

南仁山生態保護區兩棲類族群之 長期監測

墾丁國家公園管理處委託研究報告

中華民國 97 年 12 月

PG9701-0465

南仁山生態保護區兩棲類族群之 長期監測

受委託者：國立成功大學生命科學系

研究主持人：侯平君

研究助理：陳清旗

墾丁國家公園管理處委託研究報告

中華民國 97 年 12 月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 計畫目標	2
第二章 研究方法	3
第一節 樣區概述	3
第二節 調查方法	3
第三節 資料分析	5
第三章 研究結果	9
第一節 夜間目視遇測法調查結果	9
第二節 方格法調查結果	16
第三節 自動錄音法調查結果	20
第四節 調查的綜合結果	27
第五節 三種調查方法的成效比較	30
第六節 與過去結果比較	32
第七節 物種簡介	33

第四章 結論與建議	45
第一節 結論	45
第二節 建議	45
附錄一 評審會議紀錄	47
附錄二 期中審查會議紀錄	53
附錄三 期末審查會議紀錄	57
參考資料	63

表次

表一、樣區描述與各樣區所使用的調查方法	3
表二、三種調查方法在不同樣區所調查到的物種	10
表三、目視遇測法在古湖溪流樣區 I 的調查結果	11
表四、目視遇測法在古湖溪流樣區 II 的調查結果	12
表五、目視遇測法在溪流樣區 I 的調查結果	13
表六、目視遇測法在次森林樣區的調查結果	14
表七、目視遇測法在溪流樣區 II 的調查結果	14
表八、方格法在古湖背風坡森林樣區的調查結果	18
表九、方格法在古湖迎風坡森林樣區的調查結果	18
表十、方格法在次森林樣區的調查結果	19
表十一、方格法在各樣區中每月的調查結果	19
表十二、方格法對各物種在南仁山地區的調查結果	20
表十三、南仁山地區的兩棲類名錄	28
表十四、各物種在不同月份的活動紀錄	29
表十五、不同調查方法組合在所能調查到的種類數	30

南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測

圖次

圖一、五月份小雨蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	6
圖二、各物種在三調查方法中被發現的頻度	15
圖三、方格法在各樣區調查到的青蛙數量	17
圖四、拉都希氏赤蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	21
圖五、腹斑蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	22
圖六、小雨蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	23
圖七、艾氏樹蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	24
圖八、白領樹蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	25
圖九、史丹吉氏小雨蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖	26
圖十、各調查方法的物種累積趨勢圖	31

南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測

摘要

關鍵詞：兩棲類、南仁山、目視遇測法、自動錄音法、方格法

一、研究緣起

墾丁國家公園的南仁山生態保護區擁有一半以上的台灣原生種兩棲類，是台灣低海拔地區重要的兩棲類繁殖場。兩棲類對環境品質敏感，是生態環境變動的指標物種，而台灣缺乏對兩棲類有系統且長期的族群監測資料，雖然南仁山兩棲類曾於 1995-2001 年進行監測，可惜未再繼續。

二、研究方法

本研究於 2008 年以目視遇測、自動錄音和方格取樣三種方法，對不同類型的棲地（流動水域、森林棲地與靜水水域）進行兩棲類調查。

三、重要發現

從 2 月至 11 月期間，綜合三種調查方法的結果，在所有樣區中，共計發現 4 科 7 屬 17 種兩棲類，包括蟾蜍科的盤古蟾蜍和黑眶蟾蜍，狹口蛙科的小雨蛙、黑蒙希氏小雨蛙和史丹吉氏小雨蛙，樹蛙科的日本樹蛙、褐樹蛙、艾氏樹蛙、白領樹蛙、莫氏樹蛙和橙腹樹蛙，與赤蛙科的腹斑蛙、虎皮蛙、澤蛙、拉都希氏赤蛙、金線蛙和斯文豪氏赤蛙，佔台灣所有原生兩棲類種數的 59% (17/29)。本年調查結果顯示，南仁山全年均有兩棲類活動，其中腹斑蛙、史丹吉氏小雨蛙、金線蛙與白領樹蛙主要在春、夏活動，莫氏樹蛙則出現在冬季，而其他物種在整個調查期間均有活動紀錄；並且以古湖地區（包括鄰近的迎風坡與背風坡森林）的物種數為最高。

目視遇測法共調查到 13 種兩棲類，平均每次調查可發現 3.08 ± 1.12 種（範圍為 1-6 種），且所發現的個體以成蛙為主（佔 96.2%）；方格取樣法共調查到 9 種兩棲類，平均每次調查可發現 4.11 ± 1.36 種（範圍為 2-6 種），而所發現的個體以小蛙為主（佔 55.6%）；而自動錄音則可記錄到 16 種兩棲類叫聲。另外，由方格取樣法的結果，可以知道古湖迎風坡森林、古湖背風坡森林與巴沙加魯溪的次生林，每 100 平方公尺分別有 1.83 ± 1.5 、 4.83 ± 3.24 與 0.3 ± 0.35 隻青蛙個體；以整個南仁山地區來說，森林底層的青蛙密度，在 4 月至 8 月之間較高，尤以 4 月份的青蛙密度最高，每 100 平方公尺可達 5.33 隻個體。就所能調查到的物種數來看，自動錄音法可以調查到全部的物種數（小雨蛙與黑蒙希氏小雨蛙合併計算為 1 種）；夜間目視遇測法可調查到 13 種為次多；而方格取樣法則只能調查到最少的 9 種。

本年度以夜間目視遇測所得之結果，在兩棲類物種組成上，與 1995-2001 年的結果並無顯著差異。然而，以方格法調查古湖迎風與背風森林底層的兩棲類密度，卻顯著低於 2001 年的結果；此一改變可能與優勢物種（拉都希氏

赤蛙及盤古蟾蜍)繁殖期間的降雨量減少以及未包含 11-1 月的調查資料有關。

夜間目視遇測法、方格法與錄音法各有其優缺點，可依不同的調查目的與人力、時間或經費的限制來作取捨。然而，在不考慮經費限制的前提下，錄音法可以記錄到最多物種，且可同時收集大範圍的資料，減少不同調查者造成的差異，故長期監測仍以錄音法最佳。若能輔以夜間目視遇測法調查，或是在優勢物種的繁殖期在繁殖場附近的森林以方格取樣法調查，應該可以使調查結果更加完善。此外，南仁山兩棲類活動季節不同，群聚監測應該以整年為單位進行較好。

四、主要建議事項

根據本年度之調查結果，針對南仁山保護區內的長期監測提出以下具體建議，分別以立即可行之建議與中、長期性之建議列舉：

立即可行之建議—針對南仁山生態保護區的兩棲類進行長期監測

主辦單位：墾丁國家公園管理處

兩棲類對於氣候與環境的變動相當敏感，建議可針對兩棲類進行長期監測，以作為氣候變遷對生態系影響的指標。

立即可行之建議—以自動錄音法搭配夜間目視遇測法進行長期監測

主辦單位：墾丁國家公園管理處

整體而言，自動錄音法可以調查到所有的物種；對於單一樣區，若以自動錄音法搭配夜間目視遇測法則可獲得最多物種的資料。此外，在優勢物種繁殖期間，若在生殖場附近的森林以方格取樣法調查，再搭配氣象資料的搜集，可做為反映氣候變遷影響的輔助調查方法。

中長期性之建議—利用自動錄音法對南仁山生態保護區進行較大面積的監測

主辦單位：墾丁國家公園管理處

本研究中僅針對南仁山地區的 4 個區域進行調查，與整個南仁山生態保護區相較起來，調查所涵蓋的範圍相當小，未來若經費充裕，可以利用自動錄音法，進行較大面積的監測，若同時能有氣象資料的收集，對了解氣候變遷的影響更有助益。

ABSTRACT

Keywords: amphibians, Nanjenshan, visual encounter method, automatic sound recording method, quadrat sampling method

We used visual encounter method (VEM), quadrat sampling method (QSM), and automatic sound recording method (ASRM) to study amphibian communities in 4 areas of Nanjenshan Reserve, Kenting National Park, in 2008. From February to November, we found a total of 17 species of amphibians belonging to 4 families and 7 genera, accounting for 59% of the amphibian species richness of Taiwan. The results showed that amphibians in Nanjenshan are active all year-round and amphibian species are most abundant in the Guhu area including the surrounding forests. VEM observed a total of 13 species and 3.08 ± 1.12 (1-6) species per night on average. Most of the observed amphibians (97.83%) by VEM were adults. QSM found a total of 9 species and 4.11 ± 1.36 (2-6) species per survey on average. Over half of the observed amphibians (55.6%) by QSM were juveniles. The mean densities of amphibians studied by QSM were 1.83 ± 1.5 , 4.83 ± 3.24 , and 0.3 ± 0.35 individuals per 100 square meters in the windward, wind-shielded forests in Guhu, and in the secondary forest, respectively. ASRM recorded a total of 16 types (17 species) of amphibian calls including all species found in this study. Comparison of the results between 2008 and 1995-2001 showed that amphibian composition in Guhu and the stream areas (0.5 km from the entrance) studied by VEM did not differ significantly, while the amphibian densities in the windward and the wind-shielded forests of Guhu observed by QSM were significantly lower in 2008, especially the abundance of *Bufo bankorensis*. This difference between years might be a result of variation in rainfall between years or lack of data from the winter months (January, November-December) in 2008. We suggest that amphibian communities as well as climate data in Nanjenshan Reserve should be monitored and collected in order to understand the effects of climate change on the ecosystem. ASRM can be used as the main method in long-term, large-scale monitoring program for adult amphibians. VEM and QSM can be used as the accessory methods for small-scale monitoring.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

近年來由於全球氣候暖化，使環境改變、干擾（如：颱風等）加劇，再加上人為活動的增加，入侵生物的引進等問題，直接或間接改變物種的分佈或數量。大多數兩棲類因蝌蚪期必須完全生活在水中以及有通透性極佳的皮膚，所以對環境品質特別敏感，被許多學者認為是生態環境變動的指標物種。在過去二十年間，許多兩棲類在全球各地呈現下降趨勢，因此引起學者的關注。世界自然保育聯盟（IUCN）於1991年起，特別成立兩棲類族群衰退工作團（Declining Amphibian Population Task Force），持續了解全球兩棲類族群衰退的原因並試圖改善（Dalton et al., 2000）。台灣因為很少有系統性且長期的族群監測資料，因此對於大多數物種族群變動的趨勢並不清楚。1995-2001年的監測結果顯示：南仁山兩棲類的種類及數量在各月及各年間有相當大的變化，但並未發現顯著下降的現象。故擬於2008年起，再次於南仁山進行兩棲類監測，以了解該地兩棲類族群變動的趨勢。

此外，監測結果會因為所使用的調查方法不同而有所差異。為使長期累積的資料能互相比較，監測方法必須統一（Heyer et al., 1994）。目前常用的兩棲類調查方法有夜間目視調查法、自動錄音調查法與陷阱捕捉法，各有適用的物種、時間和地點。此外，各種方法在人力、金錢與時間花費上亦各有優、缺點。本次監測希望亦能檢討各種方法的優劣，針對南仁山地區建立一套有效率的兩棲類長期監測準則。

墾丁國家公園的南仁山生態保護區擁有一半以上的台灣原生種兩棲類（侯平君，1998），其中的南仁湖淡水溼地是台灣低海拔地區重要的兩棲類繁殖場。南仁山保護區除了是台灣長期生態研究網的試驗地之一，也是國際長期生態研究網列名的永久樣區（台灣只有南仁山及剛建構完成的福山永久樣區列名）。國科會於過去10年投入相當多的研究經費於該地，因此累積了許多珍貴的生態資料。南仁山地區關於兩棲類調查的相關研究，最早為國家公園剛成立時的兩棲類調查報告（呂光洋等，1985），主要為物種的普查，缺乏族群相對數量的估計。主持人於1995年8月起至2001年8月，在南仁山地區進行兩棲類族群監測以及優勢種的族群動態、食性、能量收支、捕食對碎屑食物網的影響等。研究結果發現南仁山地區共有4科8屬18種兩棲類（侯平君，1998）。兩棲類的密度在不同的植被區有明顯的差異，背風的溪谷區平均為每100平方公尺10.2隻，迎風之緩坡區則為每100平方公尺3.5隻，且兩區的兩棲類群落結構亦明顯不同（Huang and Hou, 2004）。拉都希氏赤蛙為南仁山地區廣泛分佈之優勢種，南仁湖地區之族群量約在150-1000隻之間。另外，曾針對四種兩棲類進行食性研究，發現拉都希氏赤蛙及金線蛙胃內出現最多的為

螞蟻、蜘蛛及鞘翅目昆蟲；斯文豪氏赤蛙捕食最多的是蜚蠊，盤谷蟾蜍則為螞蟻（侯平君，2003）。南仁山拉都希氏赤蛙雄蛙每年每隻吃掉的能量，相當於208隻蟋蟀；雌蛙每年每隻則吃掉相當於353隻蟋蟀的能量，而吃進去的能量大部分(68~80%)是用於成長及生殖。這代表著拉都希氏赤蛙能非常有效率的將攝食的能量傳遞給食物鏈上層的其他生物利用（張原謀，2002）。此外，南仁山森林底層兩棲類（高階捕食者）存在時，雖然不影響落葉無脊椎動物的密度以及落葉分解速率，但卻會增加落葉的磷含量，間接影響森林養分的循環（Huang et al., 2007）。

第二節 計畫目標

前述在南仁山的兩棲類監測於2001年8月暫停，距今已6年半，已達需要重複調查的時間。本研究目標為進行南仁山兩棲類族群的監測，並與過去（1995-2001）監測之結果比較，以了解該地兩棲類族群變動的趨勢。此外，亦將檢討各種監測方法的成效，以期建立一套適用於南仁山的兩棲類族群長期監測方法。

第二章 研究方法

第一節 樣區概述

本研究之樣區位於四個地區：古湖迎風坡森林、古湖背風坡森林、南山路 1.8 km 附近之次生林與南山路 0.5 km 附近之溪流，依據所採用的調查方法，共設置了 8 個調查樣點，棲地類型包括了森林底層、靜水水域（淡水濕地）及永久性與間歇性流水水域（表一）。

表一、樣區描述與各樣區所使用的調查方法

樣區	樣點	樣點描述	棲地類型	調查方法
溪流樣區	S1	南山路約 0.5k 處， 巴沙加魯溪溪段。	流動水域	夜間目視遇測法、自動錄音法
	S2	南山路約 0.5k 處， 巴沙加魯溪溪段。	流動水域	夜間目視遇測法
次森林樣區	SF	南山路約 1.8k 處， 巴沙加魯溪溪段，與 其兩旁的次森林區域。	森林棲地、 流動水域	夜間目視遇測法、方格取樣法、自動錄音法
古湖背風坡樣區	KC	古湖背風坡森林區域。	森林棲地	方格取樣法、自動錄音法
	KS1	南山路約 3.2k 處， 巴沙加魯溪溪段。	流動水域	夜間目視遇測法、自動錄音法
古湖迎風坡樣區	KS2	南山路約 3.2k 處， 巴沙加魯溪溪段。	流動水域	夜間目視遇測法、自動錄音法
	KW	古湖迎風坡森林區域。	森林棲地	方格取樣法、自動錄音法
	KL	古湖水域。	靜水水域	自動錄音法

（資料來源：本研究資料）

第二節 調查方法

本研究以夜間目視遇測法（visual encounter method）、自動錄音調查法（automated sound recording method）和方格取樣法（quadrat sampling method）對不同類型的棲地進行兩棲類調查，雖然圍籬式陷阱（drift fence and pitfall）也常被使用在兩棲爬蟲類的調查上，但其較為耗費人力，且針對兩棲類的調查效果並不理想（Hsu et al., 2005），故在此研究中僅以適當地點作測試，並

未用於大範圍的調查，而因為在森林棲地中非常不利於夜間目視遇測法的進行，故森林棲地的樣區並未採用夜間目視遇測法調查，只進行自動錄音調查法和方格取樣法，另外，在靜水水域與流水水域的樣區則以目視遇測法和自動錄音調查法搭配進行。

夜間目視遇測法

在第一次調查之前，於巴沙加魯溪共設立 5 個長度 100 公尺的溪段為調查樣區，每個月在各溪段進行一次調查，所有樣區的調查均在三天之內完成，每次調查以 2-3 人為一組進行，以固定的移動速度，沿溪以目視方式搜尋整個溪寬範圍內的兩棲類，並記錄種類及隻數，若調查結束後，沿原溪段返回途中遇到青蛙個體，為避免同一個體被重複計數，僅記錄方才調查中未記錄到的種類。每次在各溪段的調查中所耗費的時間約為 20-30 分鐘。

自動錄音調查法

在 6 個樣區中各設置一組自動錄音系統，自動錄音系統由數位錄音筆、麥克風和防雨箱盒組成，每晚固定時間在 20:00、23:00 與 02:00 開啟錄音，每次開啟 10 分鐘，故每天有 3 筆，共 30 分的錄音資料。調查人員每個月為錄音筆更換電池一次，並將錄音資料帶回實驗室，由固定的調查人員，以人耳分析並記錄錄音檔中兩棲類種類與鳴叫等級分數。我們嘗試以兩種不同的等級給分方式進行分析，一種為分級等級分數，等級 0 為沒有鳴叫聲，等級 1 為每隻個體的鳴叫聲可清楚分辨，且個體不同時鳴叫，等級 2 為少數個體同時鳴叫，但鳴叫聲不連續，而每隻個體的鳴叫聲仍可分辨，等級 3 為不同個體的叫聲重疊且連續，而個體數量無法計數(de Solla et al., 2006)；另一種為累計等級分數，以 15 秒為一單位，在單位時間內有叫聲出現的種類，即得 1 分，並累計 10 分鐘內所得分數。我們將嘗試討論兩種方式在聲音分析上的應用性是否有差別，並試著找出最短，但最有效率的監測錄音時間。

方格取樣法

在古湖的迎風與背風森林 (Huang and Hou, 2004) 與 1.8 km 的次生林樣區中，我們各劃設了 8 個 (共 24 個) 5 公尺×5 公尺的樣方，每個樣方的邊界以有色塑膠繩標示並給予編號，每個月對各樣方調查一次，每次調查均於 0830-1700 進行，調查時由 4 名調查人員分為兩組進行，每次兩組人員先站於樣框相對的兩邊，然後交錯地往對邊方向直線移動，移動中盡可能翻開地面的枯枝、落葉和石塊，或在樹根下搜索可能出現的兩棲類個體，樣方中所搜尋到的個體將待調查完成之後，辨識並記錄種類與數量，然後原地釋放。

圍籬式陷阱

由於樣區內棲地的限制，我們僅設置了 3 組圍籬式陷阱，分別在古湖迎風森林樣區有 1 組，而在 1.8 km 的次生林樣區有 2 組，3 組陷阱均設置於靠近水域的森林邊緣，我們利用 42.5 公分×35.5 公分×38 公分的塑膠整理盒作為陷阱，而在開口處加上向內延伸 7 公分之擋板，以防止掉入陷阱中的蛙類

