

台灣生物多樣性研究 第 24 卷第四期  
Vol.24 ,No.4

Taiwan Journal of Biodiversity 中華民國 111 年 10 月  
Oct. 2022



## ● 目 錄

1. 台灣東部秀姑巒溪沼蝦屬  
(*Macrobrachium*) 幼體全日上溯特性初探  
陳榮宗<sup>1</sup> 葉明峰<sup>1\*</sup>
31. 合歡山農場人造林與天然林紅外線自動  
相機動物相調查  
姚正得<sup>1</sup> 張秉元<sup>1\*</sup> 江欣盈<sup>1</sup>
67. 假小喙菊 ( 菊科 ) : 台灣植物誌新歸化  
種及新紀錄屬  
鐘詩文<sup>1</sup> 黃偉傑<sup>1</sup> 蔡順達<sup>2</sup> 許天銓<sup>1\*</sup>

## contents ●

- 1.Characteristics of all-day upstream migration of juvenile *Macrobrachium* spp. in the Hsiukuluan River, eastern Taiwan  
Rung-Tsung Chen<sup>1</sup>and Ming-Fon Yeh<sup>1\*</sup>
- 31.Animal community survey using infrared camera trap in man-made and natural forests at Hehuanshan Farm  
Cheng-Te Yao<sup>1</sup>, Ping-Yuan Chang<sup>1\*</sup>, and Xin-Ying Jiang<sup>1</sup>
- 67.*Launaea procumbens* (Compositae), a newly naturalized species representing a new generic record for the Flora of Taiwan.  
Shih-Wen Chung<sup>1</sup>, Wei-Jie Huang<sup>1</sup>, Shuen-Da Tsai<sup>2</sup>, and Tian-Chuan Hsu<sup>1\*</sup>

# 台灣生物多樣性研究

(原為《特有生物研究》半年刊，  
2010年元月起更名，並以季刊發行)

發行人 / 楊嘉棟

總編輯 / 薛美莉

執行編輯 / (依姓氏筆劃序)

王經文、朱汶偵、李麗華、呂明倫  
林春富、柯智仁、陳志輝、黃書彥  
楊正雄、詹芳澤、鄭錫奇、蔡奇立

編輯諮詢委員 / (依姓氏筆劃序)

于宏燦、方力行、王穎、王震哲  
王鑫、呂光洋、呂福原、李玲玲  
汪靜明、周昌弘、吳忠宏、吳錫圭  
吳繼光、邵廣昭、林幸助、林曜松  
郭城孟、陳明義、陳章波、許建昌  
張清風、黃生、游祥平、楊平世  
楊政川、廖一久、裴家騏、趙榮台  
劉小如、蔡住發、鄭蕙燕、歐辰雄  
蔣鎮宇

英文編輯 / 金恆鏞

出版編輯 / 王經文

出版 / 農委會特有生物研究保育中心

住址 / 南投縣集集鎮 55244 民生東路 1 號

電話 / 049-2761331 轉 616

網址 / <http://www.tesri.gov.tw>

美編 / 黃淑芬

出版日期 / 中華民國 111 年 10 月

創刊日期 / 中華民國 88 年元月

出版登記 / 局版台誌第 10207 號

# Taiwan Journal of Biodiversity

(Continuation of former journal of  
"Endemic Species Research", 1999-2009)

Publisher/Jia-Dong Yang

Editor-in-chief/Mei-Li Hsueh

Executive Editors/

Ching-Wen Wang

Li-Hua Lee,

Chun-Fu Lin,

Chih-Hui Chen,

Cheng-Hsiung Yang,

Hsi-Chi Cheng,

Wen-Chen Chu

Ming-Lun Lu,

Chie-Jen Ko,

Shu-Yen Huang

Fang-Tse Chan,

Chi-Li Tsai,

Editorial Board/

Hon-Tsen Yu,

Ying Wang,

Shin Wang,

Fu-Yuan Lue,

Ching-Ming Wang,

Homer C. Wu,

Chi-Guang Wu,

Hsing-Juh Lin,

Chen-Meng Kuo,

Chang-Po Chen,

Ching-Fong Chang,

Hsiang-Ping Yu,

Jeng-Chuan Yang,

Kurtis Jai-Chyi

Lucia Liu Severinghaus,

Huei-Yann Joann Jeng,

Tzen-Yuh Chiang

Lee-Shing Fang,

Jenn-Che Wang,

Kuang-Yang Lue,

Ling-Ling Lee,

Chang-Hung Chou,

Shi-Kuei Wu,

Kwang-Tsao Shao,

Yao-Sung Lin,

Ming-Yih Chen,

Chien-Chang Hsu,

Shong Huang,

Ping-Shish Yang,

I-Chiu Liao,

Jung-Tai Chao,

Chu-Fa Tsai,

Chern-Hsiung Ou,

English Editors/Hen-Biau King,

Publishing Editors/Ching Wen Wang

Published by Endemic Species Research Institute

1 Min-Sheng E. Road, Jiji, Nantou 55244,

Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-49-2761331 ext. 616

<http://tesri.tesri.gov.tw>

Published Date: September 2022

GPN: 2009900002

ISSN: 2076-6971

# 台灣東部秀姑巒溪沼蝦屬 (*Macrobrachium*) 幼體全日上溯特性初探 Characteristics of all-day upstream migration of juvenile *Macrobrachium* spp. in the Hsiukuluan River, eastern Taiwan

陳榮宗<sup>1</sup> 葉明峰<sup>1\*</sup>

Rung-Tsung Chen<sup>1</sup> and Ming-Fon Yeh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 552 南投縣集集鎮民生東路 1 號

<sup>1</sup>Endemic Species Research Institute, No. 1, Ming-shen East Road, Jiji, Nantou 552, Taiwan

\* 通訊作者 e-mail: Yeh@tesri.gov.tw

\*Corresponding author e-mail: Yeh@tesri.gov.tw

## 摘要

台灣的淡水沼蝦絕大部分是兩側洄游型，其中除大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*, de Haan, 1849) 有初步的上溯洄游之研究發表外，餘物種仍尚待探討。本研究於 2007 年 4 月至 2009 年 7 月在秀姑巒溪，利用改良式的採樣設備，採集沼蝦幼體，探討其全日之上溯特性。共採獲 10 種沼蝦 653 隻個體 (其中沼蝦幼體為 586 隻)，分別為大和沼蝦 (*M. japonicum*)、南海沼蝦 (*M. austral*)、台灣沼蝦 (*M. formosense*)、寬掌沼蝦 (*M. lepidactyloides*)、熱帶沼蝦 (*M. placidulum*)、貪食沼蝦 (*M. lar*)、闊指沼蝦 (*M. latidactylus*)、日本沼蝦 (*M. nipponense*)、毛指沼蝦 (*M. jaroense*) 及短腕沼蝦 (*M. latimanus*)。結果顯示，沼蝦幼體上溯最高峰時段為

上半夜 (19:40-23:40)，其次為下半夜 (23:40-03:40)，白天 2 個時段 07:40-11:40 及 11:40-15:40 僅有個位數上溯個體。依不同物種上溯月份及水溫高低，大致可分成 3 種類型：第 1 種為全年型，即大和沼蝦幾乎全年皆有；第 2 種為高溫型，包括南海沼蝦、台灣沼蝦、熱帶沼蝦、貪食沼蝦、闊指沼蝦、毛指沼蝦及短腕沼蝦；第 3 種為低溫型，包括寬掌沼蝦及日本沼蝦。本研究之初步成果將有助於未來各種沼蝦之上溯研究，尤其台灣大部分的沼蝦物種仍待釐清其洄游特性。

**關鍵詞：**兩側洄游、沼蝦屬、上溯、秀姑巒溪、台灣

## Abstract

Freshwater prawns in Taiwan are mostly amphidromous. A preliminary upstream migration study on *Macrobrachium japonicum* (de Haan, 1849) was published, but the remaining species are still to be discussed. In this study, improved sampling equipment was used to collect *Macrobrachium* juveniles in the Hsiukuluan River from April 2007 to July 2009 to investigate their all-day upstream migration characteristics. A total of 653 individuals, including 576 juveniles, of 10 *Macrobrachium* species were collected, specifically *M. japonicum*, *M. austral*, *M. formosense*, *M. lepidactyloides*, *M. placidulum*, *M. lar*, *M. latidactylus*, *M. nipponense*, *M. jaroense*, and *M. latimanus*. The results showed that the peak period of juveniles migrating upstream occurred in the early night (19:40-23:40), followed by the second half of the night (23:40-03:40). There were fewer than 10 upward tracking individuals in the two periods of 07:40-11:40 and 11:40-15:40 in the day. Three types can be roughly categorized according to the different months of upstream migration and water temperature. First is the annual type, that is, *M. japonicum* occurred almost all year round; the second is the high temperature type, including *M. austral*, *M. formosense*, *M. placidulum*, *M. lar*, *M. latidactylus*, *M. jaroense*, and *M. latimanus*; the third is the low-temperature type, including *M. lepidactyloides* and

*M. nipponense*. The results of this research will be helpful for future studies of various *Macrobrachium* species, especially the migration characteristics of most of the *Macrobrachium* species that have yet to be clarified in Taiwan.

**Keywords:** Amphidromous, *Macrobrachium*, upstream migration, Hsiukuluan River, Taiwan

## 緒言

探討動物洄游行為 (migratory behavior) 的機制及功能，除有助於瞭解其演化歷程外，也能提供物種在現今環境快速變遷的情況下，有關保育策略的重要的參考 (Hongjamrassilp *et al.* 2021)。透由研究不同動物類群的遷徙型態 (movement patterns)，可以釐清遷徙對族群、物種演化及生物多樣性的影響 (Holyoak *et al.* 2008; Duckworth, 2009; Hongjamrassilp *et al.* 2021)。許多甲殼類在生活史某些階段會進行大量的洄游 (Bauer, 2011a, 2011b)，而該類群之生活史極端多樣性，有關驅動洄游的因子或導引洄游方向的感知等機制，仍待投入更多深入的研究 (Benvenuto *et al.* 2015)。

源自於海洋的沼蝦屬經長期逐步

地侵入淡水域後，各自進行不同程度淡水化 (freshwaterization) 的演化，產生不同滲透壓調節能力，包括海水、淡水及半淡鹹水等環境，都有沼蝦的存在 (Jalihal *et al.* 1993)。也因此其洄游生活史中的各個階段，包括繁殖期、幼苗期、成長或上溯期之時間空間分布情形，皆呈現不同的型態或有區隔情形。淡水沼蝦 (*Macrobrachium*; Spence Bate, 1868) 通常會在具鹽分的水域環境下孵化幼苗，幼苗在河口或沿岸地區變態成長後，會洄溯河川繼續成長，整個生活史涵蓋了淡水、半淡鹹水及鹹水環境 (Albertoni *et al.* 1999)。沼蝦屬蝦苗在經過變態成長剛成為底棲時，必須儘速找到河口並開始逐步上溯到成體的棲息地 (Bauer 2011; 2013)；為了躲開被獵捕的風險，

通常會選擇在夜晚進行上溯 (Ibrahim 1962; Hamano and Hayashi 1992; Benstead *et al.* 1999; Bauer and Delahousaye 2008; Kikkert *et al.* 2009; Bauer 2011)。

沼蝦蝦苗或幼體的種類鑑定，通常必須進行幼苗變態成長試驗，而台灣的淡水沼蝦已完成幼苗變態研究的，包括粗糙沼蝦 (*M. asperulum*)、等齒沼蝦 (*M. equidense*)、絨掌沼蝦 (*M. esculentum*)、台灣沼蝦 (*M. formosense*)、日本沼蝦 (*M. nipponense*)、貪食沼蝦 (*M. lar*)、細額沼蝦 (*M. gracilirostre*)、刺足沼蝦 (*M. spinipes*) 等 8 種原生種及外來種羅氏沼蝦 (*M. rosenbergii*) (Kwon and Yutaka 1969; Atkinson 1977; 林等 1988; 施等 1990; 鄒等 1990; 施 1994; 游 2000; 趙 2000; 施及王 2017; 葉等 2020a、2020b)，餘尚有 9 種台灣原生種淡水沼蝦尚無幼苗之變態成長試驗。除了藉由幼苗變態成長試驗，進行各種沼蝦之後期蝦苗 (post larvae) 及幼體 (juvenile) 之種類鑑定之外，陳等 (2021) 也以細胞核內核醣體之 28S rDNA 序列為輔，配合外觀特

徵對沼蝦幼體樣本進行物種鑑定，獲致可信的鑑定結果。細胞核內核醣體之 28S rDNA (28S) 已經廣泛地被運用於甲殼類的親緣關係的研究 (Crandall *et al.* 2000; Shull *et al.* 2005; Chen *et al.* 2009)。28S gene 演化速率近似或慢於 16S gene (Fetzner and Crandall 2001)，然而在淡水沼蝦的應用上，28S gene 比 16S gene 更具歧異度及更大的基因距離，也具較高的 transition/transversion (ts/tv) 比值及較低的  $\alpha$ -values (gamma distributions)，不易造成物種間親緣關係上的 convergence，因此 28S gene 在沼蝦分子親緣關係上的探討是很適當的工具之一 (Chen *et al.* 2009)。

秀姑巒溪 (Hsiukuluan River) 為台灣東部第一大的河川，全長約 104km，有 4 條主要的支流 (林 2001)，主流水量豐沛終年不斷且無攔砂壩或水庫等人工水泥構造物，從以前就是洄游生物 (包括白鰻、鱸鰻、鰕虎類、字紋弓蟹、台灣扁絨螯蟹及淡水蝦等) 豐富的流域，也是相關研究最重要的採樣區域 (曾等 2000; 曾

2002)。依據施 (1994)、曾 (2002)、陳 (2003; 2004)、李等 (2003) 及 Chen *et al.* (2010) 的研究在該水域共發現有 14 種淡水沼蝦，在台灣原生的 17 種淡水沼蝦中，秀姑巒溪沼蝦物種數就佔有 82%，可說是台灣淡水沼蝦物種數最豐富的溪流，加上棲地較少人為破壞干擾，相當適合進行洄游試驗研究。台灣目前已知的淡水沼蝦種類，包括 1 種外來種 (*M. rosenbergii*) 共計 18 種 (施 1994; 施及游 1998; Cai and Jeng 2001; Chen *et al.* 2010; Shy *et al.* 2013; 陳等, 2021) 且大都為兩側洄游型 (Hwang and Yu 1982; Shy and Yu 1998; Cai and Jeng 2001; Cai and Shokita 2006; Chen *et al.* 2010; 陳等, 2021)。曾等 (2000; 2002) 曾經對秀姑巒溪之淡水沼蝦之幼蝦上溯情形有些許探討，惟台灣洄游性的淡水沼蝦其幼體之上溯情形，包括季節、時段、種類、數量變化及繁殖降海等研究十分闕如，皆僅止於野外觀察的推測。直到陳等 (2021) 針對台灣東部秀姑巒溪大和沼蝦 (*M. japonicum*) 幼體全日上溯特性有了初步探討。其 24 小時的

試驗結果顯示大和沼蝦全日主要有 2 個上溯時段，最高峰時段為下半夜至清晨 (03:40-07:40)，其次為午後近黃昏至初夜 (15:40-19:40)。

本研究亦針對秀姑巒溪的淡水沼蝦，在不同季節、全日不同時段，其幼體上溯之種類及數量變化情形，初步探討其洄游上溯的特性；將有助於未來各種沼蝦洄游之相關研究，尤其台灣大部分的沼蝦物種仍待釐清其洄游特性。

## 材料與方法

### 採樣地點及時間

於台灣東部秀姑巒溪之河口進行淡水沼蝦之上溯幼體採集 (如圖 1; 陳等, 2021)，採樣時間為 2007 年 4 月至 2009 年 9 月，每個月進行 1 次試驗採集。依據相關文獻 (Bauer 2011 and 2013; 陳等, 2021) 沼蝦幼體上溯主要發生在黃昏至清晨，而大量發生時在白天也可見幼體沿著河岸濱水之岩塊上溯，因此本研究為初步探討沼蝦屬物種主要的可能上溯時段，僅就全日分 6 時段為整體採集時間分隔之設計。以 A 時段 (15:40-19:40) 涵蓋

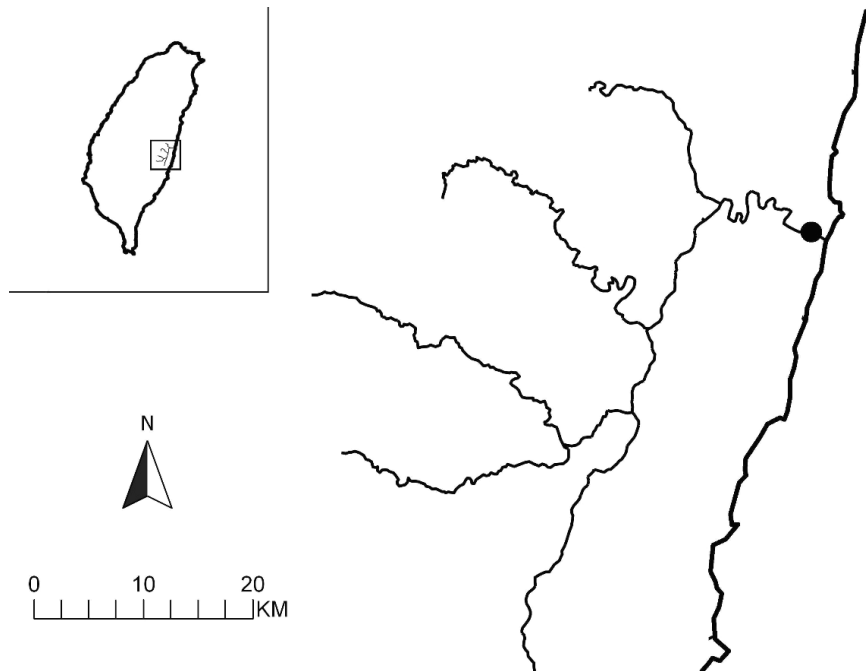


圖 1. 採集設施之位置圖 (黑色實心)，位於台灣東部秀姑巒溪 (陳等 2021)。

Fig. 1. Map of the Hsiukuluan River, located in eastern Taiwan. The solid circle indicates the position of fishway trap (Chen et al. 2021)

下午近黃昏至初夜為起始時段，將全日 24 小時每隔 4 小時共 6 個時段，包括 A(15:40-19:40)、B(19:40-23:40)、C(23:40-03:40)、D(03:40-07:40)、E(07:40-11:40) 及 F(11:40-15:40) 等進行樣本蒐集。每個時段結束時會立即取出採樣設施末端之樣本蒐集桶 (如圖 2 所示) 並隨即裝上空空的蒐集桶，以避免採樣時段中斷或因空窗期造成樣本流失。比如 A 時段會在 19:40 時取下蒐集桶，同時隨即換上新的蒐集桶，因此在 19:40 取下蒐集桶時，其

內樣本即屬 A 時段所採獲，而隨即所換上的新的蒐集桶所採之樣本則屬 B 時段所採的樣本，餘時段亦依此原則操作及區別。

每月份至採樣地點設置採樣設施時，因當日完成設置時間不定，惟皆會在下午 15:40 前設置完成。為統一採集起始時間，因此設定 A 時段 15:40 起為試驗採集的起始時間並同時換上新的蒐集桶。然為利後續的分析比較，將採樣設施設置完成後至 A 時段起始時間 (15:40) 之前所採獲的沼蝦

個體 (包含幼體 10 隻、成體 12 隻)，不列入 6 個時段的分析比較。

### 採樣設施

本研究之採樣設備係依陳等 (2021)，於同樣地點進行沼蝦幼體上溯採集的相同設施，該設施經試驗採獲幼體占比約 94%，十分適合上溯試驗之採樣工具。設施構造為參照當地原著民傳統採捕魚蝦幼體之魚道陷阱，加以改良修正，其外觀及各部組件如圖 2 所示。其各部主要組件可分成主魚道、導引道及蒐集桶等三個部分 (如圖 2 之 B 所示；現場實照如圖 3)。其中主魚道長 1.5m，放置於河道之橫斷面，其上方藉由水流經過形成小型瀑布，以引誘上溯之沼蝦幼體爬入底部之溝渠並順流至右側之導引道。導引道之外觀如圖 2 之 C 所示，與主魚道以 45 度角相連結，形成另一側的小型瀑布，導引及蒐集沼蝦幼體進入末端之蒐集桶 (陳等，2021)。

採樣設置地點位於河口上溯 2km 處，多次檢測河水鹽度皆為零，為非感潮帶。設置時會在主河道之河床上選擇一段約 50m 之小分流，於該分流

旁另人工挖掘長約 20m、寬 1.5m、深 25cm 之次分流，陷阱即設置在該 2 分流近匯合處之上方 5m (如圖 2 之 A 所示)。

### 環境因子蒐集

以 Flo-Mate™ Model 2100 流速計測量流速 (公分 / 秒 ; cm/s) 及水深 (公分 ; cm)。於採樣同時以手提式微電腦多功能水質測試儀 (Multi 340i) 測量酸鹼值 (pH)、溶氧量 (毫克 / 公升 ; mg/l)、導電度 (us/cm)、濁度 (NTU)、氣溫 (°C) 及水溫 (°C) 等資料。

### 測量及幼體鑑定

野外所採集之標本以 95% 酒精保存帶回。鑑定分類成體及幼體，記錄種類、頭胸甲長頻度變化及額齒。本研究之頭胸甲長 (CL) 為從眼窩後緣量測至頭胸甲末端，使用 Mitutoyo 電子游標尺，以公厘 (mm) 為單位，量測至小數點以下一位數。依頭胸甲長訂定各組距共 12 組，分別為 1-2 (CL ≤ 2.0mm)、2-3 (2.0 mm < CL ≤ 3.0 mm)、3-4 (3.0 mm < CL ≤ 4.0 mm)、4-5 (4.0 mm < CL ≤ 5.0 mm)、

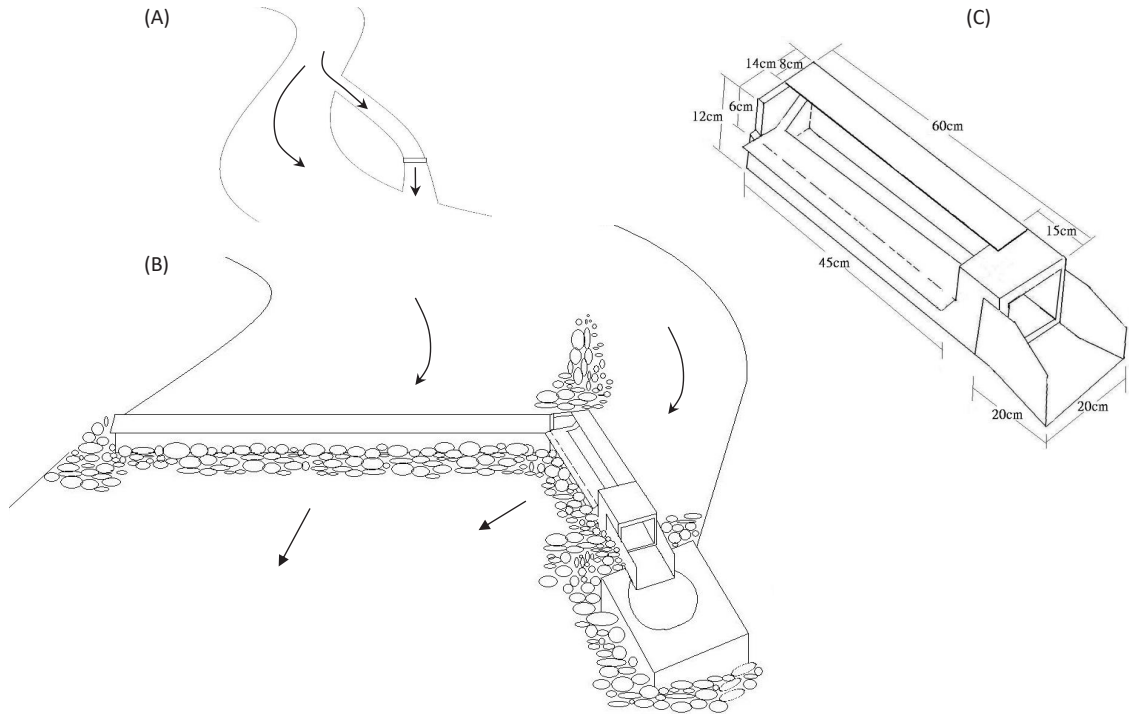


圖 2. 採集設施圖：(A) 人工挖掘長約 20m、寬 1.5m、深 25cm 之次分流，陷阱即設置在該 2 分流近匯合處之上方 5m；(B) 組件可分成主魚道、導引道及蒐集桶等三個部分；(C) 導引道之外觀。箭頭表示水流的方向 (陳等 2021)。

Fig. 2. The fishway for collecting *Macrobrachium* spp. (A) The location of the fishway trap and an artificial water channel of about 20 m long, 1.5 m wide and 25 cm deep on the beach of the inner curvature; (B) The arrangement of elements for consisting fishway trap; (C) The detail structure of the main part of trap. Arrows indicate the direction of water flow (Chen et al. 2021).



