

# 特有生物研究

(2002年起由年刊改為半年刊)

發行人／湯曉虞

總編輯／賴國祥

執行編輯／(依姓氏筆劃序)

何健鎔、林瑞興、許再文、廖光正  
鄭錫奇、劉靜榆、薛美莉

編輯諮詢委員／(依姓氏筆劃序)

方力行、王穎、王鑫、呂光洋  
呂福原、汪靜明、周昌弘、吳忠宏  
吳錫圭、吳繼光、林曜松、徐國士  
郭幸榮、郭城孟、陳明義、陳章波  
陳擎霞、陳鎮東、黃生、游祥平  
彭鏡毅、楊平世、楊政川、廖一久  
裴家騏、趙榮台、蔡住發、歐辰雄  
蔣鎮宇

英文編輯／蔡住發

助理編輯／羅華娟

出版／農委會特有生物研究保育中心

住址／南投縣集集鎮 552 民生東路 1 號

電話／049-2761331 轉 315

國際網路網址／<http://www.tesri.gov.tw>

印刷／財政部印刷廠

出版日期／中華民國九十七年七月

創刊日期／中華民國八十八年元月

出版登記／局版台誌第一〇二〇七號

定價／新台幣一〇〇元整

展售處／

五南文化廣場 04-22260330

台中市中山路 2 號

國家書店松江門市 02-25180207

台北市松江路 209 號 1 樓

國家網路書店

<http://www.govbooks.com.tw>

特有生物研究保育中心員工消費合作社

集集鎮民生東路 1 號

049-2762490

# ENDEMIC SPECIES RESEARCH

Publisher / Hsiao-Yu Tang

Editor-in-chief / Kwo-Shang Lai

Executive Editors / (in alphabetic order)

Hsi-Chi Cheng, Jen-Zon Ho, May-Li Hshiu,

Tsai-Wen Hsu, Kuang-Jeng Liaw,

Scott Ruey-Shing Lin, Ching-Yu Liou

Advisory Board / (in alphabetic order)

Jung-Tai Chao, Chern-Hsiung Ou,

Ming-Yih Chen, Kurtis Jai-Chyi Pei,

Chang-Po Chen, Ching-I Peng,

Chen-Tung Chen, Kuo-Shih Shiu,

Ching-Shia Chen, Chu-Fa Tsai,

Tzen-Yuh Chiang, Shin Wang,

Chang-Hung Chou, Ying Wang,

Lee-Shing Fang, Ching-Ming Wang,

Shong Huang, Shi-Kuei Wu,

Shing-Rong Kuo, Homer C. Wu,

Chen-Meng Kuo, Chi-Guang Wu,

I-Chiu Liao, Jeng-Chuan Yang,

Yao-Sung Lin, Ping-Shih Yang,

Kuang-Yang Lue, Hsiang-Ping Yu,

Fu-Yuan Lue

English Editor / Chu-Fa Tsai

Assistant Editor / Hua-Chuan Lo

Published by Endemic Species Research

Institute

1 Ming-Shen E. Road, Jiji, Nantou 552,

Taiwan, ROC

Tel: 886-49-2761331

WWW URL: <http://www.tesri.gov.tw>

Printer / Printing Plant, Ministry of Finance

Published in July 2008

GPN: 2009000545

ISSN: 1561-3771

# 太魯閣國家公園五種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用

## Spatial Use of Conifers by Five Alpine Forest Birds in Taroko National Park, Taiwan

陳炤杰<sup>1</sup> 王 穎<sup>2,\*</sup>

Chao-Chieh Chen<sup>1</sup> and Ying Wang<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> 高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系 高雄市三民區十全一路 100 號

<sup>2</sup> 國立台灣師範大學生命科學系 台北市文山區汀州路四段 88 號

<sup>1</sup> Faculty of Biomedical Science and Environmental Biology, Kaohsiung Medical  
University, Kaohsiung, Taiwan

<sup>2</sup> Department of Life Science, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

\* 通訊作者

\* Corresponding author

### 摘 要

從 1991 年 11 月至 1992 年 2 月於太魯閣國家公園中橫段關原至大禹嶺一帶，海拔 2,300-3,000m 之間，利用一套“四位數碼”有系統地記錄 5 種高海拔森林鳥類對針葉樹的空間利用狀況。卡方分析顯示，不管是在高度層次、內外層次或樹木部位上，這 5 種鳥類的覓食頻率分布都出現顯著差異。而標準化殘差檢定進一步鑑定出這 5 種鳥類在高度層次上的差異主要來自於茶腹鳴 (*Sitta europaea*) 比其他鳥種更常利用下層及頂層。而在內外層次及樹木部位上，卡方值主要來自於茶腹鳴與煤山雀 (*Parus ater*) 在覓食頻率分布上出現相反的趨勢。茶腹鳴主要集中在內層的主幹及分枝上，而煤山雀大多出現在外層針葉上覓食。此外，青背山雀 (*Parus monticolus*) 及紅頭山雀 (*Aegithalos concinnus*) 都以小分枝及分枝為主要覓食區，不過青背山雀較集中於中層及外層。而火冠戴菊鳥 (*Regulus goodfellowi*) 的覓食區最分散，幾乎涵蓋整個樹冠層。這 5 種高海拔森林鳥類在非繁殖季時經常形成混種鳥群一起活動，足見在長期演化過程中，鳥種間可藉由資源分配來提升覓食效率，因而能共存共榮於同一個大環境中。

## Abstract

Foraging niches of five alpine forest birds on conifers were investigated with a systematic recording method in the Dayulin area of the Taroko National Park, Taiwan, November 1991 to February 1992. Eurasian nuthatch (*Sitta europaea*) was found to forage on trunks and main branches in the inner zone of the trees. Coal tit (*Parus ater*) was mostly on needles and twigs around the fringes. Both green-backed tit (*Parus monticolus*) and red-headed tit (*Aegithalos concinnus*) were frequently on twigs and branches; but the former tended to use more extensively in the middle and outer zones of the crown. Taiwanese firecrest (*Regulus goodfellowi*) was the most generalistic forager, using almost the whole crown. In the non-breeding season, these five species lived in coniferous forests, and usually foraged in compact flocks of mixed-species. The differences in their foraging niches might be resulted from resource partitioning to increase resources utilization.

**關鍵詞：**山雀、火冠戴菊鳥、茶腹鴨、覓食行爲、區位

**Key words:** tit, Taiwanese firecrest, Eurasian nuthatch, foraging behavior, niche

收件日期：96年12月3日

接受日期：97年4月21日

Received: December 3, 2007

Accepted: April 21, 2008

## 緒 言

鳥類對其環境資源或棲息地的利用一向是生態學研究的重要課題，國內有關森林鳥類在這方面的研究大多著重於鳥相與林相或鳥相與海拔關係的研究(林等 1991；丁 1993；許 1995；方 1996；方 1997；葛及李 2003；Shiu and Lee 2003；Lee *et al.* 2004；Ding *et al.* 2005)，至於探討鳥類與微棲地間關係的研究則明顯較少(Sun 1991；陳 1994；陳 1997)。

國外方面，以MacArthur (1958) 研究美洲鷲科(Parulidae) 鳥類對針葉樹之微棲地利用最為著名，此研究更是生態學教科書中談到區位理論(niche theory)時經常引用的典範。MacArthur

(1958) 發現 5 種外形極其相似的美洲鷲科鳥類對針葉樹各部位的利用比例有很大的差異，而此種資源分配(resource partitioning) (Schoener 1974) 正是這些鳥類可以共同生存於同一片森林中的關鍵。Gibb (1954) 在英國對生活在同一地區的山雀類(*Parus spp.*) 及戴菊鳥(*Regulus regulus*) 所做的研究指出，當其中幾種同時出現時，各鳥種會傾向在各自不同的高度覓食。另外有多篇研究從區位移位(niche shift) 上證明種間競爭的存在(Herrera 1978; Hogstad 1978; Alatalo 1981; Jablonski and Lee 2002)，即當競爭對手不復存在時，覓食區位常常會出現移位的現象。在芬蘭，Alatalo (1981, 1982) 曾針對不同地點的混種鳥群進行覓食區位移位現象的

觀察，發現山雀類及戴菊鳥確實存在種間競爭的行為。而 Alatalo *et al.* (1987) 進一步實施移除試驗，發現一旦將某兩鳥種從混種鳥群中移除後，另外兩鳥種有擴展覓食區位的現象。近年 Jablonski and Lee (1999) 研究韓國山雀類的覓食生態也發現，鳥種間在覓食位置上呈現顯著差異，且各鳥種覓食位置與其體型大小有密切相關，體型較大的種類較傾向於利用主幹及較大的分枝。這些研究顯示當數種相似的鳥類共同利用同一大環境時，各鳥種往往會傾向於利用不同的微棲地或使用不同的覓食方式以降低彼此間的競爭壓力 (Gibb 1960; Schoener 1964, 1974; Wiens 1989; Park *et al.* 2005)。

當相近似的物種生活在同一環境中，又利用類似的食物資源時，物種之間在行為及微棲地的利用上常會有趨異的現象出現 (Snow 1954; Morse 1978)，甚至造成生態隔離 (Weatherley 1963)。在自然界中，競爭現象雖不是顯而易見，不過在某些特殊情況下，競爭者會沿著某一特定的資源軸度排列，例如食物的大小或覓食點的位置等 (Horn and May 1977)。在台灣高海拔針葉林的鳥類社會中，以煤山雀 (*Parus ater*) 及火冠戴菊鳥 (*Regulus goodfellowi*) 為主體的混種鳥群是非繁殖季常見的景象之一。茶腹鳴 (*Sitta europaea*) 及紅頭山雀 (*Aegithalos concinnus*) 經常參與在此種混群中，而青背山雀 (*Parus monticolus*) 也偶爾會出現其中。對於這幾種經常成群出現在針葉樹上覓食的鳥類而言，彼此間是否也會利用不同微棲地呢？本研究利用一套有系統的記錄方式，來探討這 5 種高海拔森林鳥類在空間上對針葉樹的利用情形。

## 材料與方法

### 一、研究地區

調查路段從中部橫貫公路 (台 8 線) 關原停車場經大禹嶺轉中橫霧社支線 (台 14 甲線)

至小風口停車場止，全程約 10 km，海拔在 2,300-3,000m 之間。關原地區之優勢種植物為台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*)，往上則漸次為台灣冷杉 (*Abies kawakamii*) 所取代，其間並夾雜著鐵杉 (*Tsuga chinensis*)、台灣雲杉 (*Picea morrisonicola*) 及華山松 (*Pinus armandii*) 等。

### 二、調查方法

此研究在 1991 年 11 月至 1992 年 2 月間進行，針對 5 種高海拔森林鳥類 (煤山雀、青背山雀、紅頭山雀、茶腹鳴及火冠戴菊鳥) 進行覓食區位之觀察。調查期間，這幾種鳥類大多形成混種鳥群一起活動覓食。一旦發現鳥群，即追蹤觀察之，對每一隻能清楚判定其覓食所在位置的個體，記錄鳥種名及其覓食位置，覓食位置以四位數碼 (four-digit number) 來代表。

我們將針葉樹依樹形結構 (主幹、分枝、小分枝及葉部等) 加以劃分編號，使針葉樹上任一位置都能用一個“四位數碼”來表示 (圖 1)。此“四位數碼”的第一位數代表高度層次 (vertical zone, 表 1)，由下而上將主幹分成 4 段，分別以 1、2、3、4 代表之，即針葉樹的下層 (lower stratum)、中層 (middle stratum)、上層 (upper stratum) 及頂層 (top stratum)。下層為不長分枝之樹幹部分；頂層為樹之末梢，因分枝極短，無法再細分，故將此段分出；中間部分則均分為兩段，即中層及上層。第二位數代表樹冠之內外層次 (horizontal zone)，將從主幹往外長出的分枝依長度由內向外均分為 3 段，記錄時分別以 1、2、3 代表內層 (inner part)、中層 (middle part) 及外層 (outer part)。第三位數進一步細分小分枝，此乃由分枝再長出之較細枝條，也依長度均分為兩段，即接近分枝的內段，和較遠離分枝的外段，分別以 1 及 2 代表之。最後，將葉部分為兩段，1 表著葉小枝 (needled twig)，2 表針葉 (needles)，是為第四位數。因此，-000 代表覓食位置在主幹 (trunk) 上，而--00 及---0 分別代表分枝

(branch) 和小分枝 (twig)，另外 4322 代表最末梢 (tip)，即針葉樹的最頂端。

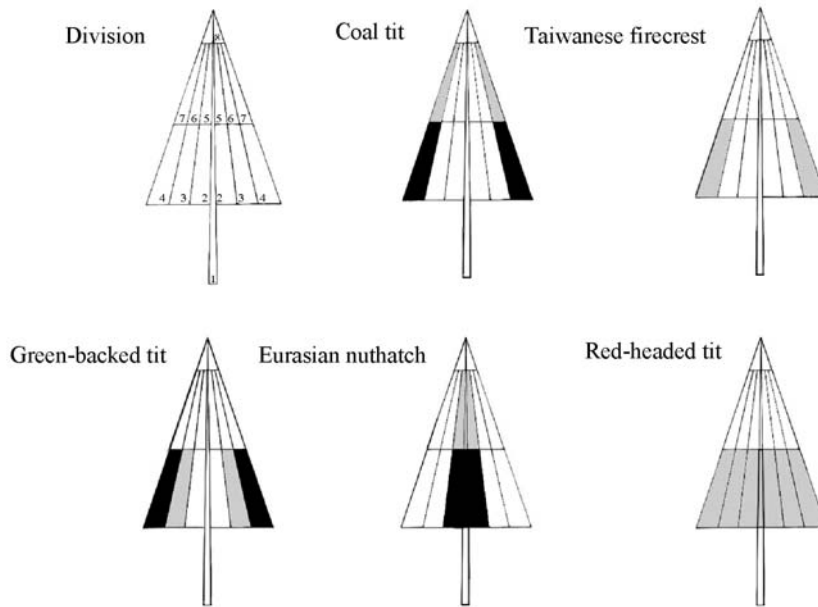


圖 1. 針葉樹分區圖及 5 種高海拔森林鳥類對各分區之利用情形。黑色區塊表示該鳥種有大於 30% 的覓食紀錄出現在該區域，而灰色區塊表示大於 20%。

**Fig. 1.** Eight tree zones of a conifer foraged by five alpine forest birds (dark areas, foraging frequency >30%; gray areas, >20%).

表 1. 記錄鳥類在針葉樹上覓食位置的”四位數碼”所代表的空間特性

**Table 1.** The spatial characteristic of the four-digit number used in recording foraging site of birds in a conifer

Category	Four-digit number	Spatial characteristic
Vertical zone	1 ---	Low stratum
	2 ---	Middle stratum
	3 ---	Upper stratum
	4 ---	Top stratum
	4322	Tip
Horizontal zone	- 1 --	Inner part
	- 2 --	Middle part
	- 3 --	Outer part
	- 322	Fringe (Middle and Upper)
	4022	Fringe (Top)
Tree part	- 000	Trunk
	-- 00	Branch
	--- 0	Twig
	--- 1	Needled twig
	--- 2	Needles

### 三、資料分析

首先我們將所有可能出現的“四位數碼”依針葉樹的高度層次、內外層次及樹木部位 (tree part) 加以歸類 (表 1)。以高度來分, 即視“四位數碼”的第一位數而定: 1--- (表第一位數為 1, 其它三位數可為任何組合) 代表鳥類在針葉樹下層的所有覓食紀錄, 以此類推, 2---、3---和 4---依序為中、上及頂層的所有紀錄。就內外層次而言, 則變化在第二位數: -1-- 為所有在內層的紀錄, 而 -2-- 及 -3--, 依次代表鳥類在樹冠中層和外層的所有覓食紀錄。最後以樹木部位來劃分, -000 代表鳥類在主幹上的所有覓食紀錄, --00 表在分枝上, ---0 表在小分枝上, ---1 為著葉小枝, 而---2 則代表在針葉上的所有覓食紀錄。此外, -322 和 4022 分別代表鳥類在針葉樹樹冠外緣 (fringe) 的覓食紀錄, 因為-322 之位置在樹冠外層、小分枝外段的針葉上, 大約是整棵針葉樹樹冠的外緣部分; 而頂層 (4---) 因分枝過短, 記錄時省略第二位數, 所以 4022 即代表在頂層外緣的針葉上。

本研究共記錄到 4,313 筆資料, 主要利用樹種為台灣二葉松, 不同組合的“四位數碼”有 69 種, 由於太過龐雜, 我們先將所有“四位數碼”依鳥種加以歸類後, 再就針葉樹的高度層次、內外層次及樹木部位等進行分析。並用卡方檢定 (chi-square test) 來檢測鳥種間對高度層次、內外層次及樹木部位的利用情形是否具有的一致性, 顯著水準設為 0.05 (SAS 1989)。另外, 我們用標準化殘差檢定 (test of standardized residuals) 進一步檢視到底是哪些觀察值嚴重偏離期望值, 使得整體卡方值具有顯著性 (Agresti 1990)。一般而言, 當標準化殘差值大於 2 或小於 -2 時, 我們就可以認定該觀察值顯著偏離期望值, 缺乏適性 (lack of fit)。

另外我們也根據高度層次及內外層次進一步將針葉樹由下而上, 由內而外再分成 8 個區塊 (zones, 圖 1), 然後再比較各鳥種對各區塊

的利用情況。並據此畫出這 5 種鳥類對針葉樹的空間利用圖。

## 結 果

就高度層次上的利用而言 (圖 2), 各鳥種大多集中在中、上層 (平均為 54.3% 及 34.4%) 覓食。其中紅頭山雀及青背山雀利用中層的比例最高 (分別為 65.3% 和 62.3%), 青背山雀幾乎不用下層 (0.7%), 而紅頭山雀和火冠戴菊鳥則很少利用頂層 (各為 0.9% 和 1.3%)。此外, 在針葉樹末梢 (4322) 上共記錄到 9 筆資料, 其中 8 筆為煤山雀, 1 筆為青背山雀。

若以內外層次的利用情況來看 (圖 3), 則各鳥種間的差異程度遠較高度層次上的差異來得大。除茶腹鳴最常在內層 (75.8%) 覓食外, 其餘各鳥種利用外層的比例最高 (4 種平均為 50.4%), 其中又以煤山雀居冠 (65.6%)。而紅頭山雀對內外各層的利用比例最為平均。另外在樹冠層外緣針葉上 (包括-322 及 4022) 的覓食紀錄共有 704 筆, 其中以煤山雀及火冠戴菊鳥所占的比例最高, 分別為 60.1% 及 33.9%, 亦分別占該種總覓食次數之 26.2% 及 18.5%。

樹木部位的利用情形, 除主幹外, 其餘各部位被利用的比例相當接近 (圖 4), 分枝、小分枝及葉部被 5 種鳥類利用之平均值各為 27.9%、31.7% 及 27.8%。就各鳥種而言, 茶腹鳴的主要覓食部位在主幹上 (53.1%), 煤山雀和火冠戴菊鳥在葉部 (各為 51.1% 及 41%), 而青背山雀和紅頭山雀則在小分枝上 (各為 45.0% 及 41.2%)。

卡方檢定的結果顯示, 5 鳥種不管是在高度層次 ( $\chi^2=231.7$ ,  $df=12$ ,  $p<0.001$ )、內外層次 ( $\chi^2=943.8$ ,  $df=8$ ,  $p<0.001$ ) 或樹木部位 ( $\chi^2=1963.8$ ,  $df=12$ ,  $p<0.001$ ) 上對各層次或部位的利用頻率分布, 都出現顯著差異。標準化殘差檢定 (表 2) 顯示, 在高度層次上, 茶腹鳴在下層與頂層的標準化殘差值皆大於 2, 顯示茶腹鳴利

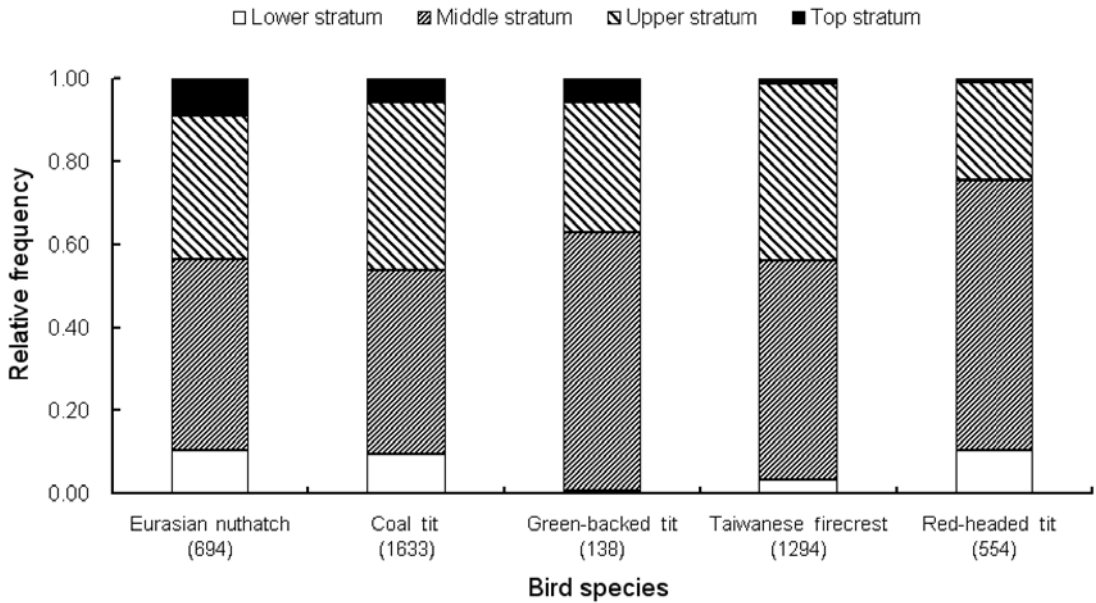


圖 2. 5 種高海拔森林鳥類對針葉樹各高度層次的利用比例，各鳥種的觀察次數列在括弧中。

Fig. 2. Relative foraging frequencies of four vertical zones of a conifer by the five alpine forest birds (sample sizes in parentheses).

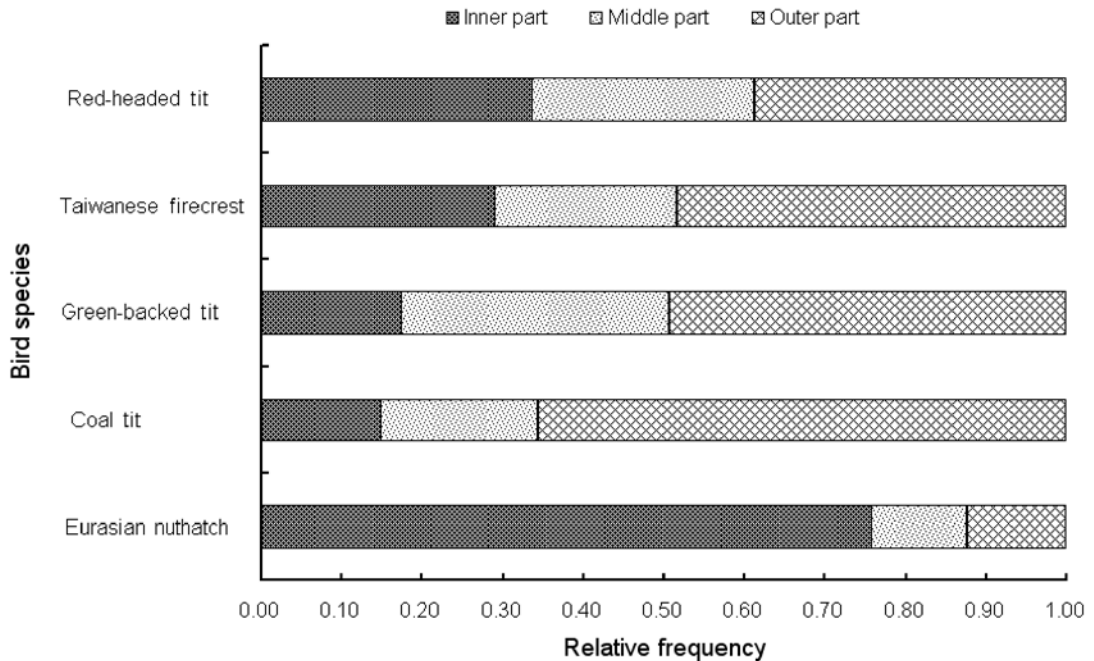


圖 3. 5 種高海拔森林鳥類對針葉樹各內外層次的利用比例，各鳥種觀察次數同圖 2。

Fig. 3. Relative foraging frequencies of three horizontal zones of a conifer by five alpine forest birds (sample sizes same as those in Fig. 2).

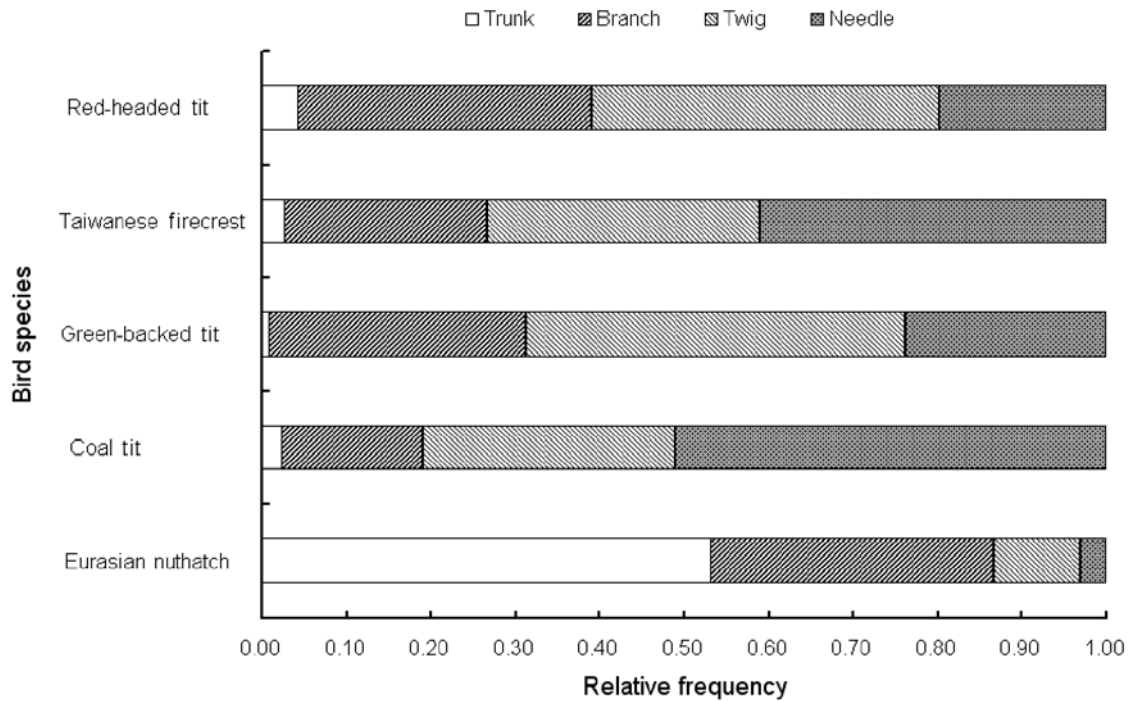


圖 4. 5 種高海拔森林鳥類對針葉樹各部位的利用比例，各鳥種觀察次數同圖 2。

Fig. 4. Relative foraging frequencies of different tree parts of a conifer by the five alpine forest birds (sample sizes same as those in Fig. 2).

