

林業叢刊第 244 號

歡合銀

入侵地之植生復育操作技術

—以恆春熱帶海岸林為例—

王相華、郭耀綸、陳芬蕙

出版單位：行政院農業委員會林業試驗所

合作單位：內政部營建署墾丁國家公園管理處、屏東科技大學

中華民國 102 年 8 月

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—

王相華、郭耀綸、陳芬蕙

出版單位：行政院農業委員會林業試驗所

合作單位：內政部營建署墾丁國家公園管理處、屏東科技大學

中華民國 102 年 8 月

目次

內容

一、緣起與目的	1
二、銀合歡生態特性及移除的必要性.....	2
三、作業方法.....	4
(一) 架構及流程.....	4
(二) 細部作業方式說明.....	6
1. 銀合歡入侵地現況評估	6
2. 作業時程管理	8
3. 樹種選擇	9
4. 採種及育苗作業.....	11
5. 銀合歡移除及保留帶作業	12
6. 天然更新作業	15



7. 栽植作業	16
8. 撫育管理作業	17
9. 二次栽植作業	19
10. 已更新林分管理	19
四、作業特色及預期效果	21
(一) 環境友善的作業方式	21
(二) 抑制銀合歡再次入侵	21
(三) 增加生物多樣性	22
(四) 降低作業成本	22
(五) 注意事項	22
五、謝誌	23
附錄 1. 恆春熱帶海岸林原生樹種之光合作用特性	24



一、緣起與目的

銀合歡 (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) 由於生長快速、萌蘖力強，並可作為家畜飼料、薪炭材、紙漿等用途，早期被視為經濟作物之一，從荷蘭據台時代引進至今，已長達數百年。從最初引種栽植，逐漸適應本地環境並進一步繁殖、擴張，目前在南台灣低海拔地區，隨處可見其踪影，且於恆春半島部分海岸和內陸地區接近純林狀態(圖1)，已嚴重危害到當地的自然生態環境。本報告之撰寫目的，是提出對環境友善的作業方式，並加速熱帶海岸林(圖2)銀合歡入侵地的原生植被恢復。所謂環境友善是著重在減少銀合歡移除作業對林地產生過大的擾動，避免破壞生物相，同時保留林地內現有的原生樹木(前生樹)，並栽植經過篩選的當地樹種(主力樹種)，以加速海岸林的樹冠鬱閉及恢復生物多樣性，期望在短期間內達到抑制銀合歡生長、節省撫育作業及復育生態的目標。



圖 1. 恆春半島部分地區銀合歡呈現純林狀態



圖 2. 道路開闢導致恆春熱帶海岸林的破碎化，容易受到外來植物入侵的危害

二、銀合歡生態特性及移除的必要性

銀合歡原產熱帶中美洲，喜好高溫強光的環境，具有極強盛的有性生殖與無性繁殖能力。銀合歡幼年期短，從小苗到開花結實，大約只要 2~3 年 (圖 3)，一株胸高直徑 8 cm 的植株，一季可結種子 18,000 粒 (圖 4)，在掉落林地後形成土壤種子庫，等到有充足雨水及光照時就會大量發芽，長出眾多新生小苗 (圖 5)。此外，銀合歡成年植株被砍伐後，會從樹幹切口處長出許多萌蘖芽 (圖 6)，即使每月切除此萌蘖芽一次，連續切除一年仍然無法殺死該植株，宿存根株萌芽再生能力極為強盛。銀合歡葉部、果莢及種子含有含羞草素 (mimosine)，可對其他植物產生有毒害的相剋作用，以提高本身競爭能力。銀合歡為豆科植物，其根系共生的根瘤菌具有固氮作用，因此在貧瘠土地上仍能生長良好。此外，銀合歡在台灣並沒有遭遇到本土的動物天敵或致命的病害，因此當原本的生態系遭受擾動釋放出空間與資源時，銀合歡即有機會入侵該生育地，迅速建立族群。

銀合歡的光合作用特性近似先驅樹種 (附錄 1)，故保持原生植物森林覆蓋的完整性是防止銀合歡入侵的有效方法。然而，對於已被銀合歡入侵的區域，則需要予以移除，並配合後續棲地重建作業，才能抑制銀合歡族群的更新與擴散。移除銀合歡所涉及的層面相當廣泛，影響因子複雜，是國內相關保育單位遲遲未能有系統性整治的主因，但若一直沒有採取行動，銀合歡的問題長期存在，部分地區的自然生態環境將被銀合歡蠶食鯨吞，終致難以回復。