圖 3. 採集設施之現場實照 ( 陳等 2021)。

Fig. 3. A picture of fishway trap (Chen et al. 2021).

5-6 (5.0 mm < CL ≤ 6.0 mm)、  
 6-7 (6.0 mm < CL ≤ 7.0 mm)、  
 7-8 (7.0 mm < CL ≤ 8.0 mm)、  
 8-10 (8.0 mm < CL ≤ 10.0 mm)、  
 10-15 (10.0 mm < CL ≤ 15.0 mm)、  
 15-20 (15.0 mm < CL ≤ 20.0 mm)、  
 20-25 (20.0 mm < CL ≤ 25.0 mm) 及  
 25-30 (25.0 mm < CL ≤ 30.0 mm)。

外觀特徵及幼體變態成長之變化為沼蝦幼體之主要分類依據，其中額角之額齒多寡及型式為分類之重要特徵。本研究依據前人之相關研究 (Kwon and Yutaka 1969; Atkinson 1977; 林等 1988; 施等 1990; 鄒等 1990; 施 1994; 游 2000; 趙 2000; 施及王 2017; 葉等 2020a、2020b; Chen *et al.* 2021) 為沼蝦幼體之分類依據。本研究所稱幼體 (juvenile) 係指剛完成浮游期變態為底棲之 post-larvae 及尚未性成熟之個體，其頭胸甲長在 ≤ 7mm 以下 (Bauer and Delahoussaye 2008)。

### 統計分析

以統計軟體進行聚類分析 (Cluster analysis)，Sigmaplot 12 軟體進行相關繪圖，並以線性迴歸探討環境因子

與沼蝦幼體上溯之相關性。集群分析，第一階段採用階層聚類分析 (Hierarchical Cluster Analysis)，並以較常用之聚合方法華德法 (Ward's method) 作分群，決定群組個數；第二階段再運用 K 平均數聚類分析法 (K-Means Cluster Analysis)。

## 結果與討論

### 日上溯分析

經鑑定分類後，全部共採獲 10 種沼蝦 653 隻個體 (包含各月份 A 時段 15:40 之前所採獲的個體共 22 隻，其中頭胸甲長 ≤ 7mm 的幼體有 10 隻，成體有 12 隻)，分別為大和沼蝦 (*M. japonicum*)、南海沼蝦 (*M. austral*)、台灣沼蝦 (*M. formosense*)、寬掌沼蝦 (*M. lepidactyloides*)、熱帶沼蝦 (*M. placidulum*)、貪食沼蝦 (*M. lar*)、闊指沼蝦 (*M. latidactylus*)、日本沼蝦 (*M. nipponense*)、毛指沼蝦 (*M. jaroense*) 及短腕沼蝦 (*M. latimanus*)。其中 54.21% 為大和沼蝦，其次為南海沼蝦 23.89%，台灣沼蝦 9.8%；從 5 月份至 9 月份是數量最多的期間，以 9 月份數量最多，其他各月為零星分布，如表 1、圖 4

表 1. 秀姑巒溪所採 10 種沼蝦種類別及月別頻度和百分比 (2007 年 4 月至 2009 年 7 月 ; 包含各月份 A 時段 15:40 之前所採獲的個體共 22 隻 , 其中頭胸甲長  $\leq 7\text{mm}$  的幼體有 10 隻 , 成體有 12 隻 )

Table 1. The percentages and frequency distributions of 10 *Macrobrachium* spp. collected from the Hsiukuluan River in different months, April 2007 to July 2009. (A total of 22 individuals were collected before 15:40 in the A period of each month, including 10 juveniles with a carapace length  $\leq 7\text{mm}$  and 12 adults.)

Species	Months												Total number	Ratio (%)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
<i>M. japonicum</i>	6	3	5	9	57	19	41	12	185	6	7	4	354	54.21
<i>M. australe</i>	2		2	9	24	30	47		39		1	2	156	23.89
<i>M. formosense</i>					11	3	13	2	32			3	64	9.80
<i>M. lepidactyloides</i>			1	4	6				3	4	2	9	29	4.44
<i>M. placidulum</i>		1		2	10		1		4				18	2.76
<i>M. lar</i>									9				9	1.38
<i>M. latidactylus</i>						5	2		1				8	1.23
<i>M. nipponense</i>	1	1	1	1	1		1					1	7	1.07
<i>M. jaroense</i>					3				1				4	0.61
<i>M. latimanus</i>									4				4	0.61
Total number	9	5	9	25	112	57	105	14	278	10	10	19	653	100

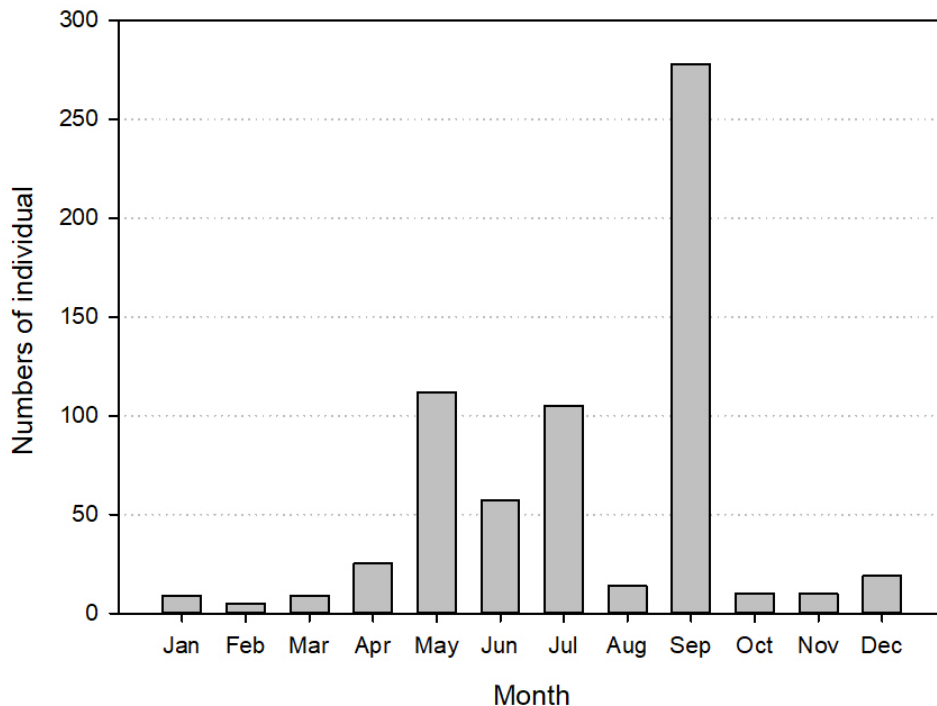


圖 4. 各月份沼蝦總採集隻數的月別頻度。

Fig. 4. Frequency distributions of total individual of *Macrobrachium* spp. collected from different months.

表 2. 秀姑巒溪所採 10 種沼蝦頭胸甲長之百分比及頻度分布 [2007 年 4 月至 2009 年 7 月；依頭胸甲長訂定各組距共 12 組，分別為 1-2 ( $CL \leq 2.0\text{mm}$ )、2-3 ( $2.0\text{mm} < CL \leq 3.0\text{mm}$ )、3-4 ( $3.0\text{mm} < CL \leq 4.0\text{mm}$ )、4-5 ( $4.0\text{mm} < CL \leq 5.0\text{mm}$ )、5-6 ( $5.0\text{mm} < CL \leq 6.0\text{mm}$ )、6-7 ( $6.0\text{mm} < CL \leq 7.0\text{mm}$ )、7-8 ( $7.0\text{mm} < CL \leq 8.0\text{mm}$ )、8-10 ( $8.0\text{mm} < CL \leq 10.0\text{mm}$ )、10-15 ( $10.0\text{mm} < CL \leq 15.0\text{mm}$ )、15-20 ( $15.0\text{mm} < CL \leq 20.0\text{mm}$ )、20-25 ( $20.0\text{mm} < CL \leq 25.0\text{mm}$ ) 及 25-30 ( $25.0\text{mm} < CL \leq 30.0\text{mm}$ )]。

Table 2. Frequency distributions and percentages of carapace lengths for 10 *Macrobrachium* spp. collected from the Hsiukuluan River, April 2007 to July 2009 [The individuals were separated into 12 size groups depending on the carapace lengths as follows: 1-2 ( $CL \leq 2.0\text{mm}$ ), 2-3 ( $2.0\text{mm} < CL \leq 3.0\text{mm}$ ), 3-4 ( $3.0\text{mm} < CL \leq 4.0\text{mm}$ ), 4-5 ( $4.0\text{mm} < CL \leq 5.0\text{mm}$ ), 5-6 ( $5.0\text{mm} < CL \leq 6.0\text{mm}$ ), 6-7 ( $6.0\text{mm} < CL \leq 7.0\text{mm}$ ), 7-8 ( $7.0\text{mm} < CL \leq 8.0\text{mm}$ ), 8-10 ( $8.0\text{mm} < CL \leq 10.0\text{mm}$ ), 10-15 ( $10.0\text{mm} < CL \leq 15.0\text{mm}$ ), 15-20 ( $15.0\text{mm} < CL \leq 20.0\text{mm}$ ), 20-25 ( $20.0\text{mm} < CL \leq 25.0\text{mm}$ ), and 25-30 ( $25.0\text{mm} < CL \leq 30.0\text{mm}$ ).]

Species	Carapace length (mm)												Total number
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-10	10-15	15-20	20-25	25-30	
<i>M. japonicum</i>	20	55	140	103	7	2	1	4	9	12	1	-	354
<i>M. australe</i>	1	6	18	60	41	17	3	6	4	-	-	-	156
<i>M. formosense</i>	-	3	4	15	21	7	5	2	3	4	-	-	64
<i>M. lepidactyloides</i>	-	7	13	7	1	-	-	1	-	-	-	-	29
<i>M. placidulum</i>	1	6	4	1	-	-	1	1	2	2	-	-	18
<i>M. lar</i>	-	4	1	-	3	-	-	-	-	-	-	1	9
<i>M. latidactylus</i>	-	-	-	6	1	-	-	1	-	-	-	-	8
<i>M. nipponense</i>	-	-	-	-	1	2	2	-	2	-	-	-	7
<i>M. jaroense</i>	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>M. latimanus</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Total number	22	85	184	192	75	28	12	15	20	18	1	1	653
Ratio (%)	3.37	13.02	28.18	29.40	11.49	4.29	1.84	2.30	3.06	2.76	0.15	0.15	100

表 3. 秀姑巒溪所採 10 種沼蝦在 6 個不同時段之百分比及頻度分布 (A 時段：15:40-19:40、B 時段：19:40-23:40、C 時段：23:40-03:40、D 時段：03:40-07:40、E 時段：07:40-11:40、F 時段：11:40-15:40；未包含各月份 A 時段 15:40 之前所採獲的個體共 22 隻)

Table 3. Frequency distributions and percentages of six different intervals of time for collecting individuals of *Macrobrachium*. (The intervals of collecting time could be divided into six time periods; A: 15:40-19:40, B: 19:40-23:40, C: 23:40-03:40, D: 03:40-07:40, E: 07:40-11:40, F: 11:40-15:40; excluding the total of 22 individuals collected before 15:40 from the A period of each month.)

Species	The intervals of time for collecting individuals						Total number
	A	B	C	D	E	F	
<i>M. japonicum</i>	45	136	71	88	3	5	348
<i>M. australe</i>	38	61	37	12	1	-	149
<i>M. formosense</i>	16	27	11	6	1	1	62
<i>M. lepidactyloides</i>	8	8	6	4	-	-	26
<i>M. placidulum</i>	-	11	1	3	-	-	16
<i>M. lar</i>	1	4	3	1	-	-	9
<i>M. latidactylus</i>	1	3	3	-	1	-	8
<i>M. nipponense</i>	1	1	2	-	1	-	5
<i>M. jaroense</i>	-	3	-	1	-	-	4
<i>M. latimanus</i>	-	3	-	-	-	1	4
Total number	110	257	134	115	8	7	631
Ratio (%)	17.43	40.73	21.24	18.22	1.27	1.11	100

表 4. 2007 年 4 月至 2009 年 7 月所採沼蝦幼體的月別頻度 (未包含各月份 A 時段 15:40 之前所採獲的幼體 10 隻)

Table 4. Frequency distributions of *Macrobrachium* spp. juvenile in different months from April to December of 2007, January to December of 2008, and January to July of 2009. (Ten larvae collected before 15:40 in the A period of each month were not included.)

Years	Months												Total number
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
2007	-	-	-	3	18	14	26	-	273	4	1	0	339
2008	1	0	1	0	12	2	13	13	-	4	8	14	68
2009	5	3	4	7	63	36	51	-	-	-	-	-	169
Total number	6	3	5	10	93	52	90	13	273	8	9	14	576

及圖 5 所示。頭胸甲長分布 7mm 以下之幼體共 586 隻 (包含 A 時段起始時間 15:40 之前所採獲的 10 隻幼體)，共占 89.74%(586/653\*100)，其中以 4-5mm(29.4%) 及 3-4mm(28.18%) 共占 57.58% 數量最多，如表 2 所示。如表 3 所示，6 個不同時段所採獲的數量，主要為 A 時段至 D 時段最多，為下午 15:40 至隔天上午 07:40，E (07:40-11:40) 及 F (11:40-15:40) 等白天時段最少，僅有個位數上溯個體 (表 3)。各物種皆以 B 時段 (19:40-23:40) 占 40.73% 最高。

表 4，從 2007 年 4 月至 2009 年 7 月所採獲之 576 隻沼蝦幼體 (未包含各月份 A 時段 15:40 之前所採獲的幼體 10 隻)，以 5 月份至 9 月份期間數量最多共占 90.45%，其中又以 9 月份數量最多占 47.40%，其他各月為零星分布。表 5，2007 年共進行 8 次採集 (該年 8 月颱風來襲)，採獲 9 種 339 隻；2008 年共進行 11 次採集 (該年 9 月颱風來襲)，採獲 7 種僅 68 隻；2009 年共進行 7 次採集，採獲 7 種 169 隻。表 6，不同物種蝦苗之各月份採獲結

果，其中大和沼蝦全年皆有，以 5 月份至 9 月份是數量最多的期間。南海沼蝦及台灣沼蝦也集中在 5 月份至 9 月份，熱帶沼蝦、貪食沼蝦、闊指沼蝦、毛指沼蝦及短腕沼蝦也僅於此期間有零星分布。寬掌沼蝦則分布在 4-6 月及 9-12 月兩段期間，日本沼蝦僅在 1 及 3 月採獲。

六個不同時段不同物種之蝦苗上溯情形如表 7 及圖 6。主要為 A 時段至 D 時段最多，為下午 15:40 至隔天上午 07:40，其中大部分物種皆以 B 時段 (19:40-23:40) 為主占 40.8% 最高，包含 9 種物種。其次為 C 時段 (23:40-03:40) 占 21.35%，E (07:40-11:40) 及 F (11:40-15:40) 等白天時段最少。沼蝦幼體頭胸甲長 ( $\leq 7\text{mm}$ ) 分布，其中以 4-5mm(32.99%) 及 3-4mm(31.77%) 共占 64.76% 數量最多；1-2mm 幾乎集中在 C 時段。如表八及圖 8 所示。

### 環境因子

共檢測流速 (cm/s)、水深 (cm)、酸鹼值 (pH)、溶氧量 (mg/l)、導電度 (us/cm)、濁度 (NTU)、氣溫 (°C) 及水溫 (°C) 等 8 種環境資料。以線性迴歸

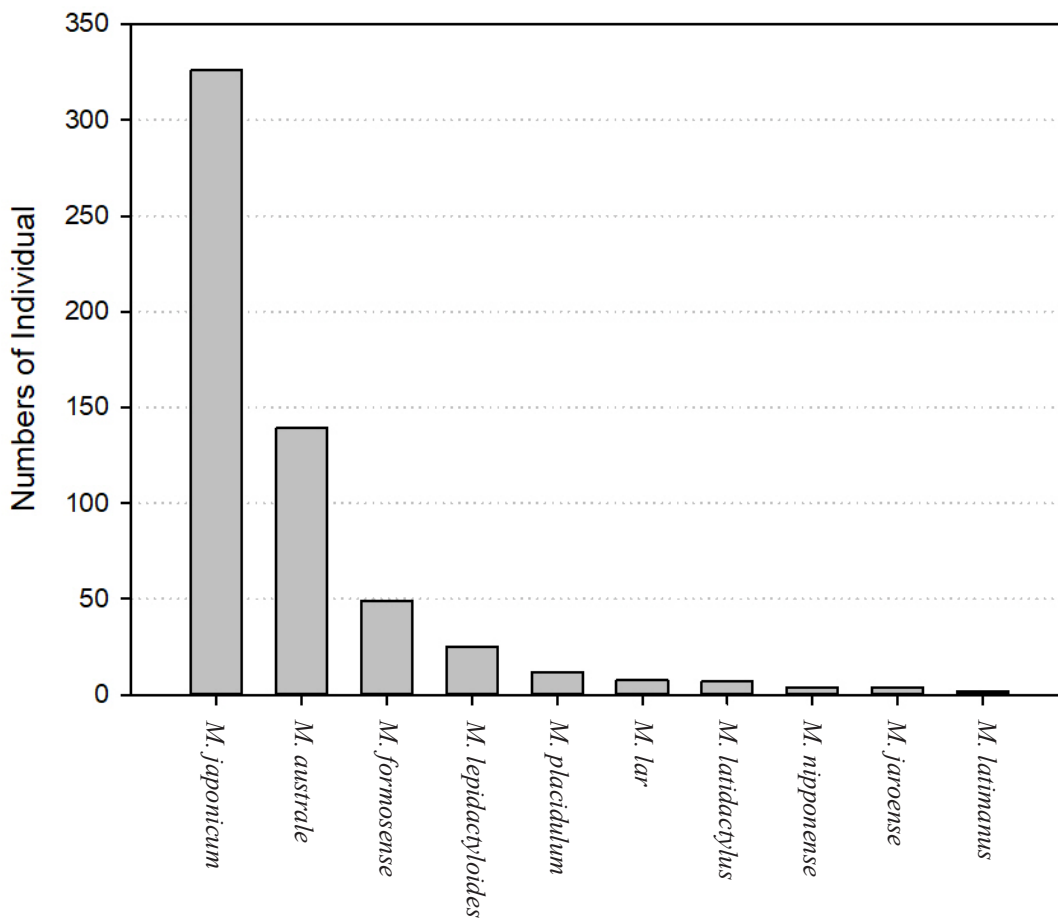


圖 5. 10 種沼蝦各別總採集隻數之頻度圖。

**Fig. 5. Frequency distributions of individuals of different Macrobrachium spp.**

表 5. 2007、2008 及 2009 各年所採 10 種沼蝦幼體的總隻數量

Table 5. The total numbers of different juvenile species in 2007, 2008, and 2009.

The numbers in parentheses indicate total sampling frequency in each year.

Species	Years			Total number
	2007	2008	2009	
<i>M. japonicum</i>	234	40	52	326
<i>M. australe</i>	52	3	84	139
<i>M. formosense</i>	30	4	15	49
<i>M. lepidactyloides</i>	5	14	6	25
<i>M. placidulum</i>	4	3	5	12
<i>M. lar</i>	8	-	-	8
<i>M. latidactylus</i>	1	1	5	7
<i>M. jaroense</i>	1	3	-	4
<i>M. latimanus</i>	4	-	-	4
<i>M. nipponense</i>	-	-	2	2
Total number	339(8)	68(11)	169(7)	576
Spp. number	9	7	7	-

表 6. 2007 年 4 月至 2009 年 7 月所採 10 種沼蝦幼體的月別頻度

Table 6. Frequency distributions of *Macrobrachium* spp. juvenile in different months from April 2007 to July 2009.

Species	Months												Total number
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
<i>M. japonicum</i>	5	3	1	4	50	16	36	11	184	6	7	3	326
<i>M. australe</i>	-	-	2	3	20	28	46	-	39	-	-	1	139
<i>M. formosense</i>	-	-	-	-	6	3	6	2	30	-	-	2	49
<i>M. lepidactyloides</i>	-	-	1	3	6	-	-	-	3	2	2	8	25
<i>M. placidulum</i>	-	-	-	-	8	-	1	-	3	-	-	-	12
<i>M. lar</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
<i>M. latidactylus</i>	-	-	-	-	-	5	1	-	1	-	-	-	7
<i>M. jaroense</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	4
<i>M. latimanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4
<i>M. nipponense</i>	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Total number	6	3	5	10	93	52	90	13	273	8	9	14	576

表 7. 沼蝦幼體在 6 個不同時段之上溯頻度分布 (幼體：頭胸甲長小於 7 公厘；A 時段：15:40-19:40、B 時段：19:40-23:40、C 時段：23:40-03:40、D 時段：03:40-07:40、E 時段：07:40-11:40、F 時段：11:40-15:40)

Table 7. Frequency distributions of upstream juvenile of *Macrobrachium* spp. in six time intervals. (Juvenile: carapace length  $\leq$  7mm; the intervals of collecting time could be divided in six time periods; A: 15:40-19:40, B: 19:40-23:40, C: 23:40-03:40, D: 03:40-07:40, E: 07:40-11:40, F: 11:40-15:40; the numbers in parentheses indicate total species in each time periods.)

