

高級農業學業學校教科書

# 造林學通論

高秉坊編

商務印書館發行

MG  
S72  
12

高秉  
凌道揚  
林坊  
剛校編

高級農業學  
校教科書

造  
林  
學  
通  
論

商務印書館發行



3 2168 4014 4

## 序

著者於民國七年，按照中國林業實況及林學程度之需要，以美國陶美氏 (Tauney) 之森林種植學 (Seeding and planting in Practice Forestry) 爲藍本，並參以英國史立基氏 (Schlicht) 林學叢書內之造林學 (Manual Forestry VII Silviculture) 起草是書。稿成會經林學先進凌道揚先生詳加校正，原擬刊行，公諸海內，惟因印費未集，兼擬再搜集本國材料以益之，遂爾延擱。

然林學界同志頗有知之者，多來商借是書初稿，以應教授之需，而著者亦深願藉此機會，博徵批評，匡所不逮，是用不自藏拙悉取付之。計先後採用是書初稿爲講義者，有山西公立農業專門學校，安徽省立第一農業學校，山東公立農業專門學校，及金陵大學林科，若云刪補最多，則又不能不感謝林剛先生，林先生與著者同學，現任河南大學農業院教授。民國十一二兩年，當其教授於山東農專時，曾探是書初稿以作課本，且應著者之託，多所釐正。兩度暑假，復經著者邀至濟南青島兩

處，反覆討論，動積月許而後已。由是而知是書初稿頗多闕誤，遂另起新草，同時探選國內各林學家之論著編製。迨二次稿竣，正在付繕，未及蕙事，張宗昌來踞山東，著者時因在青，負有黨命，遭其嫉視，殆無日不在偵騎潛伺之中，迫不得已，隻身遁去。始則間關北走，繼則渡海南，終則馳騁於滬寧，齊魯、燕宋之郊，僕僕風塵，不遑寧處。所謂二次稿本，夾雜箱籠中，寄厝友人處，其存其亡，久已不復置懷，又安暇爲災梨禍棗之謀乎。嗣慶國府定鼎金陵，統一全國，著者服務都門，重與林剛先生相見，風晨雨夕，縱論及茲。著者追維二次稿本，莫卜存亡，未嘗不感慨係之。而林先生則慰之曰：是無慮也，二次稿本縱使散失，而其初稿曾經一度討論修改者，我處尙存有底冊，雖非全經校正，然細釋其最後之討論各點，實與二次新稿無甚出入，何妨重加披校付印。以應林學界之急需。著者聆言之後，而因之益有感焉，何也，蓋是書初稿，著者棄之久矣，今獨賴林先生什襲保藏，猶得無損，以資措手，豈區區書稿之存不存，亦有幸不幸耶。

雖然，著者素無私有版權之思想，亦無誕羨專著之虛榮，惟念是書稿本，已閱十有餘年，及經數省農校之採用，與承凌、林兩先生先後之校正。若一旦聽其摧燬以盡，不但無以答謝愛助是書者之熱誠美意，亦非所以輔進學術之道也。職是之故，因於去年夏親加校定，并參閱國外新著而增益之，

編製成書付印。惟書內所舉之度量衡，除引用各國制度者外，本國一仍舊制，未克遵照新制修正。良由數目相連既多，故改易又必需時，只得另製對照表，特附於後，以便讀者應用時，自行折算而已。今當鑄梓，特書其編輯之經過以爲序。

高乘坊序於金陵

# 目錄

第一編 緒論 ..... 一

第一章 森林 ..... 一

第一節 森林界說 ..... 一

第二節 森林沿革 ..... 一

第三節 森林種類 ..... 一

第二章 森林學 ..... 六

第一節 森林學界說 ..... 六

第二節	森林學之基本科學及補助科學	六
第三節	森林學之分科	七
第三章	森林之利益	八
第一節	森林直接之利益	九
第二節	森林間接之利益	一二
第二編	造林學原論	一七
第一章	概論	一七
第一節	造林學界說	一七
第二節	造林學與造林學原論	一七
第三節	林木生長之天然要素	一八

第四節	樹林之陰陽性·····	二六
第五節	森林樹木之植物學性質及造林學性質·····	三〇
第六節	林木之鬱閉·····	三一
<b>第二章</b>	<b>造林樹種之選定</b> ·····	<b>三四</b>
第一節	樹種與風土之關係·····	三四
第二節	風土之調查·····	四八
第三節	樹種與造林目的之關係·····	五一
第四節	樹種與林業經理之關係·····	五五
第五節	樹種與林地之關係·····	五六
第六節	樹種與其他事項之關係·····	五七
<b>第二編</b>	<b>造林學本論</b> ·····	<b>五九</b>



第一章 概論……………五九

第一節 造林學之目的……………五九

第二節 森林之根源……………六〇

第三節 造林法之種類……………六一

第四節 造林法之比較……………六七

第二章 森林之組織……………七七

第一節 單純林與混交林……………七七

第二節 混交林之組織……………七九

第三節 合法混交林之利益……………八一

第四節 純齡林混交法……………八二

第五節 多齡林混交法……………八三

第二章	造林前應考慮之事項	八四
第一節	造林事業之次序	八四
第二節	造林地之情形	八四
第三節	造林之設計	八五
第四章	天然造林法	八七
第一節	天然造林法概要	八七
第二節	天然下種造林法	八七
第三節	天然萌芽造林法	九四
第四節	竹林更新造林法	九六
第五章	人工造林法	九八

第一節	種子之需要	九八
第二節	種子之來歷	九八
第三節	種子之性質	九九
第四節	種子之考驗	一〇五
第五節	種子之發芽溫度及促成發芽方法	一一三
第六節	種子發芽力之計算法	一一五
第七節	種子使用價	一一六
第八節	種子之採集及貯藏	一一九
<b>第六章 苗圃</b>		
第一節	苗圃之概論	一二一
第二節	關於經理苗圃之事項	一三三
第三節	苗床	一四四

第四節	樹苗之處理.....	一五九
第五節	苗圃之保護.....	一六一
第七章	造林之實施.....	一六七
第一節	林地之整理.....	一六七
第二節	直接播種造林法.....	一七〇
第三節	植樹造林法.....	一八〇
第四編	森林撫育法及作業法.....	二〇九
第一章	森林撫育法.....	二〇九
第一節	概論.....	二〇九
第二節	除伐.....	二一〇

第三節	疏伐（一名間伐）	二二二
第四節	引拔伐	二一九
第五節	受光伐	二二〇
第六節	除害伐	二二三
第七節	伐枝	二二四
<b>第二章 森林作業法</b> ……………二二七		
第一節	喬林	二二七
第二節	萌芽林作業法及混合作業法	二三一
第三節	混農林作業法	二三二
第四節	混牧林作業法	二三三
第五節	森林作業法之變更	二三四

# 造林學通論

## 第一編 緒論

### 第一章 森林

#### 第一節 森林界說

大地表面，樹木叢生之處謂之森林，其樹木謂之林木，其土地謂之林地。而森林學上所稱爲森林者，實合林木與林地之總稱也。

#### 第二節 森林沿革

太古時代，人口稀少，民智未開，陸地多爲森林所覆蔽，其主副產物，取之不盡，用之不竭，此爲森

林極盛時代。及後人口漸增，天然生產，難敷其用，於是牧畜農耕之業，次第發展，而森林乃日見縮小，惟當時人口究未過繁，天然森林亦未盡破壞，故人民尙不覺缺乏森林之痛苦，此爲森林漸衰時代。待後文化日進，工商發達，林產之需要增加，濫伐森林之事遂不能免，於是山野荒廢，木材缺乏，甚至山岳崩壞，水旱爲災，此爲森林極衰時代。處森林極衰時代，人民漸知森林之重要，始羣起保護樹木，禁止濫伐，并多方研究林學，發展林業，由此乃漸進而成爲森林中興時代。

### 第三節 森林種類

就所有權而論，森林可分爲以下諸類：

- (一) 國有林 屬於國家所有之森林。
  - (二) 公有林 屬於地方公共團體所有之森林。
  - (三) 私有林 屬於私人團體所有之森林。
- 就目的而言，森林可分以下諸類：
- (一) 經濟林 以產生木材及別項副產物爲目的者。
  - (二) 保安林 以涵養水源，防止飛砂等爲目的者。

(三) 風景林 以點綴名勝古蹟之景緻爲目的者。

就地位而言，森林可分以下諸類：

(一) 熱帶林 本帶森林，其樹種以檳榔、龍眼、荔枝等爲重要林木。

(二) 暖帶林 本帶森林，其樹種以槲栲等之常綠闊葉樹類爲最著。

(三) 溫帶林 本帶森林，其樹種以松及樺楊柳等之落葉闊葉樹類爲最著。

(四) 寒帶林 本帶森林，其樹種以松、落葉松、雲杉及樺、楊柳等爲最著。

就作業而論，森林可分以下諸類：

(一) 喬林 由種子培養而成之森林曰喬林。

(甲) 皆伐林 卽全面積之森林作一次伐盡之謂。

(乙) 擇伐林 卽選擇林中老天之樹木而伐之之謂。

(丙) 傘伐法 係分數次伐採之森林，藉其母樹天然下種而保護其幼樹之謂。

(丁) 劃伐林 此法或稱區劃擇伐法，其逐漸伐採之程序，係由各區分別更新，而與前項

之全體一律者不同。



(戊)帶伐林 與前項方法略同，惟其伐木跡地狹長如帶耳。

(己)二段喬林 卽林中有上木與下木形成二段階級者。

(二) 萌芽林

(甲)矮林 由林木之根株發芽而成者。

(乙)頭木林 由林木主幹之中部切口發芽而成者。

(丙)截枝林 在林木截枝後，由其切口發芽而成者。

(三) 中林

(四)混農林 卽林業與農業同時并行之森林。

(五)混牧林 卽林業與牧畜同時并行之森林。

就組織而言，森林可分以下諸類：

(一) 單純林 係由一種樹木而獨成一林者。

(二) 混交林 係由兩種以上樹木而組成者。

就成林之原動力而言，森林可分以下諸類：

- (一) 原生林 古來未經人力培植之森林，謂之原生林。
- (二) 施業林 森林之成就多賴人力爲之者，謂之施業林。
  - (甲) 天然林 森林自生地上經人工略施保護者。
  - (乙) 人工林 森林之成就，專賴人工之力者。

## 第二章 森林學

### 第一節 森林學界說

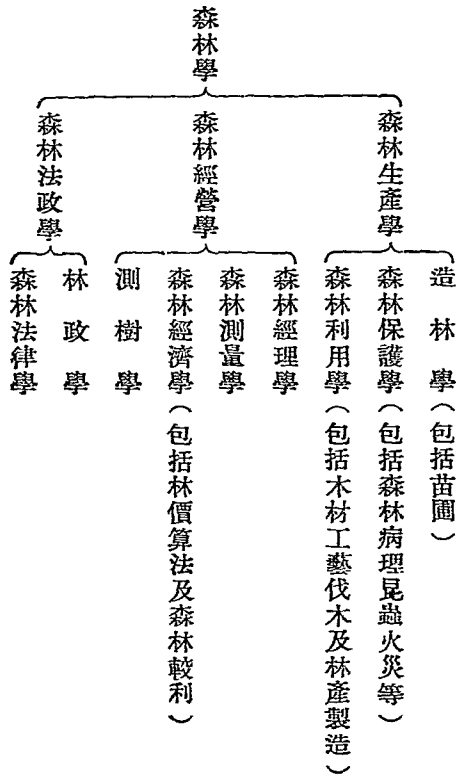
森林學者，即研究經營林業及利用林產的理論與方法之科學也。凡世間學術，分爲理論及應用兩種，森林學者，應用科學之一也。

### 第二節 森林學之基本科學及補助科學

太古時代，地球上陸地之全部，幾無不爲森林所覆蔽，人類隨意取用，無經營林業之必要，故亦無所謂林學。及人口增加，工商發達，森林日見缺乏，人民遂漸知研究經營森林之方法，而森林學即權輿於此。但此時所謂森林學者，亦不過專就經驗而言，尙無高深之學理。及至近時，科學發達，欲研究森林學，必須以數學（附測量）物理化學動物植物地質礦物土壤氣象經濟等科學之原理爲其基礎。又須假財政學應用經濟學警察學統計學法律學大意農學大意工藝學大意養魚學及狩獵學等爲其補助。前者稱爲森林學之基本科學，後者稱爲森林學之補助科學。

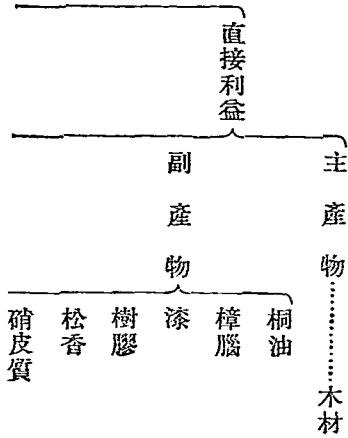
第三節 森林學之分科

森林學範圍極廣，非分科研究，不足以知其詳。茲舉現今森林學分科之統系於左。

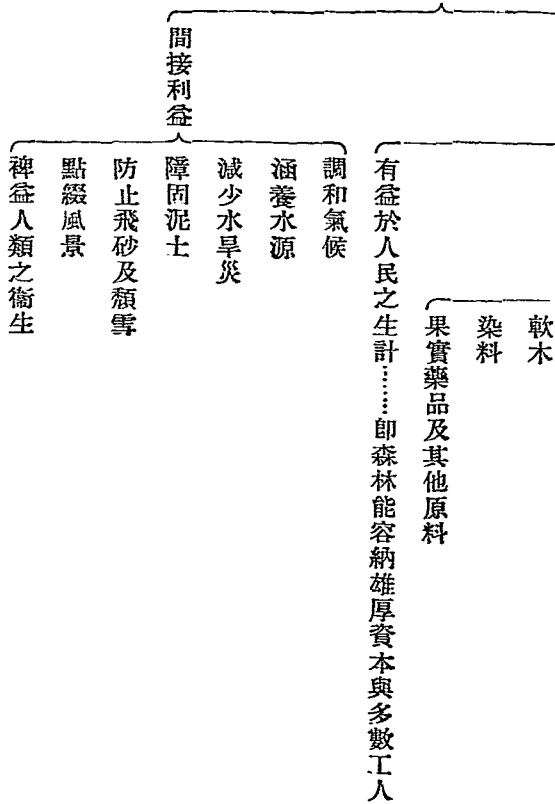


### 第三章 森林之利益

吾人於未研究造林學之前，對森林之利益，務須瞭然於胸中。但森林之利益甚夥，殊難罄述。約言之，可分為直接利益與間接利益兩種。前者即為森林所出之木材及別項林產物，直接可供吾人之應用者，後者即為因受森林之影響，間接使吾人得享各種之利益者是也。茲特分述如下。



森林之利益



第一節 森林直接之利益

(一) 木材及別種林產 木材為森林之主要產物，亦係人生日用必需之物。美國林學博

士弗那 (Furness) 氏云，「乏木材之荒，等於乏糧食之荒。」又美國前總統哈丁云，「林產應與農產並重，故每年亦須如玉蜀黍及麥類等有一定之收成。」觀二氏之語，即知森林之重要矣。誠思吾人居則房屋床榻，出則橋樑舟車，與夫農業器具，紡織機械，以及吾人一切使用之物，當知在在無一非木，即在在無一可以缺木也。茲舉其最著者如左：

(甲) 房屋及傢具 人生最緊要之事，莫如衣食住三項。衣食之原料固仰給於農業，至於居住之房屋，則木材實為主要之物，而吾人必需應用之各種傢具，亦幾無一不由木材而成。

(乙) 枕木及舟車等 木材除供建築房屋外，對於交通事業之用途亦大。即就鐵道枕木一項而言，每年從外洋輸入者，動逾數百萬元。查中國土地面積，大於美國三分之一。人口多於美國四倍，美國現有鐵道二十六萬五千英哩，而中國僅有六千二百餘英哩，尚不及其四分之一。故孫中山先生之實業計劃，首重交通，如實現孫先生十萬哩之鐵路計劃，則枕木一項，其需要之多，已可驚人。此外尚有舟車電桿等，無一不以木材是賴，亦無一而非建設交通急需之物。

(丙) 造紙原料 木材之纖維，為造紙最好之原料。依近來美國報告，彼國所用之紙類，其由木材纖維製造者，約占總數百分之八十五。又據彼邦森林局調查，在一九一六年，製造木纖維

之工廠，有二百三十所，共需木材六萬六千九百二十五萬五千三百二十四立方尺，換言之，即佔木材消耗總數百分之五十九。以我國人口如是之多，用紙之量，當在美國之上。而木材消耗之量，當亦更多矣。

(丁) 其他工藝品 林產物在工業上，頗佔重要之地位。其木材除供給造紙之外，又可製火柴、桿人造絲、酒精、木醋酸等。其餘如以橡栗等之樹皮製硝皮質，以樹膠樹製橡皮，以樟樹製樟腦，以油桐之實取桐油，以烏柏子製蜡，採漆樹之液以製漆，凡此皆工藝上重要之出品，亦係人生日常所需用之物也。

(戊) 薪料 薪料為炊爨所必需，近來吾國因缺乏森林之故，對於燃料一項，大起恐慌，幾乎各處皆有薪桂之憂也。

(二) 森林與民生計之關係 森林關係於民生計最大者有兩端，即容納雄厚之資本與多數之人工是也。森林所佔領地域之廣，與依賴此生活者之衆，即知其投資機會亦大。美國除農業外，則以林業為首要，全國所投各種營業之資本，對於森林及木業，則佔全數五分之一，共計銀四千五百兆元之多。森林在砍伐後，關於轉運鋸板，以及各種之製造事業，皆需工人甚多。此外與森



林有密切關係者，如木工炭商鋸板及製造舟車紙硝皮質橡皮玩具枕木牙籤軟木染料等工作，尤較造林砍伐與轉運三事，所需工人之數爲多。

德國爲世界林業最發達之國，故依林業謀生者亦多，若以平均計算，每百人中約有十二人倚森林爲生活，其依賴林業爲生者，略可分爲三項：

(甲) 管理 如造林伐木及修路等，每歲工銀八百萬磅，約有一百萬人依此爲生。

(乙) 搬運林產物 如運送木材，每歲須工費四百萬磅。

(丙) 森林工藝 卽由森林出產之原料，製爲各種物品，例如鋸木造船製紙等，每歲需工銀三千萬磅，約有三百萬人賴此謀生。由此足見森林與人民生計關係之重大矣。

## 第二節 森林間接之利益

森林之興廢，與土壤之肥瘠，及國家之盛衰，實有密切之關係。如埃及希臘波斯等，昔時皆爲強盛之國，今以森林衰敗，故國勢亦不振矣。日本林學家本多博士，前在青島演講，「林相變化與國運之消長」，亦云「林相如至第四期時，(荒山童禿爲第四期)國家雖如何獎勵農工商業，終不能達其目的，國勢縱雖得維持於一時，亦終歸於失敗。」又德國林學專家士格氏(Schrank)之言曰，

「凡一國森林之荒廢，卽一國衰危之表示。」讀此二氏之語，不禁令人生無窮之悲感也。

森林之間接利益甚繁，難於枚舉，茲特將其最著者略述於後。

一、調和氣候 森林能調和氣候，業經歐美各國專家證明。卽在森林內及其周圍之溫度，常較無森林之地爲低減。森林減低上面溫度之能力，在最密茂之森林，可達數千尺之高，因枝幹橫空濃蔭密佈，其中所積蓄水分化爲寒氣，逐漸蒸騰，以抗日光之熱力，故溫度低於他處。據德國普魯士之測驗，在十年間，平均林內夏季溫度最高時，低減於林外者爲華氏五·八七度，冬季溫度最低時，增加於林外者爲華氏二·七〇度。申言之，卽森林於炎熱時能使溫度減低，寒冷時能使之增高。又一日中，晝間則溫度較無林處低，入夜則較高。至於濕度，在有林地亦比無林地爲高，故降雨之量得以增加。此森林能調和氣候之明證也。

二、涵養水源 森林對於含蓄水分之效力極大。據歐美各國之測驗，謂樹木之根幹及枝葉，平均能吸收雨量百分之二十三，地上之殘枝敗葉，平均能含蓄水量百分之二十五，此外如細根蔓鬚密布土中，平均約含蓄雨量百分之二十。林木之枝葉及幹之各部，同時蒸發，平均需雨量百分之八。計此數端，每百分雨量，其由山林之上流入山下者，不過約佔百分之二十四耳。所有被林地攝收

之水分，湛爲泉源，徐徐流於溪澗，使水源不絕，以資農田之灌溉。

三、減少水旱災 森林對於水旱災之關係，並非謂有森林則水災與旱災全然可免者，不過因受森林之影響，則其災害總有多少輕減之效力耳。蓋森林既能吸收下降雨量，其在大雨之際，必使水量減少，流勢亦因之而殺。今日我國各處缺乏森林，故偶逢暴雨，卽成澤國。倘有森林，水災必少，可以斷言。至於旱災之釀成，不外乎二種原因：（1）缺乏雨水（2）缺乏地下水。雨水所以缺乏者，其原因在空氣太乾燥，無降雨之機緣，至地下水之缺乏，亦係無森林涵養水源之故。

四、障固泥土 森林保護泥土之功甚大，蓋其蟠根蔓鬚及林內之地被物，能強固泥土之結合。又森林之殘枝敗葉，徧佈於地面，與其上之苔蘚作重重之掩蓋，故雖遇狂風暴雨，而地面亦不致受直接之打擊。苟無森林庇護，則地面裸露，乾陽亢燥，一旦遇雨，驟然澎漲，則失却其結合力，加以猛烈之沖洗，勢必崩潰而成爲溝澗矣。

五、防止流沙及頽雪 在遼闊之海岸，或廣漠之平原，往往有沙坵之構成，沙遇風則飛揚飄動，危險實大。苟以相當方法培植森林，藉林木天然之力，可收定沙之功效。此事在法之加斯考納（Gascogne）及阿倫爾斯（Pyrenees）等處，已經試驗，而獲有完滿之結果。又在氣候寒冷之山

地，冬季往往積雪不化，待來春溫暖之時則雪塊頓然溶解下墜，危及人民之生命財產，苟有森林爲之障蔽，則可無此患。

六、點綴風景 森林係天然之美景，四時均令人可愛，春則綠葉青蔥，夏則濃蔭蔽日，時際秋冬，紅葉綠影，互相掩映，故世上有所謂名勝之地，無不賴乎森林之點綴也。

七、裨益人類之衛生 吾人皆知植物對於人類之衛生關係甚大，即因其吐出之養氣，以供吾人之吸取。樹木體幹龐大，放出養氣之量當較尋常之植物爲多，與人類呼吸行交換作用，實有益於人之康健不淺。又人類之精神，常爲周圍之自然界所感化，森林景象壯嚴靜肅，故其附近人民亦常富於沈勇質樸之性，古人云「山水秀麗出偉人」殆此意也。



## 第二編 造林學原論

### 第一章 概論

#### 第一節 造林學界說

造林學 (Silviculture) 爲森林學術之一，專論森林之建設發育及更新之技術也。

#### 第二節 造林學與造林學原論

造林學與造林學原論之關係雖爲密切，然不宜混而爲一。蓋造林學所根據之學理爲造林學原論 (Silvica) 造林學原論者，乃研究外界事物，對於樹木個體及森林全體生活上之關係，以作造林應用基礎之一種科學。故可稱造林學原論爲理論的森林學，造林學爲藝術的森林學。若嚴格論之，前者可稱爲學，後者祇可稱爲術。無術則不能致用，無學則無所根據，二者不可缺一，故對造林

一事，二者須兼論之。

### 第三節 林木生長之天然要素

樹木之根入土壤，莖葉伸長空中，欣欣生長，聚以成林。故樹木之長成，關係最重要者，莫如土地氣候。不但人工造林，不合於土地氣候，必不能收效，即天然造林，亦不能不重視土地與氣候而利用之，餘如動植物人類，亦與森林之生長有關，茲并述之於後：

一、氣候 氣候爲天然要素，有作用土地生物之力。以緯度山川潮流之關係，恆易地不同，土性亦隨之變異。更有因氣候影響，致各地樹木種類互殊，發育異趣。故地面分佈之森林，形態參差，實不可免焉。

氣候又可析爲溫度濕度與風，茲逐一述之於下：

(一) 溫度 氣候關係於植物生育至大，以溫度高低之差，地面植物顯有區域之分。大抵以攝氏二十度至十度，最適於樹木生長，過高過低均足爲害。然一年內之植物生育期間，氣候適宜，餘日生寒，尙得無碍。如東北部西比利亞，冬期氣候有降至零下五十五度，其地杉松柳樺落葉松等，仍得滋生成林。得樹木之需要氣溫重在於生育期間也。

一年間樹木生長茂盛之期，在北半球爲陽歷五、六、七、八、四個月，南半球爲十一、十二、一、二、四個月，此期間之平均溫度，影響於植物之生長最大，特名之爲植物生長溫度，或單稱曰四個月溫度。此四個月間，平均溫度最低時，尙在攝氏十度以上者，則森林仍能生長，自茲以降不復然矣。此四個月溫度以攝氏十度爲森林界限溫度，逾此界限溫度以下之地森林則悉成灌木狀。

(二) 濕度 溫度之外，濕度亦爲植物所需要，濕氣缺乏，雖溫度適當，樹木仍不能生成。

森林本身，亦能發出多量之濕氣。據哈納爾氏 (Hornal) 之實驗，有十年生山毛櫸一株，一夏間蒸發水量，約九千公斤。(Kilogram) 推之一公頃 (Hector) 山毛櫸林，實多至三千六百萬公斤，換算爲降雨量，可抵三百六十公厘 (Millimeter) 之厚。然森林發出之水蒸氣，蒸發後，上騰太空，卽與乾燥空氣混合，實與本林內或林之周圍濕度關係甚微。至無林裸地，其溫度之低降，常較森林中爲烈。當溫度低降時，空氣中所放出餘分之水蒸氣，恆流入附近森林，故林中之濕氣，以來自附近之噴地者爲多。至供給森林濕氣之量最大者，實維海洋，蓋海洋表面蒸發水分，上騰與空氣混合，乘風流動至陸上，則凝結而爲雨雲，流爲江河，湛爲湖沼，并由地上之水復蒸發爲濕氣，而循環不已，故陸上濕氣供森林之取用者，可謂悉自海洋而來者也。



植物生長期間，在歐洲有南風西南風及西北風來自大西洋，亞洲東部西南風南風及東南風發於太平洋，均飽含濕氣。在其進行途中，如阻於山岳則凝結而爲雨，該地植物暢茂，端賴於此。

據最近研究，北半球五、六、七、八、四個月，南半球十一、十二、三、四個月，其降水量不及五十公厘者，則森林必不能成立，然四個月降水量雖在五十公厘以上，如同期間空中濕氣不滿百分之五十者，則樹林亦無從生成。彼俄之南部西伯利亞，及我國之蒙古草原，其不生樹林者，皆因降水量雖達五十公厘，而空中濕氣不及百分之五十所致也。

(三) 風 空氣以氣壓高低之差，運動而成風。含水蒸氣多之空氣，因風吹動遇冷成雨，其有益於森林者固大。然風力強烈，林木受其摧殘，其爲害亦不小。如強風衝當之海洋，樹木概不能生成，近海山岳，其受海風吹襲之側，濕氣固足矣，而所生林木概多矮小，甚則全爲童禿，如是例證，每於強風吹當之海島見之。且同一山地，其在山谷中樹木茂蔚，而受風之山頂，則多不然，此亦顯而易見之例也。

(二) 土地 取樹木以火燒之，其有機分變爲煙，無機分則變爲灰，灰含諸種礦物質，係樹木取諸土中者也。據化學分析之結果，同一樹種，其灰分亦含同一礦物質，其灰量適與樹木在生長

時所吸取者相等。故森林之榮枯，常視土地之肥瘠以爲斷。然林木所需肥分，恆不如農作物需量之多，故樹木繁盛之地，非必均係沃土，而荒蕪童濯之地，實多係氣候或人類所致，并非不宜於樹木之生長。蓋林木所要之鑛物質，無處不有，舍岩石而外，無不宜於森林。惟土地中之鑛物質，有時以氣候關係，不適於樹根攝取，致爲無用。茲將主要林木，以所需礦物質之多少，別爲等級如下：

(1) 榆、槭、秦皮樹。

(2) 櫟、水青岡、栗、冷杉。

(3) 菩提樹、赤楊、落葉松、雲杉。

(4) 白楊、柳。

(5) 樺木、馬尾松。

上列第一級之榆、槭、秦皮樹爲最要肥土之樹種，以下則需要程度遞減。

(一) 土地之溫度 就林木生長而論，地溫亦如氣溫，關係之重要與否，誠爲吾人所當研究者。據邁爾氏 (MAYR) 實驗，二十一年生之林木，以人工使其地溫降至一度，復令昇騰較氣溫高，而生長速度始終無異。可知地溫之高低，影響於林木生長極少。森林之存滅，不因於地溫，而多因於

氣溫明矣。故在北部腐植質土之地，林木根部溫度不過二三度，亦不爲害。

(二) 土地之濕氣 林木生長時，在在需要水分，此種需要之水分，多由其根部從土中吸取。故土地濕氣影響於森林至大，地濕之來源，爲雨雪露霧等，合稱之爲降水量。如前所述四個月降水量尙爲不滿五十公厘之地，雖空中濕氣不乏，而降水多耗於地表蒸發，不能深入土中，俾樹根吸取。如是則舍草本及灌木類等之淺根性植物，僅以地表濕氣爲足外，多不能長成也。

如四個月降水量僅爲五十公厘，而氣溫極高，飽和空氣恆需多量水蒸氣，如是土地必至過燥，而林木難以長成。惟施人工灌溉之地不在此限。然灌溉須繼續無間，否則雖已成林，亦必復歸枯萎。土地過燥固有妨礙於林木生長，然過濕亦然，如沼澤泥炭之地不生樹木卽此故也。此等濕地，如能按次減其水分，則樹木仍可長成，并加以林木蒸發作用，使過量之水分漸減，亦能變爲適好林地。故在過濕地，欲行造林，須先變其地爲草原，藉草葉蒸發，使土地乾燥，再植之以樹，可致成林。

林業上常別土地之濕氣，爲次之等級：

(1) 過濕地

(2) 濕地

(3) 適潤地

(4) 乾燥地

(5) 過燥地

過濕地者，即謂取其土於手，不加強握，自有水滴落下。濕地之土，則須加強握，始有水滴出。濕潤地，即以手強握，祇感濕潤，并無水滴。至乾燥地，一時飽滿以水，數日後則乾燥如故。過燥地，則消失水分之度尤加甚焉。

凡樹木皆好生於適潤之地，過度之乾濕均非所宜。故造林地常保有適量水分為要。然土地或乾或濕，不易盡以人工轉移，而樹種各有適與不適之別，因地制宜，是復不可不注意者。大抵能長於濕地及過濕地者，為赤楊、柳、楓、楊、榆。長於乾燥地者為松類。至於過燥地，樹木發育概欠優良，惟樺木與松能堪之耳。濕潤地凡樹木皆宜，樺、柳、楊或燥或濕幾無不可。

(三) 土地之深度 樹木之根入土中，吸取水分及養分，其根入土伸展之長短多視其地深淺為度，故土地深度影響於林木發育甚巨。土層深厚，根枝伸長，無所阻碍，而吸得之水分養分之量亦多，土淺則反是，林業上土地之深淺，有如次之等別：

(1) 極淺地 零寸至五寸

(2) 淺地 五寸乃至一尺

(3) 適深地 一尺乃至二尺

(4) 深地 二尺乃至三尺

(5) 極深地 四尺以上

林地深度，約有四尺五寸已足，無須乎更深者。深厚之地，概適於樹木生長，淺則反是。然亦各有所宜。大抵有長大主根，深入土中，如櫛、櫟之類，非深土不長，榆、槭、秦皮、落葉松次之，若雲杉、樺木等多側根而盤結於地面者，雖淺地亦無不可也。

(四) 腐植質之有無 草木枝葉，以化學作用而分解為黑褐色腐植質。腐植質不但為樹木養分，且大有改良土性之效，如黏土地患在固結，有腐植質始能疎鬆而流通空氣，砂質土病在疎散，有腐植質始能凝聚而保留水分。且腐植質復能收蓄溫熱，以促有機物分解而增土地肥力，故林內落葉當戒濫取，濫取則腐植質缺乏，而使土地漸變瘠劣。惟落葉分解為腐植質，須有適量之溫度與濕氣，如水濕過多，轉變酸性朽土，反足為害也。

(五) 土地之傾斜度 林地以具有適當之傾斜度爲善。蓋地有傾斜，其林木枝葉受日光之量，恆較平地爲多。然傾斜度過急，則土之深度易減，林木佔地愈縮，是又有碍。林業上常別土地傾斜爲六級如下：

(1) 平地 五度以下

(2) 稍斜地 六度乃至十度

(3) 緩斜地 十一度乃至二十度

(4) 強斜地 二十一度乃至三十度

(5) 急斜地 三十一度乃至四十五度

(6) 絕斜地 四十五度以上

農業地傾斜，以十五度爲極限。林業地則三十度至三十五度仍無碍，自是以上，則土地易於乾燥崩壞，經理林業，即不得沿用常法也。

三、植物 植物指有關係於林業者而言。如雜草灌木細竹等，其生殖繁茂，侵佔林木所存在之地，殊有害於森林。然雜草繁茂，多由於樹木不能生長之地，若森林中樹木生長旺盛，陽光不能充

分射入，則雜草滋生之力弱，必不致壓倒已成之林。惟森林以濫伐焚燒，或以經理失宜，則雜草勃發，方為森林長成之障礙。如今日無林之山野，皆此例也。又濕地森林，砍伐之後，濕草繁生，吸收水分，能使其地變為沼澤，而為森林之害者亦有之。餘如菌類之繁殖，亦能使森林一部分或致枯萎。

四、動物 動物羣生亦有害於森林，然其害僅限於一部分而已。且動物生活上各好特殊之樹種，而天然林樹種雜異，頗能抵抗此害，故動物之害，能致全體森林絕滅者，罕見也。

五、人力 人力作用影響於森林至大。凡林相樹種之變異，多以人力使然，例如蒼鬱茂林，忽而童禿濯濯，藉山旋而青茂者，皆人力致之也。

#### 第四節 樹木之陰陽性

凡樹木至壯齡時，須多受日光，始適於生長。然在幼時，其樹能堪於他物庇蔭之下，且枝葉厚密，長能鬱閉者，謂之陰性樹。反之，若在幼時，其樹不能耐蔭，且枝葉稀疏，而不能久持其相互間之鬱閉者，謂之陽性樹。茲以各樹種陰陽性之順序列之如下。

(1) 紅豆杉、圓柏。

(2) 鐵杉、冷杉、雲杉、黃楊。

(3) 檣、栲、樟。

(4) 榆、赤楊、海松、槭樹。

(5) 櫟、栲、榿、秦皮。

(6) 松、柳杉、白楊、柳。

(7) 落葉松、刺槐。

最初之(1) (2) (3) 爲陰性樹，最後之(5) (6) (7) 爲陽性樹，其性質之差異實甚顯著。惟(4) 類之樹種，居陰陽之間，隨土地與氣候之狀況，或陰或陽，常無一定。以上所列之次序，皆依照下列六項定之：

(1) 幼樹能在老樹庇蔭下生長之度。(陰樹幼時善能生長於庇蔭之下)

(2) 枝條多少。(陰性樹多生枝條)

(3) 樹葉着生之疎密。(陰樹之葉多密生)

(4) 枝葉之狀態對於陽光或受或避。(陰樹有畏避陽光之狀態)

(5) 幼樹生長之緩急。(陰樹幼時生長皆緩)



(6) 苗稍之方向及枝之着生法。(陰樹之苗稍多向北方且其大枝亦先於此側生出) 樹性陰陽，視樹木種類可以略知之。如針葉樹中，雖陰性陽性皆有之，未能一概而論。而落葉闊葉樹，則常爲陽。常綠闊葉樹，則常爲陰。

陰陽性樹對造林之關係 陰陽性樹之個性既異，其對於造林關係，亦不能無別。茲述之如左：  
(一) 對於適應土地之關係 陽性樹善於適應土地，雖瘠薄乾燥之地亦能堪之。陰性樹則否，非稍肥沃濕潤之地，其生長必致不良。

(二) 對於地力維持之關係 衆樹聚生成林，當其枝葉交錯，鬱閉爲蔭，則能遮蔽風日，保持林地濕氣，以便朽土化成，且能限制雜草繁茂，地方常藉以維持。然樹木聚生，其互相鬱閉之緩急，及持續之久暫，常因樹種而異。陰樹與陽樹之差尤甚。陽樹幼時，生長甚速，故相互鬱閉亦速，惟生勢早退，枝葉稀薄，及樹林大老，前之鬱閉破裂，日光透射林內，土地因之乾燥。反之，陰樹幼時生長遲緩，及達一定之時間，則頓行急速，即或不甚急速，而到老仍繼續生長，并常較幼時爲盛者有之，且其枝葉厚密，在樹幹下部猶然，故相互鬱閉，經久不變，雖老林亦無地力減退之患。惟其缺點則在枝葉相互鬱閉，生長較陽樹稍遲耳。然林木鬱閉持續之久暫，亦與土地有關。如林地深肥，雖爲陽樹，其鬱閉

亦能持久。松岡陽樹，其在瘠地不及四十年，鬱閉已破，若生於肥沃之濕土，則雖老大，其鬱閉亦能維持。

(三) 對於混交林造成之關係 以單一樹種造成之森林爲單純林。若於小面積上，欲獲多種用材，或爲預防外界危害，則須以數種樹木交互混植，謂之混交林。單純林抵抗外害之力薄弱，有時不得不造混交林防禦之。如松之單純林，松枯蠹常易蔓延爲害，雲杉類(Picea)之單純林，常以根淺爲暴風倒拔。防止之法，則於松林混以他種闊葉樹。藉以阻止松枯蠹繁殖，於雲杉林則雜以深根樹種，使其自爲維持。且混合林材積之生長量有增加之利益。蓋地上只有一種樹木時，此樹木勞力不及之處，則土地不能完全利用。若有數種，則其根有深有淺，其所需養分亦有差別，其葉之着生法又有不同，故各樹種得隨其所好而利用其土地，材積之產量亦爲之增加。惟混交林，普通材積之生產量雖然增加，而價格低劣之樹種，佔領高貴樹種之位置，全體價值之生產量因之減少。且混交林之養成保護利用，恆較單純林爲複雜。此混交林之缺點也。茲關於混交林之造成，舉其原則如左：

