

日耳曼的林業發展

王培蓉^{1*}、婁安琪¹、呂文馨¹、葉佩祈²

現代林業科學發軔自德國，中世紀時僅是官房學派(德：Kameralismus)範疇下的一個分支，經過多年發展及社會變遷影響，在18、19世紀時建構成現代林業的樣貌(楊榮啟、林文亮，1998)。本文節錄並翻譯1907年《林業簡史：歐洲、美國與其他國家》一書之日耳曼章節。由於原文內容豐富詳實，包羅甚廣，為使讀者易於閱讀，本文精簡、摘錄部份重要內容，概括呈現以現代德國為中心的日耳曼區域林業史。在此章節中，作者費諾(Bernhard E. Fernow)悉心梳理歷史脈絡與文獻，將日耳曼的林業發展分成3個時期，分別是中世紀以前、16世紀到19世紀林學萌芽，以及19世紀後近代科學林業成形後。他透過大量的文獻資料，勾勒出當時社會、經濟及文化的背景，再用淺顯的文字，帶領讀者一窺現代林業的發展與成形。

中世紀以前的森林(16世紀以前)

西元前一千年，來自中亞的亞利安部族(Aryan tribes)「日耳曼」出現在黑海一帶，他們由數個不同的群體組成，包括法蘭克人(Franks)、薩克森人(Saxons)、圖林根人(Thuringians)、巴伐利亞人(Bajuvarians)、勃艮地人(Burgundians)等。每一個群體會以戰備為考量，由數個家族組成部落、佔據領土及推選公爵(拉丁語中的Dux，或德語中的

Herzog、Graf或Fürst)，並建立社會兼經濟組織「馬克(德：Mark)」。馬克的成員(德：Markgenossen)基本上是共和體制。私人可擁有房舍、庭院和花園，其餘在居住地周圍的土地都是公地(德：Allmende)，其所有權屬於公眾，輪流分派給各家族作為耕地，最後漸趨固定。最外圍的林地，稱作「馬卡(德：Marca)」或「邊境森林(德：Grenzwald)」，是鄰近部族之間主權模糊的地帶。因為當時森林資源豐富，且木材需求量少，這些林地很少用來生產木材，而通常是被當作獵場、放牧地、肥育豬隻的橡實來源，以及其他類似用途的場地，同時並不存在使用森林的規範。

從隨著歷史發展，原本的馬克範圍，因為領土分割、移民或不均衡的人口發展，逐漸被一種異質性更高的鄰里組織所取代，國王、公爵和男爵的權利也進一步擴大。自法蘭克公爵克洛維(Clovis, 466–511)的時代開始，至查里曼大帝(Charlemagne, 742–814)在位期間，王國的統治範圍大幅地向外擴張。在羅馬法(Roman law doctrine)影響之下，新征服的領土由國王主張其獲得所有權，再由國王分封領地給下屬或奉獻給地區的教會組織。領主及下屬都享有土地的管轄權、稅賦和其他義務的豁免權，可以對他人徵收稅金或要求勞役，部分受此機制所惠的人，逐漸成長為獨立的騎士和男爵，而被征服的族群則成為奴隸。自

¹行政院農業委員會林業試驗所·森林經營組

²行政院農業委員會林業試驗所·林業經濟組

*通訊作者(pjwang@tfri.gov.tw)

此以後，擁有資源的人，有能力和機會輕易地開拓更多林地，相對地，沒有資源的人只能支付租金或提供服務，以換取土地的使用權，逐漸衍生出附庸關係與政治權力上的不平等。到了西元900年左右，私人擁有的貴族莊園已經出現，產權概念出現了徹底的變化，原先自由的馬克社會成為受統治的群體。

國王們同時也開始主張森林的所有權。

「Forst」這個詞最早是指國王們為狩獵目的而保留的土地，到了10世紀時，只有國王擁有狩獵和漁撈權利的「禁林(Banforest)」，被延伸到了領土之外的田地、牧場、林地、水域乃至於村落。原本由人民推選的馬克領導人(德：Obermärker, Graf, Waldgraf)轉身成為國王麾下的官員，行使國王所賦予的權力，發布有利於自身或同儕的禁制令，並限制馬克領地內的成員自由漁獵的權利。農民曾因而起義反對，想奪回原有狩獵、捕魚和砍伐木材的自由，也希望廢除宗教奉獻的什一稅、農奴制和勞役，但多遭到無情的鎮壓。國王為了保護自身的權利，會選出巡林員(拉丁文：forestarii)並設置高級巡林官(Forstmeister)，管理及限制森林內的狩獵行為。