Species	Time intervals for collecting individuals						Total number
	A	B	C	D	E	F	
<i>M. japonicum</i>	41	126	70	86	1	2	326
<i>M. australe</i>	37	57	33	11	1	-	139
<i>M. formosense</i>	16	23	7	3	-	-	49
<i>M. lepidactyloides</i>	7	8	6	4	-	-	25
<i>M. placidulum</i>	-	8	1	3	-	-	12
<i>M. lar</i>	1	4	2	1	-	-	8
<i>M. latidactylus</i>	1	3	3	-	-	-	7
<i>M. jaroense</i>	-	3	-	1	-	-	4
<i>M. latimanus</i>	-	3	-	-	-	1	4
<i>M. nipponense</i>	1	-	1	-	-	-	2
Total number	104(7)	235(9)	123(8)	109(7)	2(2)	3(2)	576
Ratio (%)	18.06	40.80	21.35	18.92	0.35	0.52	100

表 8. 不同頭胸甲長之沼蝦幼體在 6 個時段的上溯頻度分布及占比 (幼體：頭胸甲長  $\leq$  7 公厘；A 時段：15:40-19:40、B 時段：19:40-23:40、C 時段：23:40-03:40、D 時段：03:40-07:40、E 時段：07:40-11:40、F 時段：11:40-15:40)

Table 8. Frequency distributions of carapace lengths of upstream juvenile in six intervals of time. (Juvenile: carapace length  $\leq$  7mm; the intervals of collecting time could be divided six time periods; A: 15:40-19:40, B: 19:40-23:40, C: 23:40-03:40, D: 03:40-07:40, E: 07:40-11:40, F: 11:40-15:40)

Carapace length(mm)	Intervals of time						Total number	Ratio %
	A	B	C	D	E	F		
1-2	-	2	20	-	-	-	22	3.82
2-3	13	40	14	14	1	2	84	14.58
3-4	24	75	34	49	-	1	183	31.77
4-5	35	85	36	34	-	-	190	32.99
5-6	27	27	13	7	-	-	74	12.85
6-7	5	6	6	5	1	-	23	3.99
Total number	104	235	123	109	2	3	576	100

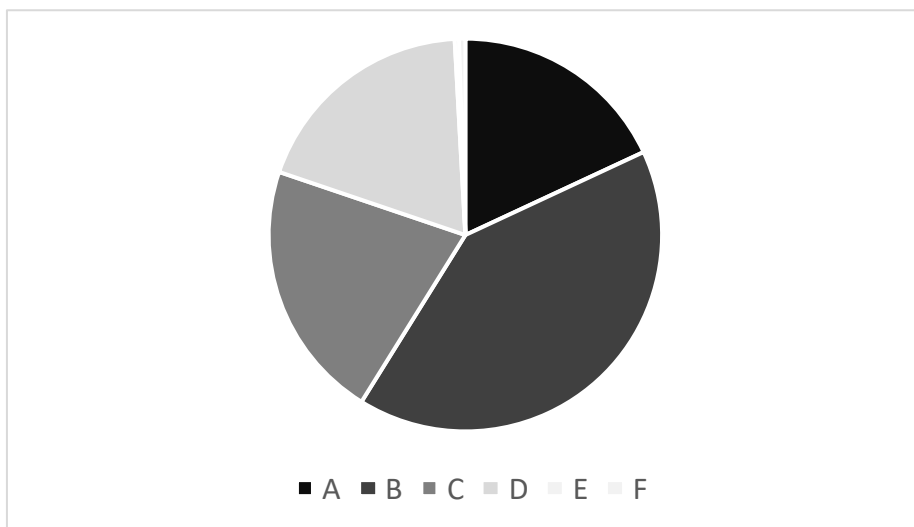


圖 6. 6 個各別時段所採沼蝦幼體隻數之百分比圓餅圖 (幼體：頭胸甲長小於 7 公厘；A 時段：15:40-19:40、B 時段：19:40-23:40、C 時段：23:40-03:40、D 時段：03:40-07:40、E 時段：07:40-11:40、F 時段：11:40-15:40)。

Fig. 6. The percentages of total juveniles (Juvenile: carapace length < 7mm) at six time periods (A:15:40-19:40, B:19:40-23:40, C:23:40-03:40, D:03:40-07:40, E:07:40-11:40, F:11:40-15:40)

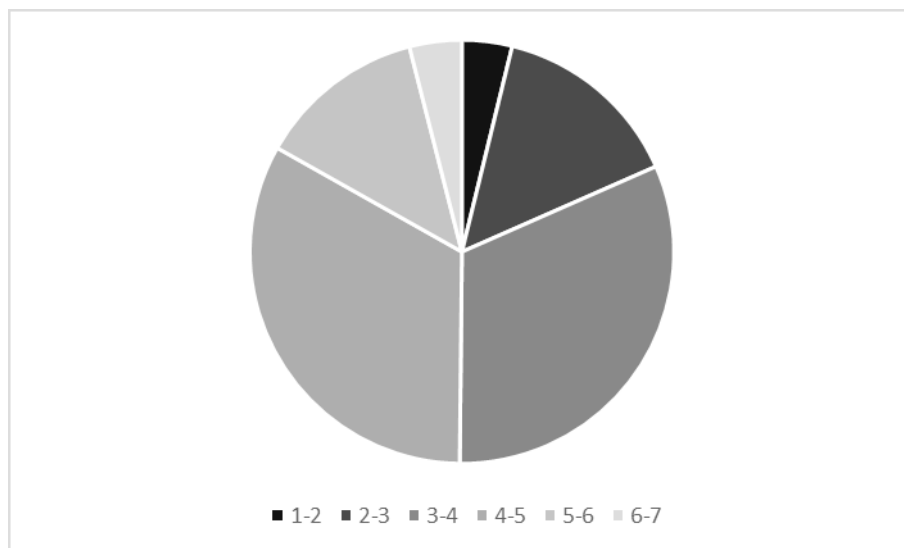


圖 7. 不同頭胸甲長之沼蝦幼體隻數的百分比圓餅圖 (幼體：頭胸甲長小於 7 公厘)。

Fig. 7. The percentages of carapace length of total juveniles (Juvenile: carapace length < 7mm).

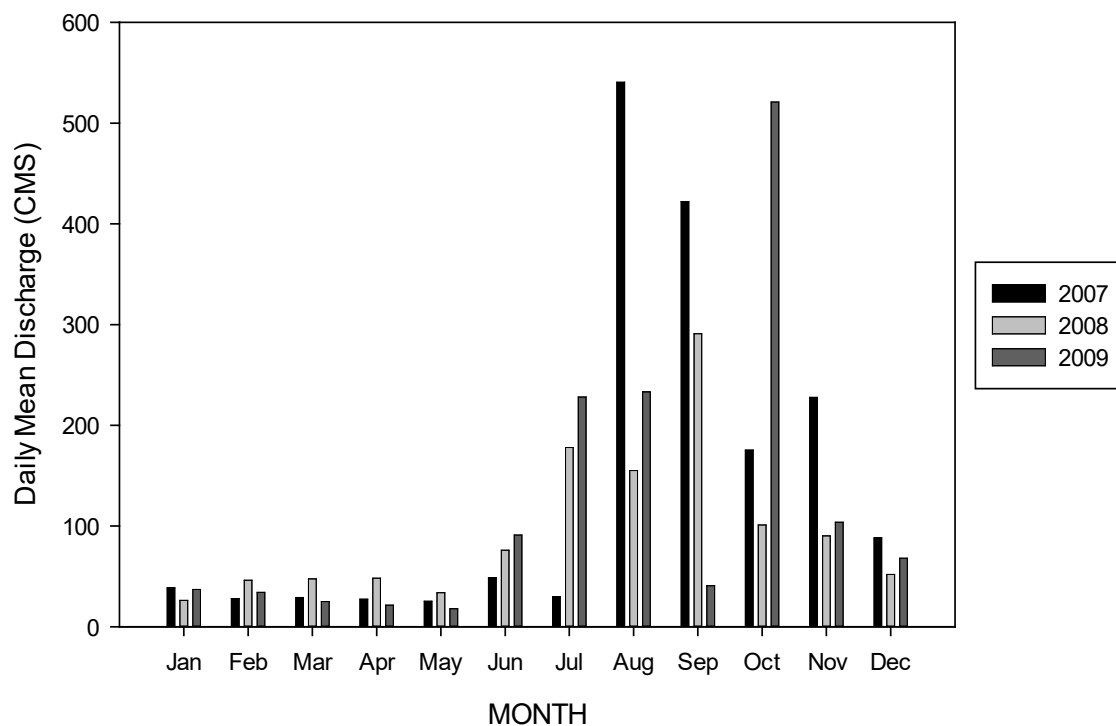


圖 8. 2007-2009 年各月份的日平均流量 (秀姑巒溪瑞穗大橋流量測站；CMS；秒立方公尺)。

Fig. 8. The Daily Mean Discharge of the Jui-Sui bridge station detecting the discharge of the Hsiukuluan River from 2007 to 2009.

檢測上揭環境因子與沼蝦幼體上溯之相關性，皆未達顯著。

蒐集經濟部水利署在秀姑巒溪瑞穗大橋之流量測站，取得 2007-2009 三年之每個月的日平均流量 (CMS；秒立方公尺)。如圖 8 所示，皆以每年 6 月開始明顯增加，尤其在 7, 8, 9, 10 等月之平均日流量處於高峰，顯示豐水期從 6 月開始延續至 12 月。

如圖 9 所示，每個月平均水溫從 5 月起上升超過 25°C，並持續到 9 月，最高為 6、7、8 月份。利用月平均水溫資料來進行集群分析，各採樣月份之水溫資料，經第一階段華德法 (Ward's method) 的分析過後，決定其集群數目訂為 2 群。第二階段接著運用 K 平均數集群分析法，以上階段分析得到的 2 個集群，依歐幾里德距離 (Eucliden distance)，得到 2 個新的集群。各月份分群結果，為 5、6、7、8、9 月為一群，餘為另一群。其 F 值都相當顯著，表示分群結果恰當，如表 9 所示。因此將 5、6、7、8、9 等月視為高溫期 (25.86-28.99°C)，其餘月分則是為低溫期 (20.64-22.21°C)，

不論高溫期或低溫期，水溫皆以 C 及 D 時段較低，如圖 10 所示。依據水溫及不同物種上溯月份，大致可分成 3 種類型。第 1 種為全年型，即大和沼蝦幾乎全年皆有，以 5 月份至 9 月份是數量最多的期間。第 2 種為高溫型，包括南海沼蝦及台灣沼蝦 (集中在 5-9 月份)，另外熱帶沼蝦、貪食沼蝦、闊指沼蝦、毛指沼蝦及短腕沼蝦也僅於此期間有零星分布。第 3 種為低溫型，包括寬掌沼蝦分布在 4-6 月及 9-12 月兩段期間，日本沼蝦則僅在 1 及 3 月採獲。

流速除了 2007 年 10 月及 2008 年 10, 11 月較低之外，其餘各月份流速皆在 20cm/s 以上，最高為 48cm/s。各月份魚道陷阱之水深平均值從 3.2cm 至 23.15cm，除 2007 年 9 月、12 月及 2009 年 4 月較高外，其餘月份皆為個位數，變化小。各月份之濁度平均值從 5NTU 至 217NTU 差異變化大；各月份之電導平均值為 343 至 431 us/cm；各月份之溶氧平均值從 7.32 mg/l 至 10.32 mg/l；各月份之 pH 平均值從 8.0 至 8.5。

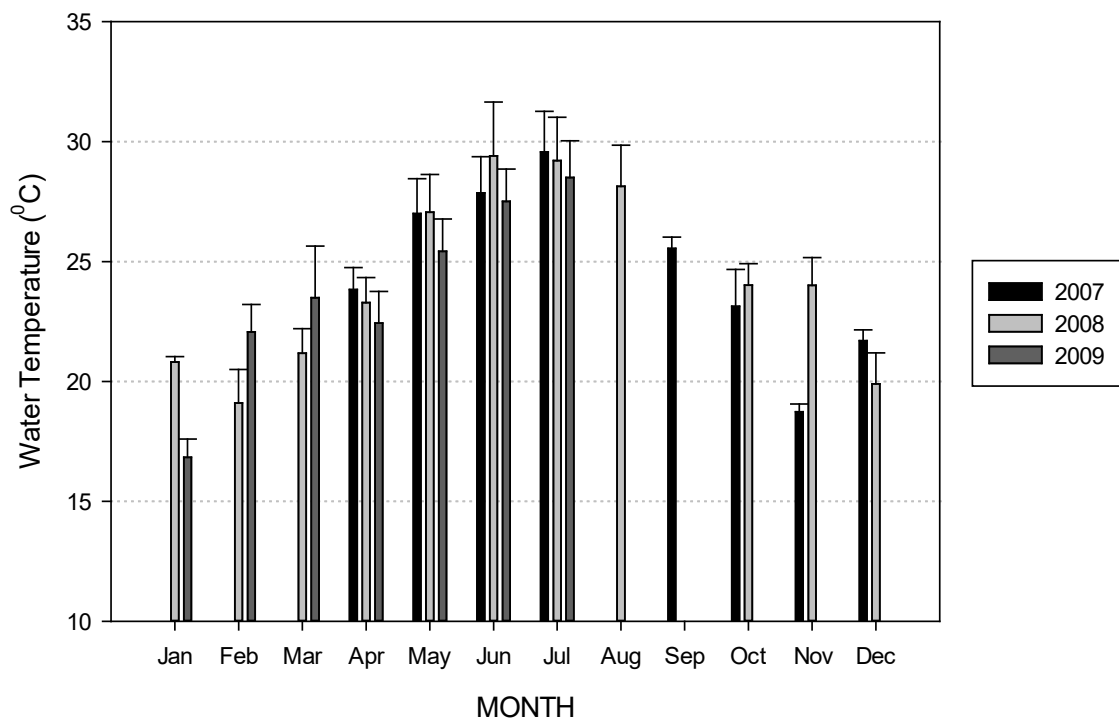


圖 9. 2007-2009 年各月份採樣日之日平均水溫 (°C)。

Fig. 9. The mean water temperatures of each collecting month from April 2007 to July 2009.

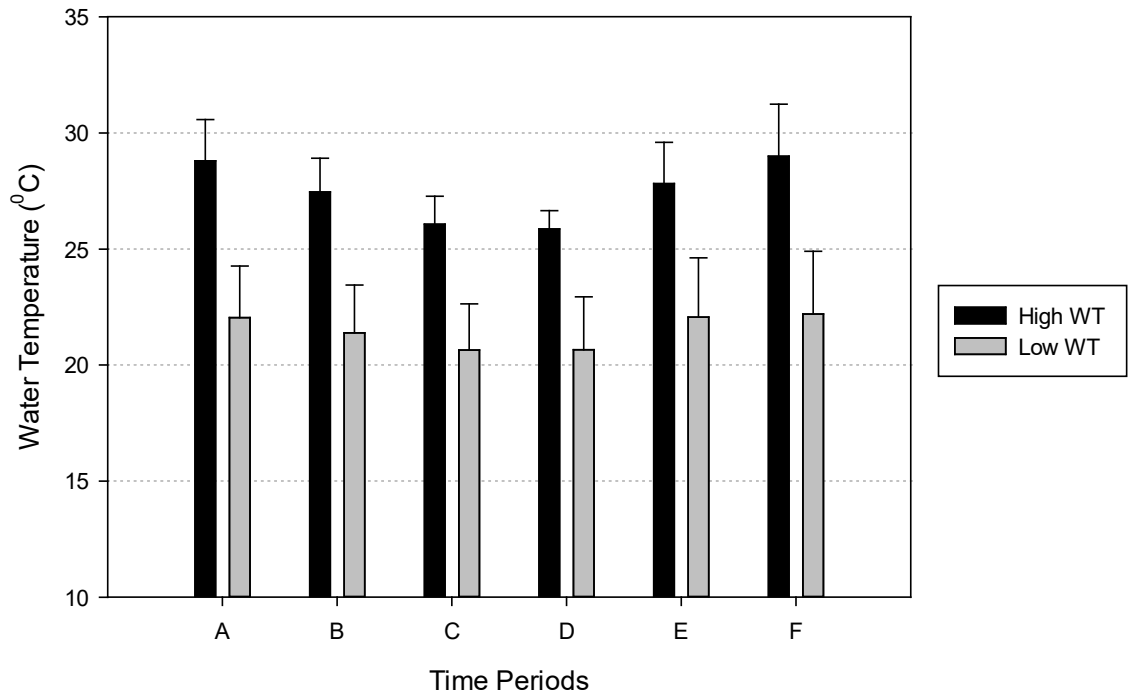


圖 10. 2007 年 4 月至 2009 年 7 月不同時段 (A 時段：15:40-19:40、B 時段：19:40-23:40、C 時段：23:40-03:40、D 時段：03:40-07:40、E 時段：07:40-11:40、F 時段：11:40-15:40) 高水溫期 (5 月至 9 月；黑體柱狀) 及低水溫期 (10 月至 4 月；灰體柱狀) 柱狀圖。

Fig. 10. The bars of high water temperature (WT, black bars) duration from May to September and low water temperature (gray bars) duration from October to April at six time periods (A:15:40-19:40, B:19:40-23:40, C:23:40-03:40, D:03:40-07:40, E:07:40-11:40, F:11:40-15:40) on April 2007 to July 2009.

### 三、討論

2008 年僅採獲 68 隻幼體，相較 2007 年 339 隻，2009 年 169 隻差距很大。依據經濟部水利署之資料，2008 年秀姑巒溪月平均流量僅 95.39CMS(秒立方公尺)，而豐水期的月平均流量為 160.15CMS，皆明顯低於 2007 年 140.11CMS、243.39CMS，2009 年 118.40CMS、222.76CMS。推測 2008 年流量的減少，導致出海口淡水流量降低，影響當年度的沼蝦幼體上溯。在韓等 (2012) 於墾丁保力橋進行蝦蟹調查時，也發現第一季調查時保力橋測站水量少，僅採獲 2 種蝦，分別為 9 隻細足米蝦 (*Caridina gracilipes*) 與 7 隻南海沼蝦，第三季時因水量增加，多種甲殼類物種上溯至此，共記錄到 3 科 7 種 110 隻蝦蟹，種歧異度由第一季的 0.69 上升至 1.15。Bauer and Delahoussaye (2008) 也發現 *M. ohione* 河水流量過低時，會因上溯的方向訊息不足，造成沼蝦幼體未進行上溯。Kikkert *et al.* (2009)，也發現在波多黎各東北部 Rio Espiritu Santo 的森林溪流，3 種兩側洄游的蝦類，

包括 *Atya* spp、*Xiphocaris elongata* 以及 *Macrobrachium* spp.，同樣很明顯地在雨季水量增多的時候進行大量上溯。Hongjamrassilp *et al.* (2021) 在泰國烏文省 (Ubon Ratchathani, Thailand) 的觀察研究，也發現每年的雨季時，因河流水量增加，引發大量的沼蝦於夜間進行上溯。因此河川水流量的多寡會嚴重影響沼蝦的上溯行為。

此外 Hongjamrassilp *et al.* (2021)，研究發現只有在流速 60 cm/s 以下，沼蝦幼體才會潛入水中透由游泳上溯，而當河流水量增加，流速上昇甚至高達 200 cm/s，在高流速期間大量的沼蝦幼體則會爬出水面，沿著岸邊臨水的岩塊於夜間進行上溯。陳等 (2021)，在秀姑巒溪進行大和沼蝦的上溯研究時，也觀察到在 D 時段 (03:40-07:40) 流速從平均 78 cm/s 降至平均 67.5 cm/s，流速明顯減緩期間，為上溯顛峰時段；相較 B 時段 (19:40-23:40) 流速從平均 60 cm/s 增加至平均 70.5 cm/s，明顯增加期間則無上溯個體。而本研究之流速範圍為 20cm/s 至 48cm/s 之間，顯然是合適不影響沼蝦幼體游泳

上溯的速度。Covich *et al.* (2003) 及 Upadhyay *et al.* (2014) 也都證實淡水蝦會受到流速而驅動其上溯行為。

水溫經聚類分析後，可將 5、6、7、8、9 等月視為高溫期 (25.86-28.99°C)，其餘月分則視為低溫期 (20.64-22.21°C)。相較上溯數量每年也是從 5 月份開始增加一直延續至 9 月份，與高溫期相符；同時也是即將進入豐水期 (6 月) 前，數量開始增加。Pedro *et al.* (2018) 研究 *M. occidentale* (Holthuis, 1950) 幼體的合適當成長水溫，發現最適的水溫是介於 25 °C-28 °C 之間，此範圍也符合大部分在熱帶及亞熱帶多種甲殼類之成長最適水溫。適當的溫度能夠優化身體的種種生理生化機能，達到能量的最佳運用 (Reynolds, 1979; Lutterschmidt & Hutchison, 1997; Re *et al.*, 2005; Spanopoulos *et al.*, 2005)。不當或極端的溫度會導致生理壓力乃至死亡 (Payette & McGaw, 2003)，因此水溫會極度影響水生生物。

### 結論

本研究共採獲 10 種沼蝦，其幼

體上溯最高峰時段為上半夜 (19:40-23:40)，其次為下半夜 (23:40-03:40)，白天 2 個時段 07:40-11:40 及 11:40-15:40 僅有個位數上溯個體。依不同物種上溯月份及水溫高低，其上溯期間大致可分成 3 種類型：第 1 種為全年型，即大和沼蝦幾乎全年皆有；第 2 種為高溫型，包括南海沼蝦、台灣沼蝦、熱帶沼蝦、貪食沼蝦、闊指沼蝦、毛指沼蝦及短腕沼蝦；第 3 種為低溫型，包括寬掌沼蝦及日本沼蝦。本研究之初步成果將有助於未來各種沼蝦之上溯研究，尤其台灣大部分的沼蝦物種仍待釐清的洄游特性。

### 引用文獻

- 李訓煌、陳義雄、何平合、張世倉、葉明峰、蔡雅芬。2003。全省河川生態補充調查與資料庫建立研究計畫 (東部地區)。經濟部水利署水利規劃試驗所。
- 林水治、施志昀、游祥平。1988。室內孵化之黑殼沼蝦 *Macrobrachium asperulum* (Von Mar-

