

# 利用乎？保育乎？科學林業的興起與轉向

◎文、圖/林業試驗所林業經濟組·王培蓉 (pjwang@tfri.gov.tw)

森林學的形成與發展，是為了木材利用。我想，很多人都有這樣的想法。要檢視這個想法是否為真？必須回到森林科學發軔的年代，現在常以「科學林業(scientific forestry)」稱之，以下也沿用這個名詞，以代表彼時以理性、現代性與系統化科學建制的森林知識之通稱。

## 森林學術體制化及其擴散

現代化的教育體制隨著啟蒙運動的潮流大幅在歐洲國家擴散，當時數學及幾何學方式是公認嚴謹、對稱及客觀的邏輯型式，而為科學依循的法則。此觀念亦滲入森林經營觀念，尤以德國為最。森林學校的興起，早在中世紀中歐即有跡可尋。十八世紀末期歐洲出現大量的私立森林學校，很快地由國家取得學校的經營權(Fernow 1907)。

### (一)科學林業的建構與發展

自從18世紀末德國林學家Johann Heinrich Cotta (1763~1844)首創森林專業學校以來，科學林業的觀念開始由德國發揚至各地。Cotta與Georg Ludwig Hartig (1764~1837)同富盛名，被譽為現代林學之父。Cotta原是薩克森公國(Kingdom of Saxony)的一位高階林官，1811年他將導師學校由Zillbach遷至塔廊(Tharandt)，1816年改制為國立機關，以育林與森林經營為主要教學目標，奠定了現代科學林業的基礎(Ciancio & Nocentini 2000)，由於Cotta對林業的貢獻至鉅，一般咸認塔廊為科學林業的誕生地(Heske 1938)。由於早期

德國林學家的成就，漸漸地形成以德國為中心而向世界散播的古典林學。例如，法國南西林學院(Nancy Forestry School)的首屆院長Bernard Lorentz，英屬印度熱帶林業的創始人Dietrich Brandis與William Schlich，均為德國林學教育培養的傑出學者。早期美國3位重要林學家Carl Schenck、Bernard Fernow與Gifford Pinchot亦直接或間接從習於德國科學林業。

當時遍及全球的殖民地，在尚未建立森林行政組織前，已造成極嚴重的森林破壞和耗竭，因而許多由殖民官員引進整套的北方溫帶森林經營所生產的知識體系，企圖系統性的謀求長期經濟效益。二次戰後，遍布非洲、亞洲及拉丁美洲的歐洲殖民地紛紛獨立。新的獨立國家的森林專業依附於歐美理論與見解，反而忽視本地的實際問題。殖民政府或獨立後的現代政府往往採取國家控制、提高木材產量及勞力密集等手段，長期運作的結果導致林區內森林破壞、地力衰竭及鄉村貧窮等問題。但這些國家仍將教學研究的重點放在林地管理或是土地生產力等面向，對解決環境和社會問題毫無助益(Westoby 1989, Peluso 1992)。同時，歐美等國亦藉由援助的手段維持對先前殖民國家的影響力(Kick et al. 1996)，如世界銀行的貸款或經援計畫，使前殖民地藉由不斷增加木材出口量以交換外匯。

綜觀科學林業初期在各地建構所共有的特色包括：

1. 森林是國家重要資產，林業經營之目的在確保此資產的開發利用符合國家利益。
2. 為上述目標，培養學生成為森林行政組織

之優秀官吏是為林學教育之重要目標。

3. 透過林業的官、學社群承續並強化傳統森林經營典範。

### 科學林業的核心—永續收穫(sustained yield)的原則

1987年地球高峰會提出永續發展一辭做為人類發展的目標。然而永續性(sustainability)早在兩世紀前就已是林業的重要概念，1804年Hartig為永續性做了這樣的定義：「每個聰明的森林首長評估林分時須將時間因素考慮進來，並利用林分至最大可能的範圍，但最少仍能讓未來世代可獲得與現存世代相同的利益。」他指出森林經營應該每年都能伐採大致等量的木材，以持續供應世世代代之需。依此永續性在林業等同於永續收穫原則，且成為森林經營基本信念(Wiersum 1995)。經營與保護森林的目的是為「有效利用」森林資源，在有效利用的脈絡中是「均衡(equilibrium)」的概念，意即生長量與收穫量的平衡，每一期的木材伐採量不能大於生長量。因此永續收穫的前提假設是需求量為一常數，所以我們必須努力調整供給來源(即森林)以應所需(Majid-Cooke 1996)。簡言之，森林永續收穫是以木材生產為單一中心，通過森林經營將林木做適當配置與管理，使林木能在長時間內提供穩定的



