

# 臺灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立

## 結案報告

### Photosynthetic characteristics and site conditions of 50 native trees inhabited in low-elevation of Taiwan

委託單位：行政院農業委員會林務局

執行單位：國立屏東科技大學

研究主持人：郭耀綸

研究人員：陳海琳、楊雅萍、江雅惠、潘瑋婷、蔡國鐘

中華民國 101 年 11 月 1 日



林務局保育研究系列 10037 號

臺灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立 結案報告

研究主持人：郭耀綸

一〇一年十一月

## 行政院農業委員會林務局 100 年度委託研究計畫結案報告

- 計畫名稱： 臺灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立  
(英文名稱) Photosynthetic characteristics and site conditions of 50 native trees inhabited in low-elevation of Taiwan.
- 計畫編號： 100 林發-7.1-保-89
- 本年度計畫期間： 100 年 11 月 9 日至 101 年 10 月 31 日
- 計畫主持人： 郭耀綸
- 執行機關： 國立屏東科技大學

# 行政院農業委員會林務局 100 年度委託研究計畫結案報告

## 臺灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立

計畫主持人：國立屏東科技大學 森林系郭耀綸 教授

計畫編號：100 林發-7.1-保-89

### 摘要

本計畫目標為將臺灣南部低海拔原生樹種 50 種的耐陰性予以分類，建立臺灣原生樹種耐陰性名錄。研究方法為在屏東科技大學森林系苗圃，測定栽植在土壤中各樹種稚樹或苗木的光合作用性狀，以其光合潛力當作生理指標，並調查各樹種的天然更新苗在原生育地的光環境，由此兩項共同決定供試樹種的耐陰性類別。結果發現此 50 樹種的光合潛力範圍在  $34.3\sim 7.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間；光飽合點在  $1,950\sim 720 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍。本研究將耐陰性類別分為陽性先驅樹種、陽性樹種、中等耐陰偏陽性樹種、中等耐陰樹種及耐陰樹種等五類。陽性先驅樹種包括黃槿、山芙蓉、構樹、苦楝、相思樹、梧桐及血桐，光合潛力在  $26.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上。陽性樹種包括恆春皂莢、繖楊、欖仁、草海桐、克蘭樹、恆春厚殼樹、稜果榕、雀榕、茄冬及土沉香共 10 種，光合潛力為  $22.6\sim 24.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。中等耐陰偏陽性樹種有 15 種，包括樟樹、瓊崖海棠、臺灣海桐、無患子、海欖果、止宮樹、臺灣欒樹、恆春山枇杷、恆春石斑木、香楠、銀葉樹、月橘、大葉山欖、內荖子及樹青，光合潛力為  $17.0\sim 21.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。中等耐陰樹種包括恆春楨楠、棋盤腳、大葉楠、紅柴、蓮葉桐及土樟共 6 種，光合潛力為  $14.0\sim 16.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。耐陰樹種共 12 種，包括白樹仔、毛柿、小芽新木薑子、黃心柿、柿葉茶茱萸、臺灣梭羅木、象牙樹、恆春哥納香、恆春紅豆樹、鐵色、臺灣假黃楊及淡綠葉衛矛，光合潛力低於  $14 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。本研究也整理已有的文獻對各樹種耐陰性的記載，並描述現地調查各樹種天然更新苗生育地光環境的狀況，以及提供苗木照片。

關鍵詞：臺灣原生樹種、耐陰性類別、光合潛力、天然更新苗、生育地光環境

## 【Summary】

The objective of this project was to classify 50 native tree species in low elevation of southern Taiwan with regards to the shade tolerant abilities of these species, and establish a shade tolerance list for native tree species of Taiwan. We measured the photosynthetic characteristics of saplings or seedlings of each species at the nursery in National Pingtung University of Science and Technology. Using both photosynthetic capacity as physiological index and the light environment in the habitats for natural regeneration seedlings of each species, we could determine the shade tolerance type for each tested tree species. Results showed that the photosynthetic capacity of the 50 species were within the range of 34.3~7.7  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  with their light saturation points between 950~720  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . According to levels of their shade tolerant abilities, we classified the species into 5 groups, namely pioneer shade-intolerant species, shade-intolerant species, mid shade-tolerant sun species, mid shade-tolerant species, and shade-tolerant species. Pioneer shade-intolerant species had photosynthetic capacity above 26.0  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , including *Hibiscus tiliaceus*, *Hibiscus taiwanensis*, *Broussonetia papyrifera*, *Broussonetia papyrifera*, *Melia azedarach*, *Firmiana simplex*, *Macaranga tanarius*. Shade-intolerant species had photosynthetic capacity within the range of 22.6~24.6  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , including *Gleditsia rolfei*, *Thespesia populnea*, *Terminalia catappa*, *Scaevola sericea*, *Kleinhovia hospital*, *Ehretia resinosa*, *Ficus septica*, *Ficus superba* var. *japonica*, *Bischofia javanica*, and *Excoecaria agallocha*. Mid shade-tolerant sun species had photosynthetic capacity within the range of 17.0~21.9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , including *Cinnamomum camphora*, *Calophyllum inophyllum*, *Pittosporum pentandrum*, *Sapindus mukorossii*, *Cerbera manghas*, *Allophylus timorensis*, *Koelreuteria henryi*, *Eriobotrya deflexa*, *Rhaphiolepis indica* var. *Shilanensis*, *Machilus zuihoensis*, *Heritiera littoralis*, *Murraya paniculata*, *Palaquium formosanum*, *Lindera akoensis*, and *Planchonella obovata*. Mid shade-tolerant species had photosynthetic capacity within the range of 14.0~16.9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , including *Machilus obovatifolia*,

*Barringtonia asiatica*, *Machilus japonica* var. *kusanoi*, *Aglaia formosana*, *Hernandia nymphifolia*, and *Cinnamomum reticulatum*. Shade-tolerant species had photosynthetic capacity below  $14 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , including *Gelonium aequoreum*, *Diospyros philippensis*, *Neolitsea parvigemma*, *Diospyros maritime*, *Gonocaryum calleryanum*, *Reevesia formosana*, *Diospyros ferrea*, *Goniothalamus amuyon*, *Ormosia hengchuniana*, *Drypetes littoralis*, *Liodendron formosanum*, and *Euonymus pallidifolia*. We had also reviewed literatures about shade tolerance of each species, described habitat light environment for natural regeneration seedlings of each species, and provided pictures of the seedlings as well.

Keywords: Native tree species in Taiwan, shade tolerance types, photosynthetic capacity, natural regeneration seedlings, habitat light environment

## 目錄

摘要.....	1
目錄.....	4
圖表目錄.....	5
一、前言.....	6
二、研究目的.....	7
三、研究材料及方法.....	8
(一)試驗樹種.....	8
(二)生理活動測定.....	10
四、結果與討論.....	11
(一)光合作用性狀.....	11
(二)天然更新苗生育地光環境.....	21
(三)天然更新苗出現地點及光環境.....	43
(四)供試 50 樹種光資源及水資源棲位.....	47
五、建議.....	49
六、參考文獻.....	50
附錄.....	51
100 年度委託研究計畫「台灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立」期末報告審查會議紀錄.....	58

## 圖表目錄

圖 1. 供試 50 種臺灣原生樹種光合潛力、光飽和點、光補償點及暗呼吸率 4 項光 合作用性狀間的關係。.....	19
表 1. 本計畫測定的 50 種臺灣低海拔原生闊葉樹種名錄.....	8
表 2. 供試樹種中屬臺灣特有、特有且稀有，以及非特有但數量稀少之樹種名錄 .....	9
表 3. 供試 50 樹種的光合潛力、光飽和點、光補償點及暗呼吸率.....	11
表 4. 本研究 50 種樹種的耐陰性分級.....	16
表 5. 不同耐陰性功能群樹種光合作用性狀可能範圍.....	16
表 6. 供試樹種在原生育地天然更新苗出現地點及光環境.....	41
表 7. 本研究供試 50 種樹種在光資源及水資源棲位的配對.....	45

## 一、前言

根據 2002 年出版的臺灣植物誌第六卷記載，臺灣地區原生的喬木有 588 種，灌木有 420 種，分別佔原生植物總數(4,077 種)的 13.6%及 10.0%，其中全世界僅生育在臺灣，為臺灣特有種(endemic species)的喬木有 178 種，灌木 176 種，喬木灌木兩類木本植物特有種合計即有 354 種，此為臺灣獨特的生物多樣性資源，應視為國家重要的自然資產。臺灣特有或原生的樹種，過去學界對它們的研究多屬分類方面的探討，在植群生態方面近期才有國家植群圖製作計畫，完成各物種在臺灣大尺度分布的調查。然而，臺灣特有或原生的樹種在生態生理學方面的性狀，例如耐陰性、耐旱性、耐鹽性、耐淹水能力、耐風吹傷害能力、耐低溫或高溫能力、耐空氣污染、耐重金屬污染等耐性範圍的研究則極為有限。

以育林學最基礎的耐陰性而言，臺灣林學方面至今仍未建立造林樹種、行道樹或景觀樹種耐陰性等級的分類，市面上許多園藝書籍在描述臺灣原生景觀樹種的日照需求時，常以撰稿人的經驗來描述，而其記載常有錯誤，傳達不正確的訊息。造成此現象的原因，很可能是林業領域的專家學者至今尚未建立臺灣原生樹種耐陰性等級，完善而正確的資料。換句話說，臺灣林業界目前缺乏臺灣原生樹種的耐陰性名錄(Shade tolerance list of Taiwan native trees)，將各樹種的耐陰等級予以分類，例如分成非耐陰、中等耐陰、耐陰樹種等三類或更多類別，並將各類的樹種給予耐陰程度相對的排序。若能建立此臺灣原生樹種耐陰性名錄，則無論是培育苗木時考量是否需要遮陰，遮陰程度多少，或者在實施複層林營造時，各樹種栽植時間序列或空間配置上應如何安排，才有科學依據。然而臺灣原生樹種數量高達 588 種，分布在臺灣不同地區或不同氣候帶，要完成此項原生樹種耐陰性名錄，需要結合較多專家學者的參與，共同來完成此工作。因此，應該集合育林、分類及生態領域的專家學者，對臺灣原生樹種，尤其是臺灣特有且稀有的樹種，撰寫資料詳實的個論，描述各樹種生育地的環境特性，以及各樹種在生理學及生態學等方面的特性，供將來育苗、造林、園景樹栽植、區外保育或生態復育時之參考依據，提供育林學的最高指導原則：「適地適木」或「適地適種」，在樹木特性及適合的光環境方面的基礎知識。

## 二、研究目的

計畫主持人過去曾在屏東科技大學森林系苗圃，測定臺灣原生的 30 種闊葉樹種的氣體交換潛力(郭耀綸等，2002)，探討這 30 種樹種陽葉的光飽和光合作用率，藉以代表各樹種的光合潛力，並由實際測定的量化數據將這些樹種利用強光的能力予以分類，得知各樹種利用強光(相對的，即為耐陰能力)的排序。該研究建立了這 30 種臺灣原生樹種光合作用性狀的資料庫。在學理方面，由各樹種的光飽和光合作用率(光合潛力)數值，可供判斷該樹種屬耐陰或非耐陰樹種；而同屬上述任一類的樹種，又可由光合潛力的高低判斷其生長潛力的大小。各樹種光合作用性狀中的光飽和點，在學理上即為各樹種生理上忍受強光的上限，在實用上即可當作育苗時遮陰程度的重要依據，例如光飽和點為  $1,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  的樹苗，在育苗時需給予約 40% 的遮陰，光飽和點較低的樹種遮陰程度需更多。因此，建立臺灣原生樹種光合作用性狀的資料，可提供林業界在育苗時重要的光量管理的參考依據，在許多現代林業作業上，例如在複層林營造，或生態復育需考量樹種空間配置時，可依據各樹種光合作用性狀所顯現的光量耐性範圍，而給予符合「適地適木」原則的安排。

過去林學專家學者曾對少數造林樹種或景觀樹種的光合作用性狀做過測定，其中絕大多數的研究都是以盆栽樹苗為測定材料。然而，根據計畫主持人的研究，盆栽樹苗因為根系發育受限，植株生長較根系入土之植株生長緩慢，因而對光合產物的需求量遠低於栽植土中的植株，連帶的使盆栽樹苗的光合潛力較栽植樹苗低一半，國外的研究也證實此現象。因此，過去學者以盆栽苗測得的光合作用表現，多是低估各樹種的光合潛力。

本計畫目標為將臺灣低海拔原生樹種的耐陰性等級予以分類，建立臺灣原生樹種耐陰性名錄。此名錄可供林業實務工作在育苗作業、複層林營造、環境綠美化、生態復育等作業，考量不同樹種耐陰性時之重要參考依據。

為達成建立臺灣原生樹種耐陰性名錄的目標，本計畫從測定臺灣原生樹種的光合作用性狀，以及在野外調查各樹種生育地環境特性兩方面著手。光合作用性狀的測定，可顯現各樹種在遺傳上有效利用光資源的能力，可提供該樹種利用高光或忍受低光的耐陰能力量化指標。野外調查可顯現該樹種成樹、稚樹或苗木生育環境的光照條件，配合其他環境因子的現地狀況，可進

一步確認該樹種的耐陰性是屬於何種等級(陽性樹種、中等耐陰樹種、耐陰樹種)。

### 三、研究材料及方法

#### (一)試驗樹種

本年度計畫選定臺灣南部海拔 800 m 以下的 50 種原生闊葉樹種供測定。供試樹種主要分布於恆春半島，包括恆春西海岸(石珠、後灣)、墾丁高位珊瑚礁自然保留區、香蕉灣熱帶海岸林，以及臺灣低海拔地區較珍貴或廣泛分布的樹種。供試樹種依科別分述如表 1，其中以樟科及大戟科的林木分別選用 7 及 6 種較多，因為此兩科的樹種在臺灣南部低拔地區分布較多。本年度測定的 50 種樹種中，包括 7 種臺灣特有種，以及 9 種屬於臺灣特有且稀有的樹種(表 2)。此外，雖不是臺灣特有種，但因分布範圍侷限，或野外族群數量已極為稀少的樹種，也選用 10 種(表 2)。本年度測定的 50 種樹種，根據農委會印行的「臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑(I~III 冊)」(1996、1998)，在保育等級上列為「嚴重瀕臨絕滅」等級者，包括淡綠葉衛矛及恆春哥納香，屬於「瀕臨絕滅」等級者有繖楊及土沉香，屬「易受害」等級的樹種包括恆春皂莢、恆春楨楠、鐵色、蓮葉桐及恆春紅豆樹，這些樹種應優先受到重視。

