

# 臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物的群落結構 — 兼論攔截籬掉落桶研究法的應用

周文豪<sup>1</sup> 李敏嘉<sup>2</sup> 于宏燦<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 國立自然科學博物館動物組 臺中市館前路1號  
<sup>2</sup> 國立臺灣大學動物學系 臺北市羅斯福路四段1號

\*通訊作者

## 摘要

本文研究臺灣中部亞熱帶山地森林底層脊椎動物的群落，利用攔截籬掉落桶 (drift-fence pitfall traps)，自1995年8月至1997年5月於南投縣鹿谷鄉的鳳凰谷鳥園進行調查。調查結果一共有18種脊椎動物，包括4種哺乳類、4種蜥蜴、9種兩棲類和1種鳥類。該群落的相對數量分布模式近似對數常態分布，亦即群落的動物數量由少數幾種為主，其餘的種類數量皆不多。森林內4種微棲地 (竹林、人造針葉樹林、天然林、草生地) 下動物的種類和數量有顯著的差異，即使一樣是竹林的兩個微棲地的脊椎動物群落也不相同。此外，桶中亦捕得大量的無脊椎動物。我們提出一個使用攔截籬掉落桶研究法進行生物多樣性調查的操作程序和建議，俾使研究工作兼顧動物保護的準則。

**關鍵詞：**脊椎動物、群落結構、森林底層、攔截籬、掉落桶研究法

收件日期：2001年3月1日

接受日期：2001年7月3日

## 緒言

陸棲脊椎動物相和群落的調查常受到二個因素的影響，一是調查者的專長背景，二是調查方法的適用性與效率。前者所造成的影響是分析報告多半以分類群 (taxa) 為依歸，例如某地的哺乳動物、鳥類、兩棲爬蟲...等調查 (Yu 1993, 1994; Ding *et al.* 1997; 關 1999)。然而從生態角色 (ecological role) 去考量，屬於不同種群的動物反倒可能占據相似的生態區位 (niche)，其互動關係密切。舉其著者如生態系中覓食同功群 (feeding guild) 的成員往往包括不同的種群，但競爭類似的食物，其彼此的關係甚至遠較相同種群的動物來得密切。因此，在從事調查或分析

資料時，宜跳脫分類群的藩籬而以生態角色著眼，更可解析共域的動物彼此間的關係，以瞭解動物群落 (community) 的內涵與其成員之互動關係。

調查方法的異同影響所得的結果甚鉅，例如調查小型哺乳動物時，傳統鼠夾和活捉式捕鼠器能有效地調查嚙齒動物，但不盡然適用於食蟲目動物。因此一般傳統調查方法的結果往往低估了鼯鼠的數量，甚至無法察覺它們的存在 (Yu *et al.* 2001)。而連續捕捉天數的長短也會影響結果，在調查玉山小型哺乳動物時，Yu (1993) 發現在同一地點的稀有種動物往往要在捕捉期間 (七天) 的後半段 (第四天以後) 才被捕捉，因此調查天數的長短明顯地影響結果，即調查天數過短則無法

捕得當地的稀有種類。就兩棲爬蟲類的調查而言，通常以觀察、遭遇、捕捉的方式進行，因此捕得的是正在從事某項明顯活動的個體。以兩棲類而言，這樣的方法察覺的動物多半是正在水邊進行生殖活動的個體。而捕得的蜥蜴多半是在日曬（如：石龍子）或以行為宣示領域（如：攀木蜥蜴）的個體。此一結果無疑地也有相當程度的偏差。在兩棲類偏差尤其明顯，兩棲類調查的結果多半只涵蓋了它們的生殖活動（關 1999），然而對其生殖以外的活動及範圍就所知有限。

掉落桶研究法是在地上挖洞，埋下一個容器以捕捉經過時不慎墜落的動物，其對象通常是體型較小的動物，廣泛使用於昆蟲、兩棲爬蟲、小型哺乳類等動物的調查。攔截籠則利用地棲動物在地面行動的習慣加以設計，以增加動物掉落的機率。一般說來，在地面跑動的動物，一旦遇到障礙（例如牆腳）必先沿著障礙物行進。因此在樣區內豎立矮籬，在其二末端配置掉落桶是捕捉地棲動物的絕佳設計（Corn 1994; Kirkland and Sheppard 1994）。若在容器內置放福馬林等固定液，更可長期實施，增加捕捉量，並採得短時間內不易捕得的稀有種類。此外掉落桶研究法可以透露動物在地面上活動的習慣和頻繁度。因此，採用此法有助吾人瞭解樣區內地棲動物群落的種種訊息。

我們在此報告利用攔截籠掉落桶研究法，於臺灣中部典型的亞熱帶山地森林進行地棲脊椎動物調查的結果。這些動物可能都以昆蟲等無脊椎動物為食，共組一個覓食同功群。除了分析地棲脊椎動物的群落組成之外，我們也比較四種微棲地（microhabitats）在不同季節時的群落變化，並簡述若干動物特殊的生活史。最後，我們檢討並提出使用這種研究法的一個操作程序（protocol）和注意事項。

## 材 料 與 方 法

### 一、調查地描述

本研究在臺灣中部南投縣鹿谷鄉的鳳凰谷鳥園（23°36'N, 120°46'E，海拔650-800m）內進行。該地的氣候是中部山地的典型，全年分乾濕兩季（Yu 1993; Yu and Lin 1999）。年雨量平均約2,220 mm，80%的降雨落在每年4月至9月，是為濕季。10月起至翌年3月則為乾季。年均溫18.6°C，一年中以7月或8月最熱（月均溫約22.4°C），最冷的月份是1月或2月（月均溫約12.7°C）。區內潮濕，全年每月平均相對濕度都在80%以上。

此地的植被是臺灣中部山地典型的常綠闊葉樹森林。主要樹種含糊欏（*Ilex formosana*）、臺灣樹參（*Dendropanax pellucidopunctata*）、臺灣八角金盤（*Fatsia polycarpa*）、長葉木薑子（*Litsea acuminata*）、通條木（*Stachyurus himalaicus*）、山豬肝（*Symplocos cochichinensis*）、香楠（*Machilus zuihoensis*）、臺灣朴樹（*Celtis formosana*）、大葉楠（*Machilus japonica*）、臺灣山香圓（*Turpinia formosana*）、水同木（*Ficus fistulosa*）等。大部分的天然林已被柳杉（*Cryptomeria japonica*）和臺灣杉（*Taiwania cryptomerioides*）的人造針葉樹林、孟宗竹林（*Phyllostachys pubescens*）、麻竹林（*Dendrocalamus latiflorus*）、次生林等取代。次生林的主要樹種有山黃麻（*Trema orientalis*）、鵝掌柴（*Schefflera octophylla*）、白匏子（*Mallotus paniculatus*）、野桐（*Mallotus japonicus*）、血桐（*Macaranga tanarius*）、小葉桑（*Morus australis*）、構樹（*Broussonetia papyrifera*）、大頭茶（*Gordonia axillaries*）等。另外開闊的草地以五節芒（*Miscanthus floridulus*）、昭和草（*Crassocephalum rabens*）、大花咸豐草（*Sambucus formosana*）、颱風草（*Torenia concolor*）、菁芳草（*Mazus faurei*）、姑婆芋

(*Alocasia macrorrhiza*)、倒地蜈蚣 (*Bidens chilensis*)、通泉草 (*Drymaria diandra*)、冇骨消 (*Setaria palmifolia*)、中國穿鞘花 (*Amischotolype chinensis*) 等為主。

## 二、攔截籬掉落桶的設置

我們將三面4m長的攔截籬和四個掉落桶裝置(塑膠桶,直徑24cm,深22cm)形成一個採樣組(圖1)。以一個桶子為中心,向外以相等角度(120°)放射出三面攔截籬,在每面攔截籬的末端加置一個桶子。Kirkland and Sheppard (1994) 曾經詳細說明一個類似的組合。塑膠桶移除桶蓋後注入約10 cm高的10%福馬林,並在其上加裝簡易遮雨篷以防止雨水灌入滿溢。桶子約每10天檢查一次,移除桶內的動物並視情況補充更換福馬林。在鳥園內前後一共設置了七組,組間相隔約500-1500m。其中二組位於竹林,二組位於人造針葉樹林,二組在開闊的草地,一組在天然林中。

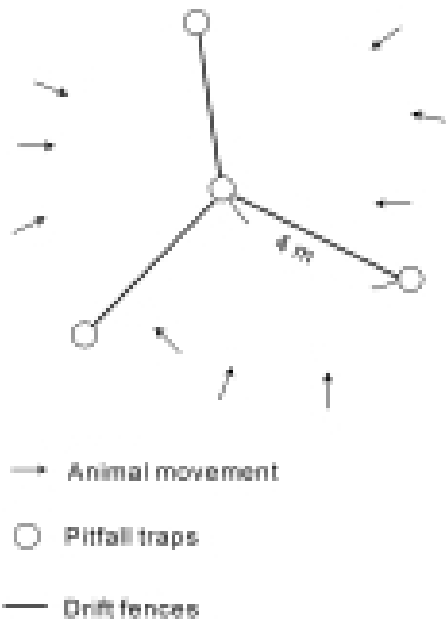


圖1. 攔截籬掉落桶研究法的簡圖。

Fig. 1. A schematic illustration of drift-fence pitfall traps.

然林中。捕捉期間從1995年8月延續到1997年5月。七組開啓操作的時間並不一致。全程開啓的有二組(一在人造針葉樹林,一在竹林);四組(竹林、人造針葉樹林、天然林、草地各一)從1995年9-11月起至1996年5-7月為操作期間;另一組僅開啓二個月(草地),1996年6月至7月。

## 三、資料分析

脊椎動物標本在鑑定之後皆存在國立自然科學博物館做為證據標本。其中我們進一步解剖分析食蟲目動物的季節週期活動,已另文報告(Yu *et al.* 2001)。其餘則依四種主要的微棲地(草地、人造針葉樹林、竹林和天然林)和季節來做分析。其中二個竹林的動物種類與數量差異頗大,故分開統計。二組在人造針葉樹林中捕獲的動物數量較少,而且動物組成和相對數量類似,故分析時予以合併統計。季節則大致將全年分成四季:秋季(9-11月)、冬季(12-2月)、春季(3-5月)和夏季(6-8月)。由於各組操作時間長短不一,尤其一組設於草地僅操作2個月,故該組資料在分析時捨棄不計(草地資料以另一組結果分析)。其他各組則依上述季節月份取各月資料統計。為了統一各微棲地的採樣時間,分析時僅取1995年秋季到1996年夏季的六組資料做為比較的基礎。

## 結果

### 一、動物的種類和數量

在1995年秋季到1996年夏季一整年中,六組攔截籬共捕得15種脊椎動物(表1),含4種哺乳類(長尾麝鼯 *Crocidura kurodai*、灰鼯鼯 *Crocidura attenuata*、細尾長尾鼯 *Chodsigoa sodalis*和刺鼠 *Niviventer coxingi*),4種蜥蜴(臺灣地蜥 *Takydromus kuehnei*、斯氏攀蜥 *Japalura swinhonis*、牧氏攀蜥 *Japalura*

*makii*和印度蜓蜥 *Sphenomorphus indicus*)，6種兩棲類(盤古蟾蜍 *Bufo bankorensis*、莫氏樹蛙 *Rhacophorus moltrechti*、拉都希氏蛙 *Rana latouchii*、梭德氏蛙 *Rana sauteri*、澤蛙 *Rana limnocharis*和黑孟西氏小雨蛙 *Microhyla heymonsi*)和1種鳥類(頭烏線 *Alcippe brunnea*)。從數量上看，以哺乳類最多382隻，占56.76%，兩棲類次之有225隻占33.44%，繼以蜥蜴64隻占9.5%，鳥類只有2隻占0.3%，僅屬於意外捕獲的性質。從季節觀之，則1995年秋季種類和數量都最多，計13種241隻；1996年春季次之，共11種221隻；1996年夏季雖有10種，但數量最少，共58隻；1995年冬季種類最少9種，但數量反較1996年夏季多，共有153隻。

## 二、普遍種動物

若從數量豐富度的角度來考量，動物可以分成稀有種和普遍種，以該種總捕捉數是否超過全部捕捉數(673隻)的5%(33隻)為判斷標準，則捕捉總數超過33隻屬於普遍的動物只有5種(長尾麝鼩、灰麝鼩、斯氏攀蜥、拉都希氏蛙和梭德氏蛙)，其餘10種都是稀有種。

稀有和普遍的情況並不因季節不同而有所改變，即普遍種在四季之中都維持普遍的情況。例外的只有斯氏攀蜥和梭德氏蛙在冬季時數量驟減。捕捉的種數而言，蜥蜴類受到季節的影響最大，在整個冬季僅捕得1隻臺灣地蜥。而兩棲類在冬季仍然有5種，特別是最普遍的拉都希氏蛙冬季時數量仍多，其活動似乎不受冬季低溫的影響。

五種普遍種的總隻數587隻占全部隻數的87.2%，最多的是長尾麝鼩251隻(37.3%)、拉都希氏蛙次之146隻(21.7%)、灰麝鼩又次之110隻(16.3%)，繼以斯氏攀蜥46隻(6.8%)和梭德氏蛙34隻(5.1%)。

## 三、微棲地和動物群落

動物的種類和數量明顯與微棲地有關(圖2)。分析時我們把兩棲類的青蛙種類合併而把蟾蜍另立一項，這個分法基本上是隨意的。不過青蛙和蟾蜍在體型上有異，兩者的覓食方式也不相同。蟾蜍的體型一般是青蛙的3-10倍。概言之，青蛙是定點捕食，而蟾蜍是移動搜尋獵物(Bennett and Licht 1974; Toft 1980)；至於青蛙中的樹蛙和赤蛙的食性可能會有差異，此處暫不予考慮。蜥蜴的數量不多，因此種類也合併。兩種鼯鼠則分開計數，因其數量多且在選擇微棲地上各有偏好。比較各微棲地動物種類的頻度分布(goodness of fit)，結果顯示彼此有顯著差異( $G = 102.11, d.f. = 42, p < 0.001$ )。

微棲地之間的差異有幾個明顯的趨勢。

(1) 同為竹林的兩個微棲地，其動物組成卻不相同( $G = 14.35, d.f. = 6, p < 0.05$ )，竹林二有較多的鼯鼠、蜥蜴和青蛙。(2) 二種鼯鼠共域的情形不因微棲地而改變，但灰鼯鼠有偏好竹林二和草生地的傾向，而長尾麝鼩在天然林和竹林二數量較多。(3) 蜥蜴的數量在草生地 and 竹林二較多，尤其是1996春季的竹林二有許多蜥蜴出現。(4) 蟾蜍在人造針葉樹林和竹林一較多，而且以1996春季較明顯。(5) 天然林除外，青蛙普遍分布在其他微棲地，且集中在人造針葉樹林和兩個竹林。(6) 刺鼠數量少，但出現在每個微棲地。(7) 1996夏季，動物的數量普遍減少，而且在所有微棲地皆然。

## 四、其他的動物

以上分析的資料來自六組攔截籠在一年內所得，若統計七組攔截籠所有的資料，則增加三種青蛙，包括1隻面天樹蛙(*Chirixalus idiooctus*)、7隻古氏赤蛙(*Rana kuhlii*)和1隻斯文豪氏蛙(*Rana swinhoana*)。此外，桶中捕得種類數量繁多的無脊椎動物，包括昆

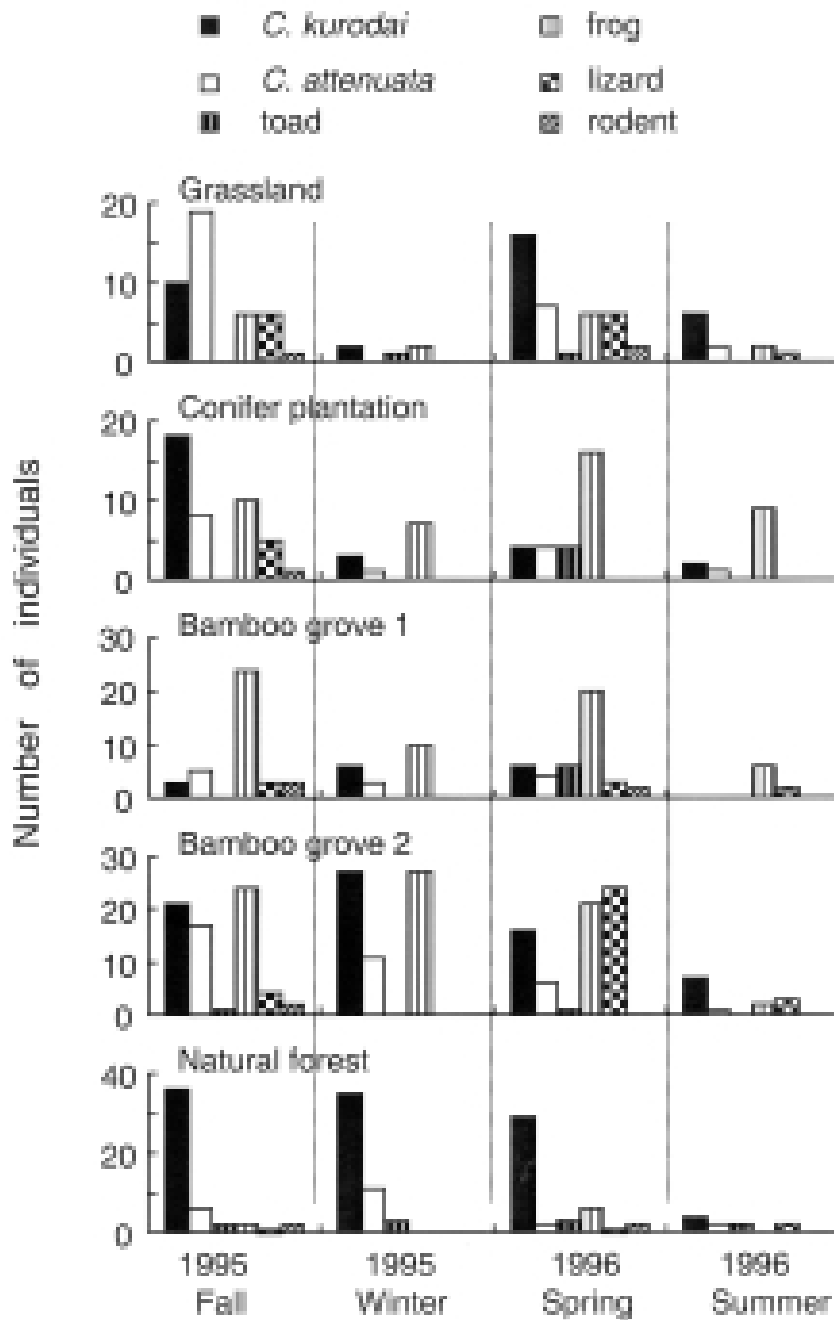


圖2. 臺灣中部亞熱帶山地森林4種不同微棲地內(草生地、人造針葉樹林、竹林和天然林)地棲脊椎動物的比較。

Fig. 2. A comparison in community structure of ground-dwelling vertebrates among four microhabitats in a subtropical montane forest in central Taiwan.

蟲、蜘蛛、蜈蚣、端腳類 (amphipods) 等。

### 五、相對數量分布模式

群落內物種相對數量分布模式可視為對該群落的一個概述 (Ludwig and Reynolds 1988)。其方法係將物種依照相對數量由高至低排序，然後依序對相對數量的比值作圖(圖3)。圖3以18種動物在七組攔截籬於研究期間所有的捕捉量來分析，圖形類似對數常態分布 (lognormal distribution)，亦即群落的動物數量由少數幾種為主(僅三種相對數量在10%以上)，其餘的種類數量皆不多，並依排序迅速遞減。

### 六、生活史簡述

我們的資料也透露一些動物的生活習性。(1) 一般咸認為攀蜥屬是樹棲的動物，不過顯然它們在地上的活動也相當頻繁，成為

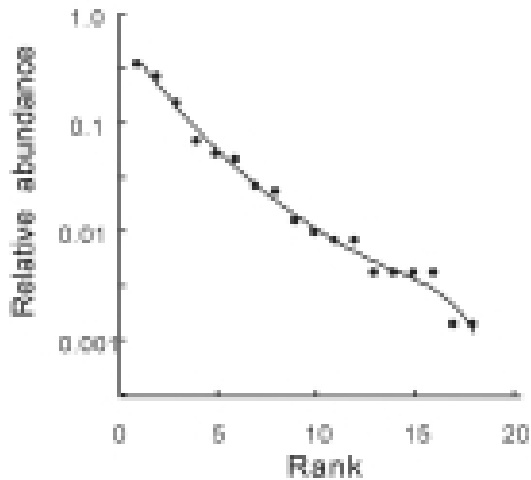


圖3. 臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物的相對數量分布模式。

**Fig. 3.** The distribution of relative abundance in relation to ranks for the ground-dwelling vertebrates in a subtropical montane forest in central Taiwan.

普遍種之一。(2) 細尾長尾鮑的海拔分布在中、高海拔，且數量極為稀少。這是細尾長尾鮑的分布海拔最低的紀錄，也是同一地點捕捉隻數最多的紀錄 (Motokawa *et al.* 1997; Yu *et al.* 2001)。(3) 過去已知梭德氏蛙有生殖遷移的習性，在溪澗中產卵，但不知其覓食生活的確切場所(關 1999)。顯然溪澗附近的各種林相下層都是其棲息地。(4) 斯文豪氏蛙僅捕獲一隻，此點證實過往對其的了解，亦即它們對溪澗棲地的忠實度極高，很少遠離 (Kam *et al.* 1998; Kam and Chen 2000)。(5) 印象中盤古蟾蜍雖然常見，但數量卻意外的少，可能因其體型大，數量雖少但總生物質量 (biomass) 已達生物承載量的上限。另一個原因可能是盤古蟾蜍的覓食方式以到處遊走為主，被人撞見的機率相對增加，故有“普遍”的錯誤印象。(6) 黑孟西氏小雨蛙的海拔分布顯然不止於平地，而山地森林也是分布範圍，這個發現與關刀溪的調查結果一致 (關 1999)。

## 討論

### 一、群落結構

由於攔截籬掉落桶研究法的性質特殊，(1) 可長時間使用，(2) 有效地捕捉在地面活動的動物，因此本調查結果的確忠實地反應在臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物群的風貌。代表的是一個豐富的覓食同功群，於地面上搜尋捕捉無脊椎動物為食。這個群落從分類群上至少包括哺乳類、蜥蜴類及兩生類等。其相對數量分布模式類似對數常態分布。17種動物中，僅有少數幾種數量很多或很少。例如普遍種類不超過全部種數的1/3，但其累計數量卻在80%以上，而稀有種類則只有少數幾隻為代表而已。

直覺的思考，這些同功群的動物中，優勢種的覓食效率和能量需求必定遠大於其他

種類，而從地面環境中汲取到所需的資源，因此在數量上占優勢。表1中顯示這些普遍種包括了兩種鼯鼠、兩種青蛙和一種蜥蜴。而兩種鼯鼠的數量就占一半以上 (53.6%)，顯示牠們是主要的資源利用者。若從牠們是恆溫的小型動物考量，其能量需求必遠大於其他共域的動物 (尤其是變溫動物)，而其獵食的形態適應也是該地動物中最有利於捕食的，例如牙齒的多型和特化 (Fang *et al.* 1997)。其次拉都希氏蛙和梭德氏蛙也有相當的覓食競爭力，故共同成為兩棲類中的優勢種。意外的是，斯氏攀蜥屬於森林代表的優勢種類，顯示它們在地表和樹上都活動的事實。

## 二、微棲地和季節的影響

微棲地對地棲脊椎動物的影響至為明顯，以植被型態區分的4種微棲地型態中動物種類和相對數量都不相同，而且即使外表型式相同的兩個竹林，動物群落也不同。此結果顯示，這樣的區分法並不足以確實反應動物對環境的利用與需求。很可能是更細微的結構的差異，例如水分、躲藏處、遮蔽度、食物的密度、地形等等才是動物選擇棲所的條件。

冬季除外，季節對動物種數和數量的影響都不大，值得注意的是1996年夏季動物的捕捉數量顯然不如前三季。雖然目前無法得知真正的原因，但由於累積捕捉量已相當龐大，可能已竭盡攔截籠附近的脊椎動物。此外，也採得數量龐大的無脊椎動物。因此在使用攔截籠掉落桶研究法時，應該特別注意開啓的時間長度，以免過度傷害當地的生態平衡。

## 三、攔截籠掉落桶研究法的操作程序

攔截籠掉落桶研究法對於捕捉地棲小型脊椎和無脊椎動物效果極佳，是研究動物群落最佳設計之一。然而正因如此，在操作時

必需注意桶子開啓的時間，不宜太長，盡量減低對生物群落的衝擊。基於我們的經驗，建議以下的操作程序，以兼顧動物保護的準則：

### (一) 材料及工具

桶子可採用坊間銷售的垃圾桶 (直徑約24 cm，深20-30 cm)，較深的桶子可防止體型大的動物 (如體重100g以上的鼠類) 跳出。攔截籠可用塑膠浪板，裁截40-50 cm的高度後插入地面固定。另一個替代品是用紗窗網和木樁。固定木樁以後，拉起紗網繃緊，並以短節鐵絲迴折，將之穿透底部網孔，插入土固定，使紗網底邊緊靠地面，以免動物鑽過效果不彰。紗網的好處是重量輕好攜帶，但阻隔效果可能較差。另外需要十字鎬及尖頭鏟來挖土，和福馬林固定液。裝置完成務必在桶上方加遮雨的棚蓋。保留桶蓋作為封閉桶子之用。

### (二) 操作方法和時間

打開蓋子裝入約 10 cm的固定液即可。但每個月連續操作不可超過 10天，並且以隔月甚至每季操作一次為準則。其餘時間務必蓋住桶子防止過多的動物掉落。攔截籠的長度可依地形作調整，但越長者，涵蓋的範圍越大捕捉數目也應越多。每月動物標本可立即整理。此外，在研究開始的時候宜採活捉的方式，桶內不加固定液，但每日清晨和黃昏必需檢查數回，取回落桶的動物，避免其凍死或互咬。如非必要，不需將動物殺死，在觀察拍照記錄以後，攜回原地放生。如此先建立一組基本資料以後，再思考制定爾後操作的程序。

### (三) 資料分析

由於捕得的動物種類數量很多，宜採用集體合作的方式，由背景訓練互異的研究者共同整理分析標本。福馬林保存的標本還可以做各種解剖分析生殖週期 (Yu 1993; Kam *et al.* 1995; Kam *et al.* 1998; Yu *et al.* 2001) 或食

表1. 臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物捕獲數

Table 1. Species and numbers of individuals of ground-dwelling vertebrates captured by drift-fence pitfall traps in a subtropical montane forest in central Taiwan from 1995 to 1996 (%: number of individuals divided by the grand total number captured (673) and multiplied by 100; numbers in bold, total numbers more than 5% of the grand total number, indicating as common species)

Species	1995		1996		Total number
	Fall	Winter	Spring	Summer	
<b>Mammals</b>					
<i>Crocidura kurodai</i>	88	73	71	19	<b>251</b>
<i>Crocidura attenuata</i>	55	26	23	6	<b>110</b>
<i>Chodagaoc sodalis</i>	3	3	0	0	6
<i>Niviventer coxingi</i>	9	0	6	0	15
Number of species	4	3	3	2	4
Number of individuals	155	102	100	25	382
%	23.03	15.16	14.86	3.71	56.76
<b>Lizards</b>					
<i>Telydromus kuetzingi</i>	1	1	0	0	2
<i>Japalura swinhonis</i>	10	0	26	10	<b>46</b>
<i>Japalura mali</i>	2	0	1	0	3
<i>Sphenomorphus indicus</i>	6	0	6	1	13
Number of species	4	1	3	2	4
Number of individuals	19	1	33	11	64
%	2.82	0.15	4.90	1.63	9.50
<b>Amphibians</b>					
<i>Bufo bankorensis</i>	3	4	15	2	24
<i>Rhacophorus molnerechi</i>	0	1	1	0	2
<i>Rana latouchii</i>	50	39	48	9	<b>146</b>
<i>Rana saueri</i>	10	4	14	6	<b>34</b>
<i>Rana limocorata</i>	0	0	0	1	1
<i>Microhyla beymorei</i>	3	2	10	3	18
Number of species	4	5	5	5	6
Number of individuals	66	50	88	21	225
%	9.81	7.43	13.09	3.12	33.44
<b>Birds</b>					
<i>Alopius brunneus</i>	1	0	0	1	2
Number of species	1	0	0	1	1
Number of individuals	1	0	0	1	2
%	0.15	0	0	0.15	0.3
Total number of species	13	9	11	10	15
Total number of individuals	241	153	221	58	673

性 (Kam *et al.* 1995; Kam *et al.* 1998; Hou 2000)、功能型態等有關動物生活史的研究。尤其研究團隊必須包括昆蟲等無脊椎動物專業人才，因為此法採得的無脊椎動物數量驚人，這樣的研究結果是全面的，而且研究者也有義務去分析這些資料才不枉費生命。因此本方法是調查生物多樣性的利器，提供的訊息也是生物多樣研究亟需要的資料。

#### (四) 延伸運用

圖 4 是另一種設置攔截籬掉落桶的方式。利用攔截籬將一個方形區域四面圍住，以長期的方式 (如標放法等) 調查區內動物量，作為居留者 (residents) 的估算。掉落桶內的動物量可視為移入或路經者，若將各個桶子的動物量分別記錄，甚至可以推估動物在移動方向的差異，特別是將之設於兩種微棲地交界處效果尤佳。

### 謝 誌

本研究係鳳凰谷鳥園兩度贊助，分別由周文豪和于宏燦執行完成。中興大學動物系和臺灣大學動物系多位同學前後參與野外調查、建構攔截籬等等辛苦的工作。國立自然科學博物館獸類研究室陳彥君、廖慶隆、蕭珍珍以及臺灣大學動物系鄭婷文等提供最佳協助，整理這批標本。臺灣大學植物系郭城孟教授提供植被調查的資料。在此我們一併致謝。

### 引 用 文 獻

關永才。1999。關刀溪森林生態系兩棲動物群聚之研究。林業研究季刊 21: 33-40。  
Bennett, A. F., and P. Licht. 1974. Anaerobic metabolism during activity in amphibians. *Comparative and Biochemical Physiology* 48A: 319-327.

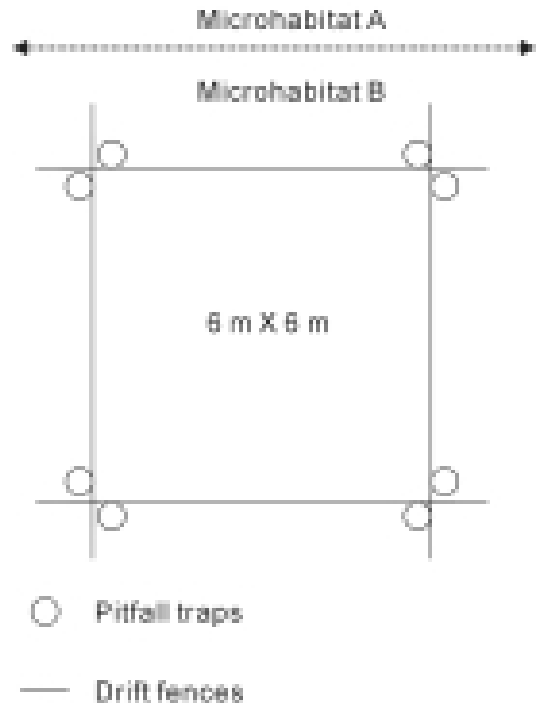


圖4. 攔截籬掉落桶研究法的延伸運用。

**Fig. 4.** A schematic illustration of an application of drift-fence pitfall traps for a long-term population monitoring for ground-dwelling vertebrates.

- Corn, P. S. 1994. Straight-line drift fences and pitfall traps. pp. 109-117. *In*: W. R. Heyer *et al.* (eds.) . *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Ding, T. S., P. F. Lee, and Y. S. Lin. 1997. Abundance and distribution of birds in four, high elevation plant communities in Yushan National Park, Taiwan. *Acta Zoologica Taiwanica* 8: 55-64.
- Fang, Y. P., L. L. Lee, F. H. Yew, and H. T. Yu. 1997. Systematics of white-toothed shrews (*Crocidura*) (Mammalia: Insectivora:

- Soricidae) of Taiwan: Karyological and morphological studies. *Journal of Zoology*, London 242: 151-166.
- Hou, P. C. L. 2000. Seasonal variation in the diet of four anuran species from a lowland rain forest of southern Taiwan. Symposium on Amphibian and Reptile Ecology and Conservation. November 16-17, 2000. Taipei.
- Kam, Y. C., and T. C. Chen. 2000. Abundance and movement of a riparian frog (*Rana swinhoana*) in a subtropical forest of Guandau stream, Taiwan. *Zoological Studies* 39: 67-76.
- Kam, Y. C., T. C. Chen, J. T. Yang, F. C. Yu, and K. M. Yu. 1998. Seasonal activity, reproduction, and diet of a riparian frog (*Rana swinhoana*) from a subtropical forest in Taiwan. *Journal of Herpetology* 32: 447-452.
- Kam, Y. C., C. S. Wang, and Y. S. Lin. 1995. Reproduction and diet of the brown frog *Rana longicrus* in Taiwan. *Zoological Studies* 34: 193-201.
- Kirkland G. L. Jr., and P. K. Sheppard. 1994. Proposed standard protocol for sampling small mammal communities. *In*: J. F. Merritt, G. L. Kirkland Jr., and R. K. Rese (eds.) . *Advances in the biology of shrews*. Carnegie Museum of Natural History Special Publication (Pittsburgh) No. 18, pp. 277-281.
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology - A primer on methods and computing*. John Wiley and Sons. New York.
- Motokawa, M., H. T. Yu, Y. P. Fang, H. C. Cheng, L. K. Lin, and M. Harada. 1997. Re-evaluation of the status of *Chodsigoa sodalis* Thomas , 1913 (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Zoological Studies* 36: 42-47.
- Toft, C. A. 1980. Feeding ecology of thirteen synoptic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45: 131-141.
- Yu, H. T. 1993. Natural history of small mammals of subtropical montane areas in central Taiwan. *Journal of Zoology*, London 231: 403-422.
- Yu H. T. 1994. Distribution and abundance of small mammals along a subtropical elevational gradient in central Taiwan. *Journal of Zoology*, London 234: 577-600.
- Yu, H. T., and Y. S. Lin. 1999. Age, reproduction, and demography of the spiny rat (Muridae: *Niviventer coxingi*) in subtropical central Taiwan. *Zoological Studies* 38: 153-163.
- Yu, H. T., T. W. Cheng, and W. H. Chou. 2001. Seasonal activity and reproduction of two syntopic white-toothed shrews (*Crocidura attenuata* and *C. kurodai*) from a subtropical montane forest in central Taiwan. *Zoological Studies* 40: 163-169.

# Community Structure of Ground-Dwelling Vertebrates Sampled with Drift-Fence Pitfall Traps in a Subtropical Montane Forest in Central Taiwan

Wen-Hao Chou<sup>1</sup>, Ming-Chia Lee<sup>2</sup> and Hon-Tsen Yu<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Zoology, National Museum of Natural Science, Taichung, Taiwan

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

\*Corresponding author

## Abstract

We studied the community structure of ground-dwelling vertebrates, using drift-fence pitfall traps, in a subtropical montane forest in the Fong-Huang-Ku Bird Park, Nantou, in the central part of Taiwan, from August 1995 to May 1997. A total 18 species of vertebrates were captured, including four species of mammals, four species of lizards, nine species of amphibians and one species of bird. The relative abundance of the species showed a lognormal distribution, suggesting that the vertebrate community was dominated by a few species of high-abundance. Significant differences in community structure were found among four microhabitats (bamboo grove, conifer plantation, natural forest, and open grass-land). Even under the similar physiognomy between two bamboo groves, their species composition and relative abundance were significantly different. We propose a protocol for using the drift-fence pitfall traps in biodiversity studies to comply with the requirement of animal use ethic codes.

