

却景盛著

林學概論

劉慎諤題

郝景盛著

林
學
概
論

商務印書館印行

中華民國三十五年三月重慶初版
三十五年八月上海初版

(*34745 滬報紙)

林學概論 一冊

定價國幣肆元玖角

印刷地點外另加運費

著者 郝景盛

發行人 李宣龔
上海河南路

印刷所 商務印書館
商務印書館

發行所 商務印書館
各地

翻印必究

自序

寫此書之動機是在去年八月，當時因應李書華先生之約請為商務印書館復興叢書科學概論寫生物一篇，因之想到我的本行林學概論，乃去函商諸王雲五先生，王先生回信答曰林學概論甚願承受印行。但中國林業建設，普通植物學，中國木本植物屬誌三書均待交稿，遂將寫此書的時間向後推移，故遲到今天才完成。

普通書籍比起專門著作來，在寫作方面同樣的不容易，第一輪廓須要廣大，第二內容必得充實，第三在量不能太多，第四引證務求確鑿，這四點如能都顧及到，才不失為一本普通的書籍。林學是隨着大時代日益進步的科學，前十年的輪廓與內容即與今年迥乎不同，甚至於昨天與今天也許就有些差異，因之拿現在的眼光看去以往的森林學林學大意等書，就覺得有些不合時代了。

現在這本書算脫稿了，我又重讀一遍，覺着普通書籍必備之四個條件，大體說還算作到了，不過輪廓與內容是『其大無外，其小無內』的，故未能達到理想之境地。全書十餘萬字，在量不能算太多，而文獻參考雖不算少，然亦不曾作到自己滿意的程度。

此書究有何用？我自己以為可作大學農學院各系學生林學大意或森林學之課本，可作各級

農業學校生員之參考，又可作社會上關心林業建設一般人士的通俗讀物，但是心有餘而力不足，寫的未能盡如我意。所以若問本書有無缺點？當然有，也許缺點甚多。我以十分之熱誠向讀者請求與我以善意的批評與指教。

關於整理抄寫工作全賴我妻趙爲楣女士，她一面在江蘇醫學院教書，一面料理家務，而且有四個孩子纏身，我很感謝她，在百忙中又替我賣了不少的氣力。

民國三十三年十二月十八日。郝景盛序於北碚李莊旅寓。

次目

序

第一篇 林學與林業

第一章 林學

第二章 林業

第一節 中國森林之分佈

第二節 世界森林之分佈

第三節 各國森林一瞥

第四節 各洲森林面積一瞥

第五節 森林間接之利益

第六節 由私人經濟立場去看林業

第七節 森林直接之利益

一
一
八
八
九
一四
一五
三〇
四〇

第一篇 森林基礎 四三

第三章 森林立地學 四三

第一節 形成土壤之岩石種類 四三

第二節 風化 四六

第三節 植物爲土壤之創造者 五〇

第四節 氧化與腐殖土之形成 五一

第五節 土壤 五二

第六節 自然界之林地 五七

第七節 岩石成分與森林 五八

第四章 森林植物學 六一

第一節 外部形態與器管 六二

第二節 內部之構造 六二

第三節 樹木生理 六四

第四節 樹木生長的因素 六六

第五節 樹形及其成因 六八

第六節	裸子種森林植物	六九
第七節	離瓣花類森林植物	七二
第八節	合瓣花類森林植物	七二
第九節	單子葉類森林植物	七二
第五章	森林動物學	七五
第一節	動物之一般	七五
第二節	動物之構成與森林之關係	七七
第三節	林內川河池湖之利用	七八
第四節	森林昆蟲	八一
第五節	其他有利森林動物之飼養	八二
第三篇	森林生產	八五
第六章	造林學通論	八五
第一節	林相與林地	八六
第二節	森林作業	八九
第三節	森林之創立	九一

第四節 森林撫育.....九八

第七章 造林學各論.....〇二

第八章 造園學.....〇三

第一節 大地美化.....〇三

第二節 行道樹與風景林.....〇五

第三節 花木繁殖方法.....〇六

第四節 庭園佈置.....〇八

第九章 森林保護學.....一一

第一節 人類.....一一

第二節 動物.....一三

第三節 天氣.....一五

第四節 菌類.....一六

第四篇 森林利用.....一九

第十章 木材解剖學.....一九

第十一章 木材性質.....二二

第一節	木材之外觀	一一三
第二節	木材之一般性質	一一三
第三節	木材之力學性質	一二七
第四節	木材之耐久性	一三〇
第十二章	森林主產利用學	一三四
第一節	木材的用途	一三四
第二節	木材利用各論簡述	一三八
第三節	竹之用途	一四〇
第四節	木材之類別	一四一
第十三章	木材保存學	一四五
第一節	木材保存之意義	一四五
第二節	木材保存之歷史	一四六
第三節	木材敗壞之原因	一四八
第四節	木材保存方法	一四九
第五節	木材保存問題之重要	一五八
第十四章	木材工業	一六〇

第一節	木材製造工具	一六〇
第二節	木材製造機器	一六一
第三節	合板木廠述略	一六七
第十五章	木材化學工業	一七〇
第一節	膠木工業	一七二
第二節	木材纖維工業	一七三
第三節	人造絲工業	一七三
第四節	木材製糖工業	一七四
第五節	木材汽油工業	一七五
第五節	木材乾餾工業	一七六
第七節	木材橡皮工業	一七七
第八節	塑膠工業	一七八
第九節	影片製造工業	一七八
第十節	火藥工業	一七九
第十一節	電木工業	一七九
第十二節	結論	一八〇

第十六章	森林副產利用學	一九〇
第一節	樹脂類	一九二
第二節	樹皮類	一九五
第三節	樹木的果實與種子	一九七
第四節	枝葉類	一九八
第五節	菌蕈類	二〇〇
第六節	其他森林副產	二〇〇
第十七章	採運學	二〇四
第一節	採伐	二〇四
第二節	山運	二〇六
第三節	陸運	二〇七
第四節	水運	二〇八
第十八章	森林工程學	二一一
第一節	水土保持	二一一
第二節	防沙工程	二一四
第三節	貯木場	二一五

第四節 鐵索橋樑鐵道等.....二一六

第五篇 森林經營.....二一九

第十九章 林地測量學.....二一九

第一節 測量宜用的長度與面積.....二二〇

第二節 林地測量時宜用的器具.....二二二

第三節 工作時應注意之點.....二二二

第四節 垂直的測量.....二二四

第五節 林地測量工作之劃分.....二二六

第二十章 測樹學.....二二九

第一節 伐倒木容積之測量.....二二九

第二節 立樹容積之測量.....二三〇

第三節 全林材積之測定.....二三一

第四節 林木與林相年齡之測定.....二三二

第五節 林木積增長.....二三四

第六節 我們由測樹學中得到的經驗.....二四三

第二十一章	林價與較利	二四八
第一節	林價與較利之定義	二四八
第二節	值與價	二四八
第三節	森林資本	二四九
第四節	林業經濟上應注意之點	二五一
第五節	農地與林地收益之比較	二五二
第二十二章	森林經理學	二五四
第一節	增長	二五七
第二節	森林應記載之一般事項	二五九
第三節	立林地之記載	二六〇
第四節	林相之記載	二六一
第五節	中國林木生長實例	二六二
第二十三章	森林管理學	二六五
第一節	人事組織	二六五
第二節	工作實施	二七一

第六篇 森林人事及行政……………二七五

第二十四章 林史學……………二七五

第一節 古代森林行政……………二七七

第二節 在歷史學中讀到的人類與森林之關係……………二七八

第二十五章 中國森林法……………二八六

第二十六章 林政……………二九一

第一節 中國林業行政現況……………二九一

第二節 孫中山先生之森林政策……………二九二

第三節 國內林界人士之意見……………二九三

第四節 筆者對於中國林政之建議……………二九四

林學概論

第一篇 林學與林業

第一章 林學 (Forstwissenschaft, Forestry)

林學或稱森林學，內容所包極廣，美人 Heiberg 謂林學應當包含三個意義，第一是森林利用，第二是森林保護，第三是森林生產(6)。Price 氏則別有見解，他說林學是森林創立，森林施業，森林培養，木材生產等的一種科學與藝術(14)。Kylie (10) 氏在他所著林學一書中，把林學分成了森林保護，森林生產，木材經理，森林利用，伐木等幾個部門。這是美國人對於森林的看法。

不過，歐洲學者則另有一種看法 (12, 15)，尤其林業最爲進步的德國學者，把林學的內容分的更爲精細了。Lorey (11) 氏的林學大全，世界名著，已出至第四版，分林學爲十九部，即林學，林業，森林美態保持，森林立地，森林動物，森林植物，造林，森林保護，野河防治

與山崩防止，森林利用，森林運輸，林地測量，測樹，林價計算，森林經理，森林管理，林史，林法，林政。

德國牛大木 (Neudamm) 地方牛滿書店的林學大全 (13)，現已出至第九版，銷路在四萬冊以上，內容把林學分爲十七部，即森林基礎，森林立地，森林植物，造林，森林保護，動物害防止，林工，森林利用，林地測量，測樹，森林經理，森林估價，林業與木業，工人與官員保險，狩獵法，狩獵，養魚。此外尙有其他學者，另有分法，內容在細微方面雖彼此稍有不同，但大體看來，頗爲類似(8,9,16,19)。

林學與林業是相輔而行的，一在學理之研討，一在實際之應用。森林學本身日益進步，爲研究方便計，又分成了若干部門：屬於森林基礎方面者有森林立地，森林植物，森林動物等；屬於森林生產方面者有造林，造林學各論，造園，森林保護等；屬於森林利用方面者有木材解剖，木材性質，主產利用，木材保存，木材工業，木材化學工業，森林副產利用，採運，森林工程等；屬於森林經營方面者有林地測量，測樹，林價，較利，森林經理，森林管理等；屬於人事行政方面者有林史，林法，林政等。

筆者在民國二十八年五月與全國林界專家商討結果，擬編著一套完善的中國林學大全，其中包括二十六個部門，各部門皆由國內林界知名專家分頭負責編著，該書寫作之目的，在供給國內各大學森林系及學生，各級農業專科學校生員，中央及地方各林業行政及實施機關或以木

材及森林副產爲原料之各種工業家參考，內容要求其精審詳盡，引證要求其確鑿不誤。本書章次之劃分，即依據該書之規定綱要，茲將本書林學概論之內容，抄錄於次：

林學

林業

森林立地學

森林植物學

森林動物學

造林學通論

造林學各論

造園學

森林保護學

木材解剖學

木材性質

森林主產利用學

木材保存學

木材工業

木材化學工業

森林副產利用學

採運學

森林工程學

林地測量

測樹學

林價與較利

森林經理學

森林管理學

林史學

中國森林法

林政學。

這樣的分法，雖然亦可以代表了森林學的內容，但不能算是包羅無遺，例如木材商業，木材市場，森林昆蟲，森林地理，狩獵，養魚，氣象，林業經濟，樹病等，兼收並取，方稱完善。

林學大全是一部比較詳細的林學，顧名思義，我們可以想像出林學內容之廣汎，尤其在利

用方面，五花八門，難以盡舉。照筆者的看法，林學是記載林業建設等的一種學問，例如自古至今地球之表的森林，以前怎樣，現在如何？既有森林怎樣整理，荒山荒地如何創立森林。樹木的種類以萬千計，它的根，皮，果，葉及木材都有何種用途，怎樣利用，樹木何故生長，怎樣可使樹木生長良好，產木材多，一枝一葉如何處理製造可以得到最大之利益。森林對於氣候之調節，雨量之影響，人生之關係。用一堆亂木屑如何製成酒精或糖類等。凡此種種問題，皆在林學討論之範圍。

至於各國的森林與木業情形，亦各有專書，如英國的森林有 Ackers (1) • Troup (17) • Whitford (20) 諸人寫過專書，美國的林學大綱 (2, 10) 亦有專書，關於德國森林經營及林業情形專書更多 (5, 7, 8, 18)，至於蘇聯的木業及森林情形，Buchholz 亦有專書論之 (4)。

至於世界森林的情形，亦有專書可資參考 (21)。

所以林學的內容，廣義的說，應當包括林業 (Forstwirtschaft) 與木業 (Holzwirtschaft)。林業之發展，在德國已有七百多年之歷史，但木業，尤其木材化學工業，森林化學工業及林產製造等，是近十年以來新興的幾件大事業，十年前出版的林學，多行缺如。

林學是以林業為基礎的，林業不發達，林學即變成了空談，與哲學玄學等一樣的令人摸不着頭腦。

林業中之森林化學工業，木材化學工業，林產製造又成了輕工業之中的重要部門，所以林

業亦可視作一種特殊的輕工業。

本書的寫作目的，在使社會上，上自政府要人，下至一介平民，對林學之內容有所認識，知道林學與農學究有所不同，一般人把農林混為一談，實在是一種不合理的見解。

第一章 林學文獻

- (1) Ackers, C. F., *Practical British Forestry* 387 p. (1938), London.
- (2) Allen, S. W., *An Introduction to American Forestry* 393 p. (1938), New York and London.
- (3) Berlin, E., *Die Forstwirtschaft*.
- (4) Buchholz, E., *Die Wald-und Holzwirtschaft Sowjetrusslands*.
- (5) Hausendorf, E., *Deutsche Waldwirtschaft*,
- (6) Heiberg, S. O., *What is Forestry? in Jour. For.* 35 (1937) p. 583.
- (7) Heske, F., *German Forestry* 342 p. (1938), New Haven.
- (8) Hesmer, H. *Die Heutige Bewaldung Deutschlands* (1937).
- (9) Köllner, F., *Forstwirtschaft*.
- (10) Kylvie, H. R., *C. C. C. Forestry* (1937), 385 p. Washington.

- (11) Lorey-Weber, Handbuch der Forstwissenschaft I-IV (1926-1927), Berlin.
- (12) Martin, H., Die geschichtliche Methode in der Forstwirtschaft (1932).
- (13) Neudammer forstliches Lehrbuch 1007 S. 500 Abb. (1939).
- (14) Price, J. H., Private Forestry: its meaning and objectives. Jour. For. 35 (1937) p. 661.
- (15) Streckler, R., Die philosophischen Probleme in der Forstwirtschaftslehre (1938).
- (16) Thomson, T., and Jerran, An Outline of Forestry 208 p. (1938), London.
- (17) Troup, R. S., Forestry and state control, 88 p. (1938), London.
- (18) Wagner, C., Der Neuaufbau der deutschen Forstwissenschaft.
- (19) Wappes, L. Wald und Holz 1520 S. 350 Abb. (1937), Neudamm.
- (20) Whitford and Craig, Forest of British Columbia, Ottawa.
- (21) Zon and Sparhawk, Forest Resources of the World, McGraw-Hill.

第二章 林業 (Forstwirtschaft, Forest Economics)

林業是經營森林而得到經濟目的之一種事業，在林學所研討之範圍內，實際工作起來便成了林業。林學是林業的理論基礎，亦可以說，林業是林學的實際應用，林學可以比爲小小的試驗室，林業則是大工廠，林業與林學不能脫節，二者須互相爲用，相輔而行，才能大見進步。

我國的林學教育雖則已有三四十年之歷史，但至今森林事業尙未建設起來，故林學本身變成了非常空洞的東西。而幾十年來亦沒有產生一本以林業爲基礎的林學著作。

林業之內容包羅至廣，凡林學本身所討論到的一切工作及事業，皆在其範圍之內。本章所述者爲林業之輪廓。

第一節 中國森林之分佈

中國幅員廣大，跨寒溫熱各帶，若以樹木之種類看，整個中國可分爲十二個區，每區皆具有特殊之氣候及特殊之林木。此十二區爲何？即粵南區、華南區、華中區、華北區、松江區、白山區、燕興區、雲貴區、西藏區、蒙古區、天山區、阿泰區是也(6)。

各區森林之分佈，亦因海拔高度，山之陰陽坡，所在地之土壤，岩石及氣候等而有所不同。

我國最熱的地方可以比得上熱帶，如海南島五指山之南坡，雲南西南部之五福、車里、佛海一帶，爲一年四季常綠之森林區，那裏有橡皮樹、椰子、婆羅密之類；冷的地方如崑崙山、馬沁雲山、唐古拉山、阿爾泰、博哥多山等，地高天寒，終年積雪，氣溫類似在北極圈內，故寸草不生。

至於森林面積，據戰前統計材料，全中國爲一、三七四、二八〇、五七二畝，約佔國土面積百分之八強，據大英百科全書第十四版爲百分之六點九(9%)，最近筆者估計已減至三五、〇二三，八八七公頃，爲國土面積百分之三點三(3%)。其分佈地點多在東北，其次是西南各省，如雲南、西康、四川、廣西及貴州。西南森林不多，西北尤少，華中完全爲農田，不易見到森林，東北之森林，以面積言，有二千九百多萬公頃，大於內地各省森林面積之總合，以木材之體積論，大於內地各省所有森林木材容積之四倍，可惜大好山林皆已落入敵手。

第二節 世界森林之分佈

以氣候看，全世界之森林可分爲熱溫寒三帶，熱帶溫度高，雨量大，無四季之分，所形成之森林皆是常綠樹，林內有樹，樹下有樹，無層次之分，花與果多着生於老樹幹上，或者隱

藏於枝葉之下。在熱帶找不到純林，各種樹木皆有，纏繞的藤本植物尤多，樹皮上常有石斛蘭草之類寄生，如扇芭蕉、咖啡樹、紅毛丹，紫檀、檳榔、椰子、香蕉、婆羅密、蘇鐵及其他棕櫚科之大樹等。熱帶森林多分佈在赤道之下，在南北緯十五度之內，年雨量皆在兩公尺以上，如蘇門達拉、馬來半島、荷屬東印度羣島、婆羅洲、南美的巴西亞馬遜河流域，可倫比亞、圭內亞與非洲赤道下之剛果一帶，皆屬於熱帶林區範之內。

溫帶森林，在南北緯十五度以外，包括的區域最爲廣大。有的地方受氣象學上所謂信風 (Passat) 之影響，形成乾燥之沙漠地帶，如蒙古的戈壁，新疆的沙丘，阿拉伯、非洲之薩哈拉大沙漠，北美加洲南部，阿里從納之西部一帶沙漠。在南緯有澳洲中部之大沙漠，非洲南部之乾燥地帶，有的地方四季之分，不甚顯明，但有冬天落葉之樹木存在，或者有四季之分，在冬天所有闊葉樹全都落葉，美國、中國本部及大部歐洲皆包在內。林木種類多爲山毛櫸，麻栗、青岡、樺木、白臘樹、核桃、板栗、洋槐、椿、棗、榆、槐、桐、柳之類。

寒帶林多見於北半球，如我國之東北一帶，蘇聯之大部，日本北海道，歐洲的德國，芬蘭、瑞典等國，美國北部，加拿大等處。這些地方雖則亦有闊葉樹，但爲數爲量實不足與針葉樹比倫。寒帶林中之主要樹木有四大類，一爲松樹，各種松樹，皆爲雲杉，各色各種之杉樹，三爲樅樹，內包各種冷杉，四爲落葉松，較前三種更能生於高寒之地。美洲的白松，落磯山之黃松，長葉松，日本的黑松，法國的海松，東北的黃花松，朝鮮松，歐洲的赤松，都有相

當廣袤之大森林；至於雲杉，樅樹與落葉松等種類較多，不在此多舉。

在同一林帶內，因海拔高度，氣溫，風速等因素，還有層次之分，最低處為熱帶林，較高處為溫帶林，最高處為寒帶林，再高即達樹木之生長界線，垂直的說是草原，積雪，水平着看為南北極圈內之草地及冰山，在那裏已無森林存在了（有欲知其詳者翻閱拙著造林學世界森林之分佈一節）(11)。

第三節 各國森林一瞥

這是一件有趣味的事實，現在世界上最著名的富強之國，都擁有大面積之森林。森林是一切輕工業之母，因此各該國之化學工業亦特別發達，在歐洲如德國與蘇聯；在美洲如美國及加拿大，在亞洲如日本，南半球無大好之森林，因此亦無富強之國存在。

德國之森林經營已有七百餘年之歷史，故林業之發達遠駕乎世界任何國家之上，木材化學工業亦非英美各國所能比擬。德國有五大國有林區，有森林約一千三百萬公頃，約佔國土百分之二十七，每人平均森林面積為〇·一五公頃。因了用木材製糖，衣服，汽油等，故木材年消耗量大於木材產量，德國一千三百萬公頃之森林，每年約產五千萬立方公尺之木材，但還要由外國購買大量木材，每年亦約為五千萬立方公尺(18,19)

蘇聯森林面積在一九三六年為五萬一千二百萬公頃，一九三七為六萬一千八百萬公頃，一

九三八爲九萬九千三百萬公頃，每年可產木材六萬四千萬立方公尺。以森林面積論，蘇聯比德國大七十六倍，以木材產量論，比德國大十三倍，每人平均森林面積爲五·一公頃，蘇聯之木材產量遠駕乎歐美各國之上，木材貯藏量約佔全世界三分之二，每年木材砍伐量由政府規定，爲三萬二千萬立方公尺，爲木材產量之半數。因此，蘇聯森林面積只有逐年增加，而不會減少（10,13）。

美國森林面積不如蘇聯，林業經營之合理不如德國，但得天獨厚，森林亦頗可觀。美國在三百年前有森林八萬二千萬英畝，約佔國土面積百分之四十三，十數年前森林面積大行減少，僅有四萬七千萬英畝，約佔國土面積百分之二十五（24），現在至多也不過二萬萬公頃（16），每人平均一·五公頃。因此美國每年木材入口值（強半也木架），尙大於木材之出口值（整木料，輸入中國及日本）。美國工業儘管極端發達，但在林業方面是走的下坡路，趕不上蘇聯德國及日本。

日本森林建設，自明治維新以後，亦不遺餘力，現在成績事實在美國之上。有森林六千四百萬公頃，約佔國土百分之六十八，每人平均有森林約一公頃。

英國本土森林雖則僅佔百分之六，但殖民地森林頗多，合計約七萬萬公頃，僅次於蘇聯，大於世界任何國。法國呢？連上殖民地的森林亦有一萬五千一百萬公頃。我國森林以筆者估計，至高不過五千五百萬公頃，約當蘇聯十五分之一，美國四分之一，但我國人口多，約大蘇

聯兩倍半，大美國三倍有奇，因此每人平均森林面積不過小點一公頃，僅爲英國一個國民平均應得之森林面積的一百五十分之一，蘇聯五十分之一，法國四十分之一，美國十五分之一，像這樣的一個無林國家，難怪每年都有水旱天災。

爲醒目起見，我在此把各國森林面積（殖民地的森林在內）及一個國民平均應有的森林面積列表於左：

國	別	森林面積（單位百萬公頃）	每人平均森林面積（公頃）
蘇	聯	九九三	五·一
英	國	七〇〇	一五·二
美	國	二〇〇	一·五
法	國	一五一	四·〇
日	本	六四	〇·九七
德	國	一三	〇·一五
中	國	五五	〇·一二

由此看來，我國是森林最缺乏的國家，在所謂『四大強國』中，我國是最弱之一員。而且

我們的所謂『林』，實在夠不上林的標準，樹木疎稀，幹曲而矮，東倒西歪的極不整齊。

雲南是富於森林的省份，但每人平均面積爲〇、〇九二公頃，尙不足小點一，上表所列數字，還是樂觀的看法(5)。

第四節 各洲森林面積一瞥

前所言，是以政治及森林國有權着眼的看法，若以自然地理看，各洲森林面積分佈不同如次(15)：

洲	別	森	林	面	積	所	佔	%	在	各	該	洲	所	佔	%
亞	洲			二、〇九六			二八・〇					二一・六			
南	美	洲		二、〇九三			二八・〇					四四・〇			
中	北	美	洲	一、四四四			一九・三					二六・八			
非	洲			七九七			一〇・六					一〇・七			
歐	洲			七〇四			一〇・三					三一・一			
澳	洲	及	其	他	二八三		三・八					一五・一			

南美洲地廣人稀，多爲未開化之民族所佔據，森林面積所佔之百分率較大，其餘歐洲最大，北美次之，亞洲更次，澳洲居末位，一覽各洲之強弱，恰好與森林之多寡成正比，這是一個最耐人尋味之事實。

第五節 森林間接之利益

森林之間接利益頗多，如調節氣候，涵養水源，增加雨量，防止山洪與水患；水土保持等。我們生活在富有森林的環境中，我們的智慧便會增加，身體便會健康，感到大自然之美、國家山河之可愛，愛國心便會油然而生，所以森林對於國民精神上的陶冶，是一種無形的大收穫。日本、德國、蘇聯人民，作戰那樣兇猛皆與森林有密切關係，不過一般人都會注意到這點。

Hiley (20) 氏在他的林業經濟一書之引言中謂森林能防止山崩石墜，固定流沙，保存水土，對人類利益之大，遠超過金錢收入之上。Eberts (14) 氏主張造林之理由甚多，但主要者爲提高文化，使大地美化，供給人民一切原料，氣候調節，減少風害，涵養水源，水土保持，防止流沙，保護土地，製造各種軍用品，發展國民經濟，減少失業者等等。

爲證明森林可以調節氣候之事實，須設立森林觀測站。森林氣候觀測站計有三種，第一爲林中觀測站，地點是在大森林之中，森林面積至少須足三十公頃，林地貴乎平坦；第二爲林邊

觀測站，地點在林邊，大片森林之內沿或外沿皆可；第三爲平野觀測站，所在地點之四週無森林存在，平野面積約一千至一千五百公頃，距森林之邊沿至遠約爲二千公尺。這樣三種不同的觀測站，同時作觀測工作，將其結果互相比較，即得到林地與無林地氣候變化不同之結果。

關於森林氣候之觀測工作，在瑞十日納瓦附近始於一七九六年，德國的森林氣候觀測工作較晚，始於一八三一，法國約在一八五九，瑞典在一八七六，奧國在一八八四，甚至在印度，在去今五十餘年前（一八九三）於西北部得拉丁地方，亦設立了森林氣候觀測站。有林地與無林地，各種氣候因素之不同，有百數十年之材料可供參考，再不容吾人置疑。

一 調節氣候

溫度對於森林之關係，乃爲一般地理學家植物學家，氣象學家等已知道之事實。在某種溫度之下即形成某種森林，超過某種溫度界線，森林即被毀滅。但森林本身對於所在地之大氣溫度亦有很顯然之影響，則尙少有人道及。

森林對於溫度影響之研究，即根據上述之氣候觀測站之記錄報告，互相比較，即得森林對氣溫影響之結果。在封閉的森林中，夏天溫度常較無林地爲低，冬天則較無林地爲高。溫度相差之大小更因季節及構成森林之林木種類而有不同。根據施來伯之報告（N），林內溫度與林外溫度因季節與林木種類有左列之差異：

溫度單位依攝氏溫度計，觀測時間計四年。吾人在夏季到名山遊覽，一入山林，即覺空氣涼爽宜人，亦即此故。

德國普魯士森林氣候觀測站網有二十一年的記錄，由一八七五至一八九五，二十一個年頭中，工作未間斷。我們只把七月與一月的溫度記錄拿來作一比較，即看出林中與林外溫度之差，極為顯然。七月為一年中最熱之月份，森林中的溫度比無林地溫度為低，相差在攝氏表六度以上，一月的溫度最低，但林中溫度較高，相差可在五度以上。

林木種類	春		夏		秋		冬	
	觀測	得	觀測	得	觀測	得	觀測	得
赤松林	一·五七		二·七七		二·〇二		一·〇七	
雲杉林	二·八七		三·七〇		二·六三		一·九〇	
水青岡林	一·一三		四·二七		二·二〇		〇·八七	

觀測地點	年	胸高處		冠中	
		七月林內溫度較低	一月林內溫度較高	七月林內溫度較低	一月林內溫度較高
普魯士	一八七五—一八五年	六·五〇	二·七〇	四·九〇	三·一〇
	一八八六—一九五年	六·一〇	五·三〇	五·四〇	四·〇〇

威·際堡	南德(明興附近)	五·三〇	二·一〇	四·七〇	一·六〇	三·一〇	缺
------	----------	------	------	------	------	------	---

這很顯然，林中與無林地之溫度是有相當差異的。夏天爲什麼森林中之溫度較低？原因很多，樹木枝葉蒸發水分時，須要吸收空氣中之熱量，林中溫度因之降低，太陽光線一部被樹冠所阻礙，不能全部射入林中，氣溫自然難以升高，還有樹林本身對於氣候之影響，類似湖澤之上空，白晝氣流下沉，夜間氣流上升，這一點，學過滑翔的人知道得最清楚，無須細述。

林中與無林地不僅空氣中之溫度不同，若細加研究比較，連土壤中之溫度亦因森林之存在與否而有極顯然之差異。有林地之土壤溫度變化常小，無林地之土壤溫度變化常大，溫度相差有時亦可達六度以上。

二 涵養水源

『青山秀水，窮山惡水』，這是我國民間流行的諺語，短短的八個字，說明了森林對於水源之關係。所謂青山，即是被森林長滿的青山，所謂秀水，是流水潺潺，清可鑑人的綠水。山上無林便成窮山，大雨一來則山洪立至，變成惡水。

清朝梅信言在書棚民事中有云：『余來宣城，問諸鄉下，皆言未開之山，木堅石固，草樹

茂密，腐葉積數年可二三寸，每天雨從樹至葉，從葉至土石，歷石罅，滴瀝成泉，其下水也緩，又水下而土不隨其下，水緩，故低田受不爲災，而半月不雨，高田猶受其浸漑。今以斤斧童其山，而以鋤犁疏其土，一雨未畢，砂石隨下，奔流注壑，澗中皆填墟不可貯水，畢至窪田中乃止。及窪田竭，而山田之水無繼者，是以開不毛之地，而病有穀之田，利無稅之備，而瘠有稅之戶也。』森林與水源之關係，古人亦有很正確之觀察。

孫中山先生在民生主義第三講中有言：『許多山巔都是童山，遇了大雨，山上沒有森林來吸收雨水，山上的水便馬上流到河裏去，河水便馬上泛漲起來，卽成水災……有了森林，遇到大雨時，林木的枝葉可以吸收空中的水，林木的根株可以吸收地下的水。如果有極隆密的森林，便可吸收大量的水。這些大水，都由森林積起來，然後慢慢的流到河中，不是馬上直接流到河中，便不致成災。』

森林可以調節水源，土壤中水分過多時，因林木的枝葉之蒸發，逐漸減少，地下水分過少時，樹木可以封閉其氣孔，減少蒸發量，保留一部分的水在樹體內。所以森林裏的河流，其流量常能保持一定，天氣乾時，水不過少，大雨來時，水也不驟然加多，細水長流，是林中河流特有的性質。

Vermont 在美國紐約州，對森林與水源之關係，曾作過一個長時間的研究，結論是，有林地川河之流量較無林地川河之流量能保持平衡，天氣乾燥或多雨，對川河中之流量影響頗

小。有林地雨水之消失，並不隨流水而去，雨水之一部常爲樹冠之枝葉所阻，不能降至地面，即降至地面，又常被草叢或林中之落葉層吸收，簡或一部分水量由滲透作用流入地中，再被樹木根子吸收，重新流入葉面，經蒸發作用，回入大氣中，無林地之雨水，除一小部由太陽直接蒸發外（因天雨時，陰天，溫度低，蒸發量很小），一部滲入地下，百分之七十以上都在很短的時間內流入川河中。

有林地，地下水面常較淺，易抽井取水，無林地，地下水面則降低，抽井較難。Megee氏在美國曾研究過九千五百零三個水井，他說，在二十年中，因了森林面積減少之關係，地下水面下降了一呎三吋(8)。

昆明城東北雙乳山附近有兩個鄉村，皆靠山地種田，甲村在三十年前，因山上無森林，只能種老玉米，山藥，芝蔴之類。後來山上造了林，現在旱地變成水田，每年皆能大量培植水稻；乙村則適得其反，在三十年前山上有樹林，因此村之附近皆是水田，後來森林被砍光了，現在水田變成了荒地。又如甘肅興隆山，因有一片森林，流經榆中縣的那條小河，便終年細水長流，榆中縣四週之縣境皆爲荒山，故無細流；陝西終南縣的一片稻田，完全靠太白山上之森林涵養的那點水源。森林與水源關係至爲密切，古今中外之實例頗多，Chene氏在一九一〇年於世界造林學會席上曾提出了一篇極有價值之論文，他舉了很多地方之實例，森林被光伐之後，水源即變小，終而至於乾枯，無樹地一旦造了林，原來的乾山谷中反而有了清流。

近海之地多雨，乃爲一般人所熟知所相信之事實，主因，太陽光照射於水面時，水分即因蒸發作用化成氣體飛入空中，遇高空冷氣則凝雲落雨，但同樣面積森林之蒸發量比湖沼川河江海同樣面積之水量大三倍，却無人注意。森林需要地下水頗多，如樹木之生長，舉行同化作用及蒸發作用，處處却要地下水。因此，太陽照射於樹林之上，樹木根即由地下水吸水，地下水由蒸發之消失較太陽水面之直接蒸發要大三倍，海拔愈高，蒸發力愈小，據 Weber 氏之統計表，我們看出，由很多不同的森林氣象站之觀測結果，蒸發量有左列之不同：

海 拔	高 平	野 林	中三倍後森林之蒸發量
〇——一〇〇	五五%	三七%	一一%
一〇〇——二〇〇	五三%	三〇%	九〇%
三〇〇——四〇〇	五八%	二五%	七五%
六〇〇——七〇〇	二二%	一三%	四九%
七〇〇——九〇〇	一七%	一〇%	三〇%

平原森林地之土壤較爲乾燥，乃因森林之蒸發量太大之故，高山上之森林地，因了蒸發量特小，常能保持很多之水分，故能涵養水源，使其四季常流(29)。此外如樹種、土壤、地勢、坡向、雨量、陰晴等亦都有關係。這是一個各方面牽扯極爲複雜的問題，此處可述，爲一局部

之事實，山上的森林乃土壤水分之保持者，水源之涵養者。

森林能涵養水源，在海拔較低之處所，因蒸發量過大，雨量得來之水，常一大部又被森林吸收。在山地，雨量多，蒸發量小，如德國 *Fritzen* 地方之雲杉林，該地年雨量為一〇九三·八公厘，蒸發為三二二·五，其餘七七一·三公厘滲入土內，這一點富餘之雨水，若以每公頃為單位計算，應為七千立方公尺，如每分鐘使其向外流三至八升，大雨時每分鐘流十三至二十公升，則此一公頃地下之雨水可夠長流一年之久。

三 增加雨量

空氣中之含水量因溫度不同而異，溫度高時含水分較多，溫度低時含水分較少，所謂含水量之多少，乃指空氣中所含之水分已達飽和點，但水分仍能保持於空氣之中，不被分出而言。超過此飽和點，則水分凝結成雲雨（☉）。例如一公斤之空氣，溫度十五度時，其中含水量為一〇·九克，如溫度降至四度，則僅能含水八·三克，其中二·六克之水被凝結分出，分出水之分約為百分之二十四，由十五度降至十四度，雖僅一度之差，但一公斤之空氣，亦有〇·七克之水，約佔百分之六被分出。森林所在地氣溫常較低，同時因了枝葉之蒸發作用，能使空氣中水分增加。水分多，溫度低，則自然多雨。

德國 *Mittrichs* 教授，根據十六個森林氣象觀測站五年不斷的記錄結果，得知有林地空氣之相對濕度比無林地空氣之相對濕度為大，相差最大時是在夏季，秋季次之，春天較小，冬

天最小，濕度相差可達一三·六一，在夏天相差八、九、十、十一等乃屬常事。闊葉樹所在地空氣濕度尤其顯著(27)。在水青岡林着葉時期內，其附近相對濕度比無林地約高百分之八至十三。由很多森林氣象觀測站記錄結果，得知：

空氣中較多之相對濕度		夏	季	秋	季
水	青岡林	九·〇%	五·六%		
雲	杉林	六·二%	五·六%		
松	樹林	八·八%	七·〇%		

我們還知道一件事實，在氣象學中稱呼氣候之乾燥與濕，要按下列之相對濕度：

不足	五五%	極乾
五六——	七〇%	適乾
七一——	八五%	適濕
八六——	一〇〇%	極濕

在適乾之地域，若造上大面積之森林，氣候即可由適乾變為適濕，其理至明，無待詳述。

不過由森林增加到大氣之濕度。因地勢風向等關係，其降雨地點不一定恰在森林地。一般言之、地勢愈高，降雨之機會愈多，因濕氣經過高山巔流動時，必因飽和而分出其水分，有人研究過：

海拔高度(以公尺計)	雨量增加之百分數
一〇〇 — 以下	一二·五
一〇〇 — 二〇〇	一四·二
六〇〇 — 七〇〇	一九·〇
七〇〇 — 八〇〇	四三·七
九〇〇 — 一〇〇〇	八四·二

關於森林與雨量之關係，德法二國記錄最老最多，茲再舉法國七年觀測實例，在昂西附近有兩個觀測站，一在新船克，一在阿曼司，前者位大森林中，後者位於無林地，海拔高度二地相同，皆為三八〇公尺，觀測站整七年，其雨量不同如次。

地 別	春	夏	秋	冬	一年	差
新船克(林中)	一五九	一八七	一九三	二二二	七五一	

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

原
书
缺
页

之田中，由雨水得來大氣中之氮氣平均為十一至十三公斤(23)。

J. H. Gilbert 研究過各種農作物，所需要之氮素不同，若以公頃計，每年氮素之需要量如左：

小	麥平	均(二三公斤)
大	麥	二〇公斤
小	豆	三五公斤
馬	豆	三七公斤

據 Graf 之研究，需要之氮素更多：

小	麥	六二・四
洋	芋	六〇・九
黑	麥	五一・八
馬	豆	九五・八

二氏之研究，無論誰是，每年每公頃之農作物所需氮氣素恆在二十公斤以上，此數皆較每

年由雨水帶來之量爲大。故田農不施肥料，不會有好的豐收。

現在我們再看每公頃森林所需要的氮素量，據 Schroeder 之研究，每公頃森林所需要之氮素如次：

林種	木類	木材之需要量	每年落葉之含量	合計
水青岡	林	一〇・三四	四四・三五	五四・六九
雲杉	林	一三・二〇	三一・九二	四五・一二
冷杉	林	一三・二六	?	?
樺木	林	七・二二	?	?
赤松	林	?	二八・九四	?

由上表觀之，每公頃森林生長木材時，每年所需要之氮，可以雨水帶來之氮素相抵消，葉中之氮素爲森林對於土壤之供給量，林中落葉若不掃除，瘠地必能變肥，即因此。

這是一個最有趣的事實，同樣面積之土地，如以公頃爲單位，培植森林所得的炭水化合物之生產量常較農作物爲大，每公頃森林之木材年產量，最壞亦能達一千五百公斤（去水後），最多可達八千公斤以上，普通爲五千至七千公斤。每年生長之葉的重量（一百零五度長時乾燥後計算），亦在三千公斤以上。例如：

林 木 種 類	每 年 所 產 之 葉 量 (以 公 斤 計)
水 青 岡	三、三三一
雲 杉	三、〇〇七
赤 松	三、一八六

葉與木材之重量合計。每公頃每年約九千至一萬斤，燃燒後有一百至二百五十公斤之灰，其中含有多量之鉀與磷，以及其他鈣鎂等礦物質。

種田呢，每公頃糧食與乾草合計不過五十公斤，甜菜不過三千六百公斤（皆去水後之重量），僅及森林之收入三分之一至二分之一。

木材之成分：

炭	五〇%
氫	六%
氧	二四%
氮	一%
灰	一%
分	

每公頃木材產量，少者說平均為四千公斤，其中應含有兩千公斤之炭，可產生熱量 $12 \times 2000 = 14340,000$ 卡路里，這熱量可使一百四十四點四立方公尺之水由零點熱到沸點。一公頃內的百年森林。其所產之木材，在理論上可使一萬二千九百零六噸之水（每公斤之噸）由零點熱至沸點，這些水放置於平面上，深可一二九公分（約四尺）。人類利用着這一種熱力得以生存。

每人每年平均木材之消耗量，因國別不同：

德	國	一·七（立方公尺）
法	國	一·四四
瑞	士	一·二七
意	大	一·二五

近來因為木材化學工業發達，木材之消耗量及昔日更大。汽油、糖、衣服、皮革等皆由木材之碎屑製造，故德國政府現在禁止人民用木作柴燒。

我國農田面積約為百分之十四，可培植森林之面積，據筆者估計可兩倍於此數（因沙漠雪山草地不能造林），可是這些地現在都荒着，政府尚未利用之以造大規模的森林，而私人亦未看到這是大利之所在。我們的荒山荒地若都培植了森林，則我國會由貧弱變富強。

二 建設林業較省工省錢

同樣面積，不僅在生產上林業比農業為大，在人工之消耗上，林與農亦大有不同。農作物須年年經過翻土、施肥、播種、除草、灌溉等手續，用的人工多，消耗大，經營林業比較省事，最初用一次人工造林，以後須一勞永逸，若利用自然更新得法，使大樹之下生小樹，大樹伐倒，小樹長大，雖千百年後，還依然能收到森林之利。荒山荒地，只要把季節抓住，不經翻土施肥等工作，即可播種造林。

德國人有過詳細之研究，一平方公里（一百公頃）之荒地，造成森林，用人工最少時不過二百三十五個工，最多時不過九百工。一方公里之面積為一千五百畝，經營農業時，這點人工，當然無濟於事。

林業經營之主要工作不外：

名	種	工	之	分	配
林路建設	築			一一%	
造林或更新	新			二四%	
伐木與運	輸			五九%	
其他				六%	

自然這種工作，人工百分數之分配，並非固定不變。

德國普魯士森林局根據十五萬六千七百七十二人之工作結果，每一平方公里之森林經營，平均用三百六十八個工。換句話說，經營八十二公頃之森林，平均只用三百個工，簡言之，一個工人可以經營九十多公頃的森林，而時間上還有富餘。在技術方面，還無須現代的機器。

在民國二十八九年，那時物價還算正常，筆者在雲南推動民衆造林工作，由採種子，播種到成苗，一元可得一千株小樹。在民國三十二年秋及三十三年春，在北碚指導民衆造林，北碚管理局沒有用多少金錢，採果一千七百餘石，得純種六十餘石，播松、杉、柏在四百萬窩以上，成苗以千萬計，可惜四月初未落雨，天氣太乾，很好的幼苗，強半枯死。

造林工作比農田省錢得多，德國每公頃之造林費用，少時不過五馬克，至多不過二十三馬克，連搬運、修路、移植等工作費用亦包在內。

三 森林生產資本

森林資本之主要者不外：

(1) 木材。

(2) 不動產，如職員，工人，器具等所需要之建築

(3) 可動產，如伐木，耕種，移植，修路所需要之工具等。

(4) 資金。

(5) 種子，幼苗及林中其他副產：

林業之經營乃以木材爲主，其他一切皆屬次要。森林由造林到利用所須要之時間較農業爲長，但省工省錢，平均每年之收入，亦較農業爲大。有風雹、水災、大旱之地方，農作物可以全部失敗，但森林可以依然生長，不受災害。

建設森林第一次所需要之資本，除初造林之數年無收入外，以後可年年收益，且每年收益之大，可大於第一次投資一倍至數倍。匈牙利、德國、法國皆有很精確之報告，如德國每公頃造林費用至多不過二十三馬克，但每年每公頃之收入可由數十馬克至數千馬克，樹枝、樹葉、果實、種子、香菇、松脂之類尙不在內。

森林每年收益之大小，視森林種類不同而異，矮林作業收入最少，但由投資到收益中間所須要之時間較短，中林作業比較矮林大些，但仍不如喬林之收益爲大。喬林之中，收益最多者爲針葉樹林，其次是針葉樹與闊葉樹混交林，純闊葉樹林收益較少，惟特別經濟林所用之樹種則屬例外。爲國家前途想，宜多量培植大面積之針葉林。

德國國家森林每年之收益平均皆在三萬萬馬克以上，且木材製造品之價格不在內。

我國宜林面積約爲百分之三十九，如果造了林，每年所產之木材，約五倍於實業計劃最初十年內所需要之木材量。

總之，森林能生長於不能田農之極壞荒山或荒地，既省工又省錢，且收益較農作物爲

大。

第七節 森林之直接利益

將詳述於主產利用，木材保存，木材化學，副產利用等各章節中，茲從略。

習題

- (1) 林業林學有何區別之點？
- (2) 中國之林學教育已有三四十年的歷史，何以森林建設事業尙未見成績？
- (3) 以世界眼光看，那國的森林面積最大而木材產量最多，並請將數目字舉出。
- (4) 我國東北森林很多，然而面積究有多大？且分佈於何處？木材究有若干萬立方公尺？
- (5) 森林能調節氣溫，請舉出證據來。
- (6) 森林可以涵養水源，請告我以實例。
- (7) 森林能增加雨量，是否？請詳述之。
- (8) 森林對於水土保持有極大之效力，請告我以實例。
- (9) 森林對於一國人民之精神上有何影響？
- (10) 荒地種田之收益不如造林，何故？

第二章 林業文獻

- (1) 何景：河西祁連山植物羣落記略，三十二年五月。
- (2) 徐善根：中國黃土區域土壤冲刷概況，民二十七年。
- (3) 芬次爾：甘寧青三省林政之概況，西北農林創刊號。
- (4) 郝景盛：治河與造林，青年與科學，一卷二期，三十二年九月。
- (5) 郝景盛：雲南林業，民二十九年，昆明。
- (6) 郝景盛：中國森林之過去與現在，文化先鋒二卷十九期，三十二年九月。
- (7) 郝景盛：中國林業建設，頁二三，民三十三年。
- (8) 郝景盛：森林與水患天災之關係，文化先鋒，二卷十期，三十二年六月二十一日。
- (9) 郝景盛：昆明水患與造林，昆明民國日報，二十八年十月二十五日。
- (10) 郝景盛：蘇聯林業之新進展，農聲，二二五期，三十一年。
- (11) 郝景盛：造林學，生態篇，商務，三十三年。
- (12) 蔣委員長訓話，民三十二年三月二十九日，重慶大公報。
- (13) Buchholz, Zeitschr. f. F. u. J. (1937) S. 628.
- (14) Eberts, Z. f. W. III (1935) S. 667.