跳出或爬出，並將兩個陷阱置於 180 公分×45 公分的塑膠擋板的兩端。除了在調查人員每月兩天的例行調查期間才將陷阱開啟之外，平常均以蓋子將陷阱關閉，以免動物掉落陷阱之後死亡，在陷阱開啟的期間，調查人員每天 0800-1000 檢查每組陷阱，記錄所捕捉到的物種，並將之原地釋放。

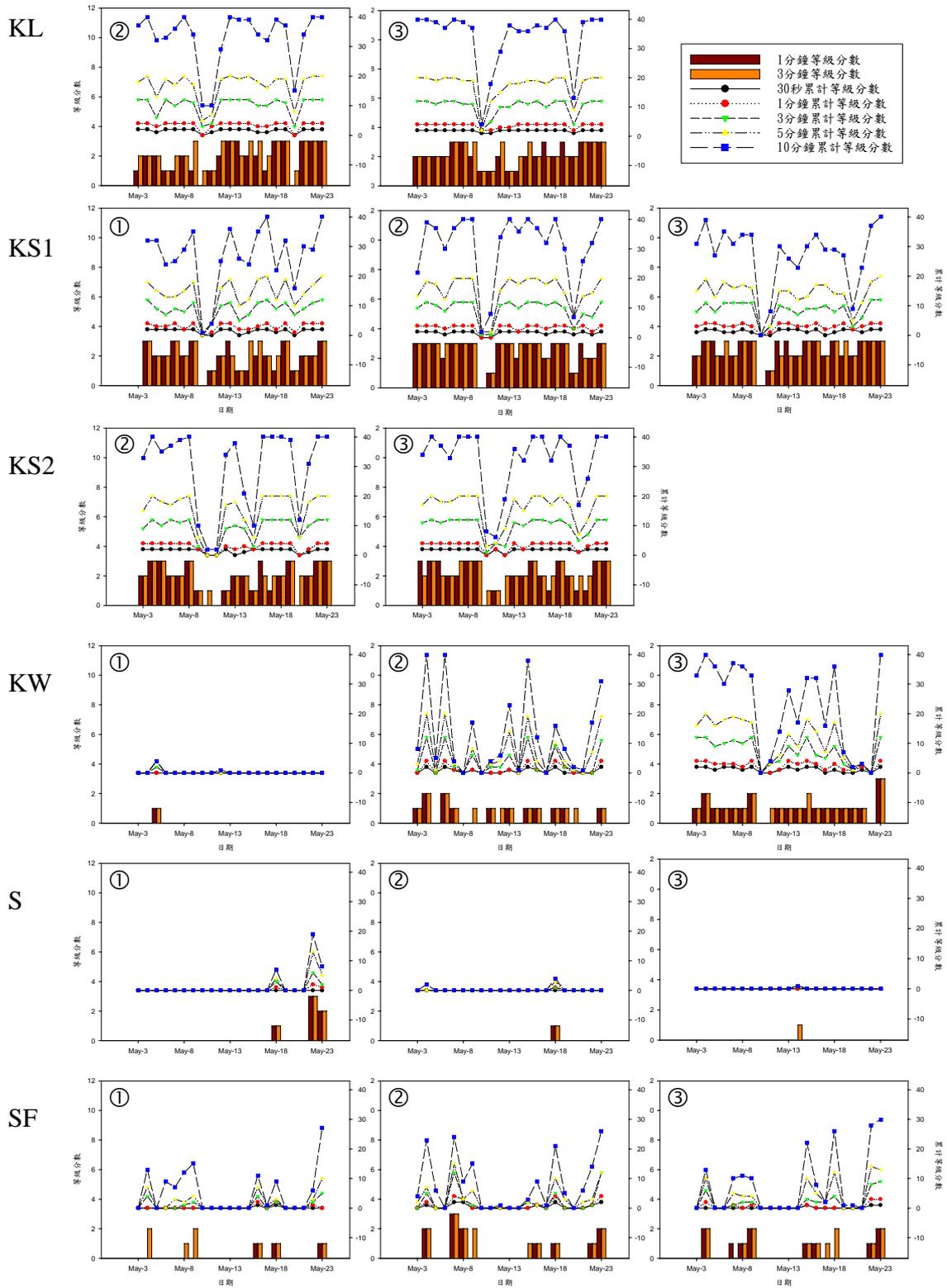
從 2 月份的調查開始，我們共收集了 42 天次（3 組陷阱各 14 天次的調查）的結果，但在 9 月以後，三組陷阱均因颱風的破壞而停用。不過，陷阱法在 42 天次的調查結果中，並沒捉到任何兩棲類，而只有黃灰澤蟹被陷阱捕捉到。

第三節 資料分析

各棲地類型的兩棲類整年變化趨勢，將以 3 種調查方法的結果各別表示，其中利用目視遇測法與方格取樣法所得的結果，將可分別與過去之結果比較（我們於 1995-2001 曾以目視遇測法進行監測，2001 則曾以方格取樣法進行調查）。為找出各棲地類型最佳的調查方法，我們以所能調查到的種類數作為指標，將不同的調查方法進行組合，以搭配之後可以達到最大的調查種類數的組合方式，為針對該種棲地類型的兩棲類調查最佳的方法組合。另外，也對各調查方法在整年的調查中所耗費的經費、時間及人力進行評比，以提供選擇調查方法的參考。

在調查初期（2-4 月），由於錄音筆的故障率很高，導致大部分樣點的錄音資料非常不完整，所以，我們由 5 月 3 日之後的錄音資料開始分析，並且，為尋求較簡便又能具代表性的採樣頻度與分析方式，我們先針對 5 月份每一天的錄音資料進行分析，並比較不同取樣時間長度（1、3 分鐘）下的等級分數與 0.5、1、3、5、10 分鐘的累計等級分數的結果，發現對於同一物種來說，兩種分析方法所得到的趨勢大概是一致的（以小雨蛙為例，圖一），而等級分數在 1 和 3 分鐘之間，並無太大差異；物種在每天累計等級分數的變化趨勢，在 3、5 和 10 分鐘之間也大約一致，以單一物種所得分數來看，等級分數與累計等級分數之結果的趨勢大概是一致的（以小雨蛙為例，圖一），而且在不同時段（2000-2010，2300-2310 和 0200-0210）或不同時間長度（0.5、1、3、5、10 分鐘）的錄音之間均無顯著差異（以小雨蛙的資料為例，進行 ANOVA 統計的結果，P 值均大於 0.05）。若以錄音資料中能調查到的種類數來看，雖然較長的錄音時間能收集到較多的鳴叫種類，然而錄音時間大於 3 分鐘之後，所增加的物種數量則不顯著，以古湖溪流樣區 I（KS1）在 2000-2010 的錄音資料為例，0.5、1、3、5 與 10 分鐘所記錄到的物種數分別為 3.53 ± 1.07 、 4.26 ± 0.73 、 4.63 ± 0.68 、 4.68 ± 0.67 與 4.95 ± 0.62 ，其中 0.5 和 1 分鐘所記錄到的物種數與其他錄音時間的結果之間均有顯著差異（進行 t test 統計的結果，P 值均小於 0.05），而 3、5 和 10 分鐘的結果之間的差異則不顯著（進行 t test

南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測



圖一、五月份小雨蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：左列的代號表示各錄音樣點，圖中左上角的號碼（①、②和③）分別表示不同的錄音時間（2000、2300 和 0200）。

（資料來源：本研究資料）

統計的結果，P 值均大於 0.05)；不過，所調查到的物種數，在不同時段的錄音資料之間則有顯著的差異，以古湖溪流樣區 I (KS1) 為例，3 分鐘錄音所調查到的物種數，在 2000-2010 為 4.54 ± 0.69 種，2300-2310 為 4.32 ± 0.82 種，0200-0210 為 3.86 ± 1.24 種，且在不同的錄音時段之間有顯著差異

(ANOVA: $F=3.76$, $P=0.027$)，其中 2000-2010 與 2300-2310 所錄到的種類數差不多，而 0200-0210 所錄到的種類數則顯著少於前兩個時段 (t test: $P<0.05$)；另外，為了瞭解不同天數的取樣間隔是否會影響所調查到的種類數，我們將五月的資料以不同天數間隔 (1-10 天) 的方式重新整理，並以 ANOVA 進行分析，發現不同天數間隔的取樣結果之間並無顯著差異

(ANOVA: $F=0.68$, $P=0.725$)，即 10 天取樣一次的物種數量結果，與每天取樣的結果是近似的。因此，對於監測的錄音分析，或許以分析 3 分鐘的錄音資料的結果，即具有代表性；而等級分數與累計等級分數則分別對於錄音資料中個體數與鳴叫活動強度的反應較佳，若以監測為目的，則宜採用等級分數的方式分析。因希望在我們人力可以負荷的範圍內，盡量獲得較多的資料分析結果，故之後在自動錄音法的資料分析部分，我們每 5 天取樣分析一天的資料，每次取樣僅針對錄音檔的前 3 分鐘進行分析，紀錄錄音檔中所有能辨識的物種與其等級分數，並呈現物種在各樣區之活動趨勢。

第三章 研究結果

第一節 夜間目視遇測法調查結果

利用夜間目視遇測法，在 5 條溪流穿越線，各 10 次的調查中，共調查到 13 種兩棲類（表二），平均每次調查可發現 3.08 ± 1.12 種（範圍為 1-6 種），以古湖溪流樣區 I（KS1）所調查到的 11 種最多（表三），其次為古湖溪流樣區 II（KS2）所調查到的 9 種（表四），再次之為 0.5k 溪流樣區 I（S1）所調查到的 7 種（表五），而 1.8k 次森林樣區（SF，表六）與 0.5k 溪流樣區 II（S2，表七）的 5 種則為最低；各樣區的物種組成也不盡相同，除了最常被發現的拉都希氏赤蛙在所有樣點都有出現之外，其他最常被發現的物種依次為褐樹蛙與斯文豪氏赤蛙（圖二 A）。而目視遇測法所發現的青蛙個體均以成蛙為主（佔 97.83%）。另外，雖然沒有直接目視調查到橙腹樹蛙，但在古湖溪流樣區 I 與 II 的穿越線調查中，有 3 筆鳴叫聲的紀錄。

表二、三種調查方法在不同樣區所調查到的物種

調查方法	樣區	物種																
		蟾蜍科		狹口蛙科			樹蛙科						赤蛙科					
		盤古蟾蜍	黑眶蟾蜍	小雨蛙	黑蒙希氏小雨蛙	史丹吉氏小雨蛙	日本樹蛙	褐樹蛙	艾氏樹蛙	白領樹蛙	莫氏樹蛙	橙腹樹蛙	腹斑蛙	虎皮蛙	澤蛙	拉都希氏赤蛙	金線蛙	斯文豪氏赤蛙
夜間目視 遇測法	S1				√	√	√	√							√	√		√
	S2				√		√	√								√		√
	SF				√		√	√								√		√
	KS1		√	√	√	√		√	√	√	#	√		√	√	√		√
	KS2	√		√	√	√			√		#	√		√	√	√		√
方格取樣 法	SF				√	√		√									√	
	KC	√	√		√	√			√	√							√	√
	KW				√	√			√	√							√	
自動錄音 法	S1			@	@			√	√								√	√
	SF			@	@		√	√	√								√	√
	KS1			@	@	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	KS2			@	@			√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
	KW		√	@	@	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	KL	√	√	@	@	√		√	√			√	√	√	√	√	√	√
	NL			@	@							√	√	√	√	√	√	√

√：調查中有記錄到。@：小雨蛙與黑蒙希氏小雨蛙合併記錄。#：穿越線調查過程中，有叫聲記錄。

(資料來源：本研究資料)

表三、目視遇測法在古湖溪流樣區 I 的調查結果

	月份										總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	
溫度	16.5	19	20.2	23.7	25.3	23.3	25.2	24.7	22.9	24.2	
濕度	94	99.9	93	92	96	99.9	91	89	99	97	
天氣	陰	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	小雨	小雨	
物種											總隻次
黑眶蟾蜍	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
黑蒙希氏小雨蛙	0	0	0	0	0	2	0	2	6	0	10
小雨蛙	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
史丹吉氏小雨蛙	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
腹斑蛙	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	4
澤蛙	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
拉都希氏赤蛙	16	35	96	67	64	46	9	51	95	46	525
斯文豪氏赤蛙	5	3	6	3	5	2	5	4	6	2	41
褐樹蛙	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
白領樹蛙	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
莫氏樹蛙	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
物種數	2	3	3	4	5	5	3	4	4	2	

(資料來源：本研究資料)

表四、目視遇測法在古湖溪流樣區II的調查結果

	月份										總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	
溫度	16.6	20.5	20	22.9	25.2	22.7	25	24.2	22.9	24.7	
濕度	95	94.4	93	87	94.5	99.9	91	93	89	99	
天氣	陰	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	陰	小雨	
物種											總隻次
盤古蟾蜍	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
黑蒙希氏小雨蛙	0	0	0	2	0	3	0	1	1	0	7
小雨蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
史丹吉氏小雨蛙	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
腹斑蛙	0	0	1	9	11	1	7	2	5	2	38
澤蛙	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
拉都希氏赤蛙	2	12	17	7	11	7	6	8	21	18	109
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
白領樹蛙	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	5
物種數	1	1	3	5	3	4	3	3	6	2	

(資料來源：本研究資料)

表五、目視遇測法在溪流樣區 I 的調查結果

	月份										總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	
溫度	18	23.5	21.8	26.7	25.3	27	26.7	26.5	26.4	24.3	
濕度	92	99.9	83	85	99	83	91	75	75	99	
天氣	多 雲	晴	晴	晴	小 雨	晴	晴	晴	陰	小 雨	
物種											總隻次
黑蒙希氏小雨蛙	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
史丹吉氏小雨蛙	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
澤蛙	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
拉都希氏赤蛙	6	10	3	0	1	1	6	0	11	2	40
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	1	1	2	0	0	3	1	8
日本樹蛙	4	14	0	1	0	0	2	1	1	1	24
褐樹蛙	8	0	5	37	0	22	80	1	10	0	163
物種數	3	2	2	4	3	3	3	3	4	3	

(資料來源：本研究資料)

表六、目視遇測法在次森林樣區的調查結果

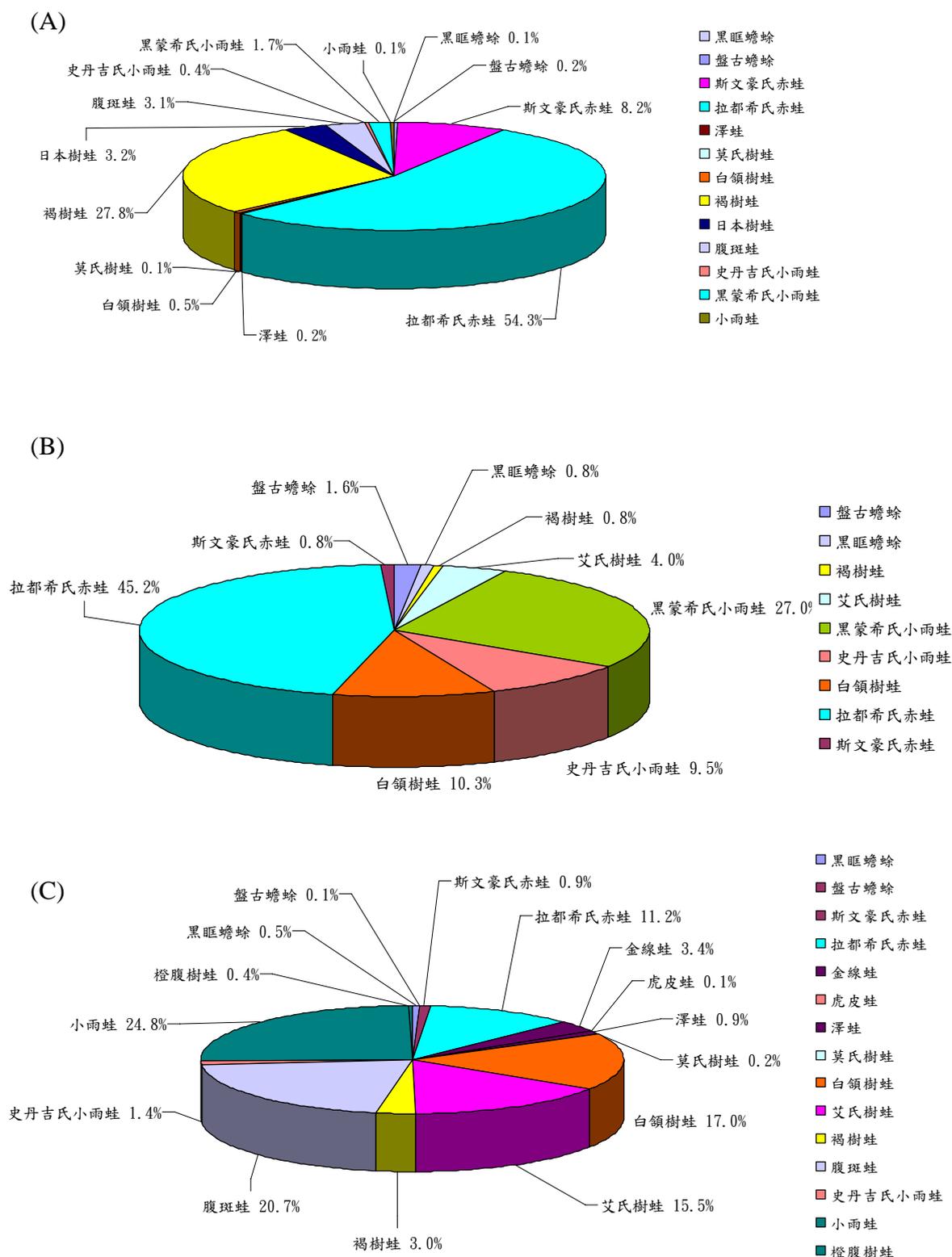
	月份										總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	
溫度	17.5	20.6	21	24.6	25.6	24.3	25.5	24.7	23.7	23.6	
濕度	92	95	88	92	91	85	86	93	90	99	
天氣	多 雲	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	陰	小 雨	
物種											總隻次
黑蒙希氏小雨蛙	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
拉都希氏赤蛙	4	5	0	0	2	1	0	2	7	1	22
斯文豪氏赤蛙	2	2	1	0	2	3	2	1	0	5	18
日本樹蛙	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	5
褐樹蛙	0	6	14	6	13	11	23	14	6	0	93
物種數	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2	

(資料來源：本研究資料)

