

摘要

屏東林管處自94年迄至109年持續執行銀合歡移除後復育造林工作，配合國土綠網復育造林串連恆春半島國土保育網絡系統，並分別於104~106年及107~109年委辦相關生態效益評估計畫，本計畫接續前期計畫執行森林生態資訊蒐集分析、生態情報盤點、銀合歡移除生態建議及移除樣區監測方法執行等工作。

本計畫整理恆春的銀合歡防治歷程、屏東林管處剷除銀合歡及生態復育工作執行狀況，提出恆春半島六類環境與區位之造林復育目標。並蒐集恆春半島原生森林的地景分布、植群類型與主要植物組成資訊，以骨架樹種復育造林的概念建議181種適生植物，提供擴大採種育苗之參考。

本計畫建置恆春半島生態情報圖並指出生態敏感區，從生態保育觀點建議銀合歡移除造林規劃及操作優先性：I. 高威脅高衝擊，應專案評估；II. 低威脅高衝擊，需現地確認生態課題、保育標的物種、棲地衝擊減輕策施；III. 低威脅低衝擊，應避開敏感時期、分區移除。建議以高威脅低衝擊及高威脅高衝擊為優先移除區域，低威脅低衝擊區域次之，低威脅高衝擊區域則須經過標的物種確認及棲地衝擊減輕措施評估後施行。

為確認移除銀合歡後所營造的環境是否已提供接近自然森林之生態功能，以及改善銀合歡林物種組成單調且結構單純之劣化狀態，本計畫共設置16個植物及動物樣區，包含(a)組間比較：歷史樣區(AH)、近自然林樣區(AN)、銀合歡林樣區(AL)，及(b)造林監測：一次性移除樣區(BS)及全面整地造林樣區(BC)。

植物調查共記錄到240種維管束植物，其中於樣區內之紅皮書稀有植物有12種、樣區外稀有植物有22種，顯示銀合歡入侵範圍內仍可能稀有種植物分布，後續進行清除作業時應需留意。將16個樣區資料進行非度量多維度(NMDS)分析，近自然林樣區與歷史造林樣區分布距離遠，顯示兩組樣區的樹種組成有很大的不同；16個樣區大致可分為三個植群型：I. 木麻黃植群型、II. 刺裸實-黃荊植群型、III. 海南厚殼桂-軟毛柿植群型。

綜整不同造林年期各樣區之銀合歡密度，移除作業後之造林地在撫育

期因每年有刈草作業，上木層銀合歡密度維持在8%以下，在撫育期過後無人為介入，大部分樣區仍可持續維持較低的銀合歡密度 (<10%)。其中造林20年期的歷史樣區(AH1)有銀合歡再入侵的情形，建議應進行銀合歡伐除作業及二次補植作業，以抑制銀合歡族群；造林5~6年期的歷史樣區(AH2~AH4)之銀合歡在地被層佔有較高的IVI值，推測土壤種子庫中應有許多銀合歡種子，需要注意後續銀合歡生長潛勢。一次性剷除樣區僅針對銀合歡樹木逐株伐除，其餘樹種皆予以保留，BS1~BS2樣區在作業前、中、後的物種數及多樣性差異不大；BS3~BS4樣區因在作業前銀合歡為絕對優勢、多樣性指數低，在清除銀合歡後多樣性指數有明顯提升。全面整地造林樣區BC1~BC 2因在作業過程清除大部分的樹木，僅少數較大的原生樹有被保留，因此清除銀合歡後多樣性指數有提升，但物種豐度、量度皆明顯下降；然BC3樣區則因在清除作業過程仍保留許多非銀合歡的原生樹木，因此作業前後物種豐度變化不大，且保留的原生樹種可提供自生苗木種源。

動物行為在近自然林(AN)基本上多於銀合歡林(AL)與歷史樣區(AH)。中型哺乳類自動相機調查中，AH1、AH2、AL1、AN2及BS2樣區拍攝到的動物行為表現較豐富。將造林監測樣區的自動相機拍攝資料一併納入時，銀合歡剷除、移除樣區的BS3/4、BC1/2、BC3樣區動物行為紀錄亦屬豐富，推測原因，其一為該3處樣區雖有銀合歡入侵，但整體而言屬於人為擾動少、無棲地切割的大面積森林，其二該3處樣區的梅花鹿OI值非常高，多數行為紀錄均為梅花鹿。由上可知，雖然中大型哺乳類的移動能力強，其行為在反應棲地狀態上可能較物種本身紀錄更敏感，但有許多因子會影響數據的客觀性，仍需檢視資料內容以排除可能的誤差資訊，另一方面也可增加每個樣區的相機數量來增加取樣消弭誤差。蝙蝠、鳥類、蝶類隻數量調查方面，發現季節為最主要影響物種組成及數量的原因，因此物種出現頻度之季節變化、行為觀察等需長時間監測。

估算樣區林地碳存量，近自然林碳存量236.9~303.8 tC/ha，為本計畫各類型林地中碳存量最高者；歷史造林地20年期之碳存量154.1 tC/ha，其中造林樹碳存量128.1 tC/ha；歷史造林地5~6年期之碳存量56.2~160.6 tC/ha，其中造林樹碳存量平均為68.8 tC/ha。由銀合歡林、一次性剷除與全面整地造林作業前之數據估算，銀合歡碳存量平均為42.7 tC/ha，可做恆春半島銀合歡移除作業減損之碳存量參考值。然由於刈除後的銀合歡

殘材會優先堆置於保護帶內，大部分刈除的碳存量仍都保留於林地之中，未來將形成腐植質、轉換為「黃碳」(土壤固碳)，而非完全減損。

本計畫共辦理兩場次公眾參與活動，第一場次所邀請的對象為恆春半島地區對於生態議題較為活躍的社區及在地團體，蒐集在地社區對於銀合歡移除的想法及意見，期瞭解私有地主參與的意願或執行困難，提供林管處於跨單位平臺提出討論。第二場次活動延續第一場次共識，所邀請的對象除了第一場次邀請的社區，更邀請縣府及恆春半島六個鄉公所共同參與，分享與討論銀合歡去化及銀合歡移除後造林的方法。兩次活動民眾均踴躍發言，對銀合歡移除抱持肯定及支持的態度，樂於交流在地對於銀合歡移除的後續作法及建議，也建議林管處可多加宣導銀合歡移除造林的方式及成效，減少資訊落差可能造成的誤解。

關鍵字：恆春半島、銀合歡移除、造林監測、骨架樹種、碳存量、公眾參與活動

Abstract

From 2005 to 2020, the Pingtung Forest District Office has been continuously implementing reforestation efforts after removing *Leucaena leucocephala*, in conjunction with the National Land Green Network's reforestation efforts and the Hengchun Peninsula Conservation Network system. In addition, related ecological benefit assessment plans were commissioned in 2015-2017 and 2018-2020. This project continues the previous work of collecting and analyzing forest ecological information, taking ecological inventory, making ecological recommendations for removing *Leucaena leucocephala*, and monitoring removal sites.

This project compiles the process of *Leucaena leucocephala* control on the Hengchun Peninsula and the implementation status of *Leucaena leucocephala* removal and ecological restoration work by the Pingtung Forest District Office. It proposes reforestation goals for six types of environments and locations on the Hengchun Peninsula. The project also collects information on the landscape distribution, vegetation types, and main plant composition of the native forests on the Hengchun Peninsula. It recommends 181 suitable plant species for reforestation using the concept of framework species and provides a reference for seedling.

This project establishes an ecological information map of the Hengchun Peninsula and identifies ecologically sensitive areas. Based on ecological conservation perspectives, it suggests prioritizing the planning and operation of *Leucaena leucocephala* removal and reforestation efforts according to the following criteria: I. High threat and high impact, requiring project assessment; II. Low threat and high impact, requiring on-site confirmation of ecological issues, conservation target species, and implementation of habitat impact reduction measures; III. Low threat and low impact, requiring avoidance of sensitive periods and removal in designated zones. It is recommended to prioritize removal in areas with high threat and low impact or high threat and high impact, followed by areas with low threat and low impact. Removal in areas with low threat and high impact must be evaluated after confirming target species and evaluating the impact reduction measures for their habitat.

To confirm whether the removal of *Leucaena leucocephala* has created an environment similar to a natural forest and improved the degraded condition of the monotonous and simple structure of the *Leucaena leucocephala* forest species, this project established a total of 16 plant and animal plots, including (a) inter-group comparison: historical afforestation plots (AH), near-natural forest plots (AN), *Leucaena leucocephala* forest plot (AL), and (b) afforestation monitoring: selective removal plots (BS) and completely removal afforestation plots(BC).

A total of 240 species were recorded in the vegetation survey, including 12 rare species within the plots and 22 rare species outside of them, indicating that rare plant species could still be found within *Leucaena leucocephala* invasion range and should

be taken into account during the removal process. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) analysis was used to analyze the data of the 16 plots, and the near-natural forest plots and the historical afforestation plots were far apart, indicating a significant difference in species composition between the two groups. The 16 plots can be divided into three vegetation types: I. *Casuarina equisetifolia* community type, II. *Maytenus diversifolia-Vitex negundo* community type, III. *Cryptocarya concinna-Diospyros eriantha* community type.

By integrating the density of *Leucaena leucocephala* in different afforestation periods, the *Leucaena leucocephala* density in the afforestation area after removal was kept below 8% in the cultivation period due to annual mowing operations. After the cultivation period, most of the afforestation areas could still maintain a relatively low density of *Leucaena leucocephala* (<10%) without human intervention. However, the historical afforestation plot (AH1) of the 20-year afforestation period had a re-invasion of *Leucaena leucocephala*, and it is recommended to conduct a felling operation and secondary planting to suppress the *Leucaena leucocephala*. Those *Leucaena leucocephala* in the historical afforestation plots (AH2-AH4) of the 5-6 year afforestation period had a higher IVI value in the ground layer, indicating that there were many *Leucaena leucocephala* seeds in the soil seed bank, and the potential for *Leucaena leucocephala* growth needs to be monitored. The selective removal plots only removed *Leucaena leucocephala* one by one, and the remaining tree species were preserved. There was no significant difference in species number and diversity before, during, and after the operation in the BS1 and BS2 plots. Due to the absolute dominance of *Leucaena leucocephala* before the removal operation, the diversity index was low in the BS3 and BS4 plots, and the diversity index significantly increased after the removal of *Leucaena leucocephala*. The completely removal plots (BC1-BC2) cleared most of the trees during the operation, leaving only a few larger native trees. Therefore, the diversity index increased after the removal of *Leucaena leucocephala*, but species abundance and richness decreased significantly. However, in the BC3 plot, many native trees were still preserved during the removal operation, so there was little change in species abundance before and after the operation, and the preserved native tree species.

Animal behavior in the near-natural forest plots (AN) is generally more abundant than in the *Leucaena leucocephala* forest plot (AL) and the historical afforestation plots (AH). In the camera trap survey of medium-sized mammals, richer animal behavior was observed in the AH1, AH2, AL1, AN2, and BS2 plots. When the camera trap data from the afforestation monitoring sites were included, the records of animal behavior in the BS3/4, BC1/2, and BC3 plots where *Leucaena leucocephala* had been removed or cleared were also abundant. One possible reason is that although there was *Leucaena leucocephala* invasion in these three plots, they were large areas of forest with less human disturbance and no habitat fragmentation. Another reason is that the *Cervus nippon taiouanus* (Formosan sika deer) index in these three plots was very high, and most of the recorded behaviors were of the *Cervus nippon taiouanus*.

From the above, it can be concluded that although the movement ability of

medium-sized mammals is strong, their behavior may be more sensitive to habitat conditions than their species records. However, there are many factors that can affect the objectivity of the data, and it is necessary to examine the contents of the data to eliminate possible erroneous information. On the other hand, increasing the number of cameras in each plots can also reduce sampling errors. Regarding the quantity survey of bats, birds, and butterflies, it was found that the season is the main factor affecting the species composition and quantity, so long-term monitoring of seasonality changes in species occurrence frequency and behavior observation is needed.

Estimating the carbon stock in the plots, the carbon stock of the near-natural forests ranged from 236.9 to 303.8 tC/ha, which was the highest among all types of forests in this project. The carbon stock of the historical afforestation plot after 20 years was 154.1 tC/ha, with afforested tree carbon stock accounting for 128.1 tC/ha. The carbon stock of the historical afforestation plots after 5-6 years was between 56.2 and 160.6 tC/ha, with an afforested tree carbon stock average of 68.8 tC/ha. Based on the data estimated from *Leucaena leucocephala* plot, selective removal plots, and completely removal plots before the removal operation, the average carbon stock of *Leucaena leucocephala* was 42.7 tC/ha, which could serve as a reference for the carbon stock removal caused by the *Leucaena leucocephala* removal in the Hengchun Peninsula. However, as the residual *Leucaena leucocephala* material after cutting would be piled up in the protection zone, most of the carbon stock removed would still be retained in the forest, which would form humus and be converted into "yellow carbon" (soil carbon stock) in the future, rather than being completely removal.

This project held two public participation events. The first event invited active communities and local groups in the Hengchun Peninsula on ecological issues to collect their thoughts and opinions on the removal of *Leucaena leucocephala*, in order to understand their willingness to participate and any implementation difficulties, and to provide a cross-agency platform for discussion for Pingtung Forest District Office. The second event continued the consensus reached in the first event and invited not only the communities invited in the first event but also Pingtung county government and the six township offices in the Hengchun Peninsula to share and discuss the methods of afforestation after *Leucaena leucocephala* removal. The public actively participated in both events, holding positive and supportive attitudes towards the removal of *Leucaena leucocephala*, exchanging suggestions and ideas for the follow-up actions of *Leucaena leucocephala* removal, and suggesting that Pingtung Forest District Office increase publicity on the methods and effectiveness of *Leucaena leucocephala* removal and afforestation to reduce information gaps that may cause misunderstandings.

**Keywords : Hengchun Peninsula, removal of *Leucaena leucocephala*,
afforestation monitoring, Framework Species, carbon stock, public
participation events**

查核表

工作項目		對應章節
1	背景資料收集與分析：	
(a)	收集相關前期研究計畫，瞭解過去當地原生物種。	2
(b)	收集當地生活地景研究資料，做為復育規劃及生態監測參考。	3.1
(c)	洽詢專家學者建議適合恆春半島熱帶季風林相復育之適宜樹種及特色樹種。	3.2
2	生態情報盤點及銀合歡移除建議：	
(a)	收集恆春半島銀合歡分布區域生態保育議題，分析與物種保育相關之空間資訊，界定生態保育核心區域與熱點，瞭解銀合歡分布區域潛在生態課題。	4.1
(b)	將銀合歡分布圖層，套繪生態熱點、地籍資料、環境敏感區域圖層等，分析移除優先區位，並提供物種保育、生態復育造林建議。	4.2
3	銀合歡移除區域生態監測：	
(a)	依屏東林管處截至 109 年歷年於恆春半島移除銀合歡復育造林區域，擇定具代表性之監測點 4 處，進行動、植物監測，植物 1 季次、動物 3 季次。	5
(b)	配合屏東林管處 110 年及 111 年移除銀合歡區域，依不同作業方式，擇定具代表性之監測點，於移除作業前、中、後分別進行動、植物監測：一次性剷除區域監測點 2 處，移除銀合歡後造林示範區監測點 3 處及一次性剷除樣區 2 處。完成 112 年新植造林區域 2 處作業前之監測。 (依本案第 2 次契約變更議定書(111 年 4 月 12 日屏作字第 1116107574 號函)修改工作內容，詳細監測樣區數及次數如第 5.1 節) (依本案第 3 次契約變更議定書(112 年 3 月 27 日屏作字第 1126106231 號函)因屏東林管處 112 年「恆春半島銀合歡移除及復育計畫」尚未核定，故將「完成 111 年或 112 年新植造林區域 2 處，作業前、中、後之監測」變更為「完成 112 年新植造林區域 2 處作業前之監測」。)	5
(c)	於接近自然森林區域及銀合歡純林，各擇定具代表性之監測點至少 1 處，進行動、植物監測，接近自然森林區域植物 1 季次、動物 3 季次。銀合歡純林植物 1 季次、動物 2 季次。 (依本案第 2 次契約變更議定書(111 年 4 月 12 日屏作字第 1116107574 號函)修改工作內容，詳細監測樣區數及次數如第 5.1 節)	5

工作項目		對應章節
(d)	依據監測結果，評估銀合歡移除前後，對當地動、植物之影響，並分析不同環境之復育造林地，於銀合歡移除後動、植物棲地利用變化。	5.4
(e)	建立長期監測調查方法，並依據監測資料分析不同銀合歡移除作業方式成效，提出未來造林方式調整之建議。	5.6
4	促進公眾參與：辦理至少 2 場公眾參與之講座或工作坊。	6

目錄

摘要	.....	i
Abstract	.....	iv
查核表	.....	vii
目錄	.....	ix
表目錄	.....	xii
圖目錄	.....	xvi
第一章 計畫緣起與工作項目	.....	1
1.1 計畫緣起	.....	1
1.2 全程計畫目標	.....	2
1.3 工作項目	.....	2
1.4 工作執行流程	.....	4
第二章 計畫背景瞭解與分析	.....	5
2.1 上位政策：國土生態綠網計畫	.....	5
2.2 恆春半島銀合歡防治歷程	.....	10
2.3 屏東林管處銀合歡剷除與生態植被復育工作	.....	13
2.3.1 屏東綠網前期計畫成果	.....	13
2.3.2 屏東區域綠網銀合歡移除與熱帶季風林恢復工作規劃	.....	16
2.3.3 恆春半島銀合歡全面移除計畫	.....	18
2.3.4 屏東林管處銀合歡移除復育作業規範	.....	22
2.4 恆春半島銀合歡移除與原生林復育綜合回顧	.....	24
2.4.1 銀合歡移除防治研究	.....	24
2.4.2 銀合歡移除防治規劃	.....	27
2.4.3 個案操作方式	.....	32
2.4.4 銀合歡移除造林成果	.....	35
第三章 恆春半島原生森林植群資料蒐集與分析	.....	39
3.1 蒐集原生森林的地景分布、植群類型與主要植物組成	.....	39

3.2	生態植被復育樹種建議.....	44
第四章	生態情報盤點及銀合歡移除建議.....	57
4.1	建置恆春半島生態情報圖.....	57
4.1.1	生態情報蒐集.....	57
4.1.2	恆春半島生態敏感區.....	61
4.2	銀合歡移除的生態建議.....	72
4.2.1	移除作業的生物多樣性保育與衝擊減輕評估原則.....	72
4.2.2	銀合歡移除生態友善建議.....	81
4.2.3	生態議題的銀合歡移除生態友善建議.....	84
第五章	銀合歡移除區域生態監測.....	93
5.1	生態監測規劃.....	94
5.2	監測樣區選擇.....	97
5.3	生態監測方法及分析.....	103
5.3.1	監測方法.....	103
5.3.2	資料分析.....	110
5.4	監測調查成果.....	115
5.4.1	植物監測成果.....	119
5.4.2	動物監測成果.....	189
5.4.3	動植物之間的關係探討.....	231
5.5	銀合歡移除造林碳匯效益評估.....	239
5.6	長期監測調查建議.....	246
第六章	促進公眾參與及回饋項目.....	251
6.1	促進公眾參與.....	251
6.1.1	第一場公眾參與辦理成果.....	252
6.1.2	第二場公眾參與辦理成果.....	256
6.2	創意或廠商額外承諾項目.....	259
第七章	結論與建議.....	261

7.1	結論.....	261
7.2	建議.....	268
第八章	實施進度及查核項目.....	273
參考文獻	.....	275
附錄一	歷次審查意見及回應對照表	
附錄二	生態造林作業原則(國土生態保育綠色網絡建置計畫)	
附錄三	銀合歡移除復育作業規範及施作作業程序書	
附錄四	屏東林區管理處銀合歡移除復育作業規範	
附錄五	種子採取作業規範	
附錄六	育苗施工規範	
附錄七	適生植物建議清單	
附錄八	生態情報蒐集文獻清單	
附錄九	恆春半島紅皮書受脅植物名錄	
附錄十	恆春半島銀合歡區域生態監測植物名錄	
附錄十一	TWINSpan 列表	
附錄十二	恆春半島銀合歡區域生態動物監測名錄	
附錄十三	本計畫組間比較樣區蝴蝶寄主植物與對應蝶種資料	
附錄十四	銀合歡移除暨友善環境復育第 1 次民眾參與工作坊簽到表	
附錄十五	銀合歡移除暨友善環境復育第 2 次民眾參與工作坊簽到表	
附錄十六	外來入侵種防治大作戰【認識及移除銀合歡】圖卡	

表目錄

表2.1-1 林務局及所屬機關主要工作項目	7
表2.1-2 恆春半島國土生態綠網陸域關注區域	9
表2.1-3 恆春半島國土生態綠網水域關注區域	9
表2.2-1 恆春半島銀合歡擴張與移除大事紀	10
表2.2-2 銀合歡移除工作階段與監測計畫	12
表2.3.1-1 恆春半島銀合歡移除復育造林生態系服務指標價值	14
表2.3.2-1 屏東區域綠網銀合歡移除與熱帶季風林恢復議題任務	17
表2.3.4-1 屏東林管處銀合歡移除復育作業規範建議栽植樹種	23
表2.4.1-1 銀合歡防治策略	26
表2.4.2-1 銀合歡移除防治規劃回顧	30
表2.4.3-1 銀合歡移除造林個案操作架構及辦理方式說明	32
表2.4.3-2 屏東林管處及林業試驗所銀合歡移除造林操作方式比較	34
表2.4.4-1 銀合歡移除造林各面向的成果評估	37
表3.1-1 恆春半島植群研究	40
表3.1-2 銀合歡主要分布範圍之原生植群	43
表3.2-1 恆春半島銀合歡復舊造林原生植群推估	48
表3.2-2 適生植物建議	51
表3.2-3 適生植物生態功能	53
表3.2-4 依據造林基地微環境差異選擇適生植物	55
表3.2-5 優先保留與栽植建議	56
表4.1.1-1 恆春半島生態情報圖類別與蒐集數量摘要	58
表4.1.1-2 恆春半島生態情報圖棲地類清單	59
表4.1.1-3 恆春半島生態情報圖合作夥伴類清單	61
表4.1.2-1 恆春半島的生態敏感區	62
表4.2.1-1 生態敏感區類型及銀合歡移除作業建議原則	75
表4.2.1-2 銀合歡分布範圍內各類型生態敏感區之面積比例	80
表4.2.1-3 與林班地重疊銀合歡分布範圍內各類型生態敏感區之面積比例	80
表4.2.3-1 恆春半島陸蟹繁殖資訊	89

表5.1-1 本計畫使用的名詞及說明	96
表5.2-1 歷史樣區之基本資料	99
表5.2-2 生態監測已確認樣區之基本資料	101
表5.3.1-1 監測樣區設置方式比較與建議	103
表5.3.1-2 本計畫與前兩期計畫動物監測類群規劃比較	106
表5.3.1-3 本計畫動物監測類群挑選說明	107
表5.3.2-1 八分級制轉化表	113
表5.4-1 組間比較樣區資訊	116
表5.4-2 造林監測樣區資訊	117
表5.4.1-1 調查樣區名稱及環境簡述	120
表5.4.1-2 組間比較樣區環境資料調查紀錄	122
表5.4.1-3 造林監測樣區環境資料調查紀錄	122
表5.4.1-4 各樣區之植物物種屬性表	124
表5.4.1-5 樣區內之稀有植物	125
表5.4.1-6 樣區鄰近地區之稀有植物	126
表5.4.1-7 環境因子與NMDS1、NMDS2之相關性	132
表5.4.1-7 AH1森林樣區調查結果	134
表5.4.1-8 AH2森林樣區調查結果	135
表5.4.1-9 AH3森林樣區調查結果	136
表5.4.1-10 AH4森林樣區調查結果	137
表5.4.1-11 歷史造林樣區多樣性指數	138
表5.4.1-12 AL1森林樣區調查結果	141
表5.4.1-13 銀合歡林樣區多樣性指數	141
表5.4.1-14 AN1森林樣區調查結果	142
表5.4.1-15 AN2森林樣區調查結果	143
表5.4.1-16 近自然林樣區多樣性指數	144
表5.4.1-17 BS1森林樣區調查結果(作業前)	146
表5.4.1-18 BS1森林樣區調查結果(作業中)	147
表5.4.1-19 BS1森林樣區調查結果(作業後)	147
表5.4.1-20 BS2森林樣區調查結果(作業前)	148
表5.4.1-21 BS2森林樣區調查結果(作業中)	149
表5.4.1-22 BS2森林樣區調查結果(作業後)	150
表5.4.1-23 BS3森林樣區調查結果(作業前)	151

表5.4.1-24 BS3森林樣區調查結果(作業中)	151
表5.4.1-25 BS3森林樣區調查結果(作業後)	152
表5.4.1-26 BS4森林樣區調查結果(作業前)	153
表5.4.1-27 BS4森林樣區調查結果(作業中)	154
表5.4.1-28 BS4森林樣區調查結果(作業後)	154
表5.4.1-29 一次性剷除樣區多樣性指數	156
表5.4.1-30 111年全面整地造林示範區栽植苗木	161
表5.4.1-31 BC1森林樣區調查結果(作業前)	162
表5.4.1-32 BC1森林樣區調查結果(作業中)	162
表5.4.1-33 BC1森林樣區調查結果(作業後)	163
表5.4.1-34 BC2森林樣區調查結果(作業前)	164
表5.4.1-35 BC2森林樣區調查結果(作業中)	164
表5.4.1-36 BC2森林樣區調查結果(作業後)	165
表5.4.1-37 BC3森林樣區調查結果(作業前)	166
表5.4.1-38 BC3森林樣區調查結果(作業中)	167
表5.4.1-39 BC3森林樣區調查結果(作業後)	167
表5.4.1-40 BC4森林樣區調查結果(作業前)	168
表5.4.1-41 BC5森林樣區調查結果(作業前)	169
表5.4.1-42 全面整地造林樣區多樣性指數	170
表5.4.1-43 AH1樣區與B9樣區物種比較	177
表5.4.1-44 不同類型森林的上木層物種數比較	179
表5.4.2-1 野生哺乳類、底棲雉科鳥類及狗貓之紅外線自動相機拍攝資料	192
表5.4.2-2 組間比較樣區拍攝成果說明	195
表5.4.2-3 各樣區動物行為表現OI值	196
表5.4.2-4 造林監測樣區拍攝成果說明	200
表5.4.2-5 環境因子與NMDS1、NMDS2之相關性(哺乳類)	203
表5.4.2-6 翼手目組間比較樣區調查資料	212
表5.4.2-7 翼手目一次性剷除監測樣區調查資料	213
表5.4.2-8 翼手目全面整地造林調查資料	213
表5.4.2-9 鳥類組間比較樣區調查資料	215
表5.4.2-10 環境因子與NMDS1、NMDS2之相關性(鳥類)	217
表5.4.2-11 鳥類一次性剷除監測樣區調查資料	218

表5.4.2-12 鳥類移除造林調查資料.....	219
表5.4.2-13 蝶類組間比較樣區調查資料(穿越線).....	223
表5.4.2-14 蝶類組間比較樣區調查資料(吊網).....	223
表5.4.2-15 蝶類組間比較樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網).....	224
表5.4.2-16 環境因子與NMDS1、NMDS2之相關性(蝶類).....	225
表5.4.2-17 蝶類一次性剷除造林樣區調查資料(穿越線).....	226
表5.4.2-18 蝶類一次性剷除監測樣區調查資料(吊網).....	227
表5.4.2-19 蝶類一次性剷除監測樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網).....	227
表5.4.2-20 蝶類移除造林樣區調查資料(穿越線).....	228
表5.4.2-21 蝶類移除造林調查資料(吊網).....	228
表5.4.2-22 蝶類移除造林樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網).....	229
表5.4.3-1 各樣區調查資料與多樣性指數.....	233
表5.4.3-2 各樣區上木與地被植物種數.....	234
表5.4.3-3 梅花鹿對有效受測77樹種葉片的適口性.....	238
表5.5-1 組間比較樣區樹木碳存量.....	242
表5.5-2 組內比較樣區樹木碳存量.....	243
表5.5-3 海岸造林樣區碳存量變化.....	245
表5.5-4 山區造林樣區碳存量變化.....	246
表5.6-1 本計畫陸域動物監測方法用於長期監測之初步評估.....	249
表6.1.1-1 第一場公眾參與討論主題及結果摘要.....	255
表6.1.2-1 第二場公眾參與活動討論主題及結果摘要.....	258
表8.1-1 計畫各階段報告及進度查核項目.....	274

圖目錄

圖1.4-1 工作執行流程.....	4
圖2.1-1 國土生態綠網7行動面向與屏東綠網的分區重點任務.....	8
圖2.1-2 恆春半島的國土生態綠網陸域、水域關注區域分布.....	8
圖2.3.1-1 恆春半島銀合歡分布範圍與面積變化.....	15
圖2.3.3-1 恆春半島銀合歡移除工作整體架構.....	21
圖2.4.2-1 優先執行銀合歡移除復育造林區域分布圖.....	27
圖2.4.2-2 112年恆春半島銀合歡移除區域規劃圖.....	29
圖3.1-1 恆春半島植群前人研究區域與銀合歡分布區位比較.....	42
圖3.2-1 適生植物挑選流程與原則.....	44
圖3.2-2 恆春半島主要植被分布區域空間示意.....	46
圖3.2-3 諮詢專家學者.....	46
圖3.2-4 恆春半島銀合歡分布區域復舊造林目標與空間示意.....	47
圖3.2-5 骨架樹種方法流程.....	49
圖4.1.1-1 恆春半島生態情報圖-法定管制與生態敏感區類.....	60
圖4.1.2-1 恆春半島生態敏感區圖-法定生態保護區、重要生物多樣性價值指認區.....	64
圖4.1.2-2 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(枋山鄉、獅子鄉、車城鄉).....	65
圖4.1.2-3 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(恆春鎮、滿州鄉).....	66
圖4.1.2-4 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(牡丹鄉).....	67
圖4.1.2-5 秋過境期落腳滿州的灰面鵟鷹.....	70
圖4.1.2-6 恆春半島銀合歡分布與陸蟹熱點、國土綠網關注獨流溪.....	71
圖4.2.1-1 生態敏感區類型與銀合歡移除建議處理原則.....	74
圖4.2.1-2 恆春半島生態敏感區類型.....	76
圖4.2.1-3 恆春半島生態敏感區類型(枋山鄉、獅子鄉、車城鄉).....	77
圖4.2.1-4 恆春半島生態敏感區類型(恆春鎮、滿州鄉).....	78
圖4.2.1-5 恆春半島銀合歡分布範圍內的生態敏感區.....	79
圖4.2.1-6 恆春半島銀合歡分布範圍內與林班地重疊的生態敏感區.....	81
圖4.2.2-1 銀合歡移除作業生態友善原則.....	82

圖4.2.3-1 馬佛溪上游棲地類型與分布及中大型哺乳類潛在移動路徑.....	85
圖4.2.3-2 馬佛溪上游銀合歡移除建議方式.....	85
圖4.2.3-3 黃狂蟻重點監測區域與恆春半島銀合歡分布區位疊合.....	91
圖5-1 森林發育期間外來種(銀合歡)清除功能示意.....	93
圖5.1-1 銀合歡移除區域生態監測規劃.....	95
圖5.2-1 前期計畫樣區分布.....	98
圖5.2-2 生態監測樣區位置以及動植物監測的樣點及穿越線.....	102
圖5.3.1-1 植物樣方位置標示及記錄.....	104
圖5.3.1-2 每木調查：標示測量高度、編號、綁牌及記錄位置.....	105
圖5.3.1-3 動物監測方法.....	109
圖5.4.1-1 樣區原生種(含特有種)比例.....	124
圖5.4.1-2 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(全區).....	127
圖5.4.1-3 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(細部).....	128
圖5.4.1-4 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(細部)(續).....	129
圖5.4.1-5 非度量多維度分析.....	130
圖5.4.1-6 觀測值與NMDS排序結果比較之 Shepard 圖.....	131
圖5.4.1-7 TWINSPAN分群結果.....	133
圖5.4.1-8 歷史造林樣區植物樣方樹木分布圖 (AH1、AH2).....	139
圖5.4.1-9 歷史造林樣區植物樣方樹木分布圖 (AH3、AH4).....	140
圖5.4.1-10 銀合歡林樣區植物樣方樹木分布圖.....	141
圖5.4.1-11 近自然林樣區植物樣方樹木分布圖.....	145
圖5.4.1-12 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS1).....	157
圖5.4.1-13 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS2).....	158
圖5.4.1-14 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS3).....	159
圖5.4.1-15 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS4).....	160
圖5.4.1-16 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC1).....	171
圖5.4.1-17 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC2).....	172
圖5.4.1-18 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC3).....	173
圖5.4.1-19 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC4、BC5).....	174
圖5.4.1-20 各樣區銀合歡密度序位圖.....	175
圖5.4.1-21 AH1樣區與B9樣區銀合歡徑級分布.....	177
圖5.4.1-22 AH1樣區與B9樣區造林樹種徑級分布.....	178
圖5.4.1-23 組間比較樣區量度等級曲線 (AH1~AH4、AL1、AN1~AN2).....	

.....	182
圖5.4.1-24 造林監測樣區量度等級曲線 (BS1~BS2)	183
圖5.4.1-25 造林監測樣區量度等級曲線 (BS3~BS4)	184
圖5.4.1-26 造林監測樣區量度等級曲線 (BC1~BC3).....	185
圖5.4.1-27造林監測樣區量度等級曲線 (BC4~BC5).....	186
圖5.4.1-28 樣區上木層IVI及數量	188
圖5.4.2-1 紅外線自動相機物種累積曲線.....	190
圖5.4.2-2 紅外線自動相機物種累積曲線：觀測值與預測值(稀釋與外推)	191
圖5.4.2-3 BS1、BS2、BC1、BC2各物種月OI值變化	202
圖5.4.2-4 組間比較樣區紅外線自動相機NMDS分析圖	204
圖5.4.2-5 各樣區在NMDS的分群與地理位置、道路切割具一致性	205
圖5.4.2-6 遊蕩犬對野生動物的影響.....	207
圖5.4.2-7 墾丁國家公園內臺灣梅花鹿OI 值分布圖及本計畫紀錄區位....	208
圖5.4.2-8 墾丁國家公園內食蟹獾OI 值分布圖及近年紀錄區位.....	209
圖5.4.2-9 墾丁國家公園內臺灣山羌OI 值分布圖及本計畫紀錄區位.....	209
圖5.4.2-10 墾丁國家公園內穿山甲分布圖及本計畫紀錄區位.....	210
圖5.4.2-11 造林監測樣區移除作業前中後蝙蝠物種與音頻數變化.....	214
圖5.4.2-12 各樣區鳥類圓圈法NMDS分析圖	217
圖5.4.2-13 優勢留鳥、猛禽與候鳥.....	220
圖5.4.2-14 造林監測樣區移除作業前中後鳥類物種與個體數變化.....	221
圖5.4.2-15 組間比較樣區蝶類穿越線NMDS分析圖	225
圖5.4.2-16 造林監測樣區移除作業前中後蝶類物種與個體數變化.....	230
圖5.4.2-17 優勢蝶種與吊網陷阱捕捉蝴蝶.....	230
圖5.4.3-1 各樣區寄主植物種數與蝴蝶種數/多樣性指數比較圖.....	234
圖5.4.3-2 各樣區寄主植物種數與蝴蝶種數/多樣性指數簡單線性迴歸圖	234
圖5.4.3-3 哺乳動物食用銀合歡果莢及葉子.....	237
圖5.4.3-4 全面移除樣區新栽植苗木遭梅花鹿啃食	237
圖5.4.3-5 梅花鹿取食率及稚樹數量變化率關係圖	238
圖5.5-1 銀合歡移除造林不同服務功能生態系服務經濟價值比例.....	239
圖5.5-2 樣區樹木碳含量.....	242
圖5.5-3 銀合歡清除前中後樣區樹木碳存量變化.....	244
圖5.5-4 刈除的銀合歡殘材優先堆置於保護帶內.....	244

圖6.1.1-1 第一場公眾參與狀況.....	253
圖6.1.1-2 第一場公眾參與活動海報及議程.....	254
圖6.1.2-1 第二場公眾參與活動照片.....	256
圖6.1.2-2 第二場公眾參與活動海報及議程.....	257
圖6.2-1 外來入侵種防治大作戰【認識及移除銀合歡】圖卡封面.....	259
圖8.1-1 工作實施進度及查核點.....	273

第一章 計畫緣起與工作項目

1.1 計畫緣起

銀合歡除造成當地植群社會組成及結構改變外，也會嚴重影響森林生態系的功能；其中包括生態系的劣化、生物多樣性、林地生產力下降及水分、養份循環改變等，對於當地生態及經濟各方面造成重大的威脅及損失。因此，對於外來入侵植物如何預防及防治以維持生物多樣性及生態系穩定性平衡，常被視為各國生物資源永續發展的重要指標。爰此，行政院農業委員會屏東林區管理處(以下簡稱屏東林管處)93年完成「劣化生態系復育—外來樹種入侵對生態系之影響」及98年完成「銀合歡砍除更新對於銀合歡入侵後抑制之影響」等計畫，可顯現屏東林管處所進行之銀合歡移除及復育成效。

配合屏東林管處自94年迄至109年歷年執行之復育造林區域，委託屏東科技大學106年11月完成「銀合歡移除復育之生態效益評估」計畫成果報告(以下簡稱106年之前期計畫)，已建置44個樣區，其中包括10個對照樣區，其結果顯示大面積銀合歡移除並復育造林對於銀合歡抑制效果頗佳；此外，在各種森林生態效益提昇上皆都顯著高於銀合歡未移除之林地。其中，藉由銀合歡移除復育造林作業可改善林相組成、結構及棲地環境進而增加動物生物多樣性之效益成效。

嗣後委託屏東科技大學於109年9月完成「恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估」計畫成果報告(以下簡稱109年之前期計畫)，建置16個生態廊道研究樣區及16個監測碳吸存量動態樣區，總計32個樣區；透過潛在生態廊道設置於銀合歡移除復育造林之區域內，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。

屏東林管處依歷年造林成效調整復育造林方式，移除銀合歡復

育之林地以友善環境之生態造林，暨配合行政院農委會107年啟動「國土生態保育綠色網絡建置」，以國有林地為軸帶，移除入侵外來種、保護生態系統，從點、線、面復育造林串連恆春半島國土保育網絡系統。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將是未來銀合歡移除及防治之主軸。因此，本計畫擬訂二年時間進行委託研究，進行生態廊道建置及生態效益評估。

1.2 全程計畫目標

- (1) 恆春半島森林生態系原生植群文獻蒐集、彙整與分析。
- (2) 恆春半島銀合歡分布區域生態情報盤點。
- (3) 銀合歡移除區域生態監測及復育造林效益分析。
- (4) 辦理環境教育講座或工作坊，促進公眾參與瞭解入侵種銀合歡移除重要性及生態意義。

1.3 工作項目

- (1) 背景資料收集與分析：
 - (a) 收集相關前期研究計畫，瞭解過去當地原生物種。
 - (b) 收集當地生活地景研究資料，做為復育規劃及生態監測參考。
 - (c) 洽詢專家學者建議適合恆春半島熱帶季風林相復育之適宜樹種及特色樹種。
- (2) 生態情報盤點及銀合歡移除建議：
 - (a) 收集恆春半島銀合歡分布區域生態保育議題，分析與物種

保育相關之空間資訊，界定生態保育核心區域與熱點，瞭解銀合歡分布區域潛在生態課題。

(b) 將銀合歡分布圖層，套繪生態熱點、地籍資料、環境敏感區域圖層等，分析移除優先區位，並提供物種保育、生態復育造林建議。

(3) 銀合歡移除區域生態監測：

(a) 依屏東林管處截至109年歷年於恆春半島移除銀合歡復育造林區域，擇定具代表性之監測點4處(AH1、AH2、AH3、AH4)，進行動、植物監測，植物1季次、動物3季次。

(b) 配合屏東林管處110年及111年移除銀合歡區域，依不同作業方式，擇定具代表性之監測點，於移除作業前、中、後分別進行動、植物監測；一次性剷除區域監測點2處(BS1、BS2)，移除銀合歡後造林示範區監測點3處(BC1、BC2、BC3)及一次性剷除樣區2處(BS3、BS4)，111年或112年新植造林區域2處(BC4、BC5)。(依本案第2次契約變更議定書(111年4月12日屏作字第1116107574號函)及第3次契約變更議定書(112年3月27日屏作字第1126106231號函)修改工作內容，詳細監測樣區數及次數如第5.1節)

(c) 於接近自然森林區域及銀合歡純林，各擇定具代表性之監測點至少1處，進行動、植物監測，接近自然森林區域植物1季次(AN1、AN2)、動物3季次。銀合歡純林植物1季次(AL1)、動物2季次。(依本案第2次契約變更議定書(111年4月12日屏作字第1116107574號函)修改工作內容，詳細監測樣區數及次數如第5.1節)

(d) 依據監測結果，評估銀合歡移除前後，對當地動、植物之影響，並分析不同環境之復育造林地，於銀合歡移除後動、植物棲地利用變化。

(e) 建立長期監測調查方法，並依據監測資料分析不同銀合歡移除作業方式成效，提出未來造林方式調整之建議。

(4) 促進公眾參與：辦理至少2場公眾參與之講座或工作坊。

1.4 工作執行流程

本計畫承接國土綠網的銀合歡剷除與回復熱帶季風林原生植被的策略方向，執行森林生態資訊蒐集分析、生態情報盤點、銀合歡移除生態建議及移除樣區監測方法執行等工作，計畫成果預期能提出銀合歡移除與生態植被復育的生態效益說明、生態植被復育後續操作建議、並建立長期監測樣區、監測方法與資料建檔記錄植被隨時間的變遷。藉由生態情報盤點回饋未來銀合歡移除工作的生態課題與生態友善建議，並辦理講座或工作坊促進大眾瞭解銀合歡移除工作的重要性及成果。恆春半島銀合歡移除工作整體架構詳圖2.3.3-1，本計畫工作執行流程如圖1.4-1所示，並於以下各節說明各項工作之進度成果。

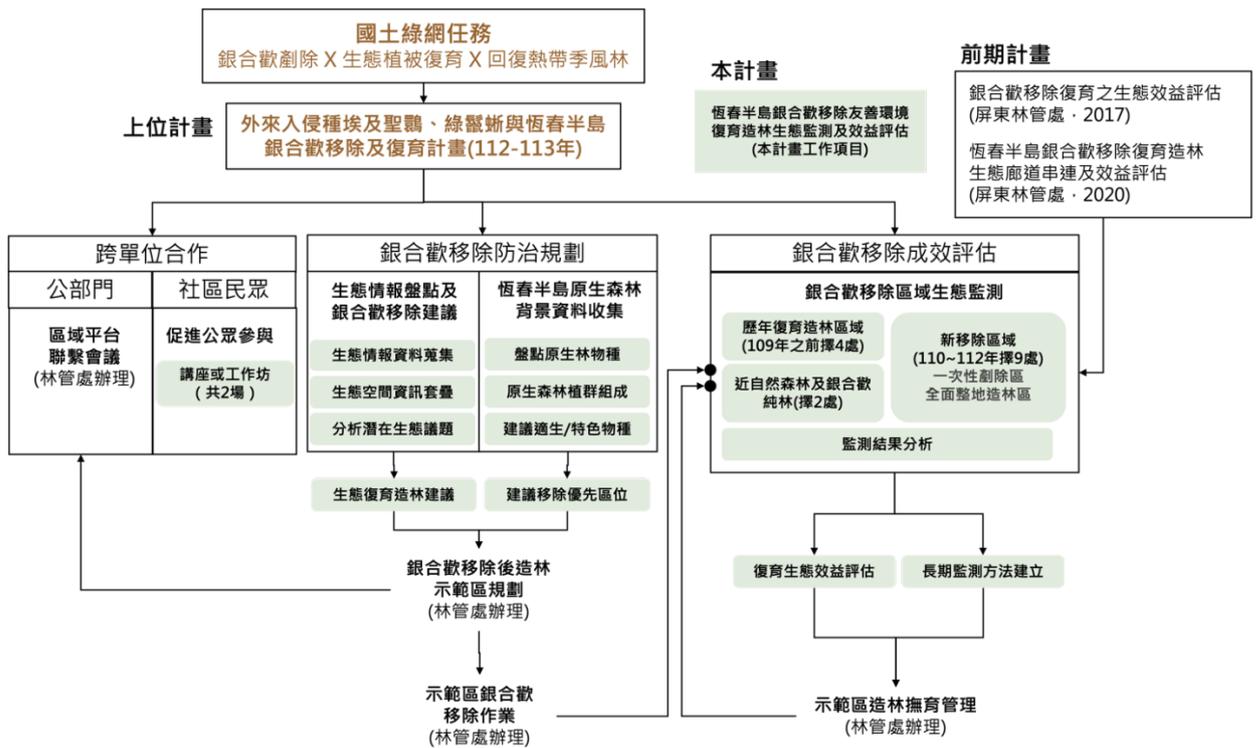


圖 1.4-1 工作執行流程

第二章 計畫背景瞭解與分析

銀合歡是國內為害嚴重的入侵性外來種植物，名列林務局公告「優先防治、長期管理、觀察、監測或評估中之21種入侵種生物」名單中，屬長期管理的類別。銀合歡在恆春半島快速擴張形成大面積優勢純林，佔據原生森林生長回復空間，造成植被相改變、生物多樣性、森林生態系服務功能下降，衝擊恆春半島原生熱帶季風林生態系(郭耀綸，2007；王相華，2008)。本章節回顧屏東林管處銀合歡防治工作的推動歷程，以及在國土生態綠網計畫下的執行方向。

2.1 上位政策：國土生態綠網計畫

行政院核定「國土生態保育綠色網絡建置計畫」(107至110年度，111至114年度)(以下簡稱國土生態綠網)，回應國際上生物多樣性保育目標趨勢：西元1992年的「生物多樣性公約(Convention on Biological Diversity; CBD)」促使各國推動保育生物多樣性及永續發展策略及工作，以及西元2010年「國際生物多樣性公約第十屆締約國大會」提出「愛知目標(Aichi Targets)」以實現「與自然和諧共生」為願景。

(1) 保育需求評估

國內過去數十年的生態保育工作設立的各類型自然保護區，已形成南北貫穿山區的中央山脈保育軸，然而保育軸外的淺山丘陵、平原和海岸地區，因各類型的土地開發以及慣行農業之衝擊，自然生態系逐步破碎。

基於臺灣的自然及人文環境條件，包含地狹人稠，土地開發壓力極大，淺山、平原到海岸地區的地景完整性，以及連結性常因過度開發和污染造成破壞，亟須加以復育和強化。國土生態綠網建置的基本構想，將以現有完整國家保護區系統的中央山脈軸線為中心，與淺山、河流、埤塘、溼地、海岸等其他生態系進行盤點及串聯，形成可以互相交流的網狀系統。

(2) 目標及行動策略

緣此，國土生態綠網設定總目標為：「建置與維護國土生態保育綠色網絡，串聯東西向河川綠帶，連結山脈至海岸，編織『森—川—里—海』廊道成為國土生物安全網；提升淺山、平原、溼地及海岸的生態棲地功能及生物多樣性涵養力，及透過社會—生態—生產地景與海景的保全活用來營造和串聯韌性社區，以促進永續發展」。在整體政策方面，主要工作執行項目有三：(a)國土生態綠色網絡建置、(b)高風險生態與環境系統之保育、(c)營造友善、融入社區文化與參與之社會-生態-生產地景和海景。而林務局及所屬機關在個別項目下之主要工作項目如表2.1-1所列。

國土生態綠網計畫由林務局統籌，相關部會共同合作，鏈結國內生態保育實務與威脅，透過科學、政策、區域等綜合考量，規劃與推動生態保育綠色網絡建置。推動業務含括七大行動策略(圖2.1-1)，「建全國土生態綠網藍圖」、「生態植被復育與入侵種移除」、「生態廊道串連與動物通道建置」、「高風險地區與瀕危物種保育」、「友善生態環境之營造」、「里山倡議與地景保育推動」、「公眾參與及國土綠網環境教育推廣」，以強化森林、農田、河川、溼地及海岸之串聯與生態環境高風險地區之韌性，形成重要的生態廊道，促進生態的永續發展，以因應未來氣候變遷帶來的嚴峻衝擊。

回顧國土生態綠網的概念生成到目前推動，經歷10年以上的發展逐漸成形，優先目標落在與人為利用頻繁接觸而受威脅的淺山棲地及物種，農業地景是多數受威脅淺山及溼地物種的生育地，也是綠網改善及串連的重要環境。國土生態綠網執行架構以過去淺山生態保育策略計畫為基礎，進一步盤點區域的生態議題、保育急迫性分析，研提區域性生態保育策略，結合產業永續發展、生物多樣性保育，以及建立公私協力保育平臺，推動兼容社會及環境需求的保育行動。

表 2.1-1 林務局及所屬機關主要工作項目

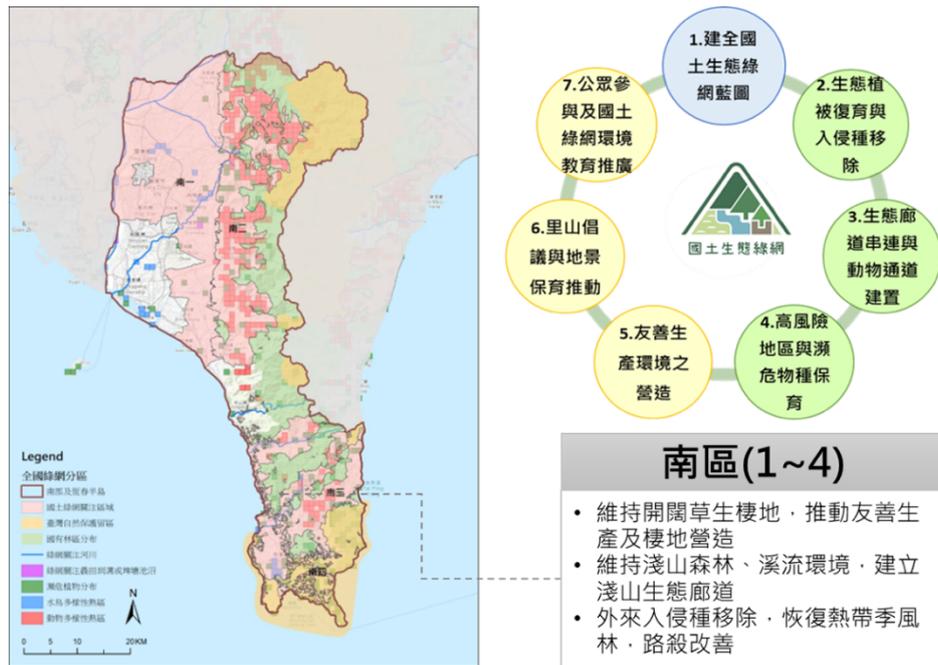
項目	主要工作項目
國土生態綠色網絡建置	1. 指認綠網重要關注區域。 2. 重要生態環境脆弱度與風險評估。 3. 相關法令與政策檢討。 4. 全臺生態綠色網絡串聯與建置。
高風險生態與環境系統之保育	1. 生態保育政策擬訂。 2. 生態造林，整合、縫補與連結山脈、淺山、平原、海岸間之河川、水庫、湖泊及其兩岸生態綠帶，以強化生態綠帶連結。
營造友善、融入社區文化與參與之生態—社會—生產環境	1. 建立並運作「臺灣里山倡議網絡夥伴關係網絡(TPSI)，促進國內各分區實務工作者之交流，並向國際展現臺灣「里山倡議」之成果。 2. 保全和活用社會-生態-生產地景和海景，推動臺灣「里山倡議」之有關政策研究、知識增進、國際參與、能力培育和實踐範例等五大工作。面。 3. 輔導重要生態廊道之農業生產，推動友善生態環境生產模式，以塑造永續之社會-生態-生產地景和海景。 4. 推動水梯田復育、地層下陷區、地區人文與生態環境有效整合，塑造人與自然和諧共生之生態復育園區、地質公園推動等。

資料來源：《國土生態保育綠色網絡建置計畫》行政院 107 年 5 月核定(院臺農字第 1070012905 號)

(3) 恆春半島的國土生態綠網推動重點

「國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫」(林務局，2020)將全國劃分為8個分區，指認各分區的關注區域及推動重點。本計畫屬於屏東綠網(綠網南區分區，範圍包含高雄市與恆春半島)的一部分，屏東綠網的關注區域(南1-南4)及重點任務詳圖2.1-2。

本計畫聚焦在恆春半島(屏東縣枋山鄉、獅子鄉、牡丹鄉、車城鄉、滿州鄉及恆春鎮，共6鄉鎮)，圖2.1-2彙整此區域的綠網陸域、水域關注區域。陸域部分共有2關注區域，南四區標示出銀合歡分布範圍，目標為移除銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。南三區位在淺山至海岸的森林鑲嵌地景，除了低海拔森林關注動植物物種，強調恆春半島特色的海岸及海岸林陸蟹保育(表2.1-2)。水域關注區域部分，恆春半島包含10條綠網關注獨流溪，擁有豐富的洄游魚類多樣性，多集中在半島東南角的滿州鄉，另有4條保育類或紅皮書重要棲地的河川(楓港溪、枋山溪、四重溪、保力溪)(表2.1-3)。此區域關注的河川或獨流溪多穿過銀合歡範圍，國土生態綠網期望結合二者的保育改善工作，提昇區域的棲地面積及品質，並將銀合歡剷除地之定期監測納為重點工作，追蹤原生森林群聚的回復情形及動物相變化。



資料來源：行政院農業委員會林務局(2020)國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫。

圖 2.1-1 國土生態綠網 7 行動面向與屏東綠網的分區重點任務

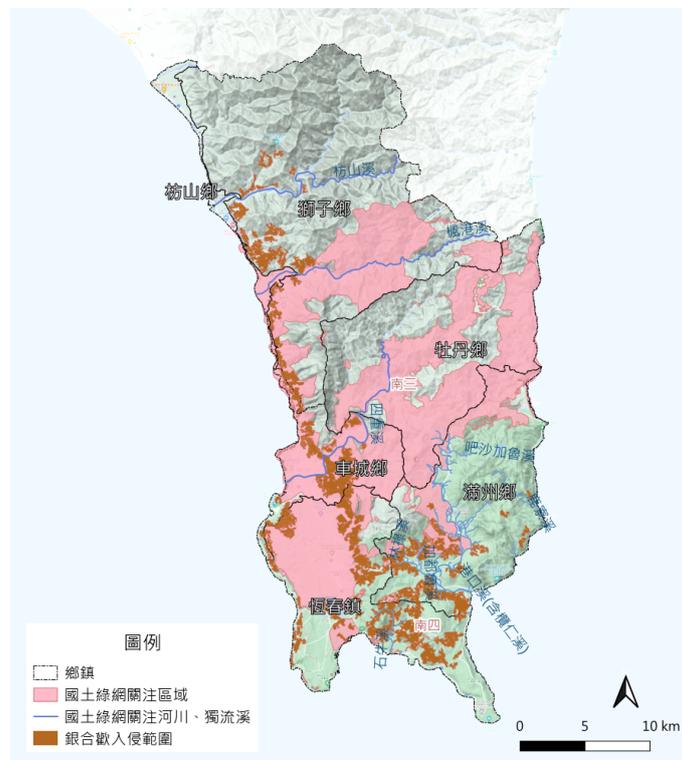


圖 2.1-2 恆春半島的國土生態綠網陸域、水域關注區域分布

表 2.1-2 恆春半島國土生態綠網陸域關注區域

關注區	分布範圍	主要關注棲地類型	重點關注動物	重點關注植物	指認目的
南三	恆春半島；獅子鄉(含)國有林以南	森林、溪流及恆春半島熱帶季風植被	穿山甲、食蟹獾、麝香貓、灰面鵟鷹、黃魚鴉、黃鸝、董雞、食蛇龜、草花蛇、百步蛇、鎖鍊蛇、日本鰻鱺、椰子蟹、林投攀相手蟹	浸水營石櫟、臺灣穗花杉、小葉樟、中原氏鬼督郵、青楊梅、南仁山新木薑子、恆春山茶、柳葉石櫟、烏心石舅、椴葉野桐、臺灣木藍、臺灣石櫟、鵝鑾鼻決明、鐵色、囊稈竹	保存森林與溪流豐富的生物多樣性，改善及維護恆春半島獨流溪環境，減少陸蟹的路殺，推動社區協力維護淺山地區之里山環境。移除入侵種銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。
南四	恆春半島，獅子鄉(含)以南，銀合歡分布及剷除造林範圍	熱帶季風林	本區關注議題為「銀合歡剷除及原生棲地復育」，建議監測動物相之變化，如鳥類、陸蟹等物種之種豐富度與量豐富度。	本區關注議題為「銀合歡剷除及原生棲地復育」，植物部分，建議將銀合歡剷除地之定期監測納為重點工作，追蹤有無原生植物拓殖及其族群建立速度。	移除入侵種銀合歡，進行生態造林以恢復熱帶季風林。

資料來源：行政院農業委員會林務局，2020。國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫。

表 2.1-3 恆春半島國土生態綠網水域關注區域

類型	溪流	鄉鎮	備註
關注淡水魚重要水域環境-河川水系	楓港溪	獅子鄉、枋山鄉	縣市管河川
	枋山溪	獅子鄉、枋山鄉	縣市管河川
	四重溪	牡丹鄉、車城鄉	中央管河川
	保力溪	車城鄉、恆春鎮、牡丹鄉	縣市管河川
洄游性生物重要溪流廊道(綠網重要獨流溪)	港口溪	滿州鄉	
	林祿溪	滿州鄉	
	加都魯溪	滿州鄉	
	欖仁溪	滿州鄉	
	吧沙加魯溪	滿州鄉	
	佳樂水望聖橋	滿州鄉	
	溪仔口溪	滿州鄉	
	鹿寮溪	滿州鄉	
石牛溪	恆春鎮		
香蕉灣湧流	恆春鎮		

資料來源：行政院農業委員會林務局，2020。國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫。

2.2 恆春半島銀合歡防治歷程

銀合歡引進臺灣約有300年以上的時間，到80年代因經濟及農業型態改變，銀合歡大幅擴張到人為干擾的裸露地及廢耕農地等適生土地，形成危害。屏東林管處、林業試驗所、墾丁國家公園、屏科大等單位也在這個時間投入銀合歡防治及研究工作。屏東林管處從91年開始進行銀合歡規劃防治工作，負責國有林地內的銀合歡移除，近年來更是結合國、公有地經管機關及民間單位投入防治工作，透過分區階段性移除並復育造林，期望讓土地恢復為恆春半島原生森林植群景觀(表2.2-1)。銀合歡引進臺灣的歷史、入侵及擴張時空因素已在前期計畫有完整回顧，詳「銀合歡移除復育之生態效益評估」(屏東林管處，2017)。

表 2.2-1 恆春半島銀合歡擴張與移除大事紀

年代(西元)	時期	說明
16世紀	銀合歡引進臺灣	荷蘭及西班牙人為了作為牛、羊等家畜的飼料及供為薪炭材之用，隨著船隊傳入臺灣，當初引入的銀合歡主要為夏威夷型，目前成為入侵種的銀合歡屬於同一品系。
1980年代	造林試驗	在屏東縣南州、恆春、臺東縣太麻里等地區進行造林樣區種植。
1990年代	入侵擴張時期	銀合歡經濟效益及收穫利用減少，部份銀合歡人工林分未繼續經營而廢棄，同時丘陵區瓊麻栽植產業衰退，大量廢耕的瓊麻田逐漸被銀合歡入侵成林。
2000年代	防治工作展開	1990年代開始有小規模的移除工作，直到2004-2011年多項銀合歡移除技術研究發表，測試物理性、化學性、生物性防治，其中以移除後造林的森林經營防治整體效益最好。至此已建立銀合歡的移除防治流程，並開始各項移除工作。
2010年代	原生林復舊	2011年「墾丁熱帶海岸林植生復舊操作技術手冊」發表，透過棲地內現有的原生樹木(前生樹)，並栽植經過篩選的原生樹(架構樹種)，以加速海岸林植生的樹冠鬱閉及生物多樣性恢復，並達到抑制銀合歡生長、節省經費及撫育作業時間的生態復舊目標。

國內銀合歡清除作業發展多年，由前期籌組與試驗、行動開展，至今已進入擴大清除階段(表2.2-2)。籌組與試驗階段，由林務局自91年起多次召開銀合歡防治會議發起，並由屏東林管處陸續進行清除試驗以發展因地制宜之銀合歡清除方法。屏東林管處協同研究單位投入大量工作研究恆春半島銀合歡移除的方式，並評估區位(地形、水土保持需求等)及銀合歡在該區森林的比例等因子，採用全面整地造林、帶狀整地造林、複層林下植栽造林等方式進行銀合歡的移除造林工作。

此後，屏東林管處於103年擬訂「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林」計畫，重點清除銀合歡入侵較為嚴重之國有地、海岸林及道路周邊，進入行動開展階段。此時期配合銀合歡清除作業，擬定監測計畫，包含106年之前期計畫(銀合歡移除復育之生態效益評估)、109年之前期計畫(恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估)，以及本計畫，進行監測與成效評估。本計畫為前期監測計畫之延續，係針對銀合歡清除工作所進行之系列監測計畫，並因應行政院國土生態保育綠色網絡建置，移除入侵外來種、保護生態系統，從點、線、面復育造林串連恆春半島國土保育網絡系統。

表 2.2-2 銀合歡移除工作階段與監測計畫

階段	銀合歡移除階段工作與目標		試驗與監測計畫	
籌組與試驗	2002	農委會林務局多次召開銀合歡防治會議，並由屏東林管處陸續執行銀合歡移除、新植造林及撫育工作	2002	銀合歡優勢林造林更新試驗(恆春事業區第 34 林班)
	2004	為因應不同生育環境及銀合歡入侵程度的差異，進行因地制宜而有不同的銀合歡移除復育造林之作業方法	2004	更新樹種密植試驗(恆春事業區第 34 林班)
				完成「森林劣化生態系復育-外來樹種入侵對生態系之影響」計畫，顯示銀合歡抑制效果佳
			2008	進行「銀合歡砍除更新造林對於銀合歡入侵抑制之影響」，評估三種伐除作業方式成效，說明機械式大面積的翻土整地，對於銀合歡抑制非常有效
			2011	「墾丁熱帶海岸林植生復舊操作技術手冊」發表
行動開展	2014	擬訂「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林」，於 2015 年進行全面性銀合歡移除後造林復育工作，協調各國、公有地管理機關並擴及私有土地輔導防治工作並每年召開防治會議	2015-2017	進行「銀合歡移除復育之生態效益評估」計畫，配合 2014 年擬定之「恆春半島外來入侵種銀合歡移除復育造林」，進行銀合歡清除監測
	2017	完成銀合歡入侵較為嚴重之國有地、海岸林及道路兩側的銀合歡移除造林階段目標	2018-2020	延續前期監測計畫，進行「恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估」
擴大清除	2021-	行政院核定「國土生態保育綠色網絡建置(111-114 年)」，以國有林地為軸帶，移除入侵外來種、保護生態系統，從點、線、面復育造林串連恆春半島國土保育網絡系統。	2021-2023	進行「恆春半島銀合歡移除友善環境復育造林生態監測及效益評估」，配合 2021 年新擬銀合歡清除規劃，進行銀合歡清除成效監測
	2022	行政院核定「外來入侵種埃及聖鸚、綠鬣蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113 年)」		

本計畫整理，資料來源：

屏東林管處(2016)銀合歡移除復育之生態效益評估。

屏東林管處(2020)恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估。

2.3 屏東林管處銀合歡剷除與生態植被復育工作

屏東林管處於90年起著手剷除恆春半島入侵狀況嚴重的銀合歡，在剷除後進行造林以抑制銀合歡再度拓植，累積清除548.53公頃銀合歡林(統計至110年)，技術上已發展成熟，成果豐碩。林務局於西元2018年啟動的國土綠網計畫訂定7個行動面向，其中行動面向2-2「外來入侵種(銀合歡)剷除及生態植被復育」為屏東綠網的銀合歡移除工作賦予新的定位：以回復原生熱帶季風林為目標，強化生物多樣性與生態棲地效益，提昇銀合歡移除後造林的生態功能(圖2.1-1)。以下彙整屏東綠網的銀合歡剷除工作的成果及區域綠網短中程計畫。

2.3.1 屏東綠網前期計畫成果

在106年之前期計畫「銀合歡移除復育之生態效益評估」中，從不同的區位(海岸、山區)、銀合歡移除方式、不同造林年份著手，評估各銀合歡移除復育樣區之生態效益，成果指出藉由銀合歡移除復育造林作業可抑制銀合歡生長、改善林相組成、結構及棲地環境進而增加動物生物多樣性之效益成效，並提出生態系服務價值的估算。顯見長期銀合歡移除作業中於生物多樣性提升上逐漸產生功能。

109年之前期計畫「恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估」從生態廊道角度出發，設計不同銀合歡覆蓋程度的廊道，並針對周邊復育造林地與銀合歡未移除區域進行監測，結果呈現銀合歡移除造林地內鳥類族群數量顯著上升，地棲性動物的行為較多樣化，顯示棲地環境較銀合歡純林佳，有更完整的森林生態功能。

為評估銀合歡移除復育造林之生態系功能效益，郭家和等在西元2018年使用前期計畫資料，運用太陽能值做為統一標準來衡量不同類別功能之能量，進而評估碳吸存功能、土壤營養物質循環及固碳功能、水土保持功能、淨化空氣功能、生物多樣性功能、涵養水源功能、總經濟價值(郭家和等，2018)(表2.3.1-1)。結果顯示，所評估之各項森林生態系服務功能中，以碳吸存及生物多樣性功能價值最高。而透過銀合歡移除造林作業後，無論是何種作業方式，皆能

有效提升整體生態服務價值，生態效益皆高於未移除銀合歡林相之2~5倍。

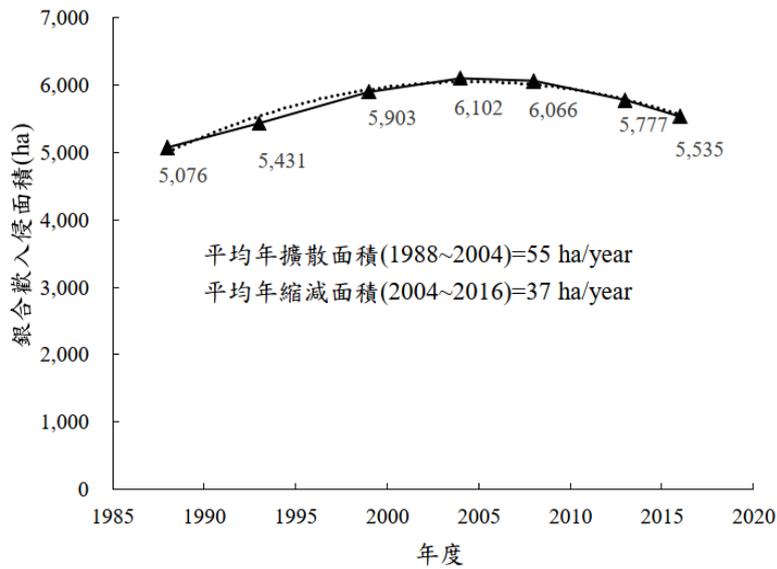
表 2.3.1-1 恆春半島銀合歡移除復育造林生態系服務指標價值

服務分類	評估指標	海岸全面整地造林	海岸林下栽植造林	海岸對照樣區	山區帶狀栽植造林	山區對照區
供給服務	碳吸存	6.40×10^{16}	6.01×10^{16}	1.44×10^{16}	4.09×10^{16}	1.19×10^{16}
	土壤營養物質循環	2.36×10^{15}	4.48×10^{15}	9.35×10^{14}	2.32×10^{15}	1.51×10^{15}
	涵養水源	6.22×10^{14}	9.44×10^{14}	7.59×10^{14}	5.75×10^{14}	7.59×10^{14}
調節服務	土壤固碳	9.31×10^{14}	7.39×10^{14}	3.55×10^{14}	1.68×10^{15}	1.03×10^{14}
	淨化空氣	1.50×10^{15}	1.14×10^{15}	7.93×10^{14}	1.14×10^{15}	9.4×10^{14}
	水土保持	7.99×10^{15}	1.08×10^{15}	4.57×10^{14}	2.75×10^{15}	7.08×10^{14}
	生物多樣性	1.91×10^{16}	1.66×10^{16}	1.40×10^{15}	2.40×10^{16}	2.04×10^{16}
合計		6.70×10^{16}	8.42×10^{16}	2.59×10^{16}	7.85×10^{16}	3.56×10^{16}

單位：能值(sej/year)

修改自：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。臺大實驗林研究報告 32(3): 199-220。

前期計畫並以遙測技術判釋恆春半島的銀合歡分布範圍及變遷(圖2.3.1-1)。銀合歡林面積77~93年逐年擴張，93~105逐漸減少。依105年的判釋結果，銀合歡林總面積5,535公頃，主要分布於恆春半島西側與南側山區與平地交界處，以及海岸林分布區位，這些範圍與聚落、道路、農田等人為干擾頻繁及以80年代大量瓊麻田廢耕有明顯重疊性。大面積銀合歡林分布區域自北向南如中心崙、楓林、新路、楓港、楠仔、尖山、海口、四重溪、大埔、五里亭、出火、大崎、門馬羅山、港口、大尖石山、南灣、船帆石，西側海岸則多分布於後灣、下水堀、關山等處。



(上) 2016 年恆春半島銀合歡分布範圍；(下)1988-2016 年銀合歡面積變化
 資料來源：屏東林管處，2017。銀合歡移除復育之生態效益評估。

圖 2.3.1-1 恆春半島銀合歡分布範圍與面積變化

2.3.2 屏東區域綠網銀合歡移除與熱帶季風林恢復工作規劃

屏東林管處承續國土生態綠網的行動方向，在屏東區域綠網的短中程工作規劃將恆春半島的列為原生植群復育營造的示範案，以移除為害嚴重的外來種銀合歡，再透過生態造林恢復原始的熱帶季風林，保留恆春半島特有的生態多樣性為目標。針對這項工作的保育復育規劃包含3項工作：

(1) 銀合歡伐除與復育造林相關圖資之產製與整合

整合不同機關轄管之土地資料，並常態性更新其銀合歡伐除之進度與復育情形，藉此增加機關間的橫向聯結，以提升區域性的整治效率。同時也可媒合農委會農林航空測量所，利用其遙測與航空影像拍攝之專業，常態性的監測南臺灣之銀合歡消長與後續復育造林情形，也更有利於後續移除計畫之修訂。

(2) 移除入侵種，協助恢復本土原生植群與當地生物多樣性

銀合歡在近20年來的入侵，已逐漸吞併原生熱帶季風林環境，故必須逐步清除銀合歡並以原生樹種來復育恆春半島既有之林相。未來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。

(3) 宣導入侵種移除之立意與意涵，獲取民眾之信任

為能讓一般民眾能體認銀合歡移除的重要性及具體之意義，將進行銀合歡伐除與復育造林之作業宣導，詳細地將銀合歡移除作業方式，後續撫育工作及撫育後之各項成效進行推廣；如銀合歡伐除後木材再利用、遊樂區的解說教育。此舉一來可以避免在進行銀合歡伐除作業時被誤解為伐木破壞森林，二來銀合歡伐除後對於當地生態環境的提昇及貢獻，也可由銀合歡伐除示範區的教育訓練基地的設施讓一般民眾充分的瞭解，未來將有助於銀合歡移除再造林作業的推展。

這些工作規劃以4個行動方向進行短期及中期的執行推動(表2.3.2-1)。本計畫工作項目(第1.3節)對應其中的行動1.原生植群或物種的復育規劃以及行動3. 銀合歡移除後的生態調查追蹤，協助達成

整體生物多樣性目標。

表 2.3.2-1 屏東區域綠網銀合歡移除與熱帶季風林恢復議題任務

行動	短期任務 1~4 年(111~114 年)	中期任務 5~8 年(114~118 年)
1. 原生植群或物種的復育規劃	A. 收集相關的前期研究計畫，瞭解在過去，當地的原生物種為何。 B. 收集當地生活地景的研究資料，做為後續及生態監測之參考。 C. 提供銀合歡伐除後，造林樹種選擇種類給管理單位。	A. 評估過去遭受銀合歡嚴重危害之物種保存之可行性。 B. 持續進行原生植群或物種之復育。
2. 銀合歡整治規劃共享平臺資料庫之建置與推廣	A. 收集目前現有衛星影像資料、銀合歡分布範圍圖層、地籍資料等進行整理。 B. 結合農航所航空攝影，收集恆春地區高解析度銀合歡入侵影像資料。 C. 建置 GIS 地理圖資，整合上傳至政府開放平臺。	A. 透過跨機關連繫平臺持續找尋合作夥伴，並持續分享相關圖層與資料。 B. 持續進行整治規劃推廣，可與推廣銀合歡伐除再造林計畫搭配進行。
3. 銀合歡移除後的生態調查追蹤	A. 進行銀合歡移除後之生態監測。 B. 分析不同環境之復育地於伐除後之動植物棲地利用變化。 C. 根據監測結果，評估銀合歡伐除前後，對於當地之動植物之影響情形。	A. 持續追蹤銀合歡伐除後之復育造林工作，並監測當地動植物之恢復情形。 B. 持續探索可再恢復之生態廊道位置。
4. 推廣銀合歡伐除再造林作業	A. 配合屏東林管處選擇適合的銀合歡復育地，作為辦理銀合歡伐除工作坊地點 B. 設計環境教案或工作坊等相關課程，包含銀合歡移除工法、操作及後續復育及生態調查方式等。 C. 不定期辦理銀合歡伐除之環境教育講座或山林講堂，讓民眾體認瞭解銀合歡移除的意義，以及伐除後對於當地生態環境的提升與貢獻。	A. 結合銀合歡整治規劃計畫，設計銀合歡伐除作業相關文案與視聽影片，並透過大眾傳播管道宣傳。 B. 協助須要進行銀合歡伐除的團體機關進行銀合歡伐除示範等相關課程及研習活動。 C. 配合當地 NGO 及國中小環境教育課程，辦理相關課程研習。 D. 透過如遊樂區解說教育的方式，讓銀合歡伐除再造林作業對於原生植群復育營造的觀念向下深耕。

資料來源：屏東林管處「屏東區域綠網計畫」

2.3.3 恆春半島銀合歡全面移除計畫

入侵性外來種是全球生物多樣性衰退的重要原因之一，入侵種佔據排擠原生物種生存空間，甚至造成健康或經濟的危害，是迫切須要處理的問題。國內自90年生物多樣性推動方案納入「外來種之管理」。93年國家永續發展委員會之行動計畫表「生物多樣性分組」重點工作中修正「加強入侵種管理」業務。林務局負責入侵種植物(林木、雜草、林業用微生物暨野生植物)防治。

行政院於111年5月20核定「外來入侵種埃及聖鸚、綠鬣蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113年)」(行政院農業委員會，2022)，為恆春半島銀合歡移除防治工作的上位計畫，以下簡要說明計畫中關於恆春半島銀合歡移除之執行策略及方法，綜整恆春半島銀合歡移除工作整體架構如圖2.3.3-1所示。

- (1) 執行目標：導入生態廊道、友善環境、原生樹等元素，執為行外來入侵種恆春半島銀合歡移除復育造林作業，協助各國公有地經管機關投入防除工作，並收購恆春半島私有(租用)土地之銀合歡，共同維繫原有環境生態系統，定期追蹤每年移除成效。
- (2) 執行範圍：執行範圍為恆春半島6鄉鎮(屏東縣枋山鄉、獅子鄉、牡丹鄉、車城鄉、滿州鄉及恆春鎮)，其中國、公有土地(扣除坡度25度以上，有水土保持疑慮、環境敏感及軍事機敏的土地)預計移除銀合歡及復育造林面積1670.2公頃；私有(租用)土地(扣除坡度25度以上，有水土保持疑慮的土地)預計收購面積1141.7公頃。
- (3) 期程：計畫期程112~113年，共2年。預計完成銀合歡剷除及復育造林1670.2公頃，並收購恆春半島私有(租用)土地移除之銀合歡，預計收購面積1141.7公頃。
- (4) 預期效益
 - (a) 恆春半島國、公有土地銀合歡移除，除即採用原生種栽植造林，並保留原生樹，恢復當地多層次之植物多樣性。
 - (b) 編列恆春半島銀合歡數購專案經費補助私有(租用人)土地移

除作業費用，促使銀合歡在恆春半島逐漸滅失。

- (c) 全面移除恆春半島銀合歡，有助於重建臺灣熱帶生態系，逐步修復本土生態環境，提升生物多樣性。

(5) 銀合歡移除及復育造林執行方法

參考林業試驗所102年出版之「銀合歡入侵地之植生復育操作技術」(王相華等, 2013)及屏東林區管理處104至109年執行銀合歡移移除復育造林經驗，依為害嚴重性、地理環境等條件，據以評估擇撰銀合歡復育造林方式。

- (a) 現況分析：就復育造基地應調查有無特殊地形如珊瑚礁岩或有無珍貴稀有、瀕危物種，應序避開或保留。
- (b) 新植：依為害嚴重性、地理環境等條件，視現地狀況以每公頃栽植2,000~4,000株原生樹種為原則，採多層次密植方式，以加速林份鬱閉，抑制銀合歡之生長及種子萌發。
- (c) 撫育管理：撫育工作包括刈草、除蔓、砍除銀合歡之萌蘗或小苗等，作業原則為：第1~3年每年刈草4~5次、第4~6年起每年刈草3~4次，如有銀合歡入侵密度較低之造林地則刈草1~3次，銀合歡植株刈除至地際處，並加強刈除幼苗及萌蘗；立地環境不佳者，於乾季或新植造林編列澆水；6年生以上或成林後如已形成鬱閉，則評估應否施行間伐撫育作業，以營造健康及可有效抑制銀合歡之林分。
- (d) 樹種適地適木：國有林班地或國有林山坡地造林依林地分區，分列林木經營、國土保安、自然保育等不同經營考量，原則栽植陽性耐旱且具能迅速鬱閉成林之樹種，如為林木經營區則可栽植或補植具收獲價值之林木，另為營造多層次林分，於孔隙出現時則栽植原生樹或可供為蜜源植物。區外保安林或海岸林地大都臨近海邊，需將土壤貧瘠、強風、乾旱等環境變因納入考量，優先栽植抗旱、耐鹽之樹種，依現況可以混植生長較慢之原生樹種。未來將持續採種、培育原生種。

(e) 移除銀合歡之處理

- (i) 為利當地社區民眾或非營利公益團體之公共、公益使用，剷除後之銀合歡得指定堆置地點公告開放當地社區或登記有案之非營利公益團體，就近洽林區管理處工作站申請撿拾，工作站開具放行單搬離後使用。
- (ii) 屬銀合歡再利用之研究計畫，由研究單位提送計畫書，配合轄區林區管理處銀合歡移除期程，可提供作為研究之用，申請單位應於研究案結束後將研究成果提供本會林務局參考。
- (iii) 應用農業生質能基去化技術，作為生質炭使用，創造銀合歡附加經濟價值。

(6) 恆春半島私有(租用)土地銀合歡收購

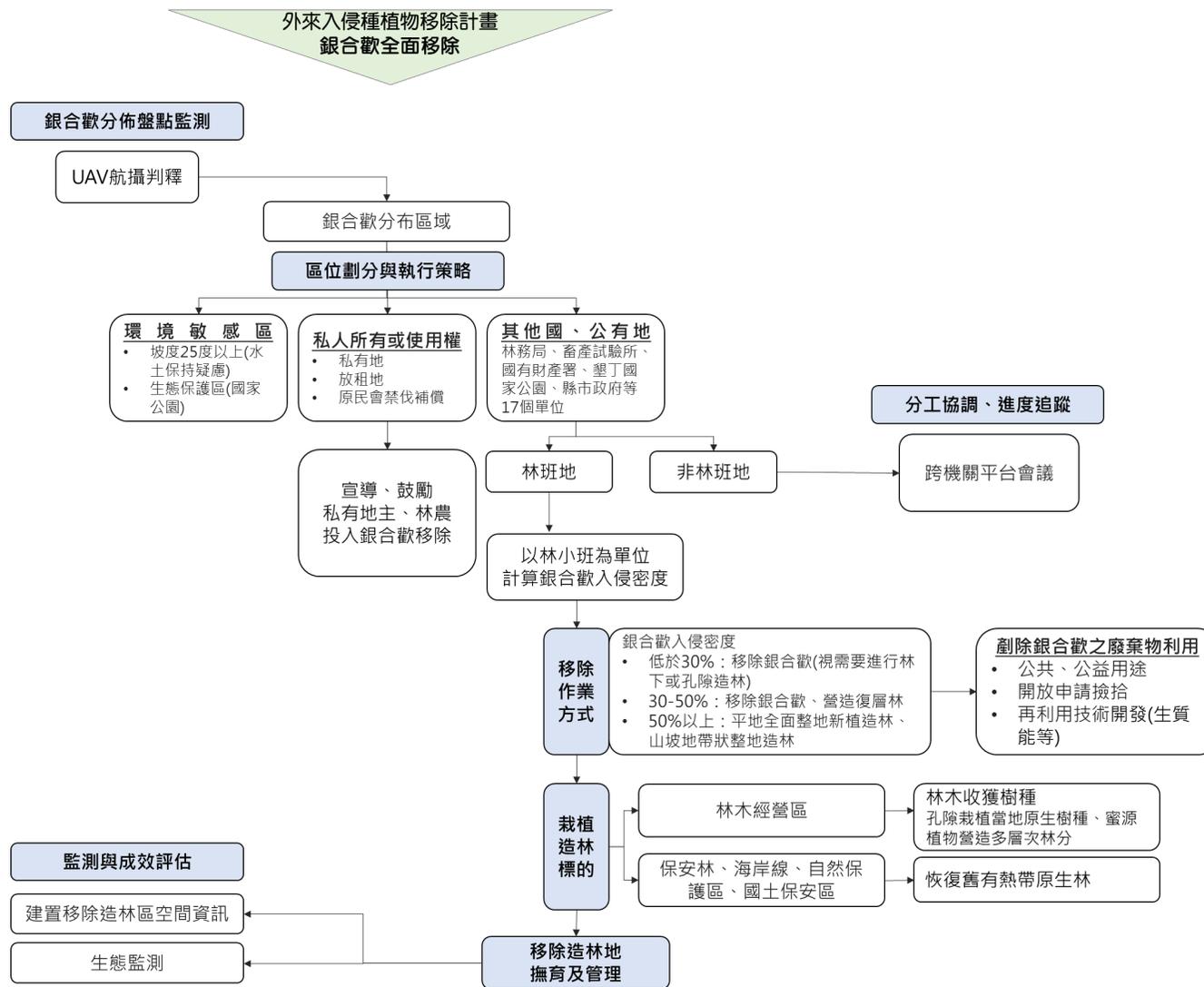
為降低恆春半島銀合歡分布範圍，就私有土地及國、公有土地租地之入侵銀合歡，規劃銀合歡收購機制、鼓勵土地所有權(租用)人配合政策，積極移除銀合歡。並請土地所有權(租用)人於收購時，切結依所有(租用)土地使用類別限期恢復土地合法使用，倘荒廢土地致銀合歡再生，則應繳回收購金額並依法規或租約規定處理。

(7) 運用遙航測技術監測國內外來入侵植物移除成效及分布趨勢

由林務局依恆春半島銀合歡移除規劃及評估執行成效等需求，定期委託政府部分或民間企業採遙航測影像技術(含無人飛機等)或裝置地面樣區監測調查，以更精準、更有效率方式，掌握銀合歡移除成效及控管分布趨勢。

(8) 區域平台聯繫會議

由於外來入侵種防除非單一單位可獨立完成，為利公部門間共同協力合作，並以行滾動式溝通、協調與推動，每年定期召開之例行性會議及執行期間遇特殊事件須溝通協調之不定期會議。



本計畫繪製
整理自：

1. 「外來入侵種埃及聖鸚、綠鬚蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113)(核定本)」(行政院農業委員會，2022)
2. 「銀合歡移除復育作業規範及施作作業程序書」(附錄三)
3. 「屏東林區管理處銀合歡移除復育作業規範」(附錄四)

圖 2.3.3-1 恆春半島銀合歡移除工作整體架構

2.3.4 屏東林管處銀合歡移除復育作業規範

「銀合歡移除復育作業規範及施作作業程序書」(附錄三)、「屏東林區管理處銀合歡移除復育作業規範」(附錄四)是屏東林管處銀合歡移除造林案件執行及現地細部作業方式的依據。摘述主要內容如下：

(1) 預期效益

復舊當地多層次之植物多樣性，串聯恆春半島淺山廊道。改善景觀及林地多元利用功能，減少大氣二氧化碳濃度，減緩氣候變遷，減少極端氣候出現頻度。

(2) 銀合歡入侵現場評估

以UAV航攝作業，產製五千分之一的正射影像，評估銀合歡範圍。視林中銀合歡比例決定移除作業方式，銀合歡比例高於50%時，即全面整地或帶狀整地；銀合歡比例為30~50%，則選擇性伐除銀合歡，並營造多層次林分；銀合歡比例低於30%時，僅選擇性伐除銀合歡。

(3) 銀合歡移除及保留帶作業

採橫坡整地、帶狀移除銀合歡及其他外來入侵種植物，保留原生樹種，而後新植造林，保留帶與移除帶的比例為7~10:3~5，視現地地形、環境狀況因地制宜調整。移除帶中全面伐除銀合歡，砍伐下來的殘枝落葉留置於原地，排列成帶狀；保留帶中的銀合歡截幹至1.5公尺高，避免結實。保留帶於第三年伐除，或視新植苗木生長情形決定保留帶伐除年份，伐除後即新植造林。

(4) 樹種選擇及目的

依照地區所在決定栽植樹種，分為「國有林班地或國有林山坡地」，以及「區外保安林或海岸林地」兩類。並依照造林目的選擇適合樹種，國有林班地為了恢復舊有熱帶原生林，可種植陽性耐旱樹種、多層次原生植物、蜜源植物。區外保安林

或海岸林地為兼顧恢復熱帶原生林及海岸防風、防沙等國土保安功能，可種植抗旱耐鹽樹種、生長較慢原生樹種、可供採種樹種(表2.3.4-1)。

表 2.3.4-1 屏東林管處銀合歡移除復育作業規範建議栽植樹種

地區	栽植樹種
國有林班地或國有林山坡地	<p>陽性耐旱樹種：水黃皮、月橘、臺灣欒樹。</p> <p>具收穫價值之林木：相思樹、黃連木。</p> <p>多層次原生、蜜源植物：黃槿、臺灣樹蘭、棋盤腳、臺灣海桐、瓊崖海棠、欖仁。</p>
區外保安林或海岸林地	<p>抗旱、耐鹽樹種：木麻黃、欖仁、臺灣海桐、白水木、草海桐、海欖果、苦楝、黃槿、水黃皮。</p> <p>生長較慢原生樹種：黃連木、毛柿、臺灣樹蘭、瓊崖海棠。</p> <p>可供採種樹種：稜果榕、鐵色、恆春厚殼樹、蓮葉桐、棋盤腳。</p>

