

# 監測生物多樣性的熱門昆蟲

■ 趙榮台

生物多樣性的監測，目的在掌握生命系統的動態變化，並採取適當的措施，以免生命系統完全失靈。要監測的狀態變數，包括了物種繁富度、物種豐度、生物量、族群變動等。

## 拯救生物多樣性的消失

20 世紀中葉以後，因為越來越多的物種滅絕，科學家開始注意到生物多樣性消失的問題，並引發了自然保育的風潮。而基因、物種的消失，以及其他的人類活動，也改變了各種生態系的結構、功能與過程，導致生態系的劣化，影響人類福祉。

為了避免生物多樣性消失的持續惡化殃及人類生存，聯合國訂立「生物多樣性公約」（Convention on Biological Diversity），期望透過這個國際公約的法律約束力，要求締約國共同維護生物多樣性。這項公約在 1993 年正式生效，至 2012 年 1 月時，締約的國家和地區高達 193 個，顯示出維護生物多樣性已經成為全球的共識。



日本愛知縣佐久島的青斑蝶。這種蝴蝶可以飛越 2,000 公里左右來到台灣。

一個經過審慎規劃的監測計畫，不但可以帶來許多重要的訊息，協助有效的經營管理，還可以發展出新的假說，進行更深入的研究。

不過，全球生物多樣性的情況並不因為這公約的生效而好轉。於是在 2002 年的第 6 屆締約國大會中通過了第 1 個「策略計畫」和「2010 年生物多樣性目標」，以期在 2010 年時顯著減緩生物多樣性喪失的速度。

經過 8 年的努力，上述目標的達成比率卻低得可以，幾乎全盤失敗。締約國大會再接再厲，訂定了第 2 個策略計畫，也就是「2011～2020 年生物多樣性策略計畫」和「愛知生物多樣性目標」，希望在 2020 年以前遏止生物多樣性的喪失，以確保在 2020 年之前，生態系有復原能力並繼續提供支援、供應、調控和文化等主要服務，從而保障地球生命的多樣性，對人類福祉和消除貧困有所貢獻。

## 生物多樣性指標

聯合國怎麼知道「2010 年生物多樣性目標」沒有達陣，又怎麼知道 8 年後「愛知生物多樣性目標」能否成功達陣呢？生物多樣性這麼複雜，締約國又這麼多，要如何評估生物多樣性的現況優於或劣於以往呢？主要就是透過反映生物多樣性「變動」和「趨勢」的指標加以分析與評估。

人類對生物多樣性的認識有限，目前全球的物種中，我們叫得出名字的最多只有 40%。即使是人們最熟悉的哺乳類、鳥類、兩棲類和維管束植物，我們對其中大

多數種類的族群大小、分布或遭受的威脅也不清楚。我們對生態系的動態和功能還有許多疑問，根本無法預測人類活動對生態系造成的影響到了哪一天會變得萬劫不復。

因此，生物多樣性公約呼籲各締約國找出對該國保育和永續使用生物多樣性最具重要性的組成成分，並加以監測。這些監測工作勢必累積大量的資訊，還要國家維護、管理這些生物多樣性資訊，以利日後分析與評估。

為了追蹤及了解全球生物多樣性的現況及變化趨勢，以擬定相關的策略與行動，這個公約的祕書處訂出了許多指標做為檢視的依據。臺灣大學李玲玲教授曾經在 2007 年參酌國內現況，選出 14 項適用於我國的生物多樣性指標，包括生物物種多樣性指數、受威脅物種、外來入侵種、物種豐富度趨勢、陸域綠資源、珊瑚礁、溼地、保護區、災害敏感地、農漁牧用地、基因多樣性、生態足跡、過漁、生物多樣性推動方案及行動計畫目標的達成等。

例如，保護區的面積、數量和預算如果日益增加，其代表性和管理成效如果逐漸提升，從這一項指標就可以看到生物多樣性改善的趨勢。反之，受威脅物種的清單如果越來越長，外來入侵種的數目如果越來越多，則從這兩項指標可以看到生物多樣性惡化的趨勢。在 14 項指標中，生物物種多樣性指數、受威脅物種、外來入侵種、物種豐富度趨勢等都需要物種的資訊，



## 昆蟲對於環境的改變如溫度變化，和棲地的要求 如乾淨的水質等十分敏感，很適於用來監測環境的改變。

因此選擇了蝙蝠、鳥類、蛙類和蝴蝶 4 類具有代表性的動物類群，進行 3 年的監測。

### 監測的作用

生物多樣性的監測，目的在掌握生命系統的動態變化，並採取適當的措施，以免生命系統完全失靈。要監測的狀態變數，包括了物種繁富度、物種豐度、生物量、族群變動等。

監測的目的不在於測試假說，而在於反映事實。一個經過審慎規劃的監測計畫，不但可以帶來許多重要的訊息，協助有效的經營管理，還可以發展出新的假說，進行更深入的研究。

### 絕佳的監測工具

昆蟲對於環境的改變如溫度變化，和棲地的要求如乾淨的水質等十分敏感，很適於用來監測環境的改變。早在 100 年前，德國的科學家就已經利用水生昆蟲來評估水質和水污染的情形。

