

姜 456

218

航空委員會

航空研究院

研究報告第五號

四川理番六種木材之性質

余 仲 奎 黃 鵬 章

陳 啓 嶺 羅 裕 英

三十二年七月

航空委員會

航空研究院

研究報告第五號

四川理番六種木材之性質

余仲奎 黃鵬章

陳啓嶺 羅裕英

三十三年七月成都

四川理番六種木材之性質

目 次

一、緒言	1
二、形態	2
1. 雲杉	2
2. 麥吊杉	2
3. 法氏冷杉	3
4. 鉄杉	3
5. 光皮樺	3
6. 青皮白楊	4
三、物理性質之研究	11
1. 含水量	11
a. 生材含水量	11
b. 纖維飽和點	11
2. 比重	12
a. 依據爐乾重量及爐乾體積之比重	12
(1) 平均值	12
(2) 最大值	12
(3) 最小值	12
(4) 最低容許值	12
b. 依據爐乾重量及生材體積之比重	12
c. 依據爐乾重量及氣乾材(12%含水量)體積之比重	12
d. 依據爐乾重量及12%含水量時體積之比重	12
3. 重量	12

4. 徑向與弦向收縮	12
5. 體積收縮	13
四、力學性質之研究	15
1. 生材力學性質	15
2. 氣乾材力學性質	15
3. 強度與含水量之關係	15
a. 各強度與含水量之關係公式	16
b. 12%含水量時之各強度值	16
c. 15%含水量時之各強度值	16
4. 強度之變異	16
5. 加力時間與強度之關係	19
6. 飛機設計應用值之計算	20
五、結論	21

插圖目次

1. 雲杉	5
2. 麥吊杉	6
3. 法氏冷杉	7
4. 鉄杉	8
5. 光皮樺	9
6. 青皮白楊	10
7. 四川理番雲杉爐乾比重變化圖	14
8. 四川理番雲杉之強度與含水關係圖	17
9. 四川理番雲杉靜曲試驗所得破壞係數之變異性圖	18
10. 四川理番雲杉靜曲試驗所得彈性係數之變異性圖	18

一、緒 言

四川之天然林，以西北部岷江上游一帶，蘊蓄較富，其中又以理番所產爲特盛。該區林木，針葉樹以雲杉（*Picea*），鐵杉（*Tsuga*），冷杉（*Abies*）等爲主要，闊葉樹以樺木（*Betula*），白楊（*Populus*）等爲主要。三十年秋，本院特派丁衍疇君，前往該處調查，並採得下列各種樹木，作材性試驗之用。

中 名	土 名	學 名	科 名
雲 杉	字 杉	<i>Picea asperata</i> Masters	松 柏 科 (Pinaceae)
麥 吊 杉	糠麥吊杉	<i>Picea brachytyla</i> Pritz. var. <i>complanata</i> Cheng	松 柏 科
麥 吊 杉	油麥吊杉	<i>Picea brachytyla</i> Pritz. var. <i>complanata</i> Cheng	松 柏 科
鐵 杉	鐵 杉	<i>Tsuga chinensis</i> Pritz. et	松 柏 科
法氏冷杉	泡 杉	<i>Abies Faxoniana</i> Rehder et Wilson	松 柏 科
光 皮 樺	牛 皮 樺	<i>Betula luminifera</i> Winkler	樺 木 科 (Betulaceae)
青皮白楊	青皮白楊	<i>Populus Cathayana</i> Rehder	楊 柳 科 (Salicaceae)

各種樹木之採選，標本之製作，及試驗之方法，均依照本院技術叢編第四號『木材力學試驗標準草案』進行。試驗工作開始於三十一年一月，經試驗，計算，及整理結果等，歷時一年有半。今是項工作已告一段落，爰將研究結果彙集成篇。進行期間，承王 助副院長之指示，本篇脫稿時復承審核，乃告完成。

二、形 態

1. 雲杉 (*Picea asperata* Masters) 土名「字杉」

喬木，高達35公尺，具塔形之樹冠。樹幹端直，樹皮灰褐色，成不規則之薄片狀脫落。枝平伸或稍下垂，枝端上彎，小枝黃灰色；芽圓錐形，具稍貼着之薄鱗片，其頂端開展或稍反曲。葉截面四角形，稍彎曲，短尖，四側有白色氣孔線，長20公厘。球果圓柱狀長橢圓形，長達13公分，褐色，果鱗貼着，形狀不一，頂端圓形，菱形，或截頭狀，種子有翅(參閱第1圖)。

