 報 文

(昭和 30 年 7 月 5 日 受 理)

纖維素繊維の生長過程に関する研究

第 2 報 綿繊維の生長過程におけるリントの伸長
生長及び肥厚生長について

東京農工大学繊維学部 大 野 泰 雄

STUDIES ON THE GROWING PROCESS OF CELLULOSE FIBER.
(II) ON THE GROWTH OF ELONGATION AND WALL THICKNESS
OF LINT IN THE GROWING PROCESS OF COTTON FIBER.

By Yasuo Ōno

Concerning the epidermal cells of cotton seed, the auther has chosen, in this paper, several problems in order to make clear the time of the development of fiber cells. The growing process of lint was pursued, the periods of the growth of elongation and wall thickness of lint were daily measured. The cotton variety used for this reserch was "Rikuchimen Kanno No. 1", a sort of upland cotton. The results obtained may be sumarized as follows:

1. Observations on the fiber cell formation in seed wall showed that the protuberances of epidermal cells ocured twice after flowering. The first one ensued for only two days from the date of flowering. The second one, on the contrary, continued for comparatively long interval, that is, from 4th to 12th day, after flowering. Hair cell differentiation of the lint type chiefly occurred in first protuberance, and that of the fuzz hair type in second protuberance. Therefore, fuzz hair differentiation follows lint hair differentiation.
2. The elongation growth of lint begins immediately after flowering, the length of lint increases linearly, and completes 24th day after flowering. The growth of wall thickness begins from the 20th day after flowering, and wall thickness increases also linearly. The deposit percentage of cellulose on the cell wall parallels with the growth process of wall thickness. (Cotton boll opens at 59th day after flowering.)
3. The moisture contents of lint and cotton seed in fresh weight basis, the fresh diameter of lint in the cotton boll, the dry diameter of lint, were measured and those results are discussed.

(Received 5. 7. 1955)

I 緒 言

綿繊維は細胞膜壁への繊維素の沈著の機構を究明する最好適試料として、これまで多くの研究者によって着目されてきた。栽培綿、特に *Gossypium Arboreum*, *G. Herbaceum*, *G. Hirsutum* に属する品種の種子毛(繊維細胞)は、長い綿毛(lint or lint hair)と短かい地毛(fuzz or fuzz hair)の2種類の毛細胞

よりなっている。前者の長い綿毛(lint)は主として紡績用繊維として利用されるが、後者の短かい地毛(fuzz)は主として繊維素エステル用コットン・リントーとして工業用上重要な原料となっている。リントおよび地毛共に表皮の単細胞の外部伸長(表面生長)により形成されるものであるが、それらが表皮細胞から分化される時期については、これ迄多くの議論がある。著者はこれらの時期について二、三の観察を行っ

た。更にリントの生長過程を逐日的に追跡し、細胞の伸長生長（表面生長）および肥厚生長の時期を明らかにすると共にこれ等の機構について若干の考察を行った。

II 実験試料および試料採取位置

実験試料は前報¹⁾の試料と同様、東京小金井在の東京農工大学繊維学部試験圃場に5月中旬陸地棉閑農1号を播種し、8月3日に開花した花に一齊に名符をつけ研究試料として逐日的に採取して試料とした。（開架は開花後59日目）

