

台大團隊

# 國內目前缺少的 國外陸域生物多 樣性指標介紹與 國內現況簡述

台大團隊

2015/7/2

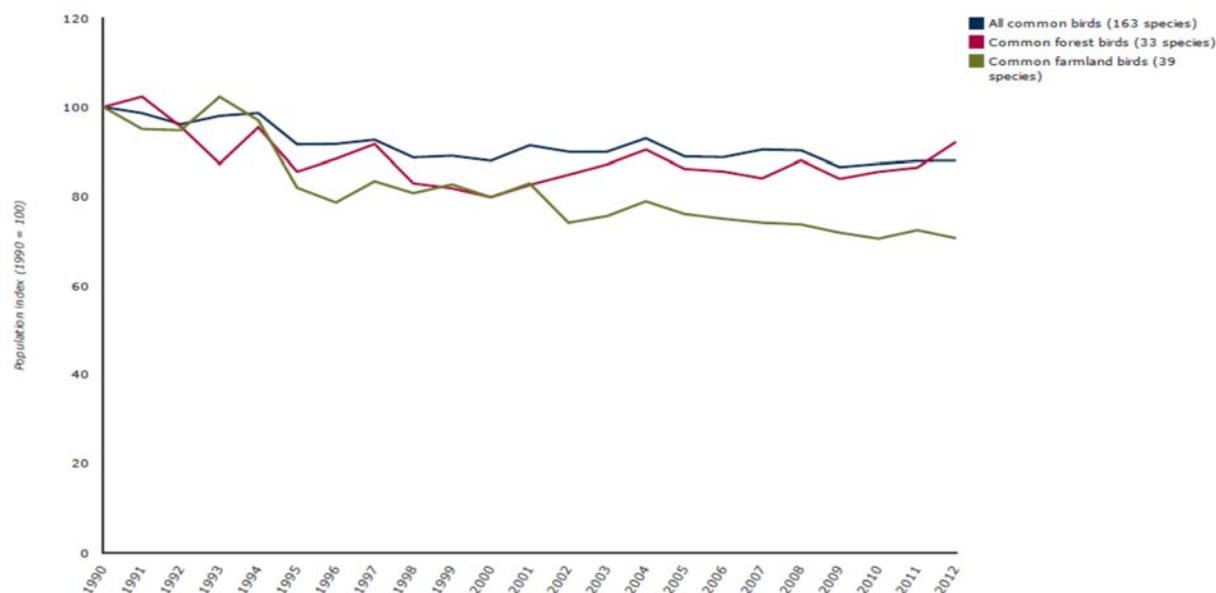
## 特定物種之豐富度與分佈 (指標參考依據 - 歐盟, 共三個指標)

### 一、物種的豐富度與分佈(鳥類) Abundance and distribution of selected species (Birds)

- 1、指標類別：狀態
- 2、指標定義：常見鳥種的數量與分布變化趨勢。指標單位為相對值，基準值以1990年的鳥種種數設為100。
- 3、指標意義：
  - 此指標提供物種變化趨勢的數據，以進行生物多樣性保育策略與土地利用規劃之擬定、目標達成率之評估與政策調整所需(滿足使用者需求之指標原則)。
  - 鳥類族群指標是一般大眾所熟習的物種，且被認為是一種絕佳的環境健康反映指標。因鳥類棲息在各類的棲地中、能反映不同動物與植物的變化趨勢、更對於周遭環境的變化十分敏感(滿足廣泛接受度之指標原則)。
  - 監測容易、具有相對完整有效的資料來源與規律的資料蒐集機制。在歐洲，鳥類學家透過泛歐洲常見鳥類監測(Pan-European Common Bird Monitoring Scheme, PECBM)網絡進行資料的建檔、統整、分享與分析等整合性工作的進行。
- 4、關鍵議題：歐洲常見鳥種的消失速度是否減緩？
- 5、指標計算方式：
  1. 首先選擇具有代表棲地特性之鳥種：依據2005年BirdLife's Habitat所訂立的原則，若該鳥類族群數量的75%出現於下列九種主要的棲地中之一種類型棲地內，則評選為棲地代表鳥種：海洋、海岸、濕地、苔原(或荒野沼澤地)、溫帶闊葉林、地中海型森林、旱生草地與裸露地、農地與草生地及高山草生地。詳細的評選機制請參考Tucker and Evans (1997)的專書著作—Habitats for Birds in Europe: A Conservation Strategy for the Wider Environment (Birdlife Conservation)。
  2. 各國之繁殖鳥類監測模式：於歐洲18個國家長時間進行的繁殖鳥類調查工作，由國際鳥盟(BirdLife International)與PECBM所推行。細部的鳥類調查方法請參考Gregory等人2005年發表於Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences期刊的研究報告—Developing indicators for European birds。
  3. 資料標準化：透過資料的雖然各個國家實際操作的調查方法略有差異，但是透過數據標準化的方式，能使得這些調查資料具有比較的意義與統計分析的基礎。
  4. 經濟有效性：如今，絕大多數的調查資料來自於志工，因此資料的花費僅用於資料的整合、管理與分析。
  5. 資料缺失之處理 (Gap filling)：使用荷蘭統計局(Statistics Netherlands)所

研發之監測資料之趨勢與指標套裝軟體 TRIM (TRends and Indices for Monitoring data)來推估與評量物種族群變化之趨勢。TRIM 透過每年所蒐集到的實際資料與卜瓦松回歸的標準誤來進行缺失資料的推估。

- 6、測量單位：權重指數(相對值)
- 7、資料來源：
  - 歐洲鳥類調查委員會 European Bird Census Council (EBCC)
  - 英國皇家鳥類保育協會 Royal Society for the Protection of Birds
  - 國際鳥盟 (BirdLife International)
- 8、負責單位：歐洲環境署 (European Environmental Agency, EEA)
- 9、現況：自從1990 年起，在歐盟的27 國中，常見鳥種的族群數已減少12%。其中常見的田野鳥類(common farmland birds)的族群下降數量最為明顯，約為30%，而常見的森林鳥類( common farmland birds)的族群數量下降8%。
- 10、趨勢
  - 歐洲的常見鳥種數有族群數量呈現微量波動起伏的趨勢，其中森林鳥類的族群數量近年來有微幅上升的幅度，但是農地鳥類的族群數量卻顯著的逐年下降。
  - 基本上自 1990 年代以來，整體常見鳥種數族群數量呈現下降的情形。



圖一、歐洲的常見鳥類族群變化趨勢(族群數量指標，基準值 100 = 1990 年)

