

蘭嶼達悟族之森林作業方式對林分結構、組成之影響

標題：達悟族之森林作業

王相華^{1,3}、張勵婉¹、高瑞卿²

(收稿日期：2003年2月18日；接受日期：2003年6月20日)

摘 要

蘭嶼島達悟族的森林作業，多採取擇伐作業之多樹種混淆林經營方式，並有完整的更新(天然更新、林下栽植等)、撫育(除草、除蔓、疏伐等)措施。果樹林之樹種多樣性較低，但大面積用材林之生物多樣性僅略低於天然林，其林分整體構造完整，分布著各式不同徑級之林木，顯示其為多層次之林分，不乏各徑級之更新幼木，形成多樣且穩定性高的多齡級複層林結構，符合永續經營森林之理念。多數主要目標樹種之徑級結構呈反J字型，例如番龍眼、檳榔、麵包樹及毛柿，表示其更新狀況良好；但欖仁舅、綠島榕及欖仁則缺少10cm以下小徑木，呈現更新不良之現象，有必要加強其更新作業。

關鍵詞：蘭嶼，達悟族，林業經營，民族生態學

一、前 言

雅美族人的產業兼具農、林、漁、牧，除了漁業經營在海上進行外，農、林、牧業均在陸域上進行。在農業方面，水旱兼施，水田於靠近水源處開墾耕種，以水芋為主要栽植作物；旱田則燒墾耨耕，栽植植物包括地瓜、里芋、刺薯蕷、蘭嶼芭蕉等作物(鄭漢文，1996)；牧業以燒墾山林而放牧山羊為主；林業經營以果樹栽植及林木用材(timber)培育為主，果樹林多集中在住宅附近之林地，常見的果樹有番龍眼(*Pometia pinnata*)、毛柿(*Diospyros discolor*)、大葉山欖(*Palaquium formosanum*)等當地原生樹種，以及引進植物如椰子(*Cocos nucifera*)、檳榔(*Areca catechu*)、荖藤(*Piper betle*)等(魏惠林、劉斌雄，1962；余光弘，1993；鄭漢文，1996)；經營用

1. 農業委員會林業試驗所恆春研究中心，屏東縣 946 恆春鎮公園路 203 號。

2. 農業委員會林業試驗所森林生物組，台北市 100 南海路 53 號。

3. 通訊作者。

材林之目的是為了培育建屋、造船所需之木質材料為主，其它生活用材(薪材及飛魚架等)為輔，其涵蓋之區域範圍甚廣，幾乎全島大多數之林地都可或多或少的見到此一林業經營模式，其對蘭嶼島森林生態系有著重要影響。隨著台灣本島漢民族文化之入侵，以及達悟族青年外出台灣本島謀生等因素之影響，蘭嶼島達悟族人之產業經營形態開始有了明顯的改變：例如燒墾耨耕及放牧的面積基於經濟之考量已逐步縮減，並逐漸恢復成森林覆蓋；傳統原生果樹林的經營強度逐漸減弱，但外來果樹的經營強度逐漸增強；傳統家屋多整建成水泥住宅，造屋用木材之使用量銳減等。惟基於文化祭儀之需要，以及近年來族人自我文化保存意識之覺醒，當地居民的拼板舟建造傳統仍然被完整的保留著。此一拼板舟建造傳統之持續，使得用材林經營之傳統產業得以間接獲得維繫，並持續影響著蘭嶼島森林之結構與組成。

台灣本島原住民的傳統林業經營鮮少有報導(王相華等，2000)，因此無法瞭解台灣原住民是否缺乏此一傳統產業文化？亦或此一文化在日據時代裡蕃政策，以及漢民族強勢文化影響下已消失殆盡。長期居住在孤立島嶼上的達悟族，在日據時代被視為原住民傳統文化保留的自治區，並未遭受理蕃政策的影響，政府遷台初期亦未多加干預管理，直到民國 60 年代林務局開始在蘭嶼擴大造林(王順理，未發表資料)，以及民國 55 年開始執行之 3 個 "4 年計劃"，將傳統屋改建為水泥國宅(陳玉美，1996)後，漢民族文化才開始影響著蘭嶼傳統產業的經營方向，由於時間並不是很長，因此林業經營等傳統產業目前仍然被完整的保存。以往對蘭嶼達悟族傳統文化、產業之調查報導偏重於漁業，對林業經營之報導少有著墨，即使有報導亦僅以支字片語帶過。

本文之主要目的在探討蘭嶼達悟族之森林作業方式，重點如下：(1)瞭解達悟族的傳統森林作業方式；(2)森林作業方式對當地森林結構、物種組成及物種多樣性之影響；(3)瞭解達悟族之森林作業方式有何可取之處？以及是否符合生態經營法則及永續經營之精神？

二、材料與方法

(一) 研究地區概述

蘭嶼為一火山島，位於東經 $121^{\circ} 30' 08''$ - $121^{\circ} 36' 32''$ ，北緯 $22^{\circ} 00' 06''$ - $22^{\circ} 05' 07''$ 之間，即台灣本島東南方約 50 公里處。全島面積 45.71 km^2 ，大多數地區為火山噴發後壟起的山地，地質結構以安山岩為主(鄧博維、李振誥、張瑞麟，1995)。依據中央氣象局蘭嶼測候站於 1961-1990 年間的之觀測紀錄，該島之年平均溫度為 22.5°C ，最熱的月份為七月，平均溫度為 26.2°C ，最冷的月份為一月，平均溫度為 18.1°C ；年平均相對溼度為 90%；年平均雨量為 3055.6 mm ，沒有明顯乾溼季之分，屬於恆溼型氣候(everwet climate) (Su, 1985)。蘭嶼測候站位於海拔高度約 400m 的山頂，若以海拔高度上昇 100m，溫度降低 0.6 方式計算，蘭嶼地區的海平面年平均溫度為 24.9°C ，依據 Holdridge et al. (1971) 世界生物群系分類系統，蘭嶼山區位處於亞熱帶潮溼型森林群系(subtropical wet forest formation：年平均溫度在 $12-24^{\circ}\text{C}$ 間，年雨量在 $2000-4000\text{mm}$ 間)，沿海的平原及丘陵地區屬於熱帶溼潤型森林群系(tropical moist forest formation：年平均溫度高於 24°C ，年雨量在 $2000-4000\text{mm}$ 間)。

台灣和菲律賓，雖以巴士海峽為隔，但兩者之間有許多島嶼，像踏腳石般地連結著。這些一連串的島嶼群，在民族及植物的遷移上，扮演著通路的角色。就蘭嶼島原住民而言，雅美族

人與菲律賓北方的巴丹群島原住民有著極為密切的親緣關係，其文化傳統亦極為接近(陳美玉, 1996)。就植物種類分布而言，生物地理學上的華萊氏線(Wallace's line)及魏伯線(Weber's line)，圈出了澳洲及亞洲兩區塊的生物過渡地帶，蘭嶼位處於此一過渡帶，有著極為豐富的植物組成(劉棠瑞、林則桐, 1978；鄭漢文、呂勝由, 2000)。