表七、目視遇測法在溪流樣區II的調查結果

	月份										總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	
溫度	17.8	22.2	22	25.4	25.8	25.5	25.4	26.2	25	24.1	
濕度	91	99.9	76	95	99	96	94	93	88	99	
天氣	多 雲	晴	晴	晴	小 雨	晴	晴	晴	晴	小 雨	
物種											總隻次
黑蒙希氏小雨蛙	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
拉都希氏赤蛙	10	7	0	0	0	1	0	3	6	4	31
斯文豪氏赤蛙	0	5	6	1	5	4	2	2	10	7	42
日本樹蛙	0	6	0	0	0	1	0	1	2	4	14
褐樹蛙	0	3	2	16	0	17	62	1	14	0	115
物種數	1	5	2	2	2	4	2	4	4	3	

(資料來源：本研究資料)



圖二、各物種在三調查方法中被發現的頻度

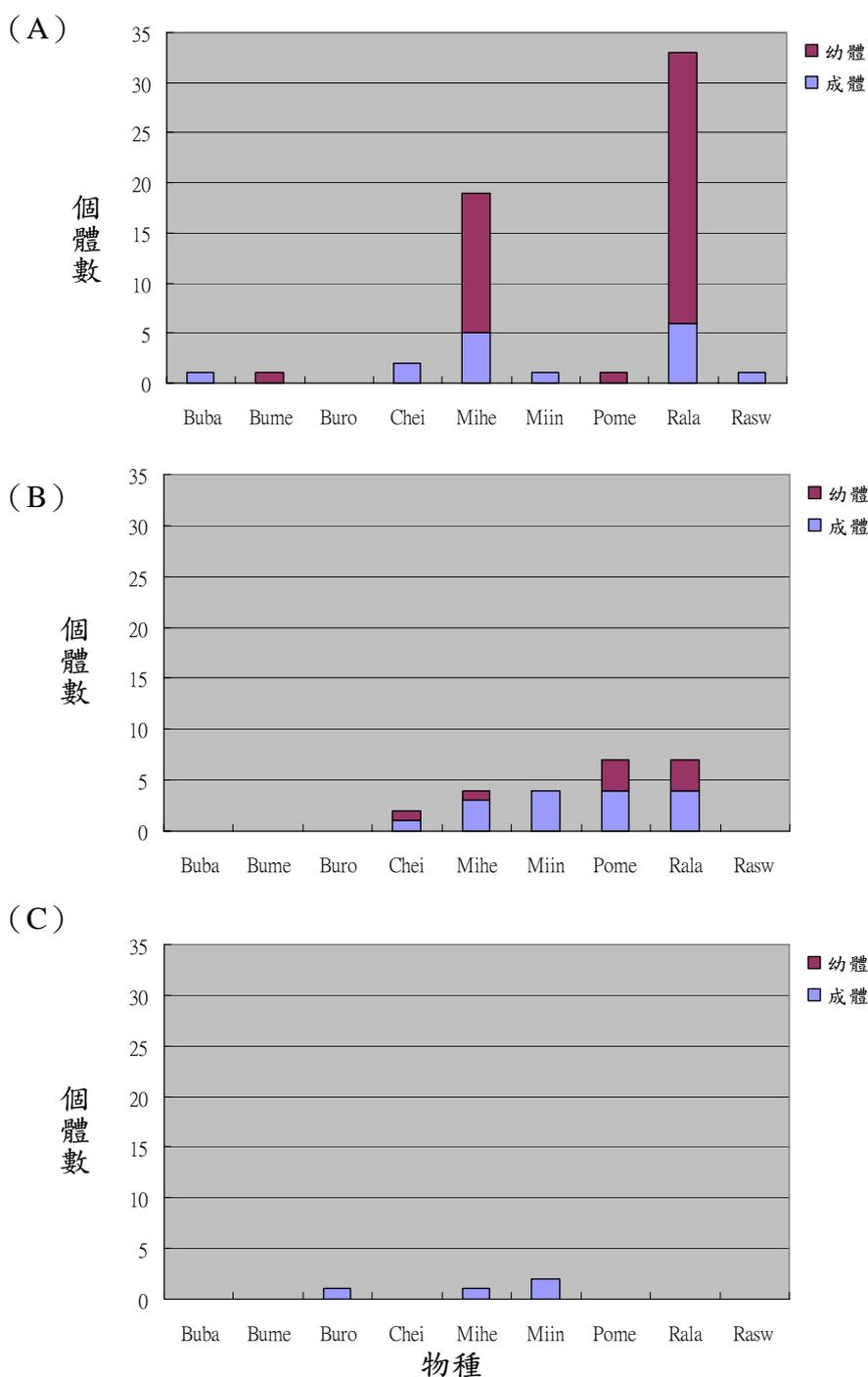
註：(A)、(B) 與 (C) 分別為夜間目視遇測法、方格取樣法與自動錄音法。

*：小雨蛙與黑蒙希氏小雨蛙合併記錄。

(資料來源：本研究資料)

第二節 方格法調查結果

本年度共進行了 27 次的方格取樣法調查（11 月份的調查，因下雨而無法進行調查），在 3 個樣區各 9 次的調查中，共調查到 9 種兩棲類（表二），平均每次調查可發現 4.11 ± 1.36 種（範圍為 2-6 種），最常被發現的物種依次為拉都希氏赤蛙，黑蒙希氏小雨蛙與白領樹蛙（圖二 B），而方格調查法所發現的個體，以小蛙所佔的比例較高（佔 55.6%）（圖三），主要是拉都希氏赤蛙與黑蒙希氏小雨蛙的小蛙。另外，在三樣區所調查到的物種組成略有不同，但 ANOSIN 統計結果並不顯著，而在種類數方面，以古湖背風坡森林（KC）調查到的物種數（8 種，每個月 2-5 種）與隻次（78 隻次）為最高（表八），其次為古湖迎風坡森林（KW），共調查到 5 種（每個月 0-5 種）與 33 隻次（表九），而在巴沙加魯溪的次生林（SF）所調查到的物種數（4 種，每個月 0-2 種）與隻次（6 隻次）為最低（表十）。由方格取樣法的結果，可以知道古湖迎風坡森林（KW）、古湖背風坡森林（KC）與巴沙加魯溪的次生林（SF），每 100 平方公尺分別約有 1.83 ± 1.5 、 4.83 ± 3.24 與 0.3 ± 0.35 隻青蛙個體（表十一）；以整個南仁山地區來說，森林底層的青蛙密度，在 4 月至 8 月之間較高（表十二），尤以 4 月份的青蛙密度最高，每 100 平方公尺可達 5.33 隻個體。



圖三、方格法在各樣區調查到的青蛙數量

註：二月至十月期間，方格取樣法在 (A) 古湖迎風坡森林、(B) 古湖背風波森林與 (C) 巴沙加魯溪次森林所調查到的物種個體數。

Buba=盤古蟾蜍，Bume=黑眶蟾蜍，Buro=褐樹蛙，Chei=艾氏樹蛙，Mihe=黑蒙希氏小雨蛙，Miin=史丹吉氏小雨蛙，Pome=白領樹蛙，Rala=拉都希氏赤蛙，Rasw=斯文豪氏赤蛙。

(資料來源：本研究資料)

表八、方格法在古湖背風坡森林樣區的調查結果

物種	月份									總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	
盤古蟾蜍	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
黑眶蟾蜍	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
艾氏樹蛙	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
黑蒙希氏小雨蛙	1	1	11	1	5	2	1	1	3	26
史丹吉氏小雨蛙	0	0	0	0	1	0	3	1	0	5
白領樹蛙	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
拉都希氏赤蛙	2	1	12	5	4	7	2	4	2	39
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	平均									
單月總隻次	3	4	25	6	11	9	8	6	6	8.67±6.6
密度*	1.5	2	12.5	3	5.5	4.5	4	3	3	4.33±3.3
物種數	2	3	4	2	4	2	5	3	2	4.9±4.52

*：密度為每 100 平方公尺的青蛙個體數。

(資料來源：本研究資料)

表九、方格法在古湖迎風坡森林樣區的調查結果

物種	月份									總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	
艾氏樹蛙	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
黑蒙希氏小雨蛙	0	0	1	3	0	1	1	0	1	7
史丹吉氏小雨蛙	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
白領樹蛙	0	0	2	2	3	1	3	0	0	11
拉都希氏赤蛙	2	0	2	1	2	0	0	0	1	8
	平均									
單月總隻次	2	1	7	9	5	2	5	0	2	3.67±3
密度*	1	0.5	3.5	4.5	2.5	1	2.5	0	1	1.83±1.5
物種數	1	1	5	4	2	2	3	0	2	2.4±1.67

*：密度為每 100 平方公尺的青蛙個體數。

(資料來源：本研究資料)

表十、方格法在次森林樣區的調查結果

物種	月份									總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	
褐樹蛙	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
黑蒙希氏小雨蛙	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
史丹吉氏小雨蛙	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3
拉都希氏赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	平均									
單月總隻次	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0.67±0.71
密度*	1	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0.33±0.35
物種數	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0.4±0.42

*：密度為每 100 平方公尺的青蛙個體數。

(資料來源：本研究資料)

表十一、方格法在各樣區中每月的調查結果

		月份									平均
		二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	
密度*	SF	1	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0.3±0.35
	KW	1	0.5	3.5	4.5	2.5	1	2.5	0	1	1.83±1.5
	KC	1.5	6.5	12.5	3	5.5	4.5	4	3	3	4.83±3.24
		總計									
種數	SF	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0.4±0.42
	KW	1	1	5	4	2	2	3	0	2	2.4±1.67
	KC	2	3	4	2	4	2	5	3	2	5.8±4.24

*：密度為每 100 平方公尺的青蛙個體數。

(資料來源：本研究資料)

表十二、南仁山地區各物種的方格法調查結果

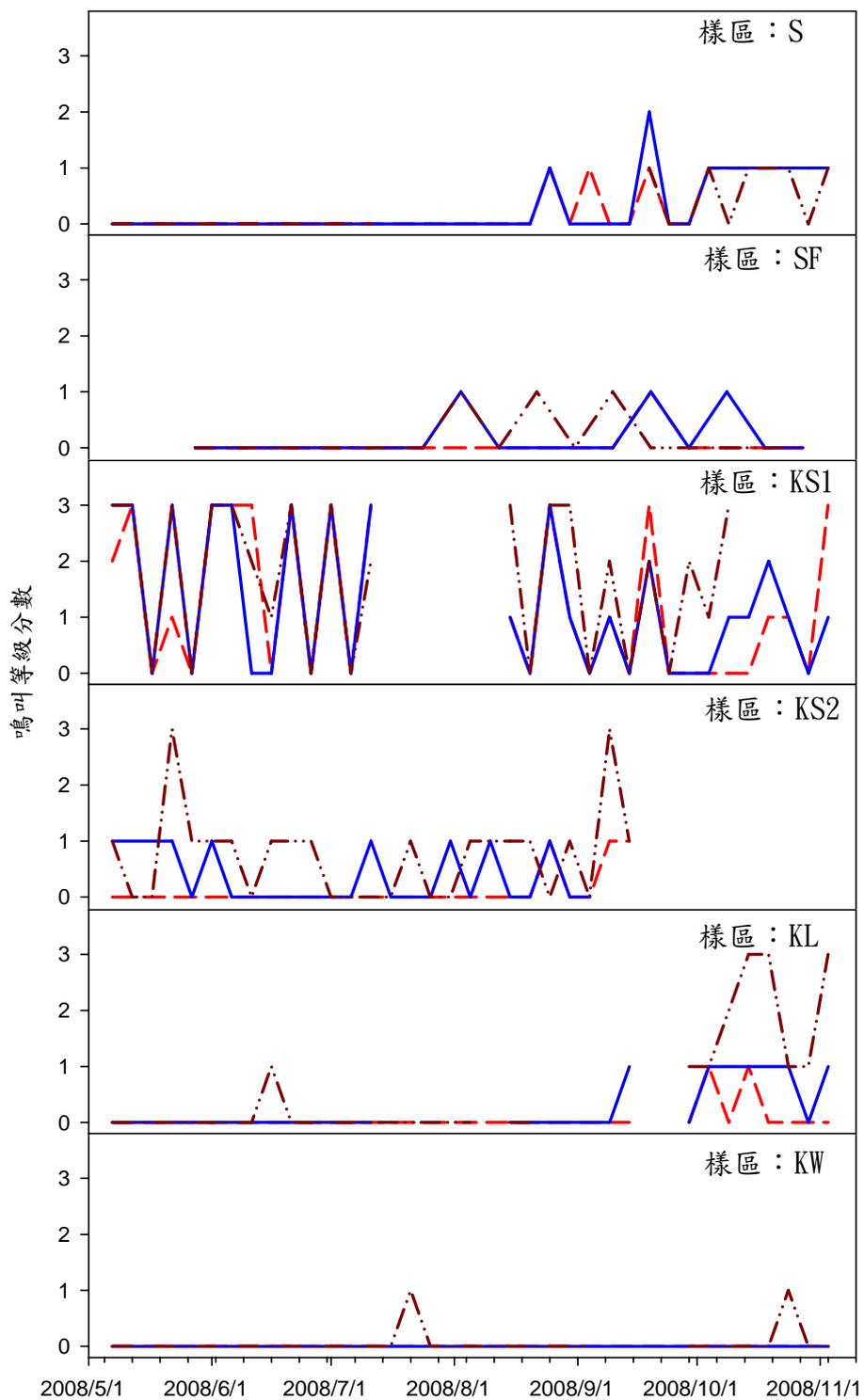
物種	月份									總隻次
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	
盤古蟾蜍	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
黑眶蟾蜍	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
褐樹蛙	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
艾氏樹蛙	0	3	1	0	0	0	1	0	0	5
黑蒙希氏小雨蛙	1	2	12	4	5	3	2	1	4	34
史丹吉氏小雨蛙	1	0	1	3	2	1	3	1		12
白領樹蛙	0	0	3	2	3	1	4	0	0	13
拉都希氏赤蛙	4	1	14	6	6	7	2	4	4	48
斯文豪氏赤蛙	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
										平均
單月總隻次	7	6	32	15	17	12	13	6	9	13±8.15
密度*	1.17	1	5.33	2.5	2.83	2	2.17	1	1.5	2.17±1.36
物種數	4	3	6	4	5	4	6	3	2	4.11±1.36

*：密度為每 100 平方公尺的青蛙個體數。

(資料來源：本研究資料)

第三節 自動錄音法調查結果

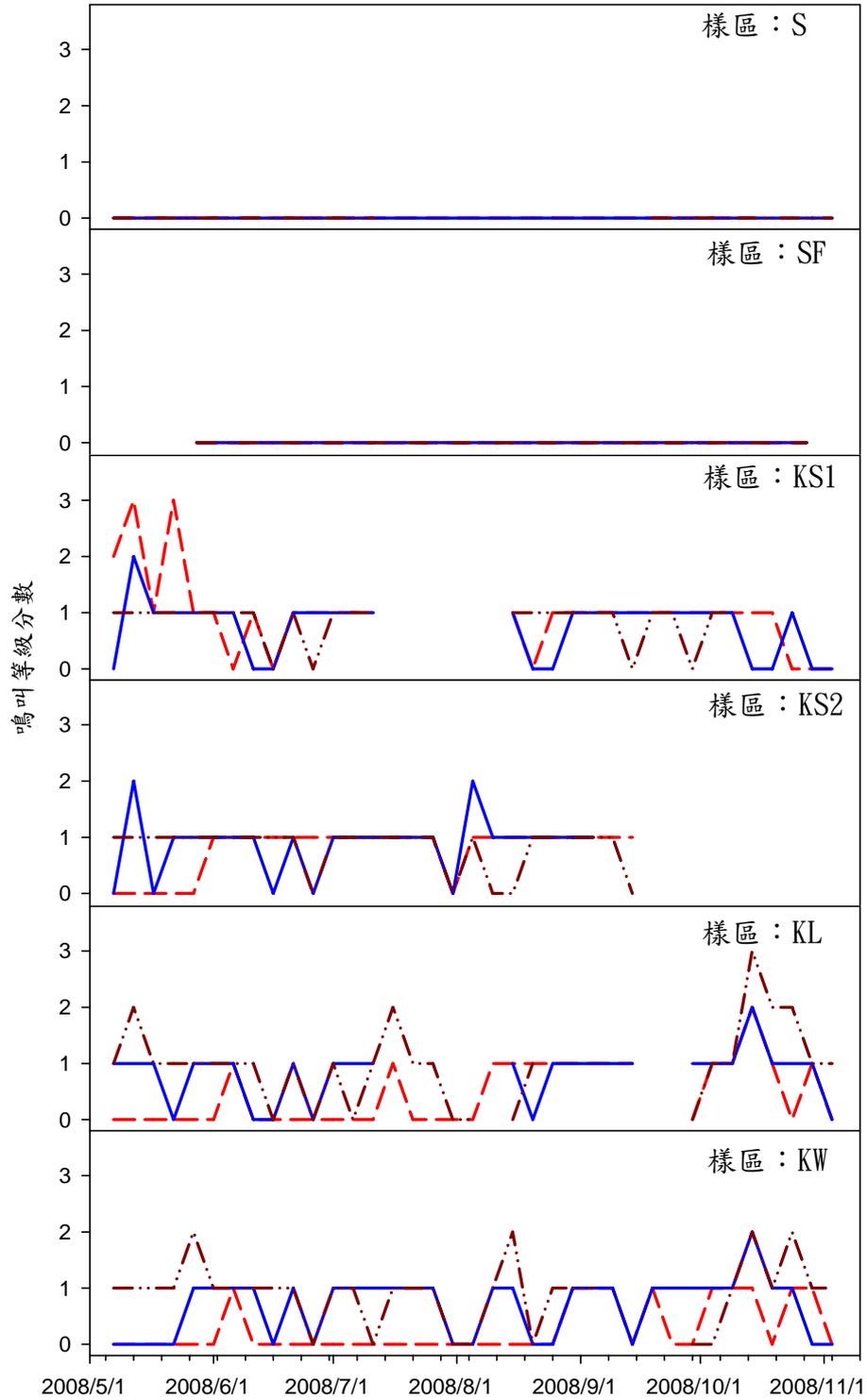
在 5 月至 11 月的調查期間，我們共分析了 5598 分鐘的錄音資料，由於我們很難清楚分辨小雨蛙與黑蒙希氏小雨蛙的叫聲，因此，將此兩種合併紀錄為小雨蛙，故總共有 16 種兩棲類的叫聲被紀錄到 (表二)，而艾氏樹蛙與小雨蛙是在 6 個錄音樣點都有紀錄到的物種，而最常被發現的物種則依次為小雨蛙、腹斑蛙、白領樹蛙、艾氏樹蛙與拉都希氏赤蛙 (圖二 C)。在各樣點所調查到的物種略有不同 (表二)，其中日本樹蛙只有在次生林樣區中被紀錄到，而盤古蟾蜍與金線蛙也只有古湖樣區中被紀錄到，就整個古湖區域來看 (包括迎風坡森林樣區與背風坡森林樣區)，能紀錄到一半以上的物種數，並且有部分種類 (如橙腹樹蛙、金線蛙、盤古蟾蜍與虎皮蛙) 僅在此區域被調查到；另外，我們於 9 月份在南仁湖增設了一個錄音樣點，該樣點在 9-11 月期間，僅紀錄到 3 種物種 (小雨蛙、腹斑蛙與拉都希氏赤蛙)。南仁山地區各物種的活動季節方面，拉都希氏赤蛙、腹斑蛙、小雨蛙與艾氏樹蛙幾乎在有錄音紀錄期間 (5-11 月) 都有紀錄到其鳴叫活動 (圖四-七)，白領樹蛙的鳴叫活動在 9 月中旬則結束了 (圖八)，史丹吉氏小雨蛙則在 5-7 月間的幾個晚上有較明顯的鳴叫活動 (圖九)，而通常史丹吉氏小雨蛙鳴叫聲的紀錄都與當晚是否降雨有關。



