

## 附件一之一：延續性研究作品說明表

- 一、參賽作品為延續已發表過之研究內容再進行延伸研究者，須檢附此說明表【須一併檢附最近一次已參賽研究作品書面資料】。
- 二、新增內容起始日為參加本競賽前一年內之研究作品，評審委員亦以此範圍進行審查。

學生姓名：徐婕寧 簡庭健 吳亞米 簡珮絜

就讀學校：花蓮縣 縣立西富國小

作品名稱：還我土地 迎戰銀合歡 III

之前研究作品參賽年（屆）次／作品名稱／參賽名稱／獲獎紀錄  
(相關參賽紀錄請逐一列出)

參賽年（屆）次： 113 年

參賽名稱： 花蓮太平洋盃全國小論文競賽

作品名稱： 還我土地 迎戰銀合歡 II

獲獎紀錄： 國小 E 組 各項議題(環境教育) 延伸組 金獎

參賽年（屆）次：

參賽名稱：

作品名稱：

獲獎紀錄：

參賽年（屆）次：

參賽名稱：

作品名稱：

獲獎紀錄：

參賽年（屆）次：

參賽名稱：

作品名稱：

獲獎紀錄：

備註：1.校內競賽不需填寫。

2.參賽作品不是延續已發表過的作品，附件一之一可以不用繳交。

3.填妥後請掃描為 PDF 檔上傳(不需郵寄，請參賽隊伍自行留存)。

三、請依下列各項，列出此次參賽之作品內容，與先前已完成之研究作品不同之處。

更新項目確認 (請勾選)	項目	本次參賽作品之更新要點 (有勾選之項目需於此欄說明)
V	題目	題目序號更新為「還我土地，迎戰銀合歡 III」，以延續研究脈絡
V	摘要	研究方法由描述性觀察 → 嚴謹量化比較。摘要深化為：採量化實驗設計，比較「孔隙造林 vs. 整地」、「補植 vs. 無補植」，並擴大至「自然對照組」及追蹤「物种多樣性」
V	前言 (含研究動機、目的)	動機由「觀察問題」升級為「策略驗證」。動機：轉為尋找「低度介入、高效復育」策略。目的：量化補植效益、進行分區對照、確立自然演替基準、以及追蹤群落多樣性
V	研究方法或過程	方法從「區域比較」進化為「完整對照實驗」。區域擴增至五區：除了原有 A、B、C 區，新增了D 區(單純栽植無補植)E 區(自然對照組)。旨在透過分區對照實驗，量化補植效益與自然演替差異
V	結論與應用	結論由「方法可行」進一步提升至「策略優化與長期生態目標」。核心結論：補植是灘地復育成功的關鍵決定因素，且驗證孔隙造林與補植效益，並強調不同區域需因地制宜的管理策略。最終目標是提出建立「自我維持生態系統」的方向
V	參考文獻	文獻深度與面向擴展。延續銀合歡生態威脅與孔隙造林理論，並補充生態復育與長期管理，特別是補植相關的資料

V	其他更新	核心成果為補植淨效益的量化：透過實驗設計，證明有補植的 B 區 (88%) 比無補植的 D 區 (61%) 高出 27 個百分點的淨效益。同時，補植成功將先天條件較差或衰退嚴重的區域（如 A 區 $41\% \rightarrow 84\%$ ，C 區 $40\% \rightarrow 76\%$ ）強力拉高存活率
---	------	---