就傳統文化保存而言，蘭嶼雅美族居住於地理環境上較為封閉的小型島嶼(相對於台灣本島的原住民族)，較少受到外來物質文明的影響，在日常生活中保存了較多的傳統習俗及其獨特的原住民文化；就植物多樣性而言，蘭嶼島位於生物地理區系的交匯地帶，擁有極豐富的植物組成。基於上述特質，蘭嶼島提供了原住民民族植物學(ethnobotany)及民族生態學(ethnoecology)研究的絕佳場所。

(二)調查及分析方法

1. 林地作業方式調查

達悟族人於年度飛魚季終了(7月1日)後開始進行建屋、造船等工作，其林地作業(栽植、撫育、取材等)亦集中於此一時段，即族人採摘果實及伐採可用於建屋、造船用材等工作之同一時段。工作人員配合族人入山經營果樹林及用材林之同一時間，到現場訪談、紀錄其經營管理及作業方式。

2. 林分結構、組成及樹種多樣性調查

經由現場勘察，在島內不同部落家族經營的果樹林及用材林地內，經隨機選擇設置 32 個 30m x 10m 之樣區(plot)，樣區內紀錄胸徑 1cm 以上木本植物之種類和胸徑，以及胸徑 1cm 以下之林下幼苗之種類及數量。樣區中如有明顯經由人工栽植之幼苗，亦予以紀錄。將上述樣區資料建檔，包括有樣區-樹種資料檔及植物種類編號檔，採用 PC-ORD 植群分析軟體(McCune and Mefford 1999)，分別計算每種植物在樣區出現的頻度、密度及優勢度(以胸高斷面積和表示)，以及樣區之物種組成和多樣性。上述優勢度資料經過運算，可導出每一樹種的相對優勢度(relative dominance)，計算方式如下：

$$\text{相對優勢度} = (\text{A種之胸高斷面積} / \text{樣區所有植物之胸高斷面積和}) \times 100\%$$

多樣性以物種豐富度(species richness)及 Shannon 指數(Shannon and Weaver 1949)表示。物種豐富度為調查樣區內所記錄之植物種數。Shannon 指數之計算方式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \times \ln P_i) \quad s = \text{樣區種類數量} \quad P_i = \text{第 } i \text{ 種植物之重要值}$$

為瞭解森林經營對林分結構之影響，採用 Excel 試算表將樣區單株依胸徑級大小排序，並區分為 1-5cm、5.1-10cm、10.1-15cm、15.1-20cm、20.1-25cm、25.1-30cm 及 >30cm 共 7 個徑級，進行樣區林木徑級結構之分析。

三、結 果

(一) 經營林分之分布區域及作業方式

達悟族經營之林地，可區分為果樹林及用材林，但區隔並非很明顯，經常有果樹與用材樹種混雜之現象。但一般而言，果樹林的樹種組成較單純，且較少出現純粹之用材樹種，但用材林的樹種組成較複雜，且經常會有果樹的蹤影。基於經營管理之便利性考量，果樹林多集中於住家附近之平緩林地內；相對的，用材林多集中在溪谷兩側及山腰間的平坦地，因該區域擁有充足的水分及鬱閉的林冠，為培育通直、圓滿及生長快速之用材的較佳地點(林地經營者口述)。就學理而言，林木在水分充足的環境下生長速度較快，在側方鬱閉環境下，可促進天然修枝，養成通直、圓滿之用材，故前述林地經營者的經驗法則與學理間可相互印證。

達悟族人在果樹林關建時，採用留伐作業方式，保留部分有用之冠層喬木，做為林地之庇蔭，並在林下栽植果樹；待栽植之果樹成長成至冠層，與原有保留木產生競爭時，再行伐除保留木，並進行除草、除蔓、修枝等撫育措施，族人在果樹成林後多不予伐採，待其衰老或自然枯死後再行利用其木材；除此之外，經營者亦經常在林下栽植果樹幼苗，逐步替補即將枯老之上層果樹。在用材林方面，經營者會在天然育成的目標樹種週邊疏伐部分非目標樹種，並進行除草、除蔓、修枝等撫育措施；林地內如出現經由天然更新所產生之目標樹種幼苗及稚樹，則予以保留，並同時進行除草、除蔓、修枝等撫育措施；在木材取得上，用材林為採取單株擇伐之作業方式。上述果樹林及用材林之作業方式可歸納如表一。

表一 果樹林及用材林之作業方式

	伐木作業方法			
	關建階段	成林階段	更新方法	撫育方法
果樹林	留伐(保留可遮蔽林地之大徑木)	枯木伐採(枯死果樹伐採利用)	林下栽植為主，天然更新為輔	除草、除蔓、修枝、疏伐等
用材林	疏伐(伐除妨礙目標樹種生長之林木)	擇伐(可供造船、建屋之目標樹種)	天然更新為主，林下栽植為輔	除草、除蔓、修枝、疏伐等

(一) 達悟族經營林的樹種組成及主要目標樹種

樣區內紀錄木本植物 140 種(附錄一)。林木密度為 3981 株/ha，胸高斷面積為 44.96 m²/ha(表二)。番龍眼為林分中最主要優勢種，每公頃胸高斷面積達 17.53 m²，其他優勢樹種包括茄苳、麵包樹、咬人狗、檳榔、翅子樹及綠島榕等(表二)，其中翅子樹及咬人狗為需光量高的陽性樹種，顯示林地經營時經常會有孔隙地出現，但疏伐作業的頻度並不高，以致留存有大量陽性樹種之中、小徑木。林地經營之目標樹種多數為用於造船、建屋用途，包括番龍眼、毛柿、麵包樹、欖仁舅、大葉山欖、綠島榕及蘭嶼赤楠等，以及少部分用於果實採集之種類，包括番龍眼、麵包樹、檳榔、椰子、大葉山欖、及毛柿等。其中番龍眼、毛柿、麵包樹、及大葉山欖可作為採摘果實之果樹並兼作造船、建屋之用材木。

表二 調查樣區內主要樹種之頻度、密度及優勢度(以胸高斷面積表示)