墨洛溫王朝(Merovingian)的法蘭克人，已經形成封建社會和制度，國王將土地授予親屬和追隨者以換取效忠，同時也要保護其封臣，如此逐漸形成了一種建立在土地所有權基礎上的關係。封建體制發展到後來，包括支領薪水的官職、軍職或宮廷服役在內，所有類型的資產，都成為分封臣子的標的，促使騎士階級(德：Ritter)或男爵崛起。而一般農民被授予封地後，出現了農民階級(德：Bauern，這個名詞首見於1106年康拉德二世

時期)。另一方面，為了抵禦侵吞東方前線馬克的匈人(Huns)，並鼓勵人民移防，於是遷入這些城市的奴隸成為了自由人，城市則成為了自由共和國，土地歸屬城市所有。後來國王們為了償還王室積欠的債務，城市周遭林地轉移到了市民手上，出現了城市森林。

前述時期的土地產權混亂且缺乏管理，導致木材資源的浪費。為了確保木材的供應，12世紀各地方的馬克森林，開始規範和限制森林使用方式，甚至有改善森林狀況的需求出現。當時人們認為私有制可以改善森林破壞的狀況，於是開始對馬克森林進行分割和限制使用。12、13世紀時，在某些木材短缺的地方，貴族們已經頒布了許多砍伐數量、木材使用方式及指定時間砍伐等森林律令，且為了採集橡實，生長最好的橡木和山毛櫸必須被保留下來。森林伐採禁令首見於1165年萊茵河流域的洛爾施(Lorsch)，因為無法獲得遠方茂盛的森林資源，所以限制伐採，讓砍伐過的區域可以重新長出森林，這樣的政策也可以在其他地區找到，但多僅限於「讓那些林木自然生長」的概念。

直到14世紀，開始有擴大森林範圍或恢復森林的嘗試。第一個確實執行的人工造林紀錄，是1368年的巴伐利亞公國紐倫堡市(the city of Nurnberg)在焚燒過的數百英畝土地上，播下了松樹(Pine)、雲杉(Spruce)和冷杉(Fir)的種子，並在1449年伐採了這片森林。闊葉樹的種植則要等到1491年，塞利根施塔特(Seligenstadt)和當地的修道院，決定每年種植20至30英畝的橡樹人工再造林。1454年，哈爾茨山脈(Harz Mountains)為了確保穩定的木材產出，實施逐區伐採的區劃輪伐法。1488年相關記載顯示，

已訂有伐採直徑和每英畝必須要留下多少株母樹的限制。此一時期儘管零星而粗糙，仍是日耳曼森林經營的開端，後來又經過250到350年，森林經營管理觀念及方式才漸趨普及。

林學萌芽(16世紀到18世紀間)

中世紀以後，社會制度從封建過渡到了現代國家組織；商業模式從以物易物轉換為金錢交易。新世界的發現和隨之而來的大量財富，推動了城市與工商業的發展，貨幣資本迅速增加，帶來了揮霍和積累財富的慾望，也改變了人們的生活方式、政治經濟政策和系統。

當時分受克倫威爾(Cromwell, 1599–1658)和科爾貝(Colbert, 1619–1683)影響下的英國及法國，盛行提倡本國生產，並將黃金、白銀視為國力強弱的重商主義(Mercantilistic)。

但是，羅馬法在此時期仍然受到君主們的青睞，直到18世紀末，司法、立法和行政都仍受到其影響。君主們利用帝權論點、鑄幣權或王室的優越權力，進一步將自身發展成對大地的統治權(拉丁文：Dominium terrae)，也就是土地的主人(德：Landesherren)，並且可以去限制教會、修道院、馬克及附屬組織的自治權。