表 1. 本計畫測定的 50 種臺灣低海拔原生闊葉樹種名錄

科名	種名及學名
桑科	1 構樹 <i>Broussonetia papyrifera</i> 2 稜果榕 <i>Ficus septica</i> 3 雀榕 <i>Ficus superba</i> var. <i>japonica</i>
番荔枝科	4 恆春哥納香 <i>Goniothalamus amuyon</i>
樟科	5 樟樹 <i>Cinnamomum camphora</i> 6 土樟 <i>Cinnamomum reticulatum</i> 7 內荖子 <i>Lindera akoensis</i> 8 大葉楠 <i>Machilus japonica</i> var. <i>kusanoi</i> 9 恆春楨楠 <i>Machilus obovatifolia</i> 10 香楠 <i>Machilus zuihoensis</i> 11 小芽新木薑子 <i>Neolitsea parvigemma</i>
蓮葉桐科	12 蓮葉桐 <i>Hernandia nymphiifolia</i>
金絲桃科	13 瓊崖海棠 <i>Calophyllum inophyllum</i>
海桐科	14 臺灣海桐 <i>Pittosporum pentandrum</i>
薔薇科	15 恆春山枇杷 <i>Eriobotrya deflexa</i> 16 恆春石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i> var. <i>Shilanensis</i>
豆科	17 相思樹 <i>Acacia confusa</i> 18 恆春皂莢 <i>Gleditsia rolfei</i> 19 恆春紅豆樹 <i>Ormosia hengchuniana</i>
大戟科	20 茄冬 <i>Bischofia javanica</i> 21 土沉香 <i>Excoecaria agallocha</i> 22 鐵色 <i>Drypetes littoralis</i> 23 白樹仔 <i>Gelonium aequoreum</i> 24 血桐 <i>Macaranga tanarius</i> 25 臺灣假黃楊 <i>Liodendron formosanum</i>
芸香科	26 月橘 <i>Murraya paniculata</i>
楝科	27 紅柴 <i>Aglaia formosana</i> 28 苦楝 <i>Melia azedarach</i>
無患子科	29 止宮樹 <i>Allophylus timorensis</i> 30 臺灣樂樹 <i>Koelreuteria henryi</i> 31 無患子 <i>Sapindus mukorossii</i>
衛矛科	32 淡綠葉衛矛 <i>Euonymus pallidifolia</i>
茶茱萸科	33 柿葉茶茱萸 <i>Gonocaryum calleryanum</i>
錦葵科	34 山芙蓉 <i>Hibiscus taiwanensis</i> 35 黃槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> 36 繖楊 <i>Thespesia populnea</i>
梧桐科	37 梧桐 <i>Firmiana simplex</i> 38 銀葉樹 <i>Heritiera littoralis</i> 39 克蘭樹 <i>Kleinhovia hospita</i> 40 臺灣梭羅木 <i>Reevesia formosana</i>
玉蕊科	41 棋盤腳 <i>Barringtonia asiatica</i>
使君子科	42 欖仁 <i>Terminalia catappa</i>
山欖科	43 大葉山欖 <i>Palaquium formosanum</i> 44 樹青 <i>Planchonella obovata</i>
柿樹科	45 象牙樹 <i>Diospyros ferrea</i> 46 黃心柿 <i>Diospyros maritima</i> 47 毛柿 <i>Diospyros philippensis</i>
夾竹桃科	48 海檬果 <i>Cerbera manghas</i>
紫草科	49 恆春厚殼樹 <i>Ehretia resinosa</i>
草海桐科	50 草海桐 <i>Scaevola sericea</i>

表 2. 供試樹種中屬臺灣特有、特有且稀有，以及非特有但數量稀少之樹種名錄

臺灣特有樹種	臺灣特有且稀有樹種	非臺灣特有但數量稀少之臺灣原生樹種
內荖子	土樟	恆春哥納香
大葉楠	小芽新木薑子	蓮葉桐
香楠	恆春楨楠	鐵色
山芙蓉	恆春紅豆樹	柿葉茶菜萸
恆春山枇杷	恆春石斑木	繖楊
白樹仔	恆春皂莢	棋盤腳
臺灣欒樹	淡綠葉衛矛	象牙樹
	臺灣假黃楊	毛柿
	臺灣梭羅木	止宮樹
		梧桐
合計 7 種	合計 9 種	合計 10 種

## (二)生理活動測定

供試 50 種樹種進行光合作用性狀測定的植株，都已經栽植在屏東科技大學森林系的苗圃，樹齡在 1 年至 5 年，高度在 30~300 cm 範圍。每個樹種測定 4 株，每株至少 2 片陽葉的光合作用性狀，由其中較佳的 4 個數值平均，代表該樹種的該光合作用性狀。

為獲得各樹種能發揮遺傳潛力的生理數據，本研究需在氣溫、相對濕度、土壤水分及太陽輻射等環境條件適宜植株生理活動的條件下進行測定。上述適宜的環境條件通常是發生在每日上午的時段，接近中午時常有溫度過高，相對濕度過低，使氣孔關小及產生光合作用光抑制等情況。因此本研究生理測定是於屏東地區的雨季，於上午 6:30~10:00 進行。使用之儀器為 LI-6400 光合作用測定系統，CO<sub>2</sub> 設定 400 μl L<sup>-1</sup>，相對濕度 70~80%，葉溫設定在 28°C。本研究 50 種樹種由經驗認知其耐陰能力不同，進行生理測定時若為陽性樹種則先照以 1,000 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> 的光量，待淨光合作用率達穩定後記錄數據，再將光量依序提高 200 μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>，若某光量級測得的淨光合作用率不比前次光量級高，甚或降低，則結束該葉片的量測。將該葉片測得的最大淨光合作用率數值乘以 95%，所得數值即為該葉片的光飽和光合作用率(A<sub>sat</sub>)，而該數值所對應的光量即為光飽和點。若測定的樹種經

驗上判定為耐陰種，則起始的光量級由  $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  開始，依序提高  $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。此外，在  $50 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  以下的光量進行光反應測定，可求得該葉片的光補償點及暗呼吸率。

本研究每個樹種至少測定 4 株，每株 1~2 個葉片，然而實際測定時常因所選植株葉片的氣孔導度太低，致淨光合作用率偏低而放棄，另選植株或在不同日期再行測定，因此大多數樹種都是在不同的測定日共測定 4~6 株，在 10 個以上的數據中選取各光合作用數值變異係數(coefficient of variation)能控制在 10% 以下的 4 個較大的數值供分析。目前已經針對本年度供試 50 種樹種樹苗完成成光合潛力的測定，並已在恆春西海岸(後灣、下水岬、貓鼻頭、石珠)、墾丁高位珊瑚礁森林、香蕉灣熱帶海岸林、溪仔口、里德、社頂、赤牛嶺、瑪家鄉涼山等處，調查供試樹種天然更新苗及稚樹在原生地的光環境，可由各樹種的光合潛力及天然更新樹苗發生的光照程度，共同來判斷其耐陰性程度與適應範圍。

#### 四、結果與討論

##### (一)光合作用性狀

已完成本計畫 50 種臺灣原生低海拔闊葉樹種陽葉的光合作用性狀測定。所有樹種的光合潛力(光飽和光合作用率)的數值在  $34.3\sim 7.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  範圍；光飽和點在  $1,950\sim 720 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  範圍；光補償點介於  $33.1\sim 6.4 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  之間；暗呼吸率則在  $2.90\sim 0.28 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  範圍(表 3)。此 50 種測定光合作用性狀的樹種，均是栽植在屏科大森林系苗圃土壤中的植株，都不是盆栽植株。然而，測定的樹種中，淡綠葉衛矛苗木生長不佳，因此該樹種在表 3 的數值，為在貓鼻頭停車場現地，測定林緣野生植株所得，四項光合作用性狀的數值均為所有供試樹種中最低者，測定的葉片雖在林緣，但可能不是陽葉，因此其光補償點與暗呼吸率有偏低的表現。若不考慮此樹種，其餘 49 種四項光合作用性狀最大值與最小值的差異，在光合潛力方面相差 3.7 倍( $34.3/7.7$ )，光飽和點相差 2.0 倍( $1950/970$ )，光補償點有 2.9 倍的差異( $33.1/11.3$ )，在暗呼吸率方面則有 5 倍的差異( $2.90/0.58$ ) (表 3)。

表 3. 供試 50 樹種的光合潛力、光飽和點、光補償點及暗呼吸率(mean±SE, n=4)

樹種	光合潛力	光飽和點	光補償點	暗呼吸率	更新苗光環境
	( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	( $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	
黃槿	34.3±0.7	1920±57	33.1±0.1	2.70±0.06	林緣、林外
山芙蓉	34.0±0.4	1950±50	27.1±0.7	2.55±0.05	林緣、林外
構樹	32.8±0.8	1660±41	30.9±0.3	2.90±0.07	林緣、林外
苦楝	31.4±0.7	1780±52	30.3±0.4	2.45±0.07	林緣、林外
相思樹	31.3±0.8	1730±14	25.4±0.7	2.66±0.08	路邊、林外
梧桐	26.3±0.8	1690±35	22.8±0.8	1.95±0.07	林緣、林外
血桐	26.1±0.5	1700±66	25.6±0.5	2.14±0.04	大孔隙、林外
恆春皂莢	24.6±0.8	1700±15	23.5±0.7	1.81±0.01	孔隙、林緣
繖楊	23.8±0.8	1570±13	23.8±0.1	2.04±0.02	林緣
欖仁	23.8±0.1	1560±37	24.3±0.7	1.92±0.04	孔隙、林緣
草海桐	23.6±0.5	1480±64	24.2±0.5	2.19±0.06	濱海林緣林外
克蘭樹	23.4±0.7	1600±17	23.0±0.8	1.87±0.04	林緣、林外
恆春厚殼樹	23.3±0.3	1590±16	21.9±0.3	1.73±0.02	林緣、林外
稜果榕	23.3±0.6	1480±13	24.8±0.9	2.07±0.04	孔隙、林外
雀榕	22.7±0.6	1490±52	23.6±0.2	1.75±0.06	孔隙、林外
茄冬	22.7±0.1	1510±50	22.9±0.8	1.68±0.08	孔隙、林緣
土沉香	22.6±0.2	1350±38	22.7±0.3	2.04±0.03	林緣、林外
樟樹	21.4±0.1	1460±17	21.6±0.2	1.62±0.02	孔隙、林緣
瓊崖海棠	20.4±0.5	1370±9	20.2±0.3	1.76±0.01	孔隙、林緣
臺灣海桐	19.7±0.8	1400±45	20.8±0.5	1.67±0.05	林內林緣林外
無患子	19.5±0.7	1380±54	21.9±0.3	1.65±0.04	孔隙、林緣
海欖果	19.5±0.4	1300±60	21.1±0.5	1.68±0.01	濱海林緣
止宮樹	19.5±0.1	1460±17	20.3±0.5	1.90±0.01	濱海林緣、林外
臺灣欖樹	19.3±0.6	1340±44	22.3±0.4	1.64±0.05	林緣、林外
恆春山枇杷	19.0±0.5	1340±74	17.7±0.5	1.74±0.04	孔隙、礁岩頂
恆春石斑木	18.1±0.3	1110±28	19.4±0.1	1.76±0.04	孔隙、山壁
香楠	18.1±0.9	1480±19	18.4±0.4	1.41±0.03	林內、林緣
銀葉樹	18.0±0.2	1350±42	17.9±0.3	1.35±0.04	孔隙、林緣
月橘	17.8±0.5	1210±9	17.1±0.7	1.17±0.06	林內孔隙林緣
大葉山欖	17.6±0.2	1170±72	17.0±0.1	1.29±0.02	林內、林緣
內荳子	17.6±0.3	1350±16	14.6±0.3	1.28±0.04	林緣、林外
樹青	17.4±0.3	1400±34	18.3±0.7	1.30±0.02	林內林緣、林外
恆春楨楠	16.4±0.7	1230±48	16.9±0.2	1.24±0.03	林內、林緣
棋盤腳	16.1±0.1	1340±64	16.1±0.8	1.64±0.04	林內、林緣
大葉楠	15.5±0.8	1190±61	15.2±0.4	1.14±0.03	林內、孔隙
紅柴	15.3±0.2	1110±59	15.4±0.5	1.20±0.03	林內林緣礁頂
蓮葉桐	14.8±0.2	1100±66	15.7±0.7	1.17±0.04	林內、林緣
土樟	14.7±0.2	1060±19	15.0±0.4	1.04±0.05	孔隙、林緣
白樹仔	12.9±0.1	1130±28	13.5±0.5	1.19±0.01	林內林緣林外
毛柿	12.3±0.2	1050±18	12.0±0.2	1.09±0.01	林內
黃心柿	12.2±0.2	1140±43	11.7±0.5	1.10±0.05	林內
小芽新木薑子	12.2±0.1	1050±27	13.3±0.2	1.20±0.01	林內、孔隙
柿葉茶葉莢	11.8±0.2	820±42	13.9±0.3	0.99±0.04	林內
臺灣梭羅木	11.7±0.8	1000±33	13.9±0.3	1.22±0.03	孔隙
象牙樹	11.1±0.3	930±52	11.5±0.6	1.14±0.04	林內
恆春哥納香	9.9±0.4	950±35	12.8±0.2	1.03±0.04	林內
恆春紅豆樹	9.5±0.1	980±7	12.2±0.3	0.78±0.01	林內、孔隙
鐵色	9.5±0.1	900±28	12.8±0.3	0.94±0.01	林內
臺灣假黃楊	9.2±0.1	970±43	9.2±0.3	0.70±0.04	林內
淡綠葉衛矛	7.7±0.2	720±39	6.4±0.1	0.89±0.03	林內

本研究最主要目的，是要比較供試樹種在遺傳上光合作用能力的差異，並嘗試藉能指示各樹種代表生產力的光合作用性狀-光飽和光合作用率，亦即光合潛力，來當作各樹種對光環境的耐性，即耐陰性的生理指標，可獲得具有學理根據，判斷的不同樹種耐陰性的量化標準，由此建立臺灣原生樹種耐陰性等級名錄。本研究測得 50 種臺灣原生樹種陽葉的光合潛力最高的 2 個樹種，均是錦葵科的林木，分別為黃槿與山芙蓉，其光合潛力都在  $34.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上。此外，構樹、苦楝及相思樹的光合潛力也在  $30.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上，這 5 種的光合潛力極高。除了上述 5 種，光合潛力在  $20.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上的樹種共有 14 種，以梧桐及血桐較高(表 3)。光合潛力介於  $15.0\sim 20.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的樹種有 17 種，在  $10.0\sim 15.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的計有 9 種，而光合潛力較低，在  $10.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以下的有 5 種，包括恆春哥納香、恆春紅豆樹、鐵色、臺灣假黃楊及淡綠葉衛矛。