圖 3. 銀合歡結實量大，在適合的環境下族群可迅速擴展



圖 4. 銀合歡每個果莢有近 20 粒種子，產量大且可儲存在土壤中



圖 5. 銀合歡土壤種子庫萌發出大量的幼苗



圖 6. 銀合歡砍除後從殘留根株產生萌芽

三、作業方法

(一) 架構及流程

外來種植物的防治方法，主要有生物防治法、化學防治法、物理（機械）防治法及環境經營防治法。生物防治法是利用生物天敵來控制植物的生長或種子產量，曾有報告發現銀合歡豆象 (*Acanthoscelides macrophthalmus*) 與長角象鼻蟲 (*Araecerus fasciculatus*) 會蛀食銀合歡種子，此法如果可行則最為省工，但需長期的研究以確認其有效性及專一性，否則可能會徒勞無功或造成更大的生態衝擊。化學防治法在國際間研究甚多，有良好的效果，但大面積施用對非目標生物有害，對環境也可能造成負面影響，需有嚴謹的作業方式。環境經營防治法，是結合物理防治及生態復育兩種作業方式，為林業試驗所、屏東科技大學及墾丁國家公園管理處共同合作進行之研究方向。此方法主要是採用人工方式將銀合歡移除，但過程中儘量保留現地原生樹種，並搭配多種當地原生樹苗混植造林，以加速成林，降低撫育作業成本，避免銀合歡再次入侵。歸納目前之研究成果，初步擬訂作業流程如圖 7。