実験試料の採取位置は前報¹⁾に報告したように、第1～第3結果枝の第1節の boll を採取した。実験試料採取位置の符号は前報に記載した通りである。

III 綿種皮における繊維細胞の発生（形成）

綿種皮における繊維細胞の発生に関しては1881年 Bowman がこの研究に着手して以来、今日迄多くの研究者によって論争されて来た。綿種皮における繊維細胞の発生に関連して、主として表皮細胞の突起現象について Armstrong and Bennett,²⁾ Balls,³⁾ Barritt,⁴⁾ Farr,⁵⁾ Gulati,⁶⁾ Hawkins and Serriss,⁷⁾ Hayward,⁸⁾ Johnson and Lang,⁹⁾ Moore,¹⁰⁾ Singh,¹¹⁾ Turner,¹²⁾ 菅六郎¹³⁾等の報告が出されている。表皮細胞の突起の開始時期については、開花後直ちに開始するとする説と、開花後第1～第3日目に開始するとする説とがあり、後者は主として Lang により主張せられ、突起の開始は品種によって異なる事を指摘している。また表皮細胞の突起経続期間については長期経続説（開花後4週間位迄の長期にわたり経続するとの説）と短期経続説（開花後2週間程度の比較的短期に終了するとの説）にわけられる。前者の説は主として Turner, Gulati, Armstrong 等によって支持され、後者は主として Lang, Farr, 菅六郎等によって支持されている。又 Lang は上述の開花後2週間の経続期間を2期にわけられるとし、第1期は開花当日より約4日目迄続き、第2期は開花後5日或いは6日目より14日目頃迄続くことを明らかにした。そしてこの第1期の経続期間中に綿毛型（lint hair type）の繊維がつくられ、第2期の経続期間中に地手型（fuzz hair type）の繊維がつくられると報告している。菅六郎もまた亜細亜綿の紫蘇綿、陸地棉の木浦380号を用いて、これ等を追究し、

Lang の説を支持する成果を発表した¹⁴⁾。著者も亦 Lang の説に検討を加える目的で本研究を行った。

実験試料および測定法——試料としては前述のように栽培した陸地棉閑農1号を用いた。試料採取位置は前述の通りである。開花前日の正午に第1回目の boll を採取し、開花当日の正午に第2回目の boll を採取し、以後24時間間隔に boll を採取し直ちに試料とした。観察は蒴内種子Cの種子を採取し、Bouin 氏液にて固定し、paraffin 法にて縦断切片を作製し、染色して、(Heidenhain 氏法により haematoxylin により染色) 顕微鏡にて観察した。生長過程における突起細胞数の観察比較には主として胚珠の珠孔(micropylar tip)とカラザ(chalazal cap)を結ぶ線で真二つにし、この部分の切片をとった。切片の厚さは約6～8μ程度であった。なお本実験に使用した試料はすべて開花直後人工受精を行った試料である。

実験結果および考察——開花前日の正午に採取した試料には表面細胞の突起は全然認められなかったが、開花当日の正午頃（開花は午前7時頃であり正午迄約5時間を経過している）採取した試料には最初疣状の突起した細胞が楕円形にふくらみ、次第に伸長しつつあることが認められた。開花当日の胚珠の縦断面の表皮細胞数は452細胞から480細胞の間にあり、4個の胚珠の縦断面における平均は476細胞であった。開花後30時間後の伸長生長した突起細胞の数は4個の胚珠の平均で182細胞あった。従って胚珠の縦断面における開花当日の表皮細胞数に対する開花後30時間後の突起した細胞数の百分率をとると約38.2%である。この数値は現在迄に報告されている成熟種子の表皮細胞の突起率とは近い値である。30時間以後新しい突起の発生は急速に減少する事が認められた。そして開花後約5時間で約70細胞の突起がおこなわれ、第1期の突起数の約38%が開花後5時間で突起することを示している。これ等の事実は第1期の突起細胞は開花当時の表皮細胞から突起し、第2期の突起細胞は主として、その後細胞分裂の結果増加した娘細胞より突起するものと考えられる。このようにして第1期の突起細胞は開花後24時間前後ではほとんど完成し、48時間以後はほとんど終わっている事を示している。第2期の突起は開花後約4日目頃より開始せられ、開花後12日目頃迄経続し、特に開花後6日目前後が最も盛んであった。然しながら第1期に突起したリントと第2期に突起した地毛を完全に見分けて精確に細胞数を数え

