

港口馬兜鈴現存棲地及保育方法研究

內政部營建署墾丁國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十五年十二月

095-301020100G2-001

港口馬兜鈴現存棲地及保育方法研究

研究人員：謝桂禎

內政部營建署墾丁國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十五年十二月

MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Study on The Characteristics of The Habitats of
Aristolochia zolligeriana and Its Conservation in
The Kenting National Park**

BY
KUEI JEN HSIEH

December 18, 2006

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究目的	3
第二章 材料與方法.....	5
第一節 試驗地概述	5
第二節 港口馬兜鈴找尋	7
第三節 港口馬兜鈴棲地特色與族群結構調查.....	7
第四節 寄生蝶種對港口馬兜鈴的利用情況調查.....	9
第五節 港口馬兜鈴生理特色測定	9
第六節 港口馬兜鈴小苗更新光環境測定	10
第三章 結果與討論.....	11
第一節 墾丁地區港口馬兜鈴棲地特色	11
第二節 港口馬兜鈴生理特色	17
第三節 野外現存港口馬兜鈴族群結構	21
第四節 寄生蝶種對港口馬兜鈴的利用	22
第五節 野外港口馬兜鈴小苗更新	25
第四章 結論與建議.....	29
第一節 結論	29
第二節 建議	31
附錄 現存港口馬兜鈴棲地環境基礎資料摘要表.....	33
參考書目.....	37

表次

表 3-1 港口馬兜鈴棲地類型比率	14
表 3-2 港口馬兜鈴立地基質類型比率	14
表 3-3 不同遮陰環境下生長的港口馬兜鈴葉片數	20
表 3-4 港口馬兜鈴植株大小比率	21
表 3-5 各港口馬兜鈴植株主莖尺寸比率	22
表 3-6 黃裳、紅紋及大紅紋鳳蝶在各港口馬兜鈴植株出現的頻度與比率	23
表 3-7 第 5 棲地 7 月林下平均光量	27
表 3-8 第 6 棲地 7 月林下平均光量	27

圖次

圖 2-1 研究區位	6
圖 3-1 本研究所發現的港口馬兜鈴分佈圖	12
圖 3-2 墾丁地區野生港口馬兜鈴植株海拔高度分佈圖	13
圖 3-3 港口馬兜鈴攀附樹種	16
圖 3-4 全光環境中的港口馬兜鈴光合作用光反應	17
圖 3-5 生長於馬路林緣土壤中的港口馬兜鈴光合作用光反應.....	18
圖 3-6 生長於破空小徑林緣珊瑚礁上的港口馬兜鈴光合作用光反應..	19
圖 3-7 黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對各類型棲地的港口馬兜鈴利用.....	24
圖 3-8 港口馬兜鈴各類型棲地的小苗分佈	26

摘 要

關鍵詞：墾丁國家公園、港口馬兜鈴、黃裳鳳蝶、棲地

一、研究緣起

在墾丁國家公園區內，港口馬兜鈴為黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶及大紅紋鳳蝶的幼蟲食草，目前野外族群數量相當稀少。墾丁國家公園管理處為保育黃裳鳳蝶之需，曾於野外復植港口馬兜鈴，但成果並不理想。墾丁地區的港口馬兜鈴動態及棲地特色目前尚缺少前人研究資料，為瞭解港口馬兜鈴的棲地特色及被蝴蝶幼蟲利用的情況，並提出較妥善的港口馬兜鈴保育方法，以促成黃裳鳳蝶保育，故進行本項研究。

二、研究方法及過程

研究方法包括：1. 徒步搜尋墾丁高位珊瑚礁森林保留區及社頂至鵝鑾鼻研究區域內的馬兜鈴植株；2. 發現港口馬兜鈴植株後，測量植株直徑、高度及記錄立地基質、攀附植物、棲地類型、小苗生長等資料；3. 進行港口馬兜鈴生理測定；4. 每隔 10 天進行港口馬兜鈴動態調查，記錄植株被母蝶產卵及蝴蝶幼蟲利用的狀況；5. 將棲地類型分為森林內、馬路林緣、鬱閉小徑林緣、破空小徑林緣及森林孔隙 5 種類型，分析比較競爭種黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對不同棲地類型食草的利用有無相異之處；6. 設立小苗樣區，進行樣區光量測量及記錄蝴蝶幼蟲的利用，以瞭解小苗更新的狀況。

三、重要發現

本研究共發現 92 株 2 年生以上的港口馬兜鈴，這些植株或散生或呈小群生長於以隆起珊瑚礁地型為主的環境中，現存港口馬兜鈴分佈以鵝鑾鼻區密度最高。墾丁地區港口馬兜鈴生育環境的海拔高度分佈最低 17 m，最高為 211 m，大多數分佈於海拔 100 m 以下。棲地類型以鬱閉小徑林緣所佔比率為最高，攀附樹種平均高度 3.9 m (± 2.06)，以血桐、台灣海桐、黃槿及山欖為多。野外港口馬兜鈴族群主莖直徑以 1-2 cm 的植株佔大部份，直徑 0.5 cm 以下的植株只佔 3.4%，足見現階段小苗更新相當不易。

遮陰實驗顯示港口馬兜鈴小苗於 35% 相對光量下生長最好，但野外小苗現實棲地的林下平均相對光量卻只有 2-5%。經光合作用生理測量，港口馬兜鈴光補償點約

為 $10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，高光下光飽合點為 $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽合光合作用率以生長在高光下的植株為佳，可達 $15 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。野外生長在馬路林緣土壤中的港口馬兜鈴光飽和點約 $500 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率為 $8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；生長於破空小徑林緣珊瑚礁岩上的植株光飽和光合作用率不到 $2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。生理實驗結果顯示，現存港口馬兜鈴的生長環境並非其最適環境。

對野外港口馬兜鈴成株的利用率黃裳鳳蝶達 75.3%，紅紋鳳蝶達 74.2%，大紅紋鳳蝶只有 5.6%。將黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對各棲地類型港口馬兜鈴的利用率進行 Chi-square 檢定，發現兩蝶對不同棲地類型的利用均有極顯著的差異，P 值均 < 0.001 。此兩種競爭蝶種對不同棲地類型的利用差異，可做為野外復植港口馬兜鈴的參考。而保護現存港口馬兜鈴族群密度最高的鵝鑾鼻海岸森林，應是保育的首要之務。

四、主要建議事項

立即可行之建議—嚴格保護港口馬兜鈴植株及重要棲地

主辦機關：內政部營建署墾丁國家公園管理處

協辦機關：內政部警政署墾丁國家公園警察隊

墾管處鵝鑾鼻管理站應加強巡邏保護鵝鑾鼻公園森林，以免森林受人為破壞，並於顧工整理公園時，嚴格執行避免砍斷港口馬兜鈴的行為。保育研究課可定期巡查港口馬兜鈴棲地以瞭解其族群動態，在黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶與共同食草的互動關係尚未釐清之前，先不要在野外復植港口馬兜鈴，以免反而助長與黃裳鳳蝶競爭相同食草的紅紋鳳蝶族群。另可商請國家公園警察隊巡邏東海岸時，注意有無燒伐樹叢的狀況，以保護東海岸沿線的港口馬兜鈴族群。

長期性建議—重要棲地之經營管理及持續性研究

主辦機關：內政部營建署墾丁國家公園管理處

協辦機關：大學或研究機構

鵝鑾鼻公園是現存港口馬兜鈴族群量最大的棲地，墾管處將來對鵝鑾鼻礁林公園的經營管理應考慮其珍貴稀有性，避免破壞其林相及改變植被組成。對於墾丁地區黃裳鳳蝶與港口馬兜鈴的保育而言，本研究只是基礎研究的開始，要獲得完整的保育知識並可運用於實務上，還需管理處和學術機構繼續對黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶與港口馬兜鈴的生態學相關領域做更深入的研究，方可求得有效的保育策略。

ABSTRACT

keywords : Kenting National Park, *Aristolochia zolligeriana*, *Troides aeacus kaguya*, habitat.

Aristolochia zolligeriana is the host plant of *Troides aeacus kaguya*, *Pachliopta aristolochiae interpositus* and *Byasa polyeuctes termessus* in Kenting area, Pingtung County. Field populations of the host plant are extremely low. Efforts are being made by the Kenting National Park Headquarters to conserve *A. zolligeriana*, but the result was not promising. The objective of this study is to study the characteristics of the habitats of *A. zolligeriana* to enhance the knowledge on its conservation.

Methods used on this study include: 1) visual surveys by walking through the study site in search of the habitats of the plant and pinpointing the position of habitats with a GPS; 2) assessments of the environmental conditions of the habitats found; 3) measurements of photosynthetic light response and ability of shade-tolerance of the plant; 4) data taken once every 10 days from an individual plant found in the study site; 5) identification the habitats of the plant that were in dense forests or on the edge of a road, close trail or open trail as well as analysis of the percentage of the growth of the host plant in different habitats infested with competing butterflies; and 6) monitoring of the light intensity and the regeneration of the plants on which larvae were found infesting the plants.

A total of 92 *A. zolligeriana* were discovered in the study sites and most of which were found scattered or in clump at elevated coral reef terrain in the Eluanbi park. The elevations of the locations where the plants were found were between 17 to 211 m, but the majority were below the altitude of 100 m. The realized niche of the existing plants found in Kenting area were mostly located on the close trail habitats in the dense coastal forest or on the elevated coral reef forest edge with low light intensity and thin layer of soil.

The averaged height of the host trees on which *A. zolligeriana* affixed itself for

upward climbing was 3.9 ± 2.06 m. The majority of the host tree species were *Macaranga tanarius* (L.)Muell.-Arg., *Pittosporum pentandrum*(Blanco.)Merr., *Hibiscus tiliaceus* L., and *Pouteria obovata* (R. Br.) Baehni.

The optimal light intensity found in the shade-tolerance study of *A. zolligeriana* was 35% of the full sunlight, but the light intensity under the canopy found in its habitats was only 2 to 5% of the full sunlight. The realized niche of the existing *A. zolligeriana* in Kenting area were mostly located in the coastal forest and elevated coral reef forest, and its growth was under low irradiance and in thin layer of soil. Through the measurements of the photosynthesis under the full sunlight, the light compensation point was $10 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, and the light saturation point was $1000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The photosynthesis rate was higher under higher irradiance, reaching as high as $15 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. The photosynthesis rate of those individual plants that grew in the soil was higher than those growing on the reef. Results of this study showed that the conditions of the living environment currently used by *A. zolligeriana* was not optimal for its photosynthesis.