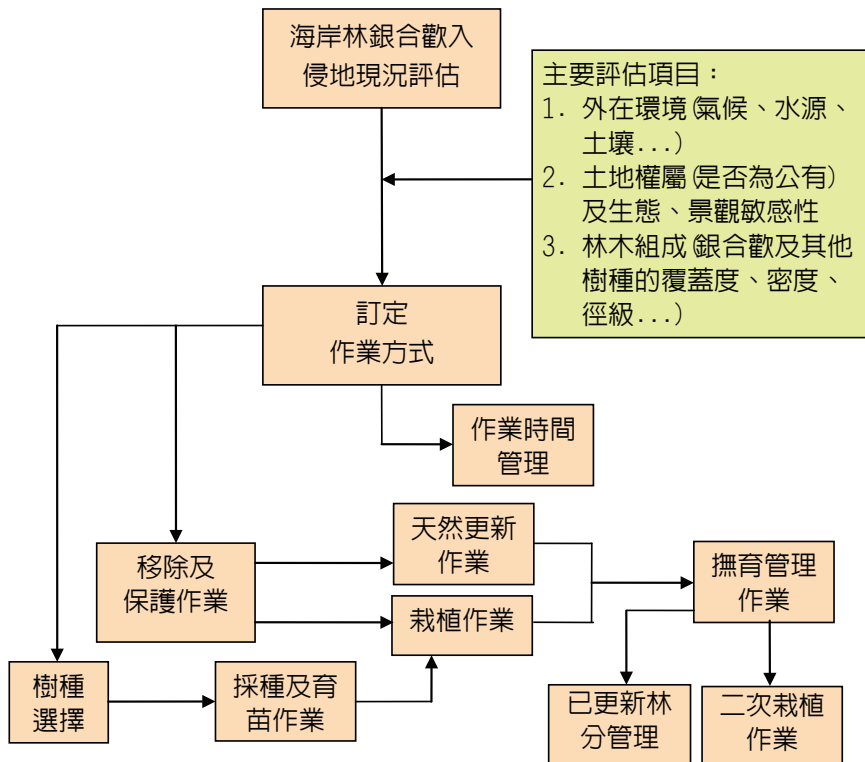


圖 7. 熱帶海岸林銀合歡入侵地植生復育作業流程

(二) 細部作業方式說明

就作業流程圖(圖 7)所示的各項作業方式，分別說明如下：

1. 銀合歡入侵地現況評估

(1) 環境特性

恆春地區氣候有明顯乾季與雨季的區別，每年 5 月開始梅雨季，接著 7 月至 10 月為雨季，且雨季期間颱風常帶來較豐沛的雨量；11 月至隔年 4 月則為乾季。恆春半島西岸在乾季期間盛行東北季風(當地俗稱落山風)，乾燥及強風不利於植物生長，是一個逆境期。雖然夏季有雨是植物的生長季節，然而此期間颱風帶來的風害、水災或鹽霧有可能危害植物。因此，植生復育作業及時間管理必須配合上述季節氣候，例如栽植期必須配合梅雨季節以避開乾旱與颱風季，同時可獲得較長的生長期；栽植樹種必須儘可能選擇耐旱、抗風且生長快速之種類，以提高存活率及林冠鬱閉速度。另外，進行銀合歡移除作業之同時，可保留部分帶狀植生(含銀合歡)，做為保留帶，以減緩強風及烈日對栽植樹苗產生的環境逆壓；又因夏、秋季節高溫多雨，雜草、藤蔓及銀合歡萌蘖生長快速，故此一時期的撫育管理(除草、除蔓及砍除銀合歡萌蘖)作業必須確實，以提高栽植苗及天然更新苗之存活率。

(2) 銀合歡入侵地之林木組成情形

復育作業方式可依現地原生樹種的數量及種類多寡進行彈性調整

(圖 8)。例如現地原生樹種植株數量多時，可減少新植樹苗栽植密度，且栽植演替中後期較耐陰的樹種（例如：皮孫木、山柚子、紅柴等），然不需要設置保留帶。如果原生植被覆蓋良好，銀合歡密度不高，則僅需移除銀合歡，不需進行栽植作業。有關林木組成情形及對應作業方式，請參考表 1。

表 1. 銀合歡入侵地之原生樹組成情形及其對應之作業方式

原生樹組成現況	移除作業	栽植作業	栽植密度及種數
數量少、種類少	1. 保留原生樹種 2. 設置保留帶	1. 提高栽植密度 2. 栽植多樣樹種	密度 1 株 /2m ² 種數 10 以上
數量少、種類多	1. 保留原生樹種 2. 設置保留帶	1. 提高栽植密度 2. 栽植少數樹種	密度 1 株 /2m ² 種數 6~10
數量多、種類少	1. 保留原生樹種 2. 不設置保留帶	1. 減少栽植密度 2. 栽植多樣樹種	密度 1 株 /4m ² 種數 10 以上
數量多、種類多	1. 保留原生樹種 2. 不設置保留帶	1. 減少栽植密度 2. 栽植少數樹種	密度 1 株 /4m ² 種數 6~10



圖 8. 作業方式可依銀合歡入侵地之原生林木組成情形彈性調整

2. 作業時程管理

相關植生復育作業，必須搭配適當的季節時令。以恆春熱帶海岸林植生復育作業時程管理 (表 2) 而言，5~6 月份梅雨期為最適合的栽植季節，故銀合歡移除作業時機最好提前安排在 4 月份。又恆春地區乾早期為 11 月至翌年 4 月，植物生長遲緩，故除草、除蔓、除銀合歡萌蘖宜安排在栽植後當年的 7 月、9 月及 11 月，以及第 2-3 年的 5 月、7 月、9 月及 11 月各進行一次。栽植樹種的採種、育苗作業應於栽植作業前 2 年開始，以培育出適合出栽的 1~1.5 年生苗木。一般而言，生長快速的先驅及陽性樹種可採用 1 年生苗木，生長較慢的耐陰樹種可採用 1.5 年生苗木。另外，建議於栽植 3~4 年後進行作業成果評估，如果林冠尚未鬱閉，或耐陰樹種的生長表現不佳，可考慮於保留帶銀合歡移除作業的同時，進行第二次栽植作業。

表 2. 恆春熱帶海岸林銀合歡移除及植生復育作業時程管理

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
採種、育苗作業	提早於栽植作業前 2 年進行											
移除與保護作業				■								
栽植作業					■							
撫育作業					+		+		+		+	
二次栽植作業	於栽植且經歷 3~4 年的撫育管理作業後進行											

■：第 1 年作業時程

＋：第 2-3(4) 年除草 (蔓、銀合歡萌蘖) 時程

3. 樹種選擇

復育作業選擇適用的重點樹種，國外稱之為主力樹種 (framework species)，其應具有下列各項或部分特性：(1) 高存活率；(2) 生長迅速；(3) 樹冠濃密、寬闊，能遮蔽雜草 (圖 9a)；(4) 幼年期短，結實量大，且能吸引野生動物傳播種子 (圖 9b)。另外，主力樹種在育苗期需考慮下列特徵：(1) 可靠的種子來源；(2) 種子能迅速同步發芽；(3) 育苗期少於 1.5 年。