- 此處的常見鳥類族群指標值上升，表示整體族群數量上升的常見鳥類較整體族群數量下降的常見鳥類為多，而並非所有的鳥類族群皆呈現上升的現象。其中，很可能是一般普遍常見的鳥類族群數量上升，而特有常見的鳥類族群數量下降。

## 台灣相關研究簡介

希望就已有的物種豐富度趨勢指標，針對國內現有且較完整的物種調查成果(如歷年來鳥類與蝶類的監測計畫)，進行特定物種(如鳥類與蝶類)的豐富度與分布指標評估，如此，將不只是統計物種的種類數量之變化，亦能掌握特定物種之數量與分布變化趨勢。趨勢之比較為透過各年度的調查值標準化後與基準值做相對的比較。

### ➤ 臺灣繁殖鳥類大調查

簡稱 BBS Taiwan(Taiwan Breeding Bird Survey)，此資料集為 2011 年之全臺調查資料，所提供的資訊，期望能幫助促進鳥類的保育，遏止生物多樣性的減少，並維護臺灣環境的健康與人類生活的福祉，作為保育政策制定與成效評估參考。

- **主辦機關：**行政院農業委員會特有生物研究保育中心
- **目標：**臺灣繁殖鳥類大調查計畫有近程與長程兩階段目標。近程：提供更完善的繁殖鳥類地理分布與族群狀態資訊；長程：監測繁殖鳥類族群的變化，促進與監督臺灣的鳥類與環境保育
- **研究區域與對象：**包含臺灣全島，於鳥類繁殖季期間（三到六月）進行兩次晨間調查，主要調查對象為臺灣普遍常見的日行性繁殖鳥類（包括留鳥和夏候鳥）。

- **調查方法：**本調查採用的鳥類中文名、學名、遷留屬性，以及編號均根據中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會發表之 2012 年版台灣鳥類名錄。記錄鳥類的方式：

定點計數法（圓圈法）：以調查者為圓心，記錄看到與聽到的鳥種與數量，每個取樣點停留 6 分鐘，不重覆記錄已記錄過的個體，並依使用習慣選擇採用「圓形記錄表」或「表格式記錄表」，分 0-3 分鐘及 3-6 分鐘兩個時段記錄。每一筆紀錄需記錄鳥和調查者的「水平」距離，分成：(1) 小於 25 公尺 (2) 25-100 公尺 (3) 大於 100 公尺 (4) 飛過：鳥類僅於空中飛行通過而沒有利用取樣點周圍環境。鳥種名稱依中華民國野鳥學會出版之最新臺灣鳥類名錄。數量計數以實際「聽到+看到」隻數記錄，不需加權。

#### ● 取樣與資料分析

1. 樣區抽樣以 1x1 公里網格為基礎，根據全臺灣不同環境進行分層隨機抽樣。
2. 採定點調查法（point count），每個樣區設置 6-10 個調查樣點。
  - (1) 每年於鳥類繁殖季期間（三到六月）進行兩次晨間調查。
  - (2) 可設置「自設樣區」，鼓勵調查者在自家周圍進行長期的在地記錄。
3. 採歐洲鳥類調查委員會（European Bird Census Council，EBCC）開發的 BirdSTATS 進行分析。該軟體所包含的 TRIM（Trends and Indices for Monitoring data）為 Statistics Netherlands 開發的免費趨勢分析軟體，其原理為利用卜瓦松迴歸（Poisson Regression）產生每種鳥類每年的族群指標值與標準差，並在不受年間樣區變動的影響下，評估鳥類族群趨勢為成長或消滅。

● **現況與趨勢**

BBS Taiwan 自 2008 年開始規劃，2009 年正式起跑，2014 年完成了第 6 年重複監測。2014 年度 BBS Taiwan 完成的鳥類監測樣區有 294 個，涵蓋海平面至 3,700m 間的各類型自然環境。在全臺各地約 300 位調查志工的積極參與下，2014 年蒐集到 47,331 筆的臺灣野生鳥類分布和數量資料。根據這些資料，已可建立 60 多種常見繁殖鳥類的族群指標，以及代表整體繁殖鳥類族群狀態的綜合指標，每年更新其族群狀態，以即時察覺各個鳥種與其代表環境的消長與變化。

➤ **臺灣鳥類生產力與存活率監測系統之推動 (The Monitoring Avian Productivity and Survivorship, Taiwan)**

- **主辦機關：**特有生物研究保育中心
- **目的：**長期目標在瞭解台灣於不同空間尺度、不同海拔及不同棲地特性之下，鳥類族群生產力及年間存活率的變異。
- **研究區域及對象：**以陸域雀形目(Passeriformes)鳥類為主要研究對象，自2009年開始運行，首年設立湖本、湖山、烏石坑等3處繫放站，2011年新增四崁水、社口、瑞岩等繫放站，2012年有7處繫放站，包括合歡山、瑞岩、烏石坑、湖本、湖山、社口及龍崎等，2013年運行8處繫放站，包括合歡山(高海拔3,000m)、瑞岩A與瑞岩B(中海拔2,200m)、烏石坑、湖本、湖山、社口及鳳山水庫(低海拔<1,000m)等站。
- **調查方法：**2009~2011年執行期間，於3~9月繁殖季進行每2週1次的繫放；2012年起將頻率調整為低海拔3~8月、中高海拔4~9月運作，各站進行7次繫放，每3~4週繫放1次，兩次繫放間隔至少14日。  
每次的繫放調查，於中央氣象局公告之日出時間前後30分鐘內開始張網，操作6小時後闔網。努力量以當日操作之網數乘以時數計算。所有的繫放操作依照標準作業程序進行。繫放作業捕獲到的個體，會繫上有編號的金屬環，以便重複捕獲時可以辨認。第一次被捕捉者，記錄為「新上環」，重複被捕捉者為「回收」。完成上環之後，會以固定形式的表格，進行形質測量與性別年齡的判定，完成野外調查後，繫放資料的輸入、編輯與查核也依照一定程序處理，最後資料經仔細審視，進行繫放數量、生產力與存活率之統計與分析。
- **現況與趨勢：**2014 年有 97 人參與繫放，累計總共 3,419 人時的繫放活動，捕獲 58 種 1095 隻次的鳥類，整體繁殖指數(幼鳥個體數/成鳥個體數)為 0.46(2013 為 0.18)。
  1. 低海拔繫放站：整體繁殖指數(0.24)較 2013 年(0.15)高，較 2012 年(0.51)低，2014 年成鳥捕獲率較 2013 年減少 18.9%，幼鳥捕獲率上升 23.9%。湖山及社口林場繁殖指數呈現連續三年下降。烏石坑及鳳山水庫繁殖指