在光飽和點方面，供試 50 樹種此性狀在  $1,500 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上的有 13 種，以黃槿、山芙蓉最高，分別為 1,920 及 1,950  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (表 3)。光飽和點介於  $1,300\sim 1,490 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間的數種計有 17 種，在  $1,000\sim 1,290 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍的樹種有 13 種，而光飽和點低於  $1,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的只有 7 種(表 3)。某樹種的光飽和點，在光合作用生理學的學理上，代表該樹種能利用可見光波長範圍的光強度，光強度超過此光飽和點，該植物的淨光合作用率也不會提高，形成光資源的浪費。因此，某樹種的光飽和點即代表該樹種光合作用機構能夠利用的高光上限，此數值越高，表示該樹種對高光資源的利用效率越高，不會浪費光能。在育林作業的操作上，可參考各樹種的光飽和點數值來調整育苗時照光程度或遮陰程度的大小。例如在晴天時，陽光的光照強度約在  $1,400\sim 1,600 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，只有在夏日中午直射光照下才會達到  $2,000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的極度高光。因此培育需光性高的陽性樹種苗木時，可不必施以人工遮陰。若是培育不能忍受直射強光的耐陰性樹苗，則可根據該樹種的光飽和點，調整人工遮陰設施(不同透光率的遮陰網或陰棚)的入射光照。例如光飽和點在  $1,000\sim 1,200 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的樹種，苗木可置於相對光量 60~80% 的遮陰設施下培育；若苗木的光飽和點為  $800\sim 900 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，則可培育在相對光量 50~60% 的遮陰設施下。

本研究供試 50 樹種的光合作用光補償點，在  $25.0 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  以上者，共有 6 種，在  $20.0\sim 24.9 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  範圍者有 18 種，在  $15.0\sim 19.9 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  者有 12 種，在  $10.0\sim 14.9 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  的樹種有 13 種，而淡綠葉衛矛測定的葉片可能是陰葉，光補償點低至  $6.4 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (表 3)。光補償點所代表的生理意義為該植物光量低至何種臨界值，其淨光合作用率會等於零。以黃槿為例，當環境的光照在  $33.1 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  時，此樹種所接受到的光量，所能提供光合機構固定  $\text{CO}_2$  的速率，剛好等於葉片因呼吸作用釋放出  $\text{CO}_2$  的速率，因此該葉片的淨光合作用率等於零；若光量再減弱，則葉片固定  $\text{CO}_2$  的速率會低於釋放  $\text{CO}_2$  的速率，在此時條件下該葉片的淨光合作用率會是負值。光補償點是植物的光合作用性狀之一，在 30 年前植物生理學界常以此數值當作植物耐陰性的指標。然而，光補償點與暗呼吸率容易受大氣溫度的影響，若大氣溫度較高，此數值也會提高，變異較大，不適合當作樹種間耐陰性良好的生理指標，但光補償點的高低會隨著該樹種的其他光合作用性狀有相同的改變趨勢。

在暗呼吸率方面，除了淡綠葉衛矛，本研究 49 種樹種陽葉的暗呼吸率在  $2.00 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  以上者，計有 10 種，以構樹  $2.90 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  最高(表 3)。暗呼吸率在  $1.50\sim 1.99 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  者有 17 種，在  $1.00\sim 1.49 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  者有 18 種，只有 4 種的暗呼吸率低於  $1.00 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (表 3)。暗呼吸率是指當葉片處於無照光的黑暗條件下，所有細胞為了維持生命而進行呼吸作用(代謝)所釋出的  $\text{CO}_2$  量。暗呼吸率本身是樹種基礎的遺傳性狀，理論上此數值的高低與各樹種的耐陰性有相關，但因呼吸作用會隨溫度而有較大的改變，不是一個固定或穩定的生理表現，不適合當作耐陰性穩定的生理指標。

本研究目的為藉不同樹種的光合作用性狀來當作各樹種耐陰性的生理指標，而本研究測定的 4 項光合作用性狀中，光合潛力為該植物遺傳上固定  $\text{CO}_2$  速率的最大能力，與植物的生產力有直接相關，可當作植物利用光能製造碳水化合物的潛力，因此是指示各樹種耐陰程度合適的生理指標。然而，要將臺灣原生樹種依其光合潛力來分群，必須有適合的切分點來作區分的準則，而由表 3 各樹種光合潛力的數據來看，該數值是呈梯度的連續變化，很難在何處做區別耐陰性等級的切分點。本研究的解決方法，是依各樹種在野

外天然更新苗出現的光環境，配合光合潛力數據(表 3)，合併起來當作判斷的切分點。在此考量下，本研究將供試 50 種樹種的耐陰性分為五個功能群，分別為陽性先驅樹種、陽性樹種、中等耐陰偏陽性樹種、中等耐陰樹種、耐陰樹種等五類。第一類「陽性先驅樹種」具有最高的光合潛力，能在野外強光裸地完成天然更新，新生苗木藉著旺盛的光合潛力迅速累積生物量，因此可快速長高，競爭贏過其他生長較慢的樹種，可成為干擾地次生林主要的樹種。本研究黃槿、山芙蓉、構樹、苦楝、相思樹及血桐均具有上述特性。因此，光合潛力在  $26.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  的樹種均可歸為此類耐陰性功能群。梧桐在野外很少見到成樹及天然更新苗，為臺灣稀有樹種(表 2)，其光合潛力為  $26.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，屬此類功能群範圍，故將其列為此功能群樹種之一。陽性先驅樹種的光飽和點在  $1,600\sim 1,950 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間，光補償點則在  $23\sim 33 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，暗呼吸率則在  $2.0\sim 3.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間(表 5)。

第二類耐陰性功能群為「陽性樹種」，其天然更新苗生長的光環境可包括光照較高的森林邊緣及林外裸地，具有僅次於陽性先驅樹種的光合潛力。本研究將此功能群的光合潛力下限，訂為  $22.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，主要考量是以樟樹做分界。野外觀察及文獻記載均顯示樟樹小苗可耐陰，在野外強光裸地卻少見本樹種的天然更新苗，因此將光合潛力高於樟樹的土沉香列為陽性樹種的最下限。本研究屬於陽性樹種者共有 10 種，包括恆春皂莢、繖楊、欖仁、草海桐、克蘭樹、恆春厚殼樹、稜果榕、雀榕、茄冬及土沉香。這些樹種的光合潛力在  $22.6\sim 24.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，光飽和點大多在  $1,350\sim 1,600 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，只有恆春皂莢較此範圍高；光補償點變異程度較小，在  $22\sim 25 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間，而暗呼吸率約在  $1.7\sim 2.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間(表 5)。

第三類耐陰性功能群樹種為「中等耐陰偏陽性樹種」。此類樹種的天然更新苗可在較高光的環境建立，但天然更新苗通常在中等光照的環境，例如林內有孔隙之處，或在森林邊緣，一天中有幾小時直射光照的環境，較常出現。本研究屬於此類的樹種最多，共有 15 種，包括樟樹、瓊崖海棠、臺灣海桐、無患子、海欖果、止宮樹、臺灣欒樹、恆春山枇杷、恆春石斑木、香楠、銀葉樹、月橘、大葉山欖、內荖子及樹青。此類樹種的光合潛力介於

17.0~21.9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間，光飽和點約在 1,200~1,450  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，只有恆春石斑木較低；光補償點在 17~22  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，內荖子為例外；暗呼吸率則在 1.2~1.8  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間(表 5)。此類 15 種樹種中的恆春山枇杷及恆春石斑木，可長在高位珊瑚礁岩頂部或山壁上光照較強處，而臺灣海桐及樹青的天然更新苗可在林內、林緣及林外，三種光環境出現，耐陰幅度較廣。

耐陰性功能群第四類為「中等耐陰樹種」，包括恆春楨楠、棋盤腳、大葉楠、紅柴、蓮葉桐及土樟共計 6 種。本類樹種的天然更新苗可耐陰，都可在林內建立，但在照光較高的孔隙環境或林緣，較常建立天然更新植株。此類樹種的光合潛力在 14.0~16.9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，光飽和點多在 1,000~1,300  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光補償點多在 15~17  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間，中等耐陰樹種的暗呼吸率在 1.0~1.3  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間(表 5)。

第五類耐陰性功能群為「耐陰樹種」。本類樹種包括白樹仔、毛柿、小芽新木薑子、黃心柿、柿葉茶茱萸、臺灣梭羅木、象牙樹、恆春哥納香、恆春紅豆樹、鐵色、臺灣假黃楊及淡綠葉衛矛共 12 種。這些樹種的天然更新苗大多只出現於鬱閉的森林內，只有小芽新木薑子、臺灣梭羅木、恆春紅豆樹的小苗，也可在孔隙發現，而白樹仔更新苗的耐性較廣，在林緣及林外偶可見之。此類功能群樹種的光合潛力最低，介於 7.7~12.9  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  之間，光飽和點在 700~1150  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，光補償點在 6~14  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，暗呼吸率則在 0.5~1.2  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍(表 5)。本研究只有淡綠葉衛矛是測定貓鼻頭停車場位處林緣的野生植株，可能是因測定的葉片不是陽葉，致光合作用性狀較其他供試樹種低甚多。目前已另尋得本樹種健全的苗木，栽植在屏科大森林系苗圃，可供它日再測定其陽葉的光合作用性狀。

綜合上述結果，本研究五種耐陰性分類的生態與生理依據，以及各類樹種在苗圃育苗時作業的適用方法歸納整理如下：

#### (1)陽性先驅樹種

不能在森林內低光環境天然更新，只能在有直射光照的裸露地長出小苗。尤其是當原有森林的樹冠遭受干擾破壞，或有崩塌地形成時，這些喜歡強光的樹種會快速出現，形成次生林。此類樹種的光合潛力極高，生長

快速，通常也有較高的耐旱能力。苗圃育苗時小苗應在全日照環境培育，不必遮陰。

## (2)陽性樹種

不能在森林內低光環境天然更新，通常在空曠的裸露地，或森林邊緣日照較高處長出更新樹苗。這些樹種在干擾地或崩塌地競爭能力不如陽性先驅樹種，不會成為次生林主要的樹種，但仍具有較高的光合潛力，生長速度快。苗圃育苗時小苗應在全日照環境培育，不必遮陰。

## (3)中等耐陰偏陽性樹種

天然更新苗可在有部份遮陰或沒有遮陰的裸露地出現。苗圃育苗在種子發芽階段及培育 10 公分以內幼苗時，給予 60%透光率的輕度遮陰保護，小苗會有較佳的生長；較大的樹苗可忍受高光不必遮陰，或培育在半日照環境生長較佳。

## (4)中等耐陰樹種

在野外通常於森林內天然更新，高光裸露地幼苗較難生存。幼苗能忍受低光，但在中等光照環境生長較佳。光合潛力不高，生長速度中等。苗圃育苗時小苗需要遮陰保護，可在透光率 60%的陰棚下育苗，較大的樹苗可培育在光量較低的半日照環境。

## (5)耐陰樹種：

在野外通常於森林內天然更新，幼苗能忍受低光。在低光的森林內樹苗雖長不大，但可存活許多年，在高光裸露地幼苗則無法生存。光合潛力最低，生長速度緩慢。苗圃育苗時小苗需要遮陰保護，育苗期全程都需要保護，應在透光率 40%的陰棚下育苗。

表 4. 本研究 50 種樹種的耐陰性分級

耐陰性分級	樹種
陽性先驅樹種	黃槿、山芙蓉、構樹、苦楝、相思樹、梧桐、血桐
陽性樹種	恆春皂莢、繖楊、欖仁、草海桐、克蘭樹、恆春厚殼樹、稜果榕、雀榕、茄冬、土沉香
中等耐陰偏陽樹種	樟樹、瓊崖海棠、臺灣海桐、無患子、海檬果、止宮樹、臺灣欒樹、恆春山枇杷、恆春石斑木、香楠、銀葉樹、月橘、大葉山欖、內荖子、樹青
中等耐陰樹種	恆春楨楠、棋盤腳、大葉楠、紅柴、蓮葉桐、土樟
耐陰樹種	白樹仔、毛柿、黃心柿、小芽新木薑子、柿葉茶茱萸、臺灣梭羅木、象牙樹、恆春哥納香、恆春紅豆樹、鐵色、臺灣假黃楊、淡綠葉衛矛

表 5. 不同耐陰性功能群樹種光合作用性狀可能範圍

功能群	光合潛力 ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	光飽和點 ( $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	光補償點	暗呼吸率 ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
陽性先驅樹種	26.0~34.5	1600~1950	23~33	2.0~3.0
陽性樹種	22.0~25.9	1350~1600	22~25	1.7~2.2
中等耐陰偏陽性樹種	17.0~21.9	1200~1450	17~22	1.2~1.8
中等耐陰樹種	14.0~16.9	1000~1300	15~17	1.0~1.3
耐陰樹種	<14.0	700~1150	6~14	0.3~1.2

分析 50 種供試樹種四項光合作用性狀彼此間的關係，發現此四項性狀彼此間都有極顯著( $P < 0.001$ )直線正相關(圖 1)，尤其是各樹種光合潛力分別與光飽和點、光補償點及暗呼吸率三項性狀，各別直線迴歸的決定係數( $r^2$ )都高達 0.90 以上，而光補償點與暗呼吸率間直線迴歸式的決定係數也可達 0.89，顯示，這些光合作用性狀關係極為密切，只有光飽和點與暗呼吸率的決定係數較低( $r^2 = 0.7912$ )，但其相關性仍屬極顯著正相關。上述迴歸分析的迴歸式可用來預測其它待測定樹種的光合作用性狀，亦即只要測得其中一項參數，則可藉這些已建立的迴歸式去預測其它三項光合作用性狀。

