東華大學自然資源與環境學系-兩棲類保育研究室研究成果

楊懿如 treefrog@mail.ndhu.edu.tw
國立東華大學自然資源與環境學系

壹、前言

研究室從2003年開始每年培訓蛙類調查志工，建置台灣兩棲類資源調查資訊網，分析台灣兩棲類族群變化模式。2006年執行蛙聲自動辨識系統的開發與應用，建置台灣蛙聲辨識網。2007年執行國科會數位典藏與數位學習國家型科技計畫，建置發現後山：蛙蛙世界學習網，提供9個台灣蛙類生態教學單元及各種蛙類基本資料。2008-2009年將「發現後山：蛙蛙世界」擴大為「蛙蛙世界學習網」，增加蛙蛙世界數位學院及賞蛙情報網，並加以推廣與應用。為了鼓勵兩棲調查志工投入保育行動，2010年在採取會員制的台灣兩棲類保育網建置兩棲類影像網，收錄兩棲類志工的保育行動的影像，藉此鼓勵更多人投入台灣兩棲類保育行列。以下分別說明近五年執行台灣兩棲類調查志工培訓及資訊管理計畫、特定生物類群族群變化監測模式-兩棲類、蛙聲自動辨識系統開發與應用計畫、數位典藏與數位學習蛙蛙世界學習網推廣與應用及共護台灣蛙蛙世界計畫內容與主要研究成果。

一、特定生物類群族群變化監測模式-兩棲類（農委會林務局計畫2008-2010）

自2003年起，主要在農委會林務局的補助之下，研究者與中華民國自然與生態攝影學會、中華民國大自然教育推廣協會、花蓮縣野鳥學會合作執行兩棲調查志工培訓及輔導，建立利用志工進行兩棲類調查的基礎架構，包含志工招募方式、培訓模式、調查方法標準化、設立回報系統、建構資料庫等。

執行模式基本上由公部門補助經費，學界提供培訓課程架構及資料分析，民間組織負責執行志工培訓及組織運作（楊懿如、林麗君、郭炳村，2007）。在2003年起初步建立兩棲類調查志工制度的雛形，並逐步在2005年起在花東、北部及中南部地區全面建立台灣兩棲類調查志工團隊。並於2007年12月15日成立台灣兩棲類調查志

工隊，展開全台灣定期定點的兩棲類監測，希望藉由志工隊的調查，迅速累積台灣兩棲類資料及推動生物多樣性保育（楊懿如、施心翊、李承恩，2007）。執行方式及成果如下：

1. 培訓及組成調查團隊

針對有興趣參與調查工作之教師及民眾進行調查培訓課程，第一年度以人員訓練、規劃調查方法及地點為主，訓練方式為辦理三天兩夜兩棲類資源調查訓練班一梯次，課程內容包括台灣兩棲類的分類、野外辨識、生態習性及調查方法；第二年度協助組成調查團隊開始有系統的進行野外調查，在勘查及確定調查區域之後，定期進行兩棲類調查，並將資料回報，待確認及整理之後，回傳到兩棲類資源資料庫，以利研究人員進行後續分析工作。

2. 志工團隊現況

截至2010年為止，累計成立52個志工團隊，分佈在全台灣各縣市，2010年度參與的志工團隊計有32個志工團隊，針對台灣地區進行兩棲類分佈現況的調查監測工作。

3. 建立志工調查資料回報及交流平台

志工調查方法以目視遇測法（visual encounter method, VES）與穿越帶鳴叫計數法（audio strip transects, AST）互相搭配，記錄蛙種、數量及停棲位置於規格化的表格中。調查記錄內容包括地點、TM97座標、日期、時間、記錄者、天氣、溫度（含水溫）、相對溼度、海拔、種類、棲地類型、微棲地、數量、行為等資料。所有調查均記錄於統一格式的調查表，利用網路傳輸至兩棲類資源調查資訊網（http://tad.froghome.org/）之調查資料庫，以統一彙整及進行資料確認。

