

農委會林業特刊第二號  
COA Forestry Series NO.2

# 松鼠爲害林木防治研討會論文集

PROCEEDINGS

SEMINAR ON THE CONTROL OF SQUIRREL

DAMAGE TO FOREST TREES



# 松鼠爲害林木防治研討會論文集

PROCEEDINGS

SEMINAR ON THE CONTROL OF SQUIRREL

DAMAGE TO FOREST TREES

行政院農業委員會印行

中華民國七十四年四月

# 松鼠爲害林木防治研討會論文集

PROCEEDINGS

SEMINAR ON THE CONTROL OF SQUIRREL  
DAMAGE TO FOREST TREES

中華民國七十四年四月二十三日至二十四日

主辦單位：國立臺灣大學森林學系

合作單位：行政院農業委員會

協辦單位：行政院國家科學委員會

國立臺灣大學實驗林管理處

臺灣省林務局

臺灣省林業試驗所

編輯：國立臺灣大學森林學系

發行：行政院農業委員會

Held at Chitou Tract, Experimental Forest of National  
Taiwan University, Nantou, Taiwan,  
Republic of China.

April 23-24, 1985

Sponsored by Department of Forestry, National Taiwan  
University in Cooperation with Council of  
Agriculture.

Co-sponsored by National Science Council.

Experimental Forest of National Taiwan University,  
Taiwan Forestry Bureau,  
Taiwan Forestry Research Institute,

Edited by Department of Forestry, National Taiwan  
University.

Published by Council of Agriculture, Executive Yuan.

# 松鼠爲害林木防治研討會論文集

PROCEEDINGS

SEMINAR ON THE CONTROL OF SQUIRREL

DAMAGE TO FOREST TREES

## 目 錄

序 言.....	戴廣耀.....	1
1. 台灣鼠類研究與防治概況.....	古德業.....	3
2. 台灣赤腹松鼠對於森林爲害及其防除之造林學的研究.....	郭寶章.....	17
3. 飛鼠之生態與行爲研究.....	林曜松 · 李培芬 · 蒲唐納 · 王立言 · 侯平君 · 謝寶森.....	19
4. 赤腹松鼠之行爲研究.....	周蓮香 · 林曜松 · 莫顯蕃.....	25
5. 整合性有害動物經營與松鼠害防治.....	尤少彬 · 林曜松.....	41
6. 台灣中部飛鼠生態之研究.....	張萬福.....	45
7. 爲害造林木松鼠類動物之鑑定——依樹皮屑片爲基準.....	郭寶章 · 何鴻育.....	69
8. 抗松鼠爲害杉木品系之選育(I)樹皮含樹脂量與松鼠爲害之關係 .....	黃松根 · 謝瑞忠 · 康佐榮 · 傅昭憲.....	81
9. 台灣杉松鼠忌避成份之化學分析.....	鄭玉瑕 · 高 清 · 李城鳴.....	87
10. 赤腹松鼠對誘引物之授受性試驗.....	郭寶章 · 呂理昌.....	97
11. 可滅鼠毒殺赤腹松鼠之機制與效應.....	郭寶章 · 應之璘 · 呂理昌 · 林季櫻.....	103
12. 不同殺鼠劑毒殺效果之研究.....	姜家華 · 施能毅 · 蔡 輝 · 陳茂雄 · 呂正吉 · 江桓冲 · 鄧偉雄 · 簡文村 · 王亞男 · 劉筱馨 · 鍾年鈞 · 顏秉貞.....	113
13. 造林地松鼠毒殺效果評估之芻議.....	郭寶章 · 李惠蘭 · 劉一新.....	125
14. 台灣森林鼠害之防除與研究.....	應之璘 · 蘇學波.....	135
15. 撫育對柳杉造林地內松鼠活動與爲害之影響.....	郭寶章 · 廖宇廣.....	147
16. ECOLOGY AND CONTROL OF DEBARKING BY TREE SQUIRRELS .....	Walter E. Howard .....	157
17. METHODS OF SAFEGUARDING NONTARGET WILDLIFE WHEN CONTROLLING RODENTS .....	Rex E. Marsh .....	169
致 謝 詞.....		189

# ‘松鼠爲害林木防治研討會

## 序 言

本省森林面積遼闊，自光復以來爲加強林業建設，積極擴大造林，對於厚植森林資源，貢獻殊大。現今人工林造林面積已逾 500,000 公頃，分佈於低中海拔林地，其中針葉樹造林地面積約佔三分之一，以杉木、柳杉等樹種爲多。該地原有林相爲適於松鼠棲息之天然闊葉林，天然林經過皆伐而以針葉樹種取代之後，造林木每遭赤腹松鼠之剝皮爲害，全省各林區凡屬針葉樹人工造林地，幾乎均有不同程度之爲害。受害木如屬幼齡易形枯死，壯老林木生長則生長受阻，進而使木材之利用價值大爲降低，影響育林成果至深且鉅，故防治松鼠爲害，實爲台灣森林保護上之重大問題。

自民國 50 年起，台灣省林務局已重視松鼠爲害之嚴重性，進行松鼠防除，以減輕爲害。早期之防治在獎勵捕殺搜購松鼠尾，期間甚長。繼之施行毒殺均略見效果，然始終未能全面的控制松鼠之爲害林木，在民國 50 年代，農復會開始協助防治研究工作，並不斷補助有關機關推行防治措施，尤以台大實驗林已獲良好之防治成果，收獲頗大。至民國 67 年，國科會將松鼠爲害林木問題，又列爲研究重點，曾邀集台灣大學森林學系、動物學系、東海大學環境科學研究中心及台灣省林業試驗所等單位有關人員組成小組，進行一系列之基本研究，經補助研究 3 年（有一項計劃延至 5 年），共完成 12 項之研究計劃，對於今日松鼠之防治，實已提供重要之資料。在此期間，國科會爲提高松鼠之研究成果，並作學術上之交流，曾於民國 69 年及 70 年間，與農復會台大實驗林及林試所等有關機關，舉辦松鼠之生態與防治研討會兩次，發表論文 20 餘篇，當時並邀請美國加州大學脊椎動物生態教授 Dr. Walter E. Howard 來台指導，討論及評估松鼠問題之研究，貢獻甚大。

民國 71 年起，農發會對於松鼠之防治繼續擴大補助研究項目，仍由上述研究小組人員申請計劃，進行較實用性之多項試驗。三年來共補助研究計劃達 10 餘項，對於本省正在推行之松鼠防治工作，提供極有價值之參考資料。當今已進入第四研究年度，爲明瞭三年來所獲結果及交換心得，以求改進特舉辦松鼠爲害林木防治研討會。此次仍邀請美國教授 Dr. Walter E. Howard 來台指導，作一客觀的評估與建議，相信對於今後之研究與實地之防治工作，必有裨益。此次研討會共提出 14 篇論文，乃近年有關松鼠與飛鼠生態與防治研究之珍貴成果，內容豐富，頗具創見，希望此論文集能供爲目前台灣松鼠爲害防治上與研究上之重要資料，將更加深本研討會之舉辦意義。

行政院農業委員會 戴廣耀謹識

中華民國七十四年四月

# 台灣鼠類研究與防治概況

古德業\*

〔摘要〕台灣地區之鼠類防除於民國45年之後始較具規模，尤以46年間所實施之全面防除，曾動員工作人員達6,000餘名，收集鼠尾多至650多萬條，創造世界鼠害防除史上之新記錄。嗣後因限於經費，每年僅作局部防除。馴至鼠隻繁殖日夥，密度大增，爲患日趨嚴重。省府有鑒於斯，乃於民國59年起，策訂全省鼠害防除6年計畫，6年間共使用0.025%殺鼠靈(warfarin)毒餌18,000餘公噸，毒殺鼠隻合計9千餘萬隻，減少糧食損失45萬噸，收效頗大。惟台灣地處亞熱帶，氣候適宜，且連綿種植農作物，食物充足，促使鼠類繁殖迅速，以致防除工作必須有計畫全面持續進行，始能有效控制鼠類爲害與減緩其棲群復原能力。有鑒於此，自68年起，行政院責成農發會召集有關單位，組成台灣區滅鼠工作小組，聯繫協調農林衛生單位統一辦理家、野鼠在同一時間內防除，以收全面滅鼠之效。

依據田間密度測定結果：69年度野鼠防除後密度估計爲280萬隻，70年度爲248萬隻，71年度爲239萬隻，72年度爲229萬隻，73年度爲238萬隻，年防除率平均達82.09%，普獲良好成效。另就辦理情形而言，73年度全盤滅鼠計畫在台灣省農作區野鼠防除率高達82.5%，辦理面積共79萬餘公頃。台灣省家鼠防除率達76%，防除戶數達300萬餘戶。台北市之防除結果分別爲家鼠防除率達88.05%，野鼠（耕地）達81%毒殺率。高雄市家鼠毒殺率達87.5%，而耕地野鼠防除率達77%，成效斐然。綜合結果計毒殺3,000萬隻以上的老鼠，使用金額共計1億4千餘萬元。

74年度滅鼠工作於本同年2月1日至7日滅鼠週期間辦理，以全面統籌方式擴大推行包括農作區野鼠、家鼠、林地鼠類，高達公路沿線野鼠及倉庫鼠類，在有關單位周密聯繫配合下，預計可望順利達成預定目標。

## I. 前 言

台灣地區農作物之生產，經由病蟲害防治、栽培施肥改進及育種等之研究發展，使產量漸趨穩定，惟有害脊椎動物之防治研究，如鼠害、鳥害等，因技術上之困難及所須經費龐大，致以往較不受重視，以致對農作物之生產及貯藏期間構成相當幅度之耗損，對衛生傳播疾病亦構成威脅影響。

由生態演化觀點而言，在數世紀前，因人口較少，糧食有餘，且廣大地區尚未開發，在地廣人稀的情況下，有害動物於其棲息處所中可獲得之食物不虞匱乏，又其天敵數量較多，故有害動物尚不足以構成威脅，而人類與有害動物之間的生存競爭比較不易產生明顯衝突，但因隨著人口之增多，開發地之增大，人爲的因素造成更多、更大、更具保障的鼠類棲所，加上天敵如鷹、蛇等棲所之縮小及被獵食，以及鼠類本身之優良生存習性，如體型小、行動敏捷、晝伏夜出、雜食性及繁殖率高等，在如此有利條件下致使其繁衍不絕。

估計每年由鼠類所造成糧食的損耗，約佔全世界糧食收穫量的百分之五，此數足可供給十三億人口食用一年；同時每年因鼠類與昆蟲所造成農作物之總損失，約佔四千億美金，而其中五分之一（約八百億美金）之損失爲鼠類所造成。由以上數字的顯示，雖未必十分準確，但無疑地均強調鼠類爲害

\* 行政院農委會農糧處副處長

農作物之嚴重性，其中尤以熱帶地區為甚。

本省地處亞熱帶，四季氣候溫和，且農地劃分複雜，造成許多良好的鼠類棲息場所，致鼠害嚴重。而其對人類構成的直接威脅，是影響人類健康及造成人類經濟上的損失，他如啃咬衣物、家具及破壞建築物等等，自不在話下，而為害最嚴重者，應該是米谷糧倉了。

據報導，一隻老鼠每天消耗食物約二十克，排泄七十顆糞便及十六毫升的尿，附帶的遺留下許多體毛，造成大量的污穢食物，減少經濟利用價值。如把這些因素推算在內時，則本省每年因鼠類所造成的糧食總損耗量實難以估計。

除此之外，鼠類尚會傳染疾病，其中以鼠疫最為可怕，蔓延快且死亡率更高。

估計本省田間農作物在民國 65 年以前每年遭受鼠患損失高達廿八萬噸。近年來由於加強農作區鼠害防除，野鼠棲群密度已普遍下降至一千五百萬隻以內，每年每隻野鼠以耗損糧食五公斤核算，可減少損失達十二萬五千公噸。目前鼠類防除計畫仍在進行，野鼠密度將逐漸下降，減少農作損失。

## II. 鼠類之習性及生態

鼠害防治之研究，須從瞭解其生態及基本生物學方面著手，以便對症下藥。故首先須研究其感官、生殖能力、取食習性、活動範圍、生活史、行為、棲息環境及棲群構造變化之原因等。現今之鼠害防治研究不應再在「嘗試與錯誤」之前題下打轉，不但費時、費錢，且常遭失敗。因此多了解鼠類的生活習性及其與周遭環境之生態關係，常有助於鼠害問題之通盤瞭解，減少許多防治上的困難。目前對於防治方法的難以標準化為最大之困擾，此乃因鼠類能適應甚為複雜且多變化的環境之故。

鼠類分佈及活動範圍頗廣，以台灣之環境而言，要明確劃分鼠類之分佈區實屬不易，目前以其棲所之不同，概分為野鼠、家鼠及倉庫鼠類，而三者之間其種類略有不同，較為常見者為：

野鼠：月鼠、小黃腹鼠、赤背條鼠、溝鼠、鬼鼠

家鼠：溝鼠（褐鼠）、屋頂鼠、家鼠、錢鼠等

倉庫鼠類：溝鼠、小黃腹鼠、月鼠、家鼠、錢鼠、屋頂鼠等

就野鼠而言，台灣的野鼠，據調查計有七屬十三種，其中主要為害農作物的野鼠計有五種，即鬼鼠、溝鼠、小黃腹鼠、赤背條鼠及月鼠。且據觀察得知，鼠吃食的植物甚雜，達三五科九十種之多，其中佔比例最大的為豆科的花生與葛，禾本科的水稻與甘蔗及旋花科的甘藷。又水稻莖亦常受害，不僅做為築巢用且吃食。因此，可看出鼠類喜吃含蛋白質、澱粉質及水分較多的食物，但是鼠類除直接吃食之外，附帶地糟蹋了更多的食物。

鼠類攝食，一般均在傍晚，當飢餓或過分擁擠時，在白天亦常可見到。又食物如置放在暴露處，或量太多而無法很快吃完時，通常均被搬至隱蔽處再吃；大多數的鼠類會隱蔽或儲藏相當量的固態食物，但事後不一定吃。鼠類首先接觸到陌生的食物時，會表現出十分謹慎懷疑的態度，因此在置放毒餌時，常先置放無毒餌料數天，使鼠類習慣吃食它，避免忌食現象產生，用來增大日後毒餌接受性。

雖然鼠類的食性十分複雜，任何種類食物均吃，但不同種類及棲群之鼠，仍有其較喜愛的食物。一般而言，鼠類較喜食自然存在的植物性食物，但因棲息環境的不同，其嗜食米谷、花生、甘藷、甘蔗、昆蟲、魚、飼料、水果……等的程度亦異，這是因鼠類分佈地區、種類與食物缺盈來源等的不同，致使其對食物嗜好性亦產生差別，致因分佈地區的不同，常造成對食物不同的喜好。

鼠類的遷移受食物及氣候的影響最大，在台灣因氣候溫和，四季作物生長不斷，因此極少有長距離的遷移。野鼠一般喜棲息於墓園、荒蕪地、堤岸、叢林、牛、豬舍、養雞場及糧倉等地，因此除非有火災、水災或大量天敵侵入，否則實不易使其遷離上述各地。

一般鼠類的活動範圍均甚有限，但其中最主要的支配因子為水、食物及隱蔽處，因此其活動範圍

- 的大小亦有不同，有從數呎至數百呎，可知鼠類的活動範圍，受環境的影響甚大。

鼠類的視覺較差，一般均呈色盲，其對外界物的感受，僅能辨別光度的強弱。因此，為了安全起見，一般毒餌可添加警戒色彩，以避免傷及人畜。

鼠類因視覺較弱，其感覺主要靠嗅、味、觸及聽覺，尤其常用嗅覺來辨別食物、異性及不同種類的鼠。又其味覺方面的感受非常敏銳，當其嘗到一喜愛的食物時，其味覺上的感受常遮蔽其嗅覺上的感受。

鼠類的聽覺敏銳，可聽出危險的訊號而逃逸。在觸覺方面，鼠類具有很敏感的觸鬚及身體上的防衛體毛，使其在黑暗中能沿著物體行走及在洞穴中行走自如；此外鼠類亦具有很好的平衡感，如可在電線上行走自如。

鼠類一般均在夜間偷偷摸摸的行動，因此在白天不易見到，除非此一地區的鼠類棲群密度甚高時，才會在白天出來活動。鼠類在其走過之處常會留下許多跡象徵狀，這些徵狀的存在，可做為決定鼠種及危害程度等的依據。因此，要判斷何種鼠類存在及其危害程度時，須盡可能地觀察一切可能遺留下來的跡象，如為害狀、糞粒、通道、足跡及洞穴等。

### Ⅲ. 鼠類防除方法

有關鼠類防除方法，必須防與除並重，一般建築物、糧倉的鼠出入通道，特別應在牛、豬舍、養雞場及糧倉等處，加強防鼠措施，其他如建築物的結構須符合防鼠的條件。一般公共地、垃圾場及房舍內，須盡量作到斷絕鼠糧的地步。

滅鼠的方法甚多，現略述如下：

- (1) 物理滅除法：利用捕鼠器、陷阱、灌水、掘土、電殺、玻璃斜埋、超聲波。
- (2) 生物滅除法：利用病菌、寄生蟲、天敵等。
- (3) 化學滅除法：利用毒氣燻蒸、殺鼠劑、毒餌、毒粉等。

上述諸法，均各有其優劣點，因此在執行防除鼠類時，除了須防與除並重外，尚須採用二種以上的方法交互運用，才能達到最佳的防治效果。

就應急的防鼠措施中，以毒殺法最易收效。此法為目前世界各國普遍採用的鼠害防治方法，因其操作簡單易行，主要為將殺毒劑添加於各材料的食餌中，誘引鼠類吃食，導致中毒死亡。

一般化學殺鼠劑可分為兩種：一為急性（單一劑量）殺鼠劑，即鼠類只要吃食一次就可達到將其致死的劑量。另一為慢性（多次劑量）殺鼠劑，即一般所謂抗凝血殺鼠劑，屬慢性累積性毒劑，鼠類需經多次取食，逐漸破壞其體內的凝血機制導致內出血而死。

一般而言，使用慢性殺鼠劑較使用急性殺鼠劑安全且有效，因慢性殺鼠劑毒性較低，且鼠類不會產生忌食的現象。但在有些情況下，必須使用急性殺鼠劑，即當鼠類的棲群密度過高，嚴重危害農作物，侵入糧倉，傳播疫病時，則須先以急性毒劑將其棲群密度壓低，而後再置放慢性殺鼠劑毒餌，以防止殘存或外地侵入的鼠，重新建立起一新的棲群；此種急性及慢性殺鼠劑交替循環使用的方法，常見於歐美，且據報導效果甚佳。

又急性毒餌的使用，以每年一次，至多二次即可，因鼠類對此等藥劑極易產生忌避現象，因此在使用急性毒餌時，若先置放無毒餌料三~五天（即所謂前餌法），然後再置放急性毒餌，則毒餌的接受性會增高，毒殺效果亦會較良好。

又全面性的防治，為鼠害防治收到效果的重要措施，因為少數未防治的農地，將造成鼠類良好的棲息及繁殖場所。因此鼠害防治計畫、研究與執行必須持續長期進行，才能使田野及倉儲中的鼠類棲群減少，甚或達到絕跡的程度。



## IV. 歷年來鼠害防除概況

本省鼠害防除，約於民國 15 年開始，當時防除對象為甘蔗園之野鼠，使用藥劑為「磷劑」，以其連續使用，老鼠產生忌食現象，致效果逐漸降低。次則改用「燻煙法」，但因限於設備，未能普遍推行。民國 22 年改用「犬捕法」，又因未能與「毒殺法」配合，致防除成效不顯著。後來恢復使用「毒殺法」，並配合以「竹弓捕鼠器」及「犬捕法」，但收效仍然不大。

光復之初，本省糖業荒蕪殆盡，政府接收後，致力於蔗作面積之推廣，鼠害防除無暇顧及，而一般民衆亦束手無策，致鼠患漸趨嚴重。民國 40 年開始，台糖研究所使用「殺鼠靈」(warfarin) 毒餌，作防除試驗研究，結果獲得優良效果，並因而奠定日後全面防除之基礎。

(一) 民國 46 年全面防除：

由農復會、農林廳、糧食局、省農會等聯合組成「台灣省野鼠防除委員會」，訂定計畫與實施大綱，全面防除野鼠，計收集鼠尾 6,570,000 條，首創當時之記錄。

(二) 民國 47 年～58 年間重點防除：

限於地方財政困難，僅由地方政府與農民作重點防除，收效不大，鼠類又繼猖獗，各界屢次建議應採全面防除。

(三) 民國 59 年～65 年台灣省鼠害防除六年計畫：

基於前數年之經驗，由農林廳、衛生處、糧食局等成立「台灣省鼠類防除計畫執行委員會」，並參酌經費與本省天然地形，北以大安溪，南以濁水溪為界，劃分「南」、「中」、「北」三區分來辦理，防除對象包括家鼠、野鼠，採用低毒性之 0.025%「殺鼠靈」毒餌，共計一萬八千公噸，毒殺鼠隻合計九千萬條，減少糧食損失估計為 45 萬噸，收效頗大。

(四) 民國 66 年～68 年度野鼠防除：

六年計畫結束後，省府農林廳、衛生處及台糖公司等自行編列預算，辦理鼠害防除。

## V. 現階段 (69 年度起) 推動全面滅鼠計畫

(一) 緣由：

行政院院長孫運璿於 68 年 5 月 17 日行政院院會中指出，在年初的台北市議員質詢時，認為政府主管機關將老鼠分為「家鼠」、「街鼠」、「田鼠」三種。「家鼠」的滅鼠工作由衛生局負責，「街鼠」的滅鼠工作由環境清潔處負責，「田鼠」的滅鼠工作在市區內管轄的由市建設局負責，但一般農作區別則由省農林廳負責督導及執行，可見各機關仍存在著「本位主義」，彼此聯繫及協調都不夠。為此，孫院長指示農發會邀請內政部、衛生署、省市政府及台糖速行研擬全盤滅鼠計畫，自 68 年 7 月起執行。

鑑於以往農業及衛生有關單位每年進行滅鼠(家鼠、街鼠、田鼠)工作時，撲滅消除鼠害時期及宣導配合協調，未盡理想，且現行防除老鼠的工作在執行時由政府主管機關分頭進行，分為家鼠及田鼠二種，為期徹底壓制鼠患，今後之滅鼠工作，在分工協調方面應力求各有關單位會商辦法，統籌辦理。

(二) 69 年度起滅鼠工作籌劃及實施要點：

1 訂定鼠類防除週，全面執行滅鼠工作

為使野鼠與家鼠統一徹底防除，每年於 12 月下旬至 2 月上旬訂定滅鼠週，全面辦理滅鼠工作，以達全省在統一時間內實施防除鼠害。

2 定時完成毒餌之製配及充分分配供應毒餌量：

毒餌之準備由各執行單位統籌協調辦理，由農林廳及省市環境保護局負責召集會商，毒餌之採購原則採取一致行動，同型毒餌標準規格一致，如此將有助於毒餌之供應。

### 3. 加強連繫及宣傳教育：

為加強農林衛生單位密切配合連繫滅鼠工作，在辦理全面滅鼠（滅鼠週）之前，由省農林廳統籌負責擴大宣傳，透過大眾傳播如電視、收音機、宣傳車等廣播，以及報章、海報等宣傳，喚起民衆注意，在滅鼠週時實施毒殺。

### 4. 策劃本省耕地部份重點防除：

本省耕地面積達九十多萬公頃，因環境、栽培作物不一，鼠類分佈差異甚大，為使防除工作達最大經濟效益，74 年度耕地部份係根據 73 年度各縣市野鼠密度測定之多寡，訂定最基本單位毒餌用量付諸實施（表 1）。並於重點防除之外，於 72 年度起在沿海鼠類密度較高鄉鎮，在九月下旬配合台糖蔗園鼠害防除，同時辦理增加防除一次，以減少農作物損失。

表 1 73 年度野鼠防除各縣市使用各種毒餌單位面積用量表

縣市別	沿海雜作區		靠山稻作區	
	0.025%「殺鼠靈」粒狀毒餌 0.025%「殺鼠靈」臘米毒餌(公斤)	0.005%「可滅鼠」臘米毒餌(公斤)	0.025%「殺鼠靈」粒狀毒餌 0.025%「殺鼠靈」臘米毒餌(公斤)	0.005%「可滅鼠」臘米毒餌(公斤)
北區：宜蘭、台北、桃園、新竹、苗栗等縣及基隆市	2	1	2	1
中區：台中、彰化、南投等縣及台中市	2	1	2	1
南區：雲林、嘉義、台南等縣	4	1	2.5	1
台南市、高雄、屏東縣	2.5	1	2.5	1
東區：台東縣	2.5	1	2.5	1
花蓮縣	2.5	1	2.5	1

### 5. 加強公共地野鼠防除：

公共地如墓園、堤防、河岸、排水溝及防風林等，為野鼠良好棲息場所，為根除鼠害，該等地區由政府籌款調製及供應臘米毒餌，並僱工施防，以杜遺漏，達到全面防鼠之目的。

### 6. 評估鼠類防除效果：

鑑於鼠類習性狡猾，非瞭解其基本生態及活動，以釐訂可行防除對策，不足以竟事功。農林廳乃自 65 年度起依據前台灣植物保護中心研究結果策劃野鼠棲群密度測定，藉以明瞭各地區田間野鼠

密度、種類及生態資料。同時此法應用於防除前、防除後的密度測定，以統計分析的結果，已能充分利用作為判定鼠害防除效益評估的依據。

### 7. 73年度家鼠防除實施要點：

為配合野鼠防除計畫同時全面辦理家鼠防除，以減少鼠類傳播疾病，防止疫病流行。同時亦進行測定住宅區家鼠密度，探討防除效果。省市環保局負責本計畫之監督及考核；各縣市衛生局負責經費籌措運用，而各鄉鎮區公所負責本計畫之經費收集及籌措及發動滅鼠及配發殺鼠劑事項。其實施方法為由鄉鎮區公所將滅鼠毒餌分發到各家戶，全省協商配合野鼠防除計畫同時實施。七十三年度家鼠防除戶數為三百九十九萬戶，防除經費共計四千九百九十餘萬元（表2）。

表2 73年度台灣區滅鼠工作綜合執行結果

執行單位	毒餌放置		毒餌型態	毒餌使用量 (公斤)	估計防除率 (%)	使用金額 (千元)
	面積(公頃)	家戶(戶)				
台灣省政府 野鼠	790,432	3,070,126	可滅鼠臘米	605,715	82.5	85,746
			殺鼠靈臘米	89,065		
			殺鼠靈粒狀	412,946		
			撲滅鼠臘米	14,041		
			可滅鼠臘米	254,359		
台北市 野鼠	5,000	625,216	可滅鼠臘米	5,000	81	495
高雄 家鼠			可滅鼠臘米	60,750	88.05	8,849
高雄 野鼠	3,050	301,092	可滅鼠臘米	5,500	77	700
高雄 家鼠			可滅鼠臘米	31,500	87.5	3,712
台糖公司 野鼠	74,768		可滅鼠臘米	47,779	* 莖損率 0.89 %	6,349
		殺鼠靈粒狀	1,745			
		撲滅鼠臘米	732			
高速公路局	** 1,000		可滅鼠臘米	3,250		321
林務局	7,263		可滅鼠臘米	7,450	*** 被害率防 除前 15% 降為 3.5%	1,590
糧食局	**** 765,414 坪	3,576 棟	可滅鼠液態	231	75.16	2,321
合計				1,540,063		147,473

\* 係配合滅鼠週辦理一次（74,768公頃），甘蔗生長期間須施行滅鼠4~5次。

\*\* 高速公路道路兩側全長合計764公里，護坡及交流道綠地辦理滅鼠面積估計約1000公頃，分兩次辦理滅鼠，一次為配合滅鼠週，另外在6月間辦理。

\*\*\* 林務局辦理防治林地松鼠及野鼠類，分佈13個林區管理處，防治效果評估係以比較防治前後林木受害率而定。

\*\*\*\* 糧食局辦理糧倉鼠害防除，73年度辦理543家公糧倉庫計3,576棟，係採用液態毒餌。

#### 8. 加強蔗園野鼠防治工作：

73 年度蔗園防鼠面積全公司施用殺鼠劑者共計 74,768 公頃，共使用毒餌 50,256 公斤（可滅鼠：47,779 公斤、撲滅鼠 732 公斤、殺鼠靈 1,745 公斤）（表 2）。根據調查蔗田鼠害防除效果以取食率估計平均高達 74%，而以原料莖鼠害率計算全公司平均 0.97%，損失較往年為輕。74 年度防鼠面積擴大至十萬八千餘公頃，以徹底防除鼠害。

#### 9. 加強推行台北市滅鼠工作：

台北市於民國 66 年始擴大規模辦理滅鼠計畫，免費供應分發毒餌給市民，由環保局及建設局共同協調配合，實施全面防治。73 年度共辦理家鼠防除 60 餘萬戶，野鼠防除面積 5,000 公頃（表 2）。

#### 10. 加強高雄市滅鼠工作：

73 年度全市共辦理野鼠防除 3,050 公頃，家鼠防除 30 萬餘戶（表 2）。配合台灣地區滅鼠週，由環保局及建設局共同負責辦理全市之鼠害防除工作。

## VI. 效益評估方法

### (一) 野鼠棲群密度測定步驟：

#### 1 概述：

作物受鼠害的損失估計，由於技術上的困難，極難正確地擬出一套方法從事於損失調查。鼠類比病菌或蟲類個體大得很多，在田間繁殖數量要遠比病蟲為少，一般生物棲群動態的推算方法，不適用於鼠類。經由實際之研究，自民國 65 年開始即依據田間的測定，建立一套方法。亦即利用鼠類在田間之棲群密度來估計推算其可能造成對農作物之損耗程度，且經由密度測定來反映當時之棲群密度之高低。

一般測定密度可分為二種：一為測定棲群之絕對密度（absolute density），亦即估計出在調查區域中之所有的動物數目（即 number of animals/per unit area）；另一為相對密度（relative density），即憑藉累積的資料推算出不同地區間各棲群密度差異的比率，但無法知道各種棲群間的確實的棲群數目。又相對密度常被用來研究同一地點在不同時間中，其棲群變動（fluctuation）的情形。就損失估計而言，以採用絕對密度之測定方法為宜。最常用的測定鼠類的絕對密度方法為捕捉除去法（removal trapping）、標識再捕法（capture, marking and release CMR）及誘餌法（baiting），此三種方法曾在 65 年間依據本省農業區域之劃分，選定具代表性之地區辦理密度測定。由調查結果顯示，三種方法中，以捕捉除去法最為適宜且操作簡便，自 66 年後以至本年度，野鼠棲群密度測定即沿用捕捉除去法。

捕捉除去法為基於 maximum likelihood 之推算法而擬定，經 Zippin 氏簡化應用之。密度測定的工作，每年均配合防除週，實施防除前及防除後密度測定。防除前後測定時間均在放置毒餌前後一個月內行之。

#### 2 測定地點之選定：

由各區農業改良場於轄區之各縣分別選定具有該區作物代表性鄉鎮兩個，每鄉鎮設置兩測定小區，其間應有自然隔離，或距離 150 公尺以上，每小區面積 2 公頃，合計 8 公頃。並由各改良場指派具經驗專人負責辦理。全省各地共設置 32 個測定點。

#### 3 測定目的及步驟：

(1) 野鼠棲群密度測定，分為防除前及防除後各辦理一次為原則，其目的：

① 防除前：明瞭該區防除前野鼠種類、棲群密度、復原能力，並提供放毒地點參考。

表 3 歷年野鼠全面防除效果統計表

年別	66	67	68	69	70	71	72	73
防除前 密度 (萬隻)	2,300	1,900	2,100	1,744	1,548	1,244	1,420	1,357
防除後 密度 (萬隻)	870	400	400	280	248	239	229	238
防除 隻數 (萬隻)	1,430	1,500	1,700	1,463	1,300	1,000	1,190	1,119
防除率 (%)	62.17	78.94	80.95	82.89	84.00	80.80	80.24	82.50
備  註							另在雲、嘉、南三縣沿海雜作區辦理重點防除一次毒殺鼠隻148萬餘隻	另在雲、嘉、南三縣沿海雜作區辦理重點防除一次毒殺鼠隻216萬餘隻

近年來每年經由密度測定評估分析的結果顯示，主要的野鼠有五種，即鬼鼠、溝鼠、小黃腹鼠、赤背條鼠及月鼠。73 年度調查中，此五種鼠類的組成百分比，以月鼠的棲群密度為最高，為本省耕地之最主要鼠種，其捕獲率範圍佔總數的 52.52%，赤背條鼠佔 17.69%，小黃腹鼠 20.24%，鬼鼠 5.41% 及溝鼠 2.92%，組成比與例年來之調查結果相近，但與 20 年前所調查的結果略有不同。20 年前的鼠類組成以鬼鼠（捕獲佔有率 37.8%）及小黃腹鼠（21.1%）為最多，而小形之鼠類月鼠（19.3%）及赤背條鼠（9.4%）較少。如果將近年來之調查結果以防除前與防除後相互比較時，其鼠種之組成亦極為相似。

(二) 各不同棲息環境之鼠類組成：

在不同的農作物環境中五種重要野鼠的捕獲組成百分比有很大的差異。以雜作區而言包括甘蔗、玉米、蔬菜、甘薯等，其鼠種以月鼠及赤背條鼠為主；大豆區中 50% 以上的鼠種則以赤背條鼠及小黃腹鼠為主；在稻田中約 70% 的鼠種以月鼠、小黃腹鼠及溝鼠為主，先前之試驗觀察發現鬼鼠為稻田中之最主要鼠種，鼠種棲群比率的變化與作物環境及防治情況有密切關係。

野鼠在農作區的棲群數及組成百分率常受作物相、棲息所、土壤等所影響，換言之，當作物相變更，棲所之易動及掘穴之易難等可影響一地之鼠類組成。

(三) 近年來之鼠類棲群動態及密度：

自民國 66 年始，全省各地農作區之野鼠棲群密度測定，每年皆在進行（表 3）。防除前後之野鼠棲群密度有很大的差異，此亦表示每年防除後均能大幅降低鼠類數目，顯示防除效果良好。鼠類密度依調查結果發現依地區而異，如將本省各農業區區分為六區（桃園、台中、台南、高雄、台東及花蓮）時，73 年之平均密度以台東、台南、花蓮區之鼠隻最為密集，防除前的鼠類密度在台東地區每公頃平均高達 33.4 隻，而在桃園每公頃則僅有 8.6 隻，差異懸殊。基於五年防除前後的實際調查比較，每年防除率均高達 80% 以上，但囿於經費及人力限制，每年全面滅鼠及重點滅鼠均各只作一次，如此鼠類棲群在一年左右又復原至幾乎原來的數目（表 3），此亦顯示鼠類具有很強的棲群復原能

力。

四、成立防除工作推行組織：

組織是行政之張本，只有組織適切有力，行政工作才能期有效。為期在健全組織下合理分工，特由農林廳、台灣省農業藥物毒物試驗所、各區農業改良場、縣市政府及鄉鎮公所、農會成立「台灣省野鼠防除工作推行小組」，分別負責各項工作，如附件 1。

伍、73 年度野鼠防除民意反應調查：

農林廳為瞭解本(73)年度野鼠防除工作之實際情況與農友反映意見，作為爾後推行工作之改進參考。特在鼠隻密度偏高之雲、嘉、南、高、屏等五縣抽樣調查 2,801 農戶，結果如次：

1. 今年得來防鼠消息是從(1)電視佔 33.8%，(2)村里廣播站佔 24.6%，(3)報刊佔 15%。據此仍以電視收效為最大，其次村里廣播站。
2. 您得到的毒餌是(1)村里鄰長或村里幹事送到家佔 75.7%，(2)到村里辦公處領到的佔 24%，(3)沒領到毒餌者佔 0.3%。據此結果可顯示今年毒餌分發普遍，每個鄉鎮辦理人員均能盡責發給農民。
3. 您領到毒餌的日期是在(1)1 月 12 日前佔 68%，(2)1 月 12 ~ 18 日之間佔 30.9%，(3)1 月 18 日後領到毒餌佔 0.8%，(4)根本沒有領到佔 0.3%。據此結果可以顯示大部分的鄉鎮均能如期完成分發毒餌工作。
4. 您領到的毒餌，您認為(1)夠用佔 60.6%，(2)不夠用佔 38.7%，(3)太多了佔 0.7%。據此結果可以顯示，毒餌量大部分足夠應用，少部份的農友覺得不夠用，可能是施放毒餌未拆成小塊使用，或是老鼠的密度太高，致使毒餌消耗快速。
5. 領到毒餌於田間投放前毒餌(1)注意安全妥善收藏的佔 97.6%，(2)隨便放置的佔 2.4%。據此結果可以顯示農友們都能注意妥善收藏毒餌，防止誤食事件發生。
6. 您領到毒餌到田間投放是在(1)1 月 12 日前的佔 14.7%，(2)12 ~ 18 日之間的佔 84.6%，(3)留著以後再用的佔 0.6%。據此結果可顯示出農友們都能按日期在「滅鼠週」期間施放毒餌，使防除效果達到最大。
7. 您到田間投放毒餌是(1)按老鼠多的地方投放的佔 95%，(2)隨便放的 4.6%，(3)田裏沒有老鼠不必放佔 0.4%。據此結果顯示農友們都能瞭解放毒技術。
8. 您認為今年的毒餌使用效果(1)很好的佔 56.7%(2)還可以的佔 41.8%，(3)不好的佔 1.5%。據此結果可以顯示本年度野鼠防除使用之毒餌效果良好。
9. 您認為本年度野鼠防除效果(1)很好的佔 51.6%，(2)還可以的佔 47%，(3)沒效果的佔 1.4%。據此結果顯示本年度野鼠防除效果良好。
10. 您認為今後鼠害防除：(1)須繼續辦理的佔 95.4%，(2)不須繼續辦理的佔 1.9%，(3)由農友自行購藥防除的佔 2.7%。據此結果顯示，野鼠防除必須繼續辦理。

## X. 建議要點

(一)鼠害防除技術，首先必須瞭解鼠類的生活習性與周遭環境之關係，俾便對症下藥，加強鼠類生態研究，殊屬重要。

(二)鼠類之壽命甚長，活動範圍大，繁殖力強，求生容易，為預防少數漏網之鼠隻再繁殖為害，尤以密度偏高之中南部農作區，實施多次重點防除或設置永久毒餌站，繼續予以殲滅之必要。

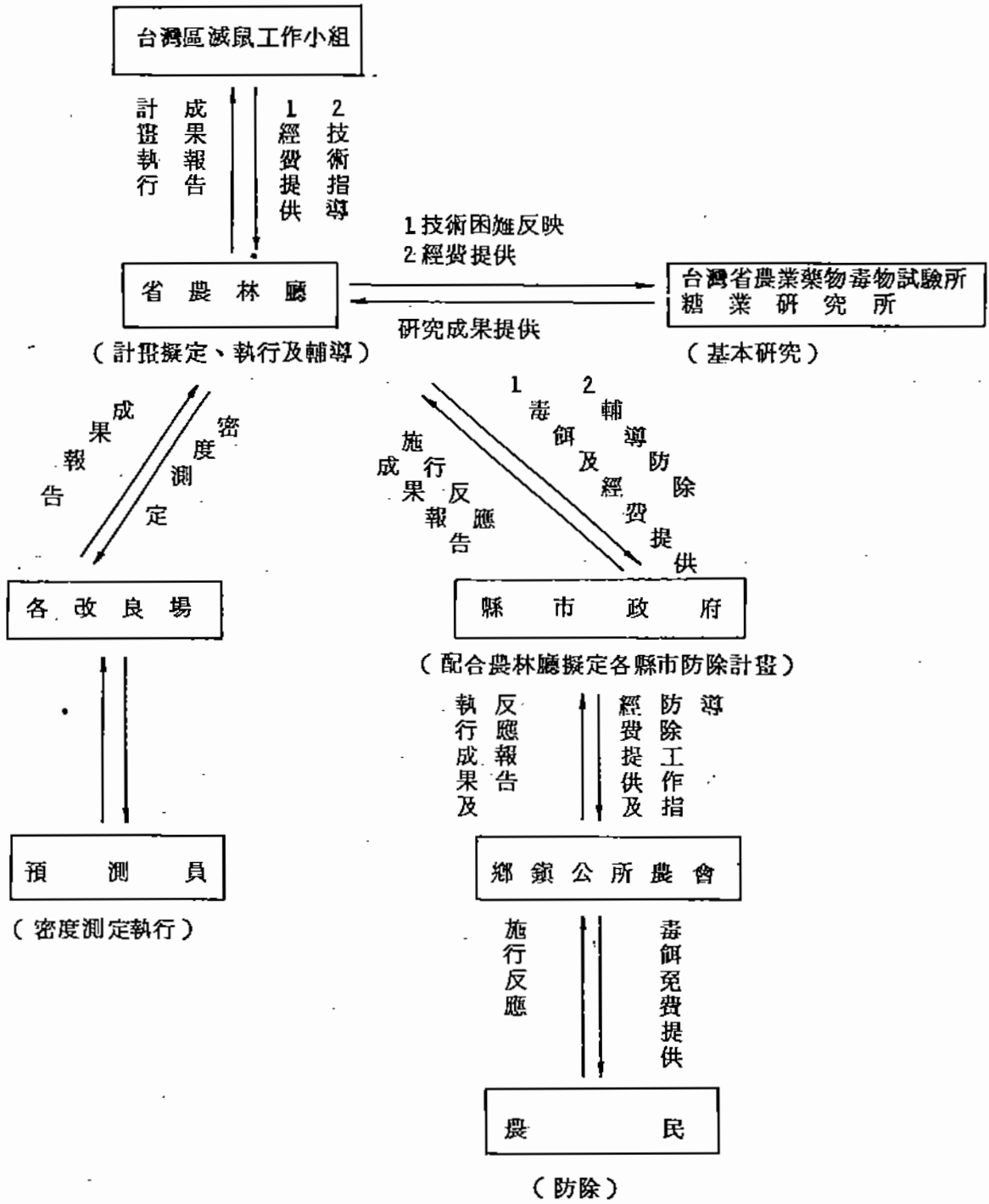
(三)研究選用適當毒餌，鑑於現行使用的殺鼠劑仍以殺鼠靈抗凝血劑為主，今後宜加強研究有效經濟之毒餌，以減少糙米配製毒餌之用量。

- 鼠密度測定爲評估鼠害防治效果之依據，對測定地點之選定及統計分析之處理宜多指派專人辦理。
- (四)加強電視宣導滅鼠工作，配合其他大眾傳播工具，喚起全民重視，積極參與滅鼠工作。
  - (五)擴大全面辦理滅鼠，除現行工作組織外，加強公共地、林地、魚池、港口、禽畜養殖場及營區等之鼠害防除。
  - (六)加強倉儲之防鼠設施，如倉庫結構之改進及排水道、氣窗等防鼠網之設立。
  - (七)加強鄉村市區環境整理及改善。
  - (八)鑑於全面性鼠害防除所需經費至爲龐大，爲應實際需要，擬建議中央列專款統一寬籌經費，以彌補各級政府單位防鼠經費之編列困難。

## XI. 工作展望

鼠害嚴重向爲人類所熟知，過去因缺乏妥善防治政策，亦屬徒嘆奈何，惟自民國 46 年本省全面田野鼠害防除以後，效果卓著，極爲各界所重視，惜因限於預算未能持續作有效防除，以致鼠隻繁殖迅速，密度復又增加，爲害日趨嚴重。省府有見於斯，乃於民國 59 年策定了全省鼠害防除 6 年計畫。辦理結果，毒殺鼠隻高達 9 千餘萬隻，成績卓著。爲避免漏網殘存鼠隻再繁殖爲害，此項防除工作，迄至目前，仍在繼續加強辦理，又近年來，稻谷連年豐收，各地倉庫積糧豐盈，倉庫鼠害問題尤爲嚴重；另外森林中之松鼠等有害脊椎動物爲害問題，也已到不可忽視的地步。均有待加強研究可靠有效之防除方法，以全面統籌協調辦理來減少鼠患，以免損失擴大。總之，鼠害防除工作爲預防重於治療，而且是一種長期性的工作，必須要各有關機構會商辦法，統籌協調推行，野鼠由農林單位，家鼠由衛生單位，同時更要有研究工作配合，以期許達成合理分工，共籌預算及全面防除之目標，則鼠害將不會造成經濟及健康上之重大威脅性。

附件 1 台灣省野鼠防除工作推行組織表





# 台灣赤腹松鼠對於森林爲害及其防除之造林學的研究\*

郭寶章\*\*

## 摘要

台灣三分之二森林面積爲闊葉樹林，原來動植物相亟爲豐富，惜因山地土著民傳統式的亂獵及掠奪式燒墾，使大面積之森林化爲草地，在森林中棲息之大型獸，殆爲捕殺絕滅。同時林業之經營過去及近年所實施之林相變更，曾大面積皆伐天然闊葉林而建造單純針葉林之人工林，及降低野生動物之捕食區，而促進松鼠族群之增殖，在食物缺乏季節，遂造成局部之森林爲害。本研究之目的在分析赤腹松鼠爲害之實況及其爲害之防治法，尤以討論對松鼠爲害之造林學的林業防治法爲重點。

### 1 森林害獸——赤腹松鼠之習性

台灣分佈之樹松鼠（tree squirrel）共有3種，而其中僅一種：赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）構成爲害，有關松鼠爲害林木之事實，早在第二次世界大戰期間即有記載，惟以1960年代天然闊葉林木大面積遭受皆伐後才開始嚴重。

本松鼠主依造林地之林牀植生（蕁類、灌木類及草類）而生存。赤腹松鼠之巢多築於受害林地林木茂密樹冠上。其日間活動以黎明與黃昏之時刻較爲頻繁。本動物門齒銳利，生長速度月平均爲2.5 mm。喜攝取食物以含糖分較高且多汁之水果類，對於百香菓之嗜食性爲最高。在赤腹松鼠之食餌中添加0.1%之香蕉油可提高其取食率，食餌中若添加0.1及0.2%之糖精亦喜取食，又對食餌中加入5%食用醋時亦顯示甚高之嗜好效果。因之，松鼠爲害對樹種頗具選擇性，一般且以食物缺乏之早春剝皮較盛。

### 2 松鼠爲害對林木之影響

赤腹松鼠爲害對於森林之影響，可列爲下列三種形質：造成林木之枯死，生長量之減低及木材利用上之損失。受害木除非年齡幼小，多不枯死。

松鼠剝皮足以妨礙林木之直徑及材積生長，因材部腐朽亦嚴重的影響木材之物理的與機械的性質。被害木木部木材之收縮率，木材徑向彈性率（modulus of elasticity in static bending），縱向引強（tensile strength in longitudinal direction），衝擊彎曲吸引能（absorption energy of impact bending）等機械的性質均較健全木爲低。因之，受害木多不能達到用材之目的。

### 3 松鼠爲害與森林之條件

\*本摘要係轉錄自作者發表在台灣大學實驗林之研究報告（159號，民國74年3月），該報告承農委會補助經費刊印出版，全文共109頁，係作者多年來從事松鼠爲害與防治之綜合性報告，在日本九州大學造林學及動物學教授之指導下，完成論文而獲得博士學位，要感激各方之協助與鼓勵。溯自民國50年代初期，林務局造林組傅組長潮湘、康何課長經由、伊技士榮基、應技正之場等予作者參與松鼠研究之機會，繼續獲得國科會及農委會補助經費以進入系統之研究，其間台灣大學昆蟲系朱謙沂教授、動物系林曜松教授、東海大學張研究員禹福以及加州大學Dr. Walter E. Howard提出非常寶貴之指導與建議，台灣大學實驗林提供研究環境與人員之配合，林務局各林區之支援與協助，均使作者銘感不已，略誌數言，以表謝忱。

\*\* 國立台灣大學森林學系教授

一般，幼齡林之松鼠為害較為輕微，且剝皮部位多位於幹部，被害隨樹齡而增加，且向樹冠部上升。每株造林木受害之傷口數多為一處，少有10處者。剝皮傷口多不癒合，故易為腐朽菌侵入而造成二次為害。

松鼠為害與樹種間具有關係，以柏科之日本扁柏及台灣肖楠受害最多，惟同科之紅檜受害情況並不嚴重。杉科之柳杉、杉木、香杉亦為受害相當嚴重之樹種，然杉科之台灣杉卻為受害較輕微之樹種，同時柳杉之品種不同，受害亦異。一般闊葉樹種之受害情形微不足道。林木遭受松鼠為害與其木材皮內糖分含量有關，受害較多之柳杉與杉木，其糖分含量則較受害輕微之台灣杉為多，且亟顯著，而為害最多之12月~4月間，亦為年中樹皮內含糖量最多之時期。

就柳杉與杉木之調查結果而言，混合林之松鼠受害率較之單純林者為低，尤以與不易遭受松鼠為害之台灣杉混植之際，其受害度尤為降低。疏植之柳杉林較之密植者被害率為低，密林分之松鼠為害部位且以樹幹為主，而疏植林木之被害部位有向樹冠移動之趨勢。且一般松鼠多擇大徑木而加以為害。林林植物之存否與繁茂程度亦顯著的影響松鼠對於林木為害，凡造林地接壤天然闊葉樹林地區，因分布之植生種類較多，適於松鼠棲息所發生之邊緣效應而增高松鼠為害。

乾燥及土質低劣之造林地，松鼠之為害較少，此乃因生育地條件所提供之環境收容力較低。高海拔地區氣溫較低，松鼠棲息密度可能較低，故林木之被害較少。因發展森林遊樂設施，人車通行較繁，松鼠為害應該減少，然在道路兩側，仍見有相當的松鼠為害，此或因在松鼠活動期間車輛通行較少之故。松鼠對於果實、竹筍有高嗜好性，因之，鄰近果園及竹林之造林地松鼠之為害較少。同時高度集約經營之林業地區松鼠害亦屬輕微，概以除草較勤、林林植生較為貧弱之故。

#### 4. 松鼠為害之防除對策

防治松鼠為害，有控制族群密度及調節棲息地之兩大原則。在台灣，因松鼠族群密度偏高，故首應考慮第一原則。在清早之際，使用獵槍射殺（shooting）松鼠，命中率甚高，利用美製捕鼠夾子或鐵絲捕鼠籠亦可獲較高之捕獲率。台灣林務局獎勵捕殺之收購松鼠辦法實施多年（1965年迄今），對於松鼠為害之防治收效尚佳。最近，毒劑可滅鼠（klerat）之應用，毒殺效果尚稱良好，然在大面積造林地普遍進行毒殺，其效果之判定與評估，仍多有待研究。

在松鼠棲息地之調節上，曾施行各種造林學的研究，結果顯示：造林木實施修枝，每促使松鼠為害集中在樹冠部，然松鼠為害並不因修枝而獲減少。除草及疏伐可減少松鼠在林內出現之活動機會及為害林木之株數與剝皮量，強度疏伐較之弱度者有效。在綜合性松鼠防治體系上，應依據生態的原則即恒久的為害防治措施，亦即林業方法之應用，此包括選擇不易遭受松鼠為害之樹種造林，並推行混合造林及實施復層林業經營，勵行集約的育林撫育等。在松鼠族群偏高之林地，仍應併用毒殺以獲整體的防治效果。

# 飛鼠之生態與行爲研究

## ECOLOGICAL AND BEHAVIORAL STUDY OF THE FLYING SQUIRREL

林 曜 松 Yao-sung Lin	李 培 芬 Pei-fen Lee	蒲 唐 納 Donald R. Progulske
王 立 言 Li-yen Wang	侯 平 君 Pin-chuin Hou	謝 寶 森 Pao-sun Hsieh

### I. 緒 言

飛鼠又名鼯鼠，屬松鼠科。台灣產三種，分別是大赤鼯鼠 (*Petaurista petaurista grandis*)，白面鼯鼠 (*Petaurista alborufus lena*) 和台灣小鼯鼠 (*Belomys pearsoni kaleensis*) ( Jones et al, 1971 )。早在 1954 年，Udagawa 即報導日本之飛鼠 (*Petaurista leucogenys*) 會啃咬柳杉樹皮。Chu and Yie (1970) 曾推測台灣之飛鼠可能會危害林木。筆者等於 1981 年 7 月至 1985 年 3 月間進行飛鼠之生態與行爲的研究，有關初步結論分述如下：

### II. 活 動

飛鼠是夜行性動物，每於天黑鳥鳴聲停止後，便自巢或洞中爬出至樹上活動。一般而言，飛鼠喜歡單獨活動。筆者等在溪頭於 1981 年 10 月至 1983 年 2 月共觀察 157 小時，曾發現 156 隻大赤鼯鼠，其中飛鼠單隻活動之機會便占 85.5%，成對活動機會占 8.8%，而 3 隻同時出現者占 5.7%。在所觀察到 10 次兩隻以上飛鼠成團體活動中，有 3 次爲大赤鼯鼠正在交配，分別在 6 月和 12~1 月間，1981 年 10 月所看到之 2 隻大赤鼯鼠係在樹上休息，彼此相隔 1 公尺，餘 6 次則爲母鼠帶領 1 或 2 隻幼鼠，在樹枝間行走或尋找食物，發生時間在 2~3 月，7~8 月和 11 月間。可見大赤鼯鼠除了在交配或雌鼠育幼時，平常是難得見到牠們有成群現象。於 1983 年 7 月~1984 年 8 月間亦曾觀察飛鼠 156 小時，發現 109 隻次的大赤鼯鼠，成單獨活動機會占 84.4%，成對活動機會占 12.8%，三隻同時僅在 1 月有一次占 2.8%，此一結果與早一年所調查之結論相同。在 1983 年 7 月~1984 年 8 月同時觀察到白面鼯鼠 136 隻次記錄中，單獨活動高達 91.9%，成對活動僅占 4.4%，僅有一次觀察到 5 隻同在一樹占 2.8%。可見白面鼯鼠喜歡成單獨活動的情形，和大赤鼯鼠是相同的。

飛鼠之活動有明顯之季節變化，在 1981 年 10 月至 1983 年 2 月之調查期間，以春季較易見到大赤鼯鼠之活動，每小時所看到之數量爲 1.5 隻次，比秋季 0.86 隻次，冬季 0.88 隻次，夏季 1.0 隻次爲高。而秋、夏、冬彼此無顯著差異。但在 1983 年 7 月至 1984 年 8 月，每小時所看到相對數量則以秋季 0.93 隻次最高，冬季之 0.55 隻次最低。此兩年結果略有不同。原因不明，尚待更進一步的觀察與研究。

### III. 行 爲

#### 1 滑行

飛鼠常會爬至樹頂再向下滑翔，筆者等在溪頭曾見 8 次大赤鼯鼠之滑翔動作，牠們在滑翔前會爬至樹的頂端或外緣樹幹，眼望四周，選定著落目標後，兩腳一蹬，身體呈 45°~50° 之仰角向上躍，

## 赤腹松鼠之行爲研究

周蓮香 林曜松 莫顯蕃

[提要] 自1981年7月至1983年3月於台北植物園設立實驗區以觀察赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)之行爲。經21個月約700小時之觀察後,就松鼠的位移、警戒、探測、攝食、啃剝樹皮、貯食、自我修飾、休息、築巢、敵對、友好及配對等行爲分別描述與分析。

赤腹松鼠之個體行爲模式較近似於樹松鼠,而與地松鼠相去較遠,此可能因樹上或地上不同之棲息方式所致。攝食及休息的月變化可能與能量調節有關。啃食樹皮之行爲可能導源於樹皮中之化學物吸引。貯食行爲在秋季表現較頻繁,可能爲某些硬果及落果期所引發。

成鼠表現敵對行爲之頻率遠較幼鼠爲高,其中雌鼠又較雄鼠爲高。雄鼠之追逐活動主爲求偶及驅逐幼鼠。友好行爲多發生於母子、幼鼠及同窩成鼠之間,由月變化中可推知一年中應有兩次母子疏遠期,分別於8月及12月。通常雌、雄成鼠間具有一些敵意,生殖求偶開始時,數隻雄鼠同時追逐雌鼠,然後依序淘汰,最後剩一隻雄鼠被雌鼠接納。

### BEHAVIORAL STUDY OF THE RED-BELLIED TREE SQUIRREL, *CALLOSCIURUS EYRTHRAEUS*

Lien-siang Chou Yao-sung Lin Hin-kiu Mok

[Abstract] The behavior of the red-bellied tree squirrel, *callosciurus erythraeus* was studied from July 1981 through March 1983 at the Taipei Botanical Garden. The patterns of locomotive, alert, exploratory, feeding, debarking, caching, autogrooming, resting, nest-building, aggressive, amicable and mating behavior were described and their monthly activities were analyzed.

The behavioral patterns are more similar to those of other tree squirrels than those of other ground squirrels. This may be due to the difference in arboreal and terrestrial life styles. Monthly change in feeding and resting activities may be related to energy adjustment. The initiation of the peeling-feeding in debarking behavior may be due to the attraction of some chemical contents in the bark. Caching behavior appears frequently in autumn, and is elicited by certain kinds of drupes and their falling periods.

The adult is more aggressive than the juvenile and the female is more aggressive than the male. The chasing activities of males may be due to pursuing mates or getting rid of juveniles. The appearance of amicable behavior is frequently conducted by mother-children, siblings and nestmates. The separation of mother and children probably occurs in August and December. Usually, some aggression exists between male and female. When the courtship begins, several males will chase one female in the same time, and the males will compell each other away for competition. Finally, the last persistent one is accepted by the female.