於是，馬克不再是人民的共同財產，而是君主慷慨地給予眾人用益權(Usufruct)的財產；無主的森林、牧場和水，皆由君主所支配；世俗化(Secularization)的教堂和修道院財產，亦成為君主的財產。君主可以行使森林主權(德：Forsthoheit，即君主對所有森林財產的最高權利)，並且具有不經選舉直接任命官員、頒布法令的權利。這種新的關係結構，加上三十年戰爭的影響，徹底摧毀了馬

克的社會、經濟和政治組織，市民和農民階級的自治權和獨立性被消滅，變成承租土地的團體，受到君主的管轄。

出於被剝奪權益後的報復心態，農民開始更肆無忌憚地掠奪森林資源；擁有土地的貴族頻繁在林地狩獵，影響了幼樹的生長；大部分進入城市生活的仕紳，為了填補生活費用所需，也大量地取用森林資源以滿足生活；不斷增加的人口，更提高了伐除森林開闢農地的需求。在這種情況下，森林面積快速減少，狀態不斷惡化，使得貴族們必須對森林的使用作出限制，例如：須經地主許可才能砍伐林地、須保留廢棄田地長出的樹木、限制可砍伐樹木的直徑、禁止在酒館上懸掛綠色灌木作為招牌等等。為了減少木材的浪費，有些地方甚至會對建築材料進行檢查，新建築不得高過原有建築，1560年的薩克森規定房舍必須用石頭建造。薪材的使用同樣受到了規範，必須使用品質較差的木材和自然掉落的木材、建立公用烤爐和限制浴室數量等。在1516年巴伐利亞、1590年布朗施維克市和1614年符騰堡，私有森林的使用完全受到森林管理部門的監管，直到18世紀末，森林所有人未經特定官員批准，仍不得伐採樹木，也不得出售任何木材。

當時森林資產的使用受到了森林管理部門的監管，負責制定和執行森林政策的人，是所謂的官房學者(Cameralists)，他們擁有哲學、法律、外交和政治經濟學各方面的知識，但對自然科學及林業知識一無所知。而實際發展林業技術的這些林務員，是從所謂的木匠獵人(德：Holzgerechte Jaeger)和森林警衛(Forest guards)開始的。他們在森林中實際

生活、和老前輩學習技巧的同時，也根據經驗發展出木材的知識與技術，儘管當時的狩獵管理工作仍然優先於林業經營。

森林經營技術的發展在16世紀時，人們開始會對林分(Stands)進行疏伐(Thinning)。而且1531年的文獻紀錄，當時已經發現伐採會改善並刺激留存林木的生長。16世紀中葉，牧場和林場的結合的森林牧場(德：Hutewald)，開始有了種植橡樹的規定，每個馬克成員都有義務，每年種下5棵橡樹，或者每砍下1棵樹，就種下幾棵幼苗並照顧幾年。當時森林經營多是以天然更新為主，各地有零星試圖留下母樹確保繁殖的方式，如1565年普法爾茨(Palatinate，德：Pfalz)地區除留下母樹外，還會留下其他林木抵禦風害，後來為了防風，逐漸演變出棋盤式的伐採方式或孔狀作業。1736年在黑森地區哈瑙(Hanau)的法令中，就制定了3個等級的伐採：為了讓種子下種的伐採、在林木高度及膝時，為了光線進行的伐採，以及在林木長高以後的伐採。這種方法迅速地傳播開來，並在1767年加入預備伐(Preparatory cutting)，進一步將相關方法發展的更加完整。

18世紀上半葉，人們發現從東方或東北向西進行砍伐，可以大大減少風力造成的危險。1745年，馮·朗根(von Langen, 1699–1776)首次在哈爾茨山脈(Harz Mountains)提出了有規則、適當定位的伐採序列(Felling series)概念，同時強調保留防風林的必要性；1787年，普魯士的馮·柏格多夫(von Burgdorf, 1747–1802)提出將庇護樹(Nurse tree method)應用於針葉樹栽植的想法，並提倡在執行傘伐時不要讓光線透入太多。另外，闊葉樹則是以橡木(Oak)和樺樹(Ash)的中林經營