大面積皆伐可減省作業成本，多為林業公司所樂用



若在地質穩定區域，經縝密規劃的復舊造林，可維持旺盛的生長力

木材產量，以保障林主的收益並滿足社會木材消費需求。

Hartig強調森林經營既要滿足木材產品的永續供應而不使森林面積減少，因而發展出材積平分法(Massenfachwerk, volume allotment method; 1795)做為收穫調整的基礎。意即區分定期定量的立木材積以調整出不同的林分大

小，藉以控制木材收穫量得以長期恆定。他出版的育林學「一般規則(General Rules)」，系統化地闡釋當時森林經營所流行的觀念。

Cotta提出的面積平分法(Methoden Flächenfachwerk, area allotment method; 1804)，在面積固定時每期增減伐期齡所需的材積。因考慮變項少較易於施行，相對地具有計算不容易準確、短期(約10年)即需重新修訂，且因每年木材產量的變異較大而不利於市場交易等缺點。此外，他為實務操作訂定森林經營三段(three-pronged)論：第一步—幾何學調查，提供有關森林範圍的資訊；第二步—單株與林分的材積計算，以及完成森林有機體各階段生長率計算；第三步—森林損益表以及與財政預算

的關連性，即將立木視為資本、收穫視為利息(interest)，然後完成將木材轉換為貨幣單位(Rajan 1998)。Cotta也發覺到氣候與土壤對樹形的影響，並影響到立木材積。他運用林木的立木材積將土壤肥沃度予以分級，是森林經營中考量環境/生態因子的先趨(Schlaepfer & Elliot 2000)。現在有關地位指數的研究亦濫觴於此。

### 法正林學說

Hundeshagen、Gottlob König (1779~1849)與Heyer等三人奠定了法正林(normal forest)學說的基礎。所謂法正林，意指林齡大小、佔有位置、發育狀態，皆符合一定規律，能嚴正永續作業的森林。現實林如何使其趨近於法正狀



以大面積純林方式，育成高大通直無節良材，與法正林學說的盛行，至為相關





古典林學的法正林配置，即為確保永續收穫的作業法

態？1821年Hundeshagen依法正林所需保留的立木材積量為基礎，將現有林分材積製成存貨材積表(inventory volume)。若材積存量高於法正蓄積量甚多，則可收穫材積愈多，反之則減少。直到全林分趨近法正林分布，之後則可連年收穫固定的法正蓄積。König就Hundeshagen的方法提出兩種新的數學公式，但法正林學說要到Heyer才真正集其大成。

1841年Heyer以法正齡級分配為首要決定因素，發展出法正蓄積法與平分法的混合收穫規劃方法。他的方法相當簡單明瞭：首先決定輪伐期，期間內盡力將不規則森林使其趨近於法正狀態；輪伐期長短則是由財政需求或是由

林主能力與林況來決定。除了依法正蓄積所預期會得到的材積收穫量外，此期間內調整森林的額外所得，扣除法正經營所需用度，尚可支付分年或分期的伐採費用。工作計畫提供穩定有序的伐採期與適當的齡級配置，並且每隔十年即重新檢定一次(Fernow 1907)。

法正林概念經過多位學者共同發展，一般認為包括了：法正齡級分配、法正林分排列、法正生長與法正蓄積等4項要件。作法上需使樹種一致、林齡齊全、林分整齊及生長量固定。法正林是林學家心目中的理想狀態，但實際的森林很難達成法正要求，以致於發展現實林接近法正狀態，成為可望而不

可及的標竿。森林經營學家都希望能透過理想的法正林型式以實現永續收穫的目標(周楨，1968；劉慎孝，1976)。

## 科學林業的轉變與分化

19世紀法正林思想成為科學林業的核心，衍生出收穫規整和最大保續收穫等經營實務，但因19世紀末人工林損害規模擴大，林業界開始反省傳統林學的核心典範。轉變其一是歐洲林學體系的修正，即Karl Gayer、Adolphe Parade、Adolphe Gurnaud與Henri Biolley等林學家修正同齡純林的育林方法，改採符合自然的經營方式；其二是美國林學體系的建構，即最初由Bernard Fernow、Gifford Pinchot與Carl Schenck所承續的歐洲林學，逐漸融入新大陸的自然觀而將自然保育整合於美國林學課程之中。下文說明這個轉變的過程。

由於大面積純林建造與皆伐，導致大規模的森林裸露。林農開始反對用專業威權方式指導他們的營林策略，林業官員淪為受攻擊的對象。19世紀末森林遭到風雪侵襲與病蟲害肆虐，使林學家對過去成功的育林策略也開心信心動搖(Bietbergen 2001)。在歐陸各國，19世紀末一些學者揚棄科學/財政/栽培式的森林觀，試圖提出新的經營觀念，林學家思圖將森林經營的目標擴及到維持森林健康與提供木材產量兩方面的平衡。例如德國林學家Karl Gayer提出「回歸自然(Zurück der Natur)」，主張「確實按照自然的方法建造森林，並採人工育林以補天然更新之不足」，意即使森林接近自然狀態以保持長期穩定。法國Adolphe Parade倡導「師法自然，促其運作(Imiter la nature, hâter son oeuvre)」是自然主義