(5) 栽植作業

挖掘直徑50公分以上、深度40公分以上的植穴，行株距依照栽植數量調整。準備有機肥，每株施放1.5公斤，與泥土充分混合備用。將苗木膠袋割除，但保持土球完整。將苗木連同土球栽植入植穴，栽植後用事先準備與有機肥混和的土壤覆土，將苗木周圍填土踏實，苗木根部不可外露。準備竹支架，長度120公分、口徑1至2公分，末端以紅色噴漆標示10公分以上。將支架插入土中25公分以上，以棉繩或麻繩網綁(八字綁法—棉繩或麻繩先與支架繞一圈後，支架靠近林木並調整鬆緊後網綁，視苗木生長狀況適度調整鬆綁)。苗木栽植一年後，視苗木生長情況移除棉繩或麻繩。

(6) 撫育管理

撫育的頻率，第1、2年每年除草4~5次，第3~6年每年除草3~4次，第7~9年每年除草1~2次。銀合歡小苗由基部刈除，保留帶內的銀合歡截幹至1.5公尺高。如有藤蔓生長，則全面清除，根株遺留小於20公分。植穴內的草本植物刈除基部，栽植帶其他區域除草至草頭35公分以下，但不刈除基部以利水土保持及抑制銀合歡，並保留天然雜木小苗，以利營造複層林相。

(7) 災害復育

如遇颱風等天然災害，造成造林地損傷，應勘查並執行災害復舊。將傾斜、倒伏或斷裂的留存木鋸短，堆置於林地內空地；傾斜的苗木盡速扶正，過度傾斜的苗木則鋸短至20至30公分以下，如有支架者須重新綑綁。

2.4 恆春半島銀合歡移除與原生林復育綜合回顧

2.4.1 銀合歡移除防治研究

(1) 銀合歡移除相關的自然史特性

(a) 銀合歡入侵背景

銀合歡(*Leucaena leucocephala*)屬於豆科(Fabaceae)含羞草亞科(Mimosoideae)銀合歡屬(*Leucaena*)，原產於中美洲，主要有3種品系，分別為薩爾瓦多型 (Salvador type)、夏威夷型(Hawaiian type)及秘魯型(Peru type)(呂錦明等，1984)。

由於其生長快速、繁殖適應力強，1年可開花結果2至3次，每年每平方公尺可以產生15,000至20,000個種子(李昭宗，2003)，全球入侵種資料庫(Global Invasive Species Database, GISD)即將其列為世界百大惡性入侵種之一(吳立心等，2008；Lowe. *et al.*, 2000；全球入侵種資料庫中文版 <https://gisd.biodiv.tw>)，如銀合歡具有毒化土地作用，會從根部分泌「含羞草素」抑制其他植物生長，而造成嚴重外來種危害問題(呂福原等，2002)。夏威夷、其他太平洋群島、澳洲與美國佛羅里達州等均有銀合歡入侵，影響原生植物族群組成之外來種入侵課題。

早在16世紀，野生型銀合歡即隨著荷蘭及西班牙帝國的船隊，散布到全世界所屬的殖民地，包括亞洲的菲律賓及臺灣，主要用途為提供牛、羊等家畜的飼料及炭薪材，恆春半島原為瓊麻工業重鎮，民眾普遍開墾山林，種植瓊麻，然隨著經濟體

系變更，瓊麻使用量銳減，耕地普遍棄置，再加上城鎮發展及道路開發等因素，增加銀合歡入侵林地及廢耕地之環境條件(臺灣生物多樣性保育學會，2004)。

(b) 生理生態

銀合歡的生理性狀接近先驅樹種，喜好強光環境生長迅速。且對於環境逆境耐受性高，也是能快速生長擴張的原因：

- (i) 耐貧脊能力強：銀合歡為豆科植物，根系會與根瘤菌共生，能將大氣中的游離態氮，轉變為植物可吸收利用的氮化合物。
- (ii) 耐環境逆境：銀合歡亦能耐旱、耐鹹鹽土。其於乾季落葉，能減少水分蒸散，保留水分於植株體內，不至於全株乾枯死亡，透過落葉而得以度過旱季。耐鹹鹽土的特性，使銀合歡能適應濱海地區，受海水浸泡含有高鹽度的土壤，而能擴散至恆春海岸地區。經調查，火燒過後土壤嚴重裸露的區域，銀合歡能較其他原生先驅樹種優先進入、生長，顯示銀合歡對環境逆境的忍受力較大多數原生植物強。
- (iii) 毒他作用(Allelopathy)：銀合歡會釋出含羞草毒素，抑制其他植物種子萌發及幼苗發育，使周圍植物無法生長，即使是砍下的枝葉亦會釋出毒素。但考量恆春氣候多雨，毒素容易被淋洗流失，且銀合歡林常有原生樹種混生，毒他作用是否是銀合歡構成純林的重要因素有待評估。

(c) 繁殖方式

銀合歡繁殖方式主要為有性繁殖，銀合歡能行異花授粉或自花授粉，因此單株銀合歡即可產生種子。一株胸徑8公分的銀合歡成株在單季可生產18,000顆種子，有性繁殖能力極強(王相華等，2013)。種子為果莢自力彈出傳播。在不同溫度下，種子平均發芽天數只需4.2至5.7天，能快速發芽、生長。

恆春半島銀合歡全年可開花結果，種子庫能保持終年量多而穩定，雖然目前尚無證據說明銀合歡種子能在土壤中休眠多

久，然以銀合歡產生大量種子庫的特性來看，即使土地上的銀合歡植株被移除，仍可長期、持續地產生種子苗。

銀合歡的無性繁殖能力弱，砍下的枝幹難以發根萌芽。但殘存的樹頭可以萌蘖出5~20分枝，生長速度達一年0.8公尺高，在移除後造林未鬱閉前須定期砍除，防止樹頭萌蘖再次成為冠層優勢樹種。

(2) 銀合歡防治策略

表2.4.1-1列出國內銀合歡防治的4種策略。環境經營防治法是日前屏東林管處採用的方式，能有效壓制銀合歡，可行性最高的移除防治方式。

屏東林管處於91年開始於恆春地區進行銀合歡優勢林之造林更新試驗，階段成果說明了環境經營防治法的相當有效。以機械式大面積的翻土整地，把萌蘖能力強的銀合歡樹頭移除，避免銀合歡與造林樹苗競爭。再配合定期除草、除蔓等撫育作為，抑制銀合歡生長。

表 2.4.1-1 銀合歡防治策略

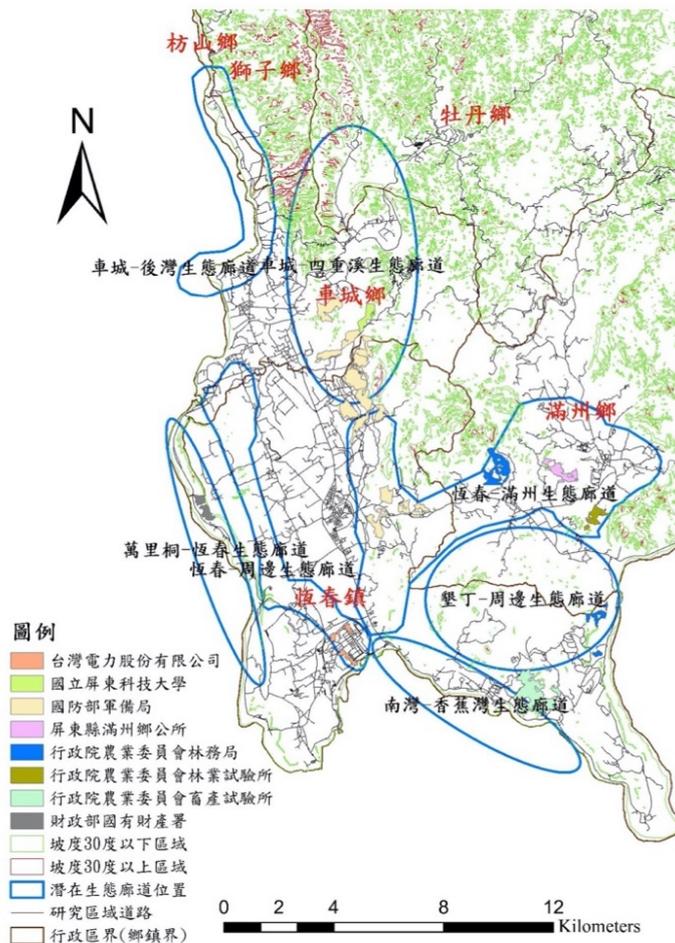
防治策略	說明
物理(機械)性移除	人力或機械砍除、挖除銀合歡。是目前最常使用的銀合歡移除方法。
化學性移除 (王相華、洪聖峰，2005)	用農藥或除草劑等化學物質殺死銀合歡。單株胸高直徑每公分注射劑量 1.5 ml 的嘉塞磷，植株死亡率可達 100%，效果良好。在大面積實施下，逐棵注射藥劑成本高，如藥劑溢出會汙染環境，傷及非目標野生動植物，因此化學性移除須有嚴謹的作業方式。
生物性防治 (吳立心等，2008)	利用種子捕食者，取食銀合歡種子，減少銀合歡種子數量。是對環境衝擊最小、最節省人力成本的方式。但目前國內研究及施行案例少，降低銀合歡數量的有效性、針對銀合歡的專一性還不明，因此生物性防治法尚未有所進展。
環境經營防治法 (王相華等，2013)	結合物理防治及環境生態復育的防治方法，透過全面整地或選擇性移除銀合歡，保留現有原生樹種，並栽植當地原生樹苗混植造林。造林地冠層鬱閉遮光，可有效抑制銀合歡種子萌芽與生長。

2.4.2 銀合歡移除防治規劃

本節以恆春半島區域性尺度回顧與銀合歡移除優先性、提高移除效率有關的空間、目標等資訊，包含銀合歡分布範圍估計、成效、環境或社會衝擊或優勢因素相關的移除區位指認，以及銀合歡移除土地的經營方式。

(1) 銀合歡分布範圍

屏東林管處(2016)在國土生態綠網計畫初期委託辦理恆春半島銀合歡分布的遙測判釋，目的在瞭解分布現況，用於規劃林班地及跨單位移除區位，如圖2.4.2-1所示。屏東林管處110年更與農林航測所合作使用較新的UAV技術進行銀合歡分布範圍判釋，期提供正確性更好的分布圖資，目前仍在執行中(表2.4.2-1)。



資料來源：屏東林管處(2017)「恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估」

圖 2.4.2-1 優先執行銀合歡移除復育造林區域分布圖

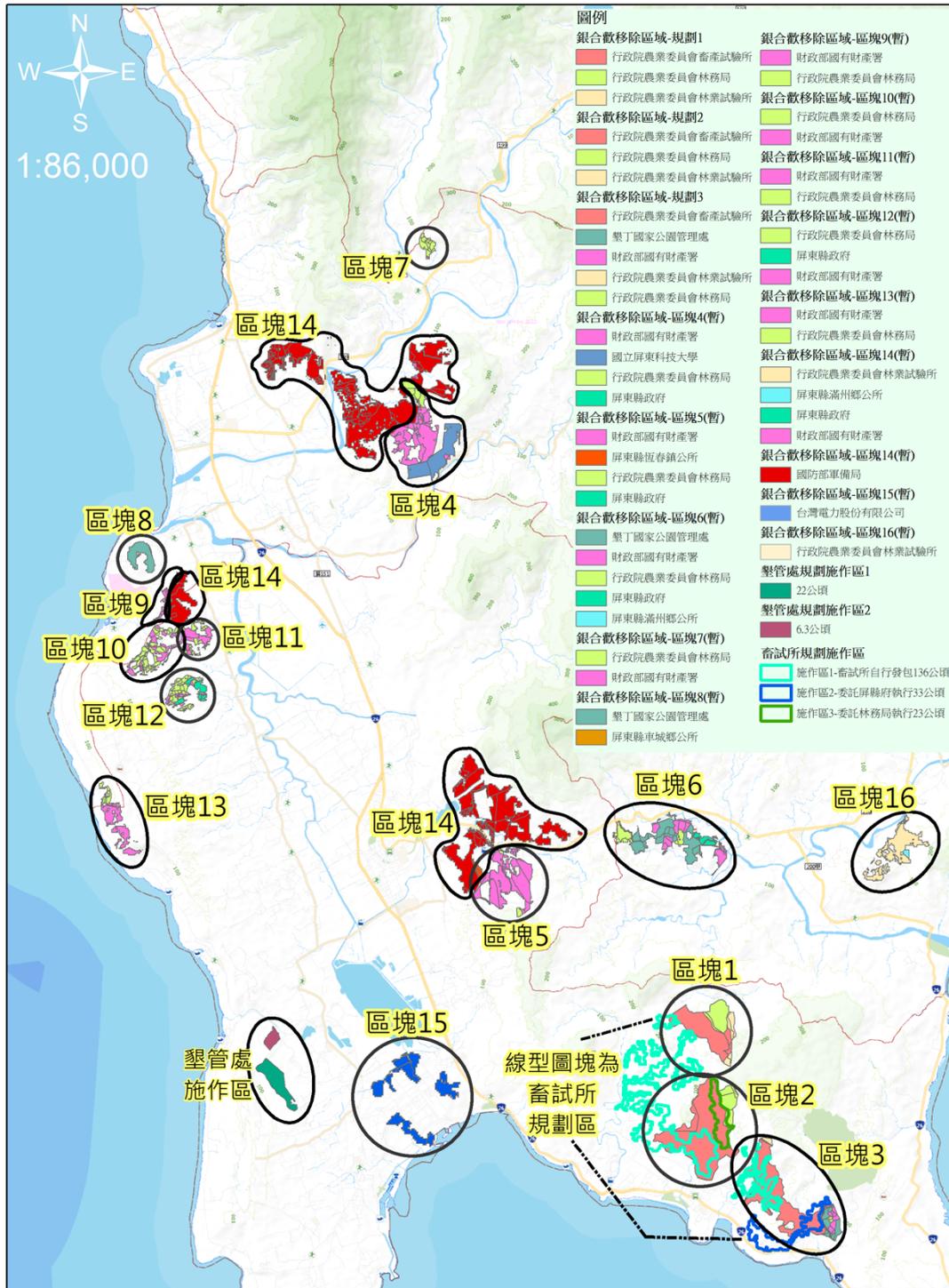
(2) 移除區位空間規劃

銀合歡優先移除區位的評估有很多的想法被提出討論，包括歷史上銀合歡面積擴張趨勢、傳播機制、生物多樣性保育或社會層面觀點，但絕大多數沒有指認出空間，無法進行綜合性的空間優先性規劃可作為銀合歡全面移除計畫直接參考(表2.4.2-1)，目前銀合歡移除計畫主要處理林班地，其他公有土地則透過平臺會議與主管單位洽談分工，如圖2.4.2-2所示。

地景生態方面，屏東林管處(2020)指出幾個連結山區到海岸，通過銀合歡移除造林地的「生態廊道」，目的為挑選監測樣區，比較銀合歡林、移除造林地提供動物利用及動物移動的功能，在廊道指認上是依移除造林地分布人為選取，大部分「生態廊道」區域被森林圍繞，野生動物可透過外圍的森林移動，這樣的「生態廊道」在動物移動功能上無法確認其地景的獨特性及重要性，且與棲地連結性(habitat connectivity)保育的生態廊道(ecological corridor)概念不同。此外大尺度的生態保育會規劃區域性核心棲地-生態廊道連結成的棲地網絡(habitat network，又稱為生態網絡/ecological network)，屏東綠網未針對恆春半島規劃這樣的棲地網絡系統，無法針對重要的核心棲地或生態廊道區位進行銀合歡移除與棲地改善。由於「生態廊道」的名詞在景觀、生態保育等領域有多種解釋，建議這類名詞的應用須要先釐清定義。同一計畫以碎形維度的地景生態理論，以破碎化銀合歡純林的策略，期望提高移除效果，並建議移除銀合歡的區域，然而這項構想還未經試辦，評估移除成效，尚無法判斷實務應用的可行性。

本計畫於第四章探討生態情報圖盤點及銀合歡移除建議，指認恆春半島的銀合歡分布與生態敏感區重疊的部分，提出迴避或衝擊減輕建議，另外有少數地點是移除有正面生態保育效益的區域，提供屏東林管處做進階評估，決定是否進入實務移除工作。

112年恆春半島銀合歡移除區域規劃圖



資料來源：屏東林管處

圖 2.4.2-2 112 年恆春半島銀合歡移除區域規劃圖

表 2.4.2-1 銀合歡移除防治規劃回顧

項目		回顧成果說明	
銀合歡分布範圍			<ul style="list-style-type: none"> ● 前期計畫(107年~109年)以遙測方法(NDVI)判釋 1988~2016 的銀合歡分布圖，並估算面積變化，規劃林班地及跨單位移除區位(圖 2.4.2-1、圖 2.4.2-2)(屏東林管處，2020) ● 恆春半島銀合歡全面移除計畫(第 2.3.3 節)中農航所使用 UAV 進行銀合歡範圍判釋，提高判釋準確率(2021~執行中)
移除區位規劃 (優先性或暫緩處理區)	銀合歡擴張特性	擴張趨勢	<ul style="list-style-type: none"> ● 擴張趨勢或擴張高風險區的研究預測：(1)與道路、森林邊緣、與現有銀合歡族群等三因子距離愈近時，愈有銀合歡擴散之可能性；(2)銀合歡會隨著坡度的增加而擴散；(3)銀合歡擴張趨勢與海拔高、農地因子皆無顯著關係。(呂明倫, 2016)
		易入侵棲地類型	<ul style="list-style-type: none"> ● 裸露地、草地(含放牧草地)、廢耕農田(馮郁筑等, 2009)
		傳播機制	<ul style="list-style-type: none"> ● 銀合歡擴張推測可能與道路、河川或高處往低處擴散有關，但無空間指認 ● 人為攜帶，包含土方移動、農耕、園藝、交通工具夾帶是重要但難以預測的因素
	移除效果	<ul style="list-style-type: none"> ● 移除後不易再長回銀合歡林的區域：無相關資料 	
生物多樣性	衝擊減輕(mitigation)	<ul style="list-style-type: none"> ● 本計畫蒐集文獻，指認 ● 生態敏感區衝擊減輕 ● 移除有正面生態保育效益的區域 	
	地景生態	<ul style="list-style-type: none"> ● 棲地網絡(habitat network)：無區域性規劃 ● 破碎化銀合歡純林(碎形維度)(屏東林管處，2020) 	
社會層面	土地權屬	<ul style="list-style-type: none"> ● 恆春半島銀合歡全面移除計畫(第 2.3.3 節)以國有林及公有地為優先移除區域，私有地與承租地自 112 年起採收購機制鼓勵移除。 	
	民眾態度	<ul style="list-style-type: none"> ● 私有地或民間團體個別案例多支持銀合歡移除 ● 本計畫(110~111年)辦理 2 場次公眾參與工作坊，蒐集區域性意見，瞭解銀合歡移除的支持或反對、推動困難點，以及銀合歡去化再利用案例，並帶民眾參訪銀合歡移除後的造林案例，瞭解造林成效。 ● 屏東林管處於 111 年辦理「2023~24 年恆春半島私有租用土地銀合歡收購計畫」說明會，說明及蒐集民眾意見。 	
移除後的森林營造目標及區位	林班地	生態復育	<ul style="list-style-type: none"> ● 國土綠網計畫設定銀合歡移除後回復恆春半島原生熱帶季風的植被復育目標。 ● 恆春半島銀合歡全面移除計畫(第 2.3.3 節)將林班地林地分區屬國土保安區、自然保護區，以及海岸線、保安林劃為回復原生熱帶季風區位。

項目	回顧成果說明	
	生態系服務	<ul style="list-style-type: none"> ● 不是國土綠網計畫、恆春半島銀合歡全面移除計畫設定之森林營造目標 ● 前期計畫(104~106年)證實移除後造林地相對於銀合歡林可提供更多的生態系服務(表 2.3-1)(屏東林管處, 2017) ● 在有生態系服務需求且環境條件不良樹木生長不易地區(如海岸線)可評估以生態系服務為主要標的
	木材生產	<ul style="list-style-type: none"> ● 在林地分區屬林木經營區之林班地栽植木材收穫樹種 ● 可在孔隙栽植原生樹種、蜜源植物提昇生態效益(第 2.3.3 節)
	非林班地	無森林營造目標指認

(3) 移除後的森林營造目標

這個項目回顧恆春半島銀合歡全面移除計畫(第2.3.3節)的銀合歡移除後森林營造的目標及區位。計畫只針對林班地提出規劃，非林班地由主管單位或私有地主依經營管理方式決定後續用途，不一定進行造林。

恆春半島銀合歡全面移除計畫把林班地範圍區分2種森林營造目標：木材生產、生態復育(詳第2.3.3節)，分別對應國產木材生產以及國土生態綠網的回復恆春半島熱帶原生林二項政策目標(屏東林管處, 2017)。計畫證實移除後造林地相對於銀合歡林可提供更多的生態系服務(碳吸存、涵養水源、土壤營養物質循環等，詳表2.3.1-1)，在有生態系服務需求且環境條件不良樹木生長不易地區(如第一線海岸防風林)可評估以生態系服務為主要標的，次要提升生態韌性、生態增益的森林營造或造林方式。

另一方面，以生態復育的角度，移除後的營造目標應該以當地環境的原生自然植被狀態為基準，例如：海岸地區是濱海植物組成的草地與灌叢，所有區位都營造成森林反而與生態復育目標有衝突。

2.4.3 個案操作方式

2.4.2節是區域尺度的規劃原則綜整，本小節聚焦在單一移除後造林案場的個案尺度操作方式的重點回顧。

(1) 銀合歡移除造林個案操作架構

個案操作架構將銀合歡移除造林案分為前期評估、作業階段、民眾參與(權益關係人參與)、資訊公開等項目，檢視「屏東林管處銀合歡移除復育作業規範」(附錄四)分析各階段的工作內容，整理如表2.4.3-1。整體而言，作業規範對於銀合歡移除有完整判斷及操作流程，前期評估階段視森林中銀合歡比例高低及現場坡度等因素決定移除作業方式，包括一次性剷除、全面整地造林、帶狀整地造林等3種方式。相對上，缺少對森林營造標的如何決定的說明，未設定案件在造林階段要進行木材生產的經濟造林或或是復育什麼類型的原生林，只偏重在樹種選擇(2.3.4節)，至於民眾參與(權益關係人參與)、資訊公開的部分則未具對應內容。

表 2.4.3-1 銀合歡移除造林個案操作架構及辦理方式說明

階段		辦理方式說明
前期評估 (預定案核定前-規劃階段)		<ul style="list-style-type: none"> ● 確認是否為銀合歡林 ● 依銀合歡密度、現場坡度等狀況決定移除方式 ● 森林營造則未預先訂出目標、方法
作業階段	移除	<ul style="list-style-type: none"> ● 銀合歡密度低時，選擇性砍除銀合歡(一次性剷除) ● 銀合歡密度高時，整地移除(保留原生大樹)、全面整地或帶狀整地(王相華與陳芬蕙，2010)
	造林	<ul style="list-style-type: none"> ● 依照地區分為「國有林班地或國有林山坡地」，以及「區外保安林或海岸林地」兩類，決定栽植樹種(第 2.3.4 節)
民眾參與 (權益關係人參與)		<ul style="list-style-type: none"> ● 移除造林案召開施工現場說明會，由林管處、工作站、廠商出席，規範中無民眾參與
資訊公開		<ul style="list-style-type: none"> ● 無

(2) 操作規範

目前恆春半島銀合歡移除及原生林復育內容完整的操作規範有屏東林管處的「屏東林區管理處銀合歡移除復育作業規

範」(附錄四)，以及林業試驗所(2013)發表的林業叢刊第244號「銀合歡入侵地之植生復育操作技術—以恆春熱帶海岸林為例—」，兩者詳述銀合歡移除、森林復育、撫育管理的方法流程。表2.4.3-2整理並比較兩份作業規範的操作方法。

屏東林管處及林業試驗所皆採用環境經營防治法移除外來入侵種植物，結合物理防治及生態復育兩種作業方式，採用人工移除銀合歡，保留原生樹種，並配置多種原生樹苗混植造林。兩方法主要差異在於造林目的，屏東林管處以林地多元利用功能為出發點，樹種選擇有較多種目的性，人為撫育作業量也較多；林業試驗所聚焦以回復恆春熱帶海岸林為目的，復育原生海岸林的森林物種組成，人為撫育作業量也較少。

兩個單位做法在恆春半島銀合歡移除、原生林復育，各有可以應用之處。林業試驗所著重在熱帶海岸林復育，有明確的復育標的生態系，應用骨架樹種(*framework species*)森林復育法提出詳細的樹種使用原則，如先驅樹種、原生海岸林代表性樹種、食源植物（吸引鳥類的同時也帶種子進來），以及挑選栽植樹種的物種數、數量比例。屏東林管處則建議了多種不同屬性的樹種，但沒有明確的森林類型作為復育標的，也沒有針對不同森林復育標的建議樹種使用原則。恆春半島不同環境條件各有不同的森林型，具有獨特的優勢樹種組成，需要預先設定要復育的森林類型，進行樹種選擇及撫育，須有目的性的挑選適生原生樹種混合栽植，以達到原生生態系的物種結構特性。不過屏東林管處有提供詳細的樹木栽植作業方法，包含植穴和支架的規格、尺寸，肥料的施放量、支架的網綁方法；以及撫育辦法、災害復育辦法，提供實務操作詳細的指示。

表 2.4.3-2 屏東林管處及林業試驗所銀合歡移除造林操作方式比較

階段	項目	屏東林管處 銀合歡移除復育作業規範	林業試驗所 銀合歡入侵地之植生復育操作 技術
規劃 目標	防治策略	環境經營防治法	
	計畫範圍	恆春 6 鄉鎮內之林班地	恆春熱帶海岸林
	預期效益	復舊當地多層次之植物多樣性，串聯恆春半島淺山廊道。改善景觀、林地多元利用功能，減少大氣二氧化碳濃度，減緩氣候變遷。	減少移除作業對環境的擾動 抑制銀合歡再次入侵 增加生物多樣性 降低作業成本
移除前 評估	案場評估	遙測：UAV 航攝判釋 現場：銀合歡密度	現場：環境特性、林木組成
	作業時間 管理	不含採種、育苗作業，未訂定 移除與保護作業、栽植作業月 份，但包含栽植後 6 年的撫育 作業規劃	涵蓋栽植前 2 年、栽植當年、 栽植後 3 至 4 年，包含採種、 育苗、移除與保護、栽植、撫 育、二次栽植等作業
鐵合歡 移除	移除銀合歡 方法	依銀合歡密度有選擇性移除、 帶狀移除、全面整地移除等三 類	帶狀移除，移除帶人工選擇性 移除銀合歡(可合併切口塗藥的 化學防治法)，保留帶保留銀合 歡
	移除帶與 保留帶比例	7~10 : 3~5	12 : 3
苗木栽 植	造林方法	苗木栽植作業	骨架樹種法
	樹種選擇 目的	恢復舊有熱帶原生林、 林木收穫、 國土保安	復育熱帶海岸林
	樹種選擇特 性	陽性耐旱樹種、 多層次原生植物、 蜜源植物、 抗旱耐鹽樹種、 生長較慢原生樹種、 可供採種樹種	先驅樹種、 陽性樹種、 中等耐陰樹種、耐陰樹種 吸引種子傳播者的樹種
	採種及育苗 作業	無，另訂於種子採取作業規範 及育苗施工規範中。(詳附錄 五、附錄六)	建議苗木不應只源自於少數母 樹，建議每一樹種之種子應從 10 株以上生長在不同區域的母 樹收集。 在地徑粗壯且根系發育良好的 前提下，50~60 cm 高的苗木是 較佳的選擇。
撫育管 理	撫育管理時 期、內容	第 1、2 年每年除草 4~5 次， 第 3~6 年每年除草 3~4 次，第 7~9 年每年除草 1~2 次。 每次除草作業將保留帶中銀合 歡截幹至 1.5M 高。	除草、除蔓 2 至 3 年。 3 至 4 年後，砍除保留帶中的 銀合歡。
		監測管理(含災害復育)	

2.4.4 銀合歡移除造林成果

表2.4.4-1回顧屏東林管處對於銀合歡移除造林成果評估的相關資訊：

(1) 銀合歡林面積變化

恆春半島銀合歡林面積自77年逐年擴張至93年到達高峰，93~105年面積逐漸降低(圖2.3.1-1)，顯示在銀合歡移除與環境變遷的綜合作用下，銀合歡擴張情況開始受到控制。

(2) 移除造林地植被狀態

以移除後造林的方式進行入侵種銀合歡防治，並配合國土生態綠網的回復熱帶原生林的推動目標，移除造林地的植被狀態是成果評估的核心。從上木層銀合歡優勢度、地被層銀合歡覆蓋度等項目來看，移除後造林的操作對於抑制銀合歡數量的成果良好，雖帶狀整地造林保留帶殘留銀合歡種子及持續萌芽，可透過撫育階段砍草加以控制。目前看到可能的問題有：

- (a) 上木層樹種決定森林的外觀型態，是判斷復育熱帶原生林成果的重點，應該進行植群分析比較，但前期計畫將同類型移除造林方法的資料合併計算平均密度、IVI等數值，可再深入分析。
- (b) 對照組僅設置銀合歡林的陰性對照組(negative control)，與移除造林地比較，發現移除造林在生態系服務等項目優於銀合歡林。但未設置陽性對照組(positive control)，挑選可代表銀合歡除後期望復育的熱帶原生林類型，與移除造林地做物種組成及生物多樣性特性比較，評估移除造林地是否往回復熱帶原生林的方向演變。
- (c) 地被層覆蓋度回復良好，然而多為外來種植物，須要再釐清外來種優勢度及地被層多外來種的可能原因，以瞭解是否雖然解決了銀合歡外來種問題，但可能變成另一個外來種的問題。

(d) 成效評估涵蓋16年以內的移除造林地，因森林演替是數十年以上的過程，建議要有更長期的監測，瞭解後續移除造林地銀合歡數量及森林群聚的變化。特別是造林年期較長的造林地脫離人為撫育期，歷經較久的自然演替，是追縱的重點。

(e) 目前的監測評估是挑選不同年度、移除造林方式的造林地進行比較，呈現植物群聚可能的時間變化趨勢。可考慮針對一個移除造林案進行前後比較(before-after comparison, BAC) 監測，更精確地瞭解變化的過程。

(3) 環境效益

移除造林地的土壤性質與生態系服務供應都優於銀合歡林，在生物多樣性方面較難指出移除後造林動植物多樣性有明顯提升，各類群監測結果指出移除造林地內鳥類族群顯著上升，地棲性動物的行為較多樣化，其他動物類群則無明顯差異，這樣的情況可能反應銀合歡林與近自然林嵌鑲分布，且多數動物需要的生存資源對植物物種的專一性不高，加上活動力強，可在不同類型森林間移動，此外，銀合歡林也可提供複雜空間結構及食物，供野生動物移動、覓食及躲藏。

移除造林初期待成林階段，造林地的土壤沖蝕、或水系下游的海洋泥沙污染、海岸退縮在背景值範圍或略高，隨人工林成長而減少，表示銀合歡雖大面積的機械式整地會暫時影響水土保持，但可利用防風圍籬、植生木樁等穩固土壤，配合造林地撫育協助加快成林，負面效應可控制在一定程度內。

表 2.4.4-1 銀合歡移除造林各面向的成果評估

項目		說明	
銀合歡林面積變化		恆春半島銀合歡林面積 77 年逐年擴張至 93 年到達高峰，93-105 年面積逐漸降低(圖 2.3.1-1)	
移除造林地植被狀態	上木層樹種組成	<ul style="list-style-type: none"> ● 區分山區、海岸的移除造林地及銀合歡林(對照組)，計算各樹種平均株數、平均胸徑、平均樹高、IVI 等數值 ● 未針對個別樣區或林分分析植物群聚組成 	
	地被層回復	<ul style="list-style-type: none"> ● 地被層覆蓋度高，回復良好 ● 多外來種，地被物種有 36-50%是外來種，未說明地被層個別物種覆蓋度，無法得知外來種優勢度 	
	上木層銀合歡優勢度	<ul style="list-style-type: none"> ● 1~16 年的移除造林地銀合歡平均株數 0.5~9 株/ha，IVI 值<5，銀合歡林平均株數 48.1~80.7 株/ha，IVI 值 33.7~49.6 ● 移除後造林能有效降低銀合歡數量，抑制其生長與擴散 	
	地被層銀合歡覆蓋度	<ul style="list-style-type: none"> ● 造林後第 4 季才有銀合歡出現，佔整體覆蓋度 3% ● 海岸林下栽植造林之銀合歡覆蓋率約為 8~14%，山區帶狀栽植造林覆蓋度高達 51% 	
	造林苗木存活率	<ul style="list-style-type: none"> ● 栽植後 1.5 年存活率在 86.4~96.7%。 ● 苗木死亡、倒伏、生長不佳的原因主要為颱風、東北季風、雜草藤蔓纏繞 	
環境效益	正面	土壤性質	<ul style="list-style-type: none"> ● 造林 6 年以上之造林地的凋落物較多，土壤有機質高於銀合歡林。 ● 凋落物可提供養分循環，改善土壤特性，有助於植物生長
		生態系服務	移除造林地可提供比銀合歡林更高的生態系服務(屏東林管處，2017)，包含以下項目： 供給服務：碳吸存、營養物質循環、涵養水源 調節服務：土壤含碳量、淨化空氣、水土保持、生物多樣性
		生物多樣性	移除造林地內鳥類族群數量顯著上升，地棲性動物的行為較多樣化
	負面	移除造林初期待成林階段的土壤沖蝕、海洋泥沙污染、海岸退縮在背景值範圍或略高，隨人工林成長而減少，表示負面效應可控制在一定程度內	

第三章 恆春半島原生森林植群資料蒐集與分析

為恢復受銀合歡入侵之恆春半島生態系，期銀合歡移除後的造林作業能有助於回復自然森林形態，本計畫回顧恆春半島不同區位的原生森林的植群類型、物種組成及結構特性，提出復舊造林的適生植物建議，說明如下。

3.1 蒐集原生森林的地景分布、植群類型與主要植物組成

(1) 恆春半島植群研究概況

恆春半島為植群研究熱區，因此有許多植物群落與植物調查工作，並依研究成果將恆春半島植群分為不同系統。全球尺度研究，世界自然基金會(WWF)全球生態區系統，將臺灣分為臺灣亞熱帶常綠林(Taiwan subtropical evergreen forests)，以及南臺灣季風雨林(Southern Taiwan monsoon rain forests)兩大區塊(Olson *et al.*, 2001)，後者即為恆春半島及蘭嶼地區，此區的熱帶季風林植被相及植物組成與臺灣其他地區不同，具有特殊性及重要性。

國內的恆春半島植群研究極多，研究的環境以山區森林(27篇)、海岸林(9篇)、草生環境(6篇)為主，其中山區森林之研究地點為墾丁國家公園(4篇)、雙流(1篇)、里龍山(1篇)、牡丹(1篇)、保力溪(1篇)、南仁山(14篇)，以及廣泛恆春半島山區(5篇)；海岸林研究地點為香蕉灣(2篇)、鵝鑾鼻(2篇)、關山(1篇)、社頂(3篇)，以及廣泛恆春半島海岸地區(1篇)；草生環境之研究地點為社頂(3篇)、龍坑(1篇)、鵝鑾鼻(2篇)(表3.1-1)。

研究區位集中於森林環境，以山區森林為主，且以南仁山區最多，海岸林調查雖散布於恆春半島近海地區，但多集中調查高位珊瑚礁地形之海岸林地，草生環境調查研究則多為社頂、龍坑、鵝鑾鼻一帶的放牧草地。

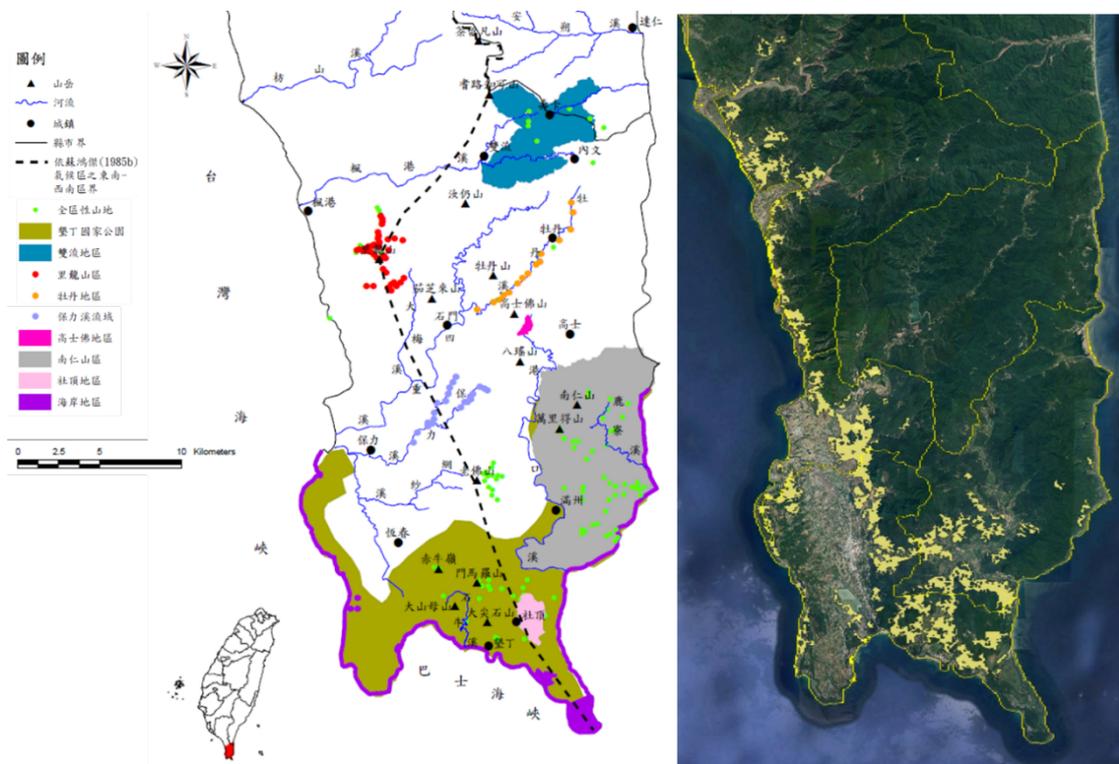
表 3.1-1 恆春半島植群研究

環境	區位	屬性	文獻名稱
山區森林	墾丁國家公園	定量	蘇鴻傑、蘇中原，1988。墾丁國家公園植群之多變數分析。中華林學季刊 21(4):17-32。
		定性	蘇鴻傑，1977。墾丁風景特定區植被景觀之調查與分析。國立臺灣大學農學院森林學研究所。30 頁。
			蘇鴻傑，1985。臺灣梅花鹿天然生育地之植群分析及在丁國家公園內復育地點之勘選。墾丁國家公園管理處保育報告第 18 之 263-101 頁。
			徐志彥，1987。墾丁國家公園之植生研究。中華民國自然生態保育協會主辦「植物資源與自然景觀保育研討會」臺灣植物資源與保育論文集 129-137 頁。
	雙流	定性	王仁禮，1966。雙流林相變更地區之植物。林業季刊 2(1):158-176。
	里龍山	定量	葉慶龍。2002 里龍山植群生態調查。行政院農業委員會林局保育研究系列 91-17 號。
	牡丹	定量	葉慶龍、朱榮三，1999。屏東縣牡丹鄉牡丹溪濱植群研究。林業研究季刊 21(4):17-32。
	保力溪	定量	葉慶龍、陳建志，1997。保力溪溪植群生態之研究。屏東技術學院森林學會學報 35:1-22。
	南仁山	定量	張焜標、張耀聰，2000。恆春半島佳樂水瀑布上游溪岸之森林植群析。國立屏東科技大學學報 9(1):9-19。
			宋梧魁，2002。南仁山區相思樹人工林於演替序列上多樣性之研究。國立屏東科技大學森林系碩士論文。
			劉崇瑞、劉儒淵，1997。臺灣天然林之群落生態研究(三)恆春半島南仁山區植群生態與植物區系之研究。省立博物館科學年刊 20:51-150。
			陳玉峯、黃增泉，1986。南仁山之植被分析臺灣省立博物館年刊 29:189-249。
			謝宗欣，1990。南仁山區熱帶樹種的組成和分布類型。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。
			謝長富、陳尊賢、孫義方、謝宗欣、鄭育斌、王國維、蘇夢淮、江斐瑜，1992。墾丁國家公園亞熱帶雨林永久樣區之調查。保育研究報告第 85 號。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
			楊嘉政，1994。南仁山區熱帶季節性森林組成、結構及分布類型。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
趙偉村，1997。南仁山亞熱帶雨林植物種類分布類型之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。			
吳姍樺，1998。南仁山亞熱帶雨林短期森林動態之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。			
范素瑋，1999。南仁山亞熱帶低地雨林樹種組成、結構及分布類型。臺灣大學植物學研究所碩士論文。			
廖啟政、謝長富，2000。南仁山區低地雨林海拔梯度與植被組成、結構、歧異度及分布類型的關係植物園資源及經營管理(嚴新富編)。國立自然科學博物館 7-87 頁。			
廖德智，2000。南仁山次生林永久樣區木本植被之組成。國立中山大學生物科學系碩士論文。			
趙國容，2001。南仁山低地雨林木本植物社會之短期動態。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。			
吳明洗，2002。南仁山次生林樹種組成與空間分布。國立屏東科技大學森林系碩士論文。			

環境	區位	屬性	文獻名稱
	廣泛恆春半島山區	定量	葉慶龍, 1994. 恆春半島山區植群生態及保育評估。國立臺灣大學森林學研究所博士論文。
			章樂民, 1967. 恆春半島季風林生態之研究。臺灣省林業試驗所報告第 145 號。
			邱文良, 1982. 恆春半島天然林之群落生態研究。臺灣省林業試驗所。
		定性	佐佐木舜一, 1921. 恆春半島に於ける森林植物分布觀。臺灣博物學會會報 11(52):1-38。
			楊國禎、陳玉峯, 2000. 恆春半島的植群。植物園資源及經營管理(嚴新富編)。國立自然科學博物館。
海岸林	香蕉灣	定量	張惠珠、徐國士、邱文民、呂勝由、朱成本、范發輝, 1985. 香蕉灣岸林生態保護區植物社會調查報告。墾丁國家公園管理處。
		定性	張慶恩, 1960. 香蕉灣海岸原生林之植物。屏東農專學報 2:1-14。
	鵝鑾鼻	定性	佐佐木舜一, 1933. 鵝鑾鼻海岸林と其の特性に就て。臺灣の山林 881-13。
			廖日京, 1989. 鵝鑾鼻珊瑚礁公園木本植物相之研究。臺大實驗林研究報告 3(3):103-112。
	關山	定性	黃朝慶、許書國、黃秀玉、李昭宗, 1992. 關山地區植物社會演替之研究(第一年)。內政部營建署墾丁國家公園管理處自行研究報告第 13 號。
	社頂	定量	邱文良, 1991. 恆春自然保護區植群之研究。林業試驗所研究報告季刊 6(3): 203-227。
			游孟雪, 1999. 墾丁高位珊瑚礁森林的組成及結構分析。私立東海大學生物學系碩士論文。
	廣泛恆春半島海岸	定性	張慶恩、葉慶龍、鍾玉龍, 1985. 墾丁國家公園社頂自然公園被及景觀調查規劃報告。內政部營建署墾丁國家公園管理處。保育研究報告第 15 號。
			Hu, C. H., 1961. Floral composition difference between the communities occurring on the western and eastern coasts on the tip of Hengchun peninsula. Botanical Bulletin of Academia Sinica 2: 119-134.
	草生環境	社頂	定量	楊勝任, 1987. 臺灣南部社頂地區放牧草原植群及其演替之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
陳雲倩, 1989. 社頂地區植群分析及牛羊放牧影響之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。			
吳秋燕, 2000. 臺灣南部社頂放牧草原演替 1978 年 1998 年之比較分析。國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。			
龍坑		定性	陳明義、洪丁興、沈秀維、呂金城, 1985. 墾丁國家公園龍坑崩崖海岸植物社會調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第 4 號。
鵝鑾鼻		定性	陳玉峯, 1984. 鵝鑾鼻公園植物與植被。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
			陳玉峯, 1985. 墾丁國家公園海岸植被。內政部營建署墾丁國家公園管理處。

(2) 銀合歡分布範圍的原生植群

本計畫以銀合歡清除後復舊造林、恢復的原生植被相為願景，目標的原生植被相可藉由比對前人植群研究成果，瞭解原生植被相及地景分布(表3.1-2)。劉啟斌於2013年研究中，繪製恆春半島地區前人植群研究主要區域(圖3.1-1)，銀合歡則分布於恆春半島西、南面，海拔300公尺以下的山區森林、海岸林以及草生環境(詳第2.3節、圖2.3.1-1)。比對植群研究與銀合歡分布範圍，其中缺少研究之區域多位於恆春、車城以北之淺山森林，而具銀合歡分布且有較多植群研究之地點，位於墾丁國家公園境內，譬如關山、墾丁、社頂等，為銀合歡清除後復舊造林主要參考的文獻資料。



左圖來源：劉啟斌，2013。恆春半島山地植群之分類。國立屏東科技大學森林系碩士論文。

圖 3.1-1 恆春半島植群前人研究區域與銀合歡分布區位比較

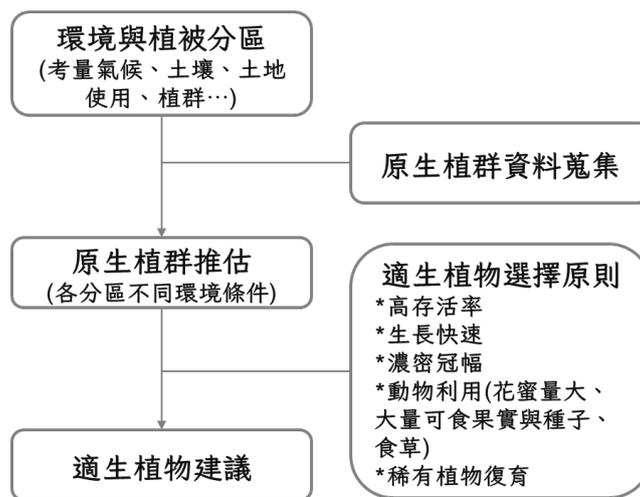
表 3.1-2 銀合歡主要分布範圍之原生植群

環境	區位	植群型	物種	
山區森林	東側	南仁山至佳樂水、豬老東山、墾丁臺地、社頂之陰濕溪谷或山麓、低海拔丘陵或臺地	榕楠林型(蘇鴻傑, 1985)	大葉楠、香楠、土楠、白榕、雀榕、大榕、豬母乳、白肉榕、澀葉榕、菲律賓榕、九丁榕、蘭嶼落葉榕、茄苳、咬人狗、欖仁舅、皮孫木、水冬瓜、山龍眼、鵝掌柴、樹杞、大葉樹蘭、筆筒樹、臺灣苦楮、印度苦楮、山菜豆、交力坪鐵色、九芎、幹花榕、構樹、山黃麻、烏心石舅
		出風鼻至佳樂水一帶, 海岸附近臺地或山坡	大頭茶-青楊梅型(蘇鴻傑, 1985)	大頭茶、青楊梅、土樟、光葉柃木、魯花樹、恆春石斑木
		佳樂水溪谷海拔 60-160 公尺	蚊母樹型(張焜標、張耀聰, 2000)	蚊母樹、小葉木犀、薄葉玉心花
	西側	里龍山海拔 435-480m 中坡或下坡	石朴-土楠型(葉慶龍, 2002)	石朴、檉、土楠
海岸林	半落葉或落葉林	鵝鑾鼻半島西部、社頂、籠仔埔、南仁山塊西側	半落葉混淆林型(蘇鴻傑, 1985)	無患子、白雞油、山黃麻、克蘭樹、黃豆樹、黃荊、白匏子、羅氏鹽膚木、恆春皂莢、蟲屎、九芎、臺灣樂樹、血桐、咬人狗、山柚、過山香、內荖子、月橘、烏柑仔、厚殼樹、破布子、山菜豆、食菜莢、土樟、珊瑚樹、稜果榕、小葉桑、構樹、枯里珍
		赤牛嶺至大山母山一帶	土樟-內荖子型(蘇鴻傑, 1985)	土樟、內荖子、山欖、紅柴、山柚、烏柑仔、大頭茶、魯花樹、白樹仔
		墾丁臺地西、北、南側, 赤牛嶺、大山母山、門馬羅山、大小尖山、墾丁往港口、下老佛山之東北與東南坡	土樟-內荖子型(葉慶龍, 1994)	內荖子、土樟、黃荊
		大、小尖山突出之山峰岩壁	有刺灌叢(蘇鴻潔, 1985)	刺裸實、烏柑仔、雀梅藤、魯花樹、小刺山柑、紅柴、山欖
		白沙瀾溪、石牛溪溪谷、低地一帶	黃豆樹-克蘭樹型(蘇鴻傑、蘇中原, 1988)	黃豆樹、克蘭樹、恆春皂莢、棟、欖仁
		墾丁至鵝鑾鼻、關山臺地珊瑚礁	高位珊瑚礁植群(蘇鴻傑, 1985)	山欖、紅柴、大葉山欖、鐵色、象牙樹、毛柿、魯花樹、月橘、火筒樹、山豬茄、榕樹、白榕、白樹仔、枯里珍、黃心柿
	墾丁臺地海拔 200-320m 之珊瑚礁岩	黃心柿-毛柿-茄苳型(邱文良, 1982)	黃心柿、毛柿、茄苳	
	南仁灣及香蕉灣一帶珊瑚礁岩	棋盤腳樹-蓮葉桐型(邱文良, 1982)	棋盤腳、蓮葉桐	

環境	區位	植群型	物種
草生環境	鵝鑾鼻向北延至南仁灣、九棚一帶向風坡	林投過渡型(邱文良, 1982)	林投
	香蕉灣沙地	臨海灌木植物帶(張惠珠等, 1985)	白水木、草海桐、白花苦藍盤、林投、毛苦參、土沉香、黃槿、繖楊、臭娘子
	香蕉灣	臨海珊瑚礁植物帶(張惠珠等, 1985)	水芫花、山豬朥
	社頂牧草地	竹節草型、白茅型、決明型、相思樹型(吳秋燕, 2000)	竹節草、蠅翼草、煉莢豆、乾溝飄拂草、卵型飄拂草、地毯草、白茅、單穗水蜈蚣、雷公根、一枝香、爵床、海金沙

3.2 生態植被復育樹種建議

第3.1節已概述恆春半島區位與植被特性、植群研究成果，說明現生植群型類型與對應物種組成。本節依此為生態植被復育樹種建議之基礎，考量恆春半島不同區位間，各自具有不同植被分布之環境差異，建議以環境分區之方式研提植被復育樹種，並參考骨架樹種方法(*framework species method*) (Elliott *et al.*, 2006)，篩選快速成林且具生態功能之植物，並達成冠幅相連之鬱閉林相，以抑制林下銀合歡小苗萌發及再次入侵之風險。上述生態植被復育物種篩選流程與原則如圖3.2-1，挑選出適生植物種類清單，可做為後續生態植被育苗、復舊造林之參考。



註：適生植物挑選原則參考骨架樹種方法(*framework species method*) (Elliott *et al.*, 2006)

圖 3.2-1 適生植物挑選流程與原則

(1) 植被環境分區

恆春半島植群組成多樣且複雜，植群因研究範圍、取樣地點、分析方法等差異，不同植群研究分析結果不盡相同，小尺度之分類單元未有統一。然而透過植群研究，瞭解影響植群分布的因子，主要為海拔、離海距離、土壤、氣候等，評估與劃設具有相近環境條件的區域，可用以反應生態環境之差異，並推估具有相近的物種組成，做為本計畫研提分區適生植物的空間架構。

綜合植群研究以及環境條件，將植被分布概略分為山區森林、海岸林、農田與建成地區、草生植被共4類型，分布於6區位(植被分區示意如圖3.2-2)，分別為：

- 1a. 西側山區森林：位於獅子鄉、車城鄉、恆春鎮與中央山脈相連之森林區域，往西延伸至海岸地區，夏季受西南季風帶來的梅雨相較東側山區多，冬季則受到低溫乾燥的落山風影響，形成乾、濕季相對東側山區明顯的氣候。
- 1b. 東側山區森林：位於牡丹鄉、滿州鄉與中央山脈相連之森林區域，往東延伸至海岸地區，冬季受東北季風影響，帶來之水氣相對西側豐富。
- 2a. 關山-大坪頂海岸林：位於恆春半島西南側之森林區位，具零星的高位珊瑚礁森林分布，且多集中於關山一帶。
- 2b. 墾丁海岸林：位於恆春半島東南角之森林區位，為高位珊瑚礁森林主要分布區域。
3. 西側農田與建成地區：河川沖積形成之平坦、肥沃土地，以人為使用土地為主，分布於半島西側。
4. 草生植被：小面積零星分布，集中於車城鄉、恆春鎮之軍事用地，墾丁龍坑一帶的放牧地，以及東側出風鼻一帶的自然的鄰海草地與灌叢。

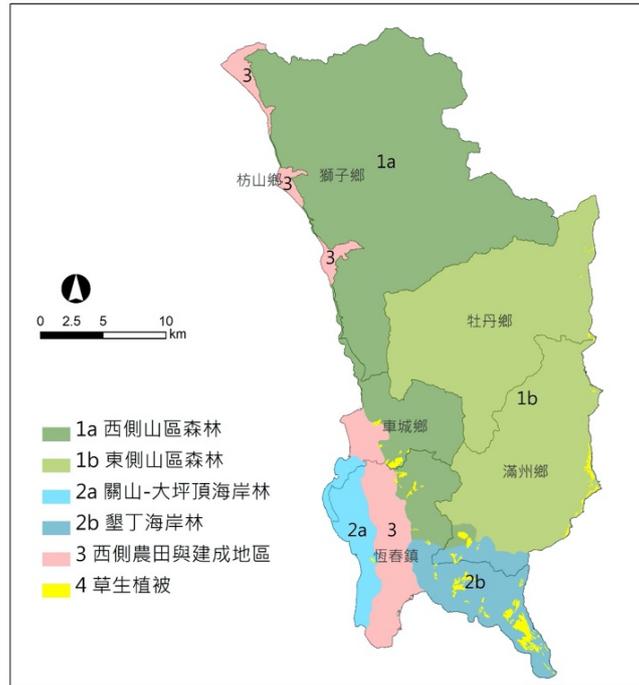


圖 3.2-2 恆春半島主要植被分布區域空間示意

(2) 分區原生植群推估

相同植被分布區內具有相近的環境條件，孕育相近的植物種群與組成，本計畫以植被分區之空間架構(圖3.2-2)，參考植群研究成果(表3.1-2)，推估銀合歡分布範圍內，不同環境分區應恢復之原生植群，做為植被復育之目標。

本計畫並於111年3~4月之間分別拜訪屏東科技大學森林系王志強教授、楊智凱助理教授(圖3.2-3)，諮詢討論與修正適生植物挑選脈絡、篩選原則。整合專家學者們的建議，研提銀合歡復舊的適生植物建議，整理如圖3.2-4、表3.2-2、表3.2-3。



圖 3.2-3 諮詢專家學者

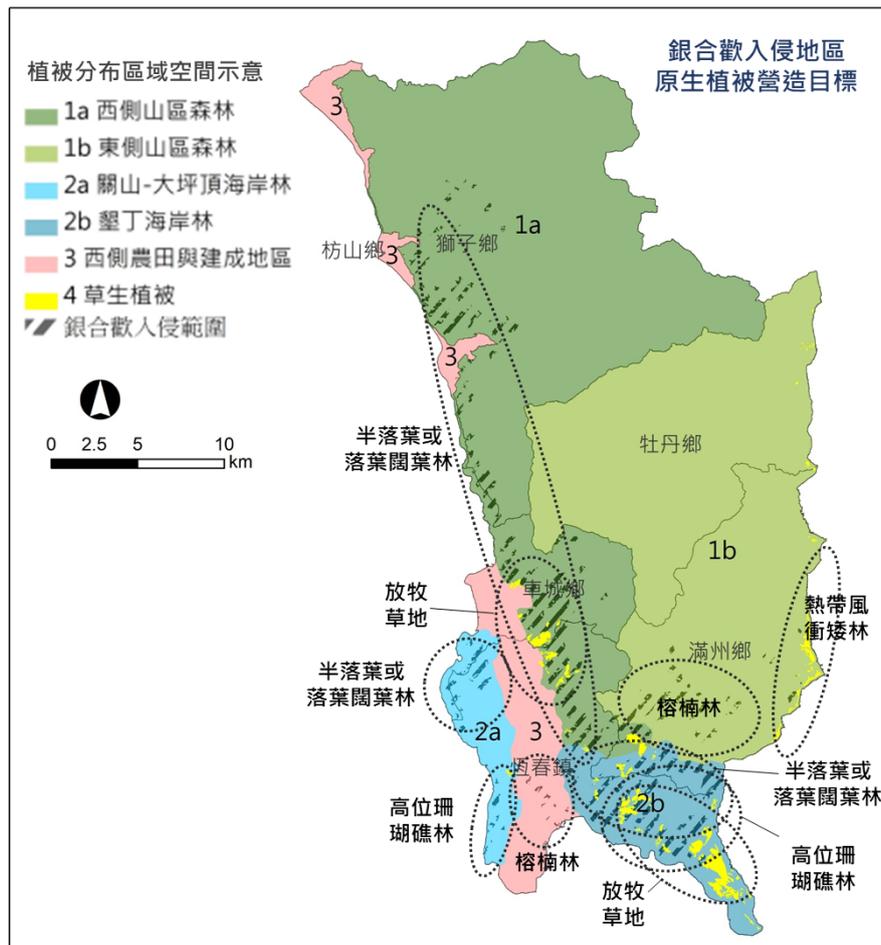


圖 3.2-4 恆春半島銀合歡分布區域復舊造林目標與空間示意

其中山區森林可以概略區分東側受東北季風吹拂，雨水量豐沛、土壤發育良好之林地，銀合歡分布範圍(約海拔300公尺以下)，以榕楠林、熱帶風衝矮林為主要原生植群；西側土壤相對貧瘠，具較明顯乾濕季，且受落山風影響，主要原生植群為半落葉或落葉闊葉林，並混生多種有刺灌叢植物。半島南側與西側近海地區，部份森林與西側山區相近，以落葉闊葉林及有刺灌叢為主，然而該區域具較大範圍之高位珊瑚礁地形，形成特殊的高位珊瑚礁植群。西側農田與建成地區長年有頻繁人為擾動，未發現植群調查研究，因其位屬低海拔平原土壤為河川沖積形成之平坦、肥沃土地，推估原生植群為榕楠林帶。草生環境零星散布，近海地區以沙地植被、珊瑚礁灌叢、近海山地

灌叢為主，另有部分長期放牧之放牧草地，亦構成恆春半島特殊的植被組成。

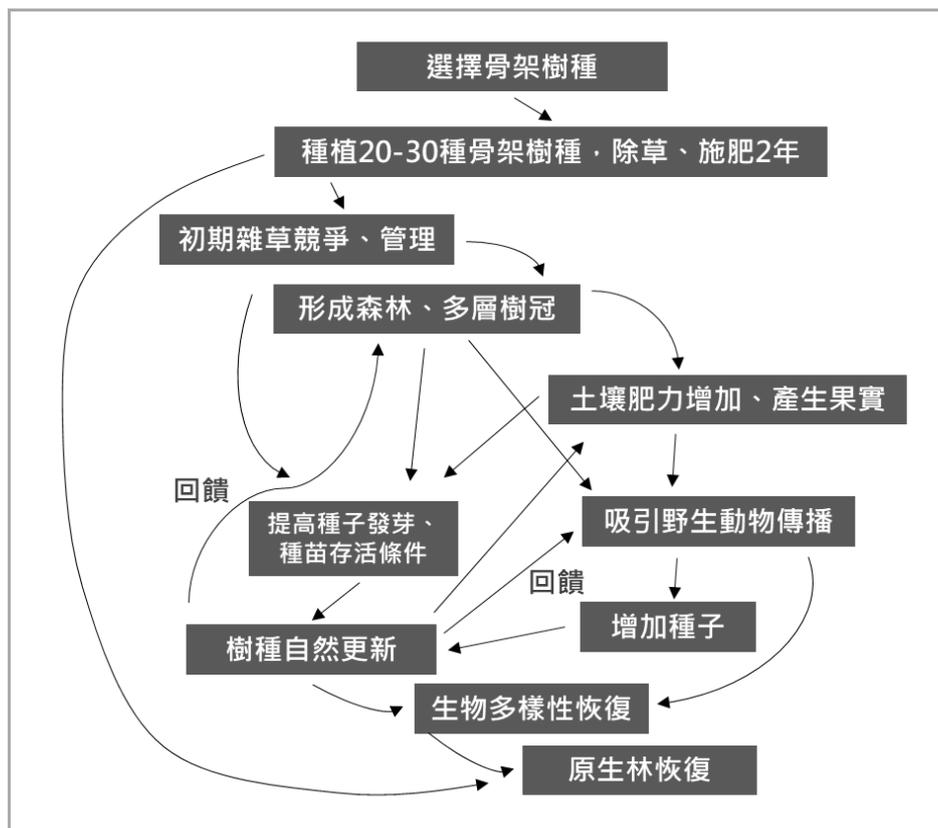
(3) 適生植物建議

銀合歡清除後復舊造林，須要設定欲恢復之植被目標(表 3.2-1)，並且依此目標選擇適生的植物材料，以進行棲地營造作業。本計畫適生植物挑選參考骨架樹種方法(*framework species method*) 森林復育法(*Elliott et al., 2006*) (圖 3.2-5)，該方法係介於人為促進天然更新(*accelerated natural regeneration, ANR*)與自然演替這兩種森林復育方式之間，根據促進與恢復生物多樣性之潛力，挑選20~30種在地原生樹種、非馴化之種類，種植於退化地或伐採跡地上，透過2年甚至幾年的管護，營造可持續更新的森林生態系。本計畫參考其原則篩選具有生長快速(先驅或苗期快速生長佔據森林上層的陽性植物)、高存活率、濃密冠幅、動物利用(吸引動物傳播種子的植物、蜜粉源、食草)特性，或有稀有植物復育效益之原生物種，縮短成林年限，達成冠幅相連之鬱閉林相，以抑制林下銀合歡小苗萌發及再次入侵之風險。

表 3.2-1 恆春半島銀合歡復舊造林原生植群推估

分區		植群型	原生植群推估 (植被復育目標)	
1 山區 森林	1a. 西側 山區森林	里龍山 435~480m 中坡 下坡	石朴-土楠型(葉慶龍， 2002)	半落葉或落葉 闊葉林
	1b. 東側 山區森林	南仁山至佳樂水、豬老 東山、墾丁臺地、社頂	榕楠林型(蘇鴻傑，1985)	榕楠林
		出風鼻至佳樂水	大頭茶-青楊梅型(蘇鴻傑， 1985)	熱帶風衝矮林
		佳樂水溪谷 60~160m	蚊母樹型(張焜標、張耀聰， 2000)	
2 海岸 林	2a. 關山- 大坪頂海 岸林	鵝鑾鼻西部、社頂、籠 仔埔、南仁山塊西側	半落葉混淆林型(蘇鴻傑， 1985)	落葉闊葉林
		鵝鑾鼻、關山珊瑚礁	隆起珊瑚礁植群(蘇鴻傑， 1985)	高位珊瑚礁林
	2b. 墾丁 海岸林	赤牛嶺至大山母山一帶	土樟-內荖子型(蘇鴻傑， 1985)	半落葉或落葉 闊葉林
		墾丁臺地西、北、南 側，下老佛山東北與東 南坡等	土樟-內荖子型(葉慶龍， 1994)	
		大、小尖山突出山峰岩 壁	有刺灌叢(蘇鴻潔，1985)	

分區		植群型	原生植群推估 (植被復育目標)
	白沙瀾溪、石牛溪溪谷	黃豆樹-克蘭樹型(蘇鴻傑、蘇中原, 1988)	
	墾丁臺地 200~320m 珊瑚礁岩	黃心柿-毛柿-茄苳型(邱文良, 1982)	高位珊瑚礁林
	南仁灣香蕉灣珊瑚礁岩	棋盤腳樹-蓮葉桐型(邱文良, 1982)	
3. 西側農田與建成地區		-	榕楠林
4. 草生植被	鵝鑾鼻延至南仁灣、九棚一帶向風坡	林投過渡型(邱文良, 1982)	鄰海草地與灌叢(沙地植被、珊瑚礁灌叢、近海山地灌叢)
	香蕉灣沙地	鄰海灌木植物帶(張惠珠等, 1985)	
	香蕉灣	臨海珊瑚礁植物帶(張惠珠等, 1985)	
	社頂牧草地	竹節草型、白茅型、決明型、相思樹型(吳秋燕, 2000)	放牧草地



圖片修改自：Elliott *et al.* (2006) How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forest. 1ed.

圖 3.2-5 骨架樹種方法流程

依據恆春半島各分區植被組成與環境特性(表3.2-1)，以及本計畫植物樣區監測結果(詳第5.4節)，篩選原生植物，並參考骨架樹種森林復育方式、屏東處112年育苗樹種清單(排除非本島分布之原生種)，共整理181種建議之適生植物如表3.2-2，計117種喬木、25種灌木、11種藤本、28種草本，詳細物種清單及資訊參閱附錄七「適生植物建議清單」。

建議物種數最多的科別為大戟科(18種)，依次為豆科(16種)、桑科(15種)、樟科(8種)、禾本科(7種)、茜草科(5種)等。其中大戟科18種最多(本計畫大戟科為廣義大戟科，包含葉下珠科、假黃楊科、狹義大戟科)，顯示銀合歡分布範圍具有多種符合區域環境特性且具有骨架樹種效益之大戟科植物，如土密樹、密花白飯樹、菲律賓饅頭果、細葉饅頭果、血桐、野桐、白匏子、粗糠柴、扛香藤、紫黃、蟲屎、茄苳、南仁鐵色、白樹仔、多花油柑等，為構成恆春半島植群的重要科別。墾丁國家公園管理處於109年針對蛾類多樣性進行調查(顏聖紘等，2020)，最多蛾類幼蟲的植物科別為葉下珠科(67種蛾類)，而大戟科(狹義)則排名第三(44種蛾類)，並建議未來若有計畫地清除銀合歡並重新栽種原生植物時，可以優先考慮蛾類廣泛取食的寄主植物，譬如葉下珠科、茜草科、桑科、大戟科、樟科、豆科等，藉此增加物種組成的豐富度。

上述181種適生植物各自具有其生態功能，本計畫將篩選骨架樹種主要考量之生長快速(先驅與部分陽性樹)、銀合歡林下優勢、濃密冠幅、蜜粉源、大量可食果實或種子、蝴蝶食草，以及稀有植物復育等特性，整理如表3.2-3，可以做為特定造林目的或植栽配置之參考。

表 3.2-2 適生植物建議

分區	環境條件 (300 m↓)	植被復育 目標	適生植物(先驅)	適生植物
1a. 西側 山區森林	森林	半落葉或落葉 闊葉林	密花白飯樹*、野桐、雙 節山螞蝗*、山芙蓉#	山樣子、破布烏、恆春厚殼樹*#、小刺山柑*、刺裸實*、軟毛柿*#、土密樹*、粗糠 柴、扛香藤、紫黃、多花油柑、海南厚殼桂、內荳子、小梗木薑子、紅柴#、棟#、盤 龍木、山素英、山柚*、臺灣海桐#、山黃梔、過山香*、烏柑仔*、小葉朴、檫#、臺 灣朴樹、黃荊*、黃蓮木#、相思樹#、青剛櫟#、楓香#、樟葉槭#、樟#、疏脈赤楠#、山 芙蓉#、六翅木#
1b. 東側 山區森林	內陸山區	榕楠林	構樹、山黃麻	筆筒樹、水冬瓜、江某*、山菜豆、破布烏、杜英、茄苳*#、南仁鐵色、野桐、臺灣 栲、印度栲#、海南厚殼桂*、大葉楠、香楠、九芎#、烏心石舅、大葉樹蘭、菲律賓 榕、白榕*、水同木、澀葉榕、九丁榕、雀榕、幹花榕、島榕、樹杞*、皮孫木、山龍 眼、欖仁舅#、咬人狗、恆春紅豆樹#、高士佛赤楠#、疏脈赤楠#、六翅木#、恆春山枇 杷#、墨點櫻桃#、臺灣梭羅木#
	近海山區	熱帶風衝矮林	野桐	杜英、魯花樹*、蚊母樹、土樟#、青楊梅、小葉木犀、恆春石斑木、薄葉玉心花、光 葉柃木*、大頭茶*、恆春山枇杷#
2a. 關山- 大坪頂海 岸林	近海山區	落葉闊葉林	野桐、克蘭樹#、黃荊*	山樣子、武靴藤、破布烏、小刺山柑*、山柑、刺裸實*、扛香藤、多花油柑、魯花 樹、土樟#、九芎#、猿尾藤、柘樹、盤龍木、腺果藤、恆春風藤、翼核木、華茜草 樹、烏柑仔*、山埔姜、印度鞭藤、海檬果#、欖仁#
	西側高位珊 瑚礁地形	高位珊瑚礁林	血桐*	恆春哥納香、淡綠葉衛矛、瓊崖海棠#、軟毛柿#、象牙柿#、黃心柿、毛柿*#、枯里 珍、裏白巴豆、鐵色*#、白樹仔*、菲律賓饅頭果、魯花樹、火筒樹、紅柴*#、白榕 *、榕、雀榕、山豬茄、樹杞、臺灣海桐#、山黃梔、月橘、止宮樹、大葉山欖#、山 欖、山棕、囊稈竹、海檬果#、銀葉樹#、欖仁#
2b. 墾丁 海岸林	內陸山區	半落葉或落葉 闊葉林	羅氏鹽膚木、血桐*、野 桐、白匏子、蟲屎、棟 #、構樹、小葉桑、克蘭 樹#、山黃麻、黃荊*	山菜豆、破布子、破布烏、厚殼樹、小刺山柑*、珊瑚樹*#、刺裸實*、欖仁、枯里 珍、白樹仔*、黃豆樹、恆春皂莢、魯花樹、土樟#、內荳子、九芎#、紅柴*#、稜果 榕、白雞油#、山柚*、雀梅藤、過山香*、月橘*、烏柑仔*、食茱萸、臺灣欒樹、無 患子、山欖、大頭茶、咬人狗、黃連木#、樟葉槭#

分區	環境條件 (300 m ²)	植被復育 目標	適生植物(先驅)	適生植物
	高位珊瑚礁地形	高位珊瑚礁林	血桐*	蘿芙木、小刺山柑、瓊崖海棠 [#] 、象牙柿 [#] 、黃心柿、毛柿 ^{**} 、枯里珍、茄苳 [#] 、裏白巴豆、鐵色 ^{**} 、白樹仔*、魯花樹、蓮葉桐、棋盤腳 [#] 、火筒樹、紅柴 ^{**} 、白榕*、榕、山豬枷、過山香*、月橘、止宮樹、大葉山欖 [#] 、山欖、海欖果 [#] 、福木 [#] 、銀葉樹 [#]
3. 西側農田與建成地區	平地森林	榕楠林	野桐、血桐*、棟 ^{**} 、構樹、臭娘子、黃荊*	水冬瓜、破布烏、杜英、茄苳 ^{**} 、紅柴 [#] 、菲律賓榕、白榕*、澀葉榕、九丁榕、稜果榕、雀榕、島榕、過山香*、無患子、水黃皮 [#] 、楓香 [#] 、樟 [#] 、山芙蓉 [#] 、欖仁 [#]
4. 草生植被	海岸沙地	沙地植被	雙花螞蟥菊、馬鞍藤、濱刀豆、濱豇豆、海埔姜、文珠蘭、海濱莎、濱刺麥、芻蓄草	
	海岸珊瑚礁	珊瑚礁灌叢	白水木 [#] 、貓鼻頭木藍、毛苦參、草海桐 [#] 、水芫花、黃槿 [#] 、繖楊 [#] 、山豬枷、烏芙蓉、葛塔德木、臭娘子、林投	
	近海山地	近海山地灌叢	細葉饅頭果、野牡丹、臺灣海棗、林投、扭鞘香茅、白背芒、月桃	
	牧草地環境	放牧草地	海金沙、爵床、雷公根、生毛將軍、一枝香、煉莢豆、鵝鑾鼻決明、華野百合、假地豆、蠅翼草、圓葉兔尾草、金錦香、青楊梅、乾溝飄拂草、卵形飄拂草、單穗水蜈蚣、刺子莞、仙茅、竹節草、白茅	

註：符號「*」代表為優勢種(建議配置數量較多的物種)、「#」代表屏東處 112 年育苗樹種

表 3.2-3 適生植物生態功能

功能	適生植物
生長快速(先驅與部分陽性樹)	羅氏鹽膚木、血桐、野桐、白匏子、密花白飯樹、棟、構樹、小葉桑、山黃麻、雙節山螞蝗、蟲屎、黃荊、白榕(陽性樹種)、雀榕(陽性樹種)、山芙蓉
銀合歡林下優勢	恆春厚殼樹、欖仁、密花白飯樹、血桐、扛香藤、蟲屎、黃槿、構樹、澀葉榕、榕、九丁榕、稜果榕、雀榕、山豬枷、幹花榕、島榕、月橘、止宮樹
濃密冠幅	江某、山菜豆、破布子、破布烏、恆春厚殼樹、杜英、茄苳、血桐、野桐、臺灣栲、印度栲、蓮葉桐、海南厚殼桂、大葉楠、香楠、黃槿、繖楊、大葉樹蘭、紅柴、棟、菲律賓榕、白榕、澀葉榕、榕、九丁榕、稜果榕、雀榕、幹花榕、島榕、樹杞、皮孫木、青剛櫟、樟
蜜粉源	粉多 ：羅氏鹽膚木、茄苳、血桐、野桐、臺灣栲、印度栲、土樟、海南厚殼桂、內荖子、小梗木薑子、大葉楠、構樹、小葉桑、白雞油、山黃麻、欖、山棕、扭鞘香茅、白茅、白背芒、黃連木； 蜜少粉多 ：杜英、香楠、九芎、黃槿、繖楊、食菜萸、光葉柃木、水黃皮； 蜜多 ：黃荊、海欖果、珊瑚樹、瓊崖海棠； 蜜多粉少 ：無患子、大頭茶； 蜜多粉多 ：江某、臺灣海桐、恆春石斑木、墨點櫻桃
大量可食果實或種子	水冬瓜、羅氏鹽膚木、江某、破布子、破布烏、厚殼樹、恆春厚殼樹、珊瑚樹、軟毛柿(臺灣獼猴)、毛柿(臺灣獼猴)、杜英、茄苳、土密樹、密花白飯樹、白樹仔、菲律賓饅頭果、細葉饅頭果、血桐、白匏子、粗糠柴、臺灣栲、印度栲、魯花樹、草海桐、土樟、海南厚殼桂、內荖子、小梗木薑子、大葉楠、香楠、棋盤腳(白鼻心)、野牡丹、大葉樹蘭、棟、構樹、菲律賓榕、白榕、水同木、澀葉榕、榕、九丁榕、稜果榕、雀榕(臺灣獼猴)、山豬枷、幹花榕、島榕(臺灣獼猴)、柘樹、小葉桑、青楊梅、樹杞(白鼻心)、山柚(白鼻心、松鼠、鼠類)、臺灣海桐、月橘、食菜萸、大葉山欖、山欖、臺灣朴樹、臭娘子、山棕、臺灣海棗、印度鞭藤、林投、福木、青剛櫟、高士佛赤楠、疏脈赤楠
蝴蝶食草	羅氏鹽膚木(蓬萊虎灰蝶)、武靴藤(雙標紫斑蝶)、小刺山柑(黑脈粉蝶、纖粉蝶、異色尖粉蝶、異粉蝶)、山柑(淡褐脈粉蝶、異色尖粉蝶、纖粉蝶、異粉蝶)、軟毛柿(玳灰蝶)、鐵色(尖粉蝶、黃尖粉蝶、雲紋尖粉蝶)、菲律賓饅頭果(小鑽灰蝶)、細葉饅頭果(三斑虎灰蝶)、血桐(黑星灰蝶)、野桐(虎灰蝶)、白匏子(黑星灰蝶)、粗糠柴(黑星灰蝶)、扛香藤(凹翅紫灰蝶)、濱刀豆(波灰蝶)、恆春皂莢(亮色黃蝶)、濱豇豆(雅波灰蝶、魯花樹(瑤蛺蝶)、大葉楠(臺灣瑟弄蝶、青鳳蝶、斑鳳蝶)、香楠(劍鳳蝶、青鳳蝶、寬帶青鳳蝶)、九芎(燕灰蝶)、猿尾藤(橙翅傘弄蝶、長翅弄蝶)、菲律賓榕(圓翅紫斑蝶、澀葉榕(圓翅紫斑蝶)、榕(異紋紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、網絲蛺蝶)、九丁榕(異紋紫斑蝶)、稜果榕(網絲蛺蝶)、山豬枷(網絲蛺蝶)、盤龍木(小紫斑蝶)、樹杞(大娜波灰蝶)、山龍眼(玳灰蝶)、雀梅藤(無邊環蛺蝶)、翼核木(淡色黃蝶)、山黃梔(綠灰蝶)、過山香(花鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白紋鳳蝶、無尾白紋鳳蝶)、烏柑仔(綺灰蝶)、食菜萸(玉帶鳳蝶、黑鳳蝶、白紋鳳蝶、臺灣鳳蝶、大鳳蝶、翠鳳蝶、穹翠鳳蝶)、克蘭樹(燕灰蝶)、山黃麻(燕灰蝶)、臺灣朴樹(斷線環蛺蝶、細帶環蛺蝶、白裳貓蛺蝶、紅斑脈蛺蝶、小雙尾蛺蝶、靛琉灰蝶、東方

功能	適生植物
	喙蝶)、山棕(黑星弄蝶)、爵床*(黯眼蛺蝶)、白茅*(淡黃斑弄蝶、臺灣波眼蝶)、月桃*(袖弄蝶、薑弄蝶)、水黃皮(尖翅絨弄蝶、青珈波灰蝶)、青剛櫟(紫小灰蝶、日本紫灰蝶、臺灣焰灰蝶、瓏灰蝶、朗灰蝶、黃閃翠灰蝶、小翠灰蝶、清金翠灰蝶、嫵琉灰蝶、璫蛺蝶、臺灣翠蛺蝶、燦蛺蝶、臺灣燦蛺蝶)、樟葉槭(姬三尾小灰蝶、靛琉灰蝶、田中洒灰蝶、細邊琉灰蝶)、樟(臺灣瑟弄蝶、劍鳳蝶、黑尾劍鳳蝶、青鳳蝶、寬帶青鳳蝶、斑鳳蝶、黃星斑鳳蝶、臺灣鳳蝶)
稀有植物復育	嚴重瀕臨滅絕(CR) ：恆春哥納香、烏芙蓉*、囊稈竹*、貓鼻頭木藍*； 瀕臨滅絕(EN) ：淡綠葉衛矛、繖楊@、青楊梅、銀葉樹@、六翅木、福木@； 易受害(VU) ：鐵色、白樹仔、紫黃、鵝鑾鼻決明*、恆春皂莢、蓮葉桐、象牙柿、棋盤腳、烏心石舅、恆春紅豆樹、疏脈赤楠； 接近威脅(NT) ：山樣子、山柑、毛柿@、土樟、光葉柃木、小葉朴、高士佛赤楠、臺灣梭羅木； 資料不足(DD) ：海濱莎*、南仁鐵色

註：符號「*」代表為草本植物；符號「@」代表該物種已於種苗市場大量流通，無保種繁殖迫切性

上述植栽選擇從環境分區、推估原生植群與營造目標，至依骨架樹種概念挑選適生植物(圖3.2-1)，可以做為造林選種思考脈絡之參考。然而恆春半島具有多樣的微環境變化，造林實務應於該脈絡與原則下，視實際造林基地現況判釋，綜合區位、土壤、周邊原生植物組成等特徵，配合微環境之差異，選擇適生植物，進行小尺度的植栽配置(表3.2-4)。譬如恆春半島西側海拔300公尺以下近海山區，多數地點土壤為發育不良或乾硬的黃土、含石量高，容易形成落葉闊葉林，但仍可能有零星散布的高位珊瑚礁地形，可以發育為高位珊瑚礁林。因此，造林基地內可能同時具有兩種以上原生植群可以做為營造目標，可以透過對基地微環境之瞭解，營造不同林型鑲嵌之林地，增加棲地異質性。

表 3.2-4 依據造林基地微環境差異選擇適生植物

環境特徵	植被恢復目標與適生植物
含石量高、土壤發育不良或乾硬土壤(黃土為主)，以及近海地區之林地	半落葉或落葉闊葉林 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 先驅植物：密花白飯樹、血桐、野桐、白匏子、蟲屎、雙節山螞蝗、棟、小葉桑、構樹、黃荊 ◆ 非先驅植物：恆春厚殼樹、海南厚殼桂、紅柴、山柚、過山香
土壤發育良好，土壤厚實且以壤土為主的山區	榕楠林 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 先驅植物：野桐、構樹 ◆ 非先驅植物：江某、杜英、茄苳、海南厚殼桂、大葉楠、香楠、菲律賓榕、白榕、雀榕、島榕、樹杞、青剛櫟、樟、高士佛赤楠、疏脈赤楠、恆春山枇杷、臺灣梭羅木、墨點櫻桃
平原沖積扇地形	榕楠林 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 先驅植物：血桐、野桐、棟、黃荊、構樹、臭娘子 ◆ 非先驅植物：杜英、茄苳、紅柴、菲律賓榕、白榕、稜果榕、雀榕、島榕、過山香、樟、楓香
高位珊瑚礁	高位珊瑚礁林 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 先驅植物：血桐 ◆ 非先驅植物：茄苳、紅柴、白榕、過山香、雀榕、樹杞、山欖、山棕、欖仁
土壤發育不良之沙質、珊瑚礁、長期放牧、海岸長年強風吹拂	沙地植被、珊瑚礁灌叢、放牧草地、近海山地灌叢

本計畫建議適生植物種類多樣，多數原生樹種並未有對應之採種、育苗經驗，建議短期針對特定物種優先育苗(表3.2-5)，其中先驅性樹種如血桐、野桐、白匏子、構樹、雙節山螞蝗、蟲屎、小葉桑、密花白飯樹等，因具結實率高且小苗生長速度快的特性，可評估採種子直播的方式處理，事先於結實季節規劃採種作業。再規劃示範操作區域，栽植整備之苗木或直接撒播種子、評估操作成效，以逐步擴大種類與面積。

表 3.2-5 優先保留與栽植建議

配置數量	建議優先保留與栽植植物
較多(先驅樹種/30%以上)	血桐*、野桐、白匏子*、構樹*、棟*、雙節山螞蝗*、臭娘子、黃荊*、蟲屎*、小葉桑、密花白飯樹*、克蘭樹*
中等(具有茂密樹冠幅、具有動物傳播種子吸引力)	江某、茄苳、恆春厚殼樹*、白榕*、雀榕、欖仁*、杜英*、大葉楠*#、香楠、海南厚殼桂*、紅柴*#、菲律賓榕、稜果榕*、樹杞*#、過山香*、山欖、山棕
較少(稀有、其他樹種)	表 3.2-2、表 3.2-3，如淡綠葉衛矛、山槎子、恆春皂莢等

* 本計畫植物樣區監測有調查到之原生植物

梅花鹿平均啃食率低於9%樹種(適口性第五級、第四級)，詳細內容請見表 5.4.3-3

註1：建議優先保留、栽植樹種，以快速成林、具有茂密寬大樹冠遮蔽雜草光線、具有野生動物傳播種子吸引力的樹種為原則

註2：建議配置比例：10~30種，密度1株/4m²

第四章 生態情報盤點及銀合歡移除建議

恆春半島面積小，但涵蓋的生態資源豐富特殊、議題多元，在銀合歡分布區域蒐集與彙整的區域性生態情報，有助於瞭解銀合歡移除作業可能涉及之潛在生態議題、輔助判釋已知的保育重點區位、研擬生態友善對策原則，以及須溝通協調之公私部門等，有助於銀合歡移除作業推動，同時避免移除工作造成敏感區或關注物種負面影響，衍生爭議事件。

4.1 建置恆春半島生態情報圖

4.1.1 生態情報蒐集

為掌握計畫範圍內的生態背景，本計畫透過書面文獻、生態相關圖資、網路資訊、公民資訊與訪談紀錄等資訊來源，進行恆春半島生態情報的盤點與建置，提供該範圍內生態相關議題及關注區位之空間分布基礎資訊。利用彙整之生態情報，瞭解銀合歡分布區域潛在生態課題，與物種保育相關之熱點空間資訊，成為後續生態友善對策擬訂與執行之依據。

(1) 生態情報蒐集

生態情報的資料蒐集自學術單位、政府部門的研究報告、文獻、生態愛好者與保育團體內部生態知識的資料。綜合考量其性質、套圖與應用方式，進行基礎資料分類與屬性資料格式之建置，分為文獻、生物分布點位、棲地、法定管制區與生態關注區、合作夥伴五種類別。本計畫彙整恆春半島相關生態情報，共蒐集291筆資訊作為轄區內生態基礎資訊，各類別蒐集數量摘要如表4.1.1-1，針對各類別說明如下。

表 4.1.1-1 恆春半島生態情報圖類別與蒐集數量摘要

生態情報類別	文獻	生物分布點位	棲地	法定管制區與生態關注區	合作夥伴	總計
資訊數量(筆)	79	176	6	17	13	291

(a) 文獻類

文獻類生態情報針對計畫範圍內保育類與稀有物種的相關計畫、學術研究進行書面文獻資訊萃取彙集，以臺灣碩博士論文、政府部門之計畫報告書、生態環境為主題之季刊或月刊為蒐集主要來源。本計畫共蒐集79筆文獻，依據各內文對研究區域的描述或座標位置，進行重要生態區域的指認，彙整清單列表如附錄八。

(b) 生物分布點位類

生物分布點位類的生態情報蒐集來源包含特有生物研究保育中心臺灣生物多樣性網絡 (Taiwan Biodiversity Network, TBN)、大專院校及政府部門之研究報告、生態環境為主題之期刊、公民科學所記載之生物分布資訊等。本計畫針對生態敏感區位指認進行動、植、水域物種分布點位的蒐集，共蒐集176筆點位資料作為劃設參考之基礎。TBN資料庫雖彙整眾多物種觀測分布紀錄，但用於引導決策之資訊仍須精確空間資訊才可進一步做判斷，且TBN為經常性更新的開放資料，可隨時查詢最新資訊，故暫不將此資訊蒐集納入生態情報圖內。

(c) 棲地類

棲地類生態情報蒐集面向係政府部門透過航照影像參考及田野調查所繪製產出之面狀資料為主要來源，亦將特有生物研究保育中心109年產出紅皮書受脅植物分布點位緩衝帶、紅皮書受脅植物重要棲地之相關圖資列入本類別，供後續指認生態敏感區指認參考，彙整清單如表 4.1.1-2。