• 本文之完成承國科會研究計劃之補助,特此致謝

\*\* 本文作者依次爲台灣大學動物系助教、教授及中山大學海洋生物研究所長

## I. 緒 言

近二十餘年來，林業界致力於林相變更，採用皆伐作業，大量砍伐天然林，改植針葉純林，使野生動物賴以生存的棲所轉變至鉅，影響其生活方式。其中之一便是松鼠科動物為害林木日趨嚴重，尤以赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*) 為甚。其啃啮林木促使林木枯死、畸型、生長延緩或受真菌、害蟲之感染 (Chu & Yie, 1970)，因而木材利用率降低一半以上 (Kao, 1974)，其中柳杉之受害率曾高達 77 ~ 89% (Kuo, 1957; Fahm, 1969; Wang & Kuo, 1980)。近年來林業界曾就松鼠之毒殺 (Hwang, 1979)，林業管理方法 (Wang & Kuo, 1980) 及針葉樹樹皮之化學成分與松鼠為害之關係 (Kao & Fang, 1980; Hwang, 1981; Liou, 1982) 等方面從事研究，而一些動物學者也分別就赤腹松鼠之生殖、生態方面從事研究 (Tang & Alexander, 1979; Lin & Yo, 1981; T'sui et al. 1982; Chang, 1982)。但本省松鼠基本行為之研究，則只有 Lee (1981) 在溪頭森林中進行觀察之報告一篇。由於森林地形與能見度不佳，加上松鼠羞怯與緊張之個性，有礙於觀察工作之進行，故有關松鼠之行為，所知仍甚有限。

為進一步探討赤腹松鼠之各項行為模式及活動的季節變化，期能有助於松鼠之防治及管理技術，並為將來研究其社會行為之參考，研究者乃選台北市植物園內之赤腹松鼠為研究對象，以便獲得更詳盡之松鼠行為之知識。

## II. 材料與方法

研究者自 1981 年 7 月至 1983 年 3 月於台北植物園內林業試驗所之第 II、III、V、VI 等四個植物區內設立實驗區，總面積約 0.8 公頃。為識別每隻松鼠，每 45 天進行標放實驗一次，每次共佈放 21 至 26 個  $28 \times 14 \times 16 \text{ cm}^3$  的鐵籠。捕得之雄松鼠於左耳戴上有號碼的鋁片；雌鼠則戴於右耳上，同時以人類染髮用之褪色劑將松鼠身上不同部位褪成各種黃白斑塊，以資鑑別。

捕得之松鼠測其體長、體重，鑑別性別及成熟度等。雄性成熟度之判定依 T'sui (1982) 之建議，以陰囊小於 1.7 cm 者為幼鼠期，另據研究者飼養松鼠之經驗，以陰囊 1.7 ~ 2.2 cm 或外觀多毛者為成熟前期，大於 2.2 cm 或外觀飽滿而覆毛較少者為成熟期。雌性松鼠以乳頭尚未凸出者為幼鼠期，凸出直徑在 2 mm 以下者為成熟前期，大於 2 mm 者為成熟期。幼鼠期與成熟前期在分析中一律併於幼鼠中。

自 1981 年 11 月至 1982 年 10 月，每月選 3 天，由日出前 30 分鐘至日落後 10 ~ 20 分鐘間，全天觀察松鼠行為。實驗區內選定視野較好的三段步道，每次觀察以小時為單位，慢速巡走於其中一段步道，依次輪換，故每 3 小時可輪迴所有步道一次。每月 3 天開始之步道各不相同。

每單位小時內進行單一追蹤法 (focal-tracing method) 45 分鐘，隨機追蹤一隻松鼠，分別記錄其各種行為發生的頻度及時間。但對於較罕見如貯食行為及社會行為，或每次進行時間較短暫，如修飾行為等難以記錄時間者，則記錄行為發生之陣次 (bouts)。所有行為的活動量資料，在做月份之間的比較時，皆除以每月所觀察的松鼠總隻別，以校正由族群大小不同所導致的差異。

1982 年 7 月曾觀察到 2 隻雌性松鼠共同築巢。這兩隻雌鼠 (分別命名為 HL 及 HD) 和另一隻命名為 S 的雄鼠常在第 III 區活動，彼此有互相修飾毛皮或同宿之行為。故於 1982 年 7 月至 1983 年 3 月每月 2 ~ 4 次由下午 4 時起，在 1 ~ 2 位人員協助下，追蹤觀察並記錄這三隻的回巢時間及回巢前的社會行為。每次之追蹤記錄以最後一隻回巢時間且 10 分鐘內不再復出為截止。如果這三隻松鼠逃脫追蹤者之視線，則以日落後 20 ~ 30 分鐘為觀察終止之時刻。

### III. 結 果

由 700 小時觀察所得，可將松鼠行爲分為個體行爲及社會行爲兩大類。個體行爲又可細分成位移、警戒、探測、攝食、啃啃、貯食、自我修飾、休息及築巢等 9 種行爲，社會行爲又可分成敵對行爲、友好行爲及配對行爲等 3 種。有關以上各行爲分述如下：

#### 1. 個體行爲：

- (1) 位移 ( locomotion )：步行 ( walking ) 是採典型的四肢步行 ( quadrupedal )，以前後肢交錯伸出前進，此一行爲常伴同覓食、探查等較慢的動作。松鼠軀體之腹面水平綫在鬆懈狀態時離地較高，在緊張時則較低。當步行距離較長或須快速移動時，則改為躍奔 ( skipping ) 方式，即兩前肢與兩後肢各自同步交替落地，似兔子躍奔，秒速在 3 公尺以上，在草地或枝幹上常可見到此類位移。當面臨相距約 1~3 公尺之兩樹枝幹，且其間無側枝相連時，會採取跳躍 ( jumping ) 動作。此時先是雙眼注視目標，在樹幹或枝端，上下或前後地測距；若兩點距離較遠時，往返次數較多，花費時間也較長。最後伏身，弓起臀部，躍越而過。
- (2) 警戒行爲 ( alert behavior )：松鼠表現此種行爲的姿勢有二，一是發生在攝食過程中，當外界有陌生聲音或陌生物靠近時，即以前爪將食物塞入口中，雙爪騰空，以一雙後腳站立，向異物之方向凝視 ( upright posture ) ( Fig 1. a )。另一類經常發生於行進過程中，以四肢站立於地面或樹幹上，尾部因緊張而膨脹，頭上揚，凝視前方，全身靜止不動 ( quadrupedal - down posture ) ( Fig 1. b )。
- (3) 探測行爲 ( exploratory behavior ) ( Fig 1. c )：此行爲之姿勢近似警戒行爲的 quadrupedal-down posture。此時身體會以兩後肢為基點，兩前肢不穩定地向前探試著，身體之伸長度拉至最大，下腹幾乎接觸地面，尾部快速地上下輕拍，甚至挺直地向頭前方反折。頭部左右擺動並引頸查視目標物。
- (4) 攝食 ( feeding )：攝食是松鼠最常見的行爲。可分為覓食 ( foraging ) 與進食 ( eating ) 兩個細部動作。覓食範圍分別可在樹上及地上。在樹上時，頭部置於水平以下角度，挨著樹幹，邊走邊左右來回嗅著樹幹，一旦遇有可食之物 ( 花、果實或嫩葉 ) 時，則以前爪搗之，此時多採單肢，有時亦用雙肢。在地上覓食時，頭部貼近地面，其動作和在樹上時相似，唯頭部左右來回運動較頻繁，且尾部常伴有上下拍動，似乎較緊張。

進食姿態頗多，可分為坐食、站食及吊食。坐食時以兩隻前爪捧食，多用於已咬下之較小或較輕之物 ( Fig 1. d )。站食則是四肢附著在地面或樹幹上，偶爾以前肢按在食物上咬食。吊食常發生在果枝細軟處如樟樹，或花枝細長如臘腸樹，後肢倒掛枝幹上，再以前爪搗食 ( Fig 1. e )。

在實驗區內 220 樹種中，赤腹松鼠曾取食 46 種植物之花、葉或果實 ( Table 1 )。根據 312 次的攝食記錄，松鼠食物以植物為主，其中果實最多 ( 63% )，花及葉次之 ( 19% 及 14% )，蟲類最少 ( 3% )。偶而松鼠也會吃些昆蟲幼蟲，在民國 70 年 7 月及 8 月分別看見兩隻不同的松鼠取食紅皮樹上之蟲瘻 4 次。

攝食活動具有明顯之季節性變化 ( Fig 2 )，在夏季 ( 6 月至 7 月 ) 最低，在秋季 ( 9 月至 10 月 ) 及冬季 ( 12 月至 2 月 ) 較高。因記錄方式之不同，在民國 70 年 11 月至 71 年 2 月及民國 71 年 9 月至 10 月 這兩段期間之時間曲線與頻率曲線表現不一致，主因所消耗食物種類之不同所致。前者因主食錫蘭橄欖，每顆果實由外皮至種仁，每次進食時間常達 10 分鐘以上，甚至可達半小時，造成攝食時間較頻率為高。後者因主食肯氏滯桃及臘腸花，前者果小質軟，臘腸花則只食子房部分，每次進食時間不足 30 秒，但很頻繁，故使此期間攝食頻率較時間為高。

(5) 啃剝樹皮行爲 (debarking) : 松鼠常將身體與枝幹平行, 頭朝上或朝下, 四肢攀附在樹幹上, 咬住樹皮後, 前肢用力伸直, 頭上揚, 即啃下一塊樹皮, 或丟棄或咀嚼一會。偶而也會將整塊樹皮剝下, 再以前肢捧著, 或坐或吊著吃食內皮部分。

松鼠啃剝樹皮之行爲中, 有時只有啃剝 (peeling) 行動, 有時則兼有進食動作, 故本研究將啃剝樹皮行爲分成啃剝 (peeling) 及啃食 (peeling - feeding) 兩方向來分析。啃剝活動的月變化不規則, 而啃食活動不論時間或頻率曲綫皆於三月有一明顯的高峯 (Fig. 3)。同時啃食活動對攝食活動之比例亦於三月陡升至 37%, 而其他月份皆僅有 0 至 13%。因此, 樹皮在春天三月份中可能成爲松鼠重要的食物來源。然而此時植物園中松鼠食物之供應並無匱乏之現象, 松鼠會食用的花、果、嫩葉、芽等樹種仍多達 11 種 (Table 1) 而松鼠所啃過的 12 種樹種中有 8 種是屬於落葉性或半落葉性樹種, 3 月份正是它們發芽或將發芽滋長時, 樹皮內積液之成分可能有所變化。

松鼠啃嚼方式隨樹種不同而迥異。除少數如錫蘭橄欖、台東漆、樟樹可啃成爲 10 cm 以上條狀剝皮外, 大多數爲小塊狀直徑約 1~3 cm 之啃嚼剝痕。此可能和樹皮之纖維結構有關。當同種樹木相鄰時, 松鼠多半仍啃嚼會受害之樹木, 甚至啃嚼同一部位, 將其擴大。在第 III 及 V 植物區有一叢錫蘭橄欖 (3 株) 及兩叢台東漆 (8 株及 3 株), 皆有類似情形發生。

(6) 貯食行爲 (caching) : 通常在松鼠已進食一段時間後便開始表現此種行爲。起初只是以覓食方式在地上或樹上找尋果實, 找到時先在口中咀嚼一會, 判定品質後, 再叨啣著, 四處觀看, 擇一方向躍奔。此時常邊跑邊查看, 直至某一定點, 以嘴鼻部位將食物塞入表土, 或樹結、樹洞中, 甚至棕櫚類的葉柄基部; 有時會再叨起或咬食一會, 叨至另一地點重覆塞入動作, 直至以前爪在土上快速地輕輕掩覆幾下爲止。但此種行爲似乎並未有效地撥土掩覆, 貯食後並未見有特殊之留下記號的動作。

貯食活動有明顯的季節變化 (Fig. 4) 在 40 行爲陣次其中以 9 月至 10 月表現最頻繁, 共佔 83%, 而此種貯食行爲之發生與少數植物結實之月變化有關。例如 1982 年 3~4 月當錫蘭橄欖 (E) 開始落果時, 松鼠才開始貯食該果實, 6 月台東漆 (S) 及 9 月石栗 (A) 落果時, 此種行爲也分別出現高峯。

(7) 自我修飾行爲 (autogrooming) : 本研究中將松鼠身體分成口鼻、下巴、頸肩、胸、前肢、後背、側腹、下腹、腰、大腿、生殖泌尿部位、後肢、尾基及尾末等 14 區, 其分別可以下列 4 種方式清理之:

① 舔咬 (chewing, licking) : 以嘴啃咬或舔舐四肢及後半軀體之所有部位 (Fig 1.f)。

② 擦洗 (whipping, washing) : 雙掌合抱, 以前爪拇指上退化的肉墊來回磨擦口鼻部分 (Fig 1.h), 漸漸地加大弧度, 由口鼻至頭後來回磨擦, 然後沿體側以前爪由側方拾起尾部以嘴啃咬或舔舐。

③ 搔抓 (scratching) : 以後爪搔抓身體之前半部所有地方 (Fig 1.g)。

④ 磨蹭 (rubbing) : 當吃過濕黏性食物後, 常會將口鼻部在其它物品上左右來回磨擦。

藉這四類方法松鼠可清理全身各部位。依清理方式和各部位之速配可將自我修飾分成 20 種細部動作。

在 761 次的自我修飾陣次中, 曾記錄 597 陣次所含的細部動作之次數。其中 65% 只表現一種細部動作; 27% 表現了 2~5 種細部動作, 而表現 5 種以上的細部動作陣次只佔 8%。最多曾在一陣次內連續表現了 42 個細部動作。每次自我修飾包括 5 種以上的細部動作者皆是出現在休息行爲之後。

從每個月自我修飾行爲表現的陣次 (Table 2), 可知在 3 月及 8~11 月表現稍頻繁, 比較全



年中雌雄成體與未成熟個體之自我修飾的頻率知雌性成體較雄性成體及未成熟個體頻繁，後二者之間無顯著差異。

- (8) 休息行爲 (resting)：一天之中，松鼠有幾次的休息時段。此時松鼠會在樹幹上採取臥姿。冬季四肢內縮而臥 (Fig. j)，夏季軀體伸長，四肢平趴在樹幹上 (Fig. i)，此可能與體溫調節有關。休息時下顎貼在前肢或樹幹上，眼或張或閉，其時間可由數分鐘至 80 分鐘。

松鼠表現休息行爲之隻次及休息時間之長短，有明顯之月變化 (Fig. 5)。在冬季 1~2 月及夏季 7~8 月此行爲表現較頻繁且時間也較長。

- (9) 築巢行爲 (nest-building)：此行爲可分成三部分，巢材之尋覓、收集及整理。巢材之整理被樹冠遮蔽，極不易觀察。根據巢窩之建築，巢材又分成外部枝葉及柔軟內襯兩部分。當松鼠開始築巢時，首先尋找枝葉部分，其行爲模式與攝食行爲中之覓食相同，找到適當之枝葉時，松鼠以門齒啃斷約爲其體長 2~4 倍之枝條，用前爪握住，並在前爪和嘴之交替下，調整其叨啣位置，再以嘴叨啣，向築巢地點躍奔，途中常停下重新調整叨啣位置。於樹間跳躍時，會有明顯之前後測距動作，可能是因口啣枝條，導致重心改變。當松鼠於巢窩所在下方 2 至 5 公尺的樹幹上時，會停頓一會，然後快速奔入巢中；但當牠離巢外出時卻是一點也不猶豫。收集巢材的頻率約每趟 2 分鐘。內襯部分之收集與前述相似，只是松鼠會以一雙前爪及嘴部之交互合作將柔軟之棕皮理成一緻密之球團塞入口中，再叨啣至築巢地點。

在野外 5 次觀察中，有獨自築巢，亦有兩次是由兩隻輪替共築一巢；其中一次，研究者根據標識記號肯定是 HD 及 HL 這兩隻成熟母松鼠。

松鼠之築巢季可能很長，於 2~3 月、6~7 月與 10~11 月間，研究者在植物園內發現松鼠新築成之巢各爲 2、3 及 1 個。在一個巢內松鼠並不會長久居住。研究者在 9 個月之回巢追蹤中發現 HL 及 HD 二隻雌鼠曾於前後兩天夜宿於不同巢內計二次。同時也發現牠們夜宿於某巢內最長期間爲 3 個月 (1982 年 10 月末至 1983 年 1 月末)。松鼠有時並未宿於巢內，於 1982 年 8~10 月間，曾發現 HD、HL 及 S 改宿於蒲葵葉柄基部之棕皮殼上。

## 2. 社會行爲：

當兩隻或兩隻以上的松鼠共同參與之行爲謂之社會行爲。而社會行爲多與生殖週期有關。與表現社會行爲有關之幼鼠 6 隻分別於 1982 年 4~5 月及 10 月出現體重在 180~220g 之間，由實驗室中飼養未開眼的幼鼠發育資料，推斷其出生時間應在 1~2 月及夏季 6~7 月。由此可知一年至少有兩個生殖時期。

- (1) 敵對行爲 (agonistic behavior)：常以注視爲此類行爲之開始，繼而有拍尾、接近、躍向互讓、接觸、追逐、逃離等細部動作；而以追逐最明顯，最易察覺。追逐行爲則依其速率及表現方式之不同可分成水平追逐 (horizontal chasing) 及迴繞追逐 (spiral chasing)。當兩隻松鼠一前一後追趕飛奔，速率通常在 20m/sec 以上，且多在 1~5 秒內結束，謂之水平追逐，結束後兩者分開，或仍繼續拍尾、注視 (通常弱勢者採背向優勢者)，或引起另一場水平追逐，或就各自走開；迴繞追逐常是兩隻松鼠繞著一株樹幹盤旋而上或下，速率常在 5m/sec 以下，持續較久，可達半分鐘。此種行爲結束後，通常弱勢者會挨近優勢者，行互理皮毛、遊戲、跟隨等行爲。迴繞追逐之敵意較弱，純遊戲時速率較慢，隨敵意之增強速率也會略爲增加，可至略大於 5m/sec。

共觀察了 37 次迴繞追逐，皆發生於母子，同胎幼鼠或雄鼠對雌鼠之間 (Table 3)，同窩之母子或幼鼠間的迴繞追逐集中於 11~12 月及 7~9 月，可見此時其間的敵意有增強趨勢。因迴繞追逐之敵意模糊雜有矛盾行爲成分 (conflict behavior)，故不列入以下因競爭所發動之敵對行爲的分析中。



除上述迴繞追逐外，其他的 176 次敵對行為（包括退讓及水平追逐）在各月出現之頻率（Fig. 6）顯示秋冬 11 月至翌年 3 月時較高，另於 5 月及 8～9 月也有一上升之高峯。為探討敵意增強之原因，須分析發動攻擊者與受攻擊者的年齡與性別，俾能做適當的推測。

雌性成鼠在敵對行為中扮演主要的角色。在可辨別發動追逐攻擊者與受追逐攻擊者的 97 次敵對行為中（table 4），其中幼鼠發動者僅佔 2 次，可知敵對行為幾乎都是由成體發動的；而由成體發動的 95 次追逐中由 7 隻不同的雌性成體發動者佔 87 %；以全年資料統計，雌性成鼠佔全部成鼠之 64 %，故知成體中又以雌性之敵意為強（ $\chi^2 = 22.2$ ； $p < 0.001$ ）。

3 隻雄性成鼠在全年中共發動了 13 次敵對行為，其中 3 次是對新遷入之松鼠，9 次是針對幼鼠，可見雌鼠對幼鼠之敵意較強。

敵對行為多發生於兩隻松鼠距食物資源 1 公尺以內，或是在巢窩附近數公尺內的地方。

(2) 友好行為（amicable behavior）：兩隻以上的松鼠間若表現出跟隨、互理皮毛及遊戲等一連串重覆之動作，本研究定義為“友好行為”。跟隨為松鼠們循同一途徑步行或躍奔，兩者之距離時近時遠，有時停下來靠在一起休息、互理皮毛或遊戲等。互理皮毛常是一隻松鼠以休息姿勢，靜靜地由另一隻或兩隻松鼠為之修飾；多集中於頭與背部，而腹及尾部較少。被修飾的松鼠眼睛常半閉。

由 128 次友好行為之月份分佈顯示（Fig. 7），冬季 1 至 2 月未見有此類行為，3 月分起此類行為出現之頻率漸上升，7 月份有一高峯，8 月份陡降，9 月又陡升至另一高峯。分析友好行為參與者的社會關係，其中母子（育幼）關係者佔 50 %，3～8 月的友好行為是由母鼠與其冬季生之胎兒所表現的；而在 9～11 月母鼠改與其夏季所生胎兒表現友好行為，却未再見與其前胎幼兒一起出現，故推測一年中應有二次母子關係之疏遠期，分別在 8 月及 12 月。同窩幼鼠間表現友好行為共 4 次（3 %），在 1982 年 9～10 月中發生。

1981 年 11 月發現一次兩隻雄鼠之友好行為，其中一隻之陰囊不足 1cm，體重 255g，為該年 6～7 月所生之幼鼠；另一隻之體重 345g，陰囊長度在 2.5cm 以上，該於同年 7 月捕得時之陰囊長度為 1.5cm（幼鼠），是當年 1～2 月所生，而野外從未見不同窩幼鼠間表現友好行為，故推測兩隻可能是前後兩生殖季之同窩幼鼠（隔胎兄弟）。

另於 1982 年 7～10 月間，兩同宿雌鼠 HD 及 HL 表現此類行為之頻度高達 45 次，惜人力、時間之不足，無法明瞭此二鼠之血緣關係，亦未發現其他類似情形。

除了在 1981 年 11 月之一次可能為隔胎兄弟間的友好行為外，未見有雌性成鼠與幼鼠之同類行為。故推測雄鼠並非育幼之主角，但其對同窩幼鼠之敵意不強。HL、HD 及 S 這個群體曾見與一隻命名為 T 之幼鼠同宿一次，在白天 HL 及 HD 均曾與 T 表現友好行為，但未見 S 對 T 表示友好，不過 S 對 T 之敵意似乎很弱。T 會主動跟隨 HD 和 HL；但對 S，卻不會。

(3) 配對行為（mating behavior）：研究者於觀察期中僅見過兩次配對行為，分別在 1981 年 12 月及 1983 年 3 月之上午 9～11 時。第一次見一隻雌鼠領先奔跑，後面有 3 隻雄鼠成隊依序跟隨。每當雌鼠停下來時，雄鼠們亦停並趁機追逐後方其它雄鼠。雌鼠再度奔跑時，雄鼠們又連忙跟上。在雄鼠不斷驅逐過程中，由後往前依次被淘汰，最後只留下第一隻雄鼠緊緊跟隨雌鼠。雌鼠再停止時，雄鼠以雌鼠為中心，四處走動並發出聲音，如此一再重覆。第二次研究者發現一對松鼠，在斷斷續續的跟隨一停止過程中，雄鼠以探查姿勢接近，兩隻曾互相嚇退。但在第二度接近時，雄鼠騎至雌鼠背上，開始了衝刺與休息輪替之細部動作，重覆 2～3 次，每次每個細部動作持續約 5～10 秒，但衝刺速度漸慢。雌鼠在交配期初是靜靜接受，一段時間後即欲離開，此時雄鼠仍在雌鼠背上，被拖著移動一段距離後才掉下來，但立刻又跟隨雌鼠，一有機會即重覆交配動作。第二次交配

後不久，雌鼠突然反身驅逐雄鼠，尾部輕拍，示出敵意，然後修飾生殖器部位皮毛，雄鼠還欲靠近，再度被逐退，然後雌鼠奔離，雄鼠亦緊隨而去，一齊隱入林中不見。

雄鼠成體對雌鼠成體追逐共14次，其中有13次是採用迴繞追逐。由於觀察次數太少，甚難看出季節變化，唯8~11月均未觀察到此種行為。

雌雄成體間的關係除了在生殖季節外，通常具有一些敵意，HD與S在9個月的回巢追蹤後發現：兩隻雌鼠HL、HD通常共宿一巢，每當雄鼠趨近巢窩時，即被驅逐至離巢窩5m以外，經數次嘗試後，雄鼠不是隱於鄰近之樹冠中，即為宿於雌鼠剛拋棄之舊巢中，只有在1982年7月8日，11月26日及12月29日雄鼠在數次追逐後，以悄悄接近之慢動作，進入巢內和兩隻雌鼠同宿。

## IV. 討 論

攝食行為：

植物園赤腹松鼠之攝食活動在9月至翌年2月及4月至5月顯著地增加。9月至10月及4月至5月正是母松鼠產後兩個月，或許是因小松鼠參加覓食，且母松鼠亦因哺乳耗損補充營養。10月至翌年2月的攝食高峯，可能是因冬季所需能量增加所致。

在秋冬（9月至翌年2月）或春季（4至5月）從松鼠攝食活動之增加可推知其在地上之覓食活動亦增加。是以可利用此段時間施放人工餌以馴養之，或許可產生類似美國華盛頓園中松鼠由人手中取食之景觀。

啃剝樹皮行為：

植物園中植物之種類繁多，松鼠可食的食物種類亦多，全年均無缺乏之虞，但3月份啃食（peeling-feeding）樹皮的活動仍顯著增加，可見樹皮具有相當的吸引力。Liou（1982）於分析柳杉、杉木、台灣杉之樹皮含量中，亦發現為害較嚴重之柳杉，杉木之含糖量皆較台灣杉為高。於每年2~4月含糖量顯著增加且有少量之棉質糖出現，而植物園中啃食之樹種多半為落葉性或半落葉性樹種，此類樹種在春天來臨之時，樹液內糖份會轉變成澱粉（邵，1969），故推測樹皮之“吸引力”是造成春季松鼠啃食樹皮的重要因子。但此時外界若仍有其他食物來源，松鼠可能不致於以樹皮為主食，為害率或許不會很高。另樹皮本身纖維之結構導致撕剝時有難易之別，這也是導致危害程度或輕或重的因子之一。

目前在國內之研究發現引發松鼠啃剝行為之原因有攝食與築巢。Chang（1976及1982）發現在赤腹松鼠之胃含物有樹皮形成層之纖維。攝食除了可能是為樹皮外，另亦可能為尋找樹皮表面或其裏層附生或寄生之昆蟲，研究者曾在剛被松鼠啃剝的石斑木樹皮下發現有許多蟻類。Chang（1976）也發現在10~11月赤腹松鼠之胃內含物中動物質（昆蟲）最多，達總食物量之30%。植物園松鼠之築巢季為2~3月、6~7月及10~11月，與啃剝活動的高峯3月、5月及8~11月部分相合。Chang（1976）與Lee（1981）亦發現松鼠會啃剝樹皮以為築巢材料。

國外研究曾發現磨牙（Davidson & Adams, 1973）與求偶時雄鼠為表示敵意（Taylor, 1966）會促使松鼠啃剝樹皮，但台灣之赤腹松鼠是否也會如此，目前尚不清楚。

貯食行為：

赤腹松鼠之貯食行為中的覆蓋動作幾乎無覆土功能，對種子過冬之保護自無明顯效用，故推測赤腹松鼠之貯食行為不具過冬功能，只是演化上遺留下來的一種行為模式。紅松鼠（*Tamiasciurus hudsonicus*）、灰松鼠（*Sciurus carolinensis*）於秋天有貯食行為（Cahalance, 1942；Thompson & Thompson, 1980），但所貯藏之食物會覆蓋在表土下約5公分處，是其渡冬主要的食物來源，在冬季取出率可達84.6%。

赤腹松鼠僅於植物園中少數果實之落果期間開始表現貯食行爲。園中果實衆多，而赤腹松鼠只選擇3種硬顆粒狀之果實爲目標。其中又以屬於核果類( drupes )的石栗( *Aleurites moluccana* )之核在9-10兩個月中，被貯藏次數高達全年之83%。果實成熟時，遍地的落果或許是一種“剩餘”的象徵。Thompson & Thompson (1980)在研究灰松鼠之貯食行爲亦發現食物之剩餘加上有硬殼的果實往往會引發松鼠的貯食行爲。究竟有硬殼果實的剩餘現象經由什麼機制引發松鼠的貯食行爲，尚待進一步之研究。

修飾行爲：

赤腹松鼠的自我修飾中，單一細部動作者佔65%，雖無數據分析舔鬚、擦洗、搔抓、磨蹭等4種方法所佔之比例，但就研究者所見，也是以後肢搔抓與嘴舔鬚之方法爲多，此與紅松鼠之行爲相近( Ferron, 1976 )。而紅松鼠、*Spermophilus* 及 *Glaucomys* 等之自我修飾的細部動作間有一定之次序( sequence )，於赤腹松鼠則有待進一步的研究。

在舔鬚尾巴時，赤腹松鼠只由側方以前爪拾起尾巴，此與其它樹松鼠：如灰松鼠、紅松鼠等相同。而地松鼠則可由兩後肢中間拿至前方舔鬚，此可能因樹松鼠以樹棲爲主，在樹幹上修飾尾巴時只用兩後肢站或坐著，尚需顧及平衡所致。

赤腹松鼠在冬季12-1月自我修飾頻率最低；另於生產季後的3月及8月分別出現兩峯，此與加拿大之紅松鼠相近( Ferron, 1976 )。探究自我修飾行爲之增加原因可能有清除外寄生蟲、清潔皮毛以維持毛髮的絕緣效果( Ferron, 1976 ; Eisenberg, 1981 )、舔鬚傷口，雄鼠於交配時清理陰莖，雌鼠於生產前後修飾腹部生殖部位及乳頭，及表現友好行爲之間或敵對行爲之前( Ferron, 1976 )。本研究中可能以清除外寄生蟲、清潔皮毛及生殖週期最爲相關，需待進一步之研究。

赤腹松鼠之擦洗動作以頭部爲主要部位，據研究者經驗知，頭是兩隻松鼠互相修飾之主要區域，Steiner (1973)謂數種地松鼠頭部之擦洗動作是將嘴部附近之 *apocrine sudoriferous* 腺體之分泌物佈於頭上，使助於個體間之辨認，在赤腹松鼠或許有類似功能。另赤腹松鼠之磨蹭行爲，亦可解釋爲氣味標識( scent marking )，此行爲在地松鼠非常明顯，甚至還有以背部磨蹭( Steiner, 1974 )。

休息行爲：

赤腹松鼠之休息行爲只有兩種姿勢：臥姿與趴姿。而紅松鼠尚多一種坐姿休息( Ferron, 1976 )。兩者皆因季節改變而調整姿勢。赤腹松鼠夏季常於樹蔭下趴著休息；冬季則以臥姿休息，有陽光的日子甚至還會在裸露枝幹上行日光浴。此現象可能與熱能調節( heat transfer factor )因子有關( Ferron, 1976 )。

赤腹松鼠之休息行爲分別於冬季1-2月及夏季7-8月出現兩高峯。在加拿大地區之紅松鼠則只在5月出現一高峯( Ferron, 1976 )，此可能因加拿大地區之平均月溫較台灣地區低。動物於過冷的環境下爲尋找渡冬食物以獲取能量，以致於在野外較少看見其休息不動之姿勢。

築巢：

赤腹松鼠常宿於樹上枝葉築成之巢窩，某些時期也會宿於蒲葵葉基部之棕皮堆上，但未曾發現住於樹洞者。而紅松鼠除了在樹上築巢居住外，偶而可見其宿於活的或已死去倒下之樹幹的洞中，甚至石堆下或地下，乃至於人爲之木箱等( Layne, 1954 ; Smith, 1968 )，但地松鼠類則終年住在地下之穴道中，可見赤腹松鼠與地鼠之棲宿環境較紅松鼠爲窄。又赤腹松鼠大多選擇於較隱蔽處築巢，此點與紅松鼠之築巢位置相似( Rothwell, 1979 )，其作用可能是使巢不易爲掠食者發現，同時便於由交錯的枝幹上奔逃。

植物園中赤腹松鼠在每個巢不會停留很久，最長三個月，換巢期間則多宿於蒲葵樹上之棕皮層堆

裡。紅松鼠亦有短期停留之巢，構造較簡單，只供休息或夏天使用 (Layne, 1954)。赤腹松鼠在每個巢不會停留太久。研究期間內最長亦只有3個月。Schwartz & Schwartz (1981) 發現樹松鼠所有活動盡於單一巢中，易弄髒，必須常常填充襯裡或搬遷。

社會行爲：

雄性赤腹松鼠對雌鼠採迴繞追逐時，其過程之間雄鼠常常對雌鼠有短暫之挨近與跟隨。此和Thompson (1977) 所述之“prechasing”相近，即是雄鼠在雌鼠發情前幾天的探試行爲，而且只有一隻雄鼠參與；一旦雌鼠開始發情，即會吸引一隊雄鼠緊跟其後。本研究於1981年12月所見之一次求偶追逐中，有3隻雄鼠參與追逐(另研究者於1981年6月曾於新竹青草湖畔，見6隻雄鼠參與追逐)。在紅松鼠追逐之雄鼠亦可達6隻(Layne, 1954; Flyger, 1955)。灰松鼠更有10-12隻的記錄(Taylor, 1966; Smith, 1968)。

灰松鼠之雄鼠在求偶追逐行列中。每次停下時，雄鼠所表現的敵對行爲可定出各別之社會地位(Thompson, 1978)。通常在追逐將結束時，愈近雌鼠者地位愈高。赤腹松鼠之求偶追逐過程與之相似，可假定最後留下之雄松鼠地位最高。

於1983年3月觀察到赤腹松鼠交配行爲後，只有雌鼠自我修飾，此與灰松鼠在交配射精後雌雄皆修飾生殖部位皮毛之行爲(Thompson, 1977)不同。所見之交配雌鼠在攜回實驗室飼養兩個月中，未發現有懷孕跡象，故該次交配可能並未成功。該兩隻赤腹松鼠皆小於2歲，可能年齡與交配成功有關(Smith, 1968)。

本研究中對於敵對行爲之細部動作無Lee(1981)所述之臣服、分離等動作。該動作僅見於母子或同窩幼鼠間之遊戲中。

8月份及12-2月間友好行爲下降之同時，伴隨有母子間迴繞追逐之增加，顯示母子間矛盾(conflict)關係增強，約半年後幼鼠即遷出生育地另覓生活領域。

植物園中之赤腹松鼠平時大多和平相處，很少爭鬥。僅於食物資源或巢窩附近，敵對行爲之發生率較高，此與灰松鼠相同(Flyger, 1955)。赤腹松鼠無明顯的領域行爲，而紅松鼠却有明顯之領域範圍(Smith, 1968)。雌雄紅松鼠各有自己的領域，不容其它松鼠進入，只有生殖季節，雌鼠會讓雄鼠進入，但交配完後會被趕出。灰松鼠雖無明顯的領域範圍，但在同一地區生活之松鼠間有階級之分，藉以形成穩定之社會。

赤腹松鼠的雄性成鼠對雌性成鼠幾乎皆採取敵意不明顯的迴繞追逐。在植物園中8月至11月未發現此類行爲，與T'sui et. al. (1982) 所謂10-11月為雄性之生殖休止期相近。而成鼠所發動的追逐攻擊中，雌鼠佔87%，故雌鼠之社會地位有較雄鼠為高之傾向，雄鼠多採用迴繞追逐，其目的以求偶為主，而敵對行爲主要是針對幼鼠。另成體之階級高於幼鼠，幼鼠或新遷入者必須經敵對行爲之參與，適應後，或許是得到某種社會地位的認可，才定居下來。此種社會系統的結構與灰松鼠相近(Thompson, 1978)，但與灰松鼠相反的是，後者雄鼠之階級高於雌鼠(Flyger, 1955; Taylor, 1966; Thompson, 1978)。

由雄鼠未曾對幼鼠表現友好行爲，推測雄鼠並未參加育幼工作，而兩隻雌鼠同宿且與同一隻幼鼠表現友好行爲，或許有兩隻雌性成鼠共同育幼的可能。

## 參考文獻

1. Cahalance, V. H. 1942. Caching and recovery of food by the western fox squirrel. J. Wildl. Manage. 6: 338-352; cited by Thompson & Thompson, 198. Can. J. Zool. 58: 701-718.

2. Chang, W. F. 1976. The ecological research of the Red-bellied tree squirrel damage to forest in Taiwan. Environ. Res. Centr., Tunghai Univ. 34pp. (in Chinese)
3. ---1982. Study on feeding habits and home range of the Red-bellied tree squirrel in Taiwan. Environ. Res. Centr., Tunghai University. 26pp. (in Chinese)
4. Chu, Y. and S. -T. Yie. 1970. Some biological note on the Taiwan squirrel. Plant Prot. Bull. 12:21-30.
5. Davidson, A. M. and W. Adamas. 1973. The Grey squirrel and tree damage. Quart. J. Forestry 67: 237-247.
6. Eisenberg, J. F. 1981. The mammalian radiations. University of Chicago Press, Lond. 610pp.
7. Fahn, Y. D. 1969. Investigation of squirrel damage to forest in Taiwan. Arg. College, Tia Yih, Camp. Press, 2: 148-165.
8. Ferron, J. 1976. Comfort behavior of the Red squirrel, *Tamiasciurus budsonicus*. Z. Tierpsychol. 42: 66-85.
9. Flyger, V. F. 1955. Implications of social behavior in Grey squirrel management. Trans. N. Amer. Wild. Conf. 20: 381-389.
10. Hwang, F. D. 1981. Relationship between the damage of Formosan Red-bellied tree squirrel and wood extraction. Master Theses of Graduate Inst. Forest., N. T. U. 43 pp.
11. Hwang, S. G., Z. Y. Kung and D. C. Tsai. 1979. Investigation and controlling study of squirrel damage to the experimental plantation at Lu-Kuei Branch. Bull. Taiwan Forest Res. Inst., No. 318, 18pp.
12. Kao, T-C. 1974. A research on damaged conditions of tree squirrels and their effects on physical and mechanical properties of major planted species in Taiwan. Master Theses of Graduate Inst. Forest., N. T. U. 92pp.
13. Kao, C. and K. Y. Fang. 1980. Relationship between the damage of squirrel and wood chemical compositions(1). Quart. J. Forst., 13: 69-87.
14. Kuo, P-C. 1957. A preliminary survey of squirrel damage to forest trees in Taiwan. Tech. Bull., Exp. Forest., N. T. U. 12: 3-15. (in Chinese, English summary)
15. Layne, J. N. 1954. The biology of the Red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus loquax* (Bangs), in central New York. Ecol. Monog. 24: 227-267.
16. Lee, L. L. 1981. The behavioral study of the Red-bellied tree squirrel, *Callosciurus erythraeus*. Unpubl. Master Theses of Graduate Inst. Zool., N. T. U. 41pp.
17. Lin, Y. S. and S. P. Yo. 1981. Population dynamics of the Red-bellied tree squirrel, *Callosciurus erythraeus*. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 20: 31-41.
18. Liou, C-F. 1982. Correlation of the damage by Formosan Red-bellied squirrel with the sugar component and content in the bark of Cryptomeria, China-fir and Taiwania. Master Theses of Graduate Inst. Forest., N. T. U. 70 pp.
19. Rothwell, R. 1979. Nest sites of Red squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus*, in the laramite range of southeastern Wyoming. J. Mammal. 60: 404-405.
20. Schwartz, C. W. and E. R. Schwartz. 1981. The wild mammals of Missouri. University of Missouri Press, Columbia. 356pp.
21. Smith, C. C. 1968. The adaptive nature of social organization in the genus of tree squirrels, *Tamiasciurus*. Ecol. Monog. 38: 31-63.
22. Steiner, A. L. 1973. Self-and allo-grooming behavior in some ground squirrels (Sciuridae), a descriptive study. Can. J. Zool. 51: 151-161.
23. -----1974. Body-rubbing, marking and other scent-related behavior in some ground squirrels (Sciuridae), a descriptive study. Can. J. Zool. 52: 889-960.
24. Tang, D. C. and P. S. Alexander. 1979. The reproductive cycle of the Red-bellied tree squirrel, *Callosciurus erythraeus*, in Taiwan. Biol. Bull., Tunghai Univ. 51: 1-7.
25. Taylor, J. C. 1966. Home range and agnoistic behaviour in the Grey squirrel. Symp. Zool. Soc. Lond. 18: 229-235.

26. Thompson, D. C. 1977. Reproductive behavior of the grey squirrel. *Can. J. Zool.* 55: 1176-1184.
27. \_\_\_\_\_ 1978. The social system of the Grey squirrel. *Behavior* 64: 306-328.
28. \_\_\_\_\_ and P. S. Thompson, 1980. Food habits and caching behavior of urban grey squirrels. *Can. J. Zool.* 58: 701-718.
29. T'sui et. al. 1982. The reproductive biology of the Red-bellied, *Callosciurus erythraeus*, at Ping-Lin, Taipei Hsien. *Proceedings of the National Science Council* 6: 443-451.
30. Wang, T. D. and P. C. Kuo. 1980. Squirrel damage to economic forests in Taiwan. *Natl. Sci. Counc. Monthly, ROC*, 8: 527-550.
31. Wolfe, J. L. 1966. A study of the behavior of the Eastern chipmunk, *Tamias striatus*. Doctoral dissertation, Cornell Univ. 144pp.
32. 邵中仁, 1969, 氣溫與林木, 造林知識, 58 : 1 - 8 。

表1 赤腹松鼠之食物種類，食用部份及食用頻率之月變化

Table 1. List of food plants, the consumed parts and its consuming frequency by the red-bellied tree squirrel in the experimental area (B. bloom; F, fruit; L, leaf)

Species	Consumed Parts	Month											
		N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
漆樹 <i>Semecarpus gigantifolia</i>	F, B	1	4	1	2	2	2	1	1		2	1	1
東 度 漆樹 <i>Elaeocarpus serratus</i>	F, B	3	3	6	2	1					1	3	
羊 蹄 葵 <i>Livistona chinensis</i>	F, B	1		1		6	1	2	3	1			2
波 羅 甲 <i>Bauhinia aculeata</i>	B, L	4	2				4	9	1	3		1	2
銀 合 蜜 樹 <i>Artocarpus heterophyllus</i>	F	1	2				3	2	1		7		2
石 斑 木 <i>Leucaena leucocephala</i>	F, L	1	1	2		2	1			4			
大 葉 合 歡 <i>Phaphiolepis indica</i>	F	2	8							1		1	
豬 脚 木 <i>Albizia lebbbeck</i>	F, B, L		1	2	1	1		4	1		1	1	
密 椏 <i>Machilus thunbergii</i>	F					1	5	1					
石 椏 <i>Ficus benghalensis</i>	F							2	8	9	1		
密 椏 <i>Aleurites moluccana</i>	F							1			4	6	11
芒 菓 <i>Mangifera indica</i>	F, L							2	2				
刺 楸 <i>Erythrina variegata</i>	B							20					
垂 楸 <i>Cinnamomum camphora</i>	F								1	3	11		
垂 楸 <i>Ficus benjamina</i>	F									2	16		
垂 楸 <i>Ficus drupacea</i>	F										4	2	
垂 楸 <i>Artocarpus altilis</i>	F										6		2
垂 楸 <i>Killenga pinnata</i>	B											9	6
垂 楸 <i>Syzygium cumini</i>	F											1	5
垂 楸 <i>Pongamia pinnata</i>	L											1	6
Others	F, B, L	3	1		1	6				2	1	1	2
Fungi		2				1				4	1	1	1
Gall of <i>Unitachuns</i> sp. (in the branch of <i>Stryax suberifolius</i> )											3	1	

表2 赤腹松鼠表現自我修飾陣次之月變化及性別、成熟度之差異

Table 2. Monthly change of autogrooming activity (average bouts per squirrel) in different sex and maturity

Years	Month	Average bouts	Adult Female	Adult Male	Immature
1981	Nov.	5.4	7.0	3.5	7.0
	Dec.	3.2	8.5	3.5	2.3
1982	Jan.	3.5	10.0	4.0	9.0
	Feb.	4.3	11.0	0	9.0
	Mar.	5.9	4.0	4.0	3.5
	Apr.	4.0	4.1	0	2.0
	May.	4.2	6.4	3.7	5
	Jun.	4.4	2.5	2.7	5.0
	Jul.	4.5	0.5	7.5	7.8
	Aug.	6.6	7.7	14.0	5.7
	Sep.	5.0	6.0	4.7	1.6
	Oct.	4.8	18.0	8.0	3.0
Mean			7.14 <sup>#</sup>	4.63*	5.08

#, \* are significantly different at  $p < 0.05$  by F-test.

表 3 三種社會關係之迴繞追逐陣次之月變化

Table 3. The total frequency of spiral Chasing in three different social combinations.

	Month	Mother & Children	Among Juveniles	Male to Female	Total
1981	Nov.	1	4	0	5
	Dec.	2	6	3	11
1982	Jan.	0	0	0	0
	Feb.	0	0	6	6
	Mar.	0	0	0	0
	Apr.	0	0	2	2
	May	0	0	1	1
	Jun.	0	0	0	0
	Jul.	4	0	1	5
	Aug.	4	0	0	4
	Sep.	0	3	0	3
	Oct.	0	0	0	0
Total		11	13	13	37

表 4 成鼠或幼鼠對其他不同成熟期之松鼠攻擊陣次之月變化

Table 4. The total frequency of agonistic bouts of adults or juveniles toward other squirrels at different mature stage.

Initiator	1981	Month	Juvenile	Adult	Unidentified	Total
Adult	1981	Nov.	0	0	12	12
		Dec.	1	1	11	13
	1982	Jan.	6	3	3	12
		Feb.	1	0	10	11
		Mar.	0	9	6	15
		Apr.	0	4	3	7
		May	6	10	9	25
		Jun.	2	0	6	8
		Jul.	1	6	4	11
		Aug.	1	14	7	22
		Sep.	3	17	6	26
		Oct.	6	4	2	12
	Juvenile	1982	May	1	1	0
Total			28	69	79	176



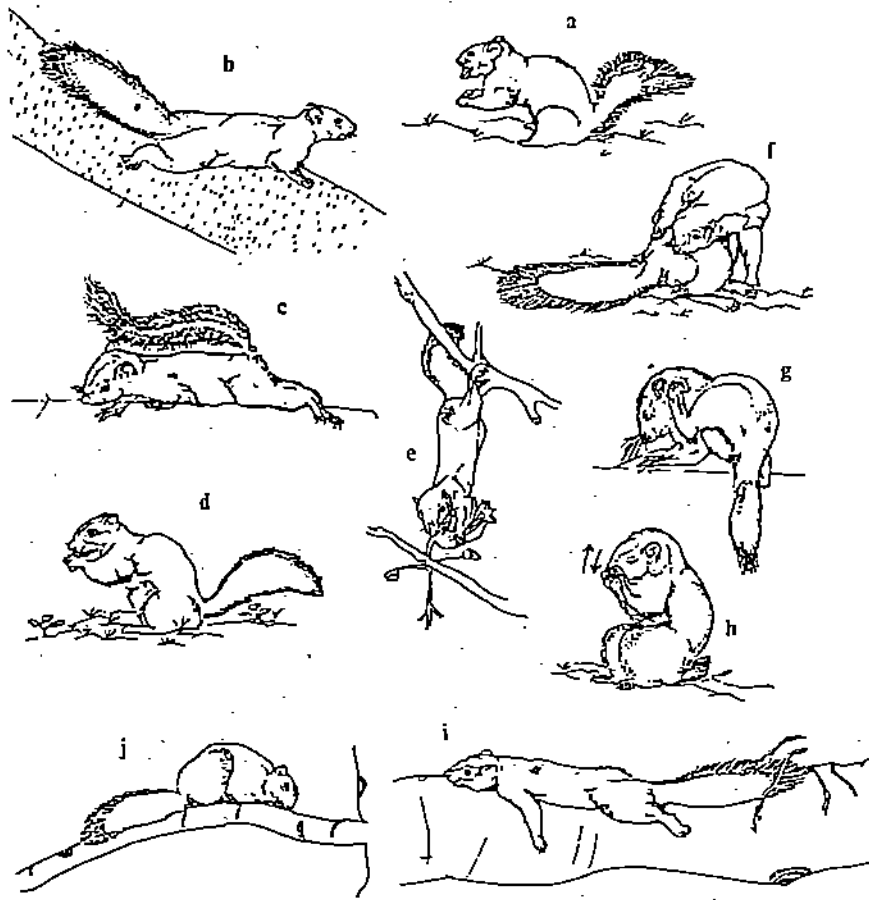


圖 1 赤腹松鼠之行爲模式。a-b，警戒行爲；c，探測行爲；d-e，攝食行爲；f-h，自我修飾行爲；i-j，夏天及冬天的休息行爲。

Fig. 1. Behavioral patterns of the red-bellied tree squirrel (*Callosciurus erythraeus*). a-b, alert behavior in upright and down posture; c, exploratory behavior; d-e, feeding in sitting and in hanging up-side-down posture; f-h, licking, scratching and wiping elements of autogrooming behavior; i-j, resting posture in summer and winter, respectively.

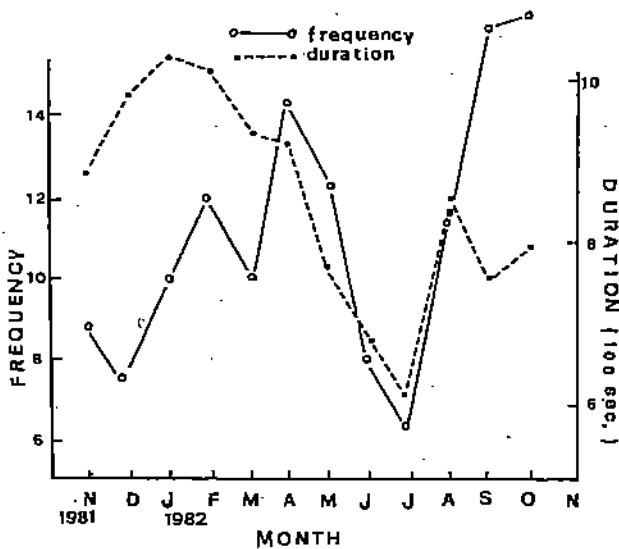


圖 2 赤腹松鼠攝食活動的頻率及持續時間之月變化

總頻率：1,735，總時間：122,660 秒

Fig. 2. Monthly change of frequency and duration in feeding activity of the red-bellied tree squirrel. Total frequency = 1735, total duration = 122660 seconds.

DEBARKING ACTIVITY

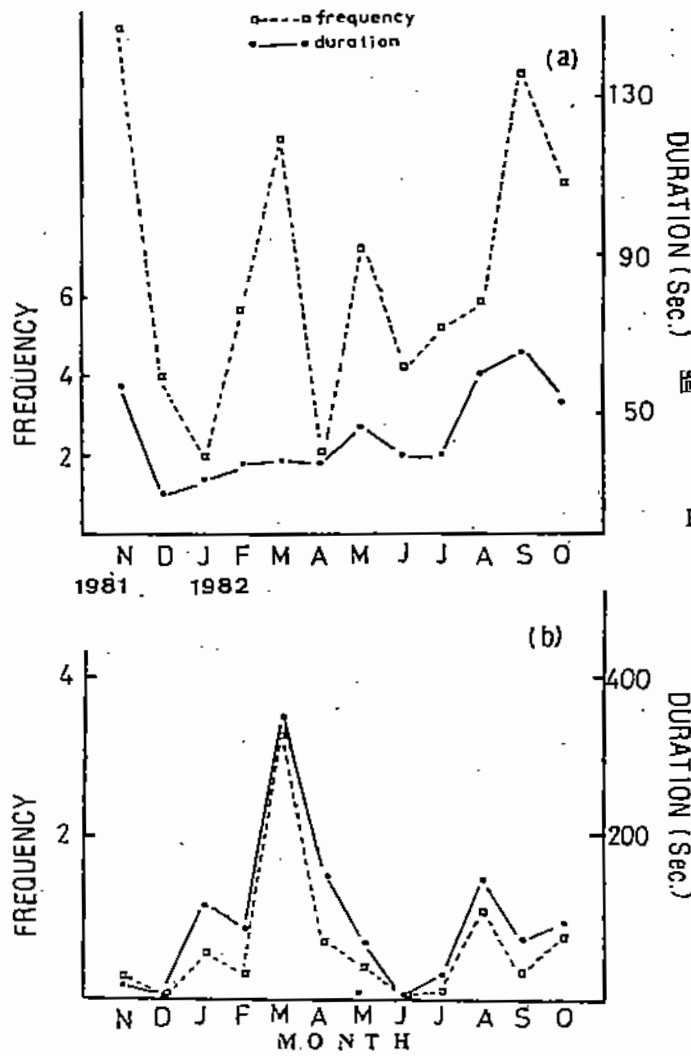


圖 3 赤腹松鼠(a)啃剝活動及(b)啃食活動之頻率 and 持續時間之月變化  
 總頻率：(a) 441, (b) 143 ;  
 總時間：(a) 15,027 秒, (b) 10,007 秒

Fig. 3. Monthly change of frequency and duration in  
 (a) peeling activity, total frequency = 441, total duration = 15027 seconds.  
 (b) peeling-feeding activity, total frequency = 143, total duration = 10007 seconds.

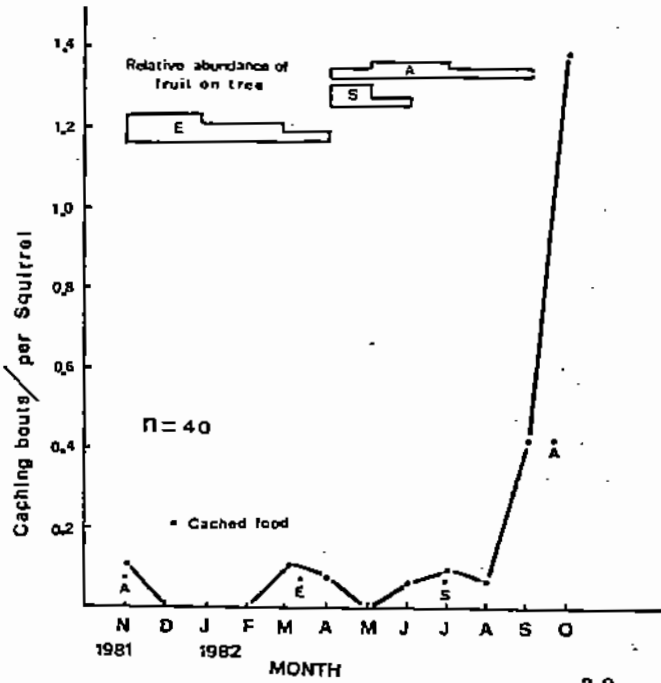


圖 4 赤腹松鼠貯食陣次之月變化及相對結果量

Fig. 4. Monthly change of caching bouts of the red-bellied tree squirrel and the relative abundance of fruit on tree.  
 \*, caching food; A, *Aleurites moluccana*; E, *Elaeocarpus serratus*; S, *Semecarpus gigantifolia*; n, total number of caching bouts.

## II. 有害動物鑑定以及族群調查

赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*) 為台灣造林地內主要為害的脊椎動物 (郭, 1957; 王, 郭, 1980)。然而赤腹松鼠並非唯一對林木造成損害的野生動物; 飛鼠啃剝樹皮的行為亦略有所聞。李 (1983) 曾對於松鼠剝下之樹皮上的齒痕加以分析, 發現有類似飛鼠的齒痕; 因此進一步建立各種松鼠之標準齒痕以判定為害動物之依據乃 I PM 模型建立上很重要的一環。

野生動物族群量為建立森林生態體系模型所不可或缺的介值。有關 I PM 的經濟及生態系統模型皆以族群量為基本單位。因此族群調查方法的建立為使用 I PM 原則成敗的關鍵。雖然有許多不同方法可以估算野生動物的族群量, 然而對於松鼠而言, 以標識流法 (mark-recapture) 所得的資料對於 I PM 模型的建立最為有用。筆者等曾於溪頭柳杉人造林內以標識流法對赤腹松鼠做過三年族群動態的研究。其結果顯示赤腹松鼠族群量呈季節性的變動, 以冬末和初春為最低, 而夏秋為最高, 而林木受害的季節正是赤腹松鼠族群量最低的時候, 因此預測冬末和初春松鼠族群量為防治松鼠害的重要步驟。而其他有關松鼠族群的介值如各年齡級松鼠的活存率、移入率、移出率和每年幼鼠加入之數量等等, 為建立松鼠族群所不可或缺的。松鼠族群數量之預測可利用 Leslie matrix 以求之。其基本模型如下:

$$N_{t+1} = A N_t$$

$$N_t = \begin{pmatrix} n_0 \\ \vdots \\ n_k \end{pmatrix} \quad n_k : k \text{ 年齡級的松鼠數目。 } k=0, n$$

$$A = \begin{pmatrix} f(0) & f(1) & \dots & f(k) \\ p(0) & 0 & & \\ 0 & p(1) & & \\ \vdots & & \ddots & p(k) \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} f(k): k \text{ 年齡級每隻松鼠滋生幼鼠數目。 } k=0, n \\ p(k): k \text{ 年齡級松鼠的生存率; 此數值為移入、移出率和死亡率的線性組合, 因此 } p(k) \text{ 值可能大於 } 1。 \end{array}$$

## III. 經濟閾 (ECONOMIC THRESHOLDS)

經濟閾觀念的使用目的在防範為害在先; 即在為害發生以前, 從動物的族群量上預測到未來經濟利益的損失。因此如能在為害未發生以前將有害動物族群加以控制, 則可將經濟上的損失降到最低。故經濟閾為族群控制措施必須執行時的動物族群數量。其計算模型如下:

$$ET = \frac{CC}{EC \cdot Y \cdot SC} \cdot CF$$

ET: 經濟閾。

CC: 控制族群所需投入之資金。

EC: 控制效率。

SC: 動物族群存活率。

CF: 生態影響因子; 視環境之適合或不適合動物之生存而定之。

Y: 作物的價值。(Chang, 1979)。

此一定義可以明確地由一作物區內昆蟲數量來判定是否應加以控制, 然而如欲將此模型套於森林生態系內, 則有相當多的限制。因為森林資源為長期滋生資源, 且具有多重目標, 因此其收益經濟價值 (Y 值) 的估算遠較作物收穫價值的估算複雜。另一方面, 作物區內有害昆蟲族群量與作物的損失多成正相關, 而松鼠數量與樹木受害情形並無類似的關係。甚至在松鼠為害季節時, 每公頃有一到二隻松

鼠便會對林木構成嚴重的損失。而此時松鼠的經濟闊度幾近於零。因此必須發展另一套適於森林生態體系和經濟效益的模型來做為制定松鼠控制措施的憑據。

## IV. 棲地經營

森林提供松鼠棲息場所，並供給所需的食物。郭與姜（1984）對溪頭營林區松鼠為害地加以分析發覺雜草木繁生和近溪側之造林地，松鼠害較其他林地嚴重。而5月到7月間林地內百香菓和其他雜木果實為松鼠之主要食物（張，1976）。因此林地之經營措施如除草去蔓，砍除雜木等影響到松鼠的族群變動。而此類經營方式對松鼠族群量之直接影響以及間接地影響到松鼠族群控制效果亦須納入IPM模型中加以分析。

## V. 防治措施

### 1. 化學藥物控制

為目前最容易實施的控制方法，然而如果毒餌擺設以及餌料配方處置不當，不只浪費金錢而且嚴重威脅到其他生物的生存。以美國森林內刺蝟（porcupine）控制為例，將有毒的鹽磚安置在樹上，刺蝟取食後的碎渣往往落到地上，被野鹿取食而引起野鹿中毒。用1080毒殺地松鼠（ground squirrel）時，黃嘴鵲（yellow billed magpie）常常採食毒餌而中毒死亡。因此在林地內使用毒餌時必須考慮到其他非標的動物而對毒餌擺設方法加以評估與研究，以減低毒餌對其他動物所造成的不良影響。

### 2. 生物控制

一般很討好民眾心理，然而此類方法耗資甚巨，且效果很難預測。此法用於脊椎動物控制上唯一成功的例子為澳洲使用病毒（myxomycosis）短暫地控制了野兔，但是由於病毒本身不斷地改變，因此如要長期地使用此法，勢必不斷地投入大量資金於病毒的篩選與接種上，經濟上並不合算。

引用掠食性動物控制有害脊椎動物，尚無成功的例子，倒造成一些環境問題，例如夏威夷引入獾（mongoose）不單沒有控制住鼠類反而造成原產野鴨的滅絕。但是在有害動物族群量很低時增加當地之掠食性鳥類棲地面積，以及改善棲地品質，可以防止有害動物的大發生（outbreak）。因此生物控制之使用在IPM原則下似有其價值，是否採行必須進一步做長期生態及經濟效益分析。

### 3. 生殖抑制劑

森林內有害動物之生活史遠較作物區內有害動物為長，因此生殖抑制劑為理想之控制藥劑，但是目前尚無此類藥劑應市，所以必須進行更多試驗與研究。

### 4. 抗啃剝樹木品系

美國已有許多研究篩選出抗土撥鼠（pocket gopher），野兔（hare）以及鹿啃食的針葉樹品系，如能選出相似的抗松鼠啃剝之樹木品系，則可以節省許多松鼠防治經費。

## VI. 結 論

綜觀以上之論點，IPM原則的使用將使森林生態體系內之有害動物控制更為完備。而此一原則亦可指引整合性有害動物研究之方向，並加以修正目前的防治方法。然而欲建立起整個森林體系下之IPM有害生物防治模型却是一件頗富挑戰性的工作。如建立松鼠害下森林生態系的經濟模型，非標的生物的族群模型，有害動物之經營模型等等。因此未來IPM原則使用的關鍵在於是否有足夠訓練有素的野生動物經理人才，以及更多有關野生動物防治的研究工作。

## Ⅶ. 參考文獻

- 1 王子定、郭寶章，1980，台灣松鼠對台灣經濟林木之為害。科學發展月刊 8 (6)：527-550。
- 2 李培芬，1983，大赤鼯鼠之生殖與生態研究。台灣大學動物研究所碩士論文 pp. 73。
- 3 張萬福，1976，台灣赤腹松鼠為害林木之生態研究。東海大學環境科學研究中心，pp. 34。
- 4 郭寶章，1957，台灣松鼠為害林木之初步調查。國立台灣大學農學院實驗林研究報告第 12 號 pp. 20。
- 5 郭寶章、姜家華，1984，溪頭營林區松鼠為害造林木實況之分析。國立台灣大學農學院實驗林，pp. 16。
- 6 Chiang, H. C. 1979. A general model of the economic threshold level of pest populations. *FAO Plant Protection Bulletin* Vol. 27, No. 3.
- 7 Corbet, P. S. 1981 Non-entomological impediments to the adoption of integrated pest management. *Protection Ecology* 3: 183-202.
- 8 Giese, R. L, R. M. Peart, and R. T. Huber. 1975. *Pest Management Science*. Vol. 187: 1045-1052.
- 9 Marsh, R. E. 1984 IPM concepts in Vertebrate Pest Control Proceedings integrated Forest Pest Management Symposium (S. J. Branham and G. D. Hertel, Eds.) P. 25-37, University of Georgia, Athens, June 19-21, 1984 281 pp.

