

運用調查志工進行台灣蛙類生物多樣性熱點監測研究

The Study of Monitoring Anuran Biodiversity Hotspots in Taiwan by Using Investigative Volunteers

楊懿如¹、龔文斌^{2*}

¹國立東華大學生態與環境教育研究所副教授 treefrog@mail.ndhu.edu.tw

^{2*}國立東華大學生態與環境教育研究所碩士生 kgoneice@yahoo.com.tw

摘要

自 2001 年開始，農委會林務局補助培訓台灣兩棲調查志工，在全台各地區建立志工團隊，志工調查後將資料(包含基礎資料與生物資料)上傳至台灣兩棲資源調查資料庫，經過審核正確後納入有效資料進行分析。志工資料分析至 2008 年 12 月，使用 ESRI ArcMap 軟體，將臺灣劃分成 36713 個 $1 \times 1 \text{ km}^2$ 的網格，並將調查資料與網格系統進行疊合，共計有 1170 個網格有調查資料，32 種蛙類皆有紀錄。計算每個網格種豐度，最高的種豐度為 18 種，最低為 1 種，平均每個網格物種豐度為 5.5 ± 3.7 種，除部份縣市外，志工所調查的樣區已能涵蓋該縣市所有的蛙種。但由於各網格內種豐度差異頗大，因此若能挑選出各縣市適當的蛙類生物多樣性熱點並進行調查，將可達到善用志工人力進行長期監測的目標。本研究使用兩種較常見的生物多樣性熱點選取方法：所有物種總豐度法與互補法，從各縣市有調查資料的網格中挑選蛙類生物多樣性熱點，並比較兩種方法挑選出來的熱點是否有差異。研究結果顯示在選取的比例方面，所有物種總豐度法平均每個縣市有調查的網格中挑選 15.72% 的網格為熱點，互補法平均每個縣市有調查的網格中則需要 23.98% 的網格；顯示這兩種選取方法並不能互相替代，因此搭配運用這兩種方法挑選出各縣市的蛙類生物多樣性熱點。未來將持續培訓志工投入調查工作，並以熱點為優先調查樣點，以達長期監測目標。

關鍵字：調查志工、蛙類、生物多樣性熱點

Abstract

From 2001, the Forestry Bureau has supported the investigative volunteer's training and established volunteer teams in Taiwan. The volunteers uploaded their data after investigation, and the data will be verified. We analyzed the data (from 2001 to December 2008) and combined with Taiwan 1×1km grids layer by using ESRI ArcGIS. Volunteers have recorded 32 species amphibians in Taiwan and 1170 grids have investigative data. We calculated the species richness in each grid and found the richness was from 1 to 18, the average richness was 5.5 ± 3.7 . The sample plots that the volunteers investigated were able to record all species in most counties. However, the variation of species richness in each grid is high, so choosing the biodiversity hotspots and monitoring them is needed. This study chose the hotspots using two methods: species richness method and complementary method. The results show the species richness method chose 15.72% grids per county and the complementary method chose 23.98% grids per county to be hotspots separately. The results above indicate the two methods cannot replace another. We could use both two methods in choosing hotspots. In the future we would continue training volunteers and using volunteers to monitor hotspots by long term.

Keywords: Investigative volunteers; Anuran; Biodiversity hotspots

前言

兩棲類在分類上屬於兩棲綱，是指一群多數種類幼體用鰓呼吸生活於水中，成體用肺部、口腔內膜、皮膚呼吸生活於陸地的動物(楊懿如，2008)。兩棲類依照外型分為三大類，截至 2009 年 1 月，種類最多的為無尾目，像是青蛙與蟾蜍，全世界有 5695 種。種類次之的為有尾目，像是山椒魚與蝾螈，有 576 種。種類最少的為無足目，像是蚓螈，有 173 種(資料來源：

<http://amphibiaweb.org/index.html>)。臺灣的兩棲類有 37 種，包括無尾目 5 科 32 種與有尾目 1 科 5 種，台灣的兩棲類在海拔分佈上可以從海平面至 3500 公尺的山區，其中平地至低海拔地區就有超過 25 種兩棲類分佈(楊懿如，2008)，顯示台灣多數的兩棲類可分佈於平地至低海拔地區，而這也是目前臺灣開發程度最嚴重的地區。