表 4.1.1-2 恆春半島生態情報圖棲地類清單

資料來源	資料名稱
內政部國土測繪中心	國土利用現況調查成果圖
行政院農委會林務局	第四次森林資源調查全島森林林型分布圖
行政院農委會林務局	臺灣現生天然植群圖
行政院農委會林務局	臺灣森林型濕地分布圖
特有生物研究保育中心	紅皮書受脅植物重要棲地
特有生物研究保育中心	紅皮書受脅植物分布點位緩衝帶

(d) 法定管制與生態敏感區類

法定管制區與生態關注區生態情報以環境敏感區域性質之圖資為主要蒐集來源。法定管制區多依照相關法規進行管制，並由管制區主管機關繪製，公告於該單位開放資料平臺。此外，納入社團法人中華民國野鳥學會繪製並經國際認定之重要野鳥棲地(IBA)至本類別內。本計畫共蒐集17種圖層，空間分布資訊如圖4.1.1-1。

(e) 合作夥伴類

合作夥伴類生態情報以地方組織與社區、生態環境相關民間團體、友善認證單位為本類型主要蒐集面向。來源包含政府計畫報告、網路資料或公民資訊。透過資訊內文描述相關地點、聯絡地址、關注區域，賦予其相對空間資訊。本計畫共蒐集13筆資訊，彙整清單如表4.1.1-3。

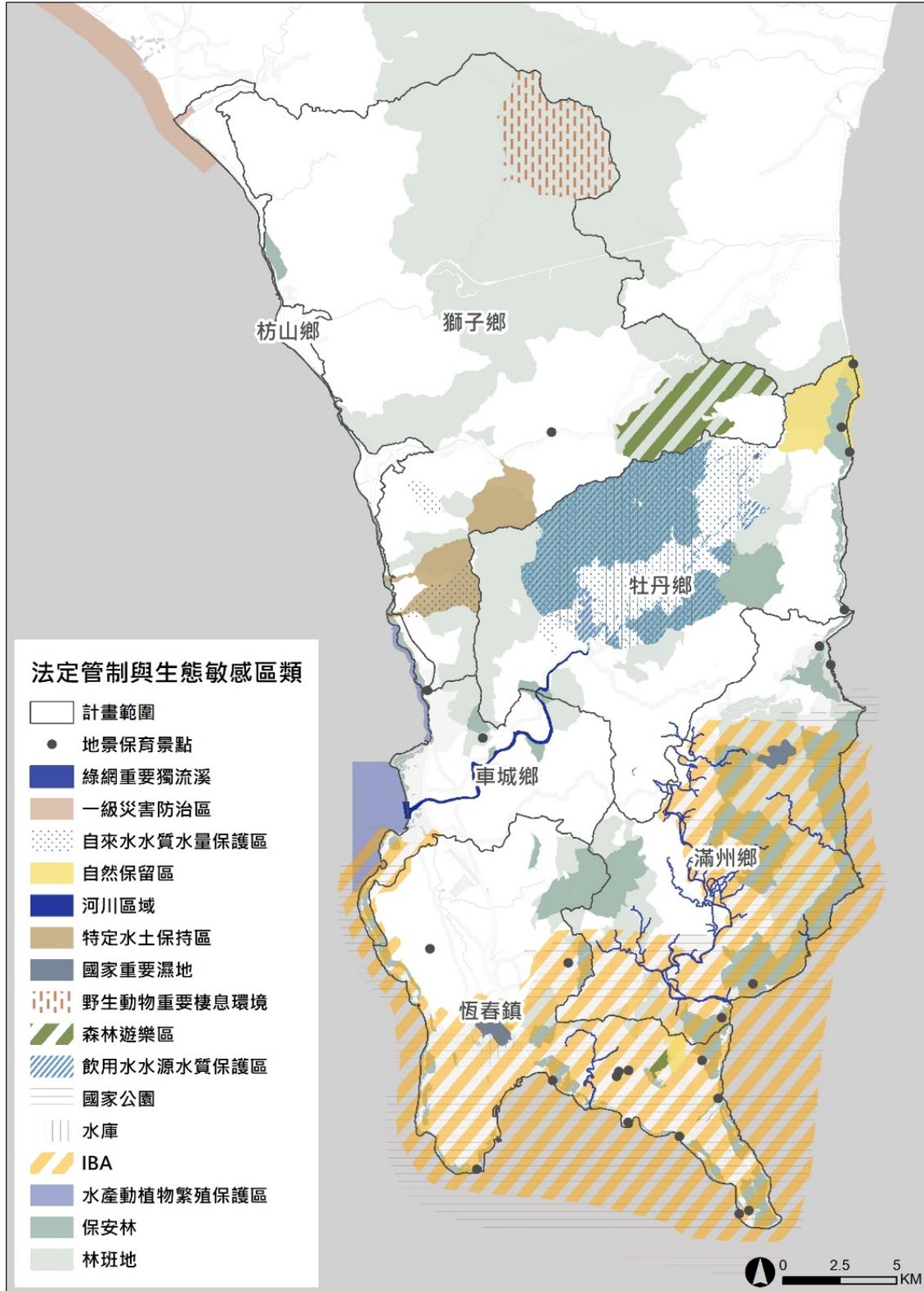


圖 4.1.1-1 恆春半島生態情報圖-法定管制與生態敏感區類

表 4.1.1-3 恆春半島生態情報圖合作夥伴類清單

單位名稱	關注議題	關注區域
地球公民基金會	外來種入侵	恆春鎮墾丁里
	陸蟹議題	車城鄉後灣村
	阿朗壹古道保存	牡丹鄉旭海村
臺灣環境資訊中心	食蛇龜、柴棺龜議題	恆春鎮墾丁里
	阿朗壹古道保存	牡丹鄉旭海村
臺灣蝴蝶保育協會	蝴蝶棲地	獅子鄉草埔村
屏東縣車城鄉後灣人文暨生態自然保育協會	社區林業	車城鄉後灣村
屏東縣枋山鄉楓港社區發展協會	社區林業	枋山鄉楓港村
屏東縣牡丹鄉石門社區發展協會	社區林業	牡丹鄉石門村
社團法人屏東縣牡丹鄉高士社區發展協會	社區林業	牡丹鄉高士村
伊屯社區發展協會	在地團體	獅子鄉丹路村
屏東縣社頂部落發展文化促進會	在地團體	恆春鎮墾丁里
屏東縣屏南區社區大學	在地團體	恆春鎮山腳里

4.1.2 恆春半島生態敏感區

由前一節蒐集的重要生態區域、關注物種棲地、保護區、熱點、生態議題等資訊，彙整指出恆春半島的生態敏感區分布，提供從生態保育觀點出發，建議銀合歡移除造林規劃及操作優先性，減輕對於重要物種、棲地造成衝擊的背景資訊。

對應「外來入侵種埃及聖鸚、綠鬣蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113年)」的執行範圍，墾丁國家公園涵蓋恆春半島南端大範圍區域，由於內部混合農田、建物、(近)自然棲地等不同的土地利用形式，這些農牧地，或人為利用後廢棄的土地上已有大面積銀合歡林生長，本計畫依銀合歡移除計畫的處理範疇，僅標示國家公園利用分區的「陸域生態保護區」為生態敏感區，且「陸域生態保護區」已排除在計畫的移除工作執行範圍。

表4.1.2-1整理恆春半島陸域範圍內的生態敏感區類型及項目，除了法定生態保護區、由專業單位或學術團體指認的重要生物多樣性價值區，也包括銀合歡入侵主要影響的森林及以鑲嵌或鄰近森林

的其他類型棲地可能的關注物種或生態議題，繪製生態敏感區圖(圖4.1.2-1至圖4.1.2-4)，類型各生態敏感區的項目、課題內容說明如下。

表 4.1.2-1 恆春半島的生態敏感區

類型		類型說明	項目	資料來源
圖資 (已有範圍劃設)	法定生態保護區 (銀合歡移除計畫(草案)不處理)	以生態保育為目的成立，受法規管理保護的保護區	● 墾丁國家公園	內政部
			● 重要濕地	
	重要生物多樣性價值指認區(無法規管制位階)	由國際、國內的專業單位或學術團體指認及關注，具重要生態保育價值的區域	● 茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境	農委會
			● IBA (重要野鳥棲地)	中華民國野鳥學會
文獻、資料回顧與數化	重要森林植群保育	保存原始或特殊森林群聚、稀有植物、植物多樣性的區域	● 低海拔山區原始森林	文獻蒐集數化 臺灣現生天然植群圖(農委會)篩選演替中後期森林
			● 海岸原始林	
	關注物種棲地與課題蒐集	保育類、各類群紅皮書受脅物種或其他關注物種取得生存資源、完成生活史重要的棲地、範圍	● 良好森林區位	圖資：第4次森林資源調查
			● 紅皮書受脅植物分布棲地	資料庫植物分布點位 圖資：紅皮書受脅植物分布點位緩衝帶(特生)
			● 渡冬蝶谷	文獻蒐集數化
			● 遷移性猛禽過境驛站棲地	文獻蒐集數化
			● 海岸林陸蟹熱區	墾丁國家公園
			● 綠網關注獨流溪	圖資(農委會林務局)
● 濕地生態系(水棲動物植物群聚)	文獻蒐集數化(農委會林務局)			

(1) 法定生態保護區

包含墾丁國家公園、茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境、及4處重要濕地(龍鑾潭(國家級)、南仁湖(國家級)、四林格山重要濕地(地方級)、東源重要濕地(地方級))(圖4.1.2-1)。墾丁國家公園內部劃分為不同利用分區，其中的陸域生態保護區是主要生態敏感範圍，包含南仁山生態保護區、香蕉灣生態保護區、砂島生態保護區、龍坑生態保護區、社頂高位珊瑚礁生態保護區等5區(圖4.1.2-2)。茶茶牙賴山野生動物重要棲息環境位在山區，與銀合歡海岸、平原淺山交界的分布範圍不重疊。

龍鑾潭、南仁山國家級重要濕地是恆春半島少有的大面積靜水域，也是水生植物重要的棲地。龍鑾潭是重要的候鳥棲息、覓食空間。從過往候鳥紀錄來看，雁鴨科、秧雞科、鷺科、鶺鴒科、鵲科、鷹科等均為常見的類群。潭岸淺水域的蘆竹、五節芒形成草澤以及陸地上的樹林帶，提供不同類型及隱蔽度的空間讓鳥類棲息利用。

(2) 重要生物多樣性價值指認區

墾丁國家公園野鳥重要棲地(IBA, TW038)範圍與墾丁國家公園以及範圍接近相同，以赤腹鷹、灰面鵟鷹、東方蜂鷹過境以及遷移水鳥最具代表性。eBird水鳥熱點、紅皮書受脅植物重要棲地是特有生物研究保育中心分析物種分布資料後指認的重要區域圖資，恆春半島有位在山區的四林格山、女仍山，以及濱海的旭海草原等3處紅皮書受脅植物重要棲地(圖4.1.2-4)。

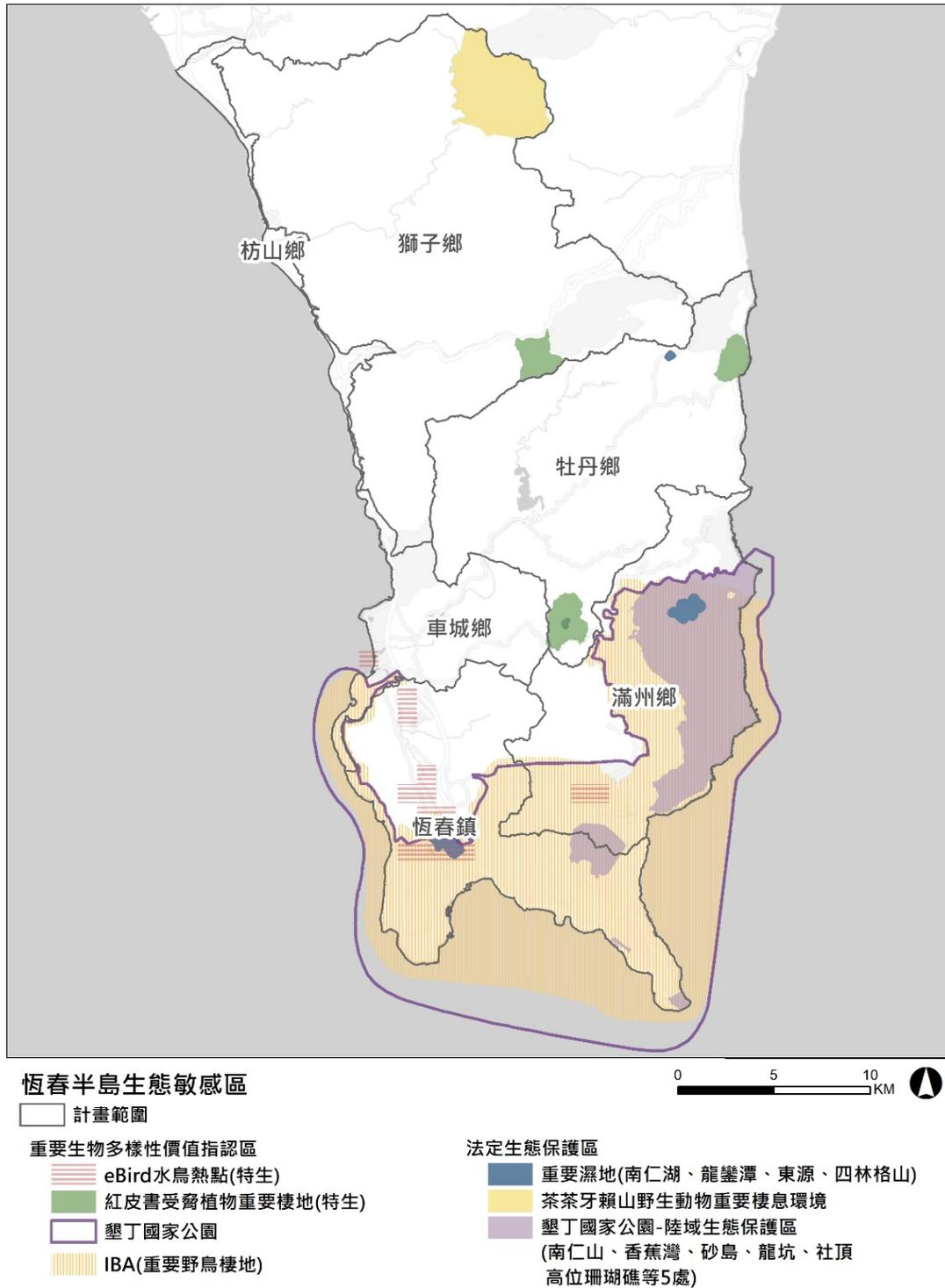


圖 4.1.2-1 恆春半島生態敏感區圖-法定生態保護區、重要生物多樣性價值指認區

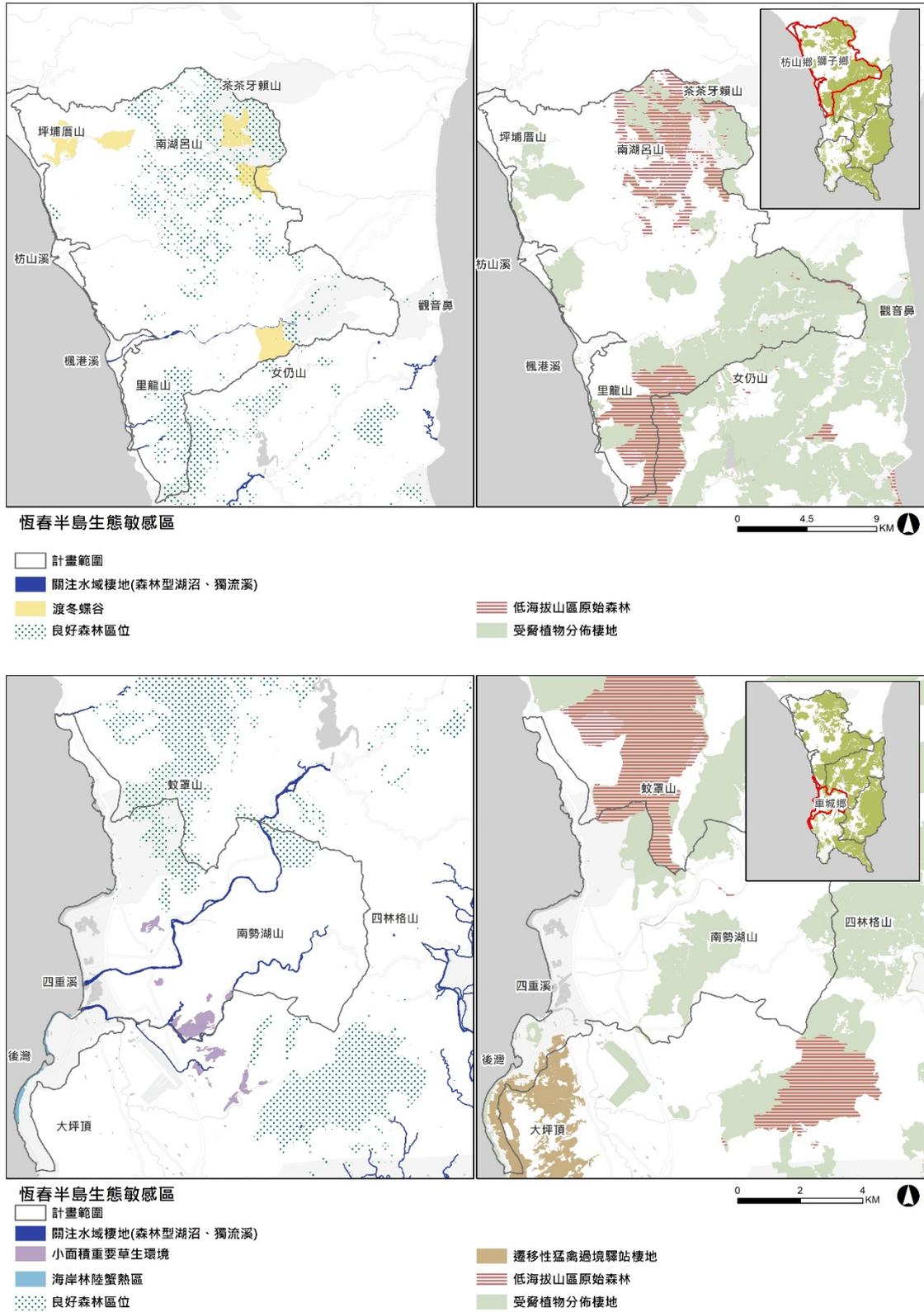


圖 4.1.2-2 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(枋山鄉、獅子鄉、車城鄉)

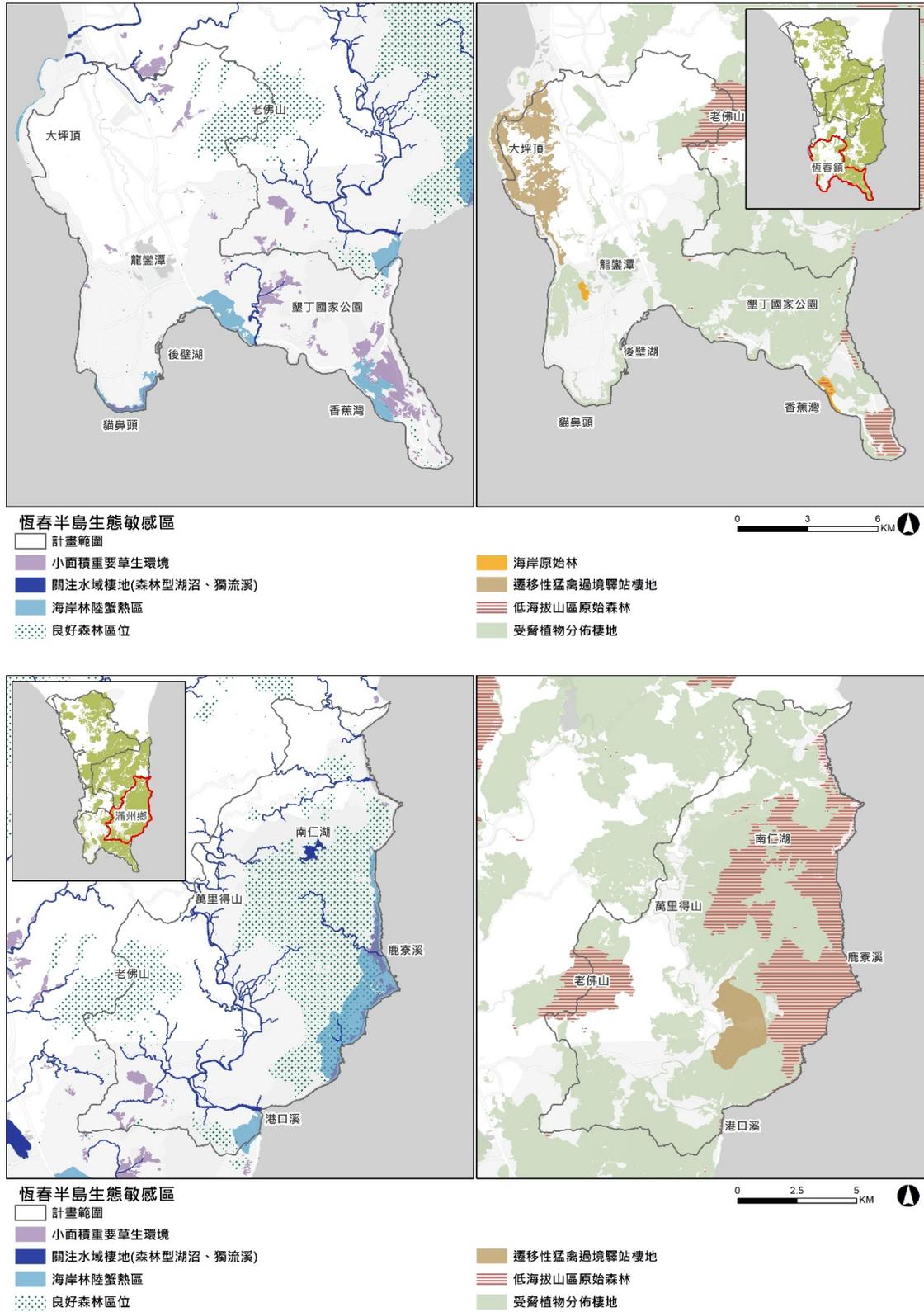


圖 4.1.2-3 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(恆春鎮、滿州鄉)

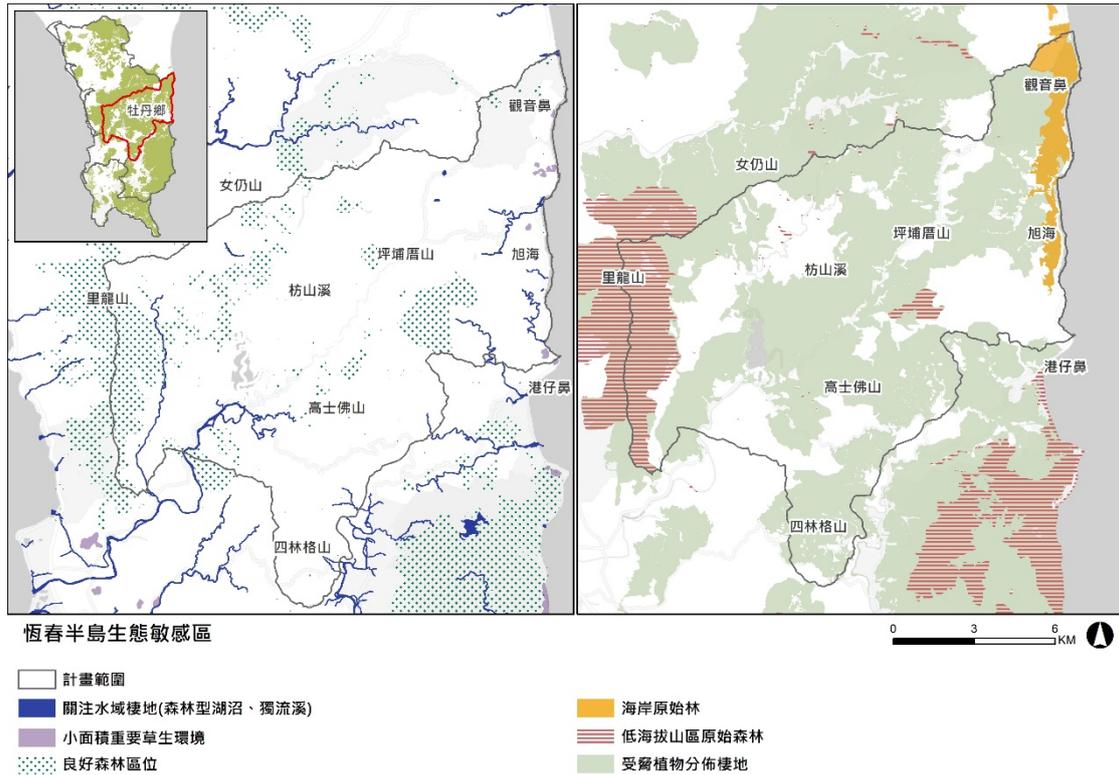


圖 4.1.2-4 恆春半島生態敏感區圖-重要森林植群保育、關注物種棲地與課題蒐集(牡丹鄉)

(3) 重要森林植群保育

恆春半島屬於南臺灣熱帶季風雨林生態區，森林植群的獨特性及重要性長期受到植物生態學界關注。此外，全臺平地及低海拔地區經歷超過百年的人為開發利用，大多轉為人為利用土地，及人為干擾後的次生林，殘存的少量平地、低海拔原始林是亟須保存的稀有森林植群。文獻回顧列舉的重要森林棲地如下：

(a) 低海拔山區原始森林

恆春半島的南仁山區(含高士佛山)、里龍山區、高位珊瑚礁森林(位於林試所龜仔角實驗林)區保存低海拔山區原始森林。「恆春半島山地植群生態及其保育評估」(葉慶龍，1994)評估恆春半島的山地森林後指出南仁山、里龍山的原生林最具保育價值。屏東林管處(2003)曾再次調查里龍山的植群，評估籌設為野

生動物重要棲息環境。森林動態研究在恆春半島設置有南仁山、高位珊瑚礁等2個永久樣區，顯示本區森林的重要性。

(b) 海岸原始林

包含香蕉灣海岸林、關山毛柿林、臺東縣南田村到屏東縣牡丹鄉旭海村海岸林等3個區域。其中香蕉灣海岸林及關山毛柿林都是海岸地帶殘存的小面積自然森林區塊。關山毛柿林是紅皮書受脅植物囊桴竹已知的唯一棲地，以及淡綠葉衛矛等其他紅皮書受脅植物紀錄(謝春萬，2007；錢亦新等，2017)。然而這二片海岸原始林都面臨銀合歡入侵的威脅，銀合歡從道路或人為干擾地入侵海岸林，逐步佔據林緣及破空區域，擴張範圍(墾丁國家公園管理處，2009；錢亦新等，2017)。

臺東縣南田村到屏東縣牡丹鄉旭海村阿朗壹古道沿線的海岸林，在植群及稀有植物紀錄的重要性不及前述二處海岸林，但這區的海岸林南北長12公里，面積遠大於前二者，是臺灣目前僅存少數人為干擾程度少的大面積連續分布海岸林之一(沈識鶴，2011)。

(4) 關注物種棲地與課題

(a) 紅皮書受脅植物分布棲地

本計畫查詢TBN恆春半島所有維管束植物資料(蕨類、裸子及被子植物，共122,294筆)，加入其他文獻蒐集到的稀有植物，整理出恆春半島的紅皮書受脅植物名錄，共97科，246種(CR：26種；EN：68種；VU：152種)(詳附錄九、恆春半島紅皮書受脅物種名錄)。

恆春半島的植物相獨特，海岸、淺山、草地環境有多種稀有、受脅植物分布。其中囊桴竹、淡綠葉衛矛、恆春哥納香等物種國內僅分布在恆春半島，亞洲濱棗、大血藤等全臺主要族群分布在恆春半島。這些受脅植物以森林性物種為主，以及部份海岸、草生地物種。生長在陽性半乾燥森林、草地與灌叢、海岸區的受脅植物，生存棲地條件與銀合歡偏好環境接近，易

受到銀合歡入侵，由於區位重疊，銀合歡移除規劃須要考慮這些紅皮書受脅植物的課題。

(b) 良好森林區位

除了上述森林植群保育的重要區域之外，其他自然森林或曾有人為利用、造林後，少有人為干擾、長期自然演替森林仍可提供多數動植物良好棲地，前期計畫提到森林內紀錄到臺灣野豬、臺灣獼猴、梅花鹿、白鼻心、鼬獾、食蟹獾等多種哺乳類動物。這個項目的指認方式從第4次森林調查圖資篩選這3類森林：

- (i) 原生林：無造林臺帳圖，林相鬱閉無人為干擾林相。
- (ii) 半天然林：有造林臺帳圖，無引種栽植，由原生種再生建造。
- (iii) 經改造天然林、天然林：有造林臺帳圖，有引種，造林覆蓋率未達30%且近十年無撫育記錄。

(c) 渡冬蝶谷

臺灣的紫斑蝶在秋季時會從臺灣各處移動到南部大武山荖濃溪支流溪谷500公尺以下山區群聚越冬(約11月至隔年3月)，著名的區位如高雄茂林紫蝶幽谷。參閱「紫斑蝶 - 飛越400公里的蝴蝶之旅」書中說明，恆春半島記錄過有3區9處的紫斑蝶群聚集團，3區是女仍山、里龍山、墾丁，此外，在大梅一帶記錄過5萬的群聚量(詹家龍，2008)。

目前紫斑蝶除固定區位長期有標放的工作外，較少長期、廣泛的公開研究資料，且紫斑蝶谷並非絕對固定的區域，隨氣候及森林環境變化(全球暖化、颱風造成的影響等)均可能改變當年度紫斑蝶群聚越冬的地點，因此在恆春半島銀合歡入侵區域，難以確認紫斑蝶谷的現況以及指認確切區位。

(d) 遷移性猛禽過境驛站棲地

恆春半島為過境猛禽(灰面鵟鷹、赤腹鷹等)於春、秋過境期

重要的過境驛站。秋過境期監測工作大約是在每年的9/1至10/31，赤腹鷹過境高峰大多落在9月中到10月初，灰面鵟鷹則是在雙十節後到10月底(每年略有不同)，秋過境期猛禽遷徙路徑較為集中與固定，著名的觀測點如滿州里德(圖4.1.2-5)、滿州港口、恆春社頂等地；春過境期監測工作大約是在每年的3/5至5/5，赤腹鷹過境高峰大多落在4月中到4月底，灰面鵟鷹則是在3月中到3月底(每年略有不同)，春過境期猛禽遷徙路徑較為分散，恆春半島西、東、南側均有紀錄，西岸較為穩定(如關山、大坪頂等)，與秋過境期相異(以上資訊參考墾丁國家公園管理處多年過境猛禽監測資料)。



圖 4.1.2-5 秋過境期落腳滿州的灰面鵟鷹

(e) 海岸林陸蟹熱區

恆春半島海岸林是目前已知全球陸蟹多樣性最高之地區，墾丁國家公園的歷年研究計畫於港口溪河口、萬里桐及核三廠溫排水出水口南側海岸為陸蟹物種多樣性熱區，高潮線以上則以後灣、核三廠溫排水出水口南側海岸及沙島等為熱區(劉烘昌，2020)。此外也包含：香蕉灣海岸林、溪子口至出風鼻(劉烘昌，2019)；以及保力溪口、鹿寮溪口、旭海溪至旭海-觀音鼻自然保留區為潛在的熱點(圖4.1.2-6)。這些區域部分和目前銀合歡入侵之位置有所重疊。

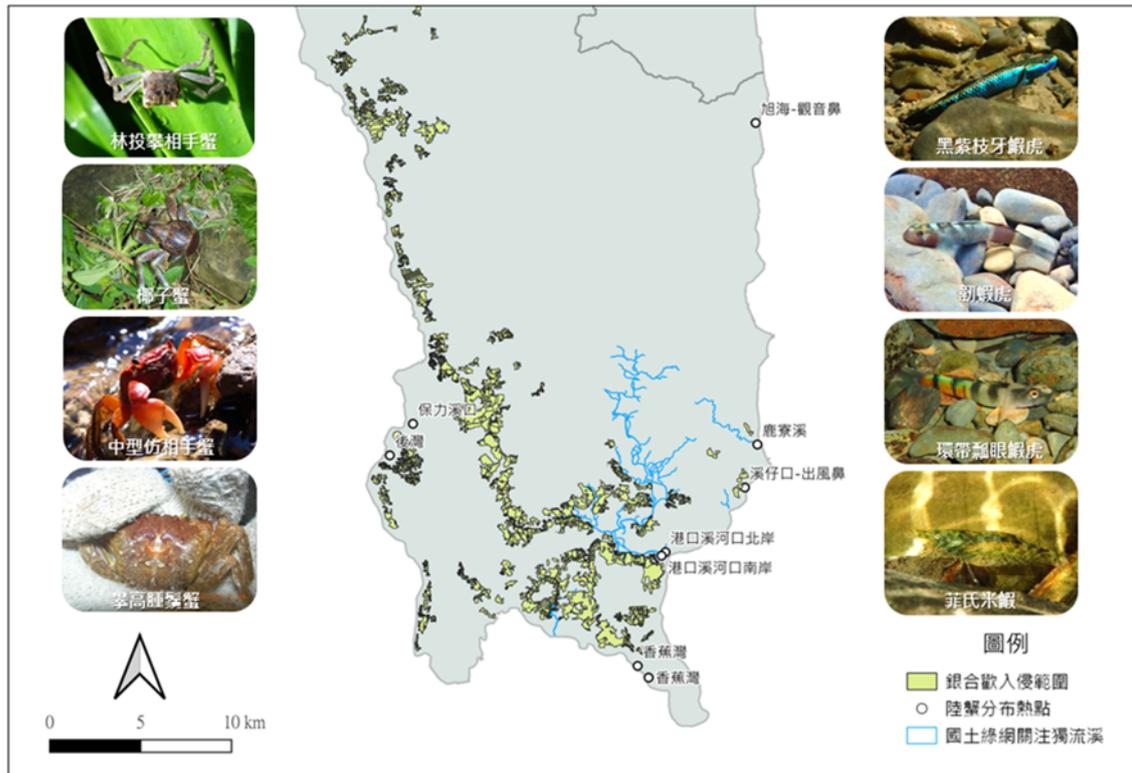


圖 4.1.2-6 恆春半島銀合歡分布與陸蟹熱點、國土綠網關注獨流溪

(f) 綠網關注獨流溪

恆春半島之溪流在河相學及地理學上都屬獨流溪，其物種組成以河海洄游性的魚蝦蟹類為主，且物種多樣性及棲地分化程度遠高於其他類型之溪流，也因此可能是更為敏感與脆弱的水域棲地。以國土綠網計畫所列之關注獨流溪港口溪為例，文獻記錄洄游性魚蝦蟹類約在70種以上(韓僑權，2012；戴永禎，2000)，其中包含多種淡水魚類紅皮書物種。

(g) 濕地生態系

文獻回顧指出恆春半島重要陸域濕地棲地多與國家級、地方級重要濕地重複。農委會林務局(2016)依重要濕地指認的原則，盤點評估位在林班地內小面積、稀有的濕地棲地類型(森林型湖沼)。在恆春半島計有東源池、牡丹池、牡丹水上草原、南仁湖、三臺山湖、四林各山濕地等6處。

4.2 銀合歡移除的生態建議

銀合歡移除區位規劃須綜合不同因素進行評估，「外來入侵種埃及聖鸚、綠鬣蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113年)」已排除環境敏感區(法定生態保護區、坡度大有水土保持風險的山坡地)以及公務單位無法使用的私有地，以銀合歡覆蓋比例、林班地分區決定移除造林的作業方式。本計畫協助在現有的執行流程中加入生物多樣性觀點，提出生態敏感課題的衝擊減輕原則，建議移除銀合歡林的優先性，提供屏東林管處銀合歡移除工作的決策參考。

4.2.1 移除作業的生物多樣性保育與衝擊減輕評估原則

外來入侵種銀合歡的移除，釋出棲地空間供原生動植物群聚得以回復，對生物多樣性的維護具有明顯正面效益。回顧幾處銀合歡林生態監測，銀合歡林仍有部分原生植被或微棲地功能，具有棲地連結、遮蔽性(能給予動物安全感而加以利用)(屏科大，2020；觀察家，2020)，有一定程度的生態功能，動物會在林內棲息、覓食或利用銀合歡林移動。另一方面，恆春半島也有多種稀有、特殊物種，南端為墾丁國家公園、多處學術或民間團體指認之生態關注區，與銀合歡分布區重疊，因此，銀合歡林的移除過程很可能會對某些物種造成影響。故在移除規劃上，生態敏感區盤點成果對計畫範圍之生態環境資訊、關注生態議題及移除造林工作上，應具有廣泛瞭解及掌握度，並分析相關性，以及銀合歡移除作業的潛在影響，為移除、造林工作提出實務規劃的方法策略，增益整體入侵種移除與生態系回復的成果。

(1) 生態敏感區內銀合歡移除的原則建議

本項工作目的是提出生態敏感區與銀合歡分布範圍重疊時，移除作業規劃執行的評估及現地作業生態友善原則。依據第4.1.2節完成之生態敏感圖層，從兩個因子評估銀合歡入侵與銀合歡移除作業對於敏感棲地、物種的效應：

(a) 銀合歡入侵的(潛在)生態威脅

當生態敏感範圍遭到銀合歡入侵，並考慮未來高擴張風險下，銀合歡排擠及取代優勢原生植物群聚，造成棲地劣化、稀有受脅物種族群下降或消失的負面衝擊。銀合歡擴張對於森林、草地植物是高度競爭壓力，威脅程度高。利用植被的物理結構棲地、遮蔽，對植物種類(作為食物、居住場所等)無專一性的動物，銀合歡威脅相對較低。

(b) 銀合歡移除作業的生態衝擊

移除銀合歡的移除樹木、壓輾土壤、整地等操作造成關注物種死亡，棲地特性改變的生態衝擊。對於固著生長的植物、移能能力低、活動範圍小的動物(例如：陸蟹)，銀合歡移除作業的生態衝擊程度高。相對上，活動能力強的鳥類、哺乳類，很多物種利用森林鑲嵌棲地，加上如周邊有替代性棲地，移除作業期可以移動避難，移除銀合歡的生態影響低。

上述2個評估因子排列組合出4種生態敏感區類型(I-IV)(圖4.2.1-1)，可連結生態敏感區的指認與銀合歡移除的生態友善規劃。表4.2.1-1說明各類型包含的內容，以及銀合歡移除的生態友善原則。依據表4.2.1-1從生態敏感區圖資指認出各類型的空間分布，與銀合歡分布圖層疊合，作為各類型區位的銀合歡移除方式、生態友善原則的參考(圖4.2.1-2、圖4.2.1-3、圖4.2.1-4)。

圖4.2.1-1中的4種類型，其中第IV類高威脅低衝擊的草生地棲地數量稀少，經檢視不同年度空照圖，並未發現銀合歡入侵情況，因為這些敏感區多是私有牧草地，管理人會定期清理樹木，維持草生地。經過諮詢專家，建議第IV類不須以入侵種防治的生態保育理進移除銀合歡，後續以I-III類進行評估討論。

移除造林作業
的生態衝擊

		高	低
銀合歡入侵造成的(潛在)生態威脅	高	I 高威脅高衝擊 專案評估	IV 高威脅低衝擊 暫不移除
	低	II 低威脅高衝擊 生態課題現地確認、 標的物種、棲地衝 擊減輕措施	III 低威脅低衝擊 避開敏感時期 分區移除

圖 4.2.1-1 生態敏感區類型與銀合歡移除建議處理原則

表 4.2.1-1 生態敏感區類型及銀合歡移除作業建議原則

類型	說明與案例	銀合歡移除原則
I. 高威脅高衝擊	a.法定生態保護區(國家公園陸域生態保護區、重要濕地) b.學術或民間團體指認重要棲地(紅皮書受脅植物重要棲地) c.重要的植物群聚 <ul style="list-style-type: none"> ● 原始海岸林 ● 低海拔原始森林 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 個案評估移除急迫性，潛在影響，提出移作作業的衝擊減輕方式 ➢ 外圍可一併評估移除，建立隔離帶
II. 低威脅高衝擊	a.物種移動性低、棲地依賴性高的物種 <ul style="list-style-type: none"> ● 陸蟹熱點 b.紅皮書受脅植物棲地 <ul style="list-style-type: none"> ● CR, EN, VU 等級物種 b. 隔離的小面積(近)自然棲地，缺少替代性棲地 <ul style="list-style-type: none"> ● 龍鑾潭周邊樹林(候鳥及草原性猛禽利用) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 現地確認生態課題是否存在與重要性 ➢ 目標物種或植被衝擊減輕措施 ➢ 選擇性砍除銀合歡(一次性剷除)方式，儘可能不全面整地，配合考量銀合歡密度進行方案選擇(密度接近純林時採用全面整地)
III. 低威脅低衝擊	a.物種移動性高，移除時期有替代性棲地 <ul style="list-style-type: none"> ● 良好森林區位(森林性動物棲地) ● 遷移性猛禽過境驛站 ● 渡冬蝶谷 b. 位在銀合歡分布範圍內或邊界，移除不直接擾動的敏感棲地，須預防作業時衍生影響 <ul style="list-style-type: none"> ● 關注獨流溪(+總局綠網) ● 重要濕地 ● 森林性湖沼 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 分區、分批次移除 ➢ 保留原生樹木、樹林或樹島 ➢ 避開過境、渡冬敏感時期 ➢ 劃設作業迴避範圍
IV. 高威脅低衝擊	a. 環境與銀合歡偏好棲地近似，易受銀合歡入侵的草地灌叢受脅植物棲地	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 多私有地，有人管理及清除銀合歡，現階段暫時不需以生態原因介入執行銀合歡移除 ➢ 如有必要移除銀合歡，以選擇性砍除銀合歡林範圍，不擾動草地灌叢，並在移除後評估回復營造草地灌叢棲地

註：

- 1.法定保護區不在外來入侵種埃及聖鸚、綠鬚蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113 年)的移除範圍，暫不列入
- 2.未出現在銀合歡分布範圍的敏感區不列入表格中，例如：紅皮書受脅植物重要棲地(特有生物保育中心)

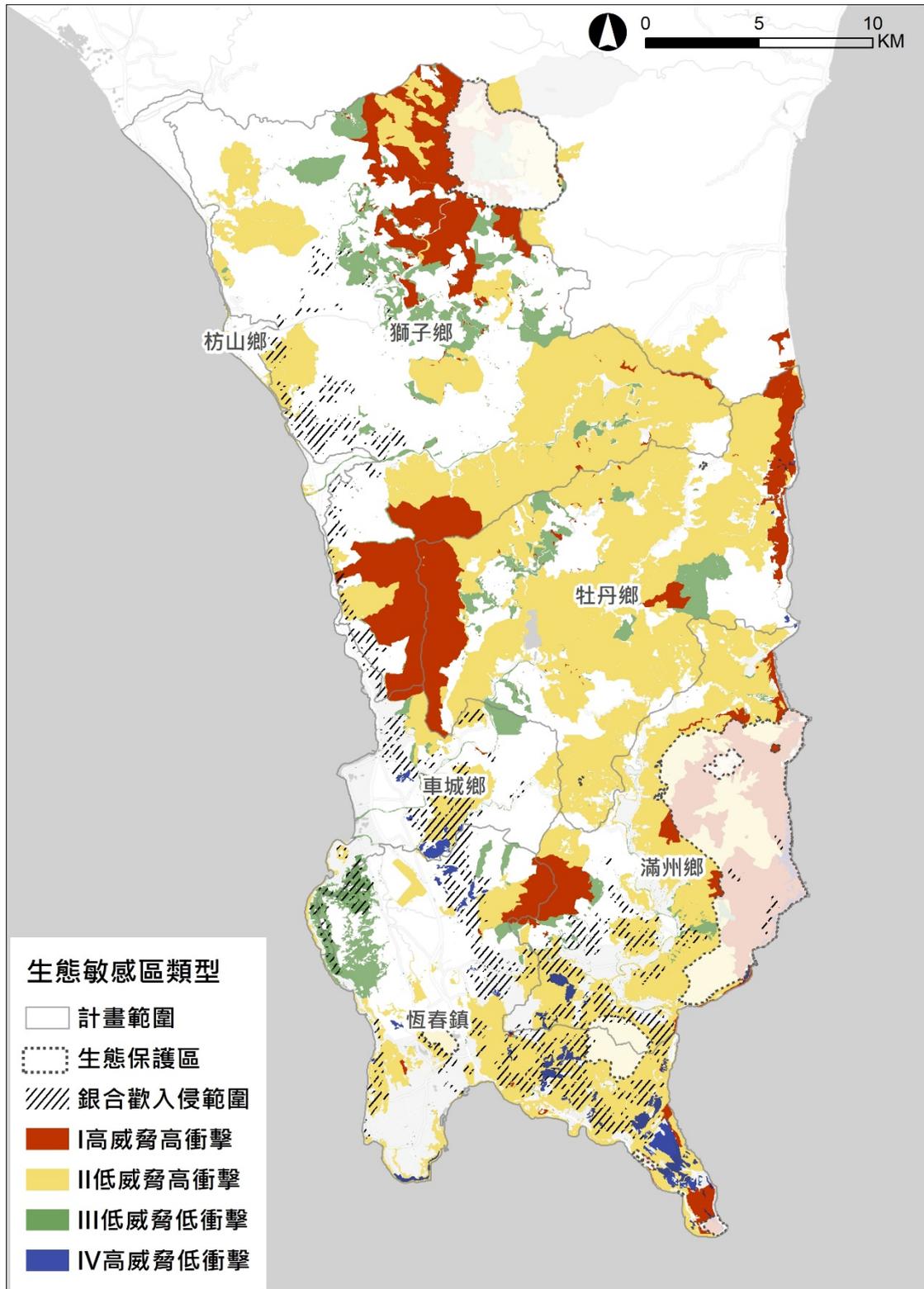


圖 4.2.1-2 恆春半島生態敏感區類型

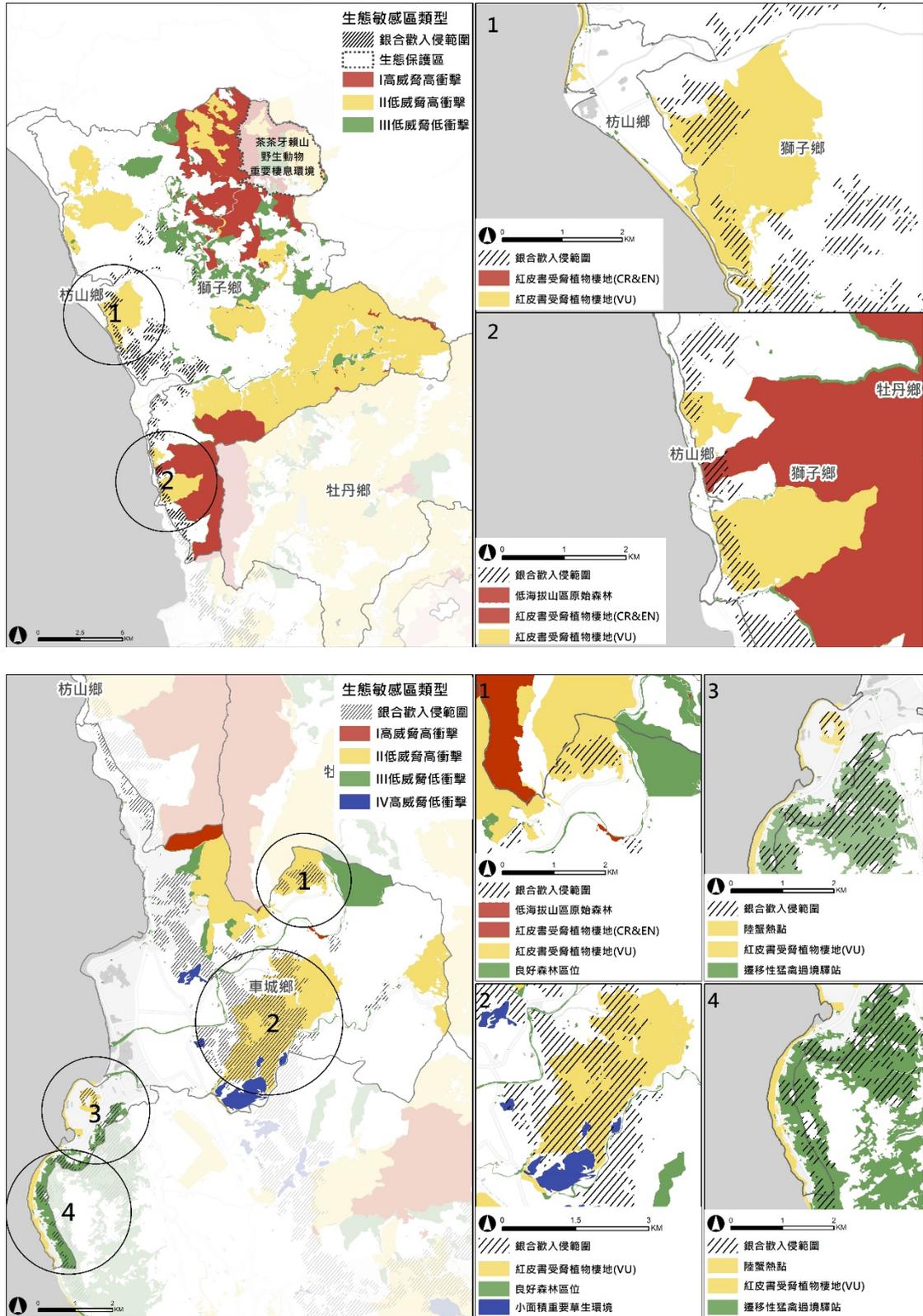
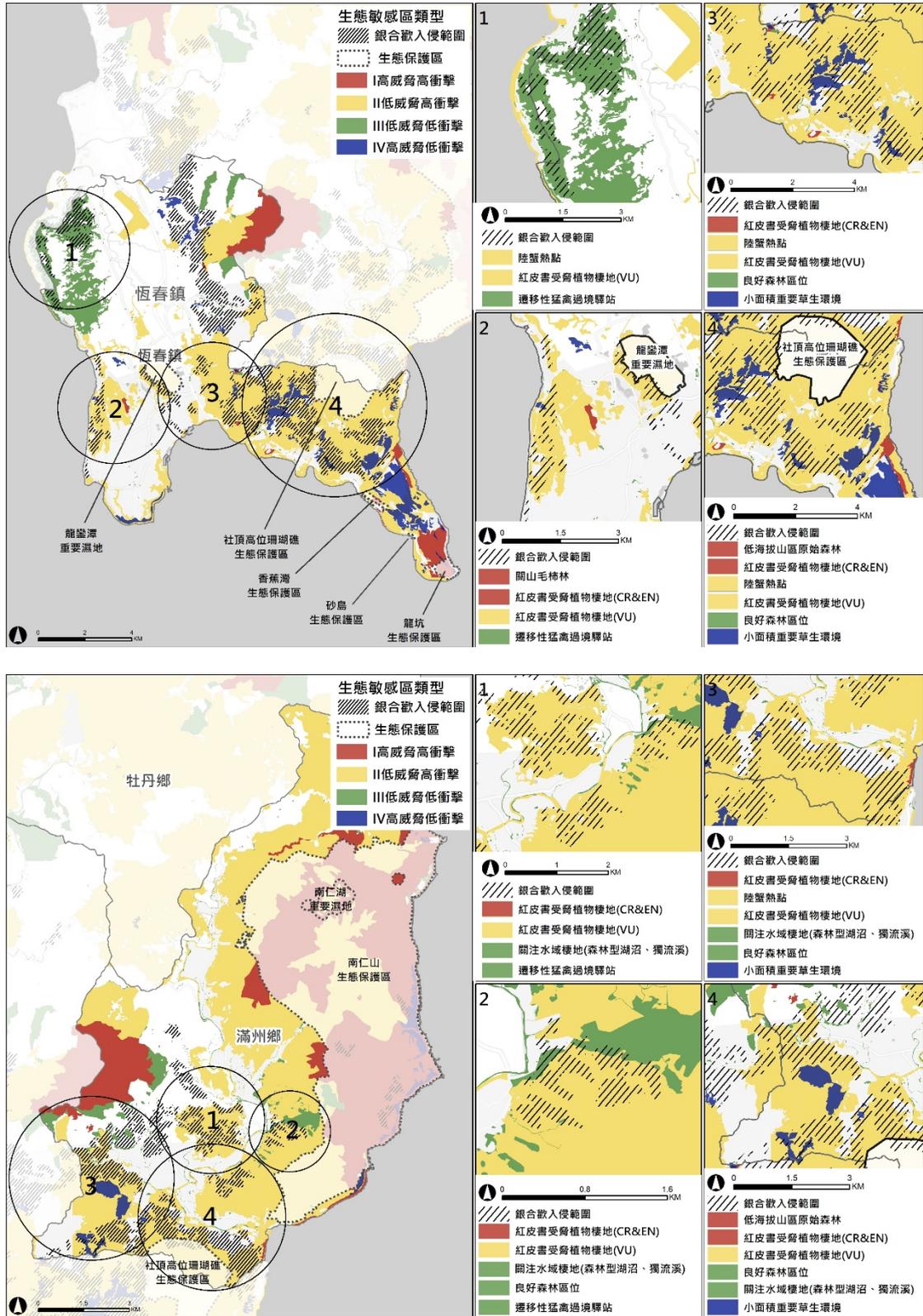


圖 4.2.1-3 恆春半島生態敏感區類型(枋山鄉、獅子鄉、車城鄉)



(2) 銀合歡分布範圍內各類型生態敏感區之面積分布

將恆春半島的生態敏感區圖(圖4.2.1-2)截取銀合歡分布範圍，以清楚呈現銀合歡移除工作會重疊的生態敏感區(圖4.2.1-5)。生態敏感區佔恆春半島銀合歡分布區的52.3%，生態敏感區中，II低威脅高衝擊佔45.4%，面積最大，III低威脅低衝擊分布在後灣一帶，佔5.2%(表4.2.1-2)。生態敏感區主要分布於恆春鎮與車城鄉交界、恆春鎮西側與南部、滿州鄉西南部。

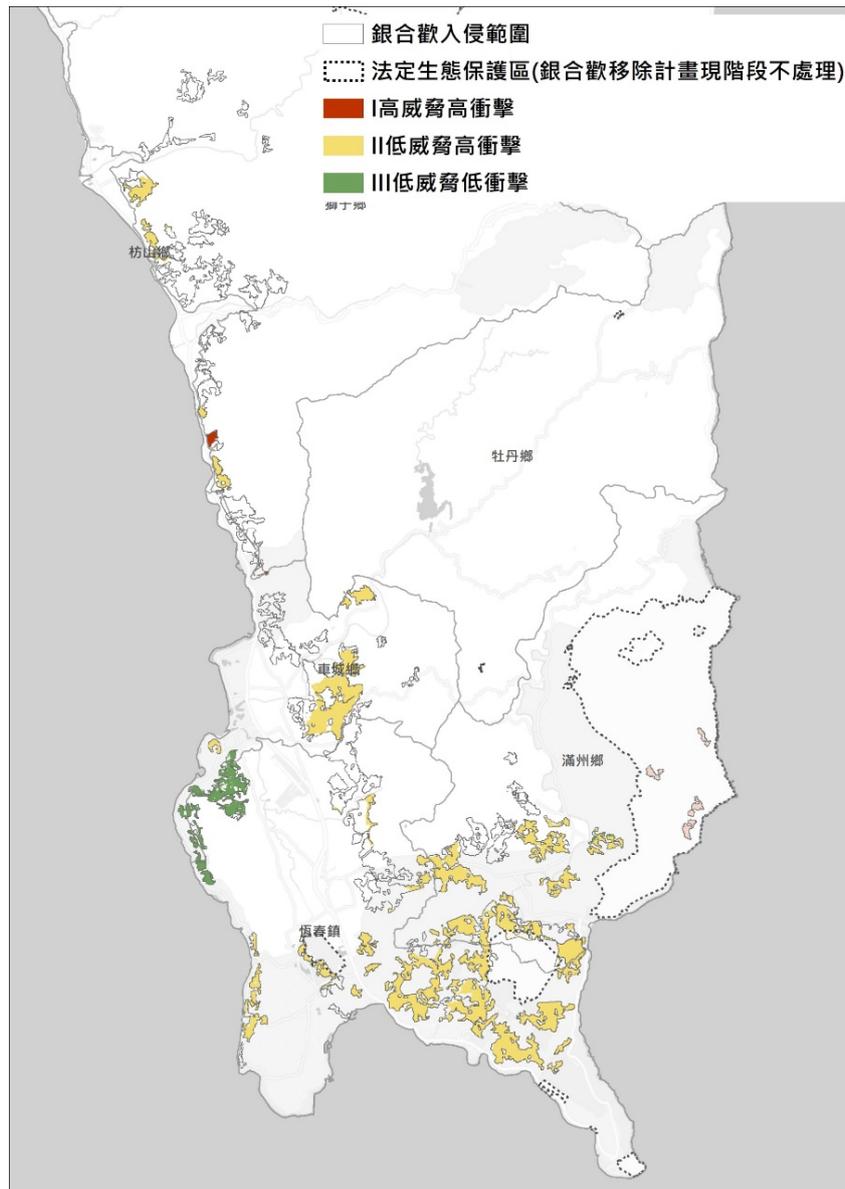


圖 4.2.1-5 恆春半島銀合歡分布範圍內的生態敏感區

表 4.2.1-2 銀合歡分布範圍內各類型生態敏感區之面積比例

敏感區類型	面積 (ha)	比例 (%)
I 高威脅高衝擊	84.52	1.6
II 低威脅高衝擊	2423.91	45.4
III 低威脅低衝擊	275.89	5.2
非生態敏感區	2552.91	47.8

(3) 銀合歡分布範圍內屬林班地管之面積分布

將恆春半島的生態敏感區圖(圖4.2.1-2)截取銀合歡及林班地分布範圍，以清楚呈現銀合歡移除工作會重疊的生態敏感區及林班地(圖4.2.1-6)。生態敏感區佔恆春半島銀合歡分布區的46%，生態敏感區中，II低威脅高衝擊佔44.2%，面積最大，I高威脅高衝擊分部在里龍山一帶及其他零星分布佔1.73% (表4.2.1-3)。與林班地重疊的生態敏感區主要分布於滿州鄉西南部。

表 4.2.1-3 與林班地重疊銀合歡分布範圍內各類型生態敏感區之面積比例

敏感區類型	面積 (ha)	比例 (%)
I 高威脅高衝擊	18.22	1.73
II 低威脅高衝擊	466.49	44.24
III 低威脅低衝擊	0	0
非生態敏感區	569.76	54.03

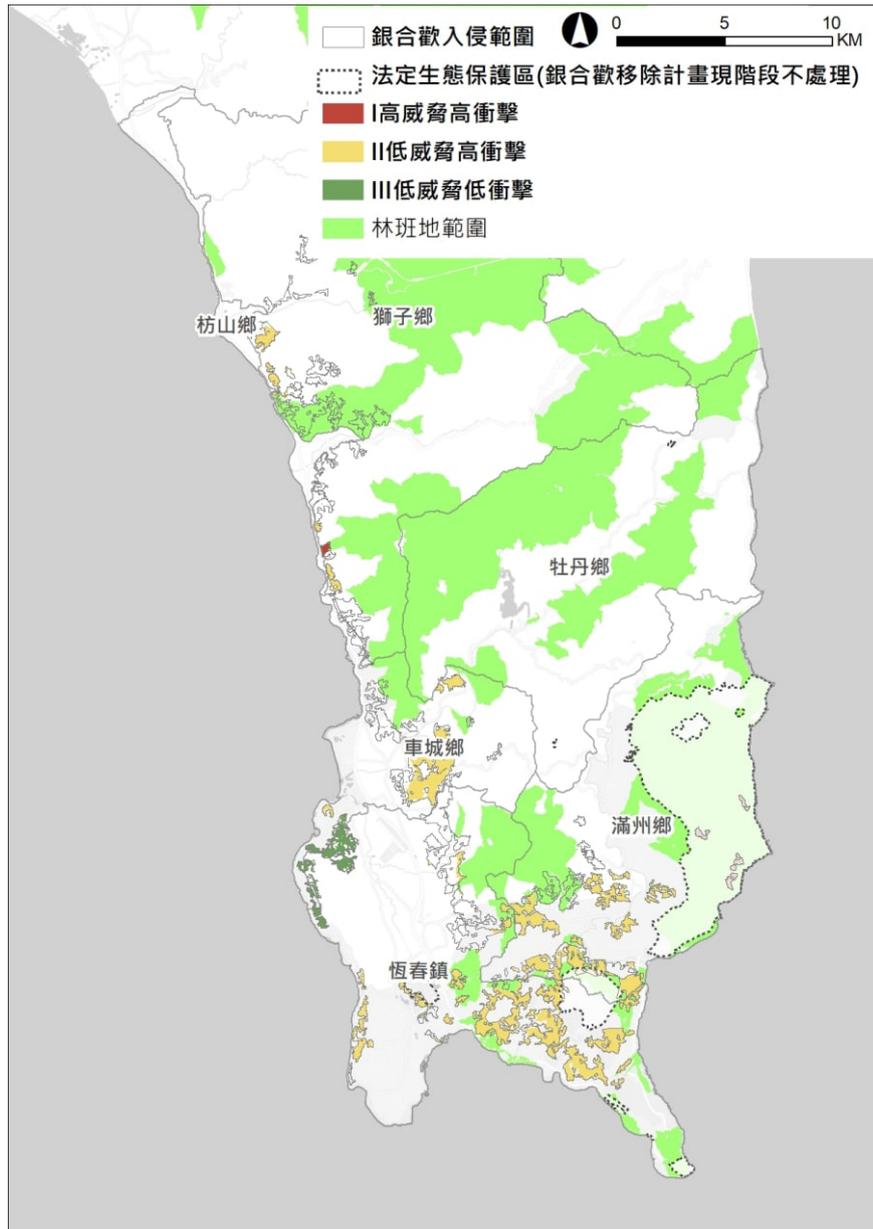


圖 4.2.1-6 恆春半島銀合歡分布範圍內與林班地重疊的生態敏感區

4.2.2 銀合歡移除生態友善建議

(1) 銀合歡移除作業生態友善原則

彙整恆春半島生態敏感區指認(詳第4.1.2節)，以及銀合歡移除作業的生物多樣性保育與衝擊減輕原則(詳第4.2.1節)，初擬銀合歡移除工作生態友善原則，提供恆春半島銀合歡整體移除計畫參考(圖4.2.2-1)。



圖 4.2.2-1 銀合歡移除作業生態友善原則

(2) 生態敏感區的銀合歡移除優先性

從維護生物多樣性、減少生態衝擊的角度，在生態敏感區範圍內銀合歡移除的優先性原則：

- (a) 生態敏感區I-III類型，考量生態敏感區之移除作業建議(第4.2.1節)，優先選擇威脅程度高且低生態衝擊之區位，建議的移除優先性順序由高至低為：I. 高威脅高衝擊(優先進行專案評估) > III. 低威脅低衝擊 > II. 低威脅高衝擊
- (b) 銀合歡造成重要植物群聚、棲地的明顯劣化，且移除具有正面效益，建議列為優先移除。紅皮書受脅植物分布的草地與灌叢棲地(類型IV. 高威脅低衝擊的)容易控制銀合歡移除作業的擾動，建議優先移除。受到銀合歡入侵的海岸原始林，須要人為移除銀合歡，避免劣化，因移除作業可能對森林造成明顯影響干擾，故建議專案辦理，進行評估、監測，移除方式需要精確的處理銀合歡移除及抑制再生，可能需要不同於一般銀合歡移除作業的方式進行。
- (c) 生態敏感區外圍可優先移除，或與生態敏感區同時期移除，

建立隔離帶，減少銀合歡入侵生態敏感區危害的機率。

(3) 個案評估方式說明

依上述原則，初步列舉恆春半島幾個生態敏感地點說明移除優先性評估原則，或需配合其他合適的處理方式。因部分範圍位在國家公園內部，需要依權屬單位進入跨單位平臺討論。

(a) 二塊重要的海岸原始林(I高威脅高衝擊)

香蕉灣海岸林、關山毛柿林，研究報告指出都有銀合歡入侵的狀況，香蕉灣海岸林已由墾丁國家公園管理處與屏科大合作移除銀合歡，並進行栽植復育試驗。關山毛柿林建議可進行專案評估銀合歡移除方式。

(b) 陸蟹熱區(II低威脅高衝擊)

恆春鎮的幾處陸蟹熱區內部或鄰近的銀合歡林，因為銀合歡移除作業會對陸蟹棲地及族群造成明顯衝擊，且需要考慮水(海)陸域連結性，建議預先諮詢專家，評估移除及棲地復原方式(圖4.2.1-4)。

(c) 龍鑾潭西側銀合歡林(III低威脅低衝擊)

這個區域樹林(大部分是銀合歡林)提供濕地候鳥、草原性猛禽夜間或暫棲的場所，從地景特性看，這區樹林面積小且周邊缺少其他森林，短時間內移除會造成濕地候鳥、草原性猛禽可利用的棲息樹林大量消失，建議能分幾個區域分次移除。移除作業對鳥類的擾動較大，作業時間儘可能避開候鳥停留的敏感期(圖4.2.1-4)。

(4) 生態敏感區圖資的使用及詮釋提醒

生態敏感區是蒐集現有資料彙整而成，受限於很多生態資訊未公開發表在文獻、資料庫，或已發表但無空間資訊，生態敏感區圖上未標示的區域很可能是資訊空缺，不一定沒有生態議題敏感性。

另一方面，由於圖資在小尺度時可能有空間誤差，加上環

境隨時間的變遷，生態敏感區圖層在某些狀況下可能不夠精確。建議在銀合歡移除預定案核定前進行現場勘查，可一併邀請熟悉該區域生態的專家學者，現地確認棲地、稀有受脅物種的實際分布位置及現況，或者以個案或年度銀合歡移除預定案為單位辦理說明會交流生態課題資訊，以修正銀合歡移除案的辦理方式。

4.2.3 生態議題的銀合歡移除生態友善建議

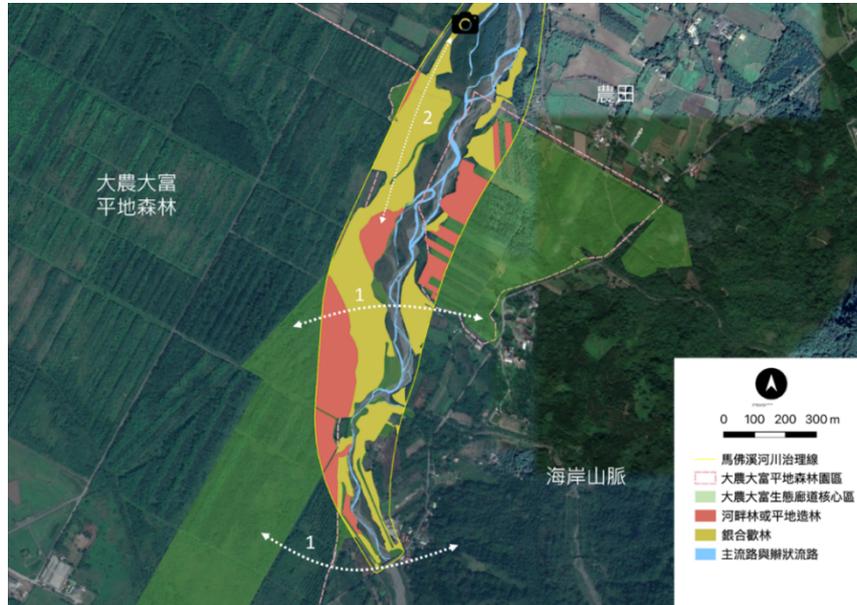
以下針對各項生態議題，討論與說明銀合歡移除作業規劃，應注意之生態友善工作。

(1) 森林保育類動物

參考前期計畫的紅外線自動相機監測成果，提到在各種銀合歡阻隔情況，仍有哺乳類動物會出現(已記錄有臺灣野豬、臺灣獼猴、梅花鹿、白鼻心、鼬獾、食蟹獾、臺灣野兔)，雖透過動物行為分析發現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，但若銀合歡林位置位於重要動物移動廊道的區位上，仍會是哺乳動物重要利用的環境(參考林業試驗所在大農大富馬佛溪上游的長期監測成果)。

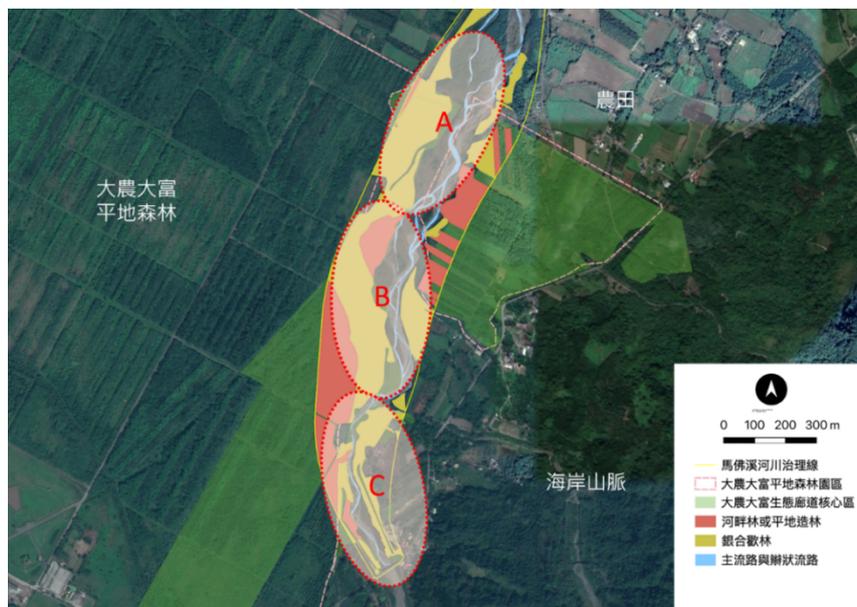
透過掌握銀合歡林周邊的棲地類型、棲地連結狀況、關注之林內動物資源或動物潛在移動路徑，能夠規劃適當銀合歡移除區域、動線與季節等，提高動物遷移到鄰近適合棲地的機會，減少相關衝擊。第一，透過建構之棲地圖資、物種調查來指認物種與棲地分布(包含銀合歡林分布位置)；第二，指認動物主要活動空間，評估動物移動需求。參考林業試驗所在大農大富之長期監測及花蓮綠網計畫研究成果，以中大型哺乳類為標的，提出動物重要移動空間(陳一銘等，2020；觀察家，2020)(圖4.2.3-1)；第三，以前述資料為基礎，評估銀合歡林分階段移除的範圍，避免直接阻斷所有動物重要移動空間(B、C)，特別是小面積、與連續森林隔離的樹林。此外，銀合歡清除動線，可從較不適的棲地往優良棲地移動(例如農田往平地森林，A→B→C)，促使動物往棲地功能較佳的空間移動(圖4.2.3-2)。

參考該方式，在進行銀合歡移除造林的過程中，有機會維持一定程度的棲地連結功能，並降低對動物的影響，然實際操作上，仍需視現地整體環境與需求來調整。



資料來源：「馬佛溪河川生態廊道與國土綠網串聯規劃」、「花蓮生態保育綠色網絡發展計畫 II」、「大農大富生態廊道之演進」等計畫，本計畫彙整製圖
註：路線 1 為林試所模擬之動物最小移動成本路徑；路線 2 為馬佛溪計畫透過紅外線自動相監測資料，發現動物亦頻繁使用濱溪銀合歡林移動

圖 4.2.3-1 馬佛溪上游棲地類型與分布及中大型哺乳類潛在移動路徑



註：「馬佛溪河川生態廊道與國土綠網串聯規劃」在馬佛溪上游除了銀合歡移除課題外，同步將河相復育需求納入，因此並非採用本圖方式進行銀合歡移除工作

圖 4.2.3-2 馬佛溪上游銀合歡移除建議方式

(2) 過境猛禽過境驛站棲地

針對過境猛禽的需求，銀合歡移除工作應避開春、秋過境期(每年過境期略有不同，大約落在3/5至5/5、9/1-10/31，共約4個月)，避免造成顯著的干擾。另外，據本計畫團隊在恆春半島的多年觀察經驗，灰面鵟鷹亦會在銀合歡林暫棲，且團隊亦曾在花蓮溪畔的銀合歡林拍攝過灰面鵟鷹捕捉老鼠，可知即便是銀合歡林，都仍可提供過境猛禽暫棲及覓食。因此，在滿州、社頂、關山、大坪頂等主要猛禽過境暫棲樹林，銀合歡移除規劃需避免一次性大面積移除，並建議訪談墾丁國家公園管理處及過境猛禽研究人員，掌握較細緻的猛禽棲地利用資訊，納入移除工作規劃之中。

(3) 龍鑾潭候鳥棲地

目前在龍鑾潭西側樹林有大範圍的銀合歡入侵，若要進行移除，須將鳥類利用的需求納入評估。就時間來看，龍鑾潭紀錄的鳥種中候鳥佔了超過7成，特別是冬候鳥及過境鳥，因此銀合歡移除的時機點非常重要；就空間來看，保有一定面積的樹林對於鳥類棲息利用具有重要性，例如常於草澤活動的澤鵞屬猛禽，可能會利用樹木休息，而對於水岸的鳥來說，樹林亦具有增加遮蔽度的功能。因此，銀合歡移除需在時間及空間尺度下規劃，該區域冬候鳥及過境鳥利用季節很長(9月-5月)，而空間上分區與階段性移除是主要方向，但移除工作細節建議仍需與專家進行討論。

(4) 渡冬蝶谷

在銀合歡移除對紫斑蝶越冬群聚空間影響的評估上，過去觀察之紫斑蝶谷多位於背風、向南的低海拔山谷間，並可參考過去觀察過紫斑蝶群聚越冬的區位，或訪談地人的觀察，評估紫斑蝶群聚越冬的可能性。若銀合歡預定移除區位具紫斑蝶越冬群聚環境特性，在銀合歡移除工作前一年的紫斑蝶越冬期(11-3月)，進行森林紫斑蝶群聚的觀察，根據大武地區的研究，紫斑蝶群聚在1月達到最高峰(趙仁方等，2007)，可資參考。確認

無明顯的越冬群聚，於隔年越冬期前完成銀合歡移除工作。此外，臺灣紫斑蝶越冬期仍會在溫暖的日子活動訪花，因此，可配合移除造林的需求栽種適地的蜜源植物，加速食物來源回復。

(5) 紅皮書受脅植物棲地

恆春半島半乾燥環境的森林、草生地易被銀合歡入侵，作業區內或外圍的植被清除，可能影響稀有植物或棲地。減輕影響的建議方式如下：

(a) 清除範圍內植物勘察：

銀合歡移除作業規劃階段，應進行清除範圍內植物勘察，勘察重點為標定與圈畫原生植被分布區塊、紅皮書易危(VU)級以上稀有植物座標及數量，做為減輕原生植被擾動之依據。若發現密集或稀有性瀕危(EN)等級以上稀有植物，以及大面積原生植被分布，應進行進階之植物調查，或調整銀合歡清除規劃。

(b) 縮小紅皮書受脅植物偏好棲地之擾動面積：

銀合歡移除作業縮小植被擾動方式，譬如標示紅皮書受脅植物生長區域，設置圍籬確保作業不進入擾動，或以選擇性砍除方式移除銀合歡，取代大範圍整地移除。

(c) 紅皮書受脅植物移植：

移除作業若無法避免對受脅植物造成的直接衝擊，則應予以移植至周邊非擾動之同質性棲地(如偏好森林生長之植物移植至周邊非擾動區之森林)。

(d) 稀有植物復育：

規劃稀有植物復育計畫，譬如恆春半島特有或稀有的木本植物、蜜源或食草植物，針對計畫範圍內稀有植物進行採種與繁殖工作，繁殖後於在移除後造林區域進行復育栽植，確保稀有植物於地區之長期存在。

(6) 海岸林陸蟹熱區

在陸蟹熱區進行銀合歡移除，容易干擾或破壞原有的陸蟹群聚與棲地。最新研究指出，對於近年危害陸蟹族群甚鉅的長腳捷蟻而言，人為干擾有利於其入侵和族群的建立，增加長腳捷山蟻與陸蟹之間的接觸，加劇此外來種螞蟻對陸蟹族群的影響(Lee *et al.*, 2021)。

為降低移除銀合歡對陸蟹群的影響，當移除工作鄰近上述陸蟹熱點時，引入專家現勘確認影響範圍與研擬減輕措施、慎選施作機具避免過度輾壓棲地、以餌劑誘殺抑制長腳捷山蟻密度減緩擴散等，都是需納入之必要措施。另外，陸蟹降海降河繁殖是維持族群量最重要的因素，文獻也指出從海岸、沙灘、灘前植物至海岸林之連續完整棲地，是維持陸蟹多樣性及族群穩定的要素之一(蘇俊育等，2014)，移除規劃建議執行蟹類調查，以了解蟹類及其棲息環境、繁殖路徑，並藉由調查所得知之蟹類組成，配合目前已知繁殖季資訊，迴避陸蟹繁殖季夜間施工。根據劉烘昌(2020)針對恆春半島陸蟹目前已知繁殖資訊所整理，大部分恆春半島海岸林陸蟹於6月至10月有較重要且頻繁的繁殖遷徙時間，大部分遷徙時段通常是在農曆下半月期間。

工程施作上，除了迴避繁殖季期間之夜間施工，且須避免阻斷陸蟹繁殖遷移之路徑。倘若施工現場有溪流環境，特別注意迴避工程機具對溪溝環境之輾壓。倘若發現有樹棲型陸蟹棲息，標示並保護其棲息之原生樹木及潛在活動範圍，減輕移除工作干擾。若發現保育類椰子蟹個體，需與專家學者並國家公園保育科共同評估確認相關保護措施，並將椰子蟹移交給墾管處保育課，由國家公園管理處進行野放。在銀合歡林移除作業的過程中，藉由小規模施工擾動方式，使陸蟹主動離開銀合歡移除工程範圍，同時配合專業人員移棲作業等保護措施，藉此，降低陸蟹群聚之擾動。

此外，針對工地內有食物氣味之垃圾(廚餘、便當空盒、飲料杯等)，須妥善收納處裡，並避免放置於工程車輛行進路線附

近，避免特別如陸寄居蟹類等容易受到氣味吸引而聚集，陷入光滑容器內無法離開而脫水死亡抑或因靠近車行路線而造成輾壓死亡風險。

表 4.2.3-1 恆春半島陸蟹繁殖資訊

陸蟹種類	釋幼月份(國曆)	主要釋幼日期(農曆)	引用文獻
毛族圓軸蟹	6-10月	15-18	鍾奕霆,2004
凶狠圓軸蟹	6-9月	1-5 & 18-21	陳姿潔,2012
圓形圓軸蟹	7-10月	15-19	劉烘昌未發表研究結果
紫地蟹	6-9月	24-29	Liu & Jeng, 2007
小隱蟹	9-11月	18-22	吳孟純, 2008
橙螯隱蟹	9-10月	18-22	Liu & Jeng, 2005
中型仿相手蟹	5-9月	全月	張惠晴, 2012
帝王仿相手蟹	8-11月	1-3 & 15-19	劉烘昌未發表研究結果
樹蟹	8-11月	15-19	劉烘昌未發表研究結果
奧氏後相手蟹	6-10月	24-29	劉烘昌未發表研究結果
中華沙蟹	5-11月	全月	劉烘昌未發表研究結果
短腕陸寄居蟹	8-10月	1-3	劉烘昌未發表研究結果

資料出處：劉烘昌(2020) 108-109年墾丁國家公園陸蟹生態資源調查計畫，內政部營建署墾丁國家公園管理處。

(7) 關注獨流溪及洄游魚蝦

溪流高灘地、河岸的開闊環境常是銀合歡優先拓殖之處，在溪流高灘地、河岸邊及集水區內進行移除造林作業容易造成水中懸浮固體增加，使棲地基質受泥砂掩埋，或直接挖填擾動造成溪流棲地劣化。反之，若減少擾動以及後續造林得當，能夠營造良好濱溪植被保護帶，且穩定棲地達到溪流復原之實質功效。

為減少移除銀合歡對溪流棲地之擾動，在河川區域內應以

流域為單位盤整區域內銀合歡入侵範圍，考量對溪流干擾最小及再入侵可能性最低之處進行整體移除作業規劃，以及避免同時擾動範圍太多之區域，保留水域生物族群循環拓殖恢復之能力。降低干擾對策包含抑制揚塵、濱溪原生植被的保留、減少移除區域土砂沖入河川、避免機具輾壓挖填溪床、完善水土保持避免地表逕流大量流入溪床影響水質或造成崩塌等；減少再入侵可能性方面，由於銀合歡種子大型應是藉由重力或水流散播，可專題研究上游銀合歡移除區於下游再拓殖之可能性，評估從上游往下游清除是否是較好的策略，也應定期巡視移除區下游河岸是否有其小苗。

(8) 外來種長腳捷山蟻(黃狂蟻)擴散

黃狂蟻(*Anoplolepis gracilipes*)被國際保育聯盟(IUCN)列為世界百大入侵種，經調查已經在墾丁國家公園園區內主要的陸蟹分布熱區(香蕉灣、砂島、湧泉區及港口，僅後灣族群較低)(圖4.2.3-3)有高族群數量的分布，並在部分陸蟹分布熱區中有形成的超級群落的現象，而造成墾丁陸蟹族群非常大的威脅(林宗岐，2019)。

非洲起源的黃狂蟻在臺灣最早的發現紀錄是由Wheeler(1909)所發表，是德國人Hans Sauter在高雄附近所採集到。黃狂蟻應為臺灣島上先民早期的經濟活動(如將經濟作物植栽引進臺灣種植，而隨植栽客土或土球移入)便將黃狂蟻引入臺灣(林宗岐，2019)。由於陸蟹受到蟻群攻擊造成族群銳減的課題，墾管處從2017年開始投入黃狂蟻的防治，而調查結果顯示，黃狂蟻的分布一定程度與人為干擾有關，因此降低人為干擾頓黃狂蟻防治也是關鍵的策略(林宗岐，2019)。目前為止並無明確調查指出銀合歡移除作業是否增加黃狂蟻入侵擴散的情形，然銀合歡移除後改變環境以及新植栽的引入，均具增加黃狂蟻入侵的風險。策略方向上，第一點，應針對銀合歡移除後新引入植栽進行謹慎的檢驗，確保無黃狂蟻及其他入侵性螞蟻在植株或土球之中(墾丁有紀錄的世界百大入侵種螞蟻尚包含黑頭慌琉璃蟻(*Tapinoma melanocephalum*)、長角黃山蟻(*Paratrechina*

longicornis)、熱帶火家蟻(*Solenopsis geminata*)及熱帶大頭家蟻(*Pheidole megacephala*)；第二點，可針對已進行銀合歡移除造林樣區進行蟻類監測，惟需向國內蟻類專家請益適合的方式或委託其專業團隊進行監測，以瞭解銀合歡移除樣區是否有黃狂蟻入侵的情形及嚴重程度。



參考資料：108 年度墾丁國家公園黃狂蟻防治監測成效評估計畫(林宗岐，2019)，本計畫重新繪製

圖 4.2.3-3 黃狂蟻重點監測區域與恆春半島銀合歡分布區位疊合

第五章 銀合歡移除區域生態監測

銀合歡為國內強勢入侵種，佔據原生植被分布空間，造成植被演替停滯、生物多樣性低落，使自然棲地面積縮小。銀合歡清除後復舊造林為人為介入之林相更新手段，可將劣化棲地(銀合歡林)透過人為營造，成為接近自然的森林狀態(圖5-1)。人工林之監測可以評估所營造的環境，是否已提供接近自然森林之生態功能，以及改善銀合歡林物種組成單調且結構單純之劣化狀態。

生態監測之監測評估目標可分為以下4個層次：

- (1) 人工林抑制銀合歡生長之效益。
- (2) 比較人工林與銀合歡林之原生動植物多樣性、生物利用、棲地特性。
- (3) 比較人工林與近自然林之原生動植物相，評估人工林回復成原生林的程度、潛力(以熱帶季風林、海岸林等成熟林相為目標)。
- (4) 回饋生態造林成效與建議。

本計畫為能針對前述目標進一步分析，配合林管處過去及後續銀合歡移除作業，規劃生態監測工作，說明如後。

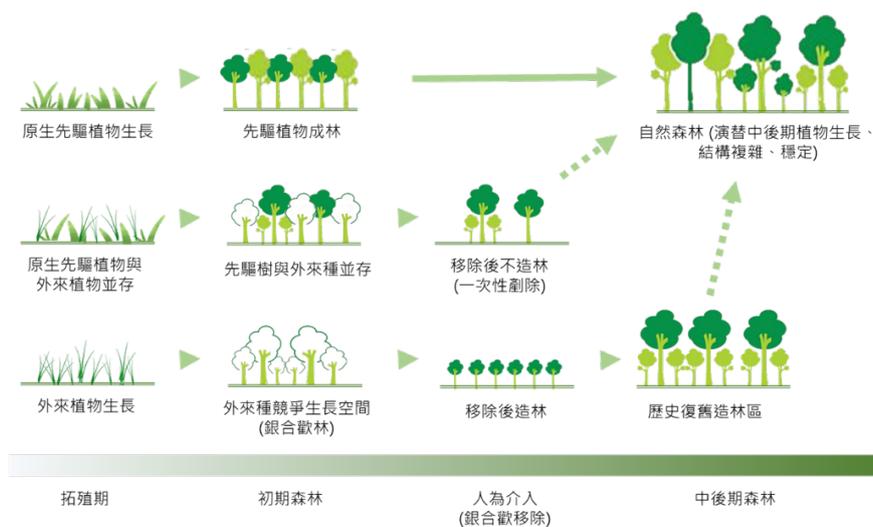


圖 5-1 森林發育期間外來種(銀合歡)清除功能示意

5.1 生態監測規劃

生態監測規劃分為組間比較樣區以及造林監測樣區，組間比較樣區分為處理組(109年以前歷史復舊造林)以及2種對照組(positive control: 近自然林；negative control: 銀合歡林)，係比較不同類型森林間之群聚差異，評估人工林是否較銀合歡林具更高之生物多樣性，以及評估人工林是否已接近自然森林之生態功能；造林監測樣區則為評估人工林抑制銀合歡生長之效益，瞭解銀合歡移除效益，以及造林操作與自然因素作用下，森林的演替變化情形。依前述監測規劃共計選擇16個樣區：

(1) 組間比較樣區(代號A)：

- (a) 處理組：109年以前歷史復舊造林區域，共選擇4個樣區。樣區代號以AH (History)編碼。
- (b) 對照組-近自然林：無明顯人為造林的自然森林，共選擇2個樣區。樣區代號以AN (Nature)編碼。
- (c) 對照組-銀合歡林：以上木銀合歡為優勢的森林，共選擇1個樣區。樣區代號以AL (Leucaena)編碼。

