, V, LC)

21. *Gelonium aequoreum* Hance 白樹仔 (T, E, VU)

22. *Mallotus repandus* (Rottler) Müll. Arg. 扛香藤 (C, V, LC)

23. *Melanolepis multiglandulosa* (Reinw.) Reich. f. & Zoll. 蟲屎 (T, V, LC)

14. Fabaceae 豆科

24. *Acacia confusa* Merr. 相思樹 (T, V, LC)

25. *Canavalia rosea* (Sw.) DC. 濱刀豆(H, V, LC)

26. *Centrosema pubescens* Benth. 山珠豆 (C, R, LC)

27. *Desmodium triflorum* (L.) 蠅翼草 (H, V, LC)

28. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡(薩爾瓦多型) (T, R)

29. *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. 賽芻豆 (H, R)

30. *Millettia pinnata* (L.) G.Panigrahi 水黃皮 (T, V, LC)

31. *Mimosa diplotricha* C. Wright ex Sauvalle 美洲含羞草 (H, R)

15. Lythraceae 千屈菜科

32. *Lagerstroemia subcostata* Koehne 九芎 (T, V, LC)

16. Malvaceae 錦葵科

33. *Kleinhovia hospita* L. 克蘭樹 (T, V, LC)

17. Meliaceae 楝科

34. *Aglaia formosana* Hayata 紅柴 (T, V, LC)

35. *Melia azedarach* L. 苦楝(T, V, LC)

18. Moraceae 桑科

36. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent. 構樹 (T, V, LC)

37. *Ficus septica* Burm.f. 稜果榕 (T, V, LC)

38. *Malaisia scandens* (Lour.) Planch. 盤龍木 (C, V, LC)

39. *Morus australis* Poir. 小葉桑 (T, V, LC)

19. Oleaceae 木犀科

40. *Fraxinus griffithii* C. B. Clarke 白雞油 (T, V, LC)

41. *Jasminum nervosum* Lour. 山素英 (S, V, LC)

20. Opiliaceae 山柚科

42. *Champereia manillana* (Blume) Merr. 山柚 (T, V, LC)

21. Passifloraceae 西番蓮科

43. *Passiflora foetida* L. 毛西番蓮 (C, R)

44. *Passiflora suberosa* L. 三角葉西番蓮 (C, R)

22. Phyllanthaceae 葉下珠科

45. *Antidesma pentandrum* Siebold & Zucc. *var. barbatum (C. Presl) Merr.* 枯里珍(T, V, LC)

46. *Glochidion zeylanicum* (Gaertn.) A.Juss. *var. zeylanicum* 錫蘭饅頭果 (T, V, LC)

23. Pittosporaceae 海桐科

47. *Pittosporum pentandrum* (Blanco) Merr. 七里香(T, V, LC)

24. Rubiaceae 茜草科

48. *Gardenia jasminoides* Ellis 山黃梔 (T, V, LC)

49. *Morinda umbellata* L. 羊角藤 (H, V, LC)

50. *Paederia foetida* L. 雞屎藤 (C, V, LC)

25. Rutaceae 芸香科

51. *Clausena excavata* Burm. f. 過山香 (S, V, LC)

52. *Murraya exotica* L. 月橘 (S, V, LC)

26. Sapindaceae 無患子科

53. *Euphoria longana* Lam. 龍眼 (T, R)

27. Verbenaceae 馬鞭草科

54. *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl 牙買加長穗木 (H, R)

55. *Stachytarpheta urticaefolia* (L.) Vahl 長穗木 (H, R)

56. *Vitex negundo* L. 黃荊 (T, V, LC)

欄A；T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本
欄B；E: 特有, V: 原生, R: 外來, D: 栽培
欄C - EX:滅絕, EW:野外滅絕, CR:極危, EN:瀕危, VU:易危, NT:近危, LC:無危,DD:數據缺乏(若無符合欄C者，該欄位代碼為空白)

附件九 動物名錄

Amphibia 兩棲類

1. Bufonidae 蟾蜍科

1. *Duttaphrynus melanostictus* Schneider 黑眶蟾蜍 (V)

2. Dicroglossidae 叉舌蛙科

2. *Fejervarya limnocharis* Gravenhorst 澤蛙 (V)
3. *Hoplobatrachus rugulosa* Wiegmann 虎皮蛙 (V)

3. Microhylidae 狹口蛙科

4. *Microhyla ornata* Boulenger 小雨蛙 (V)

4. Ranidae 赤蛙科

5. *Hylarana latouchii* Boulenger 拉都希氏赤蛙 (V)

5. Rhacophoridae 樹蛙科

6. *Buergeria otai* Wang, Hsiao, Lee, Tseng, Lin, Komaki and Lin 太田樹蛙 (V)
7. *Polypedates braueri* Vogt 布氏樹蛙 (V)

Reptilia 爬蟲類

6. Agamidae 飛蜥科

8. *Diploderma swinhonis* Günther 斯文豪氏攀蜥(E)

7. Colubridae 黃頷蛇科

9. *Ptyas mucosus* Cope 南蛇 (V)

8. Elapidae 蝙蝠蛇科

10. *Bungarus multicinctus* Blyth 雨傘節(V)

11. *Naja atra* Wüster 眼鏡蛇 (V)

9. Gekkonidae 壁虎科

12. *Gekko hokouensis* Pope 鉛山壁虎(V, LC)

13. *Hemidactylus bowringii* Stejneger 無疣蝎虎(V, LC)

14. *Lepidodactylus lugubris* Duméril & Bibron 鱗趾虎 (V,DD)

15. *Hemidactylus frenatus* Schlegel 疣尾蝎虎 (V, LC)

10. Lacertidae 正蜥科

16. *Takydromus sauteri* Van Denburgh 梭德氏草蜥(E,DD)

11. Scincidae 石龍子科

17. *Eutropis multifasciata* Kunl 多線南蜥 (R)

18. *Mabuya longicaudata* Hallowel 長尾南蜥 (V)

19. *Plestiodon elegans* Boulenger 麗紋石龍子(V, LC)

20. *Sphenomorphus incognitus* Thompson 股鱗蜓蜥 (V, LC)

12. Accipitridae 鷹科

21. *Accipiter trivirgatus formosae* Mayr 鳳頭蒼鷹 (E, LC, 2)

22. *Pernis ptilorhynchus orientalis* Temminck 東方蜂鷹 (V, NT)

23. *Spilornis cheela* Swinhoe 大冠鷲 (E, LC, 2)

13. Alaudidae 百靈科

24. *Alauda gulgula wattersi* Swinhoe 小雲雀(V, LC)

14. Apodidae 雨燕科

25. *Apus nipalensis kuntzi* Deignan 小雨燕(E, LC)

15. Ardeidae 鷺科

26. *Ardea intermedia* Linnaeus 中白鷺 (V, LC)

27. *Bubulcus ibis* Boddaert 黃頭鷺 (V, LC)

28. *Egretta garzetta garzetta* Linnaeus 小白鷺(V, LC)

29. *Gorsachius melanolophus* Raffles 黑冠麻鷺(V, LC)

16. Campephagidae 山椒鳥科

30. *Pericrocotus divaricatus* Raffles 灰山椒鳥(V, LC)

17. Caprimulgidae 夜鷹科

31. *Caprimulgus affinis stictomus* Horsfield 南亞夜鷹(臺灣亞種) (E, LC)

18. Cettiidae 樹鶯科

32. *Horornis canturians borealis* Campbell 遠東樹鶯(V, LC)

19. Cisticolidae 扇尾鶯科

33. *Prinia inornata flavirostris* Swinhoe 褐頭鷦鶯(E, LC)

20. Columbidae 鳩鴿科

34. *Streptopelia chinensis chinensis* Scopoli 珠頸斑鳩(V, LC)

35. *Streptopelia orientalis orii* Yamashina 金背鳩(E, LC)

36. *Streptopelia tranquebarica* Temminck 紅鳩 (V, LC)

21. Corvidae 鴉科

37. *Dendrocitta formosae* Swinhoe 樹鵲 (E, LC)

22. Cuculidae 杜鵑科

38. *Centropus bengalensis lignator* Swinhoe 番鵑(V, LC)

23. Dicruridae 卷尾科

39. *Dicrurus macrocercus* Baker 大卷尾 (E, LC)

24. Emberizidae 鵐科

40. *Emberiza spodocephala sordida* Blyth 黑臉鵐(V, LC)

25. Estrildidae 梅花雀科

41. *Lonchura punctulata topela* Swinhoe 斑文鳥(V, LC)

26. Hirundinidae 燕科

42. *Hirundo rustica* Meise 家燕 (V, LC)

43. *Cecropis striolata striolata* Schlegel 赤腰燕(V, LC)

44. *Hirundo tahitica namiyei* Stejneger 洋燕(V, LC)

27. Laniidae 伯勞科

45. *Lanius cristatus* Linnaeus 紅尾伯勞 (V , LC, 3)

28. Leiothrichidae 噪眉科

46. *Garrulax taewanus* Swinhoe 臺灣畫眉 (E, EN, 2)

29. Monarchidae 王鶲科

47. *Hypothymis azurea* Stressmann 黑枕藍鶲 (E, LC)

30. Motacillidae 鶺鴒科

48. *Motacilla alba leucopsis* Gould 白鶺鴒(V, LC)

49. *Motacilla cinerea cinerea* TunStall 灰鶺鴒(V, LC)

50. *Motacilla flava* Linnaeus 黃鶺鴒 (V, LC)

51. *Motacilla tschutschensis taivana* Swinhoe 東方黃鶺鴒 (V, LC)

31. Muscicapidae 鶲科

52. *Calliope calliope calliope* Pallas 野鴝 (V, LC)

53. *Monticola solitarius pandoo* Sykes 藍磯鶇 (V, LC)

54. *Phoenicurus auroreus auroreus* Pallas 黃尾鴝 (V, LC)

32. Oriolidae 黃鸝科

55. *Oriolus chinensis diffusus* Sharpe 黃鸝(E,VU, 2)

33. Passeridae 麻雀科

56. *Passer montanus saturatus* Stejneger 麻雀 (V, LC)

34. Phasianidae 雉科

57. *Bambusicola sonorivox* Gould 臺灣竹雞 (E, LC)

35. Phylloscopidae 柳鶯科

58. *Phylloscopus borealis borealis* Blasius 極北柳鶯 (V, LC)

36. Pycnonotidae 鵯科

59. *Hypsipetes leucocephalus nigerrimus* Gould 紅嘴黑鵯 (E, LC)

60. *Pycnonotus taivanus* Styan 烏頭翁 (E,VU, 2)

37. Ramphastidae 鬚鷯科

61. *Megalaima nuchalis* Gould 五色鳥 (E, LC)

38. Sturnidae 椋鳥科

62. *Acridotheres javanicus* Cabanis 白尾八哥 (R, LC)

63. *Acridotheres tristis tristis* Linnaeus 家八哥 (R, LC)

64. *Sturnia sinensis* J. F. Gmelin 灰背椋鳥 (V, LC)

39. Strigidae 鴟鴞科

65. *Otus lettia glabripes* Swinhoe 領角鴞(E, LC, 2)

40. Timaliidae 畫眉科

66. *Pomatorhinus musicus* Swinhoe 小彎嘴 (E, LC)

41. Turdidae 鶇科

67. *Turdus chrysolaus chrysolaus* Temminck 赤腹鶇 (V, LC)

68. *Turdus pallidus* J. F. Gmelin 白腹鶇(V, LC)

42. Turnicidae 三趾鶉科

69. *Turnix suscitator rostratus* Swinhoe 棕三趾鶉 (E, LC)

43. Zosteropidae 繡眼科

70. *Zosterops simplex simplex* Swinhoe 綠繡眼(V, LC)

Mammalia 哺乳類

44. Cervidae 鹿科

71. *Cervus nippon taiouanus* Blyth 梅花鹿 (E, LC)

45. Cercopithecidae 獼猴科

72. *Macaca cyclopis* Swinhoe 臺灣獼猴 (E, LC)

46. Mustelidae 貂科

73. *Melogale moschata* Swinhoe 鼬貛 (E, LC)

47. Muridae 鼠科

74. *Niviventer coninga* Swinhoe 臺灣刺鼠 (E, LC)

75. *Rattus losea* Swinhoe 小黃腹鼠 (V, LC)

48. Herpestidae 獴科

76. *Herpestes urva formosanus* Bechthold 食蟹獴 (V, NT, 3)

49. Leporidae 兔科

77. *Lepus sinensis formosus* Thomas 臺灣野兔 (E, LC)

50. Sciuridae 松鼠科

78. *Callosciurus erythraeus thaiwanensis* Pallas 赤腹松鼠 (E, LC)

51. Soricidae 尖鼠科

79. *Suncus murinus* Linnaeus 臭鼩 (V, LC)

52. Suidae 豬科

80. *Sus scrofa taivanus* Swinhoe 臺灣野豬 (E, LC)

53. Viverridae 靈貓科

81. *Paguma larvata taivana* Swinhoe 白鼻心 (E, LC)

欄A - E: 特有, V: 原生, R: 外來

欄B - EX:滅絕, EW:野外滅絕, CR:極危, EN:瀕危, VU:易危, NT:近危, LC:無危,DD:數據缺乏(若無符合欄B者，該欄位代碼為空白)

欄C-1: 瀕臨絕種保育類動物, 2: 珍貴稀有保育類動物, 3: 其他應予保育動物

附件十 工作側拍照片

食痕辨識照片

工作人員目擊動物足跡

銀合歡混淆林

草本樣區現場設置照片

銀合歡樣區之可能獸徑

樣區內之動物排遺

動物食痕辨識

現地木本監測樣區照片

銀合歡樣區內出現疑似臺灣野豬排遺

附件十一 環境教育教案簡報

歡迎大家來參加今天的活動，相信今天的活動有你們的參與一定會順利。

首先，先問一下大家，有來過恆春或是墾丁嗎?你們對於這些地方的第一印象是??

我想大家一定都跟我有一樣的感覺，好漂亮的地方，藍藍的天跟大海，還有綠油油的一片森林，四處都充滿了滿滿的熱帶風情呢。但是這麼漂亮的地方確被一個不速之客悄悄的佔領了。大家一定猜到是誰了吧。

沒錯，就是今天我們要移除掉的壞主角**「銀合歡」**，今天要透過各位小幫手的力量，把它們踢出我們美麗的恆春半島，讓我們跟銀合歡們不歡而散!!!在這之前，我們先來簡單介紹銀合歡。

入侵-銀合歡的引進歷史

銀合歡屬於含羞草亞科 (Mimosoideae)銀合歡屬 (Leucaena)，原生地為中美洲和墨西哥尤卡坦半島地區等一帶，用途相當多樣化，早期被引進為紙漿用材及畜牧之用。目前已知之銀合歡歸化品系有下列三種。

表1銀合歡種內變異型比較(呂福原、陳民安，2002)

變種名稱	樹高 (m)	小葉長 (mm)	莢果長 (cm)	種子長 (cm)	說明
薩爾瓦多巨型	20	10-18	18-26	8-11	幼枝平滑。
夏威夷型	8-18	7-12	12-18	5-7	略灌木狀，幼枝被白色短毛。
秘魯型	20	10-18	18-26	8-11	與薩爾瓦多型相似，但多枝且分枝點低。

適應-銀合歡之生態生理特性

適應惡劣環境

根系發達、具有根瘤菌共生

根系分布旺盛，可提高水分利用效率外，根瘤菌協助銀合歡氮吸收及利用，促使銀合歡相較於其它物種，更能適應貧瘠及遭受土壤污染的生育環境。

萌蘖能力強

砍伐後易從砍伐處或是根株上萌芽萌蘖，砍伐1年後每個根株平均約有7-9萌蘖；待6年後其萌蘖生長之枝條，其累積生長量與正常之銀合歡無異。

強勢之有性繁殖能力

能一年多次開花，產生大量的種子與幼苗，種子發芽率高且易於傳播，幼苗生長快，幼齡期短等特性，其在新生育地能快速建立種群。

擴散-銀合歡散播主要機制

銀合歡生理特性
- 生長快速
- 種子多、傳播易
- 適應環境

強勢的競爭
- 毒它作用
- 過密的林相
- 微棲地的改變

銀合歡引入 ⇨ **銀合歡植群**
野外植群擴散

棲地受到干擾
- 人為開發
- 土地利用改變
- 環境破壞

銀合歡入侵後所帶來的 **危害**

銀合歡族群不斷的擴張下易造成

惡性循環

•純林化現象

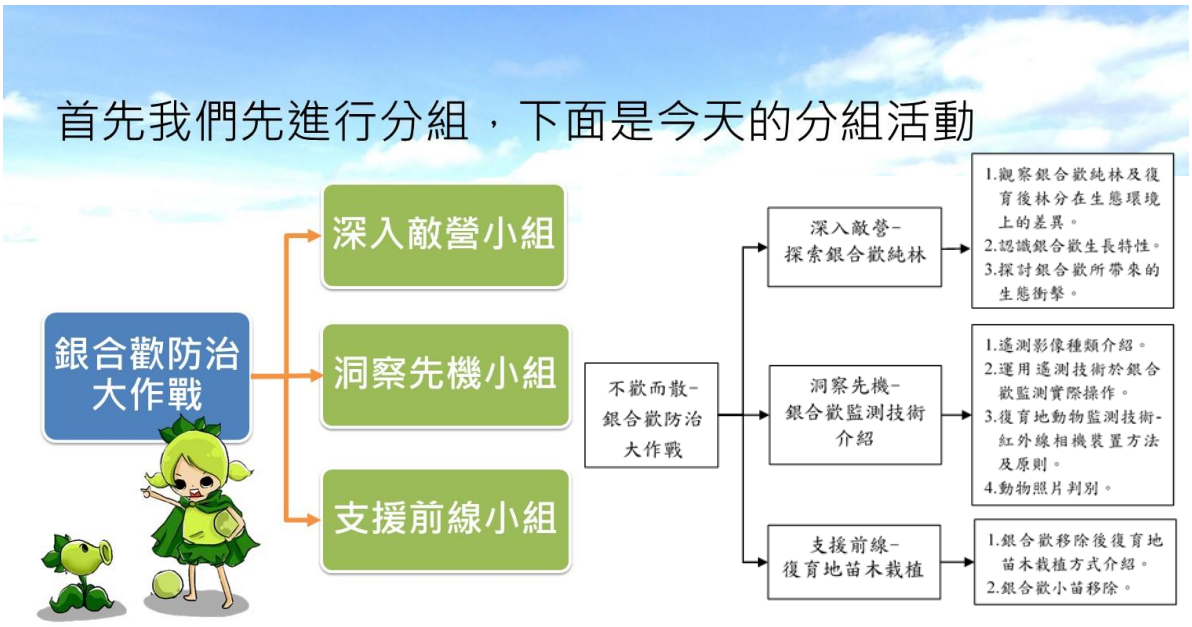
銀合歡純林容易破壞了該地區整體生態平衡，無法形成多樣體系、形成一個群落，而造成『綠色荒漠』的情況。

•棲地破碎化

銀合歡純林化後，對於生物可利用的資源變狹隘，而對於部份生物來說在移動上也造相當大的阻礙。

銀合歡族群入侵後不斷向原生植群侵蝕

我們對於銀合歡及目前的防治已有初步的認識，接下來，就要開始進行今天的活動了，各位小幫手都準備好了嗎??



在活動開始前，有下列幾點**安全事項**

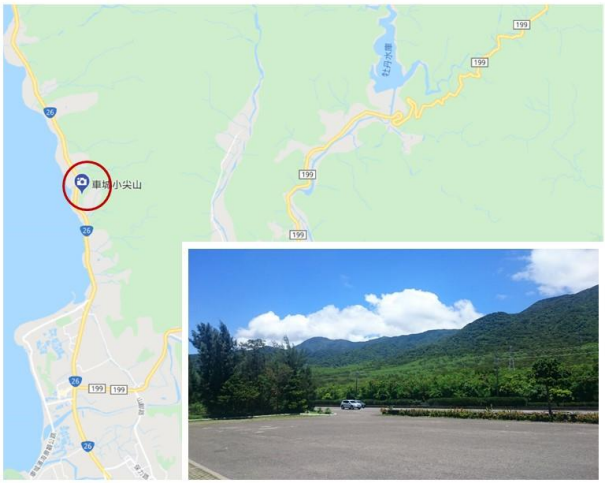
請小幫手們認真的聽!!!