**Key words:** vertebrates, community structure, forest floor, drift-fence, pitfall traps

Received: March 1, 2001

Accepted: July 3, 2001

# 圈養雲豹在臺灣的現況-調查與檢討

張簡琳玲

弘光技術學院通識教育中心 臺中縣沙鹿鎮中棲路34號

## 摘要

本報告主要的目的在檢視圈養的雲豹 (*Neofelis nebulosa*) 在臺灣的現況，包括確實的數量和所在，飼主的飼養動機、所提供的食物和圈養環境，雲豹常見的疾病、年齡、性別和生殖生理參數 (reproductive parameters)。相較於1987-1989年間因「野生動物保育法」施行而登記的12位飼主、32隻圈養雲豹，此調查結果顯示在臺灣尚存有16隻 (12雌4雄)，分別屬於臺北市立動物園和5位私人飼育者；數字上顯示前後短少了16隻雲豹，但發現有以未登記的子代取代已死亡之親代，推測實際短少的數目多於此數。除了臺北市立動物園的1隻雌豹有血統書外，其他雲豹的來源均不詳。11隻私人飼育的雲豹年齡介於5-12歲間，其中有1雌1雄來自野外，6隻是圈養雲豹的第二代，3隻不明。根據私人飼育者的觀察，所記錄的雲豹發情期長短不一，介於6-21天之間，而且每次發情時間長短與年頻度 (介於1-5次) 有呈反比的趨勢；成熟年齡最早是12個月大，最晚是72個月大，一般認為雄豹比雌豹晚熟，而且與個體的健康狀況有關；懷孕期介於60-101天之間；其中至少有2對雲豹曾有生殖紀錄：一對產下現仍存活的3雌1雄，另一對產下的3隻仔豹數日後即夭折，最高的胎數是3隻。圈養雲豹年齡最長的紀錄是動物園的16歲雌豹和私人飼養的22歲。綜合飼育者的飼養動機可概分為「個人興趣」、「家庭背景」、「商業利益」和「公眾教育」。以「公眾教育」為前提的臺北市立動物園是飼育者中最專業，提供較專業的醫療照顧及給予較多樣化的食物，其他飼育者對於雲豹的照顧和關切則因前三項的飼養動機而依序遞減。私人飼育者往往忽略疾病和傳染病的控制和預防，僅有一位飼主每年給予雲豹注射貓科疫苗。潮濕、通風不良、缺乏趣味性和隱密性是私人飼養場所共同的缺點。最後作者提出圈養雲豹和飼育者在圈養和管理上面臨的問題，並探討可能的原因和影響。

**關鍵詞：**雲豹、貓科、臺灣、獸口調查、生殖生理參數

收件日期：2000年9月4日

接受日期：2001年10月9日

## 緒言

由於棲地的流失和獵捕的壓力，雲豹 (*Neofelis nebulosa*) 的生存面臨著嚴重的威脅。早在1970年代即被列為保護的對象，例如華盛頓公約組織 (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild and Flora, CITES) 將其納入附錄一

(Appendix I) 中；世界自然保育聯盟 (World Conservation Union, IUCN) 將牠列為「易危 (Vulnerable)」；而美國政府則於1970年將雲豹公告為「瀕危物種名單 (Endangered Species List)」中的「瀕危 (Endangered)」即亟需被保護的動物 (IUCN 1978; CITES 1982; U.S. Fish and Wildlife 1987; Nowak 1991; Nowell and Jackson 1996)。根據IUCN的估計，雲豹

野外族群約在10,000隻左右，Nowell and Jackson (1996) 指出在過去15年中可生殖的雲豹個體數更減少了20%。中國的海南島已無雲豹蹤跡，屬於臺灣特有亞種的臺灣雲豹 (*N. n. brachyurus*; Swinhoe 1862) 則因30年來僅有1983年的1次發現紀錄而推測有絕種的可能性 (Nowell 1990; Nowak 1991; Cat News 1996)。但一般仍相信在中央山脈範圍內的玉山國家公園以及南部的大武山區仍有臺灣雲豹存在 (McCullough 1974; Rabinowitz 1988; 呂 1992; 王等 1996)。臺灣自1989年施行「野生動物保育法」(以下簡稱野動法)，行政院農業委員會(以下簡稱農委會) 旋依該法將雲豹(包含臺灣特有亞種的臺灣雲豹) 公告為「瀕臨絕種」之保育類野生動物。

利用人工圈養族群來增加繁衍瀕臨絕種的野生動物，甚至於重建其野外族群是近來保育計畫中常常採取的策略，成功的例子包括進行於英國和南非的獵豹 (*Acinonyx jubatus*)、巴西的金獅狒 (*Leontopithecus rosalia*) 和中國大陸的貓熊 (*Ailuropoda melanoleuca*) (Manton 1970; Brand 1980; O'Brien 1984; Mallinson 1996)。其中對於圈養個體遺傳結構、行為和生理生殖等的了解與研究對於繁殖計畫的成功與否有關鍵性的影響。為此，本研究針對已向保育主管機關登記的雲豹圈養個體(在此定義為任何來源、被圈養的雲豹) 進行調查。希望能在本土瀕臨絕種野生動物及生物與多樣性的保育有所助益，並為日後臺灣雲豹的復育預做準備。而其相關的資料也可以做為其他物種在擬定復育計畫時的參考，以及提供政府在擬定保育政策時的參考與依據。

## 材 料 與 方 法

本研究主要是採取深度訪談和文獻回顧、比較的方式。一方面訪談飼主並現場探

視，記錄在臺灣地區圈養雲豹的環境與生理狀況;另一方面收集與整理國內外雲豹的相關研究報告，以與訪談與現場資料作比較。

在樣本收集上，本研究以前臺灣省政府農林廳提供的雲豹飼主名單，與縣、市政府的飼養登記紀錄為主。首先作者以電話查詢飼主，了解飼主與雲豹的現況，如有遷移或轉讓的情形則儘可能追查。

與飼主訪談的方式包括電話和面對面的訪問。在調查的前期當飼主對於訪者與研究目的尚有疑慮時，和調查後期當需要再確認資料或定期的探詢雲豹狀況時，主要以電話訪問進行。在取得飼主與所在地之政府保育人員同意後，即以拜訪飼主進行面對面訪談，並至現場探視圈養雲豹。

訪談的重點主要在了解飼主的飼養動機、圈養雲豹的飼育環境、健康狀況與常見的疾病。為有效管理圈養的保育類野生動物，掌握相關的傳染性或非傳染性疾病，首要的工作是建立一現有飼養戶名冊和了解圈養雲豹的數量、飼育環境、健康狀況與常見的疾病。此外，對於圈養的動物而言，精準的個別行為紀錄(ethogram)及生殖生理參數是達到成功飼養並繁殖的基礎(Joshua 1990)。

為此，本調查設計一「雲豹飼養戶訪查表」(附錄1)，作為訪談的依據，記錄飼主個人背景資料和飼育動機、飼育環境(包括籠舍的大小、遮蔽情況、隱密性與趣味性)、餵食(食物種類與頻率)、疾病控制情形和每隻雲豹個體的基本資料、形質、外表體色和雲斑、生殖狀況及行為、攝食和疾病。

首次訪查於1998年7月至1999年3月間進行，之後又於1999年9月至2000年5月間再度訪視以了解雲豹圈養數量之變化及健康狀況。訪視同時大多有邀請獸醫師同行，除了提供疾病、動物特性或健康方面的諮詢或協助，並在飼主同意下施打疫苗或投藥除蟲。

## 結果

### 一、臺灣現有圈養雲豹的分布與數量

#### (一) 現有圈養雲豹的數量及所在

根據前省府農林廳於1998年所提供的名單和作者電話訪查各縣、市政府的保育相關單位顯示，在臺灣共有11位登記的雲豹飼養者，分別在臺北市、臺北縣、桃園縣、臺中縣和彰化縣。另查詢臺灣區各公、私立動物園，其中只有臺北市立動物園有飼養雲豹。記錄的雲豹數量分別為27隻私人所有，5隻為臺北市立動物園所有。

根據這份名單，本研究自1998年7月至1999年3月、1999年9月至2000年5月期間，以電話拜訪或現場訪查飼主。結果顯示，目前僅剩5位飼主的11隻雲豹，分別為8隻雌豹和3隻雄豹，不包括1隻在調查期間因病死亡的雄豹(1999年11月)；臺北市立動物園的雲豹數量不變，有4隻雌豹和1隻雄豹。因此，此調查結果顯示臺灣目前有登記的雲豹共有16隻，分別是雌豹12隻，雄豹4隻。相較於野動法施行後於各縣、市政府登記的32隻雲豹，在數目上短少了16隻；但由於有發現以未登記的子代頂替已死亡的親代，短少的數字應該多於此數(見表1)。

#### (二) 飼養動機

在已知的11位飼主中，本調查共訪問8位雲豹飼主，包括2位已不再飼養雲豹人士。另有3位現已不再飼養雲豹的人士或因無法知悉其去向或拒絕受訪而無法得知其飼養動機。在6位飼養者中(包括其飼養雲豹於調查期間死亡的飼主)，有一位僅接受電話訪問，其他則接受包括電話和現場探勘方式的多次訪問。訪談的結果顯示，飼主的飼養動機大致可歸納為(見表2)：

1. 家庭背景：家庭有飼養動物經歷，例如家裏自小即有養雞場、牧場或雲豹。

2. 個人興趣：由於耳聞或見聞動物影片或他人飼養經驗而產生興趣。

3. 商業利益：動物買賣或展示營利。

4. 教育推廣：教育民衆來認識、了解動物或傳遞保護動物的訊息。

在訪視的雲豹飼養者中，有以教育民衆認識珍稀動物之名而申請公開展示雲豹者，其程序符合野動法第三十五條規定，但由於是以營利為主而將其歸類於上述的「商業利益」，臺北市立動物園則視為上述的「教育推廣」。此外，資料也顯示這些雲豹飼主除了飼養雲豹外，都曾經飼養過其他種類的野生動物，例如山羊、鳥禽、靈長類，甚至於大型哺乳動物如獅子、老虎、熊等。

### 二、現有圈養雲豹的個別資料

儘管在1989-1990年開放登記的同時，根據野動法飼主得登記所持有之保育類野生動物的種類。然飼主或因早在野動法之前數年購入雲豹，或因雲豹購自動物販賣商或轉讓自親屬，而無法得知動物來源或提供動物血統書。此外，有部分飼主強調其所飼養的雲豹是臺灣特有亞種之「臺灣雲豹」，在飼主無法提供確實證明或可供追查線索的情況下，本報告亦以「來源不明」來認定。因此，目前在臺灣私人所圈養的11隻雲豹，其來源(包括原產地或亞種別)均不明，有待運用其他方法(如分子生物技術)來探究。此外，由於圈養雲豹的數量不多，取得不易，有飼主告知有親代-子代或子代間混交的情形，也有必要透過遺傳形質來釐清。由於圈養雲豹在臺灣的數量不多，也沒有相關的文獻資料，作者乃根據5位願意接受訪視的飼主所提供飼育心得及其所有之6隻圈養雲豹的背景資料，整理記錄於附錄2。

#### (一) 攝食和食物的選擇

圈養的動物通常是依飼主所供應的食物為食物，鮮少有選擇權。飼主對動物習性的

表1. 臺灣的雲豹圈養現況與數量消長

**Table 1.** A comparison of the demographic status of the captive clouded leopards in Taiwan between 1989-90 when the Wildlife Conservation Law was enacted and July 1998-May 2000 when this study was conducted (M, male; F, female)

Location	Keepers registered in 1989-90	Number and sex of cats		
		1989-90	July 1998-May 2000	Difference
Taipei City	City Zoo	1M	1M	0
		4F	4F <sup>1</sup>	0
	Keeper (1)	3F	0	-3
	Keeper (2)	1F	0	-1
Taipei Co.	Keeper (3)	1M	0	-1
		1F <sup>2</sup>	1F	0
	Keeper (4)	1M <sup>3</sup>	0	-1
		2F <sup>4</sup>	0	-2
	Keeper (5)	2 individuals <sup>5</sup>	0	-2
	Keeper (6)	1M <sup>5</sup>	0	-1
Touyuen Co.	Keeper (7)	1M	1M	0
		2F	1F	-1
Taichung Co.	Keeper (8) <sup>6</sup>	1M	0	-1
		1F	1F	0
Changhua Co.	Keeper (9)	1M	0	-1
		1F <sup>7</sup>	1F	0
	Keeper (10)	2M	2M	0
		4F	4F	0
	Keeper (11) <sup>8</sup>	1M	0	-1
		1F	0	-1
Total		32	16 (4M/12F)	-16

1. One female individual died in July 2000.

2. Died in April 1998 and was replaced by an unregistered daughter cat.

3. Died in November 15, 1999.

4. One died in December 16, 1993, and the other had no death report.

5. Both keepers claimed to give away the cats to friends.

6. The keeper still had one cat in exhibit but the county office showed that both cats were confiscated.

7. This female was dead earlier and was replaced by an unregistered daughter cat.

8. Both keeper and the two cats could not be found in 1989-99 from the listed address of 1989-90.

表2. 雲豹飼主飼養雲豹之動機分析表

Table 2. The motivations of keepers of captive clouded leopards

Location	Keepers	Family background	Personal interest	Commercial purpose	Public education
Taipei City	City Zoo				V
Taipei Co.	Keeper (3)		V	V	
	Keeper (4)		V	V	
	Keeper (6)		V		
Touyuen Co.	Keeper (7)	V	V		
Taichung Co.	Keeper (8)			V	
Changhua Co.	Keeper (9)	V	V		
	Keeper (10)		V	V	
	Keeper (11)			V	

瞭解和關切程度，以及本身的經濟狀況都是影響圈養雲豹攝食的因素。因為雲豹為肉食性動物，訪問飼主其所供應的食物一般也以肉類為主。種類則包括雞、牛、羊、豬等之肉或骨頭、進口的貓科罐頭。活體食物的種類有小雞、兔子與白鼠。在訪問的飼主中，除一位是二天餵食一次外，其餘皆是一天餵食一次。另外，本調查從飼主訪談中，也可整理出一些圈養雲豹的攝食特性：

1. 如果自小餵以生食 (包括活體或含骨或不含骨的生肉) 則不喜熟食，反之亦然。臺北市立動物園所提供的食物在種類上或內容上較多樣化，也變換過多種的食物配方。
2. 包括動物園內的所有圈養雲豹都喜歡生雞蛋。有些飼主一天供應一粒蛋，有些則一星期一粒。
3. 在有限的選擇中雲豹仍有其偏好，例如以生食為主的劉妞妞嗜食牛、雞肉勝於豬肉，而劉阿豹和劉壯丁只吃生雞頭和脖子，其他的都不吃。而動物園的5隻雲豹中以小三最喜歡活體，而雲乖和雲惠則不喜歡。

4. 多數的飼主會在主食外添加水果奶粉、雞蛋或綜合維他命，甚至於罐裝的人類嬰兒食品 (baby food) 做營養上的補充。
5. 攝食活體時，雲豹以其前肢壓或攫住獵物，尖銳的牙齒 (尤其是犬齒) 緊咬住獵物的脖子至死為止。根據大多數飼主的觀察，雲豹並不會馬上吃掉被其咬死的獵物，甚至於不吃掉的也有。
6. 在有草的環境下，包括飼養的第二代雲豹仍有食草的本能。

(二) 生殖生理

1. 換毛

根據飼主們的觀察，雲豹一年換毛兩次，分別是在春、夏交替時和秋末、冬初時。儘管雲豹的體毛不長，但前者的換毛較年尾時明顯，所換成之毛色較鮮亮也較短。有一位飼主提出年末換毛持續的時間較長，約需二個月的時間。

2. 發情

對於雲豹的第一次發情年齡，不同的飼主有不同的說法，分別是母豹在第12個月、第18個月或第24個月；而公豹往往比母豹晚，有說是第36個月或6歲

之後。有一位曾有多次繁殖雲豹經驗的飼主認為雲豹的成熟年齡會受其健康狀況的影響，例如正常1歲大即會發情的雲豹可能因為不良健康狀況而延至2或3歲。

根據飼主們的個別經驗，雲豹一年中發情的次數和時間也存在個體上的差異：(1) 1次，發生於春天時，持續約14-21天；(2) 2次，分別於6-7月和12月，每次持續十數天；(3) 2-3次在夏-秋之間，每次約12天；(4) 4-5次，時間多在春天和秋天，每次持續6-8天。此外，也有飼主觀察發現其雲豹曾有間隔2-3年才發情的情況，每次發情最短持續1星期，最長則有3星期。

綜合飼主們的描述，發情中的雲豹表現都很類似，例如母豹明顯的特別懶洋洋（飼主指為「在相同情況下雲豹此時的反應較不顯著或不積極」），食慾減退，易對主人撒嬌（如頻頻地發出類似貓的叫聲並靠近主人來回的走動）但情緒不穩定而急躁（飼主指為「較頻繁的來回走動而不似平常般喜愛與飼主玩耍或玩耍的時間短而間歇，容易發怒而發出較低沉的叫聲」），密集舔拭其陰部，頻尿且尿後有在牆壁或籠舍邊緣擦拭的行為。有一飼主並注意到發情中的母豹乳房有些微的增大。儘管雲豹飼主們並未發現發情期間的母豹在外觀上有特殊的變化或有發出特殊的氣味（一位飼主認為其排尿氣味較平常濃重、顏色偶有泛紅），他們大多認為公豹一旦到了發情年齡，牠的發情是經由母豹的刺激而啟動的。有一飼主並描述其曾觀察到其圈養的雌花豹發情而刺激鄰舍的雄雲豹發情，由於同舍的雌雲豹並未發情，發情的雄雲豹因強行交配而咬死抗拒的雌雲豹。對其他的貓科動物之野外觀察結果支持這種說法（Schaller 1967; van der Werken 1968），而Ewer (1973, 1986) 指出

許多的報告顯示貓科動物在發情和交配的行為上是有很多的一致性，目前國內並不常見圈養野生之貓科動物，相關的報告或野外的觀察紀錄也缺乏，飼主對雲豹的觀察有待進一步求證。

叫聲或分泌物（例如尿液、糞便或腺體）往往被肉食性的野生動物廣泛地利用在生活的各個層面，例如領域地的標示、求偶、遊戲、表達情感（affection）、示警、防禦、表示害怕、屈服、辨識或尋求接觸（contact）等，而且又以貓科和犬科的傳訊系統（communication system）最為複雜與多樣化（Fox and Cohen 1977; Wemmer and Scow 1977; Ewer 1973, 1986; Poole 1985）。上述雲豹飼主對於圈養雲豹發情行為的觀察描述雖然較擬人化但彼此間的差異不多，由於缺乏野外資料而無法透過比較來確認其可信度，而圈養環境是否會改變雲豹的發情行為、改變為何亦無研究報告可資參考。不過上述飼主的描述多反應出貓科動物之行為特徵（例如叫聲、以尿液和腺體傳遞訊息或標示），國外所得到的資料也是透過問卷而彙整自各公立或私人飼養機構內雲豹飼養者的經驗判斷，所採用的主要特徵為食慾減退、較多的親密行為（affective behavior）和背脊弓起如準備交配狀（lordosis）（Yamada and Durrant 1989），與國內飼主的判別依據相當。此調查結果及國外的資料整理於表4，以供參考及比較。

### 3. 懷孕

雲豹飼主對於雲豹懷孕期長短有不同的說法，有說是58-65天（飼主9），或是90天（飼主3），有說是90天左右（飼主7），也有說是101天（飼主4）。一胎多是1-2隻，最多見過3隻，哺育期為1-3個月不等。仔豹出生時已有毛髮，耳孔已開，但雙眼閉合。開眼所需要的時間，分別為

14-15天(飼主4)、7天(飼主3)、12天(飼主7)。

### (三) 圈養環境與疾病

除了特殊情況，所探視的雲豹中每一隻都有其固定的、具遮蔽的籠舍，籠內多配備有一木箱供雲豹休憩用；在清潔上飼主也都有定期沖洗其排泄物。此外，除了動物園中3隻和私人飼養的2隻雲豹有參與展示外，其餘9隻雲豹的生活環境干擾不多。不過大多數的籠舍有過於潮濕、陽光無法直接照射和活動空間不足等問題。所以，夏天濕熱，冬天則無保溫設施(如給槽箱添加稻草或加裝加溫器)而陰寒。有些飼主提出其圈養雲豹有季節性的皮膚病，發生於夏季而於冬季時自然痊癒。

在檢疫和健康檢查方面，動物園中的5隻雲豹除了入園時做過完整的檢疫工作外，也都定期施打貓科疫苗。私人圈養的雲豹中，除了2隻外其餘飼主都表示曾注射過疫苗。不過為了安全緣故，疫苗需要年年追加，這一點往往由於種種顧慮(如麻醉藥對動物的影響)，飼主們並未確切執行。

訪查中所記錄到的雲豹常見疾病包括皮肉外傷、感冒、腸炎、皮膚病、雞骨頭刺穿腸道、中毒、下痢、口腔炎、肺炎等。另有飼主曾觀察到雲豹排血尿、嘔吐、明顯食慾差等現象，由於沒有立即深究，真正病因也就無法得知。一般而言，除非雲豹是重症或有立即生命危險，飼主往往選擇自行醫療而不找獸醫師。

## 討 論

綜合兩年的訪談與調查，在此作者將陳述在觀察、了解各層面(例如管理階層的保育人員與雲豹飼主以及雲豹本身)後所發現的問題，並檢討問題的緣由或可能產生的影響，提供給相關人員或單位參考，以期能真正落

實對即將瀕臨絕種的雲豹的保育與經營管理。

### 一、經營管理問題-在政府階層

儘管對於野生動物的關注與管理受到政府高度的重視，限於人力、時間、經費和立法等諸多因素使得在執行上仍有待改善之處。目前各縣、市政府主管保育業務單位中，除了高雄縣、臺南縣、臺中縣、新竹縣、新竹市、臺東縣、花蓮縣和澎湖縣設有專責的保育課(生態保育課、自然保育課或漁業暨生態保育課)外，其餘十七縣、市則將其與其他業務合併於畜產課、林務課、農業課等單位。因此，工作人員往往由於業務量多且繁雜，而無法定期訪視保育類動物的飼育情況，或是追蹤飼主或保育類動物的遷移情形。因此表1中有些雲豹在1989-1990年辦理登記後，或由於動物死亡或飼主將其轉移(例如變賣、贈予或交換成同種或他種動物或物品)而下落不明。此外，保育類動物種類繁多，有些物種非專家難以辨識，而屬於猛獸或有毒等危險性動物，對於縣、市政府的保育人員而言，除了安全上有威脅外，判別種類或甚至於雌雄都是一大考驗。

部分縣、市政府主管保育的人員反應，1994年野動法修正公布的同時並沒有一併公告可合法持有之保育類動物名錄(即需要登記之動物名錄)，也造成他們在查證上的不便，無形中產生保育工作上的漏洞。不過根據司法院在網站上公布的資料顯示，野動法公告後與雲豹相關案例僅有3起，分別是1992年進口雲豹毛皮2張、1993年陳列販賣雲豹、1994年販賣雲豹毛皮1張。相較於已登記的雲豹數量，顯示野動法的施行對雲豹的進口或買賣有其抑制效用。

根據縣、市政府之登記資料和訪談結果(表1)顯示，儘管私人飼養之雲豹或有飼主聲稱是臺灣本土種，另有推測是走私進口(多購

自販賣商)，但對動物的來源處或原產地、入境途徑、年齡都不明，亦無檢疫資料。因此表1所列的年齡大多是飼主或獸醫師之推測年齡。而動物園所有的5隻雲豹中，除了最年長的一隻雌雲豹有血統證明書外，其餘都是查緝沒入，來源與產地也都不詳。

由上述的情況可見，對於臺灣圈養的雲豹有進行全面普查的必要，並利用科學方法(例如分子生物技術)來了解其來源(origin)、個體之間的關係(例如飼主之間有交換雲豹繁殖，且亦有不同亞種或近親間的雜交情形)，做為有效的族群管理的第一步，更是在對於雲豹再深入研究所需要的基礎。相信這也是臺灣要加入全球性的雲豹研究組織(如IUCN的基因組來源庫「Genome Resource Bank」、AZA的「Clouded Leopard Species Survival Plan」)所需要準備的基本資料。

## 二、管理問題-在飼主方面

### (一)飼育動機的影響

飼主所提供的生活環境品質和管理是否得當往往對動物的健康，甚至於安危產生很大的影響。此外，根據Davis and Cheeke (1998)的調查，飼主對於其飼養動物的認知(例如是否有心智、思想能力和聰明的程度)往往會影響飼主對待動物的態度與方式；而Serpell (1996)則指出飼主與動物間的關係如果親密程度愈高則飼主對動物的照養愈好，關切程度也較高。因此，飼主的飼養動機和其對雲豹的認定對雲豹所得到的飼養管理上確實是有影響的，而這也是政府將來要對圈養雲豹做進一步的經營管理時(例如繁殖計畫)管理人員需要列入考量的。

根據作者訪談的結果顯示，雲豹飼主都未具有動物學或相關學科的專業背景或訓練，他們往往憑藉著直覺、累積的飼育心得或與他人交換所得的經驗來照料管理雲豹或其他動物。比較飼主的飼養動機和作者的訪

談及探視結果發現，出自於個人興趣的飼養者對雲豹的照料和管理較用心(例如變化食物、經常清潔籠舍)；如果再加上飼主有飼養動物的家庭淵源，對動物的餵養和疾病控制則更周全(例如提供維他命或活體、施打疫苗等)，平常也願意花較長的時間與動物相處，能隨時掌握動物的異常而予以必要的處理，尤其是在疾病方面。不過在野生動物買賣和繁殖因野動法的實施而遭到禁止，公開展示也有種種的申請手續與規範，有些飼主僅提供不再具有利益價值的雲豹最基本生命所需，而忽略此動物在空間、行為和營養上的需求。

有多位飼主表示雲豹是「聰明」的動物；而自幼即與人親近的雲豹(包括第二或第三代)在飼主的描述中更是被賦予如家犬般的優點：忠心、機靈、顧家。此外，飼主也表示雲豹能清楚的辨識自己的名字、飼主及其常親近的人，會藉著其叫聲或行為來傳達其「情緒」(例如忌妒、生氣、撒嬌或犯錯時討好等)。這種存在於飼主與飼養動物間的親密行為及表現不僅只發現於已被馴養的家畜或寵物上，Smithers (1968)對非洲野貓(*Felis libyca*)也有相同的描述。對於雲豹有上述認知的飼主皆出於對圈養動物或雲豹本身感到興趣，他們與雲豹的互動較其他飼主密切、照料較好，呼應Serpell (1996)和Davis and Cheeke (1998)的論點，也顯示飼主的飼養動機和其對雲豹的認定確實會影響圈養動物的福利(welfare)。

事實上，也因為飼主們對於雲豹這些無異於家畜或寵物的特質的肯定，再加上牠們的體積不大，身份特殊(美麗、稀有、受到世界性的關注和保護)，除了毛皮被利用來製成衣帽外，也吸引人們圈養的興趣。Nowak (1999)也指出許多圈養的雲豹除了溫馴、愛玩外，也很喜歡接受主人的撫摸。

### (二)飼養環境與健康

飼育環境對動物的身體和心理健康有著關鍵性的影響。綜觀雲豹的圈養環境，普遍存在下列缺失：

1. 過於潮濕，有些通風不良，有些則冬冷夏熱。
2. 缺乏陽光照射。
3. 忽略雲豹對於隱密性的需求。
4. 在環境的多樣化和趣味性上完全缺乏。
5. 在籠舍管理上無法做到定期消毒。

這些環境的缺失對動物所造成的影響，長時間下來往往直接顯現於雲豹身上，例如潮濕和通風不良往往造成雲豹周期性的皮膚病，而冷熱失調的環境也會影響雲豹的健康情形（尤其是呼吸器官方面的問題），降低其免疫能力，一旦生病且需要長時間治療的，不論是長期投藥或是經麻醉後進行醫療都會加深其身體負載，而形成一個負面的循環。此外，生活空間的規劃由於沒有針對雲豹的特性，尤其無法滿足其隱密性和活動力大的需求，有些雲豹即出現非病理性脫毛、腹部油脂堆積下垂、趾甲過長倒插、無法順利配對繁殖等問題。對於長期處於吵雜（例如高分貝的擴音器、背景音樂、參觀客的驚叫、拍打籠舍或喧嘩聲）展示場的雲豹尚未有報告分析評估環境對其健康的影響，但根據作者幾度造訪兩隻在展示場的雲豹，觀察發現牠們多在籠內來回快速踱步（pacing），或蹲伏於籠舍的角落。有研究報告提出圈養所導致的長期性壓迫（chronic captive stress）也是可能造成北美許多圈養雲豹的精子不正常（structurally abnormal）的原因之一（Wildt *et al.* 1986）。這對於以圈養動物來拯救野外瀕臨絕種的野生動物族群的目的而言，其結果可能是適得其反。

### (三) 攝食與健康

雖然許多文獻曾記錄野生雲豹的獵物種類（Nowak 1999），然圈養的雲豹在諸多限制下，所得到的食物不管在種類及數量上都完

全與野外不同。此外，圈養的雲豹也因飼養者的選擇和決定，所攝取的食物有生肉、熟食或活體；有些飼主僅提供單一類型的食料，例如只有雞肉或只有雞頭和脖子，但也有雲豹是雞、豬、牛肉換著吃。此外，更有些雲豹由於是人工飼養的第二或第三代，在固定的供食情況下因缺乏適當的引導和學習，已經失去生食的習性。在作者的訪查中發現，現有的雲豹圈養族群在食物所面臨最大的問題不在於「量」而在於「質」方面，例如經常性的食用單一食物造成的營養不均衡或飼主忽視食物處理的衛生安全問題。而不管是生食或熟食，在沒有或極少其他添加物的情況下，維生素和礦物質都嫌不足。長遠看來這些營養上的問題都會對雲豹的健康產生影響，並間接的提供疾病一條捷徑。國外動物園除了控制每次的餵食量外，都有注意到維生素和礦物質的添加或食物的多樣化；甚至於給懷孕的母豹添加鈣、磷、維他命A和D等（Ratanakorn 1988）。相較於訪視過的雲豹中大多有下腹下垂的現象，近年來國外動物園更用心於圈養環境的改進，以促進環境與動物行為的豐富化（Law *et al.* 1998）。「國際保育繁殖專家小組」（Conservation Breeding Specialist Group）提出國際上各動物園的資料顯示，營養是影響生殖的重要因子之一，僅餵以肉類而未補充礦物質和維生素會造成雄豹無法製造精子或精子的量不足和活動力降低。此外，動物的過度肥胖也會導致相同的影響（Conservation Breeding Specialist Group 1995）。

### (四) 疾病

目前為止，並無飼主或獸醫師針對雲豹做定期健康檢查或研究。在疾病上由於缺乏有系統的檢查，對於雲豹可能產生的疾病和病源不瞭解，又因有些飼養者和雲豹之間不易或不常親近（Penny 1984），不但潛在或隱性的疾病往往無法得知，連有症狀出現或外

傷都不一定可以及時被察覺。因此在訪談中飼主所提供的疾病多止於外在傷疾。有些飼主反應，對於患病的雲豹或其他大型動物，他們有求醫無門的煩惱，往往飼主只得憑經驗和直覺自行醫治，而這也顯示臺灣缺乏針對野生動物，尤其是大型野生動物的獸醫師與專門醫療站。目前，臺北市立動物園的獸醫師群及醫療設施堪稱國內最有經驗也最完整，惟在特殊狀況（如園內人手一時不足或如口蹄疫等擴大疫情而使得園方有所顧慮時）或飼主住所太遠時，病危的雲豹即沒有其他的救助管道。因此要確實落實保育政策，除了有經濟價值的家畜和寵物獸醫師外，更需要針對臺灣特有和常見的野生動物建立醫療站或急救中心，同時也需要更多的獸醫師和研究人員的加入，並建立資訊網，以達到救援的時效，並得與國內、外相關人員交換訊息與經驗。

其他潛在的隱憂還包括：缺乏定期注射疫苗、體內、外定期除蟲、傳染疾病檢疫和疾病預防等。國外動物園分析發現，除了外傷外，成年的雲豹多死於呼吸及循環系統方面的疾病，幼體則因寄生蟲而死亡（Volf 1997）。Patton and Rabinowitz (1994) 檢查泰國Huai Kha野生動物庇護所中包括雲豹在內的貓科動物糞便，顯示高達96%的檢體都帶有多種寄生蟲。此外，不新鮮或不清潔的食物也會威脅動物健康或甚至造成死亡，雲豹以肉為主食，尤其會因準備不當而遭污染變質。而所餵食的活體（如白鼠、家禽或鳥類）如未經檢疫也可能成為疾病的帶原者。最近，在印度以圈養老虎數量最多而聞名的Nandankanan 動物園，由於餵食的牛肉已腐敗而導致12隻老虎（其中8隻為極稀有的白老虎）死亡。

目前臺灣並未對圈養的野生動物做有系統的檢疫和定期的施打疫苗，對於不同的野生動物物種的疾病、寄生蟲、病原、傳染途

徑和傳染疾病以及可能的寄生蟲研究的不多，也沒有專責單位來蒐集資料與建立檔案或擬定因應對策。最近臺灣時聞大規模的動物疾病感染（如口蹄疫、鼠類所引起之漢他病毒感染），動物的疾病與公共健康息息相關（Modi *et al.* 1997），值得相關單位的重視。而日後相關單位在進行圈養繁殖計畫、動物引進或野放之前，都應審慎評估疾病傳染或寄生蟲感染的預防和一旦感染發生的因應對策（Ballou 1993; Lutz *et al.* 1996）。

此外，管理不當也會造成雲豹的意外傷亡，例如在隔離不當情況下雲豹與鄰舍同種或他種動物打鬥造成受傷感染死亡。根據飼主的反應，除了打鬥外，雲豹在發情交配的過程中而產生傷亡亦不可免。在受訪的飼主中，有二位飼主表示其圈養雲豹有因交配而造成死亡的例子。受傷的情況有時也來自於餵食的疏失，例如有一雲豹由於雞骨頭穿透腸道，主人及時發現延醫急救而得以免於一死。

### 三、生殖資料的比較-兼與國外資料做對照

表3比較國內、外圈養雲豹的生殖資料顯示，IUCN的紀錄中雌豹和雄豹在第26個月即可交配繁殖，最晚生殖年齡則為12歲（Yamada and Durrant 1989）和15歲（P. Andrews; IUCN/SSC Cat Specialist Group 1995）；雲豹最旺盛的生殖年齡雌、雄都在2-4歲之間（Yamada and Durrant 1989）。根據國際Studbook所作的統計，圈養雲豹在17-28月大達到性成熟，63%雄雲豹在4歲前有交配產生下一代的紀錄，6歲以後則隨著年齡遞減；75%的雲豹產自1-5歲大的雌豹，46%的雌豹在3-4月時生產，推算其發情期約在12-2月期間。目前圈養雲豹成熟受孕的最早紀錄是捷克Prague Zoo的第13個月左右；而懷孕的間隔曾因仔豹的夭折而有縮短至100天的情形（Volf 1997）。美國Buffalo Zoological Gardens

表3. 部分圈養雲豹性別、年齡、來源(野生與否)及生殖紀錄

**Table 3.** The current status known for some of the captive clouded leopards (Cp, clouded leopard; M, male; F, female; N, no; Y, yes)

Clouded leopard*	Gender	Age	Wild-born	Breeding experience	Keepers
Cp1 (劉妞妞)	F	9	N	N	Keeper (11)
Cp2 (施咪咪)	F	11	?	N	Keeper (8)
Cp3 (羅咪咪)	F	11	Y	Y	Keeper (7)
Cp14 (羅來福)	M	12	Y	Y	Keeper (7)
Cp11 (劉阿豹)	F	9	N	N	Keeper (3)
Cp12 (劉壯丁)	M	7	N	N	Keeper (4)
Cp18	M	11	Unknown	Y	Keeper (10)
Cp19	M	8	N	N	Keeper (10)
Cp20	F	11	Unknown	Y	Keeper (10)
Cp21	F	9	N	N	Keeper (10)
Cp22	F	8	N	N	Keeper (10)
Cp23	F	8	N	N	Keeper (10)

\*The parentheses indicate the Chinese names of the individuals given by the keepers.

