

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

巢鼠的族群生物學研究(2/3) 期中進度報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2621-B-002-004-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學生命科學系

計畫主持人：林雨德

處理方式：期中報告不提供公開查詢

中華民國 96年05月31日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

巢鼠的族群生物學研究 (2/3)

Population biology of the Harvest Mouse, *Micromys minutus* (2/3)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-94-2621-B-002-009

執行期間：95年 8月 1日至 96年 7月 31日

計畫主持人：林雨德

共同主持人：

計畫參與人員：姜壽嶽（碩士生），林婷婷（碩士生）

成果報告類型（依經費核定清單規定繳交）： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立台灣大學 生命科學系

中 華 民 國 96年 5月 30日

中文摘要：

巢鼠(*Micromys minutus*)的棲地成鑲嵌狀分布，歧異性高。本計劃探究棲地異質性與巢鼠族群空間分布以及時間動態的關係。首先，在族群生態方面，巢鼠族群動態可能有極大的起伏(暴起暴落)，可能是氣候變動、食物缺乏或天敵激增等因素造成，可惜沒有長期監測的研究，難以定論。本計畫希望能經過較長期的監測(三年)，確定巢鼠的族群動態形式，並探究氣候變動、食物量與天敵量等因素對巢鼠族群動態的相對重要性。其次，在族群遺傳方面，由於巢鼠的棲息地具有相當程度的異質性，因此族群在空間上可能是由數個次族群組成。若次族群間的基因流動受限，會因基因漂失，而使族群遺傳結構異質化。本計畫擬以巢鼠(*Micromys minutus*)為模式動物，利用野外捕捉紀錄建立族群的空間分布。並以微隨體(microsatellite)作為分子標記來估測族群遺傳空間異質性。最終綜合以上資訊來探討棲地歧異性、族群空間分布與整體遺傳結構之間的關係。

關鍵詞：巢鼠，族群動態，族群遺傳，微隨體。

英文摘要：

The Harvest Mouse (*Micromys minutus*) inhabits highly heterogeneous habitats, and seems to exhibit a “boom-and-bust” dynamics. The boom is likely associated with the interactions between high reproductive rates and habitat heterogeneity. The bust is probably caused by extrinsic factors, such as moisture, food availability, or predators. I propose a three-year study that monitors a harvest mouse population to investigate the mechanisms of population dynamics. The proposed study also attempt to test hypotheses regarding the effects of habitat heterogeneity on population genetic structure. The habitats of the harvest mouse are heterogeneous, and populations are likely partitioned into subpopulations. Limited gene flow among subpopulations results in genetic drift, and the population become structured. The proposed project will measure spatial distribution of subpopulations through the development of microsatellite markers.

Key Words: harvest mice, population dynamics, population genetics, microsatellite.

背景

巢鼠(*Micromys minutus*)的全球分布廣泛，主要分布在歐洲和北亞，台灣是本種分布的最東南端。自然學者對巢鼠的族群生物學所知不多，本計劃將深入探究巢鼠的族群生物學，內容將包含族群動態以及族群遺傳結構二大方向。

巢鼠在歐亞主要分布地區主要出現在有高密草本植物覆蓋的棲地，以 4-9 月較暖和乾燥的季節為繁殖期。雌鼠在草本植物高處築小型球狀巢，懷孕期 17-19 日，一胎可有 1-8 隻幼鼠，哺育期約 11-14 日，隨後幼鼠即斷奶離巢。在哺育期，母鼠可立即再懷孕(postpartum estrus)。雌鼠單獨育幼，雄鼠在交配、築巢之後即離開。在台灣，巢鼠的生活史及生殖週期尚不清楚；但在棲地方面，大多是出現在河流、湖泊、沼澤旁，有高密草本植物覆蓋的區域。整體而言，棲地成鑲嵌狀分布，歧異性高。因此，棲地異質性與巢鼠族群空間分布以及時間動態的關係，將是巢鼠的族群生物學之核心問題。