- **由於活動全程皆於戶外，請注意安全，並遵守老師的指導。**
- **如果身體不適請隨時反應。**
- **活動進行中請勿脫隊。**
- **隨時補充水分。**
- **活動期間請愛護環境，勿亂丟垃圾。**

活動一「深入敵營」-探索銀合歡純林

集合地區：(小尖山停車場)

準備器材：記錄表
記錄板
高枝剪
放大鏡



活動一「深入敵營」-探索銀合歡純林

活動流程操作：

- 活動進行時，教師利用現場實際清況，讓學生認識何謂外來種植物，了解外來種的定義及其對環境的危害。
- 透過實地觀察，帶領學生認識造林區及銀合歡純林地內生物活動並記錄。
- 活動結束後，帶領學生探討銀合歡對環境的危害，讓學生對銀合歡有深入的認識。

了解銀合歡移除後的 改變

- 教師利用現場植物和自製簡報，讓學生認識造林常見樹種。
- 針對銀合歡葉、花、果實進行觀察並利用學習單1進行繪製，加強對於銀合歡的認知。
- 教師請學生分組，討論銀合歡純林及將銀合歡移除後進行造林的森林，在林內進行活動時感覺是否有所不同。

課後：

透過學習單2，將銀合歡純林及將銀合歡移除後復育造林的差異寫下，進行討論，並由老師進行總結。

恆春地區為於熱帶地區，具有豐富的熱帶海岸生態系統，然而受到銀合歡入侵後漸漸形成純林情況，對恆春半島地區之森林生態系造成危害。因此，如何有效防治銀合歡持續入侵為全民所要努力的方向。

活動二「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

集合地區：室內教室

準備器材：記錄表
筆記型電腦
遮陽傘
望眼鏡
紅外線相機
相關工具

活動二「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

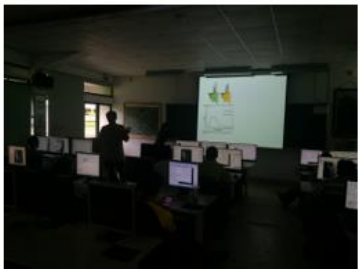
活動流程操作：

- 活動進行時，教師請各組學生到簡單分享學習單3，並由教師簡單講評。
- 從地面觀察銀合歡及造林區的現況分享後，引導學生進行思考如何進行銀合歡監測的相關工作等問題?
- 將學員分為遙測影像組及紅外線相機組。

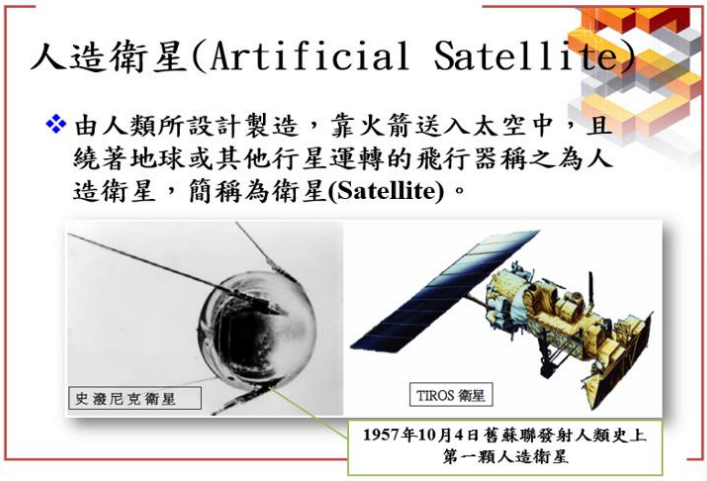
活動一「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

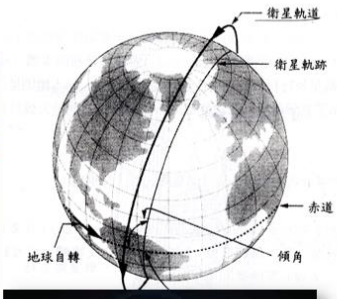
活動流程操作：

- 展示不同遙測影像種類特性及紅外線自動照相機
- 簡單講述不同遙測影像及紅外線自動照相機工作原理及在銀合歡監測技術上擔任什麼樣的任務



遙測影像相關介紹



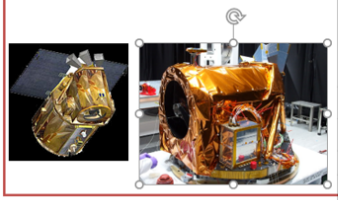


遙測影像相關介紹

FORMOSAT-5

❖科學酬載:

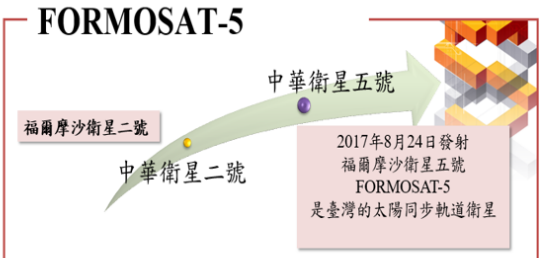
觀測資料除了監測電離層F層上層電漿之季節變化和全球分布，亦可應用於太空天氣和地震前兆異常等相關研究。



FORMOSAT-5的運行參數與取像儀器

衛星名稱	FORMOSAT-5
發射日期	2017/08/24
高度(公里)	720
重量(公斤)	475
軌道面傾角(度)	98.28
繞地週期(分鐘)	99.3
通過赤道時間(AM)	09:35
迴歸週期(天)	--
重訪週期(天)	1/2
取像儀器 (數字表示波長，μm)	PAN:0.21~0.155 MSS:0.11~0.29 0.44~0.29 0.44~0.29 0.36~0.23
鏡頭偏轉	前後左右各±45°
寬幅(公里)	24
解像力(公尺)	PAN:2 MSS:4
像元數	PAN: MSS:

FORMOSAT-5



❖與太陽同步

❖地面解析度: 全色—2米；彩色—4 米

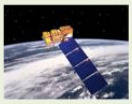
❖波段: 全色、藍、綠、紅、近紅外

❖先進電離層探針，可現地量測電離層電漿密度、速度、溫度、與環境背景磁場等物理量，

遙測影像下載取得與前處理

一、公開免費(Open Data)衛星影像的取得

• Landsat 8



Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.435 - 0.451	30
Band 2 - Blue	0.452 - 0.512	30
Band 3 - Green	0.533 - 0.590	30
Band 4 - Red	0.636 - 0.673	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.851 - 0.879	30
Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.566 - 1.651	30
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.107 - 2.294	30
Band 8 - Panchromatic	0.503 - 0.676	15
Band 9 - Cirrus	1.363 - 1.384	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

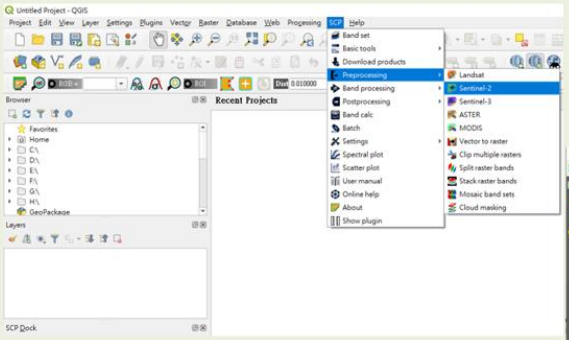
* TIRS bands are acquired at 100 meter resolution, but are resampled to 30 meter in delivered data product.

• Sentinel-2

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

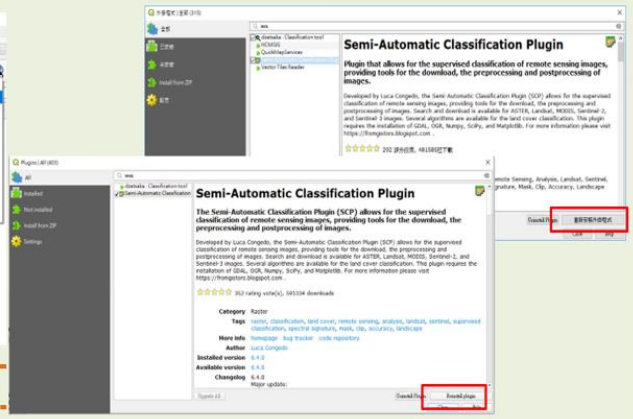
遙測影像下載取得與前處理

• QGIS影像分類元件的下載與安裝



本次分類以Sentinel-2衛星影像為示範工具

• QGIS影像分類元件的下載與安裝

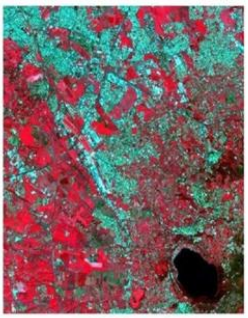


遙測影像下載取得與前處理

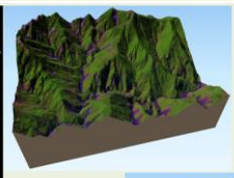
衛星影像之不同波譜組合產生使研究區域呈現不同色調 (利用影像檔之Properties，下圖為Landsat-8影像)

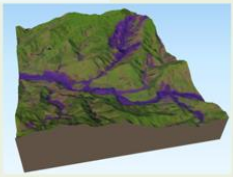
The following Figure Color composite of a Landsat 8 image shows a color composite "R G B = 4 3 2" of a Landsat 8 image (for Landsat 7 the same color composite is R G B = 3 2 1; for Sentinel-2 is R G B = 4 3 2) and a color composite "R G B = 5 4 3" (for Landsat 7 the same color composite is R G B = 4 3 2; for Sentinel-2 is R G B = 8 4 3). The composite "R G B = 5 4 3" is useful for the interpretation of the image because vegetation pixels appear red (healthy vegetation reflects a large part of the incident light in the near-infrared wavelength, resulting in higher reflectance values for band 5, thus higher values for the associated color red).

RGB = 432



RGB = 543





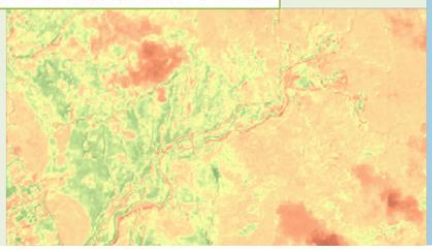
- 將影像結合數值高程模型(Digital Elevation Model, DEM)可獲得更加完整之空間資訊，提供更多元的參考依據。

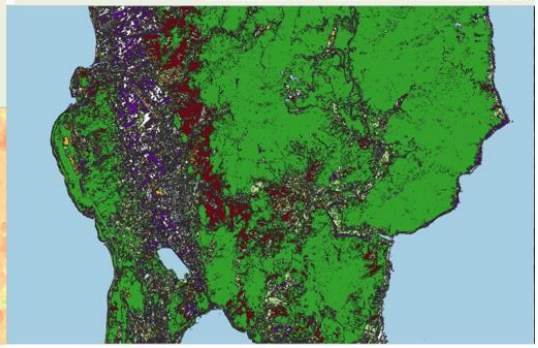
遙測影像偵測銀合歡分布

透過影像分類濾除非銀合歡區域之影像，篩選出銀合歡可能分布區域。

紅線圈選區域即為銀合歡分布區域

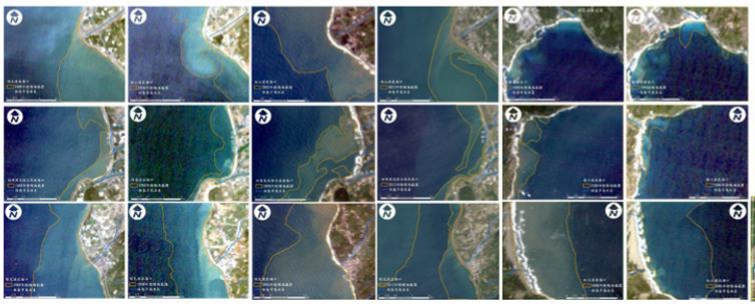
透過空間統計計算較大分布範圍之區域，針對此區域進行人工判釋，銀合歡區域普遍認為顏色偏紅褐、紫褐色，可透過檢核點多次訓練人工判讀正確性。

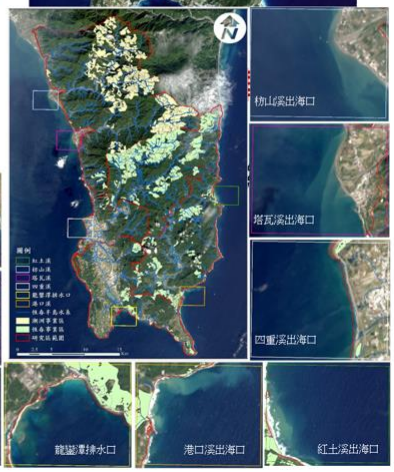




銀合歡移除後造林 對於海洋泥沙污染衝擊

當恆春地區受到降雨事件後，近海皆會有短暫陰陽海情況，由此可以，此現象為該地區常態現象，並非受到銀合歡移除大面積造林之影響。銀合歡移除對環境衝擊性低





活動二「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

如何從航空影像上找出銀合歡

常見物體

- 根據航空照片上之影像，辨別其呈現的地物種類， 並由其形狀、大小、顏色、陰影、排列高度、周圍物件相關性推敲等，所進行之判讀解釋。

活動二「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

活動流程操作：

教學準備-測試紅外線自動照相機

- **判斷什麼是最好的架設地點?**
- **從排遺的型態與發現位置，可以判斷動物出現的區域？**
- **以提問的方式討論如何架設相機**

活動二「洞察先機」-銀合歡監測技術介紹

活動流程操作：

教學準備-測試紅外線自動照相機

- **架設紅外線自動照相機，並重覆測試拍攝角度是否正確。**

集合學生在到各組架設地點進行統整與總結，並討論下面問題。

A. 為何架設在這個位置？

B. 過程中遇到什麼困難？

C. 什麼方式

課後：由老師進行統整與總結

(1) 引導學生思考在進行銀合歡防止時，有那些現有的科技能協助我們進行資料收集。

(2) 透過討論讓學生得知科學研究重視「主動探索」、「做中學」，並從錯誤中學習獲取新知

•導入新科技如何幫忙我們進行生態監控

活動三「支援前線」-復育地苗木栽植

集合地區：小尖山全面整地造林區

準備器材： 苗木
鏟子、水桶等
植樹用工具
手套。

活動三「支援前線」-復育地苗木栽植

活動流程操作：

- 帶領學生前往小尖山全面整地造林區
- 簡單介紹小尖山全面整地造林區的歷史及目前造林情況。



引導學生思考： 如果大面積的銀合歡移除整地造林，在造林木未成林前，會造成地表短暫之裸露，而產生地表土壤沖蝕等水土保持之疑慮。因此，如何使用合適的造林方法才是最佳的方法。

目前恆春地區銀合歡移除後復育造林的方法介紹。

•海岸區全面整地造林

•海岸複層林下栽植造林

•淺山區複層帶狀栽植造林

活動開始前由教師先進行活動安全宣導
發給學生工作用手套及用具(鏟子、水桶、砍刀等)。

•發放工具及樹苗

•植樹注意事項

•除草除蔓

討論栽種地點並讓學生親自種下樹苗並移除失敗的枯萎樹苗

心得討論分享

(1) 針對今天的活動有什麼樣的感覺

(2) 政府為什麼要投入這麼大量的人力及物力進行銀合歡移除?

(3) 我們能為清除銀合歡做什麼樣的努力。

(4) 有沒有更好的方式可以來防治銀合歡入侵呢？

活動結束

- 將工具返還
- 人員合影留念
- 清查人數後上車，確認所有人員均平安返回，並提醒參加人員應盡速返家，勿在外逗留。
- 工作人員最後清場
- 事後開會討論活動相關事宜。

附件十二 環境教案學習單

「深入敵營」學習單 1—探索銀合歡純林

班別：　　座號：　　姓名：_____

◎你認識銀合歡了嗎，有好好記住這個討人厭的傢伙了嗎，針對葉子、花及果實特徵請把它寫下來或畫下來。

一、 觀察葉子的特徵:

1. 形狀：
2. 大小：
3. 質地：
4. 葉緣：
5. 葉序：
6. 葉面是否有毛：

繪圖區

二、 觀察花的特徵:

1. 形狀：
2. 大小：
3. 顏色 ：
4. 花蕊數目：
5. 花序：

繪圖區

三、觀察果實的特徵:

1. 果實種類：
2. 大小：
3. 果皮顏色：
4. 種子數目：

繪圖區

「深入敵營」學習單 2—探索銀合歡純林

班別：　　座號：　　姓名：_____

◎探索完銀合歡純林及銀合歡移除後復育的森林後，你可以比較兩邊森林的不同嗎？

銀合歡純林	復育後林分

◎你發現了嗎!!銀合歡入侵後對於環境有什麼樣的影響呢,請寫出你的看法哦。

「洞察先機」學習單 3－銀合歡監測技術介紹

班別：　　座號：　　姓名：

同學們：

1.經過到銀合歡純林及課後，我們知道銀合歡已經嚴重侵入到恆春半島地區，目前經過估算它大約佔了多少面積呢?（　　）ha。

2.你知道入侵的面積是透過什麼技術怎麼計算出來了嗎?（　　）

3. 深入敵營課程中，我們知道了銀合歡純林跟復育後的森林有很大的不同，那從空中呢，下面是由空中伏看恆春地區的航空照片，你看的出來銀合歡純林森林跟其它類型的森林，有什麼不同嗎?。

從照片上來看，銀合歡純林跟其它森林有什麼差異嗎?

樹冠特徵：

樹冠形狀：

顏色：

紋理：

「洞察先機」學習單 4－銀合歡監測技術介紹

班別：　　座號：　　姓名：

◎ 下面是利用紅外線自動照相機所拍攝到的動物影像，同學們，你們知道他們是誰嗎??

◎ 我是誰?(_____)　我是誰?(_____)

◎ 我是誰?(_____)　我是誰?(_____)

「洞察先機」學習單 5－獵人的訣竅

班別：　　座號：　　姓名：

推測動物出現熱點以★位置標記

<table>
<tr><td colspan="5">探索地圖　　日期：　　時間：　　天氣：</td></tr>
<tr><td>探查地點：</td><td>組別：</td><td>組員：</td><td>紀錄者：</td><td>紀錄號碼：</td></tr>
<tr><td>類型：</td><td colspan="4">□排遺 □樹幹擦痕 □腳印 □其他:</td></tr>
<tr><td>大小：</td><td></td><td>型態：</td><td colspan="2">□成堆□散落</td></tr>
<tr><td>顏色：</td><td></td><td>水分：</td><td colspan="2">□濕潤□中等 □乾燥</td></tr>
<tr><td>數量：</td><td></td><td>纖維：</td><td colspan="2">□有 □無</td></tr>
<tr><td>氣味：</td><td>□有 □無</td><td>其它特殊記綠</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">畫出地圖並標記動物痕跡的號碼</td></tr>
</table>

附件十三 教育訓練前後測調查問卷

本次問卷設計為銀合歡移除復育造林之相關背景知識瞭解程度，學員是否有因為教育訓練而建立相關專業知識，使用五等級量表，5 分表示非常瞭解、4 分表示瞭解、3 分表示普通、2 分表示不瞭解、1 分為非常不瞭解。題目如下所示

	親愛的訓練班學員，您好： 這份問卷是提供您對恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估教育訓練班開設表達意見的管道，以供未來是否再開設類似訓練班之參考。請依照個人真實情況，逐題圈選填答全部題目。本問卷採匿名處理，問卷資料不供為其他與訓練班無關事項之使用，請安心填答，謝
自評	01. 我參加此次訓練班的主要原因是： □ (1) 訓練班上課內容與工作業務相關，個人亦願意參加 □ (2) 訓練班上課內容與工作業務相關性低，為追求技能的成長，個人參加願意高 □ (3) 訓練班上課內容與工作業務相關，但個人無參加意願，是被指派參加 □ (4) 訓練班上課內容與工作業務相關性低，且個人亦無參加意願，是被指派參加
	02.我過去專業學習背景為: □ (1) 森林本科系畢業 □ (2) 非森林本科系，我是: _____ 系畢業
	03. 我對於銀合歡移除復育造林之瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	04. 我對於銀合歡移除復育造林之效益與影響瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	05. 我對於銀合歡移除對生態熱點與生態廊道串連之關係的瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	06. 我對於最小成本路徑分析的瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解

	07. 我對於地景生態學分析與實作理論的瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	08. 我對於地景生態學分析與實作操作流程之瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	09. 我對於動物監測方法與流程瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	10.整體而言我認為恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估教育訓練班開設之必要性為何? □ (1) 非常必要 □ (2) 必要 □ (3) 普通 □ (4) 不必要 □ (5) 非常不必要
	針對教育訓練之期望初探：

親愛的訓練班學員，你/妳好：

這份問卷是提供你/妳對恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估教育訓練班開設表達意見的管道，以供未來是否再開設類似訓練班之參考。請依照個人真實情況，逐題圈選填答全部題目。本問卷採匿名處理，問卷資料不供為其他與訓練班無關事項之使用，請安

01. 教育訓練後我對於銀合歡移除復育造林之瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

02. 教育訓練後我對於銀合歡移除復育造林之效益與影響瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

03. 教育訓練後我對於銀合歡移除對生態熱點與生態廊道串連之關係的瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

04. 教育訓練後我對於最小成本路徑分析的瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

05. 教育訓練後我對於地景生態學分析與實作理論的瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

06. 教育訓練後我對於地景生態學分析與實作操作流程之瞭解程度為何?
- □ (1) 非常瞭解
- □ (2) 瞭解
- □ (3) 普通
- □ (4) 不瞭解
- □ (5) 非常不瞭解

	07. 教育訓練後我對於動物監測方法與流程瞭解程度為何? □ (1) 非常瞭解 □ (2) 瞭解 □ (3) 普通 □ (4) 不瞭解 □ (5) 非常不瞭解
	08.整體而言我認為恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估教育訓練班開設之必要性為何? □ (1) 非常必要 □ (2) 必要 □ (3) 普通 □ (4) 不必要 □ (5) 非常不必要
	回饋意見與建議：

附件十四 期初細部工作計畫書修改對照表(已於 2018/10/30 回覆)