- (15) Encyclopaedia Britannica 14. Edition.
- (16) Grunwoldt, Z. f. W. III (1935) S. 1034.
- (17) Guse, Z. f. F. u. J. (1899) S. 611.
- (18) Heske, Die Forstwirtschaft Deutschlands (1935).
- (19) Heske, German Forestry (1938) New Haven.
- (20) Hiley, The Economics of Forestry (1930), Oxford.
- (21) Neys, Forstwiss. Centralblatt (1901) S. 440.
- (22) Schreiber, Die Wirkung des Waldes auf Klima und Witterung. Tharander forstl. Jahrbuch 49 Bd. (1899).
- (23) Stüchtung, in Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung (1922) Heft 3.
- (24) Toumey, Seeding and Planting (1931) p. 2.
- (25) Völker, in Report on the Improvement of Indian Agriculture (1895) p. 30.
- (26) Walker, Meteorolog. Zeitschrift (1908) S. 87.
- (27) Weber, in Handbuch der Forstwissenschaft I S. 43-187 (1926).
- (28) Wolff, Aschenanalysen von Lend- und Forstwirtschaft Produktion I (1871), II (1880).

第二篇 森林基礎

第三章 森林立地學

森林立地學 (Forstliche Standortislehre Silvics) 者乃專門研究森林創立處的土地之一種學問 (3)，研究對象為構成土壤之岩石種類，岩石之風化，植物對於岩石破壞作用，土壤、林地之性質，林地之保護等。故森林立地學亦有名為森林地質學 (Forstliche Geologie) 者。

在林學之範圍內，屬於自然科學的。有三個基本科目，即地質，植物與動物，研究這三種科目之應用，即成為森林立地學，森林植物學及森林動物學，這三者是林學之中各成了一個獨立的部門，不過森林立地學專研究森林之創立地之土壤，它的性質，它的形成，因時期不同而引起的諸種變化，森林對之所引起之諸種現象等。

第一節 形成土壤之岩石種類

在地質學上關於岩石之構成，一般論之，分為三大類：

第一、火成岩 一塊一塊的岩石，它的形成是由於地球內部之熱力，如熔岩 (Lava) 或熔

岩漿 (Magma) 變成的岩石，熔岩與熔岩漿在地球之深處，是液體的岩石，由內向外流出來，冷卻後即成爲岩石。此種岩石不分層次，具結晶體及顆粒。

第二、水成岩 這種岩石是有層次的，當年形成時是由於水的搬運力。大塊岩石經風化破碎之後，爲風水所攜，離開了原來的地方，至相當處所再行沉集，年深日久變成岩石，所以這種岩石是有層次的。

第三、變質岩 即非水成岩又非火成岩，它是前邊兩種岩石在高溫及高壓之下變成的一種岩石。

地殼之成分有人研究過，由地表至深約十公里處，爲各色各種的岩石，而這些岩石又含有各種不同的成分。如果以化學上的原素爲單位，我們來分析一下岩石之成分，用重量計算，按百分率分配，其中有十五個原素最關重要：

原 素 之 名	稱 代	表 字	母 含	量 之	百 分 率
(1) 氧		O			四·七
(2) 矽		Si			二·八
(3) 鋁		Al			〇·八
(4) 鐵		Fe			四·五

(5) 鈣	Ca	三 • 五
(6) 鎂	Mg	二 • 五
(7) 鈉	Na	二 • 三
(8) 鉀	K	二 • 二
(9) 氫	H	一 • 〇
(10) 鈳	Ti	〇 • 三
(11) 氯	Cl	〇 • 三
(12) 炭	C	〇 • 二
(13) 磷	P	〇 • 〇 • 九
(14) 錳	Mn	〇 • 〇 • 七
(15) 硫	S	〇 • 〇 • 六

以上由第一至第九種原素之合約為百分之九十九，其餘所有原素之合不過百分之一。其中以二價之氧為最多，四價之矽次之，三價之鉛與鐵又次之，兩種之鎂與鈣及一價之鉀與鈉又次之。

在比較多之九種原素中，對於我們森林植物之生長，以鉀、鎂、鈣、鐵四種金屬為最重要，其次是非金屬磷及硫。

第二節 風化

日光、空氣、地下水、晝夜之變換，冬夏之往來，天氣之一冷一熱，一雨一晴，一濕一乾，植物因季節之不同，生長旺盛與停止，都能促成岩石之風化。

岩石之風化，可以別為兩種：

一 物理性的風化

溫度之一冷一熱，岩石容積之縮小與膨脹，地心的吸力，風力的搬運與削磨，江河川海之水的激盪，冰川冰山之流動，均能使岩石崩壞或風化。

熱則膨脹，冰則收縮，為一般鑛物及岩石之通性，不過膨脹系數之大小，因岩石種類而有所不同。例如溫度增高一度、膨脹系數因岩石之種類不同如左：

岩	石	種	類	膨	脹	系	數
石英，主軸平行							± 0.000007
石英，主軸垂直							± 0.000013

岩鹽	+ 0.000039
金剛石	+ 0.0000006
方解石，主軸平行	+ 0.000026
方解石，主軸垂直	- 0.000005

由此少數之實例，可以看出，任何岩石與礦物，它的體積都隨溫度而變化。

岩石皆具有熱力之傳導性，每小時之速度約為三分，一日之間，太陽之熱力可伸入岩石約一公尺深處。太陽西下則變冷，晝夜溫度之差，在海洋中僅為一兩度，在大陸多界於十五至二十度之間。一年的最高溫與最低溫之差，因地而異，在乾燥之熱帶氣溫可達五十度以上（例如 Orse Wargla 最熱時為攝氏五十三度），最冷地之溫度在零下六十度以下（如 Verchojansk 為零下六十八度）。蒙古哈也馬頭，筆者測過，最熱時在太陽光下達攝氏六十度，令人不能忍受。西伯利亞最冷與最熱之差可達一百零一度。

岩石之溫度變化較氣溫變化尤其顯著，郝滿(Homen)氏研究過，地點在芬蘭南部，日期是八月十四五兩日，空氣之最高溫為 22.7°C，花崗岩表面之溫度為 34.8°C，土壤之最高溫可達 30°C，最低溫至——7.0°C 之下，最大之差超過 160°C，較氣溫之變化尤大，太陽熱力所達岩石之深度可至十二公尺。

成。
 岩石因一冷一熱，外表縮小，內部膨大，自然崩裂，大塊變小，小塊變碎，土壤由是形

成。
 岩石隙中含有水分時，若水分結冰，則體積膨大，約脹大十一分之一。一千個 cc. 之水，結冰後要佔一千一百個 cc. 之容積地位，岩石隙中原來之空間不能容納，大塊岩石遂被炸裂。
 地心之吸力可以使萬丈之懸崖倒塌，風中之沙礫可以使岩石之表面磨損，流水之泥沙猶如一條軟鋸，天長日久可以橫切山脈，冰川之移動對岩石之破壞亦有顯著作用。凡此等等皆為岩石物理性之風化。

二 化學性的風化

宇宙之間無純粹之水存在，江河川湖，雪雹雨露，其中或多或少皆含有少量之化學成分，一千個 cc. 之雨水，據 König 研究，其中含有：

氧	五・九七(cc)
氮	一六・六(cc)
二氧炭	九・四七(cc)

雨水在自然界中是循環不已的，降至地面成爲細流池沼，或者滲入地內成爲地下水，地下水流動遇適宜地點再出來成爲地上水，江河千里歸於海，再由太陽力之蒸發，化爲氣體又回到

大氣中，或者由植物根之吸收，葉面之蒸發又回入大氣中，在高空遇冷氣再凝雲成雨，降至地面；如此循環不已，水在地表或地下流動時，可以溶納很多物質，如鈣、鈉、鉀、鎂、硫化氫、鹽酸、硫酸、硝酸等，有時還有矽酸。地中碳酸氣比較多。水中尤易含有之。

水中含有各種化學物質時，對岩石之侵蝕力則變強，使岩石變為土壤，同時對林木及植物又是很好的營養。水對岩石之侵蝕風化，原因甚多，水可以使某些岩石分解，水可以溶某些化學氣體，某些礦物，腐植質。水中有植物根，微生物及小動物時，其侵蝕力尤大。

Hirschwald 氏曾經研究過 Kalkschiefer 在十五至二十度溫度下，每年被水侵風化厚度為一、二〇公里，百年長時可達一公尺以上；石膏風化尤速，沿 b 軸，每年可 34.8 公厘；岩石風化之快慢因種而異，石膏風化至一公尺厚度，在中部歐洲，適宜情形下，為五十七年，石灰岩風化較難，一公尺厚度之岩石，須兩千餘年。

硫酸鈣加水則變為石膏，氫氧化鈣加熱則成石灰與水，岩石中之三氧化鐵加水則成紅色土，方解石，雨水及大氣中之二氧化碳氣則成高林土，矽酸與碳酸鉀，玄武岩所形成之土壤為粘質土壤，頁岩質軟，風化速，與粗板岩都可形成粘土。

總之，岩石因種類不同，成分不同，其所形成之土壤亦千變萬化，頗不一致。立地學之中有一個部門專研討岩石之種類，風化之原因及形成土壤之關係等。

第三節 植物爲土壤之創造者

植物之生長不能離開鉀、鈉、磷、鈣、鎂、鋇、矽、硫、錳等礦物質，而這些東西平常皆存在於岩石內，植物若想得到此種原素，首先須要用根把岩石破碎，溶解、吸收、然後才能營養其身體。林木爲植物之一種，對岩石中之成分亦異常需要。

例如一公頃之松樹林與水青岡每年所需要地下之養分，據 Albert 之研究如次：

松樹林

名	稱	加里（以公斤計）	石灰岩（公斤計）	五氧化磷（公斤計）	氮素（公斤計）
總計		八	二九	五	三五
其中分配於木材中者		三	一〇	一	一〇
葉中者		五	一九	四	二五

水青岡

名	稱	加里（以公斤計）	石灰岩（公斤計）	五氧化磷（公斤計）	氮素（公斤計）
總計		一五	九六	一三	五〇

其中分配於木材中者	五	一四	三	一〇
葉中者	一〇	八二	一〇	四〇

不過植物不同，所需要之養分亦頗不一律，又因了地中之水分，空氣之溫度，年雨量及其分佈，溫度與雨量之配合，岩石之成分，土壤之性質等。而形成各種之植物社會，如森林、灌木層、草原、苔蘚、地衣、水生植物，土壤中之微小植物 (Bodenflora, Mikrophytentformation) 等。溫度高雨量較多的區域，植物生長繁茂，岩石易於破碎，土表及土內多含有機質，因此所形成之土壤顏色必較重，一般論之，性質多為酸性。雨量少而溫度特高之地，植物必少，岩石亦為之變色，如埃及之紅色金字塔及獅身人面像。

植物之根對於岩石之破壞，恰像軟性的鑽孔機，根所達到之處，岩石即被鑽成一小洞、近根冠處之根毛所放出之液體。可以使岩石分解。根之本身在岩石之洞中或隙處，因了生長，對岩石能施以極大之壓力，使大塊之岩石為之破碎。

第四節 氧化與腐殖土之形成(9)。

植物生長有新陳代謝，如葉，花與果之逐年更換，枝與根之枯死，日久天長，地之表面即被有一層枯枝敗葉。此枯枝敗葉之成分，再吸收些雨水，地下水，小動物的排洩物，鳥類之糞

便，草叢中虫類之遺體，下等微生物及細菌之繁殖等作用，即變成一種極為複雜之物質。植物的生長死亡，動物的飲食排泄，都能使所在地之土壤性質發生變化。

自然界中之氧化為一種慢性之燃燒，森林下之土壤，吸收空氣中之氧氣，使各種有機物質氧化。此處所指的有機物質不外炭、氮、氫及氧的化合物，變成碳酸氣，氮素或簡單的氮素化合物及水。氧化終了時，還有一點少量之礦物質，即原來存在於植物體中者。

故林中土內枝葉之氧化，第一須要靠氧之存在供給，氧不能達到之深處則氧化停止進行，地下水較高之地，那裏腐殖土豐富，更容易見到氧之缺乏現象。第二要靠濕度，在乾燥之情形下，氧化工作便不舉行，這一點在枯草乾木材上可見到，第三是溫度，在冰點以下時，作用便停止，第四為土壤的成分，土壤有容易氧化的，有氧化難的，第五是細菌之作用，細菌的活動靠濕氣與溫度，細菌活動的速度愈大，則土壤愈益於氧氣而成腐殖土。

童山之土質，因無死亡之草根樹葉，過乾，細菌不存在，故地變不毛，寸草不生。富於森林之山地，則土質肥沃，可以把樹砍倒田農，就是這個道理，因前者無養分，後者為腐殖土，其中含多量之養料。

第五節 土壤(二)

由岩石風化而成之土壤，其種類至為繁多，但大別之可歸入兩大類，一為原生土，即土壤

由原始之岩石形成後尙未移動它的原來位置，四川各縣老百姓所謂『土』多屬於此類、一爲再生土，原土壤經過外力之運輸，已離開了它的原來位置，如華北之黃土大平原農地土壤。

原生土 (Die autochthone Böden) 之形成，多由岩石之風化，地下水之侵蝕，風力之吹拂，雨水之浸潤，岩石表面各種植物之生長，氣溫之變化等。

再生土 (Die allochthone Böden) 之形成，則由於風、水、冰等之搬運力。蒙古的沙漠，被西北風所攜帶，吹送到華北及西北各省，在那裏堆集成高大的沙丘，這叫風成土；在海濱，有海水搬來的海成土，在河畔有河水運來之河成土；冰川流動時，其中亦攜有大量之泥沙，到適宜處所，冰塊溶化，其中之泥沙即成爲冰成土。風成土顆粒細小，不分層次，水成土中常含有扁卵圖形之砂礫，分層次，大石塊在下，小石塊在上，海成土常含有海產動物之遺骸，如軟體動物之蚌殼，珊瑚之碎屑等。至於冰成土，其中含有較大的石塊，石塊不作扁卵狀，其重心可在支點之上，構成不穩固的平衡(5,8)。

至於土壤之分類，各家意見頗不一致，有以成分不同分爲礫土、砂土、壤土、埴土、石灰土、腐植土者；有以顆粒大小分爲礫土、粗砂土、細砂土、粘土者；有以顏色分爲紫、黑、紅、黃、白各種土壤者；亦有以土壤之結果度分爲堅土、重土、中庸土、輕土、鬆土、飛砂土者，頗難以數語道盡。

土壤顆粒較小者含水量常較大，顆粒愈大者含水量反而較小，例如砂土含水量不足百分之

十九，粘土含水量常在百分之八十以上。透水性之強弱亦與顆粒之大小有關，顆粒大者，透水性亦較大，小者反之。Welltzechowski 曾研究過(5)，土壤層之厚度為一公尺，土壤用水浸至飽和程度之後，上邊再加上五十公分厚的水，土壤顆粒之大者(直徑 5——1 公厘)每分鐘可得水十三點五市升，顆粒小者在同樣時間內，不過一點三市升，二者相差在十倍以上。

土壤中之水分上升是因了毛細管的作用，顆粒細時，地下水上升的程度愈高，但顆粒之大小是有限度的，超過某種限度(例如直徑小於 0.1 公厘)之後，水之上升程度亦變小。我們先看 Alterberg 氏研究之結果，在二十四小時之內，水之上升高度視直徑之大小有左列之關係：

土壤顆粒之直徑	二十四小時內水上升高度
5.0——1.0 (mm)	111 (mm)
2.0——1.0 (mm)	54 (mm)
1.0——0.5 (mm)	115 (mm)
0.5——0.2 (mm)	114 (mm)
0.2——0.1 (mm)	376 (mm)

○·一——○·○五(mm)	五三〇(mm)
○·○五——○·○二(mm)	一一五三(mm)
○·○二——○·○一(mm)	四八五(mm)
○·○一——○·○〇五(mm)	二八五(mm)
○·○〇五——○·○〇二	一四三(mm)
○·○〇二——○·○〇一	五三(mm)

顆粒過於細小時，水之上升程度反而減小，我們再看 Mischerlich 之研究結果：

土 壤 顆 粒 之 直 徑	二 十 四 小 時 內 水 的 上 升 高 度
二·〇——一·〇(mm)	四·四(cm)
一·〇——〇·五(mm)	八·一(cm)
〇·五——〇·二五(mm)	一五·〇(cm)
〇·二五——〇·一七(mm)	二二·〇(cm)
〇·一七——〇·一四(mm)	二三·〇(cm)

腐植土	○·1 四——○·○·2 (mm)	四三·五(cm)
	○·○·2 ——○·○·1 (mm)	八九·〇(cm)
粘土		二七·八(cm)
		一五·〇(cm)

二人之研究，結果類似(2)。

土壤中含有水分，因太陽之熱力，向空氣中蒸發，其蒸發速度之大小，與空氣之相對濕度數字成反比，與空氣之流動速度(風速)成正比，即天氣愈乾，風速愈大時，土壤中之水分愈容易由蒸發而損失。例如一平方公分面積之沙土，在距地表約十公分處測之，因風速之不同，蒸發出之水分如次：

風速 (秒 公 尺 計)	蒸 發 出 的 水 分 (以 克 計)
〇	〇·四八
三	三·四七
六	四·九三
一二	八·四八

土壤之所值與樹木生長，因種而異，其值小者多適於針葉樹之生長，其值大者多宜於闊葉樹。

第六節 自然界之林地

一年中最熱的四個月之平均溫度，即由五月至八月，與自然界森林之關係，據 Meyer 氏之研究如左：

平均	溫度	度	形	成	樹	林	之	種	類
二六——三〇度									熱帶林以棕櫚科爲主
二二——二六度									亞熱帶林茶科樟科爲主
一八——二二度									殼斗科（如板栗）
一四——一八度									水青岡麻栗等
一〇——一四度									雲杉冷杉及落葉松
六——一〇度									耐冷的灌木叢
六度以下									地衣

不過溫度須有雨量配合，在此四個月中之雨量不能少於一百公厘，在只是溫度高而不降雨之區域內，如蒙古新疆一帶之沙漠及戈壁，亦不能形成森林。

第七節 岩石成分與森林

(1) 石灰岩 風化地成鹼性土壤，能生長之樹木爲闊葉樹，尤其水青岡。含有石灰質之土壤中不生水蘚類 (*Sphagnum*)，苔類及石楠科之植物，反之，水青岡，臘木樹，生長頗爲繁茂。石灰質含量較少之土中生長麻栗及樺木，濕土中才有柳及赤楊等。

(2) 鎂 在一般樹木之需要量較石灰質爲少，約爲後者含量三分之一至四分之一，樹木即能生長。土中鎂質缺乏時，樹葉逐漸變成黃色，因鎂質之在葉綠素中爲不可或缺之成分。

(3) 鉀 冷杉之需要比雲杉大三倍，幼松無鉀則葉變灰綠。

(4) 鐵 無此原素則樹葉不綠，可是葉綠素中並不合鐵質。

(5) 錳 針葉樹比較上更需要此種原素。

(6) 磷酸 各種樹木都需要磷酸 P_2O_5 ，臘木樹尤甚，它的需要量比起一般闊葉樹來要大二倍至四倍。法國昂西附近和臘木樹，有人研究過，葉灰中磷酸含量可達百分之二十二以上，麻栗不過百分之十二，其餘闊葉樹皆界於六與九之間，磷酸缺乏之土壤，枝葉樹之葉則變爲灰綠色。

(7) 硫酸與矽酸 缺乏時則葉變蒼白。

(8) 氧與地下水 爲構成木材之主要成分。

(9) 碳酸 爲造成炭水化合物不能缺乏之物質、木材、種子、果實、處處需要。

(10) 氮 多存在於果實內。炭、氧、氫、氮、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵爲樹木生長的十大元素，缺一不可，錳與矽次之。

森林所需要之土壤性質與農迥乎不同 (S. S. T.)，極爲貧瘠之山地，那裏已不能種莊稼，但仍能生長樹木。

總之，森林立地學之研究範圍頗爲廣大，它與地質學、礦物學、岩石學、氣象學、氣候學、土壤學、植物學等皆有密切關係，而每學科之中又有若干枝之學科，如土壤學，卽有顯微土壤學 (4)，研究土壤之方法 (5)，土壤微生物學等之區分，氣候學中又有所謂小氣候學 (Mikro-Klima) 及植物氣候 (Pflanzenklima) 等之不同，名目繁多，在此不能細述。

習題

- (1) 詳述岩石物理性風化之經過。
- (2) 植物爲土壤之製造者。何故？
- (3) 林木生長所需之養分爲何？

(4) 腐植植形成之原因何在？

(5) 土壤顆粒之大小與透水性及毛細管上升有何關係？試詳述之。

第三章 森林立地學文獻

(1) 郝景盛：造林學，第二章第七節，商務。

(2) Below, K., Deutschlandswald-und Ackerboden (1936) Berlin.

(3) Herrmann, Forstliche Standortlehre, in Neudammer forstliches Lehrbuch S. 9-45. (1939).

(4) Kubiens, Micropedology 243 p. (1938)

(5) Lang, Forstliche Standortlehre (1926) S. 373 Berlin.

(6) Lemmermann, Methoden für die Untersuchungen des Bodens, Berlin.

(7) Mitscherich, Bodenkunde für Land-und Forstwirte.

(8) Schucht, Fr., Grundzüge der Bodenkunde 135 Abb.

(9) Waksman, Humus 526 p. (1938).

第四章 森林植物學

構成森林的植物謂之森林植物，研究此種森林植物之專門學問，即森林植物學 (Forstbotanik, Forest Botany)。更因了這些植物，既非花又非草，株株都是高大粗壯的樹木，故又稱之爲樹木學 (Dendrologie, dendrology) 者，事實上森林植物與樹木學，二者是同物而異名 (8,9)。

一册完備的森林植物學，它的內容當包括着樹木的各方面，例如樹木標本如何採集，臘葉、果實、種子、木材等不同的標本怎樣製造，怎樣保存，樹木的分類與命名，森林植物標本園如何設置，樹木的研究方法，郊外樹木之如何識別，室內標本之如何研究，春夏季所見到之樹木與秋冬各季所見到者又有何不同之點，樹木各部之形態及生理上的特性，樹木生態與環境（如氣候、水分、地形、土壤、陽光及同類競爭等），根據根、莖、葉、花；果實、種子之特性，列出科、屬、種等檢索表及科、屬、種等之詳細記載，每一種樹木之特徵，生長的環境，繁殖之方法（如播種、插條、壓枝等），在中國自然界之分佈，根、莖、花、葉等各部分之特殊用途，等等問題，皆應當有詳細之解答與闡述。

我這裏只能作一個簡略而概括的說明。

甲、森林植物概論

第一節 外部形態與器管

一株樹木，大別之可分爲地上與地下二部，地上的部分有莖、枝、葉、花、果實及種子，地下的部分爲主根與枝根，因樹木的種類不同，各有其特殊之形態，猶其葉，花與果實。例如果實爲元寶狀的翅果，我們即可斷定它是槭樹。黑色的黑棗，黃色的柿子，紫紅的大棗，球狀的胡桃，蝶形的槐花，具刺苞的板栗，樹皮綠色的梧桐，果若豆莢的黃檗，狀似松果的化香，葉如馬褂的鵝掌楸，果長而下垂的黃金樹，花大而美麗的泡桐，果像制錢的榆樹，籽具棉毛的垂柳與白楊，樹皮一塊塊脫落的法國梧桐，以及葉如摺扇的白果，簡直各有其美態與特點，我們一望即知其爲何種樹木。

樹木名稱的斷定，主要根據是外部形態，如花之大小，構造、顏色、果實之大小，形狀、種子之形態，有無附屬物，幹皮之光滑與否，葉之形狀、數目、排列等。

第二節 內部之構造

樹木在外形上可以完全類似，但細察其內部構造則完全不同。胡桃與橘子當未成熟前雖則都是一個圓球，但一刀切斷，則不同之點立辨，竹類之莖常中空，一般樹木之幹則常中實。松

杉類在枝、莖、幹各部皆可見到松脂腺，一般樹木則缺如。雙子葉與裸子植物樹木之幹的橫斷，必見年輪，而單子葉類的的樹木之幹的橫斷面，只有維管束分佈均勻，而無年輪存在。幼枝橫斷亦有此種現象。花之構造上變化猶大。故樹木的内部構造，亦為決定樹種的一個重要因素。

形成層之工作 (10)

樹木之加粗生長，乃由於形成層 (Kambium, cambium)。它位於樹皮與木質之間，每年向內生長一層木質，向外增加一層外皮。在木質則成年輪，在樹皮則成皮層，不過皮層可以脫落，木質內之年輪除因年齡過於老大而腐爛外，常能數千年而不變更。

二 樹皮

樹皮是一種組織，幼年樹皮具有皮孔，能營呼吸作用，又有葉綠素，兼營同化作用，同時還管着樹內養料液體之運輸。老年之樹皮，生機不存，對於樹木只司保護及支持，其中常含有單寧質，染料、藥材、軟木等。有些經濟樹木，它的樹皮比起木材之價值來，還要高些，如肉桂、桂皮、金雞納、白檜皮、厚朴是。

三 木材

林業建設之主要目的在木材之生產，其果實及葉子具有經濟價值者（如油桐與茶葉）究屬少數。木材位於形成層之內部，其中具有很多條導管，司水分之運輸。木材性質又特別堅韌，

故能支持枝葉之生長與舞動。

木材的顏色，頗不一致，紅、橙、黃、綠、青、藍、紫，概皆有之。日常所見之木材，多爲白黃紅三色。幼年之樹木，其木材色澤常內外均一，老年之樹木，其木材即有心邊材之分，心材因水分缺乏，色重，邊材水分較多，色輕，心材堅韌耐久，邊材易於腐敗。

第三節 樹木生理

一粒極小的種子可生長成爲一株高可幾十公尺的喬木，自有它的道理在。樹木之所以能生長，按生理上說，有幾個應當注意之點：

一 呼吸作用

植物和動物一樣，亦是時時刻刻在不停止的呼吸着。呼出的氣體爲碳酸氣，卽二氧化碳，吸進的氣體爲氧氣，這種現象，在植物生理學 (Pflanzenphysiologie, Plant Physiology) 中，名之曰呼吸作用 (Atmung, Respiration)。樹木乃植物之一，自不能例外。呼吸作用爲一種慢性的燃燒，無形的氧化。

二 水分與養料之攝取

樹木之根能吸取地下之水分與養料，經過幹、枝、葉脈之運輸，放入大氣中。此種力量之偉大，頗可驚人，如北美的世界爺高可一百五十公尺，澳洲的有加利樹高達兩百公尺以上，我

國的樹木高達七八十公尺者亦爲數頗多，它能把地下之水送到葉內。試想，此種力量，與工程師們所製的抽水機比起來，並不示弱。地下的養料，如磷、鉀、鈣、鎂、硫、鐵等，亦隨水分流至樹木之各部。

三 蒸發作用

地下水分，經過枝幹之運輸，流至葉內，又由太陽之照射，加以相當熱力，則葉中水分化成氣體，由葉面之氣孔或幼枝之皮孔，放入大氣中，此種現象謂之蒸發作用 (Transpiration)。蒸發力之大小，因樹種、樹形、節季、氣溫、風速等而有差異，不過在同樣環境下，闊葉樹之蒸發力較針葉樹大六倍至十倍，但針葉樹中之落葉松屬的樹木例外。

蒸發力最大之樹種爲菩提樹與落葉松，其次是臘木樹，再次爲樺木、水青岡、鵝耳櫪，再次爲榆樹、槭樹、麻栗，再次是雲杉、松樹、冷杉、黑松之蒸發力最弱。蒸發力最小之樹種，常爲最能抗旱之樹種。我國尙缺乏是項試驗報告材料。

一株樺木，樹冠面積約三十方公尺，有葉片約二十萬，在夏季最熱時，一天之內，可蒸發三〇〇——四〇〇公斤之水，兩日天氣涼爽，不過八——一〇公斤，平均每天六〇——七〇公斤，一公頃樹齡一百十五歲的水青岡林，在一天之內，可蒸發二五、〇〇〇——三〇、〇〇〇公斤之水。

四 同化作用

在葉中，由空氣吸收碳酸氣，與由地下吸來之水分，在太陽光能的作用之下，即變成了炭水化合物，再由此轉化成澱粉、糖類，而分散於樹木之全部。所以葉子是樹木的養料製造廠，是廚房，一切養料物都在葉中製成。此種現象謂之同化作用 (Assimilation)。同化作用與呼吸作用不同，前者是吸收空氣中之碳酸氣與地下水，在日光照耀之下變成炭水化合物，而向外放氧，後者是將炭水化合物與氧變成碳酸氣與水，因此同化作用是向空氣中放氧，呼吸作用是向外放碳酸氣，故同化作用可以用。

$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{H光}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ 表示之，呼吸作用則爲

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

五 水分與養料之流動

水分是在木質內由下向上流動，養料是在皮部由上向下流動，二者各不相混。

第四節 樹木生長的因素

樹木生長之因子很多，但是主要者爲雨量、陽光、溫度、碳酸氣、風速、海拔高度與土壤。一年不落滴雨的地方，絕對不會生長樹木，更不能形成森林，例如蒙古沙漠，薩哈拉，澳洲中部。阿拉伯等處。反之，雨量適宜之地，如日本、德國、東三省、加拿大、蘇聯、芬蘭，聽其自然亦會有森林存在。德國林學家 Wolff 氏有句名言：『設或人類都離開了德國，百年之

後，這整個的領土將完全生滿了樹木（Wenn die Menschen Deutschland verliessen, so würde dieses nach 100 Jahren ganz mit Holz bewachsen sein）。』其次是陽光與溫度，南北極地，高山積雪，溫度太低，雖有陽光，亦不能生長樹木。因高空之寒與兩極之冷，皆為樹木之死敵，那裏不會形成森林。我們日常所有見的樹木，若用人工使之與陽光斷絕，日久一定枯死，密林之下，不生雜草，林中隙地，則花木繁茂，即陽光之有無使然也。

至於碳酸氣，為樹木生長不可或缺之物質，大氣中若缺乏此氣，或無此氣之供應時，則地面所有之奇花異草，皆將歸滅亡，因陽光與碳酸氣為舉行同化作用時不可缺少之物質。

風速適宜時，可以促進水分之蒸發，養料之運送，但風速過大，則幹折枝傷、葉落、根拔，形成巨災。

高度指海拔高度而言，愈近高空，天氣愈寒，愈近熱帶或海平面，氣候愈熱。故樹木種類，常因高度不同而異。在我國樹木生長層次，若以高度分如次：

樺木，檜

落葉松

冷杉

雲杉

松柏類

杉及其他闊葉樹

冬青闊葉樹（如茶、樟、楠、柚木之類）。

高度因緯度而異，東三省平均可以生長雲杉，在雲南及四川各省非三千公尺以上之高山不見其生長存在。

土壤之性質亦能影響樹木之生長，請與森林立地學章互相參照，茲從略。

第五節 樹形及其成因

影響樹形之原因很多，要之不外：

- (1) 日光 不見日光之枝生長緩慢或枯死。
- (2) 地心吸力 葉多，枝細，結果枝下垂而幹變彎曲。
- (3) 溫度 空氣與土壤中之濕度不足，則樹形矮小，但根部特別發育。
- (4) 風害 風速可以使樹形歪偏，幹變扁圓。
- (5) 雪壓 只見於冬日有雪之寒冷地帶。
- (6) 蟲害 菌害及各種動物之害。
- (7) 人類之害 人類可使樹木大改其天然形態。
- (8) 遺傳 優良形態之母樹常產生優良形態之幼樹。

(9) 密度 森林封閉之程度亦可以影響樹幹之直曲或側枝之有無，林密時，樹幹直，側枝少，林疏稀時，樹木彎曲，多側枝。

(10) 孤樹冠大，矮而粗，林大冠小，幹長而細。

乙、森林植物各論

國產森林植物異常繁多，據陳燦氏 (1) 之研究，有五百餘屬，兩千多種。若以樹木分類學之眼光去看，其繁多之程度，更是驚人，只柳樹一屬，有一百五十種以上 (2)。關於森林植物各論，專書頗多，可供學者閱讀參考或檢查 (1, 2, 3, 4, 6, 7, 12)。

但是，若以中國造林問題之眼光看，我國可用之樹，並不甚多，至多不過百種，其中裸子植物應當佔主要位置，其次是離瓣花類，合瓣花類與單子葉樹木，合計不過十數種而已。今略舉其名稱及特徵於次：

第六節 裸子類森林植物 (2, 3, 4)

最好的森林植物爲雲杉及冷杉，能生長於高寒山地，樹高而直，且少側枝，木材潔白，輕軟，適於作紙漿及軍用木材。雲杉類之主要種有五，在四川西南部及雲南北部山地是麗江杉，新疆，阿爾泰一帶爲雪嶺杉，西北各省如寧夏、賀蘭山及甘肅蓮花山。興隆山爲雲杉及方葉杉。東三省是魚鱗杉。這五種雲杉，若造林得法，即可使各省光山變成綠林。

冷杉可述者只有四種，與雲杉類似。亦生長於高寒之山地，但較雲杉更爲耐寒。最普通者爲華樅（如峨眉山金頂所見者）及樅樹，雲南麗江雪山雲杉林層之上有高山樅，東三省長白山的針葉林是針樅，這四種樅樹都是冷杉，是很主要的造林樹種，可以與雲杉比美。樅類的葉子脫落後，基部平滑，無突出之葉柄存在，雲杉類之葉子脫落後，有葉柄之突起宿存。

國產松樹有九，但有面積造林之價值者僅四種，卽長江流域各省常見的馬尾松，果小，二針，貴州西部及雲南全省常見之雲南松（昆明呼飛松），果小、針長、似馬尾松，但系三針成束；此外還有兩種五針大果的松樹，一爲果松（又名華山松），產內地各省及雲南，一爲朝鮮松，只見於東三省，二者果實皆大，種子大如小蠶豆，味美可食，很富於營養品。木材含松脂頗多，生長亦迅速，但耐寒性皆不及雲杉與樅。

世界知名的美國花旗松，我國亦有其同屬異種之樹木。卽長片花旗松，生長速，幹直枝少，木材軟硬適中，用途極廣。惟其現存之樹木爲數無多，此優良之樹種，恐有滅絕之虞，望國人見之切實加以愛護。

落葉松，其耐寒冷之程度，又駕乎樅與雲杉之上，爲我國最能耐寒之喬木、幹直、寡枝、果小、落葉，最普通者在華北及東三省爲華北落葉松，西南各省之高山上爲落葉松。

松，落葉松，樅，雲杉及花旗松爲我國最好之針葉樹種，靠播種造林，未成年之樹，若伐倒利用，都有絕種之危險。

杉木與孔雀杉是長江下游各省分佈相當廣泛的樹木，耐陰性頗強，能在其他樹種下直直向上生長，用播種造林及插條造林皆可。孔雀杉是一種高貴的針葉樹，雲南呼膏杉，長江下游各省叫柳杉，葉針狀而短，分五行，作旋形排列，多見於廟宇觀院，幹直、少枝、乃造林之優良樹種，但與杉木皆不能用之於黃河流域。

鐵堅杉，雲南叫沙松，果實很長，直立，不下垂，在宜良，開遠山地成林，華中各山地亦常見之。此外還有兩種梅，又名鐵杉，爲川、滇及西康造林之重要樹種。葉子很小，果球形，直徑不過三公分，在峨眉山洗象池附近成林。

柏樹，中國常見之喬木性樹木，有兩屬三種，一、華北平原墳墓中所見者爲側柏，枝扁平，葉鱗狀，顏色綠中帶黃。二、四川的柏木樹。葉有兩種，針葉及鱗葉，針葉系四枚輪生，爲四川各縣平地常見之樹種。三、雲南柏，昆明呼圓柏，又有鑽天柏之稱。果實球形，直徑約二公分，爲本屬中之最大者。昆明城外金汁河岸所見之柏樹卽此種。

檜（在陝西廟台子叫紫柏，其實非柏），球狀漿果，針葉三枚輪生，爲針葉樹中最能耐寒者。

銀杏與紅豆杉多爲寺廟之培植樹木。

總之，國產裸子植物計二十八屬，一百餘種，此處所舉不過二十餘種，種但皆爲主要的造林用樹(2)。

第七節 離瓣花類森林植物

這一類的樹木種類雖多，但在自然界森林之構成上，決不如第六節所提之樹木重要，不過其中有很多系經濟樹木，行道樹及風景樹木。

在西北各省常見的樹種，可以作西北乾地造林之用者，爲鹹地之紅柳，不怕旱的榆樹，乾地的臭椿，沙漠中能生長的胡桐。具有特別經濟價值者，如製蠟之烏臼，藥用的厚朴，出口的油桐及茶葉，可以代替食物的大棗。風景樹及行道樹有七葉樹、槭樹、法國梧桐、鵝掌楸、檉樹、白楊、垂柳，軍用木材如荷木，胡桃、樺木(13)。

離瓣花森林植物可以作造林用者多限於殼斗科、樺木科、樟科三科的植物，如樺木、水青岡、麻栗、青岡、石櫟、楠木，釣樟等(3,11)。

第八節 合瓣花類森林植物

果實具經濟價值者有柿子，黑棗；行道樹有女貞、冬青、泡桐；觀償樹有桂花，藥用樹木有金雞納。可作造林用的樹種只有一種，即柚木，而且其生長區域只限於熱帶。

第九節 單子葉類森林植物

我國華北，西北，東北各省，單子葉植物中無成喬木者，故單子葉類的森林植物之生長區

只限於亞熱帶及熱帶，如呵呵、椰子、檳榔、香蕉、竹類等是。

習題

- (1) 何謂形成層？
- (2) 試述呼吸作用與同化作用之區別。
- (3) 影響樹木生長之因素如何？
- (4) 構成樹形之原因何在？
- (5) 荒山造林，以何樹種爲最重要？

第四章 森林植物學文獻

- (1) 陳嶸：中國樹木分類學（一九三七），南京，中華農學會。
- (2) 郝景盛：中國裸子植物誌，正中書局。
- (3) 郝景盛：中國木本植物屬誌，中華書局。
- (4) Beisner, L., Handbuch der Nadelholzkunde (1909) 576 S.
- (5) Büsgen and Münch, Structure and Life of Forest trees. Wiley.
- (6) Eliot, W. A., Forest Trees of the Pacific Coast, 565 p. 248 ill. (1938)

- (7) Hao, K. S., (郝晦嶺) Synopsis of Chinese Salix with 88 fig. on 44 Plates (1936) Berlin.
- (8) Jost, D., Baum und Wald 148 S. 74 Abb. (1936).
- (9) Klein, L., Forstbotanik in Webers Handbuch I. S. 635-887 (1926) Berlin.
- (10) MacDongal, D. T., Tree Growth (1938).
- (11) Rehder, A., Manual of Cultivated Trees and Shrubs 999 p. (1940).
- (12) Schedt, C. A., Fremdländische Wald-und Parkbäume (1939)
- I. Klimasektionen.
- II. Die Nadelhölzer.
- III. Die Baubhölzer.
- (13) Schimper, A. F. W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage (1935) Jena.
- (14) Warming, Pflanzengeographie auf oekologischer Grundlage (1935) Berlin.

