

研究報告

## 馬祖列島燕鷗保護區維管束植物組成特性研究

曾喜育<sup>1</sup> 王偉<sup>1</sup> 王俊閔<sup>1</sup> 趙建棣<sup>1</sup> 何伊喬<sup>1</sup> 王秋美<sup>2</sup> 曾彥學<sup>1\*</sup>

【摘要】相對於鳥類研究，馬祖列島燕鷗保護區8個島礁之植物研究資料相對較缺乏。因此，本研究於 2010 年非燕鷗繁殖季的4月及9月於馬祖列島燕鷗保護區 8 個島礁之進行植物資源調查，分析各島礁植物種豐富度、植物生活型譜、島礁間組成相似性，並利用物種組成與環境關係探討島嶼生物地理學。調查記錄維管束植物種類共53科102屬107種，單屬種比例非常高。歸化植物包括美洲假蓬 (*Conyza bonariensis*)、苦蕒 (*Physalis angulata*)、南方山芫荽 (*Cotula australis*) 等3種。種數最多的科為菊科 (Compositae) (11種)，其次為禾本科 (10種)，繁殖體傳播方式多為風媒和動物媒 (鳥媒) 為主。植物生活型譜以挺空植物種類最多 (37.50%)，依次為半地中植物 (25.00%)、1年生植物 (20.19%)、地表植物 (12.50%)、地中植物 (4.81%)，而各島礁之植物生活型譜不盡相同。蕨類植物海金沙 (*Lygodium japonicum*)、傅氏鳳尾蕨 (*Pteris fauriei*)、全緣貫眾蕨 (*Cyrtomium falcatum*) 3種。植物組成種數最多的島礁為進嶼 (70種)、其次為鐵尖島 (62種)，最少的是白廟 (20種) 和雙子礁 (19種)；主成分分析、矩陣群團分析、對應分析結果顯示，進嶼、鐵尖島和蛇山的植物組成與其他島差異較大，反映各島礁環境特性；即島礁植物資源組成主要受土壤佔島比例面積、島礁面積大小及與鄰近大島距離等環境影響。

【關鍵詞】種豐富度、植物生活型譜、島嶼生物地理學。

Research paper

## Composition of Vascular Plants at Matsu Islands Tern Refuge

Hsy-Yu Tzeng<sup>1</sup> Wei Wang<sup>1</sup> Chun-Min Wang<sup>1</sup> Chien-Ti Chao<sup>1</sup>  
Yi-Chiao Ho<sup>1</sup> Chiu-Mei Wang<sup>2</sup> Yen-Hsueh Tseng<sup>1\*</sup>

【Abstract】Compared with birds, plants at Matsu Islands Tern Refuge are relatively less studied. Therefore, resource recording of vascular plants was conducted during April and September 2010, which are tern nonbreeding seasons. Plant life form, plant composition in the islands, and relationships between compositions and environments were analyzed. In total, 53 families, 102 genera, and 107 species of vascular plants were recorded. The proportion of single species within a genus was high.

---

1. 國立中興大學森林學系。

Department of Forestry, National Chung Hsing University.

2. 國立自然科學博物館維管束植物學門。

Vascular Plants Section, The National Museum of Natural Science.

\* 通訊作者，40227台中市南區興大路145號。

Corresponding author. 145 Xingda Rd., South Dist., Taichung City 40227, Taiwan Email: tseng2005@nchu.edu.tw.

Three naturalized species, *Conyza bonariensis*, *Physalis angulata*, and *Cotula australis*, were identified among the recorded vascular plants. The most abundant species belonged to Compositae (11 species) and Gramineae (10 species). Seed or fruit dispersal traits were mainly observed in the anemochore and zoochore (bird dispersal) plants. The most abundant life form was phanerophytes (37.50%), followed by hemicryptophytes (25.0%), therophytes (20.19%), chamaephytes (12.50%), and geophytes (4.81%). The plant life spectra were somewhat different in the islands/reefs. Three pteridophyte species, *Lygodium japonicum*, *Pteris fauriei*, and *Cyrtomium falcatum*, were recorded. The most abundant composition was found in Jinyu (70 species) and Tiejian (62 species); Shuangzi Reef (19 species) and Baimiao (20 species) had the least abundant composition. Principal component analysis, matrix cluster analysis, and correspondence analysis revealed that the plant compositions in Jinyu, Tiejian, and Sheshan were different from those in the other islands/reefs, indicating the environmental features of islands/reefs. This result is similar to that of the analysis of plant life-form spectra. We observed that the compositions of plant resources in the islands/reefs of Matsu Islands Tern Refuge were mainly affected by the ratio of the soil area of the island, size of the island, and distance between the island and neighboring larger islands.

【Key words】 species richness; plant life-form spectra; island biogeography.

## 一、前言

馬祖列島位臺灣海峽西北方，近大陸閩江口，由大小36個島嶼組成，地形多丘陵，地質以花崗岩為主。因馬祖列島地處世界著名漁場一舟山群島西南端，寒暖海流相匯，魚產豐饒，為海鳥提供充分食物來源；又馬祖列島位處東亞候鳥遷徙路線之中繼站，每年吸引無數鳥類在此過境、渡冬或繁殖，反映馬祖在鳥類資源保育之重要性。馬祖在1949年因軍事需要，將一些不適或無人居住之島嶼作為國軍射擊訓練場，而在1992年解除戰地政務後，這些無人島在沒有人的干擾下成為海鳥繁衍的場所。因此，連江縣政府依據野生動物保育法第十條及同法施行細則第十二條主動積極規劃，於民國88(1999)年12月24日由主管機關行政院農業委員會將雙子礁、白廟、中島、鐵尖島、三連嶼、進嶼、瀏泉礁、蛇山等8個無人島公告為國家第12處野生動物保護區—馬祖列島燕鷗保護區(農委會林務局2003)。

隨著戰地政務管制的解除，農委會輔導

連江縣政府進行相關的生物資源調查與研究，目前已初步完成植物及鳥類的調查工作，鳥類紀錄已多達250種；其中北竿鄉的中島發現的黑嘴端鳳頭燕鷗(*Thalasseus bernsteini*)，不僅列名世界鳥類紅皮書的瀕臨絕種鳥類，為首次發現繁殖記錄(農委會林務局2003)。相對於較豐富的鳥類群聚生態研究資料，馬祖列島燕鷗保護區各島礁之植物相與植物社會資料相對較缺乏，僅針對保護區各島礁進行初步描述，各島礁上有少數草生地覆蓋，皆為裸露的花崗岩塊，其植物相以菊科(Compositae)、蕃杏科(Aizoaceae)植物為主(農委會林務局2003)。

島嶼是地球上較為脆弱而敏感區域，是一個相對獨立而封閉的生態系統，其植物組成與相鄰島嶼或陸地具有差異，也存在著某些關聯；這些差異和關聯對研究探討島嶼植物分佈、散播及生物多樣性保護等提供良好的素材。本研究針對馬祖列島燕鷗保護區8座無人島礁進行植物資源調查與分析，建立完整植物資源清單，分析保護區各島物種組成與生育地

特性，以作為往後燕鷗保護區保育經營理及島礁植物地理學等後續相關研究之參考。

## 二、材料與方法

### (一) 研究區概況

馬祖列島燕鷗保護區的範圍由北至南分別為東引鄉的雙子礁、北竿鄉的白廟、中島、鐵尖、三連嶼，南竿鄉的進嶼、瀏泉礁及莒光鄉的蛇山等8座無人島礁及其延伸海域(圖1)，面積約72 ha (陸域約12 ha、海域約60 ha) (農委會林務局 2003)。管理機關為連江縣政府，保育對象為島礁生態、棲息之海鳥及特殊地理景觀(農委會林務局 2003)。馬祖列島位於閩江口東方約15 km，為大陸棚上的火山碎屑岩，岩屬於火成岩及其變質岩，齡約在9千萬至1億年之間；以花崗岩與花崗閃長岩為主體，有少數侵入岩體與酸性火山岩；沉積岩只見於溪谷或海灘，因花崗岩較結實且不容易風化，即使為表

層的岩石，仍需經相當長的時間才能風化成土壤，部分地區甚至無完整的土壤化育(張長義 1998；陳培源 1974)。土壤結構正是影響馬祖整體植被及植物生長狀況的主要因子(郭城孟 2004；曾喜育等 2014)。