表 2. 5 種高海拔森林鳥類在針葉樹各高度層次、內外層次及樹木部位覓食頻率之標準化殘差，僅列出殘差值 < -2 及 > 2 之方格

Table 2. Standardized residuals of foraging frequencies of the five alpine forest birds recorded in vertical zones, horizontal zones and different tree parts of conifers, and values showed only for those cells with standardized residual < -2 or > 2

Bird species	Sample size	Vertical zones				Horizontal zones			Tree parts			
		Low	Middle	Upper	Top	Inner	Middle	Outer	Trunk	Branch	Twig	Needle
Eurasian nuthatch	694	2.61			5.95	20.91	-5.17	-13.52	33.95	4.88	-9.31	-14.28
Coal tit	1633	2.65	-3.36		2.82	-11.93		10.32	-10.39	-6.24		10.60
Green-backed tit	138	-2.91				-2.93	3.24		-3.59		3.37	-2.28
Taiwanese firecrest	1294	-5.50		2.93	-5.25				-8.92			3.33
Red-headed tit	554	2.38	4.87	-5.40	-3.90		3.55	-3.09	-4.74	4.97	5.12	-6.17

用下層及頂層的頻率顯著高於期望值。火冠戴菊鳥在下層及頂層都出現小於-5的標準化殘差值，表示火冠戴菊鳥對這兩個層次的利用頻率遠低於期望值。而紅頭山雀在中、下層的標準化殘差值大於2，上層及頂層卻小於-3，因此平均來說，紅頭山雀較其他4種鳥類較常利用中、下層，而較少利用上層及頂層。在內外層次上，茶腹鳴在內層有高達20.91的標準化殘差值，在外層則小至-13.52；相對地，煤山雀在外層也有高達10.32的標準化殘差值，而在內層卻是-11.93，可見茶腹鳴與煤山雀對內外層次的利用情形剛好出現相反的趨勢，這也是造成內外層次整體卡方值呈顯著差異的主要原因。在樹木部位上，最大的標準化殘差值出現在茶腹鳴與主幹的方格上(33.95)，而茶腹鳴在小分枝及針葉上的標準化殘差值分別是-9.31及-14.28，可見茶腹鳴幾乎只利用主幹，很少利用小分枝及葉部的覓食方式，迥異於其他鳥種，是整個樹木部位卡方值出現顯著差異的主要原因。相對地，煤山雀在針葉上的標準化殘差值也相當高(10.6)，而在主幹上卻很小(-10.39)，可見在樹木部位上仍然是茶腹鳴與煤山雀之間的明顯差異造成卡方檢定之顯著差異。

若就各鳥種對8個區塊的利用情況來看(圖1)，茶腹鳴主要在2、5兩區(共61.3%)中覓食，其中尤以第2區居多(39.4%)，亦可說茶腹鳴大多在中、上層沿主幹及其分枝上覓食。煤山雀以在4、7兩區覓食為主(53.5%)，即針葉樹外層葉部是煤山雀的主要覓食區(圖1)。青背山雀則以3、4兩區(55%)為主要覓食區，即在針葉樹的中層，且有由內向外增加的趨勢；紅頭山雀也是集中在中層覓食，不過卻是平均分散在2、3、4區中(65.3%)；而火冠戴菊鳥最為分散，覓食活動幾乎涵蓋到整個樹冠層，且僅第4區大於20%。

綜合而言，我們可將此5種高海拔森林鳥類在針葉樹上的覓食區位做一劃分(圖5)。若

以各鳥種最常出現的75%區域為一劃分範圍，則茶腹鳴以在主幹及內層較粗的分枝上覓食為主，煤山雀以外層針葉及小分枝為主；火冠戴菊鳥雖然也以在針葉及小分枝覓食為主，其覓食範圍卻橫跨內、中、外三層。而青背山雀及紅頭山雀皆以小分枝及分枝為主，但青背山雀較集中於中、外層，且對葉部的利用比例較紅頭山雀來得多。

## 討 論

不管是在高度層次、內外層次或樹木部位上，5種高海拔森林鳥類對針葉樹的利用情形都出現顯著差異，不過各鳥種在樹木部位上的差異比內外層次及高度層次者來得大。可見樹木部位應該是影響鳥類覓食最主要的棲地選擇因子，因此藉由檢視各鳥種在樹木部位上的利用情形也最能分辨出鳥種間在覓食區位上的差異。我們若把這5種鳥類對樹幹、分枝、小分枝及針葉等各部位的利用程度做一排列，則依序是茶腹鳴、紅頭山雀、青背山雀、火冠戴菊鳥和煤山雀。其中以茶腹鳴與煤山雀在覓食上表現出最大的差異，這也正是造成卡方檢定在樹木部位及內外層次上出現顯著差異的主要原因。

進一步從資源分配的角度來看，主要利用樹幹的有1種(茶腹鳴)，利用枝條的有2種(紅頭山雀和青背山雀)，而主要利用針葉的也有2種(火冠戴菊鳥和煤山雀)。除了主幹被茶腹鳴占據利用外，其餘分枝、小分枝及針葉等被5種鳥類利用的比例也相當平均。因此，就資源分配來說，樹木部位算是相當合理的區隔依據。就形態生態學的觀點來看(Miles and Ricklefs 1984; Winkler and Leisler 1985)，與鳥類覓食最直接相關的棲地因子，應當是鳥類利用的樹木部位。畢竟樹木部位是鳥類實際覓食的部位，與鳥類形態及覓食行為關係最為密切(Moreno and Carrascal 1993)，也是直接影響到牠們

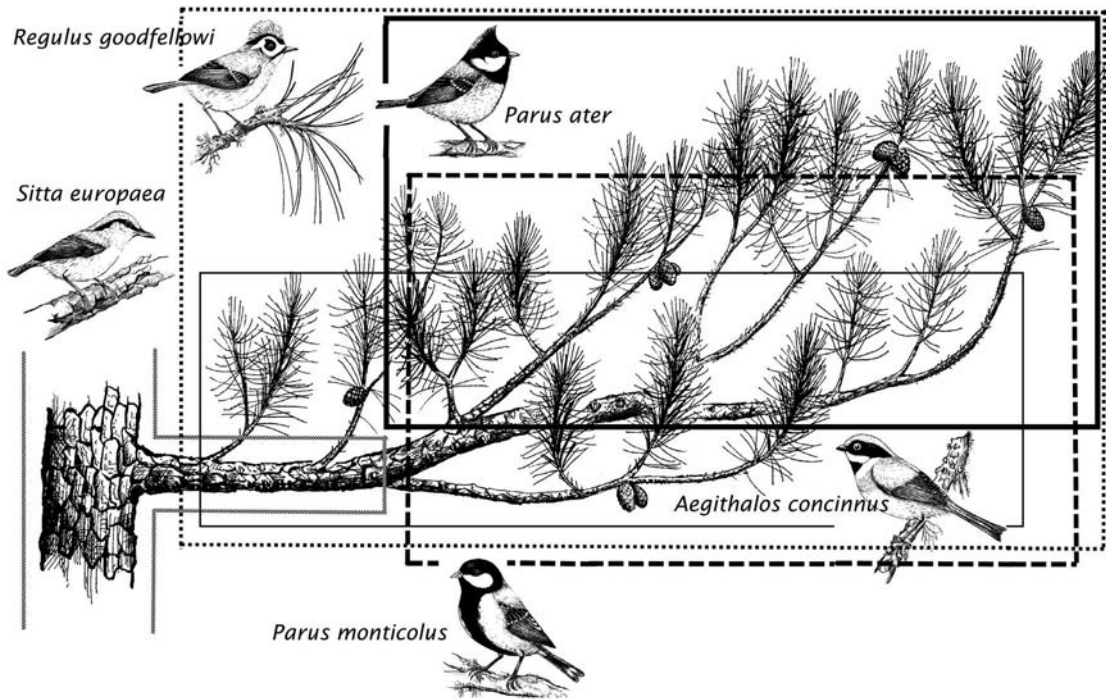


圖 5. 5 種高海拔森林鳥類對針葉樹之空間利用圖。框線內包含該鳥種 75% 以上的覓食頻率。鳥種名如下：茶腹鳴 (*Sitta europaea*)、煤山雀 (*Parus ater*)、青背山雀 (*Parus monticolus*)、火冠戴菊鳥 (*Regulus goodfellowi*) 及紅頭山雀 (*Aegithalos concinnus*)。

Fig. 5. A graphic illustration of spatial segregation of foraging sites in a conifer by the five alpine forest birds (blocks, foraging frequencies  $\geq 75\%$ ).

覓食的外在因素，比較具有生物上的實質意義。而內外層次及高度層次比較像是空間上或物理上的因子，與鳥類形態的關連性可能不像樹木部位那麼直接而強烈。

Wiens (1989) 認為山雀科及戴菊鳥不同的覓食區位跟牠們具有不同的形態結構及覓食行為有很大的關係。不過食物的種類及分布同樣也會影響到鳥類的覓食行為和位置 (MacArthur 1958; Suhonen *et al.* 1992; Díaz *et al.* 1998)，如體型較小的昆蟲大多出現在離地較高或較靠外層的小分枝上 (Whiting 1979)，這使得以這些昆蟲為主食的鳥類也會在較高或較外層的位置覓食。因此各鳥種食性不同，覓食的位置也就不同。Lee and Jablonski (2006) 研究韓國山

雀類之覓食生態，發現各鳥種體型之大小雖然跟高度層次之利用情形並無相關性，但跟內外層次之利用情形却有密切關係。基本上，體型較大的鳥種會出現在較靠樹幹的內層覓食，體型較小的種類則大多在外層覓食，而體型中間的種類則平均散布於內、中、外三層覓食 (Jablonski and Lee 1999; Lee and Jablonski 2006)。本研究中 5 種鳥類的體型 (體重引用自 Lee *et al.* 1998: 茶腹鳴 22.0g、青背山雀 12.3g、煤山雀 9.1g、火冠戴菊鳥 7.0g、紅頭山雀 6.1g) 及其覓食位置大致符合以上之推論，不過體型較小的火冠戴菊鳥及紅頭山雀，反而比青背山雀及煤山雀更常到樹冠內層覓食，可見要徹底了解鳥類形態與覓食區位的關係，還得從其他方

面，如親緣關係、生理生態及天敵壓力等方面去蒐集資料才能得到更完整的解讀。例如 *Suhonen et al.* (1992) 就曾指出捕食壓力對覓食位置的區隔具有潛在的影響，因為較優勢的鳥種幾乎都在中、內層覓食，而體型較小，居劣勢的鳥種則會到外圍覓食。且在外圍覓食的鳥種其警戒的頻率明顯較在內層覓食者來得高 (Ekman 1987)。

MacArthur (1958) 在研究美洲鷲科鳥類的覓食生態時，早已發現鳥種間有明顯的資源分配現象。Morse (1980, 1989) 進一步研究這幾種鳥類之間的互動關係，發現當其中某一種鳥類不在時，另一種鳥類便會往上擴展其覓食區位。他將這種資源分配現象歸因於鳥種間不同的社會地位優勢度 (social dominance)。一般而言，體型較大的鳥種占優勢地位，對資源之利用具有優先權 (Hogstad 1989)。而 Alatalo (1981) 也發現優勢度確實會影響各鳥種的覓食行為，一旦優勢鳥種一出現，較劣勢種類會主動避開而改變其覓食位置。火冠戴菊鳥為台灣特有種，是針葉林混種鳥群的主要構成鳥種之一，本研究發現火冠戴菊鳥以針葉及小分枝為主要覓食部位，其覓食範圍橫跨整個枝條，幾乎涵蓋樹冠的每一部分，可以認定是廣域覓食者 (generalist)。跟歐洲大陸常見的戴菊鳥應該占據相同的生態區位。戴菊鳥絕大部分在針葉上覓食 (Alatalo 1981)，覓食活動也較其他鳥種更平均分散於整個枝條上 (Alatalo *et al.* 1987)。在針葉林鳥類中，因戴菊鳥體型最小，優勢度排在最後 (Alatalo 1981)，是否因而演化出其隨機主義的覓食策略，成為廣域覓食者不得而知。不過從台灣高海拔針葉林鳥類群聚中，火冠戴菊鳥在數量上的優勢情形來看，其覓食策略應該算是相當成功的。

## 結 論

1. 卡方檢定的結果顯示，5 鳥種間不管是對高

度層次、內外層次或樹木部位的利用，都呈現顯著差異， $p$  值皆小於 0.001。進一步的標準化殘差檢定發現，茶腹鳴迥異於其他鳥種，特別集中在主幹上覓食的現象是造成各卡方值具有顯著差異的主要原因。

2. 就高度層次上的利用而言，各鳥種大多集中在中、上層 (平均為 54.3% 及 34.4%) 覓食，鳥種間的差異性比較不像內外層次或樹木部位般顯著。
3. 在內外層次的利用上，茶腹鳴最常在內層 (75.8%) 覓食，煤山雀利用外層的比例最高 (65.6%)，而紅頭山雀對內外各層的利用情形最為平均。
4. 對樹木部位的利用情形，茶腹鳴的主要覓食部位在主幹上 (53.1%)，煤山雀和火冠戴菊鳥在葉部 (各為 51.1% 及 41%)，而青背山雀和紅頭山雀則在小分枝上 (各為 45.0% 及 41.2%)，鳥種間在樹木部位上的覓食差異最為明顯。
5. 若以各鳥種最常出現的 75% 覓食區域來看，則茶腹鳴以在內層主幹及較粗的分枝上覓食為主，煤山雀以外層葉部及小分枝為主。而青背山雀及紅頭山雀皆以小分枝及分枝為主，但青背山雀較集中於中、外層，且對葉部的利用比例也較高。火冠戴菊鳥的覓食區最分散，幾乎涵蓋整個樹冠。

## 謝 誌

本研究為太魯閣國家公園管理處所委託「太魯閣國家公園中、高海拔鳥類資源之調查研究」之部分研究成果。研究期間，感謝保育課黃清波課長及劉瑩三先生提供行政上之支援，並感謝王侯凱先生支援野外調查工作。另高雄醫學大學生物醫學暨環境生物學系邱翰憶繪製圖稿及林建昇和葉冠毅幫忙電腦合成，更使本文增色不少，在此一併致謝。

## 引用文獻

- 丁宗蘇。1993。玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。台灣大學動物學研究所碩士論文。
- 方韻如。1996。森林結構與鳥類群聚的關係——以台灣北部中海拔林相改良作業之影響為例。台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 方正儀。1997。塔塔加地區松林火燒三年後鳥類群聚之研究。台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 林曜松、陳擎霞、盧堅富、梁輝石。1991。太魯閣國家公園動物相與海拔高度、植被之關係研究。內政部營建署太魯閣國家公園管理處。59 頁。
- 陳得康。1994。溪頭地區鳥類種間資源利用區隔之研究。台灣師範大學生物學研究所碩士論文。
- 陳韻如。1997。大雪山地區櫟林帶之大赤啄木覓食生態研究。台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 許皓捷。1995。台灣中海拔山區森林鳥類群聚結構與環境因子之關係。台灣大學動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: 349-361。
- Agresti, A. 1990. Categorical data analysis. John Wiley & Sons, New York.
- Alatalo, R. V. 1981. Interspecific competition in tits *Parus* spp. and the goldcrest *Regulus regulus*: Foraging shifts in multispecific flocks. *Oikos* 37: 335-344.
- Alatalo, R. V. 1982. Evidence for interspecific competition among European tits *Parus* spp.: A review. *Annual Zoological Fennici* 19: 309-317.
- Alatalo, R. V., D. Eriksson, L. Gustafsson and K. Larsson. 1987. Exploitation competition influences the use of foraging sites by tits: Experimental evidence. *Ecology* 68: 284-290.
- Díaz M., J. C. Illera and J. C. Atienza. 1998. Food resource matching by foraging tits *Parus* spp. during spring-summer in a Mediterranean mixed forest; evidence for an ideal free distribution. *Ibis* 140: 654-660.
- Ding, T. S., H. W. Yuan, S. Geng, Y. S. Lin and P. F. Lee. 2005. Energy flux, body size and density in relation to bird species richness along an elevational gradient in Taiwan. *Global Ecology and Biogeography* 14: 299-306.
- Ekman, J. 1987. Exposure and time use in willow tit flocks: The cost of subordination. *Animal Behaviour* 35: 445-452.
- Gibb, J. 1954. Feeding ecology of tits, with notes on treecreeper and goldcrest. *Ibis* 96: 513-543.
- Gibb, J. A. 1960. Populations of tits and goldcrests and their food supply in pine plantations. *Ibis* 102: 163-208.
- Herrera, C. M. 1978. Niche-shift in the genus *Parus* in southern Spain. *Ibis* 120: 235-240.
- Hogstad, O. 1978. Differentiation of foraging niche among tits, *Parus* spp., in Norway during winter. *Ibis* 120: 139-146.
- Hogstad, O. 1989. Social organization and dominance behavior in some *Parus* species. *Wilson Bulletin* 101: 254-262.
- Horn, H. S. and R. M. May. 1977. Limits to similarity among coexisting competitors. *Nature* 270: 660-661.
- Jablonski, P. G. and S. D. Lee. 1999. Foraging niche differences between species are correlated with body-size differences in mixed-species flocks near Seoul, Korea. *Ornis Fennica* 76: 17-23.
- Jablonski, P. G. and S. D. Lee. 2002. Foraging niche shifts in mixed-species flocks of tits in Korea. *Journal of Field Ornithology* 73: 246-252.

- Lee, P. F., T. S. Ding, F. H. Hsu and S. Geng. 2004. Breeding bird species richness in Taiwan: Distribution on gradients of elevation, primary productivity and urbanization. *Journal of Biogeography* 31: 307-314.
- Lee, P. F., T. S. Ding and H. J. Shiu. 1998. Relationship between body mass and body length of resident bird species in Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 9: 67-79.
- Lee, S. D. and P. G. Jablonski. 2006. Spatial segregation of foraging sites in winter mixed-species flocks of forest birds near Seoul, Korea. *Polish Journal of Ecology* 54: 481-490.
- MacArthur, R. H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology* 39: 599-619.
- Miles, D. B. and R. E. Ricklefs. 1984. The correlation between ecology and morphology in deciduous forest passerine birds. *Ecology* 65: 1629-1640.
- Moreno, E. and L. M. Carrascal. 1993. Leg morphology and feeding postures in four *Parus* species: An experimental ecomorphological approach. *Ecology* 74: 2037-2044.
- Morse, D. H. 1978. Structure and foraging patterns of flocks of tits and associated species in an English woodland during the winter. *Ibis* 120: 298-312.
- Morse, D. H. 1980. Foraging and coexistence of spruce-woods warblers. *Living Bird* 18: 7-25.
- Morse, D. H. 1989. American warblers. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Park, C. R, W. S. Lee and T. Hino. 2005. Temporal changes in foraging niche among breeding tits (*Paridae*) in a Korean temperate deciduous forest. *Ornis Fennica* 82(3): 81-88.
- SAS. 1989. SAS/STAT user's guide. Version 6, 4<sup>th</sup> ed., SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schoener, T. W. 1964. The evolution of bill size differences among sympatric congeneric species of birds. *Evolution* 19: 189-213.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27-39.
- Shiu, H. J. and P. F. Lee. 2003. Seasonal variation in bird species richness along elevational gradients in Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 14: 1-21.
- Snow, D. W. 1954. The habitats of Eurasian tits (*Parus* spp). *Ibis* 96: 565-585.
- Suhonen, J., R. V. Alatalo, A. Carlson and J. Höglund. 1992. Food resource distribution and the organization of the *Parus* guild in a spruce forest. *Ornis Scandinavica* 23(4): 467-474.
- Sun, Y. 1991. The non-breeding and breeding bird communities and habitat use in cypress (*Chamaecyparis* spp.) seres, Taiwan [MS thesis]. Humboldt State University, Humboldt, CA.
- Weatherley, A. H. 1963. Notions of niche and competition among animals, with special reference to freshwater fish. *Nature* 197: 14-17.
- Whiting, T. M. 1979. Winter feeding niche partitionment by Carolina Chickadees and Tufted Titmice in east Texas. pp. 331-340. *In*: J. G. Dickson, R. N. Conner, R. R. Fleet, J. C. Kroll and J. A. Jackson (eds.). *The role of insectivorous birds in forest ecosystems*. Academic Press, New York.
- Wiens, J. A. 1989. *The ecology of bird communities*. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Winkler, H. and B. Leisler. 1985. Morphological aspects of habitat selection in birds. pp. 415-434. *In*: M. L. Cody (ed.). *Habitat selection in birds*. Academic Press, San Diego, CA.

# 喜馬拉雅林鴉 (*Strix newarensis*) 繁殖生態學：繁殖、 食性與捕食行為描述

## Breeding Ecology, Food Habit and Hunting Behavior of the Himalaya Wood Owl *Strix newarensis*

林文隆<sup>1</sup> 曾惠芸<sup>2,\*</sup> 王 穎<sup>1</sup> 陳明德<sup>3</sup>

Wen-Loung Lin<sup>1</sup>, Hui-Yun Tseng<sup>2,\*</sup>, Ying Wang<sup>1</sup> and Ming-De Chen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 國立台灣師範大學生命科學系 台北市文山區汀州路四段 88 號

<sup>2</sup> 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路 1 號

<sup>3</sup> 冠華數位科技有限公司 台北縣三重市名源街 57 號 1 樓

<sup>1</sup> Department of Life Science, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

<sup>2</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

<sup>3</sup> Guan Hua Digital Technology Co., Ltd., Sanchong, Taipei, Taiwan

\* 通訊作者

\* Corresponding author

### 摘 要

本研究主要描述稀有猛禽喜馬拉雅林鴉 (*Strix newarensis*) 的繁殖、繁殖期間的食性及捕食行為。於 1996 年 3 月、2003 年 2 月與 2004 年 3 月，在海拔 900-2,600m 間的闊葉林內發現 3 處喜馬拉雅林鴉巢位。喜馬拉雅林鴉每巢產卵 1-2 枚。幼鴉停留在巢中的時間是  $25.3 \pm 2.5$  天。離巢後會棲息於巢區直徑 1,000m 之範圍中長達 4-5 個月。繁殖期間幼鴉的食物主要是哺乳類，以大型鼯鼠類提供的生物量最多 (81.8%)。在繁殖的不同階段，雌雄親鳥有角色上的分工，雌鴉在幼鴉 2 週大以前，以孵蛋、幫幼鴉保暖、處理食物，或是待在巢區附近警戒為主，2 週後才會離巢較遠。雄鴉在幼鴉 2 週大以前主要提供食物，平時則在巢樹附近守衛。育雛期間雌鴉供應的生物量比雄鴉多，而且雌鴉抓大型獵物的比例較雄鴉高。研究期間，總共觀察到喜馬拉雅林鴉成鳥在低處定

點守候、高處尾隨追擊與洞口守候等 3 種捕食行爲。

## Abstract

We found three nests of the Himalaya wood owl (*Strix newarensis*) in deciduous forests in the Central Mountain Ranges of Taiwan at the elevations of 900-2,600m, March 1996, February 2003 and March 2004. Each nest had 1 or 2 eggs. After hatching owlets stayed in the nests for  $25.3 \pm 2.5$  days, and then left the nests but remained in their natal areas (about 1,000m in diameter) for 4-5 months. Male and female owls played different roles in the parental care. Female incubated the eggs, kept owlets warm and manipulated food to feed the owlets for about two weeks after hatching, while male provided food to the female and owlets, and guarded the nest nearby. With increasing in the appetite of the owlets as they rapidly grew, the female left the nest for hunting, and her hunting period and distance became longer and farther with time. During this period both parents provided food for the owlets, but female provided more and larger prey than did by male. The major prey items fed by the parents to the owlets were mammals, of which large flying squirrels was the major food item (81.8%). There were three hunting behaviors of the adult owls: 1) sit and wait at low sites, 2) track and hunt at high sites, and 3) stand at tree holes.

**關鍵詞：**喜馬拉雅林鴉、親代照顧、獵物、獵食行爲

**Key words:** Himalaya wood owl, *Strix newarensis*, parental cares, prey, hunting behaviors

收件日期：96 年 12 月 4 日

接受日期：97 年 3 月 19 日

Received: December 4, 2007

Accepted: March 19, 2008

## 緒 言

喜馬拉雅林鴉 (*Strix newarensis*) 分布於喜馬拉雅山脈、中國、台灣、海南、泰國、婆羅洲、爪哇等地。原分類地位與褐林鴉 (*Strix leptogrammica*) 為同種不同亞種 (Ali and Ripley 1981; Voous 1988; Hume 1991; del Hoyo *et al.* 1999)。但 König *et al.* (1999) 認為這兩種貓頭鷹的形態差異已相當大，足以各自獨立成一個

種。目前已知本種有 *S. n. newarensis*、*S. n. caligata*、*S. n. laotiana* 與 *S. n. ticehursti* 等 4 個亞種，而台灣與海南屬於體型較大的 *caligata* 亞種 (König *et al.* 1999)。有關褐林鴉與喜馬拉雅林鴉在尚未分開前的生態文獻最早首見 Ali and Ripley (1981) 的描述，文中記載褐林鴉 (為本文所指的喜馬拉雅林鴉) 卵的大小 ( $56.2 \text{ mm} \times 45.9 \text{ mm}$ ;  $n=16$ )，並提及謝及柏 (1976) 的書中指出兩性均會參與育雛，但是有關孵卵期

或是其他繁殖的細節並不清楚。謝及柏(1976)也首度描述了台灣地區褐林鴉的食性，記錄包括大鼠、小鼠、大型松鼠、鳥類如竹雞 (*Bambusicola thoracica*)、深山竹雞 (*Arborophila crudigularis*) 等獵物；同時也描述褐林鴉產 2 枚卵，有時 1 枚；記錄 1 巢的孵卵期為 30 天。Voous (1988) 在書中指出，至今仍未有記載褐林鴉是如何獵食，且有關褐林鴉這個種（當然包括當時未分開的喜馬拉雅林鴉）的現況或是保育狀況相當不清楚。König *et al.* (1999) 在其書中提及，喜馬拉雅林鴉也許比較常在接近森林邊緣的空曠地，或是空曠的溪流邊覓食，繁殖期在二到四月，也許整年都成對活動。前面相關文獻資料可以看出，過往對喜馬拉雅林鴉的認知只停留在分布、形值、食性與繁殖（引自謝及柏的著作）的簡單描述。許多書籍的資料可能都是引自別的書籍，突顯出相關研究相當不足 (Baker 1927; Henry 1971; Voous 1988; Hume 1991; del Hoyo *et al.* 1999; Duncan 2003)。而這些作者均強調，對於褐林鴉的生態還是處於相當模糊狀態，亟需深入的研究。

在台灣的紀錄中，喜馬拉雅林鴉最早是 1858 年在台北七星山（海拔 1,120m）發現 (Swinhoe 1863)。謝及柏 (1976) 在其中英對照的「新台灣鳥類指南」一書中，對喜馬拉雅林鴉生態提出初步描述，也是前述提到許多書籍的引用來源。翟 (1977) 首次整理了喜馬拉雅林鴉的分布海拔與林相，其主要棲息在台灣 900-2,600m 較原始的闊葉林，或是闊葉與針葉混生林內。唐 (2003) 在台灣中部高、中、低海拔山區進行的研究顯示，利用聽聲或回播方式在總路線 200 km 共 99 個樣站中（平均 1.5 km 一樣站），喜馬拉雅林鴉總平均數量為 0.075 隻 / 樣站，出現海拔在 1,700-2,300m，數量遠少於另一種中型貓頭鷹-灰林鴉 (*Strix aluco*)。方偉宏 (2005) 指出，過去因為造林及中高海拔過度開墾影響，適合喜馬拉雅林鴉棲息的闊葉林地減少，直接威脅到其族群規模，目前初

估，本種在台灣的數量為 250-1,000 隻，屬於「易危」(vulnerable) 等級 (方 2005)。最近因受到棲地減少或是破碎化的影響，喜馬拉雅林鴉的族群除可能減少外，在分布上也有往中高海拔移棲的趨勢。