附件：

■最近一次已參賽研究作品說明書及海報（113 年）

作者本人及指導教師皆確認據實填寫上述各項內容，並僅將一年內的後續研究內容發表於書面資料，以前年度之研究內容已攘實列為參考資料，並明顯標示。

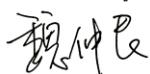
■學生簽名

日期：

徐婕寧 簡庭健 吳亞米 簡珮絜

■指導教師簽名

日期： 114.10.1



**投稿類別：各項議題(環境教育)**

**篇名：還我土地，迎戰銀合歡 II**

**作者：**

簡莛婕。花蓮縣西富國小。五年甲班

徐婕寧。花蓮縣西富國小。五年甲班

吳亞米。花蓮縣西富國小。五年甲班

**指導老師:**

魏仲良老師

## 一、前言

### （一）研究動機

延續去年的研究，今年我們仍針對銀合歡這種外來物種對生態系統的影響進行探討，並繼續測試排名在前之原生樹種的存活率。研究聚焦於植樹後的生態變化，記錄原生植物的存活情況，並觀察生物多樣性的變化。在研究方法上，仍使用了實地實驗法，觀察植物與生物，測量樹高和樹徑，並定期記錄植被和動物的變化。研究依舊進行了文獻調查，並參與了實地植樹活動來收集數據。研究焦點不變，不斷關注銀合歡的快速生長對其他植物產生負面影響，因此仍強調了移除銀合歡，恢復原有生態的重要性。

不同的是，我們在去年 10 月開闢了新的兩塊灘地，分別是 10x10 平方公尺的 B 區和 15x15 平方公尺的 C 區，並採用了孔隙造林法。這種方法的選擇是基於我們之前的研究發現：位於銀合歡樹蔭下的原生樹種存活率較高，且生長速度更快。因此，我們希望藉由這次的實驗進一步探討孔隙造林法是否能提升原生樹種的存活率與生長速度，並觀察這一策略是否能促進生物多樣性的增加。此外，我們將通過詳細的數據記錄與分析，來驗證這些假設的效果。

### （二）研究目的

我們的研究目的包含下面五點：1. 認識我們種的樹：長期觀察我們種的樹之特性，能不能競爭得過銀合歡，並比較不同樹種的存活率。2. 看看樹能不能存活：看看這些樹的存活率會不會隨時間變化。3. 紀錄生態的變化：看看我們種了樹後，動植物的種類和數量有那些改變，記錄方式和評估標準可以參考 [6]。4. 了解種植面積大小（孔隙造林法中的孔隙大小）的影響：了解 A、B、C 區種植面積的大小對樹種存活率的影響。5. 認識孔隙造林法是否可行：利用銀合歡的樹蔭讓原生樹種活得更好，也抑制了銀合歡小苗的生長。

## 二、文獻探討

銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 是豆科植物，又稱白相思子，原產於中南美洲，早期由荷蘭人引入台灣。後來，台灣又從薩爾瓦多引進了一種特別的銀合歡，這種樹木材質優良，適合用來造紙。銀合歡的優點眾多，首先，它的生長速度極快，木材用途廣泛，並且還可以製作飼料。此外，銀合歡具備固氮能力，能夠產生氮肥，這使得它在台灣被廣泛種植。然而，銀合歡也有其負面影響。由於其生長速度過快，會抑制其他植物的生長，因此對當地生態系統造成威脅 [1]。墾丁國家公園因此展開行動，嘗試移除銀合歡並恢復原生植物群落。他們採用了一種先用農藥殺死銀合歡，然後再種植原生樹種的方式，希望能夠讓森林重現過去的自然風貌 [2]。銀合歡被視為對環境有嚴重危害的外來入侵物種，它的快速生長能力源自於多項特性，例如，它能在貧

瘠的土地上存活，落葉會釋放化學物質，抑制其他植物生長。其果莢有毒，種子能在土壤中潛伏，等到陽光充足時再發芽生長。銀合歡喜歡陽光，因此在陽光充足的地區會迅速繁殖。即使被砍伐，樹幹下方也會冒出許多新枝(萌蘖現象)，這使得徹底清除銀合歡變得極為困難。