圖四、拉都希氏赤蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，.....為 02:00-02:10。

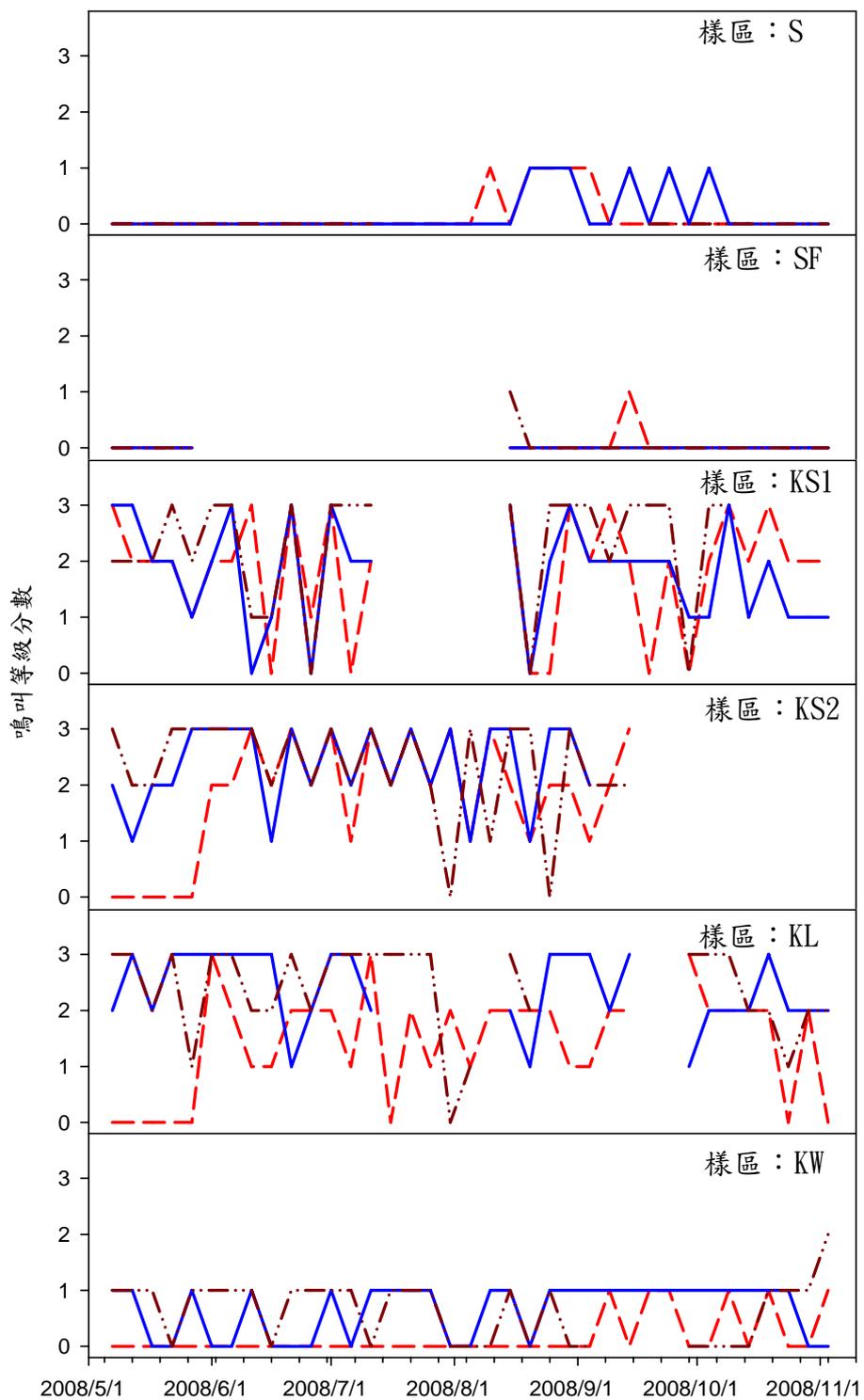
(資料來源：本研究資料)



圖五、腹斑蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，.....為 02:00-02:10。

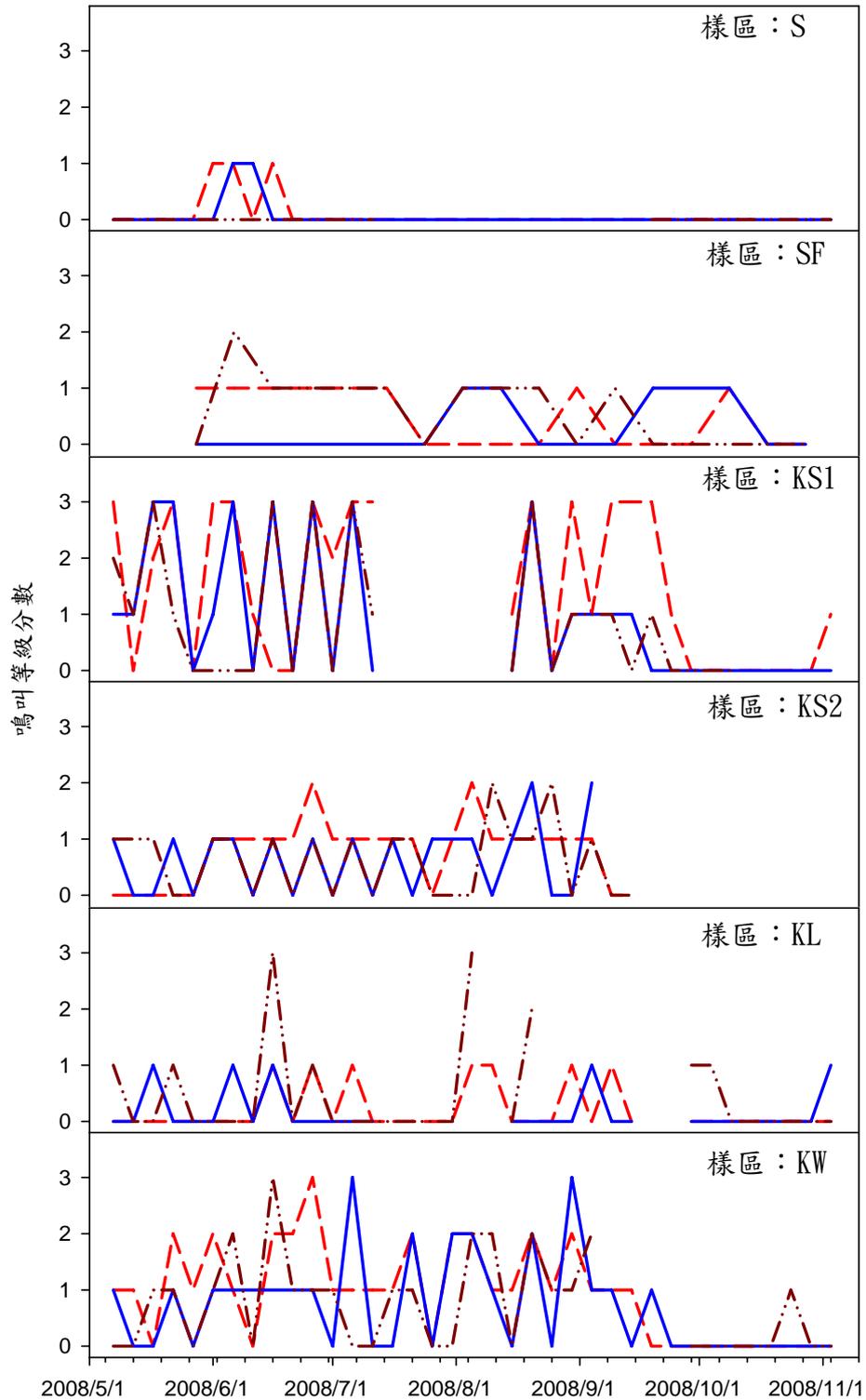
(資料來源：本研究資料)



圖六、小雨蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，.....為 02:00-02:10。

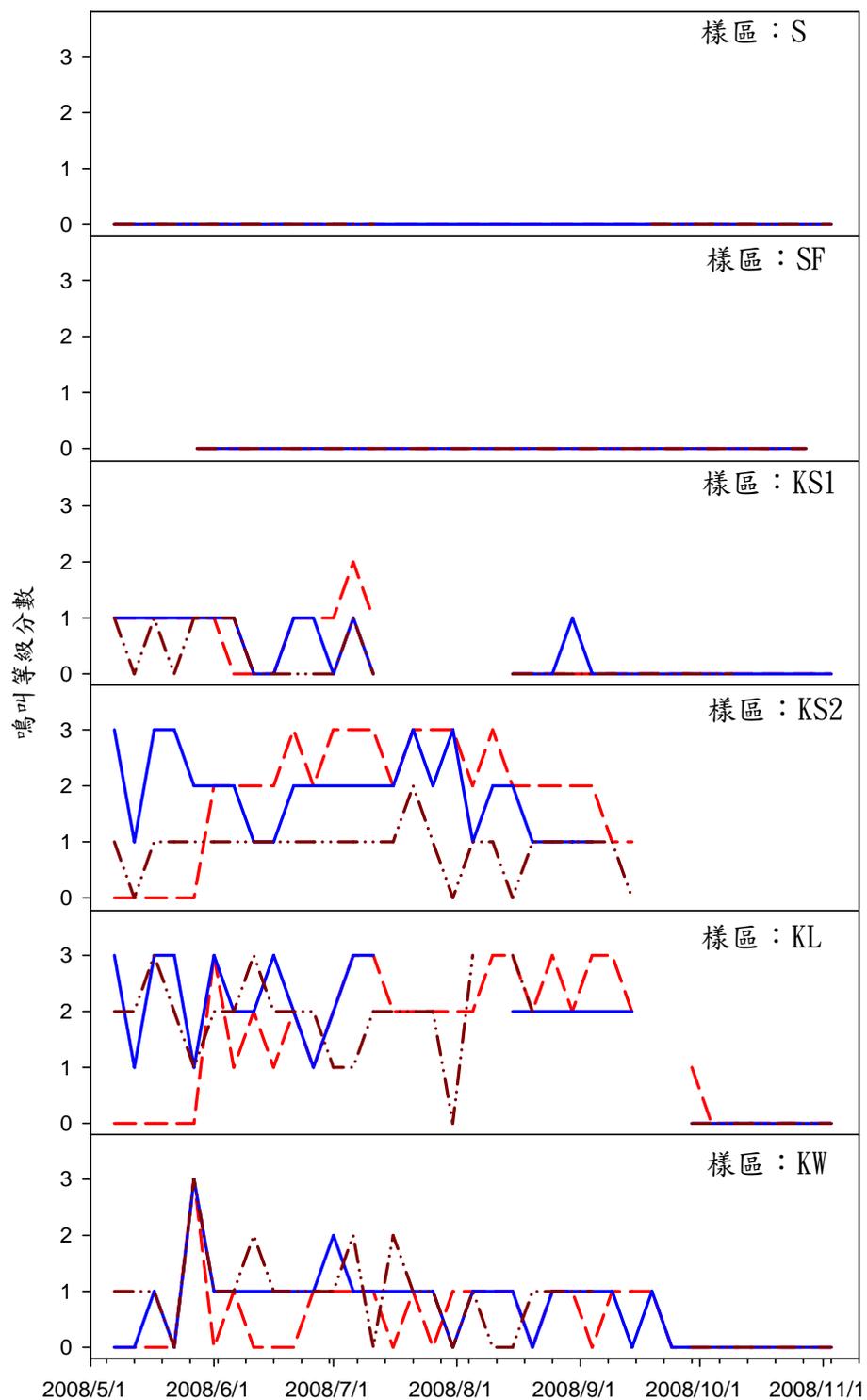
(資料來源：本研究資料)



圖七、艾氏樹蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，- · - · - 為 02:00-02:10。

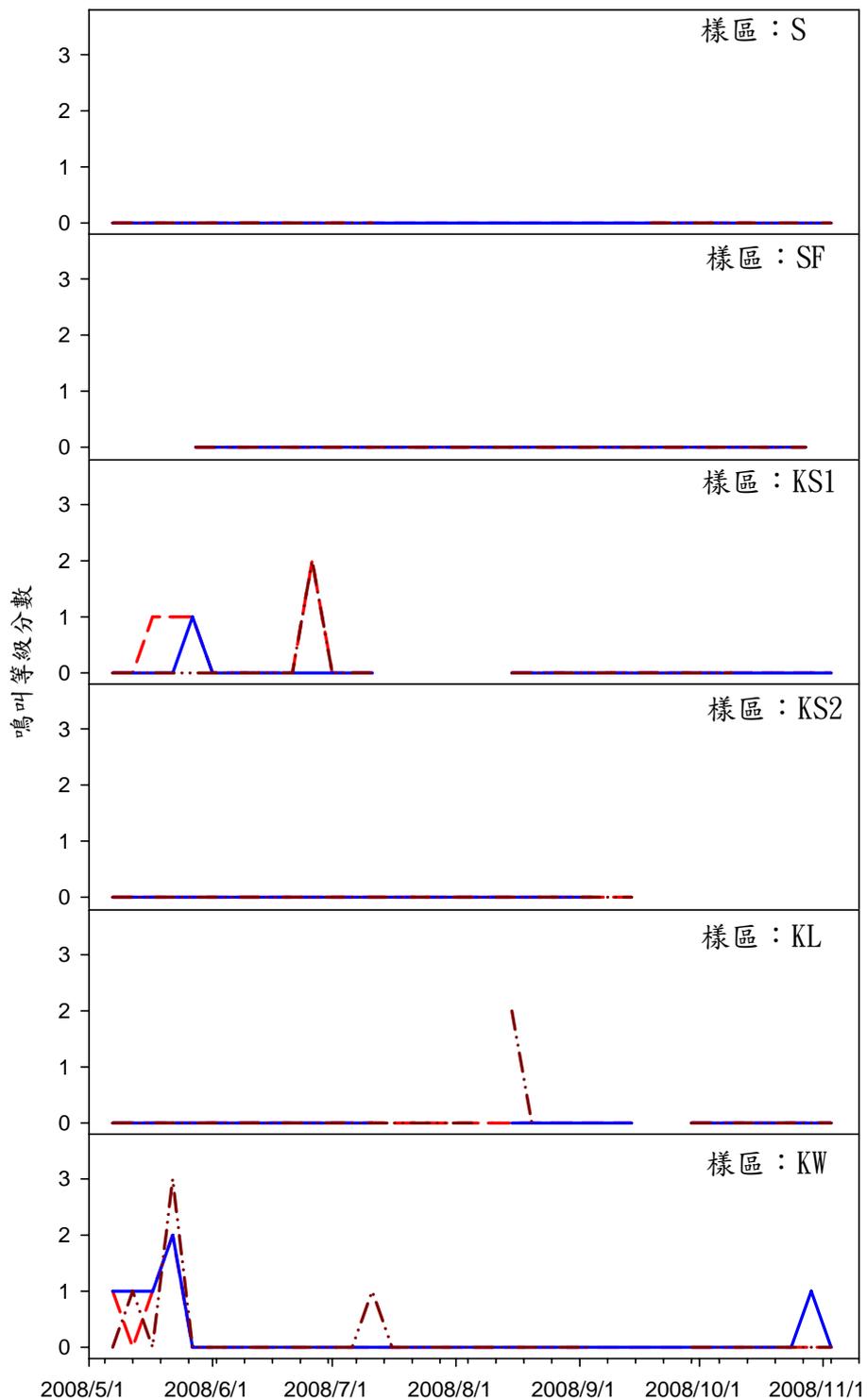
(資料來源：本研究資料)



圖八、白領樹蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，.....為 02:00-02:10。

(資料來源：本研究資料)



圖九、史丹吉氏小兩蛙在各樣點的鳴叫活動趨勢圖

註：-----為 20:00-20:10，——為 23:00-23:10，- · - · - 為 02:00-02:10。

(資料來源：本研究資料)

第四節 調查綜合結果

綜合三種調查方法，目前在所有樣區所調查到的物種共計有 4 科 7 屬 17 種（表十三），佔台灣所有原生種蛙類種數的 59%（17/29），包括蟾蜍科的盤古蟾蜍和黑眶蟾蜍，狹口蛙科的小雨蛙、黑蒙希氏小雨蛙和史丹吉氏小雨蛙，樹蛙科的日本樹蛙、褐樹蛙、艾氏樹蛙、白領樹蛙、莫氏樹蛙和橙腹樹蛙，與赤蛙科的腹斑蛙、虎皮蛙、澤蛙、拉都希氏赤蛙、金線蛙和斯文豪氏赤蛙，與過去的調查紀錄（侯平君，1998）大致符合，但尚有貢德氏赤蛙，此一種兩棲類未在本次的調查中被發現，而在 1995 至 2001 年的監測調查中，僅有 1 筆貢德氏赤蛙的聲音紀錄，因此貢德氏赤蛙是否分佈在南仁山地區仍需進一步的確認；另外，在我們的調查中，橙腹樹蛙與虎皮蛙的調查資料筆數非常的少，可能是因為牠們在南仁山地區族群量較小，或生活習性較為隱密，使其較不易被調查發現。

綜合三種調查方法的結果，我們可以知道南仁山地區，大部分的兩棲類在 2-11 月期間皆有活動（表十四），僅有少數種類有較明顯的季節性，如腹斑蛙、史丹吉氏小雨蛙、金線蛙與白領樹蛙的活動主要是在春、夏兩季，而莫氏樹蛙則出現在冬季。

表十三、南仁山地區的兩棲類名錄

學名	中文名
Anura 無尾目	
Bufonidae 蟾蜍科	
Bufo 蟾蜍屬	
<i>Bufo bankorensis</i>	盤古蟾蜍 [#]
<i>Bufo melanostictus</i>	黑眶蟾蜍
Microhylidae 狹口蛙科	
Microhyla 狹口蛙屬	
<i>Microhyla ornata</i>	黑蒙希氏小雨蛙
<i>Microhyletta heymonsi</i>	小雨蛙
<i>Microhyletta stejnegeri</i>	史丹吉氏小雨蛙 [#]
Ranidae 赤蛙科	
Rana 赤蛙屬	
<i>Rana adenopleura</i>	腹斑蛙
<i>Rana rugulosa</i>	虎皮蛙
<i>Rana limnocharis</i>	澤蛙
<i>Rana latouchii</i>	拉都希氏赤蛙
<i>Rana plancyi</i>	金線蛙 [@]
<i>Rana swinhoana</i>	斯文豪氏赤蛙
Rhacophoridae 樹蛙科	
Buergeria 溪樹蛙屬	
<i>Buergeria japonicus</i>	日本樹蛙
<i>Buergeria robusta</i>	褐樹蛙 [#]
Chirixalus 跳蛙屬	
<i>Chirixalus eiffingeri</i>	艾氏樹蛙
Polypedates 泛樹蛙屬	
<i>Polypedates megacephalus</i>	白領樹蛙
Rhacophorus 樹蛙屬	
<i>Rhacophorus aurantiventris</i>	橙腹樹蛙 ^{@#}
<i>Rhacophorus moltrechti</i>	莫氏樹蛙 [#]