(1) 混交林之基礎，林木宜擇樹種之善保地力者，即陰樹之種類是也。

(2) 陰樹與陰樹之混交林，必須上長生育相等者，否則亦宜將生長緩慢之樹種先植。

(3) 陽樹與陰樹之混交林，除塊狀混交林外，須使陽樹常出於陰樹之上。故陽樹上長，生育宜速，否則須將陽樹先植。

(4) 陽樹與陽樹混交，有減損地方之虞，故例不行。在土地瘠薄之處，雖合歡與白樺可混植，但地方易致衰敗，林相亦不能長久維持。

(5) 混交林中有塊狀混交林與散狀混交林，而二者孰得孰失，尙無定論，就混交之本意言，固應爲散生混交林。蓋塊狀混交林，不過於塊之周圍有混交作用，其中央與單純林無異。惟散生混交林，欲加處理保護，殊覺困難，不若塊狀混交林之容易。如折衷二者之得失，則惟用團狀混交法，即每林木二三十株作爲一小團以相混交。

#### 第五節 森林樹木之植物學性質及造林學性質

欲行造林者，須審察樹木之植物學及造林學之性質，而造林適宜之樹種及方法由是可知。樹木各有之單獨性質，係詳於森林植物學。而聚生成林，其關係與孤立時不同，其性質於造林學研究之。且一同樹種生長期不同，性質亦隨之變異，故森林樹木自發芽以至伐期其性質均不可不詳。

一、樹木之植物學性質 茲舉其應研究之要點述之如左：

(一) 關於分類者，即以花實之狀態，而定其種屬。

(二) 關於形態者，爲樹葉、樹皮、樹幹、樹冠之狀態，及枝之部位排列，根之組織，雖同屬之樹木，此等性質亦多不同。

(三) 關於解剖者，即樹皮木材之內部構造，其關於樹木利用頗大，且對於外害抵抗力之強弱，亦從此可知。餘如關於光線者，如陰性樹與陽性樹是，大抵同屬之樹木，其性質亦相似。

二樹木之造林學性質 即生長之度，萌芽力之多少，根之深淺，同屬之樹木其性率相似。如落葉松屬之樹木，其幼時生長概急速，雲杉屬之根系多偏平是也。反之植物之分類上雖爲同屬，而其性質有須區別論者。如櫟類樹木，有落葉有長綠，心材與邊材，有同色有異色。松屬中包括之種類頗多，而性質異者亦不乏，其中尚有陰性陽性及中庸性之別也。

#### 第六節 林木之鬱閉

衆樹聚生爲林，其枝葉相切成蔭，稱爲林木之鬱閉。鬱閉爲森林重要之性質，而關係頗大。森林雖屆伐期，而鬱閉未可破裂，向爲造林家所主張，而實行造林者，視爲要訣，恆謹守之也。以播種造林

之森林，其幼時鬱閉多密。肥地之森木其鬱閉速而持久，瘠者反之。溫暖多濕之地，其林大鬱閉速而暗密，寒燥者反之。陽樹之鬱閉破裂獨早，中庸性者稍遲，陰樹尤遲，常有至老齡仍不變其鬱閉者也。

所謂鬱閉者，不必同齡同種之樹木及同高之樹冠而後成，即樹種雖異，年齡與高低雖差，而其參差之枝葉，若能遮阻陽光之透射，即可成鬱閉。如鬱閉均密，則林木各爭沾日光雨露，而競爭上長，因之其幹多細長圓滿，直而寡枝，年輪亦廣狹齊一，其交差枝葉可以遮阻風日，保持林內溫濕，而化成地上之枝葉果實爲朽土，補肥分之缺乏，挽地力之衰敗，且林內無光線，則雜草不生，土中養分因不致徒費。然此等作用，欲求其全效，則鬱閉亦不可過密，過密則林內落葉不得均沾雨露，有妨於良質朽土之化成。

森林之鬱閉成，林木之強弱即分。弱者受強者之侵壓，生勢爲之頓挫，卒不免於枯萎。地中之樹根，因爭取養分，亦接觸交錯而爲鬱閉，猶地上之樹冠然。故根入土壤，其深淺等者，土地之養分易耗，推之同齡之單純林，其地之養分消耗必甚於異齡之混交林。爲利用地方言之，則異齡之混交林愈於同齡混交林可知矣。土地瘠淺樹根生長獨盛，而入土之深恆相等，地中養分易致虧乏。

樹冠鬱閉，關係於森林更新頗大。蓋不加入工而適於森林自行更新者，必具三種要件。（1）

恆有充分日光，利於母樹結實。(2) 林地之狀況，便於種子落下發芽。(3) 鬱閉少開，林地清曠，使幼樹得沾浴日光，伸長莖枝，爲適當之生長是也。天然生之原生林，常具此三要件，無稍間然，其樹老而枯，枯而仆，而後幼樹自其空隙挺出，至老復枯仆如前，如此自行更新，循環不已。擇伐林之更新亦若是，所異者，惟以人工補助之耳。其餘之人工林，若林內不生雜草，利於種子之發芽，則樹冠鬱閉必過密，而林內缺乏陽光，不宜於幼樹長育。若鬱閉破裂，受納日光，則雜草繁生，或爲種子着地發芽之障礙，故其處欲行造林，須以人工供給材料，而爲之保護也。

## 第二章 造林樹種之選定

### 第一節 樹種與風土之關係

森林以所居之地域不同，林內所含有之樹種即各不相同。試遶大陸南北而行，則樹種變更之現象，最爲旅行家所常見之事實。故各森林有各森林之特別性質，各樹種有各樹種之特宜地位。此方氣候土壤種種之情形，最宜於甲樹種者，而或不適於乙，而適於乙之地方，又或不適於甲。甚至樹種有能繁盛於某地，而乃不能生活於某地之鄰近者。亦有生於甲地者爲主樹，而於乙地則爲副樹。凡此皆樹種與風土之關係也。然吾之所謂風土者，其包括之分子，可分爲三類：

(一) 屬於大氣者 最要者如溫度、陽光、濕度、雨水次之爲風電及空氣含有之雜質。

(二) 屬於土壤者 直接爲土壤之水分，土壤之成分，土壤之溫度，及土壤之氣質，間接爲緯度傾斜方向及表面。

(三) 屬於事物者 如動物，植物，火災，洪水等是也。

## 一、風土之屬於大氣者與樹種之關係。

(一) 溫度 樹種與溫度之關係，實不能自樹之本體觀察之，緣熱帶之樹與寒帶之樹，其形狀與習性亦有不同也。然就經驗上言之，樹種對於溫度，實各於地面上，顯分南北兩極，限於此兩極限之中，樹種得以生長發育，過此溫度，即或高或低，均不適於其生活。此兩極限，可名爲南生長限，及北生長限。兩限距離之廣狹，依各樹種而異，蓋樹種對於寒熱之抵抗力，各不相同，熱帶樹種有不能生存於華氏表冰點上數度者，而寒帶樹乃能安然生長於冰點下負七十六度之溫度中。反之，寒帶樹種不能生於高溫度之地，高山上之樹種，罕於山下林中見之，其原因正相同也。故欲決定樹種需要溫度之量，不得以一年中生長期內之總溫度量計之，以其不能代表年內最高之溫度也，欲知年內最高之溫度，須以最熱四個月爲準，即前章所謂之四個月溫度，此爲對於溫度選定樹種通行之方法。樹木需要陽光之量，不僅爲樹之種類不同，即同一樹種，亦以立地不同，而異其性質，此亦林業家所當注意者也。設林地之氣候寒熱皆極嚴酷，則造林時所用之種子，當就該林地上採集之，此等樹種，既經生長於此，必具抵抗該地氣候之能力，用以造林，自無失敗之虞。否則同一樹種，而種子由他方採集者，即不敢保其得完美之結果。因種子之習性，常由其母樹遺傳而來，此爲植物學家所公



認者也。故種子由暖地採集者，其所屬之種類，雖本能生於極寒之區，然絕不得於冷地種之也。據試驗家之報告，寒地採來之種子，植之於較暖之地，多半樹種皆可為良好之生長，設暖地種子移入寒地，則最不適宜。又種植外來樹種，若由暖地傳至寒地時，當種於林地南面土壤乾燥，氣候溫暖之區，反之若由寒地傳之暖地，則當於北面土壤濕潤，氣候稍寒之區，種植之為宜。

(二) 陽光 陽光關於樹木之生活發育為最緊，要如同化作用 (Assimilation) 炭化作用 (Photosynthesis) 及綠素之組織，無一不賴陽光之力。第就陽光一端而言，則陽光愈多，生長愈速，大半樹木其陽光最足量 (Optimum light intensity) 恆近其陽光最多量 (Maximum light intensity) 鮮近其陽光最小量 (Minimum light intensity) 最足量者，即樹木於此陽光之下，開花結實，發榮暢茂，達於生長極盛時期之謂。最大量者，即陽光至此量為最多之極端，稍為增加，樹木即受陽光過烈之害。最小量反是，為陽光至少之極端，復一減少，樹木即可因陽光不足而死。然則陽光之最足量恆近最多量云者，即樹木生長最盛之時，恆為陽光最充足之時也。植物開花結實中間所需之時日，恆由赤道向南北逐漸縮短，即由於植物生長期中，晝日陽光增加之故也。然樹木孤生於空曠之野，陽光濃淡，實亦無重要之關係。然就森林一方面言之，則陽光乃為一極有研究價值之

物也。茲就陽光影響最大之點舉之。一爲混交林，一爲有保護樹之幼林。在單純林中，樹冠相接結成鬱閉，其結果必至強者存，弱者亡，林齡愈高，每畝之樹株愈少，此亦關係陽光支配之故，然樹種林相，則絕不至變更也。混交林則不然，設對於陽光調劑管理不良，林內樹種必有爲他種擠壓不得陽光而死滅者，如是則混交林之次序，即因陽光而破壞矣。至造林於保護樹之下，其存留保護樹之疎密，及被保護樹需要陽光之量，要特別注意，始得適當也。

空曠之地，陽光得直射地苗，土壤易乾，種子樹苗，往往於種植後，需要水分正急之時，受劇烈陽光之害，以致枯死於此等裸地。行播種造林時，當擇大粒種子，如橡、栗、胡桃等，被土深者爲宜，或如樺樹之類。種粒雖小，而萌芽速，生長快，亦可。最不宜者，爲種粒既小，萌芽生長又復遲緩之樹種，如雲杉即其例也。保護樹之利，在能遮蔽土壤，使不致蒸發過甚。凡發芽遲生長緩，幼苗根淺，或幹部較根大之種，皆宜於保護樹下種植之。惟至幼樹長成，不須保護時，必先將保護樹伐去，否則不惟無益，且甚妨害於新生樹木之同化作用也。

(三) 濕度 樹木非濕氣不生，殆爲最顯明易見之事。濕氣在空氣中之量爲溫度，在土壤中之量爲水分，雖水分與濕度，一接觸於樹根，一接觸於枝葉，而同爲樹木生長之要素也。樹木之生長

及組織，恆因濕氣而變化。此等變化，非僅關於空氣中之溫度，亦非僅關於土壤中之水分，二者實同有密切之關係也。設空氣乾燥，而土壤之水分多，其對於樹木生長之效力不致減少，反之如土壤含有之水分少，而空氣之濕度大時，亦然。例如美國加利福尼亞 (California) 省近海之地，世界爺 (Sequoia) 生長最盛，以該地常起濃霧，空氣甚為濕潤之故。而於美之內部，濕氣缺乏之處，苟土壤中有充分之水分，此種樹仍生長完好，即一證也。據吾人所知，如土壤中濕氣適宜，則地球之上，必無因空氣太乾燥，而致樹木不能生存者。所以大半乾燥之地，如施以灌溉之功，總有一二樹種可以繁殖。然非所有樹種，皆能堪受乾燥空氣者，如葉面廣闊，表皮薄弱之樹種，縱加以灌溉，亦斷無生於沙漠之理。因樹根吸收之水分，不克供其葉面蒸發之量也。故於乾旱之地，當擇葉面蒸發少之樹種為宜。樹種適應於溫度大小之能力，各不相同，如馬尾松側柏適應之力極大，杉樹則非有濕潤多霧之地，殊不能為良好之生長。

(四) 降水 降水者，包括雨雪霧露霜雹而言，為土壤中水分大氣中溫度之來源。而降水之功，除能增加水分溫度，及減輕樹木之蒸發外，對於樹木及土壤之機械的功用，實亦甚關重要之事。此等機械作用，顯著於雨水稀少之地，於此等地方，每年雨水暴雨居多，傾盆下注，力速而猛，其為害

於樹木及土壤者，殊不可輕視。欲防止雨水機械作用，使不致損傷樹木，則於種植時，當選擇葉小而厚之樹種。欲防止其爲害於土壤，則保存森林之永遠存在爲最要。蓋樹冠能遏制降水打擊之速度，並能延長降水下落之時間，林內之下等植物，如蘚苔等並存積之落葉枯枝及腐植質，足以阻礙降水之橫流，沖洗土壤之害，自可爲之減少。故伐木於峭壁巖巖，不可一時將全林伐盡，要必逐漸行之，待幼樹重生數年後，全林伐木之工，始可完全告竣也。

當種植於童山或降水沖洗劇烈之地時，若無特別之佈置，微論土壤無以保護，卽或新播種子，或新幼樹，亦時有沖失之虞。故於山嶺斜坡播種造林，散播種子，務隨山面環繞綫（Contour line）之方向行之，絕不得順山面上下之方面。若建設苗床，則床面宜小，且須築土爲隴，使床面水平。設掘溝植樹時所掘之溝，亦當與山面環繞綫爲同一之方向。且有專爲雨水沖洗之患，順山面環繞綫掘平行溝者，溝之深自五寸至一尺，每溝相距離自十五尺至四十尺，此溝之用，非但能殺水勢，且能存蓄雨水，使得緩緩滲入於土壤中。

多山之地，雪之爲害恆甚於雨。惟雪於土壤實爲無害而有益之物，可爲土壤之遮蔽，可防劇烈之冰凍，可避冬季風吹，使土壤乾燥之弊。而幼稚樹苗，往往因雪之保護，與免惡劣氣候之侵襲。至因

雪壓折樹木之害，以樹種樹齡及樹冠疎密不同，於選定樹種時，自當注意及之。樹面積雪過厚，樹之枝幹不克支持，必至被雪壓折，其害名曰雪折。雪折之害，常綠樹較落葉樹爲巨，因積雪面積較大所致也。單純林較混交林受害易，純齡林較多齡林受害亦易，天然生之森林，較人工所造之森林其抵抗雪害之力強，樹冠參差，積雪必少，故爲害亦小。樹之種子，由平原或暖地採集者，較由高山或寒地採集者，其所生樹木，易受雪折之害。凡此皆造林於多雪之地者，所當研究者也。

(五) 風 依風力強弱，可分和風暴風兩種。暴風對於樹木爲害頗大，而突起之暴風，爲害尤烈。林業家所謂風倒（因風吹倒之稱）風傷（枝葉被風吹殘缺之稱）之患，常於空氣寧靜之區，突來暴風時見之。因該地樹木，未曾經受風之刺激，其內部組織，自無抵抗風力之預備，一遇暴風促來，故其害特巨。至素多大風之區，如海島海岸及高山草原等地，其本地樹木，類能抵抗風害，蓋習之常而有備無患。樹木之高度與風力之大小有關，喬木較灌木受風害大，卽以其增加風力故耳。

樹木被風吹撓，其受風力刺激之處，內部組織，必增加堅固之物質，俾能抵禦風害。多風地方之樹種，不惟抵抗風吹之力強，而以風吹之故，形態屢變，亦無礙於其生長，故於此等區域，樹之枝幹彎曲，枝葉殘缺，乃爲常見之事實，此爲風直接之害。其間接之害，卽爲增加樹木葉面之蒸發量，有至蒸

發過甚，根部吸收之水量，不足以補充之，使樹木終於枯萎之時。

樹種對於風之抵抗力，各不相同。故造林於海岸高山及空曠之野，樹種能否抵抗風害，實爲最緊要之問題。普通言之，針葉樹種似比闊葉樹種抵抗風力強，蓋以其葉面較小之故。然秋冬落葉之後情形適相反，而風力最強之時，又多在晚秋早春之間，由此觀之，針葉樹抵抗風害之能力，實較闊葉樹弱也。

## 二、風土之屬於土壤者與樹種之關係。

土壤爲樹木挺立之固着物，有土壤則樹體始有所附麗，樹根方可擴張，凡樹木應要之水分養料，乃得由土中吸取，以供其生長之需。故土壤對於樹木之關係，一爲固定力，一爲滋養力，二力適宜，樹木愈得隨其生，雖各樹需此二力之度各不相同，要皆非此不足以生活也。土壤鬆淺者固定力弱，造林者，當擇根深樹種，並須行適當之疏伐，否則風倒之害，實屬可虞。土壤表層淺而心土堅硬者，不獨乏固定力，而樹根擴展亦極爲困難。蓋堅密土壤，足以限制根部之發展，而於幼樹生長，爲害尤烈也。潮濕及北向地，土壤之溫度低，沙質土及南向地其溫度高。粗礫而缺乏生物質之土壤是爲礫土，礫土所含之水分養分概不充裕，實難供給樹木之生長。故土壤者，不但有限制樹木蕃殖之能，且操

發過甚，根部吸收之水量，不足以補充之，使樹木終於枯萎之時。

樹種對於風之抵抗力，各不相同。故造林於海岸高山及空曠之野，樹種能否抵抗風害，實為最緊要之問題。普通言之，針葉樹種似比闊葉樹種抵抗風力強，蓋以其葉面較小之故。然秋冬落葉之後情形適相反，而風力最強之時，又多在晚秋早春之間，由此觀之，針葉樹抵抗風害之能力，實較闊葉樹弱也。

## 二、風土之屬於土壤者與樹種之關係。

土壤為樹木挺立之固着物，有土壤則樹體始有所附麗，樹根方可擴張，凡樹木應要之水分養料，乃得由土中吸取，以供其生長之需。故土壤對於樹木之關係，一為固定力，一為滋養力，二力適宜，樹木愈得隨其生，雖各樹需此二力之度各不相同，要皆非此不足以生活也。土壤鬆淺者固定力弱，造林者，當擇根深樹種，並須行適當之疏伐，否則風倒之害，實屬可虞。土壤表層淺而心土堅硬者，不獨乏固定力，而樹根擴展亦極為困難。蓋堅密土壤，足以限制根部之發展，而於幼樹生長，為害尤烈也。潮濕及北向地，土壤之溫度低，沙質土及南向地其溫度高。粗礫而缺乏生物質之土壤是為礫土，礫土所含之水分養分概不充裕，實難供給樹木之生長。故土壤者，不但有限制樹木蕃殖之能，且操

高度生長，必驟形退落。淺根樹種，易受旱魃之害者，即因土壤表面之濕氣變易較巨之故。吾人常見樹木有不得其適量之水分時，立見衰頹，又有於適量水分缺乏時，尙能爲良好之生長者，是亦抵抗力量不同之證也。

欲調查土壤含有之水分，可以生於土壤上之植物定之。而土壤之深淺粗細，及雨量之大小分佈，類皆爲斷定土壤水分之根據。土壤之深而細者，較淺而粗者，其蓄水之力大，此殆顯而易見者也。於雨暘時若之地，土壤蓄水力之強弱，初無甚關係。設降雨相距之時日過長，則土壤能否含蓄水分，以供樹木生長之需，乃成一重要之事。故土壤表層蓄水力之強弱，及水分由表層蒸發之遲速，實對於選定樹種有密切之關。淺根性樹，如山毛櫸，楓樹等，必種植爲粘土或石灰質土者，即因此。至土壤深層水分，則終年無大變化，故栗橡等樹，能生於礫土沙土之上，以根深可直達土壤之下層也。設表土淺者心土疎鬆，或岩石層爲豎立之形，水分可直達土壤之深處，橡栗及多半針葉樹，皆能得完全之發育。反之若表土淺，而心土堅密，岩石層作平臥形而少間隙時，則雨時失之太濼，旱時即失之太乾，樹木能發育於此等土壤者甚鮮。然於雨水多濕度高之地，針葉樹中亦有能獲佳果者，殆亦不多見之例也。



土壤表層之水分，於林業更新時，關係至巨。蓋種子萌芽以後，新生幼根，必須得充裕之水分，以供蒸發生長之需。此等樹根，尤貴能早入土壤之深處，俾早脫離乾旱之險，若表土易乾，柔嫩新根，絕難逃於枯斃。樹種於幼時插根速而深者，雖表土驟乾，損失亦少，反之插根遲而淺者，表土一乾，則危害立至。如橡栗山核桃等樹種，萌芽後，即插根至尺許於表土易乾之地，用爲直接播種造林最宜。若榆楓等，幼時插根較淺，播種於保護林下，或粘土之地，尚易爲生，設種於易乾之土壤，或無庇蔭之地，鮮能奏效也。

土壤之成分，其能爲樹木生長所利賴者，爲養分。養分之多少，因土壤而異。毫無養分之土壤，甚不多見。惟養分之量過多，抑或過少，以致不能生產者，殆亦或有之事也。樹木需要礦物質養分，各樹亦略有不同。據哈提奇氏 (Hartig) 所考查，以同等之礦物質養分，雲杉山毛櫸能生長多量之幹材。以美國樹種論，多數闊葉樹種，如山毛櫸黃樺等類，富於灰質，且需要礦物質養分多，針葉樹反是。而以松及歐洲雲杉爲最著。故闊葉樹常限於礦物質豐富之土壤，而多半針葉樹，統可生於不甚肥沃之地。例如礮瘠之土，爲櫟楓等樹不適於生長者，而種以馬尾松，則尙獲利益。

石灰雖無直接之功能，以充樹木生長之養分，然能增進土壤之理學的性質。故大半樹種多需

之。惟分量過多，亦足爲害。槭樹及山毛櫸常繁盛於多量石灰質之土壤，若栗及多數松杉類，則不喜土壤之含有石灰質也。

腐植質對於樹木之生長，直接間接皆有重大之關係，故土壤中含有腐植質之多寡，於選定樹種時，亦爲極堪注意之事。林木種植之初，其能爲迅速之生長者，實以腐植質是賴。新伐林地，幼樹茂盛，即以表土上含有腐植質故也。且腐植質既能助幼樹之發榮，則新林之成立必速，而幼樹經受外界危害之時日，自當因之縮短矣。腐植質土，充苗圃最宜，若於荒蕪之地造林時，最初當選強壯樹種植之，俟後土壤漸變肥沃，即含有腐植質漸多時，始可以別種改變之。

樹木之生活，因依賴土壤中含有之養分，而尤在於土壤中養分之能爲樹木生活之用。其能使養分爲用者，則土壤之理學的性質是也。此性質實關於土壤之組織，如土粒之大小粗細，與土壤之蓄水力吸水力及滲水力皆是也。

樹木生長最適之地，爲肥沃深鬆，水分適度，溫暖，且富於腐植質及礦物質養分之土壤。土壤之具此性質者，爲砂質壤土，或粘質壤土，含有粘土百分之二十至三十三，砂土百分之五十至七十，石灰百分之三至十，及生物質百分之二至五。若氣候適宜，凡樹種皆於此等土壤中，獲完美之發育。其

土壤之成分如此者，不僅爲最好之林地，亦可充極有價值之農田，造林之地，得其次者亦足矣。樹木通常固喜肥沃之土壤，而其需要土壤肥沃之度，亦各不同，茲分爲三種，一爲非肥沃之土不克生長者，曰弱性樹種，其次爲中性，而勿需肥沃土壤者爲強性樹種。樹木屬於強性者，爲馬尾松，白楊，樺木，及刺槐等種。中性者，爲側柏，楡，及雲杉等種。而胡桃，榆，樺，楓，秦皮及山毛櫸等種則爲弱性樹種。普通言之，優美闊葉樹種較針葉樹及不良之闊葉樹種，其性常弱也。

### 三、風土之屬於事物者對於樹種之關係。

除大氣土壤之外，其足妨害樹木之生長者甚夥：而火災，昆蟲，菌病，獸類及洪水等爲其最著者也。樹種對於種種危害之抵抗力，各有不同，茲特約略言之：

(一) 火災 火災爲森林危害中最大者之一，亦爲現世各國造林時最注意之事，設預防不周，卽此一端，亦不能實行造林之事業，緣其爲害巨烈且易招致之也。其詳得見於森林保護學中。茲就選種一端言之，誠亦有減輕火災之術。對於火災之危害大者爲針葉樹種，而各種松樹受害尤易，落葉樹中之密葉樹種而厚皮根深者，受火災危害最小，故於火災流行之區，於施行種種防備外，選定相宜之樹種亦一法也。

(二) 昆蟲 昆蟲爲害，對於其所適之樹種爲烈，常見有發現害蟲之處，被害之樹種，往往全樹毀傷，終至此樹種無存立於該處之餘地。如美國東部，不宜植單純白松林，以白松甲殼蟲 (Pine Weevil) 爲害甚烈之故。樹木中有不受蟲害之種類，亦有於某地最宜之種，而特不利於蟲害者，故此點論之，蟲害當爲選種時，應行研究之事。單純林受蟲害最甚，因其傳染容易，一樹受災，漸次波及全林。如造混交林時，若有一易招蟲害之樹種，必擇一不受該種所招之蟲害者混植之，例如於美國栽植白松可與紅松混交之，因紅松不爲白松甲殼蟲所嗜也。

(三) 菌病 多數貴重樹種，以寄生菌爲害之故，而不得充造林之用者，此亦各國常見之事實。栗樹爲美國東部最有價值之樹種，而現在罕有種之者，卽爲其易受栗菌病故也。

(四) 獸害 新造幼林，絕不容食草動物之竄入，否則爲害非淺。家獸之爲害者，羊最大，馬最小。野獸之類如鹿於冬季喜食樹芽及針葉樹之嫩梢，松鼠損傷歐洲雲杉之芽，爲害亦大。通常食草動物對於闊葉樹爲害較甚，設林地內生有蕪草，獸畜放入其中，其食針葉樹也極輕。如闊葉樹則雖有蕪草，其害實亦難免耳。故專欲防止獸害，雖闊葉樹萌芽力強，被食後易於恢復，而總以選擇松杉及他種針葉樹用之爲宜。

(五) 洪水 種植樹木於易受水災之區，選種時亦當注意及之。樹種之宜於高燥者，絕不可植於水患常見之區，如胡桃楸樹山毛櫸白蠟樹等，雖宜於卑下之地，亦難抵禦常期之水患，於此等場所，造林時，如赤楊楓楊及柳等為最有抵抗力之樹種。

## 第二節 風土之調查

以上所論風土關係於樹木之生長，皆造林上最重要之事項。林業家第一之職務，即首先審定所選之樹種，能否於造林地中得良好之結果，蓋造林地之生產力，恆為風土所操縱，設不留意，則所選樹種，往往無發芽之望。但調查風土之事，非常困難，而風土中包含之分子，尙有令人所未完全通曉者。就主要言之，首為氣候之屬，如地理之位置，緯度，方向傾斜，及空氣中之溫度濕氣。次為土壤之屬，如土壤之深淺疎密及水分養分皆極要者也。調查之方法可分為兩種：

一、直接調查法，就林地內風土之各分子，而直接推度之，據此推度之結果，以判定林地之出產力者，為直接調查法。

## 二、間接調查法。

(一) 就林地內樹木養成之結果，以判定該地之生產力。

(二) 就林地內雜草灌木生活之狀況，以判定該地之生產力。

一、直接調查法 近世林學家及植物學家，極力研究風土與植物界之關係者頗多。其手續甚繁，且取各分子而條分縷析，以詳盡其影響，結果更屬非易。設非精通植物生態學 (Ecology)，雖按各分子而考查之，亦絕難明解其所以，顧此失彼，以一知半解而爲盡其調查之能事，則掛一漏萬，必致遺誤全局。且風土之影響，其範圍極狹，其變遷無常，並非巨大地而影響如一，此方如此，而他方或如彼，相距非遠而情形有大相懸殊之時，故甲地調查之結果，不能施行於乙地也。以將來林學上研究之事各論之，依直接法調查地方之生產力，似爲一精深奧妙極關重要之事，但需時太久，耗費太巨，舉一切儀器試驗分析記錄等項，自非得近考驗科學之機關，並不能着手，更非具正確之經驗亦不得妄斷。故直接調查法，只可充林學家及植物學家學問上之研究方法。而實不切於林業上之實用也。

二、間接調查法 凡一切地方內，其現生樹木之情形，實足爲該處風土之代表。雖吾人不能言其風土中之分子孰強孰弱，樹木受何種之影響大，受何種之影響小，而實敢斷言樹木之能生長，而獲有此結果者，即風土中各分子互相作用之現象也。故欲調查某處之生產力，即就地樹木已得之

成績爲標準，殆爲簡便可恃之法。例如甲地內，每畝於五十年間，生出杉木一千立方尺，則每畝每年之生產力爲二十六立方尺。乙地栽種經理杉木之法與甲地相同，而五十年間每畝僅生成八百立方尺，則每年之生產力爲十六立方尺。甲乙兩地生產木材不同之數，即兩地風土影響不同之處，亦即兩地生產力不同之處也。惟據此以斷定地方之生產力，有必須注意者三：

(一) 據爲調查標準之樹木，須知其生長期內，曾否受異常之變動。

(二) 須知樹木生長期內，風土之各分子有無變遷之事實。

(三) 據爲調查之樹木，須知其當時之年齡，曾已完全感受風土之影響與否。

樹木於生長時，如經受意外之刺激，以妨害其天然發育之程序，例如火災蟲害菌病獸害及管理錯誤等事。其結果即不能代表地方之生產力，調查時自當斟酌其妨害之程度而判定之，絕不得抹煞不計也。

風土亦有巨烈之變動，最著者爲土壤或以增益而改良，或以損傷而退化，要以樹木所得之結果，不足爲其地生產力明確之根據，此亦調查者應當計及者也。

又調查之樹木，若未達成熟之期，勢必考究其受風土之影響，已盡其全量與否。因樹木有幼年

生長強，雖不適之地，亦頗發育茂盛，俟後生長漸弱，竟至無良好之結果者，若第就其幼年狀況，以為調查之準，寧非錯誤。總之，依此方法調查風土，如先知調查地樹木生長之歷史，殊容易耳。

荒蕪曠野，既無森林存在，又無樹木散生，則草木生發之狀況，亦足為調查之南針，蓋草木之生長，確能表示其所在地天氣及土壤之情形也。例如濱藜 (*Atriplex*) 之種類，足表明為鹼性土壤，石南屬灌木，足表明酸性土壤，仙人掌及多汁植物，足表明土壤之乾燥。故由小植物發育之情形，能使吾人判定樹種之適否也。

依間接調查法，據調查地內已有之樹木為標準，則該地之生產力對於該樹種，固可以確實判定矣。設不用此已有之樹種，而以新樹種代之之時，必須知該地之氣候土壤。對於彼種樹木已得最良之成績者，不必適於新用之樹種。故於選定樹種時，當考察新種與吾人所據以調查之舊種，其造林上之關係如何，設兩者所需，絕不相同，新種之不可用自當知矣。

### 第三節 樹種與造林目的之關係

林業家選定樹種，總求適合於林地內之風土，而後可長成一完好之森林，前段既言之矣。惟林主目的所在，亦為選種時主要之標準。不然，選非所用既已與造林宗旨背馳，雖得佳種亦奚以為。造



林之目的不一，類別之如下：

一、經濟目的 即以產出木材及他種林產物爲宗旨，其造成之林曰經濟林。

二、保護目的 即利用森林發生之保護力，以維持其保護物之安全者，其造成之林曰保安林。

三、美景目的 即以森林爲觀賞之用，以增進人類社會之娛樂者，其造成之林曰風緻林。

造林目的，常包括以上三種之一，或統三者而兼有之。例如業園圃者，其選擇樹種，亦僅希望其長大成林，專爲禽獸棲息之所，並願得良好之木材及他項林產物。自來水公司之造林，固以保護水源爲主，同時亦希望樹木長成後能獲厚利。他如公有苑林及私有園林，其主要目的爲美景，而副目的爲林產物之收穫。以習例言之，造林者固常願其森林合經濟保護美景而三者備焉。

經濟目的 造林者注意經濟上之利益，於選擇樹種時，應注意下列之四項：

(一) 樹種於造林時需要之建設費，(即播種或植樹等用費)及將來之保護費及經理費。

(二) 樹木長成時，其疏伐小木材之價值。

(三) 樹木長成需要之時間。

#### (四) 樹木長成後收穫之價值。

森林收穫爲期甚長，故最初種植時之建設費極爲重要。如某林之生長期爲七十五年，造林時每英畝多費銀六元，若以復利五厘計算，則七十五年後，每十畝之收穫，非增加二百三十二元九角九分之多，方足相抵。惟輪伐期短之林，利金之數無多，建設費之增減，殊亦無甚關係也。譬以美國論，西部橡樹造林費須二倍於白松，設土壤均適於此兩種樹之生活，則造林者如輪伐期爲七十五年，其希望橡林收穫之價值，將必高出於白松之上，否則經濟上即不合算，所得利益不及種植白松之多。楸樹刺槐等林，充作電桿木柱用者，輪伐期多爲二十年，若造林費每十畝多費七元，以復利五厘計算，至伐期，則每十畝收穫僅增十五元九角二分，即可相償。由此可知建設費之大小與輪伐期之長短，具有密切之關係也。且人心所同，好喜近利，縱長期之林得利較厚，恆不得其林主之贊成也。若短期得利之樹種當具以下之性質：

(一) 初年之生長速。

(二) 小木材足能暢銷。

保護目的 樹種選充保護目的用者，至少須適於下列數項之一：

- (一) 遏制大風之速力。
- (二) 堅固斜坡之崩潰。
- (三) 防止土壤爲風雨所侵蝕。
- (四) 調和水流。
- (五) 改良土壤。

樹木中如松柏雲杉屬，及多半針葉樹種，以樹葉終歲不凋之故，最足防風，而以春冬兩季爲尤著。闊葉樹種如楓樹山毛櫸，其葉甚密，夏季禦風爲效頗大。反之稀葉樹種如白臘樹胡桃等殊鮮遏制風力之能也。

險峻峻嶺易於崩陷，深根性樹種如胡桃橡松樹等，有固定泥土之力，最爲適宜。淺根樹如雲杉樺木則無用矣。

於易受風雨侵蝕之地，則適用樹種，應具有形成樹冠鬱閉之能力，俾林內生成極厚之地被物，然後土壤可免侵蝕之害。陰性樹種如雲杉山毛櫸等爲最宜。

至林內對於水之效力，在能防制地面之洪水，俾河川無極端之漲落，而水流亦可源源不竭。此

等效力之大小，乃關於林木之高度密度及被地物之深淺者也。

美景目的 造林以增加地方之風致，則選定樹種時，殊無一定之限制，惟視林主之嗜好及樹種之美觀而已。此等風緻林之雅俗妍媸，專係乎樹種之配置合度與否，及樹種與風土相應與否。蓋山頂水涯，各異其趣，蒼松翠柏各有其特色也。多齡混交林，若使疏落得宜，則形態各別，顏色參差，自較單純林多娛目聘懷之處。如以選種論，則形態色澤葉形及配合力，（即與衆樹集合而別生雅致之謂）爲最當注意之點。通常造此等林者，先以本地樹種爲主，而以新樹種點綴其間，近世依此法行者頗多。

#### 第四節 樹種與林業經理之關係

樹種皆可養成喬林，其能充矮林用者殊屬有限。喬林者，即由種子生成之林，矮林者謂槎蘖生成者也。針葉樹不宜於矮林，以針葉樹中之能由樹槎萌芽者絕少，即有之亦毫無造林之價值。即闊葉樹中，適於矮林者亦少，而以栗橡兩種爲最。他如樹種以陰性、陽性之故，則有適於矮林中之喬林者，（即在矮林中特栽種子生成之樹木而伐期較矮林長者）亦有非生於保護樹下不可者，此亦不可不察也。

## 第五節 樹種與林地之關係

樹種與林地之關係，其最堪注意者爲土壤之水分與土壤之養分，設選定之樹種爲消耗地方者，勢必混交以能增進地方之樹種爲要。茲就關係之大者略言之。

樹木關於氣候之大者爲溫度。森林地方，每行溫度之差小，林內氣候比林外者晝較涼而夜較暖。林內氣候因季節而變化之度亦小，故每年平均溫度較低。林內溫度較曠野多百分之五至百分之十。雖吾人尙未確鑿證明森林影響於雨量之度，然樹木菁葱，長巨大地，雨水增多，亦爲理之固然者。蓋森林內或附近之地，空氣較涼易變雲爲雨故也。

森林最有關於土壤之溫度，能使土壤有冬暖夏涼之妙。森林內土壤之水分亦均勻，蓋林中土壤疏鬆多孔隙，易蓄水分，而殘枝敗葉紛積雜隙，既足減雨水之流洩，又足防止水分之蒸發，加以樹冠庇蔽，防止雨點之傾注，亦可以殺雨水猛流之勢。惟森林能使土壤含多量之水分，其效力僅存於土壤之上層，至下層則不必盡然。因樹木生活所需要之水分極多，此等水分類於地下深處得之，以使下層土壤易乾燥也。於高山之地，土壤易爲風雨所剝蝕而森林足以保護之，不僅使林內土壤增加，山下農田亦可免淹沒之患。如欲達到此等保護目的時，選定之樹種，以密葉而樹冠勻稱，且能

產生多量之敗枝落葉者爲最佳。

#### 第六節 樹種與其他事項之關係

商場之情形，亦甚與選種相關。如商場中以某種木材爲最利市，最有價值，造林時當以某種先居選擇之列。如煤礦附近及城市之區域，木柱薪炭需用最多，生長迅速之樹種，最爲得利。此蓋對於商情而言，至於樹木對於經理上之費用，疎伐小材之價值，抵禦災害之能力，類皆可引爲選定樹種時之注意事項也。



## 第二編 造林學本論

### 第一章 概論

#### 第一節 造林學之目的

造林學之目的簡言之可分爲二：

一、促成森林之更新。於造林之初，林業家所最希望者，在以少數之經費，於最短之時間內，養成一完美之新林是也。夫於全林更新時，若以人工植樹法行之，並施以墾地灌溉之工，未始非促成新林之術，然實際上絕無如此造林者，原以費用太巨之故。蓋造林者之希望，固急盼新林之速成，而經濟問題，亦不能不同時注意也。

二、增進林產之品類。木材之產額豐盈，品質優美，此爲造林者之最大目的。欲達此目的，要行



所謂疏伐修整保護之種種手續。蓋幼林新成，其中所生樹木，實不能盡爲造林者希望中之樹種。此等情形，不但爲天然造林時必有之結果，卽於人工所造之混交林中，殆亦不免此弊。迨數年後，幼樹生長漸大，彼此互爭生存，優美樹種往往爲惡劣者所排擠壓迫而死。故造林者必於相當之時施行疏伐，以取劣存良，除強扶弱，淘汰惡劣之樹種，使優美者得隨其生。如此林木之生長更加迅速，而生成之材木尤可得良好之品質。修整之法，常施行於疏伐之後，專就留存樹木加以整理，剪剔其亂枝枯條，藉以增進其將來之品質者也。至於保護森林，亦爲造林中重要之手續。蓋以火災蟲災菌病種種之危害，不僅能破壞森林之組織，亦實可減少材木之產額并損壞材木之品質也。