李委員訓煌 1. 有引用到的資料需補列參考文獻。此外，計畫書內的頁碼順序有錯誤，請修正。 2. 在內文中調查監測、樣區測站、測站等專有名詞請統一。 3. 在計畫中所調查及鑑定到的動植物學名請註明參考依據為何。 4. 在哺乳類調查部份，所使用到的紅外線自動照相機台數、架設方式請在計畫書中詳述。 5. P.9之實施方法與P.6之重要工作項目需一致，請再檢查。 6. 根據動物評估技術規範在動物調查方面需要有3重覆之調查，本計畫是否需要有3重覆之調查? 7. 案內需評選10種指標物種，未來將如何進行選取? 8. 辦理3場環境講座是否應與銀合歡移除復育效益有關?如是，P.18所規劃之[野生動物調查實務]及[UAV影像處理及實際運作]等主題是否貼切?建議洽屏東處再加以檢討評估 9. 預期效益部分，有無必要分年敘述(尤其是量化效益)?請確認。	1. 依委員意見將計畫書內文中有引用之資料補列參考文獻， 並將頁碼順序進行修正 P.62-P.64。 2. 將計畫書內文專有名詞統一(P.8, P.21-P.22)。 3. 本計畫中所調查及鑑定到的 動植物學名主要以臺灣植物誌及臺灣生物多樣性資料庫所提供資料做為依據，P.18, P.27。 4. 紅外線自動照相機台數及設置方式於計畫書內文中補充說明，P.26。 5. 針對實施方法與重要工作項目進行統一，P.6, P.60-P.61。 6. 由於本計畫為應用性，在重覆上以1次為主。 7. 指標物種之選擇，將會利用植物樣區調查，以及動物樣區調查，以及紅外線自動照相機等調查資料為基礎，針對較常見物種作為選擇標準。P.29 8. [野生動物調查實務]主要是針對動物是否有曾經在生態廊道中出現之調查重要方法，對於本計畫而言實屬重要。[UAV 影像處理及實際運作]主要是透過現有較佳解析力之遙測科技導入，獲取相關地景資料之重要蒐集工具，對於本計畫實屬重要。故將此兩種課程納入講座內容。P.29 9. 預期效益之量化部分，已按照委員意見以年度進行修改。P.60-P.61
梁委員世雄 1. 計畫所使用的變數主要為地景變數及生物變數為主，但是再這兩變數	1. 生態廊道的形成為許多變數相互影響，就地景生態學來看，地景改變

之間還有一個微棲地的變數。因此，移除銀合歡復育重新造林後除了會影響地景變數及生物變數外也會影響微棲地的變化，這個部份在計畫中未說明如何去調查、評估，能在計畫書中增加說明。	確會影響微棲地結構並進行一步影響生物種類、數量。為更加深入了解地景變遷對生物多樣性的影響，可於研究區域設立基準(Benchmark)樣區，以驗證研究對於生物多樣性變遷趨勢的預測與對研究區域長期進行監測。
2. 目前移除銀合歡林皆都屬於成熟林，然而，不論銀合歡做為外來入侵嚴重之樹種，移除後應為影響到生物多樣性的組成。因此，銀合歡移除後所進行新植苗木對於陸域動物需要較長期的時間才會顯現出效益，本計畫為期 3 年，就這 3 年時間這些新植苗木造林地是否會吸引生物進入、利用，請說明。	2. 前期銀合歡移除復育造林生態效益評估計畫中顯示，受到銀合歡入侵後之林相無論是植群或是陸域動物方面，皆低於造林地區，因此，並不造成移除銀合歡後生物多樣性下降之情況。P.47-P.48, P.54-P.58
3. 在計畫中所列的生物多樣性指標(P.17)易受到資訊壓縮情況，而無法有效展現出實際情況。此外，這些指標間如均勻度、歧異度等所表達的含義過於類似，因此，在將來計畫中會使用的指標為那一個，請說明之。	3. 在進行生物多樣性指數計算時，確會受到資訊壓縮而無法有效的呈現出實際狀況，因此，本計畫在生物多樣性方面，主要依 IVI 重要性指數為主；除了指標計算外，將調查資料描述性統計呈現，將每一季調查資料整理來呈現所調查物種(鳥類、哺乳類等)之頻度及數量，並於期末報告就每季調查資料，以樣本數和母數分析推估其多樣性。P.54-P.56
4. 移除銀合歡對於生態系服務具有一定的功效，在生物多樣性部份，計畫團隊是否有無針對目前銀合歡林分生物使用現況進行調查，避免未來有移除銀合歡後再生物多樣性部份低於移除前。	4. 透過前期計畫生態效率評估，就移除銀合歡後其造林之成活率高且林相穩定；動、植物生物多樣；及地被植物增加，以呈現生態效益。本計畫將沿續前期之生態效益評估方式外，將增加生態廊道之效益評估。
5. 不同的生物有不同的生活史及棲地使用習慣，計畫書中有說明要選擇 10 種指標物種，因此，各單一物種無法反應所有的效益，計畫團隊是否有無針對這部份做完整的規劃。此	5. 關於指標物種，擔心其取得之信度，故未提列，就上期調查結果以家鼠哺乳類為最多，尚無法呈現差異性。另推測造林樹種亦會影響物種之出現，如本土樹種相思樹、臺灣欒

外，計畫團隊在實際現場所調查到的資料與透過路徑分析所分析出資料，兩者之間如何該如何進行配合。 6. 生物會有行為、生活需求及學習等對棲地變化之反應，與數理計算之路徑選擇可能有所差異，如何滾動調整?	樹、欖仁及木麻黃等，所營造的多層次植物相，是否對動、植出現具有指標性影響，會嘗試去做。P.29 6.本計畫預計以 ArcGIS 軟體分析銀合歡移除復育造林之棲地適宜度、道路密度圖及建物密度圖後產生累加阻力圖，計算出由各起點於移動阻力圖中移動至終點時，耗費最低成本的移動路徑。各路徑之起始點即為本計畫於淺山地區假設動物移動之起始位置的 4 個節點，透過空間成本的累加，計算出前往終點節點阻力最低的路徑及方向。而滾動調整則於下一次期中報告中提出說明相關建議作法。P.30-P.33
王委員志強 1. 生態廊道基本圖中，建議在將來調查時能明確標示位置。 2. 在植物調查次數部份，建議不用 1 季 1 次，能改為 1 年 1 次。 3. 在動植物調查資料上，常常無法有效配合，因此，在樣區設計上建議動物樣區能配合植物樣區進行設置。 4. 在銀合歡多樣性的部分，依澎湖銀合歡情況來看，相較於其他林相銀合歡林內的多樣性有較高之情況，可能原因為澎湖銀合歡林透光性較高，因此林下有較多其他樹種生長。另外，在恆春地區銀合歡移除後復育造林初期，地被植群多以禾本科為主，是否會影響多樣性提供給計畫團隊參考。 5. 由於本計畫調查時間為期三年，較不易看出生物多樣性之差異，然而受到不同棲地環境差異下陸域生物	1. 謝謝委員建議，未來如有確定之樣區位置，會將各樣區點位加入生態廊道基本圖中。P.30-P.33, P.36-P.37 2. 依委員建議將植物調查資料改為 1 年 1 次，P.18。 3. 在動植物調樣區設置方面，以植物樣區為核心，進行動物樣區劃設，以利未來進行資料分析上之配合。P.18 4. 謝謝委員的建議，有關澎湖銀合歡的案例，未來在進行銀合歡生態現象之討論時，會參考相關之文獻。P.42 5. 本計畫前期利用棲地適宜性分析進行生態廊道劃設同時會藉由不同適宜性級分進行樣區設置，並依委員建議在樣區附近找尋林相較成熟之

也會有所差異。因此，建議能在樣區附近找尋林相較成熟之區域進行樣區設置。	區域進行樣區設置。P.30-P.33
張委員智強 1. 計畫為延續先前銀合歡移除復育造林等相關計畫，然而，目前恆春半島已移除大面積銀合歡進行植生復育，因此，期待本計畫結果能整合前幾期相關計畫進行全面性的探討銀合歡移除復育後對於整個生態環境恢復並應就其動物移動而營造生態廊道是否有助益進行論述。 2. 希望能在計畫執行期間，如有值得公布有新聞價值之研究或是調查發現，請計畫團隊能協助本處進行新聞稿發布等相關事宜。 3. 計畫書中仍有漏字、錯字如 P.9 潮州事業區的州字、P4.銀合歡的合字及頁碼錯誤等，請針對這些錯誤進行修正。 4. P9.在植物調查方法部份，很多的版面都是介紹儀器，建議能移除或是放在附件後面。 5. 銀合歡移除復育一開始的造林為 2007 年進行，目前復育造林後形成多層次林相梅花鹿即可穿越，即形成生物通道；因此，如何將長期銀合歡移除復育成果整合起來，應為本計畫最主要核心重點，再請計畫團隊多費心思進行本計畫之執行。另外，生態廊道的選擇部份，應於本課室承辦人員進行討論後再進行後續相關調查。	1. 謝謝委員建議，銀合歡移除復育造林等工作已在恆春半島地區進行約十餘年並達到預期之成果，然而，為監測銀合歡移除後動植物及生態環境之變化及提供相關環境教育題材，為本計畫主要核心之目標，因為計畫成果會將前幾期銀合歡移除相關成果進行整合並在最後結果中呈現。P.47-P.48 2. 計畫期間將協助貴處進行新聞稿相關之發表。 3. 已將內文中漏字、錯字及頁碼等相關錯誤進行修正。 4. 依委員建議移除。 5. 本計畫團隊將持續於承辦人員進行討論後及後續調查相關事宜。P.98
陳委員紀伶 1. 生態廊道的選定基準及依據在計	1. 生態廊道的選定基準及依據主要

畫書中再進行詳細的說明。 2. 頁碼、圖示跟內文有錯誤的地方請進行修正。 3. P.14 計畫書內文中指出，哺乳類調查的時間為 40 天，然而對照表 2 的部分並無 40 天的描述，這部份再請說明或是補充。 4. 在氣象資料方面，計畫書所採用的年份為 1960-2012 年，再後續的氣象資料內容取得請進行說明。 5. 環境教案部份，在完成環境教育設計後移交執行單位及教案設計對象為何?	依棲地適合性進行選定，其選定基準及依據如內文中 P.10-P.17, P.30-P.33 所示。 2. 感謝委員指正，已修正。 3. 感謝委員指正，哺乳類調查方面時間修正為「每次調查時程配合紅外線自動相機資料收集，約為 3 個月進行 1 次調查」，P.19, P21。 4. 在氣象資料方面，計畫書所採用的年份修正為 1981-2017。不足部份則採用氣象局於恆春半島地區內之氣象站。P.8。 5. 環境教案完成後移交給屏東林區管理處等相關單位，此外對象為一般民眾。
程委員建中 1. 本計畫擬以三年期完成四條由淺山至海岸地區之生態廊道規劃及長期監測樣區設置。請研究團隊於前人研究著作中對於「生態廊道功能」予以詳細評述，並對本計畫之「生態廊道功能」在復育造林成功後，其「生態系應具備的特質及生態服務效益」給予預期評價。 2. 在本計畫進行第二年及第三年時，將「如何整合生態系各分類群的生態系」整體資訊?在「森林碳吸存之能量傳遞系統及物質循環系統」上，此「生態系之運作效益」如何估算?在此復育之「森林生態系」由生產者、各級消費都及分解者構成的「各種分類群生物多樣性」資料，如何結合一系統? 3. 在脊椎動物哺乳類取樣敘述內容，對於紅外線攝影機的應用方式不	1. 生態廊道的形成為許多變數相互影響，就地景生態學來看，地景改變確會影響微棲地結構並進行一步影響生物種類、數量。因此，透過廊道適宜性分析並分級，針對不同廊道適宜分級進行調查並進行證明其關連性。再透過指標性物種來探討廊道效益，為本委託計畫主要深入探討的問題。 2. 銀合歡移除復育之後，原本未出現的物種如梅花鹿的出現(動物)、伴生植被的出現(植物)等，皆是生態效益，因本計畫涵蓋範圍廣，故未來將就生態效益之評估因子由以滾動方式調整執行方向及生態效益呈現方式。 3. 利用紅外線自動照相設備收集中大型陸棲動物之棲地選擇及分布等

夠詳細。由此攝影取樣所得的 OI 值，如何轉換為物種的族群數量。	資料，在國內已有初步的成果。透過自動照相設備，結合 GIS 及遙測技術能探討特定野生物種的棲息地選擇，並在國內多山或密林地區，模擬大面積的棲息地分布模式。本計畫所採用的 OI 值為該區所有相機每 1,000 個工作小時中所拍得的體或群體照片數)來代表。透過 OI 值能瞭解該區域物種區塊密度並轉換為轉換為物種的族群數量。P.27
許副處長碧如 1. 計畫書封面名稱改為細部計畫書。 2. P.9 研究範圍圖研究區域名稱修正為中文。 3. 生態廊道示意圖用黑白列印無法看出其範圍，建議改為彩色頁面。 4. 生態廊道位置選擇再請計畫團隊與本處承辦人員進行討論，此外，如在計畫期間所分析出生態廊道潛在區域等相關資料，請協助本處承辦人員進行未來銀合歡移除區域之選擇。 5. P.14 鳥類調查季節部份，計畫書內中寫說為 11 月，但實際季節應為 9 月開始，建議修正。 6. 紅外線照相機為每 2 個月進行收集，然而，動物實際調查方面則為 1 季 1 次，因此在人力上的安排請注意。 7. 新增樣區的數量為何，請說明。 8. 生態資源手冊的目的為何? 未來使用的對象是?請說明。 9. 人力盤點方面應於其他計畫分開，避免人力不足情況產生。	1. 感謝委員指正，已修正。 2. 已將研究範圍圖研究區域名稱修正為中文，P.7。 3. 感謝委員指正，未來相關報告書印刷皆採用彩色印刷。 4.本計畫團隊將持續於承辦人員進行討論後及後續調查相關事宜。 5. 鳥類調查季節部份已修正為 9 月，P.19。 6. 在人力安排部份已進行調整。P.98 7. 新增樣區的數量上，4 條生態廊道內各設置 4 個樣區，合計共 16 個樣區。P.18, P.26 8. 搭配環境教案實用，並在未來推廣銀合歡移除復育造林等相關活動上能發放。 9. 人力部份已進行調整。P.98

10. 附件二內意見回覆的頁碼與實際頁碼不符，請修正。 11. 在指標物種選擇的部份，目前以鳥類及兩棲類為主，未來是否考慮納入植物部份做為指標物種?	10. 感謝委員指正，已修正。 11. 感謝委員建議，未來植物調查資料上如有發現特殊或是值得做為指標性物種之植物會納入討論。
作業課 1. P.30、P.34 排版錯誤問題請修正 2.部分圖片排版錯誤問題請修正	 1. 已按照作業課建議修正 2. 已按照審查委員意見修正

附件十五 第一次期中報告修改對照表(已於 2019/3/30 回覆)

程委員建中	
1. 期待研究位址之森林 Biomass 生產效率有銀合歡移除前後及廊道區和對照區的差異比較分析。	1. 生產效益的評估，上期報告有執行有關林木生長、生態效益等較精細的評估，將會把上一期主要重要成果摘入至本次報告中。關於銀合歡移除前後生物量的差異性評估，若上期報告沒有相關資料，本次報告將會執行並將成果呈現於報告書中。P.35
2. 在進行棲地適宜性分析後，是否有試驗設計修正及討論的可能性?	2. 廊道適宜性的修正，會於年底前之在做一次檢討，並與林管處討論廊道的設置是否妥當，是否需進一步執行廊道設置的修正。P.35
3. 在監測進行過程中，是否有外來種動物及植物發現?	3. 地被的確有植物外來種的出現，移除復育過程中會因土地裸露而造成地被一年生或短期生的外來物種的出現，而動物相的外來種目前還未發現，但鳥類的觀察的確有外來種，但不是因為銀合歡移除後才出現，而是本身就出現的外來種。
4. 銀合歡移除造林復育區，銀合歡再生移除維持管理經營的成本，請說明。	4. 銀合歡移除復育之後，原本未出現的物種如梅花鹿的出現(動物)、伴生植被的出現(植物)等，皆是生態效益，因本計畫涵蓋範圍廣，故未來將就生態效益之評估因子由以滾動方式調整執行方向及生態效益呈現方式。

李委員訓煌 1. P.83附件七「期中細部工作計畫書修改對照表」缺個人提問建議及回應辦理情形。	1. 已將李委員之提問建議與回應辦理情形納入附件之細部工作計畫書委員意見表。P.99
2. 個人於期初報告審查會議所提(三)及(六)兩點建議意見，請補充說明。	2. 針對期初報告審查會議所提兩點意見於細部工作計畫書委員意見表中回覆。P.16, P.60-P.61
3. 本計畫前期之執行成果報告，以及所引用中央氣象局(2017)、陳朝圳(2017)等，並未列入參考文獻。	3. 已根據委員意見納入成果報告與中央氣象局之參考文獻，P.8, P.62-P.64
4. P.13-P.16、P.21-P.22，表2敘為「陸域動物監測方法表」，於P.13-P.16、P.21-P.22敘及「監測」是否有誤?請釐清確認。	4. 確實為監測無誤，每年度都會有四季的動物調查，都是針對已設置之潛在生態廊道進行調查。P.21-P.22
5. P.26-P.31動物調查初步成果部分，建議將所記錄之特殊物種如臺灣特有種、保育類物種、臺灣野生動物紅皮書名錄所評估各類瀕危物種等，分別加以敘出。	5. 調查初步成果於報告中已有整理，動物調查共 33 科 38 屬 40 種。其中臺灣特有種 15 種，保育類物種 7 種。P.92-P.95
6. P.26、P.27、P.29 圖16所敘之白鷺鷥按鳥類名錄為小白鷺，建議直接予以敘明。另於P.30目前所敘之「其中食蟹獴為保育種」，建議修正為：食蟹獴現為珍貴稀有保育類野生動物。	6. 謝謝委員意見，已針對委員意見修改，P.44、P.49、P.51-P.52
7. P.32 植物資源調查初步成果部分，建議亦將其特殊物種如臺灣特有種、「2017臺灣維管束植物紅皮書名錄」所評估之各類瀕危物種及外來種等，分別設法加	7. 已按照委員意見進行修改與增加內文敘述，也分別針對瀕危物種與外來種進行數量計算。P.87-P.91

以敘出。 8. P.35-P.50 表8至表39所列樹種中文名，並未見於附件三之植物名錄中，又其中所使用之中文名亦不一致,請再逐一查核補正之。 9. P.38 承上，表15中「土牛膝」出現兩次，覆蓋度分別為30%、5%，是否有誤?亦請查明。 10. P.76-P.79哺乳類動物名錄中，食蟹獴及臺灣野兔並未註明其所記錄之地點所在，請查明後加以補敘。 11. P.17、P.35-P.50 生物多樣性評估方面，僅規劃以植物重要指數(IVI)進行評估，尚不完整，建議另以生物多樣性指數分析與評估。 12. P.70-P.72 附件二「木本樣區照片」部分，請補敘各該植物之中文名。	8. 植物名錄部分已完成修改如附件四，感謝委員提點。原111 種植物名錄為誤植，已確認目前調查之物種最新版本53 種。P.87-P.91 9. 已針對委員意見修正。P.74-P.77 10. 已針對委員意見修正，四條生態廊道皆有臺灣野兔與食蟹獴出現 P.92-P.95 11. 生物多樣性的計算，目前因收集資料的樣本數還不夠多，故在期中報告還尚未能呈現出來。未來收集足夠的資料，將會於期末報告呈現相關之生物多樣性指標評估(如豐度、歧異度)。P.44-P.45 12. 已針對委員意見修正 P.83-P.85
梁委員世雄 1. P.21 16 台相機如何安置，說明不清楚，請說明。第五行〝針對同一條….〞〝銀合歡與銀合歡移除〞，第二段第一行〝…4 條廊道….〞。 2. P.26 相機拍攝及其他調查方式之記錄請分開撰寫。 3. P.21、P.26 相機編號之調查設	1. 已針對委員意見進行修改 P.18 2. 已針對委員意見修改 P.26-P.28 3. 已於 P.18 文字補充說明，並

計和安排位置，似乎並未於方法內說明清楚，圖表亦只包含部分相機編號，請說明，若未列入，請加入。	於 P.36-P.37 計畫研究初步成果之段落說明樣區與相機分布位置
4. 本計畫已執行多年，對於調查資料地景、微棲地及動物之整合分析，應予以計畫並執行。資料分析時，植被及微棲地成長而變化之效應，應注意動物照相而重複計數也應注意。	4. 感謝委員建議，於未來各期報告書與動物照相之重複記數會謹慎評估，將根據照片中體型與特徵進行人工判釋是否為同一動物重複出現。重複計數以 1 小時為間隔計數不同有效個體 P.27
5. 動物選擇通道，除了覆蓋植被外，可能還有其他因素，如習慣選擇，計畫內，如何篩選等因素，而可實得評估銀合歡移除效益?另銀合歡為何有較少動物利用，也希望可分析其影響機制。	5. 關於指標物種，擔心其取得之信度，故未提列，就上期調查結果以家鼠哺乳類為最多，尚無法呈現差異性。另推測造林樹種亦會影響物種之出現，如本土樹種相思樹、臺灣欒樹、欖仁及木麻黃等，所營造的多層次植物相，是否對動、植出現具有指標性影響，會嘗試去做。P.29
6. 動物調查結果請依據廊道建表，以有利閱讀及比對。	6. 目前動物初步調查結果尚未足以用潛在生態廊道分開建置，未來資料更加完整時，會針對不同廊道詳列結果。P.55-P.56
張委員智強 1. P.13 植物調查資料表 3 未於報告中列出，請補列，表 4 應該更正為表 2。P.15	1. 原植物調查資料表 3 已於附件二中新增(P.74-P.77)。表 4 已更正為表 2，P.14, P.17
2. 哺乳類(P.15)調查方法 2 種，其中捕捉調查方法請述明。	2. 調查方法實為 2 種，主要為穿越線調查與紅外線照相機兩種。已於 P.21-P.22 之表 5 說明。
3. 兩棲爬蟲類調查方法有兩種，除沿線調查法外，另一種方	3. 目前調查方法主要以沿線調查法與繁殖地調查法作為主要