[@]：保育類。

[#]：台灣特有種。

(資料來源：本研究資料)

表十四、各物種在不同月份的活動紀錄

物種	月份									
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月
盤古蟾蜍					■		■		■	
黑眶蟾蜍			■							
黑蒙希氏小雨蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
小雨蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
史丹吉氏小雨蛙	■		■	■	■	■	■	■		
腹斑蛙			■	■	■	■	■	■	■	■
虎皮蛙					■					
澤蛙			■					■		
拉都希氏赤蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
金線蛙 [®]		■	■	■	■	■	■			
斯文豪氏赤蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
日本樹蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
褐樹蛙 [#]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
艾氏樹蛙	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
白領樹蛙			■	■	■	■	■			
橙腹樹蛙				■	■	■	■	■		
莫氏樹蛙	■									■

(資料來源：本研究資料)

第五節 三種調查方法的成效比較

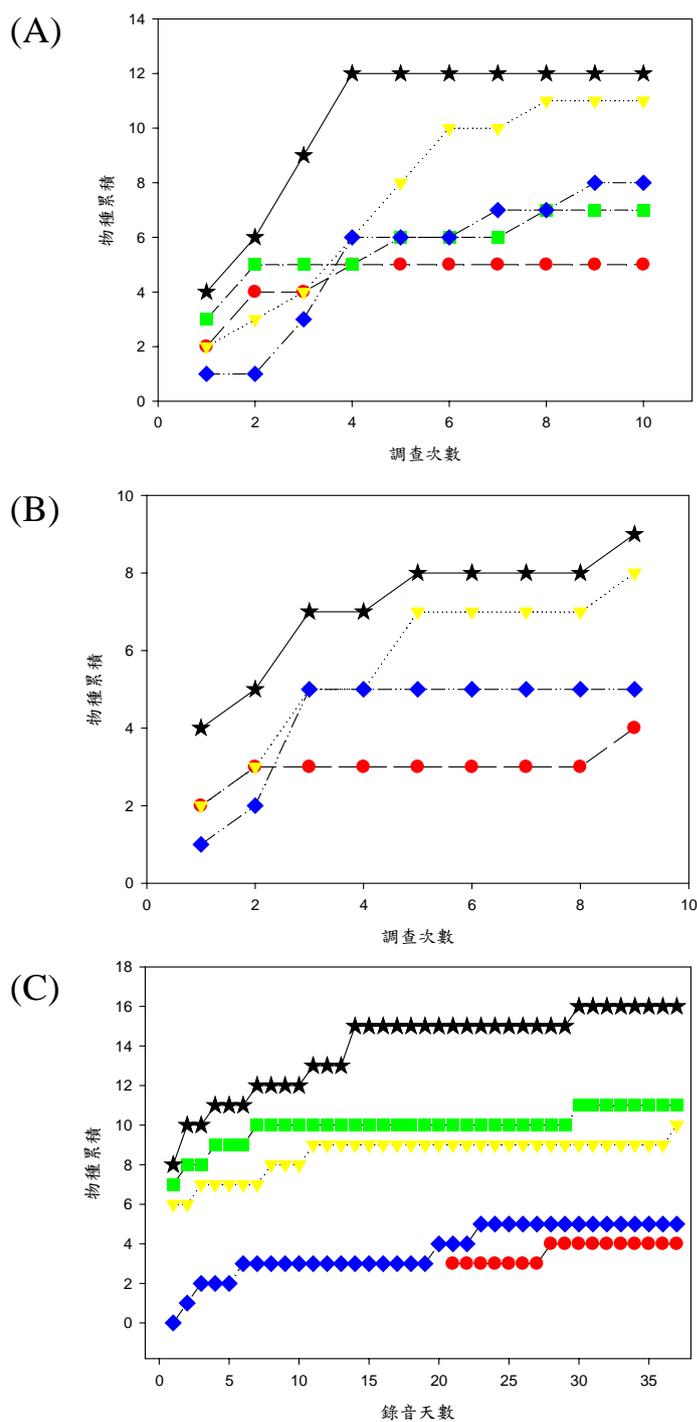
由以上的初步結果，可知三種調查方法若各自單獨使用，皆無法達到調查的最大物種數，而各方法所得的結果略有差異（表二）。在調查到的種類數上，自動錄音法可以調查到的種數為 16 種（小雨蛙與黑蒙希氏小雨蛙合併計算為 1 種），實際上為全部的物種數；夜間目視遇測法可調查到的種數為 13 種，為次多；而方格取樣法則只能調查到最少的種類（9 種）。其中，金線蛙只有在自動錄音法中被紀錄到，由於夜間目視遇測法，僅紀錄在穿越線上可以被看到的物種，但在進行調查中依然可以聽到隱蔽性較高的物種鳴叫聲（例如：金線蛙、橙腹樹蛙與虎皮蛙），若將穿越線調查中能聽到的物種一併計算的話，夜間目視遇測法則可與自動錄音法調查到相同的物種數。若將 4 個樣區分別來看，單獨使用任一種調查方法也是無法達到該樣區的最大種類數（表十五），除了溪流樣區之外，錄音法在其他三個樣區均可以調查到最多物種數，目視遇測法則次之；而只要有任兩種方法搭配使用，則可得到接近最大種類數的結果，其中以目視遇測法搭配錄音法的效果最好。在調查到的累積物種數方面，目視遇測法雖然無法在一開始就調查到很多物種，不過在進行了 4 次調查之後，就幾乎可以達到最大種類數了（圖十 A）；錄音法可以在一開始最快調查到較多種類，但是其每次紀錄到的物種數的累積速度較慢（圖十 B）；方格法在本年度的 9 次調查後，累積物種數還在增加中，可能還需要幾次調查才能達到最大的種類數（圖十 C）。

表十五、不同調查方法組合在所能調查到的種類數

樣區	所包含的樣點	調查到的種類數						
		目視遇測法	方格取樣法	自動錄音法	目視+方格法	目視+錄音法	方格+錄音法	三種方法綜合
古湖迎風坡	KW、KS2、KL	8	5	13	9	14	13	14
古湖背風坡	KC、KS1	11	8	11	13	14	13	15
次森林樣區	SF	5	4	6	6	6	7	7
溪流樣區*	S1、S2	7	-	5	-	8	-	-
四樣區綜合		13	9	16	14	17	16	17

*：溪流樣區中未使用方格取樣法調查。

（資料來源：本研究資料）



圖十、各調查方法的物種累積趨勢圖

註：(A)、(B) 與 (C) 分別為目視遇測法、方格調查法與自動錄音調查法在古湖迎風坡森林 (—◆—)、古湖背風坡森林(—▽—)、次森林樣區(—●—)、溪流樣區(—■—)與所有樣區總計(—★—)的物種累積趨勢。

(資料來源：本研究資料)

以本年度在南仁山地區所做的調查來看，夜間目視遇測法每次需要 2-3 名調查人員，耗費 2 個晚上，而方格法每次需要 4-5 名調查人員，耗費 1 個白天，不過這兩種方法本身僅需要極少的額外經費做資料分析；而自動錄音法主要的工作在於分析錄音檔，可由 1 名調查人員進行，不過分析的時間必多於錄音的時間總和。因此，錄音法相較於其他兩種調查方法，需要在實驗室內比在野外的工作的時間較多，另外，錄音法也需要購置錄音器材的經費，其中當然也必須包括器材的耗損與每月固定更換電池；雖然錄音法需花費較多的分析時間與器材費用，卻可以同時進行大面積、較多樣點且長期的錄音調查，有利於偵測族群數量較少的稀有種，因此，在本年度的調查中可以調查到最多物種數；目視遇測法所花的時間與人力均較少，對於一個調查樣點可以很快的獲得大部分的物種名錄，然則一個晚上能調查的調查樣點數量很有限，調查結果容易受到調查當日天氣的影響，且不易長時間持續高頻度的調查；方格法則需較多的調查人力，能調查的範圍有限，卻可以獲得一地區的絕對密度資料，若與其他（氣象）資料搭配，亦可作為輔助的監測方法（見下節）。

第六節 與過去結果的比較

雖然南仁山兩棲類物種組成在古湖樣區與溪流樣區不同（ANOSIN：R=1，P=0.002），本年度目視遇測的結果與 1995-2001 各年的結果並無顯著差異（ANOSIN：R=0.066，P=0.315）。以方格法的結果來看，本年度在古湖迎風坡森林和背風坡森林的青蛙密度（分別為每 100 平方公尺有 1.83 ± 1.5 隻和 4.83 ± 3.24 隻），則顯著低於 2001 年的調查結果（分別為 3.5 ± 0.4 及 10.2 ± 1.8 ）（t test: $t = -3.17$, $df = 10$; $t = -3.71$, $df = 13$; $P < 0.05$ ）；且本年度兩棲類物種組成（迎風林 5 種和背風林 8 種）也與 2001 年（迎風林 7 種和背風林 7 種）不同。過去在迎風林最多的盤古蟾蜍（35.9%）和黑眶蟾蜍（2.56%），今年則完全未發現；過去在背風林未發現的白領樹蛙及史丹吉氏小雨蛙，今年則有紀錄，而過去曾有紀錄的小雨蛙（2.60%），今年則未發現。此外，森林底層兩棲類主要以小蛙為主，本年度發現小蛙的比例（56%）與 2001 年（迎風 46%，背風 52%）並無顯著差異（ $\chi^2 = 2.028$, $df = 2$, $P = 0.363$ ）。

本年與 2001 年森林底層兩棲類密度的差異，可能與兩年的降雨量不同有關。北美長期研究（16 年）發現：每年兩棲類變態小蛙的數量波動很大，主要受到降雨和枯水期長度的影響（Semlitsch et al., 1996）。本年度恆春地區的降雨量（1-11 月，1994.3 mm）為 2001 年降雨量（1-11 月，2485.1 mm）的 80%，最主要的差別在 5 月（今年 31.5 mm，2001 年 347.0 mm）及 9 月份（今年 181.1 mm，2001 年 717.5 mm）（中央氣象局全球資訊網，<http://www.cwb.gov.tw/>）。而 4-5 月為拉都希氏赤蛙小蛙出現的高峰，11 月至翌年 1 月則是盤古蟾蜍小蛙出現的高峰（Huang and Hou, 2004），前者為背風林的優勢種，後者則為迎風林的優勢種（Huang and Hou, 2004）；除了 5 月及 9 月的降雨差異可能影響這兩種優勢種

的繁殖及蝌蚪成長外，方格法調查未包含 11-1 月的資料（1 月計劃尚未開始，11 月因雨未進行），亦可能是本年度密度較低的原因之一。由於南仁山為生態保護區，人為干擾極少，本年發現森林底層兩棲類密度較 2001 年減少的現象，可能是氣候波動的結果。由此可見，兩棲類的密度對降雨及水文變化相當敏感，很適合做為未來氣候變遷（降雨模式改變）對生態系影響的指標生物。方格取樣法比起其他方法，雖然調查到的種類數較少，卻可以獲得絕對密度，對於鄰近水域森林區的兩棲類變化可以靈敏的反應。因此，未來可選在優勢物種的繁殖時間（4-6 月及 8-10 月），在古湖附近的森林樣區以方格取樣法進行，做為長期監測的輔助調查方法。

第七節 物種簡介

盤古蟾蜍（特有種）

學名：*Bufo bankorensis* Barbour, 1908

其他俗名：盤谷蟾蜍、台灣蟾蜍、癩蛤蟆、Central Formosan toad

快速鑑定清單：

1. 大型。
2. 耳後腺。
3. 頭部沒有黑色骨質稜脊。

發現史：

盤古蟾蜍最早是在 1908 年由美國學者 Thomas Barbour (1884-1946) 所命名，命名的模式標本採集自台灣中部 Bankoro，因此其學名 *bankorensis* 指的是地名。雖然盤古蟾蜍在 1908 年已經命名為新種，但之後有些學者認為牠們是廣泛分佈中國大陸的中華大蟾蜍 *Bufo b. gargarizans*。而在 1986 年經日本學者松井正文仔細研究比對各種蟾蜍之後，發表學術文章確定牠們不同於中華大蟾蜍，是 1908 年已經命名的台灣特有種盤古蟾蜍。

小檔案：

盤古蟾蜍個體之間的體型差異很大，從 6 公分到 20 公分，雌蟾明顯比雄蟾大很多。牠們身體背部的顏色及花紋也變化多端，體色有紅色、褐色或黑褐色；花紋則有些個體在體側有黑色縱紋，有些有黃色背中線，有些則沒有任何斑紋，但牠們身上都有大大小小的疣，眼後還有一對大型突出的耳後腺。盤古蟾蜍的耳後腺和疣都能分泌毒液，但這完全是為了防禦，除非是受到很大的刺激，否則牠們不會分泌毒液。牠們分泌毒液的目的是在警告其他動物：「我有毒，以後不要再惹我了」。

盤古蟾蜍廣泛地分佈於台灣全島各地，從龜山島、平地到 3000 公尺的高山，都有牠們的蹤跡，平常晚上喜歡守候在步道、空地、路燈等比較亮、蟲比較多的地方覓食，也喜歡在住宅或農耕地附近捕食昆蟲。每年九月到次年二月為其繁殖季節，會到溪流、水池等水域進行生殖活動，雄蟾不會主動發出叫聲吸引雌蟾，

而是一起聚集到水域，由雄蟾主動追求雌蟾。因此雄蟾之間的競爭非常激烈，經常出現多隻雄蟾爭先恐後抱一隻雌蟾的現象，有時也會出現雄蟾誤抱雄蟾的情況，此時被錯抱的雄蟾會發出「勾、勾、勾」的釋放叫聲。卵串成長條型，長約80公分，約4000多顆卵粒。蝌蚪黑色有毒，常聚集成一大群。

黑眶蟾蜍

學名：*Bufo melanostictus* Schneider, 1799

其他俗名：癩蛤蟆、Spectacled toad

快速鑑定清單：

1. 中大型。
2. 耳後腺。
3. 頭部眼睛周圍有黑色骨質稜脊。

發現史：

黑眶蟾蜍是德國籍自然學者J. G. Schneider (1750-1822)於1799年根據採集自印度的標本命名，學名拉丁文*melano*指的是黑色，*stic*是皮膚上的斑點或突刺，所以是根據外型命名。黑眶蟾蜍廣泛分布於中國大陸西南部及南部、台灣、亞洲南部、斯里蘭卡、印尼及婆羅州等地。

小檔案：

黑眶蟾蜍因從吻端、上眼瞼到前肢基部有黑色隆起稜而得名，體色呈黑色或灰黑色，體長約5至10公分，全身佈滿黑色、粗糙的疣，眼後有一對耳後腺。鼓膜明顯，趾端黑色，好像擦黑色的指甲油。牠們分布於海拔600公尺以下的平地及山區，常在住宅附近、草澤、稻田、空地等開墾地出沒，由於繁殖力很強，若環境適宜，常常不出幾年，就發展出數百隻的龐大族群。繁殖期在每年的二到九月，長有水生植物的水池，是牠們最喜愛的繁殖場所。雄蟾有單一外鳴囊，叫聲是一長串非常急促的「咯、咯、咯……」，尤其當雄蟾碰到雌蟾時，叫聲會變得更加急促。但是當雄蟾被其他個體誤抱時，叫聲則變成短促而尖銳的「嘎」。卵串長條型，蝌蚪深褐色，身體菱形。

小雨蛙

學名：*Microhyla ornata* (Duméril and Bibron, 1841)

其他俗名：飾紋姬蛙、小姬蛙、Ornate narrow-mouthed toad、Ornate ricefrog

快速鑑定清單：

1. 小型。
2. 身體三角形。
3. 背中央有深色對稱塔狀花紋。

發現史：

小雨蛙原本是在1841年由A. M. C. Duméril (1774-1860) 及G. Bibron (1806-1848) 根據採集自印度馬拉巴的標本命名為 *Engystoma ornatum*，之後在

1882年由英國學者G. A. Boulenger(1858-1937)重新命名為*Microhyla ornata*，因此在學名的命名者及年代部分加一個括號，表示變更過。小雨蛙另外有一個同種異名*Microhyla fissipes*，是G. A. Boulenger 在1884年根據採集自台灣台南的標本命名。小雨蛙分布範圍相當廣，包括中國南部及海南島、台灣、日本琉球群島、東南亞及南亞。

小檔案：

小雨蛙的頭小腹大，身體呈扁平的三角形，體長僅2-3公分。牠們因為背部有美麗的深色花紋，花紋類似兩個人字、塔狀或聖誕樹狀，對稱而且醒目，所以又稱為飾紋姬蛙，學名*ornata*就是形容牠們有裝飾性花紋。所以不論俗名還是學名，都是根據外型命名。小雨蛙雖然屬於小型蛙類，但雄蛙有鼓起來幾乎和身體一樣大的單一外鳴囊，因此叫聲非常的低沉而且大聲，聲音聽起來如同上發條聲。經常出現在稻田、水池等開墾地，普遍分布於全台灣平地及低海拔山區，雨後的夏夜常可聽到牠們整齊而具有節奏感的叫聲。喜歡躲在草根、土縫或石頭底下鳴叫，所以常常只聞其聲，不見其影，不容易觀察。卵塊經常成片漂浮在水面，蝌蚪身體透明圓形，小巧可愛。

黑蒙希氏小雨蛙

學名：*Microhyla heymonsi* Vogt, 1911

其他俗名：小弧斑姬蛙、Taiwan Ricefrog、Heymonsi's narrow-mouthed toad

快速鑑定清單：

1. 小型。
2. 身體三角形。
3. 背中線中央有一個或兩個黑色小括弧花紋。

發現史：

黑蒙西氏小雨蛙是德國學者 Theodor Vogt 於 1911 年根據採集自台灣的標本所命名，黑蒙西氏小雨蛙學名 *Heymonsi* 是人名，是以人名命名。黑蒙西氏小雨蛙除了分布於台灣，也廣泛分布於大陸南方，包括四川、雲南、貴州、安徽、江蘇、浙江、江西、湖南、福建、廣東、廣西及海南島，以及馬來半島與蘇門答臘。