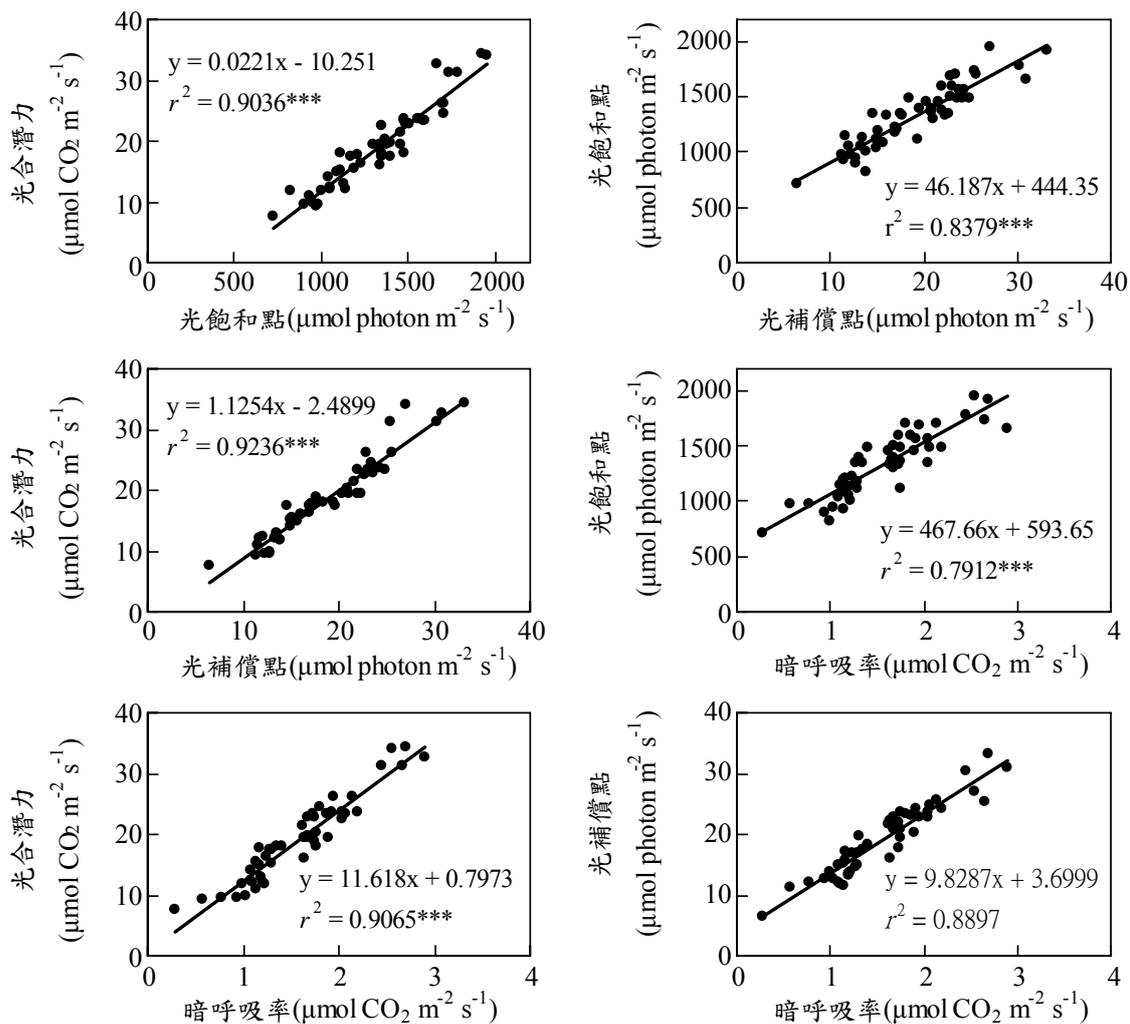


圖 1. 供試 50 種臺灣原生樹種光合潛力、光飽和點、光補償點及暗呼吸率 4 項光合作用性狀間的關係。

本研究在測定各樹種光合作用性狀時，經驗到測定日前一、二天是否有降雨及降下的雨量多寡，對當天植物光合作用的表現有很大的影響。例如 2012 年 8 月 17 日測定止宮樹，測定前二日屏東的累積雨量只有 1.5 mm，當日測得之光合潛力為  $11\sim 15 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，暗呼吸率  $-1.9 \sim -2.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。之後 2 天有雨，累積雨量為 91.5 mm，在 8 月 20 日上午測得光合潛力提高至  $18\sim 19 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，暗呼吸率  $-1.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。由此可見，測定日前一天是否降雨或降雨量多寡，是會影響光合潛力的表現。

若測定日的前一天有明顯降雨，而測定日是晴天，則供試植物的氣孔導度可達  $300 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上，甚至超過  $1000 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在此微環境條件下能測得最佳的光合潛力。在晴日時光量多在  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以上，在

10:30 後氣溫會升到 35°C 以上，相對濕度則會降至 50% 以下，在此種強光、高溫、大氣相對濕度低綜合影響下，植物的氣孔導度常會降至  $100 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以下，若低於  $80 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，表示該葉片的氣孔未張開，致使光合作用率明顯降低，約在上午 10:30 即被迫結束測定。測定日若是陰天，則測定光合作用性狀的時間可以延長至 11:30，陰天不適合測定林木的光合潛力，但仍可測定暗呼吸率與光補償點。根據現地測定的經驗，整理適合及不適合測定光合作用之氣象條件說明如下：

#### 1. 適宜測定的天候

前一日或當日黎明前有 10 mm 以上的降雨，測定日當天上午為晴天，陽性樹種可測至 10:30，耐陰樹種可測至 9:30 或 10:00。測定日上午為晴時多雲或晴後轉陰，陽性樹種可測至 11:30，耐陰樹種可測至 10:30。

#### 2. 不適合測定的天候

- (1) 測定日為陰天，雖前一日有下雨，仍不宜測定高光條件下的光合潛力，但可測定光補償點及暗呼吸率。
- (2) 有 3 天以上無降雨，無論測定日當天天候狀況如何，均不適宜測定所有光合作用性狀，因為大氣濕度太低，氣孔會明顯關小。
- (3) 雨天不宜測定，儀器會因潮濕而損壞。

## (二)天然更新苗生育地光環境

本計畫調查的 50 種臺灣原生闊葉樹種，對光資源的耐性範圍，依據專家學者的相關文獻，以及計畫主持人在恆春半島各樹種原生育地調查的結果，彙整如下。參考的相關文獻共計 13 種，如下所述。

1. 王志強等撰 (2010) 青青西拉雅：國家風景區植栽建議手冊。西拉雅風景區管理處出版，349 頁。
2. 王相華、呂勝由、馬復京 (1994) 墾丁森林遊樂區恆春熱帶植物園常見植物。林業試驗所恆春分所編印，64 頁。
3. 呂勝由、林明志，1996，臺灣稀有及瀕危植物之分級 彩色圖鑑(I~III)。行政院農業委員會。163 頁。
4. 呂福原、歐辰雄、呂金誠 (2000) 臺灣樹木解說 1-5 冊。行政院農業委員會出版，國立中興大學森林系編印。
5. 李明仁主編 (2010) 育林實務手冊。行政院農業委員會林務局發行，349 頁
6. 林文鎮 (1992) 臺灣名花木解說。中華林學叢刊 926 號，99 頁。
7. 張榮財 (1976) 本省常見觀賞樹木生育特性簡介。屏東農專森林會報，第 18 期 33~43 頁。
8. 郭寶章 (1989) 育林學各論。國立編譯館出版，503 頁。
9. 陳玉峯 (1984) 鵝鑾鼻公園植物與植被。墾丁國家公園管理處出版，122 頁。
10. 陳玉峯 (1985) 墾丁國家公園研究論叢之一墾丁國家公園海岸植被。墾丁國家公園管理處出版，263 頁。
11. 章錦瑜 (2007) 景觀樹木觀賞圖鑑。晨星有限公司出版，447 頁。
12. 游以德、陳玉峰、吳盈 (1990) 臺灣原生植物彩色圖鑑。上、下冊。淑馨出版社，441 頁。
13. 賴明洲 (1987) 臺灣原生景觀樹木植栽手冊。交通部觀光局出版，204 頁。

樹種個論以【文獻記載】為相關文獻之敘述，括號內之數字為該文獻之編號。本研究之現地觀察及各樹種耐陰性之分類結果，以【本研究觀察】置於文字說明之前。供試 50 樹種天然更新苗之現地照片如附圖。

## 1. 構樹

### 【文獻記載】

(4-3)產臺灣全島平地。分布於華中、華南、日本、馬來、太平洋諸島。

(5)落葉中喬木。適栽植於全台海拔 800 m 以下，耐陰性為陽性。

(8, 11)於臺灣全島 1,500 m 以下之溫暖濕潤地，為一喜光性樹種。

(13)陽性樹，樹性強健，生長迅速，抗風力強，萌芽力強。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $32.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1660 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長於全台海岸至平原、丘陵崩塌、乾燥荒廢地，在恆春西海岸次生林與外來種銀合歡混生，林緣、裸地高光處天然更新苗眾多，能形成小片次生純林。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

## 2. 椴果榕

### 【文獻記載】

(1)常綠小喬木，臺灣平地至 600 m 之海岸灌叢、次生林，適於強日照環境。

(4-3)產臺灣全島平地及山麓叢林。分布瓜哇至小笠原、琉球。生長快速。

(9)小喬木，平地次生林、荒廢地之先驅植物，為不耐陰樹種。在恆春從海岸林投灌叢帶之後的平地，至低海拔山麓均可存在。

(11)成株需強日照，但幼株頗耐陰。

(13)陽性樹，樹性極強，生長迅速，抗風力強，耐潮，萌芽力強。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $23.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1480 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。天然更新苗可在高光環境及中度遮陰的潮濕生育地生長，萌芽力強，生長快速，根系旺盛。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

## 3. 雀榕

### 【文獻記載】

(1)落葉大喬木，臺灣平地~1,000 m 之闊葉林及次生林，適於強日照環境。

(4-3)產臺灣全島平地及山麓。分布華南、日本、琉球至東南亞。

(9)落葉性大喬木，一年可落葉數次，本省低海拔常見。

(11)成樹栽培處需日照良好，幼樹耐陰。

(12)生長於亞熱帶次生林或原始闊葉林，適宜強光照環境。

(13)陽性樹，樹性強健，生長快速，抗風，耐潮，耐陰。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $22.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1490 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。藉動物傳播榕果，可在高位珊瑚礁頂端、礁岩中坡，牆壁、屋頂上或其它樹上發現天然更新植株，形成附生植物，具氣根有強烈纏勒性。具有耐旱力，但也常見於潮濕溪流邊，對水分的耐受範圍寬廣，但不能忍受低光。鬱閉林內難以發現天然更新苗。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

#### 4. 恆春哥納香

##### 【文獻記載】

(3-1)分布菲律賓。在臺灣為邊際分布。分布地包括墾丁、關山、香蕉灣。嚴重瀕臨絕滅。屬於小而持續下降且狹隘分布之族群，能繁殖之成熟個體少於250株，且隔離之成熟能繁殖個體少於50株。

(4-1)灌木或小喬木。分布菲律賓，產臺灣恆春半島之鵝鑾鼻及龜仔角。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $9.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $950 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長於香蕉灣熱帶海岸林內及恆春關山毛柿密林內，生長於高位珊瑚礁土壤深厚處，胸徑可達10cm，樹高可達7m，為植群第二層樹冠之小喬木，林內有成株及大量天然更新苗，恆春西海岸極少有本樹種，族群量很少，需以人工復育方式增加族群量。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率40%的陰棚下培育。

#### 5. 樟樹

##### 【文獻記載】

(4-1)常綠大喬木，分布生長在臺灣1,800m以下之山區或平地。

(5)適栽植於全臺灣海拔1,500m以下，耐陰性為陽性。

(6)中等耐陰樹，幼苗好半陰，成木好陽，耐寒不耐潮。

(7)需光度中性，幼樹較適生於陰地，成年木較好陽光。

(8)全島300~2,000m濕潤地，幼時須適當庇蔭，壯齡後需日照。

(11, 13)中性樹，樹性強健，壽命長，耐潮性弱，耐寒力強，耐乾旱，萌芽力強，幼樹偏陰，喜生於庇蔭下，成木則好陽。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $21.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1460 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。瑪家鄉涼山古道可發現成樹及幼苗，幼苗可在中度遮陰如綠籬下，或全光環境裸地下天然更新，苗木在全光下生長發育較遮陰環境旺盛，具有陽性樹種的生長表

現。成樹天然修枝明顯，雨季有明顯落葉現象，不耐水浸。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後則不必遮陰。

## 6. 土樟

### 【文獻記載】

(3-1)**臺灣特有種**。主要分布於南臺灣海岸或低地的海崖灌叢中。分布地為恆春半島及大武。易受害。屬於小而持續下降且狹隘分布之族群，能繁殖之成熟個體少於 10,000 株，且隔離之成熟能繁殖個體少於 1,000 株。

(4-1)常綠小喬木，為臺灣特有種，僅產於南部恆春半島之低地或海岸叢林中。

(9) 存在於恆春半島海岸灌叢，或順溪上溯山地，如雙流森林遊樂區及屏東科技大學保力林場竹林溪岸。嗜光、耐旱，演替上可為次生種，但至地文極盛相仍為組成之一。地理分佈及生態幅度均狹窄，僅存恆春半島，數量中等。

(12)生長於恆春半島，適宜強光照至半遮陰環境，嗜光、耐旱抗風。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $14.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1040 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長在南部恆春海岸叢林中，可分布到雙流森林遊樂區、里龍山及社頂公園，香蕉灣熱帶海岸林內有成樹及小苗，可在林內或林緣，地被植物較稀，較高光環境天然更新。屬中等耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 60%的陰棚下培育。

## 7. 內萼子

### 【文獻記載】

(4-1)常綠灌木或小喬木，為**臺灣特有種**。本種生育於全臺灣低海拔闊葉樹林，特別以南部乾燥及向陽處為多。

(12)生長於亞熱帶次生灌叢，適宜強日照環境，性嗜強光照、耐風。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $17.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1350 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在恆春虎頭山，苗木可生長在次生林內及較稀疏灌叢中，赤牛嶺次生林林緣及南仁湖旁有成樹及小苗，可在林緣或林內孔隙更新。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後則不必遮陰。

## 8. 大葉楠

### 【文獻記載】

(1)常綠中大喬木，分布海拔 0~1,800 m 之闊葉林或次生林，適於強日照環境。

(4-1)常綠喬木，為**臺灣特有種**，多數分布於海拔 1,000 m 以下的闊葉樹林中，特別在溪谷陰濕地更為常見。

(11)耐陰、耐濕、耐熱、亦稍耐寒。

(12)生長於亞熱帶原始闊葉林至次生林，適宜強日照環境，但小苗耐陰。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $15.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1190 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。墾丁高位珊瑚礁森林內孔隙及林緣可發現小苗，常長在河岸下坡、谷地，土壤較深厚肥沃處，為第一層冠層樹種，天然更新苗多在潮濕林內發生，苗木在中度光環境生長較強光處佳，與上層樹冠幼苗並存，恆春地區為本樹種的起源地。屬中等耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 60%的陰棚下培育。

### 9. 恆春楨楠

#### 【文獻記載】

(3-3)**臺灣特有種**。分布歸田、壽峠、牡丹、高士佛、南仁山、里龍山等低海拔地區。易受害。族群數量減少速率預估 10 年或 3 世代內超過 20%。

(4-1)常綠小喬木，為臺灣特有種，僅產於南部恆春一帶低海拔山區。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $16.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1230 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在里龍山、壽峠、南仁山步道及迎風坡森林可發現族群，天然更新苗在林內地被植物較稀疏處，較常發生。屬中等耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 60%的陰棚下培育。

### 10. 香楠

#### 【文獻記載】

(1)常綠中至大喬木，0~1,800 m 之原始林至次生林，適於中至強日照環境。

(4-1)大喬木。**臺灣特有種**，生育於海拔 1,800 m 以下之闊葉樹林中，相當普遍。

(5)適栽植於全台海拔 500~1,500 m，耐陰性為中性。

(11)陽性植物，尚耐寒。

(12)生長於臺灣低海拔山區亞熱帶丘陵地次生林陡坡乾溝岸上、中坡至原始林，適宜強光照至半遮陰環境。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $18.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1480 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。常為

次生林之冠層樹種，在林內、林緣乾溝兩側陡坡，以及較高光生育地均可發現天然更新苗，光量提高有利於生長，可發育為小片純林，種子依賴動物傳播。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

