

# 氣候變遷對南湖圈谷可能造成的生態衝擊

## Potential impacts of climate change on Nanhu cirque ecosystem

董景生<sup>1</sup>、徐嘉君<sup>1</sup> <sup>1</sup>台灣環境資訊協會

在本島的各類生態系中，位於南湖圈谷，海拔將近4000公尺的高山寒原生態系，未來在全球暖化的衝擊下，顯然最為脆弱易受害，本研究將針對包括奇萊喜普鞋蘭等高山寒原的珍稀植物及昆蟲進行調查，期能從現在與未來物種組成的消長及植物物候變化來監測全球暖化的影響，作為管理處高山生態系保育經營管理之參考。

**關鍵字：**高山生態系、寒原、物候、昆蟲名錄、氣候變遷

### 一、前言

由於太平洋板塊及菲律賓板塊間的抬昇運動，使得台灣成為高山綿亙的島嶼，全島約有70%的面積為山地所覆蓋，海拔超過3000公尺的高山有兩百座以上。高山上的低溫常常是影響樹木直立生長的限制因子，而無法成為鬱閉的森林樣貌，稱為樹木界線 (treeline)，在樹木界線以上的生態系，為高山寒原 (Alpine tundra)，其上緣就是植物生長的界線。

研究顯示全球氣候變遷將對某些處於極端氣候的生態系 (Sala *et al.* 2000)，例如極地、高山以及沙漠，這些生態系的環境條件本來就嚴苛，該地的生物多半處於最低的生存條件，因此只要微小的氣溫或雨量變化就可能對這些脆弱生態系中的生物多樣性與物種組成帶來劇烈的衝擊。為瞭解並監測全球暖化對台灣高山生態系的影響，本研究選擇南湖山區、海拔將近四千公尺的高山寒原生態系，針對此區域的珍稀植物及昆蟲進行調查，以達下列目標：

1. 建立南湖圈谷寒原植物名錄，設立樣區調查植物種組成及物候，並統計其優劣度，藉以評估未來監測之用的指標生物，及長期植物物候監測的基礎。
2. 調查並採集南湖圈谷地區的螞蟥及鱗翅目物種為主，其他各目昆蟲與蜘蛛種類為輔，最後建立物種名錄。
3. 針對南湖圈谷的珍稀植物、奇萊喜普鞋蘭做族群調查，並標定個體以進行後續的長期監測，評估未來進行無線影像監測的可能性。

### 二、結果與討論

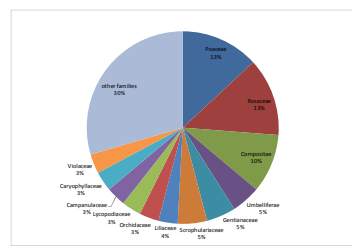
#### (一) 植物樣區調查

共紀錄樣區植物6434個體，包含61物種，分屬於30個科、53個屬，61個物種所屬的科分布比例請見圖一，包含種數最多的前三個科分別是禾本科 (8種)、蕁麻科 (8種) 及菊科 (6種)。

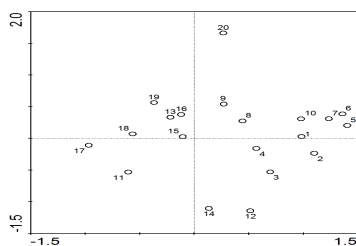
針對20個樣區、61個物種出現矩陣進行的對應分析 (CA) 結果，圖二顯示樣區在第一、二軸上的排序狀況，可以發現樣區20、17、11、14和12位於較離散的群團，顯示這幾個樣區的物種組成與多數樣區的差異較大，對應分析亦能針對物種在假想軸上排序，某些物種如：高山耳蕨、玉山沙參、高山懸鉤子、雙黃花堇菜、玉山繡線菊、玉山籬薊等物種處於假想軸的端點，亦即這些物種傾向於在某些環境較極端的樣區出現，或出現頻度較低 (較為稀有)，所以這些物種有作為某些較特殊生境指標物種的潛力，若將物種與樣區的對應分析圖做疊合，而藉此指出某些樣區內的指標物種，如樣區20的雙黃花堇菜、樣區17的高山耳蕨、樣區14的玉山繡線菊、樣區1的玉山籬薊等。然而對應分析的統計結果顯示，第1軸對樣區變異的解釋度只有12.9%，而前4個軸的累積變異解釋只有45%，顯示圈谷內樣方之間的物種組成差異其實不顯著。