一、 族群生態

巢鼠族群動態的正式文獻報告付之厥如，跟據歐洲自然學者非正式的描述(私人通訊，

英國哺乳動物學會，www.mammal.org.uk)，認為是呈現一種「暴起暴落」(boom-and-bust)的形式，在一年當中可有多次極大的起伏。若「暴起暴落」式的族群動態為真，其成因極可能與巢鼠的高生殖力(每胎 1-8 隻幼鼠，18 天即有一胎)和棲地的高歧異性之間的交互作用有密切關係。在異質性高的區域，高、低品質的棲地鑲嵌散布，其中品質較佳的棲地的族群藉著高生殖與低死亡率，在短時間內累積極多的個體。若由於高品質棲息地的不連續分布，阻礙個體遷移，即可使族群量在短期內暴起(圖 A)。至於族群的暴落，則可能是氣候變動、食物缺乏或天敵激增等因素造成。本計畫希望能經過較長期的監測(三年)，確定巢鼠的族群動態形式，並探究氣候變動、食物量與天敵量等三大因素的相對重要性。我以測試以下假說為目標：

(1). 氣候變動假說 -- 跟據歐洲自然學者的描述，巢鼠在較暖和乾燥的季節繁殖，並推測夏季降雨量可能是限制巢鼠分布的主因。由於台灣是本種分布的最東南端，在低海拔應該沒有氣溫限制繁殖的問題；而台灣乾濕季雨量變動明顯，降雨量較可能會限制巢鼠繁殖或存活率。依此，我假設巢鼠的族群動態應與月降雨量有密切關係。同時因為巢鼠懷孕期 17-19 日，哺育期 11-14 日，若降雨量左右巢鼠繁殖率，則族群量與降雨量之間應有 30 日左右的時間差(time-lag)。若降雨量左右巢鼠存活率，則族群量與降雨量兩者之間應無時間差。

(2). 食物量變動假說 -- 巢鼠的食物包括了草籽、漿果、植物幼莖和昆蟲等。由於巢鼠的體型極小、代謝率高，需要大量的食物，因此食物量極可能會限制巢鼠繁殖。依此，我假設巢鼠的繁殖率應與食物量有密切關係，兩者之間應有 30 日左右的時間差。

(3). 天敵量變動假說 -- 巢鼠的代謝率高，需要不停的覓食，因而時時暴露在天敵之前，因此天敵量極可能會限制巢鼠存活率。依此，我假設巢鼠的族群量應與天敵量有密切關係，兩者之間應無時間差。