木材淺黃褐色，心材與邊材之區別不顯明，紋理直，結構細，質輕。乾燥狀況良好，易施工，亦易膠合。

年輪明晰，甚狹以至寬。早材(Early Wood)與邊材(Late Wood)之區別顯明，遲材帶狹以至略寬，為黃褐色。木質線細，樹脂管略多。

產中國西部，在川西岷江上游高山，常與他種雲杉混生。

2. 麥吊杉 (*Picea brachytyla* Pritzels var. *complanata* Cheng)

喬木，高達40公尺，直徑達1公尺，樹冠尖塔形，樹幹端直。樹皮灰褐色或暗褐色，作不規則之片裂。芽卵形，褐色，鱗片貼着。枝多平展，小枝下垂，黃褐或淺褐色，禿淨或具短柔毛，具短葉柄。葉直，短尖狀，扁平，表面暗綠色，背面白色，長達15公厘。球果圓柱狀長橢圓形，兩端漸合，長6—9公分，寬2—4公分，暗褐或紫褐色，常富油脂，果鱗倒卵形，頂端圓或短尖狀，種子具翅(參閱第2圖)。

木材黃褐色，心材與邊材之區別不顯明。紋理直，結構細以至中。質略輕，乾燥狀況良好，施工及膠合容易。

年輪甚顯明，甚狹以至略寬。遲材帶明晰，深黃褐色，略寬。木質線細以至甚細，樹脂管略多，濕以水後明晰。

產中國西部。在川西康東之高山，常與他種樹木成混交林。

3. 法氏冷杉 (*Abies Faxoniana* Rehder et Wilson) 土名「泡杉」

喬木，高達35公尺，樹冠尖塔形，樹幹直，樹皮灰褐色，緊貼，平滑，有時具縱長之淺裂。枝淺黃褐或灰褐色，具柔毛，平伸或上仰。葉長達27公厘，邊緣反捲，頂端有缺凹，表面暗綠色，底面青白色。球果暗紫色，長橢圓形，長5—6公分，具樹脂(參閱第3圖)。

心材與邊材之區別不顯明，材色淡黃褐。紋理直，結構細。質輕而柔。乾燥之狀況良好。

年輪明晰，狹以至寬，每吋 16—6 輪，通常均勻，遲材帶微呈紫褐色，狹。早材與遲材之區別顯明。木質線細，在肉眼下僅得見之。

4. 鐵杉 (*Tsuga chinensis* Pritzl)

喬木，高達50公尺，直徑達1.3公尺。樹皮紅褐或灰褐，作薄片脫落，老樹有深縱條裂紋。枝粗，斜上伸，小枝細，尖端微下垂，灰褐色，稍具柔毛；芽卵形，禿淨；葉長達28公厘，線形，頂端圓而凹入，表面暗綠，有凹溝，底面有白色氣孔腺。球果卵形，長15—26公厘，寬12—16公厘，有短柄，果鱗淺黃褐色，禿淨(參閱第4圖)。

心材與邊材之區別不顯明，材黃褐色。紋理直，結構細。質硬，乾燥之狀況尚佳，施工性質次於雲杉。

年輪顯明，甚狹以至略寬，每吋50—14輪。早材與遲材之區別略顯明，遲材帶狹至寬。遲材密度較早材甚大，木質線細以至甚細。

此樹在川康高山，極為習見，常與他種樹木成混交林。

5. 光皮樺 (*Betula luminifera* Winkler) 土名「牛皮樺」

落葉喬木，高30公尺，樹冠為不規則廣圓形。樹皮暗灰色，緊貼，具有多數長形皮孔，枝條暗紫紅色，具有多數白色之腺。芽卵形，頂端短尖，長約6公厘。葉紙質，卵形或廣卵形，頂端短尖狀，基部圓形或稍呈圓狀斜形，長達

8公分，寬達5公分，邊緣具不等之雙鋸齒，表面深綠色，背面淺綠，背面總脈及側脈具柔毛，葉梗長約2公分，具柔毛。雌花序單生，長約7公分，厚約9公厘，花梗長約12公厘，苞三裂，兩旁裂片甚小，較正中裂片小五位，正中裂片頂端尖，邊緣及基部具柔毛；雄花序三四朵成一叢，無柄，苞圓形，盾形，禿淨；小蕊短，黃褐色，稍具絲狀毛(參閱第5圖)。