第五章 森林動物學 (Forest Zoology)

動物學爲科學之一種，研究的對象是動物，各種動物的外形與內部構造，生活情形，在自然界所處的地位，彼此間互相關係等皆在內。若再細分，動物學尚可別爲形態學，解剖學，比較解剖學，發生學（或稱胚胎學），生理學，分類學，動物地理學等。這些都是理論動物學，與此相反的有應用動物學，森林動物學 (Forest Zoology)，是以這些理論科學爲基礎，專研究與林有關動物之應用的。例如虎豹、豺狼、麋鹿、野兔、雉鷄、益鳥益蟲之類，甚至於森林內池沼水中之魚蝦水禽等，亦都在其研究範圍之內。

第一節 動物之一般

一 動物在自然界應有之地位及其與人類之關係

天地間不外三大類東西，第一爲礦物，廣義言之，包括地質。第二爲動物，第三爲植物，後二者還可以合稱爲生物，與第一類相對，前者算是非生物。

動物與植物類似，它具有幾個基本生存條件：

(1) 生長 它可以吸收外界的液體，半流動性的物體，軟與硬的物質，變成它身體之

部。它的生長是由內向外，並非像一般礦物之結晶，先由個體之外表增長。

(2) 同化 吸收了外界物質之後，經過一番消化，即變成與它身體類似之物質，與原來物質之性質大有不同。

(3) 遺傳 它可以把它原有的體形及性格經過生殖細胞遺傳於後代。

這三點，不僅動物如此，植物亦然。

(4) 排洩 攝取外界物質，經過消化吸收之後，將無用之廢物又排洩於體外。

動物之生存條件頗多，但主要者為日光，熱力、營養物、氧氣，經過身體製造後，即能產生活力，能運動，向外排洩碳酸氣及含有氮氣之廢物。動物彼此間有的係生存競爭，弱肉強食，有的為共生，有的為寄生，有的吃植物性的食物，有的靠動物性的食物生存。

人類為了自私，把自然界的動物分成了有用及無用兩大類，前者是有益的動物，後者是有害的動物，例如肉類可為食物，皮毛可作衣料，骨骼可製器具、裝飾、藥材及染料，若為有益動物，人類對之便愛護，使其生長繁殖，其不合於吾人之目的者，或有害於有益動物者，便設法限制其繁殖或存在。

不過所謂有益有害完全是相對的，並非絕對的，如烏鴉喜雀可以啄食害蟲，但同時亦損害水果與穀類；鷄鳥有益，但食蜜蜂，非洲的一種有害的大型貓被剷除之後。結果農人大遭野豬之害；許多水鳥對農家有益，但為害魚戶；有些林中野獸，常為害林木及幼樹，但所產之皮毛

却爲世人所珍貴。然何者有益，何者有害，須視吾人經營林業之主要目的而決定。

第二節 動物之構成與森林之關係

動物界種類異常繁多，但身體之構成，則頗多類似之點，即皆由細胞所合成。一個細胞是最小的生命單位，最下等的動物，例如阿米巴，整個的身體是一個細胞。比較高等一點的動物身體之構造則逐漸複雜，先由若干細胞合成組織，由各種組織形成器官，由器官組成系統，再由各項系統成爲一個完整之身體。

一個完全的動物，其身體之內部及外表，是可以分爲若干系統的，例如神經系、感覺、嗅覺、味覺、聽覺、筋力、骨骼、皮膚、循環等，在構造與形狀上各有所不同，不過每一個部分之形狀及作用因動物種類而異。與我們森林有關係的動物很多，由最下等的單細胞動物起始至於昆蟲類、魚類、兩棲類、爬蟲類、鳥類、哺乳類，可以說一應俱全。

對森林有害的動物，一般論之，爲下等動物與昆蟲之幼蟲。一個昆蟲之生成，常常經過幾次變態，如卵、蛹、幼蟲、成蟲等，每段時期都有其個別之形狀。有的昆蟲之幼蟲專食林木之葉，有的專食樹根，有的穿入木材內部，有的專吃樹木之形成層，有的蟲子專喜歡寄生於幼樹之嫩梢，有的專爲害樹木之花果或種子。下等菌類對於林木之爲害常常不大爲人所注意，由樹皮上一個極小極小之口，即可以伸入內部，至皮中，至木材，或至木材之中心或根部，在那裏

生長繁殖，以木材爲養料，使其逐漸腐爛，常常一株大樹，看上去外觀很好，若一旦伐倒，截板，內部已空空如也，完全腐爛。

對於森林有益之動物，多屬高等。俗云：近山知鳥音，因爲山上有樹，樹中有鳥。森林所在之地，常能隱藏各種動物，如甘肅洮河南岸樹林中有虎豹、有鹿、有水獺；雲南車里佛海一帶森林中有猴子，有大蛇，有野生的大鼻子像，四川北碚縉雲山及鷄公山，一點小樹林裏還有野豬和豹子；峨眉山洗象池之猴子，遊人一呼卽成羣結隊跑來；陝西秦嶺中之森林內有狗熊生存，河北東陵及西陵以鳥類繁多著名。哈金伯的人獸奇觀，是南美巴西亞馬遜河流域山林之寫真。美國紐約洲森林的鳥獸出產價值每年以數百萬美金計，近林之海水與川河，水中一定魚多。若森林一旦被伐光則鳥飛獸散，今人之過巴東三峽者，誰能還聽到猿啼？

第三節 林內川河池湖之利用(6)

有樹林卽會有細流，吾人若利用之培養魚類，常能收一本萬利之效。

養魚之方法很簡單，先把林中水池按水之深淺、地勢、地形、分成若干分池，若爲川河時，在河之一側或兩側作成若干小池，池口用竹籬切斷，水可以自由出入，魚不能隨意來往，池底不可平直，要挖幾條深溝，池旁有人物飛鳥來臨時，使魚可以聞驚而游入溝內隱身。

一池之內，只宜培養一種大小之魚苗，萬不可大魚小魚同池培養，因小魚常被大魚所食。

水池之大小及深淺，視魚之種類及用途而定。魚池之種類大別之可分爲左列數種：

(1) 孵化池 目的在使魚卵生其中孵化。將利市之母魚放入池中，聽其自然產卵，公魚亦聽其自然丟精，魚類系體外受精，待小魚剛孵出時，或未見小魚之前，即將公母魚拿出，否則母魚可以把小魚吃光。

(2) 疏散池 初孵化之小魚太密時易於死亡，宜稍疏散一下，使魚苗可以自由活動。

(3) 遊戲池 使魚可以游泳自在，易於長大。

(4) 放生池 面積要大，水可以深些，然至深不可超過兩公尺，因水過深時溫度低，溫度低則影響魚類之生長。

(5) 越冬池 面積要小，但水要深，目的在使魚過冬，不至凍死，水之表層雖則結冰，魚還可在下邊之水中活動。

(6) 養魚池 目的在使魚類生長迅速，動作自由。一公頃之池，每年頭等池可出四百至八百公斤之魚肉，次焉者每公頃可出三百至六百公斤，最壞的魚池每年亦可出兩百五十公斤之魚肉，自然，魚類生長之快慢，其因素很多，如水温之冷暖，魚的種類及大小，有無食物之供給，魚病之有無，魚敵之防制等。經營得法，却能萬利，現在重慶市價（民三十三年五月四日）每市斤魚肉約一百二十元，每公斤合二市斤，一公頃之魚每年可獲利在十九萬元以上，請問農田有此大利乎！

(7) 出售池 面積不必過大，約佔全魚場面積百分之一就可以了，明天上市，今天可以把魚放入此池。

鯉魚由卵至出售須三年時間：

池		別	應	佔	全	魚	場	之	面	積	每	尾	魚	之	重	量	(以	克	計)																			
第一	(1) 孵	池	化	池	〇・二五%																																	
	(2) 疏																			散	池	二・七五%																
	(3) 游																																				戲	池
第二	(4) 放	生	池	二・三%																																		
	(5) 過																				冬	池	三%															
	(6) 養																																					
第三	(7) 出	售	池	一%																																		

魚之生長速度，因年齡不同而異，每尾魚第二年之生長速度比第一年大十倍，第三年之生長速度比第一大三十六倍，比第二年大四倍。三年的魚大者每尾可三公斤。

魚的食物很多，例如豆子、磷酸、水草、水中小動物，都可作魚之食物。四斤豆粉可生

魚肉一斤，一年之小魚，每公頃之池中可養五萬尾，在放生池及養魚池放五千尾即足，不必過多。

十分之一公頃的小池可孵化小魚十萬尾，四個禮拜之後有七萬五千尾，每公頃放入五千，當年可得將近一萬公斤之魚肉。一尾母魚，在一年之內，孵卵所生之小魚，其肉量之多可達一萬公斤，即兩萬市斤。此為德國柏林養魚場主任教師 Schäperclaus 教授經驗之談。由此觀之，養魚成一本萬利之事業。

大規模養魚時，須要人工孵化，筆者另有專文(二)，此不多贅。

第四節 森林昆蟲

森林昆蟲學為森林動物學之一部，因為它有了驚人的發展，現在森林學中已成了一個獨立的部門 (S.O.G.)，我國現在尚無此類專家。

昆蟲為節足動物之一類，其種類之繁多，約佔整個動物界四分之三的數目。它的身體可分為頭、胸、腹三部，頭部有口、顎、觸角、視器等之別，胸部生有六足，兩翅或四翅，腹部有節，生有消化、排泄、呼吸、生殖等器管。昆蟲的本領很大、能跳、能飛、能爬、最可怕的還是那個能咬的嘴。

對於森林多有害而無益，尤其在幼蟲時代，蛾類及蝶類之幼蟲多喜食樹木之枝葉。天牛、

象鼻蟲類專咬木材樹皮，蜂類（如熊蜂、土蜂、胡蜂等）喜產卵於木材之內部，小蚊蟲常利用樹木之葉子或幼枝作為幼蟲之巢穴。

不過昆蟲互相間亦可以彼此為害，例如細腰蜂專喜歡在他種昆蟲的幼蟲身上產卵，利用其養料，營養它的幼兒。若細心研究，培植自然界害蟲的敵人，亦可以限制害蟲之發育而減少其災害。

第五節 其他有利森林動物之飼養

林中野生之動物，其皮毛骨肉等常較家中畜養者價值高昂，如雉雞孔雀之肉，味極鮮美，麝香、鹿茸、虎骨、獾油為有名藥品，水獺、狐皮、虎皮為珍貴皮貨，西康產熊貓一隻，價值美金十萬，諸如此類，不能細舉。

森林動物學中有專研究野鷄之飼養與繁殖者(3, 4)，有專研究小鹿糜鹿之飼養與繁殖者(7, 8)，有專記述森林中各種動物之形狀，生活及習性者(10)，異常之多，難以盡述。

習題

(1) 什麼是森林動物學？

(2) 述動物與森林之關係。

- (3) 聞養魚有七種不同的水池，請述其名稱及用途。
- (4) 養魚爲一本萬利之事業，然耶？否耶？
- (5) 試述森林昆蟲學在林學中之地位。
- (6) 你能告訴我兩本專講養鹿的書嗎？

第五章 森林動物學文獻

- (1) Eckstein, K., Forstzoologie, in Webers Handbuch der Forstwissenschaft I S. 476-634.
- (2) Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas I-V.
- (3) Holze, R., Neuzeitliche Fassanenzucht. 述養野雞。
- (4) Nediei, G., Die künstliche Pasanenenzucht. 專述養野雞。
- (5) Nüzlin, O., Forstinsektenkunde mit 482 Abb.
- (6) Nüsslin-Rhumbler, Leitfaden der Forstinsektenkunde.
- (7) Raesfeld, Das Rehwild 講養小鹿的專書，六百餘頁，附圖三百餘幅。
- (8) Raesfeld, Das Rotwild 六百餘頁，附圖一百八十餘幅，其中有五彩圖數幅，講養大鹿的專書。

(9) Schäperclaus, W., Lehrbuch der Teichwirtschaft 講林中養魚的專書。附圖七十餘幅。

(10) Waidwerk der Welt 一九三七年，柏林世界林產動物展覽會紀念刊，有八百餘幅五彩圖。

(11) 郝景盛·森林萬能論之十一載文化先鋒三卷二十期。

第三篇 森林生產

第六章 造林學通論

(Waldban Silviculture)

造林爲林學中之最主要部門，內容無所不包，林學二十多門，門門皆與造林發生密切關係，亦可以說，造林是林學之中心，其餘的一切課目，都是配合，都是輔助。

造林學之在中國，各家意見都是分成兩個部門，一爲通論，一爲各論。前者是研究敘述一般造林的，由荒山、氣候、林地、採種、播種、苗圃、育苗、移植、造林、更新、間伐、撫育，說到森林作業，討論範圍亦常廣大。後者是分別研究各種樹木之造林的，以樹種爲單位，先敘述樹木之根、莖、花、葉、果實、種子之特徵，再研究其自然界之分佈，生長的環境，它的各部分的經濟價值及用途，更新及造林之方法，如何保護，如何撫育，面面都作詳細的敘述。

在日本，照林學博士本多靜六的分法，造林學分成四論、卽前論、原論、本論、各論、每論又有若干巨冊。前論、原論、本論所敘述者，相當於本書內的通論。

在歐美各國，因林木種類無多，歐洲用造林樹種不過六七種，美國亦不過二三十種，所以

用不到各論，在我國與日本情形不同，幅員廣大，林木種類特別多，氣候、土質各殊，所以造林學各論是必要的。

筆者把造林學通論分爲兩篇，七章，四十一節(2)，但國內森林界同仁(一)及歐美學者，亦有其不同的分法(3——19)。各家皆有專長，皆有其獨到之處，有偏重森林種子者(4)，有偏重森林生長之環境者(11,12,15,16)，有專重造林技術者(5,8,12,17)，有理論與實用並重者(3,6,7)，有專重森林作業者(8,14,18)，有專注意森林與氣象之關係者(19)。

第一節 林相與林地

孤樹不成林，所謂森林是由很多樹木合成的。林相是地表上森林的全部，包括生物，林之密度，樹之粗細高矮，林內之花草種類等，林地爲森林所在處之土地，故林相與林地二者是具有不可分性的。

一 林地述略

能創造森林之地，須具有若干條件，不是地球陸面之外表處處都可以營造森林的。由林相所在地之氣候環境看，一年中最熱的四個月之平均溫度，不能低於攝氏表十度，最小的年雨量須界於50——100公厘之間，空氣中之相對濕度，不能少於百分之五十。如雨量能達一百公厘，相對濕度能至百分之五十，則能用人工造林，可是這一點雨量絕對不能經營農田。

其次是注意坡向，向南及西南之山坡常溫度太高，土地過乾，幼苗易於枯死。向東向北之坡比較好些，比較容易造林成功。其次如坡之傾斜度、地形、亦須稍稍加以注意。

由林地一方面看，須注意到岩石之種類，土壤之性質，含水量、結合度、土色、土溫、滲透性，深處之基底等。

二 林木之發育

一粒極小的種子，置之於適宜的林地，借自然界之濕度溫度與陽光等，則行發芽。子葉數目不定，一般闊葉樹都是兩個子葉，松杉類之子葉常由六七枚至十數枚，杉與柏只有兩個長長的子葉，繼則生根，先生主根，後生枝根，長高加粗，而造成材積之增長。

成年之後才能開花結果。樹木的結果年齡因樹種而異，同一的樹種，孤生者結果之年較早，密集生長之林木給果較遲。樹木不一定年年開花，開花不一定年年結果，有些年分結果特多，謂之種子年，有的年分結果少或不結果。松、雲杉、冷杉、臘木等，每隔二三年有一種子年；槭樹、菩提樹、落葉松、常六七年結果一次；至於優良品種的水青岡與麻栗，有時八九年才遇一次種子年。

樹木達一定之年齡時才能結果，否則只花而不實。普通闊葉樹結果較早，數年即生成熟之果，針葉樹則結果較晚，頭等優良品種的針葉樹，如雲杉與冷杉，結果年齡常在五六十歲到七八十歲。這是一個很應當注意的問題，欲保存中國優良林木種子，須先保護母樹，使其壽命能

達結果之年。半路被伐，良種滅絕，實屬可惜。

關於樹種對外界之抵抗力，如動物害，蟲害、旱災、水災、冰壓、雪折、風拔、皮裂等。在樹種之選擇上亦應加注意，因此就地採種，爲最妥善之辦法，迫不得已，亦得取氣候環境相似下生長之樹種，以免全盤失敗。

三 純林與混交林

由一種樹木構成之林相謂之純林，由兩種以上的樹種構成之林相，謂之混交林。純林之優點，易管理，易施工，易計算，側枝多行枯死，可養成幹直之良材，更新簡易，省人工，省金錢，伐木工作，易於舉行，既經濟，又不大妨害幼苗之生長。

混交林亦有其長處，對氣候抵抗力較弱之樹種，用混交林可以減少風折、雪壓、冰傷、霜打之害。深根樹與淺根樹混交，可以充分的利用地中養分。森林之內，有空隙處所，即行補植，不使地荒廢，而且混交林之菌害及蟲害比起純林來亦少些。特別貧瘠之地，混交林之生長常較爲優良，因此木料產量亦較大。在荒山初次造林時，用不同的樹種混交，不致完全失敗，因混交之樹種中，總有適於該地生長者。針葉樹與闊葉樹混交可減少水災，因針葉樹易燃。混交林中常多益鳥益獸，用天然更新亦比較容易，對木材市場之需要上，可相機擇伐出售，以得厚利。

總之，純林與混交林各有其長處。

第二節 森林作業(2, 8, 14, 18)

森林作業之種類頗多，Mayr 分爲七十三種，Gayer 分爲十種，Hawley 分爲六種(2, 8), Troup 分爲十二種(3, 18)，每種皆有其優點，但亦有缺點，其主要者不外左列諸種作業：

一 喬林作業

目的在養成高大之木材，廣袤之森林。以時間上論，要永續不斷(17)。高者除伐，空地更新，生生不已，林相保存，喬林作業之中路分之亦可別爲若干種類，例如：

(1) 擇伐作業 林相保持一定，無更新之區，亦無光伐之區。全林之中，老樹、大樹、中年樹、小樹、蓋皆有之，年齡上相差頗大。此種森林作業，水平視之，有若干級層，樹冠高矮不一致，互相遮掩。林中無隙地，雜草無繁殖之機會。林木中之生長停止者，將枯死者，幹細冠大有被風折倒之虞者，有妨害其他優良樹木之生長者，皆行擇伐。其生長繁茂，質量具佳者，毗鄰幼樹及中年樹須依賴之以正形者，品種優良可作母樹者，一概保存，如此老者去之，幼者再生，成爲永續不斷之森林。水源林、防沙林、以及各種保安林最宜採用此種作業。

(2) 傘伐作業 林木到某種年齡時，不一次伐光，這裏那裏，保留下若干母樹，待其自行散布種子，實行天然更新。老樹在抑林之中，猶如一把一把的雨傘，旱時可以遮陰，地下水分

太多時，可以盡量的吸收而蒸發之。

(3) 續作業 這是德國愛北瓦林業大學造林研究所所長 Moller 教授所創的一種森林作業法，日本叫恒續林，視林地之性質，構成森林的林木種類。經營方法雖稍有不同，但主要目的使林相永續不斷。今年如此，明年如此，年年如此，千百年後林相仍依然不變。我國各省頗宜採用此種森林作業法(10,14)。

(4) 保安林作業 視創立森林之目的而有若干種類，例如目的在防止風沙之害者，則有防風林，西北各省，綏遠，包頭一帶可營造之。防沙林如靖遠、中衛、五原一帶可營造之，防止過量之沙吹送至黃河。水源林，目的在涵養水源，有森林才有水利，有水利始有農田。掩護林目的在保護工廠、要塞、建築物、使敵人之飛機不易找到目標。紀念林、名人、陣亡將士，學校、團體、公司、機關皆可營造(2)。

二、矮林作業

矮林作業起源甚早，因收利較速，近乎農業，故合於國人急功近利之心理。例如培植青岡、麻栗專養柞蠶的矮林，我們稱之為柞蠶林；爲了編籃子、箱子、用具等而培植的柳條林；爲採取樹皮而製單寧的樹皮林；爲了大量產生火柴桿的白楊林，種類亦不少。

三、中林作業

這是界於喬林與矮林中間的一種森林作業，種類及變化亦多。

四 竹林作業

竹類之在中國及日本用途甚廣，竹箱、竹扇、竹樹、竹架、筆桿、船牽藤，各種竹籃，水管、玩物、建築用材，以至於藥材、食品、用項當在千種以上。國產竹種類頗多，如山竹、米竹、苦竹、赤竹、牛角竹、黑眼竹、文竹、南竹、水竹等，無須細舉，人多知之。竹類作業，主要工作在於更新，更新得法，則新竹生生不已，可獲大利。竹類易於衰老，輪伐期，一般論之，多不超過十年，不可待其開花時才開始伐除。

五 副產林業

林業經營之主要目的，不在木材之生產，而在於特別之林產物，如油桐、茶葉、香樟、金雞納、咖啡、在樹林中培植白木耳，種植香菌，養兔鹿、又如烏臼、臘木樹、漆樹、板栗，大棗、胡桃、橘類等，它們的果實，花葉之價值尙大於木材，故謂之副產林業，以其主要之收入在於森林之副產。

第三節 森林之創立

使荒山荒地變成綠林，使殘缺樹叢成爲美好之林相，都算是森林之創立。簡言之，即如何造林。

一 天然造林法

不用人工，或只須極少極少之人工，即可創立起大面積的森林來，這一種方法，就是天然造林法。

天然造林，應當有幾個條件，條件俱全，天然造林一定成功，否則行天然造林，必遭失敗，其條件為何？

第一、種子有來源，欲營造森林之土地中須有相當多的母樹，或立林地之附近有母樹可以利用。它的種子，借風力之吹送，佈滿欲立林之土地。

第二、土壤可以接收種子，且可有使種子發芽之機會。種子落在光板的裸岩上，是不會發育成大森林的。

第三、日光與土壤，坡度與位置，高度與雨量，都對幼苗之生長發育有關。

這三個條件，若有一不合，則天然造林不能成功。天然造林無論為上方下種，或側方下種，以上三個條件是需要的。

二 人工造林法

一望無邊的荒山荒地，萬里不見一株樹，是絕對不能用天然下種方法營造大規模之森林的。我國除東三省外，過半省分屬於這一類的環境。

人工造林方法亦很多，但約而言之不外左列三個：

甲、播種造林

乙、植樹造林

丙、插木造林

其餘方法、在大面積之林業經營上多不大合用，我在此略而不談。

甲、播種造林

關於播種造林必須經過採種、晒種、播種、保護幼苗等幾段工作。

(一) 種子之採集

種子未採集之前，應當先決定立林地之樹種，看一看將欲造林之地，究宜用何樹種，才能夠生長良好。到自然界的荒山上，農家，田間去跑一兩趟，與當地老農談談，再根據自己的林學知識與經驗，便可確定樹種。然後再留心種子之是否成熟，在闊葉樹的種子，成熟與否要看果實之顏色及種子之是否豐滿，可以斷定，在針葉樹比較困難，採集最好在果實未裂開之前，若待果實在樹上已自行裂開，則其中種子早已飛散矣。

母樹宜選擇中年樹，冠幹整齊，不曲不枝，因為灣樹的種子所生的幼樹，依然多灣曲的。樹木亦與人類一樣，是具有遺傳性的，如母樹之罹有某種疾病遺傳，不宜採用；林木之模範形態遺傳，故採種宜擇幹直，枝少而冠較大者；母樹之對於氣候之適應性，亦具有遺傳性，在寒地生長之樹，其幼苗必能耐寒，在乾熱情境下生長之樹，其幼苗亦能抗乾旱，若插條造林，宜由樹之上部採取枝條，下部枝條所長之幼樹常矮曲。

利用新縣制中之保甲制度，在國民月會上可以大事宣傳，同時示範採種，播種諸工作。北碚區八個鄉鎮，於民國三十二年秋，由筆者參加工作，實行採種，得松、杉、柏之果實一千七百多市石，得純種子六十四石九斗有奇。三十三年春用點播法，種小樹四百多萬穴，成苗當以千萬計，

採種時可以用農人現有之農具，無須另行製造及購買，以節省人力物力。把各鄉農民分成分甲編隊入山，本區內無母樹者可至鄰近之山林採種，種子採得後，須經過晒，翻或烘等工作。何者宜去果皮？何者宜去種翅，細心整理，好好保存，以待播種時應用。

(二) 種子之蓄藏

種子之發芽力，有的易於消失，採來後，須於短時間內即播，日久則成廢物，有的可以保持數年至十數年之久，而發芽力還不消失。例如榆樹、香樟、青岡、麻栗、水青岡等的種子發芽力易於消失，宜採來即播，松杉種子可保留至十數年之久。蓄藏種子之方法很多，但蓄藏環境不外『冷』『乾』二字，在乾冷的情形下，種子生機可以靜止不動，如在洞中，在窖內，在罈子裏，或者用布袋裝好置之於簷下空氣流動之處所，或者把種子放入流水中（取其溫度低）。在我國最普通簡而易行的辦法，是用瓷罈，瓷罐或玻璃瓶之類裝好，封死，置於洞子內。現在各地之防空洞即可利用，因洞內溫度低，有瓶保護可以防止濕氣內侵。最理想的種子貯藏辦法，是在真空中保存，可以使種子之發芽力保持十數年之久。

(三) 荒山播種造林

第一應當注意的是時間問題，造林與田農一樣，播種時間拿不准，常遭失敗。最好把種子蓄藏待至雨季來臨時再取出種植。株數要密，每畝要一千五至兩千株或更多。一穴之內放入若干種子，視樹種及發芽率而定，如果松，每穴六、七粒，馬尾松可十枚以上，杉木播種需二十枚左右。穴要深耕，把泥塊搗碎。點種之後，覆土時亦要細心，不能過厚或太薄。這樣播種，有很多好處，第一是省錢，一個人工或點千穴以上，所得苗數常能以萬計，其次可以隨時播種，配合天時。在雲南可五月播種，種子入土之後，接着即是雨季，直至九月末，都隔二連三的有雨。在四川最好八九月播種，否則一月間即可點播，若過遲幼苗之根尙未木質化，五六月間天氣太乾，常被旱死。故四川造林比雲南及桂州較爲困難。筆者在北碚造林，原定一月同二月下種，事實上民衆們在三月底至四月初才播完，五月天乾，很多幼苗被枯死，這是一個顯然的失敗。

(四) 苗木之移植與補植

第二年雨季來時，可以拿上鋤頭上山，視察一遍，遇空地或空穴之處，沿山坡等高線的方向，掘下蓄水溝，或積水穴。天雨則溝穴中有雨水存積，可留作移植時灌溉之用。如此既可保存水土，幼苗又易於生長。空穴可由鄰近有富裕苗的穴中挖取樹苗來補植，一舉兩得，空穴現在變成不空了，而小苗太多之穴，經過一番補植工作後亦一穴一株了。第三年設或仍有空穴，

然究竟已屬少數，可再由苗圃中取同齡或較多一齡之苗木補植，結果便成一片森林。

筆者於民國三十年在蘭州與農業改進所森林技術方面人員，曾到蘭州五泉山脚下視查乾地造林，當決定初步造林，絕對不可用針葉樹，應用榆樹、槐樹、臭椿、洋槐、棗樹、欒樹等，掘水平溝穴蓄水，在秋季植樹（見拙著甘肅造林之途徑，載新西北六卷，一二三各期，農林畜牧專號，三十年出版）。這個造林方法，三年之後，見到了成績（見民國三十三年四月二十七日大公報西北荒山造林的嚆矢一文），引以為慰。

乙、植樹造林

植樹造林之初步工作是苗圃育苗，繼以移植苗木，結果推苗入山。茲分苗圃經營，移植技術及荒山造林三點，略述於次：

（一）苗圃經營

一個苗圃之經營，所應當注意的事項頗多，第一是位置的選擇，留心土壤、水源、樹種、人力；第二是苗床，床面要平，不平時須作成梯田狀，如川人之經營稻田然。圃面劃分成若干床畦，養料缺乏時要施以相當肥料；第三是播種，用點播、條播、撒播皆可。在苗圃中須要經過一次移植，然後推之入山，才容易成活。經過移植之苗木，幹枝常發育良好，主根短，側根多。此外還須注意除草。

（二）移植技術

年年植樹，無日成林，是植樹技術失敗之結果。植樹不成活，乃移植不得其時，不得其法，不得其道耳。

移植苗木應當注意之點甚多，主要者：

(1) 苗木的選擇 幹枝正常，根部齊全，新鮮健康，大小適中，不灣不曲者，係優良樹木。

(2) 注意運輸 苗圃到荒山之距離，運輸時所需要之時間，運輸時天氣之預測（躲避太乾、過熱、採取多陰多雨），運輸之方法，皆應加以注意，有一不當，則影響苗木之成活率，甚至全數枯死。縮短運輸時間，選擇陰雨連天，幼根拖泥帶水，植後再加以灌溉，成活者一定較多。

(3) 移植之方法 視苗木之大小，苗木之種類及當地之環境而異。苗木小者，如一年苗或半年苗劈孔植，鐵鏟植，斜植（最快方法）皆可。苗木較大者則宜用穴植，挖一個坑，植一株樹，穴之大小深淺，視地勢之乾濕不同。過於濕潤之地，宜用球狀植，把林地之土壤作成小土堆，然後在小土堆上植幼樹，過於乾燥之地，應掘深穴或深溝，把苗木植於穴底或溝底，如此，苗木還可以多吸收一些地下水，無形中增加它一點抗乾能力。

(三) 荒山與沙地造林

我國雖以農立國，但荒山荒地沙地佔整個領土百分之七十以上。我國領土，有的宜農，有

的宜林，有的宜牧畜，在自然之條件上，皆有其不能以人力改變之性格。我們若利用得宜，即獲其利，利用不當，則大受其害，而陷於貧苦不能自拔之境地。西南及東北各省多宜造林，西北各省，有的宜農，有的宜林，東南，華中及華北各省多半宜農，不必改弦更張，另謀民生之道。

沙地造林須經過若干步驟，第一先使流沙固定，宜種植能抗乾能抗熱，不怕風吹又不怕沙打之樹木。法、德、丹麥、匈牙利沙地造林皆有成功之實例。

丙、插木造林

只限於某些樹種，如檜、羅漢松、白楊、法國梧桐，柳樹、黃角樹、檉柳、木槿、蠟木、無花果等。其成活率，據筆者經驗，皆在百分之五十以上。如得時得法，尚有至百分之九十九者。但一般針葉樹，多不能用插木造林。

第四節 森林撫育

此項工作在造林技術上，可以說至重且要。幼樹成林須及時與以保護撫育，撫育得法則成長材，同樣的樹種，在同樣之山地造林，若撫育不同，則樹形大異。森林撫育，可分二部，即伐枝與間伐。

(一) 林木的伐枝

幼年林木，若常使其密度不失，陽光不能射入林內，則林木之側枝，無生長發育之機會。無陽光即不能造葉綠素及碳水化合物，葉不能營養側枝之消耗，結果自行枯死。密林之中側枝多枯死，即此之故。

若森林之密度不夠，這裏那裏，常見有陽光隙地，則側枝橫出，生長茂盛，其粗壯之程度甚或超過其主幹，此種林木已失去了工業上應用之價值。

林木伐枝後，木材之生長量可以增加，年輪寬度可以加大，樹幹亭亭直立，格外美觀，而且木材適於工業上之需要。伐枝所用之器具，在以前多用斧，以工作較速，但近十年來，造林學家們多主張用手鋸，手鋸較便，鋸口平齊，傷口易於癒合。斧則常過深傷樹，或過淺留下突出之枝痕，前者易遭蟲菌之害，後者則不易癒合，或癒合較晚，致使木材留下不美之疤痕。所以伐枝，應當用手鋸。

(二) 林木之間伐

森林是應當保持一定之密度的，密度合適，才能得到木材最大之增長量。過於疏稀或稠密，皆非所宜。幼林在初立林之年，每公頃常在兩萬株以上，逐年間伐，逐年利用，到最後，亦不過餘三四百株。此間伐之幼樹、桿、可按其大小形狀，分別歸類應用。

習題

- (1) 何謂林相？
- (2) 永續作業之優點安在？
- (3) 述天然造林必備之條件。
- (4) 論播種造林與植樹造林之優劣。
- (5) 伐枝宜用斧，何故？
- (6) 每年植樹節所植的樹，株株枯死，民間有以『死樹節』名植樹節者，然何故樹苗枯死，請告我原因何在？

第五章 造林學通論文獻

- (1) 陳嶸：造林學概論（中華農學會）。
- (2) 郝景盛：造林學，中央大叢書，商務，民三十三年。
- (3) Baker, *The Theory and Practice of Silviculture*, McGraw-Hill.
- (4) Baldwin, H. I., *Forest Tree Seed* (1939), Leiden.
- (5) Boppe, *Traite de Sylviculture*.
- (6) Borgmann, W., *Die Begründung und Erziehung von Holzbeständen*.
- (7) Dengler, A., *Waldbau auf ökologischer Grundlage* 556 S. 271 Abb. (1935).

- (8) Hawley, R. C., *The Practice of Silviculture* (1938).
- (9) Jolyet, *Traité pratique de Sylviculture*.
- (10) Lemmel, N., *Die Organismaside in Möllers Dauerwaldgedanke* (1939).
- (11) Mayr, H., *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*.
- (12) Möller, A., *Der Waldbau D. Band: Naturwissenschaftliche Grundlagen des Waldbaues* (1929) 560 S. Berlin.
- (13) Ruhner, *Waldbau* (1938) Hannover.
- (14) Sieber, P., *Der Dauerwald* (1928).
- (15) Tansley, A. G., *The British Island and their Vegetation*, 930 p. 162 pl. 179 fig. (1939), Cambridge, Univ. Press.
- (16) Tommey, J. W., *Foundations of Silviculture upon an ecological basis*, (1938).
- (17) Tommey and Korstain, *Seeding and Planting in the Practice of Forestry*, Wiley.
- (18) Troup, *Silvicultural Systems* (1928), Oxford Univ. Press.
- (19) Woelfle, M., *Waldbau und Meteorologie* (1939).

第七章 造林學各論 (Saen und Pflanzen)

造林學各論是用造林學通論中之原理與方法，各別的研究敘述各種樹木的。以樹種作單位，先敘述樹木的各種分形狀，在自然界之分佈，所需要的環境，氣候與土壤以及樹木的各部分之用途，造林之方法，如天然造林，播種造林，或是插木造林，究以何者為宜。每一公斤或每一市斗中究含有若干粒種子？種子之純度，發芽率又若何？凡此種種，造林學各論中皆有充分之說明。

日本的樹種，本較中國為少，但本多的造林學各論(1)已有七八卷，每卷皆數百頁。我國尚缺乏是項材料，僅有陳嶸及李蓉二氏之著作可供參考。陳氏的著作比較精詳實用(2)，李氏的著作，抄自本多，無獨到之處，不過有插圖多幅，可作局部的樹木學之用(3)。

第七章 造林學各論文獻

(1) 本多靜六：造林學各論 (日文)

(2) 陳嶸：造林學各論，中華農學會。

(3) 李蓉：造林學各論，商務。

第八章 造園學 (1,2,3,4,6,7)

第一節 大地美化

昇平時代，歐美各國人士差不多已養成了習慣，每逢星期六的下午，或星期日的整天，攜着自己的伴侶或者妻子兒女，帶上些適合自己口味的飲食，一雙雙，一羣羣，步行到野外林中。那裏有百鳥歌唱，偶爾白雲擦着森林上空飛過，輕風習習，樹枝舞動，陣陣吹來野草清香，使人心曠神怡。而草叢中的蟲聲，遙應着遠處的若斷似連的松濤，小羊吃草，老牛靜臥，胆小的麋鹿時而由森林的深處向外探頭，有時還有一條小溪，水聲潺潺，或是一池清水，魚兒破水作浪，留下閃動的波紋，好一幅令人生愛的自然圖畫！

看哪！太白山巔，大爺海畔，平鋪着一望無邊的爬檜與草地，草地的盡頭佇立着亭亭直立的樹林；看哪，華山之頂，仰天池邊，是一片黑黝黝的華山松林；再看景山的（北平城內）白皮松，如盤龍如臥虎，別具風格，由峨眉山之萬佛頂下望，羣山羣林皆在我足下；長白山麓，廣袤千餘里，老樹蒼松，參天蔽日；天山雪線下蜿蜒着數千里成帶的雲杉森林，多麼壯麗！由雲南的麗江縣城高望大雪山，樹林平鋪，不見邊際。中國的大地之美想不完寫不盡。

造園學之主要目的，是使大地美化，鄉村美化，城市美化，家庭美化。『我們優遊自在於這種風景與環境之中，就可以增長我們的智慧，陶冶我們的性情，強健我們的身體，提高我們的文化』。（蔣委員長語）還可以加強我們的愛國心與生活興趣，使人人都感到國家大地山河之可愛。

因此、公園之建設，世界上沒有一個國家不對之特別注意的，我國如北平的中山公園，西直門外的萬牲園，南京之秀山公園，廣州的中山公園，鄭州的隴海鐵路花園等，甚至於一城一縣一區一鄉也都有所謂公園，如縣陽的民衆公園，北碆的火燄山公園即其著者。在外國有名的公園更多，如爪哇島上巴達維亞的植物園，新加坡植物園，德國 Berlin-Dhlem 的植物園，英國的 Kew 植物園，美國的黃石公園，哈佛大學的樹木園 (Arnold Arboretum)，紐約植物園，皆其最著者 (T)。

美國加利佛尼亞 Yosemite National Park 的南口附近有世界爺樹約二百株，過心直徑皆在十呎以上，年齡約三千八百歲，最大者直徑三十四點七呎，周圍九十六點五呎，樹高二百零九呎。在博物館附近那株高達二百八十呎，徑粗二十八呎。那株 Wawana tree，樹下穿了一個洞，洞寬八呎，長二十六呎，乃一八八一年建成，馬車汽車經行其中，此樹高二百三十一呎，徑粗二十七點五呎。這些樹，只就偉大雄壯一點已足夠耐人玩味了。

公園的好點，各有不同，有的壯麗偉大，有的嬌小玲瓏，有的綠草平鋪，以整齊見勝，有

的曲徑通幽，以涵虛爲美；有的公園以植物種類繁多著名，如美國哈佛大學樹木園，世界任何角落所產的植物，在那裏皆可以見到培植者；有的公園按世界自然界之植物地理劃分，吾人遊覽一週，不啻把整個地球看了一遍，由熱帶、溫帶、寒帶到南北兩極，以至於淡水、河流、池沼與海洋的東西，可以說一應俱全，如德國柏林植物園。

筆者寫至此，頗有所感，世界上最有名的植物園中生長着的最美麗之花木，幾乎都是我國原產，而被外人培植起來的，但有些花木在中國已行絕種或在山野間已不易見，到反而在外國公園中繁殖茂盛。所以我們應當保護自然界的植物，小者建立私人花園，團體公園，大者使大地美化，使我們的整個國土美化。

第二節 行道樹與風景樹

行道樹種之選擇，有幾個基本條件：

- (1) 生長迅速，樹形矮小而冠圓滿，陰影緻密者。
- (2) 易繁殖，易成活，樹苗能大量供應者。
- (3) 樹皮、枝、葉、果實等對於家畜無害者。
- (4) 樹形美麗，不易罹疾病者。
- (5) 適於地方氣候及土質之生長者。

此五種條件考慮之後，即可決定行道樹種，我國可用之樹頗多，花香如洋槐，大葉綠皮的梧桐，隨風飄枝的垂柳，幹皮白色的法國梧桐，葉形美麗而花特大的七葉樹，果如元寶秋葉變紅的槭樹，既有美麗之花又結味甜之果的桃杏樹，葉狀酷似馬褂的鵝掌楸，具有特別紅色花的刺桐（在雲南），富有經濟價值的油桐（華南各省），枝條婀娜的檉柳（在新疆），蕭蕭白楊（在華北），樹葉果實可代替人民食物之白榆（在陝西及西北各省），不怕冷熱及沙打的胡桐（在寧夏），抗乾性最強之沙棗（在甘肅各地），種子可以製豆腐的木豆樹（滇南各縣），冬夏常青的樟樹（浙江、福建、雲、貴各省）、樹形美麗的盤枝花（又名木棉，在兩廣及滇南），種類非常之多。

行道樹皆為闊葉樹類，至於風景樹，鬆類更多。針葉樹、闊葉樹、竹類、藤類蓋皆有之。高者可二百公尺（如澳洲產之桉樹），小者不過一二寸（如麗江雪山上之爬柳）。以形狀論，有似塔者（如塔柏），有似傘者（如合歡），有似摩天之柱者（如漢中楊樹），有似圓球者（如饅頭柳），有狀若盤龍臥虎者（如白皮松）；以葉形論，心臟形者（如紫荊），羊蹄狀者（如羊蹄甲），扇狀者（如白果樹），馬尾狀者（如馬尾松、雲南松），種類繁多，不勝枚舉（有欲知其詳者，請參考拙著中國木本植物屬誌及普通植物學二書，皆中華書局出版）。

第三節 花木繁殖方法

水陸草木之花可愛者甚繁，生殖方法，常因種而異，在園藝果樹方面，繁殖方法有若干種，如播種、插木、壓條、分根、穗接、芽接、稍接、接木、靠鞭根、球根、塊根等，大別言之，一般喬木類，尤其針葉樹類，如馬尾松、圓柏、雲杉、冷杉、鐵杉、落葉松、金葉松、雪松、黃杉、台灣檜等多靠種子繁殖，闊葉樹類視樹種而異，日常習見之風景樹，庭園觀賞樹、行道樹、強半皆可用插木方法繁殖，如香樟、女貞、黃桷樹、桂花、楠木、相思樹、大葉黃楊、檉柳、刺槐、玫瑰、楓楊、麻柳、喜樹、苦楝、椰榆、木槿、泡桐、垂柳、白楊、美國白楊、小葉楊、白蠟樹、無花果、洋槐、黃連木、枳椇、及其他少數針葉樹類，如檜、塔柏、側柏、羅漢松等。不過成活率不同，最低僅百分之十二，如黃連木，高可達百分之九十九以上，如木槿，白蠟樹（Platanus）。此系筆者在四川研究結果，他人試驗或有與此類似者，但尙未見報告。

關於接穗、芽接、稍接、接木等繁殖方法，蘇聯科學院候補研究員 Pravdin 氏最近有書出版（S），附圖甚多，所用之器具亦全，且有詳細說明，試驗過的花木種類亦頗多，讀者可翻閱。

凡不能以種子生長繁殖的植物，多半皆可以用無性繁殖，傳佈其後代。很多野生植物，經過多代人工培植之後，即失去其當年在自然界之生殖力，許多好看的花（各種梅花、玫瑰、菊花），美味的果（如無核橘柑，大蜜桃等），皆屬此類。葡萄要插條，柿子要穗接，鴨梨要芽

接，昆華（即茶花），木蘭要稍接。多年的草木花卉，如蕙蘭、蘭花、葱蘭、弔蘭、君子蘭、晚香玉等皆靠塊根或球根，馬蹄蓮、蓬萊蕉、須靠分根，馬齒莧科，秋海棠科以及仙人掌科的東西，剪一條小枝插入土中即可變成一棵新的植物；秋海棠（*Begonia*）屬，採下一片葉子，放置地上，沿着葉脈切口，由切口處即可生出一株小的新植物；卷柏、地柏、翠雲草、萬年青、見水綠等在乾燥地方放置多日，一旦與水接觸，便可復蘇。總之，花木繁殖方法頗多，不另閱專書（1,6,7,8），不能知其究竟。

第四節 庭園佈置

庭園佈置視造園之目的而異，為全國人民遊覽之公園，當然要宏大壯麗，像美國的國家公園（2,3），坐着汽車遊覽一遍，都須要很長時間；家庭的花園，幾分鐘便可巡視一週，二者相比，設計（4）當然不同，前者應當分門別類劃成若干部門，如溫室、暖房、繁殖所、池湖、森林、植物標本園、動物園、水族館、海洋物產陳列館、圖書館、宴會場所、酒館、茶樓、旅店、運動場、遊藝場、競技場等，後者要精緻玲瓏，幽雅美麗，無須大事鋪張。

有些植物園之營造，目的在供學術之研究，而不在大衆之遊覽觀賞，其佈置方法，則又成一個系統。在民國十八九年時，國立北平研究院植物研究所剛成立，在北平西直門外三貝子花園，筆者同該所主任劉士林先生設計植物標本園，按安戈雷植物分類系統，結果覺得不好。因

有些科的植物，如穀斗、薔薇、石楠、忍冬、胡桃等科，都是喬木或灌木，栽植成活之後，即一勞永逸，年年開花結果，再不需要多少人工管理，而莎草、禾本等科的植物，冬天枯死，次春仍須從新播種，要費很多人工，就標本園之全景看，亦覺七零八亂、頗不整齊，後來看了歐美各國的植物園，才知道自己所作之錯誤。植物標本園之營造，須按照喬木、灌木，多年生，一年生，水生、水面生、藤本、攀繞等劃分區域，結果自然美觀，且便於研究。

若爲植物標本園，則須依照植物在自然界的實況設計，有兩極、高山、平地、流水、池沼、湖澤、海洋，險地，沙漠，熱帶，乾燥等之不同區域，如柏林植物園，在園中步行一遍，就看了整個地球之表的好多植物社會。哈佛大學的樹木園 (C)，目的在研究溫寒帶樹木，尤其北半球，把各處產的樹木，都運來培植，我國產的樹木在該園培植者計一千種以上，吾人在園中遊一次，勝讀數千百厚的一本樹木學。

有的公園目的在人民觀賞遊玩，建築、花壇、草地、竹林，怪柏、走欄、曲徑、彫像、青籬、奇花、異草、噴泉、細流等配合整齊而美麗，吾人步行其中，隨便向任何方向投出視線，都是一幅理想的圖畫。

總之，庭園佈置，專家各具匠心，如果一個人把世界各國著名公園都細心觀光一次，對於某地公園設計，自會得心應手，創造出別具風味的園庭。

第八章 造園學文獻

- (1) 陳植：造園學，商務印書館。
- (2) 愛場秋文：國立公園。
- (3) 青木芳雄：美國的國立公園。
- (4) 田村剛：森林風景計劃。
- (5) 郝景盛：川產樹木插條試驗·農聲，二二五期，頁五一，民三十一年。
- (6) Kueck, L. E., The Tropical Garden 378 p. (1936) New York.
- (7) Kuphaldt, G. Die Praxis der angewandten Dendrologie in Park und Garten 389 S. (1927).
- (8) Pravdin, L. F., Vegetativnoe Razmnojenie Rasteni, Teoria i Praktika 204-223 (1938), Leningrad (俄文)
- (9) Wilson, E. H., Americas Greatest Garden 118 p. (1929).