也有雌豹因仔豹死亡而出現最短懷孕間隔在105天左右 (Weinheimer 1987)。

比較臺灣的圈養雲豹發現其生殖年齡多偏高，例如羅咪咪 (Cp3) 第一次生產時約9歲，與其配對的雄豹羅來福 (Cp14) 約10歲；雌豹劉阿豹 (Cp11) 被產下時其親代約為10-11歲。推測可能的原因包括在飼主方面因不明瞭雲豹食物、習性和生活環境的需求而有營養不足或不均衡或籠舍內部不恰當 (小、不隱密、無棲身槽箱等) 的情形。此外，非群聚性動物的雲豹性喜獨行 (Lekagul and McNeely 1988; Volf 1997)，領域地 (territory) 和活動域 (home range) 大且廣，驟然將其圈養於小空間中成功地養成已屬不易，要將之與陌生的雲豹個體配對，動物因此而生病、受傷、死亡並不少見。有些飼主透露其成功養成的經驗累積自失敗的損失和與其他養殖者間的經驗交換，在不具備專業背景又不易獲得雲豹的飼育相關資訊的情況下，據稱早期的養

殖呈現較高的死亡率。此外，缺乏經驗的飼主不易察覺雲豹發情的生理或行為表現，配對的時間因而不容易掌控。

許多國外的經驗顯示圈養的雲豹往往由於嚴重的配對問題 (mate incompatibility) 而很難繁殖成功 (Yamada and Durrant 1989; Howard *et al.* 1996)。除了近親交配的限制和配對問題外，不適當的圈養環境所造成的「壓迫 (stress)」也是因素之一，在許多動物園中的野生動物終其一生都沒有生殖紀錄 (Wildt 1990; Johnston *et al.* 1991)。Yamada and Durrant (1989) 認為由於缺乏對雲豹生殖行為及生理的了解，使得圈養雲豹的繁殖率低；例如列在1982年ICLS (International Clouded Leopard Studbook) 中的34隻雌豹和39隻雄豹中，僅有不到20%的成熟雌豹和27%的成熟雄豹有交配生殖紀錄 (Wildt *et al.* 1986)；1994年ICLS顯示登記在北美的98隻雄豹和80隻雌豹中，低於25%成熟雄豹和37%成熟雌

豹有生殖紀錄；而雄豹中沒有任何1隻曾與1隻以上的雌豹產生後代 (Howard *et al.* 1996)。在臺灣雲豹因交配而造成死亡的並無統計數字，作者由訪談中得知有2隻雄豹各咬死了2隻雌豹。J. P. Lewis 在1979年的調查資料顯示44所圈養雲豹的機構中，雌豹在交配過程中嚴重受傷或死亡的有22所，甚至於將陌生的雄、雌雲豹配對圈養於同一欄舍的18個小時後即有雌豹被嚴重咬傷或致死 (見Yamada and Durrant 1989)。另一份1996年的調查則顯示北美洲動物飼養機構中，有44所 (占50%的受訪者) 表示有發生雌雲豹因交配而受傷或死亡 (Howard *et al.* 1996)。甚至於動物園因展示目的配對，而導致雌豹傷亡者亦有所聞 (Penny 1984; Richardson 1985)。上述的紀錄顯示雲豹，來自於野外或圈養族群的子代，交配、繁殖的困難程度。

一位有經驗的飼主建議要配對的雌、雄雲豹最好能自小即一起養成，或至少需要一段長時間來彼此熟悉適應，否則常會因打鬥而受傷或甚至於死亡，尤其是雌豹常常在發情期因雄豹而受傷；在雌豹即將進入發情期時將牠們隔離，發情期結束前再圈養於同一籠舍，並減少外在干擾，如此配對成功的機率即很高。而根據「北美洲雲豹存活計畫」(North American Clouded Leopard Species Survival Plan) 彙整國外動物園累積的經驗也顯示將雲豹自幼小時即配對，會有較高的繁殖成功機率 (Conservation Breeding Specialist Group: Appended Material 1995)，目前有繁殖成功的動物圈養機構 (例如 Dublin Zoo, San Diego Zoo, National Zoological Park, Pata Zoo 等) 都是在雲豹未性成熟時即配對在一起；個體成熟後再配對往往不易成功 (Penny 1984; Richardson 1985; Wildt *et al.* 1986; Ratanakorn 1988; Yamada and Durrant 1989; Mellen 1991)。泰國Pata動物園的一對雲豹由於自小即配對在一起 (雄豹2歲，雌豹1.5歲)，5年內共有6

次交配成功，其中5次順利產下15隻仔豹的紀錄，母豹生殖間隔約7-13個月 (平均10.2個月) (Ratanakorn 1988)。美國Buffalo Zoological Gardens的一對雲豹自6個月大即配對在一起，性成熟後三年內成功交配6次產下仔豹，惟多數仔豹夭折，僅二胎中的3隻仔豹存活，因此母豹的生殖間隔約3-7個月 (Weinheimer 1987)。不過Ashton and Jones (1980) 認為將雲豹從小即配對在一起會造成彼此失去交配的興趣；Theobald (1978) 和Freeman (1980) 則指出將雌、雄雲豹短暫的隔離後，再重新配對可刺激其交配的可能性。此外，有些飼育場所由於受限於有限空間而必須將雲豹分開圈養，也是造成日後配對困難的因素之一 (Yamada and Durrant 1989)。目前國外已有針對在不造成傷亡的情況下，將成體的雌、雄雲豹圈養配對而進行行為觀察研究，並且成功的例子 (Ashton and Jones 1980; Law and Tatner 1998)。

Yamada and Durrant (1989) 分析ICLS中28隻圈養雲豹觀察到的215次發情資料發現：(一) 由「行為」判斷的發情期是1-17天，平均 $6.2 \pm 4.1$ 天；由「交配」來判定則為1-16天，平均 $6.1 \pm 4.2$ 。(二) 季節會影響雲豹的發情，尤其是位於緯度 $36-45^\circ$ 和 $51-55^\circ$ 的雲豹，62%的雲豹發情期集中於10-2月間 (即秋、冬季)。(三) 除了6月和10月外，其他月份都有雲豹交配的紀錄。(四) 而除了12月外，一年中都有新生仔豹，3月尤其是高峰期。Wildt *et al.* (1986) 則指出日照長短是影響雌豹生殖模式的重要因子，12-2月初是發情高峰，3-4月是主要生殖期；不過雄豹並沒有發現這種模式。這種生理周期的差異也是造成雲豹配對不易成功的因素之一。Nowak (1991) 報告歐洲與美國德州所圈養雲豹的生殖期約在3-8月間，由此推測的發情期約集中於12-5月間。臺灣飼主所觀察到的發情期長短在上述統計資料範圍內 (見表4)，而且每次發情期長短與

發情頻率 (每年之發情次數) 成反比的現象；發情的季節則一年四季均有紀錄，但冬季較其他三季不頻繁。Yamada and Durrant (1989) 分析雲豹發情季節與緯度關係的資料中 (見其報告中的表2)，並無包含臺灣所在的緯度 (21-26°)，本報告正可補充其不足。泰國Pata動物園紀錄顯示其圈養雲豹並無特定的生殖高峰季節，然每次交配熱度約有24小時，一天內可交配3-5次，每次持續30-60秒，時間在黃昏和晚上。

表4所列的雲豹懷孕期長短除了其中有一飼主的觀測值約是58-65天外，臺灣飼主的數據與國外報告相差不多，約是85±6天。這樣的結果顯示，儘管這些飼主沒有動物的專業背景也少有經過科學訓練，他們所累積的飼育雲豹經驗仍值得政府在擬定經營管理策略時納入參考。然而包括發情期、懷孕期長短或發情頻率等各種數據可能因飼主本身的經驗、判決標準和與雲豹互動關係而有差距；Yamada and Durrant (1989) 提出動物的年齡和身體狀況、環境狀況，以及飼育者可能僅觀察到部分的發情期等，也是造成數字差異的因素。

雲豹一般的平均壽命是11歲，但也有長至17歲 (Grzimek 1975; Prator *et al.* 1988)、17.5歲的雄豹 (Volf 1997)，甚至19.5歲 (Irven 1993)。臺灣圈養雲豹的壽命，最長的就屬臺北市立動物園16歲的雌豹「雲文」(張簡 1999)；私人圈養的最長紀錄也是一隻約22歲的雌豹 (劉阿豹的母親)，目前皆已死亡。

根據美國費城動物園資料顯示，出生後的雲豹10-12天後開眼，5星期後即非常活動，9個月後可獨立。另有報告顯示圈養中初生的仔豹重約70-140g或150-180g，12天後離窩活動，6星期後會攀爬，10.5星期後可開始攝取固體食物，11.5星期後可自己獵食 (例如小雞)，6個月後轉為成體的毛色；而母豹哺乳期可長達5個月 (Fellner 1965; Nowak 1991)

。Ratanakorn (1988) 記錄泰國Pata動物園的7隻仔豹在8-9星期後斷奶。臺灣飼主的經驗也相差不多，觀察到的開眼時間為出生後1-2星期。哺乳時間長短則因飼主提早將仔豹隔離或母豹拒絕哺乳，訪問到的有1-4個月不等的結果。

此外，在哺乳期間過度的干擾會造成母豹傷害或殺死仔豹 (Ratanakorn 1988; Weinheimer 1987)，相同的情形也曾發生在臺灣圈養的雲豹。有些雌豹在沒有明顯的理由下拒絕哺乳或甚至傷害、吞嚥仔豹 (D. G. Davis in lett. with Grzimek in 1963, Fellner 1965; Weinheimer 1987)，因此，在圈養場所的設計上有必要考慮提供母豹隱密但同時能監測的哺育槽，讓飼育者能在母豹棄養時及時帶出仔豹，以及避免外在干擾。此外，對於被棄養的仔豹的照料和餵養，也需要及早蒐集資料並建立檔案。

綜合上述的討論可發現，全世界的圈養雲豹在生殖方面都面臨相同的問題：(一) 有效的個體數少 (founders)、(二) 配對不易 (mate or breeding incompatibility)、(三) 長期圈養產生壓迫 (captivity stress)。上述的問題造成許多困境：(一) 近親交配而降低遺傳結構歧異度，導致免疫功能降低和潛在缺陷或疾病的顯現。(二) 生殖細胞 (精子和卵) 數量減少和產生缺陷 (Wildt *et al.* 1986; Roelke *et al.* 1993)，配對成功率低而且生殖率也降低。(三) 先天的遺傳缺陷或因疾病、傳染病的控制不佳，導致仔豹的育成率不高。(四) 圈養產生壓迫對雲豹生理和生殖功能上之影響。以北美洲的圈養雲豹為例，Fletchall (1994) 指出北美洲的圈養雲豹皆源自於3隻個體，在近親繁殖和長期圈養的情況下，造成基因變異的流失和生殖能力的降低；Newman *et al.* (1985) 檢測20隻雲豹的遺傳結構，發現在50個基因座 (loci) 中僅有20%具有多型性 (polymorphism)，在貓科動物中是除了獵豹 (cheetah) 外變異最少

表4. 雲豹發情、懷孕期、產子數資料表

**Table 4.** Reproductive characteristics of captive clouded leopards known in Taiwan and other parts of the world (M, male; F, female)

Keepers	Estrous period (day)	Estrous frequency (year)	Estrous season	Gestation period (day)	Maturation age (month)	Litter Size (number)	Remarks
<u>Taiwan</u>							
Keeper (3)*	14-21	1	Spring	90	12 or 24-36	1	Interview
Keeper (4)	10-14	2	Summer & winter	101	18	3	Interview
Keeper (7)	12	2-3	Summer-fall	85-95	24 for F 36 for M	3	Interview
Keeper (9)	6-8	4-5	Spring & fall	58-65	18	1-3	Interview
<u>Other parts of the world</u>							
Philadelphia Zoo				85-92		1-4	-
ICLS	6.2±4.1		Fall-winter (62%)	93.4±6.3 (85-121)	25.5±6.6 for M 26.3±7.9 for F		Yamada and Durrant 1989
Para Zoo (Thailand)			variable	86-93	42 for M 34 for F	2-3	Ratanakorn , 1988
Prague Zoo (Czech Republic)				87-92	13 for F	2	Volf , 1997
IUCN	6 (average)			93±6	26 for M & F (average)	1-5	Cat Specialist Group 1995
Frankfurt Zoo (Germany)				90-95			Fellner , 1965
Buffalo Zoo (USA)				90	42 for M & F	1-3	Weinheimer , 1687

\* Keeper (3) observed the clouded leopards matured at 12 months old if in good health condition, or at 24-36 months old if in poor health condition.

的；而Wildt *et al.* (1986) 調查顯示美國動物園圈養雲豹的平均出生率是1.6隻/胎，遠低於家貓的3.3隻/胎和老虎的2.4隻/胎。

## 結 論

本調查報告除了要了解圈養雲豹在臺灣的現況，希望透過對每一隻圈養雲豹個體之

基礎資料收集，能建立起一有系統並能長期追蹤的資料庫，做為提供日後相關單位對雲豹更深入研究的基礎、飼養管理規劃的參考和政府經營管理策略擬定上的依據。更重要的是，此基礎資料的建立和研究發展，也為臺灣雲豹不管是日後在野外發現的族群或重新引進 (re-introduce) 族群做野放預做準備。圈養雲豹由於繁殖上的困難 (Yamada and Durrant 1989; Brown *et al.* 1995; Law and Tatner 1998)、數量少 (Fletcher 1994; Howard *et al.* 1996)、基因歧異度的流失 (2.3%/individual; Newman *et al.* 1985; Howard *et al.* 1996)，在臺灣更有嚴重的「雌/雄比」偏差 (12雌4雄) 和年齡偏高的問題，因此重視圈養雲豹並發展有效的繁殖策略與相關研究已是刻不容緩。重視圈養雲豹意義除了保育物種本身與基因多樣性，以作為一個即將在野外消失物種的基因歧異度儲存庫 (reservoir of genetic diversity; Brown *et al.* 1995) 外，在文化層面更是保存與人類文化習俗相關的生物 (張簡 1999)。在世界許多國家和地方都在竭盡所能來延續雲豹族群的同時，臺灣的努力也代表著分攤 (share) 地球的責任。

## 謝 誌

首先要感謝的是行政院農委會特有生物研究保育中心與國家科學委員會提供作者這個寶貴的研究機會以及對雲豹計畫的支持。此外本中心經營管理組及「野生動物急救站」的同事給予許多幫忙與人力支援，使得本計畫得以順利進行。臺北市立動物園和各縣、市政府的保育相關人員、農委會保育科的長官均提供了許多寶貴的資料與協助，本中心動物組同事在計畫執行及報告內容不吝給予建言，在此一併致上謝意。

## 引 用 文 獻

- 王穎、陳怡君、賴慶昌。1996。玉山國家公園楠梓仙溪地區野生動物族群動態調查與監測模式之建立。玉山國家公園研究叢刊第1061號。44頁。
- 呂光洋。1992。玉里野生動物自然保護區之動物相調查及經營管理。臺灣省林務局保育研究系列第81-02號。28頁。
- 張簡琳玲。1999。雲豹-消失中的山中傳奇。自然保育季刊 26 : 38-42。
- Ashton, D. G., and D. M. Jones. 1980. Veterinary aspects of the management of non-domestic cats. pp. 12-22. *In* : J. Barzdo (ed.). Management of wild cats in captivity. Proceedings of Symposium 4 of the Association of British Wild Animal Keepers. Association of British Wild Animal Keepers, Bristol, UK.
- Ballou, J. 1993. Assessing the risks of infectious diseases in captivity breeding and reintroduction programs. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 24 (3) : 327-335.
- Brand, D. J. 1980. Captive propagation at the National Zoological Gardens of South Africa. *International Zoo Yearbook* 20: 107-112.
- Brown, J. L., D. E. Wildt, L. H. Graham, A. P. Byers, L. Collins, S. Barrett, and J. Howard. 1995. Natural versus chorionic gonadotropin-induced ovarian responses in the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) assessed by fecal steroid analysis. *Biology of Reproduction* 53 (1) : 93-102.
- Cat News. 1996. The mystery of the Formosa clouded leopard. *Cat News* 24: 16-17.
- CITES. 1982. Identification Manual Volume 1:

- Mammalia. United Nations Environment Programme.
- Conservation Breeding Specialist Group. 1995. Current knowledge about the reproductive biology of clouded leopards. pp. 141-148. *In* : Y. Wang, S. Chu, D. Wildt, and U. S. Seal (eds.) . Clouded leopard (*Neofelis nebulosa brachyurus*) population and habitat viability assessment, appended material. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, MN.
- Davis, S. L., and P. R. Cheeke. 1998. Do domestic animals have minds and the ability to think? A provisional sample of opinions on the question. *Journal of Animal Science* 76 (8) : 2072-2079.
- Ewer, R. F. 1973. *The Carnivores*. Cornell University Press. Ithaca, NY.
- Ewer, R. F. 1986. *The Carnivores*. Second Edition. Cornell University Press. Ithaca, NY.
- Fellner, V. K. 1965. Natural rearing of clouded leopards (*Neofelis nebulosa*) at Frankfurt Zoo. *International Zoo Yearbook* 5: 111-113.
- Fletcher, N. 1994. *International clouded leopard studbook*. John Ball Zoological Garden, Grand Rapids, MI.
- Fox, M. W., and J. A. Cohen. 1977. Canid communication. pp. 728-748. *In* : T. A. Sebeok (ed.) . *How animals communicate*. Indiana University Press, Bloomington, U.S.A.
- Freeman, H. 1980. Snow leopard: A cooperative study between zoos. pp. 127-136. *In* : L. Blomquist (ed.) . *International pedigree of snow leopards (*Panthera unica*)* , Vol. 2. Helsinki Zoo, Helsinki, Finland.
- Grzimek, B. 1975. Grzimek's animal life encyclopedia, Volume 12, Mammals, Van Nostrand Reinhold Ltd.
- Howard, J., A. P. Byers, J. L. Brown, S. J. Barrett, M. Z. Evans, R. J. Schwartz, and D. E. Wildt. 1996. Successful ovulation induction and laparoscopic intrauterine artificial insemination in the clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) . *Zoo Biology* 15 (1) : 55-69.
- Irven, P. 1993. The clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) : A short review of the species' desperate situation at present. *Ratel* 20: 93-98.
- IUCN. 1978. *Red data book 1*. IUCN: Gland, Switzerland.
- IUCN/SSC Cat Specialist Group. 1995. Clouded leopard *Neofelis nebulosa* (Griffith, 1821) . *In* : Y. Wang, S. Chu, D. Wildt, and U. S. Seal (eds.) . Clouded leopard (*Neofelis nebulosa brachyurus*) population and habitat viability assessment, appended material. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, MN.
- Johnston, L. A., A. M. Donoghue, S. J. O'Brien, and D. E. Wildt. 1991. Rescue and maturation in vitro of follicular oocytes collected from nondomestic field species. *Biology of Reproduction* 45 (6) : 898-906.
- Joshua, J. 1990. Development of an ethogram for the clouded leopard. *The Journal of the Colorado-Wyoming Academy of Science* 22 (1) : 6.
- Law, G., and P. Tatner. 1998. Behaviour of a captive pair of clouded leopards (*Neofelis nebulosa*) : Introduction without injury.

- Animal Welfare 7 (1) : 57-76.
- Law, G., A. McDonald, and A. Reid. 1998. Enrichment of felids: Imaginative management techniques for cats in captivity. pp. 109-132. *In* : D. A. Field (ed.). Guidelines for environmental enrichment. The Association of British Wild Animal Keepers, UK.
- Lekagul, B., and J. A. McNeely. 1988. Mammals of Thailand. Second Edition. Darnsutha Press.
- Lutz, H., R. Hofmann-Lehmann, D. Fehr, C. Leutenegger, M. Hartmann, P. Ossent, M. Grob, M. Elgizoli, and P. Weilenmann. 1996. Liberation of the wilderness of wild felids bred under human custody: Danger of release of viral infection. *Schweizer Archiv fuer Tierheikunde* 138 (12) : 579-585.
- Mallinson, J. J. C. 1996. The history of golden lion tamarin management and propagation outside of Brazil and current management practice. *Zoologische Garten* 66 (4) : 197-217.
- Manton, V. J. A. 1970. Breeding cheetah at Whipsnade Park. *International Zoo Yearbook* 10: 85-86.
- McCullough, D. R. 1974. Status of large mammals in Taiwan. World Wildlife Fund Report. Tourism Bureau, Taipei, Taiwan.
- Mellen, J. D. 1991. Little-known cats. pp. 170-179. *In* : J. Seidensticker, and S. Lumpkin (eds.). Great cats: Majestic creatures of the wild. Merehurst Ltd., London, UK.
- Modi, G. S., B. N. Prasad, and B. K. Singh. 1997. Parasitic infection in carnivorous zoo animals of Bihar and its public health importance. *Indian Veterinary Medical Journal* 21 (2) : 112-116.
- Newman, A., M. Bush, D. E. Wildt, D. van Dam, M. Frankenhuis, L. Simmons, L. Phillips, and S. J. O'Brien. 1985. Biochemical variation in eight endangered or threaten felid species. *Journal of Mammalogy* 66: 256-267.
- Nowak, R. M. 1991. Walker's mammals of the world. Fifth Edition. The Johns Hopkins University Press.
- Nowak, R. M. 1999. Walker's mammals of the world. Sixth Edition. The Johns Hopkins University Press.
- Nowell, K. 1990. Clouded leopard *Neofelis nebulosa* and wildlife trade in Taiwan. *Cat News* 12: 9.
- Nowell, K., and P. Jackson (eds.). 1996. Status, survey, and conservation action plan: Wild cat. IUCN/SSC Cat Specialist Group, Gland, Switzerland.
- O'Brien, S. J. 1984. Genetic and reproductive approaches to an endangered species, the giant panda. AAZPA (American Association of Zoo Parks and Aquariums) Annual Proceedings: 169-180. Siam.
- Patton, S., and A. R. Rabinowitz. 1994. Parasites of wild felidae in Thailand: A coprological survey. *Journal of Wildlife Diseases* 30 (3) : 472-475.
- Penny, C. 1984. Rimau-dahan, Tree tiger, clouded leopard. *Zoonooz* 57: 11-13.
- Poole, T. B. 1985. Social behaviour in mammals. Thomson Litho Ltd., East Kilbride, Scotland.
- Prator, T., W. D. Thomas, M. Jones, and M. Dee. 1988. A twenty-year overview of selected rare carnivores in captivity. pp. 191-229. *In* : B. Dresser, R. Reece, and E. Maruska (eds.). 5th World Conference on Breeding

- Endangered Species in Captivity. Cincinnati, Ohio.
- Rabinowitz, A. 1988. The clouded leopard in Taiwan. *Oryx* 22(1): 46-47.
- Ratanakorn, P. 1988. Captive breeding of clouded leopard (*Neofelis nebulosa*) in Thailand. pp. 640-645. *In* : B. Dresser, R. Reece, and E. Maruska (eds.). 5th World Conference on Breeding Endangered Species in Captivity. Cincinnati, Ohio.
- Richardson, D. M. 1985. A management protocol for breeding clouded leopards (*Neofelis nebulosa*). Unpublished report. 7 pp. London Zoo, London, UK.
- Roelke, M. E., J. S. Martenson, and S. J. O'Brien. 1993. The consequences of demographic reduction and genetic depletion in the endangered Florida panther. *Current Biology* 3(6): 340-350.
- Schaller, G. B. 1967. The deer and the tiger. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Serpell, J. 1996. Evidence for association between pet behavior and owner attachment levels. *Applied Animal Behaviour Science* 47(1-2): 49-60.
- Swinhoe, R. 1862. On the mammals of the island of Formosa (China). *Proceedings of the Zoological Society of London* 23: 347-365.
- Theobald, J. 1978. Carnivores (Carnivora) Felidae. pp. 650-667. *In* : M. E. Fowler (ed.). *Zoo and wild animal medicine*. Morris Animal Foundation, Philadelphia, USA.
- U.S. Fish and Wildlife. 1987. Endangered and threatened wildlife and plants. Washington, DC.
- van der Werken, H. 1968. Cheetahs in captivity. *Zoological Garden Lpz.* 35: 156-161.
- Volf, J. 1997. Some remarks on rearing and breeding of clouded leopard, *Neofelis nebulosa* (Griffith, 1821), at the Prague Zoo. *Zoologische Garten* 67(3): 153-163.
- Weinheimer, C. J. 1987. Clouded leopard (*Panthera nebulosa*) husbandry at the Buffalo Zoological Gardens. AAZPA (American Association of Zoo Parks and Aquariums) Regional Conference Proceedings: 227-232.
- Wemmer, C., and K. Scow. 1977. Communication in the Felidae with emphasis on scent marking and contact patterns. pp. 749-766. *In* : T. A. Sebeok (ed.). *How animals communicate*. Indiana University Press, Bloomington, U.S.A.
- Wildt, D. E. 1990. Potential applications of IVF technology for species conservation. pp. 349-364. *In* : B. D. Bavister, J. Cummins, and E. R. S. Roldan (eds.). *Fertilization in mammals*. Sero Symposium, Nowell MA.
- Wildt, D. E., J. G. Howard, L. L. Hall, and M. Bush. 1986. Reproductive physiology of the clouded leopard: I. Electroejaculates contain high proportions of pleomorphic spermatozoa throughout the year. *Biology of Reproduction* 34: 937-947.
- Yamada, J. K., and B. S. Durrant. 1989. Reproductive parameters of clouded leopards (*Neofelis nebulosa*). *Zoo Biology* 8: 223-231.

**附錄1. 雲豹飼養戶訪查表**

日期：

**I. Personal information**

飼養戶姓名：

電話：

連絡處： (縣/市) (鄉/市/鎮)

其他動物 (是/否)：

爲什麼飼養雲豹：

**II. Clouded leopard**

雲豹種類：(名字)

學名：

雲豹的來源 (購買/贈予/獵捕/自產)：

來源處：(地區/國家)

時間：

性別 (雌/雄)：

年齡：

血統書 (是/否)：

**III. Morphological characteristics**

頭長 (HL;吻端-枕骨/cm)：

體長 (BL;吻端-肛門/cm)：

尾長 (TL;肛門-尾骨末端/cm)：

耳長 (EL;內側基部-末端/cm)：

耳寬 (耳基部寬度/最寬處/cm)：

顴骨寬 (cm)：

後腳掌長 (HFL/cm)：

肩高 (SH;上臂骨+臀骨/cm)：

頸圍 (cm)：

體重 (kg)：

齒式 (3/3, 1/1, 2/3, 1/1; 30)：

(上/下)犬齒長度 (cm)：

**IV. External characters**

體色 (黃灰,一般較暗色,斑塊獨立清楚可辨,斑內中心色淡可見許多小點)

(黃中帶淡咖啡色,顏色較淡;肩上和體側斑塊多混成橫條)

(體色較上者爲淡,偏土黃,幾無灰;底斑塊匯成數橫條,斑塊內幾無斑點)

(體色與上者相似;肩上和體側之圈狀斑塊融合成橫帶,且圈狀斑塊內較上者有較多斑點,尾巴亦較短)

頭部點的走向 (橫/直) (列數)：

腳印 (編號)：

頸部之條紋數：

背脊之斑紋：

**V. Reproductive physiology and physiology**

(是/否) 換毛頻率：

心跳數 (次/分鐘)：

發情年齡：

發情期之長短：

發情期外觀 (有/否) 變化：

發情期 (有/否) 特殊氣味/行爲：

懷孕期長短：

產子 (是/否) 數：

哺乳期長短：

仔豹出生體重：

仔豹出生時 (是/否) 有毛髮：

仔豹出生時耳孔 (是/否) 已開：

#### **VI. Captive environment**

(室內/室外) 圈養：

(個別/群體) 圈養：

(有/無) 遮蔽：

#### **VII. Feeding**

餵食食物 (生/熟)：

偏愛之食物 (生/熟)：

食物中 (是/否) 有添加物：

(是/否) 需要植物性食物：

餵食頻率 (餐/天)：

一般糞便的 (顏色/形狀/大小)：

#### **VIII. Behavior**

(日/夜) 行性 (比較活動的時間)：

活動的時間：

喜愛的活動：

畏懼的生物：

對其他生物(狗/貓/鳥/虎/雞/猴)的反應：

何時有 (好奇/興奮/高興/不安/生氣/厭惡/畏懼) 反應？

(是/否) 喜愛攀爬？

(是/否) 曾有攻擊行爲？何時/狀況？

(是/否) 喜愛親近人類：

(是/否) 喜愛與人嬉戲：

(是/否) 喜愛被人拍撫：

聲音種類 (低吼/輕叫..喵)：

何時 (ie.,晨/昏/白天) /何種狀況發何種聲音？

#### **IX. Disease**

(是/否) 有注射疫苗：

(是/否) 生過病, what？

前後毛色差異：

呼吸數 (次/分鐘)：

(是/否) 已發情：

發情之季節/周期：

睜眼所需日數：

空間大小：

籠舍材質：

睡眠時間 (約 小時)：

## 附錄2. 部分圈養雲豹之個別背景簡介

以下乃5位受訪飼主所有之6隻圈養雲豹之介紹。每一隻雲豹都有一飼主所給予之名字，作者在牠們名字前加上飼主的姓氏以為識別。

- (1) 劉妞妞，是一隻9歲大的母雲豹，為進口雲豹的第二代，在臺灣飼主處出生長大。由於此雲豹的親代皆已死亡，根據飼主的描述，此雲豹除了頭形外其它外形皆與其母相似；毛色灰黃而較暗，雲塊小且內有灰黑色的小點。此雲豹與飼主關係密切如寵物般而性情溫順，作息也多與主人一致而白天活躍夜間睡眠。擅長爬樹和玩水。根據經營動物展示的主人描述，此雲豹對蛇類十分恐懼，對於常尾隨其主人的一隻羊則顯示排斥、討厭，似是忌妒的反應。
- (2) 施咪咪，是一隻約為5歲大的母豹，毛色偏土黃，雲塊大而內無斑點。此豹雖與主人親近，但自幼即被隔離在獸籠中飼養。目前主人以動物展示為業，此雲豹也長駐於動物展示場。喜歡與人親近但對陌生人則顯得害怕和不安。主人餵予生食，一般是一天一塊雞胸肉。尚未交配繁殖。
- (3) 羅咪咪，是一隻母豹，約11歲大。由於購自貿易商而來源不明。其毛色偏土黃，雲塊大而內無斑點。與一隻公雲豹圈養在一可隔離的大籠內，曾有一次(9歲時) 生殖紀錄，產下2雌1雄的仔豹，但幾天後即告死亡。飼主推測可能是母豹缺乏照養經驗，鄰近又有其他動物干擾(例如狗群和野貓) 而造成的意外。此雌豹由於從小飼養，與經營寵物店的飼主十分親近，性情溫和。飼主描述牠好動且愛與人玩耍，只有嘗試抓住制服牠時才生氣；儘管生氣，牠也不會咬或攻擊過主人。
- (4) 羅來福是與上述母豹羅咪咪長住一起的公豹，年齡約為12歲，體型較大，毛色為較深的咖啡色，黑色雲塊大且明顯。此豹購入時已有3-4歲，與飼主並不親近，平時多臥於其木製槽箱內或棲息在懸掛於籠內的木柱上，只有吃飯時間出來或下來活動，夜間的活動情況則不詳。
- (5) 劉阿豹，約9歲雌豹，是飼養的第二代。由於飼主由其父親處得到這隻雲豹，雖然知道此雲豹的親代(皆已死亡) 不是購自動物貿易商，確實的來源也不可考。其毛色土黃，雲塊內有少許斑點。飼主曾觀察到牠多次發情，但尚未有配對、生殖的經驗。由於是自小養起，阿豹性情溫馴，幼時曾與家狗圈養在一起，現雖被獨立隔離，與飼主及其家人仍是親近。飼主表示阿豹曾在1998年末被人下毒，推測可能是阿豹活潑好動，偶或吼叫而引起鄰人戒懼而引起。
- (6) 劉壯丁，公豹，1999年11月時因感冒感染而死亡，時值7歲。壯丁也是圈養動物的第二代，曾經營遊樂場兼動物展示的飼主自臺灣東岸同時購得其親代。其毛色為深咖啡，雲塊大而內無斑點。壯丁不常活動，除了吃東西外白天看到的時候幾乎都是臥躺的狀態。飼主曾觀察到牠發情和交配，但沒有成功，而與其同胎生下的兩隻雌豹則在交配過程中被牠咬死。

# The Current Status of Captive Clouded Leopards in Taiwan

Lin-Ling Changchien

General Education Center, Hung-kuang Institute of Technology, Sha-Lu, Taichung, Taiwan

## Abstract

A demographic survey of captive clouded leopards (*Neofelis nebulosa*) in Taiwan was conducted in July 1998 to March 1999 and September 1999 to May 2000. Keepers were interviewed with questionnaire on rearing motivation, disease prevention, parasite control, captive environments, food, sex, age, and reproductive parameters. A total of 17 clouded leopards were found; 12 were kept by six private keepers and five by the Taipei City Zoo. During the survey periods, a male died, and two females that died earlier were found to be replaced by their daughter cats. These made the total number of clouded leopards remained to 16 individuals (four males and 12 females), 16 less than the number of 32 as reported to the Taiwan Provincial Government in 1987-1988, when the Wildlife Conservation Law was enacted. For the 11 individuals (three males and eight females) kept by the private keepers, the ages ranged between five years and 12 years. Two individuals were known to be wild-born, six were the second generation in captivity, and three did not have the information on their origins. All of them showed the signs of estrous with the period from six to 21 days, and the frequency from once to five times a year. It tended to show that one with less estrous frequency had longer estrous period. Two pairs bred; one pair yielded four cubs (one male and three females), and the other had three mortal cubs. The ages of maturation were 12 to 72 months, and males became mature about one year later than females. The gestation periods ranged between 60 to 101 days. The litter sizes varied from one to four cubs. The maximum longevity recorded was 17 years for a female in the zoo and 22 years for another female kept by a private keeper. The rearing motivations of the keepers were personal interest, family background, commercial interest, or public education. The zoo provided better medical care and more variety of food to the animals than the private keepers. The degrees of the care by the private keepers were related to their motivations: the highest for those with private interest, and the worst for those with commercial interest. They generally ignored disease prevention and parasite control. An exception was a keeper who vaccinated the animals annually. The rearing environments were often humid, poor in air circulation, and lack of richness and secrecy. The problems and management of the captive clouded leopards in Taiwan were discussed.