小檔案：

體長僅 2-3 公分，是台灣兩棲類中體型最小的成員之一。牠們有典型的狹口蛙科體型，頭小體寬。背部顏色變化大，灰黑色或紅褐色，從吻端到體側有醒目的黑色寬紋斜達腰部。有背中線，沿背中線兩側有對稱的波狀黑棕色長縱紋，背中線中央有一個小括弧斑，所以又稱小弧斑姬蛙。

黑蒙西氏小雨蛙常見於於中南部及東部 1500 公尺的開墾地水域及草澤。平常棲息在樹林底層的落葉間，生殖期時遷移到稻田、草澤、路旁積水等淺水域繁殖。通常躲在水邊草叢、落葉、泥縫或小石堆中鳴叫，叫得很大聲，但是很難找。叫聲和小雨蛙很像，很容易弄錯。卵粒小型，成片漂浮在水面。蝌蚪透明，兩眼間及尾中部由銀白色斑，嘴部成往上翹的漏杓狀，浮在水面上濾食。

史丹吉氏小雨蛙

學名：*Microhyla inornata* Boulenger, 1890

其他俗名：台灣娟蛙、史氏姬蛙、Stejneger's narrow-mouthed toad

快速鑑定清單：

1. 小型纖細
2. 四肢修長，上臂背面橘紅色
3. 背部有暗褐色斑點或 2 到 4 縱紋

發現史：

分布於台灣的史丹吉氏小雨蛙的分類地位，不同學者有不同的看法。G. A. Boulenger 在 1909 曾描述一種採自台灣的種類，命名為 *Microhyla steinegeri*，這也是史丹吉氏小雨蛙俗名的由來。但是大陸學者趙爾宓在 1993 年出版的中國兩棲爬行動物學一書認為分布於台灣的族群和分布於中國雲南、馬來西亞及蘇門答臘的族群是同一種，也就是英國學者 G. A. Boulenger 在 1890 年命名的 *Microhyla inornata*。但也有學者認為是不同種，有關史丹吉氏小雨蛙的分類地位尚待更進一步的研究。

小檔案：

史丹吉氏小雨蛙的身體比較修長，體長 2-3 公分。牠們的顏色及花紋變化多端，背部一般淺褐色，有一些暗褐色粗大的斑點，斑點有時綴連成 2 至 4 深色條縱紋。上臂背面橘紅色，格外鮮明。通常在五月春雨過後，上百隻成群出現森林底層的暫時性水域中求偶鳴叫，雄蛙有單一外鳴囊，叫聲高而連續，類似蟲叫的「唧唧唧唧」。一旦雨停，則又消失無蹤，偶然才會看到一、兩隻藏在落葉堆中。

日本樹蛙

學名：*Buergeria japonica* Hallowell, 1861

其他俗名：溫泉蛙、日本溪樹蛙、Japanese Buerger's frog

快速鑑定清單：

1. 小型。
2. 背中央近肩胛處有一對短棒狀突起。

發現史：

日本樹蛙是由美國費城的一位醫生兼業餘自然愛好者 Edward Hallowell 根據採集自日本的標本所命名，但命名的文章是在他死後一年 1861 年才在期刊發表。E. Hallowell 原將日本樹蛙命名為 *Ixalus japonicus*，但 1970 年，S. S. Liem 在研究樹蛙科的分類及演化時，將其重新命名為 *Buergeria japonica*。而有關模式標本的採集地點，1947 年美國學者 R. F. Inger 認為應該是琉球群島的奄美大島。

小檔案：

日本樹蛙的體型不大，約 3-4 公分，因此暱稱為「小日本」。牠們的體色常隨環境而變成鉛灰色、淡褐色或黃褐色，但不會變綠。背部有 X 型或 H 型深色花

紋，腹部白色，手及腳部有深褐色橫帶。牠們身體背面有許多顆粒性突起，背中央近肩胛處有一對短棒狀突起，這是牠們最主要的特徵。雄蛙有單一外鳴囊，叫聲是高亢短促的「噦、噦、噦」，類似蟲鳴。日本樹蛙雖然屬於樹蛙科，但很少出現在植物上，反而喜歡棲息於低海拔的淺水、分佈有許多小碎石的溪流、溝渠環境，也可能出現在海岸邊。適應的溫度範圍很廣，曾在水溫約攝氏17度的溪水，及水溫高達攝氏43度的溫泉發現牠們的蹤跡，由於牠們是少數能在溫泉環境生活的蛙類，所以又稱為溫泉蛙。

日本樹蛙雖然因為命名標本採集自日本而得名，但其實在日本本島並沒有日本樹蛙的分佈，牠們僅分佈在台灣及琉球群島。日本樹蛙是台灣低海拔地區常見的蛙類，是常見的溪流蛙種之一。

日本樹蛙的卵粒一粒粒散落在淺水域，有如小石頭一般，大約24-36小時就能孵化成小蝌蚪。蝌蚪尾巴細長，有數條橫紋，是少數能在溫泉環境生存的蝌蚪。

褐樹蛙（特有種）

學名：*Buergeria robusta* Boulenger, 1909

其他俗名：壯溪樹蛙、Robust Buerger's frog、Brown treefrog

快速鑑定清單：

1. 中大型。
2. 指（趾）端吸盤明顯。
3. 從兩眼到吻端有一塊淡黃色的三角形斑。

發現史：

褐樹蛙是由英國博物學家G. A. Boulenger於1909年命名，命名的標本採集自台灣。褐樹蛙學名*robusta*是強壯的意思，表示褐樹蛙是一種強壯的樹蛙。褐樹蛙在1909年命名時，G. A. Boulenger將其歸於樹蛙屬，所以學名是*Rhacophorus robustus*，因此，可能在一些舊的資料看過這個學名。之後S. S. Liem於1970年將褐樹蛙更正為溪樹蛙屬（*Buergeria*）的成員，學名修正為*Buergeria robusta*。溪樹蛙屬的成員全世界僅有四種，都分佈於島嶼。其中除了日本樹蛙*Buergeria japonica*分布於台灣及琉球群島，其他三種都是特有種，海南溪樹蛙*Buergeria oxycephala*僅分佈於中國海南島，*Buergeria buergeria*僅分布於日本，褐樹蛙*Buergeria robusta*僅出現在台灣，雖然海南島、台灣、日本相隔甚遠，但這三種的外型及生態習性很相似，推測親源關係很近，為何會造成這種不連續的分布，是很有趣的課題。

小檔案：

褐樹蛙體長5-9公分，在樹蛙家族中屬於中大型。雄蛙及雌蛙的體型差異很大，這是溪流繁殖蛙類的特性之一。身體呈褐色，從兩眼到吻端有一塊淡黃色的三角形斑，而兩眼到體背另有一塊倒三角形的黑斑。眼睛大而突出，虹膜有銀白色及褐色兩色，好像英文T字。

褐樹蛙分佈於全島中低海拔的山區，平時喜歡棲息在河邊的樹上或石縫中，

此時的顏色較淺，幾乎呈現白色。夜晚多出現在河岸、樹林底層等環境中，是夏季較為常見的蛙種之一。在春夏季節，褐樹蛙會趁著黑夜，成千上百隻遷移到溪流裏繁殖，聚成小群在大石頭上鳴叫，雄蛙此時經常變成金黃色。雄蛙有單一外鳴囊，叫聲是細碎的「啞、啞」，偶而發出幾聲粗粗的「嘎」。卵有黏性，黏在石頭底下，以避免被流水沖走。

艾氏樹蛙

學名：*Chirixalus eiffingeri* Boettger, 1895

其他俗名；Eiffinger's treefrog

快速鑑定清單：

1. 小型。
2. 背部有一個X或H形的深色斑。
3. 四肢外側有白色顆粒突出。
4. 體從淺褐色到綠色，但以褐色為主。

發現史：

艾氏樹蛙是在1895年由德國兩爬學者Oskar Boettger (1844-1910)所命名，當初命名時將艾氏樹蛙歸於赤蛙科赤蛙屬(*Rana*)，所以學名為*Rana eiffingeri*，1970年才由S. S. Liem更正為樹蛙科跳樹蛙屬(*Chirixalus*)，因此學名修正為*Chirixalus eiffingeri*。艾氏樹蛙命名的模式標本採集自日本琉球群島，分佈範圍僅包括琉球群島及台灣。

小檔案：

艾氏樹蛙的體長約3-5公分，體色多變，可從淡褐色變到綠色。牠們的皮膚上有許多顆粒狀的突起，背部有一個X或H型深褐色斑，前肢、小腿及第5趾外側都散布著細小的白點，但以小腿和足部相接處的白點最明顯。不論雌雄，拇指基部都有發達的內掌瘤，是一塊略呈紅色的突起。艾氏樹蛙普遍分布於全島中低海拔的山區，多出現在樹林中層的環境中鳴叫，通常只聞其聲，不見其影。

艾氏樹蛙主要繁殖季節在西部以三月到九月為主，但在東部，則是在九月至次年三月。此時雄蛙會躲到有水的竹筒或樹洞內鳴叫，雄蛙有單一外鳴囊，叫聲是亮而規律的「逼、逼、逼」，蝌蚪則在竹筒或樹洞中生活。但雄蛙不一定都得到竹筒裡鳴叫，有時也在竹筒外或附近的草叢鳴叫，獲得交配之後，雌蛙才帶雄蛙到竹筒產卵。除了竹筒，積水的樹洞、鐵柱、石縫艾氏樹蛙都會利用，且會有重覆使用的現象，因此可能在一個竹筒壁上，發現不同發育時期的卵塊。卵一粒粒分開黏在壁上，雌蛙可多次產卵，但每次產卵不超過200顆。

牠們是「台灣最有愛心的青蛙」，因為在台灣的蛙類當中，牠們是唯一一種雄蛙和雌蛙都表現護幼的行為。雄蛙交配之後繼續留在竹筒或樹洞內照顧卵粒，以維持卵粒的濕潤避免發霉；雌蛙則定期回來產卵餵食在洞中積水成長發育的蝌蚪。餵食的時候，雌蛙將身體下半部浸在水裡，蝌蚪主動聚集在雌蛙肛門附近並刺激雌蛙排卵。蝌蚪食卵的時候，先將卵的膠質囊咬破後，再吸食卵粒。不過當

食物不夠的時候，也會發生大蝌蚪吃小蝌蚪的自相殘殺現象。

白領樹蛙

學名：*Polypedates megacephalus* Hallowell, 1861

其他俗名：斑腿樹蛙、大頭蛙、White lipped treefrog

快速鑑定清單：

1. 中大型。
2. 指（趾）端有吸盤。
3. 背部有深褐色的條紋或斑點。
4. 大腿內側及體側有黑色網紋

發現史：

白領樹蛙是E. Hallowell在1861年根據採集自香港的標本命名為新種，屬名*Polypedates*是泛樹蛙屬，學名*megacephalus*是大頭的意思，所以，從學名直譯應該是大頭泛樹蛙，以特徵命名。不過分佈於台灣及中國的族群，過去一直被認為是*Polypedates leucomystax*，*leucomystax*指的是白色的領，所以稱之為白領樹蛙。但是日本學者M. Matsui等人在1986年檢驗台灣及婆羅州標本後，認為中國及台灣的族群應該是*Polypedates megacephalus*，從此更名。由於中文俗名沿用已久，而且也能反映白領樹蛙的特徵，所以未加以變更。此外，在2005年，科博館周文豪教授根據比對台灣和香港的白領樹蛙的叫聲及DNA，認為台灣的白領樹蛙不是*Polypedates megacephalus*，周教授認為是1911年以採集自台灣的標本命名的*Rhacophorus braueri*（布氏樹蛙），但未正式發表於期刊，因此根據命名法則目前學名仍沿用*Polypedates megacephalus*。白領樹蛙分佈範圍相當的廣，包括中國大陸南方，西至西藏，北至甘肅，還有香港、海南島，此外還分佈於印度。

小檔案：

白領樹蛙是一種中型樹蛙，體長約5-7公分。身體背面為紅褐色、褐色或淺褐色，有2-4條深褐色縱帶，間雜一些斑點，或僅有一些斑點。上唇邊緣為白色，鼓膜上方皮褶為橘紅色，眼鼻線及鼓膜上方皮褶下則有一條黑線。腹側、鼠鼯部及後肢股部具有黑白相間網狀花紋，好像穿了一雙網紋絲襪。四肢有橫紋，所以又稱為斑腿樹蛙。

四月到九月是白領樹蛙的主要繁殖季節，雄蛙有單一外鳴囊，叫聲有如擊鼓般的「答、答、答」，在夏夜裡聽起來格外清晰。牠們普遍分佈於全台灣低海拔山區及果園，喜歡利用池塘、蓄水池、水溝等靜水域繁殖。在繁殖季節的下雨夜晚，牠們常常集體大量出現，當數百隻雄蛙齊鳴的時候，讓人有置身戰場的震撼效果。卵塊是黃色泡沫狀，產於水邊的植物體上或潮濕有落葉遮蔽的地面，有時候會好幾個黏成一大團。蒼蠅是泡沫卵塊的主要天敵，蒼蠅把卵產在泡沫卵塊裡，當卵化成蛆之後，白領樹蛙的卵塊就成為蛆的食物，變成黏搭搭猶如鼻涕一般的黏液。小蝌蚪孵化後會分泌酵素將泡沫溶成液狀，然後隨著雨水流入水域。蝌蚪的吻端有一個小白點，很容易辨識。

莫氏樹蛙（特有種）

學名：*Rhacophorus moltrechti* Boulenger, 1908

其他俗名：Moltrecht's treefrog、Nantou treefrog

快速鑑定清單

1. 中小型、背面墨綠色。
2. 指（趾）端有吸盤。
3. 眼睛虹膜及大腿內側橘紅色，體側及四肢內側有許多小黑斑。

發現史：

莫氏樹蛙是台灣特有種，在1908年由英國兩爬學者George A. Boulenger命名發表。模式標本是由Arnold Moltrecht在南投採集，再寄到英國給George A.

Boulenger鑑定，因此莫氏樹蛙是用採集者的姓氏命名的。

小檔案：

牠們是綠色的中型樹蛙，體長約4-6公分。有些個體的背部還帶有一些小白點，腹面及側面散有一些黑斑點，這是牠們的老人斑，年紀越大，斑點越多。大腿內側呈鮮豔的橘紅色或淡橘色，好像穿一條紅內褲。這是一種保護色，逃跑的時候兩腿一伸，露出紅內褲來讓敵人嚇一跳。眼睛虹膜也是橘紅色的，好似感染了結膜炎。

莫氏樹蛙廣泛分布於全省，由北到南，由低海拔的樹林、果園、開墾地到2000多公尺高山針葉林，都可見到牠們的蹤跡，是台灣分佈最廣的樹蛙，也因為是特有種。莫氏樹蛙的繁殖期隨地區而有所不同，但以春天比較多。台灣北部及東北部一般在春天及夏天繁殖；中南部在夏天及秋天產卵；東部花蓮地區是在冬季；潮溼的山區例如溪頭，則終年繁殖。平常住在樹林裡，繁殖期時才到水邊活動。繁殖期的時候，雄蛙常在落葉底下挖一個淺淺的洞藏身鳴叫，也喜歡躲在水溝旁邊的石縫、鬆鬆的土堆或草根處，有時也會爬到樹上高歌。雄蛙有單一外鳴囊，叫聲很響亮，如同火雞叫般的一長串「呱—阿，呱呱呱呱呱呱」。雌蛙受雄蛙叫聲吸引，主動接近雄蛙形成配對，偶而也會出現一隻雌蛙同時和多隻雄蛙交配情形。卵塊是白色泡沫狀，直徑約8公分，常產於植物根部或爛泥堆中。蝌蚪大型黑色，身體橢圓形，尾長為體長兩倍。

橙腹樹蛙（特有種、保育類）

學名：*Rhacophorus aurantiventris* Lue, Lai, and Chen, 1994

其他俗名：Orange-Belly Tree Frog

快速鑑定清單：

1. 中型、背部墨綠色
2. 指（趾）端有吸盤
3. 腹部橙紅色，沒有斑點

發現史：

橙腹樹蛙是台師大呂光洋教授在 1994 年根據採集自宜蘭福山植物園標本發表的新種，是台灣特有種。學名拉丁文 *aurantiventris* 指的是橘紅色的腹部，所以是根據外型命名。

小檔案：

腹部橙紅色沒有黑斑，體長 5-8 公分。背部光滑，墨綠色，散佈一些白色或黃色的斑點。體側從吻端到股部有一條白線，白線下方鑲有細黑邊。生性隱密，經常單獨出現在數公尺高的喬木上，叫聲小而且不連續，非常不容易觀察。產卵於樹林底層的靜水域，為泡沫型卵塊。蝌蚪為大型黑色，底棲型，口位於腹側，眼睛位於頭部上方，尾鰭高。零散分布在中低海拔的原始闊葉林中，發現地點包括宜蘭福山植物園、台中烏石坑、高雄扇平森林遊樂區、墾丁國家公園南仁山保護區、台東知本及利嘉。

腹斑蛙

學名：*Rana adenopleura* Boulenger, 1909

其他俗名：Oliver frog

快速鑑定清單：

1. 中型
2. 鼓膜周圍有黑色菱形斑
3. 有淺色不明顯的背中線
4. 有背側褶

發現史：

英國學者 G. A. Boulenger 於 1909 年根據採集自台灣南投的標本命名，學名拉丁文 *adeno* 是腺體，*pleura* 是腹側。是根據外型命名。腹斑蛙分布於中國的南方，海南島及台灣。

小檔案：

腹斑蛙外型肥碩大小約 6-7 公分，身體灰褐色或棕褐色，後端散佈一些黑色圓斑。中央有一條淡色不明顯的背中線，背中線一般僅達兩眼中間，不會到達吻端。體側有一對淺色細長的背側褶，從吻端經眼睛、鼓膜及沿背側褶下方深褐色，腹側灰褐色有許多大黑斑，因此稱為腹斑蛙。腹斑蛙廣泛分布於全省 2000 公尺以下的山區草澤及靜水域。喜歡躲在水草根或遮蔽物底下鳴叫，叫聲是尾音拉得很長的「給-給-給」，經常一隻接著一隻鳴叫，聽起來此起彼落而且響亮。雄蛙有領域性，當有其他雄蛙入侵的時候，會發出「嘎」遭遇叫聲，並主動驅逐。腹斑蛙一次產 300-400 顆黑白分明的卵，卵塊球狀，但表面平攤成多層小片狀漂浮在水面上。

虎皮蛙（保育類）

學名：*Rana rugulosa* Wiegmann, 1834

其他俗名：Chinese bullfrog

快速鑑定清單

1. 大型
2. 背部有排列整齊的長棒狀膚褶
3. 吻端尖圓而長，鼓膜大型明顯

發現史：

是德國學者 A. F. A. Wiegmann 於 1834 年根據採集自香港的標本命名，學名拉丁文 *rugosa* 是皮膚有縐褶的意思，因此是根據外型命名。虎皮蛙的學名也有學者用 *Rana tigerina rugulosa*，也就是 *Rana tigerina* 亞種，但是該物種不產於中國，因此根據地緣關係判斷台灣的族群為 *Rana rugulosa*。