4. 重要成果

以2001年至2010年約56,000筆野外調查資料為基礎，將座標格式轉換成WGS84經緯度座標系統，以便後續分析軟體讀取。為瞭解台灣兩棲類在全台各地區的分佈現況，使用10×10km2網格資料，將台灣劃分為433個網格（不包含澎湖、金門、馬祖等外島地區），利用ESRI ArcMap軟體將各調查樣區與網格系統結合，統計2001年至2010年兩棲類調查資料（共計已完成217個網格的兩棲類調查工作），以瞭解各蛙種在全台的網格分佈現況。

從各兩棲類物種網格分佈比例（有分佈網格數／總調查網格數）的統計結果顯示，澤蛙（68.5%）、拉都希氏赤蛙（68.5%）、黑眶蟾蜍（67.6%）、盤古蟾蜍（65.3%）、白頷樹蛙（57%）、小雨蛙（57%）等7種兩棲類是分佈最為廣泛的物種。從各蛙種在全台網格分佈的情況，可將蛙種的分佈型態區分為全島性分佈（北、中、南、東等地區皆有分佈）與非全島性分佈（分佈於全島某些區域）二大類群（楊懿如，2010）。全島分佈類型中，澤蛙、拉都希氏赤蛙等16種屬於全島

普遍分佈型態（普遍：該物種分佈網格佔全部調查網格15%以上），金線蛙等3種則是全島零星分佈型態。非全島分佈類型中，可分為西部、中北部、中南部、南部及點狀的分佈型態：西部地區-面天樹蛙、古氏赤蛙等2種侷限分佈於花東地區以外的西半部地區。中北部地區-翡翠樹蛙、台北樹蛙、長腳赤蛙等3種分佈於台灣中北部地區；其中，翡翠樹蛙則只分佈於北部地區。中南部地區-巴氏小雨蛙、諸羅樹蛙、史丹吉氏小雨蛙、黑蒙西氏小雨蛙等4種。南部地區-海蛙、花狹口蛙等2種。點狀分佈-斑腿樹蛙分佈於台北八里及鶯歌、台中新社、彰化田尾，而豎琴蛙僅呈現點狀分佈南投蓮華池。綜觀2001年至2010年的調查結果，單一網格（10×10km2）物種數最低為1種，最高為22種。將物種數分為四個等級，以等級最高者為熱點（16-22種），熱區集中於雪山山脈中低海拔山區、海岸山脈低海拔山區、阿里山山脈低海拔地區（圖1）。

為了解其他未調查地區的物種分佈概況，隨機選取2/3（筆）兩棲志工調查資料，使用WorldClim製作的30 arc-second（約1km×1km）全球氣候圖層免費資源，擷取台灣本島的範圍後，搭配Maxent預測軟體進行台灣蛙類分佈預測。預測結果顯示除了海蛙與豎琴蛙因調查資料過少（<5筆），預測結果明顯偏差外，其餘30種蛙類的預測分佈大致符合志工調查資料歸納的分佈型態（龔文斌、楊懿如，2010）。

二、台灣兩棲類資源監測系統建置與推廣計畫（2009-2011）

本研究目的為建置台灣兩棲類保育網（http://www.froghome.org, 圖2），以達成台灣兩棲類資源監測系統與推廣工作。截自2011年1月會員1492人，其中250人為兩棲調查志工。

台灣兩棲類保育網以下所屬子網站包括兩棲類資源調查資訊網（蛙類基礎資料蒐集與統計、志工招募與管理）、蛙蛙世界學習網（提供蛙類教學資源）、蛙蛙世界數位學院（蛙類生態知識與辨識線上學習、培訓志工）、台灣兩棲類影像網（蛙類生態與保育行動影音蒐集），建構一個從開放學習、招募與培訓志工、蒐集與統計調查資料、資訊通報、蛙類環境教育與保育的資訊平台，圖3為台灣兩棲類保育網資訊傳遞網絡架構示意圖。配合後端行政團隊的學術支援與資料分析，北中南東區的志工輔導團協助各地志工團隊發展，結合了虛擬資訊平台與實體組織，期許未來形成可永續發展的志工運作模式。