# 台灣中部飛鼠生態之研究

## Ecological Study of the Flying squirrel in Central Taiwan

張 萬 福

### 摘 要

民國70年7月至73年6月底止，於台灣中部之中橫古道沿線，海拔700~3997公尺之間，從事夜行樹棲性之飛鼠種類、分布及習性等調查。

飛鼠種類調查結果，有台灣小鼯鼠、大赤鼯鼠與白面鼯鼠，各自分布於海拔400~2000公尺，700~2600公尺與1200~3750公尺。觀察並捕獲之大赤與白面鼯鼠中，大部份喜單獨活動(85%)。(台灣小鼯鼠因觀察及捕獲之隻數太少，不在本文討論範圍內)，求偶期與撫育期間方能發現成對及携眷之情形。兩種飛鼠活動時刻，因季節性日出與日落的時間差異而略顯不同。但都會在日落後30~50分鐘之間陸續出巢，於日出前1~2小時之間回巢。每晚活動之時間，其頻率高峰呈雙峯型，分別在晚上9時與清晨2~3小時之間。

兩種飛鼠爲葉食性，主要以樹葉爲生。但在不同的季節裡亦會攝取嫩芽、花蕾、種子、葉實及樹皮爲食。胃含物解析顯示，白面鼯鼠攝取8種植物，2種動物性食餌。大赤鼯鼠共攝取12種植物。每晚攝取之食物種類僅1~2種，均具有很高的專一性。

每年之4~7月與11~1月爲兩種飛鼠之求偶期。7~9月與12~3月爲懷孕期。2~4月與8~10月爲生產期。每胎一隻。兩種飛鼠以洞穴爲巢，亦會築巢於枝幹間。主要以針葉樹種的外層樹皮爲營巢材料。同樹上不同樹洞中，可居住著不同個體的飛鼠。兩種飛鼠選定之巢穴位置，並沒有一定的嗜好性高度，在6~35公尺之洞穴均可發現，但大多選擇較粗大的樟科、殼斗科、杉科、松科及柏科的主幹或古木的洞穴中爲巢，洞口直徑約10~25公分之間。

原始林裡之飛鼠爲害呈零星狀態。爲害方式以啃剝樹皮及嚼食樹葉爲主。啃咬樹皮發生於2~3月及8~10月間，春季所獲之兩種飛鼠，其胃含物中均可發現少許的樹皮形成層，秋季曾目睹啃剝行爲，僅剝取主幹外層樹皮，而不深入材質部。剝離的樹皮，搬運至樹洞，供作營巢用材料。本調查均在原始林裡進行，有關人造林地之飛鼠生態及爲害狀況，有待進一步之探討與研究。

### 一、緒 言

台灣赤腹松鼠(*Callosciurus erythaeus*)爲害林木之報導，早於三十幾年前，即見諸記載(沼田1951;宇田1954)。惟近幾年來，爲害情況日趨嚴重，對於森林資源之維護已構成嚴重威脅。各有關當局均極重視此問題的嚴重性，對刻不容緩的解決辦法，無不抱以極大的關切。爲圖根本控制松鼠對林木之爲害，近年來國內生物學者紛紛進行多項松鼠生態之深入研究。如生殖週期(唐代駒、歐保羅1979);食性與活動範圍(張萬福1982);族群動態(林曜松、尤少彬1981);行爲(李玲玲1981、周蓮香1983)及探討松鼠爲害林木及林木化學組成關係之研究等(高大成1974、王子定等1980、高濤等1980、1983)。期以研究所得資料，提供最佳之防治對策。

過去的研究均認為赤腹松鼠是為害林木的罪魁禍首，林務當局也以此為主要捕殺對象。早年朱耀沂等(1970)曾推測台灣的飛鼠可能為害林木，但未曾進一步的研究證實。作者在1980年從事松鼠食性與活動範圍研究時，曾目睹大赤鼯鼠與白面鼯鼠也有啃剝樹皮為害林木之行爲，可確認飛鼠亦參與為害林木之行列，並非赤腹松鼠之專利也。國外有關夜行性哺乳類飛鼠之生態及為害林木之研究調查早在數十年前多有所報導(沼田1951, 宇田1954)台灣從事飛鼠生態研究及探討飛鼠為害林木之關係，過去學術界一直未曾研究。直至1981年7月，才開始進行有系統之研究(張萬福1982、李培芬1983)。對尋求徹底防治對策，蒐集及研究飛鼠之基本生態資料，殊屬必要。

本調查目的乃針對著樹棲性及夜行性的滑翔者——飛鼠，從事研究、蒐集其基本生態資料，諸如飛鼠之種類、分布、食性、繁殖及行爲等，作一全面性之調查，以配合松鼠整體研究之發展，期以科技整合的方式，把各研究所得資料彼此互應、相互作用，以供有關當局釐訂全面防治對策及林業經營時提供重要之參考依據。

本研究計劃為期三年，自民國70年7月至73年6月止，在台灣中部之中橫古道沿線從事調查。研究期間因經費及人力不足，多項應執行的研究項目，尚待加強或繼續完成。

## 二、研究地區與概況

研究地點主要選定台灣中部之中橫古道沿線。自和社的700公尺經由東埔→樂樂→對關→觀高→八通關到玉山的3997公尺，隔月另闢八通關經由巴奈伊克到中央金礦的調查路線。古道沿線，因高差大，森林植被也隨著路線的延伸及各地段海拔高度之不同而有所變化，適合從事飛鼠垂直高度之種類、分布及各種習性等調查。此線沿途的林型大致為熱帶林、亞熱帶林、溫帶林及寒帶林所被覆。茲將各段的林型簡述於后：

由和社至東埔間之地段：沿途以稻田為主，鄰近山野坡地廣植果樹。接近東埔可見山林，除人造林外，當地植被以常綠闊葉樹森林及落葉性林木為主。主要樹種包括樟樹、野桐、山黃麻、構樹及山漆等。此類林型為本島熱帶林或次生亞熱帶森林模式之林型。

由東埔至樂樂間之地段：此一地段之植被，初則所見多為廣葉杉、茶樹及相思樹等人工林，繼則次生亞熱帶闊葉森林出現於遠近山坡。主要樹種為皮欖、檫木、青岡欖及多種雜木等，到1500公尺的雲龍瀑布地帶可發現赤楊純林。此段植被以亞熱帶常綠闊葉樹森林為主。

由樂樂至對關間之地段：沿途植被諸多變化，初則行進於茂密的常綠闊葉樹林中，所見林木種甚多，以樟科及殼斗科之林木為主。向陽坡地則為赤楊純林所佔。海拔高度在1800公尺處就有紅檜出現，散生於闊葉林中，紅檜林木大者胸徑約在70公分。

由對關至觀高間之地段：因海拔之升高，林中紅檜林木相繼增多，其他針葉樹種相繼出現。此段仍以常綠闊葉樹或類屬殼斗科與樟科之種類為其林木，然林中散生著高大的針葉樹。2100公尺以上則進入針葉樹林帶，終竟由亞熱帶常綠闊葉樹森林群落，演變為溫帶針葉林。海拔更高之處，始見鐵杉，繼之則見雲杉自成群落，林下玉山矢竹繁茂異常。

由觀高至八通關間之地段：則完全進入溫帶針葉樹混生林帶。此地林型係以各種針葉樹為其主要林木，林中雲杉成群分布於紅檜老齡林之間，另外尚有華山杉散生其間，刺柏與玉山香柏漸次出現。

由八通關至玉山頂間之地段：八通關一帶地形緩和，多為坦坡。玉山矢竹密被地表，形成高山草原，其間有台灣二葉松或華山松散生。由八通關到玉山的步道上，走至3600公尺以上之地段

，可見老幼齡階不同的鐵杉純林，並且另有冷杉伴生。刺柏、紅毛杜鵑、台灣馬醉木則為林下常見之灌木。空曠地區玉山矢竹則繁密孳生。

調查區內大都為高山，氣候型態上包括暖、溫、寒三種。夏季多雨，全年降雨量可達三千公釐以上；冬季乾燥，三千公尺以上高山，寒冷且多霜雪。

### 三、研究方法

#### 1. 劃分地區：

為了能明瞭不同海拔及植被的飛鼠種類、分布狀況、棲生環境、群落和替代情形，特將研究地區依不同海拔高度及植被，設立8個主要觀查站。即東埔、樂樂、對關、觀高、八通關及玉山下，隔月則前往巴奈伊克及中央金礦。

#### 2. 實地野外觀察：

每月定期7—10天，因飛鼠為夜行性動物，故觀察時特選在農曆15日月明時進行。在設定的調查區內以帶狀調查法(Transect Line Survey)及定點調查法(Time Area Count)反覆調查。每次調查皆沿著漸昇的山坡逐站調查。觀察時刻在太陽下山後的一小時進行。因季節不同，日沒時刻及飛鼠活動時刻亦不同，冬季時下午5時便開始調查，夏季時則在19:30分才有飛鼠活動，是時才開始調查。每晚整夜調查，到半夜12時，略作休息，用過夜午餐後繼續調查，直到清晨5時停止。調查時記錄看到及聽到的飛鼠種類和隻數、分布狀況、棲所的選擇、垂直覓食層次、覓食行為、攝食食物種類、繁殖特性及各種行為表現；同時記錄飛鼠被發現的高度，尤其是剛出現或開始消失的高度，以明瞭飛鼠的種類與數量沿著高度遞變度分布與取代的情形，並與該位置植被變化的情形來相互比較。若發現飛鼠棲息於樹洞所在的樹種，樹洞高度及樹高和胸徑。

野外調查工具主要使用8節大型乾電池的探照燈，以搜索飛鼠。該燈的有效照明距離可達100公尺。運用一具10×35的雙筒望遠鏡，來分辨飛鼠種類及其行為。

#### 3. 捕捉：

每月雇請獵人捕捉5—7隻不同種的飛鼠，供實驗室食性與繁殖分析用材料。

#### 4. 訪問：

訪問居住在山上的林務人員及山胞。可以瞭解飛鼠分布之種類、數量、習性及狩獵狀況。

### 四、研究結果：

#### 1. 飛鼠種類與特徵：

在調查區內共發現三種飛鼠，即：

A 白面鼯鼠 *Petaurista alborufus lena* Thomas

B 大赤鼯鼠 *Petaurista grandis* Swinhoe

C 台灣小鼯鼠 *Belomys Pearsoni Kaleensis* Swinhoe

飛鼠 Flying squirrel 隸屬於哺乳綱 Class Mammalia 啮齒目 Order Rodentia 松鼠科 Family Sciuridae 鼯鼠亞科 Subfamily Petauristinae 鼯鼠屬 *Petaurista* 及小鼯鼠屬 *Belomys*。鼯鼠屬與小鼯鼠屬過去分布於台灣的記錄共有四種，鼯鼠屬有三種，小鼯鼠屬一種。其特徵為：

白面鼯鼠 *Petaurista alborufus lena* Thomas 其特徵為頭前部及體下為白色，體上自頸部以



後爲深栗褐色，眼睛周圍長有一些栗褐色體毛，尾端有的呈白色，白色部位長短大小各異，有的尾端呈同一色，有的呈黑色不等。據鹿野忠雄(1925)稱雌性的尾尖都呈白色，但據筆者近三年來所獲百隻以上飛鼠中，雄鼠亦有白色尾毛，所佔比率亦不少，並非雌鼠之專利也。

大赤鼯鼠 *Petaurista Petaurista grandis* Swinhoe 其特徵爲全身體毛柔軟具有光澤，頭部及背部深栗褐色，雜有黑毛，體下則爲赤黃色。頭呈圓狀，吻不突出，鬚黑而長。耳殼呈橢圓型，全部裸出，飛膜由前肢腕擴伸至後肢的踝關節，當其飛膜擴張時，身體成長方形。尾毛呈黑褐色，幼體的顏色則較深。

白胸鼯鼠 *Petaurist Pectoralis* 史溫侯氏(1870)稱其特徵爲體色紅褐色，尾部較淡，而尾尖爲褐色，頭部包括臉部與背部同色，混有白毛。臉部全部及腹部中央則爲白色。

(附註)史溫侯氏(Swinhoe 1870)謂在1865年12月於高雄西南方山區獲得一新種鼯鼠標本。命名爲 *Peteromys Pectoralis* (*Petaurista Pectoralis*) 俗名爲 White-breasted Flying-squirrel 即白胸鼯鼠。而此標本現存何處，則不知。日籍學者在台灣期間未曾獲得此類標本。而田氏(1755)言花蓮的針闊葉林極爲稀少，此乃耳聞，其本人也未曾獲得此標本。John 等(1769)認爲史溫侯所得的標本，可能是突變或雜交種。依訪問資料，自東部、中部與南部地的獵人都說飛鼠只有三種，無人見過或聽說過所謂的白胸鼯鼠。筆者在這三年的飛鼠生態研究期間，曾捕獲百餘隻之飛鼠，但未發現上述的所謂白胸鼯鼠，倒是捕獲兩隻白變種的飛鼠及一隻全身並不完全白色，上雜有少許褐色體毛之飛鼠。至於白胸鼯鼠真確實情如何？仍尚待進一步廣泛的調查，方可定論，因此本種暫不列於本文探討之內。

小鼯鼠屬過去分布於台灣的記錄，僅有一種即，台灣小鼯鼠 *Belomys Pearsoni Kaleensis* Swinhoe，台灣產飛鼠中體形最小的一種。其特徵爲頭短、鬚長、耳殼呈橢圓形。耳殼基部有一叢柔軟的黃褐色細毛，長約30~33 mm。體上的毛基部有淡黑褐色的斑紋，體下毛呈淡黃白色，飛膜僅達後肢之膝關節。

## 2. 分布

### A 研究地區之飛鼠分布：

和社自東埔，海拔自700~1100公尺。這個地區發現的飛鼠種類爲台灣小鼯鼠及大赤鼯鼠，冬季時較易發現。

東埔至樂樂：樂樂海拔1700公尺，這段發現的飛鼠種類主要是大赤鼯鼠及台灣小鼯鼠。冬季時偶爾可獲得白面鼯鼠，其他季節則不易發現。

樂樂至對關：對關海拔2200公尺。這段出現的飛鼠種類爲大赤鼯鼠與白面鼯鼠，此地區亦爲二者混生最多的地區，但仍與大赤鼯鼠發現的數量爲最多。台灣小鼯鼠偶爾可見。

對關至觀高：觀高海拔2600公尺。此一地帶發現的飛鼠種類，以白面鼯鼠爲最多，大赤鼯鼠遽減，台灣小鼯鼠於此絕跡。顯然至此以上爲白面鼯鼠棲息的適當環境。

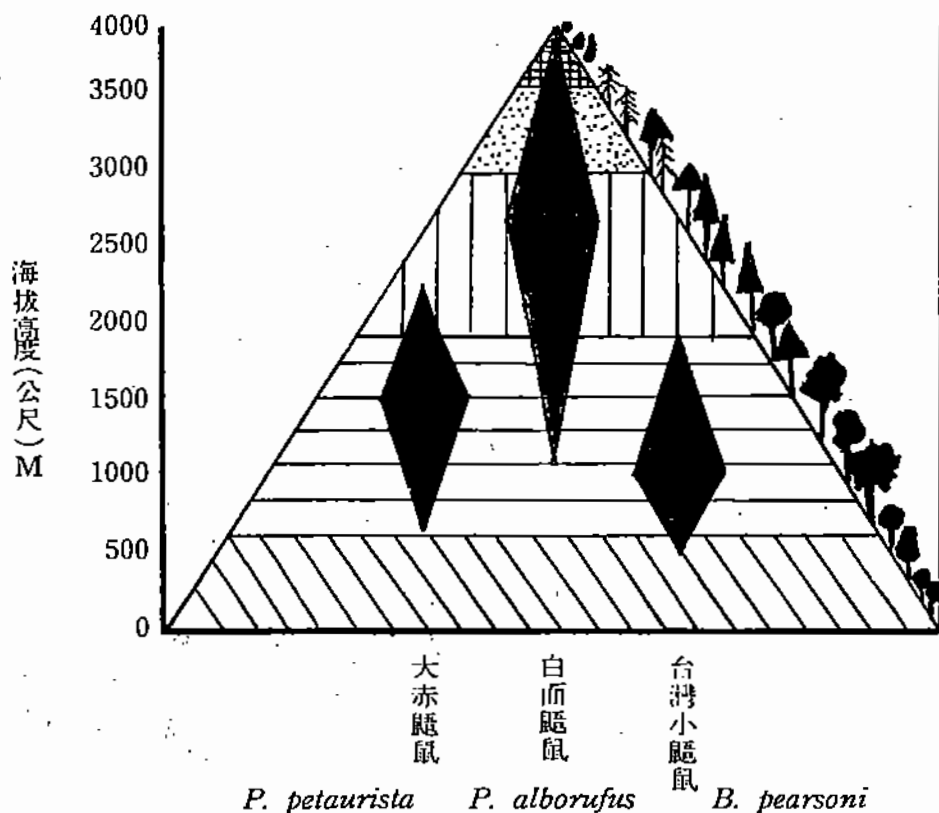
觀高至八通關：八通關海拔爲2750公尺，此段發現的飛鼠種類純爲白面鼯鼠，夏季時在觀高地區，大赤鼯鼠偶爾可見。

八通關至玉山頂：玉山海拔爲3997公尺。這段發現的飛鼠種類，僅爲白面鼯鼠一種，最高分布到海拔3750公尺處，從此以上再無發現記錄。

八通關至巴奈伊克：巴奈伊克海拔爲2800公尺。此處發現的飛鼠種類，也只有白面鼯鼠一種。

巴奈伊克至中央金礦：中央金礦海拔爲2900公尺。發現的飛鼠種類爲白面鼯鼠。

B 飛鼠的棲生環境與垂直分布：(如圖一)

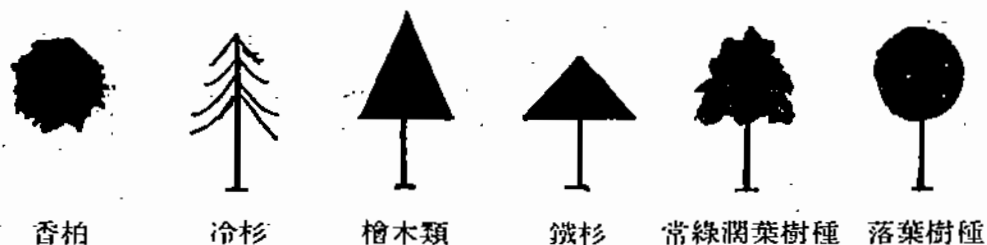


圖一、

東埔—八通關至玉山古道沿線之植被及飛鼠垂直分布圖。

Fig. 1

Distribution of Flying saqirrels and Vegetation along a Cross-island Route leading from Tung-po to Yusham.



1. 白面鼯鼠——棲息於高海拔的針葉林區。以古道沿線2000公尺~3200公尺的數量為最多，冬季時會下降到1200公尺的東埔附近山區與大赤鼯鼠混合群棲，有相互重疊現象。據現行調查資料顯示，白面鼯鼠最高分布到3750公尺處，最低會在1100公尺處發現。

2. 大赤鼯鼠——主要棲息於闊葉林區。在較高海拔的針葉林帶則少有發現。最高分布到2600公尺，在1680公尺處最多。最低可分布到700公尺之和社附近。過去資料指出(陳秉善1969)，原分

布於全島各山地，自海拔100公尺到2500公尺處的森林中。現因低海拔闊葉林區，已多半開發殆盡，所以大赤鼯鼠分布高度因而上昇。

3. 台灣小鼯鼠——主要生活於原始闊葉林區。分布高度比大赤鼯鼠為低。最高分布到2000公尺處，1000公尺左右的地區較易發現。但因體積小，又少發出聲音，所以不容易發現，捕獲的數量也少。

### 3. 食性

飛鼠食性之研究，乃主要探討飛鼠為害林木之啃剝樹皮行為是否與其食性有密切關係。目前得知森林資源，除了赤腹松鼠嚴重為害之外，飛鼠亦參與為害。據資料顯示，松鼠為害林木之啃剝樹皮行為，純粹為了果腹，而飛鼠的啃剝樹皮又為了什麼？此乃為本計劃探討的主題之一。

飛鼠食性之調查，主要藉著望遠鏡，在野外直接觀察飛鼠取食的食物種類，並檢拾飛鼠在樹上覓食時掉落地上的殘留物，以供鑑定之用。同時從事野外覓食行為、技巧、場所之觀察及覓食頻率與胃含物之分析。

#### A 覓食場所：

每當黃昏後，飛鼠便飛離巢穴，直接滑翔到採食的樹上，到達樹上後就馬上開始採取食物。有些個體常會尋找自己喜好的樹種，對自己喜好吃的樹種，每夜必會造訪乙次。如樂樂地區之大赤鼯鼠每當在山櫻花盛開及結葉實的四月至六月裡均可發現牠們覓食。牠們常在離地五公尺的樹枝上覓食，但在坡度較大的山區裡，偶爾也會出現在三公尺以下的樹林裡覓食。飛鼠不會棲坐在直徑一公分以下的樹枝上，也不善於在傾斜30度以上的樹枝上覓食。可能因體重之關係，飛鼠體重平均1.4公斤，細小的枝條無法負荷飛鼠的重量。對樹棲性的哺乳類而言，體重較重之動物，往往無法在較細的枝條或灌木叢活動(Ciutton-Brock 1983, Eisenberg 1978)

#### B 覓食姿勢與技巧：

飛鼠的基本覓食姿態是棲坐在樹枝上，用後肢(腳)緊握住樹枝，使身軀平衡。覓食時伸展前肢或扭曲著身軀採食附近可吃的食物，且會不時轉換棲坐的方向，以利取食座位前後左右及上面的食物。當牠坐在樹上時，嘗試著拉扯或取食附近周圍可食的枝條。也因為這樣牠可以在同一處滯留很久，並採取足夠的物物。若取食的對象是樹枝或樹皮時，牠會將整個枝條咬斷，然後坐在呈水平的枝幹上吃。扯斷的樹枝長短不一，最長可達150公分。平時嚼斷的樹枝大小直徑，約在0.8公分，長度大約1公尺以下。嚼斷的樹枝大小，取決於樹枝的軟硬度，啃嚼的長短也因樹種及取食的部位有所差別。若取食的部位為葉實(醬果、毬果)，牠會自果柄處嚼斷，然後前肢與門齒並用將毬葉的葉鱗及包鱗，咬開再取食裡面的種子。若取食的部位是樹葉或嫩枝牠會用前肢將整個枝條，慢慢的拉到嘴邊嚼食。有時習慣性的將吃完葉子的枝條，截成小段丟棄到樹下。在野外常可發現丟落滿地的毬葉鱗片、枝條及綠色圓型的糞便，藉此得知嗜好性食物及覓食場所。當飛鼠開始活動時，牠會持續不斷的在同一個地點裡覓食，有時候滯留的時間長達二小時又35分鐘。在同一地點覓食時間與移動距離的長短，主要取決於該地點所能提供的食物種類、食物量及食物部位而定。如以樹葉(嫩葉及成熟葉)為主要取食對象時，通常在一處停留的時間平均約在25分鐘，每一次移動的距離約在30公分左右。啃食樹皮時則會慢慢向上或左右移動。一般飛鼠覓食的方式，大致可分為三種不同形態，即1. 伸展著身軀用前肢將食物拉到嘴邊，2. 將食物用門牙嚼斷，3. 再用臼齒咀嚼食物。

飛鼠常在較隱密或較低的枝幹上覓食，這可能是為了避免掠食者的攻擊。一般動物都會選擇較安全有利的覓食場所。飛鼠這個樹棲性動物為了避免被發現，大都選定較安全的覓食場所，且

在樹枝上活動時較少移動，以牠所攝取僅一、二種食物種類，並具有很高的專一性可得證明。飛鼠覓食時，常因覓食場所及技巧的限制而影響其覓食行爲。如飛鼠因體積大無法坐立在細小的枝條上及較傾斜的枝幹上覓食。另外坐立時後肢常須選擇足夠使身軀平衡的適當角度的樹枝，因此棲生環境也受了限制。有時常因選擇穩當的坐立位置，而難以獲得所需要的食物種類與食物量。

飛鼠的棲生環境，雖然受樹枝角度等因素的限制（如樹枝垂直地向下延伸），但對飛鼠採食所受的影響並不太嚴重，牠們仍然可藉著嚼斷或拉引樹枝的覓食技巧，取得遠距離的食物。這種覓食技巧的好處是1. 當無法或難以用嘴直接取得枝條上的食物時，以門牙嚼斷整個枝條，便可獲得所需要的食物，2. 可取得枝條上每一個部位的食物，並節省採食的時間，3. 可以獲得前肢無法掌握的細小食物。當飛鼠吃盡了枝幹末端的食物時，經過一年之後，這個受損害的枝幹側邊又會長出許多濃密的枝芽，而新長出的枝芽大都長在飛鼠易於嚼食的部位上。對飛鼠而言，次年又是食物充足的一年。

許多松鼠科動物，大都有貯藏食物的習性。(Reynolds 1966 Thompson 1980)在三年調查期間，未曾發現這二種飛鼠貯藏食物的習性。不貯藏食物主要決定於牠的飲食型態及其食物來源牠們以樹葉爲主要食物，而樹葉終年都可以獲得，因此無須儲存食物，這與大部份食葉性動物的習性特徵相類似。牠們重覆的造訪同一棵樹種，而且不常改變或移動覓食場所。牠們每晚花費很長的時間在取食上，而不耗費時間在位置的移動及尋找食物上。這可從其胃含物均呈飽和狀態可得證明。飛鼠每次取食的時間，主要決定於對每一種食物內容之取食比率。雖然取食比率因食物種類不同，但每次取食所耗時間並沒有很大的差異，也就是說每次所攝取的食物量是有變化的。綜觀上述所言，飛鼠可以用嚼斷拉引樹枝的覓食技巧，克服因棲息環境及覓食場所所加諸的限制因素，也因擁有這種覓食技巧，亦可輕易獲得足夠的食物內容。

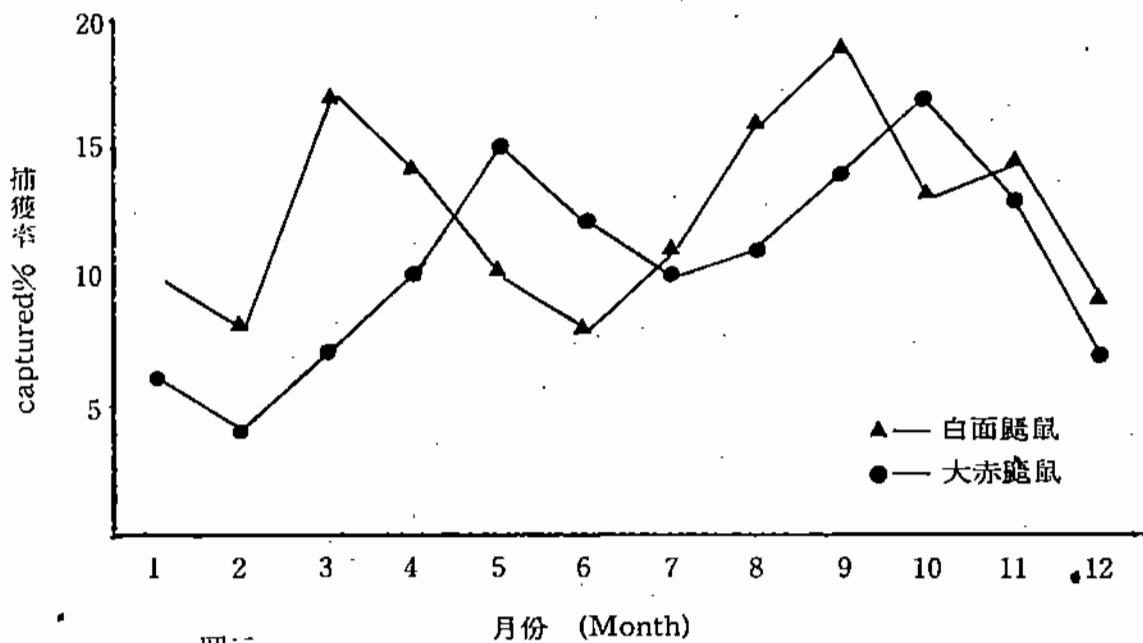
#### C 食物種類：

飛鼠所攝取的食物種類，經由解剖分析及野外觀察得知，大赤鼯鼠與白面鼯鼠所攝取的食物種類各有差異，（台灣小鼯鼠之食性，因捕獲及觀察的隻數太少，不在本文討論範圍之內）主要因海拔高度及各地能適應生長之植物種類不同而有所差異。

分布於對關以下地區之大赤鼯鼠，其所攝取的食物種類，基本上主要取食樹木的芽、葉、花、種子、葉實及樹皮等。每年的3—4月間，大部份的落葉樹種新芽長出，這期間嫩葉、嫩芽、新葉成了大赤鼯鼠的主要食物。夏秋期間許多樹種如山櫻花、馬醉木、桑椹、白楊、赤楊、樟樹、及楠木等等樹種之葉實漸趨成熟。葉實及種子成了大赤鼯鼠夏秋期間的主要食物。當葉實短缺時，則取食常綠植物的葉子爲生。

分布於觀高以上地區之白面鼯鼠，其棲生林相大致爲闊針葉混合林及針葉純林。所攝取的食物性質，大致與大赤鼯鼠相似。主要取食樹木的芽、葉、葉實、花蕾及種子等，但取食的食物種類比大赤鼯鼠略少。春季時主要攝取樹木的新芽及嫩葉；夏季與秋季則以針葉樹如鐵杉、二葉松、紅檜、扁柏等樹種之葉實爲主要食物，冬季時主要以樹葉（包括松針）爲食物，但有時也會嚼啃乾燥之葉實，取食裡面的種子爲生。冬季時曾發現啃剝樹皮的現象，啃剝的部位大部份在樹的主幹上。這期間曾發現搬運樹皮爲巢材的行動，胃含物亦曾發現少許的樹皮形成層，及少量的動物性食餌如白蟻及雙翅目的小形昆蟲等。

72年7月至73年6月之研究期間，爲從事飛鼠胃含物分析，共捕獲287隻飛鼠，其中126隻爲大赤鼯鼠，149隻爲白面鼯鼠，12隻爲台灣小鼯鼠，捕獲的季節以春秋兩季爲最多。如圖二。



圖二、  
1983年7月至1984年6月大赤與白面鼯鼠每月捕獲率

Fig.2

Monthly Captured record of *P. alborufus* and *P. Petaurista* from July 1983 to June 1984.

經解剖分析之食物種類顯示：大赤鼯鼠所攝取的食物，純為植物性；白面鼯鼠共取食7種植物，另外攝取2種動物性食餌。但有些種類難以分析，乃因飛鼠之咀嚼力及胃部消化力甚強，胃內食物大致已不留原形，因此難以鑑定。解析方法及過程，均以野生動物經營技術中之食性分析法為準(Giles 1971)。經野外觀察及解剖分析出之食物種類如表一。

期間	飛鼠類	食物類	食物種類	取食部位	學名	取食量
民國七十二年七月	大赤鼯鼠	植	百香菜	果實、種子	<i>Passiflora edulis</i>	廿
			愛玉子	果實、種子	<i>Ficus awkeotsang</i>	廿
			山櫻花	樹皮、果實、花蕾	<i>Prunus campanulata</i>	廿
			紅榨槭	樹皮、果實、葉子	<i>Accr morrisonense</i>	十
			台灣赤楊	毬果、葉子	<i>Alnus formosana</i>	一
			樟樹	嫩葉、花蕾、果實	<i>Cinnamomom camphora</i>	十
			欖木	毬果	<i>Zelkova formosana</i>	一

至             七 十 三 年 六 月 底 止	物	青崗櫟	堅果	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	廿	
		大葉楠	果實、葉子	<i>Machilus kusanoi</i>	廿	
		小葉桑	果實、葉子	<i>Morus australis</i>	廿	
		大葉校栗	堅果、嫩芽	<i>Pasania kawakamii</i>	廿	
	白 面 鼯 鼠	植	高山櫟	堅果	<i>Quereus semicarpifolia</i>	十
			台灣檉木	葉、葉實	<i>Pieris taiwanensis</i>	十
			鐵杉	毬果、樹皮、葉	<i>Tsuga chinensis</i>	十
			台灣扁柏	花蕾、葉實、葉	<i>Chamaecyparis obfusa</i>	廿
			紅檜	毬果、樹皮	<i>Chamaecyparis formosensis</i>	十
			台灣冷杉	毬果、葉子	<i>Abies kawakamii</i>	廿
			台灣二葉松	毬果、葉子	<i>Pinus taiwanensis</i>	廿
			台灣五葉松	毬果、葉子	<i>Pinus morrisonicola</i>	廿
	動 物	白蟻	整隻	<i>Odontotermes formosana</i>	—	
雙翅目昆蟲		整隻	<i>Dipter spp.</i>	—		

表一、

胃含物分析及野外觀察所得食物種類表

Table.1

Food items of the *P. alborufus* and *P. petaurista*  
from Stomach contents and field observation

松鼠與飛鼠食性比較下，飛鼠所攝取的食物種類具有很高的專一性，不若赤腹松鼠那麼雜食，赤腹松鼠不但能在樹上生活，取食樹上的嫩芽及葉實為主，同時也會跑到地上攝取昆蟲為食，而飛鼠純屬樹棲性，絕少到地上活動。飛鼠胃內食物不但單純，而且乾淨，因其胃壁內緣較為乾燥，而且胃壁肌肉較赤腹松鼠的厚而強韌。

#### 4. 繁殖：

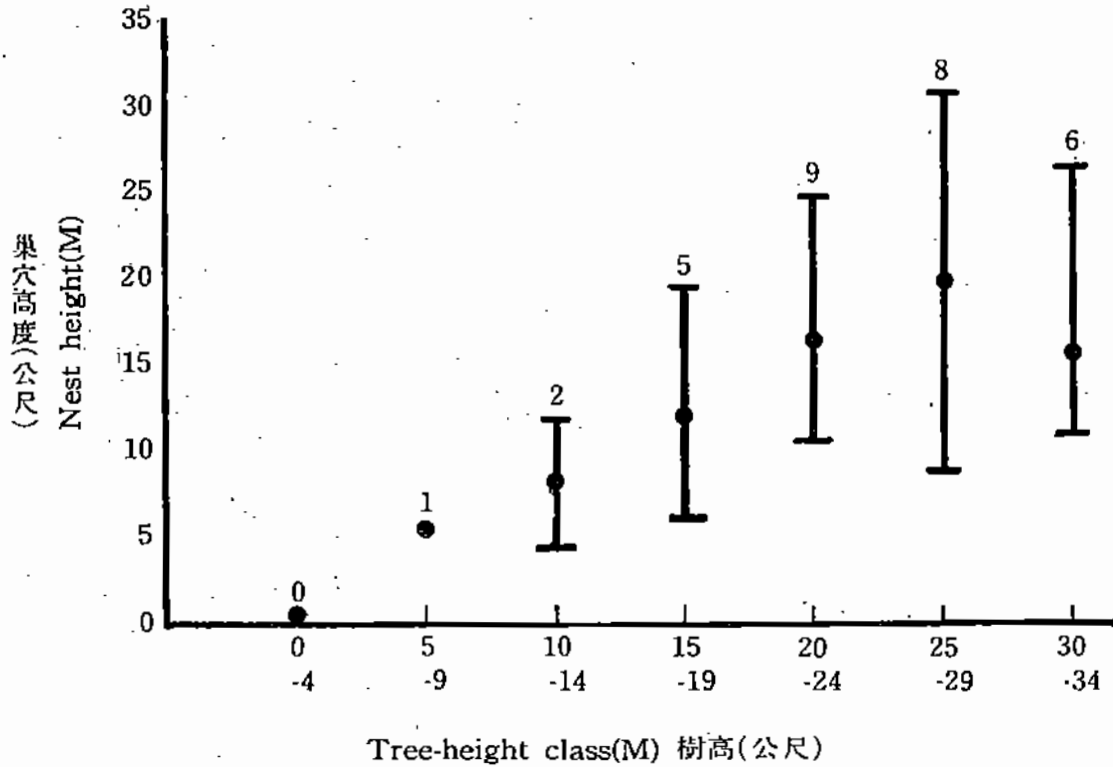
繁殖調查始自70年7月至73年6月底止，這三年期間共發現52個飛鼠巢。巢之構造分為穴巢與枝幹上築巢二種形態，其中15個巢屬大赤鼯鼠，皆為穴巢。35個巢屬白面鼯鼠，其中只4個巢築於枝幹間，餘皆為穴巢。另外剩餘的2個巢屬台灣小鼯鼠，一巢築於岩壁上，另一巢築於樹幹洞穴內。

#### A. 築巢場所及材料

樂樂至對關地區發現之飛鼠種類，主要是大赤鼯鼠。其築巢位置主要在樹洞裡頭，未曾發現

築巢於枝幹間。選定的巢穴高度約在6—25公尺之間。大多選在較粗大的樟科樹種的主幹上或古木之洞穴中。所使用的築巢材料，以樹葉、細枝條及樹皮等。這個地區共發現15個大赤鼯鼠的穴巢。

從觀高以上至玉山下之3750公尺間，所發現的飛鼠種類為白面鼯鼠。選定的築巢場所，大都在高大的針葉樹種，如杉科、松科及柏科之樹種上。築巢位置均在6—35公尺之間，此區共發現35個巢，其中35個巢築於樹洞中，4個巢築於主枝幹間。洞穴中的巢材主要為築巢樹種的樹皮。白面鼯鼠雖然較喜歡選定巨大的樹木為營巢場所，但築巢位置之高度並沒有一定的嗜好性。如圖四：



圖三、

白面鼯鼠的巢穴高度與樹高之關係，●巢穴平均高度，縱線為巢穴範圍，線上之數字為發現次數。

Fig.3

Height of the hollow nest of the *P. alborufus* by Tree-height classes, ● mean height of nest; vertical line, range of nests; No, at the top of each column, frequency.

飛鼠使用的築巢材料，因分布高度及棲生環境之不同而有所差異，但大赤與白面鼯鼠大都採用針葉樹種的外層樹皮為材料。如紅檜、鐵杉及扁柏等，取材時，僅嚙取主幹外層之樹皮，而不深入形成層或材質部。樹皮大致撕裂成2—10公分不等的長條或絲狀。若剝開的樹皮太長，它會用銳利的牙齒截成數段，然後鋪成巢座。在低中海拔分布的大赤鼯鼠及小鼯鼠，所使用的巢材，曾發

現少部份利用細枝條及乾葉子爲材料。在2800公尺以上分布的白面鼯鼠，在其巢穴中有使用自己體毛作爲產座材料之記錄。在撫育期間所捕獲及觀察中之飛鼠，偶爾可發現雄鼠背部及尾巴體毛拔得精光，皮膚裸露在外的個體。據當地獵人稱：2~3月間是幼鼠出生的時節，這季節正是高山上天氣寒冷的時候，公鼠爲了不讓幼鼠受凍，牠會忍痛的讓母鼠用牙齒咬下背部和尾巴的毛，墊在巢中，供幼鼠保暖之用，以免剛出生的幼鼠被凍死。公鼠缺毛之部位，主要在背部之下半部與尾巴。而體下之胸腹部仍有厚實之體毛，可用來替代母鼠抱住幼鼠，使幼鼠溫暖之用。撫育期間解剖出的母鼠胃含物中，有較平時爲多的體毛，可資證明母鼠會爲雄鼠咬毛之情形。分布於中低海拔之大赤鼯鼠與小鼯鼠，尙未發現以體毛作爲巢材之記錄，也未曾獲得或觀出雄鼠背部體毛被拔之情形。

築巢於主枝幹間之飛鼠，主要就地取材於築巢樹種的細枝、樹葉及一些附近的蔓藤類植物。築巢粗大圓型的窩。築巢高度大致築於樹梢下1~3公尺處，築巢位置不限於巨大的樹木上，但皆傾向築巢於較繁茂的枝葉間。在樹幹上築巢的飛鼠是否因棲生環境裡無足夠的樹洞或根本沒有樹洞的情況下，才築巢於枝幹上？有待進一步調查。據文獻所記，選擇洞穴爲巢或築巢於枝幹上，主要因素乃爲溫度所影響。美國小鼯鼠，夏季時築巢於枝幹上，冬季時則以洞穴爲巢，(Muul 1974 Cowan 1936)在日本亦曾發現夏季時築巢於樹枝上的情形，但僅作休息之用，而非繁殖場所。(Ando 1983)觀高以上之白面鼯鼠，據現有資料顯示，並不因冬季寒冷而全部繁殖於洞穴中，曾發現3例，在嚴寒的季節裡亦有在枝幹上築巢及撫育記錄。

白面鼯鼠營巢的樹種大都選在鐵杉、台灣杉、二葉松、紅檜、扁柏及五葉松等11種樹上。在觀高以上到秀姑巒以及玉山山，那兒古木參天、巨樹連連，一棵樹上同時可發現2~5個巢穴，在同樹上之不同樹洞中居住著不同個體之飛鼠。曾在中央金礦上方之鐵杉林內，發現在同樹幹上2個巢穴的有一個例子，3個巢穴的有6個例子，4個巢穴的有2個例子。在玉山碎石坡下的針葉林中亦有發現數巢集於同一樹種之記錄。

B巢的構造：飛鼠的巢，大致可分爲穴巢，樹幹上的巢及岩棚上的巢三種。築巢於岩棚上的僅台灣小鼯鼠而已，發現次數少。不在本文討論內。

### 1. 穴 巢

在所有發現的巢穴中，其開口部以直徑10~25公分者爲最多，直徑30~40公分者也會發現，但爲數甚少。所使用的樹洞其構造不僅利用呈水平的樹洞，另外向下凹或向上凸的樹洞也經常使用。樹洞的成因，推定大致爲枝幹自主幹處折斷處經長年累月腐朽後由飛鼠挖掘成巢穴。另外是樹幹自然縱裂，腐朽後經飛鼠掘洞成巢。樹洞的空間，僅可容納一隻飛鼠的程度。樹洞內壁常可發現密密麻麻的齒痕。古木的芯材腐朽時，飛鼠也會將其掘穿，使樹幹中空化。

築巢在樹洞中的飛鼠，造巢時大都選定已有小小開口處的樹洞，然後用牙齒在周圍咬開，使洞口擴大及深入直到可容身及搬運營巢材料，使身體可進出自如爲止。在野外曾看過6次白面鼯鼠掘洞爲巢的情形。在觀高斷崖附近，曾在1983年9月18日晚上9點20分看到一隻白面鼯鼠滑翔著落於一棵鐵杉主幹上，稍往上爬，到一處有枝幹自主幹折斷的腫瘤突出處停下來。突起處有個小洞，飛鼠在小小的洞口周圍快速的用牙齒及前肢，將小洞口附近已腐朽的材質扒開，後肢緊扣著樹幹，爲了使身體平衡，尾巴會上下左右不停的擺動，或將尾巴架在樹幹上支撐著身軀。連續掘洞約40分鐘後，身體已全部沒入於洞穴中，僅尾巴露出洞外，再經過12分鐘後連尾巴也沒入洞穴裡。在洞中停留4分半鐘後，便爬出洞外，沿著主幹往上爬，然後滑翔到另一棵樹上。每巢掘洞的時間平均爲48分鐘(5例其範圍爲17~68分鐘不等)。連續幾個晚上，在特定的同一個樹洞上掘巢的情形亦



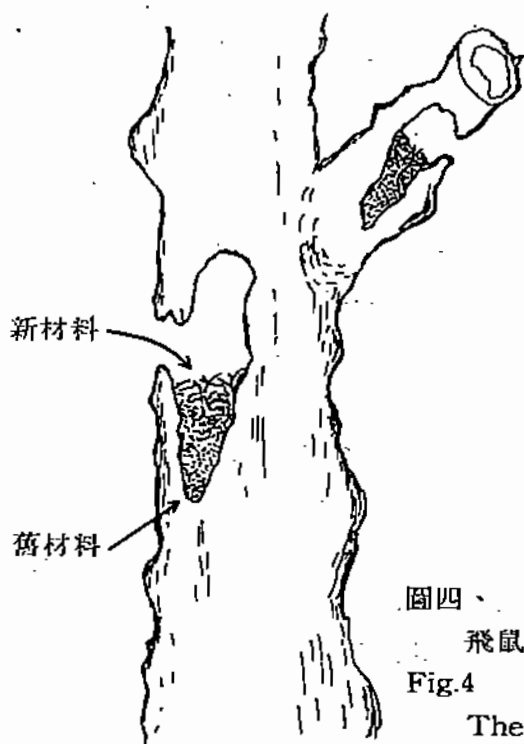
曾發現乙次。在八通關往玉山頂的半途中，曾在1983年5月18~20日，連續三個晚上，發現一隻白面鼯鼠(可能同一隻)在同一個樹洞中掘巢，可能此洞挖掘不易，才耗費較長時間。

## 2. 枝幹上的巢

在樹幹上築巢的飛鼠亦曾發現，但為數不多。所使用的巢材大都採自築巢位置的樹種。巢之外部材料以細枝條、乾葉子及少許的樹皮，巢之內層以蔓藤類植物的根莖為主。巢型呈球狀。出入口處在側邊或頂端。選定的築巢高度及該樹的大小無相關性。在中央金礦的後山，曾發現白面鼯鼠築巢在胸高直徑僅12公分的小樹末端上。另外發現的幾個樹幹上的巢，大都築於主幹分叉處，並沒有特殊的嗜好性高度，但皆傾向選擇於較繁茂的枝葉間。

### C 營巢行爲：

飛鼠的營巢行爲，有季節性。搜集巢材的行爲一年二次，第一次發現於3~5月間，另外一次在9~11月間。調查期間曾目睹白面鼯鼠啃剝樹皮及運材的情形。啃剝樹皮的時間始自8點至翌日4點之間，但在上半夜較多。最初觀察到白面鼯鼠剝皮行爲是在70年11月19日晚上11時，在巴奈伊克附近鐵杉所發現之。一隻白面鼯鼠滑翔著落於鐵杉上，在主幹離地3.5公尺處剝起皮來。剝皮時，頭部呈水平狀；門齒左右咬住樹皮，然後頭部往後一仰，便剝出約7公分長的條狀樹皮。剝的樹皮較長時，前肢會直立，頭部再往後一仰，樹皮很快的自樹幹上拉斷剝離。啃剝的樹皮長短不一。啃剝時，由下往上拉，呈帶狀剝皮。啃剝樹皮時，四肢緊扣住樹幹。若所剝的皮過長時，它會用牙齒截成數段或摺疊起來，束成一細，夾在門齒後方的隙縫處，繼續啃剝到樹皮裝滿為止。略往上爬直接滑翔到樹洞中。一夜之間往返2~3次。每次剝皮的時間約在7~10分鐘之間，運巢停留在巢穴中的時間約2~3分鐘之間。也曾發現白面與大赤鼯鼠在自己營巢木上的樹幹上就地啃剝搜集巢材。巢穴中常可發現新舊不同的樹皮巢材，巢穴底層之巢材大多腐朽呈粒狀，中上層部位仍保留著樹皮的條狀，每年繁殖期時均會補充一些樹皮巢材，因此穴內之巢材愈積愈高。(如圖四)



圖四、  
飛鼠之巢穴

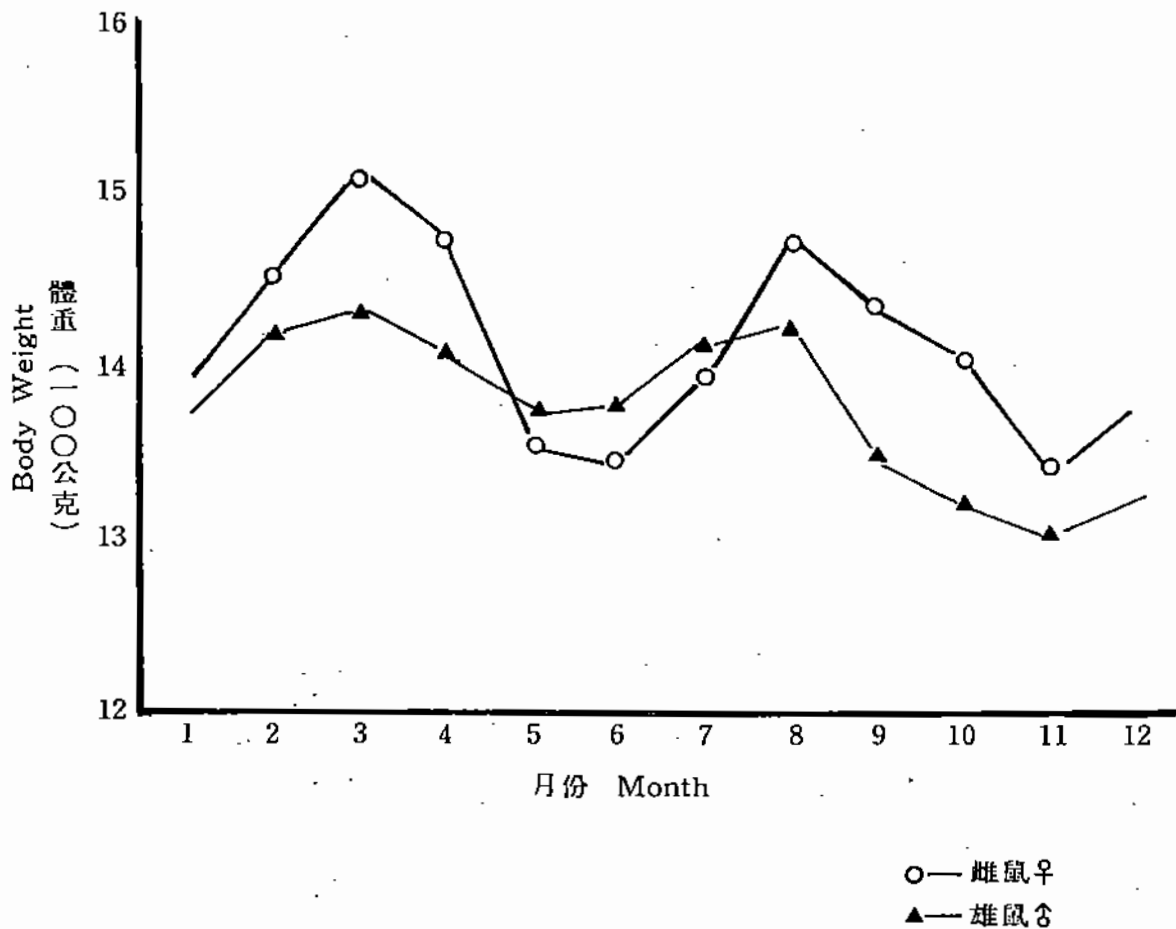
Fig.4

The nest whole of the flying squirrel.

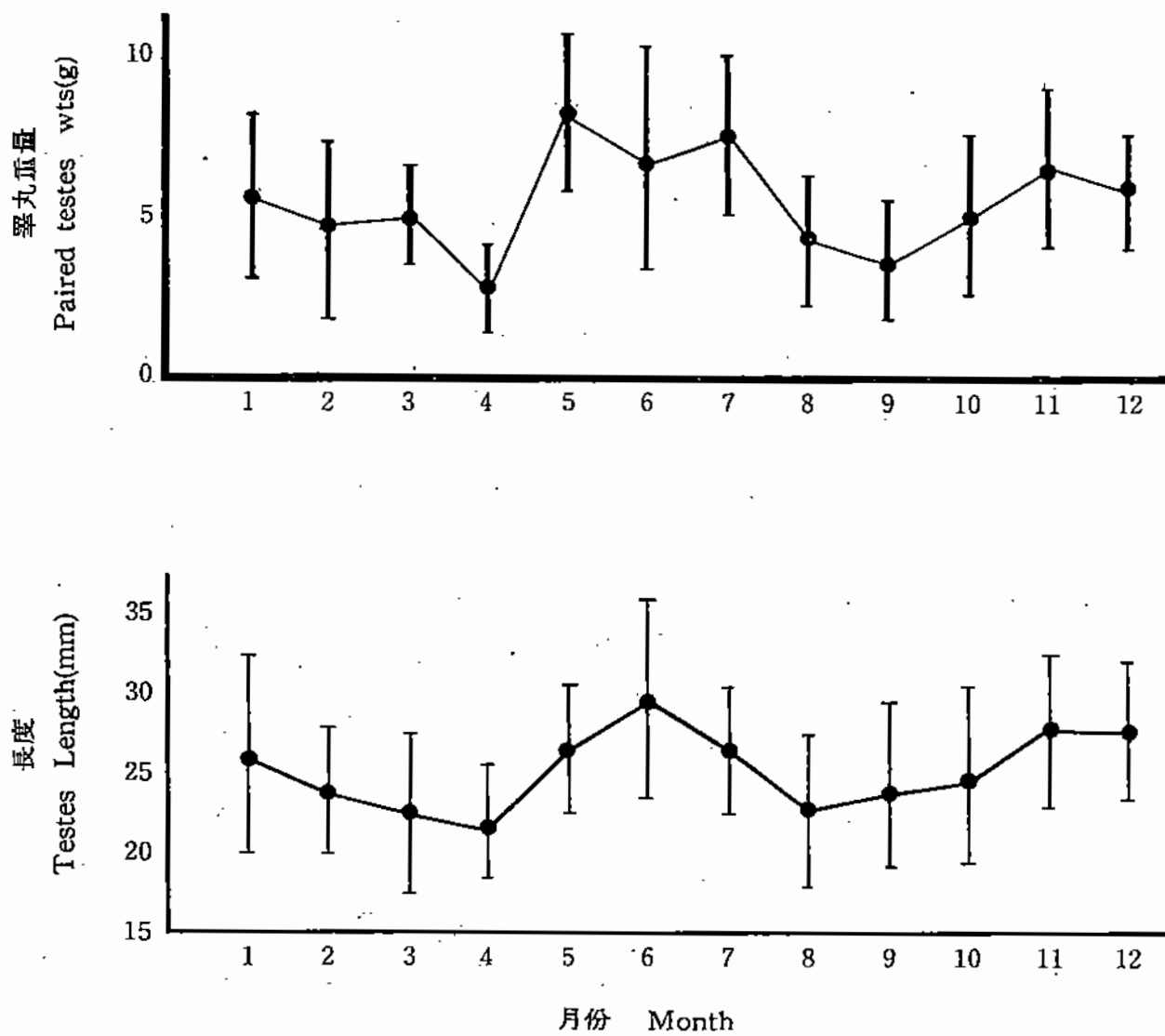
D 繁殖期：

研究期間共捕獲126隻大赤鼯鼠，149隻白面鼯鼠。其中成熟(即有生殖能力)的大赤鼯鼠有98隻，未成熟之個體有28隻。雌雄比率為0.88:1(46:52)與0.86:1(13:15)。成熟的白面鼯鼠有113隻，未成熟之個體有36隻。雌雄比率為0.88:1(53:60)與0.89:1(17:19)。二種飛鼠之成熟與未成熟的個體數量，雌雄比率並無顯著差異( $P > 0.05$ )。飛鼠之成熟狀況依Kirkpatrick(1755)、Rudney(1976)、Reddi(1968)等為參考依據。

白面鼯鼠全年在野外均可發現生殖撫育的情形，但其數量隨著季節而異。以捕獲之白面鼯鼠言之，12月至3月與7月至9月為雌鼠懷孕率最高的時期。可由成熟雌性個體體重月變化顯示出此季節之體重都大於其他月份，如圖五。由懷孕雌鼠之捕獲月份，可推測出在11月至翌年1月和5月至7月為主要交配期。以2月至4月與8月至10月為生殖最盛期，這個時期在巢穴中均可發現剛出生不久之幼鼠。雄性白面鼯鼠之睪丸及副睪之重量月變化，一年之內均顯示了3月至6月和9月至11月達最高峯，(如圖六)。大赤鼯鼠之繁殖期與白面鼯鼠並沒有顯著之差別。



圖五、白面鼯鼠成熟雌性個體平均體重月變化  
Fig. 5 Monthly mean of body weight in the sexually mature female of *P. alborufus*



圖六、白面鼯鼠睪丸重量及長度之月變化

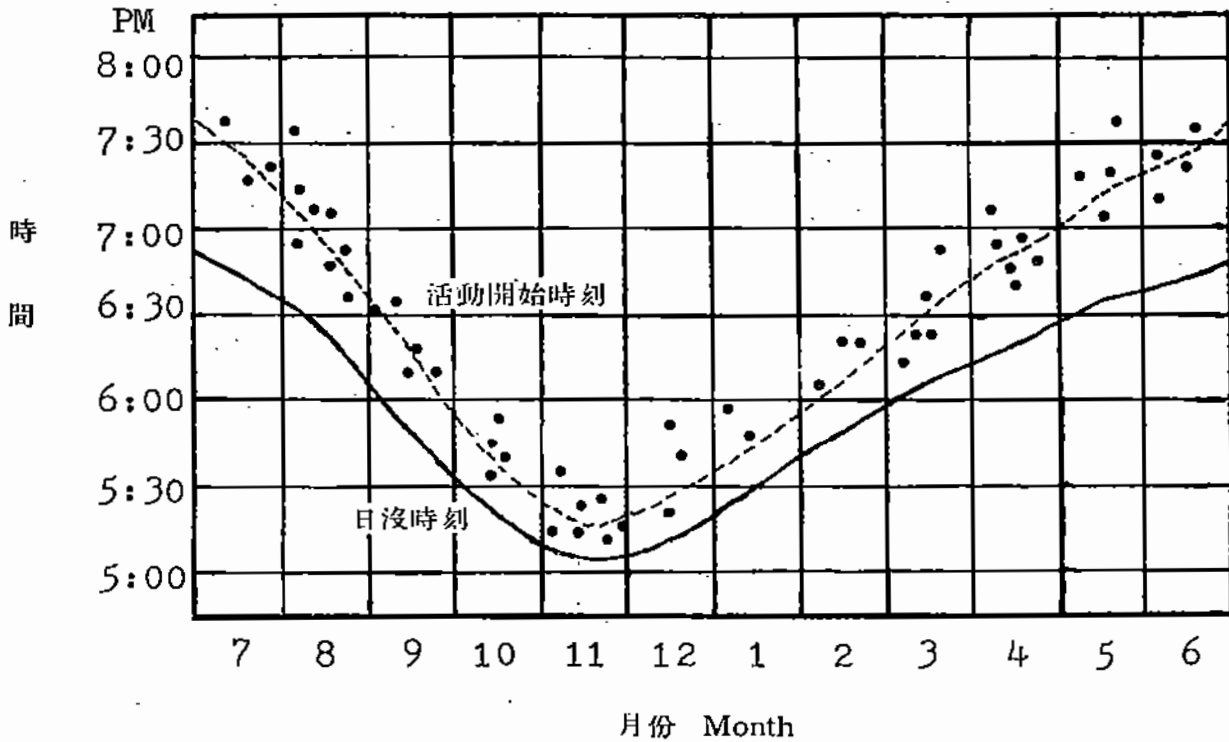
Fig.6

Monthly mean standard deviation of Paired testies weight and length of sexually mature of *P. alborufus*.

E行 爲：

白天飛鼠大都在巢穴裡睡覺，每當夕陽西沈，夜幕輕垂，大地漸漸沈靜時，飛鼠便開始鳴叫。白面鼯鼠典型的長鳴哨音「救——」與大赤鼯鼠低沈的「嘎、嘎」聲，隨處可聞。

飛鼠開始活動的時刻，因季節性日出、日落的時間差異，出來活動的時間也有早晚之差，但都會在日落後30~50分之間陸續出巢。如圖七夏季與冬季是他們出來活動時間差異最大的時刻。



圖七、

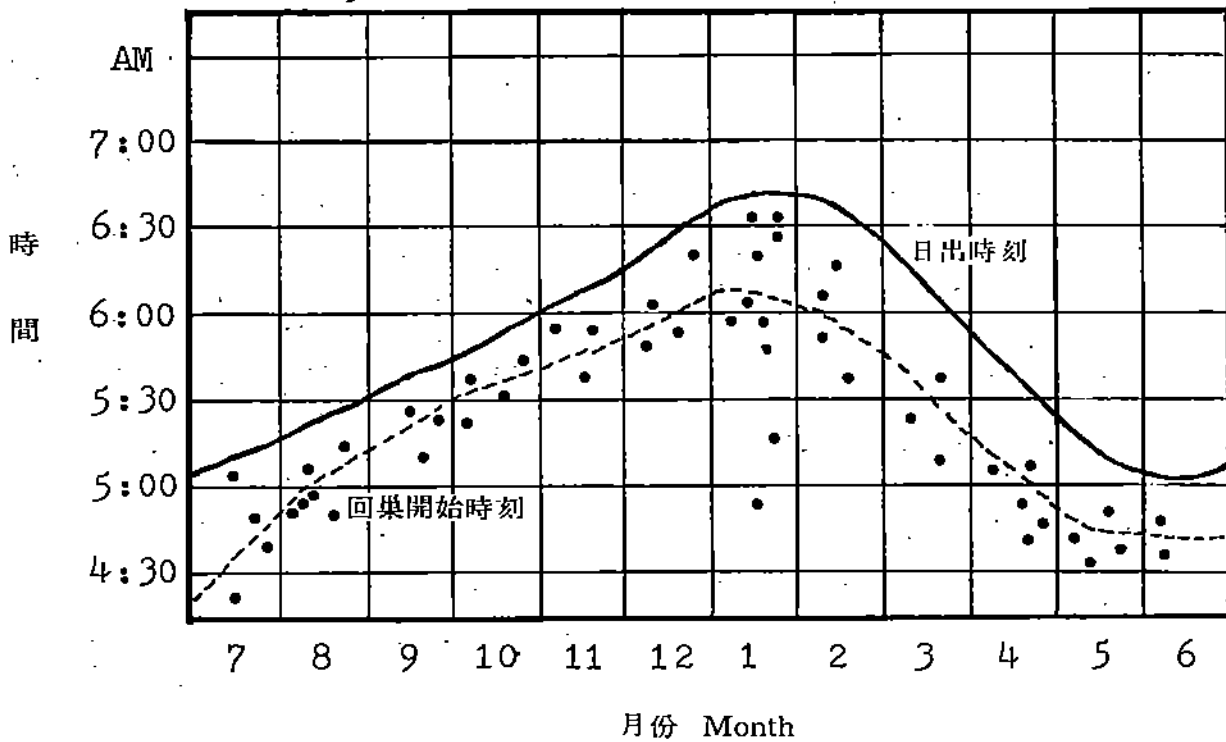
飛鼠活動開始時刻與日沒時刻之週年變化

Fig. 7 Relationship between the sun set and start active time

冬季時黑夜來臨的早，5時左右便出來活動覓食或鳴叫，在白晝長的夏季裡，下午5、6時天色仍亮，洞穴中偶爾可發現露出洞外的飛鼠臉，但並不出巢，直到7時左右，天色昏暗時，才出來活動。這個事實可確認明亮有抑制他們出巢的作用。飛鼠出來活動的時刻常因強風暴雨等氣候因子會比平時晚一點。每個個體出巢的時間並不一致。大赤鼯鼠冬季時最早出巢的個體是在16時58分，最遲的個體是在6時31分，約有2小時的差距。夏季時最早出巢的個體是在18時50分，最遲的是在19時25分，僅半小時的差距。回巢的時間，最早的個體是在4時7分，最遲的個體是在5時1分，約有1小時的差距，如圖八。

飛鼠離開洞穴後的1~2小時之間，牠們都忙碌於覓食，鳴叫聲較少，晚上9時左右為前半夜活動最盛的時期，也是鳴聲最頻繁且最響亮的時間帶。在此之後鳴聲逐漸減少，可以發現有些飛鼠棲坐在呈水平的枝幹上休息，平常休息時間約在1小時半至2小時之間。每晚22時以後，活動幾

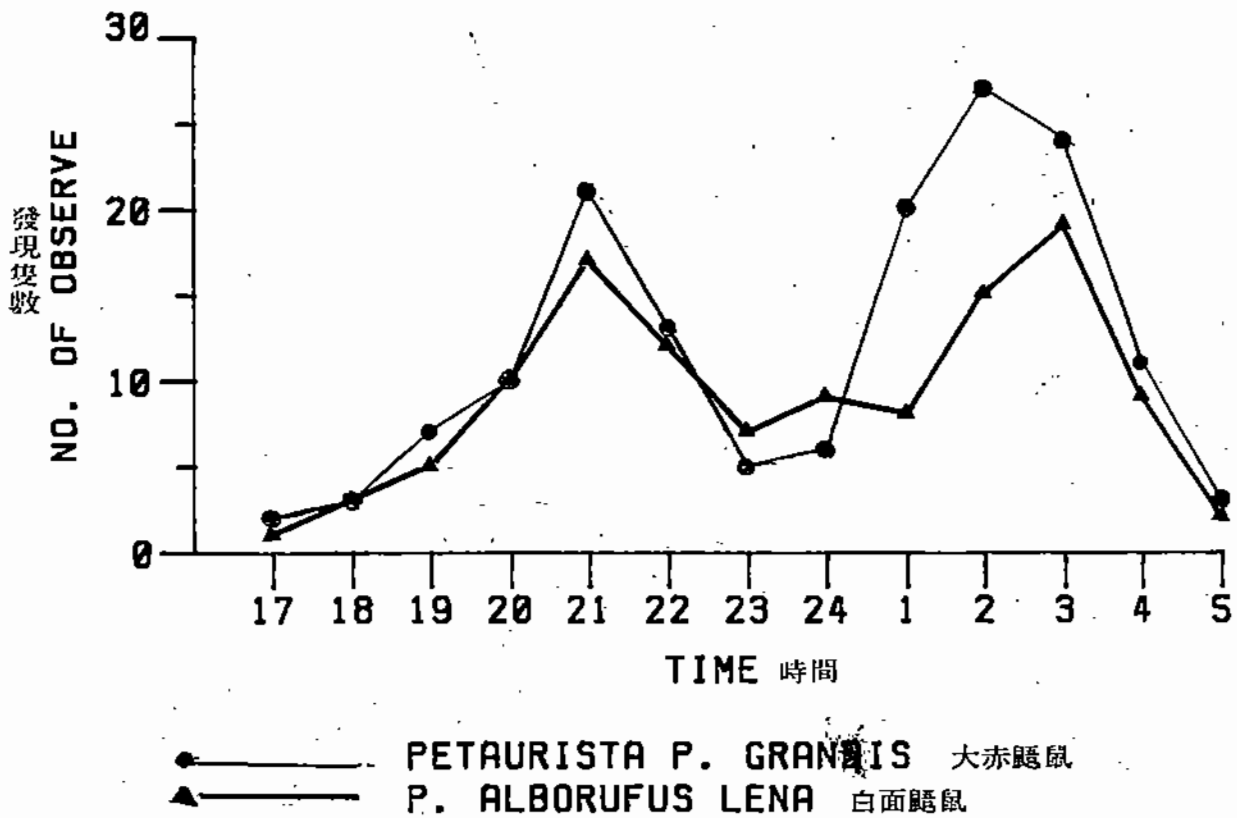
乎中斷，清晨2~3時為整夜活動最盛的時期。3~4時之間有陸續回巢之記錄。在回巢前的1~2小時時，採食甚為活躍。飛鼠活動程度的高低，大都以它們鳴聲頻率來認定，因此一夜的活動狀況，不論是大赤鼯鼠或白面鼯鼠皆由鳴聲可概括的瞭解。每晚飛鼠活動頻率之高峯呈雙峯型。（如圖九）高峯時間即為它們鳴聲頻繁的時間帶，這段時間易於發現飛鼠。它們邊覓食邊鳴叫，吃飽了鳴聲會急遽減少，此時不易發現飛鼠，即使發現，飛鼠多半呈休息棲坐狀態。飛鼠的活動率與溫度、氣候並沒有直接的關係，遇到颶風下雨的夜晚，仍然可以觀察到活動中的飛鼠。只有亮度能影響或控制飛鼠的活動量。



圖八、飛鼠回巢時刻與日出時刻之週年變化

Fig. 8 Relationship between the sun rise and stop active time

每晚飛鼠由洞穴中出來時，首先它會自巢穴裡，將頭慢慢伸出洞口外，眼望四處，覺得一切安全時，立即爬出洞外，沿著樹幹往上爬，爬到樹頂或枝幹外緣時，會略作休息。此時用探照燈照射時，身體會左右擺動著，略顯不安，燈光照射到眼睛會發出亮光，在50公尺之外閃閃發亮的眼睛，清晰可見，照射的過程中，有時會發出鳴聲，但大部份都很安靜。休息一段時間後，便飛往地勢較低處呈曲線滑翔而下。飛鼠滑翔時，大致選定稍呈水平的枝幹上，起飛時後腳一蹬，身體躍空而下，瞬間四肢向外撐開，使體側之翼膜伸張。翼膜張開時，身體與空氣接觸面擴大，藉著空氣之浮力，便可滑翔。它還可利用尾巴控制或調整方向。降落時身軀呈曲弓狀，四肢前伸，以減低滑翔之速度，著落時四肢同時抓住樹幹，隨後又沿著樹幹爬至樹枝上休息或覓食。滑落點平常是在離地2~3公尺間的主幹上。研究期間曾觀察出其滑翔的距離大都在20~30公尺之間。



圖九、飛鼠每晚週期活動頻率

Fig. 9

Frequency of *P. petaurista* and *P. alborufus*'s activity in per hour at different time of day.