- tens,1868) 之幼苗變態研究。台灣水產學會刊 15(2): 8-20。
- 林旻翰。2001。秀姑巒溪鱸鰻苗夏季上溯族群動態研究。國立清華大學生命科學系碩士論文。
- 施志昫、王瓏璋。2017。室內孵化之刺足沼蝦 *Macrobrachium spinipes* 幼苗培育及不同鹽度下對其幼苗發育之影響研究。國立澎湖科技大學研發專刊 9: 34-44.
- 施志昫、游祥平。1998。海洋生物博物館圖鑑系列(6)台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館籌備處出版。
- 施志昫、鄒月娥、游祥平。1990。室內孵化之台灣沼蝦幼苗變態研究。台灣水產學會刊 17(1): 21-34。
- 施志昫。1994。台灣淡水蝦蟹類分類。國立台灣海洋大學漁業科學研究所博士論文。
- 陳榮宗。2003。台灣東部及南部地區淡水蝦蟹類資源調查。特有生物研究保育中心 92 年度試驗研究執行成果。
- 陳榮宗。2004。台灣東部及南部地區淡水蝦蟹類資源調查。特有生物研究保育中心 93 年度試驗研究執行成果。
- 陳榮宗、葉明峰、蔡奇立。2021。台灣東部秀姑巒溪大和沼蝦 (*Macrobrachium japonicum*) 幼體全日上溯特性初探。台灣生物多樣性研究 23(1): 17-38。
- 曾晴賢、蕭仁傑、劉名允、林旻翰。2000。秀姑巒溪洄游生物的研究。海峽兩岸流域經營管理暨東部河川集水區綜合經營管理研討會論文集 345-360。
- 曾晴賢。2002。台灣河川洄游生物的習性。科學發展 352 期。
- 游祥平。2000。台灣產淡水蝦蟹類之分類、分布及幼體變態之研究(III)。行政院國家科學委員會。
- 葉怡均、江玉瑛、鄭明忠、蕭玉晨、何源興。2020a。兩側洄游型蝦蟹類之人工繁養殖研究。台灣水產學會 109 年度學術論文發表會暨

- 會員大會 論文編號 / Paper ID:A-57.
- 葉怡均、江玉瑛、鄭明忠、蕭玉晨、何源興。2020b。細額沼蝦之幼苗發育研究。台灣水產學會 109 年度學術論文發表會暨會員大會 論文編號 / Paper ID:A-15.
- 鄒月娥、陳瑤湖、游祥平。1990。溫度及鹽度對日本沼蝦 (*Macrobrachium nipponense*) 幼苗發生之影響。台灣水產學會刊 17(2): 99-107。
- 趙子維。2000。太魯閣國家公園砂卡噹溪大和沼蝦及大和米蝦之生物學研究。國立台灣海洋大學海洋生物研究所碩士論文。
- 韓僑權、陳聿康、陳嘉瑜、陳幸琳。2012。101 年度「墾丁國家公園淡水魚蝦貝類普查」成果報告書。
- Albertoni, E. F., C. Palma-Silva, and F. A. Esteves. 1999. Larvae and Post-Larvae of Penaeidae and Palaemonidae in Coastal Lagoons of the north of Rio De Janeiro (Macaé, RJ). *Revista Brasileira de Biologia* 59(1): 109-117.
- Atkinson, J. M. 1977. Larval development of a freshwater prawn, *Macrobrachium Lar* (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana* 33(2): 119-132.
- Bauer, R. T. and J. Delahoussaye. 2008. Life history migrations of the amphidromous river shrimp *Macrobrachium ohione* from a continental large river system. *Journal of Crustacean Biology* 28: 622-632.
- Bauer, R. T. 2011a. Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. I. Costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy. In C. Fransen & A. Asakura (Eds.), *New Frontiers in Crustacean Biology* (pp. 145-156). Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill NV.
- Bauer, R. T. 2011b. Amphidromy and

- migrations of freshwater shrimps.
- II. Delivery of hatching larvae to the sea, return juvenile upstream migration, and human impacts. In C. Fransen & A. Asakura (Eds.), In *New Frontiers in Crustacean Biology* (pp. 157–168). Leiden, the Netherlands: Koninklijke Brill NV.
- Bauer, R. T. 2013. Amphidromy in shrimps: A life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41: 633–650.
- Benstead, J. P., J. G. March, C. M. Pringle, and F. N. Scatena, 1999. Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecological Applications* 9: 656-668.
- Benvenuto, C., B. Knott, and S. C. Weeks. 2015. Crustaceans of extreme environments. Thiel, M and L. Watling (Eds). In *the Natural History of the Crustacea* (pp. 379-417). New York: Oxford University Press.
- Cai, Y. and S. Shokita. 2006. Report on a collection of freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Philippines, with descriptions of four new species. *The Raffles Bulletin of Zoology* 54 (2): 245-270.
- Cai, Y. and M. S. Jeng. 2001. On a new species of *Macrobrachium* bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) from northern Taiwan. *Crustaceana* 74(3): 275-283.
- Chen, R. T., C. F. Tsai, and W. N. Tzeng. 2009. 16s and 28s rDNA sequences in phylogenetic analyses of freshwater prawns (*Macrobrachium* bate, 1868) from Taiwan. *Journal of Crustacean Biology* 29(3): 400-412.
- Chen, R. T., S. T. Chang, M. F. Yeh, H. P. Chen, T. H. Chen, C. F. Tsai, and W. N. Tzeng. 2010. Distribution of the freshwater prawns (*Macrobrachium* Bate, 1868) in Taiwan in rela-

- tion to their biogeographic origins. *Taiwan Journal of Biodiversity* 12(1): 83–95.
- Covich, A. P., T. A. Crowl, and F. N. Scatena. 2003. Effects of extreme low flows on freshwater shrimps in a perennial tropical stream. *Freshwater Biology* 48: 1199–1206
- Crandall, K. A., D. J. Harris, and J. W. Fetzner, Jr. 2000. The monophyletic origin of freshwater crayfish estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences* 267: 1679-1686.
- Duckworth, R. A. 2009. The role of behavior in evolution: a search for mechanism. *Evolutionary Ecology* 23: 513–531.
- Fetzner Jr., J. W. and K. A. Crandall. 2001. Genetic Variation, pp. 291-326. In, D. M. Holdich (ed.), *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford.
- Hamano, T. and K. I. Hayashi. 1992. Ecology of an atyid shrimp *Caridina japonica* (De Man, 1892) migrating to upstream habitats in the Shiwagi Rivulet, Tokushima prefecture. *Researches on Crustacea* 21: 1-13.
- Hwang, J. J. and H. P. Yu. 1982. Studies on the freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Taiwan. *Quarterly Journal of the Taiwan Museum* 25: 157-180.
- Holyoak, M., R. Casagrand, R. Nathan, E. Revilla, and O. Spiegel. 2008. Trends and missing parts in the study of movement ecology. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 19060 - 19065.
- Hongjamrassilp, W., W. Maiphrom, and D. T. Blumstein. 2021. Why do shrimps leave the water? Mechanisms and functions of parading behaviour in freshwater shrimps. *Journal of Zoology*. 313: 87-98.

- Ibrahim, K. H. 1962. Observations on the fishery and biology of the freshwater prawn *Macrobrachium malcomsonii* Milne Edwards in River Godvari. Indian Journal of Fisheries 9: 433-467.
- Jalihah, D. R., K. N. Sankolli, and S. Shenoy. 1993. Evolution of larval developmental patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 65(3): 358-364.
- Kikkert, D. A., T. A. Crowl, and A. P. Covich. 2009. Upstream migration of amphidromous shrimp in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico: temporal patterns and environmental cues. Journal of the North American Benthological Society 28: 233-246.
- Kwon, C. S. and U. Yutaka. 1969. The larval development of *Macrobrachium nipponense* (De Haan) reared in the laboratory. Bulletin de la Société Franco-Japonaise d'Océanographie 7: 30-46.
- Lutterschmidt, W.I. and V. M. Hutchison. 1997. The critical thermal maximum: history and critique. Canadian Journal of Zoology, 75: 1561-1574.
- Pedro, H. S., D. H. Fernando, D. G. Jesús Manuel, M. V. Carmen, and G. G. Marcelo. 2018. Effect of temperature on growth, survival, thermal behavior, and critical thermal maximum in the juveniles of *Macrobrachium occidentale* (Holthuis, 1950) (Decapoda: Caridea: Palaemonidae) from Mexico. Journal of Crustacean Biology 38(4): 483-488.
- Payette, A.L. and I.J. McGaw. 2003. Thermoregulatory behavior of the crayfish *Procambarus clarki* in a burrow environment. Comparative Biochemistry and Physiology A 136: 539-556.
- Re, A.D., H.F. Díaz, E. Sierra, and J.

- Rodríguez. 2005. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). *Journal of Thermal Biology* 30: 618–622.
- Reynolds, W.W. 1979. Perspective and introduction to the symposium: thermoregulation in ectotherms. *American Zoologist* 19: 193–194.
- Shull, H. C., M. Perez-Losada, D. Blair, K. Sewell, E. A. Sinclair, S. Lawler, M. Ponniah, and K. A. Crandall. 2005. Phylogeny and biogeography of the freshwater crayfish *Eustacus* (Decapoda: Parastacidae) based on nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 249-263.
- Shy, J. Y., D. Wowor, and P. K. L. Ng. 2013. A new record of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium spinipes* (Schenkel, 1902) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Taiwan, with notes on its taxonomy. *Zootaxa* 3734 (1): 045-055.
- Spanopoulos, M., C. Martínez-Palacios, C. Vanegas-Pérez, C. Rosas, and L. Ross. 2005. The combined effects of salinity and temperature on the oxygen consumption of juvenile shrimps *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874). *Aquaculture*, 244: 341–348.
- Upadhyay, A. S., B. G. Kulkarni, and A. K. Pandey. 2014. Migration in prawns with special reference to light and water current as inducers in *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Experimental Zoology, India* 17(1): 33-48.

# 合歡山農場人造林與天然林紅外線自動 相機動物相調查

## Animal community survey using infrared camera trap in man-made and natural forests at Hehuanshan Farm

姚正得<sup>1</sup> 張秉元<sup>1\*</sup> 江欣盈<sup>1</sup>

Cheng-Te Yao, Ping-Yuan Chang\*, and Xin-Ying Jiang

行政院農業委員會特有生物研究保育中心

Endemic Species Research Institute

\* 通訊作者：commonkestrel@yahoo.com.tw

\* Corresponding author: commonkestrel@yahoo.com.tw

### 摘要

由 2012 年起，合歡山農場逐漸停耕開始進行人工造林，完成造林至今已歷 10 年。為了解還地於林 10 年後，人造林與鄰近天然林內哺乳動物相之差異，自 2019 年 3 月至 2021 年 6 月，於合歡山農場人造林及鄰近天然林內各選 6 處樣點，架設紅外線自動相機進行哺乳動物相監測。期間共記錄哺乳動物 4 目 11 科 19 種，鳥類 3 目 15 科 29 種，及爬蟲類 1 目 1 科 1 種。分析發現人造林與天然林記錄物種數沒有差異，但以天然林拍到動物有效照片數較多。除總豐富度指數外，天然林的辛普森指數、香農多樣性指數、皮盧均勻度指數三項指數均低於人造林，可能是天然林中記錄到明顯數量優勢的山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 所致。針

對記錄物種中有效照片數較高的種類分析其在人造林與天然林間及季節間的活動頻率，僅山羌在天然林有較高活動量。各季節間高山白腹鼠 (*Niviventer culturalus*) 在春夏季的活動高於秋冬；臺灣森鼠 (*Apodemus semotus*) 活動高峰出現在夏季；臺灣水鹿 (*Rusa unicolor swinhoei*) 的春季活動高於秋冬二季，且夏季活動也高於秋季；而臺灣野豬 (*Sus scrofa taiwanus*) 則是春季的活動低於夏秋二季，且冬季活動低於夏季；黑長尾雉 (*Syrnaticus mikado*)、臺灣噪眉 (*Trochalopteron morrisonianum*) 及臺灣紫嘯鶇 (*Myophonus insularis*) 春夏季的活動高於秋冬；黃胸藪眉 (*Liocichla steerii*) 夏季的活動高於秋冬季；白氏地鸚 (*Zoothera aurea*) 則在春冬季活動較高。2019 與 2020 年間，則有臺灣森鼠、臺灣田鼠 (*Microtus kikuchii*)、山羌、臺灣野豬、黃鼠狼 (*Mustela sibirica taiwana*) 等在兩年間活動頻率有差異。

關鍵字：高海拔、人造林、紅外線自動相機、還地於林

## Abstract

We set up infrared camera traps at six sampling points in the man-made forest and adjacent natural forest of Hehuanshan Farm, respectively, to investigate the animal communities from March 2019 to June 2021. During the study period, 19 mammal species of 11 families and four orders, 29 bird species of 15 families and three orders, and one reptile species of one family and one order were recorded. Analysis revealed no difference in the number of species recorded in the man-made forest and natural forest, but there were significantly more animals in the natural forest. Except for the Margalef's richness index, the Simpson's index, Shannon-Weiner diversity index, and Pielou's evenness index of the natural forest were all lower in the natural man-made forest, which may be due to the obvious quantitative advantage of the Formosan Reeve's muntjac (*Muntiacus reevesi micrurus*). Analysis of activity frequency between the man-made forest and natural forest and between seasons showed that only the Formosan Reeve's muntjac had a significantly higher activity rate in the natural forest. The Formosan white-bellied rat (*Niviventer culturatus*) was more active in the spring and summer than in the autumn and winter; the activity peak of the Formosan wood mice (*Apodemus semotus*) occurred in the summer; the Formosan sambar deer (*Rusa unicolor swinhoei*) was significantly more active in the spring than in the autumn and winter, and significantly more active in the summer than in the autumn; the Formosan wild boar (*Sus scrofa taivanus*) was less active in the spring than in the summer and autumn, and significantly less active in the winter than in the summer. The Mikado pheasant (*Syrnaticus mikado*), white-whiskered Laughingthrush (*Trochalopteron morrisonianum*), and Taiwan whistling-thrush (*Mypophonus insularis*) were more active in the spring and summer than in the autumn and winter; the Steere's Liocichla (*Liocichla steerii*) was more active in the summer than in the autumn and winter; and the White's thrush (*Zoothera aurea*) was more active in

the spring and winter. Between 2019 and 2020, there were significant differences in the activity frequency of the Formosan wood mice, Taiwan vole (*Microtus kikuchii*), Formosan Reeve's muntjac, Formosan wild boar, and Formosan weasel (*Mustela sibirica taivana*).

Keyword: high altitude, man-made forest, infrared camera trap, plantation

## 前言

近年台灣經歷桃芝颱風、莫拉克颱風等風災重創，以及生態保育思維的興起，山林政策經歷「開發利用」、「森林保育」而漸轉向為「國土復育」（陳 2012）。高山農業逐漸退場，許多高山農場轉而進行造林工作。合歡山農場位在座標北緯 24.167970、東經 121.299793 處，屬太魯閣國家公園範圍內，海拔約介於 2,400~2,800m 間，為高海拔地區。農場面積近 43ha，原本生產高冷蔬菜，但自 2012 年後，也隨著政策轉變而逐步停止耕作轉為造林。目前造林工作已全部完成，原本農耕地頻繁的人類活動干擾，也完全停止，還地於林已達 10 年之久。農場位於立霧溪上游集水區，北倚合歡山群峰，南望奇萊連峰，鄰近區域除了人造林地外，周圍環繞天然針葉林，以及開闊的崩塌地和經過演替的草地，在地景上形成多樣化的棲地。

通常天然林比起人造林能提供更多原生森林性物種的合適棲地，但研究證據指出人造林對於某些受威脅物種也能提供珍貴的棲地，並且透過許

多機制而對於生物多樣性保育有所貢獻（Brockhoff et al. 2008）。且雖然有許多研究指出人造林的物種多樣性及密度比原始林低，但作為廢耕農地或林業砍伐後的替代方案，仍可對於生物多樣性有正面的影響（葛等 2014；葛等 2019；Stephens and Wagner 2007）。

國內有許多針對人造林與天然林的物種研究，但多是在低至中海拔進行（謝等 2006；葛等 2014；葉等 2015；郭等 2017），較缺少針對高海拔地區農地造林的研究，在合歡山農場的人造林物種調查，正好可以補足一般平地及中低海拔山區造林相關研究的不足，提供高海拔地區農地造林後物種監測的資料。

經整理前人研究，在合歡山地區有 6 目 14 科 44 種哺乳動物紀錄（鄭等 2013；吳等 2004；裴等 2000），扣除在空中快速飛行的翼手目，以及習於夜間活動且體型偏小難以有效辨識的鼯鼠科物種，有 4 目 9 科 22 種哺乳動物。歷年於合歡山農場進行的鳥類繫放，則累積有 1 目 14 科 27

種鳥類紀錄（許 2012；許 2013；許 2014；許 2015；許 2016）。

## 材料與方法

### 調查區域

本研究自動相機設置於花蓮縣秀林鄉合歡山農場，農場位於太魯閣國家公園範圍內，北起北緯 24.17324°，南至北緯 24.16296°，東自東經 121.30191°，西至東經 121.29541°。屬花蓮林區管理處立霧溪事業區第 67、68 林班，介於海拔 2,400~2,800 公尺。參考鄰近的大禹嶺測站近五年的氣象資料，月均溫約在 4.3-14.7 °C，年雨量約 1900 mm。

合歡山農場原本種植高冷蔬菜，2012 年起隨著農林業政策轉變，高山農業轉型，開始逐步轉為造林地，目前已完成全區造林，造林面積約 26ha，原本農場區轉為造林地後，人類活動干擾降低。造林樹種以雲杉、紅檜為主，隨種植年份及生長位置不同而略有高度差，從 5 至 6 公尺高到 10m 左右不等。地表植被多為濃密的咬人貓、薔薇科灌叢及芒草叢等。農

場地處合歡北峰東面，為立霧溪源頭集水區，隔著立霧溪谷與奇萊連峰相望，鄰近為天然針葉林地環繞，還有開闊的崩塌河床以及裸露後經演替的草生地，在地景上組成多樣化的棲地。天然林樹種以二葉松為主，地表因二葉松針覆蓋而植被覆蓋度較低，多為箭竹叢、杜鵑科灌叢及莎草科植物等。

### 調查方法

本研究於 2019 年 3 月至 2021 年 6 月間，在樣區內選擇天然林與人造林各 6 個樣點，共架設 12 台被動式紅外線自動相機。根據裴（2005）建議，針對物種普查或棲地選擇方面之研究，樣點間距應至少 100m，本研究所設置樣點間距最小為 130m，海拔高度介於 2,470~2,750 公尺間（圖 1）。

由於同品牌相機數量不足，因此使用自動相機型號為 4 台 Bushnell Trophy Cam HD Max 及 8 台 Reconyx HC500，架設高度約 0.5 公尺，俯角 15°-60°，感應敏感度調為高，每次觸發連續拍攝 3 張照片。以 2 個月為週期更換電池與記憶卡，回收之照片

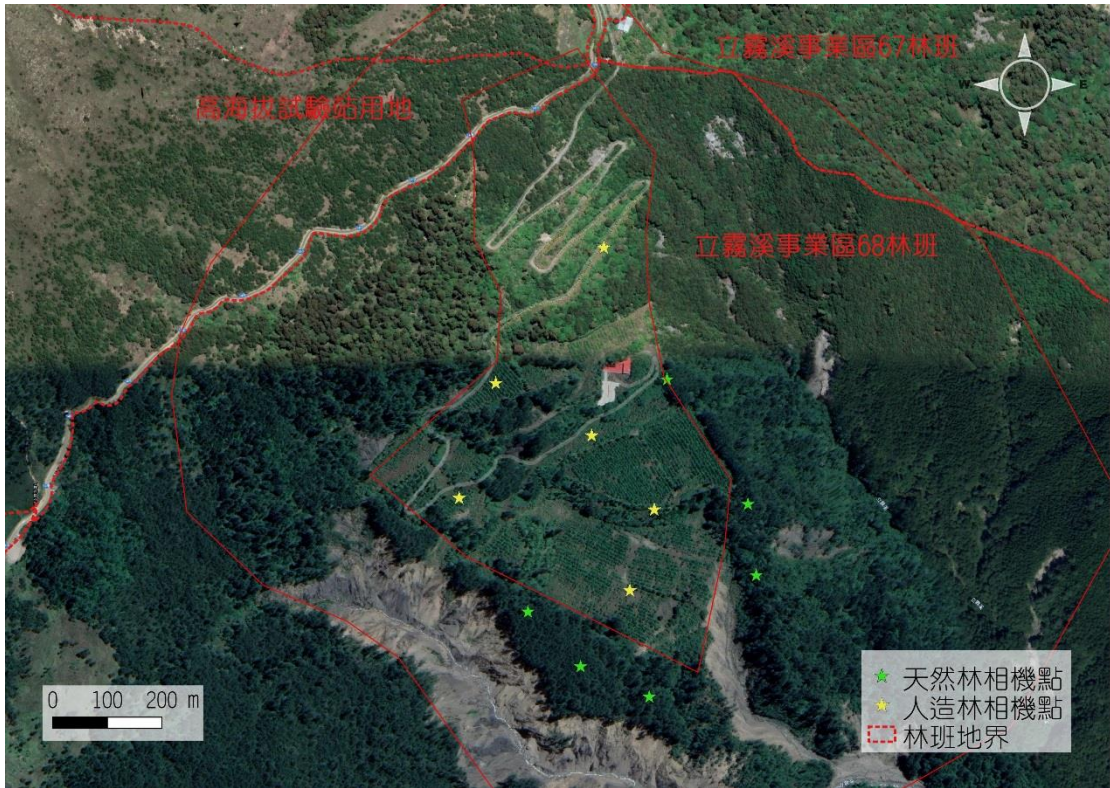


圖 1 合歡山農場自動相機點位。

以人工進行物種判讀，並計算各物種之有效照片數及採用出現頻率 OI 值（Occurrence Index）評估野生動物豐富度（裴 2000），其計算方式為：

（某物種在該樣點的有效照片數 / 該樣點的總工作時數）\* 1,000 小時。

即 1,000 小時內此物種在該地點出現的次數。

### 資料分析

照片每拍攝到 1 隻可辨識物種的

動物，計為 1 張有效照片；拍攝到 2 隻，則計為 2 張有效照片，以此類推。但若同一動物在相機前徘徊，造成連續拍攝，則僅以第一張照片記錄為有效照片，若間隔 1 小時後出現，則記錄為有效照片。其中群居性的臺灣獼猴（*Macaca cyclopis*），則採用群體 OI 值計算，即 3 隻以上個體出現視為群體活動，計為 1 張有效照片。考慮到後續分析活動模式所需的樣本數，選擇有效照片數超過 50 以上的哺乳動物

(裴 2005)，進行後續的不同棲地類型出現頻率、各季節活動模式之分析。

計算各樣點的豐富度及多樣性指數等，各樣點之物種組成數值。以 Mann-Whitney U test 檢定比較天然林與人造林間，各樣點物種數及 OI 值是否具有差異。使用出現頻率 OI 值 (Amin et al. 2019) 分別計算各樣點之總豐富度指數 (Margalef index)、

