

臺灣杉的身體密碼 ——樹冠層結構暨附生植物分布調查

◎林業試驗所植物園組·徐嘉君 (ecogarden@gmail.com)

因緣際會的首次臺灣杉攀登調查

2017年春天，林業試驗所邀請2位澳洲專家訪臺進行臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)三姐妹的等身照拍攝，於拍攝期間，我們亦針對主要架繩的杉二姐(胸徑與樹高在三姊妹中居次而得名)，做整株樹、尤其是樹冠層的結構測量(Allometry measurement)，與附生植物的種類及覆蓋度調查，雖然只是初步的量測及調查，樣本數也只是一株，不過最終的結果分析提供了樹冠層生態學上的一些假說的建立，也因此想與讀者們分享國內首次臺灣杉巨木的樹冠層結構測量調查結果。

調查方法

有關樹木結構的測計工作其實非常繁瑣，除了常見的基本量測：樹高與胸高直徑(DBH)，我們必須量測每一個活枝條的基部直徑、離地高度、長度、方位角與主幹的夾角，此外亦於一定的間距，針對主幹做幹圍的量測。

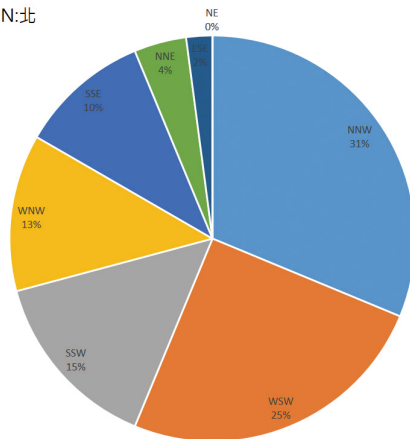
過去臺灣對於如臺灣杉三姐妹這樣的原生巨木的測計與估算資料非常稀少，主要原因除了樹冠層的接近困難，在進行每一個枝幹的詳細測量紀錄時，還需要大量的專業攀登人力與工作時數，通常一株樹至少需要2個熟手一整個工作天的時間，由於樹圍巨大，懸掛於空中時必須至少有2個人傳遞皮尺來量測，長時間的懸掛亦可能產生懸吊性創傷，這是一種可能危及性命的運動傷害，尤其是在交通不便的山區，可說是具有高風險性的生態調查工作。

然而在林業經營上，樹木的測計工作雖然繁瑣，卻是估算森林生長量與碳吸存非常重要的資料，尤其是綠色造林被視為彌補工業碳排放、進而減緩氣候變遷效應的主流價值下，有關樹木的測計，例如胸高直徑與樹高、生長量的估計，更是林業從業人員的重要工作項目之一，而對微氣候十分敏感的附生植物分布資料，也能對我們監測整體森林生態系變化，提供實用的指標。

杉二姐的樹冠層結構測計結果

我們進行精細測量的臺灣杉二姐，胸徑是258公分，而樹高是63.3公尺(較最高臺灣杉大姊矮6公尺)，在40公尺以下的高度，我們對樹幹進行了每10公尺一次的胸徑測量，超過40公尺以上的主幹，則是每5公尺測量一次胸圍，由於樹頂的主幹生長點很脆弱，所以最

臺灣杉的枝條分布方位
E:東 W:西 S:南 N:北



臺灣杉二姐的枝條方位角分布比例。



臺灣杉二姐樹冠層枝條的3D模型顯示上下的枝條很少交疊遮蔽。

後一段樹高是用測高竿量測的。臺灣杉二姐的枝下高是28公尺，也就是離地最低的枝條也有28公尺高，我們總共紀錄了48個枝條，因為連枯枝也都很粗壯並長滿附生植物，所以包含2個枯死的枝條我們也一併進行測量及附生植物調查。