主力樹種應該包括先驅樹種、陽性樹種和演替中後期較耐陰的樹種，且應同時栽植，其中先驅樹種的數量建議至少應佔 30%。理由是在同一期間種植先驅性、陽性和演替中後期的耐陰性樹種，可以縮短森林演替的時間。先驅性及陽性樹種生長迅速，可抑制雜草滋生，演替中後期樹種多數可忍受遮陰，可在先驅樹種的樹冠下緩慢生長，增加復育地的林分結構及物種多樣性，提供野生動物多樣化的環境。先驅樹種的壽命通常較陽性及耐陰樹種短，當其衰老死亡時，下方經由栽植或天然更新方式建立的陽性及較耐陰的樹種已成長至一定高度，並有相當的冠幅，可順利取代這些先驅樹種。

復育作業建議至少栽植 10 種主力樹種，並以生長快速、樹冠濃密、幼年期短且能吸引種子傳播者的原生樹種為優先，建議栽植之主力樹種詳如表 3。

表 3. 建議可栽植在熱帶海岸林的主力樹種及其特性

主力樹種	光反應屬性 ¹⁾	幼年期長短 ²⁾	吸引動物(種子傳播者)方法
黃槿 ³⁾	先驅樹種	短	花朵大
構樹 ³⁾	先驅樹種	短	果量大、動物喜食
血桐 ³⁾	先驅樹種	短	果量大、動物喜食
蟲屎 ³⁾	先驅樹種	短	果量大、動物喜食
白水木	先驅樹種	短	果量大、動物喜食
臭娘子	先驅樹種	短	果量大、動物喜食
黃荊	先驅樹種	短	
欖仁 ³⁾	陽性樹種	中等	果量大、動物喜食
稜果榕 ³⁾	陽性樹種	短	果量大、動物喜食
恆春厚殼樹	陽性樹種	短	
草海桐	陽性樹種	短	果量大、動物喜食
繖楊 ³⁾	陽性樹種	短	花朵大
茄冬	陽性樹種	中等	果量大、動物喜食
雀榕 ³⁾	陽性樹種	中等	果量大、動物喜食
瓊崖海棠	陽性樹種	長	
海欖果 ³⁾	陽性樹種	中等	
台灣海桐 ³⁾	陽性樹種	短	果量大、動物喜食
白肉榕	中等耐陰樹種	中等	果量大、動物喜食
火筒樹	中等耐陰樹種	中等	果量大、動物喜食
水黃皮 ³⁾	中等耐陰樹種	中等	
樹青	中等耐陰樹種	長	
棋盤腳	中等耐陰樹種	長	
紅柴 ³⁾	中等耐陰樹種	長	果量大、動物喜食
皮孫木	中等耐陰樹種	長	
鐵色	耐陰樹種	長	

¹⁾ 光飽和光合作用率 (A_{sat}) 大於 $25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，且光飽和點 (LSP) 大於 $1500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 之樹種，歸類為先驅樹種； A_{sat} 在 $20\text{-}25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 範圍，且 LSP 在 $1300\text{-}1500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 的樹種，歸類為陽性樹種； A_{sat} 在 $13\text{-}19.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 範圍的樹種，歸類為中等耐陰樹種； A_{sat} 在 $13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以下的樹種歸類為耐陰樹種。

²⁾ 生長在適合的生長環境下，短幼年期者 3 年內可開花結實，中等者 4~6 年內可開花結實，長幼年期者 6 年以上才會開花結實。

³⁾ 依據 3 年調查資料，綜合成活率與生長速率表現所推薦的樹種，其中欖仁須避免栽植於有鼠害之處。

(a)



(b)



圖 9. 主力樹種的重要特徵：(a) 樹冠濃密、寬闊，能遮蔽雜草，(b) 結實量大且能吸引野生生物取食，達到傳播種子的功能。

4. 採種及育苗作業

在多變的環境裡，保有基因多樣性是樹木種類生存的根本要件，因此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。如果種子只從 1 株或少數幾株母樹收集，成熟後會因近親交配導致後代遺傳變異性不足。許多國際組織勸告，為維護栽植地區的遺傳多樣性，除了儘可能從產量較多的母樹上收集種子外，應保證使用不同種源均勻混合的種子進行育苗。