截至2010年12月，已完成兩棲類資源調查監測系統初步架構，包含（一）樣區管理系統規劃與修改、增加地圖定位與樣區承接功能，（二）以圖表方式呈現調查資料各項之統計如網格分布圖、蛙種隻次、生物多樣性指數計算、蛙類與棲地利用關係圖、海拔高差、樣區統計、調查物種數統計、有效資料統計等，（三）配合實際志工運作進行志工管理系統修改，增加現有團隊與團隊續約功能，（四）以個人化網頁方式改善使用者介面，進行

會員管理系統，修改簡化新入會程序，（五）兩棲類生態影像網及生態日誌的資料庫系統分析。

三、蛙聲自動辨識系統開發與應用（農委會林務局計畫2006-2009）

蛙類雖然分佈廣泛，但由於夜行性，喜歡躲在潮濕陰暗的角落，經常僅聞其聲不見其影。因此，野外調查時，常常利用目視遇測法，配合鳴叫計數法，估計蛙類的族群量。但利用鳴叫計數法時，其精確度常受到調查人員對鳴叫聲音之辨識、聽力與辨析數量的能力而有所影響。因此，若能收集台灣三十三種蛙類叫聲，建立蛙聲樣本資料庫及蛙聲自動辨識系統，將有助於志工進行台灣蛙類的野外調查。

研究室與東華大學資工系黃振榮教授合作研發蛙聲辨識的流程（Huang *et al*.,2009;Huang *et al*.,2010），首先把欲辨識的的蛙聲原始聲音檔輸入至系統，藉由兩階段式叫聲切割模組：第一階段是把聲音檔裡振幅較大（蛙聲較大）的前後共一秒抓取出來；第二階段是利用適性化端點偵測將多餘的蛙聲去除，只留下單獨一聲蛙叫。蛙聲萃取模組挑選蛙聲最大的兩秒建立新的音訊資料，再經由雜音濾除模組去除雜訊，以及傅利葉轉換模組將時域資料轉換成頻域資料。接著透過特徵萃取模組建立蛙聲樣本的特徵向量，最後利用K個最近鄰居演算法分類技術（K-Nearest Neighbor Classifier），此處所使用的距離為馬氏距離（Mahalanobis Distance）自先前建立的各類蛙聲樣本資料庫中與測試蛙聲所萃取的樣本逐一比對，所得到的最相近的蛙聲樣本類別即為測試樣本的青蛙類別。另外，本系統也將於資料庫中建立多類青蛙同時發聲之樣本，期能辨識多種青蛙叫聲。於2008年建置蛙聲辨識網（http://call.froghome.org），協助一般大眾學習及辨識蛙類。

四、蛙蛙世界學習網推廣與應用（2007-2009國科會數位典藏與數位學習國家型科技計畫）

蛙蛙世界學習網（http://learning.froghome.org）提供9個蛙類數位典藏融入教學示範教案，分別是聽青蛙在唱歌、認識校園常見的蛙類、和青蛙作朋友、有趣的蛙類生活、認識社區的蛙類、調查及保育社區的蛙類、多采多姿的蛙類世界、認識花蓮的蛙類、調查及保育花蓮的蛙類。9個示範教案之聽青蛙在唱歌、認識校園常見的蛙類、有趣的蛙類生活、認識社區的蛙類、多采多姿的蛙類世界、認識花蓮的蛙類是以「情意」及「知識」為主的室內課程，和青蛙作朋友、調查及保育社區的蛙類、調查及保育花蓮的蛙類示範教案則是以「保育行動」為主的戶外教學。每個示範教案都包含教學目標、教材地位、能力指標、教學時間、教學準備、教學流程、教學資源（教學簡報及學習單）、教學策略應用、參考資料及應用網站等內容。蛙蛙世界學習網採用「創意公共財」授權方式：可T分享T-重製、散布、展示及演出本著作，以鼓勵大眾使用（楊懿如，2008）。