る迄にはゆかなかつた。然しながら開花後6日目前後において、第2期の細胞突起が盛んに行われている事は明瞭に観察できた。開花後10日目前後の試料の切片を作製すると、リントはマイクロームの刃に抵抗が大きく途中でできてしまうが、明瞭に種皮の表面には地毛が認められ、リントと地毛の層がはっきり識別される。第2期の細胞の突起は受精に関連があると考えられているが、著者の試験では全部開花直後に人工受精を行ったので、これは確かめる事はできなかった。このようにして第1期の突起は開花当日、あるいは2日目迄の間経続し、最も盛んに突起をおこすのは開花当日であり、比較的短期間に細胞の突起は終了する。これに対して第2期の突起は開花後4日目頃より開始し、開花後約12日目頃迄経続し、開花後6日目前後において最も盛んに突起し、比較的長期間にわたり突起を経続する。いずれにしても開花後12日目前後で新しい毛細胞の分化は殆んど終り、この時期からリントにおいては、細胞膜壁の肥厚が極めて徐々に開始される。開花後12日目試料において複屈折顕微鏡による観察によれば、クロス・ニコルの下で始めて輝きを示し、わずかながら異方形が認められる事実、あるいは開花後17日目の試料より極くわずかな天然燃の発生が認められる事実と考えあわせ、細胞分化が終ると共に、極めて徐々にではあるが肥厚が始まっていると考えられる。(然しこの時期の肥厚は第1次層への繊維素の填充法¹⁸⁾(Intussusception)による肥厚であり、ミセル的結晶領域をもった附加法¹⁹⁾(Apposition)による膜壁の肥厚は開花後18~19日目前後より開始されるものと考えられる。そして第1期の突起は主として開花当日の胚珠の表皮細胞より突起をおこすのに対し、第2期の突起は細胞分裂の結果生じた娘細胞より主として突起するようである。第1期の突起によって生じた繊維は最初伸長生長し、その後肥厚生長してリントとなり、第2期の突起により生じた短繊維は地毛となる。これ等の諸結果はLangの綿毛型(lint hair type)の毛細胞の分化が終ってから地毛型(fuzz hair type)の毛細胞の分化がおこるとする主張とも一致し、またLangの説を詳細に追究した菅六郎の観察が正しいことがわかった。

IV リントの伸長生長について

前述のように開花直後細胞の突起が開始され、リントは伸長生長(表面生長)を行う。そこで開花直後よ

り逐日的に試料を採取し、リント長を測定した。リント長の測定試料は前述のように第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のリントを採取し長さを測定した。この場合bollを割って直ちに未乾燥の状態でリント長を測定した。一方このリントを乾燥した後長さを測定した。いずれも約40本のリントの平均値である。また乾燥前のリント長に対して乾燥によるリント長の収縮の割合を求め、リントの収縮率とした。これ等の結果をFig. 1に示す。

Fig. 1 Lengths of cotton fiber undried and dried, and percentages of shrinkage upon drying in the growing process of cotton fiber.

まずbollを割つて直ちにリント長を測定した結果は次の如くである。開花後第1日目のリント長とは開花後9時間目のリントの長さであり約14.2 μ である。2日目(開花後33時間目の試料)のリント長は約15.1 μ であり、3日目(開花後57時間目の試料)のリント長は35.0 μ であり、5日目(開花後105時間目の試料)のリント長は1.5 mm.となり、急速に伸長生長を始める事を示している。このようにして開花後32日目には約32 mm.となるが、bollが開裂を開始すると共に急速な乾燥過程に入り、リント長は収縮し100%開裂した開花後59日目のリント長は約27 mm.であった。更に10日間農場に放置したリント長は27 mm.でかわらなかつた。boll開裂後においては、リントは自然に乾燥されているので乾燥後のリント長と一致する。

一方bollを開いて風乾後リント長を測定した。その結果開花後12日目、6.2 mm. 17日目、12.0 mm. 22日目、22.0 mm.と急速に増大し、開花後24日目において約24 mm.を示し、開裂試料のリント長の約90%の伸長生長を終わっている事を示している。開花後24日

