繊維学会誌

昭和32年4月 第13巻第4号 (通巻第114号)

報 文

(昭和31年6月30日受理)

繊維素繊維の生長過程に関する研究

第7報 綿繊維の生長過程におけるリントの機械的性質について

東京農工大学繊維学部 大 野 泰 雄

STUDIES ON THE GROWING PROCESS OF CELULOSE FIBER (VII) ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF LINT DURING THE GROWING PROCESS OF COTTON FIBER

By Yasuo Ōno.

(Faculty of Textile Industry, Tokyo University of Agriculture and Technology, Tokyo, Japan)

The mechanical properties of lint were daily measured in relation to the development of the micro-structure of primary and secondary cell wall during the growing process of cotton fiber. The cotton variety used for this research was "Rikuchimen Kan-no No. I", a sort of upland cotton.

The strength increases and the elongation decreases linearly with age of fiber, from the beginning of wall thickening until when wall thickening is just completed, and thereafter both strength and elongation show constant value until when boll opening just finishes. (strength 5.9 g/lint, elongation 9.8%, after boll opening.) On the other hand, the strength per unit section area of lint begins its increase early in the growing process of elongation and attains a constant value (about 25 kg/mm²) already at the day when wall thickening just begins.

The contribution of the primary cell wall to mechanical strength per unit section area is less than that of the secondary cell wall. The increase of the mechanical strength in the secondary cell wall is directly proportional to the increase of net area.

(Received 30. 6. 1956)

I 緒 言

綿繊維の生長過程におけるリントの機械的性質がどのように変るかを知らねば、また原綿の成熟度と機械的性質との関係を明らかにしめるためにも重要なことである。そこで綿繊維の生長過程におけるリントの第1次細胞膜（以後第1次膜とよぶ）および第2次細胞膜（以後第2次膜とよぶ）における微細構造の発生に関連して、リントの機械的性質を逐日的に測定した。さらに第1次膜および第2次膜のリントの機械的強度に対する寄与に関し若干の考察を行った。

II 実験試料および測定法

1 実験試料

実験試料は第1報¹⁾に報告した試料と同じく東京都小金井の東京農工大学繊維学部試験圃場に5月中旬陸地棉関農1号を播種し、8月3日に開花した花に一斉に名符をつけ研究試料として逐日的に採取し試料とした。（開架は開花後59日目）

リントの強力、伸度および net area の測定は第1～第3結果枝の各々の第1節の boll につき、蒴内種子の位置 c、種子上綿毛の位置3のリントを採取し行った。（実験試料採取位置の符号は第1報に記載した

通りである。)

2 測定方法

強度測定——K. S センシメータを用いて測定し、約60本のリントの平均値を求めた。

net area の測定——前述の試料を用いリントの中央部の繊維断面を作製し、net area を測定した。繊維断面の作製法は牧島邦夫²⁾の方法を採用した。試料は繊維軸に直角に切片を作製し、顕微鏡下にて切断面の net area を測定した。20個の切断面の平均値をもって net area とした。

Ⅱ 実験結果および考察

1 綿繊維の生長過程におけるリントの強伸度の変化について

綿繊維の生長過程におけるリントの強伸度の変化を

Fig. 1 On the mechanical properties of lint during the growing process of cotton fiber

逐的に測定した結果を Fig. 1 a および b に示す。同図より明らかなように、単繊維の強度は肥厚生長開始以後、終了まではほぼ直線的に増加する。すなわち開花後21日目のリントは 1.2 g/lint を示すにたいし、肥厚生長のおわる開花後40日目前後では約 5.8 g/lint と直線的に増加し、それ以後は開架にいたるまで一定値を示す。これにたいし伸度は肥厚生長に入るとともに急速に伸度を減少し、開花後21日目のリントは 24.8 %を示すにたいし、肥厚生長のおわる開花後40日目前

後では約10%と直線的に減少し、それ以後は開架にいたるまで、ほぼ一定値を示し、開架綿(開花後59日目)では約9%である。伸長生長過程におけるリントの強度は著るしく弱く、伸度は非常に大きい。

これは主として第1次膜の微細構造に起因するものと考えられる。

2 綿繊維の生長過程におけるリントの net area の変化について

ここに net area とはリントの全断面積よりルーメンの断面積を差し引いた実断面積である。綿繊維の生長過程におけるリントの net area の変化を逐的に測定した結果を Fig. 1 c に示す。同図より明らかなように開花後21日目の net area は約 65.0 μ^2 であるが、

肥厚生長の進行とともにほぼ直線的に増加し、肥厚生長の終る開花後40日目前後においては約 234 μ^2 となり、それ以後はほぼ一定値を示し、開架綿においては約 235 μ^2 となる。