**Key words** : *Neofelis nebulosa*, Felidae, Taiwan, demography, reproductive parameters

Received: September 4, 2000

Accepted: October 9, 2001

# 寬邊琉璃小灰蝶 *Callenya melaena shonen* (Esaki) (鱗翅目：小灰蝶科) 之幼生期形態描述

張連浩<sup>1</sup> 洪政欣<sup>1</sup> 何健鎔<sup>2</sup> 周文一<sup>3</sup> 項潔<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立暨南國際大學資訊工程學系 南投縣埔里鎮大學路1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> 國立臺灣大學昆蟲學系 臺北市羅斯福路四段1號

## 摘要

寬邊琉璃小灰蝶 *Callenya melaena shonen* (Esaki, 1932) 為臺灣特有亞種蝴蝶，本文提供寬邊琉璃小灰蝶早期在臺灣的分布情形並首次描述其卵、幼蟲與蛹的外部形態。

**關鍵詞：**寬邊琉璃小灰蝶、小灰蝶科、幼生期形態、保育、臺灣

收件日期：2001年1月2日

接受日期：2001年8月2日

## 緒言

寬邊琉璃小灰蝶 *Callenya melaena shonen* (Esaki, 1932) 是琉璃小灰蝶類中較為稀少的種類，且為目前僅記錄分布於臺灣之特有亞種蝴蝶。成蟲翅背具有深藍色之鱗片，在光線照射下會反射具金屬反光之色澤。目前已記錄之臺灣產琉璃小灰蝶類共4屬9種，除本文介紹之寬邊琉璃小灰蝶外，其餘8種分別為臺灣琉璃小灰蝶 *Acytolepsis puspa myla* (Fruhstorfer, 1909)、琉璃小灰蝶 *Celastrina argiolus caphis* (Fruhstorfer, 1922)、阿里山琉璃小灰蝶 *Celastrina oreas arisana* (Matsumura, 1910)、埔里琉璃小灰蝶 *Celastrina lavendularishimilcon* (Fruhstorfer, 1909)、杉谷琉璃小灰蝶 *Celastrina sugitanii shirozui* (Hsu, 1987)、白紋琉璃小灰蝶 *Celatoxia marginata* (Niceville, 1884)、達邦琉璃小灰蝶 *Udara dilecta* (Moore, 1879) 及白斑琉璃小灰蝶 *Udara albocaerulea*

(Moore, 1879) (白水 1960；濱野 1987)。寬邊琉璃小灰蝶是臺灣產小灰蝶 *Callenya* 屬中目前僅知的一種；根據以往的採集紀錄，分布集中於臺中及南投縣少數地區，且記錄非常少 (Yamanaka 1975)；幼生期與生活史仍未研究，本文首次記錄臺灣產寬邊琉璃小灰蝶之幼生期形態。

## 方法與結果

於野外採集之卵 (1顆) 及三齡幼蟲 (3隻)，於解剖顯微鏡下描繪並做初步描述。

### (一) 卵 (n=1)

直徑約0.54 mm，高約0.29 mm，外形呈中央微凹之扁圓形，正中央有一圓形凹陷微精孔，卵外觀為白色，外表無生殖副腺分泌物，上表面精孔四周佈滿放射狀水滴形小突起 (圖1A, 2A)，下表面扁平光滑，無任何花紋或脊起。

## (二) 幼蟲(n=3)

剛孵化之一齡幼蟲體長約為0.97 mm，體寬約為0.36 mm；幼蟲頭部及體色均為淡黃色；隨著取食成長，體長逐漸增加至2.02 mm左右，體寬度亦增加至0.54 mm；體色也逐漸轉為淡粉紅色。一齡幼蟲體型稍微細長；頭部稍微縮入前胸下方；前胸前方著生6-8根細毛；中後胸及腹部各體節背方中央背線兩側有一白色小斑；亞背線部位有一不明顯疣突，疣突上明顯著生白色長毛；體側氣門下線部位亦有肉突，突起上著生數枚長毛；腹節末端肛上板末端，亦著生6根細毛 (圖2 B)。

脫皮後之二齡幼蟲，外觀與一齡幼蟲並無太大差異，除了體長及體寬增加之外，就只有體表著生之細毛數量增加，二齡幼蟲體長約為3.17 mm，體寬約為1.76 mm；頭部淡黃色，體色則因攝食而呈現淡粉紅色；除前胸及最末腹節外，各體節背方中央背線兩側之小白斑排列成八字型；體表密生多數明顯細毛(圖1B)。

三齡幼蟲體長約為5.17 mm，體寬約為2.15 mm；頭部淡黃色，平時縮於前胸下方；前胸背方無明顯花紋，其餘體節中央背線兩側有一白色八字形花紋，在八字型花紋外側，另有暗紅色斜紋。三齡幼蟲體表除密生明顯白色細毛之外，全體另佈滿白色小疣突。

終齡幼蟲體長約為12.51 mm，體寬約為5.37 mm，體型稍微扁平；前胸前方中央稍微凹陷，前胸背板中央有一明顯白色菱形骨化區，中胸至第8腹節背方中央，有一明顯白色八字形花紋，白色花紋外側另有暗紅色斜紋；氣門白色；軀體兩側各節明顯向外側突出，突出上著生4-5根細毛；幼蟲體表密佈白色細小疣突，另外於前胸前方、各體節背方及肛板末端亦長滿明顯細毛(圖1C, 2C)。

## (三) 蛹

蛹長約為9.78 mm，蛹寬約為4.23 mm，外形為長橢圓膠囊狀；頭部前方呈截斷狀，觸角及複眼周圍密生明顯白色細小短毛，中胸背方稍微隆起，第2-3腹節較為突出；腹節末端逐漸變細。蛹之色澤為淡褐色，頭部及胸部背方散生深褐色小斑點，腹部為淡黃褐色，腹節背方密生細毛，中央有一深色中央背線，中央背線兩側另有淡紅褐色八字形斜紋，體側可見明顯白色氣門(圖1D, 1E, 2D, 2E)。

## 討 論

根據山中正夫整理之臺灣早期蝶類採集紀錄，寬邊琉璃小灰蝶為分布於臺灣中部低山地區之稀有蝶類，除了採集紀錄非常少外，採集地點均僅限於臺灣中部少數地區，以現今所劃分之行政區域來說，幾個較有名之產地多集中於南投縣山區，如埔里、魚池、霧社、眉原、觀高、獅子頭及日月潭等地區 (Yamanaka 1975)，僅有一例為楚南仁博在1935年於恆春有一採集紀錄；而內田春男的調查紀錄則顯示在高雄縣六龜鄉的藤枝地區也有分布 (Uchida 1991)；而最近幾年在南投縣卓社山區、臺中縣和平鄉、中橫公路石山溪等地，偶有零星之採集紀錄 (未發表資料)。雖然早期於臺灣南部有少許採集紀錄，但是目前除臺灣中部山區外，臺灣北部山區 (楊 1992；楊及鄭 1992) 或其他地區則完全沒有紀錄 (傅等 1989；楊等 1991；傅等 1992)。

臺灣目前有幾個大型的生物多樣性調查計畫正持續進行當中，如福山及關刀溪長期生態監測計畫，各國家公園也有相當多的昆蟲或蝴蝶相調查計畫委託其他單位執行，針對蝴蝶或是其他昆蟲執行過的生態調查計畫更是多的不勝枚舉，而調查所得結果則大多已編印成冊，但這些調查計畫卻都因未能針對不同物種的習性進行生態調查，在調查結案報告當中，各地物種或分布情形大多以物

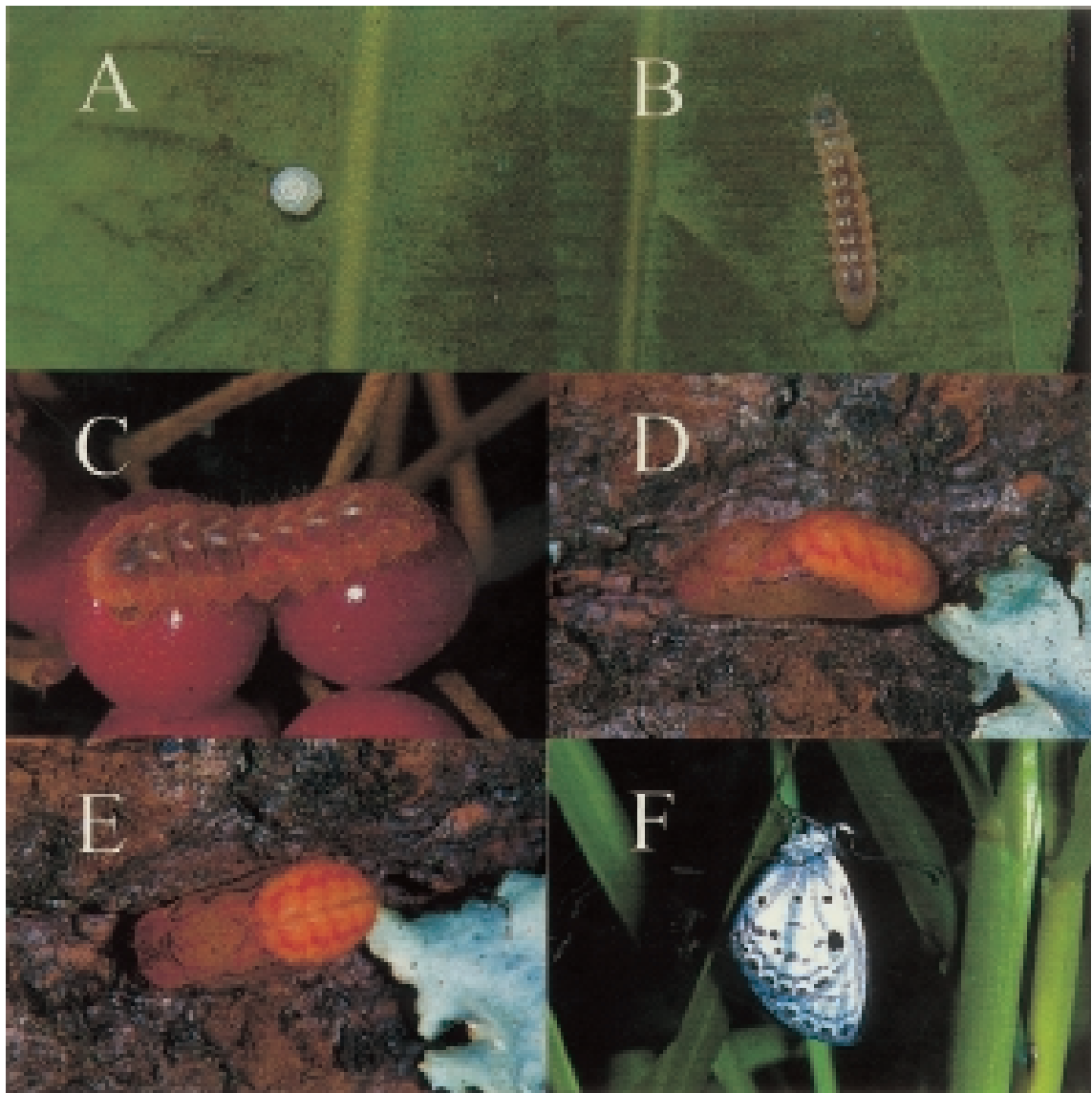


圖1. 寬邊琉璃小灰蝶幼生期。A, 卵; B, 二齡幼蟲; C, 終齡幼蟲; D, 蛹(側面觀); E, 蛹(背面觀); F, 剛羽化成蟲(雄蟲)。

Fig. 1. The early life stages of *Callenya melaena shonen* (A, egg; B, 2<sup>nd</sup> instar larva; C, last instar larva; D, lateral view of pupa; E, dorsal view of pupa; F, emerging male adult).

種名錄或是舊有採集紀錄帶過：以現今臺灣中部山區開發過度，中低海拔原始林幾乎所剩無幾的情況下，物種調查及棲地保育的實

施更顯重要，尤其是針對分布狹隘及族群侷限於特定區域的物種。建議目前各種生態監測計畫或物種調查的執行單位確實檢討調查

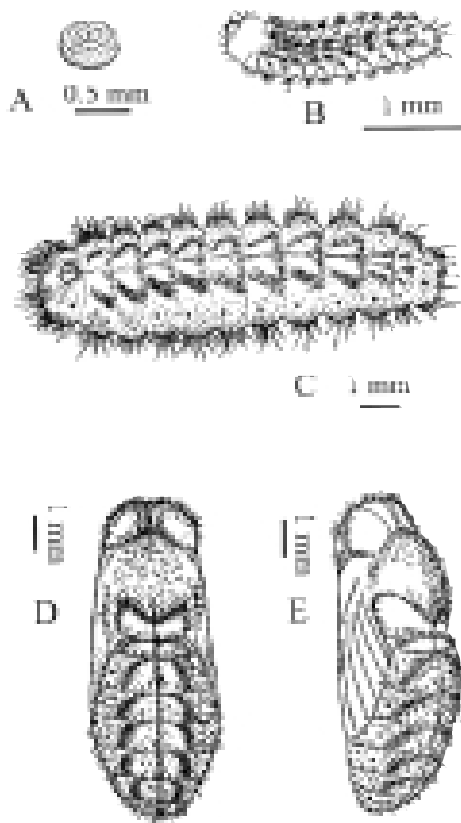


圖2. 寬邊琉璃小灰蝶幼生期。A, 卵；B, 一齡幼蟲；C, 終齡幼蟲；D, 蛹(背面觀)；E, 蛹(側面觀)。

**Fig. 2.** The early life stages of *Callenya melaena shonen* (A, egg; B, 1st instar larva; C, last instar larva; D, dorsal view of pupa; E, lateral view of pupa).

時期、週期或是取樣方式是否合宜，因為若未能針對物種生態特性而設計之各種生態調查或取樣，調查結果將不能確實代表當地的生態環境。

## 引用文獻

傅建明、徐歷鵬、左漢榮、陳寬佑、李戊益、程文香、黃玉霞、陳淑珍、林慧

玲、陳加盛、黃吉村、楊穎鋒、林杉和、沙謙中、沈秀雀、楊仁澤。1989。玉山國家公園東埔至八通關地區蝶類資源調查報告。內政部營建署玉山國家公園管理處。84頁。

傅建明、左漢榮、徐歷鵬、陳寬佑、程文香、黃玉霞、楊志煌、林幸慧、李戊益、陳淑珍、邱碧雲、李大朔。1992。玉山國家公園塔塔加地區鱗翅目昆蟲調查報告。內政部營建署玉山國家公園管理處。70頁。

白水隆。1960。原色臺灣蝶類大圖鑑。保育社。大阪。481頁。

楊平世、曾兆祥、李春霖、鄭明倫、余書偉。1991。南仁山區之昆蟲及其生態研究。31頁。

楊平世、鄭明倫。1992。南澳闊葉樹林自然保留區陸棲昆蟲相初探及水棲昆蟲相研究。75頁。

楊平世。1992。東北角海岸風景特定區昆蟲資源報告。69頁。

楊耀隆。1995。南投縣蝶類之調查。南投縣生物資源調查成果彙編第97-133頁。臺灣省特有生物研究保育中心。

濱野榮次。1987。臺灣蝶類生態大圖鑑。牛頓出版公司。臺北市。474頁。

Uchida, H. O. 1991. Visiting Formosa for butterflies nature and people in summer. 216 pp. Nagoya, Japan. (In Japanese)

Yamanaka, M. 1975. Distribution of Formosan butterflies (6) Supplement 1. Tyō to Ga 30: 1-143.

# **Description of Early Life Stages of the Lycaenid Butterfly *Callenya melaena shonen* (Esaki) (Lepidoptera: Lycaenidae)**

Lien-Hau Chang<sup>1</sup>, Jen-Shin Hong<sup>1</sup>, Jen-Zon Ho<sup>2</sup>, Wen-I Chou<sup>3</sup> and  
Jieh Hsiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Computer Science and Information Engineering, National Chi Nan University  
, Puli, Nantou, Taiwan

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

<sup>3</sup>Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

## **Abstract**

*Callenya melaena shonen* (Esaki) is an endemic subspecies of butterflies of Taiwan. This paper described the morphology of its egg, larva and pupa and provided early distribution pattern.

**Key words:** *Callenya melaena shonen*, Lycaenidae, early life stages, conservation, Taiwan

Received: January 2, 2001

Accepted: August 2, 2001

# 集集大地震後蚯蚓大量爬出現象之解析

廖光正<sup>1</sup> 李明進<sup>2</sup>

<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>屏東縣立興化國民小學 屏東縣萬丹鄉

## 摘要

1999年9月21日臺灣發生921集集大地震，其後在地震連連中，多處地方有大量蚯蚓出現於地面。民眾疑其為地震前兆，引起恐慌。以屏東為主的調查發現，含臺北在內，各地在10、11月大量爬出的蚯蚓均為同一種：*Metaphire posthuma* (Vaillant)，其發生地點都在學校或公共場所的開闊草地附近，容易引人注意。在屏東縣萬丹鄉興化國小操場找到大量*M. posthuma*藏身於草根下及排水溝中，這些蚯蚓有在夜間3:30以後爬出地面，於當天10:00左右再回到地下的日周性行爲。蚯蚓數與地震的相關係數未達顯著水準。時間序列分析之交叉相關函數顯示蚯蚓的大量爬出與其後25天內的有感地震的相關性都不顯著；蚯蚓爬出量與地溫、相對濕度及日照時數的相關性都很顯著( $p < 0.01$ )。於萬丹及萬巒實際挖掘到與*M. posthuma*共棲的多種蚯蚓，又訪查出半年以前在瑪家國中操場即曾二度有*M. posthuma*大量爬出。這些事實證明屏東有不只一種蚯蚓、不只一日爬出地面。此次蚯蚓事件，應是同樣天候條件籠罩臺灣之下，蚯蚓表現的自然行爲；*M. posthuma*在發生地為優勢種，其大量爬出地面之現象，雖於地震後人心驚惶時特別容易被人發現並予報導，但從其大量爬出的重複行爲和量變動，與地震發生時間比對並不足以論斷為地震前兆。追蹤2000年9-11月臺灣多處蚯蚓大量爬出，均佐証相同結論。

**關鍵詞：**蚯蚓、大量爬出、地震、時間序列分析、動物行爲

收件日期：2001年1月31日

接受日期：2001年11月5日

## 緒言

臺灣在1999年連續發生大地震。首先在9月21日發生規模7.3的集集大地震(921大地震)，在南投縣、臺中縣造成建築物廣泛倒塌及民眾慘重傷亡，其他縣市也有或多或少的災情，全省合計全倒房屋逾53,661戶，死亡2,456人；其後餘震不斷，10月22日發生規模6.4的嘉義大地震，再度造成龐大的財物損失；11月2日又於臺東縣成功東北方外海發生規模6.9的強震。在地震連續侵襲下，民眾不論受災與否，均談震色變，一些不尋常的現

象常被議論是否為地震前兆；其中野生動物活動相當受到注意，尤其地震前後發生多起蚯蚓大批出現地面的事例，發生地點分布甚廣，遍及臺北、宜蘭、臺南、高雄、屏東，在新聞及廣播電視頻頻報導之下，特別受到重視。因此蚯蚓大量出現地面的現象(以下簡稱大量爬出)是否為地震前兆，為急待查明之問題。

## 材料與方法

一、資料收集

## (一) 蚯蚓資料

1. 調查地點：6處傳出有蚯蚓大量爬出的地方，包括屏東縣境內的萬丹鄉興化國小及附近作者(李明進)的一處檳榔園、潮州鎮潮昇國小、萬巒鄉萬巒國小、瑪家鄉瑪家國中、恒春鎮自來水廠，以及在臺北市的少年隊-女警隊隊部。其中以興化國小發現最早且方便觀察，而選為調查蚯蚓活動的地點。
2. 標本採集：(1)撿拾現場地面殘留的蚯蚓屍體，其中有些未完全乾癟者雖不易辨認微細分類特徵，但仍可看出長短粗細的外形輪廓。(2)在大量爬出現場土地挖掘20-30 cm深，以手分出蚯蚓。(3)在興化國小操場跑道內側排水溝內找到大量蚯蚓，不必挖掘，可直接撿取。上述蚯蚓均請當地曾目擊蚯蚓大量爬出之人士指認與大量爬出的蚯蚓在外形、大小、色澤、運動方式等相同之處，同時訪問大量爬出情形。
3. 蚯蚓的形態觀察與種類鑑定：蚯蚓水洗除去其體表附著的土壤後，以30% 乙醇(ethanol)麻醉，10% 福馬林(formalin)固定2-3天，水洗脫去formalin後，保存於70% ethanol中做成液浸標本(存放於特有生物中心)。在實體顯微鏡下觀察標本外部形態，並解剖部分標本，以供鑑定種類(岡田要 1965, Sims and Easton 1972)。
4. 蚯蚓活動之調查：自10月13日起至11月30日止在興化國小操場調查蚯蚓出沒的時間、數量及其行為：夜間調查於10月14、15日自23:00至翌晨8:00，每半小時巡視一次；17日以後為早上4:00-9:00，陰雨天延長至12:00。

興化國小操場有一圈周長200m的橢圓形跑道，舖赤紅色爐渣，跑道圈內為草地，種植假儉草(*Eremochloa*

*ophiuroides* (Munro) Hack.)、牛筋草(*Eleusine indica* (L.) Gaertn.)、竹葉草(*Microstegium nudum* (Trin.) A. Camus)、地毯草(*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.)及土香(*Cyperus rotundus* L.)。這些青草雖屢經踐踏，但因有噴灌，依然生長良好，高10-20 cm。跑道與草地之間有一圈水泥排水溝，深35 cm，寬30 cm，全部舖著35 cm寬的水泥方塊為溝蓋，約與草地齊平。溝蓋間有2 cm x 20 cm的落水縫。

## (二) 地震及氣象資料

地震資料根據交通部中央氣象局地震測報中心所發布的有感地震報告，另因興化國小本身無地震測站而取與其距離在8 km以內之10個測站(KU030內埔國小、KU031萬丹國小、KU035潮州國小、KU036新埤國小、KU073光春國小、KU074萬巒國小、KU075南州國小、KU076玉光國小、KU078北葉國小、KU083皇源聖殿)地震紀錄，整理如表2以供統計；10月22日及11月2日為KU076、KU083以外8測站平均值。氣象資料由高雄區農業改良場農業氣象站(屏東市內，距興化國小約9 km)提供。

## 二、相關分析

除以相關係數(Pearson's correlation coefficient)分析外，另據Box and Jenkins (1976)及林(1990)，利用交叉相關函數(cross correlation function，簡稱為CCF)做不同羈延時間(time lag)之時間序列相關分析。

## 結果

## 一、大量爬出動態及蚯蚓行為

興化國小師生於10月13日清晨7時40分打掃環境時，發現有上萬隻蚯蚓出現於操場地面；出現的蚯蚓爬行於青草間及水泥蓋上，

有些爬至周圍的跑道上，部分被晨跑者無意中踏死，或長久滯留以致乾死。跑道區土地太硬，不見蚯蚓鑽入，所以該區蚯蚓是來自草地，途中須經過水泥溝蓋，可能由隙縫掉落排水溝內。掀開溝蓋，果然在溝底發現大量蚯蚓；溝底累積約5 cm厚的濕潤草屑，成為蚯蚓良好的棲所(圖1A, B, C)。

於10月14日23:00至翌晨8:00觀察蚯蚓出現於操場草地的情形。蚯蚓在夜晚23:00至翌晨3:00之間尚無蹤影，3:30以後開始零星出現，數量隨時間漸增，5:30-6:00達最多，維持至7:30後漸減，至10:00後只剩零星數隻。以後連日觀察發現，每天清晨爬出地面的蚯蚓，都含無環帶的幼體及有環帶的性成熟個體，於當日午前消失。此數量增減現象呈日周性，惟陰雨天數量開始漸減的時間延後1-2 hr。

採集出現於興化國小地面的蚯蚓，放入預置10 cm厚泥土的水族箱裡(45 cm x 30 cm x 40 cm)，在陰涼處飼養；這些蚯蚓的爬動於10:00以後即緩慢下來，但到了22:00以後又活躍起來，也表現出同樣的日周性。

由於青草間的蚯蚓較隱蔽不易點算隻數，為了解其出現數量之變動，在10月13日至11月底，每天早上6:30-7:00步行環繞操場

一圈(約需8 min)點算在水泥溝蓋上的蚯蚓數；惟其中自10月13-19日因數量過多採取目測概估。圖2為此期間蚯蚓每日出現數量變化，並標記興化國小附近有感地震強震紀錄(表2)及屏東地區氣象紀錄。藉由時序相關分析，發現這段期間蚯蚓每日出現數量與有感地震強震紀錄的相關性並未達到0.05顯著水準，如圖3所示(地震垂直向加速度)，另外南北向、東西向加速度，以及前述三向加速度平均值的相關分析結果均一致(未列出)。

10月13日起連續5天，都有大量蚯蚓爬出地面，溝蓋上的蚯蚓數均近2,000隻。10月14、15日白天高溫達32°C，但清晨天氣轉涼，6:30左右氣溫22°C，日夜溫差相當大；而清晨4:00-6:30草地露水很重，地面潮濕。然後10月15日晚上鋒面南下，中南部降溫3-4°C，南部氣溫21-27°C，凌晨開始夜雨，於16日清晨蚯蚓出現約3,000隻之大量。10月19日03:30-08:30，氣溫23°C，但少露水，出現的蚯蚓也少至500隻，到08:30，地面已經不見蚯蚓，但掀起水泥溝蓋可看到溝底有大量蚯蚓。其後蚯蚓出現地面隻數逐日遞減，至10月25日只出現175隻。

二、蚯蚓的形態觀察與種類鑑定

表1. 屏東興化國小蚯蚓發生量與氣象因子之相關性

Table 1. Correlations of the daily numbers of earthworms to meteorological variables at the Hsinhua Preliminary School, 13 October to 30 November 1999

Variables	r-value	p
Soil temperature (°C, 10 cm)	0.530	<0.01
Relative humidity (%)	0.448	<0.05
Air temperature (°C)	0.253	
Solar radiation (MJ/m <sup>2</sup> /day)	-0.090	
Evaporation (mm)	-0.092	
Sunshine duration (hr)	-0.227	
Air pressure (hpa)	-0.313	<0.05

d.f.=47

表2. 興化國小附近8公里範圍內自由場強震測站之地震紀錄

**Table 2.** Earthquakes recorded at the free field strong motion stations within the radius of 8 km to the Hsinhua Preliminary School, 13 October to 30 November 1999

Local time		Recording station	Distance to epicenter(km)	Peak ground acceleration (gal)			
Date	hr:min			Vertical	EW	NS	Average
Oct 22	10:18	average <sup>a</sup>	106.21	5.33	10.64	12.06	9.35
Oct 22	11:10	average <sup>a</sup>	107.87	3.37	7.90	8.63	6.64
Oct 24	01:08	KAU078	89.82	1.08	2.22	4.96	2.75
Oct 30	16:27	KAU074	177.38	1.14	3.22	4.24	2.87
Nov 02	01:53	average <sup>a</sup>	149.87	4.78	14.17	14.91	11.29

a. average of 8 stations, see text .

採集1999年10、11月在各地大量爬出地面的蚯蚓，經鑑定均為*Metaphire posthuma* (Vaillant)。在興化國小操場現場撿拾到爬出地面的蚯蚓，經鑑定都是*M. posthuma*。後來從該操場草地挖出，以及在其排水溝內找到的大量蚯蚓，經鑑定也都是*M. posthuma*；其活體爬動伸展時體長約15 cm，顏色暗褐，映著陽光隱現綠色金屬光澤，遇驚擾時有短縮捲曲的行爲。*M. posthuma*液浸標本縮短成棍棒狀，通體直徑均勻，暗褐而帶灰綠色，性成熟個體環帶特別明顯(圖1D, E)。

10月15日在興化國小操場第1次採樣(標本編號#1999-22)，含24隻有環帶(21%)，90隻無環帶(79%)。11月4日第2次採樣得標本65隻(標本編號#1999-27)，含15隻有環帶(23%，其中10隻環帶特別肥厚)，體長 $66 \pm 13$  mm，環帶直徑 $37 \pm 4$  mm，體重 $431 \pm 107$  mg (mean  $\pm$  SD, n=15)。有環帶的個體，其環帶在第14-16體節，單1雌孔在第14體節腹面中央；雄孔1對，在第18體節剛毛線上腹面兩側，呈圓形而中間凹陷(圖1E)。雄孔間剛毛數24支，第17、19體節在雄孔相對位置稍近腹中線各有1對圓形吸盤狀的性斑。在實體顯微鏡下解剖所見，受精囊(spermatheca) 4對，在第6-9體節腹面(圖1F)。前列腺長方形包在

腸管上(圖1G)，盲腸為簡單的三角形(圖1H)。

### 三、蚯蚓的族群量

為估計草地裡的蚯蚓密度，於10月24日在操場草地4角及中央取樣開挖5點，在每點於邊長50 cm之正方形範圍內，挖深30 cm，所得蚯蚓數為 $46.4 \pm 8.91$ 隻。11月4日同法取樣得平均36隻，取此較小值保守估算，相當144隻/m<sup>2</sup>；而當日環繞200m跑道一圈的水泥溝蓋上蚯蚓總數為294隻，相當4.2隻/m<sup>2</sup> (=294/(0.35 x 200))，即草地的蚯蚓密度約34倍於水泥溝蓋上的蚯蚓密度 (=144隻/4.2隻)。草地總面積1,785 m<sup>2</sup> (= 1,800 m<sup>2</sup> - 砂坑3x5 m<sup>2</sup>) 約有257,000隻。另外，排水溝內的蚯蚓數在60 cm x 30 cm的面積內採樣得200隻(N=2)，估算總數超過60,000隻。所以此操場內的蚯蚓數合計超過317,000隻 (= 257,000隻 + 60,000隻)。

### 四、蚯蚓大量爬出與地震之相關分析

10月13日至11月31日止在屏東興化國小操場地面都出現或多或少的蚯蚓，而且都是*M. posthuma*。於10月13日至18日，在操場跑道內側排水溝的溝蓋上約有2,000隻，在此期間屏東都沒有有感地震；甚至10月16日溝蓋

上多近3,000隻時，其前一天全省都沒有記錄到有感地震。可是10月22日嘉義烈震(10:19第88207號地震規模6.4, 11:10第88210號地震規模6.0)時，屏東震度分別為3級、2級，而興化國小爬出地面的蚯蚓卻少了(溝蓋上約500隻)；這天有17次有感地震發布(第88207-88223號)，蚯蚓並沒有隨著地震連連而一再爬出地面。事實上從10月19日至24日嘉義地區連續發生有感地震39次(第88199-88237號)，屏東其他地區也未傳出有大量蚯蚓出現地面。直到11月2日屏東發生3級有感地震(第88250)，溝蓋上蚯蚓數也僅有32隻。如此發生有感地震時蚯蚓未必大量爬出，而蚯蚓大量爬出時又未必發生有感地震，說明蚯蚓大量出現地面實不足為地震之前兆。依時間序列分析顯示，地震發生後7天以內，蚯蚓會大量爬出，但是蚯蚓大量爬出後25天內發生有感地震的相關性卻不顯著(圖3)。

#### 五、蚯蚓大量爬出與氣象因子之相關分析

觀察期間，地溫(地表下10 cm)都穩定在24-28°C之間。進一步由高雄區農業改良場取得在屏東市的氣象觀測紀錄(圖2)，將10月13日至11月30日的各氣象因子與排水溝蓋上蚯蚓出現量的49筆紀錄進行相關分析，結果(表1)顯示，蚯蚓數與地溫為正相關( $r=0.530$ ,  $p<0.01$ )，相對濕度亦為正相關( $r=0.448$ ,  $p<0.05$ )，與氣壓為負相關( $r=-0.313$ ,  $p<0.05$ )，但與早上9時氣溫的相關性未達0.05的顯著水準。蚯蚓出現量與氣象因子之時間序列分析結果見圖3。

時間序列分析顯示蚯蚓的大量爬出與地溫、相對濕度及日照時數的相關性都很顯著( $p<0.01$ )。其中以地溫效應最明顯，遠在17天前以來正相關即日漸明顯，當天達到最顯著，更延至3天後。蚯蚓直接感受到貼身土壤的溫度。地溫變化量小於氣溫，於白天略低於氣溫，但於蚯蚓開始爬出地面的凌晨

3:30，地溫則高於氣溫，因此可解釋為蚯蚓偏好較低溫度而爬出地面。不過蚯蚓本身必須保持體表潤濕，相對濕度高對此有利。

蚯蚓出現數量與相對濕度呈3天前正相關，與日照時數則為3天前的負相關( $p<0.01$ )，顯示當日照時數逐漸縮短而相對濕度增加時蚯蚓會大量爬出。另外，蚯蚓數與氣壓稍呈負相關( $r=-0.313$ ,  $p<0.05$ )，而時間序列分析也顯示為5天以來的負相關，即低壓時出來的蚯蚓較多。

## 討 論

蚯蚓是常見的土棲動物，對溫度、濕度、CO<sub>2</sub>及SO<sub>2</sub>敏感，也能感受電流(Edwards and Bohlen 1996)，所以假如地底溫度、濕度發生變化，影響到蚯蚓居住環境，甚至損毀蚯蚓在地下的坑道，蚯蚓可能因而不適，集體爬出地上。興化國小的蚯蚓出現地面呈現規則的日周性，即早上3:30以後漸出，天亮後漸少，至遲到10:00左右都會消失在草地上。但前述各地震之發生時間或早或晚，無規則性可言，亦可佐証不足為前兆。仔細觀察可看到消失的蚯蚓是鑽入草地下，挖開草地發現其藏身在草根下面距地表約10 cm處。即每天至少有其中一部分清晨出土，當日再度回到地下，翌日又重複此行為。所以蚯蚓之大批出現地面，不能以害怕地震或是忌避地震引起的地底環境變化而一起逃離地下來解釋，否則那些蚯蚓就不會一再爬出地面又爬回地下了。

根據萬丹鄉當地民衆的流傳，往年在白露(9月7或8日，水蒸氣到達飽和，凌晨在植物葉面上出現露水)到霜降(10月23日或24日，霜開始出現)期間，當天氣轉寒或下一陣雨(當地叫小港雨)後，也會有蚯蚓出現地面，惟只1天，數量不多，且包含大小色澤不一的幾種蚯蚓；當地並認為出現大批蚯蚓表

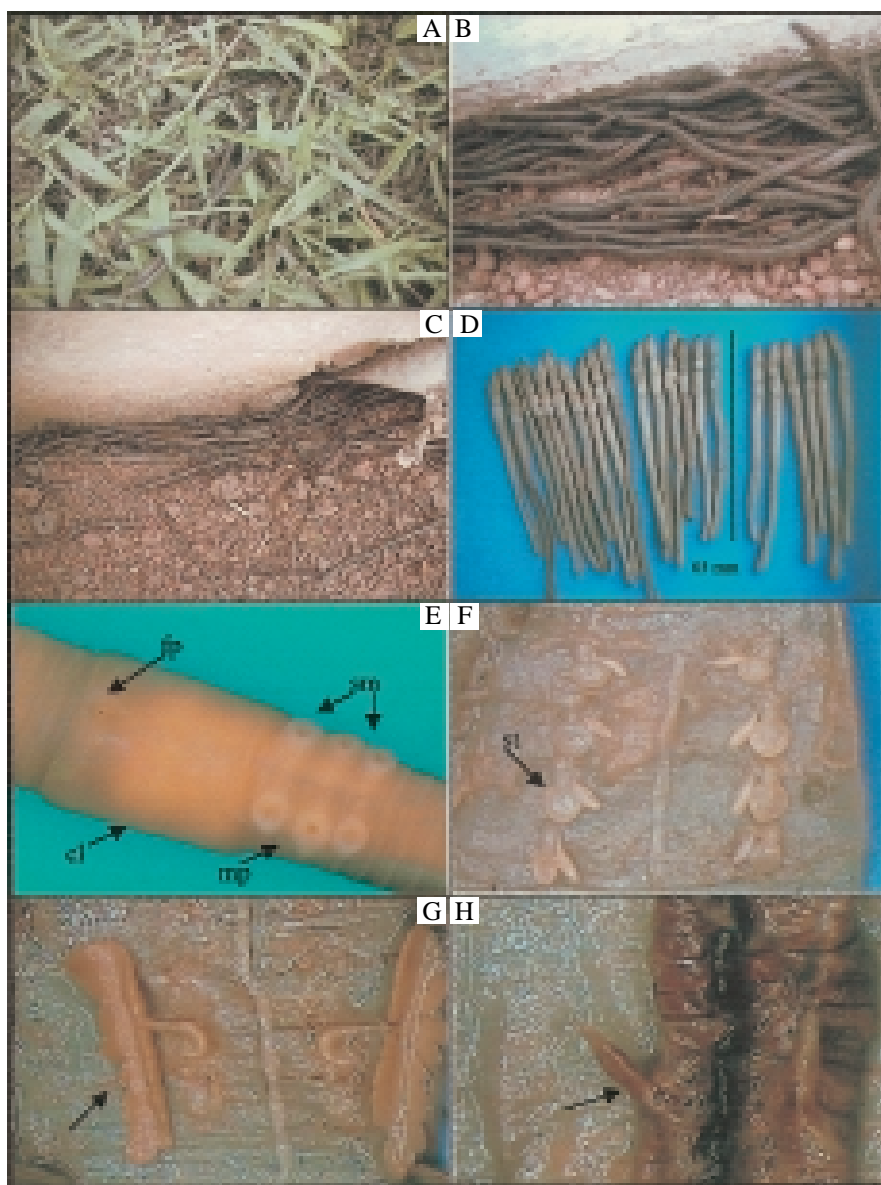


圖1. 大批出現於屏東縣萬丹鄉興化國小操場地面的蚯蚓。A.在中央草坪。B.在砂坑邊。C.在環繞草坪的排水溝內。D.個體標本。E.環帶 (cl)、雌孔 (fp)、雄孔 (mp) 及性斑 (sm)。F.第6-9體節內有4對儲精囊 (st)。G.前列腺 (箭頭)。H.盲腸 (箭頭)。

**Fig. 1.** An earthworm outbreak at the playground of the Hsinhua Preliminary School (A, in the central lawn area; B, at the side of the broad jump pit; C, in the ditch around the central lawn area; D, the specimens of the earthworm *M. posthuma* collected; E, ventral view of the earthworm (cl, clitellum; fp, female pore; mp, male pores; sm, genital papillae); F, four pairs of spermatheca (st); G, prostates; H, caecum.