苗木健壯與否比苗木高度更為重要 (圖 10)，太過纖弱的苗木往往無法抵擋環境逆壓，地徑粗壯且根系發育良好的健壯苗木較能抵抗環境逆壓 (圖 11)，且栽植後的生長速度也較快。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；由於雜草競爭，太小的樹苗 (高度小於 40 cm) 在栽植後的死亡率較高；太大的苗木於移植時會較費工，且搬運時易受到傷害。



圖 10. 健壯且高度適當 (50~60 cm) 的苗木可增加出栽後的存活率



圖 11. 健壯苗與纖弱苗示意圖

5. 銀合歡移除及保留帶作業

移除銀合歡及其它具入侵性外來植物 (如：馬櫻丹、小花蔓澤蘭等) 的同時，應保留現地的原生樹種及不具入侵性的外來樹種，因為這些樹種通常是適合當地環境，且在銀合歡移除後會迅速生長的天然復育材料。為免傷及這些樹種，建議採行人工工具或小型機械 (例如鏈鋸) 方式移除銀合歡。此外，為顧及土壤及後續栽種樹苗之保護，於銀合歡嚴重入侵或原生樹較少的區域，以帶狀保留部分林木。銀合歡移除帶與保留帶的劃設及相關作業方式如下：

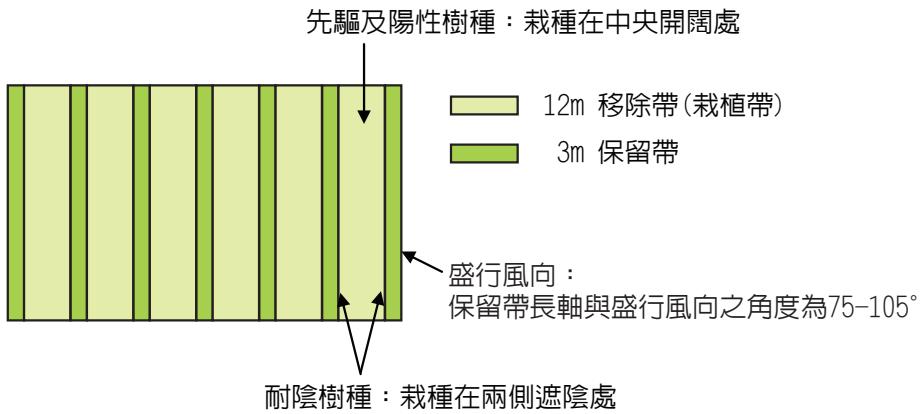
將整治區域劃分為移除帶 (未來的原生苗木栽植帶) 及保留帶，移除帶建議寬度為 12 m，保留帶寬度為 3 m。配置方式如圖 12，然其寬度可依當地植群、氣候 (風、降雨、日照..)、土壤等特性予以彈性調整，如原生植被覆蓋良好且銀合歡的密度及覆蓋度並不高，可免除保留帶

的設置。

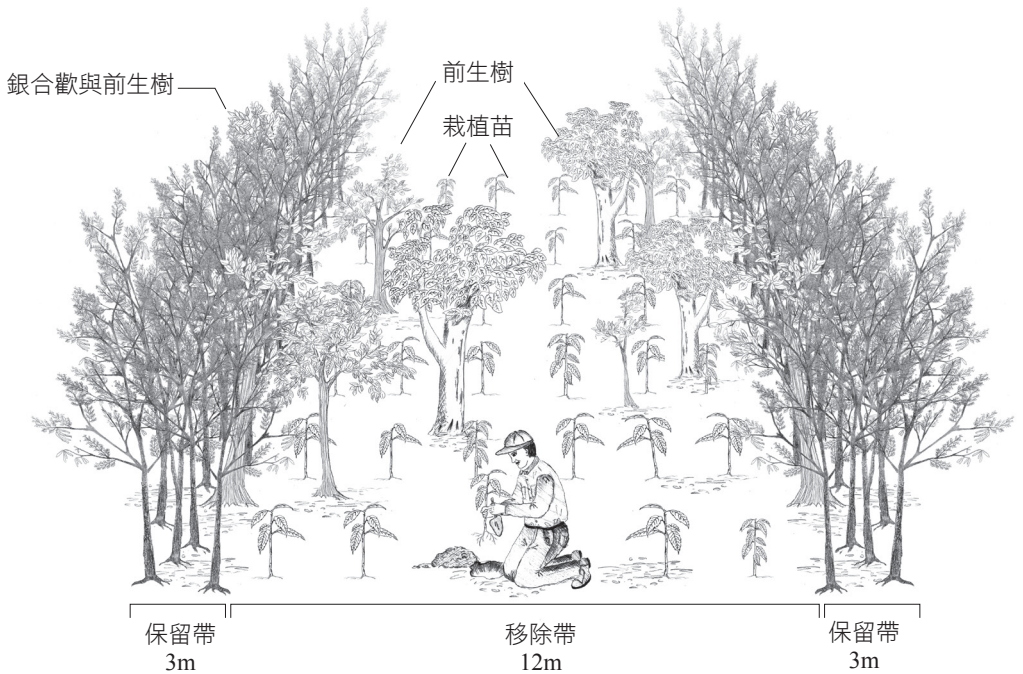
移除帶及保留帶的設置方位，需考量當地之主要限制性環境因子，包括盛行風向、太陽運行的軌跡及坡度等。例如在東北季風盛行區域，保留帶的長軸應與東北向呈 75° - 105° 角 (圖 12)，以獲得較佳的防風效果；日曬過多之處的保留帶長軸應為南北走向，栽植帶苗木可減少陽光直射時間；若位於地形陡峭之坡地，保留帶長軸應與等高線平行。如果兩項限制因子同時發生，應考量當地環境特性，評估何者是影響栽植生長的最重要因子，予以取捨。