第九章 森林保護學 (Forstschutz, Forest Protection)

『造林容易保護難』，誠哉是言。

一株幼苗發育成良材，正如一個孩子長成大人是一樣的不易，筆者在民國二十九年五月領導雲南民衆造林，播種果松四百六十二石三斗，造林面積達七八十萬畝，成苗兩千三百萬以上(2)，民國三十二年在四川北碚領導民衆種樹(馬尾松)，採松果一千七百餘石，得純種六百四十四斗有奇，播種約四百萬穴，佔地三百公頃，約四千五百畝，出苗株數在五千萬以上(3)。但前者之成績毀於大兵之亂砍，後者之成績遭遇了今春(民三十三年)之大旱，前功大半盡棄，真是可惜！

森林如何保護，視爲害者之種類而異，我可以在此分四項來說：

第一節 人類

人類爲森林之大敵，尤其中國人，自古卽無愛林觀念，於今尤甚。禹貢載『隨山刊木，奠高山大川』，孟子中『當堯之時，天下猶未平，洪水橫流，氾濫於天下，草木暢茂，禽獸繁殖，五穀不登，禽獸逼人，獸蹄鳥跡之道交於中國』，所以『舜使益掌火，益烈山澤而焚

之，大好森林，到處都是一把火，或對於山林只知利用，而不知造林，所以『蜀山兀阿房出』。例子太多，我們不必枚舉(9)。

近幾年來，木材對於人類之用途且廣，故森林之被摧殘，較昔日爲尤甚。最怕人者爲野火燒山(10)在雲南南部，在福建長汀一帶，當冬季的夜裏，可看到四周山上的野火，好像一條或若干條火龍，晝夜不熄的在燃燒，大樹小樹，野生花草，同歸於盡，美國的野火燒山亦很怕人，俄來岡州之西南部森林，在一九三六年夏，有一百二十八次野火，焚燒森林據事後調查爲一三九、三六八英畝，值美金一、六四二、八五八元(11)，俄來岡的森林大火，並非破題兒第一次，遠在一九三三年時亦有過一次大火，八月十四日下午一點半起火，一連燒了十三天，動員兩千個救火隊，被燒完之森林計十四萬公頃，被燒的樹種爲美國著名的花旗松(12)。我國森林被燒，向來缺乏統計材料，就筆者所知，只雲南一省，自民元至今，各縣火燒森林所引起之訴訟案件在千處以上。

起火之原因很多，在外國因工業發達，交通便利，常由於工廠之烟囪或火車之經過。在我國則爲祭祖掃墓，野地炊飯，行路人隨手丟烟頭，小孩子放火玩，或由於鄰人鄰村因某事而互爲復仇行動，或因開荒爭取肥料，頗難數詞道盡。

對於火災之防止，應先大行宣傳，使人知道森林之利及燒山之害。其次要在林地中開設防火線，或者組織村人防火隊，見火卽行捕滅，或在林地中較高處所設瞭望台，派人晝夜看守，

遇有火警即撞鐘羣起捕滅，以防延燒（二五）。

人類對於森林之害，比火燒較輕者爲濫伐樹木。『牛山之木嘗美矣，以其郊於大國也，斧斤伐之，可以爲美乎？』結果是『若彼濯濯』。抗戰以來，國都西遷，到處大興土木，川西，甘南，滇省伐木公司林立，對於大好山林，不問其樹木之大小高矮粗細，一概光伐，猶如理髮匠之剃頭刀，一根毛髮都不保留，到處『光光如也』。因此我國森林面積在十年前爲百分之八點二，戰前爲百分之五，現在爲百分之三點三（二六），將來我國森林面積亦只有百分之零了。

不孝有三，無後爲大，人類如此，樹木亦然，優良之樹木，須靠優良之種子方能產生，而優良樹木結果之年常在四五十歲以上。按現在之木商辦法，我國好樹，勢必滅絕，吾輩林人，誰都知道，樹木生長量最大時不在幼年（三十歲之前），而在中年或壯年（一般針葉樹三四十歲到七八十歲），壯年一年中所生長之木材量恒抵幼年時五年至十年。卽爲木商利益想，亦不該砍伐幼樹。還有各地駐軍隨便砍樹，爲害尤大。近三年來，陝西秦嶺之樹木幾被砍光，卽其著例。

凡此等等皆政治問題。林業建設爲建國之試金石，中國不能把森林造起來，其他事業更不必談，保持之法，並不太難，燒山者死，伐木者獄，傷害幼樹者罰，果能執行，則森林可以逐年向榮矣。

第二節 動物

動物對於森林之爲害雖較人類爲弱，但在某種情形之下，亦能使全林枯死。如南京附近之青龍山，南湯山一帶民林，於民國十七八年時，松毛蟲爲害甚烈，被害樹木，大半枯死。同時，江蘇省教育林被害亦達二十萬株以上；此外如句容東昌鎮石頭山等處民林亦被害。民十六年浙江雲野林牧公司因遭蟲害而破產。民十九年湖南嶽麓山之松林，在旬日之內全林變成童禿。二十二年江甯、江浦、句容、六合等處亦發生蟲害，二十三年同上地點又有被害報告(1)，松毛蟲屬於蝴蝶類，學名 *Dendrolimus Pini*，幼蟲爲害最甚。防治之法，對卵只能在小松樹上行之，幼蟲驅除則比較困難。直接捕殺或誘殺，或在早春於樹幹基部之四週塗抹黏藥（膠水故入少許之鹽酸，或柏油混入些魚油亦可利用）。用藥劑驅除，效力頗小，不過有的藥劑亦頗可應用，如七點五克之除蟲菊粉，一百克之肥皂水，放入一點八市升之水中，再對入十倍於這些容量的水，如此造成之藥液，用噴霧器注射於松樹枝上，則幼蟲可中毒而死；直接殺蟲，須帶手套，因蟲具毒毛；對於會飛之成蟲，可用捕蟲燈，不過死者多爲雄蟲，雌蟲不過五分之一耳。此外如用混交林辦法，亦可防止松毛蟲之爲害。

日本甲蟲對針葉樹幼苗之爲害亦爲林人最感頭痛之問題，現已波及英美之苗圃，幸而近幾年來已得防治之善法，用砒酸鋅摻入土壤中，幼苗即可避免甲蟲之害，但發芽率爲之減少(13)。

還可以在自然界培養害蟲的敵人，以毀滅害蟲之族類(15)。其他蟲類之害尚多，在此不能

枚舉，可另閱專書森林保護學(8, 9, 14, 16, 20)。森林面積廣大，樹木之冠又高，近來治蟲之法多用飛機散佈毒粉劑，成效頗著。因既省錢，又無危險，還可節省時間。工作時間輕氣球指定林區之界線，一人一日之工作可防治若干萬畝之森林蟲害(11, 16)。

鳥類爲害多在幼苗未出土之前或剛出土之際，防止之法，播種時間可以趕前或拖後，出芽的若干日中雇用專人鳴砲驅鳥。兔鹿羚羊等哺乳動物多爲害幼樹之皮，可用竹籬鐵籬以保護幼林。

第三節 天氣

天氣對於森林之爲害，在防治工作上，比起人類與動物來，更是困難。我國造林工作尙未展開，各地有各地之特殊困難。筆者在雲南指導造林，大感困難者爲一二月間之天乾，在四川雨量雖多，但五月之不雨及七八兩月之太陽亦能致小樹苗之死命。有些地方天太冷，有些地方天太乾熱，根本不能生長樹木。至於長成之大樹，對於天氣變化之抵抗較強，影響不大。

一般論之，在中國東南部造林所常遇到之困難，是春季天氣太旱，一連數月不雨，種子入土不能發芽，或芽發成苗後又行枯死。在雨季播種最感頭痛的是雜草旺盛，樹苗常被草擠死。在西北各省天氣太乾，雖用植樹造林，結果亦不甚佳。雪山高寒，沙漠乾熱，皆不能造林。

春乾之地，宜利用苗圃，先行育苗，在次年雨季之前再移植入山，雜草即不能爲害，第三

年苗已高，根已大，對於春天之亢旱遂具抵抗力，或者在雨季之前播種，次年雨季之前移植，在山坡上隨地勢掘下貯水穴，在天雨時，一面移植，一面灌溉，成活率很多。第三年幼苗已成小樹(2)。

在西北能造林之處所，只能先擇地育苗，每年在山脚下挖水平溝（沿等高線）三條，不必太多，多時雨水量不夠，天雨引水入溝，再於溝中掘穴植樹，水土既能保持，幼樹亦能成活(3)，此法已應用成功。

至於皮燒、電擊、霜打、雹災、風折、雪壓等害，在森林保護學中都有一定辦法，如間伐得當，可避免陽光之直射，自無皮燒；留心春日之晚霜及秋前之早霜日期，斟酌播種時間，霜打可自少，林密則無風折，樹稀自少雪壓，電擊現象之最可怕者為閃電所引起之林火，亦可用地勢造林以避其害(8,19,20)。

第四節 菌類

菌類乃下等植物，以孢子繁殖，為害林木常隱而不顯，可是很好的樹木，一旦伐倒，則病害立見。菌類之進口多由於側枝伐除後之傷口，造林若疏密得當，伐枝傷口齊平，生長則易於癒合。菌害自行減少(4)。

習題

- (1) 中國森林面積逐年減少何故？
- (2) 松毛蟲爲森林之大敵，對於遇害之林究有何辦法？
- (3) 天乾爲我國造林困難之所在，然欲使童山變成森林，究宜何法造林？
- (4) 西南各省造林成功之法，可否引用於西北各省？
- (5) 聞蘭州附近荒山造林已成功，然耶？否耶？

第九章 森林保護文獻

- (1) 蔣蕙蓀：松毛蟲與造林樹種問題，中華農學會報，第一二九、一三〇期（森林專號），頁七二，民二十五年。
- (2) 郝景盛：果松造林之研究，中農報，第一七二期，頁一，民三十年。
- (3) 郝景盛：甘肅造林之途徑，新西北，農林畜牧專號，民三十一年。
- (4) 郝景盛：造林學，頁二九一，商務，民三十三年。
- (5) 郝景盛：中國林業建設，頁一——二，民三十三年。
- (6) 郝景盛：放火燒山者死，昆明民國日報，民二十九年七月十一日專論。
- (7) 郝景盛：見北碚專題講演輯要，頁三八，民三十三年七月。
- (8) 新島善直：森林保護學，昭和三年。

- (9) Beck u. Hausrath, Forstschutz in Lorey-Webers Handbuch II (1025) S. 230.
- (10) Boyce, J. S., Forest Pathology 600 p. 216 ill. (1938) London.
- (11) Escherich, K., Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge, Berlin.
- (12) Ferguson, J. W., Land Use and Forest Protection in Southwestern Oregon. J. Forestry 35 (1937) p. 536.
- (13) Fleming, W. E., etc., in Jour. For. 35 (1937) p. 679.
- (14) Hawley, Forest Protection (1937), New York.
- (15) Keen, F. P., Insect enemies of Western Ecrests 209 p. 92 ill. (1938) Washington.
- (16) Leineweber, Ein neues Verfahren . . . bei der Flugzeugbestäubung. Mitt. F. u. F. (1934) S. 212.
- (17) Schenk, C. A., Feuer in Douglasien-Urwald von Oregon. A. F. u. J. Z. (1934) S. 56.
- (18) Schroeder, C. H., The Art and Science of Protecting forestlands from fire (1938).
- (19) Wagner, C., Lehrbuch des Forstschutzes 357 S. Berlin.
- (20) Wimmer, Die Lehre vom Forstschutz (1929) Berlin.

第四篇 森林利用

第十章 木材解剖學 (Holz-anatomie, wood anatomy)

木材解剖是界於森林利用學與森林植物學中間的一種新興之學問，故植物學家與森林家對之皆甚注意。研究之主要任務在於各種木材之內部解剖，用放大鏡與顯微鏡比較觀察各種木材之不同點。一個有經驗的木材解剖學家，我們隨便取一塊木材問他屬於何種，他便能回答出木材之類別與屬種來。

一部完善的木材解剖學之內容，據我國木材解剖學專家唐耀氏的書面記述，應當包括通論與各論二部，通論之中還可以分爲概論，樹木之生長，後生組織及細胞壁之增厚，紋孔，管胞及纖維，導管，木薄膜組織，木材的射出髓，特殊構造，出規構造，心材邊材，生長帶，結構與紋理，顏色光澤花紋、氣味、臭味、重及比重等。各論中注重有大量生產可供商用之木材。

國產木材種類繁多，但唐耀著中國木材學內之所述，可以說已大致搜羅無遺(一)。國外木材之解剖更多有專書，可供參考，有專述商用木材者(二)，有專敘歐洲之重要木材

者(2)，有木材解剖與木材性質並重者(3)，有專檢定北美之木材者(4)，有木材解剖及性質各方面皆兼顧者(5)。

樹木之分類與木材構造常有密切關係。

屬於裸子植物門之木材，無導管，射出髓不能以肉眼見到，非借放大鏡或顯微鏡之力不可，年輪界線分明，有松脂腺存在。

屬於闊葉樹部門樹木之木材，具有導管，射出髓分明，年輪界線不顯明，無松脂腺存在。屬於單子葉部門樹木之木材，有維管束，無年輪，維管束之分佈星散，但均勻，用肉眼一看即可認出。無須借顯微鏡之幫助。

同為針葉樹，冷杉與雲杉類之木材，常無心邊材之分，裏外皆為白色。落葉松，花旗松，馬尾松等，則心材之色較重，邊材色輕，同為重色，若細察之，深淺色澤亦不一樣。

紅豆杉與檜類，年輪常具波紋，比重特別大。

闊葉樹的木材，因其種類繁多，研究起來更較困難，麻栗木材之射出髓特別發育，梨木細緻，棗木硬，樟木具有香味，檀木更硬而色重，楊柳木輕軟，多為白色，槭樹之木材，白中帶黃，邊材更甚，榛木之射出髓可伸入皮內，法國梧桐之射出髓到皮部則形消失。

心材顏色重者有洋槐、梨木、李木、榆木、落葉松、馬尾松、紅豆杉、丁香木等。

總之，木材解剖為一種極專門之學問，別有專書，在此不能細述。

第十章 木材解剖學文獻

(1) 唐耀：中國木材學，商務。

(2) Brown and Padshin, Identification of the Commercial Timbers of the United States, McGraw-Hill.

(3) Desch, H. B., Timber its Structure and Properties (1938) London.

(4) Kollmann, F., Technologie des Holzes (1936) Berlin.

(5) Liese, J., Bestimmungstabelle der wichtigsten einheimischen Holzarten.

(6) Record, Identification of the Timbers of Temperate North America, Wiley.

第十一章 木材性質 (Holzeigenschaften wood properties)

國產雲杉之彈性強度，據中央大學森化室報告，較美國雲杉爲優(6)，航空研究所研究結果，謂國產雲杉，其木材比重在0.44以上者皆可作飛機製造之上選材料(7)。第二次世界大戰以來，美國利用木材大量製造飛機，已卓著成績。

一立方尺之鉛重一百六十磅，同大體積之木材重不過三十磅。用木材製成合板(plywood)，以合板製成飛機，其效能(速度及載重量)皆較金屬所製者爲優良。在一九四二年一月中，木材製造飛機所省下的鋁竟達一千萬磅之多(21)。

飛機木材之選擇，首宜注意木材之長直，紋理端直，均勻平行者爲上選。如飛機機身縱樑，機翼大樑，非長材不可。飛機用材以木紋平行者爲佳，卽有斜度亦不可超過一與二十之比，因斜度愈小強度愈大也。木材之具有螺旋紋者，常強度減少，且難鉋平，乾燥後易於曲扭；木板之上具有對角斜紋者，其弊與螺旋紋相同，宜摒棄不用。其次如扭結木紋，紋斜在相反方向形成扭結狀，闊葉樹材中多具此病。此外如波浪紋，彎曲紋等，皆具有不規則的收縮性，易扭曲，難鉋平(7)。

木材性質可由數方面看：

第一節 木材之外觀

木材之顏色、光澤、細緻、花紋、氣味等都能表示其性質。楊木、雲杉、冷杉、椴木、菩提樹等木材多爲白色；小檗，橙木爲黃色、香椿、唐棣多爲輕紅色，烏木特別黑，檀木特別紫，鼠李木特別綠，*Haematoxylon* 屬之木特別藍。同爲紫色，因樹種不同，而紫色亦有所不同，如紫檀與檀香，有經驗者一見即能辨別。其次是木材之光澤，由徑切面看最爲顯明易見，弦切面之光澤稍差，橫切面則常無光澤或光澤極少。至於細緻程度及花紋千變萬化，各有不同，特別具美麗花紋之木材，在樹木生長期間亦可看出，例如同爲櫟樹，老樹皮上具有疤痕，烏藤狀物，嫩枝或根痕者，其幹材被截板之後常顯特異花紋。亭亭直立之優良喬木，紋理亦多通直。

至於木材之氣味亦因種而異，有經驗之木商或匠人，以鼻聞木材，即可斷定木材之種類及其健康程度。檜木清香，檀香有濃烈之香氣，柚木橄欖木亦皆具有特殊之好氣味。樟木箱裝書不被蟲蝕，油桐木作床可避臭蟲，水青岡多用以製酒桶，盤枝花木板多用以製茶箱，皆因其有特殊氣味之故也(13)。

第二節 木材之一般性質

木材最普通之性質爲比重與密度，二者常成正比例，重量大者密度亦大。同種木材，生於較熱之處所者比重常大。有的樹種與年齡有關，如青岡與白楊，幼年樹木比重常大，老年樹木則比重小，而針葉樹與樺木則相反，幼年生長之木材較輕，老年樹木較重。木材重量因木材所在地位不同而異，根部木材最輕，幹部木材西向之一側較輕，東向之一側較重。被風吹石壓而倒生之樹，其接近地平面之一側的木材較重。樹冠之木材較樹幹之木材爲重，根與莖相接處的木材在全樹之中最重，尤其向東之一側。針葉樹之側枝，下半面木材較重，上半面較輕。闊葉樹之側枝，上半邊較重，下半邊則較輕。同一樹木，最重之部位爲根莖相接處，其次是莖，尤其向東之一側。

同爲闊葉樹，年輪寬者木材較重，而針葉樹年輪寬者則較輕（但冷杉木例外）。立林地亦有關係，同一種樹木，生長於好土中者木材重，生長於較熱之氣候中者亦較重，在充足日光下生長者木質亦較重，純林中之針葉樹木質亦較重，心材重，邊材輕，松脂含量多者重，少者輕，木材之紋理益不規則者益重。

故研究木材之比重時，宜多方取材，一種樹木可作數千次之試驗，其結果比較可靠（19）。若只是貪圖木材種類之多，而忽視了每種木材之多方試驗，結果是徒勞無功，對於工業建設之應用上毫無補益（20）。

除比重外爲含水量，木材含水量之多少與木性有密切關係，而木材含水量之多少又與空氣

中之濕度不可分離，一般言之，全乾木塊，若置於百分之百的濕度之空氣中，則水進木材達到飽和，其所增之重量與原來乾木之重量相較，可增至百分之二十五至三十。木材吸水後，不僅比重大，容積亦膨脹，水放出乾後則容積縮小，木材吸水量之多少與木材砍伐後放置年限之久暫有關，放置愈久者吸水力則愈小。埃及金字塔中之木材，南德士海附近之民房的樑柱，經久已在三千年以上，我國河北正定大佛寺爲唐朝開元年間之大建築物，皆木材古老，不再吸水分之結果，吾人在四川居住，冬夏時門窗衣櫃，甚至於櫥椅板凳，常變其原來之形狀，即木材中之水分使然。

木材含水量之多少，視季節不同而有差異，水青岡，松木在十二月中含水最多，雲杉木與青岡六月間含水最多，冬天則水少；樺木之含水最多時在三月，最少時在九月；心材含水少，邊材多；木材愈重者含水愈多；木材含樹脂少者含水多，反之則少；木材種類亦有關係，菩提樹、水青岡、桃木、見風乾等木材中含水多，胡桃、雲杉、榆、楊、冷杉等木材含水少，洋槐、樺木、槭樹木含水量適中，天氣乾時含水少，雨季含水多，不能數語道盡。

有的木材因濕後可以施工，如松、落葉松，雲杉等木材被煮後再切成合板，即依據此理；有因濕而難施工者，如黑楊、樺木、柳木、榆樹、邊材無水時硬度則與心材同。

木材中含水之多少，與木塊之大小形狀及放置時期久暫有關，大者難乾，小者易乾；木材近端處之水分易由蒸發而消失，在空氣中放置較久者，其材則較乾，有的木材砍倒後需放置

數年其內部方能乾燥。美國林產實驗室曾測試一吋厚各種木板之自然乾燥所需日數，茲抄錄於次：

木	材	種	類	所	需	日	數	(至含水百分之二十止)
白楊							四〇——七〇	
雲杉、冷杉、白松、洋松							四五——九〇	
紅豆杉							五〇——一四〇	
鐵杉							六〇——一二〇	
紅木							六〇——一八〇	
白臘木、椿木							七〇——一一〇	
核桃							一二〇——一七〇	
樺木、檉木、槭木、桃木							一五〇——二〇〇	
柏木							二〇〇——二七五	
高原白青岡							二四〇——三〇〇	
平原青岡							三六〇——四〇〇	

木材加厚一倍，所需時間約長四分之三，加厚至三吋，所需時間約長三倍，故國人近來才有木材乾燥爐(6)或烘乾箱(7)之創製。在歐美各國對於木材之乾燥，所用方法頗多，不能在此例舉(3,11,17,20)。

第三節 木材之力學性質

木材利用範圍日益廣汎，飛機、兵工、橋樑、建築、器具、處處皆需要之。自發現醃樹脂有經久不變的黏性之後，木材已成爲飛機製造之主要材料，如英國之蚊式機，美國巨型轟炸運輸機(可裝載四百人)，皆由木材製成，不過木材性質因種類不同，用途亦異，在工程設計上須根據木材性質試驗得出的一定數據(data)。

我國對木材性質之研究，所取標準，尙未趨一致，如軍政部兵工署材料試驗處，對兵工木材試驗，包括下列各項：

本材種類

產地

含水率

比重 氣乾及全乾

硬度 順紋及橫紋

抗張力 順紋及橫紋

抗壓力 順紋及橫紋

抗剪力 順紋及橫紋

劈裂 順紋及橫紋

抗衝力 順紋及橫紋

握力 順紋及橫紋

耐磨度

伸縮率

中央大學森林化學室對於木材力學性質之試驗，只試驗木材的靜力彎曲，縱向抗壓，橫向抗壓，剪力劈開，橫向抗張及硬度等之諸種性質(9)。經濟部中央工業試驗所木材試驗室，則偏重於木材之比重，含水量，木材結構等(10)。航空研究院印有木材力學試驗標準草案(11)及飛機木材之處置與使用(12)等，該院即根據所訂出的規則標準，試驗各種國產木材，現在已印出兩種很有學術價值之研究報告(1,2)。

航空研究院規定之木材力學試驗標準，系依據一九三九年國際森林研究協會木材研究委員會之決議案，美國木材試驗標準(13)及法國木材試驗規定(14)而編成者，頗為實用，有在此介紹之必要。法國標準之優點在於設備簡單，取材方便，容易得無缺點之標木，試材運輸方便。

美國標準，試材大，對我國交通不便之森林，於運輸及處理上，皆感種種困難。

木材試驗可分左列諸種試驗說明之：

(1) 靜曲試驗 取木條一根，兩端支住，漸漸上加壓力，至中斷而後止。須要較大之壓力而木條始被折斷者，其材必堅。靜曲試驗所得之數據較大者，其木材適於作橫樑之用。

(2) 韌性試驗 利用壓力使木材破裂，施壓力之方向與木材紋理有關，一般多取用橫紋及順紋兩種試驗。例如一根立木條，上加壓力，視其被壓碎時之力量大小，即得數據，其所得數據較大者可作建築上柱材及鑿洞支柱。其餘如抗剪力、抗劈力、抗張力、抗壓力、抗衝力等，亦都是木材韌性實驗。抗剪力強者可作車軸、軋車軸、抗劈力強者可作車輻板，水斗、衣箱，抗張力強者可作橋欄，車輻板，陽台欄杆等。

(3) 硬度試驗 用鐵球壓進木內，看壓進力量之大小，斷定木材之硬度。木材硬度之大者與小者相較，可差三十倍。數據較大之木材適於作地板，門楣之用。

(4) 伸縮性試驗 木材之收縮性與鑿鋸方法有關，鋸法大別之可分兩種，一為平鋸法，鋸面與年輪方向相循或形成弦切，所得木料稱平鋸材，一為象鋸法，較平鋸浪費工料，鋸面與年輪方向近乎直角，所得木料稱象鋸材。平鋸材乾後常因收縮性而大變形態，象鋸料則否。故美國政府對木商有明文規定，驗收時平鋸材不得超過百分之二十五。

木材收縮程度隨木種而異，即同一木材，徑面與弦面之收縮亦大有不同，弦面收縮較徑面

常大兩三倍，至於木材長度之收縮，僅約佔千分之一至千分之三(S)。

此外如木材之耐磨度，亦與木材利用有關，不能詳述。至於木材試驗程序，航空研究院分爲靜曲，順紋壓縮，韌性，橫紋壓縮，抗回硬度，順紋剪力，比重及體積收縮，徑向與弦向收縮，含水量等九個程序(S)。

第四節 木材之耐久性

木材之耐久與否，第一視木材之成分及含水量。木材含蛋白質，糖類及澱粉較多者易生蟲菌，易被破壞；木材含單寧質、樹脂、松香、油質較多者則比較耐久。此處所謂耐久與否完全是指的聽其自然未經人工處理過之木材而言。其次是看木材腐爛條件之多寡，如天氣之變化，微生物之產生，蟲類之侵蝕與木材接觸面之環境等。風、雨、雪、雹、太陽、濕空氣，皆可使木材之表面先行變色，繼則破裂脫落，木內有菌類或蟲類寄生時，外表雖完整美觀，但內部已行腐敗；一擊即碎；此外如甲蟲、蝶類、蠹類之幼蟲，有直接以木材爲食物者；戶樞不朽，但必被磨壞，跳舞廳之地板不腐，須常抽換，接觸環境使然也。

同種木材，其耐久性視部位而異，心材較邊材爲耐久。顏色亦有關係，木材之顏色較重者耐久，紫檀楠木與楊柳一比即很顯然。柏木耐久，以含油質；果松耐久，以含松脂較多；一般論之，含水量特少者經久，比重特大者經久；同一樹木，因砍木之季節，其耐久性亦異，冬天

砍倒之樹木，其木材比較經久，夏天砍倒之樹木易於腐敗。

木材因種類不同，耐久性亦異，最耐久者如紫檀、楠木、烏木、棗木、槐木、青岡、落葉松、松木、洋槐、栗木、榆木、柚木，其次是雲杉、冷杉、杉木、臘木等；最易破壞的是樺木、柳木、楊木。槭木，以上所述乃爲已知的事實(11)。我國木材種類繁多，尙少是項試驗報告材料(9)。

至於各種木材之性質及用途，各國皆有專書或雜誌，此處不贅(9, 10, 15, 16)。

習題

- (1) 略述木材之一般性質。
- (2) 述木材含水量與放置時間之關係。
- (3) 木材力學性質實驗之主要項目爲何？
- (4) 我國有無木材性質研究實驗機關？
- (5) 詳述木材之耐久性。

第十一章 木材性質文獻

(1) 余仲奎、陳啓嶺等：四川理番六種木材之性質（民三十二年七月）。

- (2) 余仲奎、陳啓嶺等：川產雲杉之性質（民三十一年三月）。
- (3) 木材力學試驗標準草案，航空研究院印（民三十二年七月）。
- (4) 田中勝吉：有用木材性質及用途，昭和七年。
- (5) 經濟部中央工業試驗所木材試驗室，關於木材方面出有若干刊物，有系介紹性質，有系研究報告，可資參考。
- (6) 中央大學農學院森林化學室中央林業試驗所林產利用組合作試驗兩年來工作簡報，油印本（民三十三年春）。
- (7) 飛機木材之處置與使用，航空研究所（二十九年十二月）。

(8) American Society for Testing Materials: Standard Methode of Testing Small Clear Specimens of Timber, A. S. T. M. Designation D 143-27.

(9) Brown and Paushin, Identification of the Commercial Timbers of the United States, McGraw-Hill.

(10) Desch, H. E., Timber its Structure and Properties (1938). London.

(11) Forsaith, The Technology of New York State Timbers.

(12) Garratt, G. A., The Mechanical Properties of Wood 276 p.

(13) Gayer-Fabricsius, Die Forstbenutzung 748 S. 448 Abb. (1935) Berlin.

(14) Janka, G., Die Technischen Eigenschaften der Hölzer, in Lorey Handbuch II S. 359.

(15) Koehler, The Properties and Uses of Wood, McGraw-Hill.

(16) Kollmann, F., Holz als Roh- und Werkstoff (Zeitschrift).

(17) Kollmann, F., Technologie des Holzes 766 S. 604 Abb. (1936) Berlin.

(18) Monin, M., Essais Physiques statiques et Dynamiques des Bois, Bull. 29-30,

Section Technique de L'Aeronautique Militaire.

(19) Record, Identification of the Timbers of Temperate North America, Wiley.

(20) Rubner, K., Holzkunde, in Neudammer forstliches Lehrbuch S. 477 (1939)

Neudamm.

(21) Wood is a war weapon, in Popular Science (Sept. 1942) p. 48.

第十一章 森林主產利用學 (Hauptbenutzung, Forest Utilization)

經營森林之目的在利用，故森林利用學爲林學中之一主要部門(12, 16, 20)，宜包括木材解剖(7, 11)，木材性質(1, 2, 3, 4, 5)，木材保存，木材工業(8, 9, 10)，木材化學工業(15, 18)，森林副產利用等，凡此各項在本書內已別立章節另行討論，故在此只敘述一點木材的直接利用，即木材不變質的利用。

第一節 木材的用途

木材的用途因地而異，木商行業亦常因地方而有所不同，例如雲南昆明，據楊宗槐，段士林二君之調查，昆明木商營業種類有八，即木箱業、棺材業、植木業、櫟椅業、鏡框業、扁額業、圓木業及馬鞍業，各行業所用之木材，皆不甚相同，如製造馬鞍，據筆者實地調查，多用麻栗，此種木材射出髓最發育，橫斷面極爲顯明，比重亦大；其次是黃櫟，色澤較麻栗木爲黃，弦切面之髓線寬可一分，在滇省作馬鞍亦系一等木材。此外如白櫟、樟木、水冬瓜木、楸木等都可製馬鞍，但皆非上乘。

任何木材皆有其最適宜之用途，柳木輕軟，不宜製器俱，但以之製炸藥確非其他木材所能

比擬。樟木箱裝衣服不被蟲蝕，油桐木床可避免臭蟲，盤枝花木的茶箱不走味，榆木轆轤百年不壞；洛陽泡桐木所製的木履，軟中有硬，日本人最喜歡；紫檀木算盤子，其聲鏗鏗，令人喜愛；槐木水斗，不裂不碎，華北農人多願採用；棗木車軸，荷重不折不彎；檀香木之彫刻，被人視作珍貴古玩，總之，木材的用廣至爲廣汎，可以說，每一種木材若以其性質作依據，皆有它最適宜之用處。世界上各種木材，可分爲左列各項：

一 建築用材

以幹長而直不彎不枝之木材爲上選，小者如地板、陽台、門窗、彫樑、畫柱、大者如廠房、車站、禮堂、影院、戲園、大廈、會場、船塢、博覽所等。長寬五六公尺之大建築物，中間不用一根支柱，在歐洲各國頗爲常見（13, 14, 17, 19）；最近美國完成的十二萬五千平方公尺地板之大廈，其穹窿系由一百九十八根木條構成。造一隻鋼質的戰艦，所用之木板條常在三十萬塊以上（見 Popular Science Sept. 1942）。

此項長材多見之於針葉樹類，如松、落葉松、雲杉、冷杉及杉木之類，尤其美國產的世界爺、花旗松（洋松）等更爲人所共知之寶物；在闊葉樹中除有加利屬之喬木外，長度很少超過一百公尺的。

二 車船用材

火車車箱，各種貨車臥車，內地川河及沿海各省來往之輪船，多由木材製成。其至於來往

於大洋之客船與戰艦，外表雖則系鋼鐵製成，但內部須鑲上一層合板，以隔絕內外不同之溫度。

四川省各江常見之小木船，多以柏木製成，昆明池中的木船多採用楸木，以二者在水中皆不易腐爛。德國人造船用麻栗木，英國則多用柚木，澳洲用有加利木。至於小木船亦可用果松與油松，常在水中之部分，山毛櫸木材亦頗耐久。造船木材之主要性質，第一在水中不腐敗，第二與鐵釘相接觸之處不生銹。造車之木材更多，凡乾後不改變形狀或稍改變其形狀者皆為上選。近來木材工業發達，多先製成合板，然後造船造車，表面再加以適當之防腐劑，都能經久，故凡木材幾無不可製舟車矣。

三 木桶用材

木桶、糞桶、水缸、洗衣盆、多能以木製成。在歐美各國木桶製造已成爲專業，我國大城市亦有專作木桶的店鋪。以前用的鋼鐵皮桶，現皆代以木桶，例如油漆、啤酒、木焦油、松脂、魚苗、以及各種液體物質及粉狀物品，在習慣上皆採用木桶。因木桶質輕且不易撞破。我國出口桐油，最近亦採用木桶，因鐵桶較爲昂貴（見嚴匡國、桐油、正中，三十三年一月出版）。

木桶多盛裝液體，故材質宜堅固、耐久，而且還須要緻密，既不能透水，又不能透氣。桶板宜用心材，因其枝疤孔較少；年輪宜寬不宜窄。截板時爲避免木材的浪費，宜採用帶鋸或圓

鋸，使鋸口與年輪方向平行或近於平行。具有裂痕、枝疤、腐爛斑點，以及被蟲蝕過的木材，皆不宜採用。製裝飲料之木桶的最好木材，首推麻栗木與槭木，板栗木灰木次之；盛酒精、煤油、食用油、染料、洋灰、石膏等，用一般針葉樹木材製桶亦可。

四 地下工事用材

河海工程，輪船碼頭，穿山打洞，建設防空洞，修築地下鐵道或工廠，採煤炭、開鐵礦，都須要地下工事，適合於這種工程之木材，第一、須有高度的抗壓強數據，第二、性耐潮濕，第三、與土壤岩石接觸而耐腐性特強。此類木材用途還可以分爲左列數種。

第一、公路橋梁與水工建築，內包一切河岸、水堤、水池、碼頭等建設，最理想之木材爲柚木、鐵木、有加利木、其次是洋槐，油松及一般含松脂較多的針葉樹木，心材變色者尤其優良。

第二、枕木，我國除滇越鐵路用鐵質枕木外，餘皆用枕木。國產木材種類繁多，只要尺寸及格，幾乎任何木材皆可作枕木，惟各種木材之耐久性不同，表面用木焦油處理過的木材，歐洲有記錄，水青岡爲二十五年至三十年，松木不過二十年，麻栗可至二十五年。不經防腐手續之木材，經時甚短，水青岡僅三年，松七八年，麻栗約十二至十五年。落葉松、板栗、雲杉、冷杉等必要時亦可應用。

第三、電桿，材長而細不變不枝者爲上選，一般針葉樹木多能合用，如杉木、雲杉、樅

樹、柏、檜、金葉松、果松，赤松、青杆杉、方葉杉等，皆頭等電桿良材。

第四、洞柱，以桉樹洋槐最好。

第五、棺材木，我國自古有『人死後以棺裝尸入土之惡習』，故每年木材消耗量特別大。我國人口之死亡率據估計約為千分之三十，棺材用木，亦頗可觀。民國二十七年時，昆明人口約十五萬，是年棺材業售出之棺材約二千八百具。棺材木以含松脂特富的針葉樹為佳，闊葉樹次之，通常多用柏木。人死後最好實行火葬，以節省木材留作其他建設之用。

五 飛機製造用材

以木紋平行者為佳，紋理即有斜度，亦不可超過一與二十之比，以斜度愈小，強度愈大也。(10)。國產木材適宜製造飛機者，據航空研究院研究結果(11)，計有雲杉，梅（又名鐵杉），柔毛樅（又名泡杉法氏冷杉），光皮樅，青皮白楊，美條杉（又名麥吊杉）數種。此項材性研究正在開始，在不久之將來，定有更大之收穫。

六 其他用材

此外木材的用途尚多，如機械及其模型製造、彫刻、家具、磨機、橋梁、水斗、車軸、馬鞍、香煙盒、轆轤、旋工，鏡框、扁額、農具等，非常繁多，難以盡舉。

第二節 木材利用各論簡述(12)

各種木材皆有其最適宜的用途，槭木宜製檯面，旋具木柄，木刻物，廚房家具；洋槐可作建築、水岸柱、坑壁柱、枕木、車、葡萄架、器具、鞋支、船板的貫穿木；樺木宜用製斧柄、彫刻、旋工、傢具、琴箱、滑雪板；水青岡可作建築、床板、樓梯、地板、枕木、鋪路板、盛油桶、木鞋、鞋支、彎曲器具（如椅靠背、戲院包箱弧形欄杆）；板栗木製檯椅几凳、酒桶及高大之建築物；紅豆杉製旋工、彫刻、煙斗、槍床、尺子等；麻栗用於水內工事，橋樑、造船、水閘、水車、枕木、火車客房，地板、琴箱、又為最好之合板製造木；花楸木宜用於製造衣扣、斧柄、尺子、琴箱；檜木適用於潮濕之地，如洞柱、坑柱、防空洞內支柱，水管，又可作煙盒及鉛筆桿，近年亦有用以製合板者；白臘木宜作柱、車皮、飛機、工具、傢具、體育運動具，槍床、踏雪鞋、槳、花紋精緻木具。冬天伐倒之樹，其木質較軟且富有彈性，夏天伐倒之樹木質輕、易彎曲；鼠李木製傘柄，手杖及火藥；雲杉木建築、河工、橋樑、洞道、風磨機、船板、車、傢具、兒童玩具，大風琴、琴箱、電桿等；千金榆之木材宜製車，磨、機械、旋工、琴、鞋支、香煙盒、工作棹、楔子、器具柄、農具、連枷等；四照花屬之木材宜於旋工，傘柄、手杖、傢具柄；榛子木可製木桶板，手杖、火藥；接骨木之髓可用作顯微鏡切片之支助物，根部有花紋宜於製煙斗；松木與雲杉類似，洞柱、水工、地道、橋樑、枕木、鏡框、船板、風動磨之輪翅板、帆桁；落葉松木與松木同，但更耐久，在水中用之較麻栗青岡等還好。在高山或寒地生長之樹、其木質尤為佳良；椴木宜於細工彫刻、旋工、琴、造紙、木

鞋；桑木性極耐久，宜於旋工、裝飾；胡椒木不易彎曲，可製槍床、旋工、彫刻；桃、李、杏、梨等樹之木，性脆，可刻製圖章，壁畫框，野生者更好，桃木勝於蘋果木，唐棣勝於梨樹；白楊木較軟，宜於製造火柴桿，造紙及建築；衛茅木宜於製樂器；女貞子木可用作彫刻，旋刻；七葉樹木作旋工、傢具、彫刻；莢蒾木製傘柄，煙管、彫刻；冷杉木與松，雲杉等類似，更宜於水中工事；棗木宜於作車軸；榆木製傢具、旋工、車皮、造船、家榆根株可製轆轤；檜木宜彫刻。

總之，木材種類繁多，各有其特殊用途，不能盡述。

第三節 竹之用途

竹類有幾種特性與木材不同，性易割裂，故宜於製造蓆、蓬、梳、櫛、傘骨、扇骨、籠、簾、箱、箕之類；性富彈力，故自古用以製弓背、釣竿、寧竹等；縱向抗壓力很強，可以之作建築物的支柱、床柱、機脚、傘柄、手杖等；梯、屋椽、擔架、橋竿、滑竿、晒竿等乃利用的竹之抗變力；竹繩、牽籐（川人拉船之索）乃利用的竹之抗張力；竹又多中空，因此還可以製造笙、笛、簫、水管等（9）。

竹的種類很多，爲禾本科中之一亞科，約二百餘種，多分佈於熱帶及亞熱帶，只東南部亞洲一處約產一百五十種，尤其印度、馬來諸島及中國南部，北迄日本之千島。非美二洲之山地

僅有山竹屬之分佈，歐洲根本不產竹類，間有培植，亦多生長不良。

楠竹，慈竹及水竹的物理性質及力學性質，最近已有初步試驗報告，含水量、比重、收縮性、抗壓力；抗張力等皆有了一定之數據，很可作工程界利用之憑藉。楠竹縱向抗壓強之大，木材決不能與之比倫，其強性限界纖維應力為四八五〇方吋磅，其最大抗壓強度為七、八四〇方吋磅。楠竹生材之縱向抗壓強大於杉木二倍，慈竹籐籐之抗張強較慈竹約大二倍，前者平均為二二、五〇〇方吋磅，後者平均僅一二、八三〇；水竹之抗張力則較慈竹為小(6)。

竹類除以上所述可製有用之器物外，我國自古即以之造紙，惟漂白困難，纖維短，須宜時採集，是其缺點。最近雷天壯君研究，謂竹材能製酒精，產量頗佳，一噸竹子可製酒精三十加侖（見北大化訊，三十三年九月）。至於竹筍為佳美之蔬菜，竹米（南川縣）為味美之食品，為盡人皆知之事實，無須贅述。

第四節 木材之類別

我國海關把進口木材別為十大類，即：

- 三九一、斬木及圓木段、重木、多為闊葉樹木材。
- 三九二、斬木及圓木段、輕木、多為針葉樹木材。
- 三九三、鋸木，重木。

三九四、鋸木，輕木。

三九五、製成材，重木。

三九六、製成材，輕木。

三九七、鐵路枕木。

三九八、柚木。

三九九、桅桿。

四〇〇、未列名木材。

右列數目字爲海關洋貨進口統計號列，系逐年不變之固定號數。在市場上有未鋸斷之長木，截段在三公尺以上之鋸木，段長不滿三公尺之工木。木材按形狀又可別爲圓木（柱、電桿、洞柱、桅桿等）、方木（指用鋸截成有方角之木材）與塊木（板、塊等）。我國杉木，皆按龍泉頭碼價（頗似胸高徑粗），此價碼系龍泉某姓父女所發明，有如對數表，一定不變，按眉高（齊眉高處）周圍之大小，分成很多不同之等級，杉木大者價碼高，小者價碼低，故有種種碼之名稱，如飛碼、雙兩碼、單兩碼、七八九碼、大錢碼、中錢碼、小錢碼、大分碼、小分碼、石木、子木等，爲上海、長江、乍浦、天津各幫所採用（參考干鐸、趙宗哲，長江流域杉木市價計算法之研究，林學第十號，一九四三）。

習題

- (1) 詳述木材用途之類別。
- (2) 何謂龍泉碼價？

第十二章 森林主產利用學文獻

- (1) 木材力學試驗標準草案航空研究院，技術叢刊第四號，民三十二年。
- (2) 飛機木材之處置與使用航空研究院，技術叢刊第三號，民二十九年。
- (3) 余仲奎、陳啓嶺等：四川理番六種木材之性質，民三十二年。
- (4) 余仲奎、陳啓嶺等：川產雲杉之性質，民三十一年。
- (5) 唐耀、屠鴻遠：國產重要木材之基本比重，三十一年。
- (6) 梁希、周光榮：竹材之物理性質及力學性質，初步試驗報告，林學三卷一期，民三十三年。

- (7) 昆野貫三：實用木材銘鑑，明文堂。
- (8) 倉持善三郎：合板，東京材木通信社。
- (9) 奧野道夫：合板工業及其取引。

- (10) 中厚子虎：實用伐木運材法，三浦書屋。
- (11) 湊賢治：實用製材術，三浦書屋。
- (12) 上村勝爾：森林利用學，上、中、下三卷。
- (13) Behrendt, W. C., Modern Building (1937).
- (14) Bryant, R. C., Lumber (1938) 535 p.
- (15) Clark, J. J., Manufacture of Pulp and Paper Vol. I (1921)-Vol. V (1939).
- (16) Gayer-Fabricius, Die Forstbenutzung 748 S. 448 Abb. (1935).
- (17) Gestesch, Th., Der Holzbau (1926).
- (18) Grant, J., Wood Pulp (1938).
- (19) Kersten, C., Freitragende Holzbauten (1926).
- (20) Neudammer forstliches Lehrbuch S. 477-553 (1939).