心材與邊材之區別稍顯明，邊材淡黃褐色而帶紅；心材色稍深。紋理直，結構細。乾燥之狀況良好，施工易，膠合上之性質甚優。

年輪不甚明瞭，狹，每吋12—17輪。木質線細。為散孔材，管孔小，數多，多數單獨。木薄膜組織不見。

此樹常分佈於針葉林之下，且常與其他樹種成混交林。

6. 青皮白楊 (*Populus Cathayana* Rehder)

喬木，高達30公尺，樹皮灰綠色，老幹暗色而開裂，具菱形皮孔。小枝平滑，淺灰或灰黃色。冬芽紡錘狀圓錐形，具樹脂。葉卵形或長橢圓狀卵形，頂端短尖或漸尖，基部圓形，長達8公分，寬達7公分，表面光綠色，背面淡綠色，邊緣密生腺質鈍鋸齒，但在基部全緣或疏生鋸齒，側脈5—7對，稍彎曲，總脈在表面微凸，在背面隆起，網脈在背面顯明，葉柄圓筒形，長3—5公分。果疏生，具短柄或無柄。蒴果卵狀，頂端尖，具3—5瓣，或罕為2瓣，頂端尖而反曲(參閱第6圖)。

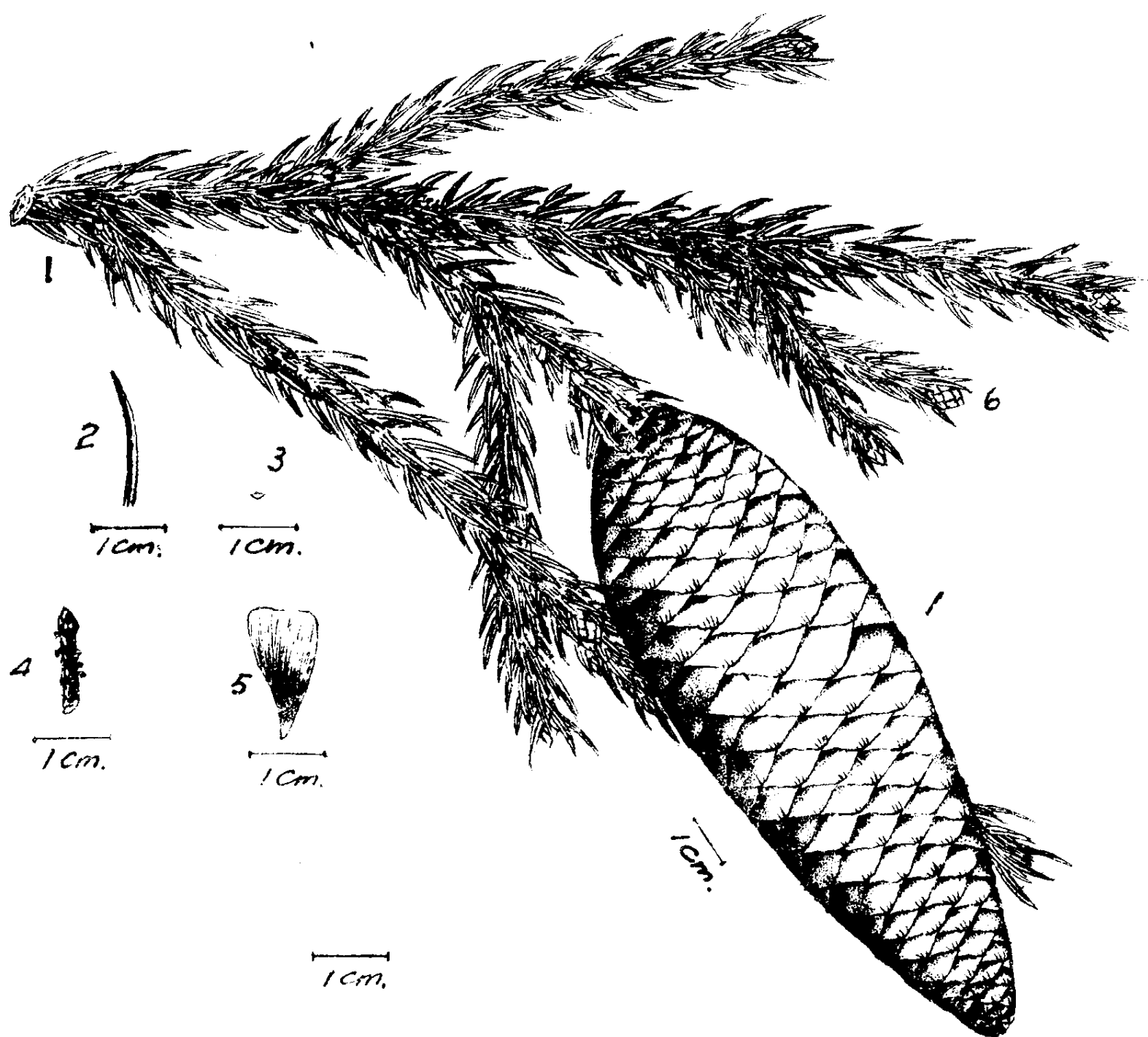
心材與邊材之區別不顯明，材黃褐色，常雜以灰黑色之花斑。紋理直行，結構細。質輕柔，疏鬆。施工容易，乾燥狀況良好。