(2) 造林監測樣區(代號B)：配合林管處年度銀合歡移除作業預定案調整，分別進行移除作業前、中、後之監測。

- (a) 110年移除銀合歡區域：一次性剷除作業方式，共2個樣區。樣區代號以BS (Select)編碼。
- (b) 111年移除銀合歡區域：由於111年度銀合歡移除後造林示範區預定案之面積不足以設置5個動物監測樣點及穿越線，因此於111年3月3日與林管處召開工作小組會議討論調整動物監測樣區，設置數量調整如下，
 - (i) 一次性剷除作業方式：植物監測選擇2個樣區；動物監測擇1個樣區。樣區代號以BS編碼。
 - (ii) 全面整地造林作業方式(移除後造林示範區)：植物監測選擇

3個樣區；動物監測擇2個樣區。樣區代號以BC (Complete) 編碼。

(iii) 未能執行動物監測的2個樣區各3次調查(移除作業前、中、後監測)，調整分配至組間比較樣區之「109年以前歷史復舊造林區域」4個樣區(樣區代號AH)及「近自然森林」2個樣區(樣區代號AN)各增加1次動物監測，補充該6樣區之動物資料。

(c) 112年移除銀合歡區域：全面整地造林作業方式，共2個樣區，樣區代號以BC編碼。由於112年銀合歡清除及復育造林作業尚未發包，本計畫僅執行移除作業前監測工作。

每個樣區分別設置2個植物樣方、3個鳥類樣點、1條穿越線(蝴蝶調查及蝙蝠音頻偵測)及架設自動相機，樣區數量、調查頻度、取樣數量及調查方式整理示意如圖5.1-1，樣區選擇與動植物監測方法詳述如下節。

	組間比較樣區			造林監測樣區
	近自然林	銀合歡林	109年以前(歷史造林)	110~111年(銀合歡移除區)
樣區	2區 (造林地環境相似的自然森林)	1區 (鄰近歷史復舊造林之銀合歡純林)	4區 (山區及海岸6年以上造林區)	110年移除區-一次性剷除：2區 111年移除區 · 一次性剷除：植物2區/動物1區 · 全面整地造林(移除後造林)：植物3區/動物2區 111年或112年新植造林區：2區 · 全面整地造林：植物2區/動物2區
頻度	植物：1季次 動物：3季次	植物：1季次 動物：3季次	植物：1季次 動物：3季次	植物：3季次 (作業前中後各1季次) 動物：3季次 (各1季次) (112年新植造林區僅作業前1季次)
取樣數量	植物樣方：4個 自動相機：2部 鳥類：6樣點 x 3季次 穿越線：2條 x 3季次	植物樣方：2個 自動相機：1部 鳥類：3樣點 x 2季次 穿越線：1條 x 2季次	植物樣方：8個 自動相機：4部 鳥類：12樣點 x 3季次 穿越線：4條 x 3季次	植物樣方：18個 x 3季次 自動相機：9部 鳥類：27樣點 x 3季次 穿越線：9條 x 3季次
每一樣區示意				

圖 5.1-1 銀合歡移除區域生態監測規劃

因森林類型、銀合歡移除方式及屏東林管處執行移除造林作業預定案名稱，常有用字不同但意義類似的名詞，例如：帶狀栽植造林、山區複層-帶狀栽植造林、複層-帶狀栽植造林指的是一樣的移除造林操作方法，為避免用詞混淆，茲統一本計畫使用的名詞及說明於表5.1-1。

表 5.1-1 本計畫使用的名詞及說明

名詞	說明
近自然林	經長期生長與演替形成的原生林，森林群聚由原生植物物種組成，接近當地氣候與環境特性的極盛相(climax)森林。意義上同原始林(primary forest)，然而在近代，平地與淺山區域完全無人為干擾的森林幾乎不存在，故稱為近自然林。
人工林	人為栽植樹木形成的森林，通常由經濟或人為利用價植的外來或原生樹種組成，人工林內可能包含部分自然下種的原生樹種。
銀合歡林	銀合歡優勢的森林，依銀合歡的優勢度高低可再細分為 銀合歡純林 ，以及銀合歡與造林或原生樹種混合生長，銀合歡優勢度較低的 銀合歡混淆林 。
銀合歡移除作業方式	<p>移除銀合歡之後進行造林，造林地鬱閉後抑制銀合歡再入侵的操作方法的統稱。早期稱為銀合歡移除復舊造林。屏東林管處實際使用的銀合歡移除方法可分為以下 3 個類型：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一次性剷除：林中的銀合歡密度在 50%以下時使用，以人工選擇性砍除銀合歡(擇伐)，留下其他非銀合歡樹木自然復育。 ● 全面整地造林：銀合歡密度大於 50%，位在平原、海岸或土地坡度小，無水土保持疑慮時，以機具整地移除銀合歡及根部，以有效防止樹頭萌蘗再生的移除方法。 ● 帶狀栽植造林：銀合歡密度大於 50%，坡度大，全面整地可能導致嚴重土壤沖蝕或水土保持災害時，以帶狀方式整地移除銀合歡進行造林，間隔留下銀合歡保留帶穩定土壤、遮蔭、防風，等待移除帶樹木長大，再把銀合歡保留帶砍除，進行造林。
銀合歡移除復育造林地	<p>銀合歡移除後栽植造林木及進行撫育管理形成的人工林的統稱。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 歷史造林：於本報告指 109 年之前移除銀合歡並造林撫育的區域。

5.2 監測樣區選擇

本計畫為前期監測計畫(104~106年、107~109年)之延續，並且因應行政院自110年起加速剷除銀合歡政策，進行銀合歡清除之歷史區域及新清除區域之監測。為達此監測目標，本計畫規劃9區新清除區域(110~112年銀合歡移除區域)，以及7區不同森林狀態之組間比較樣區，評估銀合歡清除效益與林相差異(第5.1節)。

(1) 監測樣區篩選原則

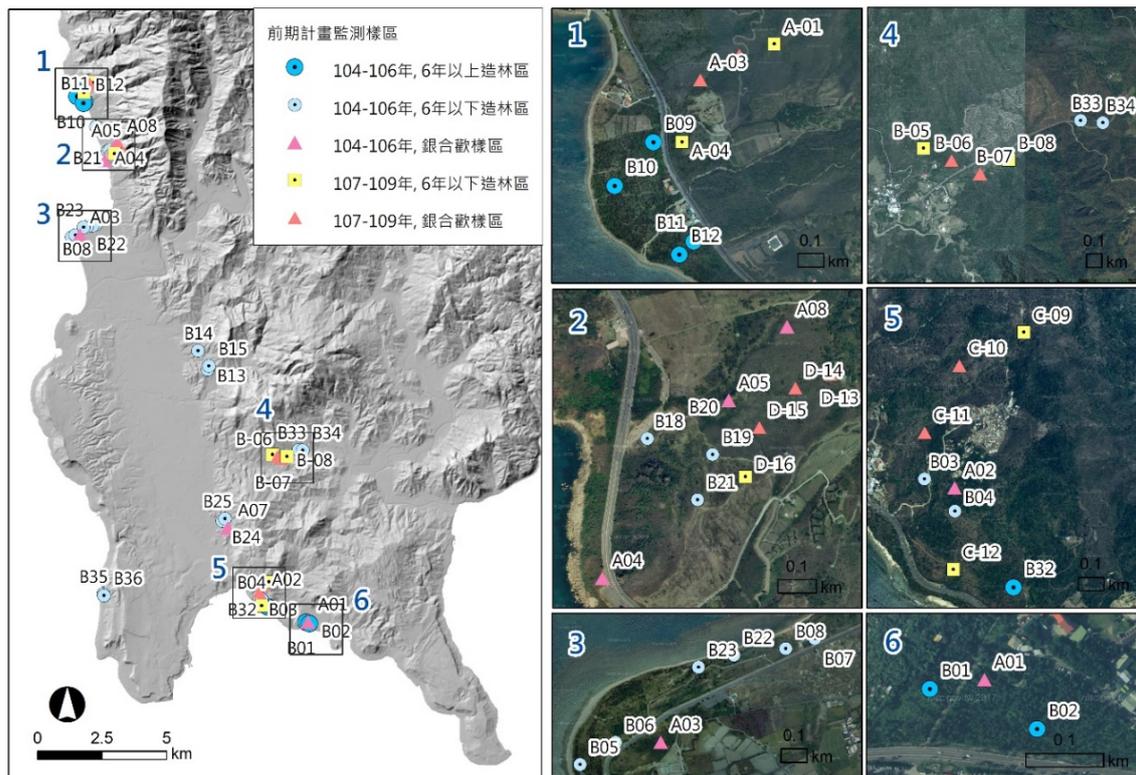
(a) 組間比較樣區(A)

這部分共計7區不同森林狀態之組間比較樣區，其中109年以前執行銀合歡移除的歷史復舊造林樣區(AH)有4樣區，挑選原則如下：

- (i) 由前兩期計畫設置的「109年以前歷史造林樣區」進行篩選，前期計畫調查樣區分布如圖5.2-1。查詢原移除造林案的移除作業年度、移除造林方法、面積等基本資料。前期計畫經常有多個樣區位在同一移除林案範圍內，本計畫以單一移除造林案件的範圍為一單位，配置固定數量的動植物調查樣區或穿越線。
- (ii) 挑選造林樹種成林、不是銀合歡再次入侵的森林，且造林年期儘量挑時間長的，呈現移除後造林地經人工撫育與自然小苗傳播更新後的森林群聚，造林年限超過5年以上之地點。
- (iii) 包含海岸-全面整地、山區帶狀栽植2種主要造林操作方式
- (iv) 移除造林地與周邊自然地景連結(非隔離或破碎棲地)，移除造林案面積6公頃以上。避免小面積棲地、人為聚落、道路可能的切割、隔離效應等因子影響森林復育成果的評估。面積同時考慮到樣區或穿越線佈設需要的空間。
- (v) 挑選屏東林管處管轄範圍、或公有地範圍的歷史移除造林。

對照組的近自然森林(AN)、銀合歡林(AL)在歷史樣區附近挑選。近自然森林樣區挑選以自然拓殖生長的原生樹種優勢(非人為引入)、且最優勢樹種非先驅樹之林相。

7區組間比較樣區將於現勘後初步篩選，並於110年8月23日與屏東林管處討論後，選擇樣區位置如圖5.2-2，4區歷史造林樣區之基本資料，以及鄰近的對照組樣區如表5.2-1。



資料來源：

屏東林管處，2017。銀合歡移除復育之生態效益評估。

屏東林管處，2020。恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估。

圖 5.2-1 前期計畫樣區分布

表 5.2-1 歷史樣區之基本資料

樣區 編號	造林年期 (至 110 年)	造林方式	地名	前期計畫*樣區		對照組
				106 年	109 年	
AH1 (歷史造林 1)	20	海岸- 全面整地造林	車城社皆坑	B9, B10	v	AN1 (近自然林) AL1 (銀合歡林)
AH2 (歷史造林 2)	6	山區-複層 -帶狀栽植 造林	恆春虎頭山	B13, B14, B15		AN2 (近自然林)
AH3 (歷史造林 3)	5		恆春鼻仔頭	B24		
AH4 (歷史造林 4)	5		墾丁跳石仔	B03, B04	v	

*前期計畫：

屏東林管處，2017。銀合歡移除復育之生態效益評估。

屏東林管處，2020。恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估。

本計畫核心探討目標之一，在於初步探討歷史樣區透過移除造林、撫育，是否在物種組成上與近自然林接近、與銀合歡林差異較大(移除造林作業對回復生物多樣性具有成效)。然而在動物監測上，樣區的挑選上仍面臨不少限制，以下說明理想的樣區篩選條件：

- (i) 樣區面積大。考量動物移動能力，能減少周邊環境對動物利用影響。
- (ii) 實驗組造林時間長。較能反應人工撫育後森林自然演替狀況。
- (iii) 實驗組/對照組區位近。減少緯度、海拔等影響動物組成天然因子。

實際上挑選樣區時，面臨許多限制條件，說明如下：

- (i) 符合造林年限長、面積夠大的歷史樣區很少，無法符合動物調查穿越線的基本需求。
- (ii) 歷史樣區多數面積不大且與鄰近環境緊密連結，物種紀錄易受周邊環境影響，導致資料解讀困難。
- (iii) 歷史樣區鄰近無適合調查之近自然林作為對照組。恆春半島淺山交通工具可達處，並無太多近自然林，然而考量調

查的可行性與時間限制，又無法選擇需徒步相當距離的區域作為對照組。

- (iv) 未發現適合調查足夠面積之銀合歡純林。銀合歡林內仍可見不少原生闊、葉植物混雜，無法確切反應銀合歡純林的物種利用狀況。

以上為本計畫動物樣區挑選上的限制，但部分限制可透過長期監測來消弭資料上的誤差，本計畫也會針對前期計畫、本期調查的經驗、國內外方法學上的討論來評估未來長期監測的方法。

(b) 造林監測樣區(B)

銀合歡移除區域共計9區，為新辦理之銀合歡移除作業區域，包括110年移除銀合歡區域2樣區、111年移除銀合歡區域5樣區、111或112年移除銀合歡區域2樣區，各進行作業前、中、後各一次監測(112年移除銀合歡區域僅執行作業前監測)。依銀合歡移除業方式不同而分為：一次性剷除樣區(BS)及全面整地造林樣區(BC)，樣區挑選原則如下：

- (i) 配合屏東林管處辦理之銀合歡移除後造林案及預定案評估挑選。
- (ii) 新辦理案件數多於監測樣區數量時，樣區選擇儘可能涵括不同環境條件，如土壤、區位(海岸、山區)，以瞭解不同環境下移除造林後的環境因子變化、苗木生長、小苗更新、銀合歡再入侵情況。
- (iii) 交通可到達，以利未來長期監測。

(2) 監測樣區

至本次期末階段，共計調查樣區16區：

- (a) 組間比較樣區：AH1~AH4、AL1、AN1~AN2，計7區。
- (b) 造林監測樣區：110移除銀合歡區域，一次性剷除區域計2樣區(BS1~BS2)；111年移除銀合歡區域，一次性剷除區域計2

樣區(BS3~BS4)，全面整地造林區域計3樣區(BC1~BC3)；
 112年移除銀合歡區域，全面整地造林區域計2樣區
 (BC4~BC5)。樣區位置以及動植物監測的樣區及穿越線詳表
 5.2-2、圖5.2-2。

表 5.2-2 生態監測已確認樣區之基本資料

類別	樣區	地點	操作方式	造林 年期 ^b	座標 X ^c	座標 Y ^c	植物 監測	動物 監測	
組 間 比 較	歷史 造林	AH1	車城鄉社皆坑	90年海岸 全面整地造林	20	219381	2448173	V	V
		AH2	恆春鎮虎頭山	104年山區-複層 -帶狀栽植造林	6	224366	2437955	V	V
		AH3	恆春鎮鼻仔頭	105年山區-複層 -帶狀栽植造林	5	225058	2431702	V	V
		AH4	墾丁跳石仔	105年山區-複層 -帶狀栽植造林	5	226553	2428598	V	V
	銀合 歡林	AL1	車城鄉社皆坑	-	-	219892	2448712	V	V
	近自然 林	AN1	車城鄉里龍山 南登山口	-	-	220172	2451079	V	V
		AN2	恆春鎮三臺山	-	-	226641	2436058	V	V
造 林 監 測	一次 性 剷 除	BS1	滿州鄉永靖村	110年一次性剷除	-	229198	2432090	V	V
		BS2	滿州鄉永靖村	110年一次性剷除	-	233165	2430965	V	V
		BS3	滿州鄉永靖村	111年一次性剷除	-	229161	2432015	V	V ^d
		BS4	滿州鄉永靖村	111年一次性剷除	-	232883	2430974	V	V ^d
	全面 整地 造林	BC1	滿州鄉港口村	111年全面整地造林	-	229897	2431266	V	V ^d
		BC2	滿州鄉港口村	111年全面整地造林	-	228688	2434709	V	V
		BC3	恆春鎮墾丁里	111年全面整地造林	-	227720	2434839	V	V
		BC4	恆春鎮山腳里	112年全面整地造林	-	224489	2442243	V	V
		BC5	車城鄉溫泉村	112年全面整地造林	-	225751	2433655	V	V

註：

- 組間比較標區標示歷史造林區在移除後造林時採用的操作方式。造林監測樣區則標示本計畫配合作業前、中、後監測之移除後造林案的操作方式
- 截至樣區調查年度止
- 座標系統為 TWD97TM2
- 因銀合歡林面積不足，動物監測僅能設置一區樣區，動物樣區以分別以 BS3 及 BC1 命名。

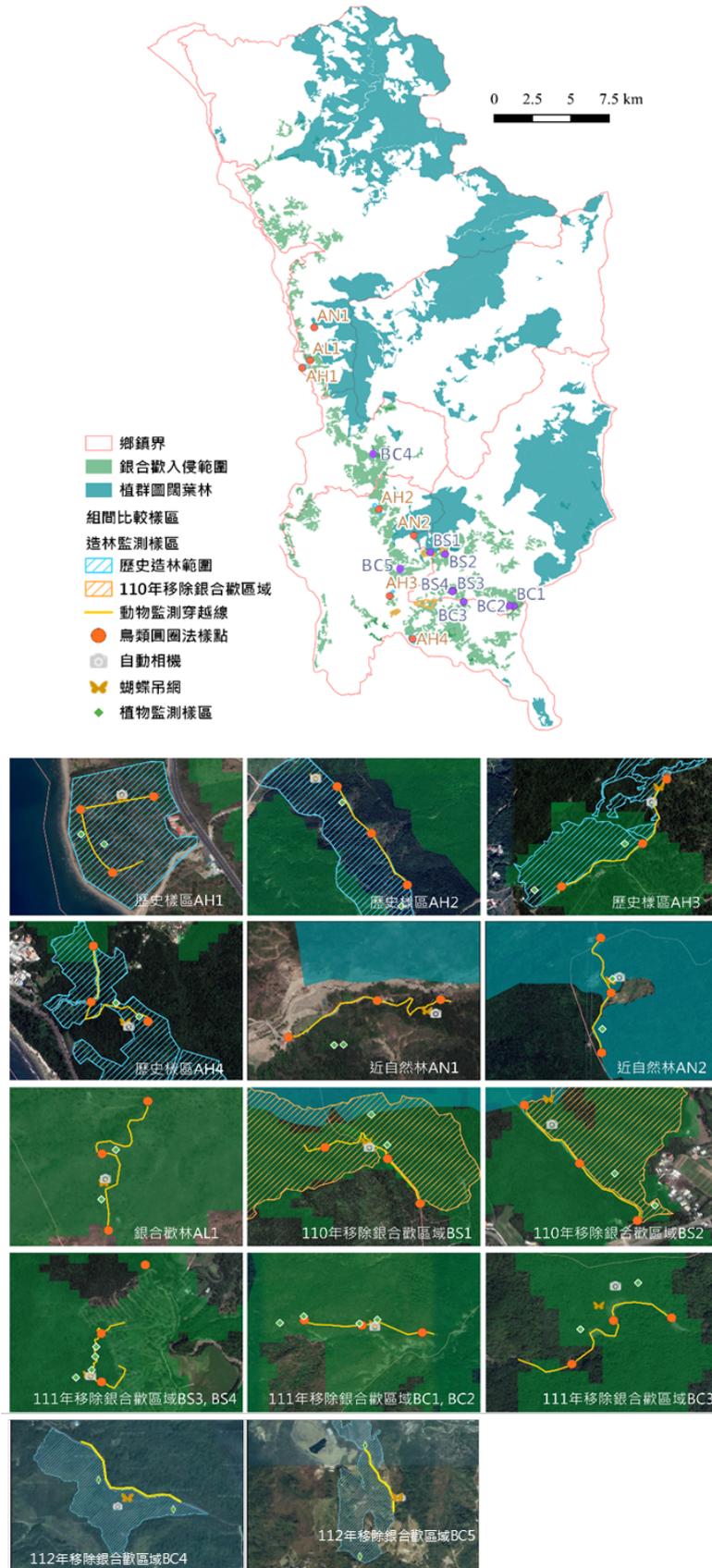


圖 5.2-2 生態監測樣區位置以及動植物監測的樣點及穿越線

5.3 生態監測方法及分析

5.3.1 監測方法

(1) 植物監測方法

植物監測樣區設置方法，106年及109年之前期計畫著較重於上木調查，設置之25 m*20 m樣區以上木調查為主，地被調查則於樣區內隨機設置5個1*1 m的地被樣框。然而銀合歡清除後之造林初期，地被植物(含胸徑不足1 cm之木本植物)生長與演替相對上木快速，比較能反應不同處理方式或環境差異。因此本計畫參考林務局植群調查計畫方法(林務局，2005)，上木，採用20*20 m(分為4小區)之樣區，地被則在上木樣區的中心點設置4 m*4 m(分為4小區)的地被樣區。上木與地被植物皆於該樣區範圍內進行調查，地被植被記錄藤本、草本、胸徑不足1 cm木本植物之覆蓋度(表5.3.1-1)。歷史樣區、對照組樣區(銀合歡林、近自然森林)、造林監測樣區皆依此標準進行樣區設置。

此外，前期計畫雖執行有每木調查及定位，然而原始紀錄未能以資料庫格式建置，資料不易延用比對，實為可惜，本計畫期能建立後續長期監測的調查方法及建檔方式。

表 5.3.1-1 監測樣區設置方式比較與建議

計畫	參考文獻	歷史造林或造林監測樣區		銀合歡林對照樣區
		上木	地被	
前期計畫	林務局第四次全國森林資源調查(林務局，2015)	固定樣區，每一樣方25*20 m(4小區)	隨機取樣，5個1*1 m樣方	固定樣區，每一樣方30*30 m(9小區)
本期建議	林務局植群計畫(林務局，2005)	固定樣區一每一樣方20*20 m(4小區)	固定樣區，每一樣方4*4 m(4小區)	同左(所有樣方都以同樣大小及方法調查)

植物監測於16處生態監測樣區，每區設置2個植物樣方，共計設置32個植物樣方。其中110-112年新移除的區域有9樣區/18個樣方，每樣區進行作業前、中、後3次調查；112年新移除的

區域有2樣區/4個樣方，進行作業前調查；其他區域有7樣區/14個樣方，每樣區進行1次調查(圖5.1-1)。

(a) 植物樣方設立與標記

為利於後續監測正確找到樣方地點，本計畫設置監測樣方時於每一小區之角落與中心點各釘一金屬或PVC桿，頂端則使用鮮豔噴漆標示或警示帶標示，並記錄樣方中心點之TWD97座標(圖5.3.1-1)，以利後續複查。



圖 5.3.1-1 植物樣方位置標示及記錄

(b) 樣木調查方法

每個20 m*20 m樣方內胸高直徑(DBH)大於等於1 cm以上之木本植物登列為上木，記錄其種類及DBH；除了銀合歡，其餘DBH大於1 cm之植株皆掛牌編號標示，以利後續監測追蹤。4 m*4 m樣區內的草本植物以及DBH小於1 cm之木本植物小苗登列為地被，記錄其種類及覆蓋度(圖5.3.1-2)。

現場調查之樣木將其位置及編號標示於地圖紙上，利用GIS軟體繪製分布位置圖，將調查資訊進行數位化保存，以利後續資料複查使用。

(c) 樣區環境因子記錄

(i) 海拔(M)：樣區的海拔高度，以GSP接收器測定。

(ii) 坡向(°)：樣區上坡往下坡方向與正北的順時針方向夾角，以

GPS或手機電子羅盤量測。

(iii) 坡度($^{\circ}$)：樣區地面的傾斜度，以手機之測斜儀量角器APP量測。

(iv) 含石率($\%$)：評估樣區的土壤發育程度，以估據樣區面積的比例來表示土壤中的含石率，分別目測估算樣區內4個小區的比例後取平均值。

(v) 平均樹高(M)：評估樣區的樹木高度，分別目測估算樣區內4個小區的樹高後取平均值。

(vi) 冠層覆蓋($\%$)：評估樣區的上木樹冠覆蓋程度，分別目測估算樣區內4個小區的冠層投影覆蓋比例後，取平均值。

(vii) 灌木層覆蓋($\%$)：評估樣區的林下灌木覆蓋程度，分別目測估算樣區內4個小區的灌木層投影覆蓋比例，取平均值。

(viii) 地被層覆蓋($\%$)：評估樣區的地被層覆蓋程度，分別目測估算樣區內4個小區的地被層投影覆蓋比例取平均值。



圖 5.3.1-2 每木調查：標示測量高度、編號、綁牌及記錄位置

(2) 陸域動物監測方法

銀合歡移除造林之生態效益評估，為本計畫重要目標之一，指標物種/類群的選定，是為生態監測執行的起始。本計畫在動物調查類群選擇方面，與106年及109年計畫略有差異。本計畫檢視前兩期調查成果，以及考量「森林環境變化」為監測目標，初步規劃以哺乳類(中大型哺乳類、翼手目)、鳥類、蝶類為監測目標類群(表5.3.1-2)，監測類群挑選的主要考量說明如表5.3.1-3。監測方法主要參考動物生態評估技術規範(環境保護署，2011)、鳥類監測標準作業手冊(國立臺灣大學生物多樣性研究中心，2009)、蝴蝶監測標準作業手冊(臺灣昆蟲學會，2009)，以能標準化的方式進行，作為未來長期監測可比較基準。各類群詳細監測方法說明如後。

表 5.3.1-2 本計畫與前兩期計畫動物監測類群規劃比較

計畫名稱	銀合歡移除復育之生態效益評估(106年之前期計畫)	恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估(109年之前期計畫)	恆春半島銀合歡移除友善環境復育造林生態監測及效益評估(本計畫規劃)
動物調查類群選擇	哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類(上述類群含自動錄音監測)、蝶類	哺乳類、鳥類(上述類群含紅外線自動相機、自動錄音監測)兩棲類、爬蟲類	哺乳類(紅外線自動相機監測、翼手目音頻偵測)、鳥類、蝶類

表 5.3.1-3 本計畫動物監測類群挑選說明

物種類群	選擇	監測方法	物種類群與調查方法選擇說明
哺乳類 (中大哺)	○	紅外線自動相機	<ul style="list-style-type: none"> ● 第二期計畫成果指出，動物行為在銀合歡林和人造林有行為差異 ● 採用紅外線自動相機監測，具有可降低對動物的干擾減少誤差、減少資料收集所需人力時間和經費、長時間不中斷的進行記錄、提高對隱密和夜行性物種的發現機率、提供高品質的標準可量化影像資料優點，因此適合作為長期監測使用工具
哺乳類 (翼手目)	○	蝙蝠音頻偵測	<ul style="list-style-type: none"> ● 蝙蝠為臺灣哺乳類中多樣性最豐富的類群，具有重要的生態功能(如抑制昆蟲數量)，不同種類偏好不同類型棲地環境，可透過種類記錄與現地環境作比對 ● 前兩期計畫並未將蝙蝠納入監測標的，本計畫嘗試將其納入，透過固定努力量(音頻偵測時間)，評估其可作為長期監測標的物種的潛力
鳥類	○	定點計數 穿越線	<ul style="list-style-type: none"> ● 第一期計畫在各類銀合歡移除造林區與對照區(銀合歡林)相比，種類數均較為豐富；第二期計畫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 ● 參考大農大富平地造林鳥類監測資料，人工林因為結構簡單，鳥類多樣性不若原生闊葉林(葛兆年等，2014)。銀合歡林樹林結構也較為單一，與該區域人工林應有類似的情形，因此鳥類應可作為銀合歡移除造林後森林結構改變的指標
爬蟲類	X	-	<ul style="list-style-type: none"> ● 參考第一期計畫，爬蟲類在銀合歡移除造林區與對照區(銀合歡林)相比，種類數大多較為豐富。但從物種面來看，多數物種在棲地利用上可同時利用森林、草地灌叢環境，而不少種類數量少，可能與部分爬蟲類調查偵測率不高有關。以反應森林環境變化為監測目標，鳥類及蝶類是更理想的標的類群，經評估不納入爬蟲類監測
兩棲類	X	-	<ul style="list-style-type: none"> ● 參考前期計畫，計畫區域沒有穩定水域棲地，暫時性的降雨或微棲地對兩棲類利用影響更大，監測結果在各樣區間兩棲類種類數上也沒有明顯差異
蝶類	○	穿越線 (吊網陷阱輔助)	<ul style="list-style-type: none"> ● 蝴蝶大多為植食性，且多數蝶種對寄主植物具有專一性(寡食性、單食性)。這種生態特性使之容易反應植被環境的差異或變化 ● 蝴蝶生態研究較為完整，在臺灣多數蝶種的生活史、分布等生態資訊均已被相當程度的研究 ● 參考第一期計畫成果，也指出木本植物與陸域動物多樣性指標間具有顯著性正相關 ● 蝴蝶生活史較短，有機會反應森林環境的短期變化

(a) 中大型哺乳類

本計畫預定於16區樣區中，每樣區架設1部自動相機，共計架設16部。架設位置會勘查挑選樣區內獸徑分布選擇適當位置。裴家麒(2006)提出大部分的物種在800個自動相機工作小時內都會被記錄到，因此各樣區應該至少收集1,000個相機工時的資料，以求物種記錄的完整性。

(b) 翼手目

蝙蝠主要於夜間活動且飛行於開闊環境，調查不易，故將利用儀器進行音頻收集(圖5.3.1-3)。調查將於傍晚至夜間操作蝙蝠音頻偵測器，收集穿越線沿線(或定點)之蝙蝠超音波音頻記錄，原則上每次各調查樣區均進行30分鐘的超音波音頻偵測記錄以固定努力量，於天黑後3小時內完成，並委由國內蝙蝠專家進行比對分析。蝙蝠超音波之錄音是利用蝙蝠音頻偵測系統ANABAT II SD1、Echo Meter 2或Batbox Griffin進行。

(c) 鳥類

鳥類監測採用定點計數法，參考蝶類調查所設置穿越線規劃3處固定樣點，每個取樣點之間直線距離相距200公尺以上(圖5.1-1)。調查者於每個樣點停留6分鐘，利用8-10倍的雙筒望遠鏡觀察並輔以鳴叫聲音辨別，記錄定點半徑100公尺範圍內看到和聽到的鳥類種類、數量。在定點計數法調查時間和樣點外，以及夜間時段以穿越線方式記錄種類名錄以增加完整性。調查時間為日出後3小時或日落前2小時的鳥類活動高峰期，入夜後沿穿越線進行夜行性鳥類的調查補充名錄資料。

(d) 蝶類

蝴蝶監測採用穿越線調查法，每個樣區設置一條穿越線，參考前兩期計畫樣區範圍，盡可能將穿越線長度拉至500公尺，並能銜接植物樣區(圖5.1-1)，實際長度將視現場狀況調整(與鳥類穿越線一致)。調查選擇天氣良好之日進行，調查者沿著穿越線以固定速度行進，以目視輔以8-10倍的雙筒望遠鏡觀察，記

錄其前方、上方、兩側5公尺範圍內出現之活動之蝴蝶種類及數量，若遇飛行快速或外部形態辨識不易之物種，則以捕蟲網撈下後辨識(圖5.3.1-3)，蝶類鑑定後立即釋放。另外，針對偏好於林下活動、喜吸食腐果類的蝶種，輔助採用吊網誘集法於樣區內設置內部放有腐果之吊網(圖5.3.1-3)，吸引成蝶前來覓食，每次調查懸掛一至兩個工作天，並記錄下採集到的種類，吊網設置與否會視監測樣區狀況來評估。



圖 5.3.1-3 動物監測方法

5.3.2 資料分析

監測資料分為組間比較樣區及造林監測樣區，針對植物及動物監測結果進行分析：

(1) 組間比較樣區

以6年以上歷史復舊造林樣區與2種對照組(近自然林為陽性對照組(positive control)，銀合歡純林為陰性對照組(negative control)比較不同森林之狀態差異，探討長期生長的復舊造林森林，物種多樣性與群聚組成結構相對於銀合歡純林的改善效應，以及與近自然森林的近似程度。初步規劃以幾個方向進行比較：(a)豐度(species richness)比較；(b)植物群聚組成：原生種、外來種比例、量度等級曲線(rank-abundance curve)、銀合歡優勢度、熱帶季風林優勢或代表性物種；(c)提供食物資源的植物種類或數量，如食草植物、鳥類取食的果實；(d)動物物種或出現頻度。

近自然森林預計於造林地環境相似的自然森林進行調查，銀合歡林使用造林監測樣區「110-111年(銀合歡移除區域)」造林前調查資料進行分析，109年以前歷史復舊造林挑選6年以上造林地進行調查。

(2) 造林監測樣區

針對110~112年執行銀合歡移除造林作業的案件監測植被隨時間的變化，除112年移除銀合歡區域因尚未發包而僅執行作業前監測，其餘樣區分別於造林前、中、後各進行1次調查，比較不同造林方式下：(a)銀合歡與造林樹木數量及優勢度變化；(b)原生或外來植物自然更新(regeneration)下種的種類數量。此部分屬於整地或銀合歡砍除造林作業干擾後的次級演替過程，預期植物群聚變化快速，自然拓植的木本、草本植物通常在1年內即有明顯差異。

前期計畫有以生物多樣性指數進行成效評估，本計畫預計進行相同指標分析作為參考。各監測項目基本的數據、指數計算方式如下：

(1) 植物樣區資料分析

利用Excel統計樣區內調查數據，木本植物計算密度、頻度及優勢度，再藉由資料進行轉換計算出重要值指數(IVI)，草本植物則計算各物種之相對覆蓋度，再藉由資料進行轉換計算出重要值，重要值計算方式則依照前期計畫依循行政院環境保護署(2002)所公告之植物生態評估技術規範，相關計算方式如下說明。

$$\text{木本植物之重要值指數(IVI)} = (\text{相對頻度} + \text{相對密度} + \text{相對優勢度}) / 3$$

$$\text{草本植物之重要值指數(IVI)} = (\text{相對頻度} + \text{相對優勢度}) / 2$$

$$\text{相對頻度} = (\text{某一物種出現的樣區數} / \text{所有物種出現的樣區數}) * 100$$

$$\text{相對密度} = (\text{某一物種的株數} / \text{所有樣區內全部物種之株數}) * 100$$

$$\text{木本植物之相對優勢度} = (\text{某一物種的胸高斷面積} / \text{所有樣區內全部物種之胸高斷面積}) * 100$$

$$\text{草本植物之相對優勢度} = (\text{某一物種的覆蓋度} / \text{所有樣區內全部物種之覆蓋度}) * 100$$

(2) 紅外線自動相機拍攝成果分析

紅外線自動相機較為利用的標準化活動指標為出現頻度指數 (Occurrence Index, OI) (裴家騏、姜博仁，2004)，其計算公式如下：

$$\text{OI} = (\text{一物種在該樣點的有效影片或照片總數量} / \text{該樣點的相機總工作時}) * 1000 \text{ 小時}$$

其中樣點的相機工作時數是指相機開機後至最後1張照片拍攝時間之間的時間，以小時為計算單位，樣點總工作時數則是各次工作時數的加總；有效照片定義如下(李玲玲，2007)：(a) 1個小時內同一隻個體的連拍只視為1張有效照片紀錄；(b) 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。但因為臺灣獼猴、狗和竹雞等種類為群居動物，因此以群為取樣單位，連拍的紀錄，即使是不同個體，一律視為同一群而只當作1筆有效紀錄。

(3) 非度量多維度分析 (Non-metric Multidimensional Scaling, NMDS)

為瞭解樣區的相異程度，本計畫採用非度量多維度(NMDS)分布序列法分析，將樣區間多維度的距離關係，轉換、呈現在低維度X、Y平面空間裡，使樣區間的距離關係易於觀察。

NMDS使用物種或樣區的相異性矩陣中排列次序資訊，此方法源自於多維度尺度(multidimensional scaling, MDS)。所謂多維度尺度即物種或樣區位於少數向度或梯度軸的位置，物種或樣區在分布圖上以點表示，各點在分布圖上的距離與物種或樣區的相異性矩陣中彼此間數值的排列次序資訊相同。NMDS修正MDS分布序列，使各點在分布圖上的距離，盡可能與物種或樣區在相異性矩陣中的數值的排序相同。

NMDS分析方式為將樣區間的相異程度製作成距離矩陣，再將距離數據排序，將距離數據的排名作為分析原始資料，原始資料與轉換為XY分布資料變形的差異，以應力函數(stress function)測試分布圖上的距離與相異性矩陣數值兩者之間的適合度，得到之應力值(stress value)介於0與1之間，數值愈小表示變形資料與原始資料差異愈小，若兩者完全吻合則值為0。可接受之stress值建議準則：<0.05 = 優秀，<0.10 = 良好，<0.20 = 可用，>0.20 = 不可接受(Clarke, 1993)。

(4) 植群分類

為瞭解各樣區植物組成的差異及特徵種群，本計畫採用雙

向指標種分析法 (Two way indicator species analysis, TWINSpan) (Hill, 1979) 進行樣區歸類分群，利用數值分類，將樣區對應物種的表格進行進行排序分析，依照排序分析結果，拆分不同樣區，重複進行排序分析與拆分，直到樣區數少於最小規模。分析以樣區物種IVI為介量，依Gauch (1982)建議之八分制 (octave scale)，將IVI值轉化為1~9級 (表5.3.2-1)，供植群分類使用。

表 5.3.2-1 八分級制轉化表

級	植物介量
1	$0 \leq X < 0.5$
2	$0.5 \leq X < 1$
3	$1 \leq X < 2$
4	$2 \leq X < 4$
5	$4 \leq X < 8$
6	$8 \leq X < 16$
7	$16 \leq X < 32$
8	$32 \leq X < 64$
9	$64 \leq X < 100$

(5) 生物多樣性指標

- (a) 豐度 (Species richness, S)：生物群落樣本內的總物種數。
- (b) 量度 (Abundance, N)：生物群落樣本內的所有個體數，為各物種個體數的總合。
- (c) Simpson 指數(λ)：Simpson 指數考慮到物種數量和各物種的豐富度，表示在無限大小的群落中，隨機取樣的兩個個體屬於不同物種的機率。數值介於0~1之間，「1」代表無限多樣性，而「0」則是無多樣性。該指數對稀有物種所起的作用較小，而普遍物種所起的作用較大，因此需要較大的樣本數。計算公式如下，S 表示群落中總物種數， n_i 代表某物種個體數，N 代表所有物種個體數。

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

(d) Shannon-Wiener 多樣性指數 (H')：Shannon-Wiener 多樣性指數可同時反應一群落中物種的豐富度與均勻度。當群落中只有一個族群存在時，該指數達最小值0；當群落中有兩個以上的族群存在，且每個族群的個體數量相等時，該指數達到最大值 $\ln S$ ，簡而言之，物種數愈多、個體數愈平均時數值愈高。計算公式如下， S 表示群落中總物種數， n_i 代表某物種個體數， N 代表所有物種個體數， \ln 為採數學常數 e 為底的對數。

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

(e) Pielou 均勻度指數(Pielou's evenness index, J)：均勻度指數可以指示出個物種組成的均勻程度，其值限定於0至1之間，越接近1表示均勻度越高，物種組成越均勻；反之，指數愈低則組成愈不均勻，若該物種類群組成只有一種時，則指數為0。計算公式如下，公式中 H' 為前述Shannon-Wiener 多樣性指數， S 則為該物種類群記錄種數， \ln 為採數學常數 e 為底的對數。

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

(6) 量度等級曲線(Rank-abundance curve)

以各樣區為單位，合併2個20 m * 20 m樣方植物樣木資料，繪製豐度等級曲線。X軸將物種依量度最高到最低排序，Y軸為物種量度換算成相對量度(%)，並以對數座標表示。量度等級曲線得到一條遞減的曲線，呈現群聚內物種的量度分布模式。

5.4 監測調查成果

本計畫完成歷史造林(AH1~AH4)、銀合歡林(AL1)、近自然林(AN1~AN2)、一次性剷除(110年之BS1~BS2、111年之BS3~BS4)、全面整地造林(111年之BC1~BC3、112年之BC4~BC5)，共16個樣區監測工作。各樣區資料及調查進度，詳表5.4-1及表5.4-2。其中112年之BC4~BC5等2個樣區，因尚未清除銀合歡，無作業中後之調查資料，兩樣區之作業前調查僅做為基礎生態資料，不列入作業前後變化比較。

樣區資料將分為組間比較樣區及造林監測樣區，由於兩類型生態監測之目的不同，本報告將各別討論。組間比較樣區以討論銀合歡移除後造林地、銀合歡林與近自然林的物種組成差異，來瞭解造林地回復狀態與效益；造林監測樣區主要著重在銀合歡移除前後對當地動植物的影響，瞭解不同移除造林方式的差異。

表 5.4-1 組間比較樣區資訊

類別	樣區	地點	銀合歡移除作業方式	造林年期	植物樣方	座標 X	座標 Y	銀合歡移除後造林樹種	植物調查日期	動物調查日期
歷史造林	AH1	車城鄉社皆坑	海岸全面整地造林	20	AH1-1	219350	2448188	欖仁、木麻黃	110/10/13	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AH1-2	219412	2448158	相思樹、木麻黃	110/10/13	3rd : 111/08/01-03、17-19
	AH2	恆春鎮虎頭山	山區-複層-帶狀栽植造林	6	AH2-1	224257	2438169	相思樹、木麻黃	110/11/05	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/4/14-15
					AH2-2	224474	2437740	木麻黃、相思樹、黃連木	110/12/16	3rd : 111/08/01-03、17-19
	AH3	恆春鎮鼻仔頭	山區-複層-帶狀栽植造林	5	AH3-1	224941	2431635	欖仁、相思樹	110/09/17	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AH3-2	225174	2431768	欖仁、相思樹 補植：海欖果、克蘭樹、月橘	110/09/17	3rd : 111/08/01-03、17-19
	AH4	墾丁跳石仔	山區-複層-帶狀栽植造林	5	AH4-1	226518	2428621	相思樹、苦楝	110/10/15	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AH4-2	226587	2428575	苦楝、相思樹、木麻黃	110/10/15	3rd : 111/08/01-03、17-19
銀合歡林	AL1	車城鄉社皆坑	-	-	AL1-1	219875	2448649	-	110/12/07	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AL1-2	219908	2448775	-	110/12/16	3rd : 111/08/01-03、17-19
近自然林	AN1	車城鄉里龍山南登山口	-	-	AN1-1	220183	2451079	-	110/12/16	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AN1-2	220161	2451078	-	110/12/15	3rd : 111/08/01-03、17-19
	AN2	恆春鎮三臺山	-	-	AN2-1	226624	2435964	-	110/12/15	1st : 110/09/13-17 2nd : 111/03/22-24
					AN2-2	226658	2436151	-	110/12/15	3rd : 111/08/01-03、17-19

表 5.4-2 造林監測樣區資訊

類別	樣區	地點	銀合歡移除作業方式	造林年期	植物樣方	座標 X	座標 Y	植物調查日期			動物調查日期
110 年移除銀合歡區域	BS1	滿州鄉永靖村	一次性剷除	-	BS1-1	227742	2434791	前：110/09/14	中：110/11/04	後：111/04/27	前：110/09/13-17 中：110/11/17-18
					BS1-2	227697	2434888	前：110/09/15	中：110/11/04	後：111/04/27	後：111/03/21-23
	BS2	滿州鄉永靖村	一次性剷除	-	BS2-1	228630	2434761	前：110/09/16	中：110/10/14	後：111/04/26	前：110/09/13-17 中：110/11/17-18
					BS2-2	228751	2434656	前：110/09/16	中：110/10/14	後：111/04/26	後：111/03/21-23
111 年移除銀合歡區域	BS3	滿州鄉永靖村	一次性剷除	-	BS3-1	229199	2432107	前：111/03/08	中：111/08/02	後：111/09/27	前：111/03/21-22 中：111/08/01-03、17-19
					BS3-2	229196	2432073	前：111/03/08	中：111/08/02	後：111/09/27	後：111/09/28-29
	BS4	滿州鄉永靖村	一次性剷除	-	BS4-1	229137	2432002	前：111/03/15	中：111/08/01	後：111/09/26	-
					BS4-2	229185	2432028	前：111/03/15	中：111/08/01	後：111/09/26	
	BC1	滿州鄉港口村	全面整地造林 ^[註 1]	-	BC1-1	233198	2430973	前：111/03/09	中：111/08/02	後：111/09/28	前：111/03/21-22 中：111/08/01-03、17-19
					BC1-2	233132	2430957	前：111/03/09	中：111/08/02	後：111/09/28	後：111/09/28-29
BC2	滿州鄉港口村	全面整地造林 ^[註 1]	-	BC2-1	232839	2430960	前：111/03/17	中：111/08/02	後：111/09/28	-	
				BC2-2	232927	2430987	前：111/03/17	中：111/08/02	後：111/09/28		
BC3	恆春鎮墾丁里	全面整地造林 ^[註 1]	-	BC3-1	229958	2431321	前：111/03/16	中：111/08/12	後：111/09/27	前：111/03/21-22 中：111/08/01-03、17-19	
				BC3-2	229836	2431211	前：111/03/16	中：111/08/12	後：111/09/27	後：111/09/28-29	

類別	樣區	地點	銀合歡移除作業方式	造林年期	植物樣方	座標 X	座標 Y	植物調查日期	動物調查日期
112 年移除銀合歡區域	BC4	恆春鎮山腳里	全面整地造林 ^[註 2]	-	BC4-1	224489	2442243	前：112/02/21 ^[註 2]	前：112/2/7-8
					BC4-2	224208	2442360	前：112/02/21 ^[註 2]	
	BC5	車城鄉溫泉村	全面整地造林	-	BC5-1	225751	2433655	前：112/02/20 ^[註 2]	前：112/2/7-8
					BC5-2	225716	2432875	前：112/02/20 ^[註 2]	

[註 1] BC1~BC3 全面整地造林栽植之苗木詳表 5.4.1-30。

[註 2] 112 年移除銀合歡區域(BC4~BC5) 於本計畫執行期間尚未進行銀合歡清除作業。

5.4.1 植物監測成果

本計畫目前已完成16個樣區調查，包括歷史造林(AH1~AH4)、銀合歡林(AL1)、近自然林(AN1~AN2)、110年銀合歡一次性剷除作業區(BS1~BS2)、111年銀合歡一次性剷除作業區(BS3~BS4)、111年全面整地造林(移除銀合歡後造林示範區)(BC1~BC3)、112年全面整地造林(移除銀合歡後造林示範區)(BC4~BC5)，每樣區設置2個20 x 20 m²樣方，共計32個樣方，相關資料如表5.4-1及表5.4-2。

(1) 環境背景

依據中央氣象局恆春氣象站之資料顯示，89年至99年恆春地區年平均降雨量約2,000 mm，降雨月份多集中於6月~11月，這些月份的降雨量約占全年雨量之87%，主要降雨的因素為梅雨季及颱風之降雨；10月至隔年4月為東北季風盛行的季節，東北季風盛行往往會造成此處區域較為乾燥，整體年均溫為25.4°C。最冷的月份落在1月，平均氣溫20.9°C；8月則為最熱的月份，平均氣溫28.4°C。整體而言，氣候環境屬乾濕季分明之季風氣候。各樣區之微環境、作業方式與時間各有差異，整理如表5.4.1-1。

(2) 樣區環境資料：各樣區環境資料調查紀錄如表5.4.1-2、表5.4.1-3。

表 5.4.1-1 調查樣區名稱及環境簡述

類別	樣區	環境概況
歷史造林	AH1	移除造林年份：90 年 樣區位於車城鄉社皆坑溪旁一處 20 年海岸造林地、主要栽植樹種為欖仁、木麻黃、相思樹等樹種，調查區內可發現銀合歡樣木，以現場數量與大小判斷，可能是地被的種子庫更新。
	AH2	移除造林年份：104 年 樣區位於恆春鎮虎頭山的一處造林地，主要栽植樹種為木麻黃、相思樹、黃連木，樣區內有銀合歡零星幾株，小苗更新數量不多。
	AH3	移除造林年份：105 年 樣區位於恆春鎮鼻頭仔的一處造林地，主要栽植樹種為相思樹、月橘，樣區內栽植樹木穩定生長，銀合歡小苗數量較多。
	AH4	移除造林年份：105 年 樣區位於恆春鎮南灣里跳石仔，為高位珊瑚礁地形的之造林地，主要栽植樹種為苦楝、相思樹，樣區內草本植被豐富且覆蓋度高。
近自然林	AN1	樣區位於獅子鄉，鄰近里龍山南登山口，屬於高位珊瑚礁地形偶有水源滲出，樣區林分結構多為大型喬木組成，如白榕、紅柴、海南厚殼桂為主要優勢樹種，地被層較少草本生長，樣區下方 50 m 有一處小溪。
	AN2	樣區位於恆春鎮三臺山，環境濕度高，林分結構多為原生樹種組成，如九節木、軟毛柿、稜果榕等偏好高濕度環境之樹種，樣區內多為中、大型高大喬木。
銀合歡林	AL1	樣區位於車城鄉，坡度稍陡，樣區內有許多有刺矮灌叢密集生長，如刺裸實、烏柑仔等。
一次性剷除 樣區 (110年移除 銀合歡區域)	BS1	剷除作業時間：110 年 9 月 樣區位於滿州鄉，鄰近林祿溪，樣區內濕度高，土壤較為濕黏，樣區內樹冠層遮蔽度高，樣區內林分結構多為小喬木及灌叢組成之低矮林相，因受落山風影響有許多倒伏木，地被層物種豐富。
	BS2	剷除作業時間：110 年 9 月 樣區位於滿州鄉，鄰近林祿溪，位置靠近景農宮，靠水源處環境濕度高土壤濕黏，樣區內有許多有刺灌叢如刺裸實、烏柑仔等，樣區旁邊有一處小溪溝。
一次性剷除 樣區 (111年移除 銀合歡區域)	BS3	剷除作業時間：111 年 7 月 樣區位於滿州鄉，鄰近門馬羅山，土壤乾且含石率不高，以銀合歡為優勢樹種，也有許多如腺果藤的矮刺灌叢，樣區內雖然都是銀合歡中、大型徑木，小苗更新的數量卻非常少。許多樣木樹皮有被動物磨損脫落的痕跡，地面也有大量的排遺，樣區外偶有目擊梅花鹿經過及聽聞其叫聲。
	BS4	剷除作業時間：111 年 7 月 樣區位於滿州鄉，鄰近門馬羅山，樣區內土壤乾且含石率不高，以銀合歡為優勢樹種，樣區內雖然都是銀合歡中、大型徑木，小苗更新的數量卻非常少。許多樣木樹皮有被動物磨損脫落的痕跡，地面也有大量的排遺，樣區外偶有聽聞其叫聲。

類別	樣區	環境概況
全面整地 造林 (111年移除 銀合歡區域)	BC1	<p>剷除作業時間：111年7月</p> <p>樣區位於滿州鄉，兩個 20*20m 樣區雖相鄰但林份組成略有不同，第一樣區(BC1-1)地面有許多枯枝及銀合歡倒木，以銀合歡為優勢樹種，周邊有許多林投；第二樣區(BC1-2)銀合歡及其他樹種平均分布樣區內，地面有許多梅花鹿的排遺。兩區共通點是樣區內土壤乾且含石率低，銀合歡都以中、大型徑木居多，小苗更新的數量卻非常少。</p> <p>銀合歡移除後之造林樹種詳表 5.4.1-30。</p>
	BC2	<p>剷除作業時間：111年7月</p> <p>樣區位於滿州鄉，樣區內土壤乾且含石率低，銀合歡以中、大型徑木居多，小苗更新的數量少，樣區內之樣木樹皮有被動物磨損脫落的痕跡，地面有許多梅花鹿的排遺。</p> <p>銀合歡移除後之造林樹種詳表 5.4.1-30。</p>
	BC3	<p>剷除作業時間：111年7月</p> <p>樣區位於滿州鄉的白沙彌溪河床邊坡上，樣區內土壤乾且含石率低，以銀合歡為優勢樹種，混生其他原生樹，樣區內銀合歡以中、大型徑木居多，小苗更新的數量少，地面有許多梅花鹿的排遺。</p> <p>銀合歡移除後之造林樹種詳表 5.4.1-30。</p>
全面整地 造林 (112年移除 銀合歡區域)	BC4	<p>剷除作業時間：112年3月（慈心認養整地造林）</p> <p>樣區位於恆春鎮垃圾掩埋場附近山坡地，作業前調查期間為旱季且落山風強盛，樣區內土壤乾硬，大部分樹木落葉休眠，樹冠層樹種以銀合歡為主，混生其他原生樹，樣區內銀合歡數量多，但多為小、中型徑木。</p>
	BC5	<p>剷除作業時間：112年5月（預計）</p> <p>樣區位於車城鄉，作業前調查期間為旱季且落山風強盛，樣區內土壤乾硬，大部分樹木落葉休眠，樣區原生樹以中大徑木為主，銀合歡以小、中型徑木居多。</p>

表 5.4.1-2 組間比較樣區環境資料調查紀錄

類型	樣區	植物 樣方	海拔 (M)	坡向 (度)	坡度 (度)	含石率 (%)	平均樹 高(M)	冠層覆 蓋(%)	灌木層 覆蓋(%)	地被層 覆蓋(%)
歷史 造林	AH1	AH1-1	19	254	3	30	11	80	38	25
		AH1-2	18	267	5	25	10	53	40	23
	AH2	AH2-1	79	220	13	2	6	58	53	50
		AH2-2	95	5	12	15	7	63	30	35
	AH3	AH3-1	40	270	18	5	4	75	10	90
		AH3-2	76	260	5	5	3.5	40	8	90
	AH4	AH4-1	72	70	12	1	8	60	40	58
		AH4-2	81	216	17	30	6.5	70	31	68
銀合 歡林	AL1	AL1-1	73	249	40	40	6.2	56	39	9
		AL1-2	66	190	35	35	5	56	35	18
近自 然林	AN1	AN1-1	163	359	45	85	6.5	60	20	6
		AN1-2	187	329	40	90	10.5	83	6	10
	AN2	AN2-1	409	230	13	30	7	73	43	23
		AN2-2	442	95	16	2	7	84	36	63

表 5.4.1-3 造林監測樣區環境資料調查紀錄

類型	樣區	植物 樣方	海拔 (M)	坡向 (度)	坡度 (度)	含石率 (%)	平均樹 高(M)	冠層覆 蓋(%)	灌木層 覆蓋(%)	地被層 覆蓋(%)
一次性 剷除 (110年)	BS1	BS1-1	145	57	22	5	4	80	50	30
		BS1-2	162	120	15	40	5.5	65	35	15
	BS2	BS2-1	98	160	25	15	10	40	30	45
		BS2-2	65	35	19	5	5	58	48	23
一次性 剷除 (111年)	BS3	BS3-1	80	179	19	10	5	45	5	29
		BS3-2	91	45	15	10	5.5	61	13	11
	BS4	BS4-1	107	90	17	10	8	54	24	2
		BS4-2	104	135	12	10	7	73	33	16
全面整地 造林 (111年)	BC1	BC1-1	44	49	11	5	6	55	11	3
		BC1-2	46	35	20	0	5.5	44	30	1
	BC2	BC2-1	95	255	15	5	5.5	45	13	23
		BC2-2	86	40	5	5	6	28	13	2
	BC3	BC3-1	110	179	20	10	5	44	20	14
		BC3-2	107	125	25	5	6	74	5	19

類型	樣區	植物 樣方	海拔 (M)	坡向 (度)	坡度 (度)	含石率 (%)	平均樹 高(M)	冠層覆 蓋(%)	灌木層 覆蓋(%)	地被層 覆蓋(%)
全面整地 造林 (112年)	BC4	BC4-1	107	215	30	1	8	45	5	15
		BC4-2	73	90	15	60	12	55	41	45
	BC5	BC5-1	91	34	25	1	7	25	20	90
		BC5-2	169	0	10	40	9	55	48	80

(3) 植物調查結果

本計畫調查16樣區，各季次調查合計共記錄有77科199屬240種維管束植物(表5.4.1-4)，詳細植物物種名錄詳見附錄十。其中以位於三臺山的近自然林AN2樣區物種數最多(72種)，其次為林祿溪附近的一次性剷除BS1及BS2(各49種)，物種數最少者有：位於車城鄉社皆坑溪的歷史造林AH1樣區(26種)，與銀合歡林AL樣區物種數(27種)相近。

依生長習性區分，共計86種喬木、45種灌木，34種藤本與75種草本，樣區整體植被以喬灌木主：歷史造林樣區(AH)合約18~22種，銀合歡林樣區(AL)合計21種，近自然林樣區(AN)合計約29~51種，一次性剷除樣區(BS)合計約24~29種，全面整地造林樣區(BC)合計約21~31種。

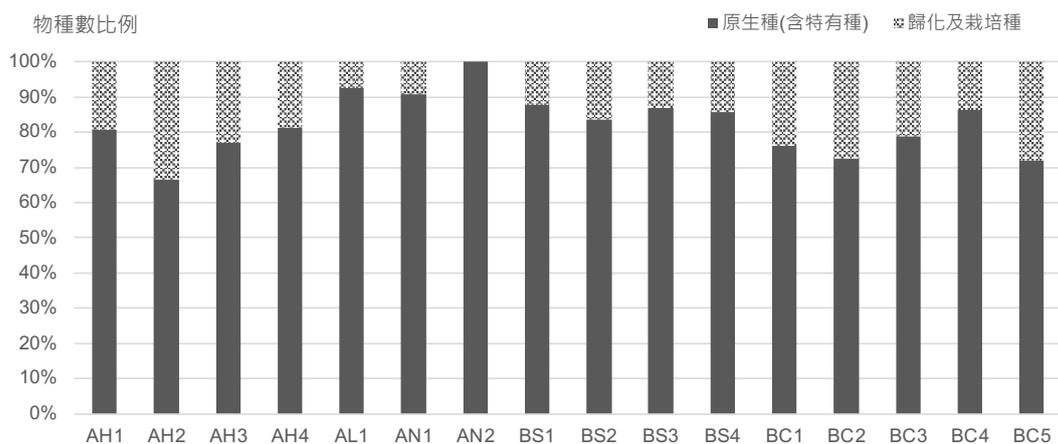
草本植物種類與環境潮濕程度有關，而大部分樣區環境都較為乾燥，因此草本植物種類較單調：歷史造林樣區(AH)計2~18種，銀合歡林樣區(AL)計3種，近自然林樣區(AN)計3~13種，一次性剷除樣區(BS)計約10~13種，全面整地造林樣區(BC)計約5~13種。

表 5.4.1-4 各樣區之植物物種屬性表

區名	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2	BS1	BS2	BS3	BS4	BC1	BC2	BC3	BC4	BC5	總計
科數	17	22	27	21	18	21	40	28	29	28	20	22	21	25	27	22	77
屬數	24	41	38	32	27	30	62	46	46	46	35	37	33	37	36	32	199
種數	26	42	39	32	27	33	72	49	49	46	35	38	33	38	37	32	240
草本	2	18	11	6	3	3	13	13	13	10	10	13	10	7	5	8	75
喬木	13	10	11	8	10	23	41	14	16	14	11	11	12	16	19	9	86
灌木	5	11	11	11	11	6	10	15	13	16	13	11	9	15	11	12	45
藤本	6	3	6	7	3	1	8	7	7	6	1	3	2	0	2	3	34
原生	20	26	27	23	22	26	52	38	40	36	28	28	23	27	26	20	164
特有	1	2	3	3	3	4	20	5	1	4	2	1	1	3	6	3	39
歸化	5	14	9	6	2	3	0	6	8	6	5	9	9	7	5	9	36
栽培	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

[註] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

調查記錄的240種維管束植物，其中39種為特有種、164種為原生種、36種為歸化種，1種栽培種，整體原生種(含特有種)約佔總物種數之84.5%，顯示調查環境少人為擾動，因此栽培種及歸化種較少(圖5.4.1-1)。各樣區原生種比例以三臺山的近自然林AN2樣區最高(100%)；銀合歡林AL1樣區雖然以歸化植物銀合歡為優勢，然原生種比例仍有92.6%；歷史造林樣區(AH1~AH4)可能撫育期後造林樹木枯亡破空，爾後歸化植物入侵，因此原生種比例稍低，約66.7%~81.3%。



[註] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

圖 5.4.1-1 樣區原生種(含特有種)比例

樣區內的特有植物計有39種，出現樣區數較高的特有植物有小葉朴、小梗木薑子、雙節山螞蝗、土樟、白樹仔、細葉麥門冬、柳葉鱗球花、臺灣朴樹、大葉楠、雨傘仔、內芩子、臺灣魔芋等。比對「臺灣維管束植物紅皮書」(行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2017)所列之稀有植物，樣區內記錄到的稀有植物共計12種(表5.4.1-5)，其中瀕危(EN)者有竹柏、繖楊、易危(VU)者有白樹仔、紫黃、佐佐木氏灰木；屬接近受脅(NT)者有柳葉鱗球花、南仁五月茶、土樟、臺灣鐵線蓮、水團花、山桔、小葉朴等。

此外，樣區現勘過程於鄰近地區發現到的紅皮書稀有植物有22種，整理如表5.4.1-6，分布如圖5.4.1-2~4。顯示銀合歡入侵範圍內仍可能稀有種植物分布，後續進行清除作業時應需留意。

表 5.4.1-5 樣區內之稀有植物

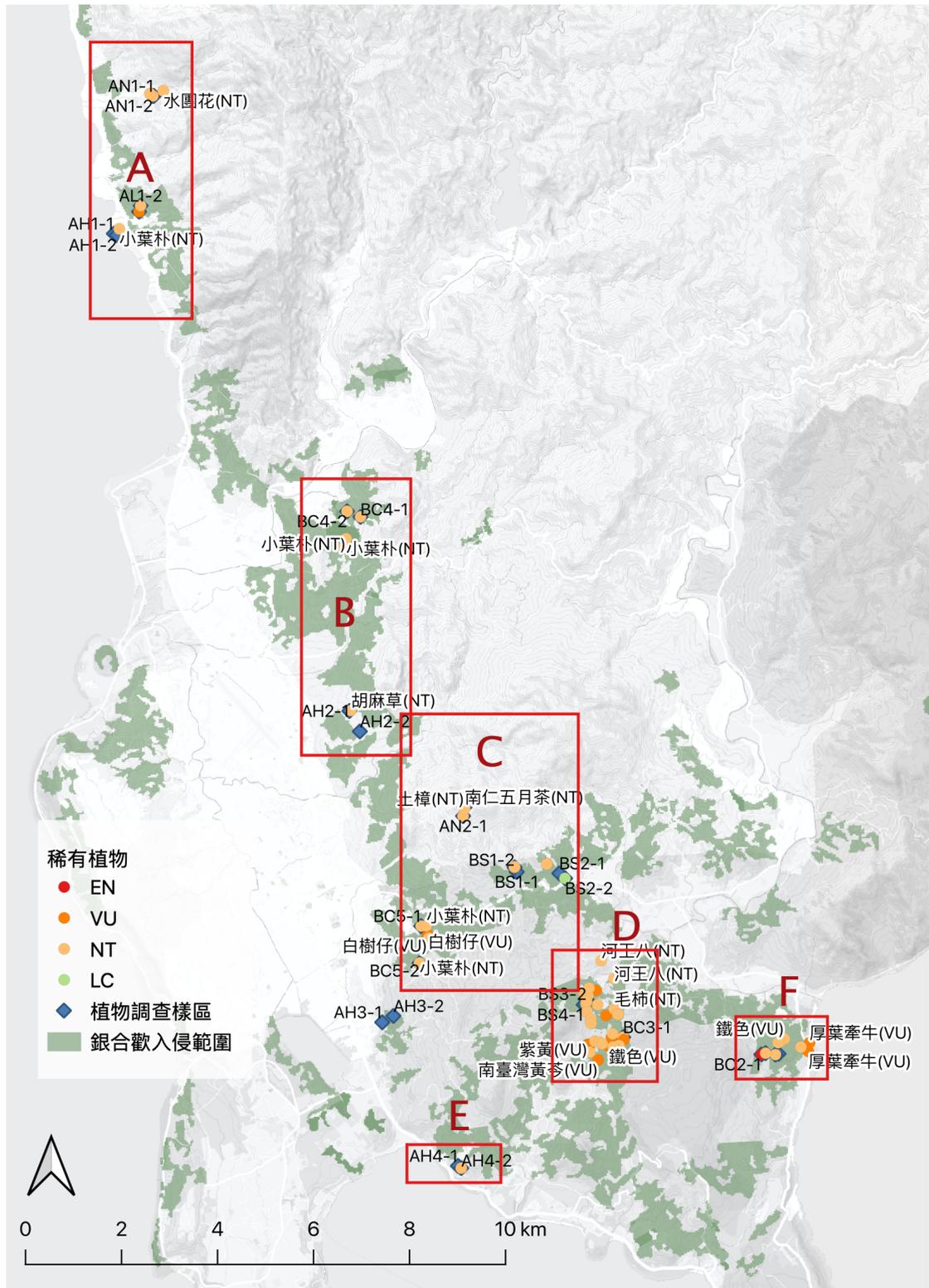
稀有性	物種	學名	紀錄樣區
瀕危(EN)	竹柏	<i>Nageia nagi</i>	AN1-2, AN2-2
瀕危(EN)	繖楊	<i>Thespesia populnea</i>	BC2-1C, BC2-2C
易危(VU)	白樹仔	<i>Gelonium aequoreum</i>	AH4-2, AL1-1, BC4-2
易危(VU)	紫黃	<i>Margaritaria indica</i>	AN1-2, AN2-1
易危(VU)	佐佐木氏灰木	<i>Symplocos sasakii</i>	AN2-1, AN2-2
接近受脅(NT)	臺灣鐵線蓮	<i>Clematis formosana</i>	AH4-2
接近受脅(NT)	小葉朴	<i>Celtis nervosa</i>	AL1-2, BC3-1, BC3-1A, BC3-1C, BC4-2, BC5-1, BC5-2, BS1-2, BS1-2A, BS1-2C
接近受脅(NT)	土樟	<i>Cinnamomum reticulatum</i>	AN1-2, AN2-2, BS3-2, BS3-2A, BS3-2C
接近受脅(NT)	山桔	<i>Glycosmis parviflora</i> var. <i>parviflora</i>	AN2-1, AN2-2
接近受脅(NT)	南仁五月茶	<i>Antidesma hiiranense</i>	AN2-2
接近受脅(NT)	水團花	<i>Sinoadina racemosa</i>	BC1-2
接近受脅(NT)	柳葉鱗球花	<i>Lepidagathis stenophylla</i>	BC2-2, BC3-1, BC3-2, BC4-1, BC4-2, BC5-2, BS4-2, BS4-2A, BS4-2C

[註] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

表 5.4.1-6 樣區鄰近地區之稀有植物

稀有性	物種	學名	鄰近樣區
易危(VU)	紫黃	<i>Margaritaria indica</i>	BS2, BC3, BC3, BC3, BC1, BC1
易危(VU)	臺灣艾納香	<i>Blumea oblongifolia</i>	BS3, BS4
易危(VU)	鐵色	<i>Drypetes littoralis</i>	BC1, BC3, BC3
易危(VU)	厚葉牽牛	<i>Ipomoea imperati</i>	BC1, BC1
易危(VU)	舌瓣花	<i>Jasminanthes mucronata</i>	BS3
易危(VU)	南臺灣黃芩	<i>Scutellaria austrotaiwanensis</i>	BC3
易危(VU)	恆春皂莢	<i>Gleditsia rolfei</i>	BC3, BC3, BC3, BC3, BC1, BC3
易危(VU)	恆春半插花	<i>Hemigraphis primulifolia</i>	BC3, BC1
易危(VU)	白樹仔	<i>Gelonium aequoreum</i>	BC5, BC5, BC5
接近受脅(NT)	胡麻草	<i>Centranthera cochinchinensis</i>	AH2
接近受脅(NT)	山樣子	<i>Buchanania arborescens</i>	BS2, BS3, BS3, BS4, BS4, BS4, BC3, BC1
接近受脅(NT)	水團花	<i>Sinoadina racemosa</i>	AN1, BC1, BC3, BC1
接近受脅(NT)	小葉朴	<i>Celtis nervosa</i>	AH1, BS1, BS1, BC4, BC4, BC5, BC5, AN1
接近受脅(NT)	土樟	<i>Cinnamomum reticulatum</i>	AN2, BC3, BS3, BC3, BS4
接近受脅(NT)	河王八	<i>Narenga porphyrocoma</i>	BS3, BS3, BC5, BS3
接近受脅(NT)	毛柿	<i>Diospyros philippensis</i>	BS4, BC1, BC1, BC3, BC3, BS4, BC3
接近受脅(NT)	禾草芋蘭	<i>Eulophia graminea</i>	BC1
接近受脅(NT)	水楊梅	<i>Homonoia riparia</i>	BC3, BC3, BC3, BC3, BS4
接近受脅(NT)	短穗毛舌蘭	<i>Trichoglottis rosea</i>	BC3, BC1
接近受脅(NT)	柳葉鱗球花	<i>Lepidagathis stenophylla</i>	BC4
接近受脅(NT)	細本葡萄	<i>Vitis thunbergii</i>	BC1
暫無危機(LC)	長穗玉鳳蘭	<i>Habenaria longiracema</i>	BS2

[註] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區



[註] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

圖 5.4.1-2 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(全區)

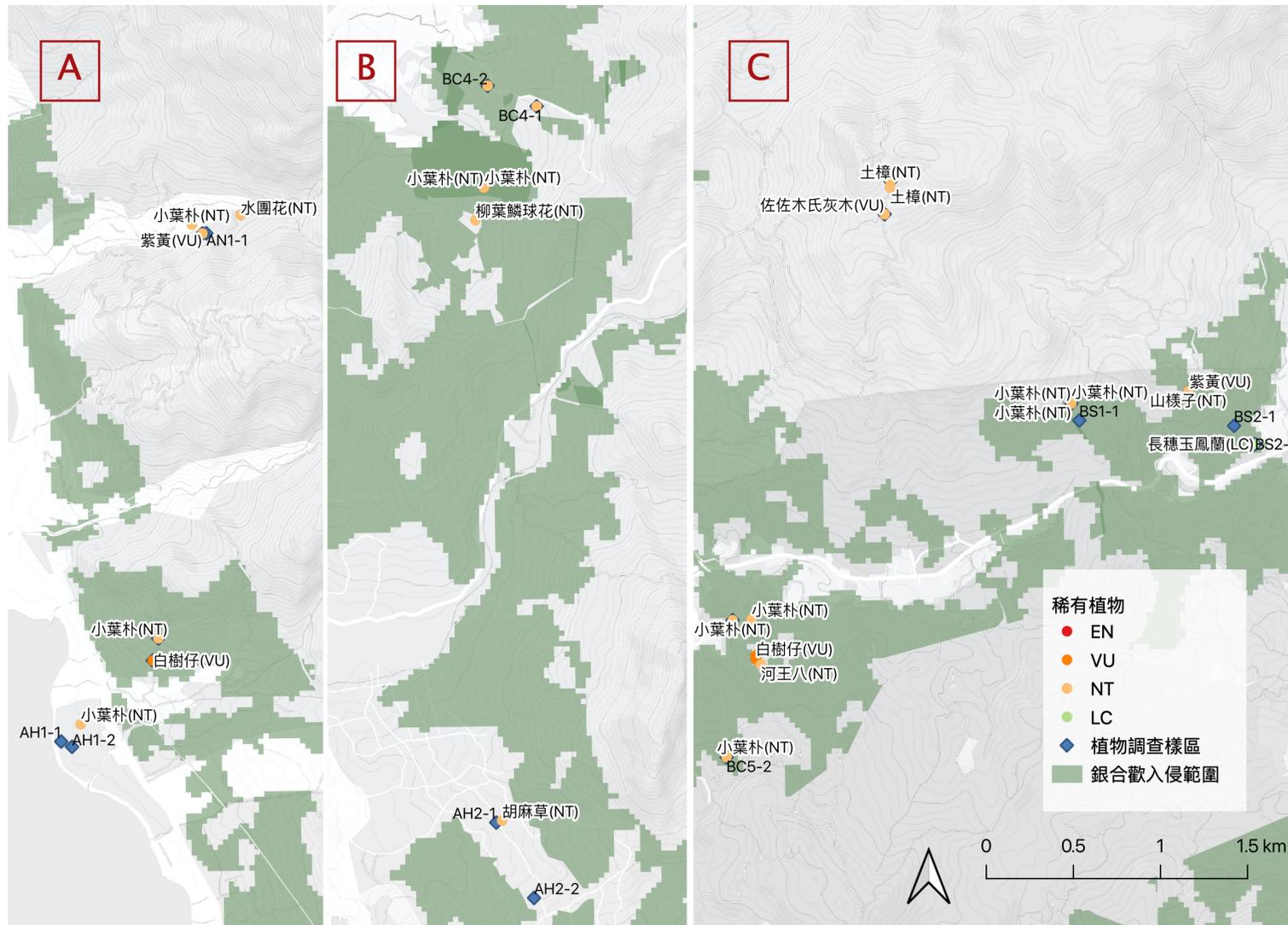


圖 5.4.1-3 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(細部)

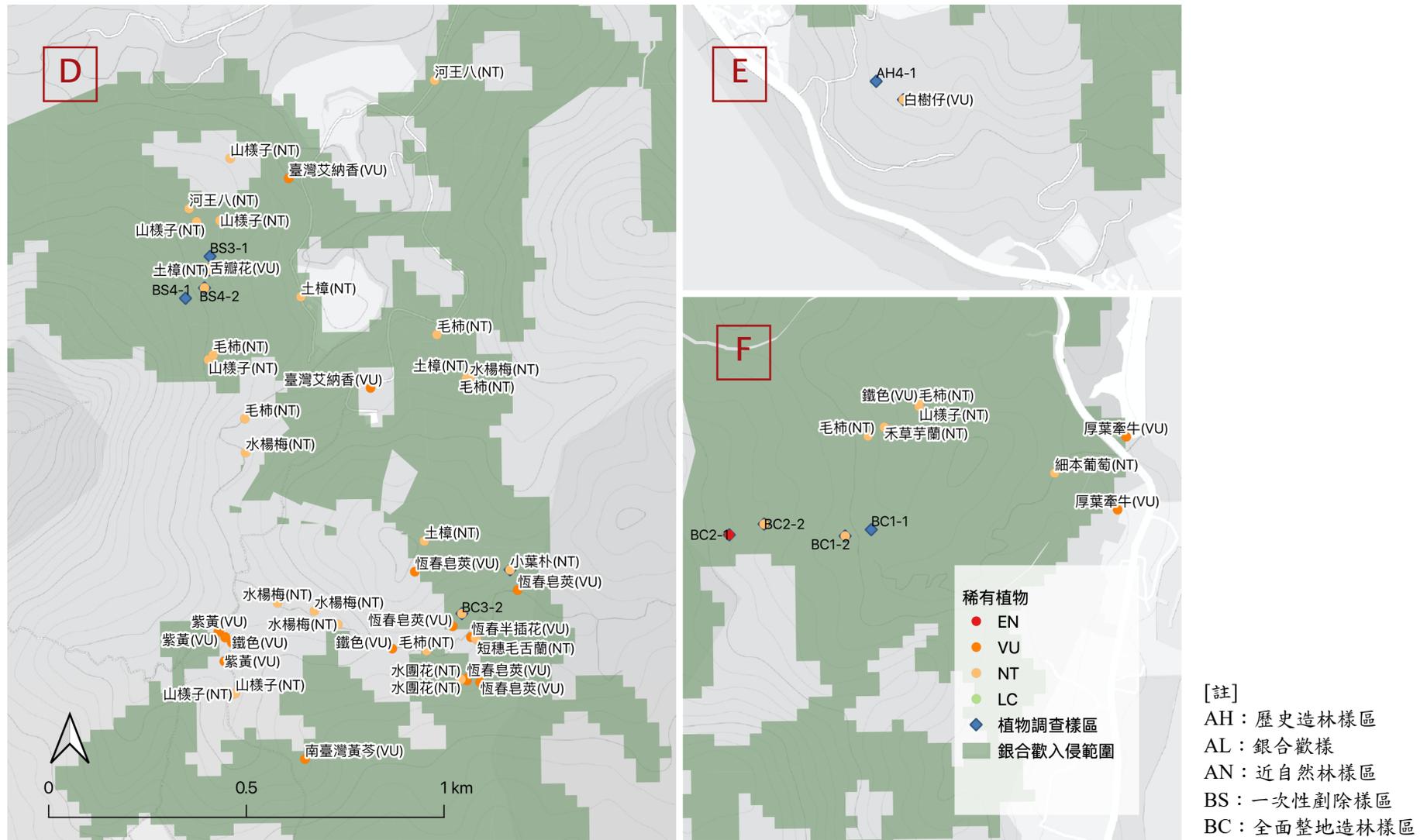
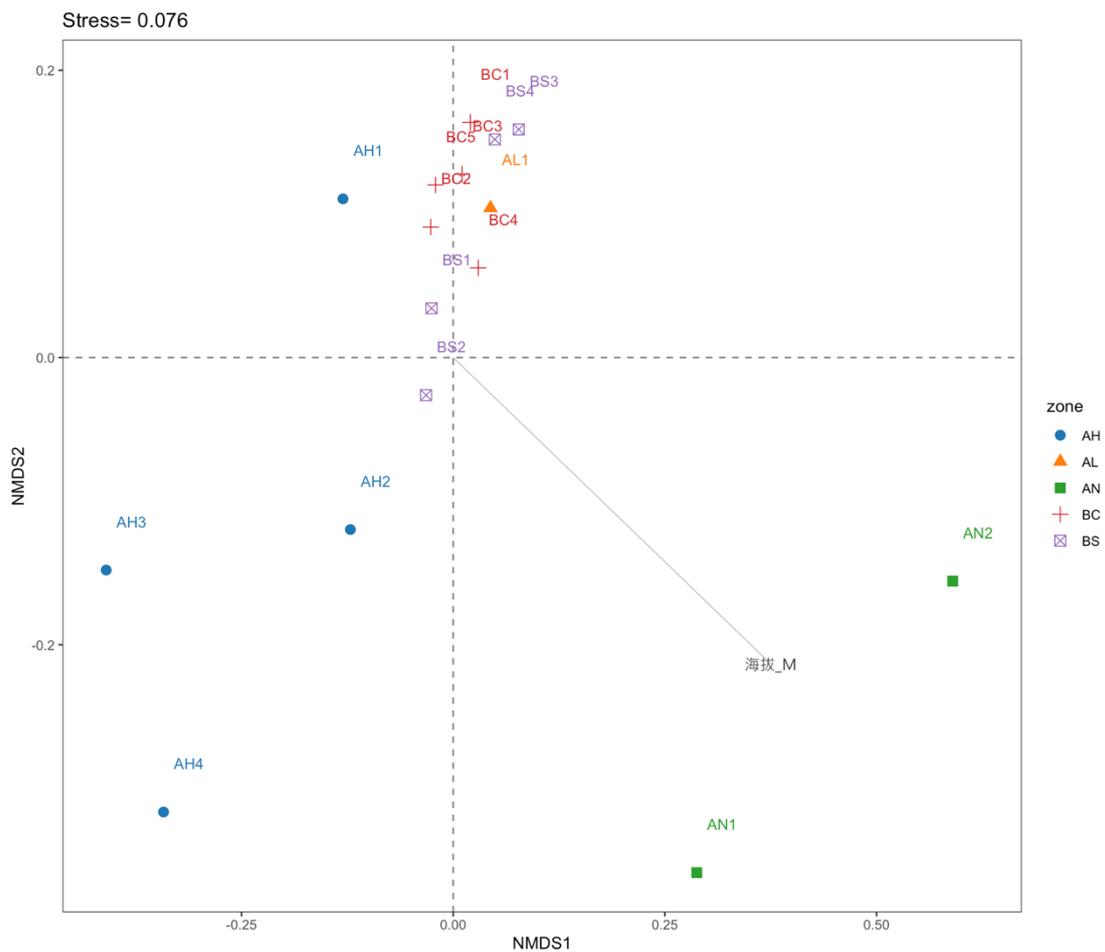


圖 5.4.1-4 樣區及鄰近地區之稀有植物分布(細部)(續)

(4) 植物樣區分布序列與植群型

(a) 非度量多維度分析(NMDS)

為瞭解樣區間的相異程度，將16個調查樣區資料進行非度量多維度(NMDS)分析如圖5.4.1-5，分析結果之stress值為0.076，表示具優秀的代表性。檢查觀測值差異性與NMDS排序距離比較，繪製Shepard圖如圖5.4.1-6，顯示觀測值差異性經NMDS排序後變化小，即樣區數據適用NMDS分析。



[註 1] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

[註 2]可接受之 Stress 值建議準則：<0.05 = 優秀，<0.10 = 良好，<0.20 = 可用，>0.20 = 不可接受 (Clarke, 1993)

圖 5.4.1-5 非度量多維度分析

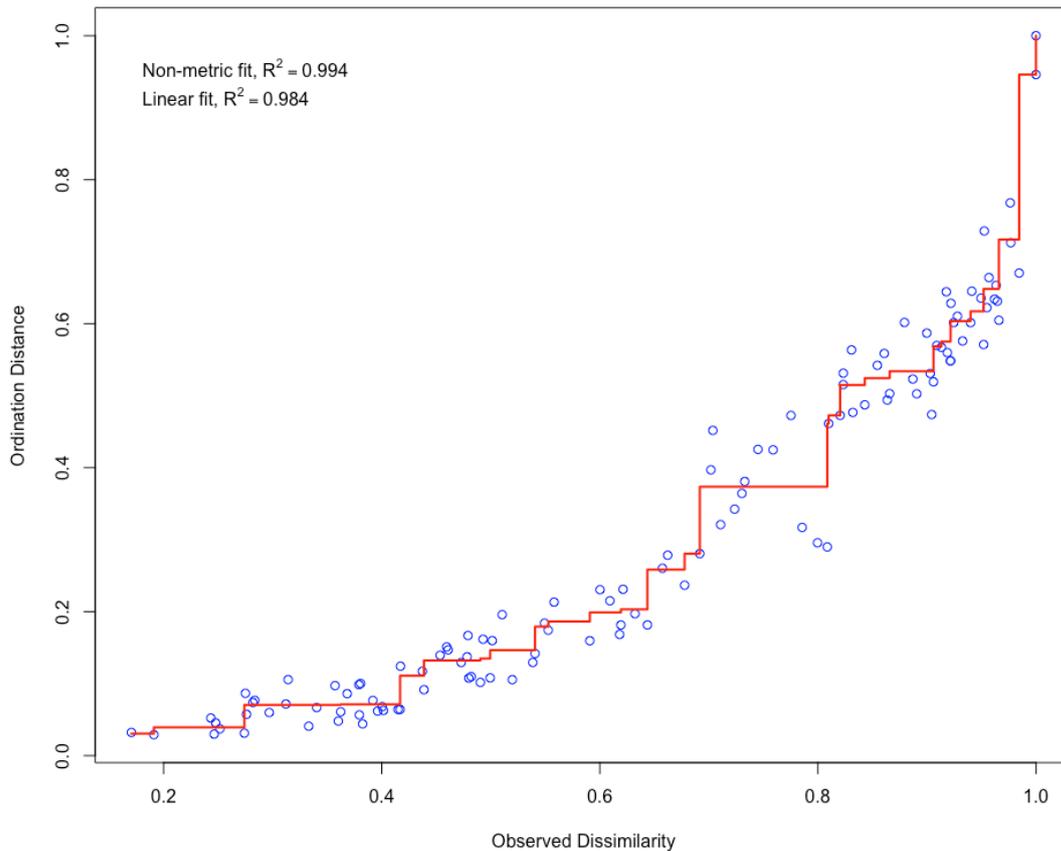


圖 5.4.1-6 觀測值與 NMDS 排序結果比較之 Shepard 圖

另以表5.4.1-2及表5.4.1-3之樣區環境紀錄，進行環境因子與 NMDS1、NMDS 2的相關性測試，嘗試找出跟樣區分布有關的主要環境因子，相關性測試結果如表5.4.1-7，以海拔最為相關，其餘環境因子無顯著相關。標繪海拔環境因子於圖5.4.1-5，顯示近自然林樣區(AN1及AN2)的海拔分布較高(海拔高163M~442M)，AH1海拔最低(海拔高19M，為海岸造林區)，其餘樣區為低海拔山區造林(海拔高40M~162M)。

表 5.4.1-7 環境因子與 NMDS1、NMDS2 之相關性

環境因子	NMDS1	NMDS2	R ²
海拔(M)	0.86921	-0.49444	0.7437*
坡向(度)	0.02897	-0.99958	0.2555
坡度(度)	0.74622	-0.6657	0.1996
含石率%	0.51569	-0.85678	0.3355
平均樹高(M)	0.90156	-0.43265	0.0429
冠層覆蓋%	0.43179	-0.90197	0.3557
灌木層覆蓋%	0.52593	-0.85053	0.0093
地被層覆蓋%	-0.68867	-0.72507	0.3106

* P<0.05

由圖5.4.1-5顯示，全面整地造林(BC)、一次性剷除樣區(BS)、銀合歡林樣區(AL)在圖面上的位置相近，皆為銀合歡優勢的樣區。

歷史造林樣區(AH)組內變異大，經檢視樣區樹種組成（詳下節(5)植物樣區調查結果-歷史造林樣區結果）可能跟樣區的主要造林樹種有關，例如欖仁(AH1)、木麻黃(AH2)、相思樹(AH3)、棟(AH4)。其中AH1樣區因銀合歡再入侵而形成銀合歡優勢，在圖面上的位置與全面整地造林(BC)、一次性剷除樣區(BS)、銀合歡林樣區(AL)接近。

近自然林樣區(AN)在圖面上的位置與其他樣區距離較遠且獨立，表示近自然林樣區(AN)與歷史造林樣區(AH)、全面整地造林(BC)、一次性剷除樣區(BS)、銀合歡林樣區(AL)的物種組成差異大，尤其歷史造林樣區和近自然林樣區在圖面上分布位置距離遠，顯示兩組樣區的樹種組成有很大的不同。

(b) TWINSPAN

TWINSpan分析結果如圖5.4.1-7，列表詳附錄十一。TWINSpan分析結果大致可分為三個植群型，分別以植群型之特徵種-優勢種命名，其中相思樹及銀合歡於16個樣區為恆存種，不做為植群命名，說明如下：

- I. 木麻黃植群型，木麻黃在此林型既是特徵種又是優勢種，包括造林的歷史造林樣區 (AH1、AH2、AH3、AH4)、一次性剷除樣區BS2及BS3，優勢樹種以原造林樹種木麻黃為主，其他伴生樹種有土密樹、恆春厚殼樹、山柚等；部分樣區有銀合歡入侵，以樣區AH1最嚴重。歷史造林樣區並未與近自然林分為同一群，顯示歷史造林與近自然林之植被組成差異大。
- II. 刺裸實-黃荊植群型，本林型特徵種為刺裸實，黃荊則在此林型為優勢種，伴生有烏柑仔、密花白飯樹、土密樹、山柚等。包含銀合歡林樣區(AL1)、一次性剷除樣區樣區(BS1、BS4)、全面整地造林樣區 (BC1、BC2、BC3、BC4、BC5)。
- III. 海南厚殼桂-軟毛柿植群型，海南厚殼桂僅出現於本林型，是典型的特徵種，軟毛柿在此林型則為優勢種。皆為近自然林樣區(AN1及AN2)，與其他樣區組成差異最大，獨立一群。