如欲了解當地的生物概況，則必須先進行生物資源調查，然而在進行資源調查時，常會因為時間、經費、人力的因素，限制住調查的尺度與時間。若能有效運用志工來進行調查，相較於聘請專業的研究人員，同樣的花費可以進行更大尺度及更長時間的調查，有助於建立當地兩棲類的基礎資料，因此為了因應大尺度的監測，許多研究團隊便開始運用志工進行調查(郭，2007)。Audubon 協會(National Audubon Society)是一個以保育及復育生態體系為宗旨的機構，運用志工進行調查相當的成功，每年於聖誕節前後所舉辦的聖誕節鳥類計數(Christmas Bird Count)至 2008 年已舉辦 108 屆，志工調查的樣區由協會指定，提供給志工進行調查。協會每年出版年報，概述當年的調查成果與鳥類現況，2008 年的年報結果顯示，當年志工在北美洲 2113 個指定地點共調查到 2267 種、57,704,250 隻次的鳥類，一個指定地點最高可紀錄到 425 種(Audubon, 2009)。Audubon 協會另一個類似的運用志工調查活動是後院鳥類計數(Great Backyard Count)，活動主要對象為兒童志工，觀察地點為自家後院或所居住的社區，2009 年活動為第 12 屆，總計有 619 種、93629 筆資料上傳，Audubon 協會也希望藉由這個活動能夠使志工更了解自己所居住環境的鳥類現況(Audubon, 2009)。Frog Watch 也是 1 個運用志工進行調查相當成功的長期監測計畫，由美國最大的保育組織 National Wildlife Federation 所發起，鼓勵一般民眾成為蛙類的調查志工，協助專家保育逐漸減少的兩棲類，也可以藉此了解自家社區與週遭的兩棲類，2007 年共計有 501 位志工，上傳 4572 筆觀察記錄(Frogwatch, 2009)。MFTS(The Michigan Frog and Toad Survey)監測計畫在運用志工進行兩棲類的調查上也有不錯的成效，計畫團隊並寄發錄有兩棲類鳴叫聲音的光碟以及問卷給志工，藉著計算志工在兩棲類外觀特徵辨識、蛙類鳴叫聲音辨識上的得分，來判斷志工是否能準確的判斷物種。MFTS 也依據志工上傳的資料，除了每年皆發表年報外，每 5 年也統整一次，以看出兩棲類在這 5 年間族群變化的情形(DNR, 2009)。運用志工進行調查有其優劣，優點為能迅速累積資料，缺點為志工的調查資料一致性與嚴謹程度不像專門工作人員具有較高品質，如何讓志工的資料品

質獲得提升也是一項需要努力的課題(郭, 2007)。

東華大學兩棲類保育研究室自 2003 年開始, 在農委會林務局補助之下, 進行臺灣兩棲調查志工的培訓, 2005 年至 2006 年在花東地區、2006 至 2007 年在嘉南地區進行兩棲調查志工培訓及調查計畫; 並於 2007 年至 2008 年在北部及高屏地區同時進行兩棲調查志工培訓及調查計畫。每個地區皆進行兩個年度的培訓調查計畫, 第一年度以人員訓練及規劃調查方法及地點為主, 第二年度開始組成志工團隊進行有系統的調查及收集資料, 並定期回傳到兩棲類調查資訊網資料庫 (<http://tad.froghome.org/>), 由各志工團隊組長進行初審, 初審通過後再由東華大學兩棲保育研究室進行複審, 審核無誤後納入資料庫(楊懿如等, 2008)。除了兩棲類調查資訊網提供志工上傳資料, 賞蛙情報網 (<http://www.froghome.info/>)、青蛙小站討論區 (<http://photo.froghome.tw/>) 則提供非志工團隊成員上傳資料與分享心得, 資料確認無誤後納入資料庫。