馬祖列島為亞熱帶海洋型季風氣候，全年的盛行風向為東北風。島上四季分明，春秋兩季較為溫暖，冬夏兩季則季溫差極大，可達10℃；最冷月為1月，平均約8.9℃，最暖月為8月，平均溫度為27.1℃，年均溫為19℃(圖2)。平均年雨量約為1,218 mm，一年約降雨100-120日，降雨分配不均，乾濕季明顯；濕季多集中於4至6月的梅雨季節，及夏季颱風所帶來的雨水。因島礁面積小、地勢陡，保留雨水的的能力較差，故馬祖各島長年缺水；冬季10-2月東北季風強盛，可能因無高山阻擋，雨量不大，每年10月常為馬祖的乾早期(張長義 1998；黃瑜齡 2002)。

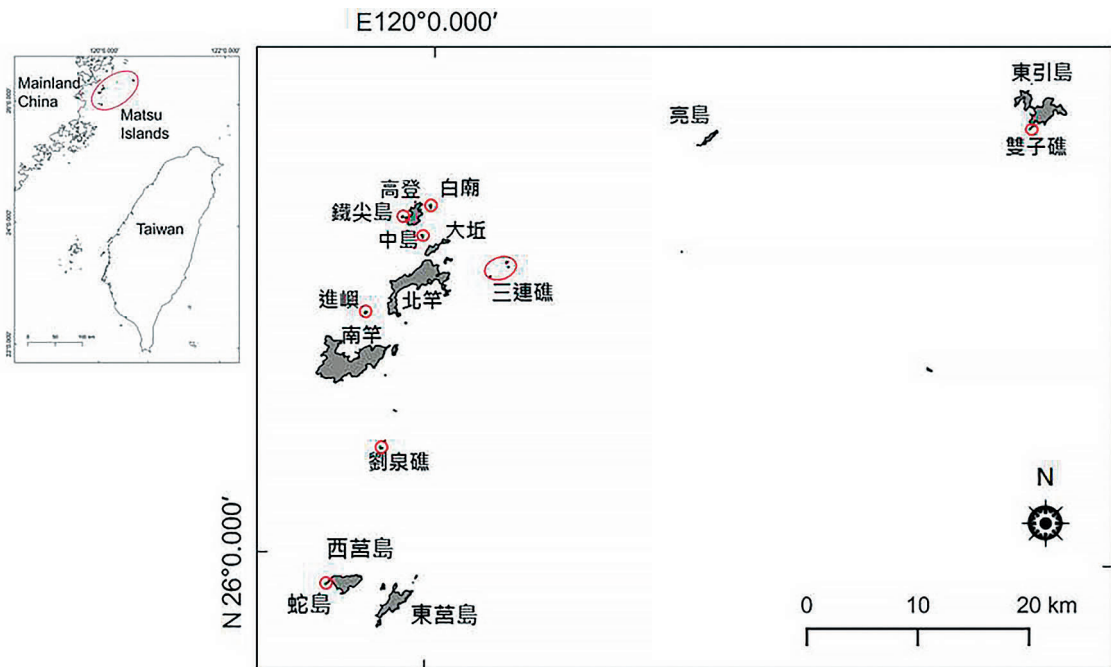


圖1. 馬祖列島燕鷗保護區位置 (圓圈為保護區範圍之島礁)。

Fig. 1. Location of Matsu Islands Tern Refuge.

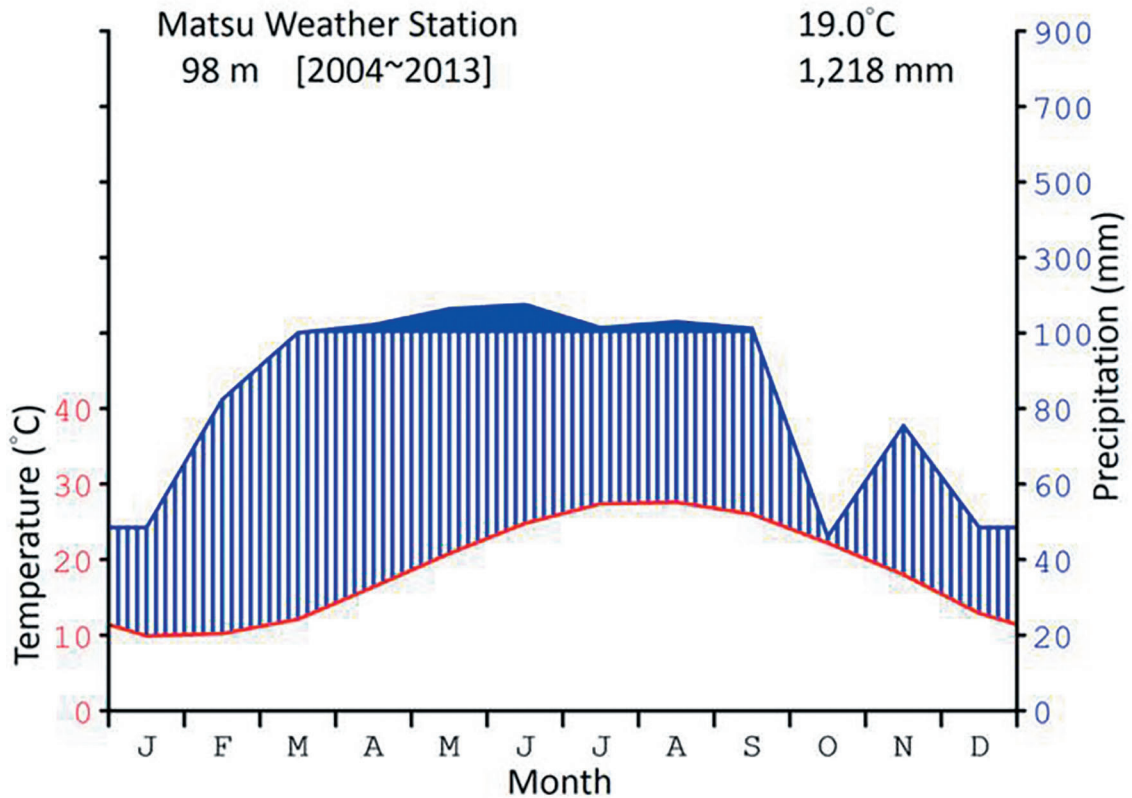


圖2. 馬祖地區生態氣候圖。資料來源自中央氣象局，觀測年限: 2004-2013；平均氣溫19.0°C，年降雨量1,218 mm；紅線為月均溫；藍色塊為月平均降雨量>100 mm；線條為相對潮濕期。

Fig. 2. Eco-climatic plot of Matsu Area.

## (二) 研究方法

由於每年5-8月為馬祖列島燕鷗保護區之燕鷗繁殖季節，為避免干擾燕鷗繁殖，因此僅能於燕鷗的非繁殖季節登島調查。因8座無人島小且缺乏碼頭，登島僅能利用漁船運送至島礁突出之礁岩，調查人員迅速登島調查；然而，每年10月至翌年3月為馬祖地區東北季風，強勁的東北季風造成波濤風浪，致使登島調查更加困難。所以本研究僅能於4月及9月風浪較平靜的時期，進行8座保護區無人島礁之植物資源清單。植物標本依保護區各島礁進行編號，存放在國立中興大學森林學系標本館及國立自然科學博物館植物標本館，作為日後研究參考。本研究調查植物種類清單之學名主要

依據Flora of Taiwan 2<sup>nd</sup> ed. Vol. 6 (Boufford et al. 2003)。

### 1. 生活型譜與蕨類商數

一地區出現的植物種類，可視為植物與環境長期綜合作用下的結果；因此，一地區所出現的植物亦常可反應各種氣候所具有之特殊習性，即植物的生活型 (Life-form) (劉棠瑞&蘇鴻傑 1983；宋永昌 2004)。生活型主要根據植物對不良環境之抵抗力與適應力來分類，而以生存芽受保護的程度來決定對不良環境之適應性。雖然Raunkiaer氏之生活型分類過分強調生活型與氣候之關係，忽略土壤與歷史(冰河期)之影響，但目前仍常應用於一般之生態調查統計，以顯示當地之氣候環境，或印證植物與氣