若是沿著山崖順勢滑下，可滑出200公尺之遙。飛鼠起飛的場所，一般選在呈水平的枝幹上，而著落時，則選在垂直的主幹或枝幹上。飛鼠只能往地勢較低處滑翔。上坡時，先爬到樹頂端，飛到較上坡的另一株樹的主枝幹上，再爬上樹頂，往另一株更上坡的樹幹上滑下，這樣連爬帶滑的，就能上坡了。

飛鼠在森林裡移動滑翔的路線，大多選在樹木枝幹與枝幹間有相互重疊或相連之處，未曾發現滑翔時掉落地上或在地上移動的情形。據川道(1977)稱：飛鼠每次滑翔的距離相當於起跳樹高的高度。滑翔的距離主要取決於樹高、樹間距離與坡度相互間之關係。坡度較傾斜的山區往下滑翔的距離常比一般的距離遠。

飛鼠出來活動時，並沒有固定的滑翔路線。但在對關站的第九號與巴奈伊克的第十六號白面鼯鼠的巢穴中，從72年3月底至7月間曾連續觀察了4個多月，每晚出來滑翔的方向都往巢穴的右方向谷地飛去，但在8月至10月期間，滑翔的方向則改變自巢穴的左方向，直飛到100公尺下的山腰上。飛行方向的改變，可能因食物來源及覓食場所改變有關。同一個體的飛鼠每晚出來活動的時刻，都在同一時段內，每晚相差在5~25分鐘之間，會沿著其滑翔路線的中繼站等候，皆可在預定的時

間內出現，僅作短暫的覓食或休息，然後繼續往下飛。在巨樹下常可發現飛鼠排泄出的數十粒暗綠色的糞便(直徑約5mm)。

自72年7月至73年6月間，觀察並捕獲的152隻大赤鼯鼠與176隻白面鼯鼠中，大赤鼯鼠單獨活動的佔75%(114隻)，在同一棵樹上成對活動者佔21%(32隻)，3隻同時出現者佔4%(6隻)。白面鼯鼠單獨活動的佔82%(145隻)，成對出現者佔12%(22隻)，3隻同時在一棵樹上出現者佔6%(9隻)。未曾發現4隻在同一棵樹上出現的記錄。以上數據顯示：飛鼠喜歡單獨活動，尤其是在非繁殖期時。2隻以上同時發現的季節，分別在4月至7月與11月至1月間的求偶期及4月至6月與10月至12月間的撫幼期。(如表二)。求偶期常可發現二隻追逐的現象。5月18日曾發現一大一小的在枝幹上覓食和移動。活動一段時間後，二隻並排的在呈水平的枝幹上休息。

## 五、飛鼠爲害

飛鼠對森林之爲害，據目前資料顯示，在原始林裡受害情況大致呈零星狀態，不像赤腹松鼠對人工林大面積的爲害。飛鼠爲害方式以啃剝樹皮及啃食樹葉爲主。

飛鼠爲葉食性動物，每晚攝取大量的樹葉爲生。大量的取食樹葉雖能造成樹木的爲害，但取食的部位，常因飛鼠體積大無法攀緣或棲立在細小及較傾斜的枝幹上覓食等限制因素，因此飛鼠不致於將整棵樹的葉子食之殆盡。針對這棵樹而言，因爲飛鼠嚼斷部份枝條及樹葉，對過於茂密的枝葉，成了最好的梳剪效果。

飛鼠另一種爲害方式即啃剝樹皮。研究期間曾發現兩種飛鼠皆有啃剝樹皮的行爲。曾觀察出白面鼯鼠每年有2次啃咬樹皮的現象。第一次發生於每年的8~10月間之繁殖期，72年9月20日曾親眼目睹白面鼯鼠在玉山東邊碎石坡下啃剝鐵杉主幹樹皮之行爲。當時啃剝的情況是僅剝取主幹外層的乾樹皮，而不深入材質部。剝離的樹皮，並不丟下，而搬運至同主幹上方約4公尺處的洞穴中作爲營巢用材料。這期間被啃剝的部位，大都在主幹中下層部位。另一次爲害期間發生在春季期間之2~3月。曾在72年2月18日在觀高斷崖附近的紅檜上看見一隻正在啃食枝幹樹皮的白面鼯鼠，另外在72年2月16日及3月17日，在樂樂附近發現大赤鼯鼠在山櫻花及紅榨槭上啃食樹皮。將剝離的樹皮大部份吃下，少部份掉落在地上。剝開的樹皮長約3~14公分不等，寬約0.4~1.7公分之間。大都是環狀剝皮，爲害部位約在離地3~5公尺之間。這期間發現被啃咬的樹種有紅檜、台灣赤楊、山櫻花、馬醉木等。在人工林上，柳杉及香杉爲受害最嚴重的樹種。受害部位皆在距樹頂1~4公尺之間(池田1982，張萬福1982，李培芬1983)。這期間經解析的飛鼠胃含物有少許的樹皮形成層。

## 六、結 論

### 1. 種類與分布

調查區內共發現三種飛鼠，即台灣小鼯鼠，大赤鼯鼠與白面鼯鼠。以白面鼯鼠觀察並捕獲的數量爲最多，其次爲大赤鼯鼠，台灣小鼯鼠發現的次數最少，此地區並發現白變種的白面鼯鼠。

白面鼯鼠棲息於高海拔的針闊葉混合林區與針葉林區，最高分布達3750公尺，最低會在1100公尺處發現，以古道沿線2000~3200公尺間分布數量爲最多。大赤鼯鼠主要分布於闊葉林帶，夏季時可在針闊葉混合林區發現。最高分布至2600公尺處，最低可分布到700公尺處，於1500公尺左

右之山區為最多。台灣小鼯鼠因體積小，又少發出鳴聲，所以發現的機會較少。曾在2000公尺及700公尺處各捕獲一隻，確實的分布狀況有待進一步的調查。

台灣自光復以後，由於森林大面積的開發且迅速，現今飛鼠高度分布的情況實異於當年的原始狀態。而這種差異，在中低海拔處益為顯著，如大赤鼯鼠過去分布的資料指出；普通分布於全島各地100公尺以上的森林區(Swinnoe 1870)，但時至今日由於低海拔森林已大致砍伐殆盡，棲息地遭受改觀，因此現今大赤鼯鼠在700公尺以上才開始分布。除了植被改變之影響外，低海拔地區亦為人類活動最為頻繁的地帶，同時狩獵的壓力亦大，因此分布海拔之遞變又可預見的。但目前大體說來，三種飛鼠均有佔據一段多少固定的高度範圍。雖有分布高度的差異，但大致受到季節性氣候之改變，而影響其分布高度。在氣候變動愈大的時期，垂直面分布之高差最為顯著。它們會隨著氣候狀況而作垂直上下移動現象，但移動的距離短，且順沿著山坡作升降。飛鼠之分布狀況除受上述影響之外，食物來源、種類、食物量及繁殖場所等均會影響其分布狀態。

## 2. 食 性

飛鼠為樹棲性動物，以它們800~1500公克之體重，是無法與身巧體輕的松鼠來相互比較。松鼠能在較細的枝端上攝取樹上的新芽、嫩葉或果實為生，且能自由自在的跳躍前進，而飛鼠因體積大，只能在較直的枝幹上覓食，且需要特殊的覓食技巧才能獲得所需要的食物。因而練就出靈活的前肢。覓食時，常用後肢(足)緊握住樹幹，以穩住身體的平衡，然後用前肢充當雙手來採取附近的嫩葉、枝芽及花果。若前肢無法勾住遠距離的食物時，後肢緊扣住樹幹，然後將整個身體向前伸展來彌補手段之短。若取食的樹枝太長或太細，無法吃到枝端的嫩葉或葉實時，它會利用前肢握住枝條，再以尖銳有力的牙齒將整枝咬斷，以達到取食目的。牠們很少在枝幹上走動，儘可能的在前肢所能及的範圍內採取食物，直到無法獲得足夠的食物時，才會變換覓食的位置。在調查區內，經常可在地上發現斷落的枝條、剝落的髓皮、啃咬的樹皮及散落的圓形綠色排泄物。

飛鼠使用前肢與靈長類的猴子同樣的發達與靈活，是經過長期演化而形成。許多嚙齒類動物，特別在覓食時，前肢扮演著極為重要的取食角色。正如人類必須利用雙手持著碗筷才能進食，而非由口直接的接觸食物。飛鼠之重用雙手(前肢)，乃因特異的身體及生活環境所致，由於身軀過重，無法停立在較細、較傾斜的樹枝末端攝取嗜好性食物，所以不得不借重前肢來獲得，也只有這種方法才能獲得最好的覓食效果。它們不因內在體重及外在環境的限制因素而影響其覓食行為。

研究調查期間，觀察並捕獲的飛鼠大都正在覓食。據所得資料顯示，兩種飛鼠為葉食性(Folivores)。四季中皆以樹葉為主食。在不同季節裡也攝取果實、枝芽、花蕾及莢果之種子為生，其間並發現白面鼯鼠也攝取少許的動物食餌。兩種飛鼠在每年的二~三月間亦會啃食紅檜、赤楊、山櫻花及馬醉木等樹之樹皮。據統計，大赤鼯鼠所攝取的食物種類有十二種；白面鼯鼠有十種，其中二種為動物性食餌。

飛鼠每晚用在覓食上的時間都很長，且會持續不斷的在同一個地點覓食。而不耗費時間在位置的移動和尋找食物上。這可從其胃含物均呈飽和狀態及所取食物單純可得明證。飛鼠覓食的時間與移動距離之長短，主要取決於該地區所能提供的食物種類、食物量與取食部位的難易度而定。

## 3. 巢與繁殖

飛鼠為夜行性動物，白天必須藏匿於樹洞裡、枝幹巢內及林內陰暗隱秘處。黃昏時刻，方行出來活動。在研究期間共發現五十二個巢，樹洞並不是兩種飛鼠唯一築巢的所在，亦曾發現有的巢築於枝幹上及岩壁石縫間，有的則使用人工築箱或營巢於建築物中(安藤1983)，築巢於枝幹上的飛鼠，大都選定6~35公尺間之樹洞為巢，巢穴位置並沒有特殊的嗜好性高度。築巢於枝幹上的



飛鼠，較傾向選擇於繁茂的枝葉間。使用的築巢材料，穴巢與枝幹巢略有不同。穴中的巢大部份使用樹皮為主，繁殖時期，巢穴中均可發現較平時為多的體毛為巢材。而築於枝幹上的巢，則使用較多的細枝條，樹葉及蔓藤為巢材，但也會利用少部份的樹皮為材料。

兩種飛鼠之築巢分布密度，取決於海拔高度、植生狀態、營巢用樹種高度及使用材料而定。在原始森林裡古木參天、巨樹連連，有足夠的營養高度及有較多的樹洞可供飛鼠築巢使用，而次生林及人造林等樹木矮小、樹洞有限、且樹洞容積小，故不易引起飛鼠之興趣而棲生於斯，從以往觀察之隻數及捕獲的數量顯示，中低海拔發現及捕獲的數量遠小於高海拔發現及捕獲之數量，因此在中高海拔的原始森林裡頭，飛鼠的營巢數量及族群密度遠大於次生林及人工林。樹洞極少的地區，飛鼠雖可營巢於枝幹上(安藤等1983、羽田1955、菅原1981)。但在研究期間，發現築於枝幹上的巢甚少，若說原始森林為其主要的生活環境，顯而易見的，原始森林的大量砍伐，對其族群數量及生活型態將有深遠的影響。

發現的所有洞穴中，其洞口直徑通常在10~25公分之間，有的直徑可達30~40公分，但為數甚少。巢穴的深度差異甚大，從16公分到3尺深的都有。兩種飛鼠掘洞為巢時大都選定現成的小洞然後用牙齒向周圍咬開，使洞口擴大而深入。每巢掘洞的時間平均在48分鐘，有的則連續花費3個晚上才完成。每年的三~五月及九~十一月間，可發現白面鼯鼠剝樹皮，並將樹皮搬運至巢穴的情形。飛鼠的繁殖期，據野外觀察及捕獲的資料中顯示，兩種飛鼠全年均可發現生殖及撫育的情形。但在捕獲經解剖的個體中，以十二~三月與七~九月間之懷孕率為最高。二~四月與八~十二月間，巢穴中可發現較多剛出生之幼鼠。

在許多中小型哺乳類動物中，洞穴常作為休息、睡覺、避難及繁殖的場所(Cowan 1936, Muul 1974, Sanderson 1966, Sollberger 1934)。夜行性且為樹棲性的飛鼠，白天必須藏匿於洞穴中，因此洞穴成為它們生活的中心，也是生活必備的基本要素。飛鼠的活動範圍也以巢穴附近為主(安藤等1983, Baba等1982)。

飛鼠使用之巢穴，從外觀易於鑑別，即洞穴的出口處較為光滑，且密佈著齒痕。洞穴大致由一隻飛鼠連續佔有使用。曾在觀高地區觀察得知，有(同)一隻白面鼯鼠自七十三年三月~七月間連續使用同一個巢穴4個月，(因其尾巴末端白色部份較長易於區別)。這隻飛鼠夜間活動覓食時，在半夜亦會回巢休息。同年八月以後，此鼠不再出沒於此洞穴，取而代之的是由一隻尾端無白斑及體型略小的白面鼯鼠，可確認的非為同隻飛鼠。據文獻所記，大部份的個體，僅使用一次後便往他處移動(安藤等1983, Sollberger 1934)，其巢穴有相互替換利用的行為，平常一個巢穴佔有使用的時日，短者一夜，長者數月不等，但有連續使用二年的記錄(安藤1983, Muul 1968, Thorington 1981)。但大部份的巢穴，僅作不同個體休息之用。洞穴使用的長久與利用率的高低，是否因周圍環境所能提供的食物來源、食物量有關，尚待進一步的探討。

#### 4. 行為

飛鼠每晚出來活動的時刻，因季節性日出與日落的時間差異，出來活動的時間也有早晚之差。但不管在任何季節裡，皆在日落後30~50分鐘之間陸續出巢，於日出前1~2小時之間回巢。這個事實可確認亮光有抑制它們出巢之作用。兩種飛鼠之活動頻率可皆由鳴聲概括的瞭解。每晚活動頻率呈雙峯型。晚上9時左右為前半夜鳴聲最頻繁且最響亮的時間帶，在回巢前1~2小時，即清晨2~3時，採食甚為活躍，亦為整夜活動最盛的時期。它們平常喜歡單獨活動。求偶期及繁殖期時才有成對活動的記錄。出來活動時沒有固定的滑翔路線，大都選在樹木枝幹與枝幹間有相互重疊或相連之處。滑翔的距離平常在20~25公尺之間，有時可滑出200公尺之遙。飛鼠起飛時，一般選

定呈水平的枝幹上，後脚一踏，瞬間四肢撐開，體側翼膜伸展，藉着空氣之浮力，便可往地勢較低處滑翔。着落點大多選在離地2~3公尺間垂直的主幹或枝幹上。上坡時，則先爬到樹頂上，然後滑翔到上坡的另一株樹上，再往上爬至頂上，再滑下，便可上坡了。

#### 5. 爲害

飛鼠每年雖有二次啃咬樹皮之記錄，但在原始林裡並不構成嚴重傷害。因爲原始林裡植生龐雜，有足夠的天然食物量可供給飛鼠之所需，而且常受制於體型及覓食環境等因素。另外，飛鼠啃咬樹皮，但大部份僅作營巢用材料，所取有限，而且大部份僅剝取主幹外層樹皮，不深入材質部。每年雖修飾及填補穴中的巢材，但採取量亦不多，穴巢及巢材不易損壞，故不需使用太多的巢材。總之，飛鼠在原始林裡的爲害狀況，並不嚴重。至於人工林之受害情形，有待進一步探討。

## 七、誌謝

本研究承行政院農業委員會之經費補助。東海大學環境科技研究中心的主任饒連財教授、生物系主任林俊義教授、理學院院長歐保羅教授多方給予指導及同仁們的關懷與協助，謹致敬謝之意。野外工作多蒙林務局巒大林區管理處，提供交通食宿方便；方良吉先生、史春明先生協助夜間觀察、記錄及飛鼠標本之採取與解剖等工作，特致感謝。資料之整理、校對及圖片之製作承助理鄭志盛先生、林秀玉小姐及蔡秀華小姐等之協助，均此一併誌謝。

## 八、參考文獻

1. 宇田川龍男 1954 飛鼠之爲害林木與驅逐(日文)。林試所研究報告第68號。
2. 朱耀沂 等 1970 台灣產松鼠之生物學考察。中華植物保護協會·12.(1)21~30。
3. 沼田大學 1951 森林保護學。200~201頁，朝倉書店。
4. 高大成 1974 松鼠對於主要造林木之爲害及其影響木材物理與機械性質之研究。台大森林學研究所碩士論文 92頁。
5. 郭寶章 1957 台灣松鼠爲害林木之初步調查。國立台大農學院實驗林研究報告第12號，3~15頁。
6. 張萬福 1976 台灣赤腹松鼠爲害林木之生態研究。東大環科中心，34頁。
7. 張萬福 1982 台灣赤腹松鼠食性與活動範圍之研究。東大環科中心，26頁。
8. 王子定 等 1980 松鼠對台灣經濟林木之爲害。科學發展月刊8卷6期，527~550頁。
9. 唐代駒 1976 台灣赤腹松鼠之生殖週期。東大生研所碩士論文，47頁。
10. 尤少彬 1979 溪頭地區赤腹松鼠之族群研究。台大動研所碩士論文，38頁。
11. 李玲玲 1981 赤腹松鼠之行爲研究。台大動研所碩士論文，38頁。
12. 周蓮香 1983 台北植物園赤腹松鼠之行爲研究。台大動研所碩士論文，75頁。
13. 陳兼善 1969 台灣脊椎動物誌(下冊)。367~369頁。
14. 高 渭 等 1980 赤腹松鼠爲害與林木化學組成及相關性之研究。林學季刊，13:69~87。
15. 李培芬 1983 大赤鼯鼠之生殖與生態研究。台大動研所碩士論文，36頁。
16. 羽田健三 1955 ニッコウムササビの樹上營巢。採取と飼育17:72~73。
17. 在野登志男 1977 ムササビによるアカマツ林の被害について。森林防疫26:95~97。

18. 川道武男 1977 奈良公園のムササビの分布。昭和51年度春日大社境内原生林調査報告, 57  
~60頁。
19. 菅原光二 1981 ムササビ—その生態を追う 共立出版社。
20. 安藤元一 等 1982 狭小生息地におけるムササビの環境利用。哺乳學誌9:72~81頁。
21. 安藤元一 等 1983 ムササビの巣穴利用性 九大農學藝誌38卷第一號27~43頁。
22. ———— 1983 ムササビの巣と造巣行動 九大農學藝誌38卷第2、3號, 59~60頁。
23. ———— 1984 ムササビにおける相對成長と滑空適應。九大農學藝誌39卷第2、3號,  
49~57頁。
24. 岸田久吉 1927 ムササビの飛膜の發達に就て 動物學雜誌39:483~485。
25. Ando, M., S. Satōshi and T.A. Uchida. 1984  
Field observations of the feeding behavior in Japanese Giant Flying Squirrel,  
Petaurista leucogenys. J. Fac. Agr. Kynshu Univ. 28(4) 161-175
26. Baba, M., T. Doi and Y. Ono. 1982  
Home range utilization and nocturnal activity of the Giant flying squirrel,  
Petaurista leucogenys. Jap. J. Ecol. 32:189-198
27. Brink, C.H. 1966  
Spruce seed as a food of red squirrel and flying squirrel in interior Alaska,  
Jour. Wildl., 30(3) 503-512
28. Clutton-Brock, T.H., and P.H. Harvey. 1983  
The functional significance of variation in body size among mammals. Spec.  
Publ. Amer. Soc. Mamm. 7.
29. Cowan, I.M. 1936  
Nesting habits of the flying squirrel, Galucmys sabrinus. J. Mamm., 17:58-60
30. Delany, M.J. 1974  
The Ecology of small mammals. The camelot press Ltd. 60pp
31. Dien, Z.M. 1955  
A brief account of the Formosan Flying squirrel. Quart. J. Taiwan Mus., 8:203-206
32. Eisenberg, J.F. 1978  
The evolution of arboreal herbivores in the class Mammalia. 135-152pp in G.G.  
Montgomery. ed. The ecology of arboreal folivores. Smithsonian Inst.,
33. Giles, R.M. 1971  
Wildlife Management Techniques. The Wildlife Society of U.S.A.
34. Jones, G.S., B.L. Lim, and J.H. Cross. 1971  
A key to the Mammals of Taiwan. Chinese J. of Microbiology 4:267-278
35. Kirkpatrick, C.M. 1955  
The testis of the fox squirrel in relation to age and seasons. Am. J. Anat. 97:229-256
36. Linzey. D.W. and A.V. Linzey 1979  
Growth and development of the southern flying squirrel Glaucomys volans.  
J. Mamm., 60:615-620

37. McCullough, D.R. 1974  
 Status of larger mammals in Taiwan. Tourism Bureau, Dept. Transportation.  
 Taipei 36pp
38. McNab, B.K. 1980  
 Food habits, energetics, and the population biology of mammals. Amer. Nat.  
 116:106-124.
39. Muul, I. 1968  
 Behavioral and physiological influences on the distribution of the flying squirrel  
Glaucomys volans. Misc. publ. Mus. Zool., Univ. Mich., 134:1-66
40. Muul, I. 1974  
 Reproductive frequency in Malaysian flying squirrel Hylopetes and pteromyscus.  
 J. Mamm. 55:393-400
41. Reynolds, H.G. 1966  
 Abert's squirrels feeding on pinyon pine: J. Mamm., 47:550-551
42. Sanderson, G.C. 1966  
 The study of mammal movements-A review. J. Wildl. Mgmt., 30:215-235
43. Smith, C. 1972  
 Food preference of squirrel. Ecology 53(1) 83-91
44. Sollberger, D.E. 1934  
 Notes on the breeding habits of the eastern flying squirrel Glaucomys volans  
 J. Mamm 24:163-173.
45. S inhoe, R. 1870  
 Catalogue of the Mammals of China and of the Island of Formosa. Proc. Zool  
 Soc. London, 615-653
46. Thompson, D.C. 1980  
 Food habits and catching behavior of urban grey squirrels Can. J. Zool.,  
 58:701-710
47. Thorington, R.W. and L.R. Heaney 1981  
 Body proportion and gliding adaptations of flying squirrels (petauristinae)  
 J. Mamm. 62:101-114

## 九、英文摘要

### English Summery

#### ECOLOGICAL STUDY OF THE FLYING SQUIRREL IN CENTRAL TAIWAN

This project was initiate from July 1981 to June 1984 in central Taiwan along a Cross-island Route leading from Tungpo via Patungkuan to Yusan.

There are three species of flying squirrel has been recorded, There are *Petaurista alborufus lena* Thomas, *Petaurista petaurista grandis* Swinhoe and *Belomys pearsoni kaleensis* Swinhoe. Distribution from 1200-3750m, 700-2600 m and 400-2000m.

They prefer to act individually rather than in a pair or a group. They usually leaving from the tree hollow at 30-50 minutes after sun set and returned at one or two hours before sunrise. There are two peaks of activity period through the night. The most intense active occurs 8:30-9:30 PM and the second peak from 2:00-3:00 AM.

126 and 149 of *P. petaurista* and *P. alborufus* was collected for food habits analysis. Field observed and stomachs content analysed shows that both flying squirrel are folivores. Diet was chiefly of leaves and small parts of seeds nuts butts fruits and some time takes animal foods. Stomach content analysis and field observation were found 7 species of plants materials and 2 species of animal materials from *P. alborufus*, and 12 species of plant of materials from *P. petaurista*. Only samples taken in spring season found cambium for several trees in the stomachs of both flying squirrels. The quantity, quality and availability of flying squirrel food are various in different season but also affect carry capacity of the habitats.

Breeding occured in February to April and August to October. As for the distribution of nesting, they are preferred to build nest in the area of dense and huge tree of the conifers forest, Nest were located at a height of 6-35M of trees hollow, also build nest at the dense branches. Twigs, leaves and tree barks were chosen as nesting meterials.

There is a periodicity to tree damage during the year, bark stripping occured in February and March.

# 為害造林木松鼠類動物之鑑定\* ——依樹皮屑片為基準——

郭寶章 何鴻育\*\*

〔提要〕台灣有關松鼠為害及防治情況，主以赤腹松鼠為研究對象，惟多年來已發現飛鼠類亦參與為害林木，不容忽視。故近年已積極研究飛鼠之生態與習性，並確定其為害之情況，實屬嚴重。赤腹松鼠與飛鼠類兩者多棲息於相同之環境區內，兩類動物有其不同之生活習性，為害林木之情形亦不盡相同。如何鑑定為害林木之動物種類，對於為害之評估與研究，亟為重要。本文乃擇台灣大學實驗林及林務局玉山林區與墾大林区小部分造林地加以調查，依受害木之樹皮被剝食情況區分為三類，以分析受害木傷口之位置、剝落樹皮重量、樹皮上遺留齒痕之角度、齒痕間之距離等特性，而確定各類樹皮之剝食動物種類，以供鑑定上之參考。因研究時間短促，僅屬於初步之結果，有待日後加強研究，以便資料更為充實而可靠。

## IDENTIFICATION OF DAMAGE-CAUSING ANIMALS OF SCIURIDAE TO FOREST PLANTATIONS ——BASED ON THE PIECES OF DAMAGED BARK——

Pao-chang Kuo, Hung-yu Ho

[Abstract] In Taiwan for many years the study and control of squirrel damages to forest plantations has been concentrated on red-bellied tree squirrels. Because it is believed to be the main culprit of damage-causing animal. However, there is a definite evidence shown that flying squirrels have been involved in the debarking problems. These two kinds of animals belonging to Sciuridae basically inhabit in the same habitat and depending on forests for living. It is important to identify the damage-causing animal for a better control implementation. This study selected small portion of infested plantations in the Forestry Districts of Yushan and Luanta, Taiwan Forestry Bureau and the Experimental Forest of National Taiwan University located in Central Taiwan where squirrel damages have been mostly a serious problem. Three types of bark damaged by pest animals were classified according to the characteristics of bark pieces damaged. The classification of bark types was based on the location of wound from the ground, clear length of the damaged tree and weight of bark damaged for a single tree and tooth markings which included the angle and distance between the marks. From the criteria for the classification of bark pieces three damage-causing animals were identified in accordance with the major peculiarities observed. They were red-bellied tree squirrel (*Callosciurus erythraeus*), Formosan giant flying squirrel (*Petaurista petaurista grandis*), and white-faced flying squirrel (*Petaurista alborus lena*).

### I. 前 言

本省森林遭受松鼠類為害，已有數十年之久，其間歷經林相的變更，改植單純由杉木類組成之林

\*本研究承農委會補助研究，特表謝意

\*\*國立台灣大學森林學系育林組教授及學生

相，致使為害日益嚴重。惟近二十年來，有關機構及專家學者進行系列研究，尤對松鼠問題之研究不遺餘力，目前已可定出有效控制的方向。近年來林區現場之工作人員及若干學者，逐漸發現飛鼠可能造成為害，致使研究工作發生困擾，亦影響調查結果之正確性。

因此在防治啮齒類動物(rodents)之前，必先評估為害之狀況，鑑定真正之為害動物種類(damage-causing animal)，以做為研究及防治上的依據。本文乃於1984年10月至1985年3月間，就三個林區之部分造林地，加以觀察及收集相關資料，整理與討論；並以柳杉林內之松鼠與飛鼠為害情形為主要對象，而加以調查，依可能之物證，來確定真正為害林木之禍首。

## II. 前人研究

關於松鼠為害森林之報告，無論台灣或國外，均有相當的數量；惟有關飛鼠的資料，則較為缺乏。因此今後研究方向，須針對松鼠與飛鼠兩者相關方面著手。

郭寶章(1983)稱松鼠之為害常見於較密林分及覆蓋植物較多之林分，故於林業防治上，適當的調節林分組成，可減少松鼠對林木為害程度；飛鼠除為害密林外，疏林及孤立木或覆蓋植物較少之林分，亦有為害發生，故松鼠為害與地況覆蓋似乎相關較少。松鼠為害之嚴重性，係包括各個齡級；飛鼠為害林木，似有其特定之樹齡及林相。日本的飛鼠為害柳杉及日本扁柏之樹冠部1—2公尺部位，為害樹齡由20—100年生，近年15年生以下之林木亦遭為害(池田等，1969)。台灣每年2—4月間，所捕獲之松鼠胃中之內含物，均發現有大量形成層及韌皮部組織，可確定這段時期，以樹皮內層為其主要食物；松鼠剝樹皮之動機，覓食行為佔重要的因素(張萬福，1982)。李培芬於1982年11月間，發現大赤鼯鼠胃中含70—80%之樹皮內層組織；並依據齒痕之排列方式、齒痕寬度區分赤腹松鼠及大赤鼯鼠所剝落樹皮之差異。以上為有關赤腹松鼠，特別為飛鼠之為害徵候。

## III. 研究方法

一般對於為害動物，採取防治措施之前，必須先鑑定為害動物之種類，才能有效的加以控制。台灣的松鼠類(科)(Sciuridae)，有松鼠亞科(Sciurinae)計有3種樹松鼠(Tree squirrels)分佈以赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)為主要禍首。鼯鼠亞科(Petauristinae)則共有4種；其中為害林木較嚴重者有大赤鼯鼠(*Petaurista petaurista grandis*)、白面鼯鼠(*Petaurista alborufus lena*) (李培芬，1983)尤其對柳杉所造成的為害，最為嚴重。

本文研究內容，乃以柳杉為主要對象，並對上述三種為害動物，觀察其咬剝樹皮之行爲，尋求較直接的證據。研究期間為1984年10月至1985年3月間，地點以台大實驗林之溪頭為主(海拔高1,200 m)，亦包括檜木林區之杉林溪(海拔高1,700 m)及玉山林區之神木村(海拔高900 m)，進行新剝落樹皮之收集，其中大部分被剝落樹皮，係於1985年1月至1985年3月採集，此可證明，這一段期間，確為松鼠類活動的一個高峯；在所收集的柳杉樹皮中，除因樹齡不同，使樹皮屑的特性有所差異外，從樹皮上所遺留不同齒痕、齒痕角度、每對齒痕的間隔距離、剝皮與啃食的區分，可簡單的歸成3類(圖1、2、3)，其中第一類與第二類樹皮，均為夜間(11:00 pm至翌日5:30 am)所剝落，第三類則係於晝間(4:00 pm至6:00 pm)掉落地面所拾獲者。

在確定三種被剝樹皮類型後，開始於上述地點及時間，對於新為害之林木(以不超過一星期為原則)，進行枝下高(clear length)及最低傷口高度(height of lowest wound)之測定，估計至小數第一位，以公尺為單位；對遺留地面之樹皮屑，全部加以秤重，因無法獲得較正確的重量，故不取小數點，以公克為單位；為害木之地面樹皮選取3片(以齒痕清晰者為對象)，做齒痕排列斜角測定，每片取3值，求銳角，平均結果取至小數點第一位；每對齒痕間距，亦取3數值，求取平均，以

厘米為單位，測微尺準確度至 1/20 mm。

1984年 11 月間，為杉木之結實期，常可見杉木果實及鱗片，掉落地面（圖 4），為確定嚙食之動物，經晝間全日守候，結果並未見有動物的出現，但於夜間則見有大赤鼯鼠的出現，雖未見其嚙食，但可聽見有嚙咬的聲音，並見有掉落地面之碎片；可確定其為大赤鼯鼠所嚙食。另採集杉木果實置於飼養室赤腹松鼠之籠內，經其嚙食後（圖 5），與前者比較，嚙咬的方式，遺留之殘屑間，確有很大的差異。

1984 月 10 月間，曾自烏來桶後柳杉造林地採回壯齡林木新鮮樹皮，一部分經 24 小時的浸漬糖水溶液，同時置於同一赤腹松鼠籠內，事前並予禁食一天，隔天取出，結果浸過糖水溶液的樹皮，均有雜亂的啃食痕跡（圖 6），未浸過糖水溶液的樹皮，則無啃食的現象，然被撕扯成絲狀（圖 7），似乎做為另一種用途，兩者之取用方式則完全不同。

#### IV. 結果與分析

在收集柳杉被剝樹皮期間，所記錄之各項結果，按第一類、第二類與第三類樹皮，分別以 A、B、C 表示。所記錄之資料，包括傷口最低高度、枝下高度、樹皮重量，兩對齒痕之間距、齒痕斜角等項，分別加以變方分析。A、B、C 之取樣數據，依次為 11、13、28。

表 1 剝落樹皮之最低傷口位置（單位：公尺）

株 號	樹 皮 類 別			
	A	B	C	
1	11.5	12.0	0.5	1.8
2	13.5	13.0	4.8	3.0
3	14.0	13.5	1.0	3.6
4	8.5	17.0	3.0	2.4
5	11.0	8.0	2.7	8.0
6	12.0	12.0	7.0	4.5
7	7.0	17.5	9.0	0.5
8	7.5	9.0	5.5	1.0
9	10.0	12.0	6.3	2.0
10	9.0	12.0	3.8	6.5
11	14.5	17.0	6.2	10.0
12		14.0	7.0	2.5
13		17.0	1.7	6.5
14			5.0	5.5
合 計	118.5	178.5	121.3	
平 均	10.5	13.7	4.3	
範 圍	10.8±2.47	13.7±3.29	4.3±3.13	

變異數分析之  $F = 7.395$ ， $F(.05, 2 \& 49) = 3.19$ ，三者之間差異達到 5% 之顯著水準，依聯合信賴區間檢定結果，B 與 C 類樹皮間之最低傷口位置，存在有差異，A 與 B 類及 A 與 C 類之間，



則無顯著差異。

表2 剝落樹皮爲害林木之枝下高度 (單位:公尺)

株號	樹皮類別		
	A	B	C
1	10.5	8.0	2.0
2	12.0	10.5	2.0
3	12.0	10.0	1.5
4	3.5	16.0	2.5
5	5.0	17.0	1.5
6	4.0	15.0	2.0
7	3.5	14.0	1.8
8	4.0	14.5	4.0
9	4.0	15.5	3.0
10	4.0	15.5	2.0
11	14.0	12.5	3.0
12		16.0	3.0
13		14.0	5.5
14			2.2
合計	76.5	178.5	86.8
平均	7.0	13.7	3.1
範圍	7.0±4.11	13.7±2.45	3.1±1.56

變異數分析結果  $F = 9.57$ ，三者差異間已達顯著之水準，依聯合信賴區間檢定結果，B與C類樹皮之受害林木枝下高度，有顯著差異存在，A與B類及A與C類間，則無差異。

表3 剝落樹皮之重量 (單位:公克)

株號	樹皮類別		
	A	B	C
1	50	160	450
2	50	60	250
3	120	40	500
4	80	80	40
5	140	30	250
6	140	60	80
7	60	40	250
8	60	60	80
9	120	80	240
10	110	230	110
11	40	40	100
12		100	220
13		70	40
14			120
合計	970	1050	4760
平均	88	81	170
範圍	88±38.88	81±55.83	170±121.40

變異數分析結果， $F = 4.951$ ，三者之間有顯著差異，依聯合信賴區間檢定結果顯示，B與C間有顯著差異存在，其餘則無差異。

表4 剝落樹皮之兩對齒痕間距離 (單位：厘米)

株 號	樹 皮 類 別			
	A	B	C	
1	4.54	2.42	16.51	18.11
2	4.59	1.88	16.75	18.30
3	4.32	2.22	17.57	18.20
4	5.00	2.54	16.33	18.37
5	4.92	2.18	16.90	18.71
6	4.78	2.17	16.17	18.75
7	5.51	3.15	16.63	16.23
8	6.12	2.42	17.08	16.23
9	5.67	2.09	17.90	22.42
10	5.43	2.11	17.84	10.77
11	5.09	2.13	16.18	14.83
12		2.17	16.94	16.71
13		20.4	18.30	24.81
14			16.18	23.07
合 計	55.99	29.51	492.52	
平 均	5.09	2.27	17.59	
範 圍	$5.09 \pm 0.53$	$2.27 \pm 0.32$	$17.59 \pm 1.28$	

變異數分析結果， $F = 356.79$ ，三種樹皮上的每對齒痕平均間距，有極顯著差異存在，依聯合信賴區間檢定結果顯示，A與B、B與C、A與C間，均有顯著差異存在，亦即每一類樹皮上的每對齒痕間的平均距離，與其他兩類，均有差異存在。

表 5 剝落樹皮上齒痕之平均角度 (單位：度)

株 號	樹 皮 類 別		
	A	B	C
1	86.7	66.2	54.3 55.8
2	79.6	65.1	53.4 56.4
3	85.7	67.3	51.7 55.4
4	82.5	69.4	53.2 56.3
5	83.4	64.7	55.0 55.8
6	83.1	65.4	55.3 57.6
7	81.2	65.2	57.7 55.4
8	83.4	59.6	57.7 57.2
9	81.4	59.0	58.3 58.2
10	86.2	59.0	58.0 54.2
11	80.1	66.1	56.1 57.2
12		65.4	58.0 55.2
13		59.5	57.6 56.4
14			56.4 54.3
合 計	913.3	832.9	1566.32
平 均	83.0	64.0	55.94
範 圍	83.0 ± 3.28	64.0 ± 3.33	55.94 ± 2.59

變異數分析結果， $F = 887.45$ ，A、B、C間齒痕平均角度，有極顯著之差異存在，依聯合信賴區間檢定結果顯示，A、B、C三者間，相互有顯著差異存在，即每一類樹皮上之齒痕平均角度與其他二種之間，均有顯著性差異存在。

## V. 討 論

三類樹皮碎片中，第一類(A)與第二類(B)，均於夜間所剝落者；第三類(C)，則係於晝間所剝落者。根據松鼠科動物的活動習性，赤腹松鼠乃於晝間活動，夜間完全不活動，故屬於晝行性 (diurnal) 動物；飛鼠之大赤鼯鼠與白面鼯鼠等，則僅於夜間活動，乃屬於夜行性 (nocturnal) 動物。第三類樹皮之受害林木傷口位置，最低者僅距地面 0.5 公尺，且常有連續性的傷口分佈 (圖 8)，樹皮平均重量為其他兩者之兩倍。鼯鼠活動範圍，主位於樹冠層，鮮有降至較低樹幹部位剝啃樹皮。故第三類樹皮，應屬於赤腹松鼠所剝落者，第一類與第二類應為鼯鼠類所剝落者。尚有一點值得注意的，即第三類樹皮上的齒痕，為下顎門齒剝離樹皮所遺留之痕跡，且僅有少數樹皮有啃食之痕跡 (圖 9)，第一類與第二類樹皮所顯現之齒痕，則為啃食後所遺留者。另外第三類樹皮上，與齒痕先端同一方向的樹皮一端，幾乎均有被撕扯的跡象 (圖 3)，按赤腹松鼠剝樹皮的動作，頭部朝下，故齒痕先端，應為樹皮下端，撕扯部位亦應為下端。部分遭受為害之林木，可見所剝下之樹皮，下端仍殘留在幹部，呈倒垂狀，亦可證明此一現象。第二類與第一類樹皮，則兩端並無被撕扯的跡象，且較為完整，顯示鼯鼠在

剝咬樹皮之時，必須嚼斷上下兩端，或謂其門齒啃剝力量較大之故。

在調查項目中，「最低傷口之高度」、「林木枝下高度」，與松鼠類動物活動習性有關。鼯鼠之活動空間，主在樹冠部位，且須有足夠的高度與疏通空間，以利於滑行，其足部構造亦不適於地面行走，在樹幹上的移動為使用跳躍的方式（與兔之行動相似），此種行動方式使鼯鼠不可能垂直的由樹幹上端往下移動，而係以滑行的方式，移動至另一林木之較低樹幹部位，再往上跳動至樹梢部位，在較大之側枝處停留。因此，本文調查之項目，選擇「最低傷口之高度」與「枝下高度」，以表示其停留之位置與活動方式，供比較不同種類之可能差異。結果第二類樹皮與第三類樹皮間，有顯著差異存在，即第二類之鼯鼠與第三類之赤腹松鼠，兩者為害林木之位置及活動之範圍（如枝下高度）均有差異；而第一類鼯鼠與第三類之赤腹松鼠，兩類鼯鼠間則都無差異，在收集樹皮同時，亦發現一、三類間與一、二類間，確有重疊的地點。因此認為兩種鼯鼠，其活動地點與高度，並沒有差異。鼯鼠活動大部分位於樹梢部位，故其所為害之傷口位置，亦極可能位於樹梢，枝下高度大的林分，亦較適合鼯鼠之滑行，同時樹齡與林分密度，亦可能與其活動習性有關，惟仍有待進一步的觀察。赤腹松鼠則多於近地面處活動，故其與最低傷口高度，較無關係；一般林木之枝下高度與林分密度則與動物之庇護環境有關。

赤腹松鼠所為害之林木，常可發現有連續性傷口之存在，可長達數公尺，故其對單一林木之為害量較多，且可見同一受害林木，連續數日遭受傷害。兩種鼯鼠之為害量沒有差異，惟第二類鼯鼠與赤腹松鼠之為害量則有差異。赤腹松鼠所剝落之樹皮重量平均達170公克，約為其他兩者之兩倍，但被啃食之樹皮却非常少，即大部分均只有剝落及撕破之痕跡，因此其真正的動機為何，尚欠明瞭。

樹皮層上每對齒痕間隔距離及齒痕之斜角，可證明松鼠與鼯鼠間之各別差異，即可由樹皮之遺留特徵，直接鑑別為害動物之種類。第二類樹皮之調查及依據，係於溪頭39-168-2號柳杉造林地，見一大赤鼯鼠停留在樹梢部位，並聽到其剝落樹皮聲音，覆到剝下之樹皮掉落地面，故確定第二類樹皮，確為大赤鼯鼠所剝啃者；惟第一類樹皮，係由白面鼯鼠所為的可能性甚高，因大赤鼯鼠與白面鼯鼠，出現的地點、活動高度、生活習性均極為相近，兩者所為害林木之最低傷口高度，與活動地區的林木枝下高度均無顯著差異。三種樹皮上的齒痕角度，大致呈規則之排列，變異數亦不大，而以第一類樹皮齒痕最為規則。

林木中部分之枯死木，亦有遭受撕剝（圖10）者，但撕剝的形式，與一般剝啃者不同，遭受剝下之樹皮，呈條絲狀，頗與築巢之材料相似，此與試驗結果不謀而合，即浸過糖水溶液的樹皮，有被啃食的現象，未浸過糖水溶液之樹皮，則全部被撕裂成條絲狀，蓋稍因失去新鮮度之樹皮，脫水而乾燥萎縮，且失去特殊之味道，無法吸引赤腹松鼠之啃食，而改變其利用方式。有關林木遭受為害後，常見的一種型式，為頂部枯萎現象，顯然遭受環剝的位置，位於樹梢部位，且發生頂枯之受害木，樹冠以下之幹部，則少有傷口存在，在所收集的資料中，最低傷口高度項中，第二類樹皮之平均高度，達13.7公尺，第一類為10.8公尺，第三類則僅有4.3公尺，由此項範圍來看，造成頂枯現象之為害動物，以大赤鼯鼠之可能性較大。

有關台灣小鼯鼠，試驗期間，於飼養食物外另置入新鮮樹皮於籠內，亦發現其有嚼啃之痕跡（圖11），本動物尤喜酸性食物。室內之赤腹松鼠，簡單的觀察其嗜食種類，予禁食一天後，同時置入以下四種食物，結果其嗜食順序為：無毒餌>百香葉>杉木毬果>新鮮樹皮。赤腹松鼠對於有香味及酸性食物，特別有興趣，對於新鮮樹皮，似無強烈之嗜好，此項結果亦可供判定為害動物之參考。

## VI. 結 論

台灣森林遭受松鼠類動物嚴重為害，為害林木之此類動物共有 3~4 種，本文乃依動物之活動及習性，林木條件差異，加以分析觀察，以提出鑑定剝食柳杉樹皮之依據。調查共區分為三類樹皮受害形態，其特性在最低傷口高度，林木枝下高、樹皮重量、齒痕間隔距離及齒痕之斜角等均有不同，再配合直接之目睹判定，確認第二類之為害樹皮形態乃大赤鼯鼠所為，第三類則為赤腹松鼠，至為第一類應屬白面鼯鼠之可能性較大。此外對於受害林分之狀況，亦作簡單之討論，此期提供間接的資料，供為鑑別為害動物之依據。

依據觀察結果，總括列示三類受害樹皮形態之特徵如次表：

項 目	樹 皮 類 別		
	A	B	C
最低傷口位置(m)	10.8±2.47	13.7±3.29	4.3±3.13
枝下高度(m)	7.0±4.11	13.7±2.45	3.1±1.56
樹皮重量(g)	88.0±38.88	81.0±55.83	170±121.40
每對齒痕間距(mm)	5.09±0.53	2.27±0.32	17.59±1.28
齒痕角度	83.0±3.28	64.0±3.33	55.94±2.59
齒痕排列狀態	排列相當間隔	排列密集	較淺較短
樹皮剝落時段	11:00 pm-5:30 am	10:00 pm	4:00 pm-6:00 pm
樹皮屑長度	較長	較長	較短
可能為害動物	白面鼯鼠	大赤鼯鼠	赤腹松鼠

## VI. 照 片

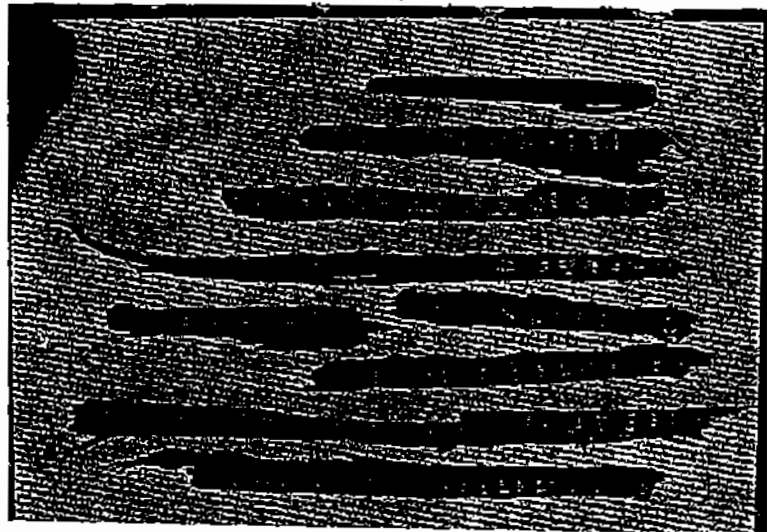


圖 1 第一類型樹皮，齒痕呈規則之排列

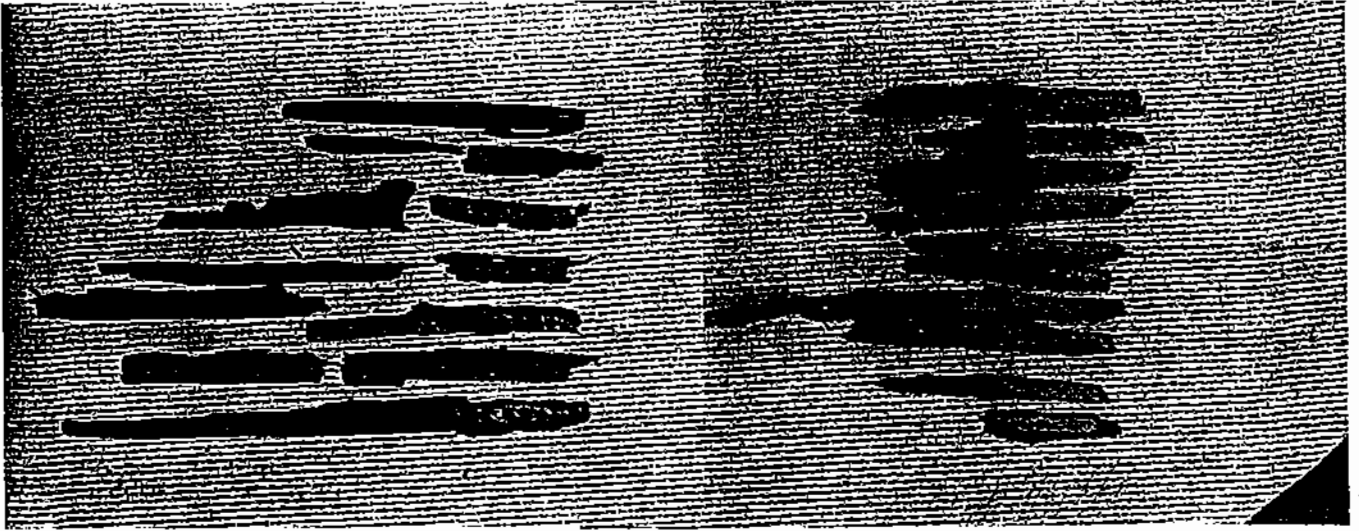


圖 2 第二類型樹皮，齒痕排列密接

圖 3 第三類型樹皮，與齒痕先端同向之一端，有撕扯之痕跡

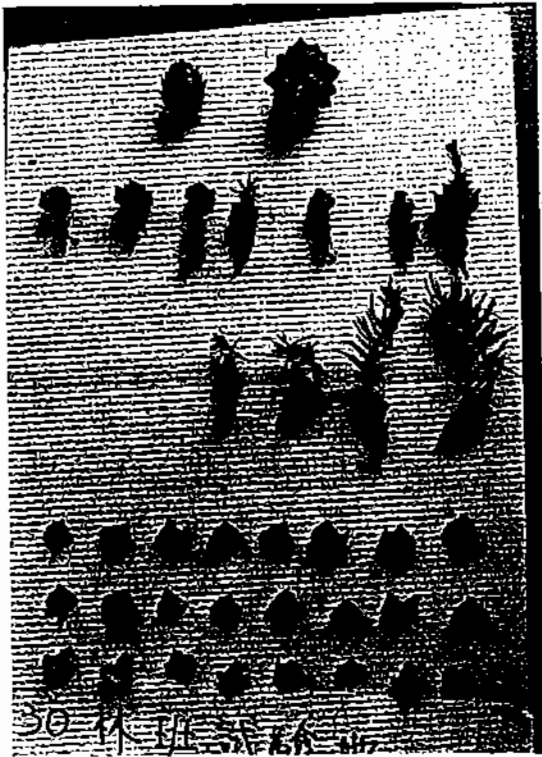


圖 4 野外所收集的杉木果實殘屑，嚙咬後仍完整的鱗片及果軸

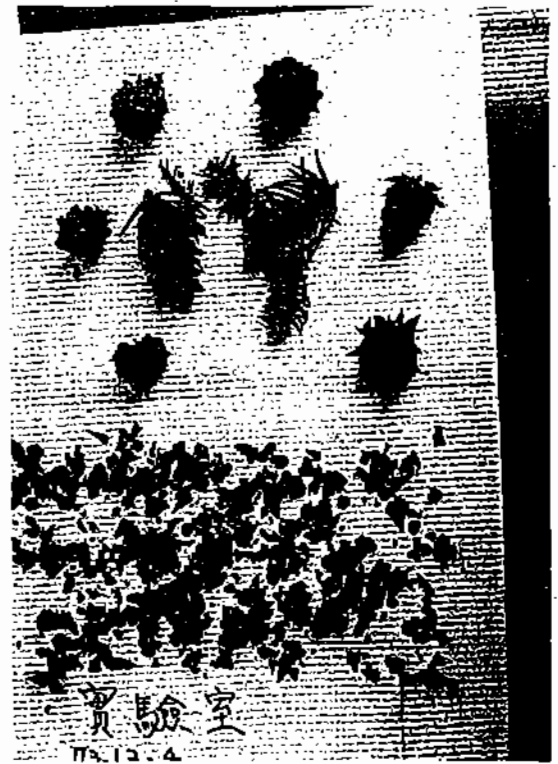


圖 5 赤腹松鼠籠內之杉木果實殘屑，嚙咬方式雜亂，並留下細小屑片

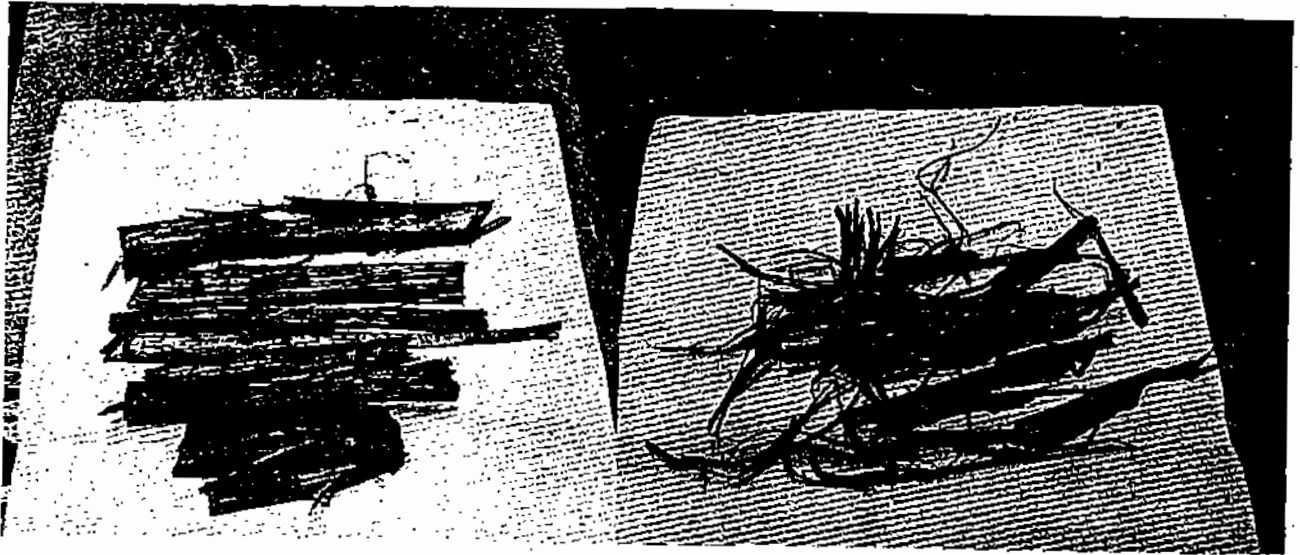


圖 6 浸過糖水之樹皮，上有許多為赤腹松鼠所  
啃食之齒痕

圖 7 未浸過糖水之樹皮，被赤腹松鼠所撕裂成  
條絲狀



圖 8 由地表起高度僅達 0.5 公  
尺且傷口呈連續性條狀延  
伸，剝落樹皮重量達 450  
公克，可能為赤腹松鼠所為

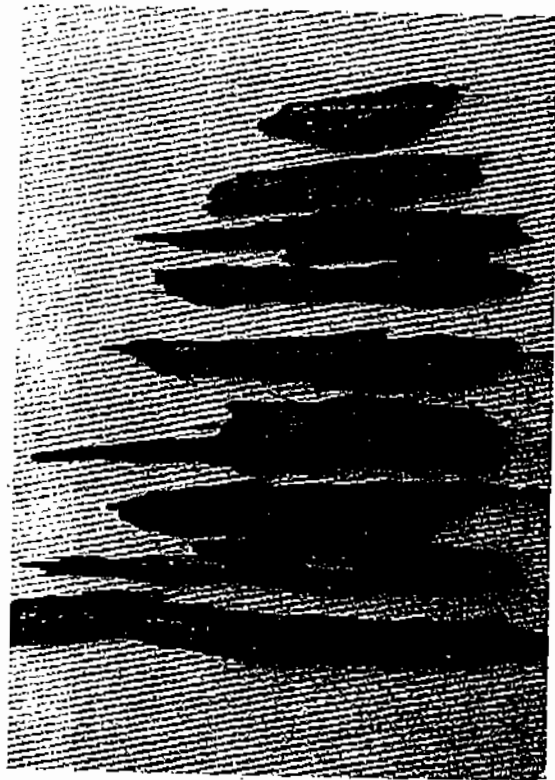


圖 9 樹皮上有雜亂之啃食痕跡

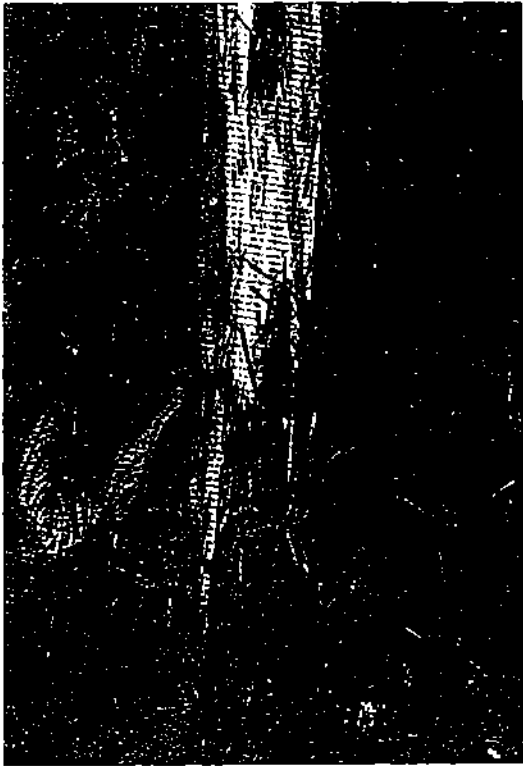


圖 10 枯死木遭受撕裂之現象

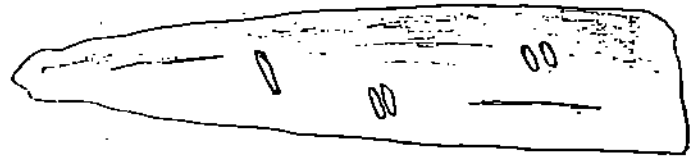


圖 11 台灣小鼯鼠(*Belomys pearsoni keleensis*)  
所啃食樹皮上之齒痕 (樹皮長 12.5 cm)

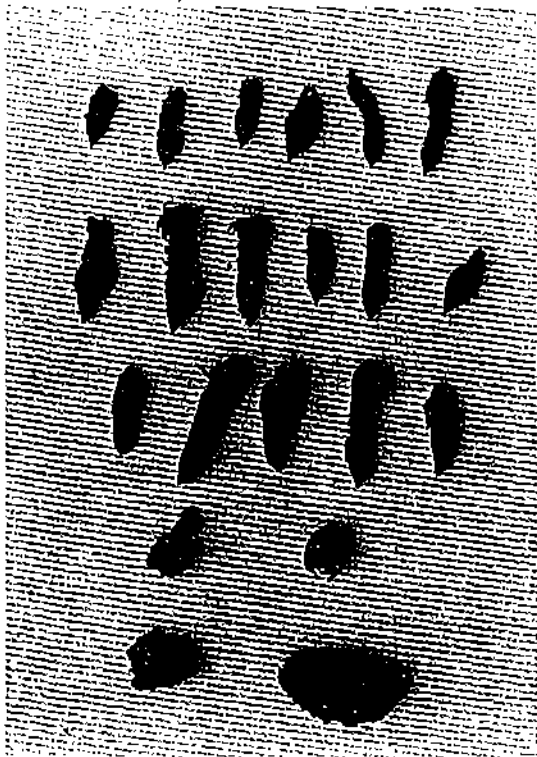


圖 12 大赤鼯鼠啃食台灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)雄花之殘屑

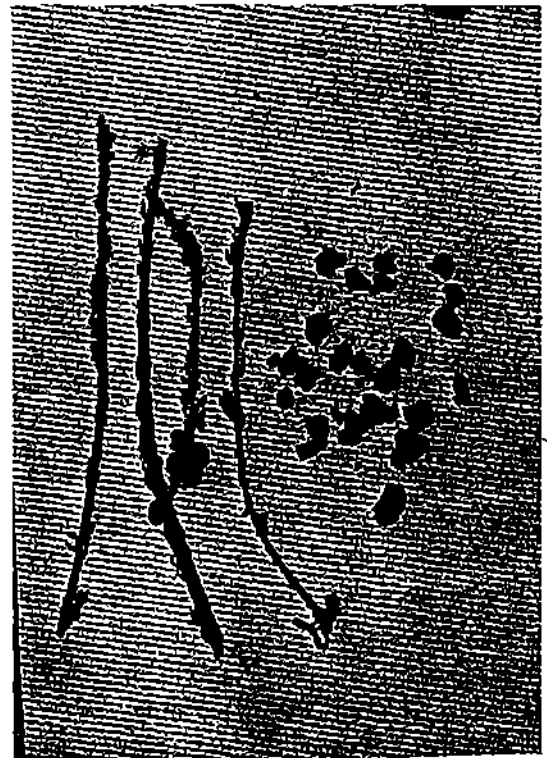


圖 13 大赤鼯鼠啃食落羽松(*Taxodium distichum*)之果實之殘屑



## 參考文獻

- 1 劉宜誠，1976 林業試研統計 512 pp.
- 2 顏月珠 商用統計學。
- 3 王子定、郭寶章、袁強，1979 松鼠對台灣經濟林木之為害，國立台灣大學、國家科學委員會合作研究報告。
- 4 郭寶章、王子定、陳柏蒼、李惠蘭，1984 針葉樹栽植林之林分組成對松鼠為害之影響，國立台灣大學農學院實驗林研究報告 148 號，14pp.
- 5 郭寶章，1983 飛鼠為害林木問題之探討 中華林學季刊 16(2)：203~208。
- 6 郭寶章、林文鎮、方榮坤，1984 松鼠為害台灣杉與木荷之考察 中華林學季刊 17(3)：15~29。
- 7 張萬福，1976，台灣赤腹松鼠為害林木之生態研究，東海大學環境科學研究中心 34pp.
- 8 張萬福，1982，台灣赤腹松鼠食性與活動範圍之研究，東海大學環境科學研究中心 26pp.
- 9 李培芬，1983，大赤鼯鼠之生殖與生態研究 碩士論文。
- 10 李玲玲，1981，赤腹松鼠之行爲研究 碩士論文 41pp.
- 11 Baldwin Russ, 1981 Western grey squirrel damage to conifers in Southern Oregon (Unpublished) 5 pp.

