

恆春半島熱帶海岸林之植群結構與組成

王相華¹，田玉娟^{1,2}，李玟樑¹

¹ 林業試驗所福山研究中心；² 通訊作者 E-mail: chuang@tfri.gov.tw

[摘要] 恆春地區除香蕉灣一帶尚有小面積殘存之老熟熱帶海岸林外，其餘多為人為擾動後之次生海岸林，且銀合歡入侵情形嚴重。本研究於恆春半島西側及南側熱帶海岸林內設置 45 個面積為 20m×4m 的植被樣區，調查海岸林之植群結構及樹種組成現況，目的在探討：1. 次生與老熟熱帶海岸林在結構與組成上的差異性；2. 銀合歡入侵強度對熱帶次生海岸林結構與組成的影響；3. 次生海岸林在生態保育上所扮演的角色。相較於香蕉灣老熟海岸林，次生海岸林的植株密度較高、胸高斷面積較低，即次生林內密佈許多中、小徑級的林木，但缺乏大徑木；此外，次生林內鮮少有棋盤腳、蓮葉桐等老熟海岸林內具代表性的大型優勢喬木。銀合歡入侵明顯影響林分的結構與組成，排擠海岸林老熟林樹種的生存空間，並有可能會影響演替的進程。此外，銀合歡在西海岸次生林的入侵情形明顯較南海岸嚴重。目前次生海岸林之林木覆蓋尚佳，除入侵種銀合歡外，不乏有生長快速之海岸林偏陽性的原生樹種，亦保有少量海岸老熟林常見的演替中、後期樹種，除具有水土保持及生物多樣性維護之功能外，亦可適度提供植生復育所需的材料來源。

關鍵字：熱帶海岸林、老熟林、次生林、銀合歡、入侵植物

Vegetation Structure and Species Composition of Tropical Coast Forest in Hengchun Peninsula, Southern Taiwan

Hsiang-hua Wang¹, Yu-chuang Tien^{1,2} and Wen-liang Li¹

¹Fushan Research Center, Taiwan Forestry Research Institute ; ²Corresponding author E-mail: chuang@tfri.gov.tw

ABSTRACT The old-growth tropical coast forest in Hengchun Peninsula of southern Taiwan is now only conserved in Banana Bay with an area of approximately 28 ha, and most of the coastal area is covered by secondary forest that is seriously invaded by alien tree species, *Leucaena leucocephala*. Along the west and south side of the coastal area, 45 coast forest plots with an area of 20m x 4m had been set up for structure and species composition investigation. The aims of this study were to clarify: 1. The structural and compositional difference between secondary and old-growth tropical coast forest; 2. The influence of alien tree invasion on the secondary forest structure and composition; and 3. The value of secondary forest to tropical coast forest conservation. Compared with old-growth forest, secondary forest was higher in tree density and lower in basal area. Therefore, secondary forest was densely covered by many small trees, but showed no dominance by big trees such as *Hernandia nymphiifolia* and *Barringtonia asiatica* as in old-growth forest. The structure and composition of tropical coastal forest were obviously influenced by *L. leucocephala* invasion, which could possibly change

the secondary forest succession pathway. The western coastal forest was invaded more seriously by *L. leucocephala* than the southern coastal secondary forest. Nevertheless, secondary coast forest is now still well covered by canopy, fast-growth native pioneer tree species as well as some old-growth coast forest tree species. Results from this study demonstrate that secondary coastal forest conserves diversity of native trees, which could be an important source for tropical coastal forest revegetation.

Keywords: Tropical coastal forest, old-growth forest, secondary forest, *Leucaena leucocephala*, invasive species.

前言

熱帶地區原生林(virgin forest)被快速開發，是造成全球生物多樣性消失之重要原因(Sala et al. 2000)，尤其在特有種比例較高的地區(Hill et al. 1995)。由於熱帶森林被大量開發，近年來熱帶生態學者開始注重農業生產地的生態研究(Perfecto and Vandermeer 2002, Klein 2002)，以及由高度開發區域至原生林的植生梯度變化之探討(Lawton et al. 1998, Beck et al. 2002)，其中尤為注重熱帶次生林(secondary forest)之研究，因次生林在熱帶地區的面積已超過原生林(Brown and Lugo 1990)，且其在維持生物多樣性方面扮演了重要角色(Lawton et al. 1998, Intachat et al. 1999, Raman 2001)。近年來，氣候暖化所造成的生態衝擊已成為全球的熱議題(hot issue)，學者亦發現熱帶次生林在全球碳吸存的重要地位(Fearnside 1996, Tsuchiya and Hiraoka 1999)。因此，我們不僅應思考如何保育現有之原生林，更應瞭解次生林之演替過程，以及不同演替階段之森林結構與組成，並探究次生林在生物多樣性保育及碳吸存等環境議題中所扮演的角色。

台灣之原生海岸林因受人口密集及高度開發之影響，多破壞殆盡。恆春地區僅香蕉灣附近保留有小面積之海岸老熟林(old-growth coast forest)，目前已劃設為墾丁國家公園的生態保護區，其餘海岸地區除少數農耕地外，多為由早期廢耕地演替而成之次生林，且多數地區已受到外來樹種銀合歡(*Leucaena leucocephala*)的入侵。本研究藉由樣區設置，調查恆春地區老熟及次生海岸林之植群結構及組成現