台灣在 1989 年起實施野生動物保育法，將本種列為瀕臨絕種保育類野生動物加以保護。然而，喜馬拉雅林鴉並未因為受到保護而有數量增加的趨勢 (姚 1995)，且盜獵的情形仍時有所聞 (詹 2001, 2004)。大型猛禽往往是一生態系穩定的關鍵，通常可以當成指標來反應環境的變化，包括棲地的完整性或均質度。而大型猛禽的研究相當困難，尤其是貓頭鷹的生態研究，需要花費相對比較久的時間來蒐集資料。而唯有透過蒐集猛禽的活動範圍、棲地特性、食物種類、食物可獲得性、繁殖成功條件、幼鳥存活率等資料，才能真正瞭解所需，進而提出具體的保育對策。本種不論在台灣或是世界其他地區，深入研究並不多，相關生態大部分是屬於書中簡單的描述 (Baker 1927; Henry 1971; Voous 1988; Hume 1991; del Hoyo *et al.* 1999; König *et al.* 1999; Duncan 2003)。本文主要經由觀察台灣森林內 3 處喜馬拉雅林鴉的巢，並藉由紀錄呈現其繁殖特性，期望能提供未來保育這種大型貓頭鷹的基礎資料。

## 材料與方法

### 一、繁殖環境

參考 Penteriani *et al.* (2002) 之方式於全島有過紀錄的山區尋找喜馬拉雅林鴉巢位。找到巢位後，以 GPS 定出座標及海拔高。為了避免過度干擾，巢位的形值測量於幼鴉離巢後才進行。而有關巢樹種類、樹高、胸高直徑、巢高等不影響繁殖的項目，則馬上記錄。此外，利用衛星影像圖判斷以巢樹為中心 1,000m×1,000m 內的棲地類型，區分成原始林、次生林、人造林、果園、茶園、溪流、民

宅及道路(不包含林道)。對於其內的樹種亦詳加記錄,並以百分比的方式呈現。

## 二、食性研究

以直接觀察為主 (Penteriani 1997), 輔以蒐集食物殘餘及食糞等方式記錄食性資料 (Marti 1987; Simmons *et al.* 1991; Rutz 2003), 以避免造成偏差 (Real 1996; Redpath *et al.* 2001; Lewis *et al.* 2004; Huang *et al.* 2004, 2006)。消耗的生物量以回推方式 (Marti 1987) 取得, 從林鴉所吃的已知種類於野外捕捉秤重, 或是搜尋博物館資料取其平均值回推。至於無法辨識的物種, 僅記錄數量, 生物量部分則不進行分析。由於幼鴉離巢後, 移動範圍漸增, 因此只蒐集育雛至離巢 30 天內的食性資料。

## 三、捕食行爲

入夜後, 根據以往發現林鴉的經驗, 選擇林鴉較常出現的林道兩側守候, 以直接觀察的方式 (配合 8×30 雙筒望遠鏡), 記錄喜馬拉雅林鴉繁殖期間的捕食行爲, 包括發生的位置及獵物的種類等。

# 結 果

## 一、繁殖環境

於 1996 年 3 月 23 日、2003 年 2 月 26 日與 2004 年 3 月 18 日, 分別在南投翠峰 (121° 11' 13" E, 24° 06' 20" N, 海拔 2,350m)、台中大雪山 (121° 01' 15" E, 24° 17' 04" N, 海拔 2,650m) 與台北坪林 (121° 40' 56" E, 24° 54' 57" N, 海拔 918m) 發現喜馬拉雅林鴉的巢。巢樹依序爲狹葉櫟 (*Cyclobalanopsis stenophylloides*)、紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 與大葉楠 (*Machilus japonica* var. *kusanoi*)。目測樹高依序爲 18m、25m、21m; 胸高直徑分別爲 55 cm、71 cm 與 52 cm。3 巢距地高度依序爲

13m、12m 與 8m。除了紅檜巢型爲樹洞外 (台中大雪山), 其餘兩巢皆位於鳥巢蕨 (*Asplenium nidus*) 上, 鳥巢蕨直徑約 1m。紅檜樹洞爲主幹縱裂型, 洞高、寬與深度分別爲 40 cm×35 cm×70 cm。

各巢區的棲地類型與植被狀況如下: 南投翠峰巢區周邊以原始林及次生林爲主 (81%), 樹種包括紅檜、台灣鐵杉 (*Tsuga chinensis* var. *formosana*)、南洋紅豆杉 (*Taxus sumatrana*)、卡氏櫟 (*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*)、森氏櫟 (*Cyclobalanopsis morri*)、狹葉櫟與鬼石櫟 (*Lithocarpus lepidocarpus*) 等, 另有 11% 爲人造林, 包括台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*) 等; 大雪山巢區周邊同樣以原始林及次生林所占面積最大 (76%), 主要樹種爲紅檜、厚葉柃木 (*Eurya glaberrima*)、狹葉櫟、高山新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*)、昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*)、台灣紅榨槭 (*Acer morrisonense*)、狹瓣八仙花 (*Hydrangea angustipetala*) 等。人造林面積占 21%, 以紅檜、台灣扁柏、台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*)、台灣杉、台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 爲主要造林樹種; 台北坪林巢區周邊同樣以原始林及次生林面積最大 (54%), 但森林面積百分比 (包括原始林、次生林及人造林) 是 3 個已發現巢中最低者 (72%)。樹種爲大葉楠、香楠 (*Machilus zuihoensis*)、紅楠 (*Machilus thunbergii*)、鵝掌柴 (*Schefflera octophylla*)、黃杞 (*Engelhardtia roxburghiana*)、九節木 (*Psychotria rubra*)、水同木 (*Ficus fistulosa*)、白肉榕 (*Ficus virgata*)、澀葉榕 (*Ficus irisana*)、咬人狗 (*Dendrocnide meyeniana*) 等。其次爲人造林 (18%), 主要栽植台灣杉、台灣肖楠 (*Calocedrus formosana*) 等。發現各巢除了天然林與人造林占據面積較大外, 其餘尚有干擾度較高的各類棲地如果園、茶園及道路等 (表 1)。

表 1. 翠峰、大雪山及坪林的喜馬拉雅林鴉巢位周邊棲地類型百分比

**Table 1.** Habitat types (%) around the three nest sites Cuifeng, Dahsuenshan and Pinglin of Himalaya wood owls (elevations in parentheses)

Habitat types	Nest sites		
	Cuifeng (2,350m)	Dahsuenshan (2,650m)	Pinglin (918m)
Primary and secondary forests	81	76	54
Artificial forest	11	21	18
Orchards	6	2	1
Tea plantations			8
Rivers			5
Roads	1	1	2
Buildings	1		5

二、繁殖

3 巢發現時均為孵卵階段，其中有兩巢產卵 1 枚，另外一巢有 2 枚卵（台北坪林）。3 巢最後均孵出 1 隻幼鳥。其中有 1 枚卵（台北坪林）不明原因掉落至地面，雖有裂痕，但並未完全破裂。測量其形質，卵的長短徑分別為 53×45 mm，重量 53g。由於觀察並非從產卵那一刻開始，因此並無法得知確切的孵化期。孵卵大部分是由雌鴉負責，雌鴉白天在巢中孵卵，偶爾有整理羽毛或是翻蛋的行為，完全天黑前約 1 hr 會短暫離開至巢外。雄鴉僅在雌鴉外出時，偶而短暫代替雌鴉孵卵。幼鴉分別在 4 月 10 日（翠峰）、3 月 21 日（大雪山）與 4 月 2 日（坪林）孵化，大約在三月中旬至四月中旬前。雌鴉在幼鴉孵化後 9 至 15 天內會待在

巢中替幼鴉保溫。雌鴉在幼鴉孵化後 18 至 21 天（約 3 週大），除了餵食以外幾乎不待在巢內，且除覓食外，日夜皆在巢樹附近守衛。雌鴉第一次親自帶食物回來是在幼鴉孵化後 13 至 17 天間，之前均由雄鴉將獵得的食物交給雌鴉。育雛期間，食物的處理都是雌鴉負責，雄鴉甚少進入巢位。幼鴉分別在 5 月 5 日（翠峰）、4 月 18 日（大雪山）與 4 月 25 日（坪林）離開巢位（鳥巢蕨範圍與樹洞內），停留在巢中的時間是大約孵化後 23 至 28 天。幼鳥離巢後，仍會停在幾處固定棲枝上發出乞食聲，等待親鳥餵食，因此後育雛期階段並不難發現幼鴉，可以不透過任何追蹤裝置持續觀察 87 至 145 天（幼鴉孵化開始算）（表 2）。

表 2. 喜馬拉雅林鴉雌鴉繁殖期間行為改變狀況

**Table 2.** Durations and behaviors of maternal care of the Himalaya wood owls observed at the three nest sites

Nest sites	Duration of female keeping owlets warm after hatching (days)	Female first brought food to owlets (days after hatching)	Female left the nest (days after hatching)	Nestling period (days)	Duration of follow-up observation (days)
Cuifeng	9	13	21	25	112
Dahsuenshan	13	14	18	28	145
Pinglin	15	17	20	23	87

四月底五月初，可見到除了臉盤為深褐色外，其餘整身幾乎為白毛的小鴉站在巢樹附近(圖 1A)。此時小鴉飛羽剛在增長階段，尾羽則極短，相當不明顯。離巢約 1 個月後(五月底六月初)，除臉盤、翼與尾外，全身仍然以白色為主，背部開始出現褐色斑點的羽毛。這階段飛羽與尾羽都還在持續增長，尾羽已經相當明顯(圖 1B)。離巢兩個月後(六月底七月初)，

飛羽與尾羽大致增長完全，飛羽與尾羽已經是褐色，而且有如成鳥般具有明顯橫斑，胸部的白毛也出現變化，左右兩側出現由細小褐色橫紋構成的兩褐色斑塊(圖 1C)。離巢 3 個月後(七月底八月初)，羽色大致已經接近成鳥，但頭部仍保留部分白毛(圖 1D)。離巢 4 個月後(八月底九月初)，除了頭後頸部還有部分白毛外，其餘形態大致與成鳥相仿(圖 1E)。

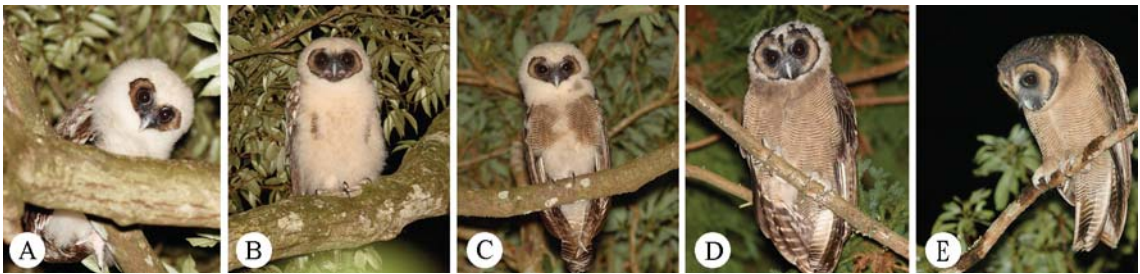


圖 1. 喜馬拉雅林鴉幼鴉剛離巢羽色 (A)；離巢 1 個月羽色 (B)；離巢 2 個月羽色 (C)；離巢 3 個月羽色 (D) 及離巢 4 個月羽色 (E)。

**Fig. 1.** Feather coloration of the Himalaya wood owlet just fledged (A), and about a month (B), two months (C), three months (D), and four months (E) after fledging.

三、繁殖期間雌雄鴉餵食的食物種類與生物量  
 孵卵期間，雄鴉負責供應食物給雌鴉，大部分是小型哺乳類與鳥類。3 巢總計 59 天的觀察，共 70 次的餵食紀錄。雄鴉供應給雌鴉的食物中有一些物種僅能辨識到動物類群，無法辨識至屬或種；在翠峰、大雪山和坪林 3 巢的獵物組成中，這些無法辨識的物種比例分別占了 11.5%、26.1% 與 66.7% (表 3)。雌鴉在孵卵期間有時在巢邊一角進食，偶爾會離開至巢外進食。從幼鴉孵化後至離巢 30 天內，親鳥帶回巢中可辨識的食物種類至少有 11 種哺乳類、6 種鳥類、1 種蜥蜴、3 種蛙類及 2 種昆蟲，總共 47,639g 的生物量 (表 4)。另外，有一些小型獵物因為距離遠的關係，無法辨識，因此僅呈現數量，不列入分析生物量。和孵卵時期雄鴉供應給雌鴉的獵物相比，育雛期間的食性組成中，雄鴉與雌鴉帶回的獵物中分別有 14.7%

及 17.9% 是無法辨識的種類。可辨識的物種中，大赤鼯鼠 (*Petaurista petaurista grandis*)、白面鼯鼠 (*Petaurista alborufus lena*) 與鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*) 的生物量均大於 1,000g，接近甚至超過林鴉本身的重量。繁殖期間，林鴉帶回上述大型獵物 (> 1,000g) 的數量在雌雄間並不相同，雌鴉帶回大型獵物的情形較雄鴉普遍 ( $\chi^2=9.09$ ;  $p=0.0026$ )。

不論是雌鴉或是雄鴉，提供的食物中哺乳類都是小鴉成長階段最主要的食物來源 (數量占 60.3%)，數量次多的是蛙類 (17.6%) 與鳥類 (15.3%)。但以可辨識的物種生物量而言，鳥類的生物量 (2.0%) 較蛙類 (0.7%) 多 (包括無法辨識的種類)。可辨識的物種中，松鼠科提供了 89.1% 的生物量，其中又以大型鼯鼠類供應最多，共計 81.8% 的生物量 (大赤鼯鼠 43.5%；白面鼯鼠 38.3%) (表 4)。

表 3. 孵卵期間雄鴉提供給雌鴉的獵物種類與數量

**Table 3.** Species and numbers of prey items provided by males to females during the incubation periods at the three nests

Prey species	Nest sites		
	Cuifeng	Dahsuenshan	Pinglin
<b>Mammals</b>			
Rats and mice			
<i>Niviventer formosae</i>	8	4	
<i>Niviventer coxingi</i>		1	5
<i>Apodemus semotus</i>	14	11	
Mouse (unidentified)	2		1
Shrews (unidentified)			1
Tree squirrel			
<i>Callosciurus erythraeus</i>		1	
<b>Birds</b>			
<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	1		
<i>Megalaima nuchalis</i>			1
<i>Myiomela leucura</i>			1
Bird (unidentified)	1	6	11
Frog (unidentified)			1
Total	26	23	21
Number of days observed	19	24	16
Number of preys delivery per day	1.37	0.96	1.31

#### 四、捕食行爲

研究期間，總共觀察到 3 種捕食行爲，第一種是定點等待 (sit and wait)，是停在樹木最低矮的橫枝上，等待經過的地面性獸類或是竹雞，這種行爲最常在林道兩側觀察到，也是最常見的一種捕食行爲，共有 21 次的紀錄。第二種方法爲追擊，林鴉是停棲於樹木高層，伺機等待底下滑行的鼯鼠，當鼯鼠一開始滑行，馬上尾隨飛行路徑，等鼯鼠落至樹木底部準備往上攀爬時，在預定往上攀爬的路徑上，飛至捕捉。第三種捕食行爲類似第一種，不同的是發生位置在樹上。林鴉會在冠層追逐鼯鼠，逼迫滑行或是躲入樹洞內，一旦鼯鼠躲入洞內，林鴉會在樹洞的高處或是較隱密的後方橫枝等待捕殺。第二種和第三種捕食行爲僅各觀察到 1 次。

#### 討 論

喜馬拉雅林鴉的繁殖自一月求偶鳴叫開始，至幼鳥離巢時之四至五月份左右，加上觀察到的後育雛期最長可以達 4 個月，因此在一年中，喜馬拉雅林鴉的繁殖期長達 8、9 個月，甚至更久。由於大型猛禽大多屬於少子型，爲確保子代存活，親鳥爲能提供愈久的保護，教導愈多的狩獵技術，因此會拖長後育雛時期，甚至有隔年繁殖的策略 (McCann and Kemp 1994; Overskaug and Bolstad 1999; Dekker and Taylor 2005)。每年繁殖或隔年繁殖策略受制因子除了物種本身外，最主要原因爲食物是否充足。繁殖策略決定族群成長率，直接影響族群規模，目前並無喜馬拉雅林鴉是每年繁殖或是隔年繁殖的相關研究，也無研究指出年齡與繁殖的關係，這些都是未來需要長期追蹤的目標，以有效瞭解族群結構。

表 4. 喜馬拉雅林鴉繁殖期間雌雄鴉提供給幼鴉之獵物種類、數量與生物量

**Table 4.** Numbers and biomass of prey items provided by parents of the Himalaya wood owl to their owlets at the three nest sites

Prey items	Average biomass (g)	Male		Female	
		Number (%)	Biomass (%)	Number (%)	Biomass (%)
<b>Mammals</b>					
Flying squirrels					
<i>Petaurista petaurista grandis</i>	1295	4 (5.3)	5180 (26.8)	12 (21.4)	15540 (54.9)
<i>Petaurista alborufus lena</i>	1522	5 (6.7)	7610 (39.4)	7 (12.5)	10654 (37.6)
<i>Belomys pearsoni kaleensis</i>	217	2 (2.7)	434 (2.2)	1 (1.8)	217 (0.8)
Tree squirrels					
<i>Callosciurus erythraeus</i>	230	7 (9.3)	1610 (8.3)	3 (5.4)	690 (2.4)
<i>Dremomys pernyi owstoni</i>	218	1 (1.3)	218 (1.1)	1 (1.8)	218 (0.8)
<i>Tamias maritimus formosanus</i>	75	1 (1.3)	75 (0.4)		
Rats and mice					
<i>Niviventer coxingi</i>	82	5 (6.7)	410 (2.1)	4 (7.1)	328 (1.2)
<i>Niviventer formosae</i>	95	7 (9.3)	665 (3.4)	3 (5.4)	285 (1.0)
<i>Apodemus semotus</i>	38	13 (17.3)	494 (2.6)	2 (3.6)	76 (0.3)
Mouse (unidentified)		2 (2.7)		1 (1.8)	
Shrews (unidentified)				1 (1.8)	
Weasel					
<i>Mustela sibirica taivana</i>	495	1 (1.3)	495 (2.6)		
Ferret badger					
<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>	1120	1 (1.3)	1120 (5.8)		
<b>Birds</b>					
<i>Bambusicola thoracica</i>	250	1 (1.3)	250 (1.3)		
<i>Columba pulchricollis</i>	220	1 (1.3)	220 (1.1)		
<i>Dentrocopos leucotos</i>	95	1 (1.3)	95 (0.5)		
<i>Otus spilocephalus</i>	80	3 (4.0)	240 (1.2)	1 (1.8)	80 (0.3)
<i>Glaucidium brodiei</i>	70	1 (1.3)	70 (0.4)		
<i>Parus monticolus</i>	20	1 (1.3)	20 (0.1)		
Bird (unidentified)		8 (10.7)		3 (5.4)	
<b>Reptiles</b>					
<i>Japalura</i> sp.	15	1 (1.3)	15 (0.1)		
<b>Frogs</b>					
<i>Bufo bankorensis</i>	22			10 (17.9)	220 (0.8)
<i>Buergeria robustus</i>	13	5 (6.7)	65 (0.3)		
<i>Rana swinhoana</i>	15	1 (1.3)	15 (0.1)	1 (1.8)	15 (0.1)
Frog (unidentified)		1 (1.3)		5 (8.9)	
<b>Insects</b>					
Stag beetles Lucanidae	5	1 (1.3)	5 (<0.1)		
Beetles Coleoptera	5	1 (1.3)	5 (<0.1)	1 (1.8)	5 (<0.1)
<b>Total</b>		<b>75</b>	<b>19311</b>	<b>56</b>	<b>28328</b>

喜馬拉雅林鴉是屬於典型的RSD (reversed sexual dimorphism) 猛禽，根據台灣地區野鳥救傷站及私人鳥園的資料，喜馬拉雅林鴉雌鴉平均體重約 1,359.5g (SD=89.6, n=13)，雄鴉平均體重為 955.9g (SD=81.6, n=9)，雌鴉明顯大於雄鴉 ( $t=10.8, p<0.01$ )。目前對於雌雄雙性形態的假說主要是：(1) 降低食物資源上的競爭 (包括非繁殖期雌雄之間，與繁殖期間幼鳥日攝食量增大，不同體型親鳥提供不同大小食物)；(2) 繁殖階段角色的分工 (Hedrick and Temeles 1989; Sunde *et al.* 2003)。在食物資源競爭上，雖然現在並不了解非繁殖時期的狀態，但就繁殖期而言，雌雄鴉帶回不同大小食物的隻數並不一樣，雌鴉帶回大型獵物的隻數明顯高於雄鴉。整體而言，雄鴉在繁殖初期負責提供滿足自身與配偶及幼鴉食物。之後，隨著幼鳥食物需求增加，體型較大的雌鳥可以獵取較大的獵物，以滿足幼鴉及自身在孵卵育幼初期損失的體重 (Durant *et al.* 2004)。在觀察過程中，從孵卵至幼鴉 2 週大以前，雌鴉負責孵卵、幫幼鴉保溫、處理食物，主要待在巢區附近。雄鴉負責食物的供給及巢外的警戒。等幼鴉約 2 週大時，雌鴉才會離巢較久。此結果似乎也印證了第二個假說的可能性。

不論孵卵期間雄鴉供應雌鴉獵物或是育雛期間雌雄鴉提供幼鴉食物，都有無法辨識的獵物種類，在不同階段無法辨識的數量比例並不相同，這是由於孵卵期間雄鴉會直接將獵物交予在巢中孵蛋的雌鴉，此時提供的獵物多為小型獵物，而雄鴉停留在巢位附近及傳遞給雌鴉的時間過程均較短暫，因此觀察時較難判斷種類；而育雛期間，雄鴉帶回食物後，雌鴉會在巢外接過食物並進行處理，之後再餵給幼鴉，因此可以觀察的時間較長，無法辨識的數量比例會降低。對於生物量而言，這些無法辨識的個體多為小型哺乳類、小型鳥類及蛙類，因此估算餵食的生物量雖然會低估，但應不致相差太多。將來的研究若要降低無法辨識的比例，

可能需要在巢位旁或是巢中以架設監視器的方式來提高辨識力。

大型鼯鼠是喜馬拉雅林鴉繁殖期間相當重要的食物來源，對於林鴉族群而言占舉足輕重角色。美洲瀕危的斑點林鴉 (*Strix occidentalis*) 與天然林的依存密切，主要是因為對鼯鼠的依賴性相當高 (Carey *et al.* 1992)。斑點林鴉本身的稀有性及對環境的需求，均與喜馬拉雅林鴉的情況類似。根據斑點林鴉的保育經驗，推算一對林鴉所需的鼯鼠數量，配合森林區鼯鼠密度的估算，可以比較準確推估現存的族群量。然而，台灣盜獵的情況仍普遍存在山區，鼯鼠更是其中重要的獵捕對象。據部分獵人私下表示，由於林鴉會降低他們狩獵目標的數量，對他們而言是種競爭關係而將之射殺。無論是獵捕鼯鼠導致林鴉食物減少，或是直接殺害林鴉，對此種大型、繁殖時間長且少子的猛禽，衝擊均相當大。因此在未來保育考量上，除林鴉本身生物學研究外，鼯鼠的密度及盜獵情況也需列入評估。

位於營養棲位 (trophic niche) 頂端之大型猛禽，其族群受限的原因，除了食物外，繁殖棲地與領域亦是關鍵 (Krüger and Lindström 2001; Kauffman *et al.* 2004; Rutz *et al.* 2006)，空間資源分配不均或是不連續，會限制高階掠食者的族群擴展 (Dawson *et al.* 1987; Johnson 1992; Robinson 2001)。台灣開發壓力嚴重，中央山脈森林逐步區塊化，導致空間資源分散，彼此之間又無廊道串連，對此種大型貓頭鷹族群規模造成限制。喜馬拉雅林鴉全台初步的調查結果顯示，北部地區 (苗栗以北) 林鴉的密度較中南部高，同時海拔分布也較低，也有較多接近聚落的紀錄。若從地景角度來看，北部山林開墾較少，保護 (留) 區多且集中，有較完整的區塊；中南部地區因開發面積較大，開發的海拔也較高，尤其在中橫一帶高山農場的阻斷相當明顯。喜馬拉雅林鴉是否適應這種破碎帶，究竟限制是來自食物或是繁殖棲地，或

是狩獵，均是保育生物學該重視的課題。

掠食者與牠的獵物間彼此存在許多狩獵與避敵的策略 (Cresswell 1996)。獵物爲了避敵展現的行爲不外乎逃走 (fleeing) 或是不動 (freezing) (Blanchard and Blanchard 1989; Lima and Dill 1990)。從食性結果看出，鼯鼠由於個體生物量大，爲林鴉重要的食物之一，而林鴉使用這3種狩獵方式的頻率與年紀、環境、耗能等條件是否相關，以及鼯鼠對林鴉的捕食方式是否有因應的措施 (如不動或鳴叫表示已掌握掠食者動態) 等，均是未來可以深入研究的方向。

## 謝 誌

感謝兩位委員提供寶貴的修改意見及英審委員細心的修正，在此一併致謝。

## 引用文獻

- 方偉宏。2005。台灣受脅鳥種圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 姚正得。1995。台灣的貓頭鷹。自然保育季刊 10: 34-43。
- 唐一中。2003。褐林鴉與灰林鴉回播對白面鼯鼠鳴叫行爲的影響。屏東科技大學碩士論文。
- 翟鵬。1977。台灣鳥類生態隔離的研究。東海大學碩士論文。
- 詹芳澤。2001。褐林鴉之死—野生動物急救站日記。自然保育季刊 35: 63。
- 詹芳澤。2004。重返高山森林的黑夜霸主—褐林鴉。自然保育季刊 47: 76。
- 謝孝同、柏萊蕭。1976。新台灣鳥類指南。台北北美亞書局。
- Ali, S. and S. D. Ripley. 1981. Handbook of the birds of India and Pakistan Vol. 3 stone curlews to owls (2<sup>nd</sup>). Oxford University press.
- Blanchard, R. J. and D. C. Blanchard. 1989. Anti-predator defensive behavior in a visible burrow system. *Journal of Comparative Psychology* 103: 70-82.
- Baker, E. C. S. 1927. The fauna of British India. Birds IV. London.
- Carey, A. B., S. P. Horton and B. L. Biswell. 1992. Northern Spotted Owls: Influence of prey base and landscape character. *Ecological Monographs* 62(2): 223-250.
- Cresswell, W. 1996. Surprise as a winter hunting strategy in sparrowhawks *Accipiter nisus*, peregrines *Falco peregrinus* and merlins *F. columbarius*. *Ibis* 138: 684-692.
- Dawson, W. R., J. D. Ligon, J. R. Murphy, J. P. Myers, D. Simberloff and J. Verner. 1987. Report of the scientific advisory panel on the Spotted Owl. *The Condor* 89: 205-229.
- Dekker, D. and R. Taylor. 2005. A change in foraging success and cooperative hunting by a breeding pair of Peregrine Falcons and their fledglings. *Journal of Raptor Research* 39 (4): 394-403.
- Duncan, J. R. 2003. Owls of the world- their lives, behavior and survival. Firefly Books. USA.
- Durant, J. M., J. P. Gender and Y. Handrich. 2004. Should I brood or should I hunt: A female barn owl's dilemma. *Canadian Journal of Zoology* 82: 1011-1016.
- del Hoyo, J., A. Elliott and J. Sargatal. 1999. Handbook of the birds of the world. Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona.
- Hedrick, A. V. and E. T. Temeles. 1989. The evolution of sexual dimorphism in animal: Hypotheses and tests. *Trends in Ecology and Evolution* 4: 136-138.
- Henry, G. M. 1971. A guide to the birds of Ceylon.