## 第二節 森林之根源

林木之生成，不外由於種子，槎蘗，伏條，根蘗，分根，及插條六種，此六者可稱爲森林之根源。

種子 種子爲造林主要之物，凡樹木統可由種子發生，針葉樹種之大部分，除種子外，幾全不能用他種方法造林也。

槎蘗 槎蘗者，謂由伐木殘餘之槎上所發之枝條也。利用槎蘗造林者，亦甚普通，若樹種得宜，管理合法，收效既速，獲利亦厚。如杉栗黃檀及櫟等皆爲此法相宜之樹種。

伏條 將嫩枝幼條屈伏於地，而於其一端被土，俟土中部分生成新根後，即將枝條切斷，使其母樹之枝條分離，此稱曰伏條。桑榆及檉樹等均可行之。

根蘖 根蘖云者，即由浮生地面之樹根發生幼條，可移之為造林用者是也。刺槐山毛櫸銀杏白楊泡桐等，即為利用此法有效之樹種。

分根 取樹之新根，切成小段，埋入土中，使其發芽，生長為一獨立之樹株者，曰分根。如泡桐櫻桃漆樹及刺槐等。

插條 將幼年枝幹斷之，插於土中，使生成幼樹者，曰插條。楊柳及法國梧桐等可行之。今我國各省於道旁河岸及寺院庭園等處，依此法以栽植楊柳者頗多。

### 第三節 造林法之種類

造林法大別之為三種：即（一）假樹木天然下種或萌芽之力，及保育野生樹苗以造林者，曰天然造林法。（二）以人工播種或植樹造林者，曰人工造林法。（三）合上列二種以造林者，曰混合造林法。

一、天然造林法 現世林業家多數之主張，皆以人工造林為主要之方法，而趨向於天然造林

者殊居少數。然通常言之，其不得施行天然造林法者，僅有下列數種之原因：

- (一) 母樹距離過遠，或結種子過少，不敷散佈之用。
- (二) 林地之土壤瘠薄太甚，天然下種不能發生或發生後不能成長。
- (三) 以作業上或經濟上種種之原因，須變更林地上原有之樹種，而另以新種代之。
- (四) 林地荒廢過甚，而無野生樹苗之時。

除前列原因外，無論林地如何，皆可以天然造林法行之。但天然造林之幼林，終難得有規則之發育，疏密不齊之弊，往往有之，其所以致此之故，原因殊多。如林地良好，且無甚崎嶇凸凹者，幼林樹木當可得稠密均勻之結果，反之，則疏密參差，全林殆呈一星散之象。他如土壤乾燥不等，光線濃淡不勻之類，皆足影響於天然造林者也。若林地內復受火災風災蟲災等害，以礙作業之進行，則天然造林之成效，更不易觀。且天然造林時對於特一樹種收效之難，尤為顯著。

吾國現在各處荒山童禿之地，固宜用人工造林法，然於野生樹繁茂之處，僅加以保育工夫，即可成林，此法利益甚多，茲舉其最著者如下：

- (一) 手續簡易 造林事業欲獲良好之結果，必須由專家先定一種精確之預算及具體

之計劃，否則鮮有不失敗者。然保育野生樹方法，至爲簡單，無論何人均能行之。至於人工造林，自採種育苗以至出栽時，手續煩雜，苟無周密設備，與嚴厲管理，必有許多之損失，例如種子發芽不良，苗木之生長惡劣是也。

(二) 苗木健全 由苗圃養成之苗木，栽植後因其性質與造林地之土質氣候不宜，而常有枯死者。然林地野生之樹苗，其土質氣候既均適合，且幼時原生於荆棘叢草中，其性質自較爲健全，故抵抗外害之力亦大。

(三) 費用節省 在童禿之荒山造林，須先以苗圃育苗，苗木長成時，其間所費誠屬不貲。僅就造林費一項而論，每十畝地，最少亦須在二十元以上，此外尚需管理等費，若利用野生樹，則僅需保護及整理等費，即可成林。

(四) 適於現在之情形 吾國現在以缺乏森林之故，直接間接均感有無窮之困苦。若專賴人工造林，因各種困難，成效實覺大緩。故研究中國應用之天然造林法，保育野生樹，實有相當之價值。其要點有二：(1) 野生樹高者約五六尺，低者亦有二三尺，稍加保護之功，即能鬱閉成林，否則屢遭無知鄉民斫伐焚燬，數年後，大好林地遂變爲童禿之山。(2) 目前我國林業情形，當注意

於救急之法，要在先使荒山生有草木，令其現一種蔥蘢之色。至於樹種有無價值，初時可不必十分顧慮，蓋有草木生存，土壤先不致流失，再進而整理選用優良樹種，養成美林，方為得計也。

至於保育之方法，最要者在防除人為之侵害。因野生樹未成長時，所遭情形如下：（1）被樵夫故意之斫伐，或於割草時無意中連帶受害。（2）被人放火燒燬。（3）因玩弄樹木時，其心芽及樹皮以致受損。凡此皆不知森林之利益所致。預防之法，須時對村民演講，使其了解森林之利益，以引起愛林之觀念，並將森林法及森林警察法，揭示於公眾往來之處，使人民皆知違犯森林法者與普通犯罪者同，均為世人所不齒。同時地方官應及自治團體，復嚴厲執行，然後違犯森林法之事必逐漸減少。惟有一點不可不注意者，即一般貧民生計及薪料，原以採割野生樹是賴，一旦禁止樵採，恐引起人民之惡感。是以最妥善者，莫如探區分保護之法，例如將全面積分別為甲乙等區，初次先將甲區封禁，俟其幼苗長大，不致受害時，乃開放之，而始封禁乙區。如此輪流，庶於地方習慣，及保全野生樹，二者之間得以兼籌并顧。

二、人工造林法 天然造林法之施行較易而收效較難，已如上述。故無論其施用之方法如何周密，林中空隙之地，終不能少此等缺欠，必須以人工補植之，始克完成其更新之業務也。

人工造林完全迅速，幼樹之樹種，可隨造林者之慾望定之。至如久廢之農田，廣漠之荒野，濫伐火燒之林地，除人工造林外，殆無第二方法。若欲改換林內之樹種，或變更森林之組織時，尤非以人工造林不可。

人工造林之利益頗多，茲舉其最著者如下：

(一) 天然造林法中，利用萌芽之法，概行於闊葉樹，針葉樹除杉與柳杉等外，概不可行。人工造林法則無此缺點。

(二) 天然造林法中，多利用天然下種，故非到林木結實年度，不能施行，即使在結實年度，其開花期不幸而遭春霜之害，則結果不足，亦為施行天然造林之窒礙。人工造林法則無此弊。

(三) 施行天然造林法時，通常必有母樹在林地內，以作保護幼樹之用，然陽樹幼時皆忌陰好陽，故凡嫌日陰之樹種，多以人工造林法為宜。

(四) 用人工造林法，其植樹佔領之地積相等，且初時植以強健同大之苗木，其生長亦較迅速，故欲期收利之早，亦不得不用人工造林法。

(五) 依我國現在荒山之情形，如荆棘滿望之荒野，土石流露之童山，其地既鮮樹木萌芽，

附近又乏母樹能自然分佈種子，則除用人工造林外，別無他法。

(六) 由造林費之一端而論，亦有用人工造林法為有利者，例如結實年度稀遠之種樹，如用天然造林，須多次補植，反不如栽植小苗木較為省費而獲良果。

三、混合造林法 森林內各部之情狀不同，造林者須按其情狀之宜，各施以適當之方法。故天然造林與人工造林，恆合而用之。如天然林內，生大空隙時，當用人工補之是也。茲將混合之種類分別舉之：

(一) 天然下種與人工播種之混合造林法。

(二) 天然下種與人工植樹之混合造林法。

(三) 槎蘗或伏條與人工植樹之混合造林法。

(四) 槎蘗或伏條與人工播種之混合造林法。

(五) 槎蘗及天然下種與人工播種或植樹之混合造林法。

天然造林失敗之地，可以直接播種法補之。惟施行播種時，要貴迅速。故於天然下種後，發見林內有缺乏之處，即行播種於該處，設一遲延，則土壤損失，雜草滋生，再欲播種，即較困難矣。樹山毛櫸

與楓，或別種有改良土壤效力之闊葉樹等，與針葉樹混生時，通常對於闊葉樹以天然法更新之，而以人工更新針葉樹。歐洲之樅林或松林中，若混生山毛櫸時，於伐木之際，每英畝常留山毛櫸四株至二十株，而後再以松或樅樹植之，其存留之山毛櫸以爲天然下種，故新林中山毛櫸常佔百分之五至二十。

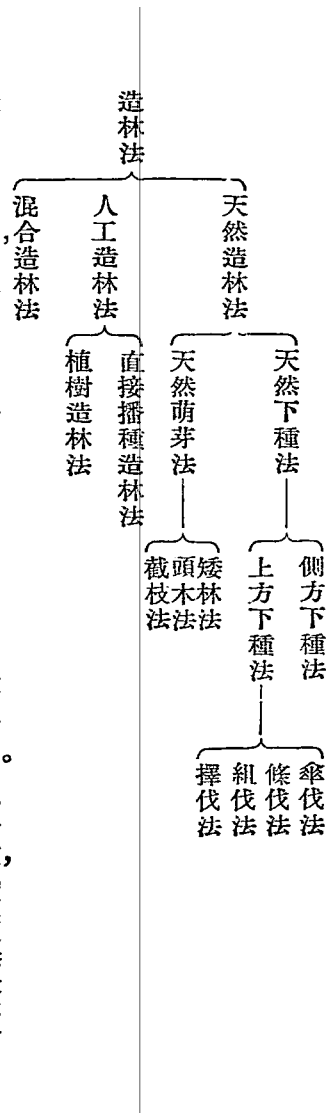
然天然下種失敗之地，類皆瘠薄乾燥之土壤，播種以補之，仍不敢保其必有成效，最合宜者爲植樹之一法。如混交林中，最良之樹種，因天然更新失敗時，當以人工補之。又原有之樹種不良，或林地偏僻之處，爲天然下種所不及，亦或母樹被風災或他項災害傷損時，皆爲人工造林與天然造林不能不混合者也。惟混合作業，要同時并進，設天然造林行之於先，人工施之於後，先後之間，相差太遠，必致天然失敗之空地，須以強大樹苗補之，果如此，則費用增巨矣。

#### 第四節 造林法之比較

造林之種類，大別有三，已於第三節中略舉之矣。而三者之中，各以作業不同之故，更分爲數種。此章所論，即專就各法之得失而比較之，以作造林時，選定適宜方法之準備者也。

茲將造林法及作業法種類列表於下：





造林法無通例，此近世德國魯斯氏 (Rons) 最有經驗之定論也。同一樹種，或宜天然造林於彼，而恰宜人工造林於此，於甲地利於播種造林者，於乙地則以植樹造林為最宜。故造林法之選定，實為造林家先決之問題。解決此問題，惟一之標準，則經濟與簡單兩大主義，實為其中樞。何法為最經濟，何法為最簡單，即何法為最適當者也。包括於經濟簡單二大範圍中之要素極多，而各要素影響之大小又各處各地變易不一。致經營造林者，對於造林法及造林時，種種之作業，絕不可率爾盲從，要必因時制宜，因地變通，以求適合於當地風土為第一妙訣。蓋成法不足為憑，藉於彼時彼地，雖已獲有良好之成績，而於此時此地實未必應驗如響，時過境遷之後，而其中必有變化，自當酌為變

通也。至已有成法，僅足供鑒鏡指導之資，斟酌損益仍在造林者自爲之。

然經濟主義，亦不容誤會也。若純爲節省經濟起見，至所造幼林，破缺不完，生長不旺，直可云全盤失敗，尙不如多費資本爲愈。歐洲林業發達最早，而造林方法現已精細異常。美爲新進國，對於林業尙多趨向於省費一方面，故失敗恆多。蓋經濟云者，非以節省爲主也，以省費而造成不完全之林，試單就其完好成林之面積與全部耗用之經費比較之，卽恍然而悟，其不合於經濟者多矣。

一、天然造林與人工造林之比較 於空曠之野地，既無林木生存於地面，又無樹木環生於其旁，或有之而樹種不適於造林目的之用，則固無所謂天然人工之選擇也。十九世紀之前，全歐洲恆以天然更新爲惟一之方法，而應用人工造林法者，僅以補天然之不足。而美國之利用人工造林，亦僅限於無樹木之曠野荒山草地，及被火災之林區，迨及今日，美國偏用天然法所獲之惡果，尙未得改良也。十九世紀之末，歐洲造林，漸用精細之方法，人工造林因以復興。其始也，施行直接播種法於荒蕪之地，而結果仍不足償造林者之希望，因之植樹造林漸發其端，初用野生樹苗，繼則專養樹苗於苗圃。斐爾氏 (Pfeil) 卽由苗圃培植針葉樹苗之先倡者也。十數年前，美國亦盛行直接播種造林法，於不加整備之林地，其結果乃歸失敗，因此之故，植樹造林法乃異常發達。歐洲今日於林地

更新時，常將林木全行伐採，而純以人工更新之，此法是否得當，尙待後來之研究。惟闊葉樹林，若皆伐更新時，則林地漸行退化，終必易爲針葉樹種，殆無疑矣。歐洲林業家反對皆伐更新者，近亦不乏其人，而提倡於混交林中施用天然法更新者，更有愈倡愈高之勢。惟此等方法，純賴森林經理學之進步，非於經理法特別注意不可。茲僅就選定天然或人工造林法普通注意之點，論之如下：

(一) 造林所需之經費。

(二) 造林所需之時間。

(三) 造成新林之性質。

(四) 造林作業之利益。

(一) 費用之比較 從理想上言之，天然造林自較人工造林費用爲少，而按之實際，亦有大不然者。蓋人工造林時，舊林可一次伐採，而天然造林，必存留一部份爲母樹，以備天然下種之用，至少必經二三次伐採，始得完全竣工。而於特別區域，尙須施行擇伐作業，漸將舊林更新。此等作業號樹（卽擇應行伐採或須經察閱之樹株附以記號，以便認識之謂）費殊屬不貲，而伐木費亦甚重。因於羣木中擇樹株而伐之，非手術熟練者不可，亦非多費時間不可，且有間斷之短工，比逐日從事

之長工，其價格必高，此皆大影響於伐木費者也。存留之樹，或生長衰弱，或招受風災，或以鬱閉開放過甚，樹木感受腐朽蟲蝕及扭曲破裂種種危害，統計之，天然造林，所受損失，必較人工造林費用爲多。且餘留之母樹，有時於新林造成後，不得取出，迨至新林成熟，再行伐木時，則已枯老無用，是此項樹等於完全損失矣。人工造林，其費用原無一定之限制，歐洲普通每英畝約需金幣四元，然亦有多至五十元尙不止者。美國平均每英畝約需金幣八元至十五元。日本普通每中畝合銀幣二元之數。中國情形與歐美不同，第就工人與地價論其費必較廉也。

(二) 時間之比較 使用人工造林時，舊林一去，新林即成，去舊更新，無遷延歲月之弊。幼樹生發，亦無先後遲早之差。雖有局部之種植不齊，而一二年後即可補足。至天然造林，則絕不能於一二年之間將全林造成，其能於十年內成林者，即爲特例，有需時二十年，甚至四十年者。設天然造林需時在二十年以內者，通常即以純齡林待之。

(三) 性質之比較 人工造林較天然造林不惟新林之養成迅速，樹木之分佈及大小整齊，而樹木早年生長亦旺，惟樹木易受外界之危害，且較天然生樹木其生長之衰弱及停止亦早。通常人工林多爲單純齡林，故生長量不易保持。反之天然林之樹齡既大小不同，而樹木種類亦多，自無

劇烈之生存競爭，故生長量可以持久。且樹木在其原生地者，根部發達，適合其天然之性。此歐洲近年來，於能施行天然造林之處，常趨向天然混交林也。

(四) 利益之比較。

(1) 人工造林，不受種子年之限制，因種子可於外境得之，或以往歲蓄之，以此之故，林地可預先規畫，以便按年造林。若用天然下種法，則純為種子年所限制，種子年無一定時，故造林進行亦無定規矣。此等利益，實於計算生產使用人工以及作業經理上，有莫大之效力也。

(2) 人工造林時，造林者可先預定計劃，以便於林業之經理。

(3) 人工造林時，幼樹易受霜害旱害火災蟲害及雜草害等，若柔弱樹種，有必需種植於保護樹下，始得生長者。

(4) 於人工造林之前。若伐採之林區過大，土壤暴露大傷地方。

(5) 人工造林，每畝樹木之數目常少，於植樹造林為尤著，其生成樹木幹必較短，而枝必較多。

二直接播種造林與植樹造林之比較 直接播種造林者，謂種子直接播種於林地以造成新林是也。植樹造林者，乃栽野生樹苗，或由苗圃養成之樹苗，以成新林之謂。由各國林業之沿革論之，其發達之始，類以直接播種法爲正則，而以植樹法爲補助之術，繼而植樹法盛行，而直接播種法幾歸無用。時至今日，林業家於二者之間已無偏重之弊，而何去何從，惟以適合於當時當地造林之情形爲依歸。就常例言之，植樹爲最快最易且最安全之方法，而經濟問題，亦爲選定此法時應行注意之事。設於適當之區域，土壤良好，樹種得宜，直接播種法，費用常少。若於以下情形時，則植樹法較易，成功且省費用。

- (一) 植樹於低濕地及無保護樹或雜草繁殖之地。
- (二) 於陽性樹林內，易爲雜草灌木遮蔽之空隙中，施行植樹法。
- (三) 植樹於表層堅硬，或土壤瘠薄，而受暴露及疏鬆之沙地。
- (四) 植樹於易受風化作用，及雨水沖擊陷落之地。
- (五) 植樹於天然造林，或人工造林失敗之地，以爲補充之計。

夫老白令氏 (Tombling) 謂：播種稠密時，其利益較植樹爲大。原因樹木互競生長之地，弱者

自然爲強者所壓擠而死，其結果則養成樹木，強壯異常，植樹造林既不得如此之密，則養成之樹木，自當較弱矣。夫氏主張之理論如下：

- (一) 惟樹木幼年稠密之部份，能得最美之結果。
- (二) 因植樹造林，其樹間距離，較播種時寬，故播種造林爲合於前條之理。
- (三) 遇有特別情形，常使植樹造林爲必要之方法，設非爲此等情形限制者，應行播種造林法。於二法選定時，最當考究之事項有三：

(1) 費用之多寡。

(2) 鬱閉之遲速。

(3) 新林性質之異同。

(1) 費用之多寡 於種子價廉，而林地無需整理時，直接播種造林費常少。蓋種子及整地費，實爲此法主要之支出，種子價貴之處，施行此法，常有較植樹費用反多者。例如一九一三年，雷理氏 (Grealey) 於美國國有林中試驗二法之報告云：用播種法造林，其成林之成數爲百分之二十，同時用植樹法者爲百分之七十五，前者造林，平均每英畝用金幣四元，後者金幣十元。按此計

算，播種造成之新林，每英畝當費金幣二十元，而植樹造林者每英畝爲金幣十二元五角餘，是植樹造林之費用，實際上反較播種爲省矣。然美國施行播種法失敗之多，并不得歸咎於法之不善，蓋亦用之不當耳。設增加整地之工，講求保護之法，俾林地土壤適於種子之發芽生長，則平均費用，實較植樹法少也。

(2) 鬱閉之遲速 直接播種造成之幼林鬱閉緩。植樹造林之幼林鬱閉速，大半針葉樹，樹距爲五尺半，約六年至十年即可鬱閉，同一樹種，每畝株數相同。若播種造林，非十年至十五年不得鬱閉也。闊葉樹幼年之生長速，故鬱閉需要年限之差，不如針葉樹之甚。若林木早得鬱閉者，於經濟上最有利益，設林地暴露於陽光風雨，致有衰敗之患時，則鬱閉之遲速，實一選定二法之主要事項也。

(3) 新林性質之異同 用直接播種造林法，樹木卽生長於其種子發生之原地。若施用植樹法，則樹苗移栽時，損傷難免，其生長必受暫時之妨害，若遇旱年，僅生直根而少側根之樹種，其受害頗巨，此植樹造林不如播種造林之處也。

然植樹造林，樹距均等，易獲完全成林之效。而播種法則不然，其造成新林能鬱閉全林者甚少，



非此部太稀，即彼部太密，設欲改正之，除補栽樹苗外，惟移植密部之幼樹，以彌補其缺，此則播種造林之弱點也。

## 第二章 森林之組織

### 第一節 單純林與混交林

森林以林相之不同，區別爲單純林與混交林二種。以一種樹木成立之林曰單純林。以二種樹木以上成立者曰混交林。單純林多於高山及寒冷之地見之，未見有生於熱帶中者，即陰性樹種於熱帶中組成單純林者亦屬罕見之事。以現世存在之單純林論之，其原因有二，即非由人工特別造成者，則爲樹木自然競爭之結果。蓋樹種既有陽性陰性之別，樹木羣生之時，自發生彼此競爭之現象，生長愈盛，則競爭愈烈，而陽光亦愈不足用，故卒至最陰性之樹種，戰勝天演界而形成一單純林也。

森林之組織，亦計劃造林時之重要問題。欲解決此項問題，當具有下列之兩種智識：

(一) 熟悉林地內氣候土壤之情形，以判定各項樹種於混交後能否爲同等之發育。

(二) 熟悉樹種之習慣及其生長之性質，以判定其造林時將如何組織方得最經濟之結果。

詳言之，即能解決應用之樹種，乃造爲單純林有利乎，抑混交林有利乎之問題也。

樹種於其生長及發育上之需要物，并其所需之分量，各不相同，於高度生長，直徑生長，及體積生長之量，亦各不同。若者生長速，若者生長緩，而性質之習陰習陽，生命之或長或短，更各有殊異之點。故樹種有生於單純林中而收效者，亦有非與他樹種混交栽植不克自存者。歐美各國，以人工造林者多趨向於單純林之組織，如歐洲之蘇格蘭松及雲杉林，美國之紅松白松及黃松等林，即最著之例也。其原因，一爲單純林以人工造林易，一爲此等林之幼年生長速而整齊，且可得厚利之收入。若混交林，則於管理保護各方面，困難叢生，緣全林之樹種既雜，而待遇之方法自煩也。然近年以來，歐洲各國經蓋爾氏（Gayer）之指導，已對於單純林起反對之影響。現時造林者，即陰性樹種如雲杉之類，亦漸混植以百分之十至十五之闊葉樹種。美國近年造林亦利用寬闊之樹距，及林內之空隙，使天然飛落之種子，生成幼樹，以與原植樹成混交林之組織。設此等天然生之幼樹，不至過多，而種類亦佳時，亦可矯正單純林之弊也。

單純林之利弊。

一、單純林之利。

(一) 管理簡便，疏伐時勿須用精妙手術之必要。

(二) 設樹距之遠近適宜，天然修整較混交林中有均平之利益。

(三) 造林時可選定商場最貴之樹種，故產出木材獲利較厚。

(四) 更新易，費用省，得養成完全之幼林。

## 二、單純林之弊。

(一) 不能維持及增進土壤之肥沃，於稀葉樹種為尤甚。

(二) 增加火、蟲、風、菌等之危害。

(三) 不克完全利用林地，故木材之產額較少。

## 第二節 混交林之組織

林業若得適當管理時，任何樹種統可以混交林之方法行之。混交得當，則樹冠完全鬱閉，保存土壤之功效特著。混交之方法不一，或為單株混交，即以一種之樹與一異種者交相種植是也。或為行列混交，即以同種樹為一行，使與異種樹之行列相交是也。又有各以同種之樹為一組，使此組與異種之組混交者，名為成羣混交。於行列及成羣混交林中，其每行每組即一小單純林也。至各組之

大小形狀，或有一定之限制，或可任意爲之。混交之時期或暫或常，應用之樹種或同時種植使生成純齡林，或分期種植使成多齡林。此種種方法各不相同，皆爲造林者所當先知者也。

組織混交林之規約。

1. 蓋雅氏 (Gayot) 所定者如下：

- (一) 土壤及林地之狀況，應使選定之樹種得自然發育之便利。
- (二) 樹種混生不得損傷土壤之生產力。
- (三) 每樹種當佔有其生長需要之土地，陽光空氣等之供給，當於其生長期內始終無缺乏之虞。

2. 海爾氏 (Heyer) 所定者如下：

- (一) 混交林中之主樹，當具增進或改良土壤之能力。
- (二) 陰性樹種之生長速度相同者，固可彼此混交而生，否則必將生長緩者先期種植，或增大其混交之成數，亦或對於生長速者，施以諸種修剪方法，如截短枝幹斬伐樹頂等類，以壓抑其生長。

(三) 設稀葉陽性樹種之高度生長速，或種植早亦可與陰性樹混交成林。但陰性樹之高度生長比陽性樹更速時，則此陰性樹必成爲林中之主樹。

(四) 通例陽性樹種不得造爲混交林。設土壤肥沃時，此等混交林亦非不可行者也。

(五) 陽性樹混交於陰性樹中時，通常以單株混入爲宜。

### 第三節 合法混交林之利益

混交林之組織固難，然使樹種得宜，混交合度，其利益當如下述：

一、樹木混交待當，可完全利用地力，并增加木材之產額。

二、淺根樹與深根樹混生，可減輕淺根樹之易受風害。

三、柔弱樹與強壯樹混植，待減少霜害及乾旱等害。

四、菌病蟲災等，對於混交林爲害常輕，以種樹不一，害於此者不必害於彼也。

五、減輕火災，火災對於針葉樹林爲害頗易，使混交以闊葉樹，其害可大減。

六、混交林得生於瘠薄之土壤，爲單純林所不能生存者，蓋以各樹種插根之深淺不同，需要之

養分亦異，彼此可互相補助調劑也。

七、於混交林中得加入利用小材之樹種，即該樹種之木材，不待長大，而可得良好之價值者，俾疏伐時收入增加。

八、設種樹之選擇差誤，可容易更正之，因於疏伐時，可將劣種除去也。

九、如造林以美景爲目的，混交林最爲美觀。

#### 第四節 純齡林混交法

於純齡林中，施行混交之方法，大別之爲三：

一、單株混交法 此法困難之點，即選擇樹種是也。通常應用之樹種，必其高度生長及樹冠發展各各相等，始可施行此法。造林失敗者，即因此二者未經周密考查之故也。最妥善之法，以各樹種等量混交爲要。亦有於林中，混生以少數貴重樹種，於伐木時可獲利較多者。但此等副樹之距離，須在二十尺或三十尺以上，而主樹之高度生長不得過速，方可以此法行之。吾人於混交林中，所當注意者，即勿混以過雜之樹種，以混交之樹種愈雜，則收效之結果愈不能確定也。

二、行列混交法 行列混交法，似較前法稍佳，但每行異種，若統望其生長成林，皆達最後之伐期，確甚困難。最善者莫如每三行或三行以上更一樹種，使與成羣混交林之性質多少相同。用此法

時，設主樹爲柔弱樹種，當於每三四行間植強壯樹種一二行，借以保護及補助柔弱樹木之發育。

三、成羣混交法 成羣混交法爲人工造林最完善之方法，亦爲最能利用地力之方法。但每羣不得過大，過大即各成一單純林矣。要之，羣之大小，全視乎林地之狀況，及樹種之性質而定。造林者要不必拘定其大小形狀，須因地制宜，隨時交通可也。蓋於純齡混交林中，欲其混交之規則，永遠不亂，實爲最難能之事。以樹種之習陽習陰，生長之或速或遲，以及對於風土之感應力或大或小，各不相同故也。

### 第五節 多齡林混交法

種植混交林時，設選定之樹種多屬陽性，則當使用多齡混交法，更以陰性樹種生長於其下。於此等林中其年齡之階級可分二種，一年齡高者爲先期種植之陽性樹種，一年齡低者即後生之陰性樹種，此二種階級相差之年齡，以樹種及林地之性質形勢而異。例如美國東部落葉松與糖楓所造之多齡混交林，其年齡之差爲自二十年至三十年。其法於二三十年前，先造純粹落葉松林，俟鬱閉漸疎，不克保護土壤時，即再植以糖楓。而在歐洲則橡與山毛櫸常生成多齡混交林。



### 第三章 造林前應考慮之事項

#### 第一節 造林事業之次序

造林事業，當未着手之前，必須研究其材料之性質與勞力供給之關係，且須斟酌其事業是否限於一定時期，及與他種專業關係如何，然後決定其次序。大抵補植及撫育須及早行之，蓋此種事業，如誤其時期，則不惟多需費用，且難得良好結果也。又其林地，如因放置過久，必有損害地力之虞，故造林之着手，尤宜從早。此外對於各樹種切毋誤其時季，否則難免於失敗。例如落葉松，若非於發芽前栽植，則結果不良，杉及松樹雖稍遲亦無妨害，故落葉松之造林，宜比杉松早日着手。至於落葉闊葉樹之造林，亦應比常綠闊葉樹為早也。又春季之植樹宜早於播種，平地及低地之造林，宜早於高地，是為造林上之原則。此外尤宜於春秋二季適當分配其業務，使天然與勞力得最經濟之利用。

#### 第二節 造林地之情形

凡造林地如為乾燥磽瘠及易生雜草者，則宜密植。若自林產物需要之關係言之，亦與造林計

劃有莫大影響。如造林地與市場接近，則不惟運輸便利，且小材之需用亦巨，而價格昂貴，故以密植爲得策。如小材之用途狹隘，反以下草之利用爲多，則種樹宜疏。此外如多雪之地方，因樹木有雪倒之虞時，亦以疏植爲宜，蓋使樹木生長健全，其抵抗雪害之力亦大也。若遇在野獸之害甚多之處，則宜密植，以免因受野獸食害而生甚大之隙地。即自木材運輸之點言之，亦應有綿密之注意，例如在山腹造林，當上部伐採之時，轉運木材必須通過其新林，如此則行列間宜廣，且行列之方向亦宜自上而下。又林緣部之造林亦宜密植以防暴風之害也。

### 第三節 造林之設計

實地造林設計之先決問題，即爲造林時所用之樹種也。而樹種須採擇其與該地之風土適宜者，固不待論。惟某樹種是否適於其地之風土果何由而決定之乎，曰造林地上及其附近自然生存之樹種，即適於其風土之樹種。當造林之始，即宜自此等樹種，擇其造林容易，生長迅速，材價昂貴者用之。雖然，若生育於該地之樹種中，未有能適合於此條件者，則宜另行選擇。若該地有某樹木，雖非其地固有之樹種，若能稍加保護，即適合於上述之要件者，亦非不可用也。例如就江浙二省言之，雖楮楠等爲適合於風土之樹種，然因其爲陰性樹，如供初次造林於裸赤之山地，必難期其有良好之

成績者，且生長甚緩，故雖係風土適宜材價昂貴之樹種，亦不宜栽植，不如先植松、櫟、楊等較爲適當，迨其成林後，再植常綠闊葉樹，方能有濟也。又松、櫟、楊三種樹木，雖均可用，然宜自消費方面加以觀察，擇其用途最多者而植之。蓋各樹種，無論如何適應其地之風土，造林如何容易，及生長如何迅速，苟其木材不能爲經濟之活動者，皆爲造林上不適當之樹種也。但所謂經濟活動，常與交通之便否有關。當文明未進步之時代，或窮鄉僻壤之區域，木材之用途，僅以供給附近村莊之薪炭爲經濟之活動，然在工藝發達之地方，道路開闢，木材之需要既增，運輸之能力益大，昔以薪炭林爲利益者，今反以造成建築用材與工藝用材爲利益矣。

## 第四章 天然造林法

### 第一節 天然造林法概要

天然造林，約言之可分爲三大類：卽由種子下落後發芽成林者曰天然下種造林法；由母樹斬伐後，生發枝條成林者曰天然萌芽造林法；至竹林由地下根莖發生之筍而成林者曰竹林更新造林法。

然萌芽造林法，多限於闊葉樹種，針葉樹中除杉樹外，其真有萌芽力者絕少，卽有之，而於造林上亦無價值之足云。

### 第二節 天然下種造林法

用此法以養成之幼林者，全由於林地上原有之樹株結種後，自然下落，遂卽發芽生長而成爲另一代之新林。其產生種子之樹株曰母樹。以母樹存在場所內地點不同，可分此法爲二種，卽母樹爲在於林地內者曰上方天然下種法，其存在於林地之周圍或側方者曰側方天然下種法。

一、上方天然下種法 屬此法者，母樹生存於林地之上，除下種外，又可爲新林之保護樹。在原生林中，樹有老死或病死而仆者，左近樹株，遂落種於其空隙之內，而幼樹生焉，設無外力以破壞之，則生生死死，新舊代謝，宛然一有條不紊之上方天然下種生也。惟此等現象進行極緩，林業家絕無任其自然之理。去舊更新，自必佐以人力，始合於經濟之目的。茲將天然下種造林應需之條件列下：

(一) 母樹必具有產生良好種子之能力，且產量必敷造林之用。

(二) 林地土壤必適於種子之發芽。

(三) 幼樹必得充分之陽光，以資其生長，穉嫩時，必得適當之保護，以抵禦外界之危害。

(四) 不得暴露林地於日光風雨之中，使超過於適當之度，致減少土壤之富力。

以上四條，爲下種造林必需之事項，設有缺乏，必以人工補救之，方爲得當。

上方天然造林法可分四種如下：

(一) 傘伐下種法。

(二) 條伐下種法。

(三) 組伐下種法。

#### (四) 擇伐下種法。

此四種常無明確之區別，并於造林時常相連合，今分別論之：

(一) 傘伐下種法 林內樹林，以年級不齊之故，顯分為若干部分，每部分之樹木其年齡大概相同。於此同年級之部分中，先將老樹抽伐存留母樹，由母樹下種後，生成幼林，此等施行造林之部分，曰更新區，此法稱為傘伐下種法。以存在之母樹散生於更新區中，距離較均，而幼樹即生於其遮蔽之下，賴為保護，其形式作用，猶若傘然，故名。此法養成之幼林，其年齡疏密無大參差，而更新作業之手續亦較他法為有秩序，其作業手續可分三步：

預備伐 凡樹木於其生長上，各有一最適當更新期，此期之遲早，雖因樹種及地方各有不同，而普通則近於樹木高度生長終止之時。由學理一方面言之，此期為樹木更新最良時期，然以經濟上管理上種種之關係，殆不能見諸實行也。且以種種妨礙之故，母樹於更新時，或不能生產足量之種子，亦或更新後，土壤不適於種子生發之用。預備伐者，即破除此等困難之方法，施行於更新之前，先擇取不良之樹木伐採之，借予林地及母樹以適宜之情勢，同時并預定母樹之分布，以為將來伐採存留張本，此伐須一次或多次行之，要視各樹之狀況而定也。

土壤適於種子發芽與否，爲下種最要之事。若密林中腐植質及落葉層蓄積過多，種子發芽後，不得與礦物質土壤相接，終不得生成新林。故必於下種前預伐樹木，俾林地得受適當之陽光及空氣，以促腐植質之分解也。預備伐施行之輕重，要以舊林鬱閉之疏密，土壤之性質，及林地之氣候爲準。鬱閉密則預伐當重，反之則輕，甚或無施行預伐之必要者。石灰質土較粘土腐植質之分解速，故預伐亦須輕，冷濕之地如高原、深谷、湖邊、北向地等場所，預伐當以重爲宜。若雜草易生之地，預伐絕不宜過重，重則空隙大，陽光過足，雜草繁生，必爲將來幼樹之害。

樹木生長於鬱閉之中，若驟然抽伐多株，僅存留下種之母樹，一遇暴風，必受摧折，欲免此害，要於下種之前，漸將鬱閉開放，行所謂預備伐者，使將來擇留之母樹，得先發展枝幹，以增其抵抗風害之能力。故預備伐之施行，對於淺根性樹種，及樹木之生於密林中者，尤爲重要。

樹林之種子年各不同，行預備伐時，即注意種子年相同之樹。平均存留之以作將來之母樹，殊於更新時有莫大之助力，此亦預備伐利益之點也。

下種伐 下種伐，施行於預備伐之後，當樹木多半及種子年時，於種子下落前後，將樹木除規定爲母樹者外，悉行伐去，以擴大種子生發之面積，此伐即名爲下種伐。此期伐採之樹木，必須於種

子未發芽前移去之。而存留母樹之疏密，以樹種林地情形及預備伐之輕重不同，要須於林地上布散均勻爲主。

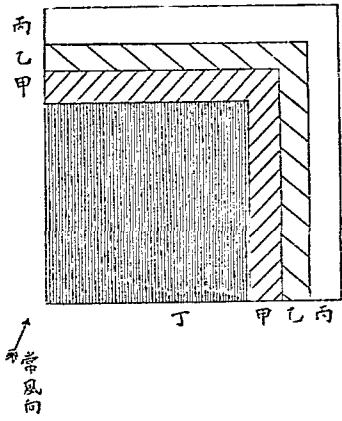
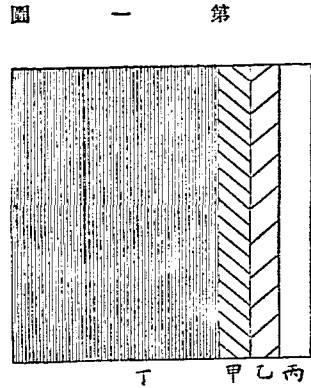
終伐 自下種伐後，以至母樹伐去時。其間之伐木作業，統稱之爲終伐。終伐於幼樹生長二三年後，勿須保護樹時，要漸次行之，總以勿害幼樹，勿傷地力爲主。終伐最後一次，其母樹移去所生之空隙，要以人工補之。自預備伐以至終伐，通常自十年至十五年，此時期統稱曰更新期，於此期間伐採之樹，總稱曰伐期收入。

(二) 條伐下種法 此法爲傘伐法之變形，其作業之手續相同，惟範圍收縮爲條狀之小面積也。法將更新區，劃分爲若干之狹條，按條施行更新之手續，通常於更新區內以三條同時行之，一條行預備伐，一條行下種伐，而他一條施行終伐。如第一圖甲條爲預備伐，乙條爲下種伐，丙條爲終伐，丁爲未經伐採之林地。其條內施業之事務，一如傘伐下種法。條之長無限，而曲直亦無定，寬狹雖亦無一定之範圍，然有主張不超過於樹之高度者，通常條之起端，始於常風向之對方。