中文	學名		頻度 (%)	密度 (Trees/ha)	優勢度 (m ² /ha)	單株平均胸 (cm ² /株)
	屬名	種名				
番龍眼	<i>Pometia</i>	<i>pinnata</i>	81.25	577.08	17.53	303.70
茄苳	<i>Bischofia</i>	<i>javanica</i>	40.62	63.54	2.73	430.08
麵包樹	<i>Artocarpus</i>	<i>altilis</i>	68.75	147.92	2.72	183.88
咬人狗	<i>Laportea</i>	<i>pterostigma</i>	50.00	63.54	2.51	395.45
檳榔	<i>Areca</i>	<i>catechu</i>	46.87	278.12	1.77	63.64
翅子樹	<i>Pterospermum</i>	<i>niveum</i>	18.75	19.79	1.22	615.36
綠島榕	<i>Ficus</i>	<i>pubenervis</i>	15.62	8.33	1.00	1201.44
大花赤楠	<i>Syzygium</i>	<i>tripinnatum</i>	18.75	19.79	0.92	464.88
毛柿	<i>Diospyros</i>	<i>discolor</i>	25.00	44.79	0.79	175.51
皮孫樹	<i>Pisonia</i>	<i>umbellifera</i>	21.87	26.04	0.75	286.21
稜果榕	<i>Ficus</i>	<i>septica</i>	62.50	148.96	0.71	47.89
欖仁舅	<i>Neonauclea</i>	<i>reticulata</i>	15.62	18.75	0.55	294.45
欖仁	<i>Terminalia</i>	<i>catappa</i>	15.62	15.62	0.54	347.18
椰子	<i>Cocos</i>	<i>nucifera</i>	6.25	5.21	0.50	963.92
大葉山欖	<i>Palaquium</i>	<i>formosanum</i>	15.62	16.67	0.47	280.98
青脆枝	<i>Nothapodytes</i>	<i>foetida</i>	78.12	258.33	0.47	18.03
錫蘭饅頭果	<i>Glochidion</i>	<i>zeylanicum</i>	31.25	48.96	0.45	91.81
莧葉杜英	<i>Elaeocarpus</i>	<i>argenteus</i>	6.25	7.29	0.42	580.25
木麻黃	<i>Casuarina</i>	<i>equisetifolia</i>	12.50	9.38	0.40	425.48
黃心柿	<i>Diospyros</i>	<i>maritima</i>	34.37	90.62	0.36	39.27
菲律賓火筒樹	<i>Leea</i>	<i>philippinensis</i>	46.87	96.87	0.34	35.31
奧氏虎皮楠	<i>Daphniphyllum</i>	<i>glaucescens</i>	28.12	64.58	0.33	51.80
蘭嶼木薑子	<i>Litsea</i>	<i>garciae</i>	15.62	17.71	0.31	175.61
樹杞	<i>Ardisia</i>	<i>sieboldii</i>	34.37	151.04	0.31	20.54
血桐	<i>Macaranga</i>	<i>tanarius</i>	28.12	27.08	0.30	110.41
相思樹	<i>Acacia</i>	<i>confusa</i>	6.25	6.25	0.30	472.96
圓葉血桐	<i>Omalanthus</i>	<i>fastuosus</i>	28.12	19.79	0.29	146.69
蘭嶼土沈香	<i>Excoecaria</i>	<i>kawakamii</i>	15.62	63.54	0.29	45.56
花蓮鐵莧	<i>Acalypha</i>	<i>suirensis</i>	18.75	29.17	0.28	97.67
三脈紫麻	<i>Oreocnide</i>	<i>trinervis</i>	25.00	57.29	0.27	47.67
糙葉榕	<i>Ficus</i>	<i>irisana</i>	31.25	16.67	0.26	153.63
筆筒樹	<i>Sphaeropteris</i>	<i>lepifera</i>	12.50	5.21	0.25	472.55
蟲屎	<i>Melanolepis</i>	<i>multiglandulosa</i>	56.25	48.96	0.23	47.90
蘭嶼赤楠	<i>Syzygium</i>	<i>lanyuense</i>	56.25	101.04	0.23	23.14
蘭嶼八角金盤	<i>Osmoxylon</i>	<i>pectinatum</i>	15.62	11.46	0.22	190.40
台灣八角金盤	<i>Fatsia</i>	<i>polycarpa</i>	15.62	31.25	0.21	65.86
貝木	<i>Timonius</i>	<i>arboreus</i>	18.75	68.75	0.20	29.43
其他樹種				1295.86	3.53	27.24
合計				3981.25	44.96	112.92

(三) 經營林分的物種多樣性及林分結構

達悟族經營之林地內，多數為果樹與用材樹種混雜之林分，且多數果樹亦兼具有用材之功能，如番龍眼、麵包樹、大葉山欖及毛柿。依據樣區可用作果樹之種類所佔的優勢度大小，可約略將樣區林分區分為果樹林（果樹相對優勢度 50% 之樣區林分）及用材林（果樹相對優勢度 < 50% 之樣區林分）。在果樹林樣區中，平均相對優勢度 5% 之樹種有 1-4 種（表三），明顯較用材林樣區（表四）少；除此之外，果樹林樣區之平均出現種數為 15，Shannon 多樣性指數平均值為 1.05（表三），均遠低於用材林之平均種數（31 種）及 Shannon 多樣性指數（2.30）（表四）。

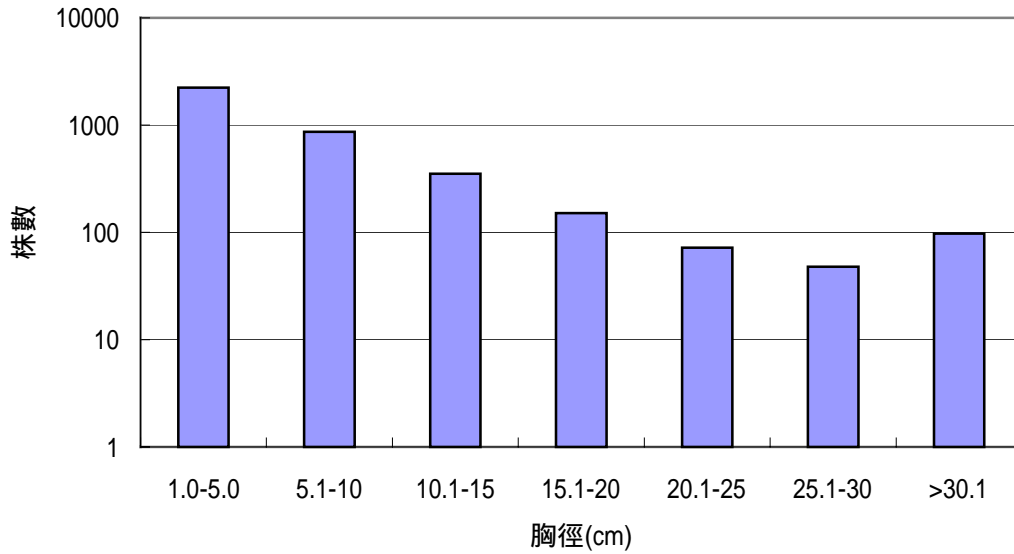
表三 果樹林(栽植果樹之相對優勢度 50%之林分)樣區之物種多樣性及主要優勢樹種 Shannon