The Chi-square tests indicated that competing butterflies, *T. aeacus kaguya* and *P. aristolochiae interpositus* utilized significantly different types of the habitats and each species appeared to show its preference over a specific habitat ($p < 0.001$). Thus, in developing a better conservation strategy, a proper consideration of the habitats specifically preferred by *T. aeacus kaguya* and *P. aristolochiae interpositus* was necessary before planting *A. zolligeriana*. However, protection of the costal forest at the Eluanbi area, which holds the highest population of *A. zolligeriana*, is considered the most critical, important task to the survival of *A. zolligeriana*, thus to the survival of *T. aeacus kaguya*.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

港口馬兜鈴 (*Aristolochia zolligeriana* Miq.) 為馬兜鈴科的多年生藤本植物，葉腎形，葉面光滑無毛，果實長橢圓形如鈴鐺，種子具如翅薄膜，可藉風傳播；分佈於琉球、台灣、菲律賓及印尼 (農委會 1998)。在台灣主要分佈於蘭嶼、恒春半島港口和港口溪以南地區 (張 2003)，生育環境多為海岸或隆起珊瑚礁區域，土質多為排水良好的壤土及砂質壤土，土壤層薄 (徐等 1985)。恒春半島以往從船帆石至鵝鑾鼻一帶海岸，有為數不少的港口馬兜鈴，但近年來由於社會的發展及觀光事業的發達，促使恒春地區土地持續開發，如農地開墾、道路興建及放牧等行為，使得港口馬兜鈴的生育地急遽減小 (許 1995)，目前已由農委會 (1998) 於《台灣稀有及瀕危植物之分級 II》中依 IUCN 物種保育等級評估標準，列為野外瀕臨絕滅 (endangered) 的植物。

植物與昆蟲相互之間的關係相當密切，在演化上彼此施予對方強烈的選擇壓力，歷經不斷的攻擊與反擊，促成了植物與昆蟲的共同演化 (林 1984)，而共同演化的結果，往往導致昆蟲對寄主植物的專一性。在墾丁國家公園區內，港口馬兜鈴為黃裳鳳蝶 (*Troides aeacus kaguya* Nakahera & Esaki)、紅紋鳳蝶 (*Pachliopta aristolochiae interpositus* Fruhstorfer) 及大紅紋鳳蝶 (*Byasa polyeuctes termessus* Fruhstorfer) 的幼蟲食草。

黃裳鳳蝶為台灣特有亞種蝶類，分類上屬鳳蝶科 (Papilionidae)，翼蝶屬 (*Troides*)。在農委會 (1989) 公佈的保育類野生動物名錄中，黃裳鳳蝶被列為台灣珍貴稀有保育類野生動物，同時也是名列 IUCN Red List of Threatened Butterflies (2002) 的蝶種之一，主要分佈於台灣東南部低山地區及墾丁一帶 (楊 2004)，依據楊和吳 (2005) 對黃裳鳳蝶基因多樣性所做的研究顯示，墾丁地區應是黃裳鳳蝶母族群的分佈地。黃裳鳳蝶於 25°C 飼養箱飼養，由卵至羽化完成 1 代的時間平約為 63.7 天 (楊和吳 2005)，幼蟲以港口馬兜鈴、異葉馬兜鈴 (*Aristolochia*

heterophylla Hay.) 及瓜葉馬兜鈴 (*Aristolochia cucurbitifolia* Hay.) 等馬兜鈴科的植物為食草 (張等 1985), 而在南部地區, 黃裳鳳蝶的幼蟲主要取食港口馬兜鈴 (何等 1997)。紅紋鳳蝶族群分佈於台灣、蘭嶼、綠島、中國、琉球、東南亞及澳洲等地低海拔地區 (何 1995); 生活史較黃裳鳳蝶為短 (何和張 1997), 於 25°C 飼養箱飼養, 由卵至羽化完成 1 代的時間平均約為 41.9 天 (吳等 1993, 吳 1994)。大紅紋鳳蝶棲地多於海拔稍高的山區, 在墾丁平地較為少見; 於 25°C 飼養箱飼養, 由卵至羽化完成 1 代的時間平均約為 51 天 (吳 1994)。

黃裳鳳蝶是以墾丁地區為主要生育地的珍稀蝶種, 墾丁國家公園管理處自成立以來, 即相當關注於黃裳鳳蝶的保育。目前引導保育工作努力方向的生態過程, 主要有關聯族群動態 (metapopulation dynamics) 和棲地品質兩個面向, 而食草數量即是一個主要的棲地品質參數 (Brommer and Fred, 1999; Brommer and Fred, 2003), 有鑑於主要食草港口馬兜鈴族群數量已相當稀少, 墾丁國家公園管理處設有網室栽植港口馬兜鈴, 作為培育母本的場所, 其後並將培育所得的苗栽試植於社頂、鵝鑾鼻、青年活動中心等處, 但結果並不理想 (許 1995), 於野外復植的食草均無法為黃裳鳳蝶利用; 植於辦公室周圍的馬兜鈴亦屢遭紅紋鳳蝶將葉片食盡。物種保育工作未能有具體成效, 可能是導因於部分不適當的自然保育策略, 而最基本的原因, 還是由於研究資料的不足 (Anthes et al. 2003)。

台灣地區的翼蝶屬蝴蝶有 2 種, 即黃裳鳳蝶及侷限分佈於蘭嶼的瀕臨絕種保育類野生動物—珠光鳳蝶 (*Troides magellanus* C. & R. Felder)。許多研究皆指出, 珠光鳳蝶消失的原因乃由於其幼蟲食草港口馬兜鈴在蘭嶼島上大量消失所致 (楊 1993; 陳 1986, 1988; 方等 1998, 2001; 楊和方 2006), 墾丁地區野外港口馬兜鈴數量稀少, 對野外黃裳鳳蝶的族群亦可能造成相當程度的衝擊。

楊和方 (2006) 曾利用地理資訊系統分析蘭嶼地區港口馬兜鈴的生長環境, 結果顯示港口馬兜鈴合適的生長環境為海拔高度 200 公尺以下, 坡度 40 度以下, 平坦地或北向、南向的地區。墾丁地區環境因子與蘭嶼有所差異, 但本區的港口馬兜鈴動態及棲地 (生育地) 特色目前尚缺少前人研究資料, 為瞭解港口馬兜鈴的棲地特色及被蝴蝶幼蟲利用的情況, 並提出較妥善的港口馬兜鈴保育方法, 以

促成黃裳鳳蝶保育，故進行本項研究。

第二節 研究目的

本研究的目的為建立墾丁地區港口馬兜鈴的生態學基礎資料，瞭解港口馬兜鈴的基礎生理特色、港口馬兜鈴現存棲地的環境條件，以及探究黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶與大紅紋鳳蝶對共同食草港口馬兜鈴的利用是否具有差異，期使促成黃裳鳳蝶的保育；並依研究結果提出墾丁地區港口馬兜鈴的保育方法，供墾丁國家公園管理處做為經營管理之參考。

第二章 材料與方法

第一節 試驗地概述

本研究的野外調查涵括恒春半島墾丁國家公園內高位珊瑚礁保留區及社頂以南至鵝鑾鼻海岸地區，研究區總面積約 2303.3 公頃（圖 2-1）。研究區域主要劃分為社頂區、大圓山區、籠仔埔區、香蕉灣海岸林區、砂島區、鵝鑾鼻區、龍坑區及東海岸佳鵝公路沿線區域。社頂區為高位隆起珊瑚礁地型，植被類型分為次生林、人造林、常綠闊葉林和硬葉樹林四大類（Su 1985）；大圓山區植被與社頂區相似，唯次生林與人造林比例偏高；籠仔埔區為高位珊瑚礁常綠闊葉林和硬葉樹林林緣地帶；香蕉灣海岸林區有數條與海岸垂直的帶狀珊瑚礁岩分佈，其間為平坦的沙質地帶，除去海岸最前線的植物群落，植被類型主要分為珊瑚礁灌木植物帶及海岸林植物帶（劉和劉 1977，陳 1985），林緣猶富蔓性植物（Wang 1975）；砂島區植被類型原與香蕉灣相似，但經人為開發，海岸林呈破碎分佈；鵝鑾鼻區與海相臨，為隆起珊瑚礁地型，附近有數階廣大的平頂台地，台地的表面被薄礫層覆蓋，礫層下是厚層的珊瑚石灰岩（王 1988），陳（1984）將此區海岸植被類型自海邊而上分為水芫花—乾溝飄拂草、水芫花—草海桐、草海桐、林投、黃槿、榕樹／山豬朥／山欖／葛塔德木，及毛柿—大葉山欖 7 個植物優勢社會；東海岸佳鵝公路沿線調查區域主要為次生林和人造林；龍坑區為瀕海隆起珊瑚礁地型（王 1988），維管束植物棲地由海岸前線珊瑚礁岩向內陸逐漸替換為砂地及土壤，植被類型由草本、匍匐灌叢逐漸替換成喬木，喬木林以次生林為主（蕭和曾 2002）。此外，本研究中港口馬兜鈴遮陰實驗於屏東科技大學森林系實驗苗圃進行。

依據中央氣象局恒春氣象站的氣象監測顯示，1996 年至 2005 年恒春地區平均年雨量約 2165 mm，年均溫 25.2 °C，全天空日射量平均約 288.6 mj/m²。恒春半島地處熱帶氣圈內，終年受季節風影響顯著（章 1967），雨量多集中於夏季，每年 10 月至翌年 3 月盛行東北季風，造成明顯乾、濕季更替，影響植被甚鉅（陳 1984）。