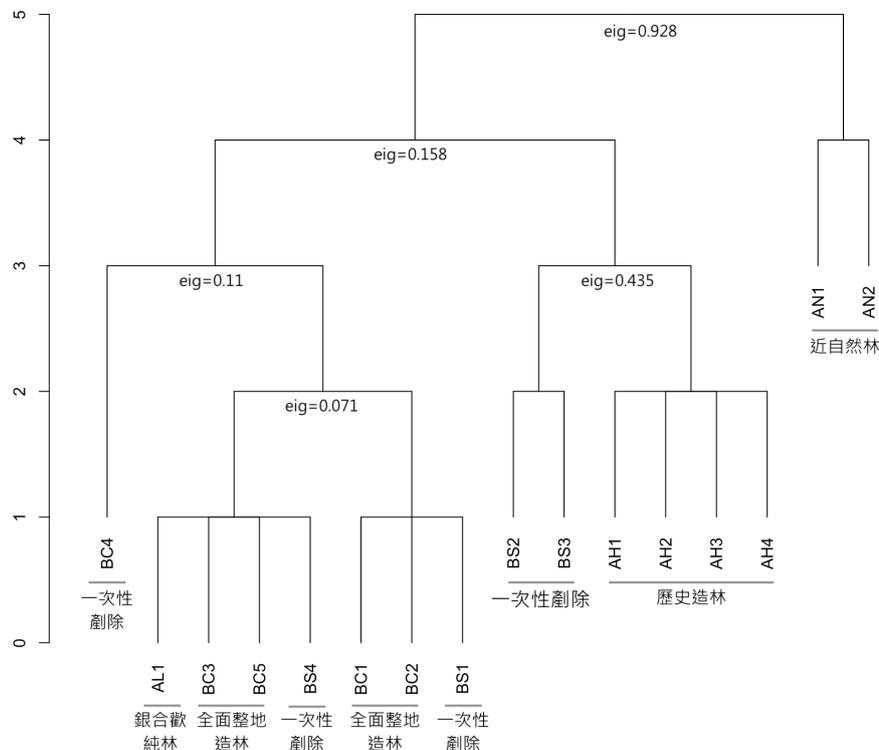


圖 5.4.1-7 TWINSpan 分群結果

(5) 植物樣區調查結果-歷史造林樣區

歷史造林為過去執行銀合歡移除後造林的林地，已完成4樣區(AH1、AH2、AH3、AH4)各1季次植物調查，分別說明如下。

(a) AH1

AH1樣區於90年移除造林，本計畫於110年調查，造林苗木樹齡約20年。樣區共調查到13種337株樣木(表5.4.1-7)，本樣區IVI最高為銀合歡(32.69)、其次為欖仁(14.17)、木麻黃(12.25)、相思樹(9.58)，樣木以銀合歡為調查數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-5。此樣區樹木現況主要為銀合歡跟造林樹種(欖仁)，雖然有天然更新，但狀況似乎不甚理想。銀合歡幼樹(<10cm)的數量眾多，推測為土壤內種子庫天然更新之現象，造成銀合歡再度拓殖進入樣區，建議應進行銀合歡伐除作業，並同步進行二次補植作業，以抑制銀合歡再度大面積拓植。

表 5.4.1-7 AH1 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	80	112	11	203	32.69	銀合歡	23.15	17.46
欖仁*	-	5	12	17	14.17	過山香	13.77	15.71
木麻黃*	-	2	12	14	12.25	多花油柑	18.77	15.27
相思樹*	-	-	13	13	9.58	扛香藤	16.03	12.42
蟲屎	11	11	2	24	8.20	山柚	5.86	8.81
過山香	20	6	-	26	6.85	大黍	10.58	8.23
血桐	9	11	-	20	6.50	臺灣海桐	2.79	5.81
密花白飯樹	1	7	-	8	3.66	角花烏薺莓	2.37	5.60
山柚	4	3	-	7	2.78	紅仔珠	5.68	4.31
刺杜密	-	2	-	2	0.95	三角葉西番蓮	0.78	3.33
土密樹	-	1	-	1	0.81	菜樂藤	0.20	1.57
多花油柑	-	1	-	1	0.78	香楠	0.04	1.49
恆春厚殼樹	-	1	-	1	0.78	合計	100.0	100.00
合計	125	162	50	337	100.00			

*造林樹種

(b) AH2

AH2樣區於104年移除造林，本計畫於110年調查，造林苗木樹齡約6年。樣區共調查到15種225株樣木(表5.4.1-8)，本樣區IVI最高為木麻黃(34.32)、其次為黃荊(13.66)、相思樹(12.12)、土密樹(7.46)、銀合歡(7.14)，樣木以木麻黃為調查數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-8。此樣區樹木主要為造林樹種(木麻黃、相思樹)及自生原生樹種(黃荊、土密樹)，還有部分銀合歡生長，顯示造林後經過一段時間，銀合歡仍有機會再入侵。

表 5.4.1-8 AH2 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
木麻黃*	7	31	25	63	34.32	馬纓丹	19.98	12.80
黃荊	13	27	3	43	13.66	香澤蘭	14.27	10.51
相思樹*	1	16	6	23	12.12	大花咸豐草	8.05	7.40
土密樹	9	12	-	21	7.46	銀合歡	5.57	6.16
銀合歡	6	12	-	18	7.14	柳葉箬	8.64	6.00
過山香	18	2	-	20	6.76	卵葉鱗球花	5.78	5.14
黃連木*	1	9	1	11	5.63	金腰箭	5.37	4.93
山柚	9	3	-	12	5.01	過山香	3.59	4.60
紅仔珠	4	1	-	5	2.34	山素英	4.75	4.06
馬纓丹	1	2	-	3	1.53	弓果黍	2.50	3.50
番石榴	2	-	-	2	1.33	臭垂榕草	1.74	3.12
海欖果	-	1	-	1	0.70	陸生珍珠茅	2.39	2.88
水黃皮	1	-	-	1	0.67	蝶豆	1.25	2.87
臺灣朴樹	1	-	-	1	0.67	細穗腸鬚草	4.24	2.68
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.66	香苦草	1.12	2.25
合計	74	116	35	225	100.00	含羞草	0.89	2.13
*造林樹種						二花珍珠茅	1.99	2.12
						野棉花	0.78	2.07
						金午時花	1.25	1.75
						蓮子草	2.12	1.62
						竹葉草	0.50	1.37
						合萌	0.50	1.37
						一枝香	0.44	1.34
						烏柑仔	0.37	1.31
						蘆利草	0.26	1.25
						土密樹	0.63	0.87
						毛西番蓮	0.25	0.69
						銳葉小返魂	0.23	0.68
						黃荊	0.23	0.68
						印度牛膝	0.21	0.67
						雞屎藤	0.12	0.62
						長穗木	0.01	0.57
						合計	100.0	100.00

(c) AH3

AH3樣區於105年移除造林，本計畫於110年調查，造林苗木樹齡約5年。AH3樣區共調查到11種86株樣木(表5.4.1-9)，本樣區IVI最高為相思樹(52.79)、其次為月橘(12.75)、構樹(9.06)、欖仁(6.81)，樣木以相思樹數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-9。此樣區樹木主要為造林樹種(相思樹、月橘、欖仁)，並雜有原生樹種(構樹)。木本層銀合歡數量少，僅調查到2株胸徑小於10 cm的幼樹。然銀合歡在地被層佔有最高的IVI，推測土壤種子庫中有許多銀合歡種子，需要注意後續銀合歡生長潛勢。

表 5.4.1-9 AH3 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹*	3	35	12	50	52.79	銀合歡	25.24	17.38
月橘*	5	5	2	12	12.75	香澤蘭	11.53	8.15
構樹	-	7	2	9	9.06	小刺山柑	7.36	7.25
欖仁*	-	3	1	4	6.81	大花咸豐草	9.59	7.17
蟲屎	-	2	1	3	4.88	弓果黍	6.80	5.78
棟	-	-	1	1	3.30	月橘	4.97	5.46
木麻黃*	-	2	-	2	2.42	華九頭獅子草	4.94	4.85
土密樹	-	-	1	1	2.38	構樹	3.79	4.27
銀合歡	-	2	-	2	2.22	盤龍木	2.90	3.83
克蘭樹*	1	-	-	1	1.70	山素英	1.77	3.27
山枇杷	1	-	-	1	1.69	扛香藤	2.38	2.98
合計	10	56	20	86	100.00	藍豬耳	2.21	2.89
*造林樹種						蟲屎	1.10	2.33
						三角葉西番蓮	1.06	2.32
						密花白飯樹	1.13	1.75
						粗糠柴	1.08	1.73
						求米草	1.02	1.70
						繩黃麻	0.85	1.62
						福建茶	0.54	1.46
						紅仔珠	1.25	1.22
						土密樹	1.19	1.19
						金腰箭	1.19	1.19
						賽葵	1.01	1.10
						海金沙	0.93	1.06
						長穗木	0.93	1.06
						雞屎藤	0.74	0.97
						恆春厚殼樹	0.55	0.87
						細葉麥門冬	0.47	0.83
						雞母珠	0.47	0.83
						刺裸實	0.33	0.76
						戟葉田薯	0.22	0.70

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
						野牽牛	0.19	0.69
						克蘭樹	0.16	0.67
						臺灣魔芋	0.11	0.65
						合計	100.0	100.00

(d) AH4

AH4樣區於105年移除造林，本計畫於110年調查，造林苗木樹齡約5年。AH4樣區共調查到7種141株樣木(表5.4.1-10)，本樣區IVI最高為棟(55.19)、其次為相思樹(25.03)，樣木以棟數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-9。此樣區樹木分布主要為造林樹種(棟、相思樹)。本樣區未調查到銀合歡成樹，然地被層有銀合歡小苗生長，後續需注意銀合歡生長潛勢，與原生樹種競爭情形。

表 5.4.1-10 AH4 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
棟*	-	40	56	96	55.19	九頭獅子草	19.89	14.49
相思樹*	2	24	3	29	25.03	長穗木	16.17	13.28
木麻黃*	-	3	1	4	7.22	弓果黍	17.26	11.88
月橘	2	-	1	3	4.88	香澤蘭	10.72	10.55
海欖果	2	5	-	7	4.50	銀合歡	5.84	6.82
菲律賓饅頭果	-	1	-	1	1.60	臺灣鐵線蓮	5.75	5.47
紅柴	1	-	-	1	1.58	馬纓丹	5.27	5.23
合計	7	73	61	141	100.00	多花油柑	5.14	5.17
*造林樹種						過山香	1.51	4.65
						扛香藤	2.30	3.10
						海欖果	4.16	2.73
						刺裸實	1.08	2.49
						三角葉西番蓮	0.94	1.77
						裏白巴豆	0.87	1.74
						白樹仔	0.25	1.42
						雙面刺	0.62	0.96
						三葉崖爬藤	0.32	0.81
						腺果藤	0.32	0.81
						華他卡藤	0.32	0.81
						小刺山柑	0.25	0.77
						海金沙	0.25	0.77
						相思樹	0.17	0.73
						糙葉樹	0.17	0.73
						一枝香	0.16	0.73
						卵葉鱗球花	0.12	0.71

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
						繩黃麻	0.12	0.71
						恆春風藤	0.01	0.66
						合計	100.0	100.00

(e) 歷史造林樣區(AH)多樣性指數

4個歷史造林樣區多樣性指數詳表5.4.1-11。量度以AH1最高，對照表5.4.1-7可知AH1以銀合歡為主；多樣性指數及均勻度以AH2最高，代表除了物種數與株數多之外，植物個體數較平均分布於各物種。相對的，AH3及AH4豐度、量度及多樣性指數都較低，植物個體數則較集中造林樹種(如相思樹或棟樹)。

表 5.4.1-11 歷史造林樣區多樣性指數

樣區	豐度(S)	量度(N)	Simpson (λ)	Shannon-Wiener (H')	Pielou's evenness(J)
AH1	13	337	0.62	1.52	0.59
AH2	15	225	0.85	2.13	0.79
AH3	11	86	0.63	1.47	0.61
AH4	7	141	0.49	0.99	0.51

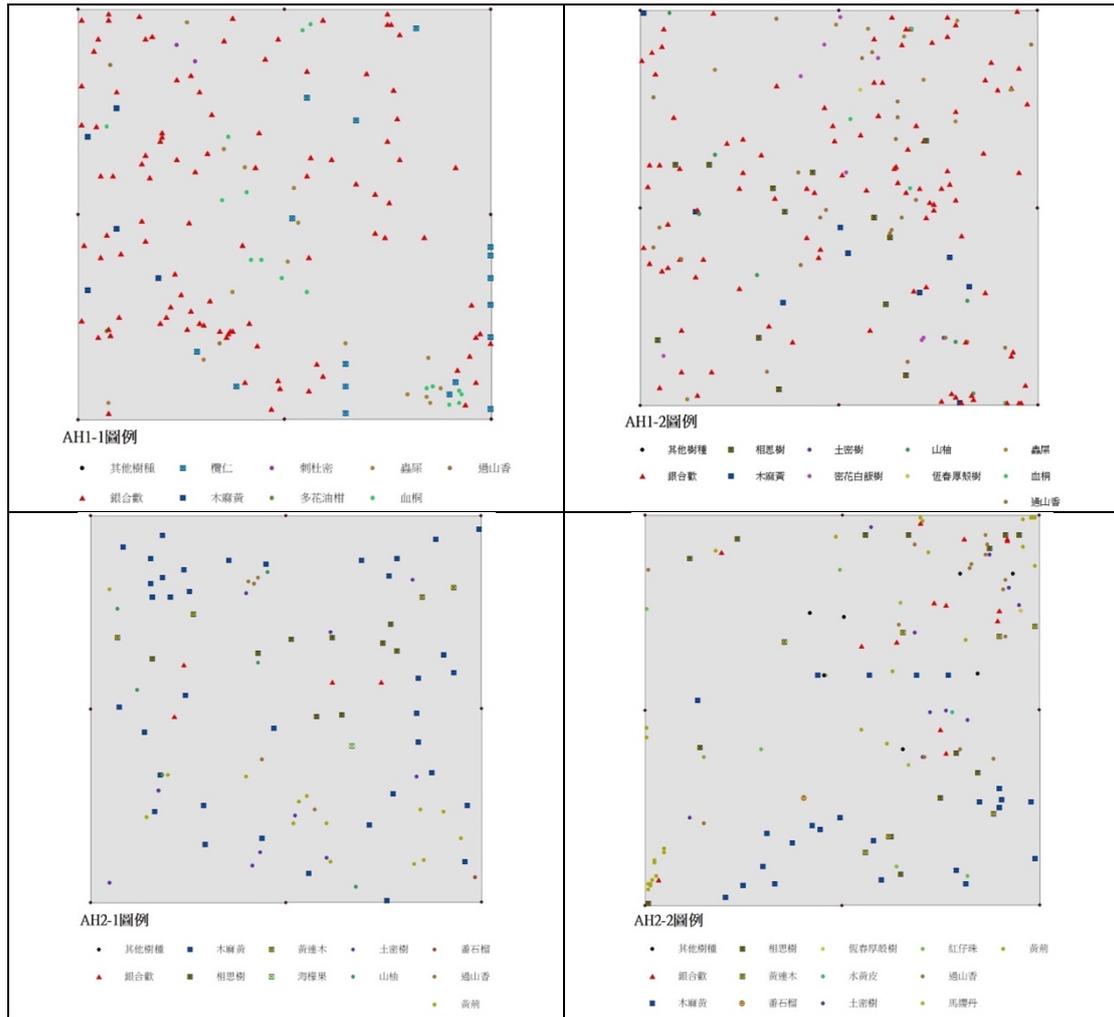


圖 5.4.1-8 歷史造林樣區植物樣方樹木分布圖 (AH1、AH2)

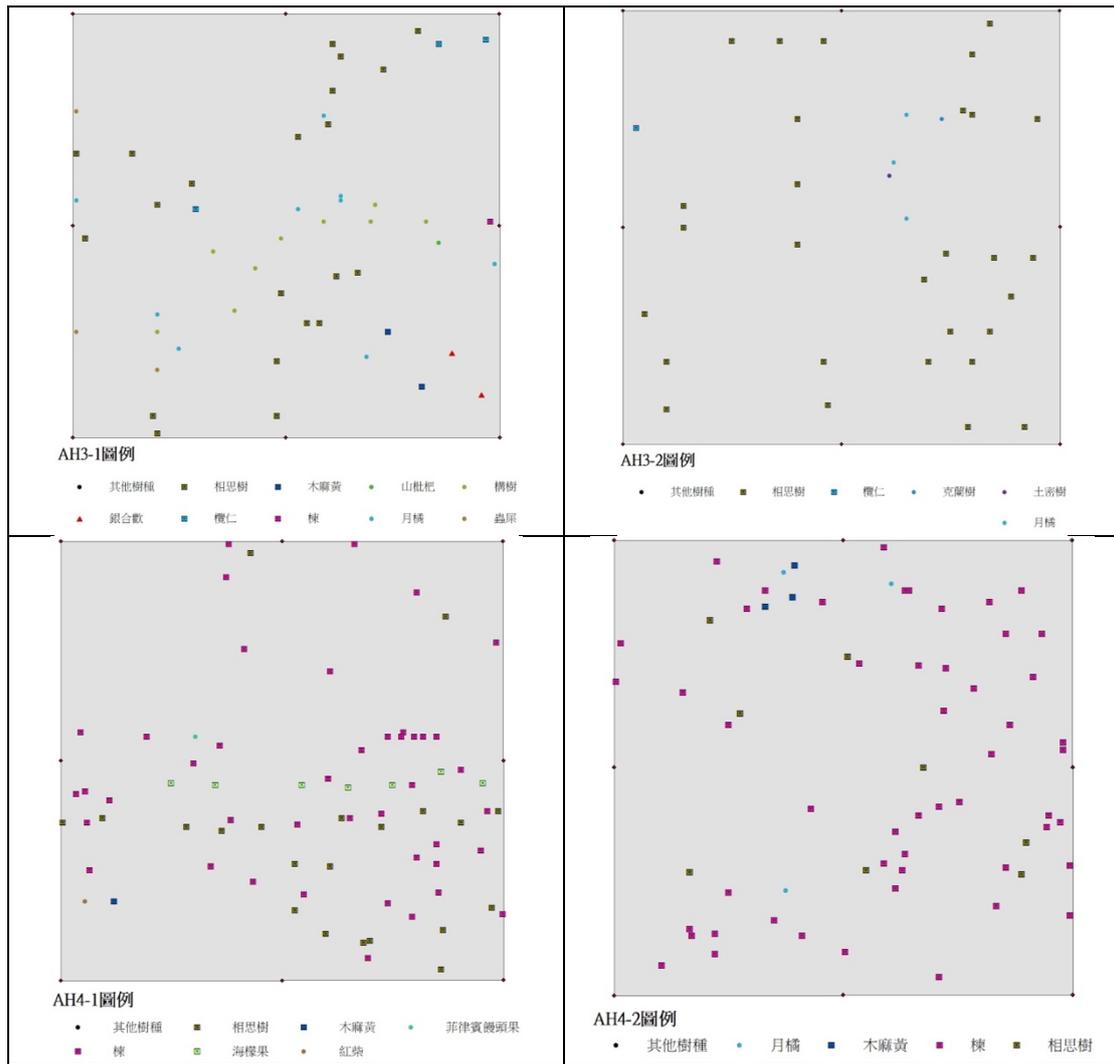


圖 5.4.1-9 歷史造林樣區植物樣方樹木分布圖 (AH3、AH4)

(5) 植物樣區調查結果-銀合歡林

銀合歡林AL1樣區，共調查到19種659株樣木(表5.4.1-12)，以銀合歡IVI最高(38.48)、其次為黃荊(22.94)，樣木以銀合歡數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-10，做為銀合歡純林林相組成參考樣態。樣區中雜有多種原生樹種(黃荊、烏柑仔、刺裸實)，但數量皆遠低於銀合歡；其中黃荊有較多胸徑大於10公分的成樹，應為銀合歡大量入侵前的主要樹種。

銀合歡林樣區多樣性指數詳表5.4.1-13。量度達659(株)，多樣性指數及均勻度都低於歷史造林樣區(表5.4.1-11)，代表銀合歡大量生長，植物個體集中於銀合歡。

表 5.4.1-12 AL1 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	181	274	8	463	38.48	小刺山柑	37.80	30.01
黃荊	4	29	37	70	22.94	扛香藤	16.28	15.08
烏柑仔	5	23	2	30	6.31	華九頭獅子草	17.16	12.75
刺裸實	4	12	-	16	4.34	烏面馬	5.47	6.90
山柚	11	3	-	14	3.83	多花油柑	6.43	5.99
雙節山螞蝗	2	8	1	11	3.51	烏柑仔	3.92	4.74
恆春厚殼樹	5	2	2	9	3.20	白樹仔	4.81	3.79
相思樹	-	2	2	4	2.97	黃荊	1.59	3.57
土密樹	3	2	2	7	2.86	銀合歡	1.00	3.28
過山香	6	7	-	13	2.64	山素英	1.76	2.27
月橘	1	5	-	6	1.83	刺裸實	1.37	2.08
密花白飯樹	2	2	-	4	1.57	印度牛膝	0.80	1.79
白樹仔	1	3	-	4	1.56	土密樹	0.69	1.73
九芎	-	2	-	2	1.00	密花白飯樹	0.66	1.72
小刺山柑	1	1	-	2	0.99	武靴藤	0.15	1.47
臺灣海桐	-	1	-	1	0.50	雞屎藤	0.07	1.42
多花油柑	1	-	-	1	0.49	耳葉鴨跖草	0.04	1.41
小葉朴	1	-	-	1	0.49	合計	100.0	100.00
華茜草樹	1	-	-	1	0.49			
合計	229	376	54	659	100.00			

表 5.4.1-13 銀合歡林樣區多樣性指數

樣區	豐度 (S)	量度 (N)	Simpson (λ)	Shannon-Wiener (H)	Pielou's evenness (J)
AL1	19	659	0.49	1.26	0.43

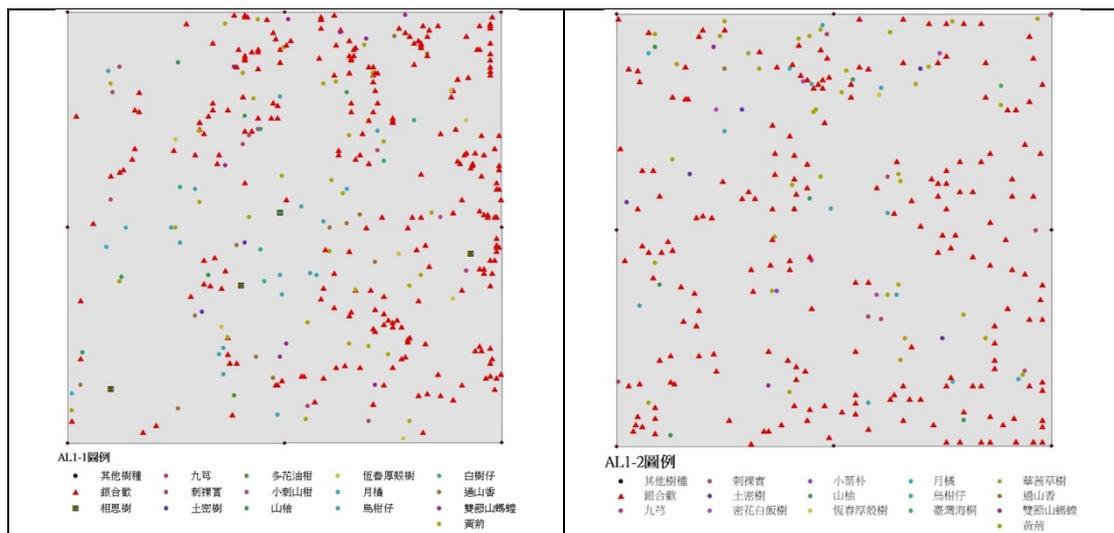


圖 5.4.1-10 銀合歡林樣區植物樣方樹木分布圖

(6) 植物樣區調查結果-近自然林

(a) AN1

AN1樣區共調查到27種146株樣木(表5.4.1-14)，本樣區IVI最高為紅柴(18.05)、其次為軟毛柿(17.36)、白榕(10.52)、山柚(10.45)，樣木以軟毛柿及紅柴數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-8，此樣區位於高位珊瑚礁地形，樹木分布主要為自生的原生樹種，可提供於高位珊瑚礁地形造林時樹種規劃參考；樣區內有調查到2株銀合歡成樹，地被層未發現銀合歡小苗，顯示銀合歡雖有偶發入侵但更新狀況不佳。

表 5.4.1-14 AN1 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
紅柴	2	10	19	31	18.05	紅柴	37.31	26.99
軟毛柿	4	14	15	33	17.36	長花九頭獅子草	34.51	25.59
白榕	-	1	4	5	10.52	耳葉菝葜	8.20	9.66
山柚	14	12	2	28	10.45	山柚	1.96	6.54
海南厚殼桂	4	3	3	10	8.08	刺裸實	5.95	5.75
土樟	-	-	1	1	4.70	海南厚殼桂	4.03	4.79
芒果	1	3	-	4	2.80	腺果藤	4.03	4.79
山黃梔	1	1	1	3	2.68	小梗木薑子	2.73	4.14
小梗木薑子	-	2	1	3	2.34	竹葉草	0.60	3.08
樹杞	-	2	2	4	2.04	雨傘仔	0.40	2.98
粗糠柴	-	1	1	2	1.97	山黃梔	0.14	2.85
黃荊	1	2	1	4	1.76	海金沙	0.14	2.85
華茜草樹	-	2	-	2	1.64	合計	100.0	100.00
銀合歡	1	1	-	2	1.63			
油桐	-	-	1	1	1.45			
大葉楠	-	-	1	1	1.35			
澀葉榕	-	-	1	1	1.33			
山菜豆	-	-	1	1	1.16			
相思樹	-	-	1	1	1.16			
蟲屎	-	-	1	1	1.15			
血桐	-	-	1	1	1.09			
稜果榕	2	-	-	2	1.04			
竹柏	-	-	1	1	1.01			
紫黃	-	1	-	1	0.82			
刺裸實	-	1	-	1	0.82			
月橘	1	-	-	1	0.81			
小刺山柑	1	-	-	1	0.80			
合計	32	56	58	146	100.00			

(b) AN2

AN2樣區共調查到48種406株樣木(表5.4.1-15)，本樣區IVI最高為九節木(14.76)、其次為樹杞(12.19)、軟毛柿(9.99)、珊瑚樹(5.45)、南海厚殼桂(4.95)、樟葉槭(4.85)，樣木以九節木及軟毛柿數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-11，此樣區環境濕度較高，林相生長茂密，樹木分布皆為自生的原生樹種，樹種組成可提供後續造林樹種規劃參考；樣區未發銀合歡成樹或小苗，顯示近自然林在林相茂密的狀態下銀合歡不易入侵生長。

表 5.4.1-15 AN2 森林樣區調查結果

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
九節木	73	70	1	144	14.76	萊氏線蕨	26.24	15.56
樹杞	4	12	21	37	12.19	沿階草	17.25	10.45
軟毛柿	11	36	10	57	8.99	裏白巴豆	11.06	9.19
珊瑚樹	2	2	8	12	5.45	細葉麥門冬	8.41	7.25
海南厚殼桂	3	2	8	13	4.95	九節木	4.73	6.02
樟葉槭	-	2	14	16	4.85	海金沙	3.65	4.87
九芎	-	1	9	10	3.89	淡竹葉	4.81	4.85
魯花樹	-	2	5	7	3.79	風藤	6.21	4.32
臺灣赤楠	-	2	7	9	3.61	海南厚殼桂	2.96	3.92
小葉木犀	4	5	2	11	2.91	長花九頭獅子草	2.95	3.30
杜英	-	2	2	4	2.74	南仁五月茶	1.27	3.07
稜果榕	4	2	5	11	2.64	翼核木	0.37	2.63
土樟	-	-	2	2	2.26	小葉複葉耳蕨	1.35	2.50
白雞油	1	-	3	4	2.19	南仁鐵色	1.04	2.35
細脈赤楠	2	2	3	7	2.12	柚葉藤	0.95	2.31
山柚	2	3	1	6	1.94	黃藤	2.15	2.29
臺灣石楠	1	2	1	4	1.65	細梗絡石	0.16	1.91
朴樹	-	1	2	3	1.57	軟毛柿	0.43	1.43
白榕	-	-	1	1	1.55	九頭獅子草	1.49	1.35
佐佐木氏灰木	1	1	1	3	1.28	樹杞	0.21	1.33
小梗木薑子	-	2	1	3	1.24	針刺草	0.03	1.24
山桔	1	3	-	4	0.95	小葉木犀	0.61	0.91
著生珊瑚樹	4	-	-	4	0.90	山月桃	0.41	0.81
山黃梔	1	2	-	3	0.86	相馬氏摺唇蘭	0.33	0.77
內冬子	-	2	-	2	0.77	毛脈三葉五加	0.30	0.76
瓊楠	1	1	-	2	0.75	多花滇南蛇藤	0.24	0.73
雨傘仔	1	1	-	2	0.51	突尖小毛蕨	0.14	0.68
米碎柃木	-	2	-	2	0.49	拎壁龍	0.12	0.67
柘樹	-	-	1	1	0.49	稜果榕	0.12	0.67
細葉饅頭果	1	1	-	2	0.47	柘樹	0.02	0.62
大葉楠	-	-	1	1	0.47	雙面刺	0.01	0.62
南仁鐵色	1	1	-	2	0.46	求米草	0.01	0.62
華茜草樹	2	-	-	2	0.46	合計	100.0	100.00

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
無患子	-	-	1	1	0.45			
咬人狗	-	-	1	1	0.45			
山埔姜	-	-	1	1	0.44			
血桐	-	1	-	1	0.42			
牛奶榕	-	1	-	1	0.38			
臺灣朴樹	-	1	-	1	0.37			
狗骨仔	-	1	-	1	0.37			
鐵冬青	-	1	-	1	0.37			
紫黃	1	-	-	1	0.37			
倒卵葉楠	1	-	-	1	0.37			
竹柏	1	-	-	1	0.37			
長葉木薑子	1	-	-	1	0.37			
薄葉玉心花	1	-	-	1	0.37			
水金京	1	-	-	1	0.37			
山刈葉	1	-	-	1	0.37			
合計	127	167	112	406	100.00			

(c) 近自然林樣區(AN)多樣性指數

2個近自然林樣區多樣性指數詳表5.4.1-16，樣區AN1位於高位珊瑚礁地形，土壤條件較差，豐度雖較低(27種)，但量度卻很高(659株)；樣區AN2土壤及水份環境條件較佳，林相發展良好，豐度較高(48種)且皆為原生種(參考表5.4.1-15)；兩樣區之豐度、量度、多樣性指數及均勻度指數皆高，表示近自然樣區物種多樣且植物個體平均分布於各物種，參考近自然林的樣態，後續生態造林樹種選擇建議應多樣且個體數不特別集中於少數物種。

表 5.4.1-16 近自然林樣區多樣性指數

樣區	豐度(S)	量度(N)	Simpson (λ)	Shannon-Wiener (H')	Pielou's evenness (J)
AN1	27	659	0.86	2.42	0.73
AN2	48	406	0.84	2.63	0.68

種轉為相思樹(25.76)、其次為烏柑仔(11.33)、黃荊(9.92)、九芎(7.59)，樣木以烏柑仔數量最多，銀合歡小樹有11株，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-9。此樣區樹木分布現況主要為原生樹種(相思樹、烏柑仔、黃荊、九芎)，新增2種新的樹種番石榴、菱葉捕魚木為新生小樹(DBH約1cm)。樣區地被層的銀合歡優勢度低，應為剛完成銀合歡清除作業。

銀合歡移除作業中後調查，共調查到23種219株樣木(表5.4.1-19)，優勢物種組成與作業中相似：相思樹(26.37)、其次為烏柑仔(11.25)、黃荊(9.50)、九芎(7.58)；銀合歡小樹有10株。

表 5.4.1-17 BS1 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	29	113	4	146	27.05	九頭獅子草	17.66	14.30
相思樹	-	3	20	23	19.30	扛香藤	13.61	9.93
烏柑仔	23	22	-	45	8.72	過山香	10.30	9.84
黃荊	3	19	5	27	7.56	銀合歡	8.80	7.53
九芎	2	7	4	13	6.20	小刺山柑	5.67	6.74
過山香	6	18	-	24	5.65	刺裸實	6.30	6.27
土密樹	11	8	-	19	5.06	鴨跖草	4.68	5.47
刺裸實	9	6	-	15	4.63	海金沙	4.28	5.26
白雞油	-	-	3	3	2.29	雞母珠	4.45	4.57
密花白飯樹	6	2	-	8	1.75	三角葉西番蓮	3.58	4.14
紅柴	2	1	-	3	1.74	細葉麥門冬	4.42	3.77
雙節山螞蝗	2	2	-	4	1.68	蘿芙木	3.38	3.25
多花油柑	4	-	-	4	1.67	馬纓丹	3.03	3.08
小刺山柑	3	1	-	4	1.66	土密樹	2.97	3.05
月橘	1	2	-	3	1.60	烏柑仔	1.79	2.46
小葉朴	-	2	-	2	0.68	盤龍木	1.68	2.40
粗糠柴	-	1	-	1	0.61	山素英	1.19	2.16
軟毛柿	-	1	-	1	0.55	弓果黍	0.62	1.09
山黃梔	-	1	-	1	0.54	香澤蘭	0.62	1.09
山柚	-	1	-	1	0.53	臺灣魔芋	0.54	1.05
魯花樹	1	-	-	1	0.52	雞屎藤	0.32	0.94
合計	102	210	36	348	100.00	隱鱗藤	0.05	0.81
						密花白飯樹	0.03	0.80
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-18 BS1 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	3	20	23	25.76	九頭獅子草	17.90	13.62
烏柑仔	23	23	-	46	11.33	山素英	15.94	11.30
黃荊	3	20	5	28	9.92	海金沙	11.00	8.83
九芎	2	7	4	13	7.59	扛香藤	8.26	8.13
過山香	7	18	-	25	7.50	小刺山柑	6.35	7.84
土密樹	12	9	-	21	6.21	過山香	6.24	7.12
刺裸實	10	6	-	16	5.40	銀合歡	3.25	5.62
銀合歡	10	1	-	11	4.40	竹仔菜	4.52	5.59
白雞油	2	-	3	5	3.89	盤龍木	6.69	5.35
小刺山柑	4	2	-	6	2.86	香澤蘭	6.81	4.74
密花白飯樹	8	2	-	10	2.83	刺裸實	2.56	3.94
多花油柑	5	-	-	5	2.30	弓果黍	3.09	3.54
紅柴	2	1	-	3	1.85	雞母珠	3.76	3.22
雙節山螞蝗	3	1	-	4	1.79	卵葉鱗球花	0.15	2.08
月橘	1	2	-	3	1.66	馬纓丹	2.23	1.78
小葉朴	-	2	-	2	0.78	烏柑仔	0.09	1.38
粗糠柴	-	1	-	1	0.66	三角葉西番蓮	0.06	1.36
軟毛柿	-	1	-	1	0.57	細葉麥門冬	0.43	0.88
山黃梔	-	1	-	1	0.56	多花油柑	0.26	0.80
山柚	-	1	-	1	0.55	土密樹	0.18	0.75
魯花樹	1	-	-	1	0.53	間型沿階草	0.11	0.72
番石榴	1	-	-	1	0.53	構樹	0.07	0.70
菱葉捕魚木	1	-	-	1	0.53	雞屎藤	0.05	0.69
合計	95	101	32	228	100	合計	100.0	100.00

表 5.4.1-19 BS1 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	3	20	23	26.37	槍刀菜	19.20	14.60
烏柑仔	20	24	-	44	11.25	竹葉草	20.80	13.73
黃荊	1	20	5	26	9.50	過山香	12.60	11.30
九芎	2	7	4	13	7.58	扛香藤	15.04	10.02
過山香	6	18	-	24	7.55	刺裸實	4.04	5.35
土密樹	12	7	-	19	6.03	銀合歡	2.35	5.34
刺裸實	7	8	-	15	5.47	小刺山柑	3.49	5.08
密花白飯樹	10	4	-	14	4.71	海金沙	3.48	5.08
銀合歡	10	-	-	10	4.30	六角英	4.00	4.50
白雞油	2	-	3	5	3.90	雞屎藤	2.31	4.49
小刺山柑	4	1	-	5	1.97	三角葉西番蓮	2.96	3.98
紅柴	2	-	1	3	1.89	弓果黍	3.56	3.44
雙節山螞蝗	1	3	-	4	1.86	小花蔓澤蘭	1.39	3.19
多花油柑	2	1	-	3	1.67	烏柑仔	1.14	2.24
月橘	1	1	-	2	1.13	盤龍木	0.96	2.15
小葉朴	-	2	-	2	0.79	香澤蘭	1.51	1.59
粗糠柴	-	1	-	1	0.69	腺果藤	0.54	1.11
軟毛柿	-	1	-	1	0.58	隱鱗藤	0.49	1.08
山黃梔	-	1	-	1	0.57	武靴藤	0.15	0.91
山柚	1	-	-	1	0.55	山素英	<0.01	0.84

魯花樹	1	-	-	1	0.54	合計	100.0	100.00
番石榴	1	-	-	1	0.54			
菱葉捕魚木	1	-	-	1	0.54			
合計	84	104	33	221	100.00			

(b)BS2

BS2樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到21種303株樣木(表5.4.1-20)，相思樹(16.60)、其次為黃荊(15.45)、銀合歡(13.42)、土密樹(8.70)，樣木以黃荊數量最多，銀合歡小樹有4株，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-13。可知此樣區樹木分布現況主要為銀合歡跟原生樹種(相思樹、黃荊、土密樹、過山香、山柚)。

銀合歡移除作業中調查，共調查到22種281株樣木(表5.4.1-21)，由於原先最優勢的銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為相思樹(18.55)、其次為黃荊(17.65)、土密樹(9.49)、過山香(7.58)，樣木以黃荊數量最多，銀合歡小樹有4株，新增1種福建茶為新生小樹(DBH約1cm)，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-12。樣區地被層的銀合歡優勢度低，應為剛完成銀合歡清除作業。

銀合歡移除作業後調查，共調查到23種270株樣木(表5.4.1-22)，優勢物種組成與作業中相似：相思樹(18.78)、其次為黃荊(17.46)、土密樹(8.59)、過山香(7.78)、小刺山柑(5.1)、山柚(5.51)；新增1種呂宋莢蒾及福建茶為新生小樹(DBH約1cm)；銀合歡小樹有2株。

表 5.4.1-20 BS2 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	12	18	30	16.60	扛香藤	25.27	15.13
黃荊	8	31	13	52	15.45	九頭獅子草	15.21	11.77
銀合歡	15	22	7	44	13.42	弓果黍	9.35	8.01
土密樹	15	18	1	34	8.70	求米草	10.70	7.02
過山香	16	21	-	37	7.09	海金沙	6.94	6.80
山柚	7	9	-	16	5.00	盤龍木	3.77	5.22
山黃梔	2	4	4	10	4.78	小刺山柑	5.33	5.16
刺裸實	7	11	-	18	4.40	過山香	2.05	4.36

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
小刺山柑	17	4	-	21	4.11	銀合歡	1.72	4.19
月橘	8	4	-	12	4.04	山素英	3.36	4.18
棟	-	-	1	1	3.47	香澤蘭	1.88	3.44
烏柑仔	3	8	-	11	2.57	烏柑仔	1.28	3.14
密花白飯樹	3	2	-	5	2.46	三角葉西番蓮	2.80	3.07
芒果	-	1	1	2	2.04	長穗玉鳳蘭	1.82	2.58
九芎	-	2	1	3	1.82	地毯草	1.72	2.53
血桐	-	1	1	2	1.03	月橘	1.42	2.38
蟲屎	-	1	-	1	0.69	刺竹	2.12	1.89
粗糠柴	-	1	-	1	0.60	隱鱗藤	0.06	1.70
克蘭樹	1	-	-	1	0.59	刺裸實	1.63	1.65
裏白巴豆	1	-	-	1	0.58	密花白飯樹	0.78	1.22
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.58	山柚	0.37	1.02
合計	104	152	47	303	100.00	長穗木	0.18	0.93
						龍眼	0.18	0.93
						千金藤	0.03	0.85
						雞屎藤	0.03	0.85
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-21 BS2 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	12	18	30	18.55	扛香藤	22.40	17.96
黃荊	10	33	13	56	17.65	長花九頭獅子 草	16.40	13.61
土密樹	16	18	1	35	9.49	海金沙	12.29	8.85
過山香	16	21	-	37	7.58	竹葉草	5.90	8.35
小刺山柑	22	4	-	26	5.48	過山香	7.47	7.79
山柚	8	9	-	17	5.41	小刺山柑	6.54	7.32
山黃梔	2	4	4	10	5.22	香澤蘭	5.23	5.32
月橘	10	4	-	14	5.00	山素英	1.18	4.64
刺裸實	8	11	-	19	4.83	密花白飯樹	6.19	4.45
棟	-	-	1	1	3.96	銀合歡	1.43	3.42
烏柑仔	5	8	-	13	3.00	福建茶	3.75	3.23
密花白飯樹	3	2	-	5	2.57	竹仔菜	3.71	3.21
芒果	-	1	1	2	2.23	月橘	2.07	2.39
九芎	-	2	1	3	1.96	土密樹	1.56	2.13
銀合歡	3	1	-	4	1.56	隱鱗藤	1.39	2.05
粗糠柴	-	2	-	2	1.26	長穗玉鳳蘭	1.25	1.98
血桐	-	1	1	2	1.12	卵葉鱗球花	0.83	1.77
蟲屎	-	1	-	1	0.73	野牽牛	0.41	1.56
克蘭樹	1	-	-	1	0.61	合計	100.0	100.00
裏白巴豆	1	-	-	1	0.60			
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.60			
福建茶	1	-	-	1	0.60			
合計	107	134	40	281	100.00			

表 5.4.1-22 BS2 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆 蓋度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	12	17	29	18.78	竹葉草	26.32	17.01
黃荊	4	37	11	52	17.46	盤龍木	20.21	15.88
土密樹	13	17	1	31	8.59	扛香藤	15.75	10.76
過山香	17	20	-	37	7.78	香澤蘭	8.96	8.32
小刺山柑	22	4	-	26	5.61	槍刀菜	9.22	7.50
山柚	8	9	-	17	5.51	過山香	1.55	4.62
山黃梔	2	4	4	10	5.31	小刺山柑	0.97	4.33
月橘	10	4	-	14	5.09	多花油柑	4.69	4.27
刺裸實	8	11	-	19	4.95	土密樹	4.05	3.95
棟	-	-	1	1	4.06	海金沙	2.08	3.92
烏柑仔	5	8	-	13	3.09	刺裸實	1.81	3.79
密花白飯樹	2	2	-	4	2.47	烏柑仔	1.37	3.57
芒果	-	1	1	2	2.30	山素英	0.62	3.19
九芎	-	2	1	3	2.02	弓果黍	1.57	2.71
粗糠柴	-	2	-	2	1.28	腺果藤	0.01	1.93
血桐	-	1	1	2	1.19	石果珍珠茅	0.77	1.34
蟲屎	-	1	-	1	0.75	月橘	0.05	0.99
銀合歡	2	-	-	2	0.73	三角葉西番蓮	<0.01	0.96
克蘭樹	1	-	-	1	0.62	銀合歡	<0.01	0.96
裏白巴豆	1	-	-	1	0.61	合計	100.0	100.00
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.60			
呂宋莢蒾	1	-	-	1	0.60			
福建茶	1	-	-	1	0.60			
合計	98	135	37	270	100.00			

(c) BS3

BS3樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到24種415株樣木(表5.4.1-23)，本樣區IVI最高為銀合歡(54.33)、其次為過山香(9.29)、黃荊(7.57)，其他樹種的IVI皆遠低於銀合歡，顯示銀合歡入侵情形嚴重，樣木分布位置如圖5.4.1-14。

銀合歡移除作業中調查，共調查到23種123株樣木(表5.4.1-24)，大量銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為過山香(24.19)14、其次為黃荊(17.83)、林投(11.61)，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有2株，樣區地被層的銀合歡優勢度低，應為剛完成銀合歡清除作業。

銀合歡移除作業後調查，共調查到23種95株樣木(表5.4.1-25)，樣區IVI值最優勢之物種仍為過山香(24.15)、其次為黃荊

(15.3)、林投(11.97)，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有2株。

表 5.4.1-23 BS3 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	4	259	29	292	54.33	香澤蘭	26.61	20.32
過山香	16	34	-	50	9.29	海金沙	14.08	13.18
黃荊	12	13	1	26	7.57	過山香	11.11	10.82
林投	-	2	4	6	3.73	腺果藤	15.94	10.60
粗糠柴	-	2	1	3	2.41	長穗木	6.81	9.54
月橘	-	3	-	3	2.25	雙花耳草	4.58	6.68
土密樹	-	3	-	3	2.25	玉葉金花	6.94	4.35
福建茶	2	1	-	3	2.15	老荊藤	5.28	3.52
十子木	1	5	-	6	1.88	豨薟	3.00	3.25
山柚	-	4	-	4	1.67	高雄卷柏	1.58	2.55
紅柴	1	2	-	3	1.55	雷公根	1.06	2.29
密花白飯樹	1	1	-	2	1.43	銀合歡	0.07	1.79
臺灣海桐	-	-	1	1	1.07	盤龍木	0.06	1.78
紅仔珠	1	1	-	2	0.88	福建茶	1.55	1.65
細葉饅頭果	1	1	-	2	0.85	武靴藤	0.90	1.33
軟毛柿	-	1	-	1	0.83	雞屎藤	0.18	0.97
山黃梔	-	1	-	1	0.82	馬纓丹	0.07	0.91
小梗木薑子	-	1	-	1	0.77	密花白飯樹	0.04	0.90
恆春厚殼樹	-	1	-	1	0.74	三角葉西番蓮	0.04	0.89
內冬子	-	1	-	1	0.72	蘆利草	0.04	0.89
土樟	-	1	-	1	0.72	月橘	0.03	0.89
小刺山柑	1	-	-	1	0.70	一枝香	0.03	0.89
番石榴	1	-	-	1	0.69	合計	100.0	100.00
刺裸實	1	-	-	1	0.69			
合計	42	337	36	415	100.00			

表 5.4.1-24 BS3 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
過山香	8	34	-	42	24.19	香澤蘭	56.06	36.19
黃荊	10	13	1	24	17.83	海金沙	11.52	12.90
林投	-	1	4	5	11.61	長穗木	11.68	11.96
粗糠柴	-	2	1	3	4.67	過山香	5.79	8.00
紅柴	1	3	-	4	4.02	高雄卷柏	5.23	6.70
月橘	-	3	-	3	3.99	銀合歡	1.81	4.99
十子木	-	5	-	5	3.76	竹葉草	2.37	4.25
密花白飯樹	1	2	-	3	3.76	盤龍木	1.59	3.85
山柚	-	4	-	4	3.23	淡竹葉	1.55	2.81
土密樹	-	2	-	2	2.74	福建茶	1.25	1.65
臺灣海桐	-	-	1	1	2.73	土密樹	0.45	1.24
福建茶	1	1	-	2	2.32	黃荊	0.23	1.14
紅仔珠	1	1	-	2	1.94	三葉崖爬藤	0.15	1.09
細葉饅頭果	-	2	-	2	1.75	絡石	0.15	1.09

山黃梔	-	1	-	1	1.62	雷公根	0.15	1.09
銀合歡	1	1	-	2	1.47	密花白飯樹	0.03	1.04
軟毛柿	-	1	-	1	1.46	合計	100.0	100.00
小梗木薑子	-	1	-	1	1.39			
內冬子	-	1	-	1	1.16			
恆春厚殼樹	-	1	-	1	1.15			
土樟	-	1	-	1	1.13			
小刺山柑	1	-	-	1	1.06			
刺裸實	1	-	-	1	1.03			
合計	25	80	7	112	100.00			

表 5.4.1-25 BS3 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
過山香	6	29	-	35	24.15	香澤蘭	78.60	49.30
黃荊	6	9	1	16	15.63	過山香	5.16	8.30
林投	-	2	3	5	11.97	海金沙	5.16	8.29
紅柴	1	3	-	4	4.28	長穗木	5.08	8.25
月橘	-	3	-	3	4.21	高雄卷柏	3.18	7.30
十子木	-	5	-	5	4.17	銀合歡	0.01	5.72
密花白飯樹	1	2	-	3	3.98	竹葉草	0.01	4.29
粗糠柴	-	1	1	2	3.76	福建茶	0.00	2.86
土密樹	-	2	-	2	2.98	淡竹葉	1.50	2.18
臺灣海桐	-	-	1	1	2.94	馬纓丹	1.30	2.08
山柚	-	3	-	3	2.94	山素英	<0.01	1.43
細葉饅頭果	-	2	-	2	2.58	合計	100.0	100.00
福建茶	1	1	-	2	2.42			
紅仔珠	1	1	-	2	2.09			
山黃梔	-	1	-	1	1.72			
銀合歡	1	1	-	2	1.58			
軟毛柿	-	1	-	1	1.57			
小梗木薑子	-	1	-	1	1.27			
內冬子	-	1	-	1	1.21			
恆春厚殼樹	-	1	-	1	1.21			
土樟	-	1	-	1	1.18			
小刺山柑	1	-	-	1	1.10			
刺裸實	1	-	-	1	1.07			
合計	19	70	6	95	100.00			

(d) BS4

BS4樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到17種470株樣木(表5.4.1-26)，本樣區IVI最高為銀合歡(52.27)、其次為黃荊(10.39)、過山香(9.40)，其他樹種的IVI皆遠低於銀合歡，顯示銀合歡入侵情形嚴重，樣木分布位置如圖5.4.1-15。

銀合歡移除作業中調查，共調查到16種113株樣木(表5.4.1-27)，大量銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為黃荊(28.37)、過山香(19.50)、其次為紅柴(7.30)，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有2株，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-15。樣區地被層的銀合歡優勢度低，應為剛完成銀合歡清除作業的緣故。

銀合歡移除作業後調查，共調查到16種96株樣木(表5.4.1-28)，樣區IVI值最優勢之物種仍為黃荊(27.30)、其次為過山香(20.04)、紅柴(7.02)，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有2株。樣區地被層的銀合歡優勢度偏低，但覆蓋度比作業中增加了5.4%。

表 5.4.1-26 BS4 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	10	316	23	349	52.27	海金沙	33.78	26.42
黃荊	6	16	9	31	10.39	香澤蘭	29.62	23.15
過山香	20	25	1	46	9.40	長穗木	6.19	10.24
小刺山柑	6	4	-	10	4.57	紅柴	12.50	8.63
紅柴	3	1	1	5	3.38	過山香	5.46	6.30
月橘	1	6	-	7	3.22	多花油柑	3.75	3.07
粗糠柴	-	3	3	6	2.99	輪葉孳生花	0.94	2.85
相思樹	-	-	1	1	2.40	銀合歡	0.94	2.85
山柚	-	3	-	3	2.23	高雄卷柏	0.94	2.85
刺裸實	1	2	-	3	2.19	小刺山柑	0.75	2.75
烏柑仔	1	1	-	2	1.45	山素英	2.84	2.61
華茜草樹	2	-	-	2	1.39	柳葉鱗球花	0.48	1.43
山黃梔	-	-	1	1	0.97	刺裸實	0.46	1.42
密花白飯樹	-	-	1	1	0.90	竹葉草	0.38	1.38
細葉饅頭果	-	1	-	1	0.77	雷公根	0.38	1.38
白雞油	-	1	-	1	0.77	華九頭獅子草	0.28	1.33
小芽新木薑子	-	1	-	1	0.71	藍豬耳	0.28	1.33
合計	50	380	40	470	100.00	合計	100.0	100.00

表 5.4.1-27 BS4 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
黃荊	6	12	9	27	28.37	腺果藤	27.95	16.80
過山香	6	25	1	32	19.50	海金沙	19.73	16.47
紅柴	-	3	1	4	7.73	香澤蘭	13.25	13.23
小刺山柑	2	4	-	6	6.32	銀合歡	7.53	10.37
月橘	-	7	-	7	6.14	小刺山柑	9.61	7.63
粗糠柴	-	2	3	5	5.91	紅柴	7.85	6.76
相思樹	-	-	1	1	5.75	過山香	2.15	5.79
腺果藤	1	1	1	3	4.06	長穗木	2.90	4.28
山柚	-	3	-	3	3.08	高雄卷柏	3.32	3.55
刺裸實	-	2	-	2	2.52	淡竹葉	1.24	2.51
銀合歡	-	2	-	2	2.45	老荊藤	0.30	2.04
烏柑仔	-	2	-	2	2.41	柳葉鱗球花	0.20	1.99
山黃梔	-	-	1	1	1.86	Unknown SP3	0.19	1.98
細葉饅頭果	-	1	-	1	1.40	竹葉草	1.53	1.71
白雞油	-	1	-	1	1.33	刺裸實	1.24	1.56
小芽新木薑子	-	1	-	1	1.17	輪葉孳生花	0.77	1.33
合計	15	66	17	98	100.00	粗糠柴	0.18	1.03
						含羞草	0.08	0.98
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-28 BS4 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
黃荊	7	12	9	28	27.30	香澤蘭	24.65	21.79
過山香	4	26	1	31	20.04	海金沙	17.17	15.34
紅柴	-	2	1	3	7.02	過山香	14.39	15.30
相思樹	-	-	1	1	6.35	銀合歡	12.93	14.58
粗糠柴	-	2	3	5	6.33	紅柴	15.39	10.40
月橘	-	7	-	7	6.33	小刺山柑	8.45	6.93
小刺山柑	1	4	-	5	5.42	長穗木	4.17	4.79
腺果藤	1	1	1	3	4.25	淡竹葉	0.31	2.86
山柚	-	3	-	3	3.22	武靴藤	2.50	2.60
刺裸實	-	2	-	2	2.61	腺果藤	0.01	1.36
銀合歡	-	2	-	2	2.56	藍豬耳	0.01	1.36
烏柑仔	-	2	-	2	2.52	柳葉鱗球花	<0.01	1.35
山黃梔	-	-	1	1	1.98	蟲屎	<0.01	1.35
細葉饅頭果	-	1	-	1	1.46	合計	100.0	100.00
白雞油	-	1	-	1	1.40			
小芽新木薑子	-	1	-	1	1.22			
合計	13	66	17	96	100.00			

(e) 一次性剷除樣區(BS)多樣性指數

一次性剷除樣區(BS1~BS4)作業前、中、後的多樣性指數如表5.4.1-27，由表可知各樣區在作業前、中、後的豐度變化不大，而量度有明顯下降，主要為本類樣區僅針對銀合歡植株進行清除，其餘樹種皆予以保留。

BS1~BS2樣區之多樣性指數與均勻度指數於作業前中後變化不大，參照樣區BS1及BS2作業前的銀合歡IVI分別為27.05及13.42(表5.4.1-17、表5.4.1-20)，銀合歡非絕對優勢，因此BS1及BS2樣區清除銀合歡後多樣性指數有些為增加，但差異不大；而作業後調查之多樣性與作業中調查結果相似，顯示銀合歡清除後尚未回復。

BS3~BS4樣區之多樣性指數與均勻度指數於作業前為各BS樣區中最低，表示作業前植物個體集中於少數物種(銀合歡)；檢視BS3、BS4樣區的作業前調查資料，銀合歡為絕對優勢($IVI > 50$)，因此BS3及BS4樣區清除銀合歡後多樣性指數有明顯提升；而作業後調查之多樣性與作業中調查結果相似，顯示銀合歡清除後未回復。

此外，本計畫進行BS3及BS4樣區之作業後調查時，發現造林廠商為了清運移除的銀合歡，而闢建作業車道穿越調查樣區，導致本計畫樣區有部分原生植株受到清除，導致BS3及BS4樣區作業後調查資料的物種及植株數量會因人為因素大幅減少，並且作業車道產生的裸露地狀態可能會助長銀合歡再次生長入侵，為後續需關注處理的課題。

表 5.4.1-29 一次性剷除樣區多樣性指數

樣區	豐度 (S)	量度 (N)	Simpson (λ)	Shannon-Wiener (H')	Pielou's evenness (J)
BS1(作業前)	21	348	0.78	2.09	0.69
BS1(作業中)	21	204	0.89	2.49	0.82
BS1(作業後)	23	221	0.90	2.55	0.81
BS2(作業前)	21	303	0.90	2.48	0.81
BS2(作業中)	21	261	0.89	2.44	0.80
BS2(作業後)	23	280	0.89	2.50	0.80
BS3(作業前)	24	415	0.49	1.24	0.39
BS3(作業中)	23	123	0.79	2.18	0.70
BS3(作業後)	23	95	0.82	2.36	0.75
BS4(作業前)	17	470	0.43	1.07	0.38
BS4(作業中)	16	113	0.78	1.96	0.71
BS4(作業後)	16	96	0.80	2.03	0.73

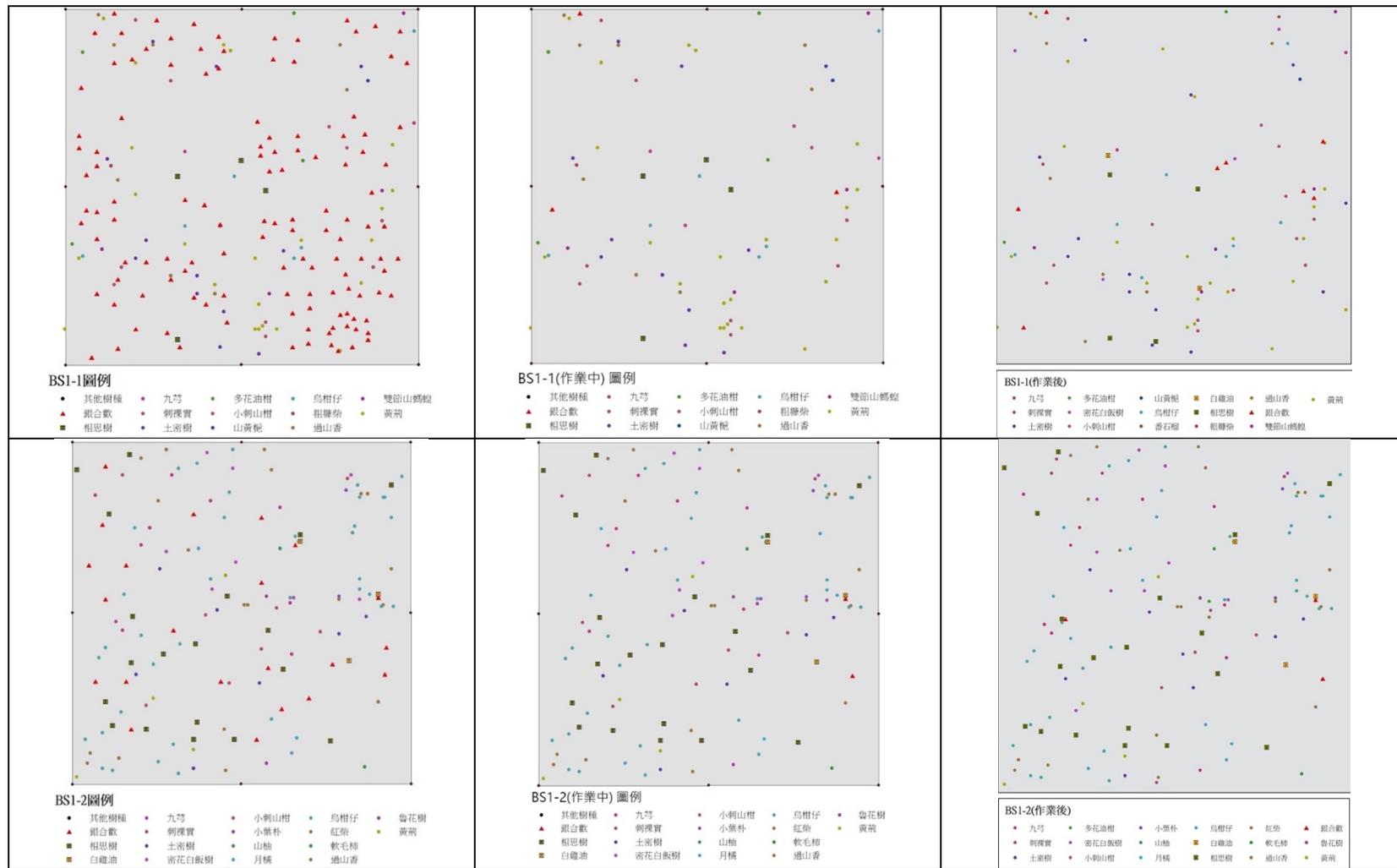


圖 5.4.1-12 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS1)

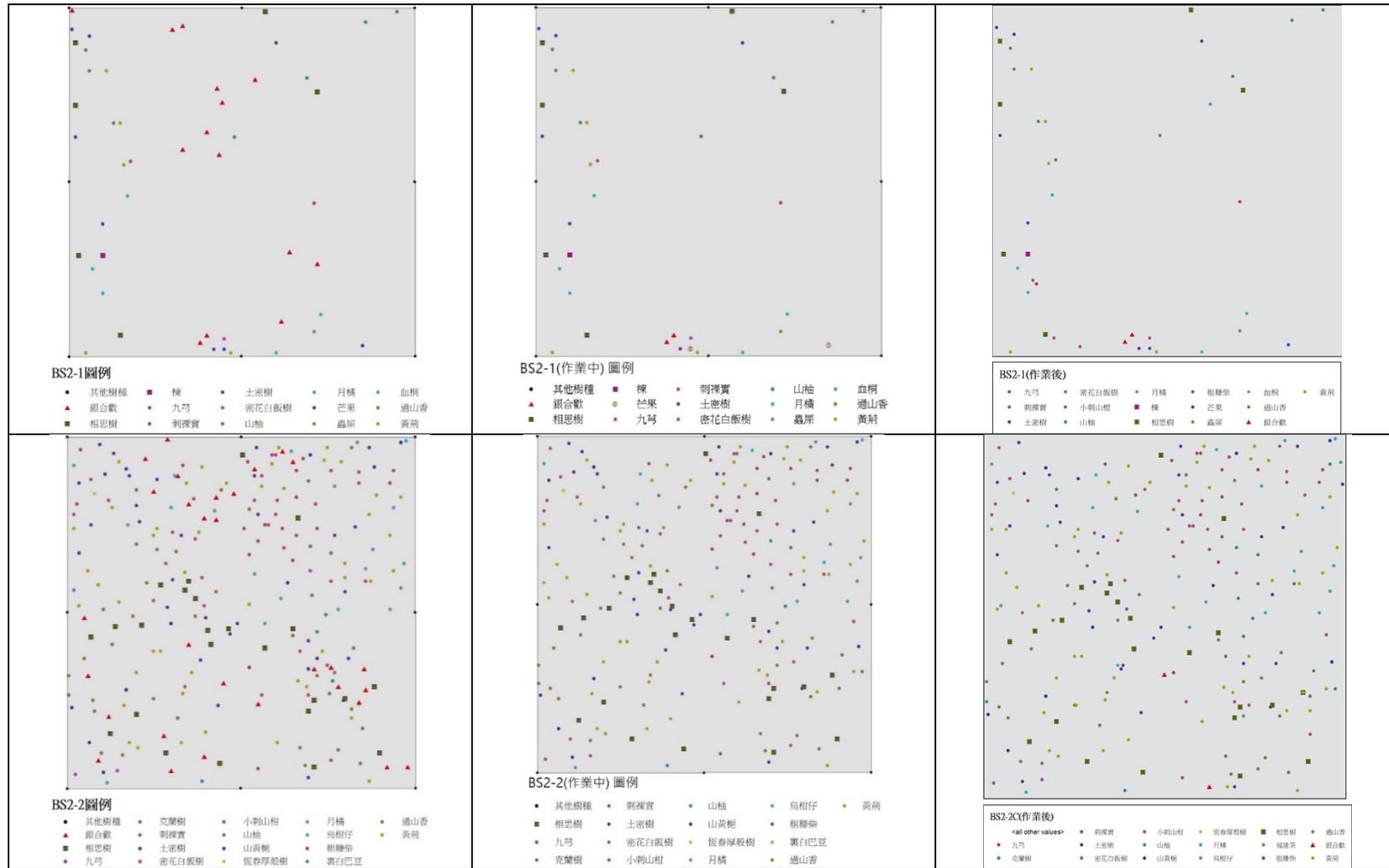


圖 5.4.1-13 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS2)

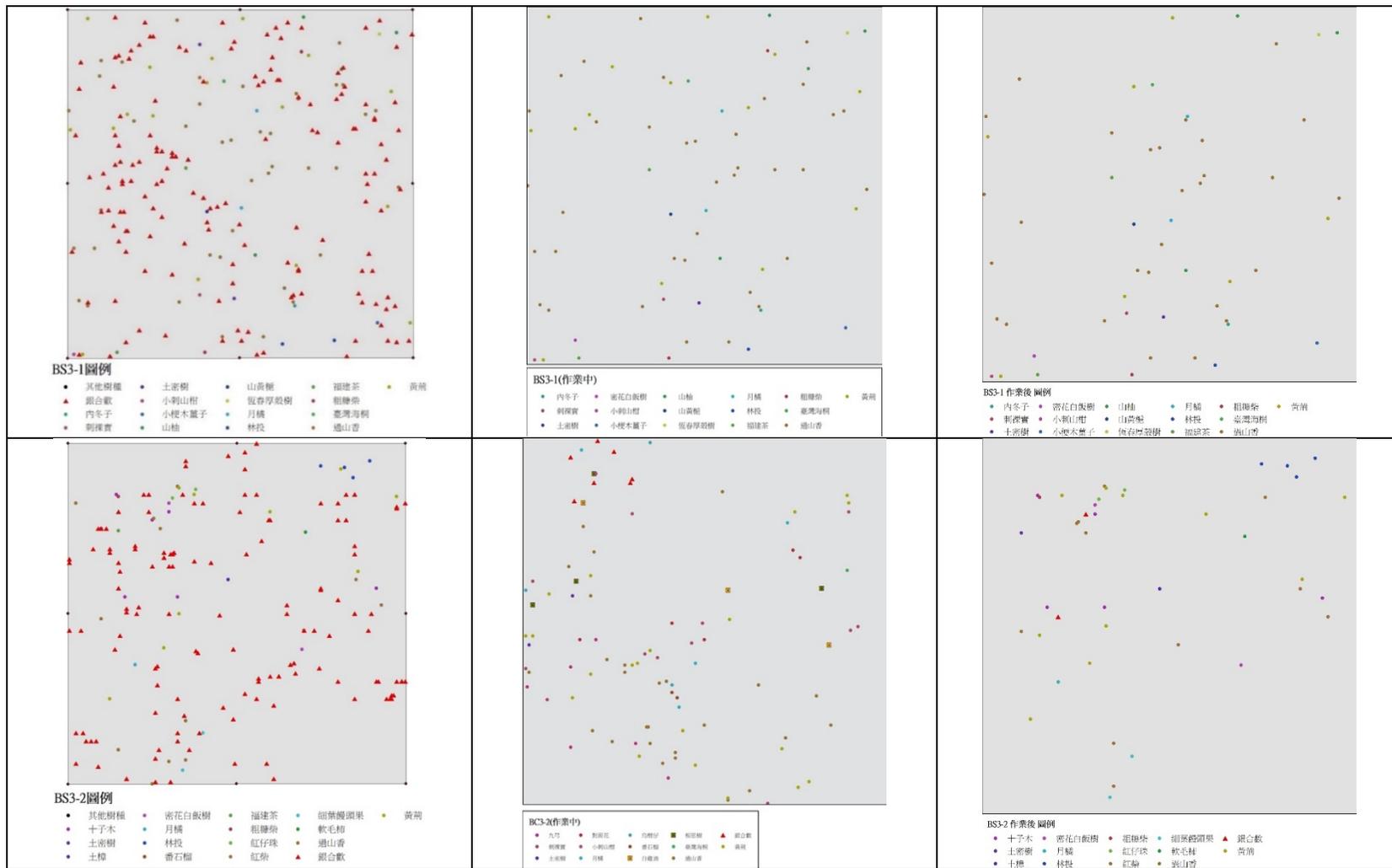


圖 5.4.1-14 一次性剷除樣區植物樣方樹木分布圖 (BS3)

(8) 植物樣區調查結果-全面整地造林

111年全面整地造林示範區 (BC1、BC2、BC3) 約為111年7月底完成銀合歡清除並進行造林，栽植之苗木有14~18種，本計畫樣區內調查到的苗木整理如表5.4.1-30。112年之全面整地造林示範區(BC4及BC5)預計112年5月進行清除作業。

表 5.4.1-30 111 年全面整地造林示範區栽植苗木

全面整地造林區	樹種	樣區紀錄
白沙彌溪造林區	黃槿、海欖果、水黃皮、大葉欖仁、大葉山欖、繖楊、欖仁舅、黃心柿、台灣樹蘭(紅柴)、棋盤腳、恆春山枇杷、克蘭樹、苦楝、相思樹	BC3：海欖果、水黃皮、苦楝、相思樹
港口村造林區	黃槿、欖仁、烏柏、相思樹、瓊崖海棠、黃心柿、台灣樹蘭(紅柴)、苦楝、毛柿、大葉山欖、海欖果、克蘭樹、繖楊、恆春山枇杷、欖仁舅、銀葉樹、蘭嶼蘋婆、港口木荷	BC1：相思樹、紅柴、苦楝、海欖果 BC2：烏柏、相思樹、海欖果、繖楊

(a) BC1

BC1樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到15種樹木275株樣木(表5.4.1-31)，本樣區IVI最高為銀合歡(53.77)，其次為月橘(8.84)、刺裸實(6.70)、林投(6.20)，其他樹種的IVI皆遠低於銀合歡，顯示銀合歡入侵情形嚴重，樣木分布位置如圖5.4.1-16。林下地被銀合歡小苗優勢度不高，IVI僅4.04。

銀合歡移除作業中調查，共調查到4種7株樣木(表5.4.1-32)，大量銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為木麻黃(42.49)，其次為月橘(27.13)，樣木以木麻黃數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-16。然樣區地被層的銀合歡優勢度由作業前的4.04增加為26.92，應為剛完成清除作業後銀合歡小苗大量萌發，而原地被受清除作業擾動尚未復原。

銀合歡移除作業後調查，共調查到4種7株樣木(表5.4.1-

33)，與作業中調查結果相似，樣區IVI值最優勢之物種仍為木麻黃(42.59)，其次為月橘(27.02)，樣區地被層的銀合歡優勢度下降，以香澤蘭為最優勢。樣區內新植之造林苗木有相思樹、紅柴、苦楝、海欖果(表5.4.1-30)，因尚未達可記錄的胸徑標準，僅記錄物種及分布位置(圖5.4.1-16)。

表 5.4.1-31 BC1 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	-	178	27	205	53.77	盤龍木	22.67	14.22
月橘	2	20	1	23	8.84	香澤蘭	11.78	13.58
刺裸實	2	7	1	10	6.70	香附子	16.57	12.13
林投	-	2	5	7	6.20	雙花耳草	7.31	10.38
黃荊	2	8	1	11	5.88	海金沙	9.10	10.32
相思樹	-	-	2	2	3.74	弓果黍	8.06	8.84
紅柴	1	-	2	3	3.04	紅柴	7.07	7.38
白雞油	-	3	-	3	2.24	馬蹄金	10.35	7.10
木麻黃	-	-	1	1	1.86	扛香藤	5.90	4.87
過山香	1	4	-	5	1.82	銀合歡	0.38	4.04
九芎	-	-	1	1	1.46	霍香薊	0.22	2.99
水團花	-	-	1	1	1.43	月橘	0.20	1.06
小刺山柑	1	-	-	1	1.01	一枝香	0.15	1.04
福建茶	1	-	-	1	1.01	柘樹	0.15	1.04
土密樹	1	-	-	1	1.01	過山香	0.11	1.02
合計	11	222	42	275	100.00	合計	100.0	100.00

表 5.4.1-32 BC1 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
木麻黃	-	-	2	2	42.49	銀合歡	28.84	26.92
月橘	1	2	-	3	27.13	海金沙	21.95	20.98
相思樹	-	-	1	1	16.33	香澤蘭	8.93	11.96
九芎	-	-	1	1	14.05	馬蹄金	13.89	9.44
合計	1	2	4	7	100.00	紅柴	7.94	8.97
						黃荊	10.29	7.64
						刺裸實	4.52	4.76
						過山香	2.06	3.53
						竹葉草	1.51	3.25
						福建茶	0.08	2.54
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-33 BC1 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
木麻黃	-	-	2	2	42.59	香澤蘭	13.93	14.41
月橘	1	2	-	3	27.02	銀合歡	7.22	9.99
相思樹	-	-	1	1	16.57	相思樹	12.47	9.42
九芎	-	-	1	1	13.82	黃荊	13.98	9.12
合計	1	2	4	7	100.00	海金沙	8.48	8.50
						長穗木	4.19	7.41
						馬蹄金	9.62	6.94
						香附子	7.20	5.73
						盤龍木	6.69	5.47
						林投	4.17	3.15
						田菁	4.17	3.15
						紅柴	1.56	2.91
						刺裸實	3.57	2.85
						含羞草	0.01	2.13
						馬纓丹	1.79	1.96
						竹葉草	0.96	1.54
						賽葵	<0.01	1.06
						繖花龍吐珠	<0.01	1.06
						短葉水蜈蚣	<0.01	1.06
						月橘	<0.01	1.06
						酢醬草	<0.01	1.06
						合計	100.0	100.00

(b) BC2

BC2樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到12種樹木278株樣木(表5.4.1-34)，本樣區IVI最高為銀合歡(40.30)，顯示銀合歡入侵情形嚴重；其次為月橘(14.7)、黃荊(12.91)、相思樹(11.11)等。原生樹種(月橘、黃荊、刺裸實)和原造林樹種(相思樹)混生樣木分布位置如圖5.4.1-14。林下地被銀合歡小苗優勢度不高，IVI僅3.17。

銀合歡移除作業中調查，共調查到7種17株樣木(表5.4.1-35)，大量銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為相思樹(39.23)，其次為月橘(24.93)、棟(10.98)、黃荊(10.00)，樣木以相思樹數量最多，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-17。然樣區地被層的銀合歡優勢度由作業前的3.17增加為34.02，應為剛完成清除作業後銀合歡小苗大量萌發，而原地被受清除作業擾動尚未復原。

銀合歡移除作業後調查，共調查到7種16株樣木(表5.4.1-

36)，樣區IVI值最優勢之物種仍為相思樹(39.73)，其次為月橘(24.43)、棟(10.61)、黃荊(10.13)，樣區地被層的銀合歡優勢度下降，以霍香薊最為優勢。樣區內新植之造林苗木有烏柏、相思樹、海欖果、繖楊(表5.4.1-30)，因尚未達可記錄的胸徑標準，僅記錄物種及分布位置(圖5.4.1-17)。

表 5.4.1-34 BC2 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	1	146	20	167	40.30	霍香薊	24.94	18.35
月橘	2	28	11	41	14.67	一枝香	18.63	16.67
黃荊	1	19	10	30	12.91	小刺山柑	17.95	11.92
相思樹	1	1	9	11	11.11	刺裸實	10.56	11.16
刺裸實	1	8	1	10	6.59	月橘	7.00	7.91
白雞油	-	6	1	7	3.56	海金沙	4.45	6.64
過山香	-	4	-	4	3.31	香澤蘭	5.00	5.44
土密樹	-	1	1	2	1.86	過山香	5.68	4.31
棟	-	-	1	1	1.68	竹葉草	2.00	3.94
丸芎	-	-	2	2	1.26	柳葉鱗球花	1.79	3.84
恆春厚殼樹	-	-	1	1	1.05	紅柴	1.28	3.58
山柚	-	1	-	1	0.86	銀合歡	0.46	3.17
小刺山柑	-	1	-	1	0.84	香附子	0.15	1.55
合計	6	215	57	278	100.00	雙花耳草	0.11	1.53
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-35 BC2 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	-	5	5	39.23	銀合歡	39.48	34.02
月橘	-	5	1	6	24.93	賽葵	8.92	11.60
棟	-	-	1	1	10.98	刺裸實	11.63	9.39
黃荊	-	1	1	2	10.00	相思樹	2.19	8.24
土密樹	-	-	1	1	5.78	霍香薊	3.98	7.35
山柚	-	1	-	1	4.73	美洲闊苞菊	10.42	6.99
刺裸實	-	1	-	1	4.33	棟	6.25	4.91
合計	-	8	9	17	100.00	小刺山柑	5.68	4.63
						大飛揚草	4.17	3.87
						野牽牛	4.17	3.87
						海金沙	2.84	3.21
						過山香	0.28	1.93
						合計	100.0	100.00

表 5.4.1-36 BC2 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
相思樹	-	-	5	5	39.73	藿香薊	38.85	25.88
月橘	-	2	3	5	24.43	銀合歡	12.52	15.94
棟	-	-	1	1	10.61	棟	10.42	10.05
黃荊	-	1	1	2	10.13	大飛揚草	12.44	7.83
土密樹	-	-	1	1	5.79	一枝香	4.19	6.93
山柚	-	1	-	1	4.82	含羞草	4.18	5.32
刺裸實	-	1	-	1	4.49	過山香	4.17	5.31
合計	-	5	11	16	100.00	馬蹄金	6.25	4.74
						香附子	4.17	3.70
						繩黃麻	0.02	3.24
						相思樹	0.01	3.23
						刺裸實	2.78	3.00
						野棉花	0.01	1.62
						黃荊	0.01	1.62
						海金沙	<0.01	1.61
						合計	100.0	100.00

(c) BC3

BC3樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到21種樹木480株樣木(表5.4.1-37)，本樣區IVI最高為銀合歡(45.80)、其次為黃荊(8.75)、過山香(8.14)、刺裸實(6.83)等原生樹種等，原生樹種(月橘、黃荊、刺裸實)和原造林樹種(相思樹)混生，樣木分布位置如圖5.4.1-15。林下地被銀合歡小苗優勢度不高，IVI僅6.35。

銀合歡移除作業中調查，共調查到21種160株樣木(表5.4.1-38)，大量銀合歡已被清除，樣區IVI值最優勢之物種轉為黃荊(16.81)、過山香(16.11)、刺裸實(12.13)等，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有9株，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-18。樣區地被層無銀合歡，應為剛完成銀合歡清除作業，銀合歡小苗尚未萌發。

銀合歡移除作業後調查，共調查到21種148株樣木(表5.4.1-39)，樣區IVI值最優勢之物種仍為過山香(16.51)，其次為黃荊(16.29)、刺裸實(13.15)等，樣木以過山香數量最多，銀合歡小樹有2株，樣區樣木分布位置如圖5.4.1-18。樣區地被層以銀合歡最為優勢，IVI由0增加至27.35，應為清除作業後銀合歡小苗大量萌發，地被次優勢物種為香澤蘭。樣區內新植之造林苗木有海欖果、水黃皮、苦楝、相思樹(表5.4.1-30)，因尚未達可記

錄的胸徑標準，僅記錄物種及分布位置(圖5.4.1-18)。

表 5.4.1-37 BC3 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	11	287	14	312	45.80	香澤蘭	21.46	19.06
黃荊	5	15	9	29	8.75	對面花	14.21	11.87
過山香	14	31	-	45	8.14	海金沙	10.83	11.37
刺裸實	8	20	2	30	6.83	刺裸實	15.60	10.18
相思樹	-	2	5	7	4.49	一枝香	6.39	7.96
月橘	1	6	3	10	4.18	高雄卷柏	10.14	7.45
白雞油	-	3	2	5	3.58	柳葉鱗球花	4.50	7.01
九芎	-	9	-	9	3.24	銀合歡	0.80	6.35
福建茶	3	5	-	8	2.65	小刺山柑	4.03	3.21
對面花	1	3	1	5	2.14	過山香	3.42	2.90
土密樹	-	4	-	4	1.96	福建茶	3.07	2.72
番石榴	1	2	-	3	1.20	長穗木	0.15	2.46
烏柑仔	2	1	-	3	1.16	腺果藤	1.76	2.07
華茜草樹	-	2	-	2	1.16	烏柑仔	1.74	2.06
小刺山柑	2	-	-	2	1.08	霍香薊	1.71	2.05
臺灣海桐	-	-	1	1	0.76	香附子	0.17	1.28
小葉朴	-	1	-	1	0.67	合計	100.0	100.00
克蘭樹	-	1	-	1	0.57			
密花白飯樹	-	1	-	1	0.56			
龍眼	-	1	-	1	0.55			
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.54			
合計	49	394	37	480	100.00			

表 5.4.1-38 BC3 森林樣區調查結果(作業中)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
黃荊	4	13	9	26	16.81	香澤蘭	60.00	46.67
過山香	13	29	-	42	16.11	山素英	10.00	13.33
刺裸實	8	14	2	24	12.13	海金沙	10.00	13.33
相思樹	-	2	5	7	9.22	烏柑仔	10.00	13.33
月橘	1	5	3	9	7.34	長穗木	10.00	13.33
白雞油	-	2	2	4	6.50	合計	100.0	100.00
九芎	-	8	-	8	4.86			
福建茶	3	5	-	8	4.37			
銀合歡	-	9	-	9	4.17			
對面花	1	3	1	5	3.66			
土密樹	-	3	-	3	2.84			
番石榴	1	2	-	3	1.82			
華茜草樹	-	2	-	2	1.69			
小刺山柑	2	-	-	2	1.48			
烏柑仔	2	-	-	2	1.47			
臺灣海桐	-	-	1	1	1.32			
小葉朴	-	1	-	1	1.07			
克蘭樹	-	1	-	1	0.81			
密花白飯樹	-	1	-	1	0.80			
龍眼	-	1	-	1	0.77			
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.74			
合計	36	101	23	160	100.00			

表 5.4.1-39 BC3 森林樣區調查結果(作業後)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
過山香	14	26	-	40	16.51	銀合歡	29.70	27.35
黃荊	3	13	7	23	16.29	香澤蘭	32.79	24.73
刺裸實	9	14	2	25	13.15	長穗木	12.51	14.59
相思樹	-	2	5	7	9.93	過山香	9.35	8.84
月橘	1	6	2	9	7.45	海金沙	6.25	5.21
白雞油	-	2	2	4	6.94	含羞草	3.13	3.65
福建茶	3	5	-	8	4.62	林投	3.13	3.65
九芎	-	7	-	7	4.19	臺灣欒樹	3.13	3.65
對面花	1	3	1	5	3.88	小刺山柑	0.01	2.09
土密樹	-	3	-	3	2.99	烏柑仔	0.01	2.09
番石榴	1	2	-	3	1.91	福建茶	<0.01	2.08
華茜草樹	-	2	-	2	1.78	美人樹	<0.01	2.08
小刺山柑	2	-	-	2	1.55	合計	100.0	100.00
烏柑仔	2	-	-	2	1.54			
銀合歡	-	2	-	2	1.46			
臺灣海桐	-	-	1	1	1.39			
小葉朴	-	1	-	1	1.13			
克蘭樹	-	1	-	1	0.86			
密花白飯樹	-	1	-	1	0.84			
龍眼	-	1	-	1	0.81			
恆春厚殼樹	1	-	-	1	0.77			
合計	37	91	20	148	100.00			

(d) BC4

BC4樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到29種331株樣木(表5.4.1-40)，本樣區IVI最高為銀合歡(33.36)、其次為克蘭樹(10.00)、黃荊(8.95)、相思樹(8.58)，其他樹種的IVI皆遠低於銀合歡，顯示銀合歡入侵情形嚴重，樣木分布位置如圖5.4.1-19。林下地被銀合歡小苗優勢度低，IVI僅1.72。

表 5.4.1-40 BC4 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	79	106	11	196	33.36	槍刀菜	48.57	36.35
克蘭樹	10	7	10	27	10.00	香澤蘭	3.65	12.17
黃荊	5	18	5	28	8.95	刺裸實	16.46	11.68
相思樹	-	-	4	4	8.58	弓果黍	14.28	8.86
九芎	-	1	5	6	5.29	海金沙	9.52	8.21
山柚	4	6	-	10	4.44	柳葉鱗球花	4.66	7.50
鳳凰木	1	-	1	2	4.31	武靴藤	2.86	4.88
密花白飯樹	1	7	-	8	2.60	密花白飯樹	<0.01	1.73
刺杜密	6	4	-	10	2.56	三角葉西番蓮	<0.01	1.72
小刺山柑	3	2	-	5	2.42	小刺山柑	<0.01	1.72
臺灣海桐	3	1	-	4	2.24	山素英	<0.01	1.72
腺果藤	1	3	-	4	1.93	土密樹	<0.01	1.72
刺裸實	2	2	-	4	1.92	銀合歡	<0.01	1.72
過山香	3	-	-	3	1.65	合計	100.0	100.00
恆春厚殼樹	-	2	-	2	1.21			
土密樹	2	1	-	3	0.80			
雙節山螞蝗	-	2	-	2	0.80			
蟲屎	-	2	-	2	0.71			
山黃梔	-	1	-	1	0.62			
小梗木薑子	-	1	-	1	0.58			
月橘	-	1	-	1	0.57			
白樹仔	-	1	-	1	0.57			
構樹	1	-	-	1	0.56			
小葉朴	1	-	-	1	0.56			
龍眼	1	-	-	1	0.56			
烏柑仔	1	-	-	1	0.55			
欖仁	1	-	-	1	0.55			
紅柴	1	-	-	1	0.55			
雨傘仔	1	-	-	1	0.55			
合計	127	168	36	331	100.00			

(e) BC5

BC5樣區銀合歡移除作業前調查，共調查到18種324株樣木(表5.4.1-41)，本樣區IVI最高為銀合歡(44.53)、其次為相思樹(9.93)，其他樹種的IVI皆遠低於銀合歡，顯示銀合歡入侵情形嚴重，樣木分布位置如圖5.4.1-19。林下地被銀合歡小苗優勢度低，IVI僅3.49。

表 5.4.1-41 BC5 森林樣區調查結果(作業前)

上木層	胸徑級			數量 (株)	上木 IVI(%)	地被層	相對覆蓋 度(%)	地被 IVI(%)
	1-3(cm)	3-10(cm)	>10(cm)					
銀合歡	13	130	35	178	44.53	弓果黍	22.49	14.47
相思樹	2	1	10	13	9.93	槍刀菜	21.95	14.20
刺裸實	9	17	-	26	7.62	刺裸實	17.54	13.61
黃荊	6	18	-	24	6.86	福建茶	11.57	8.20
過山香	12	19	-	31	6.45	山素英	0.59	5.94
福建茶	6	5	-	11	4.75	柳葉鱗球花	5.00	5.73
月橘	1	10	2	13	4.62	武靴藤	3.09	4.77
恆春厚殼樹	2	5	-	7	2.65	長穗木	3.05	4.75
小刺山柑	-	3	-	3	2.08	馬纓丹	1.16	3.81
烏柑仔	3	-	-	3	2.03	銀合歡	0.53	3.49
山黃梔	-	2	-	2	1.45	三角葉西番蓮	2.03	3.43
小葉朴	1	1	-	2	1.39	過山香	1.77	3.31
番石榴	1	1	-	2	1.37	小刺山柑	3.68	2.64
土密樹	1	3	-	4	1.19	月橘	0.93	2.08
羊蹄甲	-	-	1	1	0.91	海金沙	0.63	1.93
密花白飯樹	1	1	-	2	0.81	賽山藍	0.26	1.74
山柚	1	-	-	1	0.68	牛膝	1.26	1.44
龍眼	1	-	-	1	0.68	黃荊	1.26	1.44
合計	60	216	48	324	100.00	盤龍木	1.06	1.34
						香澤蘭	0.14	0.88
						細葉麥門冬	<0.01	0.81
						合計	100.0	100.00