候之相關性(劉棠瑞&蘇鴻傑 1983)。本研究仿應用Raunkiaer生活型分類系統進行分類,依馬祖列島所調查植物相分別歸入其所屬之生活型,統計各型所佔之種類百分率,形成數列並製成生活型譜(Life-form spectrum)。

- (1) 挺空植物(Phanerophytes, P): 在熱帶植物中,以此型所佔比例最高,包含以下4類:
  - (a) 大、中喬木植物(Mega- and Mesophanerophytes, MM): 高度超過8 m 樹木。
  - (b) 小喬木植物(Microphanerophytes, M): 高度介於2~8 m之樹木。
  - (c) 灌木植物(Nanophanerophytes, N): 高度介於0.25~2 m之木本植物。
  - (d) 著生植物(Epiphytes, E): 生存芽位於離地表之樹木或岩石等著生基質上。
  - (e) 藤本植物(Vine, V): 生存芽位於攀援狀之莖的先端,木質藤本屬之。
- (2) 地表植物(Chamaephytes, C) 生存芽位於離地面甚近之枝上,通常其高度不超過30 cm,大多為多年生草本。
- (3) 半地中植物(Hemicryptophytes, H): 生存芽恰位於土表,可受枯枝落葉與土壤之保護;大多數二年生及多年生植物均屬之。在溫帶地區佔有相當高比例。
- (4) 地中植物(Cryptophytes, Geophytes, G): 生存芽完全受到土壤保護,僅於短暫生長季中才出現地表,如部分之球莖(corms)、鱗莖(bulbs)、塊莖(tubers)植物,大多為近寒帶之草本,在具有明顯旱季之地區亦常見。
- (5) 一年生植物(Therophytes, T): 無生存芽,以種子休眠的形態渡過不良季節。在沙漠或草原植物中常見此型植物。

以上所述及之生活型僅針對種子植物進行區分,對於蕨類植物Raunkiaer另提出蕨類商數(Pteridophyte-Quotient, Ptp-Q),用來說明氣候的乾濕現象與有無明顯的乾季。其計算公式如下:

$$Ptp-Q = (P \times 25/S) \times 100$$

式中P為蕨類植物種數,S為種子植物種數

## 2. 島礁間植物組成相似性分析

植物組成相似性分為利用相似性指數來進行不同群落、區域之共有種、屬、科等分類單元佔同一分類單元總數的百分比;其值愈高,表示兩群落或區域的分類群關聯程度愈高。為探討馬祖列島燕鷗保護區各島礁間植物組成之差異,本研究計算方法應用兩島礁間物種的差異予以量化,並以Jaccard相似性指數(Jaccard similarity index)、Sørensen相似性指數(Sørensen similarity index)進行比較(Wolda 1981)。此外,利用Sørensen相似性指數進行矩陣群團分析(matrix cluster analysis, MCA)並繪製樹形圖。

$$\text{Jaccard similarity index: } C_j = c / (c+a+b)$$

$$\text{Sørensen similarity index: } C_s = 2c / (2c+a+b)$$

式中:c為兩島礁共有的物種數

a為島礁A獨佔之物種數

b為島礁B獨佔之物種數

## 3. 對應分析

為了解馬祖燕鷗保護區各島礁之植物組成與所在島礁之關係,本研究利用對應分析(Correspondence Analysis, CA)進行探討;對應分析又稱交互平均法(reciprocal averaging, RA),係利用加權平均法的反覆運算,同時運算物種與樣區之序列分數,可處理較長的植物社會梯度,即使梯度兩端物種完全轉換,也可排出相似的物種與樣區順序。本法不選擇樣區梯度,也不必設定物種之權數,故當環境與植物關係不明的情況也可使用(蘇鴻傑 1987)。CA除可處理極長之植群變化梯度,最大優點為可同時計算出物種與樣區之序列分數,且兩者之數值有加權平均的對應關係,在分布序列圖上,物種與樣區的位置都可加以標示,樣區群與所含物種在圖中的位置亦有對應關係(劉和義 2004)。MCA與CA使用PC-ORD 5.0軟體進行。

### 三、結果與討論

#### (一) 馬祖列島燕鷗保護區植物資源清單

馬祖列島燕鷗保護區8個島礁共調查記錄維管束植物種類清單有53科102屬107種(表1)。其中,美洲假蓬(*Conyza bonariensis*)、苦蕒(*Physalis angulata*) (許再文等 2003)、南方山茱萸(*Cotula australis*) (Jung et al. 2009) 等3種植物為外來物種;苦蕒僅於進嶼發現,南方山茱萸出現於中島和鐵尖島,美洲假蓬發現於中島、鐵尖島和進嶼等(表1)。104種原生植物中,蕨類植物3科3屬3種,種子植物50科96屬101種,保護區沒有裸子植物分布,被子植物中雙子葉植物有41科70屬74種,單子葉植物有9科26屬27種。研究區內單屬種比例非常高,僅榕屬(*Ficus*)、蓼屬(*Polygonum*)、薔薇屬(*Rosa*)、朴屬(*Celtis*),以及禾本科的狗尾草屬(*Setaria*)和芝屬(*Zoysia*)等6屬有2種植物,此種島嶼單屬種比例高的現象普遍存在(童毅等 2013;張恆慶等 2015),顯示出這些植物不是以親緣關係而群居,而是以生物學和生態學特性的趨同適應而共存(童毅等 2013)。

馬祖列島燕鷗保護區種類最多的科為菊科(Compositae) (11種),依次禾本科(10種),以及莎草科(Cyperaceae)、薔薇科(Rosaceae)與百合科(Liliaceae) (5種)。除百合科外,其餘4科皆為馬祖列島種數分布最多的前10科(曾喜育等 2014)。禾本科、菊科、莎草科等亦是世界分布種數眾多的大科,為世界雜草種類主要的科,多為陽性植物,非常容易藉由風、動物或人為因素入侵新的生育地,因這一類植物具有高度繁殖能力、生長較快速、生活週期較短、適應力較強等生物與生態學特性,能夠在生境惡劣的環境與島嶼生存發展(黃瑜齡 2002;武艷芳等 2009;曾喜育等 2014)。薔薇科與百合科多為溫帶分布之種類,多由大陸溫帶地區傳播(黃瑜齡 2002)。薔薇科植物多為肉質果類,其種子通常細小,鳥類取食後易將其種子傳播到較遠的距離。百合科植物普遍分布在保護區各島礁,此可能因其種子相當細小,可藉由鳥

類傳播,再者,百合科植物通常具有肥大的地下根保持水分,以及利用冬枯休眠的形式渡過冬季乾冷的環境。

#### (二) 植物生活型譜與蕨類商數

植物生活型(life-form)為植物長期演化過程中,持續適應特定地區自然條件所表現出的外貌形態;不同區域的環境差異、同一地區不同演替階段的植物社會,形塑出不同的生活型譜,藉以反映出生育地的差異(Batalha & Martns 2004;王偉等 2013)。因此,分析一地區植物生活型譜可了解一植物社會對其生育地特定氣候的反應、族群對空間的利用以及群落內部種群間可能產生的競爭及其發展趨勢(雷寧菲等 2002)。本研究依將所馬祖列島燕鷗保護區各島礁紀錄之植物組成進行植物生活型式區分(表1),分析結果顯示保護區之植物生活型分以挺空植物種類最多(37.50%),依次為半地中植物(25.00%)、1年生植物(20.19%)、地表植物(12.50%)、地中植物(4.81%) (圖3)。保護區各島礁生活型譜顯示(圖3),半地中與1年生植物的比例在雙子島、三連嶼、中島、白廟、劉泉嶼和蛇山較高,其中,中島和三連嶼以1年生植物最多,而其餘4島以半地中植物比例最高;進嶼和鐵尖島以挺空植物和半地中植物佔比例較高;各島礁之植物生活型譜不盡相同,反映各島礁環境特性(後續討論)。

本研究分析發現,草本植物種類約佔原生植物2/3,而植物種類組成可能反映馬祖地區的植物利用及戰爭歷史有關(黃瑜齡 2002);然而,保護區島礁面積太小、土壤發育不全以及氣候等環境影響植物拓植成功。木本植物在保護區各島礁的出現率低,僅厚葉石斑木(*Rhaphiolepis indica* var. *umbellata*)、山漆莖(*Breynia officinalis*)出現於3個島礁以上,多數種類僅出現於1個島礁,例如朴樹(*Celtis sinensis*)、薜荔(*Ficus pumila*)、日本衛矛(*Euonymus japonicus*)、細葉饅頭果(*Glochidion rubrum*)、樹杞(*Ardisia sieboldii*)等。比較木本與草本植物在保護區8個島礁出現頻度之差異

表 1. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁出現之植物種類特性及出現島礁頻度摘要表  
Table 1. List of characteristics and appeared frequency of plant compositions in Matsu Islands Tern Refuge.