- 2<sup>nd</sup> edition. London.
- Huang, K. Y., Y. S. Lin and L. L. Severinghaus. 2004. The diet of Besra Sparrowhawk (*Accipiter virgatus*) in Yangminshan area, Northern Taiwan. *Taiwania* 49: 149-158.
- Huang, K. Y., Y. S. Lin and L. L. Severinghaus. 2006. Comparison of three common methods for studying the diet of nestling in two *Accipiter* species. *Zoological Studies* 45(2): 234-243.
- Hume, R. 1991. *Owls of the world*. Parkgate Books Ltd., London.
- Johnson, D. H. 1992. Spotted Owls, Great Horned Owls, and forest fragmentation in the central Oregon Cascades. M. S. Thesis, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- König, C., F. Weick and J. H. Becking. 1999. *A guide to the owls of the world*. Yale University, USA.
- Kauffman, M. J., J. F. Pollock and B. Walton. 2004. Spatial structure, dispersal, and management of a recovering raptor population. *The American Naturalist* 164(5): 582-597.
- Krüger, O. and J. Lindström. 2001. Habitat heterogeneity affects population growth in goshawk *Accipiter gentiles*. *Journal of Animal Ecology* 70: 173-181.
- Lewis, S. B., M. R. Titus and K. Fuller. 2004. A comparison of 3 methods for Assessing raptor diet during the breeding season. *Wildlife Society Bulletin* 32: 373-385.
- Lima, S. L. and L. M. Dill. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: A review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68: 619-640.
- Marti, C. D. 1987. Raptor food habits studies. *In*: Pendleton, B. A., B. A. Millsap, K. W. Chinn and D. M. Bird (eds.). *Raptor management techniques manual*. Washington, DC: National Wildlife Federation.
- Mccann, K. I. and A. C. Kemp. 1994. Hunting behavior of a fledgling Greater Kestrel *Falco rupicoloides* and its mother during the post fledging period. *Ostrich* 65(1): 1-6.
- Overskaug, K. and J. P. Bolstad. 1999. Fledgling behavior and survival in northern tawny owls. *The Condor* 101: 169-174.
- Penteriani, V. 1997. Long-term study of Goshawk breeding population on a Mediterranean mountain (Abruzzi Apennines, Central Italy): Density, breeding performances and diet. *Journal of Raptor Research* 31: 308-312.
- Penteriani, V., M. Gallardo and P. Roche. 2002. Landscape structure and food supply affect Eagle Owl (*Bubo bubo*) density and breeding performance: A case of intra-population heterogeneity. *Journal of Zoology* 257: 365-372.
- Real, J. 1996. Biases in diet study methods in the Bonelli's Eagle. *Journal of Wildlife Management* 60: 632-638.
- Redpath, S. M., R. Clarke, M. Madders and S. J. Thirgood. 2001. Assessing raptor diet: Comparing pellets, prey remains, and observational data at Hen Harrier nests. *The Condor* 103: 184-188.
- Robinson, W. D. 2001. Changes in abundance of birds in a neotropical forest fragment over 25 years: A review. *Animal Biodiversity and Conservation* 24(2): 51-65.
- Rutz, C. 2003. Assessing the breeding season diet of Goshawk *Accipiter gentilis*: Biases of plucking analysis quantified by means of continuous radio-monitoring. *Journal of Zoology* 259: 209-217.
- Rutz, C., R. G. Bijlsma, M. Marquiss and R. E. Kenward. 2006. Population limitation in the

- Northern Goshawk in Europe: A review with case studies. *Studies in Avian Biology* 31: 158-197.
- Simmons, R. E., D. M. Avery, G. Avery. 1991. Biases in diets determined from pellets and remains: Correction factors for a mammal and bird-eating raptor. *Journal of Raptor Research* 25: 63-67.
- Sunde, P., M. S. Bølstad and J. D. Møller. 2003. Reversed sexual dimorphism in Tawny Owls, *Strix aluco*, correlates with duty division in breeding effort. *Oikos* 101: 265-278.
- Swinhoe, R. 1863. The ornithology of Formosa, or Taiwan. *Ibis* 1863: 218-219.
- Voous, K. H. 1988. Owls of northern hemisphere. William Collins and Sons Co., Ltd., London, UK.

水生寡毛類單孔蚓 (*Monopylephorus limosus*)  
的生殖和鹽度致死效應

Reproductive Biology and Salinity Tolerance of the  
Tubificid Oligochaete *Monopylephorus limosus*

林純如<sup>1</sup> 劉和義<sup>2</sup> 劉莉蓮<sup>1,\*</sup>

Chwen-Ru Lin<sup>1</sup>, Ho-Yih Liu<sup>2</sup> and Li-Lian Liu<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 國立中山大學海洋生物研究所暨亞太海洋研究中心黑潮圈之環境變遷與生物多樣性研究群  
高雄市鼓山區蓮海路 70 號

<sup>2</sup> 國立中山大學生物科學系 高雄市鼓山區蓮海路 70 號

<sup>1</sup> Institute of Marine Biology and Asia-Pacific Ocean Research Center - Kuroshio Research Group,  
National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan

<sup>2</sup> Department of Biological Sciences, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan

\* 通訊作者

\* Corresponding author

摘 要

單孔蚓 (*Monopylephorus limosus*) 是一種生物學研究甚少的大體型水生寡毛類，本報告探討單孔蚓之生殖生物學和鹽度致死效應。野外採集的蟲體平均體長為  $3.4 \pm 0.9$  cm，其卵繭之平均含卵數為 9 個，多則可達 19 個，平均卵徑為  $0.35 \pm 0.05$  mm；受精卵於實驗室室溫  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  的孵化率達 86%，9 天可發育成幼蚓破繭而出，孵化 1 天內之幼蚓平均體長為 3.5 mm，飼養 90 天即可成為具生殖能力之成熟個體，此結果顯示單孔蚓的生命週期短且孵化率高。鹽度致死效應結果顯示，單孔蚓無法存活於鹽度大於 15 ppt 之環境超過 15 天，與其在野外主要分布於淡水與半淡鹹水河口區之結果相符。

## Abstract

*Monopylephorus limosus* is a large tubificid oligochaete with little known. This study was intended to investigate its reproductive biology and salinity tolerance under laboratory conditions. The experimental worms collected from fields were  $3.4 \pm 0.9$  cm in length. At temperatures of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , numbers of eggs produced per cocoon ranged from 1-19 with an average of 9 eggs. They took 9 days to hatch at a hatching rate of 86%. The 1-day-old hatchlings were about 3.5 mm in length and took about 90 days to reach reproductive maturity. *M. limosus* has a short life cycle but high reproductive potential. Its maximum salinity tolerance under laboratory condition was 15 ppt, corresponding to that found in fields.

**關鍵詞：**單孔蚓、生殖、鹽度耐受

**Key words:** *Monopylephorus limosus*, reproduction, salinity tolerance

收件日期：97年3月20日

接受日期：97年6月3日

Received: March 20, 2008

Accepted: June 3, 2008

## 緒 言

顫蚓亦稱水生絲蚯蚓，憑其遍體通紅、身體細長的外貌，獲得紅蟲這個俗稱，早在二十幾年前，台灣養殖業已大量使用顫蚓為鱒魚苗、鰻苗與幼蝦等經濟物種之生物餌料。顫蚓屬於環節動物門、環帶綱、寡元亞綱、顫蚓目、顫蚓科 (Annelida, Clitellata, Oligochaeta, Tubificida, Tubificidae)，體呈圓柱狀並由多個體節組成，各體節生有剛毛 (chaeta)；廣泛分布於淡水有機質含量高的水域，小部分棲息於半淡鹹水或海水環境 (梁等 1998)，牠們為雌雄同體異體受精的種類，以頭下尾上的方式生活於底質中，底泥中的有機碎屑為其食物來源，例如：植物腐爛的根葉、動物屍體、藻類或細菌等 (Pasteris *et al.* 1994; 梁等 1998)，露

於水中擺動的尾部可增進氧氣之吸收。

當污染物藉由地表逕流水擴散至環境後，多以沈積物的形式長存於水域中，這將直接影響底棲生物，甚至進入食物鏈，造成生物累積效應 (Burton and Landrum 2003)。顫蚓為底棲無脊椎動物中的優勢種類，因此，Leynen 等人即利用顫蚓來建立生物早期警報系統 (biological early warning system)，主要是以顫蚓行為模式之改變程度來判斷水域中污染物之有無及其濃度 (Leynen *et al.* 1999)；此外，顫蚓族群密度與沈積物中有機碳含量呈鐘形曲線反應 (謝等 1998)，在有機質含量愈高的水域，像畜牧場、農地或家庭的廢水排放口，顫蚓數量就愈多，有些地方密度甚至可達  $9,000$  隻/ $\text{m}^2$  (Kostorek *et al.* 1974)，但當有機質含量過高時，族群數量也可能在瞬間驟降。此外，不同種類

的顫蚓對水域污染的忍受程度亦各異，因此，有學者以單位面積顫蚓的數量作為評估水域污染的指標，像嚴重污染的水域多以顫蚓科的霍甫水絲蚓 (*Limnodrilus hoffmeisteri*) 和正顫蚓 (*Tubifex tubifex*) 為優勢種，而管水蚓 (*Aulodrilus* sp.) 則多出現於中等污染的水域 (梁等 1998)；行政院環保署環境檢驗所於 1992 年出版的台灣河川底棲生物手冊，將顫蚓科列為嚴重污染水域的指標生物。

目前，對顫蚓的瞭解仍以正顫蚓最多，體型較大的單孔蚓 (*Monopylephorus limosus*) 涉獵較少，但本種除了易採集與飼養外，日本、中國、義大利與台灣皆有分布 (Erséus and Hsieh 1997)，極具開發成動物性餌料及應用於環境監測之潛力；因此，本研究探討顫蚓科單孔蚓屬 (*Monopylephorus*) 的單孔蚓之生殖生物學和鹽度致死效應。

## 材料與方法

於 2004 年 7 月至 2005 年 3 月，自高雄縣鳳山市的路旁大排水溝 (22° 36' 12.9" N, 120° 20' 24.3" E) 採集單孔蚓，水溝寬約 1m，深約 0.6m，主要接收家庭廢水及農地排水，水深約 10-40 cm，底泥呈黑色；於採樣點之上下游各 100m 處以 150 ml 採集瓶分別採 1 瓶水樣，另以採樣罐 (直徑 6.2 cm，高 8.5 cm) 採集採樣點上下游各 100m 處排水溝兩側與中央的表層土。將採集的水、土樣置於冰桶中帶回，水樣分析 pH 值、亞硝酸鹽 (Nitrite)、硝酸鹽 (Nitrate)、導電度 (conductivity)，土樣分析有機碳含量。

單孔蚓多分布在水溝岸邊水淺處，並喜好躲藏於枯葉或雜物等固著物的間隙中，因此野外採集時，可直接挖取岸邊覆蓋著枯葉的底泥。於實驗室中，以篩網 (2 mm 網目) 將野外採回之蟲體與底泥分離後，挑出單孔蚓飼養於水族箱 (27×7.5×6.5 cm) 中，底鋪 2.5 cm 厚

的碎洋菜凍飼養基質使蟲體可潛藏其中，飼養密度為 2 worms/cm<sup>3</sup>，加入蒸餾水 (pH=7.1±0.1) 約 70 ml，養殖環境的室溫為 25±2°C，光照 12 hr，每日補充因蒸發而減少的水量，每週更換基質且投餵蟲體總重 5 % 之米糠粉為食物。

在解剖顯微鏡下觀察單孔蚓蟲體之形態，初步挑選體長約 2 cm 之成蟲，以 0.2% 2-phenoxylethanol 鬆弛蟲體，再置於 10% 福馬林 (formalin) 固定 24 hr，蟲體經染色與組織透明化等步驟處理 (Erséus and Hsieh 1997)，再於光學顯微鏡下觀察生殖器官之體節位置；另外，將蟲體固定在含 2.5% glutaraldehyde 的 0.1M 磷酸緩衝液 (pH 7.4) 中 2 hr，經磷酸緩衝液洗滌後，以 1% OsO<sub>4</sub> 進行固定 (Milbrink 1983)，經過酒精脫水後，進行臨界點乾燥 (critical point dried)，乾燥後的標本以鍍膜機 (cool-diode sputter coater)，鍍上一層 200 Å 的金膜，並以掃描式電子顯微鏡 (scanning electron microscopy, SEM) 觀察蟲體體節與剛毛形態。

野外採回的成蟲蓄養於實驗室 1 週後，於飼養槽中放入紙片，以供卵繭 (cocoon) 附著，記錄 10 日內收集到的卵繭數及各卵繭之含卵數，並將部分卵繭挑至含蒸餾水 (distilled water) 之培養皿，於室溫 (25±2°C) 繼續培養，每日更換蒸餾水，並於解剖顯微鏡下觀察記錄卵繭內卵粒之孵化率，另將一部分受精卵粒從卵繭中挑出，於解剖顯微鏡下測量受精卵之卵徑。

單孔蚓之生殖週期變化研究，自 2004 年 7 月至 2005 年 3 月，共 8 個月，取已蓄養在實驗室 1 週之單孔蚓，分 3 組，每組 40 隻 (體重 0.288-0.364g)，飼養於 150 ml 容器 (直徑 6 cm)，底鋪 2.5 cm 厚之碎洋菜凍，加蒸餾水約 30 ml，每日補充蒸發減少的水量，每週更換基質且投餵蟲體總重 5 % 之米糠粉，室溫 (25±2°C) 下、光照 12 hr 養殖，每日記錄各組之產卵繭數及各卵繭之含卵數，連續記錄 35

週。

鹽度致死效應研究，於 2005 年 1 月進行採樣與實驗，鹽度處理分別為 0、5、10、15、20 ppt (parts per thousand)，每組 30 隻蟲體，各 3 重複，以 150 ml (直徑 6 cm) 透明塑膠容器飼養，每組加蒸餾水 25 ml，並以白色塑膠小珠子為基質供蟲體依附，以漸進方式調整鹽度，每日增加 3 ppt 至最終鹽度後，再開始進行實驗，記錄單孔蚓死亡情形，實驗期間不予餵食且每日換水 1/2。每日觀察並記錄單孔蚓死亡情形，不同鹽度處理對單孔蚓存活率之影響則以 ANOVA 之 Duncan's multiple comparison 進行比較，以了解單孔蚓之鹽度忍受範圍。

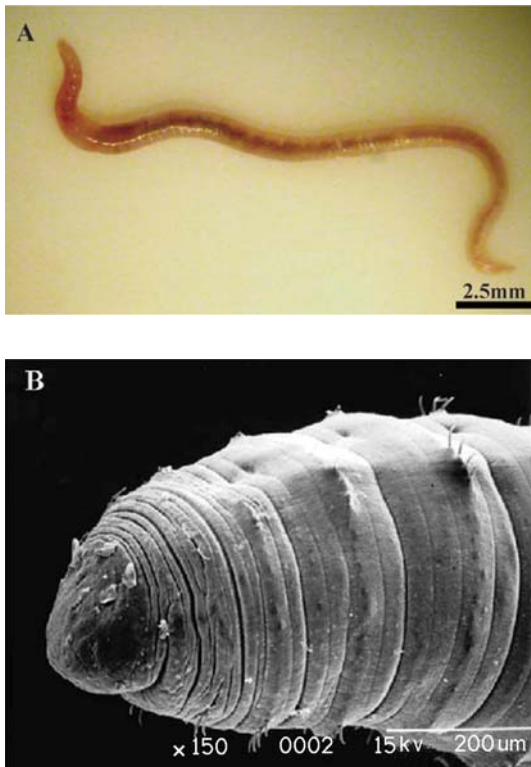


圖 1. 單孔蚓之形態：A, 全貌；B, 頭部掃描式電顯圖。

Fig. 1. *Monopylephorus limosus*: A, external view; B, SEM of head portion (first 5 segments).

## 結 果

本研究之採樣區為一收納農業與家庭廢水的大排水溝，排水溝底部與兩側堆積相當厚實的沈積物，兩側雜草叢生，常可見螺類、昆蟲屍體與腐爛的落葉埋於底泥中，水量不一但皆呈流動狀。分析 2004 年 12 月採得之水樣，pH 值 7.9-8.0，含  $0.11 \pm 0.01$  mg/l 亞硝酸鹽與  $1.07 \pm 0.16$  mg/l 硝酸鹽，導電度為 932-960  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ；不論是排水溝兩側或中央之底泥皆以黏土為主 (66%)，其中有機碳含量為  $3.97 \pm 0.5\%$ ，可明顯聞到其散發出硫化氫 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 的氣味。

單孔蚓屬大型顫蚓，體色不如正顫蚓或蘇氏尾鰓蚓 (*Branchiura sowerbyi*) 鮮紅，而偏乳白色，相當易於辨認；野外採集之蟲體，平均體長為  $33.8 \pm 9.4$  mm (n=50)，其形態如同 Erséus and Paoletti (1986) 與 Erséus and Hsieh (1997) 所描述，體呈圓柱狀，但尾部則較扁平 (圖

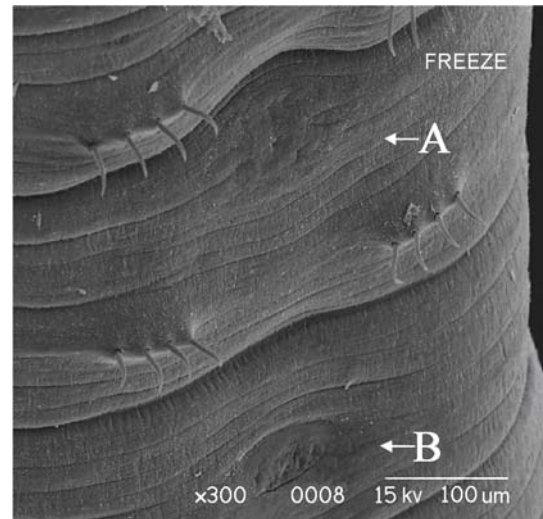


圖 2. 單孔蚓之生殖節腹面形態：A, 第 X 體節之受精囊孔；B, 第 XI 體節之雄性生殖孔。

Fig. 2. SEM of *Monopylephorus limosus*: A, spermathecal pore at segment X; B, male pole at segment XI.

1A), 生殖環帶不明顯, 生殖節位於 X-XI 體節, 受精囊孔與雄性生殖孔小而成對, 分別位於 X 與 XI 體節腹面中線處, 受精囊孔位於 X 體節前端, 而雄性生殖孔則在 XI 體節中央稍後方 (圖 2); 於第二體節起, 每一體節於背腹面各有兩束剛毛, 但第 XI 體節之腹面則無剛毛; 每束剛毛 3-5 根, 但於尾部則為每束 2-3 根; 除了第二體節的剛毛為單枝狀, 其他體節之剛毛皆為雙叉狀, 且上分枝短於下分枝 (圖 3)。

不論在野外或實驗室內, 皆可觀察到單孔蚓將含有受精卵之卵繭產於附著物上 (圖 4)。本研究以碎洋菜凍與紙片為單孔蚓之產卵基質, 能清楚觀察到卵繭包覆的受精卵之發育過程。卵繭為兩端具塞子的透明橢圓形薄膜, 內包著數個受精卵, 以 2004 年 12 月 7 日採集之樣本為例, 10 日內所收集之卵繭, 每個卵繭含卵數由 1-19 個不等, 每個卵繭平均含卵數為 9.2 個 (n=404), 個體之平均每日產卵繭數為 0.05 個, 個體之平均每日產卵數為 0.50 個,

平均卵徑為  $0.35 \pm 0.05$  mm (n=28), 於實驗室狀態下的孵化率達 86 % (n=50); 受精卵於室溫  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  下 9 天可發育成幼蚓破繭而出 (圖 5), 孵化 1 天內之幼蚓平均體長為  $3.5 \pm 0.39$  mm (n=114), 約 90 天即可成為具生殖能力之成熟個體。

實驗室蓄養 35 週 (2004 年 7 月 6 日至 2005 年 3 月 7 日) 之單孔蚓於第 6-9 週及第 35 週皆無蟲體生殖 (n=102) (圖 6), 7 月為生殖高峰期, 其次為 9 月底至 11 月底, 平均產卵繭數最高為含卵數 3 之卵繭 5.33 個 / 組, 各卵繭含卵數普遍為 3-8 個, 少於 2 個或多於 10 個以上皆較少見。

鹽度致死效應實驗結果顯示, 單孔蚓無法存活於鹽度大於 15 ppt 的環境超過 15 天 (圖 7), 在 0-5 ppt 範圍內 21 天之存活率維持在 90%, 而曝露於 10 ppt 15 天內之存活率維持在 90%, 之後逐步降低至 21 天仍有 73 % 的存活率。

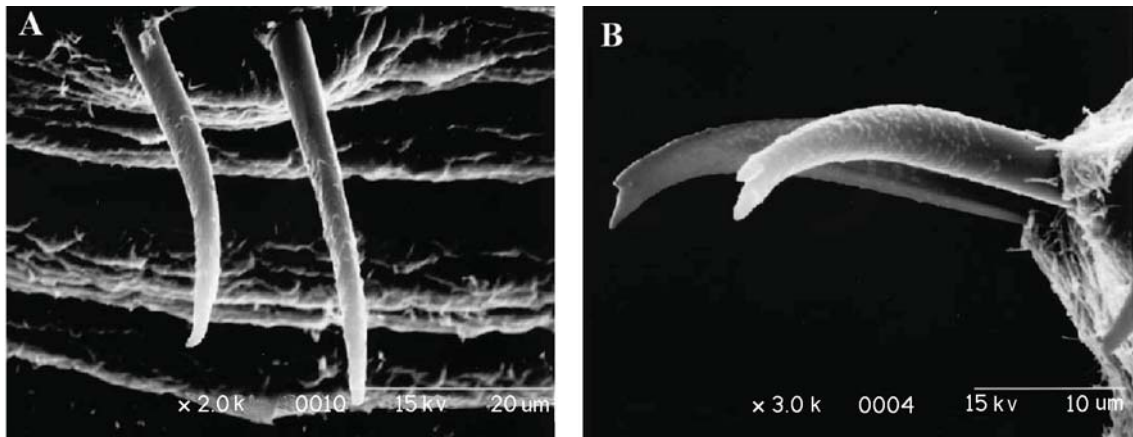


圖 3. 單孔蚓之剛毛形態：A, 第二體節之單枝狀剛毛；B, 雙叉狀剛毛。

**Fig. 3.** SEM of setae of *Monopylephorus limosus*: A, simple-pointed setae in a bundle at segment II ; B, bifid setae.

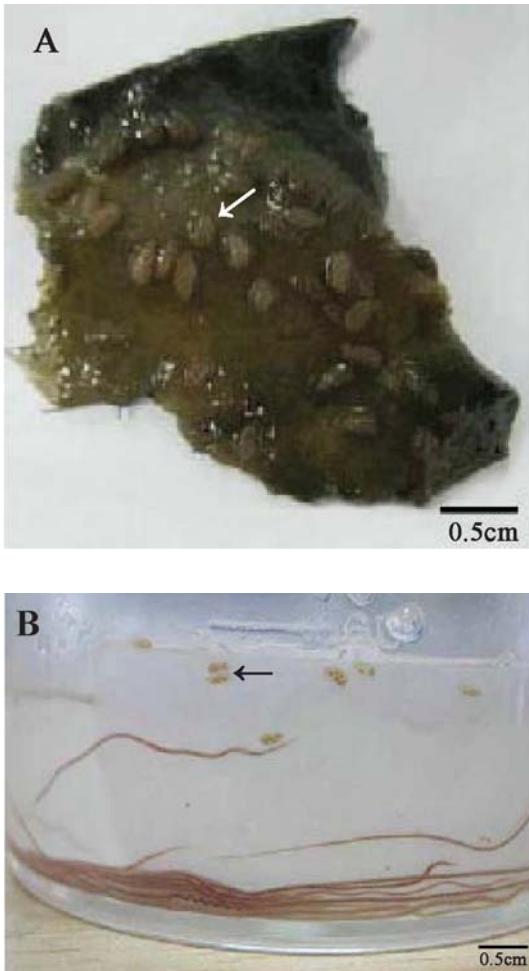


圖 4. 單孔蚓之卵繭形態：A, 野外基質；B, 實驗室洋菜凍基質。

**Fig. 4.** Cocoons of *Monopylephorus limosus* attached on a field substrate (A) and on an agar plate in the laboratory (B).

## 討 論

單孔蚓為底棲水生生物，野外成熟個體的體長紀錄為 1.5-7.0 cm，蟲體含 56-150 個體節，剛毛長度在 37-160  $\mu\text{m}$  之間 (Erséus and Paoletti 1986; Erséus and Hsieh 1997)；本研究於野外採集的蟲體平均體長為  $3.4 \pm 0.9$  cm ( $n=50$ )，與前人研究結果相似；和正顫蚓與霍

甫水絲蚓的小於 2 cm 相比，本種屬大型顫蚓。

本研究亦發現每個卵繭所包覆的卵數不同，少則僅 1 個卵粒，多則可達 19 個，此和范等 (1989) 之 0-59 個卵數 (平均 10 個) 有差異，但和 Erséus and Paoletti (1986) 的 20 個卵粒相近；和正顫蚓相比則較正顫蚓的 4.15 個卵粒多 (Kostorek 1974)。於實驗中發現卵粒若於卵繭外，即不易順利孵化，故卵繭不僅有附著的功用，更能提供受精卵適當的發育環境。

范等 (1989) 指出單孔蚓之受精卵於  $17 \pm 2^\circ\text{C}$  下，需 20 天才能孵化，其孵化率為 80%，約 110 天幼蚓可發育至性成熟個體，但本研究所蓄養之單孔蚓，其受精卵於  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  下僅需 9 天即可孵化，且孵化率達 86%，約 90 天即可成為具生殖能力之成熟個體，相較之下，本實驗的高養殖溫度可促使單孔蚓的生命週期縮短。

Erséus and Paoletti (1986) 在義大利的研究指出單孔蚓繁殖期在春夏季，4 至 6 月為生殖高峰期；范等 (1989) 報導單孔蚓繁殖期為 4-10 月，且於 4 月底至 6 月初、8 月底至 10 月初為生殖高峰期，但本實驗於 7 月與 9 月底至 11 月皆可觀察到旺盛的產卵現象，在 12 月至隔年 2 月仍可發現單孔蚓產下之卵繭，此結果明顯和前二者之研究相異，這可能與蓄養溫度有關，本實驗水溫維持在  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ，而范等 (1989) 蓄養平均溫度在  $6-26^\circ\text{C}$  之間，當水溫低於  $12^\circ\text{C}$  則無產卵繭之紀錄。

單孔蚓於日本、中國、義大利與台灣皆有分布 (Erséus and Hsieh 1997)，台灣最早記錄的單孔蚓是在北部河口紅樹林底泥中採得 (Cheng 1995)，Erséus and Hsieh (1997) 則是在基隆河口潮間帶 12 ppt 下採集到本種，其棲息環境為半淡鹹水水域，但本實驗之採樣點為淡水排水溝，顯示單孔蚓對鹽度的適應範圍廣，自溝渠到河口，淡水至半淡鹹水皆可發現其蹤跡；而本研究鹽度耐受實驗曝露於 10 ppt 下 21 天仍有 73% 的存活率及 Erséus and Paoletti (1986) 鹽度馴化實驗顯示單孔蚓在 35 ppt 中可存活

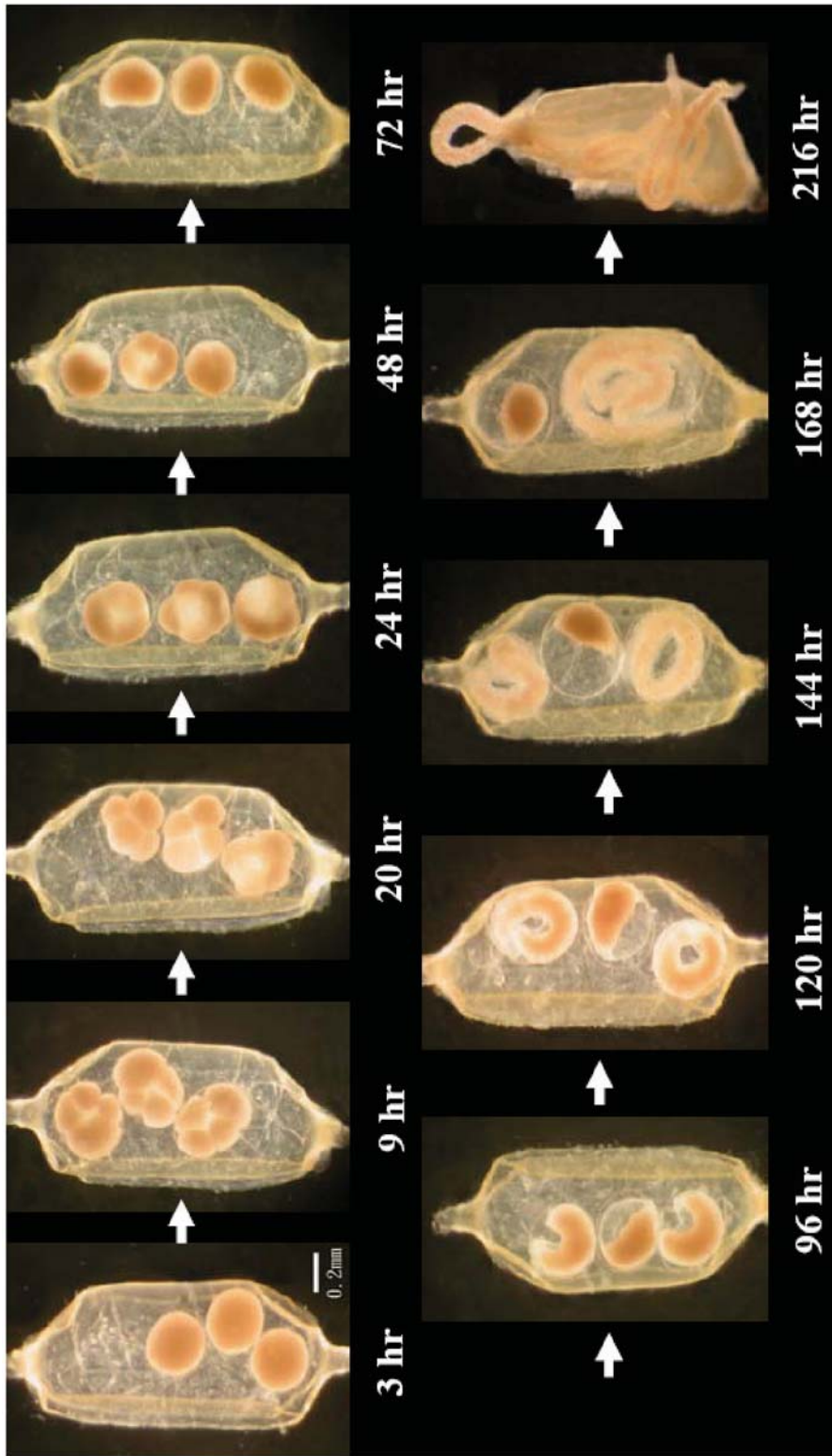


圖 5. 單孔蚓之胚胎發育。  
Fig. 5. The larval development of *Monopylephorus limosus* in a cocoon.