利用昆蟲監測環境有許多優點。首先，昆蟲具有多樣的功能群，既有食物鏈基層的初級消費者，也有食物鏈頂端的捕食者，可以反映不同的生態功能。其次，一般動物保護人士對昆蟲取樣的倫理要求不像高等動物那麼嚴格，在監測過程中若有一些昆蟲喪生，在社會上不至於引起軒然大波。第三，昆蟲族群很大，犧牲一些個體不至於對族群造成太大的負面影響。最後，環境改變如農藥污染如果傷害了昆蟲，也很

可能傷害人類，因此昆蟲是人類絕佳的參考者。

不過，昆蟲的種類太多了，在 100 萬種已知的昆蟲中，哪些是適於監測生物多樣性的分類群呢？一般而言，適於監測生物多樣性的昆蟲應該是已經有多人注意、著手研究過的昆蟲，以利比較監測的結果。其次，這些分類群的分類必須直截了當，太複雜或太含混的分類群會產生許多不必要的困擾。另外，候選的昆蟲還應該容易採集得到，並具有相當程度的多樣性，或特有性。

蝴蝶（尤其是大型的鳳蝶、斑蝶）和蜻蜓的分類清楚，研究的人多，受到大眾的喜愛和關切，個體夠大，容易採集，多樣性和特有性夠高，因此都是適當的分類群。

蜻蜓的生活仰賴溪流、池塘等水生環境，牠們的特有性往往與集水區有關，因此非常適合監測生物多樣性。

其他像露蟲、糞金龜、白蟻、葉蟬、步行蟲、蝨蛾等，都有人用來監測生物多樣性。只是這些昆蟲的知名度不像蝴蝶和蜻蜓那麼高，那麼熱門。

### 以蝴蝶來監測生物多樣性

蝴蝶是中大型的昆蟲，日間活動，易於觀察，與植物的關係密切，而且分布範圍廣，不論在原始的或干擾嚴重的環境中都有蝶類活動。加上蝴蝶討喜，研究較多，累積了相當豐富的知識，使得牠們成為重要的監測指標生物。

## 長期的蝴蝶監測不僅能夠評估常見的和稀有的蝴蝶在區域層級和國家層級的族群變化，這些變化還能反映自然環境品質，做為制定保育政策的重要參考。

蝴蝶族群發生的變化可以反映環境的改變，而長期的蝴蝶監測不僅能夠評估常見的和稀有的蝴蝶在區域層級和國家層級的族群變化，這些變化還能反映自然環境品質，做為制定保育政策的重要參考。

英國自 1976 年起，利用 Ernie Pollard 發展的穿越線調查法（又稱 Pollard walks），監測全國的蝴蝶多樣性，迄今已有三十餘年的歷史。穿越線調查的基本原則是在一定的氣候條件下，以一定的步行速度，沿著固定的路徑（穿越線）觀察、記錄固定空間範圍內出現的蝴蝶種類及數量。這種方法安全、迅速、簡單、技術性低、成本低，能快速取得族群變化的資料，還能透露氣候對蝶種豐度與蝴蝶群聚的影響、不同蝶種的拓殖與滅絕、族群動態及物候學等資訊，獲得調查地區所有的蝴蝶種類及其族群數量。

英國的蝴蝶監測計畫以標準化的穿越線調查法，按照固定的頻率調查蝴蝶。累計行走 56 萬公里，記錄了 63 種、一千六百多萬隻次的蝴蝶，記錄的蝴蝶占全英國的 90%。這些長期累積的大量資料，直接說明了蝴蝶種類及數量的變化，還可以分析、探討蝴蝶豐度及物種多樣性的時空變化，並評估環境、人為活動及氣候變遷對蝴蝶族群的影響。

目前全英國設有 750 條監測蝴蝶的穿越線，荷蘭也設置了相當的數目，其他加入蝴蝶監測計畫的歐洲國家，包括比利時、西班牙、德國、法國、芬蘭等 12 國。在美國，伊利諾州監測蝴蝶已逾 20 年，俄亥俄



海洋大學校區內的龍崗步道是監測蝴蝶的穿越線之一

州和佛羅里達州也都建立了蝴蝶監測網絡。這些網絡不但可以反映州（省）層級、國家層級的生物多樣性變化，只要採用標準化的調查方法，還可以整合前述層級的資料，反映更大尺度的區域生物多樣性變化。