# 抗松鼠爲害杉木品系之選育 (I) 樹皮含樹脂量與松鼠爲害之關係

黃松根 謝瑞忠 康佐榮 傅昭憲\*

[摘要] 本省杉木造林松鼠爲害甚爲嚴重，爲減低松鼠爲害，以選拔抗松鼠之品系，當屬一種可行途徑。本研究旨在測定樹皮含樹脂量高低與松鼠爲害之關係，以供造林選種之指標，試驗結果顯示受害嚴重之杉木其皮部含樹脂量比未受害者爲低，在一年四季中，冬季爲最少受松鼠爲害之季節，蓋因冬天含樹脂量比其他三個季節者爲高，又依據動物試驗結果，亦證實松鼠不喜愛吃含樹脂之食物，由此當知杉木樹皮之受害程度與其樹脂含量之高低，有密切關係。

## BREEDING OF SQUIRREL-RESISTANT STRAINS OF *CUNNINGHAMIA LANCEOLATA*-(1) RELATIONSHIP BETWEEN BARK RESIN CONTENT AND SQUIRREL RESISTANCE

Song-gen Hwang Jui-chung Shieh Tso-jung Kang Chao-hsien Fu

[Abstract] *Cunninghamia lanceolata* is heavily damaged by squirrels in Taiwan. Usually, the squirrels are poisoned by using pills to prevent or reduce the trees damage. However, there are difficulties in using this methods for a large scale protection. Hence, breeding of squirrel-resistant *Cunninghamia lanceolata* has received considerable attention in recent years.

It is suggested that any tree with higher resin content in the bark may increase its resistance against squirrels attack. Therefore, this study is to investigate whether the high-resin content theory does apply to breeding of squirrel-resistant strains of *Cunninghamia lanceolata*.

Results of this study revealed that the damaged trees had significant lower bark resin content than those of the undamaged trees. The test data indicated that the average content of the bark resin in the winter season was higher than the rest of the seasons. Hence, the degree of the squirrel damage was very limited in the winter time.

A feeding test was also carried out and the results showed that the squirrels did not eat those foods with high resin content. We therefore concluded that the resistance of *Cunninghamia lanceolata* to squirrels damage is related to high resin content in the bark.

### I. 緒 言

本省人工林受松鼠噬食之迫害，對森林資源而言，已構成了一種嚴重的威脅，尤以杉類造林爲最，依據第一筆者黃松根(1979)調查六龜試驗林23年生杉木，其被害率高達82.08%，較輕者，造成木材的腐朽，影響生長，減低其利用價值。嚴重者，逐漸枯死，對國家森林資源造成無可補救的損失。

\*作者依次爲台灣省林業試驗所副研究員兼連華池分所主任、森林化學系副研究員、育林系研究員及助理。

目前本省防治松鼠，以採用毒餌捕殺方式，是最經濟的途徑，但林地面積遼闊，加以松鼠繁殖力又高，在無一套完整滅松鼠計畫之下，其效果可能不彰，因此以選拔抗松鼠品系的育種方式，也是一種可行的解決方法。爰自民國 68 年開始，自全省被松鼠為害最嚴重之杉木林分，選擇未被害木穗苗繁殖苗木，於民國 71 年 3 月在蓮華池進行抗松鼠品系淘汰檢定試驗，希望從這些未被害之極少數單株當中，選拔出抗松鼠品系，進行繁殖，推廣造林，以減低造林木遭受松鼠為害。

林木育種係一長期性的工作，為縮短淘汰檢定時期，早速育成抗松鼠品系，乃採取 27 年生杉木被松鼠為害程度不同之單株樹皮，以電泳分析鑑定其過氧化同位醇素(1982)及分析樹脂含量之差異，以供抗松鼠品系選種之參考。

## II. 材料與方法

### 1 材料及儀器：

(1)材料：本試驗供試杉木樹皮係採自台灣省林業試驗所六龜分所 27 年生人工林，為全省杉木造林地被松鼠為害最嚴重林分之一。試材分別於民國 71 年 8 月、11 月及 72 年 2 月、5 月等 4 期，每一季節選擇該林分被害最嚴重者及未被害之樹皮，切成小塊，陰乾後各取 2 公斤為試驗材料。

### (2)藥品及儀器：

#### ①藥品：

(a)二氯甲烷 (methylene chloride)

(b)氯仿 (chloroform)

(c)硫酸鈉 (sodium sulfate)

#### ②儀器設備：

(a) Soxhlet 抽出器 (soxhlet apparatus)

(b)減壓濃縮裝置 (evaporator)

### 2 試驗方法：

#### (1)樹脂含量測定：

在不同季節所採取杉木樹皮，按受松鼠為害及未受害者分別切成小塊，陰乾後，磨成粉，供測定樹脂含量之用，樹脂測定係用二氯甲烷在 Soxhlet 抽取 24 小時，抽出液經過濾，並用硫酸鈉脫水後減壓濃縮秤重。

(2)餵食試驗：本試驗係使用樹薯簽作為主要食物與杉木樹皮之樹脂配製，供給松鼠食用，食物處理分下列 4 組：

①樹脂濃度高 (6%)，取 3 g 樹脂和微量氯仿溶解，再和 42 公克乾樹薯簽混合均勻。

②樹脂濃度低者 (3%)，取 1.5 g 樹脂和微量氯仿溶解，再和 42 公克乾樹薯簽混合均勻。

③不加樹脂，加微量氯仿和 42 公克乾樹薯簽混合均勻。

④完全不加樹脂與氯仿，僅使用 42 公克乾樹薯簽，當對照組。

試驗分兩組分別隔開，每組放置松鼠 5 隻，上述各種食物分別放入鐵絲網內，觀測記載攝食種類及數量，直至全部食物攝食精光為止。

## III. 結 果

### 1 樹皮樹脂含量之測定：

經測定各季節單株樹皮含樹脂量變化相差甚大，茲將分析結果如圖 1 所示：

觀圖 1 得知，杉木樹皮未遭松鼠為害者全年四季之樹脂含量平均高達 7.34%，然被害嚴重者之

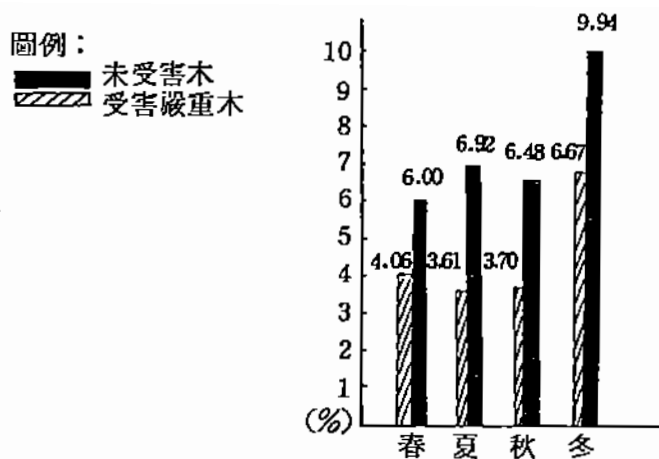
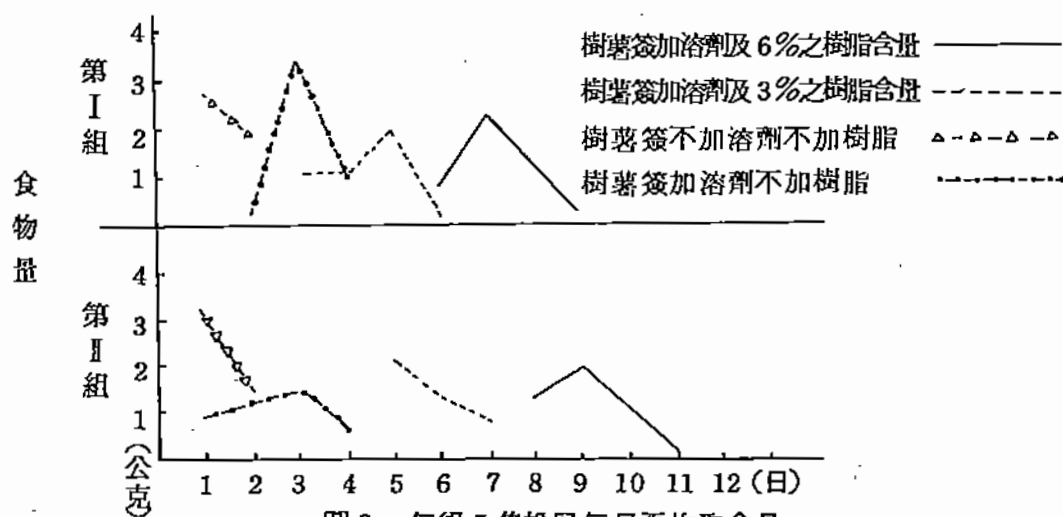


圖 1 不同季節杉木樹皮樹脂收率之變化

樹脂含量平均僅 4.51 %。由此可證，杉木樹皮含樹脂量高之單株，松鼠比較不喜愛噬食。又冬季不論被松鼠為害最嚴重者或未受害者，其樹皮之樹脂含量均較其他三季節之平均值增加 48.13 ~ 34.41 之多，因此，冬季松鼠比較不喜愛噬咬樹皮之原因，可能此一季節適杉木樹皮之樹脂成分升高，致使松鼠忌食。

#### 2 餵食試驗：

於民國 72 年 5 月 18 日每組放入松鼠 5 隻，任其噬食食物至 5 月 28 日全部攝食精光，平均每隻松鼠攝食食物量及過程如圖 2 所示：



由圖 2 觀之，松鼠最先選擇未加樹脂及溶劑之食物噬食，第 2 天至第 4 天擇食樹薯簽加溶劑食物及少量之含有微量樹脂食物（第 I 組），第 5 天及第 6 天僅擇樹薯簽加微量樹脂食物，第 7 日起因已無其他食物可供其擇食，只好開始噬食樹薯簽混合樹脂量高之食物，但噬食含樹脂量高之食物，其噬食過程較之其他處理者時間長 1 ~ 2 天。由此證明，林地如有豐富的食物供松鼠充飢，確可減低樹皮遭受松鼠為害，若無食物可供其充飢，只好噬食造林木之樹皮，而首先選擇樹皮含樹脂量較低之品系噬食，因此一般杉木人工林被松鼠為害之林分，其中有極少數之未被害木，因其樹皮含樹脂量較高

，以致松鼠不喜愛噬食。

## N. 討 論

(1)依據圖 1 顯示杉木樹皮一年四季中，被松鼠爲害嚴重者之樹脂含量均較未被害者爲低，故樹脂含量高之杉木樹皮，松鼠比較不喜愛噬食，與高濤等(1980)分析台灣杉樹皮因粗樹脂量高，使松鼠不喜愛噬食之結果完全相符。因此，目前本省杉木被松鼠爲害之林分，其中極少數未被害木，樹皮含樹脂量較高，故松鼠忌食，此種單株也許可選拔爲抗松鼠品系育種推廣造林。又吾人以往認爲，冬季適林木種子成熟期，林地有豐富之天然食物供松鼠充飢，然經本次初步研究證實，該季節不論被松鼠爲害嚴重者或未受害者，其樹皮之樹脂含量均較其他三季增加 40 % 強，因此，冬季松鼠比較不喜愛噬咬樹皮之原因，可能與樹皮含樹脂量有關。

(2)以不同樹脂含量製成食物供松鼠攝食，證實首先擇食未添加樹脂食物，然後攝食含微量樹脂食物，最後才攝食添加樹脂高的食物。由此可見，松鼠確實不喜愛噬食含樹脂量高的食物，但在無其他食物可充飢之下仍然會攝食，因此之故，杉木經過選拔之含樹脂量高單株，在造林時，絕對不可以使用單株的方式經營，應該與未經過選拔之苗木混植造林，使松鼠僅噬咬未經過選拔之造林木，而保留經過選拔之造林木。

(3)松鼠爲害杉木樹皮中所含化合物，除上述樹脂以外，與樹皮含糖量似亦有關係，目前刻正繼續進行分析中，同時另進行抗松鼠杉木品系之淘汰檢定及混合造林之檢定試驗，此種的田間試驗，證實後即可推廣造林。

## V. 結 論

(1)杉木樹皮遭受松鼠爲害嚴重者，每一季節樹皮含樹脂量(四季平均 4.51 %)均較未受害者(平均 7.34 %)爲低，故松鼠比較喜愛噬食含樹脂量低之單株。

(2)以不同樹脂含量製成食物供松鼠攝食試驗結果顯示，松鼠首先攝食不含樹脂食物，然後攝食樹脂含量低之食物，最後在無其他食物可充飢之下，才攝食添加含樹脂量高之食物。

(3)上述初步結論顯示，可自杉木被松鼠爲害嚴重之林分，選拔樹脂含量高之未受害木與低樹脂受害單株，分別採取穗苗繁殖苗木，進一步進行田間試驗，證實後即可推廣造林。

## 參考文獻

- 1 高濤、方國運，1980，赤腹松鼠爲害與木材化學組成相關性之研究(1)，中華林學季刊，13(4)：69～87。
- 2 徐志彥、黃豐淡，1983，赤腹松鼠爲害與木材化學組成相關性之研究(2)，中華林學季刊 16(1)：35～49。
- 3 郭寶章、高濤、劉啟福、黃豐淡，1983，赤腹松鼠爲害與木材化學組成相關性之研究(3)樹皮內之含糖量，國立台灣大學農學院研究報告 12(2)。
- 4 黃松根、康佐榮，1980，杉類育種的研究——松鼠爲害樹種及家系間的差異(未發表)。
- 5 黃松根、康佐榮、蔡達全，1979，六龜試驗林松鼠爲害之調查及防治研究，台灣省林業試驗所試驗報告第 318 號。
- 6 黃豐厚、黃松根、許博行、鍾永立，1982，松鼠爲害不同程度杉木基因型樹皮過氧化同位醇素電泳分析之初步研究，中華林學季刊 15(4)：21～22。
- 7 西口親雄、有澤浩，1977，林木の耐鼠性に關する研究(Ⅱ)，カラマツ苗のエゾヤチネズミに

對する誘引性，日本林學會誌 59(4):127～131。

8 西口親雄、有澤浩、塚徳義，1977，林木の耐鼠性に關する研究(Ⅳ)，グイマツのエゾヤチネズミに對する喫食抵抗性に關與する化學成分，日本林學會誌 59(5):167～172。

# 赤腹松鼠爲害與木材化學組成相關性之研究(五)

## ——台灣杉松鼠忌避成份之化學分析

鄭玉瑕 高 清 李載鳴\*

〔摘要〕台灣針葉樹人工林遭受赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus roberti* Bonthote) 爲害日趨嚴重，尤以柳杉 (*Cryptomeria japonica*)、香杉 (*Cunninghamia konishii*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 等受害爲甚，惟台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*) 受害輕微，甚或不發生爲害。以往初步研究之結果，係認爲台灣杉之粗樹脂含有松鼠忌食之物質，而本實驗之主要目的爲探討粗樹脂內所含可能爲松鼠所忌食之化學組成成分。

將台灣杉木粉以二氯甲烷 (Dichloromethane) 萃取其粗樹脂，再以管柱色層分析法 (Column chromatography) 分離其中成份。溶劑系統爲 100% 正己烷、50% 正己烷 + 50% 苯、10% 正己烷 + 90% 苯、100% 苯、80% 苯 + 20% 乙酸乙酯、75% 苯 + 25% 乙酸乙酯，依序沖洗後收集各部分沖出溶液，以赤腹松鼠做生物檢定，實驗結果爲以 100% 苯至 80% 苯 + 20% 乙酸乙酯爲溶劑之沖出液部分對松鼠有忌食之效應。

以氣相色層分析法 (Gas chromatography) 分析該有效範圍所含物質，其中以滯留時間 (Retention time) 29.95 分時出現之物質佔全量之 11.4%，30.37 分時出現之物質佔全量之 12.18%，31.52 分時出現之物質佔全量之 17.35% 及 57.15 分時出現之物質佔全量之 13.95%，爲含量較多之四種物質。再經氣相色層分析共同注射 (Coinjection)、紅外線光譜 (Infrared Spectroscopy)、核磁共振光譜 (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy) 分析，而得到該四種主要物質依其在氣相層析之滯留時間先後爲 T-Cadinol、T-Murrolol、 $\alpha$ -Cadinol，但由於比對樣品之缺乏，最後一種物質尚無法得知。

將所得之 T-Cadinol、T-Murrolol 餵飼松鼠做生物檢定，發現僅 T-Cadinol 存在時松鼠忌食效應並不顯著，而 T-Cadinol 與 T-Murrolol 混合時對松鼠有極顯著之忌食效應。

### STUDIES ON THE SQUIRREL-RESISTANT MECHANISM IN TAIWANIA(V)— THE CHEMICAL ANALYSIS OF THE NATURAL REPELLENT FACTORS IN THE RESIN OF TAIWANIA

Yu-sha Cheng Ching Kao Tsai-ming Lee

〔Abstract〕 The conifer plantation in Taiwan is damaged by formosan red-bellied tree squirrels (*Callosciurus erythraeus roberti* Bonthote). Luanla fir (*Cunninghamia konishii*), Cryptomeria (*Cryptomeria japonica*) and China fir (*Cunninghamia lanceolata*) were damaged severely, but there is less or even no harm in Taiwania (*Taiwania cryptomerioides*).

\* 作者依次爲台灣大學化學系教授，森林學系教授，碩士。

There is a serial research in finding the reason why the squirrels distaste Taiwania. According to previous experiments, we found there is related with resin.

In this experiment, we use column chromatography to separate the dichloromethane extract from the wood of Taiwania, the solvent system of elution is (1) 100% n-Hexane (2) 50% n-Hexane+50% Benzene (3) 10% n-Hexane +90% Benzene (4) 100% Benzene (5) 90% Benzene + 10% Ethyl acetate (6) 80% Benzene + 20% Ethyl acetate (7) 75% Benzene + 25% Ethyl acetate (8) 50% Benzene + 50% Ethyl acetate.

The squirrel are used to test each of these fractions and choose the fractions which the squirrels are more deterrent.

The fractions in using 100% benzene, 90% benzene + 10% ethyl acetate and 80% benzene + 20% ethyl acetate as the running solvents, have shown the significant effect.

Analyzing these fractions by gas chromatography, we found that there are four main materials. After re-analyzing in column chromatography and detecting in GC coinjection, infrared spectrescopy and nuclear magnetic resonance spectroscopy, we consider these four compounds are, according their retention time, (1) in 29.95 min is T-Cadinol (2) in 30.37 is T-Murrolol (3) in 31.52 min is  $\alpha$ Cadinol (4) in 57.15 min is unknown yet.

Using the purified compounds of T-Cadinol, T-Murrolol and  $\alpha$ Cadinol in bioassay, we find out that there isn't deterrent effect to formosana red-bellied tree squirrel in T-Cadinol only but is significant in T-Cadinol and T-Murrolol mixture.

## I. 緒 言

在前文中，我們已經查明台灣杉其所以具有抗拒松鼠的能力，乃因其松脂中含有松鼠忌避的物質，同時瞭解，如果把溶於二氯甲烷溶液的松脂濃縮後倒入矽膠圓柱，而用化學極性自弱轉強的各種溶劑作為沖洗劑，也就是說：上述矽膠圓柱分別用下列溶劑沖洗：(1) 100% 正己烷，(2) 50% 正己烷 + 50% 苯，(3) 10% 正己烷 + 90% 苯，(4) 100% 苯，(5) 90% 苯 + 10% 乙酸乙酯，(6) 80% 苯 + 20% 乙酸乙酯，(7) 75% 苯 + 25% 乙酸乙酯，(8) 50% 苯 + 50% 乙酸乙酯，(9) 100% 乙酸乙酯，(10) 乙醇。

結果發現：用 100% 苯、90% 苯 + 10% 乙酸乙酯或 80% 苯 + 20% 乙酸乙酯，當沖洗溶劑所獲得的沖洗溶液中具有抗松鼠物質。

## II. 實驗方法

本文所做的研究有關松鼠實驗部份及木材萃取部份，前文已作詳盡之敘述(3)，茲不贅述。

有關化學成分之分析方法列述如次：

### 1 氣相色層分析 ( gas chromatography ) :

經管柱色層分析沖洗後之粗樹脂，於生物檢定後選取忌食效應顯著之部份，再經氣相色層分析儀分析，以瞭解該有效部份所含物質之種類及含量。利用標準樣品 ( authentic sample ) 與未知樣品共同注射 ( coinjection )，以檢定該未知物之成份。

使用之氣相層析儀為 Hewlett Packard FID 5710A GC，使用條件如下：

(1) 層次分析管 ( column ) : 0.2mm × 25 m

填充劑 ( column packing ) : Carbowax 20M

開始溫度為 70 °C，升溫速為 4 °C / min，至 210 °C 為止

(2) 氫焰離子檢出器 ( flame ionization detector )

溫度為 250 °C

(3) 注射器 ( injector ) : 溫度為 250 °C

(4) 攜帶氣體 ( carrier gas ) : 氮氣 ( nitrogen )，流速 ( rate ) 為 0.2ml/min

(5) 圖表速 ( chart speed ) : 2 cm/min



製備用氣相層析儀 TCD GC-84

(1) 層析管：1/8" × 20 m

填充劑為 20% carbowax 20 M

開始溫度為 150°C，升溫速 4°C/min，至 210°C 止

(2) 檢出器和注射器溫度均為 250°C

(3) 攜帶氣體為氮氣，流速 30 ml/min

2 紅外線吸收光譜 (Infrared spectroscopy) :

液態樣品以液膜測定 (liquid film test)，將樣品以毛細管取出，均勻塗佈於氯化鈉晶片上 (2.5cm × 2.5cm × 0.5cm)，可得無溶劑干擾的完全光譜。

固態樣品以溴化鉀 (KBr) 為溶劑，混合研磨後加壓，製成直徑 10 mm 的薄圓片 (disc)，因為溴化鉀在 2.5 ~ 15 μ 範圍內不吸收紅外光，所以能得到樣品的完全光譜。

3 核磁共振光譜 (nuclear magnetic resonance spectroscopy) :

樣品以四氯化碳 (CCl<sub>4</sub>) 為溶劑，四甲基矽 (TMS) 為內標準 (internal reference) 測定

### III. 實驗結果

1 台灣杉松脂中松鼠忌避部份的氣相層析分析：

將 5 公斤台灣杉枝條之二氯甲烷萃取後以管柱色層分析法分離各部份成分，溶劑系統與前階段完全相同，依據生物檢定忌食之有效範圍，將 100% 苯至 80% 苯 + 20% 乙酸乙酯之沖出液部份收集，以氣相層析分析檢驗此區間內所含物質之種類，得到的結果如圖 1。

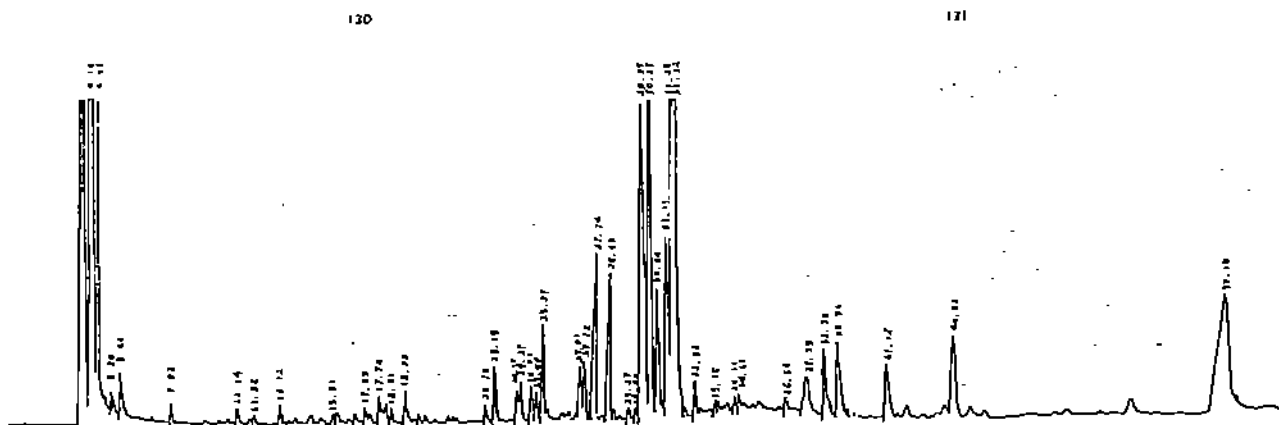


圖 1 忌食有效範圍的氣相層析分析

2 松脂中松鼠忌避物質的圓柱色層分析及氣相層析分析：

利用管柱色層分析法分離忌食有效部份之成分。即：備直徑 2.5 公分長 50 公分的玻璃管柱，稱取矽膠 50 克，以正己烷調勻後填裝；將前階段分離之忌食有效範圍部份濃縮後，以正己烷 + 苯 (1 : 1) 10 毫升將其溶出，以管柱色層分析法再次分離之。溶劑系統與前文相同 (已在緒言中加以說明)，以上溶劑各以 200 毫升依序沖洗，沖出溶液以 50 毫升為單位收集，依沖出次序編號，做成分分析，忌食效應範圍之外部份未加分析。

餌( rice-paraffin block )，其中或有必要添加一些誘引物，以提高對於赤腹松鼠之取食接受性。本研究使用各種誘引物均為一般配製殺鼠劑常用之種類，所獲結果不僅可供目前可滅鼠毒餌調配上之參考，亦可供未來新殺鼠劑餌料上，甚至飼養研究上之基本資料。

本研究用膳米餌料係由宇慶化工公司惠予調製供應，特致謝意。

## II. 材料及方法

本試驗係於臺北市臺灣大學森林學系松鼠飼育室中進行，該試驗室位於苗圃一側二樓建築物背後樹蔭下，通風情況良好，飼養室內並無溫度之控制。試驗期間為民國 71 年，飼育室用大型鼠籠( 120 cm × 50 cm × 40 cm )，每籠飼養赤腹松鼠一隻，在籠內倒吊掛吸管飲水瓶，瓶內裝水 250 cc 供松鼠自由飲用。供試松鼠由獵戶在臺北縣新店一帶及南投縣溪頭一帶捕獲，先放在籠中三週至一個月以糙米餌以便適應環境後再進行試驗。

本試驗所使用之誘引物共分為兩類：糖鹽類及食油類。糖鹽類則有香蕉油( banana oil )，糖精( saccharin )及鹽各以 0.1 % 及 0.2 % 兩種濃度，分別摻入 70 % 糙米中以 29.8 ~ 29.9 % 之膳( paraffin )混合固定之，另有二個無糖鹽添加物之家鼠餌( 花生粉 + 玉米粉 + 糙米 + 膳 )及野鼠餌( 糙米 + 膳 )計共為 8 種處理。將上項處理各取 120 克餌塊分別固定於鐵籠之內任松鼠自由選擇取食。每日更換各處理餌塊之位置，每兩天秤測其取食量( 包括各處理因取食而遺落籠外之殘渣 )，每日補充餌料及水分，共實施 10 天，前後共施行 4 次，每次使用赤腹松鼠為 10 隻，雌雄各半，計使用松鼠 40 隻，以獲得四次重複平均結果。

誘引物第二類為食油類包括烹飪油( cooking oil ) 5 種：豬油、花生油、玉米油、沙拉油及芝麻油與調味劑食用醋 1 種各均為 5 % 之濃度，另加 95 % 之糙米( 不加膳固定 )，以 100 % 糙米為對照。至於供試赤腹松鼠來源與飼養等均與第一類誘引物者相同，惟誘引物於配製後係放置於鐵罐( 6 cm × 6 cm × 8 cm ) 中，試驗期間將鐵罐排在籠中( 以鐵絲固定於鐵籠上 ) 任松鼠自由選擇取食且每日仍變換位置，每兩天秤取食量一次再予補足餌料與飲水。供試松鼠每次仍為 10 隻( 雌雄各 5 隻 )。重複 2 次，即前後共使用松鼠 20 隻。

## III. 結果及分析

### 1. 添加糖鹽類之取食效應

本試驗供試之赤腹松鼠平均體重為 320 公克，雌鼠之平均體重為 326 公克較之雄鼠略為重些。

8 種處理經每次使用 10 隻松鼠重複實施 4 次之取食結果( 表 1 ) 顯示，若以飼料為對照加以比較，糖鹽添加誘餌中松鼠對於低量香蕉油具有強烈之嗜好，不論性別均顯示各種誘餌中最高之取食率，統計分析呈極顯著(  $F = 7.31$  ,  $P < 0.01$  )，添加糖精者次之( 包括高低用量 ) 且與低香蕉油處理以外之各添加物間( 包括無添加物之飼料 ) 呈顯著性之差異，惟糖精高低用量間則無差異，添加食鹽在飼料中對於松鼠亦不具誘引力( 圖 1 )。

### 2. 添加食油類之取食效應

一般在鼠類之毒餌中添加些油脂主在供黏著之用，有的油脂尚能發出香味以誘引鼠類而促進取食效果( Howard *et al* 1972, Howard *et al* 1981 )。本試驗除 5 種食用油外尚加入食用醋以測試其嗜好性。

供試之赤腹松鼠平均體重為 333 公克，雌鼠之平均體重為 340 公克亦較雄鼠之 328 公克為重。此一情況與糖鹽類添加餌所用松鼠之體重調查結果相似。

7 種處理經每次使用 10 隻松鼠重複實施 2 次之取食結果( 表 2 )，從變方分析顯示亦達極顯著之

表 1 糖鹽類對赤腹松鼠之取食效應

Table 1. Consumption of baits added with sugar and salt by the red-bellied tree squirrel.

不同性別之取食 Consumption	糖 鹽 類 添 加 誘 餌 Bait of attractant						飼 料 Rat bait		總 計 Total
	香 蕉 油 Banana oil		糖 精 Saccharin		食 鹽 Salt		家 鼠 House rat	野 鼠 Field rat	
	高 量 High	低 量 Low	高 量 High	低 量 Low	高 量 High	低 量 Low			
	0.1 %	0.2 %	0.1 %	0.2 %	0.1 %	0.2 %			
♂取食量 (gr.) Amount	2.2	173.0	54.4	49.0	16.6	5.8	10.4	14.0	325.4
取食率 (%) Percentage	0.91	53.16	16.71	15.05	5.1	1.78	3.20	4.30	100.00
♀取食量 (gr.) Amount	3.3	162.9	42.5	50.8	26.10	13.0	17.5	13.8	329.9
取食率 (%) Percentage	1.09	49.38	12.88	15.40	7.91	3.94	5.30	4.18	100.00

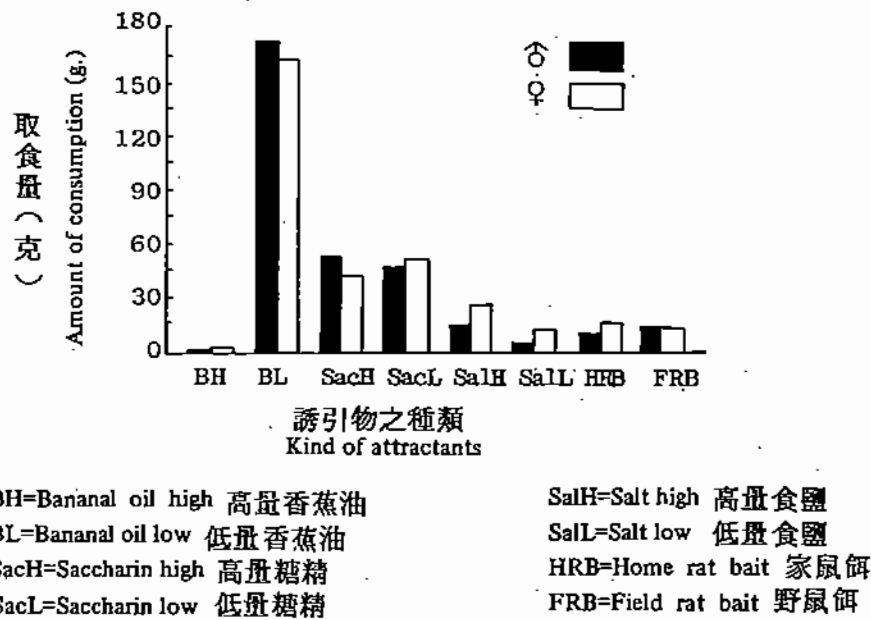


圖 1 赤腹松鼠對於糖鹽類誘引物之取食情形

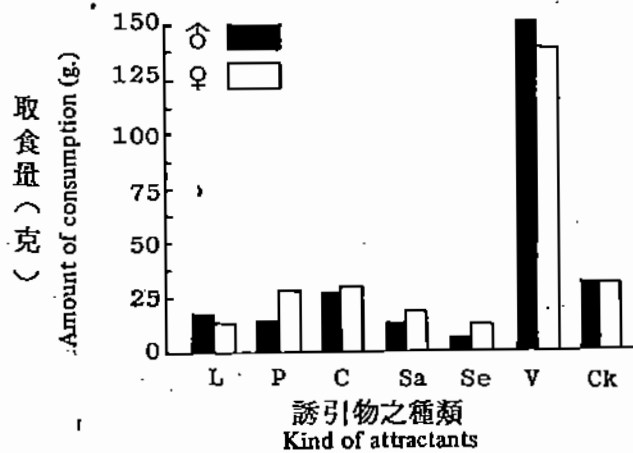
Fig. 1. Consumption of baits added with sugar and salt by red-bellied tree squirrel.

水準 (  $F = 6.13$  ,  $P < 0.01$  ) , 食用醋對於松鼠顯現最高之取食效應, 且較其他各種食油差異顯著, 各種油類添加物中及其與對照區間之差異均未具顯著性, 即無任何差異 ( 圖 2 ) 。

表2 食油類對赤腹松鼠之取食效應

Table. 2. Consumption of bait added with different vegetable oil by red-bellied tree squirrel.

不同性別之取食 Consumption	食油類添加誘餌 Bait of attractant						對照 Check	總計 Total
	豬油 Lard	花生油 Peanut oil	玉米油 Corn oil	沙拉油 Salad oil	芝麻油 Sesame oil	醋 Vinegar		
♂取食量 (gr.) Amount	18.2	15.7	27.7	14.5	6.0	152.4	33.0	267.5
取食率 (%) Percentage	6.80	5.87	10.36	5.42	2.24	56.97	12.34	100.00
♀取食量 (gr.) Amount	13.2	28.7	29.9	17.7	11.7	138.5	33.6	273.3
取食率 (%) Percentage	4.83	10.50	10.94	6.48	4.28	50.68	12.29	100.00



L=Lard 豬油  
P=Peanut oil 花生油  
C=Corn oil 玉米油  
Sa=Salad oil 沙拉油

Se=Sesame oil 芝麻油  
V=Vinegar 食用醋  
Ck=Check 對照

圖2 赤腹松鼠對於油脂類誘引物之取食情形

Fig.2. Consumption of baits added with vegetable oil and vinegar by red-bellied tree squirrel.

#### IV. 討論及結論

在臺灣，為害造林木之主要松鼠已證明為赤腹松鼠（王子定等，1980），各方不斷研究該松鼠之生態、為害及防除以減輕甚至達到根治為害而減少造林木損失之目標。目前防除松鼠之為害，係以毒殺法為主，防除效果顯著（姜家華等 1984，應之璣等 1984）。

在毒殺法中調製毒餌之際多選用不同誘引物質混拌於餌料之中，以提高防除動物取食機會與取食量。本研究曾選用兩類誘引物：糖、鹽類與食油類。糖鹽類係以不同濃度之香蕉油（0.1%及0.2%

)、糖精(0.1%及0.2%)及食鹽(0.1%及0.2%)等3種混拌在糙米與脂中製成餌塊。試驗結果顯示赤腹松鼠對於取食0.1%低濃度之香蕉油有極強烈之嗜好，較之其餘各種誘引物與無添加物之鼠餌顯示最高之取食量，糖精次之，高低濃度間無差別，松鼠對食鹽添加不具誘引之效應，甚至可能有忌食之影響。赤腹松鼠對於甜糖具有較高之嗜好。郭寶章等(1982)發現赤腹松鼠為害杉木與柳杉較為嚴重之原因，乃因兩樹種樹皮中含有高量之糖分所致。

食油類除用為餌料調製之黏着劑外，亦常用為誘引劑(Howard 1981)。本研究選用5種烹飪油：豬油、花生油、玉米油、沙拉油及芝麻油與調味品食用醋，各依5%之濃度混拌於糙米之中，而以100%糙米為對照區。調查結果，在糙米中添加5%之食用醋顯示最高之取食結果，並與其餘各處理間有極顯著之差異。換言之，餌料中添加5%之豬油、花生油、玉米油、沙拉油、芝麻油等對於松鼠之取食並無誘引之效應，即與對照區相比取食量並無差異。王博優(1970)認為鼠餌中添加菜子油、豬油比魚肝油之誘引劑較為鼠類所樂於取食。惟本研究未發現任何烹飪油類之添加對松鼠取食發生誘引力。

### 參考文獻

- 1 王子定、郭寶章，1980，松鼠對臺灣經濟林木之為害。科學發展月刊8(6)：527～550。
- 2 王博優，1970，蔗園野鼠藥劑防除之研究，1，發生、消長與食性。臺灣糖業試驗所研究彙報51：59～68。
- 3 宣永康、古德業，1978，倉庫鼠類對液態餌之接受性及捕鼠籠對倉庫鼠害防除效果之評估。臺灣農業季刊14(1)：185～193。
- 4 姜家華、施能毅、蔡輝、陳茂雄、呂正吉、江桓冲、鄧偉雄、簡文村、顏秉貞、王亞男、劉筱馨，1984，不同殺鼠劑對松鼠之毒殺效果研究。臺大農學院實驗林研究報告No 157，pp.17。
- 5 郭寶章、姜家華，1984，溪頭營林區松鼠為害造林木實況之分析——兼論臺大實驗林之松鼠為害概況。臺大農學院實驗林印行。pp.16。
- 6 郭寶章、高消、劉啟福、黃豐淡，1982，赤腹松鼠為害與木材化學組成相關性之研究(Ⅱ)。臺大農學院研究報告22(2)：25～36。
- 7 應之璘、李遠欽，1984，臺灣防治松鼠之初步研究。中華林學季刊17(3)：31～39。
- 8 Howard W. E., R. E. Marsh and S. D. Palmateer, 1972. Rat acceptance of different sugar concentration in water baits. International Pest Control Nov. / Dec. : 17-20.
- 9 Howard W. E. & R. E. Marsh 1981. The rat, its biology and control. Leaflet 2896 University of California P. 17-18.

## 可滅鼠毒殺赤腹松鼠之機制與效應

郭寶章 應之璘 呂理昌 林季櫻\*

〔摘要〕赤腹松鼠之爲害林木，已嚴重的減低台灣之造林成果，多年來迄以採用毒殺法爲主，著有成效。本文之內容包括作者等之試驗結果及引用若干本省有關文獻，作綜合性的討論與敘述，其目的在提供今後松鼠毒殺上之基本資料。具體之資料有主要殺鼠劑之介紹，特別爲本省近年引進之可滅鼠之毒殺松鼠機制與效應，並與殺鼠靈做一比較，亦包括 1080 化合物與磷化鉍之毒殺松鼠效果。此外，尚有作者等近年實施之室內試驗結果，如可滅鼠毒殺松鼠之中間致死量，不同濃度之死亡率與死亡天數；及取食不同濃度可滅鼠臘米餌之影響與最低之致死量等，此外尚包括可滅鼠之林內試驗結果。最後，並有可滅鼠應用上基本原則之建議要點。

### MECHANISM AND EFFICACY OF KLERAT IN THE CONTROL OF FORMOSAN RED-BELLIED TREE SQUIRREL

Pao-chang Kuo Sze-ling Ying Lii-chang Leu Chi-ying Lin

[Abstract] In Taiwan, reforestation has been greatly hindered due to the extensive damage of forest plantations caused by squirrel debarking. For many years, poisoning has been the main measure and fairly effective means in the control of squirrel damage. This report consists of results obtained from studies conducted by the authors and local experts of similar field to draw an integrated conclusion of some rodenticides especially klerat and others in their mechanism and efficacy over Formosan red-bellied tree squirrels. Detailed results include LD<sub>50</sub> of klerat, minimum amount of rice-paraffin block of klerat that will kill the animal, etc. Together with the results of klerat applied in the forest plantation, this report can serve as basic information in the klerat application for squirrel control in Taiwan forestry.

### I. 緒 言

松鼠之爲害台灣造林木，由來已久，而近年來則呈日益嚴重之趨勢，不僅受害之面積增加，受害之樹種增加，受害之程度亦形加重。台灣所產之松鼠計有三屬三種（Jones *et al* 1971），其中以赤腹松鼠爲害最嚴重。赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）之分佈遍及全省各地，自平地以至山區，惟以氣溫較暖之海拔 800~1500 公尺爲適生區域（尤少彬 1979）。赤腹松鼠原以天然闊葉樹林果實爲主要食餌植物（food plant），惟由於森林之大面積皆伐，該項植物來源日漸減少，遂進入人工針葉樹林內剝食樹皮，造成爲害。有謂剝皮是爲磨擦門齒（王子定、郭寶章 1979）。張萬福（1976）稱松鼠之食性有季節性的變化，夏、秋季因百香果成熟，其爲害較少，冬季因多數闊葉樹果實成熟，松鼠對柳杉、杉木殊少爲害；春季由於食物短缺，爲害遂大量增加，而成爲害最嚴重之季節。

\*本文作者依次爲國立台灣大學森林學系教授、台灣省林務局造林組技正、國立台灣大學森林學系造林組碩士及研究生。

防治松鼠之方法很多，有射殺、毒殺、天敵之利用及林業的防治法等，因目前之為害情形嚴重，非使松鼠族群下降，不足以減少為害。毒殺法為本省目前最有效、最快速的減輕松鼠為害方法（姜家華 1984）。

## II. 殺鼠劑與可滅鼠

### 1. 殺鼠劑：

一般常用之殺鼠劑 (rodenticide) 用供毒殺松鼠計有下列幾種：

(1) 抗凝血劑 (anticoagulants) —— 屬遲效性殺鼠劑，其作用為減低動物血液的凝固性及傷害微血管。血液的凝固性是慢慢減低一直至死為止，死時無痛苦狀，因「抗凝血劑」而致死之松鼠，其皮膚、肌肉、內臟的顏色均會變淡，身體各部分均可能出血，形成血腫 (Palmtree, 1981)。抗凝血劑之殺鼠靈 (warfarin) 必須連續使用，重覆餵食才能使藥效增加，僅單劑 (single dose) 使用很難致死，間隔時間不得超過 48 小時，所以在任何時間均需有充分的毒餌供應即「飽和放餌」，才可有效控制 (Scientific Encyclopedia, 1962)。台大溪頭營林區曾以不同濃度的殺鼠靈毒殺松鼠，試驗結果示如表 1，發現平均致死之日數隨藥劑量之增加而減少，然忌食性則隨濃度增加而提高。由於藥性較緩和，效果不錯，在台灣林地使用甚久，但有忌食性與佈餌費時等缺點 (忌食性 =

$$\frac{A-B}{A} \times 100\% , A : \text{無毒餌每天消耗量}, B : \text{有毒餌第一平均消耗量} ) 。$$

表 1 不同濃度殺鼠靈 (warfarin) 對松鼠之毒殺試驗 (姜家華等 1984)

濃度 (%)	供試隻數	平均體重 (g)	死亡松鼠數				平均致死日數 (天)	A 無毒餌平均每天消耗量 (g)	B 毒餌第一天平均消耗量 (g)	忌食率 (%) $\frac{A-B}{A} \times 100\%$
			1~7天	8~14天	15~21天	22天以上				
0.015	5	263.4	0	1	2	2	21.6	26.8	26.2	2.24
0.025	5	239.6	0	3	2	0	12.6	28.6	25.4	11.19
0.045	5	256.4	2	2	1	0	9.2	27.2	13.8	49.29

(2) 番木鱉鹼 (strychnine) —— 屬速效性、毒性强，經取食後很快進入血液而影響神經系統，約 5~30 分鐘即有中毒徵狀 (symptom)：肌肉強直痙攣、抽搐，最後因痙攣、呼吸困難而死。番木鱉鹼不致被吸收到組織及骨骼裏面。但其他動物如取食含藥殘渣之中毒動物胃腸時，仍有二次中毒的危險。本劑有解毒劑 (李遠欽, 1978)，本劑尚未就松鼠之毒殺做過試驗。

(3) 磷化鋅 (zinc phosphide) —— 毒性較前者低，但松鼠之接受性較佳，經取食後與胃腸內的稀酸發生作用，產生磷化氫 (PH<sub>3</sub>)，進入血液使之窒息而死，徵狀與前劑類似，一般由取食至死亡時間約需 3~30 小時不等 (李遠欽, 1978)。

(4) 化合物 1080 (compound 1080) —— 毒性强、速效性，很容易被腸、胃所吸收，而影響中樞神經系統及心臟，取食後經 10~45 分鐘即呈現徵狀，可在數小時內即迅速被吸收而死亡。目前尚無解毒劑，易引起人類及其他動物之意外死亡 (李遠欽, 1978)。台大實驗林以不同濃度之化合物 1080 對松鼠之毒殺試驗結果如表 2。

表 2 不同濃度化合物 1080 對松鼠之毒殺試驗 ( 姜家華等 1984 )

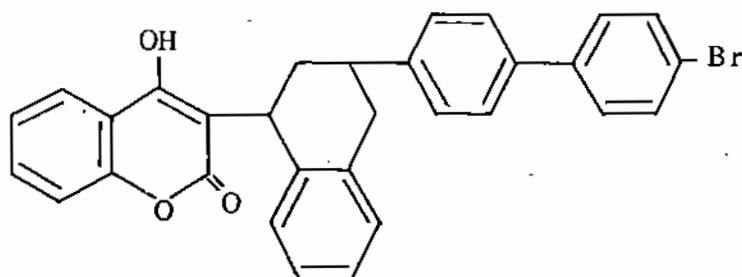
濃度 (%)	供試隻數	平均體重 (g)	死 亡 松 鼠 數				平均致死 時 數 (小時)	第一天毒 餌平均消 耗量(g)
			1~7小時	8~14小時	15~21小時	22小時以上		
0.15	6	289.0	1	4	1	0	11.70	3.8
0.25	6	278.8	5	0	0	1	7.17	4.0
0.35	6	282.7	3	0	0	3	15.80	2.3

姜家華等之結果發現，化合物 1080 之 0.15% 與 0.25% 效果，兩者相差無幾，但為安全起見，以採用 0.15% 的濃度較宜。本劑無二次為害現象，由於藥性強烈多不推廣於野外使用，以防止造成環境的污染，特別為非目標動物之誤殺問題。

其他尚有紅海蔥 ( red squill )、ANTU、毒氣筒 ( gas carriage )、溴甲烷 ( methyl bromide ) 及二硫化碳 ( carbon bisulfide ) 等多種殺鼠劑。其各有優劣點，唯遲效性者易生抗藥性，而速效性者又易造成鼠類之拒食或為害到其他非目標動物 ( non-target animal )。於是英國卜內門 ( ICI ) 公司乃針對第一代抗凝血劑之忌食性及耗費時間缺點，改良合成第 2 代抗凝血劑——可滅鼠。可滅鼠是間接抗凝血劑，兼具速、緩效性藥劑的優點 ( Dubock & KauKeinen 1978 )，其在國外毒殺試驗效果卓越，目前台灣正在試驗推廣中，以下乃就可滅鼠之化學性質、毒殺方法及效果等，加以介紹、討論。

## 2 可滅鼠：

可滅鼠之化學名稱為 3-[3-(4'-bromobiphenyl-4-yl)-1,2,3,4-tetrahydro-1-naphthyl]-4-hydroxycoumarin，俗名 Brodifacoum, klerat 或 WBA 8119, PP 581 及 ICI 581 等名，中名可滅鼠，其實驗式為  $C_{31}H_{23}O_3Br$ ，分子量 523，結構式如下：



可滅鼠為淡黃色之結晶粉末，無色、無味、無臭，藥性溫和，熔點在 228~232°C，可溶於丙二酮 ( chloroform )，不溶於水及石油醚。在正常之狀況下 ( 不直接受日曬或冷凍 ) 儲存於密閉容器中，可保存達二年之久，對一般金屬無腐蝕性。Brodifacoum 中常含有 4-hydroxy-coumarin 及 bromodiphenyl dihydronaphthalene，該項不純物之毒性比 Brodifacoum 小 100 倍以上，可口性 ( palatibility ) 高 ( ICI (I), Marsh *et al* 1980 )。

Brodifacoum 不易於水解，在土壤中之移動性及退化率均很低，若能注意使用方法，二次中毒情形較少。可滅鼠為間接抗凝血劑，中毒徵狀要食後數日才能出現，不易產生忌食性 ( poison shyness )，若一次所取食之劑量不足以致死，恢復後仍不會產生抗藥性，且再度取食仍可致死。可滅



表4 不同濃度可滅鼠之松鼠取食量與死亡天數

		可滅鼠濃度 (%)		
		0.005	0.01	0.02
取食量 (gr)	♂	122.3	146.8	115.9
	♀	105.4	115.6	124.2
	平均	113.85	144.2	120.05
取食可滅鼠有效成分之比率	♂	1	2.40	4.71
	♀	1	2.19	3.79
	平均	1	2.30	4.22
死亡天數	♂	9.4	10.8	9.
	♀	6.5	9.8	8.2
	平均	8.1	10.3	8.6

表5 可滅鼠(0.005%)臘米不同餵食量之松鼠死亡天數

	餵食毒餌量 (gr)				
	5	10	23	36	50
♂	9.0	10.3	12.3	9.7	11.0
♀	8.0	9.3	9.7	8.3	12.0
平均	8.5	9.8	11.0	9.0	11.5

量之增加，並不能加速松鼠之死亡，或者只要使松鼠取食低到5公克之可滅鼠(0.005%)毒餌，即可使松鼠死亡。

#### 2 野外試驗：

英國卜內門(ICI)公司在馬來西亞對於油椰子鼠類(oil palm rats)的防除試驗，比較可滅鼠與殺鼠靈性質之異同，及毒殺效果的差異(Kok & Dubock, 1981)(表6)。

國內目前對可滅鼠之野外試驗，僅有應之璘與李遠欽(1984)在竹東林區轄內大安溪事業區五林班(17~18年生濕地松)所做之松鼠毒殺試驗。本試驗共選0.005%可滅鼠臘米毒餌及0.005%可滅鼠臘花生毒餌及1%磷化鋅毒餌三種，將上項毒餌裝於竹筒盛餌器內及懸掛於樹幹胸高處二種放餌方式，共進行四週，觀察結果如表7。

其他，在國外對殺鼠靈產生抗藥性之老鼠曾改用可滅鼠效果甚佳(Rennison & Dubock 1978, Peardon et al 1979)。

表6 可滅鼠與殺鼠靈對油椰子鼠類毒殺試驗 (Kok & Dubock 1981)

殺鼠劑種類	試驗項目 (%)	天 數					致死率 (平均)
		1	2	3	4	7	
可滅鼠 (Klert) 13g, 30ppm 毒餌	鼠接受性	1.6	12.1	22.3	34.9	70.1	82%
	昆蟲取食率	1.0	1.8	2.3	2.3	2.5	
	因天氣潮解率	0	0	0	0	0	
殺鼠靈 (Warfarin) 15g, 500ppm 毒餌	鼠接受性	4.1	5.2	7.3	9.8	20.6	51%
	昆蟲取食率	5.2	8.6	12.3	14.8	21.4	
	因天氣潮解率	2.0	8.5	10.0	11.0	12.1	

表7 林地試驗 0.005% 可滅鼠及磷化鋅毒餌之取食量及減少率

試驗日期：1980年6月3日

毒餌種類	餵飼方式	毒餌量 (g)	取 食 量 (%)					減少率
			一週	二週	三週	四週	總量	
0.005% Klert(R.)	竹筒盛餌器	2,000	27.5	5.0	2.5	2.5	37.5	90.91
"	樹 幹	1,000	17.5	17.5	5.0	2.5	42.5	85.72
0.005% Klert(P.)	竹筒盛餌器	2,000	38.75	16.25	2.5	0	57.5	100
"	樹 幹	1,000	35.0	15.00	12.5	0	62.5	100
1% Zn <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	竹筒盛餌器	600	8.3	8.3	0	0	16.6	100
"	樹 幹	200	12.5	6.25	6.25	0	25.0	100

備註：Klert (R.)：可滅鼠臘米毒餌；Klert (P.)：可滅鼠臘花生毒餌；Zn<sub>3</sub>P<sub>2</sub>：磷化鋅

$$\text{減少率} = 100 - \left( \frac{\text{處理後結果}}{\text{處理前結果}} \times 100 \right) \quad (\text{應之璘、李遠欽, 1984})$$

#### IV. 可滅鼠之應用

可滅鼠用於毒殺松鼠之實例，可能在國外不多。可滅鼠之應用在室內毒殺試驗時，多應用液體藥劑澆食（因 brodifacoum 為粉劑不溶於水，所以將其溶於丙二醇中並配以所需之濃度）(Mathys 1975)，在野外應用有將其與白臘、糙米（0.005%，30%，70%）混合，做成圓形塊狀約 50 g 重之餌塊（rice-paraffin block）施放，亦有混以白臘、花生粉、糙米、玉米粉及可滅鼠（30%，20%，40%，10%，0.005%）做成 55 g 之圓形塊狀毒餌，或混合其他鼠類嗜食的東西或香料。以臘米餌與臘花生餌餵食赤腹松鼠經選擇與無選擇性餵食之比較，結果均得到 100% 的致死率（應之璘、李遠欽，1984）。

在野外將上項餌塊置於竹筒盛餌器內及掛於樹幹胸高處，而後每週觀察取食情況，以瞭解防治效果，發現懸掛於樹幹上之取食率較竹筒盛餌器內者為高（應之璘、李遠欽，1984）。不論採用何種殺鼠劑仍以經濟效益為前題，期以最少之人力、費用，能達到最大防治效果。

過去吾人使用第一代抗凝血劑為殺鼠劑時，須在處理期間內連續供給超量的毒餌，使每天松鼠吃下“致死必要毒劑量”的機會達最大，此項供餌稱為“飽和”或“剩餘”供餌，乃藉多處且大量的放餌站，長期繼續供餌，以獲得最好的結果。如此則需要大量的毒餌與大批的人力施放，且往往易因毒餌不足或久置腐壞而使毒殺效果大大減低（Kok & Dubock 1981）。

當取食第一代抗凝血劑時松鼠要經數日才能累積到致命劑量，而強力的第二代抗凝血劑（如可滅鼠）則在短時間內即能生效使其致死，且往往在一次取食（one baiting）即可吞下致命量。於是針對這項特點 Dubock（1979）提出“輪次放餌”的技術，乃利用強力抗凝血劑之生物活力以減低成本與達成效果之最高境界。此一構想作者等曾在本省玉山、文山兩林區與台大實驗林進行預備試驗，所獲結果甚佳。“輪次放餌”乃根據“嘗試錯誤法”為基礎，視藥劑之特性及情況而發展。施行“輪次放餌”時乃放置小餌於多處，隔一星期或更長的時間再去補充，恰與“飽和放餌”相反。毒餌盡可能在間隔時間內被吃掉，因藥力強大，小餌站（small bait station）所含之量，足可令若干松鼠食後致死。那些取食第一次施放毒餌之松鼠，在第二次放餌前有時間促成將死、死亡或恢復活力，在第二次放餌時，以前未取食者或取食不足劑量者，均可再度取食以致死亡，如此重複輪次放餌直到松鼠族群降至合理的密度為止。為達到松鼠取食之最大機率，茲建議增加餌站（bait station），而非增加每餌站之施放量，如此每一松鼠遇餌機率升高，而若干松鼠吃下較致命劑量為多的餌量之機會減少。如此將可節省更多的人力與費用。

任何抗凝血劑之應用及效率，乃取決於四大因素：(1)餌劑的毒性，(2)毒餌餌站之劑量，(3)餌站的密度（每單位面積之施放餌站數量），(4)放餌次數（間隔時間長短）等所決定，至於如何能達到最合適的配置與體系，仍有待今後之試驗證明。

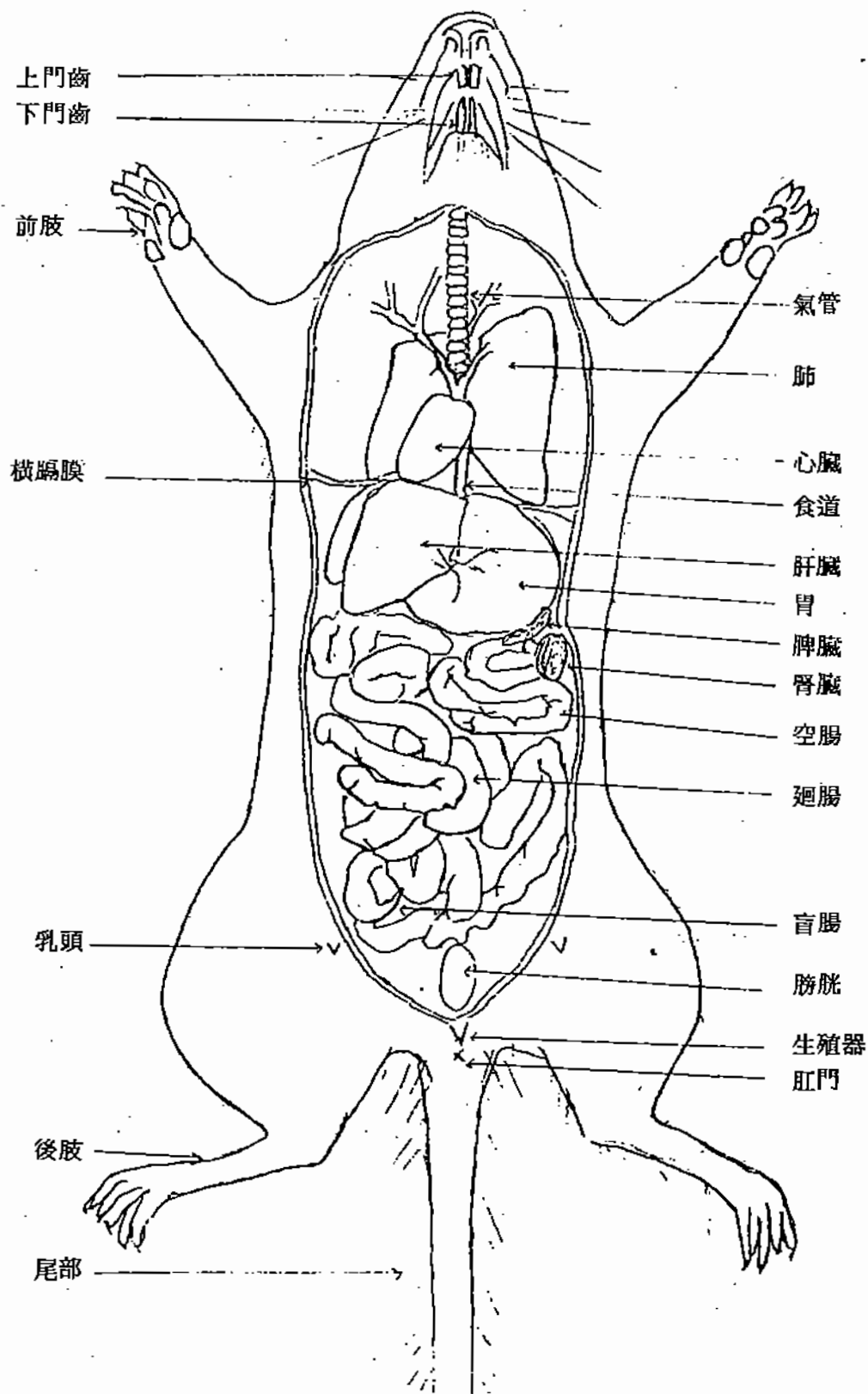
## V. 結 論

本文就毒殺赤腹松鼠之各種殺鼠劑特別為抗凝血性可滅鼠之特性與中毒機制，加以介紹，並列述其中主要殺鼠劑在台灣試驗對赤腹松鼠毒殺之效應，結果證明仍以可滅鼠為目前毒殺松鼠最適之殺鼠劑。有關試驗室之觀察結果，列舉赤腹松鼠服用可滅鼠中毒之主要徵候，及不同濃度之死亡率及死亡天數。此外，將可滅鼠配製成臘米餌後，有關松鼠取食致死之最低量及與濃度之關係，亦曾加研究。有關可滅鼠毒殺松鼠在林內之試驗實施不多，僅有竹東林區之不同餵食方式取食結果，可供參考。總之，本報告對於可滅鼠用於毒殺赤腹松鼠方面，希望提供基本的最初步的研究資料。

## 參考文獻

- 1 王子定、郭寶章，1979，松鼠對台灣經濟林木之為害——松鼠為害與樹種及樹齡之關係，科學發展月刊 8(6): 527—550。
- 2 尤少彬，1979，溪頭地區赤腹松鼠之族群研究（碩士論文，台大動物系），38p.。
- 3 李遠欽，1978，松鼠與小哺乳動物對林木之為害及防治，行政院國科會遴選科學與技術工作人員進修報告書，林務局，竹東林管處，34p.。
- 4 應之璘、李遠欽，1984，台灣松鼠毒殺之初步研究，中華林學季刊 17(3): 31~39。
- 5 姜家華、施能毅、蔡輝、陳茂雄、呂正吉、江桓沖、鄧偉雄、簡文村、顏秉貞、王亞男、劉筱馨，1984，不同殺鼠劑對松鼠之毒殺效果研究，研究報告 157 號，台大實驗林，11p.。

6. 郭寶章, 1984, 台灣赤腹松鼠之毒殺與可滅鼠之中間致死量之測定(未發表)。
7. 張萬福, 1976, 台灣赤腹松鼠爲害林木之生態研究(英文摘要), 東海大學環境科學研究中心, 26p.。
8. Dubock A. C. and D. E. Kaukeinen (1978) "Brodifacoum (TALON Rodenticid), A novel concept", 8th Vertebrate Pest Conference.
9. Dubock A. C. (1979) "Alternative strategies for safety and efficacy of rodenticides", Proceedings of Fifth British Pest Control Conference Stratford-upon-Avon, UK. 26-29 September 1979.
10. ICI Public Health Production I
11. ICI Public Health Production II
12. Jones G. S., L. B. Liat and J. H. Cross (1971) "A key to the mammals of Taiwan. "Chinese J. of Microbiology 4. 267-278.
13. Khoo Chin Kok and A. C. Dubock (1981) "Brodifacoum: A rodent anticoagulant rodenticide for the control of oil palm rats."
14. Litchfield J. T. and Wilcoxon F. (1979) "A simplified method of evaluating dose-effect experiments", J. Pharmacol. Exper. Ther. 96, pp. 99-113.
15. Marsh, Rex E. Walter E. Howard, Ph. D., and William B. Jackson, Sc. D. (1980) "Bromadiolone: A new toxicant for rodent control", Pest Control/August 1980, pp. 22-26.
16. Mathys G. (1975) "Guide-lines for development and biological evaluation of rodenticides", EPPO Panel for the Biological Evaluation of Rodenticides.
17. Palmateer, S. D. (1981) "Comparison of Environmental Protection Agent and Company Laboratory Efficacy Data for Federally Registered Rat and Mouse Toxicants" pp. 100-112.
18. Peardon D. L. J. E. Ware, D. B. Peacock, and R. W. Matheny (1979) "Test method for evaluating the efficacy of rodenticides against anticoagulant-resistant Norway Rats", Vertebrate Pest Control and Management Materials, ASTM STP 680, J.R. Beck, Ed., American Society for Testing and Materials, 1979, pp. 45-49.
19. Rennison B. D. and A. C. Dubock (1978) "Field trials of WBA 8119 (PP. 581, brodifacoum) against warfarin-resistant infestations of *Rattus norvegicus*", J. Hyg., Camb. (1978), 80, 77.
20. Scientific Encyclopedia 1962 pp. 1429-1431.