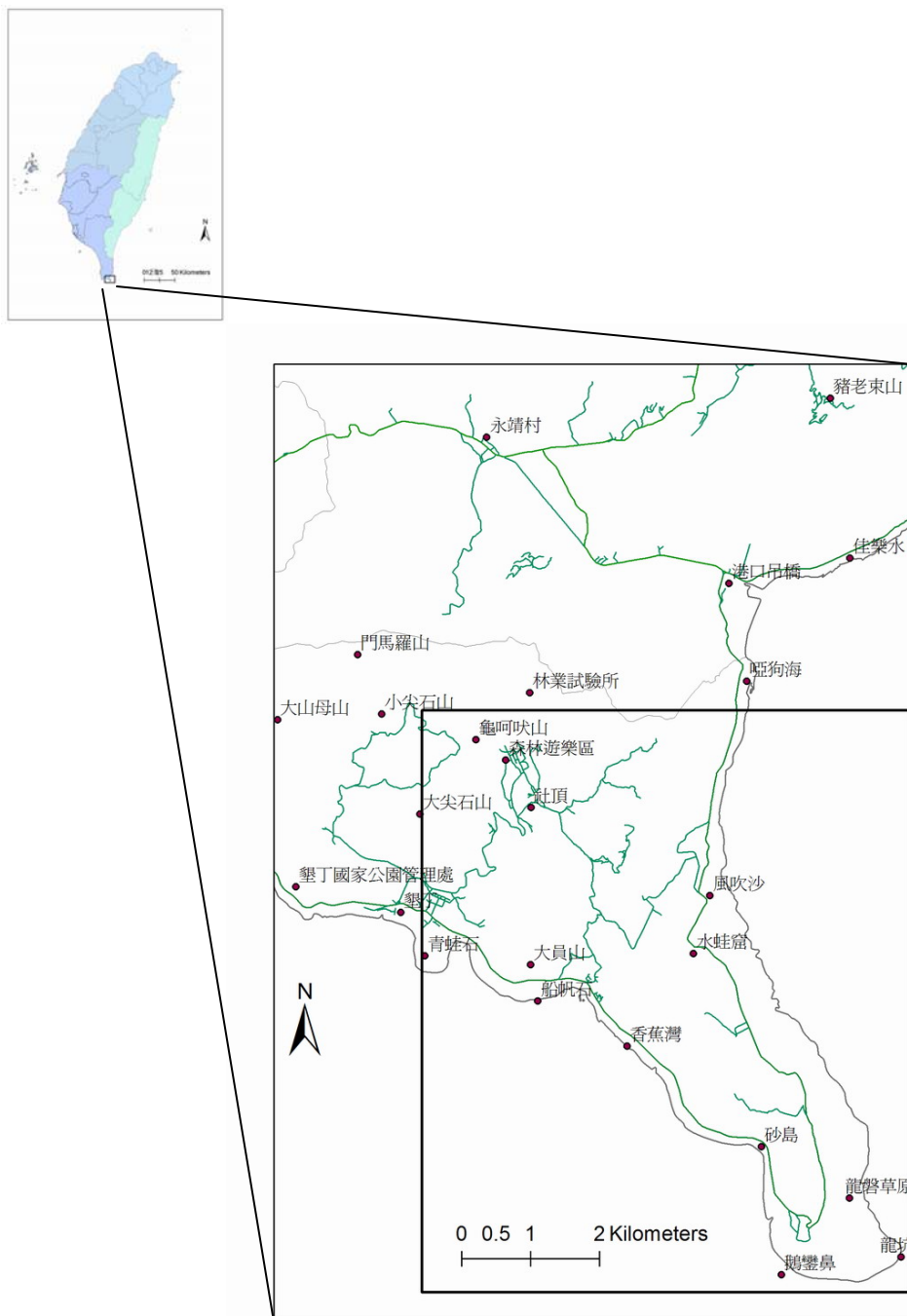


圖 2-1 研究區位

(資料來源：本研究)

第二節 港口馬兜鈴找尋

自 2004 年 1 月至 2006 年 11 月底，徒步搜尋墾丁國家公園內高位珊瑚礁保留區和社頂以南至鵝鑾鼻海岸灌叢地區的港口馬兜鈴植株，一旦發現後，即以 Garmin 廠牌 GPS-V 及以 WG84 座標系統標示位置，然後以 ArcMap9.0 軟體標示於墾丁國家公園基本圖層圖面上。尋找港口馬兜鈴時若發現異葉馬兜鈴生育地亦以 GPS 定位，並記錄其被蝴蝶利用的狀況。

將研究區域粗劃為社頂區、大圓山區、籠仔埔區、香蕉灣海岸林區、砂島區、鵝鑾鼻區、龍坑區及東海岸佳鵝公路沿線區域，以瞭解墾丁國家公園港口溪以南各區域港口馬兜鈴族群區域分佈的狀況。發現港口馬兜鈴植株後，並以 GPS 測量海拔高度，以瞭解墾丁國家公園港口馬兜鈴族群高度分佈的狀況。

第三節 港口馬兜鈴棲地特色與族群結構調查

一、棲地類型調查

將所尋獲的港口馬兜鈴棲地，劃分為森林內、馬路林緣、鬱閉小徑林緣、破空小徑林緣及森林孔隙 (gap) 5 種棲地類型，分析各棲地類型所佔的比率，以探究何種環境最適合港口馬兜鈴生長。森林內棲地類型定義為離馬路或小徑 5 m 以上的樹叢內，生長在此類生長環境中的植株，四周無破空，林下光量很低，葉片多分佈於樹林冠層；馬路林緣棲地類型定義為距馬路林緣 5 m 以內的森林邊緣地帶，生長在此類生長環境中的植株，周圍破空度較大，林下光量亦較高，葉片分佈可由下層至中、上層；鬱閉小徑林緣棲地類型定義為距小徑 5 m 以內，且小徑上層有林冠覆蓋的生長環境，生長在此類生長環境中的植株，林下光量亦較弱，葉片分佈多在中、上層；破空小徑林緣棲地類型定義為距小徑 5 m 以內，且小徑

上層無林冠覆蓋的生長環境，生長在此類生長環境中的植株，四周破空度較鬱閉林緣型高，接受的光量也較多，葉片分佈可由下層至中、上層，與公路林緣相較則破空度較低，所受人為干擾亦較小；森林孔隙棲地類型為森林內因樹倒或受摧折而產生的破空，林下光量較四周森林內高，生長在此類生長環境中的植株，葉片分佈可由下層至中、上層。

二、各類型棲地小苗數調查

在每株港口馬兜鈴生長處，以 10 m×10 m 為範圍，尋找是否有小苗生長，並將各棲地小苗數量分為無小苗、小苗數<20 棵、小苗數 21-100 及小苗數>100 等 4 種類別，分析小苗出現頻度與數量，以瞭解適合港口馬兜鈴小苗更新的棲地類型。

三、攀附樹種及其高度調查

為瞭解港口馬兜鈴對攀附植物有無偏好，記錄每 1 株港口馬兜鈴所攀附生長的植物或其他物體，由於藤的生長有時不只攀附 1 棵樹，故在攀附樹種的調查計算方面，有時 1 株港口馬兜鈴會有 3 種不同的攀附樹種；攀附樹種的高度調查，是以全長 5 m 的釣魚竿來測量，高度大於 5 m 的樹則以梯子或爬樹做分段測量。

四、港口馬兜鈴族群結構調查

港口馬兜鈴的族群結構調查主要是測量植株長度與直徑。將港口馬兜鈴植株長度分成>2 m（大株）、1-2 m（中株）及<1 m（小株）3 個級別，記錄分析各級別的比率；並於離基部 5 cm 處測量主莖直徑，將主莖直徑尺寸分為>3 cm、>2-3 cm、>1-2 cm、>0.5-1 cm，以及≤0.5 cm 等 5 個級別，分析比較各級別的比率。

第四節 寄生蝶種對港口馬兜鈴的利用情況調查

為探究利用共同食草的黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶及大紅紋鳳蝶是否有棲位分化的現象，自 2006 年 1 月至 11 月 30 日每隔 10 天進行已尋獲的港口馬兜鈴植株動態調查，檢視植株上或植株附近的卵、幼蟲、蛹，記錄各類型棲地港口馬兜鈴被黃裳、紅紋及大紅紋鳳蝶幼蟲利用的狀況，以瞭解各港口馬兜鈴植株出現 3 種蝶的頻度與比率，並統計分析 3 種蝶對森林內、馬路林緣、鬱閉小徑林緣、破空小徑林緣及森林孔隙 5 種棲地類型的利用率是否具有差異。

此項調查由於需檢視港口馬兜鈴葉片，而大部分植株的葉片分佈於樹冠層，故需藉助梯子或以爬樹的方式進行調查。在較隱密的樣區可架設梯子，採用的梯子高度視林冠層高度而有所不同，最短的梯子為 2.5 m，最長的雙面竹梯為 5.1 m；另有配合樣區樹型所釘置的 5 m 單面梯，以及綁於樹幹間協助攀爬的短木梯。

第五節 港口馬兜鈴生理特色測定

一、光合作用光反應及溫度反應

藉 LI-6400 (LI-COR, USA) 攜帶式光合作用測定系統，給予不同的光量條件 (0 至 $2000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)，夾葉測量 3 種不同生育環境的港口馬兜鈴，每 1 種生育環境測量 3 株，每株測量 3 片葉，測定其光飽合光合作用率，以明瞭港口馬兜鈴的光合潛能。

二、遮陰實驗

為了解光量對港口馬兜鈴生長的影響，將 50 盆株高 10-15 公分、葉片數 8-12

片的小苗，分 10 盆為一組，共為 5 組，分置於全光、65%、35%、10%及林下 5 種不同的光環境下，3 個月後測量各組生長狀況，比較其葉片數量，求其生長的最適光環境。

第六節 港口馬兜鈴小苗更新光環境測定

為了解港口馬兜鈴更新的狀況及小苗生長處的光環境條件，及明瞭現實光環境與最適光環境的差異，於有較大量小苗更新的馬路旁林緣棲地類型林下，設立 2 處 10 m × 10 m 的小苗樣區，各以 LI-190 光量計於林下離地 1 m、2 m、3 m、4 m 4 個點記錄平均光量，並記錄 1 全光下光量以取得相對光量值，與苗圃遮陰實驗中最適光環境下的港口馬兜鈴做比較。

第三章 結果與討論

第一節 墾丁地區港口馬兜鈴棲地特色

本研究自 2004 年 1 月至 2006 年 11 月底調查期間，於墾丁國家公園野外共發現 92 株 2 年生以上的港口馬兜鈴（附錄），這些植株或散生或呈小群生長於以隆起珊瑚礁地型為主的環境中。

將研究區域粗劃為社頂區、大圓山區、籠仔埔區、香蕉灣海岸林區、砂島區、鵝鑾鼻區、龍坑區及東海岸佳鵝公路沿線區域，結果顯示，墾丁國家公園內現存港口馬兜鈴族群分佈以鵝鑾鼻區密度最高，東海岸佳鵝公路沿線區次之（圖 3-1）。文獻記載恒春半島以往從船帆石至鵝鑾鼻一帶海岸，有為數不少的港口馬兜鈴（許 1995），然而，墾丁國家公園陸域除却南仁山區及少數地域尚保有完整原生植被外，泰半迭受斤斧、農牧、祝融而淪為人工或次生植被，而海岸地區首當衝擊（陳 1985），幸存者僅有設為保護區的香蕉灣熱帶海岸林。而本研究於徒步普查的過程中，發現鵝鑾鼻因早年即成立礁林公園，除人為開通步道使森林出現大量林緣外，大部分珊瑚礁森林植被都受到保護免於開墾破壞，所以保留下了為數不少的港口馬兜鈴。推論鵝鑾鼻公園珊瑚礁森林應為典型的港口馬兜鈴生長環境。而東海岸有數公里長可提供較大光量的馬路林緣，且樹型受東北季風影響植株低矮，符合港口馬兜鈴的生長環境條件，故其族群亦有不少分佈於此區；香蕉灣熱帶海岸林則因植被高大鬱閉、林下陰暗，且多各類藤蔓遮陰及阻礙研究人員找尋，故發現港口馬兜鈴的數量較少。

研究期間，在社頂區尋找到 7 處異葉馬兜鈴生育地（研究範圍之外則在南仁山區找到 2 處生育地），其生長方式與港口馬兜鈴有明顯不同，6 處匍匐於地面或岩石低處生長，且蔓生成片，偶見攀附樹木往上生長的細莖；有 1 處則因生長於籬下，故除部分蔓生於地面之外，也成片攀附籬笆生長，最高處達 280 cm。