數則大幅提高。低海拔 5 種指標鳥種，除了頭烏線繁殖指數下降外，其餘都是上升的情況。

2. 中海拔繫放站：繁殖指數 0.63 較 2013 年(0.13)高出許多，且 6 種指標鳥種繁殖指數除了棕面鶯，均較 2013 年為高
3. 高海拔繫放站：繁殖指數 0.65 高於 2013 年的 0.43，3 種指標鳥種繁殖指數皆上升。

整體而言，2014 中高海拔的生產力提高，推測原因為當年侵台的颱風數量大幅減少，然而颱風因素的效應在低海拔似乎並不一致，湖山及社口的繁殖指數已連續三年下降，是否地區性因子超越氣候影響？未來還需長期監測以釐清影響鳥類生產力變動的主要因素。

#### ➤ 臺灣外來鳥種監測網 (AIS Stop)

- 主辦機關：特有生物研究保育中心
- 目標：希望藉監測網的建立，當外來入侵種在其野外族群數量仍低且分布侷限時，及時掌握管控的關鍵時機，提出預警機制、防治策略，以達更經濟有效的管理方式。
- 現況：於2013年持續更新外來鳥種監測網站、資料上傳平台，以收集和彙整民眾回報的資料；並參加1場鳥類博覽會推廣活動(來訪人數約1000人次)，推廣宣傳外來鳥種監測網進而提高民眾對外來鳥種議題的關注與監測網的回報率；2013年總計約收集超過1,000筆外來鳥類在臺灣野外的分布紀錄。

#### ➤ 特定生物多樣性指標監測系統之建立

以鳥類為主要對象，整合我國目前既有的相關監測計畫，以及嘗試設計新的監測系統，藉以規劃以愛知目標為原則的生物多樣性指標。就目前我國的監測計畫現況而言，較能快速整合的指標為「**特定物種相對族群量**」。若運用臺灣繁殖鳥類大調查的資料，將可發展常見繁殖鳥、保育類鳥種、特有鳥種以及外來鳥種共四項指標。

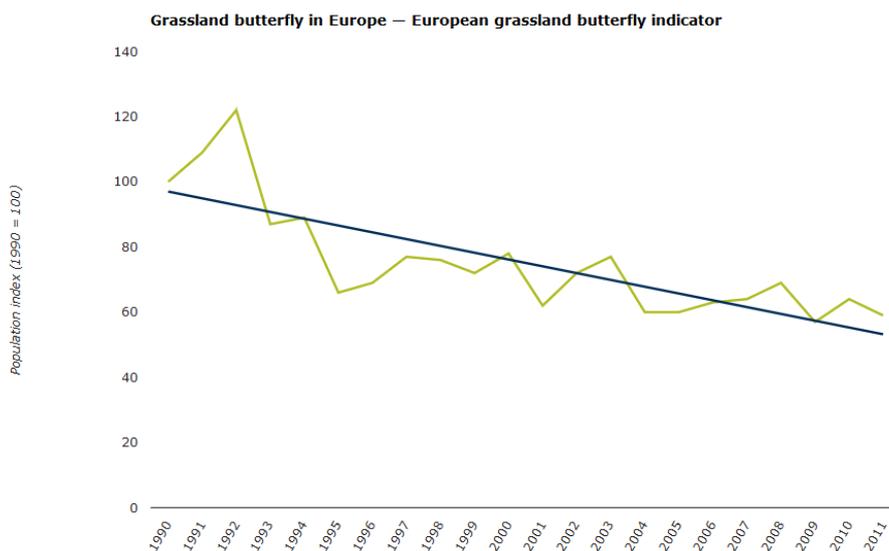
已於102年9月9日「2012永續發展指標會議」提案增列「**高海拔鳥類之相對族群量**」及「**淺山森林鳥類之相對族群量**」，前述建議如獲採用，將每年提供兩項指標之內容並回溯填報自 2009 年之資料。

## 二、物種的豐富度與分布(蝶類) Abundance and distribution of selected species (Butterflies)

- 1、 指標類別：狀態
- 2、 指標定義：草生地蝴蝶(grassland butterfly)的數量與分布變化趨勢。指標單位為相對值，基準值以 1990 年的草生地蝴蝶種數設為 100。
- 3、 指標意義：
  - 蝴蝶為植食性昆蟲，能反應溫度變化，更能顯示出與植物間的關聯，某些種類蝴蝶(如蛺蝶類)有棲地選擇性，可以反映棲地現況。蝴蝶生長受到溫度與濕度的影響很大，風速與地形對播遷也造成顯著地影響，植被組成(食物來源)也其族群量造成影響。
  - 蝴蝶在全世界各地都擁有蝶會、以及許多專家與業餘愛好者在進行記錄與調查。國外也有許多蝴蝶調查計畫，若全世界都使用相同調查方法，就能夠比較相對豐富度，獲得更多的資訊。
  - 蝴蝶分類確定、種類辨識相對容易，短期訓練即可辨識，且調查方法簡便、操作成本低、技術移轉容易，可以發揮志工的力量。
- 4、 關鍵議題：歐洲地區蝴蝶種類的數量於不同空間尺度下(地方、國家及區域)之分佈與變化趨勢為何?
- 5、 調查方式：樣區調查方式依據英國蝴蝶監測計畫(British Butterfly Monitoring Scheme)於 1976 年所發展之調查模式為基礎。
  - 採用穿越線，每周規律記錄。穿越線選擇依照棲地型態、管理活動，進行平均的抽樣，選擇後即固定，才能進行不同年度的比較。
  - 每條穿越線2-4 公里長，花費45 分鐘到2 小時走完，記錄固定帶狀範圍內的蝴蝶(典型為5 公尺寬)。
  - 收集頻度：從4 月到9 月每周進行調查，理想為每年26 次。有缺漏資料，季節內其他紀錄進行估算。
- 6、 測量單位：權重指數(相對值)
- 7、 資料來源：歐洲蝴蝶保護協會(Butterfly Conservation Europe, BCE)
- 8、 負責單位：歐洲環境署 (European Environmental Agency, EEA)
- 9、 現況：
  - 自 1990 年起，在歐盟的 19 個國家中，草生地蝴蝶的族群數已減少 50%。且此下降情形並沒有任何減緩的趨勢。
  - 其中，在最近十年內，有72%的物種豐富度減少，54%的物種分布範圍縮減。其中，棲地專一性的物種持續減少中。另外，某些有進行保育的受威脅物種，數量有上升或維持穩定。

### 10、趨勢

- 儘管草生地蝴蝶族群數量每年都有不同幅度的增減趨勢，但自整體1990-2011年來看，族群數量持續下降，且此下降幅度歷年來並無趨緩。由數據顯示，草生地蝴蝶的生物多樣性，逐年來正劇烈的減少中。
- 草生地蝴蝶減少的主要原因為大面積的天然草生地轉變為耕作頻度較強的農地使用，以至減少蝶類的適生棲地。



