



華特·比特立希 Walter Bitterlich

～20世紀最重要的歐洲森林學者

文、圖 ■ 林思吟 ■ 德國弗萊堡 (Freiburg) 大學森林與環境科學系研究生

「光用大拇指，不需要拉樣區，就可以在林地裡有效估算林分的林木斷面積！？」當我們想估算林分中每公頃的材積和株數時，考量時間、人力成本，當然不太可能一一標記每株樹並量測其胸徑和樹高，此時，「取樣」正是回答此類問題的好方法。然而，如何以最客觀的方式「以偏概全」，在有限的資源下呈現整個森林的真實面貌，目前發展出的各種取樣方法各有優缺，並無一體適用的完美方法。

基本常用的樣區法步驟概略如下，拉半徑為12.62 m的圓形樣區（圓面積500 m²）或20 m×25 m的長方形樣區，計算每個樣區內有多少株樹，並量測每株樹的胸高直徑，便可推估整個林份的密度及斷面積。長方形的樣區與逢機（random）的概念，早在1850年便已經成形。1931年，華特·比特立希的日記中出現這樣的想法：為了確保樣區中樣木的數量適當，當一片森林的林木胸徑都很大時，樣區的劃設面積應該相對增大，以避免在固定樣區中只有少數幾棵大樹或過多的小樹。因此，若假設每棵樹的「虛擬取樣面積」都隨著樹的胸徑大小成比例變化，如圖1所

示，樹（黑色實心圓點）的胸徑越大，其「虛擬取樣面積」（圓點外的同心圓）便越大。當站在一採樣點（sampling point，圖中星形所示），所應紀錄的樣木應有樹C、D、E和F，因為樣點正好被這四棵樹的「虛擬取樣面積」所涵蓋，以大圓C為例，當以採樣點為圓心時，以大圓C半徑為半徑所畫之圓，必定包含樹C。同理可證樹D、E、F。

這樣的想法應如何實行呢？當你站在樣點，豎起大拇指（當然，每個人的手臂長和拇指寬度不一樣，必須先個別計算，以求得自己拇指的係數），將眼、拇指跟視野內所能

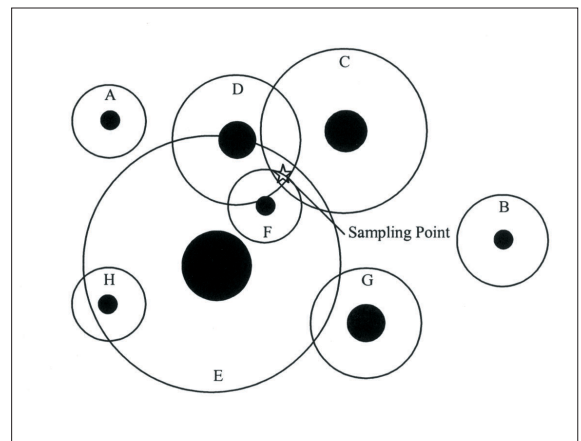


圖1 無邊取樣法示意圖。

見到的樹聯成一直線，放眼望去，如果樹的寬度比拇指寬，就將此樹視為樣木，若完全被拇指擋住，則不列入計算。依此方法站在原點360度繞一圈之後，所得到的樣木數便可用來推估林份的斷面積，若要估算林份密度，則還需一一測量被選入樣木的胸徑大小。詳細的估算方法有一連串繁複但有趣的推導過程，詳情請見廖大牛的森林經理學或比特立希的原著The Relascope Idea。

這樣的無邊樣區調查法（plotless sampling）進行速度快，相同的工作時間可進行更多的取樣，一旦樣本數提高，便可降低標準差、提高估算的精確度。當然，這個方法也有他本身的限制，林地坡度落差大、或樹形多變的闊葉林地，都不適用此方法，但在歐美，這是非常重要的方法之一，且估算胸高斷面積時是屬於無偏估算（unbiased estimation）。

在野外實測時，有精密的電子relascope可自動校正坡度，但既然拇指就可用來估算，當然各國也依此原理，設計出簡便的量測工具，如德國哥廷根大學自製的「啤酒開瓶器」，為開瓶、測量兩用的實用小工具。