參考ADDIE教學系統設計模式擬定「蛙蛙世界學習網」架構，並加以推廣應用（圖4）。為培訓全民認識蛙類、瞭解蛙類，有效地推動蛙類生態之環境教育，進而協助監測台灣生態環境，蛙蛙世學習網內建置「蛙蛙世界數位學院」（http://e-learning.froghome.org/），定期開設志工班、教師班、一般民眾班之線上課程。蛙蛙世界數位學院使用Moodle原始平台作為基礎，參考志工對數位課程的需求，以蛙蛙世界學習網資源為基礎，發展為蛙蛙世界數位學院課程學務管理、學習作業、線上評量、論壇等四大系統，開發蛙類生態保育、辨識及調查數位課程模式，並採數位及實體（戶外賞蛙體驗活動）混成的課程模式（楊懿如，2009）。

蛙蛙世界數位學院課程內容以蛙蛙世界學習網之教學簡報結合影音素材，並且連結蛙蛙世界學習網的教學資源，讓使用者在選擇適合學習之課程時，進一步認識蛙蛙世界學習網數位內容。同時，線上課程中將配合適性式學習引導型的多元線上評量測驗，協助並確認學員擁有相關之基本能力，提高自主學習興趣。蛙蛙世界數位學院採取會員制，需加入台灣兩棲保育網申請為一般會員，即具有會員資格，會員經報名錄取後成為該門課之學員，學員將可利用會員之帳號密碼及課程專屬密碼進入課程上課。

「蛙蛙世界數位學院」於2008-2011年開辦志工班、教師班及一般民眾班6梯次。為了瞭解數位課程的實施成效，曾比較參與2009年兩棲調查志工實體培訓課程與數位培訓課程學員的前後測知識與態度得分，並分析參與數位培訓課程學員的滿意度。在學習者的滿意度、互動等主觀學習成效方面，學員對數位課程學習方式的滿意度很高，會再次報名參加蛙蛙世界數位學院課程的得分最高，學員也同意志工辨識及調查評量可提升野外調查的基本能力，並覺得採取混成課程有助於學習各種蛙類知識，網路教學方式對蛙類相關領域的探究很有幫助。學員對系統的滿意度、學習單作業及論壇發表的滿意度較低，也認為作業及評量負擔較重。在學習者的學習成績、出席率等客觀學習成效方面，參與數位課程及實體課程學員的學習成績沒有差異，數位課程學員前後測知識及態度得分有顯著進步，顯示數位課程的學習成效良好。46%學員完成數位課程，78%學員一週上網天數超過5天，顯示參與數位課程的學員對網路學習相當熟悉，也很投入。完成數位學習課程的學員，11人成為新的兩棲調查志工，對於培訓兩棲調查志工有所助益。建議未來環境教育課程應善用數位學習，持續利用蛙蛙世界數位學院開設線上課程，並採用混成課程模式，培訓全民認識蛙類、瞭解蛙類，進而協助監測台灣環境（楊懿如，2010）。

五、共護台灣蛙蛙世界（2010-2011國科會數位典藏與數位學習國家型科技計畫）

過去蛙蛙世界學習網推廣與應用計畫以推廣蛙類知識與技能為主，但保育要有成效，採取行動更為重要。因此本計畫除了持續辦理各項課程及宣傳活動，自2010年起著手進行兩棲調查志工團隊的各項紀錄，建置、維護、推廣兩棲調查志工團隊行動影音資料庫，作為公民行動的數位典藏品，鼓勵兩棲調查志工團隊自行記錄以產生及更新其行動影像，發揮公民媒體的力量，透過數位網絡傳達環境保育的觀念及可行的行動方式。根據計畫目的及課程設計原理訂定計畫架構圖（圖5）。

重要的成果如下：

1. 舉辦2010蛙類保育焦點團體座談會及蛙類保育公民行動記錄工作坊

於2010年10月31日在台北市關渡自然公園自然中心辦理，共計有12個兩棲類保育志工團隊、28名志工參與。本會議中獲得的蛙類保育目標有棲地保育、記錄、推廣、參與、教育、情感、知識技能等七大共識目標，透過票選最高共識的三項目標分別為：棲地保育、推廣、參與，此三項目標成為現階段志工運作現況、未來行動及後續計畫推動的依據。而為落實蛙類保育目標，在「2010蛙類保育公民行動記錄工作坊」作為志工團隊介紹的主題，更在facebook網站上成立「台灣兩棲類資源調查暨保育志工團隊」社團，使大眾能有深入瞭解兩棲志工團隊之公民行動的管道，同時兩棲志工有情感聯繫、資訊交流、擴大個人與團隊的影響力，並能長期推廣本計畫之各項目標。