此法之利點，爲於更新失敗時，其蒙受之危險小，蓋一時更新之區域不廣故也。

(三) 組伐下種法 施行傘伐下種法時，往往於下種伐後種子之散布不均，而生成幼林致





法 種 下 伐 條

多空隙，迨及母樹第二次種子年時，而空隙之地，以陽光透入之故，久已遍生雜草，足為將來種子發芽之障礙，至有不得不以人工補助之時，此等弱點，引起多數林業家主張組伐下種法。此法於傘伐之一大更新區中擇數小部分先行更新，使更新成功後，再就各部分之周圍向外擴張，如第二圖所示之形狀，繼續進行，以致各部聯接後，則全區更新矣。此法之全無更新期，為三十年或三十年以上，故生成幼林為多齡林。

(四) 擇伐下種法 此法為

天然造林最易施行之方法，惟林齡參差無規則之可言。全林無一定更新期，其樹木之斬伐，全以成熟為斷。因此每次伐林無多，林中亦無過大之空地，老樹伐後，其跡地即藉附近樹木散布之種子再生幼樹，故林中樹木，實包括一年生至達伐期之各年級。此法固無劃分全林為若干更

新區之必要，但為實際上便利起見，常劃全林為若干區域，各區域按年擇伐之。即本年擇伐甲區，翌年即移至乙區，如此至各區伐遍然後週而復始返歸甲區。天然林中新舊更伐之法，與此相似，而差異之點，僅在一為老樹之枯朽，而一為老樹之伐去是也。此法於保安林行之為最宜。

二、側方天然下種法 屬此法者，林中更新區域之樹木，全行伐去，養成幼林，全賴更新區外樹

圖 二 第

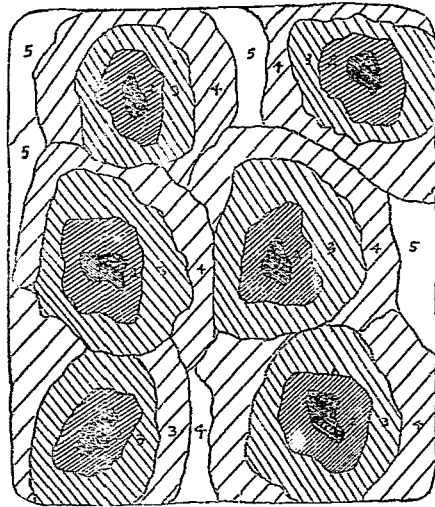


圖 面 切 之 種 下 伐 組

木之種子於側方傳來，故種子要具有極大之飛散力，而散布全林需年亦久，林地暴露，雜草蕃滋以致下種年度，有必須整地之時。且幼林上方無保護之母樹，易受霜旱等害。以此法造林，實難獲勝算。惟樹之種子輕或有翅，且幼年生長極速者，以此法行之，并於作業時縮小更新之區域，亦未始不可也。

### 第三節 天然萌芽造林法

此法僅限於根幹或枝部有萌芽力之樹種能行之。闊葉樹中適用此法者頗多，針葉樹則甚屬罕見，所知者，惟杉樹及柳杉而已。萌芽造林法可分為三種：

一、矮林萌芽法 此法利用伐木後，餘留之樹槎，於槎上萌芽而成新林，主用之樹種為闊葉樹，以橡栗之屬為最。此林生成之木材，主充薪炭材，杆柱材及小木材之用，而利用樹皮以製硝皮質者，亦用此法行之，故有矮林之稱。我國木材缺乏，各地皆然，薪炭之需，日形緊要，杆柱等小用材，其價亦日見貴騰，故矮林作業，頗為今日造林重要之方法。更就獲利遲早言之，此法亦甚有注意之價值也。

全林未斬伐之前曰母林，母林可以各種方法造成之。斬伐後樹木殘餘之部分曰樹槎。由樹槎周圍發生之枝條曰槎蘗，槎蘗由樹木之不定芽或伏芽生成。斬伐樹槎最良之時，為樹木高度生長

最盛之時期，在此時期內樹之萌芽力極強，故可得最良之樹槎。反之則萌芽力弱，既不能得健全之樹槎，更難將來槎蘖之強旺也。

樹槎之斷面，最宜平滑，故須以銳利之鉅斧等器具用力切之，務求一斬而成。若用鋸時，則斷面粗糙，雨露停滯，易致腐朽。大傷樹槎之萌芽力。設不得已如遇樹木粗大時，鋸後當用刀斧等平之方可。總之，樹槎之斷面須平滑，周圍之皮部要不受損傷，此為最當注意之事。樹槎之形多切為斜面，樹大時亦可切為脊形，惟絕不宜由兩面向下方內切，使槎之中央成一凹形溝也。

斬伐樹槎，以低接地面為主，初次可就低於地面處切之，如此新發之槎蘖，下部得以生根，不但槎蘖可得安全生長，並能延長槎蘖之生命。嗣後斬伐新槎，須較舊槎漸高。其斬伐相隔之年度，以造林之目的各有不同，要以生產材積最多之年為普通，亦有以特別之目的，其年度不循此例者，如柳條林及供製硝皮質之剝皮林是也。

橡樹類之薪炭林，大約於植後十年，乃至三十年，行最初之伐木，以後六年乃至二十五年再行之。樹槎之生命，雖因樹種及林地之適否不同，通常在八十年以上，亦有當初次斬伐樹槎之前，於樹木生長二三年時，將樹木斬伐，以增進其萌芽力，俟此芽長成後，始行樹槎初次斬伐者。

矮林伐木之季節，以早春之季，樹木將開始生長時爲最良。但以勞力分配之故，可於秋季行之。他如柳條林，當以八月間行之，始可得上等純白之枝條。而中歐之剝皮林，則行之於五月至六月之間，以經濟關係之不同，是亦不能一概論也。

二、頭木萌芽法 此法於樹幹上，按一定之高度斬去上部，通常之高爲三尺至七尺，由此斷口萌芽而成新林，以爲將來伐採枝條之用。幹之斷口處，以漸次斬伐之故，遂形成爲人頭狀，故有此名。生長於路旁河岸之楊柳刺槐等多以此法行之。

三、截枝萌芽法 此法專供生發枝條之用，而幹之全部保存之，新林由枝之斷口萌芽而成。歐洲行此法者爲橡、榆、白楊、白樺等，供產出桿棒材及家畜飼料之用，大約每年一年乃至三年行一次之斬伐。

#### 第四節 竹林更新造林法

竹林與通常森木不同，由地下根莖（卽稱竹鞭者）發生之筍而成。發生之年，伸長二十至八十餘尺，經三四年生長成熟而達於伐期。

竹林更新，係一種擇伐法，每年或隔年擇伐三四年生以上之老竹，由地下莖出筍成竹，以維持

林相與前述之矮林由伐採跡地之林木萌芽成林相似。故竹林更新，謂之擇伐矮林更新法可也。然前述之矮林，係由伐採之根株萌芽，故根株宜善爲保存，竹林則否，截口以下，竹幹之部，毫無萌芽作用，其能生筍成林者，係未經伐採之竹鞭，故已伐之根株，宜破碎之，以速其腐朽。且伐採時期亦異，矮林宜注意於根株萌芽，竹林則注重於竹材品質，就竹林之性質而言，實自秋末至冬間爲最良，然亦有適於竹筍發生之時期伐採者，但亦不過偶然之例耳。

## 第五章 人工造林法

### 第一節 種子之需要

種子需要之緩急，與林業發達之遲速爲正比例。歐洲各國，樹木種子早已加入於商品之列，貿易場中不乏販賣種子之商賈，舉凡價格信用名目等事，無一不循商業之正軌。至美國於近數年間，林業勃興，種子之需要驟增，市場中始有販賣種子之商業，雖種類漸備，足應社會之需，然價格昂貴，漲落無定，尙不能與歐洲市場中比也。中國林業前途，方興未艾，種植之事業必歲有進步，苗圃之設置，將逐漸增加，樹種爲造林主要之根源，購求者必日見其多，爲實業計，爲經濟計，樹種一物，將於中國商業中占一重要之位置，海內人士可急起圖之。然近已有農業機關，代售樹種之處，而商家經營者亦兼而有之。惟種類無多，信用不著，採集處理檢驗保存之法，尙無注意之者，至價格奇高，更不待言。故有志中國林業者，當力謀種子供給之法，實爲固本清源之道也。

### 第二節 種子之來歷

種子爲久工造林所必需，計可於下列三者得之：

(一) 販賣種子之商人。

(二) 採集種子者。

(三) 親身採集或指揮工人採集。

以吾國現狀論之，種子無供給之源，即有之而價格高，信用小，欲得種子，只有自行採集，或指揮工人採集之一法。若需要之種子多，即可於附近之處採集，此法且甚適當。設需多量種子於遠方之時，可當種子未熟之前，在該處覓求人夫給以時期，定以價格，使其照數採集，而給資購之，亦可省費。定購樹木種子於國內或國外之商販，要先通知於種子未熟之先。若待種子收成數月以後，不僅價格必高，且不必如願以償。蓋樹木種子，苟無特別之保護法，不易貯藏，採集者恆按照願主者訂定之數，量出爲入，以定採集之多寡，并無有多量之盈餘，因盈餘之種子，幾等於廢棄故也。

### 第三節 種子之性質

無論種子之來歷如何，其性質最當注意，苗圃及播種造林之失敗，因於種子不良者甚多。樹木種子較農作物種子，損壞頗易，而重量大小及他項品質變異亦多。茲就關於種子之性質者述之於



后：

一、種子之出處。

二、種子之成熟及年齡。

三、種子之大小及重量。

一、種子之出處 樹木本有之劣性，及感受風土之影響，能遺傳於其種子，設採種時不加注意，此等遺傳性之發現，實爲造林失敗之一原因。老年或幼稚樹木，亦常結多量之種子，但種子之具有最良性質者，仍當得之於中年強旺之樹株。惟年齡之關係，不及風土及樹木本有之劣性，影響於種子之甚耳。數十年前，無研究種子者，對於風土之影響，及母樹之遺傳，意見分歧，近已證明（凡母樹感受風土影響而生成之特性，能遺傳於其種子云云。）而遺傳性影響範圍之大小，歐洲各試驗場中，於近三十年內，多已特別注意。德奧法及瑞士等國之林學家，已得正確之結果，足以證明遺傳之非誣矣。總之，本境天然產生之樹木，最爲良種之出處，卽不得已而求之他方，亦必氣候土壤兩無大差始可。若夫採之高山，播之平原，或採之極南，播之極北，絕難得良好之成績。至矮小卑劣之母樹，其種子更不適用，亦可知矣。

二、種子之成熟及年齡 採集種子，必先行之於其完全成熟以後，否則種子發芽力小，而產生劣弱之幼樹，故購買種子，最當知其採集時已經十分成熟與否。至種子成熟後，採集愈早，種子愈良。樹種中如橡栗楓等由果實之色澤，可鑒別成熟。大半針葉樹種可由其種子之色澤鑒別之，採集針葉樹種子，恆於其果實猶帶綠色時行之，蓋延期過長，或俟顏色已變，則採集之際，種子有多半喪失之虞。未熟之種子，重量輕，貯藏後，其種仁必生縐摺。據試驗家云，採集種子，寧失之太晚，不可失之太早，針葉樹尤為顯著，蓋晚不過漏失種子而已，對於性質無大礙也。種子發芽力最大之時期，多與其成熟之時期相銜接，但亦有於成熟後，必須放置多少時日，始得具有發芽力者。種子一逾其發芽之正當時期生機日減，其減少之度，關係於樹種及貯藏之方法各有不同。故需用種子時，以新者為最佳，設用陳種子時，則播種之時必須試驗其發芽力也。

適於採集種子之母樹，其年齡因樹種及立地各有不同。普通言之，樹木達生長最盛時期，始達樹木之完全成熟時期。樹木生長達完全成熟期，而年年或於一定年度為規則之結實者，為適當採種之母樹，樺白楊赤松黑松等由二三十年生起，已達成熟期。如杉樹則三四十年生後始漸達成熟期，白松唐檜等其樹木成熟期當在四五十年生。

德國一般針葉樹，適爲母樹之年齡爲自七十年至百年，櫟及楠以八十年乃至百五十年生爲最良，其他闊葉樹年齡，雖可較幼，然亦不可在五十年生以下。日本之母樹最良年齡，似可更幼二三十年，吉野之柳杉自五十年乃至百年，檜則在二十年至五十年，然通常柳杉以七八十年生，檜以三四十年生爲良。

三、種子之大小及重量 種子之大小及重量，與母樹之性質年齡及氣候產地相關。同一樹種，其種子之大者比小者佳，但鄉土寬廣之樹種，種子由其鄉土之一部分產出者，其大常有二倍於他一部分產出之種子時。以此論之，則種子之性質，不當以大小定之。第就一區域爲準，種子之大者發芽力強，得產生強壯幼樹，故樹林由大種子生成者，與由小種子生成者，比較之，前者強壯，對於外界危害之抵抗力大，設共同生長時，且能壓蔽弱者，而獨占優勝。此等賦與之能力，并非僅限於幼小時代，實可永遠具有此等能力也。故由大種子生成之幼樹，常爲林中之支配木。（支配木卽林中最大最強之樹能壓蓋他樹者之稱。）

種子之重量，殊無一定之限制，不純淨者無論矣，卽純淨種子，其重量亦不一。其故實因於採集時，種子未達十分成熟時期，且種子成實如何，亦有多少差別，如種皮纒摺種仁縮小是也。試取種子

百粒考究之，其中七十粒約可爲種仁肥大完全之種子，餘則縲摺不完，皆因胚子發育時受傷之故。此等成實種子之多寡，與樹種季節及母樹之強弱相關，老樹產生之種子，成實者少，成實最多者，惟中年良好之樹木產之。

大半樹種，其傳粉作用，恆在暮春初夏之際，若春季空氣乾燥，夏初惠風和暢，植物之花粉，得借風媒蟲媒廣爲傳播，將來種子易於成實，而重量自必增加。

茲擇數表列下，以供參考。一爲德國雷奮氏(Rofn)所考查，以表明同一種子，因地域而重量不等。一爲美國柯開司氏(Cook)所考查，以表明每英斗(英美穀重計量華斗三斗四升)果實，約得純淨種子之磅數。其他二表，一爲著者所考查之中國樹種之重量及粒數表，一爲日本本多氏所考查之日本種子之重量及粒數表。

(一) 腦威杉(Norway spruce) 種子重量異同表

雷奮氏(Rofn)攷定

採 集 地	純 度	每百粒重量(克)
腦威北部	98	4.01
腦威東部	90	5.57
瑞典	98	5.48
德國	99	9.01

## (二) 樹木果實每英斗產出淨種重量表

柯開司氏(Cox)攷定

樹 名 (美國種數)	平 均 磅 數
黃 松	1.50
糖 楓	1.60
西 方 落 葉 松	0.50
西 方 白 松	1.00
白 松	1.10
黑 胡 桃	40.00
紅 松	1.00
紅 橡	50.00
白 橡	70.00
栗	50.00

#### 第四節 種子之考驗

由種子之外面，可鑑別其純淨大小及色澤，由內部可鑒別其空糞腐敗霉爛酸臭蟲蝕及枯乾之多寡。凡種子之充實堅固潤澤香甜者爲新種。至種子之生機或因貯藏過久，或因受熱太乾則不得直接檢查之矣。完全考驗種子時可分二步：

##### 一、純淨考驗。

##### 二、生機考驗。

純淨考驗 欲知種子純淨如何，可以重量定之，先將種子全量中，取一標樣，務求其平均而可，代表全量者，秤後舖一白紙上，則夾雜物自可分出，餘者爲純粹淨種，以標樣之重量，除淨種子之重，所得淨種，對於全量之成數，名曰種子之純度。種子純度如何，以各樹種子揀除之難易，大有不同。針葉樹種子其夾雜物多，易於揀除，故此類種子，最純淨。輕小而扁平之種子，恆雜以碎葉及果皮鱗片等物，極難除淨，如桉樺之種子是也。比重大之種子，可以水揀之法，將種子傾於水中，種子下沉，夾雜物飄浮於上，取出，待乾後秤之，即得純度。茲將瑞士樹種管理處，所得種子純度，平均數列之如下，以資參照。

瑞士考定之種子純度  
同異表

樹名	純度
山毛櫸	99
石松	98
黑松	97
橡	96
銀杉	96
臘威杉	87
蘇格蘭松	93
白松	92
落葉松	85
赤楊	70
樺	28

二、生機攷驗 攷驗生機云者，即預知種子於適當氣候中，能發芽者幾何是也。其攷驗方法，可分爲三，即直接的攷驗，物理的攷驗，及萌芽的攷驗。直接的及物理的二法，結果不正確，僅可於不能施用萌芽的攷驗時行之，例如種子發芽，需時過長者，則二法方稱最適當也。

(一) 直接的攷驗法 此法先取種子百粒或二百粒爲標樣，如欲此標樣精確，可先將種子

參和均勻，取出若干，置於一平滑面上，作一圓錐形小堆，然後將小堆展開，作扁平形，其厚較種子之直徑二倍至五倍即可，作成後平分爲四，取其一，再以前法分之，終至需要之量而止，照此法選出之種子，足爲其產量之代表，即取而按粒攷驗之。攷驗時應用之物，一精確手鏡及一銳小刀即足，凡能發芽之種子，種仁必堅固肥胖，并有香氣，如空稗蟲蝕臭霉爛縮縲等種子，其生機已無，可分別選出，驗後以所得有生機之種子，與標樣種子全量之比，即爲該種子之發芽量。由種子之外表以攷驗生機，鮮得完全之證明，如師瓦牌氏 (Schimpf) 所稱，蘇格蘭松種之黑色者，其發芽力較大是也。針葉樹種子，其種皮之光淨者，即足爲良好之證，若種皮縮縲，即爲過乾所致。而種子破裂，但未傷及種仁者，於種子之生機無損。通常種子內部爲白色，然例外者尙多。大半松類種子之胚乳胚子爲黃色，楓之胚子爲綠色，胚乳或胚子內有斑點以及縮縲硬者，皆爲缺乏生機之象。陳種子之胚乳漸失色澤，胚子易生縲紋，且不能充滿其存在之部分。大粒種子及發芽需時過長者，僅可解剖驗之，橡栗等常於攷驗前，埋諸濕沙中，約三十日，小粒者可浸之水中，待種仁得有充足水分時割驗之。割驗之法，亦可補助發芽的攷驗之不足，蓋發芽攷驗後，其未經發芽之種子，可再解剖驗之。但由直接法所得種子之發芽量，較由發芽法所得者大，針葉樹種及闊葉樹中之小粒種子，以二法試之，其



差常多至百分之五十。

(二) 物理的攷驗法 新種子無不含濕氣者，故濕氣之有無，足以表明種子生機之存滅。試取標樣種子，置於鍋釜之中，於下方加熱，種內濕氣因熱膨脹，而種子遂始而漲大，繼而爆裂，終至彈躍而亂發爆音，此等現象，於過乾種子無之。故遇他法不及施行時，此蓋極簡單之法也。惟枯乾種子，枯乾後，又復得水而現原狀者，其結果與新種子無異，而實際則全誤矣。

(三) 發芽的攷驗法 種子之發芽量，要為造林時必知之事，非特關於經濟問題，而播種之疏密，實以此為判定之根據。歐洲各國，種子於未入市場之前，必先經發芽攷驗，司此攷驗者，類為政府所設管理之機關，攷驗後，則各種子發芽量對於標準發芽量相差如何，即於廣告中註明，故購買種子者，可確知其購來種子之良否，播種後自能約算其發生之梗概矣。惟發芽試驗，實亦不免錯誤，蓋選定之標樣不易適當，其困難一，而種子發芽時所受溫度濕氣及空氣不易勻和其困難二。故同樣種子，結果亦總難一致。美國貝次氏 (Bates) 取黃松種子十份，於二十五日中細心攷驗之，其結果之差，自百分之四十四又十分之二至百分之七十二又十分之十四，原因所在，即上述兩種困難是也。是以用此法攷驗時，當用兩份并行，如其差過百分之十五，自應重試，若不過百分之十五，可取

二數平均之，以定種子之發芽量。施行此種試驗時，溫度濕氣酸素三者爲最要，多半樹時發芽種，所需溫度在華氏六十度至八十度之間，濕氣當爲氣體空氣，應流動不息以供給酸素，而放出碳酸氣，其考驗用之器具，現時發明者甚多，總以能調和溫度濕氣陽光而價廉便利者爲最宜於用。但種子能於三四週間發芽者，器具實非緊要物也。茲按發芽之媒介物，區此法爲二種分說於下：

甲、以土壤爲媒介考驗者曰土壤考驗法。

乙、以土壤外之物爲媒介考驗者，曰物中考驗法。

甲、土中考驗法 以土壤爲種子發芽之媒介物，最合於天然之情形，考驗時，園圃中土壤及土壤之含有生物質者不可用，因其中含有菌類易害新芽，疏鬆之細沙爲最合宜。由此法所得之結果，與苗圃或林池中發芽之結果，極相吻合。設同時考驗多樣種子，應備一溫室，以便調整溫度陽光濕氣及空氣於室內，并可安置長架上，列置小形苗床，此等設備，乃大規模之種子場所，不可少者也。用充考驗之土壤，其物理的性質及化學的性質，皆須均勻，通常深三寸。種子被覆之土其深莫善於以種子之最大直徑爲標準。若不設苗床時，可於花盆中置土，散種於上，以細沙土蓋之，設遇柔弱種子如柳樺之屬，可用苔蘚等類，或吸水紙蓋之。如願濕氣調和，可將花盆

置另一水缸中，俾水分由盆下浸入，又或以浸濕苔蘚類，將花盆包圍，則水分亦自能滲透磁孔而入也。待發芽時，將萌芽種子取出，按日計之，後即照所得之數以計算種子之發芽量。

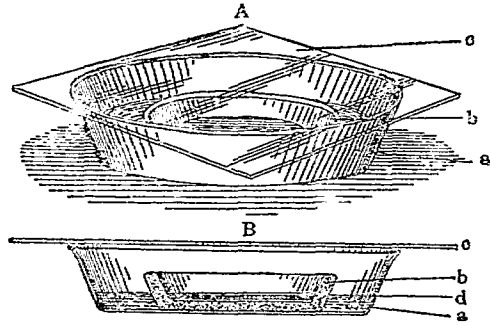
乙、物中考驗法 考驗種子之生機，不僅限於土壤中行之，木屑苔蘚棉花吸水紙及毛布等類，皆可用充考驗種子之媒介物也。茲就主要者述之：

吸水紙考驗法 取厚吸水紙，以水濕之至潮潤爲度，置諸淺盤中，其間夾以充作標樣之種子，惟紙不可與水直接，致使種子受過濕之害，宜將盤置水面上，而另以吸水紙條連絡於水紙之間，盤上再以蓋覆之。此法便宜之點，在隨時皆可查看，僅一啓閉即足，并無煩雜也。

瓷盆考驗法 黏土製造之瓷器多微細小孔，水可由此孔隙滲入，石膏製者，孔隙均勻，較土製者尤佳，行此試驗時，先用水缸或水槽盛水，將種子均攤於粗瓷小盆內，而穩置水缸或水槽中，借粗盆滲水之力，使種子發芽，盆上復罩以玻片，以防水之蒸發，此極簡便之法也。（如第三圖）

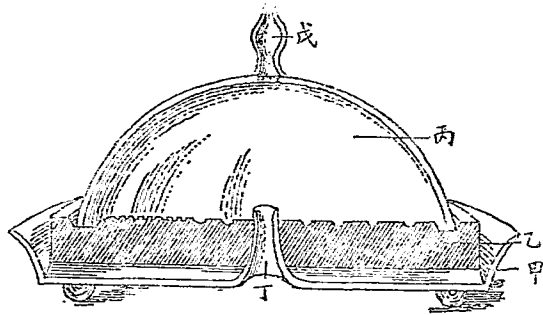
德國司屯爾氏（Salter）發明發芽盤爲最新式考驗種子之器具，如第四圖，（甲）藍玻璃盤，直徑八英吋高一英吋，半盤中央有孔，（丁）爲空氣進入之口，盤內（乙）爲粗瓷製之透水箱，直徑六吋半，高四分之一英吋，上列百穴，爲容納種子之處，板周圍有槽，上罩以藍玻璃鐘

圖 三 第  
盆 瓷 芽 發



a. 水面  
b. 玻片  
c. 粗瓷盆  
d. 水槽

圖 四 第



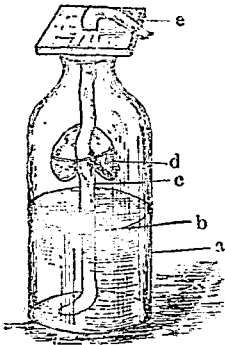
盤 芽 發 氏 附 屯 司

(丙)圍槽即爲叩鐘之用,鐘直徑五英吋,頂有小孔(戊)以司氣使之外放。考驗時,置種子百粒於板上之穴中,上以鐘罩之,於盤中注水,深至瓷板高之三分之二,如此則水可透瓷板而

上，俟種子發芽後，即取出計之可矣。

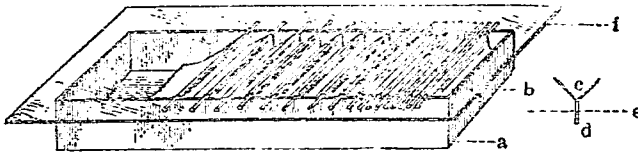
棉絨考驗法 以棉花或絨布充考驗種子之器具者甚多，其主要之點，即將種子置於棉絨之內，假毛細管作用，以吸取水分，而助發芽者也。設種子少時，可用廣口瓶一，如第五圖，半充以水，投相連之棉條或絨帶二條於瓶中，一包種子懸於水面約寸許，其一則置入水中以充供給水分之用，此法極簡單，而結果亦佳，若種子多，譬如第六圖

第五圖 瓶中發芽考驗法



- a. 瓶
- b. 水面
- c. 綿或絨帶
- d. 種子色
- e. 蓋

第六圖 水槽中發芽考驗法



- a. 水槽
- b. 支撐布條之小柱
- c. 柱間布條作成之摺溝
- d. 浸於水中之布條
- e. 水面
- f. 玻璃蓋

之裝置考驗之

發芽爐 於無溫室之處，若遇種子考驗必要時，則發芽爐最爲便利。爐普通模式如第七圖，周壁爲二層銅片製成，用時置水於中，壁外圍以絨氈之類，以防熱量之消耗，爐房以洋燈煤氣或電熱之上裝置調溫機關，以備增減溫度之需，復置氣門以司氣體出入，種子放於吸水紙或粗瓷器中，而置諸房內，架層上種子，隨發隨取出以查驗之，此亦一法也。

圖 七 章

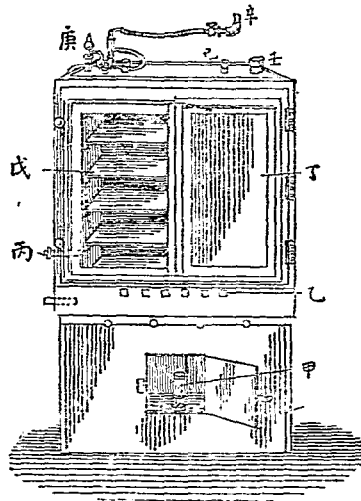


圖 芽 發

### 第五節 種子之發芽溫度及促成發芽方法

發芽溫度 種子發芽，固需要一定之溫度然於此一定溫度內稍有變動，則種子發芽較速，蓋於天然氣候中，晝暖夜涼，實於種子發芽有關，此近世學者所以主張變動溫度也。種子考驗場中，常

使溫度變動晝夜差華氏表三十度，例如晝間爲華氏表八十五度，夜則使之降爲五十五度是也。若用不變之溫度，則華氏七十三度爲通常之溫度。但種子發芽各需溫度不同，暖地種子較寒地種子需溫高，早春發芽之種子較晚春發芽者需溫低，陳種子通常發芽於低溫中，故亦不可一概論也。

促成發芽方法 促成發芽之方法頗多，而普通則以水浸法爲常。至特別方法，如（一）種子

外皮或內皮堅韌而濕氣不易侵入時，可剝去或破裂之。（二）種仁堅硬時，可以熱水浸之。（三）設種皮堅韌濕氣難浸，亦可浸以硫酸或鹼水。但此等方法，絕不能浸之過久，久則有傷於種子之生機。以上諸法，雖足促成種子之發芽，但用者甚鮮。通常種子之必需隔年發芽者，皆於成熟後深培地中，經年後再取出用之，則發芽自早，既勿需經練之手術，又不需多大之費用。設必需用特別方法時，熱水浸種尙可施行，如豆科樹種，其胚乳堅硬，應於播種前以熱水浸之，需水之量，以種子量之四五倍爲宜。水溫高低，樹種各異。刺槐種子以華氏表百九十度至百九十六度之熱水浸之，結果最良。浸種之法，先將種子投入熱水中，卽迅速攪拌之，數分鐘後，卽聽其靜止，待種子大半膨脹，較原形大至二三倍時，卽取出而迅速播種之，其未及膨脹者，可再以熱水浸之如前法。又如落葉松種子，往往於播種後生發不齊，多數種子非次年不得發芽，而於晚春播種，此等現象尤著。設以熱水播種法行之，

則發芽之整齊較多矣。但種子浸入熱水中，爲時不容過長，長則種子受傷非淺。針葉樹種子，浸於溫水中，不得過十六至二十四小時，至浸於冷水，則數日亦無妨害。凡種子曾貯存於乾燒室中者，於播種三兩星期前，可移置於濕度在百分之七十之處，將來發芽必收良好之結果。

#### 第六節 種子發芽力之計算法

種子之發芽力，通常分發芽量及發芽勢兩種計算之。

一、種子發芽量 發芽量者，即能發芽之種子，對其全量之比例是也。種子之發芽量，以樹種季節地方及樹木各株而生差別，甲種樹之種子成實者或不及百分之五，而乙種樹之種子或至百分之九十七八。春季陰濕，夏季乾燥時，生成之種子，粒小而成實者少，樹之生於不適宜地方者，其種子之不實者多。且以種種之關係，種子之採自甲樹者，其發芽力較乙樹常有至大之差，即同樹之各部，其種子成實之不同，亦顯有差別也。

種子外皮薄而吸潮者發芽速，生發亦勻。外皮厚硬隔潮者，如胡桃山核桃栗等樹，發芽遲，而生發亦參差不齊。發芽需要之時期，與種子貯藏方法亦有密切之關係。貯藏時種子變乾者，播種後發芽即遲，例如胡桃貯於乾燥之處，非生機全失，即播種後非留地中一年後不能發芽，設冬季藏埋地



中，則來春播下發芽甚速。考驗發芽時，若延期逾三十日至百日時，通常即停止試驗，將未萌芽之種子，割開驗之可矣。

種子發芽勢 於一定期內發芽種子與種子全量之比例，曰種子發芽勢。其異於發芽量者，即一限定時期，一不限定時期是也。發芽勢限期之長短，以按日發芽數退落之遲速而定。通常用五百粒種子，至發芽種子在二粒以下，次日且不見增加時，即爲發芽勢終止之期。至樹種與考驗方法之不同，及種子出處與種子使用地之各異，皆與發芽勢限期之長短有關，要不可一概論之。如種子使用地之適宜，季節短則發芽限期亦應短，此卽一例也。惟發芽期限，以發芽程序規定之，頗爲便利，即按五日十日二十日三十日六十日及一百日之程序。考驗種子之生發，據各樹種考得之數，以選定各種發芽勢之限期，殆甚足憑也。

#### 第七節 種子使用價

種子發芽之數目，由考驗得來者，較於實地播種時常大。故據考驗之數，以爲實地計算之標準，實非正確之方法。使用價者，卽所以免除計算過大之弊，而求與實際相符之數者也。苗圃中多利用之。往昔計算使用價者，係以發芽量乘純度，再以一百除之。例如日本唐檜種子發芽量爲七二·九，

其純度爲九六·七，則計算如下：

$$\text{種子使用價} = \frac{\text{純度} \times \text{發芽量}}{100}$$

$$\text{唐繪種子使用價} = \frac{96.7 \times 72.9}{100} = 70.5$$

此法歐美各國雖用之多年，而粗略殊甚，所得之數過大。近今爲世界一般人所喜用者，爲以發芽勢計算之方法，其式如下：

$$\text{種子使用價} = \frac{\text{純度} \times \text{發芽勢}}{100}$$

例如美國黃松種子之純度爲九七，二十日內之發芽勢爲四九，其使用價爲

$$\text{使用價} = \frac{\text{純度} \times \text{發芽勢}}{100} = \frac{97 \times 49}{100} = 47.5$$

然亦有用發芽量及發芽勢之平均數計算者，爲

$$\text{使用價} = \frac{\text{純度} \times \frac{\text{發芽量} + \text{發芽勢}}{2}}{100}$$

如上屬黃松子之發芽量爲八四，則使用價如下。

$$\text{使用價} = \frac{97 \times \frac{49+84}{2}}{100} = 64.5$$

發芽考驗及實地生發之比較 據近時學者之研究，種子與考驗時發芽之成數，不得與實地播種後發芽之成數相比例。故實地生發之數，較考驗時之發芽量恆小，且發芽量愈小之種子，二者之差愈大。試舉蘇格蘭松以證明之如左。

發芽量	六五	七五	八五	九五
實地生發之成數	一四	二二	二一	四四
係數	二・二	一・四	一	〇・七

就上表所列之數，以八五定爲發芽量之平均數，實地發芽爲百分之三一，以此爲標準。故於實地使用時，如種子之發芽量爲六五，所需種子當爲二又十分之二倍，如發芽量爲九五，所需種子，則僅十分之七，例如發芽量八五之種子爲五磅，則六五者必爲十一磅，七五者爲七磅，而九五者則爲三又三分之一磅也，由此觀之，種子之成色高者，實較低者爲有利，亦較低者實地生發之成數與發

芽量相差之數小。然實地生發之數所以常小於種子之發芽量者，其主因即種子於成熟前後，以迄播種之時，其生機已受損傷，而不得於天然氣候中完全生發故也。

### 第八節 種子之採集及貯藏

一、種子之產量 樹木每年製成之營養料，常超過其本年需用之量，此等過量之養料，即儲存樹體之中，以待來春生發之需。但於來春生發後，仍多盈餘，迨盈餘漸積漸多，樹即於一年內，產生多量之種子，此年稱曰種子年。居種子年之間，樹木不結實，或結實甚少時，稱曰非種子年。以現世科學之知識，尚不能窮究種子年，及非種子年之本原，以預定二者相隔時期之程序。一千八百九十五年（德國政府經二十年考查之結果，由師瓦牌氏（Schuappach）算定各樹種每年種子之平均產量。其應用之公式如下：

$$\text{每年種子平均產量} = \frac{a \times 100 + b \times 50 + c \times 25}{a + b + c + d}$$

a = 產種最豐之年數      c = 產種最少之年數

b = 產種中等之年數      d = 不產種之年數

以上列公式之計算，係定產種最豐之年，其產量爲一〇〇，中等年爲五十，最少年爲二五，而無種年爲〇。

最近發明計算種子產量之法，最著者爲俄國林學家沙巴米氏 (Bobolev)，其法含有二意：一爲測定每單位面積種子之產量，一爲測定種子之品質，故產種之豐歉，得以下之公式表出之。(X AP)

X 爲種子之生產量，A 爲每單位面積純淨氣乾種子之重量，P 爲種子之發芽量。其測定每單位面積種子產量之方法，係於全林中擇定標準區數處，每區至少以有樹百株爲限，於此標準期內，採集種子，以核算其量，而全林總量，即據此以推算之。依此精細之法，逐年施行，俟歷年既久，各處種子之平均產量，當可得較爲確切之數矣。

二、採種地之擇定 種子產量之豐歉，逐年逐地不同，欲得多量之種子，非於種子未熟前，慎選種子豐收之區不可，於選擇種子地時，首當注意者，爲產量之多寡，及品質之優劣。設產量多而品質劣者，當視爲無選定之價值。他如工人之多寡，生活之高低，輸運之難易，以及氣候土壤與種子將來之播種地有無大異，皆當注意者也。

三、種子成熟之判定 於採擇之先，當確知種子成熟之時期。樹木中多有種子成熟後不數日即落者，此等樹種之成熟期，絕不可以約略之時日定之，是非實地查看，親行檢驗其果實不可。肉果於成熟時常變易顏色，便於認識，如桑柿山楂是也。如胡桃橡楓等樹，其種子成熟時，顏色亦有變化。惟針葉樹之乾果多，不得據果實表面之顏色以判定其成熟，若俟其顏色已變，則果實非碎落即破裂，而種子已大半失去矣。故此等樹種莫如剖驗其果實爲妥當，蓋成熟種子，其種皮常變色，而種仁亦堅實無乳汁，殊易判定也。

四、採種之時期 規定採種之時期，當以種子之成熟期及其性質爲準。多數樹種總以種子成熟後，即行採集爲宜。而於成熟後易於天然傳播，或爲鳥鼠類損害之樹種，尤當及早採集。大粒種子如胡桃栗橡等，成熟後自行墮落，可於地下收集之，但初落者無良種，非蟲蝕即空稗，收集之時，要以降霜後或於多數種子實落下後爲便利，但亦又不得過遲，遲則爲鼠類損傷，而虧耗即大矣。若種子成熟後，仍固著枝上不落者，則採集時期，可隨意定之，或冬季或早春皆可，不必定爲秋季也，如美國楓、懸木、檉刺、槐、莢等樹是也。

五、採集之方法 採集種子之方法，大概可分爲後列之三種，實行時以何種爲最良，要以樹種

採集地及各種情形而定。而施行時，亦不能限於一種，惟在探者之隨機運用而已。

(一) 地面或水面採集 大粒種子於落後，就地下收集極爲便利。小粒種子如榆楓之屬，爲風吹播易於石穴土坑中，收之。若附近河流，多量種子常叢集於水流之漩渦或河之兩岸，可於此等場所收集後晾乾用之即可。

(二) 鼠穴採集 松鼠之類，常盜竊種子存儲之，爲其冬日食物之需，若於此等鼠穴內覓集種子，亦殊便利。北美多山之區，此法最盛而於針葉樹種爲尤著。

(三) 立木或倒木採集 遇伐木之時，採種子於已經砍倒之樹株，手續既簡而收集亦易，但此等機會遇之不易。凡樹木之果實極小者，如桑櫟之屬，并不乘風飛散，一經墜地，則不易檢拾。又如刺槐之屬，於果實成熟後，仍附著枝上，雖種子脫落，而果皮不墜，且種粒又小，勢難於地下收集。類此者皆當於樹上採之，樹上採種之難易，以樹種之同異，樹木之大小，形狀及種子之多少種種原因而大有差別。樹體高大者，必須上樹取之，上樹採種，當自下部採起，逐漸上行，至將樹頂採完後，徐徐降下，遂時將下方擱置之果實震落。若採集小粒種子時，當於樹下鋪以布幕，用於收集落下之種實爲要。採集種子有須手撥者，有用杆擊或器械採取者。歐美常用之採種器械，種類頗多，茲擇其簡便者

