

新竹地區霜毛蝠的族群生態與食性研究(II)



補助機關：行政院農業委員會林務局

委託機關：新竹市政府

執行單位：臺灣蝙蝠學會

計畫主持人：鄭錫奇

協同主持人：周政翰

研究人員：張育誠、張鈞傑、黃光隆、張鈞翔、陳麗玲

中華民國一〇一年十二月

目錄

| | |
|---------------------------|----|
| 摘要..... | 1 |
| 二、研究目的..... | 4 |
| 三、研究方法..... | 5 |
| (一) 群集數量及組成的變動..... | 5 |
| (二) 潛在群集調查..... | 5 |
| (三) 產仔數及生殖成功率計算..... | 6 |
| (四) 活動模式..... | 6 |
| (五) 回聲定位聲音資料及可能的覓食區..... | 6 |
| (六) 以標放個體探討霜毛蝠之棲所忠實度..... | 6 |
| 四、結果..... | 7 |
| (一) 霜毛蝠群集數量與年周期的變動..... | 7 |
| 1.霜毛蝠利用新竹市煙囪棲所年周期的描述..... | 7 |
| (二) 霜毛蝠潛在群集調查..... | 10 |
| 1.煙囪週邊潛在棲所調查..... | 10 |
| 2.週邊房舍..... | 10 |
| 3.新竹山區調查..... | 10 |
| (三) 產仔數及生殖成功率計算..... | 11 |
| 1.生殖及幼蝠成長狀況描述..... | 11 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 2.產仔狀況及生殖成功率..... | 11 |
| (四) 監測比較霜毛蝠的活動模式。..... | 12 |
| (五) 以蝙蝠回聲定位聲音資料探尋可能的覓食區。..... | 12 |
| (六) 以標放個體探討霜毛蝠之棲所忠實度..... | 13 |
| (七) 其他結果..... | 14 |
| 五、討論..... | 15 |
| (一) 棲所利用時間與生殖時間..... | 15 |
| (二) 霜毛蝠棲所與環境氣候與棲所利用關係..... | 16 |
| (三) 霜毛蝠族群變動..... | 16 |
| (四) 棲所忠誠度及潛在的族群量..... | 17 |
| (五) 可能的遷徙途徑..... | 17 |
| (六) 霜毛蝠的保育與建議..... | 18 |
| 參考文獻..... | 19 |
| 附錄：2012 年調查照片..... | 31 |

摘要

霜毛蝠為台灣的罕見蝙蝠物種，可能是全世界分布的最南界。本研究持續調查監測位於新竹市區、也是台灣唯一且重要的生殖群集。霜毛蝠於本（2012）年度4月中旬到達新竹市廢棄煙囪棲所，5月中旬（5月15日）開始產出仔蝠持續至6月下旬；7月中旬觀察到本年度最大外飛數量785隻，顯示絕大部分當年生幼蝠已成長至可獨立飛行；8月間，此群集即因遷徙導致數量持續減少，直到9月下旬（9月29日）霜毛蝠已完全遷離此處。於遷徙期間會短暫棲息在週邊民宅。計算本年度的生殖成功率約為57.63%；而霜毛蝠黃婚外飛的活動模式應為分散型，且群集中絕大部分個體在天全黑前就會飛離棲所。棲所週邊沿線經過頭前溪沿岸直到南寮漁港與頭前溪出海口，有發現有霜毛蝠活動與覓食現象，沿線共域物種有臺灣大蹄鼻蝠、東亞家蝠、堀川氏棕蝠與鼠耳蝠屬蝙蝠。另發現雌性個體隔年返回原棲所的忠誠度約為18.4%，遠高於雄性個體的忠誠度（4.5%）。每月的平均溫度比較現，煙囪內棲所微氣候比新竹地區環境月均溫高出約1度，變化趨勢則與相似，此狀況有助於懷孕期胎兒與生產後的仔蝠的成長，是蝙蝠繁殖族群育幼成功與否相當重要的環境因子。最後，我們也對這群霜毛蝠的保育及煙囪棲所的維護提出建議。

關鍵字：霜毛蝠、年周期、群集量變動、繁殖成功率、活動模式、棲所忠誠度、環境溫度

一、前言

全球約 5,000 多種的哺乳類中，蝙蝠就有 1,116 種 (Wilson and Reeder 2005)，超過所有哺乳類物種的五分之一。臺灣地區已知 80 餘種的陸域哺乳類中，包括了至少 35 種的蝙蝠(鄭錫奇等 2010)，為物種數最豐富的一目(翼手目)，其中至少有 19 種為臺灣特有種或特有亞種(鄭錫奇及張簡琳玟 2009)，足見臺灣蝙蝠物種的多樣性與特有性之高。事實上，近 20 年來，在臺灣哺乳類新種或新紀錄種的發現中，蝙蝠類被新發現或再確認的物種便多達十九種之多(鄭錫奇等 2010)。然而，本研究的物種霜毛蝠 (*Vespertilio sinensis*) 在臺灣早在 1952 年即被發現，但一直相當罕見，一度被學界懷疑是否真的存在臺灣。

霜毛蝠在臺灣的首筆紀錄是由美國學者 David H. Johnson 於 1952 年採自台中縣東勢馬鞍寮的一隻死亡的雄性霜毛蝠個體，之後超過半個世紀的歲月，在國內皆未有任何的捕獲或發現記錄。直到超過半個世紀後的 2006 年始由東海大學林良恭教授研究團隊於雪霸國家公園內的觀霧地區(海拔約 1,900m)，捕獲一隻雌性成體霜毛蝠(陳家鴻等 2007)，而在 2010 年才發現首次出現的群集，也是本計畫觀察研究的對象。2010 年 7 月，於新竹市內一處屬於二次世界大戰遺址的廢棄煙囪內部發現一群蝙蝠群棲息於夾縫處。經臺灣蝙蝠學會與東海大學林良恭教授的捕捉鑑定，確認為罕見的霜毛蝠，該處經估算約有 600-700 隻聚集而成的群集，本次發現為國內第一次發現霜毛蝠棲所的紀錄，而且該處霜毛蝠重要的生殖育幼棲所。這一次的發現與先前發現記錄不同的是，本次是在平地都會區的人工建築物中發現，而且是霜毛蝠的生殖群集。之後，臺灣蝙蝠學會偕同當地志工進行蝠群數量的估算觀察與紀錄，同時也與當地居民進行訪談，以瞭解該蝙蝠群集與該處棲所的歷史與變化。7 月時發現蝠群由最多達 700 多隻，8 月間數量持續減少至月底時完全遷離。當地居民林本同先生的描述，最早約在民國 48 年前後即發現蝠群棲息於該煙囪內，當時數量相當多，可達數千隻至近萬隻。此群霜毛蝠大約在每年的 4 月間(大約是清明前後)開始出現，一直到 9 月中左右(大約是中秋節)才會完全離開此處。這段期間蝠群數量會呈現出鐘形的先增加後下降趨勢。由此可見，此處廢棄的軍事遺址已被蝠群利用逾 50 年之久，幾乎可謂已融入當地的生態環境中，年復一年未曾中斷，屬於長期穩定地利用此處棲所。只

是昔日的蝠群數量比現在的多出很多，每日傍晚外飛活動時甚至有零星個體誤入鄰近民宅內，附近民眾大多知曉此處有蝙蝠棲息。近年新竹市因都市更新、房舍林立，周邊的環境已有大幅改變。

霜毛蝠又稱亞洲雜毛蝠(Asian Parti-colored Bat)，體背暗褐色毛髮，混雜白色長毛，末端呈霜白色，腹部灰白；臉部黑色，嘴吻部突出，兩側有凹陷；耳殼末端鈍圓，耳珠圓曲狀；屬於中型的食蟲性蝙蝠。分布範圍在中國華北一帶、俄國的烏蘇里江流域、韓國、日本和臺灣，臺灣目前看起來應是牠們在全世界分布區域中的最南界。世界自然保育聯盟(the International Union for Conservation of Nature, IUCN)出版的《瀕危物種紅皮書》(IUCN Red List)中列為無危但甚少關注種(Least Concern, LC)，在中國視為低風險且甚少關注種(Low Risk-least concern, LR/lc)，而日本則列為易危或絕種危機 II 類 (Vulnerable, VU)。在日本可以在岩石裂縫處、橋下的空隙、建築物的屋樑與縫隙等處發現生霜毛蝠的殖育幼群集；群集在殖育幼棲所與渡冬棲所間會進行長距離遷徙，而度冬群集以較少的個體數量組成(Fukui 2009)。

2011 年間，臺灣蝙蝠學會研究團隊在新竹市政府與林務局的經費補助與協助下積極針對棲息在新竹市的群集進行調查，此群集為臺灣目前發現唯一的霜毛蝠群集，也是唯一的生殖群集。當年調查發現，首批霜毛蝠遷徙到達此棲所(煙囪)的日期為 3 月 28 日，僅 5 隻個體；之後陸續抵達的群集量在 4 月間為約 200 隻，5 月間最大數量為 573 隻，6 月上旬已發現有仔蝠產出，母蝠每胎僅產 1-2 仔；7 月時發現本群集最大數量達到 1,082 隻；8 月間群集數量逐日遷移離去，從 220 隻降至僅有 69 隻；9 月 2 日僅剩 3 隻，而在 9 月 4 日調查時發現已無任何霜毛蝠留棲於此棲所。當年，我們亦藉由其排遺分析瞭解霜毛蝠的食性，發現牠們取食偏好半翅目(74.36%)與鞘翅目(43.59%)，亦發現雙翅目(30.77%)、鱗翅目(17.95%)、膜翅目(12.82%)與等翅目(7.69%)等昆蟲殘骸。而相對重要性以半翅目(50.61%)最高，其次由高到低分別為鞘翅目(21.7%)、膜翅目(6.51%)、雙翅目(6.35%)、等翅目(3.75%)與鱗翅目(3.02%)。此霜毛蝠群集在新竹市棲息期間雖僅約 5 個多月，但此煙囪與周邊環境對其生存與殖育幼而言相當重要，亦是研究的難得契機。我們在當年的報告書中建議，若能持續監測此物種之族群數量，瞭解

其組成變動、生活史，以及環境之相關因子，將有助於瞭解並保育此特殊而罕見的物種，避免牠們受到生存的危機。

二、研究目的

本計畫的研究目的包括：

- (一)持續監測比較不同年之霜毛蝠群集的數量與組成的變動。
- (二)生殖棲所周邊霜毛蝠潛在群集調查。
- (三)霜毛蝠的產仔數及其繁殖成功率估算。
- (四)監測比較霜毛蝠的活動模式。
- (五)持續以蝙蝠回聲定位聲音資料探尋可能的覓食區。
- (六)以標放個體探討霜毛蝠之棲所忠實度。