況，目的在探討：1. 恆春熱帶海岸次生林與老熟林在結構及組成上的差異；2. 銀合歡入侵對海岸林的結構及組成的影響；3. 次生海岸林在生態保育上所扮演的角色。

材料與方法

一、試驗地概述

試驗地位於恆春半島西側及南側海岸地區，包括 1. 後灣至白砂段公路西側靠海之西海岸平原地；2. 貓鼻頭至鵝鑾鼻段公路南側靠海之南海岸平原地，以及 3. 香蕉灣熱帶海岸林生態保護區(圖 1)。上述地區除香蕉灣為老熟林外，其餘地區多為農耕地廢棄後演替形成之次生林。香蕉灣一帶殘存之海岸林於民國 71 年已劃定為生態保護區，為次生海岸林研究提供了原生海岸林對照樣區。

香蕉灣生態保護區內聚生約 200 餘種維管束植物，其植物組成具有典型的熱帶海岸植物形相特徵，例如板根、幹生花等(張惠珠等 1985)。該林內分布許多藉由海漂傳播的植物，經由黑潮洋流由馬來西亞、菲律賓北上，傳播至恆春海岸(耿煊 1951, 張慶恩 1960, 黃星凡等 1997)。

依據恆春氣象站 1989-2008 年的氣象統計資料，恆春年平均降雨量約為 2002mm，平均氣溫為 25°C，相對溼度為 76%。全年 90% 的雨量集中在 5-10 月，11-4 月為旱季，旱季期間雨量僅約佔全年度的 10%。

二、調查與分析

現場調查於 2008-2009 年間進行，總計選

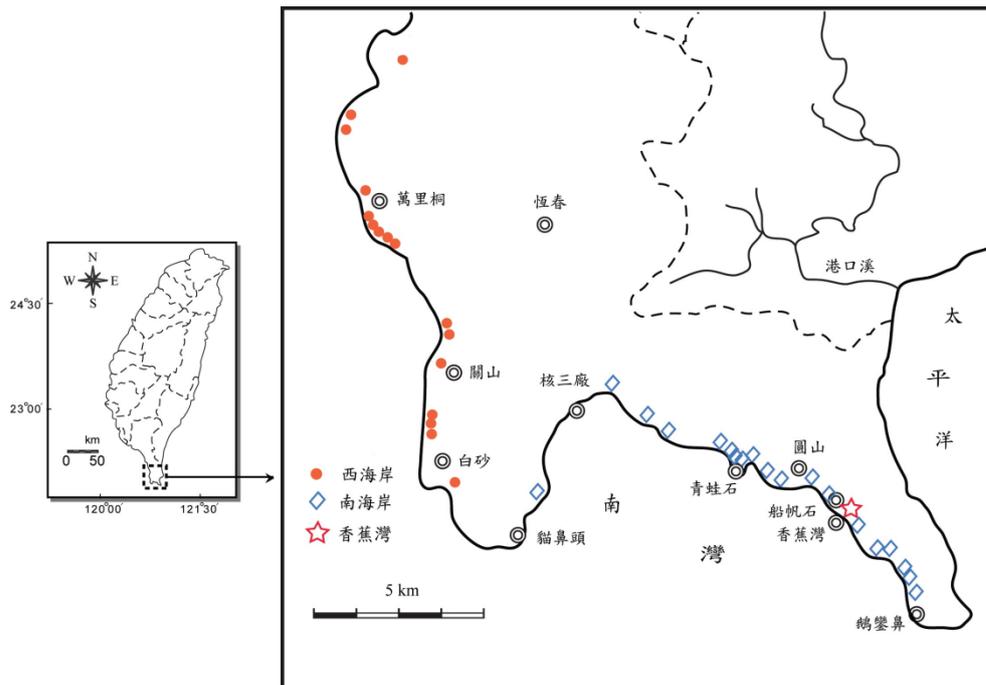


圖 1. 樣區位置分布圖

擇 35 處樹冠鬱閉良好的海岸次生林，各設置長 20m、寬 4m 的調查樣區，其中 16 處位於西海岸，19 處位於南海岸。另於香蕉灣生態保護區內設置 10 個相同大小的老熟海岸林對照樣區(圖 1)。樣區內隨機選取 5 點，用測高桿測量樹冠層之高度，並記錄所有胸徑 (DBH) ≥ 1 cm 的樹木種類及胸徑，並將各樣區調查到的樹種及其學名列於附錄 1。

將上述資料採用 PC-ORD 分析軟體 (McCune and Mefford 1999)，計算植物介量。植物介量之計算採用重要值指數 (Important Value Index, IVI) (Curtis and McIntosh 1951)，此值為一合成介量，為相對密度、相對頻度與相對優勢度相加的總和。本文中所計算各樣區每一樹種的 IVI 值，僅採用相對密度與相對優勢度的總和，其計算方式與周富三等 (2010) 相同，公式如下：

$$\text{重要值指數} = (\text{相對密度} + \text{相對優勢度}) / 2$$

$$\text{相對密度} = (\text{某一樹種之株數} / \text{樣區中所有樹$$

$$\text{種之株數總和}) \times 100$$

$$\text{相對優勢度} = (\text{某一樹種之胸高斷面積} / \text{樣區中所有樹種之胸高斷面積總和}) \times 100$$

另採用變異數分析 (ANOVA) 及最小顯著差異法 (Least Significant Difference, LSD)，比較三處不同海岸林區域 (香蕉灣老熟林、南海岸次生林及西海岸次生林) 在林分結構 (樹冠層高度、林分密度、林分胸高斷面積等) 是否有顯著差異，採用的分析軟體為 SAS7.0。

此外，採用 Sørensen 定性 (Sørensen 1948) 及定量 (Motyka et al. 1950) 相似性指數，計算香蕉灣老熟林與南海岸及西海岸次生林之間的樹種相似性，計算公式如下：