第十三章 木材保存學 (Holzkonservierung, Woodreservation)

第一節 木材保存學之意義

人口逐年增加，木材之消耗量亦逐年增大，燃料、建築用材、造紙、人造絲、乾餾、製炭，各種木材化學工業之進步，皆能促成木材之大量消費。故現在世界上木材輸出國並不多，如奧、匈、蘇聯、芬蘭、瑞典、挪威、加拿大，固天然林特別豐富，但是現代的強國，都是木材輸入國，林業最進步之德國，以其木材化學工業發達，在上次歐戰（一九一四——一九一八）前已成了木材輸入最大之國，此外如英、法、意、比、荷、瑞士等亦須仰給於國外木材之輸入。美國森林之豐富，著名世界，但木材不能自給，製紙原料如木絮，過半以上皆由國外輸入。日本在以前是木材輸出國，但近來成爲木材及木炭輸入國。

世界原始林，數百年來木材之積蓄，不能供給現在工業化的社會之需要，林學家對於故有森林須整理更新，對於荒山荒地要開墾造林。德國森林面積與國土比較，可稱豐富，且皆爲人造林，然木材尚不足自給。近幾年來，各國皆注意到工業原料及林產製造，故以往原始森林漸次減少，整個世界皆感到木材缺乏之苦。我國木材工業尙未萌芽，但木材之消耗量亦不小，如

雲南每年木材之消耗量大於其產量兩倍半(15)，華中四省每年木材之消耗量大於產量三倍(16)。關於此可貴之木材，吾人宜如何使原料之消費量減少，以增加人類社會之永遠幸福。惟一方法是延長木材之保存年限，使其壽命加長。歐美各國對此問題，皆已銳意研究，成爲木材工業之一大部門。現在美國有數百此種工廠，年用木材在兩千萬噸以上，德國有九十餘個，英國有八十餘個，日本亦有幾個，現在全世界上共有五六百個大工廠，因枕木、建築材，柱材、鐵柱、海水中用材，電桿以及鐵道，鑛山、船舶業等，處處皆須大量之木材。木價逐日高漲，經過工廠之保存管理，能延長木材之應用壽命，結果總是有百利而無一弊(17)。

未經保存處理之木材，無論用之於那一方面，對於高熱之侵襲易於燃燒，在濕潤之情形下易於腐爛，一遇菌類或蟲類則被蝕而中空，新的木材用具或器物常數年之後即行敗壞。木材經過保存處理之後，其耐久性可以由數十年以至於數千年。木材保存學之目的，即在研究木材破損之原因，腐敗之情狀，保存之藥劑，並研究處理木材保存之方法，使木材在應用上能延長其時間(18)。

第二節 木材保存之歷史

埃及人在去今三千九百年前，即用防腐方法保存棺材，所用的藥品爲氯化鈉，碳酸鈉及硫酸鈉，用此種藥品的溶液將棺材浸透，或者用此液體將棺材煮過，棺木即能經久不壞；彼蒂格

婁 (Petigrew) 氏用固體樹脂爲木保存劑，可使木材三千年不腐爛；羅馬時代之建築物或橋樑之柱材是用防腐性油，如地中海產之橄欖油；筆者故鄉河北正定城內大佛寺正殿爲唐開元年間之建築物，去今已將一千三百年，還依然不壞，該寺用的防腐劑是中國漆 (T)。我國自由即用松香灌棺材之內面及底部，目的亦是在使其不腐壞。一七〇五年享伯哥 (Homborg) 氏第一次用昇汞液將木材浸過，後來一直被沿用，至今木材保存仍用此液體。一八三七年萊蒂里爾 (Tellier) 氏除昇汞外，加用一點膠液。

一七三〇年巴斯特 (Baster) 用砒霜劑水溶液浸木材，一七四〇年法勾蒂 (Fagot) 用明礬水，傑克桑 (Jackson) 是將木材鑽小孔，孔中再注入明礬液，後來紐馬席 (Newmarch) 用明礬，綠礬與砒霜劑之水溶液把木材煮過。

一七四〇年法勾蒂兼用水蒸氣處理木材，一八一八年加蘭德 (Callender) 將木材蒸成乾燥狀態，這是木材處理法之開始。同年芮德 (Reed) 用木醋液。自此以後，兩百年來，爲人用過的木材保存劑種類頗多，試驗者之姓名亦不少，如哈來斯 (Hales) 用柏油，毛爾 (Moll) 用焦油與柏油之蒸氣，德巴掃 (De Boissieu) 用硫酸銅，阿爾頓 (Ardoin) 用丹礬液，傑克桑用食鹽、石灰、亞硫酸、鋅、明礬等之海水溶液，還有人用真空乾燥，有人用樹脂松香，有人使木材表面燃燒炭化並塗柏油，有人用脂肪，有人用亞麻仁油，有人用氯化亞錫與硫酸亞錫的混合液，有人用木醋酸鐵，有人用木醋酸鋅或木醋酸銅，甚至於單寧、石炭酸、氯化亞、木醋等

皆被人用過。

至於藥劑之用法亦頗不同，或用液浸，或用液蒸，或將木材鑽孔然後注入藥劑，或用大壓力把藥液注射在木材內部，或把藥液僅塗於木材之表面，方法非常之多。

第三節 木材敗壞之原因

木材製成器物後，敗壞之原因頗多，其要者有左列五種：

一、磨損 木材因磨損而敗壞者，最好例子為鋪道木，人馬經行之處，一年即可被磨數寸。雲南鄉間用的木車輪，甘肅黃河沿岸人民用的水車輪，還有青海塔兒寺之地板，因藏人叩頭拜方式磨深至數寸之溝。此外如橋板、樓梯、各種農具，工廠中木製機械等。木材質軟者，磨損之敗壞，尤其顯著。

二、蝕害 被用在海水中或河水中的木材，如木樁，碼頭柱等，常為海蟲類所蝕害。與土壤接觸之木材常被白蟻吃壞，古代的建築物或靜止不動的木器竹器，外表雖則塗着很美麗之油漆，但內部常被蟲子吃空。甲蟲類與膜翅類的幼蟲常寄生於木材之中，以木質為營養，在其中行機械性的破壞。

三、腐敗 木材之所以腐敗乃由於內部真菌類與細菌類之寄生，這些菌，可以使木材分解，變成菌類的養分，以營養其身體。木材被破壞後又重新組合，變成碳酸、氣體、水、氫、

氮、亞母尼亞、硝酸鹽等，木材一經腐敗，原來之強韌性消失，變為腐質化狀態。故木材保存學在研究怎樣使木材不生細菌。

四、風化 木材因風化而敗壞者，為例亦多，在航燥狀態之下，或水中，木材風化較慢。在一濕一乾，一風一雨，一冷一熱等之情形下，木材最易風化，因水分、光線、空氣、溫度等之變化皆為木材風化之因素。木材一經崩裂，其價值自然減少，被日光曝曬而變色之木材，亦不易得到善價。

五、水災 我們常見到大建築物，一火燒完，我國若干城市，被摧毀於日人燒夷彈之下，這都是木材所遭遇到的火災。木材被燃燒後，所剩下的灰燼，約僅為原來的百分之一重量。因此防火劑之在木材保存學中亦應佔一相當地位。

第四節 木材保存方法

針對着以上第三節所述的木材敗壞之五個原因，在木材保存學中有五個重要的方法，即：

- 一、木材硬化法 對磨損
- 二、木材防蟲法 對蝕害
- 三、木材防腐法 對腐敗
- 四、表面處理法 對風化

五、木材防火法 對火災

何謂木材硬化法？即用大壓力注入木材內某種硬化藥液，使其自行硬化，然後取來應用。防蟲法是把木材表面或內部施用有毒物質，抵抗蟲子的侵蝕。防腐法是對菌類，將木材內注進防腐劑。表面處理多用油漆便可停止或減慢風化作用。至於防火法是把木材表面着上一層化學藥品，見火不燃燒或化分而成滅火之氣體。因處理木材之目的不同，所用之藥劑與處理方法亦各有差異，說起來皆甚簡單，實際作時，有的却相當困難。木材保存及木材防腐現皆有專書可供參考（8—12），此處所寫，乃其中之主要者。

木材保存劑的種類頗多，但其性質具有下列各條件者為最優良，第一、要有毒性，木材經過處理後，即變成對菌類或蟲類有毒之物質，第二、固定，化學性及物理性皆甚為固定，不溶解、不分化、不風化、不變質、不變性，第三、易入木材之內部者，第四、不減少木材之強度者，第五、與金屬接觸不腐蝕者，第六、不發對人畜有害之毒氣者，第七、無害於木材之色澤者，第八、來源豐富，可大量供給而價值低廉者，第九、無火災之危險者，第十、施用後不太增加木材之重量者，第十一、對於空氣中之外界物質不具吸收之性質者，第十二、用木材製器物時無膨脹之性質者，第十三、清潔乾淨，不損於木材之美觀者。這樣理想的木材保存劑，二百餘年來，經過無數學者之研究試驗，吾人已有很豐富的藥用材料，茲略述之於次：

硬化劑 為增加木材磨損之抵抗力，宜在木材中放進硬化藥品，如碳酸鈉、碳酸鉀、硅酸

蘇達、砂糖、膠、頁岩灰、石灰粉末等。

防水劑 普通防水劑多塗於木材之外表，如彈性橡皮液，亞麻仁油、蓖麻子油、桐油、各種樹脂、各種精油、以及丹寧、松煙等，塗在木材表面上，水分便不能進去。

防火劑或稱耐火劑 此種藥劑可分三大類，第一類、在木材之表面上，附加上一層遇熱不熔融的土狀殘滓，即在可燃性的木纖維之外，被覆上一層不燃性的物質，第二類、高溫熔融物質，即用玻璃狀之物質覆於木材之外表，第三類、在木材的表面放上一層物質，此物見火即變成不燃性的氣體。屬於第一類的藥品為明礬，石灰，鎂的化合物，屬於第二類的藥品為硼砂，硅酸鈉等，屬於第三類的藥品為鉍的化合物，硫酸鹽類、磷酸鹽類、硼酸鉍、磷酸鉍等。

防火劑的種類頗多，屬於硫酸鹽類有硫酸鎂，硫酸鉍、硫酸鋅、硫酸石灰、硫酸銅、硫酸鈉、硫酸錳、硫酸亞錫、明礬等；屬於硼酸類的有硼酸、硼砂、硼酸亞錫、硼酸鉍；硅素化合物有硅酸、硅酸蘇達、炭化硅素等；磷酸鹽類則有磷酸鈉、磷酸鉍、酸性磷酸鉍鈉；碳酸鹽類有碳酸石灰、碳酸鎂、碳酸蘇達、重碳酸蘇達；鐵物類有雲母、石棉、黃色赭土；氯化物中有氯化鉀，食鹽、氯化鎂、氯化鉍、氯化亞錫等；其他無機鹽類如青化鉀、鉛丹、有機物中有膠類，羧酸等。凡此所舉，皆為防火劑，因地相宜，可以選擇用之。

美國特許的耐火劑，其主要成分為硫酸鋅溶液，有的特許耐久劑以碳酸鎂為主，有的以食鹽為主，合以硫酸鋅。法國特許的耐火劑，其成分是二百八十分的不純硫酸鋅，合以十八分的

漆酸。此外各種耐火劑配成之方法亦頗不一樣，但皆不外將上述的藥品放入冷水或熱水中，混合後，塗於木材之外表，即能避火焰之燃燒。至各種藥劑之製造，配合及優劣點，另有專書述之(1,11)。

防腐劑及防蟲劑 二者有連帶關係，一般能防腐的藥品，同時亦能防蟲。現在通行之防腐劑，可別爲二大類(3)：

甲、防腐油類，常用的防腐油，種類頗多，主要者：

(1)煤焦蒸油，此油已被認爲現在之標準防腐劑，對於蟲菌之侵蝕，海水中腐木的小生物，均有防止之效力。因此爲各國所採用，美國每年之消耗量常在一萬萬加侖以上。焦油乾餾，保持 $200-360^{\circ}\text{C}$ 之溫度，所得之蒸餾液即煤焦蒸油 (Kreosotöl)，成分爲很複雜的化合物，在二百零五度蒸出的比重較輕，名曰輕油，二百五十度以上蒸出的油較重，叫重油，殺菌的能力皆甚強大。木材乾餾工作中所得之木焦蒸油，亦有同等效力(1,3)。

(2)水煤氣焦蒸油，此油是由水煤氣蒸餾而得的。水煤氣爲石油蒸餾後之殘渣中所含的煙化物，以芳香族的化合物爲主，與焦油中所含的物質近似，但並不相同。因此種焦油中不含有焦油酸及焦油鹼，煤焦蒸油中通常皆有這種酸鹼。

乙、無機鹽類，此種鹽類多溶於水，被此水溶液浸潤過的木材，即有抗腐力，種類亦多，其要者：

(1) 氯化鋅，為美國主要的水溶液防腐劑，每年消耗量在五百萬磅以上，價值低廉，性質均勻，又有大量之生產，以之處理過的木材，外觀潔淨，又可加油，皆為此藥之優點。惟因其易溶於水，在潮濕之情形下，常被沖去。水溶液的濃度為百分之二至五。

(2) 氯化汞，商業上所售的 *Sublimat* 即此物，是一種白色的結晶體，性毒，遠在一七〇五年時即被初次試用。達二百分之一的濃度才能發揮它的防腐性能，昆蟲與其卵一與此溶液接觸，即發揮毒性，先入消化器，使昆蟲中毒。不過用時宜謹慎，因此藥對於人類亦有毒性。印度及非洲用之以防白蟻。

(3) 硫酸銅，青藍色的結晶體，屬於三斜晶系，但不含水的藥劑呈白色粉末狀。英國在一八三九年時即開始用之，現在法、意、德、日、美、加等國亦多採用。水溶液之濃度約四百分之一。

(4) 昇汞，毒性極大，四萬分之一之濃度，即能夠發揮其毒性。

(5) 鉻化氯化鋅，為氯化鋅及鉻酸鈉之合成物，前者較多，約佔百分之八十以上。這種藥劑，較單純的氯化鋅能持久，而且效力顯著。

(6) 氟化鈉，經此種溶液處理過之木材，不能與石灰岩或石灰水接觸，因石灰中之鈣易與氟化合，變成無毒藥劑。溶液之濃度宜為 1.5—3% (3)。

(7) 砷化物，例如氧化砷、白色、無臭、是一種無定形的物質。砷及其化合物，對於動物

及菌類毒性甚強，三浦伊作過試驗，大樹施行注射之後即枯死，對針葉樹作用尤強。砒對於人類有毒，建築木材宜不用為佳(一)。

以上所述多為木材保存劑，以下再述木材保存法。因目的不同，如防腐、防火、防水、防蟲、防風化、防磨損等，處理之方法亦異，大別之有以下諸種：

第一、木材天然大氣乾燥法。

伐倒木材至氣乾程度經時頗久，常由數月到一年以上。美國木材防腐協會有對於木材大氣乾燥式樣書，闊葉樹木材最短為八個月，必要時須延長至十二個月，南部黃松需時四至六個月，落葉松亦要十二個月，不過有些樹種，過乾之後反而不佳。

第二，木材水浸乾燥法。

將新伐倒的木材先放入水中，約兩星期之後取出，再置於大氣中使其自然乾燥，結果木材即不變形態，又不崩不裂，但硬度減小，彈性受損失。

用食鹽水浸漬，木材之比重可以加大，硬度無損失，有耐久性，適用於建築用材。或用水煮木材，然後放入冷水內，可以縮短浸漬的時間，但有損於彈性及強度，且不經濟。

第三、水蒸氣處理法。

用水蒸氣通過木材之四週，使木材在水蒸氣中飽和，很多木材防腐工廠用此方法，因裝置簡便，費用低廉，又可兼行殺菌。將木材放置於圓鐵筒中，加壓力使水蒸氣通過，處理時間之

長短，因木材種類而不同，枕木兩三小時，電杆約須十小時，普通板材一小時即可。美國林業試驗廠對枕木處理約五至八小時，因為時過久，有損於木材之強度。蒸氣處理後，放入真空中，然後注入防腐藥劑。

第四、木材表面處理法。

操作簡便，價格低廉，且能隨意着色，以達美觀目的。處理方法不外藥劑塗刷，表面炭化或者藥液浸漬。塗刷方法，可用油類漆類，但宜注意木材之乾枯程度與裂隙，濕材塗油乾後必裂或變更原來之形狀，有裂隙者不以補充物堵塞，則細菌蟲害容易由此侵入，年深日久，外部雖好。但內部已行敗壞。藥品用以上說過的防火劑，防腐劑及防蟲劑。表面炭化，是把木材之外表用火燒過，使木材炭質化，厚度約一二分，惟此法不甚好，木材不部被破壞，且容易裂開，木炭能吸收水分，常促成內部腐爛。至於藥液浸漬，就是把木材放於防腐劑之水溶液內或防腐油類中，待相當時間後，再取出放乾應用(5)。

第五、藥劑注入法。

用人力將保存藥劑注射於木材之內部，藥劑滲透度之深淺，因樹種、材別、乾燥狀態諸條件而異。普通油狀物的水溶液注入困難，木材密度大者吸收藥劑之力較小，反之則大，木材之細胞膜厚而緻密者吸收性較差，邊材與心材亦不同，邊材的吸收力大，心材之吸收力較小。至於保存劑注入木內之方法，種類亦多(一)一約數十種，但主要者如下：

甲、常壓注入法，在尋常壓力之下，將藥劑注入木材內，例如開槽法，把木材開一適當之槽，注入藥液，待木材自行吸收或加熱助其吸收。若在冷液中浸漬，則非十數日之長時不為功。其次如包威爾氏法 (Powell process)，是包威爾在一九〇四年所發明，得到狀許證，以硼酸，昇汞等為防腐劑，合以砂糖液，加熱至九十三度，待藥劑內進。此外如克安 (John H. Kyan) 所發明的二氯化汞法，亦是屬於此類，一八四〇年以來美國通用。

乙、加壓注入法，方法亦多：

(1) 拜太爾法 (Bethel process)，美國人所謂細胞充塙法 (Full-cell process)，德國人所謂充滿滲液法 (Volltränkungs-verfahren)，事實上都是一個樣，用煤焦蒸油注入，將裝滿木材之鋼鐵車，水平的推入以鋼鐵製成之水平圓筒形的注藥罐中，罐長由十至六十公尺，直徑約三公尺左右，溫度七十度，壓力 100—180 磅，注入時間由蒸氣處理至注藥終止，合計約八小時。

(2) 寇爾蒂氏法 (Curtis Process)，美國太平洋沿海地方多用之。生材乾材皆可，其法與前者類似，推入罐中之後，注進煤焦蒸油，最初溫度約 70°C，上邊留約十吋許之空隙，底下通進空氣加熱，約 107°C，壓力約 120 磅。

此外方法還多，不再舉。

丙、生理注入法。

樹木在生長期間，由根之下部鑽孔，由孔導入保存劑之液體，加大壓力，使液體移動至幹枝的各部，由於葉之蒸發作用，水分失散，藥劑即留存於木質之導管內。此法有很多優點，如染色不退，心材亦可着色，沿年輪作環狀的着色，藥劑散佈均勻，木材極能耐久等。

第六、電氣處理法。

將木材放入特殊的藥劑水溶液，通過電流，使藥內浸。例如用 10% 的硼砂，5% 的樹脂，0.25% 的碳酸蘇達之溶液，通過電流，使藥劑進入木材。

總之，關於木材保存之方法，據三浦書內記載（一），只防腐法即有一百三十七種，耐火劑注入法三十九種，此處不能細述。木材乾燥，除對於火災有損失時，可完全減少蟲害，一般建築用材，很可適用。表面處理，目的在使木材表層變成防腐層，以保護內部，但防腐層宜完整無傷，若稍破壞，蟲菌便可由此進入內部，大木材敗壞。此法輕而易舉，費用低廉，惟須注意防腐層之破傷。至於藥劑注入法，藥力可普及內部，一切生物蟲菌，皆可因之滅絕，使其在木材中無繁殖之機會，自較表面處理法為完善。但因樹種，材性，藥劑等之不同，使木材全部（由外及內）皆含有藥劑，又非易事，且裝置技術複雜，而藥品價值頗高。生理的注入法，頂合乎理想，但尚無工業上之價值。電氣處理法，為時尚淺，尚有待於林學家及工業家之研究也。

第五節 木材保存問題之重要

抗戰七年，後方無數城市的建築物皆毀於日本人飛機炸彈之下，在積極方面，我們須立刻利用荒山荒地實行孫中山先生之主張，大規模的造林，在消極方面，應研究木材之保存藥品及方法，以延長木材利用之年限，二者宜相輔而行，不容偏重。現在世界強國，任何國家之木材消耗量皆較其木材生產量為大，我國亦不例外。

習題

- (1) 述木材保存之意義。
- (2) 木材敗壞之原因何在？
- (3) 什麼藥劑可以防火？
- (4) 試舉兩種最好的防腐油。
- (5) 保存劑很多，請告我三種。
- (6) 加壓注入法與生理注入法有何不同之點？

第十三章 木材保存學文獻

- (1) 三浦伊八郎：木材防腐保存法。
- (2) 朱惠方：木材利用上之防腐問題，農林新報第十三卷（一九三六）。
- (3) 木材之防腐劑，經濟部中央工業試驗所木材試驗室特刊，三十年十二月。
- (4) 郝景盛：雲南林業，雲南實業通訊，第一卷第八期，頁一七七，民二十九年。
- (5) 郝景盛：華中森林概況（待刊稿）。
- (6) 郝景盛：被昆路枕木防腐問題，民二十八年四月二十四日，昆明雲南日報。
- (7) 郝景盛：Zur Frage der Holzkonservierung, Z. f. W. VI (1938) S. 198.
- (8) Bronneck, H., Holz im Hochbau, 388 S. mit 415 Abb. (1927).
- (9) Hunt and Garratt, Wood Preservation 443 p. (1938), New York.
- (10) Liese, Holzschutz im Hochbau, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. 91 (1934 Mai).
- (11) Mahlke-Troschel, Handbuch der Holzkonservierung 434 S. mit 191 Abb. (1928).
- (12) Nowak, A., Der Einfluss des Frostkerns auf die Imprägnierung der Buchenschwelle 22 S. 15 Abb. (1936).

第十四章 木材工業 (Holzindustrie, Timber Industries)

本章所述只限於不變質的木材工業。

木材工業隨利用目的而有種種不同，規模較大者有鋸木廠，合板製造廠等，規模小者有傢俱、木桶、箱盒、馬鞍、車船、枕木、棺材、彫刻、旋工等不同之廠所。

木材廠所雖有不同，但所用之工具，大體一致。茲先述一點木材製造工具及機器。

第一節 木材製造工具

一種工具只有一種用途，日常市場上所見到之一切木材製成品，以至於車船建築等物，製造時間所用之工具不外左列諸種：

一、鑿 目的在鑿孔，有大小、長短，寬窄、灣直等之不同。

二、鑽 利用旋轉動作，穿入木材。

三、斧 由刃、頭、柄三者構成，頭之形狀及柄之長短亦有種種。

四、刀 在木材彫刻上有種種不同之刀，長度通常界於十公分與十三公分之間，使用時用手指及腕力；用肩力使用之刻刀，柄長有達五十公分者，但只用於特殊工作。

五、鉋 目的在使木板表面光平。

六、鋸 截板用，有手鋸、大鋸、單人鋸與雙人鋸之別。

以上所舉的幾種工具，雖則最簡單原始，但現在世界各國手工木工業方面仍多採用。近代化的木材製造機器，其一切動物及方法，在原理方面亦不外乎此。

第二節 木材製造機器

用機器製造木材器物有很多優點，例如準確，速度大，節省時間，成品價值低廉而形狀整齊。木材工作機器，種類繁多，各國皆有其特殊之機器廠與公司，其產品、樣式、效力、動力等亦各有所不同。在工作原理方面看，不外劈開、切斷、彎曲、鑽孔、鉋光、磨平、鋸、鋸、鑽、穿、摺、捲、旋、推、拉等項工作。整個的木工廠綜合起來看，所有的機器不外動力機、傳導機、工作機三大類，茲分述如次：

第一類 發動機

本工廠所用的動力可別為水力發動機，蒸汽發動機，爆炸發動機及電氣發動機四項。

一、水動機 江河川流之水力可利用之以推動機器，在一年乾燥季與冬季結冰期內的流量最宜注意，流水力可以用左列公式測出，

$$E = \frac{Qh}{75}$$

Q 爲每秒時間內之流量（以公升計）即秒公升，h 爲水頭或水勢高度（以公尺計），E 爲推動之馬力數。

有時因水動機之種類而稍有差異，機之形狀又有水輪渦輪之別。水頭沖輪之地位亦有所不同，有來自上方者，有來自下方者。有平流沖動者。水頭由輪之下方沖擊或沖動，力量最小，約當理論馬力系數百分之三十，上方沖動之力最六，可達百分之八十。

二、蒸汽機 自然界無水力可資利用之地點設立木廠時，宜採用蒸汽機。燃料用煤炭，木炭或木柴。所利用之蒸汽有飽和與高熱之不同，能產生之馬力由十五至五百匹以上。

三、爆炸發動機 在工業界常用的最著名之狄賽爾 (Diesel) 摩托，即是項動機之最好代表。較汽機設備便利，價錢低廉，所佔的空間地位亦小。若液體燃料能夠供應，用此種動機比前者經濟。

四、電機 如有電力存在，木工廠與鋸木廠利用電機最爲理想，以其價值低廉。於直流電，旋流電及交流電三者之中在鋸木廠宜採用直流電。各種工作部門所需要之燈光，宜利用廠中之直流電加裝小型的發電機 (Dynamomaschine)。

第二類 傳導機

傳導機乃指的界於發動機與工作機之間的那些機件，經過這些機件的傳導，或者可以說『聯絡』之後，發動機所產生的動力，便可催動工作機而使之工作，作適合於吾人理想之工。

這些機件不外圓輪、齒輪、輪軸、輪承、革帶、聯絡器、磨擦部分注入滑潤油裝置等。

圓輪以鋼鐵製成，圓輪旋轉愈欲其速，它的直徑愈小。鋸木廠，木工廠等所有的圓輪每分鐘旋轉次數約為二百至三百次。根據左列公式：

$$D_{min} = \sqrt{\frac{N}{n}}$$

我們可計算出輪之直徑尺寸，N為由傳導器得來之馬力，n為每分鐘內旋轉之次數。軸承磨擦，輪之本身重量，聯絡帶之性質，長短、寬窄、鬆緊亦皆有密切關係，非老練工人或有經驗之技師不能道出其中神祕。

第三類 工作機

前兩類機器皆不能直接作工，故稱為發動機及傳導機。至於工作機乃直接施之於木材的器具，木材遇之即變更了原有之形狀。工作機種類頗多，茲將其最主要者略舉於次：

一 鋸類

木鋸種類頗多，以鋸刃之形狀論有長條鋸，圓盤鋸，帶狀鋸之不同；以鋸刃動作之方向分，有來往移動鋸及單向移動鋸，前者鋸木是一來一往，交互反覆動作則木材被斷，如各種柵鋸 (Gattersaage)，後者鋸木時之動作方向一定，一去不返，如各種圓鋸 (Kreissaage) 及帶

鋸 (Bandsäge)。鋸齒之形狀，亦有種種，其曲度、灣度、效能各有不同；以鋸刃之動作方向分又有水平動鋸及垂直動鋸等。

鋸之形狀大小效能盡管不同，但工作性質相同，都是把木材切斷。目前各國木廠均採用的電動柵鋸，乃鋸類中工作效率之最大者。

(1) 電動柵狀鋸 (Gatter)，由五個主要部分合成，第一鋸刃，乃由薄片鋼條製成，普通僅一邊開鋸齒，齒形及其斜度因工作木材性質而異，可隨時抽換。若干條（由二至三十）鋸刃平行排列，動作一致。一根龐大之圓木段，一切可成幾十塊薄板。第二、框架，四角形，由木材或鋼鐵製成，鋸刃之兩端即固定於框架上，框架動則所有鋸刃皆一齊動，框口寬度有若干等級，由四五〇至一、一〇〇公厘。第三、聯結器，使框架上下動或左右動。第四、木材固定器及推進器。第五、推拉器。如 Eifel, Schwarwald (皆鋸名，柏林 Erwin Faehrmann 出品)，Schnellaufgatter (鋸名，維也納 Firna Topham 出品)。此等電鋸一日工作八小時，可鋸木四十六方公尺，若一年有二百九十天工作，可鋸一萬立方公尺以上。

(2) Dolmar 摩托鋸，斷木最快，用汽油發動，不用電力，最重者不過四十五公斤，故到處皆可使用。鋸刃乃由一串具有關節之鋼齒所構成。

(3) 帶鋸 (Bandsäge)，種類很多，各機器公司皆有其特殊出品。鋸刃乃一條轉動不息的鋼帶，上下兩端皆有圓輪推動，工作方向一定不變，被工作的木材要迎鋸刃動作，如 BRL 號

鋸，BS 號（皆效率頗大之帶鋸名稱，Adolf Adinger 公司出品），Modell OE, OEE, CEK (Fleck Söhne 出品)。

(4) 圓鋸 (Kreissäge) 鋸刃爲鋼製圓盤，盤之邊緣是鋸齒，盤動則將木材切斷，多用於小件木器之整形工作。如 KJ 號鋸（亦 Adolf Adinger 公司出品）。合板木廠常用的合板截方鋸 (Winkelkreissäge, RFR 出品，德國最大的合板機器製造公司)，皆屬此類。

(5) 斷鋸 (Quersäge) 功用與 Dolmar 摩托鋸類似，但鋸刃爲一片直硬之鋼板，如 OS 號鋸 (Aldinger 出品)，BB, BC, BE, BF 各號斷鋸（皆 RFR 出品），皆屬此類。

II 合板製造機類 (Furnier- und Sperrholzmischine, Veneer and Plywood)

合板製造之發明是近世木材工業上一件大事情。把粗而長的木段經沸水煮過，使其變軟之後，用合板機切旋成極薄之木板，其薄如紙，再將此薄木板切成一定形狀及大小，刷膠，使若干層薄木板互相重疊黏在一塊，施壓力，乾之，則成合板。此種合板以之製造傢具、木器、箱子、地板、房屋等等，皆不崩不裂，既美觀，又耐久。合板製造機，以工作步驟可分爲左列諸種。

(1) 合板旋切機 (Rundschalnmaschinen, Furnier- und Sperrholzmischinen)，此種機器之主要功用即是把圓木段切成極薄之木板，寬度無定，長可至無限（至木段旋切完爲止。力量最大之旋切機，可工作木段之直徑達二千公厘，長（木段之長度，即合板之寬度）可至兩千三

百公厘，薄板厚度由十分之一公厘至十公厘。機器本身之重量由數噸至五十噸不等，在船上運輸時，佔空間由數立公尺至四十八立公尺，推動是項機器所需要之馬力由十至九十。W. Ritter (在漢堡)，Potter (在柏林) Fleck Söhne (在柏林) 皆德國著名之合板機器製造公司，出品種類繁多，各該公司皆備有圖樣及說明書，欲立廠者可以函索。我國現在航空研究院亦有了合板製造部門，因關係國防工業，在此不便多述。

(2) 旋片機 (Furnier-Beschneidemaschine, Furnier-Messermaschine)，力量亦有很大。切片時系將木塊平切，非若前者之旋切，木塊之大者可長五一〇〇公厘。此種機器本身之重量有達五十噸以上者，需要之電力摩托由三十八至八十五匹以上。前邊所提各公司亦有是項出品。

(3) 刷膠機 (Klebstoff-Auftragmaschinen)，欲膠刷的均勻，刷的快，刷的好，就必須利用此種機器。種類亦頗多。

(4) 壓合機 (Furnier-Zusammensetzmaschinen)，刷膠以後之合板經過此種機器之壓榨，即成合板。

合板經過乾燥器，再切成一定形狀即可運出銷售矣。

三 鉋光機類 (Hobelmaschinen)

此類機器比較前二類為簡單，但種類亦頗繁多以 Adolf Aldinger 出品最為優良。

四 磨光機類 (Schleifmaschinen) (12)

有帶狀磨光機，筒形磨光機，有 Olympia, Hansa, Trumpf, Progress, Radial, Mammut, Magika, Universum, Meko, Superior, Preciosa 等名稱，各有其特殊用途與效能。德國 Carstens 公司以專門製造此項磨光機著名於世界。

五 壓光機類 (Poliermaschinen) (12)

專用作磨光已成木器之表面，使其更爲美觀。

六 孔機類 (Bohrmaschinen)

亦有種種不同。

七 削截機 (Frasmaschinen)

有切與錯之功用，多賴人力動轉，種類亦不少。

第三節 合板木廠述略(2,3,9)

木材製成合板，中間須要很多工作，茲略述於次：

(1) 把由河道或火車運來之木材，用起重機或適當之運轉機置於一定之處所；(2) 用斷鋸切成一定長度之木段；(3) 把木段放入熱水槽中煮沸，木材即變軟；(4) 取出，放於合板製造機上，旋切成極薄之木板；(5) 將薄板再切成適當一律之大小；(6) 然後將此多量之薄板放入

乾燥器中，使其慢慢失掉水分；(7) 如果製三層合板，使中間之一層薄板經過刷膠機，兩面都着上均勻之膠水；(8) 兩面再各放上一層木板；(9) 經過壓合機，普通多用水壓機，將帶膠之三層薄木板合在一起；(10) 將此製成之合板切成一律大小；(11) 在沙紙磨光機上磨之，使合板表面極為美麗；(12) 將此製成之合板打包裝成捆，放於存貨室，待主顧光臨時即可出售矣。

此外尚有各種木廠，如鋸木廠(5, 6, 13, 15, 17)，木材烘乾廠(18)，以木材為原料之各種工廠(4, 8, 10, 11, 16)，皆有現成書籍可供參考。關於木材方面各國皆有專書雜誌(1, 10, 14)，此不多述。

第十四章 木材工業文獻

(1) 凌賢治：實用製木術，昭和六年。

(2) 川端滿三：接合劑，二四一頁，昭和十年。

(3) 白澤保美：合板製造法，大正十四年。

(4) 郝景盛：森林萬能論，正中書局。

(5) Braunschirn, F., Das Saegewerk 371 Abb. (1929).

(6) Braunschirn, F., Fortschritte im Bau und Beorieb von Vollgattern (1933).

(7) Brown, America Lumber Industry, Wiley.

- (8) Bryant, R. C., Lumber, its manufacture and distribution (1938) 2nd. ed. 535 p. New York.
- (9) Christians, G., Sperrholz (1929).
- (10) Holz als Roh- und Werkstoff, Seit Okt. 1937 erscheint.
- (11) Hufnagel, L., Handbuch der Kaurmännischen Holzverwertung, des Holzhandels und Sägebetriebs.
- (12) Kleinschnitt, B., Schleif- und Poliertechnik (1937).
- (13) Lislser, S., Saws and Sawing, 141 p. (1937).
- (14) Reys, L. J., Philippine Wood 536 p. (1938), Manila.
- (15) Seeley, Small Sawmills, U. S. D. A. Bull. 718.
- (16) Trendelenburg, K., Das Holz als Rohstoff, 432 S. (1239).
- (17) Vorreiter, L., Die Betriebsorganisation des Sägewerks (1935).
- (18) Warlinton, P., Das Kuenstliche Holzrocknen (1929).

第十五章 木材化學工業 (Holzchemie Industries, of Wood Chemistry)

木材的成分有三個主要的原素，即炭、氫、氧，現在化學工業方面所用的原料之原素亦常是這三個東西。筆者常語友人曰：天地間只有三種最主要的工業原料，一為鋼鐵，二為煤炭，三為木材，其餘的原料皆佔次要位置，但前二者是取之有盡，用之有竭的，獨有木材，是天地間自然界的產物，可以用人工方法，使之增加（造林），以造福於人類後世。現在化學已達相當進步之境地，一切的化學藥品或工業原料，其成分為炭、氫、氧者，幾乎皆可由木材製成，所以皮革、酒精、汽油、顏料、煤氣、糖、醋、絲織品、膠木、橡皮、賽璐璐、不碎玻璃等，向之以為與木材無關者，現在皆由木材之細屑鋸末等造成。

木材化學工業之所以有如此之進步者，原因甚多，如各種科學發達，戰爭刺激，國家經濟自給問題，而主要的是森林利用上木材之浪費。美國森林利用學家 Brown 教授(15)曾經研究過，美國木材之浪費：

木材浪費或損失之種類，損失量應佔之%

甲、由樹林到木材工廠

留於地下之根株

被丟棄之末端及側枝

無用的殘病幹材

分段、搬運、放置等損失

乙、在木材工廠時

去皮時的損失

鋸縫切口的損失

修邊整面的損失

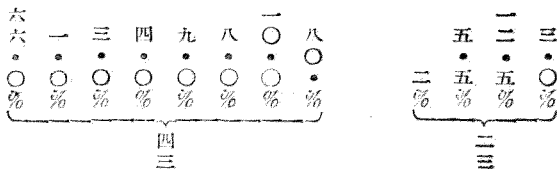
製薄片硬片的損失

防腐工作時之損失

木材加工損失

其他

合計



由上表看來，一株樹木的木材，實在爲人類利用者，不過百分之三十三，而損失反高至百分之六十六，這一個驚人的浪費，刺激了美國木材化學工業家，美國人用木屑，鋸末所製出東

西，現在已超過四千種(15)，德國人用木材製出的東西更多，在一九一九年即有兩千種(18)，一九二九年時達四千五百種(19)，一七三九年，木材製成的工業用品或原料已將近萬種(20)。現在宇宙之間，地球之表，沒有那樣一個權威木材化學家，他知道木材利用之一切的，即萬世之後，亦不會有那樣的一個，因為木材太萬能，森林太萬能了(21)。

本章所述之木材化學工業，是很簡略的，換言之，僅一綱要而已，因每種木材利用，現在已有專文或專書，絕非此短篇數語所能道盡。

第一節 膠木工業(22)

膠木在軍用的成功已經很久了，鼻罩、扇葉、實習刺刀、槍柄、疊木滑翔機和飛機的原料，有百分之十以上是膠木製成的，而一般戰艦有一千種以上零件出自膠木。此外還可製髮鉤，肥皂盒，冷卻器門板，洗衣機攪動器等：

哥倫比亞大學創出一種完全似金屬的膠木，美國有的汽車公司現在已發明把膠木貼連在金屬外表的方法，用化學方法可以將含矽質的玻璃與膠木合化，製成不砂玻璃。現在一個時髦的人，可以身穿膠木衣服，住在膠木房子裏，駕駛一輛膠木汽車，但價錢很貴。

製膠木的原料非常之多，單就森林與農田的廢物裏，每年大約可得到兩萬萬噸的原料，膠木多是用木屑鋸末的原料製成的，它的用途，在美國現在已經有十萬種(23)。

第二節 木材纖維工業(5)

木材纖維工業之中發展最早而現在還依然能保持其重要地位者爲紙漿工業及造紙工業。中國自古用竹或樹皮作紙，但歐美各國皆用木材。竹的纖維短，不易漂白，且採取要按定時，不如木材好。木材纖維長，易漂白，原料可以利用林中的廢物，木材工廠之廢物，如前邊所述過的百分之六十六的木材之損失。

間伐的幼樹，伐枝所得的碎材、根株、木屑、用機械方法搗碎或用化學方法弄碎，使之成爲很細的纖維，再經過漂白、加膠、水洗、水冲等手續，即可利用造紙機作成紙，紙之種類及用途甚多，如證卷紙、協約紙、鈔票紙、打字紙等。

第三節 人造絲工業(6)

以木漿爲原料的一種較大規模的工業，在美國、德國、日本、人造絲工業皆甚發達。以人造絲之產量看，美國居世界第一位，每年產量數十萬鎊，其次是日本、英國、意大利、德國較法荷多些，但居英、美、日本之下。人造絲原是二百餘年前（一七三四）法國人 *Reaumeur* 發明的，由那時起，以至到一九一〇年，人造絲的產量法國總是佔着第一位，後以林業之發展未能配合木材化學工業，遂爲德美所代替。

品質較高的人造絲、其纖度、光澤、觸感、強伸度、彈力等之物理性質與蠶絲頗為類似。可以自由加粗變細，富有吸着性，比較容易染色，價錢低廉，穩定，不大變動，人造絲為林產品，蠶絲是林的副產（因靠樹葉飼養蠶），人造絲之主要原料為木材，其次是棉纖維（用木材時即不用此）。

人造絲雖則都是木材製成的，但因製造之方法不同，有種種不同的名稱，例如 *Viscose* 人造絲，*Acetate* 纖維素人造絲，*Acid* 銅亞母尼亞法人造絲，*Nitro* 化法人造絲等。此外如蛋白質人造絲，礦物人造絲，魚肉人造絲，煤氣人造絲，因皆系新近發明，尙未工業化，且與我們的木材無關，故已出本節宜討論之範圍（12, 13, 20, 21）

第四節 木材製糖工業(5)

森林中間伐的幼樹、碎枝、木工廠中的廢材，都可以拿來製糖。用木材製糖的方法有兩個，一為發酵法，即將木屑加水，再放入糖化菌，聽其自然法酵變糖。以此法所製得之糖量少，尙無工業化之價值，中央林業試驗所打算作此試驗。一為加酸糖化法，把木屑中加入濃鹽酸，木材則糖化。木材中之主要成分為纖維素（或名之曰洩漏路斯）及木素，木材經過濃鹽酸之化學作用，纖維素即化成糖，木素即沉澱，然後加冰加水，細細的洗滌，再過濾，濾紙上的東西為木素，下邊的液體為糖水及鹽酸，再使鹽酸與糖分開，即得糖質。

木材製糖的途徑要經過好幾個步驟，第一部準備工作，把由樹林或工廠取來的廢材搗碎，去水分，使含水量少至百分之八的程度，平常木材之含水多在百分之十五以上。第二步為分解工作，使濃的鹽酸與木材之碎屑混合起化學作用，此種起作用之器具，在木材製糖中，為最難解決之部門，因為所用的材料，必須與濃鹽酸不起化學作用；第三步是鹽酸蒸發工作，糖汁與鹽酸同時存在，鹽酸氣有毒，或者令工人戴上防毒面具，以防不測。第四步為煉糖工作，第五步再煉成精糖。

一公頃之荒山若造起林來，每年可產二十立方公尺之木材，用以製糖可得七八千公斤之糖或九百至一千加侖之酒精。木材製糖國人梁希氏在試驗室中已製造成功。

第五節 木材汽油工業(8)

木材製造汽油成功，可以說是德國人的貢獻，遠在上次歐戰時，伯吉修斯(Berger's)氏即用木材製成汽油，但未工業化。在這次世界大戰中即完全工業化了，製造方法除伯氏法外，尚有費雪(Fischer)氏所發明之方法。

我國軍政部汽油廠現亦聘專家，正作木材汽油之試驗，成功是必然的，但成功之日期，未能預卜。

木材製汽油的方法並不繁雜，把木材乾餾（見本章第六節）所得的木炭放於封閉之鐵管

中，燒之，同時再加入化蒸氣，則成水煤氣，內含炭氫氧三原素，即汽油之成分。使此水煤氣再經過去硫工作的裝置，再引之流經燒熱的鈷或鐵，三種原素由接觸作用成爲汽油之氣體，再引之經過冷卻器即成汽油。作時當然不是如此簡單，每一個經過及裝置，都是需要一番細心工作的。

第六節 木材乾餾工業(9)

木材乾餾工作是以木材爲原料，製成各種工業用品、醫藥用品、如木炭、醋酸、木精、木酮、蟻醛液、木焦油等。木材乾餾工廠，其內容設備，因製造物品之目的而有所不同。

木材的成分頗爲複雜，在不同的熱力之下，則行分解，而成爲各種不同的物質，溫度在 150°C — 200°C 爲水分的蒸發，在 200°C — 280°C 之間，成爲水蒸氣、二氧化碳氣、一氧化碳氣、醋酸、木精、木焦油等。 280°C — 380°C 之溫度下產生大量之醋酸，木精及木焦油，再高至 380°C — 500°C ，則生出重木焦油， 500°C — 700°C 生出石蠟及柏油， 700°C — 900°C 時，所放出的氣體極少。

乾餾器中遺留下的東西及木炭，其餘的東西皆爲氣體。引之入冷卻器即得上邊所述的物質。木材乾餾廠的內部裝置，以德國邁耶(Meyer)氏的工廠裝置爲最好，其次是克拉爾(Klar)氏的木材乾餾裝置法，我們自己亦可按原理設計，製造各色化學藥品。

木材乾餾工業，專書頗多，學者可參考(11, 16, 17)。

我們土法製造木炭，犧牲太大，木炭之成分僅佔木材百分之二十至三十幾，其餘百分之七八十皆化氣放入大氣中，換言之，用木材作木炭，在經濟的立場看，損失過大，烟囪的煙即醋酸、木精、木酮、焦油、煤氣等之混合物。

第七節 木材橡皮工業(10)

天然橡皮是森林的副產品，因橡皮樹被傷後所流出的液體，即為橡皮液，採此液製造可得橡皮，不過本節所言為人造橡皮。

橡皮之成分經過哈利(Harries)氏多年之研究，已知其構造式，此研究結果，對於人造橡皮的貢獻頗大。人造橡皮的化學性質，物理性質與天然橡皮相同，在工業用途上還可以除去天然橡皮之缺點，故今後之將來，人造橡皮工業將逐漸發達，天然橡皮必遭嚴重之打擊。

人造橡皮之方法頗多，但製成的原料不外三種，皆為炭水化合物。這三種東西為何？即第一 Butadien，第二 Isopren，及第三 Dipropylen，三者混合即成橡皮，所成之橡皮與天然橡皮相同。第一種物質在平常溫度之下是氣體，可以用木酮為原料，或者引導雜醇油與澱粉起作用，使之放出此氣體。第二及第三種物質是液體，亦都是木材化學工業產品。

有的工業化學家語筆者，木材與硫黃爲製人造橡皮之主要原料，但如何製法，不得而知。

第八節 膠塑工業(1)

膠塑 (Plastic) 或譯塑料又譯塑質，是木絮製造品。這一種透明而具彈性的物質，以之作成汽車身不怕碰撞，因塑膠比純鋼要堅韌到十倍以上，亦不需要車前的排障器，自來光亮，更無須油漆。雨霧遮蔽器與門窗，亦可用同樣的材料。車輛的頭部，司機室，都可完全用透明的塑膠製造，整個的路景及交通線目標均可映入眼簾。

不僅汽車、飛機、其他如絕緣體、角器具、建築物、盥洗所、面盆、便池、透明的天花板等，亦都可用塑膠製造。塑膠是木廠的鋸屑、木絮（木漿），松香（松樹脂）和棉花製造的。所以，這亦是了不起的一個新興的木材化學工業。

第九節 影片製造工業(1A)

我們日常用的照像膠片，電影底板亦是木絮的製造品，原料是硝化木材纖維素。特別堅硬的膠片除洩露路外，還含有百分之十二至十八的樟腦。此種纖維素中之氮素是有定量的，界於 11.5% 與 12% 之間。不過如此製成的電影底板，容易燃燒，在英法二國是禁止使用的。不燃的電影底板是 Acetylcellulose，含有百分之六十至六十五的醋酸，後者亦是木材產品。

此種東西經過鑲銀質的或鍍質的滾軸之間，有點像造紙機，長可無限，厚約 0.13 公厘，寬界於 0.3—1.2 公尺之間，然後切成適合人意的寬度與長度。

第十節 火藥工業

硝化纖維素是一種透明的物體，因其性易燃，故成了火藥工業的主要原料。例如綿火藥（或叫火綿），無煙火藥等，都是硝化纖維素，在從前是用棉花製造火藥，上次歐戰，德國被封鎖，德人用亞硫酸木纖維製造無煙火藥，現在所有的火藥多半都是用木材造成了。

第十一節 電木工業

現在是一個電氣世界，光、熱、動力皆以電氣為原動力。但電氣工業中到處離不開之電木，亦是木絮製造品。電木工業現在已成了一種了不起的工業，雖然在我們尚未被大家所注意。

第十二節 結論

木材化學工業之內容是千變萬化，難以盡舉，茲將利用根株及枝葉等之木材乾餾及木材纖維產品略舉大綱於次，讀者由此大綱中亦可看出一點木材化學工業彼此互相之關係。

(二) 木材乾鑿工業

(1) 木炭 人造汽油工業

鋼鐵工業燃料

汽車燃料

家庭用燃料

火藥製造業

(2) 醋酸 食用

醫藥工業

橡皮工業

染料工業

油漆工業

(3) 第一鎔液

重質樹脂油

松節油 (選礦工業, 火藥工業, 油漆工業)

松脂油 (油墨製造, 皮鞋油)

(4) 第二鎔液

樟腦油

木瀝青

木焦油

輕油

重質樹脂油

松節油

(5) 木精

油精

汽車燃料

染料工業

蟻醛液(蠶室消毒劑, 繪畫染料, 製革工業, 人造樹脂)

(6) 木焦油

防腐劑

木瀝青

建築材料

(7) 木酮

無煙火藥工業

海濱燈塔燃料

夜間飛行指燈

醫藥用品

人造皮革

變性酒精

海軍火藥廠

(8) 煤氣

煤氣燈

炊飯用

玻璃工業

(一) 木材纖維的應用

(1) 電木工業

象牙代用品

電氣絕緣體

化學器具

膠木(用途十萬種以上)

(2) 賽璐璐

人造象牙

人造樟腦

人造龍甲

人造珊瑚

不碎玻璃

玻璃紙

(3) 木材纖維的產物

各種報紙

印書紙

包裹紙

洗像紙，畫報紙

製圖紙

契約紙（盟約，婚約，合同，鈔票等）

打字紙，紗紙

羊皮紙

造型紙

軍火

燈罩等數百種

(4) 醋酸纖維素製品

鈕扣

電氣之按紐，開關，撥動柱

人造絲，絲線，羊毛等

飛行員護手

造像材料

沐浴用具

賽璐璐用具

各種鋼筆桿

各種瓶子蓋

人造毛髮

人造豬鬃

牙刷柄

機翅外塗漆

雪加煙斗

固體酒精

海綿體

假皮革

留聲機片子

金箔

Cellit. Cellon. Si Cold. Sericose. Cellolite 等，很多，皆無譯名。

(5) 硝化纖維素製造品

人造絲、線、絲、粗毛線

膠棉

電影底板

膠片膠捲

火藥

假象牙

不碎玻璃

塑膠（在美國已過萬種用途）

(6) Viscovse 製造品

人造絲、紗線、線

粗毛線

人造羊毛

賽象牙

臘腸包皮

(三) 枝材、木屑、鋸粉

製糖工業

酒精工業

人造橡皮工業

人造絲工業

火藥工業

木絮工業

其他與木材纖維之應用同

(四) 樹木根子之應用

(1) 松節油製造品

油漆

假漆

合成樟腦

各種塗料之溶解劑

(2) 木炭

汽油

燃料

(3) 松香

假漆

膠水

紙膠

肥皂

地氈

封蠟、火漆

火柴製造

各種不透水之器物

(4) 松油之製成品

洗衣作

紡織工業

選礦用液體

清潔劑

消毒劑

習題

- (1) 請略述木材化學工業之內容。
- (2) 請舉五種木材化學工業。
- (3) 試述由木材製成的物品，至少舉五十種。

第十五章 木材化學工業文獻

- (1) 許君遠譯戰後世界的神奇，時與潮副刊三卷三期，三十二年十月號。
- (2) 國防科學與新發明譯文見文匯週報一卷二十四期，三十二年十月九日出版。
- (3) 郝景盛：放火燒山者死，昆明民國日報專論，二十九年七月十一日。
- (4) 郝景盛：森林萬能論之一，文化先鋒一卷三期，三十一年九月十五日。
- (5) 郝景盛：木材纖維工業，文化先鋒二卷三期，三十二年四月十一日。

- (6) 郝景盛：人造絲工業，文化先鋒三卷三期，三十二年十二月二十一日。
- (7) 郝景盛：木材製糖工業，文化先鋒一卷十一期，三十一年十一月十日。
- (8) 郝景盛：木材怎樣製造汽油？青年與科學。
- (9) 郝景盛：木材乾餾工業，文化先鋒三卷十八期，三十三年五月二十一日。
- (10) 郝景盛：森林萬能論之十三，橡皮。
- (11) 小林久平：木材乾餾工業，昭和十四年。
- (12) 厚木勝基：人造絹絲（一九三九）。
- (13) 富久力松：人造絹絲（一九三七）。
- (14) Blichers Auskunftbuch für die chemische Industrie 13. Aufl. S. 478.
- (15) Brown, Timber Products and Industry (1937).
- (16) Bugge, Industrie der Holzdestillationsprodukte (1927).
- (17) Barbury, übersetzt von Elsner, Die trockene Destillation des Holzes (1925).
- (18) Nach Hartig, Z. f. W. Bd. VI S. 664.
- (19) Nach Timber Trade Journal, London, Bef. 23, 1929.
- (20) Rayon and Synthetic Yarn Handbook (1934).
- (21) Das Kunstseide des Taschenbuch (1935).