日以後はリント長は極く僅か伸長を示すのみであり、伸長生長は開花後 24 日目頃ではほぼ終了する。第 1 次細胞膜のみよりなる開花後 12 日目のリントは乾燥前は 11.0 mm. 乾燥後は 6.2 mm. で約 44% 収縮し、17 日目のリントは乾燥前 20.2 mm. 乾燥後 12.0 mm. で約 41% の収縮を示し、表面生長過程の第 1 次細胞膜壁がいかに膨潤状態にあるかが知られる。肥厚生長に入った開花後 22 日目のリントは乾燥前 28.0 mm. 乾燥後 22.0 mm. で約 21% 収縮し、肥厚生長に入ると共に急速に収縮率を減ずる。この収縮率は boll の開架の直後迄約 20% と一定値を示す。boll の開架が進むに従い、boll 内のリントは次第に乾燥し、収縮率は急速に減少し、開花後 59 日目 (100% 開架) では収縮率は 0 となる。前述のように開花後 9 時間目のリント長は約 14.2 μ を示し、開架せる試料のリントは約 27.2 mm. を示す。したがってこの間に約 1,900 倍の伸長をした事を示している。また開花後 9 時間目のリント長と 33 時間目のリント長がほとんど変わらないのは、前述のように細胞の突起の最も盛んな時期であり、したがってこの間において、主として細胞の突起のみが起り、リント長は増大せず開花後 3 日目頃より急速に伸長生長を開始するものと考えられる。伸長生長過程のリント即ち開花後 17 日目のリントが収縮率 41% を示し、肥厚生長過程におけるリント即ち開花後 26 日目試料のリントが収縮率 19% を示し、約 2 倍以上異なるのは主として第 1 次層と第 2 次層の構造の相違によるものと考えられる。

V リントの肥厚生長について

綿毛の生長過程は一般に 2 期に分けられる。第 1 期はリントの伸長生長 (表面生長) 期であり、第 2 期はリントの細胞膜壁の肥厚生長期である。リントの伸長生長期は開花直後より開始せられ、開花後 24 日目で完成する。そこで細胞膜壁の肥厚生長の開始の時期を明らかにするため、生長過程におけるリントの細胞膜壁の厚さを測定した。試料は前述のように第 1 ~ 第 3 結果枝のそれぞれ第 1 節の boll を採取し、蒴内種子の位置 C、種子上綿毛の位置 3 のリントを採取し試料とした。繊維断面の作製法は牧島邦夫¹⁷⁾の方法を採用した。試料を繊維軸に直角に切片を作製し、顕微鏡下にて切断面の短軸方向の膜壁の厚さを測定した。20 個の切片の膜壁の厚さの平均値をもって細胞膜壁の厚さとした。綿繊維の生長過程における細胞膜壁の厚さを測定せ

Fig. 2 Wall thickness of lint in relation to the growing process of cotton fiber.

る結果を Fig. 2 に示す。開花後 21 日目の試料の細胞膜壁の厚さは 1.6 μ 、26 日目、3.0 μ 、34 日目、4.5 μ 、41 日目 6.6 μ 、と膜壁の厚さは直線的に増加し、41 日目以後は 51 日目 6.8 μ 、59 日目 (boll は開架) 6.8 μ 、69 日目 (開架後 10 日間棉畑に放置) 6.8 μ となり、開花後 41 日目迄で細胞膜壁の肥厚はほぼ終了することが明らかとなった。然しながら本実験試料の採取位置は前述のように、蒴内種子の位置 C、種子上綿毛の位置 3 であり、従って比較的成熟の早い位置である。(厳密には種子上綿毛の位置 5 の chalazal cap の位置が最も成熟が早く、種子上綿毛の位置 1 の micropylar tip の位置が最も成熟がおそく、この中間の位置の 3 では 1 つの種のほぼ平均的成熟状態を代表する¹⁸⁾) それ故開花後 40 日目ではこの位置のリントはすでに肥厚を終っているが更に種々の位置によってはなお肥厚しつつある事を注意せねばならない。後報に報告するが開花後 40 日目以後において、なお繊維素含量の絶対量が増加し続けるのはこの事を示している。開花後 21 日目以後 41 日目迄細胞膜壁の厚さが直線的に増加する事は、この時期における繊維素の膜壁への沈着が同じ割合で沈着し続ける事を示しているものと考えられる。