自 2003 年 1 月起至 2008 年 12 月, 累計共有 37 個志工團隊分佈於全台, 共上傳 35853 筆, 133792 隻次、1595 個樣區的調查記錄。由於各志工團隊皆以縣市為主要調查範圍, 為了解目前志工所調查的樣區是否具有代表性, 將行政院農委會特有生物保育中心於全臺灣各縣市兩棲類普查結果, 視為目前全臺各縣市最完整的兩棲類名錄, 比較志工於各縣市調查結果, 結果顯示除了 7 個縣市有少數蛙種尚未調查到以外, 其餘志工調查樣區所調查到的蛙種皆已涵蓋特生中心的名錄(楊、龔, 2009), 顯示目前志工調查樣區已具有代表性。計算各樣區的物種數, 最低 1 種, 最高 18 種, 物種數差異大, 因此若將相近的樣區進行合併, 並挑選各縣市熱點提供志工進行長期調查, 可節省志工人力與時間, 達到長期監測與保育的目標。

生物多樣性熱點(biodiversity hotspots)為 1988 年由 Myers 所提出, Myers 以全球的大尺度指定了 10 個世界上植物物種歧異度最高的地方, 認為這些地方雖然生物多樣性極高, 但卻受到嚴重的開發, 森林消失快速, 若不把這些地方挑選出來進行保育, 對全球的生物多樣性將會造成重大的影響。Myers 認為與其把生態保育的成本分散各地, 不如優先集中保育生物多樣性熱點, 如此可以為地球留下更多的物種(Myers et al., 2000)。2005 年, Myers 與保育機構 Conservation International 做更進一步的資料整理, 收集全球大量的物種分佈文獻, 並對全球生物多樣性熱點制訂兩個條件: 需超過 1500 種的特有植物與棲地破壞程度需超過 70%。依據這兩個條件, Myers 選取了全球 34 個熱點, 這 34 個熱點佔全球陸地面積 1.5%, 卻包含超過 44% 的特有種植物與超過 35% 的陸生脊椎動物。國內學者呂光洋(1999)也整理了生物多樣性熱點的 4 個意涵:(1)所有物種種豐度最高的地方;(2)特有種種豐度較高的地方;(3)瀕危種種豐度較高的地方;(4)開發程度或受害程度較高的地方。

選取生物多樣性熱點進行保育的優點為能以少量的成本, 獲取最大的保育功

效(Myers et al., 2000)。生物多樣性熱點的應用也相當廣泛:間隙分析(Gap Analysis Program)為 1988 年美國國家型計畫,是從地理學的方法來保護生物的多樣性,利用地理資訊系統(Geographic Information System)進行空間分析,尋找生物多樣性熱點與現有保護網中的空白地區(楊、方, 2001),探討保護區的設立與位置是否適當。

在 Myers 提出生物多樣性熱點的概念後,相關文章逐年增加,選取生物多樣性熱點的方法也變的較為多樣。目前選取熱點最普遍的方法,是以當地的物種豐富度代表當地生物多樣性的高低,而物種豐富度又可針對不同的條件,計算不同類型的物種豐富度,常見的條件有以下三項:(1)所有物種總豐富度、(2)狹佈種(特有種)種數、(3)瀕危種(保育種)種數(Reid, 1998)。在選定代表生物多樣性的物種豐富度類型後,挑選熱點的方式有:simple greedy method、progressive rarity method、種豐富度法(species richness)、互補法(complementary method),其中以種豐富度法與互補法較簡易,以下分別就兩種方法優劣處進行說明:

(1)種豐富度法(species richness):

種豐富度法挑選方便,著重於物種的豐富度,選取的熱點皆為物種數較高的地方,在空間分佈上也較具有連續性。然而對於只分佈於特定地區的物種,種豐富度法則可能無法選取到。

(2)互補法(complementary method):

互補法挑選較為複雜,著重於涵蓋每種物種,樣區內所調查到的蛙種皆包含於熱點中,然而部份選取到的地區可能物種種數較低,物種種數較高的地區反而無法選取到。

綜合以上概念瞭解,若能運用適當方法選取熱點並利用志工進行熱點的調查,就保育而言是較有效率,也較能進行長期監測的一種方式。因此本研究分析 2003 年至 2008 年兩棲志工調查資料,採用物種豐富度法及互補法選出台灣蛙類生物多樣性熱點,以作為未來運用志工進行台灣兩棲類長期監測之參考。