歐洲地區草生地蝴蝶族群變化趨勢圖 (族群數量指標，基準值 100 = 1990 年)

## 台灣蝶類監測調查與資料庫之建置

### ➤ 台灣昆蟲學會(趙榮台老師所建立)

- 目的: 透過蝴蝶監測的實際操作, 確認監測方法的可行性及可靠性, 同時建立監測數據處理的架構及流程, 並計算各樣區內之蝶種豐富度 (species richness)、蝶種多樣性 (species diversity) 及比較不同樣區內蝶種之相似程度 (similarity), 以反映台灣物種多樣性的變化及趨勢。
- 樣區設置: 自2009年起於三條樣線(虎山、龍崗、二格山)進行全年每月2次之監測調查; 另於全台設立31條500公尺樣線進行每年3次之調查。
- 調查方法: 穿越線, 利用現成步道, 穿越線長度2 公里, 步行時間120 分鐘內。穿越線左右寬度2.5 公尺, 前方5 公尺, 上方5 公尺為記錄範圍, 不記錄身後蝴蝶。
- 調查頻度: 全年 12 個月, 每月2 次, 分上下半月。時間最好在上午8 點到12 點間。
- 97-99年度之監測調查計畫結果: 已完成六條樣線調查, 選擇三條進行監測, 分別為台北市虎山樣線、基隆市龍崗樣線、台北線二格山樣線。並架設台灣蝴蝶監測網(2009)  
<http://www.tbmn.org.tw/butterfly/index.php>

### ➤ 台灣蝴蝶保育協會

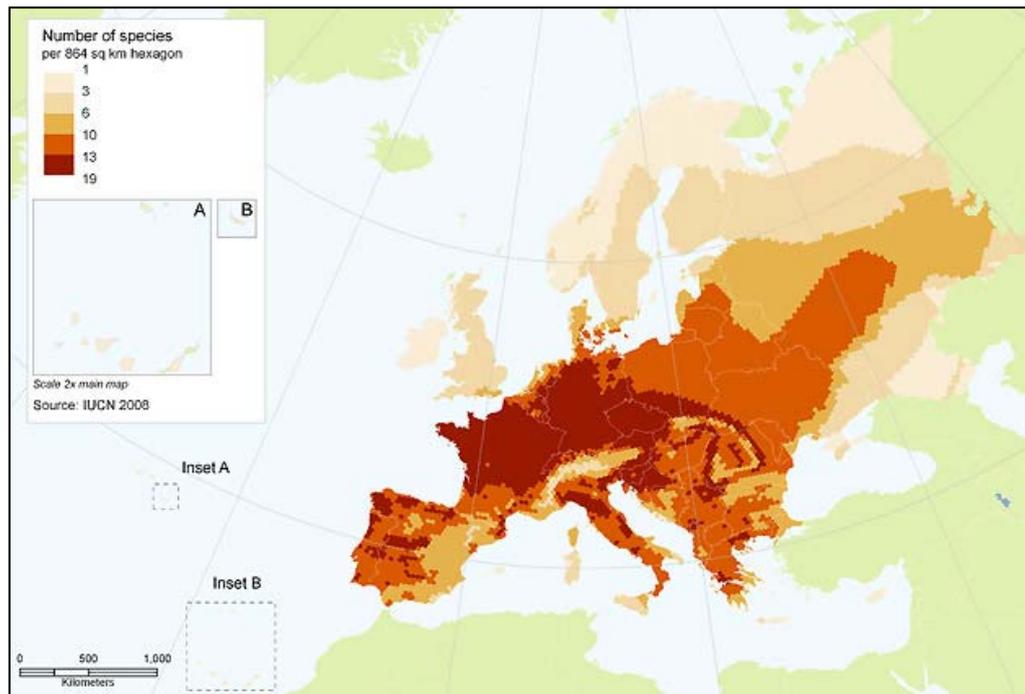
- 目前於台北盆地周邊, 由數個定點小組進行每月例行蝴蝶相調查與環境監測工作。也有進行斑蝶類標放調查。

### ➤ 使用蝴蝶做為生物多樣性指標的潛在問題

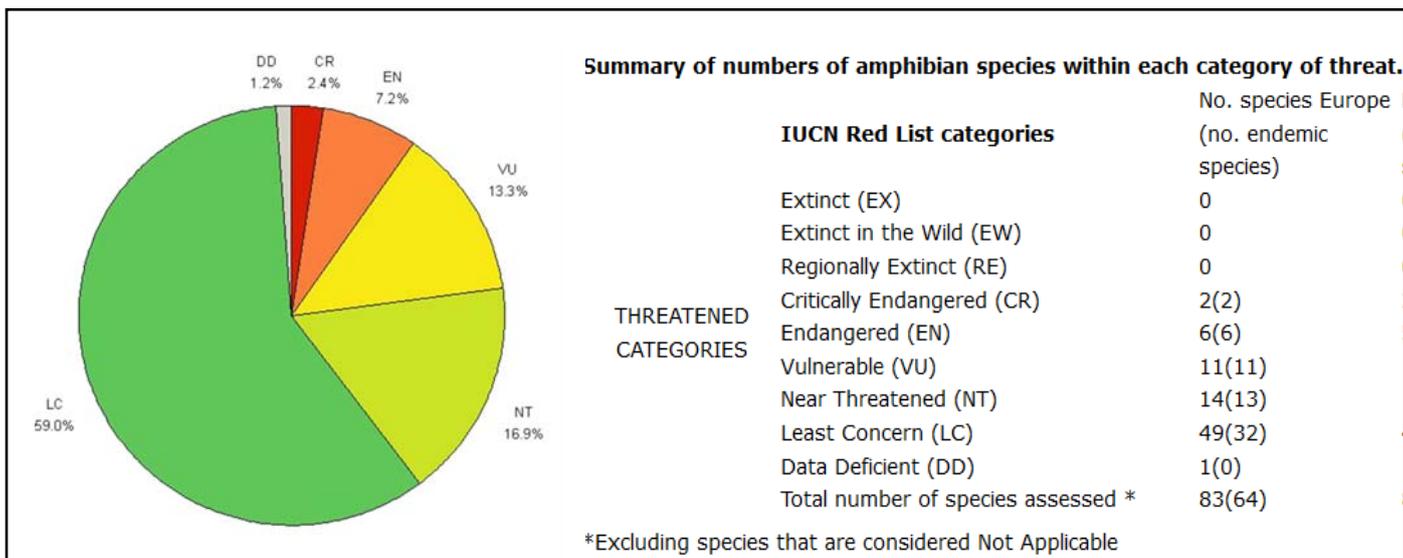
- 受天候狀況影響調查結果; 體型小的種類辨識困難度高; 因此建議選擇大型蝶類與分類較無爭議的類群為監測對象。