小檔案：

為大型粗壯的蛙類，體長約 6-12 公分，最大可達 15 公分。頭長略大於頭寬，吻端尖圓而長。鼓膜大型明顯，顫褶不顯著。背部：黃綠色、灰褐色、暗褐色或灰黑色，有一些深色斑點。皮膚極粗糙，背部有許多長短不一、排列整齊的長棒狀。原來廣泛分布於平地農田及草澤環境，目前由於農藥及棲息地破壞，數量減少中。喜歡躲在池邊草叢或水草中鳴叫，叫聲是悠長的「剛-、剛-、剛-」，有點像敲打金屬所發出來的聲音。非常機警怕人，一靠近馬上跳開。很貪吃，能吃下澤蛙、金線蛙等中大型蛙類。目前有人工繁殖及飼養的族群。卵單枚浮於水面。蝌蚪大型，全長可達 5 公分，尾長為體長 2 倍。背部綠褐色有些小黑點，眼下及口側有金黃色斑點，上尾鰭有細斑紋。

澤蛙

學名：*Rana limnocharis* Boie, 1834

其他俗名：田蛙、Indian rice frog、Rice field frog

快速鑑定清單：

1. 中型。
2. 背部有長短不一的棒狀膚褶。
3. 兩眼間有深色V形橫斑。

發現史：

澤蛙是自然採集者 Heinrich Boie 於 1934 年命名，命名的模式採集地點不詳。學名拉丁字 *limno* 指的是湖泊、沼澤，*charis* 是美麗，所以澤蛙的學名指的是沼澤裡的美麗蛙類。

小檔案：

澤蛙又稱為田蛙，體長約 4-6 公分。牠們是台灣平地最常見的青蛙之一，喜歡棲息在稻田、池塘、湖沼及水溝附近。澤蛙的上下唇有深色縱紋，如同畫上紋面的原住民。背部有許多長長短短的棒狀突起，顏色及花紋多變，讓人覺得每一隻長得都不一樣。一般是褐色或深灰色，有時雜有明顯的紅褐色或綠色斑紋。有些個體在背部中間有一條金色背中線，非常醒目，難怪學名稱為「沼澤裡的美麗蛙類」。雄蛙有單一鳴囊，但因為鳴囊中間有一分隔，所以看起來像一對外鳴囊。

春夏兩季比較容易聽到牠們的叫聲。叫聲是連續數十個「啞、啞....」。卵成片漂浮在水面上，蝌蚪上下唇有3條明顯的白線。

拉都希氏赤蛙

學名：*Rana latouchii* Boulenger, 1899

其他俗名：闊褶蛙、Latouchi's frog、Kuatun frog

快速鑑定清單：

1. 中型，身體扁平。
2. 背側褶粗大明顯。
3. 皮膚粗糙。

發現史：

拉都希氏赤蛙是英國博物學者Geogre A. Boulenger以英國人拉圖許John David Dignes La Touche (1861-1953)命名的蛙類，命名的模式標本採集自中國福建。拉圖許對自然歷史事物非常有興趣，21歲時就抵達中國，並逗留長達三十年。其間拉圖許三次造訪台灣，在他的第一次台灣探險之旅，曾在大武山腳和以他之名命名的拉都希氏赤蛙相遇。可惜早期到台灣的探險家對兩棲類似乎都沒有太大的興趣，無法從史料瞭解台灣兩棲類過去的分佈狀況。

小檔案：

拉都希氏赤蛙身體兩側各有一條明顯的長棒狀皺褶突起，所以又稱為闊褶蛙。大小約4-6公分，身體平扁，背部紅棕色，有一些突起，摸起來有些粗糙。

拉都希氏赤蛙廣泛分布於中國南方、香港及台灣。牠們可以說是最隨遇而安的青蛙了，除了太冷或太乾熱的日子之外，牠們幾乎是整年都在繁殖。而且凡是牠們可以到達的地方，只要有水，不論是水池、溪流、水溝或路邊積水，牠們都能利用，難怪在台灣，從平地到中海拔山區，到處都有牠們的蹤跡。牠們幾乎整年都在鳴叫，但以春天及秋天較為活躍，經常聚集在水池、稻田、沼澤、流動緩慢的溝渠或溪流鳴叫。雄蛙僅有內鳴囊，所以叫聲聽起來低弱、綿長的，好像撒嬌，也像在廁所裡方便，所以有人笑稱牠們為拉肚子的青蛙。卵有黏性，喜歡黏在水草或落葉上，經常聚成一大片。

金線蛙（保育類）

學名：*Rana plancyi* Lataste, 1880

其他俗名：Green pond frog

快速鑑定清單：

1. 中大型。
2. 有一條淺綠色背中線。
3. 背部兩側各有一金褐色寬縱帶。

發現史：

是法國學者Fernand Lataste在1880年根據慘即是中國北京的標本命名，其學

名*plancyi*是為了紀念動物標本採集者 Victor Collin de Plancy而命名。

小檔案：

體型大型肥碩體長5-10公分，體側綠色，兩色被測哲白色或淺綠色，中央有一淺綠色背中線。分布於全省1000公尺以下的開墾地草澤環境，數量及分布範圍因環境破獲與人為捕捉壓力所以逐漸減少中。水棲性，喜歡藏身在長有水草的蓄水池或者遮蔽良好的農地，例如飄著浮萍的稻田、芋田或者茭白筍田。生性隱密機警，多半藏身在水生植物的葉片下，僅露出頭來觀察四周的動靜，若受到干擾馬上跳入水中。雄蛙叫聲很小，很短促的一聲「啾」，不容易聽到。平常也棲息在水域，以水生動物為食。

斯文豪氏赤蛙

學名：*Rana swinhoana* Boulenger, 1903

其他俗名：尖鼻赤蛙、棕背蛙、Swinhoe's Frog

快速鑑定清單：

- 1.大型修長。
- 2.背部綠色、褐色或綠色褐色交雜。
- 3.趾端膨大成吸盤狀。

發現史：

斯文豪氏赤蛙分佈於中國東南部及台灣，由英國學者George A. Boulenger於1903年根據採集自台灣萬巒的標本命名為新種。其學名*swinhoana*是紀念被稱為「台灣自然史研究第一人」的前英國在台領事史溫侯氏Robert Swinhoe（1836-1877）。史溫侯氏不但是外國第一位駐台外交官，也是第一位有系統的實地調查、記錄、採集標本和發表台灣動植物的博物學者，因此許多生物都以其命名，例如斯文豪氏攀木蜥蜴、斯文豪氏大蝸牛等。在台灣現有記錄的458種鳥類中，史溫侯所發現的共計226種。此外，他的著作中記錄了台灣陸生哺乳類27種（其中11種是由他親自鑑定命名的），台灣爬蟲類21種、兩棲類4種、淡水魚類6種、陸貝30種、昆蟲46種、植物85種。

小檔案：

斯文豪氏赤蛙屬於大型蛙，體長約6-10公分，背部顏色變化多端，有綠色、褐色或綠色褐色交雜。身體修長，趾端膨大成吸盤狀，以適應溪流生活。牠們白天躲在石縫或溪邊草叢裡，閒來無事也會叫一叫。牠們有一對外鳴囊，叫聲「啾」很像鳥叫，所以又稱為「騙人鳥」，也有人成牠們為「鳥蛙」。牠們的繁殖期幾乎從二月一直持續到十月，尤其春秋兩季特別活躍，也叫得更勤。不過斯文豪氏赤蛙的獨立性很高，縱使在繁殖季節的時候，也是各自分散，保持距離。牠們常在淺水區域的石頭底下或石縫裡產卵，卵白色大型。胚胎發育到帶有尾巴的時期，看起來像粒綠豆芽，不過在野外很難找到。

第四章 結論與建議

第一節 結論

本年度 2 月至 11 月期間，我們在南仁山地區共調查到 4 科 7 屬 17 種的兩棲類，其中腹斑蛙、史丹吉氏小雨蛙、金線蛙與白領樹蛙主要在春、夏兩季活動，莫氏樹蛙則出現在冬季，而其他大部分物種在調查期間均有活動紀錄，並以古湖地區（包括迎風坡森林與背風坡森林）的物種數為最高。本年度以夜間目視遇測所得之結果與 1995-2001 年的結果並無顯著差異。然而，以方格法調查古湖迎風與背風森林底層的兩棲類密度，卻顯著低於 2001 年的結果；此一改變可能與優勢物種（拉都希氏赤蛙及盤古蟾蜍）繁殖期間的降雨量減少以及未包含 11-1 月的調查資料有關。夜間目視遇測法、方格法與自動錄音法各有其優缺點，可依不同的調查目的與人力、時間或經費的限制來作取捨。然而，在不考慮經費限制的前提下，錄音法可以紀錄到最多物種，且可同時收集大範圍的資料，減少不同調查者造成的差異，故長期監測仍以錄音法最佳。若能輔以夜間目視遇測法或方格法調查，應該可以使調查結果更加完善。由於各物種出現時間不同，南仁山地區兩棲類群聚的監測應該以一年為單位進行較佳。

第二節 建議

根據本年度之調查結果，針對南仁山保護區內的長期監測提出以下具體建議，分別以立即可行之建議與中、長期性之建議列舉：

建議一

針對南仁山生態保護區的兩棲類進行長期監測：立即可行之建議

主辦單位：墾丁國家公園管理處

兩棲類對於氣候與環境的變動相當敏感，建議可針對兩棲類進行長期監測，以作為氣候變遷對生態系影響的指標。

建議二

以自動錄音法搭配夜間目視遇測法進行長期監測：立即可行之建議

主辦單位：墾丁國家公園管理處

整體而言，自動錄音法可以調查到所有的物種；對於單一樣區，若以自動錄音法搭配夜間目視遇測法則可獲得最多物種的資料。此外，在優勢物種繁殖期間，若在生殖場附近的森林以方格取樣法調查，再搭配氣象資料的搜集，可做為反映氣候變遷影響的輔助調查方法

建議三

利用自動錄音法對南仁山生態保護區進行較大面積的監測：中長期性之建議

主辦單位：墾丁國家公園管理處

本研究中僅針對南仁山地區的 4 個區域進行調查，與整個南仁山生態保護區

相較起來，調查所涵蓋的範圍相當小，未來若經費充裕，可以利用自動錄音法，進行較大面積的監測，若同時能有氣象資料的收集，對了解氣候變遷的影響更有助益。

附錄一 評審會議紀錄

「南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測」

服務企劃書評審會議紀錄

壹、開會日期：中華民國 97 年 1 月 29 日下午 2 時

記錄：郭曉嫻

貳、開會地點：墾丁國家公園管理處行政中心大型會議室

參、主持（召集）人：李委員登志

切仁君代

肆、評審委員：

中國文化大學 盧委員堅富

盧堅富

國立台東大學 彭委員仁君

切仁君

墾丁國家公園管理處 林委員文敏

林文敏

墾丁國家公園管理處 馬委員協群

馬協群

伍、出席單位及人員：

服務廠商

侯平君

墾丁國家公園管理處

蔡乙華

傅松茂

郭曉嫻

陳玄武

陸、會議紀錄：

評審委員會共有5位委員，有4位委員出席，委員出席人數及比例符合規定。

服務廠商報告：侯教授平君報告（詳如服務企劃書）

盧委員堅富：

1. 研究方法中提到森林棲地的樣區不採用夜間目視遇測法，然若自動錄音調查法沒辦法錄到合宜結果，只剩下方格取樣法，即不符合本研究目的之一：比較不同監測方法在南仁山地區使用的效率。在未進行調查前，先不要將原先認為可能不適合的方法刪去，這樣的研究結果較有彈性。

2. 為何將圍籬式陷阱方法刪去？

侯教授平君：使用圍籬式陷阱方法必須每天巡視陷阱，動物才不會因掉落陷阱而待上幾天致死，且長期下來對動物的殺傷力非常大，所以本研究沒有將此方法列入。先前張學文老師在南仁山以陷阱進行底棲無脊椎動物之調查收集，期間曾不小心捕捉到兩棲類，他提供一些給我做標本，我將此調查研究報告投稿至美國雜誌社，雜誌社並不接受，規定不准再使用此方法，因為對動物殺傷力太大了，所以我覺得這種方法還是不要用比較好，尤其又是在國家公園內。

盧委員堅富：若工作人員駐站，設定陷阱開關時間，每天都去巡視，讓動物不致死亡，或許圍籬式陷阱方法不失為好方法，而陷阱中不使用福馬林，對動物不具殺傷力的話，或許期刊亦能接受。圍籬式陷阱方法或許不是最好的調查方法，但可能可以調查到一些看不到或聽不到的稀有種，如：橙腹樹蛙。如果墾管處可請南仁山管理站人員做一些簡單的調查紀錄，或許可試試此方法。

彭委員仁君：為何森林棲地的樣區不採用夜間目視遇測法？

侯教授平君：森林棲地的樣區植被層很厚，晚上幾乎看不見。

彭委員仁君：我也不贊成陷阱中使用福馬林。以前我曾經跟張學文老師一起做觀察，發現食蛇龜死於有福馬林的陷阱內。若不使用福馬林，圍籬式陷阱方法可以試試看。

侯教授平君：可以先試試看圍籬式陷阱方法，但若掉落陷阱的兩棲類在其他調查方法也可記錄到，則考慮不採用陷阱。

彭委員仁君：

1. 侯老師在南仁山做兩棲類調查已有相當豐富的經驗，故本研究中的調查方法應是他們試過最好的方法。

2. 研究方法中提到自動錄音每天3次，每次30秒，若改成每次調查人員到現場時錄音，而將錄音時間拉長，錄到蛙鳴的機會是否較大？

侯教授平君：之前曾在別的地方試過，一天內每半小時錄30秒與錄更長的時

間效果一樣。錄音筆錄音時間有限，一天只可錄1分多鐘。其實困難在於資料分析，因此方法以人耳分析錄音資料，但人的注意力有限，所以錄音檔中錄到幾種蛙鳴就要聽幾次，實在是受限於人力。若一個晚上連續錄音7至8個鐘頭，回去必須分析2個禮拜以上才處理得完。

盧委員堅富：

1. 各種兩棲類在晚上出現的時間並不一樣，若開啟錄音筆的時間不是牠們出現的時間，有可能就調查不到，若改為每2個小時錄音一次，是否較好？

2. 是否每個月調查收一次錄音資料，每天錄3次？電池可以撐多久？

侯教授平君：希望能達到每個月調查收一次錄音資料，每天錄3次的狀況。

錄音筆有voice active（有聲音才錄）的功能，本研究想測試看這功能可以發揮多大的效能，電池是否可以撐比較久，但或許也有可能2個禮拜就受潮壞掉。

盧委員堅富：錄音筆可以收到多遠範圍內的蛙鳴？

侯教授平君：要看麥克風的效能。

彭委員仁君：2500元的錄音筆功能好嗎？且6個樣區只買了2支錄音筆而已。

侯教授平君：預算不足以買較貴的錄音筆，而其他4支錄音筆就用我自己的。

彭委員仁君：做南仁山研究本來就很辛苦，需要很大的人力，侯老師還是從台南過來，要以49萬元的預算做此研究更為艱辛。

馬委員協群：錄音筆可以固定時間開啟錄音嗎？

侯教授平君：可以設定幾點開啟錄音及開啟時間，但設定次數不多，約3至4次。

馬委員協群：若一天1分30秒，收一個月的資料也才30多分鐘。

盧委員堅富：如何分析錄音資料？

侯教授平君：以人工辨音。目前正在發展自動辨音。

馬委員協群：建議每次錄音延長為1分至1分半鐘，錄音筆的容量應該足夠。

分析時再視人力取部份分析，若有需要再做深入分析，或許會發現特殊物種。

盧委員堅富：本研究方格調查法的每個方格為5公尺×5公尺，而有些兩棲類很敏感，可能在開始調查時即有部份逃離樣框，你如何去除這些誤差或如何校正？

侯教授平君：我看過的文獻另有1公尺×1公尺及8公尺×8公尺的樣框，而5公尺×5公尺與8公尺×8公尺的調查結果差不多，但1公尺×1公尺的結果會不同。1公尺×1公尺的樣框調查較不易遺漏1公分以下的物種，而本研究最小的物種為小雨蛙，雖不敢說完全不會遺漏，但若系統性比較，假設每年遺漏的數量都一樣，應該還是可以做比較。校正亦很困難，而且若已經知道族群數量就不需做監測了。此方法好處為可以知道密度。

盧委員堅富：但是這個密度只能代表樣區內某些點的密度，若要代表整個樣區的密度會有誤差。

侯教授平君：所以我們可能會逢機取樣。因為森林棲地的樣區屬於永久樣區，植物調查者已有在樣區內做標記，我們每次去做調查就逢機取樣，可能可以減少誤差。

馬委員協群：本處南仁山兩棲類長期監測打算做幾年？

蔡技士乙榮：至少2年，98年預算中已編列。

馬委員協群：侯老師先前已有6年的調查資料，不知是否有包含目前要調查的樣區，以供作比較？

侯教授平君：有。

馬委員協群：方格調查法與障礙物調查法有何差異？

侯教授平君：方格調查法是在預設樣框中翻枯枝落葉進行搜尋，而障礙物調查法則是翻所有視線所及之倒木或石頭等特定障礙物，此法主要針對調查山椒魚，因山椒魚喜躲藏於倒木或石頭下。

馬委員協群：本研究並未提及環境因子變化情形，如何說明及分析族群變動的原因？

侯教授平君：需要氣象站，若有水文監測更好，但研究經費實不足以監測氣象，或許可看看其他老師的研究計畫中有否資料。

馬委員協群：郭耀綸老師的氣象站還有在使用。

林委員文敏：本處可負責氣象站之維修管理。

彭委員仁君：

1. 強烈建議維護氣象站。台灣的生態系統表面上看來多樣，實際卻很脆弱淺薄，熱帶雨林樹高10至20公尺，並沒有太大的niche，稍有風吹草動影響即很大，氣象因子就很重要。
2. 方格調查結束後應盡量回復原貌，將枯枝、石頭等放回原位。

馬委員協群：

1. 網路上常可見兩棲類調查志工，侯老師是否有這樣的人力資源？抑或請保育課招募志工協助調查。
2. 兩棲類弧菌問題已蔓延到日本，是否會對台灣造成影響？

侯教授平君：去年10月美國紐約保育醫學會有來台灣，主要檢查養殖牛蛙，因為曾在紐約的中國餐廳牛蛙活體上檢測出弧菌。可是我跟漁業署聯絡卻得不到回應，且養殖戶聽到要做檢疫即不願配合，最後我只好透過同學找到一些養殖戶，目前已採樣進行分析，大約在年中過後可知結果。另外也有採一些野外樣本。並非每種兩棲類感染弧菌均會致死，有些物種待治療後尚可存活。弧菌主要的傳染途徑為牛蛙，南仁山至今並未發現牛蛙。