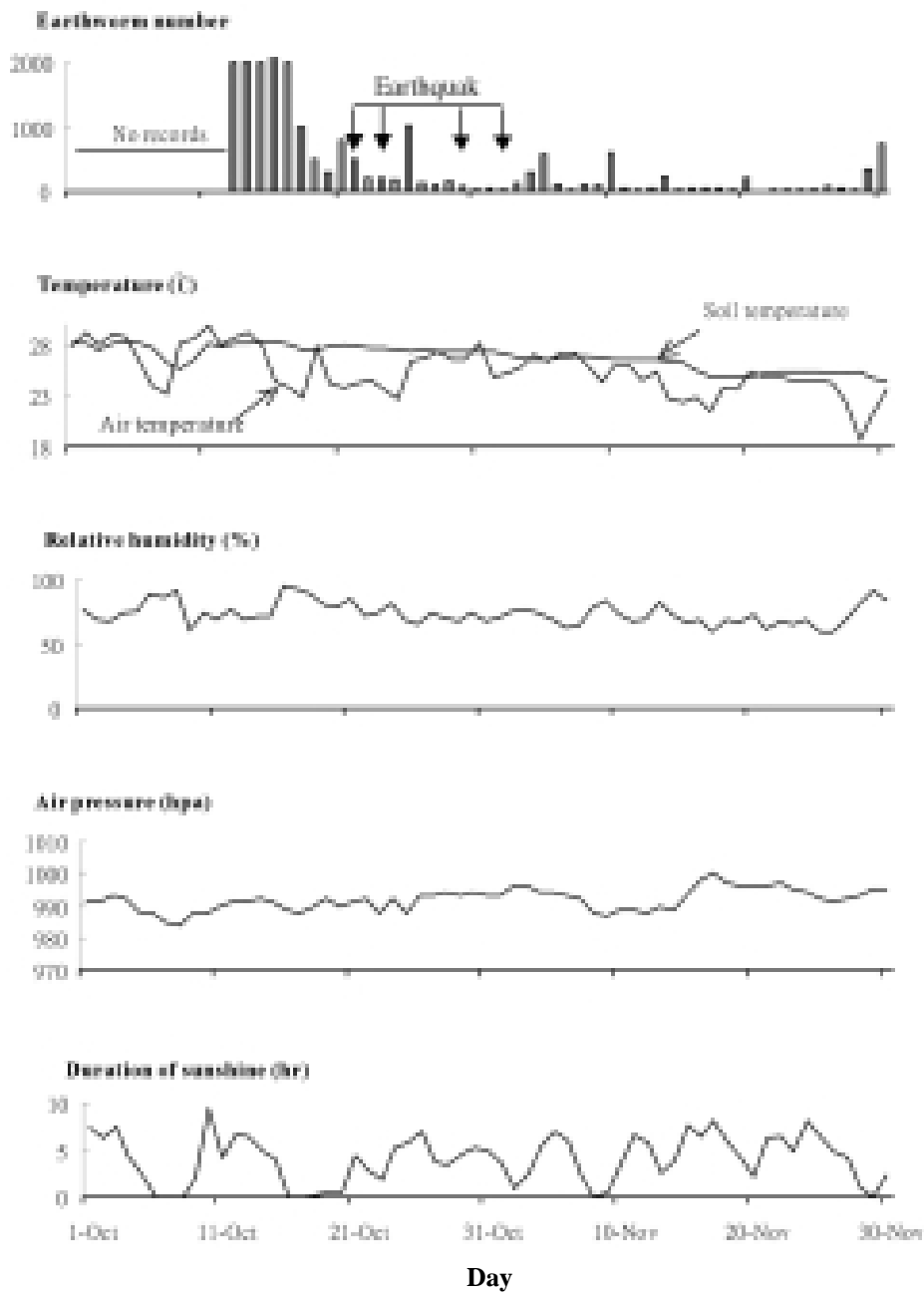


圖2. 1999年10月13日至11月30日期間，屏東興化國小操場草地排水溝的水泥蓋子上的蚯蚓數與環境情況。

**Fig. 2.** The time series of daily meteorological conditions and numbers of the earthworms appeared on the concrete covers of the ditch around the playground of the Hsinhua Preliminary School, 13 October to 30 November 1999.

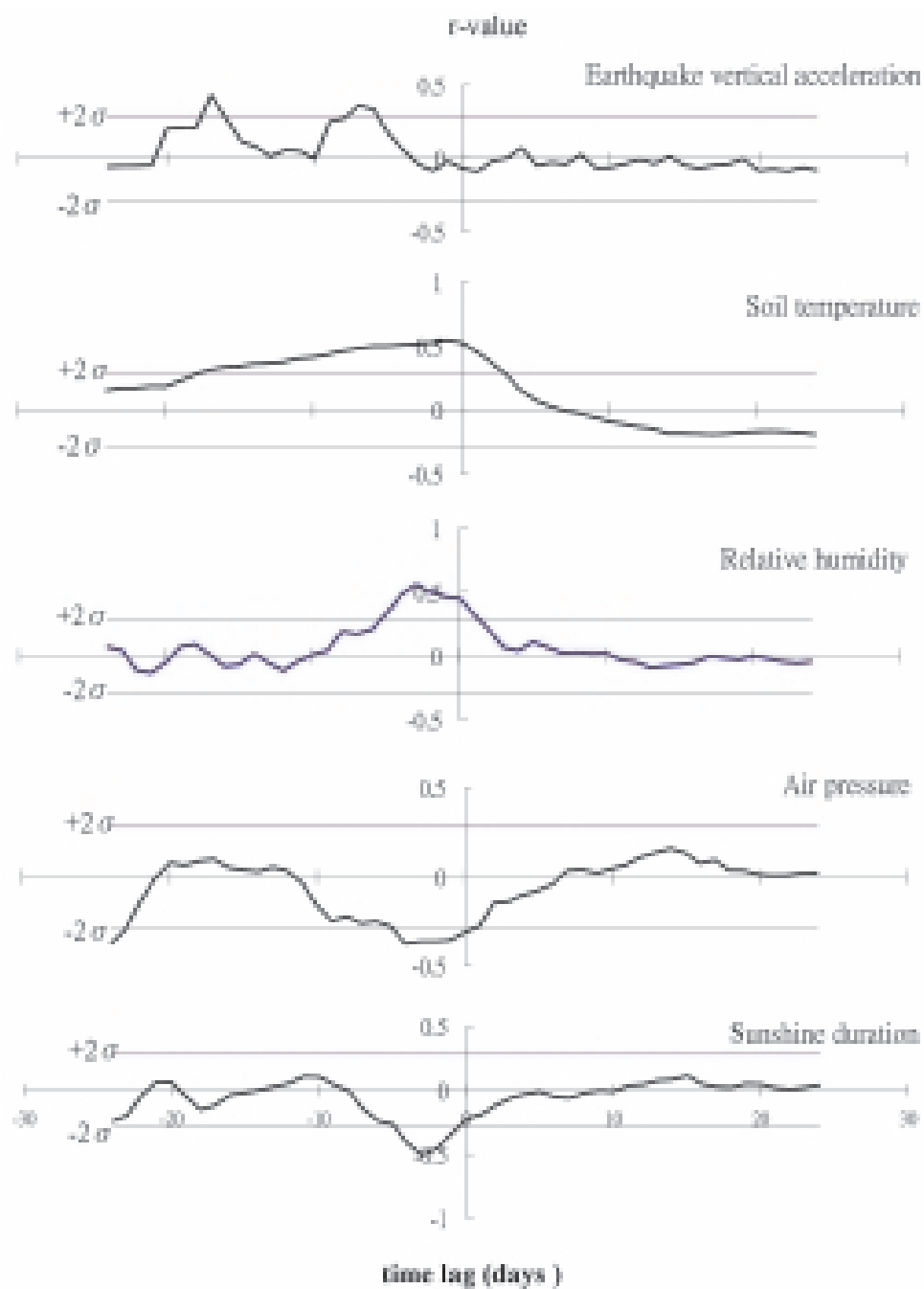


圖3. 蚯蚓大量爬出量與地震及氣象因子的交叉相關函數。

**Fig. 3.** The cross-correlation function of the numbers of earthworms appeared to earthquake vertical acceleration and meteorological variables.

示今年的雨季已結束，正式進入秋季。南投縣中寮鄉的民眾則認為白露後蚯蚓均死掉。前述相關經驗之談意謂蚯蚓在天氣轉涼潮濕的時候較多爬出地面。本次11月3、4日清晨3:30-5:00在萬丹興化國小，蚯蚓爬出地面活動時，現場氣溫20°C，地溫23°C，相對濕度近100% RH，夜露深重，草地都濕了，顯示清晨涼爽多露水確為蚯蚓大量爬出的環境條件。

然則為何以往如此季節氣候下未傳出蚯蚓大量爬出呢？事實可能是民眾看見但未特別注意或重視，而被忽略。例如瑪家國中在1998年10月及1999年4月都有過，但未見特別報導（未發生地震）。而此次值大地震後餘震未息之際，媒體對蚯蚓大批出現情形詳加報導，因此才引起眾人注意。

雨後常有蚯蚓爬出地面，是一般人熟知的現象，其解釋多偏向蚯蚓洞積水使其不適而逃離，但作者認為可能有另一種情形，即雨後地面冷涼潮濕適合有些蚯蚓活動。這也可以部分解釋*M. posthuma*為何要在天亮以後陰涼條件逐漸消失時鑽回地底，而於陰、雨天延至約11:00才完全從地面消失。至於蚯蚓在入秋前的陰涼時大批出現地面做什麼？除了前述大多數的蚯蚓於冷濕環境活動以外，在興化國小夜間觀察，作者看到3隻*M. posthuma*爬出地面，以口吸住草屑拖入其地洞中，說明至少有些蚯蚓在天氣變涼時出來是為了草屑，但其目的未明。又，出現在興化國小操場地面的蚯蚓，有21-23%為有環帶的性成熟個體，且有多隻環帶已膨脹泛白，所以其大批出現地面，可能與繁殖有關。惟經仔細觀察，始終未看到求偶交配等行為。Gates (1972) 說還沒有人看到*M. posthuma*交配，而猜測其交配可能是在地下進行。

*M. posthuma*分布於中印度、緬甸、泰國、越南、馬來半島、蘇門答臘、菲律賓、日本等地，在臺灣早有紀錄（岡田 1965; Tsai

1964; Gates 1959, 1972; Shih *et al.* 1999），作者在南投集集、臺東知本、花蓮太魯閣等地也曾採集到，不過數量都不多。經查相關文獻，並沒有發現有記載蚯蚓大量爬出的現象和地震具有關連性。1999年發生921大地震之前，即1月1日至9月20日，中央氣象局共發布有感地震42次，其間屏東地區並未傳出蚯蚓大量爬出。921前一天，9月20日10時35分，在阿里山西偏南21.2 km發生規模4.4之第88042號有感地震，屏東地區未傳出蚯蚓事件。9月21日大地震時，有感地震報告共達44次（第88043-88086號），於地震報告第88043號（規模7.3），屏東地區最大震度達4級（九如4，恒春3）；緊接著第88047號（規模6.6）及第88048號（規模6.8）時，屏東均達3級；第88044號（規模6.3）、第88045號（規模5.8）時，屏東分別達2級、1級。若蚯蚓爬出地面與地震有關，值此地震最頻最烈的一天，蚯蚓應該感受到而有所行動，可是並未傳出蚯蚓大量爬出的消息。921大地震後，9月22日第88092號（規模6.8）、第88094號（規模6.2）時，屏東分別達4級、2級；9月26日第88128號（規模6.8）時，屏東3級；直到10月12日，臺灣每天都發生大小不等的有感地震，全臺地震發布多達104次（第88087-88190號），然一直未傳出蚯蚓大量爬出地面。作者於2000年繼續留意蚯蚓大量爬出現象，於白露（9月7日）至秋分（9月23日）之間，每天早晨6:00-7:00都看到有超過30隻以上的蚯蚓在南投縣中寮鄉山區產業道路的路面爬動，種類多為長度約30 cm的*Metaphire bununa* (Tsai *et al.* 2000) 及*A. aspergillum*；9月19日在南投集集與竹山道路路面出現大批蚯蚓，又被傳可能為地震前兆，然其後1星期內南投地區並無有感地震。11月13日在花蓮縣富里鄉、池上鄉山麓農園，11月21日在屏東萬丹及臺東太麻里，也有大量蚯蚓爭相出土被傳為地震前兆，其後1星期內均未發生有感地震。

由於蚯蚓身體的觸覺敏銳，其對貼身土地的震動有反應是合理的，所以不排除因地震而爬出地面的可能性。不過本次研究限於只有4筆有感地震資料，尚不足以斷定蚯蚓爬出地面必然是受7天前地震影響所致，有待將來更多紀錄佐証。

綜合以上資料，蚯蚓之大量爬出與氣象因素之相關性遠大於地震因素，因此民衆不必為蚯蚓大量爬出地面擔心將有大地震來臨。

## 謝 誌

本研究承屏東縣萬丹鄉興化國小、潮州鎮潮昇國小、萬巒鄉萬巒國小、瑪家鄉瑪家國中、恒春鎮自來水廠、臺北市警察局少年隊協助現場調查；本中心植物組彭組長仁傑協助鑑定植物學名；中央氣象局地震測報中心陳課長國昌提供屏東地區地震資料；高雄區農業改良場郭同慶先生提供屏東氣象月報；本中心莊明德博士及臺灣農業試驗所呂秀英博士協助統計諮詢；國立清華大學江安世教授協助閱稿；並承上列諸位提供對原稿修正意見，謹致深摯謝忱。

## 引 用 文 獻

- 林茂文。1990。時間數列分析與預測。華泰圖書文物公司。臺北。
- 岡田要。1965。新日本動物圖鑑633-563頁。北隆館。東京。
- Box, G. E. P., and G. M. Jenkins. 1976. Time series analysis, forecasting and control. Holden-Day Inc. London.
- Edwards, C. A., and P. J. Bohlen. 1996. Biology and ecology of earthworms. Chapman & Hall. London.
- Gates, G. E. 1959. On some earthworms from Taiwan. American Museum Novitates (1941) :1-19.
- 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 Vol. 62, Part 7. P. 10, 212-215.
- Shih, H. T., H. W. Chang, and J. H. Chen. 1999. A review of the earthworms (Annelida: Oligochaeta) from Taiwan. Zoological Studies 38(4): 435-442.
- Sims, R. W., and E. G. Easton. 1972. A numerical revision of the earthworm genus *Pheretima* auct. (Megascolecidae: Oligochaeta) with the recognition of new genera and an appendix on the earthworms collected by the Royal Society North Borneo Expedition. Biological Journal of the Linnean Society 4: 169-268.
- Tsai, C. F. 1964. On some earthworms belonging to the genus *Pheretima* Kinberg collected from Taipei Area in north Taiwan. Quarterly Journal of the Taiwan Museum 10(1&2): 1-35.
- Tsai, C. F., S. C. Tsai, and G. J. Liaw. 2000. Two new species of protandric pheretimoid earthworms belonging to the genus *Metaphire* (Megascolecidae: Oligochaeta) from Taiwan. Journal of Natural History 34: 1731-1741.

# Analysis of the Earthworm Outbreaks after Chichi Earthquake

Guang-Jeng Liaw<sup>1</sup> and Min-Gin Lee<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Hsinhua Preliminary School, Pingtung, Taiwan

## Abstract

Chichi Earthquake (magnitude of 7.3 ML) occurred on 21 September 1999, inflicting heavy casualties and severe property damages to Taiwan. In that autumn, there were the occurrences of frequent aftershocks and of several outbreaks of earthworms, the emergence of a large number of earthworms from underground to the surface. The earthworm outbreaks were believed to be an omen of upcoming earthquake by many local people. To elucidate the phenomenon we investigated the outbreaks at six localities: Shinhua Preliminary School, Wandan, Chaochou Preliminary School, Wanlaun Preliminary School, Majia Middle School, Hengchuen Water Supply Treatment Plant, and Juvenile Police Branch of Taipei Municipal Police Department. It was found that the earthworm outbreaks at these localities were caused by a single species, *Metaphire posthuma* (Vaillant). We selected the Hsinhua Preliminary School playground as a site to monitor the daily behavior of the earthworms in relation to aftershocks and meteorological changes. The results showed that the earthworms emerged in the early morning around 3:30 AM, and disappeared in the late morning around 10:00 AM. This consistent rhythm of the earthworm emergence occurred daily in October and November, with a slight delay in the late morning disappearance for one or two hours in cloudy and rainy days. The earthworms disappeared were found to hide in the ditch around the playground and beneath grass roots in the ground. There was no obvious association of the numbers of the earthworms in the daily emergence to the occurrences and magnitudes of the aftershocks. In contrast, the numbers were significantly correlated to soil temperature, relative humidity and sunshine duration. We concluded that the outbreaks of the earthworm *M. posthuma* during the post Chichi earthquake period were merely a natural behavior of the species in response to the meteorological changes.

**Key words:** earthworm, outbreak, earthquake, time series analysis, animal behavior

Received: January 31, 2001

Accepted: November 5, 2001

# Three New Records to Amanitae of Taiwan

Chien-Ming Chen, Jen-Jye Peng and Tzy-Chau Lin

Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

## Abstract

This paper describes three species belonging to the genus *Amanita* (Basidiomycetes) as new records to Taiwan. They are *Amanita avellaneosquamosa* (Imai) Imai, *Amanita griseofarinosa* Hongo and *Amanita ovalispora* Boedijn.

**Key words:** *Amanita avellaneosquamosa*, *Amanita griseofarinosa*, *Amanita ovalispora*, Taiwan

Received: June 14, 2001

Accepted: August 7, 2001

## Introduction

The genus *Amanita* is one of the most common genera in the class Basidiomycetes. It comprises the species of the most conspicuous and beautiful fungi in the world. Some of them are edible, but some are deadly poisonous. Many of them are known as mycorrhizal fungi (Jenkins 1986). Up to date, nearly 500 species of amanitae have been described worldwide, but so far only 19 species were reported from Taiwan (Wang *et al.* 1999). Some of these species had no descriptions and illustrations. In spite of differences in habitat of amanitae between Taiwan and Europe or North America, some of the species in Asia have been misquoted (Chen 1987; Yang 2000a, b). Due to the presence of highly diversified forest flora in Taiwan, it is suspected that there is also a highly diversified flora of amanitae, and thus, there are still many more species remained to be identified. In this paper, we describe three species of fungi

belonging to the genus *Amanita* as new records to Taiwan.

## Materials and Methods

Fresh fruit bodies of amanitae were collected and examined. They were subsequently dried in warm air and deposited in the mycological laboratory of the Taiwan Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture (TESRI). Conventional mycological techniques (Largent *et al.* 1977) were used to examine the specimens. The fruit bodies were sectioned by hands and soaked in drops of the 10%  $\text{NH}_4\text{OH}$  solution. They were then mounted in drops of 1% aqueous phloxine solution for microscopic examination. Melzer's reagent was used to detect amyloidity and dextrinoidity. The ammoniac 1% Congo Red solution staining method described by Bas(1969) was used for further examination.

*Amanita avellaneosquamosa* (Imai) Imai in Ito, Mycol. Fl. Jap. 2 (5) : 250, 1959. (Fig. 3a, b)

*Amanitopsis avellaneosquamosa* Imai in Bot. Mag. (Tokyo) 47: 430 (1933) .

Pileus 4-11 cm in diam., convex to plano-convex, ground color very pale gray with an occasional pale brownish disc, covered with small, felty-fibrillose, appressed voval remnants, remnants whitish at first, very pale yellow brown in age, detersile; margin finely striate, appendiculate. Gills distant, free, white, turn red when bruised; lamellulae truncate. Stem 50-140 x 6-20 mm, tapering toward apex, ground color as pileus, hollow, surface floccose- scaly; basal bulb globose to ovoid. Volva adherent, forming a membranous sac, lobed, white. Pileipellis filamentous hyphae interwoven, 3-8  $\mu\text{m}$  diam., moderately branched, slightly gelatinized. Basidia clavate, 35-52 x 10-13  $\mu\text{m}$ , 4-sterigmata, sterigmata 3-5  $\mu\text{m}$ , basal septa without clamp. Basidiospores (9.0-) 9.5-10.5 (-11.0) x (5.0-) 5.5-6.0 (-6.5)  $\mu\text{m}$ , Q = 1.46- 2.10, elliptical (Fig. 1a), amyloid, hyaline, smooth, thin-walled. Gill trama bilateral, subhymenium inflated ramose (Fig. 2a), composed of 2-4 ovate, subglobose to elliptical cells. Volva filamentous hyphae on pileus abundant, 2-8  $\mu\text{m}$  diam., gelatinized, septa without clamp; inflated cells moderately abundant in the upper layer, subglobose, obpyriform to broadly elliptic, up to 16-18 x 11-16  $\mu\text{m}$ , terminal; with clavate to fusiform-elliptical cells, up to 30-64 x 9-16  $\mu\text{m}$ , intercalary or terminal; inner layer intensely gelatinized, usually with inflated hyphae, 6-17  $\mu\text{m}$  diam.; volval remnants at stem base similar to those on pileus, but outside layer with sparsely interwoven hyphae. Stem trama longitudinally oriented inflated cell, cylindro-clavate, clavate to slenderly clavate, up to 98-257 x 14-58  $\mu\text{m}$ , usually at the terminal of

filamentous branching hyphae (2-6  $\mu\text{m}$  diam.); interlaced with enormous sphaerocysts.

**Specimens examined** : Nantou, Hui-Sun Forest Experimental Station, alt. 1,750m, *C.M. Chen* 2292 (30.X. 1998.) ; *C.M. Chen* 2426 (1.VIII. 2000.) ; *C.M. Chen* 2475 (10.VIII. 2000.) .

**Habitat** : Solitary under broad-leaved trees.

**Distribution** : Taiwan, China, Japan.

**Remarks** : *A. avellaneosquamosa* is closely related to *A. peckiana* Kauff. and *A. volvata* (Peck) Martin of section Amidella group, but the three species are distinguishable in the field by the differences in their morphological characters. *A. peckiana* has an unstriated pileal margin, crowd gills, and pinkish to pinkish-cream color on pileal remnants, while *A. volvata* has an unstriated to faintly striated pileal margin, crowd gills and floccose patches on pileus. *A. avellaneosquamosa* is fairly similar in characters to those of *Amanitopsis clarisquamosa* Imai as described by Imai (1933), but these two species have been confirmed to be the distinct taxa by the molecular phylogenetic method (Weiß *et al.* 1998). Also, *A. avellaneosquamosa* has smaller spores, sub-distant lamellae and longer striations along the pileal margin, as compared to those of *A. clarisquamosa*.

*Amanita griseofarinosa* Hongo in Mem. Fac. Liberal Arts Shiga Univ., Pt. 2, Nat. Sci. 11: 39, 1961. (Fig. 3e)

Pileus 5-8.5 (-10) cm broad, broadly convex becoming plane, rarely uplifted, " surface dry, pale drab, densely covered with grayish to fuscus, powdery-floccose patches of universal veil tissue which often become aggregated into fugacious warts," slightly gelatinous to viscid when wet, with non-sulcate, appendiculate

margin; flesh white, moderately brittle, abruptly thin near the margin but moderately thick near the stem, unchanging when cut, smell faint. Gills close to subdistant, free, white, ventricose, 3-7 mm wide, with subflocculose edges; short gills subtruncate to attenuate. Ring grayish to yellowish grey, distinctly pulverulent-floccose, fugacious. Stem 8-14x0.5-0.9 cm, attenuated upward, subclavate to obovoid, solid, surface covered with yellowish gray, pulverulent-flocculose remnants of friable partial veil and volva. Pileipellis filamentous hyphae (2.5-) 5-9  $\mu\text{m}$  diam., radially extended with brown inflated cells, slightly gelatinized. Basidia (40-) 55-63 (-68)x(9-) 12-16 (-18)  $\mu\text{m}$ , clavate, 4-spored, sterigmata 4-5  $\mu\text{m}$  long, basal septa without clamps. Basidiospores (8.0-) 9.5-11.5 (-12)x(7.0-) 8.0-10.0 (-10.5)  $\mu\text{m}$ , Q=1.13-1.44, subglobose to broad elliptical (Fig. 1b), amyloid, hyaline, smooth, thin-walled. Gill trama 50-120  $\mu\text{m}$  broad, composed of parallel, hyaline, cylindrical hyphae, 2-8  $\mu\text{m}$ , with abundant intercalary inflated cells, subhymenium inflated ramosa (Fig. 2b), composed of 2-3 elliptical cells. Volva filamentous hyphae on pileus rare, 2-6  $\mu\text{m}$ ; inflated cells abundant, globose, subglobose, ovate (31-40x55-58  $\mu\text{m}$ ) to elliptical (44-47x64-72  $\mu\text{m}$ ), occasionally subfusiform, grayish brown, terminal or in short, terminal chains; volval remnants at stem base very similar, but with more hyphae and generally smaller cells. Stem trama largely composed of longitudinally cylindrical hyphae, up to 250-350 x 23-40  $\mu\text{m}$ , terminal clavate, interwoven filamentous hyphae, 4-8  $\mu\text{m}$  diam. Ring mostly composed of globose, subglobose, ovate to elliptical inflated cells, inflated cells grayish brown, sometimes subfusiform with projectile-shaped.

**Specimens examined** : Nantou, Hui-Sun Forest Experimental Station, alt. 1,750m, C.M. Chen 2469 (9. VIII.2000.) ; C.M. Chen 2773 (10.V. 2001.) .

**Habitat** : Solitary to scattered under broad-leaved trees.

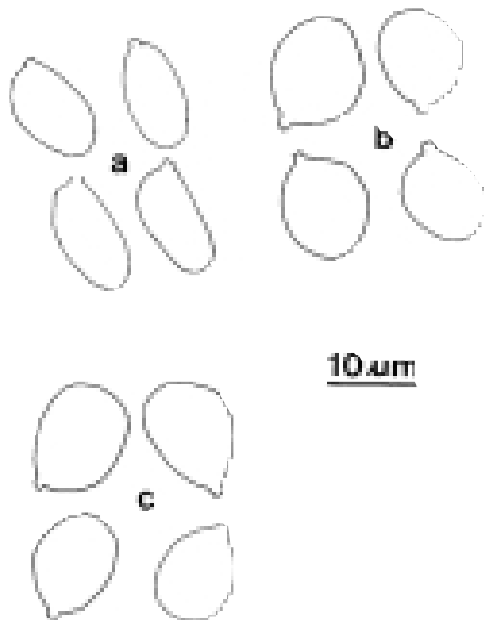
**Distribution** : Taiwan, China, Japan.

**Remark** : *A. griseofarinosa* has remnants of volva on pileus, which has irregularly disposed and inflated cells intermixed with many hyphae. Its dark-color and slender carpophore with distinctly floccose ring, extending over stem in the young, is an uncommon character in section *Lepidella* group. In many respects with the volva characters in particular, *A. griseofarinosa* is fairly similar to *Amanita vestita* Corner & Bas, but they are distinguishable by their basidium sizes: 55-63x12-16  $\mu\text{m}$  for the former and 30-40x8-10  $\mu\text{m}$  for the latter. Also, the spores of *A. griseofarinosa* are more broader (8-10  $\mu\text{m}$ ) than those of *A. vestita* (5.5-6  $\mu\text{m}$ ) .

*Amanita ovalispora* Boedijn, Sydowia 5: 320, 1951. (Fig. 3c, d)

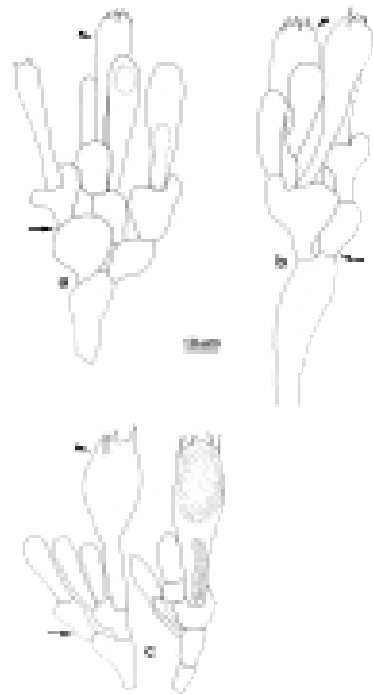
Pileus convex to plano-convex, margin sulcato-striate, nearly halfway the cap, 5-7 cm in diam., smooth greyish brown. Flesh very thin, white, 1-2 mm thick near the stalk, rapidly thinning out near the margin. Gills free, pure white to cream colour, whitish with occasional pale yellow tint, moderately crowded, 4-5 mm high in the middle. Stem hollow, pure white to grayish white, 7-10x0.6-1.0 cm, at first covered by slightly flocculose or small adpressed scales, especially near the base, soon becoming glabrous, attenuated near the apex and not bulbous at the base. Wall of stem about 2 mm broad. Volva free, sheathing the base of the stem,

dirty white, with lobed margin, 2.5-3 cm high, 1.5-2 cm broad. Pileipellis a trichodermium of septate hyphae. Basidia 43-57 x 12-18  $\mu\text{m}$ , clavate, 4-spored, sterigmata 8  $\mu\text{m}$  in  $\text{NH}_4\text{OH}$  seen to have numerous amorphous refractive yellowish particles scattered, basal septa without clamp. Basidiospores (8.0-) 9.0-11.0 (-12.0) x (7.0-) 7.5-9.0 (-10.0)  $\mu\text{m}$ , Q = 1.12-1.38, broad elliptical to elliptical (Fig. 1c), inamyloid, hyaline, smooth, thin-walled. Gill trama bilateral; mediostratum 20-35  $\mu\text{m}$  broad, composed of many longitudinal, elliptical to spindle-form inflated cells, 35-80 x 12-20  $\mu\text{m}$ , interwoven with plenty of cylindrical branched hyphae, 2-5  $\mu\text{m}$  broad, clamp connection absent; subhymenium 30-40  $\mu\text{m}$  thick, inflated-ramose type, composed of 2-3 layers cells, inflated cells



**Fig. 1. Basidiospores** (a, *A. avellaneosquamosa*; b, *A. griseofarinosa*; c, *A. ovalispora*).

short elliptical to barrel-shaped (Fig. 2c). Volva surface layer composed of longitudinally filamentous hyphae, 2-10  $\mu\text{m}$  broad; inner layer composed of dense, hyaline, cylindrical hyphae, 4-10  $\mu\text{m}$  broad, sometimes intercalary inflated, up to 18  $\mu\text{m}$  diam., while the closest layer to stem composed of loose, hyaline, cylindrical hyphae, 3-8  $\mu\text{m}$  broad, inflated cells usually oval to subglobose, up to 55-85 x 43-62  $\mu\text{m}$ , with elliptical inflated cells, up to 60-120 x 30-57  $\mu\text{m}$ , single and terminal. Stem trama largely composed longitudinally cylindrical hyphae, up to 250-350 x 23-40  $\mu\text{m}$ , terminal clavate, interwoven filamentous hyphae, 4-8  $\mu\text{m}$  diam. Cheilocystidia sterile, often composed of pyriform to broad clavate, with ovate to short elliptical (25-35 x 20-24  $\mu\text{m}$ ), thin-walled, hyaline



**Fig. 2. Basidia and subhymenium** (a, *A. avellaneosquamosa*; b, *A. griseofarinosa*; c, *A. ovalispora*).  $\blacktriangleright$ : basidia;  $\blacktriangleright$ : subhymenium.

inflated cells.

**Specimen examined** : Nantou, Sun Moon Lake, alt. 800m, *H.W. Huang* 789 ( 8.IX. 1994.); *C.M. Chen* 2413 (12.VII. 2000.).

**Habitat** : Solitary under broad-leaved trees.

**Distribution** : Taiwan, China, Indonesia.

**Remark**: The distinguishing characters of *A. ovalispora* are its free volva, hollow stem and the convex to plano-convex pileus with sulcato-striate margin, which extends to nearly halfway of the cap. Lamellae are gray-brownish in color when dried, a distinct character for the species.

## Acknowledgement

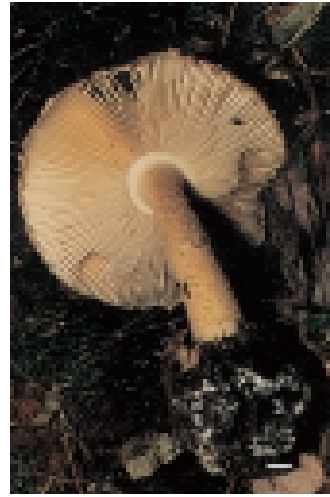
The authors are grateful to Dr. Z. L. Yang of Kunming Institute of Botany, Academia Sinica who reviewed the manuscript and made helpful comments. This work was supported by Council of Agriculture, Taiwan, ROC. under Grant 90AS-1.3.2-EI-W2 (7) to C. M. C.

## Literature Cited

- Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph of its section *Lepidella*. *Persoonia* 5: 285-579.
- Chen, Z. C. 1987. Distribution of Agaricals in Taiwan. *Transactions of the Mycological Society of Republic of China* 2: 1-21.
- Imai, S. 1933. Studies on the Agaricaceae of Japan I. Volvate agarics in Hokkaido. *The Botanical Magazine (Tokyo)* 47: 423-432.
- Jenkins, D. T. 1986. *Amanita* of North America. pp. 5-6. Mad River Press, Eureka, California.
- Largent, D., D. Johnson, and R. Watling. 1977. How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. 2nd. ed. Mad River Press Inc., Eureka, CA., U.S.A.
- Wang, Y. Z., S. H. Wu, W. H. Chou, T. T. Chang, K. Y. Chen, S. F. Chen, J. L. Chen, S. S. Tzean, C. H. Liu, W. H. Hsieh, H. J. Hsieh, C. H. Chung, and C. Y. Chien. 1999. List of the fungi in Taiwan. pp. 105-106. Taiwan Forestry Research Institute, Council of Agriculture, Taipei, Taiwan.
- Weiβ, M., Z. L. Yang, and F. Oberwinkler. 1998. Molecular phylogenetic studies in the genus *Amanita*. *Canadian Journal of Botany* 76: 1170-1179.
- Yang, Z. L. 2000a. On taxonomic studies of the Chinese *Amanitae*. *Mycosystema* 19: 435-440.
- Yang, Z. L. 2000b. Species diversity of the genus *Amanita* (Basidiomycetes) in China. *Acta Botanica Yunnanica* 22: 135-142.



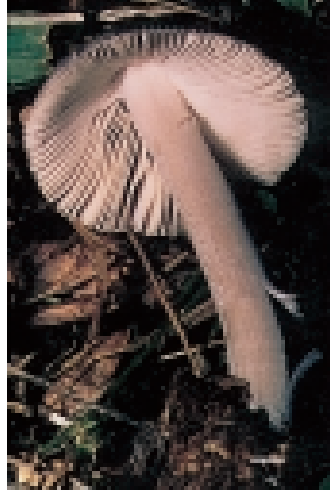
a.



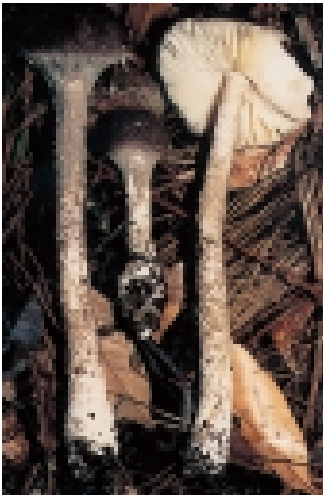
b.



c.



d.



e.

**Fig. 3.** Basidiomes (a and b, *A. avellaneosquamosa* ; c and d, *A. ovalispora*; e. *A. griseofarinosa*; scale bar = 1 cm).