樣區號	種數	多樣性指數	相對優勢度 5%之樹種(相對優勢度)
7	20	0.34	番龍眼(93.79)
14	17	0.37	番龍眼(93.93)
22	10	0.51	番龍眼(87.16)、麵包樹(9.08)
23	13	0.52	番龍眼(85.2)、麵包樹(12.81)
10	28	0.77	番龍眼(84.05)
9	9	0.91	番龍眼(51.56)、咬人狗(43.61)
8	9	1.03	番龍眼(56.27)、麵包樹(28.33)、咬人狗(13.81)
3	19	1.10	番龍眼(65.73)、圓葉血桐(14.13)、麵包樹(12.83)
15	30	1.15	番龍眼(75.93)、綠島榕(6.42)
13	11	1.24	番龍眼(44.61)、大花赤楠(38.81)、欖仁舅(9.21)
30	6	1.26	檳榔(53.97)、番龍眼(21.31)、欖仁(11.12)、麵包樹(10.95)
1	11	1.32	椰子(47.07)、大葉山欖(32.62)、檳榔(9.5)
31	7	1.34	檳榔(42.4)、相思樹(28.55)、茄苳(20.37)、欖仁(5.53)
25	14	1.35	茄苳(60.82)、番龍眼(10.74)、麵包樹(9.98)、檳榔(9.14)
26	11	1.48	番龍眼(52.75)、麵包樹(23.37)、木麻黃(5.51)
11	20	1.50	番龍眼(58.63)、綠島榕(14.14)、皮孫樹(8.61)
4	21	1.68	番龍眼(52.58)、山刈葉(13.81)、麵包樹(9.88)、稜果榕(7.17)
平均	15	1.05	

經營樣區林分之林木徑級構造大致呈現反丁字型（圖一），即樣區林分內分布著各式不同徑級之林木，顯示其為多層次之林分，不乏各種徑級之更新幼木及稚樹，形成穩定性高的複層林結構。

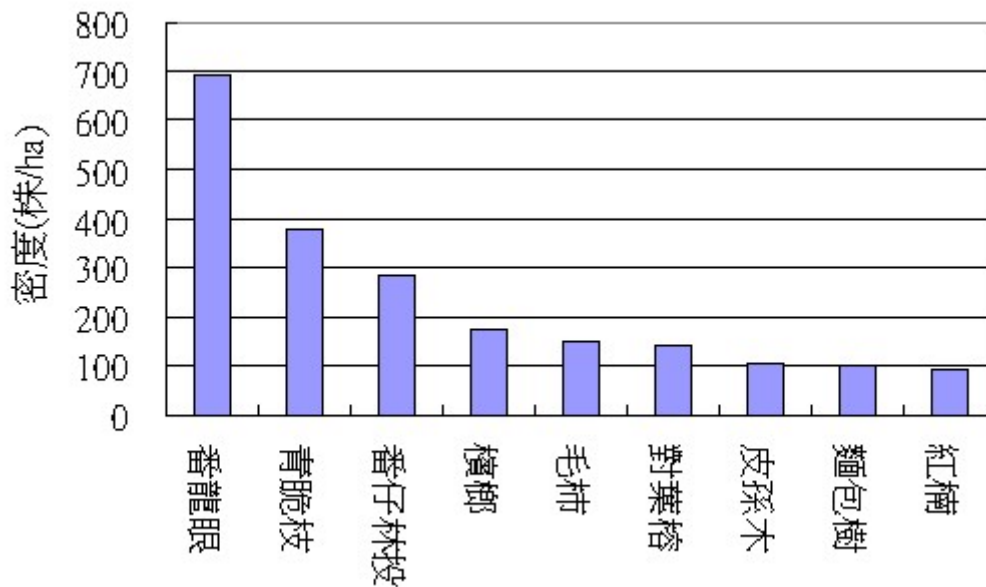
表四 用材林(栽植果樹之相對優勢度 50%之林分)樣區之物種多樣性及主要優勢樹種

樣區號	種數	Shannon	
		多樣性指數	相對優勢度 5%之樹種(相對優勢度)
16	15	1.78	皮孫木、(29.44)、欖仁舅(24.4)、番龍眼(14.52)、筆筒樹(12.89)、綠島榕(11.07)
2	32	1.96	毛柿、(30.24)、番龍眼(26.97)、翅子樹(15.03)、蘭嶼八角金盤(9.56)
19	33	2.01	番龍眼(37.92)、麵包樹(19.91)、茄苳(12.69)、毛柿(8.47)、皮孫木(5.83)
32	13	2.17	檳榔(29.73)、稜果榕(15.36)、蟲屎(9.35)、血桐(8.84)木麻黃(7.72)、奧氏虎皮楠(6.99)、茄苳(6.51)、筆筒樹(5.96)
29	32	2.19	茄苳(27.53)、欖仁(18.92)、錫蘭饅頭果(17.17)、青脆枝(7.85)、稜果榕(6.53)、血桐(6.08)
24	18	2.22	木麻黃(28.32)、欖仁(15.11)、咬人狗(13.73)、血桐(9.35)、青脆枝(7.28)、錫蘭饅頭果(5.46)
5	31	2.27	翅子樹(35.61)、咬人狗(14.1)、蘭嶼柿(7.18)、黃心柿(6.71)、花蓮鐵莧(6.54)、蘭嶼土沉香(6.19)
17	43	2.30	番龍眼(32.05)、腺葉杜英(14.62)、台灣八角金盤(9.78)、貝木(9.49)、麵包樹(8.67)、蘭嶼麵包樹(6.26)
12	43	2.34	茄苳(31.09)、綠島榕(21.14)、蘭嶼木薑子(12.62)、島榕(5.35)
27	24	2.43	麵包樹(19.35)、稜果榕(15.17)、番龍眼(13.69)、檳榔(11.73)、血桐(10.12)、落葉榕(6.82)、欖仁舅(5.59)
6	37	2.49	茄苳(23.54)、番龍眼(22.35)、黃心柿(8.84)、咬人狗(6.76)、蘭嶼土沉香(5.33)
21	30	2.59	樹杞(19.91)、錫蘭饅頭果(9.85)、稜果榕(9.75)、奧氏虎皮楠(9.69)、四脈麻(9.31)、疏脈赤楠(7.69)、大葉山欖(6.72)、紅楠(6.11)、菲律賓饅頭果(5.45)
18	37	2.61	腺葉杜英(20.75)、麵包樹(20.4)、番龍眼(7.37)、紅肉橙蘭(7.33)、台灣八角金盤(6.61)、貝木(5.24)、鵝掌柴(5.21)
28	36	2.68	糙葉榕(15.7)、番龍眼(15.65)、麵包樹(13.89)、落葉榕(9.06)、欖仁舅(7.16)、山欖(5.31)、稜果榕(5.05)
20	38	2.84	三脈紫麻(15.82)、稜果榕(11.54)、花蓮鐵莧(9.89)、茄苳(8.99)、青脆枝(7.89)、麵包樹(7.88)、錫蘭饅頭果(5.61)
平均	31	2.3	