### 三、 特定物種之紅皮書指數(兩棲類) Red List Index for amphibians

- 1、 指標類別：狀態\壓力
- 2、 指標定義：特定物種(如兩棲類)之物種種數監測，並依據 IUCN 紅皮書中各類受威脅物種之種數估算。
- 3、 指標意義：監測特定物種(如兩棲類)之受威脅物種種數以掌握其物種種數的變化趨勢。提供環境資源經營者特定物種狀態與受威脅物種變化趨勢的相關資料，以進行經營管理策略之擬定。
- 4、 關鍵議題：歐洲兩棲類之物種生物多樣性之減少是否有趨緩？歐洲兩棲類之受威脅物種種數是否有減少的趨勢？
- 5、 指標計算方式：
  - 單位面積下的物種豐富度：每一單位面積設定為 864 平方公里的六角形。
  - 依據 IUCN 紅皮書中各類受威脅物種，進行歐洲地區各類受威脅物種種數之估算。
  - 以資料蒐集的起始年(1990)為指標評估基準值。
- 6、 資料來源：IUCN Global Amphibian Assessment 與 IUCN Global Reptile Assessment。
- 7、 負責單位：歐盟執行委員會之爬蟲類與兩棲類評估組 (European Reptile and Amphibian Assessments, European Commission)
- 8、 現況
  - 歐洲地區兩棲類物種多樣性最高的分佈範圍為中高緯度地區，其中以下列五個國家的兩棲類物種多樣性最高，依次為：義大利、法國、西班牙、德國與希臘。
  - 歐洲地區共有 84 種兩棲類，其中約 55%為指出現在特定區域的當地特有種。



2012 年歐洲地區兩棲類物種豐富度分布圖



歐洲地區 IUCN 紅皮書分類之各類受威脅物種種數

- 此處只呈現 2012 年單年之各類受威脅物種種數，並非歸納整理出長時間監測結果的變化趨勢表(圖)。

## 國內相關研究簡述

希望能就已有的物種豐富度趨勢指標，針對國內現有且較完整的物種調查成果(如歷年來兩棲類的監測計畫)，進行特定物種豐富度、物種分布、瀕危物種種數等指標進行評估。如此，將不只是統計物種的種類數量之變化，亦能掌握特定物種之數量與分布變化趨勢。趨勢之比較為透過各年度的調查值標準化後與基準值做相對的比較。

### ➤ 台灣兩棲類資源監測、調查與資料庫之建置

台灣蛙類有三十三種，分布範圍非常廣泛，海拔從海平面到三千公尺的高山街友分布，棲息環境亦相當多樣。蛙類成體需透過皮膚呼吸，而蝌蚪需在水中生活，因此兩棲類能夠迅速反應各種環境之變化，是重要的環境指標生物。

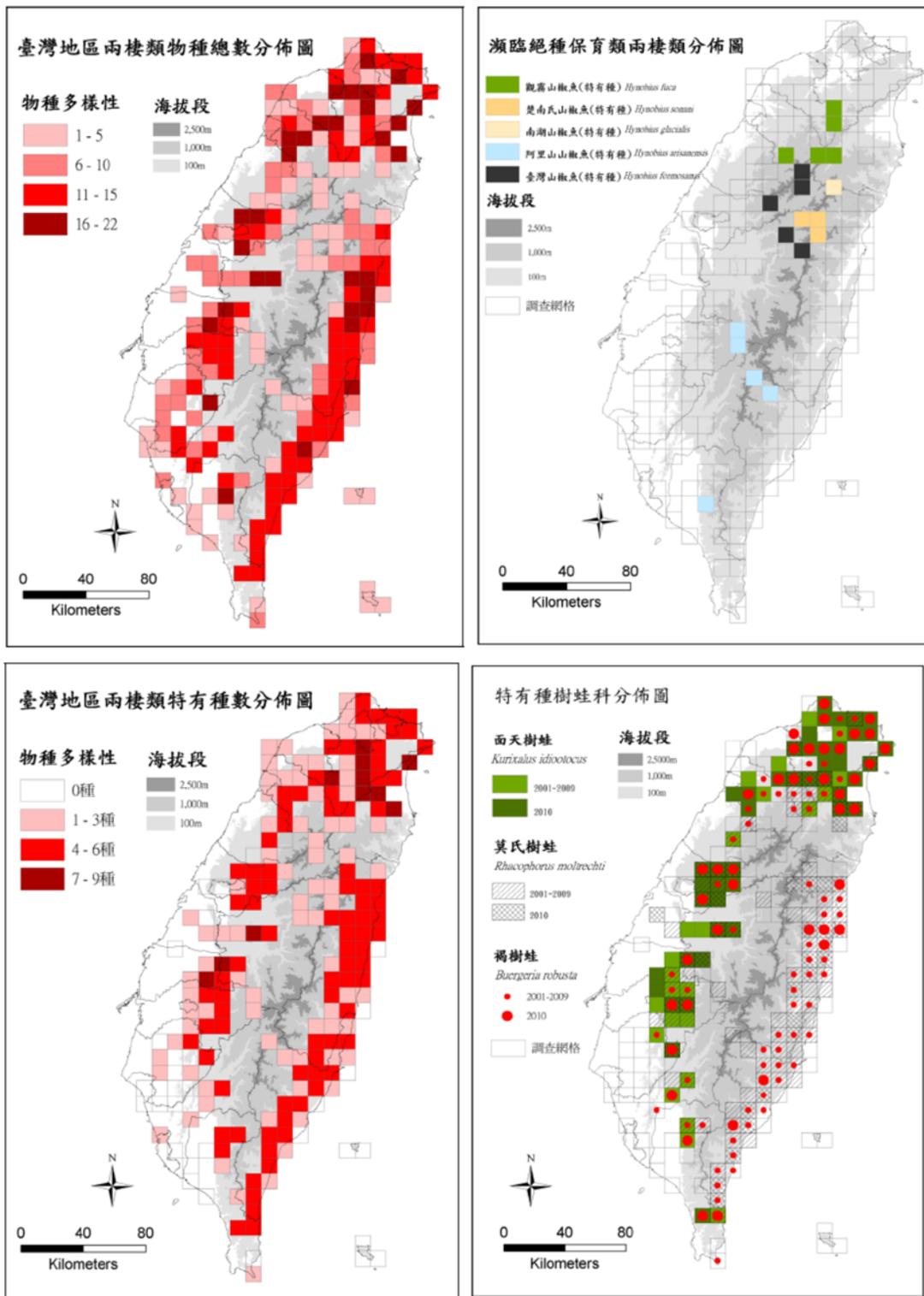
研究團隊自2001年起開始在花蓮測試運用志工團隊進行兩棲類調查之可行性，至2014年12月統計，台灣兩棲類保育網(<http://www.froghome.org>)會員人數共計2,997人，志工人數共計570人，兩棲類資源調查資料庫累積有效資料共140,183筆。同時，當年度共有47個志工團隊參與調查，調查範圍涵蓋17個縣市、1,207個樣區，上傳19,543筆兩棲類調查資料，公布在臺灣兩棲類保育網供民眾下載瀏覽。