(f)全面整地造林樣區(BC)多樣性指數

全面整地造林樣區的銀合歡清除作業前、中、後的多樣性指數如表5.4.1-42，其中BC4~BC5樣區無作業中後之調查資料，不列入作業前後變化比較討論。

BC1~BC3樣區之多樣性指數與均勻度指數在作業前皆偏低，表示植物個體集中於少數物種(銀合歡)，作業後因清除大量銀合歡，多樣性指數與均勻度指數皆有增加。然因採全面整地，BC1及BC2樣區的豐度及量度在作業中較作業前減少許多，主要為全面整地清除大部分的樹木，僅少數較大的原生樹有被保留；而BC3樣區則因造林廠商在清除作業過程仍保留許多非銀合歡的原生樹木(圖5.4.1-18)，因此作業前、中、後豐度差異不大，僅量度減少許多(主要為銀合歡植株)，預期這些保留的原生樹種未來可提供樣區內自生苗木種源。

表 5.4.1-42 全面整地造林樣區多樣性指數

樣區	豐度 (S)	量度 (N)	Simpson (λ)	Shannon-Wiener (H')	Pielou's evenness (J)
BC1(作業前)	15	275	0.43	1.10	0.41
BC1(作業中)	4	7	0.69	1.28	0.92
BC1(作業後)	4	7	0.69	1.28	0.92
BC2(作業前)	12	303	0.60	1.36	0.55
BC2(作業中)	7	17	0.76	1.65	0.85
BC2(作業後)	7	16	0.77	1.68	0.86
BC3(作業前)	21	480	0.56	1.45	0.48
BC3(作業中)	21	160	0.87	2.40	0.79
BC3(作業後)	21	148	0.86	2.37	0.78
BC4(作業前)	29	331	0.63	1.78	0.53
BC5(作業前)	18	324	0.67	1.72	0.60

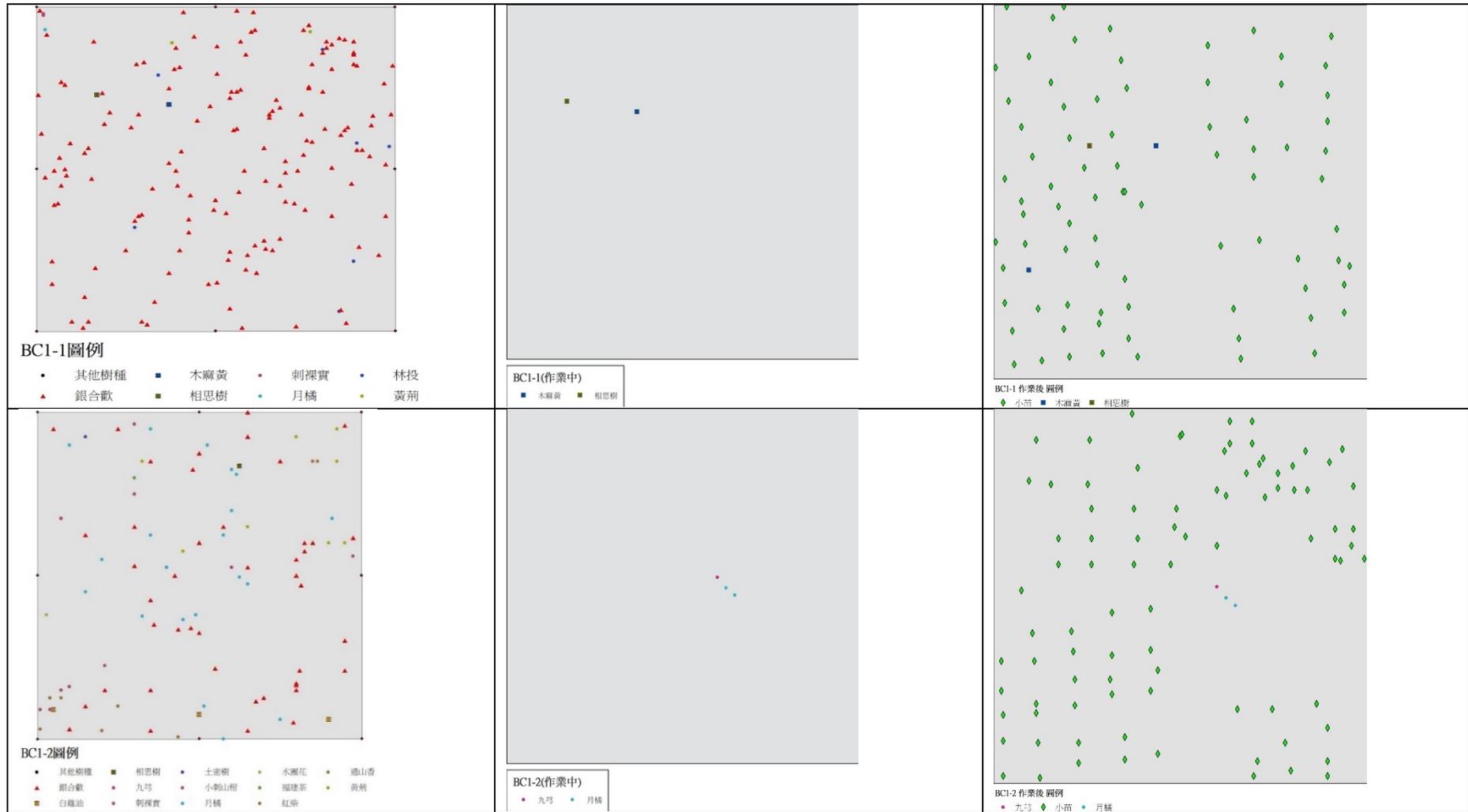


圖 5.4.1-16 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC1)

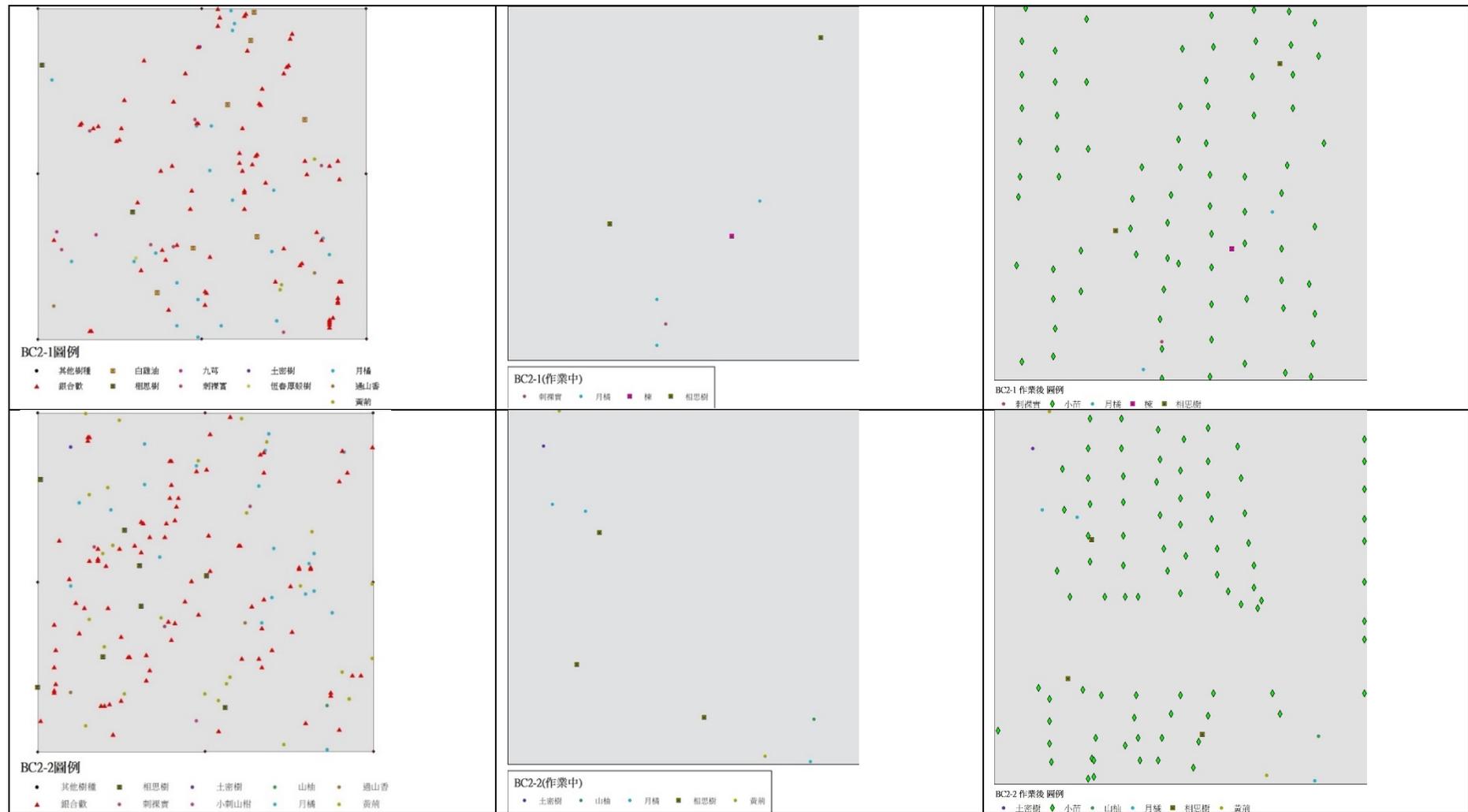


圖 5.4.1-17 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC2)

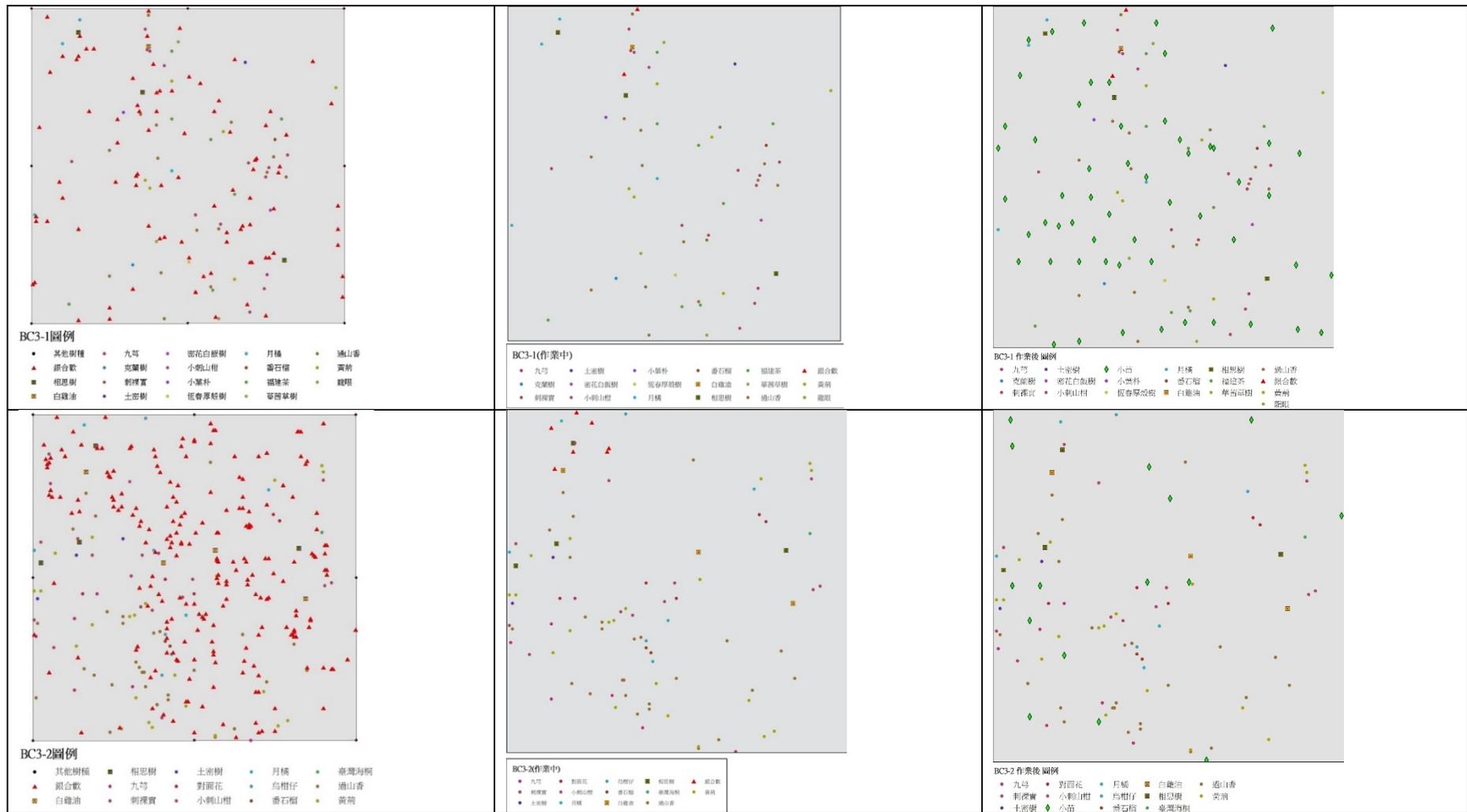


圖 5.4.1-18 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC3)

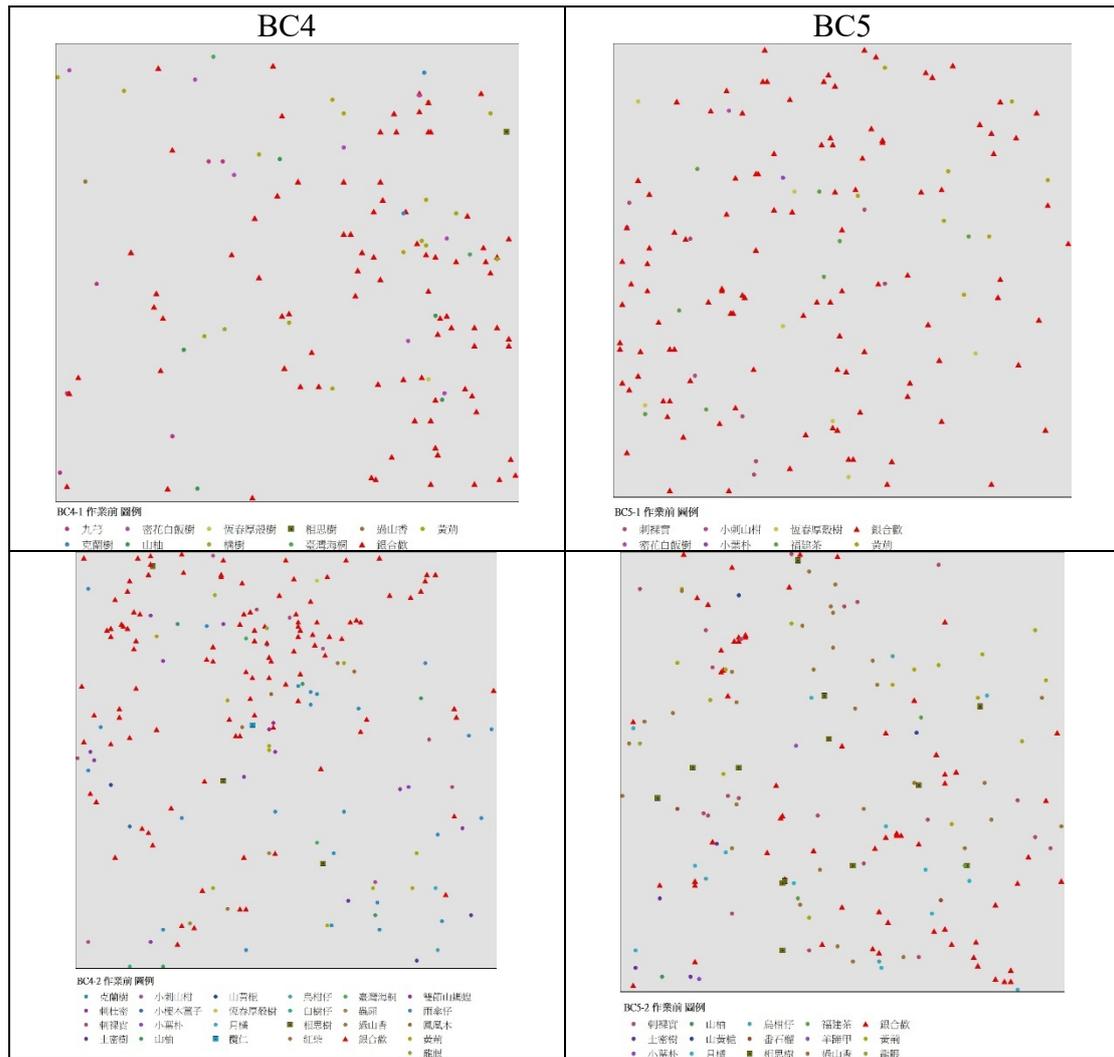


圖 5.4.1-19 全面整地造林樣區植物樣方樹木分布圖 (BC4、BC5)

(9) 植物監測討論

(a) 上木層銀合歡數量

為比較不同造林年期及不同處理方式之銀合歡數量變化，將本計畫樣區資料與前期計畫(屏東林管處，2017)樣區資料綜合整理如圖5.4.1-20。不同造林年期的樣區，以銀合歡林樣區(AL)銀合歡密度(70.3%)及近自然林樣區(AN)銀合歡密度(平均0.7%)為參考值。

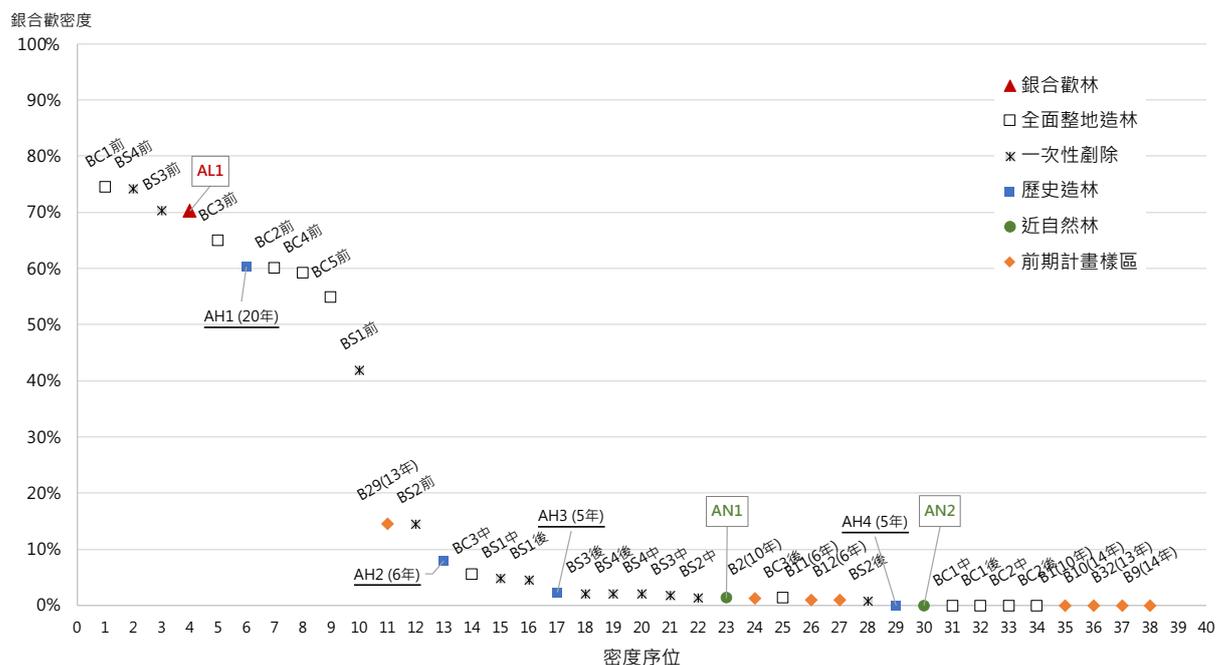


圖 5.4.1-20 各樣區銀合歡密度序位圖

造林年期間為造林撫育期(6-9年)的樣區，有歷史樣區 AH2、AH3、AH4，及前期樣區B11、B12，銀合歡密度介於 0%~8%，接近近自然林(AN)的密度，推測應為撫育期每年有刈草作業，上木層銀合歡密度維持在8%以下；撫育期過後(10~14年)的樣區有前期樣區B1、B9、B10、B29、B30，銀合歡密度介於0%~14.6%，除了B29樣區銀合歡密度較高(14.6%)，其餘大部分樣區之銀合歡都維持在較低的密度(<10%)。造林林期達20年的歷史造林樣區AH1，銀合歡密度達60.2%，銀合歡胸徑雖不大，但數量多，接近銀合歡林(AL)的密度。

一次性剷除樣區(BS)及全面整地造林樣區(BC)在作業前的銀合歡密度多在40%以上，最高達74.5%(BC1)，作業中的銀合歡密度降為0%~5.6%，作業後的銀合歡密度介於0%~4.6%，後續撫育期刈草作業應能持續維持低密度銀合歡。

由於本計畫AH1樣區位於前期計畫B9樣區之造林地(表5.2-1)，該造林地於90年進行全面整地造林，而B9樣區於104年進行

調查時尚無銀合歡，而AH1樣區於110年調查時銀合歡優勢度為最高(表5.4.1-43)。為探討AH1樣區受銀合歡再入侵的情形，本計畫另整理AH1及B9樣區之銀合歡與造林樹種徑級分布如圖5.4.1-21、圖5.4.1-22。

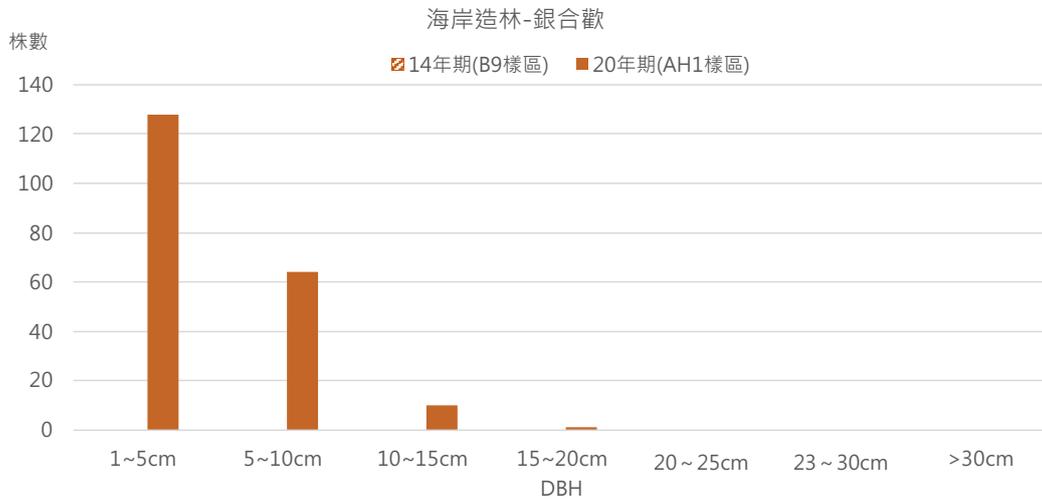
由圖5.4.1-21兩樣區之銀合歡徑級分布可知，造林14年期時(B9樣區)無銀合歡，而造林20年期時(AH1樣區)有大量銀合歡植株且徑級分布呈反J型結構，反J型結構特徵在於具有數量較高的小苗及小徑級林木，隨著徑級增加植株數量則逐漸減少，表示族群拓殖不久、正處於成長期，小苗持續更新以補充中徑級及大徑級植株。

由圖5.4.1-22兩樣區之造林樹種(欖仁、木麻黃、相思樹)徑級分布可知，造林14年期時(B9樣區)，欖仁及木麻黃徑級分布呈鈴型結構，鈴型之族群結構特徵為植株數量往中徑級集中，而小苗及大徑級數量相對較少，表示族群穩定，但因小苗更新較少，未來將趨向老化；相思樹徑級分布呈反J型結構，表示族群將持續更新成長。造林20年期時(AH1樣區)欖仁、木麻黃、相思樹植株皆大量減少，殘存的造林樹種整體徑級分布往中大徑級方向偏移，其中欖仁及相思樹之小徑木數量有較多的現象，推測造林地在14年期至20年期(104年~110年)期間可能受到大干擾(如颱風)，導致造林樹木大量死亡，而中下層被壓木獲得加速生長之機會，因此欖仁及相思樹之小徑木數量再次增加，也因為這個時期有大量樹木死亡形成破空，而讓銀合歡再次入侵。

表 5.4.1-43 AH1 樣區與 B9 樣區物種比較

前期計畫 B9 樣區 (104 年調查/造林年期 14 年)		本計畫 AH1 樣區 (110 年調查/造林年期 20 年)	
物種	IVI	物種	IVI
欖仁*	44.81	銀合歡	32.69
刺杜密	21.26	欖仁*	14.17
木麻黃*	11.31	木麻黃*	12.25
山樣子	6.48	相思樹*	9.58
相思樹*	5.69	蟲屎	8.20
血桐	5.34	過山香	6.85
構樹	5.11	血桐	6.50
		密花白飯樹	3.66
		山柚	2.78
		刺杜密	0.95
		土密樹	0.81
		多花油柑	0.78
		恆春厚殼樹	0.78

*造林樹種



註：B9 樣區無銀合歡

圖 5.4.1-21AH1 樣區與 B9 樣區銀合歡徑級分布

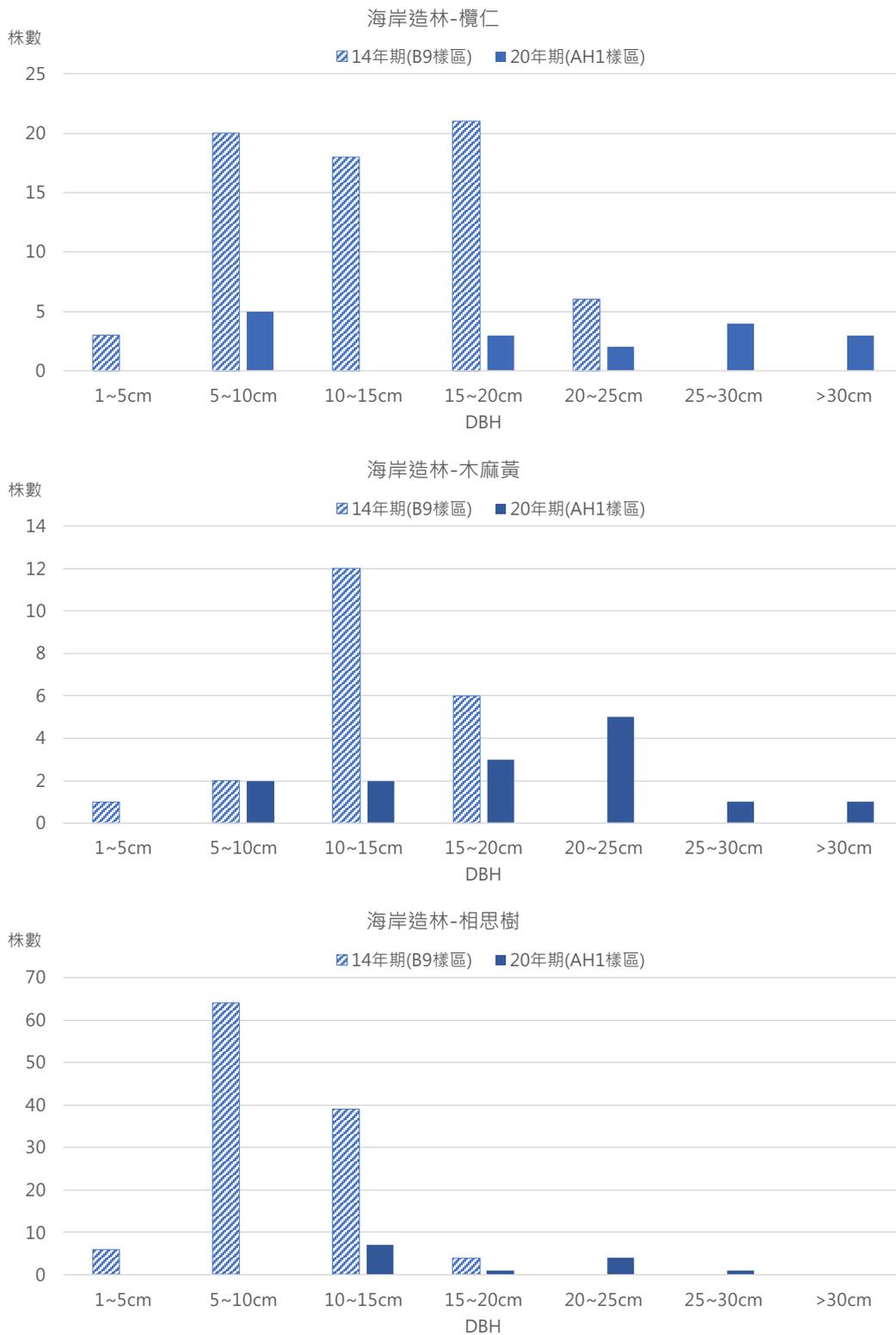


圖 5.4.1-22 AH1 樣區與 B9 樣區造林樹種徑級分布

(b)上木層物種組成比較

(i) 豐度(richness)

將上木層樹種區分為自然更新原生樹種、造林樹種、入侵種(銀合歡)等3個類群，比較上木層總物種及自然更新原生樹木物種數如表5.4.1-44。

銀合歡林雖以銀合歡為優勢，然其中自然更新之原生樹仍有18種，可能為銀合歡入侵前的原有樹木或種子庫留存的種子苗。近自然林AN1雖有少量銀合歡入侵，但整體幾乎為自然更新的原生樹種。

歷史造林樣區的造林樹種約1~3種，造林栽植樹種的物種多樣性低。自然更新的原生樹種，在移除造林後20年的歷史樣區只比移除造林後5年的歷史樣區稍多，然而一次性剷除樣區(作業前)及全面整地造林樣區(作業前)內的自然更新原生樹種種數皆明顯高於歷史造林樣區。顯示過往造林樹種選用之樹種種類太少，不易恢復至多樣樹種的林相。

表 5.4.1-44 不同類型森林的上木層物種數比較

森林類型	樣區	上木層物種數				總物種數
		入侵種 (銀合歡)	自然更新 原生種	造林 樹種	其他 歸化種	
歷史造林 造林後 20 年	AH1	1	9	3	-	13
	AH2	1	9	3	2	15
歷史造林 造林後 5-6 年	AH3	1	5	5	-	11
	AH4	-	4	3	-	7
銀合歡林	AL1	1	17	1	-	19
近自然林	AN1	1	24	-	2	27
	AN2	-	48	-	-	48
一次性剷除 (作業前)	BS1	1	19	1	-	21
	BS2	1	18	1	1	21
	BS3	1	22	-	1	24
	BS4	1	15	1	-	17

森林類型	樣區	上木層物種數				總物種數
		入侵種 (銀合歡)	自然更新 原生種	造林 樹種	其他 歸化種	
全面整地造林 (作業前)	BC1	1	11	3	-	15
	BC2	1	11	1	-	13
	BC3	1	17	1	2	21
	BC4	1	25	1	2	29
	BC5	1	13	1	3	18

(i) 量度等級曲線(Rank-abundance curve)

各樣區之量度等級曲線繪製如圖5.4.1-23~27，大致可區分為兩類曲線：

曲線較陡直的樣區，有銀合歡林樣區(AL1)、歷史造林樣區(AH1~AH4)、111年全面整地造林樣區(BC1~BC2)。顯示樣區內數量集中於少數樹種、物種數較為單調。

曲線較緩且曲線右方平緩且延長，樣區有近天然林樣區(AN1~AN2)，110年一次性剷除樣區(BS1~BS2)、111年一次性剷除樣區(BS3~BS4)、111年全面整地造林樣區(BC3)、112年全面整地造林樣區(BC4~BC5)，顯示樣區內小族群物種較為多樣。

檢視樣區的樹種相對數量，移除造林後20年的歷史造林樣區(AH1)上木數量以銀合歡為最多(60.2%)，原造林樹種(欖仁、相思樹、木麻黃)數量比例很低，僅欖仁有5%。移除造林後5年的歷史造林樣區(AH2~AH4)上木層以原造林樹種株數為最多，總株數的比例約38-68%，銀合歡數量比例少。歷史造林樣區總物種數為7~15種，相較於近天然林樣區(AN1~AN2)物種數27~48種，銀合歡林樣區(AL1)物種數19種，歷史造林樣區樹種相對單調。

一次性剷除的樣區(BS1~BS4)總物種數為21~24種，銀合歡的分布序位為第1或第2，其餘大多為原生樹種，作業中及作業後清除後的樹種數量，除了銀合歡大量減少之外，其餘樹種數

量差異不大。

全面整地造林的樣區(BC1~BC5)總物種數為12~29種，銀合歡的分布序位為第1，其餘大多為原生樹種；BC1~BC2作業中的樹種數量，因採全面整地清除大部分樹木，樹種減少許多，BC3可能因保留大部分原生樹木，樹種未減少；BC1~BC3作業後因新植造林苗木，增加的樹種及分布序位前幾名皆以新植造林苗木為主（樣區新植造林苗木種類詳表5.4.1-30）。

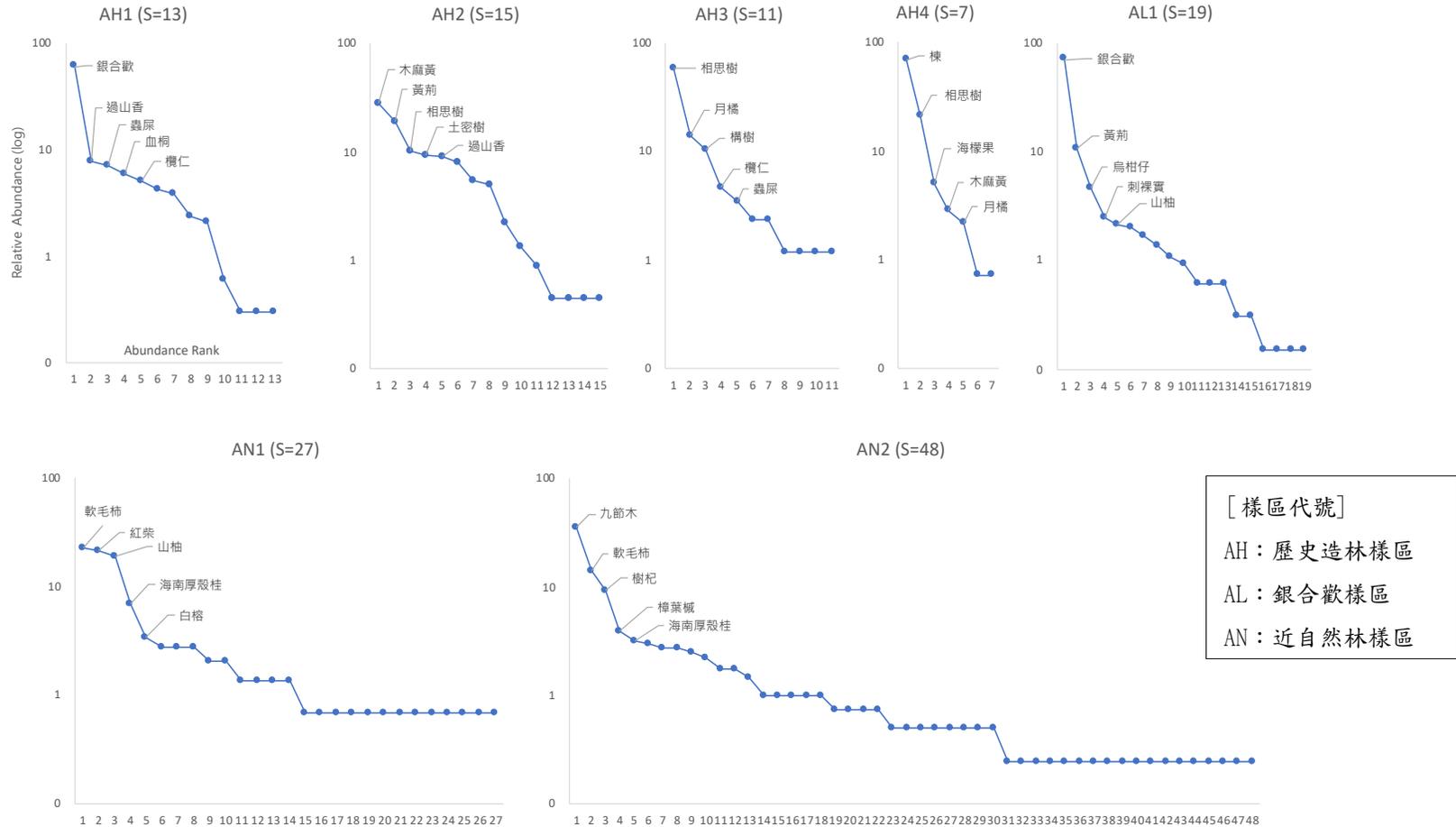


圖 5.4.1-23 組間比較樣區量度等級曲線 (AH1~AH4、AL1、AN1~AN2)

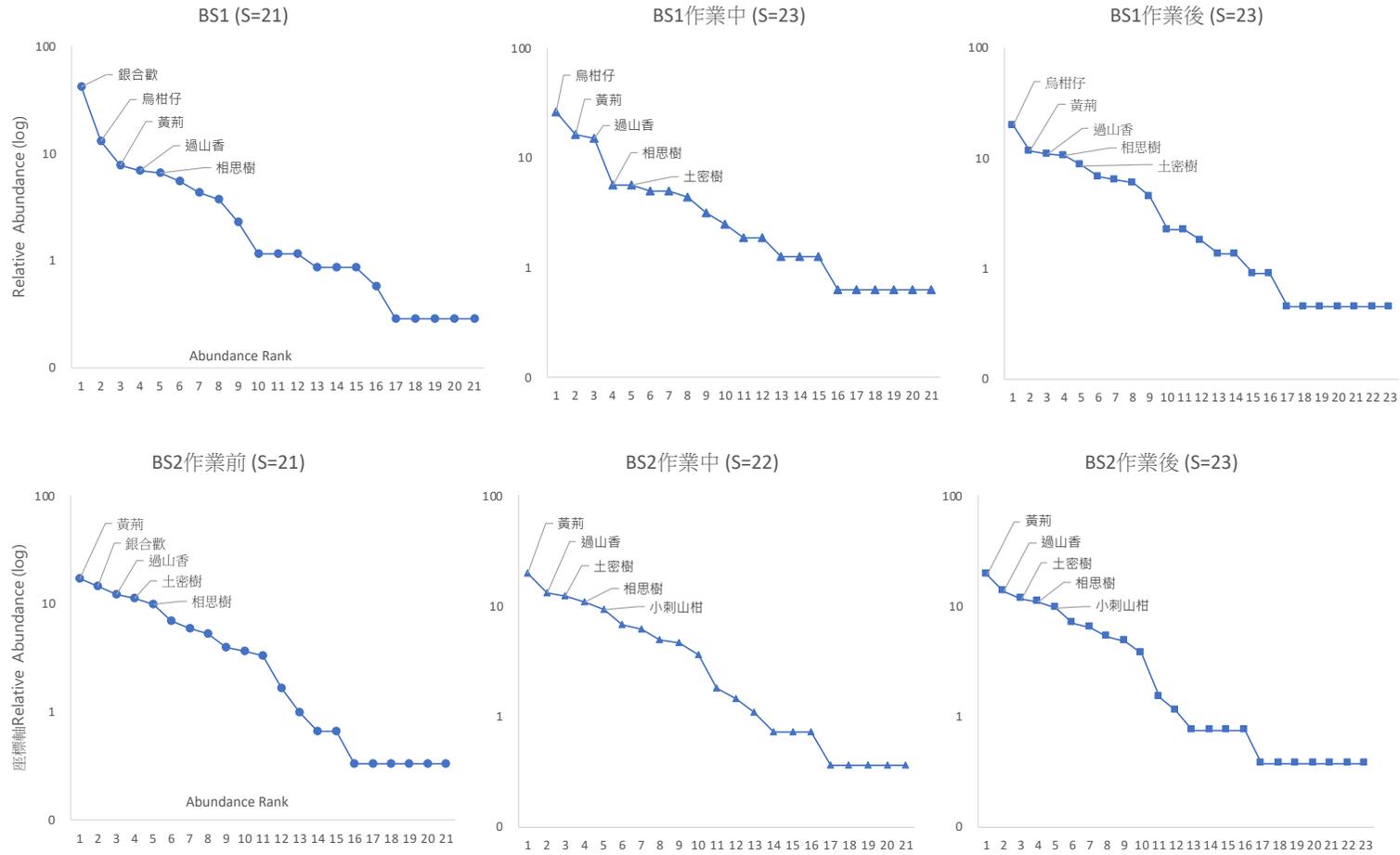


圖 5.4.1-24 造林監測樣區量度等級曲線 (BS1~BS2)

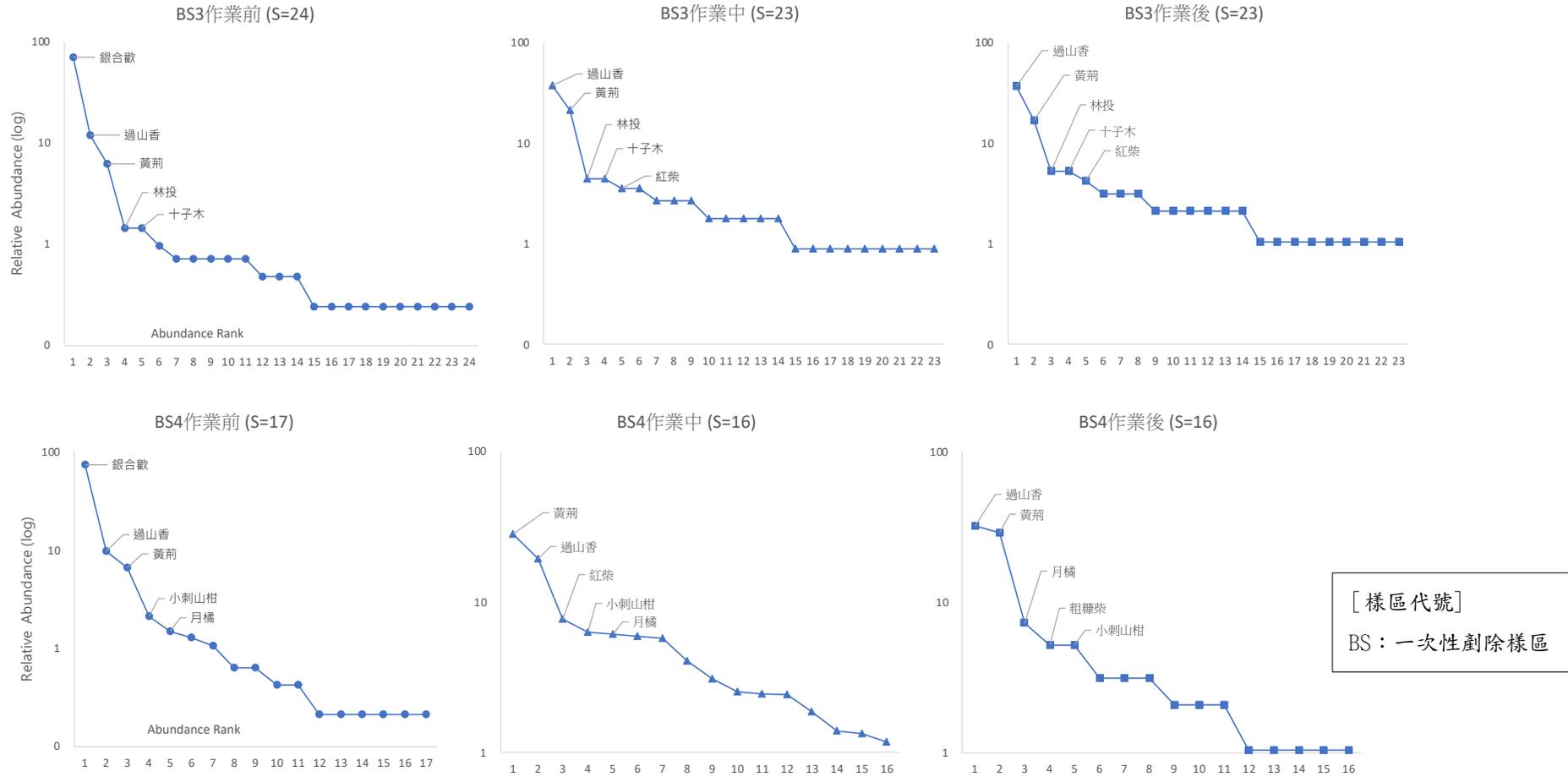


圖 5.4.1-25 造林監測樣區量度等級曲線 (BS3~BS4)

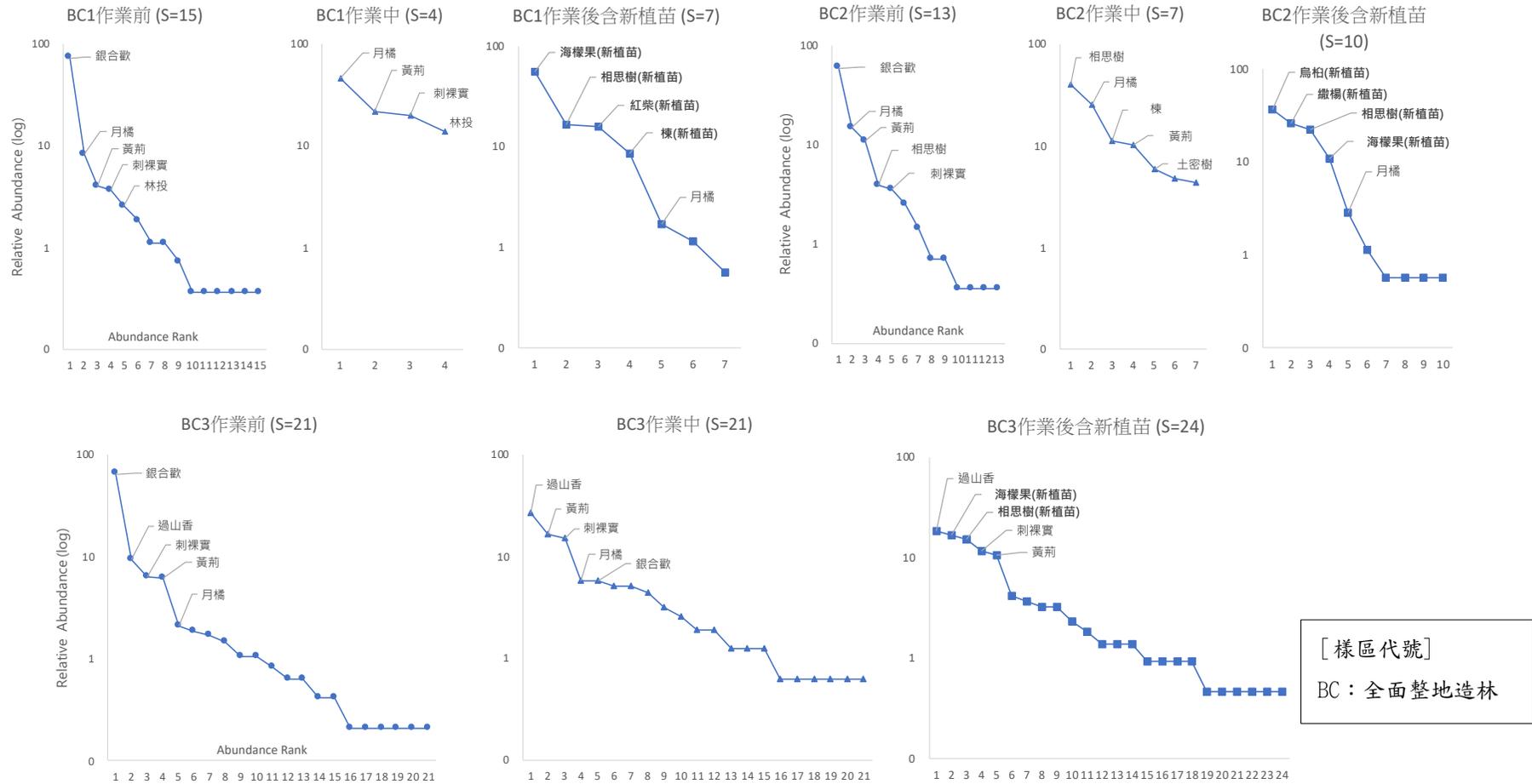


圖 5.4.1-26 造林監測樣區量度等級曲線 (BC1~BC3)

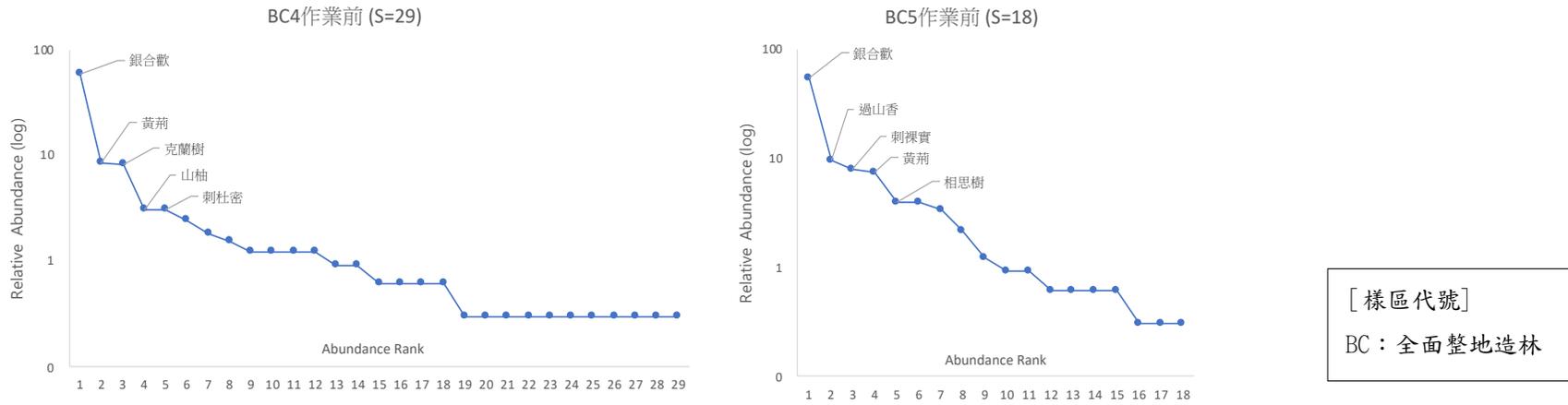


圖 5.4.1-27 造林監測樣區量度等級曲線 (BC4~BC5)

(iii) 重要值指數(IVI)與數量

各樣區樹種IVI及數量整理如圖5.4.1-28，依樹種類別區分為入侵種(銀合歡)、造林樹種、自然更新樹種、其他歸化種(自生的非原生種)四類。

銀合歡林樣區(AL1)有少量造林樹種(相思樹)，以銀合歡數量最多，IVI達38；近天然林樣區(AN1及AN2)幾乎全為原生樹種，僅AN1有少量銀合歡入侵(IVI=2)。

歷史造林樣區(AH1~AH4)的樹種株數較少，以造林樹種為主，原生樹種的數量及優勢度都遠少於銀合歡林(AL1)及近天然林樣區(AN1及AN2)。移除造林後20年的歷史造林樣區(AH1)，其造林樹種、自生原生樹種、銀合歡的IVI比例約各占1/3，其中造林樹種株數雖少，但IVI仍有24，顯示造林樹種以大徑木為主；樣區內銀合歡數量很多，大多為小徑木，IVI=33。

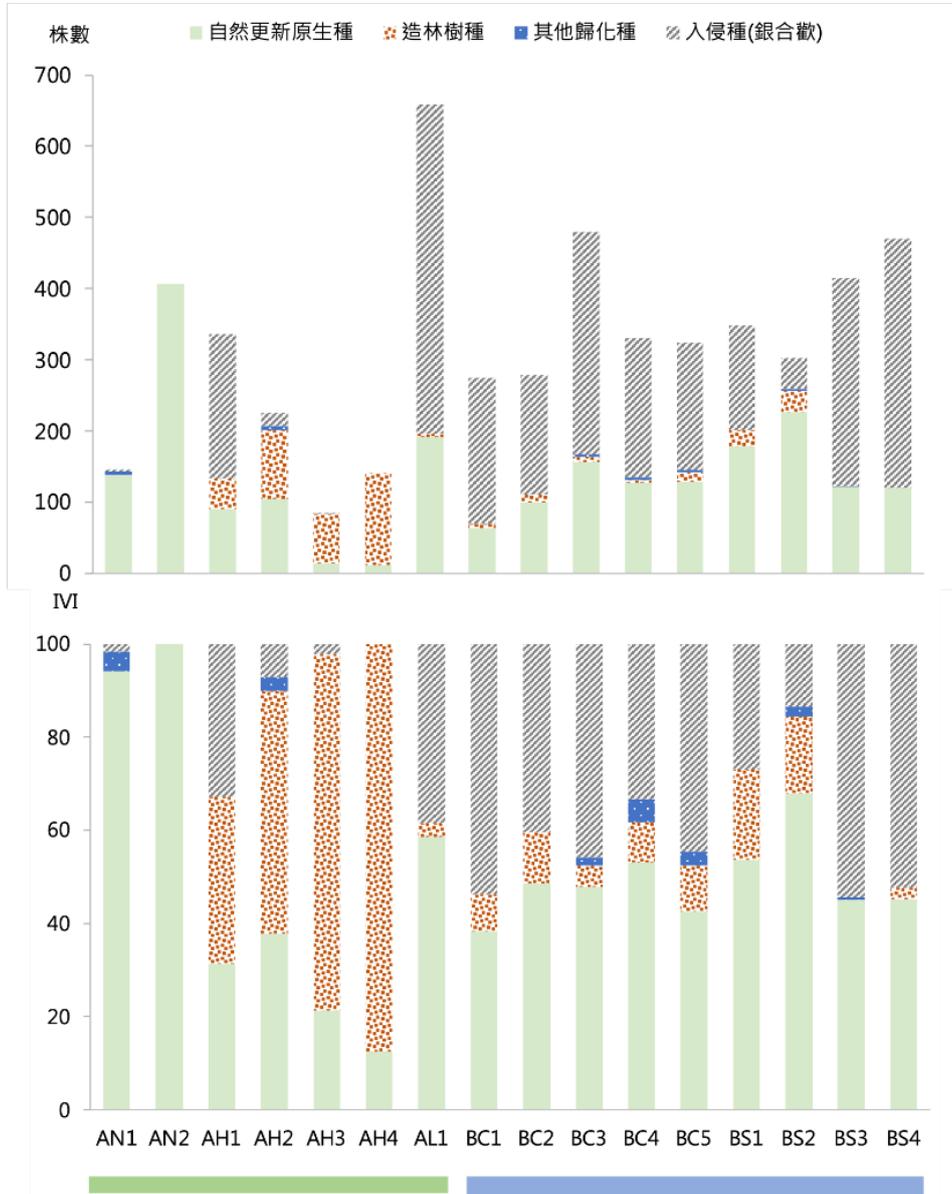
一次性剷除樣區(作業前)(BS1~BS4)以自然更新原生樹為主，銀合歡數量雖多，但優勢度仍低於自然更新原生樹種。

全面性整地造林樣區(作業前)(BC1~BC5)以自然更新原生樹為主，銀合歡數量多且占有一定的優勢，其優勢度約略等同或高於自然更新原生樹種。

植物監測結果可以看出移除造林地從造林樹種優勢，自然更新樹種的株數及優勢度增加，20年的造林地造林樹種與原生樹的優勢度相當，理應有機會往近自然森林的狀態演變，但在造林木及原生樹種天然更新的情形不佳的情況，強勢的銀合歡還是有機會入侵，再度成為上木層優勢樹種。由歷史造林樣區AH1銀合歡仍屬於優勢物種來看，推測雖然造林前有進行銀合歡伐除作業，但可能因為土壤種子庫保有相當多銀合歡種子，一旦樹冠層產生孔隙，有利於銀合歡發芽，造成移除後之造林區內再次有多數銀合歡生長。

從以上結果的初步觀察，移除造林後5年，仍持續進行撫育

及砍除銀合歡作業可有效抑制銀合歡再生。而移除造林在撫育期過後的銀合歡再入侵現象也需要持續關注，瞭解其他年期長的移除造林地是否被再次入侵，以及發生的原因及如何因應。



[註]

AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區

BS：一次性剷除(作業前)、BC：全面整地造林(作業前)

圖 5.4.1-28 樣區上木層 IVI 及數量

5.4.2 動物監測成果

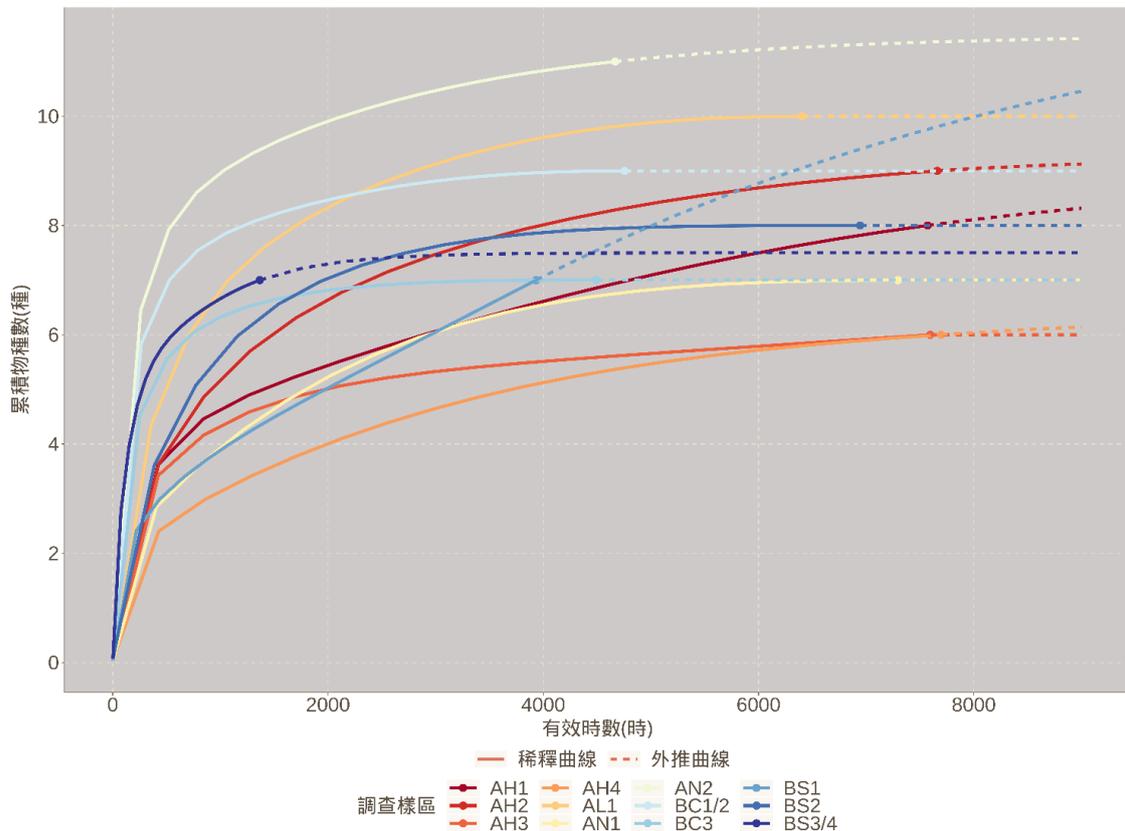
陸域動物監測包含中大型哺乳類、翼手目、鳥類、蝶類。綜合各方法調查成果，記錄包含中大型哺乳類10科14種、翼手目3科11種、鳥類34科61種、蝶類5科110種，其中有特有種15種(臺灣獼猴、臺灣刺鼠、臺灣大蹄鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、赤黑鼠耳蝠(蝙蝠音頻鑑定為緋鼠耳蝠，在臺灣有赤黑鼠耳蝠及金黃鼠耳蝠兩種，前者在恆春半島的分布較多，故暫列之)、臺灣竹雞、藍腹鷓、五色鳥、烏頭翁、小彎嘴、大彎嘴、繡眼畫眉、臺灣畫眉、臺灣琉璃翠鳳蝶、金鎧蛺蝶、寶島波眼蝶)；特有亞種83種(臺灣山羌、臺灣水鹿、臺灣梅花鹿、臺灣野豬、穿山甲、黃喉貂、鼬獾、麝香貓、白鼻心、食蟹獾、臺灣野兔、赤腹松鼠、臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、金背鳩、南亞夜鷹、小雨燕、灰腳秧雞、棕三趾鶉、大冠鷲、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、黃嘴角鴉、領角鴉、大卷尾、黑枕藍鶇、樹鶇、褐頭鷓鴣、紅嘴黑鶇、山紅頭、頭烏線及橙翅傘弄蝶等54種蝴蝶)；二級保育類有14種(麝香貓、穿山甲、藍腹鷓、東方蜂鷹、黑冠鵑隼、大冠鷲、灰面鵟鷹、鳳頭蒼鷹、赤腹鷹、松雀鷹、黑鳶、黃嘴角鴉、領角鴉、紅隼、燕隼、烏頭翁、臺灣畫眉)；三級保育類有6種(臺灣水鹿、黃喉貂、食蟹獾、燕鶇、紅尾伯勞及黃裳鳳蝶)。

(1) 中大型哺乳類

本計畫架設14部紅外線自動相機，中大型哺乳類共記錄到10科14種，紅外線自動相機拍攝資料及出現頻率指數(後簡稱OI值)請見表5.4.2-1。相機拍攝時程介於110年9月14日至112年3月9日之間，其中BS3/4於移除作業期間受到影響，且後續拍攝又遭動物改變拍攝方向，故有效拍攝時數僅1,365.17小時(可進行OI值分析的時數)；BC4、BC5因為銀合歡移除作業時程與計畫時程關係僅拍攝720.57及719.36小時。除了前述相機外，其餘相機的有效拍攝工時約在3,900~7,800小時之間，時間差異除了架設起始時間點不同外，包含相機本身出現問題(例如不斷空拍)、外在干擾(葉子掉落阻擋視野、野生動物擾動、施工擾動)等而有差異。

欲了解各相機拍攝之物種掌握度是否充分，以物種累積曲線 (species accumulation curve, SAC)作為樣區間比較及後續分析的基礎。物種累積資料透過稀釋曲線(rarefaction curve)呈現自動相機拍攝物種數與樣本數(調查努力量，本分析採用有效工時)間的關係(圖5.4.2-1中的實線)，並透過樣本中稀有物種資訊來推測(extrapolation)尚有多少物種未被紀錄(圖5.4.2-1中的虛線)。14部相機中，因BC4、BC5拍攝時數短，不納入分析，其餘12部相機物種累積大多有趨勢緩和接近飽和的情形，僅BS1的上升趨勢仍較明顯、AH1其次，而BS3/4雖拍攝時數較短，但外推曲線短時間內也接近平緩。另外，也將各部相機真實的物種累積觀測資料作圖，與稀釋/外推曲線一併呈現供參(圖5.4.2-2)。

圖 5.4.2-1 紅外線自動相機物種累積曲線



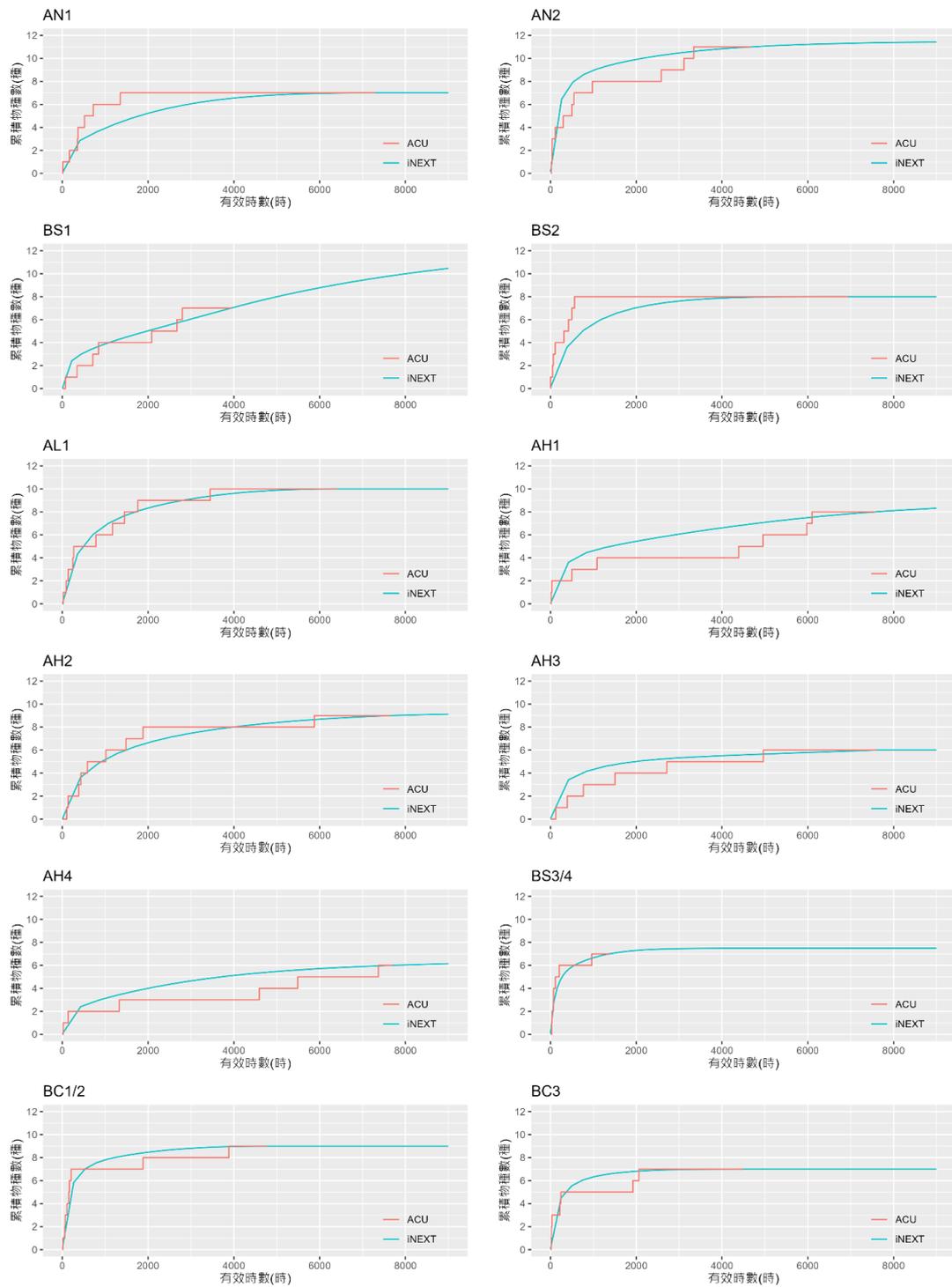


圖 5.4.2-2 紅外線自動相機物種累積曲線：觀測值與預測值(稀釋與外推)

表 5.4.2-1 野生哺乳類、底棲雉科鳥類及狗貓之紅外線自動相機拍攝資料

樣區編號	組間比較樣區							造林監測樣區							總計
	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2	BS1	BS2	BS3/4	BC1/2	BC3	BC4	BC5	
相機編號	屏銀 歷機 1	屏銀 歷機 2	屏銀 歷機 3	屏銀 歷機 4	屏銀 銀機 1	屏銀 自機 1	屏銀 自機 2	屏銀 剷機 1	屏銀 剷機 2	屏銀 剷機 3	屏銀 移機 1	屏銀 移機 2	屏銀 移機 4	屏銀 移機 5	
有效時數(hr)	7677.08	7659.24	7650.14	7703.54	6697.08	7677.55	4667.24	3978.31	6906.59	1365.17	4763.53	4554.23	720.57	719.36	72739.63
座標	219460 2448309	224159 2438270	225244 2431890	226556 2428543	220402 2451163	226681 2436159	219884 2448702	227691 2434784	228449 2434921	229181 2432008	233189 2430946	229910 2431314	224278 2442254	225995 2433287	
海拔(m)	11	80	96	54	212	449	80	138	112	95	50	117	80	129	
台灣山羌	0.26	17.10	0.13	0.39	3.58	0.65	112.06	19.61	72.97	-	-	-	4.16	-	17.51
台灣梅花鹿	-	0.13	10.85	44.78	-	-	3.00	2.01	1.16	63.73	75.78	31.84	-	8.34	14.55
台灣水鹿	-	-	-	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03
台灣獼猴	3.91	-	-	0.13	21.05	9.51	6.43	-	-	8.79	9.03	3.07	-	-	4.73
台灣野豬	-	0.26	-	-	2.54	0.39	0.64	0.25	0.72	-	0.63	-	1.39	-	0.48
穿山甲	0.13	0.26	-	-	0.30	-	0.43	0.25	0.43	-	-	-	-	-	0.15
鼬獾	4.43	0.78	1.05	-	0.45	0.26	4.50	0.25	0.58	1.47	10.08	0.66	-	-	1.81
白鼻心	2.21	1.83	23.53	0.52	0.30	10.16	26.35	-	2.32	4.40	3.36	14.71	2.78	-	7.22
麝香貓	-	-	-	-	1.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.11
黃喉貂	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	-	-	-	-	-	0.01
食蟹獾	22.14	0.78	3.01	-	2.99	0.52	6.21	-	3.62	11.72	18.89	8.12	6.94	-	5.84
台灣野兔	-	5.48	-	-	0.45	-	-	9.55	-	-	0.42	-	-	-	1.17
赤腹松鼠	0.13	1.18	0.78	4.80	1.94	0.39	9.21	0.25	1.88	7.33	4.62	5.05	-	4.17	2.53
台灣刺鼠	0.26	-	-	-	-	-	5.57	-	-	0.73	2.94	1.54	1.39	-	0.70

恆春半島銀合歡移除友善環境復育造林生態監測及效益評估

樣區編號	組間比較樣區							造林監測樣區							總計
	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2	BS1	BS2	BS3/4	BC1/2	BC3	BC4	BC5	
相機編號	屏銀 歷機 1	屏銀 歷機 2	屏銀 歷機 3	屏銀 歷機 4	屏銀 銀機 1	屏銀 自機 1	屏銀 自機 2	屏銀 剷機 1	屏銀 剷機 2	屏銀 剷機 3	屏銀 移機 1	屏銀 移機 2	屏銀 移機 4	屏銀 移機 5	
有效時數(hr)	7677.08	7659.24	7650.14	7703.54	6697.08	7677.55	4667.24	3978.31	6906.59	1365.17	4763.53	4554.23	720.57	719.36	72739.63
座標	219460 2448309	224159 2438270	225244 2431890	226556 2428543	220402 2451163	226681 2436159	219884 2448702	227691 2434784	228449 2434921	229181 2432008	233189 2430946	229910 2431314	224278 2442254	225995 2433287	
海拔(m)	11	80	96	54	212	449	80	138	112	95	50	117	80	129	
藍腹鷓	-	-	-	-	-	0.13	2.36	-	-	-	-	-	-	-	0.16
台灣竹雞	0.13	2.35	2.22	-	0.15	-	1.71	7.04	1.30	1.47	-	1.10	-	1.39	1.24
狗	-	0.91	0.78	1.17	0.45	2.60	0.64	0.25	0.14	-	1.47	-	1.39	1.39	0.81
貓	3.52	0.26	1.44	0.13	-	0.13	-	-	0.29	-	-	-	1.39	-	0.62

註 1：物種列的數字代表出現頻率指數 (OI 值)，反應動物更常出現在該區域、或有更多個體在附近活動

註 2：*為保育類動物

(a) 組間比較樣區

4個歷史樣區記錄的物種數介於6~9種之間，銀合歡林記錄到9種，2處近自然林分別記錄到7種與11種。各樣區拍攝成果說明請見表5.4.2-2。從物種數、OI值來看，並不容易解析歷史造林樣區的造林回復狀態，主要是因為除了造林年期、移除造林手法之外，中大型哺乳類之紀錄與棲地連結度、樣區周邊環境類型、人為擾動程度等均有關聯，在評估實驗組與對照組的物種組成差異時，尚受到許多外在因子影響。參考前期計畫(屏東林管處，2020)，提及「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，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」。本計畫嘗試從自動相機影像判讀動物狀態或行為，整理成競爭、繁殖育幼、覓食、領域行為等四項，對比動物僅移動行經拍攝地點，呈現具前述行為模式的有效影像數並轉換成OI值(表5.4.2-3)，發現2處近自然林樣區OI值分別為3.91(AN1)、4.29(AN2)，銀合歡林(AL1)為0.45，4處歷史樣區分別是0.78(AH1)、3.39(AH2)、1.05(AH3)、2.08(AH4)，動物行為在近自然林基本上多於銀合歡林與歷史樣區。然而歷史樣區中AH2動物行為豐富，檢視影像資料，推測可能是某對母子山羌時常在這一帶活動有關。此外，將造林監測樣區的自動相機拍攝資料一併納入(排除拍攝不足1,000小時的樣區)，發現銀合歡剷除、移除樣區的BS3/4、BC1/2、BC3樣區動物行為紀錄豐富，推測原因，其一為該3處樣區雖有銀合歡入侵，但整體而言屬於人為擾動少、無棲地切割的大面積森林，其二該3處樣區的梅花鹿OI值非常高，多數行為紀錄均為梅花鹿。由上可知，雖然中大型哺乳類的移動能力強，其行為在反應棲地狀態上可能較物種本身紀錄更敏感，但有許多因子會影響數據的客觀性，仍需檢視資料內容以排除可能的誤差資訊，另一方面也可增加每個樣區的相機數量來增加取樣消弭誤差。

表 5.4.2-2 組間比較樣區拍攝成果說明

樣區類型	樣區名稱	物種數	OI 優勢物種	拍攝資料與環境關係
歷史造林	AH1 (20)	8	食蟹獾(22.14)	位於楓港至車城、中央山脈緊鄰海岸線的狹長區域，臺 26 線貫穿其間形成明顯的切割，是唯一無法和中央山脈大面積森林完整連結的樣區。造林時間達 20 年，加上樣區南側有社皆坑溪流經，從臺 26 線下方銜接 AH1 和中央山脈森林形成潛在的動物移動空間，因此雖棲地整體條件較差(棲地切割、棲地面積不大)，但食蟹獾 OI 值相當高，可能與其偏好於溪邊活動有關，鼬獾、臺灣獼猴、白鼻心的 OI 值均不低，也記錄到 1 筆穿山甲的活動，顯示該林地應具備一定程度的棲地功能，而非僅是動物穿越的空間。
	AH2 (6)	9	臺灣山羌(17.10)	位於軍方虎頭山砲兵演習場，不定期會有軍方演練和砲擊，對於動物的利用應會造成一定程度干擾，但因為受到管制，某程度上又減少了一般人為擾動。依據目前調查，記錄物種數多，僅次於 AN2，山羌和野兔 OI 值高，白鼻心也算穩定出現，雖其餘物種 OI 值偏低，但有 2 筆穿山甲的紀錄。該區另外有不少羊和 3 筆牛的紀錄，不確定是否有民眾在此放養。
	AH3 (5)	6	白鼻心(23.53) 梅花鹿(10.85)	鄰近核三廠，與社區距離亦不遠。樣區內為核三廠輸電電塔所在區域整體物種較少，但白鼻心與梅花鹿 OI 值很高，相機架設鄰近小溪，食蟹獾的紀錄也算穩定。樣區內有幾條電塔維管道路，對棲地仍有一定程度的切割。
	AH4 (5)	6	梅花鹿(44.78)	位於整個中央山脈最南端，鄰近南灣及墾丁遊憩區，周邊人為活動頻繁，目前記錄中大型哺乳類種類同 AH3 均最少。該樣區梅花鹿 OI 值非常高，赤腹松鼠居次，其餘種類 OI 值均低。現場調查時可發現自然脫落的鹿角以及因陷阱捕捉和其他不明原因死亡的梅花鹿屍骨，此區鄰近過去復育梅花鹿的社頂，應與此有關。樣區記錄到 2 筆水鹿，由於此處並非一般水鹿偏好的活動海拔，推測可能是恆春半島的養鹿場或農場逸出個體。
銀合歡林	AL1	10	臺灣獼猴(21.05)	位於楓港至車城、中央山脈緊鄰海岸線的狹長區域，與 AH1 僅臺 26 線相隔。記錄中大型哺乳類種數僅次於 AN2，以臺灣獼猴 OI 值最高，並記錄到麝香貓、穿山甲、食蟹獾等保育類，麝香貓在本計畫中目前僅於 AL1 記錄到。AL1 外圍銀合歡組成比例高，但深入森林會發現原生林占比漸升，且棲地連結性高(既有道路都是

樣區類型	樣區名稱	物種數	OI 優勢物種	拍攝資料與環境關係
近自然林	AN1	7	白鼻心(10.16) 臺灣獼猴(9.51)	位於里龍山步道南段路口區域，目前因步道損毀，利用此步道健行的民眾非常少。AN1 為近自然林且連接大面積森林，中間無棲地切割課題，然記錄種數沒有特別豐富，其中白鼻心與臺灣獼猴 OI 值高，其餘均低。本區樣區邊緣有聚落，遊蕩犬甚多，在調查期間也觀察到狗獵捕食蟹獾，狗的 OI 值(2.60)也是各樣區中次高的，對野生動物產生一定程度的影響。
	AN2	11	臺灣山羌(112.06) 白鼻心(26.35) 赤腹松鼠(9.21)	位於縣道 200 北側的三臺山天池，拍攝到最多中大型哺乳類。AN2 是所有樣區中與人為擾動空間距離最遠、海拔最高的樣區，森林環境完整，臺灣山羌與白鼻心 OI 值均相當高，並記錄到黃喉貂、穿山甲、食蟹獾等保育類，其中黃喉貂在本計畫中目前僅於 AN2 記錄到。

註：樣區名稱下方括弧內的數字代表造林年期

表 5.4.2-3 各樣區動物行為表現 OI 值

	組間比較樣區							造林監測樣區				
	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2	BS1	BS2	BS3/4	BC1/2	BC3
	屏銀歷機 1	屏銀歷機 2	屏銀歷機 3	屏銀歷機 4	屏銀銀機 1	屏銀自機 1	屏銀自機 2	屏銀剷機 1	屏銀剷機 2	屏銀剷機 3	屏銀移機 1	屏銀移機 2
覓食	0.65	0.65	0.13	1.56	0.15	0.65	1.93	0.25	0.29	1.47	2.73	2.63
領域行為	-	0.13	0.52	-	-	-	1.07	0.50	0.14	-	1.68	0.22
繁殖育幼	0.13	2.61	-	0.52	0.30	3.26	1.29	-	1.74	2.93	2.10	1.54
競爭	-	-	0.39	-	-	-	-	-	0.29	-	-	-
總計	0.78	3.39	1.05	2.08	0.45	3.91	4.29	0.75	2.46	4.40	6.51	4.39

註：行為列的數字代表出現頻率指數(OI 值)

(b) 造林監測樣區

本計畫造林監測樣區需進行移除作業前中後之生態調查，其中BS1、BS2、BS3/4為採用一次性剷除的樣區，BC1/2、BC3、BC4、BC5為採用全面移除造林的樣區。各樣區拍攝成果說明請見表5.4.2-3。

一次性剷除(代號BS)應用於銀合歡覆蓋比例較低的森林，由伐木工人搜尋銀合歡逐一伐除，但不太影響其他原生植物。BS1、BS2樣區剷除作業從110年9月中下旬開始執行，因本計畫現地調查才剛啟動，因此紅外線自動相機幾乎沒有作業前的拍攝資料，僅能呈現移除中至移除後的OI值變化；BS3/4作業前、後都因台灣獼猴玩弄相機改變拍攝角度，加上作業前被施工單位移除，故亦缺乏作業前後資料，整體可分析資料少，後續不納入討論。一次性剷除樣區資料說明如下：

- (i) 從現場狀況來看，BS1的銀合歡數量較少，移除前後整體環境差異並不大；BS2既有道路旁即可看到許多伐除的銀合歡，並可明顯觀察到森林覆蓋度降低。
- (ii) BS1、BS2樣區相距不遠，均位於200縣道北側，從物種數和OI值來看，BS1拍攝到7種、BS2拍攝到8種(表5.4.2-1)，並均有梅花鹿和穿山甲等物種的紀錄。
- (iii) BS1、BS2樣區拍攝主要的差異點：(1)臺灣山羌在兩樣區的OI值均高，然BS2(72.97)明顯高於BS1(19.61)；(2) BS1拍攝到臺灣野兔(9.55)，而BS2完全沒有紀錄；(3) BS2拍攝到食蟹獾(3.62)、白鼻心(2.32)，而BS1完全沒有紀錄。臺灣山羌、食蟹獾、白鼻心偏好森林環境，臺灣野兔偏好草灌叢環境，與原先架設環境的選擇或前述一次性剷除造成的森林覆蓋度變化可能有關。
- (iv) 比較BS1和BS2的物種OI值變化(圖5.4.2-3)，僅臺灣山羌趨勢相似，OI值均逐漸上升，但BS1在2月才有明顯升高，BS2在11月即顯著拉升，其餘物種在兩個樣區銀合歡移除作

業後的趨勢均不相同，看不出剷除作業和動物活動的影響。

全面移除造林(代號BC)應用於銀合歡覆蓋比例較高的森林，需設置施工便道及大面積伐除林地。本計畫執行4處全面移除造林樣區調查，111年為BC1/2、BC3，112年為BC4、BC5。BC1/2、BC3的自動相機則於3月開始架設，移除作業於111年6-7月執行、7-8月進行苗木栽種。BC1/2因為臺灣獼猴調整拍攝角度及施工單位為確保相機安全協助將相機取下，施工前僅3-4月中約1個月的拍攝資料，本計畫於8月中重新架設。BC3受到工程擾動(已有設置標示並告知廠商有架設相機，但可能因為地形因素仍意外在作業過程被土砂掩蓋遺失)，無作業前資料。BC4、BC5為112年度移除造林樣區，配合本計畫期程僅有1個月的作業前拍攝資料，後續不納入討論。全面移除造林樣區資料說明如下：

- (i) BC1/2共拍攝到9種野生哺乳類，相機架設第一個月即拍攝到7種，且多種哺乳類活動頻繁。
- (ii) 觀察BC1/2在8、9月(作業後初期)的動物利用情形，臺灣刺鼠、鼬獾、白鼻心在此間未被拍攝到、臺灣獼猴的OI值明顯下降，梅花鹿、食蟹獾的OI值在8月有下滑，但9月後回復到很高的狀態。10月後，白鼻心、鼬獾、臺灣獼猴重新被拍攝到，12月後，臺灣刺鼠被重新拍攝到。
- (iii) 觀察BC3在8、9月(作業後初期)的動物利用情形，與BC1/2相同的是臺灣刺鼠、鼬獾在此間並未被拍攝到，但不同的是，此期間仍有穩定的白鼻心、臺灣獼猴的拍攝紀錄，且與後續月份相較作業後初期的OI值並未明顯較低。10月後，方有臺灣刺鼠、鼬獾拍攝紀錄。

紅外線自動相機監測部分，缺乏各樣區完整的作業前中後資料，因此無法有效論述兩種銀合歡移除作業對哺乳類的影響。但現場觀察可清楚知道，全面移除作業因為施工便道需求及全面移除的手法，植被覆蓋在移除後明顯下降，又參考BC1/2

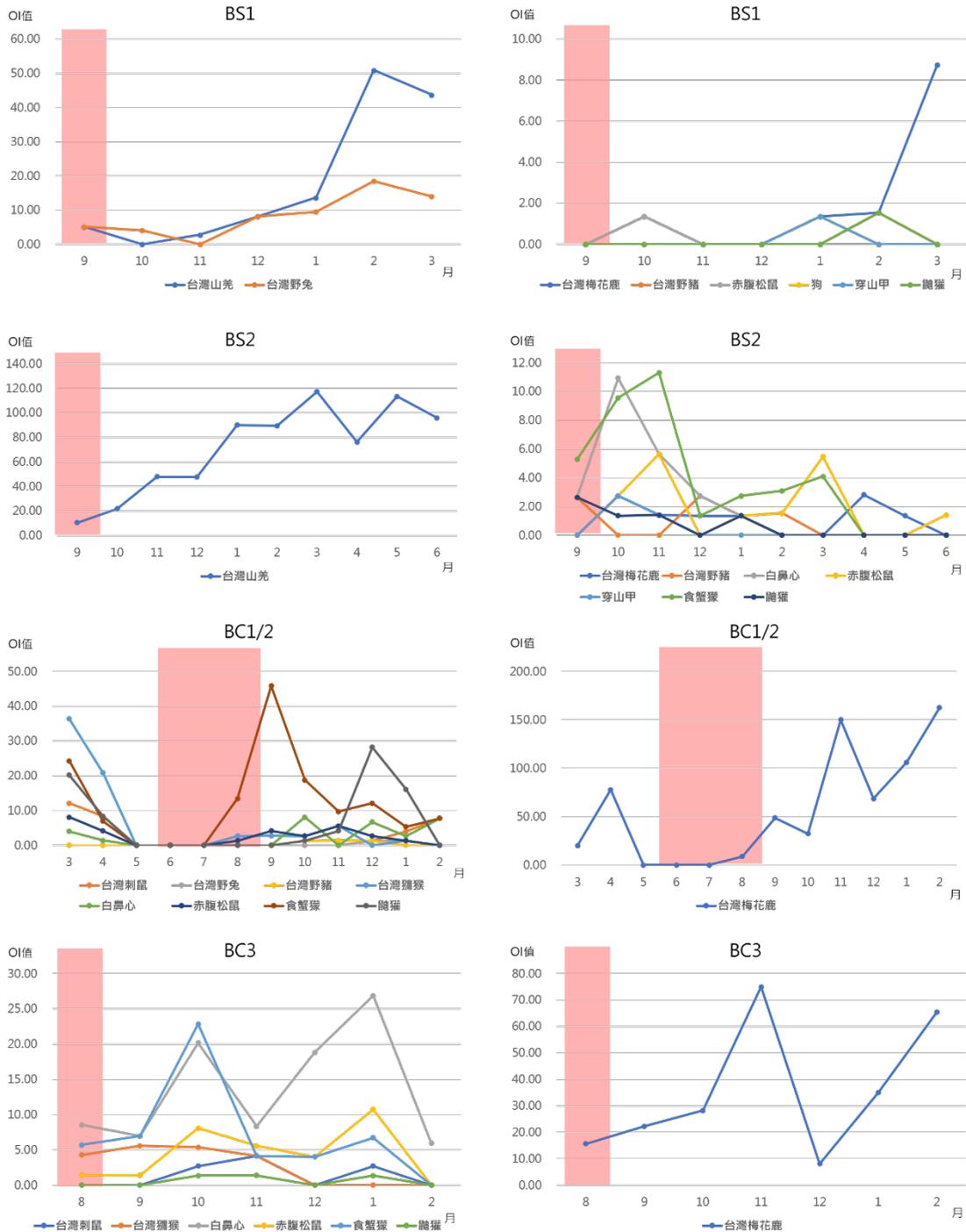
的拍攝成果，全面移除作業前後似乎對部分物種有短期影響。然而除了資料不完整外，不同樣區移除作業的時間也不同，加上哺乳類也可能有季節性的活動差異，短期的OI值波動不足以用做移除作業的影響評估，故前述觀察僅供參考。