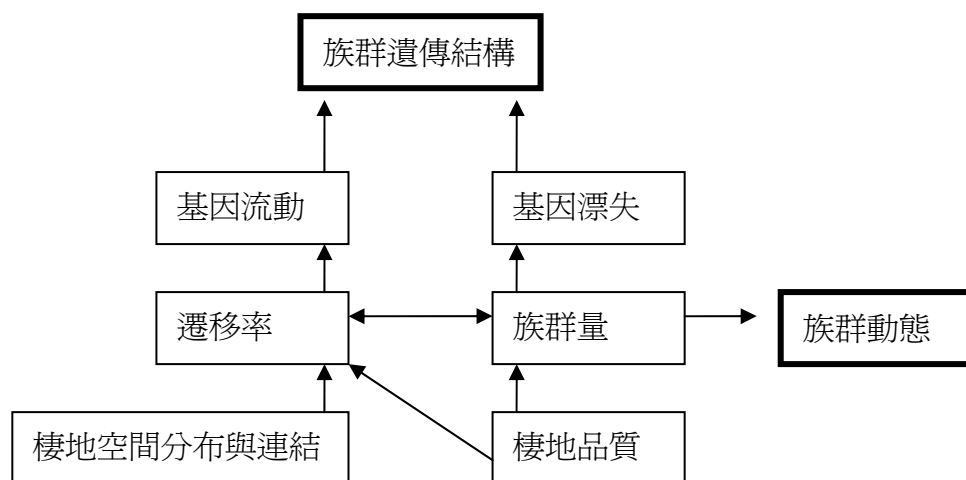


圖 A：棲地的歧異性與族群動態和遺傳結構之間的關係。

二、 族群遺傳

生活在高歧異性的區域也會對巢鼠族群遺傳結構產生重大的影響。高品質棲息地的不連續分布，會使不同棲地的次族群之間的基因流動(gene flow)受限，進而因基因漂失(genetic drift)，而使族群遺傳結構異質化(populations become structured)。雖然族群遺傳結構也受歷史因素：包括突變或地理分布擴張(range expansions)等影響。然而，在較小的空間、時間尺度下，歷史因素的影響力顯得微不足道，仍以基因流動與漂失為決定族群遺傳結構的主因。而前者受個體的遷移率，後者受族群量影響(圖一)。個體的遷移率與棲息地的品質和空間結構有直接關係。例如，遷移率與棲地品質成反比。因此，棲地的異質性，不論是品質或空間分布，對族群的遺傳結構均有極大影響，見圖一。

計劃目的

本計劃將以巢鼠(*Micromys minutus*)為研究對象，目的有二：

首先，在族群動態部分，希望能經過較長期(至少三年)的監測，確定瀕臨絕種的巢鼠的族群動態形式，並探究其中的變因，尤其是氣候變動、食物量與天敵量等因素：

- (1) 棲地歧異性與巢鼠族群空間分布的關係
- (2) 氣候變動、食物量和天敵量對巢鼠族群動態的影響

其次在族群遺傳學部分，分析巢鼠族群內的個體空間分布與遺傳結構之間的交互作用：

野外實驗地

實驗在台北市關渡自然公園內進行，該處位於台北市的西北方，基隆河與淡水河交匯處的北岸(北緯 25°07'，東經 121°28')。是一以草澤為主的溼地生態系統。水位受到降雨量影響而有明顯變動。

關渡自然公園內的草澤地植物群落由高莖與低莖植群鑲嵌分布，高莖植群包括濕生的蘆葦、水燭與早生的巴拉草、田邊鴨嘴草；低莖植群以長梗滿天星、槭葉牽牛及鋪地黍、雙穗雀稗等禾本科為主。

在哺乳動物相方面，關渡自然公園內有小獸類六種：小麝鼩(*Crocidura horsfieldi*)、臭鼩(*Suncus murinus*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)、赤背條鼠(*Apodemus agrarius*)、月鼠(*Mus formosans*)及巢鼠。在該地區活動且有可能捕食巢鼠的天敵包括了野貓、華南鼬、鷺科鳥類以及過境的猛禽類等。

巢鼠的標放

本計劃從 2005 年 8 月開始，至 2008 年七月底止，共 36 個月，每月定期在關渡自然公園草澤地進行小獸類的標放。我們以 7.5 公尺間距設置有 300 個捕捉站的方格式樣區。各站放置一個 Ugglan 活捉器(Ugglan Special live strap, 250 X 78 X 65 mm)，以地瓜沾花生醬為餌。於傍晚佈設活捉器，隔日早晨再巡視捕捉情形(grid-trapping)。每月連續進行三個夜晚。捕得的巢鼠，每隻皆紀錄捕捉站號、性別、重量、生殖狀況(雄性，檢查睪丸下降程度；雌性，檢查懷孕及哺乳狀況)及身體狀況(有無外寄生蟲及傷疤等)。這一部分的資料，可以用來估算族群量，從而建立族群動態形式。新捕得個體並剪指作為編號標記後，於原地釋回。剪下的指節置於 1.5 ml 離心管中，以 95% 的酒精保存，以作為 DNA 萃取及基因型判讀(genotyping)之用。

DNA 萃取及基因型判讀

我們將從實驗地帶回的巢鼠指節組織中萃取 DNA，並採用微隨體為 DNA 標記來判讀個體的基因型，詳細方法，不再贅述。預估應可有 10-15 個基因座在關渡族群中呈現多型性，作為親緣關係鑑定及量化族群遺傳結構之用。