為主，上層林木以種子方式進行更新，下層林木則是以樹幹萌芽的方式更新。

關於造林材料的來源，蒐集和保存橡實過冬的方法於1579年就已存在了。當時的霍恩洛厄(Hohenlohe)森林律令建議人們在秋季播種，若無法及時播種，則將土地空著過冬，留待春天時再行播種。一個世紀後，卡洛維茨(Carlowitz, 1645–1714)則仔細說明了蒐集、萃取和保存種子的方法，甚至還提出了種子檢驗(seed tests)的想法。而在1603年時，已經有橡樹苗圃的紀錄出現，苗木培育法在往後越來越受到青睞。這個時期，人們已經開始認識到不同植物有不同地區的適應性，例如適合針葉樹的生育地可能並不適合橡木生長。

當時也已經出現造林成本的觀念，因而所有領取免費木材的人，都被規定要服相應的造林勞役。同時，每個農民都要繳交一定數量的毬果和橡實，而木材也要額外收取其價值7%的費用作為種植基金。另外，將農場與森林種植結合的混農林業(德：Waldfeldbau)，也是為了降低人工林的成本而出現的，其做法是將樹木的種子與穀物一起撒播，或在農場啟用數年之後再行播種。

經過多年的經驗累積，18世紀多位林務官員提出了關於輪伐、伐區及疏伐的珍貴想法，如1547年首次有人在哈爾茨山試著以材積作出區域劃分；雅各比(Jacobi)1741年在哥廷根(Göttingen)實施了按比例劃分伐區的做法；馮·朗根和贊蒂爾(Zanthier, 1717–1778)為確保每年的年度收益是相等的，只按照預定的輪伐期確定總伐採面積；奧特爾(Oettelt, 1727–1802)首次引介了定期齡級分類的概念；1713年卡洛維茨建議對播種過於密集的区域

進行疏伐；贊蒂爾提倡要進行兩次疏伐；貝克曼(Beckmann, 1700–1777)在1759年首次提出單純按照材積劃分區域的方式；1761年貝萊普施(v. Berlepsch, 1724–1790)建議移除被壓木可以使留存木價值逐漸增加；1765年奧特爾嘗試計算疏伐的財務收益；呂伯特(Leubert)在1774年，發現疏伐可能會縮減輪伐期；1778年馮·克羅普夫(von Kropff, 1748–1820)提出將每個地域劃分為兩個工作區，輪伐期可增加一倍；亨納特(Hennert, 1739–1800)在1788年在一些年度伐區的分配引入輪伐期，並試著讓伐採產量和收益達到平衡。

18世紀中葉以前，森林調查不太受到重視，當森林的資源管理開始發展起來後，人們注意到森林資源測計的重要性，且需要大量的數學知識和工具。於是，平板儀(Plane table)、指南針、地圖、繩索、三角板及高度計陸續被用來進行測計。各式測量工具、計算式及材積表在維倫克利(Vierenkle, 1716–1777)、亨納特、德貝爾(Doebel, 1699–1759)、榮格(Jung, 1740–1817)、萊因霍爾德(Reinhold)、克羅內(Krohne)、特蘭克(Trunk, 1745–1802)、保爾森(Paulsen)、克雷格廷(Kregting)、貝克曼、贊蒂爾、奧特爾及法國的列歐穆(Réaumur)等眾人的努力下逐漸建構起來，並發展成近代所使用的工具。

18世紀中葉以後，人們急切的需要森林知識，於是優秀的森林經營學者，如近代科學林業兩位偉大的奠基者哈蒂希(Hartig, 1764–1837)和科塔(Cotta, 1763–1844)，都開辦了「專家學校(Master-schools)」，傳授森林與植物的相關知識。大學也開始為官房學者開設林業課程，貝克曼、榮格和特蘭克編寫了林業系統、

森林植物學和森林經營實務的教科書，為接下來近代科學林業奠定了重要且厚實的基礎。

近代科學林業成形(19世紀以後)

19世紀拿破崙戰爭後，國家的概念從君主身上分離，君主和宗教機構原本主張擁有的土地，大多歸為國有，形成了許多「國有林(State forest)」。公有林的部分，最初的馬克森林僅有部分留存下來，成為附屬在農場的合作社森林(德：Genossenwald)。而私有森林則是在逐步改善他人主張地役權的相關產權糾紛後，達成資產自由化的最後一步。