三、研究方法

(一) 群集數量及組成的變動

自霜毛蝠群集開始利用新竹市之棲所的日期起(約3月底至4月初),每月進行一次、每次連續2天的群集數量估算。原則上以目視計數法、群集拍攝法或攝影記錄法進行估算。目視計數法為在調查日的黃昏時刻,於視線良好的固定地點目視(必要時可搭配雙筒望遠鏡)估算該霜毛蝠群集於黃昏外飛覓食的數量,其外飛時通常一隻接著一隻或同時數隻外飛。群集拍攝法或攝影記錄法為針對白天棲息於棲所內的群集進行拍攝照片,並逐一計算群集數量;拍攝時會固定在同一拍攝點進行,以減少角度差異造成的觀測誤差。其次在調查期間,每月會以手撈網撈捕方式,在儘可能不干擾主要蝠群棲息的前提下,捕捉群集其中部分個體(約10隻)以進行性別組成分析。捕獲之個體將檢視其性別、年齡、生殖狀態,並進行外部基本形值(如體重、頭體長、尾長、前臂長、腳脛長、耳長、翼展長等)的測量記錄,最後以雌右雄左的方式標識具號碼的翼環,並於黃昏前釋回原群集中。根據每月收集之資料,可瞭解其群集組成,並區分該霜毛蝠群集之懷孕期、生殖期、育幼期等不同階段。

(二) 潛在群集調查

我們想瞭解在新竹地區霜毛蝠是否存在其他可能棲息的處所,於是選擇其他廢棄煙囪進行勘查,並在其可能之活動區域以豎琴網進行捕捉調查。捕捉調查主要在天黑前即選擇鬱閉度良好之林道或步道處架設豎琴網。豎琴網因結構特殊(非霧網材質),雖然不需守候或解網(隔日清晨再進行檢視即可,故可作為整夜捕捉工具,可提高捕捉效率及節省人力),但原則上每一小時應至少巡察一次豎琴網,若有蝙蝠被捕獲,應儘快處理;每小時之捕捉狀況可做為物種夜活動模式(時間)差異之比較。捕獲之個體將檢視其性別、年齡、生殖狀態,並進行外部基本形值的測量記錄,並以雌右雄左的方式標識具號碼的翼環,留置透氣性布袋約2小時後,取其排遺(食性分析用),最後視狀況給予餵食後於原捕捉地釋放。

(三) 產仔數及生殖成功率計算

在進行每月固定之取樣捕捉的同時，當群集中雌蝠開始生產，便可透過觀察檢視群集中雌性個體的生殖育幼狀況，並等母蝠黃昏外飛覓食之際，對幼蝠進行捕捉、形態值記錄與個體標識，以瞭解幼蝠的成長過程；並配合群集變動探討幼蝠在群集中與母蝠的互動行為。在生殖育幼期，同時可以估算生殖率（幼蝠/雌蝠數）及補充率（幼蝠/群集數）等族群參數。

(四) 活動模式

自霜毛蝠群集開始利用新竹市之棲所（約3月底至4月初）起，每月進行一次、每次連續2天進行群集活動模式之觀察記錄，同時配合記錄第一隻出洞時間、50%群集數出洞時間及最後一隻出洞時間，相對應當天之溫度、濕度、照度，藉以探討出洞之活動模式及其影響因素。

(五) 回聲定位聲音資料及可能的覓食區

運用蝙蝠音頻偵測系統（ANABAT System）於夜間在霜毛蝠可能活動的路線或區域內追蹤測錄在野外活動的蝙蝠所發出的超音波（鄭錫奇與周政翰 2007；周政翰與李秉容 2006），並進行音頻特徵分析與種類判別。若發現有霜毛蝠之活動或覓食音波的存在，即可確立其活動覓食地點或範圍。

(六) 以標放個體探討霜毛蝠之棲所忠實度

將在今（2012）年觀察2010至2011年標記的蝙蝠個體返回此棲所（煙囪）的情形，收集個體與性別比例相關資料，藉以瞭解此霜毛蝠群集對於此棲所的忠誠度與雄雌蝠之差異。

四、結果

(一) 霜毛蝠群集數量與年周期的變動

本研究自 2012 年 3 月到 10 月為止，共計進行 64 次調查。今年 3 月 26 日首次現地調查霜毛蝠利用此棲所(煙囪)的情形，結果並無發現任何蝙蝠個體棲居於煙囪內。

1. 霜毛蝠利用新竹市煙囪棲所年周期的描述

(1) 利用棲所的期間

本年度研究人員於 3 月 26 日前往位於新竹市的煙囪棲所調查，檢視所有縫隙並無發現霜毛蝠到達的現象，並且在 6 公尺高排煙渣平台上亦無發現任何霜毛蝠的新鮮排遺；直至 4 月 13 日，研究人員始發現在黃昏時有霜毛蝠外飛，外飛時間約為 18 時 20 分，數量 17 隻。4 月 13 日為本年度首次目視霜毛蝠外飛，9 月 29 日的調查則發現已無外飛蝙蝠，檢視棲所內部亦無霜毛蝠棲息，因此今年霜毛蝠群集棲息利用新竹市的煙囪棲所的日期前後約 5 個半月的時間；遷移至此的時間比 2011 年晚半個月(當年首批遷居至此處的日期為 3 月 28 日的夜間)，而遷離的時間則晚近 25 天(2011 年於 9 月 4 日時完全離開)。

(2) 棲所外目視計數法

A. 4 月份調查

4 月間共計進行 4 次於蝙蝠黃昏外飛時之棲所外目視計數，最大計數量為 248 隻，首隻霜毛蝠外飛的時間略有差異，範圍在 18:06~18:23 之間，相對的光照度範圍為 71~1,065 lux(流明)，最後一隻霜毛蝠外飛時間約為 18:31~18:42，光照度為 0 lux(天已黑暗)或接近 0 lux。

B. 5 月份調查

5 月共計進行 5 次蝙蝠黃昏外飛時之棲所外目視計數，最大計數量為 498 隻，首隻霜毛蝠外飛的時間範圍在 18:17~18:29 之間，相對的外飛時光照度範圍為 159~432 lux，最後一隻霜毛蝠外飛的時間範圍為 18:43~19:06，光照度為 0 lux(天已黑暗)或接近 0 lux。

C. 6 月份調查

6月共計進行6次蝙蝠黃昏外飛時之棲所外目視計數，最大計數量為624隻，首隻霜毛蝠外飛時間範圍在18:06~18:23之間，相對的外飛光照度範圍為232~1890 lux，最後一隻霜毛蝠外飛的時間範圍為19:10~19:20，光照度為0 lux(天已黑暗)。我們在5月15日棲所內部調查時已發現有初生的幼蝠，然該霜毛蝠群集的生殖育幼期一直延續至6月份。

D.7月份調查

7月共計進行6次蝙蝠黃昏外飛時之棲所外目視計數，最大計數量為785隻，首隻霜毛蝠外飛時間範圍在18:07~18:38之間，相對的外飛光照度範圍為221~1612 lux，最後一隻霜毛蝠外飛的時間範圍為19:20~19:28，光照度為0 lux(天已黑暗)。此階段已有許多今年出生之幼蝠成長至可外飛覓食了，因此外飛計數之總群集數量明顯增加。

E.8月份調查

8月共計進行6次蝙蝠黃昏外飛時之棲所外目視計數，最大計數量為165隻，首隻霜毛蝠外飛時間範圍在17:55~18:38之間，相對的外飛光照度範圍為138~329 lux，最後一隻霜毛蝠外飛時間範圍為18:24~19:07，光照度為0 lux(天已黑暗)或接近0 lux。此階段已有許多霜毛蝠個體陸續遷離，群集量明顯銳減，8月30日調查時僅剩下13隻，從外部形態與毛色判斷應皆為當年出生之亞成蝠。

F.9月份調查

9月初調查時發現僅剩下零星個體棲息於煙囪內棲所，故僅進行觀察紀錄共計進行4次棲所外飛觀察，9月8日調查發現首隻外飛蝙蝠時間為18:11，當時相對的外飛光照度為107 lux，總外飛數量僅為13隻，最後一隻外飛霜毛蝠時間為18:24，光照度接近0 lux。直到9月29日調查發現已無外飛蝙蝠，檢視棲所內部亦無任何霜毛蝠棲息。

(3)棲所內部群集觀察(圖1)

4月17日首次進行霜毛蝠本(2012)年度到達棲所後的棲所內部群集調查，當時霜毛蝠的群集數量達約200隻，個體主要棲息躲藏於右側邊裂縫中(照片1)。自5月起每個月均進行棲所內部調查，以瞭解蝙蝠使用棲

所的狀態與群集量的變化情形。

A.5 月份調查

5 月間共計進行 5 次棲所內部勘查，5 月 2 日勘查時發現群聚狀況已明顯可見，蝙蝠個體聚集在排煙渣平台上的左右兩側的牆面上及牆縫內，左側並發現 1 隻高頭蝠(*Scotophilus kuklii* 照片 2)棲息於 1.5 公尺高度牆縫中，這是首次在這個煙囪棲所發現除了霜毛蝠以外的蝙蝠種類棲息。以直接目視估算霜毛蝠的數量，左側數量約 150 隻，右側數量約 350 隻，並發現有 5 隻個體標有翼環，以其左右翼上環的狀況可分出其中 4 隻為雌性個體，1 隻為雄性個體。5 月 15 日棲所內部調查時，雖然也發現有 5 隻上標個體，但全為雌性個體；這次也發現初生的幼蝠掉落，但尚未發現大量產出的幼蝠。5 月 30 日棲所內部調查時發現有 7 隻上標個體，且全為雌性個體。綜合而言，5 月 5 次調查該群集最大的估算量約為 480 隻，群集內標記個體發現最多同時有 7 隻，而且此 7 隻個體皆為母蝠。

B.6 月份調查

6 月間共計進行 4 次棲所內部勘查，在 6 月間已發現有大量幼蝠產出在群集內，4 次調查群集最大的估算量約為 600 隻，然在 6 月 7 日可發現已標記個體最多為 6 隻棲息於群集內，且此 6 個體皆為母蝠。為了增加標放個體，我們於 6 月起持續對於本(2012)年度出生的幼蝠進行標記及測量，一直到 6 月底我們總計隨機取樣新增加的標記個體為 47 隻(其中 29 隻雌性個體，18 隻雄性個體)。