附圖：赤腹松鼠（雌）內部構造解剖略圖（體重 300 - 350 克）

## 不同殺鼠劑毒殺效果之研究\*

姜家華 施能毅 蔡 輝 陳茂雄  
呂正吉 江桓冲 鄧偉雄 簡文村  
王亞男 劉筱馨 鍾年鈞 顏秉貞\*\*

〔摘要〕近年來天然林逐漸減少，人工林取而代之，由於生態環境改變，松鼠維生之果實銳減；又因松鼠天敵老鷹、山貓等幾已絕跡，松鼠族群因而急速增加，並導致松鼠遷移至人工林後，造林木之鼠害日趨嚴重，故松鼠防治之研究爲林業界當前刻不容緩之急務。

防治松鼠方法很多，本省目前最有效而快速方法之一即毒殺。本研究先在實驗室內使用遲效性殺鼠劑殺鼠靈(Warfarin)、得伐鼠(Diphacin)、可滅鼠(Klerat)及撲滅鼠(Bromadiolone)與速效性殺鼠劑磷化鋅(Zinc phosphide)及Sodium monofluoroacetate配成各種不同濃度之糯米毒餌進行毒殺試驗。經試驗結果，各種殺鼠劑之適宜濃度如下：①殺鼠靈0.025%，②得伐鼠0.005%，③可滅鼠0.005%，④撲滅鼠0.005%，⑤磷化鋅2%，⑥Sodium monofluoroacetate 0.25%。

據室內試驗結果，以殺鼠靈最佳濃度0.025%、可滅鼠0.005%及撲滅鼠0.005%之糯米毒餌置於造林地進行毒殺試驗，結果已施放毒餌後之造林地均少見受害，反之，對照區尚有2%林木新受害，可見使用殺鼠靈、撲滅鼠及可滅鼠毒餌之效果均佳，而可滅鼠及撲滅鼠更只使用量少且不需連續多次施放之特性，故大面積施放較爲經濟。

### STUDY ON THE EFFECT OF DIFFERENT RODENTICIDES

Chia-hua Chiang Neng-yih shih Whei Tsai  
Mao-hsiung Chen Cheng-chi Lii Hwan-chong Giang  
Wei-hsiung Tang Bing-jen Yen Wen-tsuen Chien  
Ya-nan Wang Hsiao-hsing Liu

[Abstract] Due to the recent forest improvement operations, large scale of the artificial forests have been converted from natural forests. In the meantime, remarkable shortage of hardwood fruits and nuts of Formosan squirrels in the habitat happens. Then, the squirrels are forced to immigrate to attack the coniferous trees in the plantations. In addition, the decrease of the natural enemies of squirrels, such as carnivorous mammal hawks enhanced the virulence of squirrel damage in the man-made forest. The squirrels are generally recognized as one of the most destructive animals to man-made forest for the last ten years. Therefore the squirrel control is urgent.

\* 本計劃之經費承蒙農委會補助(計劃號碼：74農建-4.1-源森30(17)，73農建-4.1-源-39(17)，72農建-4.1-源-43(18)，71農建-4.1-源-20(3)等謹此致謝。

\*\* 作者依次爲台大森林學系教授兼實驗林管理處處長，副處長，保護組主任，育林組主任，溪頭營林區主任，內茅埔營林區主任，清水溝營林區主任，水里營林區主任，台大森林系講師，台大實驗林和社營林區主任及技士。

At the present time, poisoning is considered as the most effective and recommended for its control. The purpose of this paper is to test and choose suitable poison baits for the squirrel control. The work is done with following six rodenticides; Warfarin, Diphacin, Klerat, Bromadiolone, Zinc phosphide and Sodium monofluoroacetate. Among them, the first four are acute effect and the rest are chronic.

The result in laboratory test reveals that, the optimum concentrations for the poison are 0.025, 0.005, 0.005, 0.005, 2 and 0.25% for Warfarin, Diphacin, Klerat, Bromadiolone, Zinc phosphide and Sodium monofluoroacetate respectively.

In the field tests, the treatments are 0.025% Warfarin, 0.005% Klerat and 0.005% Bromadiolone respectively. So far, no new damage was found in the all-treated plots, but 2% of newly damaged trees are calculated in the check.

## I. 緒 言

台灣為一美麗海島，面積三萬六千平方公里，其中林地佔百分之五十二，由於地勢陡峭，雨季集中夏季，土壤容易流失，因而具有水土保持功能之森林成為護土之命脈。本省森林內原有多種動植物，它們生活在一起，互相維繫著平衡而安定之生態體系。唯近年來天然林大幅減少，代之而起者為針葉樹人工林，因生態環境改變，各種闊葉樹果實減少，導致松鼠遷移至人工林啃咬樹皮，為害造林木。又目前松鼠之天敵老鷹、山貓等幾已絕跡，致松鼠族群急速增加，為害林木日劇，致使林木利用率大為減低。

本處之造林樹種以杉木、柳杉為主，據調查結果，幾乎所有造林木均遭受為害。松鼠為害林木，常啃咬樹梢、樹幹或剝樹皮，因傷口遭細菌感染造成木材腐朽，至輪伐期砍伐時，林木利用率大減，是以本處亟需防治松鼠。

防治松鼠方法很多，如獵殺、毒殺、利用天敵等，然目前本省松鼠為害情形相當嚴重，欲使松鼠族群急速下降，最有效而快速之方法即毒殺，本研究即選用數種殺鼠劑，配成數種不同濃度，先進行實驗室毒殺試驗，找出適宜在林地使用之濃度，依據此結果在本處松鼠為害較嚴重之造林地試驗，找出一種濃度適宜之殺鼠劑，俾迅速而有效地毒殺松鼠，使林地內之松鼠族群急速下降至不再為害造林木之程度，以確保森林資源。

## II. 試驗材料

### 1 實驗室內：

(1)供試松鼠：於本處各營林區林地內捕捉松鼠，送至竹山實驗室，每隻以鐵籠隔離，每天以甘藷、香蕉等水果飼養，待成熟之松鼠數量達毒殺試驗所需，即開始進行本試驗。各殺鼠劑毒餌所使用之松鼠數量如下：

(a)殺鼠靈毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各 5 隻。

(b)得伏鼠毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各 6 隻。

(c)可滅鼠毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各 4 隻。

(d)撲滅鼠毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各 4 隻。

(e)磷化鋅毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各 6 隻。

(f)Sodium monofluoroacetate 毒餌毒殺試驗，濃度共三種，各使用 6 隻。

(g)對照組，以無毒之純蠟米餌餵食 6 隻松鼠。

(2)蠟米餌：將石蠟與糙米充分攪拌，壓製成塊狀，每塊重約 10 公克，供松鼠食用。

(3)蠟米毒餌：殺鼠劑通常分速效性與遲效性兩種，本試驗選用之遲效性殺鼠劑有殺鼠靈、得伏鼠、可滅鼠及撲滅鼠；速效性殺鼠劑為磷化鋅及 Sodium monofluoroacetate，各殺鼠劑依已有之文獻資

料等分別配成三種不同濃度之蠟米毒餌如下，以茲比較。

- (a)殺鼠靈：0.015%，0.025%，0.045%。
- (b)得伐鼠：0.004%，0.005%，0.006%。
- (c)可滅鼠：0.001%，0.005%，0.025%。
- (d)撲滅鼠：0.001%，0.005%，0.025%。
- (e)磷化鋅：1%，2%，3%。
- (f)Sodium monofluoroacetate：0.15%，0.25%，0.35%。

## 2 野外試驗：

(1)蠟米餌：使用無毒蠟米餌作為毒殺前之誘餌。

(2)蠟米毒餌：在1,800公頃的造林地使用濃度0.025%之殺鼠靈蠟米毒餌9,000公斤；1,250公頃造林地使用0.005%之可滅鼠蠟米毒餌2,500公斤；1,200公頃造林地使用0.005%之撲滅鼠蠟米毒餌3,600公斤。

(3)試驗地：

(a)選定本處柳杉、杉木之人工林依10年生以下、11至15年生、16至20年生及20年生以上進行受害率調查。

(b)在溪頭、清水溝、水里、內茅埔及和社五處營林區內，選有松鼠為害之造林地分別進行殺鼠靈、可滅鼠及撲滅鼠三種殺鼠劑之松鼠毒殺試驗。

## III. 試驗方法

### 1 室內試驗：

(1)蠟米餌之攝食試驗：在實施毒殺試驗前一星期，每個鐵籠內每天置放純蠟米餌30公克，每天定時量秤剩餘蠟米餌，從之求出松鼠取食量並記錄之，可得松鼠每日平均食量，作為以後毒殺試驗時計算忌食率之依據。

(2)毒殺試驗：將六種殺鼠劑殺鼠靈、得伐鼠、可滅鼠、撲滅鼠、磷化鋅及Sodium monofluoroacetate之蠟米毒餌，依三種不同濃度分別放入已編號之松鼠籠內，每天定時調查毒餌之被攝食量，並觀察松鼠死亡情形與致死時間；另外再求算松鼠對各種毒餌之忌食率，以作為野外大量施放毒餌時之參考。忌食率依如下之公式：

$$\text{忌食率}(\%) = \frac{A - B}{A} \times 100$$

A = 純蠟米餌每日平均消耗量

B = 第一天毒餌平均消耗量

### 2 野外試驗：

(1)林木受害率調查：調查試驗地之林木，依受害部位及不同樹種受害之差異，予以統計分析。

(2)殺鼠靈、可滅鼠及撲滅鼠毒餌毒殺松鼠試驗：

(a)實施季節：每年11月至翌年3月為乾季，毒餌較不易發霉，且天然果實極少，毒餌較易被接受；又根據以往調查分析，4月是松鼠為害林木之年週期最高峯，故於每年11月至翌年3月供施毒餌最有利。

(b)蠟米毒餌製作：

①將Warfarin、石蠟、糙米充分攪拌，調製成含濃度0.025%之殺鼠靈餅狀毒餌，每小塊重



量約 30 公克，野外施放時將 3~4 塊蠟米毒餌裝於塑膠袋內，視為一個餌供應站。

②將 Brodifacoum (Klerat 主要成分)、石蠟、糙米攪拌調製成含濃度 0.005% 之可滅鼠餅狀毒餌，每小塊重量約 10 公克，一個塑膠袋內裝 2 小塊毒餌。

③將 Bromadiolone 稀釋與石蠟、糙米攪拌，調配成濃度 0.005% 之撲滅鼠餅狀毒餌，每小塊重約 10 公克，每個塑膠袋裝 2 小塊毒餌。

(c)佈餌位置：選擇已受松鼠為害之 6~20 年生杉木、柳杉林佈餌，塑膠袋盛裝毒餌後以塑膠繩細綁袋口，吊掛於樹幹距地面 1.3 公尺左右枝條上。

(d)佈餌方式：採重點式之塊狀或帶狀佈餌，每公頃用藥量殺鼠靈為 5 公斤，可滅鼠 2 公斤，撲滅鼠 3 公斤。

#### IV. 試驗結果與資料分析

##### 1 室內試驗：

表 1 不同濃度遲效性殺鼠劑毒殺松鼠試驗結果

供試藥劑	供試濃度(%)	供試隻數	平均體重(g)	平均食毒量(%)	死亡松鼠數				平日均數致死(天)	殺死率(%)	忌食率(%)
					1~7天	8~14天	15~21天	22天以上			
殺鼠靈	0.015	5	263.4	26.2	0	1	2	2	21.6	20	2.24
	0.025	5	239.6	25.4	0	3	2	0	12.6	60	11.19
	0.045	5	256.4	13.8	2	2	1	0	9.2	80	49.26
得伐鼠	0.004	6	284.5	28.2	0	3	1	2	17.7	50	9.99
	0.005	6	267.8	27.5	1	4	1	0	10.3	83	21.88
	0.006	6	290.2	12.8	3	3	0	0	7.8	100	54.61
可滅鼠	0.001	4	290.0	23.25	1	3	0	0	8.0	100	1.69
	0.005	4	296.5	22.48	3	1	0	0	7.75	100	4.18
	0.025	4	285.8	19.25	4	0	0	0	7.25	100	13.05
撲滅鼠	0.001	4	277.5	17.50	1	3	0	0	9.25	100	24.37
	0.005	4	279.0	15.44	2	2	0	0	8.50	100	25.95
	0.025	4	275.0	13.75	3	1	0	0	7.50	100	28.83

\*殺死率以 14 天內死亡為計算標準，以比較毒效。

表2 不同濃度速效性殺鼠劑毒殺松鼠試驗結果

供試藥劑	供試濃度(%)	供試隻數	平均體重(g)	平均取食量(毒餌)(g)	死亡松鼠數				平死均時致數
					1~7小時	8~14小時	15~21小時	22小時以上	
磷化鋅 Zinc phosphide	1	6	288.3	3.3	1	1	0	4	22.33
	2	6	270.2	3.0	5	1	0	0	5.83
	3	6	296.3	1.2	3	0	0	3	15.00
Sodium mono-fluoroacetate (1080)	0.15	6	289.0	3.8	1	4	1	0	11.70
	0.25	6	278.8	4.0	5	0	0	1	7.17
	0.35	6	282.7	2.3	3	0	0	3	15.80

表3 各殺鼠劑對松鼠致死日(時)數之變異分析欵度

供試藥劑	變異來源	自由度	平方和	均方	F值
殺鼠靈 (Warfarin)	處理間(濃度間)	2	410.53	205.265	4.99*
	機誤	12	493.20	41.10	$F_{(2,12)}^{(0.05)}=3.89$
	總計	14	903.73		
得伐鼠 (Diphacin)	處理間(濃度間)	2	313.44	156.72	6.97**
	機誤	15	337.50	22.50	$F_{(2,15)}^{(0.01)}=6.36$
	總計	17	650.94		
可滅鼠 (Klerat)	處理間(濃度間)	2	12.67	6.34	8.13**
	機誤	9	7.00	0.78	$F_{(2,9)}^{(0.01)}=8.02$
	總計	11	19.67		
撲滅鼠 (Bromadiolone)	處理間(濃度間)	2	6.17	3.085	7.40*
	機誤	9	3.75	0.417	$F_{(2,9)}^{(0.05)}=4.26$
	總計	11	9.92		
磷化鋅 (Zinc phosphide)	處理間(濃度間)	2	820.11	410.055	3.83*
	機誤	15	1606.17	107.078	$F_{(2,15)}^{(0.05)}=3.68$
	總計	17	2426.28		
Sodium mono-fluoroacetate (1080)	處理間(濃度間)	2	225.78	112.89	1.22
	機誤	15	1390.50	90.70	$F_{(2,15)}^{(0.05)}=3.68$
	總計	17	1616.28		

表 4 松鼠對各殺鼠劑之忌食率變異數分析

供試藥劑	變異來源	自由度	平方和	均方	F 值
殺鼠靈	處理間(濃度間)	2	7647.73	3823.865	30.552**
	機誤	9	1126.435	125.159	$F(0.01)_{2 \& 9} = 8.02$
	總計	11	8774.165		
可滅鼠	處理間(濃度間)	2	285.24	142.62	43.48**
	機誤	9	29.50	3.28	$F(0.01)_{2 \& 9} = 8.02$
	總計	11	314.74		
撲滅鼠	處理間(濃度間)	2	40.81	20.41	5.32*
	機誤	9	34.53	3.84	$F(0.05)_{2 \& 9} = 4.26$
	總計	11	75.34		

備註：速效性殺鼠劑因松鼠食後數小時即死亡，不適用忌食率計算，而得伐鼠因忌食率出現負數，故未做進一步之變異數分析。

2 野外試驗：

表 5 不同齡級之杉木、柳杉人工林松鼠為害部位調查資料

樹種	齡級	受害部位	觀測值(受害百分率之轉角值)	受位 害合 部計	齡級 合計	樹種 合計	總 計
	10年	樹梢	12.9 12.9 11.5 11.5 11.5 11.5	202.37	645.25		
			11.5 11.5 11.5 11.5 11.5 0.57				
			11.5 11.5 11.5 11.5 8.1 0 18.4				
	生	樹幹	0 0 20.3 22.8 18.4 18.4 11.5	354.07			
			22.8 18.4 18.4 18.4 0.57 22.8				
			22.8 12.9 12.9 37.5 18.4 56.8				
	下	枯死	0 0 3.42 2.85 2.85 2.85 1.14	88.81			
			3.42 11.5 11.5 11.5 5.7 3.42				
			18.4 2.28 2.28 5.7 0 0				

表5(續)：

樹種	齡級	受害部位	觀測值(受害百分率之轉角值)							受害合計	齡級合計	樹種合計	總計
柳杉林	11~15年生	樹梢	26.6	33.2	24.4	18.4	16.4	15.3	12.9	167.1	359.9057	1488.8557	2821.0288
			0	18.4	11.5	0							
		樹幹	0	45.0	0	0	0	0	0	174.4			
			45.0	12.9	8.1	63.4							
	枯死	0	18.4	0	0	0	0	0	18.4057				
		0	0.0057	0	0								
	16~20年生	樹梢	33.2	18.4	15.3	16.4				83.3			
		樹幹	33.2	18.4	0	0				51.6			
		枯死	0	0	0	0				0			
	20年生以上	樹梢	18.4	10.0	12.9	11.5	15.3	0	0	112.3			
			12.9	0	12.9	18.4							
		樹幹	0	0	0	0	0	45.0	22.8	223.6			
45.0			26.6	42.1	42.1								
枯死		0	0	0	0	0	0	0	12.9				
	0	0	0	12.9									
木杉林	10年生以下	樹梢	50.8	39.2	0.57	0.057	0.057	0	142.184	376.2571			
			0	0	11.5	30.0	10.0						
		樹幹	26.6	50.8	0.285	0.0285	0.067	0	199.3705				
			0	50.8	12.9	45.0	12.9						
	枯死	18.4	0	0.067	0.0228	0.0228	0	34.7026					
		0	0	8.1	0	8.1							
	11~15年生	樹梢	0	0	0	11.5	11.5	18.4	41.4				
		樹幹	22.8	22.8	45.0	11.5	12.9	25.1	140.1				
		枯死	0	0	0	1.14	0.57	8.1	9.81				
	16~20年生	樹梢	0	8.1	10.0	26.6	0.342	0.228	102.87				
			0	0	0	18.4	22.8	16.4		0			
		樹幹	18.4	5.7	5.7	22.8	0.57	0.171	33.2	379.541			
33.2			63.4	50.8	52.5	56.8	36.3						
枯死		0	0	0	0.57	0.171	0.114	0	48.055				
	8.1	0	10.0	8.1	8.1	12.9							
20年生以上	樹梢	0	0	0	0	11.5	0	0	23.0				
		11.5											
	樹幹	18.4	18.4	26.6	63.4	11.5	39.2	12.9	201.9				
		11.5											
枯死	0	0	0	0	1.14	0	0	9.24					
	18.1												

表6 不同齡級杉木、柳杉林受害部位層級分類變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值
樹種間	1	26.69	26.69	0.597
齡級間	6	268.17	44.695	0.043
受害部位間	16	16,733.26	1,045.829	6.481**
機誤	225	36,306.16	161.361	
總計	248	53,334.28		

$F_{1&6}^{(0.05)} = 5.99$      $F_{6&16}^{(0.05)} = 2.74$      $F_{15&\infty}^{(0.01)} = 2.04$

表7 殺鼠靈、可滅鼠及撲滅鼠毒餌毒殺松鼠試驗結果

供試藥劑	試驗地點(營林區)	施放面積(公頃)	施放數量(公斤)	食餌率(%)	林木受害率		平均值		
					防治前(%)	防治後(%)	食餌率(%)	防治前受害率(%)	防治後受害率(%)
殺鼠靈 0.025% Warfarin 蠟米毒餌	溪頭	200	1,000	60.3	45.73	0.10	52.34	26.87	1.32
	清水溝	200	1,000	45.7	21.84	0			
	水里	100	500	26.5	15.30	0			
	內茅埔	820	4,100	73.8	26.43	5.66			
	和社	480	2,400	55.4	25.05	0.83			
可滅鼠 0.005% Klerat 蠟米毒餌	溪頭	155	310	62.5	37.15	0	63.66	23.51	0.73
	清水溝	230	460	78.2	21.40	0.38			
	水里	70	140	31.0	14.05	0			
	內茅埔	365	730	85.7	23.65	1.84			
	和社	430	860	60.9	21.31	1.44			
撲滅鼠 0.005% Bromadiolone 蠟米毒餌	溪頭	160	480	42.4	29.96	0.55	54.64	24.33	0.80
	清水溝	200	600	67.8	18.00	0.40			
	水里	100	300	35.6	24.54	0			
	內茅埔	500	1,500	68.9	25.99	3.12			
	和社	240	720	58.5	23.14	0.42			

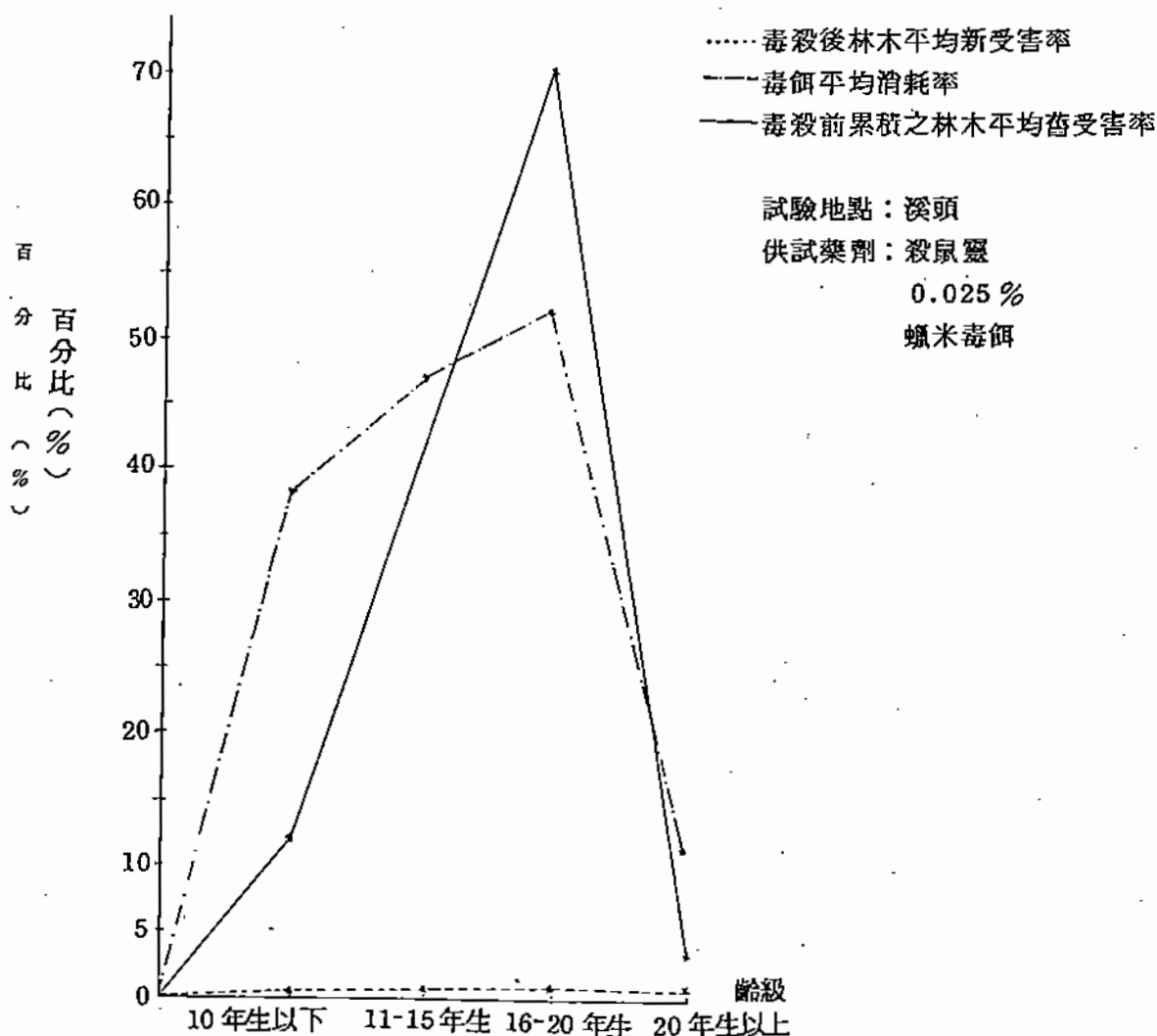


圖 1 林齡與毒餌平均消耗率、毒殺前後林木平均受害率之關係圖

## V. 討論與結論

- 1 不同濃度殺鼠靈在室內毒殺松鼠試驗，變異數分析結果有顯著差異，其中以濃度 0.045% 之毒殺效果最佳，0.025% 者次之；另根據松鼠對毒餌之忌食率分析結果，不同濃度間之差異亦極顯著，濃度 0.025% 者忌食率為 11.19%，濃度 0.045% 者則高達 49.26%，綜合兩項分析結果，在野外毒殺松鼠時，以 0.025% 濃度之殺鼠靈毒餌效果較佳。
- 2 得伐鼠對松鼠之毒殺效果，經變異數分析其濃度間有極顯著之差異，以濃度 0.006% 者對松鼠之毒殺效果最佳，0.005% 濃度者次之，0.004% 者再次之；惟比較忌食率，則以濃度 0.005% 者為最低，僅為 21.88%，而濃度 0.006% 者之忌食率高達 54.61%，如於野外施放該毒餌，極可能施置量之一半以上會因松鼠不敢取食而浪費，故於野外毒殺時為節省經費且達成預期之毒殺效果，自宜選擇濃度 0.005% 之得伐鼠毒餌。
- 3 松鼠取食速效性殺鼠劑磷化鋅後，往往不需一天即死亡，無法求得忌食率公式中之數值 B（第一天毒餌平均消耗量），因此無法作正確忌食率之統計分析。但據筆者等之觀察，忌食情形不但存在且

顯著，不同濃度間差異仍有區別，濃度 1% 者對松鼠之致死平均時數為 22.33 小時，濃度 2% 者僅為 5.83 小時，以此類推濃度 3% 者致死松鼠之時數應更短，事實上則因松鼠之拒食，又本試驗採無選擇性供餌 (No choice feeding)，勉強取食結果，使平均致死時間延長達 15 小時，故試驗結果以濃度 2% 之毒殺效果最佳，惟忌食嚴重不宜於野外推廣。

4. Sodium monofluoroacetate 又名 1080 是一種毒性極強之速效性殺鼠劑，於試驗期間發現松鼠拒食毒餌較磷化鋅更為明顯，而根據變異數分析之結果，不同濃度對松鼠之毒殺效果差異不顯著，故宜選濃度 0.15% 者。唯本殺鼠劑若使用不當易造成二次中毒現象，且毒性强，用一般解毒藥劑——維他命 K 收效不大，為避免野外毒殺試驗引起副作用，故不再進行本毒殺試驗。

5. 本處林木之受害調查研究，以柳杉、杉木為主，將調查資料作層級分類法統計分析，得樹種柳杉、杉木林之受害情形無大差異；齡級間差異亦不顯著，惟該結論與統計圖 1 相矛盾，依筆者等之推測係因受害部份中枯死之觀測值大部份為 0，與其他受害部位合計後，將齡級間差異抵消之故；至於受害部位間之差異極顯著，其中以樹幹受害（樹皮被啃撕）最嚴重，樹梢次之，而林木因受害致整株枯死之情形最少。

6. 松鼠本性機靈怕生，於人為供應食物初期，總是先觀察一段時間，再試探性地和食接觸，反覆多次無危險，才放心取食，故野外毒殺前必先供應無毒誘餌，俟松鼠開始取食後，再以毒餌毒殺，俾避免浪費毒餌。

7. 本處特選松鼠為害嚴重之造林地施放濃度 0.025% 之遲效性殺鼠劑殺鼠靈毒餌，經過調查毒餌消耗率和施放毒餌前、後之林木受害率，得到圖 1 之三條曲線，其中 16~20 年生林分毒餌消耗率較高，極可能是松鼠群集或出現之處，亦即施放毒餌前受害較嚴重之造林地，供應毒餌被取食之機率大。

8. 根據現場多年調查，每年三、四月是松鼠為害高峯期，依台大動物系對松鼠習性之研究及現場觀察，可歸納為三因素：(1) 三月為松鼠繁殖高峯期，族群增加，所需食物劇增；(2) 冬季後雨季前，食物供應青黃不接產生食物不足；(3) 閒來無事窮磨牙。

9. 由於上述諸項因素致松鼠為害造林木，造成相當大的損失，為防治松鼠為害並維護森林資源，本處選擇殺鼠靈、可滅鼠、撲滅鼠等殺鼠劑毒殺松鼠。為確保防治效果，以預防勝於治療，本處特將毒殺作業安排在松鼠為害高峯期之前，經此次試驗證明本處之防治效果甚佳，即林木新受害極少。

10. 依在室內試驗所得各毒劑最佳濃度，實施於本處五營林區做野外毒殺試驗，經記錄其各項數據觀之；以濃度 0.005% 可滅鼠之效果最佳，其平均食餌率達 63.66%，林木受害率亦由 23.51% 降至 0.73%。濃度 0.005% 撲滅鼠次之，平均食餌率 54.64%，林木受害率亦由 24.33% 降至 0.80%。殺鼠靈則又次之，其平均食餌率 52.34%，林木受害率由 26.87% 降至 1.32%（三毒劑之詳細比較請參閱表七）。由以上記錄可獲證本試驗是非常成功。

11. 本試驗對於本處林區防治松鼠提出一個合理的治本辦法，惟試驗之取樣乃依本處之地理位置、氣候、環境、受害情形等因素設置，難免偏頗，是否適合其他地區，則需更深一層的探討。

## 參考文獻

1. 古德業、宣永康 (1975)，"作物鼠害防治概論"，科學農業，23(7~8): 325~336。

2. 古德業、宣永康 (1977)，"作物鼠害防治概論"，科學農業，25(1~2): 51~56。

3. 古德業、林慶鐘 (1980)，"倉庫鼠類之防除"，台灣農業，16(2): 13~18。

4. 江 濤 (1960)，"殺鼠靈能否毒殺松鼠"，台灣森林，5(5): 21~23。

5. 宣永康、古德業 (1978)，"倉庫鼠類對液態餌之接受性及捕鼠籠對倉庫鼠害防除效果之評估"

- ，台灣農業季刊，14(1):185～193。
6. 台灣省政府農林廳(1976)，"有害動物防除"，植物保護手冊，pp.286～289。
  7. Anonymous (1970),"Agricultural Pests Destruction I Assignment 6", New Zealand Tech. Correspondence Inst. (Unpublished), P. 9-18.
  8. Marsh Rex E. and Walter E. Howard (1975), "A New Series of Acute Rodenticides" International Pest Control. 17(6): 4-9.
  9. Peardon, D. L. (1977), "Field-Testing Method Using in Evaluating Acute Commensal Rodenticides," ASTM STP 625, PP. 67-76.



## 造林地松鼠毒殺效果評估之芻議\*

郭寶章 李惠蘭 劉一新\*\*

### 摘 要

(摘要) 台灣之林務機構爲防止松鼠之爲害林木，在全省各林區正廣泛的施用可滅鼠以進行毒殺松鼠，在施用之後新被害木之株數已少有發現，顯已呈現良好防治效果，然究竟成效如何，尚缺乏數量化之可靠資料加以印證。因之，發展一套合理的松鼠毒殺效果之評估方法，乃松鼠防治上亟重要之措施。本文首先總括的舉示影響松鼠毒殺效果之各項因子，並依可滅鼠之施用爲原則，就兩年來擇台大實驗林、台灣省林務局玉山、文山兩林區計三處造林地，進行之評估調查，以列述餌料之施放重點與毒殺效果評估之結果，以提供評估松鼠毒殺效果之初步模式，惟仍有待進一步之深入求證，以臻完善。

### GENERAL APPROACH TO AN EFFECTIVE EVALUATION OF SQUIRREL CONTROL WITH KLERAT IN FOREST PLANTATIONS

Pao-chang Kuo Wai-lan Li I-hsien Liu

[Abstract] In Taiwan forestry, an extensive program of squirrel control with klerat has been carried out in many Forest Districts during past few years. Good result shown by the reduction of newly damaged trees after control indicates that klerat has been a promising rodenticide in use. However, there is a lacking of quantitative information on the actual result of squirrel controlled. It is essential to develop a model for damage assessment and control evaluation of the klerat application for a better implementation. This report concludes factors that will affect the efficacy of the application of rodenticides in forestry. A field observation was done on three infested forest plantations selected from the Experimental Forest of National Taiwan University and Taiwan Forestry Bureau. In the past two years both considerations for bait placement and techniques of efficacy evaluation of squirrel control were observed. Results derived from the investigation can serve as a primary information in the development of a model to evaluate effort accomplished in squirrel control with klerat. Detailed studies undertaken by the authors hopefully would supply additional information on the construction of a better model.

### I. 緒 言

本省松鼠之爲害，已嚴重減低造林之成果與木材之價值，隨造林地面積之增加，松鼠爲害亦日漸擴大。目前松鼠之防治以毒殺法爲主，爲了有效的防除松鼠，毒殺之施行，必須進行一系統之有關研究，以把握適量、適時、適地之經濟原則，及確保生態上之安全使用。本文乃就兩年來在台灣三林區杉木類造林地，試行以可滅鼠爲基礎之毒殺效果實地評估方法加以探討。所獲初步結果似可供目前之參考依據，但有必要繼續研究以發展一套具體的評估原則。

\* 本文之資料承蒙農委會農糧處(2年間)及林業處(1年間)補助經費在兩年間調查而整理之初步結果，特此致謝。  
\*\* 國立台灣大學森林學系造林組教授、研究助理及研究生。

## II. 影響松鼠毒殺效果之因子

### 1 毒劑之選擇

(1) 選擇最有效之毒劑——一般應選殺鼠劑 ( rodenticide ) 中，能達到少量及一次取食即可中毒致死之種類。當然毒劑之毒性對環境所造成之影響能為衛生當局所接受及認可。

(2) 研究松鼠對於所提供毒劑取食之難易；凡屬接受性較高之種類應列為優先考慮者。

(3) 研究毒劑對松鼠致死之最低量，一般以測定  $LD_{50}$  為決定單位施放量之依據。

(4) 研究毒餌調製之基材，此包括添加物 ( 如油脂、糖類 ) 以促使松鼠之取食，以及粘着劑之類，用以使毒劑能包含其中，不致消失。

### 2 毒餌之施放

(1) 餌料製作形式，本省現今所製之臘米餌塊 ( rice-paraffin block )，頗能耐濕以保存新鮮且適於林內施用，餌料塊之大小，應依毒殺松鼠最低之致死量定之，目前所用之可滅鼠每塊為 10 公克。

(2) 餌塊放置地點應使松鼠能儘早發現毒餌以便取食為原則，此應明瞭松鼠棲息地、活動範圍、族群密度等。為節省毒殺成本 ( 包括毒劑用量、毒餌施放 )，必求最低且集中之施用，此點對於減輕環境污染而言，更為重要。

(3) 餌塊施放之位置，即指餌塊掛放在樹幹上之位置，務使松鼠亟易發現取食，而達到毒殺之目的。一般多掛在胸高之樹幹處所，或拋投至樹冠枝端懸掛之。

### 3 毒殺之效果

(1) 松鼠危害造林地之查定，應就受害造林地 ( infested plantation ) 之為害動物 ( pest animal )，例如為害松鼠之種類或飛鼠等、受害地之面積、受害木之株數等加以調查，供為決定施行毒殺之依據。

(2) 施放毒餌前後之防治效果，一般可依受害木之發生株數，及松鼠取食量在施放前後之差異估定，有時可依毒死松鼠屍體之多少，加以判定之。

(3) 受害造林地內非目標動物 ( non-target animal ) 被誤殺之情況，應加以防止。

(4) 毒殺評估應能精密的實地觀察取食毒餌動物之種類，如松鼠之取食行為，對於改進毒餌之施放上，可提供有價值之參考資料。

### 4 本省松鼠之毒殺

台灣施行松鼠防治工作，已超過 20 年之歷史，因鑑於為害之嚴重與日漸增，乃與松鼠族群密度過高有關，遂採用藥劑防治法 ( toxicant control ) 加以防除。曾選用殺鼠靈 ( warfarin ) 為毒餌在先，近年又選用可滅鼠 ( klerat )，兩者均屬慢性毒餌 ( chronic toxicants )，但前者松鼠需在 72 小時內連續取食方會致死，而後者只取食一次 ( one feeding )，約 10 gr. 足可致其死亡，因此在毒殺成本上，既屬經濟，在減少誤殺非目標動物上，亦有優點。

可滅鼠不論在林務局及台大實驗林均於三年前已選為毒殺松鼠之藥劑，並加以推廣。實施二、三年來，對於松鼠之防治效果，如依新為害傷口之發生情況作為標準時，可謂收效甚著，然實際上松鼠族群之減低，究竟如何，此項量的評估結果，尚付缺如，為達到有效之防治，發展一套松鼠毒殺效果之調查法模式 ( model )，以為評估之基準實屬必要。

## III. 可滅鼠與松鼠毒殺

### 1 可滅鼠毒殺松鼠之基本研究

台灣以可滅鼠為目前一般推廣最多之松鼠毒劑，並已獲得有關可滅鼠松鼠之若干研究資料，列述

如下：

(1)目前所用之可滅鼠為英國卜內門(ICI, International Chemical Industry)出品,由台灣宇慶化工廠以0.005%之有效成分以糙米封臘製成每小塊10gr.之毒餌。本劑經作者從事一系列之試驗,獲得以下結果:

(2)可滅鼠(純劑、液體原則)經急性口服注射(acute oral injection)試驗LD<sub>50</sub>為0.06mg/kg。

(3)每隻松鼠如取食可滅鼠(0.005%)臘米餌5~10gr.(依強迫取食(non-choice feeding)所獲結果)即可死亡。

(4)可滅鼠取食後之死亡天數平均為7天,可至9天。

(5)食可滅鼠中毒之松鼠徵狀為口鼻出血、行動緩慢、食慾低落、內臟出血。

(6)死亡之松鼠屍體不如殺鼠靈中毒者多可在溪側發現,而常在其中毒徵狀顯示稍後就地死亡。

(7)松鼠對可滅鼠臘米餌無忌食現象,對無毒餌(non-poison bait)亦無忌食現象。

## 2 松鼠毒殺之野外評估之原則

### (1)毒殺效果之指標

因為毒殺松鼠之目的在於減低松鼠族群之密度,終至減少對造林木之為害。一種化學毒劑對於毒殺松鼠發生多大效果,可依殺死松鼠隻數作為指標。理論上任何一受害林地上,不論松鼠族群密度之高低,不可能將所有松鼠完全毒死,究竟毒死多少才能減輕為害,或使為害根絕,係無標準者,惟毒死愈多,被害之減低效果愈著,自不待言。

### (2)毒殺之安全性

毒殺係將毒劑配成毒餌施放於被害地點以期為害動物(pest animal),亦稱目標動物(target animal)取食中毒死亡。但任何林地因有其他植物共生,亦難免有其他動物同時分佈於該一環境區(habitate)內,防止非為害動物即非目標動物(non-target animal)不受毒殺,乃為亟重要之野生保育觀點,假如所用毒劑會使甚多非目標動物遭受毒殺,則既非理想之毒劑,亦非合乎生態原則之毒殺行為。

### (3)毒殺之經濟性

松鼠之危害林地面積如屬廣濶,必耗費大量毒餌及施放毒餌之人工,因此,毒殺松鼠乃森林保護上之龐大負擔,經濟的考慮乃十分必要。合乎經濟原則之毒殺將包括三個適字:即適地、適時與適量,換言之,即將最有效之基本量(kg/ha),於適當的時期(年中月份)放置於松鼠亟易取食之地點(造林地內之松鼠棲息或活動之處所),如此才能使所用之毒餌不致浪費,且在短時期獲得松鼠之集中取食,以達到迅速的毒殺目標動物,而減少非目標動物之取食與誤殺機會,及造成其他之環境污染問題。為達成此一目的,必明瞭下列三項資料:(A)松鼠在造林地內之棲息與活動處所。(B)單位面積內松鼠族群之密度。(C)造林地內之松鼠在年中何時為其自然食物最缺乏時期。此三項資料均屬生態問題,理應在毒殺前加以調查明瞭,以達到經濟且有效之毒殺結果。

## 3 赤腹松鼠之生態

有關赤腹松鼠之生態知識,對於松鼠之毒殺不論安全性或經濟性而言,甚為重要,惟一般之生態研究結果,當不能適用於各種情況,惟可視為一般之原則。茲以台大實驗林溪頭營林區及其他各地之研究結果,可總括赤腹松鼠之棲息地與族群動態如次(張萬福,1976年;Lin & Yo, 1981)。

(1)赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)已確定為害林木對樹幹剝皮之主要松鼠種類,其分佈於平地至海拔3,000公尺之林地,以海拔1,000~2,000公尺之範圍分佈較多。

(2)赤腹松鼠之棲息地以天然常綠潤葉林為主,其食餌植物(food plant)包括針葉樹之毬果及壳斗

科、樟科之果實種子與少數蔓藤植物之果實，尤對於百香果具有較高之嗜好性。

(3)赤腹松鼠活動之範圍依松鼠之性別及大小而異，可由1,000平方公尺至8,000平方公尺。

(4)赤腹松鼠之族群密度在溪頭營林區（可視為台灣全省松鼠為害較嚴重之地區，海拔1,100公尺~1,700公尺），為2.5隻/公頃。

(5)赤腹松鼠之日間活動時刻以黎明及黃昏為主，並主以枝條、林冠間為其移動區。

(6)赤腹松鼠棲息之地有鼯鼠（飛鼠）二、三種、高山白腹鼠、白鼻心、果子狸、野豬及多種鳥類分佈。

#### 4. 毒餌之施放方式：

以上所列舉有關松鼠毒殺與野外之生態資料乃屬於原則性者，並非各地均如此，不同之研究人員，在不同地點及使用不同之調查方法，可能獲得根本不同之結果；同時被害造林地面積廣闊、地型複雜，原則性之資料每不易適用於各種情況，自在意中；何況施放毒餌之前，不可能就一處所詳加調查，以明瞭當地松鼠之情況。因此為達經濟性的毒殺結果，近年提議（Richards 1983）輪次放餌（pulsed baiting）法以取代過去常用之飽和放餌（saturation baiting），茲列述兩種放餌法之基本差異：

飽和放餌法——在處理期間之全部時間，供應超量之毒餌，使每天每一松鼠吃到毒餌致死必要劑量之機會達到最大程度，亦稱剩餘放餌（surplus baiting）即設置多數餌站（bait station）放置毒餌，在定期造訪（調查取食情形）時（每週2~3次）見有被食餌站，予以添加補充，至松鼠之族群密度達到完全控制為止。本法例需大量勞力及餌料，較不經濟，亦易引起生態上之不安全性。本法適用過去常用之毒劑——殺鼠靈（warfarin），因試劑需連續取食，且在取食達相當量之後，松鼠才會死亡。

輪次放餌——本法之原則在以「嘗試錯誤法」之方法進行，因每一欲毒殺松鼠之造林地有其特殊之環境條件，松鼠族群密度及棲息之場所，這些資料在事先不易把握，藉著一面嘗試、一面糾正而獲改善，即依實際之試探結果而發展適於當地情況之毒殺體制。尤以在可滅鼠發明之後，因其在服用少量且經一次服用，即可達到致死效果，因此無連續的飽和供餌之必要。本法採用少量餌量（5~20 gr）及多設餌站之策略，施放之後，可經一週或更久之時間進行造訪及補充施放，以調整餌站之數目及設置地點，最後目的務使每一松鼠均有機會遇到餌站而能取食之，且可減少取食較致死量為多之劑量，因此可減少毒餌及節省施放人工而達到經濟之原則，對於生態上之安全性亦屬有利。

#### 5. 野鼠之毒殺效果評估

台灣在農田野鼠之毒殺方面，已建立良好之毒殺方式及評估方法，有關野鼠之毒殺曾發展有下列之評估模式（台灣省殺鼠劑委託試驗規範）：

(1)進行評估之農田土地內，設置若干小區，面積為1公頃以上，小區間隔距離為200公尺以上。

(2)每小區設餌站50處，每站間隔為10公尺以上。

(3)供餌分為三個時期：

期別	供應餌之種類	供應天數
第一期	無毒餌	3~5天
第二期	毒餌	7天
第三期	無毒餌	2~3天

以上各期供餌採用飽和供餌方式，每次造訪時見有餌站被取食者，不論為全部或部份取食，均予補充並加以記錄。

(4)毒殺效果之估計：

$$\text{毒殺效果}(\%) = (A - B) / A \times 100$$

A = 第一期無毒餌供應時為野鼠取食之站數

B = 第二期無毒餌供應時為野鼠取食之站數

由上式所計算野鼠取食餌站之結果，即可明瞭野鼠毒殺後所留存之相對密度之大小。

#### IV. 松鼠毒殺評估之初步結果

##### 1 調查地之概況

民國 72 年農委會農糧處鑑於台灣林地松鼠為害之嚴重性及防治之重要性，遂補助台灣省林務局經費以進行各林區之毒殺防治工作，同時為明瞭毒殺松鼠之效果，並委請台灣大學森林學系發展一套松鼠毒殺效果之評估方法，該項工作始於民國 73 年又延長一年，至 74 年計選定下列地點進行調查：

表 1 松鼠毒殺評估試驗地之概況

林區單位	事業區及林班	地名	海拔(m)	造林面積(ha)	樹種	林齡	調查日期
玉山林區 管理處	對高岳事業區 3L 林班	神木村	1,400	20	柳杉	13	民國 73 年及 74 年
台大實驗林 管理處	內茅埔營林區 22 林班	烏松崙	1,000	6	杉木	25 ~ 30	民國 73 年
文山林區 管理處	烏來事業區 5 林班	桶后	550	18	柳杉	19 ~ 20	民國 73 年及 74 年

##### 2 松鼠在林內取食餌塊之情況

松鼠在林內取食放置餌塊之數量，可反應松鼠之出現、移動情況及相對密度之大小，亦可供松鼠毒殺之參考與評估之依據。

##### (1) 松鼠對無毒餌之取食情況

在為害林地或預定施放毒餌之林地，究竟有無松鼠存在，或存在多少，以及松鼠都在何處棲息、活動，概可依所放餌站之取食情況加以斷定。根據 1 年間之調查無毒餌（由臘及糙米製成）結果顯示如表 2：

表 2 松鼠對無毒餌之取食情況

(小區 0.5 ha，每小區施放量 1 kg/ha)

試驗地	松鼠為害率 (%)	開始取食天數	取食最多天數	取食率(%)		小區數	備註
				範圍	平均		
神木村	23 ~ 82	5 ~ 7	7 ~ 10	38 ~ 96	68	3	一次供餌
烏松崙	13 ~ 77	2 ~ 18	4 ~ 28	80 ~ 100	92	3	一次供餌
桶后	16 ~ 31	2 ~ 6	2 ~ 8	12 ~ 100	41	4	飽和供餌

根據表 2 所示施放無毒餌以觀察松鼠之取食情形，各地雖同為柳杉或杉木造林地，然松鼠為害率間有所不同，並且同一造林地內所選之樣區數（3 或 4）亦有差異，一般在設定樣區後，每小區（0.5 ha）放置 20gr 餌塊一包（糙米+白臘裝入 10 × 13cm 之塑膠袋內）25 餌站（bait station）。開始取食之天數視松鼠棲息地距離而定，短者 2 天、長者 18 天，平均為 6 天，取食量最多天數為施放後 10 天，取食率為 63%。以上均為一次供餌情況下在三處不同地點所獲之平均結果。

#### (2) 松鼠對毒餌之取食情況

松鼠對毒餌（0.005% 可滅鼠）之取食情形亦曾加以調查，即在上述三處試驗地在做試探性觀察之後，進行毒餌施放。本次調查並非試探性而乃實際觀察松鼠取食毒餌之情況，並用為毒殺效果之評估，毒餌之施放三小區均為一次。

表 3 各試驗地施放毒餌之取食情形

試驗地	第一次			第二次		
	施放量 kg/ha	施放天數	取食率%	施放天數	取食率%	備註
神木村	1.0 ~ 2.0	5	100	5	98	5 天吃完
烏松崙	1.0 ~ 2.0	5	100	5	96 ~ 100	5 天吃完
桶后	1.0	17	49 ~ 100			

註：第二次施放量同第一次

施放毒餌係在上述（表 2）無毒餌實施之後，施放量按每公頃 1.0 ~ 2.0 kg 之標準行之，施放後開始調查之天數為 5 天及 17 天，一般凡在無毒餌觀察取食率較高之試驗地或小區，均能在 5 天內吃光，各取食率以神木村及烏松崙兩試驗區為最高，均達 100% 且當連續之供餌（毒餌）時亦繼續取食（以 5 天為間隔）。桶后一地為一次供餌，取食率高低相差較大，供餌期為 17 天，在 17 天後曾就試驗小區外圍進行佈餌，按 1 kg/ha 實施，如此以收小區內、外全面毒殺之效果，區外供餌之取食情形示如表 4：

表 4 桶后區外佈餌被取食之餌站數

小區別	全部吃完	一半吃完	未吃	合計
1	21	0	2	23
3	63	4	17	84
4	32	0	5	37

如表 4 所示，在小區周圍佈餌，被取食之比率相當高，約為 80 ~ 90%。可見毒餌殆為松鼠所取食，如此對於毒殺之效果，理應寄予甚大樂觀希望。

### (3)毒殺後之無毒餌取食情況

在毒餌施放之後，繼再佈施無毒餌以觀察毒殺後之松鼠族群殘留情況，茲歸納民國 73 年春季各試驗地之結果如表 5：

表 5 三試驗區松鼠毒殺之效果評估（依無毒餌取食為準）

試驗地	取 食 率 ( % )		備 註
	毒 殺 前	毒 殺 後	
神木村	100 ( 15 天 )	82 ~ 92 ( 10 天 )	毒餌施放兩次，無毒餌一次供餌
烏松崙	74 ~ 99 ( 5 天 )	0 ~ 100 ( 5 天 )	毒餌施放三次，無毒餌一次供餌
桶后	6 ~ 100 ( 5 ~ 8 天 )	0 ~ 3 ( 3 天 )	毒餌施放一次，惟包括區外佈餌，無毒餌係飽和施放

自表 5 所示，可滅鼠（0.005%）之毒殺效果，若以毒殺前後無毒餌之被取食量作為根據觀測，各地結果不同，而以烏松崙及桶后之效果為佳，而神木村為最劣，顯然神木村前後曾兩次施放毒餌，似仍有甚多之松鼠繼續生存，可能為松鼠之族群密度較高故也。同時，神木村與烏松崙兩地造林地內所設之評估區，僅於小區內施放毒餌，因松鼠之活動無法限定其範圍，僅在小區施毒不足以限制小區外之松鼠仍將前來取食，因此造成評估結果之誤差。而桶后之施放毒餌包括小區之內外，即遍及造林地之全面，因而毒殺效果較為顯著，評估結果自較正確。

民國 74 年 1 月間又在桶后於民國 73 年所設之松鼠毒殺評估造林地，再設置三個小區觀察松鼠之取食情形，據依無毒餌站之觀察為時近 2 個多月共造訪 8 次，並未見有餌站被取食，顯示該地可能已無松鼠或僅有極少松鼠之存在，即民國 73 年之毒殺效果應屬成功。

民國 74 年 2 月間亦重返神木村民國 73 年所設松鼠毒殺評估造林地再設三小區觀察，仍見餌站被取食且取食率甚高，在佈置毒餌後幾乎全被取食，繼續施放毒餌後調查二次，發現巫少數餌站為松鼠取食，毒殺效果達 82 %。此地今年春為玉山林區普遍施放毒餌之造林地，因松鼠遭受普遍毒殺，故顯現較正確之評估結果。

就三處試驗地之調查，有關松鼠為害及取食之情況，獲得下列各點結論：

(A) 松鼠之為害林木——松鼠為害林木，各試驗地間有顯著差異，即同一造林地內各小區間，亦有甚大之不同，可見松鼠之棲息與為害，受局部環境影響甚大也。本研究係就小區內以 100 株林木（隨機選出）以調查受害之株數而算出者。三試驗地僅神木村在調查期發現新被害木達 18 株，每小區平均 6 株，及烏松崙亦有一株新被害者，桶后並未發現新的被害，由此估計，神木村可能有較大之松鼠族群密度，雖經毒殺（前年曾有毒殺，並已連續施行多年）仍有新的為害出現。桶后地區松鼠為害明顯地減少，或與山胞捕獵以致族群密度減低有關。

(B) 松鼠在林內之活動——松鼠在林內之出現時間，各地略有不同，惟以清早為多，在調查期間共見到松鼠出現 5 隻次，在神木村於早晨 6 ~ 8 時見 3 ~ 4 隻，烏松崙發現 1 隻（早上 8 時半）及下午 5 時見到 1 隻，而桶后地區並未見到松鼠出現，然見到當地有甚多捕捉動物陷阱，並見捕到白鼻心一頭。據當地獵戶稱，該區在施放毒餌後已使野生動物如野豬、白鼻心、果子狸等大為減少。據稱松鼠易在步道側方見到，頭一天晚上放晴，第二天清早即增加活動，陰天對松鼠之活動影響不大。

(C) 松鼠取食餌塊之行爲——神木村之松鼠取食行爲曾加以觀察，在 2 月中旬，經施放一次無毒餌後，調查施餌後不同天數之取食如表 6。

表 6 神木村柳杉造林地無毒餌之取食率(%)

小區別	施餌量 (kg/ha)	佈 餌 後 天 數				累 計
		5 天	7 天	9 天	11 天	
1	1.0	4	10	16	47	77
2	1.0	0	2	6	30	38
3	2.0	2	38	48	10	98

據表 6 所示，松鼠因其發現餌站之時間有早有晚，故取食之先後不同，但一旦發現，即隨時間而增加，惟多在發現餌站後，迅速達到取食之高峰，然亦有緩慢增加之趨勢（見 2 區），不能一概而論。據神木村觀察結果，松鼠將塑膠袋咬破而將餌塊取去者佔 75%，將餌袋打結處咬斷而連袋取去者佔 25%，林木幹上殘有空袋而再掛上新餌時，松鼠仍會來取食。惟在烏松嶺觀察，餌袋有自打結處咬斷後，連袋取去者達 80~90%，其餘為不咬斷塑膠繩而連繩袋一起搬去。桶后地區有 90% 之餌站為咬斷塑膠繩而連袋搬至他處取食，僅地上發現被遺棄一袋餌塊未被搬去，同時有 38% 之餌站為螞蟥所咬食之情形。一般餌塊掉落在地上者甚少，在餌站附近亦未發現有被取食之剩餘餌塊遺落地面。

## V. 討論及建議

毒殺松鼠將為今後防治松鼠為害之主要方法，有效的毒殺松鼠取決於適時、適地與適量的控制。在毒殺之時間上，係與松鼠為害時期（即天然食物缺乏時）一致，一般為 1~4 月似已無大問題。適地問題涉及廣大之被害造林地，似無法將毒餌平均的佈置於各處，因松鼠之棲息有其局部性，全面佈餌在松鼠之取食機會上而言，亦非適當，故如何能把握到松鼠之棲息地點，非加研究不可。至於毒餌之最適施放量問題，根據過去一年間之研究，單位面積（ha）施放可滅鼠（0.005%）之量可低至 0.5 kg 及高至 2.0 kg，甚至 2.0 kg 以上，因松鼠在取食克滅鼠後，例需經過 5 天以上才能死亡，儘管每隻松鼠最低致死劑量為 0.12 mg/kg（LD<sub>50</sub>）或 5~10 gr. 之可滅鼠臘米毒餌塊即已足夠使其死亡，然其距離死亡時間尚有一週左右，在無其他食物供應狀態下，當然繼續取食毒餌，以至死亡為止。按松鼠之食量為每日甘藷約為 300 公克，臘米餌約為 60 公克，每公頃施放 0.5 kg 足夠 1 隻松鼠八天之食用。如每公頃有 3~5 隻之族群密度，則施放 1~2 kg 當然很快被其全部取食無餘，故單位面積究竟施放多少仍是一個問題。惟施放量多，因足以增加松鼠取食及被毒殺之機會，殆無疑問。但毒殺效果不一定因施放量之增加而增高，何況還有經濟問題如毒餌與施放人工之費用，亦應考慮。

對於松鼠毒殺效果之評估有下列數點建議：

### (A) 毒殺效果評估造林地之選擇

毒殺松鼠固應選擇受害之造林地實施，然受害造林地有新舊之別，如屬較老之林齡，且受害歷史久遠，現今不一定有較大密度之松鼠族群分佈，因此受害造林地宜擇壯齡且近年不斷有新受害木出現者，且林內有繁茂之蔓藤與下草類之分佈，因其對於松鼠之棲息有利，可能尚有松鼠之存在。



#### (B)造林地之面積大小問題

欲評估之受害林地必須為面積較大者，愈廣愈佳，至少應為 20ha 以上，且造林地周邊具有不同之樹種、林相或地形、地物者。因此種龐雜性 (diversity) 條件有利於松鼠之棲息，並可反應松鼠之存在有較大之可能性，如能先赴造林地於清早、黃昏觀察看看有無松鼠活動，亦可供參考。

