

## 運用公民科學協助臺灣蛙類保育

楊懿如<sup>1,2</sup>，張志恣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立東華大學自然資源與環境學系；<sup>2</sup>通訊作者 E-mail: [treefrog@mail.ndhu.edu.tw](mailto:treefrog@mail.ndhu.edu.tw)

**[摘要]** 公民科學是指志工參與的科學計畫，志工(公民科學家)協助收集數據，科學家分析及發表數據。但公民科學不僅是收集數據，也提高參與者的科學知識與素養，有助大眾覺知生物多樣性遭受的威脅，促進公眾的參與，及協助擬定保育政策。東華大學兩棲類保育研究室自 2003 年開始運用公民科學促進臺灣蛙類保育，歷經測試期、組織發展期及穩定期，於全臺灣培訓 54 個志工小隊，調查樣區分佈於全臺灣。本研究檢視臺灣兩棲類保育志工團隊的發展歷程及公民科學計畫模式，以做為臺灣推動公民科學的參考。

**關鍵字：**公民科學、志工、蛙類保育

## Helping Taiwan's Frog Conservation through Citizen Science

Yi-Ju Yang<sup>1,2</sup> and Chih-Min Chang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Natural Resources and Environmental Studies, National Dong Hwa University;

<sup>2</sup>Corresponding author E-mail: [treefrog@mail.ndhu.edu.tw](mailto:treefrog@mail.ndhu.edu.tw)

**ABSTRACT** Citizen science is a scientific project involving volunteers. Called citizen scientists, volunteers help collect data, so that professional scientists can analyze as well as make those data public. However, citizen science is not only about data collection but further helps advance the participants' scientific knowledge and capacities. It also increases people's awareness of biodiversity destruction, and is a way to involve people in making conservation policies. Amphibian Conservation Laboratory of Dong Hwa University has been promoting frog conservation in Taiwan through citizen science since 2003. The organization underwent phases of trial, development, and stabilization, and has successfully trained 54 teams of volunteers to survey and monitor frog biodiversity at sites across Taiwan. This paper is a review of the history of organizing volunteer teams for amphibian conservation into a citizen science project for promoting citizen science in Taiwan.

**Keywords:** citizen science, volunteers, frog conservation

### 前言

生物多樣性的保育是國家永續發展的重要政策，聯合國生物多樣性公約第 7 條建議每一締約國應盡可能查明對保護和永續使用生物多樣性最重要的生物多樣性組成部分，並透過調查和其他技術，加以監測。由科學家進行

的生物多樣性監測計畫需要歷經數年才能收集到足夠分析的大範圍與大量數據，常常受限於經費與人力，公民科學 (citizen science) 是有助於收集數據的一種方式 (Bonney *et al.* 2009)。公民科學是指志工參與科學的計畫，參與公民科學研究的志工稱為公民科學家 (citizen scientist)，他們不一定具有科學背景，

通常是熱愛自然或關心環境問題的業餘者(Cohn 2008)。公民科學也可以定義為「志工及科學家建立夥伴關係一起回答真實世界的問題」(Cohn 2008)，在這關係中，經常是公民科學家協助收集數據，科學家分析及發表數據(Bhattacharjee 2005, Cohn 2008)。但公民科學相關的計畫不僅是收集數據，也提高參與者的科學知識與素養(Bonney *et al.* 2009)。這些計畫結合研究及推廣，也有助大眾覺知生物多樣性遭受的威脅，促進公眾的參與(Bell *et al.* 2008, Braschler 2009)，及擬定保育政策(Cooper *et al.* 2007, Oscarson and Calhoun 2007)。

在美國，公民科學計畫可追溯至奧杜邦協會(Audubon Society)從 1900 年持續辦理的聖誕節鳥類調查(Christmas bird count)。截至 2008 年至少執行過 200 個以上公民科學計畫(Cohn 2008)，其中康乃爾大學的鳥類學研究室(Cornell Lab of Ornithology)將公民科學運用在鳥類族群變遷、環境變遷如何影響鳥類生殖成功、鳥類疾病的擴散、酸雨對鳥類族群的影響、不同緯度鳥類窩卵數等計畫，並獲得具體成果(Bonney *et al.* 2009)。而發展及執行公眾參與的計畫，需要詳細的規劃，Bonney 等人(2009)以康乃爾大學鳥類研究室為案例，提出公民科學計畫模式(citizen science program model)。此模式有九項重要工作項目，以下分別摘要敘述：