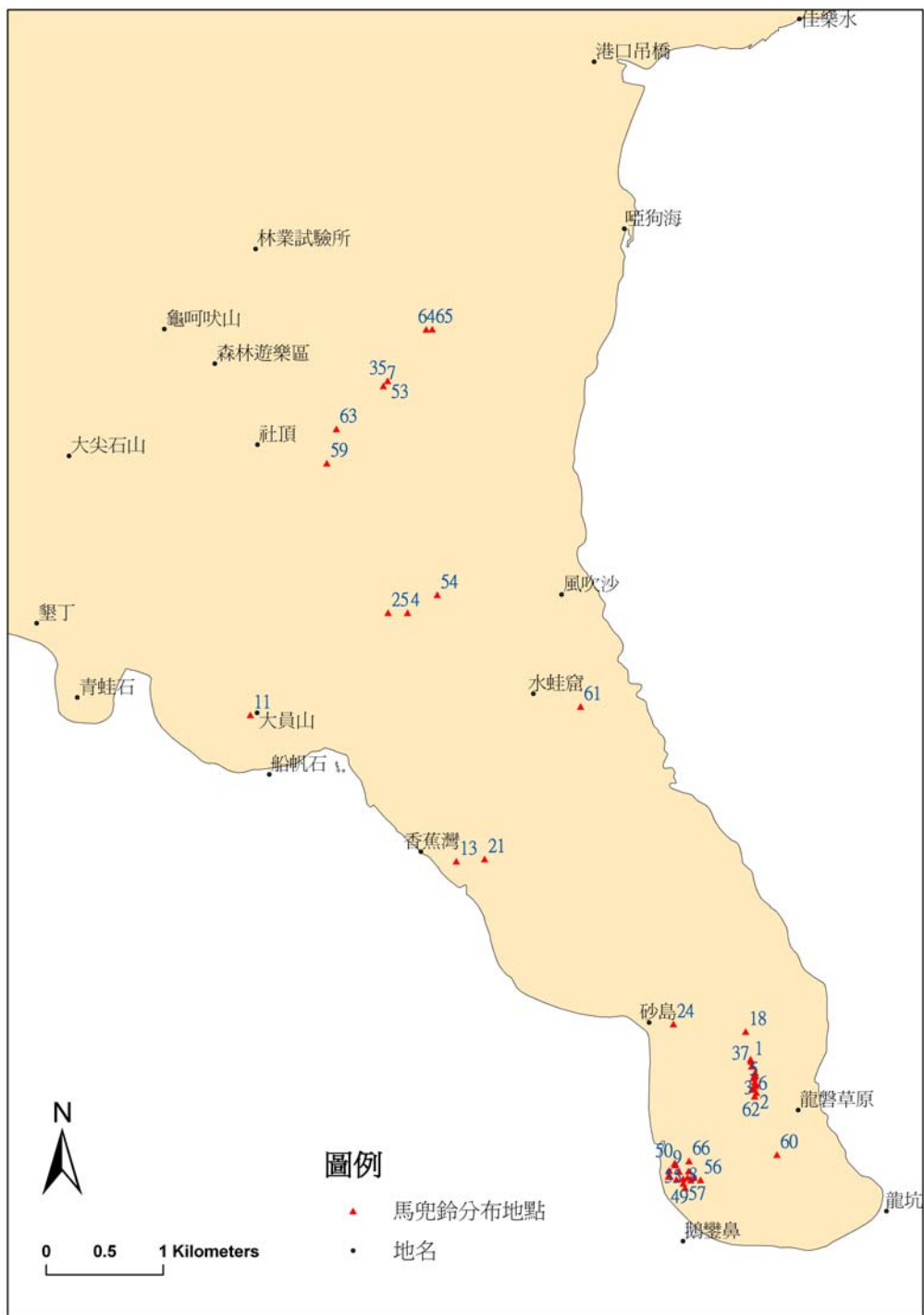


圖 3-1 本研究所發現的港口馬兜鈴分佈圖

(資料來源：本研究)

表 3-1 港口馬兜鈴棲地類型比率

生育地類型	數量	比率
森林內	10	11.2%
馬路林緣	18	20.2%
鬱閉小徑林緣	36	40.4%
破空小徑林緣	21	23.6%
森林孔隙	4	4.5%

(資料來源：本研究)

在港口馬兜鈴的立地基質方面，將立地基質分為礁岩、砂質壤土和壤土，以及岩隙薄土 3 種類型，其中以砂質壤土所佔比率 51.7% 較高，生長於礁岩（珊瑚礁裸岩）的植株佔 32.6%（表 3-2）。根據徐等（1985）的研究，港口馬兜鈴的生育環境多為海岸或隆起珊瑚礁區域，土質多為排水良好的壤土及砂質壤土，土壤層薄；與本研究所發現的港口馬兜鈴分佈地型與土質吻合；但楊和方（2006）認為港口馬兜鈴對水分需求很，與本研究所顯示 32.6% 的植株生長於裸岩、15.7% 的植株生長於岩隙薄土上的結果有所差異。此部分可能還需進一步以港口馬兜鈴耐旱實驗加以驗證。

表 3-2 港口馬兜鈴立地基質類型比率

基質	數量	比率
礁岩	29	32.6%
砂質壤土和壤土	46	51.7%
岩隙薄土	14	15.7%

(資料來源：本研究)

綜合本年度和過往的記錄顯示，墾丁地區港口馬兜鈴攀附生長的樹種有 36 種，其中以血桐（11 棵）、台灣海桐（9 棵）、黃槿（9 棵）及山欖（8 棵）為多，其他樹種出現頻度為 1-5 棵。此外，因周圍沒有可以攀附的植物或因故掉落而伏地生長的港口馬兜鈴有 4 株（圖 3-3）。陳（1985）於《墾丁國家公園海岸植被》一書中有言「海岸森林群落帶主由白榕、正榕、銀葉樹、茄冬、大葉山欖、山欖、紅柴、大葉樹蘭、皮孫木、棟樹、小梗木薑子、克蘭樹、血桐、欖仁、瓊崖海棠、白水木、厚殼樹、繖楊、黃槿、水黃皮等樹種所構成」；而山欖、台灣海桐、黃槿都是鵝鑾鼻代表性植被：隆起珊瑚礁特殊單位中，森林第一層結構的代表性植物組成（陳 1984）。本研究顯示港口馬兜鈴攀附樹種以血桐、台灣海桐、黃槿及山欖為多，以葉部形態而言，隆起珊瑚礁植物社會主要組成的台灣海桐、黃槿及山欖的葉片均不算大，枝葉結構允許林下有較多的光量供港口馬兜鈴小苗時期生長。而 2005 年 7 月海棠颱風重創墾丁地區森林，造成林下光量大增，陽性先驅樹種血桐趁勢快速生長，今年的調查結果顯示，在馬路林緣和破空小徑林緣的幾處港口馬兜鈴棲地，血桐已高過其他樹種，成為港口馬兜鈴攀附的冠層樹；另外編號 9-1 和 9-2 的兩株港口馬兜鈴原攀附於恒春厚殼樹，後因人為整理林地，與周遭樹叢一起被砍至離地 50 cm 高度，之後血桐快速生長，港口馬兜鈴便與血桐相競生長，最終攀上血桐冠層。

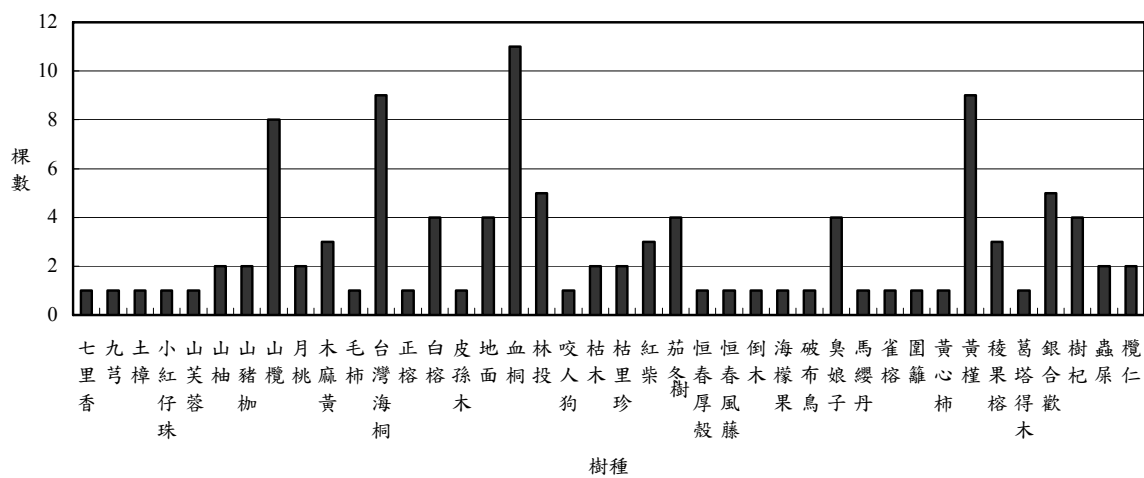


圖 3-3 港口馬兜鈴攀附樹種

(資料來源：本研究)

在攀附樹種的高度統計分析上，結果顯示港口馬兜鈴攀附樹種的高度介於 0 m-8 m，平均值 3.9 m，標準差 2.06 (n = 89)，顯示適合港口馬兜鈴生長的环境林木高度不宜過高。

第二節 港口馬兜鈴生理特色

一、光合作用光反應

1. 生長在全光環境下的港口馬兜鈴光合作用率，3 植株上層葉的光合作用光補償點及光飽和點均相似。光補償點約 $10 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和點約 $1000 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率達 $15 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (圖 3-4)。

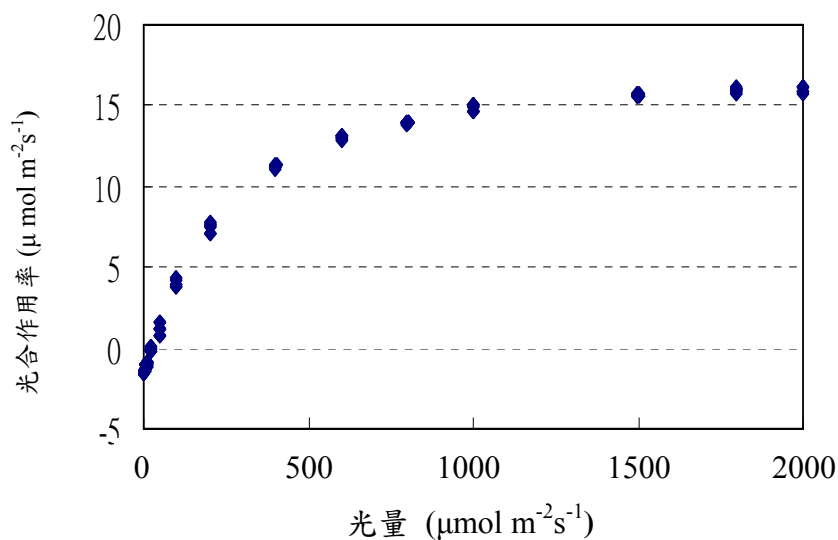


圖 3-4 全光環境中的港口馬兜鈴光合作用光反應

(資料來源：本研究)

2. 生長在馬路林緣土壤中的港口馬兜鈴，3 植株林緣中層葉的光合作用光補償點及光飽和點均相似。光合作用光補償點約 $10 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和點約 $500 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率為 $8 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (圖 3-5)。在此生長環境中，白天日