這個時期出現了哈蒂希、科塔、洪德斯哈根(Hundeshagen, 1783–1834)、柯尼希(König, 1779–1849)、普菲爾(Pfeil, 1783–1859)和海耶(Heyer, 1797–1856)等6位傑出的林業人員，他們將官房學派的高水準教育內容，與基層從業者的實務經驗相結合，改善了林業的整體環境。

哈蒂希1811年成為普魯士森林管理局負責人，建立了完善的森林管理機構，改進森林調查實務、生長量計算和收穫表的製作，並且將當時的林業經營思想做了非常完整且清楚的論述，曾發表了30多篇作品，包含傑出的《森林木材種植說明》(德：Anweisung zur Holzzucht für Foerster)，同時他也在洪根(Hungen)、柏林大學及埃伯斯瓦爾德(Eberswalde)講授林學，影響許多後來優秀的林業人士。

科塔是一名優秀的植物生理學家和自然觀察者，他在1795年建立了林業學校，而這所學校在1816年時成為國家機構。同年他出任森林管理局局長，在造林和疏伐上開拓了不同的路線，除了發明將輪伐劃分為多個時

期，並按照每個時期的預計採伐量分配區域的區域分配法(德：Flächenfachwerk)，更完成了易於閱讀的經典著作《造林指南》(德：Anweisung zum Waldbau)。

第三位洪德斯哈根曾任圖賓根大學(Universität Tübingen)和吉森大學(University of Gießen)的林業學教授，將林業知識系統化，並透過精確的實驗確認其內容，並發明了調節預測採伐量公式，是森林統計學的奠基者之一。

柯尼希和前述三位不同，並沒有受過大學教育，他接手科塔原來的森林管理職位，藉著豐富的實務經驗，創辦了私立林業學校，並且在森林測量及統計學上貢獻良多，如1813年的《木材稅務說明》(德：Anleitung zur Holztaxation)完整說明了森林測計的內涵，也發明了第一個地租(soil rent)公式及確定林分成本價值的方法。

普菲爾和柯尼希一樣，未曾受過大學教育，但聰明機智的他，在西利西亞(Silesia)的私部門累積了實務經驗後，於1821年成為柏林大學的林業學教授。不同於哈蒂希偏愛群體一致性，普菲爾強調個人特質及愛好自由，他的作品極具批判性且多產，著有極具重要意義和價值的《關鍵篇章》(德：Kritische Blätter)。

最後，也是最年輕的海耶，受過完整的林業教育，1835年開始在吉森大學任教，並與自身的林業實務經驗結合，是最清晰、具系統邏輯性的論述者之一。其著作《造林學》(德：Waldbau)和《森林收穫規整》(德：Waldtragsregelung)都是經典之作。主張森林組織應該建立在精確的科學研究之上，而不僅是單純依靠實務經驗，並制定了森林統計調查的指導方

針，日後由兒子古斯塔夫·海耶(Gustav Heyer, 1826–1883)接手發展成一門科學。

這個時期最受歡迎的造林方法仍然是天然更新，但在哈蒂希和科塔之前，實務上只有不受管制的擇伐林和矮林。哈蒂希為了將擇伐林過渡到集約化的森林經營模式，在1808年制定了8條可以一窺當時造林思想的「一般規則」，讓缺乏相關知識的一般作業人員也可以按表操課，但因為僅適用於山毛櫸林，在1830年遭到普菲爾表示反對，認為不同地區、不同狀況的森林，應該需要不同的處理方式。另外，拿伐與皆伐取代原本的擇伐作業、使用實生苗取代播種、混農林業的持續發展和改良，以及疏伐的操作與實質效益，皆獲得了許多研究、實務操作與系統化發展。其中疏伐更成為森林管理部門收入的重要來源，佔總產量的25%–40%。

近代科學林業最重要的觀念之一「法正林(Normal forest)」，是在1820年左右被提出的。海耶完整闡述了法正林觀念的原則及其實際應用，需先視森林所有人的財務要求與能力，確定非法正森林調整接近法正狀態的調整期，然後確定森林實際蓄積，並計算每個林分在砍伐年齡期間的平均生長總量，再將這個數值加上實際蓄積，扣除作為持續進行產量經營所需的法正蓄積，剩下餘額可作為預計砍伐量的參考。但實際上，這方法僅在奧地利和巴登的案例中，被有限度地採用。