第十六章 森林副產利用學 (Forstnebenutzang)

森林的主產是木材，森林的副產是木材以外的東西，如樹脂、橡皮、松香、單寧、樟腦、糖、染料、茶葉、桐油、油、脂、蜡、澱粉、精油、樹皮、樹葉、果實、種子、菌蕈、林地內的副產物，林中的有益動物等，皆為森林之副產品 (19, 15)。若副產品加以人工製造，則所出之物品更多，令人難以細述 (8, 9)。

中國森林副產品中之出口貨為數頗多，如龍眼、荔枝、柿餅、黑棗、紅棗、獸皮、茶葉、桐油、八角茴香油、茶油、藤條類、生漆、白蜡、松香等皆是。

我們再縮小範圍，只看四川一省，林的副產品亦很可觀。商業中所謂『山貨』，其中多半是林的副產品，如鹿皮、雞皮、虎骨、豹骨、兔皮是林中的動物；白蜡、黃蜡、是林中動物的製造品；黑木耳、黃木耳、白木耳是樹林中的菌蕈；生漆是樹液，此外如棕絲、棕繩，五倍子等亦件件都是森林副產，據四川省銀行經濟研究室及營業稅局的估計，川省重要山貨，筆者認為森林副產品者，每年產品如左 (3)：

品名	年產量
兔皮	五百萬張

鹿	皮	千餘擔
虎	皮	十張
豹	皮	四五百張
獺		千餘張
狐		十萬張
獾		數千張
牛	尾	狸一萬張
白		蠟一千擔
黃		蠟三萬七八千斤
木		耳八萬五千擔
生		漆四萬多擔
五	倍	子四萬六千餘擔
棕	網及棕	絲三十餘萬件（每件重二百四十斤）
青		籐一萬八千擔

其他省分當然亦有此類似之報告，我們無須舉列了。森林副產利用之範圍頗為廣汎，茲將其主要者分述於次：

第一節 樹脂類

林木幹皮受傷後所流出來之樹液，有很多富有經濟價值者。

一 生漆

生漆是漆樹的樹液，為我國自古最著名之油漆料。用生漆漆過之木器，可以維持兩三千年之長時而仍不敗壞，它的品質遠較桐油為優良，可惜國人對之尚不大重視。

二 松脂 (1,12,16,22)

針葉樹中其幹皮受割後可出松脂者，種類很多，如馬尾松、朝鮮松、果松、雲南松、赤松、落葉松及雪杉冷杉二屬的樹木。

松脂的用途頗廣，松節油可以代替液體燃料、代汽油、製火漆、油漆、色油、肥皂、皮鞋油、假象牙、橡皮、炸藥、固體松脂、用以製手榴彈、榴霰彈、此外如油墨、染料、繪畫塗料等之製造亦都使用松脂。

松脂之產量，以美國為最多，每年在六萬噸以上，約佔全世界產量百分之七十三，其次是法國，每年亦可以產一萬多噸，其他如德國、日本、西班牙、芬蘭、蘇聯等皆佔較次要之位

置，至於每株樹之產量，視樹木之年齡，種類、樹形、採脂方法、採集季節等而大有差異。每株樹產量多的每年可達七八公斤，產量少的還不到一公斤。若以一公頃之松林爲單位，每年可出一百五六十公斤。

採集松脂之方法，各國皆有所不同，德國法與美國法是割皮，奧國法與法國法是挖穴，亦有用穿孔法的。有時用化學藥品刺激，可以使松樹向外多淌松脂。硫酸、鹽酸、酒精與硫酸之混合液皆甚爲有效。用化學藥品刺激比不用化學藥品，其松脂產量常大百分之百以上(6, 22)。

三 槭糖

美國產有六七十種槭樹，其中有一種名曰糖槭，用刀傷其幹皮，則向外流樹汁，樹汁之中即含有約百分之五十的糖質，設法提製，即可得糖。我國是世界上槭樹種類最豐富之國家，產槭樹約百種左右，其中是否亦有產糖之槭，雖尚不敢斷言，但美國糖槭能在中國培植則決無問題。

四、橡皮 (13, 14, 17, 18, 23, 24)

橡皮亦是一種樹液，產此橡皮液之植物謂之橡皮植物，橡皮樹即橡皮植物，國產橡皮植物種類頗爲繁多，有欲如其詳者可另參考拙著普通植物學橡皮植物章(中華出版)。

在亞洲有兩種最著名的橡皮樹，一爲巴西橡皮樹，一爲印度橡皮樹。巴西橡皮樹是大戟科的植物，原產南美亞馬遜河岸一帶，但近幾十年來，熱帶地方到處見有培植，例如英屬馬來

亞、錫蘭、英屬婆羅洲、暹羅、爪哇、蘇門達拉、越南等地，均有大面積之橡皮樹林。印度本部種植的橡皮樹，是桑科的植物，與我們日常見的榕樹，黃角樹，無花果等是一屬的東西再

橡皮樹到相當年齡時，用刀切傷其幹皮，由傷口處即向外流出橡皮液 (Rubber latex) (17)。割橡皮有點類似採松香，有V字法，魚骨法，螺旋法種種之不同，一株樹每年橡皮液之產量視樹種，採集方法，採集季節，樹之年齡等而有所不同。橡皮液中常含有樹皮、塵埃、枝葉等雜物，把此種雜物設法除去，剩下之乳液，用煙燻烤，即成彈性橡皮。

橡皮之性質因橡皮植物種類不同而異，同一的橡皮液，因製法不同，亦可以得到種種不同性質的橡皮。純粹的生橡皮，具有很好的彈力，白色，切成薄片，為半透明狀的物質，強使之拉長，伸展，則呈纖維狀。比重較水為輕，放入水中浮不下沈，在極寒的情形下變為堅硬，在過度的熱力之下變為脆弱，浸漬於冷水中則失去彈力，在小火上熱之可變柔軟，若熱至二百度時則一部熔融，成為稠粘特的物質，冷卻後則又變硬。在空氣中燃燒之發生煤狀之焰。不溶於酒精，但溶於以脫，二磅化炭及克羅弗母中，濃硫液及濃硝酸可以使之分解，乾餾則成油狀液體。

橡皮工業因日常生活上的需要品不同，已分成了若干部門，例如橡皮工廠有專製車胎者，有專製橡皮管，橡皮器物者，有專製衛生用具者（如醫生用的橡皮手套、如意袋等），有專製鋼筆桿者（如美國帕克 Parker 鋼筆公司，即用橡皮加硫法 vulcanisation 製造各種鋼筆桿），

有專製膽底鞋者，難以枚舉。

五 其他樹脂類

林木的種類至爲繁多，其樹液具有特別經濟價值者，除上述者外，尚有若干，例如藤黃、安息香、麒麟血、肉桂精、蘇合香、龍腦香、楓脂香、乳香、癒瘡木脂 (Balsame)、阿拉伯膠、桃膠、梅、櫻等樹膠亦都是林木之樹液。其用途之廣，價值之昂，爲盡人皆知之事實，故無須在此贅述。

第二節 樹皮類

樹皮的用途頗多，約言之可分左列四大類：

一 藥材類

厚朴是一種木蘭的樹皮，肉桂是一種樟樹的樹皮，白槍爲國人近幾年來的新發現，醫治瘡疾，確有奇效。產雲南滇越路所經各地，爲蜡木樹之一種，樹皮內含有治瘡疾的生物鹼，其效力不在金雞納之下。金雞納原產南美，爲茜草科的樹木，樹皮及根皮皆可採製金雞納。我國雲南河口已試種成功，現在能採種子。國產常山的樹皮亦爲治瘡疾之良藥。在白槍干未經利用之前，國醫多用常山。此外如苦木之能治瘡疾，地骨皮（枸杞之皮）之用以清熱，臭椿樹皮之能治痢疾，石榴皮根幹及枝皮可爲蠅虫驅除劑等等（註）。

II 單寧類(5,19)

單寧爲森林副產之一，可供鞣皮的柔色及照像材料的製造之用，在近代工業中已成爲重要的原料之一。染料工業、皮革工業、墨水、醫藥等方面皆有需要。單寧之在我國，每年皆有大量輸入，若以關金計算，恆在百萬元以上。

製造單寧的材料很多，但主要者爲樹皮，含量之多寡因樹種不同而異，一般言之，含量多於百分之三者，在工業上卽有提取之價值。國產含單寧之樹皮頗多，如化香、楊梅、油桐、麻栗樹、櫟、柳、板栗、雲杉、縱樹、拇樹、落葉松、馬尾松、雲南松、果松、樺木等之樹皮(5)皆有提製單寧之工業價值。

三 建築類

喬木的樹皮，刮取得法，作成長寬合適之大小，可以作瓦用。我國西南及西北各省山地居民，多有用樹皮作屋頂者。

四 染料類

黃櫨 (*Quercus tinctoria*) 與日常在山野間習見之麻栗爲同屬，原產北美，但現在德法二國皆行培植。樹皮內含有黃色素，可提製黃色。新西蘭紫 (*Coprosma*) 是茜草科的樹木，皮內含有紫色素，溶於酒精，將酒精之浸出液加入阿爾加里卽成紫色之結晶體。國產樹木有五千種以上，是否有可製染料之樹皮，尙未經人研究。

五 木栓類(II)

木栓通稱木塞或軟木，是栓樹櫟的栓皮層，質輕而軟，不怕酸類之浸蝕，故在日常生活上，試驗室中，化學工業方面，用途至廣。較木並非木質，乃樹皮之一部，栓質組織，雖各種林木具備，但能供採集利用者，確爲數無多。因第一須有大量之生產，其次須有優良之品質。合於這樣條件的樹木。爲世界知名的常綠栓皮櫟，原產西班牙，法國南部，我國亞熱帶地方可以培植。

輕軟的木材亦有很多可以製木栓代用品者，不過已出本節研討之範圍。

第三節 樹木的果實與種子

一 食品類

龍眼、荔枝、柿子、黑棗、紅棗、板栗、橘柑、桃杏、沙田柚、梨、李、胡桃、白果等，皆人人熟知之食品，此外如雲南產的木豆，這種樹上結的豆子，可以製豆腐，遼寧市上見的海松子，昆明市上見的柯松子；食過者皆知其味道之鮮美，至於熱帶樹木的果實，可爲日常之食品者爲數更多，如檳榔子，可可(20)、香蕉、紅毛丹，檳果等各有其特別之美味。

二 油用類

桐油是由油桐製出來的油(11, 21, 25)，烏白的種子油製造蠟燭，胡桃油松子油是很美的食

品，巴豆油（巴豆是大戟科的一種樹）爲急烈的下瀉劑，茶油是油茶種子的提製油，廣西大量出產的茴香油是由八角茴香的種子內製得的，爲化妝品製造工業上不可或缺的一種重要香料，漆樹的種子可以製蠟燭，與烏臼用途相似。

三 纖維類

樹木果實中長的纖維，有採集應用之價值者，在中國當推木棉（或稱盤枝花）與胡桐。木棉是木棉科的喬木，高達十餘丈，我國有四種木棉，產雲南及廣東二省。種子之外，圍着一層絲狀之纖維，此纖維與草棉之纖維不同，非着生在種子上，乃着生於果實之內皮。纖維較草棉爲短，有絲光，易折斷。木棉的學名是 *Ceiba pentandra*。在西北各省乾燥地方產一種胡桐，名雖曰桐，其實乃楊屬之一種，學名 *Populus euphratica*，種子外面着生一層纖維毛，比日常見的柳絮（亦是一種樹木種子的纖維）產量大，纖維長，在阿富汗、喀什米爾一帶居民用作蔽寒衣服之填充物。

第四節 枝葉類

樹木中的枝葉亦有特別具有經濟價值者：

一 茶葉

我國農界人士，常視茶葉與桐油爲農業生產，事實上茶爲樹之葉，桐油爲樹之果實的製成

品，二者皆系森林之副產品，與農何干？我國茶葉在數年前獨佔美國市場，但近年來，森林被毀，無人研究茶葉之培植與製造，遂致每況愈下，大非昔比。一九三九年，茶葉銷美不及美國消耗量百分之四。

二 樟腦

樟樹的葉，樹皮與木材之內皆含有樟腦及樟腦油。樟腦之製造並不困難（10）。外國植物學家謂中國之經濟植物在樟科與茶科，誠然，我國長江以南各省幾乎皆能培植茶樹與樟樹，雲南之西南部，由河口到元江，紅河沿岸，由元江到車里、佛海、南嶠等處皆有樟林。只車里、佛海、南嶠三縣每年樟腦產量恆在一萬斤以上。浙江諸暨一帶，自古以產樟腦著名。民國九年，我國出口樟腦達兩萬九千餘擔，值海關銀二百八十餘萬兩。到民國二十年，出口僅八百十四擔，值銀不過六萬餘兩而已。

茶葉與樟腦之出口一年不如一年，完全爲不知振興林業之結果。皮之不存，毛將焉附？森林不在，副產何自來？

三 樹木的嫩枝葉可作家畜飼料

植樹可以防止荒年，因樹木根深，在大旱之年，由地下水之供給，枝葉仍能生長，可代替飢民食糧之一部。在平常年頭，幼枝嫩葉富有養分，採取晒乾，可充作家畜飼料，牛羊馬騾豬等多喜食之，樹葉一變而成肉類。榆樹之嫩葉，香椿之幼芽，竹類之筍子，人人皆知其可食，

但這些都是樹木的副產，屬於森林的副產利用。

第五節 菌蕈類

森林中的香菌，亦是副產品之一，法國的香菌，著名歐洲，即 *Agaricus deliciosus* 生於森林下之腐植土中，用人工在馬糞牛糞中亦可以培植。法國每年出口之香菌約一百五十多萬公斤，價值約一千三百萬馬克（約合美金六百萬元）。林中香菌之培植並不困難，利用森林裏的溫度、濕度、基地、環境、把成熟之香菌取來，乾之，碎之，用水合成粥狀汁液，分散於林下枯枝敗葉上，則一兩年後即生出菌子。

四川著名的銀耳（白木耳）亦可以用人工培植。銀耳是一種死物寄生菌，常生長於麻栗及青岡木上。把生長銀耳之木材，切成若干段，每段再鋸上傷目（即傷口），傷目之距離約七八寸，至長一斤，在山坡林下斜着放置，然後把白木耳取來，以布包之，在清水中浸二十四小時，使之自行潰爛。此種潰爛物會自然的溢出於布包之外，狀若卵白，富有黏着性，將此白液，混入清水中，攪拌之後，用噴水壺，在三月間，噴射在上述的木段上，五六月間白木耳即發生出來，翌年梅雨時節，則生多數的銀耳（V）。

第六節 其他森林副產

以上所述不過其榮榮大者，此外，如草類之培植利用，林地之礦物出產，利用林中之池沼養魚，在森林中飼養鹿、兔、豬、雞、雉雞、蜜蜂、益鳥、益獸等，亦都可以得到森林副產之利益。

總之，森林有百利而無一弊。

問 題

- (1) 什麼是森林副產？
- (2) 松脂如何採製，有何用途？
- (3) 試述國產單寧材料？
- (4) 茶葉與桐油是森林副產品呢？是農業產品呢？
- (5) 述林中白木耳之培植方法。

第十六章 森林副產利用文獻

- (1) 朱惠方：木栓（民三十年），金陵大學。
- (2) 梁希：樟腦製造器具之商權（民二十四年九月）中央大學。
- (3) 潤蒼：四川山貨的產量狀況（民三十年十二月十四日國民公報）。

- (4) 郝景盛：金雞納與白槍干，文化先鋒，一卷二十二期（民三十二年十二月）。
- (5) 郝景盛：國產單寧資料及其製造，文化先鋒，三卷一期（民三十二年十二月）。
- (6) 郝景盛：松脂之採製，同上，三卷五期（民三十三年一月）。
- (7) 郝景盛：林中銀耳之培植，同上，三卷十二期（民三十三年三月）。
- (8) 宇野昌：實用理論林產製造學，東京，養賢堂。
- (9) 三浦伊八郎：林產製造學概要，五四二頁，東京。
- (10) 上村勝爾：森林利用學，下卷，二三八—五一三，東京。
- (11) American Tung Oil 美國桐油雜誌，一九三八年出第一期。
- (12) Botler. M., Harz und Harzindustrie (1924).
- (13) Brown. N., C., Timber Products and Industries p. 183-188 (1937).
- (14) Davis, C. C., The Chemistry and Technology of Rubber 941 p. (1938) New York.
- (15) Dieterich, V., Die Nebenutzung, Handbuch der Forstwissenschaft Vol. 2 p. 553-618.
- (16) Dupont, G., Les essences de térébenthinisse (1937) Paris.
- (17) Flint, C. R., The Chemistry and Technology of Rubber latex 715 p. (1938)

- (18) Glover, P. M., *Latex Cultivation in India* (1937) and. Ed. 147 p. Indian Latex Research Institute.
- (19) Jettmar, J., *Pflanzliches Gerbmittel u. deren Extrakte*. Berlin.
- (20) *Journal of coconut industries*.
- (21) Legros, J., *The Tung oil tree and the tung oil industry throughout the world* (1938) 237 p. Rome.
- (22) Loycke, H. J., *Die Harzung der Kiefer mit chemischen Reizmitteln*, *Forstarchiv* (1938) H. 16.
- (23) Rossen, J. A., *Die amerikanische Gummindustrie*, Berlin.
- (24) Stevens, H. P., *Rubber-Latex* (1934) London.
- (25) Tongue, H., *Chemical Engineering* (1939) 560 p.

第十七章 採運學(1,2,5)

林木到相當年齡要採伐運出利用，專門研討這種技術的學問爲採運學(Holzfaellung und Transportwesen. Logging und Transportation)。因爲近世電機學的進步，樹木之採伐與運輸上皆大改舊觀，以往多用人力，現在則多用機械力，以前一根木材運出山來，需要若干時日，現在一日之間可以使若干萬根木材離山千里。例如德國南部山林之木材運輸，在一九二五至一九三六之十幾年中，其方法大有不同(3,5)。爲適合於我國國情起見，新舊方法，我在此皆稍述一點。

第一節 採伐

一株林木之被砍倒，與一株樹木之被砍倒，其所用之方法不同。用斧或鋸砍木，如有孤樹，則砍斷必倒，若樹在密林中生長時，則砍斷之後，不一定即倒下來，鄰近之樹枝樹冠，甚至於樹幹之某一部，將有可能把既伐倒之樹幹支住，致使無法落地。被伐之樹直徑在兩尺以上者，使之落地尤難。工人多，力量大，集合團體或可解決此困難問題。若林中只有一二工人，十天也放不下這株半倒的樹。故伐樹非具有特別技術上的知識不可。大渡河中國木業公司，我

國資本最大之伐木公司，以採運指導不得其人，以致結果歇業，遇有此種困難可以利用滑輪棍，棍之近末端有橫軸，軸上放兩輪，把不倒之樹基，利用此具有槓干性之滑輪棍，由樹下前推或樹前後拉，用力很小，即可把大樹放倒，然後再裁枝去冠。

用斧伐木，斧被壓住，用鋸斷樹，不能抽送，因樹之本身重量頗大，偶一不慎，則工具被傷口所銜，無法拿出，凡此都是工作中不能避免之小困難。遇有此種斧鋸被壓情形時，須從被壓之側，利用支樹具（如用 Buethner 的 Baumwinde），使銜口張開，或從相反之一側另開新口，最妙的是先用斧頭開口，然後在相反之一側用鋸，這樣工作中，鋸口會變大，至樹倒為止。

在林中伐木，要特別注意幼樹，被傷樹皮或被切去樹冠，則良材難以養成，最好先把將被伐倒樹的側枝及樹冠先行砍掉，用繩索牽引，使其倒向一定，然後再用鋸斷木。宜保留之根株要短，以免材積浪費。美國人伐木太不合理，很好樹木，常由胸高處橫斷，下留根株常可三尺，實在可惜。(8)。

現在最時髦之電鋸為一九四〇年德國漢堡電鋸公司所出之 Dolmar（鋸名），長短不等，一〇〇公分至一五〇公分直徑之樹，數秒鐘之內即可橫斷，此鋸輕便，易於攜帶，動力即裝置於鋸子之本身，雖在距城市很遠之山野，亦可以發揮其威力。每具價格約一千三四百馬克。樹被伐倒之後，繼則為去枝、刮皮、分段、歸類等工作。此項工作最需市場經驗，如分段

不合適，則受無形損失，例如三丈長良木一條，整用可得三千元，分成三段，每段至多六百，無形中損失一千二百元。零星碎材，如作椽、作楣、作支桿、作洞柱、作柴、作紙絮或作化學工業原料，亦須細心斟酌，使之各得其所，恰到賺錢之程度，以柴材之價格決不如造紙絮材之高也。故木材市場經驗亦爲林人不可或缺之知識。

第二節 山運

我國大森林多在老山背後，交通困難，不易運出，故山道運輸之在我國，較之陸運與水運尤爲切要。德國民間有一童話故事，某鎮長爲修築某鎮公所房舍，命老百姓登山砍木，砍後各人肩扛下山，殆扛至最後一木時。因不慎失手，木材自己由山上迅速滾下，始悟木材能由山上滾下，何必費力肩扛。鎮長乃更令老百姓將木材復扛之上山，再使之滾下。這是木材山運之開始。

山運最需要之基本工作爲等高線圖之繪製，由此圖上可以看出如何修路，或如何架吊索。山運之方法甚多，但主要者不外：

一、利用滾道，由山之最高峯到平地各點，修築滾道，木材可以由上向下自己滾動。如坡度小時，可以用滑車托木材，幫助木材下行(3)。

二、利用吊索 吊索比滾道之修築較爲經濟，用後還可以隨時調動位置。把木材用滑輪裝

置，滑輪在鐵索上滾動，下吊木材，構成物理學上所謂穩固平衡。此項工程設計困難點在吊索兩端之固定及索中所經過之各支點，支點處用灣曲之鐵臂，務使下方所留空餘之地位，木材可以自由通過。索之直徑五至十公厘，索之粗細與載重多少有關係，如以橫斷面計，每一平方公厘之鐵索可支持七十公斤重之物體，鋼索爲一百三十公斤。如鋼索橫面爲五十平方公厘，載重量爲六千五百公斤。灣曲鐵臂之力量亦可以用力學上的現成方法算出其應有之粗細；滑輪上附有之鐵鈎亦須與木材之輕重大小配合，方能運用自如。同時要設有循環裝置，用過之鈎可周而復始。繼續其運木工作。

三、利用導管，限於作業原料方面之木材，如碎木、枝材、根株、在山上適當處所製成木絮，由管子引至平地紙廠或其他化學工廠以備應用。日本人在鴨綠江岸之大森林中卽有此種裝置。

第三節 陸運

木材在平地運輸，除林中之輕便小鐵路外，可利用平常之交通工具。不過普通交通工具，不適於運輸長材，因此利用平常火車或汽車運輸木材時，須稍加以修改。

一、火車 我國火車之軌道寬狹頗不一致，東北華北長江下游各省鐵路系寬軌，與蘇聯相同，正太路之鐵軌較狹，一般鑛廠鐵廠所用之鐵軌更小。在較直之軌道上運輸長材，問題甚

小，若軌彎路基不平時，則常出意外，如翻車，出軌，木材撞破車箱等事；

二、汽車 用汽車運木材，最好用托車，集若干等長之木材，成束固定，一端與車頭銜接，他端用輪軸支架，中間之一段可以空懸，不過，遇彎路，司機要小心。

三、人力與動物力 在暹羅與印度有用象抬木材者，象身大力大，性頗靈敏，訓練得法可使之入山運木，小材一象可馱數根，大材兩象可運，牛馬車亦可以就地斟酌情形利用，至萬不得已時還可以利用人力。同一人力因運木之方法不同而有大小，拉力最大，推力較小，手提不如懷抱，懷抱不若肩背，故利用拉推力最爲經濟。壯丁一人可推五百斤，肩背不過一百斤耳。

第四節 水運

水路運輸最爲經濟，不過運輸木材量之多寡，須視流水量之大小及河床之寬狹而定。四川之嘉陵江、岷江、大渡河、長江、以水大河寬，皆能航行較大之木筏。惟在山岳地帶，川河狹，水量不足，且多急流曲折，木材借水力運輸，即常感種種困難。故在木材未下水之前，對於河道須先調查清楚，然後才可放木入水，到相當處所之後，再由河內取木，連結成木筏，送入下游之較寬河道。如甘肅洮河南岸之森林，伐木公司把樹砍倒之後，截成相當段落之長材，由木耳溝、大峪溝、卡車溝、拉力溝一帶單根送入洮河，到野狐橋（在岷縣西）再結成木筏下

運，嘉陵江之木材運輸，在洮家渡碧口以上因白龍江水少而多曲折，非單木下運不可，碧口以下即可結筏下運。涪江運木材，在江油平武之間須單株入水，江油以下可行木筏。不過同一河流，因節季不同，河水有漲落，運輸力亦有大小之分，不能一概而論。我國江河，支流交錯，水力各殊，究以如何運木為最相宜，是在工作者之自擇。河道有時還須要加工修築，方可運木（4）。

木材比重之大於一者則不能利用水運，應利用船運木，不過此種重木多產於熱帶，國產木材中頗為少見。

習題

- (1) 請略述山運之方法？
- (2) 水運與陸運何者較為經濟？
- (3) 水運木材之實例就所知者告我一二。

第十七章 採運學文獻

- (1) Brown, N. C., Logging-Principle and Practice 284 p. (1934) Wiley.
- (2) Brown, Logging Transportation (1944) Wiley.

(3) Ebner, A., Das Bringungswesen in Deutschland Z. F. M. III (1986) S. 757 mit 28 Abb.

(4) Franzius, O., Waterway Engineering (1936).

(5) Hausrath, H., Transportwesen, in Lorey Handbuch II S. 768 (1925) Berlin.

(6) Hilf, H. R., Holzauhaltung, Forstarchiv (1929) S. 171.

第十八章 森林工程學 (Forest Engineering)

森林工程學宜研討之範圍亦頗廣汎，中山大學森林系教授侯過先生主張應包括材料強弱，森林道路、橋樑、森林鐵道、鐵索（架空索道），貯木場、防沙等部。故本章與前章之採運學有密切關係。森林工程爲林學之新興分枝，內容所包括甚多，茲分節略述其梗概於此。

第一節 水土保持

華北有土無水，華南有水無土，故水土保持工作，在目前之中國，乃一極須要研究之問題，據陳鴻佑君於民國三十三年十月八日在中華農學會第二十五屆年會席上報告，貴州省土壤消失之程度非常驚人，四十七度的山坡在三年之內隨雨水流去之土壤層厚度爲七十六公分；五十八度的山坡，三年中土壤消失厚度爲一百十三公分，平均每年有一尺多厚之土壤被雨水沖去。如政府對此問題仍不知注意，恐將來之貴州更民不聊生矣。

中國華北黃土區域土壤沖刷概況，已有人作過研究報告（2）。高原黃土面積約十八萬八千方公里，若平均厚度爲三十公尺，則黃土體積爲五、六四〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇立方公尺。目前之沖刷率爲每年平均消失土壤一、四五二、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇立方公尺，則中國黃土平

均不出三千九百年即可完全消失。惟黃土層有厚薄之分，冲刷有輕重之別，故黃土完全消失時代當在四千年以後，那時華北即成爲現在蒙古之戈壁了！

水土保持爲森林工程之一部。

土之消失，乃因水之冲刷，冲刷力之大小有若干因素，最主要者爲左列六種(六)：

(1) 雨量 大時則冲刷力強，小時則弱，無雨則土壤不消失，但土壤亦常歸於無用。

(2) 降雨處與冲刷處之距離。

(3) 山坡或土表之地被物，如完全裸露，局部被草遮蓋，四分之三以至於完全爲森林遮蓋等。完全被樹木被蓋的山坡，水之冲刷力最小，光坡最大。

(4) 土壤性質，如不透水，稍透水，極透水等。不透水山坡上流來之水，其冲刷必大，透水性極強之土，雨水至時則滲入地中，水不能在表面存留，冲刷力自然很小。

(5) 坡之斜度，斜度大時，水冲刷力強，反之則弱。水在不流動或靜止之狀態下，則土壤下沉而不消失。

(6) 水中之攜帶物，水速大，若其中再攜有相當之沙礫時，其冲刷力尤強。因此地被物乃水之截制者。

相等的雨量，同斜度的山坡，只因地被物之有無，水之下流速度則絕對不同。光山坡上水之下流速度較被森林遮蓋坡上水之下流速度，至少大一百倍，有時到千倍以上。水若由光山坡

流到山脚下需三十分鐘，造林後則需二十天以上。有林時，樹冠還可以阻止雨水降至坡面，遮雨程度之大小視樹木之種類及疏密而異，松、雲杉、冷杉、落葉松、水青岡、麻栗、槭樹等之遮雨程度，以次序論為百分之六十至十(∞)。在土地表面生長之草類中，吸水最強者為苔蘚類。設山坡上有草或有林，流水即可減少百分之五至六十(▲)。如所降之雨量為固體時(如雪)，樹木阻止雨水落地力尤強。林中之河水，旱時不乾涸，雨季不驟漲，即此之故。

防止山洪野河為害之方法

防止土壤被冲刷之方法甚多，其主要者：

(1) 設法減少山水下流，在山之半坡挖坑，沿着等高線開貯水溝，這樣即可減少水量及水之下流速度；在坡上種植森林，灌木，多年生草類以及苔蘚等，使之盡量吸收雨水並阻止山水之下流。在較低之山地或溫暖地區可造水青岡林，以此種樹林宜於自然更新。在高山或較陡之坡地宜營造針葉林，比較容易收效。

(2) 設法固定岩石與土壤，乃純粹的土木工程工作。視地勢岩石及土壤崩落情形，用木石等材料修築各種防止石墜山崩土塌之工事。此種工程不限於山坡，其他如河岸、水堤、水閘、池畔、公路、橋梁、建築物基地等，亦可視當地情形作防止工事(5)。

(3) 河岸垮落之防止。河水暴漲，水頭恰如一條軟鋸，向河床及兩側深深的刮切，河岸於是空懸在水面之上，至相當時期，則大塊泥土垮入河中，隨流水而去。此種現象在黃河兩岸，

河北省永定及滹沱二河兩岸，年年看到，許多良田，變成河床，實在可惜。防止河水塌地之方法甚多，如造河岸捍制林，打木拴，以磚石或三合土固定河岸，或者按照李冰父子之辦法，用竹條編成筒狀器物，內裝石塊，平斜着鋪於河道之兩側，如在灌縣附近所見者，據聞此種方法極爲有效(5)。

(4) 在乾燥季內於野河爲害之山谷中，每隔一個相當距離，修築堰壩。此堰壩之方向可使之橫斷中流，山水來時即被此堰壩所阻，不能直冲而下，堰壩多時，效力尤大。

總之，防止山洪或野河爲害的方法雖多，但最澈底的辦法，是培植草類灌木與森林。

第二節 防沙工程

沙之爲害頗大，大好城市，良田與森林常被沙漠所埋沒。沙漠面積之大者可達數萬方公里，如新疆塔里木盆地與非洲薩哈拉大沙漠，探險家們都不敢輕易穿過。森林上之防沙工程，非指此類沙漠而言，以此種大面積之沙丘，乃氣象學上之乾熱氣流所造成，現代科學對之尙無改善辦法。不過像寧夏、綏遠、河套、黃河下游平原常見之沙丘。是可以用人工改善的。防沙工程之主要目的有二，一爲使沙漠面積減少，或使之變成良田爲人類利用，二爲固定流沙，以沙丘一流動即對人類有害。

防沙工程可分三步：

一、固定流沙、用竹木、石塊、磚瓦等在迎風之面築成牆籬，牆籬方向與風來方向要成斜角，以削弱風力，牆脚要與堅硬基地接觸，不能太高，以牆高則飛沙又隨風飄轉；或者用草稭竹蓆等遮蓋迎風沙面，使風由覆蓋之表面吹過。

二、培植植物，沙漠中能生長之植物種類並不甚多，但皆不怕風吹沙打與日晒。如金雞兒，老虎爪、霸王、泡泡刺、沙柳、梭梭樹、蒙古桃等。此類植物多為深根性灌木，高多不足三尺，但其根之長度常達二十公尺以上，故耐乾性極強，實天賦中國之特有沙漠植物。若用人工使之多量繁殖，對於流沙之固定上，收效必宏。

三、沙中造林，能在沙漠中生長之樹木，其主要者，在我國為白榆、棗樹、洋槐、沙柳、檉柳、在歐洲為海松，冬青葉麻栗，長柄栗、黑楊、臭椿（33）。

第三節 貯木場

木材在森林中，在市場上，在車船碼頭匯集，在防腐、鋸木、枕木、各種木器廠，為量太多時皆須要特別放置，才不致於腐爛敗壞。若聽其自然在場所堆集，很可能在利用時，始發現全部材料已行腐敗。貯木廠之主要目的在使木材經久不壞，欲其不壞，只有設法使木材常保持一定之乾燥。木材乾燥後，其強度與耐久性，常較其濕材大三四倍；不過木材有時因乾燥生裂隙，常減少木材之利用量。木材放置須使其徐徐變乾，裂隙可因之減少，故貯木之方法，不能

不特別講求。貯木最好用平堆，堆底利用基架，木與木之間宜放長方條木支，此木支之排列最好能彼此垂直，使木堆之重量落於此少數支點之上。如此材既可以慢慢變乾，而且木材本身且不致互變彎曲(一)

木材堆積之方法甚多，須另看專書(二)。

第四節 鐵索橋梁鐵道等

此外如森林中道路之修築，橋梁建設，架空索道裝置，森林中工作人員住房的設備，以及所用的各項金石土木材料性質之強弱等皆在森林工程學應當研討之範圍內。

習題

- (1) 述森林工程學之含義。
- (2) 何謂水土保持？
- (3) 水土保持工作在目前中國至為切要，請詳述其理由。
- (4) 防沙工作之步驟；
- (5) 山洪為害之因素及其防止方法。

- (1) 飛機木材之處置與使用，航空研究所（民二十九年）。
- (2) 徐善根：中國黃土區域土壤沖刷概況（民二十七年）。
- (3) 郝景盛：造林，頁四九——六五，又頁二六〇——二七一（民三十三年），商務。
- (4) Haertel, C., Die Wildschub- und Lawinenverhütung in Handbuch der Forst. II S. 323 (1925).
- (5) Housel, W. S., Applied Soil Mechanics Laboratory Manual of Soil Testing Proctures (1939).
- (6) Hufnagl, L., Handbuch der Kaufmännischen Holzverwertung, des Holzhandels und Sägetriebs 2 Bilo.
- (7) von Engeln, O. D., Geomorphology (1912).

第五篇 森林經營

第十九章 林地測量學 (Forstvermessung, Forest Surveying)

林地測量學或曰森林測量學，為大地測量之一部。它所需要的基本科目為代數學，幾何學、三角學，我們利用這幾科目中所有的方法、原理，及普通測量學、礦山測量學、大地測量學中的測量儀器，去測量林地，便是林地測量學。專講森林測量之書籍不多 (1, 3, 4, 5, 7)，不過普通測量學上之一切方法及儀器，都可拿來應用 (2, 6, 8)。

地球非真正的圓形，赤道處之直徑較大，為六、三七八、二〇〇公尺，貫通南北極之直徑較小，為六、三五六、八一八公尺，二者相差約為兩萬一千三百八十二公尺，不過二百九十八分之一。設若我們作一理想的地球模型，直徑為六十公分，則大小二直徑之差不過二公厘，故在林地測量學中皆視地球為圓形 (3)。

地球之表面有陸地、有海水、有氣圈、林地測量專限於陸地。希馬拉耶山之最高峯為 Gaurisankar，其海拔高度不過八、八四〇公尺，最深之海在菲利濱羣島之東，其深度亦不過八、五〇〇公尺，若地球之理想直徑為一、四六公尺，則最高之山不過一公厘，最深之海亦不

過一公厘。但在林地測量學上不能視此爲平面。

吾人習以爲常的平面，實際上是與地球之某一點構成之切點。所謂真正之平面，在地球之表面上無之，不過在森林測量學中，日常經驗裏之平面即可視作真正之平面，這與地質測量，礦山測量完全一致。

第一節 測量宜用的長度與面積

林地測量之主要目的是面積之確定，但計算面積都利用長度，各國所用之長度不同，面積單位亦因之大異。英美各國喜歡用呎或英尺，哩或英里，亦名海里，長爲一、七六〇碼 (Yard)。面積是用英畝 (acre = 4,840 平方碼)，而一碼之長度爲三英尺，一英尺 (foot) 爲十二英寸，計算起來真夠麻煩的。

林地測量最好用法國制度。即公尺 (metre)。一公尺之長度爲地球赤道長度四千萬分之一，一千公尺爲一公里，一百公尺之見方面積 (即一萬平方公尺) 爲一公頃 (Hectar)。在森林經理之應用上，此公頃最好譯成林畝。公尺都是十進位，計算起來異常方便，所以林業發達的國家，如蘇聯、芬蘭、德國、波蘭、法國、日本，皆採用之。我國農業上多用畝計算，林業方面最好用林畝。採用林畝有很多便利，在材積之計算上，樹木之加高與加粗生長上，除伐及留存株數之多少上，皆可以比照外國人的數百年經營林業之寶貴材料，拿來應用。或者用同樣的

方法及尺寸研究我國現在森林及空地面積，以爲實際工作時之比較，作爲借鑑，常可事半功倍。

長	度	西文	名稱	簡寫	中文	譯名
一千公尺		Kilometer		km	一公里或杆	
一百公尺		Hectometer		無	一杆	
十公尺		Decameter		無	一杆	
一公尺		Meter		m	一公尺或杆	
十分之一公尺		Decimeter		dm	一公分或杆	
百分之一公尺		Centimeter		cm	一公分或杆	
千分之一公尺		Millimeter		mm	一公厘或杆	
萬分之一公尺		Micrometer		μm	米孔或顯微尺	

德國農人用的德畝 (Morgen) 爲一林畝的四分之一，即兩千五百平方公尺(5)。

長度名詞前加上『平方』字樣，即能表示面積，但按我國向來之社會習慣，用公畝(方料)，公頃(方杆)，方公尺(方杆)字樣。

長度單位在我國工業與林業之發展上是一個極關重要的問題，至今尚議論紛紛，莫中一是。筆者主張用法國制，至少在林業建設上宜採用之。

第二節 林地測量時宜用的器具

指杆、皮尺、水平儀、經緯儀、平板儀、一套幾何畫應有的小零件，三角板，米尺等均為必要的器具。在野外工作時還須要空白紙，記載本及鉛筆等，工作時最好三個人一組，一個人專司指杆，一人司儀器之運用，第三個人專管記載長度與角度。

第三節 工作時應注意之點

林地測量之目的不外左列二個：

第一、林地的界線與面積。

第二、林地的形狀與高度

此外如林地內小林區之劃分，林木之年齡，構成森林的樹木種類，土壤之性質，岩石之類別，林地內的交通線，防火線，建築物，古跡名勝，林中的特別出產，湖澤、池沼、草地、牧場等，亦都在林地測量工作之範圍中。一張詳細的森林圖，上邊提到的一切東西，都應當包羅無遺。

但實際工作時，應當由一點曰基礎，由點再產生若干線，由線再計算面積。在面積之中再
以等高線表示地形不同之高度，在相當之處所再加上林中其他的應具性格，更用各種不同的符
號，不同的線點，不同的色彩，來表示其餘所需要之一切。

這個作林地測量的基礎點，關係最爲重要。此點之特質，應具有永久性，不變性，最好是
依自然的原有物，人造的器物次之，如懸崖、怪石、著名之菴觀寺院、古蹟橋樑、教堂的鐘
樓、民間的碉堡、村鎮的文風塔、寶塔、節孝牌坊、坟墓中的石碑等，皆可作林地測量時之基
點。這個基礎之永久性質應當比起林木之壽命來，還要更不怕時間的磨損與毀滅。

此基礎之點找定之後，即可開始工作，依次找其他適宜之點，由點生線，由線求面。

找點是求線長的必要工作，有時找起來相當困難，如點之所在地不在陸面，而在湖池之中
央，有時兩點之間有一個或多個的障礙物存在，兩點之間的一段線長不能直接測出，即得利用
幾何學與三角學上的現成方法，先求中間之點，新製平行線，劃出相似三角形，再有比例或三
角學中三個已知數求其他三個未知數（一個三角形，不管如何形狀之三角，若一角之角度及兩
邊之長度，或一邊之長度及兩角之角度爲已知之數時，則可算出其餘一切角度及邊長之未知
數）。因兩個點可以延申成一條無限長度的線，兩條線之交點可使之相交於測量者不能走近之
水中或火山口內。由相似小三角形之一邊的長度可以推算出相似大三角形之相當邊的長度。如
其間有障礙物不能直接用皮尺或測遠儀（講究的經緯儀附有之）測出時。

故林地測量實際工作時，應當注意之點不外：

一、基點之確定。

二、由兩點延申或縮短求出線長。

三、在線之一定距離處，再找出某些點，製出理想相似三角形，或其他相似的長方形，斜方形，梯形等。

四、特別注意兩線間形成之角度。

五、由已知的邊長再求出未知的相似之邊長。

六、由線之長度，按幾何學或普通數學上求面積的公式，推算出面積之極近似數字。

第四節 垂直的測量

垂直的測量常與平面測量同時進行，後者是決定點線及面積，前者則連帶要量出各點線及面積之高度。此處所謂高度一般皆指海拔高度而言。

我們平常用以測量地面高度的方法有若干個，但其主要的爲左列諸種：

一、水平儀測法 (nivellieren)

遇高低起伏之山地，我們可以隨便採一點作標準，在那裏放上水平儀，向四週找出其水平面所切到之各點。此處所謂水平，非真正理想之水平，乃與地球表面所成之平行面。

在地表任取兩點，中間拉成一條直線，此線，由這一端看那一端，所看到之水平點，按理想應當離開地球之表面。距離愈遠，被觀測之點離開地表之距離亦愈遠，在五十公尺之內，此差誤可以不計。由水平上所觀測之點，距離水平儀太遠時，在五十公尺以上，在大地測量學中即有錯誤差。

用水平儀，經緯儀，水平板皆可測量地形之不同高度，將相同高度之點連成一線即成等高線 (Horizontalkurven)。

二、高度表測法 (Barometrische Höhenmessung)

平常皆用氣壓表，距地球愈遠，空氣愈稀薄，愈近地表，空氣愈濃厚。在高山上空氣稀薄，在海面或低於海面之處所空氣濃厚。此空氣的稀薄與濃厚，在氣壓表上皆可看出來，因此氣壓表便可以作高度表用。我們在山地旅行時，身邊常帶之氣壓表 (Barometer)，即利用氣壓關係而製出之測高表。

不過用氣壓表直接所測出之高度，並非地面真正之高度，常因溫度表上之分度，所在地等而有差誤。其差誤之數字，氣壓表製造公司裏，都有現成的表，買氣壓表時，是連帶送給的，因差誤表實際上亦是氣壓表之一部。此表若與氣壓表分別放置，測量地形時，便不能得到真正高度。

三、三角測高法 (Trigonometrische Höhenmessung)

用經緯儀，儀上有水平的分度器，有垂直的分度器，水平放置時，在附設的簡單水泡 (Libelle) 上可以規定水平。然後由望遠管看山高處或低處之某一點。接着在垂直的分度器上可以讀出度數，此度數即水平線與被測點中間構成之角度。由被測點到經緯儀之距離及此已知之角度，即可推算出此三角各邊之長度及角度。同三角之中已知其一角度數 (此角須非直角)，其他二角之中有一個是直角，第三角是直角減去垂直的分度器上度數的餘數。再由一邊之長度 (弦)，求其他二邊 (股勾) 之長度，其中之勾的長度或股的長度即以經緯儀所在地之平面為標準，而求出地形高出或凹下之長度。

測高度之方法甚多，把三角學中的方法，隨地隨勢拿來活用，變化可多至無窮。

四、等高儀測法 (Tachymetrische Aufnahmen)

由已知之高度作基礎，用等高儀 (Tachymeter) 測出四週無數之點，連此無數之點即得一條等高線。上下移動等高儀之位置，即得若干條等高線。

第五節 林地測量工作之劃分

林地測量與大地測量相同，平常把整個的工作，都是分成兩步。第一步是野外工作，如前邊所述，三人一組，司觀測器者，執杆者，記錄者，把點之所在地，線之長度，線與線間構成之角度，皆一一觀測記錄下來，觀測之點線角愈多愈好，因為多一個觀測即多一個記錄。野外

工作多一個記錄，將來在室內工作時即可少一個計算。

第二步是室內工作，完全為計算製圖。工作人員不必一定三個，多寡皆可。把野外觀測結果，記錄數字及草圖，對數表，計算尺、角度尺、長度尺及幾何畫上用的各種精細儀器，皆一概排在手頭，繪出整個被測之地圖。

森林地圖宜用之比尺比起一般地圖來為大，為精詳，實際愈大愈好，平常不能小於五萬分之一。

在一張較好的森林地圖上，至少應具有下列各種項目：森林之所在地，林地之邊界及面積，交通線（河流、鐵路、汽車路、林中運輸路），等高線、防火線、建築物、池澤、草地、基地土壤性質，岩石種類，樹木的種類，樹齡、純林或混交林，林內之特別產物（動、植、礦），林地的測繪年月等。不厭詳細，愈詳細愈好。

習題

- (1) 地球是否真正的圓球？
- (2) 試述林地測量宜用之長度。
- (3) 一公尺百萬分之一的長度，其名稱為何。
- (4) 林地測量工作進行應注意之點。

(5) 三角形的已知數字至少有三個時才能算出其餘的三個未知數，然何故此三個未知數中必須有一個是邊的長度？

(6) 野外測量時究宜幾人成組為最合適？

第十九章 林地測量文獻

(1) Borgmann, W. Forstvermessung, in Neudammer Forstliches Lehrbuch (1939) S. 555-576.