照時間約為全光環境的一半，其生理可塑性對環境的適應使得光飽和點較全光環境中的植株為低，光合作用率亦較低。

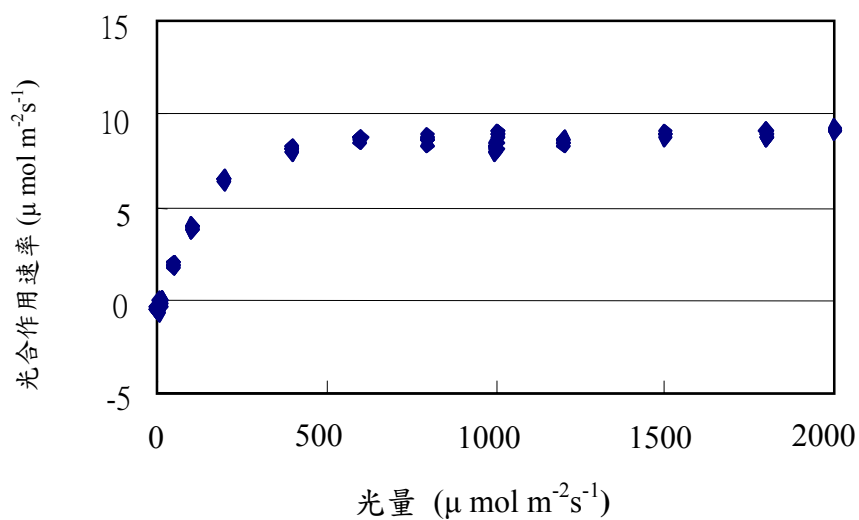


圖 3-5 生長於馬路林緣土壤中的港口馬兜鈴光合作用光反應

(資料來源：本研究)

3. 生長於破空小徑林緣珊瑚礁岩上的港口馬兜鈴，3 植株上層葉的光合作用光補償點及光飽和點均相似。光合作用光補償點在 $5 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下，光飽和點約 $300 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率不到 $2 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ （圖 3-6）。

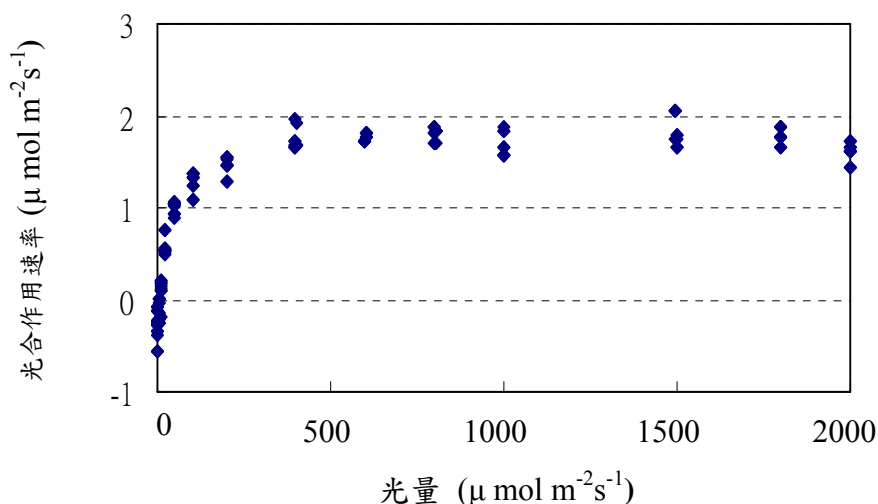


圖 3-6 生長於破空小徑林緣珊瑚礁上的港口馬兜鈴光合作用光反應

（資料來源：本研究）

由上述資料可知，不同生長環境下的港口馬兜鈴光合作用潛力有所差異，此項結果與郭（2006）樹苗光合作用性狀的研究結果「比較同一樹種分別生長在強光、弱光兩處苗木光合作用性狀的差異，發現各樹種生長在強光處的光補償點、暗呼吸率、光飽和點及光飽和光合作用率 4 項光合作用性狀大多會顯著高於相同樹種但生長在弱光處苗木」相符。

除光量外，立地基質亦可能影響其光合作用生產力。生長於破空小徑林緣珊瑚礁岩上的港口馬兜鈴光飽和點約 $300 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光合作用率卻不到 $2 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，推論乃由於立地基質貧瘠、保水力差等環境條件影響植株本身的強健所

致，由此生理實驗可知，立足於礁岩上的港口馬兜鈴生長速度應相當緩慢。

二、遮陰實驗

本項實驗結果顯示，放置於 35%相對光量陰棚下的港口馬兜鈴苗生長最好，平均葉片數為 122.8 (± 7.9)；10%光量處次之，平均葉片數為 68.2 (± 10.5)；全光及林下環境生長狀況較不理想，平均葉片數各為 28.8 (± 3.7) 及 26.4 (± 4.3) (表 3-3)。

表 3-3 不同遮陰環境下生長的港口馬兜鈴葉片數

光量	平均值
全光	28.8 \pm 3.7
65%	39.2 \pm 7.2
35%	122.8 \pm 7.9
10%	68.2 \pm 10.5
陰暗林下 (0.25%)	26.4 \pm 4.3

(資料來源：本研究)

第三節 野外現存港口馬兜鈴族群結構

將 89 棵港口馬兜鈴植株長度分成 $>2\text{ M}$ (大株)、 $1-2\text{ M}$ (中株) 及 $<1\text{ M}$ (小株) 3 個級別，其中 >2 公尺長的植株有 69 株佔 77.5%， $1-2$ 公尺的植株有 18 株佔 20.2%， <1 公尺的植株有 2 株佔 2.2 % (表 3-4)。可知墾丁目前野外港口馬兜鈴族群以大株的植株佔大部份。

表 3-4 港口馬兜鈴植株大小比率

植株大小	株數	比率
小株($<1\text{m}$)	2	2.2%
中株($1-2\text{m}$)	18	20.2%
大株($>2\text{m}$)	69	77.5%

(資料來源：本研究)

將主莖直徑尺寸分為 $>3\text{ cm}$ 、 $>2-3\text{ cm}$ 、 $>1-2\text{ cm}$ 、 $>0.5-1\text{ cm}$ ，以及 $\leq 0.5\text{ cm}$ 5 個級別 (此部分因有 1 株港口馬兜鈴生長於珊瑚礁峭壁上，無法測量主莖直徑，故樣本數為 88 株)，結果顯示主莖直徑 $>1-2\text{ cm}$ 的植株佔 67.0% (表 3-5)。

由上述資料可知，墾丁地區野生港口馬兜鈴族群以大株為多，徑級分佈則集中於 $1-2\text{ cm}$ ，生長至直徑 3 cm 以上不容易 (只發現 1 棵)，但尤需注意的是直徑 0.5 cm 以下的 2 年生以上植株只佔 3.4%，現階段族群更新的情況直得留意。墾丁野外港口馬兜鈴族群 2 年以下小苗更新的現況於第五節討論。

表 3-5 各港口馬兜鈴植株主莖尺寸比率

直徑	株數	比率
>3 cm	1	1.1%
>2-3 cm	11	12.5%
>1-2 cm	59	67.0%
>0.5-1 cm	14	15.9%
≤0.5 cm	3	3.4%

(資料來源：本研究)

第四節 寄生蝶種對港口馬兜鈴的利用

依據高斯的競爭排斥原理 (competitive exclusion principle)，具有相同棲位的兩種生物不能永久並存；在生態學上，競爭強度被認為與棲位重疊程度有關 (Molles, 1999)，而棲位的分化，可以減低利用同一類食草的不同種昆蟲之間的競爭壓力 (Biedermann, 2004)。本研究是以假設墾丁地區利用港口馬兜鈴的 3 種蝴蝶棲位並不完全相同。

在所調查的 89 株港口馬兜鈴上，只有記錄到黃裳鳳蝶卵或幼蟲的有 20 株，佔 22.5%；只有記錄到紅紋鳳蝶卵或幼蟲的有 18 株，佔 20.2%；有 3 株港口馬兜鈴無記錄到鳳蝶利用，佔 3.4% (3 株之中有 1 株經常被除草砍斷)；記錄到黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶共同利用的有 43 株，佔 48.3%；記錄到紅紋與大紅紋鳳蝶的有 4 株，佔 4.5%；記錄到 3 種鳳蝶均有利用的只有 1 株 (表 3-6) (附錄)。總計黃裳鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率達 75.3%，紅紋鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率達 74.2%，大紅紋鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率只有 5.6%。本研究所記錄到有被大紅紋鳳蝶利用的野生港口馬兜鈴均在鵝鑾鼻區，但社頂區的異葉馬兜鈴有多處記錄到大紅紋鳳蝶。

表 3-6 黃裳、紅紋及大紅紋鳳蝶在各港口馬兜鈴植株出現的頻度與比率

鳳蝶種	黃裳	紅紋	無	黃裳與紅紋	紅紋與大紅紋	3 種蝶
植株數	20	18	3	43	4	1
比率	22.5%	20.2%	3.4%	48.3%	4.5%	1.1%

(資料來源：本研究)

3 種鳳蝶出現在港口馬兜鈴上的數量，大紅紋鳳蝶偏低，黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶的數量在不同棲地類型的植株上寡眾不同，但整體而言紅紋鳳蝶的族群數量較高，此 2 種蝶的數量在不同棲地類型植株上的差異，仍有待繼續研究與分析。

由於本研究在港口馬兜鈴植株上記錄到的大紅紋鳳蝶幼蟲數量只有 20 餘隻，與黃裳鳳蝶和紅紋鳳蝶數以百千計的幼蟲數相差甚遠，且本研究的最終目的，為減低復植於野外的港口馬兜鈴被紅紋鳳蝶寄生的壓力，以及讓黃裳鳳蝶可以利用，故在不同蝶種對不同類型棲地的選擇利用上，只針對黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶進行分析，結果顯示黃裳鳳蝶對森林內棲地類型的利用率達 100%，對破空小徑林緣類型的利用率最低，為 57.1%；紅紋鳳蝶則對馬路林緣棲地類型的利用率達 100%，對森林內類型的利用率最低，為 40% (圖 3-7)。將黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對各棲地類型港口馬兜鈴的利用率進行 Chi-square 檢定，發現黃裳鳳蝶對不同棲地類型的利用有極顯著的差異 ($P < 0.001$)；紅紋鳳蝶對不同棲地類型的利用亦具有極顯著的差異 ($P < 0.001$)。此兩種競爭蝶種對不同棲地類型的利用差異，可做為日後野外復植港口馬兜鈴的參考。

由以上資料顯示，墾丁地區利用港口馬兜鈴的蝶種主要為黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶，而這 2 種蝴蝶對不同棲地類型的利用各有其差異。謝等 (2006) 曾研究比較墾丁野外黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶在港口馬兜鈴上的產卵位置及取食差異，其結果亦顯示兩蝶產卵位置及取食部位的現實棲位並不完全相同。從不同棲地類型的利到不同植株部位的利用應可區隔兩蝶的現實棲位。