表 5.4.2-4 造林監測樣區拍攝成果說明

移除方式	樣區名稱	物種數	OI 優勢物種	拍攝資料與環境關係
一次性剷除	BS1	7	臺灣山羌(19.61) 臺灣野兔(9.55)	位於出火一帶、200 縣道以北的中央山脈森林。位於稜線，森林的鬱閉度較低。臺灣山羌 OI 值最高，野兔次之，再來是梅花鹿，後兩者均是偏好林緣草地的物種，故可能與森林鬱閉度低有關。其餘物種的 OI 值偏低。
	BS2	8	臺灣山羌(72.97)	位於出火一帶、200 縣道以北的中央山脈森林，鄰近 BS1。位於山谷，森林的鬱閉度較高。臺灣山羌 OI 值非常高，食蟹獾次之，再來是白鼻心，雖然地理位置與 BS1 相去不遠，但除了山羌外，其他相對優勢物種以更偏好森林環境的種類為主，與環境特性相仿。
	BS3/4	7	臺灣梅花鹿(63.73)	鄰近恆春半島的門馬羅山，距 200 縣道以南 4 公里以上。從大尺度來看整體森林棲地算完整，小尺度來說，樣區東側近年移除造林區域，植被覆蓋度較低，周邊有露營地、農莊及墓地，有輕微的人為擾動。該區域距離社頂梅花鹿復育區不遠，梅花鹿 OI 值非常高，其次為食蟹獾(11.72)及臺灣獼猴(8.79)，赤腹松鼠與白鼻心的紀錄也算穩定。
移除造林	BC1/2	9	臺灣梅花鹿(75.78) 食蟹獾(18.89)	位於恆春半島東海岸、臺 26 西側，北側鄰近港口溪及 200 甲縣道。從大尺度來看與北側的森林環境有一定程度的棲地切割，小尺度來說，自然棲地完整，人為擾動低，僅外圍有聚落。該區域鄰近社頂梅花鹿復育區不遠，梅花鹿 OI 值非常高，其次為食蟹獾(18.89)，其餘物種 OI 值也幾乎都很高，僅臺灣野豬、野兔較低。檢視遊蕩犬資料，該樣區有本計畫記錄第二高的遊蕩犬 OI 值(1.47)，可能與鄰近有聚落有關。另外，有 1 筆食蛇龜的紀錄。
	BC3	8	臺灣梅花鹿(31.84) 白鼻心(14.71)	BS3/4 東南側，樣區包含白沙彌溪，自然棲地完整，周邊少有人為干擾，部分河段開闊適合動物移動，部分河段多高位珊瑚礁地形，地形落差較大。該區域距離社頂的梅花鹿復育區不遠，梅花鹿 OI 值非常高，河床上即可見到非常多梅花鹿踩踏痕跡。白鼻心與食蟹獾(8.12)紀錄次之。

移除方式	樣區名稱	物種數	OI 優勢物種	拍攝資料與環境關係
	BC4	5	食蟹獾(6.94) 臺灣山羌(4.16)	位於四重溪與 199 縣道南側，靠近車城鄉的中央山脈森林，樣區內由數條乾溝形成高低起伏的地形，陵線上較乾燥，森林的鬱閉度較低，而乾溝中則鬱閉度較高。樣區內以食蟹獾紀錄較豐，其次為山羌，白鼻心和野豬偶有記錄。
	BC5	2	臺灣梅花鹿(8.34)	位於 200 縣道南側，恆春垃圾掩埋場上方山坡地，位於陵線上，森林的鬱閉度較低，且受強風影響林木生長高度較低，央區邊緣為草原環境。僅拍攝到梅花鹿與赤腹松鼠，除了拍攝時數較短外，可能也與稜線森林鬱閉度低有關。

註：BC1 有許多物種 OI 值均高，表格僅呈現最高的 2 物種



註 1：BS1 山羌、野兔、BS2 山羌、BC1/2 及 BC3 梅花鹿 OI 值較高，為方便呈現其他物種 OI 值起伏，將其獨立呈現。

註 2：BS1 相機在 4 月中後被獼猴壓倒後續資料不分析；BS2 相機在 7 月後被掉落葉片遮擋後續資料不分析

註 3：紅色底為銀合歡移除及栽植苗木作業時間

圖 5.4.2-3 BS1、BS2、BC1、BC2 各物種月 OI 值變化

(c) 紅外線自動相機資料非度量多維度分析(NMDS)

根據各樣區紅外線自動相機拍攝之物種及OI值資訊，進行非度量多維度排序法分析(NMDS, Non-metric Multidimensional Scaling)，並以點的形式呈現在二維空間上。樣區的選擇，組間比較樣區是主要比較標的，然而組間比較樣區數不多，又多數樣區紅外線自動相機監測已累積足夠的努力量(圖5.4.2-1)，故將造林監測樣區(BS1、BS2、BS3/4、BC1/2、BC3)也納入，然拍攝時間不足的BC4、BC5不納入分析，總計12處樣區資料。此外，本計畫選擇距離紅外線自動相機架設位置最近的植物樣方，以該樣方記錄之環境因子納入分析(環境因子選擇造林年限、海拔、平均樹高、冠層覆蓋率、灌木層覆蓋率、地被層覆蓋率)，進行環境因子與NMDS1、NMDS 2的相關性測試，嘗試找出跟樣區分布有關的主要環境因子，相關性測試結果如表5.4.2-5，惟所有環境因子對自動相機拍攝之物種組成均無統計上之顯著性，故不納入後續討論。

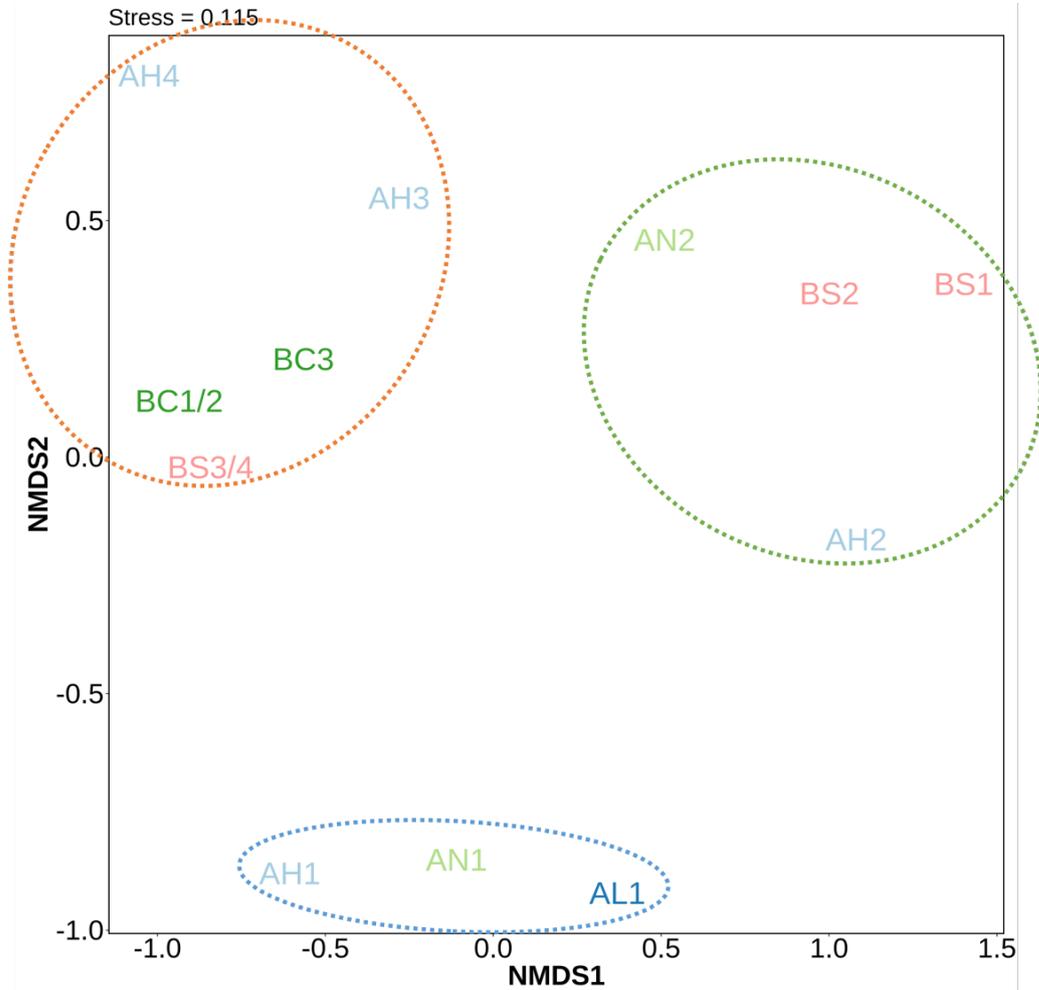
表 5.4.2-5 環境因子與 NMDS1、NMDS2 之相關性(哺乳類)

環境因子	NMDS1	NMDS2	R ²
造林年限	-0.44431	-0.89587	0.1462
海拔	0.63345	0.77378	0.1652
平均樹高	-0.26506	-0.96423	0.2213
冠層覆蓋	-0.92983	-0.36799	0.0364
灌木層覆蓋	0.92721	-0.37454	0.4157
地被層覆蓋	0.23108	0.97293	0.4793

* P<0.05

紅外線自動相機資料NMDS分析圖中(圖5.4.2-4)，點與點之間的距離可反映各樣區野生哺乳類群聚組成的差異。觀察歷史樣區(AH1-AH4)、銀合歡林樣區(AL1，並可納入BS1、BS2、BS3/4、BC1/2、BC3)、近自然林樣區(AN1、AN2)間的距離，

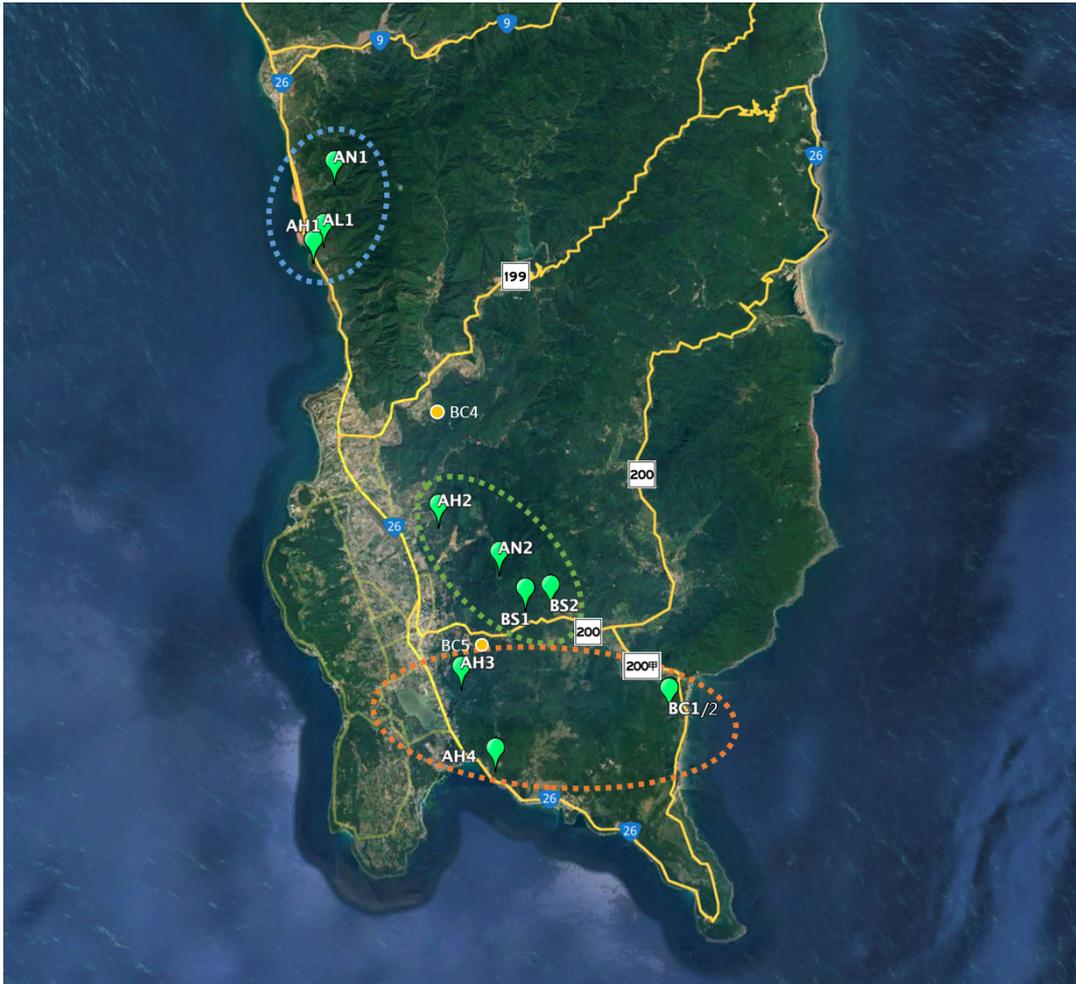
發現組內與組間彼此交雜，組內相似性不高，組間也無明顯分離。然而，參考樣區實際的空間分布(圖5.4.2-5)，NMDS分析圖的3個分群與樣區空間位置具有一致性，此外，道路切割也可能是分群因子，說明如下。



[註 1] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

[註 2]可接受之 Stress 值建議準則：<0.05 = 優秀，<0.10 = 良好，<0.20 = 可用，>0.20 = 不可接受 (Clarke, 1993)

圖 5.4.2-4 組間比較樣區紅外線自動相機 NMDS 分析圖



註：BC4、BC5 不納入分析，僅提供相機位置供參考

圖 5.4.2-5 各樣區在 NMDS 的分群與地理位置、道路切割具一致性

(i) 分群一 (橘圈)

位於恆春半島南端，在200縣道/200甲縣道/港口溪以南及臺26以北，包含AH3、AH4、BS3/4、BC1/2、BC3樣區。該分群均鄰近社頂梅花鹿復育區域，5樣區梅花鹿OI值甚高(AH3：10.85、AH4：44.78、BS3/4：63.73、BC1/2：75.78、BC3：31.84)，且OI值隨距離遠近顯現出差異，其餘樣區均不足3(資料不足的BC5也在該區域中，梅花鹿OI值為8.34)。該分群臺灣山羌記錄很少，僅AH3、AH4有紀錄，且OI值非常低(0.13、0.39)。此外，BS3/4、BC1/2、BC3的臺灣獼猴OI值頗高(8.79、9.03、3.07)，也讓分群一中該3個樣區又自成一小群。

(ii) 分群二 (綠圈)

位於199縣道以南及200縣道/200甲縣道/港口溪以北，包含AH2、AN2、BS1、BS2樣區。該分群位於中央山脈尾端的骨幹，各樣區臺灣山羌的OI值均高(AH2：17.10、AN2：112.06、BS1：19.61、BS2：72.97)，其餘樣區OI值多不足1，僅AL1稍高(3.58)。此外，該分群4個樣區均有穿山甲的紀錄。

(i) 分群三 (藍圈)

位於臺9線以南及199縣道以北，包含AH1、AL1、AN1樣區。該分群位於中央山脈尾端靠臺灣海峽側，該分群臺灣獼猴的OI值相對較高(AH1：3.91、AL1：21.05、AN1：9.51)。此外，也是本計畫自動相機監測中少數沒有梅花鹿紀錄的區位(資料不足的BC4也未紀錄)。

(d) 其他紅外線自動相機拍攝資訊

本計畫動物監測以歷史造林成效之初步評估、移除造林的潛在影響、未來長期監測之建議為主要方向，然紅外線自動相機監測資料中，仍有部分訊息可供參考。以下進行說明。

(i) AH1樣區與中央山森林重要連結棲地

AH1為20年濱海造林，與中央山脈大面積森林間受到臺26切割，但目前仍記錄到8種哺乳類，食蟹獾OI值很高(22.14)，並有穿山甲的紀錄，可能是依賴社皆坑溪穿越臺26，社皆坑溪的棲地連接功能值得進一步了解與維持。

(ii) 狗對野生動物的影響

狗對野生動物影響的議題在近年被大幅探討，也有越來越多研究與觀察指認該影響需要被重視與解決。AN1鄰近聚落、為里龍山步道南側入口(步道入口現已封閉，僅有少數人走)，雖然自然植被較佳，但僅記錄到7種哺乳類且OI值普遍低，推測可能因子與狗的活動有關。AN1狗的OI值為各樣區最高(2.60)，除了具群聚性及爬樹能力的臺灣獼

猴和白鼻心OI值很高之外，其餘種類OI值均很低，此外，AN1拍攝到的遊蕩犬有項圈，經觀察可能包含鄰近聚落所飼養的個體。此外，本計畫調查時亦觀察到食蟹獾被狗攻擊(圖5.4.2-6)，故該區域狗對野生動物利用可能有一定程度影響。其他樣區(AH4、AN2)亦有狗追逐野生動物的拍攝紀錄(圖5.4.2-6)。

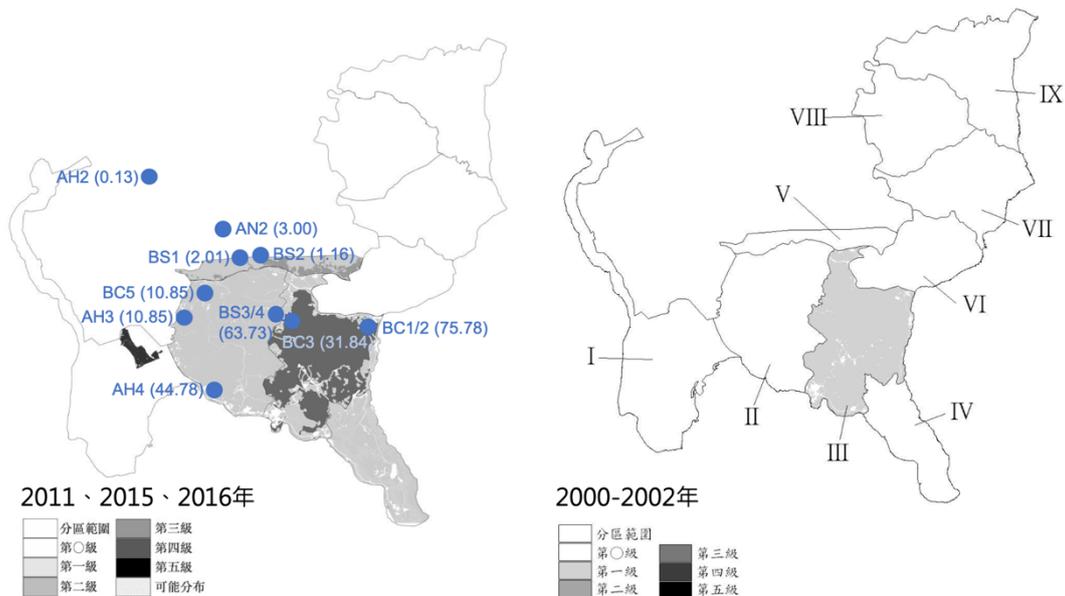


圖 5.4.2-6 遊蕩犬對野生動物的影響

(iii) 計畫區域周邊中大型哺乳類分布變動

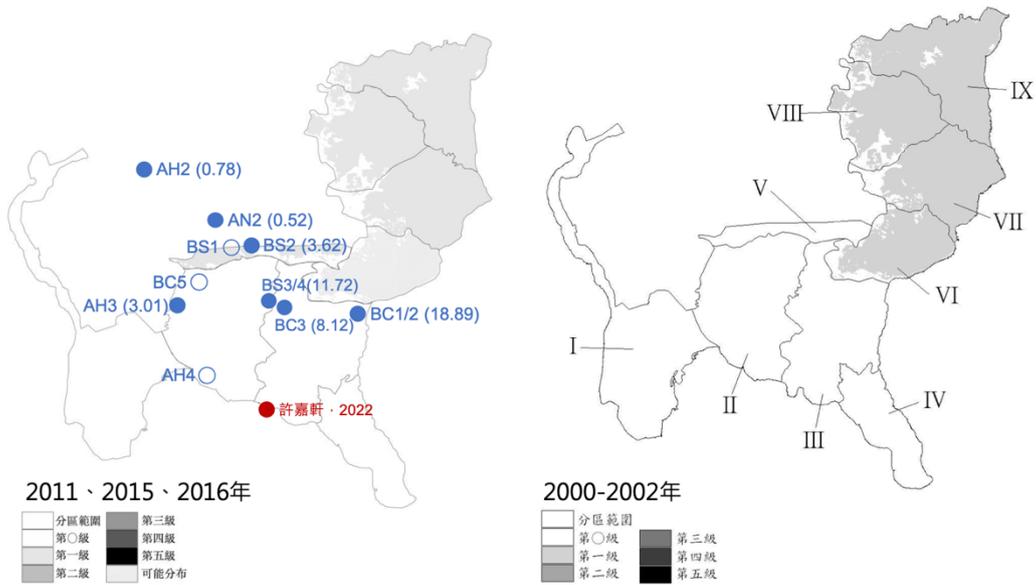
恆春半島的物種可能受到半島效應，物種豐度較低，從北方挹注物個體是維持物種在恆春半島的重要機制(裴家騏，2016)。然而，該區域有幾條明顯造成南北向棲地切割的道路，包含臺9線、199縣道、200/200甲縣道(圖5.4.2-5)，會是物種南北移動的阻隔。一般物種的移動，會是從北(核心)而南(邊緣)，不過梅花鹿是自野外滅絕後於社頂進行復育，因此其族群擴張會偏向由南而北。

參考墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查(裴家騏，2002、2016)以及本計畫的拍攝資料(圖5.4.2-7的分區V、VI的南界可視為200縣道/200甲縣道)，發現梅花鹿持續從社頂往北、南擴張，在本計畫中最北已跨越200縣道，於虎頭山(AH2)拍攝到(圖5.4.2-7)，但尚未再往北跨越199縣道。食蟹獐在裴(2002、2016)的調查中尚未往南跨越200縣道/200甲縣道，但在本計畫中已有紀錄，且在BC1/2、BC3、BS3/4均有很高的OI值，甚至，許嘉軒(2022)的調查在墾丁青年活動中心後方海岸已有食蟹獐拍攝紀錄(圖5.4.2-8)。臺灣山羌在裴(2002、2016)的調查中，僅於200縣道南側一個樣點有臺灣山羌拍攝紀錄(圖5.4.2-9)，在本計畫紀錄中，除了在歷史紀錄位置以南的AH3有紀錄之外，也在最南端的AH4記錄到(圖5.4.2-10)，顯示臺灣山羌也持續在往南擴張，但本計畫200縣道南側的6處樣區中僅2處拍攝到，且OI值偏低，顯示200縣道以南臺灣山羌活動仍少。2015年墾丁國家公園許久以來再次發現穿山甲(裴家騏，2016。大平頂萬佛寺旁)，本計畫於200縣道北側國家公園範圍內記錄到(BS1、BS2)，可能為新紀錄區位，然200縣道以南目前仍未有紀錄。



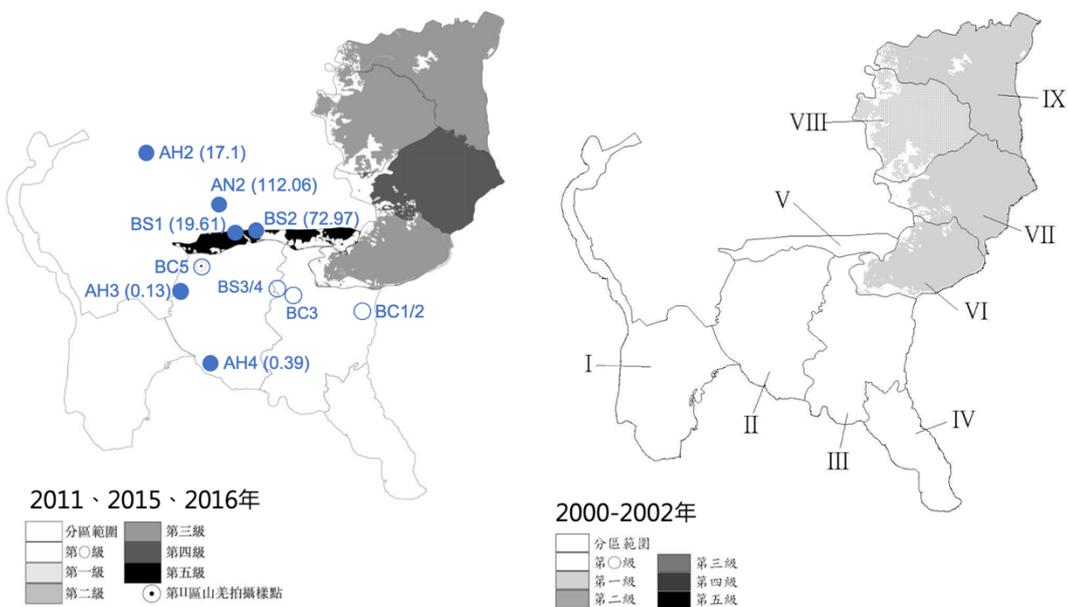
資料來源：墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查(裴家騏，2016)，並重製
 藍色圓：本計畫紀錄區位(僅呈現墾丁國家公園周邊，後不贅述)

圖 5.4.2-7 墾丁國家公園內臺灣梅花鹿 OI 值分布圖及本計畫紀錄區位



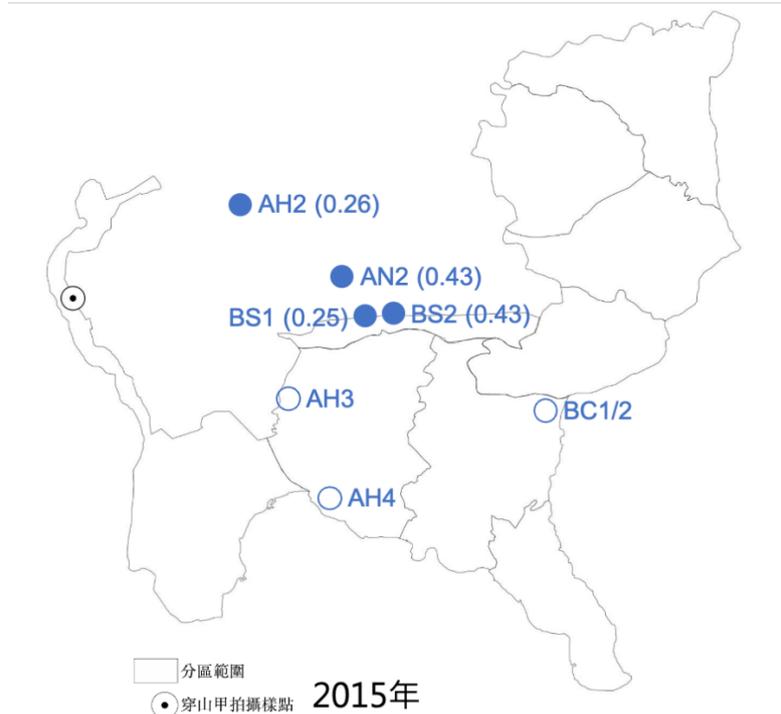
資料來源：墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查(裴家騏，2016)，並重製
 藍色圓：本計畫紀錄區位；空心圓：本計畫有架設相機但未拍攝到該物種區位；紅色圓：First record of crab-eating mongoose (*Herpestes urva formosanus*) in coastal forest and use of anvils during predation on land hermit crabs in Taiwan(許嘉軒，2022)

圖 5.4.2-8 墾丁國家公園內食蟹獾 OI 值分布圖及近年紀錄區位



資料來源：墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查(裴家騏，2016)，並重製
 藍色圓：本計畫紀錄區位；空心圓：本計畫有架設相機但未拍攝到該物種區位

圖 5.4.2-9 墾丁國家公園內臺灣山羌 OI 值分布圖及本計畫紀錄區位



資料來源：墾丁國家公園陸域野生哺乳類動物調查(裴家騏，2016)，並重製
藍色圓：本計畫紀錄區位；空心圓：本計畫有架設相機但未拍攝到該物種區位

圖 5.4.2-10 墾丁國家公園內穿山甲分布圖及本計畫紀錄區位

(2) 翼手目

翼手目調查共記錄到3科11種，各樣區調查資料與生物多樣性指數請見表5.4.2-6~8及附錄十二-1~3。11種蝙蝠分別是臺灣葉鼻蝠、臺灣大蹄鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、堀川氏棕蝠、東亞摺翅蝠、赤黑(或金黃)鼠耳蝠、絨山蝠、東亞家蝠、高頭蝠及鼠耳蝠屬(未能鑑定到種)、家蝠屬(未能鑑定到種)，其中堀川氏棕蝠音頻數記錄最多、高頭蝠次之，再者為東亞家蝠。

組間比較樣區三次調查共記錄3科11種，第一次調查(秋季)記錄1科5種、第二次調查(春季)記錄2科6種、第三次調查(夏季)記錄3科9種，春季調查較秋季增加臺灣葉鼻蝠1科1種，夏季調查較春季增加臺灣蹄鼻蝠1科2種、東亞摺翅蝠、赤黑(或金黃)鼠耳蝠。三次調查以AH4樣區的種類較多，AH1及AH4音頻數量稍豐。

一次性剷除樣區(BS1及BS2)三次調查共記錄1科3種，移除前調查(秋季)記錄1科2種、移除中調查(秋季)無記錄、移除後調查(春季)記錄1科1種；BS1三次調查共記錄1科2種，秋季有東亞家蝠及高頭蝠、春季則為東亞家蝠，BS2三次調查僅於春季記錄堀川氏棕蝠1種。BS3/4移除前調查(春季)記錄2科4種蝙蝠，移除中調查(夏季)無蝙蝠音頻紀錄，移除後調查(秋季)紀錄3科5種蝙蝠。

移除造林樣區BC1/2及BC3移除前調查(春季)共記錄1科4種，BC1/2記錄3種、BC3記錄2種，兩樣區皆有記錄堀川氏棕蝠。移除中調查(夏季)共記錄3科9種，BC1/2記錄6種、BC3記錄6種。移除後調查(秋季)紀錄1科4種蝙蝠，BC1/2記錄3種、BC3記錄3種，兩樣區皆有記錄臺灣葉鼻蝠、堀川氏棕蝠、絨山蝠、東亞家蝠及高頭蝠。移除造林樣區BC4及BC5移除前調查(冬季)共記錄1科4種，BC4記錄3種、BC5記錄2種。

目前記錄之11種蝙蝠為臺灣地區普遍分布的蝙蝠種類，除臺灣大蹄鼻蝠、赤黑(或金黃)鼠耳蝠為不常見蝙蝠外，其餘種類常見於都會區及山區森林環境。而臺灣葉鼻蝠、臺灣大蹄鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠為洞穴型蝙蝠，堀川氏棕蝠、東亞摺翅蝠、絨山蝠、東亞家蝠、高頭蝠棲息於建物狹縫處或植物葉叢間，赤黑(或金黃)鼠耳蝠冬季在中高海拔的洞穴棲所冬眠，夏季則出現在樹林或建築物棲所中繁殖。從季節來看，除AH3、AL1外，其餘樣區皆為夏季擁有較多種類，以音頻紀錄來看，AH4、BC1/2、BC3為目前記錄較多種類的樣區。其中AH4、BC1/2、BC3樣區穿越線周遭具高位珊瑚礁地形，可供洞穴型蝙蝠棲息，另BC1/2、BC3皆伐的移除作業方式，可能使蝙蝠偵測器較不受環境植被影響進而提升偵測率。

表 5.4.2-6 翼手目組間比較樣區調查資料

樣區類型	樣區	S	N	λ	H'	J		
第一次 調查 (秋)	歷史造林	AH1	3	39	0.267	0.499	0.454	
		AH2	1	2	-0	-0	-	
		AH3	1	1	-0	-0	-	
		AH4	4	23	0.643	1.154	0.832	
	銀合歡林	AL1	1	1	-0	-0	-	
		近自然林	AN1	0	0	-	-0	-
			AN2	0	0	-	-0	-
		第二次 調查 (春)	歷史造林	AH1	2	2	0.500	0.693	1.000
AH2	-			-	-	-	-	
AH3	3			11	0.529	0.908	0.826	
AH4	4			11	0.612	1.121	0.809	
銀合歡林	AL1		1	1	-0	-0	-	
	近自然林		AN1	2	5	0.320	0.500	0.722
			AN2	1	1	-0	-0	-
	第三次 調查 (夏)		歷史造林	AH1	3	14	0.439	0.759	0.691
AH2		3		6	0.667	1.099	1.000	
AH3		2		2	0.500	0.693	1.000	
AH4		5		16	0.570	1.160	0.721	
銀合歡林		AL1	-	-	-	-	-	
		近自然林	AN1	2	5	0.320	0.500	0.722
			AN2	2	2	0.500	0.693	1.000
		三次調 查總計	歷史造林	AH1	5	55	-	-
AH2	4			16	-	-	-	
AH3	5			14	-	-	-	
AH4	8			50	-	-	-	
銀合歡林	AL1		2	2	-	-	-	
	近自然林		AN1	3	10	-	-	-
			AN2	2	3	-	-	-

S：物種數、N：音頻數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數
註：音頻數量無法確切轉換成個體數量，僅供參考

表 5.4.2-7 翼手目一次性剷除監測樣區調查資料

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J
移除前	BS1	2	2	0.500	0.693	1.000
	BS2	0	0	-	-0	-
	BS3/4	3	8	0.656	1.213	0.875
造林監測樣區 一次性剷除	BS1	0	0	-	-0	-
	BS2	0	0	-	-0	-
	BS3/4	-	-	-	-	-
移除後	BS1	1	5	-0	-0	-
	BS2	1	1	-0	-0	-
	BS3/4	3	5	0.64	1.055	0.96
三次總計	BS1	2	7	-	-	-
	BS2	1	1	-	-	-
	BS3/4	3	10	-	-	-

S：物種數、N：音頻數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數
註：音頻數量無法確切轉換成個體數量，僅供參考

表 5.4.2-8 翼手目全面整地造林調查資料

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J
移除前	BC1/2	3	8	0.594	0.974	0.887
	BC3	2	5	0.320	0.500	0.722
	BC4	3	13	0.556	0.898	0.818
	BC5	2	2	0.500	0.693	1.000
移除中	BC1/2	6	45	0.779	1.604	0.895
	BC3	6	41	0.764	1.572	0.877
移除後	BC1/2	3	11	0.628	1.036	0.943
	BC3	3	8	0.594	0.974	0.887
三次總計	BC1/2	8	64	-	-	-
	BC3	8	54	-	-	-

S：物種數、N：音頻數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數
註：音頻數量無法確切轉換成個體數量，僅供參考

檢視造林監測樣區移除作業前中後蝙蝠物種與音頻數變化(圖5.4.2-11)。BS1、BS2不同移除作業階段的調查期為110/9、110/11及111/3，季節屬於秋季、秋季及春季；BS3/4、BC1/2及BC3不同移除作業階段的調查期為111/3、111/8及111/9，季節屬於春季、夏季及秋季。

BC1/2及BC3於夏季移除作業期間有最豐富的蝙蝠種類與音

頻記錄，除了夏季蝙蝠覓食頻繁外，伐除作業讓原本鬱閉度高的森林產生空隙，提升蝙蝠音頻被偵測器記錄的機率。但移除後的秋季調查不再記錄到蹄鼻蝠科、鼠耳蝠科蝙蝠與高頭蝠，除了高頭蝠過往秋冬季記錄不多外，蹄鼻蝠科及鼠耳蝠科蝙蝠多為森林性物種，可能因銀合歡林全面移除轉變為裸露環境而離開。一次性剷除樣區於移除作業期間均無蝙蝠記錄，可能單純為季節因素。BS1、BS2不同作業階段的蝙蝠記錄均少，而BS3/4於移除前後均有堀川氏棕蝠、家蝠屬蝙蝠等3種蝙蝠記錄，但夏季移除作業期間無蝙蝠記錄，而同時期全面移除作業的BC1/2及BC3蝙蝠記錄豐富，可能與音頻偵測的環境開闊度有關。



圖 5.4.2-11 造林監測樣區移除作業前中後蝙蝠物種與音頻數變化

(3) 鳥類

目前調查鳥類共記錄到34科61種，各樣區調查資料與生物多樣性指數請見表5.4.2-9~12及附錄十二-4~6。鳥種組成以低海拔常見的森林性留鳥為主，區域整體優勢鳥種為烏頭翁、樹鵲、紅嘴黑鶉、小彎嘴、斯氏繡眼、五色鳥。

組間比較樣區三次調查共記錄27科41種，第一次調查(秋季)記錄13科36種、第二次調查(春季)記錄12科32種、第三次調查(夏季)記錄16科18種，春季調查較秋季增加灰面鵟鷹等5種候鳥及綠鳩等6種留鳥，但無燕鴿等3種候鳥及領角鴞等14種留鳥紀錄；夏季調查較春季增加家燕1種候鳥，但無灰面鵟鷹等候鳥及黃嘴角鴞等留鳥紀錄。三次調查以BS1的種類最多(含穿越線名錄種類)計有30種，其次為AH3(29種)，AH2(27種)、AL1(24種)、AN2(23種)，而AH1、AH4為鳥種數相對較低(20種含以下)的樣區。檢視鳥種差異，歷史樣區、銀合歡樣區較近自然森林樣區多了鳩鴿科、三趾鴞科、杜鵑科、卷尾科、扇尾鶯科、八哥科及樹鶯科種類，除樹鶯科為候鳥種類外，多為非森林性留鳥種類；而鴟鵂科、頭烏線、繡眼畫眉這類森林性留鳥多記錄於近自然森林樣區。數量上，合併三次調查單一樣區以AH1、AH3稍豐，整體而言，歷史造林各樣區數量稍豐，銀合歡林略高於2處近自然林，各樣區數量與優勢鳥種記錄的種類、數量相關，主要為烏頭翁及斯氏繡眼的數量差異。

表 5.4.2-9 鳥類組間比較樣區調查資料

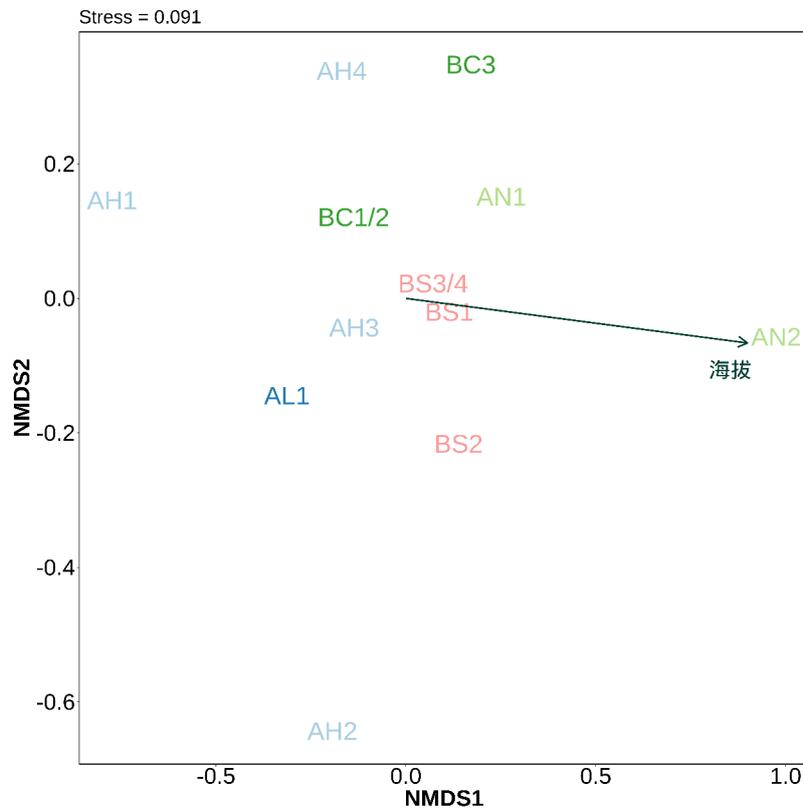
樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
第一次 調查 (秋)	歷史造林	AH1	10(10)	72	0.745	1.681	0.730
		AH2	10(14)	54	0.798	1.930	0.838
		AH3	13(21)	94	0.844	2.128	0.829
		AH4	11(12)	68	0.814	1.917	0.799
	銀合歡林	AL1	12(15)	55	0.852	2.130	0.857
	近自然林	AN1	10(19)	66	0.843	2.012	0.874
AN2		13(16)	53	0.834	2.142	0.835	
第二次 調查 (春)	歷史造林	AH1	9(13)	128	0.789	1.770	0.806
		AH2	-	-	-	-	-
		AH3	13(20)	41	0.835	2.126	0.829

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
第三次 調查 (夏)	銀合歡林	AH4	8(11)	34	0.822	1.879	0.904
		AL1	9(14)	43	0.777	1.844	0.839
	近自然林	AN1	10(10)	22	0.789	1.940	0.843
		AN2	6(12)	12	0.778	1.633	0.911
	歷史造林	AH1	6(9)	46	0.671	1.333	0.744
		AH2	7(14)	31	0.787	1.688	0.867
		AH3	7(8)	39	0.657	1.368	0.703
		AH4	5(8)	18	0.735	1.436	0.892
	銀合歡林	AL1	10(12)	47	0.831	1.977	0.859
		近自然林	AN1	9(10)	41	0.838	1.942	0.884
	AN2		9(11)	51	0.781	1.805	0.822
三次調 查總計	歷史造林	AH1	14(20)	246	-	-	-
		AH2	16(27)	184	-	-	-
		AH3	20(29)	217	-	-	-
		AH4	13(19)	120	-	-	-
	銀合歡林	AL1	17(24)	145	-	-	-
	近自然林	AN1	15(22)	129	-	-	-
AN2		16(23)	116	-	-	-	

S：物種數(前方為圓圈法，括號內含穿越線名錄)、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

樣區合併三季資料進行非度量多維度分析(NMDS)(圖5.4.2-12)，因為本計畫努力並不高，分析資料僅供參考(註：額外納入也有3季調查努力量的造林監測樣區，但調查季節與組間比較樣區有差異，僅供參考)。NMDS分析中，選擇距離鳥類圓圈法位置較近的植物樣方，以該樣方記錄之環境因子納入分析(環境因子選擇造林年限、海拔、平均樹高、冠層覆蓋率、灌木層覆蓋率、地被層覆蓋率)，並將環境因子與NMDS1、NMDS 2的相關性測試，嘗試找出跟樣區分布有關的主要環境因子，相關性測試結果如表5.4.2-10，惟環境因子中僅海拔對鳥種組成有統計上之顯著性(圖5.4.2-12)。多數樣區距離接近，從NMDS圖來看，僅AN2、AH1、AH2的鳥種組成與其他樣區差異較大。AN2海拔較高，植被組成與其他樣區差異較大，可能是造成鳥種組成差異的原因(圖5.4.2-12)；AH1為海岸林，植被組成差異與受海風影響較大，可能是影響物種組成因子，此外，記錄到數量較多的過境猛禽灰面鵟鷹，也是影響原因；AH2位於恆春虎頭山

靶場，記錄到數量豐富的過境猛禽赤腹鷹，是造成組成差異的主要因素。



[註 1] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

[註 2]可接受之 Stress 值建議準則：<0.05 = 優秀，<0.10 = 良好，<0.20 = 可用，>0.20 = 不可接受 (Clarke, 1993)

圖 5.4.2-12 各樣區鳥類圓圈法 NMDS 分析圖

表 5.4.2-10 環境因子與 NMDS1、NMDS2 之相關性(鳥類)

環境因子	NMDS1	NMDS2	R ²
造林年限	-0.99757	0.06967	0.4647
海拔*	0.99729	-0.07352	0.8134
平均樹高	-0.9854	0.17024	0.0564
冠層覆蓋	0.99937	-0.03546	0.055
灌木層覆蓋	-0.09166	-0.99579	0.346
地被層覆蓋	0.44255	-0.89674	0.0739

* P<0.05

一次性剷除樣區BS1、BS2及BS3/4三次調查共記錄26科41種，BS1及BS2樣區三次調查共記錄23科32種，移除前調查(秋季)記錄14科16種、移除中調查(秋季)記錄18科23種、移除後調查(春季)記錄15科15種；BS1三次調查共記錄20科30種，三次調查分別為17種、24種、13種(以上均含穿越線名錄種類)；BS2共記錄18科22種，三次調查分別為13種、14種、14種(以上均含穿越線名錄種類)。檢視鳥種差異，在不同林事階段(移除前、中、後)鳥種組成差異不大，差異鳥種多為候鳥或非調查期間的鳴聲記錄；不同樣區間BS1有較多鳩鴿科及鶇科種類，較BS2少了南亞夜鷹及灰腳秧雞，因BS2周圍有較多鋪裝道路及農墾地而BS1周圍多林地環境，應是兩樣區鳥種組成差異的主因。BS3/4三次調查共記錄21科27種鳥類，三次調查分別為移除前調查(春季)記錄16科19種、移除中調查(夏季)記錄8科9種、移除後調查(秋季)記錄13科15種，檢視鳥種差異，在不同林事階段(移除前、中、後)鳥種組成除了赤腹鷹、黑翅山椒鳥、紅尾伯勞、遠東樹鶯、赤腹鶇為候鳥，翠翼鳩、番鶇、南亞夜鷹、小雨燕、小啄木、大卷尾、洋燕為留鳥，差異鳥種為候鳥或非森林性鳥種，與植被完整性關聯性低。

表 5.4.2-11 鳥類一次性剷除監測樣區調查資料

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
一次性剷除造林監測樣區	移除前	BS1	9(16)	41	0.852	2.005	0.912
		BS2	13(13)	57	0.872	2.299	0.896
		BS3/4	13(19)	43	0.822	2.330	0.908
	移除中	BS1	15(24)	57	0.890	2.399	0.886
		BS2	14(14)	69	0.849	2.142	0.812
		BS3/4	8(8)	25	0.852	2.239	0.790
	移除後	BS1	13(13)	53	0.890	2.357	0.919
		BS2	9(14)	51	0.850	2.039	0.928
		BS3/4	12(15)	49	0.861	2.195	0.883
三次總計	BS1	19(29)	151	-	-	-	
	BS2	19(22)	177	-	-	-	
	BS3/4	18(27)	117	-	-	-	

S：物種數(前方為圓圈法，括號內含穿越線名錄)、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

移除造林樣區BC1/2及BC3移除前調查(春季)共記錄12科16種，BC1/2記錄9科11種、BC3記錄11科13種，移除中調查(夏季)共記錄6科8種，BC1/2記錄6科6種、BC3記錄5科6種，移除後調查(秋季)共記錄14科19種，BC1/2記錄12科15種、BC3記錄10科12種，兩樣區皆有記錄大冠鷲等12種。檢視不同林事階段的鳥種差異，移除前記錄的鳥種除紅隼等6種候鳥外，大冠鷲、黑枕藍鶇、山紅頭、繡眼畫眉4種留鳥在移除作業階段未記錄，且山紅頭、繡眼畫眉2種留鳥在移除後的調查亦未記錄，因4種留鳥皆為森林性鳥種，不同林事階段鳥種差異與植被完整性關聯性高。

BC4及BC5移除前調查(冬季)共記錄16科20種，BC4記錄14科18種、BC5記錄9科9種。

表 5.4.2-12 鳥類移除造林調查資料

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
移除造林監測樣區	移除前	BC1/2	8(11)	34	0.841	1.921	0.924
		BC3	11(13)	43	0.878	2.237	0.933
		BC4	15(18)	56	0.780	2.046	0.756
		BC5	6(9)	14	0.755	1.569	0.876
	移除中	BC1/2	5(6)	37	0.754	1.497	0.930
		BC3	5(6)	17	0.740	1.452	0.902
	移除後	BC1/2	13(15)	46	0.863	2.250	0.877
		BC3	10(12)	28	0.793	1.841	0.838
	三次總計	BC1/2	17(21)	117	-	-	-
		BC3	16(20)	88	-	-	-

S：物種數(前方為圓圈法，括號內含穿越線名錄)、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

檢視造林監測樣區移除作業前中後鳥類物種與個體數變化(圖5.4.2-14)。BS1、BS2不同移除作業階段的調查期為110/9、110/11及111/3，季節屬於秋季、秋季及春季；BS3/4、BC1/2及BC3不同移除作業階段的調查期為111/3、111/8及111/9，季節屬於春季、夏季及秋季。

BS1、BS2移除作業中的鳥種較移除前為高，檢視移除前、中的鳥種組成，BS1移除前/中的候鳥及過境鳥比為3/7，而BS2則為2/2，以BS1為例，同為秋季11月的移除中調查較9月移除前調查增加了數種冬候鳥。BS3/4在不同移除作業階段的鳥種及數量變化與BS1、BS2不同，卻與BC1/2及BC3類似，這應與季節有關。BS3/4、BC1/2及BC3移除中調查季節為夏季，鳥種數為移除作業3階段中最少，移除前後兩階段為春、秋季，有候鳥/過境鳥記錄。若僅以留鳥種數來看，BS1三階段留鳥種數為7/11/10、BS2為10/12/9、BS3/4為11/8/10、BC1/2為6/5/11、BC3為7/5/6，差異仍不明顯。數量上不論是一次性剷除及全面移除作業，檢視留鳥鳥種，並無明顯移除作業後數量減少(除了BS3/4有翠翼鳩、小啄木等6種，BC1有紅嘴黑鵯、山紅頭2種，BC2有領角鴉、繡眼畫眉2種，於移除作業後未再有記錄)。甚至樹鵲、烏頭翁在一次性剷除作業樣區及BC1/2，移除前記錄數量最少。

本計畫一次性剷除及全面移除作業不同階段鳥類調查無明顯差異，鳥類的移動範圍大，造成季節影響鳥類組成大於植被移除方式。



圖 5.4.2-13 優勢留鳥、猛禽與候鳥

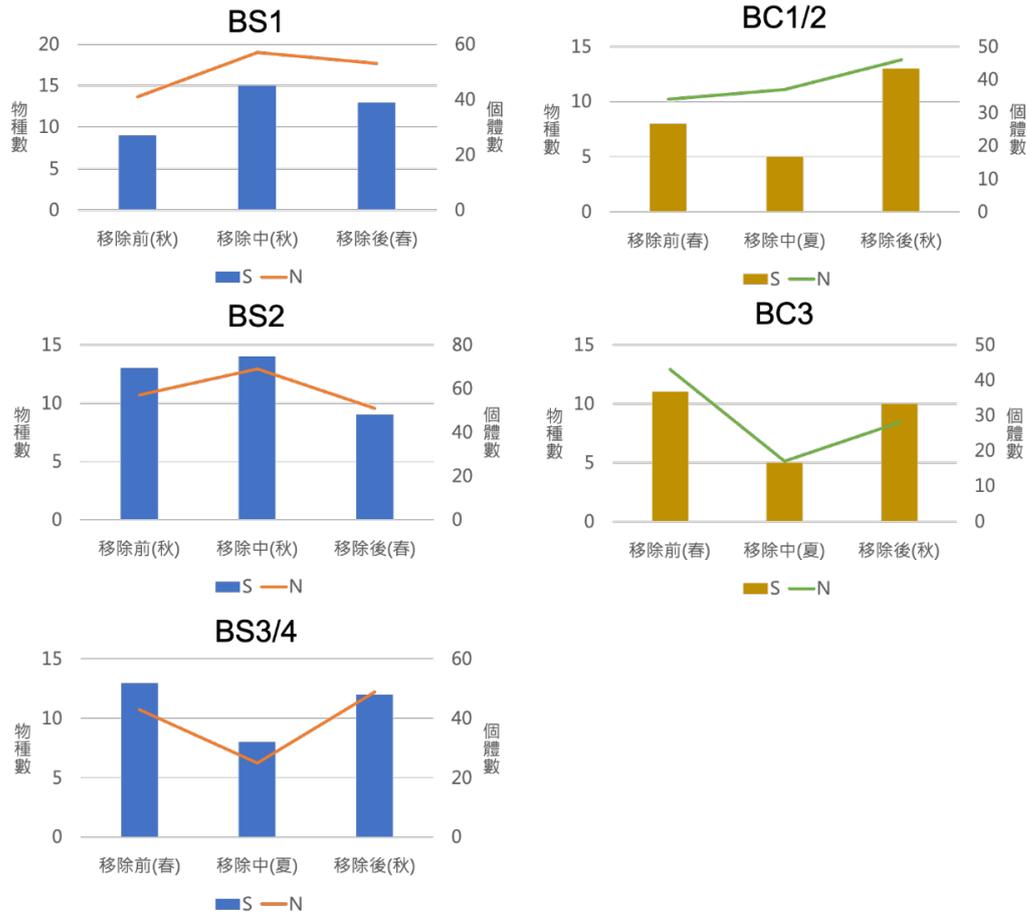


圖 5.4.2-14 造林監測樣區移除作業前中後鳥類物種與個體數變化

(4) 蝶類

蝶類調查共記錄到5科110種(含穿越線調查、吊網調查及名錄)，各樣區調查資料與生物多樣性指數請見表5.4.2-11~19及附錄十二-7~10。整體區域優勢蝶種(個體數量佔整體5%以上)為異色尖粉蝶、小紫斑蝶、玉帶鳳蝶、迷你藍灰蝶、黃蝶、淡褐脈粉蝶。

組間比較樣區三次調查共記錄87種，第一次調查(秋季)記錄75種、第二次調查(春季)記錄49種、第三次調查(夏季)記錄52種；歷史樣區4區共記錄54種，第一次調查(秋季)記錄41種、第二次調查(春季)記錄27種、第三次調查(夏季)記錄32種；銀合歡樣區共記錄34種，第一次調查(秋季)記錄27種、第二次調查(春季)記錄17種、第三次調查(夏季)記錄23種；近自然林樣區2區共記錄63種，第一次調查(秋季)記錄59種、第二次調查(春季)記錄30種、

第三次調查(夏季)記錄42種。合併三次調查以AN2、AN1、BS1及AH3樣區的種類較多，從樣區位置來看，大多離聚落較遠的山區森林樣區記錄種類較多；以物種組成來看，AN2記錄較多蛺蝶科、鳳蝶科及粉蝶科種類，AN1記錄較多蛺蝶科及粉蝶科種類、BS1記錄較多蛺蝶科、灰蝶科、粉蝶科種類及AH3記錄較多蛺蝶科種類。將目前所記錄蝶種概略分為：弄蝶、鳳蝶、粉蝶、灰蝶、眼蝶類(眼蝶亞科主要棲息於林下)及蛺蝶，近自然樣區除灰蝶記錄種類較少外，其餘5類群都有記錄種類的半數以上；而歷史樣區除AH3在弄蝶、粉蝶、灰蝶及蛺蝶類記錄種類數接近近自然林樣區外，其餘樣區弄蝶、粉蝶、蛺蝶與眼蝶的種類數都與銀合歡林樣區接近。AH1除粉蝶科種類數較多外，其餘各科蝶類僅有3~4種紀錄。銀合歡樣區則以鳳蝶種類數較多，眼蝶種類很少。

數量則以AL1、AN2、AH3稍豐，AL1銀合歡樣區因粉蝶及灰蝶數量較多為數量最高的樣區，AN2有較多鳳蝶、粉蝶及斑蝶，AH3有數量較多的長翅弄蝶、玉帶鳳蝶、小紫斑蝶及鱗紋眼蛺蝶。檢視各類群蝶種則差異，除長翅弄蝶僅AH4無記錄其餘樣區皆有記錄外，其餘弄蝶僅零星記錄於個別樣區。鳳蝶科除玉帶鳳蝶、青鳳蝶為普遍各樣區皆有記錄外，歷史樣區多青鳳蝶屬種類，近自然林樣區及銀合歡樣區多了鳳蝶屬及麝鳳蝶屬種類。粉蝶科各樣區組成類似，但雲紋尖粉蝶、橙端粉蝶僅記錄於近自然森林樣區，黃裙遷粉蝶僅記錄於AH2。灰蝶科以AL1記錄較多種類及數量、其次為AH3及AH4，在食草附近有個別物種的豐富族群量。蛺蝶科中斑蝶類在銀合歡AL1樣區記錄較少，偏好開闊草地的眼蛺蝶類則以近自然林樣區記錄較少，環蛺蝶、帶蛺蝶及眼蝶亞科以AH3、AH4、AN1及AN2記錄較多種類。遮蔽度較高是明顯影響蝶類活動的環境因子(Greatorex-DaviJ *et al.*, 1992)，記錄種類較少的AH1樣區的穿越線有許多段落位於林下，因此記錄的弄蝶、灰蝶及斑蝶類的種類不多；但檢視主要棲息於林下的眼蝶亞科記錄，相較近自然林樣區，歷史樣區(除AH3外)與AL1樣區的種類皆是偏少。

表 5.4.2-13 蝶類組間比較樣區調查資料(穿越線)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J		
第一次 調查 (秋)	歷史造林	AH1	12	41	0.832	2.117	0.852	
		AH2	21	91	0.882	2.501	0.822	
		AH3	26	139	0.912	2.717	0.834	
		AH4	17	52	0.882	2.445	0.863	
	銀合歡林	AL1	26	146	0.923	2.785	0.855	
		近自然林	AN1	28	91	0.903	2.734	0.821
			AN2	39	150	0.951	3.294	0.899
		第二次 調查 (春)	歷史造林	AH1	7	15	0.729	1.615	0.830
AH2	-			-	-	-	-	
AH3	20			79	0.899	2.582	0.862	
AH4	14			48	0.814	2.125	0.805	
銀合歡林	AL1		17	338	0.800	1.962	0.692	
	近自然林		AN1	14	27	0.914	2.570	0.974
			AN2	18	68	0.856	2.422	0.838
	第三次 調查 (夏)		歷史造林	AH1	10	26	0.775	1.883	0.818
AH2		13		39	0.792	2.044	0.797	
AH3		17		42	0.908	2.576	0.909	
AH4		8		25	0.882	1.911	0.919	
銀合歡林		AL1	21	116	0.901	2.556	0.839	
		近自然林	AN1	20	39	0.919	2.749	0.917
			AN2	28	92	0.932	2.949	0.885

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

表 5.4.2-14 蝶類組間比較樣區調查資料(吊網)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J		
第一次 調查 (秋)	歷史造林	AH1	1	3	-0	-0	-	
		AH2	0	0	-	-0	-	
		AH3	2	6	0.611	1.011	1.459	
		AH4	0	0	-	-0	-	
	銀合歡林	AL1	1	2	-0	-0	-	
		近自然林	AN1	4	7	0.694	1.277	0.921
			AN2	3	6	0.611	1.011	0.921
		第二次 調查 (春)	歷史造林	AH1	0	0	-	-0
AH2	-			-	-	-	-	
AH3	2			2	0.500	0.693	1.000	
AH4	2			5	0.320	0.500	0.722	
銀合歡林	AL1		0	0	-	-	-	
	近自然林		AN1	0	0	-	-	-
			AN2	0	0	-	-	-
	歷史造林		AH1	1	1	-0	-0	-

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
第三次 調查 (夏)	AH2	2	2	0.250	1.040	1.500	
	AH3	1	1	-0	-0	-	
	AH4	1	1	-0	-0	-	
	銀合歡林	AL1	0	0	-	-	-
	近自然林	AN1	1	2	-0	-0	-
		AN2	0	0	-	-	-

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

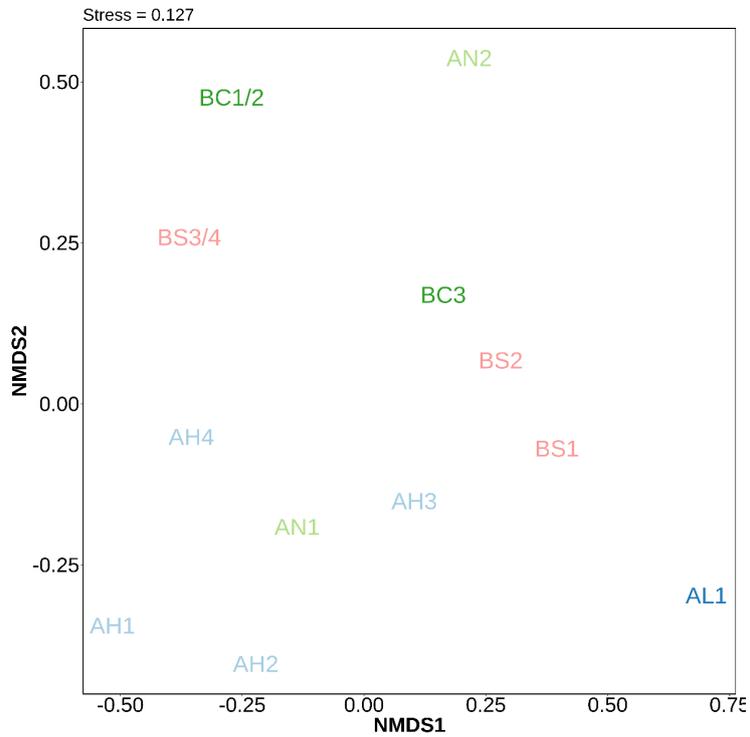
表 5.4.2-15 蝶類組間比較樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網)

樣區類型	樣區名稱	S	N
歷史造林	AH1	20	86
	AH2	29	154
	AH3	41	269
	AH4	28	131
銀合歡林	AL1	42	602
近自然林	AN1	44	166
	AN2	55	316

S：物種數、N：個體數量

各樣區合併三季資料進行非度量多維度分析(NMDS)(圖 5.4.2-15)，因為本計畫努力並不高，分析資料僅供參考(註：額外納入也有3季調查努力量的造林監測樣區，但調查季節與組間比較樣區有差異，僅供參考)。NMDS分析中，選擇距離蝶類穿越線較近的植物樣方，以該樣方記錄之環境因子納入分析(環境因子選擇造林年限、海拔、平均樹高、冠層覆蓋率、灌木層覆蓋率、地被層覆蓋率)，並將環境因子與NMDS1、NMDS 2的相關性測試，嘗試找出跟樣區分布有關的主要環境因子，相關性測試結果如表5.4.2-16，惟所有環境因子對蝶種組成均無統計上之顯著性，故不納入後續討論。從NMDS圖來看，AN2及AL1的蝶種組成與其他樣區差異較大，AN2海拔較高、植被組成與其他樣區差異較大，可能是造成蝶種組成差異的原因；AL1與其他樣區蝶種組成之差異可能不在於植被種類與蝴蝶種類，而是部分蝶種的個體數量，依據現地觀察，可能因為穿越線環境具提供蝶類遮風避雨的條件，且地被植生豐富，調查人員移動時容易驚擾躲藏其內的個體，故部分蝶種有大量紀錄(如淡褐脈粉蝶、黑脈粉蝶、細灰蝶等)，和其他樣區產生明顯差異。4處歷

史造林樣區及AN1則較為接近，其中AH1(海岸林)與AN1差異略大。



[註 1] AH：歷史造林樣區、AL：銀合歡樣區、AN：近自然林樣區、BS：一次性剷除樣區、BC：全面整地造林樣區

[註 2]可接受之 Stress 值建議準則：<0.05 = 優秀，<0.10 = 良好，<0.20 = 可用，>0.20 = 不可接受 (Clarke, 1993)

圖 5.4.2-15 組間比較樣區蝶類穿越線 NMDS 分析圖

表 5.4.2-16 環境因子與 NMDS1、NMDS2 之相關性(蝶類)

環境因子	NMDS1	NMDS2	R ²
造林年限	-0.66568	-0.74624	0.567
海拔	0.32043	0.94727	0.387
平均樹高	-0.95088	-0.30956	0.1429
冠層覆蓋	-0.59193	0.80599	0.0186
灌木層覆蓋	0.27931	-0.9602	0.1209
地被層覆蓋	0.28041	-0.95988	0.0046

* P<0.05

一次性剷除樣區BS1、BS2及BS3/4三次調查共記錄5科72種，一次性剷除樣區BS1及BS2三次調查共記錄5科51種，移除前調查(秋季)記錄5科35種、移除中調查(秋季)記錄4科29種、移除後調查(春季)記錄5科26種；BS1三次調查共記錄5科44種，三次調查分別為25種、25種、23種(以上均含穿越線名錄種類)；BS2共記錄5科36種，三次調查分別為26種、20種、19種(以上均含穿越線名錄種類)。檢視BS1及BS2各類群蝶種在各林事階段(移除前、中、後)記錄，粉蝶科在三階段的種類無明顯變化，移除階段兩樣區皆無弄蝶紀錄，鳳蝶科在移除後僅玉帶鳳蝶、花鳳蝶有記錄，灰蝶科除綺灰蝶各階段均有記錄外，BS1各階段組成差異大。蛺蝶科中斑蝶類、眼蛺蝶類各階段組成類似，環蛺蝶類、帶蛺蝶類以移除前記錄較多種類，眼蝶亞科則以移除後記錄較多種類。BS3/4共記錄5科33種，移除前調查(春季)記錄3科19種、移除中調查(夏季)記錄4科13種、移除後調查(秋季)記錄5科17種。除黑脈粉蝶、異色尖粉蝶、綺灰蝶、小紫斑蝶、黃襟蛺蝶及鱗紋眼蛺蝶在移除前、後都有記錄外，有18種僅記錄單次調查，移除前紀錄的纖粉蝶、黃蝶、藍灰蝶類、斑蝶類在移除後多無記錄，但青鳳蝶、花鳳蝶、綠灰蝶等僅記錄於移除後，各林事階段組成記錄差異大。

表 5.4.2-17 蝶類一次性剷除造林樣區調查資料(穿越線)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
一次性 剷除造 林監測 樣區	移除前	BS1	22	90	0.913	2.700	0.874
		BS2	22	156	0.883	2.476	0.801
		BS3/4	16	46	0.884	2.459	0.887
	移除中	BS1	20	72	0.844	2.428	0.811
		BS2	18	115	0.860	2.447	0.847
		BS3/4	13	31	0.878	2.300	0.897
	移除後	BS1	20	207	0.83	2.172	0.725
		BS2	17	98	0.793	2.158	0.762
		BS3/4	16	53	0.891	2.439	0.880

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、 H' ：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

表 5.4.2-18 蝶類一次性剷除監測樣區調查資料(吊網)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
一次性 剷除造 林監測 樣區	移除前	BS1	0	0	-	-	-
		BS2	0	0	-	-	-
		BS3/4	1	3	-0	-0	-
	移除中	BS1	0	0	-	-	-
		BS2	1	1	-0	-0	-
		BS3/4	0	0	-	-	-
	移除後	BS1	3	3	0.667	1.099	1.000
		BS2	2	2	0.500	0.693	1.000
		BS3/4	1	1	-0	-0	-

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、H'：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

表 5.4.2-19 蝶類一次性剷除監測樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網)

移除階段類型	樣區名稱	S	N
移除前	BS1	25	90
	BS2	26	156
	BS3/4	19	49
移除中	BS1	25	72
	BS2	20	116
	BS3/4	13	31
移除後	BS1	23	210
	BS2	19	100
	BS3/4	17	54

S：物種數、N：個體數量

移除造林樣區BC1/2、BC3三次調查共記錄5科49種，移除前調查(春季)共記錄5科31種，BC1/2記錄5科18種、BC3記錄5科25種；移除中調查(夏季)共記錄5科20種，BC1/2記錄3科4種、BC3記錄5科20種；移除後調查(秋季)共記錄5科33種，BC1/2記錄4科16種、BC3記錄5科22種。兩樣區皆有記錄長翅弄蝶、黃裳鳳蝶等18種。BC1/2各林事階段以移除中記錄種類最少(4種)，移除前後種類數接近，組成種類差異不大，但鳳蝶科種類多在移除後記錄；BC3除移除前以長翅弄蝶、淡褐脈粉蝶、異色尖粉蝶、黃蝶、幻蛺蝶為優勢，移除後上述物種數量明顯

減少反以移除前未記錄之尖粉蝶為優勢，其餘種類各林事階段組成記錄差異不大。

移除造林樣區BC4、BC5移除前調查(冬季)共記錄5科17種，BC4記錄4科10種、BC3記錄5科11種，以粉蝶科及蛺蝶科記錄較多種類。

表 5.4.2-20 蝶類移除除造林樣區調查資料(穿越線)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
移除造林監測樣區	移除前	BC1/2	15	84	0.662	1.713	0.633
		BC3	20	134	0.890	2.475	0.841
		BC4	7	26	0.741	1.691	0.869
		BC5	6	14	0.694	1.468	0.819
	移除中	BC1/2	4	8	0.668	1.255	0.906
		BC3	17	58	0.772	2.119	0.748
	移除後	BC1/2	16	46	0.890	2.482	0.895
		BC3	22	79	0.890	2.636	0.853

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、H'：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

表 5.4.2-21 蝶類移除造林調查資料(吊網)

樣區類型	樣區名稱	S	N	λ	H'	J	
移除造林監測樣區	移除前	BC1/2	1	1	0	0	-
		BC3	3	8	0.625	1.040	0.946
		BC4	3	3	0.667	1.099	1
		BC5	0	0	-	-	-
	移除中	BC1/2	0	0	-	-	-
		BC3	0	0	-	-	-
		BC1/2	0	0	-	-	-
		BC3	0	0	-	-	-

S：物種數、N：個體數量、 λ ：Simpson 指數、H'：Shannon-Wiener 指數、J：Pielou 均勻度指數

表 5.4.2-22 蝶類移除造林樣區三次調查資料(合併穿越線、吊網)

移除階段類型	樣區名稱	S	N
移除前	BC1/2	16	85
	BC3	22	142
	BC4	11	29
	BC5	11	14
移除中	BC1/2	4	8
	BC3	17	58
移除後	BC1/2	16	46
	BC3	22	79

S：物種數、N：個體數量

檢視造林監測樣區移除作業前中後蝶類物種與個體數變化(圖5.4.2-16)。BS1、BS2不同移除作業階段的調查期為110/9、110/11及111/3，季節屬於秋季、秋季及春季；BS3/4、BC1/2及BC3不同移除作業階段的調查期為111/3、111/8及111/9，季節屬於春季、夏季及秋季。

BS1、BS2移除中的蝴蝶種類與數量均較移除前低，但減少並不明顯，移除後調查為3月春季，蝴蝶種類與秋季移除中相比差異不大。數量上BS1及BS2各階段的優勢種類似，但BS1移除後階段因有極豐富的迷你藍灰蝶及綺灰蝶，因此BS1出現較移除前調查更高的數量。BS3/4、BC1/2及BC3樣區，蝴蝶的種類及數量在應較高的夏季卻較移除前的春季為低，特別是全面移除(BC)樣區的個體數量下降更為明顯，移除作業對蝴蝶組成應有造成影響。但BC3樣區於不同移除作業階段的種類變化與BS3/4類似，不若BC1/2在移除作業中種類大幅減少，推測原因為BC3雖為全面移除作業，但調查穿越線位於溪床，溪岸因較少銀合歡仍保有植被未清除，故蝶種減少不若BC1/2明顯。

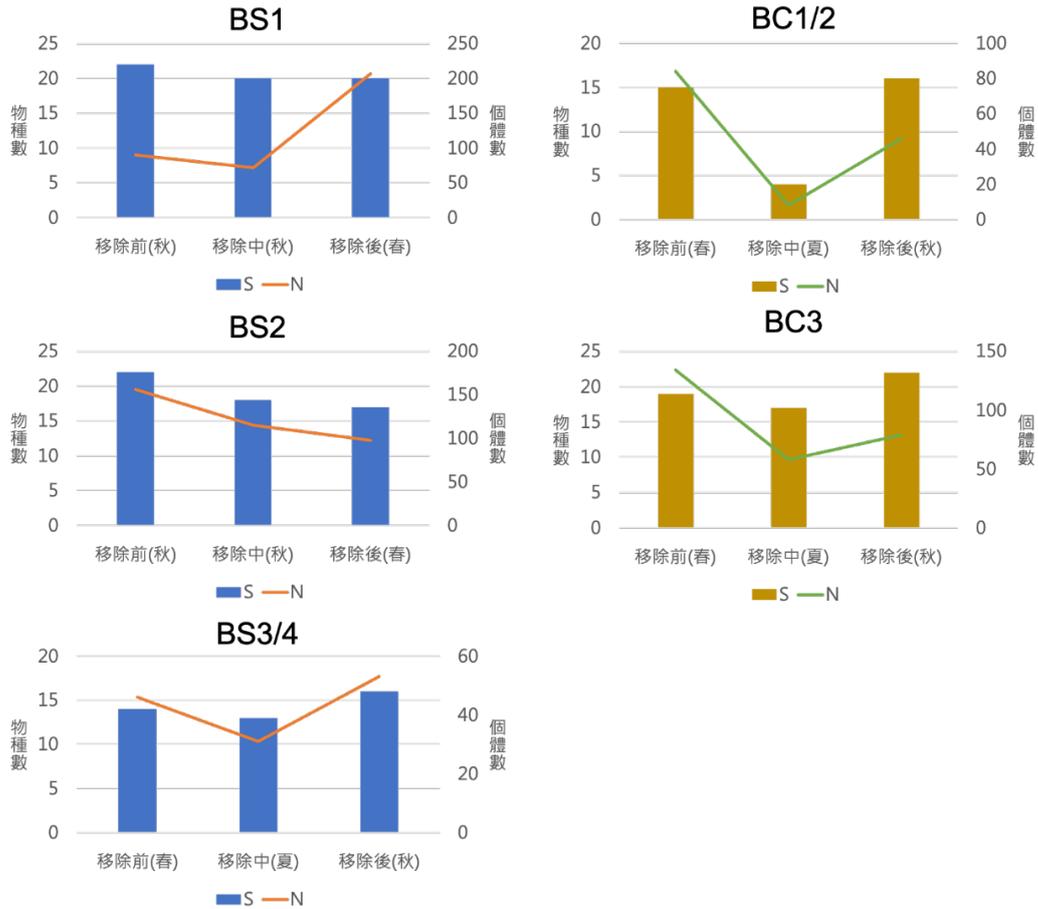


圖 5.4.2-16 造林監測樣區移除作業前中後蝶類物種與個體數變化



圖 5.4.2-17 優勢蝶種與吊網陷阱捕捉蝴蝶

5.4.3 動植物之間的關係探討

銀合歡入侵環境的棲地改善，改變植物相使其接近自然狀態是重要的方向。而在植物相建立之後，動物是否能逐漸再次利用這個棲地則是反應棲地改善成效的重要標的之一。以下針對本計畫調查樣區中，以植物資料作為背景，探討動物的利用情形。

(1) 標的物種與資料選擇

本計畫選擇蝴蝶作為反應造林成效的長期監測標的物種之一，主要原因即在於多數蝴蝶幼蟲具有植物利用上的專一性，除了少數種類會利用跨植物科的植物外(廣食性)，大多僅利用單一科、屬內的植物(寡食性)，甚至僅利用一種寄主植物(單食性)。因此，本計畫初步探討銀合歡移除造林成效，欲了解不同森林內動物與植物關係，優先選擇蝴蝶作為比較之標的。

本計畫動、植物關係之探討，為了呈現不同類型森林間的差異，以及擁有相似的動物調查條件(一樣的季節調查、各進行3季調查)，僅選擇「組間比較樣區」進行討論。組間比較樣區包含4處歷史造林樣區(AH)、2處近自然森林(AN)及1處銀合歡林(AL)。然本計畫執行植、動物監測工作時發現銀合歡林內仍有許多原生植物生長，仍會有利用銀合歡林內的原生寄主植物的蝶種，加上蝴蝶具飛行能力，亦會有需要訪花而出現的蝴蝶個體，故也無法單純反應調查樣區內的寄主植物與蝶種關係，但仍可作為參酌。資料使用上，每個樣區設置一條500公尺穿越線進行蝴蝶物種及數量紀錄，設置2個植物樣方進行每木及地被植物調查，地被植物僅進行覆蓋度的紀錄，並無個體數量資料，因此，後續資料分析時，將採用植物種類、穿越線蝴蝶種類、穿越線蝴蝶多樣性指數3個資料。

(2) 蝴蝶寄主植物與蝴蝶種類基本描述

依據本計畫植物樣區調查成果，並參考臺灣蝴蝶圖鑑(上中下)(徐堉峰，2013)、蝴蝶生活史圖鑑(呂至堅、陳建仁，2014)、蝴蝶食草圖鑑(林柏昌、林有義，2008)、臺灣產蝶蛾網站(<http://dearlep.tw/about.html>)等，進行寄主植物與蝶種資料對

照，整理出本計畫 7 處組間比較樣區共至少記錄到 31 科 70 種蝴蝶寄主植物(排除蝶種無分布於恆春半島淺山的蝶種之寄主植物 4 種，包含琉璃翠鳳蝶幼蟲利用的三刈葉、絹蛺蝶利用的小葉桑、淡黑玳灰蝶利用的大頭茶、外來種尖翅翠蛺蝶利用的芒果)。另外，依據蝴蝶穿越線調查成果，本計畫於 7 處組間比較樣區共記錄到 5 科 86 種蝴蝶。完整寄主植物資料與對應蝶種請參考附錄十三。

寄主植物中，蝴蝶的利用以豆科及大戟科為大宗，分別有 9 種及 8 種，其次為禾本科(5 種)、芸香科(4 種)、樟科(4 種)、桑科(4 種)。從單一寄主植物被蝶類幼蟲利用的種類數來看，依次為臺灣朴樹(6 種)、小刺山柑(6 種)、臺灣馬兜鈴(5 種)、過山香(4 種)、烏柑仔(4 種)、朴樹(4 種)、猿尾藤(4 種)。從蝴蝶數量來看，個體數最多的分別為玉帶鳳蝶(累積 188 隻次)、小紫斑蝶(135 隻次)、淡褐脈粉蝶(117 隻次)、異色尖粉蝶(113 隻次)、黃蝶(113 隻次)、迷你藍灰蝶(113 隻次)、細灰蝶(108 隻次)、纖粉蝶(82 隻次)。前述蝶種在寄主植物利用上，玉帶鳳蝶可利用芸香科烏柑仔、過山香、雙面刺；小紫斑蝶利用桑科盤龍木；淡褐脈粉蝶、異色尖粉蝶、纖粉蝶均利用山柑科小刺山柑；黃蝶可利用大戟科紅仔珠、豆科合萌；迷你藍灰蝶利用外來種馬鞭草科的馬纓丹(原生寄主為賽山藍，但在組間比較樣區調查中未紀錄)；細灰蝶利用藍雪科烏面馬。從目前的資料來看，各樣區寄主植物數量及對應的蝴蝶數量並沒有明顯的連結(各樣區寄主植物數量資料請見附錄十三)，僅玉帶鳳蝶及其寄主植物過山香，在組間比較樣區中是相對豐富的，而從過去資料與觀察亦可知，這兩物種在恆春半島均有非常豐富的族群數量。

(3) 各樣區資料分析結果與討論

各樣區資料整理如表 5.4.3-1 及圖 5.4.3-1，並以寄主植物種數為自變數、蝴蝶種數或多樣性指數為依變數，進行簡單線性迴歸模型分析(圖 5.4.3-2)。說明如下。

(a) 寄主植物種數，以兩處近自然林樣區最高(AN2、AN1)，蝴

蝶種類數及多樣性指數也最高，而 AN2 樣區更是明顯高於其他樣區。AN2 地處較偏遠，而 AN1 鄰近聚落且過去也是重要的步道路線，以植被狀況而言，AN2 較 AN1 受到的人為擾動更少。

- (b) 銀合歡林樣區 (AL1) 寄主植物種數在 7 個樣區中居中 (14 種)，但記錄之蝶種僅次於 2 處近自然林樣區 (41 種)，樣區內寄主植物中上木調查記錄到 5 種、地被調查記錄到 11 種，略可呈現地被層植物維持的重要性，以及銀合歡林下原生植物種子庫的潛力。
- (c) AH1 為移除造林 20 年之海岸林歷史樣區，除了上木銀合歡覆蓋程度高之外，臺灣海岸原生蝴蝶寄主植物比較少，也顯現在樣區內寄主植物種數、蝴蝶種數及多樣性指數上。
- (d) 觀察各樣區上木與地被植物中蝴蝶寄主植物種類數 (表 5.4.3-2)，2 處近自然林樣區上木與地被的蝴蝶寄主植物種類數相當，而歷史樣區中上木寄主植物種類普遍不多，可能與過去植樹造林的植栽選擇有關。
- (e) 簡單線性迴歸模型分析結果顯示，一個樣區內寄主植物種類數與蝴蝶種數 / 多樣性指數，兩者間具顯著正相關 (圖 5.4.3-2)。

表 5.4.3-1 各樣區調查資料與多樣性指數

	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2
寄主植物種數	7	13	9	18	16	21	36
蝴蝶種數	18	28	36	27	41	43	54
Shannon-Wiener 指數 (H')	2.3	2.58	2.95	2.66	2.79	3.2	3.5

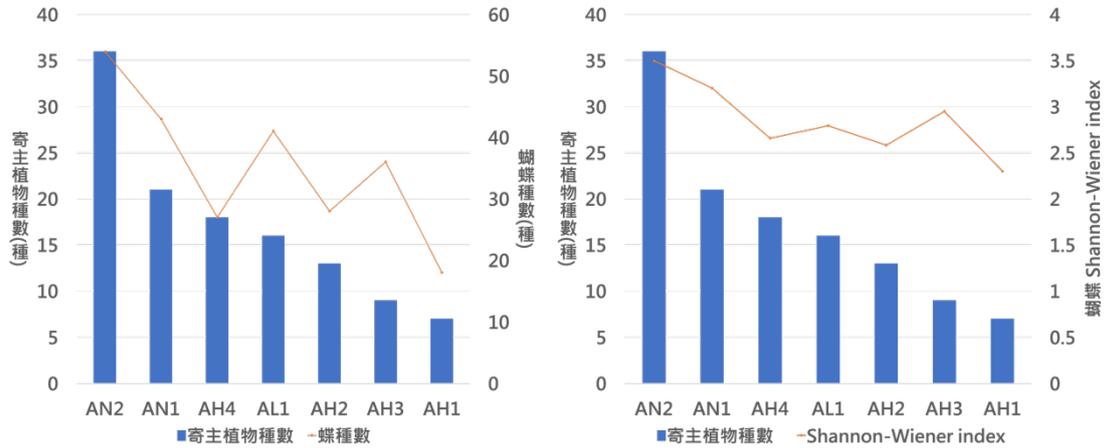
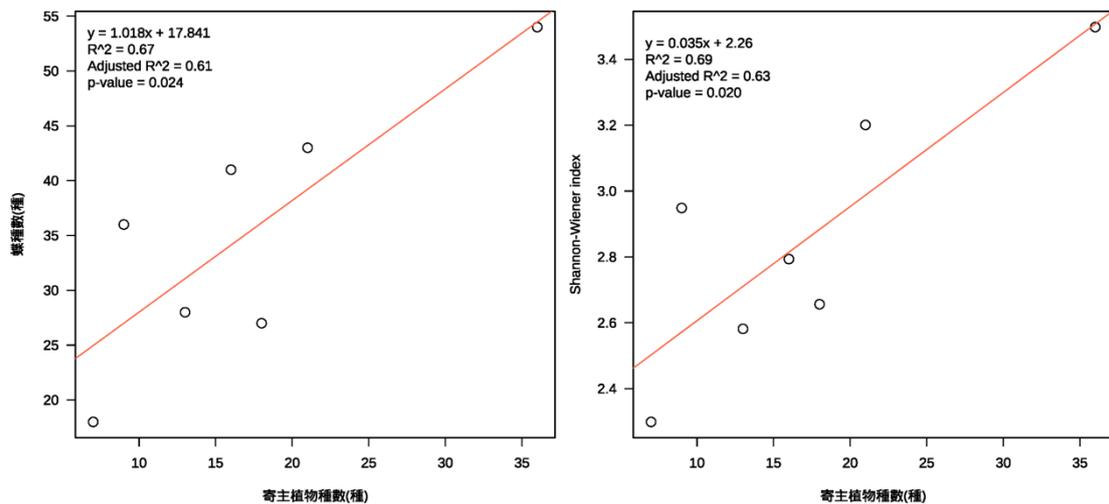


圖 5.4.3-1 各樣區寄主植物種數與蝴蝶種數/多樣性指數比較圖

表 5.4.3-2 各樣區上木與地被植物種數

	AH1	AH2	AH3	AH4	AL1	AN1	AN2
上木	4	6	2	2	5	11	18
地被	3	7	7	16	11	10	18
總計	7	13	9	18	16	21	36



註： R^2 (決定係數) 被用來解釋線性迴歸模式的適配度。 $R^2 = 0$ ，代表依變數 (Y) 與自變數 (Xn) 沒有線性關係； $R^2 \neq 0$ ，代表依變數 (Y) 被自變數 (Xn) 所解釋的比率。

圖 5.4.3-2 各樣區寄主植物種數與蝴蝶種數/多樣性指數簡單線性迴歸圖

(4) 蝴蝶與植物關係結論

依本計畫之調查與前述分析，整理本節動物(蝴蝶)與植物關係探討幾點結論如下。

- (a) 受限目前累積資料量(樣區數量、調查次數)及蝴蝶具飛行能力的特性，各樣區均有許多有寄主植物卻無對應蝶種紀錄，或有該蝶種卻未發現其對應寄主植物的情形。這需要長期調查累積更完整的資料，以供更完整的資料分析。
- (b) 僅以目前資料進行整體的分析，一個樣區內寄主植物種類數與蝴蝶種數/多樣性指數，兩者間具有顯著正相關，符合蝴蝶與寄主植物關聯性高的預期。
- (c) 歷史造林樣區與近自然林在蝴蝶寄主植物種數、蝴蝶種數、蝴蝶多樣性指數上，均仍有一些落差。從上木與地被寄主植物資料來看歷史造林樣區(AH1~AH4)在上木寄主植物種類數與近自然森林樣區(AN1、AN2)差異較大，未來進行移除造林之樹種選擇，建議將蝴蝶等植食性昆蟲需求納入(墾丁國家公園於109年委託國立中山大學進行國家公園內蛾類多樣性調查，亦有提供移除銀合歡後之植栽建議，可參考該報告第74頁)。
- (d) 參考銀合歡林樣區(AL1)及幾處歷史造林樣區地被層蝴蝶寄主植物資料，略可呈現地被層植物維持的重要性，以及銀合歡林下原生植物種子庫的潛力。目前林管處依該森林區塊的銀合歡占比來決定採用一次性剷除或全面移除後造林，前者能較完整的保留現地原生植物，後者則會有較大的擾動，但從歷史樣區的地被層寄主植物紀錄來看，若後續的撫育執行良好，仍可有效維持地被植物的多樣性。

(5) 其他動物利用植物資訊

本計畫進行紅外線自動相機監測，拍攝到哺乳類取食植物的畫面，其中以取食銀合歡之畫面最多(註：多數哺乳類取食植物種類難以鑑定，但有拍攝到梅花鹿取食林投)，記錄到臺灣獼