銀合歡移除方式為離地面 10cm 以下用刀具或鏈鋸切除 (圖 13)，再將樹幹截成約 1 m 長，直徑 3 cm 以上之樹幹搬移至保留帶或搬出利用，直徑 3 cm 以下之樹幹及枝葉則留置原地。移除過程中儘量避免傷及其它保留的樹木。

保留帶具防風、遮陽效果，所有植被均保留不移除。雖然保留帶銀合歡每年仍產生種子，但數量已大幅減少。待栽植帶之植被覆蓋鬱閉時 (約栽植 3-5 年後)，再評估保留帶的銀合歡是否會造成再次入侵威脅，決定是否需要移除。



(a) 平面圖



(b) 立體圖

圖 12. 銀合歡移除帶及保留帶劃設方式：(a) 平面圖，(b) 立體圖



圖 13. 離地面 10 cm 以下用刀具或鏈鋸切除銀合歡樹幹

銀合歡數量多（嚴重入侵）的區域，建議移除銀合歡時配合施用對環境友善的除草劑（如嘉塞磷等），可減緩銀合歡再次萌蘖的程度。施用時必須在銀合歡切除後立刻塗抹或噴灑在切口處，以達最佳效果。

6. 天然更新作業

加速天然更新最簡單有效的做法是確保現地保留之前生樹存活與生長。多數銀合歡入侵的次生林內都混生數量不等的原生樹種幼木（或稚樹），如能於銀合歡移除過程中加以保留，將有助於該地植群之復育速度，儘早形成樹冠鬱閉，除了可避免銀合歡再次入侵外，亦可創造適合演替中、後期樹種更新之環境條件。恆春濱海林地的土壤中儲藏有相當數量之先驅及陽性樹種種子，在銀合歡上木移除後會大量萌發（圖 14）。善加利用這些原生樹種及土壤中的種子庫，有助於減少栽植

數量及撫育作業強度，降低作業成本。

有些地區因為缺乏前生樹，或雖有前生樹，但種子數量少，或是前生樹有大量的種子掠奪者，以及立地條件不佳等因素，造成天然更新成效不彰。在缺乏前生樹的地區，應加強栽植作業，彌補其不足；在立地條件不佳的地區，可經由作業方式改善，創造種子萌發及苗木建立的有利條件。

7. 栽植作業

栽植密度建議為 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 或 $2\text{ m} \times 1\text{ m}$ ，密植的目的在於加速林分的鬱閉，同時可避免因造林苗木存活不良而必須補植的機會，然可依當地環境條件及保留木之密度予以彈性調整（表 1）。先驅性及陽性樹種可考慮栽植在銀合歡移除帶中央，耐陰樹種可考慮栽植在移除帶



圖 14. 海岸林地土壤中藏有相當數量之先驅性及陽性樹種種子，是天然更新的重要材料。

兩側鄰近保留帶 (圖 12)，且於苗木栽植後最好以立竿方式標示苗木位置 (圖 15)，可避免在後續撫育作業時傷及苗木。多數海岸林地沒有充足水源可供澆灌，因此必須配合當地的雨季進行栽植。另建議於雨季時可試驗利用種子，直播在造林地上的可行性，通常大粒種子的成功率較高，如經測試可行，直播造林會比栽植造林更為節省經費及人力，但須事前準備種子，並瞭解種子發芽能力與休眠等性質。

