

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¹ 李敏嘉² 于宏燦^{2*}

¹ 國立自然科學博物館動物組 臺中市館前路1號
² 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*)、有骨消 (*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。

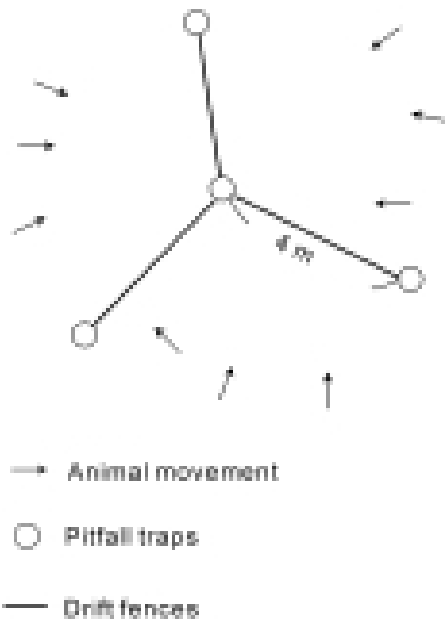


圖1. 攔截籬掉落桶研究法的簡圖。

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、灰鼯、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%)、灰鼯又次之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、蜥蜴和青蛙。(2) 二種鼯共域的情形不因微棲地而改變，但灰鼯有偏好竹林二和草生地的傾向，而長尾麝鼯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