透過計畫之調查，已統計兩棲類的野外分佈資訊，分析各蛙種的分佈型態，將全台灣33種蛙類區分為全島分佈型態(普遍、不普遍)、非全島分佈型態(西部、中北部、中南部、南部、點狀分佈)等型態，製作兩棲類地理分區系統，反應兩棲類的族群分佈型態；並依據長期的兩棲類監測資料，已進行兩棲類預測分佈、蛙類族群變化趨勢及生物多樣性熱點監測的統計分析。

- **主辦機關：**國立東華大學自然資源與環境學系
- **目標：**進行兩棲類全面性的監測、調查工作，以了解兩棲類族群變動的趨勢。透過志工團隊的招募與培訓，來進行大尺度與長時間的兩棲類資源監測與調查工作。建立標準化之調查流程、志工團隊之規劃與訓練、兩棲類資源調查資訊網之架設，以提供正確有效的資料，作為物種分布預測與保育政策擬定之參考。
- **研究區域與對象：**使用台灣 10×10 km<sup>2</sup> 網格資料，利用 ESRI ArcMap 軟體將各調查樣區與網格系統結合，從而統計各蛙種在全台網格分佈的情況，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。
- **長期監測模式之建立：**採用物種豐富度法挑選 25 個兩棲類生物多樣性熱點，再依互補法挑選 3 處個兩棲類生物多樣性熱點，以此 28 個樣點作為兩棲類長期監測的永久樣區，執行台灣 33 種無尾目兩棲類的長期監測調查工作。根據調查結果顯示，以一年四季作為熱點長期監測的取樣頻度，可反應真實的物種組成情況。

- **樣區規劃與選定：**為了使兩棲類調志工制度能永續發展，樣區之規劃以志工團隊所在之周圍鄰近區域為主，選擇 5 個以上的固定調查樣區。各團隊可依人力與時間，選擇 2-5 個調查區域，而這些調查區域盡可能位處不同鄉鎮、山系、水系、海拔，以包含各種兩棲類的分佈區域，各區域內再選擇 1-3 個樣區，以涵蓋這個區域內的環境特徵為選擇樣區數量的依據，盡可能包含開墾地、樹林、溪流、池塘、道路、步道等不同的棲地類型。確定調查樣區後，給予該樣區一個名稱，在調查資料上傳至資料庫時即以名稱為準，而名稱的選擇以公認的地名或地標為優先。
- **調查時間規劃：**為使調查資料具有分析比較的基礎及建立兩棲類的長期監測機制，各固定樣區採以至少「每季調查一次」為準，於每年一、四、七、十月各進行一次野外調查工作，以便於分析各兩棲類季節分佈的趨勢。在執行調查的時間上，由於不同季節夜晚的長度不一樣，為確保條件相同，各樣區的調查開始時間以日落後半小時到午夜 24 時為止。每個樣區之調查執行上，以 20 分鐘為標準作業時間，於半徑 250 公尺的範圍內進行兩棲類調查工作。
- **調查方法與記錄方式：**調查方法以目視遇測法(visual encounter method, VES)為主，並配合穿越帶鳴叫計數法(audio strip transects, AST) (呂光洋等，1996)，每一樣點停留時間不超過 20 分鐘，針對調查區域內所看到、聽到的物種及數目登錄於規格化的表格中。記錄方式採用「兩棲類調查記錄表」，記錄項目分為「基礎資料」，包括地點、GPS 座標(TWD97 系統)、海拔、環境(高山草原、針葉林、混生林、闊葉林、墾地、草原、裸露地)、日期、時間、調查者、氣溫、水溫、相對濕度、天氣(晴、多雲、陰、小雨、大雨)等物理條件；「生物資料」，包含兩棲類物種、記錄方式(目視/鳴叫)、生活型態(卵塊、蝌蚪、幼體、雄蛙、雌蛙、成蛙)、成體行為(聚集、鳴叫、築巢、領域、配對、打架、護幼、單獨、覓食、休息、屍體)、棲息微棲地(流動水域、水溝、靜止水域、暫時性水域、樹林、草原、開墾地)。
- **現況與趨勢：**在蛙類族群變化趨勢上，以 2008 - 2010 年間長期的兩棲類監測調查資料，以全島普遍分佈的物種為基礎，分析各物種在各年度調查網格中的分佈比例，瞭解各年間蛙類族群的變化趨勢，提供未來生物多樣性長期監測的參考。結果顯示，三年間各蛙種的網格分佈比率變化不明顯。

另一方面，為使資料能夠有效運用與流通，台灣兩棲類資源資料庫與中研院TaiBif臺灣生物多樣性入口網站合作，運用WebGIS技術將調查資料以網格分布圖呈現，並透過TaiBif網站資料庫將資料呈現至GiBif與國際接軌。



台灣兩棲類分佈圖(節錄自99年度行政院農委會林務局農業科技計畫「建立國家生物多樣性指標及特定生物類群築群變化基測模式3/3-兩棲類成果報告」)