年輪略明瞭，狹以至略寬，每吋7—23輪。早材與遲材之區別顯明，遲材帶狹至略寬。木質線細以至甚細。為散孔材，管孔甚小，木薄膜組織不見。

此樹在岷江上游林中，常生於河岸或河邊山地。

第 1 圖

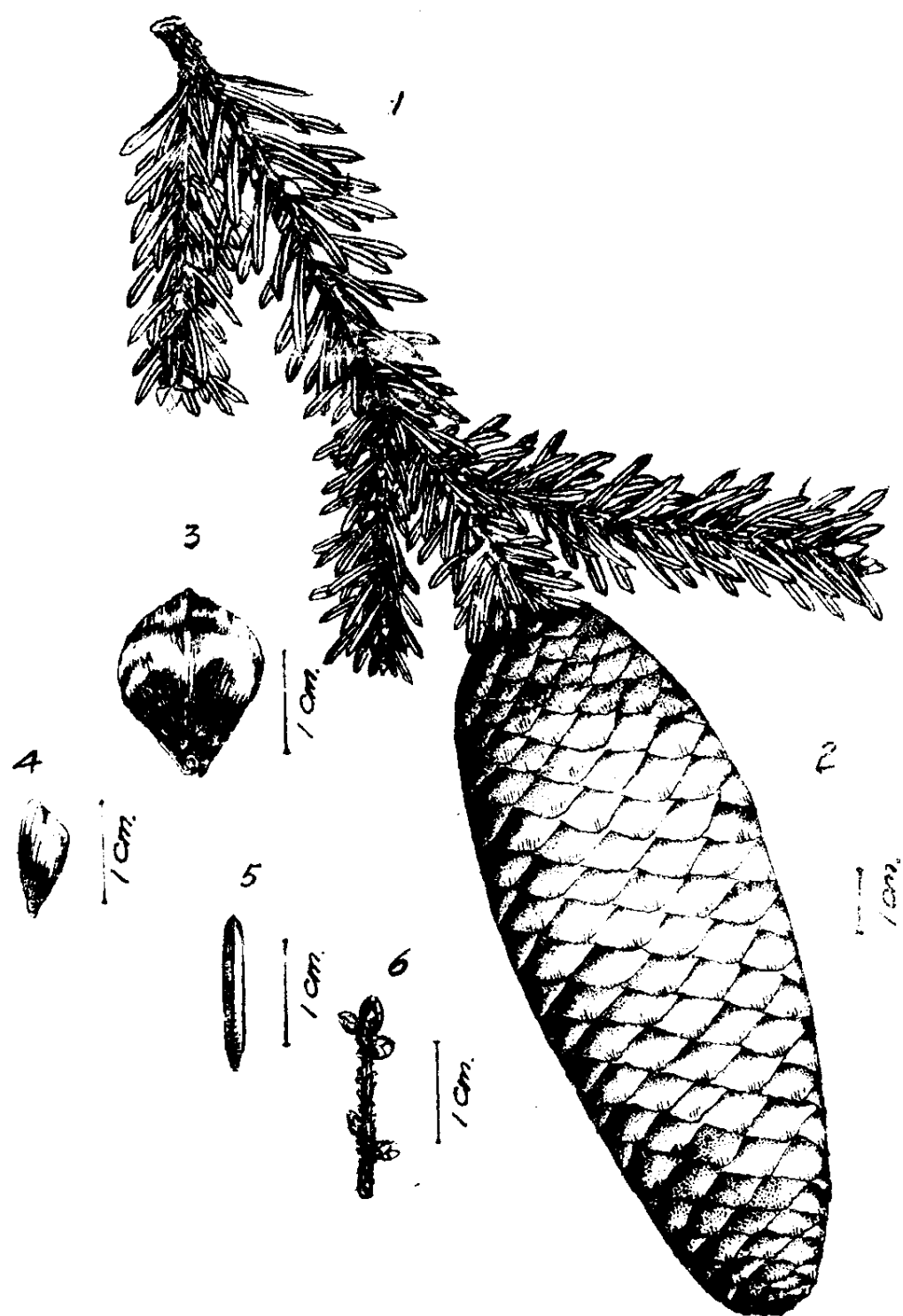
Picea asperata Masters