## 11. 小芽新木薑子

### 【文獻記載】

- (1)常綠中喬木，臺灣南部 0~1,800 m 之原始林或次生林，適於中至強日照環境。
- (4-1)常綠小喬木。**臺灣特有種**，且僅分佈於中南部山區。
- (10)內陸植物，族群分佈以中等濕度至乾燥立地為主，散生型。苗木可耐陰，但亦可為次生演替元素。特產中南部，墾丁公園，社頂、港口、關山等後岸地區可見，數量不多。
- (12)生長於臺灣低海拔山地亞熱帶原始森林，適宜強光照至半遮陰環境，本種分布廣但數量偏低。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $12.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1050 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在山區、墾丁高位珊瑚礁森林，以及香蕉灣熱帶海岸林，均有成株及天然更新苗，可耐低光。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

## 12. 蓮葉桐

### 【文獻記載】

- (3-3)分布舊熱帶地區。臺灣產於南端海岸地區、蘭嶼、綠島。易受害。族群小且狹隘分布，能繁殖之成熟個體數目不超過 1,000 株。
- (4-1)喬木。為海濱植物，分布生育於恆春海岸原生林中，數量非常少，已瀕臨滅絕。本種之耐風及耐鹽性佳，可做海岸防風林樹種。
- (10)海岸前岸植物，典型海漂林之一。小苗可自林下更新，雖嗜光而耐陰。
- (11)喜充足陽光，對土壤不挑剔，耐風及耐鹽性佳。
- (12)生長於恆春半島及離島熱帶海岸林，適宜強日照環境，但小苗可耐陰。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $14.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1100 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長於海岸珊瑚礁之岩隙或礫石上，樹高可達 17 m，胸徑可達 140 cm，為第一層樹冠樹木，香蕉灣熱帶海岸林有眾多成樹及天然更新苗，苗木可生長在密林中，耐低光，在中等光量生長較佳，在強光下苗木會遭燒傷。屬中等耐陰樹種，

苗圃育苗全程都需要在透光率 60%的陰棚下培育。

### 13. 瓊崖海棠

#### 【文獻記載】

(4-4)大喬木，產海南島、太平洋及臺灣恆春半島與蘭嶼。分布印度半島，東南亞，澳洲與太平洋諸島。樹姿濃綠亮麗，樹性強壯耐瘠，為良好之園林樹。

(5)適栽植於全台海拔 500 m 以下，耐陰性為中陽性。

(6)中等耐陰樹，庇陰下或半日照下均可生育，生長慢，壽命長。

(13)陰性樹，樹性強健，生長緩慢，壽命長，抗風力強耐乾旱，耐鹽耐潮，耐寒性較差，植栽於半日照或蔽陰處均可。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $20.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1370 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春西海岸石珠及東海岸風吹沙以北，海岸林林緣及孔隙有天然更新苗，苗木在強光下葉部會出現燒傷，稚樹則可適應強光環境。苗木發生於海岸高禾草下，數量少，未如棋盤腳與蓮葉桐可形成優勢種，苗木生長較慢，高度在 1 m 以上之稚樹則生長轉快，可能是苗木期多在形成根系，地上部有生長停滯期。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 14. 臺灣海桐

#### 【文獻記載】

(1)於恆春、蘭嶼海拔 0~300 m 之溫暖濕潤至乾旱向陽處，適於強日照環境。

(4-3)常綠小喬木，產於臺灣南部之高雄、恆春及蘭嶼，分布菲律賓、中南半島及大陸海南島。

(6)陽性樹，需光甚殷，生長極速，抗風耐旱耐鹽耐潮。

(12)生長於恆春半島、蘭嶼海岸熱帶海岸灌叢，適宜強光照，耐旱耐風。

(13)陽性樹，樹性強健，生長極速，抗風力強，耐乾旱耐潮，日照不足易導致植株發育不良且開花稀少而無法結實。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1400 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在海岸林內為第二或第三層林冠，香蕉灣熱帶海岸林內有成樹及天然更新苗木，但數量不多。恆春海邊可見零星稚樹及成樹。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 之幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後不必遮陰。

## 15. 恆春山枇杷

### 【文獻記載】

(4-1)中喬木，臺灣特有種，產於臺灣全島，分布平地山麓至 1800 m 山區。

(13)樹性強健，性喜溫暖乾燥之地。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1340 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁森林林緣及較高光孔隙，可見天然更新苗及稚樹，數量不多而零散。該處原有小苗已被野放的梅花鹿及山羊啃食，難已發現年輕植株。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

## 16. 恆春石斑木

### 【文獻記載】

(3-3)臺灣特有變種。分布於臺灣南部、大武、歸田、壽峠、牡丹、南仁山、攬仁溪、高士佛等低海拔地區。接近威脅。經評估目前不屬於受威脅之分類群，惟其數量不多，接近威脅，故暫列為低危險級。

(4-1)灌木，臺灣特有種，僅產於恆春高士佛及南仁山。

(12)生長於恆春半島、南仁山亞熱帶原始森林或灌叢，適宜強日照環境，但小苗略能耐陰。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $18.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1110 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在南仁山迎風坡森林有天然更新苗及成樹，冬季會落葉，生育在樹冠較不鬱閉的微棲地。溪仔口山壁旁及山壁頂有成樹與小苗，在強風、光量中等之低矮灌叢林下，可發現天然更新苗。屬中等耐陰偏陽樹種。

## 17. 相思樹

### 【文獻記載】

(1)於臺灣平地至 1,500 m 之溫暖乾燥至濕潤向陽處，適於強日照環境。

(4-2)常綠中喬木，原產臺灣恆春半島，分布菲律賓至印尼。

(5)適栽植於全台海拔 100~1,500 m，耐陰性為陽性。

(8)應栽植在全光下，不耐庇蔭。

(13)陽性樹，樹性強健，生長迅速，抗風耐乾旱，耐瘠土，萌芽力強，栽植處

日照需充足，忌植於庇陰處，多生長不佳。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $31.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1730 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春半島荒廢空曠地及路旁裸地，可發現天然更新苗及稚樹，相思樹林內若樹冠鬱閉則小苗，小苗發芽需強光照射。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 18. 恆春皂莢

#### 【文獻記載】

(3-2)臺灣特有種。主要產屏東枋山溪、楓港、墾丁公園、老佛山等 500 m 以下地區。嘉義水上鄉柳林亦有採集記錄。易受害。族群小且狹隘分布，能繁殖之成熟個體數目少於 1,000 株，且族群實際占有面積小於  $100 \text{ km}^2$ 。

(4-2)落葉喬木，特產臺灣恆春半島，常見於林緣、溪谷及原野之叢林中。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $24.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1700 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。常見於地表多石塊，以及珊瑚礁岩上，胸徑可達 60 cm，樹高可達 12 m，為植群中第一冠層之大喬木，地被草本常為書帶草。墾丁高位珊瑚礁自然保留區孔隙可發現成樹與小苗，於樹冠較稀疏之森林及孔隙可天然更新。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 19. 恆春紅豆樹

#### 【文獻記載】

(3-3)臺灣特有種。分布安通、新港山、尚武、歸田、壽峙~東源、南仁山、佳樂水等 200~800 m 地區。易受害。族群小且狹隘分布，能繁殖之成熟個體數目不超過 1,000 株

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $9.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $980 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在原始林或次生林內屬第二層、第三層林冠樹種。壽峙及南仁山迎風坡森林有成樹，成樹、稚樹及小苗數量都很稀少。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40%的陰棚下培育。

### 20. 茄冬

#### 【文獻記載】

(1)常綠或半落葉喬木，臺灣平地至 500 m 高溫濕潤向陽處，適於強日照環境。

(4)分布印度、馬來、菲律賓、熱帶歐洲、太平洋諸島及大陸華南。

(5)耐陰性為陽性。

(6、11、13)陽性樹，樹性強健，生長快速，抗風力強，栽植處需日照充足。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $22.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1510 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁森林或香蕉灣熱帶海岸林，春季於母樹下可萌發出眾多幼嫩小苗，覆滿地面如地毯。但微環境光量不足則小苗難以存活，幾個月內全數死亡。本樹種常發生在潮濕環境，溪流邊常見，根系可深入水流處。在強光環境小苗生長迅速。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 21. 土沉香

#### 【文獻記載】

(3-3)分布熱帶亞洲、澳洲、玻里尼西亞、臺灣。臺灣分布西部及南部海岸地區。

瀕臨絕滅。族群持續減少，隔離之成熟能繁殖個體不超過 250 株。

(10)可為沼澤潮間區以上之先鋒灌、喬木。性嗜強光且耐旱，但葉部對鹽霧之耐受僅為中度。偶有假落葉現象。

(12)分布臺灣海岸，集中於恆春半島，生長於熱帶海岸灌叢至海岸林內，適宜強日照環境，長於珊瑚礁岩至砂礫地，根系善穿越珊瑚礁，且耐旱，為典型海岸樹種之一。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $22.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1350 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在海岸林內為第一層樹冠樹種，在香蕉灣熱帶海岸林濱海帶有成樹及少數小苗，恆春萬里桐有大樹。小苗生長於開闊地，陽光較強處數量較多。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 22. 鐵色

#### 【文獻記載】

(2)生長於濱海地區，生長速率較緩慢，苗木培育耗時。

(3-3)分布菲律賓、臺灣。臺灣產於恆春半島濱海地區及蘭嶼、綠島。易受害。族群小且狹隘分布，實際占有面積小於  $100 \text{ km}^2$ 。

(4-3)常綠小喬木，產臺灣南部及蘭嶼之濱海叢林中。陽性樹，喜強日照、溫暖多濕的環境。分布菲律賓。耐潮耐風，可當海岸防風樹種。

(10)海岸植物，珊瑚礁指標植物之一，大抵存在於截斷式及高位珊瑚礁，散生狀林木。性嗜強光，抗旱，多見於鈣成土基質。

(12)生長於恆春半島、蘭嶼熱帶海岸灌叢，適宜強日照環境，耐旱抗強風，性嗜強光照。

【本研究觀察】

光合潛力  $9.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $900 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁森林，小苗可在鬱閉低光林下存活，形成苗木庫，但生長緩慢，強光乾燥處則生長較差。稚樹生活枝條可貼近地表，不易天然修枝。過去長在墾丁高位珊瑚礁林內的鐵色小苗稚樹，現今已被大型草食性動物嚴重啃食。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40%的陰棚下培育。

### 23. 白樹仔

【文獻記載】

(2)分布琉球，臺灣產於恆春半島，澎湖及蘭嶼海岸亦可見，為臺灣固有種，常生長在南部海邊及近海之叢林內。

(4-3)常綠小喬木，為臺灣特有種，僅產於恆春及蘭嶼海岸邊。能耐強風、乾旱、鹽風，是海濱防風防潮理想樹種。

(12)生長於臺灣南部、恆春半島海岸地區熱帶或亞熱帶海岸灌叢，適宜強日照環境，耐風耐乾旱。

(13)樹性強健，抗風力強，耐乾旱耐鹽，耐熱，性喜向陽之地。

【本研究觀察】

光合潛力  $12.9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1130 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。香蕉灣熱帶海岸林有成樹及小苗，較內陸山區乾燥環境亦可生育。成樹及稚樹可在鬱閉林內生長，生活枝條可貼近地面，天然修枝少，顯示本樹種可耐陰。在陽光強、乾燥之山區道路邊生長較林內差。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40%的陰棚下培育。

### 24. 血桐

【文獻記載】

(2)常綠喬木，產臺灣中低海拔地區，極為普遍，尤其在被干擾的林地，如道路兩旁，伐木跡地常大量出現，具有此種特性的樹種，稱之為先驅樹種。

(4-3)常綠小喬木，分布大陸南部、馬來西亞、菲律賓、琉球及澳洲，臺灣全島平地至山麓次生林或荒地。陽性樹，耐旱。

(11)產全島平地至山麓，垂直分佈 700 公尺以下，為臺灣地區分佈普遍之低海拔典型次生林的先驅植物。

(12)生長於熱帶或亞熱帶次生林，適宜強光照環境，臺灣低海拔先鋒次生林木。

(13)陽性樹，樹性強健，生長迅速旺盛，耐乾旱，栽植處需日照充足。

【本研究觀察】

光合潛力  $26.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1700 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。為低海拔次生林主要組成樹種之一，小苗於裸地、崩塌地、河邊荒廢旱地更新。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

## 25. 臺灣假黃楊

【文獻記載】

(3-3)分布琉球、臺灣。臺灣零星分布各地海拔地區。接近威脅。經評估目前不屬於受威脅之分類群，惟其數量不多，接近威脅，故暫列為低危險級。

【本研究觀察】

光合潛力  $9.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $970 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在母樹下可長出眾多天然更新苗及稚樹，顯見本樹種可耐陰。北壽山、香蕉灣熱帶海岸林及墾丁高位珊瑚礁林均有天然更新苗，成樹數量稀少且分布零散。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40%的陰棚下培育。

## 26. 月橘

【文獻記載】

(1)全臺灣 0~1,500 m 之溫暖濕潤向陽處，適於強日照環境。

(2)原產臺灣之常綠灌木或小喬木，生長緩慢材質緻密堅硬，萌芽力強且耐修剪，對病蟲害抵抗力強。

(4-4)分布印度、馬來、菲律賓及琉球，產臺灣平地山麓，生長緩慢。

(6)中等耐陰樹，半日照亦可生長。

(13)中性樹，生性強健，生長速度中至快，抗風耐乾旱，萌芽力強。

【本研究觀察】

光合潛力  $17.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1210 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春海岸灌叢、森林及高位珊瑚礁森林內有天然更新苗。延伸至那瑪夏區河岸及曾文水庫集水區山地、高士次生林地被植植物較少處，林內也均可發現眾多天然更新苗。稚樹及成株可忍受強光及淺薄土層。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後則不必遮陰。

## 27. 紅柴

### 【文獻記載】

(4-5)常綠中喬木，在臺灣分布僅見於恆春半島的海岸林及沿岸山麓叢林，蘭嶼及綠島亦有。海濱樹種，耐鹽、抗旱力強。

(10)恆春半島特徵海岸植物之一。分佈空間由後灘至後岸稜脊。初、次生演替重要木本元素。族群更新能力佳。

(12)生長於恆春半島及離島之熱帶海岸灌叢至海岸林，適宜強日照環境，耐風，性嗜強光但小苗可耐陰。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $15.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1110 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春高位珊瑚礁森林及香蕉灣熱帶海岸林，林內低光環境均可發現極為眾多的小苗及稚樹，顯示本樹種可耐陰。然而在高位珊瑚礁之礁頂，或海岸邊礁岩強光處，多岩石地及土層淺薄處，亦有稚樹及成樹，顯示稚樹及成株可忍受強光、強風及鹽分逆境，是極能忍受環境逆境的樹種，但生長慢。屬中等耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 60%的陰棚下培育。