2. 記錄公民參與蛙類保育行動以擴大其影響力

由於台灣各地的工程開發、野溪整治、阻隔、住宅區興建等因素，使得蛙類生存受到威脅，在地的兩棲調查志工團隊自發性進行保育蛙類行動，為促使公民參與蛙類保育行動能形成台灣生態保育的重要力量，因此本計畫透過記錄公民參與蛙類保育行動，後製為主題性蛙類保育紀錄片，藉由公開播放擴大台灣兩棲類志工團隊的公民行動影響力。目前已完成新竹荒野團隊在新竹大山背地區-守護梭德氏赤蛙的「幫青蛙過馬路」活動影音記錄，並後製剪輯完成一部10分鐘紀錄片，本片於10月起在會議、課程及NGO團體中公開播放，作為蛙類保育宣導。同時已建置在「台灣兩棲類影像網」（http://learning.froghome.org/Amphibians_ImageBank_web/index.html）作為數位典藏並公開釋出，同時上傳至YouTube、Facebook等社群公開播放。

東華大學兩棲類保育研究室未來的研究將以公民科學（Citizen science）為主，辦理各種兩棲類志工培訓課程，以協助保育教育。並持續收集及分析志工調查資料，以監測台灣兩棲類的動態，協助保育台灣兩棲類。

六、致謝

感謝農委會林務局（99林管-02.1-保-23(4)、99農科-8.2.1-務-e1）及國科會（NSC99-2631-H-259-002）計畫經費補助，感謝研究室助理及學生，以及志工夥伴的協助。

參考文獻

楊懿如、林麗君、郭炳村。2007。運用志工進行台灣兩棲類保育之發展歷程與成效。發表於海峽兩岸環境與可持續發展教育研討會。中國北京。2007年7月。論文集。42-51頁。

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。Volume(12)Number(3):29-32。

楊懿如。2008。蛙類在環境教育上的應用-以蛙蛙世界學習網為例。動物園雜誌。2008年10月。32-38頁。

林育禾、吳其洲、楊懿如。2008。數位學習融入兩棲調查志工培訓課程之探討。2008年環境教育學術研討會，台北市。

楊懿如。2009。數位典藏融入生態與環境教育-以蛙蛙世界學習網為例。2009數位典藏與數位學習國際會議，台北市。2009年2月23-27日。

楊懿如。2010。兩棲類調查志工數位培訓課程學習成效分析研究。2010環境教育學術暨實務交流研討會，台中縣。2010年10月16-17日。論文集。185-196頁。

楊懿如。2010。台灣蛙類的分佈與棲地利用。台灣博物季刊29(3)：46-46頁。

龔文斌、楊懿如。2010。運用志工調查資料進行台灣蛙類分佈預測。2010數位典藏地理資訊學術研討會，台北市。2010年11月10-11日。論文集。18頁。

Huang, C.-J.,J. J. Liao, P. A. Hsu, Y. J. Yang, D. X. Yang, and Y. J. Chen. 2010. Developing the Identification System for Anuran Vocalization. International Journal of Innovative Computing. Informative and Control. 6(11):4421-4433.

Huang, C.-J., Y. J. Yang, D.X. Yang, and Y. J. Chen, 2009. Application of Data Mining Techniques to Automatic Frog Identification. Applied Artifical Intelligence. 23(7):553-569.

圖1. 台灣地區兩棲類物種總數網格分佈圖。

圖2. 保育網首頁。

圖3. 台灣兩棲類保育網資訊傳遞網絡架構示意圖。

圖4. 根據ADDIE教學系統設計之蛙蛙世界學習網應用與推廣架構圖。

圖5. 共護台灣蛙蛙世界計畫架構圖。