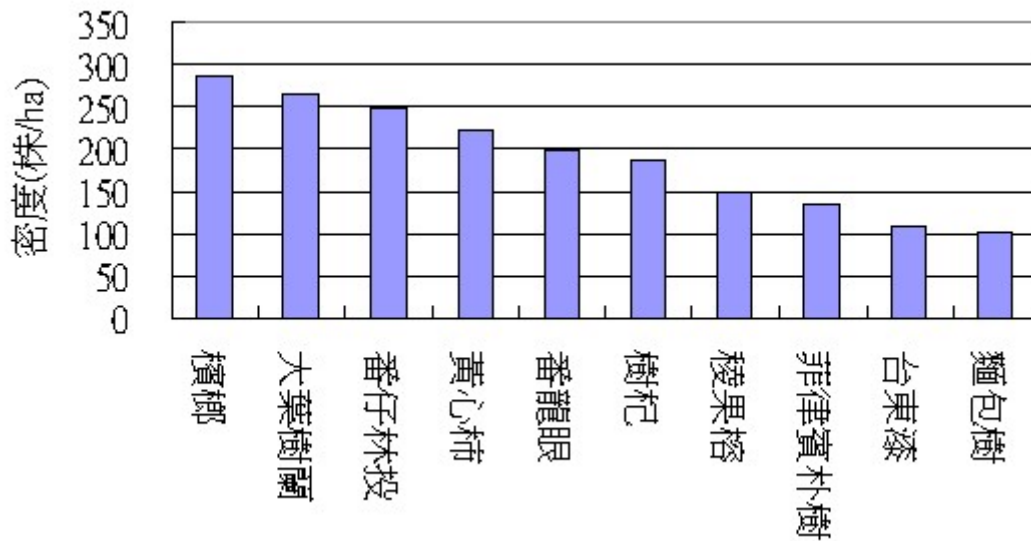


圖一 樣區林分之胸徑級結構

就樣區林分內出現的幼苗而言，果樹林與用材林之幼苗密度別為 3400 株/ha 及 3484 株/ha，差別不大。果樹林之幼苗多集中於番龍眼等少數樹種（圖二；相對的，用材林之幼苗種類則平均分布於不同之樹種（圖三）此一結果導因於用材林內普遍存在多樣化的天然更新幼苗，而果樹林內多數為人工刻意栽植的少數果樹種類之幼苗。



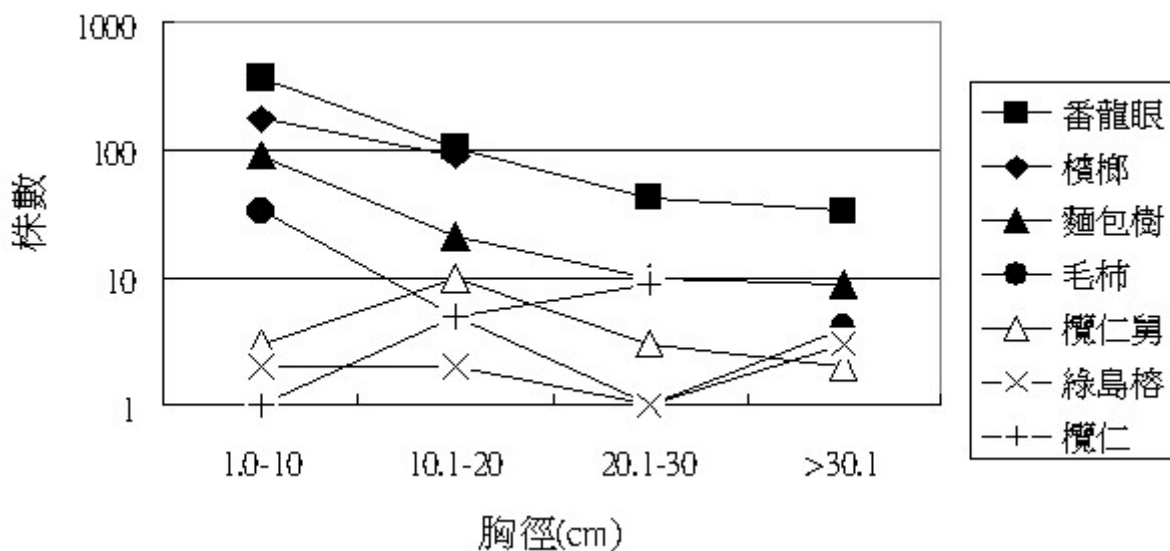
圖二 果樹林內主要樹種幼苗之密度



圖三 用材林內主要樹種幼苗之密度

(四) 優勢樹種之胸徑級結構及更新狀況

在經營之樣區林分內，多數主要目標樹種之徑級結構呈反J字型（圖四），例如番龍眼、檳榔、麵包樹及毛柿，表示上述種類之更新狀況良好；但欖仁舅、綠島榕及欖仁則缺少 10cm 以下小徑木，呈現幼樹更新不良之現象（圖四）。



圖四 目標樹種之徑級結構

四、討 論

(一) 經營林分與天然林之結構及幼苗密度比較

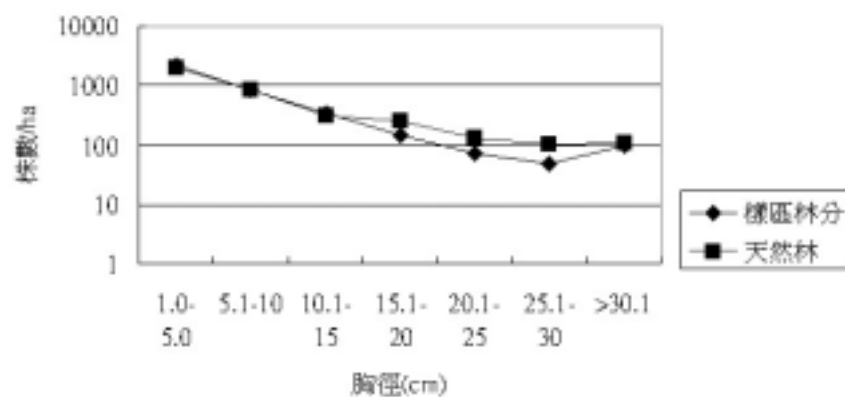
從日據時代開始，有多位學者發表與蘭嶼地區植被有關的調查報告，包括川上瀧彌及佐佐木舜一(1915)、柳樞及楊遠波(1974)、和劉棠瑞及林則桐(1978)。其中以劉棠瑞及林則桐(1978)的報告內容最為詳盡。該研究選擇蘭嶼島內較少人為干擾之天然林生育地，設置了 60 個 20 m x 5 m 的樣區，調查天然林之結構、組成。以此篇報告之調查結果代表蘭嶼天然林之結構，並與本研究於達悟族經營林分之調查結果相互比較，可瞭解經營林分與天然林間在結構及組成上的差異。