植物名	代碼	雙子礁	白廟礁	鐵尖島	中島	連嶼	三連嶼	進嶼	劉泉礁	蛇山	合計	科名	起源	生活史	生長型	生活型	葉候	果實型	散殖體傳播
海金沙	Lyj	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	海金沙科	Schizaeaceae	native	多年生	蕨類	Pt	孢子	風、動物
傅氏鳳尾蕨	Ptf	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	鳳尾蕨科	Pteridaceae	native	多年生	蕨類	Pt	孢子	風、動物
全緣貫眾蕨	Cyf	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	鱗毛蕨科	Dryopteridaceae	native	多年生	蕨類	Pt	孢子	風、動物
爵床	Jup	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	爵床科	Acanthaceae	native	多年生	草本	H	蒴果	動物
海馬齒	Sep	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	番杏科	Aizoaceae	native	多年生	草本	H	蒴果	動物
番杏	Tet	1	1	1	1	0	1	1	1	7	7	番杏科	Aizoaceae	native	1年生	草本	T	堅果	動物
印度牛膝	Aca	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	莧科	Amaranthaceae	native	1年生	草本	T	胞果	動物
絡石	Trj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	夾竹桃科	Poecynaceae	native	多年生	藤本	P	蓇葖果	風
武靴藤	Gys	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	蘿藦科	Asclepiadaceae	native	多年生	藤本	P	蓇葖果	風
忍冬	Loj	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	忍冬科	Caprifoliaceae	native	多年生	藤本	P	漿果	動物
長萼瞿麥	Dis	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	石竹科	Caryophyllaceae	native	多年生	草本	C	蒴果	動物
瓜蒴草	Saj	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4	石竹科	Caryophyllaceae	native	1年生	草本	T	蒴果	動物
女婁菜	Sia	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	石竹科	Caryophyllaceae	native	1年生	草本	T	蒴果	動物
繁縷	Stm	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	石竹科	Caryophyllaceae	native	1年生	草本	T	蒴果	動物
日本衛矛	Euj	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	衛矛科	Celastraceae	native	多年生	灌木	P	蒴果	動物
南華南蛇藤	Ceh	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	衛矛科	Celastraceae	native	多年生	藤本	P	蒴果	動物
刺楸實	Sat	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	衛矛科	Celastraceae	native	多年生	灌木	P	核果	動物
變葉藜	Cha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	藜科	Chenopodiaceae	native	1年生	草本	T	胞果	動物
茵陳蒿	Arc	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3	菊科	Compositae	native	多年生	草本	C	瘦果	風
狗娃花	Asc	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3	菊科	Compositae	native	1年生	草本	T	瘦果	風、動物
南國小薊	Cij	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	菊科	Compositae	native	多年生	草本	H	瘦果	風、動物
美洲假蓬	Cob	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3	菊科	Compositae	alien	1年生	草本	T	瘦果	風
南方山芫荽	Coa	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	菊科	Compositae	alien	1年生	草本	T	瘦果	風、動物
細葉假黃鸝菜	Chl	0	1	1	0	1	1	1	1	1	6	菊科	Compositae	native	多年生	草本	H	瘦果	風、動物
蘆艾	Crc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	菊科	Compositae	native	多年生	草本	C	瘦果	風、動物
油菊	Dei	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4	菊科	Compositae	native	多年生	草本	C	瘦果	風
紫背草	Ems	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	菊科	Compositae	native	1年生	草本	T	瘦果	風

表 1. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁出現之植物種類特性及出現島礁頻度摘要 (續1)  
Table 1. List of characteristics and appeared frequency of plant compositions in Matsu Islands Tern Refuge (Continued 1.)

植物名	代碼	雙子礁	白廟島	鐵尖島	中島	連嶼	三連嶼	進嶼	劉泉礁	蛇山	合計	科名	生活史	生長型	生活型	葉候	果實型	散殖體傳播
臺灣山菊	Pef	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	菊科	多年生	草本	G	常綠	瘦果	風
苦蕒菜	Soo	0	0	1	1	0	0	1	0	0	4	菊科	1年生	草本	T	-	瘦果	風
馬蹄金	Dim	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	旋花科	多年生	草本	H	常綠	漿果	動物
石板菜	Sef	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	景天科	多年生	草本	C	常綠	蓇葖果	動物
臭濱芥	Cod	0	0	0	1	0	0	0	1	2	十字花科	1年生	草本	T	-	短角果	動物	
藤胡頹子	Elg	0	0	1	0	0	1	0	1	3	胡頹子科	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物	
山漆莖	Bro	0	0	1	0	0	1	0	0	2	大戟科	多年生	灌木	P	常綠	漿果	動物	
細葉鯉頭果	Glr	0	0	1	0	0	1	0	0	2	大戟科	多年生	喬木	P	常綠	蒴果	動物	
魯花樹	Sco	0	0	1	0	0	1	0	0	2	大風子科	多年生	喬木	P	常綠	漿果	動物	
白花草	Lec	0	0	1	0	0	1	0	0	2	唇形科	多年生	草本	H	常綠	堅果	動物	
老刺藤	Car	0	0	1	0	0	0	0	0	1	豆科	多年生	藤本	P	常綠	莢果	動物	
肥豬豆	Cal	0	0	0	1	1	0	0	0	3	豆科	多年生	藤本	P	常綠	莢果	動物	
鹿藿	Phv	0	0	0	0	0	1	0	0	1	豆科	多年生	藤本	P	常綠	莢果	動物	
恆春金午時花	Sir	0	0	1	1	1	0	0	0	3	錦葵科	多年生	灌木	P	常綠	蒴果	動物	
木防已	Coo	1	1	1	1	1	1	1	1	8	防已科	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物	
千金藤	Stj	0	0	0	0	1	0	0	0	1	防已科	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物	
臺灣柘樹	Mac	0	0	1	0	0	1	0	0	2	桑科	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物	
牛乳榕	Fie	0	0	0	0	0	1	0	0	1	桑科	多年生	喬木	P	落葉	核果	動物	
薜荔	Fip	0	0	0	0	0	1	0	0	1	桑科	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物	
樹杞	Ars	0	0	0	0	0	1	0	0	1	紫金牛科	多年生	喬木	P	常綠	核果	動物	
黃細心	bod	0	1	0	0	1	0	1	1	4	紫茉莉科	多年生	草本	H	常綠	核果	動物	
酢漿草	Oxc	0	0	1	1	1	1	1	1	6	酢醬草科	多年生	草本	H	常綠	蒴果	動物	
風藤	Pik	0	0	0	0	0	1	0	0	1	胡椒科	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物	
海桐	Pit	0	0	1	0	0	1	0	0	2	海桐科	多年生	喬木	P	常綠	蒴果	動物	
石菘蓉	Lis	0	1	1	1	0	1	1	1	6	藍雪科	多年生	草本	H	常綠	胞果	動物	
火炭母草	Poc	0	1	1	1	1	1	1	0	6	蓼科	多年生	草本	H	常綠	瘦果	動物	
何首烏	Pom	0	0	0	0	0	1	0	0	1	蓼科	多年生	藤本	G	冬枯	翅果	風	



表 1. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁出現之植物種類特性及出現島礁頻度摘要 (續 2)  
 Table 1. List of characteristics and appeared frequency of plant compositions in Matsuo Islands Tern Refuge (Continued 2.)