1. 定性相似性指數：

$$ISs = 2C / (A + B) \times 100$$

C：A 及 B 兩林分之共有植物種數。

A 及 B：各代表 A 及 B 兩林分之植物種數。

2. 定量相似性指數：

$$ISM=2Mw/(MA+MB) \times 100$$

Mw：共同出現植物之較小介量(相對密度)之總和。

MA：A 林分中所有植物介量(相對密度)之總和。

MB：B 林分中所有植物介量(相對密度)之總和。

表 1. 老熟海岸林與次生海岸林之林分結構比較

	老熟海岸林	南海岸次生林	西海岸次生林
樹冠層高度(m)	11.1±0.6 ^{a 1)}	6.7±1.1 ^b	7.3±2.2 ^b
林分密度(株/ha)	3350±1847 ^b	4441±2391 ^{ab}	6023±2630 ^a
林分胸高斷面積(m ² /ha)	72.7±57.7 ^a	49.5±19.2 ^{ab}	29.5±9.8 ^b
林木單株胸高斷面積(m ² /株)	0.027±0.027 ^a	0.016±0.014 ^{ab}	0.006±0.004 ^b

¹⁾ 同一結構性狀，在不同林分間有不同英文字母者，具顯著差異(LSD, P < 0.05)

表 2. 不同區域海岸林的樹種組成相似性

	香蕉灣老熟海岸林	南海岸次生林	西海岸次生林
香蕉灣老熟海岸林		53.98 ¹⁾ (62.65)	21.77 ¹⁾ (41.98)
南海岸次生林	26 ²⁾		47.28 ¹⁾ (51.11)
西海岸次生林	17 ²⁾	24 ²⁾	

¹⁾ 矩陣右上方數值為定量相似性，刮弧內數值為定性相似性

²⁾ 矩陣左下方數值為二林分間之共同物種數

結果

一、次生林與老熟林結構及組成差異

次生林與老熟林的林分結構特性差異頗大(表 1)。次生林之樹冠層高度及林木胸高斷面積低於老熟林，但林木密度卻高於老熟林，此差異現象在西海岸次生林與老熟林之間尤為顯著。簡言之，目前次生林內多為中、小徑級之林木，而老熟林內則分布有大徑級之林木，其中亦有棋盤腳與蓮葉桐等原生優勢樹種的大徑木。若將林木徑級分為 4 級(A: 1 cm ≤ dbh < 3cm, B: 3cm ≤ dbh < 10cm, C: 10cm ≤ dbh < 20cm, D: dbh ≥ 20cm)，可發現相較於老熟林，次生林以胸徑 3-10cm 林木之相對密度較高，但 20cm 以上的大徑木較少(圖 2)。老熟林約有 83% 的胸高斷面積集中在胸徑 20cm 以上的大徑木，而次生林大徑木的胸高斷面積僅約佔全林分的 50%，另外 50% 的胸高斷面積則由胸徑 1-20cm 之中、小徑木所組成(圖 2)。

老熟林與南海岸次生林之樹種組成相似性(53.98%)大於老熟林與西海岸次生林的樹

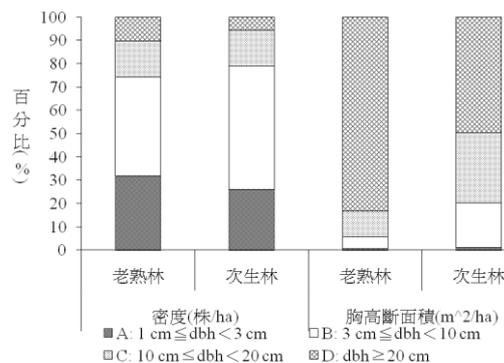


圖 2. 不同徑級之植株於老熟林及次生林所佔之相對密度及相對胸高斷面積

種組成相似性(21.77%)，其中又以定性相似性數值(62.65%)較定量相似性高(表 2)。比較老熟林與次生林的樹種組成(表 3)，發現次生林與老熟林的樹種組成有一定差異存在，但老熟林與南海岸次生林及西海岸之共同種分別為 26 種與 17 種，而南海岸與西海岸之共同種高達 24 種(表 2)，可知次生林也仍保有一些老熟林常見的樹種(附錄 1)。