## 28. 苦楝

### 【文獻記載】

(7)陽性樹，對氣候及土壤之適應性均強，耐潮風及耐旱。

(10)海岸後岸植物。年代較久遠的海埔新生地之初生演替先鋒林木，次生演替初期森林亦可見。族群之個體大抵散生。耐旱且輕度耐鹽。

(13)陽性樹，樹性強健，耐潮、耐風、耐鹽，栽植處需日照充足，忌陰溼地。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $31.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1780 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。全台生長於海岸至低海拔處，於海岸可緊鄰生長於海水溝岸邊。落葉喬木，在強光干擾地成為次生林組成分子。在東部山區路邊裸地可生長小苗，根系具強萌蘖性。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

## 29. 止宮樹

### 【文獻記載】

(3-3)分布玻里尼西亞、馬來西亞、海南島、菲律賓、臺灣。臺灣產於南端濱海地區，東沙島亦有分布。易受害。族群小且狹隘分布。

(12)生長於恆春半島海岸灌叢，適宜強日照環境，耐鹼、耐鹽、耐強光照。

### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1460 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春西海岸及香蕉灣熱帶海岸林內有成樹，風吹沙海岸與草原交界處，以及濱海珊瑚礁強光生育地可發現成樹，但海岸林內鬱閉低光環境則不見小苗更新。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 30. 臺灣欒樹

#### 【文獻記載】

- (1) 落葉中喬木，產於臺灣山區溫暖濕潤向陽處，適於強日照環境。
- (5) 適栽植於全台海拔 800 m 以下，耐陰性為中陽性。
- (6) 陽性樹，需充足日照，生長速，能耐乾旱。
- (7) 陽性樹，耐旱力強。
- (13) 陽性樹，樹性健壯，生長頗速，抗風耐乾旱，不耐陰。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1340 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。為臺灣特有種，高雄市那瑪夏鄉陡岩地被稀少處，以及墾丁高位珊瑚礁森林林緣，可長出天然更新苗，苗木稍能耐陰。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 31. 無患子

#### 【文獻記載】

- (1) 落葉中喬木，平地至山區 1,500 m 之闊葉林及向陽地，適於中日照環境。
- (5) 適栽植於臺灣中、南部海拔 1,000 m 以下，耐陰性為陽性。
- (6) 中等耐陰至陽性樹，生長快，不耐乾旱。
- (10) 海岸植物，亦為恆春半島特徵分化種之一。海岸線附近珊瑚礁岩上初生演替灌木，亦可在沙丘立地與林投共組相對穩定的社會。個體在空間分佈傾向散生型，常為其他海岸灌叢單位之伴生種。
- (11、13) 半陰性~陽性樹種，樹性強健，生長快速，抗風力中等。
- (12) 生長於亞熱帶或熱帶闊葉雨林內，適宜中等日照環境。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1380 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在丘陵地至中海拔山區森林內，為第二層樹冠，林內較大孔隙及禾草蕨類較少處，以及墾丁高位珊瑚礁林緣、路邊光量較高之處，可發現天然更新苗。屬中等耐

陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 32. 淡綠葉衛矛

#### 【文獻記載】

(3-1)臺灣特有種。主要分布於恆春半島。嚴重瀕臨絕滅。依據直接觀察及實際或潛在開發破壞，預估在將來 10 年或 3 世代內，族群數量會減少超過 80%。屬於且狹隘分布之族群，能繁殖之成熟個體少於 250 株。

(10) 灌木，在半遮陰環境或灌叢下的被壓層中散生。族群可能處於退縮中。見於貓鼻頭半島後岸部位，在雷打石下方有 3 株，貓鼻頭收費站後方的礁岩推下有 5 株，關山一帶 10 餘株。主要產地為大平頂以南之隆起台地。甚稀少。

(12) 生長於恆春半島熱帶海岸灌叢，適宜強日照環境。本種為臺灣非常稀有之灌木，在貓鼻頭高位珊瑚礁海岸灌叢散生，族群正退縮中。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $7.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $720 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長於高位珊瑚礁岩上方，為第二層樹冠之樹木，幼苗多量生長於密林內。在大平頂因大量銀合歡入侵，其幼苗隨銀合歡幼木之生長，而死亡率較高。老株樹木可萌蘗，幼苗喜生長在林緣處，及突出小礁岩上及礁岩附近土壤中。貓鼻頭及關山珊瑚礁海岸林下可發現族群，天然更新苗多發生於林下低光處。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

### 33. 柿葉茶茱萸

#### 【文獻記載】

(4-4) 常綠小喬木。臺灣僅產於墾丁龜仔角及蘭嶼之叢林中，甚為稀少，分布菲律賓及印尼等地。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $11.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $820 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長於高位珊瑚礁或河谷旁，胸徑可達 30 cm，樹高可達 10 m，為位於第一層或第二層樹冠之中喬木，地被草本很少。在墾丁高位珊瑚礁林內天然更新，幼苗很多，遭砍伐之樹木，又可萌蘗長成樹，但族群分布極狹窄。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

### 34. 山芙蓉

#### 【文獻記載】

(1)落葉小喬木，於全島海拔 300~1,500 m 之溫暖濕潤向陽處，適於強日照環境。

(6)陽性樹，生長快，需日照充足，否則花蕾易凋落。

(10)多見於墾丁國家公園東海岸礫灘，常與草海桐或海岸灌叢伴生，在社頂等恆春石灰岩上亦多所分佈，分佈傾向中、低海拔較潮濕之立地。

(13)陽性樹，樹性健壯，生長迅速，耐寒性中等。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $34.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1950 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。為臺灣特有種，臺灣南部低海拔山區道路旁，如萬里德道路旁、南仁山步道空曠地，常可發現天然更新苗、稚樹及成株，幼苗未見於密林中。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 35. 黃槿

#### 【文獻記載】

(4-3)常綠中喬木。產臺灣沿海地區，甚為普遍，抗風耐鹽。生性強健、生長快速、耐風、防潮，為海濱防風定砂之優良樹種。

(5)適栽植於全臺海拔 500 m 以下，耐陰性為陽性。

(13)陽性樹，生性強健，生長迅速，抗風力強耐鹽耐乾燥，不耐寒，萌芽力盛。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $34.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1920 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春西海岸及香蕉灣熱帶海岸林之濱海帶，有眾多成樹或稚樹，但林內仍可發現小苗，稍能耐陰，強光處苗木生長較佳，較健康。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 36. 繳揚

#### 【文獻記載】

(3-1)廣布全球熱帶區。在臺灣為邊際分布。分布地為南灣、船帆石、香蕉灣。瀕臨絕滅。屬於小且狹隘分布之族群，能繁殖之成熟個體少於 250 株。

(10)生態幅度甚窄之海灘喬木，僅存於海岸線附近。係初生演替先驅樹種，基質要求沙質壤土、珊瑚碎屑處或礁岩間隙。葉不甚耐鹽霧，族群更新能力不佳，漸衰退。可列為稀有植物。

(12)生長於恆春半島熱帶海岸林，適宜強日照環境。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $23.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1570 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長

於海岸珊瑚礁隙或礫石土壤淺層處，樹高可達 10 m，胸徑可達 30 cm，萌蘗力強。香蕉灣熱帶海岸林內仍有少數成株，林內低光處則無小苗，族群量稀少且零散，僅曾於萬里桐發現更新小苗。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 37. 梧桐

#### 【文獻記載】

(4-3)落葉喬木，高可達 20 m，臺灣低海拔山區以中橫公路沿線、恆春半島及金門較多，分布大陸華南各省及日本。屬陽性樹，喜溫暖日光強的環境。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $26.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1690 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生育在內陸、河岸多石地。墾丁高位珊瑚礁自然保留區內有成樹及小苗，環境多為隆起之珊瑚礁中層，受珊瑚礁庇護且無大樹遮蔽之高光處。香蕉灣熱帶海岸林僅存一株成樹，長在受干擾之高光林緣。族群量極為稀少常為零散數株分布，有待復育。屬陽性先驅樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

### 38. 銀葉樹

#### 【文獻記載】

(2)常綠大喬木，樹幹基部具有板根構造，為熱帶雨林植物，果實能海漂。

(4-3)常綠喬木，以恆春半島沿海較為常見，陽性樹，喜日照充足之開闊地。抗風、耐鹽，防風林樹種。

(10)具巨大板根之常綠喬木。海岸植物。空間分佈較廣闊，自海岸線以迄第一主山稜之後。個體分佈成散生狀，海岸林伴生樹種，族群擴展勢弱，可能正在消退中。非陰生植物，但小苗由嗜光至半遮陰可生存。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $18.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1350 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。香蕉灣熱帶海岸林及墾丁高位珊瑚礁森林，均可在母樹下掉落數量眾多果實，可萌發密度高的幼苗，但可在林下成活的苗木並不多，稚樹及成樹族群量也不多。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60%的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 39. 克蘭樹

#### 【文獻記載】

(4-3)落葉喬木，臺灣南部之低地山麓，恆春半島最多，常見於次生林。陽性樹，生性強健，生長迅速，耐風、耐潮。

- (10)海岸後岸植物。初生或次生林先鋒樹種。嗜強光而耐旱，但偏向中等濕度。  
(12)生長中、南部熱帶季風林海邊或次生林，適宜強光照環境。

【本研究觀察】

光合潛力  $23.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1600 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。於社頂公園林緣強光處可發現族群，天然更新苗發生在恆春低海拔乾燥空曠生育地，萌蘗力強。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

#### 40. 臺灣梭羅木

【文獻記載】

- (1)於臺灣中南部山區 300~1,500 m 之溫暖濕潤向陽處，適於強日照環境。  
(2)特產臺灣中、南部低海拔山區，生長尚稱快速，可供綠化樹種之用。  
(4-3)落葉中喬木，為珍貴稀有之臺灣特有樹種，產於海拔 100~700 m 闊葉樹林。近年來生育地遭受嚴重破壞，族群數量銳減。

【本研究觀察】

光合潛力  $11.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1000 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。墾丁高位珊瑚礁自然保留區內可發現零星成樹，天然更新苗多出現於母樹周圍孔隙及林緣。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

#### 41. 棋盤腳

【文獻記載】

- (2)果實可漂浮在水面，果實經由黑潮漂流至臺灣海濱，在此生根、茁壯，成為恆春香蕉灣海岸林主要樹種之一。  
(3-1)分布於舊世界熱帶與南臺灣，在臺灣為邊際分布。分布地為香蕉灣、蘭嶼。屬於小且狹隘分布之族群，能繁殖之成熟個體少於 1,000 株。  
(4-4)常綠小喬木，種子藉海漂繁殖。產臺灣東、南部及蘭嶼、太平島海岸。  
(5)適栽植於臺灣中南部海拔 500 m 以下，耐陰性為陽性。  
(10)常綠大喬木，老樹幹多樹瘤。海岸前岸植物，偶可存在於後灘部位。立地基質自沙灘以迄珊瑚礁岩積土處。第一層喬木樹種，但種苗耐陰，嗜中等濕度至耐旱。果實可藉潮水攜往異地繁衍，亦可原地族群更新。然而族群擴展勢不強，生態幅度甚狹隘。

【本研究觀察】

光合潛力  $16.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1340 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在香蕉灣熱帶海岸林有胸徑 1~189 cm 成樹，樹高可達 15 m，為樹冠第一層樹種，

在太平島有胸徑 250 cm 巨木，形成絕對優勢森林。天然更新苗可在低光環境生存，但數量很少。苗木突然暴露在強光下，葉部會燒傷。屬中等耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 60% 的陰棚下培育。

#### 42. 欖仁

##### 【文獻記載】

(1)產於臺灣恆春半島、蘭嶼、綠島、小琉球海岸向陽地，適於強日照環境。

(4-4)落葉喬木，產臺灣南部及蘭嶼海岸。生長快速，適應性強。

(5)適栽植於全臺海拔 500 m 以下，耐陰性為陽性。

(6)陽性樹，需陽光充足，耐風耐濕，萌芽力強，壽命長。

(13)陽性樹，樹性強健生長迅速，壽命長，耐鹽抗風性，栽植處需日照充足。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $23.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1560 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。恆春海岸林有成樹，在香蕉灣熱帶海岸林內有眾多小苗，稍可耐陰，但以強光環境下生長較佳。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

#### 43. 大葉山欖

##### 【文獻記載】

(2)常綠大喬木，分布臺灣及菲律賓的濱海地區，恆春半島及蘭嶼產量尤其多。  
在恆春半島，能耐落山風吹襲。

(4-4)常綠喬木，分布菲律賓，產臺灣北部及恆春海岸、蘭嶼。原生育於海邊，  
抗風耐鹽性強。

(5)適栽植於全臺海拔 300 m 以下，耐陰性為陽性。

(7)陰性至中性樹種，但也耐陽；幼苗喜陰濕，成年樹較為陽性。

(12)生長於熱帶海岸林內，適宜中等日照，喜光照但小苗可耐陰。

(13)中性樹，樹性極強健，生長速度緩慢，耐鹽、耐濕、抗旱、耐風力強。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $17.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1170 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁森林之低光環境，有眾多天然更新苗，在母樹下形成苗木庫，能維持數年，稚樹可忍受強光。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

#### 44. 樹青

##### 【文獻記載】

(2)常綠中喬木，產恆春半島，蘭嶼及基隆海岸，在墾丁森林遊樂區內常見於衝風的珊瑚礁岩石上，為抗風耐鹽的樹種。

(4-4)分布馬來半島、菲律賓及琉球，產臺灣南部、東部、北部海岸及蘭嶼。

(10)分布全台海岸，常獨自形成海岸灌叢，海岸代表性小喬木。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $17.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1400 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在蘭嶼及香蕉灣熱帶海岸及離岸向內陸稍遠處，林內低光環境也有眾多苗木及稚樹，具耐陰能力。但在恆春西海岸海濱空曠地，稚樹可在強光環境生育。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

### 45. 象牙樹

#### 【文獻記載】

(2)分佈於恆春半島與蘭嶼之海岸地帶，產量稀少，生長緩慢。

(3-1)印度、馬來、澳洲及琉球。在臺灣為屬於邊際分布。分布地為恆春半島、蘭嶼。瀕臨絕滅。依據以往的直接觀察，分布區域、實際占有面積或棲地品質在減少與下降，加上實際的挖採或潛在的開發破壞，推論在 10 年或 3 世代內，族群數量會減少超過 50%。屬於小而持續下降且狹隘分布之族群。

(4-4)常綠小喬木，臺灣僅產於恆春及蘭嶼海岸林中。

(5)適栽植於全台海拔 300 m 以下，幼樹耐陰，成樹喜光。

(12)恆春半島熱帶海岸灌叢、海岸林，適宜強日照環境，性嗜強光、抗強風。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $11.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $930 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在恆春及蘭嶼生長於高位珊瑚礁上，為第二、三層樹冠，現今野外存活之大樹已很少，大都已被盜採。墾丁高位珊瑚礁森林之鬱閉林內，小苗可長期存活，生長緩慢，但稚樹在高光環境仍可正常生長。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