C.7 月份調查

7 月間共計進行 2 次棲所內部勘查，7 月調查時已無發現新生呈肉色的幼蝠。2 次調查中估算族群最大量約為 750 隻，然在 7 月 18 日調查時發現蝙蝠群集數量已明顯下降至約為 400 隻。

D.8 月份調查

8 月間共進行 3 次棲所內部調查，8 月 4 日僅剩下 100 隻(為當月最大族群量)，8 月 15 日為 30 隻，而在 8 月 29 日時則僅剩 20 隻。

E.9 月份調查

9 月初調查時發現，煙囪內棲所的群集數僅剩下 10 餘隻個體棲息，一

直到 9 月 29 日調查發現已無任何個體留棲。

以本（2012）年目視觀察法與棲所內部群集觀察法每月所觀察到的群集最大量作圖（圖 2），發現本年度此二種方法計算或估算的霜毛蝠數量個月的最大量幾乎相似且趨勢相同。

（二）霜毛蝠潛在群集調查

1. 煙囪週邊潛在棲所調查

上年度曾於新竹市煙囪棲所週邊及新竹山區(如清華校園、十八尖山、觀霧、雪見等地)進行網具蝙蝠調查，但並無於野外捕獲任何霜毛蝠個體。本年度則針對於新竹市區週邊的煙囪進行訪查及調查，7 月 26 日經與廠區人員協商並獲首肯後進入台肥廠區內的大型煙囪探查訪視，經訪談後廠區人員告知多數煙囪仍有在使用，所以並無發現蝙蝠棲息，僅有一處煙囪暫無使用（照片 3），研究人員到達此煙囪發現煙囪已封死無法進入，從煙囪的排水孔探尋氣味，並無蝙蝠排遺氣味，煙囪週邊亦無任何蝙蝠排遺，僅在廠區停車區發現一隻東亞家蝠的屍體（照片 4）。

2. 週邊房舍

上年度與本年度進行夜間蝙蝠外飛計數觀察時皆有發現週邊的房舍窗戶的木製夾縫有類似霜毛蝠體型的蝙蝠外飛，高度約接近煙囪內霜毛蝠棲息的高度。另外，上年度 8 月間新竹市府曾有接獲相關民眾通報有蝙蝠闖入或棲息於家中的現象，而本(2012)年度 8 月 30 日新竹市建美路 58 巷一處民宅 4 樓的鐵皮屋夾層中亦發現有霜毛蝠棲息（照片 5），經臺灣蝙蝠學會研究人員前去勘查，確認為霜毛蝠，數量約為 70 隻。之後，本會研究人員每週均前去檢視棲息在該民宅蝙蝠外飛的數量，發現其數量隨著煙囪內霜毛蝠群集遷徙的離開時間大致相同，且有數量遞減趨勢，直至 9 月 29 日已無觀察到任何霜毛蝠自此處飛出。

3. 新竹山區調查

本年度於霜毛蝠遷徙期間於 9 月 25 日至 27 日，我們前往新竹山區-雪霸國家公園觀霧園區進行網具調查及回聲定位資料監測，此地點是臺灣

霜毛蝠野外首筆活體捕獲紀錄的地點(陳家鴻等 2007)，這一趟的調查共計捕獲臺灣小蹄鼻蝠 (*Rhinolophus monoceros*)、絨山蝠 (*Nyctalus plancyi velutinus*)、寬吻鼠耳蝠 (*Myotis latirostris*)、長尾鼠耳蝠 (*Myotis* sp.3)、金芒管鼻蝠 (*Harpiola isodon*)、臺灣管鼻蝠 (*Murina puta*)、黃胸管鼻蝠 (*Mu. bicolor*)、姬管鼻蝠 (*Mu. gracilis*)、摺翅蝠 (*Miniopterus schreibersii*)、寬耳蝠 (*Barbastella leucomelas*) 等 34 隻 10 種蝙蝠；由回聲定位資料分析發現絨山蝠、東亞游離尾蝠 (*Tadarida insignis*)、摺翅蝠、鼠耳蝠屬 (至少 2 種)、家蝠屬、管鼻蝠屬 (至少 2 種) 等 8 種蝙蝠活動音頻，但可惜的是，此次調查仍未捕獲任何霜毛蝠個體與其活動音波的資料。

(三) 產仔數及生殖成功率計算

1. 生殖及幼蝠成長狀況描述

5 月 15 日進行調查時，發現多數蝙蝠體型碩胖，推測此時的懷孕雌蝠應該已經達懷孕後期，但並未發現任何幼蝠；5 月 18 日進行調查時發現有初生(照片 6) (推測應為 1~2 日齡) 的幼蝠掉落，但初生幼蝠數量不多，不易以肉眼直接觀察。6 月 3 日調查時檢視掉落仔蝠發育狀態，可見其已經耳立、開眼、背腹部僅長有細毛、身體皮膚仍可見皺摺，並可發現黃色寄生蟲。飛落仔蝠多數都已有攀爬能力，可自行攀爬回群集，或者會躲入牆面縫隙中。6 月 7 日可以直接以肉眼觀察到大量幼蝠雜於群集中，但仍可持續發現初生的幼蝠，並有部分個體已經長出細毛 (照片 7)；6 月 14 日調查發現仍有肉色幼蝠，代表陸續仍有新的幼蝠生產，另已經有部分幼蝠個體成長至與成蝠類似的體型，惟毛色為銀灰色(可與具暗褐色毛髮的成蝠區分)；7 月 10 調查已無發現初生幼蝠。然而在 7 月 6 日的觀察，霜毛蝠外飛數量大增 785 隻(為本年度所紀錄之最大蝙蝠族群量，此時棲所內部群集聚集照片 8)，此時應是大部分的幼蝠皆已成長至可獨立外飛的狀態，而加入外飛族群所致。

2. 產仔狀況及生殖成功率

本 (2012) 年棲所內部的勘查最早在 5 月 15 日已發現少量的初生仔蝠，故 5 月初的最大外飛數量 498 隻應可視為本年度的生殖母蝠數量。另

本年度棲所調查時亦發現多筆單隻雌蝠哺育兩幼蝠的狀態(照片9)，雖然我們可確定臺灣的霜毛蝠一胎產仔數應是1至2隻仔蝠，但是比例上仍不清楚。若以單一母蝠可以產出1隻或2隻的仔蝠、而且全部母蝠均有生產的話，本年度的仔蝠出生數量應可在498隻至996隻之間；本(2012)年度發現最大外飛量為785隻霜毛蝠，減去5月最大外飛數量498隻，推測本年度長成可獨立飛行的蝙蝠數量為287隻，故年度群集生殖成功率約為28.82%-57.63%之間。當然這是低估之值，因不論任何蝙蝠種類的生殖族群不可能全部雌蝠均能生產。

(四) 監測比較霜毛蝠的活動模式。

根據本(2012)年4到9月的霜毛蝠外飛觀察可發現首隻霜毛蝠外飛的時間落在17:55~18:38之間，lux(流明)數介於71~1,890間，末隻霜毛蝠外飛的期間為18:34~19:28。以不到1,000隻的蝙蝠群集而言，此霜毛蝠群集的黃昏外飛活動模式應為分散型，而且群集中絕大部分的個體在天全黑(lux為0)之前就會飛離棲所。

(五) 以蝙蝠回聲定位聲音資料探尋可能的覓食區。

4月到9月間共計進行約10次蝙蝠回聲定位夜間監測工作，地點涵蓋新竹縣市，西至南寮漁港及頭前溪出海口，東至頭前溪中游段，相關測錄軌跡參考圖3及4，各次調查區域及發現分述如下：

1.5月2日

於新竹市清華大學校園週邊錄音，有發現霜毛蝠活動音頻，共域蝙蝠物種包含家蝠屬蝙蝠及鼠耳蝠屬蝙蝠。

2.7月23日

於新竹縣竹東鎮三角城週邊農地錄音，並無發現任何蝙蝠活動跡象。

3.7月25日

自棲所週邊沿頭前溪至南寮漁港，最終回到十八尖山，可發現霜毛蝠活動與覓食現象，沿線共域物種有家蝠屬蝙蝠(應為東亞家蝠 *Pipistrellus abramus*)、鼠耳蝠屬蝙蝠。

4.7月26日

自棲所週邊沿線經過頭前溪沿岸直到南寮漁港與頭前溪出海口，可發現有霜毛蝠活動與覓食現象，沿線共域物種有臺灣大蹄鼻蝠(*Rhinolophus formosae*)、家蝠屬蝙蝠(應為東亞家蝠 *Pipistrellus abramus*)、鼠耳蝠屬蝙蝠、堀川氏棕蝠(*Eptesicus serotinus horikawai*)。

5.7 月 28 日

於新竹縣芎林鄉週邊進行錄音調查僅發現堀川氏棕蝠、鼠耳蝠屬蝙蝠、家蝠屬蝙蝠等物種活動音頻。

6.7 月 30 日

於新竹縣芎林鄉沿頭前溪週邊進行錄音，有發現霜毛蝠活動音頻，共域蝙蝠物種包含家蝠屬蝙蝠及鼠耳蝠屬蝙蝠。

7.8 月 7 日

於新竹縣芎林鄉延伸至頭前溪另一端中游進行錄音，亦發現霜毛蝠活動音頻，共域蝙蝠物種包含家蝠屬蝙蝠及鼠耳蝠屬蝙蝠。

8.8 月 14 日

調查自新竹縣芎林鄉至新竹市東區進行調查，僅發現東亞家蝠活動。

9.8 月 19 日

自新竹芎林鄉沿竹北頭前溪沿線到新竹市區進行錄音，發現有零星霜毛蝠活動音頻，共域蝙蝠物種包含家蝠屬蝙蝠及鼠耳蝠屬蝙蝠。

10.9 月 3 日

於新竹東區進行錄音，有發現霜毛蝠活動，共域蝙蝠包含高頭蝠、家蝠屬蝙蝠及鼠耳蝠屬蝙蝠。

根據本年度聲音監測結果發現霜毛蝠除了棲所週邊外，多在頭前溪沿線可紀錄到霜毛蝠之活動覓食音頻，沿線共域物種有臺灣大蹄鼻蝠、堀川氏棕蝠、高頭蝠、東亞家蝠及鼠耳蝠屬的蝙蝠。