法係繁殖地調查或表 2 所列導板集中式陷阱法，如何區分?本次調查僅使用 2 種方法原因為何?(P.15-P.16) 4. P.18 常態化植生差異指標，其棲地適應性值應為 1-10 分或 0-9 分(表 3)? 5. P.49 動物初步調查成果，第 7 行〝…銀合歡尚未拍攝動物之照片〞係何意? 6. 廊道遇道路隔阻，其生態影響為何?建議納入調查。	調查方法。表 5 導板集中陷阱法為誤植，已將表 5 重新修訂說明調查方法。P.21-P.22 4.常態化值生差異指標之適宜性值應為表 3 說明之 0-9 分，內文已按照表 2 內容修改完成。P.14 5. 文意不清楚造成委員誤會敬請見諒，文中表達原意應為：銀合歡純林區域目前尚未有拍攝動物之照片，已將報告內容修改 P.49 6. 目前設置之潛在生態廊道已有兩條中間已具備道路阻隔(廊道 A、廊道 B)P.36-P.37
陳委員紀伶 1. 報告書內文與圖(目錄)、表仍有不一致，請再檢視修正，另報告書撰寫格式內容應符規範(如第一章緒論、第二章調查方法、第三章結果與討論等)，參考文獻後又接續未來工作項目，該項於 P.9-P.10 已說明過，建議調整報告書內容格式。 2. P.25 頁說明，透過此成果計畫將參考此結果進行樣區設置與穿越線調查之實際位置(圖 6)，惟圖 6 並無呈現，各生態廊道是否位於本處造林地內，應套繪圖層並將造林地之基本資料補充說明清楚，以利後續分析探討。 3. P.25 頁表示本計畫進行不同銀合歡阻隔厚度來研究銀合歡分布	1. 已針對委員意見修正，將計畫研究方法與計畫研究初步成果分成不同章節，參考文獻列表於工作項目前，並將重複之內容修改去除，詳細修改結果於 P.5-P.29，上期重要成果新增內容如頁碼 P.46, P.54 2. 已針對委員意見，將造林地範圍與銀合歡純林範圍於圖面上顯示(圖 7 至圖 11)，以利後續分析探討。P.30-P.33 3. 利用銀合歡厚度(200 m-500 m)的設定證明不同寬度的動物

影響物種移動或潛在生活區位之情形，因變數不同(穿越線 100 m、200 m、300 m、400 m)及生態廊道立地條件不同是否能分析討論請補充說明。 4. 本處造林地內如有牛群危害影響林木生長，工作站現場同仁即立刻查報處理，P.26 頁表示該區塊造林地內牛群嚴重踩踏毀壞苗木現場，該造林地地點為何?請提供恆春站查明。 5. 表 7 樣區相關位置圖編號不清楚需與前面對照，建議修正。	相是否相同，試驗設計成果可讓林管處了解銀合歡面積的大小是否會影響執行移除復育作業的優先順序，若是小區塊銀合歡影響並不明顯，於未來道路兩旁之小區塊銀合歡伐除則可暫緩，可針對大面積之銀合歡優先伐除。P.35 4. 針對牛群出沒之地，出現於保力山，三軍聯訓之處。會再將詳細點位繳交給恆春站以供參 考，此處生態廊道樣區已撤換。 5. 已針對委員意見修改，將編號放大以利比對、閱讀。P.36- P.37
王委員志強 1. 本案期中報告內容已勾勒出各其調查研究模式，植群部分亦已呈現調查結果。 2. 關於 P.24-P.25 第 4 點生物多樣性評估部分，僅提及 IVI，建議可納入其他生物多樣性指數之評估，比較分析。	1. 未來將會持續針對廊道之研究模式調整至最佳模式。 2. 生物多樣性的計算，目前因收集資料的樣本數還不夠多，故在期中報告還尚未能呈現出來。未來收集足夠的資料，將會於期末報告呈現相關之生物多樣性指標評估(如豐度、歧異度)。P.44-P.45
許副處長碧如 1. P.9 團隊確認 4 條廊道的對照區應是指有做造林地與銀合歡純林之對照。 2. 有牛群干擾的廊道路線部分是否應需再進行調整?	1. 確認後的確是造林地與銀合歡純林之對照。P.36-P.37 2. 依據委員的建議，因牛群及軍方活動干擾因素，環境變數過大，故將把三軍聯訓潛在生態廊

	道 B 撤換掉，改選擇小尖山旁之銀合歡純林，以符合本計畫之試驗設計 P.35
3. 至今的研究成果，執行團隊是否可提供那些區域可先優先進行銀合歡移除復育作業，以利下年度作業預算經費編列。	3. 目前 108 年度銀合歡移除復育造林之預定地即可優先處理，隨計畫進行將會與林管處進行更密切之討論與優先處理區域之選定。

附件十六 第二次期中報告委員意見(已於 2019/12/10 回覆)

李委員訓煌(書面意見)	
1.所引用資料中仍有魏浚紘(2018)、行政院環保署(2011)、Simpson(1949)、Shannon(1963)、Alatalo(1981)、裴家琪及姜博仁(2004)、李玲玲(2007)、Shannon-Weaver(1963)等未列入參考文獻。	1. 遵照委員意見修正，重新檢視與編列文獻後結果見 P.83-P.86
2.另參考文獻中所敘，中央氣象局(2017)，於本文中敘為 2019；黃美秀、簡熒芸 (2007)於本文敘為 2004，究竟為何是?又裴家騏(1997)與 Pei *et al.*(1997)兩者重複，均請查明修正之。	2. 遵照委員意見修正，重新檢視與編列文獻後結果見 P.12, P.55, P.17,
3.前期計畫「銀合歡移除復育之生態效益評估」成果，建議有所摘述。	3. 遵照委員意見修正，將前期計畫「銀合歡移除復育之生態效益評估」成果新增於 P.3-P.8
4.本案為 3 年期計畫，本年之委辦工作項目內容如何？宜於報告中有所著墨。	4. 遵照委員意見修正，將流程圖以三個年度進行切割，詳情見 P.14
5.陸域野生動物名錄業經農委會於 108 年元月 9 日重新公告修正，本報告所敘及之白鼻心已非保育類動物，食蟹獴業經調整修正為	5. 遵照委員意見修正，已將動物相關內容敘述更正為農委會陸域野生動物名錄中之保育等級，見 P.60

其他應予保育類野生動物(見P.60)，請配合修正。	
6.表 5 敘出各生態廊道之木本樣區生物量表(ton/na)，如有必要，請報告本文中有所補充說明。	6.遵照委員意見修正，相關生物量之補充說明已新增於 P.33
7.表 17 所敘之工作項目與 P.6 所敘之內容，並不完全一致。	7.遵照委員意見修正。檢核點為按照契約書之版本，而工作項目細項調整如 P.82 所示。
8.附件一、附件二與附件四所使用之中文名，宜使其一致。	8.遵照委員意見修正，已將所有附件調整為正確之順序，P.81 第一行附件為目錄標記，並非格式錯誤，如 P.90-P.107 所示
9.附件二敘為「地被植物樣區調查資料」，而 P.83 亦有附件二(敘為木本樣區照片)，請加以修正。	9.遵照委員意見修正，已將所有附件調整為正確之順序，如 P.96-P.99 所示
10.附件四及附件五之物種名錄方面，建議如次： 1. 兩者名錄其末所附註之相關屬性認定依據，請再加備註。 2. 三角葉西番蓮及毛西番蓮是否為外來種?而白雞油及山素英按 Flora of Taiwan 並非外來種，請再加查明確認。 3. P.94 所敘出之竹雞是否亦為台灣特有種?併請查明。 (3).P.94 所敘出之竹雞是否亦為臺灣特有種？併請查明。	10.遵照委員意見修正，白雞油及山素英後續將會按照 Flora of Taiwan 為非臺灣特有種也非外來種，根據 Taibif 網站顯示竹雞確實為特有種。P.103-P.111

梁委員世雄 1.報告內有甚多圖表指引之錯誤，請重新檢查與更正，此錯誤應可避免，爾後報告請特別注意。如：P.18 之表 2（應為表 5）。 P.44 第一行之“下表 7”，但下表為表 8。 P.44- 46 之“下列表 8 及表 9”之指引，亦有相同錯誤 P.49“下圖 14–圖 20”，但下圖起自圖 15。	1. 遵照委員意見修正，將 P.20-P.21 內文中提及表 2 進行修改，，另外圖 9-圖 15 已修正順序與頁碼至 P.48-P.50，未來之期中報告、期末報告將會更加謹慎針對圖表順序進行檢視。
2.列出“紅外線相機每條生態廊道設置四台，合計 16 台”，但 P.27 又列出“各生態廊道樣區方圓 200 m 內，架設 12 台紅外線相機”。兩者架設數量並不相符，對於相機架設方式與數量，請清楚說明。P.34	2.P.17 之「合計數量 16 台」為正確內容，P.34「12 台之相關內容」為誤植，已針對報告內容修正。P.34
3. P.30 - P.34 該部分之標題為“棲地適宜性之評估成果”，但內容為說明執行棲地適宜性評估之方法和干擾對棲地之文獻回顧，並未呈現相關成果。	3. 將按照期程於第三次期中報告中說明，適宜性分析主要為針對最小成本路徑分析法之材料之一，透過適宜性分析與其他網格式資料計算最小成本路徑。P.60-P.67
4.動物照片無法判斷內容，故無法比對報告撰寫內容。P.56-P.58	4. 已刪除不明顯之照片。P.56-P.58
5.P.54 表 13 及表 14 之“類群”項目，建議移至棲地與生物之間顯示，以有利讀者判讀。	5. 遵照委員意見修正，新增表 12 說明各棲地與生物之關係。P.53

王委員志強 1.期中報告依期程規則完成各項工作。 2.計畫目標內以無人飛升載具拍攝工作規劃請補充說明 3.草本樣區需要固定位置，對於監測物候方面較為有利，覆蓋度才會相同。P.25 4.建議增加薛門氏鼠籠之設置調查。 5.另指標動物之選擇亦可包含普遍出現於各地景之物種，可比較分析其出現頻度及密度。 6.報告書內之物種有前後不一致之狀況，請參酌調整。	 1.後續將維持期程進度內完成各項工作。 2.UAV 影像拍攝成果已於成果第五點補上。P.62 3.目前草本樣區皆為固定樣區。P.25 4.未來將會遵照委員意見調整調查方式，後續監測將會進行設置，目前外業調查皆有成功捕捉。 5.指標動物透過調查資料進行選定，針對銀合歡林地與造林地之動物出現頻度與密度進行比較後得到結果 P.68-P.69 6.已重新核對校正，完成更新動植物名錄。P.103-P.111

程委員建中 1.本計畫已執行相當年份，建議在報告中專章回朔歷年已達成目標及調查區塊之生態演替變化情況。	1.遵照委員意見修正，已將歷年來之研究報告、相關研究論文與發表之期刊內容新增於P.3-P.8。
2. P.10圖3計畫流程圖必須配合各期計畫目標，並加列時間指標。P.16	2.遵照委員意見修正，已將新流程表更新為第二次期中審查口頭簡報中之版本。P.14
3. P.35 表6各生態廊道之木本樣區生物量表，建議增列時間/季節變數，及比較之對照組。並以統計方法呈現其差異性。	3. 本計畫所有樣區皆為新設置樣區，且因樣區與前期計畫於不同位置，無法呈現時間變化，也無法使用前期生物量資料。木本樣區透過這兩年持續監測，其生物量並未產生明顯改變，以季節變數討論木本生物量未具備明顯差異性。
4.動物資源調查成果，建議在動物生物多樣性比較時，以區域性、季節性之動物種類數比較，以及歷年資料回溯比較。待期末結果報告時，才以各項指數比較。	4. 遵照委員意見修正，捨棄多樣性指標成果，改以Species Number表示調查成果。P.55
5.指標物種須以生態系為考量，建議專案仔細研究，本計畫以重要物種討論之。	5. 以按照合約內容要求之指標物種，新增以生態系為考量之論述於 P.65

張委員智強	
1. P.10 實施方法，生態廊道的特徵：(1)數目(2)基質(3)…(6)關鍵等..意在說明廊道特徵，但應用在本計劃實施理論方法為何?	1.已於 P.18-P.19 說明之地景指標特性，包含嵌塊體數量、嵌塊體密度等廊道特徵以參數方式呈現，已於第三次期中報告利用不同之地景指標分析結果，呈現不同之生態廊道特徵對於生物移動情形之影響情形。P.57-P.59
2.P.15 土地利用分類，分類依據原理為何?為何分成這四類，裸露地包含休耕中的農地，但一般而言，銀合歡時常出沒於休耕地上，這樣與上述分類有重疊性。	2. 委員意見為以地籍區塊法進行區隔之傳統方法，本研究計畫針對網格數值判釋銀合歡分布情形，與地籍與區塊不同做法。
3.復舊造林此專有名詞已不再使用，目前皆為復育造林，請全篇檢視報告書進行修正。	3.已遵照委員意見檢視全篇報告書，僅可見於參考文獻之文獻標題。
4.滿州、潮州之地名錯字須修正。遵照委員意見修正 P.8	4.遵照委員意見修正全篇報告之滿州錯別字。
3.針對計畫流程、實施方法所提供之理論基礎，是否能透過統計分析進行敘述，讓林管處這邊可以透過前面理論方法與後續結果討論對應的方式，了解報告內容，與其之關聯性。P.17	3.已修正前期計畫緣由、計畫流程與實施方法，有關於地景指標部分，將會按照期程推進，於第三次期中報告提供相關成果進行。P.57-P.59
5. P.16 指出臺灣水鹿、臺灣野山羊..等資料來建立，但有些物種未出現在本區域中，請查明後更正或說明。	5. 遵照委員意見修正，已調整圖層加權方式。P.23
6.P.18 草本調查的方式未在報告書中詳細說明做法。木本資料只針對 DBH 大於 5 cm 之林木進行	6. 已修正報告內容，將草本調查方法新增至研究方法 P.25，另外木本調查內容修正為「木本植物

調查，但附件調查資料卻能看到小於 5cm 的林木也列入其中。	調查於監測樣區內針對 DBH 大於 5 cm，然而銀合歡林地樣區許多林木未達 5 cm，未避免調查資料過少無法分析計算成果，因此銀合歡林地樣區林木下修之 4 cm 以上皆列入調查資料」。P.25
7.附件標題的號碼有誤，請更正，並且請針對附件一至三的調查方式做詳細說明，以能呼應附件中調查資料成果。附件一至附件三之調查方法是否可更詳細說明，對應前面報告內容。	7.附件順序已完整檢視並修正所有附件之順序 P.103-P.111。附件一至附件三之調查方法遵照委員意見新增內容至 P.25。
8.P.40 第二段之樣區情況敘述有筆誤，請修正。(樣區 6 之樣區….同樣為銀合歡之樣區”6”稀疏)	8.已將內容修正為「但立木株數較同樣為銀合歡純林之其他樣區稀疏」。P.46
9.P.49 動物資源調查結果在本文未看見，請補充說明。	9.遵照委員意見修正，新增表 12 之動物調查結果，同時將動物穿越線調查列表結果按照月份與哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類之順序將成果呈現於附件五 P.99-P.101
10.P.73 表格內的文字需要定義及統一(有苗木、喬木出現)，表格不一致，請修正。若調查林木有些本身若為造林林木，請於旁邊註明，得以了解演替情形。	10.超過 1.3 m 高算木本，若樹高低於 1.3 公尺則以苗高表示，目前檢視調查資料後之相思樹之部分大徑級造林木，與相思樹苗木皆為造林木，未來於下一期調查資料將完整呈現各樣區之現況。
11.P.74 草本資料有將銀合歡列入之中，請詳細定義調查紀錄之標準。	11.超過 1.3 m 高算木本，若樹高低於 1.3 公尺則以苗高表示。 12.遵照委員意見修正，為排版整

12.木本樣區照片的敘述請統一，相片的點位坐標資料請補充上去，以利現場人員未來勘查使用。部分照片有過暗情形，不易觀看，請放置較亮之照片。	齊，樣區坐標新增於附件一之木本樣區調查表說，經檢視結果後現場照片所示的確為薩爾瓦多銀合歡，已更換現場照片如附件所示 P.96-P.98。
陳委員紀伶 1.生態廊道設置為本計劃重要項目，建議應於計劃實施方法章節內將各生態廊道立地條件或設置情形先予敘明(如涉及造林地林木年份)，俾利能更知道本計劃相關調查資訊。又簡報內容提到穿越線兩端為造林樣區，惟分布位置圖所呈現並非如此，請說明。 2.P.16 指出本計劃透過收集與實際調查之重點物種(台灣野山羊、山羌等)與 P.95 調查不符，請補充說明。 3.原表 8(現表 6)樣區概述內容有 P.38-43 內容有不符情形，請確認並統一，另報告書內文仍有與圖表不符，請修正。 4.動物資源調查有梅花鹿，出現於哪一區?對於該區林木及植生是否有影響?建議團隊可做分析，了解梅花鹿喜好植物作為處內編訂造林樹種參據。	1.遵照委員意見修正新增設置條件於計畫流程與實施方法，P.16 之分布位置圖為部分圖層顏色顯示不佳，已改善圖層呈現結果。另外部分區域並非為完整之造林地，有些許部分為經人工整理之私有林地，於此接納入造林地區域範圍內 P.38-P.39。 2.遵照委員意見修正，已調整圖層加權方式，報告內容調整為「本計畫透過收集與實際調查之重點物種(食蟹獴 *Herpestes urva*、黃喉貂 *Martes flavigula chrysospila*、臺灣獼猴 *Macaca cyclopis*)調查記錄與其出現位置」。P.23 3.遵照委員意見修正。P.44-P.47 4. 生態廊道 B、C 皆有拍攝梅花鹿，但透過現地踏勘，目前監測樣區周遭之林木尚未遭到嚴重破壞，於執行穿越線調查時，有看到其他區域之林木樹皮破

	壞，但目前觀測尚未出大規模林木死亡情形，後續會持續監測。
許副處長碧如 1.P.42 表 7 各生態廊道之木本樣區生物量，表中生態廊道 D 資料有漏缺，請補正。 2.P.55 表 13 各生態廊道之生物多樣性比較表之備註內容，應為生態廊道 D，而非 B，請確認後修正。 3.原 P.18 圖表順序不符。 4.P.71 結論內容與合約書中第二年的工作目標(1.指標物種監測及監測標準作業流程之建立 2.銀合歡移除復育造林是否具有生態廊道之功能)有距離，請重新修正補充，如有初步結果請歸納後加入。。 5.P.65 規劃辦理 3 場銀合歡復育講座教育訓練，在 P.67 顯示規劃在 108 年 11-12 月及 109 年 1 月間辦理，正值年底辦理時間上較為不妥適，建議與主辦單位討論課程內容與辦理時間。 6. P.44 原表 8 木本樣區於各生態廊道之多樣性評估表中，各指數所代表的意義為何?請說明。 7.梅花鹿及山豬的動物行為(吃的樹種及部位)；如何防治?協助進行調查。 8.不知研究成果是否能反推測復育造林的面積大小?以能營造出	1.遵照委員意見修正，已將表 7 之生物量比較表缺漏之 SD 值補上。P.42 2.動物多樣性指標表格已按照程委員建中意見予以刪除，目前以表 12 以物種數量列表比較。P.55 3. 遵照委員意見修正 P.25 4. 已附上潛在指標物種之選定目標，同時新增關於指標物種選定之標準作業流程之內容 P.68-P.69，修改結論 P.71 5. 後續將與林管處同仁討論確切時間，九月初已完成第一次教育訓練，後續希望於 108 年 12 月與 109 年 1 月。 6.生物多樣性指標表格已按照程委員建中意見予以刪除，現表 12 為物種數量之比較。P.53 7.食性部分目前之調查資料無確切依據，未來監測過程將會納入調查項目。 8.第三次期中報告結果發現透過地景指數計算後，復育面積的確

生態廊道之效果?	切位置會比面積大小更重要，針對厚度與連結性較高之銀合歡林地透過移除進行其棲地破碎化，即可收到良好之成效，面積量化未來在成果報告會有更完整的說明。
恆春工作站同仁 1. 簡報P.33說明位在小尖山海岸的哪一段?	1. 於海口段造林地
屏東林區管理處作業課同仁 1.植物名錄與動物名錄的排版格式需要統一。 2.表 12 跟表 13 是否能用統計分析結果呈現?	1.遵照委員意見修正。 P.112-P.120 2.依據委員的建議，P.47 表 11 使用卡方檢定檢測不同類型動物於林地內之差異性，表 14、表 15 使用 T 檢定檢測兩期資料無顯著差異，顯示目前調查效度與前期相同。P.54

附件十七 第三次期中報告第一次審查委員意見(已於 2020/2/4 回覆)

王委員志強	
(一)各項指標物種(動物，植物)選擇之依據及其代表的生態意涵，可加以敘明。	(一)遵照委員意見修正，已於內文補充說明 P.77-P.80
(二)P.7 表 1 之資料可再增列更早期之研究成果。	(二)遵照委員意見修正，已新增至最早為 1976 年陳德順、胡大維。P.7-P.8
(三)各紅外線照相機之設置地點背景資料,建議加以標註和說明。	(三) 遵照委員意見修正，已針對相機位置加強敘述。P.53
(四)銀合歡林地及造林地之各項生態效益比較，可考慮多加以著墨。	(四)遵照委員意見修正，已新增碳吸存量結果至 P.51-P.52
梁委員世雄	
(一)P.21Occurrence Index 之計算公式，請提供較多說明。如為何除以 10,再乘 1000 小時之意義及效益為何？	(一)經檢查後確認公式除以 10 為誤植之內容,已更正公式。P.21
(二)P.53 Chi-square test 僅提供結果及自由度，但未詳細說明分析項目如何選擇與建立。如試驗區域選擇及生物資料之整理與呈現等，單由表 10 無法瞭解。	(二)原先利用不同銀合歡厚度進行分組，再透過卡方檢定進行檢測，為部分樣本數量不足 5。無法進行卡方檢定。P.54
(三)P.53 卡方分析雖無顯著,但造林地之生物物種（原生種等）各項統計數據均優於銀合歡林地，除指出該趨勢以支持林管處移除工作之正面助益外，也應比較兩類林地間，出現物種之異同及生活史特徵，以增加學理基礎之內	(三)遵照委員意見，已針對增加與其他文獻之內容交叉討論並補充說明。P.54