育林技術的先驅。以及法國Adolphe Gurnaud發表「照查法(La méthode du contrôle)」，應用天然更新以建造混濇林，以林木保育為重點，使生育良好之林分得以量少而質精，達成永續生產高價值木材的目標，更是人工育林技術的創舉(Ciancio & Nocentini 2000；楊榮啟等，1995)。後來，德國林學家Biolley(1889)提出依林木直徑的大小分級，配合實際調查的連年生長量，來訂定年伐量。此法主要應用在集約經營的擇伐林中。可惜Biolley的創意剛開始在德國並未受到重視，遂轉赴瑞士方得以盛行(Schlaepfer & Elliot 2000)。到現在Biolley的方法仍被認為最能保持森林質量，能達到永續經營的目標。此一階段，即便許多學者推動新思潮力求改進育林技術回復自然體系，還是在森林永續收穫原則下的調整方式。

19世紀末美國森林仍多屬老熟林分，淨生長率低甚至是負值，採取歐洲作法幾乎等於沒有木材收穫。因此實務操作更強調老齡林的更新並加速淨生長量。從森林數量的變化趨勢來看，1890年代開始美國因大量的歐洲移民湧進，房屋市場的需求、鐵路運輸，以及木材出口到歐陸國家等因素，木材荒(timber famine)持續擴大。1920年美國林地面積更是降到有史以來的最低點，森林覆蓋率僅有32.5%。當時生長量約只有伐採量的一半，到了1930年生長量才約略與伐採量相等，1950年後生長量已超出伐採量的20%(Powell et al. 1993)。

50年代前後，森林永續觀又經轉折。由於考慮到地方社經穩定性，1944年頒佈《森林永續收穫法案》採取供需平衡的觀念，伐木量取決於社會需求而非木材生產量。1960年代的《多目標利用法案》擴大對森林功能



森林系所更名，標幟著對學科範疇有著不同的期待

與服務的面向。森林經營研究所需考慮的問題愈來愈複雜，長期以來用生物統計或數學方程式來表示的生長收穫關係，以及土地期望值、材價、利率等經濟學等計算，未能概括錯綜複雜的影響因素。1960年代初期森林經營引入作業研究，可配合森林多目標經營的概念，進行龐雜的統計計算與模式求解。

然而森林多目標經營應用在實務工作未久，即遭受環境主義者的抨擊，指責多目標作業過度著重木材生產而導致其他價值的耗損，許多爭論的焦點集中在多目標優先順位的決定與伐採方式。1960年代末美國林務署宣布不以皆伐作業為標準作業方式。1980年代開始伐採作業發生虧損，木材生產的重要性順位遂大不如前。

另一方面，美國森林專業社群內部也不斷地爭辯森林教育所應包含的內容與範疇。早在20世紀初，森林專業社群中「保守派」與「改革派」分就課程內容，是否維持5個核心領域：育林、森林保護、經營、利用與經濟學的課程，或是應更廣泛地納入森林生態學和野生動物經營等相關環境學門。數十

年來在森林社群內不斷提出來辯論。70年代起各大學的森林學院加入更多的環境課程，並掀起變更系名之議。如耶魯大學的森林學院在1972改成「林業及環境研究學院」，杜克大學在1991年改名為「環境學院」(Miller & Lewis 1999)。這些更名的意義實質反映出社會大眾對森林專業形象及學術取向的見解已不同於既往。日後，這個議題也延燒到臺灣，4個森林系所陸續更名，這是後話。

1970年代的適應性經營(adaptive management)、1985年的新林業(New Forestry)、1990年的新願景(New Perspectives)以及1992年的森林生態系經營等，較廣為人知，就不再重複贅述。

## 森林學是一門保育知識

回到文章的主題，科學林業在追求的，是防止森林無計畫地持續破壞、而無木材可用的一門經營技術。若能在縝密規劃與悉心照料，人類就不用擔心木材荒的情事重演。初始的歐陸林學在建造、改良、培育、擴大人工林面積，但它的前提是：歐洲當時因過度開發，森林資源相當稀少，有很大的發揮空間。但同一套知識，移植到熱帶、亞熱帶地區，就成了一場災難。林學終究是一門應用學科，必須透過操作與結果印證來調整，現階段的倡談森林保育的各種論述，從未放棄木材生產的功能，但顯然更強調森林在不同面向的服務與貢獻。這些調整來自學科本身的反省、社會需求與政治壓力，突顯科學社會學的性質。也許會有人持反對：砍伐森林，保育森林，是為了砍伐森林…，不是淪為套套邏輯嗎？然而，森林學確實是在「提供社會最大福祉」的目的下，繼續滿足不同世代人的需求。⊗