

大學叢書

林學叢刊 劉棠瑞主編

林 產 學

上 冊

王松永 著
丁昭義

臺灣商務印書館發行

中華民國七十三年八月初版

版權
所有
翻印
必究

大學叢書
林產學
上册

精裝本基本定價七元六角正
平裝本基本定價六元四角正

著者

王丁

松昭

永義

發行人

朱

建

民

印刷及
發行所

臺灣商務印書館股份有限公司

登記證：局版臺業字第〇八三六號

臺北市重慶南路一段三十七號

校對人：蔡淑貞 梁敏華

林 學 叢 刊

主 編 劉 棠 瑞

- | | | | |
|--------------|-------|------------|------------|
| I 樹 木 學 | 上下二冊 | 劉棠瑞 | 廖日京 |
| II 育 林 學 各 論 | 上中下三冊 | 王子定 | |
| III 森林經營管理學 | 全一冊 | 王德春 | |
| IV 林 產 學 | 上下二冊 | 吳順昭
丁昭義 | 王松永
蔡金木 |
| V 林 政 學 | 全一冊 | 焦國模 | |
| VI 森林植物生態學 | 全一冊 | 劉棠瑞 | 蘇鴻傑 |

作者簡介

王松永 臺灣省屏東縣人，民國二十七年生。
國立臺灣大學森林學系，日本東京大學大學院
農學系研究科林產學專門課程畢業，農學博士。
曾任國立臺灣大學森林學系客座副教授，副教授。

現任國立臺灣大學森林學系教授。

著作有「木材集成體の横壓縮に關する研究」
，「偶數合板之研究」，「木材劣化性質之研究」
，以及其他有關木材性質，材質改良等之
論著六十餘篇。

丁昭義 臺灣省嘉義縣人，民國二十五年生。
國立臺灣大學森林系畢業，美國紐約州立大學
及雪拉克斯大學博士。

曾任國立臺灣大學森林系客座副教授、副教授。
現任國立臺灣大學森林系教授。

著作有「木材化學」、「木材之塗料與塗裝」
以及有關塗料、膠合劑，及水源污染之防止等
論著數十篇。

內容摘要

本書的第一部分，是先敘述木材在形成過程中，細胞分裂及細胞生長之狀態，針闊葉樹材之細胞種類及其特性，年輪，春秋材之外觀特徵，木材之天然缺點等木材之解剖特性。繼之，說明木材之密度，含有水分之狀態，水分移動之要因及其所引起之容積膨潤與收縮，木材對熱之傳導性與擴散性，木材對於直流電與交流電之性質，木材之傳音速度，隔音性及吸音性等木材之物理性質。最後則闡明木材之應力與應變關係，木材對於引張、壓縮、彎曲、剪斷、衝擊及硬度等外力所產生之抵抗強度，影響各種強度之因子，如密度、含水率、溫度、木理走向度、缺點等木材之機械強度性質。

本書的第二部分，是分別解釋木材各種元素之組成、木材與樹皮之化學組成、纖維素、半纖維素及木質素等主成分的標準分析法、木材之化學利用、木材受腐朽菌與害蟲之分解；以及纖維素與木質素之化學構造、性質及利用。

本書的第三部分，則專述木材之塗裝性、塗裝目的、塗裝方法與天然樹脂、醇酸樹脂、聚脲樹脂、硝化纖維素、胺系樹脂及聚酯樹脂等塗料之性質及其使用方法。

林學叢刊

I. 樹木學, II. 育林學各論, III. 森林經營管理學
IV. 林產學, V. 林政學, VI. 森林植物生態學

序

目前我國一般所稱的農業，乃係對「農業」一辭廣義的解釋，因其包括農、林、漁、牧四方面的事業在內。其中專研究森林部門以及與林業有關之技術與經營的科學，名之曰森林學，簡稱林學。