材料與方法

2.1 樣區概述

志工可自由選定調查的地點，每到一個新地點就將該地點視為一個新樣區。在到達一個新地點調查時，會選定一條約 500m 的穿越線，並於穿越線的中心紀錄一個座標，做為此樣區的固定座標，之後再到同樣區調查時皆使用這個座標，不需重複標定。本研究樣區為志工於台灣本島調查的樣區，共計 1627 個樣區，各縣市皆有調查樣區，調查樣區最多的縣市為花蓮縣，有 525 個，調查樣區最少的縣市為苗栗縣，有 6 個，平均每個縣市有 95.7 ± 110.62 個。

2.2 調查方法

2003 年-2007 年屬於普查性質，志工團隊調查頻度不固定，2008 年起調查的頻度原則上為每季調查一次，於每年的 1、4、7、10 月各進行一次野外調查工作，調查開始時間以日落後半小時到午夜 24 時為止。調查方式使用目視遇測法 (visual encounter method. VEM) 與穿越帶鳴叫計數法 (audio strip transects. AST) (呂光洋等, 1996) 互相搭配紀錄蛙種、數量以及停棲位置於規格化的表格中。在到達樣區後，選定一條約 500m 的穿越帶，步行使用目視遇測法搭配穿越帶鳴叫計數法進行調查，並在穿越帶的中心紀錄座標，由於兩棲類鳴叫聲音傳播距離約 500m，因此樣區周邊 500m 的環域皆為調查的範圍 (郭炳村, 2007)。

同一樣區、同一時間、同一物種視為同一筆資料，而一筆資料包含基礎資料 (地點、日期、時間、GPS 座標、物種、數量) 以及環境資料 (棲地類型、溫度、溼度、海拔)。環境因子的測定以 wisewind 公司 5334 型號的溫濕度計測量溫溼度，Garmin 公司 60CX 型號測量 GPS 二度分帶 T97 座標。調查資料於紀錄完畢後，上傳至台灣兩棲類資源調查資訊網 (<http://tad.froghome.org/>)，由東華大學兩棲保育研究室進行審核，確認資料無誤後納入有效資料進行分析。

2.3 資料狀況

志工調查資料屬於普查性質的資料，調查樣區多，但是調查頻度較不固定，部分樣區調查月份集中於 6、7 月或是調查頻度低於 5 次，適合探討物種分佈的情形 (郭, 2007)。本研究使用 2003 年 1 月至 2008 年 12 月志工調查上傳的有效資料，用 Microsoft excel 2003 進行資料整理，選取有 GPS 座標、物種及海拔的資料整理後進行分析，共計 36119 筆資料，其中 35853 筆為各縣市志工團隊調查資料，266 筆來自賞蛙情報網及青蛙小站非志工團隊成員上傳資料，資料主要來自志工團隊。

2.4 資料分析

將 36119 筆有效志工資料使用 Microsoft excel 2003 進行檔案格式轉換後，配合使用 ESRI ArcMap 軟體，將台灣劃分成 36173 個 $1 \times 1 \text{km}^2$ 的網格，並將志工調查資料與網格進行疊合，並將無調查資料的網格刪除，有調查資料的網格呈現在內政部出版臺灣行政界線圖上。使用網格系統的優點為能將調查範圍相近或重疊的樣區進行結合。

依照內政部民政司資料，台灣本島劃分為 22 個行政區域，本研究考慮部分都市行政區面積過小，因此將部分都市行政區併入縣行政區討論：新竹市併入新竹縣、台中市併入台中縣、嘉義市併入嘉義縣、台南市併入台南縣、高雄市併入高雄縣，重新劃分成 17 個縣市。計算各縣市每個有調查資料網格中的種豐富度，使用物種豐富度法、互補法挑選各縣市蛙類生物多樣性熱點。