## 三種鵝膏菌屬新紀錄種

陳建名 彭仁傑 林子超

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

### 摘要

本文描述並討論在臺灣首次被發現的三種鵝膏菌屬新紀錄種，分別是灰色鱗鵝膏 (*Amanita avellaneosquamosa* (Imai) Imai)、粉被鵝膏 (*Amanita griseofarinosa* Hongo) 及卵孢鵝膏 (*Amanita ovalispora* Boedijn)。

**關鍵詞：**灰色鱗鵝膏、粉被鵝膏、卵孢鵝膏、臺灣

收件日期：90年6月14日

接受日期：90年8月7日

# 遙測應用於大肚溪口地區環境變遷分析

陳添水

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

## 摘要

大肚溪口為臺灣地區沿海重要溼地及水鳥棲地之一，廣受世界研究鳥類遷移及保護學者之重視。1995年公告設立為「大肚溪口水鳥保護區」，面積2,669.73 ha，並於1998年修正為「大肚溪口野生動物保護區」。本研究利用大肚溪口地區SPOT衛星影像，配合航空照片、地圖及地面調查資料進行影像變遷分析，探討大肚溪口地區之變遷情形，俾提供該保護區在經營管理上之參考。

本研究以1987/11/13、1995/10/31與1998/10/08三幅影像採用重疊法及分類後比較法進行影像變遷分析。結果顯示大肚溪口地區之環境變遷以海岸、河口及河岸地區變化最大，沿海工業區之開發及發電廠與鋼鐵廠之興建，圍堤抽砂造地與填土整地，使得1,000 ha左右之魚塢與沙灘等溼地轉變為陸地利用型態，顯見臺灣在解嚴及解除海禁之後，海岸開發之步伐急遽加快，濱海工業區、港灣、發電廠、海域休閒、垃圾掩埋場等多項工程之開發與興建，使海岸環境與溼地受到嚴重衝擊。

**關鍵詞：**遙測、大肚溪口、變遷、臺灣

收件日期：2001年4月24日

接受日期：2001年9月24日

## 緒言

大肚溪口坡度平緩，潮差變化大，擁有廣闊的潮間帶和高生產力的河口溼地，為臺灣地區沿海重要溼地之一，孕育豐富的潮汐生物資源，其中遷移性的水鳥尤為眾多，為每年秋冬季候鳥遷徙必經之地，亦為重要的水鳥棲地之一，吸引大批人士至此賞鳥，並廣受世界研究鳥類遷移及保護學者之重視。

有鑑於此，為了保護大肚溪口豐富的鳥類資源，行政院農業委員會於1986年委託東海大學陳炳煌教授進行「大肚溪口鳥類保護區之研究」。1988年12月間農林廳曾邀集行政院農業委員會暨有關單位研商爭取在「彰

濱遊樂區開發計畫」中規劃一處水鳥自然公園，面積270 ha。後又經多年的研究與規劃，以及熱心人士的奔走推動，終於由彰化縣與臺中縣政府於1995年2月28日會銜公告設立「大肚溪口水鳥保護區」，以保護豐富的水鳥資源及其棲息、覓食、繁殖環境。農委會依據野生動物保育法於1998年4月7日公告臺中縣及彰化縣大肚溪下游河口及其向海延伸2 km內之海域部分為野生動物重要棲息環境，面積2,669.73 ha，彰化縣與臺中縣政府並於同年5月22日重新公告修正為「大肚溪口野生動物保護區」。

遙感探測 (remote sensing) 是一門利用裝置，不需要與研究的物體、地區或現象直接接觸便能取得資料，並經由分析獲得該類資

## 緒言

大肚溪口坡度平緩，潮差變化大，擁有廣闊的潮間帶和高生產力的河口溼地，為臺灣地區沿海重要溼地之一，孕育豐富的潮汐生物資源，其中遷移性的水鳥尤為眾多，為每年秋冬季候鳥遷徙必經之地，亦為重要的水鳥棲地之一，吸引大批人士至此賞鳥，並廣受世界研究鳥類遷移及保護學者之重視。

有鑑於此，為了保護大肚溪口豐富的鳥類資源，行政院農業委員會於1986年委託東海大學陳炳煌教授進行「大肚溪口鳥類保護區之研究」。1988年12月間農林廳曾邀集行政院農業委員會暨有關單位研商爭取在「彰濱遊樂區開發計畫」中規劃一處水鳥自然公園，面積270 ha。後又經多年的研究與規劃，以及熱心人士的奔走推動，終於由彰化縣與臺中縣政府於1995年2月28日會銜公告設立「大肚溪口水鳥保護區」，以保護豐富的水鳥資源及其棲息、覓食、繁殖環境。農委會依據野生動物保育法於1998年4月7日公告臺中縣及彰化縣大肚溪下游河口及其向海延伸2 km內之海域部分為野生動物重要棲息環境，面積2,669.73 ha，彰化縣與臺中縣政府並於同年5月22日重新公告修正為「大肚溪口野生動物保護區」。

遙感探測 (remote sensing) 是一門利用裝置，不需要與研究的物體、地區或現象直接接觸便能取得資料，並經由分析獲得該類資訊的科學及藝術 (Lillesand and Kiefer 1994)。遙測技術可經常且正確提供地球上自然資源、人文資料以及人類在空中、水中以及陸地上活動情況；此項獲得之資料，可供人們作資源開發及土地利用政策上之有效依據 (謝 1992)。遙測資料由空中俯瞰，具有綜觀覽要、多時攝像、大面積涵蓋及快速分析優點，且可與舊有之影像比對，並分析其遞變

過程及根據文獻追蹤變遷因素，進而推衍將來可能發生之事件，做為事先之規劃與防範 (蕭等 1993)。因此，應用遙測資料於觀測大面積、長時間的地貌變遷動態，是一項重要的技術 (周等 1992)。臺灣有關以遙測資料應用於山坡地土地利用及林地變遷分析之研究報告較多 (如周與鄭 1992; 馮等 1993; 蕭等 1994; 陳 1995; 陳等 1996; 黃與張 1997)，而應用在沿海地區變遷分析研究正式發表之報告甚少，相關研究報告如吳等 (1991) 使用 Landsat 及 SPOT 衛星影像資料，以重疊法、相減法、主軸轉換分析法及非監督式分類法分析外傘頂洲的變遷。蕭等 (1993) 亦使用 Landsat 及 SPOT 衛星影像資料，以重疊法分析濁水溪口的環境變遷。李等 (1994) 利用航空照片資料判釋，配合地理資訊系統的分析，研究竹圍紅樹林之景觀變遷。

大肚溪口之相關研究與規劃報告有顏 (1987) 受農業委員會委託提出伸港鄉海埔地鳥類保護區規劃報告；黃 (1988) 曾研究大肚溪口之植物社會，發現草澤植物群落呈現明顯的季節性消長；李 (1989) 曾研究大肚溪口之草澤，指出土壤含鹽度為草澤植群生長之主要限制因子；黃 (1990) 曾研究大肚溪口水域浮游植物社會的結構及基礎生產量；李 (1991) 曾調查保護區所面臨的開發難題，研究未來發展應如何定位，以及擬定出適宜之整體發展構想策略；鍾 (1994) 受彰化縣政府委託提出大肚溪口水鳥自然公園細部規劃；蘇 (1996) 受彰化縣政府委託提出大肚溪口水鳥保護區經營管理計畫；臺中縣自然生態保育協會 (1996) 受臺中縣政府委託進行大肚溪口水鳥保護區鳥類資源調查及環境監測；陳 (1998) 調查大肚溪口主要水鳥族群和底棲生物中螃蟹族群的空間分布和季節性變化。本研究以大肚溪口地區不同時期 SPOT 衛星影像為主，配合航空照片、地圖及地面調查資料進行影像變遷分析，探討其變遷情形，俾提



## 緒言

大肚溪口坡度平緩，潮差變化大，擁有廣闊的潮間帶和高生產力的河口溼地，為臺灣地區沿海重要溼地之一，孕育豐富的潮汐生物資源，其中遷移性的水鳥尤為眾多，為每年秋冬季候鳥遷徙必經之地，亦為重要的水鳥棲地之一，吸引大批人士至此賞鳥，並廣受世界研究鳥類遷移及保護學者之重視。

有鑑於此，為了保護大肚溪口豐富的鳥類資源，行政院農業委員會於1986年委託東海大學陳炳煌教授進行「大肚溪口鳥類保護區之研究」。1988年12月間農林廳曾邀集行政院農業委員會暨有關單位研商爭取在「彰濱遊樂區開發計畫」中規劃一處水鳥自然公園，面積270 ha。後又經多年的研究與規劃，以及熱心人士的奔走推動，終於由彰化縣與臺中縣政府於1995年2月28日會銜公告設立「大肚溪口水鳥保護區」，以保護豐富的水鳥資源及其棲息、覓食、繁殖環境。農委會依據野生動物保育法於1998年4月7日公告臺中縣及彰化縣大肚溪下游河口及其向海延伸2 km內之海域部分為野生動物重要棲息環境，面積2,669.73 ha，彰化縣與臺中縣政府並於同年5月22日重新公告修正為「大肚溪口野生動物保護區」。

遙感探測 (remote sensing) 是一門利用裝置，不需要與研究的物體、地區或現象直接接觸便能取得資料，並經由分析獲得該類資

訊的科學及藝術 (Lillesand and Kiefer 1994)。遙測技術可經常且正確提供地球上自然資源、人文資料以及人類在空中、水中以及陸地上活動情況；此項獲得之資料，可供人們作資源開發及土地利用政策上之有效依據 (謝 1992)。遙測資料由空中俯瞰，具有綜觀覽要、多時攝像、大面積涵蓋及快速分析優點，且可與舊有之影像比對，並分析其變遷過程及根據文獻追蹤變遷因素，進而推衍將來可能發生之事件，做為事先之規劃與防範 (蕭等 1993)。因此，應用遙測資料於觀測大面積、長時間的地貌變遷動態，是一項重要的技術 (周等 1992)。臺灣有關以遙測資料應用於山坡地土地利用及林地變遷分析之研究報告較多 (如周與鄭 1992; 馮等 1993; 蕭等 1994; 陳 1995; 陳等 1996; 黃與張 1997)，而應用在沿海地區變遷分析研究正式發表之報告甚少，相關研究報告如吳等 (1991) 使用 Landsat 及 SPOT 衛星影像資料，以重疊法、相減法、主軸轉換分析法及非監督式分類法分析外傘頂洲的變遷。蕭等 (1993) 亦使用 Landsat 及 SPOT 衛星影像資料，以重疊法分析濁水溪口的環境變遷。李等 (1994) 利用航空照片資料判釋，配合地理資訊系統的分析，研究竹圍紅樹林之景觀變遷。

大肚溪口之相關研究與規劃報告有顏 (1987) 受農業委員會委託提出伸港鄉海埔地鳥類保護區規劃報告；黃 (1988) 曾研究大肚溪口之植物社會，發現草澤植物群落呈現明顯的季節性消長；李 (1989) 曾研究大肚溪口

表2. 本研究三期SPOT衛星XS影像之屬性資料

**Table 2.** The sources of the SPOT images for the Tatu Estuary used in this study

Date & time(a.m.)	Image code	Satellite number	Incidence	Azimuth	Elevation
1987/11/13 10:40	I0002489	SPOT1	L 5.6°	159.8°	46.3°
1995/10/31 10:48	I0002432	SPOT2	R 9.7°	160.8°	50.6°
1998/10/08 10:44	I0002529	SPOT1	R 0.5°	152.3°	57.5°

並取得大肚溪口地區相關之地形圖、像片基本圖、航空照片及衛星影像資料，取回之衛星影像資料須先作資料轉檔才可運用及分析。

## (二) 現場勘查

攜帶相關地圖、照片及影像至現場勘查比對，以瞭解研究區土地利用及植被分布覆蓋情形，以輔助分類體系之初擬及訓練樣本之選取。

## (三) 影像變遷分析

### 1. 重疊法 (overlapping)

此法為最快速直接的方法，乃將多時影像彼此重疊，由重疊影像中色調之改變，推論地表之變化，即利用兩期影像之紅外光波段對水陸有良好分辨能力，將前期影像之紅外光波段以藍色與綠色顯示，後期影像以紅色顯示，將二期影像三種色調重疊得到重疊影像 (蕭等 1993)。所得之重疊影像，基於顏色相加原理，若地表沒有變化，顏色應呈灰色調 (黑白影像)，變遷地區顏色變化應為後期波譜反射值較強的偏紅色調，或是前期波譜反射值較強的天青色調 (藍色加綠色) (蕭等 1994)。本研究分別利用兩期 SPOT XS 影像之第三波段 (紅外光波段) 作重疊分析，前期影像第三波段以藍色與綠色顯示，後期影像以紅色顯示，三種色調重疊後得到重疊影像，之後再與像片基本圖及航空照片比對分析，判釋地物之變化。

### 2. 分類後比較法 (post-classification comparison)

此法為常用的定量變遷偵測方法，須對當時現況相當程度之瞭解或參考地面真實資料，才易於進行與分析。必須將每幅影像以影像分類方法各自分類地覆類別，然後比較及探討其變化。本研究僅取 1987/11/13、1995/10/31 及 1998/10/08 三期影像進行分類。此法較

為繁複，其步驟敘述如下：

### (1) 初擬分類體系

參考「臺灣沿海地區自然環境保護計畫」土地資源利用分類及 1/5,000 像片基本圖上地物標示，對於不同地覆的反射特性作初步瞭解。本研究先以日期最近影像 (1998/10/08 影像) 將地覆類別細分為 17 類 (海域、溪流、水道、魚池、水池、儲煤場、砂地、旱作地、草地、水稻田、木麻黃、樹林兩類、建物兩類、荒地、運輸地等)。

### (2) 選取訓練樣本

在 SPOT XS 3/2/1 波段假色組合影像上比對航空照片與像片基本圖選取訓練樣本，產生各地覆類別訓練樣本之光譜統計值。訓練樣本之選取採小區塊 (本研究以  $2 \times 2$  區塊為限) 多樣區之原則，並以區塊成長之方式，配合光譜距離門檻值進行選取，以維持樣本之代表性與均質性。

### (3) 訓練樣本分離度分析

由各類別訓練樣本計算出其在每一波段之平均值加減兩個標準差之範圍，並分別繪製各類別在每一波段上之光譜圖，如此可分析各組類在每一波段上重疊之大小，對性質相近或選取不適當的組類予以合併或刪除，並可適時調整各類別之上下界限使其分離。

### (4) 影像分類

監督式分類法 (supervised classification) 是利用波譜型式識別 (spectral pattern recognition) 及地面真實資料選定所需資訊類屬，然後選定訓練樣區，以代表每一類屬之監督處理，再從訓練區中導出相關統計值作為分類依據 (蕭 1988)。本研究即採用此法進行分類法中常用之高斯最大概似分類法

(Gaussian maximum likelihood classifier) 進行影像分類。然後反覆進行樣本分析、影像分類與評估，將光譜值接近而不易區分之類別合併或刪除，最後僅分為水域、沙灘、草地與旱作地、水稻田與樹林、建地與荒地等5大類，並以1-5代碼表示(表3)。另由於1987及1995年影像海域上有波浪造成的泡沫線，影像分類時易被歸類為建地，須將分類影像該位置改為水域，以提高分類準確度。

(5)分類準確度評估

1998年分類影像以隨機方式選取1000個檢核點，再以此1000個檢核點作為1987及1995年分類影像之檢核點，使用ArcView及數位板配合像片基

本圖、航空照片及未分類影像逐點核對檢核點地物類別，之後以Imagine進行分類準確度評估，求得生產者準確度 (producer's accuracy)、使用者準確度 (user's accuracy)、整體分類準確度 (overall accuracy) 及Kappa係數，換算漏授 (omission error) 與誤授 (commission error) 百分比，並作成誤差矩陣表加以分析比較。

(6)分類後比較

將欲比較之兩期影像類別代號作修改，前期影像類別代號1-5依序改為5, 4, 3, 2及1，後期影像類別代號1-5依序改為6, 11, 16, 21及26，再以後期影像減掉前期影像，如此各類別

表3. 大肚溪口地區SPOT XS影像分類體系

Table 3. The classification system of the SPOT images of the Tatu Estuary

Class	Code	Subclass
Water	1	Sea, streams, canals, fish ponds and ponds
Sandy area	2	Beach and sandy areas
Grassland and dry cropland	3	Grassland, watermelon and vegetable farmland
Paddy and forest land	4	Paddy, windbreak forest, courtyard and shade trees
Built-up and barren land	5	Built-up lands, barren lands, roads and dikes

表4. 分類後比較法兩期影像類別代碼表

Table 4. The codes of two-dates images for the post-classification comparison method for the Tatu Estuary

Earlier stage classified image	Later stage classified image				
	1(6)	2(11)	3(16)	4(21)	5(26)
1(5)	1	6	11	16	21
2(4)	2	7	12	17	22
3(3)	3	8	13	18	23
4(2)	4	9	14	19	24
5(1)	5	10	15	20	25

the number indicate modified code in bracket.

之變化可得唯一值 (1-25)，如表4所示。再將相減影像各類別變化之像元數換算為面積。

## 結果與討論

### 一、重疊法分析結果

基於顏色相加原理，在重疊影像中紅色調及天青色調為變遷區域，顏色愈深表示兩期影像波譜反射值之變化愈大。於反射紅外光段水體 (海域、溪流、魚池與水池) 及沙灘波譜反射值較低，若無變化其顏色偏黑色調；屬較高反射值的水稻田若無變化則為白色調。由圖2及圖3可明顯看出在海岸、河口及河岸之變化最大，多呈大區塊狀，內陸變化較小，多呈小區塊或線狀。變遷分析結果分階段敘述如下：

#### (一)1987/11/13與1995/10/31重疊影像

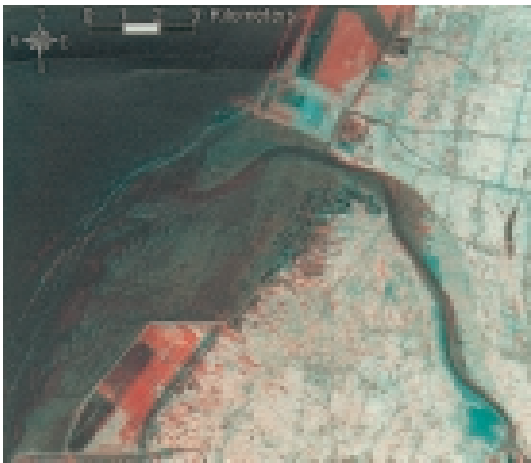


圖2. 1987/11/13與1995/10/31近紅外光段重疊影像。

**Fig. 2.** The overlapped image of the Tatu Estuary for 1987 and 1995 near infrared bands (gray hues, the areas with environmental change; red and blue hues, areas with environmental changes).

臺中火力發電廠北側原為大片沙灘，已整地、圍堤及造林，波譜反射值劇增，呈現紅色調 (圖2)，東南側一塊天青色區域為污水處理廠之設置。寓埔海埔地已超過一半之養殖魚池遭填土整地，呈現紅色調，而東側開鑿之隔離水道，波譜反射值減弱，呈現天青色調。大肚溪南岸魚池區域新圍築魚池，呈現天青色調，亦可見於南側沙灘圍堤，呈現紅色之框線。大肚溪下游有多處砂石場，經長期採砂結果，促使河道寬度增加，增加區域呈現天青色調。臺1線省道開闢使用沿線農田，波譜反射值遽降，呈現明顯天青色線條。

#### (二)1995/10/31與1998/10/08重疊影像

因1995年為退潮影像，1998年為漲潮影像，於重疊影像上沙灘區域呈現淡藍色調 (圖3)。寓埔海埔地西側紅色區域為魚池再遭填

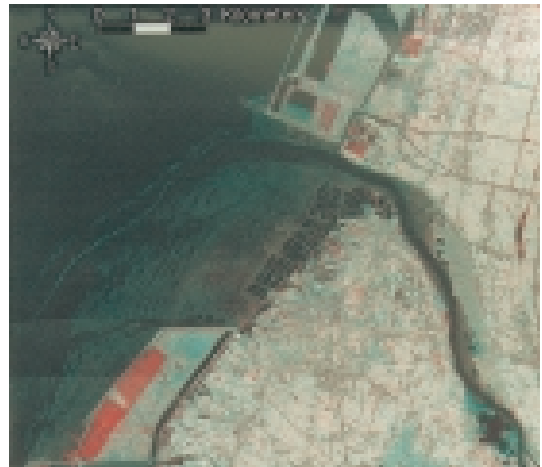


圖3. 1995/10/31與1998/10/08近紅外光段重疊影像。

**Fig. 3.** The overlapped image of the Tatu Estuary for 1995 and 1998 near infrared bands (gray hues, the areas without environmental change; red and blue hues, areas with environmental changes).

土整地，波譜反射值增加。桂裕鋼鐵廠右側一塊紅色區域原為魚池轉變為荒地及臺中港特定區污水處理廠水池乾涸，部分區域已演替為草澤，反射值增加，呈現紅色調。西濱公路開闢使用沿線農田，波譜反射值遽降，呈現天青色線條。

## 二、分類後比較法分析結果

本研究原將地覆類別細分為17類(海域、溪流、水道、魚池、水池、儲煤場、砂地、旱作地、草地、水稻田、木麻黃、樹林兩類、建物兩類、荒地、運輸地等)，然後將光譜值接近而不易區分之類別合併或刪除，因為所用影像為冬季拍攝，草地與旱作地植物呈現枯黃，在紅外光波段反射值降低，生長成熟而茂密的水稻田與樹林光譜值範圍重疊，區隔不易，最後僅分為水域、沙灘、草地與旱作地、水稻田與樹林、建地與荒地等5大類。

三期分類影像之分類準確度評估之誤差矩陣表見表5-7，其中三期分類影像第3類之誤授皆大於12%，主要是部分水稻田或道路與旱作地相鄰處產生之混合像元，易造成錯誤分類；第5類之誤授亦皆大於12%，主要是因影像之空間解像力為20m x 20m，而道路寬度大多小於20m，易與鄰近之其它類別產生混淆所造成；而1998年分類影像第2類之誤授皆高達32.3%，主要是因該期影像當時為漲潮，沙灘大部分被海水淹沒，露出面積小，以逢機取樣選取檢核點少，使得魚池被分類為沙灘之比率高。雖然三期分類影像之整體分類準確度皆大於92.0%，Kappa係數大於0.89，而各類別之準確度差異大，1998年分類影像差距更達30%以上，主要是研究區域影像海域面積占1/3左右，以逢機取樣方式選取檢核點，因各類別之檢核點數與面積成正比，所以海域選取之檢核點較多，且海域相當均質，分類準確度高，提高整體之分類準

確度。變遷分析結果分階段敘述如下：

### (一)1987/11/13-1995/10/31之變化

大肚溪口北岸沙灘可能由於北側臺中港與發電廠之興建，使得來自北方之沙源供應受阻，導致侵蝕現象，南岸則呈現堆積現象，使得大肚溪出海開口方向改變。另外於彰濱工業區線西區北側沙灘有侵蝕現象，形成一道潮溝(圖5)，此可印證劉等(1993)以海域地形變化數值模式計算所得結果，在NNE波浪長期作用下，線西區北側較靠堤岸的部分有較大之侵蝕區域。大肚溪下游有多處砂石場，經長期採砂結果，促使河道寬度增加，河床上出現許多大坑洞，尤其是1995年分類影像右下方出現之一大塊黑色區域(圖5)。臺中火力發電廠已興建完成，儲煤場、煤輪航道、煤灰池、廢水排放口防波堤、發電機組與設施等明顯可見，發電廠北側原為大片沙灘，已完成整地及造林，周圍雜草叢生。伸港鄉沿岸魚池有向外圍堤擴增現象。寓埔海埔地為圍築蚵寮北堤後形成之海埔新生地，後由經濟部工業局規劃為彰濱工業區



圖4. 1987/11/13分類影像。

Fig. 4. The classified image of the Tatu Estuary for 13 November 1987.

表5. 1987/11/13 影像分類準確度評估之誤差矩陣表

**Table 5.** An error matrix of the classification accuracy for the 13 November 1987 image of the Tatu Estuary

Classification data code	Reference data code					Row total	Reference data total	Classification data total	Correct number	Producer's accuracy	User's accuracy	Omission error	Commission error
	1	2	3	4	5								
1	319	19	0	0	0	338	338	338	319	94.4%	94.4%	5.6%	5.6%
2	9	170	0	0	5	184	192	184	170	88.5%	92.4%	11.5%	7.6%
3	1	0	64	7	2	74	75	74	64	85.3%	86.5%	14.7%	13.5%
4	3	0	5	228	1	237	240	237	228	95.0%	96.2%	5.0%	3.8%
5	6	3	6	5	147	167	155	167	147	94.8%	88.0%	5.2%	12.0%
Column total	338	192	75	240	155	1000	1000	1000	928				

Overall accuracy =92.8%, Kappa=0.91.

表6. 1995/10/31 影像分類準確度評估之誤差矩陣表

**Table 6.** An error matrix of the classification accuracy for the 31 October 1995 image of the Tatu Estuary

Classification data code	Reference data code					Row total	Reference data total	Classification data total	Correct number	Producer's accuracy	User's accuracy	Omission error	Commission error
	1	2	3	4	5								
1	353	5	0	0	1	359	379	359	353	93.1%	98.3%	6.9%	1.7%
2	12	129	0	0	0	141	138	141	1239	93.5%	91.5%	6.5%	8.5%
3	1	0	38	4	2	45	52	45	38	73.1%	84.4%	26.9%	15.6%
4	2	0	7	232	6	247	254	247	232	91.3%	93.9%	8.7%	6.1%
5	11	4	7	18	168	208	177	208	168	94.9%	80.8%	5.1%	19.2%
Column total	379	138	52	254	177	1000	1000	1000	920				

Overall accuracy =92.0%, Kappa=0.98.

表7. 1998/10/08 影像分類準確度評估之誤差矩陣表

**Table 7.** An error matrix of the classification accuracy for the 8 October 1998 image of the Tatu Estuary

Classification data code	Reference data code					Row total	Reference data total	Classification data total	Correct number	Producer's accuracy	User's accuracy	Omission error	Commission error
	1	2	3	4	5								
1	460	2	0	0	2	464	481	464	460	95.6%	99.1%	4.4%	0.9%
2	7	21	0	0	3	31	23	31	21	91.3%	67.7%	8.7%	32.3%
3	0	0	56	1	7	64	67	64	56	83.6%	87.5%	16.4%	12.5%
4	4	0	5	213	14	236	228	236	213	93.4%	90.3%	6.6%	9.7%
5	10	0	6	14	175	205	201	205	175	87.1%	85.4%	12.9%	14.6%
Column total	481	23	67	228	201	1000	1000	1000	925				

Overall accuracy =92.5%, Kappa=0.98.



圖5. 1995/10/31分類影像。

**Fig. 5.** The classified image of the Tatu Estuary for 31 October 1995.

用地，但因經濟因素暫停開發，任其荒廢，為附近居民開挖為養殖魚池，至1995年已超過一半魚池遭填土整地，開鑿隔離水道，部分區域造林。內陸變遷方面，大肚溪北岸河床旱作地於1987年分類影像上被分類為荒地，乃因作物已收成，為裸露之土壤，而於1995年分類影像上被分類為旱作地，乃因作物未收成，有作物覆蓋。另外全興工業區已開發完成。其餘尚可明顯看出西濱快速公路及其它道路之開闢。至於各類別地覆面積變化詳見表8，較大之變化如第1類有514.98 ha 轉變為第2類，主要是河口沙灘分布位置之轉移，原為海水區域轉變為沙灘。另第1類有273.84 ha 轉變為第5類，主要是寓埔海埔地近內陸之魚池被填土將開發為彰濱工業區及臺中發電廠圍堤。第2類有992.77 ha 轉變為第1類，主要是位於河口南北兩岸彰濱工業區之開發、臺中發電廠與鋼鐵廠之興建，大量抽取海砂，以及位於河床多處砂石場長期採砂結果，促使河道寬度增加，造成沙灘面積大量減少。另第2類有366.50 ha 轉變為第5類，

主要是臺中發電廠與彰濱工業區之填土整地及建築廠房。第3類有638.41 ha 轉變為第4類，殆為內陸農作物輪種或採收與否之變化。另第3類有569.39 ha 轉變為第5類，主要為河床旱作地上之農作物採收後土地裸露，此會隨土地上農作物採收與否形成反覆之變化。第4類有780.86 ha 轉變為第5類，主要是原有植被區域開發為全興工業區、建築屋舍工廠及開闢道路等。第5類有498.17 ha 轉變為第3類，主要是河床地上種植農作物成為旱作地，及臺中發電廠與彰濱工業區之荒地雜草叢生。另第5類有484.16 ha 轉變為第4類，主要是臺中發電廠與彰濱工業區內種植防風林，及內陸裸露土地種樹或水稻。

#### (二)1995/10/31-1998/10/08之變化

因1995年為退潮影像，1998年為漲潮影像，後期影像沙灘多為海水淹沒，所以兩期影像沙灘面積相差超過2,100 ha，主要是漲退潮造成。臺中火力發電廠北側造林地之白色區域，乃桂裕鋼鐵廠之興建(圖6)。原寓埔海埔地已全部填土整地，雜草漫生，形成大片



圖6. 1998/10/08分類影像。

**Fig. 6.** The classified image of the Tatu Estuary for 8 October 1998.

表8. 1987-1995年各地覆類別面積變化矩陣表

**Table 8.** A change matrix of the land-cover areas of the Tatu Estuary from 1987 to 1995 Units: ha

Nov. 13, 1987 classified image	Oct. 31, 1995 classified image code				
	1	2	3	4	5
1. Water	5,813.23	514.98	23.08	18.28	273.84
2. Sandy area	992.77	2,166.77	198.30	48.63	366.50
3. Grassland and dry cropland	47.70	21.97	189.73	638.41	569.39
4. Paddy and forest land	34.44	13.75	163.84	3,572.14	780.86
5. Built-up and barren land	146.41	110.20	498.17	484.16	1,812.45

表9. 1995-1998年各地覆類別面積變化矩陣表

**Table 9.** A change matrix of the land-cover areas of the Tatu Estuary from 1995 to 1998 Units: ha

Oct. 31, 1995 classified image	Oct. 8, 1998 classified image code				
	1	2	3	4	5
1. Water	6,695.81	107.55	79.95	3.27	147.97
2. Sandy area	2,197.56	483.94	24.36	0.53	121.28
3. Grassland and dry cropland	11.31	2.50	505.73	116.84	436.73
4. Paddy and forest land	14.22	1.55	238.73	3,825.66	681.45
5. Built-up and barren land	167.28	55.66	722.34	496.86	2,360.91

草地，並增加造林面積與開闢道路。至於內陸之土地利用變化較小。各類別地覆面積變化詳見表9，較大之變化如第1類有147.97 ha 轉變為第5類，主要是寓埔海埔地近海之魚池被填土開發為彰濱工業區。第2類有2,197.56 ha 轉變為第1類，主要是海水漲退潮差異所致。第3類有436.73 ha 轉變為第5類，主要為臺中發電廠北側原為草生地建築為桂裕鋼鐵廠，彰濱工業區與內陸建築屋舍工廠及開闢道路。第4類有681.45 ha 轉變為第5類，主要是原有水稻田建築屋舍工廠及開闢道路。第5類轉變為第3類有722.34 ha，主要是開發中彰濱工業區內荒地上雜草叢生及內陸裸露土地種植農作物。

## 結 論

以重疊法進行定性的影像變遷分析簡單快速，由任意兩期之重疊影像查出變化區域，再針對此變化區域進行實地勘查或比對相關圖籍資料，即可瞭解整體變化概況，迅速提供變遷資訊。分類後比較法為定量分析，此法頗為繁複，但可獲得各地覆類別之轉變與面積變化，但受限於SPOT XS影像僅有三個波段，光譜解像力不足，並基於準確度之考量，無法細分土地利用型態，且影像之空間解像力為20m x 20m，在相鄰分類類別之邊界處易造成混合像元，尤其是道路寬度大多小於20m，更易與鄰近類別產生混淆，降低分類之準確度。

1987-1998年變遷分析結果顯示，大肚溪口地區之環境變遷以海岸、河口及河岸地區變化最大，沿海工業區之開發及發電廠與鋼鐵廠之興建，圍堤抽砂造地與填土整地，使得1,000 ha 左右之魚塢與沙灘等溼地轉變為陸地利用型態，顯見臺灣在解嚴及解除海禁之後，海岸開發之步伐急遽加快，濱海工業區、港灣、發電廠、海域休閒、垃圾掩埋場等多項工程之開發與興建，使海岸環境與溼地受到嚴重衝擊。

## 謝 誌

感謝特有生物研究保育中心長官對本研究計畫之支持，研究期間承蒙臺中縣政府、彰化縣政府、中部地區海岸巡防司令部及臺中火力發電廠等單位提供協助，使野外調查得以順利進行，謹申謝忱。

## 引 用 文 獻

- 吳啓南、彭森祥、蕭國鑫。1991。外傘頂洲的變遷分析。遙感探測 15: 1-13。
- 李寶華。1989。大肚溪口草澤之研究。中興大學植物學研究所碩士論文。
- 李瑞瓊。1991。大肚溪口水鳥保育區整體發展研究。東海大學環境規劃及景觀研究中心。
- 李培芬、林明志、許嘉恩。1994。竹圍紅樹林之景觀變遷。遙感探測 20: 73-88。
- 周天穎、杜昌柏、白金城。1992。地理資訊系統及遙測技術應用於空間分析之研究。遙感探測 17: 50-67。
- 周朝富、鄭祈全。1992。利用 SPOT 衛星資訊探測林地覆蓋變遷之研究。林業試驗所研究報告季刊 7 (4) : 305-317。
- 陳文福。1995。以 Landsat-TM 及 SPOT 影像監測高山土地利用變遷之研究。中華水土保持學報 26 (3) : 183-196。
- 陳朝圳、吳守從、鍾家正。1996。地理資訊系統應用於南化水庫集水區土地利用變遷之研究。中興大學實驗林研究彙刊 18 (2) : 98-112。
- 陳炳煌。1998。大肚溪口水鳥保護區自然資源調查及環境監測計畫。東海大學。
- 馮豐隆、黃志成、陳英彥。1993。地理資訊系統應用於惠蓀實驗林場。遙感探測 19: 71-95。
- 黃朝慶。1988。大肚溪口植物社會之研究。中興大學植物學研究所碩士論文。
- 黃譚冠。1990。大肚溪口地區水域基礎生產量之研究。中興大學植物學研究所碩士論文。
- 黃凱易、張偉顛。1997。SPOT 衛星影像分析應用於林地被覆變遷偵測。中華林學季刊 30 (1) : 55-70。
- 臺中縣自然生態保育協會。1996。大肚溪口水鳥保護區鳥類資源調查及環境監測報告。臺中縣政府。
- 劉景毅、洪逸銘、黃煌輝。1993。彰化濱海地區海域地形變化之研究。中華民國第十五屆海洋工程研討會論文集。701-712 頁。
- 蕭國鑫。1988。航照、衛星影像應用於臺北盆地土地利用分類及變遷分析。航空測量及遙感探測 14: 31-57。
- 蕭國鑫、李元炎、吳啓南、陳仁仲。1993。濁水溪口環境變遷分析。遙感探測 19: 1-24。
- 蕭國鑫、劉治中、李惠容。1994。遙測與GIS 結合應用於德基水庫集水區土地利用／覆蓋監測。遙感探測 21: 81-100。
- 謝仁馨。1992。航照判讀與遙感探測。中華民國航空測量與遙感探測學會出版。
- 顏重威。1987。彰化縣伸港鄉海埔地鳥類保護區規劃報告。國立自然科學博物館 76

年生態研究第001號。

鍾溫清。1994。彰化大肚溪口水鳥自然公園  
細部規劃。東海大學景觀研究所。

蘇苗彬。1996。大肚溪口水鳥保護區經營管  
理計畫。國立中興大學土木工程研究  
所。

Lillesand, T. M., and R. W. Kiefer. 1994. Remote  
sensing and image interpretation. 3rd ed.,  
John Wiley and Sons, New York.

# A Remote Sensing Image Analysis for the Tatu Estuary

Tien-Shui Chen

Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

## Abstract

The Tatu Estuary is one of the important wetlands and waterfowl habitats in Taiwan. Its 2,670-hectare wetlands were designated as the Tatu Rivermouth Waterbird Refuge in 1995 and renamed as the Tatu Rivermouth Wildlife Refuge in 1998. This study collected SPOT satellite images, aerial photographs, maps and field survey data of the estuary for 13 November 1987, 31 October 1995, and 8 October 1998. These data were used with the image overlapping method and the post-classification comparison method to undertake the image change analysis for the estuary. The results showed that great changes in the environments occurred in the areas along the shores of the estuary and its adjacent seacoasts. The development of industrial parks, construction of an electric power generating plant and a steel factory, graveling and sanding, and construction of dams associated with these development activities had converted about 1,000 ha of its wetlands to the dry lands.