與前述之天然林樣區比較，達悟族經營的林分內有較少胸徑 ≥ 1 cm 之單株，但胸徑 < 1 cm 之單株則較天然林多(表五)；表示經營林分的幼樹及成熟木密度較稀疏，但幼苗及稚樹更新(天然或人為栽植)情形良好。可能的原因為達悟人在林分經營時，會針對培育之目標樹種進行週邊林木的疏伐、除草等作業，導致胸徑 ≥ 1 cm 之林木單株數量較天然林低；相反的，族人會在經營林地內刻意栽植或撫育目標樹種之小苗及稚樹，因而提高其密度。

表五 經營林分與天然林之林木密度及胸高斷面積比較

	密度(株/ha)		胸高斷面積 (m ² /ha)
	胸徑 ≥ 1 cm之單株	胸徑 < 1 cm之單株	
經營林分	3981	3447	44.96
天然林	5992	3125	51.20

經營林分之胸高斷面積為 44.96 m²/ha，略低於天然林的 51.20 m²/ha；圖五亦顯示，天然林內有較多胸徑在 15-30 cm 間的中徑木，故原先預期經營樣區內會較天然林內有較多中、大徑木之現象並不存在。就胸徑 15 cm 以下及 30 cm 以上的林木而言，經營林分與天然林在密度上沒有明顯差異存在(圖五)。因達悟族人經營之林分多為採用單株擇伐之伐木作業，又兼有林下栽植及目標樹種撫育之作業，故在更新及伐採利用上大體維持著動態的平衡狀態，因而呈現異齡林之結構。因此族人經營林分的胸徑級結構與經由自然更新、枯死動態維持之天然林近似。



圖五 經營林分與天然林之胸徑級結構比較

（一）達悟族之森林經營、撫育方式及其可取之處

蘭嶼島達悟族人對森林的經營，可區分為果樹林經營及用材林兩種類別，其經營方式有所不同，但除了果樹林闢建時外，林分大多能保持良好的鬱閉狀態。達悟族人在林木伐採上採用小面積之單株擇伐及留伐作業方式，不會造成嚴重的林地裸露及土壤沖蝕，對環境的干擾較大面積之皆伐作業輕微；除此之外，經營者亦經常在林下栽植果樹幼苗，並針對天然更新之幼苗及稚樹進行除草、除蔓、修枝、疏伐等撫育措施。

果樹林經營之強度高，樹種多樣性較低，但除闢建之初外，林地多保持鬱蔽狀態，枯死之林木亦可由先前林下栽植之幼樹迅速替補。用材林為主要的林地經營方式，所占的面積亦較大，其樹種多樣性僅略低於天然林，樣區林分內分布著各式不同徑級之林木，顯示其為多層次之林分，不乏各徑級之更新幼木，其林分整體構造完整，形成多樣且穩定性高的複層林結構。

多數森林經營主要目標樹種，例如番龍眼、檳榔、麵包樹及毛柿，其徑級結構呈反 J 字型（圖四），表示在現今之經營手法下，上述果樹及用材之更新、栽植、撫育與收穫間取得良好之平衡，即用材收穫並未過量，且林分內不乏各徑級之更新幼木；但欖仁舅、綠島榕及欖仁三種主要用材樹種，則明顯缺少10cm以下之小徑木（圖四），呈現更新不良之現象，有必要減少其用材使用量，並積極加強其更新作業。

整體而言，除少數用材樹種呈現幼樹過少之更新不良之現象外，達悟族之林業經營方式基本上符合現代林業經營所強調的生態經營法則及永續經營之精神。可見達悟族人在森林資源經營上，擁有永續利用的概念，對原始森林內的資源，不會恣意使用，造成資源的枯竭。

五、誌 謝

本研究承蒙林業試驗所恆春研究中心同仁及蘭嶼鄉民蘇瑞卿及王桂清先生協助現場調查及資料處理，兩位審查者給予本文寶貴建議，在此一併致謝。本文為「林業試驗所報告登記第 242 號」之送外發表報告。

六、引用文獻

- 川上瀧彌、佐佐木舜，1915。紅頭嶼植物目錄，台灣博物學會會報 5(22): 1-23。
- 王相華、鄭漢文、潘富俊，2000。蘭嶼雅美族之植物使用方式。國家公園學報 10(2): 228-248。
- 余光弘，1993。雅美人食物的分類及其社會文化意義。中央研究院民族研究所集刊 76: 21-42。
- 柳樞、楊遠波，1974。台灣附屬島嶼與本島植物區系之關係，中華林學季刊 7(4): 69-114。
- 陳玉美，1996。文化接觸與物資文化的變遷：以蘭嶼雅美族為例。中央研究院歷史語言研究所集刊 67: 415-444。

- 劉棠瑞、林則桐，1978。台灣天然林之群落生態研究(四)：蘭嶼植群與植相之研究，省立博物館科學年刊 21: 1-79。
- 鄭漢文，1996。雅美族之民俗植物。東台灣研究 1(1): 67-104。
- 鄭漢文、呂勝由，2000。蘭嶼雅美族民族植物，地景企業股份有限公司。268pp。
- 鄧博維、李振誥、張瑞麟，1995。蘭嶼安山岩體中節理之變異性分析，中國工程學刊 18(6)：787-799。
- 魏惠林、劉斌雄，1962。蘭嶼雅美族之社會組織。中央研究院民族研究所專刊之一。284 p。
- Holdridge, L. R., W. C. Grenke, W. H. Hatheway, T. Liang and J. A. Tosi. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones, Pergamon Press, Oxford.
- McCune B, M. J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, vers. 4. Gleneden Beach, OR: MjM Software Design.
- Shannon C.E., W. Weaver. 1949. The Mathematically Theoty of Community. University Illinois Press, Urbana, IL.
- Su, H. J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of natural forest in Taiwan. () A scheme of geographical climatic regions. Q J Chin For 18(3):33-44.

