

(京都帝國大學工學部纖維化學教室・京都帝國大學化學研究所) (昭和 18 年 9 月 22 日受理)

(158) 南方材パルプに関する研究 (第9報)

纖維形狀と紙の強度

堀尾正雄・大田永勝

本報を以て喜多源逸及共同研究者のパルプに関する研究第 46 報とする。

南方材硫酸鹽パルプが強靱な紙を與へる事は第 6 報以來再三報告したが、之の強度を更に詳細に検討すると、輕軟材パルプは重硬材パルプに比して機械的に總ての點で優れて居る事が認められた(第 8 報)。扱て一般に紙の強度を支配する條件は極めて多く、纖維自體の化學的及び物理學的要素以外に抄造及び加工の條件も亦之に與る所が多い。然るに本實驗、特に第 8 報の場合を考察するに、實驗に供した 3 種の木材は材質が極端に相違するにも拘らず、同科(二羽柿科)の植物であり、化學分析數値も著しく相違せず、之から得られたパルプの分析數値も亦極めて近似である。また叩解、抄紙及び強度の測定も全く同一條件の下に行はれた。化學的性質及び加工の條件の略々等しい之等 3 種のパルプに就て其機械的性質と纖維の形狀との關係を研究する事は興味ある點である。纖維の形狀としては長さ、幅及び斷面の形等が主要な要素である。第 8 報の實驗に供した 3 種の纖維各 300 の長さ及び幅を測定した結果を第 1 表に示す。

第 1 表の數字に就て各材の纖維長及び幅の分布状態を検討すると何れも大體ガウスの成規分布に従て居る事が確認される(圖示する事を省略する)。第 1 表には纖維長及び幅の平均値、標準偏差及び平均値の標準偏差を記載した。今各々に就て簡単に説明す

I. 纖維長

平均値を見ると輕軟材と中硬材とは殆ど相違しないが重硬材のみ明瞭に短小である。併し何れも平均 1.5mm 以上であつて内地及び寒帶産潤葉樹の大部分が 1mm をあまりに越えない(例へば三浦・西田, 木材化學參照)のに較べて比較的長い事が注目される。南方材潤葉樹パルプより造つた紙が意外に強靱なのは此點にも有力な理由があると推察される。

次に測定値の標準偏差を見ると各樹種間に殆ど相違がなく略々似た散亂を示して居る。尙前記平均値の標準偏差が何れも 0.02 mm であることを考へれば輕軟材及び中硬材は略々等しい纖維長を有するに反し、重硬材のみ短小である事が統計的に正確に確認される。既に述べた様に纖維長の分布は大體に於て成規確率函數に従て居るので 3 種の材の纖維長分布を成規分布曲線を以て示した(第 1 圖)。之によつて纖維長の分布状態が更によく比較される。曲線は次式に依て作成した。

$$g(l) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(l_0-l)^2}{2\sigma^2}}$$

l_0 : 平均纖維長, σ : 標準偏差

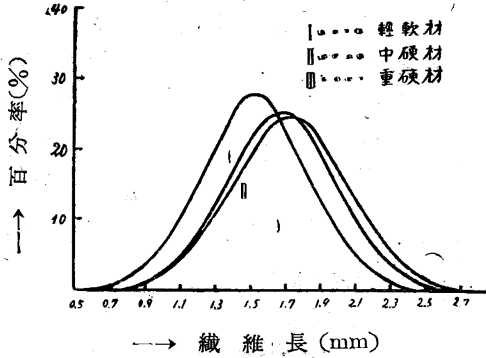
第 1 表 纖維長及び幅の分布

纖維長				纖維幅			
纖維長 (mm)	輕軟材	中硬材	重硬材	纖維幅 (μ)	輕軟材	中硬材	重硬材
<0.8	1	1	1	8-12	0	0	4
0.8-1.0	10	6	14	12-16	1	1	9
1.0-1.2	12	10	28	16-20	3	18	97
1.2-1.4	29	21	46	20-24	12	50	96
1.4-1.6	39	59	93	24-28	87	85	79
1.6-1.8	92	70	73	28-32	76	66	10
1.8-2.0	82	78	36	32-36	72	42	4
2.0-2.2	23	38	6	36-40	42	21	1
2.2-2.4	9	12	2	40-44	7	15	0
2.4-2.6	3	4	1	44-48	0	2	0
>2.6	0	1	0				
合計	300	300	300	合計	300	300	300
平均 (mm)	1.69	1.73	1.52	平均 (μ)	30.7	28.6	21.5
標準偏差 (mm)	0.32	0.33	0.29	標準偏差 (μ)	5.0	6.2	4.2
平均値の標準偏差 (mm)	0.02	0.02	0.02	平均値の標準偏差 (μ)	0.3	0.4	0.2