**Key words:** remote sensing, Tatu Estuary, change, Taiwan

Received: April 24 , 2001

Accepted: September 24 , 2001

# 關刀溪長期生態試驗地之地景格局代表性分析

簡炯欣<sup>1</sup> 馮豐隆<sup>2</sup>

<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>國立中興大學森林學系 臺中市國光路250號

## 摘要

本文以地景生態學的理论、原理和方法，應用於關刀溪長期生態試驗地與惠蓀林場之地景格局及變化研究，將該二地區之 1964、1977、1987、1996 及 1998 五個年代之坡度、坡向、海拔高、年平均溫度、年降雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等 8 項之 40m x 40m 網格分布資料，以 F-test 比較生育地因子及 K-S test 檢定結果，與二地區之植生調查結果相符，得知關刀溪長期生態試驗地之土地利用型之自然生態分布狀況在惠蓀林場中具有取樣代表性。惟考慮交通較容易到達問題，建議在惠蓀林場第 4、5 林班之濱臨關刀溪河岸地區再設置研究區域。

**關鍵詞：**地景生態學、地理資訊系統、地景格局

收件日期：2000 年 7 月 31 日

接受日期：2001 年 6 月 26 日

## 緒言

自從 1968 年德國召開第一次地景生態學 (landscape ecology) 國際學術研討會(傅伯杰 1993)後，運用地景生態學觀念之研究已逐漸受到學者重視，例如美國在 1970 年代末亦迅速發展地景生態學，強調地景生態學研究的生物基礎，1986 年 Forman and Godron 並提出地景生態學的基礎理論；而 1993 年美國為保護美國太平洋西北區隨著花旗松(Douglas-fir)老林分的砍伐而瀕臨絕種的斑點貓頭鷹(spotted owl)，以森林生態系經營之保育措施及地景生態學的概念為架構，劃設保留區、廊道及一般森林區，以維護其在生育地中移動、繁殖族群的環境。

應用地景生態學觀念分析野生動物有利的棲息環境之研究，為自然生態研究之發展

趨勢。在林業上，Franklin 與 Forman(1987)以地景結構參數來偵測森林砍伐後地景單元的格局變化情形；肖篤寧等人(1991)在瀋陽西郊景觀格局變化之研究中，以航空照片進行景觀格局劃分，分析三十年間地景生態指標及景觀格局變化狀況，進而瞭解該區城市化趨勢；邱祈榮(1998)的林地資源調查與分類中以地景單元作族群、林分、動態、方位、地形尺度層級之定位；而黃志成(1997)的森林地景監測之研究（以惠蓀林場為例），藉由地景優勢度、多樣性等生態指標分析，可協助瞭解地景單元的變化情形，探討土地利用及地景空間排列變化之監測方法。

本研究以地景生態學之相關原理，將關刀溪長期生態研究試驗地(Gandaushi Long - Term Ecological Research, GLTER)與惠蓀林場(Hui-Sun Forest Experimental Station, HSFES)

之地景空間格局有關生育地因子：坡度、坡向、海拔高、年平均溫度、年降雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等生育地因子資料，及不同時期土地利用型圖檔，製作成 40m x 40m 網格式，以作為整合資料與套疊分析使用。經分析比較該試驗地之生育地因子在惠蓀林場中是否具有取樣之代表性，有無增加試驗地範圍之必要，將其結果提供森林資源調查與監測之參考。

## 材料與方法

### 一、研究地區概況

惠蓀林場位於臺灣中部，北緯 24°00'至 24°09'，東經 120°57'至 121°09'之間，行政區劃屬於南投縣仁愛鄉，面積 7,423 ha，共有 19 個林班，最高海拔為位於林場南方的守城大山之 2,418m，屬烏溪水系之北港溪流域。地質為第三紀砂岩與頁岩交互而成，多為粘板岩所構成之岩盤，而壤土之面積最廣。年平均溫度 16.2°C，平均年降雨量為 3,876 mm，平均相對濕度為 92.6 %。降雨集中在春夏季 4-8月，枯水期約在冬季 10-12 月；氣溫以 11 月至翌年 2 月較低，5-10 月較高。境內地形複雜、變化多端，森林之垂直分布有亞熱、暖、溫帶森林，蘊育了高多樣性的生物資

源，為臺灣中部地區極具代表性之森林。因此，1994 年將惠蓀林場內的關刀溪集水區劃設為長期生態研究試驗地，其面積共計 210 ha(圖1)。

### 二、研究材料

(一)惠蓀林場一萬分之一像片基本圖。

(二)惠蓀林場1964、1977、1987年航空照片。

(三)關刀溪長期生態試驗地之1964、1977、1987、1996及1998年航空照片。

(四)現有圖籍與屬性表-即40m x 40m數值地形模型(Digital Terrain Model, DTM)、等高線地形圖、步道、林班等地理資料圖，溫度、合成水分指數、全天光空域等資料，其中全天光空域、合成水分指數及溫度指數等三個生育地因子資料為謝漢欽於1997年應用數值地形模型資料推導所得(謝1997)。

### 三、研究方法

(一)建立生態系整合資料庫

以航空照片、像片基本圖分別將1964年、1977年、1987年、1996年及 1998 年等五個年代的關刀溪長期生態研究區之土地利用型圖檔，建立於地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)中。另將坡度、坡

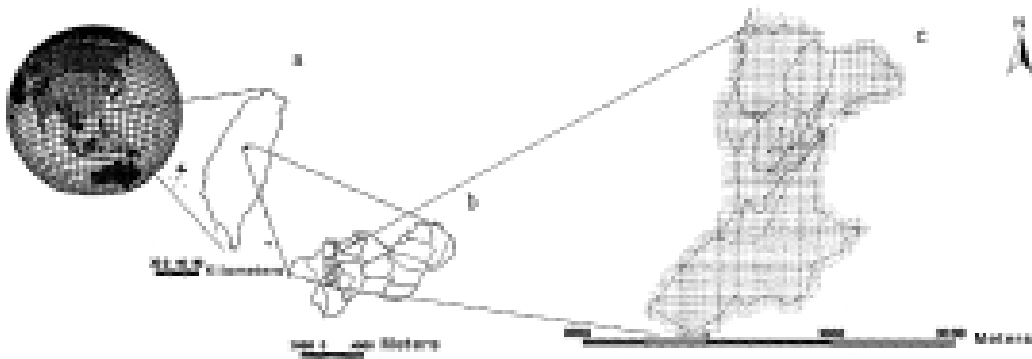


圖1. 關刀溪長期生態試驗地多尺度位置圖，a.臺灣，b.惠蓀林場，c.關刀溪試驗地。

Fig. 1. The location of the GLTER site (a. Taiwan; b. HSFES; c. GLTER).

向、海拔高、年平均溫度、年降雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等生育地因子資料，製作成 40m x 40m 網格式，以配合臺灣生育地群集資料庫作資料整合分析。

(二) 地景格局之變化分析

1. 求算地景結構參數(landscape structure parameter)

地景在結構上有嵌塊體(patch)、廊道(corridor)及基質(matrix)等三種基本要素，單一年代中以闊葉樹占有面積最多定義為基質，道路、河流為廊道，其他則為嵌塊體。研究中將已建立位相(topology)關係之五個不同時期之土地利用型圖檔，分別以地理資訊系統之查詢功能，求算其地景結構參數，包括：嵌塊體面積(patch area, A)、嵌塊體周長(border, P)、嵌塊體頻度(frequency, f)、嵌塊體內緣比(edge-to-area ratio, S)、形狀指數(shape index, Si)、嵌塊體種類數量(number of patch types)，由嵌塊體面積和周長的變化情形，可反應出變化趨勢，其形狀指數越高者為該嵌塊體之邊緣效應增加。

2. 計算地景多樣性指標(landscape diversity index)

(1) 多樣性指數(diversity index, H)：以 Shannon-Weaver 多樣性指數描述關刀溪試驗地之地景(嵌塊體)多樣性指數。

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \times \log_2 P_i \dots\dots\dots(1)$$

式中的 H 為 Shannon-Weaver 多樣性指數，Pi：第 i 類地景單元之面積比，n：地景單元之數目。

(2) 最大多樣性指數(maximum diversity index, Dmax)：求算並分析不同時期之變化情形。

$$D_{max} = \log_2 M, M: \text{嵌塊體之種類個數} \dots\dots\dots(2)$$

(3) 嵌塊體優勢度(patch dominance, Do)：以地景單元之相對頻度及相對密度之算數平均數表示，並分析不同時期之變化情形。

$$D_o = (\sum f_i + \lambda_i) / n \dots\dots\dots(3)$$

式中 Do：嵌塊體優勢度，fi：相對頻度，λi：相對密度。

(4) 均勻性指數(evenness index, E)：求解並分析不同時期之變化情形。

$$E = H / D_{max} \dots\dots\dots(4)$$

式中 Dmax 為最大多樣性指數。

3. 生育地因子比較

為求解代表惠蓀林場生育地之可供試驗研究地區之樣區，以地理資訊系統之土地利用型圖檔，將惠蓀林場與關刀溪試驗地之坡度、坡向、海拔高、年均溫、年雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等 8 項生育地因子之 40m x 40m 網格分布資料，以 F-test 計算後進行分析比較。另蒐集該二地區之植生分類調查結果，計算並比較其 Shannon-Weaver 多樣性指數，以植生情形來驗證是否具有代表性。

(三) 地景格局變化分析之檢定

藉由檢驗其自由度、變方分配或標準差等進行適合度測驗，來檢驗是否能由關刀溪試驗地來代表整個惠蓀林場。常用之統計檢定有 χ² test、Kolmogorov-Smirnov (K-S) test (Sokal and Rohlf 1981)、F-test 和 t-test 等檢定。因 χ² test 需有常態分布作為前提，而 K-S test 則不需要考慮分布的型態，但限於連續變數資料和有限樣本裡使用，而 K-S test 所獲得之結果較好(Bailey and Dell 1973, 引自馮豐隆 1985)，本研究在土地利用型方面則先以 K-S test 作檢定；另在作有關兩樣本的平均數是否來自相同的全體之檢定前，其二地區之標準差相同之虛無假設必須先成立(Sokal and Rohlf 1981)。本研究為方便進行二個地區、不同時期之空間尺度與時間尺度比較，分別就地景格局之坡度、坡向...等 8 項因子，以 F-test 求算其標準差，使其有相同之級距，以利後續之比較分析。

## 結果與討論

### 一、建立整合分析用之生態資料庫

在空間尺度上以 40m x 40m 為網格單元當作整合用之基本圖，分別將惠蓀林場與關刀溪試驗地之坡度、坡向、海拔、年均溫、年雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等生育地因子資料及不同時期土地利用型圖檔，製作成惠蓀林場 46,639 個網格單元，與關刀溪試驗地 1,674 個網格單元之地景格局。在時間尺度上，則以 1964 年、1977 年、1987 年、1996 年及 1998 年關刀溪試驗地之土地利用型，以 40m x 40m 為網格單元進行地景變遷分析及檢定(圖2)。由於環境影響因素包括氣候、土壤、位置與生物因子，研究中因地質屬於高層次之環境影響因素，以本研究之範圍，其影響較小；至於土壤因子，包括土壤溫度、養分、含水量、有機物、化學反應、深度...等等因素，該地區尚無完整調查資料，故未納入本研究中。有鑑於土壤因子之影響會反應於地面植生狀況(蘇 1989)，故本研究於地景格局變化分析上輔以該地區之植生分類調查結果，比較二個地區之植生 Shannon-Weaver 多樣性指數，以驗證植生是否具有代表性。

### 二、地景格局之變化分析

以前述公式計算其土地利用型之地景生態指標，包括各種地景單元之優勢度、頻度及密度，並求算五個年度之地景多樣性指數、最大多樣性指數及均勻性指數，以了解在物質循環與能量流動中何種地景扮演優勢的角色及本研究區之地景單元分布均勻狀況，供後續之地景格局比較分析使用(表1-2)。

因關刀溪試驗地各年度之地景多樣性指數(H)相近，分別為 1.96、1.91、2.13、1.99

與 1.97，其中第二階段(1977-1987年)之地景多樣性最高，但下降幅度未達 t 分布統計檢定之差異性，而惠蓀林場在 1964 年、1977 年與 1987 年之地景多樣性指數則為 1.77、2.12與 1.99，其 t 分布統計檢定結果亦為無顯著差異(黃 1997)，顯示二個地區同質性甚高。

另由 1977 年、1987 年、1996 年與 1998 年之總嵌塊體頻度及總周長之增加現象，顯示地景邊緣效應增加，經比對造林台帳，可發現係因早期研究區中之天然林於砍伐後再造林所致。而由內緣比及形狀指數，以說明各土地利用型(嵌塊體)之變化情形及產生的邊緣效應，本區在前三個年度有逐漸增加，後二個年度則趨於穩定。單一類之嵌塊體中以不可植裸地的形狀指數最高，顯示本地區崩塌的情形較多，宜加強造林；其次為針闊混生林及後期竹類之形狀指數有逐漸增加趨勢，可預知該等為本地區將來之演替方向。

另在植生分類調查上，將惠蓀林場地區範圍內所調查之樣區(李 1993；羅 1992)合併後，重新之 Shannon-Weaver 多樣性指數為 1.229。而關刀溪試驗地則為 1.201(呂及歐 1996)，且以 F-test 檢定所得之 F 值為 1.8442，未達顯著差異水準，可知二個地區之植生多樣性指數亦大致相同。

至於不同年間有關地景格局改變情形、各土地利用型之比較及運用 Markov 機率模式之森林演變預測等問題，為另一個有關地景變遷課題，值得蒐集更多資料詳加分析探討。

### 三、地景格局變化分析之檢訂

為求解代表惠蓀林場生育地之可供試驗研究地區之樣區，以地理資訊系統之土地利用型圖檔，將惠蓀林場與關刀溪試驗地之坡度、坡向、海拔高、年均溫、年雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等 8 項主

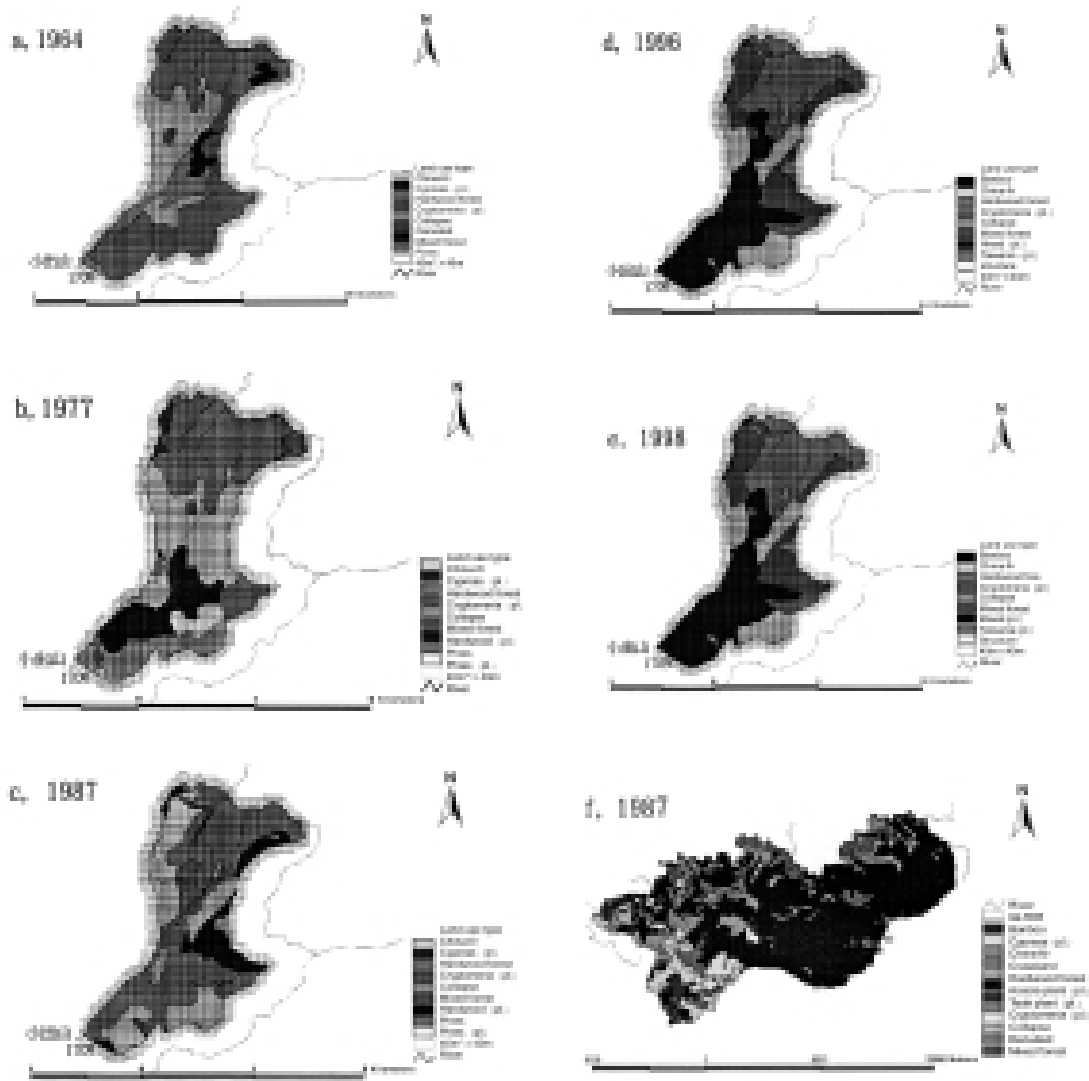


圖2. 關刀溪長期生態試驗地a.1964年、b.1977年、c.1987年、d.1996年、e.1998年及f.惠蓀林場(1987年)之土地利用型圖檔。

Fig. 2. Changes in land uses at the GLTER site (a to e) and HSFES (f).

題之 40m x 40m 網格分布資料，以 F-test 檢定並比較生育地因子後，除坡度和全天光空域二個因子在二個地區間有顯著性差異 ( $F_{Slope} = 1.2791 > F_{.05[\infty, \infty]} = 1$ ,  $F_{Mean\ annual\ temperature} = 1.3540 > F_{.05[\infty, \infty]} = 1$ )外，其他生育

地因子則無差異性(表3)。

至於關刀溪試驗地與惠蓀林場之土地利用型之自然生態分布狀況，經 K-S test 檢定結果，得1964年之最大值( $D_{max}$ )： $|D_{\alpha}| = 0.1610 < D_{.05} = 0.3506$ 、1977年為 0.1871 與

表1. 關刀溪試驗地五個年度土地利用型之地景結構參數 (pl. : 人工林)

**Table 1.** Landscape structure parameters of the GLTER site in 1964, 1977, 1987, 1996 and 1998 (pl., Plantation)

1964	Patch area (ha)	Border (km)	Shape index	Edge-to-area ratio	Frequency	Percent	Area ratio
Bamboo	0	0	0	0		0	0
China-fir	48.696	6.502	2.63	0.0134	2	23.10	3.70
Cypress (pl.)	0.001	0.045	3.81	0.4038	1	0	0
Hardwood forest	117.646	10.564	2.75	0.0090	3	55.82	8.93
Cryptomeria (pl.)	1.477	0.473	1.10	0.320	1	0.70	0.11
Collapse	20.409	4.857	3.03	0.238	2	9.68	1.55
Denuded	0.322	0.293	1.46	0.910	1	0.15	0.02
Mixed forest	9.338	2.430	2.24	0.260	2	4.43	0.71
Mixed pl.	0	0	0	0	0	0	0
Hardwood (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Pines	12.876	3.329	2.62	0.0259	4	6.11	0.98
Pines (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Taiwania (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Structure	0	0	0	0	0	0	0
Total	210.766	28.493	5.54	0.4259	16	100	
average	13.173	1.781	1.38	0.0135			

1977	Patch area (ha)	Border (km)	Shape index	Edge-to-area ratio	Frequency	Percent	Area ratio
Bamboo	0	0	0	0	0	0	0
China-fir	57.014	7.998	2.99	0.0140	8	27.07	6.23
Cypress (pl.)	3.224	1.232	1.94	0.0382	1	1.53	0.35
Hardwood forest	67.442	6.635	2.28	0.0098	3	32.03	7.37
Cryptomeria (pl.)	0.621	0.310	1.11	0.0499	1	0.29	0.07
Collapse	25.540	4.006	2.24	0.0157	1	12.13	2.79
Denuded	0	0	0	0	0	0	0
Mixed forest	0.18	0.614	4.12	0.3470	2	0.08	0.02
Mixed pl.	0	0	0	0	0	0	0
Hardwood (pl.)	33.420	4.140	2.02	0.0124	2	15.87	3.65
Pines	14.767	3.095	2.27	0.0210	4	7.01	1.61
Pines (pl.)	8.384	1.415	1.38	0.0169	1	3.98	0.92
Taiwania (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Structure	0	0	0	0	0	0	0
Total	210.592	29.446	5.72	0.5249	23	100	
average	9.156	1.280	1.19	0.0140			

1987	Patch area (ha)	Border (km)	Shape index	Edge-to-area ratio	Frequency	Percent	Area ratio
Bamboo	1.769	0.883	1.87	0.0499	1	0.84	0.25
China-fir	47.619	8.991	3.68	0.0189	8	22.64	6.79
Cypress (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Hardwood forest	100.471	13.182	3.71	0.0131	3	47.76	14.33
Cryptomeria (pl.)	1.015	1.450	1.26	0.0443	1	0.48	0.00
Collapse	0.289	0.503	2.64	0.1740	3	0.14	0.00
Denuded	3.522	2.810	4.22	0.0798	5	1.67	0.50
Mixed forest	23.038	5.109	3.00	0.0222	4	10.95	3.29
Mixed pl.	9.121	2.766	2.58	0.0303	2	4.34	1.30
Hardwood (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Pines	15.30	2.779	2.00	0.0182	1	7.27	2.18
Pines (pl.)	1.686	0.604	1.31	0.0358	1	0.80	0.24
Taiwania (pl.)	6.537	1.789	1.97	0.0274	1	3.11	0.93
Structure	0	0	0	0	0	0	0
Total	210.371	39.865	7.75	0.5139	30	100	
average	7.012	1.329	1.42	0.0189			

1996	Patch area (ha)	Border (km)	Shape index	Edge-to-area ratio	Frequency	Percent	Area ratio
Bamboo	0.980	0.963	2.74	0.0983	2	3.28	0.62
China-fir	32.386	5.738	2.85	0.0177	5	19.57	3.72
Cypress (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Hardwood forest	53.402	5.120	1.98	0.0096	1	17.46	3.32
Cryptomeria (pl.)	1.057	0.422	1.16	0.0399	1	1.44	0.27
Collapse	3.855	2.187	3.14	0.567	4	7.46	1.42
Denuded	0	0	0	0	0	0	0
Mixed forest	41.641	6.857	3.00	0.0165	3	23.38	4.44
Mixed pl.	72.126	6.556	2.18	0.0091	1	22.36	4.25
Hardwood (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Pines	0	0	0	0	0	0	0
Pines (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Taiwania (pl.)	5.274	1.367	0.0259	0.0259	1	4.66	0.89
Structure	0.063	0.112	0.1771	0.1771	1	0.38	0.07
Total	210.765	29.321	5.70	0.4507	19	100	
average	11.093	1.543	1.31	0.0139			

1998	Patch area (ha)	Border (km)	Shape index	Edge-to-area ratio	Frequency	Percent	Area ratio
Bamboo	1.458	1.274	2.95	0.0858	2	0.70	30.04
China-fir	31.491	5.630	2.83	0.0179	5	14.94	637.00
Cypress (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Hardwood forest	53.208	5.008	1.94	0.0094	1	25.24	1076.29
Cryptomeria (pl.)	0.731	0.342	1.13	0.0468	1	0.35	14.79
Collapse	3.742	2.259	3.29	0.0604	4	1.78	75.70
Denuded	0	0	0	0	0	0	0
Mixed forest	41.674	6.744	2.95	0.0162	4	19.77	842.98
Mixed pl.	72.654	6.459	2.14	0.0089	1	34.47	1468.65
Hardwood (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Pines	0	0	0	0	0	0	0
Pines (pl.)	0	0	0	0	0	0	0
Taiwania (pl.)	5.731	1.455	1.71	0.0254	1	2.72	115.94
Structure	0.049	0.097	1.23	0.1958	1	0.02	1.00
Total	210.765	29.267	5.69	0.4665	20	100	
average	10.538	1.463	1.27	0.0139			

表2. 關刀溪試驗地之地景多樣性指標

Table 2. The landscape diversity indices at the GLTER site in 1964, 1977, 1987, 1996 and 1998

Parameters	1964	1977	1987	1996	1998
Matrix frequency	3	3	3	1	1
Number of patch types	7	8	10	8	8
Shannon diversity	1.9601	1.9073	2.1277	1.9863	1.9695
Maximum diversity	2.81	3.00	3.17	3.00	3.00
Evenness index	0.6400	0.8033	0.7035	0.7433	0.7433

1987年之最大值  $|D_{\alpha}| = 0.1410$ ，均小於查表值 ( $D_{0.05} = 0.3506$ )，詳表4，即表示二者係來自相同的族群。因此，可證明關刀溪試驗地土地利用型之種類、個數的分布係來自母體--惠蓀林場，與該二地區之植生調查結果相符，即具有取樣之代表性。

#### 四、建議

由於惠蓀林場之土地利用型中，有部分生育地因子為關刀溪試驗地所不同的，如坡度和全天光空域二個因子。因此為求得其不

同生育地因子之分布情形，再進一步將此一屬性因子圖層套疊惠蓀林場之林班圖後，可發現8項生育地因子中，有3個以上生育地因子不同者位於第1、2、3林班靠近北港溪地區，以及第4、5林班與第13、14、15、16、18、19林班較高海拔之地區，如圖3，如考慮交通較易到達性，建議於第4、5林班再劃設為長期生態研究區，以供生態研究者於調查樣區設置時參考。

## 結 論

表3. 以F-test檢定惠蓀林場與關刀溪試驗地之坡度、坡向、海拔、年均溫、年雨量、全天光空域、合成水分指數及溫度指數等8項屬性資料(G為關刀溪試驗地，H為惠蓀林場)

Table 3. The F-test statistics in comparison of the landscape structure parameters between the GLTER site and HSFSE (\*\*\*, significant level at 1%,  $p < 0.01$ ; n.s., not significant at 5% level,  $p > 0.05$ )

Parameters	F-values	Significant levels
Slope	1.2791	***
Aspect	0.7376	n.s.
Elevation	0.4747	n.s.
Mean annual temperature	0.4740	n.s.
Mean annual rainfall	0.0454	n.s.
Whole light sky space	1.3540	***
Synthetic moisture gradient	0.1434	n.s.
Temperature index	0.4747	n.s.

表4. 以K-S檢定1964、1977及1987年關刀溪試驗地於惠蓀林場之土地利用型代表性之結果

Table 4. The K-S test statistics of the land uses at the HSFSE site and GLTER in 1964, 1977, and 1987 (n.s., not significant at 5% level,  $p > 0.05$ )

	1964	1977	1987
HSFES	241	284	307
GLTER	16	23	30
D.05	0.3506	0.2944	0.2598
$D_\alpha$	0.1610 n.s.	0.1871 n.s.	0.1410 n.s.

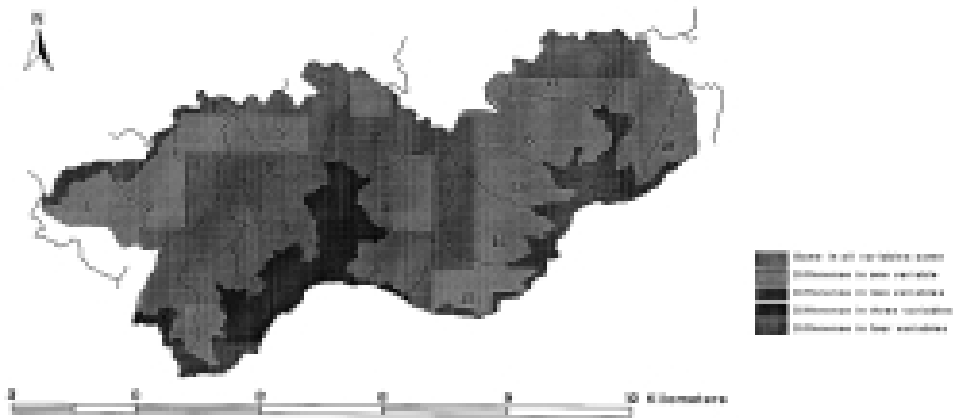


圖3. 8項生育地因子中，惠蓀林場與關刀溪試驗地之不同生育地因子個數之分布情形。

Fig. 3. Differences in distribution of the eight forest ecological variables between the HSFES site and GLTER.

本文引用地景生態學的觀念，探討關刀溪試驗地之地景格局變化，進而比較本研究區與惠蓀林場之坡度、坡向、海拔高、年平均溫度、年降雨量、全天空光域、合成水分指數及溫度指數等8項有關生育地因子，以分析本研究區之生育地狀況是否可代表惠蓀林場，同時尋求其他可設置調查樣區之區域，並作為森林資源調查與監測於資料處理上之參考。研究中以 40m x 40m 為網格單元的整合分析用基本圖，於關刀溪試驗地有 1,674 個網格，惠蓀林場則有 46,639 個網格。惟為方便研究人員對樣區之描述，應將有關調查紀錄表格之項目、使用名稱統一及訂定編碼原則，以方便資料輸入於 40m x 40m 網格中，俾進一步作資料整合分析，為長期生態研究需再探討的問題。至於其他環境因子如土壤、地質等，則於後續研究中整合分析之。由於關刀溪試驗地與惠蓀林場之地景多樣性指數相近，顯示二個地區同質性甚高，經分析檢定結果顯示關刀溪試驗地能代表整個惠蓀林場之土地利用型。

## 引用文獻

- 呂金誠、歐辰雄。1996。關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究。中興大學實驗林研究彙刊 18(1): 77-108。
- 李明益。1993。惠蓀實驗林場楠櫟櫟林帶次生林植群生態之研究。中興大學森林學研究所碩士論文。
- 肖篤寧、趙羿、孫中偉、張國樞。1991。瀋陽西郊景觀格局變化的研究。肖篤寧(編)景觀生態學：理論、方法及應用。267-278頁。
- 肖篤寧編。1991。景觀生態學：理論、方法及應用。地景企業股份有限公司。
- 邱祈榮。1998。林地資源調查與分類。林務局森林生態系經營中文文獻彙編。193-207頁。
- 傅伯杰。1993。景觀生態學的發展任務。肖篤寧(編)景觀生態學：理論、方法及應用。48-53頁。
- 馮豐隆。1985。台灣二葉松人工林生長與收穫之研究。中興大學森林學系碩士論文。
- 黃志成。1997。森林地景監測之研究-以惠蓀林場為例。中興大學森林學系博士論文。
- 羅南璋。1992。惠蓀實驗林場東峰溪集水區植群分析。中興大學森林學系碩士論文。
- 謝漢欽。1997。應用數值地形資料推導福山地區森林生育地因子。臺灣林業科學 12(1): 1-14。
- 蘇鴻傑。1989。森林植物生態學。臺灣商務印書館公司。462頁。
- Bailey, R. L., and T. R. Dell. 1973. Quantifying diameter distribution with the Weibull function. *Forest Science* 19: 97-104.
- Forman, R. T. T., and M. Godron. 1986. *Landscape ecology*. John Wiley and Sons. New York.
- Franklin, J. F., and R. T. T. Forman. 1987. Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles. *Landscape Ecology* 1(1): 5-18.
- Sokal, R. R., and F. J. Rohlf. 1981. *Biometry - The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman, San Francisco.

# The Landscape Pattern Representative Analysis of the Gandaushi Long-Term Ecological Research Site

John-Sin Cheng<sup>1</sup> and Fong-Long Feng<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Forestry, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan

## Abstract

This study used the concepts, principles and methodology of landscape ecology to examine the landscape patterns and their changes at the Gandaushi Long-Term Ecological Research (GLTER) site, as compared to those at the Hui-Sun Forest Experimental Station (HSFES), for the years of 1964, 1977, 1987, 1996 and 1998. Eight forest ecological variables were studied: slope, aspect, elevation, mean annual temperature, mean annual rainfall, whole light sky space, temperature index and synthetic moisture gradient. Four landscape diversity indices were used to study the vegetation community structures: the Shannon-Weaver diversity index, maximum diversity index, patch dominance and evenness index. The results of the K-S test and F-test showed that there was no significant difference in the forest ecological variables and the vegetation community structures between the GLTER site and HSFES. They also suggested that the landscape patterns and their changes were similar between the two sites. Therefore, the GLTER site may be representative of HSFES in landscape utilization in the past 34 years. However, due to a few forest ecological variables that were not observed in the GLTER site but in HSFES, and considering the accessibility, it is recommended to establish a new long-term forest research site in the 4th and 5th compartments in the vicinity of Gandau Creek.