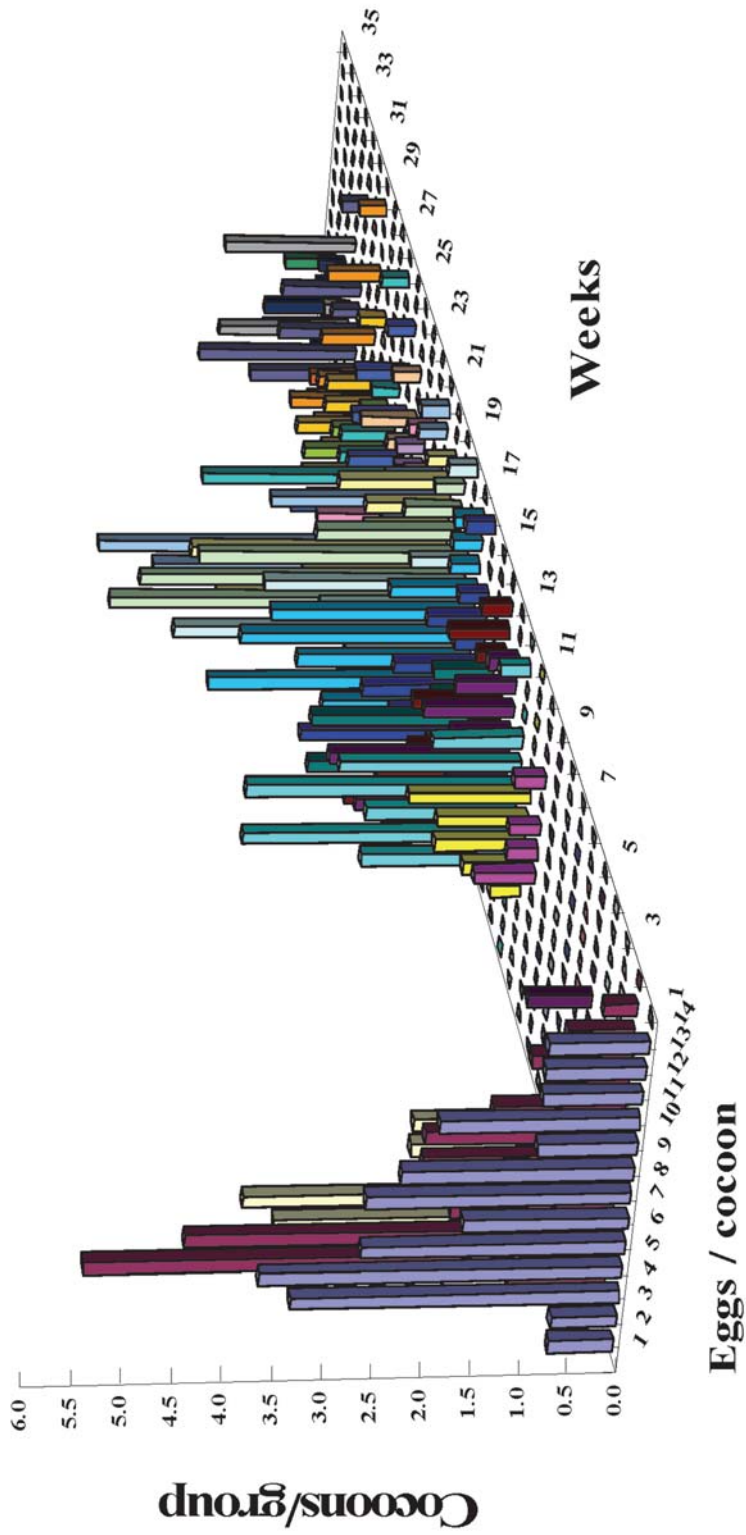


圖 6. 單孔蚓蓄養 35 週 (2004 年 7 月 6 日至 2005 年 3 月 7 日) 之平均產卵繭數。  
 Fig. 6. Mean number of cocoons laid by *Monopylephorus limosus* during the 35-week experimental period (July 6, 2004-March 7, 2005).

(存活期限在文中未敘述)，均支持本種為鹽度適應範圍廣之物種，和同科之柔弱膨管蚓 (*Doliodrilus tener*) 及淺絳單孔蚓 (*Monopylephorus*

*rubroniveus*) 均為廣鹽性物種 (Erséus and Hsieh 1997)。

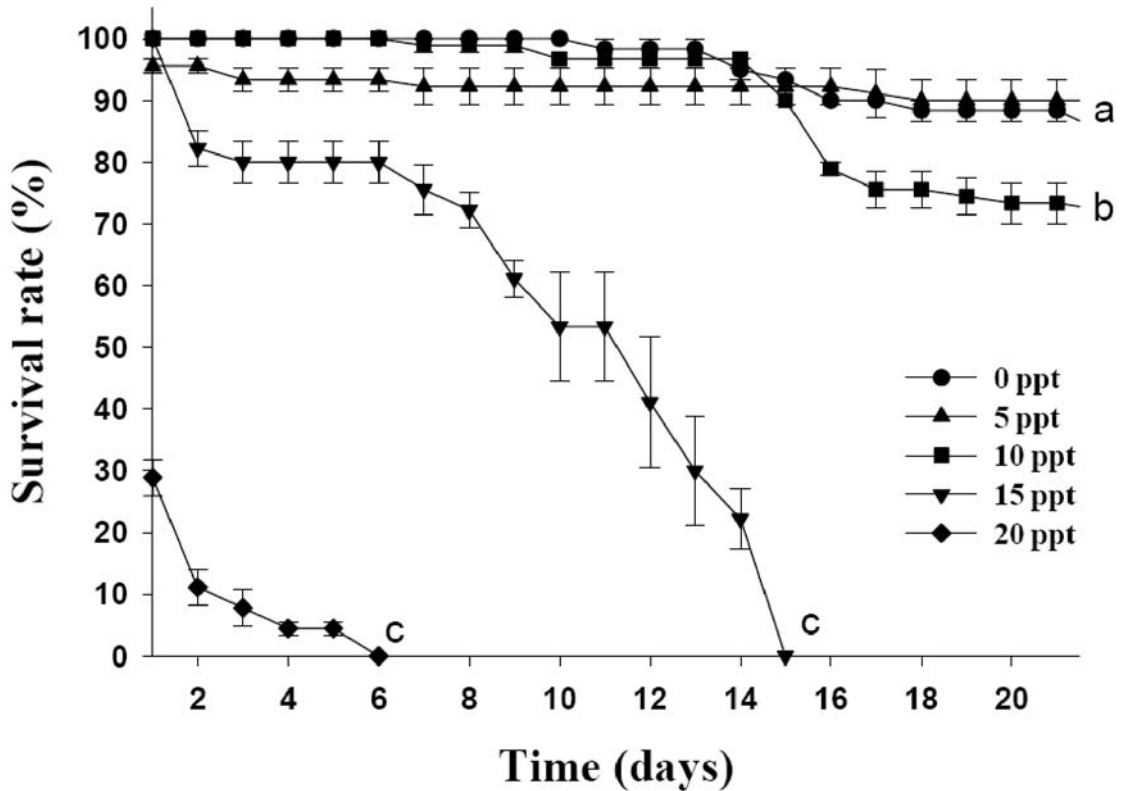


圖 7. 單孔蚓於各鹽度下之存活率。(不同字母表示差異顯著， $p < 0.05$ )。

Fig. 7. Survival rates of *Monopylephorus limosus* exposed to five salinity regimes (different letters a, b and c indicating the significant difference at 5% level).

### 謝 誌

本文得以完成，首先感謝審查委員提供寶貴的意見。感謝周淑華小姐協助野外蟲體收集工作、謝蕙蓮老師花費心力教導實驗操作、Patrick Martin 博士與 Christer Erséus 博士在單孔蚓鑑定上的協助；本研究承蒙國科會計畫 (NSC 96-2621-Z-110 -001)、中山大學亞太海洋研究中心黑潮圈之環境變遷與生物多樣性研

究群及農委會動植物防疫檢疫局提供之經費補助，在此一併致謝。

### 引用文獻

梁象秋、方紀祖、楊和荃。1998。水生生物學 (形態與分類)。水產出版社。  
 范廣鈺、歐陽怡然、徐興林。1989。淡水單孔蚓 *Monopylephorus limosus* 繁殖和發育的

- 研究。浙江水產學院學報 8: 1-7。
- 謝蕙蓮、蔡佩玲、陳瑞賓。1998。第六章、底棲無脊椎動物。陳章波、林志高、楊平世、吳俊宗、邵廣昭、謝蕙蓮、龐元勳撰(編)。淡水河污染整治對生物相群聚動態影響之研究。行政院環境保護署。
- Burton, G. A. and P. F. Landrum. 2003. Toxicity of sediments. pp. 748-751. *In*: G. V. Middleton, M. J. Church, M. Corigilo, L. A. Hardie and F. J. Longstaffe (eds.). Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Cheng, I. J. 1995. The temporal changes in benthic abundances and sediment nutrients in a mudflat of the Chuwei Mangrove Forest, Taiwan. *Hydrobiologia* 295: 221-230.
- Erséus, C. and H. L. Hsieh. 1997. Records of estuarine Tubificidae (Oligochaeta) from Taiwan. *Species diversity 2*: 97-104.
- Erséus, C. and A. Paoletti. 1986. An Italian record of the aquatic oligochaete *Monopylephorus limosus* (Tubificidae), previously known only from Japan and China. *Bollettino di Zoologia* 53: 115-118.
- Kostorek, D. 1974. Development cycle of *Tubifex tubifex* in experimental culture. *Polskie Archiwum Hydrobiologia* 21: 411-422.
- Leynen, M., T. Van den Berckt, J. M. Aerts, B. Castelein, D. Berckmans and F. Ollevier. 1999. The use of Tubificidae in a biological early warning system. *Environmental Pollution* 105: 151-154.
- Milbrink, G. 1983. Characteristic deformities in tubificid oligochaetes inhabiting polluted bays of Lake Vänern, Southern Sweden. *Hydrobiologia* 106: 169-184.
- Pasteris, A., C. Bonacina and G. Bonomi. 1994. Observations on cohorts of *Tubifex tubifex* cultured at different food levels, using cellulose substrate. *Hydrobiologia* 278: 315-320.

## 柴山台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 食用嬰猴屍體紀錄

### Cannibalism of Mother Taiwanese Macaque (*Macaca cyclopis*) on Infant Corpse at Mt. Chai

沈祥仁 蘇秀慧\*

Hsiang-Jen Shen and Hsiu-Hui Su\*

國立屏東科技大學野生動物保育研究所 屏東縣內埔鄉學府路 1 號

Institute of Wildlife Conservation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan

\* 通訊作者

\* Corresponding author

#### 摘 要

本研究報導台灣獼猴母猴食用嬰猴屍體的過程，並且討論可能發生這類行為的原因。柴山猴群中的 1 隻母猴於嬰猴死亡後第二天，將已攜帶 1 天半的嬰猴屍體從腹部撕開一缺口，並食用腐肉，歷時 69 min，食用了腹部與胸部的腐肉及內臟。當母猴食用嬰猴腐肉時，群中 4 隻個體曾聚集圍繞，並有個體趨前嗅聞猴屍，亦因公猴的靠近致使母猴抱著屍體移往他處食用。在野外活動的猴群中，母猴食用嬰猴腐肉之觀察報導少有，由觀察到的母猴食用腐肉時的行為推測，嬰猴屍體對母猴而言已成為一種食物資源，這種食用嬰猴腐肉的行為可能和該棲地與猴群受到高度人類干擾有關。

#### Abstract

In our regular tracking on a group of Taiwanese macaque (*Macaca cyclopis*) at Mt. Chai, we observed cannibalism of a mother macaque on her infant corpse after she carried it around for one and half days. She tore off skin of the corpse with her teeth and consumed the flesh of the chest and abdomen for 69 min. During this period four other monkeys of the group crowded around her, and even one of them took

a smell at the corpse. When the alpha male approached her, she carried the carcass away to avoid him. The infant corpse-eating behavior of the mother and the attention she drew among other members of the group suggested that the infant corpse was considered as food. The occurrence of such cannibalistic behavior might be resulted from damaging impacts of human activities on the primate habit and habitat.

**關鍵詞：**同類互食、食用屍體、台灣獼猴、柴山

**Key words:** cannibalism, corpse-eating, *Macaca cyclopis*, Mt. Chai

收件日期：97年4月17日

接受日期：97年6月30日

Received: April 17, 2008

Accepted: June 30, 2008

台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 是台灣特有的靈長類動物，在分類上屬於猴科 (Cercopithecidae) 獼猴屬 (*Macaca*)，分布於全台各地，從平地至 3,000m 以上的高山皆可看見牠們的蹤跡 (李及林 1987)。台灣獼猴也是台灣除了人類以外唯一的靈長類動物，目前被列為保育類動物 (行政院農業委員會 2007)，應該對此物種之生態、行為與生物學進行廣泛深入的研究，以應用於其保育上。目前對台灣獼猴的研究涵蓋了食性與覓食策略、活動模式、社會行為、種子傳播、作物危害與人猴互動等等 (儲 1998；陳 2000；尤 2000；張 2000；Su and Lee 2001；高 2004)。其中針對特定猴群進行長期追蹤研究的區域，包括了福山試驗林與柴山自然公園，由這些長期的研究能知道台灣獼猴較完整的資料。在許多觀察研究中都記錄到，台灣獼猴在夏季攝取較高比例的動物性食物，曾記錄到食用昆蟲、蜥蜴、鳥蛋和雛鳥等動物性食物 (張 1999；Su and Lee 2001；王 2005；蘇秀慧，未發表資料)，但未曾觀察到食用哺乳動物或腐屍，本篇是目前唯一觀察到台灣獼猴食用嬰猴屍體的紀錄。

在靈長類中，較常被記錄到食用肉類食物

的物種為黑猩猩 (*Pan troglodytes*) 與狒狒 (*Papio anubis*)。黑猩猩主要是以獵食紅疣猴 (*Procolobus pennantii*) 為主 (Goodall 1963)，狒狒則傾向食用剛出生的小型哺乳動物，例如海灣遁羚 (*Cephalophus dorsalis*) (Kudo and Mitani 1985)。一些靈長類，例如黑猩猩 (Norikoshi 1982) 和滇金絲猴 (*Rhinopithecus bieti*) (Xiang and Grueter 2007)，曾被記錄到食用同類的行為，大多是雄性為了獲得交配機會而殺掉嬰猴後再將屍體吃掉 (Hrdy 1974)，並沒有記錄到野外族群中母猴將自己的幼猴屍體吃掉的現象。然而，在實驗室的圈養環境下，粗尾嬰猴 (*Galago crassicaudatus umbrosus*) 的雌性普遍被觀察到吃嬰猴屍體的現象，研究者推論，是因為長期圈養所形成的緊迫，導致母猴失去母性，當嬰猴死後，嬰猴屍體即被視為食物被食用 (Tartabini 1991)。一般靈長類雌性在生下嬰猴之後，會有將胎盤和臍帶吃掉的行為 (Nash 1974；Kemps and Timmerman 1982)，大多數學者認為這是為了要補充生產所花費的能量與躲避掠食者的追蹤 (Kristal 1980)。若有幼猴死亡之狀況，有些母猴會帶著幼猴屍體數天之久，對屍體也會做出理毛、照顧的行為 (Matsuzawa 1992)，但

未曾有報告指出幼猴的屍體為何消失或到哪裡去了？是被母猴棄置他處？或是母猴帶著幼猴屍體後就消失，是否有可能被母猴或其他個體食用？本次台灣獼猴母猴食用嬰猴屍體之紀錄，觀察到台灣獼猴食用動物腐屍，也是目前唯一一筆記錄到母猴對死亡嬰猴處置的詳細紀錄。

於 2006 年 7 月始，即對柴山特定猴群進行追蹤觀察與個體辨認。該猴群由 5 隻成年公猴、16 隻成年母猴及其幼猴，共約 45 隻個體所組成，母猴間有線狀位序。除了食用天然食物以外，該猴群亦經常在人類休息站週遭活動，食用人類直接或間接提供的食物，包括地上的人類食物殘渣、狗食與垃圾，且經常被特定的餵食者餵食麵包、黃豆、水果等食物。猴群在活動中常與人類、野狗及其他猴群對峙或



圖 1. 母猴與嬰猴屍體。

Fig. 1. Mother and the dead infant.

5 月 27 日 (母猴攜帶嬰猴屍體之第二天) 嬰猴屍體已呈現紫黑色，13:14 時觀察到母猴握住嬰猴屍體的腳和頭，並且吸吮從屍體腹部流出的屍水，接著用牙齒在腹部咬出一道橫向的細長開口，並用舌頭舔食從傷口流出的血水約 1 min 後，再用牙齒撕開傷口周圍的皮膚，

互相攻擊，群中個體也常出現嚴重的身體外傷，部分個體的腹部有類似瘤狀的突起 (可能是脂肪堆積所致)，而食嬰母猴背部有疑似人類攻擊所造成的傷口。

研究者 (沈) 於 2007 年 5 月 26 日星期六 05:06 觀察柴山猴群時，發現群內 1 隻中位階母猴帶著嬰猴屍體移動 (圖 1)，此嬰猴並非該母猴的第一隻子代。由於前一日 (25 日) 並未觀察到該母猴有新出生之嬰猴，所以推測嬰猴是在 25 日下午七點至 26 日上午五點間出生後不久即死亡，或在生出時已經死亡。26 日當天曾觀察到母猴多次翻弄嬰猴屍體 (圖 2)，並對其進行理毛行為，當母猴離開嬰猴屍體時，母猴所屬母系之成員與其他高位階的幼猴皆曾靠近觀察嬰猴屍體，且做出嗅聞嬰猴屍體的行為。



圖 2. 嬰猴屍體。

Fig. 2. The infant corpse.

用手將腹部的肉擠出至完全外露後，即開始食用嬰猴屍體的腐肉 (圖 3，圖 4)。1 隻成年雌猴、1 隻成年公猴與 2 隻幼猴曾靠近且觀看母猴食用屍體，而母猴則左顧右盼 (圖 5) 且快速吞食腐肉，甚至為了躲避成年公猴而抱著剩下的屍體移動到他處食用。



圖 3. 母猴用牙齒撕咬嬰猴屍體腹部。

**Fig. 3.** Mother torn off the skin of the infant corpse with teeth.



圖 4. 母猴用手翻開嬰猴屍體的外皮並將腐肉擠出。

**Fig. 4.** Mother turned over the skin of the infant corpse and squeezed flesh out for consumption.

當母猴在食用屍體時，靠近且嗅聞屍體的成年雌猴為母猴姐姐的女兒，此時母猴並沒有因此而停止進食行為，該雌猴嗅聞猴屍後即離去。但當公猴靠近母猴時，母猴立即停止食用腐肉，抱著剩下的屍體快速移動到樹上後才繼續食用腐肉。13:46 當母猴從樹上快速移動至地面時，嬰猴屍體下半部被樹枝勾住而卡在樹上，嬰猴屍體因母猴之拉扯而斷為兩半，母猴抱著屍體上半部移動至附近的荔枝園，下半部則仍然卡在樹上。13:50 母猴將嬰猴屍體留在地上，移動到荔枝樹上覓食，此時母猴的姐姐靠近屍體且抓住屍體上的蒼蠅食用，嗅聞屍體並翻弄屍體的外皮，但並未取食腐肉。13:52 幼猴靠近屍體觀察但並沒有聞屍體。13:56 母猴再度撿起屍體並且往他處移動，移動約 40 秒後，在一個較隱蔽的地方再度食用腐肉，食用約 8 min 後，離開屍體到旁邊的樹上食用荔枝。14:14 母猴下樹前往屍體所在，帶著屍體移動，14:22 母猴丟棄剩下的嬰猴屍體（圖 6），隨著猴群往遠處覓食，結束食用嬰猴腐肉的行為。此時嬰猴屍體只剩下被母猴棄置於地上的頭部與前肢，以及卡在樹上的髖骨與後肢，而

嬰猴之腹部、胸部與內臟則皆已被母猴食用完了。

在野生靈長類族群中，同類互食 (cannibalism) 的情形較少被記錄到，大多數的紀錄都和繁殖季時所發生的殺嬰行為 (infanticide) 有關，主要是雄性為了刺激雌性發情而將幼猴殺死後，再將其屍體吃掉的現象 (Hrdy 1974)。在本紀錄中，嬰猴可能是自然死亡，而食用嬰猴屍體的個體為嬰猴之母親，與其他紀錄中食用同類的情形不同。曾報導過的粗尾嬰猴雌性吃嬰猴屍體的現象是在圈養的狀況，推論應是長期圈養所造成的緊迫，導致母猴將嬰猴屍體視為食物，而食用之 (Tartabini 1991)。本紀錄中母猴食用嬰猴腐肉時，曾展現對周遭環境警覺的行為，會邊吃邊環顧四周，且快速吞食，當高階位的成年公猴靠近時，母猴即帶著嬰屍離開，避開公猴後，母猴才再度食用腐肉。由母猴食用嬰猴腐肉時所展現的行為看來，推論嬰猴腐肉對此母親而言已經變成一種肉類食物資源，且可能是相對高品質而互相競爭的食物資源，食用嬰猴腐肉所獲得的能量與營養也應可使該母猴在分娩後獲得一定的營養與能量補充。



圖 5. 母猴吃屍體時左右張望。

Fig. 5. Vigilance of mother at eating the infant corpse.



圖 6. 吃剩的嬰猴屍體。

Fig. 6. Discarded remains of infant corpse.

在黑猩猩的研究中，有些學者認為會發生同類互食的行爲是因為人類侵入且改變黑猩猩棲地所導致的 (Burton 1975)。對台灣獼猴而

言，柴山是一塊破碎且被孤立的棲地，平日、假日都會有大量的遊客到此遊憩，猴隻在覓食人類食物的過程中有時會被人類用 BB 槍或木棍攻擊而受傷。在研究期間發現，食嬰母猴所屬的猴群經常食用含有動物性蛋白質的食物，例如：狗食、富含動物性脂肪的零食和垃圾 (沈祥仁，未發表資料)。食用嬰猴腐肉的行爲是否是因爲長時間食用肉類食物所導致的行爲，或是棲地破碎與猴群密度過高，進而影響個體的行爲，或是其他成因，並無法從此單一觀察紀錄檢測得知。至於此食用自己嬰猴腐肉的行爲是普遍存在於台灣獼猴中的行爲，還是只發生在柴山特定地區或是特定個體的現象，則需要更多的觀察去了解其他地區的野生台灣獼猴母猴對死亡嬰猴的處理方式。

## 引用文獻

- 王敬平。2005。壽山地區台灣獼猴的活動性與食性研究。國立中山大學生物科學系碩士論文。
- 尤仲妮。2000。恆春熱帶植物園區台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 活動模式與食性。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- 行政院農業委員會。2007。野生動物保育法及相關法令彙編：2-85。
- 李玲玲、林曜松。1987。台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 的分布與現有族群之初步調查。行政院農業委員會。26 頁。
- 陳主恩。2000。福山試驗林台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 對於植物種子傳播的影響。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- 高千晴。2004。壽山地區人猴互動及遊客對棲地之衝擊。國立中山大學生物科學系碩士論文。
- 張可楊。1999。宜蘭福山試驗林台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 之覓食策略。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。

- 張仕緯。2000。中部地區台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 危害農作物現況調查。特有生物研究 2: 1-12。
- 儲瑞華。1998。柴山台灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) 成年雌猴的親緣、階級與社會行爲。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
- Burton, F. D. 1975. On new perspectives in ape and human evolution. *Current Anthropology* 16: 646-647.
- Goodall, J. 1963. Feeding behaviour of wild chimpanzees: A preliminary report. *Symposium of the Zoological Society of London* 10: 39-47.
- Hrdy, S. B. 1974. Male-male competition and infanticide among the langurs (*Presbytis entellus*) of Abu, Rajasthan. *Folia Primatologica* 22: 19-58.
- Kemps, A. and P. Timmerman. 1982. Parturition behaviour in pluriparous Java-macaques (*Macaca fascicularis*). *Primates* 23: 75-88.
- Kristal, M. B. 1980. Placentophagia: A biobehavioral enigma (or De gustius non disputandum est). *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 4: 141-150.
- Kudo, H. and M. Mitani. 1985. New record of predatory behavior by the mandrill in Cameroon. *Primates* 26: 161-167.
- Matsuzawa, T. 1992. The death of an infant and the care by wild chimpanzees at Bossou, Guinea. *Hattatsu* 50: 95-104.
- Nash, L. T. 1974. Parturition in a feral baboon *Papio anubis*. *Primates* 15: 279-285.
- Norikoshi, K. 1982. One observed case of cannibalism among wild chimpanzees of the Mahale Mountains. *Primates* 23: 66-74.
- Su, H. and L. Lee. 2001. Food habits of Formosan rock macaques (*Macaca cyclopis*) in Jentse, northeastern Taiwan, assessed by fecal analysis and behavioral observation. *International Journal of Primatology* 22: 359-377.
- Tartabini, A. 1991. Mother-infant cannibalism in thick-tailed bushbabies (*Galago crassicaudatus umbrosus*). *Primates* 32: 379-383.
- Xiang, Z. F. and C. C. Grueter. 2007. First direct evidence of infanticide and cannibalism in wild snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*). *American Journal of Primatology* 69: 249-254.