如下：

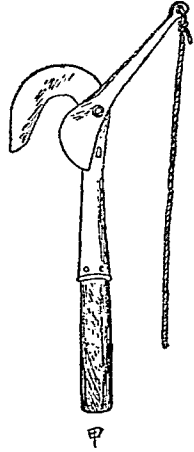
六、種子採集後之處

理法 樹木種子既經採集。在未貯藏前，應先施以相當之法，去其外皮或附帶之果翅，此即為種子之處理法。種子處理方法，係因各樹種之性質而不同，茲擇其要者略述於下：

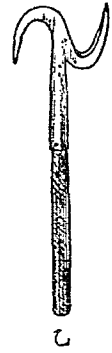
(一) 肉果處理

法 肉果者，係指種子外部附有肉質之果皮，例如圓柏、桑、櫻、棟等是也。其去

第 八 種 採 種 器 圖



甲 剪枝器



乙 S形採種器



丙 雙勾採種器



丁 單勾採種器



皮法，因種子性質不同，可分爲三項：

(1) 圓柏之果實，於採集後，先堆積於一處，并以水澆之，經數日，令其皮腐爛，乃用竹片編成之打種器，或別種器械，將果皮擊碎，然後置於竹節，用手摩擦，則種子與果皮分離，再以箕簸之，或以水洗滌，即得淨種。

(2) 桑櫻果實採集後，堆於一處，俟其外皮腐爛，置筐內，用手摩擦，再將該筐放於水中搖擺，此時果皮均浮於水面，乃傾出之，其下沉者，即爲純淨種子。

(3) 棟樹之果實，採集約堆集一星期之久，使在果皮霉爛，乃放置於木桶內，用棍攪之，則果皮脫去，再加以水，此等果皮浮於上，而種子沉於下，如將果皮傾出，所剩者即爲淨種。餘如棗槐及別項性質相同之果實，皆可依上法處理之。

(二) 乾果處理法 橡、榆、樺、赤楊、法國梧桐、松杉、側柏、楸、刺槐，等均屬於乾果類，但其性質稍異，可分別述之：

(1) 橡、榆果實，稍乾燥即可貯藏。惟橡實最好先浸於冷水數日，取出陰乾，然後貯藏，可免蟲蝕之患。

(2) 栗實在晚秋霜降後，外殼開裂，而種子自然落地，可收藏之，無須整理之手續，倘未到晚秋，即欲預先採取者，則當晒於日中，俟外殼裂開乃取其子。

(3) 赤楊、樺木、法國梧桐、及楓香等果實，採後放於席上或地上，晒數日，然後以棒敲之，則得種子。

(4) 松杉雲杉側柏等果實，採後則撒晒於陽光之下，俟種殼或毬果開裂，則種子脫落。

(5) 楸樹刺槐之果實，晒乾則莢自裂，以手揉之而取其子。

(三) 種翅及不純物之除却法 多數針葉樹之種子，皆附有種翅，於未貯藏前，亦以除去為宜，茲分為二法述之：

(1) 乾法 即取帶翅之種子，置於布袋中，然後將袋推轉，并以棒輕擊之，俟翅脫離而止，再助以風車，以除一切不純之物，即得淨種，倘無風車之設備，亦可利用風力，在空曠處傾簸種子，以除去夾雜物。

(2) 濕法 即將附翅之種子，撒開於平地，厚約四寸至六寸許，再澆以水，俟全部潤濕，乃以打種器擊之，然後去其夾雜物，惟有一事，不可不注意者，即此種子，一經澆水，須速加處理，

## 勿使其久置發霉爲要。

七、種子之貯藏 種子於採集後，收入袋中，爲期不能過久，久則受熱或發霉，種子即受損傷；若肉果可以乾燥法貯藏者，可直接於日中曬乾後藏之。普通處治肉果，常於採集後，閉置袋中，待爛時取出，放於水中，極力搗碎，使種子與肉質分離，如此則肉質浮上，種子沉下，然後取出曬乾，即得淨種。乾果中如橡栗等之果實，採時常已脫去果皮，即果皮尚在，稍經日晒，再加以振擊即足。惟球果取種頗難，歐美諸國有特設乾種室，乾種器，以及分種機器場者。但分種最簡之法，爲日晒法，於平地上鋪以布幕，散球果其上，就日中曝之，并不時移轉，待鱗皮裂開後，則以棒棍等振擊之，種子即落集幕中，然後收起，再加以簸揚，或以風車扇之，即可得純淨種子矣。種子於乾淨後如非即行播種者，必設法貯藏，貯藏種子最當注意之事項，爲溫度濕度及空氣三者。蓋種子爲植物墊伏之時代，實非全無生機之死體，所謂呼吸蒸發兩大作用，尙運行於種子體中，此兩作用之大小，全以外界之溫度濕度爲增減。貯藏種子之要訣，在溫度低減，濕度適宜，此即所以縮減種子之呼吸蒸發也。凡貯藏種子之法，不外下列兩大要義：

(一) 貯藏時，給以適當濕氣者，要必低減其溫度。

(二) 貯藏時隔絕濕氣者，必常保其乾燥不變。

貯藏種子最良之方法，不離乎種子自然保存之道。試觀種子於秋季成熟後，下落或散布者，迨至樹木葉落，自將種子蓋起，是種子之保存於自然界中，即處於溫度低濕氣多之地位。此類種子貯藏時，非予以低溫度多濕氣不可，反之若種子於成熟後，附著樹上，經冬不落者，是樹木自探保種之法，為溫度濕度均低之狀況。然則貯藏此類種子，必於低溫度中使用乾燥之法為適當矣。茲分貯藏種子之方法為二種，一為乾藏法一為濕藏法。

1. 乾藏法 凡種子之不以乾燥而傷生機者，通常以乾藏法為最便利。惟於貯藏之先，必使種子十分乾燥，并鋪於清涼之處，俾含熱放盡，始可免藏後發霉生熱之弊。乾藏之法。(甲)有順氣候之自然者，凡種子之貯藏期短，僅過冬季，來春即行播種者，可裝於囊袋箱桶等物中，或置於貯藏室內，冬日氣候寒冷，自能免除損傷，惟不可於藏種之所，增加溫度，并不得置於濕氣多之地方，如地窖土穴等處。(乙)有藏於冷室者，種子採集後，若於次春不即播種時，當裝於箱袋中，藏諸冷室為宜，否則夏季溫度太高，而變化亦大，種子必以蒸發呼吸過量之故，而大減其發芽量，蓋保持溫度之常低，實為藏種之第一要著。美國柯開司氏(Cox)在華盛頓城試驗之

結果，係盛種子於布袋中，置於三種溫度不同之處，迨三年後，考驗其發芽量，則有下列表內之差異，即此可證明溫度與藏種關係矣。(丙)有祕閉罐罇中者，此為近世最良之方法，已經多數林學家證明，試舉德國常用者以作此法之例。在愛波斯維 (Ebonsalde) 地方，乾藏松種種子，係先置於玻璃罇中，然後納諸地窖之內，窖以層門重壁為之，以隔絕外面大氣之變化，窖頂被以土及藁草之類，窖內溫度常在華氏四十六度。在按拿薄 (Annaburg) 地方，係先裝種子於玻璃罇，再置罇於柳墩中，更以藁草塞緊，然後放諸黑暗乾燥之地窖內，窖中溫度為華氏四十四度半。總之，藏種之處，溫度愈均愈低，則所得之結果愈佳，此殆定論也。

柯氏考驗種子發芽量對於溫度不同之差異表

樹名	藏種室溫度加 常在華氏表 三十二度以上	藏種室溫度不 超過大氣之自 然	冷室溫度為華 氏六度至十度
黃松	51.0	43.5	67.5
(Knoblauch) 松	52.5	54.5	53.5
(Jack) 枝松	38.0	23.0	90.0

2. 濕藏法 種子之忌乾燥者，不得以乾藏法行之，最著者爲橡栗胡桃山毛櫸等。此類種子，應給以相當之濕氣，惟最慎重者，卽給以濕氣之後，務令溫度低降是也。法分二種，（甲）爲地上或地中濕藏法，利用此法時，宜選擇土質輕鬆排水良好之地，先將基地整備乾淨，再掘一尺半至三尺深之土穴，將種子與細沙混勻，堆集之後，再蓋以落葉蕈草之類，俟寒冬一至，則於草蓋之上，復被以土，以防風雪冰凍之侵襲，并用蕈草作束，插於其中，自內部引出土外，使空氣借於流通，以免霉爛，惟早春必將覆蓋之物除去，而種子亦以卽行插種爲佳，此法可稱曰堆集溫藏法。亦有於袋中裝置種子，平放地上，以土蓋之，此法如胡桃橡等可行之。而栗子殊不相宜，蓋此非精細之方法也。精細之法，爲器內濕藏法，其法於木箱中或他項器物足以容納種子者皆可，以略帶潮潤之細沙，（萬不宜過濕）與種子分層鋪陳，種子層之厚以五分至八分爲限，沙層厚以一寸五分至二寸半爲宜，先於箱中覆沙一層，繼覆種子一層於其上，後再以沙覆之，如此交互層疊至箱滿爲止，然後藏之冷室，或掘穴埋之亦可，如不欲層疊時，亦可以一分種子二或三分沙之比例，混和拌勻，而後藏之。按此法藏種，卽經一二年後，其發芽力亦不至大受損傷。

（乙）爲水流濕藏法，將種子裝置粗袋或鐵絲箱籠中，完全沉設於水流之急處，用此法藏種，

不但鼠類之偷竊可免，而蟲害之傳染亦可消除，但以適當水流之有無，及他項關係，此法行者甚鮮。

## 第六章 苗圃

### 第一節 苗圃之概論

苗圃爲造林之基礎，植樹造林，固非苗圃不可，卽天然造林或播種造林，從未有完全成林之事實，而空閒隙地，仍須以樹苗補之，故苗圃者，實任何方法造林之不可缺者也。以經營性質言之，分商業苗圃與造林苗圃。前者養成之樹苗，專供販賣之用，後者則專爲自己造林之預備。又以作業之久暫言之，分臨時苗圃與固定苗圃二種。固定苗圃者，卽樹苗之養成，歷年不絕之謂，亦曰常置苗圃，反之，臨時苗圃者，僅就造林需要之處，於造林需要之時，養成樹苗，專供該處一時之用，俟需要一償，卽行輟業，亦曰移動苗圃。

歐洲商業苗圃，設立有年，其大者每年可出樹苗五千萬至一萬萬之多，此等苗之分銷，不僅本國本地之購求，且爲出口貨之一宗。美國近年來始有此種苗圃之創設，養成樹苗尙不能供給社會之需，仍有販自歐洲者，而價值殊高，價格亦無定數。蓋苗圃事業，辦理愈久則經驗愈多，凡樹苗之管



理分配裝置，及查驗病害等等，乃得精熟而確有把握，如此，則不但價格低廉便於暢銷，而信用可靠，亦占商業上最大之優點也。

購求樹苗於商業苗圃時，最當於造林前數月訂之，稍遲則所求者或已售盡無餘，即有之，亦多不良之苗。樹苗收到之時，最當詳細檢查，設非良苗，當即退還，自不待言，而蟲害病害之有無，業苗圃者應有確實負責之保證方可也。

一、臨時苗圃 臨時苗圃之規模常小，樹苗養成之數，隨造林需要之多少為增減。於一造林地中，單設苗圃一處為宜，蓋多則管理不便，保護不周，而擇地亦難得最良之處。如此，則樹苗之代價較費矣。即就經理得當者而論，臨時苗圃養成之樹苗，其價格較固定苗圃者常高，而性質亦較劣，預定產出之額數，亦不得有確實之把握。

臨時苗圃，設置於森林圍繞中最佳，若為新伐林地，土壤富於腐植質，於樹苗之生長最宜。此法最利之處，在養成之樹苗，即植於附近之林地，習慣相同，風土不變，自宜於生活，且運輸之費用及時間尤為減省。

二、固定苗圃 固定苗圃之規模較大，而管理亦精。歐洲有設立達百年以上者。此等苗圃，常位

置於管理者住居之附近，且以春季需工最多，宜設於工人易覓並易於集合之處。而交通便利易於運輸，亦固定苗圃之地位上所不可缺者也。至管理方法與臨時苗圃相同，不過其建設費較大耳。

## 第二節 關於經理苗圃之事項

苗圃之成敗，實關係於經理之良否。茲分經理之事項爲六：

- 一、計劃及管理。
- 二、施業預算。
- 三、擇定地點。
- 四、設施及布置。
- 五、排水及灌溉。
- 六、施肥。

一、計劃及管理 計劃管理，爲苗圃對內對外一切事務成敗之原，計劃中所必先規定者，爲樹種，爲逐年樹苗之產額，及養成樹苗之大小。苗圃若爲商業性質，則銷路商情，亦當計及，設計劃周詳，則不至養成樹苗之種類大小，與造林目的相違，而大受損失也。計劃之事，當於作業之數年前爲之。

以預定將來產出之樹苗，其種類如何，年齡如何，以及性質如何，後此，則循序漸進不至失敗也。

計劃規定之後，管理苗圃者，即須按照計劃書切實進行，逐年結果之成績，必不可有過於畸異之弊，而用費尚須低減爲宜。管理者，於固定苗圃中，當負完全之責，即臨時苗圃，亦當有一人負此施行計劃之責任也。管理者，每年至少須造一養成樹苗表簿，以作春秋發運之根據。造表最好之期爲八月，於此表簿中，須記載樹苗之數目、年齡、大小、性質及其類別。（原生苗或移植苗）春季亦當造另一表簿，以記載苗木之剩餘，而爲設置苗床之預備也。

二、施業預算 於苗圃中預定作業如何進行之時，最不能遷就變更。例如春季移植時，若遲二星期，則移植苗木，可損失百分之五十，在播種苗床，若於秋季早播十日，則種子發芽，全部幼苗，致於冬季凍死。故苗圃作業，必須有一精細之施業預算，并一完全苗圃記錄，至各種用費，亦必有相當之賬簿，始克計算將來樹苗之價格，而作業之盈虧，亦可得隨時查賬而知也。

冬季爲作業停止之時，而一切公務當於室內治理者，最好於此時行之，凡次年作業之計畫，本年表簿之繕存，於樹苗表簿中，應決定來春運出之數目及種類，皆冬日應行之事也。苗圃常工，可於冬季修整器具，整理道路，製造日遮等事。而翌年應用事務，凡可先事購備者，皆可於冬季行之。若爲

商業性質，則廣告傳單及產物報告等類，以及推廣招徠之特別函件，統歸於冬藏時爲之也。

三、擇定地點 小規模之苗圃，專繼續養成一種樹苗者，則擇地時，當以該樹種最宜之所爲是。若大苗圃，爲養成各種樹苗時，當以適中之地，爲任何樹種所宜者爲準。又苗圃必需灌溉，地點所在必須近水，或易於得水之所。茲舉其關係最要者，分言之如下：

土壤 宜作苗圃用之土壤，爲砂質壤土及壤質砂土二種，并宜深宜肥，設土壤不宜，必須以人工改良之，或加用肥料，卽使用換土之法，亦所不計也。土壤之理學性質，較化學的成分類係尤重，故重粘土較砂質土尤不宜作苗圃之用。蓋重粘土不利於空氣及水分之流通，而冷濕之害甚大。若僅爲肥分不足者，則加以適當之肥料足矣。土壤良好時，樹苗生長壯旺，毛根廣多，移植後易於生活，故損失最少。或有謂林地瘠薄時，苗圃土壤不宜肥沃，以養成樹苗之慣性者，然此論實大錯誤，蓋樹苗愈健全者，其將來之生活力愈大也。

傾斜 苗圃不宜擇水平之地，土壤爲粘土時更不相宜，傾斜和緩，儘足排水之地最宜擇充苗圃之用。若傾斜在五度以上，則有水沖之患，設不得已而用傾斜稍急之地，苗床應作階形始可。

方向 方向之規定，全以緯度及高度爲主，東南兩方向雖利於雨量充用之寒土，而旱害霜害

實屬可虞。迪常言之，以北向及西向為宜，以春季植物生發較晚，可免霜害，而水分蒸發不猛，亦可減旱害也。

此圖採自美國書中，係十二英畝，每年產出白松移植苗(2-1-1)一百萬株，黃松原生苗(2-1-0)一百萬株。

甲、移植苗床。

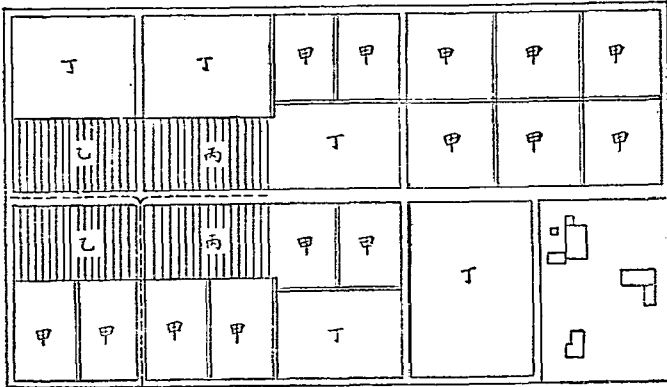
乙、一年播種苗床。

丙、二年播種苗床。

丁、休息地或種植肥田作物地。

外緣 苗圃不宜設置於深谷之間，以乏陽光而多霜害故也。苗圃周圍，須有森林以禦風，但處於森林四圍之中，而為粘土低濕之地，空氣不流通，大

第九圖



苗圃平面圖

有礙於工作之施行，此亦不可不注意也。

四、設施及布置 設置之詳略，全以地方及苗圃之久暫爲準，茲就普通言之如下：

圖案 苗圃之形狀，以地勢爲定，若得隨意規定時，則以正方形及長方形爲最宜，因形狀不整，則區劃管理殊多不便之處也。作業之先，要測繪一平面地圖，劃分苗圃爲若干區域，各區之分隔，卽以道路爲界限，路分幹路及支路，幹路寬可九尺至十一尺，支路以七尺爲度，苗床之間亦須暫留夾道，寬自一尺至二尺。播種苗床，通常寬三尺至四尺，長可以一丈二尺爲準，但無限定之數，要以作業便利爲主，往往有以所在區域之全長爲限者。移植苗床較播種床常寬大，寬自四尺至六尺卽可，然亦有不知限制者。播種床與移植床應常行輪換，并須以相隔之年度施肥或耕種肥田作物爲宜。

面積 苗圃面積之廣狹，關於每年樹苗應需之產額大小種類及性質。設林地全行植樹造林，并應用移植樹苗時，據經驗家云每千畝林地，應需苗圃半畝至三畝。茲舉美國牌提司氏 (Peterson) 之計算，以作約略之標準，然各地情形及需要樹種等事，每不相同，實不可據此爲定也。

苗圃年齡(自然及雜)		苗圃中每年產出之樹苗			
1	1/8 英畝	1	1/4 英畝	1	1/2 英畝
					1. 英畝

2年原生苗.....	240,000	480,000	960,000	1,920,000
3年移植苗.....	35,000	70,000	145,000	290,000
4年移植苗.....	20,000	20,000	40,000	80,000

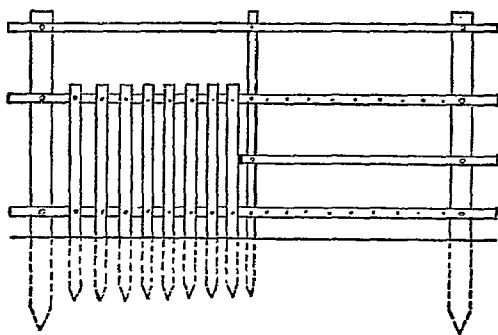
英國史立基氏 (Sullivan) 云：植樹造林時，若栽植歐樅二年原生苗，樹距為四英尺，苗圃面積，應為每年造林地百分之二分之一，若用2—3樹苗，即二年生原生苗，再移植二年者，則苗圃當為每年造林地百分之二至四。闊葉數種如橡、栗、胡桃、槲、楓，及生長速之針葉樹種，其需要苗圃與每年造林地之比例，較上舉之數甚大。且需要樹苗愈大，而移植次數愈多者，則苗圃之面積當增加。例如一年生楸及刺槐樹苗，苗圃當為每年造林地百分之一至二。設苗圃之地易得時，其規定之面積，當以需要面積有一倍之餘，可施行輪種之法，土壤得以休息，且可培養作物，以增進土壤之肥分也。

**房舍** 房舍之建設，原視乎苗圃規模之大小及久暫而定。然普通言之，苗圃管理人員及工人首領，必須寄宿苗圃之中或其附近之地，苗圃常工亦當有相當之住所，餘若儲藏樹苗器具，及供他項用途之棚舍，是亦不可不建設者也。

**圍垣** 圍垣為苗圃之保障，最足防備牛羊及獸類之害，有石垣、土垣、木垣、竹垣、鐵絲垣及生垣等類。現時通用者為鐵絲垣，最足防野獸之害，若野兔蕃殖之地，垣之下方可張以鐵絲網，網之下端

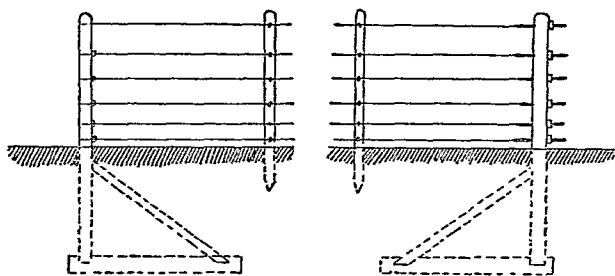
埋入土中三四寸許牢固之。石垣與土垣不利於多雨之處。木垣亦甚便利，惟埋入土中之部分，易於朽爛。南省多竹之處，可以竹板編成圍垣，或於簡單木垣上釘以竹板，亦足以防止野兔也。生垣者，既植栽適宜之樹種，使密生成行以作籬障者，遮風蔽日非為不善，惟生成太緩，且需每年修整，殊多不便。

第十圖



木垣

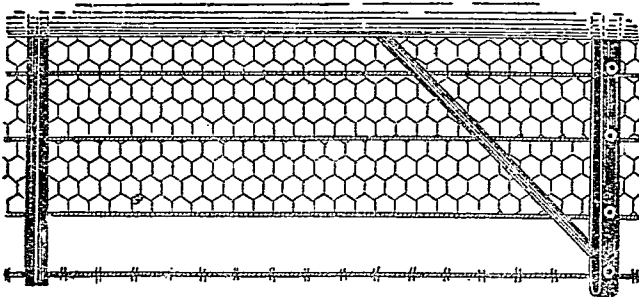
第十圖



鐵絲 絲垣

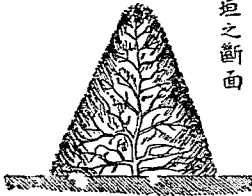


第二十圖

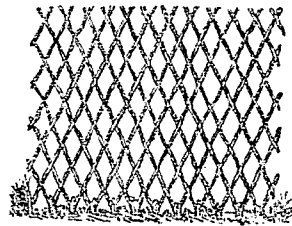


鐵絲網垣圖  
第十

生垣之斷面



生垣



整地 苗圃土壤，應須深  
 耕，以人力掘土較用耒耜耕地  
 為深，但費用亦大。於秋季掘起  
 土壤時，宜將石塊雜草樹根等  
 物悉行除去，土壤經冬曝露，最  
 能增加土壤之理學的性質。春  
 季施肥後，更加以耙揉，俾表土  
 粉細。設莠草充殖，或腐植質多  
 未分解之地，宜先耕種農作物，  
 如山芋馬鈴薯白菜玉蜀黍等  
 類一年，借以改良土壤。迨秋季  
 收穫後，再將土壤耕起，於翌春  
 造成苗床，此為便利之方法。總

之，土壤爲苗圃生產之原動力，耕耨不可不完，整理不可不周，不完不周，則結果不良，初似省費，而實非經濟之道也。

五、排水量及灌溉 苗圃之地須少傾斜，利於排水，於必要之時，并應掘溝排水爲要。灌溉爲苗圃必需之工作，即雨量充足之地，亦有時不免，灌溉之法有四，即噴射法，澆法，滲透法，及管注法是也。

噴射法，以噴水器或噴水機行之，其功用與自然下雨相同，設施行時急徐合宜，土壤吸收水分以此法爲最均勻。

澆法者，施行於水源在苗圃之高部，或將低處之水，引而蓄之高處，繼導之下流，以澆苗床。此等澆法，水散布於苗床全面，故床面必須水平，每床周圍，應起隴高四五寸許，水入土之深，常至二三寸，此法雖澆水最足，但幼苗葉面常附粘細泥，且澆後，地面有凝結堅實之弊。

滲透法，於苗行或苗床間掘溝行之，水入溝中後，借土壤滲水之力，以供給幼苗需要之水分，設土壤之性質良，則水能滲透於溝之每邊者，當在二尺以上。此法較澆法無形成凝結之弊，較噴射法用費少，而水分蒸發之損失亦小。

管注法最省水，於地面數寸下，埋以導管，引水入管後，即於管之接口滲入土中，再借土壤毛細管之作用，滲透全體。

六、施肥 肥料之效用，一能改良土壤理學的性質，二能增加土壤化學的成分。其主要成分，爲植物生長所必需者爲鉀、氮、磷三者，統稱曰肥料之三要素。樹苗生長於苗圃者，自長大之後，即全體掘起，并無殘餘物遺留地中，以備腐朽後，增加土壤之肥分，故苗圃中之土壤，易變瘠薄，而不得不於相當之時施用肥料也。肥料大別三爲種，曰植物質肥料，曰動物質肥料，曰礦物質肥料。

植物質肥料 植物肥料，不僅有增加土壤主要成分之功能，并有改良其理學的性質之效力，如重粘土可變爲疏鬆而利於水氣流通是也。但此等肥料，不能於新鮮時用之，必待完全腐朽後，始可充肥田之用。新鮮植物質肥料，不易與土壤相合，而含有成分，亦不得爲植物生長之需，故欲用此等肥料，至少必於一年前預備之，絕不可臨時製造也。

於苗圃中，耕種肥田作物，亦足代施肥之用，如大豆、蠶豆、苜蓿及他種豆科植物以及燕麥、蕎麥之屬，於春季播種，待秋季適當之時期，耕起土壤以掩埋之，次春用作苗床時，則被埋植物即腐朽而充作肥料用矣。於商業苗圃中，常用輪作之法，於第一年先施多量廐肥，以耕種農作物如玉蜀黍、馬

鈴薯之類，然後於翌年始種植樹苗，二年或三年，亦有於耕種農作物之前一年，種以苜蓿紫花之屬，耕下以作肥田料者。

動物質肥料 此類肥料之主要者，為血粕、廢肉、鳥糞、骨魚等，家畜糞尿，為中國最通用之動物質肥料，概稱之曰廐肥。廐肥之良否，以動物食料之美惡，儲藏之方法，及混合物質之種類而定。其效用之大，不惟含有多量植物需要之成分，並以其體積龐大，最足改良土壤之理學的性質，苗圃用之最適宜，且最經濟也。但新鮮廐肥，不得即時使用，必先造糞堆，俾其腐朽，糞堆之簡單方法，先鋪沃土六寸至八寸於地上，繼加以三寸至五寸之廐肥，後再加以三寸至五寸之沃土，如此更換層累，至上層則以四寸至六寸之沃土蓋之，此等堆糞法，以一年之長即足。

礦物質肥料 礦物質肥料，中國罕用之，美國、日本用者亦鮮，特盛行於歐洲。其主要者為硝酸鉀 ( $KNO_3$ )、加里鹽類 (Kainite)、智利硝石 ( $NaNO_3$ )、過磷酸鹽、草木灰、石灰石膏、食鹽砂及粘土等。石灰石膏砂及粘土之主要用途，在增進土壤之理學的性質，而石灰能調解有害之酸類，促成硝酸鹽及硝酸之構成，並使其他種有益成分分離，以供植物之需，但在苗圃中，僅可於土壤確乏石灰質時用之為要。

## 第三節 苗床

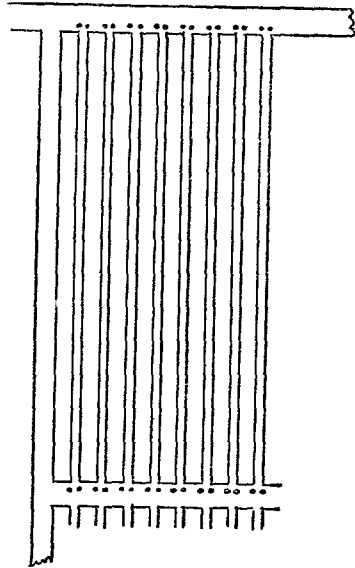
苗圃內育苗之地曰苗床。苗床有二種，曰播種苗床，曰移植苗床。前者專供種子播下之用，幼苗生長其中，或一年或二年，此等樹苗，稱之曰原生樹苗，或原生苗。後者即供此等原生樹苗移植之用，生於此床者曰移植樹苗，或移植苗。凡原生樹苗之，不即栽植於林地者，即移植苗床，使幼苗得獲充分之陽光及土地，以助其生長之發展。播種苗床應少於移植苗床之數，約言之，不過自二十分之一至六分之一耳。即有播種苗床一，須設移植苗床六至二十即可，至六與二十間相差之數，則關於樹種之不同，及樹苗留床之久暫而上下之可也。

## 甲、播種苗床

(一) 播種苗床之建設 播種苗床之大小及形狀，以地勢樹種及作業方法定之。歐洲各國以一畝至一畝二，(即三、一二五尺至三、七五尺或一公尺至一二公尺) 德國北部，無論樹種為何種，幅皆寬一畝二，(即三、七五尺或一、二公尺) 而長無限定，多以所占區域之全長為度，或區域過長時，以二分之一為止。設播種法為散播或密條播時，苗床之寬，總以不過四尺，再寬則耘草耕鋤諸多不便矣。如橡栗胡桃及他種闊葉樹之不需遮蔽者，往往條播畦中，不特設苗床也。造苗床時，先於

整地之後，按苗圃之地勢，劃分苗床設置之區域，於區域之兩端，按苗床及夾道之寬窄，插以木橛，然後用繩拴於兩端相對之橛上而緊張之，使成標繩，標繩布置妥當後，即將夾道內之土翻起，覆諸床上，則床面自高，若床寬在四尺以

第 十 四 圖



苗 床 之 建 設

內者，中央可作弓形以便於排水，但砂質土壤，水無停止之虞，苗床無高起及中央作弓形之必要。若乾燥之地，澆灌苗床取用澆水法時，則床身當低於夾道方可，中國北省，苗圃多半取用此式。床身造成後，若為弓形，通常以三寸餘寬一寸厚之廉價木板，作成床欄以環圍床身，一可防土壤之下流，一可使床邊樹苗得完全發育，此類床欄，亦有用石磚及桿類築成者，但苗圃中用床欄者亦鮮。

苗床造成後，宜將土壤先滾壓一次，使床面平勻，并使表土固結，易蓄水分。滾壓器有三種如圖，各以床面之形狀而異，其第三種為美國式，其直徑在寬部為一英尺，窄部為十一英寸，常用於六英

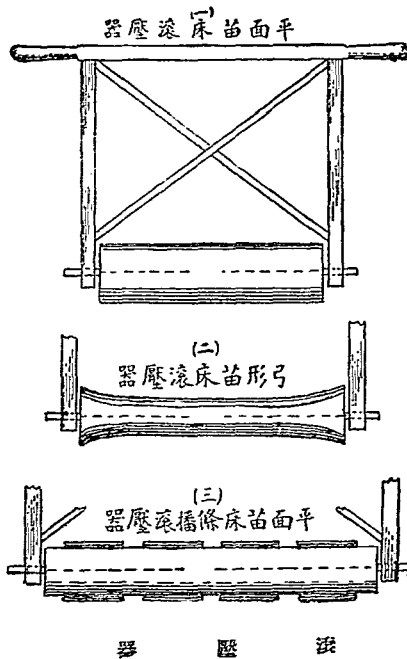
尺之苗床者，寬部長十三英寸，窄部為四英寸，苗床經此器壓過後，即印成寬十三英寸深二分之一的英寸之溝四條，種子即播之溝中，依此法播種，其生成之樹苗，在床之中央者，可與在外緣者，為同等之發育。

(二) 播種之時期

播種時期要無一定之準則，因苗圃中土壤之水分，可以灌溉行之，鼠類獸類之害，可以精細之法保護之，故自晚秋至早夏之間，皆可為播種適宜之時期。歐美各國，以秋季播種為普通，而中國苗圃中播種，多於春季行之，至以何時為最宜，總以樹種地方氣候及作業方法而定，不能強同也。

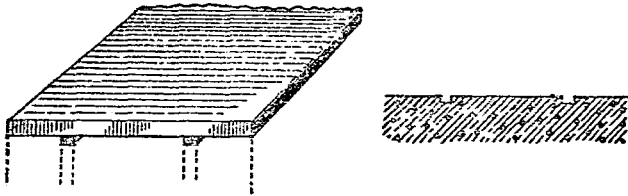
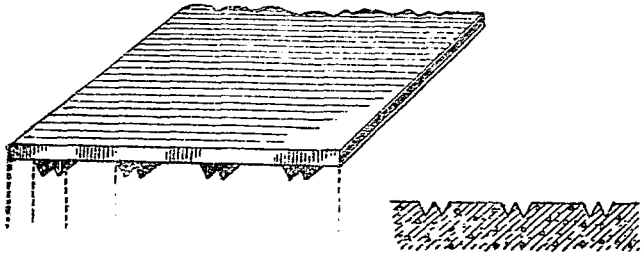
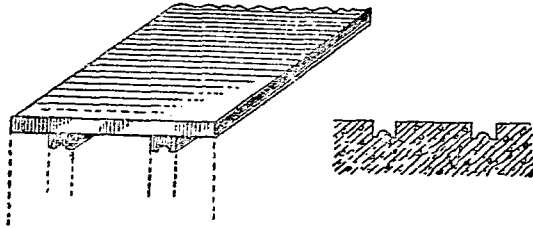
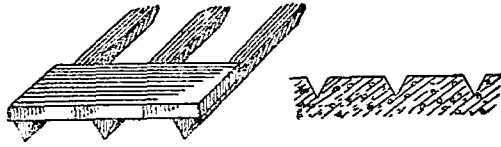
(三) 播種之方法 播種方法有二，曰條播曰散播，各有利弊。近世多注重條播，以其養成樹

圖 五 十 第



第 十 六 圖 凸 印 板

第三編 造林學本論



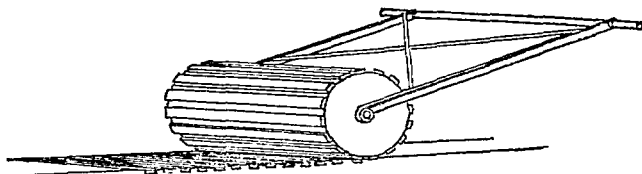


苗，雖較散播少，然發芽完善，耘草及耕鋤容易，且霉菌病可減少故也。茲分別言之：

**條播法** 苗床壓平後，以鋤扒等物造成深寬適宜之條，每條相距若在四寸以下時，則條與床長爲直角，反之若相距寬時，則宜與床長平行。歐洲大苗圃，對於闊葉樹大粒種子，於一呎二寬之苗床內，條皆縱行，若橡則每床作條六，山毛櫸檉根等樹每床作條八。條之造成，現已發明特別之器具甚多，其最使者爲凹印板，板之種類雖不同，而用以造成播種之條則一，板長與床之寬相等，於平板下釘以三角形長方形及W凹等形之木條，用時橫置板與床面，以手或足壓之，而床面即印成條形，條之深以壓力之大小而異，條成後，若爲V形，種子即播諸V形之底，若爲凹形，種子即播於兩邊之溝槽中，以此法施行條播，行列整齊，作業迅速，惟床面不平，此板即歸無用矣。更有軸形壓條器者，爲梭爾氏 (Sauer) 所發明，於硬木軸上，釘以木條，其距離以條間距離爲準，軸長則床寬相等，用時以人力曳之，軸壓床面，而條成焉，但此器亦僅適用於土壤細而平之床面也。

條成，即播種其中，以手播種不易均勻，并須熟練，而費時亦大，然無論種粒之大小，統可以手播行之，而尤以大粒種子爲最宜。現時發明之條播器中，其最簡者爲條播槽，槽之樣式頗多，概以V形槽構成之，播種時，先以規定之杯，其容積適等於每條之種子量，將種子先散槽中，使勻，再置於床面

第十 七 圖



條上，然後將槽板移動，種子即由槽底漏於條中。海爾氏 (Heyar) 發明之式為最簡

軸 最良之器，其式以四英寸寬四分之一英寸

厚之木板四頁作成二V形槽，然後將兩槽

形之各一面，釘於二窄板上，釘處備以活動之

機關，而兩槽板之他一面，相合為六十度之

壓角，散種其中，移動槽板，即將種子漏下，其式

如第十八圖。

條 播種後，應即行覆土，覆土之厚以一倍

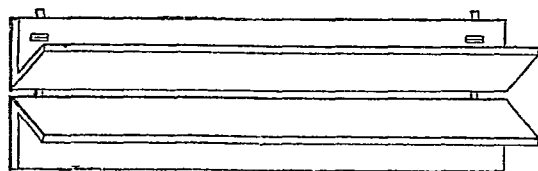
至四倍於種子之平均直徑為度，其間相差

器 之多少，視地方及土壤之性質定之，砂土或

壤土較粘土覆土須深，空氣乾燥或土壤乾

燥之場所覆土亦以深為宜。覆土時可以鋤

十 八 圖



條 播 槽

扒行之，而近世歐洲亦有特製之條播覆土器，亦甚便利，而切於實用。

散播法 散播多以手行之，以愈均爲愈善。散播前以耙類將地面輕輕揉起，使種子落下，即得與土壤接合，不致有爲風吹動之虞。設一時播種多數之苗床，應備有特製之耙方爲便利，歐美通用者，如第十九圖，以硬木一條，長與床寬相等，上嵌以六英寸之木齒，各齒相隔二分之一英寸，若床面水平，則爲甲式，如爲弓形則用乙式。手播非有良好的經驗，不易播種均平，省力之法，可先分苗床爲若干份，每份約十五方尺至五十方尺，再將種子