以下針對 2 種使用方法進行說明：

(1) 物種豐富度法(species richness)

使用 ArcGIS 9.0 為操作平台，計算各縣市有調查資料的網格中，最高的物種數，將此物種數分成 4 個等段，取物種數最高的那一段做為熱點的標準，該縣市其餘的網格中，若有網格出現的物種數落在此段，此網格就可視為熱點 (Andre, 2006)。

(2) 互補法(complementary method)

使用 ArcGIS 9.0 為操作平台，先選出物種豐富度最高的區域，再將其所包含的物種自名單中全數刪去，再從其他區域中找出有最多物種的區域，再自名單中剔除其所包含的物種，如此一直重複直至所有的物種都被剔除為止 (何, 2005)。

結果與討論

3.1 志工資料分佈概況

運用 ArcGIS 9.0 軟體為操作平台，將志工調查資料與台灣本島 $1 \times 1 \text{km}^2$ 的網格系統疊合，以網格方式呈現資料分佈的情形。台灣本島共計有 1170 個網格有調查資料，佔全島所有網格比例 3.29% (1170/36173)。以個別縣市來看，基隆市有調查資料的網格比例最高 (11.41%, 17/149)，苗栗縣有調查資料的網格比例最低 (0.22%, 4/1829)，平均每縣市有調查資料的網格比例為 $3.1\% \pm 3.65$ (圖 1)。

依據兩棲類野外調查手冊 (楊懿如, 2008)，不同蛙種出現的海拔皆有差異，將台灣全島海拔分為平原地區、低海拔森林 (0-800m)、中海拔森林 (800-2500m)、高海拔森林 (2500m 以上)，結果顯示有調查資料的樣區，以分佈在低海拔森林最多 (55.3%)，其餘為平原地區 (25.2%)、中海拔森林 (19.5%)。

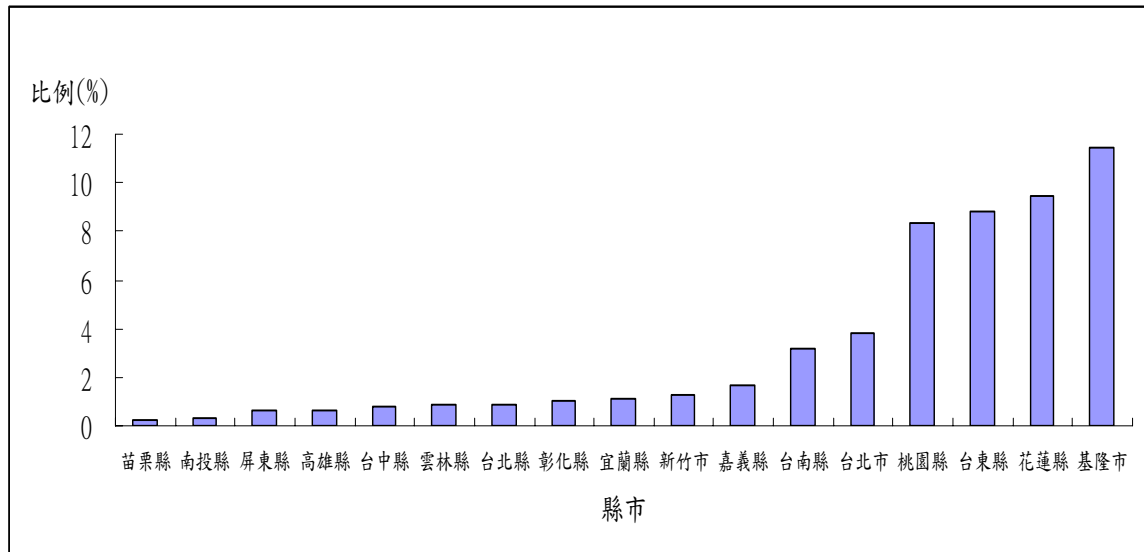


圖 1 各縣市有蛙類調查網格的百分比

3.2 物種數

計算志工在臺灣本島調查到的蛙種，32 種蛙類皆有紀錄，其中以澤蛙的紀錄筆數最多(4416 筆)，牛蛙的紀錄筆數最少(11 筆)；分佈的網格比例以澤蛙最高(58.18%)，豎琴蛙最低(0.24%)。計算每個網格的物種豐度，最高的物種豐度為 18 種，最低的物種豐度為 1 種，平均每個網格的物種豐度為 5.5 ± 3.7 種，所有有調查資料的網格種豐度如圖 2。各縣市網格中出現的最高物種數如表 1，宜蘭縣、台北縣及桃園縣最高，18 種；最低為彰化縣，7 種。