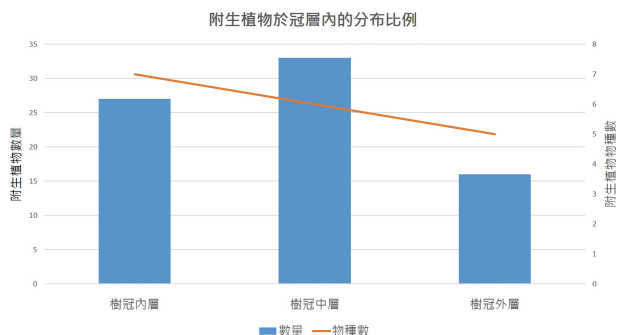
量測出來的資料分析後非常有趣，基本上這48個枝條的方位角呈現很偏差的分布，超過七成的枝條都是向西側伸展的，其中北北西佔31%，西南西佔25%，而南南西則佔15%，很有趣的是沒有東北向的枝條，推測除了三姊妹的東側有山頭阻擋陽光以外，或許也與棲蘭山區冬季盛行的東北季風有關，濕冷的東北風可能不利於臺灣杉枝葉的光合作用。

其次我們也針對臺灣杉枝條來做分層的分析，若是把48個枝條分成3等份各16個枝條來觀察，則發現最上層的16個枝條最為密集，垂直分布在3米的主幹距離內，中層的16個枝條則分布在6米內，最下層的16個枝條就拉長到22米的間距了，而枝條的粗細跟長度也隨高度遞減，詳細檢視由結構測量所繪製出來的3D樹木模型，可以發現上下的枝條在方位角很少雷同，意味著枝桠交錯很少重

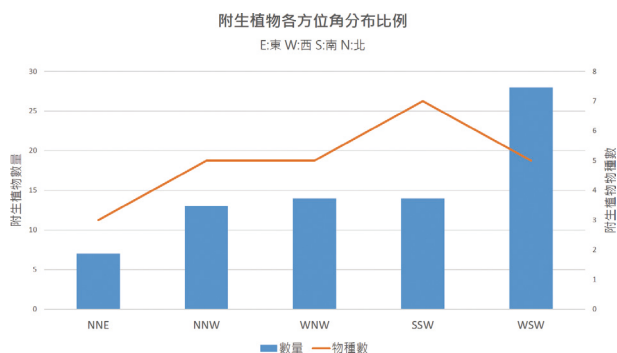
疊，推測這是由於避免陽光遮蔽而影響光合作用的結果，可見自然界的生物在攸關生存的結構上必有其原因存在，很少有偶然。

樹冠層的附生植物與樹冠層微環境的互動

若是進一步再針對枝條上的附生植物分布來做分析，在臺灣杉二姐身上總共紀錄到9種微管束附生植物，最常出現的物種就是著顏蘭(小攀龍, *Dendrobium sanseense*)，在所有調查的48個枝條中有22個枝條紀錄到附生植物(包含一個枯枝)，而針對附生植物的出現率和物種數的簡單分析結果如下：



樹冠層中層的附生植物個體最多，而靠近主幹區域(內層)的種類最多。



樹冠層中以西南西向的枝條附生植物個體數最多，以南南西的物種數最多，而東向枝條上都沒有附生植物分布。



筆者正在臺灣杉樹冠層量測枝條的方位角與傾斜度。(Steve Pearce攝)



拍攝時正是附生蘭小攀龍含苞待放的季節。

若是將樹冠層分為內中外三等分的話，靠近主幹區域的種類最多，但樹冠中層的個體數最多；這是由於森林樹冠層基本上是一個環境波動十分劇烈的棲地，越接近主幹的生長環境越穩定，譬如說因為有樹幹遮避風，則濕度變化相對比較穩定，此外靠近主幹的區域可以累積較多的腐植土，所以可以生長體型比較大的附生植物，例如著生杜鵑(*Rhododendron kawakamii*)或珍珠花(*Vaccinium dunalianum* var.

caudatifolium)，而樹冠中層則有陽光充足的優勢，或許是能容納更多物種的原因。

若針對附生植物的生長方位來做分析，則發現只有5個方位的枝幹有附生植物分布，以西南西向的附生植物個體數最多，以南南西的物種數最多，兩個東向(南南東跟東南東)的枝條都沒有觀察到附生植物。

結語

本次的臺灣杉樹冠層初步測量與附生植物調查，結果顯示，微棲地氣候及季風對棲蘭山區的植物有十分顯著影響，這或許也是臺灣在小面積範圍內能夠承載高度生物多樣性的原因之一；此外，相對於大樹本身，附生植物對微棲地氣候的變化又更加敏感，非常適合做為環境觀察的指標，因此筆者將進一部於棲蘭地區的不同區域進行樹冠層生態的調查，以了解季風與區域的地形變化對樹木、乃至於樹冠層生物的影響。⚠