容。 (四)P.53-54 成對 t-test 分析僅列一檢測結果，但若分別比較以往及現在之銀合歡林及造林地，應至少有兩次檢測,請再說明清楚。	(四)原先利用成對 T 檢定僅只呈現本計畫調查努力量與前期計畫相同且研究結果相近，卻忽略統計本身須具備討論之意涵，故此段落已修改剔除。單純以物種數量進行說明。P.60
(五)P.64 本報告注意到移除銀合歡林未來可能導致路殺事件，並提出警訊，值得讚揚，希望也能利用 GIS 專業,提出未來可能降低生物路殺之可行建議與執行方法。	(五)未來期末報告將會針對相關之可行建議與執行方法進行補充說明，目前將持續追蹤路死事件與路死物種數量與種類，以利後續提供較有正面幫助之可行建議。
程委員建中 (一)P.34-P.35，(五)10 種指標物種之監測標準作業流程，內容太簡略，且與 P.77-P.80，圖 26 重要物種之標準作業流程，標題不符合。建議詳細論述，並予以前後一致。在進行棲地適宜性分析後，是否有試驗設計修正及討論的可能性?	(一)遵照委員意見修正，已加強補充說明 P.34-P.35。針對圖 26 已按照合約修正為指標物種之標準作業流程，結果呈現於 P.77-P.80。
(二)P.60，表 12 及 13，表 14 及 15，為前後期資料之種類數目及比較測試，其取樣設計及統計處理宜小心操作。	(二)感謝委員指教，未來會更加小心使用相關統計方法。
(三)P.62 表 17 為整合 16 台紅外線相機加總後平均所得的 OI 值，此數值已失去各相機獨立取樣之意義，建議以各相機分別獨立計	(三)遵照委員意見修正，將 16 台自動照相機各自獨立為一取樣事件，也詳實標明各項機之有效工作時數，更新如表 17。P.62

算，並標明每一相機之有效工作時數。 (四)可嘗試藉由航空影像與碳吸存公式大尺度推估生物量及生產量，以生物量輔助資料的分析。 (五)10 種指標物種建議將重點放在植物而非動物上，且指標物種需與生態系有特殊且明確之關聯與生態內涵。	(四)已遵照委員意見新增恆春半島之碳吸存公式與相關結果，請見表 12。P.51-P.52 (五)有針對十種植物與動物進行選取，依舊有選擇動物部分為動物行為與分布可作為指標物種之參考依據。P.77-P.80。
李委員訓煌 (一)回應意見方面: 1.前次審查會本委員提供書面審查意見，請於附件中再補註為提供書面意見。 2.參考文獻請再加檢視，如 P.7-P.8 表 1 所列者多未全部納入等。 3.調查與監測混用，若釐清是監測，則報告內用詞最好再避免使用「調查」等字眼，建議使用監測方法、監測頻度、監測結果等。 4.生物類別名錄之後，並未補註相關屬性認定之依據。 5.植物是否為外來種部份，並未加以回應。 (二)P.13 頁所敘本年度之委辦項目過於簡略。 (三)重要物種(見 P.10、P.13、P.28、P.32、P.68、P.69、P.80 等處)，指標物種(見 P.32，P.68、P.69	(一)回應意見方面: 1.已遵照委員意見於附件十五加以備註更改為書面意見。P.172-P.173 2.遵照委員意見修正，已將所有表 7 之參考文獻列入。P.94-P.199 3.遵照委員意見修正，將所有調查相關字眼逐一清查修改，改正為監測。P.1-P.93 4.主要根據行政院農委會特有生物研究中心之紅皮書名錄為基準。P.15 5.毛西番蓮確實為外來種，已修改名錄。P.128 (二)遵照委員意見修正，補強內文內容敘述說明。P.13 (三)已將所有名詞統一，根據合約內容須以指標物種進行名詞統一。P.1-P.93

及 P.80 等處)，指標重要物種(見 P.80)，指標監測物種、監測指標物種(見 P.80)及關鍵物種(見 P.81)，建議參照委辦工作項目加以修正。	
(四)P.30 與 P.31 頁分別敘及乾季、濕季，以及夏冬兩季，建議使其一致。另圖 5 所呈現之相片，看來並非同一林分，亦請更換為同一地點之林分，俾有所對照。	(四)遵照委員意見修改，已統一使用乾溼季做為標準進行修正。圖 5 照片也做了更動。P.30-P.31
(五)於 P.60 表 10 之註敘:「調查結果自 2018 年 8 月迄今之總和」,請設法更新至最近之監測資料。	(五)目前之地查結果已更新至最新，文字純屬誤植，已修改刪除多於文字。 (六)已將多餘文字修改剔除。P.59
(六)P.52 敘及「食蟹獴現為應予保育類野生動物」,請修正為其他應予保育類野生動物。	
(七)於 P.71 第二段所敘「路死調查」資料，能否設法列表加以呈現，俾能對應比對路死事件的確較銀合歡未移除之前增加。	(七)遵照委員意見新增表 20 關於路死調查之結果列表，由於部分路死事件目前發生於銀合歡伐除復育造林之後，惟相關數據不足需後續追蹤。P.71-P.76
(八)附件方面之建議意見: 1.附件一及附件三所敘之光臘樹，請配合附件七修正為白雞油。又其中未見於植物名錄中之樹種，請加以補列。 2.附件七之植物名錄種類按 flora 三角葉西番蓮及毛西番蓮為外來種、白雞油及山素英並非特有	(八)附件方面之建議意見: 1.遵照委員意見修改附件一及附件三之光臘樹為白雞油 P.105、P.106、P.115、P.116，其餘缺漏植物名錄已補齊。P.127-P.131 2.遵照委員意見將三角葉西番蓮與毛西番蓮修改為 R 外來種 P.128；白雞油與山素英修改為特有種 P129，臺灣白樹統一為白樹仔 P.107、P.116、P.130；龍眼之稀有性 LC 為誤植已修正。P.128

種，臺灣白樹為特有種，惟中文名請改述為白樹仔。又龍眼(見P.128)之稀有性，目前敘為 LC，建議修正為 NA。	3.遵照委員意見修正，按照個資法移除不適當欄位。P.126
3.附件七植物調查資料表中，出現有「調查者身分證字號」之欄位，是否有誤，請查明修正之。 4.附件五動物調查資料所敘之物種名稱，與附件八之動物名錄，並非完全一致，亦請逐一查核修正之。另外，並請製作有關紅外線自動照相機所記錄到之物種名錄。	4.附件五與附件九皆已逐一修正完成。P.122-P.124；P.132-P.135 紅外線自動照相機名錄詳見附件六 P.125
陳委員紀伶 (一)P.38 頁表 7 可知各生態廊道造林地內植物多樣性比銀合歡林地高，各廊道為不同寬度的銀合歡分布，依現有數據分析對於各多樣性指數是否有關連性，沒有的話原因可否分析，建議補充說明。	(一)目前現有數據無法證明阻隔厚度及多樣性指數之間有直接之關聯性，造成多樣性指數之原因主要還是因其毒他作用所導致，於內文已補充說明。P.47
(二)目前調查之哺乳類動物種類幾種? P.59 頁文字說明，表 15 呈現種類及 P.122-P.125 頁物種是不相等的，請確認修正。	(二)已將哺乳類動物數量統一完成，確切數字為 10 科 10 屬 11 種。P.54、P.58、P.60、P.122-P.125
(三)P.70 之圖 21 航拍影像偵測銀合歡再入侵圖，惟樣區 6、13 原本即為銀合歡林相，如何進行分析再入侵情形。	(三)此處放置航照原意是為方便比較銀合歡林之航照與一般林地之航照間之差異，主要比較航照之顏色與紋理，已於內文補充說明。P.70 (四)遵照委員意見，新增今年度之影像分類結果，目前銀合歡林依舊持續減少中，詳情見內文

	P.69。
(四)報告提及銀合歡因移除造林後有顯著抑制成果，計畫亦透過多期衛星影像及航拍影像分析，是否可於期末報告呈現目前恆春半島銀合歡分布數量，以了解近年推廣及移除銀合歡之成效。	(五)遵照委員意見，未來會持續謹慎修正，錯別字與圖表順序錯置部分已全數修正。P.12、P.26、P.31、P.51、P.52、P.60、P.62、P64、P.66、P.68、P.71-P.78 P.93、P.162、P.171、P.180
(五)P.12 頁「車城」非「車墘」、P.52 最後一段「復育」非「富裕」造林；P.27 圖 4 應為圖 5；P.45 頁內文圖 14 應為圖 9；P.54 頁內文表 11 應為表 16；表 17、18，圖 20-25 內文並無對應之處，請應全面檢視修正。P.93 編碼錯誤	
(七)編成(三)、P.180 許副座名字為碧如非碧珠。	(一)遵照委員意見，說明本研究計畫為屏東林區管理處委託本校團隊研究並驗證相關銀合歡移除復育造林之成效，已將語意不清文句修正。P.6
張委員智強 (一)P.6 所示本計畫與本研究計畫應請明確表述，究為林管處撰擬之執行計畫，或為貴校之委託研究計畫，且林管處建議工作事項更不應為本研究計畫之建議事項，請逐一釐清。	
(二)P.11 計畫研究範圍確僅係 2004 年開始所推動規劃之國有林地及海岸防風林等造林區域?在本次綠網計畫中已將範圍擴大，區域不只有國有林地與海岸林地。	(二)遵照委員意見修正為正確研究範圍說明，包含其餘主管機關所管轄之範圍內已完成銀合歡移除復育造林之區域，也同樣為本研究計畫之研究區域。P.11
(三)P.38 表 7 樣區概述表內容是	(三)已遵照委員意見修正，將各項原生樹種株數、造林樹種株數之內容補齊。本研究計畫所選擇之造林樣區目前未有銀合歡再次入侵情形之造林地才為本計

否可更詳盡，如喬木株數分布，造林木、天然生林木之數量。其中樣區 9 少量銀合歡之敘述，其比例多寡為何?並應逐一分析其執行成效，以為日後移除復育造林計畫之參考。 (四)P.42 表 19 並非樣區 9 之地被植物，且此處為樣區 5 之說明，為何有樣區 9 ?請確實釐清。各樣區篩選條件、樣區代表性如何?應於報告內詳細說明。 (五)P.46 造林地除草影響草本植物多樣性低於銀合歡?實行刈草工作時未將地被植物挖除，應不至於影響其多樣性。P.47 銀合歡重新入侵之情形?銀合歡種子庫大量萌發是否可定義為銀合歡再次入侵?何以證明? (六)動物路殺造林地,是否有證據說明、印證，如造林地路殺事件較銀合歡林地多，那原生林部分呢?應請加強描述。 翁委員儷芯 (一)前面各審查委員提供之審查	畫所用，人工造林地將提供更加完整的食物來源，讓動物主動前往形成廊道。P.38-P.42 (四)遵照委員意見，重新將文字說明確認後加入報告內容。樣區選擇之篩選條件見內文，所有造林地樣區皆以現勘情況，符合本研究計畫之設立目的，需於穿越線之兩端點之非銀合歡林地，於穿越線中斷其銀合歡阻隔情形不同，才會為本研究計畫設立為研究計畫樣區。P.42 (五)遵照委員意見潤飾文字，將語意不清文字或錯誤語意予以修正。P.47 (六)並非所有造林地皆有此情形，實為一項可供參考未來是否具備潛在生態廊道之資訊來源，路死產生原因相當複雜，本研究計畫成果僅針對所觀察之路死現象進行討論，並未認為造林會促進路死事件產生。P.73 (一)委員意見謹記在心，執行團隊未來會將更加謹慎面對並完成相關報告修正。P.162、P.171、P.180

意見，以及前 2 次報告書各委員所提之諸多審查意見，於本次期中報告書中有多處未完成修正，疏漏仍多，例 P.180 頁許副處長碧珠,應請更正為許副處長碧如。	(二)遵照委員意見，增加相關內容與文獻討論。
(二)報告書的專業度、可信度與呈現的精準度，請執行團隊再為加強。	(三)目前已根據合約內容統一名詞為指標物種，未更改名詞，錯置文字造成誤會部分已修改完畢。
(三)若更改重要名詞須說明更改之原因，如指標物種何以改為重要物種，應有足夠支撐之理由，來向各委員說明。	(四)謝謝委員指教，目標於今年完成報告修正，未來才會有利於屏東林區管理處對公眾推廣。
(四)本計畫即將進入第 3 年,若前 2 年的報告內容不扎實，未來難以轉化對公眾推廣。另針對教案的設計者是否具有相關教育教學專業,教學對象為何?教案課程長度，上課之地點及教具等，是否具教學意涵、實用性，並與相關課綱連結，能否吸引各單位、學校等採用，達到教案推廣之成效，應請計畫確實規劃。	教案對象為九年級生，教案課程皆有針對國民中小學課程綱要進行設計，結合環境教育人員課程所需之環境教育知識做為背景進行規劃。未來會再與屏東林區管理處之承辦多加討論相關教案內容須要如何調整。
作業課同仁 (一)P.4 頁文中指出透過栽植原生闊葉樹種，並掌握這些區域以確保銀合歡再次入侵，造成對原生生態系的干擾.....，請再確認敘述是否有誤。	(一)遵照委員意見修正，將語意錯置文字加以修正。P.4 (二)編碼皆為遵照國民中小學課程綱要所對應，文字重覆有誤已修正完成。P.81 (三)表 23 頁碼 P.102、P.103 已遵

(二)P.81 表 22 銀合歡防治教育課程教案設計，內容部分文字重覆及 P.72 頁 3-1-4-2 編碼不明及敘述是否有誤，請再檢視。 (三)P.102、P103 頁碼錯誤，請更正。 (四)P.129 頁白雞油、山素英仍為標示為特有種與 P.131 頁說明非特有種不同，請更正。 恆春工作站同仁 (一)P.34 頁生態廊道中的造林地是否為林管處造林地?因苗木數量不合理。 (二)教案中是否能加入野生動物及地被植物的介紹?	照委員意見修正。 (四)白雞油、山素英皆為特有種，說明欄也為特有種 E，見頁碼 P.129、P.131。 (一)為撰寫報告內容時所錯植樣區資料，已修正。 (二)遵照工作站同仁意見加入未來銀合歡教育訓練之項目中。

附件十八 第三次期中報告第二次審查委員意見(已於 2020/6/10 回覆)

梁委員世雄	
(一)部分位於銀合歡林地的 OI 值高於一般造林地，這個狀況需要再報告裡面多加敘述為何如此?推測可能原因是什麼? (表 13 表 17 對照)相機 T3、T6、T7、T11、T13，尤其 T13 部分物種為何出現率較其他造林地高?紙本需要敘述原因。	(一)因為部分造林地屬於較為新植之造林地，因此林相呈現較為開闊之情形，也導致紅外線自動照相機拍攝之數量較少，而導致 OI 值低於銀合歡林地。 T3、T6、T7、T11、T13 部分銀合歡林地林相鬱閉，提供動物穿越行經之區域，推測原因為動物通常移動於較為幽閉的空間。T1、T5 屬於較為開闊之造林地，拍攝動物照片少於銀合歡林相。P.68
(二)選擇監測指標物種 1.選擇鳳頭蒼鷹、大冠鷲等猛禽、有築巢還是以什麼基準選擇?	(二) 1.選擇鳳頭蒼鷹、大冠鷲的原因在於本團隊於造林地內之紅外線自動照相機有拍攝此二猛禽之動物照片，也未曾於銀合歡林地內有監測到猛禽的結果，因此本團隊認定這兩種猛禽確實較喜愛透過人工造林地環境。P.82、P.84-P.85
2.紅尾伯勞為保育類有其當時之時空背景作為保育類之基準，是否作為合適的指標物種?	2.單純以監測結果呈現，紅尾伯勞確實有出現在造林地內，而並未在銀合歡林地內有相關監測成果，因此列入指標物種。P.88
3.是否可以選擇適合銀合歡造林地的物種，因移除了銀合歡而導致數量減少? 例如我當初在二仁溪的研究，透過由惡轉善的反指	3.本次指標物種名單內有臺灣刺鼠，屬於銀合歡林地內常見之監測物種，因此列入銀合歡林地指標物種為反指標物種。P.82、P.92

標物種選擇? 李委員訓煌	
(一)白雞油、山素英兩種並非特有種，期末報告於第一次回覆意見中的為外來種進行修改。	(一)已修改第二次期中報告之會議紀錄，見附件十五
(二)指標物種多為外來種,而且為一年生草本，作為指標物種是否不適當?是否可多加選擇原生種或特有種作為指標物種較為合理? 毛馬齒莧、金午時花等部分指標物種並未列入植物名錄、鳳頭蒼鷹未列於動物名錄。	(二)本次期末報告僅針對動物進行指標物種選取，植物指標物種名單於上次列出時，許多物種不適用為指標物種，因此本次結果移除植物指標物種。若需新增植物部分可針對調查之特有種如恆春厚殼樹、柳葉鱗球花、臺灣鐵線蓮等物種進行編列。P.82
(三)附件一、附件二、附件三的中文名未統一,EX. 月橘 <-> 七里香；長穗木、雙花草之中文名稱不一致；白樹仔的學名若根據 flora 並未正確。	(三)遵照委員意見，統一使用月橘而非七里香作為中文名，長穗木、牙買加長穗木已分開記錄、毛梗雙花草與雙花草已分開記錄，各自有不同中、英文學名。P.120-P.133、P.143、P.145、P.146
(四) P.73 表 20，動物物種未見於動物名錄，鳥類黃鸝已經從保育類變成珍貴稀有保育類。	(四)遵照委員意見新增至動物名錄，並更改黃鸝之保育等級。P.152
(五) P.80 指標物種的標準作業流程，應該是監測指標物種 SOP，並非選取指標物種 SOP	(五)已新增 10 種指標物種之監測標準作業流程。P.82-P.92
張委員志強	
(一) 廊道樣區應使用點的方式進行呈現，再將廊道透過線狀方式	(一)於期末審查報告簡報中呈現面狀生態廊道區域。

連結，再畫出一個面狀的廊道區域。	
(二) P.179 答覆頁碼跟前面無法對應	(二)P.179 答覆頁面，針對前期計畫敘述於 P.4-P.9。潮州、滿州搓別字已全篇修正 P.2、P.12-P.13、P.79、P.105。植物調查方法已移除，僅保留樣區設置與監測方式 P.23。已目前監測結果顯示，鬱閉人工造林地與銀合歡林地都有動物穿越之情形。
(三)銀合歡移除復育造林根據目前造林撫育方式為需要六年以後才能自然演替，是否能夠縮短?現有監測資料是否能呈現造林撫育的時間能否縮短之建議。希望能於期末呈現。	(三)根據目前僅三年之監測資料，評估造林撫育之期程能否縮短，根據目前所有樣區監測結果，人工造林地超過十年之區域銀合歡小苗確實已相當罕見，而五年內新造林之小苗樣區依舊有發現銀合歡小苗出現於樣區內，若需要評估確切縮短年限需要更長期監測之結果，以目前結果而言五年內還是需要人工撫育協助。
陳委員紀伶	
(一)淺山連結到海邊的成果	(一)本研究設定之社皆坑廊道(廊道 A)與南灣廊道(廊道 C)，靠近海岸之造林地確實有出現較高之生物多樣性之趨勢。植物監測結果於 P.53、P.54。動物監測結果於 P.61。
(二)P.61 爬蟲類調查資料不足	(二)經檢查屬於誤植內容，已從期末報告中移除。
(三)林管處執行皆有 40-80 公頃	(三)該次結果分析年度為 2017

的銀合歡移除復育造林，合併其餘公私有林地應該會大於每年38 ha，是否應說明相關監測基準為何? 面積是否正確? 或是有其餘地區有增加範圍之疑慮?	年，因此部分區域於當時可能尚未進行移除，因此造成明顯低估之情形，透過 2020 年之衛星影像分析結果之最新結果，平均每年約 70 ha 移除，至於增加範圍之疑慮則需要更長時間、更為完整的現地踏勘進行檢核，方能確認前後期銀合歡分布是否有增加之疑慮，於詳細情況未明情況下先將結果移除。
(四) P.92 白鼻心攜帶幼體的照片希望能於報告內附上。	(四)於指標物種之監測標準作業流程結果，流程圖中照片有附上成群結隊白鼻心 P.69、P.89。
(五)指標物種鳳頭蒼鷹並未出現相關調查資料。	(五)穿越線調查資料中有記錄鳳頭蒼鷹之監測結果，紅外線自動照相機也有拍攝照片 P.85、P.138、
(六)四條廊道的覆蓋厚度之影響有沒有相關敘述與建議。	(六)由於覆蓋厚度屬於前期監測之試驗設計，結果並未產生阻隔情形，部分哺乳類物種如梅花鹿仍有穿越銀合歡林地之趨勢，單以出現次數結果而言無明顯差異 P.68。
程委員建中 (一)P.51-P.52 藉由航空影像分析出推估生物量，可否比較作業區域銀合歡移除前後之生物量差異。	(一)已針對委員意見新增生物量差異成果比較於表 7、表 12。P.43、P.59