銀合歡在南海岸與西海岸次生林分中，其

表 3. 老熟海岸林與次生海岸林之樹種組成

樹種	老熟海岸林			南海岸次生林			西海岸次生林		
	相對密度(%)	相對優勢度(%)	重要值(%)	相對密度(%)	相對優勢度(%)	重要值(%)	相對密度(%)	相對優勢度(%)	重要值(%)
棋盤腳	0.75	28.26	14.50	0.59	1.50	1.05	-	-	-
蓮葉桐	2.99	20.17	11.58	-	-	-	-	-	-
血桐	8.21	12.42	10.32	7.70	13.44	10.57	4.93	15.73	10.33
紅柴	13.43	3.69	8.56	2.22	0.25	1.24	1.43	2.40	1.91
蟲屎	11.19	3.86	7.53	11.26	3.25	7.25	4.02	3.22	3.62
茄苳	1.12	11.32	6.22	-	-	-	-	-	-
毛柿	8.96	0.37	4.66	0.15	1.04	0.59	-	-	-
月橘	7.46	0.70	4.08	4.59	0.37	2.48	0.65	0.14	0.39
葛塔德木	5.97	1.64	3.80	2.96	4.69	3.83	-	-	-
黃槿	5.60	1.62	3.61	3.26	6.30	4.78	1.17	1.28	1.23
大冇榕	3.73	2.60	3.16	3.85	10.51	7.18	2.08	3.26	2.67
銀合歡	4.85	0.49	2.67	23.56	6.03	14.79	51.36	29.97	40.67
白肉榕	0.75	4.49	2.62	-	-	-	-	-	-
水黃皮	2.24	1.57	1.90	0.30	0.29	0.29	-	-	-
咬人狗	1.49	2.05	1.77	0.30	0.05	0.17	-	-	-
林投	2.61	0.91	1.76	4.89	4.41	4.65	-	-	-
黃心柿	2.61	0.13	1.37	-	-	-	-	-	-
山欖	2.61	0.08	1.35	4.15	8.08	6.11	0.39	0.18	0.28
臭娘子	1.49	0.79	1.14	2.07	1.48	1.78	0.52	0.47	0.49
瓊崖海棠	0.37	0.07	0.22	2.22	13.07	7.65	0.13	2.88	1.51
欖仁	0.37	0.80	0.59	2.52	6.40	4.46	-	-	-
山柚	1.49	0.08	0.79	4.74	0.60	2.67	3.63	0.95	2.29
白樹仔	1.12	0.50	0.81	1.78	0.98	1.38	0.65	0.08	0.36
山豬枷	0.37	0.01	0.19	2.07	0.51	1.29	0.13	0.02	0.07
芒果	0.37	0.01	0.19	-	-	-	1.17	1.89	1.53
木麻黃	-	-	-	1.19	8.19	4.69	0.26	1.32	0.79
黃荊	-	-	-	3.70	3.27	3.49	1.04	0.72	0.88
海欖果	-	-	-	3.70	2.42	3.06	-	-	-
椰子	-	-	-	0.44	1.76	1.10	0.13	2.45	1.29
破布烏	-	-	-	0.74	0.07	0.41	3.63	3.09	3.36
小刺山柑	-	-	-	0.59	0.10	0.35	1.17	0.39	0.78
構樹	-	-	-	-	-	-	11.15	13.26	12.21
恆春厚殼樹	-	-	-	-	-	-	3.76	3.93	3.85
棟	-	-	-	-	-	-	0.78	3.50	2.14
相思樹	-	-	-	-	-	-	0.91	2.50	1.70
無葉欖柳	-	-	-	-	-	-	0.13	2.55	1.34
其他樹種 ¹⁾	7.84	1.38	4.61	4.44	0.94	2.69	4.93	3.83	4.38

¹⁾ 在 3 個調查區域的重要值皆 ≤ 1 的樹種列為其他樹種

重要值分別高達 14.79% 與 40.67%，但次生林中也有血桐、大冇榕、蟲屎、構樹等陽性樹種，以及黃槿、林投、葛塔德木等老熟海岸林樹種，但棋盤腳、蓮葉桐、茄苳、毛柿等老熟海岸林的優勢樹種出現株數稀少，部分種類甚至未曾出現。值得注意的是目前老熟海岸林內亦出現許多血桐、蟲屎、大冇榕等陽性樹種以及少數銀合歡，顯示殘存之老熟海岸林已逐漸遭受

外來種銀合歡及原生陽性先驅樹種入侵。

二、不同區域次生海岸林之結構及組成差異

不同區域次生海岸林的林分結構特性有所差異(表 1)，但並未達到統計上之顯著水準。西海岸次生林的林木密度高於南海岸地區，但林木胸高斷面積卻以南海岸地區較高，表示南海岸次生林的林木胸徑普遍較西海岸次生林

大。兩區域次生林之林木組成定量及定性相似性分別為 47.28% 及 51.11% (表 2)。比較兩區域之植物組成 (表 3)，發現銀合歡在西海岸次生林大量出現，顯示其入侵程度較南海岸次生林嚴重。相對的，南海岸次生林保留有較大量的原生樹種，也紀錄有少數西海岸次生林沒有的老熟林樹種，例如棋盤腳、毛柿、葛塔德木、水黃皮、欖仁等。西海岸次生林則有較多的破布烏、構樹、恆春厚殼樹等較耐旱或冬季有明顯落葉現象的樹種。

三、銀合歡入侵對海岸林結構及組成的影響

在銀合歡嚴重入侵的西海岸次生林，林分密度高達 6023 株/ha (表 1)，其中銀合歡密度

佔全林分的 51.36% (約 3093 株/ha) (表 3)，趨近於老熟林的林分密度總和 (3350 株/ha) (表 1)。然而，西海岸次生林的林分胸高斷面積 (29.5m²/ha) 卻僅佔老熟林林分胸高斷面積 (72.7m²/ha) 的 41% (表 1)，可得知銀合歡嚴重入侵的海岸林地區密佈著許多小徑木，大徑木的數量較為稀少。由銀合歡不同優勢度樣區之植物組成分析結果 (表 4) 得知，瓊崖海棠、大冇榕、紅柴、黃槿、欖仁、棋盤腳、蓮葉桐、茄苳、葛塔德木、林投、白肉榕、海欖果、鐵色等熱帶海岸林原生樹種多分布於銀合歡入侵程度較低的樣區。蟲屎、構樹、烏柑仔、棟等先驅或耐旱樹種多分布於銀合歡入侵程度較高之樣區。相關性分析結果 (圖 3) 亦指出，