### 46. 黃心柿

#### 【文獻記載】

(2)分布琉球、菲律賓、瓜哇、馬來及澳洲，臺灣主要分布恆春海岸，特別是高位珊瑚礁森林內尤多，北部海岸及蘭嶼綠島亦有分布。黃心柿小苗頗為耐陰，林下更新良好，而成為原生林優勢植物之一。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $12.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1140 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁森林為絕對優勢樹種，株數極多，林內低光環境下有眾多天然更新苗，高位珊瑚礁林內形成密集的苗木庫，可長期存活，耐陰性極高。稚樹因樹冠疏開後生長受抑制，落葉量增多，成樹可耐強光但葉片較小且呈黃顏色，生長稍差。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

### 47. 毛柿

#### 【文獻記載】

- (2)常綠大喬木，分布於熱帶海岸或其臨近地區，生長緩慢，小苗耐陰。
- (3-1)主要分布於菲律賓。在臺灣為固有種，屬於邊際分布。分布地為恆春半島、蘭嶼、綠島。瀕臨絕滅。屬於小而持續下降之族群。
- (4-4)常綠大喬木，分布菲律賓，臺灣僅產於恆春半島、蘭嶼、綠島，抗風力強。
- (5)耐陰性為半陰性。
- (8)常綠喬木，於臺灣恆春半島、蘭嶼、綠島、小琉球海岸，幼苗需庇蔭環境。
- (10)幼樹耐陰，成樹需陽光。
- (12)臺灣東部、南部恆春半島熱帶海岸林，適宜強日照環境，但小苗耐陰。
- (13)陰性樹，樹性強健，生長緩慢，抗風力強，耐旱耐鹼。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $14.1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1050 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在香蕉灣熱帶海岸林，墾丁及關山高位珊瑚礁之鬱閉林內，小苗可長期存活，數量頗多，但生長緩慢，尤以礁頂及上坡更是如此，但於土層深厚肥沃處，則生長較快。屬耐陰樹種，苗圃育苗全程都需要在透光率 40% 的陰棚下培育。

### 48. 海欖果

#### 【文獻記載】

- (4-5)常綠小喬木，產於臺灣及蘭嶼之海岸林，為良好的海岸防潮樹種。
- (5)耐陰性為中陽性。
- (6、13)中性樹，抗風力強耐乾旱，耐陰性強、耐鹼、耐潮、耐熱、耐強光。
- (7)熱帶至暖帶樹種；性喜高溫多濕，耐風耐鹽。
- (12)生長於熱帶海岸灌叢，適宜強日照環境，典型海邊植物。

#### 【本研究觀察】

光合潛力  $19.5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1300 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。生長

於熱帶、臺灣東北海岸，為第一層樹冠，果實可海飄，小苗可於較稀疏海岸下或裸地下更新，且具旺盛無性生殖能力，在成樹樹冠下較遮陰處，可由根系長出眾多萌蘗，形成新植株。經遮陰試驗，發現本樹種實生苗在高光環境生長較佳。屬中等耐陰偏陽性樹種，育苗時在種子發芽階段及 10 cm 以下幼苗應培育在透光率 60% 的陰棚下，之後則不必遮陰。

#### 49. 恆春厚殼樹

##### 【文獻記載】

(12)產於臺灣東部及恆春半島次生林、灌叢或荒廢地，適宜強光照環境。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $23.3 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1590 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在墾丁高位珊瑚礁自然保留區礁頂、恆春西海岸、香蕉灣熱帶海岸林及高雄壽山與大崗山礁岩上或礁岩旁有天然更新苗，多生長在林緣或道路邊光量較高之環境，干擾後之次生林常見。屬陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

#### 50. 草海桐

##### 【文獻記載】

(4-5)灌木，產臺灣全島各地海濱，為沿海地區重要之防風、定砂植物。

##### 【本研究觀察】

光合潛力  $23.6 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ，光飽和點  $1480 \mu\text{mol photon m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。在恆春海岸、香蕉灣熱帶海岸林濱海礁岩上，有許多天然生育植株，但在森林內卻少有苗木。在龍坑及蘭嶼有少數離海岸較遠，但在秋冬時有強大海浪將鹽分送達之處，可生長發育本植物。屬需鹽分之陽性樹種，苗圃育苗時不需遮陰。

本研究根據各樹種的光合潛力及天然更新苗在野外出現的光環境，歸類各樹種的耐陰性功能群，分類的結果大部分與相關文獻的歸類結果類似。本研究將耐陰性細分為 5 類，而其它學者專家多只區分為「陽性」、「中陽性」及「耐陰性」等 3 類(如李明仁教授 2010 年主編的育林實務手冊)。

在供試 50 種樹種中，有部分樹種文獻記載的耐陰性與本研究歸類不同。例如臺灣海桐、香楠、大葉山欖、內荖子、棋盤腳、白樹仔、象牙樹、鐵色等 8 種。

文獻記載臺灣海桐、香楠、大葉山欖、棋盤腳為陽性樹種，內荖子嗜強光。本研究發現香楠於林內、孔隙環境均可發現小苗；臺灣海桐於香蕉灣海岸林內低

光環境有天然更新苗；大葉山欖更新苗在低光森林內可存活一年以上；內荖子其天然更新苗可在孔隙及林緣更新。上述 4 樹種的光合潛力並不很高，約在  $17-18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  範圍，故本研究認為臺灣海桐、香楠、大葉山欖及內荖子的耐陰性功能群都應屬「中等耐陰偏陽性樹種」。

文獻記載棋盤腳、白樹仔及鐵色的耐陰性為陽性樹種，但本研究在香蕉灣海岸林的低光環境下發現到樹種的天然更新苗，且光合潛力在  $17 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以下，因此棋盤腳的耐陰性歸類在「中等耐陰樹種」較合理。在野外觀察到白樹仔及鐵色在森林內植株的天然修枝程度很小，林內有天然更新苗，且此 2 樹種的光合潛力均在  $13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以下，因此白樹仔及鐵色的耐陰性應歸類在「耐陰樹種」。此外，文獻敘述象牙樹的小苗或幼樹能耐陰，但認為適宜培育在強日照環境，暗示其耐陰性偏陽性。然而，本研究發現其天然更新苗都只在林內出現，野外高光環境未見其更新苗，且光合潛力很低，因此認為此樹種應歸類在「耐陰樹種」之耐陰性功能群。

### (三)天然更新苗出現地點及光環境

本年度計畫已在恆春西海岸(後灣、下水岬、石珠)、香蕉灣熱帶海岸林、墾丁高位珊瑚礁森林、社頂、赤牛嶺、南仁山、貓鼻頭、瑪家鄉、溪仔口及里德等地，觀察供試樹種的天然更新苗出現的光環境，結果如表 6。

表 6. 供試樹種在原生育地天然更新苗出現地點(含 GPS 座標)及光環境

編號	樹種	地點	GPS 座標(X, Y)	更新苗光環境
1	構樹	後灣	(217710, 2436395)	路邊, 高光
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙, 高光
		石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 強光
2	稜果榕	香蕉灣	(232236, 2425621)	林下, 低光
		後灣	(217696, 2336396)	路邊, 高光
		社頂	(231335, 2428615)	路邊, 高光
3	雀榕	墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光
		社頂	(231335, 2428615)	路邊, 高光
4	恆春哥納香	香蕉灣	(232307, 2425630)	林內, 低光
		香蕉灣	(232355, 2425630)	林內, 低光
		香蕉灣	(232365, 2425631)	林內, 低光
5	樟樹	瑪家鄉涼山古道	(213341, 2510056)	林內, 中等光照
6	土樟	香蕉灣	(232317, 2425622)	林內, 低光
		香蕉灣	(232343, 2425636)	林內, 低光
		香蕉灣	(232366, 2425636)	林內, 低光
7	內荖子	赤牛嶺	(225684, 2432764)	林緣, 中-高光照
8	大葉楠	墾丁高位珊瑚礁	(231245, 2429767)	小孔隙, 低光
		墾丁森林遊樂區	(230761, 2429582)	林內, 低光
9	恆春楨楠	南仁山步道	(233294, 2442718)	林內, 低光
10	香楠	墾丁高位珊瑚礁	(230762, 2429534)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230972, 2429558)	林緣, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光
11	小芽新木薑子	香蕉灣	(232404, 2425613)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230762, 2429534)	林緣, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230793, 2429459)	林內, 極暗
12	蓮葉桐	香蕉灣	(232237, 2425613)	林內, 低光
		香蕉灣	(232266, 2425626)	林內, 低光
		香蕉灣	(232319, 2425607)	林內, 低光
13	瓊崖海棠	香蕉灣	(232446, 2425612)	小孔隙, 中等光照
		香蕉灣	(232519, 2425607)	林內, 低光
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙, 高光
14	臺灣海桐	香蕉灣	(232348, 2425623)	林緣, 中等光照
		香蕉灣	(232411, 2425626)	林內, 低光
		石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 強光

表 6.(續 1) 供試樹種在原生育地天然更新苗出現地點(含 GPS 座標)及光環境

編號	樹種	地點	GPS 座標(X, Y)	更新苗光環境
15	恆春山枇杷	香蕉灣	(232512, 2425622)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(231068, 2429880)	礁岩上大孔隙, 高光
16	恆春石斑木	溪仔口	(236966, 2434427)	山壁上, 高光
17	相思樹	墾丁高位珊瑚礁	(230788, 2429473)	林外空地, 強光
		社頂	(231295, 2428644)	草生空地, 強光
18	恆春皂莢	墾丁高位珊瑚礁	(230768, 2429585)	孔隙林緣, 中等光照
19	恆春紅豆樹	南仁山區	(235342, 2442949)	孔隙, 中等光照
20	茄冬	香蕉灣	(232262, 2425624)	小孔隙, 中等光照
		香蕉灣	(232523, 2425626)	小孔隙, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光
21	土沉香	香蕉灣	(232272, 2425597)	林緣, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230994, 2429521)	礁岩下, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230972, 2429558)	林內, 低光
22	鐵色	香蕉灣	(232398, 2425628)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230972, 2429558)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230813, 2429786)	林內, 極低光
23	白樹仔	香蕉灣	(232237, 2425614)	小孔隙, 中等光照
		香蕉灣	(232402, 2425627)	小孔隙, 中等光照
		石珠南方	(218687, 2433864)	空曠地, 強光
24	血桐	香蕉灣	(232450, 2425617)	大孔隙, 高光
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙, 高光
		石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 高光
25	臺灣假黃楊	香蕉灣	(232402, 2425624)	林內, 低光
		香蕉灣	(232429, 2425620)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230762, 2429534)	林緣, 陰暗
26	月橘	香蕉灣	(232247, 2425623)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230757, 2429615)	路邊, 高光
27	紅柴	香蕉灣	(232235, 2425605)	林內, 低光
		石珠海濱	(218663, 2344889)	海濱, 強光
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光
28	苦楝	石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 強光
29	止宮樹	石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 強光
		石珠南方	(218687, 2433864)	空曠地, 強光
30	臺灣欒樹	墾丁高位珊瑚礁	(230757, 2429615)	路邊, 高光
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光

表 6.(續 2) 供試樹種在原生育地天然更新苗出現地點(含 GPS 座標)及光環境

編號	樹種	地點	GPS 座標(X, Y)	更新苗光環境
31	無患子	墾丁高位珊瑚礁	(230911, 2429248)	路邊, 高光
		墾丁高位珊瑚礁	(230812, 2429776)	路邊, 高光
32	淡綠葉衛茅	貓鼻頭	(222775, 2425197)	林下, 極低光
33	柿葉茶茱萸	墾丁高位珊瑚礁	(231226, 2429785)	林下, 低光
34	山芙蓉	萬里德	(235997, 2435846)	路旁, 高光
35	黃槿	香蕉灣	(232235, 2425614)	林緣, 中等光照
		石珠海濱	(218663, 2433889)	海濱, 強光
		社頂	(231335, 2428615)	路邊, 高光
36	繖楊	香蕉灣	(233073, 2424574)	林緣, 高光
37	梧桐	墾丁高位珊瑚礁	(231283, 2429919)	礁頂旁, 高光
38	銀葉樹	香蕉灣	(232241, 2425613)	林內, 低光
		香蕉灣	(232406, 2425613)	林內, 低光
		香蕉灣	(232448, 2425613)	林內, 低光
39	克蘭樹	社頂公園	(231743, 2427789)	林緣, 高光
40	臺灣梭羅木	墾丁高位珊瑚礁	(231218, 2429165)	林內, 中等光照
41	棋盤腳	香蕉灣	(232287, 2425607)	林內, 低光
		香蕉灣	(232311, 2425615)	林內, 低光
		香蕉灣	(232325, 2425604)	林內, 低光
42	欖仁	香蕉灣	(232256, 2425592)	林緣, 中等光照
		香蕉灣	(232286, 2425605)	林緣, 中等光照
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙, 高光
43	大葉山欖	墾丁高位珊瑚礁	(230994, 2429521)	礁岩下, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230972, 2429558)	林下, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230813, 2429786)	林下, 低光
44	樹青	香蕉灣	(232238, 2425612)	林內, 低光
		下水岬休息站	(217758, 2436365)	樹下, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊, 高光
45	象牙樹	墾丁高位珊瑚礁	(230994, 2429521)	礁岩下, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230983, 2429535)	小孔隙, 中等光照
		墾丁高位珊瑚礁	(230972, 2429558)	林內, 低光
46	黃心柿	香蕉灣	(232245, 2425621)	林內, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230793, 2429459)	林內, 極暗
		墾丁高位珊瑚礁	(230994, 2429521)	礁岩下, 低光
47	毛柿	香蕉灣	(232240, 2425624)	林下, 低光
		墾丁高位珊瑚礁	(230793, 2429459)	林內, 極暗
		墾丁高位珊瑚礁	(230994, 2429521)	礁岩下, 低光

表 6.(續 3) 供試樹種在原生地天然更新苗出現地點(含 GPS 座標)及光環境

編號	樹種	地點	GPS 座標(X, Y)	更新苗光環境
48	海檬果	香蕉灣	(232505, 2425620)	林緣，中等光照
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙，高光
		墾丁高位珊瑚礁	(230578, 2429336)	路邊，高光
49	恆春厚殼樹	香蕉灣	(232476, 2425628)	林緣，中等光照
		下水岬休息站	(217743, 2436357)	大孔隙，高光
		石珠南方	(218687, 2433864)	空曠地，高光
50	草海桐	香蕉灣	(232273, 2425590)	林緣，中等光照
		香蕉灣	(232277, 2425594)	林緣，中等光照
		香蕉灣	(232276, 2425592)	林緣，中等光照