第 2 表 繊維の形状と紙の強度との関係

	繊維の形状			紙の強度			
	平均繊維長(mm)	平均繊維幅(μ)	断面の形態	断裂長(km)	比破裂度	引裂強度	耐折数
軽軟材	1.69±0.02	30.7±0.3	膜壁薄く扁平となる	7.7	6.9	124	2100
中硬材	1.73±0.02	28.6±0.4	膜壁厚く稍扁平となる	7.4	6.2	96	1500
重硬材	1.52±0.02	21.5±0.2	充實し扁平となり得ず	5.1	4.1	92	460

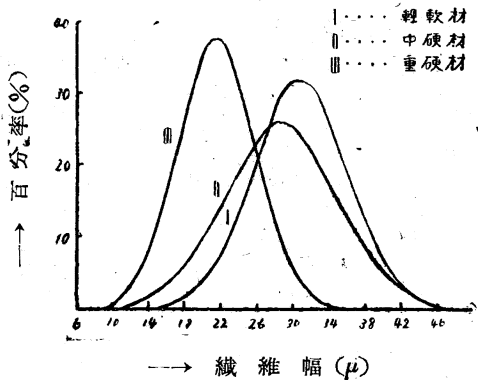
第 1 圖 各種ラワン材の繊維長分布曲線



II. 繊維幅

繊維の幅も亦材種に依て可成り相違する。繊維長の場合と同様に軽軟材及び中硬材の繊維幅は殆ど相違しないが重硬材のみ著しく小さい。第 2 圖には各材に対する繊維幅の成規分布曲線を比較した。

第 2 圖 各種ラワン材の繊維幅分布曲線



扱て上記の分布は材種に個有のものか、或は材の成長度其他に起因するものかは判然としないが、我々の取扱つた事例では常に重硬材が短小である傾向が見られた。

III. 断面の形態

別報(木材蒸解の顯微鏡的研究, 第 8 報, 本誌, 昭和 19, 47, 104)に記載する如く, 断面の形態は材種によつて著しく相違する。軽軟材は膜壁の薄い繊維からなつて居るのに反し重硬材繊維の 2 次層は内腔が認められない程度に極度に肥厚して居る。故にパルプ及び紙を製造する場合を考へると, 上記繊維断面の形態の特徴に基き軽軟材パルプ及び紙に於ては繊維は扁平状となるに反し, 重硬材繊維は内容充實してゐる爲に扁平化し得ず, 譬へば棒

状のままを持續する。故に繊維間の接觸及び絡合の點を考慮するとき重硬材繊維は軽軟材繊維に較べて著しい不利を免れない。之は紙の強度を支配する大きい要素であると考へられる。併し 50°SR に達する迄は叩解に對する繊維の抵抗性は各樹種の繊維共著しく相違しない。

IV. 機械的性質との關係

繊維形状に関する上記 3 種の要素を綜合し, 之と紙の機械的性質とを併せ考察するときは極めて明瞭な關係のある事が確認される。第 2 表には之迄の結果を纏めて記載した。

繊維長及び幅から見れば軽軟材と中硬材繊維は著しくは相違しないが總ての機械的性質は軽軟材の方が優れてゐる。此點から見れば繊維の接觸及び絡合を支配する断面の形態が意外に大きい役割を演じて居る事が察知される。重硬材は繊維長, 幅及び断面の形の何れから見ても不利な條件を具へて居るが, 事實紙の強度も亦低い。

何れにしても南方材パルプに於て, 繊維の長さ, 幅及び形態が紙の強さと明瞭な關係を有して居る事は興味深い。尙之以外に第 6 報に記した如く, 導管及び柔軟細胞が叩解中に破壊して繊維の結締を密ならしめる如き作用も亦紙の強度を向上せしめる上に無視出來ないが, 導管細胞の數だけから見れば寧ろ重硬材の方が多い(木材蒸解の顯微鏡的研究, 第 8 報参照)。此事實に立脚すれば第 6 報に述べた原因以外に, 本報に取扱つた如き繊維細胞自體に附隨した特性が強い紙を與へる上に重要な要素として作用してゐる事を注意せねばならぬ。柔軟細胞の興味ある影響に就ては別報にて詳記する。

V. 總括

1. 軽軟, 中硬及び重硬ラワン材の各々の繊維(300)に就て長さ, 幅の分布を測定した。分布は何れも大體成規確率函数に従ふ。
2. 軽軟及び中硬材の平均繊維長及び幅並に分布状態は略々等しいが, 重硬材のみ繊維長及び幅が明瞭に小さい。
3. 上記の繊維長, 幅並に断面の形態(特に細胞膜の肥厚程度)が紙の強さと密接且簡単な關係を有してゐる事を明かにした。即ち繊維長及び幅が大きい程強度の高い紙を與へるが, 一方膜壁の薄い繊維は内容充實した繊維よりも強い紙を生成する。此意味に於て成長の迅速な南方地方の軽軟材は紙の原料として一層大きい意義がある。

本研究は日本學術振興會第 20 特別委員會に於て著者等の擔當して居る研究の一部である。而して研究費の一部は同委員會, 谷口工業獎勵會及び王子製紙株式會社奨學金に仰いだ事を記し謝意を表する。