林學萌芽於十八世紀，緣當時德國有一種狩獵官與王侯會計局專司會計之官員（Kameralist），因共同掌管官有林（Domänenforst）之狩獵與林業事務，以各人躬親體驗所獲得之各項知識，加以蒐集與整理，作成紀錄，藉資備忘與應用，是為其肇端，而G. L. Hartig（1764～1837）與H. von Cotta（1763～1844）兩氏，首先參與其事，謂為林學之鼻祖，似無不妥。至於林學真正成為有體系之科學，廣泛用以研究森林，則屬於本世紀初期之事。

世界任何一門科學之發展，莫不日新月異，林學科學有突出之進步，自不例外。就目前經已發展之情況而言，林學已有甚多分科，其中關係森林生產技術部門者，有樹木學、育林學、森林保護學及森林生態學等；關係林產物之利用及加工製造技術部門者，有森林利用學、木材加工學及林產製造學等；關係林業政策及其經營部門者，有林政學、森林經營學、森林測計學以及航空測量學等。此外尚有關係治山防洪技術部門的集水區經營、防砂工程學以及調節國民精神生活的森林遊樂學等。以上所舉，僅屬於林學中之犖犖大者。由於今日科學之趨向專業化，各分科尚有作若干細分者。例如森林利用學，又稱林產學，再分為木材採運、木材性質、森林化學、木材乾燥與防腐以及木質材料等學科。

近年我國林業亦有極長足之進步，其間除自國外輸入新智識與新

技術外，國人在林業方面，埋首苦幹，積極研究，亦有諸多學理上的闡明與技術上之發現，在學術上極有成就，在國家經濟建設上，貢獻尤多，殊堪欣慰。

台灣商務印書館歷史悠久，在董事長王雲五先生領導之下，每年刊行多種古今圖書及雜誌，對推展國家教育文化事業，不遺餘力，年前復有出版科學技術大學叢書之遠大計劃。關於林業部門，岫老特邀約棠瑞負主編之責，當即欣然應命，並邀集國立台灣大學森林學系多位資深教授研議，最後決定先編著Ⅰ、樹木學，Ⅱ、育林學各論，Ⅲ、森林經營管理學，Ⅳ、林產學，Ⅴ、林政學及Ⅵ、森林植物生態學等六科。蓋此等學科均係大學必修課程，又為參加高、普考試以及一般從事於林業工作人員所必讀參閱之書籍。茲因上列諸書，均將陸續出版，爰草數語，以誌其成，是為序。

中華民國六十八年四月 國立臺灣大學教授、理學博士 劉棠瑞 謹識
林 學 叢 刊 主 編

著作體例

- 一、本書分作三篇記述，第一篇爲木材性質學，由王松永執筆，其內容係首先說明木材之構造特性，包含木材之概念，木材之形成過程，木材之外觀特性，細胞壁之形成，針闊葉樹材的構成要素，木材組織之變異與缺點等。次及木材之物理性質，概括木材之比重，木材與液體之關係，木材對熱、電及音響的性質等。最後敘述木材之機械強度性質，涵蓋木材之彈性，木材之引張、壓縮、靜曲、衝擊抵抗、剪斷、硬度及容許應力度等性質。第二篇是林產製造化學，由丁昭義撰寫，其內容包括木材之生成，化學組成與化學反應，木材之標準分析法，木材之化學利用，木材在天然環境下的分解，纖維素之化學構造，半纖維素、木質素、纖維素系樹脂等。第三篇專記木材之塗裝與塗裝材料，亦由丁昭義撰寫，其內容包含概論，美式塗裝，天然樹脂塗料，醇酸樹脂塗料，聚脲樹脂塗料，硝化纖維素系塗料，胺系樹脂，以及聚酯樹脂等。
- 二、世界上之木材，種類甚是繁多，其性質當然亦因種而迥異，因此，其加工處理方法自亦不同，此可見之於有關各種專門報告。晚近有關林產之科技，可說是日新月異，資料亦頗爲豐富。我國在林產學方面之研究，起步雖屬稍晚，但在該方面所發表之論著，實亦不在少數。本書除儘量收集國外已有之林產資料外，國內所發表者亦多加錄入。國外之林產資料，以收錄美國、日本及西德等國者爲主。
- 三、本書所收容之專門名詞，均在中文名詞之旁附有原文。樹木名稱則除俗名外，尚附有英文名稱及學名。學名則以斜體字表示，藉資區別。中、英兩種名詞之並列，以第一次出現者爲限，以後不再重複，藉避免佔用太多之篇幅。