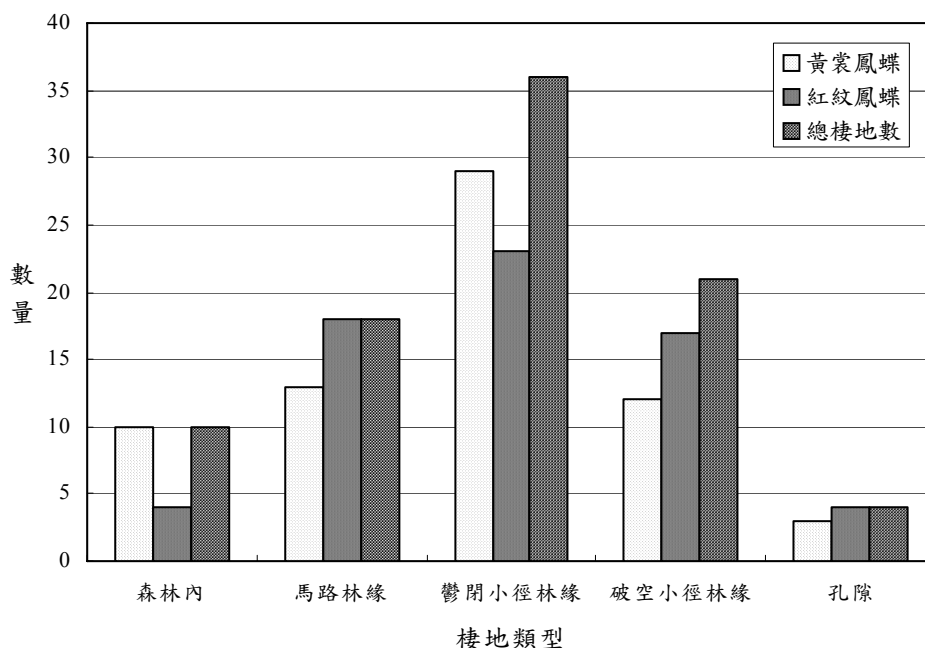


圖 3-7 黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對各類型棲地的港口馬兜鈴利用

(資料來源：本研究)

雖然以上結果顯示在 2 年生以上的港口馬兜鈴植株上，只有黃裳鳳蝶的比率較只有紅紋鳳蝶的稍高，但在小苗樣區的調查上卻有迥然不同的結果，此部份另於本章第五節討論。

野外觀察果結顯示，黃裳鳳蝶母蝶喜飛翔於海岸叢林上方尋覓食草產卵，本研究結果亦顯示港口馬兜鈴攀附樹木的平均高度約為 3.9 m，且黃裳鳳蝶對森林內棲地類型的利用率達 100%，可見珊瑚礁海岸森林的完整性對黃裳鳳蝶的存續相當重要。Konvicka & kuras (1999) 曾提出「小灌叢的減少，使得喜於森林較開闊的區塊產卵的蝶種易受傷害」的看法，而 Lewis et al. (1998) 認為特有種蝴蝶的生存，可能需依賴原有森林保存的尺度。在墾丁海岸林已遭受大量開墾的今日，嚴格保護僅存的鵝鑾鼻珊瑚礁森林及香蕉灣熱帶海岸林應是保育港口馬兜鈴及黃

裳鳳蝶的首要之務。

第五節 野外港口馬兜鈴小苗更新

2005年7月18日海棠颱風吹斷、吹乾墾丁地區西向林木枝葉，造成林下光量大增，8月間接續而來的瑪沙、珊瑚及泰利颱風也為墾丁地區帶來充足的雨水。影響林床內種子發芽的因子很複雜，光照應當是其中較重要的一個因子（張，1996），而水分也是影響小苗萌發的主要因素之一（謝，2003），本研究2005年9月間於東海岸和鵝鑾鼻公園內發現大量的小苗萌發現象，其中第32號膝附近的港口馬兜鈴小苗數尤其多，總數超過800棵。郭（2006）於南仁山森林研究森林樹種組成與苗木組成，於其林下小苗樣區中發現到白柏、白匏仔及蟲屎3種陽性樹種物種豐量最高，而這些小苗多是2003年9月杜鵑颱風，以及2005年7月海棠颱風過後才出現的。本研究發現大量的港口馬兜鈴小苗，亦在海棠颱風過後。

在所有調查的港口馬兜鈴附近，有記錄到小苗者為53.1%（小苗數<20棵的佔21.3%，小苗數21-100棵的佔23.6%，小苗數>100的佔9.0%；n=89），計算各類型棲地有無小苗分佈的數量，結果顯示以鬱閉小徑林緣類型棲地出現小苗的比率最高（69.4%，n=36），破空小徑林緣類型棲地出現小苗的比率最低（23.8%，n=21）（圖3-8）。野外觀察發現，破空小徑林緣棲地地被植物密度極高，即使在此環境中光量較佳，港口馬兜鈴種子發芽生長的空間卻有限；而鬱閉小徑林緣棲地地被層空曠，颱風造成林下光量大增後，在光量、水份及立足空間皆俱備的條件下，出現大量小苗。

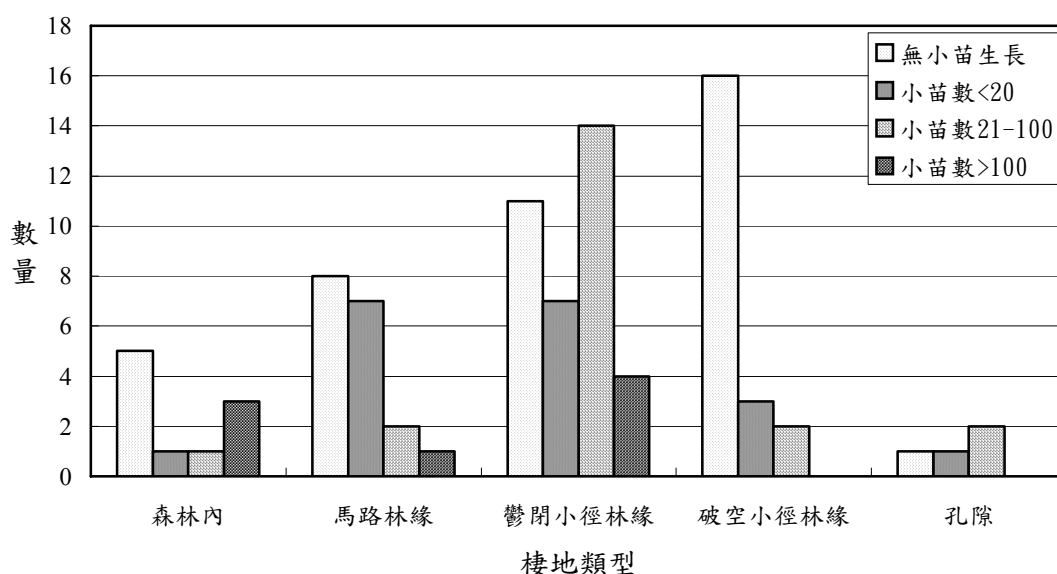


圖 3-8 港口馬兜鈴各類型棲地的小苗分佈

(資料來源：本研究)

本研究於東海岸區 2 處馬路林緣棲地各設立 1 小苗樣區，量測光量及小苗數的變化，其中設於東海岸第 5 棲地的小苗樣區 7 月林冠以下平均光量分別為 $12 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，平均相對光量 2.7%(表 3-7);第 6 棲地 7 月林冠下平均光量為 $22 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，平均相對光量 5.1% (表 3-8)。顯示野外現實棲地的相對光量較其生理最適相對光量 (35%) 低很多，現存港口馬兜鈴的環境條件並非其最適環境。

為瞭解小苗更新與光量的關係，本研究於鵝鑾鼻設立 12 處小苗樣區，量測光量及小苗數的變化，然而樣區中所有的小苗在光量出現明顯改變之前，便已全數遭受蝴蝶幼蟲的啃食，而在小苗樣區中記錄到的幼蟲，均為紅紋鳳蝶幼蟲，數大的幼蟲生活史過程均在小苗間完成，同時間港口馬兜鈴成株上卻極少記錄到紅紋鳳蝶幼蟲。除去少部分生於礁岩上乾枯而死的小苗外，紅紋鳳蝶對小苗的利用率達 100%。比較 2004 年至 2006 年的小苗年間變化，顯示海棠颱風之後才有大量的小苗發生，而豐富的小苗資源，可能也影響到喜愛產卵於小苗上的紅紋鳳蝶對食草的選擇，以致減低了牠對成株的利用率。本項研究結果也檢驗了「紅紋鳳蝶

母蝶嗜好產卵於小苗」(謝等 2006)之說。

表 3-7 第 5 樓地 7 月林下平均光量

日期	1M	2M	3M	4M	平均光量	全光	相對光量(%)
7 月 12 日	7.07	5.78	9.94	9.69	8.12	713.93	1.14
7 月 13 日	9.61	7.30	11.81	14.64	10.84	658.07	1.65
7 月 14 日	7.83	6.28	9.29	10.87	8.57	539.17	1.59
7 月 15 日	9.89	6.14	12.33	13.90	10.56	340.18	3.11
7 月 16 日	9.61	7.42	12.58	9.91	9.88	142.43	6.94
7 月 17 日	14.26	8.12	12.21	11.33	11.48	335.15	3.43
7 月 18 日	8.11	7.58	10.73	9.75	9.04	122.29	7.40
7 月 19 日	9.10	7.45	10.26	10.69	9.38	569.37	1.65
7 月 20 日	9.53	5.91	9.28	14.05	9.69	428.58	2.26
7 月 21 日	9.34	7.79	12.00	8.12	9.31	557.14	1.67
7 月 22 日	8.58	9.33	20.47	13.93	13.08	471.52	2.77
7 月 23 日	21.46	19.52	16.60	26.08	20.91	504.41	4.15
7 月 24 日	26.85	22.44	20.93	27.25	24.37	525.21	4.64
平均光量	9.44	6.98	11.04	11.30	11.94	440.63	2.71

(資料來源：本研究)

表 3-8 第 6 樓地 7 月林下平均光量

日期	1M	2M	3M	4M	平均光量	全光	相對光量(%)
7 月 12 日	40.96	43.84	5.84	21.68	28.08	713.93	3.93
7 月 13 日	39.38	39.63	9.86	23.09	27.99	658.07	4.25
7 月 14 日	39.47	38.92	5.14	17.98	25.38	539.17	4.71
7 月 15 日	28.09	31.47	6.27	29.38	23.80	340.18	7.00
7 月 16 日	13.77	9.82	3.23	41.60	17.10	142.43	12.01
7 月 17 日	27.90	12.12	21.82	30.78	23.15	335.15	6.91
7 月 18 日	11.43	9.59	5.23	61.28	21.88	122.29	17.89
7 月 19 日	28.17	7.10	4.63	29.91	17.45	569.37	3.07
7 月 20 日	27.12	10.75	0.98	32.05	17.72	428.58	4.14
7 月 21 日	24.84	9.87	13.79	40.06	22.14	557.14	3.97
7 月 22 日	26.92	8.84	0.63	42.20	19.65	471.52	4.17
7 月 23 日	32.87	9.48	0.45	26.08	17.22	504.41	3.41
7 月 24 日	30.76	19.39	19.24	48.08	29.37	525.21	5.59
平均光量	28.11	21.31	7.68	32.78	22.38	440.63	5.08

(資料來源：本研究)