(六) 以標放個體探討霜毛蝠之棲所忠實度

根據 2010~2011 年的蝙蝠標記個體於今(2012)年返回原棲所(新竹市煙囪)的資料，探討此霜毛蝠群集的棲所忠誠度。結果發現，返回此棲所的已上標個體共有 7 隻，若以 2010 年 7 隻標記個體(5 隻雌性個體與 2 隻雄性

個體)，2011年標記53隻個體(33雌性個體與20雄性個體)，共計60隻總標記個體(38雌性個體與22雄性個體)推估不同性別個體之棲所忠實度發現，雌性個體最多標記隻數為7隻，忠誠度約為18.4%，遠高於僅於5月2日發現一隻次的雄性個體之忠誠度僅為4.5%；而且該雄性個體僅出現於5月分(一次發現紀錄)，而其餘標記之雌性個體於每次棲所內部調查皆可發現(4~7隻)(表2)。

(七) 其他結果

本年度特別針對霜毛蝠個體棲息在排煙渣平面之牆面及頂端之裂縫寬度進行量測，結果發現棲所內部縫隙寬度在2至10公分寬度的空間會被霜毛蝠個體選擇來棲息或躲藏(照片10)。除此之外，本年度仍持續對於棲所內部微氣候自4月至10月霜毛蝠棲息於此棲所時持續進行監測(照片11)，4月時棲所內部的平均溫度為24.0°C，5月時棲所內部的平均溫度為26.5°C，6月時棲所內部的平均溫度為28.2°C，7月時棲所內部的平均溫度為30.8°C，8月時棲所內部的平均溫度為29.0°C，9月時棲所內部的平均溫度為27.9°C，時棲所內部的平均溫度為24.6°C。由此各月份平均溫度的差異可發現，此霜毛蝠生殖群集選擇新竹市廢棄煙囪棲所來棲息與生殖育幼應與棲所內的溫度環境有絕對相關。

五、討論

(一) 棲所利用時間與生殖時間

此霜毛蝠族群在 2011 年首批進入新竹市煙囪內棲住的霜毛蝠之最早時間為 3 月 28 日的夜間(當時僅有 5 隻個體到達)。6 月上旬已有仔蝠產出，當時於黃昏外飛的成蝠(母蝠)數量約在 500 隻左右。在 7 月初外飛的數量則增加到 1,000 多隻(表示有絕大部分的幼蝠成長至可達獨立飛行)，自 7 月中旬起群集數量卻開始逐漸減少，8 月初群集數量驟減至約 200 隻，直至 9 月 4 日時棲所內已無任何霜毛蝠個體留棲。由 3 月 28 日初次發現有蝙蝠個體抵達此棲所，直至 9 月 4 日時完全離開，此霜毛蝠群集在 2011 年利用新竹市煙囪棲所僅約 5 個多月時間(鄭錫奇等 2011)。

而本(2012)年度觀察發現，直到 4 月 13 日才發現首批霜毛蝠遷入此棲所的時間，晚於 2011 年(為 3 月 28 日的夜間)，但霜毛蝠約在 9 月 29 日完全遷離此棲所的時間也晚於 2011 年(於 9 月 4 日時完全離開)。整體而言，霜毛蝠利用此棲所的期間，2012 年與 2011 年大致一樣是為五個多月的時間，但 2012 年的期程比 2011 年晚到，大致相差半個月，而遷離的時間則晚近 25 天。由此可見，臺灣霜毛蝠群集利用新竹市廢棄煙囪作為棲所的時程雖然都在 5 個多月，但不同年度會略有差異，應與大環境的氣候條件有關。

至於生殖時機，今(2012)年度觀察到首次幼蝠產出的時間為 5 月 15 日(中旬)，而此時間與 2011 年度所推論的幼蝠產出時間相當，而這兩年的觀察結果發現，持續至 6 月底都可發現新生仔蝠。故臺灣霜毛蝠的產仔時間應為 5 月中旬至 6 月底。Mukohyama (1996)指出日本霜毛蝠每隻雌蝠於 6 月底至 7 月初產仔，平均產下 2 隻幼蝠，但通常最終只有 1 隻能撫育長大。幼蝠出生後大約 1 個月就會斷奶，8 月上旬雌蝠會停止哺育並開始先行離開繁殖棲所。本研究亦有觀察到部分雌蝠抱養兩幼蝠的現象(照片 10)，可確認臺灣霜毛蝠一胎 1 至 2 隻仔蝠，但若與日本霜毛蝠育幼狀況類似，則年度群集生殖成功率應約接近 50%之間。本研究所記錄的當年出生的幼蝠於 7 至 8 月即可長至成蝠體型，亦與日本地區霜毛蝠的成長情形相類似。

綜言之，臺灣地區的霜毛蝠生殖期較日本地區之霜毛蝠略早且可能較長。

(二) 霜毛蝠棲所與環境氣候與棲所利用關係

為了解新竹地區的環境溫度概況，採用中央氣象局網站 (<http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm>) 提供之新竹地區月均溫資料，霜毛蝠群集棲所內部環境溫度以架設之微氣候記錄器 (HOBO) 紀錄資料為主。霜毛蝠群集利用棲所月份主要為每年 4 至 10 月，因此僅採用該 7 個月的溫度資料進行分析比較。

比較 2011 年與 2012 年新竹地區環境溫度之差異(圖 5)後得知，2011 年 4~5 月月均溫較 2012 年低但 6 月及 8~10 月月均溫卻較 2012 年高，2012 年 7 月均溫則為兩年 4 至 10 月月均溫的最高值。由圖 6 比較 2011 年與 2012 年霜毛蝠群集棲所內部溫度之差異後得知，2011 年 4~5 月月均溫較低但 6 月及 8~10 月月均溫較高，且 2012 年 7 月均溫則為兩年 4 至 10 月月均溫的最高值。

綜觀 2011 年和 2012 年新竹地區環境溫度及棲所內部溫度的差異，可以瞭解兩年的棲所內每月的平均溫度均較戶外環境月均溫高出約 1 度(圖 7)，棲所內環境溫度變化趨勢則與戶外環境相同。兩年的棲所內部溫度最高月均溫均為 30.8°C，分別是 2011 年 8 月和 2012 年 7 月。

由各月份平均溫度的差異可發現，此霜毛蝠生殖群集選擇新竹市廢棄煙囪棲所來棲息與生殖育幼應與棲所內的溫度環境有絕對相關。分析結果顯示霜毛蝠棲所內部溫度皆高出環境溫度 0.4~1.1°C，棲所內部溫度較高，有助於懷孕期胎兒與生產後的仔蝠成長，是蝙蝠繁殖族群育幼成功與否相當重要的環境因子。由 2011~2012 年兩年的周期遷移情形觀察比對，霜毛蝠到達此棲所的時間皆為全年度新竹地區環境氣溫明顯上升之時(約 3、4 月間)，隨著溫度上升，蝙蝠逐漸聚集、生殖育幼，導致族群量隨之增加，當溫度一旦呈現下降趨勢(約 8、9 月間)，蝙蝠群集也開始逐漸遷離，導致數量上明顯地減少(圖 8)。相對的，該霜毛蝠群集年周期遷移情形則和濕度變化沒明顯的相關。

(三) 霜毛蝠族群變動

利用 2010 年 7 月發現該霜毛蝠群集起至 2012 年 9 月止單月所觀察所得群集外飛估算之當月數最大量探討其族群量變動（圖 1），由 2011-2012 年間族群量變動趨勢可發現，該群集數量明顯增加幅度主要有兩個區段，第一個增加區段在於 4-5 月蝙蝠遷徙到達的時期；5-6 月間數量變化不大，此時母蝠陸續產仔；第二個增加區段的期間落在 6-7 月間，當年所生產的仔蝠成長至可以獨立飛行，並於黃昏時與成蝠一起出現外飛覓食。另外，三個年度所顯示的群集量明顯急遽減少的時間落在每年度的 7-8 月間，此時霜毛蝠即開始陸續遷離此棲所，而在 9 月初起則幾乎沒有或僅很少個體留在該棲所。

(四) 棲所忠誠度及潛在的族群量

我們在 2010 及 2011 年總計標放了 60 隻的霜毛蝠，包括 2010 年 7 隻（2 隻雄性個體及 5 隻雌性個體），2011 年 53 隻（20 隻雄性個體及 33 隻雌性個體），2012 年返回此棲所上標個體最大數為 8 隻（1 隻雄性個體及 7 隻雌性個體），雄雌蝠總計的返巢率約為 13.3% 間（8/60），雄性個體 4.5%（1/22），雌性個體 18.4%（7/38）。由此觀之，雌性個體棲所忠誠度超過雌性個體 4 倍以上，因為此棲所為生殖育幼棲所，當年所出生及原棲居此處的雌蝠傾向返回該處繁殖下一代。這與鄭錫奇(2004)研究臺灣葉鼻蝠雌雄個體的棲所忠誠度的結果一致。

由於聚集於此的霜毛蝠群集為生殖群集，幾乎為雌性個體。然而，雄性群集聚集何處？而全臺灣霜毛蝠族群數量為何？也是蝙蝠研究人員一直很好奇的問題。在本計畫嘗試以標放法粗估潛在可能的霜毛蝠族群總量。因為目前僅發現此一霜毛蝠群集，以 2010~2011 年的總捕捉標放之 60 隻為標記數量，2012 年返巢發現量為 8 隻，以及 2012 年調查所發現最大群集（785 隻）為母數，推估所得的族群量約 5,888 隻；然而此棲所的霜毛蝠主要為至此生殖的雌蝠，我們所推估的總族群量為低估量。

(五) 可能的遷徙途徑

2006 年 8 月 26 日陳家鴻等(2007)於雪霸國家公園內海拔約 1,900m 的觀霧地區進行蝙蝠類調查時，捕獲當時唯一一隻的雌性霜毛蝠活體。雖然

我們在 2011 及 2012 年曾在 8-9 月間前往觀霧地區實地調查，但均無所獲。然根據在新竹所測得的蝙蝠回聲定位監測與該棲所群集外飛現象觀察，推論該群霜毛蝠應沿著頭前溪沿岸飛行覓食，然而由觀霧山區水系地形與新竹市地理位置相關性研判，春夏季棲息在新竹市區的霜毛蝠群集若要垂直遷移至山區度冬，頭前河流域是可能的路徑之一。但是否如此，仍待更多調查證實。