計算公式如下：

$$dMa = \frac{S - 1}{\ln n}$$

其中 S 是總物種數，n 是總個體數，的數值較大表示該族群具有較高物種數。

和辛普森指數  $1-\lambda$  (Simpson's index  $1-\lambda$ )、

計算公式如下：

$$D = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

其中 n 是各物種的個體數，N 是所有物種的總個體數

公式所代表意義為在群體內隨機取到兩個個體為不同物種的機率 (齊等 2003)，因而此指數會隨群體內物

種數增加而上升，但會因優勢物種越強勢而降低。

香農多樣性指數 (Shannon index)、

計算公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

其中 S 為總物種數，是第 i 種占總數的比例

指數可反應群聚內生物種類的豐富程度及個體數在種間分配是否均勻，受種數及個體數影響，指數值越高表示物種數越多，種間個體數量越平均。

及皮盧均勻度指數 (Pielou index)、

計算公式如下：

$$J = \frac{H'}{H'_{max}}$$

其中  $H'$  為香農指數， $H'_{max}$  為  $H'$  的最大值。

各物種的季節活動量，計算方式為：

某季節活動量 = (該物種於該季

節內之有效照片數 / 該物種全部有效照片數) \*100%

季節劃分採用北半球慣用的天文季節劃分，即 3~5 月為春季、6~8 月為夏季，以此類推。由於本研究各相機於各季節的工作時數可能各不相同，但活動量的計算與比較，需要時段長度相同，因此參考姚 (2019) 於計算時先將各相機於各季節的有效照片數除以該季節的有效工作日數，將時段長度標準化後，導入上述公式計算各種動物於各相機的季節活動量百分比。為避免過分放大單一季節的活動量，僅將有在兩個以上季節拍攝到某物種的相機納入後續的活動量分析。

各物種的季節活動量使用 Kruskal-Wallis 檢定進行分析，若有顯著性則進行 Dunn 事後檢定。

## 結果與討論

### 自動相機拍攝結果

2019 年 3 月至 2021 年 6 月間，人造林與天然林各 6 台合計 12 台自動相機總共拍攝時數為 180,374 小時，

可辨識物種的有效照片張數為 20,194 張。共記錄動物 48 種，包含哺乳動物 4 目 11 科 19 種 (表 1)，鳥類 3 目 15 科 29 種 (表 2)，及爬蟲類 1 目 1 科 1 種。其中包括臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 等臺灣特有種 15 種，及山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*) 等臺灣特有亞種 17 種。保育類部分則有 1 種珍貴稀有野生動物黑長尾雉 (*Syrnaticus mikado*)，及其他應予保育野生動物食蟹獾 (*Herpestes urva formosanus*) 等 11 種。(表 3)

哺乳動物部分，自動相機對於除翼手目與鼯形目以外的大多數物種多能掌握，前人記錄中小鼯鼠 (*Belomys pearsonii*)、大赤鼯鼠 (*Petaurista philippensis grandis*)、巢鼠 (*Micromys minutus*)、刺鼠 (*Niviventer coxingi*) 等物種分布海拔偏低，至本研究樣區之海拔高度應族群數量稀少難以發現。另外本研究記錄到食蟹獾及家貓 (*Felis catus*) 兩種先前研究中未記錄的物種，其中食蟹獾同樣多分布於低至中海拔 (陳等 2021)，在本研究中卻於多個樣點數次記錄到食蟹獾，是

表 1、本研究及前人研究中合歡山地區哺乳動物名錄

作者 發表年份			本研究 2021	鄭等 2013	吳等 2004	裴 2000		
目	科	中文名						
齧形目	鼯鼠科	鹿野氏鼯鼠		+	+*			
		尖鼠科	短尾鼯	+	+			
		細尾長尾鼯		+				
		臺灣長尾鼯		+	+	+		
翼手目	蹄鼻蝠科	臺灣大蹄鼻蝠		+				
		臺灣小蹄鼻蝠		+	+			
	蝙蝠科	東方寬耳蝠		+				
		堀川氏棕蝠		+				
		金芒管鼻蝠		+				
		東亞褶翅蝠		+				
		黃胸管鼻蝠		+				
		姬管鼻蝠		+				
		臺灣管鼻蝠		+				
		寬吻鼠耳蝠		+				
		白腹鼠耳蝠		+				
		長趾鼠耳蝠		+				
		長尾鼠耳蝠		+				
		絨山蝠		+				
		山家蝠		+				
		臺灣家蝠		+				
		臺灣長耳蝠		+				
		游離尾蝠科	東亞游離尾蝠		+			
		靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	+	+	+	+
		齧齒目	松鼠科	小鼯鼠		+		
白面鼯鼠	+			+	+	+		
大赤鼯鼠				+	+			
赤腹松鼠	+			+				
長吻松鼠	+			+	+	+		

		條紋松鼠	+	+	+	+
	鼠科	臺灣森鼠	+	+	+	+
		巢鼠		+		
		刺鼠		+		
		高山白腹鼠	+	+	+	+
	倉鼠科	黑腹絨鼠	+	+	+	+
		臺灣田鼠	+	+	+	+
食肉目	貂科	黃喉貂	+	+	+	
		臺灣小黃鼠狼		+	+	
		黃鼠狼	+	+	+	+
		鼬獾	+	+	+	+
	靈貓科	白鼻心	+	+		
	獐科	食蟹獐	+			
	貓科	家貓	+			
偶蹄目	牛科	臺灣野山羊	+	+	+	+
	鹿科	山羌	+	+	+	+
		臺灣水鹿	+		+	+
	豬科	臺灣野豬	+	+		
物種數			19	43	20	14

\* 原文記錄為臺灣鼬鼠 *Mogera insularis insularis*，根據 Kawada et al. 2007 應為鹿野氏鼬鼠 *Mogera kanoana*

表 2、本研究及前人研究中合歡山農場鳥類繫放名錄

作者 發表年份		本研究 2021	許 2012	許 2013	許 2014	許 2015	許 2016
目	科	中文名					
雞形目	雉科	臺灣山鷓鴣	+				
		黑長尾雉	+				
鴿形目	鴿科	山鴿	+				
		田鴿	+				
雀形目	山雀科	煤山雀	+				
		青背山雀	+				+
	蝗鶯科	臺灣叢樹鶯		+	+	+	+
	鷓眉科	臺灣鷓眉	+	+		+	+
	柳鶯科	極北柳鶯		+			
		褐色柳鶯					+
	樹鶯科	棕面鶯		+			
		深山鶯	+	+	+	+	+
	長尾山雀科	紅頭山雀	+	+	+	+	+
		鶯科	褐頭花翼	+	+	+	+
		粉紅鸚嘴		+	+	+	
		黃羽鸚嘴			+		+
	繡眼科	冠羽畫眉		+	+	+	+
	畫眉科	山紅頭	+	+	+	+	+
	噪眉科	臺灣噪眉	+	+	+	+	+
		黃胸藪眉	+	+	+	+	+
		紋翼畫眉					
	鷓鴣科	鷓鴣	+			+	+
	鶉科	白氏地鶉	+				
		虎斑地鶉	+				
		寶興歌鶉	+				
		白眉鶉	+				
		赤腹鶉	+				
		白腹鶉	+				

鵲科	紅尾鵲		+	+	+	+	+
	小翼鵲		+	+		+	
	臺灣紫嘯鵲	+				+	
	白尾鵲	+					
	白眉林鵲	+					+
	黃胸青鵲		+	+			
鵲鴝科	樹鵲	+					
雀科	花雀	+					
	褐鵲				+		
	灰鵲		+	+		+	
	臺灣朱雀	+	+	+	+	+	+
鵲科	黑臉鵲	+			+		
	白眉鵲	+					
物種數		29	18	17	13	18	16

表 3、2019-2021 年於合歡山農場以紅外線自動相機調查到之動物名錄

目	科	中文名	學名	特有性*	保育等級
嚙齒目	松鼠科	長吻松鼠	<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	ESS	
		赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus taiwanensis</i>	ESS	
		條紋松鼠	<i>Tamiops maritimus formosanus</i>	ESS	
	鼠科	白面鼯鼠	<i>Petaurista alborufus lena</i>	ES	
		高山白腹鼠	<i>Niviventer culturatus</i>	ES	
		臺灣森鼠	<i>Apodemus semotus</i>	ES	
	倉鼠科	黑腹絨鼠	<i>Eothenomys melanogaster</i>		
	臺灣田鼠	<i>Microtus kikuchii</i>	ES		
偶蹄目	豬科	臺灣野豬	<i>Capricornis swinhoei taivanus</i>	ESS	
	鹿科	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	ESS	
		臺灣水鹿	<i>Rusa unicolor swinhoei</i>	ESS	III
	牛科	臺灣野山羊	<i>Sus scrofa taivanus</i>	ES	III
食肉目	貂科	黃喉貂	<i>Martes flavigula chrysospila</i>	ESS	III
		黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>	ESS	
		鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	ESS	
	靈貓科	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	ESS	
	獾科	食蟹獾	<i>Herpestes urva formosanus</i>	ESS	III
	貓科	家貓	<i>Felis catus</i>		
靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	ES	
雞形目	雉科	臺灣山鷓鴣	<i>Arborophila crudigularis</i>	ES	III
		黑長尾雉	<i>Syrnaticus mikado</i>	ES	II
鴿形目	鴿科	山鴿	<i>Scolopax rusticola</i>		
		田鴿	<i>Gallinago gallinago</i>		
雀形目	山雀科	煤山雀	<i>Periparus ater ptilosus</i>	ESS	III
		青背山雀	<i>Parus monticolus insperatus</i>	ESS	III
	鷓眉科	臺灣鷓眉	<i>Pnoepyga formosana</i>	ES	
	樹鶯科	深山鶯	<i>Horornis acanthizoides concolor</i>	ESS	
	長尾山雀科	紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>		
	鶯科	褐頭花翼	<i>Fulvetta formosana</i>	ES	
	畫眉科	山紅頭	<i>Cyanoderma ruficeps praecognitum</i>	ESS	
	噪眉科	臺灣噪眉	<i>Trochalopteron morrisonianum</i>	ES	
		黃胸藪眉	<i>Liocichla steerii</i>	ES	III
	鷓鴣科	鷓鴣	<i>Troglodytes troglodytes taivanus</i>	ESS	
	鶉科	白氏地鶉	<i>Zoothera aurea</i>		
		虎斑地鶉	<i>Zoothera dauma</i>		
		寶興歌鶉	<i>Otocichla mupinensis</i>		
		白眉鶉	<i>Turdus obscurus</i>		
	赤腹鶉	<i>Turdus chrysolaus</i>			

目	科	中文名	學名	特有性*	保育等級
		白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>		
	鶇科	臺灣紫嘯鶇	<i>Myophonus insularis</i>		
		白尾鶇	<i>Myiomela leucura montium</i>	ESS	III
		白眉林鶇	<i>Tarsiger indicus formosanus</i>	ESS	III
		栗背林鶇	<i>Tarsiger johnstoniae</i>	ES	III
	鶇鶇科	樹鶇	<i>Anthus hodgsoni</i>		
	雀科	花雀	<i>Fringilla montifringilla</i>		
		臺灣朱雀	<i>Carpodacus formosanus</i>	ES	III
	鶇科	黑臉鶇	<i>Emberiza spodocephala</i>		
		白眉鶇	<i>Emberiza tristrami</i>		
有鱗目	黃頷蛇科	臭青公	<i>Elaphe carinata</i>		

\* 特有性：ES 表示特有種 (Endemic Species)，ESS 表示特有亞種 (Endemic Subspecies)。

否顯示食蟹獾的海拔分布有上升的情形，未來可以繼續觀察。家貓則是在一處人造林樣點記錄到兩次，時間間隔約一星期左右，顯示可能並沒有長久停留在當地，但由於樣區位於太魯閣國家公園範圍內，對於此可能對小型動物造成獵捕壓力的外來物種，仍應多加注意。

鳥類部分，由於本研究的自動相機架設於接近地面處，因此記錄到的鳥種以地面或樹林底層活動的鳥類為主，與鳥類繫放所能捕獲的鳥種組成有所不同，如雉科的臺灣山鷓鴣 (*Arborophila crudigularis*)、黑長尾雉及鷓鴣科的山鷓 (*Scolopax rusticola*)、田鷓 (*Gallinago gallinago*) 等便是繫放方式較少捕獲的種類。雀形目的鶇科鳥類因為習慣於地面覓食，在本研究中也拍攝到。其中 2021 年 6 月拍攝到的鶇科鳥類，在繁殖季中出現，判定為近年確定於臺灣繁殖的稀有留鳥虎斑地鶇 (*Zoothera dauma*)。另外，2021 年 3 月 4 次拍到在臺灣為迷鳥的寶興歌鶇 (*Otocichla mupinensis*)，在樣區停留的時間約 3 週，為稀有鳥

種的一筆紀錄。

### 人造林與天然林之物種多樣性

人造林 6 樣點合計工作時數 83,002 小時，共拍得物種 43 種，有效照片數共 7,735 張，平均  $1,289.17 \pm 569.45$  張；天然林 6 樣點合計工作時數 97,372 小時，共拍得物種 36 種，有效照片數共 12,459 張，平均  $2,076.5 \pm 542.60$  張，天然林拍到較多張 ( $p=0.033$ )。

其中人造林樣區的有效照片張數最多的前五個哺乳動物物種是以山羊為最多，有  $525.17 \pm 317.06$  張，其次依序為高山白腹鼠  $106.67 \pm 105.53$  張、臺灣森鼠  $83.0 \pm 80.55$  張、臺灣田鼠  $73.83 \pm 74.32$  張、臺灣獼猴  $68.17 \pm 77.35$  張；鳥類則以臺灣噪眉 (*Trochalopteron morrisonianum*) 為最多，平均有  $139.17 \pm 118.04$  張，其次依序為黃胸藪眉 (*Liocichla steerii*)  $83.17 \pm 123.84$  張、黑長尾雉  $52.00 \pm 45.22$  張、栗背林鶇 (*Tarsiger johnstoniae*)  $43.67 \pm 32.09$  張、白氏地鶇 (*Zoothera aurea*)  $15.67 \pm 14.22$  張。天然林樣區則哺乳動物同樣以山

表 4、2019-2021 年於合歡山農場以紅外線自動相機調查到之各物種有效照片數及 OI 值

目	科	中文名	平均有效照片數		OI 值
			人造林	天然林	
嚙齒目	松鼠科	長吻松鼠	1.00 ± 1.55	2.83 ± 2.40	0.125
		赤腹松鼠	2.67 ± 4.18	3.83 ± 8.45	0.213
		條紋松鼠	5.00 ± 6.16	1.83 ± 3.60	0.224
		白面鼯鼠	0.33 ± 0.82	0.17 ± 0.41	0.016
	鼠科	高山白腹鼠	106.67 ± 105.53	60.50 ± 52.77	5.468
		臺灣森鼠	83.00 ± 80.55	78.67 ± 76.68	5.288
	倉鼠科	黑腹絨鼠	1.17 ± 1.83	0	0.038
		臺灣田鼠	73.83 ± 73.32	44.50 ± 40.50	3.871
偶蹄目	豬科	臺灣野豬	6.83 ± 6.46	9.17 ± 8.73	0.523
	鹿科	山羌	525.17 ± 317.06	1,535.67 ± 566.80	67.411
		臺灣水鹿	9.00 ± 7.82	18.67 ± 12.72	0.905
	牛科	臺灣野山羊	18.17 ± 13.85	33.67 ± 34.23	1.696
食肉目	貂科	黃喉貂	1.83 ± 2.14	3.67 ± 3.72	0.180
		黃鼠狼	8.17 ± 8.47	6.17 ± 4.40	0.469
		鼬獾	6.00 ± 8.88	10.83 ± 20.28	0.551
	靈貓科	白鼻心	0	0.50 ± 0.84	0.016
	獐科	食蟹獐	1.83 ± 1.94	1.33 ± 2.80	0.104
	貓科	家貓	0.33 ± 0.82	0	0.011
	靈長目	獼猴科	臺灣獼猴	119.83 ± 142.48	139.17 ± 171.34
雞形目	雉科	臺灣山鷓鴣	0.33 ± 0.52	0	0.011
		黑長尾雉	52.00 ± 46.17	73.50 ± 69.00	4.105
鴿形目	鴿科	山鴿	0.83 ± 1.60	0.83 ± 2.04	0.055
		田鴿	0.17 ± 0.41	0	0.005
雀形目	山雀科	煤山雀	0	0.33 ± 0.52	0.011
		青背山雀	0	0.83 ± 1.17	0.027
	鷓眉科	臺灣鷓眉	0.33 ± 0.82	0.17 ± 0.41	0.016
	樹鶯科	深山鶯	0.83 ± 2.04	0	0.027
	長尾山雀科	紅頭山雀	0.17 ± 0.41	0	0.005
	鶯科	褐頭花翼	0.50 ± 0.84	0.17 ± 0.41	0.022
	畫眉科	山紅頭	0.67 ± 1.63	0.17 ± 0.41	0.027
	噪眉科	臺灣噪眉	141.83 ± 120.18	46.00 ± 40.89	6.144
		黃胸藪眉	86.17 ± 117.92	38.67 ± 64.89	4.083

鷓鴣科	鷓鴣	0.17 ± 0.41	0	0.005	
鷓鴣科	白氏地鷓	15.83 ± 14.44	17.17 ± 17.21	1.079	
	寶興歌鷓	0.67 ± 1.63	0	0.022	
	白眉鷓	0	0.17 ± 0.41	0.005	
	赤腹鷓	0	0.50 ± 1.22	0.016	
	白腹鷓	0.67 ± 0.82	0.67 ± 0.82	0.044	
	鷓鴣科	臺灣紫嘯鷓	0.67 ± 1.03	17.17 ± 24.67	0.583
白尾鷓		13.33 ± 26.10	0	0.436	
白眉林鷓		8.50 ± 13.37	1.17 ± 2.04	0.316	
栗背林鷓		45.67 ± 34.83	10.00 ± 9.72	1.821	
鵲鴝科	樹鵲	0.17 ± 0.41	0.17 ± 0.41	0.011	
雀科	花雀	0.17 ± 0.41	1.33 ± 2.80	0.049	
	臺灣朱雀	8.00 ± 9.27	4.50 ± 5.79	0.409	
鷓鴣科	黑臉鷓	0.67 ± 1.21	0	0.022	
	白眉鷓	0.17 ± 0.41	0	0.005	
有鱗目	黃頷蛇科	臭青公	0.17 ± 0.41	0	0.005

羌為最多，有  $1,535.67 \pm 566.80$  張，其次依序為臺灣森鼠  $78.67 \pm 78.68$  張、臺灣獼猴  $61.0 \pm 59.49$  張、高山白腹鼠  $60.50 \pm 52.77$  張、臺灣田鼠  $44.50 \pm 40.50$  張；鳥類則以黑長尾雉為最多，平均有  $71.67 \pm 67.98$  張，其次依序是臺灣噪眉  $44.33 \pm 38.54$  張、黃胸藪眉  $36.50 \pm 60.13$  張、臺灣紫嘯鵝  $17.17 \pm 24.67$  張、白氏地鵝  $13.83 \pm 13.83$  張。（表 4）

各生物多樣性指數經計算，人造林的總豐富度指數為 9.26、辛普森指數 0.81、香農多樣性指數 2.19、皮盧均勻度指數 0.58；天然林各樣點總豐富度指數為 7.42、辛普森指數 0.45、香農多樣性指數 1.26、皮盧均勻度指數 0.35。其中除總豐富度指數外，其餘三種指數均達顯著差異（辛普森指數  $p=0.02$ 、香農多樣性指數  $p=0.02$ 、皮盧均勻度指數  $p=0.01$ ）。

呈現顯著差異的三種指數，皆有隨著物種數增加或各物種個體數接近，而呈現較高數值的特性，當出現個體數量優勢的物種，則會使得指數值下降。無論是天然林或人造林，山

羌都是數量最多的種類，尤其是在天然林中，平均  $1,535.67$  張遠超過其他物種的總和，單獨將山羌的資料排除，會使人造林各項指數值轉為較天然林的指數值低，但均未達顯著差異。顯示山羌在出現頻度上的絕對優勢，及山羌本身在人造林與天然林間的差異，造成指數的差異。

前人研究中，多指出天然林有較人造林更高的物種多樣性（謝等 2006；葛等 2014；郭等 2017）。本研究在排除山羌的影響後，天然林與人造林間各項物種多樣性指數的數值則並未呈現顯著差異，可能代表人造林仍有機會在生物多樣性上提供與天然林相近的功能。但山羌的出現頻度相對其他物種有絕對優勢，甚至足以影響生物多樣性指數的數值的情形，未在其他研究中見到，此情形的原因及可能造成的影響，可能需要進一步的研究。

### 各物種結果

有效照片張數超過 50 張，用於後續分析的動物包括高山白腹鼠（1,003

張)、臺灣森鼠(970張)、臺灣田鼠(710張)、山羌(12,365張)、臺灣水鹿(166張)、臺灣野山羊(311張)、臺灣野豬(96張)、鼬獾(101張)、黃鼠狼(86張)、臺灣獼猴(775張)、黑長尾雉(742張)、臺灣噪眉(1,101張)、黃胸藪眉(718張)、白氏地鵝(177張)、臺灣紫嘯鵝(107張)、栗背林鵯(322張)、白尾鵯(79張)、白眉林鵯(55張)、臺灣朱雀(67張)。

## 1. 嚙齒目

### (1) 高山白腹鼠

本研究拍到嚙齒目動物的有效照片中，以高山白腹鼠最多，共 1,003 張，人造林 OI 值  $6.89 \pm 6.92$ 、天然林 OI 值  $4.04 \pm 3.79$  (表 5)。在人造林與天然林的出現頻率無顯著差異，且不同季節的活動量有顯著的不同，春、夏季的活動高於秋、冬兩季 ( $p=0.002$ ) (圖 2-a)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則沒有顯著差異。根據前人研究，高山白腹鼠全年皆可繁殖 (Yu 1993)，沒有明顯的繁殖季區分，因此這個活動量的差異可

能並非來自於繁殖活動。葉 (2012) 的研究指出，高山白腹鼠在植物生長季 (春、夏季) 與非生長季 (秋、冬季) 間有季節性的取食取向差異，這個季節上的活動量差異，是否與食性取向有關，有待進一步釐清。

### (2) 臺灣森鼠

臺灣森鼠共拍到 970 張有效照片，人造林 OI 值  $5.84 \pm 5.63$ 、天然林 OI 值  $5.10 \pm 5.02$  (表 5)。天然林與人造林中的出現頻率之間無顯著差異，夏季活動高於其他三季 ( $p=0.005$ ) (圖 2-b)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ( $p=0.003$ )。

先前研究中，臺灣森鼠可能隨春、秋兩個生殖季高峰 (黃 1986)，而在秋季呈現活動量的高峰 (姚等 2019)。在本研究中，高峰出現在夏季，與先前研究有所不同。

### (3) 臺灣田鼠

臺灣田鼠共拍到有效照片 710 張，人造林 OI 值  $5.44 \pm 5.33$ 、天然林 OI 值  $2.83 \pm 2.73$  (表 5)。在天然林與人造林的出現頻率沒有顯著差異，各季節間的活動量無顯著不同 (圖 2-c)。