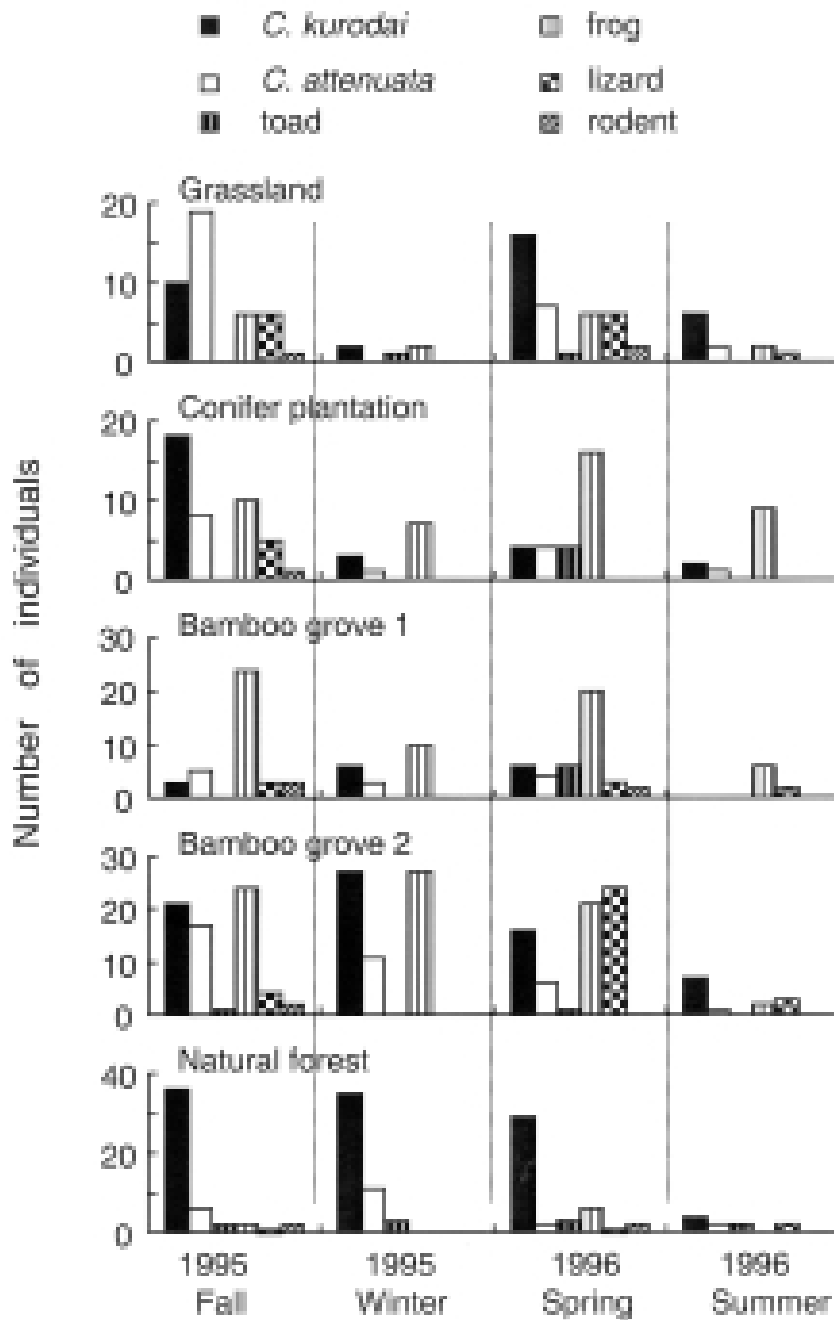


圖2. 臺灣中部亞熱帶山地森林4種不同微棲地內(草生地、人造針葉樹林、竹林和天然林)地棲脊椎動物的比較。

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

普遍種之一。(2) 細尾長尾鼯的海拔分布在中、高海拔，且數量極為稀少。這是細尾長尾鼯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

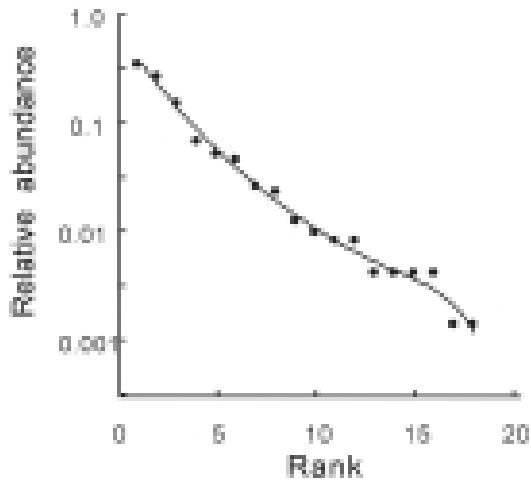


圖3. 臺灣中部亞熱帶山地森林地棲脊椎動物的相對數量分布模式。

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

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	
Mammals					
<i>Crocidura kurodai</i>	88	73	71	19	251
<i>Crocidura attenuata</i>	55	26	23	6	110
<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
Lizards					
<i>Telydromus kuetzingi</i>	1	1	0	0	2
<i>Japalura swinhonis</i>	10	0	26	10	46
<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
Amphibians					
<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	146
<i>Rana saueri</i>	10	4	14	6	34
<i>Rana limocleris</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
Birds					
<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.

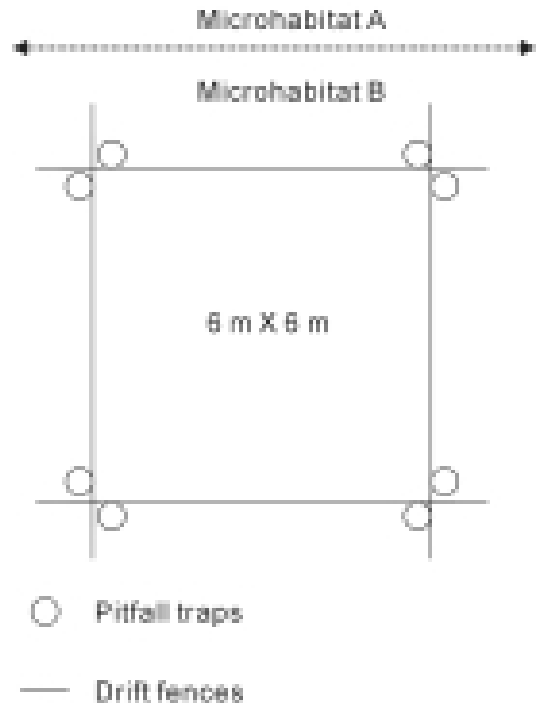


圖4. 攔截籬掉落桶研究法的延伸運用。

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 Chou¹, Ming-Chia Lee² and Hon-Tsen Yu^{2,*}

¹ Department of Zoology, National Museum of Natural Science, Taichung, Taiwan

² 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