(六) 霜毛蝠的保育與建議

今(2012)年臺灣蝙蝠學會邀請的日本蝙蝠學者福井大博士蒞臺進行學術交流。福井大博士曾於日本地區對於日本霜毛蝠進行生活史、蝙蝠遷居及保育皆有豐富經驗與成果(Fukui 2009, Fukui *et al.* 2001)，10月19日我們特請福井大博士前往新竹市棲所勘查瞭解臺灣霜毛蝠棲息生態(照片12)，對於此棲所給予保育(護)措施。現勘之後，福井大博士表示此棲所為目前所知臺灣唯一的霜毛蝠棲所，若要進行安全維護施工，不建議對棲所內直接進行施工，尤其是霜毛蝠棲息所在的裂縫處。本(2012)年度對於棲所內部縫隙進行測量，發現棲所內縫隙最窄處約為2公分，最寬處約為10公分，但觀察發現蝙蝠多自此縫隙處進出此棲所，是故縫隙寬度及所在高度為此霜毛群集會持續利用此棲所的重要使用指標之一。若棲所需進行相關的安全維護工程應選擇非棲居時期(每年9月下旬至隔年的3月上旬)施作，並儘可能維持蝙蝠棲息位置的建築結構(如攀附表面質地、適當的隙縫寬度、排煙渣平台高度等)。此外，於施工期間前應提供足量蝙蝠可以暫棲的空間(如蝙蝠巢箱 Bat box)，以提供該霜毛蝠群集潛在的棲息使用處所。

參考文獻

- 林良恭。1982。臺灣陸生哺乳動物。東海大學生物學研究所碩士論文。380 頁。
- 林良恭、李玲玲。2002。台澎金馬蝙蝠普查報告。行政院農業委員會。
- 林良恭、李玲玲、鄭錫奇。2004。臺灣的蝙蝠(再版)。國立自然科學博物館。177 頁。
- 何英毅。2000。臺灣葉鼻蝠的棲所選擇。臺灣大學動物學研究所碩士論文。76 頁。
- 周政翰、李秉容。2006。淺談 ANABAT 和 Pettersson 蝙蝠超音波偵測系統的優缺點。野生動物保育彙報與通訊 (NOW) 10(2)：35-36 頁。
- 周政翰、鄭錫奇、鄭仔珊、蔡淳淳。2010。食蟲性蝙蝠只喜歡吃昆蟲嗎？野生動物保育彙報及通訊(NOW) 14(1): 14-17。
- 陳兼善(原著)、于名振(增訂)。1984。臺灣脊椎動物誌(下冊)。臺灣商務印書館。457-469 頁。
- 陳怡文。1993。臺灣北部地區東亞家蝠棲所選擇之研究。臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 陳健戊。1998。南投縣中寮地區臺灣葉鼻蝠生殖生態學研究。東海大學生物學研究所碩士論文。
- 陳家鴻、袁守立、陳逸文、林良恭。2007。霜毛蝠的再發現紀錄—兼記觀霧地區的蝙蝠相。自然保育季刊 57：28-32。
- 盧道杰。1988。竹東地區東亞家蝠活動模式之研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文。
- 鄭錫奇。1999。臺灣葉鼻蝠的年齡判別。野生動物保育彙報與通訊 (NOW) 7(2)：10-13。
- 鄭錫奇。2004。臺灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*)族群生態學。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。76 頁。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰、張簡琳玟。2008。談臺灣蝙蝠多樣性與調查方法。自然保育季刊 64：36-42。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰。2010。臺灣蝙蝠圖鑑。行政院農委會特有生物研究保育中心。143 頁。
- 鄭錫奇、周政翰。2007。臺灣地區食蟲性蝙蝠超音波資料庫之建置與應用。野生動

- 物保育與研究學術研討會論文集。199-204 頁。
- 鄭錫奇、周政翰、方引平。2011。新竹地區霜毛蝠的族群生態與食性研究。林務局補助，新竹市政府委託，臺灣蝙蝠學會執行。30 頁。
- 鄭錫奇、張簡琳玟。2008。臺灣蝙蝠的多樣性、研究現況與度冬遷移推論。2008 臺灣蝙蝠研究研討會論文集。臺灣蝙蝠學會。5-20 頁。
- 鄭錫奇、周政翰。2009。蝙蝠類野生動物調查之作業程序。生物資源調查作業程序參考手冊。行政院農委會特有生物研究保育中心。1-16 頁。
- 鄭錫奇、蔡淳淳、周政翰。2009。玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群監測及覓食生態研究(3/3)。內政部營建署玉山國家公園管理處，83 頁。
- 鄭錫奇、蔡碧麗、楊叔錠、張簡琳玟。2009。以黃胸管鼻蝠的度冬族群談臺灣蝙蝠的度冬策略。自然保育季刊 67：75-8。
- 鄭錫奇、張簡琳玟、方引平。2010。1990 年後臺灣新種蝙蝠的發現紀實。野生動物保育彙報及通訊(NOW) 14(1):2-6。
- Fukui, D. 2009. The wild Mammals of Japan. Pp. 91-92. in Ohdachi, S. D., Ishibashi, Y., Iwasa & M. A., Saitoh, T. (eds.), Mammalogical societies of Japan. SHOUKADOH Book Sellers Press, Hokkaido, Japan.
- Fukui, D. and Bat Research Group of Centennial Woods Fan Club 2001. Bats in Mt. Yotei and Niseko range, Hokkaido, Japan, No. 2: seasonal dynamics of Asian Parti-coloured bat *Vespertilio superans* in and around the Centennial Woods, Kutchan. Bulletin of the Otaru Museum 14: 133-138 (in Japanese with English Abstract)
- Funakoshi, K. and Uchida, T. A. 1981. Feeding activity during the breeding season and postnatal growth in the Namie's frosted bat, *Vespertilio superans superans*. Japanese Journal of Ecology 31 : 67-77.
- Kamil, A. C., Krebs, J. R., and Pulliam, H.R. 1987. Foraging behavior, Plenum Press, New York, USA.
- Kenagy, G. J.1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. Ecology 54: 1201-1219.
- Mukohyama, M. 1996. Notes on Breeding Colonies of *Vespertilio superans* Thomas,

- 1899 in Aomori Prefecture, Japan. *Journal of the Natural History of Aomori* 1: 9-12
(in Japanese)
- Neuweiler, G. 2003. Evolutionary aspects of bat echolocation. *Journal of Comparative Physiology. Part A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* **189**:245-256.
- Oates, J. F. 1987. Food distribution and foraging behavior. Pp. 197-209. *in* Smuts, D. L., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W. & T. T. Struhsaker (eds.), *Primate societies*. The University Of Chicago Press, Chicago, USA.
- Schnitzler, H. U. and E. K. V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience* **51**:557-569.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. In (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.) *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, 3rd ed. Vol. 1, pp. 312-529. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Simmons, J. A., M. B. Fenton, and M. J. O'Farrell. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science* **203**:16-21.
- Wilson and Reeder. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*, Johns Hopkins University Press.

表 1 自 2010 年至 2012 年新竹地區霜毛蝠群集取樣標記紀錄

| 序號 | 日期 | 性別 | 體重g | 前臂長mm | 上標編號 |
|----|----------|----|------|-------|------------|
| 1 | 20100831 | M | 13.5 | 47.18 | CHCM00150藍 |
| 2 | 20100831 | M | 14.3 | 48.25 | CHCM00149藍 |
| 3 | 20100831 | F | 18.8 | 52.77 | CHCM00125紅 |
| 4 | 20100831 | F | 15 | 49.07 | CHCM00124紅 |
| 5 | 20100831 | F | 15.5 | 49.45 | CHCM00123紅 |
| 6 | 20100831 | F | 16.8 | 49.3 | CHCM00122紅 |
| 7 | 20100901 | F | 18.8 | 49.93 | CHCM00121紅 |
| 8 | 20110525 | F | 21.5 | 46.3 | CHCL00088 |
| 9 | 20110525 | F | 25.2 | 50.0 | CHCL00089 |
| 10 | 20110525 | F | 21.7 | 51.1 | CHCL00090 |
| 11 | 20110608 | F | 7.1 | 27.5 | CHCM00019 |
| 12 | 20110609 | M | 4.8 | 20.1 | CHCM00038 |
| 13 | 20110609 | M | 4.1 | 17.9 | CHCM00039 |
| 14 | 20110609 | F | 9.6 | 31.8 | CHCM00040 |
| 15 | 20110609 | F | 7.3 | 24.4 | CHCM00041 |
| 16 | 20110609 | F | 5.2 | 22.2 | CHCM00042 |
| 17 | 20110609 | F | 8.9 | 26.9 | CHCM00043 |
| 18 | 20110609 | M | 4.8 | 19.0 | CHCM00044 |
| 19 | 20110609 | M | 3.7 | 21.0 | CHCM00045 |
| 20 | 20110609 | F | 4.9 | 20.2 | CHCM00046 |
| 21 | 20110609 | M | 6.9 | 29.2 | CHCM00047 |
| 22 | 20110609 | M | 8.6 | 33.9 | CHCM00048 |
| 23 | 20110609 | M | 10.5 | 33.6 | CHCM00049 |
| 24 | 20110609 | F | 7.0 | 25.9 | CHCM00050 |
| 25 | 20110616 | M | 9.2 | 32.2 | CHCM00032 |
| 26 | 20110616 | F | 13.1 | 41.1 | CHCM00033 |
| 27 | 20110616 | M | 9.8 | 36.4 | CHCM00034 |
| 28 | 20110616 | F | 7.9 | 26.6 | CHCM00035 |
| 29 | 20110616 | M | 5.9 | 23.0 | CHCM00036 |
| 30 | 20110616 | M | 11.7 | 47.9 | CHCM00037 |
| 31 | 20110621 | M | 13.0 | 43.9 | CHCM00031 |
| 32 | 20110629 | M | 14.3 | 45.9 | CHCM00020 |
| 33 | 20110629 | M | 13.4 | 47.6 | CHCM00021 |
| 34 | 20110629 | F | 14.5 | 47.3 | CHCM00022 |
| 35 | 20110629 | M | 13.5 | 45.2 | CHCM00023 |
| 36 | 20110629 | F | 14.1 | 47.1 | CHCM00024 |
| 37 | 20110629 | F | 11.8 | 45.3 | CHCM00025 |
| 38 | 20110629 | M | 13.0 | 44.3 | CHCM00026 |