これらの結果は肥厚生長過程のリントの膜壁の厚さを測定せる結果³⁾と同じ傾向を示し、また繊維素含量の絶対値を測定せる結果⁴⁾とも一致している。

開架綿のリントの断面における最大の直径(長軸の直径)および最小の直径(短軸の直径)を測定すると、それぞれ 25 μ および 16 μ である。したがって、最大の直径/最小の直径=1.55 である。Bailey 等⁵⁾によれば綿繊維をその断面の形状によって次のようにつに大別している。

- i) circular 最大直径/最小直径=1~1.81
- ii) elliptical 最大直径/最小直径=1.81~4.00
- iii) linear 最大直径/最小直径=4.01以上

i) の場合は主としてアジア綿、海島綿系統に多く、ii) および iii) は陸地棉系統に多い。これらの分類によれば、この研究に用いている陸地棉関農1号は elliptical よりむしろ circular に近い形状の方に分類される。

3 綿繊維の生長過程におけるリントの単位断面積当りの強度について

綿繊維の生長過程におけるリントの単位断面積当りの強度を求めるためには、単繊維当りの強度を前述のようにして求めた net area で割ればよい。このようにして計算した単位断面積当りの強度を Fig. 1 d に示す。その結果は開花後21日目では約 18.5 kg/mm² であるが、26日目では約 24.3 kg/mm² を示し、以後一定値を示し、開架綿では約 25.0 kg/mm² であった。

したがって第1次膜は第2次膜に比して、単位断面積当りの機械的強度の寄与は小さいことがわかる。これにたいして第2次膜は肥厚生長に入った形成の初期より第2次膜の外側も内側の区別なく等しく機械的強度に寄与していることがわかる。Fig. 2 に肥厚生長開始以後のリントの強力と、その net area との関係を示す。

Fig. 2 Relation of strength of cotton fiber to average net area of cross-section in the growing process of wall thickening

前報⁶⁾において著者は綿繊維の生長過程におけるリントの結晶領域の変化を追跡し、肥厚生長開始以後 boll の開裂が終るまで、リントの結晶領域量はほぼ一定値 (78~82%) を示し、またその結晶粒子長もグルコース残基の重合度で 130~140 とほぼ一定値を示すことを報告した。さらに最近著者等⁷⁾は綿繊維の生長過程におけるリントの微細構造、とくに第1次膜および第2次膜の微細構造を電子顕微鏡によって観察した。その結果は第1次膜および第2次膜ともに幅約 70 Å のマイクロ・フィブリルよりなり、このマイクロ・フィブリルは第1次膜においては管状構造をもつに対し、第2次膜においては繊維軸にある傾角をもった螺旋構造を示すことがわかった。

上述のように肥厚生長開始以後リントの結晶領域量がほぼ一定値を示す事実および電子顕微鏡の観察結果より、肥厚生長開始以後肥厚生長の終るまで細胞内においては、ほぼ同じ凝集状態において、ミセルあるい

はマイクロ・フィブリルが生成され、付加法による生長様式により逐次膜壁に沈着し膜壁を肥厚せしめ、綿繊維を生成するものと考えられる。したがって第2次膜においてはその膜壁の内側も外側も等しくほぼ同じ微細構造をもったマイクロ・フィブリルよりなるものと考えられる。したがって第2次膜の肥厚による net area の増加は、その area の増加に比例して機械的強度を増加せしめるものと考えられる。

IV 総 括

綿繊維の生長過程におけるリントの第1次膜および第2次膜の微細構造の発生に関連して、リントの機械的性質を逐的に測定した。

その結果肥厚生長開始以後、終了までリントの強力はほぼ直線的に増加し、伸度はほぼ直線的に減少し、それ以後リントの強力および伸度とも boll の開裂まではほぼ一定値を示した。(開裂綿において、強力, 5.9 g/lint, 伸度, 9.8%)。リントの単位断面積あたりの強度は、伸生長過程において、早くもその増加を始め、肥厚生長に入るとすでに強度はほぼ一定値 (約 25 kg/mm²) に達する。したがって第1次膜の単位断面積あたりの機械的強度の寄与は第2次膜のそれに比して小さい。これにたいして第2次膜の機械的強力増加は net area の増加に正比例している。

本研究に当り種々御指導を賜った東京工業大学金丸競教授、前田弘邦教授に深甚なる感謝の意を表す。本実験の一部は文部省科学研究費によった。ここに併記して謝意を表す。

文 献

- 1) 大野泰雄; 織学誌., 11, 520 (1955)
- 2) 牧島邦夫; 織学誌., 6, 183 (1950)
- 3) 大野泰雄; 織学誌., 11, 714 (1955)
- 4) 大野泰雄; 織学誌., 12, 443 (1956)
- 5) Karrer E. and T. L. W. Bailey; *Text. Res. J.*, 8, 381 (1938)
- 6) 大野泰雄; 織学誌., 13, 127 (1957)
- 7) 大野泰雄, 上林安生; 未発表