1. 果枝 (縮小 $\frac{2}{3}$) . 2. 針葉 (原大) . 3. 葉之橫斷面 (原大) .
4. 小枝 (原大) . 5. 種子 (原大) . 6. 頂芽 (縮小 $\frac{2}{3}$)

第2圖 麥吊杉

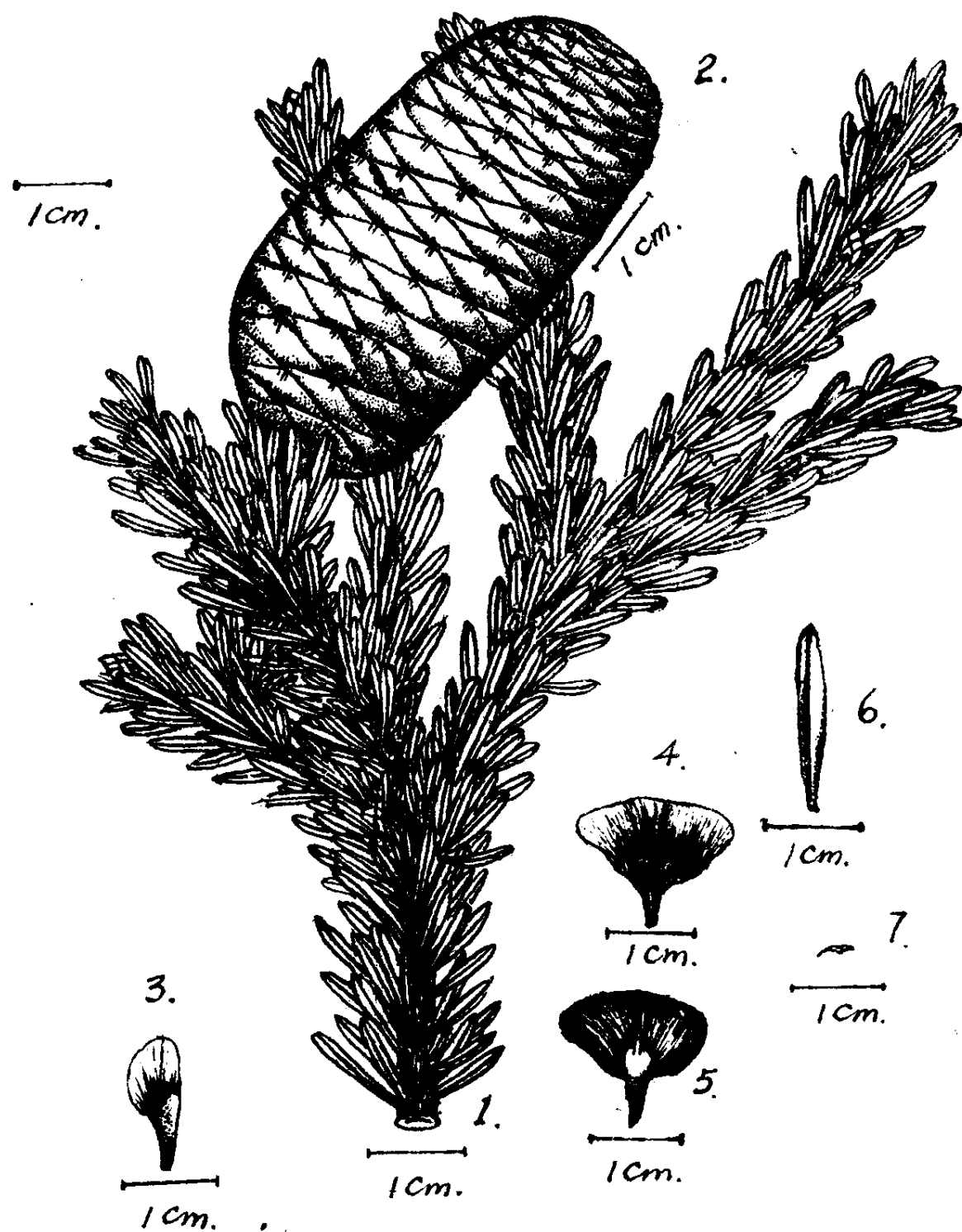
Picea brachtyla pritzel Var. *complanata* Cheng