高雄市民飼、棄養外來種寵物的認知與行為之研究  
Cognitions and Behavior of Some Kaohsiung City Residents  
on Acquisition and Abandonment of Exotic Pets

林新沛 吳明峰

San-Pui Lam and Ming-Feng Wu

國立中山大學公共事務管理研究所 高雄市鼓山區蓮海路 70 號

Institute of Public Affairs Management, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung, Taiwan

摘 要

本研究調查高雄市民飼養與棄養外來種寵物的情況，並綜合有關政策與統計結果後，獲得以下主要發現：許多時候民眾飼養外來種寵物的動機是出於好奇或覺得一些寵物容易飼養，其中因為好奇而養寵物的民眾以大專以上者及 25-34 歲者最多。在寵物飼養上，購買來源主要是水族館和寵物店，且民眾飼養的外來種寵物種類繁多，其中包括具攻擊性的寵物，並且許多外來物種已在野外擁有一定族群數量，顯見政府在風險評估與防治上有所落後。此外，民眾對於飼養寵物的相關法令所知甚少，也顯見有關宣導不足。在放生外來種寵物方面，約有三成的飼主表示曾經放生過，未來會放生或棄養的也可能在二成以上。與其他人口變項相比，宗教是最會影響民眾放生意向的，其中又以佛教信徒最愛放生。本研究建議，在法律規範上，政府應盡快制訂專法來管理外來種生物，以及研擬控制外來種生物進口與販售的管理措施。在宣導上，政府與民間應該強化民眾的教育宣導，嚴格規範集團化、商業化與大量化的放生行為，以及鼓勵建立交換寵物的管道。

Abstract

This study investigated cognitions and behavior of some Kaohsiung City residents on acquisition and abandonment of exotic pets, by interviewing visitors at the Kaohsiung Museum of Fine Arts on 26 and 27 March 2006. Results showed that most of the people acquired exotic pets due to their personal

curiosity with an assumption that these animals are easy to be taken care of. Most of the pet owners had college education and were at the ages of 25 to 34 years. They acquired their pets mainly through aquarium shops or other pet shops. These pets consisted wide varieties of exotic species, including some of dangerous, aggressive animals in the world. Many of the species have established their natural populations in the rural areas. About one third of the interviewees admitted that they released their pets in the past for the humane purpose or their religious beliefs, and over the one fifth said that they would “release” them in the future if they would not want them. Among the demographic variables of the sample population, religious beliefs was found to be the strongest motivation for releasing pets to nature, particularly for those with Buddhism belief. Accordingly, it is recommended 1) to set up rigorous management regulations for importing and marketing exotic animals, 2) to enhance public education for awareness of the issue, 3) to prohibit commercial and religious massive humane animal-release activities, and 4) to encourage the establishment of pet animal exchange channels.

**關鍵詞：**外來種、棄養寵物、放生、生物多樣性

**Key words:** exotic species, pet abandonment, humane release of animals (*fang sheng*), biodiversity

收件日期：96年5月7日

接受日期：97年2月22日

Received: May 7, 2007

Accepted: February 22, 2008

## 緒 言

飼養寵物的風氣近年在台灣十分流行。在高雄都會區，寵物店更是愈開愈多、愈開愈大。或許是出於好奇，民眾尤其喜歡飼養外來種 (exotic species)。舉凡常見的巴西龜 (*Pseudemys scripta elegans*)、鱷龜 (*Chelydra serpentina*)、黃金鼠 (*Mesocricetus auratus*)、牛蛙 (*Rana catesbeiana*)、琵琶鼠魚 (*Liposarcus multiradiatus hancock*)、血鸚鵡 (*Cichlasoma* sp.)、孔雀魚 (*Poecilia reticulata*) 等寵物都是外來種。而且，大概是由於民眾偏好容易飼養的品種，這些受歡迎的外來種都是寵物中競爭能力較強、存活率高、抗病力強、成長速率快、對食物選擇較

低的物種。也因此這些寵物一旦被棄置於野外，所造成的生態衝擊就比其他寵物更嚴重。

台灣高達 1/4 至 1/3 的物種是特有種，對外來種的侵入其實是很敏感與脆弱的。一般而言，外來種對台灣生態環境的影響，包括捕食、競爭及排擠、疾病或寄生蟲的傳染、雜交及生態系統的改變。根據國際自然及自然資源保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 的調查，外來種入侵對生物多樣性的威脅僅次於棲息地的喪失。而在台灣，外來物種常因農業或貿易行為、娛樂觀賞用途、生物防治、偷渡、科學研究等因素被引入，但是在喪失引入因素

後常被人棄養，四處野放。在沒有天敵制衡之下，這些外來種進而破壞原有生態環境平衡，危及台灣原生物種的生存空間。

雖然刻意將外來種野放或放生勢必造成生態衝擊，但迄今台灣仍沒有可靠的數據顯示，究竟每年被刻意野放或放生的外來種動物有那些，共有多少數量。「台灣動物社會研究會」與「高雄市教師會生態教育中心」在 2004 年曾調查發現，全台約有 1/4 的寺廟（約 483 個團體）有大量放生行為，放生的各種動物「粗估」超過 2 億隻。但至於每年有多少外來種動物是由個別的寵物飼主棄養，台灣則是連粗估都沒有。本研究的目的之一，便是要對此做一個初步的估算。此外，為方便針對寵物棄養行為草擬建議，本研究並試圖找出一些可能影響飼主棄養行為的因素。也由於近年高雄市的寵物店愈開愈多、愈開愈大，顯示高雄市有不少人飼養寵物，而且本研究 2 位研究者均住在高雄市，有地利之便，因此便選擇高雄市民作為研究對象。本研究之目的如前所述，有下列 3 點：(1) 粗估目前高雄市民眾棄養外來種寵物的比例；(2) 探討影響飼養與棄養寵物的因素；(3) 提供改變民眾飼養與棄養外來種行為的建議。

本研究為探討外來種可能產生的影響，透過文獻整理與彙整，分別將外來種可能產生的影響、有關外來種的法令與措施、台灣的外來種相關研究與可能解釋飼養、棄養行為的理論分述如下：

#### (一) 外來種與可能產生的影響

國際自然及自然資源保育聯盟 (IUCN 2000) 對外來種的定義是：已於自然或半自然生態環境中建立一穩定族群並可能進而威脅原生物多樣性者；或是指一物種、亞種乃至於更低的分類群並包含該物種可能存活與繁殖的任何一部分，出現於其自然分布疆界及可擴散範圍之外。因此，本研究所界定的外來種是指非台灣本土種的生物。

從行政院農業委員會特有生物研究保育中心（以下簡稱特生中心）(2006) 與動植物防疫檢疫局（以下簡稱防檢局）(2006) 的資料彙整顯示，目前台灣的外來物種大致包括 8 類：(1) 哺乳類，例如黃金鼠；(2) 鳥類，例如各種鸚鵡；(3) 兩生類，例如牛蛙；(4) 爬蟲類，例如巴西龜；(5) 魚類，例如琵琶鼠魚；(6) 昆蟲，例如紅火蟻 (*Solenopsis invicta*)；(7) 螺貝類，例如福壽螺 (*Pomacea canaliculata*)；(8) 節肢類，例如美洲螯蝦 (*Procambarus clarkia*)。而台灣外來種生物的來源，若依照特生中心(2006)的資料，則主要有以下幾種來源：(1) 農業或貿易行為；(2) 娛樂及觀賞用；(3) 生物防治；(4) 偷渡；(5) 科學研究；(6) 棲地改變及放生行為。

另一方面，外來種對台灣的影響，可概分為經濟和生態兩方面。例如，福壽螺造成台灣政府和農民約 1 百億元的損失(特生中心 2006)，這是經濟損失。至於生態影響則包括掠食、競爭及排擠、疾病或寄生蟲的傳染、雜交與生態系統的改變。

#### (二) 有關外來種的法令與措施

目前台灣管理外來種的法令及管理措施，可依循「畜牧法」、「國家公園法」、「動物保護法」、「野生動物保育法」、「植物品種及種苗法」、「森林法」、「漁業法」、「動物傳染病防治條例」及「植物防疫檢疫法」等。農委會負責大部分管理業務，並定期追蹤各部會辦理情形。若違反外來種相關管理法令時，得視情節輕重處以 2-25 萬元的罰鍰；如果棄養的動物有破壞生態之虞，可處 2-10 萬元罰鍰(見野生動物保育法第 51、26 條；畜牧法第 40 條；漁業法第 60 條；動物保護法第 5 條第 3 項)。

台灣推動外來種防治的現況可分為建立跨部會管理機制、分級防治與監控等部分，本研究引用防檢局(2006)資料如下：(1) 建立跨部會管理機制：由農委會邀請內政部、衛生署、

環保署、海岸巡防署等相關機關及專家學者舉辦跨部會會議，進行監測及防治；(2) 加強入侵種生物防治：農委會將 21 種入侵種生物分為「優先防治」、「長期管理」及「觀察評估」等 3 類<sup>1</sup>；(3) 持續蒐集聯合國國際保育聯盟所列世界惡性入侵生物名錄及鄰近國家(包括中國大陸)之入侵種名錄；(4) 加強寵物店販售生物之管理。

目前台灣雖已建立跨部會管理機制與相關法規，但為加快台灣外來種防治的速度，也許我們應參考與台灣地理、社會發展型態接近的日本(李及楊 2003)。日本於 2005 年通過的專法-「特定外來生物被害防止法」，明令規定禁止飼養、栽種、保管、運輸及輸入「特定外來種生物」，並以 5-10 年的時間來驅除 20 種特定外來物種。此外，該專法也規定若有野放特定外來種等違法情事，將對個人處以 3 年以下有期徒刑或 300 萬日圓罰金，對法人處以 1 億日圓(折合台幣約為 2 千 8 百萬元)以下的高額罰款。日本的專法涵蓋諸多的外來種生物問題，輔以嚴格的法規管理與執行，並列出驅除物種與時程，此應可給台灣一些參考。

### (三) 台灣的外來種相關研究

台灣對外來種議題的研究，大多是對棲地、生物多樣性的風險評估與防治、外來種生物族群調查與分布區域，以及如何因應與建立管理機制等，其中近年又以農委會委託調查各式外來種生物族群與分布區域的相關研究最多。至於直接涉及外來種生物放生問題的有：陳(1995)的「台中市放生文化的初步研究」；劉及齊(1999)的「放生問題的嚴重性」；林(1999)的「陽明山國家公園棄養動物與外來種生物對環境影響之研究」；顏(2000)的「外來種與放生問題」；鄭(2003)的「台灣地區外來生物管理體系建構」；台灣動物社會研

究會和高雄市教師會生態教育中心(2004)的「全台宗教團體放生現象調查報告」及陳等(2005)「動物放生行為之社會學與心理學研究」。但是，這些都沒有特別從寵物棄養的角度做探討。

### (四) 可能解釋飼養、棄養行為的理論

在相關理論方面，目前尚無專門探討寵物飼養及棄養行為的理論。不過，如果將「不隨便飼養」和「不隨便棄養」視為負責任的行為，而且考慮這些行為所涉及的生態意義，那麼 Hines *et al.* (1986) 的負責任環境行為模式(model of responsible environmental behavior)和 Hungerford and Volk (1990) 的環境公民行為模式(model of environmental citizen behavior)應可作為參考。Hines *et al.* (1986) 提到環境行為受行為意向所影響；而行為意向又受若干變項，包括行動技能、行動策略的知識和議題的知識及態度、控制觀(locus of control)和個人責任感所影響。Hungerford and Volk (1990) 則認為行為受到採取行動策略的知識和技巧、控制觀和行為意向及對環境議題的瞭解所影響。這 2 個模式都會被應用來解釋或預測人們的環保行為。另外，Ajzen (1991) 的計劃行為論(theory of planned behavior, TPB) 也很值得參考，因為它不僅會被應用來解釋或預測人們的環保行為，更是被廣泛地應用於一般的行為，包括與本研究有關的消費行為。

根據 TPB 的論述，個人的行為主要決定於其行為意向(behavioral intention, BI)，而能直接影響行為意向的主要有 3 個變項：個人對該行為的態度(attitude toward the behavior, AT)、主觀規範(subjective norm, SN)和知覺到的行為控制(perceived behavioral control, PBC)。若個人對一項行為的態度愈正面、所感受到周遭的規範、社會壓力愈大，以及對該行為所認

<sup>1</sup> 「優先防治」包括入侵紅火蟻；「長期管理」包括緬甸小鼠(*Rattus exulans*)與福壽螺；「觀察評估」包括多線南蜥(*Mabuya multifasciata kuhl*)、亞洲錦蛙(*Kaloula pulchra pulchra*)、琵琶鼠魚、魚虎(*Channa maculata*)與美洲螻蛄。

定的實際控制越多，則個人採行該行為的意向就會愈強。在 Hines *et al.* (1986) 和 Hungerford and Volk (1990) 的模式裡也有提到態度和控制觀，而這兩個變項是分別跟 AT 和 PBC 有些相似。

國內運用 TPB 的例子則是，林 (2002) 在「高雄市飼主帶家犬絕育之行為意向模式」的研究中，用態度、主觀規範、知覺行為控制與責任感等 4 個面向去解釋飼主帶家犬絕育的行為意向。結果發現「態度」、「主觀規範」與「責任感」會影響飼主是否送家犬去絕育或植入晶片。

因此，依據上述整理，本研究認為「態度」、「主觀規範」、「責任感」與「知識」等變項應該能解釋或預測人們的飼、棄養外來種生物的行為意向。

## 研究方法

### 一、抽樣方法

本研究採便利抽樣，抽樣地點為高雄市立美術館，樣本包括到美術館週邊遊憩或是到館內參觀展覽的民眾。調查前訪員會先詢問民眾是否高雄市居民、最近 3 年內是否養過寵物，然後再確認受訪者飼養的寵物是否為外來種寵物。若此 3 項問題的答案皆為肯定才繼續訪問。抽樣時間為 2006 年 3 月 26、27 日兩天早上八時至下午六時。

### 二、問卷

本研究的問卷是由研究者自行設計，定稿前並先行以便利抽樣方式，訪問了 56 名高雄市的寵物飼主，然後依據此預試結果修正問卷、定稿。

定稿的問卷包含 4 類題目：人口變項、寵物飼養情況、對寵物有關法令與議題的知識與

認知，以及心理變項。寵物飼養情況共有 7 題，主要詢問養過那些寵物、為什麼想養寵物和如果寵物繁殖子代，飼主會如何處理。有關法令與議題的知識與認知共有 5 題，分別詢問記得那些有關買賣和飼養寵物和野生動物的法令，以及對政府、寵物店和飼主的責任有那些想法。心理變項題目是參考上述行為理論中提到的主要變項而設計，共有 7 題，分別測量受訪者對放生問題的評價、對自己飼養能力的評估、主觀規範的參考對象、對防止外來種破壞生態的責任感，以及過去放生行為和未來放生意向。

## 結果與討論

### 一、問卷回收與樣本結構

本研究的問卷是由數名訪員發放，共發放 210 份，扣除填寫不完整問卷 16 份，共獲得 194 份有效問卷，有效回收率為 92%。

在 194 位有效的受訪者中，女性 (57%) 多於男性 (43%)，年齡以 25-34 歲 (32%) 最多，其次為 35-44 歲 (31%)。學歷集中在大專以上 (68%)；家庭平均月收入以 4 萬元以下最多 (30%)；宗教信仰以佛教 (33%) 及道教 (24%) 最多 (表 1)。

若與 2006 年高雄市的人口統計資料比較，此樣本與高雄市的人口結構有若干差異。但是，本研究要反映的母體是高雄市寵物飼主而非全體市民，而全高雄市的寵物飼主人口結構究竟如何目前並無資料可循。因此，本研究的樣本代表性暫無法檢驗，而必須有賴更多後續研究的比較。

### 二、敘述統計

#### (一) 寵物飼養情況<sup>2</sup>

受訪者飼養的寵物，最多的依次為孔雀魚

<sup>2</sup> 本研究大部分問題均為複選題，而所有題目之統計百分比均是以樣本人數 (194) 為分母，故各選項之勾選比例合計會超過 100%。

表 1. 受訪者基本資料

Table 1. Demographic characteristics of the sample population

Demographic characteristics		Frequencies	Percent
Genders	Male	84	43.3
	Female	110	56.7
Ages	Under 24	36	18.6
	25-34	62	32.0
	35-44	61	31.4
	45-54	29	14.9
	55 or over	6	3.1
Education	Elementary school or less	6	3.1
	Junior high school	9	4.6
	Senior high school	47	24.2
	College	132	68.0
Monthly family incomes (NT\$)	Under 40,000	59	30.4
	40,000-59,999	53	27.3
	60,000-89,999	34	17.5
	90,000 or over	48	24.7
Religions	Taoism	46	23.7
	Buddhism	63	32.5
	Protestantism	28	14.4
	Catholicism	4	2.1
	No religion	50	25.8
	Others	3	1.5

(24%)、「其他」類寵物(20%)和血鸚鵡(12%)。所謂「其他」類是指未列在問卷中作為選項，而是由受訪者回答時提出的種類，其內容包羅萬象，有熱帶觀賞魚、海水魚、鳥、爬蟲、兩棲動物、哺乳動物等，細分達 20 多種。這些物種大多為好飼養、外型漂亮與稀奇的寵物，例如慈鯛 (*Apistogramma* sp.)、魷魚 (*Dasyatis navarrae*)、大嘴鳥 (Ramphastidae: species unknown) 與綠鬣蜥 (*Lguana iguana*) 等。但也有較難取得的動物，例如青蛇 (*Liopeltis major*)、陸龜 (Testudinidae)、象龜 (*Geochelone nigra*)、狐狸(fox)、貂 (marten) 與具攻擊性的動物，例

如蟒蛇 (*Eunectes murinus*)、鱷魚 (Crocodylidae) 等。

這些寵物的來源，最多是來自水族館 (58%)；其次為朋友送的 (38%) 或從寵物店買的 (29%) (表 2)。這可能是由於受訪者較多飼養水族類寵物，以及近年水族館因競爭劇烈而加入販賣其他種類寵物。寵物的來源和受訪者的資訊來源有一些關係：飼養寵物的資訊主要來自於水族館 (44%)、親朋好友 (40%) 及書報雜誌 (29%)。許多民眾大概是在購買寵物時從店員得知飼養的資訊 (表 3)。

表 2. 寵物來源

Table 2. Acquisition sources of exotic pets

Sources	Frequencies <sup>1</sup>	Percent <sup>2</sup>
Aquarium shops	112	57.7
Gifts from friends	74	38.1
Pet shops	57	29.4
Captured from the wild	10	5.2
Exchange with other people	2	1.0
Websites	2	1.0

<sup>1</sup> Due to multi-answers to the questionnaire from each of the interviewees, the total frequency was 257 higher than 194, the total number of interviewees.

<sup>2</sup> Percentages were computed with 194 as the denominator.

表 3. 寵物飼養相關資訊來源

Table 3. Information sources of raising exotic pets

Sources	Frequencies <sup>1</sup>	Percent <sup>2</sup>
Aquarium shops	86	44.3
Relatives or friends	79	40.7
Books or magazines	57	29.4
Learning by oneself	51	26.3
Pet shops	36	18.6
Websites	33	17.0
Veterinarians	12	6.2
Other sources	4	2.1

<sup>1</sup> Due to multi-answers to the questionnaire from each of the interviewees, the total frequency was 358, higher than 194, the total number of interviewees.

<sup>2</sup> Percentages were computed with 194 as the denominator.

## (二) 動機與飼養能力評估

受訪者養寵物的動機，主要是喜歡它們的外型或長相 (33%)、覺得易養 (26%) 或好奇 (13%)。同時，有 68% 的受訪者自認有能力照顧好寵物，而自認有能力的原因，最多是覺得寵物很好飼養 (53%)，其次為親友會一同照顧 (20%) 和自以為懂得如何養 (18%)。至於自認沒有能力的原因，最多則是怕寵物生病 (35%)、沒時間照顧 (32%) 及飼養知識不足 (26%)。

## (三) 對有關寵物議題的知識與認知

受訪者對於寵物及野生動物的相關法令規定，大多是不清楚的，有 68% 表示不記得相關規定 (其中包括實際上從來不關心、不清楚的)。同時，在陳及朱 (2006) 的研究中也有調查民眾的放生知識，結果約有 52% 的民眾不清楚相關放生知識。這顯示民眾不管在寵物、野生動物相關法令規定及放生知識上的確瞭解不足。

至於記得的相關規定，最多是「不得買賣與飼養保育類動物」(44%)，其次為植入晶片 (19%) 和野生動物保護法 (15%；本研究未追

問記得的內容，因此這裡的「記得」包括可能只是知道有關法令名稱，而非內容的受訪者。同時，也有不少的回答較偏向貓、狗的規定，這可能是政府平時較常宣導與貓、狗飼養相關的規定所致。

民眾對法令不清楚，固然可能不慎觸法，但若民眾能有正確的責任意識，則由寵物而衍生的問題仍應可減少。本研究為此進一步探測受訪者對政府、寵物店和飼主責任的看法。結果發現，在「寵物販賣的管理責任」方面，受訪者認為政府最需要禁止販賣保育類動物與建立良好法規制度（各 39%），其次為督導店家（13%）；在「寵物飼養的管理責任」方面，受訪者認為政府最需要多宣導飼養責任（26%），其次為規定寵物必須植入晶片（25%）和禁止棄養寵物（20%）。至於寵物店的責任，受訪者最多會想到教導飼主飼養知識（28%）、告知飼養會遭遇的狀況、禁止販售非法外來種寵物（各 20%），和販賣健康寵物（20%）。而在飼主責任方面，受訪者最多會想到不能隨意丟棄寵物（27%）、對寵物有責任感（26%）和對寵物有愛心（25%）。

除詢問責任的內容外，問卷也以 0（表示「一點責任也不必負」）至 10 分（表示「要負全部責任」）的 11 點量表詢問受訪者，對於「防止人們把外來種生物放在野外」，他們認為政府和飼主該負多大的責任。對此，受訪者認為為防止外來種生物放到野外破壞生態，政府要負相當的責任（ $M = 6.42$ ），但飼主的責任更大（ $M = 8.2$ ）。而且，90%的受訪者皆認為放生會破壞生態或環境。由此可見，受訪者大多認同身為飼主，應該有責任避免野放外來種。但是，真正的棄養行為又是如何？

#### (四) 棄養意向與行為

棄養是一個敏感的話題，一般飼主未必會坦承；尤其是有些野放行為並不合法，飼主們大概不會承認。因此，本研究用較婉轉的方

式，詢問受訪者未來若不想飼養時會如何處理。答案最多為送人（79%），其次為放生（22%），第三為販賣（7%）。若問到放生會產生何種問題時，有 63% 認為會影響與破壞生態，其次會造成疾病與環境衛生問題（17%），第三會影響本土種數量（15%）。

在有關寵物的最後一道問題，本研究參考 Sudman and Bradburn (1982) 對詢問敏感問題的建議，直截了當地問「請問您過去有放生過那些寵物」。這時坦承有放生者高達 35%，略高於劉及齊 (1999) 對台北地區放生行為的推估（30%）。實際上，很可能有些受訪者在這題目上仍有所隱瞞，因此放生過的受訪者應不只 35%，未來會放生的受訪者也很可能會超過前述的 22%。而且，曾被這些受訪者放生過的動物五花八門，其中不乏對生態或農作物有危害的外來種（表 4）。因此，如何防止與宣導避免放生寵物的行為，確是一個重要議題。而為落實有關措施，必須知道多數人會在那裡放生。本研究調查發現，受訪者最常的放生地點是野外（33%），其次為水池（18%），第三為左營蓮池潭、低海拔山區、大海（各為 9%）。其中外來種寵物被放生到蓮池潭的原因，可能與許多受訪者居住地點鄰近左營蓮池潭有關。

#### (五) 棄養前會考慮誰的意見

由於寵物是居家環境的一部分，甚至是被視為家中的一分子，因此除了主要的飼主以外，家裡其他人也會某種程度地參與寵物的飼養與棄養過程。也因此，家人的意見可能是影響飼主飼養決策的一個重要因素，而本研究的結果也顯示如此：大部分（76%）的受訪者表示會考慮別人意見，才決定如何處理不想再養的寵物；至於這些「別人」，以家人最多（全部受訪者中有 46% 勾選此項），其次為朋友（43%），第三為環保或動物保護團體（10%）。

表 4. 受訪者曾經放生過的寵物

Table 4. Pet species reported to be released by interviewees<sup>1</sup>

Categories	Species
Actinopterygii	<i>Poecilia reticulata</i> , <i>Cichlasoma</i> sp., <i>Liposarcus multiradiatus hancock</i> , <i>Pomacanthus imperator</i> , <i>Carassius auratus</i> , <i>Osteoglossum bicirrhosum</i> , <i>Channa maculate</i>
Aves	<i>Lonchura maja</i> , <i>Garrulax canorus</i> , <i>Gracula religiosa</i> , <i>Zosterops japonica</i>
Crustacea	<i>Procambarus clarkia</i>
Gastropoda	<i>Pomacea canaliculata</i>
Reptilia	<i>Pseudemys scripta elegans</i>
Amphibia	<i>Rana catesbeiana</i>
Mammalia	<i>Mesocricetus auratus</i>

<sup>1</sup> The list excludes those species whose names were forgotten or unable to be identified (including all insect species) by interviewees.

### 三、推論統計

#### (一) 人口變項對棄養意向的影響

在扣除天主教及「其他」這 2 類人數甚少的受訪者以後，交叉分析發現不同信仰者在放生意向上有顯著的統計差異， $\chi^2(3, n = 187) = 12.4, p = 0.006$  (表 5)。其中，佛教受訪者中表示未來會放生的比例高達 37%，顯著高於道教和基督教受訪者中會放生的比例 (15% 及 7%；

$p < 0.02$ )，也略高於無信仰受訪者會放生的比例 (20%,  $p < 0.06$ )。此外，教育程度也有顯著影響：大專以上未來會放生的比例 (27%) 比高中以下會放生的比例 (13%) 高， $\chi^2(1, n = 194) = 4.5, p = 0.03$ 。而性別、年齡和收入則沒有作用。這些發現也與陳等 (2006) 的研究結果雷同，皆顯示宗教信仰是人口變項中最具預測力的變項。

表 5. 宗教信仰與教育對放生行為的影響

Table 5. Numbers of interviewees intended to release their pets in different religion and education groups

Groups	Number of interviewees intended to release pets (A)	Number of interviewees (B)	Percentage (A × 100/B)
Religions			
Taoism	7	46	15.2
Buddhism	23	63	36.5
Protestantism <sup>1</sup>	2	28	7.1
No religion	10	50	20.0
Education			
Under College	8	62	12.9
College	36	132	27.3

<sup>1</sup> Four Catholics and 3 people of other religions were excluded from this table, owing to their small sample sizes.