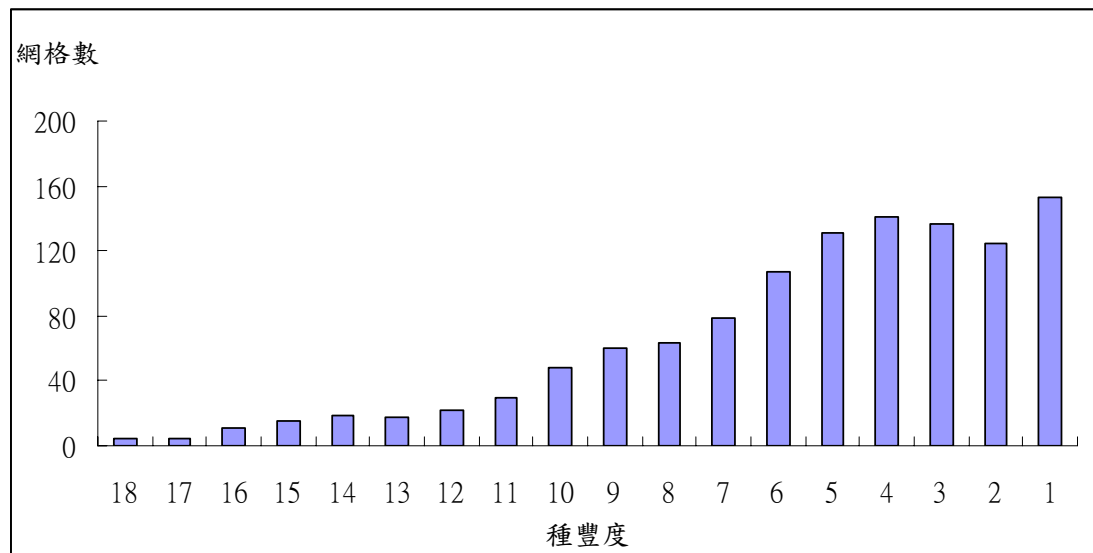


圖 2 所有有調查資料網格的蛙類種豐度分佈圖

表 1 各縣市有調查資料的網格中所出現最高的物種數

縣市	網格出現最高物種數	特生中心調查到的	
		蛙類物種數*	志工調查到的物種數
基隆市	11	19	19
台北縣	18	24	24
台北市	12	18	18
桃園縣	18	25	27
新竹縣	15	22	20
苗栗縣	8	22	19
台中縣	15	22	19
彰化縣	7	12	11
南投縣	15	26	22
雲林縣	14	21	23
嘉義縣	13	21	21
台南縣	15	22	22
高雄縣	11	22	19
屏東縣	13	22	21
宜蘭縣	18	22	24
花蓮縣	17	21	20
台東縣	14	24	21

*特有生物保育研究中心調查資料(林春富, 2009, 私人通訊, 未發表)

3.3 物種豐度法挑選各縣市熱點

運用 ArcGIS 9.0 軟體為操作平台，並使用物種豐度法挑選各縣市蛙類分佈熱點。在熱點的種豐度標準方面，各縣市的標準介於 6-14 種之間，以 12 種為眾數，選取結果共計 104 個熱點；各縣市挑選的熱點網格數介於 1-42 格之間，如表 2。在選取熱點的比例方面，以苗栗縣為最高，需從有調查資料的網格中挑選 50.0%(2/4) 的網格，台南縣最低，需挑選 1.37%(1/73) 的網格，平均每縣市需從有調查資料的網格中挑選 15.72%±10.62 的網格為熱點，計算變異數平均數比 (Variance-Mean Ratio) 為 7.17。由於採用種豐度較高的地方為熱點，因此除了台中縣、雲林縣、台東縣外，其餘 14 個縣市所選取的熱點並未涵蓋該縣市所有的蛙種。