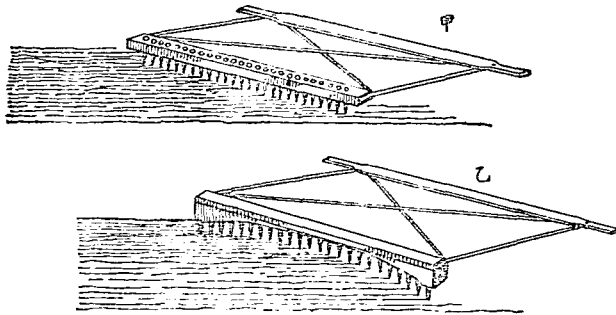
第

十

九

圖

耙



甲應用於平形床

面之耙

乙應用於弓形床

面之耙

亦照數分之，每份種子，即散播於每份苗床之上，此法不但易得均勻之結果，而種子亦不至有剩餘或不足之弊，每一熟練工人，每日可播一千四百方尺至三千五百方尺。

種子播下後，宜用滾壓器或平面木板等物鎮壓之，若土壤過濕，易粘着鎮壓器，常將種子帶出時，應不用鎮壓爲安。壓後即覆土，若以耙類行之種子爲所亂動，更不得均勻，宜自上方以竹篩或鉄絲篩之類，將細砂質新土徐徐篩下覆之。但所用之土，不宜過濕，濕則糊着篩孔，殊多困難。亦不宜有霉菌孢子或菌絲攪雜其中。爲防霉菌時，莫善於掘起表土約尺許，取下層之新土以供覆種之用。篩孔之大約以二分爲宜，覆土時，當注視床面，要使覆土之深與所覆種子之大合宜方可。

四、播種後之管理苗床法 種子播下後，當其未發芽之先，必須有相當之遮護，以保存濕氣，並防止日射風吹之害。大粒種子如胡桃橡栗之屬，及發芽速之種子如楓楸榆等，固無需遮蔽之必要，至針葉樹種及小粒闊葉樹種，非於播種後加以遮護不可。充此遮護物者，如樹枝樹葉稻草藁藉竹席葦薄等皆可，取此等物被覆床面，復以桿條石塊等物壓之。若用稻草藁藉之類，可於床邊立木樑若干，以草繩或麻繩緊張之，則草即爲繩壓住，不致爲風吹散矣。歐美大苗圃中，充遮蔽用者，常以粗帆布及他項編織物爲之，取其舒捲容易，且耐久也。種子開始發芽後，即行將遮護物移去，使幼苗得

受陽光及空氣。草類爲遮護物最劣之材料，應於不得已時用之，蓋其易於傳播雜草種子也。

五、發芽後之管理苗床法 種子發芽後，即將遮蔽物移去，更當速造遮日之具，以防床面及幼芽曝露於日光之中。蓋種子於發芽後四週間，最易爲日光曝斃，而床面直接日光，亦往往形成硬殼，大不利於嫩芽之茁長也。但天氣溫和濕潤多雲之處，或秋季播種早春發芽之時，遮蔽日光之設備，則亦未嘗不可省略。遮日之法，有用天然物者，於苗圃中散植大冠之樹林，使其成蔭，而列置苗床於樹上，在德意及歐洲南部多行之，然蔭影不勻，妨礙工作，并奪去土壤之濕氣及養分，似非良法。又有於播種時，散布生長最速之樹種如赤楊之屬，距離約六寸至八寸，借使其遮蔽生長遲緩之針葉樹類，迨後逐漸滅除，此亦遮日之一法也。而普通遮日之具，則有特設之日遮。

日遮之效用，主在形成疏蔭，使苗床不受日光直射暴雨打擊，故可保守苗床之濕氣，而并不妨空氣之流通也。通常之法，於苗床四隅及兩邊，按適當之間隔，立以一尺至一尺五寸之小木柱，再以竹桿或木條，沿床邊架置其上，以構成架框，於架上蓋以竹簾草簾葦箔樹枝等，或以竹木條特製之日遮。晚間及灌水時，可將日遮捲起或除下，但大雨之際，或大苗圃中以不將日遮除去爲便宜。

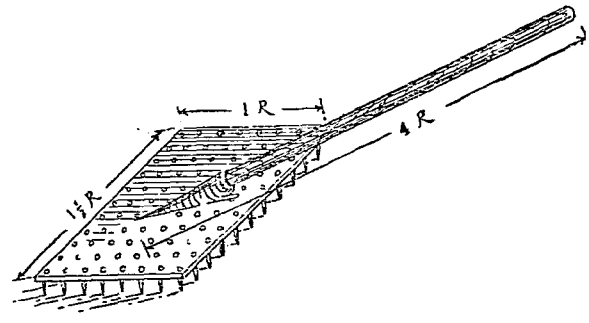
種子發芽時，往往因床面形成硬殼，不克挺然露出，嘗見許多幼芽，羣擊一凝固之泥片，苗床內

有此現象殊為不幸。蓋此等幼芽皆極壯旺之樹苗，以硬殼強壓之故，不得自由發育，大影響於養成樹苗之結果也。管理苗床者，當先事將硬殼破碎始可，如第二十圖，為碎土器，以長四尺寬一尺之木板，貫以鐵針，上有柄長四尺，持之輕擊地殼之硬處，不傷種子，而硬殼即可粉碎矣。

六、耕草及耕鋤 苗床內最忌雜草，故耘草亦養苗

之要務。美爾氏 (Mayer) 謂於種子未發芽前，可以熱水傾注床面，以遏止雜草之發生及他種蟲類之害，并可促種子早為發芽，若種子覆土之深在 0·六五英寸以下時，水之溫度絕不可過華氏表一百七十五度，又云：於整備苗床時，暫行放任，待雜草發生，即以熱水澆之使斃，然後播種，此亦安全之法也。至幼苗發生後，要常耘草，最初之一季，視草生之強弱，應行三次至六次耘草之外，并須時時鋤起苗間之土壤，以助水氣之流通，而

第 二 十 圖



碎 土 器

減少土壤毛細管之蒸發，炎暑之季，尤以常行耕鋤爲宜。若散播或密條播之苗床，於耘草之際，借以鬆起土壤亦可。

七、秋季之管理苗床法 於早秋之季，即須除去日遮，使幼苗木質變硬，以增加其強壯之程度。闊葉樹種冬季多不加蓋護，針葉樹種反是，蓋冬季霜柱寒風及冰凍之屢結屢解，大有傷於幼苗也。故於霜凍將至時，以米糠木屑落葉稻草等物，滿布苗間，以爲掩護之計。若易受霜害之地，并宜特設霜遮，霜遮可以日遮兼用之，晝起夜覆，借予床面以陽光，以增加溫度。然有設日遮時，令架之南邊低，北邊高，用爲霜遮時，則低其北方，而高其南方，亦或使北方全接地面，但如此處理，頗覺煩索，不如構造平架日遮霜遮，統可應用爲愈也。

八、播種一年後之管理苗床法 闊葉樹種一年後多半移植，而針葉樹種常留床一年至三年。樹苗生長一年後，自能密閉成蔭，勿須日遮，雜草之生長亦稀，所最當注意者，惟旱季之灌溉耳。若針葉樹苗過密時，於一年之末，可減除若干以疏之，減除時，先將苗床充分澆足，然後以手拔取小苗即可。又有所謂切根者，移於苗生一年或二年後行之，所以遏制樹苗過度之生長，而使多生細根也。通用之法，以二人對立於苗行之兩邊，按四十五度之角，用鋤插下以切斷樹苗之直根，亦有用刀斜入

土中，割斷直根者，但僅於疏鬆土壤中可行之。

## 乙、移植苗床。

一、移植苗床之建設 於播種苗床內養成之原生苗，不即行移栽於林地，而於苗圃中特設苗床以植之，再俟一年或一年以上，始行掘出作造林用者，曰移植樹苗，或單稱曰移植苗。備移植苗用之苗床曰移植苗床。樹苗移植，不限一次，設於必要時，有二次或三次行之者。移植之目的，在使樹苗得充分之陽光與土地以肥大其枝幹，並增加其毛根，俾於移栽林地時，易於生活是也。現世林業家雖多反對移植之傷費，并證明用原生苗造林時，後日樹木之生長發育較爲良好者。但多半闕葉樹種，實無移植之必要，而一般針葉樹種，幼年生長遲緩，移植之事實不得免也。

移植苗床之設置，整地，與播種苗床相同。於必要時，尙宜施肥，惟粗質肥料或肥田植物等，不宜於將行移植前行所謂基肥者，以其妨礙樹苗之植入，并足爲害蟲之窟穴也。移植苗床，較播種苗床大，或同於農作物之畦，無特定寬窄之限者，通常之寬爲三尺至六尺，其長無定，而樹苗行列橫行，床間夾道之寬以尺半爲常。

(二) 移植之時期 移植可隨時行之，而最良之季節，爲早春樹苗生機未動之前。若氣候適



宜，布置周密，針葉樹種於生機動後數週間移植之，亦無妨害。乾燥多風之時，表土宜乾，不可移置。秋季移植，翌春樹苗早得生長，似爲良好之季節，但霜害冰凍，幼苗多被殺傷，亦不可不計及也。

(三) 移植苗之距離 移植苗之距離遠近，以下列情形定之：

(1) 小苗較大苗距離近。

(2) 樹苗留床之期愈長者，距離愈遠。

(3) 樹冠大者，距離當遠。

(4) 陰性樹種比陽性樹種距離近。

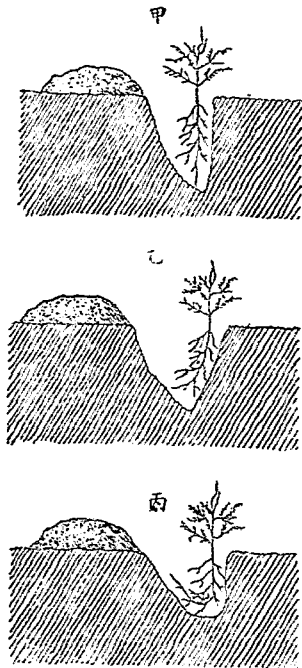
(5) 距離之遠近，與移植次數爲正比例，當移植次數愈多者，距離當愈遠也。

據美國牌提司氏 (Potts) 所云：二年生針葉樹原生苗移植時，若留床二年，每行當距六英寸，每苗當距四英寸，若僅留床一年者，苗間相距僅二英寸即足。總之，針葉樹中除生長速如落葉松者，苗距須稍寬，餘者一年生或二年生之原生苗，若苗床一年苗間相距一寸即可矣。

(四) 移植之方法 移植方法可分爲二，一曰穿穴移植，一曰掘溝移植。

穿穴移植法 此法最便利，對於大樹苗如闊葉樹及第二次移植之針葉樹便利尤甚。移植時，

第二十一圖



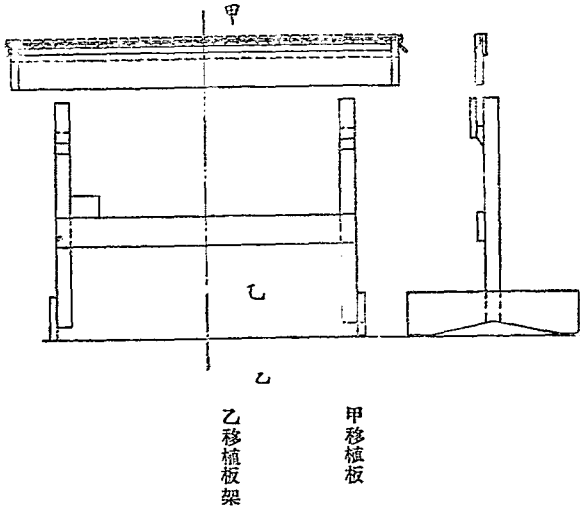
甲植法適當  
乙植法不當  
丙植法不當

先於苗床之縱邊，引以標繩，按每行規定之距離，附以記號，然後按號作行，每行內照規定之苗距穿穴，而以手植樹苗於穴中即可。穿穴之器具，以樹苗之大小定之，尤以根之大小爲要，手鏟小刀木鏟等皆可用之。若移植小樹苗，如一二年生之針葉樹，可取一木板，平置苗行之間，以作苗距之標準，板長與苗床之寬相等或稍長，板之下面附以二箇小木支，以防板與床面相磨，板之寬以苗行距離定之，若行距五寸，板當寬四寸，於板之兩側，交叉割小口若干，其距離與每行內苗之距離相等。用時，置板於床面，以一端緊靠床邊之標繩而與之成直角，如此即按板上之割口穿穴，植苗一行，植罷，即移

置於次行如法行之。設能確使板端常與標繩相靠而成直角，則行列整齊自易矣。據牌提司氏 (P. P.) 所經驗謂，工人二名，每小時可移一年或二年生之針葉樹苗四百株至五百株。移植時當注意者，即不使樹根有曲彎之弊為要。

掘溝移植法 掘溝可以鋤鏟鋤等類為之，歐美各國有利用馬力及機器者。溝成後，以右手握苗，左手取苗按株排列溝中，令樹根直垂不致偏斜曲折，俟全行排齊，即以足擁土覆而踐之可矣。此法簡而省費，用者最多。手植之外，有移植板者，工作更速，省費益多。移植板之形式，發明

第 二 十 二 號 移 植 板

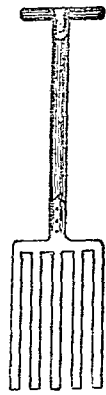


者甚多，大概以平板一塊，長等於床寬，寬五六寸，於一邊凹下上切以小口，每口相距使等於苗間之距離。用時置苗於小口中，使根皆下垂，即用板端預置之繩，張引壓之，使不得動，然後置之溝中，攙土將樹根培之，再將繩放開，苗即植成，而板又可取而復用矣。此法若掘溝少深，較手植迅速且均勻，誠移植之利器也。

#### 第四節 樹苗之處理

一、樹苗之掘起 掘苗最注意者為不傷其根，無論移植於苗床，或直栽於林地，總以掘起後即行植栽為最宜。移植時損失若過百分之五至百分之十，移栽於林地時，若過百分之二十五，則應用方法即須改良。掘苗時如苗床乾燥，土壤堅硬，當於一二日前施行灌溉，使其十分濕潤方可，掘起後即須植栽。如在商業苗圃中，須速行裝置，其附着於毛根之細土，慎勿以水洗去，蓋有此細土附着，則植栽時易與新土接合也。掘苗之器具，以鍬、鏟、鋤等為之，掘苗又即為掘起移植苗時最利之器具，既省勞力，而入土亦深，用時直插土中，再向後方下壓，則又端即向前向上，土壤因以鬆起而樹苗即可提出矣。美爾氏 (Mayer) 謂，掘

第三十二圖



掘苗叉

條播或條植樹苗時，先與苗行平行相離三寸許之處，作一深溝，然後再以鋤或叉，於苗行後方插下用力向前推之，則土與樹苗即張入溝中，再於溝內鬆土中收集樹苗，殊為便利。

二、樹苗之收藏 樹苗於晚秋或早春掘起後，不即植栽者，須暫時收藏之。設樹苗由商業苗圃購來時，亦當先解除其裝裹，施以相當之收藏法為要。收藏樹苗通用之方法有二種，一土中假植，二雪窖貯藏。

假植云者，即將樹苗暫埋於濕潤之土中，以防根部之乾燥是也。落葉樹苗可全體埋覆，惟常綠樹苗必須露出一部為要。假植時，先於疏鬆不存蓄水分之土中，掘一溝，溝壁少傾斜，樹苗即排諸溝壁之上，再以土覆之，迨根部充實，無穴隙時，即以足踏之，一溝埋成後，再接之以掘埋其次，如此重疊行之，此為藏苗最通行之法。

設樹苗不能依時栽植，欲令其生發稍緩時，可用雪窖貯藏法，如第二十四圖，於陰涼之處，掘約五尺深之穴，先充以雪，壓之，繼覆以亂枝，其上再加以新鮮土壤，樹苗則密排於土層之上，樹苗排成後，再覆土一層深約數寸，後即用亂枝蓋之，窖上架以樹枝，以作遮蔽，如此收藏之樹苗，可延長數週而不動生機也。



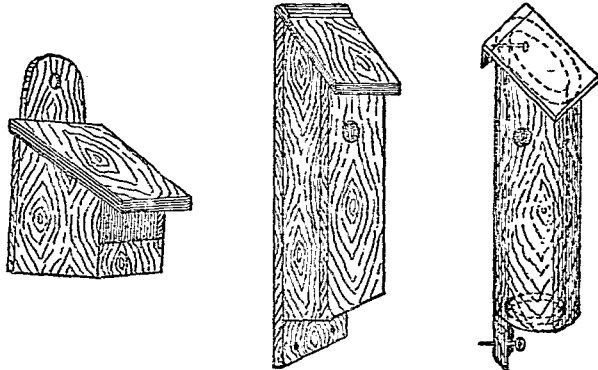
苗圃內之易受損傷者，爲播下之種子及稈嫩之樹苗，種子於發芽前易爲鼠類小獸所竊食，欲保護之，一在防止其侵入，二在殺害其生命。凡苗圃中或其附近之區，務須淨除雜草亂木，及填塞窖穴孔洞等，俾獸類無避息蕃生之所，以絕其源，并建造良好之圍垣，或使用苗箱使其無由竄入，或預設陷阱以誘殺之，此預防獸類之大概也。以下特就氣候鳥蟲病菌等害之保護略言之：

一、惡劣氣候 氣候之爲害，乃樹苗生理上致病之主因，凡樹苗之變黃而死者即屬此症。此症最普通者爲日曬凍傷霜害及腐根等，日光過烈時，樹苗之蒸發太甚，多致黃枯，而於疏鬆砂土爲尤甚。防害之法，在於乾旱時施行灌溉，使樹苗無缺乏水分之虞爲要，而耘草耕鋤遮護諸事皆所以減少旱害者也。冬日土壤凍結，樹根被創，生發時即不能吸取水分，自必枯萎，其病狀與日曬相同，保護之法，須於冬季蓋護床面，或特設霜遮。設冬季雪多被壓或覆蓋過厚時，樹苗於早春不得空氣與陽光易生霉病，故蓋護之物，當須輕軟，早春之際，一無霜凍，即行除去。霜之爲害，在損傷樹木之嫩質，秋季播種不須過早，免使種子發芽正逢早霜，春季樹苗又常被晚霜之害，若於晚霜多處，宜遮蔽或蓋護床面爲要。針葉樹苗常於土壤過濕之時，受腐根之病，此等苗床，不可不特別注意於排水及灌溉之方法也。

二、鳥 鳥類爲害最烈之時，多在種子發芽後數週之內，因針葉樹皮及小粒闊葉樹類，於種子發芽時，常頂其種皮而出，此卽爲招惹鳥害之原因。防止之法，或於苗床上張以綿線。或罩以鐵網，亦或紮束假人懸掛死雀，以警羣鳥，有於播種時，將種子拌以鉛丹 (PbO<sub>2</sub>) 或浸以石灰者，亦有以毒藥等物散布各處以毒殺害鳥者，此皆可行之法也。但鳥類中益鳥亦多，林業家對於嗜食害蟲之鳥，要極力保護之，保護益鳥之法，須慎備鳥巢，鳥巢之構造，須只於鳥之大小及性質，其通用者如第二十五圖。

三、害蟲 昆蟲於林業爲害甚烈，其詳見於森林保護學中，茲就爲害苗圃者約舉其大要言

第 二 十 五 圖



巢

鳥



之管理苗圃者，卽知蟲害之巨，當時時巡行圃中，一見有蟲害發現，卽設法防止，切勿使其蔓延爲要。害蟲可別爲三類，一、食葉害蟲，專食樹苗嫩葉及幼芽，此類害蟲，可用砒酸鉛 ( $Pb_3(A_2O_3)_2$ ) 或巴黎綠噴射之，砒酸鉛之配合，爲以砒酸鉛十二兩合水四斗五升七合，但所用之砒酸鉛中至少須含砒酸鹽 ( $A_2O_3$ ) 百分之十四，合水至多不得過百分之五十。二、爲吸液害蟲，卽專以吸收樹葉及樹皮之液汁者也，殺蟲之法，可用石油乳肥皂水及烟油等物噴之，石油乳之配合量，爲石油二升肥皂一兩二乃至一兩五合水一升，肥皂水之配合量爲肥皂一錢五乃至三，合水一升。三、爲切根害蟲，專咬斷樹苗之根，而使其倒斃或枯萎，此類無經驗之藥品，可以人工搜殺之，或於苗床間掘深溝以陷之，或利用益鳥蕃殖以食之，亦或於苗圃中多掘穴孔實以藁草馬糞之類，誘集而捕殺之，如螻蛄蟻蟻之屬，用此法最效，若於整地時深耕土壤而曝露之，以殺其幼蟲，此亦易於施行之法也。

四、病菌 病菌之最烈者爲霉菌，霉菌害起於種子生發之始，針葉樹種及小粒闊葉樹種受害尤甚。此等菌類多爲 *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Trichoderma* 防止之法，有用炭間質液 (卽 Formalin 含  $HCHO$  質 40%) 之蒸汽，或綠化鋅 ( $ZnCl_2$ ) 硫酸銅 ( $CuSO_4$ ) 及硫酸等之消毒法者，但費用大，施行難，中國尤不易見諸實行。最便利者，在以耕種之得法，使土壤得適當之

處置，俾病菌無發生之機會爲要，如秋季及早春播種或施行灌溉及遮蔽之工，皆足防菌類之蕃生也。陶美氏 (Tammey) 謂，播種後以掘起一二尺深之新土覆之，爲防菌最切實用之方法也。



## 第七章 造林之實施

### 第一節 林地之整理

當播種造林，或植樹造林之先，整理林地實爲首先注意之事務。但林地之情形各不相同，整理之方法卽不能一概而論，普通言之，林地中之需要整理者，大別之爲二，一曰土壤，一曰草木。

歐洲各國，對於林地土壤之改良，久已極力講求。并得有良好之結果。如南部之流沙，現已多半成林。法國并以防砂林擅世界之盛名。惟此等改良之工程，需費甚巨，非私人之經營林業者所能見諸實行。中國林地甚闊，肥瘠咸備，儘可先擇良好林地而用之。若夫巉巖錯亂，石骨齒立之處，沙漠草原，荒蕪不毛之區，已失林地之價值，暫行置之可矣。至於傾斜過急之山嶺，土壤有被雨水沖洗之虞，中國北部諸山，類此者甚多，於必要時，應特行防禦工程如築堰掘壕等事，但用費亦多，極大工程，亦非政府出而經營不可。造林者於工程之外，尤當於經理森林時，特別注意，其要者，如樹之距離當近，樹冠之鬱閉當密，擇伐作業行之最宜，絕不宜使用全伐更新之法，至詳細說明，當於經理學中見之。

茲特將土壤草木二者略言之：

一、土壤之耕耨 耕耨之目的，在使種子或樹根與土壤密接，易於發芽生長是也。歐洲林業家注重整地，并發明種種之特別耕作器，以爲深耕易耨之用，確信土壤之整理，實爲造林收效大小之原因。中國林業尙未發達，整地之事講求者少，且以造林之初，需用人工不免加多，實足增重造林之建設費，然徒以費用多而不整地，有如因噎廢食，未爲得計。况林地之整理，簡便易行，非如農家之耕作農田也。僅除去地面之雜草苔蘚亂石及他種障礙物，將表土掘起，使其疏鬆即足應用，器具雖與農家用者少有不同，然如鋤、鐮、鶴嘴、鐵耙之屬皆可用之，將來再取歐美新式之器具仿效而利用之可矣。

土壤之整理，既足加重造林之費用，故非必要之時，植樹造林，殆無將全林耕耨之理，惟播種造林，整地之事，必不得免，而施行所播法時，僅可就播種之區內行之。茲將土壤耕耨之主要利益，列之如下：

對於播種造林之利益

(一) 種子與土壤接合易於發芽。

- (二) 能增加土壤之水分及肥分，使幼樹生長迅速。
- (三) 幼樹免受雜草淹沒排擠之害。

對於植樹造林之利益

- (一) 可用小樹苗造林。
- (二) 因幼樹之生長速，損失少，樹距可以放寬。
- (三) 可減少早霜及晚霜之害。

二、草木之耘除 無亂草之林地，造林頗易，反之草木叢生之所，施行造林殊為困難，其為害之點如下：

- (一) 壓蔽幼樹，
- (二) 增加蟲害菌病之危險。

- (三) 因生活競爭，掠奪幼樹應得之水分，及養分。

新伐林地雜草甚少，故整地極易，惟須於造林之前，聽其曝露，使腐植質分解為要。腐植質可充地被，妨礙水分之蒸發，分解後又可增加土壤之肥分，且組織疏鬆，含水量強，亦可減少雨水沖洗之

害。惟過多時，於播種造林阻礙不淺，蓋種子非與礦物質土壤接和，不能發芽，即發芽亦不能生長，腐植質多，則種子生根後，難與土壤相接，終無生活之望。故於新伐林地內，若欲施行播種造林之時，非先讓腐植質分解後，再將土壤掘起不可。然亦有於播種前，將地面引火燃燒者，此法於腐植質成分雖稍有損失，然較翻起土壤尚為有利也。若雜草繁茂之地，其可充燃料用者，當割賣之，然後再掘去其根，設燃料無價值之區，可於早春晚秋之時，用火燒之，一可滅殺蟲害，而餘灰亦可增進土壤之肥分，惟燒後之地，未得雨水不得播種。

## 第二節 直接播種造林法

一、播種造林之意義及概略 直接播種造林者，即將種子直播於林地，令其自然生發成林之謂。其異於天然下種造林之處，為種之播下，非賴母樹之力，乃假手於人工是也。天然下種之種量多而生發者實少，播種造林應用之種子自不及天然下種者之多，故必增加人力以促進種子發芽生活及成長也。茲舉關於播種造林之主要事項如下：

(一) 種子之品質。

(二) 樹種。

(三) 林地內雜草之情形。

(四) 表土之性質。

(五) 食種鳥獸之有無。

(六) 播種之時期。

(七) 每畝播種量之大小。

(八) 覆土之深淺。

播種造林，當應用品質極良之種子，陳者及發芽力弱者，可於苗圃內用之，播之野地更不適宜。中國於此法造林，雖無甚研究，然橡栗、榲桲、胡桃之屬皆可行之也。針葉樹種德國以赤松、黑松以及落葉松，美國以黃松、白松為最。

草木叢生之地，最不利於此法之施行，故整地為此法最要之事，但如小灌木之類，生長若不甚密時，可留充保護樹之用，借以遮蔽地面，調和溫度濕氣之變化，於種子發芽時為益不小，是亦不可不注意者也。

中國地土遼闊，南北氣候差異不少，故確定一播種之時期，殊為難能之事實，要在造林者因地



之宜自行規定之。規定播種期最當注意者，一爲樹種，一爲氣候。凡種子成熟於仲夏之前者，應即行播種爲宜，以此等種子貯藏不易也。設種子不至爲鳥獸損傷或氣候損壞之時，凡秋季成熟之種子，統可於秋季九十月間行之。反之若種子易於貯藏者，或林地內鳥獸竊食種子爲患甚大時，仍當於早春行之。雨季者，亦大足左右播種之時期者也。播種於雨量最多之季節，種子生發易而成長亦佳。中國北部乾燥之地，以雨季定播種造林之季節亦頗適當。普通言之，種子於早春發芽，幼樹早得生長之機會，以免爲夏季烈日所傷，此爲播種時最當注意者也。

天然下種法之缺點，即種子不得覆土是也。故雖下落之種子，爲量極多，而能與土壤接合者實少，幸借雨水之力，種子得埋覆於土壤之下，然厚薄難均，厚則發芽爲其阻止，薄則乾燥風吹及動物踐踏之害多不能免，天然下種造林，失敗之故，即多因於此。播種造林之勝於天然法亦在於此。惟覆土之深淺，因風土樹種而各不相同，輕鬆土較重粘土宜厚，陽光普射之地較有蔭庇者亦宜稍厚，而通常覆土之深，以種子直徑之一倍至三倍爲準。

二、播種造林之種類 播種造林法大別之有二，一曰散播，即散布種子於林地全面積是也。一曰所播，即於限定之地面內，播下種子是也。所播法用費常少，因需要種子之量既少，而整地之費亦

僅限於播種之所故也。

甲、散播法

(一) 種子之需要量 散播法費用多，常有較植樹造林之建設費尙大時，故僅得於種子易得并勿需整地之處行之。每面積單位種子之需要量，各種不同，茲舉歐洲普通之例如下：

歐州樹種散播造林時種子之需要量	
樹名	每英畝需要種子之量數
橡	55—900
槲	150
樺	30
歐 欉	10
蘇 格 蘭 松	6
腦 威 楓	45
腦 威 樅	8

(二)發芽之參差 以此法造林，種子常有發芽遲緩不齊之弊，蓋因覆土不勻，而地面濕氣不一故也。且常有多半種子，當年不得生發，必俟次春者，此等情形之主要原因，即季節乾旱或春季播種太晚所致，茲以美國試驗之例證之：

種子發芽參差表  
(春季播種)

樹名	日數
胡桃	28—70
山核桃	28—56
蠟樹	28—56
橡樹	28—42
針葉樹大多數	21—42
楓樹	14—28
楊柳	2—6

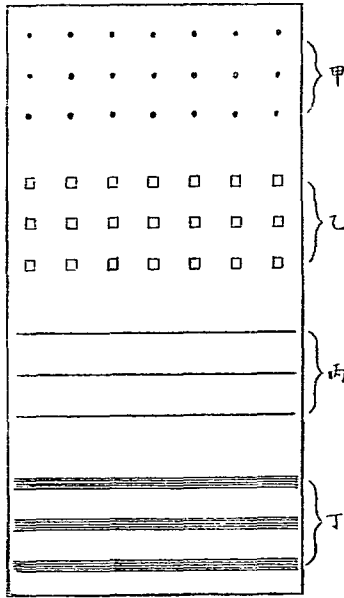
(三) 散播之施行 歐洲各國，對於播種機器，久已發明甚多。但多半林地不能使用，蓋林地多爲高窪不平之形，槎木根株石塊等物，恆足爲機器播種之障礙也。最通行者，爲手播，手播之勻否，當以手術之精粗爲斷，而施行時取用之方法，亦甚有關係。最良之法，(一) 先按地勢之高下，支配播種面積爲若干區，然後將種子再按區分配之。(二) 設種子小時，即以米糠木屑或砂等物混入而均攪之。(三) 分每區應用之種子爲二分，取其一分順一方向播之，餘一分即照前方向而橫播之，簡言之，卽縱橫交叉作十字形之手播也。又有所謂混種播者，乃取不同之種子兩種，或兩種以上混合一起而播之，惟播種前，首當攪拌均勻，設兩種之大小重量不同時，卽不能施行混播之法，應各種分播之。播種區域之面積，當先置木椿或旗幟以作表識，播種之後，以齒耙等物輕輕以土覆之。歐洲各國多用特製之耙類，曳之以充覆土之用，德國有驅放豚豕入內，攪起土壤以代覆土者。

(乙) 所播法 此法，種子之散布，僅限於一定之區域，故人工費用，較散播法所省甚多。但所播之種類亦多，有帶播條播塊播穴播之分。各種之方法不同，而播種區域之大小亦異。帶播法所占面積較大，足領全林面積之半，穴播法占地最少，小形塊播每塊若相距六尺時，則占地之數約居全林二十分之一，以各法占地不同之故，則所播費用之多寡，亦不得一律論也。茲舉所播優於散播之

點如下：

- 一、種子量僅用散播時二分之一以至八分之一。
- 一、除播種之所外，全面積無耕耘之必要。
- 一、得利用林地內最良好之部分。
- 一、播下之種子，得完全以土壤覆蓋之。

第十二圖 播種法略圖



甲帶播法  
乙條播法  
丙塊播法  
丁穴播法

一、帶播法 此法，播種之部分為帶狀，帶之廣狹及每帶間距離之遠近，各不相同，通常帶之寬

以二尺至四尺爲度。雜草繁茂之地，幼樹易爲兩邊草木所擠壓，故帶幅不宜過狹，每帶距離以四尺至六尺爲限，過寬則樹木之分布不得平均，且帶之兩邊陽光充足，樹木必有歪斜之傾向。帶播法施行最便時，爲土壤易於整理之林地，若雜草灌木叢生之所行之非宜，設得良好林地，先將土壤淺耕一次，再扒平之，然後於適當之時，播下種子，此爲最良最經濟之方法。播種時，以手散布種子，他一人以耙覆土，若林地平整，可用播種機散布種子，復選取多杈權之樹枝束起，曳之以爲覆土之用。又法於帶中分作數行，平行播種，樹木生於中間之行者，因兩側夾擠之故，得生成平滑光直之樹幹。

二、條播法 行此法時，以犁耕起地面爲溝，每溝距三尺至六尺，種子即沿溝播下。大粒種子如胡桃橡栗等，用此法最便。實行時，以一人先散種子於溝中，一人居後用耙覆土，若大粒種子，每種子可隔一尺至四尺播之，相隔密時，可單個播下，稀時常有投二枚或數枚於一處者，若草木叢生之地，於首二年中，施行除草一二次亦可。

三、塊播法 此爲播種造林最廉之方法，亦最良之方法，美國盛行之。中國林業方興，造林經驗既少，而荒山童禿已久，土壤之肥瘠不等，如帶播條播以及散種諸法，整地時以人力爲之，殊感不便。此法一可省人工，一可利用土壤良好之部分，而於崎嶇不平之山地行之，尤爲得計。蓋此法播種之

所，對於全面積之比例甚小，土壤之需於整理者，僅播種之塊部耳。

塊部之大小形狀，及塊間之距離各不相同，總以樹種及播種地為規定之標準。以大小論，則有四尺至五尺之大塊，以至直徑數寸之小塊，形狀多半為方形或長方形，而有時亦有不定形者。各塊距離，不僅與樹種及林地相關，而塊部之大小，亦為距離遠近之準也。造林者，固以塊部分配之整齊是求，設以利用地力之故，致有參差錯亂之勢，是以不足為病也。

林地土塊，若為重粘土時，塊部須

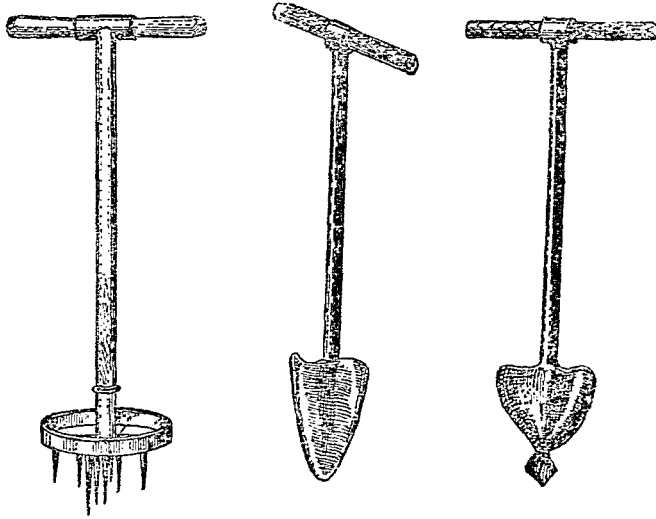
第

二

十

七

圖



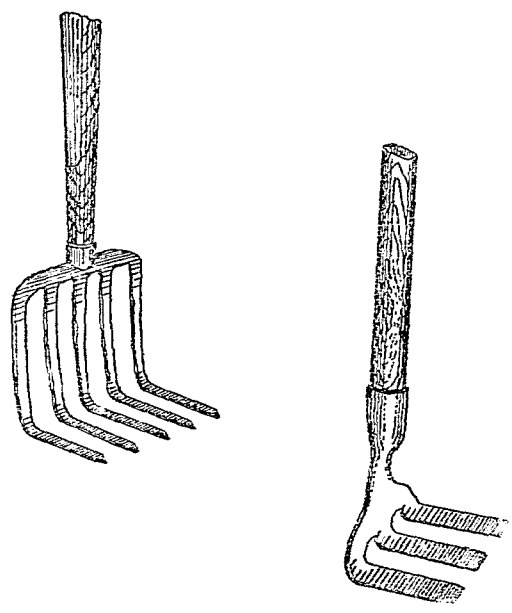
歐州於播種時整理地之器具

於秋季掘起，並將雜草等物除去，俾經冬季暴露，以改良其性質。通常之土地，於播種時或於播種前數日行整地之工作即可。歐洲盛行小塊所播之法，塊部直徑約五六寸許，每塊相距自三尺至七尺，近五十年中，瑞典典腦威之公有人工造林，以此法造成者占四分之一，美國針葉樹種，亦多用此法行之。

適於塊播時整地之器具，在中國以鏟、鍬、鏟、耙、耨等類皆可。歐洲所用者有下列之數種，用之較為便利，是亦可仿效者也。

四、穴播法 大粒種子如胡桃、橡栗等，皆可以此法行之。法先以掘穴器作穴，即以種子一枚或

第 二 十 八 圖

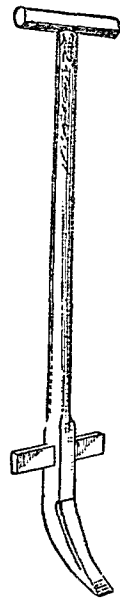


歐 洲 用 於 塊 播 整 地 時 之 器 具



數枚投置其中，然後以足壓閉穴口即是。美國用此法者，常以種玉蜀黍之穿穴器行之，其式如下。

圖九十二第



器 穴 穿

### 第三節 植樹造林法

一、樹苗 樹苗為植樹造林之主體，故造林者，不可不慎重考察之。其最當考察之事項如下：

(一) 樹苗之根源。

(二) 樹苗之大小及年齡。

(三) 樹苗之來歷。

(四) 樹苗之修剔。

(一) 樹苗之根源 樹苗以根源不同之故，可分下之數種：

甲、完全樹苗 即樹苗具有完全根莖者之總稱。

(子) 種生苗 樹苗之由種子生成者曰種生苗。

A 原生苗 卽樹苗生成後未經移植之謂。

a 野地原生苗 卽野地上由天然落種生成之樹苗。

b 苗圃原生苗 卽苗圃內由人工播種生成之樹苗。

B 移植苗 樹苗生成後曾經移植一次或數次者。

a 野地移植苗 野地原生苗之經移植者。

b 苗圃移植苗 苗圃原生苗之經移植者。

(丑) 木生苗 樹苗由其母樹之一部生成者曰木生苗。

A 插條

B 伏條

C 根蘖

乙、不完全樹苗 卽樹苗之僅有根或僅有莖者之總稱。

(子) 截條 取樹木之枝幹，直接插植造林者曰截條，其少異於插條者，爲不先培養於苗圃中，使其生根是也。

(丑)分根 將樹根截短，埋於地中而發芽生長者曰分根。

樹木中無不能以種子養成樹苗者，種生苗生長旺，壽命亦長，為植樹造林主要之物。而用不完全樹苗造林者甚鮮，惟栽植楊柳及竹林時可用之。

(二)樹苗之大小及年齡 樹苗應附載以相當之記號，以表示其大小及年齡。通常記大小專講高度，歐美多用英吋，中國可以新定長度營造尺記之，最便於實用。例如扁柏高一尺五寸，生於播種苗床二年，移植一次，而長於移植苗床者又二年，可記為(1.5尺)調密2-2)。又若蘇格蘭松，高一尺七寸，生於播種苗床二年，又生於移植苗床二年，移植共二次，則可記為(1.7尺)密調密2-1-1)。餘可類推。