VI リント及び cotton seed の水分含有量について

1) リントの水分含有量について

リントは cotton boll 中の種子の表皮細胞の伸長生長したものであり、これ等単細胞であるリント中の水分含有量を明らかにするため生長過程中的のリントを採取し、水分含有量を測定した。試料は前述のように第 1 ~ 第 3 結果枝の第 1 節の boll の整数蒴をとり、boll

を割って直ちに種子とリントを分離して水分含有量を測定した。

これ等の結果を Fig. 3 に示す。リントの伸長生長

Fig. 3 Moisture content of cotton lint in relation to the growing process of cotton fiber.

中においては開花後 14 日目で水分含有量 88.3 % で固形分は約 11.7 % であり、この時期において細胞中の水分含有量は極めて多い事がわかった。肥厚生長に入る開花後 20 日目前後より水分含有量は急速に減少し、肥厚生長の終る開花後 40 日目前後迄ほぼ直線的に減少し、開花後 41 日目で水分含有量は約 46 % となり、ほぼ一定値を示すが開花後 51 日目頃より boll の開架が始まるのでこの前後よりリントの一部は大気に曝され、再び急速に乾燥を開始し水分含有量を減少し、開花後 59 日目 (100 % 開架) では約 14 %, 更に 10 日間 boll の開架のまま圃場に放置すると、リントの含有水分量は約 9 % となり普通の綿繊維の水分含有量となる。肥厚生長の終ると共に細胞中の水分含有量は約 46 % (開花後 41 日目試料) となる。一般に細胞中の水分含有量が一定含量以下になると細胞は乾燥死し、その生活を停止する。綿繊維の場合肥厚生長に入ると共に、この単細胞の原形質内では繊維素は逐次膜壁に沈着し、不可逆的反応がこの糸内に逐次進行する。かくして原形質内の水分含有量は 50 % 以下となり、細胞は完全にその生活を停止するにいたるものと考えられる。棉花の生長過程におけるリント中の結合水および自由水の変化¹⁾については更に後報において詳細に報告する。

2) cotton seed の水分含有量について

第 1 報において綿種子の種子組織の発育状態を観察し、リントの肥厚生長開始以後の栄養源が外褐色層に

あることを指摘した。そこで綿種子中の含有水分量を明らかにするため、生長過程中的綿種子を採取し含有水分量を測定した。試料は前述のように第 1 ~ 第 2 結果枝の第 1 節の boll の整数蒴をとり、boll を割って直ちに種子をとり出し、種子中の水分含有量を測定した。これ等の結果を Fig. 4 に示す。リントの伸長生長

Fig. 4 Moisture content of cotton seed in relation to the growing process of cotton fiber.

長中においては、開花後 13 日目で水分含有量は 83.1 % で、固形分は約 16.9 % であり、この時期において種子組織中の水分含有量が極めて高いことがわかった。開花後 20 日目の種子もなお水分含有量は 83 % を示し、リントの肥厚生長に入ると共に急速に水分含有量を減少し、開花後 36 日目で約 60 %, 開花後 40 日目前後より約 55 % を示し、ほぼ一定値を示すが開花後 51 日目前後の boll の開架開始と共に急速に水分含有量を減少し、開花後 59 日目では約 16 % となり、更に 10 日間 boll の開架のまま圃場に放置した開花後 69 日目の試料では約 13 % となった。これ等の結果を図示した Fig. 4 を、リント中の含有水分量の変化を図示した Fig. 3 と比較してみると、その傾向は良く一致しており、リントと種子組織中の水分含有量の間に或る平衡関係が存在するように考えられる。