由於我們之前的研究發現：位於銀合歡樹蔭下的原生樹種存活率較高，且生長速度更快。而孔隙大小(種植面積大小)會影響光照強度，進而影響種子的發芽速度與幼苗的存活率，並且強調孔隙造林法可能有助於改善原生樹種的存活率和生物多樣性 [3]，這與我們研究中光線對植物生長的重要性相互呼應。某些樹種在大孔隙中的存活率較低，而在小孔隙或林下環境中存活率較高 [3]，這可解釋我們的研究中為何某些樹種，如台灣天仙果和厚皮香，在不同區域的存活率差異明顯，顯示在實施孔隙造林法時，需仔細考慮孔隙大小對不同樹種的影響。同時，海岸林面臨的惡劣氣候條件如強風、高鹽度和乾燥，氣候變化對樹種存活率和生長速度有重要影響 [3]，這與我們研究中提到的颱風和高溫對樹種存活率的影響相似。最後，不同樹種對光照與孔隙條件的適應性差異，如先驅樹種在大孔隙中發芽較快，這對於我們在選擇樹種時應考慮的耐蔭性與耐旱性提供了建議 [3]。總結來說，該研究對理解孔隙造林法的效果以及光照、孔隙大小和氣候條件如何影響不同樹種的發芽與存活率，提供了有力的參考 [3]，這與我們在 B、C 區域中使用的孔隙造林法相呼應。

森林中創造孔隙以增加光照，可以促進樹木的生長和存活率[4]。例如，靠近銀合歡樹蔭的樹木存活率較高，可以解釋為孔隙讓陽光有效到達地面，促進了原生樹種的生長。此外，海岸林的逆境條件如飛砂、強風、強日照和高鹽分，而強調了選擇耐旱、耐鹽的樹種的重要性，如木麻黃，這有助於在惡劣環境中選擇適合的樹種 [4]，這些環境挑戰與我們在 ABC 三區不同樹種存活率的觀察直接相關。生態造林的做法是強調通過根據不同孔隙大小混合種植原生樹種以促進生態系統穩定 [4]，這與我們在不同區域中使用不同樹種組合的方法相符，如在 A 區、B 區和 C 區中種植黃荊、台灣天仙果和軟毛柿等，這種策略有助於提高林木存活率和生物多樣性。同時，孔隙的長期更新對海岸林穩定性和防護功能有其重要性 [4]，這也與我們研究中銀合歡樹蔭下樹木存活率較高的現象一致，表明孔隙更新有助於促進原生樹種生長並提升生態穩定性。最後，在長期管理和維護方面，必須適時補植和撫育，以確保林木更新和生態穩定 [4]，這與我們研究中建議的除草頻率調整和拔除銀合歡小苗等管理策略相一致。總結來說，該研究為我們的研究提供了重要的理論支持和實踐建議，幫助我們更深入理解孔隙造林法的效果，特別是在樹種選擇、孔隙大小的確定及長期管理方面提供了具體的操作參考。該研究與我們的研究在孔隙造林法和樹種選擇上有直接關聯，並且能幫助解釋研究中的一些問題。該研究強調了孔隙對樹木生長的重要性，這與我們研究中孔隙造林法的應用一致。

此外，孔隙變化越大，林木的生長潛力就越強，這有助於解釋不同區域的原生樹種存活率和生長速度的差異。若孔隙大小適中，光照條件良好，樹木的生長速度較快，存活率較高；反之，過大的孔隙可能對某些樹種產生不利影響 [5]。探討的孔隙對林木生長的影響和模型分析方法為我們的研究提供了理論支持和技術參考，有助於深入理解孔隙大小、光照條件與樹種生長之間的關係，並解釋 B 區和 C 區中樹木存活

率和生長速度提升的原因。該研究與我們的研究密切相關，特別是在探討孔隙造林法對不同樹種的存活率和生長速度的影響上。當森林中出現孔隙時，會影響周圍林木的光照和資源供應，進而促進其生長 [5]，這與我們在 B 區和 C 區使用孔隙造林法的研究目的一致，旨在創造孔隙以增加光照，提升樹木的生長潛力，解釋了靠近銀合歡樹蔭的樹木存活率和生長速度較高的現象。

### 三、研究方法

我們的研究採用實地實驗法，整個研究流程包含：1. 學習和搜集資料：上網搜尋、參加專家講座、觀看相關影片。2. 實地考察：親自前往馬佛溪進行觀察和調查。3. 記錄其他植物和動物的生態情況。4. 觀察銀合歡的生長速度和其對其他生態的影響，其中 A 區採全部移除直接整地之方式處理，而 B、C 區採孔隙造林法。以下就第 4 點詳細說明：