表 2 各縣市使用物種豐度法挑選的蛙類生物多樣性熱點數與熱點標準

縣市	物種豐度熱點數	標準
基隆市	5	>9
台北縣	2	>14
台北市	1	>10
桃園縣	7	>14
新竹縣	3	>10
苗栗縣	2	>7
台中縣	3	>12
彰化縣	2	>6
南投縣	2	>12
雲林縣	2	>11
嘉義縣	6	>9
台南縣	1	>12
高雄縣	4	>8
屏東縣	3	>10
宜蘭縣	3	>14
花蓮縣	42	>12
台東縣	16	>10
總計	104	

3.4 互補法挑選各縣市蛙類生物多樣性熱點

運用 ArcGIS 9.0 軟體為操作平台，並使用互補法挑選各縣市蛙類分佈熱點。選取結果如表 3，共計 76 個熱點，各縣市挑選的網格數介於 2-7 格之間。在選取熱點的比例方面，以苗栗縣為最高，需從有調查資料的網格中挑選 100%(4/4) 的網格，花蓮縣最低，需挑選 0.91%(4/441) 的網格，平均每縣市需從有調查資料的網格中挑選 23.98%±22.17 的網格為熱點。計算變異數平均數比為 20.5，比種豐度法選取熱點之變異數平均數比值 7.17 高出甚多，熱點網格出現物種數最少 1 種，最高 18 種，平均每網格 9.92±4.45 種。顯示互補法挑選之熱點變異性大，而且選取到的部份熱點物種數偏低。

表 3 各縣市使用互補法挑選的熱點數與涵蓋的物種數

縣市	互補法熱點數	熱點出現最高與最低物種數	所有熱點涵蓋的物種數
基隆市	5	5-11	19
台北縣	5	7-18	24
台北市	3	5-12	18
桃園縣	6	6-18	27
新竹縣	4	9-15	20
苗栗縣	4	1-8	19
台中縣	3	14-15	19
彰化縣	3	1-7	11
南投縣	6	2-15	22
雲林縣	2	13-14	23
嘉義縣	4	4-13	21
台南縣	6	1-15	22
高雄縣	4	4-11	19
屏東縣	7	3-13	21
宜蘭縣	4	3-18	24
花蓮縣	4	7-17	20
台東縣	6	9-14	21
總計	76		

3.5 兩種方法搭配使用挑選各縣市蛙類生物多樣性熱點

物種豐度法與互補法在選取熱點時，皆有其優缺點，彼此也無法互相替代(何，2005)。本研究使用兩種方法所選出來的熱點在空間分佈上有所差異，種豐度法挑選的蛙類熱點無法涵蓋所有物種，互補法挑選之熱點，各縣市從有調查資料的網格挑選出熱點之變異數平均數比值變異大，有些網格物種數較低，且只有76個熱點，代表性不足。因此選擇以物種豐度法為主，搭配互補法，結合兩種方式來挑選各縣市的熱點。挑選方法為：先以物種豐度法選出第一批的熱點，接著找出第一批熱點中未涵蓋到的物種，再從剩下的網格中用互補法觀念挑選熱點，直到各縣市第一批熱點未涵蓋到的物種都被挑選完畢，這些使用互補法挑選的熱點為第二批的熱點，綜合這兩批的熱點就是兩種方法搭配使用所選出的各縣市熱點。使用此方法挑選的熱點除了包含了物種豐度高的區域，也涵蓋了該區域所有的物種。