(二) P.62 表 17 九臺相機 OI 值大部分未達成 1000 小時，建議延長工作時數 (三) P.51-P.52 表 12 與 P.64 表 18 有銀合歡移除前後各年度之比較差異，並由統計其差異	(二)已遵照委員意見延長所有紅外線自動照相機之工作時樹至 1,000 小時以上，結果於表 16。P.68 (三)表 12 為本期計畫所設置之樣區監測結果，而表 18 計算之地景指數乃針對林管處排定之銀合歡伐除區域，並未與本次監測樣區重疊，屬於兩筆不同資料。
翁委員儷芯 行政單位辦理本委託計畫，是要透過學術單位的專業來進行科學研究及效益評估，計畫執行發展出來的監測方法及選擇指標物種等內容，要能夠在未來業務執行具有可行性。各委員本次審查會議所提，及前幾次之審查意見，如調查、監測等方法，如何選擇指標物種等等，請在期末報告如圖面章節等內容中加強論述，俾於報告及簡報時更完整且清楚具體呈現，以符計畫委託之目的及初衷。	遵照委員意見，加強各種圖面章節加強論述，針對無法單純以 OI 值與多樣性指標比較銀合歡林地與造林地之差異，本研究參考美國農業部於 2013 出版動物監測手冊之方法，針對動物行為進行棲地質化評估，期盼能透過不同角度敘述棲地改變之重要性與其有效性，結合地景指標內容加以佐證，銀合歡移除復育造林確實達到棲地復育且吸引動物進入，進而達成生態廊道串連之效益。P.1-P.93
作業課同仁 (一) P.37-P.45 各業區敘述與樣區資料有出入。 (二) P.80 雞屎藤與大花咸豐草皆出現，選擇為指標物種之理由與	(一)已重新檢視內容，並修正誤植處。P.43-P.52 (二)本次指標物種僅以動物結果呈現，若需新增植物部分將會以特有種或原生種物種作為對象

相關資料分析佐證。 (三) P.80 第一段第三行差異性說明清楚。 (四) 補齊四期草本調查資料，並詳述日期以利比較各季節之差異	加已列舉。P.82-P.92 (三)此差異性來自於不同銀合歡覆蓋程度，但於結果中已說明不同覆蓋程度之差異並不明顯，因此差異性乃為銀合歡林地與造林地之物種差異性。P.80 (四)遵照委員意見補齊其他季節調查之草本監測資料，並加上日期以利比較不同監測樣區之差異。附件二

附件十九 期末報告第一次審查會委員意見(第二次期末修正報告回覆)

梁委員世雄 (一) P.102、P.103 有關大冠鷲、鳳頭蒼鷹選為指標物種，雖有照片輔證，但平時此二鳥類多於空中被記錄，實際操作時可能有困難。	(一)選擇鳳頭蒼鷹、大冠鷲的原因，在於本團隊於造林地內之紅外線自動照相機有拍攝此二猛禽之動物照片，也未曾於銀合歡林地內有監測到猛禽的結果，且紅外線自動照相機為輔助資料，結合空中記錄兩種方法將得以操作，因此本團隊認定這兩種猛禽確實較喜愛透過人工造林地環境。P97-P.103
(二) P.106 紅尾伯勞當初列入保育類原因來自於其時空背景與當時政治因素導致，尤其該物種也有季節的限制，許多生物調查中於都會去與人口密集區域都可以觀察到此物種，作為指標物種仍須考量。	(二)單純以監測結果呈現，紅尾伯勞確實有出現在造林地內，而並未在銀合歡林地內有相關監測成果，因此列入指標物種。若有季節疑慮，其餘指標物種可彌補其資料缺口。P.106
(三) P.98 表 31 中列出的指標物種的生物特徵以後，能否建立關於指標物種生物特徵與森林特徵的關聯性，但本案為林務單位委託，建議加入林務相關及反映森林特徵之代表，如森林結構、覆蓋度、森林生物多樣性等，以利未來林務單位操作評估及解決問題。	(三)遵從委員意見，加入林務相關及反映森林特徵之代表，如森林結構、覆蓋度、森林生物多樣性等，表 32 針對各指標物種對於不同森林特徵之反應有加以說明。P.100

(四)是否可能以指標物種為基底，建立評估森林結構之指標，如出 現(1)、不出現(0)等，以利提供行政單位快速封於森林現況及復育狀況之評估。	(四)P.97 本研究計畫選定之指標物種為本計畫監測期程中之較佳選擇，因此短期內可參考本計畫之研究結果，但若管理單位持續移除銀合歡並復育造林，經監測發現物種有所不同，則應予以更換，建議使用滾動式管理進行指標物種之選定，以符合未來趨勢。
(五)已列移除優先順序之地區，有可能評估移除後銀合歡之再生可能?	(五)目前針對已移除銀合歡並復育造林之林地現地踏勘結果，於屏東林管處與各工作站不遺餘力之撫育作業，目前尚未有銀合歡移除後又再次入侵之情形。
程委員建中 (一)針對本報告之結果與討論，予以建議有進一步的統計測驗： 1. P.76-P.78 表 9、P. 54-表 10 植物木本、草本生物多樣性評估表，建議應用 paired test 或 χ^2 test 測驗各項指數的差異顯著性。 2. P. 59-表 12 不同林分之生物量、碳蓄積量和碳吸存量在不同樣區與年度間之比較？	(一)遵照委員意見，新增相關統計結果如下： 1.P.76-P.78 表 18、表 19、表 20、表 21 針對木本、草本植物進行成對樣本 t 檢定，詳見內頁 P.76-P.78。 2.P.49、P.50 針對不同林分之碳蓄積量、碳吸存量，以單因子變異數分析進行討論，並使用 Scheffe 事後檢定討論顯著差異之原因。詳見內頁 P.49-P.50。
3. P. 84 表 24、P91-表 26 各廊道、各類群監測種類在銀合歡林地與	3.針對各類動物監測資料，以無母數統計，以 Kruskal Wallis 檢定統計量表 Wilcoxon 符號檢定

造林地之比較？	分別進行統計，詳見內頁 P.84-P.85、P.91-P.92
4.P. 94 表 29 哺乳動物與各自動照相機之 or 值，是否有可靠的統計方法比較呈現族群量或密度？	4.P.94 表 29 使用單因子變異數分析比較 4 個廊道間 OI 值是否存在顯著差異，詳見內頁 P.93-P.94
5. P. 53-P.59 表 11、表 120、表 13、表 14 這些地景指標結果數值如何比較，並呈現其差異性？	5.根據不同研究目的，利用成對樣本 t 檢定比較各項指標於移除銀合歡復育造林前後之差異，詳見內頁 P..53-P.59
(二) 環境教育課程教案設計部分 1.課程時程六小時，過於長久。建議可將部分操作內容，在課前準備功課及家庭作業中完成操作。	(二) 1.團隊目前執行多數教育訓練皆以六個小時為基準，透過豐富課程搭配簡易實際操作，學員皆能有所收穫，正如本研究團隊執行之教育訓練，學員普遍能吸收新知。問卷結果見 P.122
2.器材、設備、包括無人機及紅外線自動相機，建議可利用電影及模擬操作方式擴大教學效果。	2.器材部分本研究室能提供多台無人機供操作使用，本團隊多數人也已取得無人機操作證照，可於安全無虞之情況下給與操作指示。
3.復育苗木栽植，在現場操作的難度較大，可能必須事先有妥善的安排及相關單位參與。	3.可配合國立屏東科技大學森林系每年固定之贈苗活動，透過本校森林系提供之苗木進行植樹活動之操作。
李委員訓煌： 已是期末報告審查，謹提出以下建議意見供為可能再修正之參考：	(一)遵照委員意見修正，將各次期中報告審查會議委員意見列

(一)目錄中之附件,請加以敘出其明細。歷次審查意見及回應辦理情形(如附件十三～十六),缺第三次期中報告第二次審查意見之相關內容。又歷次審查結論部分亦未列入，建議補列。	於附件十四至附件十八，歷次審查結論部分，列於各次審查會議意見回覆處，並附上會議時間提供參考。
(二)目前目錄僅有結論,報告本文敘有結論(見 P. 128)、建議(見 P. 129)(惟建議與結論第一、第二點完全相同)，建議修正。	(二)遵照委員意見修正，已新增陸、建議於 P.129，已將重複文字刪除並重新撰寫建議。P.128-P.129。
(三)歷次審查意見回應辦理情形中如下之處，請再加修正： 1. P. 201 所敘之『臺灣誌』，請修正為『台灣植物誌』 2.P. 203 敘為：『白雞油與山素英修改為特有種 P. 129』，似乎有誤？ 3.枯里珍與白樹仔(特有種)學名未補正。	(三)遵照委員意見修改如下： 1.已將細部計畫書回覆意見內容修正為臺灣植物誌。P. 201 2.白雞油與山素英皆非特有種，已更改為原生種。P.166 3.枯里珍已補上學名全名、白樹仔特有種已修改於 P.174
(四)仍有誤(錯)植或漏值之處，請再逐一查核後修正之： 1.表 24 及表 26 所列兩棲類之紀錄均為 7 種，惟 P. 90 敘 為『夜間的沿線監測記錄有 8 種』。 2.圖 35(見 P. 101)之圖說,宜改敘為：指標物種選定之標 準作業流程圖。 3.P.101-P.110 仍有使用調查之用詞，並非妥適。	(四)遵照委員意見修正如下： 1.表 24、表 26 記錄總數皆為 7 種，『夜間的沿線監測記錄有 8 種』實屬誤植，已修正為 7 種。P.90 2.圖 35，已改敘為指標物種選定之標 準作業流程圖。P.101 3.已修改為監測。P.101-P.111

4.附件六紅外線自動照相機監測物種名錄是否漏列鳳頭蒼鷹(見 P. 85 所敘)、眼鏡蛇(見 P. 62 所敘)?	4.已於附件六補上鳳頭蒼鷹與眼鏡蛇 P.162
5.承上，如是附件九動物名錄中之爬蟲類名錄，是否應加以補列？又鳥類名錄亦得補列小白鷺?	5.眼鏡蛇已補列於附件九 P.171，小白鷺已補列於附件九中 P.172
6.報告內所敘之野生動物中文名有關竹雞與臺灣竹雞、刺鼠與臺灣刺鼠、畫眉與臺灣畫眉等，宜使其一致。	6.已將竹雞統一為臺灣竹雞、畫眉統一為臺灣畫眉 P.90、P.159、P.162、統一刺屬為臺灣刺鼠 P.99、P.100、P.110
7.鳥類名錄中有珍貴稀有保育類野生動物 7 種，其他應予保育類 1 種，特有種為 13 種，而於 P. 65 敘為共紀錄有 16 種特有種、保育類野生動物 4 種，並不一致。	7.已修正為臺灣特有種 13 種、珍貴稀有保育類野生動物 7 種、其他應予保育類動物 2 種。P.89
8.附件八植物名錄仍漏列黃連木(見 P. 125)、蠅翼草(見 P. 126)、黃花牽牛花(見 P. 127)、牧地狼尾草、濱刀豆、賽芻豆(均見於 P. 129)及薩爾瓦多銀合歡(見 P. 136)，則查明後加以補列。	8. 薩爾瓦多印合歡係為銀合歡之其中一品系，按照 Flora of Taiwan 僅列至種名，並未列出特殊品係學名，黃花牽牛花亦然。其餘物種皆補列入名錄中。
(五)生態資源手冊部分，於會議當場才提出，無從具體表示意見。	(五)本次期末報告修正版將一同送出。
四、陳委員紀伶：	(一) 計畫目標(一)空拍影像資料於 P.30；計畫目標(二)呈現於 P.51-P.52；計畫目標(六)敘述於 P.121-P.122、計畫目標(七)生態資
(一)P. 11 本計畫目標(一)、(二)、(六)、(七)於期末報告內未 見說明，既是本案目標應有呈現才符	

合規定。	源手冊將與期末報告一同繳交至屏東林區管理處。
(二)P. 29、P.30 屬於材料與方法章節，除以表 4 說明外應將生態廊道分佈圖呈現， 讓閱讀者了解相對位置。	(二)P.30 呈現各潛在生態廊道為至與其空拍影像。
(三)P. 43 維管束植物 49 種與 P. 1 撰寫 50 種不符，請查明修正。另 P. 66 撰寫植物名錄將隨計畫執行監測完成情形新增物種，本次已為期末報告，內容相關用詞請務必確認。生態廊道 B 穿越 300 m 之銀合歡與闊葉樹混合林與表 7 備註不符，請再確認。	(三)已修正為 27 科 53 屬 56 種，針對 P.66 修改為”相關監測結果之植物名錄，已條列於附件中以供參考”，生態廊道 B 穿越線之樣區敘述修正為”穿越線監測穿越 300 m 之其一為銀合歡純林樣區，另一則為銀合歡混生及少數闊葉樹之林地”。
(四)P. 67-P.75 表 17 各樣區概述呈現應與 P. 69- 75 有一致性。例如表 8 樣區 4 內樹種有海檬果，但 P. 70 內文卻沒有；表 8 樣區 5 樹種 7 種 P. 71 內文僅 l 種，請再檢視一致性。	(四)樣區 4 之樹種海檬果確認為誤植已修改，樣區 5 內文敘述確認為誤植，以表 17 為基準已修改內文。P.69-P.75
(五)P. 82 銀合歡林地形成年度以 2004 年為基準，惟表 12 有 2001-2002，請補充說明。	(五)表 23 有部分樣區為舊有樣區，為其他研究所使用，碳吸存量之監測需要多時期較容易比較，因此納入討論之樣區。
(六)P. 106 優先順序排列缺少 3 請修正，另段號請加上地段名稱，俾相關單位查詢。另 2016 年銀合歡面積 4924.44 ha，至今下降至 4495.42 ha，減少 430 ha 與總執行面積約 490 ha 有落差，是否	(六)排列順序已重新編號。P.125 段號已補上地段名稱以利相關單位查詢。執行總面積為 490 ha，然而落差來自於部分私有林地之銀合歡有些微擴張情形，加上兩期衛星影像部分地區受氣候干擾為取得最佳影像所導致

能由新舊影像比對了解擴張位置供本處後續再執行時，可思考相對因應策略。 (七)P. 53-P.56 內文表 17 應為表 18， 請修正。	落差。 (七)以因應新版期末報告結構調整順序，詳細內文於 P.53-P.56
五、張委員智強： (一)P. 12 左下方計畫研究區域範圍圈框列範圍與另兩個圖示不同，像是墾丁國家公園區域範圍圖，請確認修正。	(一)計畫區域圖已修改。P.12
(二)P. 91 有關動物資源監測顯示各生態廊道之間物種數量結果無明顯差異，是否因造林尚未成林或進行新植及人工撫育干擾等?是否加以分析造成影響，請再敘明。	(二)未造成顯著差異推測原因為鳥類移動性佳，且哺乳類動物喜好穿越有遮蔽之銀合歡林地，導致銀合歡阻隔效果並不顯著，針對委員敘述之人工撫育干擾議題，本研究團隊認為影響不至於讓動物不敢靠近，人工撫育作業屬於人工造林必要手段，每次執行僅以數日工作天，動物並未因執行撫育作業而避開該區域，待撫育工作結束動物依舊會進入。P.91
(三)P. 105 有關 2016 年銀合歡總分布面積 4924.44 ha，伐除後面積縮減了 488.58 ha，因統計資料未清楚顯示是否有扣除其他機關之租地，P. 106 表 24 各機關管轄範圍內銀合歡移除優先順序之 22 個地段號合計 766. 5 ha ，是否有包含放租地？之前貴校提供	(三)研究團隊因無法取得各公家機關之租地範圍圖層資料，因此無法扣除其他機關之租地造林範圍，單純已分類影像與其他地理環境因子作為參考基準，表 37 因無相關圖層資料而無法確認是否可以扣除租地造林之範圍，調閱前期計畫成果原銀合歡入侵範圍為 5,535 ha，扣除屏東

本處 106 年統計銀合歡為害之面積為 5491.13 ha，但 P.105 顯示為 4924.44 ha 這之間有很大之落差，請再確認，因本處報局之計畫面積為 5491.13 ha，請再確認面積及說明，俾本處報局更正計畫面積。	林區管理處之造林地範圍而得 5491 ha，然而其餘公家單位之租地造林範圍未明，目前屏東林區管理處執行約 490 ha，全數為公家單位所管轄，而部分私有林地之銀合歡有些許擴張之趨勢，導致實際執行面積有落差。
(四)P125 表 37 各機關管轄範圍內銀合歡移除優先順序，建議圖 示時應以不同色塊標示不同機關管轄之土地，另外銀合歡移除優先順序除了疏密度外，應將坡度納入考量，坡度較高的暫不考慮移除，利用 GIS 將坡度在低於 30 度之區塊予以篩選出來。	(四)表 37 各管轄範圍已重新利用不同色塊輸出圖片於圖 53。P.125、P.126，本次優先伐除區域未有坡度超過 30 度之區域，皆可方便執行銀合歡移除復育造林作業。
(五)有關監測報告地被草本種類，對銀合歡抑制發芽之情形，是否於樣區分析說明。	(五)目前游木本多樣性指標與草本多樣性指標皆可發現，造林地樣區之草本多樣性皆為均勻分布，且達顯著狀態，表示銀合歡再次入侵機率低。P.76
(六)生態資源手冊於本日送處，蕪法及時審查。	(六)本次資源手冊修正版本將與期末報告一同繳交至屏東林區管理處。
六、作業課： (一)第 53、54 頁：表 9、 10 的備註，建議參照表 7。 (二)P57 最後 l 段，造林撫育作業，按照目前作法屬於針葉樹人	(一)表 18 至表 20 主要針對多樣性指標說明，因此備註 (二)已刪除有文意不清楚之段落。

工林之處理方式?本段是本處銀合歡移除撫育方式嗎?能否再加以說明。 (三)第 57 頁第 1 段第 3 行，再行造林時由於「林相改更」，是否為「林相更改」之誤植。 (四)第 67 頁：最後一行表 16 是否為表 15 之誤植。 (五)部分錯別字請再校稿確認。	(三)表 12 為本期計畫所設置之樣區監測結果，而表 18 計算之地景指數乃針對林管處排定之銀合歡伐除區域，並未與本次監測樣區重疊，屬於兩筆不同資料。 (四)遵照委員意見已重新校稿確認。 (五)遵照委員意見修改。
七、恆春工作站： (一)P. 3 的恆春氣象資料建議可以不用呈現。 (二)P. 6 在銀合歡移除的必要性部分，內容中提及銀合歡於移除後造成土地裸露，但因銀合歡移除不一定都以全面移除方式，故建議改以針對銀合歡具有強萌蘖性且有大量種子，於移除後仍可能導致銀合歡繼續生長成純林，故須進行復育造林工作，並建議增加移除必要性的陳述。 (三)P. 7 整地介紹部分建議要增加什麼時候以什麼方式進行整地，例如： 全面整地-適於銀合歡純林時施	(一)氣象資料為生態資源手冊之必備諮詢，移除將失去其用意。故予以保留。 (二)遵照委員意見，修改完成之內容已製作成新版生態資源手冊。生態資源手冊 P.6 (三)遵照委員意見，修改完成之內容已製作成新版生態資源手冊。生態資源手冊 P.7

行的方式；複層造林適於林地內部份受銀合歡入侵，但仍有原生樹種存在實施行的方式。 (四)P. 8 樹種規劃的部份建議多增加銀合歡復育造林的樹種介紹，如：相思樹是陽性樹種且為恆春半島原生樹種，可迅速生長以此與銀合歡競爭陽光；台灣樹蘭是耐陰樹種，可增加林相多樣性 (五)P. 9 移除銀合歡效益部分，建議提及銀合歡移除後對地被植物多樣性增加的效益，並於手冊中介紹一些地被植物。 (六)P. 10 海色變化部分建議拿掉，或改增加銀合歡移除時之困難的項目，並放在民眾對銀合歡移除時當有的迷思。	(四)遵照委員意見，修改完成之內容已製作成新版生態資源手冊。生態資源手冊 P.8 (五)遵照委員意見，新增樹種之敘述及其生理特性，符合各種造林方法之生態意義，修改完成之內容已製作成新版生態資源手冊。生態資源手冊 P.9 (六)P.10 海色變化為民眾之疑慮，為證明陰陽海為極端降雨造成，並非銀合歡移除所導致，已利用更改章節的方式留存。

程委員建中	
(一)表 31 指標物種的豐富度與相關性需要補敘及分析呈現。	(一)透過計算本團隊監測之平均動物豐量進行評估，以及部分哺乳類動物之動物行為照片作為輔助，已針對指標物種內容以及其相關性加強敘述，如 P.98-P.104 中表 31 內容所示。
(二)大冠鷲與鳳頭蒼鷹屬於食物鏈頂端消費者，隨食物而改變出現區域，遷移活動能力強，其豐富度也會受影響，繁殖密度較高，其生產量高，紅尾伯勞乃唯一遷移性物種，需要獨立討論，其豐富度受影響因子眾多，於遷移過程中、繁殖地環境都與本地環境無直接相關，因此其重要性與加權整體性與其他物種不同。	(二)本研究團隊針對猛禽類之監測方法，結合紅外線自動照相機進行造林地內拍照判釋，雖猛禽類移動範圍大，但終究需要休憩空間，也從拍攝照片證實，造林地內能穩定地出現猛禽類物種。原監測指標物種紅尾伯勞由於其遷移特性如委員所說，造成其進出恆春半島之因素太多，無法聚焦於是否為人工移除銀合歡並復育造林之影響，因此於成果報告將紅尾伯勞代換成其他更具代表性之指標物種，最新指標物種分析及其相關成果已於 P.97「六、指標物種選定」呈現，個指標物種之相關豐量、動物行為敘述及指標物種於各林相之生態意義亦整理於 P.98-P.104 之表 31 以及 P.105 之表 32 中。
(三)兩棲類黑眶蟾蜍、澤蛙雖然其適應性強，相較其他指標物種鳥類，這兩種蛙類對於環境條件要求更高，因此敏感度會更高，需	(三)計畫團隊參照委員意見，再行評估後，已更新指標物種名單，將紅尾伯勞與黑眶蟾蜍，以食蟹獴與梅花鹿代替，透過監測