8. 撫育管理作業

在銀合歡入侵區域甚廣的地區，應採用省工、有效的撫育作業，建議的方式如下：

採用帶狀或植穴除草 (蔓) 作業 (圖 16)，同時割除或刈除銀合歡之萌蘖，避免傷及保留的前生樹及栽植的苗木。適度的保留地被草本植物，將可抑制銀合歡根株萌蘖及幼苗生長，並防止土壤直接曝曬，影響栽植苗木之存活與生長。

除草的目的在於解除目的苗木的環境資源競爭，在多數前生樹及造林木高於周邊草本植物後 (約 2~3 年時間)，即不必再進行除草作業，但除蔓作業仍應視需要進行。

當栽植帶樹冠鬱閉後 (約 3-4 年)，保留帶 (3 m 寬) 內的銀合歡可視需要予以移除，所釋放的空間經由兩側林木的持續生長予以填補。



圖 15. 苗木栽植後可豎立竹竿標示其位置，以方便未來撫育管理



帶狀除草

植穴除草

圖 16. 帶狀及植穴除草(蔓)作業方式示意圖

9. 二次栽植作業

在多數情形下，結合天然更新及人工栽植作業的植生復育方法應可有效達成植生復育的效果，但如遇到：(1) 雨水不足，致使栽植苗木存活率低，生長不佳；(2) 天然更新材料不足，導致演替過程停滯；(3) 保留帶銀合歡移除後，兩側植栽生長不佳，樹冠無法在短期內鬱閉等情形時，應進行二次栽植作業（圖 17），可混合栽種（或直播）一些陽性及耐陰樹種，如林冠已接近鬱閉狀態，可栽種（或直播）一些耐陰的樹種，以加速生物多樣性及森林功能的恢復。

10. 已更新林分管理

由於熱帶低海拔地區蔓藤植物眾多且生長迅速，必須定期刈除以免凌壓主林木，且成林後應定期巡視造林地，尤其應特別注意颱風災後所形成的孔隙，是否有銀合歡死灰復燃之現象。



圖 17. 二次栽植作業方式示意圖

四、作業特色及預期效果

(一) 環境友善的作業方式

1. 採人工(或小型機械)砍除銀合歡的移除作業方式，並保留現地的原生樹及不具入侵性的外來種，可減少移除作業時對土壤及動植物相過多的擾動。
2. 在銀合歡嚴重入侵地區(原生的前生樹少)進行銀合歡移除時，在12 m 寬的移除帶之間保留3 m 寬的保留帶，做為防風、遮陰及水土保持用，減低環境的逆壓。

(二) 抑制銀合歡再次入侵

1. 保留現地原有的前生樹及不具入侵性的外來種，並選擇栽植生長快速的原生樹種(主力樹種)，可加速林冠鬱閉的速度，達到抑制銀合歡再次入侵的效果。例如在環境逆壓極高之恆春海岸林，先驅樹種血桐及陽性樹種繖楊等苗木，栽植四年後平均高度超過2.5 m，可迅速形成鬱閉的樹冠層。
2. 撫育作業時適度保留地被草本植物，如植穴除草可發揮因遮陰而抑制銀合歡根株萌蘖及種子萌芽的效果。

(三) 增加生物多樣性

1. 作業時保留現地原有的前生樹，除了增加物種多樣性外，並可獲得天然更新小苗。
2. 除了先驅種及陽性樹種外，應栽植一些演替中後期，較耐陰的海岸林當地原生樹種，可加快該林分的演替速度，早日達成生態復育目標。
3. 如第一次作業成效不如預期，可於二次作業時進行補植。

(四) 降低作業成本

1. 利用少部分未砍除的銀合歡及原生樹做為保留帶，取代人為的竹籬或網子等防風設施，可明顯降低作業成本及人力。
2. 保留現地原生樹種，可減少苗木栽植數量。此外，採省工的除草方式，可減少撫育作業時間與成本。

(五) 注意事項

在土壤淺薄且銀合歡幾乎呈現純林狀態的區域，因為栽植苗木成活率低，不宜貿然移除大面積銀合歡，更換其他樹種進行造林。這些區域必須採小面積循序漸進，並配合其他方法（如化學防治法）和增加撫育頻度，才能有效地移除銀合歡，達到植生復育的目的。