棲地歧異度、食物量、天敵量

一、 棲地測量

在樣區內，我們將每月一次測量巢鼠的棲地歧異度：包含水位變化與主要植種的覆蓋度。主要植種包括了蘆葦、水燭、巴拉草、田邊鴨嘴草、鋪地黍、長梗滿天星、雙穗雀稗、槭葉牽牛。

二、 食物量

巢鼠的食性極為廣泛，包括植物性及動物性食物。因此，我們將以關渡草澤地中的植物種子以及昆蟲為目標估計其食物量。咨分述如下：

(1) 種子量：

在各捕捉站之間，隨機取一個 1 m x 1 m 正方形區域，記錄區域內植物種類及覆蓋度，並收集所有開花或結有種子的草莖，帶回實驗室烘乾、分類、稱重，用來估計樣區內單位面積之種子量。將以此方法每月測量一次，且應避免與前次取樣區域重複。

(2) 動物性食物量：

每月固定測量一次，在各捕捉站之間，以掃網方式捕捉昆蟲，在早上 7:00 以及傍晚 5:00 各進行昆蟲捕捉一次。同時隨機選取一個 1m x 1m 的正方形區域，收集下層枯腐植物帶回實驗室，以 Berlese 漏斗收集枯腐植物間之昆蟲。藉此估計實驗地內的動物性食物量。

三、天敵量

巢鼠在關渡草澤地的可能天敵包括華南鼬、野貓以及猛禽和鷺科鳥類。我們將在樣區中設置 Tomahawk 捕捉器(5 x 5, 間距 20 公尺)捕捉標放華南鼬，並輔以其他方法(hair traps)，估計華南鼬在樣區內的族群量。而猛禽和鷺科鳥類的族群量將藉由關渡自然公園的定期鳥況調查來估算。

肆 初步結果

本計劃從 2004 年 8 月 25 日進行第一次捕捉到 2007 年 5 月最後一次捕捉為止，共進行了 23 次捉放。另加上原先已有 2004 年 3 月至 7 月的 5 次捉放。族群動態隨著時間有很大的變化（圖一），顯示巢鼠在春天即 2-5 月份的族群量明顯較其他季節多，而且在晚秋(10 月)有族群暫時滅絕的情形。此一族群瓶頸效應(population bottleneck)對族群遺傳的影響，我們將會更進一步探討。關渡巢鼠族群性別比全年均偏向雄性（圖一），在族群量高於 5 的月份約佔 71%。巢鼠的出現頻度以樣區之東西兩端較多，中間部分明顯較少出現（圖二），此分布狀態明顯與棲地的類型有關，顯示巢鼠主要分布於植被較密，水位較低之區域。

新的巢鼠個體在 9 月開始加入族群，數目在秋、冬持續增加，族群量在 3 月達到顛峰；5 月雨季一到，族群量就急速下降（圖三）。以巢鼠懷孕期 17-19 日，哺育期 11-14 日來推測，巢鼠幾乎全年皆可繁殖，而以冬季(1-3 月)為高峰。然而，巢鼠的個體代換率(turnover rate)極高，在族群量高於 5 的月份，每月約有 45%的代換率（圖四）。

在利用微體基因座進行巢鼠的族群遺傳分析部份，實驗目前已有 20 組完成測試，其中找出 9 組可以使用的引子，接下來即可利用微體基因座進行巢鼠的族群遺傳分析。

計劃成果自評

經過 26 個月的實驗發現，實驗地點的棲地(植被)異質性高且隨季節變化極大，影響著巢鼠族群之空間分布和時間動態，目前正積極進行統計分析。實驗的分子遺傳部分進度雖略有落後，也正積極進行之中。預計在今年夏天可先發表巢鼠微體基因座之簡訊，在今年秋冬可發表棲地歧異性、族群空間分布、與族群遺傳結構之相互關係之論文。