猴和水鹿食用銀合歡果莢，梅花鹿食用銀合歡葉子(圖5.4.3-3)，取食之果莢有已掉落地面的乾掉果莢，亦有仍在樹上的新鮮果莢，取食之葉子未觀察到老葉或嫩葉之偏好，而是取用高度適合取用的葉子。胡正恆等(2017)在墾丁國家公園梅花鹿復育區內，針對23種鹿食植物進行營養內含物分析。分析結果顯示，銀合歡含氮量最高，熱量僅次於相思樹與月橘，是梅花鹿全年的主食之一。然而在乾季時(10月-3月)，鹿群覓食相對困難因此叢集現象明顯，鹿群會集中於高位珊瑚礁林原生苗木處造成啃食壓力(胡正恆等，2017)。在本計畫中，AH4、BS3/4、BC1/2、BC3樣區即為高位珊瑚礁環境，梅花鹿OI值甚高(44.78、66.73、75.78、31.84)，BS3/4、BC1/2、BC3於111年8-9月完成銀合歡移除與栽種苗木工作，對於鹿群而言，一方面乾季食物變少，而大量銀合歡移除又同步減少可食用植物，本計畫現地觀察時已發現多種新植苗木被梅花鹿啃食(有觀察到梅花鹿蹄印)，包含莖上有硬棘的食茱萸、小刺山柑等，相思樹為少數未被啃食的樹種(圖5.4.3-4)，因此這對林管處之造林與撫育會是需要關注的課題。參考葉定宏等(2021)進行野外台灣梅花鹿對墾丁高位珊瑚礁森林樹種葉片的取食偏好研究，指出梅花鹿對有效受測77樹種葉片的啃食率具明顯差異，整理如表5.4.3-3，可做為未來林管處植物種類選擇及管理評估之參考，此外，屏東林管處依監工觀察另外有相思樹、海欖果、樹蘭及樟科等樹種屬於適口性較低的種類，亦可評估用之。惟梅花鹿取食偏好研究為短期測試，梅花鹿族群對森林地被植群及幼齡木的啃食壓力應會比測試結果更加嚴重，如研究中葉片啃食率小於10%的樹種中，有部分樹種如台灣梭羅樹、石苓舅及白樹仔，現地觀察到其野外幼齡植株葉片被啃食比例超過50%(葉定宏等，2021)，故未來林管處造林與撫育管理仍須將此觀察納入考量。



圖 5.4.3-3 哺乳動物食用銀合歡果莢及葉子



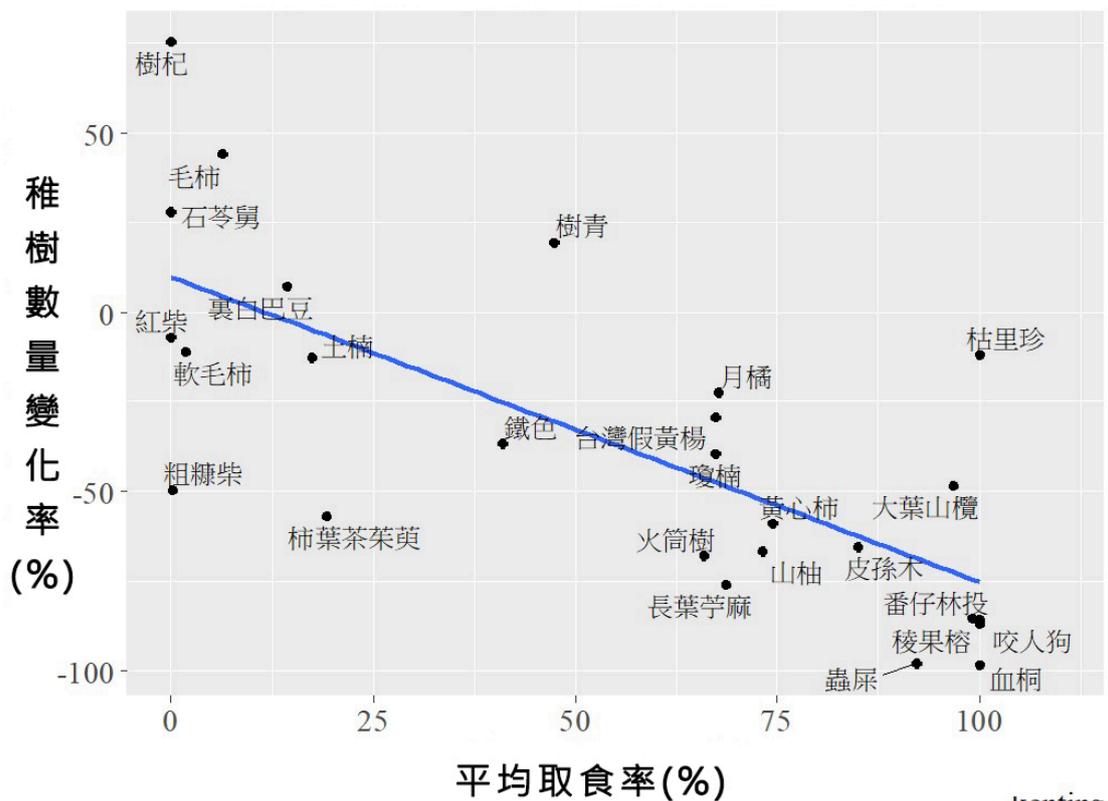
圖 5.4.3-4 全面移除樣區新栽植苗木遭梅花鹿啃食

表 5.4.3-3 梅花鹿對有效受測 77 樹種葉片的適口性

適口性	平均啃食率	植物種類
第一級	100%	枯里珍、青芋麻、白榕、澀葉榕、稜果榕、咬人狗、血桐、江某、山黃麻 (9/9)
第二級	99-50%	番仔林投、白雞油、大葉山欖、蟲屎、皮孫木、黃心柿、山柚、月橘、臺灣假黃楊、瓊楠、火筒樹、長葉芋麻、台灣欒樹、皮孫木、無患子等 (15/29)
第三級	49-10%	鐵色、樹青、土楠、柿葉茶茱萸、裏白巴豆、茄苳、白匏子、九芎、小梗木薑子等 (9/20)
第四級	9-1%	毛柿、小芽新木薑子、軟毛柿、九節木、土樟 (5/14)
第五級	0	紅柴、樹杞、海州常山、厚殼樹、梧桐、白樹仔、石苓舅、大葉楠、台灣山桂花、粗糠柴、台灣梭羅樹、假酸漿 (12/12)

資料來源：台灣梅花鹿取食偏好及磨角行為與墾丁森林稚樹族群變動之關係(葉定宏、郭耀綸、林照松，2021)。

註：該報告中並未完整呈現各分級所有植物種類，表格中括弧的數字代表文章中羅列物種數及實際測試在該級距的物種數



資料來源：台灣梅花鹿取食偏好及磨角行為與墾丁森林稚樹族群變動之關係(葉定宏、郭耀綸、林照松，2021)。此圖為林試所-幸福森活臉書粉絲頁參考該文獻繪製中文版的圖 (<https://www.facebook.com/photo?fbid=476737747816014&set=pcb.474482484708207>)。

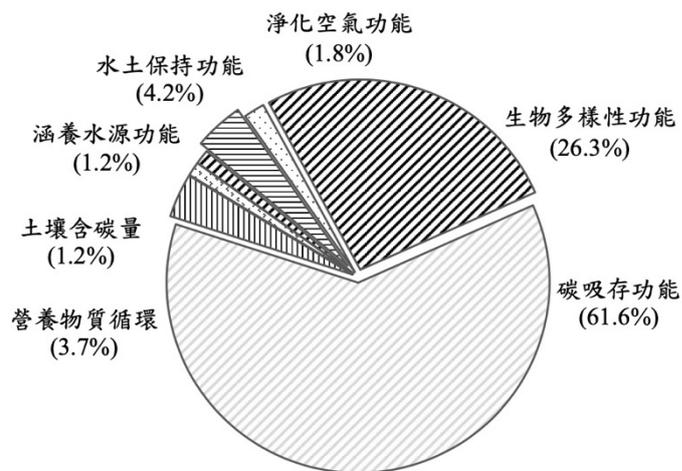
圖 5.4.3-5 梅花鹿取食率及稚樹數量變化率關係圖

5.5 銀合歡移除造林碳匯效益評估

近年氣候議題受到國際高度重視，各國陸續提出「2050淨零排放」的宣示與行動。國家發展委員會於111年3月正式公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，其中如何增加自然碳匯的方法成為保育機關關鍵的課題。

自然碳匯分成藍碳(海洋生物之固碳作用)、黃碳(土壤中的固碳作用)及綠碳(陸地上綠色植物的固碳作用)，其中綠碳為植樹造林主要碳匯效益。

郭家和等(2018)曾採用多項評估指標，評估恆春半島地區銀合歡移除復育造林及生態系服務經濟價值，各項評估指標結果占比如圖5.5-1所示，其中以碳吸存功能(61.6%)佔整體生態系服務經濟價值最高，概評估銀合歡移除造林的碳匯效益以反應其生態系服務。



資料來源：屏東林管處(2017)

圖 5.5-1 銀合歡移除造林不同服務功能生態系服務經濟價值比例

本計畫評估樣區植物碳吸存的貢獻，主要為計算植物的碳存量。碳存量（或稱碳儲存量）估算著重於本植物的體積與生物量。根據聯合國氣候變遷問題小組 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (IPCC, 2006) 估算原則，提出之估算公式如下：

$$C = V \times \rho \times BEF \times (1+R) \times CF$$

$$= AGB \times BEF \times (1+R) \times CF$$

C:單株碳存量(kg)

V:單株材積

ρ :木材密度 (g/cm³)

BEF:生物量擴展係數

R:根莖比

CF:碳含量(%)

AGB:地上部生物量 (kg)

參考水土保持局建置的「水土保持樹種固碳能力資料庫」，趙國容等(2022)建議採用Chave *et al.* (2014)提出的公式計算地上部生物量(aboveground biomass, AGB)，其根據基礎為全球之熱帶林樹種，較不易受到特定樹種或特定研究區域的影響，所得的值最接近國內實際量測計算結果，惟所有的DBH皆須 ≥ 5 cm (Chave *et al.*, 2014)，公式如下：

$$AGB = 0.0673 \times (\rho \times DBH^2 \times H)^{0.976}$$

DBH：胸高直徑(cm)

若缺乏樹高資料時，趙國容等(2022)建議可參考採用 Ketterings *et al.* (2001)提出的公式，該公計算結果在大部分的樹種也接近國內實際測量之公式，但是對木材密度較高的種類，在大徑級時計算的生物量估算可能會偏高，公式如下：

$$AGB = 0.11 \times \rho \times DBH^{2.62}$$

由於本計畫調查未量測樹高資料，且有許多小徑級(DBH<5cm)的樹木，因此採用Ketterings *et al.* (2001)的公式計算地上部生物量。參考趙國容等(2022)採用之係數，IPCC (2006)之碳存量公式修正如下：

$$C = AGB \times BEF \times (1+R) \times CF$$

$$= 0.11 \times \rho \times DBH^{2.62} \times \rho \times 1 \times (1+0.24) \times CF$$

C:單株碳存量(kg)

AGB:地上部生物量 (kg)

BEF:生物量擴展係數，參考趙國容等(2022)設定採1

R:根莖比，參考趙國容等(2022)設定採0.24

CF:碳含量(%)

ρ :木材密度 (g/cm³)

本計畫透過上述公式計算本計畫各樣區樣木(含銀合歡)之碳存量，並換算為每公頃林地碳存量(公噸碳/公頃，tC/ha)。

(1) 樣區林地碳存量

比較近自然林(AN)、銀合歡林(AL)、歷史造林(AH)林地碳存量如表5.5-1、圖5.5-2。近自然林碳存量236.9~303.8 tC/ha，幾乎以自生樹為主，為本計畫調查各類型林地中碳存量最高者；銀合歡林碳存量149.9 tC/ha，銀合歡之碳存量僅34.2 tC/ha，參考表5.4.1-12 AL1樣區之銀合歡株數436株且大多為小徑木，換算為每公頃11,575株，顯示銀合歡林地之銀合歡數量雖多，但由於取樣之銀合歡樣區多為小徑木，因而估算之銀合歡碳存量比例相對於自生樹為低。

歷史造林樣區碳存量以造林樹為主，20年期(AH1)碳存量154.1 tC/ha，造林樹碳存量128.1 tC/ha(約占83.1%)。5~6年期(AH2、AH3)碳存量56.2~71.6 tC/ha，造林樹碳存量51.5~61.5 tC/ha(約占85.9%~91.6%)。AH4造林年期雖為5年但碳存量達160.6 tC/ha，遠高於AH2、AH3，主要為AH4樣區內有2株大徑木(相思樹DBH 52.15cm、木麻黃 DBH 48.3cm)遠大於樣區同樹種的平均樹徑(相思樹DBH 7.03cm、木麻黃 DBH 7.26cm)，應為105年整地造林時保留下來的大徑木植株，而非當年移除銀合歡後新植的造林樹，因此將兩株大徑木列為自生樹；AH4之造林樹碳存量93.5 tC/ha(約占58.1%)。計算5~6年期樣區(AH2、AH3及AH4)之造林樹碳存量，平均為68.8 tC/ha。

表 5.5-1 組間比較樣區樹木碳存量

樣區	自生樹 (tC/ha)	造林樹 (tC/ha)	銀合歡 (tC/ha)	合計 (tC/ha)
AH1	3.9	128.1	22.2	154.1
AH2	8.9	61.5	1.2	71.6
AH3	4.6	51.5	0.1	56.2
AH4	67.2	93.4	0.0	160.6
AL1	105.5	10.2	34.2	149.9
AN1	236.9	0.0	0.1	236.9
AN2	303.8	0.0	0.0	303.8

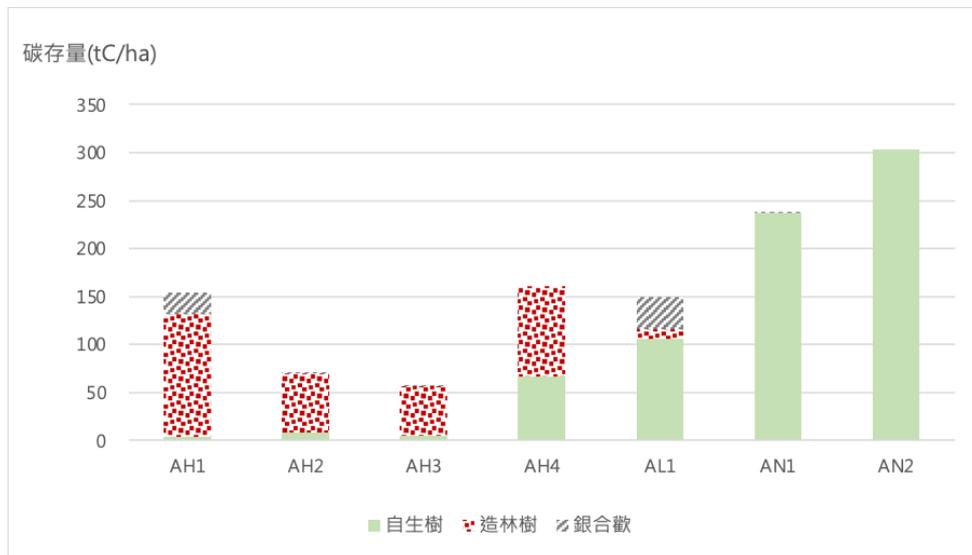


圖 5.5-2 樣區樹木碳含量

比較一次性剷除 (BS)與全面整地造林(BC)林地碳存量如表 5.5-2、圖5.5-3，一次性剷除樣區碳存的主要樹種不太一樣：BS1及BS2作業前的林地碳存量95.4~114.9 tC/ha，以早年的造林樹(相思樹)為主，其次為自生樹，銀合歡的碳存量較少(僅14.3~21.7 tC/ha)，因此清除銀合歡作業後減少的碳存量變化不大(79.8~97.3 tC/ha)；BS3作業前的林地碳存量73.6 tC/ha，幾乎以銀合歡為主(65.0 tC/ha，約占88.3%)，作業後的林地碳存量降為9.3 tC/ha；BS4作業前的林地碳存量108.5 tC/ha，以銀合歡為主(62.6 tC/ha，約占57.7%)，但自生樹亦占有一定比例的碳存量，因此清除銀合歡作業後碳存量尚有46.63 tC/ha。

全面整地造林作業前的林地碳存量88.0~109.8 tC/ha，銀合歡碳存量22.4.0~59.4 tC/ha(約占20.9%~63.0%)；已完成銀合歡清除作業的樣區(BC1、BC2、BC3)林地碳存量降為19.5~35.1 tC/ha。由於作業方式為全面清除整地，因此作業後的碳存量主要為作業期間保留的少數原生樹木，BC1、BC2、BC3、BC5作業前碳存量以銀合歡為主，然BC4作業前碳存量以自生樹及造林樹為主，建議清除整地能盡量保留非銀合歡之樹種。

表 5.5-2 組內比較樣區樹木碳存量

樣區	自生樹 (tC/ha)	造林樹 (tC/ha)	銀合歡 (tC/ha)	合計 (tC/ha)
BS1 前	21.8	71.4	21.7	114.9
BS1 中	22.1	71.4	0.1	93.7
BS1 後	21.8	75.5	0.1	97.3
BS2 前	31.7	49.3	14.3	95.4
BS2 中	31.9	49.3	0.2	81.4
BS2 後	30.6	49.2	0.0	79.8
BS3 前	8.6	0.0	65.0	73.6
BS3 中	9.2	0.0	0.1	9.3
BS3 後	8.5	0.0	0.1	8.6
BS4 前	32.8	13.1	62.6	108.5
BS4 中	40.6	12.6	0.2	53.4
BS4 後	33.2	13.1	0.2	46.6
BC1 前	22.6	12.3	59.4	94.3
BC1 中	2.0	17.1	0.0	19.1
BC1 後	2.0	19.0	0.0	20.9
BC2 前	40.3	28.8	40.8	109.8
BC2 中	2.6	14.9	0.0	17.5
BC2 後	3.5	16.0	0.0	19.5
BC3 前	28.3	9.9	52.9	91.1
BC3 中	26.4	9.9	1.1	37.3
BC3 後	24.6	10.0	0.4	35.1
BC4 前	48.6	36.1	22.4	107.1
(BC4 中)				
(BC4 後)		尚未清除銀合歡		
BC5 前	8.5	26.3	53.3	88.0
(BC5 中)				
(BC5 後)		尚未清除銀合歡		

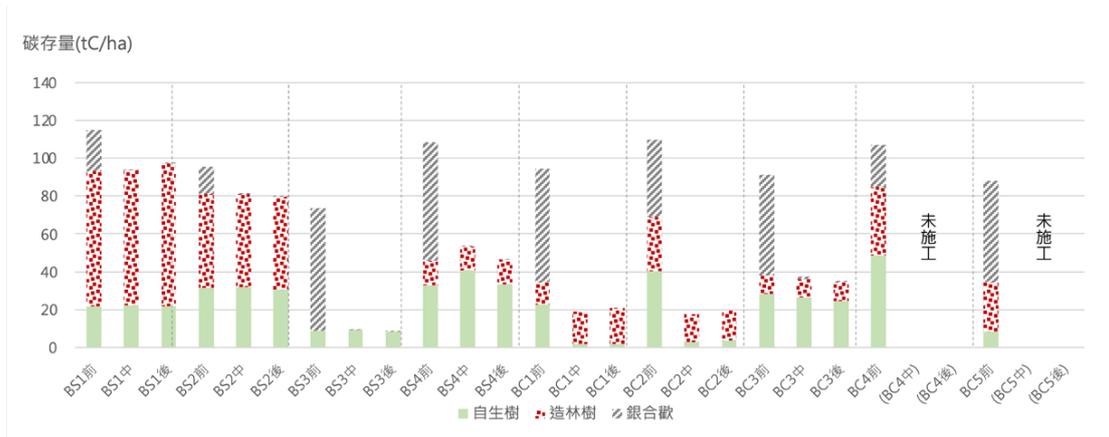


圖 5.5-3 銀合歡清除前中後樣區樹木碳存量變化

本計畫一次性剷除與全面整地造林之林地碳存量變化僅計「綠碳」碳存量，即計算整地過程移除的「立木」碳存量，由銀合歡林 (AL)、一次性剷除 (BS)與全面整地造林(BC)林地作業前之銀合歡計算，銀合歡林之銀合歡碳存量平均值為42.7 tC/ha，可做恆春半島銀合歡移除作業減損之碳存量參考值。然而依據「屏東林區管理處銀合歡移除復育作業規範」，實際上在整地清除銀合歡的過程殘材並非全數外運清除，刈除的銀合歡殘材會優先堆置於保護帶內(圖5.5-4)，如有所需才會搬出定點，供公告檢拾利用或機關其他用途使用。亦即刈除的銀合歡碳存量大部分仍都保留於林地之中，未來形成腐植質將轉換為「黃碳」(土壤固碳)。然而目前黃碳計算對應的方法學尚不足，有待後續研究。



圖 5.5-4 刈除的銀合歡殘材優先堆置於保護帶內

(2) 歷史樣區碳存量變化

本計畫歷史樣區對照前期計畫樣區代號詳表5.2-1，依造林方式區分為海岸與山區造林討論。

(a) 海岸造林樣區

本計畫屬海岸造林的樣區為AH1，於90年全面整地造林，造林樹種有木麻黃、相思樹、欖仁等，估算該樣區碳存量變化如表5.5-3。前期計畫於104年調查(樣區B9)時無銀合歡紀錄，林地碳存量為81.3 tC/ha。本計畫於110進行複查(樣區AH1)，林地碳存量為154.1 tC/ha。林地6年碳存量增加72.8 tC/ha，增加之碳存量以為造林樹為主(54.3 tC/ha)，造林樹平均年碳吸存量為 9.1 tC/ha/year。

表 5.5-3 海岸造林樣區碳存量變化

調查年份	造林年期	自生樹 (tC/ha)	造林樹 (tC/ha)	銀合歡 (tC/ha)	總計 (tC/ha)
104年(樣區 B09)	14年	7.6	73.7	0.0	81.3
110年(樣區 AH1)	20年	3.9	128.1	22.2	154.1
增加量	6年	-3.7	54.3	22.2	72.8

(b) 山區造林樣區

估算山區造林的樣區碳存量變化如表5.5-4，當年整地後新植造林苗木碳存量以0計。AH2於104年整地造林(前期計畫樣區B13)，本計畫於110年調查林地碳存量為71.6 tC/ha，其中造林樹碳存量61.5 tC/ha，平均年碳吸存量為 10.2 tC/ha/year；AH3於105年整地造林(前期計畫樣區B24)，本計畫於110年調查林地碳存量56.2 tC/ha，其中造林樹碳存量51.5 tC/ha，平均年碳吸存量為10.3 tC/ha/year；AH4於105年整地造林(前期計畫樣區B3)，為計算移除銀合歡後栽植的造林樹碳存量變化，表5.5-4計算時扣除105年整地造林時保留下來的2株大徑木造林樹，扣除後之110年林地碳存量94.1 tC/ha，其中造林樹碳存量93.4 tC/ha，平均年碳吸存量為18.7 tC/ha/year。

表 5.5-4 山區造林樣區碳存量變化

調查年份	造林年份	造林年期	自生樹 (tC/ha)	造林樹 (tC/ha)	銀合歡 (tC/ha)	總計 (tC/ha)	造林樹 年碳吸存量 (tC/ha/year)
110 (AH2)	104	6 年	8.9	61.5	1.2	71.6	10.2
110 (AH3)	105	5 年	4.6	51.5	0.1	56.2	10.3
110 (AH4)	105	5 年	0.7	93.4*	0.0	94.1	18.7

註 1：104 年及 105 年整地後新植造林苗木碳存量以 0 估計。

註 2：AH4 樣區刪除當年整地保留之大徑木，修正造林樹碳存量。

5.6 長期監測調查建議

生態植被復育與入侵種移除是國土生態綠網的七大目標之一(圖 2.1.2-1)，希望透過銀合歡林移除與生態造林，改善森林環境的品質，以提升生物多樣性及強化森林廊道的功能。

移除與造林工作需要進行成效評估來確認效益、作為後續調整改善參考，並回饋至相關工作的執行，成效評估需要藉由監測工作來達成，短期的監測雖可能有機會看出初步的改善成果，但考量到環境與生物因子的複雜度與交互關係、樣區選擇的限制(參考 5.2 節說明)、以及各類成效隨時間空間可能的變化，長期監測工作的規劃執行才能完整並細緻的進行成效評估和回饋，其中應包含目標設定、適當的實驗設計與監測方法建立和產出資料的管理分析。

針對後續長期監測調查建議，本計畫延續並檢討前兩期計畫成果，進行 4 區銀合歡移除造林歷史樣區之監測，以及新增近自然森林及銀合歡林樣區作為對照組，提出適合長期監測之固定樣區、物種類群、建議之標準監測及方法與成效評估方法如下。

(1) 陸域植物監測

陸域植物監測方法，本計畫參考林務局植群調查計畫方法(林務局，2005)設置樣區，並針對非銀合歡之樹種掛牌標記及定位，調查工作量雖較繁雜龐大，但可建立長期監測追蹤之完整資料，藉以瞭解樣區在銀合歡清除後植物消長的情形，建議長

期監測樣區可依此標準進行樣區設置與監測，說明如下：

- (a) 樣區設置：分為對照樣區(如 AL、AN樣區)及試驗樣區(如AH、BS、BC樣區)兩類，上木樣區20*20 m(分為4小區)，地被樣區4 m*4 m(分為4小區)。
- (b) 植物調查：針對銀合歡記錄DBH及定位，非銀合歡記錄DBH、掛牌標記、定位；小苗及地被植物記錄覆蓋度。
- (c) 樣區環境因子記錄：包括海拔(M)、坡向、坡度、含石率(%)、平均樹高(M)、冠層覆蓋度(%)、灌木層冠層覆蓋度(%)、地被層覆蓋度(%)。
- (f) 植物樣區監測頻度

參考第5.4.1植物樣區監測結果，各季之間物種組成及物種多樣性差異不大，但受銀合歡清除作影響差異較大，可能跟銀合歡大量被清除、林相鬱密度降低有關。此外，因銀合歡移除造林預定案確定的時間、造林廠商進場移除時間及施作進度不易掌控，尤其移除作業期程與移除造林面積有關，與計畫預計監測期程不易配合，可能導致作業前、中、後調查時間點太相近，而有監測結果差異不大的情形。

因此建議植物樣區監測頻度可調整為：(1)針對一次性剷除區及全面整理造林區，於清除作業前監測一次、作業後(完工)後1~2個月內監測一次，造林(或一次性剷除)後的6年撫育期間每半年監測一次，6年的撫育期後則可減少為每年一次。

- (g) 成效評估項目：

- (i) 樹種組成：物種組成應趨近自然林之對照樣區

- (ii) 栽植苗木存活率：與撫育期努量力有關，應愈高愈好，若苗木存活率過低應適時補植，減少林分破空而使銀合歡再入侵的情形。

- (iii) 銀合歡密度：參考圖5.4.1-17各樣區銀合歡密度序位，銀合歡移除作業後及撫育期的造林地因有定期刈草，維持低密

度銀合歡(<10%)，於撫育期後的造林地銀合歡密度仍可維持10%以下。建議可以銀合歡密度<10%可做為移除後造林抑制銀合歡成效的指標值。

(iv)物種多樣性：鼓勵銀合歡移除後的造林地栽植多樣樹種，並鼓勵撫育廠商刈草過程保留自生樹種，促進原生樹木自然拓殖生長。

(v)樹木碳存量變化：林分若無受到大干擾(如颱風造成大量樹木死亡)，或受到銀合歡再入侵，林分之造林木及自生樹碳存量應隨時間增加而增加。

(2) 陸域動物監測

陸域動物部分，本計畫參考前期計畫及動物類群生態特性，篩選出中大型哺乳類、蝙蝠、鳥類、蝶類，作為本計畫監測之標的類群，並依目前的監測成果與調查過程中發現的課題進行檢討，以及參考國內外針對不同類群之標準化監測文獻，進行初步的評估與建議(表5.6-1)。

表 5.6-1 本計畫陸域動物監測方法用於長期監測之初步評估

類群	監測方法	標準化方法	初步評估與建議
中大型 哺乳類	紅外線自 動相機	<ul style="list-style-type: none"> ● 每個樣區 1 部 ● 機器持續自動偵測 ● 使用相同器材與設定 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中大型哺乳類目前成果顯示地理分區、道路切割的影響大於各樣區森林環境的差異(然而, 5.3 節已說明動物調查樣區挑選的限制, 故也會影響目前分析成果), 中大型哺乳類可能不是優先評價造林成效的標的類群。 2. 若持續納入中大型哺乳類監測, 建議增加每個樣區相機數以增加取樣資訊、降低選點影響 3. 動物行為可能較物種更能反應環境狀態, 可持續記錄行為資訊, 但需檢視拍攝內容以免有錯誤資訊(例如同樣個體大量出現), 並加強定義可反映環境狀態的行為, 以及影片資訊紀錄的精細程
蝙蝠	穿越線搭 配超音波 音頻偵測	<ul style="list-style-type: none"> ● 固定穿越線長度(500m) ● 日落後 3 小時內完成 ● 音頻偵測 30 分鐘 ● 使用相同器材(ecometer)與設定 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 短時間偵測, 易受氣溫、天候、食物(昆蟲)活動等因素影響。 2. 環境差異(如鬱閉度)影響偵測成果 3. ecometer 為被動觸發的儀器(人耳聽到儀器發出的聲音或看到機器上的波形去判斷是否紀錄), 容易因為調查人員主觀認定而有偏誤 4. 文獻建議採用固定點、自動偵測、直接錄音(適合的儀器例如 SM2BAT 錄音機)(Stahlschmidt <i>et al. et al.</i>, 2012; Tonos <i>et al. et al.</i>, 2014)。但採取該方式後續進行錄音檔案辨識工作專業且工作量龐大。目前國內蝙蝠音頻 AI 自動辨識持續在發展中, 未來若能建立國內蝙蝠音頻的資料庫與 AI 自動辨識技術, 對於蝙蝠監測方法的標準化會是重要的一步
鳥類	圓圈法	<ul style="list-style-type: none"> ● 每個樣區 3 樣定點, 間距約 200m 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主動式調查受調查人員個人能力、主觀判斷影響 2. 短時間調查, 易受鳥類開始活動時間、天候、氣溫等因素影響

類群	監測方法	標準化方法	初步評估與建議
		<ul style="list-style-type: none"> ● 日出後 3 小時內完成 ● 每個定點調查 6 分鐘 ● 記錄範圍約半徑 100m 	<ol style="list-style-type: none"> 3. 環境差異(如鬱閉度)影響偵測成果 4. 長期監測累積能稀釋 1、2 的影響 5. 定點錄音降低 1、2 的影響，但採取該方式後續進行錄音檔案辨識工作專業且工作量龐大。調查設計需考量國內鳥類鳴叫 AI 自動辨識發展程度
蝴蝶	穿越線	<ul style="list-style-type: none"> ● 固定穿越線長度(500m) ● 氣溫上升後開始(視季節) ● 30 分鐘完成穿越線調查 ● 記錄調查人員前方、上方、兩側 5 公尺範圍 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主動式調查受調查人員個人能力、主觀判斷影響 2. 短時間調查，易受氣溫、風等因素影響 3. 環境差異(如鬱閉度)影響偵測成果 4. 長期監測有機會稀釋 1、2 的影響
蝴蝶	吊網陷阱	<ul style="list-style-type: none"> ● 每個樣區 1 組 ● 採用同款式吊網 ● 放置相同方式製作之誘餌 ● 放置約 1 天(下午-下午) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加陷阱數以增加樣區取樣資訊、降低選點影響 2. 增加取樣(吊網陷阱數量)可增加資訊量並降低地點選擇的可能偏差，採樣單元建議為 3-5 組陷阱(Freitas <i>et al.</i>, 2014) 3. 捕捉效益受到全天天氣狀況影響

第六章 促進公眾參與及回饋項目

為使恆春半島熱帶季風林復育的長期實務行動推展更順利，本計畫擬將屏東林管處之原生物種及棲地復育、提升生物多樣性等計畫願景、成果，以公眾參與之辦理方式，以及將本計畫成果製作成社會大眾容易理解的圖卡，期能提升銀合歡移除造林工作與國土綠網保育行動的大眾認同。

6.1 促進公眾參與

與主辦單位討論後，公眾參與將朝向私有地主銀合歡移除工作坊的方向規劃。因為屏東林管處的銀合歡移除計畫主要處理林班地及協調其他國公有地，然而有很多銀合歡林位在私有地，希望藉公眾參與場合邀請私有地主參加，宣傳銀合歡移除工作及邀請合作，銀合歡移除工作坊辦理方式與主辦單位討論後辦理。

(1) 對象及預期目標

羅列相關之在地居民、地主、民間團體社群，並考量該不同對象評估並初擬公眾參與的執行方向。第一場次所邀請的對象為恆春半島地區對於生態議題較為活躍的社區及在地團體，包含曾經參與社區林業計畫或辦理生態旅遊活動的社區，及活躍於當地生態保育活動的相關人士與協會，期瞭解私有地主參與的意願或執行困難。第二場次活動延續第一場次共識，所邀請的對象除了第一場次邀請的社區，更邀請縣府及恆春半島六個鄉公所共同參與，分享與討論銀合歡去化及銀合歡移除後造林的方法。

(2) 辦理型式

公眾參與活動分作兩場次辦理，將針對參與對象研擬合適的活動內容並安排活動場合，結合講座、現地參訪、交流會等

不同活動形式。本計畫已於 111 年 3 月 29 日完成第一場工作坊活動辦理，以及 112 年 3 月 14 日完成第二場次活動，藉由解說、對談互動或實際走入現場，促進公眾瞭解入侵種銀合歡移除之重要性及生態意義。

6.1.1 第一場公眾參與辦理成果

本計畫於 110 年 3 月 29 日完成第一場公眾參與活動辦理，以工作坊形式穿插講座分享，邀請具備銀合歡移除經驗的講師分享實務操作及移除後生態復育造林的經驗，使參與民眾對移除工作的實務操作能有初步的瞭解，並安排與會民眾相互認識、意見交流及與主辦單位和講師互動對談的機會。邀請對象主要為恆春半島地區對於生態保育活動較為活躍的社區及在地團體，共有 13 個單位應邀出席，出席人次總計為 46 人(圖 6.1.1-1)。本場次海報及議程如圖 6.1.1-2，單位出席狀況詳見附錄十四。活動並依照出席單位的地緣關係或團體性質，將出席人員分為 5 個小組以利討論活動的進行，討論主題包含「對於銀合歡移除的看法」、「私有地進行銀合歡移除的機會、對於移除後土地經營的想像」及「銀合歡移除的困難，需要的支援或協助」，討論過程中可以發現民眾對於銀合歡移除多抱持正面看法，也樂於交流在地對於銀合歡移除的看法及建議，顯示本場工作坊達成辦理目的，上述討論主題之結論摘要於表 6.1.1-1。



圖 6.1.1-1 第一場公眾參與狀況

行政院農業委員會林務局屏東林區管理處
恆春半島銀合歡移除友善環境復育造林生態監測及效益評估

銀合歡移除暨友善環境復育 第1次民眾參與工作坊

3/29 TUE 13:30 - 16:30
恆春農會 二樓大型會議室

活動流程

13:30-13:55
開場及與會單位介紹

13:55-14:55
講座分享-銀合歡移除經驗分享 永在林業 陳威匡先生

中場休息 (15分鐘)

15:10-15:30
小組討論

15:30-16:10
小組分享與意見交流

16:10-16:30
綜合回應與總結

主辦 行政院農業委員會林務局屏東林區管理處 協辦 觀察家生態顧問有限公司

圖 6.1.1-2 第一場公眾參與活動海報及議程

表 6.1.1-1 第一場公眾參與討論主題及結果摘要

討論主題	討論結果
對於銀合歡移除的看法	<p>a.銀合歡的入侵擴張是負面的，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 破壞生態、壓縮其他物種生長空間。 ● 原住民部落提出銀合歡取代傳統上部落周圍的植物，下一代失去接觸祖先的生活環境以及傳統的植物資源利用方式的機會，影響文化傳承。 <p>b.對於銀合歡移除的看法：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 合法性的疑問：如果要在地團體加入銀合歡移除，需要有管道知道土地是公、私有地，移除銀合歡需要誰同意?瞭解那裡可以合法的做銀合歡移除?公有地誰可以砍銀合歡?誰可以砍樹，依據是什麼?這些規定需要先弄清楚，怕移除會被罰。 ● 移除區位：生態保護區優先列入執行，以防止外來銀合歡之擴大生育區而壓縮在地原生植物。移除順序建議由高地至低地，由上游溪谷至河口。 ● 銀合歡砍除後可研發出再利用價值，如炭窯燒製木炭，作為商品或農業土壤改善使用。
私有地進行銀合歡移除的機會、對於移除後土地經營的想像	<p>工作坊參與者對於銀合歡移除後土地經營的共識是種植其他植被取代，土地利用方式可依公私有地進行不同的安排。種植物種的建議大致可分為四個方向：</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 具經濟價值之植物，如蔬果、果樹、檸檬桉。 b. 具觀賞價值之植物，如七里香(月橘)、風鈴木。 c. 具在地特色或生態利用價值之植物，如黃荊(埔姜)、羅氏鹽膚木。 d. 原生植被復育、原生植物保育，如瓊崖海棠。
銀合歡移除的困難，需要的支援或協助	<p>對於銀合歡移除所遇到的困難，統整成四大類別：</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 在地居民認為難以負擔移除銀合歡所需的時間人力成本，因此希望能有相關誘因，例如有相關計畫可提供經費申請、移除獎勵相關機制，否則很難付出時間人力去做沒有經濟回饋的事。 b. 希望移除作業及後續監測由在地負責，譬如建立社區清除小組，負責移除後監測、負責機具操作管理或移除後廢棄物運送等後端工作，在建立團隊的同時也帶給社區或部落工作機會。 c. 與銀合歡移除的相關計畫申請、撰寫等，也需要有公部門或專業團隊的輔導、培訓或協助，讓社區或者部落能夠有相關能力，譬如社區林業計畫。 d. 移除造林的過程以及移除後的復育造林，希望能夠提供相關知識或方法，例如樹種的選擇、機具的操作或後續的管理。 e. 希望公部門可以收購種子、負責或協助社區發展相關環境教育教案。

6.1.2 第二場公眾參與辦理成果

第二場公眾參與活動於111年3月14日辦理完成，本場次以討論交流及現地參訪型式辦理，與長期致力研發銀合歡木製工藝品之恆春鎮德和社區發展協會合作，請社區分享銀合歡去化再利用的方式；現地參訪則帶領民眾至107年及108年銀合歡移除造林地，解說銀合歡移除及造林方式，與民眾交流討論造林成效及改善方向。活動邀請恆春半島地區對於銀合歡移除有興趣的社區、在地團體，以及屏東縣政府及恆春半島六鄉鎮公所參加，共有14個單位應邀出席，出席人次總計為37人(圖6.1.2-1)。本場次海報及議程如圖6.1.2-2，單位出席狀況詳見附錄十五。當天上午主題包含「恆春半島銀合歡清除計畫說明及意見交流」、「恆春半島銀合歡私有租用土地銀合歡收購計畫及意見交流」、「銀合歡創價再生行動分享及手作活動」，下午則直接到銀合歡移除造林地進行現勘，討論過程中可以發現民眾對於銀合歡收購計畫多抱持肯定及支持的態度，樂於交流在地對於銀合歡移除的後續作法及建議，也建議林管處可多加宣導銀合歡移除造林的方式及成效，減少資訊落差可能造成的誤解，顯示本場工作坊達成辦理目的，上述討論主題之結論摘要於表6.1.2-1。



圖 6.1.2-1 第二場公眾參與活動照片



國土生態綠網



屏東林區管理處恆春半島銀合歡移除
友善環境復育造林生態監測及效益評估
第二次民眾參與工作坊

時間 112年3月14日(二) 上午10:00 地點 木洛山風工作坊

	時間 / 內容	講者			
1	10:00-10:15 主持人致詞與單位介紹	觀察家生態顧問有限公司			
2	10:15-10:45 恆春半島銀合歡清除計畫說明及意見交流	屏東林管處 林湘玲課長			
3	10:45-11:15 恆春半島銀合歡私有租用土地銀合歡收購 計畫及意見交流	屏東縣政府農業處 林業及保育科鄭憲志先生			
4	11:15-12:00 銀合歡創價再生行動分享及手作活動	恆春鎮德和社區發展協會 楊宗薰理事長			
5	12:00-13:30 用餐及交流				
6	13:30-15:00 銀合歡移除及復育造林地參訪及意見交流	屏東林管處 恆春工作站			
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">集合點： 恆春鎮大平國小門口 屏東縣恆春鎮頭溝路161號</td> <td style="width: 33%;">參訪點1： 107年造林地 參考座標 22°00'49.6"N, 120°42'02.5"E</td> <td style="width: 33%;">參訪點2： 108年造林地 參考座標 22°01'19.7"N, 120°41'47.5"E</td> </tr> </table>	集合點： 恆春鎮大平國小門口 屏東縣恆春鎮頭溝路161號	參訪點1： 107年造林地 參考座標 22°00'49.6"N, 120°42'02.5"E	參訪點2： 108年造林地 參考座標 22°01'19.7"N, 120°41'47.5"E	
集合點： 恆春鎮大平國小門口 屏東縣恆春鎮頭溝路161號	參訪點1： 107年造林地 參考座標 22°00'49.6"N, 120°42'02.5"E	參訪點2： 108年造林地 參考座標 22°01'19.7"N, 120°41'47.5"E			
	  				
7	15:00 賦歸				



主辦  行政院農業委員會林務局屏東林區管理處
 執行  觀察家生態顧問有限公司
 協辦  屏東縣恆春鎮德和社區發展協會

圖 6.1.2-2 第二場公眾參與活動海報及議程

表 6.1.2-1 第二場公眾參與活動討論主題及結果摘要

討論主題	討論摘要
恆春半島銀合歡清除計畫	<p>Q1. 擔心銀合歡木料堆置，含羞草素會汙染土壤。</p> <p>A1. 1.銀合歡死亡後不再釋出毒素。 2.檢測指出銀合歡太空包不含毒素。</p> <p>Q2. 1.分享社區製作&推廣銀合歡生物炭成效，並邀屏東林管處參訪。 2.預計用生物炭改善洋蔥田土壤</p> <p>A2. 解釋生物炭並非改良土壤而是增加孔隙以提高微生物活動空間，表示屏東林管處樂意參訪。</p>
私有土地銀合歡收購計畫	<p>Q1. 私有地不需事先申請，砍完直接運去收購站，這樣很方便。</p> <p>A1-1. 1.若在壑管處範圍內仍需報備。 2.若需在水保局管轄範圍開作業便道，要向水保局申請。</p> <p>A1-2. 1.承租地需檢附地主同意書。 2.送來的木材會依完整度估價(參考收購說明會)。 3.提醒移除前、後應拍攝照片。 4.注意不要挖超過土地邊界。 5.後續要造林可提簡易水保申報書。</p> <p>Q2.建議再給額外獎勵。</p> <p>Q3.建議多設置收購的分駐點，以利偏遠地區鄉民的作業。</p> <p>Q4. 建議給移除後土地農業補助，鼓勵農民種植。跟農業機構反應。</p> <p>A4. 農委會已預告 6 年期獎勵造林(還未正式運行)，或許可以配合移除補助。</p>
107 年全面整地造林地、108 年帶狀整地造林地參訪	<p>1.希望林務局屏東林管處可以提供銀合歡移除及後續補植的相關技術及支援</p> <p>2. 建議屏東林管處可以拍攝影片，(1)重點提示移除及補植辦法，讓其他機關的承辦及監工知道程序如何，操作的師傅能了解如何執行。(2)銀合歡來臺歷史脈絡、對土地的危害、剷除的過程如何施作、如何維持水土保持、十三種不同地形的移除造林方式等。</p> <p>3. 建議屏東林管處應在網頁設置解釋專區，說明移除銀合歡的工作的進行方式，山坡地保育的釋疑等，把大家關注的議題標示出來。</p> <p>4.提供太空包、段木香菇、木屑養蚯蚓等銀合歡木材利用方向。</p>

6.2 創意或廠商額外承諾項目

本計畫提供2項延伸服務，供主辦機關充份利用本計畫之成果，提升銀合歡剷除復育造林工作的公眾溝通宣傳效果：

(1) 銀合歡剷除生態植被復育圖卡

為推動恆春半島銀合歡移除友善環境復育造林，使民眾認識銀合歡、了解其對恆春半島的危害，以及認識到屏東林管處在移除銀合歡與生態造林的努力。本計畫以文字搭配圖片，用簡單易懂的方式轉述計畫內科學性監測分析結果，設計出「外來入侵種防治大作戰【認識及移除銀合歡】」懶人包圖卡，將知識以藝術包裝，供未來計畫推廣使用。

本懶人包規格為8張A3尺寸圖卡，檔案形式以PDF及PPT呈現。內容架構包含銀合歡的基礎介紹，及其引入臺灣與擴張的歷史，並介紹移除銀合歡的原因以及方式，最後為民眾可以如何協助移除外來種的任務，以及銀合歡資材的利用。完整懶人包圖卡請參照附錄十六，已於112年3月13日提供屏東林管處使用。



圖 6.2-1 外來入侵種防治大作戰【認識及移除銀合歡】圖卡封面

(2) 生態情報圖提供方便使用的KMZ檔格式

將計畫蒐集的關注生物分布點位、重要棲地、法定管制區與文獻中提到的生態課題等資訊，彙整為生態情報圖，並轉匯為KMZ檔，方便於谷歌地球(Google Earth)查詢，在計畫結束後也可自行操作運用。從過去服務單位給予回饋：生態情報圖在新建工程案或出席外單位會議前可套疊掌握生態課題，提醒進行相關評估、諮詢溝通，事先研提對策，避免衍生衝突影響單位形象與工作執行。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本計畫接續前期(104~106年及107~109年)銀合歡移除後造林生態效益評估計畫，執行森林生態資訊蒐集分析、生態情報盤點、銀合歡移除生態建議及移除樣區監測方法執行等工作，提出銀合歡移除與生態植被復育的生態效益說明、生態植被復育後續建議、並建立長期監測樣區與方法，摘述結論如下：

- (1) 恆春半島銀合歡移除防治規劃歷程回顧
 - (a) 銀合歡分布範圍由前期計畫(107年~109年)以遙測方法(NDVI)判釋銀合歡分布圖，110年起與農林航測所合作使用較新的UAV技術進行銀合歡分布範圍判釋，期提供正確性更好的分布圖資。
 - (b) 目前銀合歡優先移除區位主要處理林班地，其他公有土地則透過平臺會議與主管單位洽談分工。
 - (c) 林班地移除銀合歡後之森林營造目標：木材生產及生態復育，分別對應國產林材生產以及國土生態綠網的回復恆春半島熱帶原生林二項政策目標。
 - (d) 銀合歡移除及原生林復育的操作規範，前期評估階段視森林中銀合歡比例高低及現場坡度等因素決定移除作業方式，銀合歡密度低時，選擇性砍除銀合歡(一次性剷除)；銀合歡密度高時，以機械整地移除，全面整地或帶狀整地。
 - (e) 銀合歡移除造林成果評估，移除後造林透過撫育階段砍草加以控制，對於抑制銀合歡數量的成果良好，移除造林地的土壤性質與生態系服務供應都優於銀合歡林，但在生物多樣性方面較難指出移除後造林動植物多樣性有明顯提升。

(2) 恆春半島原生植被復育

為期銀合歡移除後的造林作業能回復恆春半島自然森林形態，本計畫綜合植群研究及環境條件，推估銀合歡分布範圍內不同環境分區應恢復之原生植群，做為銀合歡清除後植被復育之目標：

- 1a. 西側山區森林，復育目標為半落葉或落葉闊葉林；1b. 東側山區森林，視地形環境風衝情形，設定復育目標為榕楠林或熱帶風衝矮林；
- 2a. 關山-大坪頂海岸林，視地形環境是否高位珊瑚礁地形，設定復育目標為落葉闊葉林或高位珊瑚礁林；2b. 墾丁海岸林，視地形環境是否高位珊瑚礁地形，設定復育目標為半落葉或落葉闊葉林或高位珊瑚礁林。
3. 西側農田與建成地區，復育目標為榕楠林；
4. 草生植被，視地形環境是否為長期放牧之放牧草地，設定復育目標為鄰海草地與灌木或放牧草地。

銀合歡清除後復舊造林，須依欲恢復之植被目標選擇適生的植物材料，以進行棲地營造作業。參考骨架樹種森林復育方式，篩選對應不同植被復育目標需要的適生植物共181種，並整理骨架樹種主要考量之生態功能：生長快速(先驅與部分陽性樹)、銀合歡林下優勢、濃密冠幅、蜜粉源、大量可食果實或種子、蝴蝶食草，以及稀有植物復育等特性，整理適生植栽對應之資訊，供未來造林復育選用參考。

(3) 恆春半島生態敏感區及銀合歡移除規劃

恆春半島銀合歡分布範圍之生態議題有(a) 森林保育類動物、(b) 過境猛禽過境驛站棲地、(c) 龍鑾潭候鳥棲地、(d) 渡冬蝶谷、(e) 紅皮書受脅植物棲地、(f) 海岸林陸蟹熱區、(g) 關注獨流溪及洄游魚蝦、(h) 外來種長腳捷山蟻(黃狂蟻)擴散，進行銀合歡移除作業規劃應注意相關生態友善工作。

本計畫蒐集重要生態區域、關注物種棲地、保護區、熱點、生態議題等資訊，指出恆春半島的生態敏感區分布，並以「銀合歡入侵的(潛在)生態威脅」及「銀合歡移除作業的生態衝擊」兩個因子評估銀合歡入侵與銀合歡移除作業對於敏感棲地、物種的效應，主要有3種生態敏感區類型：I. 高威脅高衝擊，建議應專案評估；II. 低威脅高衝擊，需現地確認生態課題、保育標的物種、棲地衝擊減輕策施；III. 低威脅低衝擊，建議避開敏感時期、分區移除。

(4) 植物生態監測

- (a) 植物生態監測16個樣區，共設置32個樣方，記錄到240種維管束植物，其中於樣區內記錄到的稀有植物共計12種，樣區現勘過程於鄰近地區發現到的紅皮書稀有植物有22種，顯示銀合歡入侵範圍內仍可能稀有種植物分布，後續進行清除作業時應需留意。
- (b) 將16個樣區資料進行非度量多維度(NMDS)分析，以海拔最為相關，其餘環境因子無顯著相關。其中近自然林樣區(AN)的海拔分布較高(海拔高163M~442M)，AH1海拔最低(海拔高19M，為海岸造林區)，其餘樣區為低海拔山區造林(海拔高40M~162M)。全面整地造林(BC)、一次性剷除樣區(BS)、銀合歡林樣區(AL)皆為銀合歡較優勢的樣區，在圖面上的位置相近；歷史造林樣區(AH)組內變異大，可能跟樣區的主要造林樹種有關，例如欖仁、木麻黃、相思樹、棟。其中AH1樣區因銀合歡再入侵而形成銀合歡優勢，在圖面上的位置與銀合歡優勢的樣區接近；近自然林樣區(AN)在圖面上的位置與其他樣區距離較遠且獨立，尤其與歷史造林樣區(AH)分布距離遠，顯示兩組樣區的樹種組成有很大的不同。
- (c) 透過TWINSPAN進行植群分類，以植群型之特徵種-優勢種命名，大致可分為三個植群型：I. 木麻黃植群型，包括造林的歷史造林樣區(AH1、AH2、AH3、AH4)、一次性剷除樣區BS2及BS3；II. 刺裸實-黃荊植群型，包含銀合歡林樣區

(AL1)、一次性剷除樣區樣區(BS1、BS4)、全面整地造林樣區(BC1、BC2、BC3、BC4、BC5)；III. 海南厚殼桂-軟毛柿植群型：皆為近自然林樣區。

- (d) 歷史樣區AH1為造林20年期的樣區有銀合歡再入侵的情形，比對104年調查資料，造林14年期時(B9樣區)無銀合歡，而造林20年期時(AH1樣區)有大量銀合歡植株且徑級分布呈反J型結構，表示族群拓殖不久、正處於成長期，小苗持續更新以補充中徑級及大徑級植株。相較於造林14年期時(B9樣區)，造林20年期(AH1樣區)之造林樹如欖仁、木麻黃、相思樹植株皆大量減少，殘存的造林樹種整體徑級分布往中大徑級方向偏移，其中欖仁及相思樹之小徑木數量有較多的現象，因此推測造林地在14年期至20年期期間可能受到大干擾(如颱風)，導致造林樹木大量死亡，而中下層被壓木獲得加速生長之機會，因此欖仁及相思樹之小徑木數量再次增加，也因為這個時期有大量樹木死亡形成破空，而讓銀合歡再次入侵。
- (e) 透過觀察不同造林年期樣區之銀合歡優勢度，移除造林後5~6年間持續進行撫育及砍除銀合歡作業可有效抑制銀合歡再生。然銀合歡清除後土壤種子庫保有相當多銀合歡種子，一旦樹冠層產生孔隙，有利於銀合歡再次大量萌發，因此造林地在撫育期過後的銀合歡再入侵現象也需要持續關注。
- (f) 一次性剷除樣區(BS1~BS4)僅針對銀合歡樹木逐株伐除，其餘樹種皆予以保留，各樣區在作業前、中、後的物種數及多樣性差異不大。然BS3及BS4樣區之造林廠商為了清運移除的銀合歡，而闢建作業車道穿越調查樣區，導致本計畫樣區有部分原生植株受到清除，同時作業車道產生的裸露地狀態可能會助長銀合歡再次生長入侵，為後續需關注處理的課題。
- (g) 全面整地造林在作業過程會清除大部分的樹木，僅少數較大的原生樹有被保留，然BC3樣區則因造林廠商在清除作業

過程仍保留許多非銀合歡的原生樹木，因此作業前、中、後物種數差異不大，預期這些保留的原生樹種未來可提供樣區內自生苗木種源。

(h) 綜整不同造林年期各樣區之銀合歡密度，銀合歡林樣區(AL)銀合歡密度(70.3%)及近自然林樣區(AN)銀合歡密度(平均0.7%)，銀合歡清除作業前之樣區銀合歡密度多介於40%~75%，作業後之造林地在撫育期(5~6年)因每年有刈草作業，上木層銀合歡密度維持在8%以下，在撫育期過後(10~14年)無人為介入，大部分樣區仍可持續維持較低的銀合歡密度(<10%)。

(i) 歷史造林樣區(AH1~AH4)量度等級曲線曲線較陡直，顯數量集中於少數樹種、物種數較為單調。從物種數來看，歷史造林樣區總物種數為7~15種，相較於近天然林樣區(AN1~AN2)物種數27~48種，銀合歡林樣區(AL1)物種數19種，歷史造林樣區樹種相對單調。111年全面整地造林示範區(BC1~BC3)栽植之苗木有14種~18種，較以往造林採用之樹種更多樣。

(4) 動物生態監測

(a) 參考紅外線自動相機拍攝成果，解讀中大型哺乳類物種數、OI值及進行NMDS分析，均不易解析歷史造林樣區的造林回復狀態。但NMDS分析對照樣區位置，可看出哺乳類組成有空間上的分群，並可能與199縣道、200縣道、200甲縣道等道路切割有關聯(200縣道正在拓寬，道路切割影響需持續關注)。

(b) 蝙蝠調查部分，整體來看記錄到的蝙蝠種類、音頻數均少，加上季節影響，無法解讀一次性剷除(BS)及全面移除(BC)作業方式之差異。惟BC1/2、BC3樣區，在移除中作業期間有最豐富的蝙蝠種類與音頻記錄，原因除了夏季蝙蝠覓食頻繁外，伐除作業讓原本鬱閉度高的森林產生空隙，

提升蝙蝠音頻被偵測器記錄的機率。

- (c) 鳥類調查部分，一次性剷除(BS)及全面移除(BC)樣區在不同階段的鳥種數及個體數無明顯差異。鳥類的移動範圍大，季節影響鳥類組成大於植被移除方式。
- (d) 蝶類調查部分，一次性剷除(BS)及全面移除(BC)樣區在移除中蝴蝶個體數量普遍下降。其中，全面移除(BC)樣區在移除中階段雖為蝴蝶最活躍的夏季，但個體數量下降明顯，移除作業對蝴蝶組成應有造成影響。
- (e) 組間比較樣區理想上的樣區選擇至少須具備三項因子：(i)實驗組造林時間長：較能反應人工撫育階段後森林自然演替狀況，方能回饋銀合歡移除造林後的真實環境演替樣貌，動物組成的資訊才具有代表性；(ii)實驗組/對照組(AH/AN/AL)區位近：減少緯度、海拔等動物分部或組成的天然因子影響；(iii)樣區面積夠大：考量動物移動能力，能減少周邊環境對動物利用影響。
- (f) 本計畫執行在樣區選擇上面臨諸多限制，因此樣區選擇不盡理想，無法為野外成效評估提供良好的比較基準，主要原因包含：(a)長期移除造林樣區很少，停止撫育後、長期自然演替的樣區數量不足，僅1處20年樣區，其餘多數都尚在撫育過程，非評估移除造林成效的理想樣區；(b)大尺度來看，因為樣區的選擇性少，而近自然林大多不易到達，也限制了選擇空間，故無法將3類型的樣區限縮在同一個空間範疇中，因此調查結果可能受到大尺度環境因子的影響(如海拔、緯度、近山靠海等)；(c)小尺度來看，歷史造林、銀合歡林樣區面積不大且多數與鄰近環境緊密連結，易受周邊環境影響，且銀合歡林中大多有原生闊葉植物混雜，植被不若預期中單調，而動物移動能力強，各樣區的面積尺度不易反應該區域物種組成上的差異。
- (g) 動植物關係探討以蝶類為主要分析類群。在組間比較樣區中，記錄31科70種寄主植物，以簡單線性迴歸分析來看，

寄主植物種類數，與蝴蝶種數或多樣性指數均具顯著正相關。

- (h) 紅外線自動相機記錄到臺灣獼猴、梅花鹿及水鹿食用銀合歡果莢及葉子，參考文獻亦指出銀合歡含氮量、熱量均高，是梅花鹿全年的主食之一。然調查也發現，移除銀合歡後栽植的苗木，遭梅花鹿大量啃食，可能與既有食物(銀合歡)減少、新增方便取食且嫩的食物有關。

(5) 碳匯效益

- (a) 估算樣區林地碳存量，近自然林碳存量236.9~303.8 tC/ha，幾乎以自生樹為主，為本計畫調查各類型林地中碳存量最高者；歷史造林地20年期(AH1)碳存量154.1 tC/ha，其中造林樹碳存量128.1 tC/ha；歷史造林地5~6年期(AH2、AH3及AH4)碳存量56.2~160.6 tC/ha，其中造林樹碳存量平均為68.8 tC/ha。由銀合歡林(AL)、一次性剷除(BS)與全面整地造林(BC)林地作業前之數據計算銀合歡林之銀合歡碳存量平均值為42.7 tC/ha，可做恆春半島銀合歡移除作業減損之碳存量參考值。
- (b) 全面整地造林採全面清除整地，因此作業後的碳存量主要為作業期間保留的少數原生樹木，全面整地造林作業前的林地碳存量88.0~109.8 tC/ha，已完成銀合歡清除作業的樣區(BC1、BC2、BC3)林地碳存量降為19.5~35.1 tC/ha。然實際上刈除的銀合歡殘材會優先堆置於保護帶內，大部分刈除的碳存量仍都保留於林地之中，未來形成腐植質將轉換為「黃碳」(土壤固碳)。不過目前黃碳計算對應的方法學尚不足，有待後續研究。
- (c) 歷史樣區碳存量變化，海岸造林樣區(AH1)林地歷經6年碳存量增加72.8 tC/ha，增加之碳存量以為造林樹為主(54.3 tC/ha)，造林樹平均年碳吸存量為9.1 tC/ha/year；山區造林樣區(AH2~AH4)歷經5~6年，造林樹平均年碳吸存量為13.1 tC/ha/year。

7.2 建議

- (1) 本計畫在選擇調查樣區的現勘過程中，發現原劃設要清除銀合歡的範圍，有許多區域並非如預期的為銀合歡優勢族群，現地可能是以原生樹種為主的落葉林或有刺灌叢，需要回報屏東林管處後再重新修訂清除範圍，易造成初期銀合歡移除工作擬定的不確定。推測目前屏東林管處採用的恆春半島銀合歡分布圖資為107-109年利用遙測影像以NDVI分類產出，然而該圖資可能未有足夠的現場資料檢核校對，導致產出的資訊準確率不佳，實際應用時很可能發生將原生林誤判為銀合歡林而將之清除的負面衝擊。屏東林管處110年起已與農林航測所合作使用較新的UAV技術進行銀合歡分布範圍判釋，期提供正確性更好的分布圖資，建議新圖資判釋資料需搭配現地抽樣檢核修正，以提升判釋資料的準確率。
- (2) 恆春半島生態敏感區內銀合歡移除的優先性原則，建議的移除優先性順序由高至低為：I. 高威脅高衝擊(優先進行專案評估) > III. 低威脅低衝擊 > II. 低威脅高衝擊。若銀合歡造成重要植物群聚、棲地的明顯劣化，且移除具有正面效益，建議列為優先移除。生態敏感區外圍之銀合歡可優先移除、建立隔離帶，以減少銀合歡入侵生態敏感區危害的機率。
- (3) 植物長期監測調查建議，參考本計畫設置樣區方法分為對照樣區及試驗樣區，並針對非銀合歡之樹種掛牌標記及定位，調查工作量雖較繁雜龐大，但可建立長期監測追蹤之完整資料，藉以瞭解樣區在銀合歡清除後植物消長的情形。植物樣區監測頻度可調整為：針對一次性剷除區及全面整理造林區，於清除作業前監測一次、作業後(完工)後1~2個月內監測一次，造林(或一次性剷除)後的6年撫育期間每半年監測一次，6年的撫育期後則可減少為每年一次。銀合歡移除後之造林地成效評估項目，建議包括:(a)樹種組成應趨近自然林；(b)栽植苗木存活率應愈高愈好，若苗木存活率過低應適時補植；(c)銀合歡密度建議可以<10%可做為移除後造林抑制銀合歡成效的指標值；(d)

增加物種多樣性，如鼓勵栽植多樣樹種、鼓勵撫育廠商刈草過程保留自生樹種；(e)林分之造林木及自生樹碳存量應隨時間增加而增加。

(4) 動物長期監測工作除了樣區選擇的限制外，也會有諸多因子影響監測資料，因此除了本計畫已執行之標準化作業外，尚有三點建議供作參考：

(a) 投入長期監測。首先，移除造林需要時間進行撫育並讓植被生長及演替，因此短期內不易看到成效，需進行長期觀察。再者，透過長期監測可消弭短期調查可能受到的各類因素影響，讓資料的判讀或統計分析更具可信度。

(b) 被動式調查的運用評估(紅外線自動相機、自動錄音機等)。主動性調查受調查人員個人能力、主觀判斷影響，容易增加短期監測的誤差，且因調查時間短，外在環境影響調查品質的程度也較高。被動式調查可以相當程度降低個人調查的差異，並且增加資料蒐集的時間。惟增加資料蒐集時間，也意味著室內辨識工作量的大幅提升，因此需要搭配AI自動辨識的發展，方能讓該方法具有效益。各類AI自動辨識持續發展中，仍需觀察發展進程與實務應用的效益。

(c) 增加單位調查努力量。針對定點式調查(如紅外線自動相機、吊網陷阱等)，透過增加數量設置，可以降低選點造成的資料落差，以鱗翅目吊網陷阱為例，建議採樣單元為3-5組陷阱(Freitas *et al.*, 2014)。然而，增加單位努力量，也代表調查成本的提升，仍需在經費、效益等不同面向取得平衡點。

(5) 造林監測樣區之目的在於評估不同銀合歡移除作業手法，對於生物組成可能的影響。然而，由於計畫時程、移除作業行政程序等原因，僅能於最短的時間內完成移除作業前中後的生態監測，因此容易受到季節等因素影響，加上是一次性的資料，容易受到單次調查各類天候、環境狀況、調查人員等影響，造成資料判讀上的困難。一次性剷除與全面移除作業的現場環境變

化差異顯而易見，加上這是主辦機關過去基於作業可行性、環境保育、安全性評估等多重考量下的建議，本計畫認為可依目前透過銀合歡林比例、移除區域等因子決定移除作業方式，僅提供三點建議供參：

- (a) 移除作業方式決定前，需進行現場勘查，確認移除方式之適宜性與移除範圍。
 - (b) 全面移除作業常需要同步開闢施工便道，便道的開設需盡可能迴避原生自然環境，也需考量作業完成後的植生復育工作。
 - (c) 造林樹種可以考量環境特性與區位，以生態造林修復原生林為目標，採用多樣的適生與骨架樹種，本計畫已建議恆春半島不同環境與區位之造林復育目標，以及181種骨架樹種，可做為擴大採種育苗之參考。
- (6) 透過非度量多維度分析，歷史造林樣區(AH)和近自然林樣區(AN)在圖面上分布位置距離最遠，顯示兩組樣區的樹種組成有很大的差異。為恢復恆春半島原始季風林相，建議可針對歷史造林區補植或林下栽植作業，優先考量近自然林的樹種，幫助造林區林相趨向自然林相演進。
- (7) 造林20年期的歷史樣區AH1有銀合歡再入侵的情形，建議應進行銀合歡伐除作業及二次補植作業，以抑制銀合歡族群；造林5~6年期的歷史樣區(AH2~AH4)銀合歡在地被層佔有較高的IVI值，其土壤種子庫中應有許多銀合歡種子，需要注意後續銀合歡生長潛勢及與原生樹種競爭情形。
- (8) 歷史造林樣區上木的蝴蝶寄主植物種類數與自然森林差異較大，未來進行移除造林之樹種選擇，建議將蝴蝶等植食性昆蟲需求納入(蛾類寄主植物建議可參考墾丁國家公園於109年委託國立中山大學進行國家公園內蛾類多樣性調查報告)。此外，本計畫調查之銀合歡樣區，其地被蝶類寄主植物尚多，呈現其林下原生植物種子庫的潛力，並對支持蝴蝶利用具重要性，移除造林後，撫育執行良好應可有效維持地被植物的多樣性。

- (9) 葉定宏等(2021)進行野外台灣梅花鹿對墾丁高位珊瑚礁森林樹種葉片的取食偏好研究，未來苗木選擇可以受梅花鹿啃食率低的種類為主(詳表5.4.3-3)，但該研究為短期測試，梅花鹿族群對森林地被植群及幼齡木的啃食壓力應會比測試結果更加嚴重，加上苗木選擇仍需考量多樣性需求，因此需要投入研究找出降低梅花鹿啃食的防範措施。
- (10) 本計畫紅外線自動相機拍攝成果，除監測紀錄銀合歡林動物活動情形，亦發現與生態棲地連結相關的資訊，提供屏東區域綠網推動工作參考：(a) 社皆坑溪具有棲地連結潛在功能，提供動物穿越台26的路徑，考量台26的切割程度，社皆坑溪作為動物移動路徑的功能應該無庸置疑。然建議未來規劃完整的調查，評估社皆坑溪廊道的課題，建立更完整的資料與論述，並可就功能現況評估改善需求，或供未來溪流有工程需求時之背景資訊參考；(b) 遊蕩犬隻對野生動物有明顯直接與潛在影響，然遊蕩犬課題涉及廣泛，參考農委會畜牧處於112年5月12日發布遊蕩犬處置的訊息，農委會刻正規劃擇定重要野生動物棲地，進行區域性移除試辦專案，或可從各林管處指認綠網保育軸帶及重點推動區中來嘗試辦理；(c) 哺乳類組成有空間上的分群，並可能與199縣道、200縣道、200甲縣道等道路切割有關聯，200縣道持續拓寬，建議加強關注道路切割課題；(d) 恆春半島中大型哺乳類分布的變動，包含(i) 食蟹獐、山羌持續往南越過200縣道並至海岸；(ii) 梅花鹿自野外滅絕後於社頂進行復育，族群持續往北/南/西擴張，但未跨過199縣道；(iii) 本計畫於200縣道北側國家公園範圍內(BS1、BS2)記錄到穿山甲，可能為新紀錄區位。
- (11) 本計畫第二場公眾參與工作坊與民眾交流討論「恆春半島私有租用土地銀合歡收購計畫」，民眾對銀合歡收購及去化很有興趣，並抱持肯定及支持的態度，然討論過程中可發現民眾對收購程序細節仍不清楚，建議可加強辦理宣導說明。
- (12) 本計畫第二場公眾參與工作坊現地參訪則帶領民眾至銀合歡移除造林地解說銀合歡移除及造林方式，有助於民眾瞭解銀合歡

移除過程可能需留意的問題以及林管處造林撫育的成效，建議林管處可多加宣導林管處移除銀合歡的努力及成果，減少民眾資訊落差可能造成的誤解。

第八章 實施進度及查核項目

計畫期程自決標日(110年7月15日)起至112年8月31日止。本計畫工作實施進度及查核點詳圖8.1-1、表8.1-1，本次為期末階段，除工作項目「111或112年新植造林區域2處」因112年新植造林預定案工程尚未招標發包，無法於如期於112年3月31日前完成作業中、後之監測工作，已變更本計畫契約履約標的數量，其餘均已如期完成。

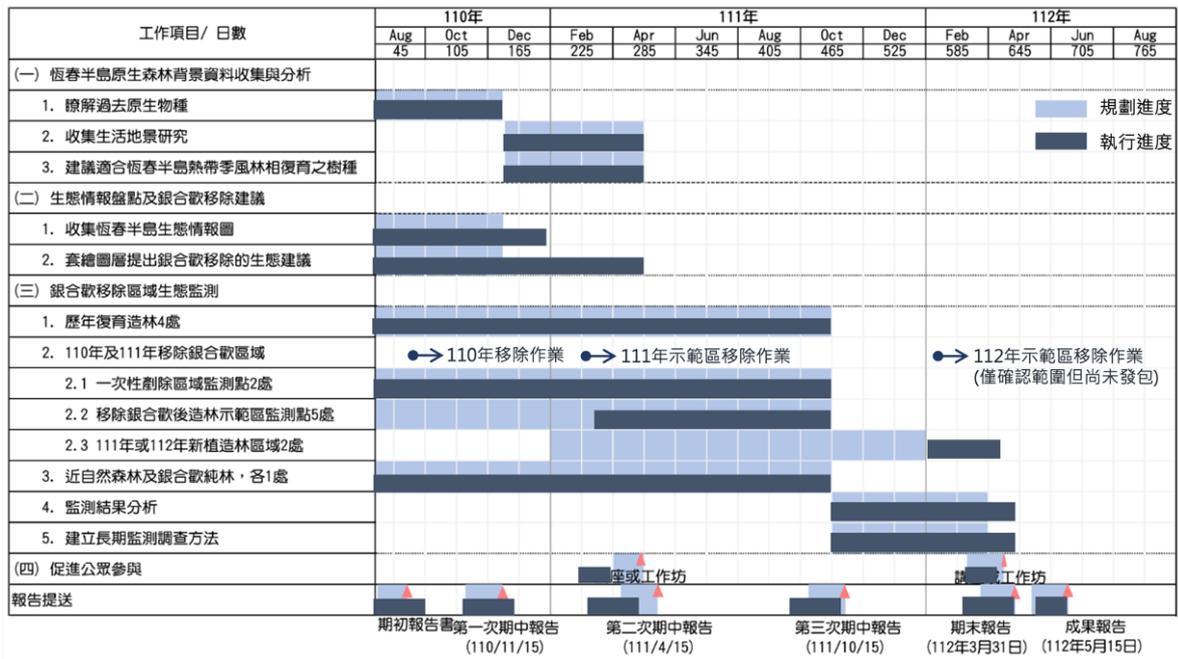


圖 8.1-1 工作實施進度及查核點

表 8.1-1 計畫各階段報告及進度查核項目

階段報告	提送日期	進度查核
期初報告	決標次日起 30 日	工作及進度規劃之初步構想說明
第一次 期中報告	110 年 11 月 15 日	1. 收集相關前期研究計畫，完成恆春半島過去當地原生物種文獻收集。 2. 將銀合歡分布圖層，套繪環境敏感區域相關圖層，分析移除優先區位，並提供物種保育、生態復育造林初步建議。 3. 完成一次性剷除區域監測點 2 處作業前之監測。 ¹
第二次 期中報告	111 年 4 月 15 日	1. 完成當地生活地景研究資料收集。 2. 洽詢專家學者，取得適合恆春半島熱帶季風林相復育之適宜樹種及特色樹種建議。 3. 完成銀合歡分布圖層，套繪環境敏感區域相關圖層，分析移除優先區位，並提供物種保育、生態復育造林建議。 4. 完成第 1 場公眾參與之講座或工作坊。 5. 移除銀合歡後造林示範區監測點 3 處及一次性剷除樣區 2 處，5 處植物監測及 3 處動物監測，作業前之監測。 ^{1,2}
第三次 期中報告	111 年 10 月 15 日	1. 完成屏東林管處截至 109 年歷年於恆春半島移除銀合歡復育造林區域，具代表性 4 處監測點之監測。增加 1 次動物監測。 ² 2. 完成 110 年一次性剷除區域監測點 2 處及 111 年移除銀合歡後造林示範區監測點 3 處及 111 年一次性剷除樣區 2 處，作業中、後之監測。 ² 3. 完成接近自然森林區域及銀合歡純林，至少各 1 次監測點監測。接近自然森林區域 2 處增加 1 次動物監測。 ²
期末報告	112 年 3 月 31 日	1. 依據監測結果，完成評估銀合歡移除前後，對當地動、植物之影響，並分析不同環境之復育造林地，於銀合歡移除後動、植物棲地利用變化。 2. 完成長期監測調查方法建立，並依據監測資料分析不同銀合歡移除作業方式成效，提出未來造林方式調整之建議。 3. 完成 111 年或 112 年新植造林區域 2 處，作業前、中、後之監測。因 112 年新植造林預定案工程尚未招標，無法於如期於 112 年 3 月 31 日前完成作業中、後之監測工作，已變更本計畫契約履約標的數量。 ³ 4. 完成第 2 場公眾參與之講座或工作坊。
成果報告	112 年 5 月 15 日	依期末審查結果修改完竣之成果報告

[註 1] 本案第 1 次契約變更議定書(中華民國 110 年 10 月 15 日屏作字第 1106171040 號函；中華民國 110 年 10 月 21 日屏作字第 1106110571 號函)：因移除銀合歡後造林示範區之造林預定案尚未奉林務局核定，為免所設監測點與核定範圍有所差異，同意將造林示範區監測點 5 處作業前之監測展延至第二次期中報告(111 年 4 月 15 日前)辦理。

[註 2] 本案第 2 次契約變更議定書(111 年 4 月 12 日屏作字第 1116107574 號函)因屏東林管處移除銀合歡後造林示範區之造林預定案部分施作方式變更及面積減少導致動物監測樣點恐重疊性過高，故同意將「移除銀合歡後造林示範區監測點 5 處，作業前之監測」，變更為「移除銀合歡後造林示範區監測點 3 處及一次性剷除樣區 2 處，5 處植物監測及 3 處動物監測，作業前之監測」；無法執行之動物監測 2 處共 6 季次，調整至歷史造林 4 處、近自然林 2 處各增加 1 季次調查。並調整對應之進度查核內容。

[註 3] 本案第 3 次契約變更議定書(112 年 3 月 27 日屏作字第 1126106231 號函)因屏東林管處 112 年「恆春半島銀合歡移除及復育計畫」尚未核定，故同意將「完成 111 年或 112 年新植造林區域 2 處，作業前、中、後之監測」變更為「完成 112 年新植造林區域 2 處作業前之監測」。

參考文獻

1. Ching-Chen Lee, Ming-Chung Chiu, Chun-Han Shih, Chin-Cheng & Scotty Yang, 2021. The role of anthropogenic disturbance and invasion of yellow crazy ant in a recent decline of land crab population. *Scientific Reports*, volume 11, 12234. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91732-z>.
2. Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., Yamakura, T., Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*. 145, 87-99. 2005.
3. Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B.C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Martínez-Yrízar, A., Mugasha, W.A., Muller-Landau, H.C., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Ortiz-Malavassi, E., Péliissier, R., Ploton, P., Ryan, C.M., Saldarriaga, J.G., Vieilledent, G., Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Glob. Change Biol.* 20, 3177-3190. 2014.
4. Clarke, K. R. ,1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18(1), 117 - 143.
5. Corbin, J. D., and K. D. Holl. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management* 265:37 - 46.
6. Freitas AVL, Iserhard CA, Santos JP, *et al.* 2014. Studies with butterfly bait traps: an overview. *Rev Colomb Entomol*, 40:209 - 218.
7. Gauch H G. Jr. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge, UK: Cambridge Univ Press. 298 p.
8. Hill, M. O. 1979. TWINSPLAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, New York. 90 pp.
9. IPCC, Forest lands, in, 2006 Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol 4: Agriculture, Forestry, and Other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan on behalf of the IPCC, p. 83. 2006.
10. Ketterings, Q.M., Coe, R., van Noordwijk, M., Ambagau, Y., Palm, C.A., Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *For. Ecol. Manage.* 146, 199-209. 2001.
11. Liu, H. C. & Jeng, M. S. (2005). The population and reproduction of *Epigrapsus notatus* (Brachyura: Gecarcinidae) from Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, 25: 135-140
12. Liu, H. C. & Jeng, M. S. (2007). Some reproductive aspects of *Gecarcoidea lalandii* (Brachyura: Gecarcinidae) from Taiwan. *Zoological Studies*, 46(3): 347-354.
13. Lowe S., Browne M., Boudjelas S., and De Poorter M. 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database.

- Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12 pp. First published as special lift-out in *Aliens* 12, Dec. 2000. Updated and reprinted version: Nov. 2004.
14. Miyawaki, A., 2004. Restoration of living environment based on vegetation ecology: theory and practice. *Ecological Research*, 19(1):83-90.
 15. Olson, DM, E Dinerstein, ED Wikramanayake, ND Burgess, GVN Powell, EC Underwood, JA D, Amico, HE Strand, JC Morrison, CJ Loucks, TF Allnutt, JF Lamoreux, TH Ricketts, I Itoua, WW Wettengel, Y Kura, P Hedao, and K Kassem., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience* 51: 933-938.
 16. Stahlschmidt, P., & Brühl, C. A. 2012. Bats as bioindicators - the need of a standardized method for acoustic bat activity surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(3), 503 - 508.
 17. Stephen Elliott, David Blakesley, J.F. Maxwell, Susan Doust and Sutthathorn Suwannaratana. 2006. How to plant a forest: the principles and practice of restoring tropical forest. 1ed.
 18. Tonos JM, Pauli BP, Zollner PA, Haulton GS. 2014. A comparison of the efficiency of mobile and stationary acoustic bat surveys. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 123:103 - 111.
 19. Zahawi, R. A., K. D.Holl, R. J.Cole, and J. L.Reid. 2013. Testing applied nucleation as a strategy to facilitate tropical forest recovery. *Journal of Applied Ecology* 50:88 - 96.
 20. 水利署第九河川局，2020。馬佛溪河川生態廊道與國土綠網串聯規劃。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
 21. 王相華、洪聖峰，2005。銀合歡藥劑注射防除效果及林相復舊方式。中華民國雜草學會會刊。二十六卷第一期。
 22. 王相華、郭耀綸、陳芬蕙，2011。墾丁熱帶海岸林植生復舊操作技術手冊。內政部營建署墾丁國家公園管理處。
 23. 王相華、郭耀綸、陳芬蕙，2013。銀合歡入侵地之植生復育操作技術：以恆春熱帶海岸林為例。行政院農業委員會林業試驗所。
 24. 王相華、陳芬蕙 2010 年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 2010 年第 20 卷第 1 期。
 25. 王益崖，1952。臺灣之氣候區。臺銀季刊 5(3):1-25。
 26. 交通部高速公路局，2011。營運階段國道永續發展環境復育改善研究計畫。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
 27. 交通部高速公路局，2013。國道沿線生態課題調查與友善措施評估計畫。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
 28. 交通部高速公路局，2014。國道生態友善環境復育。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
 29. 交通部高速公路局，2016。國道生態資源調查暨淺山環境復育研究計畫。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
 30. 交通部高速公路局，2019。國道生態資源調查暨淺山環境復育研究計畫(二)。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。

31. 伍淑惠、許正一、施郁庭、孫義方、王相華、沈勇強，2012，墾丁高位珊瑚礁森林動態樣區樹種特徵與其分布模式，農業委員會林試所出版，310 頁。
32. 全球入侵種資料庫(Global Invasive Species Database, GISD) 中文版
<https://gisd.biodiv.tw/>
33. 行政院農委會林務局花蓮林區管理處，2019。花蓮生態保育綠色網絡發展計畫。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
34. 行政院農業委員會，2022。外來入侵種埃及聖鸚、綠鬣蜥與恆春半島銀合歡移除及復育計畫(112-113)(核定本)。下載：<https://www.forest.gov.tw/0004226>
35. 行政院農業委員會林務局，2005。國家植群多樣性調查及製圖計畫。
36. 行政院農業委員會林務局，2014。臺灣淺山生態保育策略與架構之可行性評估。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
37. 行政院農業委員會林務局，2015。第四次森林資源調查報告。
38. 行政院農業委員會林務局，2017。臺灣中西部淺山廊道生態保育策略與架構的實踐。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
39. 行政院農業委員會林務局，2020。國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫。執行單位：財團法人臺灣生態工法發展基金會。
40. 行政院農業委員會林務局屏東林區管理處，2017。銀合歡移除復育之生態效益評估。執行單位：國立屏東科技大學森林系。
41. 行政院農業委員會林務局屏東林區管理處，2020。恆春半島銀合歡移除復育造林生態廊道串連及效益評估。執行單位：國立屏東科技大學森林系。
42. 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處，2020。新竹林區管理處生態保育綠色網絡次網絡生態資源盤點與調查。執行單位：觀察家生態顧問有限公司。
43. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2017。臺灣維管束植物紅皮書名錄。
44. 行政院環境保護署，2002，植物生態評估技術規範。91.03.28 環署綜字第 0910020491 號公告。
45. 行政院環境保護署，2011。動物生態評估技術規範。92.12.29 環署綜字第 1000058655C。
46. 吳立心、吳文哲、陳玄武、王巧萍，2008。以銀合歡豆象進行銀合歡生物防治可行性評估。臺灣林業期刊 8 月號，31-37 頁。
47. 吳孟純，2008。恆春半島四種陸蟹的幼蟲釋放。靜宜大學。生態學研究所碩士學位論文。
48. 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，第 21 卷，第 2 期，第 65-74 頁。
49. 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。保育研究報告第 112 號。內政部營建署墾丁國家公園管理處。47 頁。
50. 呂錦明、胡大維、施文君，1984。銀合歡生長之研究——佳林密度試驗區 3 年生之生長及生物量。臺灣省林業試驗所試驗報告第 405 號。
51. 李昭宗，2003。恆春地區銀合歡入侵及擴散之研究。屏東科技大學森林系碩士論文。
52. 李玲玲、林雅玲、黃俊嘉、郭浩志，2007。大鹿林道東線工程之環境監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
53. 林其臻，2012，銀合歡種子發芽及小苗更新特性，國立屏東科技大學森林系碩

- 士論文，52 頁。
54. 施文君、胡大維、潘富俊，1986。耐寒及抗酸性銀合歡種類五年隻生長比較。林業試驗所研究報告季刊，第一卷第一期，p9-14。
 55. 胡正恆、王穎，2018。梅花鹿再引入後的空間現象：墾丁礁林與次生林的覓食棲地選擇。華岡農科學報第四十一期：12-32。
 56. 國立臺灣大學生物多樣性研究中心，2009。鳥類監測標準作業手冊。農委會林務局指導計畫。
 57. 張惠晴 (2012) 恆春半島中型仿相手蟹 *Sesarmops intermedium* 之繁殖生態學研究。嘉義大學。水生生物科學系研究所碩士學位論文。
 58. 郭文鑠，1980。臺灣農業氣候區域規劃。中央氣象局，156-178。
 59. 陳一銘、葛兆年、李侑玲，2020。大農大富生態廊道之演進。2020 平地造林試驗及監測研討會論文集。
 60. 陳姿潔 (2012) 恆春半島兇狠圓軸蟹的繁殖生態。國立中山大學。海洋生物研究所碩士學位論文。
 61. 陳國彥，1986。臺灣的柯本氣候機率分類。國立臺灣師範大學地理研究報告 12:45-56。
 62. 楊國禎、陳玉峯，2000。恆春半島的植群。植物園資源及經營管理(嚴新富編)。國立自然科學博物館。
 63. 楊懿如、楊淳凱，2017。大農大富平地森林園區鳥類監測。臺灣林業，第 43 卷，第 4 期，第 69-75 頁。
 64. 萬寶康，1973。臺灣分區氣候與天氣之研究(一)。氣象學報 19(4):1-19。
 65. 葉定宏、郭耀綸、林照松。2021。台灣梅花鹿取食偏好及磨角行為與墾丁森林稚樹族群變動之關係。台灣林業科學 36(1):69-86。
 66. 葉慶龍，1994。恆春半島山地植群生態及其保育評估。國立臺灣大學森林學研究所博士論文。
 67. 董景生、張德斌、劉烘昌，2014。墾丁國家公園原生海岸林與復舊造林地之陸蟹群聚監測與比較。國家公園學報 2013 年第二十三卷第二期。
 68. 臺灣生物多樣性保育學會，2004。墾丁國家公園範圍內銀合歡防治及原生樹種林下栽植技術之研究(第一年)。墾丁國家公園管理處委託辦理調查報告。
 69. 臺灣昆蟲學會，2009。蝴蝶監測標準作業手冊。農委會林務局指導計畫。
 70. 裴家騏，2006。自動相機自動動物監測上之應用與成效分析。利用紅外線自動相機於野生動物調查小型研討會。
 71. 裴家騏和姜博仁，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 92-02 號。行政院農委會林務局。
 72. 趙國容，2019。水土保持樹種固碳能力與儲碳潛力計算資料庫之建置。行政院農業委員會水土保持局。
 73. 趙國容、李侑儒、宋國彰、趙偉村、張楊家豪、江智民 (2022) 水土保持樹種碳存量估算參數之資料庫。中華水土保持學報，53 (2)，100-110。
 74. 劉衍淮，1963。臺灣區域氣候之研究。師大學報 8:291-299。
 75. 劉烘昌，2020。108-109 年墾丁國家公園陸蟹生態資源調查計畫，內政部營建署墾丁國家公園管理處。
 76. 劉啟斌，2003。恆春半島山地植群之分類。國立屏東大學森林系碩士論文。

77. 蔣丙然，1954。臺灣氣候誌。臺灣研究叢刊第 26 種。臺灣銀行經濟研究室編印，220 頁。
78. 戴永禎，2000。率芒溪與港口溪河川生態調查，行政院農業委員行經會特有生物研究保育中心。
79. 鍾奕霆（2004）毛足圓盤蟹（*Discoplax hirtipes*）生活史特性並應用於生態工法。國立屏東科技大學碩士論文。屏東。72 頁。
80. 韓僑權，2012。墾丁國家公園淡水魚蝦貝類普查，內政部營建署墾丁國家公園管理處。
81. 顏聖紘，2020。墾丁國家公園蛾類多樣性調查。委託單位：內政部營建署墾丁國家公園管理處。執行單位：國立中山大學。
82. 蘇俊育，李政璋，吳欣儒，邱郁文，2014。後灣陸蟹之多樣性與降海雌蟹隻數量調查。國家公園學報二〇一四年第二十四卷第一期。