五、謝誌

本研究感謝墾丁國家公園管理處提供試驗研究場地，並授權同意使用「墾丁熱帶海岸林生態復舊研究及監測」計畫之成果報告文稿及圖片。此外，也感謝林業試驗所恆春研究中心同仁，協助培育苗木及招募現場工作人員。本所中埔研究中心許原瑞主任和審查者提供許多具體、寶貴的修改意見，謹在此表達誠摯的感謝。



附錄 1. 恆春熱帶海岸林原生樹種之光合作用特性

樹種	光合潛力 ³⁾	光飽和點 ²⁾	光補償點 ⁴⁾	暗呼吸率 ⁵⁾
	($\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)	($\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)		($\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)
黃槿	34.2±0.5	1770±6	32.8±0.2	2.25±0.01
構樹	34.1±0.1	1713±7	27.8±0.6	1.70±0.02
血桐	31.9±0.1	1770±37	19.1±0.5	1.92±0.01
蟲屎	28.5±0.5	1560±10	30.8±0.8	3.06±0.10
白水木	28.5±0.4	1760±14	24.8±0.6	2.49±0.03
臭娘子	27.7±0.5	1680±9	26.0±0.7	2.14±0.02
黃荊	26.8±0.6	1640±26	22.6±0.7	2.19±0.04
欖仁	23.8±0.1	1560±37	24.6±0.2	1.92±0.02
稜果榕	23.4±0.5	1490±12	25.2±0.2	1.83±0.02
恆春厚殼樹	23.3±0.3	1530±38	22.5±0.2	1.96±0.01
草海桐	23.0±0.6	1580±32	23.1±0.3	1.99±0.02
繖楊	22.9±0.3	1570±13	23.8±0.4	2.06±0.01
茄苳	22.7±0.1	1510±50	22.8±0.1	1.83±0.01
雀榕	22.2±0.1	1410±38	22.3±0.2	1.85±0.03
瓊崖海棠	20.4±0.5	1370±9	20.2±0.3	1.76±0.01
海檬果	20.3±0.3	1470±32	21.1±0.5	1.68±0.01
臺灣海桐	20.2±0.4	1480±8	20.4±0.4	1.73±0.03
白肉榕	19.6±0.1	1390±27	22.1±0.8	1.07±0.06
水黃皮	18.0±0.2	1200±10	17.2±0.2	1.53±0.01
火筒樹	17.6±0.4	1580±36	18.9±0.3	1.42±0.02
樹青	17.4±0.3	1400±34	18.3±0.3	1.31±0.01
棋盤腳	16.1±0.1	1230±15	16.4±0.1	1.37±0.01
紅柴	15.3±0.2	1140±46	15.7±0.3	1.25±0.01
皮孫木	14.7±0.1	1030±23	13.3±0.3	1.29±0.03
鐵色	9.5±0.1	900±28	16.2±0.3	0.94±0.01
銀合歡 ¹⁾	27.1±0.4	1610±30	25.2±1.1	2.20±0.05

¹⁾ 為外來入侵植物。

²⁾ 當光強度持續增加時，光合作用率亦隨之增加，然而，當光強度增加到某一程度時，光合作用率就不再提高，此時的光強度即稱為光飽和點。

³⁾ 到達光飽和點時的光合作用率稱為光飽和光合作用率，或稱為該植物的光合（作用）潛力。

⁴⁾ 當淨光合速率等於零時，也就是光合速率與呼吸速率相等時的光強度，稱為光補償點。

⁵⁾ 當光強度為零時，光合作用率為負值。在無光環境下 CO₂ 的釋放速率，稱為暗呼吸率。



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

發行人：黃裕星

撰文：王相華、郭耀綸、陳芬蕙

攝影：王相華、呂勝由、郭耀綸、陳芬蕙、田玉娟

美編：許明峰

印刷：勝利數位設計印刷中心

出版單位：行政院農業委員會林業試驗所

地址：10066臺北市南海路53號

網址：<http://www.tfri.gov.tw/>

電話：02-2303-9978

出版日期：中華民國102年8月初版

定價：新台幣50元整

ISBN：978-986-03-7577-0

GPN：1010201423

展售處

◆ 五南文化廣場

地址：台中市中山路6號

電話：04-22260330

◆ 國家書店

地址：臺北市松江路209號1樓

電話：02-25180207



ISBN 978986037577-0



GPN : 1010201423