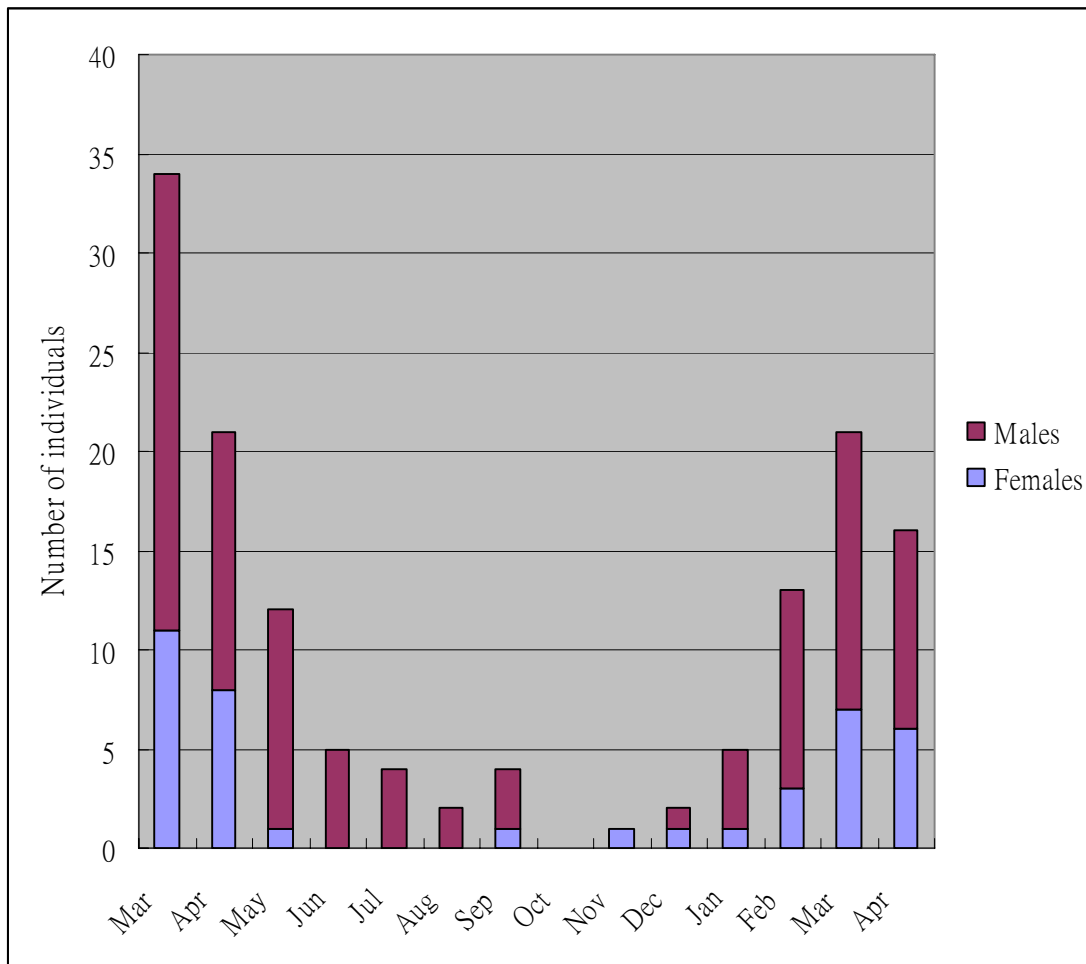


Figure 1. The population of harvest mice showed strong fluctuations within the year. A population crash occurred during the summer-fall season. The age structure remained male biased throughout the year.