表 4. 海岸林樹種在不同銀合歡入侵程度地區的相對優勢度

樹種組成	銀合歡在樣區的相對優勢度			
	≤10%	10.1-25%	25.1-50%	>50%
血桐	15.73	7.20	3.78	7.15
棋盤腳	13.65	-	-	-
蓮葉桐	9.12	-	-	-
稜果榕	5.87	13.37	-	1.79
瓊崖海棠	5.56	16.50	-	2.06
茄苳	5.12	-	-	-
黃槿	4.79	-	-	-
木麻黃	4.67	3.03	-	-
欖仁	4.03	0.45	-	-
葛塔德木	3.48	-	-	-
蟲屎	3.06	3.25	6.01	6.13
林投	2.99	-	-	-
山欖	2.78	11.93	0.01	0.49
構樹	2.06	3.48	10.83	1.02
白肉榕	2.03	-	-	-
紅柴	1.91	3.53	-	0.22
海欖果	1.41	-	-	-
臭娘子	1.29	-	0.13	0.54
椰子	1.03	-	-	6.77
銀合歡	0.84	12.17	39.03	65.35
破布烏	0.70	2.33	1.16	2.66
月橘	0.39	0.31	0.01	1.26
烏柑仔	0.24	-	2.22	0.21
黃荊	0.18	11.53	8.43	0.04
相思樹	0.06	3.48	0.24	0.67
無葉欖柳	-	-	7.08	-
棟	-	1.92	6.33	0.36
鐵色	-	2.65	-	-
其他樹種 ¹⁾	7.00	2.85	14.76	3.30

¹⁾ 在 4 類銀合歡入侵等級樣區的重要值皆 ≤ 1 的樹種，列為其他樹種

調查樣區內銀合歡之密度及胸高斷面積與海岸原生樹種之胸高斷面積(圖 3c、3d)有較顯著之負相關($p < 0.01$)；銀合歡之密度與海岸原生樹種之密度(圖 3a)亦略呈負相關($p = 0.0244$)；而銀合歡之密度及胸高斷面積與海岸原生樹種之物種數(圖 3e、3f)則無顯著相關性($p > 0.05$)。綜合上述結果，銀合歡入侵已對海岸林結構及組成產生一定程度之負面影響。

討論

一、 影響次生林結構、組成及演替過程之重要因子

次生林之結構、組成會受到先前土地利用型式、恢復時間、生育地狀況等因素之影響(Ashton et al. 2001)，且外來種入侵亦可能改變演替路徑、演替速度及物種多樣性(吉田圭一