在  $30*20$ 、 $15*15$  和  $10*10$  平方公尺的 ABC 三塊馬佛灘地地方種下原生樹種，其中 B、C 區有 6 種樹種是 A 區的推薦樹種，分別是：黃荊、細葉蚊母樹、台灣天仙果、厚皮香、鐵冬青跟森氏紅淡比，新的原生樹種有：冇骨消、羅氏鹽膚木、軟毛柿等等，我們會量一量數有多高樹徑有多粗。我們用捲尺量樹高，從地面開始量到最高處。樹徑尺用於樹徑，在離地面 10 公分處用立可白做標記，以樹徑尺測量樹徑觀察它們生長與存活情況。要看看種樹後，是否有新的動植物出現，要記錄新出現的動植物種類。

### 四、結果與分析

#### (一) 背景說明

**我們的研究地點：**花蓮縣光復鄉馬佛溪灘地位置及實驗區域 ( $30*20$  平方公尺)，社區協會認養的黃色區塊是  $30*70$  平方公尺)，都完全被銀合歡覆蓋，我們要用種植原生樹種的方法搶回屬於我們的土地。前年我們在花蓮縣光復鄉馬佛溪灘地位置及實驗區域種了 404 棵樹，總共 13 種 (A 區： $30*20$  平方公尺，社區協會認養的黃色區塊是  $30*70$  平方公尺，如圖一)、去年 10 月開墾了新的兩塊灘地，分別是  $10*10$  平方公尺的 B 區與  $15*15$  平方公尺的 C 區 (在 A 區的北方平行區域，間隔各約十公尺)，各種了 80 棵樹，總共 11 種及 143 棵樹，總共 16 種，如圖二，原灘地 A 區經整理後如圖三。