表 5、各物種於人造林與天然林之 OI 值

中文名	人造林	天然林	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
	OI	OI			
高山白腹鼠	7.35±7.18	4.04±3.79	11	1.041	0.298
臺灣森鼠	5.84±5.63	5.10±5.02	17	0.080	0.936
臺灣田鼠	5.44±5.33	2.83±2.73	14	0.560	0.575
山羌	39.09±25.82	94.10±35.22	4	2.162	0.031*
臺灣水鹿	0.72±0.68	1.29±0.92	9	1.361	0.173
臺灣野山羊	1.41±1.14	2.39±2.71	13	0.721	0.471
臺灣野豬	0.52±0.47	0.66±0.78	17	0.080	0.936
鼬獾	0.42±0.62	0.57±0.67	16	0.242	0.809
黃鼠狼	0.57±0.59	0.44±0.36	16.5	0.160	0.872
臺灣獼猴	9.86±12.74	10.48±14.24	15	0.400	0.689
黑長尾雉	3.69±3.17	5.18±5.33	16	0.240	0.810
臺灣噪眉	9.88±8.14	2.76±2.46	6	1.841	0.066
黃胸藍眉	5.77±7.82	2.27±3.75	11	1.041	0.298
白氏地鸚	1.21±1.18	0.96±1.03	17	0.080	0.936
臺灣紫嘯鸚	0.05±0.07	1.34±2.12	6	1.875	0.061
栗背林鴉	3.0±2.19	0.66±0.70	6	1.841	0.066
白尾鴉	0.91±1.79	0	9	1.787	0.074
白眉林鴉	0.57±0.89	0.07±0.12	10	1.282	0.200
臺灣朱雀	0.53±0.58	0.21±0.26	13	0.721	0.471

\*人造林與天然林樣區各 6 個樣點，每樣點架設 1 台紅外線自動相機(共計 12 台)

2019 與 2020 兩年度間的出現頻率有顯著差異 ( $p=0.02$ )。

在呂 (1991) 的研究中指出，臺灣田鼠於 4~10 月間繁殖，夏、秋兩季有較高的族群密度，姚等 (2019) 的研究裡臺灣田鼠的季節間活動量雖未達顯著差異，但仍呈現以夏、秋兩季活動量較高的型態。本研究則只在夏季有呈現未達顯著差異的較高活動量，並未出現秋季活動較高的情形。

## 2. 偶蹄目

### (1) 山羌

山羌是本研究中拍到最多的物種，有效照片有 12,365 張，人造林 OI 值  $39.09\pm 25.82$ 、天然林 OI 值  $94.10\pm 35.22$  (表 5)。在天然林的出現頻率明顯高於人造林 ( $p=0.03$ )，各季節的活動量則無顯著差異 (圖 2-d)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ( $p=0.004$ )。

姚等 (2019) 指出山羌於針葉林與箭竹草原中較偏好針葉林，本研究的實驗樣點雖皆設於林中，但人造林的鬱閉度及林下植被均明顯不如天然林，可能是山羌較多在天然林中活動

的原因。大雪山、太麻里等地區 (蘇等 2008；劉 2014) 及姚等 (2019) 於合歡山地區的研究，均指出山羌於夏季有活動高峰，且於合歡山地區的活動在冬季時降到最低。本研究中山羌雖在夏、秋呈現較高活動量，但與春、冬的活動量並未達到顯著差異。

### (2) 臺灣水鹿

本研究拍到臺灣水鹿有效照片 166 張，人造林 OI 值  $0.72\pm 0.68$ 、天然林 OI 值  $1.29\pm 0.92$  (表 5)。在人造林與天然林間的出現頻率沒有顯著差異，春季的活動顯著高於秋、冬季，夏季活動也高於秋季 ( $p=0.02$ ) (圖 2-e)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則沒有顯著差異。

郭 (2004) 在磐石山區的研究中，臺灣水鹿的每日目擊率，夏、秋兩季顯著高於春、冬兩季，與本研究中春、夏季高於秋、冬季不同。該研究主要在地草原進行，與本研究樣區設置於林地內不同，水鹿對於不同棲地類型的利用方式，可能在各季節的活動頻率有所差異，進而造成不同的結果。此外，郭 (2004) 也指出不同性別的

水鹿在春、冬季與夏、秋季有目擊率的差異，由於本研究並未細分水鹿性別，若不同性別水鹿對於林地與草原棲地的利用有所差異，也可能造成本研究中各季節間出現頻度與該研究不同。

太魯閣國家公園內的高海拔山區，如奇萊山區、南湖山區等，都有較多臺灣水鹿族群（吳等 2004），但合歡山區的臺灣水鹿紀錄卻是十分稀少，裴（2000）曾有自動相機紀錄，吳等（2004）、鄭等（2013）及姚等（2019）均未記錄到臺灣水鹿。但姚等（2019）指出於大禹嶺附近有零星目擊紀錄，而顏等（2010）針對臺灣水鹿分布的預測，則認為合歡東峰東方及合歡北峰一帶也是臺灣水鹿可能分布的地點，為具有臺灣水鹿族群擴散潛力的區域。本研究的臺灣水鹿紀錄，可能可作為臺灣水鹿族群擴散至合歡北峰地區的佐證。由於臺灣水鹿的磨角與啃食樹皮的行為，能造成樹木受傷甚至死亡，因此臺灣水鹿族群未來對於合歡山區生態可能造成的影響，仍有待監測。

### (3) 臺灣野山羊

臺灣野山羊共拍到有效照片 311 張，人造林 OI 值  $1.41 \pm 1.14$ 、天然林 OI 值  $2.39 \pm 2.71$ （表 5）。在人造林與天然林的出現頻率，及各季節的活動量方面皆沒有顯著的不同（圖 2-f）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣野山羊在裴（2000）及姚等（2019）的研究中，均只有零星的出現紀錄，在本研究中卻能達到 OI 值 2.39 的程度。由於各研究的樣點設置各有不同，不能單以較高的 OI 值，便認為臺灣野山羊在合歡山地區的數量有提升的情形。本研究樣點完全位於遠離主要幹道已休耕轉作造林的合歡山農場周邊，人類活動的干擾程度應該不高，也可能因此而有較高的活動紀錄。

### (4) 臺灣野豬

臺灣野豬主要分布在 3,000 公尺以下山區，本研究樣區已接近分布海拔的上緣，並不是臺灣野豬穩定出沒的地區，但仍拍到有效照片 96 張，人造林 OI 值  $0.48 \pm 0.45$ 、天然林 OI

值  $0.66 \pm 0.78$  (表 5)。臺灣野豬在天然林與人造林的出現頻率沒有顯著差異，春季的活動量明顯低於其他三季 ( $p=0.02$ ) (圖 2-g)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ( $p=0.01$ )。

在姚等 (2019) 的研究中，臺灣野豬的 OI 值比臺灣野山羊更低，在合歡山區與臺灣野山羊相同屬零星出沒。可能與臺灣野山羊相同因本研究樣區較低的人類活動干擾，而呈現較高的活動紀錄。

### 3. 食肉目

#### (1) 鼬獾

在本研究中拍到鼬獾有效照片數 101 張，人造林 OI 值  $0.42 \pm 0.62$ 、天然林 OI 值  $0.57 \pm 0.98$  (表 5)。人造林與天然林的出現頻率，及各季節的活動量皆沒有顯著差異 (圖 2-h)。且 2019 與 2020 兩年度間的出現頻率也沒有顯著差異。

鼬獾為各海拔廣布的物種，雖然高海拔山區族群相對零星，但過往研究中在合歡山中高海拔地區也有鼬獾記錄 (裴 2000；吳等 2004；姚等

2019)。在姚等 (2019) 的研究中，鼬獾的 OI 值僅 0.039，本研究中則為 0.56，最靠西側的人造林與天然林相鄰近的各一個樣點，甚至達到 1.60 及 2.55，此二樣點的照片就佔了全部有效照片超過 7 成。本研究中鼬獾有相較過往研究更高的 OI 值，且人造林與天然林的各一樣點有相較其他樣點明顯較高的 OI 值，可能顯示有鼬獾偏好的其他環境條件，有待進一步釐清。

#### (2) 黃鼠狼

本研究拍到黃鼠狼有效照片 86 張，人造林 OI 值  $0.57 \pm 0.59$ 、天然林 OI 值  $0.44 \pm 0.36$  (表 5)。黃鼠狼在天然林與人造林的出現頻率，以及各季節間的活動量，均沒有顯著的差異 (圖 2-i)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率則有顯著差異 ( $p=0.01$ )。

姚等 (2019) 的研究指出黃鼠狼在針葉樹林與箭竹草原的棲地間並沒有活動量的差異，季節的活動量也沒有顯著差異，推測是受其獵物的活動沒有差異所影響。但本研究中出現頻率較高的齧齒類動物中高山白腹鼠及臺灣森鼠，都有明顯的季節活動量差

異，黃鼠狼的季節活動模式可能還有其他的影響因子存在。

#### 4. 靈長目

##### (1) 臺灣獼猴

臺灣獼猴在臺灣為廣泛分布，從海平面到 3,000 公尺以上高山皆有分布。在本研究中拍到臺灣獼猴有效照片數 1,554 張，人造林 OI 值  $9.86 \pm 12.74$ 、天然林 OI 值  $10.48 \pm 14.24$ （表 5），在天然林與人工林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 2-j）。且 2019 與 2020 兩年度間的出現頻率也沒有顯著差異。

吳等（2004）及姚等（2019）的研究均僅調查到零星的臺灣獼猴活動，且大多為單隻活動。本研究的紀錄中，單隻活動的個體有 482 筆接近總有效照片數的 1/3，三隻以上成群活動的有 156 筆，甚至十隻以上的群體也有 10 筆紀錄，且明顯能看到成幼體皆出現在群中，應是結構完整的猴群，而不是零星單獨活動的孤猴或非社群內的雄猴群。

#### 5. 雞形目

##### (1) 黑長尾雉

本研究拍到黑長尾雉有效照片 742 張，人造林 OI 值  $3.69 \pm 3.17$ 、天然林 OI 值  $5.18 \pm 5.33$ （表 5）。黑長尾雉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春夏季的活動量明顯高於秋冬季（圖 2-k）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

黑長尾雉棲息於中、高海拔 1,800~3,800 公尺針、闊葉混淆林和針葉林底層灌叢中，並以海拔 2,300~2,550 公尺處最多，冬天有向較低海拔遷移的現象（劉等 2010）。本研究樣區觀察到秋冬季活動量較低的現象，可能是因季節性降遷所造成。

#### 6. 雀形目

##### (1) 臺灣噪眉

本研究拍到臺灣噪眉有效照片 1,101 張，人造林 OI 值  $9.88 \pm 8.14$ 、天然林 OI 值  $2.76 \pm 2.46$ （表 5）。臺灣噪眉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春夏季的活動量明顯高於秋冬季（圖 4-1）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣噪眉棲息於 2,300 公尺以上

的針闊葉混合林至林線以下針葉樹林的底層灌叢，繁殖期為 3 月下旬至 8 月下旬左右（劉等 2010）。本研究中觀察到春夏季活動量高於秋冬季，有可能是繁殖期與非繁殖期間鳥類行為差異所致。此外，臺灣噪眉有在寒冬時向下遷移至海拔 1,500 公尺山區越冬的習性，例如在吳等（2018）的研究中，其位於海拔 1,900~2,682 公尺間的樣區中，7 至 8 月調查到的臺灣噪眉數量最少，可能顯示夏季是在更高海拔處活動。本研究樣區在海拔 2,470~2,750 公尺，較吳等（2018）的研究樣區略高，可能因此呈現出相反的趨勢，春夏季的活動量高於秋冬季。

#### (2) 黃胸藪眉

本研究拍到黃胸藪眉有效照片 718 張，人造林 OI 值  $5.77 \pm 7.82$ 、天然林 OI 值  $2.27 \pm 3.75$ （表 5）。黃胸藪眉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，夏季的活動量明顯高於秋冬季，春季活動量也較冬季高（圖 4-m）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率有顯著差異（ $p=0.04$ ）。

黃胸藪眉主要棲息於中海拔山區

1,000~2,800 公尺闊葉樹林和針、闊葉混合林底層的濃密灌叢，或林緣雜草叢生的山溝中，繁殖期在 5 至 7 月（劉等 2010），此外也有隨季節變換而進行垂直遷移的行為（吳等 2018）。季節間活動量的差異，除了繁殖期的行為差異外，降遷行為可能也是造成活動量變化的原因。

#### (1) 白氏地鵝

本研究拍到白氏地鵝有效照片 177 張，人造林 OI 值  $1.21 \pm 1.18$ 、天然林 OI 值  $0.96 \pm 1.03$ （表 5）。白氏地鵝在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯差異，春、冬季的活動量明顯高於夏、秋季（圖 4-n）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白氏地鵝在臺灣屬冬候鳥，並且在臺灣沒有繁殖紀錄（劉等 2010）。春、冬季度冬期的活動量高於夏、秋季符合其冬候鳥的習性。

#### (4) 臺灣紫嘯鵝

本研究拍到臺灣紫嘯鵝有效照片 107 張，人造林 OI 值  $0.05 \pm 0.07$ 、天然林 OI 值  $1.34 \pm 2.12$ （表 5）。臺灣紫嘯鵝在天然林與人造林的出現頻率

沒有明顯差異，春、夏季的活動量明顯高於秋、冬季（圖 4-o）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣紫嘯鶇主要棲息於中、低海拔鄰近溪澗處的森林中，繁殖期在 3 月底至 9 月初（劉等 2010）。葛等（2003）的研究中則發現臺灣紫嘯鶇的分布在 98.8 到 2,622.6 公尺間。臺灣紫嘯鶇春、夏季較高的活動量符合繁殖期的時段，但冬季完全未拍到臺灣紫嘯鶇，可能暗示臺灣紫嘯鶇同樣有冬季降遷的行為存在。

#### (5) 栗背林鶇

本研究拍到栗背林鶇有效照片 322 張，人造林 OI 值  $3.0 \pm 2.19$ ，天然林 OI 值為  $0.66 \pm 0.70$ （表 5）。栗背林鶇在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-p）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

許多研究指出栗背林鶇有冬季降遷的行為，如翟鵬（1997）指出栗背林鶇在冬季時分布由海拔 2,000~3,600

公尺降遷到海拔 1,300~3,100 公尺。劉良力（1991）在塔塔加地區的研究中發現栗背林鶇在冬季（1 月）分布的海拔高度（1,650~2,820 公尺）低於夏季（7 月）的海拔高度（2,605~3,550 公尺）。但本研究中雖然冬季的活動量相較其他三季似有略低，但並未呈現顯著差異。前述研究中，無論是冬季或夏季的栗背林鶇海拔分布範圍，均呈現相當大的海拔跨度，且有重疊的情形。本研究的樣區約在 2,500~2,800 間，落在重疊的範圍內，因此有可能是此區域個體沒有降遷行為，或是此區域原本個體降遷後由更高海拔降遷下來的個體填補其空缺，此疑問需要有鳥類繫放等足以辨識個體的研究方式方得以釐清。

另外值得注意的是，栗背林鶇與白眉林鶇在自動相機的照片中，存在有物種辨識上的困難。栗背林鶇與白眉林鶇的雄成鳥繁殖羽顏色及花紋不同，無論是彩色或黑白照片均可輕易辨識，但雌成鳥及第一、二年非繁殖羽的幼鳥，則羽色十分近似。一般在野外目視或使用長鏡頭相機拍照時，

可使用尾下覆羽的顏色或體覆羽羽軸色斑的形狀來辨識，但在自動相機的照片中，由於黑白照片及照片解析度的限制，會使得大多數栗背林鴉及白眉林鴉的雌成鳥及幼鳥無法辨識確切物種，進而無法納入分析，可能會對於分析結果有所影響。

#### (6) 白尾鴉

本研究拍到白尾鴉有效照片 79 張，但完全只在人造林中有出現，OI 值  $0.91 \pm 1.79$ ，天然林 OI 值為 0（表 5）。白尾鴉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-q）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白尾鴉喜棲息於海拔 2,300m 以下陰濕闊葉林中，亦見於茂密的次生林、人工林及林緣的開墾地（劉等 2010）。並且在島內有明顯的垂直遷移現象，在中部海拔 2,000m 的山區，每年 3 月中旬才有白尾鴉出現，至 11 月中旬又不見蹤影（劉等 2010）。本研究中 11 月至隔年 2 月間沒有拍到白尾鴉的照片，符合其冬季降遷的習性，

但因僅 3 處人造林樣點有白尾鴉的紀錄，樣本不足使季節間的活動量難以呈現顯著差異。

#### (1) 白眉林鴉

本研究拍到白眉林鴉有效照片 55 張，人造林 OI 值  $0.57 \pm 0.89$ ，天然林 OI 值為  $0.07 \pm 0.12$ （表 5）。白眉林鴉在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異（圖 4-r）。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

白眉林鴉為台灣特有亞種，主要棲息在海拔 2,000 至 3,700m 森林底層的濃密灌叢中，然而因為族群數量稀少且行為隱匿，因此對其生息的資料較少（劉等 2010）。在分布於喜馬拉雅山區的其他白眉林鴉亞種的研究中指出，白眉林鴉也有冬季降遷的行為（DuBay et al. 2020）。本研究中雖然白眉林鴉各季節的活動量並未達到顯著差異，但冬季的活動量仍然顯現出比其他三季較低的情形，

#### (8) 臺灣朱雀

本研究拍到臺灣朱雀有效照片 67 張，人造林 OI 值  $0.53 \pm 0.58$ ，天然林

OI 值為  $0.21 \pm 0.26$  (表 5)。臺灣朱雀在天然林與人造林的出現頻率沒有明顯不同，各季節的活動量也沒有呈現顯著的差異 (圖 4-s)。2019 與 2020 兩年度間的出現頻率沒有顯著差異。

臺灣朱雀棲息於海拔 2,000m 以上山區，並以 2,600m 以上的針葉林帶較為普遍，冬季時會有海拔垂直降遷的行為 (劉等 2010)。然而在本研究中，活動量並未呈現出顯著的季節性差異。本研究中臺灣朱雀的有效照片數只有 67 張，扣除只有一季有拍到臺灣朱雀的樣點後，一共只有 4 個樣點可進行分析，由於缺少樣本數使得統計難以呈現顯著。

## 結論與建議

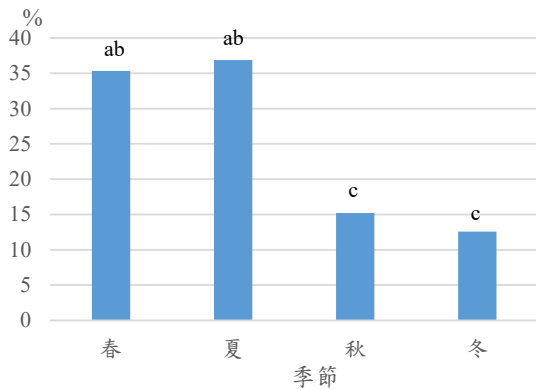
本研究共調查到哺乳動物 4 目 11 科 19 種，其中包括臺灣獼猴等 6 種臺灣特有種及長吻松鼠等 9 種臺灣特有亞種；保育類則有臺灣水鹿、臺灣野山羊、黃喉貂及食蟹獾等 4 種其他應予保育之野生動物。鳥類調查到 3 目 15 科 29 種，包括臺灣山鷓鴣等 8 種臺灣特有種及煤山雀等 7 種臺灣特有

亞種；保育類則有珍貴稀有野生動物 1 種黑長尾雉，以及臺灣山鷓鴣等 7 種其他應予保育之野生動物。

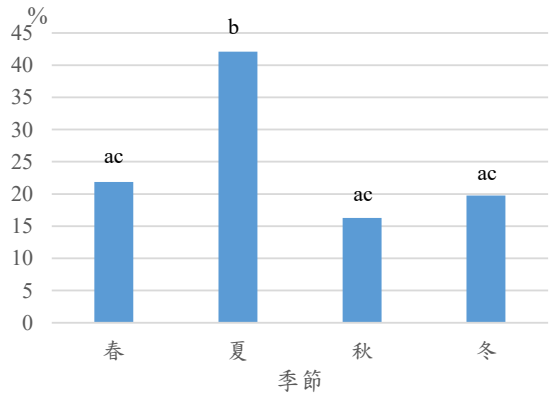
對天然林與人造林的各项生物多样性指數進行分析，結果顯示天然林與人造林的物種豐富度並無差異，但因山羌在天然林中的活動呈現數量上的絕對優勢，而使得天然林的物種多樣性指數較低。

對有效照片數較高的哺乳動物進行不同棲地及季節的出現頻率分析，發現山羌在天然林中的活動高於人造林。高山白腹鼠在春夏季的活動高於秋冬；臺灣森鼠活動高峰出現在夏季；臺灣水鹿在春季的活動高於秋冬，且夏季活動高於秋季；臺灣野豬則在春冬季有活動的低點；黑長尾雉、臺灣噪眉及臺灣紫嘯鵝春夏季的活動高於秋冬；黃胸蘆眉在夏季的活動高於秋冬，白氏地鵝則在春冬季活動較高。

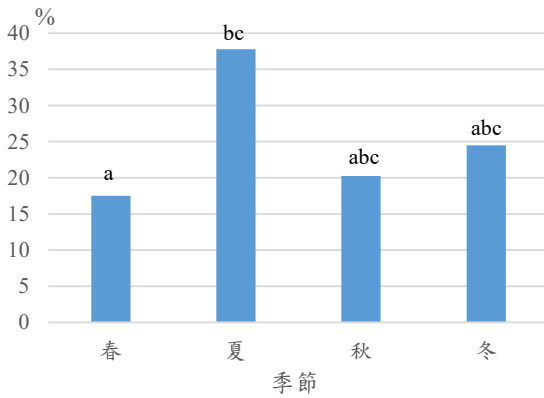
研究期間記錄到相當數量的臺灣水鹿，顯示臺灣水鹿族群可能已擴散至合歡山地區。臺灣水鹿是臺灣最大型的食草動物，且有磨角和啃食樹皮的行為，可能會造成樹木受傷。因此



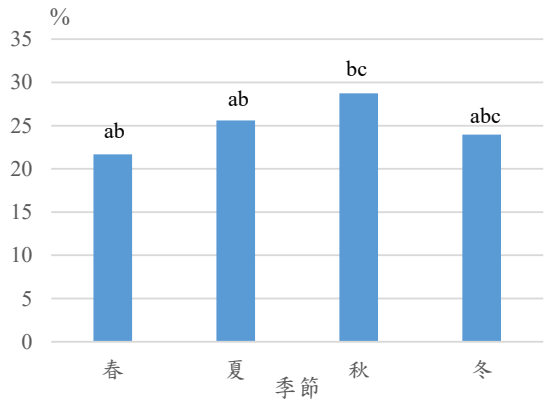
a. 高山白腹鼠 ( $p < 0.01^*$ )



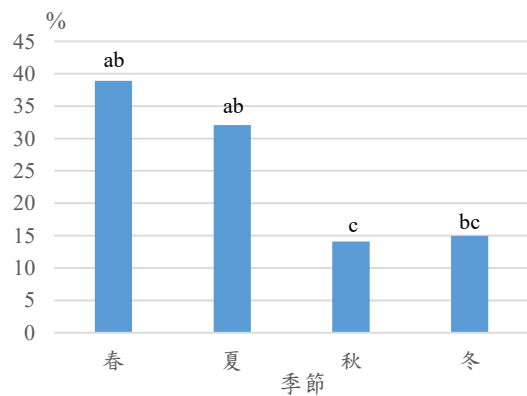
b. 臺灣森鼠 ( $p < 0.01^*$ )