VII 綿繊維の生長過程におけるリントの太さ (リボン幅) について

1) cotton boll 中のリントの太さについて

前述のようにリントは種子の表皮細胞が外部に伸長生長し、その後肥厚生長したものであるが、この生長過程におけるリントの太さの変化を明らかにするため、

リボン幅を測定した。試料は前述のように第1〜第3結果枝の第1筋の boll の筋内種子の位置C, 種子上綿毛の位置3のリントを採取した。この際 boll を割ると共にすみやかにリントを取り出し顕微鏡下において未乾燥の状態でリボン幅を測定した。(綿繊維は一般にリボン状をなすので、狭い幅に対して広い幅を ribbon width と名づける。)特に綿繊維の生長過程におけるリントの基部, 中部, 尖端部の幅を測定した結

Fig. 5 Fresh diameter of lint in relation to the growing process of cotton fiber.

果を Fig. 5 に示す。(約40本の測定結果の平均値)同図より明らかなように生長過程を通じて、リントの基部および中央部の太さには大差なく、尖端部が細くなっている。開花後20日目頃迄のリントの伸長生長過程においては細胞は表面を増大し、したがってリントの基部, 中央, 尖端部ともに幅を増大する。しかも生長過程において開花後20日目前後がリント幅の極大を示し、肥厚生長に入るとむしろ収縮を示している。乾燥試料について arealometer でリントの周囲長を測定した結果、表面生長が終ると共にリントの周囲長は一定となることがわかった²⁰⁾。したがって肥厚生長の開始と共に偏平な繊維の断面の形状は楕円形となり見掛上リボン幅は減少したように観察される事も肥厚生長に入ると共にリボン幅を減少する一原因ともなっているが、これ等の点を考慮してなお表面生長過程

において細胞が極めて緊張状態にある事を示しているものと考えられる。この時期においてリント中の水分含有量は前述のように85%以上を示し、明らかに吸水圧 (suction pressure) の落差によって水は種子の内部の細胞より毛細胞の中に入り細胞は体積を増し、その際細胞膜も或る程度引伸されて遂に緊張状態となる。種皮の表皮細胞と種子の内部の細胞との間に生ずる吸水圧の落差は水を細胞内に送り、容積増加の仕事をすると共に、細胞膜をその抵抗に逆って引伸ばす機械的な仕事もする。かくして表面生長から肥厚生長への進行にともない、細胞内においては急速に繊維素が合成せられ、細胞膜壁への繊維素の沈着が行われると共に、細胞内の溶質には変化を生じ、細胞液の滲透価は減少するものと考えられる。一方肥厚生長の開始と共に細胞膜壁は plastic な細胞膜より、elastic な細胞膜へと変化し、細胞内の滲透価の減少とあいまって、吸水圧の落差の方向が逆になり、奪水現象が起り、細胞膜の表面生長は急速に停止し、緊張せる細胞はむしろ収縮し、リントの太さは肥厚生長以後むしろ減少するものと考えられる。肥厚生長に入ると共にリント幅は基部, 中央部, 尖端部ともに急速に幅を減じ肥厚生長の終る40日目前後から一定値を示すが、boll の開裂開始と共にリントは外気にさらされる事によって急速にリント中の水分含有量を減じ、リント幅は急速に減ずる。開裂試料(開花後59日目試料)では中央部21.0 μ , 尖端部13.7 μ , 基部19.4 μ , で単繊維の幅の布状態を中央を100とすれば、基部92.5, 尖端部64.5となった。したがってリントの幅は中央部および基部では大差ないが、尖端部において非常に細くなっている。