依據典型對應分析 (CCA) 結果，圖三顯示20個樣區與6個環境梯度 (分別是岩石覆蓋度、苔蘚覆蓋度、地衣覆蓋度、坡度、北向度和東向度) 的相關性，樣區15受坡度影響較大，樣區20、18與地衣覆蓋率較為相關，樣區19與17的坡向與其他樣區較不相關，而大部分上圈谷樣區11受岩石覆蓋率影響最高。然而CCA的統計結果顯示，第1軸解釋10.3%的物種組成變異，4個軸只解釋36.1%的物種變異，但4個軸共解釋了81.4%物種—環境之間的變異，此外，物種與環境之間的相關係數也都高於0.9；此外，針對環境梯度和物種豐富度所做的Monte Carlo檢測，結果為不顯著，表示環境變異與物種組成在20個樣區之間的關係並不顯著，顯示本研究在雪山圈谷所設置的樣區基本上環境是頗為均質。

根據物種出現矩陣所做的群集分析 (Cluster analysis)，並繪製成樹狀圖 (Dendrogram, 圖四)，顯示出現樣區相似度較高的物種，屬於同一支系內的物種群，例如玉山石竹、髮草、羊茅與玉山籬薊，與CA的分析結果相符，顯示同一支系內的物種傾向於同時出現，並對相同的環境因子有所偏好，不過由於樣區取樣環境較為均質，群集分析所顯示的趨勢並不十分顯著。



圖一、樣區出現植物物種所屬的科分布比例圖



圖二、對應分析樣區分布圖

#### (三) 奇萊喜普鞋蘭族群

奇萊喜普鞋蘭的調查結果，顯示南湖圈谷存在著兩個族群，過去位於陶塞峰的族群已不復見，記錄到的族群一個位於南湖東南峰區域，但數量較少且個體分布十分零星，另一個族群位於南湖主峰下，共記錄到390個體，但結實率偏低，只記錄到一個去年的果實，有可能為冬季的降雪打落果實，但今年十一月的調查也未見到當年度的果實，因此整體來說族群仍面臨繁殖壓力，觀察結果亦顯示大部分的個體呈區域群集生長，推測無性繁殖可能為奇萊喜普鞋蘭維持族群數量的機制之一。

#### (四) 昆蟲調查

共計進行兩次鱗翅目及膜翅目昆蟲的現場調查，大多數的種類在登山口至五岩峰段採得，圈谷附近昆蟲種類極少，天氣晴明時所採得種類及數量皆較陰雨天多。

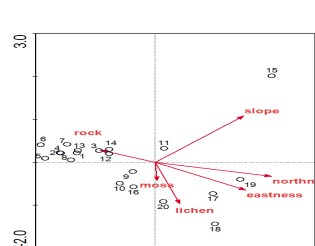
膜翅目方面，記錄到蠟蛾科與蠟蜂科；蠟蛾部份目前共鑑定出2亞科5種，分別為山蟻亞科的葉蘆山蟻和日本山蟻，以及家蟻亞科的阿里山家蟻、仲尼窄胸家蟻、絲家蟻共5種，其中以葉蘆山蟻分布最高，在南湖主峰路上仍被紀錄。蠟蜂科共在圈谷內記錄到雙色熊蜂及信義熊蜂2種。鱗翅目方面，二次調查所記錄的種類包括弄蝶科3種、鳳蝶科4種、粉蝶科6種、灰蝶科14種以及蛾蝶科11種，其中小紅蛺蝶、緋蛺蝶、大紫斑灰蝶、細邊斑灰蝶、及紋黃蝶皆是首次在圈谷內所記錄的蝶類。加入文獻紀錄後，鄰近地區的鱗翅目總計有鱗翅目蝶類5科220種 (弄蝶科26種、鳳蝶科25種、粉蝶科24種、灰蝶科49種、蛾蝶科96種)，以及蛾類11科49種 (燈蛾科3種、尺蛾科24種、夜蛾科6種、瘤蛾科1種、螟蛾科4種、捲蛾科1種、燕蛾科1種、斑蛾科1種、鈎蛾科4種、毒蛾科3種、舟蛾科1種)。鱗翅目中多樣性最高的則為蛾蝶科，共佔35.7% (圖五)。雖然蛾類在整個調查的鱗翅目昆蟲中僅佔18.2%，但其中特有種的比例高達28.6%。