要更多討論。	數量與其動物行為差異做為指標物種之佐證資料，相關分析成果呈現如 P.97 章節「六、指標物種選定」。針對澤蛙部分也已加強內文敘述，如 P.103 表 31 中澤蛙之監測成果，以及 P.105 表 32 中澤蛙之生物行為及棲地份部特性。
(四)針對生態廊道監測指標物種，建議在兩種生物群系(Biomes)，非生態系予以釐清。對於在地種、遷移物種、肉食物種、雜食性物種，建議在文字上予以明確論述。P.42 的文字論述及 P.98 表 31。	(四)本計畫指標物種選定已針對不同生物群系已有區隔，分別為人工林生物群系與銀合歡林生物群系如 P.98-P.103 之表 31 之呈現。另新增在地種、肉食物種、雜食性物種之說明於 P.105 表 32 之表格內容。
(五)在本案之環教教案規劃設計，依目前之草案，僅適合供特定執行機構操作。是否合乎原計畫要求或有適當的修正。	(五)針對不合適之內容已做出調整，包含 UAV 之相關內容需要相關證照，因此以其它遙測技術如公開遙測資源—衛星影像之應用作為代替，如章節「七、環境教育教案與教育訓練課程」中，表 33 銀合歡防治環境教育教案初稿所示，相關課程內容於 P.122-P.124 中，教學活動第二節「洞察先機」銀合歡監測技術介紹中，另於附件十一、環境教育教案簡報亦同步修正。
(六)捌、重要工作時程 二.工作時程及重要查核點表 31 P.102-P.103 為誤編，應為 P.89-P.140，請更	(六)針對委員意見修正，更正表 39 頁碼於本次修正報告中為 P.146-P.147。

正。 (七)生態資源手冊提及指標物種只呈現 8 種，請補充。報告書 P.243，Line 2，or　OI (八)如果可能,讓林管處承辦單位同仁跟團隊進行工作會議，針對教案或生態資源手冊內容確定下來，包含章節內容等，希望審查前能有一定共識。 (九)針對生態廊道監測指標上能多加著墨，能與計畫本質能有更良好的關聯性，例如臺灣大學林曜松教授針對生態廊道監測方面有其見解，建議納入本計畫中針對生態廊道其意義與使用加強內容。 (十)在 P.98 表 31 跟 P.42 這裡的論	(七)生態資源手冊將匯集所有委員意見進行修改，補齊 10 種指標物種照片，見生態資源手冊 P.18-P.19 (八)由於計畫期程因素，辦理工作會議恐怕緩不濟急。因此教案內容與生態資源手冊已遵照翁副處長指示調整生態資源手冊內容，使教案內容與生態資源手冊內容能互相勾稽。也已遵照翁副處長意見移除教案內無法落實操作之 UAV 項目，轉由其他遙測技術替代，詳如章節「七、環境教育教案與教育訓練課程」中，表 33 銀合歡防治環境教育教案初稿所示，相關課程內容於 P.122-P.124 中，教學活動第二節「洞察先機」銀合歡監測技術介紹，以及附件十一、環境教育教案簡報所示。 (九)參照委員意見納入臺灣大學林曜松教授針對生態廊道監測之見解 P.10(參考文獻為黃光瀛等 2008 年於林業研究季刊發表之研究報告),此外計畫團隊加強回顧相關國外文獻，針對生態廊道監測指標(詳如 P.10 第二段及第三段)進行整理。 (十)針對委員意見修改，於 P.98-P.103 中表 31 之內容將人工林生態系修改為人工林生物群

述，跟它的作業流程，其實是有一些相關性的，一個是結果，一個是前面，這尤其在 P.98 表 31 的地方生態棲息環境，這邊你用人工林生態系和銀合歡生態系，我想這兩個名詞可能是你誤用，因為這個地方講到的不是生態系，不是一個 Ecosystem(生態系統)，Ecosystem 講的是能量的流動，物質的循環，這裡講的不是，這裡講的只是一個棲息地，可以用到 Biome(生物群系)，而不是生態系。P.98	系，將銀合歡林生態系修改為銀合歡林生物群系。另於 P.106 製作指標物種選定之標準作業流程圖 46 說明本計畫對於指標物種定之作業流程，然各物種之監測選定仍有些微差異，故於 P.106-P.115 針對各指標物種進行監測作業流程之細部討論。
李委員訓煌 (一)期末報告部分 1.P.134-P.135 結論與建議依舊有雷同之處，建議結論針對委辦工作項目進行條列式說明，建議部分針對研究計畫後續延伸或其餘可繼續努力之議題進行撰寫，避免兩者內容雷同	(一)期末報告 1.參照委員意見於 P.135 結論部分以按照委辦工作項目修改為主要六大項目，包含(1)無人機偵測銀合歡分布、(2)生態廊道串連淺山至海岸功能之可能性、(3)動植物監測之結論、(4)地景生態學角度切入潛在生態廊道之可行性以及碎形維度對於伐採順序有其貢獻度、(5)10 種更新後之指標物種、(6)教育訓練前後測效果良好等六大重點。 而計畫團隊執行計畫後給予之建議則為後續能延伸研究或應用層面之議題共三大點，分別為碎形維度之延伸應用、動物行為監測之必要性，以及路死資料可做為輔助資料進行反向推測潛

	在生態廊道等，詳如 P.136 章節「陸、建議」內容所示。
2. P.1「計畫摘要」與 P.66 所敘維管束植物共 56 種，其中外來種 9 種、特有種 2 種，與附件八植物名錄並不一致。	2.已針對 P.1 摘要、內文 P.66 修正為維管束植物外來種 17 種、特有種 2 種。
3. P.91 表 26 中所敘之「稀有種」如何認定？是否即保育類物種？請加以說明。	3.已按照委員意見修正為保育類物種 P.91
4. P.106-P.115 指標物種之監測部分： (1)每 3 個月監測一次是否修正為每季一次？較為妥適。 (2)黑眶蟾蜍與台灣刺鼠之監測未敘出其監測頻度，建議補敘。	4. P.106-P.115 指標物種之監測部分： (1)已將每 3 個月監測一次修正為每 1 季 1 次 (2)監測頻度皆已修改補敘，指標物種監測流程有更換物種，黑眶蟾蜍已移除，由其他物種替代。
5. 結論與建議之(一)、(二)仍為雷同之內容，宜有所取捨。	5. 結論於 P.135 已按照委辦工作項目修改為主要六大項目，包含(1)無人機偵測銀合歡分布、(2)生態廊道串連淺山至海岸功能之可能性、(3)動植物監測之結論、(4)地景生態學角度切入潛在生態廊道之可行性以及碎形維度對於伐採順序有其貢獻度、(5)10 種更新後之指標物種、(6)教育訓練前後測效果良好等六大重點。而 P.136 中則將建議修正為後續能延伸研究或應用層面之議題共三大主軸，分別為碎形維度之延伸應用、動物行為監測之必要性，以及路死資料可做

6. 各類物種名錄方面： (1)植物名錄部分，仍漏列黃連木、蠅翼草、牽牛花、牧地狼尾草、濱刀豆、賽芻豆等；P.168 白樹仔之學名，請按 Flora of Taiwan 使用，又其為台灣特有種，請再修正。另 *Pittosporam pentandrum*(見 P.172)之中文名，請按 Flora of Taiwan 修正為七里香。 (2)哺乳類名錄部分物種之學名缺命名者，請補列或統刪之。 (3)爬蟲類名錄部分，斯文豪氏攀蜥為臺灣特有種、眼鏡蛇以非保育類。 (4)鳥類名錄中，鳳頭蒼鷹之學名缺命名者，請補列或統刪之；領角鴞及小彎嘴之學名未以斜體處理，又領角鴞為珍貴稀有保育類野生動物。 (5)部分物種有特別加註 LC 者，是世界或台灣之瀕危等級？請補充說明外，又其中有無其他瀕危	為輔助資料進行反向推測潛在生態廊道等。 6.各類物種名錄方面： (1)植物名錄部分已修正如下，12.黃連木 P.172、27.蠅翼草 P.173、17.牽牛花 P.172、10.牧地狼尾草 P.171、25.濱刀豆 P.173、29.賽芻豆 P.173；另 21.白樹仔 P.132 已修正為特有種 E；臺灣海桐按照 Flora of Taiwan 應為 47.七里香，已修正於 P.175。 (2)附件九動物名錄已補齊所有命名者，如 12.鳳頭蒼鷹 P.178、72.臺灣獼猴命名者為 Swinhoe、73.鼬獾命名者為 Swinhoe、79.臭鼩命名者為 Linnaeus，如 P.183。 (3)爬蟲類名錄部分，8.斯文豪氏攀蜥已修正為臺灣特有種 E、11.眼鏡蛇已修正為非保育類，如 P.177 所示。 (4)鳥類名錄中，21.鳳頭蒼鷹之學名缺命名者已補上如 P.178；65.領角鴞及 66.小彎嘴之學名已斜體處理如 P.180，又領角鴞以國內紅皮書名錄保育等級為 LC。 (5)部分物種有特別加註 LC 者，為國內紅皮書之無危等級。動物部分 55.黃鸝 P.180、60.烏頭翁 P.181、62.白尾八哥 P.180 皆為 VU(易危)、22.東方蜂鷹 P.178、

物種？並請查明補敘。	76.食蟹獴 P.183 為 NT(近危)；植物部分 21.白樹仔 P.173 保育等級為 VU(易危) 7.回覆意見有部分誤植，已修改至文意通順如 P.252 所示。
7.P.250 有關白樹仔(特有種)學名未補正部分之回應意見看不懂，請補充說明。	(二)生態資源手冊 1.已全面檢視圖片，針對圖片不清楚、圖說表說補其內容。見生態資源手冊 P.2-P.19。
(二)生物資源手冊部分： 1.部分圖幅過小，建議放大。圖、表缺圖說或表頭說明之處，請補敘。	2.
2.P.11 所敘之保安林資料如有更新資料，請加以補充。	3.加註學名
3.引用物種之處請加註學名，植物學名及中文名之使用宜援用 Flora of Taiwan。	4.已針對植物中文名稱進行修正，比照報告使用 Flora of Taiwan。P.12-P.13
4.承上，P.8 所建議之植栽中所敘之台灣樹蘭是否即 Flora 所敘之紅柴？台灣海桐是否即 Flora 所敘之七里香？又恆春山枇杷是否即 Flora 所敘之山枇杷？	5.已比照生態資源手冊內學名、中文名，皆與報告內容相符合，見生態資源手冊 P.8-P.12
5.手冊內所敘出動、植物學名及中文名，於期末報告內之物種名錄有出現紀錄者，務請使其一致，以避免誤導。	6.已補齊指標物種共 10 種照片。見生態資源手冊 P.18-P.19
6.監測指標物種 10 種，惟手冊僅附 6 種照片。	(一)遵照委員意見修正，圖 6、圖 7、圖 8 對應內文於 P.23；圖 10 對應內文於 P.29；圖 12 對應
陳委員紀伶 (一)報告書內文與圖、表應相對	

應，仍有許多圖未於內文相對呈現，本次已為期末，請執行團隊確實全面檢視。(如圖 6、7、8、10、12~17、19~20、22、25…等，部分表與內文不一致)	內文於 P.46；圖 13、圖 14、圖 15 對應內文於 P.47；圖 16 對應內文於 P.48；圖 17 對應內文於 P.49 圖 19 對應內文於 P.52；圖 20 對應內文於 P.56；圖 22 對應內文於 P.63；圖 25 對應內文於 P.74；P.53 表 10 為誤植應為表 11；表 13 對應內文於 P.56
(二) P.13 圖 1 右圖中，圖例提及計畫研究樣區，與 P.52 圖 19 之生態廊道樣區位置並不符合，需要補敘原因。圖 1 圖例內有臺灣省，需移除，圖例中 2017 年與其他圖例年代表示方法未統一。	(二) 已修整圖 1 右圖之圖例，移除臺灣省，計畫研究樣區為碳吸存量監測樣區，同時補上生態廊道穿越線分布圖，銀合歡入侵範圍也以與其他圖例統一如 P.13。
(三)P.30 圖 10 生態廊道 C 空拍圖呈現與其他三個不一致，原因為何？	(三)生態廊道 C 由於穿越線尾段為靠近海岸，離岸風大，且附近皆為臺 26 線道路，車流量頻繁，為飛行安全使用較為分段方式進行飛行任務，確保飛機能正常執行任務，同時能安全起降避免危險。
(四)P.45 與 P.132-P.133 銀合歡移除造林對於海洋泥沙汙染衝擊為本期監測成果？或前期計畫成果於本次再應用，倘為再應用請說明清楚，以利讀者了解原因。	(四)海色變化結果屬於前期計畫再次應用於本計畫，透過本次計畫之教案設計與生態資源手冊內容針對教案受眾進行宣導，期望能將正確之背景知識傳達給普羅大眾，讓受眾明白銀合歡移除並非海色變化之原因，乃受到極端降雨事件所導致詳細內容如 P.133-P.134。

(五)P.54 表 11 下仍有一段文字說明，請注意報告書撰寫格式。	(五)為配合表格內容將相對應內文以相同方向撰寫，方能前後對照以利閱讀，為團隊刻意安排。並非內文格式跑版，如 P.54-P.55。
(六)建議 P.86-P.88、P.95 圖 27-圖 33、圖 34 可將動物名稱說明，以利知道動物種類。	(六) 按照委員意見於 P.86-P.88、P.95 圖 27-圖 33、圖 34 加上物種中文名稱，與 P.95 圖 34 中動物行為判釋內容。
(七) P.130 前次審查請段號加上地段名稱以利查詢，本次仍未修正；另簡報 76-78 呈現較報告書完整，建議修正報告內容。	(七)表 37 已將鄉鎮名稱與中文段號加註於表格內容，如 P.131。
(八)生態資源手冊： 1.P.2 恆春半島衛星影像與銀合歡入侵範圍，放 4 張並無法確實呈現，圖例現為模糊注意印刷後之清晰度，本手冊為銀合歡移除復育造林，各大標是否應每各都還需寫銀合歡。 2.P.3 銀合歡乾濕季空拍圖呈現突兀且內文亦無提及，應思考各版面放置圖片之用意並密合內文說明。 3.P.6 銀合歡移除作業方式與報告書 P.7 有異。	(八) 生態資源手冊： 1.按照委員意見修改，將入侵範圍照片減至 1 張避免重點模糊，圖例也已加強可讀性。P.2 配合環境教育教案內容標題，已修改各章節之標題，見生態資源手冊目錄 P.1 2.已調整生態資源手冊內容，以符合翁委員所要求與環境教育教案內容相連結，因此將乾濕季照片予以移除，替代為環境教育教案內容。P.2-P.19 3.銀合歡移除作業方式將按照張委員與作業課同仁內容要求修改為三種造林方式。P.10-P.11
張委員智強 (一)P.66 表 14 為表 17 之誤植	(一)已將表 14 修正為表 17，如本次修正報告 P.67 所示。

(二)P.69 表 8 為表 17 之誤植	(二)表 8 修正為續表 17，如 P.68 所示。
(三)P.117 圖 49 為圖 50；P.118 表格內容不清楚須補敘內容與教案關聯性	(三)圖 49 環境教育主題流程圖，本次報告已更動為圖 63，如 P.118 所示;表格內容標題不清楚為格式問題，已修正將表格內容標題放置同一頁以利閱讀，如 P.119 所示。
(四)P.119 表格格式有誤需統一，第二節這個洞察先機上面這個表欄應該要刪掉，請再核對確認，及 P.121 第一個是引起動機，第二個是發展活動，前面都是第三節，前面的線段也是多畫的。	(四)表格格式已統一將第一節、第二節、第三節課依序分開如 P.120-P.126 所示。
(五)P.124 最後一段 2016 年第 2 行屏東林區管理處與各工作站，這個部分應該修正為屏東林區管理處執行。	(五)已移除各工作站執行贅述，修正後為 P.130 第一段倒數第三行....自屏東林區管理處執行之伐除面積為.....。
(六)有關 P.78 第二點敘述“在作業初期地被物覆蓋度被干擾，覆蓋度呈現偏低，隨時間推移，地表物覆蓋度會逐漸回復原先狀態”，所謂的原先狀態是什麼，請再說明是銀合歡狀態或原始的林相狀態，避免造成誤解。	(六) 並非恢復為原本之銀合歡林覆蓋之地被植物。已於 P.78 最後一行將文字修正後內容為....地表物覆蓋度會逐漸恢復成為生物多樣性較佳之狀態。
(七)P.126 環境教案已有試教學，包括前測後測，及試教的時間、地點、對象要敘明清楚，本計畫教案對象應該是九年級學生。	(七)P.127-P.128 為教育訓練之前後測，並非教案試驗教學。已於 P.127 中補敘關於教育訓練之時間、地點、對象。
(八)生態資源手冊有關造林方法 P.7 整地只有兩種的方式，是不正	(八) 銀合歡移除作業方式將按照張委員與作業課同仁內容要

確的，我們不是只有全面整地，這幾年全面整地只有在海岸林，在山區有保留帶的部分，現在大部分都是有保留帶之造林方式，期初時在監測這份報告開始的時候我們是有四種造林方式，而且複層林營造的定義有誤，複層林營造不是“透過上層恆春半島原生樹種，保護下層耐陰性樹種，來營造複層林”我們的造林實務作業並非如此，營造複層林是已經前面是造林地了，然後銀合歡入侵，入侵後再來移除，這個在作業上只能用在營造複層林，不能再用新植造林，它已經是造林地了，所以不是新植造林，這個定義要確定清楚。	求修改為三種造林方式。P.10-P.11。已將資源手冊整地方式新增為三種，分別為全面整地造林、帶狀整地造林、複層林營造共三種。
(九)報告中所敘動物量在廊道間沒有顯著差異，我在第一次期末審查提及 P.253 是不是因為我們人工撫育干擾，在進行人工刈草作業，會不會有影響，但是報告書寫為“銀合歡阻隔效果不顯著什麼的..，未顯著差異的推測是鳥類移動性佳，哺乳類動物喜好穿越有遮蔽之銀合歡林地”，要請教的是造林地六年還在撫育割草，因有人為干擾，這些動物是否因為這樣不能靠近，但回覆說無明顯差異，是否可以推論人工作業的原因?也是其中的一個影響因	(九)已針對人工撫育作業議題重新回覆，回覆內容前段為推測動物於不同生態廊道之分析結果進行推測，於 P.255 意見回覆中後半段新增文字內容「.... 針對委員敘述之人工撫育干擾議題，本研究團隊認為影響不至於讓動物不敢靠近，人工撫育作業屬於人工造林必要手段，每次執行僅以數日工作天，動物並未因執行撫育作業而避開該區域，待撫育工作結束動物依舊會進入。」。

素。 (十)貴校從 90 幾年就開始接林管處的計畫到現在，本處從 90 幾年開始移除銀合歡，當初的歷史沿革，執行單位應該要了解一下及林管處剛開始跟墾丁國家管理處合作在排除的銀合歡計畫，及貴校之前監測的基礎資料及有何成果等，本處再於 104 年有一個銀合歡移除復育造林計畫，至 107 年的國土生態綠網計畫，這個銀合歡計畫是在國土綠網計畫一個很重要的成果，未來對於國土綠網計畫能擴充到什麼效果，國土綠網計畫經費挹注了這麼多，我們確實要看到成果，你們這些監測的資料是很重要的基礎資料，，所以，前面十年 91-100，然後現在是這一期 104 開始做-107 國土綠網，這個有各階段性之任務。	(十)相關歷史沿革以新增內容至 P.4-P.5「自 2008 年開始，本研究團隊受屏東林區管理處委託，針對銀合歡移除復育造林進行監測「銀合歡砍除更新造林對於銀合歡入侵抑制之影響」(計畫編號 97-06-5-03)，由伐除初期三種針對伐除作業方式，以機械式大面積的翻土整地，對於銀合歡抑制是非常有效的，可避免造林樹苗在初期與銀合歡競爭，且先驅性的物種多為一年生植物，對於苗木並無立即性影響，但大面積的機械整地對於當地的水土保持有短暫性的影響，及生物多樣性的疑慮，不過可利用防風圍籬、植生木樁等穩固土壤及減少風害、鹽害。於造林樹種的選擇上，以木麻黃(*Casuarina equisetfolia*)生長率及存活率最好，其次為相思樹(*Acacia confusa*)、黃連木(*Pistacia chinensis*)、七里香(*Pittosporum pentandrum*)等。只要透過定期的撫育，控制銀合歡與造林苗木的生長，多年之後就可抑制銀合歡的出現。.....針對銀合歡的擴散速率與情形，監測結果顯示，銀合歡面積於 25 年之間持續的擴張，銀合歡平均擴散速率為 3.55

	ha/year。因此持續性的監測銀合歡的生長動向，連續性紀錄銀合歡生長動態以及物候資料，建立銀合歡物候及生長之資料庫，進一步於已進行物理機械式更新地區進行持續觀察，即能有效持續地防治銀合歡，降低銀合歡的入侵擴散影響。」 P.5 第二段第二行「.....根據「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林」(計畫編號 104-6-5-01)計畫範圍，進行監測樣區設置。樣區類型主要依據造林年份，分為銀合歡移除復育造林 6 年以上及 6 年內新造林地；立地環境主要依據銀合歡移除復育造林區內坡度及離海岸線距離，分為海岸區及山區；銀合歡移除作業方式分為複層造林-林下栽植、複層造林-帶狀栽植及全面整地造林等 3 種造林作業方式，進行樣區設置。造林 6 年以上之造林監測樣區，林相多呈現鬱閉狀態，已不再進行撫育等相關作業；造林 6 年以下之銀合歡移除造林地，均定期進行除草、撫育及造林苗木補植。針對上述樣區進行多樣性評估，計畫結果顯示透過銀合歡移除復育造林，能提升相關碳吸存能力、增加生物多樣性等重要結果。」