## 氣候變遷對生物多樣性的影響(指標參考依據 - 歐盟，共一個指標)

- 1、 指標名稱：氣候變遷對鳥類族群的影響 Impact of climate change on bird populations
- 2、 指標類別：壓力
- 3、 指標定義：評估因氣候變遷可能縮減及擴張分布範圍的鳥類族群變化趨勢。指標基礎建立在以過去 26 年(1980~2005)歐洲 20 個城市監測 122 種常見鳥種的族群趨勢，以及利用全球環流模型(General Circulation Model, GCM)中的氣候模型(climate envelope model)底下，透過 6 種不同氣候情境預測在本世紀末(2070~2099)，此 122 種鳥類的族群大小趨勢。
- 4、 指標意義：
  - 氣候變遷對鳥類族群的正面及負面影響在歐洲尺度上是顯而易見的，其中陸鳥受氣候暖化有負面影響的族群數較有正面影響者高出三倍。
  - 氣候影響指數(Climatic Impact Indicator, CII)在過去二十年來有明顯的上升，此與歐洲快速的氣候暖化有著同樣的趨勢。
  - 鳥類族群變化與生態系統功能及復原間的關聯性仍未能有明確解釋。
- 5、 關鍵議題：氣候變遷對生物多樣性的負面或正面影響程度
- 6、 與其他指標的關聯性：歐盟指標 SEBI01\_特定物種的豐度與趨勢 Abundance and distribution of selected species
- 7、 指標測量方式：
  - 1) 將 122 種鳥類依氣候模型的預測，區分為會因氣候變遷而可能擴張族群分布範圍者 CLIMEns+ (30 種)，以及縮減分布範圍 CLIMEns- (92 種)兩個類別。
  - 2) 依模型預測下可能的分布(擴張或縮減)權重，算出個別物種的族群權重指數  $X_{i,j}$  (population indices):  $X_{i,j} = \log(I_{i,j+1} / I_{i,j})$ 。其中， $I_{i,j}$  表示物種族群  $i$  於  $j$  年的物種指數(population indicator)， $I_{i,j+1}$  表示物種族群  $i$  於  $j+1$  年的物種指數。
  - 3) 透過個別的物種族群指數計算出多物種族群權重指數  $w_{i,j}$  (multi-species population index)。某特定物種  $i$  之物種族群權重指數計算方法：

$$w_{i,j} = \frac{|CLIM_i|}{\sum_{s=1}^v |CLIM_s|}$$

分子表示「特定物種」族群指數值、分母表「所有物種」族群指數值  
 $v$  表物種數量。

- 4) 氣候影響指數 (CII)為一統整的指標，以進行族群權重指數受氣候變化影響之調整。因為透過 GCM 模擬氣候變遷的影響，其中預期在氣候變遷下會有正面影響的鳥類族群 CLIMEns+，其權重指數下降幅度會小於在氣候變遷模擬下有反面影響的鳥類族群 CLIMEns-。因此氣候變遷對鳥類族群

的影響(不論是正面或負面)不能只依據單獨的物種指數。

其中，特定年份之 CII 為該年之 CLIMEns+物種指數對該年之 CLIMEns-

物種指數的比率。CII =  $\left(\frac{\text{模型預測下，分布範圍會擴張的物種族群指數}}{\text{模型預測下，分布範圍會縮減的物種族群指數}}\right)$ 。

5) 設定 1980 年為基準值 100，以進行兩類群多物種族群權重指數之比，並計算出指標值。

8、測量單位：權重指數(相對值)

9、資料來源：

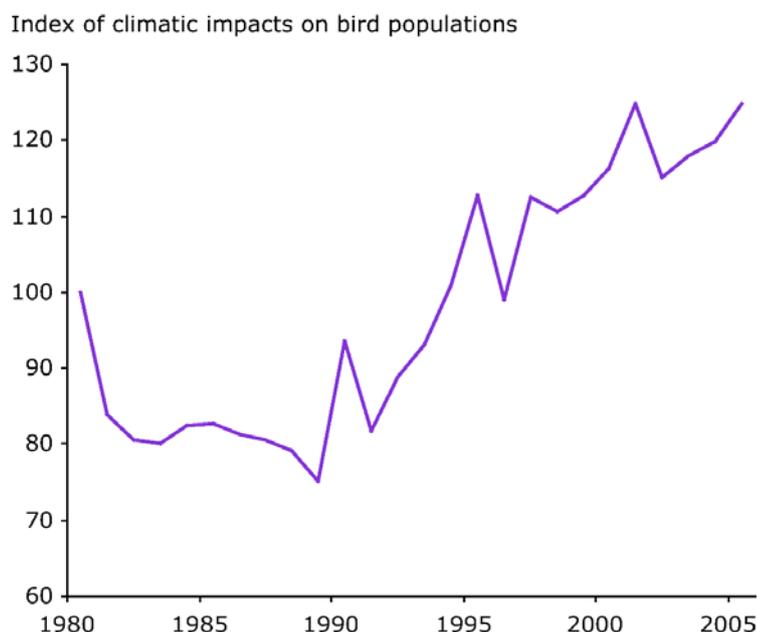
- 鳥類族群數量普查資料—European Bird Census Council (EBCC)
- 122 種鳥類未來(2070-2099)分布趨勢—IPCC SRES 排放情境、3GCM 模型

10、負責單位：

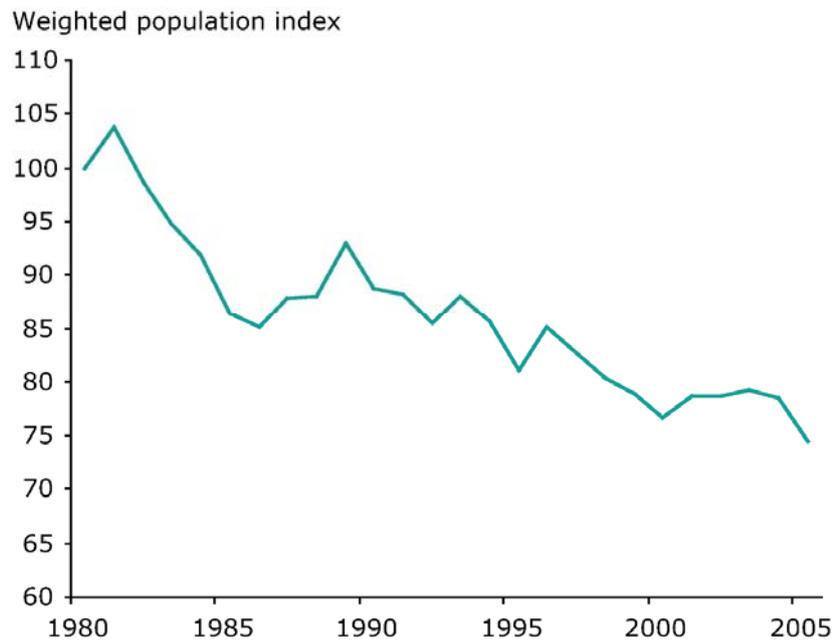
- Royal Society for the Protection of Birds
- UK Natural Environment Research Council (NERC)