比特立希的生平概略如下：

1908年 2月19日生於奧地利，於維也納就讀森林職業學校。

1935年～1941年 二次大戰時加入德軍。

1949年～1966年 重回林業工作，並將無邊取樣法的想法公諸於世。

1966年～1978年 任教於維也納農業大

學。

1984年 正式出版The Relascope Idea一書。

很幸運的一個機會，2005年6月和幾位朋友一起拜訪住在奧地利薩爾茲堡（Salzburg）的比特立希。當時97歲高齡的他，一隻耳朵已聾，雙眼視力不佳，對於我們後生晚輩登門拜訪的請求慷慨允諾。比預定時間早到好幾個小時來到薩爾茲堡，我們緊張地討論該問什麼問題，該如何充分運用見面的時間，提早一刻鐘到了比特立希的家門口等待，並準時按了門鈴。一會兒，一位個頭很小的慈祥老爺爺來幫我們開門，原來他就是比特立希本人！與他握手並簡短的自我介紹之後，他帶領我們到他的書房，一個堆滿泛黃文件與老舊儀器的地方。也許是來拜訪他的學者太多，他已經貼心地幫我們準備好一人一份他的相關著作影本，並都簽上了名。整個過程由德國朋友與比特立希用的德文交談，再翻譯成英文給我們聽。

經歷兩次世界大戰的他，原本想當畫家，但也明白這樣並無法溫飽，轉而選擇從事林業。戰爭的時候很苦，沒有被徵召前，擅長打獵的他常將打來的獵物與其他村民分享，他說當時受了许多人的幫忙，幸運地從戰爭中存活下來，所以也立志要多幫助別人。二次大戰時他加入了「錯誤」的一方（納粹），曾隨著德軍遠征俄羅斯和諾曼地，戰後回到林業單位倍受排擠，不僅丟了原先的工作，還常常四處碰壁，當時四個孩子年紀又小，只能靠著自己林業的專長打些零



工，並到森林裡採些野莓、野菇維生。與他感情很好的親兄弟在二次大戰快結束時，於軍中意外身亡，戰爭的殘酷讓他感受到付出的代價太大，他只能加倍努力的過活，盡己所能的幫助需要幫助的人，讓親人的死有所值得。

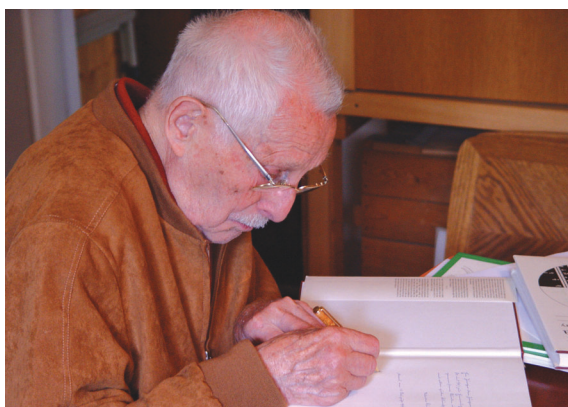
比特立希還喜歡畫昆蟲，筆觸細膩的昆蟲素描傳達了他對昆蟲的喜愛。他曾經養過一隻獨角仙，有一天發現它死掉了，便把他做成標本，沒想到扎了幾針之後，獨角仙竟然又動了起來！看著它痛苦掙扎的樣子，比特立希心裡很不好受，便決定不再做標本，只畫昆蟲素描。

我們還問了「早期電腦並不發達，不知道當時是如何處理龐大計算？」等問題，但也許是他有時聽不清楚我們的問題，回答的內容不太相關。德國朋友告訴我們，比特立希所用的是老式德文，對年輕一代的德國人而言，還真有點難聽懂他要說什麼。最後，他熱情地邀請我們到他最喜歡的咖啡店，離他家五分鐘的車程，不知道他平時以年邁的步伐慢慢走過來要花多久時間？他點了一份草莓蛋糕跟一杯咖啡，又繼續跟我們閒話家常。很訝異他還能吃這麼甜的東西！問他養生的秘方，他說：「不抽煙、不喝酒、多運動。」他也說了，在林業界堅持不喝酒有時候會有很多無形的阻力，但是只要能堅持下去，別人也就不會再勉強他了。而打獵和滑雪則是他最喜歡的運動。

當我和其他林業界的朋友提起這趟拜訪，大家都很訝異，這位出現在教科書中的大人物竟然還活在這個世界上！能有幸直接與他對話，更讓我對他德性與學術雙修的學者風範留下不可磨滅的印象。▲



▲ 比特立希與德國學生介紹他的著作（攝影／林增毅）。



▲ 比特立希為我們簽名與題字（攝影／林增毅）。