#### (C)評估小區之分佈與數量

評估毒殺之際，設置之小區，最少為 0.5ha，然實際上小區面積之大小並非絕對重要，因松鼠活動範圍甚大，評估之區域大小應依餌站之分佈為基準，一般設置餌站以 50 處 (每站間隔 10m 以上) 為基準，理論上小區宜設在邊緣效果較顯著之溪側、谷間、地表植生、蔓藤較少之空隙處以利松鼠發現，然實際上林內小區亦發現有松鼠之聚集及取食，不宜一概而論。當然步道之附近對於施餌與觀察均屬有利，亦應考慮，惟人跡常到之處，每干擾松鼠之活動，小區之數目至少為 3 個，4 個以上更佳，小區間隔應在 100 m 以上，以免發生松鼠越區取食之現象。

#### (D)觀察之期間問題

松鼠之毒殺評估如未能有效的把握實際上松鼠之棲息狀況 (如密度) 將屬徒勞無功，最好先做一個初步之預查，即在不同之位置試設若干小區，設置餌站觀察松鼠之取食概況，以推測其相對的密度，然後擇出現密度大即取食較多之小區選為正式樣區以進行評估之調查。在預查之階段約需一週左右，如連續三次調查結果相似即可停止，或 2 週以上仍未見餌站被取食，即可放棄，同時凡餌站被取食之比率已達 70 % 以上者，即可選為正式樣區，而不必等到取食達 100 % 時開始。

根據三處林地之調查，草擬評估之順序如次：

(a)毒殺前 (無毒餌期)：5 天，飽和供餌。

(b)毒殺 (毒餌期)：10 ~ 14 天一次供餌，必要時再加一次，視取食情況而定，並配合小區外全面放餌。

(c)毒殺後 (無毒餌期)：5 天，僅小區施放，一次供餌。

如能藉預查之樣區，將松鼠先予誘引集中 (松鼠覓取食物遷移性亟大)，而予以適時大量施放毒餌，既可節省經費，又可提高毒殺之效果。

#### (E)再次毒殺問題

一經毒殺之林地是否年年需要連續毒殺？目前尚無足夠資料可供參考，惟依據神木村於民國 73 年 2 月所設調查區調查結果觀之，因僅小區內毒殺，效果不佳，據民國 74 年元月之調查，似仍有相當大之松鼠密度。至於桶后調查區，於民國 73 年 4 月在評估造林地；就小區及區外全面毒殺，效果顯著，74 年元月調查似已無松鼠前來取食。

因此，一受害造林地是否需要連續之毒殺，仍視毒殺前後之評估效果及是否為全面的施行毒殺而定。若當年之毒殺效果評估良好，翌年即可以不行毒殺或隔年再施毒殺，因松鼠之族群密度一般可能需一年以上才能恢復，如松鼠密度過低，也許還要久遠，如非全面毒殺，且小區顯示之毒殺效果不佳，翌年勢必續行毒殺，以抑低松鼠族群而減少為害。

本研究僅為造林地毒殺松鼠效果評估之初步構想，因松鼠在造林地之移動範圍較廣，棲息處所亦有其局部性，故發展一套適時適量與適地毒餌之施放模式，仍有待繼續的加以探究。如果毒餌之施放適當，其毒殺效果之評估當然顯著。換言之，為達到松鼠之有效毒殺結果，毒餌之調製與施放問題較之毒殺後效果之評估為重要。

## 參考文獻

- 1 郭寶章，1984，台灣赤腹松鼠之毒殺與可滅鼠之中間致死量之測定 (未發表)。

- 2 郭寶章、應之璘、呂理昌、林季櫻，1985，可滅鼠毒殺赤腹松鼠之機制與效應，松鼠為害林木防治研討會論文集。
- 3 張萬福，1976，台灣赤腹松鼠為害林木之生態研究，東海大學環境科學研究中心，34pp。
4. Lin Y. S. and S. P. Yo 1981, Population dynamics of the red-bellied tree squirrel. Bull. Inst. Zool. Academic Sinica. 20(1): 34-41
- 5 Richards C.G.J. 1983，強力抗凝血劑滅鼠藥之經濟有效使用，英國 ICI 公司農藥部送交英國害蟲防治協會大會論文修訂報告，13pp，油印稿。

# 台灣森林鼠害之防除與研究

應之璘 蘇學波\*

## I. 緒 言

台灣森林遭受鼠害以野鼠（Rats）及松鼠（Squirrels）最爲常見且最嚴重，野鼠在南部造林地爲害以鬼鼠（*Bandicota nemorivaga* Hodgson）最多，過去恒春林區管理處轄內五年生以下之相思樹，常遭鬼鼠啃食幼根部，並在周圍掘穴，致使大部份相思樹倒伏枯死。而北部地區造林區則以赤背條鼠（*Apodemus agrarius* Pallas）爲主，亦爲害幼苗根部、莖部，且以一年生之杉木居多。而近年來高山地區（海拔2,000公尺左右）紅檜新植造林地，亦常遭受台灣森鼠（*Apodemus semotus* Thomas）啃食根際周圍樹皮而枯死。成林後之造林木如台灣肖楠六年生以上之林木，則開始遭受松鼠爲害至爲嚴重。台灣遭受松鼠爲害之樹種，以針葉樹爲主，尤以柳杉與杉木受害情況嚴重，此外，闊葉樹如桃花心木、台灣檫及樟樹亦難倖免。台灣杉爲受害極少甚至不受爲害之樹種，又同爲柳杉其被害率亦因品系而差（郭寶章，1946）。以幼林木受害較輕，壯齡木受害最爲嚴重，老齡木又趨輕微，然較幼齡木爲著（王子定等，1980）。松鼠屬雜食性齧齒動物，遂以林木之莢果、堅果、種子、嫩葉、幼枝及頂芽爲主食，當食物未能充分供應時，即撕剝樹皮，形成條狀或橢圓狀食痕，或使枝條環剝時，則林木之頂端枯死，不但影響林木之生長並促使木材品質之劣化，林木遭松鼠剝皮後，傷口易遭腐朽菌侵入，終使木材腐朽，減低利用價值，樹梢部份受害時又易造成頂枯甚或整株枯死，影響造林成果至甚。造成爲害本省林木之松鼠種類主要有下列三種（王子定、郭寶章，1980）：

- 1 赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）英名 red-bellied squirrel：爲本省最常見之松鼠，亦爲爲害造林木之主要松鼠，分佈於全省自平地至3,000公尺之森林中，惟以海拔800~1,600爲其適生區域（王子定，1980；黃松根，1979；尤少彬，1979）。
- 2 帶紋松鼠（*Tamiops maritimus*）英名 stripped squirrel：分佈本省北部如太平山、埔里、阿里山、玉山、台東等地500~3,000公尺森林中。
- 3 荷士東松鼠（*Dremomys pernyi*）英名 perny's long-nosed squirrel：分佈太平山、阿里山、玉山、埔里等地1,800~2,800公尺之高山爲本省特產。

此外據林務局七十二年調查及王氏等研究分佈台灣之四種飛鼠之中，至少有二種飛鼠亦參與爲害並相當嚴重，林務局對森林鼠害——松鼠、飛鼠及野鼠之控制，多年來從未疏懈，一面研究一面防除，歷年來防除成果不無收效之處。

## II. 松鼠防除過去之初步措施及執行成果

### 1 造林地松鼠防除試驗與執行成果：

台灣松鼠防除主要研究始自民國四十四年本局（前林產管理局）在台中竹山事業區四十四林班柳杉造林地內，試驗應用抗凝血素殺鼠劑——殺鼠靈（warfarin）與花生仁、花生油等製成0.025%殺鼠靈毒餌毒殺松鼠極爲成功（伊聳基，1957），因而奠定此後造林地防除松鼠之基礎。

民國四十六年，據本局調查結果全省國有林地杉木被害面積達662公頃，被害株數332,943株

，其他公私有林及其他樹種尚未計算在內，其爲害之烈可以概見。松鼠生殖率甚高，一年內有二次生殖旺期，分別爲3月及7月（林芳郁等，1981），一胎生二至三隻，生殖率既高，爲害面積又廣，致撲滅松鼠亟不容緩，林務局（前林產管理局）乃自民國四十七年十月起，選自台北、台中、高雄、花蓮、台東等五山林管理所及阿里山林場等松鼠爲害嚴重地區，試以殺鼠靈（Warfarin）花生仁、花生油等製成0.025%殺鼠靈毒餌放入於竹筒製盛餌器內，然後平掛於植被繁茂，較具隱避性，松鼠常出入之胸高處樹枝上，每公頃放置20個盛餌器，連續放餌約達一個月之久，平均每公頃共需毒餌約4公斤，並於林地邊緣保留若干盛餌器以作爲永久毒餌站，以預防松鼠之再行繁殖或由他處侵入爲害，計示範防治杉木林地達400公頃。實施結果成效顯著，四十八年春各示範林地內杉木被害情形已大爲減少，並尋獲松鼠屍體300隻、老鼠100隻。由於林區廣闊，交通不便，且林地內雜草叢生，致被毒殺松鼠難於尋覓，而實際被毒殺之松鼠、老鼠仍數倍甚或數十倍於此。

此後每年於十一月至翌年二月乾旱期，山上松鼠食料最少時，連續放餌毒餌達一個月以上，計民國四十九年防治杉木、柳杉等造林地500公頃，民國五十年防治林地面積550公頃，民國五十一年防治林地面積644公頃，民國五十二年並試以改用玉米調配以代替花生仁，減低毒餌費用，增加防治林地面積達2,029公頃。

在此時期台大實驗林主要造林樹種之一之柳杉，每年受到松鼠之噬食情形甚爲嚴重，乃於民國五十年決定收購松鼠，從而減低松鼠族群，每隻以新台幣5~7元收購，民國五十年計收購5,217隻，五十一年因經費困難而停收，民國五十二年五月再收購686隻，五十三年又收購165隻，共計6,068隻。鑑於松鼠爲害問題之嚴重，林務局前造林組長傅朝湘爲達到松鼠防除的根本解決，認爲必需各單位共同協助進行，始可收最大的功效，乃於民國五十三年二月十一日邀請台大、農復會、林試所等各有關機關學者、專家召開松鼠防治第一次討論會，當時獲得結論如下：

- (1)全省綜合捕殺松鼠計劃。
- (2)爲害情形嚴重地方之調查。
- (3)松鼠藥劑防止方法之研究。
- (4)生物防止方法之研究。

第二次會議於五十三年三月廿日召開，獲得結論如下：

- (1)收購松鼠一隻單價新台幣3元，自民國五十三年四月開始至五十三年十二月止，必要時得延長之。
- (2)松鼠爲害嚴重地區之調查。
- (3)收集國外有關松鼠防治之資料。

第三次會議於五十三年六月廿六日召開，獲得結論如下：

- (1)實施全省性捕殺，由台大實驗林及林務局各林區管理處分區自行收購。
- (2)爲明瞭全省受松鼠爲害不同樹種之受害情況，由林務局邀請王子定、郭寶章等教授組成調查小組，前往松鼠爲害嚴重地區舉行調查。
- (3)藥劑防治試驗：選擇數種有效之殺鼠劑，繼續進行毒殺松鼠試驗研究。
- (4)松鼠皮毛之利用：研究皮毛之利用，若能成功則將減少收購費用，提高捕殺效果。
- (5)由台大病蟲害系調查松鼠之生活習性等生態研究，台大動物系研究選取具有病原性之微生物，以經口感染於松鼠而獲防治之成功。

## 2 松鼠對台灣林木爲害之調查：

為明瞭台灣全省受松鼠為害較嚴重地區不同樹種之受害情況，藉以瞭解松鼠為害與樹種、林相、樹齡及其他環境因子之關係，以供今後松鼠防治之參考。

(1)調查方法：

(a)調查地點：選定松鼠為害較嚴重地區如文山、大甲、埔里、楠濃、玉里、關山等林區及台大實驗林等地舉行調查。

(b)調查樹種：擇經濟價值較高且受害較大之柳杉、杉木、紅檜、濕地松及桃花心木等。

(c)調查方法：擬就各地區各樹種選取樣區，每一樣區面積約為0.05公頃，樣區數依樣區總面積在全造林地面積5%以內而定。

(d)調查項目為樹種、樹齡、造林地位置、海拔高度、方位、周圍土地利用方式、造林前之狀況、撫育經過、受松鼠為害開始年齡、受害木之株數、受害之部位、受害傷口之大小、受害傷口之癒合情況、對生長之影響、對木材之影響等。

(e)調查日期：民國五十三年十月至五十四年三月。

(f)調查人員：由台大王子定、戴廣耀、郭寶章、劉嘉昌及朱耀沂等教授及林務局選派應之璘、伊琮基合作實施，其中調查結果特由本文作者予以整理與討論，以供參考。

(2)結果：

表1 各林區之松鼠為害率

林 區	樹 齡	調 查 樹 種	受 害 率 %
文 山	28	柳杉	66.23
	13	濕地松	77.78
竹 東	4,9,13	柳杉	34.90
蘭陽 陽	13	柳杉	75.86
	12	琉球松	73.80
	17	琉球松、馬尾松、柳杉	34.85
埔 里	10,12,13	柳杉	50.64
	6,7	杉木	53.02
大 甲	27	柳杉	88.89
	7	紅檜	64.81
	13	柳杉、杉木	51.90
玉 山	21,22	柳杉	66.22
	27	柳杉、杉木	70.00
	5	柳杉、紅檜	57.14
楠 濃	14,15	柳杉	61.54
	17	吉野柳杉、杉木	49.77
關 山	12	柳杉	81.68
	4	大葉桃花心木	42.47
台大實驗林	25,26	柳杉	54.31
	11	柳杉、杉木	73.12
平 均			55.35

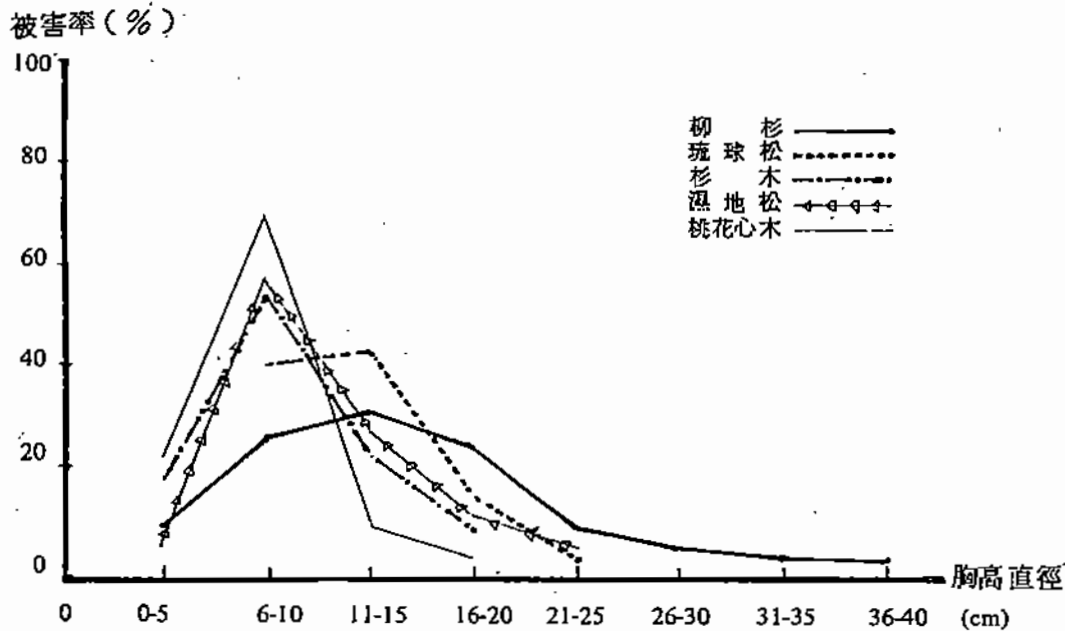


圖 1 五種主要造林木不同胸高直徑之被害率

(a) 各林區造林木之被害調查：

調查全省林木 4,382 株，由表 1 得知各林區之松鼠為害以大甲為害率最高為 89%，最低為竹東 31%，平均為害率 55%，各樹種之為害率以柳杉為最高 89%，依次為濕地松 78%，琉球松 74%，紅檜 65%，杉木 53%，而以桃花心木之 42% 為最低，混淆林以台大實驗林柳杉、杉木混淆林受害率 73% 為最高，蘭陽林區琉球松、馬尾松、柳杉混淆林 35% 為最低。

由圖 1 可知，柳杉、琉球松之被害率以胸高直徑 6~10cm 為烈 (25%，39%)，11~15cm 達頂峯 (31%，39%)，此後逐漸下降。杉木、濕地松、桃花心木之被害率以胸高直徑 6~10cm 時，被害率為最烈 (53%，56% 及 68%)，此後逐漸下降，胸高直徑達 26~30cm 時，除柳杉有輕微受害外，其餘樹種已不再受害。本次調查造林木多屬壯齡木 (10 年生以上)，僅關山處之大葉桃花心木係四年生之幼齡木及大甲處之七年生紅檜造林木與玉山處五年生柳杉、紅檜混淆林皆屬幼齡木，尤以紅檜之被害率皆在胸高直徑 5 公分以下，此可能為台灣森鼠所噬食。

(b) 造林木受松鼠為害傷口數之調查：

就本局各林區主要造林木調查柳杉 1,365 株，琉球松 200 株，杉木 114 株，濕地松 63 株，紅檜 35 株，及大葉桃花心木 124 株，結果以 1 處者為最多，而以柳杉及琉球松為最多，最多可達 10 處，琉球松一般亦可達 2~6 處，其他樹種則最多達五處 (圖 2)，柳杉之受害木以壯齡木為多。

(c) 松鼠為害林木傷口分佈位置之調查：

就圖 3 可見，柳杉、杉木、琉球松、濕地松及大葉桃花心木受松鼠為害傷口，其在樹幹上之分佈位置，多集中於樹幹較低位置，多在 1 m 以下，3 m 以上者極為稀少，隨樹幹之增高而減少。

(d) 受害部位之形狀及癒合率：

就全省各林區及台大實驗林調查松鼠受害柳杉、杉木、琉球松、濕地松及大葉桃花木等 2,429 株，被害形狀為條狀者佔 85%，環狀者 4%，塊條狀者 4%，環條狀者 2%，餘為混合。至其傷口完全癒合者 31%，未癒合者 32%，半癒合者 18%，混合者 20%。至於其受害部位最大可達 1,200 cm，最小 2 cm，平均 82 cm，又調查受害部位全腐朽者 21%，半腐朽者 15%，尚未腐朽者佔 52%。

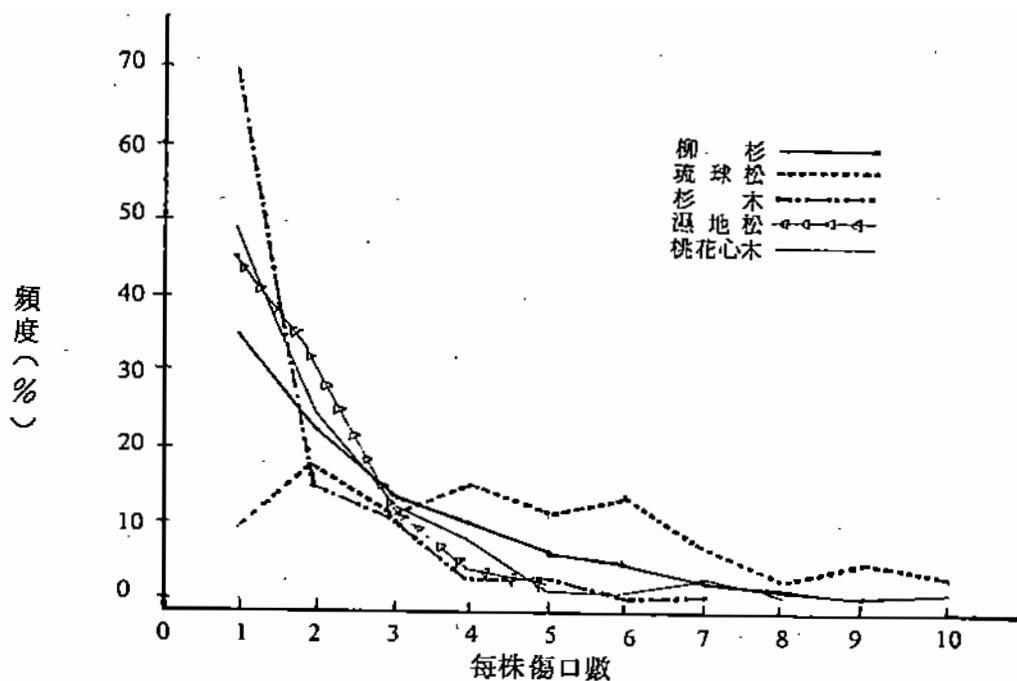


圖 2 主要造林木受松鼠爲害傷口數分佈頻率 (%)

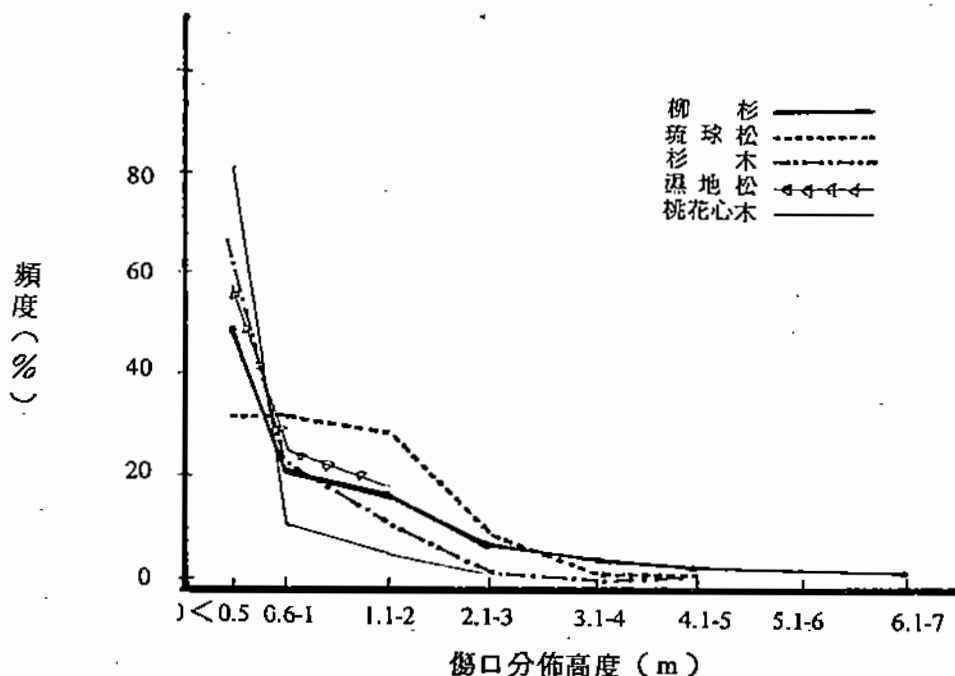


圖 3 主要造林木傷口分佈位置頻率

(3) 結論：

(a)就本次調查結果得知，赤腹松鼠對台灣林木之爲害，已構成台灣森林保護上之重大問題之一，其對樹種之爲害頗具選擇性，針葉樹之爲害大於闊葉樹，就柳杉及杉木之調查結查而言，混合林之松鼠爲害率較之單純林爲低，各樹種之爲害率以柳杉爲最高 89%，依次爲濕地松 78%，琉球松 74%，紅檜 65%，杉木 53%，而以桃花心木 42% 爲最低。

(b)樹齡：一般，幼齡木之松鼠爲害較爲輕微，而以壯齡木（10 年生以上）最爲嚴重，本次調查，柳杉、琉球松之被害率以胸高直徑 6~10 cm 時爲烈，11~15cm 時受害達頂峯，此後逐漸下降

。而杉木、濕地松、桃花心木之被害率以胸高直徑 6~10 cm 時被害率最高，此後逐漸下降，胸高直徑達 26~30 cm 時，除柳杉有輕微受害外，其餘樹種已不再受害。

(c) 為害部位及腐朽情況：赤腹松鼠因啃剝樹皮，舐食樹液，以致傷害到形成層而妨害林木生長，嚴重時可致幼齡林木枯死，而林木遭松鼠剝皮後，雖未枯死，而木材腐朽菌常由傷口侵入而造成二次性被害 (Secondary damage)，使木材腐朽，影響木材品質與利用。此次調查結果，林木之受害部位多在樹幹下側，以 1 m 以下為最多，3 m 以上者極為稀少。啃剝樹皮呈條狀者為最多佔 85%，環狀者僅 4%。單木遭受松鼠為害之傷口數以 1 處者居多，而以柳杉、琉球松傷口數較多，最多可達 10 處，其他杉木、濕地松、大葉桃花心木最多 2~6 處。其中傷口癒合者佔 31%，未癒合者佔 32%。Borgstorm (1980) 研究，因林木之伐採傷害所造成之傷口與腐朽間之關係，認為材部之腐朽程度因傷口之大小、傷口癒合所需時間、傷口的位置及樹種等而異，隨傷口處之增加及大形傷口均促使傷口腐朽，延緩傷口癒合時間，而易為腐朽菌所侵入。本次調查結果赤腹松鼠為害台灣林木，傷口多位於樹幹之下側，自較分佈於高位置者，感染腐朽菌之機會為多，且傷口平均大達 82 cm，調查結果全腐朽者 21%，半腐朽者 15%，因木材腐朽對台灣林木所造成木材之損失已極顯著。

### 3 松鼠毛皮之利用：

民國五十三年林務局曾邀請師大賈伊箴教授前往現場，就松鼠之皮毛作初步之研究研討結果，認為松鼠皮毛之羌毛太短，製成之皮毛品質不良，無利用外銷價值。

### 4 台灣相思樹皮和光蠟樹皮化學成分之研究：

民國五十四年開始至五十九年，本局為整理蓄積低劣的天然林，提高森林的經濟價值，以達森林施業的合理經營，在聯合國世界糧農組織之補助下實施林相變更，由於天然闊葉林之大量伐除，及經濟樹種的單純林大規模造林，使松鼠、野鼠類之棲息環境發生激烈的變化，由於食料缺乏，遂造成對林木之重大損害，此時恒春林區轄內林相變更，五年生以下相思樹造林木遭受鬼鼠嚴重咬食根際樹皮以致林木枯死，但其鄰接之幼齡光蠟樹則不受野鼠啃食，本局為瞭解此中原因，進而探求防治鼠害之法，乃委託中興大學化學系王德瓊教授，將二者之化學成分作比較分析研究。茲將相思樹皮和光蠟樹皮之實際結果列表如次：

	液性	單寧	醣	甘	生物鹼	含氮物	蛋白質	植物固醇	類黃鹼素
相思樹皮	酸性 較弱	2%	無或微(無味~微酸味)		有(可能是吡啶鹼類)	無	豐富	有 (較少)	豐富
光蠟樹皮	酸性 較強	2%	豐富(味苦~酸澀)此醣甘的構造式可能與 fraxin 之構造相似		有(可能混有微量奎寧(味苦))	有	微	有 (較多)	微

由上表探知相思樹皮含有單寧且隨年齡逐年增加，五年以上者，增至 6% 以上。按飼鼠結果，鼠類惡其較濃之酸澀刺激味而不食，所以五年以上之相思樹，鼠類不喜歡咬。五年以下之幼株則因含單寧少，不甚感覺酸澀味而貪食其蛋白質，致咬其幹和根。至於鼠類為何不咬毗鄰而植的光蠟樹？因光蠟樹皮含蛋白質較少，且含有苦味的醣甘和生物鹼及有毒的含氮物，所以鼠類不咬它(王德瓊，1970)。



### 5 捕殺防除：

依據民國五十三年第二、三次松鼠防除討論會議結果，林務局遂於五十三年四月開始積極展開，鼓勵各林區發動林農上山打獵，所獵松鼠肉可食，鼠尾則可交工作站收購，松鼠尾每尾新台幣3元，飛鼠每尾新台幣5元，實施之初，各地林農反應並不踴躍，可能是價格過低之故，經各林區及工作站積極加強宣傳，並盡量利用參加村里民大會，曉以大義，說明撲殺松、飛鼠不但保護森林資源，且亦保護山上農林作物，雖如此廣為宣傳，但捕殺松鼠仍多限於南部及東部地區，此因東部、南部山胞生活較簡陋，謀生不易而中北部山胞，生活較富裕，謀生容易，對上山打獵捕殺松、飛鼠殊乏興趣。其後收購鼠尾量仍逐年遞增，此乃林農已確認本局對捕殺松、飛鼠為害之決心及配合林農生活旨趣之成果。民國五十七年起，松、飛鼠一律皆改為新台幣3元收購，其時收購量仍逐年由民國五十四年之一萬叁千餘條至民國五十八年之年達十萬餘條以上，民國五十九年收購松、飛鼠尾達最高峯為十萬柒千餘條。民國六十一年起由於飛鼠之皮毛利用漸為皮毛商家主動搜購，仍停止收購飛鼠。其後收購松鼠尾仍逐年遞減至民國七十四年共計收購松鼠尾783,897條，不能算少。而本局於民國六十六年起開始實施「捕殺」與「毒殺」兼治，於對捕殺無興趣之林區乃施放0.025%臘製殺鼠靈(warfarin)毒餌毒殺之。

松鼠防除經本局歷年來之實施「捕殺」與「毒殺」，結果已顯著成效，本局各林區林木之平均松鼠被害率已由民國五十三至五十四年調查之55%，最近數年之調查已逐年遞減為15%（七十年21%，七十一年18%，七十二年19%，七十三年15%），此將近二十年之獎勵捕殺，效果不能說不宏，蓋松鼠之生殖力強，繁殖迅速，如不鼓勵「捕殺」，此78萬頭松鼠棲息於本省各林區造林地內，必將造成更嚴重之為患，殆無可否認，茲將歷年來（民國五十四年至七十四年）收購松、飛鼠數量列表如次。

## III. 赤腹松鼠毒殺之初步研究

毒殺雖非防除松鼠之最佳方法，但本省松鼠族群密度高、為害嚴重，亦惟有「毒殺」法始達經濟有效的防除，惟「殺鼠靈」(warfarin)毒餌在本省林地使用已久，對鼠類易產生拒食現象，且殺鼠靈係屬慢性累積性毒劑，必須連續取食5~7天以上始逐漸破壞其體內之凝血機能，導致內出血致死，中間如有四十八小時未食，即告無效，故防治時每隔2~3天必須補充消耗之毒餌，在全省廣大面積之林地，經常補充毒餌自屬困難。且本省林地使用殺鼠靈已達十年之久，若少量攝食又不能致死，則繼續繁殖其後代自必產生抗藥性，故殺鼠劑之開發引進仍刻不容緩。第一作者遂於民國六十九年於本局竹東林區管理處轄內，就新抗凝血素殺鼠劑0.005%可滅鼠(klerat)臘米及臘花生毒餌二種，EL-614及1%磷化鋅共四種，作室內及林地試驗，室內試驗結果得知上述四種殺鼠劑，就選擇性餵飼或無選擇性餵飼結果，對防治赤腹松鼠皆可得100%死亡率，其中磷化鋅因係急性殺鼠劑，松鼠於取食磷化鋅毒餌10~19g後，於5~22小時內即可致死。松鼠於取食EL-614 30~60g後於第5~12日內死亡，死亡之速度隨松鼠之大小、性別、取食毒餌之多寡以及餵飼無毒食物之多少而定，食毒餌量愈多，死亡愈快。可滅鼠臘米或臘花生毒餌，選擇性餵飼試驗結果，如連續餵飼毒餌3天，取食150~165g，皆可於第7~8天內出血死亡，如僅餵可滅鼠臘米毒餌1天，取食50g於第10天內出血死亡。

林地試驗結果得知，林地內餵放一個月後，可滅鼠臘米毒餌取食量為40%，可滅鼠臘花生毒餌為60%，而毒餌盛放於竹筒盛餌器內，在第一週因松鼠之恐懼心理，雖較易接受取食，但在第二週以後掛於樹幹上者反較易為松鼠取食，放飼一個月後，三種殺鼠劑掛於樹幹上者，其取食量皆較盛於竹筒盛餌器內為高。此項結果對以後林業推廣防除上可節省經費不少。室內試驗四種殺鼠劑同時餵飼

表 2 林務局歷年來收購松、飛鼠數量表

年 別	鼠 別	收購鼠尾數量	使用 0.025% 臘製殺鼠靈毒 餌(公斤)	金 額	備 註
54	松 鼠	13,861		43,199	每條新台幣 3 元
55	松 鼠 飛 鼠	57,457 41,620		618,839	飛鼠每條 5 元 松鼠每條 3 元
56	松 鼠 飛 鼠	12,871 8,276		79,993	同 上
57	松、飛鼠	26,452		79,356	每條 3 元
58	"	103,737		311,211	同 上
59	"	107,918		323,754	同 上
60	"	97,716		293,148	同 上
61	松 鼠	84,217		252,651	松鼠每條 3 元，飛鼠不再收購
62	"	55,432		166,296	同 上
63	"	77,023		51,069	同 上
64	"	5,956		17,868	同 上
65	"	8,953		26,859	同 上
66	"	23,981	500	409,696	每條 5 元，並於收購無興趣林區以殺鼠靈防治之
67	"	11,949	2,500	154,745	同 上
68	"	11,656	3,400	263,280	同 上
69	"	14,540	5,000	482,705	同 上
70	"	7,612		600,000	每條 5 元
71	"	5,798		600,000	同 上
72	"	5,721		635,800	同 上
73	"	296		1,590,000	同 上
74	"	855		2,060,000	每條 7 元
共 計		783,897	11,400	9,060,469 (其中收購松鼠總經費 2,873,354)	

時，松鼠最喜食磷化鋅，但在林地放飼一個月後，磷化鋅之平均取食量為 20.8 %，可滅鼠平均取食量為 50 %，而有顯著減少，此似為松鼠對磷化鋅產生拒食所致。就經濟而言，似以採用 0.005% 可滅鼠臘米毒餌為宜（0.005 % 可滅鼠臘米毒餌每公斤新台幣 100 元，0.005 % 可滅鼠臘花生毒餌每公斤 150 元），因可滅鼠臘米毒餌在林地內餵飼一個月後，第四週之毒餌耗用量減少率已達 85.72 %~90.91% 以上，而具有顯著防治效果。至於磷化鋅由於價廉之故，可應用於林地內偶發性之野鼠防治（應之璘，李遠欽 1984）。

#### IV. 目前松鼠防除所採之措施及執行成果

應用新抗凝血素殺鼠劑可滅鼠毒殺松鼠，雖只要松鼠取食一次，即可在 7~10 天內死亡，而殺鼠靈必須連續取食 4~7 天，且在林地內施放之後，每不易見到新為害發生，毒殺效果卓著，且節省工資及毒餌量，較使用殺鼠靈時代減少  $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 。又自從改進製餌方法使用臘製塊狀毒餌以來，在林地內放置雖久亦不易變質。然松鼠生殖力強，繁殖迅速，不足一年族群密度又將恢復，必須連年使行毒殺。據研究環境因子影響松鼠之活動與生存殊甚（Smith 1972, Hiches 1949 等），林務局為減低松鼠對台灣造林木所構成經濟上之損失，不單由直接的防治方法來完成，並應自生態學的觀點從而發展一種松鼠棲息環境之良窳，及其受森林演替（forest succession）及不同經營作業（management practices）的技術來研究改善森林經營，簡言之，亦即採用「標」「本」兼治之方法，茲略述近來對松鼠防除所採取之措施如下：

##### 1 造林樹種之改變：

柳杉與杉木單純林最易遭受松鼠為害，而台灣杉單純林則不易受害，故凡過去種植柳杉之林地乃改植經濟價值高之台灣杉為樹種，以減少為害。又南部地區五年生以下之相思樹最易遭受鬼鼠食害而枯死，而光臘樹則不易受害，又松鼠為害在品種間亦有差異，據調查（郭寶章，1985）由日本引進之柳杉三個品種以薩摩種受害率最高，熊野受害率最低。赤腹松鼠雖分佈於全省自平地至 3,000 公尺高山中，惟以海拔 800~1,500 公尺為其為害激烈之區，故凡在中高海拔林地應選擇抗松鼠較強之樹種及品種，造林自易成功。

##### 2 採用混種林方式造林防止松鼠為害：

松鼠對柳杉或杉木單純林之為害均較台灣杉、柳杉混合林或柳杉、紅檜混合林為著，如採用針、闊葉樹混植，則針、闊葉兩樹種之為害均形減低。

##### 3 留置自然保護區：

保留原始林相，以維護生態環境，提供松鼠棲息的良好環境及食物，自然對林木為害可減至最低程度，同時亦可維持松鼠群體的個體數。

##### 4 嚴格實施撫育作業：

撫育能影響松鼠之棲息與生存，凡造林地撫育較差灌木叢生與蔓藤類植物繁茂之林地亦為赤腹松鼠為害嚴重地區，反之造林地撫育良好，松鼠為害亦減少，故造林後加強撫育工作切實施行除草、切蔓、修枝、疏伐等工作，使不適於松鼠棲息環境。

##### 5 採用「捕殺」與「毒殺」兼治：

毒殺雖非防除松鼠之最佳方法，但對本省松鼠族群密度高，為害嚴重，欲求迅速減低之策，惟有「毒殺」法才能達經濟有效的防除。自民國七十年開始，本省之松野鼠防除仍依民國六十九年試驗結果，採用新抗凝血素殺鼠劑「可滅鼠」（klerat）以取代殺鼠靈，藉以提高毒殺效果，茲將民國七十年至七十四年防除面積、經費及成效列表如下。

據實地觀察結果，施用新抗凝血素殺鼠劑毒殺防除效果卓著，造林地內施放之後，已不易見到新

表3 民國70~74年度松鼠防除成效與經費調查表

年 度	防除面積		林木平均被害率		毒餌數量		經		費	備註
	收購松 鼠尾 (條)	防除 面積 (公頃)	防除前 (%)	防除後 (%)	1%磷 化 銨 (公斤)	0.005% 可滅鼠 (公斤)	農委會	林務局	合 計	
70	7,612	5,323	21.14	4.15	1,600	6,000		600,000	600,000	工資由各 林區負擔
71	5,798	6,952	18.40	3.50	1,800	5,000		600,000	600,000	同 上
72	5,721	7,089	19.40	4.80		6,064	500,000	135,800	635,800	同 上
73	296	7,264	15.00	3.50		7,450	1,500,000	90,000	1,590,000	
74	855	9,908				9,900	2,000,000	60,000	2,060,000	
總計	20,282	36,536			2,400	34,414	4,000,000	1,485,800	5,485,800	

為害之發生。每年全省林木之平均被害率已逐年遞減。由於林地面積遼闊，雜草叢生，故被毒殺之鼠類屍體難於發現，並且乏工資以雇工專門尋找，故其防除效果係以調查防除前林木之被害率及防除後林木之新被害率以資比較，尚無實質及深入之防除效果評估標準。七十三年度起乃由農委會（前農復會）補助，現正由台大郭寶章教授深入研究林地松鼠族群密度之測定，以作為防除效果之評估，藉以改進防除作業之依據。

## V. 工作展望

### 1 解決防除經費困難：

森林鼠害為害林木，早自日據時期即已發現，惟至台灣光復以後，情況更趨嚴重，尤以民國五十四年以後，大量伐除天然闊葉樹林，改植單純之針葉樹種，松鼠的棲息環境被破壞，天然果實等食物短缺，遂剝食樹皮。松鼠以外尚有飛鼠、野鼠，近年來高山地區（海拔2,000公尺左右）紅檜新植造林亦常遭受台灣森鼠為害，影響造林成果至鉅。而飛鼠、森鼠之生態習性尚乏研究，故森林鼠害防除之困難可以概見。何況近年來林務局財務情況不佳，自民國七十二年度以來皆賴行政院農委會農糧處（前農發會）之補助，惟林區面積廣大，經費有限，應用毒殺法亦僅就為害嚴重地區作重點防除，每年防除面積僅佔全省林地面積之1/400，微乎其微，未能全面有效的防除，必須大量寬增經費從事防除，否則杯水車薪，無濟於事。

### 2 改善林業經營：

鼠害防除今後除請行政院農委會繼續補助，作全面性、持續性與有計劃執行外，並應自鼠類生態學的觀點來改善林業經營，例如溪頭台大實驗林之森林帶主屬暖帶林（海拔700~1,500公尺），高溫多濕而雨量又特多，林內林床植物繁茂，為赤腹松鼠棲息適生之良好環境，其受松鼠為害亦最烈。反之，本局檮大林區轄內杉林溪與溪頭林區鄰接，同樣種植柳杉造林地，而松鼠之為害率僅在10

%以下，甚為輕微。此可能由於(1)杉林溪海拔1,500~1,800公尺，較之溪頭略高，(2)杉林溪之地形較具開放性，日光量多，濕度低，一日之氣溫變化亦較大，林內林床植物之生育未如溪頭之繁茂(郭寶章，1985)。Shaw(1925)稱陽光、坡向與水分每影響哥倫比亞地松鼠(Columbian ground squirrel)之活動。由於溪頭為一谷形盆地，屬陽光較少之坡向，故林木之受害率自較杉林溪為高。此外期由樹種之選定與森林經營方法之應用，以造成不適松鼠棲息之生育地，降低族群密度而達控制松鼠為害之目的。

### 3 改進育林技術：

近年來本局推行複層林之育林技術，或稍可彌補過去大面積單純林造林之缺點，因不施皆伐，有維持地力，保持水土之功效且生物相複雜，生態作用強，有利於松鼠及其天敵之棲息，易於保持自然界的生態平衡。

三者有效配合運用，將可有效控制森林鼠害，否則難望有成。

## 參考文獻

- 1 伊肇基，(1957)，松鼠防治簡說，台灣省政府農林廳林產管理局編印。
- 2 郭寶章，(1957)，台灣松鼠為害林木之初步調查，台灣大學實驗林研究報告 12:3~15。
- 3 范耀德，(1969)，松鼠為害台灣林木之調查，嘉義農專學報第 2:148~165。
- 4 王德瓊，(1970)，台灣相思樹皮和光臘樹皮化學成分之研究(油印)，(林務局一中興大學)。
- 5 朱耀沂、易希陶，(1970)，台灣產松鼠之生物學的考察，中華植保會刊 12(1):21~28。
- 6 郭寶章，(1974)，控制松鼠為害林木之新觀念，今日造林 56:26~32。
- 7 張萬福，(1976)，台灣赤腹松鼠為害林木之生態研究，東海大學環境科學通訊 10:15~20。
- 8 黃松根、康佐榮、蔡達全，(1979)，六龜試驗林松鼠為害之調查及防治研究，林試所試驗報告 318 號，18 頁。
- 9 王子定、郭寶章，(1980)，松鼠對台灣經濟林木之為害——松鼠為害樹種及樹齡之關係，科學發展月刊 8(6):527~550。
- 10 尤少彬，(1979)，溪頭地區赤腹松鼠之族群研究，台灣大學動物研究所碩士論文，38 頁。
- 11 林曜松、尤少彬，(1981)，赤腹松鼠之族群動態，中研院動研所 20(1):31~41。
- 12 張萬福，(1982)，台灣赤腹松鼠食性與活動範圍之研究，東海大學環境科學研究中心，26 頁。
- 13 李玲玲，(1982)，赤腹松鼠之行爲研究，台灣大學動物系碩士論文，41 頁。
- 14 郭寶章，(1983)，飛鼠為害林木問題之探討，中華林學季刊 16(2):203~208。
- 15 應之璘，(1983)，如何應用「可滅鼠」防治松鼠為害，豐年 33(2):36~37。
- 16 應之璘、李遠慶，(1984)，台灣松鼠毒殺之初步研究，中華林學季刊 17(3):31~39。
- 17 郭寶章、王子定、陳柏倉、李惠蘭，(1984)，針葉樹栽植林之林分組成對松鼠為害之影響，台灣大學實驗林研究報告，148，14 頁。
- 18 郭寶章，(1984)，松鼠害對造林木生長及木材損害之影響，台灣大學實驗林研究報告，149，20 頁。
- 19 郭寶章、姜家華，(1984)，溪頭營林區松鼠為害造林木實況之分析——兼論台大實驗林之松鼠為害概況一，台灣大學實驗林，16 頁。
- 20 郭寶章、林文鎮、方榮坤，(1984)，松鼠為害台灣杉與木荷之考察——兼論中興大學惠蓀實驗林場之松鼠為害概況一，中華林學季刊 17(3):15~29。
- 21 郭寶章，(1984)，松鼠害之研究與防治著有成效——重視松鼠問題給林業經營上之啟示，台灣林業

10(8):1~3。

22.郭寶章，(1985)，台灣赤腹松鼠對於森林為害及其防除之造林學的研究。

23.農委會、林務局，(1985)，如何防除松、野鼠為害林木，1頁。

24.Howard, W. E., R. E. March and R. E. Cole (1970) A diphacinone bait for deer mouse control. *Journal of Forestry*, 68(4): 220-222.

25.Howard, W. E. (1980) Studies on population ecology of squirrel (III): relation of population dynamics and behavior of vegetation. Mineographed, 32 pp.

26.Hungerford, K. E. (1974) Research proposal for squirrel control in Taiwan. Mineographed, 5 pp.

27.Kitahara, E. (1981) Present condition of forest damage caused by rodents and procedures for control in Japan. XVII IUFRO World Congress Mimeographed report, 8 pp.

28.Shorten, M. (1962) Squirrels, their biology and control. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Bulletin 184, 42 pp.

29.Smith, C. C. and D. Follmer (1972) Food preference of squirrel. *Ecology*, 53(1): 82-91.

30.Smith, M. C. (1968) Red squirrel responses to spruce cone failure in interior Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 32(2): 303-317.

31.Sulling, G. L. and B. J. Verts (1978) Bait and baiting techniques for control of Belding's ground squirrel. *Journal of Wildlife Management*, 42(4): 890-896.

## 撫育對柳杉造林地內松鼠活動與爲害之影響\*

郭寶章 廖宇展\*\*

〔摘要〕爲明瞭森林撫育作業：除草切蔓及疏伐對於柳杉造林地內赤腹松鼠之活動與爲害林木之影響，於民國69年9月至74年2月約4年半之時間，擇台灣大學實驗林溪頭營林區內8年生、20年生及18年生柳杉造林地三處，分別施行除草（包括切蔓），弱度及強度疏伐後，裝設鼠籠依標識再捕捉法觀察松鼠在處理區與對照區內之活動，並調查爲害林木之情形，經4年來之調查結果顯示，各種撫育方法因已使林內環境發生變化不適松鼠之棲息活動，故處理區之松鼠出現機會顯爲減少，尤以強度疏伐作業區爲然，足證明撫育措施已發生抑制松鼠活動之效應。惟對於其爲害林木而言，僅在氣候異常之冬雨連續年度，呈顯著性至極顯著性之差異，氣候正常之年度，未顯現減低爲害林木之效應。

### ACTIVITY OF FORMOSAN RED-BELLIED TREE SQUIRRELS AND THEIR DAMAGES TO TREES IN CRYPTOMERIA PLANTATIONS FOLLOWING WEEDING AND THINNING OPERATIONS.

Pao-chang Kuo Yue-ken Liao

[Abstract] The objectives of this study were to learn the effects of forest tending care or habitat manipulation on the activity of squirrels and their damages to trees. From September 1980 to February 1985, three Cryptomeria plantations of 8, 20, and 18 years old in Chitou Tract of the Experimental Forest, National Taiwan University were selected for study sites. Weeding and light and heavy thinnings were applied in the study sites respectively. Findings from mark-recapture on squirrel's activity in four study years reveals that tending would definitely reduce the activity of squirrel in the treated plots. However light thinning could reduce the tree damage only during abnormal weather in the winter of 1982 when there was a continued rainstorm occurred for about three months.

## I. 緒 言

赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*) 爲害本省林木，特別是對幾種主要的造林樹種，如柳杉或杉木等的危害，已構成台灣林業經營上一項重大的損失。台灣省林務局爲謀防治之道，曾獎勵民間捕殺松鼠，近年來復大力推廣毒殺，期望能藉著控制松鼠的數目，以減少林木受害的情形。但是松鼠有極強的繁殖力，使得前述方法僅能收效於一時，因此，尋找其他可能的根本的防治方法，自屬必需。

森林撫育作業 (tending of forest)，如除草 (weeding)、切蔓 (removal of climbers)、疏伐 (thinning) 等工作，其主要的目的在於增進造林木之競爭能力，及提高林木之發育與品質。但實際上，這些作業都具有改變林地環境之效應，而視爲松鼠爲害防治之一種棲息地調節法 (habitat manipulation)，而影響松鼠之棲息條件。本實驗之目的即在了解，可否經由撫育作業之實施，以改善林地狀況而減少松鼠之入侵機會。同時比較這種環境調節效應，在減少松鼠爲害林木的

\* 本研究承農委會補助研究，特此致謝。

\*\* 國立台灣大學森林學研究所教授、研究生。

程度上有何影響。

本研究早期承國科會補助研究經費開始實施，繼之由農委會連續補助研究費用達三年之久得以完成，特此誌謝。造林地疏伐之實施承蒙台大實驗林協助與支持，試驗區之設置及調查工作又多獲溪頭營林區支援，試驗地之調查前段承陳栢蒼及呂理昌二君先後之協助，謹至謝忱。

## II. 前人研究

動物因為習性之不同，自然地會選擇適宜其生活的居所 (McKeever, 1961; Goertz, 1964; Gullion & Alm, 1983)。在美國亞利桑那州 (Arizona)，紅松鼠 (*Tamiasciurus hudsonicus*) 最佳的棲息地 (habitat) 是一種複層林冠 (multi-stories) 的針葉樹混合林，而且林木胸徑大都在 12~14 英寸 (30~36cm) 之間 (Vahle & Patton, 1983)。該州北部特產的凱北松鼠 (Kaibab squirrel, *Sciurus aberti kaibabensis*)，其族群多寡及鼠巢的數目，亦與棲息地林分內美國西部黃松 (*Pinus ponderosa*) 每英畝立木的胸高斷面積有關 (Ratcliff et al. 1975)。

Patton (1977) 歸納出一個評估艾伯特松鼠 (*S. aberti*) 棲息環境的方法，他以食物供應能力、林木覆蓋度及龐雜度 (diversity)，作為重要評估依據。食物供應量越多，林木覆蓋度及龐雜度越高的林分，越能吸引松鼠棲息其中。而樹冠層數 (number of tree stories)，林木群生狀態 (grouping) 與間隔距離 (spacing) 又是決定龐雜度的三個要件。

Flyger (1960) 曾觀察到灰松鼠 (*S. carolinensis*) 在樹冠層之間移動時，常循一固定路線。赤松鼠 (*S. hudsonicus*) 在地面活動時，亦常以一樹幹之基部為起點，而移動至另一樹幹基部時停止 (Klugh, 1927)。因此，林木密接程度對於松鼠的活動與棲息而言，自有若干影響。郭寶章等 (1984) 曾謂：濃密的林分遭松鼠為害的程度較疏林分嚴重。美國西部黃松母樹結實時，松鼠常取食其毬果，致減少種子收穫，Tackle (1957) 為圖防止這種損失，乃將母樹彼此間之距離予以疏開，以阻斷松鼠在枝梢間往來跳躍的路徑，當樹冠相距 7~8 英尺 (2.1~2.4m) 時，即獲良好的阻隔效果。

松鼠除了棲息在樹冠之間，亦時常移至地表活動，以省產赤腹松鼠為例，其食物常包括地被植物如寒莓 (*Rubus buergeri*) 及姑婆芋 (*Alocasia macrorrhiza*) 等 (張萬福, 1983)，周蓮香 (1983) 亦稱該種松鼠會在地面覓食及貯存果實於表土下。李玲玲 (1981) 觀察溪頭地區赤腹松鼠的行為指出：午間日照強烈時，松鼠多隱藏在草叢中活動，同時並目睹一隻松鼠遭雀鷹 (sparrow hawk) 攻擊時，遁入草叢中逃逸。因此林地的雜草、灌叢除了供應松鼠部份食物以外，也提供了安全的隱蔽。故移除林間雜草，保持林地環境之整潔，對赤腹松鼠之活動，應具抑止之效。

以調節棲息地環境，來控制幾種啮齒類動物的族群，早有研究 (Tevis, 1956; Cook, 1959; Keith et al. 1959; Tietjen et al. 1967)。但是動物對環境變化後的反應殊不一致，某些鼠類反而在清理過的環境中滋生繁盛 (Ahlgren, 1966; Gashwiler, 1970; Fala, 1975; Borrecco et al. 1979)。除草、切蔓及疏伐等作業，確能改變林地環境，但松鼠對這種變化的反應如何？其為害林木的情形，是否也受到影響？此即為本文所要研究的目的。

## III. 研究方法

本文係一長期觀察結果之連續報告，此一長期觀察記錄開始於民國 69 年 7 月。當時在臺灣大學實驗林溪頭營林區內，選擇了三處柳杉造林地，經設置樣區並施以各種不同的撫育作業後，掛設捕鼠籠捕捉松鼠，紀錄松鼠被捕獲的情形，以及觀察試驗地內造林木新為害的情形，以作比較，此項紀錄持續俟今，已逾四年。



## 1 試驗地概況

### (1) 61-3 號林地——除草切蔓處理地

61-3 號林地，屬於營林區第 5 林班，總面積 5.3ha，海拔高 900 公尺，為一柳杉純林。該地於民國 61 年 1 月造林，新植時每公頃種植 3,000 株，經調查成活數，每公頃仍達 2,500 株以上。民國 62 年 1 月復補植百餘株杉木。

本區地形平緩，西側及南側緊鄰公路，東南方有溪流貫穿，北面則鄰接大面積人工竹林，地處孤立，並不與其他造林地相接。林內地被植物繁茂，由於造林木仍未達壯齡時期，樹冠間空隙猶多，陽光透射，蔓藤類繁生，其中又以百香菓 (*Passiflora edulis*) 最為顯見。

民國 69 年 3 月，在林內設置 6 個樣區，面積各為 0.25ha (100 × 25m<sup>2</sup>)，樣區設立時，考慮到林地四周環境差異甚大，故採取逢機區集設計 (randomized complete blocks)，每一區集合對照組及處理區各一，重複三次，共有三個區集。

### (2) 49-1 號林地——弱度疏伐處理地

49-1 號造林地位於觀音樹湖，屬於第二林班，總面積 10.56ha，海拔高 1,100 m，亦為柳杉純林。民國 49 年 5 月造林，新植時每公頃植入 2,900 株，至試驗開始前調查，每公頃平均為 2,000 株。

本區為一東北向坡地，東側鄰接 16ha 之台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides*) 純林 (民國 55 年造林)，西側亦有竹林，南北兩方則皆為柳杉林地，環境較為單純，林地內植生狀況與 61-3 林地頗多類似，但蔓藤類分佈較少。

民國 69 年 3 月，亦設 6 個樣區於林地中，面積各為 0.25ha (50 × 50m<sup>2</sup>)，樣區配置之原則亦採逢機區集之方式，與 61-3 號林地相同，重複三次，有三個區集。

### (3) 51-15 號林地——強度疏伐處理地

51-15 號林地，屬於營林區第三林班，總面積 6.14ha，海拔高 1,200 公尺。民國 51 年 2 月造林，至民國 70 年疏伐前調查，每公頃林分密度為 2,400 株。

本區為一西向坡面，所處位置適在人工造林地與天然林接壤處，南、北、西三側均為柳杉造林地，唯有東面坡上方向與鳳凰山天然林相接。林內甚潮濕，巨石散佈，地被植物亦相當茂盛，但蔓藤類只出現在林地與天然林交界處。

本試驗地設置樣區的方法與前述不同，其在明瞭強度疏伐對林地環境造成的影響，乃擴大疏伐之強度與面積。一般，大面積之疏伐作業與森林撫育實際施行的情形較為接近，其疏開林分之效果較之小面積分散者要強烈。因此在 49-1 號林地弱度疏伐之效果未明確顯示以前，設立此一試驗地，用以輔助觀察松鼠在疏伐林分中活動的情形。伐區面積共 1 ha，環繞其周圍連續再設四個面積各為 0.25 ha 的對照區以作比較。

## 2 撫育作業之實施

### (1) 除草切蔓

61-3 號林地自造林後，林齡已達 8 年生。在處理區中以人工刈除地被雜草及灌叢，同時也砍除攀繞其間之藤蔓。此項整理工作每隔 4 ~ 6 個月施行一次，使樣區中一直保持地被物被控制的狀態，由於工作持續進行，林內透光良好，部分地區表土略形裸露。

### (2) 弱度疏伐

49-1 號林地於民國 69 年 3 月實行疏伐一次，在疏伐樣區中，以伐除立木株數 30 % 為準。疏伐木以腐朽、被害或畸形木為主，另外亦考慮林木生長及配置情形，務使其平均分佈於樣區中，疏伐度則如表 1 所示。

表1 49-1 號造林地立木之疏伐

疏伐樣區	面積 ( ha )	立木株數		疏伐木株數	疏伐度 ( % )	平均疏伐度 ( % )
		疏伐前	疏伐後			
I	0.25	583	363	220	37.74	33.24
IV	0.25	442	314	128	28.96	
V	0.25	512	343	169	33.01	

## (3)強度疏伐

51-15 號林地於民國 70 年 5 月間開始疏伐，6 月間結束。1 ha 的伐區中，共伐除立木 1,545 株，疏伐木的選擇條件，與前述相同，但提高其疏伐度至 60%，平均疏伐度則達 63.82%，如表 2 所示。

表2 51-15 號造林地立木之疏伐

疏伐樣區	面積 ( ha )	立木株數		疏伐木株數	疏伐度 ( % )	平均疏伐度 ( % )
		疏伐前	疏伐後			
E	0.25	708	250	458	64.68	63.82
F	0.25	593	204	389	65.59	
G	0.25	491	186	305	62.11	
H	0.25	625	232	393	62.88	

## 3 松鼠的捕捉

三處試驗地在撫育作業（特別為疏伐）結束後，即開始掛設捕鼠籠捕捉松鼠，每一個 0.25ha 的樣區中，各安置入 10 個鼠籠（24cm × 15cm × 11cm），考慮到 51-15 號林地與天然林相接，松鼠可能較多，故該地鼠籠每樣區各增設 5 個。每個籠子平均相距 10 ~ 15 公尺，編定號碼後以鐵絲固定在離地 1.5 ~ 2 公尺之樹幹上。調查期間以香蕉為餌，每月捕捉一次（6 個捕捉天），每日清晨 8 點以後，至林間巡視鼠籠，隨時更換新鮮的誘餌。捕獲的松鼠紀錄其捕捉地點及鼠籠號碼編號後，在原地釋放，至民國 74 年 2 月止，共進行三年八個月。由於撫育之實施，處理區較對照區之環境均產生不等程度上之差異，本試驗想了解松鼠出現的機會是否相等，故比較兩種環境中鼠籠捕獲次數的差別，並將之作成頻度分佈，以多項族群卡方獨立性檢定（ $\chi^2$ -square test of independence in multinomial population）分析其差異之顯著性。

## 4. 為害調查

松鼠為害林木的程度，常以林木受害株數所佔的比率表示。本試驗則直接秤量松鼠撕剝樹皮後，掉落在林地間的樹皮屑，以作為計算為害的標準。藉每個月在林間捕捉松鼠的時候，檢視樣區內有無樹皮屑散落，若發現林木有新增之為害時，則收集地表散佈之樹皮而秤量之，如此逐月紀錄，將為害量依逢機區集 2 × 12 複因子試驗分析之，以比較（A 因子）對照區與處理區之間，以及（B 因子）

各月份之間的為害量有何差異。分析之數據起自民國 71 年 9 月至 73 年 8 月，共計二個年度。但其中第一個年度的冬季，溪頭地區氣候反常，入秋以後，霪雨不斷，一反往昔（王德春，1956），冬季雨量遞減的情形，若將其與前後年同一時期之降雨量相比，顯然偏高（圖 1）。同時該年度松鼠為害的情形，亦突然激增（圖 2），二種氣候狀況下，加以分析比較。