11、趨勢

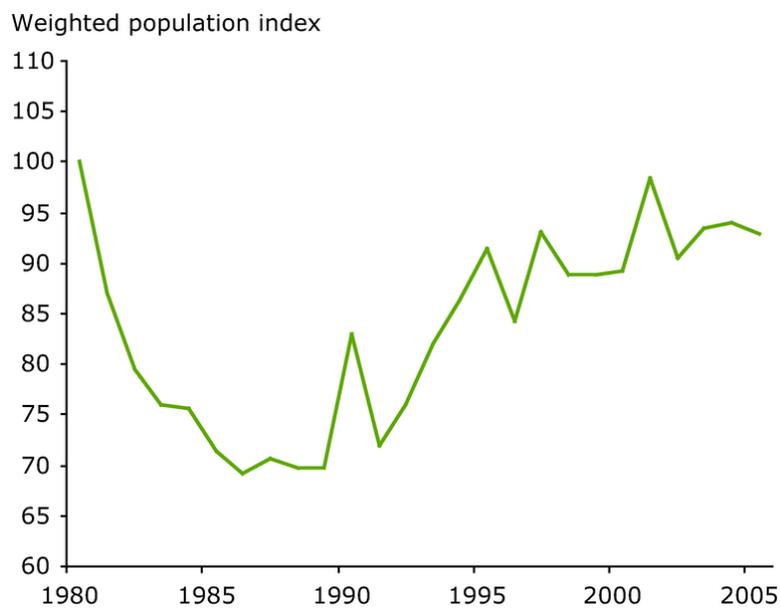
- 自 1980 年代後期的 CII 數值呈上升趨勢(顯示鳥類族群受氣候暖化影響的程度越來越高，數值在 1980 初期有短暫的下降趨勢，主因冷冬及其他如土地利用變化等原因，抑制氣候暖化因子對鳥類族群的影響)。



- 因氣候變遷導致物種分布範圍縮減的 92 種物種，其族群權重指數自 1989 年減少了 20%



- 因氣候變遷導致物種分布範圍擴張的 30 種物種，其族群權重指數自 1989 年增加了超過 30%



## 國內相關研究簡述

希望能透過指標優先評估氣候變遷對物種多樣性的衝擊與脆弱度，欲發展此指標所需資料包含：台灣本島鳥類族群分布範圍、歷年氣候資料、未來氣候模擬模型，此指標亦可與「物種多樣性\_鳥類」指標對應。

### ➤ 氣候變遷之高山生態系指標物種研究-鳥類指標物種調查及脆弱度分析 (2014 丁宗蘇)

- **主辦機關：**玉山國家公園管理處
- **目標：**針對可能受到全球暖化的中高海拔繁殖鳥類，探討其在玉山國家公園內過去及現在的海拔分布及族群數量，並藉由分布預測模式，找出易受衝擊的鳥種以及未來的監測指標。
- **研究區域與對象：**於 2014 年繁殖季(三月至六月)，重新調查 1993 年丁宗蘇在沙里仙溪及楠梓仙溪流域的 50 個調查站，及 1986 年郭達仁由塔塔加至排雲山莊的調查路線的鳥類分布及數量。分析 1972-2010 年的中華鳥會鳥類紀錄報告，找出近 40 年在台灣的海拔分布有顯著變動的指標鳥種。
- **研究方法：**
  1. 現地調查歷史樣點
    - (1) 複查丁宗蘇 1993 年的 50 個調查樣站：由熟悉當地鳥類之丁宗蘇及廖煥彰，以定點記數法於 2014 年繁殖季 3 月至 6 月進行鳥類族群密度估算。
    - (2) 調查站依其相關位置，分成十一條取樣線，每條取樣線包含三至七個取樣站，每天只在一條取樣線上進行鳥類調查。每隔一小時重覆調查同一條取樣线上的所有取樣站一次，相鄰的二次調查，其順序正好相反，每一個調查站停留 6 分鐘，記錄這段時間內所有目擊及聽到的鳥類種類、數量、狀態、性別以及與調查者間的水平距離，鳥類個體與調查者之間的距離以 10 m 為組距記錄，總計每一調查站各有 16 次調查記錄。
    - (3) 複查郭達仁 1986 年由塔塔加至排雲山莊的調查路線：於 2014 年四月至十月間進行三次鳥類調查，然郭達仁的報告中僅呈現鳥類相，並沒有鳥類數量調查資料，為利於研究比對，本研究以同樣分段方式調查此路線。
  2. 比對歷史賞鳥紀錄：利用中華民國野鳥學會之線上鳥類紀錄資料庫，針對台灣繁殖鳥種，整理分析於 1972 年至 2010 年間之紀錄地點、鳥種、紀錄數量、紀錄日期及紀錄時間等資訊，以找出海拔分布有顯著變動的鳥種。
  3. 物種脆弱度：針對現地調查及歷史紀錄呈現海拔分布有所變動之 36 種鳥類，使用「台灣繁殖鳥類大調查」2009-2012 年之全島調查資料，配合「臺灣地區生態與環境因子地理資訊資料庫」以及氣候變遷預測情境，以生物分布預測模式來評估繁殖鳥種面對氣候變遷之脆弱度。
- **現況與趨勢：**
  1. 現地調查歷史樣點

(1) 1992 年歷史地點之鳥類分布及密度(丁宗蘇)：

47 個樣站於 2014 年的調查總共記錄到 58 種、19,557 隻次的繁殖鳥類(1992 年的調查則紀錄到 58 種繁殖鳥類)。2014 年並未調查到的四種鳥類，於 1992 年皆分布於海拔 2000 m 以下，而 2014 年新調查到的四種鳥類，在 2014 年的多個樣站都有出現紀錄。

(2) 1986 年歷史路線之鳥類分布(郭達仁)

郭達仁(1986)在此路線六次的調查，共記錄到 40 種。我們六次的調查共記錄到 36 種。我們於 2014 年調查到的紫嘯鶇、大赤啄木及灰鵲，則是郭達仁(1986)沒有調查到的鳥種。

2. 比對歷史賞鳥紀錄中海拔分布範圍變動的鳥種

整體而言，記錄比例顯著降低的鳥種多於記錄比例顯著增加的鳥種。但是台灣近年族群擴增的鳥種，如黑冠麻鷺、台灣夜鷹、黑翅鳶等等，在這中華鳥會資料庫之檢測分析都呈現出顯著增加的趨勢。

3. 氣候變遷之脆弱度評估

納入脆弱度分析的 36 個鳥種，在 2070 年時在全臺灣和玉山國家公園範圍內的棲地適合度總值均低於 2014 年，代表適合這些鳥類的棲地面積在 2070 年會減少。這 36 種棲地適合度下降的鳥類中，其中 29 種屬於「玉山國家公園占其分布範圍比例增加」，亦即玉山國家公園對這些物種的棲地重要性增加；有 6 種則屬於「玉山國家公園占其分布範圍比例減少」，此 6 種鳥類多屬於廣泛分布於全臺灣中低海拔山區之物種。