四、本書所附之圖、表及其他資料，均係取自參考文獻。此等參考文獻均列在每一章節之末，註明著者、出版年月、出版雜誌或出版公司名稱、卷期及頁數等。除於此對各先進的業績表示由衷之崇敬外，更希望本書讀者對於所舉參考文獻，能多有所參考。

序

森林是一種能夠再生的循環性資源，只要能夠繼續作合理的經營，則將取之不盡，用之不竭，不似石油和其他各種礦產等資源，一經開採，以後便有用盡之日。由此可看出森林與其他天然資源是具有很大不同之特性。森林係由多數大小不同且樹種繁多之林木所組成，就無形的功用而言，不僅可達到國土保安，涵養水源之目的，亦可提供國民休閒活動的去處，與鳥獸及其他動物的棲所。就有形的功用來說，更可於林木成熟後，其木材可直接滿足人們之需要，用以製造諸如與日常生活有密切關係的紙張、包裝、建築、樂器、家具、裝飾等之材料。故木材之消耗量恒與國民生活水準之高低，每有成正比例的關係。

木材產自森林，它是一種組成分極為複雜之天然有機質材料，依據其所欲利用之方式，將可得到各種不同的利用價值；因此，如何有效去利用木材，將是吾人必須重視的課題。本書標題曰林產學，其內容即是在研討有關林產物之基礎性質與應用價值之一門基礎兼應用科學。

林產學研討的範圍，包含自成熟林木之伐採與搬運，以至於木材在工廠加工而製成各種所需用品的整個方法與過程。近代由於人們生活方式之改善，對於林產品及木製品品質的要求，漸趨提高而嚴格，因此木材之加工技術與精度，雖亦日新月異，但對於林產學理之研究，尤應特別給予重視。根據調查資料顯示，本省全部雖有近五分之三的森林面積，但因地勢險峻，河川短急，多數森林仍係屬於以水土保持與涵養水源為目的的保安林，可供繼續經營而利用之經濟林，實在有限，所以台灣可說也是木材資源不足之一地區。為滿足國民之需求，除由國外進口原木，以事補足外，應儘量利用現代科技，加以充分

有效的利用，才是當務之急。所可惜者，國內目前尚缺乏有關該方面之專門著述如林產學，可供為參考。

林產學為林學中之基礎與應用科學，已如上述。它亦為大專林科學子三年必修之課程。著者等在國立台灣大學森林學系執教斯學有年，願以多年教學與研究之經驗，著述林產學上册一書，一方面作為商務印書館科學技術大學叢書林產學中之一冊，另一方面藉以提供與林產研究有關之木材構造、物理性質、機械強度、化學成分以及塗料與塗裝等資料，俾作參考，倘本書之刊行，對於精研與修習上述專門分野之學者、專家及學子，能有所裨益，則甚幸矣。

中華民國七十一年二月 丁昭義 謹識於國立台灣大學森林學系
王松永

林 學 叢 刊

IV. 林產學 (上册)

目 次

林學叢刊序	1
序	1
著作體例	1

第壹篇 木材性質學

一、木材之概念	1
(一)木本植物之特徵	1
(二)木本植物之種類	1
(三)木材構造之概念	1
二、木材之形成	3
(一)樹幹的生長	3
1. 伸長生長	3
2. 肥大生長	5
3. 樹幹之生長	6
(二)形成層	7
1. 形成層之構成細胞	7
2. 始原細胞之弦切面分裂	8
3. 新生木質部細胞之成熟	10
4. 形成層之圓周的增加	11