| 序號 | 日期 | 性別 | 體重g | 前臂長mm | 上標編號 |
|----|----------|----|------|-------|------------|
| 39 | 20110629 | M | 11.7 | 44.8 | CHCM00027 |
| 40 | 20110629 | F | 14.0 | 44.5 | CHCM00028 |
| 41 | 20110705 | M | 13.0 | 45.5 | CHCM00029 |
| 42 | 20110705 | M | 16.0 | 48.9 | CHCM00030 |
| 43 | 20110705 | F | 17.5 | 49.3 | CHCM00101紅 |
| 44 | 20110726 | F | 17.0 | 47.7 | TESRIZ253 |
| 45 | 20110726 | F | 19.0 | 52.2 | TESRIZ254 |
| 46 | 20110726 | F | 15.0 | 50.9 | TESRIZ255 |
| 47 | 20110726 | F | 16.5 | 51.9 | TESRIZ256 |
| 48 | 20110726 | F | 15.5 | 50.0 | TESRIZ257 |
| 49 | 20110726 | F | 15.5 | 50.6 | TESRIZ258 |
| 50 | 20110726 | F | 18.0 | 49.1 | TESRIZ259 |
| 51 | 20110726 | F | 13.5 | 49.9 | TESRIZ261 |
| 52 | 20110726 | F | 13.5 | 50.7 | TESRIZ262 |
| 53 | 20110726 | F | 17.5 | 49.9 | TESRIZ263 |
| 54 | 20110726 | F | 13.5 | 50.8 | TESRIZ260 |
| 55 | 20110726 | F | 17.0 | 48.4 | TESRIZ264 |
| 56 | 20110726 | F | 17.5 | 47.8 | TESRIZ265 |
| 57 | 20110726 | M | 14.5 | 48.0 | TESRIZ266 |
| 58 | 20110726 | F | 13.5 | 45.7 | TESRIZ267 |
| 59 | 20110726 | F | 13.0 | 49.6 | TESRIZ268 |
| 60 | 20110726 | F | 20.0 | 50.4 | TESRIZ269 |
| 61 | 20120607 | F | 19.5 | 50.4 | TESRIV151 |
| 62 | 20120607 | M | 13.2 | 39.1 | TESRIV152 |
| 63 | 20120607 | M | 11.1 | 35.6 | TESRIV153 |
| 64 | 20120607 | F | 10.9 | 34.6 | TESRIV154 |
| 65 | 20120607 | M | 10.5 | 36.6 | TESRIV155 |
| 66 | 20120607 | F | 14.6 | 43.4 | TESRIV156 |
| 67 | 20120607 | F | 6.6 | 29.7 | TESRIV157 |
| 68 | 20120607 | F | 6.9 | 29.4 | TESRIV158 |
| 69 | 20120607 | F | 15.1 | 46.0 | TESRIV159 |
| 70 | 20120607 | F | 9.0 | 35.4 | TESRIV160 |
| 71 | 20120607 | M | 11.3 | 38.5 | TESRIV161 |
| 72 | 20120607 | M | 11.3 | 39.9 | TESRIV162 |
| 73 | 20120607 | M | 8.3 | 32.7 | TESRIV163 |
| 74 | 20120607 | M | 12.0 | 39.2 | TESRIV164 |
| 75 | 20120607 | F | 10.5 | 33.2 | TESRIV165 |
| 76 | 20120607 | F | 7.5 | 26.1 | TESRIV166 |
| 77 | 20120607 | F | 11.5 | 35.2 | TESRIV167 |

| 序號 | 日期 | 性別 | 體重g | 前臂長mm | 上標編號 |
|-----|----------|----|------|-------|-----------|
| 78 | 20120607 | F | 7.8 | 25.3 | TESRIV168 |
| 79 | 20120607 | M | 8.5 | 29.7 | TESRIV169 |
| 80 | 20120621 | M | 11.0 | 43.8 | TESRIV170 |
| 81 | 20120621 | F | 10.8 | 38.9 | TESRIV171 |
| 82 | 20120621 | F | 17.0 | 48.4 | TESRIV172 |
| 83 | 20120621 | F | 12.6 | 45.5 | TESRIV173 |
| 84 | 20120621 | F | 10.2 | 38.7 | TESRIV174 |
| 85 | 20120621 | M | 11.8 | 41.9 | TESRIV175 |
| 86 | 20120621 | F | 19.3 | 50.0 | TESRIV176 |
| 87 | 20120621 | F | 16.9 | 49.4 | TESRIV177 |
| 88 | 20120621 | F | 13.3 | 45.1 | TESRIV178 |
| 89 | 20120621 | F | 14.7 | 50.00 | TESRIV179 |
| 90 | 20120621 | F | 15.5 | 45.5 | TESRIV180 |
| 91 | 20120621 | F | 10.8 | 37.6 | TESRIV181 |
| 92 | 20120621 | M | 15.4 | 47.4 | TESRIV182 |
| 93 | 20120621 | F | 14.1 | 44.7 | TESRIV183 |
| 94 | 20120621 | M | 13.6 | 47.8 | TESRIV184 |
| 95 | 20120621 | M | 11.2 | 46.3 | TESRIV185 |
| 96 | 20120621 | F | 14.2 | 41.0 | TESRIV186 |
| 97 | 20120621 | M | 12.3 | 43.1 | TESRIV187 |
| 98 | 20120621 | F | 14.2 | 45.5 | TESRIV188 |
| 99 | 20120621 | M | 13.2 | 42.8 | TESRIV189 |
| 100 | 20120621 | F | 15.7 | 48.0 | TESRIV190 |
| 101 | 20120621 | F | 11.2 | 36.4 | TESRIV191 |
| 102 | 20120621 | M | 14.5 | 47.7 | TESRIV192 |
| 103 | 20120621 | F | 13.5 | 43.5 | TESRIV193 |
| 104 | 20120621 | F | 14.5 | 48.7 | TESRIV194 |
| 105 | 20120621 | M | 11.8 | 39.9 | TESRIV195 |
| 106 | 20120621 | F | 13.6 | 40.9 | TESRIV196 |
| 107 | 20120621 | M | 13.4 | 46.1 | TESRIV197 |

註：M 雄性；F 雌性。

表 2 2010~2012 年新竹地區標記霜毛蝠雌雄數量與忠誠度估算

| | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 忠誠度 | |
|-------------|------|---|------|----|------|----|-------|-------|
| | M | F | M | F | M | F | M | F |
| 上標個 體數 | 2 | 5 | 20 | 33 | 18 | 29 | 40 | 67 |
| 2012年調查檢視日期 | | | | | | | | |
| 5月02日 | | | | | 1 | 4 | 0.045 | 0.105 |
| 5月15日 | | | | | 0 | 5 | 0 | 0.132 |
| 5月18日 | | | | | 0 | 5 | 0 | 0.132 |
| 5月23日 | | | | | 0 | 4 | 0 | 0.105 |
| 5月30日 | | | | | 0 | 7 | 0 | 0.184 |
| 6月03日 | | | | | 0 | 5 | 0 | 0.132 |
| 最大數 | | | | | 1 | 7 | 0.045 | 0.184 |

註：M 雄性；F 雌性。忠誠度 = 該次調查上標個體數/總上標隻數。

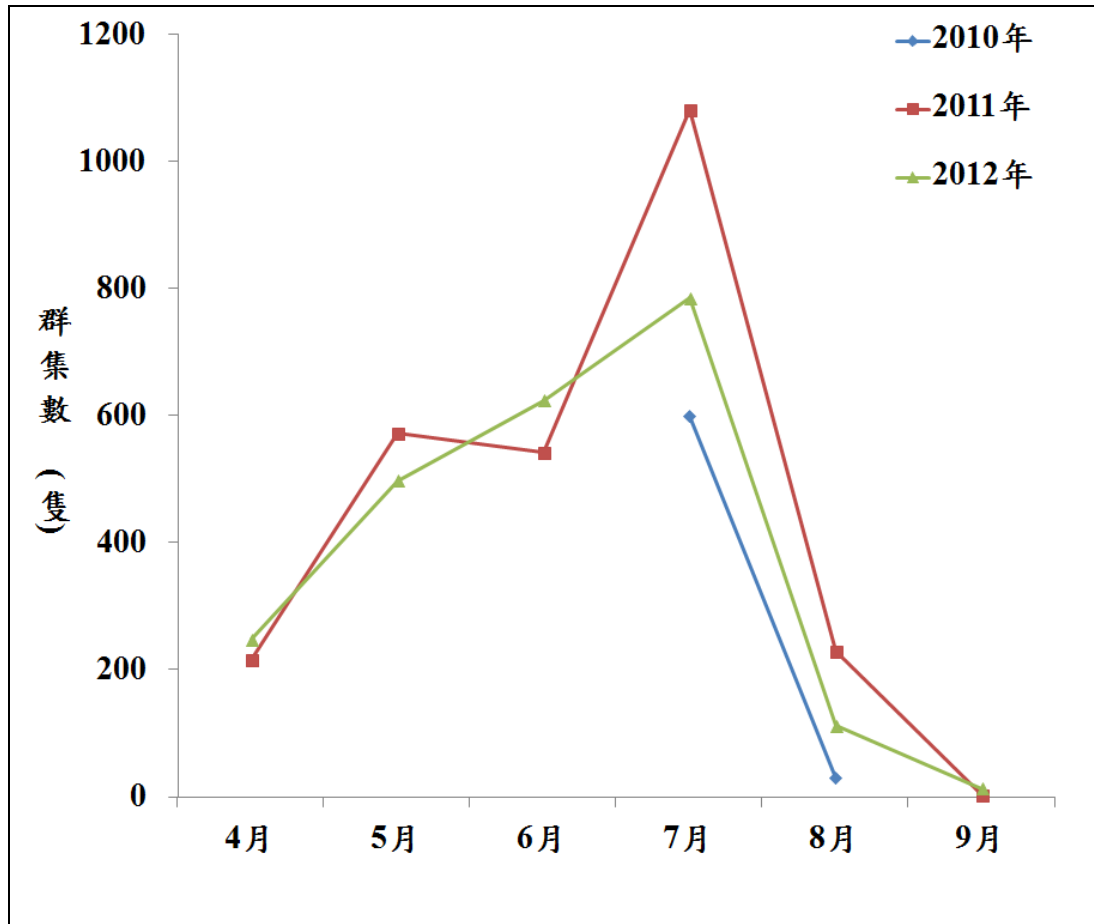


圖 1 自 2010 至 2012 年 4~9 月間每月霜毛蝠群集最大估算量之變動情形。霜毛蝠群集首次發現日期為 2010 年 7 月。橫軸為月份，縱軸為群集數量（隻）。