植物名	代碼	雙子礁	白廟礁	鐵尖島	中島	三連嶼	進嶼	劉泉礁	蛇山	合計	科名	起源	生活史	生長型	生活型	葉候	果實型	散殖體傳播
羊蹄	Ruc	1	0	1	0	1	0	1	1	5	蓼科	native	多年生	草本	H	冬枯	瘦果	風
毛馬齒莧	Pop	0	0	0	1	0	0	0	0	1	馬齒莧科	native	多年生	草本	H	常綠	蒴果	動物
琉璃繁縷	Ana	0	0	0	0	1	0	0	0	1	報春花科	native	1年生	草本	T	-	蒴果	動物
茅毛珍珠菜	Lym	1	1	1	1	1	1	1	1	8	報春花科	native	1年生	草本	T	-	蒴果	動物
小葉黃鱧藤	Bel	0	0	0	0	0	0	0	1	1	鼠李科	native	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物
山綠柴	Rhb	0	0	0	0	0	1	0	0	1	鼠李科	native	多年生	喬木	P	常綠	核果	動物
雀梅藤	Sat	0	0	1	0	0	1	0	0	2	鼠李科	native	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物
郁李	Pnj	0	0	1	0	0	1	0	0	2	薔薇科	native	多年生	灌木	P	落葉	核果	動物
厚葉石斑木	rhi	1	1	1	1	0	0	1	0	5	薔薇科	native	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物
琉球野薔薇	Rob	0	0	0	0	0	1	0	0	1	薔薇科	native	多年生	灌木	P	落葉	瘦果	動物
小果薔薇	Roc	0	0	0	0	1	0	0	0	1	薔薇科	native	多年生	灌木	P	落葉	瘦果	動物
紅梅消	Rup	0	0	1	0	0	1	0	0	2	薔薇科	native	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物
琉球豬殃殃	Gag	0	0	0	1	1	0	0	0	2	茜草科	native	1年生	草本	T	-	蒴果	動物
脈耳草	Hes	1	1	0	0	0	1	0	1	4	茜草科	native	多年生	草本	H	常綠	蒴果	動物
雞屎藤	Paf	0	0	1	0	0	1	0	1	3	茜草科	native	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物
雙面刺	Zan	0	0	0	0	1	0	0	0	1	芸香科	native	多年生	藤本	P	常綠	核果	動物
苦蕒	Pha	0	0	0	0	0	1	0	0	1	茄科	native	1年生	草本	T	-	漿果	動物
龍葵	Son	1	1	1	1	1	1	1	1	8	茄科	native	1年生	草本	T	-	漿果	動物
麥葉捕魚木	Grr	0	0	1	0	0	1	0	0	2	田麻科	native	多年生	灌木	P	常綠	核果	動物
濱柃木	Eue	1	0	0	0	1	0	0	0	2	茶科	native	多年生	灌木	P	常綠	漿果	動物
沙楠仔樹	Ceb	0	0	0	0	0	1	0	0	1	榆科	native	多年生	喬木	P	落葉	核果	動物
朴樹	Ces	0	0	1	0	0	0	0	0	1	榆科	native	多年生	喬木	P	落葉	核果	動物
日本前胡	Pej	0	1	1	1	0	1	0	1	5	繖形科	native	多年生	草本	G	冬枯	離果	風
青葙麻	Bon	0	0	0	0	0	1	0	0	1	尋麻科	native	多年生	灌木	P	常綠	瘦果	動物
漢氏山葡萄	Amb	0	0	1	0	0	1	0	0	2	葡萄科	native	多年生	藤本	P	常綠	漿果	動物
細本葡萄	Vit	0	0	1	0	0	1	0	0	2	葡萄科	native	多年生	藤本	P	常綠	漿果	動物
異葉天南星	Arh	0	0	1	0	0	0	0	0	1	天南星科	native	多年生	草本	G	冬枯	漿果	動物

表1. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁出現之植物種類特性及出現島礁頻度摘要表 (續3)  
 Table 1. List of characteristics and appeared frequency of plant compositions in Matsuo Islands Tern Refuge (Continued 3.)

植物名	代碼	雙子礁	白廟島	鐵尖島	中島	三連嶼	劉進泉	蛇嶼	台山	科名	起源	生活史	生長型	生活型	葉候	果實型	散殖體傳播
半夏	Pti	0	0	0	0	0	1	0	0	天南星科	Araceae	多年生	草本	G	冬枯	漿果	動物
紅花石蒜	Lyr	0	0	1	0	0	0	0	0	石蒜科	Amaryllidaceae	多年生	草本	G	冬枯	蒴果	動物
鴨趾草	Coc	0	0	1	0	0	1	0	0	鴨趾草科	Commelinaceae	多年生	草本	H	常綠	蒴果	動物
布氏宿柱苔	Caw	0	0	0	1	0	1	0	1	莎草科	Cyperaceae	多年生	草本	H	常綠	瘦果	動物
香附子	Cyr	0	0	0	0	1	0	0	0	莎草科	Cyperaceae	多年生	草本	G	常綠	瘦果	動物
卵形飄拂草	Fio	0	1	0	1	0	0	0	0	莎草科	Cyperaceae	多年生	草本	H	常綠	瘦果	動物
莎草磚子苗	Mac	0	0	0	0	1	0	1	2	莎草科	Cyperaceae	多年生	草本	H	常綠	瘦果	動物
多枝扁莎	Pyp	1	0	1	0	0	0	0	2	莎草科	Cyperaceae	多年生	草本	H	常綠	瘦果	動物
福州薯蕷	Dif	0	0	0	0	0	1	0	0	薯蕷科	Dioscoreaceae	多年生	藤本	G	冬枯	翅果	風
拂子茅	Cae	0	0	1	1	0	1	0	0	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
龍爪茅	Daa	1	0	0	0	0	0	0	1	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
短穎馬唐	Dis	0	0	1	0	0	0	0	1	禾本科	Gramineae	1年生	草本	T	-	穎果	風、動物
鴨嘴草	Isc	0	0	1	0	0	0	0	1	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
五節芒	Mif	1	0	1	1	0	1	0	0	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
鴨姆草	Pas	0	0	0	0	0	0	1	1	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
棒頭草	Pof	0	0	0	0	1	0	0	0	禾本科	Gramineae	1年生	草本	T	-	穎果	風、動物
金色狗尾草	Seg	1	1	1	0	0	1	1	6	禾本科	Gramineae	1年生	草本	T	-	穎果	風、動物
褐毛狗尾草	Sep	0	0	1	0	1	0	0	1	禾本科	Gramineae	1年生	草本	T	-	穎果	風、動物
高麗芝	Zot	1	1	1	1	1	1	1	8	禾本科	Gramineae	多年生	草本	H	常綠	穎果	風、動物
山蒜	Alg	0	1	1	1	1	0	0	5	百合科	Liliaceae	多年生	草本	G	冬枯	蒴果	動物
天門冬	Asc	1	1	1	0	1	0	1	6	百合科	Liliaceae	多年生	草本	G	常綠	漿果	動物
綿繭兒	Baj	1	0	1	0	1	0	0	3	百合科	Liliaceae	多年生	草本	G	冬枯	蒴果	動物
桔梗蘭	Die	0	0	1	1	0	1	0	0	百合科	Liliaceae	多年生	草本	H	常綠	漿果	動物
細葉麥門冬	Lim	0	0	1	0	1	0	1	4	百合科	Liliaceae	多年生	草本	H	常綠	漿果	動物
菝葜	Smc	0	0	1	0	0	1	0	0	菝葜科	Smilacaceae	多年生	藤本	G	常綠	核果	動物
月桃	Alz	0	0	0	0	0	1	0	0	薑科	Zingiberaceae	多年生	草本	G	常綠	蒴果	動物