#### 一、選擇一個科學問題：

公民科學對大範圍或長時間研究有興趣的學者特別有幫助。簡單的計畫通常比較容易吸引較多的參與者，但簡單的計畫也可以回答複雜的問題，若有必要，可以招募少數人參與較複雜的工作。

#### 二、形成包含科學家、教育家、科技技術人員及評鑑人員的團隊：

成功的公民科學計畫需要發展包含各種領域的團隊。科學研究者必須確保計畫科學的完整性、發展包括數據收集、分析及公布的執

行方式；教育家負責對公眾及參與者解釋計畫的重要性、協助測試執行方式及發展教材；資訊科技人員協助數據上傳、典藏、分析、呈現、分析及散佈結果；評鑑人員確保計畫包含可量測的目標，以利評量執行成效。

#### 三、發展、測試及修正執行方式、數據格式及教材：

數據品質是公民科學計畫重要議題，提供清楚的數據收集方式、提供簡單並符合邏輯的數據格式，以及讓參與者清楚瞭解如何執行的教材是很重要的事。

#### 四、招募參與者：

根據計畫的目標及對象擬定不同的招募計畫。如果是對一般公眾，可經由報紙、直接郵寄、廣告、公共服務系統、雜誌、報紙、摺頁、宣導演講等。

#### 五、培訓參與者：

讓參與者消化吸收教材，並對數據收集的技術有信心，是非常重要的事。可善用分組培訓，計畫主辦人員提供分組領導者指引及資料，讓他們可以協助培訓更多人參與。區域性的計畫可以辦理培訓工作坊，大範圍的計畫可和各地區合作者一起辦理工作坊。

#### 六、數據上傳、編輯及展示：

不論是紙本或電子數據格式，數據上傳、編輯及分析都必須讓科學家及公眾一起參與。事實上，允許及鼓勵參與者處理及研究計畫數據，也是公民科學的重要教育特色。

#### 七、分析及詮釋數據：

公民科學計畫的數據通常比較粗造，對分析及詮釋是一大挑戰，但是可以克服的。可以建立一套標準來鑑定數據的品質，並在分析時移除不適當的數據。公民科學數據通常呈現一般性的現象，比較適合分析相對豐度，不適合絕對豐度。

#### 八、散佈結果：

發表學術期刊論文外，也以技術報告、科普文章方式對公眾發表，並用網路方式散佈。這些針對公眾的發表不僅引起大眾的興趣，也顯示公民對科學的貢獻，期盼藉此促進參與動機。

#### 九、評估影響：

評估計畫的投入與成效，確保達到科學及教育目標。若未達到，評估可以協助改進計畫。評估方式包括計畫參與者的前後測、參與者的自我評估、焦點團體訪談、深度訪談等。

從 1990 年開始，全球兩棲類減少的現象開始受到重視(Barinaga 1990, Phillips 1990, Stuart *et al.* 2004, Gibbs *et al.* 2005)，根據 IUCN's Global Amphibian Assessment 顯示，全球三分之一的兩棲類面臨生存危機(Stuart *et al.* 2004)。公民科學也運用在兩棲類的保育，例如在 2003 年春天，結合美國緬因大學(University of Maine)、市民、非政府組織一起執行池塘的保育計畫(Oscarson & Calhoun 2007)。計畫招募及培訓公民科學家參與調查，收集池塘的環境及生物數據，科學家運用 GIS 分析數據，並決定各池塘的保育等級，最後分析結果提供給各地方政府擬定保育政策。

運用志工進行兩棲類調查有其優劣所在，優點是能更迅速有效的累積數據缺點則是志工的調查數據一致性與嚴謹程度不像專業研究人員具有較高的品質(Genet and Sargent 2003)。Schmeller 等人(2008)研究歐洲以志工(公民科學家)為主的生物多樣性監測計畫，認為配合嚴謹的研究設計或分析方法，這些計畫提供相當可信的數據及結果。