螞蟥發現的主要地點為多加屯山以及審馬陣山至五岩峰沿路，主要在裸岩上行走尋找食物，或遊走擊成天散來襲。這些螞蟥在岩石覆蓋下築巢，受驚嚇時會有護卵並攻擊干擾者的行為。螞蟥較多的地方都是在登山客較常休息地點，可能與登山客停棲休息時，所遺留下的食物碎屑有關。然而，同樣在圈谷內的調查，山屋附近人群聚集地，在兩次的調查中並未發現螞蟥的蹤跡。而且所設立的掉落式陷阱管內也沒有發現任何螞蟥蹤影。

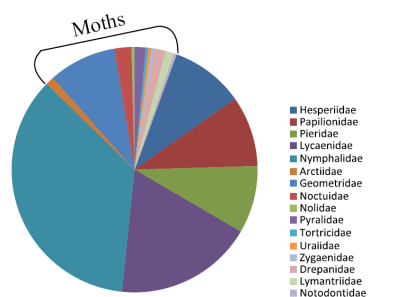
蝴蝶的多樣性則隨往圈谷方向減少。在710林道沿路的蝴蝶主要觀察到停棲休息樹梢或者為訪花採蜜。蝴蝶的數量會因是否有陽光出現而影響；陽光充足的地方，蝴蝶活動較旺盛，反之則沒有蝴蝶蹤影。從登山口至審馬陣山沿路主要都在林蔭底下，所發現的蝴蝶較少，記錄到的蝴蝶多為喜陰暗環境的陰蝶及眼蝶。途中只有在接近審馬陣山時的制高點時，陽光較充足下，有較多蝴蝶出現訪花。而從審馬陣山至五岩峰，雖然路上有見到紫斑蝶及青斑蝶的蹤影，但是都是快速飛過並不停棲，沿路也較少可供蝴蝶產卵的寄主植物。

南湖圈谷內活動的生物與當地氣溫有高度的相關。溫度高時可以見到較大量的飛行昆蟲，一旦天氣變冷，蝴蝶數量就會急遽變少甚至消失。在圈谷內的鱗翅目調查，主要調查記錄皆在天氣溫暖時獲得，晨昏與夜間溫度低時所有昆蟲都消失不見。圈谷內所記錄到的蝴蝶：小紅蛺蝶、緋蛺蝶及紋黃蝶皆是著名的遷移性蝶類。這些種類都可以在平地海拔近4000公尺的高山上發現蹤跡，加上圈谷內並沒有該蝶類可利用的寄主植物分布，導致圈谷內的蝴蝶或者其他昆蟲都有以過境的種類居多。在圈谷內亦未發現細邊斑灰蝶及大紫斑灰蝶的食草，但在較低的山區則有該食草的分布，可見此兩種蝴蝶可能為蝴蝶登高的習性飛入圈谷內。

本計畫最大的科學收穫為首度在圈谷內調查到許多台灣特有種及新紀錄的鱗翅目蛾類，圈谷內發現的蛾類，可能是鱗翅目中唯一的定居者。鱗翅目的種類相較較多，部份種類棲地環境特殊，對於蛾類與圈谷內寄主植物間的關係，尚待進一步研究。