1 生活型：P, 挺空植物；H, 半地中植物；C, 地表植物；G, 地中植物；T, 一年生植物

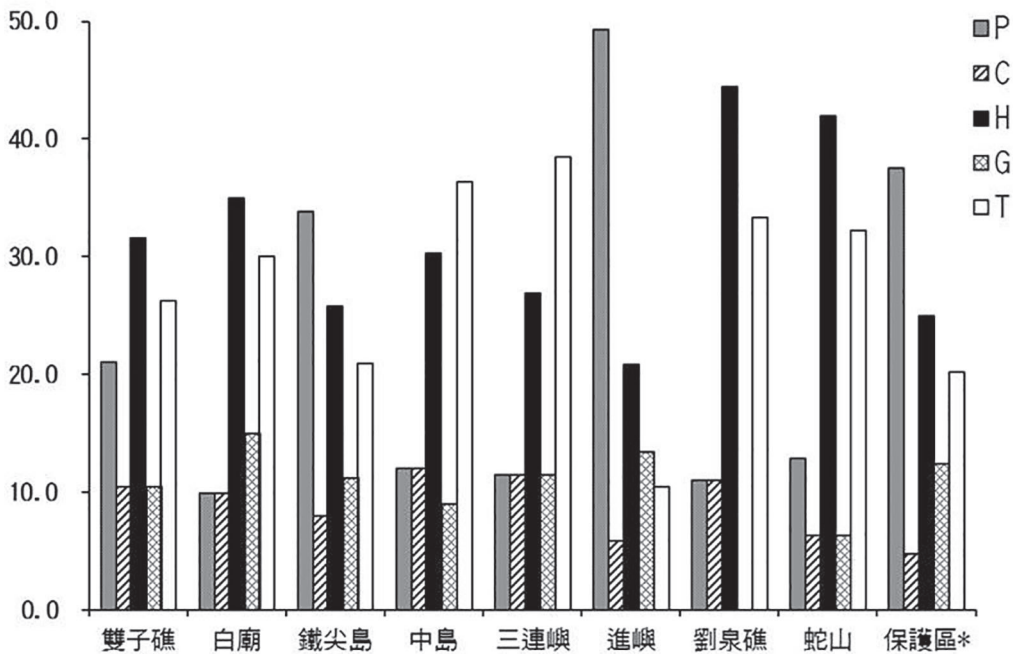


圖3. 馬祖列島燕鷗保護區植物生活型譜。

P：挺空植物；C：地表植物；H：半地中植物；G：地中植物；T：一年生植物

\* 保護區8個島礁。

Fig. 3. Plant life form spectrum of Matsu Islands Tern Refuge.

發現，草本植物島礁平均出現頻度 (3.1次) 明顯高於木本植物 (1.8次) ( $t = 3.742, p < 0.001$ )，可能顯示草本植物的拓植能力及完成生命史的能力大於木本植物，而保護區島礁環境不利木本植物建立其族群。

種子傳播方式決定其傳播距離，保護區內植物的種子多藉由風及動物傳播 (表1)，後者主要是被攜帶或被取食而傳播至島上，且傳播距離通常大於風力傳播的種類，而部分種類則兼具風及動物 (主要為鳥類) 散播能力；此類具長距離散播的植物種類具有較大機會拓植至新的生育地建群。

維管束植物中，蕨類植物占有相當重要的地位，然生活型譜分析僅以種子植物為對象，並未參酌蕨類植物。Raunkiaer (1934) 另提出蕨類商數 (Pteridophyte-Quotient) 計算，以與地上植物生活型相呼應。蕨類商數僅計算植物

的種數，未涉及量的多寡，為植物社會定性的特徵，其主要功用在於與生活型譜相對照，以應證植物與氣候相關程度。在研究區8個島礁僅調查到海金沙 (*Lygodium japonicum*)、傅氏鳳尾蕨 (*Pteris fauriei*)、全緣貫眾蕨 (*Cyrtomium falcatum*) 等3種蕨類植物，且僅出現在進嶼 (3種) 和蛇山 (傅氏鳳尾蕨、全緣貫眾蕨等2種) 等2個島礁 (表1)。海金沙、傅氏鳳尾蕨、全緣貫眾蕨等分布範圍非常廣泛，由山地森林至海濱，後兩者更為海濱地區蕨類常見組成 (蕭百齡&曾春興 2002；高瑞卿等 2010；葉慶龍等 2010；曾喜育等 2014)。Huang et al. (2007) 指出傅氏鳳尾蕨具二倍與三倍體，前者植株廣泛分布於臺灣本島及鄰近島嶼，但不見於馬祖地區，而後者分布於馬祖地區開闢地、草地及林地。保護區8個島礁的蕨類商數僅0.782，較馬祖各大島蕨類商數2.75 (曾喜育等 2014) 來得

低，此反映保護區各島礁面積狹小、土壤發育不良、相對缺水等棲地惡劣的環境特性。

### (三) 馬祖列島燕鷗保護區各島礁植物資源與環境關係

由馬祖列島燕鷗保護區8個島礁植物種類調查清單發現(表1)，進嶼植物種類最多，共41科44屬70種，佔保護區植物種類之64.8%，依次為鐵尖島(28科44屬62種)、蛇山(17科23屬33種)、中島(15科22屬33種)、三連嶼(11科17屬26種)、白廟(11科13屬20種)、雙子礁(11科13屬19種)與劉泉礁(11科13屬18種)(表1和2)。植物清單中，僅在1個島礁出現的植物有海金沙等42種；出現2個島礁的植物有傅氏鳳尾蕨等28種。這一類僅分布1-2個島礁的70種植物，可能顯示此類植物的散殖體傳播能力相對較差，或族群建立過程較不易所致。植物拓殖過程主要依賴機率散播至合宜環境而建群，植物散殖體的傳播能力與其散播到島礁的後續生長存活、適應與建立族群等因素決定該物種是否有機會分布。

在保護區8個島礁均出現的種類有

蘄艾(*Crossostephium chinense*)、變葉藜(*Chenopodium acuminatum* subsp. *virgatum*)、高麗芝(*Zoysia tenuifolia*)、茅毛珍珠菜(*Lysimachia mauritiana*)、石板菜(*Sedum formosanum*)、龍葵(*Solanum nigrum*)、木防已(*Cocculus orbiculatus*)等7種；在7個島分布僅番杏(*Tetragonia tetragonoides*)1種；出現6個島礁有酢醬草(*Oxalis corniculata*)、火炭母草(*Polygonum chinense*)、金色狗尾草(*Setaria glauca*)、天門冬(*Asparagus cochinchinensis*)、細葉假黃鶴菜(*Crepidiastrum lanceolatum*)、石菘蓉(*Limonium sinense*)等6種。在保護區8個島礁出現頻度在6-8個島礁的14種植物均屬於散播能力與環境適應相對較強的種類，為馬祖列島各大島礁濱海地區經常出現的物種(黃瑜齡2002；曾喜育等2014)。

本研究以Jaccard和Sørensen相似性指數進行馬祖列島燕鷗保護區各島礁植物組成相似性進行初步分析(表3)，結果發現白廟與劉泉礁的物種組成最為接近，進嶼與其他島礁的物種組成差異最遠。由Sørensen相似性指數繪製

表2. 馬祖列島燕鷗保護區植物資源調查環境狀態摘要表。

Table 2. List of environment characteristics and species diversity in Matsu Islands Tern Refuge.

	雙子礁	白廟 <sup>a</sup>	鐵尖島	中島	三連嶼	進嶼	劉泉礁	蛇山
面積 (m <sup>2</sup> )	500 <sup>b</sup>	750 <sup>b</sup>	980	1930	1500 <sup>b</sup>	3110	1420	1500 <sup>b</sup>
最高海拔 (m)	33	32	29	32	39	42	63	29
土壤發育比例 <sup>c</sup>	2	1	4	4	3	5	3	3
與鄰近大島距離 (m)	50	820	130	1,050	4,650	1,720	6,550	550
緯度	26°21'43"	26°17'00"	26°16'50"	26°15'50"	26°14'17"	26°11'42"	26°05'08"	25°17'00"
與鄰近大島方位	南	東	西	東南	東	西南	東南	西
植物種數	19	20	62	33	26	70	18	33
種密度 (spp. no./ha)	38.0	26.7	63.3	17.1	17.3	22.5	12.7	22.0
種豐富度指數 (spp. no./log (area))	5.14	5.16	15.53	7.70	6.23	14.91	4.33	7.42

<sup>a</sup> 非調查主島植物資料；<sup>b</sup> 實際進行植物調查之島礁估計面積；

<sup>c</sup> 土壤發育比例：為土壤覆蓋該島礁面積比例。1: <5%、2: 5-10%、3: 10-25、4: 25-50%、5: >50%。

的群團樹形圖顯示 (圖4)，白廟、劉泉礁、中島、三連嶼與雙子礁的植物組成較接近，蛇山、鐵尖島和進嶼的植物組成與其他島嶼關係較遠，尤以進嶼為最。相對於其他燕鷗保護區島礁的特徵，進嶼的面積較大，地點位於馬祖列島南竿島與北竿島2個最大島嶼之間，土壤發育面積較大，且地質為多數巨石組成等特性，明顯與其他島礁不同，形成多樣微環境棲地，進而反映在植物組成多樣 (表1) 與生活型譜 (圖3) 的差異。

本研究利用CA進行馬祖燕鷗保護區各島

礁之植物組成及其與所在島礁之關係分析，CA分析的變異資訊顯示特徵根 (eigen value) 越大，其對分析資料的變異解釋能力相對較大，由特徵根與總變異量 (total inertia) 之比值，可提供了解各軸對各島礁植物種類出現與否之變異量解釋程度，即變異解釋率 (percentage of variance explained)；累積變異解釋率 (cumulative percentage of variance explained) 可了解各排序軸呈現各島礁所能提供之解釋程度 (張金屯 2011)。CA前三軸的變異解釋率分別為38.13、26.19和18.74%，呈現遞減趨勢。本

表3. 馬祖列島燕鷗保護區植物種類Sørenson (右上) 和Jaccard (左下) 相似性分析

Table 3. Similarity indices of Sørenson (top right) and Jaccard (bottom left) on plant compositions in Matsu Islands Tern Refuge.