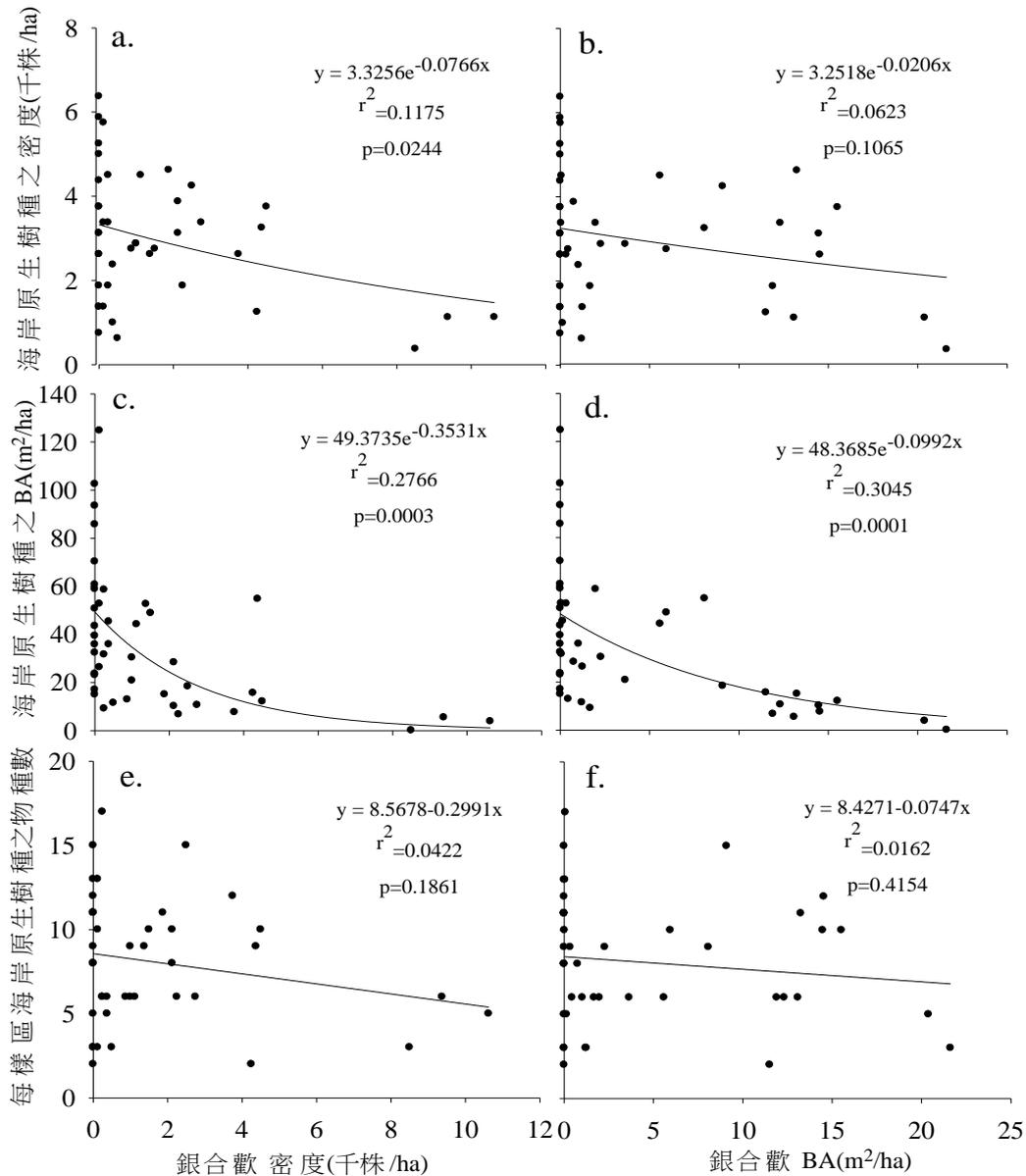


圖 3. 調查樣區內的銀合歡密度、胸高斷面積(BA)與海岸原生樹種之密度、胸高斷面積及物種數間的相關性

郎、岡秀一 2000, Yoshida and Oka 2004)。恆春地區次生海岸林多為民國 60-70 年代由瓊麻(*Agave sisalana*)廢耕後所演替而成之次生林，迄今約歷時 30 年，然而相較於老熟林，上述次生林之林木密度明顯較高、胸高斷面積較低，在植群結構上仍與老熟林有顯著差異。老熟林與次生林之間植物組成的定量及定性相似性分別介於 21.77-53.98% 及 41.98-62.65% 之間(表 2)。然而恆春熱帶海岸林受到外來樹種銀合歡的入侵，西海岸一帶的入侵情形最為嚴重，該次生林樣區內的銀合歡平均相對密度高達 51.36%、相對優勢度也有 29.97%(表 3)，且在銀合歡嚴重入侵的區域，極少出現老熟林常見的優勢樹種，故有可能已延緩次生林的演替速度，對次生林演替過程造成影響。

一般而言，次生林的樹冠層高度、林木密度及胸高斷面積等重要森林結構特性通常在 30 年內會恢復至近似成熟林的水準，但樹種組成的恢復期則需更久(Finegan 1996)。然而，恆春熱帶次生海岸林在歷經瓊麻廢耕約 30 年的演替過程後，不論在植群結構及樹種組成上均未恢復至老熟林的水準，即其恢復速度不及國外於熱帶地區的調查結果。造成墾丁地區次生林恢復速度較國外研究結果慢的原因，推測如下：1. 早期瓊麻產業在海岸地區的耕作開墾面積很大，在殘存的原生林有限狀況下，次生林獲得的周遭森林更新散殖體的來源有限；2. 墾丁之多數次生林區域雖已廢耕多年，但仍持續有人為干擾(農耕或放牧)存在，影響土壤種子庫之累積，致使可提供更新之種子來源減少；3. 近年來因海岸地區開闢許多道路，受邊緣效應之影響，陽性樹種大量分布於道路邊緣；4. 外來入侵種(銀合歡)之入侵情形嚴重，會與當地原生樹種競爭有限之環境資源，或是藉由毒他作用抑制毒害其他樹種之生存，減少原生樹種之更新機會。

Yoshida and Oka(2004)曾比較日本 Ogasawara 島上有銀合歡入侵及無銀合歡入侵之

廢耕地的林分，發現在有銀合歡入侵的次生林地內，林木胸高斷面積及物種多樣性明顯低於未受銀合歡入侵的次生林地，且原生樹種較少在銀合歡入侵之林地出現；本研究結果亦顯示，銀合歡入侵已對墾丁熱帶海岸原生樹種之密度及胸高斷面積造成顯著之負面影響(圖 3)；兩者間有類似的結果。

吉田圭一郎及岡秀一(2000)指出，外來種入侵會造成次生林地演替停滯或減緩。Colon and Lugo(2006)探討波多黎各 3 種土地利用類型(居住地、農牧地、礦坑)之植被恢復情形，並與老熟森林進行比較，發現居住地及農牧區的恢復期需較久，礦坑區恢復速度較快，可能因為前述 2 種土地利用類型之森林覆蓋及土壤已被長期擾動破壞，而後者的擾動期較短暫。Gonzalez-Iturbe et al. (2002)於墨西哥探討瓊麻栽植地廢耕後不同時期的植生演替，發現植物多樣性隨演替時序(階段)的推進而逐漸增加，但物種豐富度及密度恢復緩慢，且缺乏原生之演替後期耐蔭樹種。總體言之，次生林之結構與組成受到先前土地利用型式、恢復時間、生育地狀況等因素之影響，而銀合歡等外來植物入侵的確有可能改變次生林的演替路徑、演替速度及物種組成。然而，本研究目前並沒有足夠的證據說明此一現象，尚待進一步的監測調查予以驗證。

二、恆春半島次生熱帶海岸林在保育上之重要性

目前次生海岸林內分佈許多生長快速之恆春海岸原生樹種，例如血桐、蟲屎、構樹、恆春厚殼樹、大有榕、破布烏、臭娘子、欖仁、黃槿等，亦保有少許老熟海岸林常見的演替中、後期樹種，例如葛塔德木、紅柴、月橘、棋盤腳、水黃皮、毛柿等。雖然銀合歡入侵可能對次生海岸林的演替路徑造成影響，但次生海岸林內依然分布許多原生樹種，對恆春地區熱帶海岸樹種的保育仍有其重要性。相似性分析結果(表 2)亦顯示，次生林與原生林間的植物組成定量及定性相似性平均