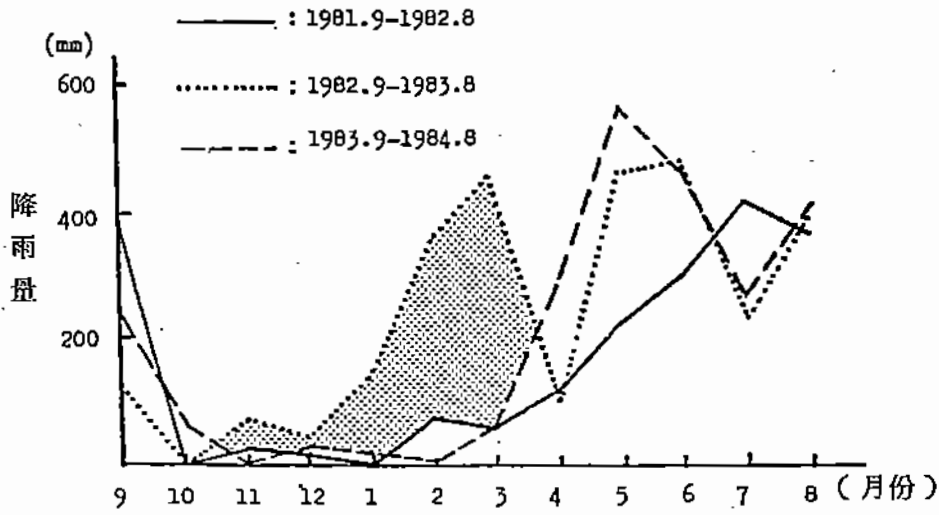


圖 1 不同年度間，秋冬季雨量比較，陰影部份為異常氣候時，相對增加之降雨量

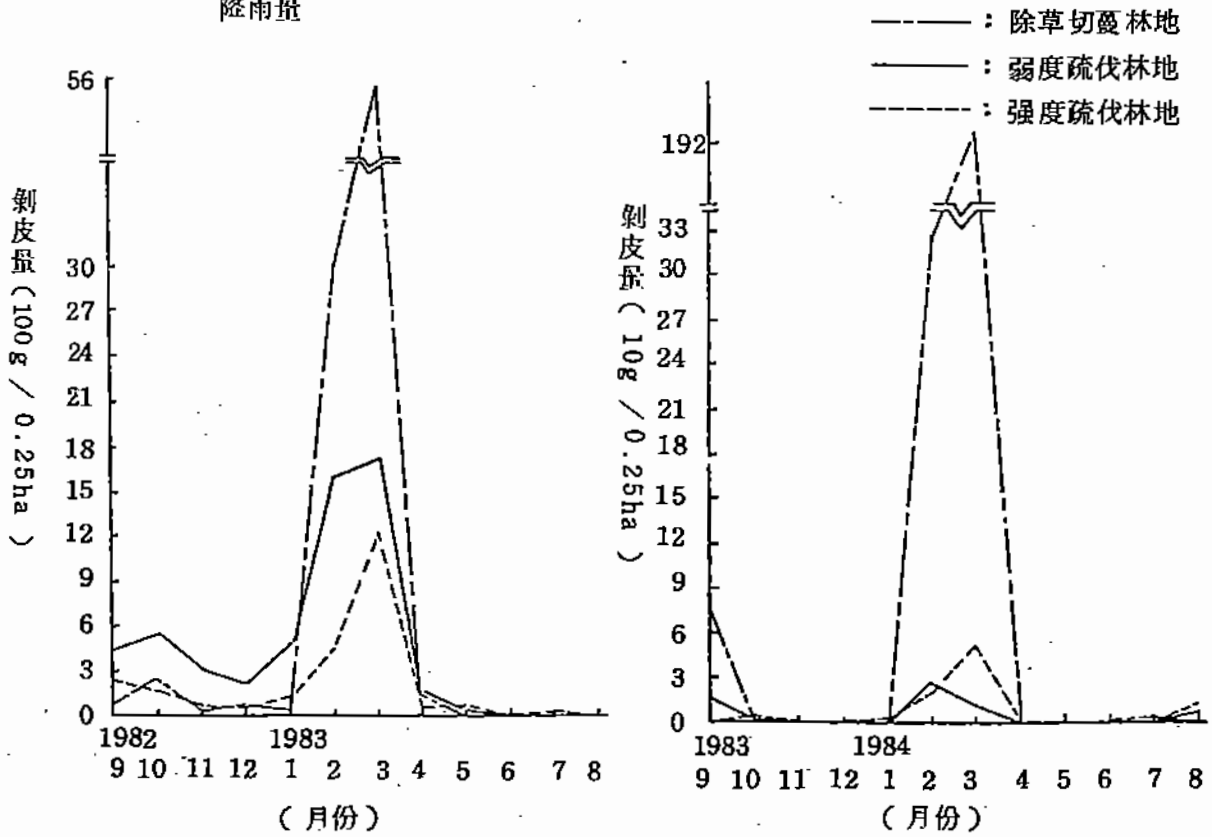


圖 2 對照區內不同月份間的剝皮量。左圖：氣候異常年度，右圖：氣候正常年度。

## IV. 結果與分析

### 1. 撫育與松鼠活動

本省森林遭松鼠為害，早經確認係赤腹松鼠所為，故捕捉及分析之對象，皆以赤腹松鼠為主。在試驗期間，共捕獲赤腹松鼠 115 隻，345 次。林地環境在改變之後，因不利松鼠活動，使得處理區中，松鼠捕獲次數呈現偏低之現象（圖 3），將三個試驗地處理區與對照區中鼠籠的捕捉次數，分別作成頻度分佈示如圖 4，經分析後發現，松鼠較少進入處理區中活動，其中以強度疏伐（ $\chi^2 = 53.98 > \chi^2_{0.01} = 20.09$ ）以及除草切蔓（ $\chi^2 = 23.85 > \chi^2_{0.01} = 16.81$ ）造成的影響最明顯，弱度疏伐（ $\chi^2 = 10.57 > \chi^2_{0.05} = 9.49$ ）則次之。

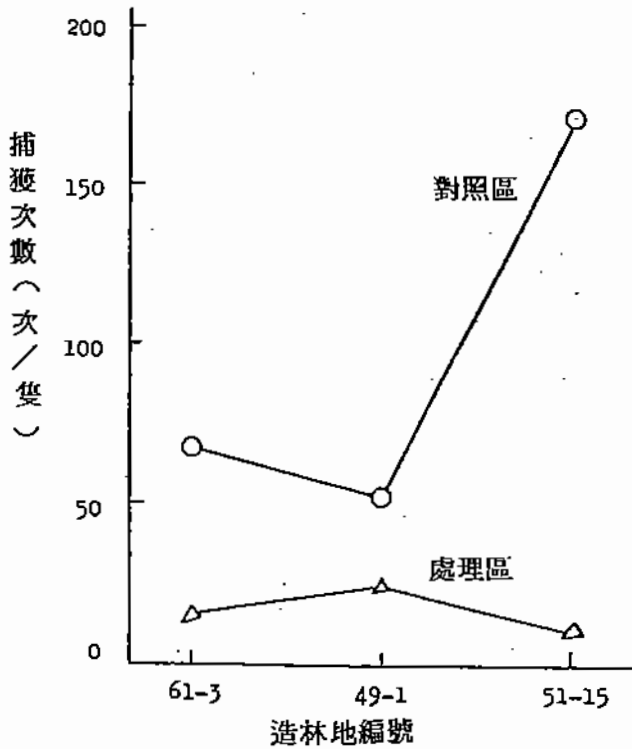


圖 3 處理區與對照區之間，松鼠捕獲之次數  
(1981.9 ~ 1985.2)

### 2. 撫育與松鼠為害

將二個不同年度之松鼠為害紀錄分析後，列表如後（表 3），從變方分析表中可以看出，造林地撫育作業對松鼠為害的情形似未產生太大的影響，其結果分述如下：

- (1) 松鼠為害林木的情形，在一年的各月份間，有極顯著的差異。
- (2) 61-3 號林地實施除草切蔓作業後，並未減少松鼠的為害。
- (3) 弱度疏伐，對減少松鼠的為害，基本上亦無顯著效應。且試驗地在一年間大部份時間，均無為害情形出現。唯在氣候異常，為害大發生時（1982.9 ~ 1983.8），疏伐過的樣區，為害量比對照區少，而且二者之間，差異達極顯著水準。

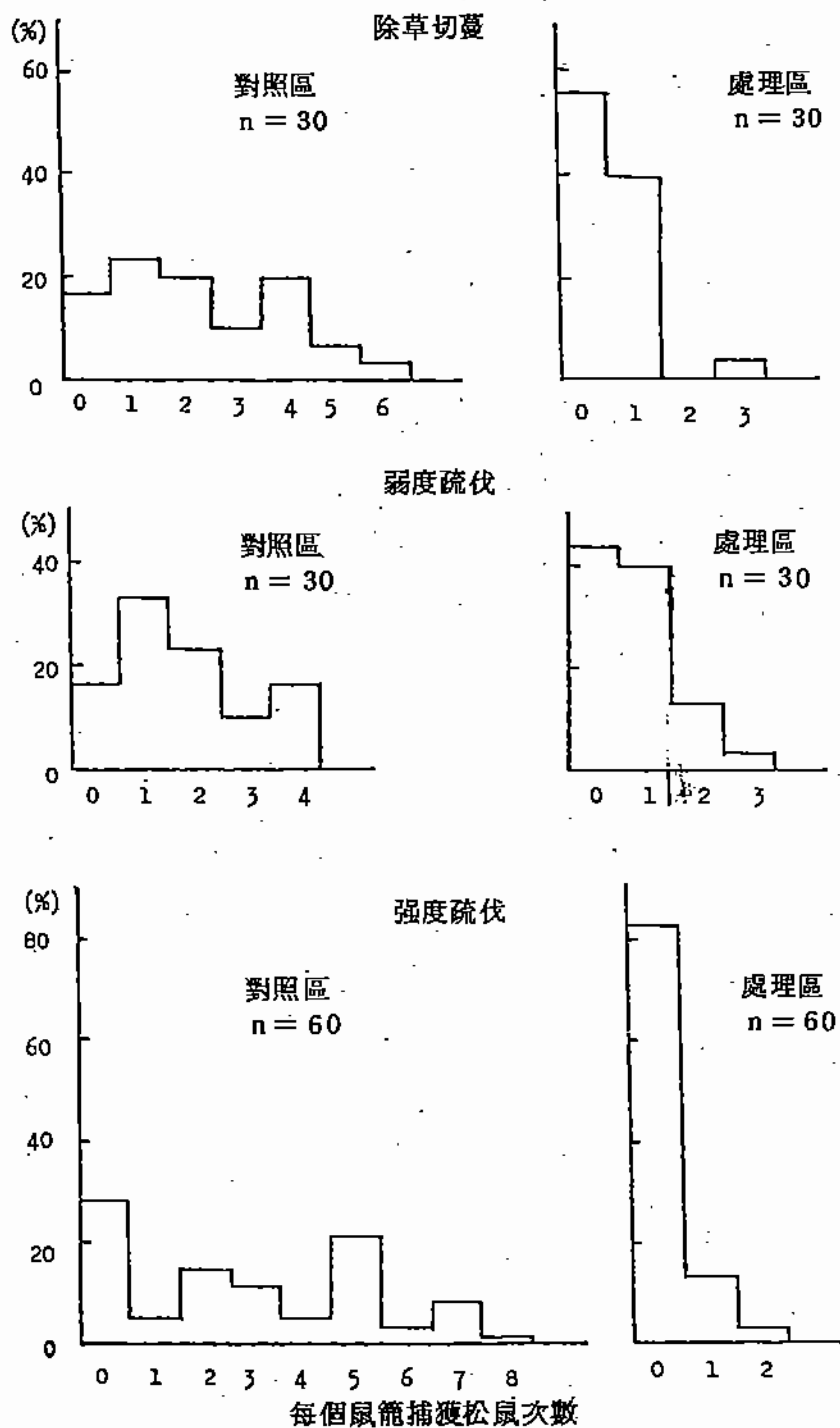


圖4 松鼠捕獲次數頻度分佈(1981.9~1985.2)

表3 撫育對松鼠為害減少之效應變方分析 F 值差異之顯著性

變 因	氣 候 異 常 時 期 ( 1982 年 9 月 至 1983 年 8 月 )	氣 候 正 常 時 期 ( 1983 年 9 月 至 1984 年 8 月 )
疏 伐 處 理	46.67**	1.04 <sup>NS</sup>
月 份	19.09**	3.06**
處 理 × 月 份	5.56**	1.23 <sup>NS</sup>
除 草 處 理	1.74 <sup>NS</sup>	0.004 <sup>NS</sup>
月 份	8.91**	4.30**
處 理 × 月 份	0.63 <sup>NS</sup>	0.001 <sup>NS</sup>

\*\* 顯著性達 1% 水準。

<sup>NS</sup> 不顯著

## V. 討 論

松鼠剝樹皮的目的何在，由過去的研究中斷定，似並非由一個單純的原因所促成。有謂雄性松鼠在求偶期間所產生的敵對意識，或是純粹為了磨牙，都會促使松鼠去啃剝樹皮 ( Taylor, 1966 ; Davison & Adams, 1973 )。但在本試驗中，隨著異常氣候所出現的擴大為害，似乎並非這二個因素所造成。Hosley ( 1928 ) 曾觀察到，在雨量增多的時候，鼠害隨之增加。Gunter 及 Eleuterius ( 1971 ) 則描述過 1969 年 8 月間，一次風暴 ( hurricane ) 橫掃美國密西西比州 ( Mississippi ) 以後，松鼠大量剝食風倒木樹皮的情形。氣候因素是否直接對松鼠構成壓力 ( stress )，還是因為其影響天然食物的供應量，致使松鼠大量剝樹皮，以求果腹，仍有待研究。

三處造林地受害的情形，以 61-3 號造林地受害最為嚴重。松鼠對林木的為害，常具有強烈之嗜好性 ( preference )，往往對某一樹齡或某一直徑級的林木，為害特別嚴重 ( Pike, 1934; Cook, 1954; Lutz, 1956 )。郭寶章 ( 1984 ) 曾謂：本省柳杉之受害樹齡開始於 6 年生，而 13 ~ 14 年生時，受害最烈。61-3 號林地適逢此一階段，而且可能還要持續若干年，每年的 2 ~ 3 月間，松鼠剝樹皮出現高峯，但是檢視其時散落在 61-3 號林地的樹皮碎片，絕大部份的樹皮屑上僅留有剝時用以著力之牙痕，而形成層組織皆完好無缺，未見噬食。如果說冬末春初時，天然食物缺乏，致使松鼠撕取樹皮形成層充飢，為何林間又有大量的樹皮未遭取食而被棄置？此一現象，仍待研究。

經撫育過的林地環境，殊不利松鼠之活動，故減少其侵入林間的機會，但對降低為害的情形，並未如期望的產生顯著的效果。一般實行疏伐之柳杉林分，其林齡每超過 13 ~ 14 年生，松鼠對其之嗜好性已逐漸下降，以 49-1 號造林地 ( 25 年生 ) 為例，一年中大部份的時間殆不見為害發生，縱使在 2、3 月來臨時，其受害情形亦甚輕微。在這種情況下，比較全年度中疏伐的效應，自不易出現顯著之差異。本試驗亦曾選取為害高峯 1 ~ 3 月間受害的情形加以比較，除了月份間的差異程度，因為集中分析的緣故，其顯著性下降以外，環境整理的效果與分析全年度受害情形時相同，亦未產生降低為害的效應 ( 表 4 )。唯在為害激增的年度，當松鼠大量剝樹皮時，疏伐區內林木受害量較少，而且和對照區相比，呈極顯著的差異。因此可以推測松鼠要在其他因素促使之下，增加其對壯齡柳杉林之為害時，疏伐的“潛在效應”方始顯現出來。

若將試驗結果互作比較，松鼠對 10 餘年生的柳杉林分，為害最烈。此時施行除草切憂作業裨益不大。而壯齡柳杉林受害雖較輕微，但疏開林分却有減少為害的“潛在效果”。因此，是否能針對本省各林區松鼠為害之實際的情況，將幼齡林提早疏伐，或應用除害伐等技術早期將受害林分疏開，使

表 4 撫育對松鼠在 1~3 月間為害之減低效應變方分析 F 值差異之顯著性

變 因	氣候異常時期( 1983 年 1~3 月)		氣候正常時期( 1984 年 1~3 月)	
	弱度疏伐區	除草切蔓區	弱度疏伐區	除草切蔓區
處 理	26.89**	2.61 <sup>NS</sup>	2.07 <sup>NS</sup>	0.034 <sup>NS</sup>
月 份	10.08**	11.07**	2.10 <sup>NS</sup>	4.19*
處 理 × 月 份	2.39 <sup>NS</sup>	0.73 <sup>NS</sup>	1.02 <sup>NS</sup>	0.0002 <sup>NS</sup>

\* 顯著性達 5%，\*\* 顯著性達 1%，<sup>NS</sup> 不顯著

“潛在效果”得以發揮，則有待進一步的研究。

本試驗在設定樣區內進行局部之處理，而觀察松鼠之出現與為害之情形，其效果可能受面積之影響，而未見明確。若在大面積造林地內施行普遍性之作業，而在其間取樣，加以觀察則其結果可能較具代表性。

## VI. 結 論

本省柳杉造林地，深受赤腹松鼠啃剝樹皮之為害，而濃密雜亂之林地，却是松鼠最佳之棲息地。若以疏伐或除草切蔓等撫育作業，清理林間棲息環境，可以有效的減少松鼠進入活動，其中尤以強度疏伐之效果最佳。

經撫育過的林內環境，雖可以減少松鼠之入侵，但試圖以此法降低松鼠為害的程度，效果並未顯著。

## 參考文獻

- 1 王德春，1956，台大實驗林溪頭氣象觀測站降雨之分析，台灣森林 2(2): 15~21。
- 2 李玲玲，1981，赤腹松鼠之行爲研究，台灣大學動物學研究所碩士論文，41 pp。
- 3 周蓮香，1983，台北植物園赤腹松鼠之行爲研究，台灣大學動物學研究所碩士論文，79pp。
- 4 郭寶章，1984，松鼠害對造林木生長及木材損害之影響，台灣大學實驗林研究報告，No.149, 20 pp。
- 5 郭寶章、王子定、陳栢蒼、李惠蘭，1984，針葉樹栽植林之林分組成對松鼠為害之影響，台灣大學實驗林研究報告，No.148, 14 pp。
- 6 張萬福，1982，台灣赤腹松鼠活動範圍與食性之研究，東海大學環境科學研究中心印行，26 pp。
7. Aglgren, C. E. 1966. 'Small mammals and reforestation following prescribed burning' J. of Forestry 64 (9): 614-618.
8. Borrecco, J. E., H. C. Black, and E. F. Hooven. 1979. 'Response of small mammals to herbicide-induced habitat changes' Northwest Science 53(2): 97-106.
9. Cook, D. B. 1954. 'Susceptibility of Larch to red squirrel damage' J. of Forestry 52(7): 491-492.
10. Cook, S. E. Jr. 1959. 'The effect of fire on a population of small rodents' Ecology 40(1): 102-108.
11. Davidson, A. M. and W. Adamas. 1973. 'The gray squirrel and tree damage' Quart. J. of Forestry 67:237-247.
12. Fala, R. A. 1975. 'Effects of prescribed burning on small mammal population in a mixed-oak clearcut' J. of Forestry 73(9): 586-587.
13. Flyger, V. F. 1960. 'Movements and home range of the gray squirrel *Sciurus carolinensis*, in two Maryland woodlots'

Ecology 41(2): 365-369.

14. Gashwiler, J. S. 1970. 'Plant and mammal changes on a clearcut in west-central Oregon' Ecology 51(6): 1018-1026.
15. Goertz, J. W. 1964. 'Habitats of three Oregon voles' Ecology 45(4): 846-848.
16. Gullion, G. W., and A. A. Alm. 1983. 'Forest management and ruffed grouse populations in a Minnesota coniferous forest' J. of Forestry 81(8): 529-532.
17. Gunter, G., and L. Eleuterius. 1971. 'Barkeating by the common gray squirrel following a hurricane' American Wildlife Naturalist 85(1): 235.
18. Hosley, N. W. 1928. 'Red squirrel damage to coniferous plantation and its relation to changing food habits' Ecology 9(1): 43-49.
19. Keith, J. O., R. M. Hansen, and A. L. Ward. 1959. 'Effects of 2,4-D on abundance and foods of pocket gophers' J. Wildl. Manage. 23(2): 137-145.
20. Klugh, A. B. 1927. 'Ecology of the red squirrel' J. of Mammal. 8(1): 1-32.
21. Lutz, H. J. 1956. 'Damage to paper birch by red squirrels in Alaska' J. of Forestry 54(1): 31-33.
22. McKeever, S. 1961. 'Relative populations of small mammals in three forest types of northeastern California' Ecology 42(2): 399-402.
23. Patton, D. R. 1977. 'Managing southwestern ponderosa pine for the Abert squirrel' J. of Forestry. 75(5): 264-267.
24. Pike, G.W. 1934. 'Girdling of ponderosa pine by squirrel' J. of Forestry 32(1):98-99.
25. Ratcliff, T. D., D. R. Patton, and P. F. Ffolliott. 1975. 'Ponderosa pine basal area and the Kaibab squirrel' J. of Forestry 73(5): 284-286.
26. Tackle, D. 1957. 'Protection of ponderosa pine cones from cutting by the red squirrel' J. of Forestry 55(6): 446-447.
27. Taylor, J. C. 1966. 'Home range and agonistic behaviour in the gray squirrel' Symp. Zool. Soc. Lond. 18:229-235.
28. Tevis, L. Jr. 1956. 'Effects of a slash burn on forest mice' J. Wildl. Manage. 20(4):405-408.
29. Tietjen, H. P., C. H. Halvorson, P. L. Hegdal, and A. M. Johnson. 1967. '2,4-D herbicide, vegetation, and pocket gopher relationships, Black Mesa, Colorado' Ecology 48(4): 634-643.
30. Vahle, J. R., and D. R. Patton. 1983. 'Red squirrel cover requirements in Arizona mixed conifer forests' J. of Forestry 81(1): 14-15.



# ECOLOGY AND CONTROL OF DEBARKING BY TREE SQUIRRELS

Walter E. Howard  
Professor and Vertebrate Ecologist  
Wildlife and Fisheries Biology  
University of California  
Davis, California 95616, U.S.A.

(Presented at Tree Squirrel Seminar, Chitou Experimental Forest, Department of Forestry, National Taiwan University, Taiwan, Republic of China, 23-24 April 1985.)

## ABSTRACT

The different types of tree squirrel debarking damage to conifers in Taiwan and the United States are compared. Suggestions as to how the tree squirrel problem in Taiwan might be resolved are discussed, using as examples habitat manipulation, neck snares, traps, toxic baits, shooting, and other miscellaneous methods. A great variety of control methods is actually needed because of the diversity in environmental conditions in the different conifer plantations.

Key words: tree squirrel, conifer, debarking, rodent control.

---

## INTRODUCTION

Slides will be used to illustrate the differences in the tree squirrel problem in Taiwan and the United States. In Taiwan the main silviculture problem to conifers is not so much from the girdling of tops of trees but the destruction of the heartwood resulting from fungus infections entering wounds on the tree trunk caused by squirrel debarking. Tops of some trees are killed by girdling, but this is not the main loss to timber production. In contrast, in the United States, the main

silvicultural loss is from immature trees having their tops killed by girdling by the western gray squirrel (Sciurus griseus).

I do not know how much progress has been made with the tree squirrel problem during the past 4 years in Taiwan. My last visit to Taiwan was 29 March-12 April 1981, and the Second Symposium on Ecology and Control of Squirrel in Taiwan (Chitou Experimental Forest, 3-4 April 1981). I also studied the squirrel problem in Taiwan a year earlier, from 14 April-6 July 1980, and participated in the First Symposium at the National Taiwan University Tree Squirrel Workshop 6-7 June 1980.

In 1981 the principal species of squirrels doing the debarking were thought to be the red-bellied tree squirrel (Callosciurus erythraeus), with some damage suspected of being done, mainly in the crowns, by three species of flying squirrels, especially the giant red flying squirrel (Petaurista petaucista), but possibly also the red-and-white flying squirrel (P. alborufus) and the hair-footed flying squirrel (Belomys pearsoni).

Of the introduced conifers, in 1981 those thought to be most frequently debarked by squirrels were cryptomeria (Cryptomeria japonica), China fir (Cunninghamia lauceolata), Lucho pine (Pinus luchuensis), and slash pine (P. ellioti). The most seriously damaged native trees in plantations were incense cedar (Calocedrus formosana) and Luanta fir (Cunninghamia konishii), and, less so, Taiwania (Taiwania cryptomeriodes), Taiwan red pine

(P. Taiwanensis), Taiwan red cypress (Chamaecyparis formosensis), and Taiwan white pine (P. morrisonicola).

After I learn about the research results of the past 4 years from the other speakers, I may need to modify my control recommendations which follow, as I presume much more information is now available concerning many aspects of this subject, including better identification of the nontarget species that need to be considered in control operations in the different plantations. Some examples of nontarget mammals that I am aware of that might be vulnerable include Perny's long-nosed tree squirrel (Dremomys pernyi), wild pigs (Sus scrofa), and carnivores. I am sure much new ecological and silvicultural information is also available about other forestry aspects of the debarking problem.

#### CONTROL METHODS

It should be possible to effectively control the red-bellied tree squirrels without creating serious environmental hazards or having it cost too much. The objective should be preventive control, where very little toxic bait is needed after the first few weeks. Preventive control implies that the pest rodent species is permanently maintained at a very low density. A good way to visualize preventive rodent control is to treat the pest rodents like a serious disease. First, the disease (rodents) must be eliminated, then carefully monitored to prevent any new outbreak of the disease (pest rodents).

Once the squirrels are eliminated or reduced to a tolerable density, then permanent control might be achieved with carefully placed neck snares and kill traps, which do not require frequent inspection.

Because of the diversity of habitat conditions involved in the Taiwan forest plantations, a number of control methods that might be considered are discussed.

1. Habitat manipulation: The distribution of all animals is limited to the suitability of the habitat conditions. Sometimes it is feasible to control rodents by manipulating environmental conditions, but usually they are a pest because man has improved the environment for those species. Tree squirrels, like other species, seldom venture far outside of favorable habitat conditions, even to feed. Consequently, where feasible, habitat manipulation can be a very successful form of tree squirrel control. Monocultural stands of conifer are seldom attacked, except at the edges. But if a few native plant species, such as passion fruit (Passiflora edulis), Ficus beechyuana, oak (Fagaceae), and others are left throughout a plantation, tree squirrels may then travel throughout the plantation in the spring and do debarking.

Even though red-bellied tree squirrels may be forced to travel on the ground between young trees in some plantations, any lethal device left in some of the key squirrel-preferred border trees will surely control them, for I suspect tree squirrels scurry across open areas quickly to get to a desirable sanctuary.

2. Neck snares: I would think that self-locking neck snares could be made from transparent fish-line leader and attached to the upper end of a bamboo or 3-sided wooden tunnel bait box that, to help protect nontarget species, is secured vertically on a tree trunk. These can vary in length from 10 to 30 cm. The bottom end can be covered with wire screen. This would deter animals climbing up the tree from entering and prevent large parts of bait from falling to the ground. Whether it would be necessary to put bait in such a trap to catch red-bellied tree squirrels is not known to me. Initially, I would think it wise to put some sweet potato or wax grain bait in the bait box. The most squirrel-favored native trees are usually easy to identify, and this is where the neck-snare stations should be placed. By using snares on bait boxes placed around the periphery of a plantation needing protection, it may be possible to greatly reduce the debarking that now occurs by preventing any reinvasion of squirrels.

3. Traps: Traps, such as Conibear traps, which are activated when an animal passes through them in either direction, should be effective if used as previously described for snares. They will be more difficult to install than snares. Another effective tree squirrel trap is the modified California-44 type box trap (Joseph Cook, 11508 Keith Drive, Whittier, CA 90606, U.S.A.). Other types of kill traps can also be used effectively in large bait boxes, including common snap rat traps with a strong string. As with snares, select those trees most likely to be visited by tree squirrels for establishing these permanent

trapping sites. I do not know what nontarget hazards exist in Taiwan with the use of snares and these two types of kill traps in conifers.

4. Toxic bait: It seems likely that toxic bait will also be needed for tree squirrel control. If formulated so as to be highly preferred by the squirrels and presented in a way so as not to be attractive or available to nontarget species, the toxic bait should cause only minimal environmental effects. When selecting which rodenticide to use, carefully analyze all possible risks to nontarget species. Factors to consider include how the bait is formulated, its shape and size, and how and when the bait is to be used.

Free-choice bait acceptance tests should also be carried out periodically with toxic and nontoxic bait. Also, quality control of baits is important.

To protect nontarget species, and for economy of bait, Rex Marsh has suggested that rodent wax baits might be formed with a wire mesh inside. This will facilitate fastening the bait to a tree and prevent gnawing by a squirrel to cause large pieces of bait to fall to the ground, creating a hazard to nontarget species.

Another way of preventing large pieces of bait from falling to the ground is to place the bait in bamboo tubes attached vertically on trees with wire mesh at the bottom. These bait boxes can be quite small, 10 mm or so long, much like cups, but

with wire mesh bottoms. Not only will the wire mesh prevent large pieces of bait from falling to the ground, but it will also conserve bait.

Anticoagulant tracking powders might be employed in bamboo bait stations by glueing strips of sponge to the inner sides of the bamboo tubes or wooden bait boxes and periodically spraying the sponges with a liquid anticoagulant rodenticide. This approach might make it possible that the only animal likely to be poisoned would be the one that repeatedly passed through the bait station.

5. Shooting: Shooting has been fairly effective in controlling the western gray squirrel (Sciurus griseus) in some places in western United States where their debarking had become serious, but I suspect the red-bellied tree squirrel is too secretive for shooting to be very effective, and the flying squirrel, of course, is nocturnal.

6. Frightening devices: One type of frightening device that might be worth investigating for use along some young plantation borders are stationary owl models in trees and free-swinging accipiter hawk models suspended from poles. These might at least cause the squirrels to approach only where the best cover is available, and these are the sites where the snares, traps, or toxic baits should be placed. Frightening sounds do not appear practical.

7. Predators: It usually is very difficult to effectively use native or introduced predators to solve a pest rodent problem, although it is thought in the United States that reintroducing the fisher (Martes pennanti) would help check the populations of porcupines (Erethizon dorsatum) and possibly also help control the western gray squirrel.

8. Disease: Creating an epizootic to control rodents has too many hazards to use disease as a control agent.

9. Chemosterilants: Since the major market for birth control chemicals is with humans, many chemical companies will no longer permit their sterilant compounds to be used on rodents because they fear adverse publicity might weaken their primary (human) market, and in the United States it is too costly to register them. Epibloc (alpha-chlorohydrin) is registered in the United States and many other countries. Glyzophrol is registered in Europe and other countries.

10. Pheromones: Pheromones are chemical stimuli (odors) secreted by animals that convey messages to other individuals of the same species. The pheromone messenger substances transmitted between individuals of the same species may relay sexuality or sexual receptiveness or a variety of other messages. In contrast to insects, which respond reflexively, rodents may modify their response to a pheromone stimulus on the basis of other sensory inputs, such as what they also see, hear, touch, or may remember from previous experiences.



Beaver castor (castoreum) is a pheromone used in trapping beaver (Castor canadensis). Similarly, the musk of muskrats (Ondatra zibethicus) has been used in trapping muskrats. Once rodent traps and bait stations have been visited by rodents, they usually become more effective, probably as a result of the odor-marking by the first visitors. More research is needed with the pest species of rodents.

In our tests with rodent pheromones, we have not had any dramatic successes in improving on the control of other field rodents or commensal rodents. However, we think that someday pheromones may be used to increase, at least to some degree, the acceptance of rodent baits, make bait stations more attractive to rodents, and improve the effectiveness of traps and glue boards.

11. Ultrasound: We have never tested an ultrasonic device that was effective in rodent control. Rodents habituate quickly to sounds. Since ultrasonics are highly directional, like light, they do not penetrate materials. Also, they do not project far.

#### CONCLUSION

It is very important to recognize that there is no one way of controlling squirrels that debark trees. A large variety of approaches are needed so that the most efficacious one(s) can be selected for each ecological situation. The integrated approach is best, with a variety of control methods being applied to each situation, and keeping the requirement for lethal methods to a minimum. When lethal methods are needed (snares, traps, poisons and shooting), different methods will be required for different

environmental situations, requiring a variety of bait formulations and different techniques for exposing the bait. When lethal methods are used, practice preventive control by keeping the pest squirrel numbers at very low levels. The control of tree squirrels should be applied ecology, not just the removal of the offending animals.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE

DIRECTIONS FOR CONTROLLING FOX SQUIRRELS BY TRAPPING

STATE OF CALIFORNIA  
DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
WEED AND VERTEBRATE PEST CONTROL

The fox squirrel Sciurus niger introduced to California from other areas of the United States is well established in several locations. Damage to walnut and orange crops and to walnut trees is of economic importance where these squirrels occur in numbers.

One means of controlling the red fox squirrel is through the use of a modified wooden box type gopher trap. These traps are effective and more economical to use than live catch traps.

TRAP CONSTRUCTION. Remove the back of a gopher trap (Figure 1). Lengthen the trigger slot with a rat tail file or pocket knife to permit unhindered trigger swing. This makes it possible for the animal to pass beneath the swinging loop of the unset trap.

A single trap is constructed by the use of hardware cloth to extend and close the open end. This provides additional baiting area and allows the bait to be observed from both ends but prevents the animal from entering except from the front. The trap is secured to a board for placement in a tree.

Dual assembly utilizes two modified traps (Figure 2) placed back to back and secured to a board (1"x4"x18"). A small strip of hardware cloth connects the two and forms a baiting area. Baiting is accomplished by placing a handful of walnut meats through a small door cut in the wire or through the open end of the trap.

PLACEMENT OF TRAPS. Attach the trap assembly with nails driven through the base board into a horizontal limb in a tree where damage is occurring (Figure 3).

BAITING AND SETTING TRAPS. A handful of nut meats placed well behind the trigger mechanism will attract the squirrels. A few may be scattered at the trap entrance also. For best results, baited traps are left unset for several days until the squirrels become accustomed to pushing back the swinging trigger loop to reach the bait. After the squirrels have become familiar with the traps, rebait and set all the triggers. A considerable number of fox squirrels can be taken with relatively few traps if they are kept in continuous operation while damage is occurring. Trapping should be commenced as soon as the first damage is observed.

Tree squirrels (genus Sciurus and Tamiasciurus) are game mammals, but the red fox squirrel when found to be injuring growing crops or property may be taken at any time or in any manner by the owner or tenant or by federal, state or county officers pursuant to provisions of the Agricultural Code pertaining to pests (Sections 3950 and 4152 Calif. Fish and Game Code).

Prepared by:  
Rex E. Marsh, California Department of Agriculture  
Lloyd Plesse, Santa Clara County Department of Agriculture

The trap described above is similar to that described by:  
Becker, E. M. and Kimball, M. H. Walnut Growers Turned Squirrel Catchers  
Diamond Walnut News, May 1947

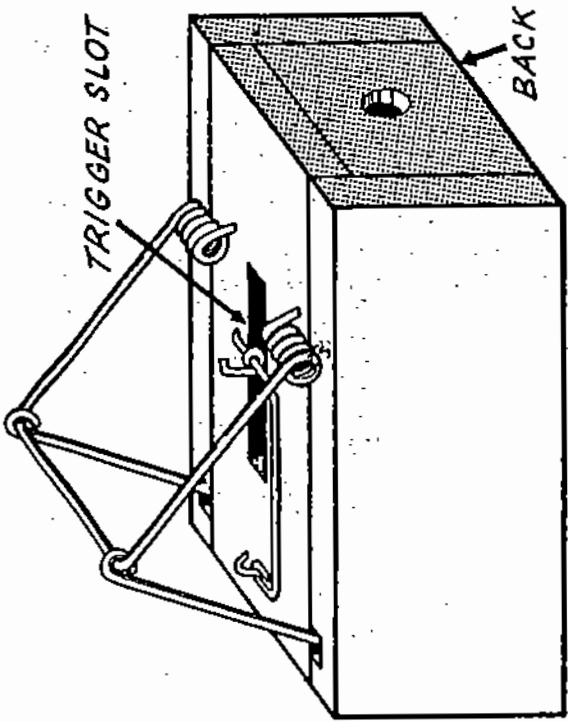


FIGURE 1

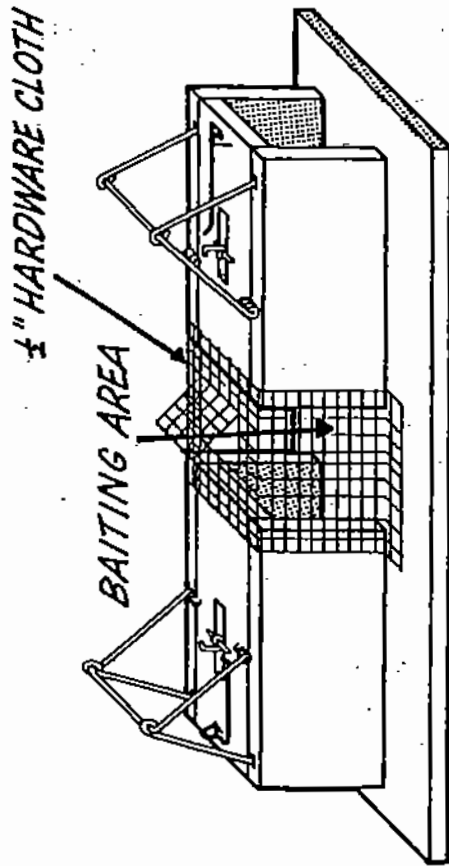


FIGURE 2

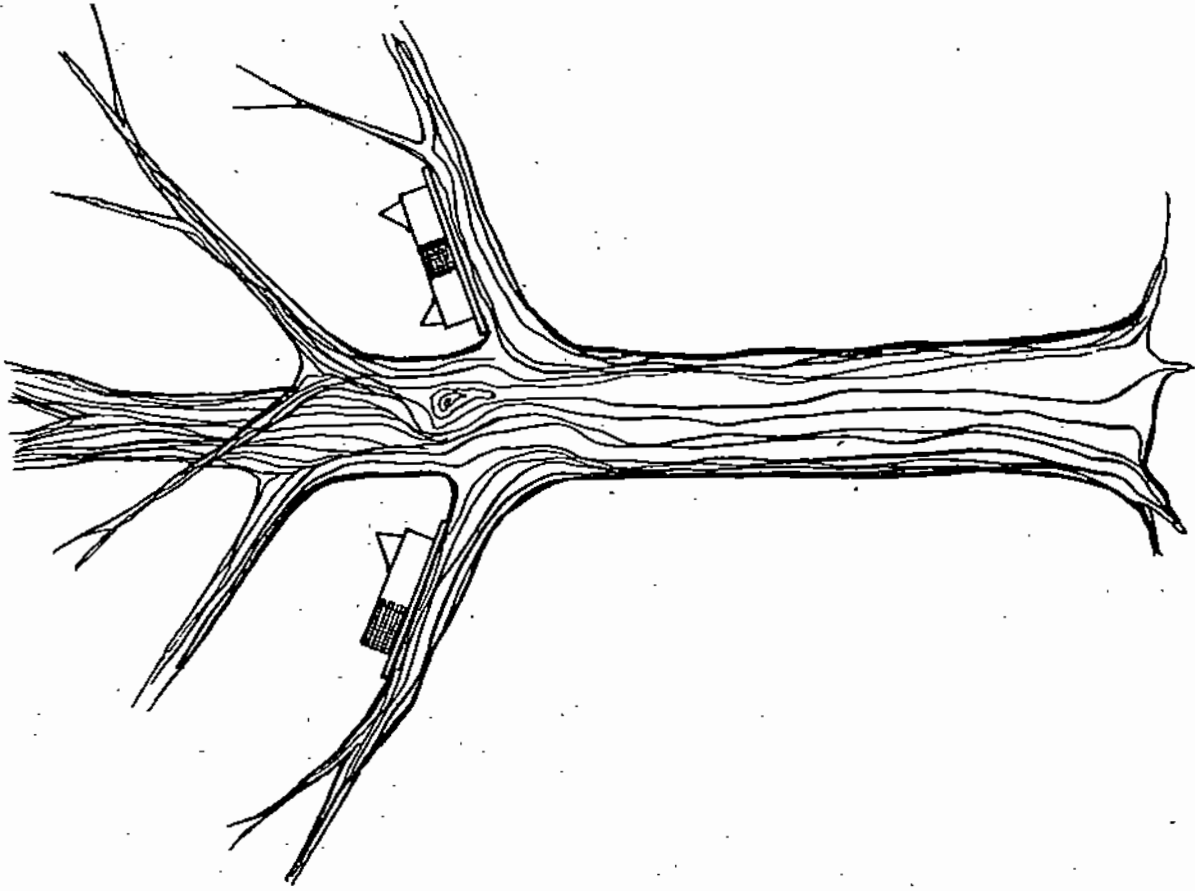


FIGURE 3

# METHODS OF SAFEGUARDING NONTARGET WILDLIFE WHEN CONTROLLING RODENTS\*

Rex E. Marsh  
Lecturer and Specialist in Vertebrate Ecology  
Wildlife and Fisheries Biology  
University of California  
Davis, California 95616, U.S.A.

(Presented by Professor Howard at Tree Squirrel Seminar, Chitou Experimental Forest, Department of Forestry, National Taiwan University, Taiwan, Republic of China, 23-24 April 1985.)

## ABSTRACT

There are many techniques that can be used in Taiwan to safeguard nontarget wildlife when controlling rodents, in addition to wildlife-pesticide education. They include the appropriate selection of rodenticide, bait type and formulation, the rate and distribution of the bait, restricting accessibility of nontarget species to the bait, and timing of control. The importance of the type or kind of grain used for bait, the concentration of toxicant in the bait, artificially colored baits, conditioned aversion, and emetics is also detailed. Innovative baits and bait stations are discussed as they relate to protecting wildlife from exposure. Several examples are given of future directions for continuing efforts to provide new safeguards to nontarget wildlife.

Key words: nontarget wildlife, rodent control, rodent baits, rodenticides, control methods, wildlife protection.

---

\*Much of this material was presented at the Sixteenth Annual Joint Conference of the Western Section of The Wildlife Society and California-Nevada Chapter of the American Fisheries Society, Monterey, California, January 25-26, 1985.

## INTRODUCTION

Whether field (agriculture or forest) rodent control is conducted for public health or economic reasons, the concern over possible adverse effects on nontarget wildlife is long-standing (Gabrielson 1932). Concerns for the welfare of wildlife has increased appreciably over the years, and dramatically so over the last two decades. The intent of this paper is to discuss some technical aspects that play an important role in safeguarding nontarget wildlife when toxic baits are used to control rodents when they become pests, particularly in agriculture and forestry. I hope at least some of the methods discussed and points raised will be applicable to agriculture and forestry in Taiwan.

Lacking data concerning Taiwan, examples will be drawn upon from California. Although millions of acres are protected annually in California through rodent control, the instances of significant wildlife losses are rare and in those instances, there were frequently some rather atypical factors. Improvements in rodent baits and control practices has done much to minimize potential hazards.

Many methods and techniques are used to make rodent control as selective as possible to safeguard wildlife as well as domestic livestock. They include such factors as appropriate selection of rodenticide, bait type and formulation, the rate and distribution of the bait, restricting accessibility of nontarget species to the bait, and timing of control operations.

The role of the pesticide regulatory agencies (federal or state) is a critical safeguard to wildlife because they determine whether a rodenticide will be registered. In the U.S. rodenticides and other pesticides are scrutinized carefully to assess potential hazards to wildlife prior to

registration by the federal Environmental Protection Agency (EPA). The same rodenticides are often further evaluated at the state level in many states, including California. Potential rodenticides will not be granted registration if their use pattern will have a detrimental effect on nontarget wildlife populations.

Regulatory agencies commonly mitigate potential pesticide wildlife problems by placing restrictions on their use or when possible through modifications of use patterns, methods of applications, application rates, or time of application. This is most often accomplished through pesticide-use label directions, but may be further controlled through restrictions or conditions specified in use permits. In the U.S. certain pesticides can be purchased and used only by individuals who have been trained in their proper use. There are also several processes by which registered pesticides can be removed from use if later found to cause unacceptable wildlife losses.

Acute rodenticides used in field rodent control, such as strychnine or zinc phosphide, for the most part are classified as restricted pesticides and can be purchased and used only by certified (trained) applicators. Sodium fluoroacetate (1080) is even more highly regulated, and in California can only be used for field rodent control under the direct supervision of some governmental agency.

#### METHODS AND TECHNIQUES FOR SAFEGUARDING WILDLIFE

Methods and techniques for safeguarding wildlife relate to the selection of the most appropriate rodenticides for the situation, the formulation of the baits, and various use practices. Good baiting practices, rodenticide choice, bait selection, colored baits, conditioned aversion, emetics,

innovative baits, and bait boxes, which are all an integral part of protecting nontarget species, are discussed separately.

### Good Baiting Practices

Good field rodent baiting practices imply that label directions are followed as well as any other practices that are commonly recommended. Such baiting practices are designed not only to achieve maximum pest control, but to provide due consideration to human, domestic animal, and wildlife safety, and to other environmental concerns.

These involve selecting and following recommended application methods, which includes properly calibrating the equipment when bait broadcasting is by mechanical methods to assure that the application rate is accurate to avoid under- or overbaiting. If it is recommended that hand applied baits be placed at specified intervals then this should be followed.

Test baiting and proper timing, relative to bait acceptance and rodent activity, will assure the maximum intake of bait by the target species so there will be a minimum of residual bait. With ground squirrel control, the small amounts of baits placed near the burrow entrance are well scattered to protect cattle and deer.

Good practices include the control of rodents before they reach high populations (i.e., preventative control), for this increases control success and minimizes the amount of rodent bait needed. In rodent control, unlike most insect control, the amount of rodenticide used with most application methods is in direct proportion to the population density and distribution of the pest species. Because of this, the threshold for triggering control is usually relatively low when protecting agricultural crops and reforestation efforts. The establishment of good baiting practices provides both effective



control and serves as insurance against improper baiting or misapplication. At the user's level these practices fit well into the integrated pest management (IPM) concept and they are without a doubt the best safeguards for protecting nontarget wildlife.

#### Rodenticide Choice

The choice of toxicant (i.e., rodenticide) to use for a specific rodent control situation is of foremost importance because other factors such as concentration in the bait, rate of application, and the method and timing of application are often dictated by the rodenticide used and rodent species to be controlled. If there is a choice, select the rodenticide for which the pest rodent is highly susceptible and the wildlife species at potential risk have low susceptibility.

The selection of the most appropriate rodenticide for field and forest rodent control which has minimal potential hazards to specific wildlife is made easier if there is a number of available rodenticides to choose from. The more rodenticide options there are, the more carefully rodent control can be tailored to safeguard wildlife.

#### Bait Composition

Effective rodent control relies on the selection of baits that are highly preferred by the target species and baits that will successfully compete with available natural foods. Grain baits usually are the choice because of their acceptability by the target species, availability, cost, ease of bait preparation, and storage life. Although more costly baits of fresh fruit or vegetables can be highly effective, they may present potential hazards to a greater number of nontarget wildlife depending on how

counterbalance in at least one of the others. Highly efficacious rodenticides and rodent baits lead to less toxicant being placed in the environment and thus provide a better safeguard to wildlife. This is primarily because the more efficacious the bait, the less often it will need to be applied or used. There are innumerable examples of how tailoring bait concentrations to specific rodent species helps protect other species.

#### Timing of Control

The period of control (relative to the time of year) is often important to successful rodent control. If, however, timing is not critical to control success, then timing can be a practical approach to mitigating certain potential risks. For example, the control of meadow mice with broadcast grain bait in alfalfa fields may be postponed until the migratory waterfowl move out of the region. Ground squirrel control with 1080 baits may not be conducted by certain farmers in the fall of the year to avoid any possible secondary hazards to dogs used in the hunting of quail at that time of year.

When controlling nocturnal rodents by broadcast methods, hazard to diurnal species is often minimized by applying the bait in the evening. Much of the bait will be consumed by sunup. Weather can also sometimes be used to advantage. Baits which decompose under wet, rainy conditions may be applied just far enough in advance of a predicted storm to achieve the desired control, knowing that any residual bait will be rendered innocuous by the forthcoming rain. In certain agricultural situations, residual bait following control may be disked or plowed into the soil to make it unavailable to nontarget wildlife that may be at risk.

### Artificially Colored Baits

The value of artificially colored (i.e., dyed) field rodent baits to assist in protecting seed-eating birds was introduced by Kalmbach (1943). Kalmbach and Welch (1946) experimented with green and yellow-colored grains containing the rodenticide strychnine and discovered that the dyed baits were rejected by birds to a much greater degree than undyed baits. Considerably fewer bird fatalities resulted from dyed baits. Current evidence suggests that the dye may not have been alone in producing the desired repelling response from birds, and that a taste-conditioned aversion to strychnine or other acute rodenticides may also be implicated, with the color also serving as a visual cue (Marsh 1983).

The effectiveness of dyed or colored bait relies on the fact that the birds perceive color and use color in selecting or rejecting food items. The evidence suggests that many birds will avoid dyed foods apparently because they appear unnatural. A variety of dyes and pigments, especially those in the bright green and yellow color spectrum, have been used to color rodent baits. Gray and black coloring agents have also been found to repel birds. Rodents, on the other hand, apparently lack true color vision and perceive colors as shades of black and white, and, if the dye is tasteless and odorless, the colors do not seem to influence rodent bait consumption.

More recent studies of artificial coloring to repel birds were conducted by Gaithness and Williams (1971) and Brunner and Coman (1983). Pank (1976) found that certain dyes and coloring agents were of value in reforestation efforts, protecting conifer seeds from unwanted bird consumption.

The dyeing of field rodent baits has been a common practice for safeguarding seed-eating birds in California and elsewhere since the late 1940s (Dana, personal communication; Hayne 1950). The dyeing of baits is

not, however, claimed to be foolproof. There are incidents where birds consumed fatal quantities of dyed bait but significant losses are rare. Birds, such as waterfowl, which have bills instead of beaks and do not pick and choose each food particle, are not protected by dyes. As an aid in protecting other seed-eating birds, the practice of dyeing bait is most advisable. Coloring rodent baits also helps people distinguish toxic baits from food or feed, thus preventing accidents caused by human error.

### Conditioned Aversion

The concentration of the rodenticide in baits may be such that few individual birds or nonrodent mammals will receive a lethal dose even if they consume some bait. Sublethal symptoms from acute rodenticides often occur, causing nontarget animals to stop feeding. This aversion reaction to a bait can be more than a response of the moment and may lead to lasting aversive conditioning. Aversive conditioning is a phenomenon which is synonymous with bait or toxicant-shyness in the target species. Bait aversion results from an atypical feeling or from becoming ill as a result of consuming a sublethal dose of a toxic bait. The aversion is often associated with the carrier, i.e., the food on which the toxicant is applied (Barnett 1975, Bhardwaj and Khan 1977). If this occurs, the animals so influenced will for a time often reject that food, even if it contains no toxicant. In other situations, the aversion is thought to be associated with both the food item and the toxicant. A substantial amount of research has been conducted on the subject of aversion (Riley and Baril 1976), and evidence suggests that a number of different cues (i.e., vision, taste, texture and odor) may be implicated in food aversions (Avery 1984, Fuller and Hay 1983, Mason and Reidinger 1982, Wilcoxon et al. 1971).

Learned aversion is thought to be one of several ways wildlife determine what natural foods are edible and can be consumed safely. Most vertebrates live in an environment filled with plants, fungi, insects, or other potential food items, many of which are highly toxic if consumed. Animals which have evolved in the presence of such toxic foods have developed mechanisms to protect themselves.

Many plants produce defensive chemicals (so-called secondary compounds), some of which are highly toxic. The mechanisms by which animals avoid serious physiological consequences from these plants vary greatly (Freeland and Janzen 1974). Strychnine, red squill, and sodium fluoroacetate (1080), which are used as rodenticides, in fact, are defensive secondary compounds found in plants. It is hypothesized that the phenomenon of conditioned aversion or, more specifically, taste aversion exists because it helps the animal species survive in nature. Some bird and mammal repellents such as methiocarb and lithium chloride work on the basis of conditioned aversion.

Food (bait) associated aversions resulting from initial sublethal ingestions must be considered an important factor in safeguarding nontarget wildlife. The ability of lethal rodenticides to cause aversion varies with the toxicant. The rodenticides strychnine, sodium fluoroacetate, zinc phosphide, phosphorous, red squill, arsenic and ANTU are all known to produce significant aversions. The anticoagulant rodenticides, on the other hand, rarely produce such an aversion.

#### Emetics in Baits

The idea of the use of emetics in toxic bait formulation was advanced by F. E. Garlough of the U.S. Biological Survey (Spencer 1938). Tartar (antimony potassium tartrate) emetic was subsequently used in a number of

bait formulations, particularly in commensal rodent baits, primarily for the protection of pets and humans (Bai and Majumder 1982). Rodents cannot vomit and hence emetics have little effect on them from the standpoint of eliminating poisonous bait from their stomachs. Tartar emetic by itself is somewhat toxic and reduces bait acceptance for the target species and for these reasons has fallen into disuse in the U.S. during the last two decades.

Several rodenticides cause regurgitation or vomiting in some species and thus also act as emetics. Red squill, which is used for Norway rat control, is one such rodenticide, and that is one reason it is considered so safe. It triggers vomiting in cats, dogs, and humans when ingested, and thus the stomach is emptied or partly emptied of the toxicant. Zinc phosphide also acts as an emetic in some species. Most rodents cannot regurgitate or vomit and hence cannot get rid of the toxicant.

#### Innovative Baits and Techniques

Paraffin rodent bait blocks (i.e., cereal baits embedded in melted paraffin and solidified into a block), although initially developed for use in high-humidity or high-moisture situations, have proven very effective in increasing bait selectivity to gnawing rodents (Marsh and Plesse 1960). Paraffin bait blocks are used effectively for controlling both muskrats and Norway rats in rice-growing areas and along agricultural irrigation and drainage water systems in California (Clark 1975, Marsh 1968). Paraffin baits are also extensively used to protect trees and tree crops from rodents in many parts of the world. They offer good selectivity against birds of all sizes and are often attached to the trees. In California citrus and avocados are protected from the roof rat (Rattus rattus) with the use of anticoagulant paraffin baits.

Mouse tubes were another innovative bait formulation and delivery development, which not only was effective in the control of meadow mice, but also protected the bait from most nonrodent species (Libby and Abrams 1966). The treated grain bait was adhered to the inner surface of a hollow cardboard tube (1.75 inches in diameter and 5 inches long) with an edible glue. In essence, the mouse bait tube was a bait-loaded miniature bait station that was formulated as a single unit designed for field use (Marsh et al. 1967). The mouse-tube approach never progressed much further than the experimental stage.

Place packs are commonly used as a means of delivering bait in commensal rodent control, but have not gained much use in field rodent control. Place packs are small cellophane or plastic packets of bait. The rodents must gnaw into them to obtain the bait. In and around buildings, outdoor infestations of Norway rats are often controlled with these packets placed well back into the burrow opening. Such a technique reduces the chances of children or nontarget animals getting them. The approach definitely has a greater place in certain kinds of field rodent control and has yet to be perfected for such pests as pocket gophers and wood rats (Neotoma spp.). I understand this approach is used on tree squirrels in Taiwan.

Small strychnine salt blocks nailed about 10 ft. high on "rest" or "wintering" trees are used to poison porcupines (Erethizon dorsatum) in the forests of the western states. As the blocks were fed upon by a series of porcupines over time they would sometimes break away from the tree attachment and fall to the ground to present a hazard to deer that might find and consume them. To avoid this, small wire baskets are now routinely attached below the strychnine salt blocks to catch any falling pieces of the blocks.

## Bait Stations

The use of bait stations in rodent control principally evolved following the development of the anticoagulant warfarin. Bait stations or boxes were needed to contain sufficient bait to provide the multiple feedings necessary to give a high percentage of rodent control. Bait boxes protect the bait from rain and other adverse weather conditions, but, more importantly, they also protect the bait from nontarget wildlife of a size larger than the openings provided for the rodents and from most birds which will not enter a dark box to feed. The use of bait boxes substantially increases the cost of rodent control, thus are most often used over relatively small acreages or to control rodents to protect high-value crops.

The placement of baits in semi-concealed areas available to the target rodent, but not to wildlife or domestic stock, has long been practiced. Bait placement in the entrance of a wood rat nest or in the mouth of a mountain beaver (Aplodontia rufa) burrow is common in forest rodent control. Small fenced enclosures are sometimes used to exclude livestock and deer from black-tailed jackrabbit (Lepus californicus) baits which are placed in open bait stations or small handful-sized piles (Wetherbee 1967). Scattered baits are ineffective for the black-tailed jackrabbit.

### FUTURE POSSIBILITIES FOR INCREASED SELECTIVITY

The use of avian-specific repellents theoretically may play an important role in the future to safeguard birds from rodent baits. One such potential compound is dimethyl anthranilate (DMA), which has recently been studied by Mason et al. (1983). DMA is a common food flavoring which is repellent to birds but not mammals.



Research on rodent pheromones has not yet reached the stage of practical use in rodent control (Marsh and Howard 1979), yet some potential exists. The right effective pheromone may someday make rodent control more selective and efficient, greatly reducing the amount of bait and toxicant required for control.

The discovery or development of more species specific toxicants is always a possibility for the future; however; because of the limited market potential, this will probably have to come from government-supported research efforts.

#### SUMMARY

Safeguarding wildlife in Taiwan can be enhanced through the proper selection of rodenticides, through bait composition and formulation techniques, and following good baiting procedures. Bait composition includes the selection of grain(s) or other kinds of food items used as bait and how these grains or materials are processed and formulated into a finished product. Size, shape, texture and hardness are bait characteristics which can make them both effective and selective for the target species. Innovative baits and special application approaches such as place packs and bait boxes can be useful in special situations.

The value of artificially coloring baits to repel birds has been proven over the years. The phenomenon of aversive conditioning associated with many rodenticides provides an added safety measure to nontarget species, as also do emetics.

Concern over the protection of nontarget species is long-standing in field rodent control. While considerable progress has been made, there

remains substantial room for new bait application approaches and innovations in formulating baits to further safeguard wildlife, yet continue to be effective in controlling pest field rodents.

#### LITERATURE CITED

- Avery, M. L. 1984. Relative importance of taste and vision in reducing bird damage to crops with methiocarb, a chemical repellent. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 11:299-308.
- Bai, K. M. and S. K. Majumder. 1982. Enhancement of mammalian safety by incorporation of antimony potassium tartrate in zinc phosphide baits. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.* 29:107-114.
- Barnett, S. A. 1975. *The Rat: A study of behavior.* University of Chicago Press, Chicago. 318 pp.
- Bhardwaj, D. and J. A. Khan. 1979. Effect of texture of food on bait-shy behaviour in wild rats (Rattus rattus). *Applied Animal Ethology* 5:361-367.
- Brunner, H. and B. J. Coman. 1983. The ingestion of artificially coloured grain by birds, and its relevance to vertebrate pest control. *Australian Wildlife Research* 10:303-310.
- Caithness, T. A. and G. R. Williams. 1971. Protecting birds from poisoned baits. New Zealand Department of Internal Affairs, Wildlife Publication No. 129. 4 pp.
- Clark, D. O. 1975. *Vertebrate Pest Control Handbook.* State of California, Department of Food and Agriculture. 180 pp.

- Freeland, W. J. and D. H. Janzen. 1974. Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. *American Naturalist* 108(961):269-289.
- Fuller, P. J. and M. E. Hay. 1983. Is glue production by seeds of Salvia columbariae a deterrent to desert granivores? *Ecology* 64(4):960-963.
- Gabrielson, I. N. 1932. Rodent control studies--develop specific methods for different species. US Dept. Agri. Yearbook of Agriculture. pp. 325-328.
- Geis, A. D. and D. B. Hyde, Jr. 1983. Wild bird feeding preferences. National Wildlife Federation Leaflet, 6 pp.
- Gooding, C. D. and L. A. Harrison. 1964. "One-shot" baiting. *J. Agr. West. Aust.* 5:12-15.
- Hayne, D. W. 1950. Mouse populations in orchards and a new method of control. Michigan Agricultural Experiment Station Quarterly Bulletin 33(2):160-168.
- Kalmbach, E. R. 1943. Birds, rodents and colored lethal baits. Transactions North American Wildlife Conference 8:408-416.
- Kalmbach, E. R. and J. F. Welch. 1946. Colored rodent baits and their value in safeguarding birds. *Journal of Wildlife Management* 10(4):353-360.
- Libby, J. L. and J. Abrams. 1966. Anticoagulant rodenticide in paper tubes for control of meadow mice. *Journal of Wildlife Management* 30(3):512-518.
- Marsh, R. E. 1968. Rat control in California agriculture. Pp. 58-66, Proc. Asia-Pacific Interchange--Rodents as Factors in Disease and Economic Loss, June 17-27, 1968. Center for Cultural and Technical Interchange Between East and West, Honolulu, Hawaii. 285 pp.

- Marsh, R. E. 1983. Rodenticide selection and bait composition to minimize potential primary hazard to nontarget species when baiting field rodents. Proc. First Eastern Wildlife Damage Control Conf. (D. J. Decker, Ed.), pp. 155-159. September 27-31, 1983. Cornell University, Ithaca, New York. 378 pp.
- Marsh, R. E., R. E. Cole and W. E. Howard. 1967. Laboratory tests on the effectiveness of Prolin mouse tubes. Journal of Wildlife Management 31(2):342-344.
- Marsh, R. E. and W. E. Howard. 1979. Pheromones (odors) for rodent control. Pest Control Technology 7(6):22-23.
- Marsh, R. E. and L. F. Plesse. 1960. Semipermanent anticoagulant baits. State of California, Department of Agriculture Bulletin 49(3):195-197.
- Mason, J. R., A. H. Arzt and R. F. Reidinger, Jr. 1983. Evaluation of dimethyl anthranilate as a nontoxic starling repellent for feedlot settings. Proc. First Eastern Wildlife Damage Control Conf. (D. J. Decker, Ed.) 259-263, September 27-30, 1983. Cornell University, Ithaca, New York. 378 pp.
- Mason, J. R. and R. F. Reidinger. 1982. Observational learning of food aversions in red-winged blackbirds (Agelaius phoeniceus). Auk 99:548-554.
- Pank, L. F. 1976. Effects of seed and background colors on seed acceptance by birds. Journal of Wildlife Management 40(4):769-774.
- Riley, A. L. and L. L. Baril. 1976. Conditioned taste aversions: A Bibliography. Animal Learning and Behavior 4(1B):1S-13S.
- Spencer, D. A. 1938. Cultural and other methods for the control of injurious wildlife. USDA Bureau of Biological Survey. Wildlife Research and Management Leaflet BS-115. 6 pp.

Wetherbee, F. A. 1967. A method of controlling jack rabbits on a range rehabilitation project in California. Proc. Third Vertebrate Conf. San Francisco, March 7-9, 1967. Univ. of California, Davis. pp. 111-117.

Wilcoxon, H. C., W. B. Dragoin and P. A. Kral. 1971. Illness-induced aversions in rat and quail: Relative salience of visual and gustatory cues. Science 171(3937):826-828.

## 誌 謝 詞

台灣中低海拔林區自天然林型改變後，人工林尤其杉木、柳杉造林木常遭松鼠爲害，林省林業界有鑑及此，乃由林務機構與學術研究單位共同努力研究松鼠之習性、分佈，以及控制、毒殺、捕捉等防治工作，以求對台灣森林之培育，加以保護。

近數年來，本省林業有關學術研究及業務機構先後聯合舉辦三次有關防治松鼠爲害林木之學術研討會。本次承台大森林系教授郭寶章博士悉心籌劃，多方聯繫，親自編校研討會論文集，備極辛勞，深致感謝。美國加州大學教授Dr. Walter E. Howard 先生不辭辛勞，再次蒞台指導，另蒙行政院農業委員會惠撥經費支援此次之學術研討會，國家科學委員會、台灣省林務局、台灣省林業試驗所及台灣大學實驗林管理處均賜予鼎力協助，使此一極具歷史意義之學術活動得以順利進行，謹代表台灣大學森林系敬向有關各單位及熱心參與之個人一併致以最大之謝意。

國立台灣大學森林學系 王連春敬誌