	雙子礁	白廟	鐵尖島	中島	三連嶼	進嶼	劉泉礁	蛇山
雙子礁		0.615	0.395	0.462	0.444	0.247	0.595	0.462
白廟	0.444		0.415	0.642	0.565	0.311	0.737	0.566
鐵尖島	0.246	0.262		0.568	0.455	0.576	0.425	0.421
中島	0.300	0.472	0.397		0.576	0.408	0.549	0.485
三連嶼	0.286	0.394	0.294	0.405		0.271	0.636	0.508
進嶼	0.141	0.184	0.404	0.256	0.157		0.250	0.408
劉泉礁	0.423	0.583	0.270	0.378	0.467	0.143		0.588
蛇山	0.300	0.395	0.267	0.320	0.341	0.256	0.417	

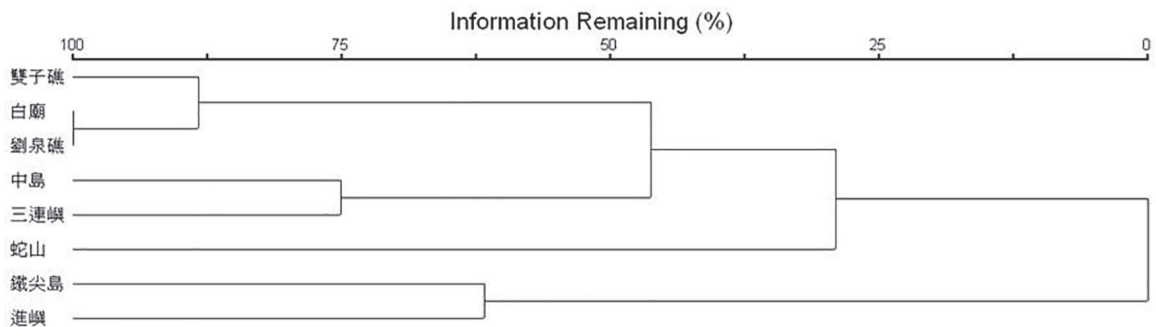


圖4. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁植物組成群團樹形圖。

Fig. 4. Dendrogram of Matrix cluster analysis (MCA) presenting hierarchical clustering of plant compositions in Matsu Islands Tern Refuge.

研究利用前2軸作為主要排序圖之呈現軸，前2軸的累積變異解釋率為64.32%。

馬祖燕鷗保護區各島礁物種與島與之CA排序圖顯示(圖5)，三連嶼、劉泉礁、白廟、雙子礁、中島等5島礁等分布較集中，而進嶼、鐵尖島、蛇山與其他5個島礁明顯不同；即進嶼、鐵尖島分布在第1軸的右端，其餘各島分布在第1軸左側；蛇山分布第2軸最上端，鐵尖島分布第2軸下端。這現象反映出中島等

5個島礁的物種組成較接近，而進嶼、鐵尖島和蛇山的植物物種組成差異較大，與相似性分析結果相同。再者，由植物種類分布頻度表可以發現，多達21種僅分布於進嶼，而有10種僅分布鐵尖島，有4種僅出現蛇山，有3種僅出現三連嶼，雙子島和中島各僅有1種出現在該島礁而未出現在其他島礁(表1)；白廟與劉泉礁出現的物種皆可在其他島礁發現。CA排序圖分析結可以更直觀地觀察到各島礁物種分布關

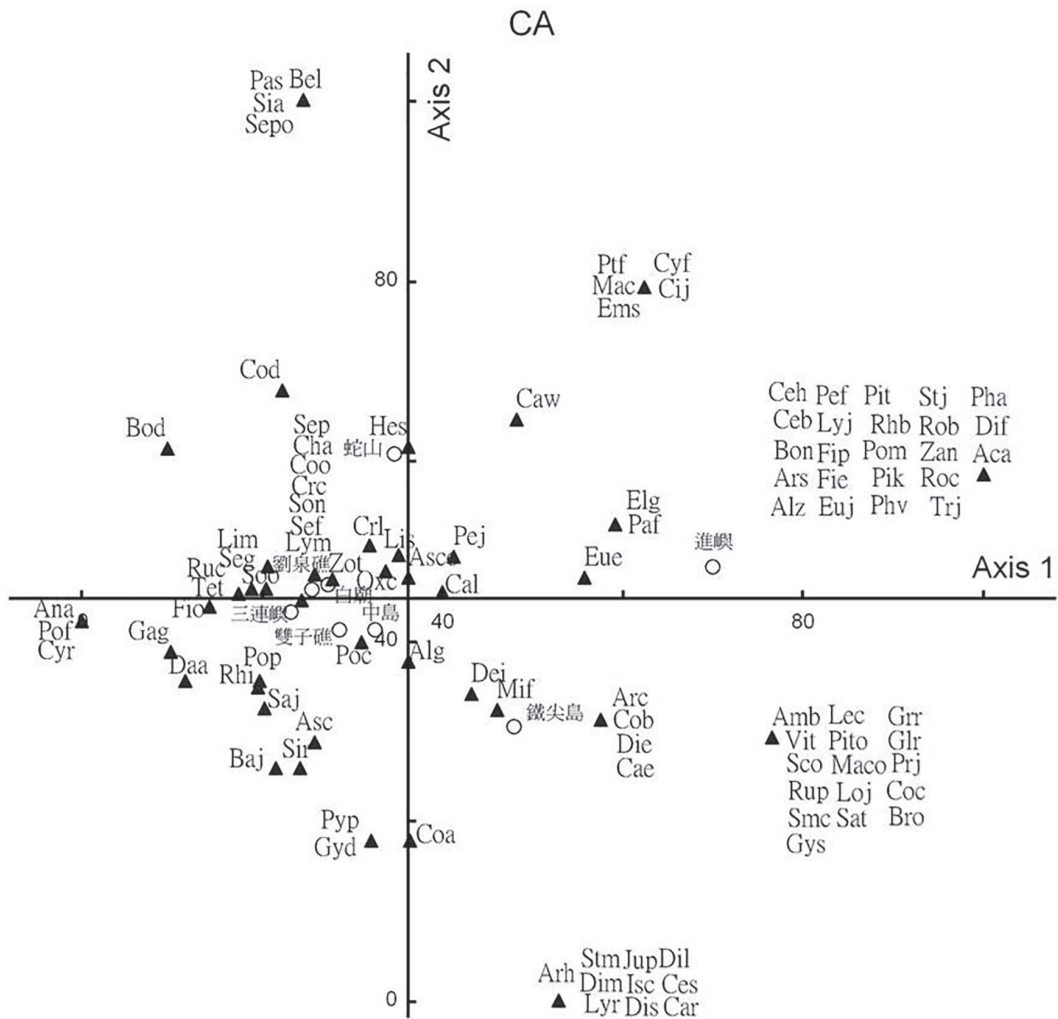


圖5. 馬祖列島燕鷗保護區各島礁與其植物組成種類對應分析排序圖。圓形表示島礁，三角形表示物種。物種分布代號如表。

Fig. 5. Ordination diagram of correspondence analysis (CA) on plant compositions in Matsu Islands Tern Refuge.