附錄一 調查樣區中紀錄之木本植物名錄

1. Pteridophyte 蕨類植物

1. Cyatheaceae 桫欏科

1. *Sphaeropteris lepifera* (Hook.) Tryon 筆筒樹

2. Dicotyledon 雙子葉植物

2. Anacardiaceae 漆樹科

2. *Mangifera indica* L. 芒果
3. *Rhus succedanea* L. 山漆
4. *Semecarpus cuneiformis* Blanco 鈍葉大果漆
5. *Semecarpus gigantifolia* Vidal 臺東漆

3. Apocynaceae 夾竹桃科

6. *Cerbera manghas* L. 海欖果
7. *Tabernaemontana dichotoma* Roxb. 蘭嶼馬蹄花
8. *Tabernaemontana divaricata* (L.) R. Br. ex Roem. 馬蹄花

4. Aquifoliaceae 冬青科

9. *Ilex crenata* Thunb. 假黃楊
10. *Ilex kusanoi* Hayata 草野氏冬青

5. Araliaceae 五加科

11. *Fatsia polycarpa* Hayata 臺灣八角金盤
12. *Osmoxylon pectinatum* (Merr.) Philipson 蘭嶼八角金盤
13. *Schefflera octophylla* (Lour.) Harms 鵝掌柴
14. *Schefflera odorata* (Blanco) Merr. & Rolfe 鵝掌藤

6. Boraginaceae 紫草科

15. *Ehretia dicksonii* Hance 破布烏
16. *Ehretia thyrsoiflora* (Sieb. & Zucc.) Nakai 厚殼樹

7. Capparidaceae 山柑科
17. *Capparis lanceolaris* DC. 蘭嶼山柑
8. Caricaceae 番木瓜科
18. *Carica papaya* L. 木瓜
9. Casuarinaceae 木麻黃科
19. *Casuarina equisetifolia* L. 木麻黃
10. Celastraceae 衛矛科
20. *Euonymus cochinchinensis* Pierre 交趾衛矛
11. Clusiaceae 金絲桃科
21. *Garcinia linii* C. E. Chang 蘭嶼福木
22. *Garcinia subelliptica* Merr. 福木
12. Combretaceae 使君子科
23. *Terminalia catappa* L. 欖仁
13. Daphniphyllaceae 虎皮楠科
24. *Daphniphyllum glaucescens* Bl. subsp. *oldhamii* (Hemsl.) Huang 奧氏虎皮楠
14. Ebenaceae 柿樹科
25. *Diospyros discolor* Willd. 毛柿
26. *Diospyros kotoensis* Yamazaki 蘭嶼柿
27. *Diospyros maritima* Blume 黃心柿
15. Elaeagnaceae 胡頹子科
28. *Elaeagnus triflora* Roxb. 菲律賓胡頹子
16. Elaeocarpaceae 杜英科
29. *Elaeocarpus argenteus* Merr. 腺葉杜英
30. *Elaeocarpus multiflorus* (Turcz.) F.-Vill. 繁花薯豆
31. *Elaeocarpus sphaericus* (Gaertn.) Schumann var. *hayatae* (Kanehira & Sasaki) Chang 球果杜英

17. Euphorbiaceae 大戟科

32. *Acalypha caturus* Blume 蘭嶼鐵莧
33. *Acalypha hontauyuensis* Keng 紅頭鐵莧
34. *Acalypha suirenbiensis* Yamamoto 花蓮鐵莧
35. *Antidesma pentandrum* Merr. var. *barbatum* (Presl) Merr. 枯里珍
36. *Bischofia javanica* Blume 茄苳
37. *Breynia officinalis* Hemsl. 紅仔珠
38. *Claoxylon brachyandrum* Pax & Hoffm. 假鐵莧
39. *Drypetes littoralis* (C. B. Rob.) Merr. 鐵色
40. *Excoecaria kawakamii* Hayata 蘭嶼土沉香
41. *Gelonium aequoreum* Hance 白樹仔
42. *Glochidion philippicum* (Cav.) C. B. Rob. 菲律賓饅頭果
43. *Glochidion zeylanicum* (Gaertn.) A. Juss. 錫蘭饅頭果
44. *Macaranga sinensis* (Baill.) Muell.-Arg. 紅肉橙蘭
45. *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg. 血桐
46. *Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell. -Arg. 野桐
47. *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell. -Arg. 粗糠柴
48. *Manihot esculenta* Crantz. 樹薯
49. *Melanolepis multiglandulosa* (Reinw.) Reich. f. & Zoll. 蟲屎
50. *Omalanthus fastuosus* F.-Vill. 圓葉血桐

18. Fabaceae 豆科

51. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡

19. Flacourtiaceae 大風子科

52. *Flacourtia rukam* Zoll & Merr. 羅庚果

20. Icacinaceae 茶茱萸科

53. *Gomphandra luzoniensis* (Merr.) Merr. 呂宋毛蕊木
54. *Gonocaryum calleryanum* (Baill.) Becc. 柿葉茶茱萸
55. *Nothapodytes nimmoniana* (Graham) Mablerley 青脆枝

21. Lauraceae 樟科

56. *Endiandra coriacea* Merr. 三蕊楠
57. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) Liao 大葉楠
58. *Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc. 紅楠

59. *Machilus zuihoensis* Hayata 香楠
60. *Neolitsea sericea* (Blume) Koidz. var. *aurata* (Hayata) Hatusima 金新木薑子
61. *Neolitsea villosa* (Blume) Merr. 蘭嶼新木薑子
22. Leeaceae 火筒樹科
62. *Leea guineensis* G. Don 火筒樹
63. *Leea philippinensis* Merr. 菲律賓火筒樹
23. Magnoliaceae 木蘭科
64. *Michelia compressa* (Maxim.) Sargent 烏心石
24. Malvaceae 錦葵科
65. *Hibiscus taiwanensis* Hu 山芙蓉
25. Melastomataceae 野牡丹科
66. *Astronia formosana* Kanehira 銹葉野牡丹
26. Meliaceae 楝科
67. *Aglaia chittagonga* Miq. 蘭嶼樹蘭
68. *Aglaia elliptifolia* Merr. 大葉樹蘭
69. *Chisocheton patens* Blume 蘭嶼擬堅木
70. *Dysoxylum cumingianum* C. DC. 蘭嶼柃木
71. *Dysoxylum leytnense* Merr. 大花堅木
27. Moraceae 桑科
72. *Artocarpus heterophyllus* Lam. 波羅蜜
73. *Artocarpus incisus* (Th.) L. F. 麵包樹
74. *Artocarpus xanthocarpus* Merr. 蘭嶼麵包樹
75. *Ficus ampelas* Burm. f. 菲律賓榕
76. *Ficus benjamina* L. 白榕
77. *Ficus caudato-longifolia* Sata 尖尾長葉榕
78. *Ficus cumingii* Miq. 對葉榕
79. *Ficus erecta* Thunb. var. *beeheyana* (Hook. & Arn.) King 牛乳榕
80. *Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume 水同木
81. *Ficus irisana* Elmer 澀葉榕
82. *Ficus pubenervis* Blume 綠島榕