圖一：實驗場地位置範圍圖



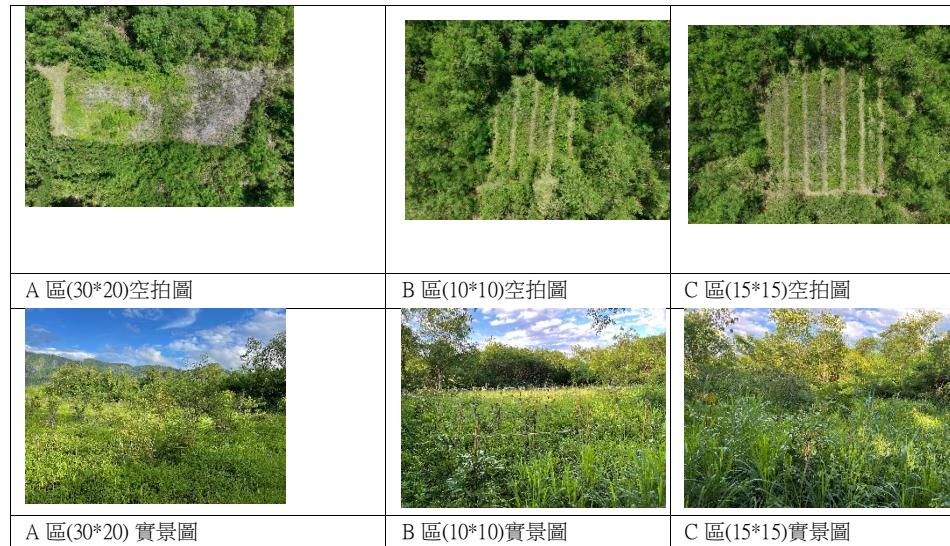
圖二：實驗林灘地 ABC 圖



圖三

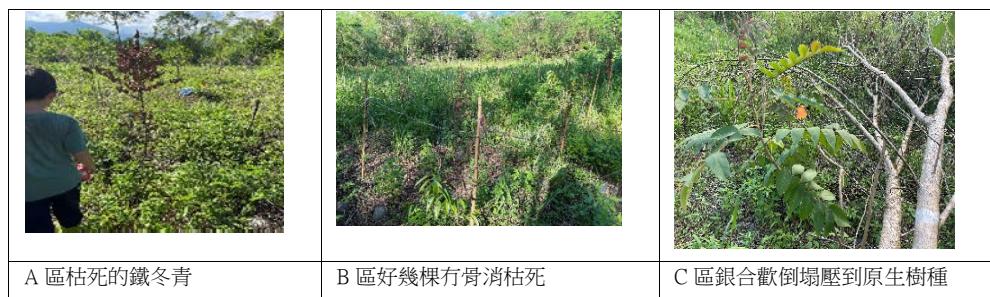
：灘地整地後 A 區狀況圖

1、我們的植樹行動：學校的老師和同學在 B、C 區分別種了 80 棵樹，11 種及 143 棵樹，總共 16 種，總共種了 223 棵樹，。A 區在 113.7.25 颱風之前，漸漸地新樹長高了，也活了下來，植被也長了出來。而 B、C 區之存活率也相當高，如圖四。



圖四：灘地生態狀況圖

2、可惜的是颱風後，113.08.03 我們再次測量後，各區存活率驟降，部分原生樹種狀態如圖五。



圖五：颱風後原生樹種狀態圖

## (二) 實驗灘地原生樹種成長情形

由於原生樹存活率很高，致使銀合歡沒法霸佔土地，尤其在有樹蔭底下的地被植物長得更茂盛了。以下大致以空拍圖來描繪 ABC 區的情形如：

圖五：灘地原生樹種現況分布圖（遠圖）



圖六: 灘地原生樹種現況分布圖(近圖)



圖七: 打敗銀合歡的灘地生態



### (三) 原生樹種植樹成長速度分析

原生樹種成長速度結果: 經過約一年的成長，長時間的紀錄，得出表一的成長速度結果表。

表一: 馬佛溪灘地 ABC 區原生樹種成長速度結果表 (單位: 公分)

編號	名稱	A 區	B 區	C 區
1	黃荊	42	79	24
2	厚皮香	4	2	
3	細葉蚊母樹	11		2
4	森氏紅淡比	19		9
5	燈籠花	20		
6	赤楊	49		
7	茄苳	28		
8	烏臼	47		
9	鐵冬青	15		
10	台灣天仙果	6		8
11	羅氏鹽膚木		51	20
12	軟毛柿		12	10
13	海州常山		42	
14	台灣火刺木		28	
15	魯花樹		13	
16	宜梧		23	
17	冇骨消		32	
18	青剛櫟			1
19	黃連木			7

#### (四) 原生樹種植物成長速度分析

依據生長速率表，分析如下：

1. 以黃荊為例，成長速率 B 區>A 區>C 區。
2. 依據本團隊 112 年研究，銀合歡每個月成長速率為 26 公分，能與銀合歡抗衡的樹種有，A 區之黃荊、赤楊、茄苳、烏臼；B 區之黃荊、羅氏鹽膚木、海州常山及台灣火刺木；C 區之黃荊。
3. 113 年 8 月 12 日測量時，發現由於凱米颱風過境，有許多樹種就算存活下來，也有折枝以致成長速率為負數的情形，如：厚皮香、細葉蚊母樹、軟毛柿、青剛櫟等，故不列入計算。