#### (二) 高雄市民曾經放生的比例估算

據費 (2005) 之全國家犬家貓數目調查發現，2005 年高雄市有 8% 的家戶飼養家犬，全國有 5.7% 的家戶飼養其他類寵物 (以鳥、魚為

主，其次為龜、鼠、兔、豬與其他等)。若以 2005 年高雄市家戶數 539,064 戶粗估，近年高雄市應約有 30,726 名飼主曾養過家犬以外的寵物，其中不少是外來種。假設這 30,726 名

飼主中有 30% 曾棄養這些寵物 (在本研究中, 承認曾放生過寵物的受訪者高達 35%), 便有 9,200 戶曾經這麼做。另據本研究的受訪者回答顯示, 他們放生的寵物過半是外來種; 因此可進一步粗估, 僅高雄市便曾有 4,600 戶 (占全市戶數的 0.85%) 以上棄養過外來種寵物, 其中尚未包括外來種犬類。由此而衍生的問題值得重視。

## 結論與建議

### 一、結論

綜合本研究對有關政策的了解與上述統計結果, 可獲得以下的結論:

- (一) 民眾飼養的外來種寵物種類繁多, 其中包括具攻擊性的寵物。據本研究估計, 飼主中曾有棄養行為的高達三成以上, 未來會棄養的有兩成以上, 其中過去被棄養的寵物又有過半是外來種。因此可進一步粗估, 僅高雄市便曾有 4,600 戶 (占全市戶數的 0.85%) 以上棄養過外來種寵物 (未含犬類)。由此可見外來種寵物的棄養問題值得重視, 需及早因應。
- (二) 目前政府仍僅將會衝擊生態與環境的外來種列為觀察名單, 而一些尚未列入名單的外來種, 例如血鸚鵡、巴西龜、鸚鵡、牛蛙與大陸畫眉 (*Garrulax canorus*) 等, 則已在野外擁有一定族群數量, 顯見政府在風險評估與防治上有所落後。另外, 民眾對於飼養寵物的相關法令所知甚少, 也顯見有關宣導不足。
- (三) 民眾飼養動機許多是出於好奇或覺得一些寵物容易飼養, 尤其是大專以上者及 25-34 歲者最會如此。但事實上, 有不少寵物 (例如鱷龜) 是因為長大後不好飼養而遭遺棄的。因此, 宜加強教育民眾, 使其對飼養寵物的條件有更正確的認識。至於宣導的管道, 水族館和寵物店宜列為優先, 因

為這兩個地方是民眾目前取得有關資訊的主要來源。

- (四) 與其他多項人口變項相比, 宗教是最會影響放生意向的, 其中又以佛教信徒最愛放生。但是, 放生通常不是飼主們棄養時的第一考慮; 多數飼主會嘗試轉送給親朋好友, 找不到人送時才放生。
- (五) 許多飼主認為政府應規定寵物植入晶片, 寵物店應教導飼主飼養知識、告知飼養會遭遇的狀況與販賣健康寵物。顯示這幾項措施是可以獲得社會支持, 宜更積極推動。
- (六) 九成的飼主都知道放生會破壞生態或環境, 多數飼主也認為飼主比政府更有責任來防止這種破壞, 但是, 卻有三成的飼主曾經放過生。由此可見, 許多飼主並非「不知」, 而是「不為」。因此, 除了教育宣導以外, 更重要的是如何透過各種管制與誘因手段, 在事前避免不當的寵物購買行為發生, 事後 (買回寵物後) 防止任意棄養。

### 二、建議

根據上述結論, 本研究有如下的建議:

- (一) 加快外來種風險評估與管理速度

目前政府只對確認有入侵危害之脊椎動物公告禁止輸入與飼養, 但外來生物的進入與繁殖是全面且迅速的, 政府應加快外來種生物的風險評估速度, 儘快將一些高存活率、易與本土種競爭、掠食與基因混雜的外來生物列為「優先防治」或「長期管理」名單, 並確實通報相關部門持續稽查與管理水族館、寵物店販售情況。

- (二) 積極研擬控制外來種進口與販售的管理措施

在進口方面, 政府應對外來物種進行風險評估, 甚至規定引進者必須提出該物種不會影響生物多樣性之證據, 以及立法規範引入者的

責任。在販售方面，除了盡快確定「外來種寵物禁止販售名單」並通報各販售管道外，對外來種的寵物應提高課稅，一則求以價制量，二則補助經費以利政府增加對寵物販售的稽查人力。

### (三) 制訂專法來管理外來種生物

政府可仿效日本的「特定外來生物被害防止法」，制訂專門適用於外來生物的專法，明訂禁止飼養、保管、運輸及輸入的外來生物，並明確規定個人、組織有違法情事時的罰則。

### (四) 加強教育宣導

加強教育民眾-尤其是大學生及 25-34 歲者-有關飼養寵物的正確知識和責任意識。至於宣導的管道，水族館和寵物店宜列為優先。也可由政府機關召開相關研討會或訓練班，將最近的相關資訊或研究成果傳遞給各種販售管道的人員，提高正確資訊傳達率使其願意幫助宣傳。

### (五) 嚴格規範集團化、商業化與大量化的放生行為

研究發現，受訪者有個人或團體大量放生的行為，但現行法令無法有效管理此類放生活動。政府可將現行關於棄養及非法釋放的規定適用到放生行為上<sup>3</sup>，但若是野生動物緊急救助或基於學術目的而復育放流者，不受此條款限制。

### (六) 建立交換寵物的管道

相對於本土種而言，許多外來種動物的外貌吸引力及新奇性的確較高，所以很難杜絕民眾飼養外來種的念頭。因此，除嚴格立法與執法外，政府尚應考慮與民間組織建立付費式寵物臨時收容中心，或由政府專款、民間捐款成立「自然保護基金」，補助與協助各地水族館、寵物店與相關團體建立外來種生物回收與認養處理機制。

### (七) 未來研究宜探討放生心理及地區差異

對於「寵物放生」此項重要的行為，本研究只嘗試估計其普遍程度，但未探討有關的放生心理機制。後續研究宜對飼主的放生心理加強探討，以找出更有效的行為改變策略。另外，本研究僅以高雄市為抽樣地區，但不同的地區應該會有地區性的結構差異存在，所以難以地區性發現來推測台灣整體的情況。建議未來可朝更大規模的方式來調查外來種寵物放生的相關議題。

## 引用文獻

- 台灣動物社會研究會、高雄市教師會生態教育中心。2004。全台宗教團體放生現象調查報告。2006年6月12日取自 <http://www.east.org.tw>。
- 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。2005。外來入侵種動物資訊網。2006年5月5日取自 [http://www.tesri.gov.tw/content/animal/exotic\\_web/p1/p1-2.htm](http://www.tesri.gov.tw/content/animal/exotic_web/p1/p1-2.htm)。
- 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。2005。台灣推動防治入侵種生物危害政策措施。2006年6月6日取自 <http://www.baphiq.gov.tw/main/IndexSearchList.asp?PageContent=%A5%7E%A8%D3%BA%D8>。
- 李春霖、楊平世。2003。日本外來種生物管理現況。入侵種生物管理研討會論文集。國立台灣大學。
- 林銘輝。2002。高雄市飼主帶家犬絕育之行為意向模式。國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
- 林曜松。1999。陽明山國家公園棄養動物與外來種生物對環境影響之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

<sup>3</sup> 依野生動物保育法第 51 條規定，野生動物經飼養者，非經主管機關之同意不得釋放，否則可對飼主處以新台幣 5 萬元以上 25 萬元以下罰鍰；有破壞生態之虞者，處新台幣 50 萬元以上 250 萬元以下罰鍰。

- 高雄市政府民政局。2005。人口統計資料。  
2006年7月15日取自<http://cabu.kcg.gov.tw/ReportView2.aspx?typeID=96&Report-Type=2>。
- 陳玉峰。1995。台中市放生文化的初步研究。  
靜宜人文學報 7：135-142。
- 陳皎眉、朱瑞玲。2006。動物放生行為之社會  
學與心理學研究。行政院國家科學發展委  
員會 2005 年研究計畫成果報告。
- 費昌勇。2005。94 年度全國家犬貓數目調  
查。行政院農業委員會。
- 劉小如、齊力。1999。放生?!放死?!請正視放  
生問題的嚴重性。大自然季刊 64：62-69。
- 鄭家宏。2003。台灣地區外來生物管理體系建  
構。國立台北大學資源管理研究所碩士論  
文。
- 顏仁德。2000。外來種與放生問題。生物多樣  
性保育展望大會論文集。行政院農業委員  
會。
- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior.  
Organizational Behavior and Human Decision  
Processes 50: 179-211.
- Hines, J. M., H. R. Hungerford and A. N. Tomera.  
1986. Analysis and synthesis of research on  
responsible environmental behavior: A meta-  
analysis. The Journal of Environmental  
Education 18 (2): 1-8.
- Hungerford, H. R. and T. L. Volk. 1990. Changing  
learner behavior through environmental edu-  
cation. The Journal of Environmental Education  
21 (3): 8-22.
- IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group.  
2000. IUCN guidelines for the prevention of  
biodiversity loss caused by alien invasive  
species. Gland, Switzerland : IUCN.
- Sudman, S. and N. M. Bradburn. 1982. Asking  
questions. San Francisco, Jossey-Bass.

# A New Record of the Octochaetid Earthworm *Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890) from the Centro-western Taiwan

## 台灣新紀錄種蚯蚓乳突重胃蚓 *Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890)

Huei-Ping Shen<sup>1</sup>, Chih-Han Chang<sup>2</sup> and Jiun-Hong Chen<sup>2</sup>

沈慧萍<sup>1</sup> 張智涵<sup>2</sup> 陳俊宏<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

<sup>2</sup> Institute of Zoology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

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

<sup>2</sup> 國立台灣大學動物學研究所 台北市大安區羅斯福路四段1號

### Abstract

This paper describes the octochaetid earthworm *Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890) as a new record from the centro-western Taiwan. It is a small earthworm with two gizzards, belonging to the family Octochaetidae. *D. affinis* is quadriprostatic and has a pair of female pores in XIV and genital markings in 7/8-9/10. It is easily distinguishable from other two congeneric species in Taiwan, *Dichogaster saliens* (Beddard, 1892) that is biprostatic and *Dichogaster bolau* (Michaelsen, 1891) that is quadriprostatic but has a single female pore and no genital marking. Occurrence of *D. affinis* in Taiwan reported herein constitutes the island as the northernmost range of this cosmopolitan species in East Asia.

### 摘要

本文描述一台灣新紀錄種蚯蚓乳突重胃蚓 *Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890)。其為小型蚯蚓，屬於八毛蚓科 (Octochaetidae) 重胃蚓屬 (*Dichogaster*)，具有兩對前列腺及一對雌性生殖孔，且在 7/8 至 9/10 體節間有生殖乳突。在台灣其餘兩種同屬物種為 *Dichogaster saliens* (Beddard, 1892) 及 *Dichogaster bolau* (Michaelsen, 1891)，前者僅具一對前列腺，後者具有兩對前列腺但僅有一個雌性生殖孔且不具生殖乳突。*D. affinis* 的發現使得台灣成為此種廣布種蚯蚓在東亞分布的北界。

**Key words:** *Dichogaster affinis*, earthworm, Taiwan

**關鍵詞：**乳突重胃蚓、蚯蚓、台灣

Received: January 18, 2008

Accepted: February 22, 2008

收件日期：97年1月18日

接受日期：97年2月22日

## Introduction

*Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890) is a cosmopolitan earthworm widely distributed in the tropical and temperate regions around the world (Easton 1984). It has been reported from India (Stephenson 1917; Gates 1972), Burma (= Myanmar) (Stephenson 1931a; Gates 1972), Thailand (Gates 1939, 1972), Cambodia, Laos, Vietnam (Blakemore 2006), Hainan Island (Chen 1938), Sumatra, Flores (Horst 1893), Australia (Blakemore 2002), New Caledonia (Gates 1972), Pacific Islands (Easton 1984), Mexico (Rosa 1891), Central America, Brazil, Africa, Madagascar (Gates 1972), and Canary Islands (Talavera 1992). Its transoceanic distribution suggests it to have been widely transported by man. It is parthenogenetic and has been considered as one of the potentially invasive earthworms originated from West Africa (Hendrix and Bohlen 2002).

The following description is based on seven specimens deposited at the Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan. They were fixed in a 10% formalin-water solution and preserved in a 70% ethyl alcohol-water solution. Soil pH of the collection sites was measured using a pH meter (Multi 350i, WTW GmbH, Weilheim, Germany) after shaking 30g of soil suspended in

30 ml of water for 1 hr.

## *Dichogaster affinis* (Michaelsen, 1890)

*Benhamia affinis* Michaelsen, 1890: 29. Fig. 20.

*Benhamia mexicana* Rosa, 1891: 394.

*Benhamia floresiana* Horst, 1893: 34.

*Dichogaster affinis* - Michaelsen, 1900: 336, 345.

- Stephenson, 1917: 413; 1931b: 201. - Gates,

1942: 128; 1958: 618; 1961: 57; 1972: 278.

- Easton, 1984: 119. - Talavera, 1992: 341.

- Hendrix and Bohlen, 2002: 8.

*Dichogaster sinuosus* Stephenson, 1931a: 74;

1931b: 200.

*Dichogaster sinicus* Chen, 1938: 420. (= *Dichogaster sinensis* Chen, 1938: 376, 421, Fig. 18).

**Material examined.** -Two mature (clitellate, one dissected and one amputated) specimens collected from Tienshen Temple, Huben Village, Linnei Township, Yunlin County, Taiwan on 14 August 2007 (coll. no. 2007-52-Shen; soil pH: 7.1), and two mature and one immature specimens collected from Budhi Shrine of White Horse Mountain, Huben Village, Linnei Township, Yunlin County, Taiwan on 16 August 2007 (coll. no. 2007-66-Shen; soil pH: 7.17) by Y. H. Lin, Y. P. Li, C. H. Chang and H. P. Shen; two mature (one amputated)

specimens collected from Dakeng, Huben Village, Linnei Township, Yunlin County, Taiwan on 13 September 2007 by T. J. Lin, Y. P. Li, H. I. Tsai and H. P. Shen (coll. no. 2007-81-Shen; soil pH: 5.35).

**Description.** - Small earthworms, length (mature) 23-33 mm, weight about 0.064g, diameter 1.6-2.1 mm. Segment number 103-131. Prostomium epilobous. First dorsal pore in 5/6. Setae lumbricin (eight setae per segment), small and closely paired on ventrum, aa: ab: bc: cd = 3: 1: 3: 1, ab not visible externally in XVII-XIX. Clitellum XIII-XXI (Fig. 1A), saddle-shaped, 2.0-3.68 mm in length, 1.6-2.1 mm in width, dorsal pore present in 13/14. Spermathecal pores two pairs in 7/8 and 8/9, medio-ventral, in line with setae ab (Fig. 1A). Female pores paired on a raised pad in XIV, each pore anterior to seta a. Genital markings round, medio-ventral, in 7/8-9/10, each about 0.3 mm in diameter. Male pores paired in XVIII, in bracket-shaped seminal grooves connecting prostatic pores in XVII to prostatic pores in XIX (Fig. 1A). Specimens unpigmented.

Septa weakly developed. Two muscular gizzards in VII and VIII, displaced posteriorly to IX and X, each barrel-shaped, yellowish white in color. Intestine enlarged in XVII. Esophageal hearts in XI-XIII. Calciferous glands three pairs in XV-XVII, digiform; the first two pairs transparent with comb-like streaks, the last pair yellowish white and slightly lobed. Nephridia meroic, saccular, four rows on each side. Spermathecae small, two pairs in VIII and IX (Fig. 1B). Ampulla oval about 0.2 mm long, with a wide, stout, short duct. Diverticulum small, short-stalked with a bulbous seminal chamber. Ovaries paired in XIII. Accessory glands absent.

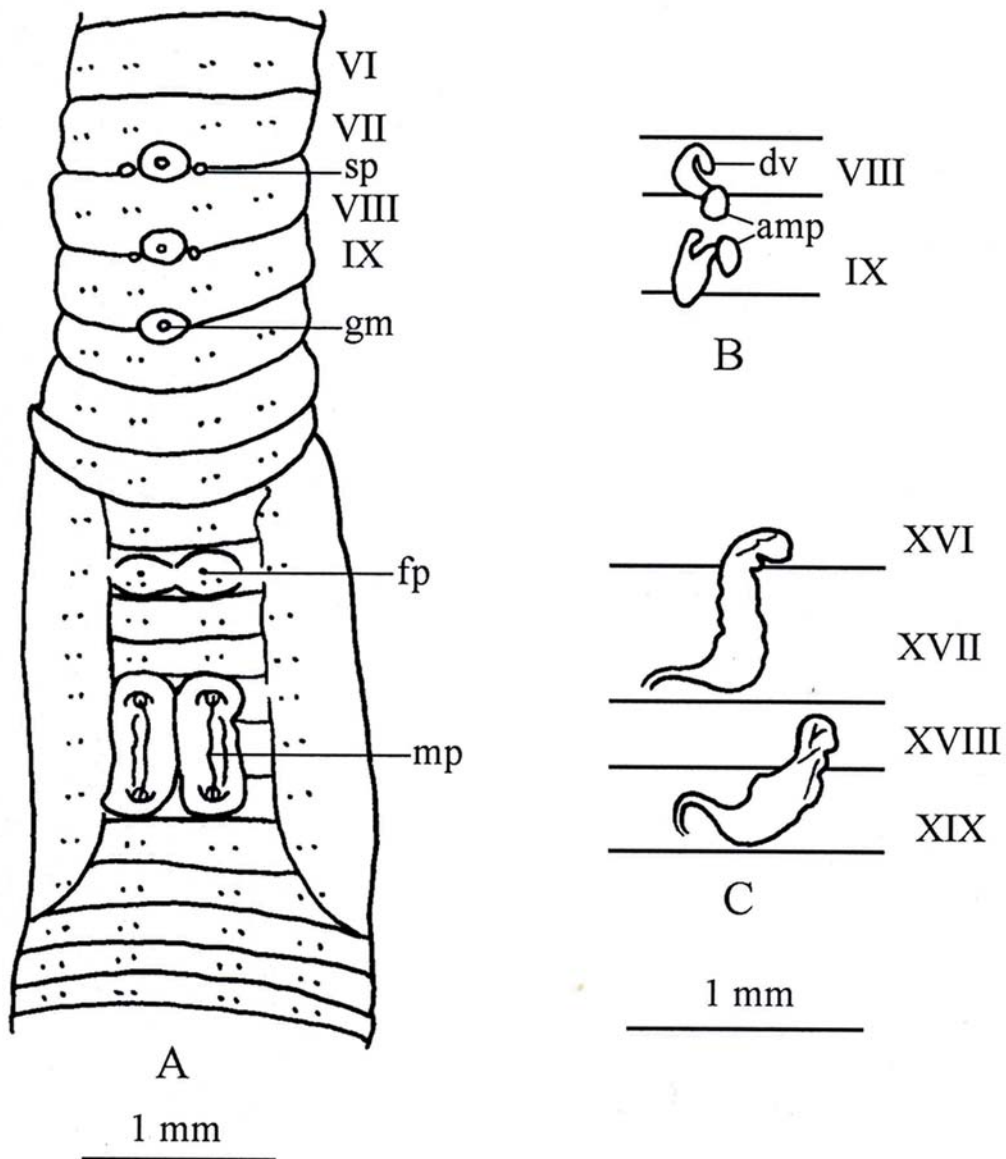
Holandry: testes paired in X and XI, small, round. Seminal vesicles lacking or vestigial in XI and XII. Prostate glands two pairs in XVII and XIX, long, tubular with penial setae close to the short, muscular ducts (Fig. 1C).

**Remarks.** - There are three peregrine species of octochaetid earthworms that have been reported so far from Taiwan: *Dichogaster bolau* (Michaelsen, 1891) by Kobayashi (1941), *Dichogaster saliens* (Beddard, 1892) by Shen and Tsai (2007), and *D. affinis* by this study. They all occurred in coastal plains at elevations less than 300m, but are easily distinguishable. *D. bolau* and *D. affinis* are quadriprostatic while *D. saliens* is biprostatic. *D. bolau* has a single female pore in XIV and no genital marking, while *D. affinis* has paired female pores on a raised pad in XIV and medio-ventral genital markings in 7/8-9/10. Occurrence of *D. affinis* in Taiwan reported herein constitutes the island as the northernmost range of this species in East Asia.

According to Talavera (1992), *D. affinis* is an anthropochorous species frequently found in avocado and banana groves, and also in gardens and parks with exotic plants; its preferred habitat is alkaline soils (pH > 7). In this study, two localities where the specimens of *D. affinis* were collected were the yards beside the temples with introduced plants or trees, and the pH values of the soils were 7.1-7.2. However, the other locality, Dakeng of Huben Village, was a small valley where the soil pH was 5.35.

## Acknowledgements

We are grateful to Messrs. Y. H. Lin, Y. P. Li, T. J. Lin and H. I. Tsai who assisted in field collections. Sincere gratitude is owed to Dr. Chu-



**Fig. 1.** *Dichogaster affinis* (Michaelsen): A, ventral view of pre-clitellar, clitellar and male pore regions (fp, female pore; mp, male pore; gm, genital marking; sp, spermathecal pore); B, dorsal view of right spermathecae (amp, ampulla; dv, diverticulum); C, dorsal view of right prostate glands.

Fa Tsai and an anonymous reviewer for reviewing the manuscript and providing valuable comments and suggestions.

### Literature Cited

- Blakemore, R. J. 2002. Cosmopolitan earthworms - An eco-taxonomic guide to the peregrine

- species of the world. CD-ROM. VermEcology, Australia.
- Blakemore, R. J. 2006. A series of searchable texts on earthworm biodiversity, ecology and systematics from various regions of the world. 2<sup>nd</sup> Edition and Supplement. M. T. Ito and N. Kaneko (eds.). CD-ROM. COE Soil Ecology Research Group, Yokohama National University, Japan.
- Chen, Y. 1938. Oligochaeta from Hainan, Kwangtung. Contributions from the Biological Laboratory of the Science Society of China, Zoological Series 12: 375-427.
- Easton, E. G. 1984. Earthworms (Oligochaeta) from islands of the south-western Pacific, and a note on two species from Papua New Guinea. New Zealand Journal of Zoology 11: 111-128.
- Gates, G. E. 1939. Thai earthworms. Journal of Thailand Research Society 12: 65-114.
- Gates, G. E. 1942. Notes on various peregrine earthworms. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College 89(3): 63-144.
- Gates, G. E. 1958. On Burmese earthworms of the megascolecid subfamily Octochaetinae. Annals and Magazine of Natural History, Series 13, 1: 609-624.
- Gates, G. E. 1961. Earthworms of Burma. Burma Research Society Fiftieth Anniversary Publications No. 1: 51-58.
- Gates, G. E. 1972. Burmese earthworms: An introduction to the systematics and biology of megadrile oligochaetes with special reference to Southeast Asia. Transactions of the American Philosophical Society 62(7): 1-326.
- Hendrix, P. F. and P. J. Bohlen. 2002. Exotic earthworm invasions in North America: Ecological and policy implications. BioScience 52(9): 1-11.
- Horst, R. 1893. Earthworms from the Malay Archipelago. In: Weber, M. (ed.). Zoologische Ergebnisse einer Reise in Niederländisch Ost-Indien 3: 28-77.
- Kobayashi, S. 1941. The distribution of terrestrial oligochaetes in western Japan. Zoological Magazine 53: 371-384.
- Michaelsen, W. 1890. Beschreibung der von Herrn Dr. Franz Stuhlmann im Mündungsgebiet des Sambesi gesammelten Terricolen. Mitteilungen aus dem Naturhistorischen Museum in Hamburg 7: 22-50.
- Michaelsen, W. 1900. Oligochaeta. Das Tierreich 10: 1-575.
- Rosa, D. 1891. Die exotischen Terricolen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums 6: 379-406.
- Shen, H. P. and C. F. Tsai. 2007. A new record of the octochaetine earthworm *Dichogaster saliens* (Beddard, 1892) from the centrowestern Taiwan. Endemic Species Research 9(1): 71-74.
- Stephenson, J. 1917. On a collection of Oligochaeta from various parts of India and further India. Records of the Indian Museum 13: 353-416.
- Stephenson, J. 1931a. Oligochaeta from Burma, Kenya, and other parts of the world. Proceedings of the Zoological Society of London 1931: 33-92.
- Stephenson, J. 1931b. Descriptions of Indian Oligochaeta. II. Records of the Indian Museum 33: 173-202.
- Talavera, J. A. 1992. Octochaetid earthworms of the Canary Islands. Bonner Zoologische Beiträge 43: 339-348.

# A Giant Exotic Speckled Longfin Eel (*Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867) Captured from the Sun Moon Lake

## 日月潭大型外來魚種寬鰭鰻發現紀要

Shi-Tsang Chang<sup>1,\*</sup>, Ming-Fong Yeh<sup>1</sup>, Rung-Tsung Chen<sup>1</sup>, Chi-Li Tsai<sup>1</sup>,  
Kang-Ning Shen<sup>2</sup> and Chu-Fa Tsai<sup>1</sup>

張世倉<sup>1,\*</sup> 葉明峰<sup>1</sup> 陳榮宗<sup>1</sup> 蔡奇立<sup>1</sup> 沈康寧<sup>2</sup> 蔡住發<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

<sup>2</sup> Fisheries Research Institute, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

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

<sup>2</sup> 國立台灣大學漁業科學研究所 台北市大安區羅斯福路四段1號

\* Corresponding author

\* 通訊作者

## Abstract

A giant speckled longfin eel (*Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867) measuring 175 cm and weighing 18 kg was captured from the Sun Moon Lake of Central Taiwan on 23 January 2008. This was the first record of this exotic species from inland waters of Taiwan, and the largest of the kind outside its native ranges of New Guinea and East Australia. Probably, this eel was one of the live eels imported from Australia and sold as the mottled eel (*Anguilla marmorata*) in Taiwan. It was released to the lake for religious belief, or escaped from aquarium or restaurant. Finding this giant exotic eel in the natural inland waters raises a concern on the requirement for strict regulation of commercial importation of exotic fishes to Taiwan.

## 摘 要

2008年1月23日，1尾體長175 cm、體重18 kg的大型外來魚種寬鰭鰻 (*Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867) 在台灣中部的日月潭被當地民眾釣獲，這是台灣天然內陸水域的新紀錄種，也是在寬鰭鰻原產地新幾內亞和澳洲東岸以外區域所發現的最大個體。顯然地，該個體應是人為自澳洲活體引進台灣，欲以保育類魚種鱸鰻 (*Anguilla marmorata*) 名義販售，後來因宗教放生行為，或是由養殖場及當地餐廳逸逃進入日月潭。大型外來魚種寬鰭鰻在台灣天然內陸水域出現，顯示加強外來種魚類商業輸入相關管制措施應受到更多的關注。

**Key words:** speckled longfin eel, *Anguilla reinhardtii*, Taiwan

**關鍵詞：**寬鰭鰻、台灣

Received: April 18, 2008

Accepted: July 6, 2008

收件日期：97年4月18日

接受日期：97年7月6日

In the early morning of 23 January 2008, about two weeks before the celebration of Chinese New Year of Golden Rat, Mr. Kou-Ong Huang, who resided in Kaoshung and returned to his native village of Toshe for vacation, operated a long-line fishing in the waters near the public pier in the Ghei-yah Bay of Sun Moon Lake. The long-line fishing was set two days earlier by his cousin Mr. Yehn-Nin Huang who resided in Toshe. The long-line had 50 Number-6 hooks; each with a 1.2m Number-10 (15 lb) line, tied to a 150m 40 lb main line at intervals of 3m. Loach was used as the bait. The target fish was the top-mouth culter (*Culter alburnus*), the largest carnivorous cyprinid fish locally known as “president fish”. It was considered as a delicacy by local people with a market price of about NT\$800.00/kg (equivalent to about US\$25.00/kg).

That morning, however, the fish that was caught was unexpected. When Mr. Huang pulled up the line, he hooked up a giant freshwater eel that he had never seen before. He struggled for nearly an hour but failed to land it into his fishing boat. He called his friend Mr. Chia-Lung Lieu for help. They eventually managed to land the eel into the boat using a large dip net (2 feet in diameter). They roughly measured the eel to be 178 cm long. They tried to remove the hook from the mouth, but due to too much bleeding, they cut the line and left the hook inside the mouth. They brought the eel to the Mr. Kuo-Tai Huang’s (eldest brother of Mr. Kou-Ong Huang) house in Toshe, and kept it in an old small steel boat (about 8 feet long) filled with water.

At first sight they thought they caught a monstrous Japanese eel (*Anguilla japonica*),

locally known as “white eel”. They were surprised and wondered whether the eel was a monster or “the Spirit” of the lake. We heard that next morning one of the brothers went to the fishing site and offered incense and paper money to the gods of the lake.