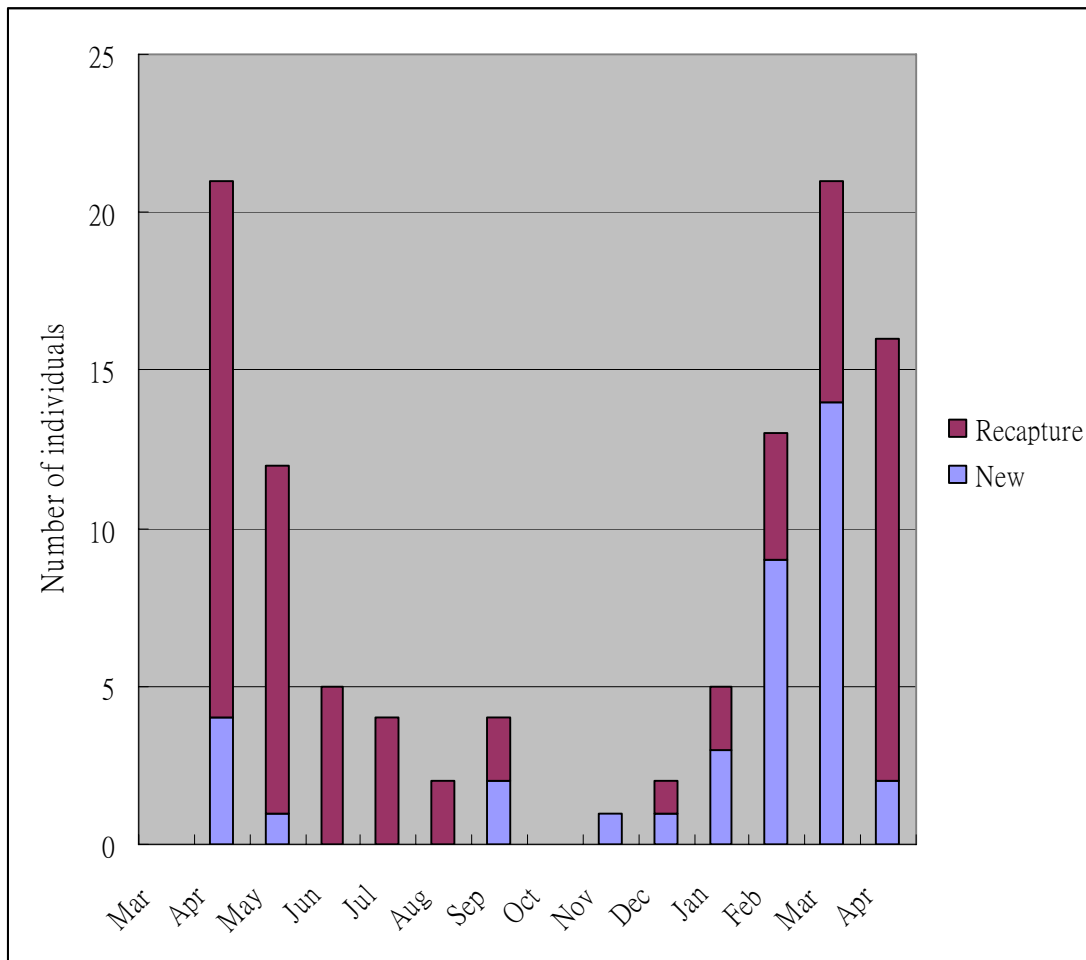


Figure 3. New recruits entered the population starting late summer (September), increased over fall and winter, and peaked in March. The result suggested that the harvest mice bred almost year round except for early summer (May- July). The breeding activity peaked in winter (January - March) assuming a 4-5 weeks pregnancy and gestation period).