依照以上步驟選取各縣市蛙類生物多樣性熱點，選取結果如表 4，共選取 135

個熱點。結果顯示在選取熱點的比例方面，以苗栗縣為最高，需從有調查資料的網格中挑選 100%(4/4)的網格，台東縣最低，需挑選 4.9%(16/326)的網格，平均每縣市需從有調查資料的網格中挑選 26.51%±21.37 的網格為熱點，變異數平均數比值為 17.22。在選取熱點的個數方面，各縣市挑選的網格數介於 2-43 格之間。志工目前在臺灣本島有調查的網格共有 1170 個，平均每網格有 5.5±3.7 種，若要進行長期監測，勢必須從這些網格中，挑選出具有代表性—生物多樣性熱點所在的網格，提供志工進行調查。綜合各縣市資料，使用搭配兩種方法所挑選出來的熱點有 135 個，較原先 1170 個調查網格減少了 88.46%，且每個網格最少 6 種，可見若針對蛙類生物多樣性熱點進行長期監測將更有效率。

表 4 搭配使用兩種方法所選取的熱點數

縣市	熱點數	熱點涵蓋的物種數
基隆	6	5-11
北縣	5	7-18
北市	3	5-12
桃縣	9	6-18
新竹	4	9-15
苗栗	4	1-8
台中	3	12-15
彰化	3	1-7
南投	7	2-15
雲林	2	13-14
嘉義	8	4-13
台南	6	1-15
高雄	5	4-11
屏東	6	3-13
宜蘭	5	3-18
花蓮	43	7-17
台東	16	9-14
總計	135	

本研究建議未來志工持續針對熱點進行調查外，若要新增調查樣區則可考慮符合以下條件的樣區：1. 新樣區的物種豐度，大於或等於該縣市用物種豐度法挑選熱點的標準；2. 新樣區有該縣市尚未調查到的物種。除了基隆市、台北市、桃園縣、台南縣、花蓮縣、台東縣以外，其餘 11 個有調查的比例低於平均值(3.18%)的縣市則建議志工持續進行普查，增加樣點。未來並持續培訓志工投入調查工作，並以各縣市的熱點作為優先調查樣點，以達長期監測目標。

致謝

感謝農委會林務局經費補助(計畫編號 97-林發-03.1-保-39、98 林管-02.1-保-19 (5))及所有參予調查的志工夥伴。

參考文獻

- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬(1996)，台灣野生動物調查-兩棲動物資源調查手冊，台北，行政院農委會。
- 呂光洋(1999)，生物多樣性熱點如何選定，台北，生物多樣性研討會。
- 何麗君(2005)，東亞鳥類生物多樣性熱點之選擇與分析，碩士論文，國立台灣大學，台北，森林環境暨資源學系。
- 郭炳村(2007)，運用志工調查資料進行桃園地區兩棲類分佈之研究，碩士論文，國立花蓮教育大學，花蓮，生態與環境教育研究所。
- 楊懿如、龔文斌(2009)，運用志工調查資料進行台灣蛙類分佈之研究，台中，動物行為暨生態研討會。
- 楊懿如主編(2008)，臺灣兩棲類野外調查手冊，台北，行政院農委會林務局，第 2 版。
- 楊懿如、施心翊、李承恩(2008)，台灣兩棲類調查志工制度之建立與歷程，野生動物保育彙報及通訊，Volumn(12)，Number(3):29-32。
- 楊耀隆、方懷聖(2001)，熱點分析與間隙分析在生物多樣性保育上的應用，行政院農委會特有生物研究保育中心保育專題網站：
http://tesri.coa.gov.tw/show_project.php?id=103
- Andre, G. (2006). Using ecological niche modelling to identify Diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and Adjacent interior valleys of Mexico. Biological conservation. 130:pp. 25-46.
- Audubon. (2009). The 108th Christmas Bird Count .106pp.

Audubon. (2009). The 12th Great Backyard Bird Count. Audubon 網站:
<http://www.birdsource.org/gbbc/09summary>. 查詢日期:2009 年 4 月.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Gustavo, A. B., da
Donseca, Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation
priorities. *Nature* 403:pp. 853-858

Reid, W. V., 1998. Biodiversity hotspots. *Trends in Ecology and Evolution*
13, 275-280

Frogwatch 網站:<http://frogs.org.au/frogwatch/event.php>
查詢日期:2009 年 4 月

DNR 網站:<http://www.michigan.gov/dnr/>