2) 乾燥せるリントの太さについて

前述の試料を乾燥して、リントの中央部におけるリボン幅を測定した。その結果を Fig. 6 に示す。同図より明らかなように伸長生長過程において急速に表面を増大するため、リボン幅が増大する。しかるに肥厚生長に入ると共に見掛けのリボン幅は直線的に減少し、肥厚生長が終った開花後40日目前後では一定値を示し、開裂後のリボン幅は21.6 μ で肥厚生長が終るとリボン幅もあまり変らない事が明らかとなった。さきに著者は arealometer を用いてリント周囲長(perimeter)を求めた結果、開花後20日目前後で周囲長は飽和し一定となる事を報告した²⁰⁾。したがって肥厚生長に入ると共に今迄極端に偏平であったリボン幅は肥厚生

Fig. 6 Diameter of lint in relation to the growing process of cotton fiber.

長と共に、次第に楕円形より円形へと近づき、そのため見掛けのリボン幅は減少する結果となる。肥厚生長が終ると共に断面の形態の変化はおこらず、したがってリボン幅も変らなくなるものと考えられる。

VIII 総 括

1. 綿種皮における繊維細胞の形成を観察した結果、表皮細胞の突起の開始時期は2期にわけられる。第1期は開花当日より2日目迄の間経続し、比較的短期間に細胞の突起を終了する。これに対して第2期の突起は開花後4日目頃より開始し、12日目頃迄経続し比較的長期にわたり突起を経続する。第1期は主として綿毛型の毛細胞が分化し、第2期において地毛型の毛細胞が分化する。したがって綿毛型の分化が終わってから地毛型の毛細胞が分化する。

2. リントの伸長生長は開花直後より開始せられ、そのリント長はほぼ直線的に増加し、開花後24日目で伸長生長を終る。肥厚生長は開花後約20日目頃より開始し、膜壁の肥厚はほぼ直線的に増加し、繊維素の沈着がほぼ同じ割合で沈着されることを示している。

3. 綿繊維の生長過程におけるリント及び cotton

seed の含有水分量を測定すると共に cotton boll 中のリントの fresh diameter および乾燥した後の diameter を測定し若干の考察を行った。

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、北海道大学渡辺貞良教授、また本研究の開始に当り種々文献の御教示を賜った東京大学祖父江寛教授、また種々御助言を賜った東京農工大学田崎忠良助教授に深謝します。

文 献

- 1) 大野泰雄 第1報 本誌, 11, 520 (昭30)
- 2) Armstrong, G. M. and Barnett, C. C., *J. Agr. Res.*, 47, 447 (1933)
- 3) Balls, W.L., The development and properties of raw cotton. p 27. (1915) London.
- 4) Barritt, W. H. *Ann. Bot.*, 43, 483 (1929)
- 5) Farr, W. K., *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, 3, 441 (1931)
- 6) Gulati, A. M., *Agr. Jour. India*, 25, 303 (1930)
- 7) Hawkins, R. S. and Serviss, G. H., *J. Agr. Res.*, 40, 1017 (1930)
- 8) Hayward, H. E., The structure of economic plants. p 443. (1938) New York.
- 9) Johnson, W. H. and Lang, A. G., *J. Agr. Res.*, 56, 507 (1939)
- 10) Moore, G. H., *J. Agr. Res.*, 62, 255 (1941)
- 11) Singh, T. C. N., *Bot.*, 45, 375 (1931)
- 12) Turner, H. J., *J. Text. Inst.*, 20, 233 (1929)
- 13) 菅 六郎 東京大学立地自然科学研究所報告 No. 1. 1 (1948)
- 14) 菅 六郎 東京大学立地自然科学研究所報告 No. 3. 25 (1949)
- 15) 小原亀太郎 顕微鏡による繊維研究法 p 43.
- 16) 金 丸 競 高分子生成論 (高分子物質の天然における発生) p 235.
- 17) 牧 島 邦 夫 本誌 6, 183 (昭 25)
- 18) 大 野 泰 雄 未発表
- 19) 大 野 泰 雄 未発表
- 20) 大 野 泰 雄 繊維学会講演 (昭和29年5月)