臺灣的蛙類有 33 種，分佈範圍非常廣泛，從海平面到 3000 m 的高山，棲息的環境也非常多樣，包括都市、稻田、平原、池塘、森林、溪流等，容易觀察及接近(楊懿如 2010b)。蛙類成體用皮膚呼吸，蝌蚪在水中生活，都直接與自然環境接觸，也迅速反應各種環境變化，是重要的環境指標生物(Blaustein

and Wake 1990, Lips 1998)。東華大學兩棲類保育研究室自 2003 年開始推動公民科學，訓練關心生態保育的民眾成為兩棲類志工(即為公民科學家)，利用臺灣兩棲類資源調查資訊網(<http://tad.froghome.org>)回報調查結果建立資料庫。2003-2011 年在全臺灣共培訓 54 個志工小隊，並於 2007 年 12 月 15 日集合所有的志工小隊成立臺灣兩棲類調查志工團隊，展開全臺灣定期定點的兩棲類監測，並每年發表監測結果，希望藉由志工的調查，迅速累積臺灣兩棲類數據及推動生物多樣性保育(楊懿如、施心翊、李承恩 2008)。為了更貼切反應志工不僅協助數據收集，也對臺灣蛙類保育有所貢獻，因此在 2011 年將臺灣兩棲類調查志工團隊更名為臺灣兩棲類保育志工團隊。

表 1 歸納臺灣兩棲類保育志工團隊的發展歷程。2003-2006 年間，主要測試培訓課程、調查方式、志工招募方式及製作教材，參加的小隊較少，稱之為測試期。2007-2008 年全省分區培訓志工，建置兩棲類調查資訊網，成立志工團隊及召開志工大會，每年定期公布調查結果，為臺灣兩棲類保育志工團隊組織發展時期。2009 年之後進入穩定期，每年運作的志工小隊數目超過 30 個，462 個志工調查樣區遍佈全臺灣；志工的任務也從單純調查收集數據，擴大到保育行動。志工團隊的特色在於組成成員以教師居多、年齡層以 41-60 歲最多、志工小隊的組成人數大多數是 10 人以下的小團體、志工小隊成員關係以家人及朋友為主。志工個人的素質良好且成熟，而志工間的關係也都相當緊密，對於執行兩棲類調查及推廣兩棲類保育工作都有正面的助益。本研究參考 Bonney 等人(2009)提出的公民科學計畫模式，檢視臺灣兩棲類保育志工團隊的計畫模式、組成現況及保育案例，以做為臺灣推動公民科學的參考。

### 臺灣兩棲類保育志工團隊計畫模式

#### 一、科學問題與計畫目標

表 1. 兩棲類保育志工團隊發展歷程及大事記

時期	年	縣市 數目	運作團 隊數目	大事記
測試期	2003- 2004	2 <sup>1</sup>	8	辦理桃園國小教師兩棲調查志工培訓 測試培訓課程及調查方式
	2005- 2006	4 <sup>2</sup>	11	辦理東部及中南部地區培訓課程 測試志工招募方式 出版臺灣兩棲類野外調查手冊
組織發 展期	2007	9 <sup>3</sup>	17	辦理北部及南部地區培訓課程 建置臺灣兩棲類調查資訊網，結合 GIS 公布調查資料 成立臺灣兩棲類調查志工團隊，辦理第一屆志工大會
	2008	15 <sup>4</sup>	25	辦理全臺灣兩棲類調查志工實體及數位培訓課程、志工大會
穩定期	2009	16 <sup>5</sup>	32	辦理實體及數位培訓課程、志工大會
	2010	16 <sup>5</sup>	35	辦理實體及數位課程、志工大會 用影像紀錄志工保育行動
	2011	16 <sup>5</sup>	38	辦理數位課程、志工大會、分區志工增能工作坊 改名為臺灣兩棲類保育志工團隊，Facebook 成立社團

<sup>1</sup>桃園、花蓮 <sup>2</sup>桃園、花蓮、臺北市、臺南 <sup>3</sup>花蓮、臺東、宜蘭、臺北市、臺中、南投、雲林、臺南、高雄 <sup>4</sup>花蓮、臺東、宜蘭、臺北市、新北市、新竹、南投、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、基隆 <sup>5</sup>花蓮、臺東、宜蘭、臺北市、新北市、桃園、新竹、南投、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、基隆

若探討臺灣兩棲類的族群變化是計畫的主要科學問題，保育則是最終目標。於 2010 年 10 月在臺北市關渡自然公園自然中心辦理「蛙類保育焦點團體座談會」，共計有 12 個志工小隊 28 名志工參與。座談會以「開放空間會議(open space)」方式進行，先由計畫主持人楊懿如博士引導志工們共同討論「蛙類保育目標」主題，在熱烈討論中，志工們在便利貼上寫下各種想法，並逐一張貼在新聞牆上，經過整合後，志工們的蛙類保育重點包括棲地保育、記錄、參與、教育、情感、推廣、知識技能等七大項。