#### (五) 原生樹種植樹存活率分析

1 ABC 區植樹存活率結果經過約一年的成長後，我們於七月(颱風前)及八月(颱風後)分別紀錄植樹存活情形，最後得出表二的植樹存活率結果表。

表二：植樹存活率結果表

		A 區			B 區			C 區		
編號		112.09.01 存活率	113.02.19 存活率	113.7.3 存活率	113.8.12 存活率	113.02.19 存活率	113.7.3 存活率	113.8.12 存活率	113.02.19 存活率	113.7.3 存活率
1	黃荊	100	100	96	87	100	100	93	100	100
2	細葉蚊母樹	87	87	73	53				100	100
3	厚皮香	87	80	73	37	100	91	36	100	100
4	鐵冬青	67	57	57	17				0	
5	森氏紅淡比	67	57	60	33				100	73
6	台灣天仙果	61	53	42	14	100	100	0	94	83
7	烏桕	86	76	86	72					
8	赤楊	62	76	48	14					
9	茄苳	62	59	59	34					
10	紅楠	50	43	43	0					
11	羅氏鹽膚木					100	89	78	90	80
12	軟毛柿					100	100	100	100	100
13	台灣火刺木					100	100	89		
14	海州常山					90	80	70		
15	魯花樹					100	100	100		

16	樟梧					100	<b>100</b>	<b>100</b>	100	80	80
17	月橘								100	94	67
17	青剛櫟								100	<b>100</b>	70
18	黃連木								100	<b>100</b>	89
	平均	81	72	<b>67</b>	<b>41</b>	99	<b>95</b>	<b>81</b>	99	92	59
以下灌木不列入計算											
19	月橘								100	94	67
20	小葉黃鱐藤								100	90	10
21	燈稱花	40	37	<b>40</b>	<b>31</b>				90	80	0
22	冇骨消					87	<b>87</b>	<b>27</b>	100	33	33
23	山素英	100	56	<b>48</b>	<b>4</b>	100	<b>100</b>	<b>0</b>	100	<b>100</b>	100
24	金銀花	90	60	<b>60</b>	<b>45</b>	0			0		
	平均	72	63	<b>60</b>	<b>33</b>	97	<b>94</b>	<b>70</b>	98	91	56

## 2 植樹存活率分析:

- (1.) A 區已經植樹 2 年，如果以植樹一年的存活率做為比較基礎:A 區為 81%,B 區為 99%, C 區為 99%，顯見人工之孔隙造林法優於直接清除整地法。
- (2.) 113.7 月 B 區存活率為 95%，C 區存活率為 92%。
- (3.) 113.7.24 因凱米颱風來襲，A 區存活率由 81% 降至 41%，B 區由 99% 降至 81%，C 區由 99% 降至 58%。

## (六) 生態調查分析

**生態環境的改變:** 113 年 2 月灘地發現紅火蟻，而且有一棵細葉蚊母樹直接被蟻穴包圍，加上贈送苗木的苗圃也因為苗圃出現紅火蟻被列管，因此合理推論，我們灘地可能是因為植株汙染，剛開始有 35 個蟻穴，因此防治期間，我們都無法到灘地觀察與紀錄，因此只有 7 月和 8 月各做一次全面性的紀錄樹高和樹徑，並從這 2 次紀錄中整理出 3 塊不同灘地之結果。

113 年我們在距離植樹灘地 100 公尺處，架設自動攝影機，看見許多山羌、山豬、野兔、食蟹獴和麝香貓，也出現蜜蜂、蝴蝶、蜻蜓、蚱蜢、瓢蟲，生態越來越豐富、多元。

綜合分析在前面我們已經在[馬佛溪灘地原生樹種植物成長速度結果表]、[馬佛溪灘地植樹存活率結果]中，記錄植物的生長速度、存活率，再加上初步生態調查分析綜合分析後可以得到下面的整理結果：