The news of the monstrous eel from the Sun Moon Lake spread. Some one offered NT\$ 40,000.00 (US\$ 1,300.00) to buy it, but the offer was rejected. On 13 February 2008 Mr. Kuo-Tai Huang telephoned us and expressed the wish of the three brothers to donate the eel to the Endemic Species Research Institute for research and educational purposes.

On 16 February 2008 we went to Mr. Huang’s house to meet the three brothers. The eel was still in the old steel boat, lying down quietly on the bottom of 6 inch deep muddy water. Occasionally, it turned its body upside down with the white belly upward. The hook was still in the mouth cavity, and about 10-inch long line came out from its right gill opening. One of the brothers mentioned that the eel often made the body upside down, but it would turn to the normal posture with a small touch. We took the water quality in the boat: pH 6.4, water temperature 15.3°C, DO 6.5 mg/l and conductivity 166.3  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . We removed a small piece of the tip of caudal fin for DNA analysis. We accepted the eel from the brothers with our gratitude, transferred the eel into a 50-gallon tank, and brought it to the institute. The eel had been kept in the small boat for 26 days. They said that they put minnows and loaches in the boat, and the eel apparently ate them.

At the institute, the eel was kept in a 600-gallon circular fiberglass tank (160 cm in diameter) provided with flow-through water at the depth of about three feet. The water temperatures were 13.9-19.3°C, and water qualities were pH 7.5-8.3,

DO 6-8.3 mg/l, and conductivity 394-423  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Ten large loaches, each about 15 cm, were provided as the food. The eel showed no appetite. The 24-hour continuous observation was conducted with the CCD monitoring system.

It was intended to anesthetize the eel to remove the hook, but the eel was so weak that the hook removal operation was postponed. Each day, the eel lay down on the bottom and often turned its belly upward, the same behavior observed at Mr. Huang’s house. There were injury and inflammation on the pectoral fin base and right gill opening area, so that the right pectoral fin extended outside with little movement, unlike that of left pectoral fin. The operculum ventilation rate was about 18/min.

On 21 February the hook was found in the tank; apparently the lesion at the hooked area had spoiled, so that the hook was automatically separated from the injury area and pushed out of the gill opening by the oral ventilation. The eel showed some improvement; the right pectoral fin moved like that of left one, but the eel still showed no appetite. It lay down on the bottom often with the belly upward, an unhealthy sign for the fish.

On 25 February a fungus infection was observed on the dorsal skin, particularly in the predorsal area where there were some skin lesions. The eel still showed no appetite. The operculum ventilation reduced to about 8/min, often with the belly turned upward. It died at 08:00 am, 3 March 2008.

After death, its picture and the x-ray were taken (Fig. 1). Also, some measurements were taken. They were total length 175 cm, weight 18 kg; head length 7.44, body height at dorsal origin 8.79, preanal length 2.26, predorsal length 3.06, distance between gill opening and dorsal origin

5.04, and distance between dorsal origin and anus 9.18 in standard length; and snout length 3.09, mouth length 3.47, suborbital length 3.58, interorbital width 3.56, and eye diameter 15.85 in head length. The number of vertebrae was 110. The DNA sequence obtained was compared to those of the known species of freshwater eels obtained from GenBank. Based on the DNA analysis and morphometric characters, the eel was identified as the speckled longfin eel (*Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867), native to New Guinea and

East Australia (Allen 1989). Morphologically, *A. reinhardtii* is distinguishable from the native eels, *A. japonica* and *A. marmorata*. *A. reinhardtii* has the number of vertebrae 104-109 and the origin of dorsal fin closer to anus than the origin of pectoral fin base, whereas *A. japonica* had the number of vertebrae 112-119 and *A. marmorata* has the origin of dorsal fin closer to the origin (Ege 1939; Tzeng and Tabeta 1983; Watanabe *et al.* 2005).



**Fig. 1.** Lateral view (A) and x-ray (B) of the giant speckled longfin eel (*Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867) caught from the Sun Moon Lake.

It is interesting to note that the eel had light blue dorsum like that of *A. japonica*, unlike mottled dorsum described for *A. reinhardtii*. This made us feel that *A. reinhardtii* has the mottled dorsum like *A. marmorata* when young and becomes

plain blue color like *A. japonica* when old. Such shift in coloration with ages needs further observation.

The maximum size of *A. reinhardtii* that has been reported was 200 cm for male (Merrick and

Schmida 1984) and 158 cm for female (Kailoia *et al.* 1993). The maximum weight reported was 16.3 kg (Merrick and Schimida 1984) but they might grow up to 22 kg. The eel from the Sun Moon Lake was not the largest of the species in the world. However, it was the largest eel reported from the inland waters of Taiwan and also the largest of the species found outside its native range.

There were two unreported preserved specimens of the speckled longfin eel at the Institute of Fisheries Science of National Taiwan University. They were purchased in March of 2003 at a local bazaar near the Shumun Reservoir in the northern Taiwan. They were sold as the mottled eel (*A. marmorata*) captured from the reservoir. Recently we observed that the giant speckled longfin eels were often sold at local bazaars in the towns of Shuili and Roka. They were sold as the mottled eels claimed to be caught from local rivers or reservoirs. It seems that the two preserved specimens at the National Taiwan University were more likely the ones imported from Australia or cultured in Taiwan rather than ones actually caught from the natural waters of Taiwan.

In addition to the exotic speckled longfin eel, six mature females of exotic American eel (*Anguilla rostrata*) with the ovaries fully grown were caught from the Kaoping River from July 1999 to February 2001 (Han *et al.* 2002). It has been known that the American eel and European eel (*Anguilla anguilla*) had been imported for the eel cultures in Taiwan as early as the 1970s. In 2008 African eel *Anguilla mossambica* was also imported for the culture in Taiwan. This made the total of four exotic eels (American eel, European eel, Australian speckled longfin eel and African eel) on the list of Taiwanese eel cultures. Of them, American eel and Australian speckled longfin eel

have been found in the natural inland waters. The speckled longfin eel is a tropical eel that may well adapt to live in the open waters of Taiwan. In Australia, it spawns all the year round (Shen and Tzeng 2007). Besides the above four species of the cultured exotic eels, there are four species of the native freshwater eels in Taiwan, *A. japonica* Terming & Schlegel, *A. marmorata* Quoy & Gaimard, *A. celebesensis* Kaup and *A. bicolor pacifica* Schmidt (Tzeng and Osame 1983).

In Japan, the European eel was imported for the eel culture in the 1970s and have been found to escape to natural streams (Miyai *et al.* 2004; Okamura *et al.* 2008). It grew fast in the wild (6.3 cm/year), became mature, and migrated downstream with Japanese eels to the sea. This has raised a concern for their possible hybridization that would affect the Japanese eel resources in Japan (Miyai *et al.* 2004).

The capture of this giant exotic speckled longfin eel in the Sun Moon Lake and American eels in the Kaoping River (Han *et al.* 2002), raises concern for the requirement of more strict regulation on commercial importation of exotic fishes for marketing and culturing in Taiwan.

## Literature Cited

- Allen, G. R. 1989. Freshwater fishes of Australia. T. F. H. Publications, Inc. Neptune City, New Jersey.
- Ege, V. 1939. A revision of the genus *Anguilla* Shaw, a systematic, phylogenetic and geographical study. Dana 16: 1-256.
- Han, Y. S., C. H. Yu, H. T. Yu, C. W. Chang, I. C. Liao and W. N. Tzeng. 2002. The exotic American eel in Taiwan: Ecological implications. Journal of Fish Biology 50: 1608-1612.

- Kailoia P. J., M. J. Williams, P. C. Stewart, R. E. Reicheit, A. McNee and C. Grieve. 1993. Australian fisheries resources. Bureau of Resources, Canberra, Australia.
- Merrick, J. R. and G. E. Schmida, 1984. Australian freshwater fishes: Biology and Management. Griffin Press Ltd. South Australia.
- Miyai, T., J. Aoyama, S. Sasai, J. G. Inoue, M. J. Miller and K. Tsukamoto. 2004. Ecological aspects of the downstream migration of introduced European eels in the Uono River, Japan. *Environmental Biology of Fishes* 71: 105-114.
- Okamura, A., H. Zhang, N. Mikawa, A. Koptake, Y. Yamada, T. Utoh, N. Norie, S. Tanaka, H. P. Oka and K. Tsukamoto. 2008. Decline in non-native freshwater eels in Japan: Ecology and future perspectives. *Environmental Biology of Fishes* 81: 347-358.
- Shen, K. N. and W. N. Tzeng. 2007. Population genetic structure of the year-round spawning tropical eel *Anguilla reinhardtii* in Australia. *Zoological Studies* 46(4): 441-453.
- Tzeng, W. N. and T. Osame. 1983. First record of the short-finned eel *Anguilla bicolor pacifica* elvers from Taiwan. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 49 (1): 27-32.
- Watanabe, S., J. Aoyama, M. Nishida and K. Tsukamoto. 2005. A molecular genetic evaluation of the taxonomy of eels of the genus *Anguilla* (Pisces: Anguilliformes). *Bulletin of Marine Science* 76(3): 675-690.

*Lejeunea bidentula* Herz. a Newly Recorded  
Liverwort to Taiwan

台灣新紀錄蘚類—雙齒細鱗蘚

Jia-Dong Yang<sup>1,2</sup> and Shan-Hsiung Lin<sup>2,\*</sup>

楊嘉棟<sup>1,2</sup> 林善雄<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

<sup>2</sup> Department of Life Science, Tunghai University, Taichung, Taiwan

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

<sup>2</sup> 東海大學生命科學系 台中市台中港路三段181號

\* Corresponding author

\* 通訊作者

Abstract

This paper describes *Lejeunea bidentula* Herz. as a newly recorded species of liverwort to Taiwan. It is easily distinguishable from other congeners on the island by having distinctly bidentate leaf-lobule. The occurrence of this species reported herein provides an evidence of the phytogeographic affinity of the bryoflora in Taiwan with those in the Southeast Himalayas and Yunnan of China.

摘要

本文描述台灣新紀錄蘚類-雙齒細鱗蘚。本種可藉由腹瓣具明顯的雙齒與台灣其他同屬物種區別之。本種的發現為台灣與喜馬拉雅山東南段及中國雲南地區之苔蘚植物地理親緣性提供佐證。

**Key words:** *Lejeunea bidentula*, liverwort, new record, Taiwan

**關鍵詞：**雙齒細鱗蘚、蘚類、新紀錄、台灣

Received: April 7, 2008

Accepted: June 18, 2008

收件日期：97年4月7日

接受日期：97年6月18日

## Introduction

*Lejeunea* is the largest genus of the family Lejeuneaceae, comprising about 200 species worldwide. It is notable for its complexity in classification and species identification (Schuster 1980). In Taiwan, there were 19 species of *Lejeunea* that have been reported so far (Piippo 1990; Lin 2000).

In our recent plant inventory survey of Taiwan, *Lejeunea bidentula* Herz. was collected from two areas in the central Taiwan. The specimens have been deposited at the Herbarium of Endemic Species Research Institute (TAIE). This paper describes *L. bidentula* Herz. as a newly recorded species of liverwort to Taiwan.

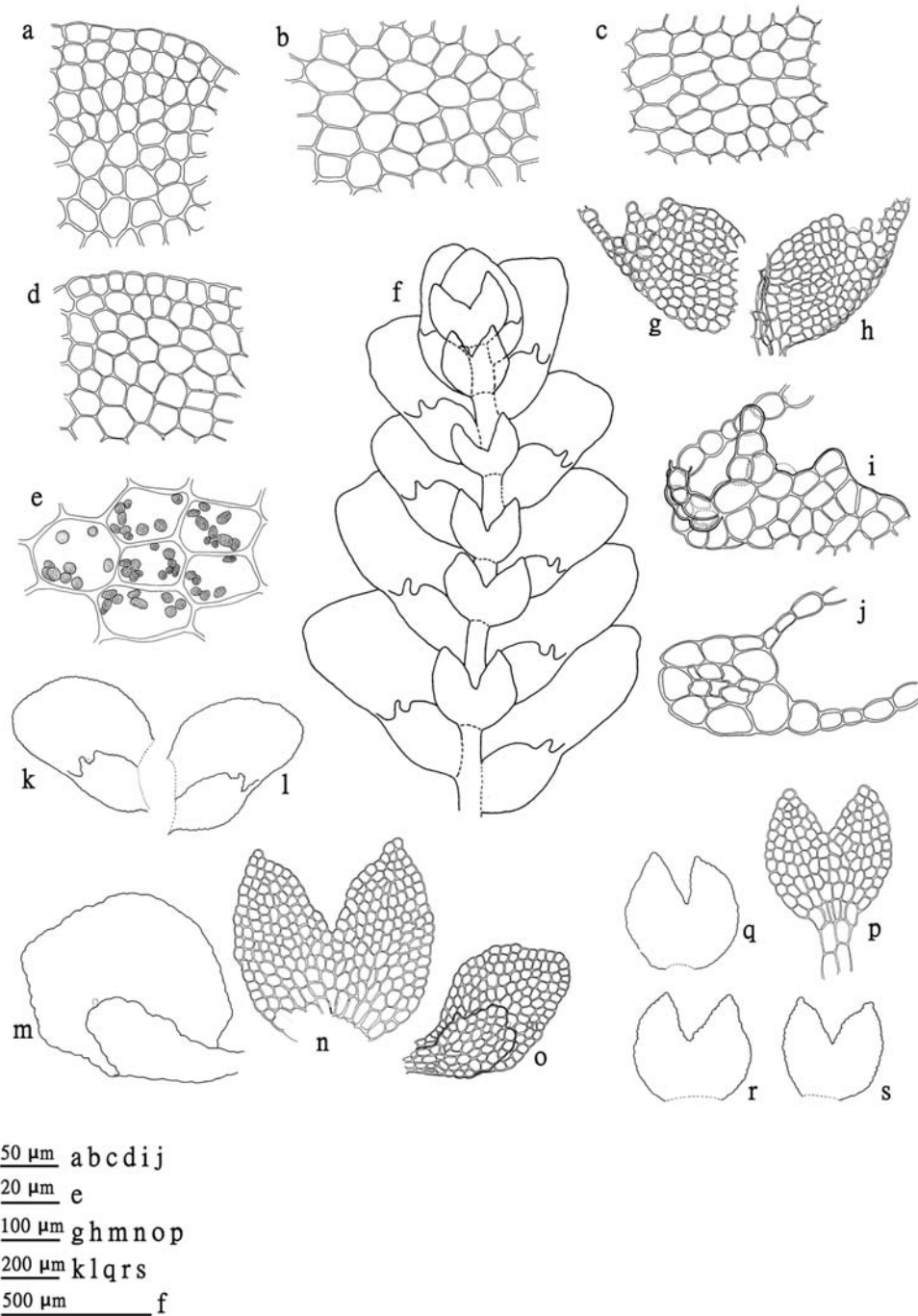
*Lejeunea bidentula* Herz. in Mazzetti, Symb. Sin. 5: 51, f. 19 (1930).

雙齒細鱗蘚

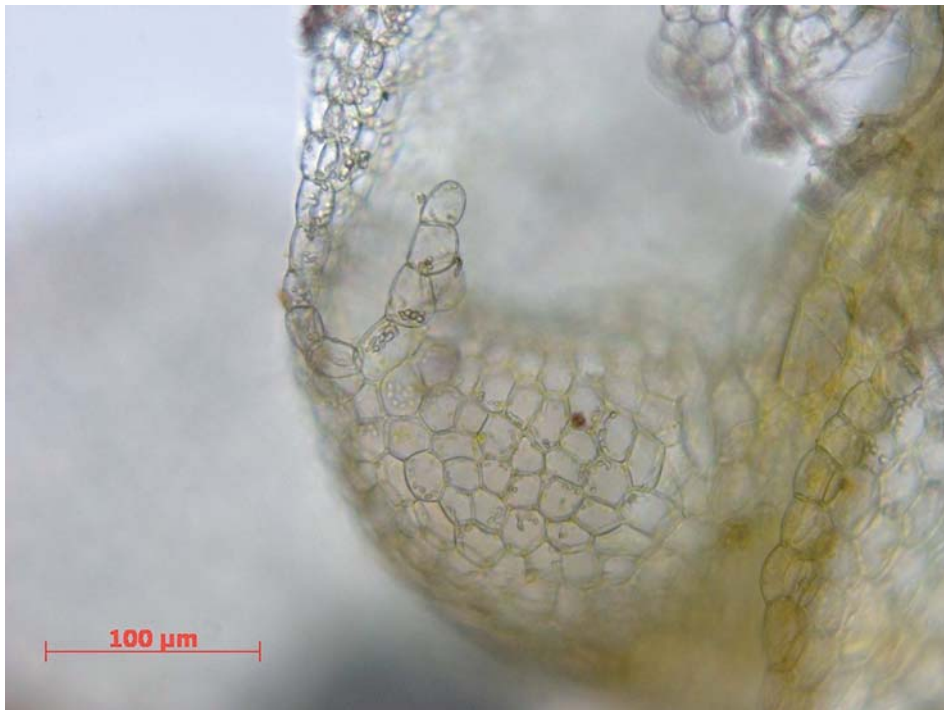
Fig. 1

Small plant, up to 12 mm in length, with leaves 0.8-1.1 mm in width, light yellow to yellowish green when fresh, yellowish brown when dried, irregularly branched. Stem 82-102  $\mu\text{m}$  in diameter, transverse section consisting of 7 cortical cells and 6-9 medullary cells, all with thin-wall: the former larger than the latter. Ventral merophytes of stem 2 cells wide. Leaves imbricate;

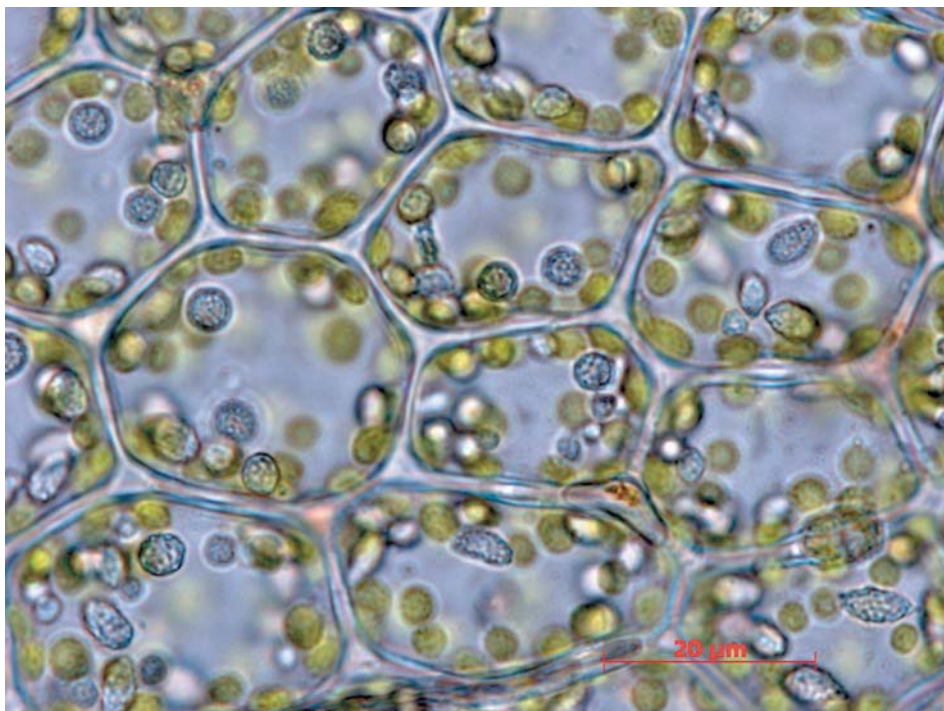
lobe flat, asymmetric ovate, 0.50-0.73 mm in length, 0.31-0.43 mm in width; apex rounded, margin entire, and dorsal margin slightly arched. Lobe cells thin-walled, trigones minute, intermediate thickening absent, marginal cells 15-22 $\times$ 12-21  $\mu\text{m}$ , median cells 22-33 $\times$ 13-25  $\mu\text{m}$ , basal cells similar to median ones but larger, 29-45 $\times$ 19-31  $\mu\text{m}$ . Cuticle smooth. Oil bodies 9-15 per median cell of leaf lobe, compound type. Ocelli and vitta absent. Lobule 1/3-1/2 the length of the lobe, nearly ovate, inflated; the first tooth large, acute, 2-3 cells long, 1-2 cells wide at base, with hyaline papilla on the proximal base; the second tooth consisting of a projecting cell, occasionally indistinct. Underleaves 0.17-0.37 mm in length, 0.21-0.39 mm in width, distant, transversely inserted, bilobed to 1/3-1/2 underleaves length, lobes triangular with nearly entire margin. Androecia absent. Gynoecia terminal on short or elongate lateral branch, with one subfloral innovation; bract lobe ovate, 0.33-0.38 mm in length, 0.19-0.30 mm in width, apex rounded, margin entire; bract lobule 1/2-3/5 the length of lobe, elliptical to lanceolate, apex rounded; bracteole oblong ca. 0.32 mm in length, ca. 0.33 mm in width, bilobed to ca. 1/2 the length, lobes triangular, acute, sinus acute, margin entire.



**Fig. 1.** *Lejeunea bidentula* Herz. a and d, marginal cells of leaf lobe; b, median cells of leaf lobe; c, basal cells of leaf lobe; e, oil bodies in the median cells of leaf lobe; f, ventral view of a portion of sterile plant; g-i, leaf lobule; j, transverse section of stem; k and l, ventral view of leaves; m and o, female bracts; n, female bracteole; p-s, underleaves. All drawn from *J. D. Yang 4123i*.



**Fig. 2.** The first tooth of leaf lobule. (from *J. D. Yang 4123i*)



**Fig. 3.** The median cells of leaf lobe with oil bodies and chloroplasts. (from *J. D. Yang 4123i*)

**Specimens examined: Hualian:** Sioulin, near the Dayuling, 820 Forest Trail, Trail mark 0 km +100m, epiphyllous on dried fern [*Diplazium glaucum* (Houtt.) Nakai] frond surface, ca. 2,500m alt., 121°18' 30.4" E, 24°11' 0.2" N, Aug. 16, 2007, *J. D. Yang 4123i* (TAIE); **Chiayi:** Alishan, Alishan railroad Mian-yue branch 8 km, epiphyllous on fern (*Thelypteris* sp.) leaves, ca. 2,300m alt., 120°48' 51.7" E, 23°33' 35.2" N, Mar. 11, 2008, *J. D. Yang 4964g* (TAIE).

**Remark:** *Lejeunea bidentula* is easily distinguishable from other congeners in Taiwan by having distinctly bidentate leaf-lobule. It was first described by Herzog (1930) based on the specimens collected by Handel-Mazzetti from Yunnan (2,050m in elevation) of China. Later Mizutani (1971) reported it from Uttar Pradesh of India (2,287-2,440m) and Dhankuta of Nepal (1,200m). The occurrence of this species reported herein provides an evidence of the phytogeographic affinity of the bryoflora in Taiwan with those in the Southeast Himalayas and Yunnan of China (Lin 2000).

## Acknowledgements

We are grateful to Hsiu-Jane Chen and Kui-Chu Chen who assisted in field collections and plate preparation. We are indebted to Ho-Ming Chang who helped in identification of the ferns. This study was support by National Science Council (NSC 96-2621-B-329-001) and Council of Agriculture, Taiwan.

## Literature Cited

- Herzog, T. 1930. Lejeuneaceae. pp. 43-57. In: H. Mazzetti (ed.). *Symbolae Sinciae* 5. Julius Springer, Vienna, Austria.
- Lin, S. H. 2000. The liverwort flora of Taiwan. The Council of Agriculture, Taipei, Taiwan, Republic of China. (In Chinese)
- Mizutani, M. 1971. *Lejeunea* from the Himalayan Region. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 34: 445-457.
- Piippo, S. 1990. Annotated catalogue of Chinese Hepaticae and Anthocerotae. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 68: 1-192.
- Schuster, R. M. 1980. The Hepaticae and Anthocerotae of North America. IV. Columbia University Press, New York.

本刊第十卷第一期「蕭明堂、莊美真、王穎。2008。太魯閣國家公園關原地區三種利用巢箱鳥類之繁殖特徵。P. 7-18」乙文之表 1 內容有誤(改正處以紅字標示)，特予更正如下：

**表 1.** 2004 及 2005 年關原地區利用巢箱之各鳥種之產卵與雛鳥孵化日期之分布 (以 4/1 為起始日)  
**Table 1.** Egg laying and hatching dates (the number of days counted from April 1) of green-backed tit (GBT), coal tit (COT) and Eurasian nuthatch (EUN) breeding in the nest boxes at Guan-Yuan, 2004 and 2005

Species	Clutch	Mean egg laying date							Mean hatching date						
		2004			2005			<i>p value</i> *	2004			2005			<i>p value</i> *
		mean	CV (%)	n	mean	CV (%)	n		mean	CV (%)	n	mean	CV (%)	n	
GBT	1 <sup>st</sup> clutch	22.0	33.6	6	19.3	24.9	9	>0.2	36.4	15.9	5	35.7	14.4	6	>0.2
	2 <sup>nd</sup> clutch	62.8	18.6	4	59.2	10.3	6	>0.2	82.8	14.8	4	76.0	6.7	6	>0.2
COT	1 <sup>st</sup> clutch	23.0	27.0	6	16.0	53.8	4	>0.2	41.8	18.7	5	33.3	21.3	4	>0.2
EUN	1 <sup>st</sup> clutch	19.0	22.7	7	9.5	39.8	6	0.01	36.9	11.7	7	29.0	13.6	5	0.02

\* Mann-Whitney U test.

# 「特有生物研究」稿約

## 壹、一般說明

- 一、「特有生物研究」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自然保育之學術論文，但以未曾在其他刊物發表者為限。
- 二、本刊為半年刊，每年元月及七月出版，隨時接受投稿。
- 三、刊登稿件分四類：
  - (一) 研究報告 (Research article)：學理或事實探討之原始研究報告，需分章節。
  - (二) 研究短報 (Research note)：試驗技術發展與改進之摘要報告，或正在進行而有初步結果者，不需分章節。
  - (三) 學術論述 (Review)：針對某一專題就已發表之研究成果加以綜合性評論。
  - (四) 專論 (Monograph)：針對專門議題之論著或分析探討。
- 四、撰稿中、英文均可，來稿請寄送完整文稿一式三份。原圖、表及電腦磁片俟審查通過後再通知寄送。
- 五、經本刊接受刊登之稿件，作者即自動放棄著作權，版權歸行政院農業委員會特有生物研究保育中心所有。
- 六、稿件無稿酬，但經刊登之文稿贈送抽印本 50 冊，作者如需額外的抽印本，可於校稿時登記份數，並負擔其費用。
- 七、來稿由本刊送請相關學者專家審查、簽注意見或修改，如需修改者再送請作者自行補充修正，作者應於收稿二週內完成修正，如於收稿二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。
- 八、來稿請寄：南投縣集集鎮 (郵遞區號 552) 民生東路 1 號 特有生物研究保育中心「特有生物研究」期刊編輯委員會收。

## 貳、文稿章節順序

依照 1. 題目，2. 作者姓名、服務單位、地址，3. 摘要，4. 關鍵詞，5. 緒言，6. 材料與方法，7. 結果與討論 (可分列)，8. 結論 (可省略)，9. 謝誌 (可省略)，10. 引用文獻等順序撰寫；其中 1. 至 4. 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。

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、題目以三十字為限。
- 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；作者若為兩名，姓名間以“and”連接；若為三名或以上，除最後一名與其前一名間以“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。

五、稿件全部內容包括文字、圖、表、相片及引用文獻等，研究報告以不超過 10 印刷頁(約 18,000 字) 為原則；學術論述及專論以不超過 15 印刷頁(約 27,000 字)為原則；研究短報則以不超過 4 印刷頁(約 7,200 字) 為原則。

## 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，於每頁正下方註記頁碼。

二、本文敘述，應用數字編號時，其層次：

中文用：一、(一)、1、(1)、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：柳檜、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.