(2) Engeln, O. D., Geomorphology (1942).

(3) Fromme, Die Forstvermessung (1927).

(4) Introductions for Surveys, Kings Printer, Victoria B. C.

(5) Jerran, E. R. K., Elementary Forest Mensuration (1939) London.

(6) Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, I-III. Stuttgart.

(7) Jütte, F., Forstliches Rechnen (1936) Berlin.

(8) Weithracht, Lenrouch der Vermessungskunde, Stuttgart.

第二十章 測樹學 (Holzmesskunde Forest Mensuration)

測樹學是研究樹木之木材積的一種學問，一株普通的樹木之幹都是稍端較細；根部較粗，大致類似幾何學上的圓錐形，但事實上又決非圓錐形，我們不能用算計圓錐形容積之公式，來求木材之容積，我們應當用微分學及積分學上方程式，以計算樹木之材積，其法甚簡，但計算起來，又相當麻煩。所以測樹學之在整個林學中，佔了一個極關重要的地位。測樹學這門課程的內容弄不清楚，便不能很合理的去經營林業。

林業建設或經營的主要目的，在木材之最大生產，在同樣大小的土地面積之內，用同樣長久的年月，如何對林相間伐，更新、補植、而得到最大的利用，非依據測樹學上研究的結果不可。測樹學之內容可分為左列六個主要部門：

第一節 伐倒木容積的測量

把伐倒之樹分成若干段木，實際上不必用鋸切斷。只量出每段的兩端之直徑或週圍長度及每段木之長度，然後再由兩端之直徑或週長即可計算出兩端之面積，以兩端面積之平均和數乘木段之長度，即得該段之木材容積。一段如此，段段如此，將所有各段木材積加在一起，即該

樹之木材容積。木段之長度，愈小愈近於木材之實際容積。在歐洲林業發達的國家，樹幹細長而寡枝，每段長度，普通多為二公尺，國產樹木，其幹多粗短，側枝橫出，木段至長不得超過一公尺。不過計算時應當把樹皮之容積除去，否則所謂結果，定較實際為多(1-13)。

第二節 立樹容積的測量

長着的樹木，我們不用任何測樹儀，亦可以測出樹木之高度。生長於水平地上的樹木，它的高度尤其容易推出。吾人立於欲測樹之側方，由我們自己身高及影長與樹的影長，可以按三角學中的方法或比例法，推算出樹之高度。例如人高五尺五寸，人影之長為三尺七寸，樹幹之影長為八十六尺，可以用一條皮尺量出，則樹之高度為：

$$5.5:3.7-x:86 \quad x = \frac{86 \times 5.5}{3.7} = 127.8 \text{ 即樹高為一百二十七尺八寸有奇，不過這樣計}$$

算出的結果 不大精確，所以需要一些簡單的儀器。測樹儀種類很多，最簡單而實用者，有下列二種(6,11,12)。

(1) 格紙儀 BD是樹之高度，A為人目所在地，用一塊帶方格的砍紙片，這張砍紙片長的方的皆可以，我圖上用的是長方形紙片，m。是一條垂直的線，CD之一段長度為人目至脚底之長度，ABD三角形，與mno.三角形完全類似，BD之長度相當於on之長，AD相當

矮的樹木所構成時，材積上的計算尤其困難。一般論之，全林材積之測定，不外左列數法：

一、依據中等大小的樹木之株數，計算出全林所有樹木的材積。

二、依據樹木之高矮及粗細，由適用於地方上的材積表，推算出全林之材積。但中國僅有極少數之材積表，可作依據(110)。

三、把全林所有之樹木，以其大小、高矮、種類、年齡、樹形等之不同，分成若干類別，然後再依類，研究其株數，計算其材積，將各類林木材積之總合，作為全林之材積。

四、依據一般材積表，估計出全林之材積。一個完全的材積表，其中應當包括樹木的年齡，每一公頃面積內之株數，平均高度，全林樹木的胸高橫斷面積之總合，林木之胸高直徑，木形數字 (Derholzformzahl) 及每公頃林相材積等事項(11)。故依據此種詳細之表解，可以估計出全林的材積(14,15)。

五、劃出局部之代表林相，研究其林木之疏密，樹之高度，胸高徑粗等。計算出某種大小面積內之林相，所含有的木材之容量，再以此推知其餘的相同的大面積的林區之木材蓄藏量。

第四節 林木與林相年齡之測定

測樹學在森林經理方面之應用頗為廣泛，但主要者為林木與林相的年齡之斷定。樹木一如人類，因年齡不同，各年之生長量有快有慢。由測樹學中樹幹分析之方法（其法詳後），可以

看出年齡與高度，年齡與徑粗，年齡與材積，年齡與全林木材之增長等各種關係。根據此種關係，對林相施以適當的間伐與更新，即可得到最大之收穫。

單株林木年齡之斷定，在很多針葉樹種可以一望而知，尤其幼年的小樹。因一年生長一段節間，由基部之節算起，至樹冠之末梢一段節間爲止。如馬尾松、果松、赤松、白皮松、雲南松、朝鮮松等，皆可以按節間數之多寡，推出其樹齡。不過有些針葉樹年齡達五十歲以上時，即不易由節數斷定年齡，如檜、杉、柏及一般闊葉樹，枝的節間與年齡毫無關係，因一年之中這些樹木可以生長數節。

以節間之數目可以斷定樹種者爲松屬，冷杉屬及雲杉屬之樹木。不能以節間之數目斷定年齡者爲此三屬以外之針葉樹及闊葉樹。

斷定樹齡之最好方法是把樹掘倒，在幹與根相連之基部橫着鋸開，由切口之斷面看樹木之年輪，從中心向四週。據吾人所知，世界上的樹木，固然種類萬千，但除單子葉樹木及少數之熱帶樹木外，一年之內皆僅生長一層年輪。因此年輪的數目很可代表樹木的年齡，不過我們應當注意，有時因氣候之變化或天旱虫災之損傷，林木在一年之內可以生兩層年輪。一年生的兩層年輪看上去與正常之年輪不同，多細弱而狹，且多不規則。因此我們在數年輪的時候，若遇此種假年輪（即一年之內所生的兩層年輪），兩層可以視作一層。

林木不伐倒，若用波來斯雷氏的樹木生長鑽（Pressler's Zuwachsbolrer），亦可以看出樹

木之年齡。用此鑽（中空）穿入樹木之木材內，鑽之中空處即有一條被切斷之木條，這個木條上顯示着若干年輪，異常清楚。不過用此生長鑽無經驗的人，不容易一鑽即穿至樹木之正中心處，常常鑽偏。因此只可以看出樹齡之大概。

林相有立林之記載冊可參考者，最為理想，一查便知，無須採用以上所說的幾個方法以研究樹木之年齡。

伐倒的樹木，年齡過大時，心材常行腐爛，邊材年輪又過於細密，若不借顯微鏡或放大鏡之力，常不易看出究竟。在林業經營上，老樹宜行砍伐，空隙及時更新補植，林木生長速度已超過最旺盛之時即可伐倒利用，不可待其中心木材已腐爛，然後才採伐利用也。

至於林相年齡之斷定，是以單株林木為對象，把全林所有之樹木分為若干區，各區皆有其個別之樹齡。或者同在一區之內，林木有若干不同的樹齡，再依據樹幹分析之研究結果，算出各種不同林木之初長年齡，最旺盛的生長年，衰老年及砍伐年等。這樣，小樹在長，中年樹之逐年增長量最為驚人，衰老的樹木可以按年伐倒更新，以達到林業經營上最經濟之目的。

第五節 林木材積增長

一 何謂林木材積增長？

所謂材積增長 (Zuwachs) 是指的一個單株林木的每年之加高生長及其每年之加粗生長，

因此而得到單株林木之材積增長；或者指的在一定的年限以內，普通多以五年至十年爲期，整個森林的材積的增長而言。所以林木之材積增長，可以指單株林木，亦可以指全林的所有樹木。

關於單株林木的木材增長，可以由下列幾個因子看出：

第一、單株林木的加高增長 (Höhenzuwachs)，即樹木逐年加高。測量的單位，通常以公尺，公分或者公厘。

第二、單株林木的加粗增長 (Stärke-oder Durchmesserzuwachs)，即樹木的直徑逐年加大，或樹木的幹之週長逐年加大。測量的單位通常以公尺、公分、公分或者公厘。

第三、單株林木橫斷面積之增長 (Flächenzuwachs)，通常由胸高徑粗處斷之。量其橫斷面積，以平方公分計算。

第四、單株林木材積之增長 (Massenzuwachs)。由以上三個已知的數目字，用計算樹木材積之方法，算出木材之增長量。材積單位通常以立方公尺作單位，在樹幹分析時，爲了方便，有時可採用立方公分作材積之單位。

計算材積之生長，所有的時間，至少爲一年，或或五年至十年，或者由樹之初生到被測量之年限。因此在材積之生長上，可以有三個不同的計算法。這三個方法中之每一個都可以看出單株樹木的材積增長來。

第五、由一年爲期，所算出的材積增長叫年增長量 (Laufender Jahreszuwachs)。

第六、由五年到十年爲期，所算出的材積增長，叫期增長量 (Periodischer Zuwachs)。

第七、由樹木之初生到被測量之年，這一段期間，樹木之總材積叫歷年增長量 (Gesamtalterszuwachs)。

以上所述的四個不同的增長（第一至第四）及三個不同增長量（第五至第七），每一個學林人非澈底弄明白弄清楚不可，因爲測樹學之目的，不同木材商人，只是把單株林木之材積或者全林之材積計算出即算了事，其主要目的在於森林經理方面之應用。然如何應用？詳於森林經理章中，本章不贅。

二、樹木生長之測定

樹木的生長，最容易看出的是樹幹加高之生長。在針葉樹，當幼年時，可以由枝節看出來，在闊葉樹則須數年輪，例如有松樹於此，我們可以由基底向樹之梢頭分成若干節，每節橫斷之後，則可見到各節具有不同數目之年輪。近地面之節的橫斷面年輪多，漸向樹之末梢，節的橫斷面年輪則變少。相鄰二節之年輪的差數，去除節之長度，即爲該年之內樹木之加高生長尺寸。

例如有一株松樹，由基部離地約二十公分處橫斷，年輪爲八十個。最初之二十公分高，我們可視作二年，則此松年齡應爲八十二歲。然後再由一，三，五，三等不同的高處橫斷其幹

樹，數出其年輪如次：

橫斷面距地之高度(以公尺計)	該斷口之年輪數	達是項高度所須之年齡
〇・二	八〇	二
一・三	七六	六
五・三	七一	一一
九・三	六三	一九
一二・三	五七	二五
一四・三	五一	三一
一六・三	四三	三九
一八・三	三二	五〇
二〇・三	一九	六三
二一・三	一〇	七二
二二・五(最高的主幹之端)		八二

在研究林木的年齡與高度生長之關係時，可以用此種方法找出上列的結果。

三、加粗生長之測定

樹木直徑的加粗生長亦容易測出。在蘇聯現在發明了一種測量樹木生長之儀器，系用金屬線作成，樹木的加粗長度，由一種自錄器上讀出，可以量到極細微的長度，二百分之一公厘的長度 (7)。或者用樹木生長自錄器 (dendrograph)，或樹木生長儀 (Dendrometer) (10)，亦可以看出樹木之加粗生長。不過此種儀器在測樹學上，並無實用之價值。

一般在林學上所謂徑粗，是指的胸高徑粗，即樹幹由距地面一·三公尺處橫斷，測量出它的直徑長度與年齡之關係。最中心的年輪是最初生長的，逐漸向外延伸，至韌皮部之形成層。最外的一層年輪是去年生成的。不過測量時遇有偏心樹，年輪的中心，不在樹木的幹材之中心，應當由四面八方去測量直徑，將各種數目字集攏在一塊，取其平均數，作為該樹之直徑。這樣作法，比較更近於實際的樹木加粗生長量。

樹木不伐倒用波來斯雷氏的樹木生長鑽，取出木材之年輪條，再量其年輪之寬度及年輪之數目，亦可以推知年齡與加粗生長之關係。

四 橫斷面積增長之測定

林木的橫斷面積之測定，非直接測出，乃由前邊之加粗生長計算得來。胸高徑粗之橫斷面積上，有若干年輪，將此所有年輪環的直徑分別測量，分別記錄，分別計算。內部年輪環之面積系早年生長的，外部年輪環之面積是最近生長的，環環相加或相減，即得某年到某年橫

斷面積增長之數字。

計算橫斷面積有現成之公式，即：

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 0.7854 (D+d) (D-d)$$

式中之D即較外年輕之直徑，a即較內年輪之直徑。直徑之大小與面積之關係可以計算而得，亦可以由環面積表中查出之(8)。這種表類似對數表，在不同的直徑之下，有下列不同的面積：

年	齡直	徑 (cm)	橫斷面積 (cm ²)	橫斷面積增長 (cm ²)
一〇		四·二	一四	八四
二〇		一一·一五	九八	六二
三〇		一四·二七	一六〇	六八
四〇		一七·〇三	二二八	六五
五〇		一九·三〇	二九三	六一
六〇		二一·二二	三五四	六三
七〇		二三·〇六	四一七	八一

八〇	二五・一七	四九八	一六
八二	二五・五七	五一四	

由七〇至八二歲，最後十二年之最外年輪的直徑為 $D_{82} = 25.6\text{cm}$ ，為最內直徑為 $D_{70} = 23.06$ ，二者之間的寬度為 2.5cm 我們若利用環面積表，所得之環面積為 $515 - 419 = 96\text{cm}^2$ ，即九十六平方公分。若利用上述之公式則得：

$$0.7854 \times (25.17 \times 23.06) \times 25.17 - 23.06 = 95.62\text{cm}^2$$

二者相差不滿半平方公分，即不足百分之小點四。那麼，由七十歲到八十二歲，該樹每年橫斷面積之增長為八平方公分，即 $96 \div 12$ 所得出之商數。

五 單株林木材積之增長

關於林木材積增長之計算方法頗為繁多，各法皆有相當複雜之公式，可以利用(6,11)，不過最通行之方法為樹幹切段法(Sektionsverfahren)。理想的把樹木之全長幹身切成若干木段，段之長度愈短愈好，但普通皆在一公尺以上。段長兩公尺或四公尺最容易計算，再由每段木兩端之直徑及段長求出其容積。各段容積相加則為全樹之材積。

六 樹幹分析 Stammanalyse

德文書籍中專講測樹學者頗多(6,10-13)，關於樹幹分析亦有專書討論(9)。其次是日文

書籍。他種文字中之測樹學一科缺乏善本書籍，可供吾人之研討。

樹幹木材之生長，系由內向外。每年靠近形成層之內面增加一層木質，幹之最高端向上或向外生長一節枝條。當年生之主枝或側枝，橫斷之只能見到一層年輪，去年枝爲二輪，前年枝爲三輪，依此類推，一株大樹，無論其年齡若何，由數十年至數千年，每年都由木質的最外部生長一層年輪，年輪有寬狹，有數目。樹幹有高度，不同之高又有各種不同的年輪。根據上邊所述的幾種樹木生長之測量方法，我們可以作一個樹幹分析圖，找出左列的幾個關係。

(1) 年齡與樹高增長之關係。

(2) 年齡與加粗生長之關係。

(3) 年齡與材積增長之關係。

(4) 年齡不同之各期增長量與林木壽命之關係。

每一種關係，可以用一條曲線表示出來。由那條曲線可以看出，那種樹木由某歲至某歲它的加高生長最快，某年齡時加粗生長最快，又在某種年齡時它的材積增長最快，超過某些年齡之後生長速度即逐漸緩慢，甚至停止。或由樹幹之中心先行腐爛，甚至於每年腐爛的木材量還大於其木材之增長量。

林業經營之最主要目的，即用同樣大小之土地面積，同樣的時間，得到量最大而質最好的

木材。樹幹分析工作，可以使我們知道，樹木之初長、正長、中年、衰老以及生長停止等諸種情況與樹齡之關係，使我們有所依據，有所取法，恰好在樹木的生長緩慢之年即行砍伐。

不過，作樹幹分析時，採用的樹木以年齡最老，樹形最大，且內部木材尚未達空心之年者為佳，若分析小樹，只是徒勞無功，事實上不能被林人利用(33)。

以上所述皆關於單株材積生長。

七 全林材積之增長

測樹學不僅測出林中單株樹木之生長情形，還可進一步測出全林所有的林木材積增長量之總合，孤樹之增長量比起密林中某一株樹來，固然生長快，但木材之質常較為惡劣。疏林中之某一株林木的材積增長量，常大於密林中之某一株林木材積增長量，但疏林全林之增長量則常小於密林全林之增長量，林木幼年之生長較速者，一達某種年齡，其全林木材之增長量則速行減少。幼年林木之生長緩慢者，雖達某種高齡，全林材積之增長量仍能依然繼續生長，不即輒然停止。故欲達全林生長量最大之目的，須各別的，用測樹學上的樹幹分析法，研究各種不同之林木，求出林齡與全林材積生長之關係。全林中樹木之密度保持適中，不能過於疏稀或過於稠密。測樹學能活用於森林經理方面，使逐年的全林材積之增長，牢佔着最高點，才算盡了舉林人之能事。

第六節 我們由測樹學中學得的經驗

由各種不同的單株林木比較研究結果，我們知道，樹的加高生長因種而異。針葉樹在三五歲之前生長極為緩慢，然後則逐年加速。松屬十歲以後即向高處加速生長。馬尾松與果松一年可加高一公尺以上，雲杉類加高之最快生長普通多在二十與二十五之間，冷杉類樹木之加高生長多在二十五歲以後。立林地之土石肥沃者，加高生長比較早，在雲杉三十歲左右即達最大之生長速，在貧瘠之山地，加高生長之最大速度多遲延到五十歲之後。冷杉與雲杉類之生長於高山者，逐年加高生長可達兩百歲以上。生長於好土之水青岡，直至一五〇——一六〇歲間還向高處生長良好，生長快者與慢者相比，在針葉樹可大兩三倍，在闊葉樹可大十數倍。樹林之封密程度亦是加高生長的一個主要因素，太密時，樹木只能向高空生長。

加粗生長，一般樹木多在早年，森林未封閉之前，孤樹年輪或疏林中樹木之年輪定較密林中之樹的年輪為寬。故造林時宜注意幼年時代之封閉，使林木之加粗與加高保持均衡發育，結果必佳。

林木之高度與直徑之長度相差之倍數愈大愈好，以雲杉為例，有三種林相於此，丙林相比較稀疏，木幹粗而矮，乙林相密度稍大，樹幹則較比細長，甲林相封閉甚佳，這三個不同的林相，樹高與直徑則有左列之關係。

林相別樹	高 (公尺計)	直徑 (以公分計)	相差倍數
甲	二九	二六	一一一
乙	三二	三六	九〇
丙	三五	四五	七八

甲種林相之林木，高粗相差為一百一十一倍，丙種僅七十八倍，此系實例，並非空想虛造，伐木時若注意此種關係，則一定得得停停直立之長材。

單株材積之增長，被加高。加粗及樹形三個條件所限制。全林之材積增長，還得加上密度土質等因子。

幼年林相，最初如農田之穀子高粱，密度極大，根本無樹幹可言。十數年之後則逐漸有樹幹形成，下方不見日光之側枝多行乾枯。初立林之年，每公頃約兩三萬株，二十歲之樹則減少至五六千株，到最後砍伐之年時，每公頃不過餘五六百株，僅為二十歲時十二分之一的株數，其他十分之九的樹木皆被逐年伐去。

在森林經理上，常以公頃為單位。利用測樹學之原理及方法，研究立於面前之林相。公頃株數橫斷面積之總合，普通以平方公尺計，是有一定限量的，太大與太小，皆不能達到材積最大之生長量。此總合面積之生長，在幼年林為最快，中年之後則漸行減少，但在陽性樹或生

長特速之樹，像松與落葉松，則與年齡之關係極不顯著。冷杉與雲杉類，雖達相當之高齡，還依然生長良好。例如在一等立林地上生長的一四〇——一五〇歲之雲杉，還能達到七十公尺，而最好之松與水青岡至高不過五十平方公尺。林地劣，樹幹粗，則總面積常小，林地優良，樹密而細，則面積常較大。已達砍伐之年的松樹與水青岡，每公頃之面積約為 25—30 平方公尺，在冷杉與雲杉則恆在 35—40 平方公尺以上。

在單株樹木之材積生長上，有兩個重要的生長量，前邊尚未提到，與林業經營關係至為密切，第一為連年平均生長量 (Laufender Massenzuwachs)，第二為總平均生長量 (Durchschnittlicher Massenzuwachs)，二者與年齡之關係皆可以由一條曲線表示之。此兩條曲線之交點可視作樹木的採伐年。林木生長年限，過此或不及，皆非所宜。至於這兩條線的計算法，須另參考測樹學專書(9, 11)。

問題

- (1) 請告訴我一種最簡單而實用的樹高測量儀。
- (2) 林木年齡如何測定？
- (3) 材積增長之意義何在？
- (4) 試述樹幹分析與年齡之關係。

(5) 述測樹學在森林經理上之重要性。

第二十章 測樹學文獻

○ (1) 邵維坤：四川重要林木生長之研究，中華農學會報，第一六五期，頁七四——一〇〇。

(2) 邵維坤：大葉楊在河北生長之初步觀察，河北農林學刊及中華農學會報，第一六一期，頁一一。

(3) 姚開元：甘肅岷縣酒店鐸二種雲杉之生長，林學第十號（一九四三），頁五三——五八。

(4) 蘇甲薰：杉木生長之檢討，林學第十號（一九四三），頁八五——一〇四。

(5) 郝景盛：甘肅西南之森林（一九四二）

(6) Gutenburg, Holzmasskunde, in Weber, Handbuch der Forstwissenschaft III Bd. (1927) S. 75-230.

(7) Jentzsch, Zeitschrift für Welforstwirtschaft III (1936) S. 1029. Berlin.

(8) Kunze, Siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0,01 bis 99, 99 (1868), Dresden.

- (9) Lorey, *Teher Stammanalysen* (1880), Stuttgart.
- (10) Macdougall, *Tree Growth* (1938) p. 1-20. Leiden.
- (11) Müller, *Lehrbuch der Holzmesskunde* (1923), Berlin.
- (12) Schüpfer, *Holzmesslehre, in Neudammer forstliches Lehrbuch* (1939) S. 577-614.
- (13) Schwappach, *Litfadn der Holzmesskunde* (1903).
- (14) Wiedemann, *Die Fichte, die neuen Ertragsstadien, Sonderabdruck* (1937).
- (15) Wiedemann, *Ertragsstadien für Buche, Fichte, Douglasie* (1938), Hannover.

第二十一章 林價與較利(2,3,4,5)

第一節 林價與較利之定義

林價 (Waldwertrechnung) 即森林之價值，包含土地、林相、木材貯量，資金與林有關之一切不動產及可動產等，但其中最主要者為土地與木材貯量。此種林與地一旦為轉移或交換所有權時，即產生價與值。研究得到此項最高價與最大值之方法與計算等規則，謂之森林較利 (Forstliche Statistik)。故凡一切經營，經理及作業等皆同此林價與較利有密切關係。

林價與較利因經營森林者之經濟目的不同而異，同時社會環境，森林主顧亦能影響林價，例如甲買樹，目的在作柴，乙買樹目的建築房屋，丙則目的在製造木絮，此三人在同一地點同一時間內，其所出之價值必不相同，以三人各有其特殊利用目的也。同樣的林相，其位於老山背後與位於大都市之鄰近者，價值亦自有種種。總之，林價之規定，非常困難，以地址、交通、利用目的，時間等在在皆為影響林價之因素。

第二節 值與價

經濟學中對於值與價之說明最爲徹底，值乃物品之個別性質，價乃受物品需要者之慾望所限制。一種物品對於某個人於一定時刻，它的值只有一個，時間不同，則產生期待值，商價值，出售值等。

物品有滿足人類慾望之能力，人有慾望，物品須有限制，慾望有限制，物品少時慾望大，則其價高。反之，物品多，慾望小，則其價低（一）。

經濟學上之原則，同樣能應用於森林，因供給與需要，價價之曲線可上下波動，永無固定之平衡。林中之花一草，一果一枝，以及各項副產品，都具有期待，商價及出售三值。伐倒之林木，雖同一樹木，其枝幹根材之劃分上，亦常因市場上之需要而產生數種不同之價值。

第三節 森林資本

資本 (Kapital) 一字，在國民經濟學中與法律學上有很多不同之含義。在古時專指可轉用借貸之金錢或紙幣而言，現在則包括甚廣，凡用以生產之機器、房屋、交通工具、精神慾望物品，以及一切可以滿足人類慾望的東西，皆可視作資本；馬克斯之資本論更具有特別之解釋。至於經濟目的，價值論，剩餘價值論，利息，如單利、複利、混合利等，在經濟學中亦都有其特殊之定義。

但在林學中之所謂『資本』，大體說，包括土地，林相及森林三項，茲申論之如次：

一、土地 森林土地與一般農土地不同，在其面積之上必須有森林存在，或在其土地之內能培植森林，二者必居其一才能被視爲森林土地。如系有林之地，它的價值（資本之一部）之大小，須看下列幾個因素而定，第一、現在及將來及齡林木材之貯藏量，其次爲間伐利用量值，第三、看第一次更新時所必須之費用，第四、逐年管理及保護消費，此外還須注意森林稅（在中國目前尙未實行森林納稅），交通及市場條件等；若只是一塊可立林之地，問題比較簡單，可依據造林學（10）上之條件，去規定土地對於森林之生產能力與林地之價值。以上所提諸項因子其彼此之關係，在林價與較利學中都有一定之公式可供吾人利用，讀者可去翻書（314）。

二、林相 卽亭亭直立於吾人面前之林相。林相之價值與農不同，它的收穫是多方面的，採伐的季節亦比較自由，農作物之收穫須受一定季節之限制。一個正常的林相，或不正常的單獨林相，隨時都可採伐利用，不過其木材價值及副產等亦須受市場及交通之限制。幼小林相，其本身價值常小，無論我們怎樣精密經營，總是得不償失。稍大卽可由間伐、擇伐、受光伐等工作得到利益；年齡愈大之林相，價值愈高，直至其轉捩點爲止（木材生長量之最高峯，過此則生長緩慢，林木逐漸稀疏，木材自行枯敗），然後林相之價值變低，與土地相同，亦有種種計算公式（4）。

三、森林 土地與林相合而爲一卽成森林，林價與利益之規定，視單獨林相與森林作業之

種類而異，喬林、中林、矮林、純林、混交林、經濟林、特殊經濟樹木林，各有其不同之社會需要與應得的價格，難以枚舉。

第四節 林業經濟上應注意之點

一、一般事項，林業經濟不若一般商業上經濟價值之容易計算。但林價利益之變動是在某一定限制之內的，如保安林，我們不能利用光伐；高山林，株根不能算數；國有林及公有林比私有林牽扯較多，作業種類，輪伐期，林木種類及合度程度，界線、地勢、地力、更新可能性等，都不宜輕輕放過，須逐次加以考慮。其次如交通，林地位置，林木利用時之劃分截段、電桿、鑛柱、木纖維材料，林主與木材主顧之間的興趣，以及輪伐上應注意之其他事項。

二、計算方法，可分三項述之：（一）森林等待價之最高記錄，森林與其他農作物不同，某種大小粗細高矮之樹木，目前伐之，剛不夠某種成材，稍待三五年，則恰好合用。此三五年短時之等待，常較過去二三十年長期所得到之利益為大。（二）林價利益之逐年增長率，若多待數年其收益又如何？（三）平均利息之增長。

三、此外如林相之選擇，間伐後對保存林相生長之影響，各種森林作業之相互轉變等問題，亦都在應注意之列。

第五節 農地與林地收益之比較

地球之表，除海洋、雪山、沙漠、高山草原所佔之面積外，幾乎到處都可以培植森林，但可以田農之土地則實屬有限。我國耕地面積佔百分之十四，但宜林山地及荒地比農田面積約大三四倍(二)。因森林所需要之養分特少，不須施肥即可生長良好。經營森林所需要的人工亦少，一個工人可以管理一千畝以上的森林，而森林之生產量，一般論之，又駕乎農產品之上。不能種農作物之瘠地或裸露之石灰岩，只能用造林方法，使之變為好土。農與林生產比較之詳細理論，請閱本書第二章林業。

習題

- (1) 何謂林價與較利？
- (2) 詳述森林資本之含義？
- (3) 森林經濟上有何應注意之點？

第二十一章 林價與較利文獻

(1) 馬寅初：經濟學概論，商務，民三十二年四版。

(2) Kraft, Zur Praxis der Waldwertrechnung und forstlichen Statistik (1882),
Hannover.

- (3) Kreuzer, Die Waldwirtschaft auf statscher Basis (1912), Prag.
- (4) Lehr, J., Waldwertrechnung und Statik (1937), Berlin.
- (5) Stoetzer, Waldwertrechnung und forstliche Statik, 5. Aufl. (1913), Frankfurt.
- (6) Allg. Forst- und Jagd-Zeitung.
- (7) Das Tharandter Forstliches Jahrbuch.
- (8) Die Forstliche Tundschau.
- (9) Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.
- (10) 郝景盛：造林學，商務，民三十三年。
- (11) 郝景盛：中國林業建設，民三十三年。

第二十一章 森林經理學(8,10,13,16)

森林經理工作，不外兩方面，一為時間上的，如森林輪伐期之確定，木材貯量之計算，林木生長之大小，間伐利用量之限制等；一為空間上的，如森林之測量與劃分（依據林齡及樹木種類），造林更新、利用、保護等，使其最適合於經濟目的。森林經理之主要目的，乃利用一定限度的土地面積，對森林施以最合理之處理方法，在最短的時間內，使森林能有最大木材之生產量。自然，其他保安林，風景林，水源涵養林，疾病療養林等不在此限。

森林經理之首要工作為森林作業方法之確定，一般論來，作業方法之確定，視森林所在地，交通，諸種林產物等與社會需要，市場銷路之關係而異。喬林作業靠種子更新，多利用天然造林法；矮林作業靠截枝與頭木更新；竹林則靠鞭根引誘或母竹栽根；中林靠萌芽更新與種子更新並重，在城市附近，柴材之需要量較大，可採矮林作業；在老山背後，交通不便之地，宜養成喬林，使良材之價值增高，除運輸費外，還能得到良好的利潤。矮林、中林、喬林三種森林之產量不同，若以立方公尺計約為七八、一四〇、二八〇，其比例為一比三·七比七·四(14)。

森林生產有兩種不同的看法，一為物資的生產，一為金錢的生產。物資的生產包括主產與

副產，前者如預備伐、更新伐、間伐、洗伐等所得的木材，後者包括草類，枝葉飼料，野生動物，獸皮、香菌、野生果實，松香、果實、種子、白蜡、漆、桐油、橡皮、胡桃、烏白、板栗、柿子、龍眼、荔枝、茶等，所謂金銀的生產，是指將前項物資送至市場後換得之金錢言，再分之尚有粗利 (Brutto) 與純利 (Netto) 之別。

森林生產的主要因素之一即土地，它的價值視面積，性質，海拔高度，所在地與市場之距離等而定。土地為養料之源泉，它的基地岩石種類限定了它的物理與化學性質，它的坡向，坡度，高度及其他氣候條件規定了它的立林等級 (5, 6)。立林地之自然環境可決定作業時樹種之選擇，立林等級又與增長量，木材性質，輪伐期以及其他經濟目的發生着密切關係，同一立林地對麻栗為第一級好地，對於松樹可能是第三級，對山毛櫸是第三級林地，但對於松樹可能是第一級。

立林地在德國普通皆劃成五級，生長最好者為第一級，生長最壞者為第五級，其中第二、第三、第四各級界於好壞之間，例如山毛櫸與雲杉，在不同級的林地中，林齡儘同，但每公頃木材之產量則大有不同 (17)：

立林地等級	山毛櫸齡林	齡雲杉林	齡花旗松林	齡
第一	六三八	一四〇	一一〇	五〇
		七六七		五〇

第 二	五四九	一四〇	六一九	一二〇	三九一	五〇
第 三	四四三	一四〇	五〇七	一二〇		
第 四	三一六	一三〇	三七三	一二〇		
第 五	二一九	一三〇	二四五	一〇〇		

花旗松爲美國原產，但在德試種結果極佳，五十歲的花旗松林，其每公頃木材之產量約與一百二十歲的第二級雲杉林相等。

關於立林地之等級，亦有用別種方法表示者，如第一級林地用數目字一，其餘逐次減少爲〇·九至〇·一等。林地之生產力，對於同種之樹木，亦有所不同，例如松樹林，有的木材產量很高，但所產之幹材多枝，心材不發育，有的不僅木材產量高，而且木質亦佳良。立林地並非不能改變，自然界生長條件可用造林技術控制，太濕之土地可以行排水工作，光伐之後，林地產量常較差，闊葉樹林或混交林跡地創立之森林生產力較小。林中的枯枝敗葉之破剷除與否亦影響林木之生長；土壤、更新、下植、撫育等工作亦統與木材生產有關，一不當，即吃虧；距市場或需要木材較遠之林地，產量雖高，但林利亦必大；小面積之林地，在森林管理上常需要較大之經費。

第一節 增長

林木逐年增長，加高加粗，因之有了木材增長，可簡稱增長。增長之大小視林木種類，立林地等級及性質、樹齡、林齡、林相撫育及作業等而異。在林業極度發展的德國，各種林木已有現成之增長表專書，可供參考（如 Schwappach, Ertragstafeln, Lear, Massenberechnungstafeln 等）。在英美方面尙缺乏是項材料，英美林人對於森林經理學研究乃近二三十年間的事（7,9,11,12,15）。

增長可分三項說明之，一爲量增長（Massenzuwachs），二爲質增長（Qualitätszuwachs），三爲價增長（Teuerungszuwachs），請申論之。

一、量增長，所謂木材之量的增長，乃指林木之木材或全林之木材的加多而言。

（甲）逐年增長量

（1）逐年增長量，指樹木每年由生長而加多之木材言。

（2）逐期增長量，指樹林每隔五年或十年爲一期由生長而加多之木材言。

（3）總合增長量，指林木由幼小到研究它的那一天，或全林由幼小到研究它的那一天，所有的木材量之總合而言。

（乙）平均增長量

(4) 期段平均增長量，即用期段之年數除在此年限內生長的木材量而得到的平均木材產量。期段普通爲五年至十年。

(5) 總合平均增長量，即用林木之年齡數除林木之材積而得到木材量，或用林相之年齡數除林相之總材積而得到的木材量。

二、質增長，林相中所產的木材，不僅在量的方面有增長，在質的方面亦有增長，例如落葉松及松樹，幼樹的邊材特多，漸長則心材加多，心材比邊材好，它的力學性質多合乎工藝方面之要求。故林木愈大，其木材愈爲佳良。但樹齡亦有一定限度，過此限度則木材敗壞。

三、價增長，由於量與質的增長，木材之價值亦因之提高，例如松樹，粗細長短與價值關係極爲密切，合乎市場上所需要之條件則價高十倍，否則須賤價出售；麻栗的大木段，適於合板製造者，每立方公尺可值數千美金，其不夠尺寸之木段則只能供給一般木商之用，難得善價。

量、質、價三者之增長爲森林經理學上之至要課題，如何使木材之增長量最大，木材最好，而得到的價值最高，非利用經理學上之方法不可。方法很多；如面積法、積材法、樹齡法、正常法、奧國法、胡貝爾 (Huber) 氏法、加爾 (Karl) 氏法、郝伊 (Hoyer) 氏法、洪得斯哈根 (Hundeshausen) 氏法，增加法等，皆詳於森林經理學中 (14)，學者可至圖書館翻閱。

第二節 森林應記載之一般事項

有森林於此，我們調查時宜注意左列之事項(一)：

- (1) 面積、大小、劃分、主權歸屬，四界。
- (2) 森林所有者姓名，年齡、性別、住址、職業，曾否辦過依土地法登記手續。
- (3) 地形、山脈、河流、各處高度，山巔及山谷坡向等。
- (4) 林地之地質、土質、氣候、地勢等。
- (5) 作業法、林木種類、混交程度、分區研究其面積，樹齡、生長情形、量增長，價增長等。
- (6) 森林歷史，以前造林技術，木材收穫，木材價值，各項副產收益，各種木料價值，工資，有關統計數字。
- (7) 林在地之社會情形，燒柴及木材需要量，木工廠，各項與林產有關之工業，木材市場，木商，集木場到交貨處之交通，水、山、鐵路、牛馬、汽車運輸等。
- (8) 副產之經濟價值與國民日常生活之關係，如漁獵、香菌、白木耳、茶、桐油、樟腦等。
- (9) 勞力之供應，最宜注意切勿與農忙衝突。

第三節 立林地之記載

樹種與作業二者爲森林經理上最主要之事項，林相之創立，撫育與利用皆與作業有密切關係，而樹種之選擇與作業法之確定，又以立林地爲基礎，立林地之好壞，以氣候，地勢及土地三者決定。

氣候之乾、濕、寒、暖、溫、熱等都能影響林木之生長。立林地之年雨量，年溫度，逐月雨量與溫度，最冷與最熱時的溫度，乾燥季中之雨量，秋後之結冰日期，春前何時冰可溶化，早晚降霜日期，冬天如降雪，還須注意雪壓大地之時日。此項材料可利用立林地最近氣象觀測所之記錄，但林中小氣候 (Mikroklima) 地方氣候變化亦須顧及。

地形方面應注意的事項亦多，如地理上經緯度之測定，森林所在地（用山、縣、或村鎮名作標準），各部高度（最高與最低），山坡傾斜角度，地形是平坦，波狀，丘陵或山巔？林地之附近情況及造林後毗鄰地形對林木之保護或爲害等。

第三是土地，對於立林地之岩石，土壤性質及分佈等，皆須進一步觀測，與以詳細的記錄。未風化岩石之種類，如石英、方解石、石灰岩、砂岩、片麻岩、花崗岩等及其成分；他如土壤之構造，顆粒之大小，層次之厚薄，透水性，含水程度。空氣之含量、顏色、 pH 值、成因（如風成、水成、冰成），地表野生植物社會等，亦須加以注意。林地與農田不同，水分與

溫度，比起土壤中養分來，對於林木之生長，尤爲重要，土壤深度是極深、稍深、適中、稍淺、或極淺、極深在四尺以上，極淺不足五寸，土之濕潤乾燥亦宜留意。

氣候，地形及土壤三者配合才能決定立林地之生產能力，老的林地根據以前森林生長記錄報告可以斷定其等級，如系新立林之地須與已知之老林地比較研究不能斷定其生產力。立林地之等級細分之計有十種，表示方法有二，用 I II III IV V 或 1.0——0.1 前者乃最好之林地，後者乃最壞之林地，二者可選用其中之一類，茲抄錄於次：

1.0 = I

0.9 = I/II

0.8 = II

0.7 = II/III

0.6 = III

0.5 = III/IV

0.4 = IV

0.3 = IV/V

0.2 = V

0.1 小於 V

第四節 林相之記載

首宜注意者爲林木之種類，作業之方法，林相之構成，純林或混交林，森林之密度，如極閉、封閉、稍光、有光、疎隙、空隙等。在老齡之林相，還須研究不同齡林木之材積增長，如系混交林，尚須注意應屬何種混交，如單株、叢狀、簇狀、片狀、線狀、帶狀、平混、立混、

階級混等。林相創立時採用之方法，如萌芽造林，天然下種等。由林木之年齡上看，是屬於那一個時期？如初長期（十二三歲之前），封閉期、柱桿期、成年期等。如爲階級混交林，其上下木之年齡，高度、封閉程度亦須記載清楚。

林木直幹的寡枝程度、幹形、冠形、冠長與樹高之百分比，生長狀況，有無病害，每公頃內林木株數，橫斷面積，中等林木直徑，林相高度，每公頃森林之木材貯量，逐年增長之百分數，每年實增長及價增長等。

以上諸種問題弄清之後，便可對林相決定處理方法，如伐枝、間伐、下木栽植、受光伐、隙地更新、更新法、某地如何開始利用，某地設圃育苗等。

森林面積大時可以乘飛機觀察，製空中照像，以作經理工作之依據。

第五節 中國林木生長實例

我們林木種類凡多，同種林木在各地生長情形亦不一致。目前已被人研究過之樹種僅有杉木、柏、馬尾松、青岡櫟、栓皮櫟、楓香樹、白檀(2)、大葉楊(1)、赤板(5)、雲杉(3,4,5,6)、冷杉(3)十數種而已。

大葉楊在華北各省生長良好，如在保定二十九年之樹材積爲一點一六八五立方公尺，楊樹林在二三十年即失去鬱閉(1)。西康洪壩大溝小溝一帶之冷杉量增長的消滅在二百年以上；

雲杉在八〇至一六〇年間生長最快，輪伐年在二百三十年左右，鐵杉之輪伐期在三百年以上(3)。雲杉與油松在甘肅洮河南岸一帶，生長特好，幹直，寡枝，逐年之木材增長量亦大(5,6)。紫果雲杉直徑生長與高生長在四十年以後即漸趨衰敗，材積增長則在百三十年以後逐漸減少，其輪伐時期約在一百六十年至一百七十年之間。青杆杉之加高生長較紫果杉緩慢，百十年至百三十年間生長很快，直徑生長則在八十年至百年間為最速，材積生長在一百六十年至一百八十年為最高，輪伐期約在二百年左右(4)。

中國天然雲杉林，生長極不合理，不僅木材產量小，而且質亦太壞。一百二十五年之方葉杉，其木材產量每公頃僅一百二十立方公尺，德國四十年之雲杉(第三級)即可得此同量之木材，在第一級雲杉林只需要二十八年。其主要原因，幼樹密度太疏鬆，以單株之面積生長及材積生長並不比德國雲杉較次也(6)。

第二十二章 森林經理學文獻

(一) 邵維坤：大葉楊在河北生長之初步觀察，中農報，第一六一期，頁一一，民二十四年。

(二) 邵維坤：四川重要林木生長之研究，中農報，第一六五期，頁七四。

(三) 朱惠方：西康洪壩之森林，金陵大學，一九四一年。

- (4) 姚開元：甘肅岷縣酒店驛二種雲杉之生長，林學第十號，頁五三，民三十二年。
- (5) 郝景盛：甘肅西南之森林，民三十一年。
- (6) 郝景盛：中德雲杉生長之比較，科學季刊，一卷一期，民三十三年。
- (7) Chapman, Forest Management, Lyon.
- (8) Dieterich, V., Forstliche Betriebswirtschaftlehre 448 S. 60 abb. (1939).
- (9) Mathews, Management of American Forests, McGraw-Hill.
- (10) Neubauer, Zur Systematik der Waldbaudischen Betriebsarten, Wien; Julius Springer.

(11) Recknagel, Bentley and Guise, Forest Management.

(12) Roth, Forest Regulation, Ann Arbor, Michigan.

(13) Schlich, Forst Management, Bradburg, Agnev.

(14) Schüpfer, Forsteinrichtung Handb. der Forstwissenschaft III 323-537 (1927).

(15) Trevor and Saythies, Practical Forest Management, Government Press, Allahabad.

(16) Weck, W. Wird die Zuwachleistung der grünen Douglasie durch Grünästung

noch weisba beeinflusst? Forstarchiv. no. 17 (1938).

(17) Wiedemann, Ertragsstadien für Buche, Fichte, Douglasie (1938) Hannover.