1. 着果之枝 (縮小 $\frac{1}{3}$) 2. 果 (縮小 $\frac{2}{3}$) 3. 鱗片 (原大) 4. 種子 (原大)
5. 葉 (原大) 6. 頂芽 (原大)

第 3 圖

法氏冷杉 *Abies Faxoniana* Rehder and Wilson

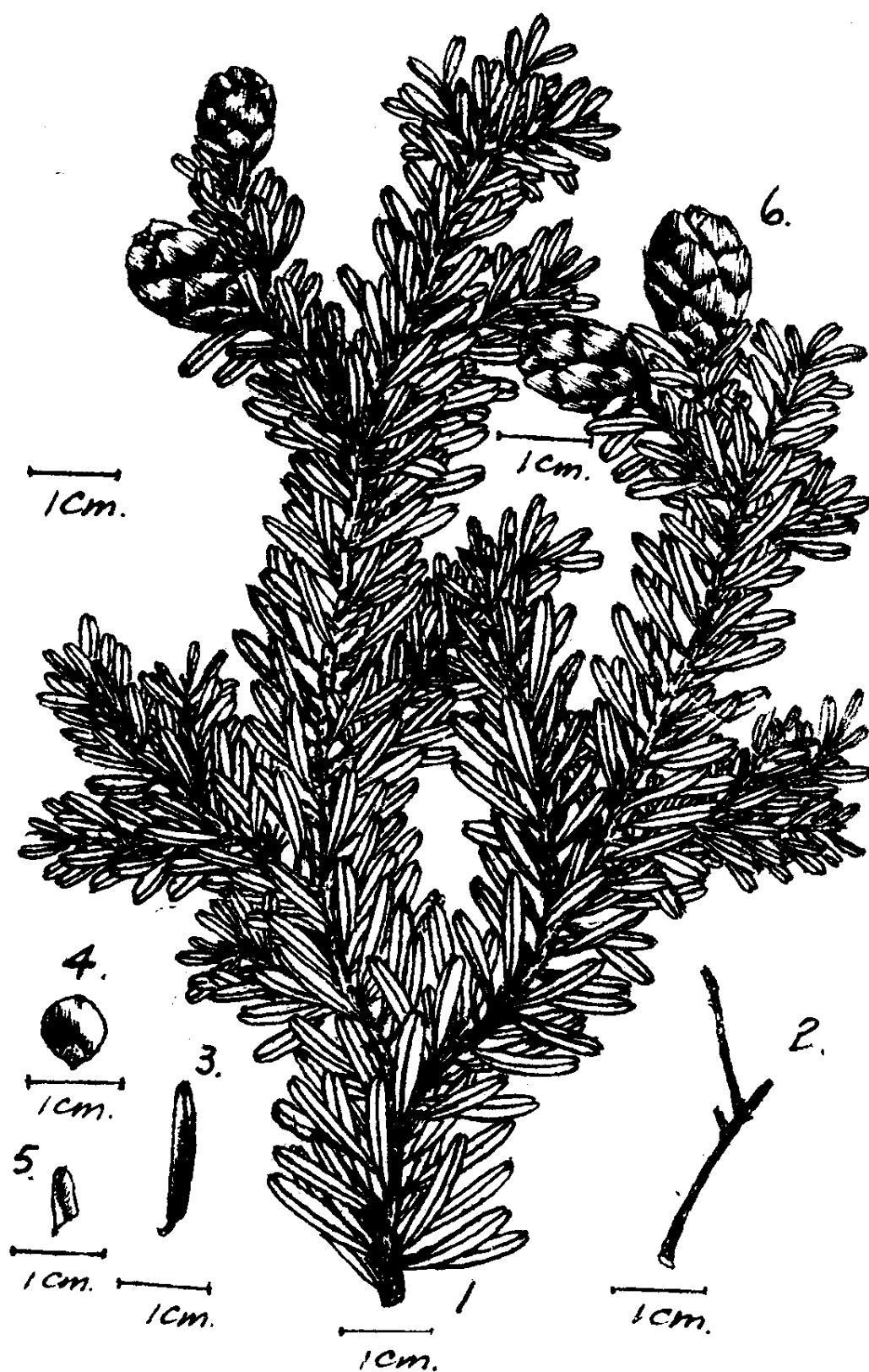


1. 着果之枝(原大). 2. 果(原大). 3. 種子(原大). 4. 5. 鱗片之正反面(原大).
6. 葉(原大). 7. 葉之橫斷面(原大).