## 二、計畫團隊形成

兩棲類保育志工團隊組成包含行政團隊(東華大學兩棲類保育研究室)、志工小隊(學校、保育組織等)以及經費補助單位(公部門、基金會)等，團隊成員隨著時期轉變而有所不同，越來越多元。林務局一直都是經費補助單位，2007 年之後增加國科會數位典藏與數位學習國家型科技計畫補助課程及志工組織發展，2011 年申請緯創文教基金會補助志工小隊野外調查油料費。科技人員原本僅有一位兼任

的網路工程師，2008 年之後和東華大學資訊工程系合作，增加研究生人力。合作的保育組織包括中華民國自然與生態攝影學會、荒野保護協會、各地野鳥學會等。

行政團隊的組成也不斷的擴充，2011 年以計畫主持人為首，結合資訊管理專業人員、計畫助理及研究生，並依工作執掌分為調查、資訊管理、資料分析、志工服務、課程等 5 個小組。在實際執行工作上，由各小組組長統籌該組工作項目，並由其他組別提供人力支援。

## 三、發展、測試與修正執行方式、數據格式與教材

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、TM 97 座標、日期、時間、記錄者、天氣、溫度(含氣溫及水溫)、相對溼度、海拔、種類、棲地類型、微棲地、數量、行為等數據。所有調查均記錄於統一格式的調查表。

志工小隊開始進行兩棲類調查之初，建議

志工每個月進行一次調查，由於並未強迫志工執行，使得各樣區調查頻度不一致，造成後續數據分析的困難，而部分志工亦反應調查頻度過高。行政團隊研究後發現，在人力、經費有限的情況下，以每季至少調查一次為基礎，擴大調查範圍與提高調查次數是最有效率的方法(楊懿如、郭炳村 2008)。故於 2008 年將各團隊之固定樣區調查頻度改為每年一、四、七、十月各調查一次，方便志工持續進行調查工作。此外，在各調查樣區中選擇種豐富度較高的樣區做為調查熱點(楊懿如、龔文斌 2009)，供志工小隊認養，若該小隊因故無法繼續調查，則轉為尋求其他小隊認養或由行政團隊負責調查。

志工小隊建立的第一年以培訓及輔導為重點，第二年才開始進行兩棲類調查工作。為了統一調查方式，在 2007 年結合志工出版《台灣兩棲類動物野外調查手冊》。並將調查規範、調查指南、圖鑑等資料公布在「兩棲類資源調查資訊網」(圖 1)，以利資料更新。

#### 四、招募參與者

志工小隊的成員招募，最初以行文至教育局轉發各校，以及教師進修網刊登、保育組織推廣等方式，招募成員；後因團隊規模及調查地區的擴大，改採分區辦理說明會的方式，接受有興趣之民眾申請調查計畫，並以青蛙小站電子報、平面媒體、電子郵件等方式行銷。至 2008 年因調查範圍擴及全國，且培訓方式增加線上學習，招募方式亦隨之修正為全國招募，並讓民眾可用線上申請的方式減少作業時間。2010 製作宣傳影片公佈於 Facebook，並於 2011 年在 Facebook 建立臺灣兩棲類保育志工團隊公開社團，獲得許多民眾的迴響。使用 Facebook 社群網站除了可做為志工交流平台外，亦有推廣行銷功能。

#### 五、培訓參與者

2003-2010 年每年辦理一次志工研習課程，培訓方式採用室內研習及戶外實地課程等

方式進行，內容包括臺灣兩棲類的分類、野外辨識能力、兩棲類生態習性及調查方法，每年培訓 25-60 人。然而，有意願參與調查的民眾愈來愈多且來自全國各地，若要集合於一地授課，將增加交通往返及食宿的問題。因此，行政團隊於 2008 年架設「蛙蛙世界學習網」、「蛙蛙世界數位學院」，運用線上學習搭配一次實體課程進行志工數位培訓課程。參與人數由 2008 年的 54 人增至 2011 年的 145 人，楊懿如(2010a)研究顯示大多數參與人員對數位學習方式都有正面的回應，且數位學習與實體課程的學習成效一樣，故未來的培訓方式將以線上學習配合實體課程。