三、木材之外觀特性	14
(一)髓心	14
(二)生長輪，早材及晚材	15
1 早晚材之形成	16
2 年輪寬	17
3 不連續年輪與偽年輪	18
(三)未熟材與成熟材	19
(四)邊材與心材	20
(五)取材方式與材面性狀	23
1 取材與材面	23
2 木理，紋理及木肌	24
四、木材細胞與細胞壁	34
(一)木材細胞	34
(二)木材細胞壁	34
1 細胞壁的基本構造物質	36
2 細胞壁的壁層構造	37
3 細胞壁化學成分之分布	41
4 細胞壁之變異	43
五、針葉樹材之構成要素	53
(一)縱向管胞	53
1 縱向管胞的形狀	53
2 縱向管胞之大小	53
3 縱向管胞的特徵	56
4 管胞的種類	60
(二)縱向木質部薄壁組織及其他細胞	62
1 樹脂細胞	62
2 異形細胞	64
(三)橫向(水平方向)排列之組織及細胞	65

1 木質線管胞	66
2 木質線薄壁組織及其細胞	66
四針葉樹材之樹脂溝	70
1 正常樹脂溝	70
2 傷癒樹脂溝	73
六、闊葉樹材的構成要素	75
(一)導管	75
1 導管節	78
2 導管之排列	85
3. 管孔的複合	90
4. 導管之內容物	92
(二)闊葉樹材之管胞	94
1 周圍狀管胞	95
2 導管狀管胞	96
(三)木纖維	96
1 真正木纖維	97
2 隔壁木纖維及隔壁纖維狀管胞	98
3. 膠質纖維	99
(四)木質部薄壁組織	99
1 縱向薄壁組織及其細胞	99
2 薄壁組織的排列型式	99
(五)橫向(水平方向)排列之組織與細胞	105
1 木質線組織	105
2 木質線乳管, 乳脉	110
(六)細胞間隙	112
1 縱向(或軸向)細胞間道	113
2 橫向(水平)細胞間道, 水平樹脂道	113
3 傷害細胞間道	115

七、木材組織及細胞形態之變異·····	117
(一)年輪內之變異·····	117
(二)徑向之變異·····	118
(三)縱向(軸向)之變異·····	122
八、木材之缺點·····	127
(一)原來便具有之缺點·····	127
1. 節·····	127
2. 反應材·····	130
3. 脆心材·····	137
4. 根張·····	142
5. 螺旋木理·····	142
6. 交錯木理·····	142
7. 細木理材·····	143
8. 脆弱材·····	143
9. 木材中可看到之礦物質·····	143
(二)外在條件所引起之缺點·····	143
1. 壓縮破損·····	143
2. 環裂·····	144
3. 脂囊, 脂紋·····	144
4. 鐵條紋·····	144
5. 傷癒薄壁組織·····	145
6. 髓斑·····	145
7. 蚯蚓痕·····	145
8. 捲皮·····	146
9. 浸水材·····	146
10. 霜裂·····	147
11. 惡臭之發生·····	147
九、木材之比重·····	149

(一)容積重，真比重與空隙率	149
(二)含水率與容積重	150
1. 絕乾比重	151
2. 氣乾比重	152
3. 生材比重	153
4. 容積密度數	153
(三)比重之變化	153
十、木材與液體	156
(一)木材含水率之定義	156
1. 乾量基準含水率	156
2. 濕量基準含水率	156
3. u 與 u' 之關係	156
(二)木材含水率測定法	156
1. 絕乾法	156
2. 蒸餾法	157
3. 電阻（或電抵抗）型含水率測定方法	157
(三)木材內部之水分狀態	157
1. 生材含水率	157
2. 平衡含水率，氣乾含水率與標準含水率	158
3. 自由水，結合水與纖維飽和點	159
四吸濕與脫濕	162
1. 吸脫濕滯滯現象	165
2. 吸脫濕性質改善處理	166
(五)木材內部水分之移動	166
1. 水分移動的要素	167
2. 木材中水分的移動	171
十一、木材之膨潤性與收縮性	174
(一)木材之膨潤與收縮機構	174