馬委員協群：目前哪個單位有在做野生兩棲類的弧菌檢查？

侯教授平君：目前由國外進行，而台大獸醫系最近有興趣做野生兩棲類的弧菌檢查，詢問我們可否提供材料，若貴處擔心園區內有此疑慮，可由我送些樣本過去檢驗。

陳課長松茂：需要志工及南仁山現場人員協助部份保育課會全力配合。

林委員文敏：若將兩棲類當成指標生物，是否與遊客承載量有關係？

侯教授平君：口蹄疫流行、南仁山封山期間，古湖樣區的青蛙數量相當豐富，但也不能直接下結論說族群量與遊客量有關。

林委員文敏：南仁山規定進入人數一天400人，但並無科學依據，未來若要更改承載量，不知可用哪種生物作指標？

侯教授平君：土壤生物應是良好指標，因遊客踩踏土壤夯實後，土壤動物相會因而改變。福山植物園曾比較步道上及步道兩旁之土壤動物相，有明顯差異。我認為可以步道旁某一範圍外的動物相為指標，而此範圍外是不希望改變的地方。

盧委員堅富：可先根據南仁山地區主要物種排先後順序，並個別設定數量標準，若低於此標準，即表示遊客量太多，如此較能進行系統性評估。

林委員文敏：去年5、6月枯水期造成湖水乾涸，會不會影響調查結果？

侯教授平君：水量多寡一定會影響兩棲類的數量，但如果此情形屬自然變動，兩棲類應該也能適應，除非有氣候變遷問題。

林委員文敏：水文測量儀器需多少經費？

盧委員堅富：

1. 水文監測部份包含水量及水質（pH值、溶氧量）等監測，可能需要另有專門的監測計畫才能完備。
2. 一般長期監測做5年，建議本研究至少延長為3年。

陳課長松茂：本研究98年的預算業已編列，延長監測之建議將敘於會議紀錄中，期陳核過程能為考量。

會議結論：本委託研究計畫以89.5分通過評審。

柒、散會時間：97年1月29日下午3時30分

附錄二 期中審查會議紀錄

「南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測」期中審查會議

壹、開會日期：中華民國 97 年 7 月 10 日下午 2 時

記錄：郭曉嫩

貳、開會地點：墾丁國家公園管理處行政中心大型會議室

參、主持（召集）人：施處長錦芳

林欽旭代

肆、出席單位及人員：

國立成功大學 侯教授平君

侯平君

中國文化大學 盧助理教授堅富

盧堅富

國立台東大學 彭教授仁君

內政部營建署

墾丁國家公園管理處

許翠玲 林欽旭 林文敏

唐俊軒 謝結祺 陳玄武 蔣乙華

林瓊瑤 黃錫元 劉川 簡和成

郭曉嫩

伍、會議紀錄受委託單位已依契約書規定於 97 年 7 月 31 日前提出期中報告，並於國科會網站登錄研究計畫期中報告資料(GRB)，期中報告格式已審查通過。

受委託單位報告：侯教授平君報告（詳如期中報告書）

林秘書欽旭：可否先說明本研究是否已參考服務企劃書評審會議評審委員意見及採行之後續情形？

侯教授平君：

- 1.已試用委員提議之圍籬式陷阱方法，但可能是設置地點不佳，僅捕捉到螃蟹。
- 2.森林底層因夜晚視線不佳且有人員安全顧慮故不適用夜間目視遇測法。
- 3.因錄音筆價格降低，故採買數量增加至約 16 支，但自動錄音調查最難的部份在於分析。

林秘書欽旭：如何減少方格調查法的誤差？

侯教授平君：1 公尺×1 公尺的樣框較不易漏失小型青蛙，但南仁山的青蛙成熟時已可達 2 cm 以上，5 公尺×5 公尺的樣框內即可調查，且調查時人員分兩組由兩邊向對邊搜索，盡可能翻開地面枯枝、落葉和石塊，誤差已盡量減小。

林秘書欽旭：穿越線是固定的嗎？

侯教授平君：穿越線固定。

盧助理教授堅富：

- 1.建議可以針對小雨蛙及黑蒙西氏小雨蛙做音頻分析，或許可以解決人耳難以辨別之處。
- 2.建議圍籬式陷阱塑膠擋板延長。此外，因蛙類的跳躍能力很強，或許可設計類似蝦籠、進得去卻出不來的陷阱。
- 3.方格調查法的時間於 8：30-17：00，但很多蛙類為夜行性，會不會因為白天躲到較深的地方而導致調查時搜尋不到？可以選 2 個樣點試試夜間調查。
- 4.建議可將小蛙區分為小蛙及剛變態完成之幼蛙，藉此瞭解族群量變化。
- 5.建議本研究第二年在記錄過稀有種橙腹樹蛙的地方做特別調查。
- 6.有些蛙類聲音很細小，如金線蛙，在利用自動錄音調查數量時應保守估計。
- 7.因貢德氏赤蛙出現在較深的水域，而目前樣區僅有溪流及古湖等較淺水域，建議增加南仁湖樣區，讓資料更加完整。
- 8.不同調查方法有不同的監測能力，建議將不同種類但同功群的蛙類調查方法區分，配合棲地及繁殖季，以建立南仁山蛙類監測系統。

侯教授平君：

- 1.圍籬式陷阱調查法可能因陷阱未加上蓋而導致青蛙跳出陷阱，後續調查會注意加上上蓋。
- 2.夜間在南仁山採用方格調查法非常困難，因為地被層非常密，且只能靠手電筒微弱的光來搜尋，我覺得誤差會更大。

3. 先前已有區分成蛙、小蛙及幼蛙，期末報告會將此資料納入。
4. 嘗試建立自動錄音調查標準方法，例如收音範圍之界定。
5. 因本研究礙於經費，錄音筆及麥克風價格低，錄音品質並不佳，無法做小雨蛙及黑蒙西氏小雨蛙的音頻分析。
6. 不同方法適用不同物種、棲地及時間，未來期望在南仁山建立不同棲地之調查方法，搭配志工人力及經費考量。
7. 關於稀有種橙腹樹蛙之深入研究部份，以前曾經放水桶誘引產卵，但效果並不穩定，推測族群量應該沒有利嘉林道多，南仁山只能在 7、8 月偶爾聽到鳴叫，若要進行深入研究，擔心會花很大力氣卻得到很少結果。

林主任文敏：

1. 錄音設備遭破壞的問題可以及時跟南仁山管理站現場人員反應，以提供協助。
2. 網路系統中斷可能是因為電信人員為進行網路升級時不小心將線路剪斷，目前已維修完成，想請問老師對網路系統有何需求？

侯教授平君：臨時要處理急事用。

林主任文敏：

1. 可以至南仁山管理站借用電腦，或帶自己的筆記型電腦和網路線至管理站借用網路系統。
2. 能否請老師於期末提供南仁山蛙類的生態習性資料以作環境教育教材？

蔡技士乙榮：

1. 虎皮蛙及貢德氏赤蛙會否因季節活動高峰未到而尚未有調查紀錄？
2. 目視遇測法的樣區主要在溪床，而方格調查法則在森林底層，會不會因為調查的棲地類型不同而造成調查結果種數的差異？此外，方格大小為 5 公尺×5 公尺，面積小於目視遇測法的穿越線面積，會不會因為面積大小不同而造成調查結果種數的差異？
3. 由研究結果得知目視遇測法、自動錄音調查法及方格調查法這 3 種方法中只要其中 2 種組合即可得到不錯的結果，而本研究計畫最初目的有二項，一項是希望能了解南仁山兩棲類現在與以前的差異，另一項則是建立不需要專家學者來操作的簡單監測方法，老師已提供這方面的訊息。
4. 陷阱的上蓋可試看看將保特瓶上半部切掉後倒放成漏斗。

侯教授平君：

1. 虎皮蛙及貢德氏赤蛙在平地已經開始繁殖，所以南仁山可能此 2 種蛙類較少，或可能分佈於南仁湖附近。
2. 溪流與森林底層出現的兩棲類物種不太一樣，有些蛙類在繁殖季才出現在溪流，所以溪流的物種季節性差異較大，而森林底層的蛙類則是平時就棲居於此，偏底棲性蛙類，故不同調查方法即使面積相同，其間的比較仍有待商榷。
3. 圍籬式陷阱部份會再改進。林主任文敏：可以將錄音設備裝設地點告知南

仁山管理站現場人員，請他們巡查時順便巡視設備。

陳技士玄武：

- 1.報告書的內容稍嫌薄弱。
- 2.樣區的位置可以用圖表方式呈現，附加定位資料。
- 3.不同棲地的調查方法無法比較，建議期末整理出不同調查方法在同棲地的比較結果，以及不同棲地之間物種的差異性。
- 4.有否做季節性的分析？
- 5.可否多提供一些蛙類照片供作環境教育教材？

侯教授平君：

- 1.待全年調查結束後會做季節性分析。
- 2.同樣的調查方法應可做不同樣區或不同物種的比較，期末報告會加強這部份。
- 3.可以提供蛙類照片。

蔡技士乙榮：環境教育應是完成研究計畫後的延伸計畫，由解說教育課編列預算，請老師於計畫結束後提供南仁山兩棲類名錄、生態習性及物種辨識照片。

林秘書欽旭：可比照海域長期生態研究計畫將環境教育編入第二年計畫中。

林約聘瓊瑤：未來是否有可能發展蛙鳴自動辨識電腦系統？蛙類個體之間是否有聲紋的差異性？

侯教授平君：中華大學有發表過相關的報告，但分析的聲音是已經後製過的CD，野外錄音會有很多雜訊，而這些雜訊會干擾聲音辨識，我們跟資訊系合作的結果發現雜訊是最大的問題，而用乾淨的聲音分析是毫無問題的。

陳技士玄武：一天內 3 個時段的錄音結果有無差異？**侯教授平君：**應該有差異，未來會做比較。**劉技士川：**可否在陷阱中放食物誘引蛙類？

侯教授平君：可以試試看，但青蛙困在陷阱中也會誘引蛇類。

會議決議：本案審查結果—通過

散會時間：97 年 7 月 10 日下午 3 時 40 分

「南仁山生態保護區兩棲類族群之長期監測」期末審查會議

壹、開會日期：中華民國 97 年 11 月 24 日上午 10 時 記錄：郭暉嫩

貳、開會地點：墾丁國家公園管理處行政中心大型會議室

參、主持（召集）人：林處長青 李登志 記

肆、出席單位及人員：

國立成功大學 侯教授平君 侯平君 陳清敏

國立台東大學 彭教授仁君 彭仁君

中國文化大學 盧助理教授堅富

內政部營建署

墾丁國家公園管理處

傅松茂	林欽旭	李登志	林小敏
李東亨	簡和成	蔡乙華	郭暉嫩
羅聖聖	王雪花	簡文山	
郭筱清	黃輝云	馬協輝	
張運賜	曹之惲	張其凱	

伍、會議紀錄

受委託單位報告：侯教授平君報告（詳如期末報告書）

李副處長登志：社頂虎皮蛙的族群量是否較南仁山古湖多？

侯教授平君：社頂虎皮蛙的族群量應較多。因南仁山古湖為森林棲地，不屬於開發的農田環境，且古湖有很多其他種類的青蛙共同生存，虎皮蛙較不具優勢。

李副處長登志：南仁山兩棲類的族群量是否每年變化很大？抑或受雨季變動影響？是否有減少的趨勢？

侯教授平君：

1. 南仁山兩棲類族群量每年的變動很大，與雨量有密切關係。青蛙繁殖時需有水體供蝌蚪生存，否則蝌蚪乾死，變態率即會降低。
2. 方格取樣法於 2001 年及今年進行，此方法相當敏銳，但調查過程非常辛苦且耗費人力，不適合大面積調查，但適合兩棲類重要繁殖場附近森林小面積的調查。
3. 現在仍無法確定本研究結果是否為全球變遷之影響。

彭教授仁君：

1. 南仁山生態保護區在季風及颱風雙重影響下，氣候變化相當敏感，且南仁山為台灣重要的兩棲類繁殖棲地，而蛙類是重要環境指標，故建議持續進行長期監測，以提供全球變遷之防範及管理措施。
2. 建議可以做重要繁殖場、迎風、背風差異或季節變化方面等較細微的研究，找出環境變遷的影響。
3. 建議找出某些能敏銳地反應環境變化的物種，如盤古蟾蜍。
4. 建議收集氣象及水文資料，以了解環境變化對生物之影響。

侯教授平君：進行穿越線目視遇測法發現今年盤古蟾蜍的數量變少，但與過去結果比較並不顯著，可能是因為將 6 年的資料平均後變異量大，此部份可能要再重新檢視一下。

林主任文敏：族群數量減少是否與捕食者或湖面陸化有關？

侯教授平君：都有可能。盤古蟾蜍主要在淺水域繁殖，而以前常見到牠們在古湖入口倒木附近爛泥巴處泡水及產卵，今年卻都沒看到。國外報告指出降雨及水文是影響兩棲類族群量最重要的因素，而捕食者及競爭者亦有少許影響。

林主任文敏：湖面陸化嚴重情形是否要以人為改變或維持自然現況？

侯教授平君：改變自然棲地需要經過審慎考慮，況且對兩棲類好的棲地不一定對其他種類好。

馬主任協群：

1. 老師先前提到錄音法適合大面積調查，而本研究所做的錄音調查樣區是否已算「大面積」？若本處將來欲進行中長期研究，在考量行政資源有限的情況下，本研究樣區是否已具有代表性？抑或應擴大面積？
2. 比對 1995 至 2001 年及今年的環境因子，若環境因子沒有太大改變，是否可以看出族群量變化趨勢？
3. 請老師說明錄音法如何呈現族群量。

侯教授平君：

1. 以前錄音筆尚未普遍時，南仁山的調查多半在古湖及巴沙加魯溪等容易到的地方進行，尚未至其他溪流調查過，而兩棲類非常依賴水域來進行繁殖，一旦雨量變化造成繁殖場變動，族群量就會有很大的變化，所以重點可能不是在「大面積」，而是要掌握重要的繁殖場，如古湖。其他尚未調查的溪流可以試著放錄音筆收音，若有需要時再進行分析，貴處應權衡經費和保育以做決定。
2. 1995 至 2001 年的環境因子穩定，物種組成沒有顯著差異，今年的氣候異常，與以往 6 年的調查環境因子差很多，但只有 1 年的資料也很難確認是什麼原因造成。
3. 錄音分析中的分級等級分數可以呈現族群數量。最近美國地質署發展出一種新的野生動物族群監測模式，錄音分析只要知道「有」或「沒有」該物種的聲音即可，若錄音的樣點夠多，而且進行重複調查，即可從資

料中得知族群量正在上升或下降。

蔡技士乙榮：

1. 若此計畫持續，建議老師協助本處建立監測機制。錄音法可以在老師指導下由本處人員裝設錄音筆，而方格法則可與學校建教合作，鼓勵學生實際操作，調查結果提供本處參考，其他方法可以 10 萬元以下委辦案的方式。最後將所有資料結合起來即可達到監測效果。
2. 本處未來可參考本研究以製作摺頁進行解說推廣工作。
3. 未來監測可將範圍推到巴沙加魯溪以外其他溪流水系。

張技士芳維：請老師將樣區的空間分佈圖附加於報告中，未來可供資料庫空間分析使用。

蔡技士乙榮：若雨量太大是否可能將卵沖離繁殖場？

侯教授平君：有可能。雨量太大或太小都對兩棲類繁殖不利。1995 至 2001 年的調查均未收集水文資料，而氣象資料斷斷續續，有時只能利用恆春氣象站的資料，但由郭耀綸老師的氣象站資料可以發現南仁山與恆春的氣象差異極大。

蔡技士乙榮：氣象局在長樂附近的檳榔有測站，雖然在山的西側，無法完全反應山上的氣象，但應較恆春的氣象接近。

侯教授平君：墾管處可以建議氣象局在南仁山內或外圍設置氣象站。

蔡技士乙榮：亦可透過學術研究體系向中央氣象局反應南仁山缺乏穩定的氣象資料。

彭教授仁君：氣象站維護不易，應建議設在外圍較易維護的地方。

馬主任協群：本研究資料可否提供本處生物資料庫更新使用？

侯教授平君：可以。

鍾約雇奕霆：梭德氏赤蛙全台都有分佈，而在恆春半島的牡丹及壽卡亦有發現，為何卻沒在南仁山出現？

侯教授平君：梭德氏赤蛙一般喜歡在水流較快的地方出現，而南仁山溪流在枯水期時水流並不快。另一種可能就是無法拓殖進入。

會議決議：本案審查結果—通過

散會時間：中華民國 97 年 11 月 24 日上午 11 時 45 分

參考資料

- 呂光洋、杜銘章、陳世煌、呂紹瑜、莊國碩，1985。南仁山區之湖泊和兩棲爬蟲動物相。墾丁國家公園管理處。
- 侯平君，1998。全球變遷：南仁山森林生態系研究--兩棲與爬蟲類動物群聚結構之研究(二)。台灣長期生態研究八十六年度專題研究計畫成果報告。行政院國家科學委員會生物科學發展處，台北。
- 楊懿如，1998。賞蛙圖鑑—台灣蛙類野外觀察指南。中華民國自然生態攝影協會。台北。
- 侯平君，2003。台灣南部低地雨林四種兩棲類食性之季節變化。第四次野生動物研究與調查方法研討會論文集。野生動物保護基金會，台北。
- 張原謀，2002。南仁山地區拉都希氏赤蛙的能量收支。國立成功大學生物學研究所碩士論文。
- Dalton, R., S. Diego and S. Diego. 2000. WWW project aims to address worldwide decline in amphibians. *Nature* 403(3): 471-472.
- de Solla, S. R., Fernie, K.O. J., Barrett, G. C. and Bishop, C. A.. 2006. Population trends and calling phenology of anuran populations surveyed in Ontario estimated using acoustic surveys. *Biodiversity and Conservation* 15: 3481-3497.
- Hsu, M.-Y., Y.-C. Kam and G. M. Fellers. 2005. Effectiveness of amphibian monitoring techniques in a Taiwanese subtropical forest. *Herpetological Journal* 15: 73-79.
- Huang, C.-Y. and P.-C. L. Hou. 2004. Density and diversity of litter amphibians in a monsoon forest of southern Taiwan. *Zoological Studies* 43(4): 795-802.
- Huang, C.-Y., C.-P. Wang, and P.-C. L. Hou. 2007. Toad (*Bufo bankorensis*) influence litter chemistry but not litter invertebrates and litter decomposition rates in a subtropical forest of Taiwan. *Journal of Tropical Ecology* 23(2): 161-168.
- Semlitsch, R. D., D. E. Scott, J. H. K. Pechmann, and J. W. Gibbons. 1996. Structure and dynamics of an amphibian community: Evidence from a 16-year study of a natural pond. In: Cody, M. L. and J. A. Smallwood, Editors. Long-Term Studies of Vertebrate Communities. Academic Press, San Diego. 217-248 pp.