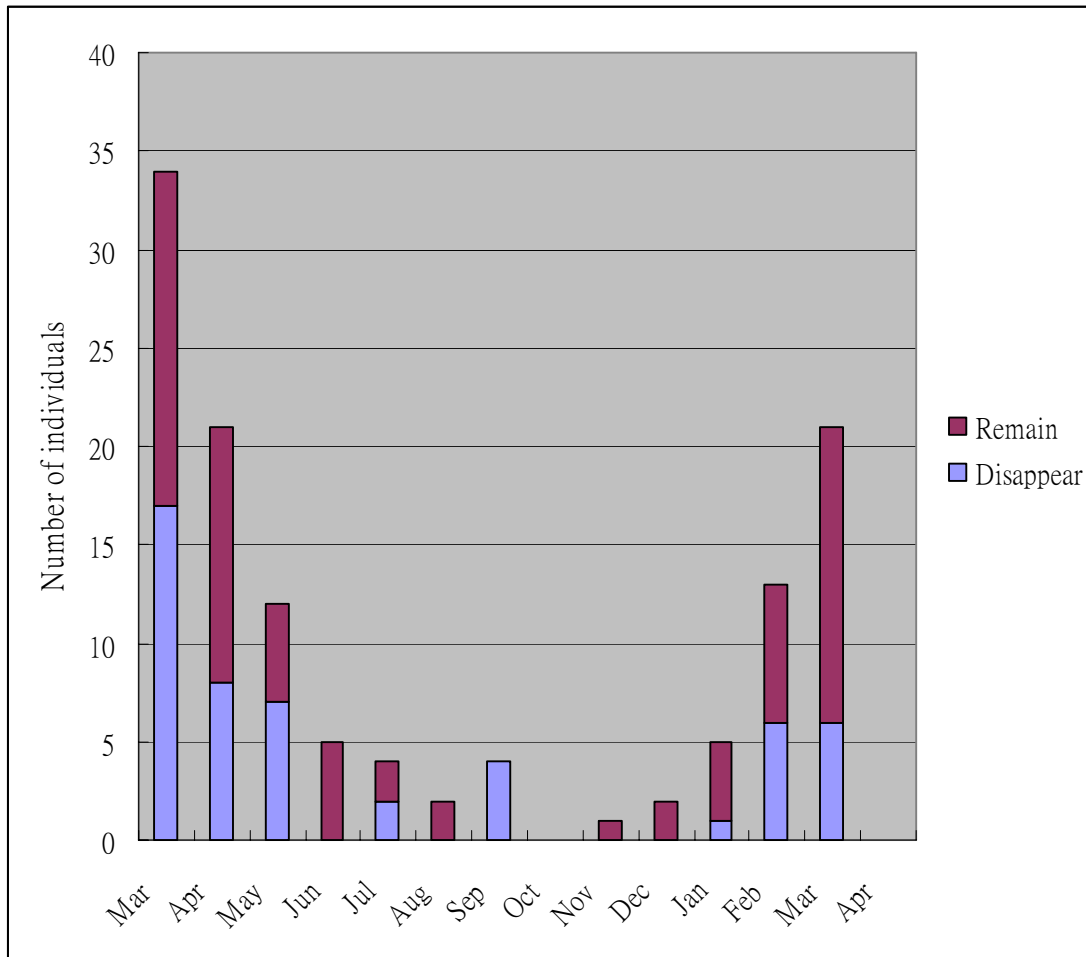


Figure 4. The turnover rate of the harvest mice population was relatively high at about $45 \pm 5\%$ (MEAN \pm 1SE) during the months when population sizes were above 5 (February-May).

出席國際學術會議發表之論文摘要

以下論文將在美國哺乳動物學會年會(American Society of Mammalogists Annual Meeting)發表。將在美國 Albuquergue 市(New Mexico, USA, June 6-12, 2007)舉行。由於尚未成行，故未附會議心得報告。

Seasonal dietary changes of Formosan mouse (*Mus caroli*) revealed by stable carbon and nitrogen isotopes

Cheng-Wei Lee¹, Wen-Yuan Kao¹ and Yu-Teh Kirk Lin¹

¹ Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University
Institute of Ecology and Evolutionary Biology, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, Republic of China

Presenting author: Yu-teh Lin

The Formosan mouse (*Mus caroli*) in Taiwan is an omnivore feeding on herbal seeds and invertebrates. We hypothesized that the feeding on invertebrates by the Formosan mouse would decline during winter when the abundance of invertebrates may decline. We used stable carbon and nitrogen isotope analysis of mouse hair samples to monitor the seasonal change of diet at a salt marsh in northern Taiwan between June 2005-May 2006. A multi-source mixing model showed that the invertebrates made up up to 74% diet of the Formosan mouse regardless of seasons, and the species was a secondary consumer around the year. It was probably because invertebrate biomass remained constant through seasons. However, the stable carbon isotope values indicated that during summer, when C4 plants produced a large number of seeds, C4 plant contributed more carbon source to Formosan mouse than in other seasons. We inferred that the seasonal shift in carbon source was due to the greater abundance of invertebrates feeding on C4 plants during summer