航研院木竹組繪
32-4-5

第 4 圖

鐵杉 *Tsuga Chinensis* Pritzl



1. 着果之枝 (原大). 2. 小枝 (原大). 3. 葉 (原大). 4. 鱗片
5. 種子 (原大) 6. 果 (原大).

第 5 圖

光皮樺 *Betula Luminifera Winkler*



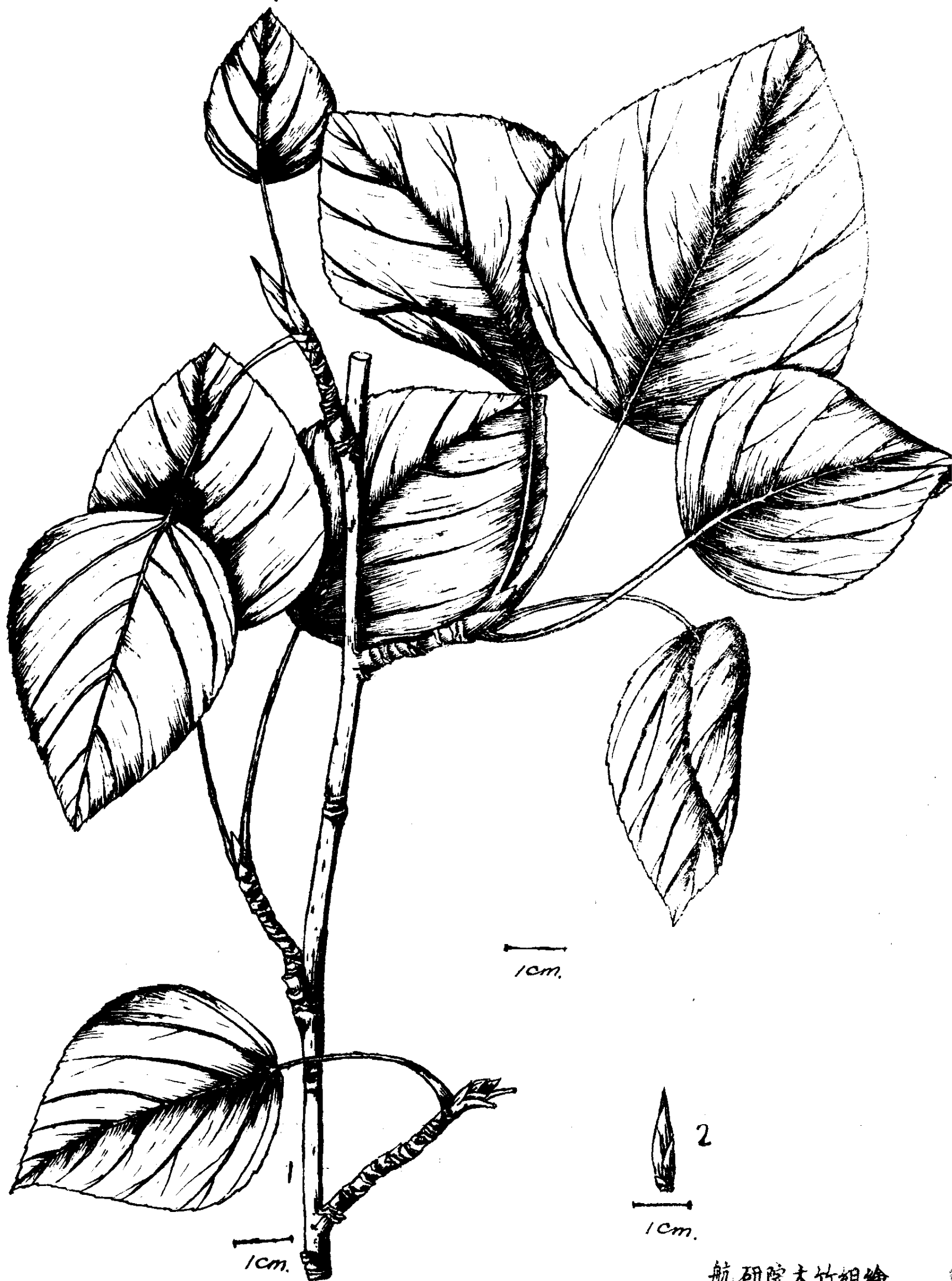
1. 着花之枝 (縮小 $\frac{1}{2}$). 2. 花序 (原大). 3. 葉 (原大).