圖三、典型對應分析樣區分布圖



圖五、南湖圈谷地區鱗翅目各科比例圖

#### (二) 氣候及土壤溫度監測

根據2009年6月29日至11月9日於南湖上圈谷所放置的溫濕度紀錄儀，觀察到南湖區域近半年的溫度變化趨勢，最高溫發生在2009年9月11日為20.2°C，最低溫為10月26日的-4.4°C。紀錄顯示若日間溫度越高，則夜間輻射散熱效應越強，相對的夜溫越低，此外，溫度紀錄也顯示，在88水災期間以及9月28日左右，大量的降雨導致日夜溫差極不顯著，因此即使是設置簡單的溫濕度測計，對於高山地區氣候的觀察，也能有所助益。若與海拔標高3002公尺，小風口氣象測站以及海拔3600公尺的雪山一號圈谷2008年的資料來加以比較，則發現雪山一號圈谷的平均氣溫最低，其次為南湖圈谷與合歡山小風口，顯然與海拔高度符合，南湖圈谷與雪山圈谷的溫差約為約-0.42°C (±2.26°C)，與小風口的溫差則為1.85°C (±1.04°C)，氣溫差距比利用海拔高度遞減所計算的數據來的小，此外比較三地氣溫波動幅度，則雪山圈谷與南湖圈谷較小風口來的劇烈，可能是因為地處空曠而輻射冷卻效應較為顯著之故。

南湖上圈谷內，深度20公分的土壤溫度變化紀錄顯示，南湖圈谷的土壤變化十分劇烈，日溫差可達10°C，最高值發生在8月26日的25.4°C，最低值為10月26日的4.1°C，此外在八八水災期間，紀錄也顯示日溫差縮小的現象，與溫濕度紀錄符合。若與雪山圈谷和小風口的土壤相比，南湖的土壤變化則劇烈許多，可能是因為南湖上圈谷的地面較為裸露，不像雪山圈谷有圓柏或小風口有箭竹覆蓋，日溫在太陽照射下容易飆高。此外，若將南湖圈谷的氣溫與土壤溫度加以比較，則土壤相對較高 (4.21±1.55°C)，然而土壤波動幅度與氣溫則十分近似。

圖四、群集分析樹狀圖

#### 四、結論與建議

- (1) 本研究結果顯示即使是簡易的溫濕度紀錄器也能紀錄氣候異常現象，因此若短期間無法於南湖圈谷設置氣象站，建議可於某些區域懸掛防水型溫濕度紀錄器，半年至一年收集一次氣候紀錄資料並上傳至公開網站，對未來瞭解當地微氣候是極為寶貴的研究資料。
- (2) 南湖圈谷氣候多變不易掌握，研究者在調查生物時，常常考量人員安全並兼顧調查的效益，因此需要較長的調查時間 (至少一周以上)，然而南湖區域登山客數量極高，南湖山屋時常人潮洶湧，建議關後在委託計畫調查期間，能騰出空間讓研究人員儲放研究器材，或在研究人員上山時期，能提早規劃優先申請，可避免受限於大隊登山團體，提高調查研究的效能。
- (3) 南湖圈谷為登山客嚮往的登山聖地，然而管理處尚未針對每天絡繹不絕的登山客提供生物圖鑑等出版品，近年來生態意識高漲，登山客常攜帶相機上山拍取風景及生物圖片，並在網路上詢問名稱；研究團隊上山調查期間亦常被民眾詢問生物種類，貴單位若能將調查結果轉化為攜帶型的自導圖鑑，出版簡易的手冊或沿線設立簡易的解說牌，供貴單位若民眾登山時的參考指南或圖鑑，如此除能提供登山客更深入的認識南湖的生物與生態，並能藉由物種的認識轉化征服的登山心態，期望民眾都能協助監測南湖區域的生物動態。
- (4) 寒原植物多十分矮小，常生長於平坦的圈谷地區，容易為遊客所忽略，也因此常招致登山客踐踏以致於死亡，建議管理處可於山屋或步道附近設置解說牌，教育登山客的生態知識，並提醒登山客時時注意步道上，以減輕對生態環境的衝擊。
- (5) 為了瞭解暖化對南湖圈谷動植物的影響，藉由本計畫已經取得第一手資料，並設立永久的樣區，兩年後若能編列經費進行複查，將可具體的瞭解物種的變遷趨勢，並進一步加強監測族群萎縮的物種。
- (6) 本研究針對奇萊喜普鞋蘭族群使用遠距離影像監測研究所做的評估結果顯示，於高山區域監測物種技術上可行，但有儀器維護以及避免人為干擾部分於南湖區域較為困難進行，且經費可觀，但可由管理處評估可行性後自行決定採擇適當地點試行。