係；在2個島礁的植物種類多分布在2個島礁之間，例如僅出現進嶼與鐵尖島2個島的植物例如忍冬 (Loj) 等17種植物。出現頻度較高的植物種類，即廣泛出現在各島礁的物種，例如變葉藜 (Cha)、蘄艾 (Crc)、石板菜 (Sef) 等，此類多分布在第1軸左側接近中島、雙子礁、三連嶼、劉泉礁、白廟等島礁的位置。

本研究於馬祖列島燕鷗保護區植物資源調查的島礁環境資料顯示 (表2和圖1)，面積最大島礁為進嶼 (約3.11 ha)，面積最小是雙子礁 (約0.50 ha)；海拔最高的島礁是劉泉礁 (約63 m)，海拔最低是蛇山和鐵尖島 (約29 m)，多數島礁的海拔約30-40 m；與鄰近較大島礁距離最近是雙子礁 (與東引島距離<50 m)，與鄰近較大島礁距離最遠是劉泉礁 (與南竿島距離約6,550 m)；土壤發育較佳者為進嶼，島礁土壤面積最小是白廟與雙子礁，上述兩島礁之植物多生長於岩縫中。8個島礁多位於鄰近最近較大島礁的東方、西方、南方或東南、西南方，未有分布於鄰近最近大島北方者 (表3)。

島嶼對生物而言是一相對隔絕的環境，島嶼面積、距大陸 (大島嶼) 遠近、海拔高低、地質土壤性質、地質史、干擾等為影響島礁物種多樣性的因子 (Kohn & Walsh, 1994; Khedr and Lovett-Doust 2000; Roos et al. 2004; McMaster 2005; Magdy 2009; Kallimanis et al. 2010)。島嶼面積愈大，可營造較多樣的生育地環境，進而可增加物種多樣性 (Kohn & Walsh 1994; Roos et al. 2004; Kallimanis et al. 2010; 周勁松等 2005; 童毅等 2013; 張恆慶等 2015)。利用馬祖列島燕鷗保護區各島礁之植物組成種數與島礁面積、海拔高、土壤佔島面積比例、與鄰近較大島嶼距離等參數進行Spearman等級相關分析結果顯示，保護區各島礁之植物種數、種豐富度指數與島礁土壤面積比例呈顯著正相關 ( $\rho=0.797, p=0.018$ )，即土壤發育面積大的島礁可孕育較多的植物種類。此外，物種密度與各島礁距鄰近大島距離呈顯著負相關 ( $\rho=-0.810, p=0.015$ )。分析結果反映出土壤發育較

完整的島礁可以提供較佳且多樣的生育地環境，而距離種源較近、面積較大的島礁，物種拓殖機會較高，因此物種豐富度較高。然而，研究區之各島礁散布於其他大島間，且各島礁面積小，島嶼間距離近，馬祖列島燕鷗保護區內植物拓殖分布實非單純受其鄰近島嶼所影響，植物拓殖的隨機性影響亦大。

#### 四、謝誌

本研究報告感謝連江縣政府在研究經費及江冠緯科長在調查過程的協助，特此致謝。

#### 五、引用文獻

- Batalha MA, Martns RF (2002) Floristic, frequency, and vegetation life-form spectra of a cerrado site. *Brazilian Journal of Biology* 64(2): 203-209.
- Boufford DE, Hsieh CF, Huang TC, Kuoh CS, Ohashi H, Peng CI, Tsai JL, Yang KC (2003) *Flora of Taiwan Second Edition Volume Six*. Department of Botany, Taipei, Taiwan, ROC.
- Huang YM, Chou HM, Wang JC, Chiou WL (2007) The Distribution and Habitats of the *Pteris fauriei* Complex in Taiwan. *Taiwania* 52(1): 49-58.
- Jung MJ, Hsu TC, Chung SW, Peng CI (2009) Three Newly Naturalized Asteraceae Plants in Taiwan. *Taiwania* 54(1): 76-81.
- Kallimanis AS, Bergmeier E, Panitsa M, Georgiou K, Delipetrou P, Dimopoulos P (2010) Biogeographical determinants for total and endemic species richness in a continental archipelago. *Biodiversity Conservation* 19: 1225-1235.
- Khedr A-H, Lovett-Doust J (2000) Determinants of floristic diversity and vegetation composition on the islands of Lake Burullus, Egypt. *Applied Vegetation Science* 3: 147-156.
- Kohn DD, Walsh DM (1994) Plant species

- richness-The effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology* 82(2): 367-377.
- Magdy I E-B (2009) Factors affecting the floristic diversity and nestedness in the islets of Lake Bardawil, North Sinai, Egypt: implications for conservation. *Journal of Coastal Conservation* 13: 25-37.
- McMaster RT (2005) Factors influencing vascular plant diversity on 22 islands off the coast of eastern North America. *Journal of Biogeography* 32(3): 475-492.
- Roos CM, Kessler PJA, Gradstein SR, Baas P (2004) Species diversity and endemism of five major Malesian Islands: diversity-area relationships. *Journal of Biogeography* 31: 1893-1908.
- Wolda H (1981) Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia* 50: 296-302.
- 王偉、蔡尚惠、邱清安、曾喜育、呂金誠 (2013) 雪山雪東線之物種與生活型多樣性沿海拔梯度變化。 *林業研究季刊* 35(3): 139-152。
- 宋永昌 (2004) 植被生態學。華東師範大學出版社。上海。
- 周勁松、王發國、邢福武、周錦超、Richard T. Corlett (2005) 香港蒲苔群島植物物種多樣性與植被的研究。 *中山大學學報 (自然科學版)* 44 (增刊): 236-241。
- 武艷芳、林瑞芬、陳林、楊東梅、王發國、邢福武 (2009) 香港果洲群島植物物種多樣性與植被的研究。 *熱帶亞熱帶植物學報* 17(4): 334-342。
- 高瑞卿、伍淑惠、張元聰 (2010) 臺灣海濱植物圖鑑。晨星出版社。
- 張金屯 (2011) 數量生態學 (第2版)。科學出版社。
- 張長義 (1998) 金門、馬祖列島環境敏感地區之調查研究與環境基本資料庫之建立。行政院環境保護署。
- 張恆慶、唐麗麗、張曉明、李雪、邢軍 (2015) 大連市 5 個海島野生維管束植物多樣性研究。 *遼寧大學學報自然科學版* 42(4): 372-377。
- 許再文、彭仁傑、曾彥學、黃朝慶 (2003) 臺灣地區歸化植物資源之調查研究 (1/3)。特有生物保育中心。
- 郭城孟 (2004) 馬祖植物誌。連江縣政府。
- 陳培源 (1974) 馬祖群島地質，附帶討論福建沿海之火成活動及地殼運動。 *臺灣地質調查所彙刊* 24: 89-98。
- 曾喜育、邱清安、蔡尚惠、王俊閔、王偉、曾彥學 (2014) 馬祖地區植相與植群研究。 *中華林學季刊* 47(3): 241-25。
- 童毅、簡曙光、陳權、李玉玲、邢福武 (2013) 中國西沙群島植物多樣性。 *生物多樣性* 21(3): 364-374。
- 黃瑜齡 (2002) 馬祖列島植物地理之研究。國立臺灣大學植物學研究所碩士論文。81頁。
- 葉慶龍、錢亦新、廖春芬、葉川榮、鍾明哲、洪信介 (2010) 小蘭嶼植物相調查。 *國家公園學報* 20(2): 25-39。
- 農委會林務局 (2003) 自然資源與生態資料庫。 ([http://econgis.forest.gov.tw/wr/wr12\\_matzu.htm](http://econgis.forest.gov.tw/wr/wr12_matzu.htm))
- 雷寧菲、蘇智先、宋會興、張焱 (2002) 縉雲山常綠闊葉林不同演替階段植物生活型譜比較研究。 *應用生態學報* 13(3): 267-270。
- 劉和義 (2004) 植群多樣性之分析方法。第二屆台灣植群多樣性研討會論文集。行政院農業委員會林務局。39-54頁。
- 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。
- 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自行研究報告第35號。
- 蘇鴻傑 (1987) 植群生態多變數分析法之研究 III. 降趨對應分析及相關分布序列法。 *中華林學季刊* 20(3): 45-68。