4. 種子 (放大二倍). 5. 果苞正面 (放大二倍).

航研院木竹組繪

第 6 圖

青皮白楊 *Populus cathayana* Rehder



1. 着葉之枝 (原大) 2. 芽 (原大)

航研院木竹組繪

32-4-5

三、物理性質之研究

木材之主要物理性質，通常包含含水量，比重，重量及收縮等，與力學性質有密切之關係。茲將各種性質分述如次：

1. 含水量

木材之含水量，與周圍大氣情況關係至大，隨相對濕度及溫度而常變動。生材狀態時，木材含有多量水分，在大氣中，木材水分逐漸蒸發，至纖維飽和點(見本節 b 款)以下，水分減少，即引起強度之增加。當木材繼續乾燥至本身之重量趨於一定時，乃達氣乾狀態。

木材之含水量，通常係以所含水分之重量，作為爐乾木材重量之百分數而表示之。此次測定含水量之標本，大小為 $2 \times 2 \times 2$ 公分，由每根力學試驗之試條，切下一塊供用。

A. 生材含水量 生材 (Green Wood) 含水量之多少，不特因樹種而有差別，即同種之各株，同株之邊材與心材，或同株之不同高度，亦各有不同。此次測定含水量，所用標本，係取自各不同部位，而求得其平均值(參閱第一表)。

B. 纖維飽和點 (Fiber Saturation Point) 生材狀態之木材乾燥時，細胞腔 (Cell Cavities) 之水分，先行蒸發，至細胞腔內之水分已全失去，但細胞壁 (Cell Walls) 之水分仍在飽和狀態時，稱為「纖維飽和點」。通常木材之含水量，在此點以外，與力學性質及收縮率，均無關係。但一至此點，倘水份繼續蒸發，則木材強度及收縮率有顯然之變化。此項理論，乃美國林產研究所首先倡議⁽¹⁾。各種木材之纖維飽和點，係由各強度與含水量之關係試驗決定之(參閱第二表)。

(1) 參閱 Wilson, T. R. C.: "Strength-Moisture Relations for Wood." Tech. Bull. No. 232, 1932. P. 9. U. S. Dept. of Agriculture.

2. 比 重

此次所求各種木材之比重，有下列各數值（參閱第一表）：

A. 依據爐乾重量及爐乾體積之比重 測定時，先將木材標本置乾燥爐中，使水份漸漸蒸發，俟重量一定時，即測量其體積與重量，而求出比重。此項比重，有下列數值：

(1) 平均值 為所有比重之總和除以試驗次數所得之值。

(2) 最大值 為比重值中之最大者。

(3) 最小值 為比重值中之最小者。

(4) 最低容許值 比重值中佔標本數之最多者，為最低容許值（參閱第七圖）。

B. 依據爐乾重量及生材體積之比重

C. 依據爐乾重量及氣乾材（12%含水量）體積之比重 為重量在爐乾狀態而體積調整至12%含水量時之比重。

D. 依據爐乾重量及15%含水量時體積之比重 為重量在爐乾狀態而體積調整至15%含水量時之比重。

3. 重 量

木材之重量，不特因樹種而有異，即同種之各株，或同株之各部位，亦有不同。又同種同株同部位之木材，其重量亦須視其含水量而定。茲求得各種木材在生材，12%與15%含水量及爐乾時之平均重量列如第一表。

4. 徑向及弦向收縮率

通常，木材之水分，蒸發至纖維飽和點時，收縮即行開始。木材之收縮，徑向弦向及縱向，各有不同。縱向收縮甚微，與實用無甚關係，故未作測定。此次試驗徑向及弦向收縮之標本，大小為 $2.5 \times 2.5 \times 10$ 公分。徑向收縮標本，10公分寬之面，係沿半徑方向，弦向收縮標本，10公分寬之面則與生長輪平行，各收縮率乃指生材至爐乾之收縮率，而以生材之原寬為標準者（參閱第一表）。

5. 體積收縮

木材之體積，在細胞壁充滿水分時為最大，細胞壁水分全部消失時為最小。此次試驗所得各種木材由生材至爐乾之平均體積收縮率（以生材之體積為標準）均列於第一表。