第四章 結論與建議

第一節 結論

- 一、本研究共發現 92 株 2 年生以上的港口馬兜鈴，這些植株或散生或呈小群生長於以隆起珊瑚礁地型為主的環境中，現存港口馬兜鈴族群分佈以鵝鑾鼻區密度最高，東海岸佳鵝公路兩旁的次生林次之。墾丁地區港口馬兜鈴生育環境的海拔高度分佈最低 17 m，最高為 211 m，大多數分佈於海拔 100 m 以下。故鵝鑾鼻公園的珊瑚礁森林應為墾丁地區現存港口馬兜鈴最大的族群分佈地。
- 二、在棲地類型上，森林內（離馬路或小徑 5 m 以上）、馬路林緣（距馬路林緣 5 m 以內）、鬱閉小徑林緣（距小徑 5 m 以內，小徑上層有林冠覆蓋）、破空小徑林緣（距小徑 5 m 以內，小徑上層無林冠覆蓋）及森林孔隙（gap）5 種類型生育地所佔比率各為 11.2%、20.2%、40.4%、23.6%及 4.5%，以鬱閉小徑林緣所佔比率為最高。
- 三、墾丁地區港口馬兜鈴攀附樹種以血桐、台灣海桐、黃槿及山欖為多。推論台灣海桐、黃槿及山欖乃為墾丁隆起珊瑚礁區的主要組成份子，且葉片不大，枝葉結構允許林下有較多的光量供港口馬兜鈴小苗時期生長；而生長快速的陽性先驅樹種血桐，在馬路林緣和破空小徑林緣的港口馬兜鈴棲地成為馬兜鈴攀附的主要冠層樹。港口馬兜鈴攀附樹種的高度介於 0 m-8 m，平均高度 3.9 m，顯示適合港口馬兜鈴生長的環境林木高度不宜過高。
- 四、遮陰實驗顯示港口馬兜鈴小苗於 35%相對光量下生長最好，但野外現實棲地的林下平均光量卻只有 2-5%。經光合作用生理測量，生長在全光環境下的港口馬兜鈴光合作用光補償點約 $10 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和點約 $1000 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率達 $15 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；生長在馬路林緣土壤中的港口馬兜鈴，光合作用光補償點約 $10 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和點約 $500 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率為 $8 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ；生長於破空小徑林緣珊瑚礁岩上的港口馬兜鈴，

光合作用光補償點在 $5 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下，光飽和點約 $300 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ，光飽和光合作用率不到 $2 \mu \text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。實驗結果顯示，現存港口馬兜鈴的環境條件並非其最適環境，而立地基質亦可能影響其光合作用生產力，立足於礁岩上的港口馬兜鈴生長速度應相當緩慢。

五、 墾丁地區野外現存港口馬兜鈴族群 >2 公尺長的植株佔 77.5%，1-2 公尺的植株 20.2%， <1 公尺的植株只佔 2.2 %，以大株的植株佔大部份。徑級分佈則集中於 1-2 cm，佔 67.0%；生長至直徑 3 cm 以上不容易，本研究只發現 1 棵；而直徑 0.5 cm 以下的 2 年生以上植株只佔 3.4%，顯示現階段小苗更新不易。

六、 在所調查的港口馬兜鈴中，沒有記錄到鳳蝶利用的只佔 3.4%，其他均有被利用，總計黃裳鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率達 75.3%，紅紋鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率達 74.2%，大紅紋鳳蝶對港口馬兜鈴植株的利用率只有 5.6%。將黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶對各棲地類型港口馬兜鈴的利用率進行 X^2 檢定，發現兩蝶對不同棲地類型的利用均有極顯著的差異，P 值均 <0.001 。此兩種競爭蝶種對不同棲地類型的利用差異，可做為日後野外復植港口馬兜鈴的參考。

七、 在所有的港口馬兜鈴棲地中，有記錄到小苗者為 53.1%，其中小苗數 <20 棵的佔 21.3%，小苗數 21-100 棵的佔 23.6%，小苗數 >100 的佔 9.0%；各類型棲地小苗出現的頻度以鬱閉小徑林緣類型比率最高，破空小徑林緣類型出現小苗的比率最低。推測此乃由於破空小徑林緣棲地地被植物密度極高，即使在此環境中光量較佳，港口馬兜鈴種子發芽生長的空間卻有限；而鬱閉小徑林緣棲地地被層空曠，颱風造成林下光量大增後，在光量、水份及立足空間皆俱備的條件下，出現大量小苗。

八、 在蝴蝶幼蟲對小苗的利用上，黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶完全不同，在小苗樣區中只記錄到紅紋鳳蝶而無黃裳鳳蝶，而樣區中除去少部分乾死的小苗外，紅紋鳳蝶對小苗的利用率達 100%。所有的小苗在光量出現明顯改變之前，便已全數遭受紅紋鳳蝶幼蟲的啃食，數大的幼蟲生活史過程均在小苗間完成，同時

間港口馬兜鈴成株上卻極少記錄到紅紋鳳蝶幼蟲，顯示紅紋鳳蝶母蝶的確嗜好產卵於小苗上。

九、綜合本研究的各項結果，目前對現野外港口馬兜鈴的保育方法，應以保護現存族群密度最高的鵝鑾鼻海岸森林及族群密度次高的東海岸棲地為首要，而港口馬兜鈴的野外復植工作應待基礎研究完備後再行之。

第二節 建議

建議一

嚴格保護港口馬兜鈴植株及重要棲地：立即可行建議

主辦機關：內政部營建署墾丁國家公園管理處

協辦機關：內政部警政署墾丁國家公園警察隊

鵝鑾鼻公園是墾丁地區現存港口馬兜鈴族群量最大的棲地，今年10月底遭人不明原因斷砍森林內樹枝，有1株主莖直徑1.94 cm的港口馬兜鈴遭砍斷，建議鵝鑾鼻管理站加強巡邏保護鵝鑾鼻公園森林，以免樹林遭受人為無端破壞；並於僱工整理公園時，留意生長於步道旁的港口馬兜鈴，嚴格避免砍斷港口馬兜鈴的行為；滄海亭因定期整理觀海視野，使生長於亭邊的2株港口馬兜鈴履遭腰斬，建議於下次整理觀海視野時，配合林木整理將馬兜鈴藤貼地引導至安全處攀爬。

建議保育研究課持續定期巡查港口馬兜鈴棲地以瞭解其族群動態，在黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶與共同食草的互動關係，以及棲位分化尚未釐清之前，先不要在野外復植港口馬兜鈴，也不要鼓勵民間於人為開闢環境種植港口馬兜鈴，以免反而助長與黃裳鳳蝶競爭相同食草的紅紋鳳蝶族群。另商請國家公園警察隊巡邏東海岸時，注意有無燒伐樹叢的狀況，以保護東海岸沿線的港口馬兜鈴族群。

建議二

重要棲地之經營管理及持續性研究：中長期建議

主辦機關：內政部營建署墾丁國家公園管理處

協辦機關：大學或研究機構、園區內社區

瀕臨滅絕的野生港口馬兜鈴族群存續問題，直接關聯著野外黃裳鳳蝶的族群數量，墾管處將來對鵝鑾鼻礁林公園的經營管理應考慮其珍貴稀有性，避免破壞其林相及改變植被組成，以達現存港口馬兜鈴主要棲地的保育。對於墾丁地區黃裳鳳蝶與港口馬兜鈴的保育而言，本研究只是基礎科學研究的開始，要獲得完整的保育知識並可運用於保育實務上，還需管理處與學術機構繼續對黃裳鳳蝶、紅紋鳳蝶與港口馬兜鈴的生態學相關領域做更深入的研究，方可求得正確的保育策略，方可求得正確有效的保育策略。

待時機成熟，可與園區內社區合作，教導民眾於適當的樹林中復植港口馬兜鈴，以增其族群數量，促成黃裳鳳蝶之保育，並落實社區保育工作。

附錄 現存港口馬兜鈴棲地環境基礎資料摘要表

編號	區域	立地基質	生育地類型	攀附樹種	寄生蝶種			備註
					T.	P.	B.	
1	東海岸	土壤	馬路林緣	林投	0	0		人為不明原因砍斷
2	東海岸	土壤	馬路林緣	林投,木麻黃	0	0		
3	東海岸	土壤	馬路林緣	銀合歡	0	0		
4	籠仔埔	礁岩	破空小徑林緣	山柚	0			
5	東海岸	土壤	馬路林緣	林投	0	0		
6	東海岸	土壤	馬路林緣	木麻黃,林投	0	0		
7	社頂	土壤	破空小徑林緣	稜果榕,地面	0	0		枯木整理改變高度
8	香蕉灣	土壤	馬路林緣	血桐				發現不久即死亡
9-1	鵝鑾鼻	岩間薄土	破空小徑林緣	血桐	0	0		公園整理砍斷
9-2	鵝鑾鼻	岩間薄土	破空小徑林緣	血桐	0	0		公園整理砍斷
10-1	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	黃槿	0	0		
10-2	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	臭娘子		0		
10-3	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	臭娘子	0	0		
10-4	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	臭娘子	0	0		生於陡峭岩壁上
11	大圓山	土壤	森林內	白榕	0			牛群踩斷
12	東海岸	土壤	馬路林緣	九芎	0	0		
13	香蕉灣	土壤	馬路林緣	血桐,臭娘子	0	0		
14	東海岸	土壤	馬路林緣	茄冬	0	0		
15	東海岸	礁岩	馬路林緣	稜果榕	0	0		
16	東海岸	土壤	馬路林緣	月桃		0		
17	東海岸	礁岩	馬路林緣	血桐,黃槿	0	0		
18	東海岸	土壤	馬路林緣	血桐		0		
19	東海岸	土壤	馬路林緣	銀合歡	0	0		
20	東海岸	土壤	馬路林緣	銀合歡		0		
21	香蕉灣	土壤	森林孔隙	倒木		0		
22	東海岸	土壤	馬路林緣	銀合歡,蟲屎	0	0		
23-1	東海岸	土壤	鬱閉小徑林緣	茄冬	0	0		
23-2	東海岸	土壤	鬱閉小徑林緣	枯木	0	0		
23-3	東海岸	土壤	鬱閉小徑林緣	茄冬	0	0		
24-1	砂島	礁岩	鬱閉小徑林緣	正榕,紅柴,欖仁	0	0		
24-2	砂島	土壤	森林內	蟲屎	0			
25-1	籠仔埔	礁岩	鬱閉小徑林緣	枯里珍,山欖	0	0		
25-2	籠仔埔	土壤	鬱閉小徑林緣	圍籬		0		
26-1	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	台灣海桐		0		公園整理砍斷
26-2	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	黃槿	0	0		
26-3	鵝鑾鼻	土壤	破空小徑林緣	台灣海桐		0	0	公園整理砍斷
27	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	黃槿	0			
28	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	黃槿	0	0		因啃食而死亡
29-1	鵝鑾鼻	土壤	鬱閉小徑林緣	樹杞	0			

附錄 現存港口馬兜鈴棲地環境基礎資料摘要表 (續 1)