值分別為 37.88% 及 52.32%，表示次生林內仍保存一定數量及種類之海岸林原生植物。Pascarella et al. (2000) 指出，在原生林銳減及次生林擴張的現代環境下，次生林在熱帶森林及樹種保育上佔有重要地位。尤其經過長期的演替過程，部分次生林可逐漸恢復至接近原生林的生物組成。然而，在缺乏天然更新材料分布的區域(例如附近沒有老熟林分布)，或次生演替被外來入侵植物嚴重影響的區域，則有必要藉由人為操作(外來種移除、原生樹種栽植等)以促進次生演替，達到生態復育的目標。在復育作業過程中，若處於原生林所能提供之天然更新材料受限的窘境下，次生林必然是提供天然更新及人工培育材料之重要來源。植物為生產者，為昆蟲等消費者賴以為生的基礎，且不同生育地特性及不同演替階段之次生林可提供不同生物生存所需之棲地，故保護次生林即保護多樣化之棲地及物種多樣性 (Southwood et al. 1979, Brown and Lugo 1990)。

引用文獻

- 周富三、楊遠波、李冠儀、廖俊奎。2010。高雄市壽山森林植群之調查。國家公園學報 20(3): 15-24。
- 耿煊。1951。恆春半島在植物地理上之位置。林產月刊 11:12。
- 張慶恩。1960。香蕉灣海岸原生林之植物。屏東農專學報 2:1-14。
- 張惠珠、徐國士、邱文良、呂勝由、徐成本、范發輝。1985。香蕉灣海岸林生態保護區植物社會調查報告。墾丁國家公園保育研究報告第 5 號，78 頁。
- 黃星凡、黃增泉、楊國禎、陳香君。1997。墾丁國家公園與鄰近地區之豆科植物區系關係。國家公園學報 7(1): 1-16。
- 黃星凡、黃增泉、楊國禎、陳香君。1997。墾丁國家公園與鄰近地區之豆科植物區系關係。國家公園學報 7(2): 1-16。
- 吉田圭一郎、岡秀一。2000。小笠原諸島母島においてギソネムの生物學的侵入が二次植生の遷移と種多様性に与える影響。日本生態學會誌 50:111-119。
- Ashton MS, CVS Gunatilleke, BMP Singhakumara and IAUN Gunatilleke. 2001. Restoration pathways for rain forest in southwest Sri Lanka: a review of concepts and models. *Forest Ecology and Management* 154: 409-430.
- Brown S and AE Lugo. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32.
- Beck J, CH Schulze, KE Linsenmair and K Fiedler. 2002. From forest to farmland: diversity and community structure of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 18: 33-51.
- Colon SM and AE Lugo. 2006. Recovery of a subtropical dry forest after abandonment of different land uses. *Biotropica* 38(3): 354-364.
- Curtis JT and RP McIntosh 1951 An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Fearnside PM. 1996. Amazonian deforestation and warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon Forest. *Forest Ecology and Management* 80: 21-34.
- Finegan B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree* 11(3): 119-124.
- Gonzalez-Iturbe JA, I Olmsted and F Tun-Dzul. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 167: 67-82.
- Hill JK, KL Hamer, LA Lace and WMT Banham. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754-760.
- Intachat J, JD Holloway and MR Speight. 1999. The impact of logging on geometrid moth populations and their diversity in lowland forests of Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 11: 61-76.
- Klein AM, I Steffan-Dewenter, D Buchori and T Tschardt. 2002. Effects of land-use intensity in tropical agroforestry systems on flower-visiting and trap-nesting bees and wasps. *Conservation Biology* 11: 683-693.
- Lawton JH, DE Bignell, B Bolton, GF Bloemers, PP Eggleton, M. Hammond, M Hodda, RD Holt, TB Larsen, NA Mawsley, DS Stork, DS Srivastava and AD Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72-76.
- McCune B and MJ Mefford. 1999. PC-ORD Multivariate analysis of ecological data, vers. 4. Gleneden Beach, OR: MjM Software Design. 237 p.

- Motyka, J., B. Dobrzanski and S. Zawadaki. 1950. Wstepne badania nad lakami poludniowoschodniej Lubelszczyzny (Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin, Summary in English). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skodowska. Section Agricultura* 5:367 - 447.
- Pascarella JB, TM Aide, MI Serrano and JK Zimmerman. 2000. Land-use history and forest regeneration in the Cayey Mountains, Puerto Rico. *Ecosystems* 3: 217-228.
- Perfecto I and J Vandermeer. 2002. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in Southern Mexico. *Conservation Biology* 16: 174-182.
- Raman TR 2001. Effect of slash and burn shifting cultivation on rainforest birds in Mizoram, northeast India. *Conservation Biology* 15: 685-698.
- Sørensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biologiske Skrifter*. (Copenhagen) 5: 1-34.
- Southwood TRE, VK Brown and PM Reader. 1979. The relationship of plant and insect diversities in succession. *Biological. Journal of the Linnean Society* 12 : 327-348.
- Sala OE, FS Chapin, JJ Armesto, E Berlow, J Bloomfield, R Dirzo, E Huber-Sanwald, LF Huenneke, RB Jackson, A Kinzig, R Leemans, DM Lodge, HA Mooney, M Oesterhel, NL Poff, M Sykes, BH Walker, M Walker and DH Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Tsuchiya A and M Hiraoka. 1999. Forest biomass and wood consumption in the lower course of the Amazon: a case study of the Urubuera Island. *Acta Amazonica* 29 (1): 79-95.
- Yoshida K and S Oka. 2004. Invasion of *Leucaena leucocephala* and its effects on the native plant community in the Ogasawara (Bonin) Islands. *Weed Technology* 18: 1371-1375.