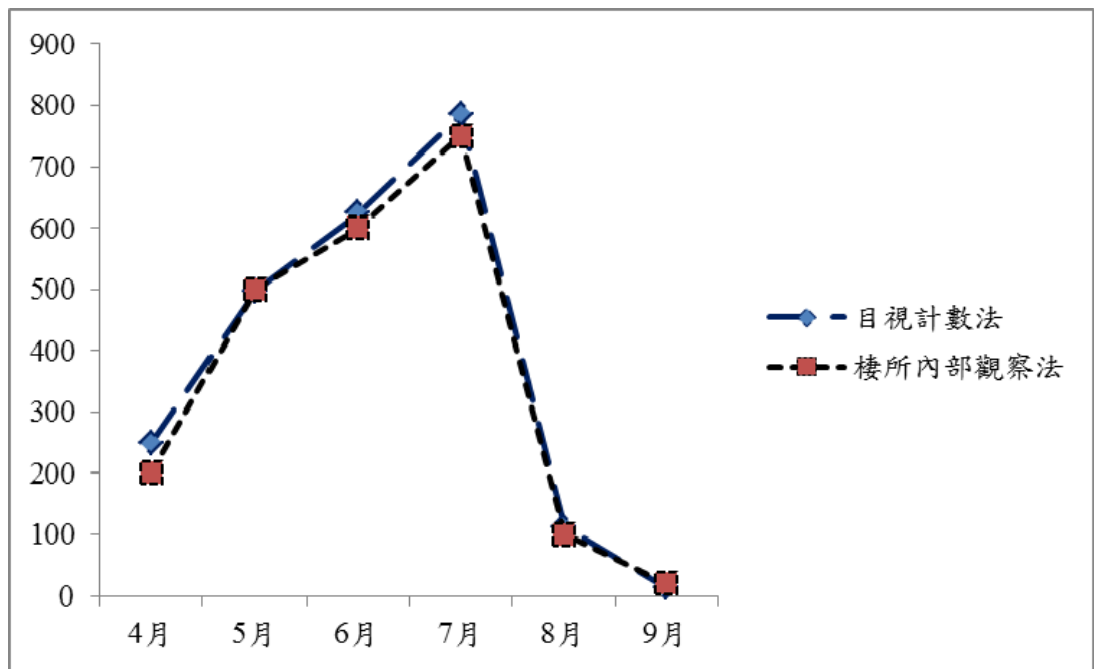


圖 2 2012 年 4-9 月間棲所外目視計數法與棲所內觀察法估算霜毛蝠每月群集最大量變動情形。橫軸為月份，縱軸為群集數量（隻數）。

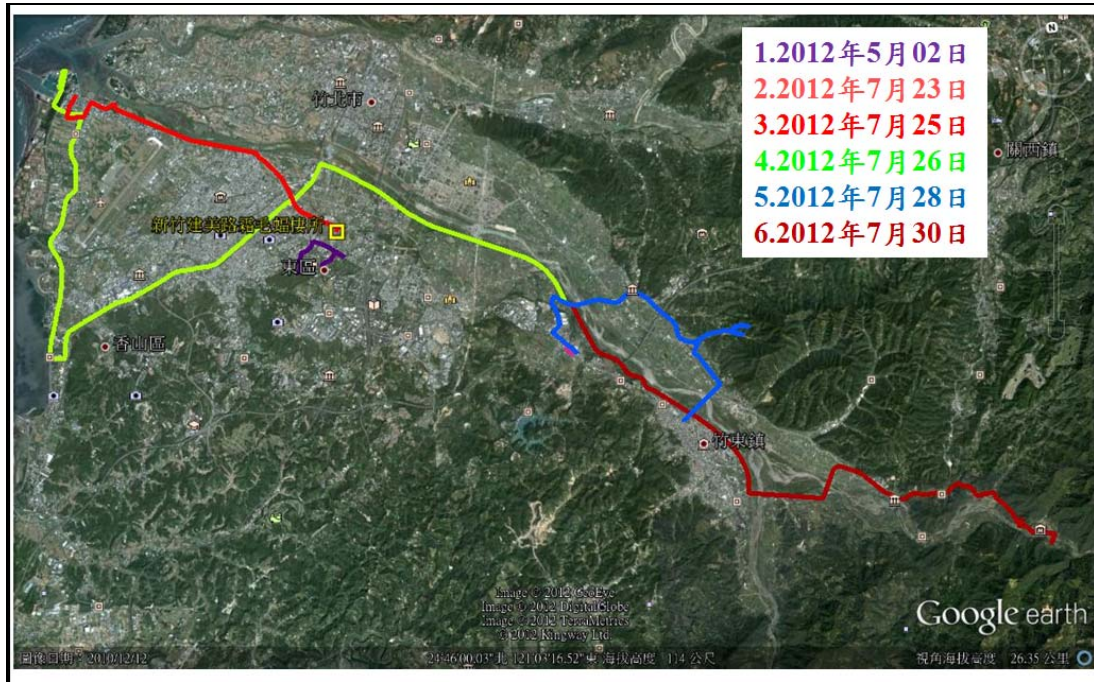


圖 3 2012 年 5 月及 7 月以蝙蝠回聲定位監測法追蹤新竹地區霜毛蝠可能的覓食區域。



圖 4 2012 年 7 月及 8 月以蝙蝠回聲定位監測法追蹤新竹地區霜毛蝠可能的覓食區域。

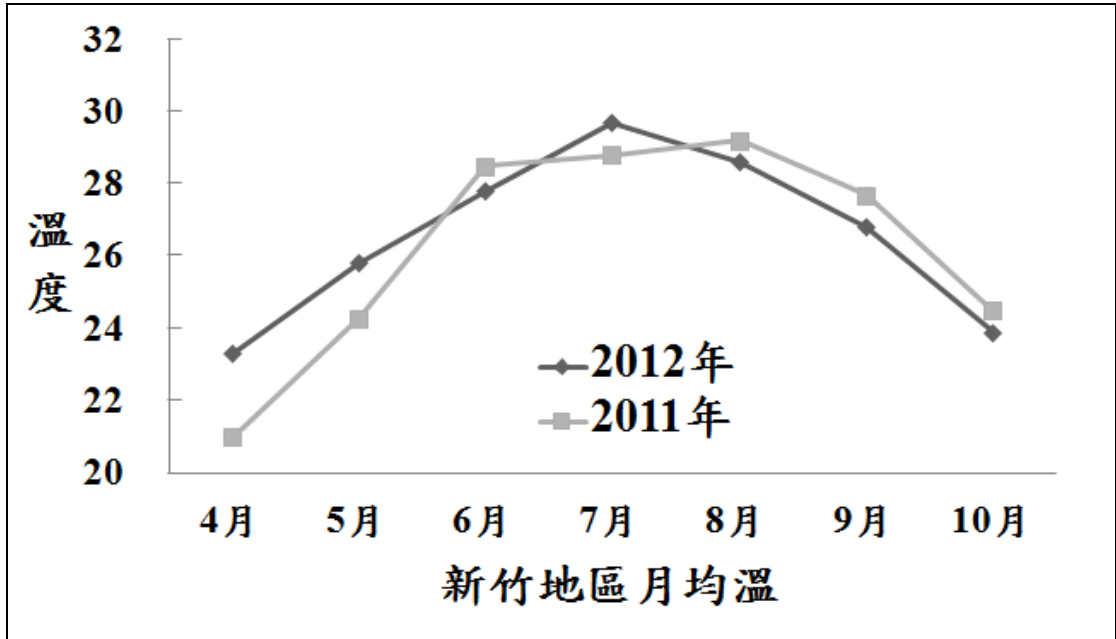


圖 5 新竹地區 2011 年和 2012 年 4 至 10 月間每月平均溫度(°C)變化趨勢與差異。橫軸為月份，左縱軸為溫度。(資料來源：中央氣象局新竹測站)

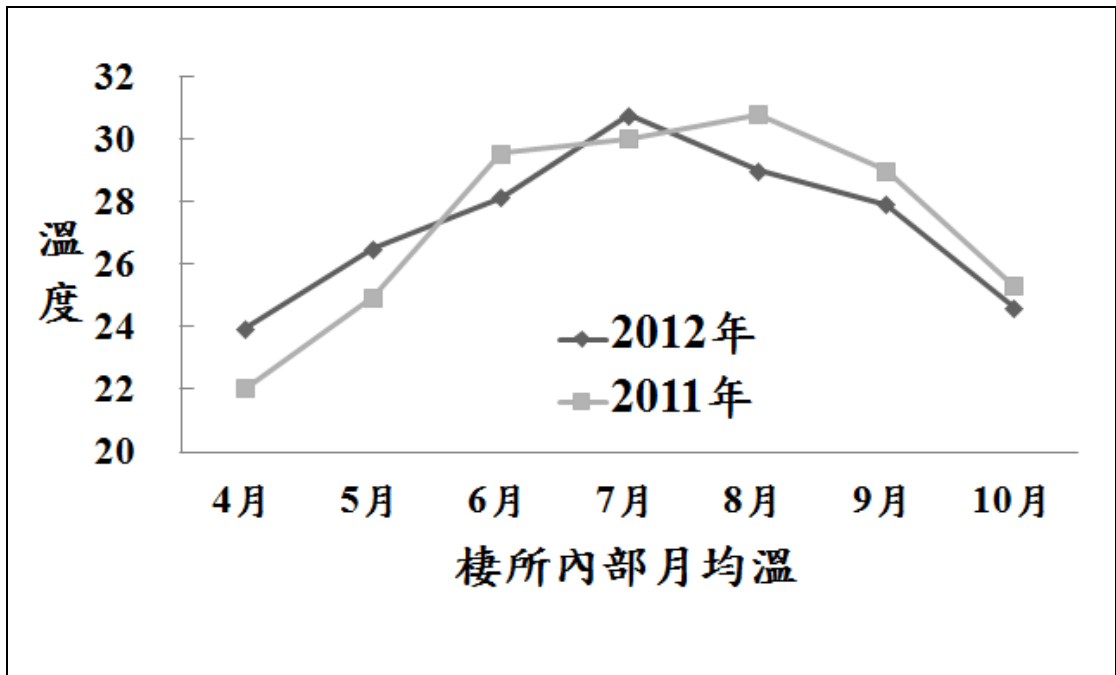


圖 6 新竹地區霜毛蝠棲所內於 2011 年和 2012 年 4 至 10 月間每月平均溫度(°C)變化趨勢與差異。橫軸為月份，左縱軸為溫度。(資料來源：微氣候記錄儀)