#### (四)供試 50 樹種光資源及水資源棲位

本研究測定供試樹種的光合潛力之外，也在野外觀察各樹種天然更新苗出現的生育地的水資源程度，將水資源的多寡分為「較乾旱」、「中等」及「較潮濕」等三個類別。有許多海岸原生樹種面對的水環境包含鹽分，且海濱生育地的棲位很可能也包含生理上的乾燥及強光兩種逆境，因此在水資源棲位將「海濱」列為另一棲位。表 7 呈現本研究 50 種供試樹種在光資源及水資源兩類棲位的交互作用配對。本研究歸類為「陽性先驅樹種」的 7 樹種中，山芙蓉、相思樹及構樹可在恆春地區較乾旱的棲位天然更新，屬「陽性樹種」的恆春皂莢、克蘭樹及恆春厚殼樹也會出現在較乾旱的棲位。屬「中度耐陰偏陽性樹種」的恆春山枇杷、內荖子及月橘也會出現在較乾旱的棲位。屬「中度耐陰樹種」的紅柴及土樟也可在此棲位天然更新。出現在水資源棲位屬於「中等」類別的樹種較多，所有 5 類光資源棲位的樹種都有涵蓋(表 7)。在「較潮濕」棲位天然更新的樹種，包括屬「陽性樹種」的稜果榕及茄冬，以及屬「中度耐陰樹種」的大葉楠。水資源棲位屬「海濱」的樹種共有 14 種，包括「陽性先驅樹種」的黃槿，「陽性樹種」的繖楊、欖仁、草海桐及土沉香，「中度耐陰偏陽樹種」的樹青、瓊崖海棠、臺灣海桐、海檬果、止宮樹及銀葉樹，以及「中度耐陰樹種」的棋盤腳及蓮葉桐(表 7)。表 7 有關水資源棲位的判斷較難有定量標準，多是由野外觀察判定，今後此方面的生理判斷依據仍有待研究。

表 7. 本研究供試 50 種樹種在光資源及水資源棲位的配對

光資源棲位	水資源棲位			海濱環境
	較乾旱	中等	較潮濕	
陽性先驅種	山芙蓉 相思樹 構樹	血桐 苦楝 梧桐		黃槿
陽性樹種	恆春皂莢 克蘭樹 恆春厚殼樹	雀榕	稜果榕 茄冬	繖陽 欖仁 草海桐 土沉香
中等耐陰偏陽性樹種	恆春山枇杷 內荳子 月橘	樟樹 無患子 臺灣欒樹 恆春石斑木 香楠 大葉山欖		瓊崖海棠 臺灣海桐 海欖果 止宮樹 銀葉樹 樹青
中等耐陰樹種	紅柴 土樟	恆春楨楠	大葉楠	棋盤腳 蓮葉桐
耐陰樹種		黃心柿 毛柿 象牙樹 柿葉茶菜萸 恆春哥納香 鐵色 小芽新木薑子 臺灣梭羅木 恆春紅豆樹 淡綠葉衛矛 臺灣假黃楊		白樹仔

## 五、建議

臺灣地區原生的喬木有 588 種，灌木有 420 種，其中全世界僅生育在臺灣，為臺灣特有種的喬木有 178 種，灌木 176 種，喬木灌木兩類木本植物特有種合計即有 354 種，此為臺灣獨特的生物多樣性資源，應視為國家重要的自然資產。對這些珍貴的生物多樣性資源，我們必須瞭解它們對諸多環境因子的耐性範圍，將來無論是境內保育或境外移地保育才有科學基礎，才能有效完成保育或生態復育工作。因此，希望國家主管野生物保育大任的林務局，能長期支持這項基礎且有意義的研究工作，這在本土學術研究、科普教育及林業實務工作等方面都有價值。

為了研究臺灣地區原生樹種的各項基礎生物學或生態生理學性狀，首先就需要有材料可供研究。林務局管轄全台灣國有林地，若能在各林管處的工作站或苗圃培育當地較稀有或特有的樹種，無論是供教育展示、物候觀查或基礎研究都會有幫助。

## 六、參考文獻

- 王志強等撰 (2010) 青青西拉雅：國家風景區植栽建議手冊。西拉雅風景區管理處出版，349 頁。
- 王相華、呂勝由、馬復京 (1994) 墾丁森林遊樂區恆春熱帶植物園常見植物。林業試驗所恆春分所編印，64 頁。
- 呂勝由、林明志，1996，臺灣稀有及瀕危植物之分級 彩色圖鑑(I)。行政院農業委員會。163 頁。
- 呂勝由、邱文良，1997，臺灣稀有及瀕危植物之分級 彩色圖鑑(II)。行政院農業委員會。163 頁。
- 呂勝由、邱文良，1998，臺灣稀有及瀕危植物之分級 彩色圖鑑(III)。行政院農業委員會。166 頁。
- 呂福原、歐辰雄、呂金誠 (2000) 臺灣樹木解說 1-5 冊。行政院農業委員會出版，國立中興大學森林系編印。
- 李明仁主編 (2010) 育林實務手冊。行政院農業委員會林務局發行，349 頁
- 林文鎮 (1992) 臺灣名花木解說。中華林學叢刊 926 號，99 頁。
- 張榮財 (1976) 本省常見觀賞樹木生育特性簡介。屏東農專森林會報，第 18 期 33~43 頁。
- 郭寶章 (1989) 育林學各論。國立編譯館出版，503 頁。
- 郭耀綸、范開翔、黃慈薇、李彥屏、吳惠綸、蔡瑞芬，2004，台灣三十種闊葉樹陽葉氣體交換潛力之研究。台灣林業科學 19(4): 375-386。
- 陳玉峯 (1984) 鵝鑾鼻公園植物與植被。墾丁國家公園管理處出版，122 頁。
- 陳玉峯 (1985) 墾丁國家公園研究論叢之一墾丁國家公園海岸植被。墾丁國家公園管理處出版，263 頁。
- 章錦瑜 (2007) 景觀樹木觀賞圖鑑。晨星有限公司出版，447 頁。
- 游以德、陳玉峰、吳盈 (1990) 臺灣原生植物彩色圖鑑。上、下冊。淑馨出版社，441 頁。
- 賴明洲 (1987) 臺灣原生景觀樹木植栽手冊。交通部觀光局出版，204 頁。



1 構樹



2 稜果榕



3 雀榕



4 恆春哥納香



5 樟樹



6 土樟



7 內荳子



8 大葉楠



9 恆春楨楠



10 香楠



11 小芽新木薑子



12 蓮葉桐



13 瓊崖海棠



14 臺灣海桐



15 恆春山枇杷



16 恆春石斑木



17 相思樹



18 恆春皂莢



19 恆春紅豆樹



20 茄冬



21 土沉香



22 鐵色



23 白樹仔



24 血桐



25 臺灣假黃楊



26 月橘



27 紅柴



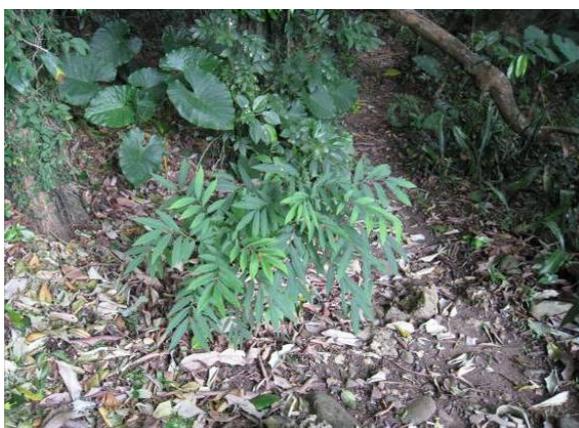
28 苦棟



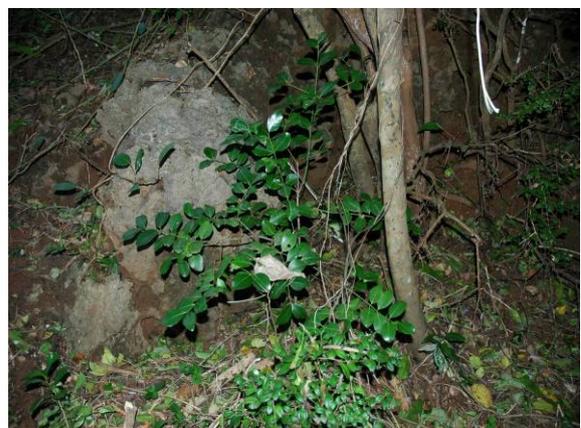
29 止宮樹



30 臺灣欒樹



31 無患子



32 淡綠葉衛矛



33 柿葉茶茱萸



34 山芙蓉



35 黃槿



36 繖楊



37 梧桐



38 銀葉樹



39 克蘭樹



40 臺灣梭羅木



41 棋盤腳



42 欖仁



43 大葉山欖



44 樹青



45 象牙樹



46 黃心柿



47 毛柿



48 海檬果



49 恆春厚殼樹



50 草海桐

## 行政院農業委員會林務局

### 100 年度委託研究計畫「台灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立」期末報告審查會議紀錄

一、時間：101 年 11 月 01 日（星期四）下午 3 時 40 分

二、地點：林務局 7 樓會議室

三、主持人：楊副局長宏志

記錄：陳美惠

四、出（列）席單位及人員：如所附會議簽到單

五、主辦單位報告：（略）

六、期末報告簡報：（略）

七、委員意見：詳如所附委員意見彙整表

八、會議結論：

（一）「台灣低海拔原生樹種光合作用特性及生育環境資料之建立」研究計畫，計畫期末報告審查通過，請受委託單位於 11 月 14 日前函送結案報告（10 份，均含電子檔光碟，雙面影印，需印製書背）並檢送第三期款領據，辦理驗收及請領第三期款事宜。

（二）審查委員之意見，請計畫主持人審酌納入參考並將參處情形以表列方式屆時附於期末報告中。

九、散會：下午 5 時 00 分

## 一、委員意見

委員意見	答覆
<p>蔣鎮宇委員：(書面意見)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.本計畫累積相當多的資訊，對於生物多樣性保育極有助益。</li> <li>2.本資料庫宜持續建構，並適時開放給學者參考。</li> <li>3.宜進一步提供不同耐陰性植物保種的策略。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.臺灣原生樹種有 588 種，本年度計畫初步已完成 50 種的光合潛力測定，林務局亦已提供第二年經費繼續建立另外 50 種的光合潛力資料，希望能持續獲得經費支持，應可建立 300 種臺灣原生樹種此方面的資訊。</li> <li>2.不同耐陰性樹種保種的方式，目前在國家保育策略中已建立國家公園、自然保留區、自然保護區等處，可保育大多數的樹種。然而，臺灣也存在著許多特有稀有樹種，宜針對各別樹種進行不同方式的區內及區外保育。</li> </ol>
<p>簡慶德委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.本計畫結果非常有參考價值，提供委託單位人員在育苗造林時之參考使用。</li> <li>2.建議藉由光飽和點，呈現每個樹種育苗遮光度。</li> <li>3.口頭報告內容較書面資料完整，建議於結案報告中補充。</li> <li>4.將「遮光度」、「光飽和點」納入各論中，另有關與文獻不同之比較，亦可另闢章節，放入報告中。</li> <li>5.報告中有關環境定義的敘述、出現地點的概述，應以淺顯易懂的方式呈現，增加現場瞭解及運用時的實用性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.不同樹種的光飽和點及育苗時適宜的遮光程度，已在各論增列。</li> <li>2.本研究判斷各樹種耐陰性類別，與文獻報導明顯不符之樹種共有 8 種，已在報告第 34 頁敘述，並增列表 6 予以說明。</li> </ol>
<p>楊宏志主席：</p> <p>全球氣候變遷，近年來都是集中強降雨造成崩塌的天災，請研究單位提供崩塌地先驅陽性樹種的最適相關資料，以利崩塌地治理與植生經營。</p>	<p>本研究探討的樹種，包括 7 種陽性先驅樹種及 10 種陽性樹種，可提供崩塌地活性樹種選擇時之參考。</p>
<p>管立豪委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.耐陰性分類之確定分為五種，是否有辦法用文字加以敘述說明。</li> <li>2.未來達到一定樹種(如 100 種或 150 種)時，建議可集結出版。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.耐陰性五種類別的文字敘述說明已增加在結案報告第 17 頁。</li> <li>2.可考慮完成 100 種樹種後，即可出版科普書刊。</li> </ol>
<p>黃群修委員：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.請述明「暗呼吸率、光補償點」與「光度、</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.暗呼吸率是細胞進行代謝作用時釋出 CO<sub>2</sub></li> </ol>

<p>濕度」間不穩定關係之論述依據。</p> <p>2.未來中高海拔樹種如何操作？</p> <p>3.表 7 中水資源棲位一欄，應將「濱海」一欄另列，避免造成混淆。</p>	<p>的速率，該速率會影響光補償點大小，例如呼吸率旺盛，則光補償點會較高。環境因子中強光、高溫、乾燥、缺水等逆境會提高細胞的代謝作用，致暗呼吸率提高，因此不同的天候狀況若微氣象條件改變，會令暗呼吸率及光補償點大幅度改變。此兩生理性狀不是穩定的遺傳性狀。</p> <p>2.中高海拔樹種不適宜培養在屏東熱帶氣候，可在中高海拔的植物園現地進行當地樹種光合潛力的測定。</p> <p>3.已將「濱海」環境另列一欄。</p>
--	--

## 二、其他與會人員發言

<p>保育組張弘毅科長：</p> <p>1.光合潛力點與暗呼吸率之量測單位(<math>\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}</math>)是否相同？</p> <p>2.耐陰性分級係以光合潛力點為分類之初步依據，惟實務之育林作業係以光飽和點為操作依據，建議耐陰性分級仍須以簡單的量化區分資料或說明，供民眾或現場人員了解操作。</p>	<p>1.光合潛力是量測單位時間、單位葉面積可吸收的 <math>\text{CO}_2</math> 分子數量，暗呼吸率則是量測 <math>\text{CO}_2</math> 釋放出的數量，單位是一樣，但一個是吸收，另一個是釋出，進出葉片的方向相反。</p> <p>2.已在報告第 17 頁及各論增加育苗實務遮陰需求的敘述</p>
<p>造林生產組蕭祺暉科長：</p> <p>1.本研究結果在育林上是一很好的參考資料。</p> <p>2.本局採種原則請各管理處儘量採集原生樹種，且種類應多樣性，尤其對國土保安樹種，需持續改變。</p> <p>3.供試樹種在原生育地天然更新苗出現地點建議不要列出 GPS 座標。</p> <p>4.近年來本局在劣化地復育樹種選擇，在崩塌地撒播種子，如：赤楊、相思樹、山黃麻。在海岸造林如：黃槿、白水木、水黃皮、台灣海桐、木麻黃等大部分符合陽性先驅樹種，後續將繼續逐步以耐陰性樹種更新。</p>	<p>1.期末報告不列各樹種 GPS 座標，光碟片版才列出。</p> <p>2.崩塌地復育可參考本研究不同樹種耐陰性分類，在時間尺度上進行先後不同時期的更新樹種種子撒播。</p>