森林的管理部門，也在這個時期開始有了組織架構，哈蒂希將管理部門依省分進行劃分，並設置指揮、檢查和執行組。省級管理部門的指揮權交由1名高級林業官(德：Oberforstmeister)掌管，並由其他高級、區域

林務員輔佐。高級林務員(德：Oberförster)或區域林務員(德：Revierförster)會帶領數位林務員(德：Förster)，一同管理由多個區塊組成的檢查區。起初林務員受的訓練很有限，在工作上也沒有太大的自由度，但隨著受教育程度提高，逐漸可以獨立工作。組織漸趨穩固，加上林業學校設置後，受過教育的林務員取代了官房學者，成為林業事務的領導人，而基層的林務工作者可以領取穩定的薪資，地位皆獲得了顯著的提升。後期中央行政部門由高級與邦森林專員(德：Landforstmeister)執掌，負責制定和修正森林工作計畫，詳細說明該區域森林一年所需完成的工作項目、成本及各個來源的預期收入，提交給林業官們組成的審議委員會批准後執行。林務員們同時也組織起來、成立協會，1890年負責維護林業政治經濟利益的林業委員會(德：Forstwirtschaftsrat)成立，甚至逐步形成了一個半官方的全國性委員會。

19世紀同時也是確立私有森林產權的重要時期。為避免私有森林被開發與破壞，1875年有法律鼓勵將小型私有林地交由他人集中管理。儘管未能如預期一般順利進行，但當時所設置的林業管理機構，提供了林地所有人所需的林業技術諮詢，並協助制訂工作計畫及確保種植材料的來源。同時，政府也透過契約關係阻止所有人或繼承人破壞森林資源，讓私有林的經營轉趨保守，減少濫伐。

與此同時，各項森林經營研究如火如荼的展開，如希奧多·哈蒂希(Theodor Hartig, 1805–1880)與諾德林格(Nördlinger, 1818–1897)對木材的物理和技術性質進行研究；布勞恩(Braun)、凱撒(Kaiser, 1824–1915)、米爾豪

森(Mühlhausen)、福斯特(Förster)、魯內鮑姆(Runnebaum)及斯托策爾(Stoetzer, 1840–1911)對道路、林道及鐵路等木材運輸方式的討論；哈蒂希、洪德斯哈根以及幾乎所有其他的林務員，都積極參與森林枯落物的研究；森林測計學已經發展成為一個獨立的分支，並研發出更精確的測量儀器；胡貝爾(Huber, 1769–1842)首先提出「形數」的概念及其使用方法；材積表獲得了多次的修正與增訂；森林評價(Forest valuation)方法藉由財務理論與數學模型的引入，獲得了顯著的發展；自然史觀察及動植物學方面，雖然因為難度較高而進展較緩慢，仍取得許多收穫，如希奧多·哈蒂希的《木本植物解剖學和生理學》(Anatomy and Physiology of Woody Plants)及海耶的《樹木對光影的反應》(德：Verhalten der Bäume gegen Licht und Schatten)；拉曼(Ramann, 1851–1926)於1893年完成了經典的土壤科學著作。但是很可惜地，國有森林的價值、產權、國家對於公私有森林的監管，以及林業經濟學，一直欠缺系統性的研究。

德意志帝國於1871年統一後，林業科學邁進了一個嶄新且活躍的年代，從過往經驗主義掛帥、附庸在狩獵管理下的不起眼工作，轉身掙脫束縛、快速且穩健地建立起堅實的科學基礎，成為國家重要的產業之一。

日耳曼的林業發展，成為近代科學林業體制化的重要歷史背景，更如同林業簡史作者費諾所言，日耳曼地區「經歷的森林政策和林業實務各發展階段，或多或少都在其他國家重演」，這些早期的林學家及其著作，指導後世林學與林務發展，時至今日林學領域的知識累積仍大量繼受當時留下來的傳統與經驗。⊕