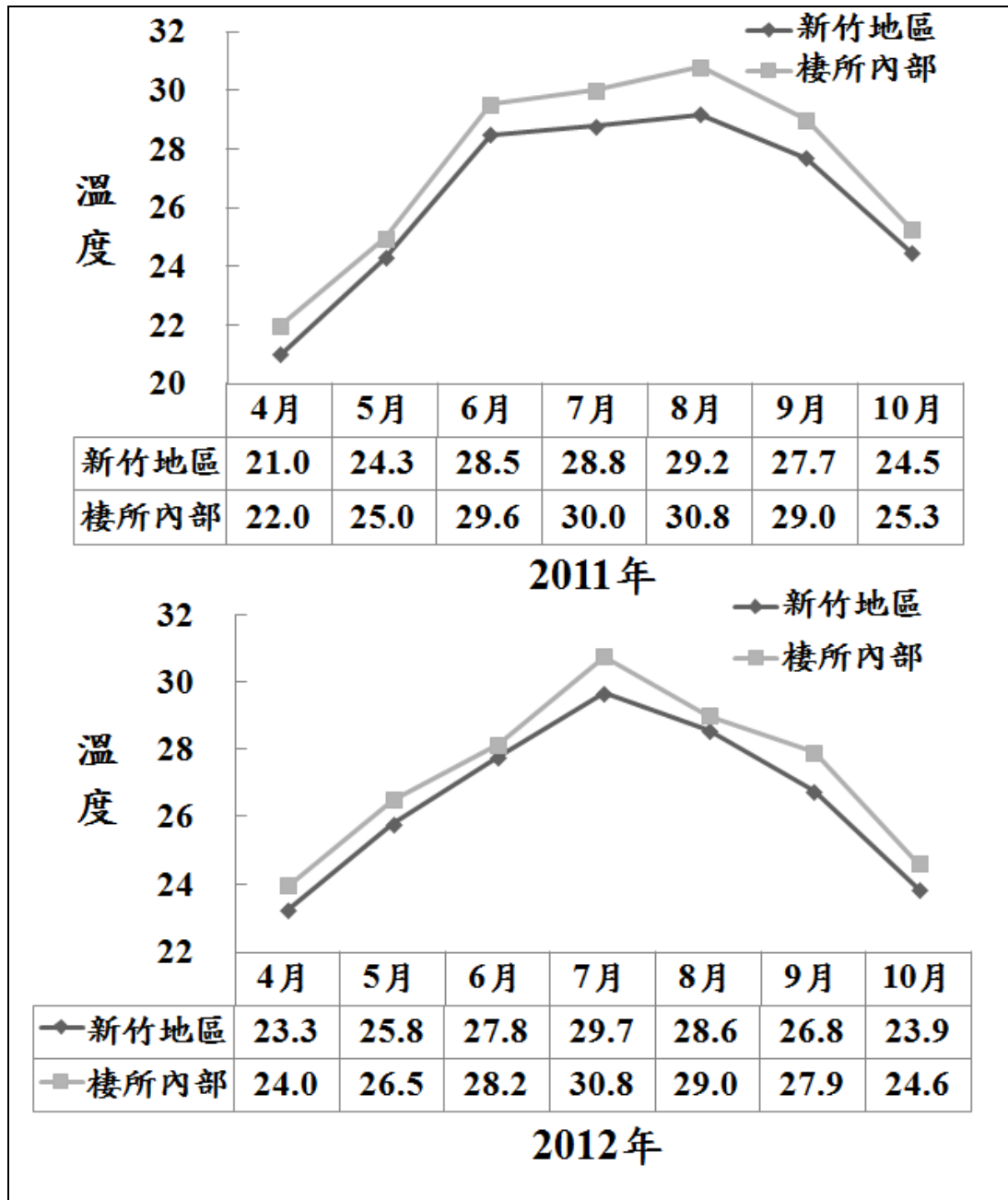
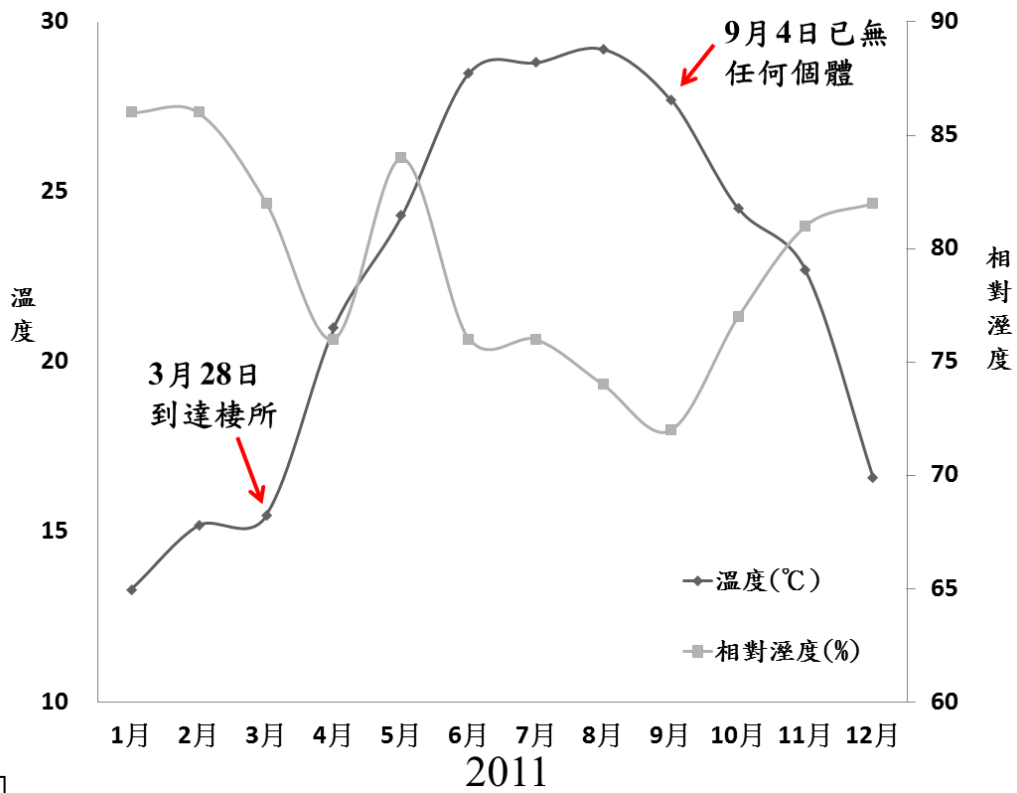


圖 7 2011 年和 2012 年 4 至 10 月新竹地區環境及霜毛蝠棲所內部每月平均溫度(°C) 變化趨勢與差異。橫軸為月份，左縱軸為溫度。

A



B

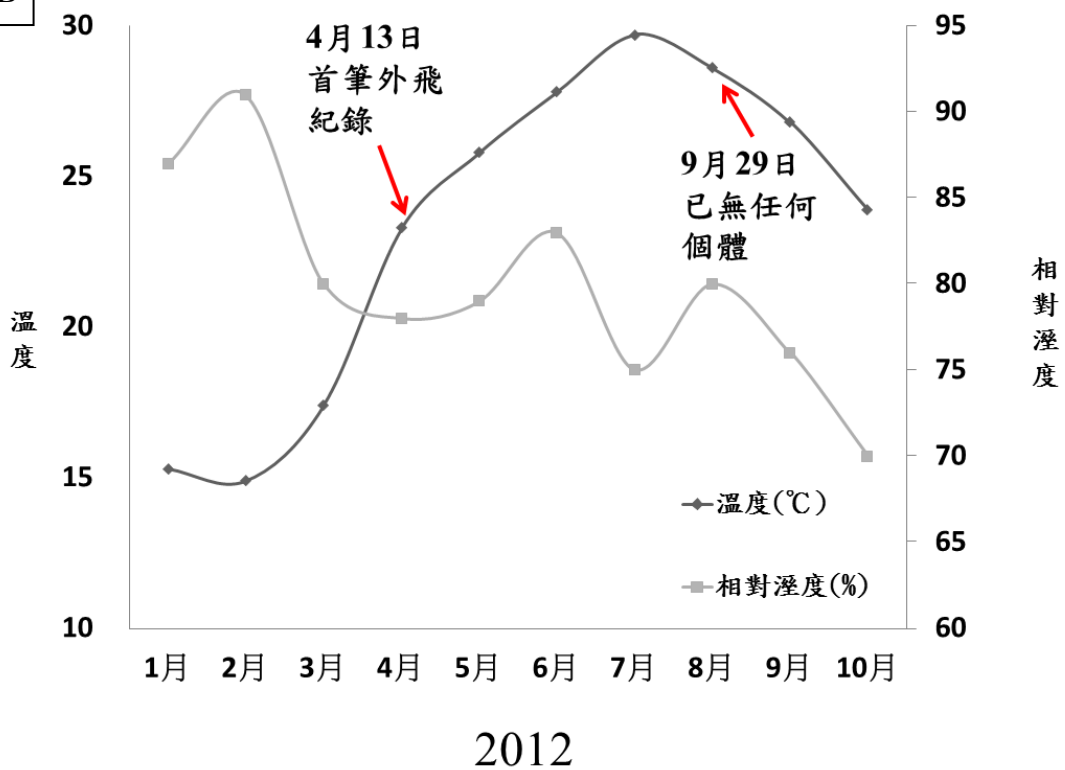


圖 8 2011-2012 年新竹地區環境氣溫與相對濕度每月趨勢圖，以及霜毛蝠利用棲所關係時機。(A) 2011 年 (B) 2012 年。橫軸為月份，左縱軸為溫度(°C)，右縱軸為相對濕度(%)。(資料來源：中央氣象局新竹測站)

附錄：2012 年調查照片



照片 1. 棲息於縫隙處緊密排列的霜毛蝠



照片 3. 台肥公司的廢棄煙囪



照片 2. 高頭蝠棲息於此棲所縫隙中



照片 4. 台肥停車場地面發現東亞家蝠屍骸



照片 5. 建美路旁民宅發現之蝙蝠棲息現象 (箭頭處為蝙蝠排遺)



照片 7. 6 月 7 日已長出細毛的幼蝠



照片 6. 5 月 15 日初生掉落地面的仔蝠



照片 8. 2012 年 7 月霜毛蝠群集達到最大數量時棲所內部狀態



照片 9. 一隻母蝠抱養兩隻仔蝠的現象，箭頭為兩隻仔蝠



照片 11. 於棲所內霜毛蝠群集旁所架設之微氣候紀錄器



照片 10. 棲所內棲息最小縫隙約 2 公分，箭頭為一隻霜毛蝠個體



照片 12. 研究人員與日籍學者福井大博士討論霜毛蝠棲地保育