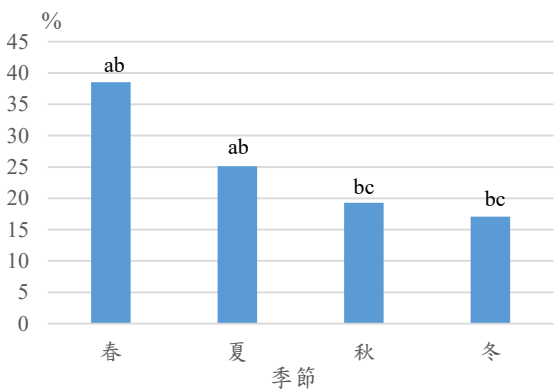
c. 臺灣田鼠 ( $p = 0.17$ )



d. 山羌 ( $p = 0.20$ )

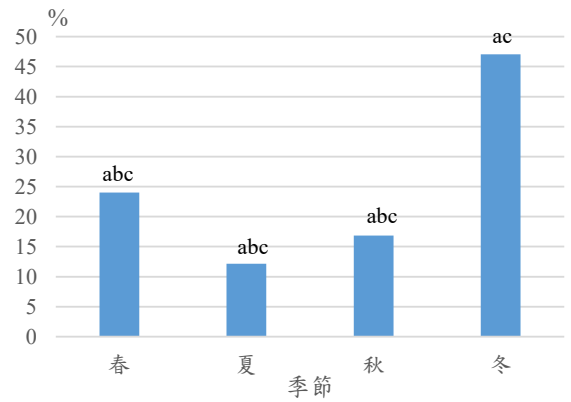
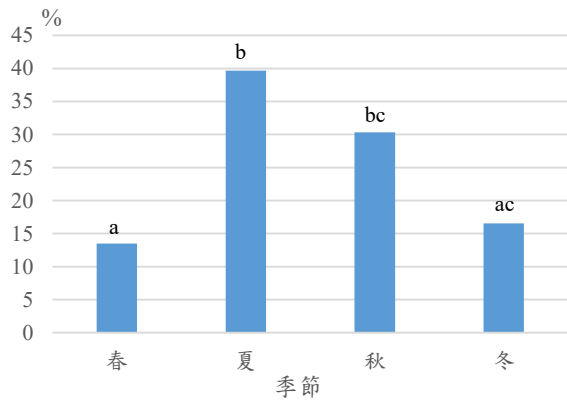


e. 臺灣水鹿 ( $p = 0.02^*$ )



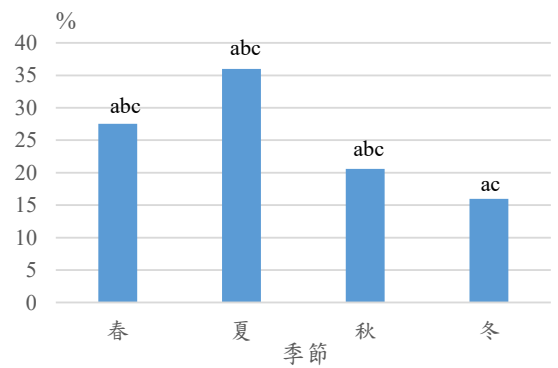
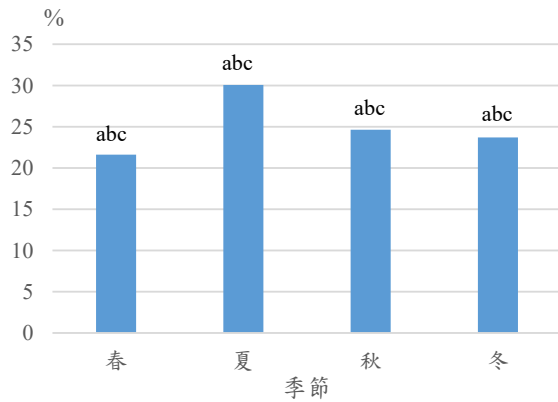
f. 臺灣野山羊 ( $p = 0.07$ )

圖 2 各物種季節活動頻度百分比。



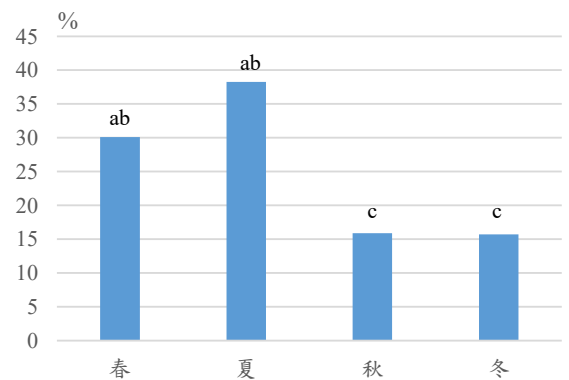
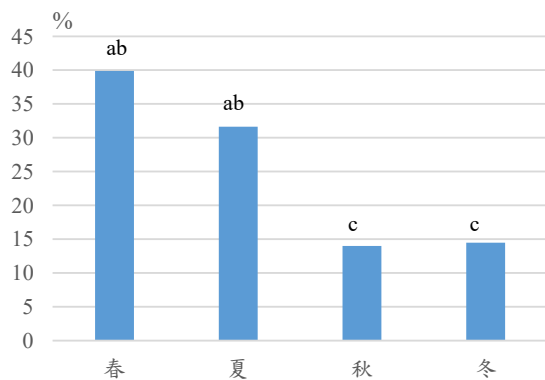
g. 臺灣野豬 (p=0.02\*)

h. 鼬獾 (p=0.14)



i. 黃鼠狼 (p=0.85)

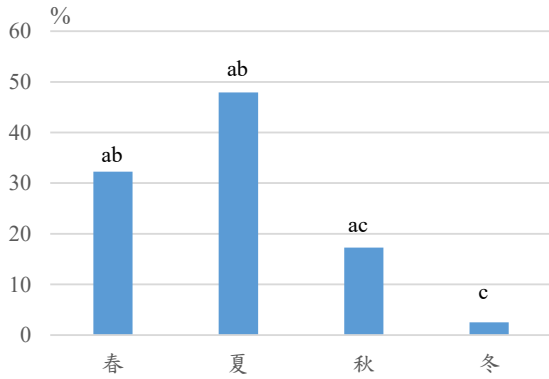
j. 臺灣獼猴 (p=0.06)



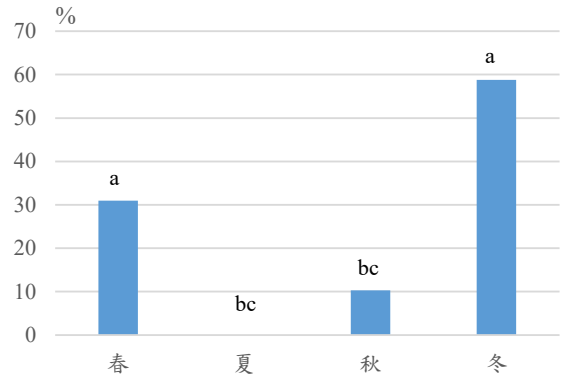
k. 黑長尾雉 (p<0.01\*)

l. 臺灣噪眉 (p<0.01\*)

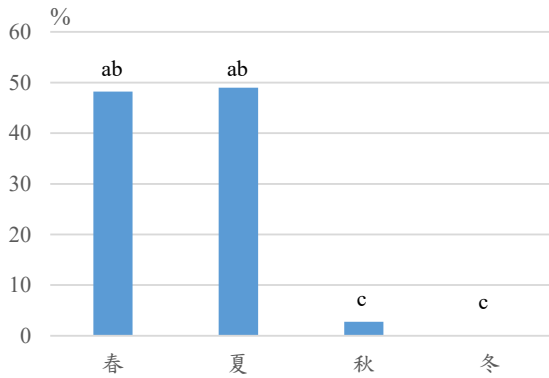
圖 3 各物種季節活動頻度百分比。(續)



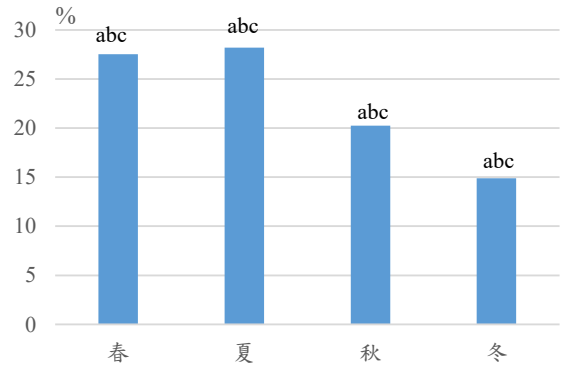
m. 黃胸藪眉 ( $p < 0.01^*$ )



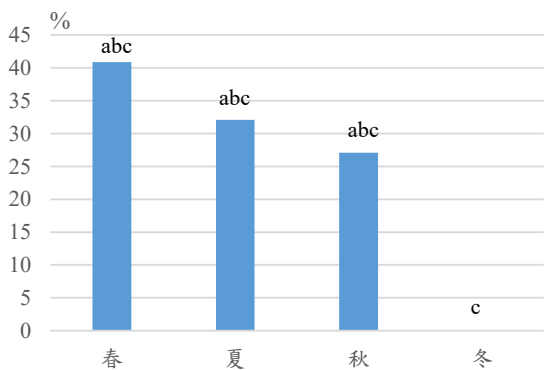
n. 白氏地鸚 ( $p < 0.01^*$ )



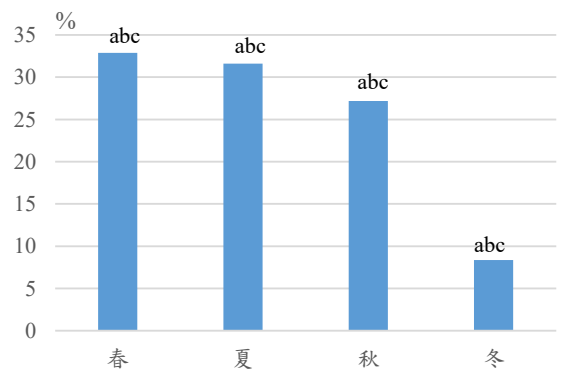
o. 臺灣紫嘯鸚 ( $p < 0.01^*$ )



p. 栗背林鴿 ( $p = 0.21$ )

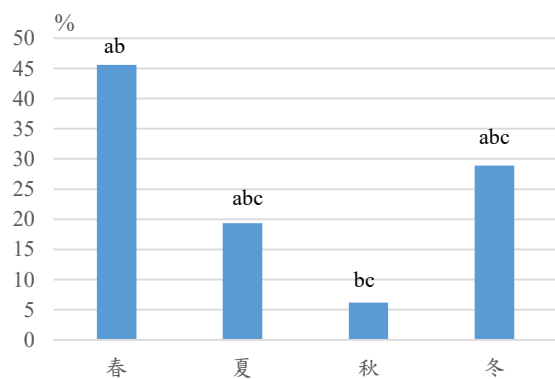


q. 白尾鴿 ( $p = 0.08$ )



r. 白眉林鴿 ( $p = 0.48$ )

圖 4 各物種季節活動頻度百分比。(續)



s. 臺灣朱雀 (p=0.18)

圖 5 各物種季節活動頻度百分比。(續)

對於臺灣水鹿於合歡山地區的族群變化，以及對於此地區森林生態的影響，宜持續進行監測。

## 引用文獻

- 吳采諭、郭福麟。2018。對高岳紅檜生態保育區預定地鳥類相調查。臺大實驗林研究報告 32(2):89-102。
- 吳海音、吳世鴻、吳煜慧。2004。太魯閣國家公園高山地區動物資源基礎調查。太魯閣國家公園管理處。
- 呂孟栖。1991。合歡山地區台灣高山田鼠 (*Microtus kuchii*) 的生態與生殖研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 姚正得、林宏儒、張淑萍、姚牧君、許雅玟、曾建偉。2019。利用紅外線自動相機探討合歡山區哺乳動物活動模式。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 許育誠。2012。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（一）。太魯閣國家公園管理處。
- 許育誠。2013。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（二）。太魯閣國家公園管理處。
- 許育誠。2014。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（三）。太魯閣國家公園管理處。
- 許育誠。2015。全球氣候變遷生物監測－太魯閣國家公園鳥類長期監測計畫（四）。太魯閣國家公園管理處。
- 許育誠。2016。太魯閣國家公園鳥類族群健康風險監測計畫。太魯閣國家公園管理處。
- 郭正彥。2004。磐石山區高地草原台灣水鹿之日間行為。臺灣師範大學生物學系學位論文。
- 郭家和、陳建璋、魏浚紘、陳朝圳。2017。恆春半島銀合歡移除後造林對生物多樣性之影響。中華林學季刊 50(4):341-364。
- 陳育偉。2012。台灣山林政策之政經分析 (1945-2012)。國立台灣大學

- 政治學系碩士論文。
- 陳相伶、王晴萱。2021。惠蓀森林遊樂區食蟹獾之分布與活動模式。農林學報 68(2):119-126。
- 黃步敏。1986。台灣森鼠之生殖週期。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 葉文斌、李蕙宜、蔡正隆、詹毓邦。2015。雪見地區天然林與人工林樹冠層昆蟲組成分析。台灣昆蟲 35:165-183。
- 葉威廷。2012。運用穩定同位素探討合歡山地區兩個小鼠群聚的食物資源區隔。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 葛兆年、李培芬。2003。台灣北部繁殖鳥類之海拔分布型態。台灣林業科學 18(4):349-61。
- 葛兆年、許詩涵、楊懿如、陳一銘。2019。人工林鳥類組成及多樣性的時間變化。台灣林業科學 34(4):275-290。
- 葛兆年、陳一銘、莊鈴木、邱志明。2014。農地造林對鳥類群聚及其多樣性之影響。台灣生物多樣性研究 16(3): 225- 239。
- 翟鵬。1977。臺灣鳥類生態隔離的研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 裴家騏。2000。太魯閣國家公園野生動物普查計畫 - 哺乳類動物。太魯閣國家公園管理處。
- 裴家騏。2005。自動照相機在動物監測上之應用與成效分析。台灣國家公園研討會 142-157 頁。
- 齊心、黃玉冰、戴佑達、吳宜穎、劉人璋。2003。由國內生物多樣性論文談生物多樣性研究。生態系經營 - 永久樣區理論與實務探討研討會 335-360 頁。
- 劉一新。2014。太麻里研究中心闊葉樹混植造林地內三種草食獸之族群監測。台灣生物多樣性研究 16(4): 323-337。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2010。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。
- 劉良力。1991。栗背林鴉之生物學研究。國立臺灣師範大學生物學研究所碩士論文。

- 鄭錫奇、張簡琳玟、黃光隆、張嘉顯、張鈞翔。2013。合歡山區的野生哺乳動物。自然保育季刊 82: 21-30。
- 謝欣怡、袁孝維、王力平、丁宗蘇。2006。台灣中部溪頭地區天然林與人工林內之陸域脊椎動物多樣性。中華林學季刊 39(4):421 – 436。
- 顏士清、王穎、歐恒佑。2010。太魯閣國家公園台灣水鹿 (*Rusa unicorn swinhoii*) 分布之預測。生物學報 44(2): 89-96。
- 蘇秀慧、裴家騏、梁又仁。2008。雪霸國家公園陸域野生動物資源整合分析 - 雪見地區。雪霸國家公園管理處。
- Amin, R., T. Wacher, A. E. Bowkett, B. Ogwoka, M. Morris, and B. R. Agwanda. 2019. Africa's forgotten forests: the conservation value of Kenya's northern coastal forests for large mammals. *Journal of East African Natural History*. 107(2): 41-61
- Brockerhoff, E. G., H. Jactel, J. A. Parrotta, C. P. Quine, and J. Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity Conservation* 17:925–951.
- DuBay, S. G., Y. Wu, G. R. Scott, et al. Life history predicts flight muscle phenotype and function in birds. *J Anim Ecol*. 2020; 89:1262–1276.
- Kawada, S., A. Shinohara, S. Kobayashi, M. Harada, S. Oda, and L. Lin. 2007. Revision of the mole genus *Mogera* (Mammalia: Lipotyphla: Talpidae) from Taiwan. *Syst. Biodiversity* 5: 223–240.
- Stephens, S. S. and M. R. Wagner. 2007. Forest Plantations and Biodiversity: Fresh Perspective. *Journal of Forestry* 105(6): 307-313.
- Yu, H. T. 1993. Natural history of small mammals of subtropical montane areas in central Taiwan. *Journal of Zoology* 231(3): 403-422

# 假小喙菊（菊科）：台灣植物誌新歸化種及新紀錄屬

## *Launaea procumbens* (Compositae), a newly naturalized species representing a new generic record for the Flora of Taiwan.

鐘詩文<sup>1</sup> 黃偉傑<sup>1</sup> 蔡順達<sup>2</sup> 許天銓<sup>1\*</sup>

Shih-Wen Chung<sup>1</sup>, Wei-Jie Huang<sup>1</sup>, Shuen-Da Tsai<sup>2</sup>, and Tian-Chuan Hsu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 林業試驗所植物園組，臺北市中正區南海路 53 號

<sup>1</sup> Botanical Garden Division, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan.

<sup>2</sup> 雲林縣虎尾鎮安溪里文科路 568 號

<sup>2</sup> No. 542, Wenke Rd., Huwei Township, Yunlin County, Taiwan.

\* 通訊作者：lecanorchis@gmail.com

\*Corresponding author: lecanorchis@gmail.com

### 摘要

本文報導歸化台灣菊科新紀錄屬暨一新歸化種：假小喙菊 (*Launaea procumbens* (Roxb.) Ramayya & Rajagopal)。栓果菊屬是舊世界的屬，主要分佈非洲和西南亞。2022 年於台灣雲林鄉台西鄉的濱海內陸荒地發現新歸化族群。本文提供台灣假小喙菊族群的形態描述及相片以利辨別。

關鍵詞：

假小喙菊、菊科、新歸化、台灣。

### **Abstract**

In this study, we report *Launaea procumbens* (Compositae) as a newly recorded genus and naturalized species in Taiwan. The Old World genus *Launaea* is mainly distributed in Africa and Southwest Asia. In 2022, a naturalized population of *Launaea procumbens* was first recorded in Yunlin County, Taiwan. Detailed morphological description and photographs of *L. procumbens* in Taiwan are provided in this study

### **Keywords**

*Launaea procumbens*, Compositae, newly naturalized, Taiwan

## 緒言

菊科的栓果菊屬約 54 種，主要分佈在非洲和西南亞，喜生於乾燥的地區 (Kilian 1997)，本屬於中國產 4 種 (Shih and Kilian 2011)；金門地區產 1 種 — 蔓莖栓果菊 (*L. sarmentosa*) (呂福原 2011)。2022 年本文第三作者於台灣雲林縣台西鄉的海濱內陸發現一本屬的新歸化植物 (圖 1)，密集生長於人為活動之區域，且分佈面積寬廣可達 1ha 以上，開花成株不能盡數，小苗亦繁生成群，已然於當地成為植被之一份子，經資料比對確認為分佈於埃及至中亞、阿拉伯半島、緬甸及中國西部的假小喙菊 (*L. procumbens*)；依此我們於本文報導假小喙菊為台灣植物誌新增之類群，栓果菊屬也成為台灣菊科之新紀錄屬。

假小喙菊隸屬於栓果菊屬下的栓果菊組 (sect. *Launaea*)，栓果菊組的共同分類特徵為瘦果有二型，內層瘦果具四主稜，外層瘦果具五主稜、表面無毛、明顯褶皺，冠毛同型且早落 (Kilian 1997)。栓果菊組下僅有三種 (*L. capitata*, *L. procumbens*, *L. sarmento-*

*sa*)；假小喙菊自根端發出多數鋪散或直立的莖，基生葉蓮座狀，羽狀淺裂、深裂或半裂，邊緣有刺尖，頭花的小花皆為黃色舌狀花，不難與台灣其它原生之菊科植物區辨；形態上與栓果菊組的蔓莖栓果菊 (*L. sarmentosa*) 最為接近，但後者的花莖會轉為長鞭狀走莖，頭花單生在莖節葉腋上，外層的瘦果有 5 個主稜脈但主稜間無次生稜脈，可藉此區分兩者。

假小喙菊與相似物種檢索表 (編修自 Kilian 1997)

1. 冠毛與冠毛盤一同早落；內層瘦果具四主稜 .....2 (sect. *Launaea*)
  1. 冠毛不脫落；內層瘦果具五主稜 .....4
  2. 一年生；頭花具 25-50 朵小花；雄蕊筒長小於 1.5mm；瘦果有翅 .....*L. capitata*
  2. 多年生；頭花具 11-30 朵小花；雄蕊筒長大於等於 2mm；瘦果無翅 .....3
  3. 具長鞭狀走莖；頭花單生於蓮座狀葉叢；外層瘦果具五主稜但無次級稜，內層瘦果具四主稜，外觀與外層瘦果

相似 .....*L. sarmentosa*

3. 無長鞭狀走莖；具匍匐或半直立的  
開花莖；外層瘦果具五主稜及十條次  
級稜，內層瘦果具四主稜無次級稜，  
外觀明顯較外層瘦果大 .....*L. pro-*  
*cumbens*

4. 舌狀花花瓣淡黃色，長 6-7mm；雄  
蕊筒長 2.0-2.3mm..... *L. aspleniifolia*

4. 舌狀花花瓣亮黃色，長 8-11mm；雄  
蕊筒長 2.8-4.0mm.....*L. nudicaulis*

### 分類處理

*Launaea procumbens* (Roxb.) Ra-  
mayya & Rajagopal, Kew Bull. 23: 465.  
1969.