在台灣，以穿越線法調查蝴蝶行之有年。不過這些調查多以確認特定地點的蝶相為主，也就是以獲取蝴蝶名錄為重，蝴蝶數量的資料則較為稀少，甚或闕如。此外，調查的方法也有差異，例如穿越線的





全台蝴蝶監測穿越線的分布與位置，日後可以依循重複調查。

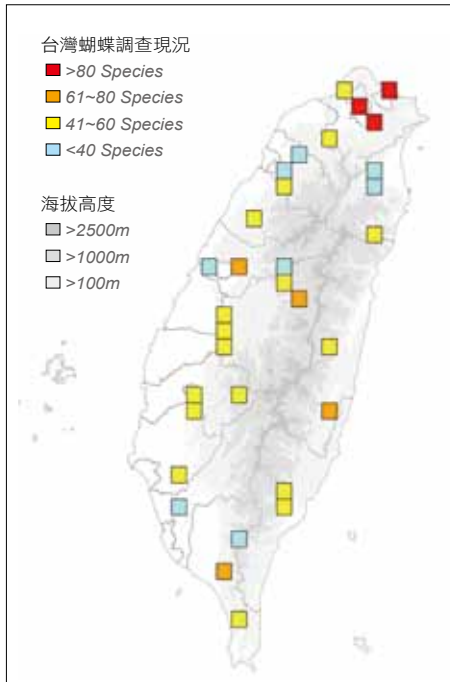
長度不一，調查時未注意氣候條件等，因此不同的調查結果很難比較分析。近年來，台灣的保育團體、社區在各地進行蝴蝶普查，大幅提升了地方保育意識，也建立了蝴蝶多樣性保育的基本資料。可惜的是，這些努力和學者專家的調查一樣，沒有一套標準作業流程。

筆者在2008~2010年間參與李玲玲教授主持的大型計畫，執行蝴蝶監測工作，以了解台灣生物多樣性的變化趨勢。我們參酌了其他國家的蝴蝶監測網絡，訂定標準的監測模式，編輯監測手冊，挑選

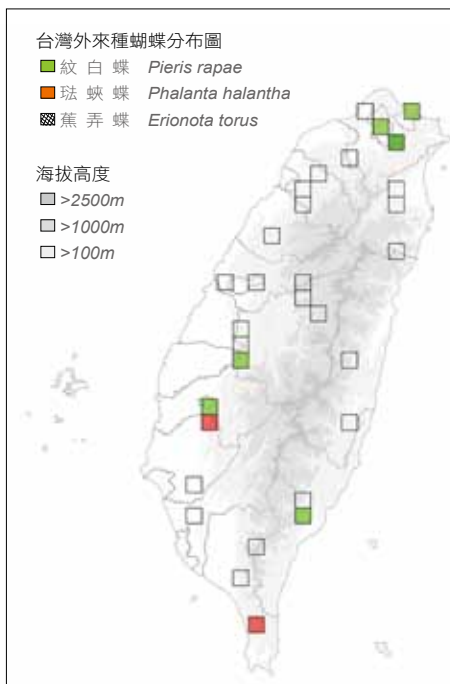
適於監測的穿越線，記錄全台34條穿越線上的蝴蝶種類和數量。總共進行187次穿越線調查，累積記錄蝴蝶217種22,117



國立師範大學徐培峰教授在志工訓練班上講解台灣蝴蝶種類辨識



蝴蝶在全台尺度的物種繁富度



外來蝴蝶在台灣的分布



志工在監測蝴蝶的穿越線上實習

隻次，記錄的蝴蝶種類占全台灣的52.8%（217 / 411）。所有的資料都建置在資料庫中，並呈現在「台灣蝴蝶監測網」的網站（<http://www.tbmn.org.tw>）上。

這是台灣首次依照標準、一致的調查方法，在全台灣獲得的蝴蝶多樣性基線資訊，也是首次建立國家尺度蝴蝶物種多樣性的計量統計分析及資料庫。

這個計畫已經為台灣蝴蝶的長期監測奠定基礎，未來可以每隔3年或5年，依照同樣的方法在同樣的穿越線調查。如此長期累積的資料一定可以看出蝴蝶族群、分布及多樣性的時空變動，評估環境改變所造成的影響，並制定更適當的棲地管理方式。

台灣的蝴蝶種類是英國的5.8倍，地形變化也比英國複雜，因此執行蝴蝶監測的難度比英國高出許多。不過，監測的困難度也帶來契機，台灣經驗應該會引發新的思考，並有機會把亞熱帶的監測條件帶入全球蝴蝶監測模式中。

趙榮台

行政院農業委員會林業試驗所