1. 存活率以 B 區最高(81%)，其次是 C 區(59%)，最後是 A 區(41%)：也就是人工砍除銀合歡的孔隙造林法優於直接清除整地法(使用怪手大面積挖除銀合歡的方式)，原因是怪手挖除後表面只剩下礫石，沒有泥土，不適合苗木生長；而人工砍除銀合歡能保留地被植物及覆土，有助於苗木生長。
2. 空隙造林法中遮蔽率越高越有助於耐陰植物生長：10 公尺\*10 公尺的 B 區孔隙造林法之植木存活率，優於 15 公尺\*15 公尺的 C 區孔隙造林法。
3. 黃荊是優先選擇：依據統計表顯示，縱使 A 區、B 區、C 區的條件不同，但黃荊的存活率以及生長速率都是最佳的，可做為未來植樹或補植的優先選擇。
4. B 區、C 區原生樹種的選擇：
  - (1.) B 區建議樹種：有軟毛柿、魯花樹、宜梧、台灣火刺木和黃荊，其中魯花樹、宜梧、台灣火刺木都是帶刺、小葉片、耐旱植物，也順利通過颱風的挑戰。
  - (2.) C 區前 5 名建議樹種：黃荊、軟毛柿、黃連木、宜梧、羅氏鹽膚木。
5. 颱風/連續高溫共同作用之影響：七月份一整月連續高溫達 32 度以上，植物奄奄一息，再加上由於 C 區最北邊，颱風來襲時首當其衝，直接迎風面，孔隙面積較大(15 公尺\*15 公尺)，颱風過後 8 月 12 日存活率從 7 月 3 日的 92% 下降為 59%，其中有一棵銀合歡攔腰折斷，並直接壓到我們種的羅氏鹽膚木和黃連木，未來建議孔隙造林面積或許還是以 10 公尺\*10 公尺最佳。
6. 綜合分析 B 區和 C 區孔隙造林法之結果，兼具存活率高且生長速率快(能與銀合歡每月成長 26 公分抗衡者)之原生樹種有：黃荊(93%，79 公分/月)、台灣火刺木(89%，28 公分/月)、羅氏鹽膚木(78%，51 公分/月)、宜梧(100%，23 公分/月)、軟毛柿(100%，12 公分/月)，是未來植樹樹種之參考。

## 五、研究結論與建議

本研究「還我土地，迎戰銀合歡 II」的結論顯示，孔隙造林法相較於直接清除整地法，能更有效提升原生樹種的存活率與促進生態穩定性。透過在 B 區和 C 區使用孔隙造林法，原生樹種的存活率和生長速度明顯優於 A 區，尤其是黃荊的表現最佳，在 B 區成長速率達 79 公分，顯示出其在未來植樹工作中的巨大潛力。研究發現，颱風和連續高溫對植樹存活率影響顯著，C 區因迎風面積較大而受損嚴重，表明孔隙大小的選擇需要謹慎，以減少氣候災害的影響。此外，黃荊、羅氏鹽膚木、軟毛柿和台灣火刺木等樹種的生長速度與銀合歡相當，能與之抗衡，這些樹種在未來造林工作中應被優先考慮。隨著原生樹種逐漸恢復，灘地的生物多樣性明顯提升，出現了更多的動植物，顯示出恢復原生植被對促進生態多樣性的積極作用。為了進一步提高成效，建議未來造林時選擇 10x10 平方公尺的孔隙大小，並持續進行管理，包括補植、移除銀合歡小苗和除草，確保原生植物穩定生長。同時，為應對氣候變

遷帶來的極端天氣挑戰，應選擇耐旱、抗風的樹種，並推廣孔隙造林法，促進生態系統的恢復與平衡，達成「還我土地」的目標，成功迎戰銀合歡。

## 參考文獻

- [1] 【台灣外來種】銀合歡 乞丐趕廟公 經典雜誌  
<http://www.rhythmsmonthly.com/?p=375>
- [2] 內政部營建墾丁國家公園管理處(2011)。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。內政部營建墾丁國家公園管理處。
- [3] 王經文、洪淑婷、陳財輝、廖天賜、陳宜敏、陳忠義、黃士元 (2019)。不同孔隙對海岸林樹種種子發芽之影響。台灣生物多樣性研究, 21(3), 149-165。  
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=20766971-201907-201911110003-201911110003-149-165>
- [4] 廖天賜 (2012)。永續海岸林防災機能—探討海岸林之孔隙更新。林業研究專訊, 19(6), 27-30。
- [5] 馮豐隆；李宣德(2002)。利用林木位置圖探討孔隙對林木生長之影響。林業研究季刊, 24(1): 21-30
- [6] 王相華、洪聖峰。2021。對恆春半島銀合歡移除及生態復舊作業之建議。林業研究專訊 28: 69-72。