第二十三章 森林管理學 (Forest Administration)

森林管理學 (Forstverwaltung) 可以分成兩部分說明，一爲人事組織，一爲工作實施。

第一節 人事組織

爲了推動林業之建設，在人事方面不能不有嚴密之組織。工作人員有偏重腦力者，有偏重體力者，因此可分甲、精神工作組織，乙、機械工作組織

(甲) 精神工作組織方面

林業工作人員雖則同用腦力，以工作或地方之不同，可別爲國有林管理，省有林管理，私林管理，林業教育，考試制度，林業促進，林業研究結構等七項。

一、國有林管理

我國在民國元年曾一度成立農林部，民國二十八年筆者在全國生產會議席上提議要加重中國農林行政結構，博得出席諸公之贊助。二十九年成立農業部，於五司之中設有林政司，管理全國森林行政事宜。三十年成立中央林業實驗所，四個經濟林場，祁連山、秦嶺、姚河區、岷江區、大渡河區、金沙江、青衣江、雅襲江八個國有林區管理處，黃河、長江、珠江、水源林

區管理處與五個分區管理處及洪江民林督導區、水土保持實驗區、天水水土保持實驗區等。在結構方面已頗可觀，只因任用之工作人員多屬行外人，經費又少，故各地工作皆未能展開，殊難令人滿意。中央林業實驗所設有推廣、造林，利用三組，除利用一組有工作表現外，其餘二組工作亦未展開之。

在德、美、蘇、日等國，國有林管理已成爲一個不得了的事業，工作人員之多動輒以萬計，經費單位至少皆以百萬計。

我國森林管理人員之階級，與其他院部類似，農林部長爲特任職，司長，中央所正副所長及各組組長皆係簡任，各管理處主任及經濟林場長係薦任。技術方面以職別不同又有技正，技士、技佐，技副等之別。

德國林業管理結構最爲嚴密，工作人員皆穿制服、肩章、領徽、腰帶之金屬扣花紋皆有一定限制，如我國之軍隊然，一望即知其階級。德國森林官主要者有左列各級：

官	職	階	級	肩	章	肩	徽
林業部長	Reichsforstmeister						
(一) 林業次長	(Generalleitungsmeister)				藍絲肩章，三個銀橡子。		
(二) 高級國家森林局長	(Oberlandforstmeister)				藍絲肩章，兩個銀橡子。		

(1) 國家森林局長 (Landforstmeister)	盤絲，三個金方星（林學教授，三個銀方星）。
(2) 高級森林局長 (Oberforstmeister)	盤絲，兩個金方星。
(3) 森林局長 (Forstmeister)	盤絲，一個金方星。
(3) 森林技正 (Forstassessor)	只有盤絲肩章，無花。
(4) 森林技士 (Forstreferendar)	平行金絲，肩章無花。

肩上的絲盤花紋計有九種，以上八種官，即有四種不同之盤絲，以下還有五種不同之盤絲，在此無須細舉。蘇聯及日本之森林官亦皆有制服，我國亦可創製適當制服，使國家森林事業嚴肅化。

二、省有林管理

我國除雲南林務處（現改為林業改進所）為獨立之森林管理結構外，各省皆無獨立之林管機關。在廣西屬於農業管理處，至福建屬於農業改進處，江西為農業院，四川、甘肅、湖北、湖南、陝西等省則附屬於農業改進所內。觀其名稱之複雜，可知內部之混亂，難怪其成績不著也。

各省森林之所在地，面積之大小，木材貯藏之多少，向乏精確之調查。戰後國人雖有若干文章（1—6），亦多語焉不詳，至今尚無可資參考有系統之著作。

三、私有林管理

我國老百姓無愛林之習慣，有毀林之嗜好，故無論中原各省及邊區各省，凡我華人足跡達到之地，則隨山刊本，大火焚燒，不數年使無邊樹海變成童禿。其他民族盤居之地，則常有森林存在，如四川之羅羅，貴州之苗，雲南之夷，廣西之僑，其所住地方之附近皆有很好的大森林。

僧道因宗教信仰關係，有林則美，故各地名山及故有菴觀寺院所在地，常常有一小部分森林受其庇護而得殘存。如四川之峨眉，浙江之天目，山西之五台，甘肅之蓮花等即其好例。我國私有林，面積甚小，管理毫無，自今以後，深望政府有關機關，大行提倡民間之私有林，派員入鄉，親臨指導，使民衆知道森林之利益及種植森林及其管理之方法。

四、林業教育

我國高等林業教育已有三四十一年之歷史，現在大學中設有森林學系者，計有中央、中山、中正、川大、河大、雲大、廣西、金陵及西北農學院，西北技藝專科學校等。中央大學自民國三十年始又添農科研究所森林學部，林系畢業學生再繼續研究兩年可考得碩士學位，不過各大學之林系，設備多欠充實，圖書儀器常感不足，合格教授人數頗少(一)，難以物色，與國外林業教育來比(二)，尚須進一步之改善(三)。

我國各大學農學院之林系，學生入學資格，與農院其他各系相同，須高中畢業或具有同等

學力者，在學期限為四年，林系之必修科目學完後，有一篇合格之畢業論文，即可畢業，以前因中國森林經濟事業未能展開，畢業學生即感畢業即失業之苦，現在林業管理及研究機關已成立若干，大感學林學生之不足，戰後東北森林收復，需才尤多，學林者不愁無用武之地。

五、考試制度

我國林業教育在過去三十年中變更頗大，即學校名稱亦常更換，一居曾經六七次改名者為數頗多（二〇）。現在大學中之森林系皆附設於農學院內，畢業考試及格之學生稱農學士或林學士，可到中央及地方林務機關服務，待遇頗豐。

大學林系畢業之學生或高級農林職業學校林科畢業之學生在林界服務至規定年限以上者，可以參與考試院舉辦之高等考試森林科，考試委員為典試委員及有關之襄試委員，及格者即發給證書，並按照個人志願介紹至相當機關部門服務，由薦任某級起薪，比一般林系畢業生階級稍高。

中央大學研究院農科研究所自民國三十年夏成立森林學部，各大學林系畢業之學生經考試及格後，可就研究院教授研究專門題目，同時尚須選習若干與研究題目有關之課程，二年可授與碩士學位。在三十二年夏經筆者指導之下，已有一位學生斯煒考得此種學位，在我國此尚為第一次。

筆者對於我國林業教育及考試制度曾提出具體意見（二一），若蒙政府當局採納實行，則中國

林業幸甚，中國幸甚。

六、林業促進

農林部現設有農產促進委員會之結構，但工作多偏重於農業方面，成立歷史雖較農林部爲久，但工作表現尙不能令人滿意。關於林業促進應舉辦之事項頗多，如發行定期刊物，發給每個森林主人，使其對於現有林相如有所改善；舉辦林人之聚會，每隔三年舉行一次，開會地點應在國家之代表林區，決不可在首都；舉行研究性的考查團。請各大學林學教授及各地林業負責長官參加，赴各地林區親臨指導工作，改善工作，必要時還可以選派幹員到國外觀模；舉辦教學旅行，教授率領學生或對林業建設有趣味之青年，至各林區參觀，並指導研究工作；舉辦通俗森林博物館或林業建設展覽，以引起社會一般人士之注意。

七、森林研究機關

現在農林部中央林業試驗所爲惟一的森林研究機關，各項工作正在進行。木材解剖研究方面有中央工業試驗所木材研究室，森林化學方面有中央大學研究院農科研究所森林部森林化學室，關於木材性質及利用方面有航空委員會航空研究院，軍政部兵工署材料實驗處，木材化學方面有軍政部應用化學研究所等。以上所提各結構，除少數外，多限於經費，未在展開工作。各大學林系雖則亦有十數處(10)。但目的在教學，研究工作尙談不到。

關於造林生產方面，因不合於銀行家明天收利之胃口，故不曾舉辦，或僅有機關名稱而無

工作。

森林研究事項爲林業建設之指針，欲謀國家林業之振興，此種研究機關非按照部門增加經費健全其力量不可。如美國韋斯康遜州馬迪三之大規模的林產研究室，中國至多應有一個。

乙、機械工作組織方面

在甲項所提出之工作人員，多偏重腦力，其出身多受過高等教育（如得有學士、碩士、博士等之頭銜者），在各部門中常處於領導地位。此外爲用體力之工作人員，如造林地接近鄉村，工人自易覓得，若在荒山及大面積之荒地造林，則須有工人團體之組合，高山造林尤需要工人組織。團體中宜撰擇幹員擔任工頭事宜，酌量加高其待遇。工廠，修路與林工衝突時，尤須注意。工作期限可按天按月計算，或雇用少數常年工人，關於後者的妻子，亦可分別給以相當輕重之工作。必要時宜建築工人房屋，使其常年收入可以養家。夜間不能歸之遠地，須建築避風雨雪雹之小房，工具應由森林局製定種類及樣式，按時分發備用，並宜舉辦疾病不幸，殘廢各項人事之保險，以防備工人之死亡救濟。

第二節 工作實施

森林管理不外行政與技術兩方面，前者屬於人事組織，後者屬於工作實施。組織不健全，則工作無法進行。有了前面所述過的各項組織，工作自能展開。屬於森林管理方面之工作，主

要者爲伐木、更新、修路、副產利用，林中魚類及其他有益動物之飼養等。此外如林界之勘查，林木之登記，林局建築物，倉庫、工具、動物力（如馬牛等），機械力（如各種電力鋸，巡拉機等之放置），全林木材含量，逐年增長量，種子之採集，香菌之培植，木材市場之連繫等工作皆宜包括在內。

以上所述不過爲森林管理學之大概內容，詳細情形，尙須讀專門著作（15, 16）。

習題

- (1) 請略述我國之林業管理機關？
- (2) 試詳述我國之林業教育與考試制度？
- (3) 促進林業發展有何辦法？
- (4) 述機械工作組織方面應當注意之點。

第二十三章 森林管理文獻

- (1) 岷江國有林區管理處二週年紀念刊（民國三十二年）。
- (2) 中國西南林區交通用材勘條總報告（民三十二年）。
- (3) 吳中倫：青衣江流域之森林（民三十年）。

- (4) 馬大浦：廣西大明山之森林（三十年）。
- (5) 何景：河西祁連山植物羣落（三十二年）。
- (6) 曾濟寬：我國森林分佈區域，（西北森林，長篇連載）。
- (7) 李德毅：西南天然林之開發及其途徑（二十九年）。
- (8) 郝景盛：雲南林業（民二十九年）。
- (9) 郝景盛：中國林業建設，頁一二——二四（民三十三年六月再版）。
- (10) 郝景盛：改善高等林業教育管見，教與學五卷六期（民二十九年）。
- (11) 郝景盛：介紹德國高等林業教育，教育與科學第八期（民二十九年）。
- (12) 專科以上學校教員名冊，教育部印第一冊（民三十二年）頁二七八，第二冊（民三十三年）頁三三六。
- (13) 郝景盛：中國林業之過去與未來，文化先鋒三卷四期（民三十三年）。
- (14) 郝景盛：中國林業建設，頁一〇四（民三十三年）。
- (15) Albert, Lehrbuch der Forstverwaltungskunde (1883) München.
- (16) Schwappach, Horstverwaltung, Handbuch der Forstwissenschaft III S. 538 (1927)

Berlin.

第六篇 森林人事及行政

第二十四章 林史學 (Forstgeschichte, History of Forestry)

森林歷史學，各國學者皆有不同的看法，金陵大學陳嶸氏在其所著歷代森林史略及民國林政史料一書中（一）把中國的林史分爲二篇，第一篇歷代森林史略，由五代以前述起，分上古、周、秦、漢、兩晉、南北朝、隋、唐、宋、元、明、清十二章，其中關於歷代森林政治與興革事宜，以及森林被砍伐後所受之影響，並清季東三省林權之喪失等，均言之頗詳，且述段皆附有歷史的事實，以作證明；第二篇述民國林政史料，蒐集民國成立以來政府之森林政策及所公佈之法令，各地實際營林事業計劃及其經過，以至於成敗得失，林業教育，林業人材及林學著作（未舉出書名及人名）等，亦言之頗詳，關於中國森林以往之情形，算是第一本有價值之著作。

門人汪秉全君所編之山林名言錄（2）把中國古書中有關之材料分爲林政，林業及林學三大項，在一、林政中先述（一）歷代一般之林政，如商朝之『司木』（見曲禮），周之『林衡』，『山虞』（見周禮），漢之『丘陵阪險，不拓五穀者以樹林木』（見淮南子），南北朝

之『凡是山澤，光恆燦燠，種竹木薪果爲林』（見宋書考五帝本紀），唐之『樵採芻牧皆有禁，春夏不伐木』（見唐書百官志），明之『洪武帝命種桐、漆、櫻於朝陽門外鍾山之陽』，『至宣德三年，朝陽門所植桐漆櫻樹之數，乃至二百萬有奇』（見明書食貨志），民國之『要造森林，要造全國大規模之森林』（見孫中山先生民生主義第三講）。次言（二）歷史保護森林之情形，周朝『凡竊木者，有刑罰』（見周禮）；『草木不植成，國之貧也，草木植成，國之富也』（見管子立政）；『無伐各木，無斬山林』（見春秋緊露求雨篇）；晉之『水陸失宜，放牧絕種、樹木立枯，皆陂（盛按：卽荒山）之害也，陂多則土薄，水淺潦不下潤，故每有雨水，輒復橫流（盛按：卽今之山洪），延及陸田』（見晉書杜預書）；南北朝『限仲冬一月燎野，不得他時行火，損昆蟲草木（見北書顯祖本紀）；宋『乙未禁淮西諸關採伐林木（見宋史孝宗本紀），明『敢有剪伐樹木者治以重罪』（見明會典）。（三）獎勵林業『民之能樹藝者，置之黃金一斤，直食八石，民之能樹百果使繁衰者，置之黃金一斤，直食八石』（見管子）。在二、林業方面亦提出很多論證，黃帝『時播百穀草木』（見史記五帝本紀），『山有喬林』（詩經鄭風），『種柳千樹則足柴』（陶朱公書），『巴蜀廣漠，土地肥美，有山林竹木之饒』（漢書地理志），『丘陵阪險，不生五穀者，以樹竹木』（淮南子主術訓）。至於（三）林學，我國素少材料，淮南子謂『木叢曰林』漢氾勝之書有曰『木入土直曰根，蔓曰抵，木爲華，華爲榮，不榮而實曰禿，榮而不實曰英，木幹曰枝，枝曰條，斬而復生曰肆木，樹葉曰林

衣』。此外如孫中山先生在民生主義第三講中論防治水災與旱災的治本方法皆歸到造林，亦為有價值之重要文獻。

陳鱗氏為拙編中國林學大全所寫之森林史目次，把林史分為二篇，第一篇中國森林史，又分民國以前之森林史及民國以來之森林史二章；第二篇外國森林史，又分歐洲、亞洲、非洲、美洲、澳洲五章，歐洲之部分特詳，內包德國、奧國、法國、瑞士、蘇聯、芬蘭、瑞典、挪威、丹麥、希臘、意大利、西班牙、葡萄牙、英國等十四節。

以上所述皆偏重於死書之翻閱，對於我們青年學生不感興趣，筆者在此對於森林史提出一個另外的方法，整個的森林史可以分成兩部門，其一、古代森林情形，指有人類歷史以前之情形言，其研討對象及範圍已伸入地史學及古植物學之領域內。其二，人類與森林之關係歷史，自有人類歷史以來，因生活環境，知識程度，文化發展等，對森林所引起的種種不同的態度。

第一節 古代森林情況（上）

根據無數古生物學家及古植物學家之研究，我們知道在古生代之泥盆紀內即已有松類之化石，石灰紀有了鱗木，印章木等；在中生代中之侏羅紀內，蘇鐵、松柏等樹亦構成浩大的森林；近生代之陸地森林極為繁茂，那時代森林幾乎佈滿全球，有陸地處即有森林，一直到近生代中森林仍未被有消滅。

可是，在新生代第四紀之前，有過一次冰期時代，那時的北極之冰川老是由南移動，不過移動之路程，在歐、美、亞各洲各有所不同，在歐洲向南移動的路程最遠，已經到了阿爾卑斯山，但未及地中海。冰川之南界，由那裏走向東北，經中央亞細亞，繞着（但未經過）北部中國及日本而至美洲，在美洲又向南移動。因此，當時的森林，其在北歐及北美者全部凍死，給我們留下古代的樹木化石作了可靠的證據，如歐洲有數十種槭樹化石，美洲亦有數種，而中國及日本無之；東部西伯利亞及歐洲有北古杉化石，但美洲還有生存之北古杉；銀杏之在歐洲及美洲者早被絕種（古生代白堊紀），而中國現在尚有生存着的銀杏。諸如此類的例子還多，我們不必在此細舉。

第二節 在歷史學中讀到的人類與森林之關係

人類文化及文明發展的步驟，中外不拘任何民族，是有一定次序的，由漁牧，狩獵、農業等進而爲手工業及現在之工業。原始森林對於人類有益或有害，因民族不同而異。我國在上古時代，一般聖哲明主是視森林於人類有害的，如堯、舜、大禹等。因林地佔據着農田，不能耕耘，影響食糧，同時森林內藏着有害人類的猛獸毒蛇，故大禹『隨山刊木』，『舜使益掌火，益烈山澤而焚之』，後來修房築屋，製造日常用具，以至於燒柴，感到木材之不足時，孟子才說『斧斤以時入山林』（3）。人類對森林先由毀壞進而到利用，由利用而感木材不足才走到禁

止入山，即產生了造林，我國自有歷史以來，還未走到造林之級段或時代。

在歐洲各民族，尤其日耳曼民族，是視森林於人類有益的，在上古時代即與森林發生了密切關係，他們生活專靠狩獵，鹿、麝、兔、狸、豬之類即隱藏於森林中，森林多時野獸也多，因此他們看森林爲生活必需之倚靠物，無森林即無肉可食，無皮毛可衣。到後來才知道直接的利用樹木，由利用而感到木材之不足，才進而提倡造林。爲使造林方法之改善，用最短的時間，最少的人工，最少的金銀而得到最大面積之森林，乃產生了林地測量學，森林管理學，森林保護學等。由森林利用之講求，就產生了主產利用學。由主產利用再進而研究採伐、搬運、工程建設，於是才有了專門書籍，如採運學，森林工程學等。因爲各種工作之發展，又有人注意到木材性質，因木性有種種之不同，更注意到木材解剖，以觀察木材的內部是否亦有種種之不同；不能使小苗一天長成大樹，才想法使木材利用之壽命延長；因此產生了木材保存學；因了主產利用之分工，又有了木材工業，森林副產利用學亦是跟着森林利用產生的學科；在同樣的土地上，因土地面積有了限制，才注意到測樹，林價與較利。森林經理學是綜合性的一種學問，而造園學則在使大地美化，爲人類精神增加愉快與享受。

爲了以上諸種學問之理論的實施，乃有了人爲的林法與林政：記述這些以往進展的情形便有了林史學。木材化學工業是最近十數年的產物。

立地，植物及動物三種學問是由純粹自然科學變來的，而其各自本身又皆具有極大的應用

性。

林學及與林學有關的諸種書籍或雜誌之產生，是最近幾十年的事情，爲了使讀者明白人類以往目前與森林之關係，我在此作簡單之敘述(5)。

(1)由古代至加羅林王(Karolinger)時代(九一一年之前)。講森林史，應當首推德國，因爲它的森林事業發展最早，到目前爲止，亦以德國爲最好，其他國家皆望塵莫及。因爲森林對人類有利益，森林縣有制度發展最早，接着是私有林之產生，公私所有權既有了劃分，結果才有了林界，在以前是一大片森林，根本無清楚之界線的。嗣後大家就講求森林本身之利用了，養鹿，養其他野獸。爲了狩獵的區域及時間上的限制，接着定下狩獵法及某種森林禁止遊獵等規則；爲了偷盜樹木行爲之防止，這時亦有了森林刑罰之規定。於是公有林及私有林都定出了適當管理制度。

(2)由加羅林到中古世紀之末葉(九一一——一五〇〇)，國有林制度的產生，縣有林、私有林、公共團體林，仍繼續存在。林界有了保險方法之規定，對於森林利用上亦有了一定的規矩，不能隨意伐木，或隨意將林樹分段，以減少木材之浪費。這時德國的森林在管理方面已上了軌道，造林工作開始萌芽，保安林，狩獵規則，森林刑罰亦相繼改善，森林已使大地美化了。在一二四〇年第一次有了專門討論森林的書籍。

(3)由一五〇〇——一七五〇年。在這段時期內最顯著者爲造林技術方面的發展，對針葉

樹及闊葉樹之更新都有了長足之進步。此外如森林保護，森林經理、森林利用、木材市場、森林行政、林法、林地測量及測樹學等，亦有了進步。

林學著作多用拉丁文或法文寫出，如卡洛味格 (von Carlwig) 的經濟造林學 (Sylvicultura oeconomica) 及一七一三年出版的奈勒 (Neuer) 之狩獵法與森林法 (一五六一) 等。

(4) 一七五〇——一九〇〇年。時間雖短，但林業進步很快，尤其德國，據筆者所知，在一八〇〇年時，世界任何國家，皆無森林雜誌，而德國在此時以前，定期出版的森林雜誌已有二十七種之多。引用外來樹種造林，現代化的林業經濟基礎之建立，在造林學上產生了自然更新法，傘狀更新法、光伐作業、苗圃經營、間伐、受光伐等，森林經理學之進步尤速，各種實際經理方法、管理、林法、林學、森林字典、林價與較利、森林植物、森林動物、國有林管理、林業教育，森林學會、森林定期刊物以及測樹學工人之訓練，樣樣皆具相當規模。

法國昂西的森林學校在一八二四年成立了，德國的愛北瓦林業專科大學於一八三〇年脫離柏林大學而獨立，英國的牛津大學亦設了森林系，只有日本、中國及美國較晚，約在一九〇〇年時在各級大學校中才設有森林課程，加拿大、印度、蘇聯等更是在後。

(5) 一九〇〇至第一次世界大戰，各國林業並駕齊驅，皆極端進步，最顯著的是日本，美國及印度。德國在木材化學方面有了極大之成功，他國尚未加注意。

(6) 一九一八——第二次世界大戰。這一段時期，林史方面最進步的是林業教育，美國有

二十五個大學添設森林系，其中耶魯、哈佛、都克三處只有本科。蘇聯有十個大學設林系，德國有七個，英國有六個，日本四個，加拿大三，波蘭三，比利時二，捷克二，新西蘭二，菲律賓二，澳洲二，法、意、印度、丹麥、瑞典、芬蘭、挪威、荷蘭、匈牙利、巨哥斯拉夫、羅馬尼亞、瑞士、西班牙、巴西、保加利亞、愛沙尼亞、立陶宛、尼薩蘭、伊朗、葡萄牙、暹羅、拉特維亞等各一。全世界三十多個國家中大學內之設有林系或林學院，或為獨立之林業大學者有九十餘處，中國十餘個大學之林學系尚不在內。

德國森林主人雜誌年出一百零四期，蘇聯木材化學雜誌年出一百八十二期。此外如旬刊、月刊、季刊、年刊及不定期刊物等，為數特多，只一九三七及一九三八兩年內出版之刊物計有一千一百六十七種之多，所載論文題目計一萬三千六百三十六種（G. T.）。美國農部所作的林學論文索引（油印）尚不在內。

總之，目前的森林事業，林學研究已發展到幾乎登峯造極之程度，時間上之所謂的現在只是一點，凡是我們所知道的一切，已成了過去，已成了歷史。近幾年來，森林事業上有四個特點，是十年前的林學所不備的。

第一點 林業教育的進步，在以前一門功課要讀一年，現在至多一個學期，而且學生所得的益處比以前一年之長時間來還要多。講室變成了電影院，一個工廠（任何一門的木工廠或木材化學工廠），以及林區的情形，林場管理、木材運輸、測樹、林地測量、各國林業參觀等科

目，現在皆可於一兩小時內在講室中看到。顯微鏡下的微生物動作，一個有害樹木的虫子，由它的生活圈起，都可以表現於銀幕上，一目了然，而在以前需要學一年至數年，任何的小問題，差不多都有了相當多的參考書與雜誌以供吾人翻閱；林校與森林機關已打成一片，工廠內的問題，森林中的問題，都可以在學校裏研究解決。進步是『一日千里』，決非以往之『老牛破車』前能比擬。

第二點 造林技術的進步。蘇聯的植樹機，每工一日可植小樹苗七萬至九萬株，以前的林人做夢亦不會想到世界上竟有這種事。徒手植樹每工一日亦可植五千株。至於林木之粗細高矮，亭亭筆直，木材之潔淨無疤，樹幹之上下直徑近乎等粗等，皆造林技術進步之所致。

第三點 木材利用的進步，森林中每種草木之各部，如樹皮、樹根、葉、花、果、種子，其化學成分被化學家分析過者已在三千種以上（8），其至於每一種樹木之果與葉（如桐油及茶）亦有了上百上千的論文；木材合板利用，代替了以前大家所信任的鋼鐵。汽車、房屋、軍艦、飛機等皆可由合板製成。

第四點 木材化學的進步，『森林萬能，木材萬能』，並非筆者有意作驚人之語（9），因事實如此。木材製酒精，木材製汽油，木材造酒精，木材造糖，木材乾餾工廠，木絮廠，在抗戰八年的大後方，國人皆作成。其他如軟片、人造象牙、人造樟腦、人造珊瑚、人造蠟甲、電木、人造絲、人造橡皮、賽璐璐，塑膠等以木材為原料之諸種工業，亦不難於最近之將來實

現。

第五點 林學文獻的進步，林學書籍與雜誌在質在量皆較前十年大為進步。德國塔蘭提林業專科大學世界經濟林業研究所，有林學論文索引。英國牛津大學林業研究所，美國農部森林組，蘇聯國家研究院等亦皆出有林學論文索引之專書，吾人可於數分鐘內找到自己極需要的文獻，對於任何林人皆有極大之幫助。

習題

- (1) 略述我國古代森林情形。
- (2) 有史以前之森林與現在之森林有何不同？
- (3) 林學內包二十多個部門，請告我各門發展之先後。
- (4) 現代林業之進步有何特點？請詳以告我。

第二十四章 文史文獻

- (1) 陳嶸：歷代森林史略，民二十三年。
- (2) 汪秉全：山林名言錄，民三十一年。
- (3) 郝景盛：中國林業之過去與未來，文化先鋒，三卷四期（民三十三年）。

- (4) 郝景盛：造林學，第一節，商務（民三十三年）。
- (5) Schwappach, A., Forstgeschichte (1927)
- (6) Internationale Titelsammlung (1937)
- (7) Internationale Titelsammlung (1938)
- (8) Wehner, G., Die Pflanzenstoffe, 2. Aufl. 3 Bde (1929-1935), Berlin.
- (9) 郝景盛：森林萬能論，正中出版。

第二十五章

中國森林法

(Forstliche Rechtskunde, Forest Law)

國民政府於民國二十一年九月十五日公佈森林法，二十四年三月十二日施行，民國二十九年七月一日又於陪都重慶成立農林部，以前公佈之森林法仍發生效力。

森林法分總則，國有林及公有林、保安林、林業合作社、土地之使用及徵收、監督、獎勵、罰則，附則九章，七十七條。

民國二十四年二月四日部令公佈森林法施行細則，內分總則，國有林及公有林、保安林、林業合作社、土地之使用及徵收，監督、保護、獎勵、附則九章，六十條。森林法內多一條罰則，施行細則中多一章保護，故各為九章，我們不必在此細舉條文，僅略述其梗概於次：

第一章、總則（第一條至第三條），不外森林所有權之歸屬，國有林、公有林、私有林、森林之意義，森林之種類，森林所有人，森林法之意義及其性質，森林法之地位及其效力，中國森林法之沿革。地主權、賃借權、使用權、收益權。地方官署依土地法編定宜林之荒山荒地，所謂荒山荒地包括國有公有私有一切荒廢之山岳、丘陵、海岸、沙灘及其他原野；調查森林用地宜包括所在地及四至，面積、地形、土地所有權之所屬，現時使用狀況及使用人姓名，定着物情形，四鄰土地概況等，並須附簡單之實用圖，編定為森林用地之土地不得供他項

使用。

第二章、國有林及公有林（第四條至第八條），國有林由主管部經營管理，公有林由各該地方主管官署或自治團體經營管理之。公有林中其有關於國土保安，江河水源者得收歸國有。主管部及地方官署附設之苗圃，以廉價或無價供給私有或自治團體造林之用，私有林被徵收爲國有林時，須由政府陳明原因，森林所在地及面積，森林狀況，所有人姓名住址，有無其他協商，補償金額等。

第三章、保安林。國、公、私有林中有下列情形之一者應編爲保安林，一、須防水害風害潮害，二、涵養水源，三、防止砂土崩壞，飛砂墜石，泮冰類雪等害。四、國防保安，五、航空目標，六、便利漁業，七、保存名勝古蹟風景。此外如保安林之意義，保安林編入之原因，保安林編入上之法律效用，保安林編入之程序，關於保安林處分之行政救濟，保安林之解除等，由第九條至第十九條皆有明文規定。在施行細則中是由第十條至第二十八條，所定規則尤詳。

第四章、林業合作社（第十九條至第二十六條），爲林業合作社之意義，林業合作社之設立，林業合作社社員，林業合作社之監督等。地方上原有森林有協同保存之必要者，荒廢林地有協同造林之必要者，森林施業工事上及經濟上有協同合作之必要者，或因其他關係森林事項而有合作之必要者，得組織林業合作社。社之設立須具有合作社社員資格者三分之二以上的社

員之同意，或者同意人所有森林面積佔該區森林總面積三分之二時。此外如決議、撤銷、職員解職、合作社之解放等亦都有明文規定。

第五章、土地之使用及徵收，第二十七條至第四十條，細則第四十條至第四十三條，說明使用之理由及徵收之條件。

第六章、監督，規定監督之範圍，施業方法之確立，森林荒廢之防止等（第四十一條至四十五條）。

第七章、保護（第四十六條至第五十二條），包括防止盜伐上之警察規定，火災之預防，森林害虫之驅除及預防，森林公務員之檢查權等。

第八章、獎勵（第五十三條至第五十九條）包括獎勵之方法，森林用地承領，森林用地土地稅之減免，獎勵之範圍及其限制等。

第九章、罰則（第六十條至第七十四條），包括森林犯罪及其刑罰，森林竊盜罪，森林贓物罪，森林放火罪，森林毀棄罪及其他規則之違犯等。

中國森林法條文具備，較任何國家之林法，亦不能說遜色。不過以現在情形說，未免紙上談兵，除印出來分發各有關機關外，關於能不能實行？爲何不能實行？行起來有無困難？實在值得特別研討。

其實，此項條文，頗嫌繁多，分章編列，亦有重加研究之必要。關於行政及政策部分，如

第二、三、四、七、六各章，似應僅將主要原則列入，愈簡愈妥，否則反致減輕森林法之嚴肅性，恆視作具文。關於第五章土地之使用及徵收各條，凡土地法之已有相當規定或可以在土地法內規定者，均應自森林法內刪去，以加強森林法振興林業之力量；第八章獎勵條文，可務求切實有效，寧少毋浮，作不到不如不列，不必要更可不列。第九章罰則，實為森林法之骨幹，務必詳密研討，約確釐訂，對症下藥，使有適合國情；務令全國上下，切實凜遵，勿以身試法，摧殘森木，損害國本（A）。

青島附近之荒山，德國人造林成功了、有目共睽。然何以成功？國人應當注意，其方法至簡，即『有攀折或損傷一株幼小之苗木者，用力割掉他一根手指。』這條森林保護法至為簡單，但是實行了，以往青島附近之荒山地才變成一片一片的大森林。

東北自九一八事變後，提起來是我們的恥辱，日本人提倡植樹，聽說目前已有了很好的成績，用的法令也很簡單，即凡植樹不能成活者，將於有枯樹之下，活埋了種樹者的子女。換言之，你所植的樹若不成活，日本人就令你把樹挖去，就在那個坑裏活埋了你的兒子或女兒，這條法令慘是真慘，但特別有效，因為誰也不願犧牲自己的兒女。

昆明附近金汁河岸之圓柏樹，現在都增加昆明之秀氣，但昔日栽植時曾有一條法令，即像着毀傷河岸之樹者斬，結果那些蒼翠的柏樹才都茂盛的長起來，故狀元樓旁有一碑，即念紀主持栽植者之功的。

故法令之於民，不在繁簡，而在能否實行。

第二十五章 中國森林法文獻

(一) 森林法，二十一年九月十五日公佈，二十四年三月十二日施行，二十六年二月十三日修正。

(二) 森林法施行細則，民二十四年二月四日部令公佈。

(三) 安事農：中國森林法（目次）為中國林學大全編，手稿。

(四) 姚傳法：森林法之重要性，林學三卷一期，民三十三年。

第二十六章 林政 (Forstpolitik, Forest Policy)

第一節 中國林業行政現狀

我國在民國元年即一度成立過農林部，但未有事業表現。實業部時代設有林墾署，經濟部成立時有農林司。民國二十九年夏成立農林部，設有林政司，三十年七月中旬設立中央林業試驗所及其他與林業有關之機關若干。茲將農林部與林業有關之機關成立日期及地點略陳於次：

名	概成	立	日	期	所	在	地	點
林政司		二十九年夏						
中央林業試驗所		三十年七月				歌樂山		
洮河林管處		三十年七月				岷縣		
秦嶺林管處		三十年八月				盤屋		
入洮河林管處		三十年十月				峨邊沙坪		
金沙江林管處		三十一年六月				麗江		

祁連山林管處	三十年八月	張掖
雅麗江林管處	三十二年十二月	監邊
第一經濟林場	三十年十月	鎮遠
第二經濟林場		
第三經濟林場	三十年三月	樂昌
第四經濟林場	三十二年五月	龍州
珠江水源林管處	三十一年十一月	羅甸
長江水源林管處	三十二年十二月	鎮縣
水土保持實驗區	三十一年八月	天水
洪江民林督導實驗區	三十一年十月	洪江

以上所提各機構，以中央林業試驗所規模較大，內分三組，即造林研究組，林產利用組，林業調查推廣組。

第二節 孫中山先生之森林政策

一國的林業政策及林業行政之是否完善，關係一國林業建設之前途至為重要，故一國之林

政不修，即不能再言其他。我們先看孫中山先生對於森林政策之意見。

『(壬)於中國北部及中部建造森林』(見建國方略實業計劃)，『山林川澤之息，鑛產水力之利，皆爲地方政府之所有而用以經營地方人民之事業』(見建國大綱，十一)，『各縣天然富源……國家當加以協助，其所獲純利，國家與地方均分之』(見第一次全國代表大會宣言對內政策第三條)，『凡山林沼澤水利礦場悉歸公家所有，由公家經理開發……其數年或數十年乃能收成者，如森林果藥等，宜公家管理之』(見地方自治實行法第五條)，『木材須建鋸木工廠，使材料之治出與需要成正比例，材料既製成，則水路用舟，陸路用車，以運至需要之地，務使減省一切費用』(孫中山先生語)，『我們講到種植全國森林之問題，歸到結果，還是要靠國家來經營。要國家來經營，這個問題才容易成功』(見民生主義第二講)。孫中山先生對於防止水旱的根本辦法是主張造林，他說：『治本方法亦是種植森林』，『要造森林，要造全全國大規模的森林』。關於民生問題，吃飯問題，增加農產問題，方法雖則有七，但其中最關緊要的是防災，而防災的根本辦法是造林。

陳雪塵先生把孫中山先生遺著中所包的森林政策歸納成六個要點，即森林與民生，建造森林，開發森林，森林行政，山林測量及森林與建設(6)。

第三節 國內林界人士之意見

關於中國林業建設問題，國內林人頗多意見，但多紙上談兵，不甚具體 (G.N.)。然而各有貢獻，亦足寶貴。有的主張舉行林業調查，研究木材性質及利用，開發天然森林，提高木材價格，免除國產木材各種捐稅，對外來木材增加入口稅，提倡勝利紀念林，提倡保林運動，提倡林業副產，改善苗圃組織，設立特約苗圃等 (10)；有的主張極端擁護中國化的森林學術，到山間去找真理，向鄉民請教，少譯述洋化書籍 (9)；有的主張一方抵制外材之輸入，一方極積造林 (8)；有人主張實行山林登記，強制造林，獎勵民林，勵行森林保護，編定保安林區，普及林業知識 (12)。

第四節 筆者對於中國林政之建議

在農林部成立之前，關於中國林業方面，筆者即寫有若干小篇論文，刊諸報端，希望能引起國內人士對於森林建設之注意或援助 (11-12)，農林部成立之後，筆者有更具體的辦法提出，以供當局參考 (1, 2, 3)，不過人微言輕，至今林業建設仍未見進步，未見進步之原因很多，但主要者，第一經費太少，第二用人未得其當。中央林業試驗所或立時，開辦費不及十萬元，(同年成立之甘肅水利林牧公司森林一組之費用為一百五十萬元)。三十四年度經費業已確定為六百萬元(但嘉陵江青居街水利工程費為三萬萬八千萬元；民三十三年十月開工)。經費之外即人才，由中央以至於各地方林業行政機關之最高首腦多非學林出身，外行人能作出成

績，天下無此事。

現在我把自已對於中國林業建設意見寫在這裏，以供國人指正或參考。

A 在林業建設機構方面

(甲)健全中央林業考核機關。

現在之中央設計局有農林組，森林之在該組內只有行外（非學林者）設計委員一人，力量實在薄弱。將來宜設林業組，專司林業建設考核事宜，負責之各級人選，宜請頭等有成績之林業專家充任。負責左列任務：

(1) 確定全國造林計劃。

(2) 確定中央及各省林業經費。

(3) 考查中央及各省林業建設實況。

(4) 審核補助各地公私林業之建設。

(乙)健全各級林業生產機構。

一、設立林業部

(一)在組織方面，應設荒山造林，森林利用，水土保持，木商，木業各司及各種研究所，試驗場等。各場所之主管人員，由中央簡派，負責指導一切工作。按我國自然區域，設立各級林業學校，造就當地實用人才。

林業專科大學應設立五個，地點在西安、濱江、長汀、昆明及迪化，直屬林業部，不屬於教育部。每個林業專科大學中應設有左列各研究所：

造	林	研	究	所	種	子	研	究	所
森林保護研究所					森林利用研究所				
森林立地研究所					森林氣候研究所				
林產製造研究所					木材化學研究所				
木材研究所					高空測腳研究所				
森林植物研究所					森林動物研究所				
世界林業經濟研究所					漁務研究所				
森林測量研究所					森林經濟研究所				
若干演習林場									

每所要有齊全的儀器，豐富的圖書，多量的標本，頭等的研究人員，必要時可由外國聘請專門學者充任。

(二)各場所宜先作生產之研究，次及利用，理論方面之研究，暫緩舉辦。一切設備要絕對

現代化。

二、省設立農業廳，廳長中央簡派。

(一)在組織方面，視省別大有伸縮，不必各省劃一。東北各省，雲南、廣西、西康、四川、甘肅等省宜設置林業廳，在長江黃河下游各農業省分，在省府添設林務處，執行林業建設職務。

目前中國林業行政機構極為紛亂，有的為林業改進所（如雲南），有的為農業改進所（如甘肅、四川），有的為農業院（如江西），有的為農業改進處（如福建），有的為農林處（如寧夏），有的為農業管理處（如廣西）。

(二)在事業進行上按各省地勢與可造林之地劃分林管區，專司其責。

三、設立縣林業推廣所，不必縣縣皆設，正如省之林業廳然，擔任各鄉鎮實際造林指導之責。

總之，林業行政機構，組織要簡單，級層不可多，運用要靈活，權限與責任分明，不能上下左右亂推，或者老是公文旅行。行政與技術要打成一片，行政要緊嚴，技術要科學，科學要現代化。雖有技術人才，行政不能利用，結果是人才浪費。蘇聯、德國、日本林業之所以有成績者，在其計劃之完善及執行之得力耳。

B 在林業工作實施方面

一、配合工業需要，大量的增加木材生產。
二、舉行全國森林調查，弄清面積、貯量、主權歸屬等。
三、清查全國荒山荒地及主權歸屬，斟酌分爲國有林地、省有林地、縣有林地、及鄉有林地。

四、確立林產標準制度，大者大用，小者小用，零者碎者化學工廠用，禁止材料斷柴，木屑拋棄。

五、劃全國爲若干區，確定各區應行採用之造林樹種及作業法，並開發利用天然林。

六、提倡學校，團體，鄉鎮有林，以增加公共事業建設之基金。

七、利用森林畜養麋鹿，熊豬珍禽奇獸等。

八、利用林中池塘或山谷細流推廣養魚事業。

九、利用山林自然陰影溫度培植白木耳香菇之類。

十、斟酌地方之氣候及宜土，培植具有特殊經濟價值之森林，如白檜干、金雞納、油桐、

茶、楠木、漆樹、白臘樹、柚木、香樟、胡桃、板栗、柿子、大棗等。

十一、提倡勝利紀念林，烈士紀念林等。

十二、訓練名山僧道肩負造林事業。

十三、由部刊行林業建設現況，分發各有關機關及學人。

十四、提倡保林及造林。

十五、獎勵民有林。

十六、劃名山名林爲保安林，風景林，水源林或國有公園。

十七、確定農地、林地、牧地、務使全國土地合理利用。

十八、極積推行水土保持工作。

十九、全國公路鐵路旁栽植整齊壯觀之行道樹。

○ 在木業及木材工業建設方面

木材工業之範圍至爲廣泛，其主要已有現成之方法可仿效者，有左列諸種：

一、鋸木廠。

二、合板製造廠（航空研究院已設立此部）。

三、電影底板製造廠。

四、木材乾餾廠（工鑛調整處已在樂山設立）。

五、木材製糖廠（實驗室已成功）。

六、人造絲廠（日、美、德、法皆有現成方法可模仿）。

七、桐油加工製造及利用。

八、木絮製造廠（聞宜賓已設廠）。

九、造紙廠（現有兩三家）。

十、火藥製造廠。

十一、丹寧製造廠（有一廠已築成但未開工）。

十二、木材汽油廠（已試製成功，但未工廠化）。

D 在國防方面

培植工廠掩護林，軍事要塞隱蔽林，軍用器材林。

E 在林產分配方面

可列為國內分配及國際貿易，每年將林產品及其製造品，除供給國內利用者外，所有富餘之額一律賤價推銷海外，以達到換得外匯，平衡收支之目的。

修築運輸路線，規定林產標準，指定集中地點，經過適當檢查，使其暢銷海外，中國雖名以農立國，但每年出口貨物中，林產物佔主要位置。

F 林業建設經費方面

林為國家產業，民族生命，國家財庫，政府對於省、縣、鄉鎮及其他公私團體林之營造，應全部或局部擔任其費用，三十年之內不收利息，三十年之後逐漸收回墊款，或按鄉鎮造產辦法，向銀行貸款，二三十年之後，逐年還償本息。

G 在林業教育方面

有經費而無人才，則金錢花光，不會有成績。四十餘年來，林業未見顯然之成績，原因即在此。故人才比經費更爲重要，我國林業教育，向爲農業教育之附庸，辦理農業教育的人，不客氣說，對林業完全是門外漢，故戰後或現在，應當加強林業教育。否則各大學農學院之森林系，再辦多少年，亦不會有成績。

至於如何改善林業教育，筆者在教與學第五卷六期（民二十九年）中已提出具體意見，茲不再贅。

習題

- (1) 我國森林事業行政機構現況如何？
- (2) 略述孫中山先生之森林政策。
- (3) 中國林業究宜如何建設？
- (4) 中國現行之林業教育有何缺點？

第二十六章 林政文獻

(一) 郝景盛：中國林業建設，頁九三——一一五，民三十三年。

(二) 郝景盛：戰後中國宜如何建設林業，文化先鋒，二卷二十一期，民三十二年。

- (3) 郝景盛：中國林業之過去與未來，文化先鋒，三卷四期，民三十三年。
- (4) 陳嶸：中國造林事業之商榷，見農報一五五，民二十五年。
- (5) 任承統：中國森林界之革命方略，林學，第一號頁六九。
- (6) 李順卿：中國林業建設近況，林學，第十號，頁二，民三十二年。
- (7) 安事農：關於訓政時期森林政策之意見，林學，第一號，頁八一。
- (8) 高秉坊：抵制外材與造林運動，林學，第三號，頁一。
- (9) 陳雪塵：中山先生之森林政策，林學，第一號，頁六一。
- (10) 康瀚：林業政策應有之新動向，見昆明雲南日報，二十八年三月十日。
- (11) 郝景盛：農林並重問題，通訊，重慶大公報，民二十九年三月十一日。
- (12) 全國生產會議錄，二十八年五月。
- (13) 郝景盛：關於我國林業應與應革的意見，二十八年三月十二日昆明益世報。
- (14) 郝景盛：由木材的用途談到雲南造林，二十八年三月十二日昆明益世報。
- (15) 郝景盛：森林副產與木材對現代工業所供給之原料，二十八年三月十二日昆明益世報。
- (16) 郝景盛：敘昆路枕木防腐問題，民二十八年四月二十二日，昆明雲南日報。
- (17) 郝景盛：簡舊錫業前途之隱憂與鑛區造林，二十八年十月九日，昆明益世報。

- (18) 郝景盛：論昆明水患與造林，二十八年十月二十五日，昆明民國日報。
- (19) 郝景盛：我們需要廣大造林，二十八年七月十日，昆明民國日報。
- (20) 郝景盛：放火燒山者死，二十九年七月十一日，昆明民國日報。
- (21) 郝景盛：國民教育經費與學校林，二十九年八月九日，重慶益世報。
- (22) 郝景盛：林業建設之先決問題，二十九年八月十四日，重慶益世報。