編號	區域	立地基質	生育地類型	攀附樹種	寄生蝶種			備註
					T.	P.	B.	
29-2	鵝鑾鼻	土壤	鬱閉小徑林緣	山豬枷	0	0	0	
30	鵝鑾鼻	岩間薄土	鬱閉小徑林緣	樹杞	0			
31	鵝鑾鼻	土壤	鬱閉小徑林緣	皮孫木	0			
32-1	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	山欖		0		
32-2	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	地面		0		公園整理砍斷
33	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	黃槿		0		
34	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	台灣海桐,血桐	0	0	0	
35-1	社頂	土壤	鬱閉小徑林緣	欖仁	0			
35-2	社頂	土壤	鬱閉小徑林緣	地面		0		被鹿啃食
36-1	鵝鑾鼻	礁岩	森林孔隙	黃槿	0	0	0	
36-2	鵝鑾鼻	岩間薄土	森林孔隙	台灣海桐,山欖	0	0		
36-3	鵝鑾鼻	礁岩	森林孔隙	台灣海桐	0	0	0	
37	東海岸	岩間薄土	馬路林緣	稜果榕	0	0		
38-1	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	破布烏	0	0		
38-2	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	枯里珍,白榕	0	0		
39	鵝鑾鼻	土壤	破空小徑林緣	山芙蓉,馬纓丹	0	0		
40	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	山欖,小紅仔珠	0	0		
41	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	樹杞	0			
42	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	葛塔得木	0			
43	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	台灣海桐	0	0		
44-1	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	山欖	0	0		
44-2	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	台灣海桐	0	0		
45-1	鵝鑾鼻	土壤	破空小徑林緣	海欖果				公園整理經常砍斷
45-2	鵝鑾鼻	岩間薄土	鬱閉小徑林緣	台灣海桐	0	0		
45-3	鵝鑾鼻	岩間薄土	森林內	白榕	0	0		
46-1	鵝鑾鼻	岩間薄土	森林內	山欖	0	0		人為不明原因砍斷
46-2	鵝鑾鼻	岩間薄土	森林內	山欖	0	0		
46-3	鵝鑾鼻	岩間薄土	森林內	土樟	0	0		主莖被幼蟲啃斷
47	鵝鑾鼻	礁岩	破空小徑林緣	山豬枷,枯木	0			
48-1	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	紅柴	0			
48-2	鵝鑾鼻	土壤	鬱閉小徑林緣	山欖	0			
48-3	鵝鑾鼻	土壤	破空小徑林緣	恒春風藤		0		除草砍斷
49	鵝鑾鼻	岩間薄土	破空小徑林緣	恒春厚殼樹		0		
50	鵝鑾鼻	岩間薄土	破空小徑林緣	山柚	0	0		主莖被幼蟲啃斷
51	東海岸	土壤	鬱閉小徑林緣	血桐,黃槿	0	0		
52	鵝鑾鼻	土壤	鬱閉小徑林緣	台灣海桐	0	0		主莖被幼蟲啃斷
53-1	社頂	土壤	破空小徑林緣	毛柿		0		
53-2	社頂	土壤	破空小徑林緣	地面		0		掉落於地
53-3	社頂	礁岩	破空小徑林緣	地面		0		被鹿啃食
54	社頂	土壤	鬱閉小徑林緣	紅柴,茄冬	0			
55	鵝鑾鼻	岩間薄土	鬱閉小徑林緣	雀榕	0	0		

附錄 現存港口馬兜鈴棲地環境基礎資料摘要表（續 2）

編號	區域	立地基質	生育地類型	攀附樹種	寄生蝶種			備註
					T.	P.	B.	
56	鵝鑾鼻	礁岩	鬱閉小徑林緣	樹杞				
57	鵝鑾鼻	岩間薄土	鬱閉小徑林緣	白榕	0			
58	東海岸	土壤	破空小徑林緣	銀合歡	0	0		
59	社頂	岩間薄土	鬱閉小徑林緣	七里香				
60-1	龍坑	土壤	森林內	血桐	0			
60-2	龍坑	土壤	森林內	血桐	0			
60-3	龍坑	土壤	森林內	血桐	0			
61	東海岸	土壤	馬路林緣	月桃,木麻黃		0		
62	東海岸	土壤	馬路林緣	黃槿		0		除草砍斷
63	社頂	土壤	森林內	黃心柿,咬人狗	0			
64	社頂		森林內					無法進行測量
65	社頂		森林內					無法進行測量

註：寄生蝶種 T. 代表黃裳鳳蝶，P.代表紅紋鳳蝶，B.代表大紅紋鳳蝶

參考書目

- Anthes, N., T. Fartmann, G. Hermann and G. Kaule 2003. Combining larval habitat quality and metapopulation structure – the key for successful management of pre-alpine *Euphydryas aurinia* colonies. *Insect Conservation* 7(3): 175-185.
- Brommer, J.E. and M. S. Fred 1999. Movement of the Apollo butterfly (*Parnassius apollo*) related to host-plant and nectar plant patches. *Ecol. Entomol.* 24: 125-131.
- Biedermann, R. 2004. Patch occupancy of two hemipterans sharing a common host plant. *Biogeography* 31(7): 1179~1182.
- Fred, M. S. and J.E. Brommer 2003. Influence of habitat quality and patch size on occupancy and persistence in two populations of the Apollo butterfly (*Parnassius apollo*). *Insect Conservation* 7(2): 85-98.
- Konvicka, M. and T. Kuras 1999. Population structure, behaviour and selection of oviposition sites of an endangered butterfly, *Parnassius mnemosyne*, in Litovelske Pomoravil Czech Republic. *Insect Conservation* 3(3): 211-223.
- Lewis, O.T., R.J. Wilson and M. C. Harper 1998. Endemic butterflies on Grande Comore: habitat preferences and conservation priorities. *Biological Conservation* 85: 113-121.
- McLaughlin, J.F., J.J. Hellmann, C.L. Boggs and P.R. Ehrlich 2002. The route to extinction: population dynamics of a threatened butterfly. *Oecologia* 132: 538-548.
- Molles, M.C. 1999. Competition, *in Ecology: concepts and application*. McGraw-Hill. Boston. pp.307~309.
- Roy, D.B. and J.A. Thomas 2003. Seasonal variation in the niche, habitat availability and population fluctuations of a bivoltine thermophilous insect near its range margin. *Oecologia* 134(3): 439~444.
- Smith, R.L. 1996. Life history, *in Ecology and Field Biology*. Addison Wesley Longman. New York. pp.494~499.
- SU, H.-J. 1985. Vegetation analysis on the native habitat of Formosan Sika Deer and proposal of Its reintroduction area, p. 63 - 99. In *The Formosan Sika Deer*

reintroduction research 1984 annual report (in Chinese with English abstract).

Kenting National Park, Kenting.

Wang, C.K. 1975. Ecological Study of the Tropical Strand Forest of Hengchun Peninsula.

Biological Bulletin, Tunghai University 41(16): 1-28.

方懷聖、楊耀隆、賴肅如，2001。蘭嶼珠光鳳蝶族群之評估及棲地改善之研究。農委會特有生物研究保育中心 88 年下半及 89 年度試驗研究計畫執行成果（動物組）。122-131 頁。

何健鎔，1995。烏石坑地區蝴蝶資源。特有生物研究保育中心。25-32 頁。台灣。

何健鎔、張連浩，1997。台灣產金鳳蝶族蝶類的生態與保育。特有生物研究保育中心自然保育季刊 19：34-41。台灣。

林政行，1984。植物與昆蟲的共同演化。台灣省立博物館出版。4-37 頁。台灣。

林曜松、顏瓊芬，1982。蘭嶼與綠島風景特定區之動物生態調查報告。台灣省住宅及都市發展局。33 頁。台灣。

吳怡欣，1994。大紅紋鳳蝶與紅紋鳳蝶之生物學比較。國立台灣大學植物病蟲害學研究所碩士論文。61 頁。台灣。

吳怡欣、楊平世、陳建志，1993。紅紋鳳蝶之生活史及食葉量研究。動物園學報 5：1-6。台北。

徐國士、林則桐、呂勝由、邱文良，1985。墾丁國家公園稀有植物調查報告。墾丁國家公園管理處保育研究報告第 5 號。101 頁台灣。

許書國，1995。港口馬兜鈴。墾丁國家公園簡訊 27：8-12。台灣。

章樂民，1967。恒春半島季風林生態之研究。台灣省林業試驗所報告。台灣省林業試驗所。23 頁。台灣。

陳玉峯，1984。鵝鑾鼻公園植物與植被。內政部營建署墾丁國家公園管理處。8 至 13 頁。台灣。

陳玉峯，1985。墾丁國家公園海岸植被。內政部營建署墾丁國家公園管理處。10 至 15 頁。台灣。

陳維壽，1986。蘭嶼蝶類之研究。農委會 75 年生態研究第 005 號。72 頁。台灣。

陳維壽，1987。珠光鳳蝶之研究 (I)。農委會 76 年生態研究第 005 號。80 頁。台灣。

陳維壽，1987。珠光鳳蝶之研究 (II)。農委會 77 年生態研究第 005 號。48 頁。台灣。

- 楊平世、吳怡欣，2005。黃裳鳳蝶遺傳多樣性及保育生物學之研究。農委會 94 年生態研究報告。16 頁。台灣。
- 楊耀隆，2004。台灣保育類野生動物圖鑑--昆蟲類。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。300-301 頁。台灣。
- 楊耀隆、方懷聖，2006。蘭嶼地區港口馬兜鈴環境需求及重要種植區域初探。特有生物研究 8(1)：27-34。台灣。
- 張慶恩，1960。香蕉灣海岸原生林之植物。屏東農業學報 2:1-14。台灣。
- 張慶恩、葉慶龍、鍾玉龍，1985。墾丁國家公園社頂自然公園植被及景觀調查規劃報告。墾丁國家公園管理處保育研究報告第 15 號。台灣。
- 張乃航，1996。光照效應對台灣赤楊、山黃麻及構樹種子發芽的影響。台灣林業科學 11(2):195-199。台灣。
- 張惠珠、徐國士、邱文良、呂勝由、朱成本、范發輝，1985。香蕉灣海岸林生態保護區植物社會調查報告。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告第 7 號。78 頁。台灣。
- 郭耀綸，2006。墾丁國家公園南仁山森林更新動態、物候及氣象之長期監測 (2)。內政部營建署墾丁國家公園管理處保育研究報告。76 頁。台灣。
- 謝桂禎，2003。南仁山森林世界。墾丁國家公園管理處。68-69 頁。台灣。
- 謝桂禎、彭仁君、郭耀綸，2006。野外黃裳鳳蝶與紅紋鳳蝶在港口馬兜鈴上的產卵位置及取食差異比較。2006 動物行為與生態暨中國生物學會聯合學術年會論文集。第 53 頁。台灣。
- 蕭百齡、曾春興，2002。墾丁國家公園龍坑生態保護區植物相調查。內政部營建署墾丁國家公園管理處。47 頁。台灣。
- 行政院農業委會，1998。臺灣稀有及瀕危植物之分級 (II)。台灣。
- 行政院農委會特有生物研究保育中心，2000。珠光鳳蝶復育計畫。農委會特有生物研究保育中心。25 頁。台灣。