樹苗應用之高度不同，自數寸以至數尺，但一尺樹苗，用以造林者甚少。針葉樹種多以四寸至一尺為適當之高度，闊葉樹早年生長速，故樹苗常高，茲將使用小樹苗之利益列舉之：

(1)省費。

(2)運送栽植易。

(3)於掘起運送栽植時，生長上感受之損失小。

(4) 根部受害之度輕。

但有時小樹苗不適於造林之用，必需使用大苗者。茲將小苗不利之點列之如下：

(1) 不能敵禦雜草亂木之侵擾。

(2) 易罹旱害，因植樹後，根部尙不及深入土中，遇旱則危也。

樹苗之年齡，以樹種及地方各不相同，通常習用者，闊葉樹自一年生至二年，生針葉樹自二年生至四年生。

(三) 樹苗之來歷 植樹造林時樹苗之來歷可分爲三：

(1) 產生於林業家自設之苗圃者。

(2) 由商業苗圃販買而來者。

(3) 採集之野生苗。

中國之森林甚少，苗圃無多，後二者不足應樹苗供給之需，不言可知。故造林者必需設立苗圃自養樹苗始可。茲舉自設苗圃之利益如下：

(1) 便於用。

(2) 無運轉之煩擾及危害。

(3) 樹苗之大小年齡得自由定之。

(4) 費用省。

(5) 樹苗之種類正確，無異種混亂之弊。

(6) 樹苗習於林地之風土。

(7) 無輸入蟲害菌病之危險。

(8) 得確知樹苗已往生長之情形。

(四) 樹苗的修剔 欲樹苗之根部與莖部得保其天然平均之勢，不得不酌加以適當之修剔。蓋掘苗之時，根部無不多少受創者，必稍剪其枝，使與根部相稱，根之傷損愈大，枝之修剔者亦愈多。但修剔後，樹苗有易受菌類孢子傳染之害，故非於必不得已時，修剔不宜過重。而掘苗時，根部必須竭力保護也。茲將修剔必要之時，列之如下：

(1) 根莖兩部不等時。

(2) 根部受有重創時。

(3) 直根長，不利於栽植時。

(4) 莖部生權時。

(5) 樹苗形狀不良時。

二、樹距 樹木栽植於林地時，其各樹相距之遠近曰樹距。各樹距相等者曰規則樹距，不等者曰不規則樹距。不規則樹距，於植樹時，無指定行列方向之必要，其遠近可以目定之。惟植樹者須先定一平均樹距，於植樹時，要與此距相差不遠爲是。此法概於崎嶇不平之林地，或大樹之空隙間行之。其利益之點，在能擇林地肥沃之場所而利用之，但於將來疏伐耘草運木等事，殊多不便也。規則樹距，爲造林者常用之方法。樹距之絕對的規則者亦罕成事實，總以每畝需要之株數，不得有大差異爲準。茲就規則樹距利益之點研究之：

(一) 鬱閉迅速，可早免雜草之害。

(二) 樹木占地均等，林地不生空隙。

(三) 設需用耕耘時，因樹行間隔規則之故，可以牛馬行之。

(四) 早年疏伐易，而費用省。

(五) 若造混交林時，易得混交之度。

規則樹距分言之可為四種：

甲、正方形 此法樹苗，植於正方形之四角，縱線與橫線相交成直角，而各邊相等如第三十圖甲。

乙、矩形 樹苗植

於矩形之四角，

縱線與橫線相

遇成直角，但兩

邊長短不等，如

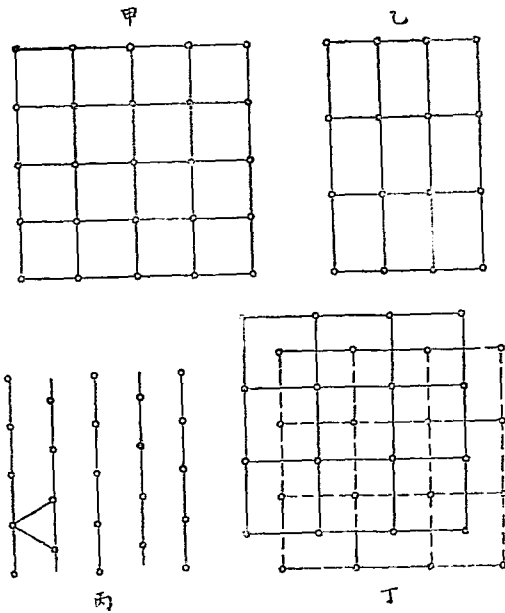
第三十圖乙。

丙、等邊三角形

此法植樹於三

角形之三角，各

第三十圖



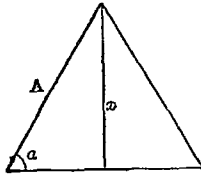
規則樹距之各式

邊相遇爲斜方，如第三十圖丙。

丁、重方形 於正方形中復用另一隊工人，植樹於正方形之中央，其距離亦勿須標識，可以肉眼定之，其結果之形狀，如第三十圖丁。

(1) 規則植樹法 利用規則樹距植樹時，可先劃分造林地爲若干區，每區插以木椿或小旗，以作區劃之標識，區之兩端張以標繩，繩以草繩或蔴繩等爲之，於繩上按樹行相距之寬各附以易於認識之記號。植樹時先自一區開始，取另一標繩，繩上按一行內每樹相距之長各以標識物記之，以二人引張此繩，按前設兩標繩相對之記號，順次移動，而掘穴者即於此時按其標繩上之標識掘穴。如此一區終了，即順序及於他區，工人多時自可同時由他區開始行之。惟三角形植樹時，其每行內各樹相距之長，與各行相隔之寬，爲一與〇·八六六之比，即每行內各

樹相距爲一尺時，其各行相距僅〇·八六六尺也。



$$\sin a = \frac{x}{A}$$

$$\sin a = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

$$\therefore x = a \sin a = a \times 0.866$$



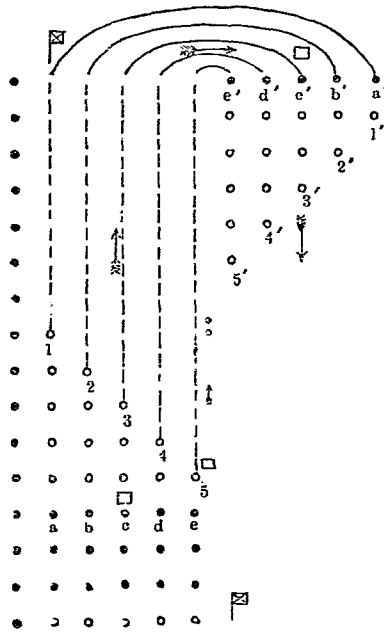
以三角法證之如下。

正三角形植樹，其行間距離與株間距離，既有如此之差別。故各標繩上之記號，要按此比例配合之，而移動之時，又須交互爲之，以求合於第三十圖丙式之斜方形也。

前法植樹乃精細之方法，通常施行者爲簡略之法，此法僅以旗幟表示樹之行列，並不指示每樹植栽之地點，其每樹植栽之地點，由掘穴者按規定樹距以目測之。如圖爲十一人組成之植樹隊，以五人掘穴，以五人植樹，

而以一人指揮之，掘穴之五人，先於林地之一端，按樹距遠近列爲一行，左側之一人，即第1號，司認定方向樹距及植樹之遠度。先開始掘穴前進，第2號即順其

第三十圖



規 則 植 樹 法

方向以隨之，第3號以至第5號即繼續結相隨以成圖中1 2 3 4 5之式，次則植樹者五人排爲一行，與樹行成直角，如圖 a b c d e 之式。掘穴者至林地彼端，則全隊反轉，第5號即變爲首先前進之人矣。若用無經驗之人工時，每行之端，須樹以小旗，使掘穴者各向其旗標前進。而各旗並須各異其色，以免相混，若爲五人，即可紅黃藍白黑小旗爲之。

(2) 樹苗計算法 不規則植樹時，每畝需用之樹苗，可用每株平均占有之面積除每畝之方尺數以約算之。若規則植樹時，按各法算定之，公式如下：

$$\text{正方形植樹 每畝需用樹苗數} = \frac{60000}{(\text{樹距尺數})^2}$$

$$\text{矩形植樹 每畝需用樹苗數} = \frac{60000}{\text{行間樹距尺數} \times \text{各行相距尺數}}$$

$$\text{正三角形植樹 每畝需用樹苗數} = \frac{60000}{(\text{正三角一邊之尺數})^2} \times 1.155$$

$$\text{重方形植樹 每畝需用樹苗數} = \frac{60000}{\frac{1}{2}(\text{正方形一邊之尺數})^2}$$

茲就通常植物距離之遠近。利用以上公式，算出每畝應需之樹苗如下：

每畝株數一覽表							正三角形植樹 每畝株數表		
距 離 (尺)							株 數	株 間 距 離	行 間 距 離
4.5	5.0	5.5	6.0	9.0	12.0	15.0			
							1.0	6930	0.866
							1.5	3080	1.299
							2.0	1733	1.732
							2.5	1109	2.165
							3.0	770	2.598
							3.5	566	3.030
							4.0	433	3.463
							4.5	342	3.896
							5.0	277	4.330
							5.5	229	4.762
							6.0	193	5.195
296							9.0	86	7.792
267	240						12.0	48	10.390
242	218	198					15.0	31	12.987
222	200	181	167						
148	133	121	111	73					
111	100	91	83	55	42				
89	80	73	67	44	33	27			

矩形及正方形植樹

株間距離	行 間						
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
1.0	6000						
1.5	4000	2667					
2.0	3000	2000	1500				
2.5	2400	1600	1200	960			
3.0	2000	1333	1000	800	667		
3.5	1714	1143	857	686	571	489	
4.0	1500	1000	750	600	500	428	375
4.5	1333	889	667	533	444	381	333
5.0	1200	800	600	480	400	343	300
5.5	1091	727	545	436	364	312	273
6.0	1000	666	500	400	333	286	250
9.0	667	444	333	267	222	190	167
12.0	500	333	250	200	167	143	125
15.0	400	267	200	160	133	112	100

三、植樹之季節 植樹可四季行之，如海南南洋羣島，歐洲中部及南部，與美國南部。冬季濕氣多，可用為植樹之季節，亞洲梅雨最盛，夏季植樹亦甚宜，普通言之，秋季與春季為通常植樹之季節。秋季植樹，於樹葉方脫後行之，針葉樹種植時稍遲亦可。於此季植樹時，樹木有翌春早得生長之利，並行利用工人休閒之時，於無霜害之地行之最宜。其不利之點如下：

(一) 易受霜凍。

(二) 多受風災。

(三) 植樹於粘土或濕地時有腐根之患。

當造林面積廣大之時，植樹之事，若統於春季行之，以工人論，常有不敷分布之虞，設於秋季先擇闊葉樹植之殊為便利也。

春季為植樹最良之季節，中國定為清明，適於此節者固多，然大半地方，以此時植樹為少晚，最良之時，為樹木生機初動前兩三週間，闊葉樹可先植之，以其芽一發後植之即多死亡也。

四、植樹時注意之事項。

(1) 樹根須植以適當之深度，使夏季乾旱不及為宜。

夏季或秋季，土壤乾旱之深淺，不僅與氣候相關，而土壤之性質及被蓋物亦與有密切之關係。疏鬆之砂土，暴露於無蔭庇之場所，乾燥甚速，若復生以雜草，其速尤甚。植樹當埋根部於深處為要。故空荒之地，移植苗較原生苗結果良好者，即以其根可達於較深之處也。

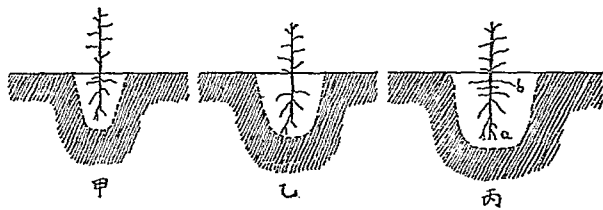
(2) 樹苗被土之深淺，以樹苗原來之深度為準。

樹苗於植栽後，若埋土過深，則舊根無用，必須另易新根，甚有害於幼樹之生長。據魯斯氏 (Rous) 研究之結果云，植樹過深，大害樹苗將來之生長，舊根殆全無生活之望，植後三年至五年，枯死舊根易引起菌病，(Potyrovus 及 Necytia 之屬) 實為幼樹死亡之大原因也。茲於第三十三圖中解之當更明析。

(3) 根部之形狀要與原來之形狀相同。

植樹時若使根部有曲彎卷折之弊，足影響於樹苗將來之生長。歐洲林學家如海爾 (Hoyer) 與美爾 (Mayr) 諸氏極力主張。而馬來氏 (Moller) 與陶美氏 (Tauney) 氏據多年之試驗，謂不但無傷於樹木之生命，並無大損於樹木之生長。造林者多以經濟為主，根部不舒展不適合於天然生長

第三十圖 埋根深淺之法



甲埋根適當  
乙埋根太深  
丙埋根太深  
二年後所  
生之惡果  
a 新生根  
b 已死或  
將死之老  
根

之形狀。固不得爲無害，若過事精細，至增重造林之費用，亦殊有得不償失之處，且砂質土較重粘土，根部曲折之爲害小，大樹苗較小樹苗被害之度大，亦不可一概論也。植樹造林者，總要於經濟外力求精細可矣。

(4) 卑濕地，須乘起土壤，使高於地面，於乘土上施行植樹。

沼澤卑濕之地，樹木不生，因土壤中不得流通之空氣。樹根易腐爛故也。如欲於此等場所植樹時，必先將土堆起作隴形或邱形，令樹根最底部不浸於水方可。此法用費雖較通常植樹爲多，然此等濕地，除此並無良法，若施行排水則所費更大矣。

(5) 乾旱地須作凹穴，使低於地面，然後植樹爲宜。

乾旱之地，可掘凹穴或溝，植樹其中，如此則樹根深入土中，可免受表土之旱害，而凹處易蓄積水分，樹苗可多得濕氣，以資生長。

(6) 樹苗之根部須以新土充塞之。

樹苗植下後，須先將新土擁入，務使根部與新土相接，則樹苗幼年之生長當盛。

第三十圖



築土植樹法

(7) 險峻之地，可掘地作凹坑，即將樹苗植坑中，亂石等物可堆積坑之上方，借以防雨水之沖洗，並用以保存水分。

(8) 每穴應植樹苗一株，有時針葉樹苗一穴中亦可植二株。

(9) 樹幹宜使直立。

(10) 針葉樹苗可勿須修剔，若闊葉樹苗，亦當於必要時修剔之。

五、植樹作業之種類 植樹作業之目的，在利用最經濟之方法，使樹苗於生長上受最小之妨害是也。作業之方法，各地不同。滿洲所用者不必適於江浙，歐美之所用者，亦不必行於中國，總以向地致宜為主，通常言之概分爲二種：

(1) 包根植樹。

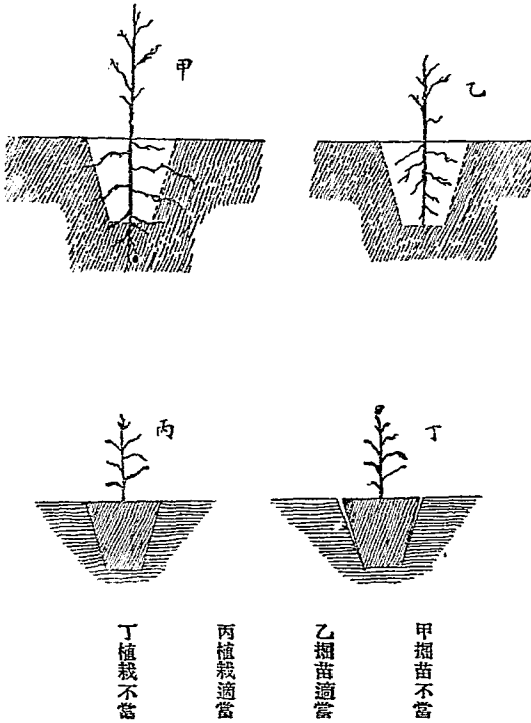
(2) 裸根植樹。

包根植樹 樹苗掘起時，其根部附着土壤者，曰包根樹苗，利用此等樹苗以造林，最不傷樹苗之生長，但僅於亭園公地植栽美觀樹木時行之，且限於幼小柔嫩之樹苗。如針葉樹及常綠闊葉樹之類，若樹苗強大，掘植之時，需費甚大，絕非造林實用之法也。



掘苗之深淺及根部附土之多少，總以不傷毛根為主，而植穴之大小深淺，要與包根相稱，否則以稍深稍大為愈，植栽時附土之上面，使與地面相平，周圍空隙即以土充塞之，適於此法掘苗植苗

第三十 四 法 樹 植 根 包



之器具，現世發明者甚多，如第三十五圖圓筒鍬及半圓形錐鍬為最通行之利器也。

裸根植樹 裸根植樹為

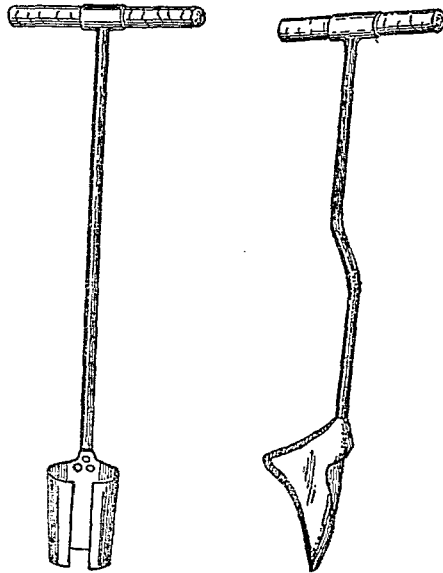
造林通行之法，雖樹苗易受損失，然栽植便利，運轉容易，殆為最簡易之法也。依栽植掘穴之方法不同，可分如下之二種：

(1) 穿穴植樹法。

(2) 掘穴植樹法。

穿穴植樹法 適於此法者，為小樹苗。器具為錐形楔形之屬。植穴之土壤，并勿須掘起，僅用器具向一面攙之，使其堅縮，而餘出隙孔，即以爲植穴之用。器具之種類甚多，大略如第三十六圖所示。施行此法時，先就植樹之點，將穿穴器垂直穿下，向四面輕輕搖動，繼拔出之，以右手將樹苗插入穴

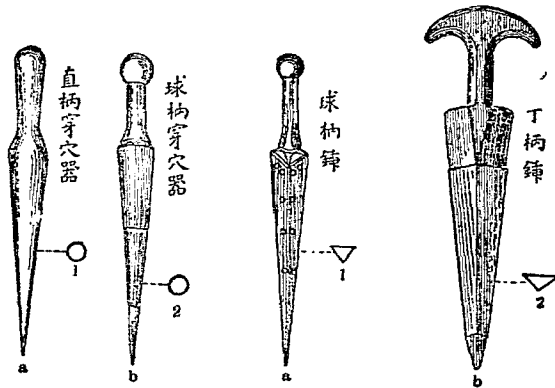
圖 五 十 三 五



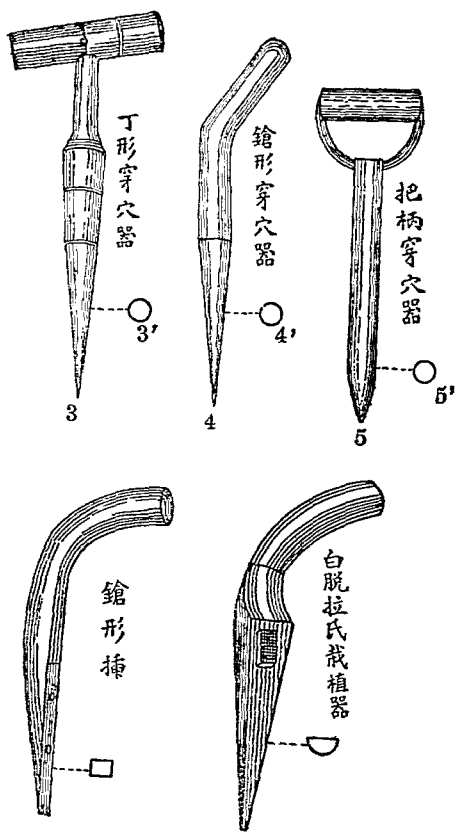
錐形圓半及筒圓鍬

中，再於距穴一二寸許處，斜穿之，俾穿穴器之尖端，與先穿之穴底約相遇於一點，然後向前擁土，即將植穴密閉。此法用之於土壤疏鬆無草木碎石之地，植樹最速，每人一日可植樹苗一千二百株至一千五百株。若林地不良，亦可日植五百株。設樹苗稍大時，可用第三十八圖 Jensen's Wartenberg's 穿穴器，但此器稍笨重，且須另一人栽種樹苗，故用之者甚鮮。除第三十六，三十七，三十八圖所列之穿穴器外，歐洲各國常用者尚有植樹斧之一種，用時舉斧斫地成穴，植樹後，以斧擁土。蓋之即足。若以常用之鋸穿穴時，可先將鋸猛力穿入土中約八寸許，再提出按直角方向穿地作 T 形，然後將鋸向後方下壓，則土壤即裂為長孔，樹苗插入後，將鋸拔起，土即再合，後再以足踏之即可矣。

第 三 十 六 圖



第 三 十 七 圖



穿穴植樹利益之點如下：

- (1) 費用省。
- (2) 植樹迅速，可利用良好季節，不致有失時之患。
- (3) 樹苗根部可植於土壤之深處。

此法不利益之點如下：

(1) 植穴周圍之土壤堅實，故埋土時不易使土與根合。

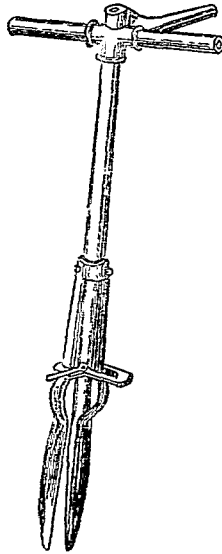
(2) 雜草碎石之地不能使用。

(3) 樹苗根部易於曲屈彎折。

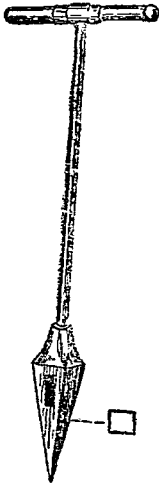
使用第三十六等圖內

各種穿穴器，其目的在栽植小樹苗，但因其形式不同，則穿穴亦有難易之分。是器均以木或鐵為之，其中(1) (2) 兩種直柄者，操作時手力易致疲倦，如於土質疏

第 三 十 八 器



Jensen's  
器 穴 穿

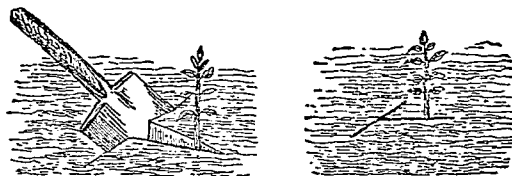
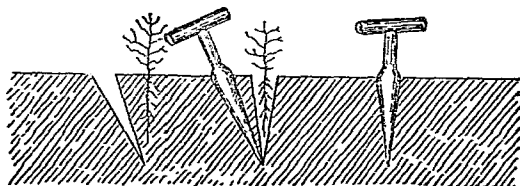


Wartenberg's  
器 穴 穿

鬆處則否，惟（5）之把柄穿穴器，則較優，然最良為鎗形（4）及T形（3）二種。普通之鏃，穿穴均係圖形，如（六）（七）（八）之鏃是，其中以三邊形之鏃為最良，以其穿穴易而覆土亦易，且根與土較能密接也。白脫拉氏的栽植器（Buttle's Planting iron）甚通行於歐洲，此器全部係鐵製成，重約七磅，其柄之周圍以皮包之，易於摻作也。其直徑較通常之鏃為大，如欲密植針葉樹苗於疏鬆之土壤時，其功效甚速云。

第三十八圖之穿穴器，如遇土壤堅硬，草根與石塊多之處，或穿穴須深而大者，則用此器。工作時，需工役二人，一任穿穴及覆土，一任放置樹苗。苟在疏鬆土地，凡普通穿穴器不能作穴深自五寸

第 三 十 九 圖



穿 穴 植 樹 法

至八寸以上者，亦必用此器，蓋其雖在堅硬之地，亦易作深穴也。尤以瓦登堡氏之穿穴器 (Warten-  
borst) 爲最佳，除柄外均以鐵製之，先端尖銳，四方形，長有十英寸，全部長共三十六英寸，當操作時，  
工人直立，舉器離地高一二尺時，卽急速投下。陶美氏謂此器用於栽櫟及別種深根樹極宜，尤適於  
沙土地，如遇粘土則覆土不易爲適當之處理，在通常地只有一人穿穴及蓋土，再以一幼童專司放  
置樹苗，則每日平均可植一千二百株，至一千八百株。

熱山氏穿穴器 (Thomson's) 係特別適於主根長而根少之樹種及在壤質砂土之地，此器重  
約十磅，長約三十八英寸，乃爲鐵及鋼所造，由三個鎗劍形刀配於下部而成，其刀排列中間，留有三  
角形之空隙，其直徑爲一英寸，當用此器時，(c) 處小槓桿轉動後，則刀 (a) 昇起，乃插樹苗於  
其餘二刀間溝槽之內，然後刀 (a) 仍降於原位，此時苗根適在三角形空隙中，而苗冠夾於較  
寬空隙 (三吋) (b) 處，再將此器直穿於地，并以足踏於腳凳 (d) 處，迨數個刀面均與地成平  
面時乃止，其所作之穴爲三角形，直徑一吋深約十吋，後將該器轉向右方，同時漸加壓力於槓杆  
(c) 處，則刀分離，當刀邊向外轉時，卽使土向內填塞根旁，用此器植樹，每人一小時能栽二年生  
之針葉樹苗七十五至一百株。然其不利之點，係不易使根旁之土堅實，且如遇過濕粘土，則刀面因

土附着，則完全莫能摻作也。

遇土壤堅硬或土根固結之處，宜用通常之鍬，直穿於地成八吋或十吋深之穴，然後將器拔起，復穿下，務須與初次之穴成直角，適似T形之穴，再將器向後擁，則土穴開裂，俟穴大相當時，乃植苗於內，即將此器抽出，則土粒填塞根際，再以足踏實之，此法如苗木不大，行之頗速，二人合作，一掘穴一植樹，每日可栽二千至二千五百株。

**掘穴植樹法** 將土壤掘起堆於植穴之旁，樹苗植入後，即用穴旁土壤充塞者，曰掘穴植樹法。適用於此法之器具爲鍬、鋤及鶴嘴之屬。掘穴植樹，可一人兼之，亦可兩人分之。植樹時於右手直立苗木於穴中，而以左手擁土埋之，埋土注意之事項如下：

(1) 勿令乾土先入穴中使與樹根相結。

(2) 勿植樹苗過深。

(3) 勿先將亂草碎石等物擁入穴中，使於樹根接觸。

(4) 使鑿物質土壤與根相合後，即用力踏之或壓之。

掘穴植樹，雖較上法用費較多，然用者甚衆，其利益之點如下：



(1) 不拘樹苗之大小皆可應用。

(2) 植樹時，根部可易使舒展，幹部可易使直立。

(3) 無論土壤如何，此法皆可行之。

(4) 乾地可掘穴使深，濕地可乘土使高。

(5) 根部易於土壤密接，並可使良好土壤  
近觸樹根。

鋤為掘穴植樹之利器，無論土壤之良否，樹苗

之大小，皆可用之，鋤有數種，如第四十圖，以條鋤為

用最廣，中國常用者鋤頭，為鐵製，其刃為鋼，長八寸

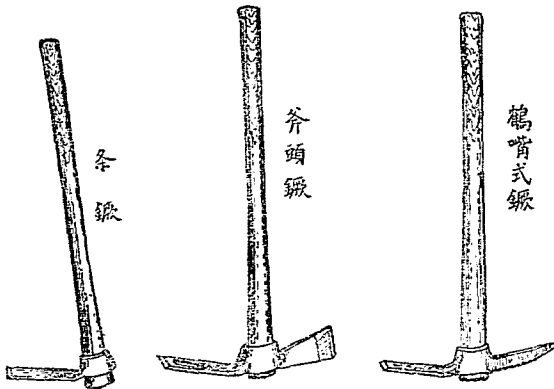
至一尺五寸不等，上貫以木柄，中國北部農家最通

用之墾荒掘地器具也。

植樹宜分組為之，每組二人，一司掘穴，一司植

樹及埋土，合五組至十組為一隊，每隊置指揮一人，

圖 十 四



以司指揮及監督之責，另一人夫以筐籃口袋之類，裝置樹苗，在植樹者之前，順次先投樹苗於植穴中，以備植樹者之栽植。設林地良好，易於掘穴，當使二人植樹，附表所載，乃植樹隊最普通之組織也。

通常植樹隊組織之人數表

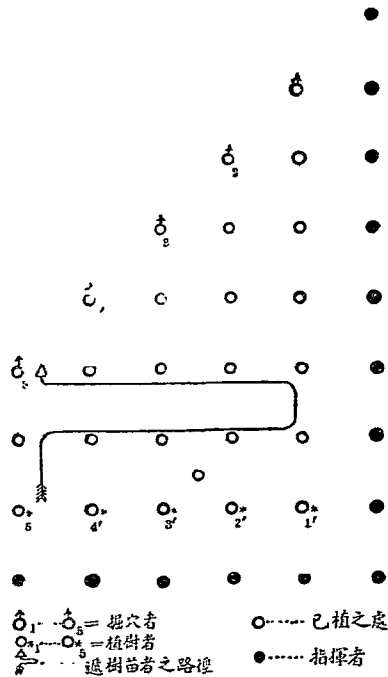
掘穴工人	五	四	六
植樹工人	一	一	一
分遞樹植工人	五	四	六
指揮人	一	一	一
總計	一二	一〇	一四

其作業進行之法如第四十一圖。林地良好時，每人每日最多植二千株，若林地不良，僅可植二百五十株，平均每人日可植針葉樹移植苗五百株至六百株之數。

六、伏條造林法 伏條之意義，已於第一章內言之，利用伏條以造林之方法曰伏條造林法。園藝家多用之，而林業家用者甚鮮。伏條可分三種，有將枝條壓下以叉形橛穿入土中，上覆肥土三五寸，迨生根後，即與母樹分割者。有於早春之時將母樹接地割平，使生槎蘖，夏間於槎樹上被以肥

土，俟生根後，即掘出者。亦有將枝條環割一層，用濕土包之，使其生根者。無論何種，其新根之生，實由於枝條上皮部之受創所致，皮部受創，則生摺縷，摺縷生，則根即由此出矣。

第十四圖



掘穴植樹法

七、根蘖造林法 行此法者，僅限於樺刺槐白楊等樹種，先將其表面之根露出，割傷其皮，後再覆以土，則萌蘖自生焉，迨一年至三年後，於離蘖七八寸許割斷老根，此為最要之事。至少須於移樹一年前行之，否則根蘖無毛根，移植後不易生活也。由此法生成之樹，較由種子生成者劣，而將來易生腐心之病。

八、分根造林法 於秋冬之季，將直徑二分至一寸發育完全之根，切成五寸至八寸之小段，或直接栽植，或包以苔類，藏於陰濕窖中，迨春季植之。此根不得直接栽於林地，必先於苗圃中培養一年或一年以上，至樹苗生成後，始得移植。用此法造林者極少，木本植物中，屬薔薇科 (Rosaceae) 及木犀科 (Oleaceae) 者多能行之，故園藝家利用此法者多。

九、插條造林法 取樹之枝，插入土中，即能生根獨立者，曰插條。插條於未生根前，吸收水分由於條之一端，如楊柳及美國楊其最著者也。於秋冬未落霜前，將本年生或二年之枝割下，或即時種植，或藏諸陰濕之處。插時以銳利之刀截為半尺至一尺之小段，上端近一壯芽處，平削之，於苗圃中作V形之溝，或另穿穴植之，其頂端之一芽，應與地面相平，生芽後僅留其一，餘悉除去，於苗圃內生長一年後，根即發育完全，適於移栽之用矣。

楊柳等樹生根甚易，多有取二寸至五寸直徑之枝，斷為五尺至八尺，直插於河岸道旁，以為樹陰固土之用者，亦是插條之一法，而亦有名前者曰插枝法，後者曰插幹法者。

十、接木造林法 一般花果之樹木，非用接木法不能得良好之結果。故業園藝者最注重之，林業上於胡桃、柿子之果樹木及點綴風景之櫻樹亦多用接木法。此外之樹木中，凡種子之無可採取，

或未達結實年度之幼樹，而欲使之繁殖者，亦可以此法行之。

## 第四編 森林撫育法及作業法

### 第一章 森林撫育法

#### 第一節 概論

森林造成後，其未達伐期收穫之前，尙必施以種種之整理保護之工，以助成林木之生育，始得完成造林之目的，此項整理保護之工作，謂之森林撫育。但關於火災蟲害病害雜草等之防禦事項，概屬於森林保護學之範圍。另有專書。本章所論，只就除伐疏伐引拔法受光伐除害伐及伐枝等而述之。

森林撫育之主要目的如下：

#### 一、改進森林之組織。

第四編 森林撫育法及作業法

二、改進林木之形狀。

三、增增林木之生長量。

四、增進森林收穫之產量及價值。

第二節 除伐

一、除伐之意義 除伐使用於純齡幼林，所以伐除新林中無用或有損之樹種者也。除伐時，凡有害於新林及目的外之樹種，皆可伐去。因除伐之施行時，林齡尚幼，設所伐之空隙不至過大，易於鬱閉。

二、除伐之施行 數種樹木混生於一林之中，若欲行除伐，必先選定其中最當伐去及最宜保存之樹種，以定去留之標準。例如某地之天然林中有杉、松、櫟、野合歡等四種樹木，其最宜保存者選定爲杉，最當伐去者爲野合歡，故施行除伐時，先伐有妨於杉樹之野合歡，至其他樹種，則非至妨害杉之生長時，多不伐之。蓋除伐之目的，不過給與最要樹種以充分之地面及空間而已。設有甲乙二樹種，形成一混交林，甲爲貴重之樹種，乙爲無用之樹種，而乙之生長高大超過於甲，則施行除伐不宜過急，若乙之樹種爲有萌芽性之闊葉樹，則宜先留其一部，而逐漸伐之，其所留之萌芽樹，更宜

擇十分發育者爲要，設選其軟弱者而留之，其後受風雨侵害，或倒折彎曲，終至不利於甲，所有保留之萌芽樹，待甲十分生長，不至再受萌芽樹之害時，可將其伐去，除伐之施行，宜先伐甲樹之東面，次爲南面，再次爲西面，如此，則可使甲樹多受陽光。若乙爲針葉樹，甲爲闊葉樹，而闊葉樹因久生於針葉樹間，至成軟弱之狀態時，針葉樹一時盡行伐去，則闊葉樹反至受害，遇有此種情形，應先伐去針葉樹之梢部，以所留之枝葉，保護闊葉樹，而使其得安全生長。

人工播種及天然下種所造成之幼林，大抵密生，密生之林木，必互相壓迫而害及生長。欲免此害，必須實行除伐以減其林木之株數。除伐雖近似疏伐，然疏伐以疏伐材之利用爲大目的，除伐則以林木整理爲大目的，而除伐材之價值則非所注重。故施行除伐時，以絕對必要伐去者爲標準，多伐徒增費用，殊不經濟。

幼林密生，互相阻礙，成爲病態，遂至停止發育，故宜速行除伐，以使其完全生長。然除伐之際，亦須慎審將事，不可因伐除應伐之樹木而害及其近旁之樹木，且運搬除伐材時，亦宜顧及保留之樹木，以免損傷。

三、除伐之時期 幼林中發見生長過盛之樹株，足以妨害他樹時，此幼林即屆除伐之期，普通



以造林十年後爲標準，最良之法，於十年中，首五年施行一次，待五年後再爲第二次除伐。除伐之季節，以夏季新芽十分伸長時爲佳，蓋其時所留之樹木，因光線與溫度之增加，大增其新芽之生長，而所伐之樹木，其根株萌芽力甚弱，即發芽而勢力亦不盛，大抵不經年而枯死。且闊葉樹之除伐，夏季施行，比在冬季，易於選擇。

### 第三節 疏伐（一名間伐）

一、疏伐之意義 新林經施行除伐整理後，每隔一定之年度，復行伐採，以取得森林之前期收入，促成森林之整齊發育，且免去樹木互相壓迫之弊，此即所謂疏伐是也。

經營林業者，於造林之初，常使之稍密，以期林木之速於鬱閉。然鬱閉過度，則林木互相壓迫，競爭生存，勢力強盛之林木，樹幹高聳，枝葉開展，壓蔽附近之林木，以奪取其生活必要之養分及陽光。如是則其隣近之林木，生長力漸減，而成所謂被壓木，此等被壓木，實無生長之望，終至枯死，故宜伐出而利用之，并藉以助成他樹之發育。又若一二林木之生長特盛，常有壓倒許多中等林木之時，則亦宜伐出而利用之，藉以整理林相，此即疏伐之所以爲要也。

二、疏伐之利益 森林之利息，係以複利法計算，收入愈早其利愈大。是以造林時種植常密以

期早得多額之疏伐收入。林業上疏伐收入之本利合計，常有多於伐期收入者。且疏伐之利益，不惟被隱木之伐出當時即可變價生利，而疏伐後林木得十分之餘地，生長力即行增加，影響於將來之利益尤大。又以森林事業，常巨許久之年月，本非至伐期不能收回造林費，然有疏伐收入，造林費可提早收回，於經濟上實大有關係。茲列舉疏伐之利益如下：

一、促進苗木之生長 行疏伐之林木，較未行疏伐者，其能長成有商品價值之木材，可提早十年至二十年。

二、增加森林之總收入 在歐洲各森林之伐期，總收入中，疏伐收入約可占百分之三十。森林於生長時加以疏伐，對於伐期收入實有益無損，故此種疏伐收入，殆額外增加收入也。

三、增進木材之性質 森林經適當之疏伐，則林木不受擠壓，所產木材無彎曲枝節並紋理不直之弊。

四、受病害蟲害之樹木，因疏伐除去可防蔓延。

五、行疏伐之森林，較未行疏伐之森林，地上堆集易燃之亂雜物少。

六、免除風害。

三、疏伐之時期及次數 疏伐開始年度，應在林相表現參差不齊之時，蓋林內已生支配木及被壓木之差，藉疏伐之力不但可以整理林相，而疏伐之收入，亦能償其疏伐之費。然疏伐後，所留之林木，其生長量必能增加，若所增之生長量，足償其疏伐費而有餘，則疏伐時雖疏伐材之價值，不能償疏伐費，亦未嘗不可施行。從來疏伐多以伐出被壓木爲主，然近時疏伐之主張，不僅伐除被壓木，而生長過度之林木，亦應伐除，故疏伐之着手，比舊時施行之時期稍早。通常松杉落葉松栗白楊等之疏伐始於其十年至十五年生之時，其他陰性樹森林之疏伐，必在十五年生至二十五年生之時。一次疏伐之後，林木若再鬱閉，即可再行疏伐。通例幼年之林木，每經五年至十二年行之，中年以後，每經十五年至二十年行之。日本吉野之柳杉，其二十年生以內者，至林木之枝葉互相重合時行之，三十年生以內者，至枝端二分以內相重合時行之，五十年生以上者，則待其將接觸時行之。要之，疏伐之着手宜早，疏伐之量宜少，而所行之次數則宜多，此乃定例也。