**Key words:** landscape ecology, geographic information system, landscape pattern

Received: July 31, 2000

Accepted: June 26, 2001

# 瑞岩溪野生動物重要棲息環境小鷓眉 (*Pnoepyga pusilla*) 生殖習性之初步研究

姚正得 艾台霖 黃秀珍

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

## 摘要

本研究自1996年至1999年在南投縣仁愛鄉瑞岩溪野生動物重要棲息環境內進行小鷓眉的生殖習性觀察。小鷓眉主要在每年的4月中旬至7月下旬進行生殖活動。小鷓眉築巢於陡坡上的苔蘚之中，巢體完全被厚實的苔蘚所覆蓋，僅留開口於側面。巢體呈球形，主要由植物之細根所構成。每窩產蛋3枚(n=4)，蛋為純白色，無斑點，重2.05g(n=2)，長徑與短徑為20.0x15.0 mm(n=2)。孵卵期約16天(n=1)，幼鳥由孵化到離巢約需15天(n=1)。4個巢的12個蛋中，成功孵化9隻雛鳥，孵化成功率為75.0%，成功離巢有7隻，離巢成功率為66.7%。小鷓眉的配對方式為一夫一妻制，孵卵、育雛等工作均是共同負擔。育雛期間親鳥餵食幼鳥的食物種類以昆蟲、蜘蛛等無脊椎動物為主。

**關鍵詞:** 小鷓眉、生殖習性、瑞岩溪野生動物重要棲息環境、臺灣

收件日期：2000年10月23日

接受日期：2001年8月2日

## 緒言

小鷓眉(*Pnoepyga pusilla*)，又名鱗胸鷓眉，為臺灣特有亞種，屬於畫眉亞科(Timaliinae)。本種其他亞種主要分布於華南一帶，西自西藏東南，東抵安徽、福建，北至陝西南部。此外，尼泊爾、不丹、中南半島至馬來半島亦可發現(Cheng 1987)。Harrap(1989)則認為臺灣現生之鷓眉族群應該是一個獨立新種，或是歸為大鷓眉(*P. albiventer*)的亞種。

畫眉亞科鷓眉屬的鳥類全世界有兩種，分別是大鷓眉及小鷓眉，目前臺灣仍採用較早期之分類學家的意見將臺灣的鷓眉族群列為小鷓眉的一個亞種(Cheng 1987；

Hachisuka and Udagawa 1951；Yen 1990)。但Harrap(1989)舉證指出臺灣的鷓眉應該是臺灣的特有種，如果特有種的地位尚不被採用，則依其形態特徵及音譜分析結果顯示，臺灣的鷓眉族群也與大鷓眉較為相似，因此建議臺灣的鷓眉族群應改列為大鷓眉的一個亞種，惟這個說法尚未被學術界廣泛的接受(Howard and Moore 1991；Sibley and Monroe 1990)。Per Alstrom(私人通信)傾向接受Harrap的特有種說法，並認為應進一步以聲紋分析、分子生物技術來驗證此一說法。

臺灣地區小鷓眉主要棲息於中、高海拔山區約1,000-2,500m的天然林(廖1997)。活動於具有濃密灌叢及大量苔蘚著生的森林底層(Yamashina and Yamada 1938)。

目前，關於小鷓眉的文獻只有 Yamashina 與 Yamada 在 1938 年發表一段於阿里山所進行繁殖調查的簡短報告。本篇報告為針對瑞岩溪野生動物重要棲息環境內小鷓眉之生殖習性進行調查結果，以增進我們對於這種活動習性極為隱密的鳥類之生活史的瞭解。

## 材 料 與 方 法

### 一、實驗地資料蒐集及描述

瑞岩溪野生動物重要棲息環境位於南投縣仁愛鄉瑞岩河流域之南半部(E121° 11'50"-121° 14'00"，N24° 07'50"-24° 08'41")，瑞岩溪為北港溪上游主要支流之一，本區即依其命

名。範圍涵蓋南投林區管理處所轄埔里事業區第 131 至 135 林班，東以合歡山主峰至昆陽之稜線為界，與太魯閣國家公園相鄰；南以昆陽至翠峰山脈之稜線為界；西側大致沿埔里事業區 131 林班為界；北側以平行瑞岩溪北岸 100m 線為界，面積約 1,450 ha (圖 1)。本區海拔高度自 1,210 至 3,416m，全區大致為北向坡地。年雨量約在 3,000-4,000 mm 之間，海拔 2,000m 以上地區經常雲霧繚繞，為典型之霧林帶。區內海拔高約 2,220 至 2,300m 處，有一條埋設水管供應清境農場及附近各果園用水之水管路，貫穿全區，全長約 10 km。水管路貫穿櫟林帶之核心，沿線植群的組成涵蓋了櫟林帶的 5 種林型和小片

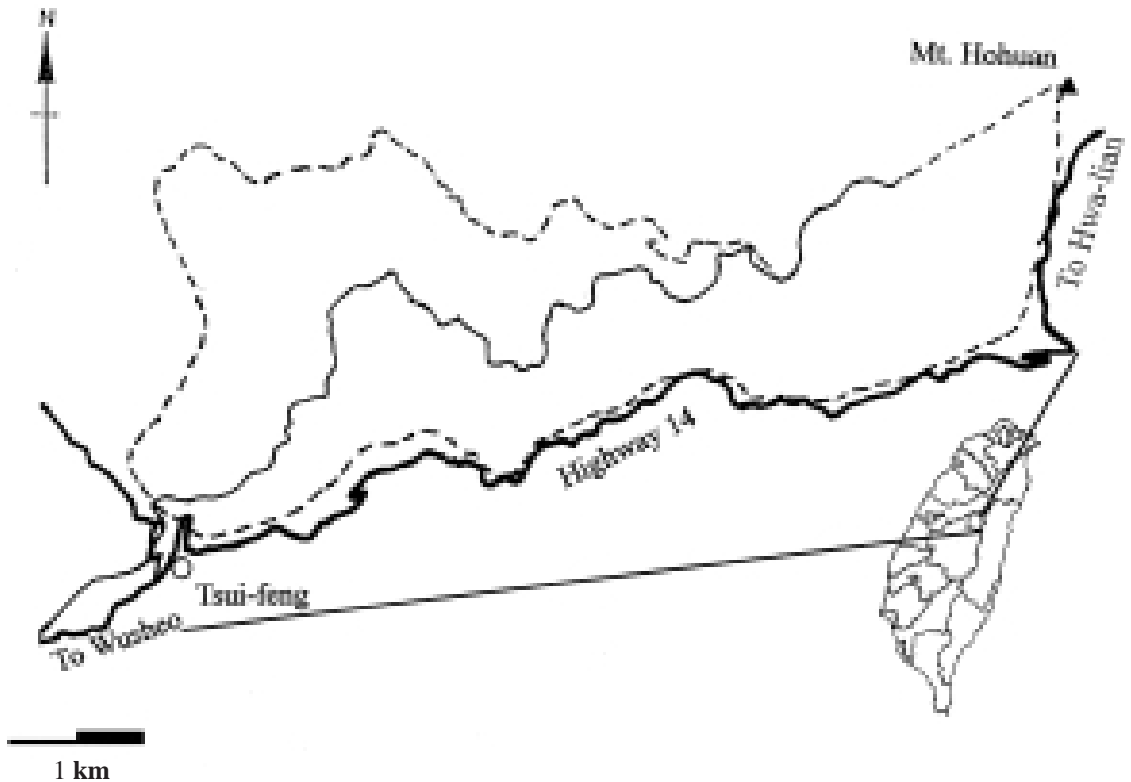


圖1. 瑞岩溪野生動物重要棲息環境位置圖。

Fig. 1. Location of the Zueyenshi major wildlife habitat in central Taiwan.

分布的赤楊林，具有多樣性的植物社會。水管路因開鑿時削去了上坡處的土方，故而路邊形成陡峭的山壁地形，山壁上著生的低矮灌叢和苔蘚，形成鳥類活動和進行繁殖的庇護所。

二、調查方法

(一) 尋巢—自 1996-1999 年之繁殖季沿區內既有的水管路觀察小鷓眉之活動狀況，依其行為表現及活動路線判斷可能之築巢地點，並進行鳥巢位置的搜尋，確定巢位後即描述築巢環境特色及附近植被狀況。每一鳥巢均追蹤至確定其巢內幼鳥皆已離巢或棄巢為止。生殖季的定義為始於所發現的第一個巢產下第一顆卵，終於最後一巢的所有雛鳥離巢為止 (Campbell and Lack 1985)。因巢位極為隱密，不易被發現，研究期間僅於 1996 年發現 1 巢，1997 年發現 2 巢，1998 年發現 1 巢，1999 年發現 2 巢(表1)。

(二) 生殖習性觀察—針對 1997 年 5 月至 7 月所發現之鳥巢(No.2及No.3)進行生殖習性觀察，在巢位附近搭設偽裝帳由 1 至 2 人在距離巢約5m處以單筒望遠鏡 (25 x 72 mm) 配

合雙筒望遠鏡 (8x32 mm) 進行觀察，於 No.2 巢育雛期間分別於幼鳥孵出後第 3、4、7、8、11、12、14 及第 15 天每天進行 221 min至494 min之現場觀察。累計觀察時間共計 3,033 min。為判別親鳥將 No.3 之 2 隻親鳥捕捉上標後，記錄每次進出巢的時間、餵食次數。而食物的種類、大小，係以 Canon Hi-8 攝影機以 400 mm 鏡頭於進行觀察時錄下 8 至 16 次餵食之特寫畫面，觀察期間共錄得 50 次可供食性分析之餵食畫面，再以電腦截取清晰之畫面，配合錄影帶播放之影像進行親鳥餵食食物種類辨識。

結果

一、繁殖季節

因小鷓眉之活動習性隱密，多活動於濃密之灌叢及地被層，無法藉由直接觀察以求偶(courtship)、跟隨(following)、交配(mating)等行為來判定繁殖季節的開始時間。本調查所觀察到的小鷓眉繁殖季節為每年 4 月中旬至7月下旬，各巢的繁殖結果主要區分為築巢 (nesting)、孵蛋(incubating)、餵雛(feeding)和

表1. 瑞岩溪野生動物重要棲息環境區內小鷓眉之巢位特徵及窩卵數

Table 1. Nest characteristics and clutch sizes of the pygmy wren babbler observed in the Zueyenshi major wildlife habitat.

Nest	Date	Internal diameters(mm)	Depth (mm)	External diameters(mm)	Nest height (mm)	Height above ground(cm)	Clutch size
1	1996.05.20	50 x 52	50	145 x 155	220	120	3
2 <sup>a</sup>	1997.04.28	52 x 55	52	115 x 145	200	60	3
3 <sup>a</sup>	1997.06.30	-	-	-	-	-	3
4	1998.05.05	39 x 45	55	110 x 115	240	150	-
5	1999.04.15	65 x 70	40	101 x 130	172	205	-
6	1999.06.27	45 x 50	51	95 x 161	250	230	3

a : The nest was occupied by different parents in different periods.

幼鳥離巢(fledging)等 4 個階段。各階段之行爲描述分述如下：

#### (一) 築巢

小鷓眉會利用既有的巢位進行生殖，或在旁邊另築新巢。築巢的工作由雌、雄成鳥共同負擔，築巢的行爲主要見於每年的 3、4 月份，所觀察發現的鳥巢，大都位於水管路靠近斜坡上方一側之陡峭坡面(n=5)。而巢體主要是築在著生於陡坡地面上的苔蘚植物中(n=4)，或是樹林底層地面上方的枝幹間(n=1)。巢體球形，完全被濃密的苔蘚植物所包覆，僅留一圓形開口於側面。巢內側爲杯狀，巢口向上。築巢材料內層以蕨類及其他植物之細根爲主；外層以苔蘚植物爲主(n=4)，或是松蘿及樹皮纖維包覆(n=1)。

#### (二) 窩巢與孵卵

雄雌鳥在巢中過夜的情形均有發現，白天偶爾也會發現牠們逗留於已成形的巢中。記錄中發現有 1 巢在巢體成形後至產下第一顆蛋的時間間隔爲至少 25 天。本研究所觀察到的 4 窩小鷓眉，每窩產卵數均爲 3 枚(n=4)，

蛋爲純白色，無斑點，蛋徑長度與寬度均爲 20.0x15.0 mm(n=2)，蛋重爲 2.05g(n=2)。孵卵工作由雌雄共同負擔，孵卵期約 16 天(n=1)。

#### (三) 餵雛

對 1997 年 5-7 月連續使用一巢位進行生殖的 No.2 及 No.3 巢所作觀察，小鷓眉雄雌共同輪流餵雛，在幼鳥孵出後，雄鳥和雌鳥常將幼鳥的糞囊攜出巢外丟棄。孵雛(brooding)的工作亦由雄雌共同輪替，孵雛行爲大約在幼鳥孵出第八天後完全停止。在 No.3 巢育雛期間共進行 3,033 min 的行爲觀察，親鳥餵食的頻率在幼鳥孵出後第 3 天至第 15 天所進行的觀察中，以第 3 天的每分鐘 0.023 次最低，第 12 天的每分鐘 0.107 次最高(表2)。

#### (四) 幼鳥離巢

幼鳥於孵出 15 天後離巢(n=2)，No.3 巢幼鳥的離巢時間在接近正午(11:52 AM)的時刻，親鳥在幼鳥離巢前約 30 min 就停止回巢餵食，並且在巢附近的灌叢內持續發出鳴叫

表2. 1997 年 5 月瑞岩溪野生動物重要棲息環境小鷓眉 No. 3 巢親鳥育雛期間餵食次數之變化

Table 2. A comparison of feeding frequency of the pygmy wren babbler between two parents (A and B) of nest 3 in the Zueyenshi major wildlife habitat during the period from May to July 1997

Nestling age(days)	Time period observed		Period (min)	Feeding times(number)			Frequency (total number /period)
	Start	End		A	B	Total	
3	0942	1750	488	5	6	11	0.023
4	0548	1206	378	5	4	9	0.024
7	0747	1442	415	19	20	39	0.094
8	0735	1305	330	18	17	35	0.106
11	1326	1607	221	6	5	11	0.050
12	0646	1500	494	28	25	53	0.107
14	1005	1800	475	25	20	45	0.095
15	0800	1152	232	5	8	13	0.056
Total			3033	111	105	216	0.071

聲，巢中幼鳥也會發聲回應，並嘗試到巢口探望。親鳥回巢引領幼鳥離巢後，迅速躲入林下的灌叢內。

## 二、生殖成功率

研究期間所發現的 5 個巢位(表1)，其中有兩個為重覆利用舊巢繁殖。在 1996 年 5 月 20 日發現 1 巢，巢內有 2 個未孵化的蛋及一隻剛被不明掠食者咬死的雛鳥，判斷其產卵數應是 3 枚。在 1997 年 4 月至 7 月間有小鷓眉連續在同一個巢體上進行生殖，因未對第一次進行生殖的親鳥進行繫放，故無法判斷前後 2 次生殖是否為同一對。2 次生殖均有幼鳥成功離巢的紀錄。第一次生殖自 4 月底到 5 月 30 日，產蛋 3 枚，孵出 3 隻雛鳥，其中 2 隻成功離巢。第二次生殖自 6 月底至 7 月 29 日，產蛋 3 枚，孵出 3 隻皆成功離巢。1999 年 6 月 27 日所發現一巢之產卵數為 3 枚，孵出 2 隻雛鳥，皆成功離巢。4 窩總計產卵數 12 枚，孵化之雛鳥有 9 隻，成功離巢的雛鳥有 7 隻。若以蛋的孵化率及幼雛的離巢率兩個階段分別計算其生殖成功率，則其孵化率為 75%，離巢率為 66.7%。

## 三、雌雄鳥的角色

小鷓眉雌雄鳥在生殖季期間，無論是築巢、窩巢、孵卵、孵雛、育雛及清潔等工作，均是只觀察到由一對親鳥共同負擔，判斷其配對形式為一夫一妻制(monogamy)。而針對 No.3 巢之親鳥 A 和 B 在幼鳥孵出後第 3 天至第 15 天總共進行 3,033 min 之觀察，發現此育雛期間的餵食次數各為 111 及 105 次，相差並不多。

## 四、親鳥餵食的種類

小鷓眉幼鳥的食性以螢火蟲、螞蟻、蛾類、蜘蛛等節肢動物為主。食物種類方面在觀察期間總共有 216 次餵食紀錄，從錄影畫

面中得到 50 次可辨識種類之影像。小鷓眉每次帶回 1 至 5 隻蟲體，共有 144 個可鑑別至目(order)的食物種類，平均每次攜回 2.88 個。這些可辨識的食物全部都是節肢動物(Arthropod)，其中以昆蟲綱之膜翅目(Hymenoptera)、鞘翅目(Coleoptera)及蜘蛛綱(Arachnids)這三類所占的比例最高，合計占所有可辨識種類的 71.5%。而其他餵食頻度較少的食物種類屬鱗翅目(7.6%)、直翅目(6.9%)、雙翅目(2.1%)以及昆蟲之幼蟲(7.6%)和蛹(4.2%)(表3)。

## 討論

目前有關臺灣小鷓眉生殖習性的資料，僅有 Yamashina 與 Yamada (1938) 曾記錄阿里山地區所發現的 2 個巢。其生殖季與本研究在瑞岩溪野生動物重要棲息環境所觀察的結果相似，均為 4 月至 7 月。但兩個地區小鷓眉的窩卵數(clutch size)則有明顯差異，本研究觀察所得 4 窩有產卵數資料的繁殖紀錄均為 3 枚蛋，而 Yamashina 與 Yamada 等記錄的 2 巢其中一巢為 2 枚蛋，另一巢為 2 隻幼雛；小林桂助(1980)亦於 1979 年 4 月在阿里山發現 1 巢 2 卵。Yen(1990)指出臺灣地區畫眉亞科不同種間的窩卵數有隨海拔上升而遞減的現象。本研究樣區的海拔(2,200-2,300m)與 Yamashina 與 Yamada 在阿里山的調查區域(2,100-2,400m)並無差異。因此，這種窩卵數的差異若非因為樣本數太少所造成的取樣偏差，則兩地區小鷓眉族群的生殖表現與環境因子的關係值得進一步加以探討。本研究亦發現小鷓眉會利用同一巢位來進行生殖，在非生殖季小鷓眉也有利用舊巢位夜宿的現象。同一對小鷓眉是否會有一季 2 巢或多巢繁殖的情形，以及其夜棲時利用空巢的現象，均有賴進一步加以研究。

觀察期間，未曾發現小鷓眉明顯的求偶

表3. 1997年5月瑞岩溪野生動物重要棲息環境小鷓眉雛鳥之食物組成

**Table 3.** Food items identified from the 50 observations on nestling feedings of the pygmy wren babbler in the Zueyenshi major wildlife habitat in May 1997

Food item	Numbers	Percent
Insects		
Larvae	11	7.6
Pupae	6	4.2
Orthoptera	10	6.9
Lepidoptera	11	7.6
Coleoptera	34	23.6
Diptera	3	2.1
Hymenoptera	48	33.3
Archnida		
Spider	21	14.6
Total	144	100

展示行爲，亦未曾觀察到求偶餵食(courtship feeding)，這種求偶不明顯的行爲可能與配對形成的季節有關。繡眼畫眉(*Alicpe morrisonia*)於秋、冬季時均成群活動，但其夜棲時大部分均爲2隻一起，且均維持穩定的同宿關係的情形，顯示牠們可能爲配對狀態(林瑞興私人通訊)。黑頂山雀(*Parus artricapillus*)於秋冬季節即完成配對(Smith 1984)，到了生殖季開始時已沒有明顯的求偶行爲。對於金翼白眉(*Garrulax morrisonia*) (游及袁 2000)以及粉紅鸚嘴(*Paradoxornis webbiana*) (劉 1987)的生殖行爲觀察，也有生殖期求偶行爲不明顯的現象。

小鷓眉在生殖過程中自產卵前至育雛期間均只發現由2隻親鳥共同參與，而在育雛期間親鳥A與B餵食幼鳥的次數，並無明顯的差異，因此推測小鷓眉的生殖制度可能屬一夫一妻制。一夫一妻制的鳥類親鳥雙方於生殖活動的投資是相近的，雄鳥與雌鳥的共同投資有助於子代數的提升(Maynard Smith

1977)，雄鳥參與孵卵及育雛可以提高生殖成功率。假使生殖季夠長，雌鳥還有機會可以產下第二窩(Catton and Gray 1985)。雌雄共同擔任每一階段生殖工作的情形，也出現在藪鳥(羅 1987)、繡眼畫眉(林 1996)、金翼白眉(游及袁 2000)等三種臺灣的畫眉亞科鳥類。有別於目前少數已知具有合作生殖行爲的畫眉亞科鳥類(Wittow *et al.* 1977; Zahavi 1990; 劉 1999)。

根據小鷓眉育雛期間觀察所能鑑別的食物種類以節肢動物之蜘蛛綱及昆蟲綱爲主，與顏(1997)所描述小鷓眉爲食蟲性(insectivorous)鳥類較爲接近，小鷓眉偏好取食昆蟲綱鞘翅目中的螢火蟲及膜翅目之螞蟻，還有蜘蛛綱之蜘蛛類，也會取食鱗翅目、鞘翅目及膜翅目之幼蟲和蛹。鳥類對於食物的選擇除了本身的食性偏好和覓食力的限制外，也會隨食物出現的季節和數量而作調整(Sakai and Noon 1990)。育雛期間，尚須考慮易於幼雛吞嚥及消化，因此親鳥多以身

體柔軟的幼蟲、蛹和蜘蛛，以及外殼及附肢較柔軟的螢火蟲來育雛。而食物組成中螞蟻、蜘蛛等節肢動物較常出現於森林之地表及灌叢，容易被活動於草本-地面層，屬於地啄型(ground-glean)的小鷓眉(陳 1994)發現有關。

## 謝 誌

本研究承周瓊珠、李國豪協助野外觀察，視群傳播公司提供影像分析設備，吳泰維先生技術支援食性分析畫面之截取。在文稿撰寫期間，承蒙張簡琳玲博士、許富雄博士提供許多寶貴意見，在此致上最誠摯的謝意。

## 引 用 文 獻

- 小林桂助。1980。臺灣的畫眉科鳥類。野鳥 1(2) : 1-56。
- 林瑞興。1996。繡眼畫眉生殖及鳥群生態之研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 陳明義、蔡進來、陳信佑、簡益章。1992。瑞岩溪自然保護區植群生態調查。臺灣省林務局。
- 陳得康。1994。溪頭地區鳥類種間資源利用區隔之研究。國立臺灣師範大學生物研究所碩士論文。
- 游淑鈞、袁孝維。2000。臺灣塔塔加地區金翼白眉生殖生態之研究。中華林學季刊 33: 157-168。
- 廖倩宜。1997。臺灣地區畫眉亞科鳥類的空間分布及預測模式。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 劉小如。1987。粉紅鸚嘴的社會行爲。臺灣野鳥 1987 : 58-67。
- 劉彥廷。1999。梅峰地區冠羽畫眉合作生殖之研究。國立臺灣大學森林學研究所資源組碩士論文。
- 顏重威。1997。臺灣中部高山森林鳥類群聚的比較。臺灣省立博物館年刊40 : 15-52。
- 羅柳墀。1987。溪頭地區藪鳥的生物學研究。國立臺灣師範大學生物學研究所碩士論文。
- Campbell, B., and E. Lack. 1985. A dictionary of birds. Calton (Poysner) and Buteo Books, Calton.
- Catton, C., and S. Gray. 1985. Sex in nature. Croom Helm, London.
- Cheng, T. H. 1987. A synopsis of the avifauna of China. Science Press, Peking.
- Hachisuka, M., and T. Udagawa. 1951. Contribution to the Ornithology of Formosa. Quarterly Journal of the Taiwan Museum 4(2): 50-51.
- Harrap, S. 1989. The taxonomy status of greater scaly and pygmy wren babblers. Forktail 5: 61-70.
- Howard, R., and A. Moore. 1991. A complete checklist of the birds of the world. Academic Press, London.
- Maynard Smith, J. 1977. Parental investment: A prospective analysis. Animal Behaviour 25: 1-9.
- Sakai, H. F., and B. R. Noon. 1990. Variation in the foraging behaviour of two flycatchers: Associations with stages of the breeding cycle. Studies in Avian Biology 13: 237-244.
- Sibley, C. G., and B. L. Monroe Jr. 1990. Distribution and taxonomy of birds of the world. Yale University Press, New Haven & London.
- Smith, S. M. 1984. Flock switching in chi-

- ckadee: Why be a winter floater? *American Naturalists* 123: 81-98.
- Smith, S. M. 1991. The black-capped chickadee: Behavioral ecology and natural history. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Wittow, G. C., C. T. Araki, and R. L. Pepper. 1977. Social behaviour of the yellow-eyed babbler *Chrysomma sinensis*. *Ibis* 120: 361-364.
- Yamashina, M., and N. Yamada. 1938. Nidification of Formosan birds. *Tori* 10: 47.
- Yen, C. W. 1990. An ecological study of the Timaliinae (Muscicapidae) of Taiwan. *Bulletin of National Museum of Nature Science* 2: 281-289.
- Zahavi, A. 1990. Arabian Babblers: The quest for social status in a cooperative breeder. pp.105-130. *In*: P. B. Stacey, and W. D. Koenig (eds.). *Cooperative breeding in birds: Long-term studies of ecology and behavior*. Cambridge University Press, Cambridge.

# **Breeding Habit of the Pygmy Wren Babbler *Pnoepyga pusilla* in the Zueyenshi Major Wildlife Habitat in Central Taiwan**

Cheng-Te Yao, Tai-Lin Ai and Hsiow-Chen Huang

Taiwan Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

## **Abstract**

A field observation was conducted on breeding habit of the pygmy wren babbler *pnoepyga pusilla* in the Zueyenshi major wildlife habitat in central Taiwan during the period from May 1996 to July 1999. The babbler was a small monogamous bird. Both parents shared the duties on nest building, egg incubating, and nestling feeding and brooding. The breeding season was from late spring to early summer (April to July). The nests were built with small plant roots in mosses on the mountain slope. Each nest was dome shaped, and covered completely by mosses except its lateral entrance. The clutch size was three, each  $20.0 \pm 1.5$  mm in diameter, 2.05g in weight, and white in color. The incubation period was 16 days, and the nestling period was 15 days. Food items of nestlings were small invertebrates, mainly insects and spiders.

**Key words:** pygmy wren babbler, *Pnoepyga pusilla*, breeding habit, Zueyenshi major wildlife habitat, Taiwan

Received: October 23, 2000

Accepted: August 2, 2001

# 部分白化臺灣葉鼻蝠(*Hipposideros terasensis* Kishida) 的發現紀錄

鄭錫奇<sup>1</sup> 林良恭<sup>2</sup>

<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>東海大學生物系 臺中市臺中港路三段181號

## 摘要

本文記述一隻在臺灣南部墾丁地區珊瑚礁岩洞內發現的部分白化臺灣葉鼻蝠(*Hipposideros terasensis* Kishida)，其頭部、喉頸部及耳殼為白色至乳白色，而雙翼前臂之前半部，左臂與身體銜接之翼膜前緣，以及 3、4 指間之翼膜末端均為白色，但臉鼻部與其他部分為黑褐色，眼睛為黑色。該隻個體與其他約 1,000 隻正常毛色的臺灣葉鼻蝠個體共棲，但除了攝影外，無法捕捉到以詳細檢視。哺乳動物的白化現象出現的機率很小，部分白化亦然，在屬於夜行性的蝙蝠類中也屬罕見。本文所報導的部分白化臺灣葉鼻蝠為臺灣首次部分白化種蝙蝠的描述紀錄，也是目前全世界僅有的葉鼻蝠科 (*Hipposideridae*) 種類部分白化個體的影像資料。

**關鍵詞:** 部分白化、臺灣葉鼻蝠、葉鼻蝠科

收件日期：2001年4月23日

接受日期：2001年9月10日

## 緒言

臺灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis* Kishida) 昔日被視為臺灣特有亞種 *H. armiger terasensis*，為東亞葉鼻蝠 *H. armiger* 的一個亞種 (岸田久吉 1924; Nowak 1994)。然而，部分學者認為兩種在許多形態特徵有明顯的差別，因而將臺灣葉鼻蝠視為不同的獨立種 (Bogdanowicz and Owen 1998; Yoshiyuki 1991)，為臺灣特有種。臺灣葉鼻蝠為臺灣產22種蝙蝠中體型最大的食蟲蝠 (僅次於食果性的臺灣狐蝠)，普遍棲息在海拔1,000m以下的天然及人工洞穴內 (林等 1997)。1994年11月18日，我們至臺灣南部屏東縣墾丁地區 (21° 18'E, 120° 49'N, 海拔約300m) 的一處珊瑚礁岩洞內進行蝙蝠種類調查時，發現一群約

1,000隻個體聚集的臺灣葉鼻蝠群集，絕大部分的個體棲居於洞穴內層上緣凹陷位置，其中有著一隻部分白化的臺灣葉鼻蝠棲息於群集內 (圖1)。該部分白化的個體與其他正常毛色的個體並無特別疏離現象，群集個體間大致維持著 5-10 cm的距離。該部分白化臺灣葉鼻蝠的頭部、喉頸部、耳殼為白色至乳白色，而雙翼前臂之前半部，左臂與身體銜接之翼膜前緣，以及 3、4 指間之翼膜末端均為白色，但臉鼻部與身體其他部分為黑褐色，眼睛為黑色 (圖2、3)。正常之臺灣葉鼻蝠成體的毛色多為黑棕色至棕色，故該個體為一部分白化個體 (partial albino)。我們在遠距拍攝幾張照片後，曾嘗試接近並用手撈網捕捉，以期進行詳細檢視與測量。不過因洞內空間深邃，黑暗不透光，而且地形崎嶇，岩

層落差頗大，使得行動不便，該個體在我們未及接近即振翅飛離，隱沒入岩洞深處而不復得。

動物的白化現象 (albinism) 在不同的種類都有發生，但出現的機率很小，一般哺乳類是在  $10^{-4}$  至  $10^{-6}$  之間 (鄒及白 1989)。白化的發生主要是因為毛髮、皮膚、眼睛等部位缺少色素 (主要為黑色素 melanin) (Jones 1973; Obara 1983)。可分成完全白化 (complete albinism, 又稱真白化 true albinism) 和部分白化兩種。在臺灣已有多種中大型哺乳動物白化種的發現報告，包括臺灣長鬃山羊 (*Capricornis crispus*)、山羌 (*Muntiacus reevesi*) (Jones 1973)、鹿 (*Cervus sp.*) (Swinhoe 1866)、麝 (*Moschus moschiferus*) (Horikawa 1932; Jones and Tseng 1968)，以及一隻不完全白化 (黃化) 的臺灣獼猴 (*Macaca cyclopis*) (Jones 1973)。至於小型哺乳動物則有臺灣短尾鼯 (*Anourosorex squamipes*) 的白化種紀錄 (Alexander *et al.* 1986)。此外，盧等 (1997) 曾報導在中國大陸浙江省捕獲的白化黑腹絨鼠 (*Eothenomys melanogaster*)；Yokohata (1997) 在日本 Hiroshima 縣亦採得一白化的日本小鼯鼠 (*Mogera imaizumii*)。至於部分白化種，吳及汪 (1997) 曾在安徽省發現一例未完全白化褐家鼠 (*Rattus norvegicus*)，該個體除了頭部與耳殼後 (棕褐色)、體側至腹面 (棕褐色漸轉淡灰色)、尾部 (灰褐色) 以及體背一條棕褐色帶外，身體其他部分均為純白色，他們並認為未完全白化動物少有記載。然而，Jones (1973) 在南投縣即曾發現過一隻待售的部分白化大赤鼯鼠 (*Petaurista sp.*)，除了尾部末端 2/3 部分為正常的暗紅色以及少數體毛末端黑色外，其餘全身均為白色；另外，他檢視了美國國家博物館的收藏標本時發現有一隻採自臺灣澎湖縣的錢鼠 (*Suncus murinus*) 和 10 隻採自蘭嶼的家鼠 (*Rattus rattus*) 標本為部分白

化個體，可見部分白化現象在小型哺乳動物亦偶會發生。關於蝙蝠白化現象很少見，亦罕被發現報導 (Smith 1968; Hill and Smith 1984)，Smith (1968) 曾記載一隻在澳洲 Victoria 發現的白化摺翅蝠 (*Miniopterus schreibersii*)。至於部分白化現象，Obara (1983) 曾記述過日本摺翅蝠 (*Miniopterus schreibersii fuliginous*) 的部分白化現象，他描述該隻個體腹毛乳白色 (creamy-white)、背毛淺灰色 (gray-white)，而在第 5 指掌間、沿體軀至上臂間則為白毛。在文中 Obara 也整理過去近 60 年 (1925 年至 1982 年間) 報導完全白化或部分白化的相關文獻，發現完全白化的例子有 4 科 (Nycteridae, Phyllostmatidae, Vespertilionidae, Molossidae) 14 種曾出現，部分白化的例子亦有 4 科 (Rhinolophidae, Phyllostmatidae, Vespertilionidae, Molossidae) 14 種被記錄，而特別的是在日本只有一例完全白化種，但卻有 8 例部分白化種被發現。1991 年，Harada *et al.* 始又記錄一隻完全白化的日本大足蝠 (*Myotis macrodactylus*)。在臺灣，有關完全白化蝙蝠被發現的報導幾乎闕如，目前只見於林等 (1997) 所編著「臺灣的蝙蝠」一書中所刊載但未作任何描述的完全白化臺灣鼠耳蝠 (*Myotis adversus taiwanensis*) 相片 (路嘉煌拍攝)，至於部分白化的蝙蝠則僅 Hsu 於 1997 年報導「墾丁國家公園蝙蝠的族群狀況與保育」時曾提及一隻部分白化臺灣葉鼻蝠的紀錄，但亦無進一步的描述；由發現地點觀之，可能與本文所發現的部分白化個體為同一隻。白化或是部分白化現象對夜行性的蝙蝠在生理或是社會行為上的影響如何，目前尚未可知。雖然本次發現未能獲得該個體的形態測量值資料，但文中所記述的應是臺灣首次對部分白化種蝙蝠外部形態的描述紀錄，所呈現的照片也是現今葉鼻蝠科 (Hipposideridae) 中部分白化個體僅有的影像資料。

## 謝 誌

感謝墾丁國家公園管理處馬協群先生的協助，潘明雄先生熱心的引導帶領，可文亞、陳湘繁、楊勝惠的協助調查。特別感謝兩位審稿者嚴謹的審查，並提供寶貴的意見。

## 引 用 文 獻

- 林良恭、李玲玲、鄭錫奇。1997。臺灣的蝙蝠。國立自然科學博物館。165頁。
- 吳孝兵、汪安泰。1997。一例未完全白化褐家鼠的報導。動物學雜誌 32(1): 50。
- 盧苗貴、姚兆華、王德岳、張東其。1997。白化黑腹絨鼠一例。動物學雜誌 32(1): 50。
- 鄒淑全、白壽先。1989。白化獼猴的培育研究。動物學研究10(增刊): 35-37。
- 岸田久吉。1924。臺灣產翼手目に就て。動物學雜誌 36(423): 30-49。
- Alexander, P. S., B. M. Huang, and L. K. Lin. 1986. An albino Formosan burrowing shrew, *Anourosorex squamipes yamashinae* Kuroda, from Taiwan. Journal of Taiwan Museum 39(1): 53-54.
- Bogdanowicz W., and R. Owen. 1998. In the minotaur's labyrinth - phylogeny of the bat family Hipposideridae. pp. 27-42. In: Kunz T. H., and P. A. Racey (eds.). Bat - Biology and Conservation. Smithsonian Institution Press. Washington D C.
- Harada M., I. Sawada, and K. Aso. 1991. Albinism in the Japanese large-footed bat (*Myotis macrodactylus*). Journal of Mammalogy Society Japan 16(1): 37-39.
- Hill J. E., and E. H. Smith. 1984. Bats: A natural history. University of Texas Press. 20 pp.
- Horikawa, Y. 1932. A monograph of the mammals of Formosa. Zoological Society of Formosan, 109 pp.
- Hsu M. J. 1997. Population status and conservation of bats (Chiroptera) in Kenting National park, Taiwan. Oryx 31(4): 295-301.
- Jones, G. S. 1973. Albinistic and melanistic mammals from Taiwan. Quarterly Journal of Taiwan Museum 26: 369-372.
- Jones, G. S., and C. S. Tseng. 1969. A melano ferret-badger, *Melogale moschata subaurantiaca* (Swinhoe), from Taiwan. Formosan Science 22(2): 93-94.
- Nowak R. N. 1994. Old world leaf-nosed bats pp. 110-114. In: Walker's Bats of the World. The Johns Hopkins University Press.
- Obara Y. 1983. An example of partial albinism in the Japanese long-fingered bat, *Miniopterus schreibersi fuliginous*. 哺乳動物學雜誌9(6): 302-307. (日文摘要)
- Smith E. H. 1968. Albinism in the bent-wing bat *Miniopterus schreibersii* (Kuhl). Victoria Naturalist 85: 358-359.
- Swinhoe, R. 1866. Neau-show. Birds and Beasts (of Formosan) from 18<sup>th</sup> chapter of Taiwan foo-che, statistics of Taiwan. With critical notes and observation. Journal of North-China British Royal Asiatic Society 2: 39-52.
- Yokohata, Y. 1997. What the Yukawa Collection of talpids inform us? -Biology of the shrew-mole and moles in Hiwa, Hiroshima Prefecture, Japan. pp. 1-19. In: Y. Yokohata, and S. Nakamura (eds.). Recent Advance in the Biology of Japanese Insectivora. Hiba Society of Natural History Press.

Yoshiyuki, M. 1991. Taxonomic status of *Hipposideros terasensis* Kishida, 1924 from Taiwan (Mammalia, Chiroptera, Hipposideridae). *Journal of Mammalogy Society Japan* 16(1): 27-35.



**圖1.** 部分白化的臺灣葉鼻蝠個體與一群約 1,000 隻正常毛色（黑棕色或棕色）的臺灣葉鼻蝠群集聚集於墾丁地區珊瑚礁岩洞內。

**Fig. 1.** A partial albino of the Formosan leaf-nosed bat roosted with nearly a thousand normal bats (with black-brown or brown color) in a coral cavern of the Kenting area of southern Taiwan.



圖2. 部分白化臺灣葉鼻蝠。

**Fig. 2.** The photo showing the partial albino of the Formosan leaf-nosed bat.



圖3. 由側面看，部分白化臺灣葉鼻蝠的頸喉部為白色至乳白色。

**Fig. 3.** The lateral view of the partial albino of the Formosan leaf-nosed bat with white to creamy white throat- neck.

# A Partial Albino of the Formosan Leaf-Nosed Bat *Hipposideros terasensis* Kishida from Taiwan

Hsi-Chi Cheng<sup>1</sup> and Liang-Kong Lin<sup>2</sup>

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

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

## Abstract

This paper describes a partial albino of the Formosan leaf-nosed bat *Hipposideros terasensis* Kishida. It constitutes not only the first description of this kind for the species, but also for the family Hipposideridae. This partial albino roosted with nearly a thousand bats in a coral cavern in the Kenting area of southern Taiwan. Its head, throat- neck part and ears were white to creamy white, and its front halves of forearms, front edge of the wing membrane between body and left forearm, and posterior parts of both wing membranes between the third and forth fingers were also white in color. Its eyes were black and its face and other parts of the body were blackish brown. We took a few pictures of this partial albino from far distance, but failed to capture it for detail examination.

**Key words:** partial albino, Formosan leaf-nosed bat, Hipposideridae

Received: April 23, 2001

Accepted: September 10, 2001