在基礎訓練之外，每年志工團隊也會舉辦增能工作坊等進階培訓課程，以外來入侵種、資料管理及運用、影像剪輯等主題，邀集志工參與，以持續精進志工兩棲類保育推廣之能力。

#### 六、數據上傳、編輯及展示

志工調查數據利用網路上傳至兩棲類資源調查資訊網(圖 1)，上傳格式與兩棲類資源調查表一致，方便志工輸入調查數據。志工小隊在上傳調查數據後，會由小隊隊長進行初審作業，確定調查數據無誤，再由行政團隊進行複審，以確定調查數據的正確性，通過複審的數據即成為有效資料。若對調查數據有疑慮，再與志工小隊聯繫確認並以照片佐證，避免調查數據影響分析的結果。

此外，為使志工可運用調查數據進行推廣、教育及資料分析，兩棲類資源調查資訊網也提供調查數據匯出的功能，志工小隊可依各種不同項目搜尋小隊的調查數據，並由系統整理為圖表匯出並列印，包括生物多樣性指數、蛙種與棲地利用類型關係圖以及與 Google Map 結合繪製的調查數據分布圖，都可以協助志工團隊瞭解該地區兩棲類族群的變遷；其他志工小隊的調查數據則可以在線上閱覽，也增加志工小隊間資訊交流的方式。



圖 1. 兩棲類調查資訊網首頁、數據上傳及展示頁面

## 七、分析及詮釋數據

行政團隊將有效資料與 GIS 網格結合，以呈現臺灣兩棲類分佈現況，並依據氣溫、濕度、水溫、海拔高度等資數據分析各種兩棲類可能出現的區域，進行臺灣兩棲類分佈地區的預測(龔文斌、楊懿如 2010)，做為未來長期調查及後續研究之參考。

## 八、散佈結果

從 2007 年開始，行政團隊每年 12 月統計志工的調查數據，結合 GIS 製作兩棲類分布圖，在志工大會及兩棲類資源調查資訊網(圖 1) 公布。此外也以學術論文、網站、Facebook 等媒介發表，除了讓大眾瞭解臺灣兩棲類族群現況外，也鼓勵志工持續參與。

## 九、評估影響

### 1. 學術面：

自 2003 年至 2012 年，已於研討會及期刊發表 6 篇學術論文，並以相關題目指導研究生，完成 3 篇碩士論文。

### 2. 社會面：

志工小隊的建立，提供民眾參與兩棲類保育機會，民眾可學習兩棲類的調查方法，並參與兩棲類保育行動如棲地保育、物種保育、外來入侵種移除等。而行政團隊、保育組織、學校教師等，亦可藉由志工的調查成果，進行環境及保育的教育推廣，讓保育的概念向下紮根。Facebook 社團的成立，協助散佈牛蛙放生、斑腿樹蛙等外來種入侵的保育訊息，有助提升民眾蛙類保育意識。2012 年協助陽明山國家公園調查兩棲類資源，出版《賞蛙趣 蛙勿一陽明山》一書。

## 十、鼓勵

在兩棲部落及臺灣兩棲類保育社團 Facebook 公布志工小隊每季調查筆數，每季完成調查的小隊，都可獲得贈品。志工大會頒發全年調查筆數、地點、海拔範圍等獎項，鼓勵各小隊持續調查工作。

## 結論與建議

本研究在分析相關資料後，發現適用 Bonney 等人提出之公民科學計畫模式，檢視臺灣兩棲類保育志工團隊發展歷程。團隊的成立與發展，雖然以科學家、教育家及科技人員為核心，但保育組織及政府長期的投入與支持，是成功的關鍵所在，而在長期合作的目標下，行政團隊與保育組織、政府單位的互信則是維持團隊運作的基礎。

此外，行政團隊與志工團隊以及志工小隊之間持續的交流與成長，也是促使志工小隊能長期持續投入兩棲類保育的重要因素。行政團隊利用進階課程、志工大會、成果展、調查工作、保育行動等方式，持續與志工小隊保持緊密的聯繫，並運用 e-mail、兩棲部落格、Facebook 等線上平台，維繫與志工小隊間的互動及協助志工團隊解決困難，這些方式讓行政團隊與志工團隊間隨時保持著暢通的管道，也避免因訊息不流通而可能產生的誤解。