83. *Ficus ruficaulis* Merr. 蘭嶼落葉榕
84. *Ficus variegata* Blume var. *garciae* (Elmer) Corner 幹花榕
85. *Ficus virgata* Reinw. ex Blume 島榕
86. *Morus australis* Poir. 小葉桑
28. Myristicaceae 肉豆蔻科
87. *Myristica ceylanica* A. DC. var. *cagayanensis* (Merr.) J. Sinclair 蘭嶼肉豆蔻
29. Myrsinaceae 紫金牛科
88. *Ardisia cornudentata* Mez 鐵雨傘
89. *Ardisia elliptica* Thunb. 蘭嶼紫金牛
90. *Ardisia sieboldii* Miq. 樹杞
30. Myrtaceae 桃金娘科
91. *Psidium guajava* L. 番石榴
92. *Syzygium paucivenium* (Robins.) Merr. 疏脈赤楠
93. *Syzygium simile* (Merr.) Merr. 蘭嶼赤楠
94. *Syzygium tripinnatum* (Blanco) Merr. 大花赤楠
31. Nyctaginaceae 紫茉莉科
95. *Pisonia umbellifera* (Forst.) Seem. 皮孫木
32. Oleaceae 木犀科
96. *Linociera ramiflora* (Roxb.) Wall. 紅頭李欖
97. *Osmanthus matsumuranus* Hayata 大葉木犀
33. Pittosporaceae 海桐科
98. *Pittosporum moluccanum* Miq. 蘭嶼海桐
34. Rosaceae 薔薇科
99. *Prunus grisea* (C. Muell.) Kalkm. 蘭嶼野櫻花
35. Rubiaceae 茜草科
100. *Lasianthus obliquinervis* Merr. 雞屎樹
101. *Morinda citrifolia* L. 檄樹
102. *Neonauclea reticulata* (Havil.) Merr. 欖仁舅

103. *Psychotria cephalophora* Merr. 蘭嶼九節木
104. *Psychotria rubra* (Lour.) Poir. 九節木
105. *Tarenna zeylanica* Gaertn. 錫蘭玉心花
106. *Timonius arboreus* Elmer 貝木
107. *Wendlandia luzoniensis* DC. 呂宋水錦樹
36. Rutaceae 芸香科
108. *Citrus aurantium* L. 來母
109. *Citrus grandis* Osbeck 柚
110. *Citrus limon* Burm. 檸檬
111. *Melicope semecarpifolia* (Merr.) T. Hartley 山刈葉
112. *Melicope triphylla* (Lam.) Merr. 假三腳蟹
113. *Murraya paniculata* (L.) Jack. var. *omphalocarpa* (Hayata) Swingle 長果月橘
114. *Zanthoxylum integrifoliolum* (Merr.) Merr. 蘭嶼花椒
37. Sabiaceae 清風藤科
115. *Meliosma rhoifolia* Maxim. 山豬肉
38. Sapindaceae 無患子科
116. *Pometia pinnata* Forst. 番龍眼
39. Sapotaceae 山欖科
117. *Palaquium formosanum* Hayata 大葉山欖
118. *Planchonella duclitan* (Blanco) Bakhuizen 蘭嶼山欖
119. *Pouteria obovata* (R. Br.) Baehni 山欖
40. Saxifragaceae 虎耳草科
120. *Hydrangea angustipetala* Hayata 狹瓣八仙花
121. *Hydrangea chinensis* Maxim. 華八仙
41. Staphyleaceae 省沽油科
122. *Turpinia formosana* Nakai 山香圓
42. Sterculiaceae 梧桐科
123. *Pterospermum niveum* Vidal 翅子木
124. *Sterculia ceramica* R. Br. 蘭嶼蘋婆

125. *Sterculia nobilis* R. Br. 蘋婆
43. Theaceae 茶科
126. *Eurya emarginata* (Thunb.) Makino 凹葉柃木
44. Ulmaceae 榆科
127. *Celtis philippensis* Blanco 菲律賓朴樹
45. Urticaceae 蕁麻科
128. *Dendrocnide meyeniana* (Walp.) Chew 咬人狗
129. *Leucosyke quadrinervia* Rob. 四脈麻
130. *Oreocnide trinervis* (Wedd.) Miq. 三脈紫麻
131. *Pipturus arborescens* (Link) C. Robinson 落尾麻
46. Verbenaceae 馬鞭草科
132. *Callicarpa dichotoma* (Lour.) K. Koch 紫珠
133. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花
134. *Clerodendrum philloppinum* Schauer 臭茉莉
135. *Premna obtusifolia* R. Br. 臭娘子
47. Vitaceae 葡萄科
136. *Cissus lanyuensis* (Chang) F. Y. Lu 蘭嶼粉藤
3. Monocotyledon 單子葉植物
48. Agavaceae 龍舌蘭科
137. *Dracaena angustifolia* Roxb. 番仔林投
49. Arecaceae 棕櫚科
138. *Areca catechu* L. 檳榔
139. *Cocos nucifera* L. 椰子
50. Poaceae 禾本科
140. *Bambusa pachinensis* Hayata 八芝蘭竹

Forest Management of Aborigines Tao in Lanyu (Botel Tabago) and Its Effects to Forest Structure and Species Composition

Title: Forest management of aborigines Tao

Hsiang-Hua Wang^{1,3}, Li-Wan Chang¹ and Yui-Ching Kao²

(Manuscript received 18 February 2003 ; accepted 20 June 2003)

ABSTRACT : According the ways of selective cutting and multiple species management, the forest of Lanyu (Botel Tabago) was well cared by aborigine Tao. Most of the systems of modern silviculture treatment including weeding, limbing, thinning and plantation were also well done by Tao. The structure of fruit production forest was simple, and their woody species diversity was low while compare to nature forest. However, the structure and woody species diversity of timber (for house and boat building) production forest were similar to nature forest which have multiple layers of vegetation profiles and high species diversity. The forest of Lanyu (Botel Tabago) was well management by Tao, and fitted the idea of sustainable management, although a few species, such as *Neonauclea reticulata*, *Ficus pubenervis*, and *Terminalia catappa* had fewer seedling and saplings in the sampled forestland.

KEYWORDS : Lanyu, Botel Tabago, Tao, forest management, ethnoecology

1. Heng Chun Station, Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture
2. Division of Forest Biology, Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture
3. Corresponding author