四、疏伐之季節 依疏伐之目的，對於伐得木材之性質如何并不重視，故四季均可施行。惟落葉闊葉樹在夏季時易於識別，通常於夏季行之，柳杉林之疏伐，概在春秋兩季之初行之，因此時杉皮容易剝落也。日本扁柏林之疏伐，多於秋分後一月間行之，且多雪地方之採伐，爲搬運之利便起

見，常於積雪中行之，如欲利用樹木之皮，則宜在道路積雪融解時舉行。苟依木材利用上之性質而言，則以冬季伐木爲優，然爲樹皮之易剝而言，則以春秋兩季爲宜。故春季疏伐，務須從早着手，至新材部未生成以前即當畢事。凡林木生長壯旺者，其樹皮下必早帶水氣，換言之，即可從早剝皮，至於被壓木及衰弱木，其季節約須遲十餘日。

當疏伐之際，須標記其應伐之樹木，而先選其生長旺盛者伐之，更闕數日至十餘日後，再伐其餘殘木。晚秋之際，樹木之新材部已經木化，而皮尙未固着於木質時，如採伐之，則能得良好之木材，實於春初所採伐者無異。然此時所留養之林木，在疏伐後生長停止，鬱閉已失，而嚴冬漸近，關於其保護生長上均覺不適，故秋初疏伐，誠不如春初之爲愈也。

五、疏伐之方法 在未實行疏伐前，宜令森林管理員，或熟練工人，作標記於應伐之樹上，通常在直徑四寸五分以上之林木，係用鐮刀或其他相當之器具，削其樹皮，以作應伐樹木之標記，其所削之切口，宜在相同之方向，且其所削去之皮，亦宜執於手中，以便計算樹皮之數，而知其應伐樹木之數。有時如遇貴重樹木之伐採，常用繩類繫於離地面五六尺之幹上，以作標記，然在幼林中應伐之樹既多，逐一標記，殊覺麻煩，故管理者常先自定疏伐標準，而後使工役仿行之。

疏伐之器具，通常係用大鉋，而大樹則用斧或鋸，伐時須從根際切斷，若遇山腹傾斜樹幹之下部又甚屈曲而不能利用者，可就其適當之高度切之。

樹木伐倒之方向，應以運搬之便利為標準，如利於運搬，則方向可以隨意定之，於伐倒後，即須切去其枝，即行剝皮，決不可延至翌日，僅可留梢端部分（約抵冠部全長之二成許）之枝葉，以促其幹之乾燥。亦有於未伐木前，先剝樹幹下部之皮，迨伐倒後乃剝其上部者。

樹木經剝皮後，即可橫架而乾燥之。若橫置於地上時，則須選乾燥之處。先置枕木於底下，經三四星期之久，見其梢端殘枝枯槁時，則其材大抵已乾燥矣，更以鉋鋸切之，其殘餘小枝，且截成適當之長度，搬運於便利之處，再分別木材之種類而堆積之。

六，疏伐之程度 疏伐之輕重，因經營森林之目的，樹種之陰性陽性，林木生長之狀況，及土壤風害之如何而不能相同。然通常言之，疏伐後，若林木之枝端不相互接觸，則疏伐已稍過度，但留之過密，則一二年後又須疏伐，亦非所宜。若林木係陰樹，高度亦相同，則樹葉雖相重合，亦無枯死凋落之患。若林木為陽樹，其枝葉又甚重合，則未免衰萎而枯死。實際上如見有因枝葉相重之故，低小林木將至枯死時，即宜施行疏伐。又疏伐後，枝端雖多少相離，而二三年後，枝端即再相接者，則其疏伐

不爲過度。普通之鬱閉，林中已行適當除伐者，則除最初之疏伐外，其每次之疏伐株數，不可過林木總數之三成以上。

#### 七、疏伐時應注意之事項 今就疏伐法之施行時，應注意之重要事項，列舉如左：

(一) 疏伐之多少宜隨其土地氣候而斟酌之，土質善良氣候溫潤以及北面之地，樹木之生長較盛，則其疏伐之度亦宜較強。恐有雪壓風折爲患之處，宜使林木自由生長，而強健其性質，故疏伐之施行宜早。又若過於遲延，誤其適當之時期，則不可一時疏伐，宜徐徐行之。南面或土地瘠惡，或氣候不適之處，樹木之生長不良，若非減其疏伐之量，則森林失其鬱閉，日光直射地上，土地乾燥，地力不能維持矣。

(二) 松柳杉落葉松白楊之陽樹森林，比陰樹森林其疏伐宜早宜強。

(三) 密生之森林，比於疏生之森林其疏伐宜早宜強。

(四) 林木幼壯生長力強盛之時，比於生長力緩慢之時，其疏伐宜早宜強。

(五) 森林之周圍，及其接於無立木地之處，宜減其疏伐之量而保全其鬱閉。且如柳杉林忌風之吹入林內，而乾燥其土地，故疏伐時僅擇其自然枯死者及其樹形之極劣者而採伐之。

(六) 疏伐之際，宜使樹間之距離略等，樹冠之大小略同，於養成平等完全之林木。且宜就各林木而觀察其鬱閉之關係，除去其單方向之壓迫，而使樹冠之周圍一樣發育，如斯則林木構成完全之年輪，而成圓形之良材矣。故隣樹上一二之枝條過於擴張時，宜切斷之。

(七) 森林之目的若在產出長幹無節之建築用材，則其所施之疏伐宜比薪炭林之疏伐宜緩。又若森林之目的在產生相當屈曲之小船用材，則其疏伐之施行宜早宜強。

(八) 病害樹支配木等，多爲老大樹木，其採伐時，宜先落其枝梢，後截其幹，以免伐倒之際，害及他木，又此等樹木之運搬時，亦慎勿損害他木。

(九) 最初之疏伐，務使其所留之樹木間各保同一之距離，然因病害木及劣等木之採伐，多有不能保持之者。

(十) 喬林之疏伐，務宜留其由種子所生之樹木，而伐其由萌芽所生者。

(十一) 混交林之疏伐，務擇劣種之樹木，而採伐之，留良種之樹木而保護之。

(十二) 林相不整之林中，其疏生部分之周圍，宜減其疏伐之量，雜草之易生處亦然。

(十三) 近於伐期之森林及林相不整之中年森林，有保存其林下所生之實生樹及萌芽樹，

以圖更新事業之易行者。又伐期極長之森林中，極宜保護下生樹，蓋林中老大之樹，已不能十分結實也。

(十四) 用材林之疏伐，宜擇樹幹之徑直而少枝者留養之。薪炭林之疏伐，宜擇生長強盛枝條繁多者而留養之。蓋枝條繁多之樹木，其材積之生長量亦大也。

(十五) 土質不良之森林，雜草宜生之森林，老大之森林，及自失其鬱閉之森林等，其疏伐之際，當留養其矮小之林木，以爲土地之保護樹。

#### 第四節 引拔伐

以未成熟之森林中，常有散生樹木，其年齡較主要林木爲大，樹冠橫展甚寬，蔭覆於主要樹木之上，致後者之生長不良，採伐此等樹木，名曰引拔伐。此法與伐採樹木較平均林木略長數年者不同，蓋施行此法之樹木，其年齡必較其餘樹木之年齡相差甚遠也。

施行引拔伐時，遇有後述之兩種林相，其方法各有不同。此兩種情事，一爲在幼林中老樹之樹冠高出於幼樹之上，一爲幼樹之樹冠已與散生老樹之樹冠相接觸。

第一種林相，與天然更新傘伐法之最後砍伐完全相同，其對於幼樹物質上尙不致於爲害，更



得老樹蔭覆之利，採伐時務須注意，不可過傷幼樹。若幼林之密度適宜，則空隙極易為樹冠所鬱閉。若空隙過大，鬱閉不易，則須補栽幼樹，而補栽之幼樹，生長時雖較之主要林齡為小，但在林中亦可成爲一部份之林相也。

第二種林相，其主要林齡，較之前述略長，凡在散生老樹樹冠之下或附近者，其生長早已受其妨害。此種散生樹，通常樹形巨大，樹幹粗短，樹冠展拓，其價值既不能因存在之時期有所增加，而附近之樹木因之受害乃愈甚，故宜伐去此等樹木以利主要林木之生長，雖伐採此等樹後之空隙過大，樹冠不易鬱閉，雜樹灌木野草因以滋生，而後生新林，又因空隙過小不得充分發展，然因為謀附近各樹之生長，終不能不伐採之也。但有時散生樹正在中年，樹形整齊，生長茂旺，亦可不必伐去，並宜加以保留，使其成爲大材。

普通所伐之散生樹，可以發售增加收入，常與疏伐同時進行，且因大樹材料較好，得價較高，可以彌補疏伐之損失。蓋林產所有者，因單獨疏伐收入微薄多不願舉行也。

#### 第五節 受光伐

疏伐後之森林，或天然成立之林中，選擇適當之樹木而採伐之，以便其餘林木得十分之陽光

與養分，此種伐木，謂之受光伐。其與疏伐之不同者，一爲疏伐之伐木，率在採伐被壓木，受光伐之伐木，則率在採伐支配木，二爲疏伐之施行在林木之生長尙盛，生存競爭激烈之時，而受光伐之施行，則在競爭既終，優勝者逞其淫威之際。故受光伐者，係伐除支配木，而使其餘林木之完全生長爲目的，乃鋤強扶弱之伐木法也。

日光之作用，於林木之生長上緊要而不可缺，故若施用適當之處置，以增加光線之量，則必能增加林木之生長也。然其生長增加之量，又不能超過於一定之度，蓋枝葉根冠之增大，有一定之界限，在此界限以上，雖有無量之日光，樹木亦不能利用之，以增大其樹幹，且樹木之年齡，超過於一定之高年以上，則光線之量雖增，亦不能增加其生長。又開放密生之森林，而以光線供給之，則其所增之生長量不過肥大其幹之下部，而成梢殺之樹木而已，故其年輪之幅，上部狹而下部廣，工藝上之品質因之大減，是以受光伐之得失，除薪炭林外，不能專由材積生長而定之，必須以價格生長而定之也。所以受光伐之問題，議論者頗多，近來歐洲方施行種種之研究及調查，以作一最後之判定，茲就受光伐之普通原則，舉其大略如左：

(一) 受光伐之目的，不以產出良好之木材爲重，而重在增加材積之生長，故多用之於薪炭

林。至於用材林之行受光伐，非在極肥沃之地決不見效。

(二) 受光伐之目的既在增加材積之生長，故宜於林中選其生長力之衰退者而採伐之，選其旺盛者而留養之，又林業之目的，有在產出多量中大之木材者，有在產出巨大之木材者，故施行受光伐之際，宜隨其林業之目的，而選其樹木以採伐之也。

(三) 受光伐之開始年度，固不能一定，惟德國林業試驗所，以三十年生至七十年生之間為受光伐之試驗時代。要之，早行受光伐，則能久享受光伐之利，然若林木未達中等之高度，尚須利用林木之自然競爭，使其幹部光直，則尚屬疏伐之時代，未可施行受光伐也。

(四) 受光伐之採伐量，尚無十分之研究，故不能確定，一般言之，無超過林木總底面積之五成者。(在各林木之高約四尺處樹幹斷面積之總和謂之林木總底面積)且森林經完全疏伐之後，樹木之生長力已近最大之界限，故其受光伐之量常在總底面積之二成以下。惟若其目的在養成貴重之下木，則有行強度之受光伐者，當行強度之受光伐時，宜行之以漸，以防幹之下部發生枝條，且防暴風崩雪等之害及林木。

(五) 林木經一次受光伐之後，擴張其樹冠，而再成鬱閉，隨其鬱閉之度，逐次施行受光伐，願

覺繁雜。故普通每經五年至十年施行一次。要之，受光伐之施行，宜先察其有效與否而行之也。

(六) 經受光伐之後，通例藉天然下種及萌芽或鳥類等之作用，林地發生下木，足以保護其地力，否則以人工栽植之。

#### 第六節 除害伐

森林內往往有被風電冰雪病蟲火災所傷害之樹木，須從速移去，此不但可以利用其尙未腐朽之木材，且可免病蟲之蔓延。若長成之森林，受害過甚時，宜即行砍伐，從事更新，常有長成之森林大部份之樹木，受有損害，亦宜砍伐。其空隙通常較之疏伐爲大，且常久存留，是爲除害伐。

當森林受有損害時，森林家宜注意於保留未曾受害之樹木，而伐除受害之樹木，經濟上始有利益。若森林將次成熟，傷害之區域頗大，則宜於施業規定砍伐時期以前，從事更新。若傷害之區域限於一部份，則僅受害之區加以更新，若受害祇數段，則受害之區移去後，空隙留供天然更新，或加以人工栽植。

有時地面火災，經過未成熟之森林，百分之四十至六十之樹木，遭其焚斃，而所遺者則生長茂盛，若伐去此等生長之樹木，所受損失甚大，宜保留此良好之樹木，作爲散生樹，或爲二層喬林之上

層林木，亦或保留至有相當價值時然後伐之。

### 第七節 伐枝

一、伐枝之目的 伐枝非普通經營林業者所常施行之工作，而全林施行伐枝尤不普通。如柴薪缺乏之處，伐枝可以變價補償所需之費用時，可以行之。否則非集約之林業，似無甚實用之價值。茲列舉伐枝之目的如下：

- (一) 生產長幹無節之良材。
- (二) 促進林木之高度生長。
- (三) 利用伐出之枝葉。
- (四) 助成下層林之生長。
- (五) 減少森林之危害如蟲害病害火災等。

二、伐枝之方法 伐枝有沿其樹幹而切斷枝條之基部者，亦有不沿樹幹而切斷枝條之中部者。由基部切斷枝條時，有與幹平行而垂切者，有與枝成直角而橫切者，垂直之切口雖大，而癒合頗速，其橫切者，切口雖小，癒合頗遲。又切斷枝條之中部時，其枝多至枯死，故覺有害，若遇切斷枝之基

部，有過度之患，或有其他之關係，不能切斷全枝之時，則不可不從枝之中部伐之。惟此時所留之殘部上，宜稍存樹葉，以防枯死，否則枯死後生成死節，使樹幹變成不良之材。

枝條之切口宜低宜平，以冀其迅速癒合，絕不可稍留殘部，稍破切口，亦不可使切口之皮剝離。故伐枝器具，必須銳利。現時發明伐枝之器具甚多，普通言之，小枝用斧或鉞，大枝則用鋸。又伐小枝時，普通先從枝之下方用鉞少切之，然後從上方截斷，使其切口平滑。用鋸時，木屑附着切口，容易腐敗，且鋸之切口粗糙，不能完全癒合。貴重之樹木，用鋸之後，宜再用鉞以削平之。凡切口平滑時，常易癒合；針葉樹之切口能以樹脂掩其傷口，故癒合尤速。又大枝之切口，及貴重樹木之切口，有塗抹石炭他入油，以防其腐敗者，有包以油紙以防雨水之浸入者，又有塗敷粘土以防液汁之流出者。又若切口水平而上，則雨水停滯於上，漸致腐敗，故枝之切口，務宜使之垂直。

三、伐枝之季節 最適於伐枝之季節，在樹液流動休止，故從秋末以迄春初，實為最適之季節。若於樹液流動中，採伐枝條，則不惟切口等處之樹皮易於剝離，且其樹液常從切口流出，有害於生長者實甚。大約伐枝之季節，以從秋分至春分間為佳。然若其地寒冷，切口有凍結之患，則嚴寒時不可伐枝，宜於晚秋樹液流動已止，樹皮已難剝離之際行之，經嚴寒之後，至春初樹液流動，樹皮易剝

之時而止。

四、伐枝之量 關於伐枝之量，尙無精確之學說，然要以樹冠之高低，厚薄，及其直徑密度等定之。

日本東京附近之柳杉林，每經二年而伐枝，其所伐之高以達於其青葉部分之三分之一爲度。又日本吉野之柳杉扁柏花柏等，造林八九年以後，每經二年或三年而伐枝，二十年至二十五年以後，每經六年而伐枝，其所伐之度，常將主枝以下之枝條，用鉋去之，主枝者樹冠中最大之枝條，採伐時大減樹木之生長量者也。而通常三十年生之樹，其枝下幹長爲一丈八尺許，四十五年生者爲二丈四尺許，六十年生者爲三丈六尺許。又某地方之伐枝法，有留樹北面之枝條，以產出三方無節之木材者，而此種伐枝法，又可使其樹林不因枝量之減少，而減其生長量云。

五、伐枝之費用 普通伐枝之費用，不可不以其所採之枝葉償之。然若枝條之採伐，有利於樹幹之價格生長，則枝葉之價格雖不足償其伐採之費，亦有伐枝之必要。惟一般生產大木材之用材林，枝葉漸次鬱閉，而漸行脫落，故若不欲利用其枝葉時，則多不伐枝。且經營大森林時，決不能實行伐枝，蓋不惟無伐枝之必要，且深入幽谷，遠隔人烟之處，亦無從利用其枝葉也。

## 第二章 森林作業法

### 第一節 喬林

森林之由種子或苗木成立者曰喬林。一般喬林之伐期甚長，故與中林及矮林作業容易區別。因喬林伐期長久之故，其造林伐木等事業，即不似其他作業法之頻繁，故同大面積。喬林所需勞力較少。惟小林主無大面積之地，不能施行連年作業，除使用擇伐作業法外，無連年收穫之利益，殊不便也。茲就經營喬林之各種作業法，列述如左：

一、擇伐作業法 經營老幼樹木混生之多齡林，適用擇伐作業法。就理想言之，此種林內，應包含自一年生至達伐期年齡之樹木，且各年齡不同之樹木，其比例均相等。然實際上，實無此巧合之擇伐林也。其經營最佳之擇伐林，林木之年齡，按年級編制之。例如某林之輪伐期為百年，林內樹木以二十年為一年級，其每年級之林木，統計之，各占有全林面積百分之二十，每一年級達伐期時，即行擇伐，擇伐之空隙處，利用數次之結實年度以養成另一年級之幼林，故擇伐林內樹木老幼大小



常互相參差也。

施行擇伐時，以年級爲標準，亦不切實用，實際上以林木之大小爲擇伐標準者，最爲普通。故有所謂直徑限者，即於擇伐之先，預定一砍伐樹木之直徑，以爲標準，其樹木之直徑，在此標準以上者，認爲生長已足，即伐之，其直徑在此以下者，留之，但規定此直徑限時，須有相當之研究爲妥。

擇伐作業，能從小面積之森林，連年產出老大之木材，且其土地之大部分常不致裸出，故於地力之保護上，大有效力。又各林木飽受光綫，自由生長，雖無受光伐之施行，而得受光伐之實效。且因其樹冠高低參差，抵抗風雪之力亦強，如山岳地方之保安林，擇伐作業爲惟一之方法，此擇伐作業之美點也。然擇伐作業僅適於陰性樹種，其林木幼時，又常受他木之壓迫，且伐木運搬甚感困難，而施業工作廣及全林，故收穫之規定，材木之計算等，亦因之煩雜，此又其缺點也。

二、全伐作業法。於一定之年度內，一次或數次將全林伐採而更新者曰全伐作業法。全伐作業遇有下列情形時適用之：

甲、人工更新之全伐作業法

施用此法時，全林伐後，即以人工植樹或播種以造成新林。新林之造成，愈速愈佳，藉以縮短林

地曝露之時間，并使新造幼林，少免什草灌木之害。此法因作業之手續不同，亦分數種，其將全林一期伐去者曰全伐作業。按帶形劃分全林爲若干部分，每部分採伐後，即行種植者，曰帶伐作業。擇林內之一小部分開始伐採，而以人工補植之，繼圍繞此部分作環帶狀以施行伐採種植者，曰組伐作業。

#### 乙、天然更新之全伐作業法

全林或一部全行伐採，利用天然下種以養成幼林者，即屬此法。若按其手續之不同，可分別之如下：

- (一) 將全部林木伐採，由側方母樹天然下種以養成幼林者。
- (二) 保留若干母樹，使散生於林地上，以供天然下種之用者。
- (三) 保留若干小部分之強壯樹，以供天然下種之用者。
- (四) 保留若干生長最盛之樹株，不僅爲下種之用，且使其更爲良好之生長。

三、傘伐作業法 全伐作業，而以天然造林法更新者，恆不得完善之結果，其主要原因，即在林地曝露，早害霜害及雜草灌木之叢生，足爲幼林養成之障礙故也。傘伐作業法，則無此弊，其法乃利

用數次之伐木作業，即前編所謂預備伐，下種伐及終伐等，故林地無曝露之虞，而幼林得生於蔭蔽之下，賴以保護。此法利益之點甚多，而各國取用此法者亦不無多少之變更，其伐木之次數，有分爲二次者，即第一次爲初伐，適當下種伐之作用，第二次即爲終伐，亦有因商場需用木材之情形不同，而將終伐分爲數次施行者，要亦不能拘定也。

傘伐作業有巨全林平均處理者，亦有因全林傘伐易受風害，即自被風之一面起，分爲若干條，按條狀順次施行以及全林者。更有將全林分爲若干組而按組施行者，每條或其每組中之伐木手續，與施行於全林者相同，要皆因地制宜，爲傘伐作業之變相也。

二層喬林者，亦傘伐作業之一種，歐洲多採用之，恆適用於抵抗風力強之樹種，如松、橡及落葉松等，當森林已達於高度生長限，而樹幹亦因鬱閉之故，完美光滑時，即加以嚴重之疏伐，約伐出全林百分之四十至六十，保留最高大良好之林木，使其受充分陽光，盡量生長，若林木尙畏風害時，可分二次伐之。此等伐木作業之施行，在松林爲四十年至五十年，橡樹爲五十年至六十年，落葉松爲三十五年至四十年。森林經初伐後，其採伐空地即以陰性樹種如槲雲杉、花柏之屬補植之，以保護林地，而形成一下層幼林之林相，故有二層喬林，或二段喬林之稱。其上層喬林生長自然加速，每十

年中亦可酌加一次之疏伐，再與上層林以充分陽光，并減少下層林遮蔽過甚之害。迨至伐期之終，二層林同時伐採，復以人工植樹更新全林，特種作業法，如林之輪伐期為百二十年，其上層林可產生之林木，其大小品質及價值足抵以他種作業法百五十年產生之結果，其下層林至全林輪伐期時，年齡約六十年，生長較劣，木材亦小，可充作薪材之用。

#### 第二節 萌芽林作業法及混合作業法

一、萌芽林作業 萌芽林作業法，每於伐期伐去根株以上之全林木，而使其樹槎或切株萌芽，以養成新林之作業也。其詳已於第四章第三節內見之不復重述。

二、混合作業 混合作業林，有上層與下層之二種林木，其上層為喬林，其下層為萌芽林，中林此法最利之點，在於小面積上，能產種種之林木，蓋其下層雖為萌芽性之樹種，而上層則為許多之樹種。（惟樹冠極厚之陰樹則不適）又此種林所產種種之木材，其性質形態各不相同，頗覺便利。雖產出直幹無節之大材不及喬林，然同時能產出小船用材等之曲材，則又非純林所可及。且此等作業，往往於洪水為患之河濱，收益頗大，而於小面積上，又可行連年作業，且以種種用材及薪炭材，可由同一地上產出之，故適於其有林等之作業，又對於諸種危害亦甚稀少，此皆其利點也。然處理

上多勞心力，作業頗覺複雜，且其上部既有上層林，則下層林之萌芽力，自不如矮林之強大，而下層林之採伐後，土地曝露，爲日較多，加之，上層林，樹種之選定配置處理等，多費勞力，經理事業尤見困難，而年年之收穫規定，又不安全，又其缺點也。

### 第三節 混農林作業法

混農林者，卽林業之經營與農作物之栽培同時并行也。凡山林多耕地少之區，常以之爲森林家之副業。

一、矮林混農 其法每屆矮林之伐期，燒除其樹槎間所殘留之枝葉雜草，而開墾其株間之土地，於二三年內，施行蕎麥馬鈴薯粟稗等之農作。俟其樹槎所生之新芽成立森林後，再停其農作，而營純粹之矮林，山腹之下往往土地稍深而肥沃，然其傾斜峻急，不能爲純粹之農地，如使用此法，不惟有副產物之收入，亦實有防止雜草改良地力之效。

二、喬林混農 喬林混農者，卽於喬林之各伐期後，施行數年間之農作者也。山岳地方，每於喬林之伐期，燒除其殘枝餘葉，以作土地之肥料，且掘取其根株而開墾之，二三年間，施行農作，然後再造喬林。亦有伐木後不燒其枝葉，而逕行開墾二三年，施以農作，然後栽植苗木，而施一二年間之

作，二法皆有防制雜草蔓延之效。

山岳地方所行之火墾法，不過爲此法之一種，然每經十年至三十年，採伐天生之雜木而燒棄之，於其跡地上栽植蕎麥稗粟芋類等二三年，俟其地力衰耗，農作物之生育漸次不良時，則全放棄之，而任雜木之發生，此毫無森林之利用，亦毫無造林之意志，并違反土地保安之旨，故不得謂之林業，視作農業之一種可也。

間作之法，卽喬林伐採後，栽植苗木，而與其最初之數年內施行農作於樹苗之行間也。用此法者，往往預爲間作計，使植栽苗木之距離寬大，能於數年至十數年間施以間作，且行強度之疏伐，以維持之。凡農地缺乏，雜草繁茂之區，擇農作物之宜於庇蔭，而患旱魃者栽培之，此法爲最宜也。

#### 第四節 混牧林作業法

混牧林業者，卽經營林業之際，兼行牧畜之作業是也。可分爲二種：

一、放牧林業 放牧林業者，爲每年森林內放牧牛馬等家畜之林業。用此法時，林內之雜草及稚樹，卽可以之詞養家畜，故此等森林，不惟爲木材產出之用，且爲家畜養成飼料，對於寒風雨雪之害，又能爲家畜之保護。又此種林內不可不有適當之樹種，以使雜草發生，例如常綠針葉樹林間，混

植皮樺七葉樹榛等是矣。

二、野獸圍林業 野獸圍爲繁殖鹿家等野獸之林，而其周圍以石垣或藩籬圍之，呈一種公園之狀況。水青岡，秦皮，水曲柳之枝葉又七葉樹榛等之果實，適充野獸之食料，故園內常選此等樹種而混植之，此法稍行於歐洲，東洋諸國尙無所聞也。

#### 第五節 森林作業法之變更

變更向來之作業法。其原因不一。例如前爲狩獵而造林，後欲改爲經濟的作業，又如向來之作業法已覺不利，而欲另擇作業法以行之。然最足使作業法之變更者，多在木材市場之關係，例如歐洲從來多營矮林作業，專圖薪炭材之產出，而從石炭發現以來，此種矮林作業率已改爲喬林作業矣。

一般森林作業法之變更時，必至伸縮伐期，改易預算，故其施業案多不可不改正。是故作業法之變更，必合於經濟，方能奏效，其要點在以最少之損失，成最完全之變更，其變更方法，各不相同，茲略舉數例述之如下：

一、全伐林改爲傘伐林 若以從來之樹種更改之，則其施業甚簡單，不過於伐期臨近之全伐

林中，依傘伐更新法之原則，施以預備伐，下種伐，終伐而已。惟其施業案中，於伐木次數之增加，不可不加以脩正也。又若欲以他種之樹木改成傘伐林，則宜取此樹種用人工造林，待至最後之伐期，即可完成其目的。

二、擇伐林之改爲全伐林 先宜將擇伐林之面積，分爲數伐區，區分時宜注意林相之性質，其林齡最幼生長力最大之部分，編入於最後之伐區，以期不因變更而受損失。又擇生長力已衰，平均年齡最大之部分，編入第一伐區，以先伐之。其他之區，便宜中施以疏伐，以期於森林變更之際，生長量之損失藉以減少也。

三、喬林改爲矮林或中林 原有之林木，若爲萌芽性之樹種，則其更改極易。例如喬林之改爲中林，可於林木之未失萌芽力時，從速伐之，而僅留其適宜之林木，使成將來之上層林，而使伐後之樹槎萌芽生成下層林也。其留作上層之林木，不可一時使之孤立，宜徐徐行之方妥。若原有之林木無萌芽性時，則宜施行植樹法或人工播種法，以使有萌芽性之樹種混生於林中，然後再改爲中林。又若喬林之樹種，有萌芽性而欲改之爲矮林，則宜於其幼年或壯年（萌芽力之旺盛時）採伐之。惟當採伐之際，宜選適於萌芽之時季，且不害其根株爲要。



四、矮林改爲喬林 若萌芽樹之勢力頗強，根株亦新，則矮林之改爲喬林甚屬易，即先使其萌芽樹漸次生長，俟其產生種子時，然後以喬林作業法處理之可也。但以經濟上之關係，亦可先改矮林爲中林，於第一次伐木時，擇健全之幼樹，而留養之，待其結實而改爲喬林。惟若無完全之樹木，可充母樹，或所養之實生樹，久不成立，則不能不延長時期，若望改變安全而迅速，宜於矮林之伐木跡地，栽植苗木，或於矮林間播布種子，或栽植苗木使之混生，而成將來之母樹，待其結實之後，再用天然下種法以改爲喬林也。

(三)中國樹木種子之重量及粒數表  
(著者所考定)

漢名	學名	每升重量(兩)	每兩粒數
側柏	<i>Thuja orientalis</i>	16.8	2000
檜柏	<i>Juniperus chinensis</i>	17.8	2500
馬尾松	<i>Pinus massoniana</i>	14.8	2800
白皮松	<i>Pinus bungeana</i>	16.4	260
杉	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	9.5	6500
柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i>	10.0	9000
公係樹	<i>Ginkgo biloba</i>	16.8	35
榔榆	<i>Ulmus parvifolia</i>	2.5	8000
榆	<i>Ulmus japonica</i>	2.2	7000
櫟	<i>Quercus serrata</i>	12.5	15
櫟	<i>Quercus dentata</i>	13.8	13
胡桃	<i>Juglans regia</i>	7.0	4
槐	<i>Sophora japonica</i>	21.0	320
君遷子	<i>Diospyros lotus</i>	20.6	280
刺鈍	<i>Robinia pseudacacia</i>	20.1	1900
黃棟	<i>Pistacia chinensis</i>	15.3	600
梓	<i>Catalpa ovata</i>	2.5	8000
刺楸	<i>Acanthopanax ricinifolium</i>	11.0	1600
皂莢	<i>Gleditschia sinensis</i>	22.0	70
樗	<i>Ailanthus glandulosa</i>	0.9	2500
楓楊	<i>Pterocarya stenoptera</i>	3.5	600
合歡木	<i>Albizia julibrissin</i>	18.5	900
香椿	<i>Cedrela sinensis</i>	4.2	3000
青桐	<i>Stereulia ptatanifolia</i>	11.5	320
白桐	<i>Paulownia tomentosa</i>	1.2	80000
白欖	<i>Fraxinus chinensis</i>	3.2	800
苦棟	<i>Melia azederach</i>	15.0	60
紅翅樑	<i>Cornus</i>	16.2	320
樺	<i>Zelkova acuminata</i>	10.5	3500
烏柏	<i>Sapium sebiferum</i>	14.8	300
女貞	<i>Ligustrum lucidum</i>	11.3	1500
楓香	<i>Liquidambar formosana</i>	11.2	9000
槭	<i>Acer pictum</i>	5.4	320
三角楓	<i>Acer trifidum</i>	7.2	2000
枸橘	<i>Citrus trifoliata</i>	18.5	200
樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	10.7	400
石楠	<i>Photinia serrulata</i>	11.8	1000
漆樹	<i>Rhus vernicifera</i>	8.6	700
黃檀	<i>Dalbergia hupeana</i>	16.4	820
鹽膚木	<i>Rhus semialata</i>	9.7	2500
欒樹	<i>Koelreuteria paniculata</i>	17.4	340
油桐	<i>Aleurites cordata</i>	12.8	13
拐棗	<i>Hovenia dulcis</i>	19.0	1500
黃金樹	<i>Catalpa speciosa</i>	2.9	8000
黑松	<i>Pinus thunbergii</i>	13.3	2000
德國赤楊	<i>Alnus maritima</i>	7.4	100000

本表係著者在山東省三年中檢查之平均結果

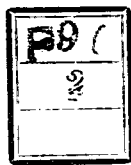
四、矮林改爲喬林 若萌芽樹之勢力頗強，根株亦新，則矮林之改爲喬林甚屬易，即先使其萌芽樹漸次生長，俟其產生種子時，然後以喬林作業法處理之可也。但以經濟上之關係，亦可先改矮林爲中林，於第一次伐木時，擇健全之幼樹，而留養之，待其結實而改爲喬林。惟若無完全之樹木，可充母樹，或所養之實生樹，久不成立，則不能不延長時期，若望改變安全而迅速，宜於矮林之伐木跡地，栽植苗木，或於矮林間播布種子，或栽植苗木使之混生，而成將來之母樹，待其結實之後，再用天然下種法以改爲喬林也。

(四) 日本樹木種子之重量及粒數表  
本多博士所攷定

樹名	種名	一升(日本)粒數			一升(日本)重量(匁)			
		普通	最多	最少	普通	最多	最少	
柳	杉	Cryptomeria japonica	180,000	140,000	290,000	190	173	227
扁柏	柏	Chamaecyparis obtusa	230,000	150,000	300,000	140	108	165
花柏	柏	Chamaecyparis pisifera	300,000	280,000	400,000	70	60	115
羅漢柏	柏	Thuja dolabrata	130,000	123,000	145,000	170	109	200
黑檜	檜	Thuja japonica	260,000	189,000	266,100	75	67	83
金松	松	Sciadopitys verticillata	22,000	18,000	23,100	130	121	147
赤松	松	Pinus densiflora	110,000	93,700	139,500	260	222	300
”(附翅)	松	Pinus thunbergii	20,000	19,000	23,500	60	57	67
黑松	松	Pinus thunbergii	75,000	61,600	85,000	265	234	305
”(附翅)	松	Pinus thunbergii	14,000	12,000	16,000	70	65	75
落葉松	松	Larix leptolepis	150,000	147,000	178,000	160	142	176
”(附翅)	松	Larix leptolepis	70,000	61,000	98,900	75	65	113
海松	松	Pinus koraiensis	2,000	1,860	2,300	320	295	334
虎尾樅(唐檜)	樅	Picea hondaensis	32,000	31,000	390,000	160	—	176
”(附翅)	樅	Picea hondaensis	133,000	—	—	55	—	—
檜	松	Abies sachalinensis	82,000	—	83,000	200	187	—
白檜	檜	Abies veitchii	30,000	24,800	57,200	130	—	131
樅	檜	Abies firma	16,000	13,000	21,000	160	138	185
梅	檜	Tsuga sieboldiana	200,000	160,000	236,000	140	118	160
榲桲	榲桲	Torreya nucifera	700	490	948	200	186	245
紫杉	杉	Taxus cuspidata	25,000	11,600	28,300	270	261	282
羅漢松	松	Podocarpus Chinensis	2,000	1,900	2,430	350	—	—
杉	樹	Cunninghamia lanceolata	55,000	50,000	63,200	120	70	140
公孫樹	樹	Ginkgo biloba	570	560	580	275	270	277
棕櫚	櫚	Trachycarpus excelsa	5,500	4,200	7,200	258	230	285
櫟	櫟	Quercus serrata	300	240	365	320	163	340
枹	櫟	Quercus glandulifera	1,060	—	2,300	330	301	—
榲桲	櫟	Quercus dentata	360	—	—	320	—	—
軟木櫟	櫟	Quercus variabilis	200	—	—	330	—	—
栗	栗	Castanea vulgaris	900	300	1,500	235	120	350
柯	榲桲	Pasania cuspidata	1,800	1,380	—	370	290	—
椎	榲桲	Pasania edulis	700	320	1,000	535	310	720
榲桲	榲桲	Fagus sylvatica	5,500	4,600	6,000	240	220	250
樟(洗種)	樟	Cinnamomum camphora	8,000	7,000	9,500	250	245	255
赤楊	楊	Alnus japonica	300,000	297,000	580,700	140	95	167
白樺	樺	Betula alba	430,000	420,000	617,300	40	27	50
山胡桃	胡桃	Juglans sieboldiana	110	90	170	220	196	250
澤胡桃	胡桃	Pterocarya rhoifolia	6,100	—	—	155	—	—
”(附翅)	胡桃	Pterocarya rhoifolia	2,700	2,600	2,800	50	40	63
化香樹	樹	Platycarya strobilacea	100,000	—	12,800	150	130	—
榔榆	榆	Ulmus parvifolia	25,400	22,500	28,100	34	21	40
朴	朴	Celtis sinensis	8,000	7,500	—	251	200	230
朴(洗種)	朴	Celtis sinensis	23,000	—	—	230	—	—
檨(洗種)	檨	Aphalanthe aspera	8,600	8,000	9,200	300	280	322
檨	檨	Zelkova acuminata	60,000	42,000	75,500	220	177	295
黃楊	楊	Buxus japonica	75,500	62,500	88,500	260	240	283
七葉樹	樹	Aesculus turbinata	110	100	150	300	293	318
黃蘗	蘗	Phellodendron amurense	12,000	8,200	14,700	240	164	259
桂	桂	Cercidiphyllum japoicum	350,000	281,000	420,000	57	45	69
桂(附莢)	桂	Cercidiphyllum japoicum	12,000	—	—	100	—	—
厚朴(洗種)	厚朴	Magnolia hypoleuca	6,200	—	—	215	—	—
厚朴(附果皮)	厚朴	Magnolia hypoleuca	5,200	3,600	6,700	277	200	353
刺楸	楸	Acanthopanax ricinifolius	63,000	55,000	72,000	175	140	210
白桐	桐	Paulownia tomentosa	1,500,000	14,04,000	1,564,000	35	48	21

每日本升 = 中國 1.7421 升

每日本匁 = 中國 1.0533 錢



中華民國二十三年七月初版  
二十三年十月再版

(63474.1)

高級農業學校教科書 造林學通論 一册

每册定價大洋玖角

外埠酌加運費匯費

編纂者 高秉坊

校訂者 凌道揚

發行人 王雲五

印刷所 上海河南路商務印書館

發行所 上海及各埠商務印書館

版權所有  
翻印必究

※B五六八四

(本書校對者沈鴻俊)