志工團隊發展至今雖已邁入成熟期，然而還是有許多問題等待我們去解決：

一、行政團隊在培訓志工時，主要以以兩棲類的知識及調查技能為主，較缺乏社會-生態系統(social-ecological systems)環境議題的探討。

二、行政小組部分成員為研究生，人員流動較為頻繁，工作交接容易產生疏漏。

三、缺乏全面且深入的評鑑，對一些潛藏的問題難以迅速發覺。

四、社會氛圍仍以經濟發展為主，許多調查樣區甚至熱點容易遭受干擾甚至破壞，不但造成兩棲類棲地的減少，也讓部分志工遭受挫折甚至放棄調查工作。

臺灣兩棲類保育志工團隊的目標在於保育臺灣的兩棲類，並提升志工的環境素養，促使其採取保育行動。縱觀志工團隊數年的發

展，有些志工已開始進行自發性的保育行動，但仍屬於短期、點狀的保育工作，無法進行整體的串聯，而志工環境素養的提升亦有限，需要加強環境倫理的概念，並落實於生活中。

在志工團隊的發展上，需建立評鑑制度，以瞭解志工團隊的問題，並提出改進方案，若能一併建立外部評鑑制度，邀請經驗豐富外部人士提供建議，亦可避免自評的盲點。

此外，未來需加強推廣教育的廣度及深度，並從生活中著手，將兩棲類保育、環境倫理、環境素養內化為社會大眾的核心價值，如此才能全面且確實的達成保育兩棲類的目標。

## 誌謝

感謝國科會數位典藏與數位學習國家型科技計畫 NSC 100-2631-H-259-002、農委會計畫 100 林管-02.1-保-12(4)經費補助，也感謝所有參與的志工。

## 引用文獻

- 楊懿如。2010a。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論文集，185-196 頁。
- 楊懿如。2010b。台灣的蛙類分佈及棲地利用。台灣博物季刊 29(3):46-49。
- 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 12(3):29-32。
- 楊懿如、郭炳村。2008。運用志工調查資料進行桃園地區兩棲類分佈之研究。2008 自然資源保育暨應用學術研討會論文集，104-123 頁。
- 楊懿如、龔文斌。2009。運用調查志工進行台灣蛙類生物多樣性熱點監測研究。2009 自然資源保育暨應用學術研討會論文集，30-41 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

理資訊學術研討會論文集，18 頁。

- Barinaga M. 1990. Where have all the froggies gone? *Science* 247:1033-1034.
- Bell S, M Marzano, J Cent, H Kobierska, D Podjed, D Vandzinskaite, H Reinert, A Armaitiene, M Grodzinska-Jurczak and R Mursic. 2008. What count? Volunteers and their organizations in the recording and monitoring of biodiversity. *Biodiversity Conservation* 17:3443-3454.
- Bhattacharjee Y. 2005. Citizen scientists supplement work of Cornell researchers. *Science* 308:1402-1403.
- Blaustein AR and DB Wake. 1990. Declining amphibian populations: a global phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution* 5:203-204.
- Bonney R, CB Cooper, J Dickinson, S Kelling, T Phillips, KV Rosenberg and J Shirk. 2009. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59(11):977-984.
- Braschler B. 2009. Successfully implementing a citizen-scientist approach to insect monitoring in a resource-poor country. *BioScience* 59(2):103-104.
- Cohn JP. 2008. Citizen science: can volunteers do real research? *BioScience* 58:192-197.
- Cooper CB, J Dickinson, T Philip and R Bonney. 2007. Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystem. *Ecology and Society* 12(2):11. (online). <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/art11/>.
- Lips KR. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* 12:106-117.
- Genet K. S and LG Sargent. 2003. Evaluation of methods and data quality from a volunteer-based amphibian call survey. *Wildlife Society Bulletin* 31(3):703-714.
- Gibbs J. P., KK Whiteleather and F.W Schueler. 2005. Changes in frog and toad populations over 30 years in New York state. *Ecological Applications* 15:1148-1157.
- Oscarson D and AJK Calhoun. 2007. Developing vernal pool conservation plans at the local level using citizen-scientist. *Wetland* 27(1):50-95.
- Phillips K. 1990. Where have all the frogs and toads gone? *BioScience* 40:422-424.
- Schmeller D, P Henry, R Jullard, B Gruber, J Clobert, S Dziock, S Lengyel, P Nowicki, E D'eri, E Budrys, T Kull, K Tali, B Bauch, J Settele, C Swaay, V Kobler, V Babij, E Papastergiadou and K Henle. (2008) Advantages of Volunteer-based biodiversity monitoring in Europe. *Conservation Biology* 23(2):307-316.
- Stuart S. N., JS Chanson, NAB Cox, E Young, AS L Rodrigues, DL Fischman and RW Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306:1783-1786.