*Prenanthes procumbens* Roxb., Fl.  
Ind.3: 404. 1832. 假小喙菊 圖 1-2

模式：原始文獻 (Roxburgh 1832) 僅  
記載本種產於 "Bengal" (即孟加拉地  
區，範圍涵蓋今孟加拉及部分印度領  
土)，並未引證任何圖片或標本。Kil-  
ian (1997) 的專論記述本種之模式資訊  
為 "Holotype: India, Roxburgh (CAL [not  
traced]; isotype K?)"，此段文字顯示他  
既未實際檢閱存放於印度之中央國家

標本館 (標本館代碼: CAL) 之全模式，  
也不確定英國之邱皇家植物園 (標本  
館代碼: K) 的同模式是否存在。由於  
我們無法取得 CAL 之蒐藏資訊，且在  
K 及各大標本館網路資料庫均未發現  
任何可能的模式標本，亦未見其它文  
獻報導，本種之模式狀態仍有待後續  
考證。

形態：多年生草本植物，全株無毛；  
主根垂直伸長，圓柱狀，肥厚；莖  
5-30cm 長，基部 2 叉狀分枝，分枝匍  
匐或微升，莖上通常有少數的莖生葉。  
基生葉蓮座狀，光滑，匙狀或倒披針  
形，長 5-8cm，寬 1-3cm，羽狀淺裂、  
深裂或半裂，基部漸狹成長或短翼柄，  
頂端圓形或鈍，裂片邊緣有白色的彎  
曲刺尖，側裂片 3-8 對；莖生葉較小，  
葉基無柄或抱莖。頭狀花序單生莖端  
或少數在莖枝頂端排成繖房狀；一頭  
花具 15-27 朵小花，舌狀小花黃色。  
總苞圓柱狀，長約 1cm，寬約 0.3cm；  
總苞片 3-5 層，不明顯覆瓦狀排列，  
中層及外層小，寬卵形、卵狀三角形  
或橢圓狀披針形，長 2.0-4.5 mm，寬  
約 1mm，頂端銳尖，內層長，8 枚，

披針形，長 0.8-1.0cm，寬 1.0-1.5mm，頂端銳尖，全部總苞片外面無毛，邊緣白色寬膜質。瘦果二形，長 2-3mm，寬約 1mm，外層瘦果圓柱狀，黑色，不壓扁，有五條主稜及 10 條次級稜，稜上有橫皺紋及微齒，頂端急尖成細喙，內層瘦果淡黃色，柱形，平滑，具 4 條主稜。全部瘦果喙頂有冠毛；冠毛白色，長 8-9mm，與冠毛盤一同早落。

引證標本：Chung 15117, 雲林縣台西海口故事屋 (TAIF)

ca, or, Descriptions of Indian plants, vol 3. Serampore; printed for W. Thacker & Co., Calcutta and Parbury, Allen and Co, London,

Shih, Z. and N. Kilian. 2011. *Launaea*. pp. 20-21. In: D.Z. Chen and T. Shimizu (eds.). Flora of China, Vol. 20-21. Science Press, Beijing & Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

### 謝誌

感謝郭明裕、陳慧珠和王子欣協助野外工作。

### 引用文獻

呂福原。2011。金門植物誌(下) 89-91 頁。金門國家公園管理處。

Kilian, N. 1997. Revision of *Launaea* Cass. (Compositae, Lactuceae, Sonchinea). *Englera* 17: 1-478.

Roxburgh, W. 1832. *Prenanthes*. pp. 403-405. In: W. Carey (ed.). Flora Indi-

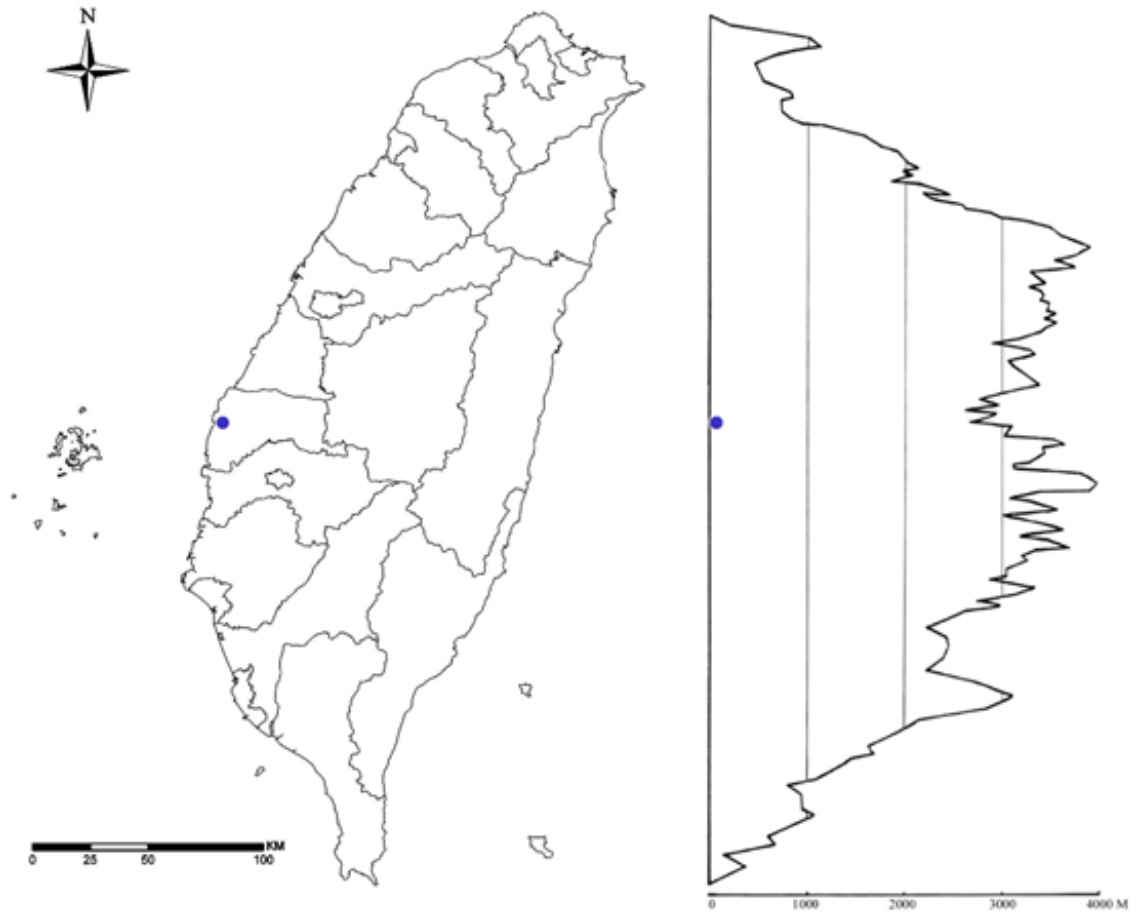


圖 1. 假小喙菊 (*Launaea procumbens* (Roxb.) Ramayya & Rajagopal) 於台灣地區之分布地圖。

Figure 1. Distribution map of *Launaea procumbens* (Roxb.) Ramayya & Rajagopal in Taiwan.

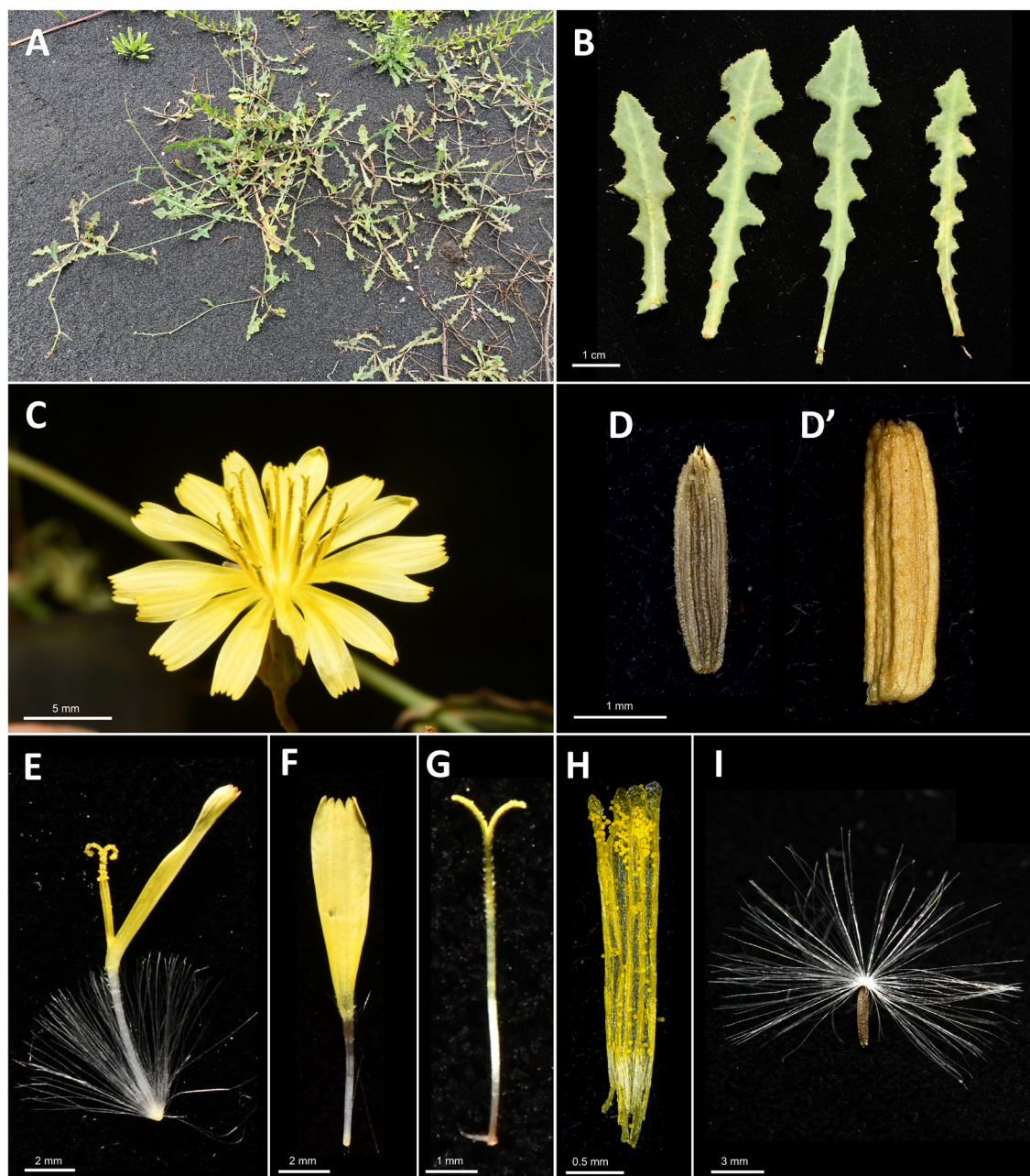


圖 2. 假小喙菊 (*Launaea procumbens* (Roxb.) Ramayya & Rajagopal)

A. 植株。B. 葉。C. 頭狀花序。D. 外層瘦果。D'. 內層瘦果。E. 小花。F. 舌狀花花冠。G. 花柱。H. 聚藥雄蕊。I. 瘦果。

Figure 2. *Launaea procumbens* (Roxburgh) Ramayya & Rajagopal.

A. Habit. B. Leaves. C. Capitulum. D. Outer achene. D'. Inner achene. E. Floret. F. Corolla. G. Style. H. Stamens. I. Achene.

# 「台灣生物多樣性研究」稿約

## 壹、一般說明

- 一、《台灣生物多樣性研究》為行政院農業委員會特有生物研究保育中心出版之學術期刊，歡迎國內外學者發表有關生物多樣性或自然保育之學術論文與有關物種出現資料之資料論文，但未曾曾在其他刊物發表之原創研究及資料為限。
- 二、本刊為網路期刊，隨時接受投稿，並於每年 1 月、4 月、7 月及 10 月在中心網站 ([https://www.tesri.gov.tw/A15\\_2/content/31503](https://www.tesri.gov.tw/A15_2/content/31503)) 刊登發行。
- 三、撰稿中、英文均可，來稿以完整微軟 WORD 格式文稿電子檔傳送至「台灣生物多樣性研究」期刊編輯委員會電子信箱(email: [tjbd@tesri.gov.tw](mailto:tjbd@tesri.gov.tw))。
- 四、經本刊接受刊登之稿件，投稿著作所有列名作者皆同意授權本刊單位以非專屬授權之方式再授權，並得為重製、公開傳輸、授權用戶下載、列印等行為。為符合資料庫之需求，並得進行格式之變更。
- 五、稿件無稿酬，但經刊登之文稿將提供 PDF 檔給作者，不另贈送抽印本。
- 六、來稿由本刊送請相關學者專家審查、簽註意見或修改，如需修改者再送請作者自行補充修正，作者應於收稿 2 週內完成修正，如於收稿 2 個月後仍未將修正稿件寄回者，視同放棄投稿。稿件付印前作者應負責校對。
- 七、通訊作者需在期刊出版前簽署文稿版權轉移同意書給期刊編輯室。

## 貳、文稿章節順序

### 一、學術論文部份

依照 1.題目，2.作者姓名、服務單位、地址，3.通訊作者之 e-mail，4.摘要，5.關鍵詞，6.緒言，7.材料與方法，8.結果與討論(可分列)，9.結論(可省略)，10.謝誌(可省略)，11.引用文獻等順序撰寫；其中 1 至 5 項請中英文並列，本文為中文撰寫者，依先中文後英文順序；本文為英文撰寫者，則先英文後中文。

文章若屬於研究短報(Note)者可不分章節。

### 二、資料論文部份

依照 1. 題目，2. 作者姓名、服務單位、地址，3. 通訊作者之 e-mail，4. 摘要，5. 關鍵詞，6. 物種出現資料之資料集(Dataset)與詮釋資料(Metadata)連結網址，請依據國際共通之達爾文核心集(Darwin Core, DwC)及生態詮釋資料語言(Ecological Metadata Language, EML)格式，儲存於廣用並長存之網路公開空間，如全球生物多樣性資訊機構(GBIF)。

有關資料集，作者應確保其正確性及所有權，並使讀者可讀與清楚瞭解，如有任何異常值或缺少值，應特別標示；有關詮釋資料，至少須包括 1. 資料集概述，2. 資料範圍(含分類、空間、時間等)，3. 採樣方法，4. 智慧財產權聲明，為鼓勵可由使用者自由分享、修改之開放資

料特性，作者應同意完全授權供使用，請參考相關授權資訊，例如：資料集之智慧財產權授權依 Open Data Commons Public Domain Dedication and License (PDDL-By) v1.0 (<http://www.opendatacommons.org/licenses/pddl/1.0/>) 之規定、詮釋資料之智慧財產權授權依 Open Data Commons Attribution License(ODC-By) v1.0 (<https://opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>) 之規定。

- 三、另附標題頁(cover page)，註明簡題(short running title)及作者或聯絡人之姓名、電話、傳真、住址、e-mail 位址。

## 參、文稿結構

- 一、題目以 30 字為限。
- 二、作者中英文姓名之右上角以縮小數字標示服務單位註記。作者的英文姓名需列全名，名在前姓在後；複姓複名者，二字間用“-”相連；作者若為兩人，姓名間以“and”連接；若為三人或以上，除最後一人與其前一人間以“and”連接外，其餘之間以半形逗號連接。
- 三、中英文摘要以 500 字為限，摘要內容應以結果及結論為主，目的及方法可簡潔敘述或省略。避免使用條列式的摘要。
- 四、中英文關鍵詞以 5 個為限。

## 肆、文稿書寫應注意事項

- 一、文稿須以 Microsoft Word 可讀取之軟體編輯，以 A4 (30cm×21cm)白紙單面雙空行(double spaces)列印，文稿之天、地、左、右須留白 3 公分，於每真正下方註記頁碼。
- 二、本文敘述，應用數字編號時，其層次：  
中文用：一、(一)、1、(1)、...  
英文用：I、(I)、1、(1)、A、a、(a)...
- 三、中英文單位請用公制之符號，例如：kg、mg、ml、ppm、pH、cm 等，數值請以阿拉伯數字表示之，年代一律採用西元。
- 四、插圖請用白紙(或繪圖紙)以黑墨水精繪，亦可採電腦製圖，惟須以雷射印表機列印；照片限原始攝影採光面相紙沖印者，幻燈片限用原片；未按規定之插圖致圖片模糊無法製版者不予受理。
- 五、圖片之標題在下方，表格標題在上方，標題需中英文並列，圖的說明應中英文對照另頁繕打，不可附在繪圖及相片上面。本文中圖表順序以圖 1，圖 2，表 1，表 2...，Fig. 1, Fig. 2, Table 1, Table 2, ...等表示。
- 六、圖表內容請用英文，表格不加縱線。圖、表均以 A4 大小列印，定稿後圖、表請送原稿。
- 七、引用文獻以確經引用者為限，文中提到之文獻，請列出姓氏、年代。
- 八、引用文獻書寫方式：先列中、日、韓文，次列西文，其書寫方法按作者、年份、題目、發表刊物名稱(全名，不採用縮寫)、卷期及頁號順序。

- 例：1.中、日文期刊：柳楨、徐國士。1971。台灣稀有及有絕滅危機之動植物種類。中華林學季刊 4(4): 89-96。
- 2.中、日文書籍：徐國士。1980。台灣稀有及有絕滅危機之植物。台灣省教育廳。
- 3.中、日文彙編書籍：徐國士。1987。台灣的稀有植物。周昌弘、彭鏡毅、趙淑妙撰(編)。台灣植物資源與保育 139-157 頁。中華民國自然生態保育協會。
- 4.英文期刊：Clough, B. 1998. Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hinchinbrook Channel, Australia. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 191-198.
- 5.英文期刊：Pimm, S. L. and J. L. Gittleman. 1992. Biodiversity : Where is it ? *Science* 255: 940.
- 6.英文期刊：Baker, C. S., F. Cipriano and S. R. Palumbi. 1996. Molecular genetic identification for whale and dolphin products from commercial markets in Korea and Japan. *Molecular Ecology* 5: 671-685.
- 7.英文書籍：Soule, M. E. and B. A. Wilco. 1980. *Conservation biology: An evolutionary-ecological, approach*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- 8.英文彙編書籍：Jinchu, H. and W. Fuwen. 1990. Development and progress of breeding and rearing giant pandas in captivity within China. pp. 322-325. *In*: H. Jinchu (ed.). *Research and progress in biology of the giant panda*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Sichuan, People's Republic of China.

## Notice to Contributors

### I. General Guides:

1. The Taiwan Journal of Biodiversity is an online journal (January, April, July and October, [http://tesri.tesri.gov.tw/list\\_protect.php](http://tesri.tesri.gov.tw/list_protect.php)) by the Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture. The journal is an academic publication that welcomes the submission of manuscripts of various biological disciplines, including data paper, in the field of biodiversity. The manuscripts are limited to original work and species occurrence data previously unpublished in any other journal.
2. The journal accepts manuscripts written in either Chinese or English. Submission of manuscripts in Microsoft WORD format to be done via email: [tjbd@tesri.gov.tw](mailto:tjbd@tesri.gov.tw)
3. Manuscript submitted will be sent to at least two referees in the field of its specialty for peer review and comments. Revised manuscripts will be reexamined by the Editorial Board. Author(s) are responsible for proof correction of the printer's copy to ensure accuracy.
4. Corresponding author is required to sign a Copyright Transfer Agreement for the paper accepted for publication to the journal publisher, the Endemic Species Research Institute.

### II. Manuscript Preparation:

1. Research paper: Manuscript should be written in a sequence of 1) Title, 2) Authors' full name 3) Author(s) affiliations(s) and address(es), 4) Abstract, 5) Key words, 6) Introduction, 7) Materials and methods, 8) Results, 9) Discussion, 10) Conclusions, 11) Acknowledgements, 12) Literature Cited. Of them 1 to 5 should be written in dual languages, Chinese and English.
2. Data paper: Manuscript should be written in a sequence of 1) Title, 2) Authors full name, 3) Author(s) affiliations(s) and address(es), 4) Abstract, 5) Key words, 6) URL of the website where the dataset and metadata are available. The dataset and metadata should be built in the international standard formats of Darwin Core (DwC) and Ecological Metadata Language (EML). For species occurrence open data repositories, Global Biodiversity Information Facility (GBIF) is suggested. Author(s) must confirm the correctness and authenticity of the data prior to submission. The data should be readable and its meaning obvious for the data user(s). Importantly, if anomalies, outliers, and/or missing values are included in the data, a distinct number or symbol should be used to clearly identify those values. Metadata should be written at least in 1) Dataset content, 2) Coverage (including Taxonomic, Spatial and Temporal aspects), 3) Methods, 4) Intellectual property rights disclaimer. To promote the free dissemination of biodiversity open data, author(s) should not assert any proprietary rights to the dataset and metadata. For example,  

This {DATA(BASE)} is made available under the Open Data Commons Public Domain Dedication and License v1.0. (<http://www.opendatacommons.org/licenses/pddl/1.0/>)

This {DATA(BASE)- NAME} is made available under the Open Data Commons Attribution License v1.0. (<https://opendatacommons.org/licenses/by/1.0/>)
3. Cover page should contain title of manuscript, author name(s), author's (s') affiliation(s),

corresponding author's name, telephone number, fax number and e-mail address, and a short running title.

4. Title should be less than 30 words. Capitalize the first letter of each word except articles, conjunctions and prepositions.
5. Author's name should be first name first followed by surname. For multiple authors, use a comma to separate the names but the last two names by "and."
6. Running title should be less than 50 letters including spaces.
7. Abstract must be a single paragraph not exceeding 500 words.
8. Key words should be no more than 5 words.

### **III. Manuscript Format:**

1. Manuscript must be typed using standard software (Microsoft Word) with top, bottom, left and right. Mark page numbers on the bottom.
2. Manuscript should be typed in a uniform character size. There is no need to differentiate paragraph, title, subtitle or contents by using large or small characters.
3. Measurements should use International System of Units (kg, mg, km, m, cm.... etc.). All numerals or quantities should be expressed in Arabic numbers. Years in the text should use A.D. universally.
4. Figures and tables in the text should be sequenced by Arabic numbers (e.g. Fig.1 and Table 1). Both graphs and photos use same "Fig." designation.
5. Common name of an animal or plant that appears in title and first appears in abstract and text should be accompanied with scientific name. All scientific names in manuscript should be in italics.
6. When citing a reference in text, use surname and year, e.g. (Clough 1998) for single author; use "and" to link authors, e.g. (Pimm and Gittleman 1992) for double authors; and use "et al." e.g. (Baker et al. 1996) for multiple authors. When citing multiple references, separate them with semi-colons in chronological order.
7. Use the following system for arranging references in literature cited.

For journals:

Clough, B. 1998. Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hinchinbrook Channel, Australia. *Mangroves and Salt Marshes* 2: 191-198.

Pimm, S. L. and J. L. Gittleman. 1992. Biodiversity: Where is it? *Science* 255: 910-940.

Baker, C. S., F. Cipriano and S. R. Palumbi. 1996. Molecular genetic identification of whale and dolphin products from commercial markets in Korea and Japan. *Molecular Ecology* 5: 671-685.

For books and symposiums:

Soule, M. E. and B. A. Wilco. 1980. *Conservation biology: An evolutionary-ecological approach*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Jinchu, H. and W. Fuwen. 1990. Development and progress of breeding and rearing giant pandas in captivity within China. pp. 322-325. In: H. Jinchu (ed). *Research and progress in biology of the giant panda*. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Sichuan, China.

8. Table should be typed on a separate sheet and be headed by a title of dual languages (Chinese and English). It consists of only horizontal lines and typed with English terms (if possible) and Arabic numerals. If foot notes are required, mark with superscripts 1, 2, \*, #, etc.
9. Figure should be drawn with black ink on a separate white tracing paper with a figure legend of the dual languages below. Computer graph made from laser printer is acceptable.
10. Photograph should be a glossy black and white shot with sufficient resolution to be clearly legible after reduction. When multiple photos are employed, the author should arrange them in plates. Micrographs should include bars indicating scales of magnification. Photos should be pasted on white A4 paper loosely with the figure legend below.

行政院農業委員會特有生物研究保育中心 編印  
Published by Endemic Species Research Institute,  
Council of Agriculture, Taiwan, R. O. C.