(十一)P.116、 P.117 是屬於表33,無法讓人瞭解想要表達什麼。(翁委員補充提問：我想主任要問的是七、環境教育教案與教育訓練課程，那如果照剛老師講的，應該是括弧一環境教育教案、括弧二教育訓練課程,P.116 你這個教案針對的是九年級的學生，依照的是自然與科技領域裡面環境保護議題的單元去做發展，這些東西應該寫在表 33 之前,你的對象所有的這個目的，應該要在一開始就講清楚，然計畫因為這一些設定，所以發展了這一個教案初稿；然後括弧二，你的這個教育訓練是針對成人，有前測後測，你應該把它分出來，要不然大家就是看不懂你要表達什麼。	P.136 新增相關建議於陸、建議(四)針對未來國土綠網計畫給予相關移除銀合歡之實際操作步驟，結合大尺度衛星影像與小尺度 UAV 空拍影像，透過碎形維度指標與地景指標方式進行銀合歡移除復育造林，以提升相關作業效率。 (十一)針對張委員與翁委員之兩方意見進行同步回覆： 已修改章節標題為 七、環境教育與教育訓練課程 (一)環境教育教案設計 P.116 本教案針對 9 年級學生，該年級學生在『自然與科技領域』環境保護議題單元中，以對於外來種入侵等相關環境議題有基本的認識，並且對於部份外來種有一些基本的認識。因此，配合相關課材透過現場實地觀察，提供學生們親自看見銀合歡入侵後對於恆春海岸森林生態系所帶來的危害。並透過各種監測方法的介紹，以及銀合歡移除後復育的情況，以喚起學生的對環境問題的覺知。接續表 33 內容往下。P.116-P.125 (二)教育訓練課程結果分析 針對本計畫研究內容，於計畫執行期間提供教育訓練，分別針對不同主題進行教育訓練，日期包

	含 2019/09/06、2020/02/24、2020/02/25 共三次教育訓練，地點於國立屏東科技大學，對象包含一般民眾、屏東林區管理處作業課同仁、各工作站人員，以及 NGO 與 NPO 成員。..... P.127-P.128 以上述標題作區隔避免文意不清楚。
翁委員儷芯 (一)無論初審複審,針對內文許多委員都有提出疑問，部分有解答、部分沒有解答，會議開始時已有提醒團隊針對上次未能完成的部分詳細說明回覆，而口頭闡述後部分內容仍僅帶過未敘明。P.202 開始仍有許多錯字與內容表達不清楚，這也是審查會大家相同努力之目標，讓這份計畫成果能更加完整。	(一)由於部分內容有其前後順序與邏輯性，為配合新置入之統計結果分析，對於紙本報告內容各章節有大幅度的內容調整 P.47-P.97，因此口頭報告部分仍全篇重新說明。而紙本報告缺漏未修改之部分已補齊。針對附件十四開始之期初細部工作計畫書開始之錯字已通盤檢查，然而部分內容因為經過多次修改後，許多文意不清或內容錯誤，已有移除或更換章節方式處理，因此無法對應頁碼。
(二) 針對動植物名錄需要更加詳細審視核對避免錯誤，針對前期計畫成果內容與文獻蒐集部分，針對各部分進行摘要，與行政單位之互動，利用表格區隔不同計畫所做出的成果，本計畫重點為碎形維度，是否能加重碎形維度	(二)已針對李委員意見修改植物名錄(附件八)P.171-P.175、動物名錄命名者已補齊(附件九)P.176-P.184。針對前期計畫成果內容進行摘要 P.4-P.7，本計畫透過地景指標與碎形維度兩個面向進行生態廊道串連效益評估，地景指標分析結果表示，銀

於本計畫之重要性與關聯性，方能滿足 P.11 計畫目標(二)是否具備生態廊道串連之功能，建議以碎形維度指標間接證明此生態廊道的確具備其串聯能力。	合歡嵌塊體間距離有逐漸變大 P.54-P.59，配合碎形維度結果 P.129-P.132 進行優先伐除區域排序，能讓屏東林區管理處能透過碎形維度針對現地作業進行效率最佳化的安排。針對委辦工作項目(二)單單僅以碎形維度證明生態廊道串連功能稍嫌不足，地景指標才是真正大尺度監測銀合歡分布情形是否有成功破碎化之關鍵。因此加入地景指標結果分析以滿足委辦工作項目(二)，討論銀合歡嵌塊體之間距離拉大(MNND 分析結果表 13，P.56)，兩種面向加以討論方能討論具備生態廊道串連功能。
(三)指標物種為每次審查委員相當謹慎檢視之章節，雖於三年期計畫內無法確切標定指標物種，針對指標物種之用字需更加精準，如監測指標物種與指標監測物種之差異性為何?P.98 則呈現為指標動物物種，需統一用字。	(三)截至目前為止已統一所有名詞，皆為指標物種，非監測指標物種也非指標監測物種。P.98 表 31 之文字內容已由指標動物物種修改為指標物種。
(四)針對(八)生態資源手冊與教案內容必須有其連結，如何將兩者勾稽，無論是內容或課程部分，對象為九年級學生，能提供學校老師能有什麼樣的引導協助，生態資源手冊應該就類似教師手冊，提供老師方便操作，包	(四)遵照委員意見，將生態資源手冊內容調整與環境教案相關之內容，針對圖片對應文字內容加以詳細檢視並琢磨，以類似教師手冊的方式製作，方便環境教案內容於宣導力度尚能更加顯著。封面物種類行皆為本計畫執行期間所監測之動植物物種，土

含封面所展示的物種類型必須精準，需要更能代表恆春半島。 (五)生態資源手冊圖片須具備更佳之可讀性與其代表意義 P.2、P.3、P.4、P.9，動物照片尺寸可利用格放改善圖片尺寸，各標題間連結性不佳，圖片內容與文字內容之連結性也不佳，須通盤修正配合教案內容進行調整。P.12 針對數據之研究計畫來源。針對教案初稿增加其合理性加以補充敘明，針對手冊部分，結合眾委員所提出之意見、問題，針對手冊內容進行調整，較能符合 P.11 委辦計畫目標(七)、(八)所需之內容。 (六)希望針對教案跟手冊內容都能結合碎形維度的方式，證明移除銀合歡復育造林確實能達到串連的效益，讓碎形維度與前期計畫量化效益能證明成效有達到效果。 梁委員世雄書面意見 (一)針對生態資源手冊,部分黑白照片解析度不佳，建議更換清晰照片，如果可能擇更換白天拍攝之彩色照片,已增加讀者可讀性。	黃色樹木代表為乾季變色之銀合歡。 (五)各項圖片文字內容之對應與圖片尺寸導致閱讀性不佳者將會予以同步修正，針對數據為前期計畫來源者將附上前期計畫編號做為參考文獻。新版環境教案與生態資源手冊已整合所有委員意見、問題、建議調整內容。P.116-P.126，透過調整生態資源手冊內容，以符合委辦計畫目標(七)、(八)，針對生態資源手冊與環境教育教案之內容建立關聯性，提升宣導力度。P.2-P.19 (六)碎形維度的部分將會放置於環境教案(P.123)中，遙測技術監測銀合歡分布情形之章節內，結合環境教案宣導將更能夠讓受眾了解銀合歡移除復育造林之效益。 (一)針對解析度不佳照片已做更換，同時提高照片對比度與增加亮度方式改善，部分照片使用黑白照片主要為動物晚間出沒多有群聚，而白天照片較少出現群聚結果，因此選擇黑白照片。已將照片更換為較佳品質者。手冊 P.9, P.17 (二)將補齊所有指標物種之動物

	照片，替換容易誤解之照片。見手冊 P.18-P.19
(二)P.19 手冊所列之指標物種,有正向(如鳥之猛禽)及負向(如刺鼠)之物種，在文字內應有所描述，以免民眾誤判，另鳳頭蒼鷹之地面活動及樹鵲照片，可能需較接近可明顯觀察之照片較佳。	
作業課 (一)針對第一次期末報告委員意見回覆，納入坡度考量，需坡度低於 30 度者作為優先伐除選擇之區塊，誤植處請團隊修正。P.256	(一)文意錯誤已修改為坡度低於 30 度者做為優先伐除對象。文字內容修改如下： ....應將坡度納入考量，坡度較高的暫不考慮移除,利用 GIS 將坡度在低於 30 度之區塊予以篩選出來。.....P.254
	(二)遵照委員意見，將整地方式錯誤文意進行修正，見手冊 P.10
(二)針對生態資源手冊整地方式需修改為三項內容，依序為全面整地造林、帶狀整地造林與複層林營造-林下栽植三種方式進行撰寫。目前內容部分有誤，需要全面修正，包含圖片圖說與文字內容。	
(三)針對生態資源手冊介紹銀合歡有百餘種品系之文字內容，建議修正簡化至常見三種銀合歡品系。	(三)遵照委員意見修正，將原本敘述一百多種品系簡化為三種，分別為夏威夷型、薩爾瓦多型、祕魯型，方便一般民眾明確了解。見手冊 P.2
	(四)遵照委員意見更換圖片，避免文意不清楚而造成讀者誤解。修改細部內容詳見生態資源手冊。見手冊 P.11
(四)生態資源手冊 P.11 生態資源手冊關於新植章節內容，新植小	

苗圖片應更換為近照且汰換大苗照片。屏東林區管理處能提供相關照片。 (五)生態資源手冊 P.11 針對撫育及補植內容，建議調整為....新植作業完成後，應持續刈草撫育，建議刈草應持續至少六年以上....較為一般民眾接受。 (六)生態資源手冊 P.12，文字內容應調整為.....樹種選擇以適地適木為原則，針對不同銀合歡入侵程度，選擇速生陽性樹種進行新植造林...較為清楚明瞭。樹種照片應選用近照。 (七)動物行為照片應該換為清楚照片。 (八)海色變化與本計畫環境教案關聯性低，建議移除此章節。	(五)遵照委員意見修改，修改細部內容詳見生態資源手冊。見手冊 P.11 (六)遵照委員意見修改並更換照片，修改細部內容詳見生態資源手冊 P.12。 (七)遵照委員意見修改，修改細部內容詳見生態資源手冊 P.17。 (八)將海色變化納入環境腳教案中，因此保留海色分析結果有其必要性。也曾因為 NGO 與部分民眾認為銀合歡移除影響水土保持，透過此分析結果將可把此觀念傳達至民眾，讓民眾了解海色變化為極端降雨事件所造成，並非銀合歡移除復育造林所導致。由於委員依舊認為需移除本段內容，因此已移除該內容，原 P.7 由碎形維度指標內容代替

附件二十一 期末報告第三次書面審查委員意見(於本次報告書回覆)

程委員建中 (一)本報告歷經數次更新，大致已臻完整，惟於此提出若干建議，以增加可讀性，尚請考慮修正。	(一)遵照委員意見修正增加可讀性。
(二)首先針對報告書之圖，提出建議： 1.P.17,圖 3，建議略去左圖，右圖放大至少為全頁，以增加可讀性。 2.P.24,圖 7，建議標明 7-1 或 7-2，並說明分別代表之季節、地點…。 3.P.34,圖 12 與 P.17 圖 3，相互對照，並增加說明(A)、(B)…。 4. P.49-52 圖 14-19，各圖之縱軸必須附上變數名稱及尺度單位。	(二)感謝委員建議，遵照委員建議修改如下： 1.修正後 P.17 圖 3 放大至全頁。 2.修正後 P.24 圖 7 標示乾、濕季之區別與地點。 3.已修正 P.17 圖 3 至 P.34 圖 12 旁方便對照，圖說新增 A、B、C、D 說明，並敘明各生態廊道之實際位置。 4.修正後 P. 49-52 圖 14-19 標示縱軸之變數名稱與尺度單位。
(三)本報告書之表格 1. P.58, 表 12，1st Column,LPI-Before 重複。 2. P.59, 表 13，1st Column, 森林 Before 重複，務請更正。	(三)針對表格內容修改 1.已修正 P. 58 表 12 修正為 LPI-After。 2.已修正 P. 59 表 13 修正為森林 After。
(四) P.88 第 1 行，卡方檢定(χ^2-text)是無母數統計法之一，請更正敘述。	(四)已修正為 P. 88 第一行「由於監測所獲得之結果數量有限，無法使用無母數統計之卡方檢定(χ^2-text)，因此透過無母數統計 Kruskal-Wallis 檢定分析，探討 4 個生態廊道之間動物物種數量是否具備顯著差異，檢定結果...」。
(五) P.88 表 25 檢定統計量 a,b，其上標 a,b 代表何意?	(五)已修正 P. 88 表 25 新增「a.Kruskal-Wallis 檢定；b.分組變數：生態廊道」。
(六)生態資源手冊： 1.圖表必須編號。	(六)修正生態資源手冊：

2. P.2 圖必須放大為全頁，以增加可讀性。	1.已針對生態資源手冊全本搭配圖說進行圖表編號。 2.已遵照委員意見修正生態資源手冊 P.2。
李委員訓煌 (一)期末報告部分 P.1 第三段所敘「外來種植物 17 種,特有種 2 種，且並無台灣維管束植物紅皮書名錄所列瀕危物種」(P.69 亦有相同之敘述)，經查植物名錄發現： 1.僅 P.174 白樹仔為台灣特有種，且屬 VU。 2.P.173 所列之菜欒藤列為外來種，似有疑義，請再加以確認。 (二)報告與手冊中以下所列者,請使其一致： 1.梅花鹿與台灣梅花鹿(見 P.170 及 P.184)。 2.含羞草素英文名斜體處理與否? (三)物種名錄方面： 1.土牛膝 P.172、枯里珍 P.175 及錫蘭饅頭果 P.176 之變種名請以斜體處理。 2.含羞草之學名請修正。 3. P.182 所敘之白尾八哥為外來種，瀕危等級列為 VU，並非妥適。 4.原名錄中各物種之屬性中，野生動物部分有列出按野生動物保	(一)期末報告部分 已修正 P.1 為「外來種植物 16 種，特有種 1 種，且並無台灣維管束植物紅皮書名錄所列瀕危物種」P.69 相同敘述也已統一修正： 1.P.174 白樹仔為台灣特有種，且屬 VU 確認無誤。 2.P.173 菜欒藤根據第二版臺灣植物誌列為原生種。 (二)確認報告與手冊內容一致： 1.已修正報告書 P.170 及 P.184 為梅花鹿，與手冊內 P.8、P.9、P.18 其餘內容相同。 2.已修正皆為開頭字母大寫且無斜體字，見報告書 P.78、生態資源手冊 P.3。 (三)物種名錄方面： 1.已修正土牛膝 P.172、枯里珍 P.175 及錫蘭饅頭果 P.176 之變種名為斜體字。 2.已修正 P.174 學名。 3.已修正白尾八哥保育等級為 LC 於報告書 P.182。 4.根據委員意見新增欄位 C 針對野生動物保育法公告之物種進行補敘於附

育法所公告之保育等級，惟修正後將其刪除，鑒於保育等級比紅皮書之瀕危等級更具參考用性，允宜予以維持，請設法逐一再加補敘。	件九動物名錄 P.177-P.185。
(四)手冊方面： 1.紅柴之學名中命名者宜加刪除，使所有學名之敘述均為一致。P.12。 2.部分特殊植物如柳葉鱗球花、台灣鐵線蓮等(見於 P.14)，請補上學名。	(四)手冊方面： 1.已移除紅柴命名者於生態資源手冊 P.12。 2.已補敘柳葉鱗球花(*Lepidagathis stenophylla*)、臺灣鐵線蓮(*Clematis formosana*)學名於生態資源手冊 P.14。
陳委員紀伶 (一)銀合歡移除作業方式應與生態資源手冊一致，請修正 P.5。	(一)已修正報告書內容於 P.5「...銀合歡移除作業方式分為複層林營造-林下栽植、整地造林-帶狀整地造林及整地造林-全面整地造林等 3 種造林作業方式...」。
(二)P.13 第二段第二行「但通常會連接道……」應「到」非「道」，請修正。	(二)已修正報告內容「但通常會連接至……」P.13。
(三)P.17 圖 3 之圖例研究區域道路無圖示，另藍色範圍應為各潛在生態廊道位置，應補正。	(三)已將 P.17 圖 3 之圖例補齊，包含未出現之道路圖例，與藍色範圍為各潛在生態廊道位置。
(四)原 P.45 銀合歡移除後造林對海洋泥沙汙染衝擊，既回應為前期計畫成果且本次計畫亦無再進行監測，建議應放於前期計畫成果篇段說明，而非納入本期研究資料。	(四)已遵照委員意見將海色變化成果調整至前期計畫成果之章節，見報告書 P.8-P.10。

(五)P.133 撰寫「目前透過最新衛星影像分類結果……」建議可將 106 年銀合歡入侵範圍與 108 or 109 年銀合歡入侵範圍套疊呈現消退位置區域增加成果豐富度，並提供電子檔俾林管處後續應用。	(五)由於最新影像分類結果為計畫執行後期所增加之內容，僅針對最新之銀合歡分布情形做相對較為簡易之評估，並針對有明顯銀合歡分布位置改變之小尺度區域進行現地檢核，主要將此小尺度現地監測成果應用於計算碎形維度指標。然而並未大範圍進行現地檢核，確認現地情形的前提下，直接放入報告書中恐有疑慮，研究團隊仍可提供目前所分類之最新結果，但後續仍需時間進行現地檢核，確保大尺度之遙測影像分類精度，方能真正協助屏東林區管理處使用，避免因分類精度誤差所產生與現地明顯不符合之情形。
(六)圖 70 林務局與屏科大圖例相近不易區別，請調整；另各潛在生態廊道名稱應補齊，俾閱讀及瞭解。	(六)已修正於圖 70，利用不同色塊進行區隔，見報告書 P.135。
(七)生態資源手冊： 1.P.6-P.9 洞察先機-銀合歡監測技術介紹章節內文與圖示過於跳 Tone，無法有效理解欲表達事項，應再思考邏輯性。	(七)生態資源手冊： 1.已按照張委員智強將原 P.7 出海口排水口之頁面內容移除，因翁委員儷芯於第二次期末審查意見中要求必須將教案與生態資源手冊進行結合，因此配合教案之內容將銀合歡監測技術於此章節導入，配合後續之碎形維度指標作為移除效率評估，已具備其邏輯性，修改內容於生態資源手冊 P.6-P.7。

2.帶狀整地造林，「帶」小苗成林後再移除「元」保護林帶，錯字請修正。複層林營造-林下栽植內容於前次審查會張委員已提醒修正(詳報告書 P.272)，請修改生態資源手冊 P.10。	2.錯字部分已遵照委員意見修正，另外複層林營造之定義也已張委員智強之前一次審查意見進行修改，釐清複層林營造-林下栽植為原造林地進行二次造林所形成之複層林狀態。詳見生態資源手冊 P.10。
張委員智強 (一)生物資源手冊 P.7 就銀合歡移除造林作業，是否造成土壤沖蝕形成土泥色陰陽海，如相對應出海口之溪流流域(5 出海口，1 排水口)內應確認衛星影像拍攝當時有無銀合歡移除造林作業，如無法對應確認，P.7 建議刪除。(二) (二)手冊 P.10 相片 1，全面整地造林目前已無防風籬施作，建議更換相片。 (三)生態資源手冊 P.11 新植造林雨季為 5-8 月，請查明確認更正。	(一)已遵照委員意見刪除海色變化內容，將後續碎形維度指標前移連接銀合歡監測技術內容，詳見生態資源手冊 P.7。 (二)已透過作業課取得最新照片並予以更換，於生態資源手冊 P.10。 (三)已修正至與報告書內容一致，雨季時間為 5-10 月，見生態資源手冊 P.11。
翁委員儷芯 (一)本報告歷經數次更新，大致已臻完整，請確認文字易讀性，並請詳實檢視學名正確無誤。 (二)P133…2016 年銀合歡總分布面積，是否更正以 2017 年(106 年)重新判釋之基礎資料為基準，本段相關銀合歡數據等，請	(一)已遵照每位委員意見修正文字混淆與語意不清之段落。 (二)已遵照委員意見，確認並修正初期偵測銀合歡分布面積 5491.13 ha，公部門管轄範圍為 4788.57 ha，衛星影像年份為 2017 年；而透過 2019 年

再確認。	衛星影像偵測，最新公部門管轄範圍之銀合歡入侵分布面積為 4122.09 ha，見報告書 P.133。
梁委員世雄 (一)本人於 7/20 審查所提之書面意見，已於 8/5 發送之期末報告修訂本改進。 (二)若其他委員對此報告仍有意見，則待將該報告修訂，能充分回覆委員意見時，再予通過。	(一)感謝委員指教寶貴意見。 (二)研究團隊已完整回覆委員意見。
王委員志強 (一)生態資源手冊 P.12 之植物學名統一不列命名者。 (二)報告書 P.189 之銀合歡的基本〝豆〞知識，建議修正。 (三)本案對移除銀合歡林地內銀合歡之生態效益及生態多樣性影響皆在短期內恐無較明顯差異，往後仍建議於鄰近相似環境之次生或原生林相進行調查，作為比較分析之基礎。	(一)已將紅柴之命名者移除，與其他學名統一，見生態資源手冊 P.12 (二)已修正內容為「....我們來簡單介紹一下銀合歡。」見成果報告內容 P.189。 (三)遵照委員意見，若未來有後續連結之研究計畫，研究團隊將會遵循此作法。
作業課同仁 (一)生態資源手冊 P.10 頁，全面整地造林-盡快〝與〞以新植造林之作法，請更正為〝予〞以。 (二)生態資源手冊 P.11 新植造林雨季為 5-8 月與報告書 P.18 降雨	(一)遵照委員意見修改錯字於生態資源手冊 P.10。 (二)已修正至與報告書 P.18 內容一致，雨季時間為 5-10 月，見生態資源手冊 P.11。

主要分布於 5 至 10 月不同，請再確認更正。 (三)P.120 第二段從恆春半島楓港以南開始，請修正為枋山以南...。 (四)P191 如果身體不適情況請隨時反應，建議修正為如果身體不適請隨時反應。 (五)P.193 防風籬照片，非目前新植作業方式之照片，建議更換。	(三)已修正內容「恆春半島枋山以南...」於報告書 P.120。 (四)遵照委員意見修改，已修正內容於報告書 P.191。 (五)已更換照片於報告書 P.193。