附錄 1. 熱帶海岸林樣區各種樹種之中名、學名及其出現之區域

中名	學名	樹種屬性*	出現區域		
			香蕉灣	南海岸	西海岸
相思樹	<i>Acacia confusa</i>	1			v
紅柴	<i>Aglaia formosana</i>		v	v	v
止宮樹	<i>Allophylus timorensis</i>		v	v	v
番荔枝	<i>Annona squamosa</i>	1		v	v
枯里珍	<i>Antidesma pentandrum</i>		v	v	v
麵包樹	<i>Artocarpus incisus</i>	1		v	
棋盤腳	<i>Barringtonia asiatica</i>		v	v	
茄苳	<i>Bischofia javanica</i>		v		
構樹	<i>Broussonetia papyrifera</i>				v
杜虹花	<i>Callicarpa formosana</i>				v
瓊崖海棠	<i>Calophyllum inophyllum</i>		v	v	v
小刺山柑	<i>Capparis micracantha</i>			v	v
木瓜	<i>Carica papaya</i>	1			v
滿福木	<i>Carmona retusa</i>				v
木麻黃	<i>Casuarina equisetifolia</i>	1		v	v
石朴	<i>Celtis formosana</i>			v	
小葉朴	<i>Celtis nervosa</i>			v	
海欖果	<i>Cerbera manghas</i>			v	
山柚	<i>Champereia manillana</i>		v	v	v
椰子	<i>Cocos nucifera</i>	1		v	v
咬人狗	<i>Dendrocnide meyeniana</i>		v	v	
黃心柿	<i>Diospyros maritima</i>		v		
毛柿	<i>Diospyros philippensis</i>		v	v	
鐵色	<i>Drypetes littoralis</i>				v
破布烏	<i>Ehretia dicksonii</i>			v	v
恆春厚殼樹	<i>Ehretia resinosa</i>				v
武威山枇杷	<i>Eriobotrya deflexa forma buisanensis</i>			v	
龍眼 ¹⁾	<i>Euphoria longana</i>	1			v
土沉香	<i>Excoecaria agallocha</i>		v		
白榕	<i>Ficus benjamina</i>			v	
榕樹	<i>Ficus microcarpa</i>		v	v	
大冇榕	<i>Ficus septica</i>		v	v	v
山豬枷	<i>Ficus tinctoria</i>		v	v	v
白肉榕	<i>Ficus virgata</i>		v		
白樹仔	<i>Gelonium aequoreum</i>		v	v	v
菲律賓饅頭果	<i>Glochidion philippicum</i>				v
葛塔德木	<i>Guettarda speciosa</i>		v	v	
銀葉樹	<i>Heritiera littoralis</i>		v		
蓮葉桐	<i>Hernandia nymphiifolia</i>		v		
黃槿	<i>Hibiscus tiliaceus</i>		v	v	v
克蘭樹	<i>Kleinhovia hospita</i>				v
台灣樂樹	<i>Koelreuteria henryi</i>			v	
九芎	<i>Lagerstroemia subcostata</i>				v
馬櫻丹	<i>Lantana camara</i>	2			v
銀合歡	<i>Leucaena glauca</i>	2	v	v	v
黃肉樹	<i>Litsea hypophaea</i>		v		
柘樹	<i>Maclura cochinchinensis</i>			v	
血桐	<i>Macaranga tanarius</i>		v	v	v
粗糠柴	<i>Mallotus philippensis</i>			v	
盤龍木	<i>Malaisia scandens</i>				v

*1 代表為栽植樹種；2 為外來入侵種或歸化種；未標示者為海岸原生樹種

附錄 1. 熱帶海岸林樣區各種樹種之中名、學名及其出現之區域(續)

中名	學名	樹種屬性*	出現區域		
			香蕉灣	南海岸	西海岸
芒果	<i>Mangifera indica</i>	1	v		v
楝	<i>Melia azedarach</i>				v
蟲屎	<i>Melanolepis multiglandulosa</i>		v	v	v
山刈葉	<i>Melicope semecarpifolia</i>			v	
假三腳龜	<i>Melicope triphylla</i>		v		
小桑樹	<i>Morus australis</i>				v
檄樹	<i>Morinda citrifolia</i>		v	v	v
紅珠藤	<i>Morinda parvifolia</i>				v
月橘	<i>Murraya paniculata</i>		v	v	v
林投	<i>Pandanus odoratissimus</i>		v	v	
多花油柑	<i>Phyllanthus multiflorus</i>				v
腺果藤	<i>Pisonia aculeata</i>			v	v
七里香	<i>Pittosporum pentandrum</i>		v	v	
山欖	<i>Planchonella obovata</i>		v	v	v
水黃皮	<i>Pongamia pinnata</i>		v	v	
恆春臭黃荊	<i>Premna hengchunensis</i>				v
臭娘子	<i>Premna serratifolia</i>		v	v	v
臺灣火刺木	<i>Pyracantha koidzumii</i>				v
草海桐	<i>Scaevola sericea</i>		v	v	
魯花樹	<i>Scolopia oldhamii</i>			v	
烏柑仔	<i>Severinia buxifolia</i>			v	
瑪瑙珠	<i>Solanum diphyllum</i>	2		v	
毛苦參	<i>Sophora tomentosa</i>		v		
無葉檉柳	<i>Tamarix aphylla</i>	1			v
欖仁	<i>Terminalia catappa</i>		v	v	
白水木	<i>Tournefortia argentea</i>		v		
黃荊	<i>Vitex negundo</i>			v	v

*1 代表為栽植樹種；2 為外來入侵種或歸化種；未標示者為海岸原生樹種