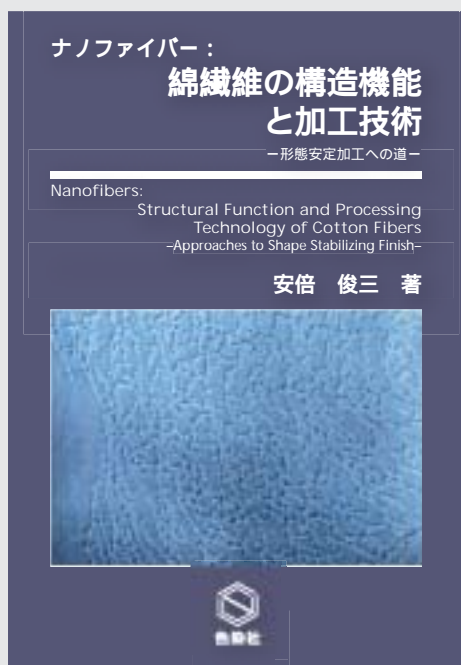


# ナノファイバー： 綿繊維の構造機能と加工技術

## —形態安定加工への道—



安倍 俊三 著

B 5 判：178頁

頒価 5,000円

### 目次

- 第1章 綿花
- 第2章 綿工業の地位
- 第3章 綿繊維
- 第4章 綿繊維の特徴
- 第5章 綿繊維の高次構造
- 第6章 綿繊維の吸湿（水）時の構造および状態
- 第7章 セルロースの結晶多型
- 第8章 綿繊維のマーセル化
- 第9章 綿繊維の結晶配向と力学特性
- 第10章 綿繊維の破断機構
- 第11章 橋かけ綿繊維の力学特性に及ぼす前処理効果
- 第12章 橋かけした綿繊維のポア構造と力学特性およびアクセシビリティ
- 第13章 綿繊維の樹脂加工
- 第14章 綿繊維の形態安定性
- 第15章 形態安定性の評価
- 第16章 綿繊維の形態安定加工

### 推薦のことは

綿繊維は、高い結晶化度（約70%）を有し、水に対する膨張度は低いが、優れた吸湿性を示す。同じ程度の結晶化度を付与した再生セルロース繊維はフィブリル化を起こすが、綿にはこのような現象は見られない。これは綿繊維独特の分子鎖の配向と高次の組織構造に由来することは良く知られている。

合成繊維の発達した今日においても、綿の生産高は全合成繊維の生産高よりも多く、繊維総生産の約50%に近い。これは、綿が如何にすばらしい繊維で、人工的に模倣することはまだ難しいことを物語っている。世界人口の増加に伴う食糧問題が議論され、綿花畑の農地への転換が取り沙汰されているが、綿の需要は増加しても、減少することは考えられない。

綿繊維の高次構造上の特徴は、ナノメートル（nm）オーダーのミクロフィブリルがニカワ質で互いに接合された構造、すなわち、ナノファイバーを基本構成単位としていることで、ナノテクノロジーの天然のお手本ということができる。

ナノテクノロジーとは、ナノレベル単位で材料の構造や組織をコントロールする超微細技術のことで、21世紀の産業界に新たな革命をもたらす可能性のある技術として生命科学、情報技術、環境・エネルギー分野とともに、わが国の四大国家戦略分野の一つとして注目されているが、繊維の化学・技術の観点からも、綿繊維の巧緻な組織構造に学び、

綿類似のナノ構造を有する繊維を創成することは、次世代の夢の繊維技術の一つである。

このような創造の神の傑作にも欠点がない訳ではない。最大の欠点は防縮性に欠け、シワになり易いことである。最近のように、カジュアル性や機能性が要求されるようになると、これを改良するための機能加工が必要となる。本書はこの難題に挑戦し、見事に成功した物語が中心となっている。

著者の安倍俊三氏は長年在籍した東洋紡績（株）で綿繊維の微細構造に基づいた樹脂加工に携わり、気相法による形態安定加工という画期的な加工技術を開発した技術者である。

本書には、綿繊維の一般知識、基本物性、並びにマーセル化の歴史と特徴、最近の樹脂加工技術が網羅されており、少し専門的ではあるが、著者のこの本にかけた情熱が伝わってくる内容となっている。繊維の研究者や技術者には是非一読されることをおすすめしたい本である。また、上記したように、自然に学ぶナノテクノロジーの参考書としても好書である。研究展開のヒントを求めている異業種の方々にも示唆に富む成書でもある。

国立松江工業高等専門学校 校長 宮本 武明  
京都大学名誉教授

表 11. 3 HCHOaq./SO<sub>2</sub>系<sup>a)</sup>で加工された綿織物の特性に及ぼすL.NH<sub>3</sub>およびMS前処理効果

前処理	浴中のHCHO (%)	DP性 (級)	収縮率 (%)		引張強度 (lbs)		引裂強度 (lbs)		磨耗減量率 (%)
			たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	
なし	11	2.8	0.6	1.1	34	27	0.8	0.6	3.3
L.NH <sub>3</sub>	11	2.1	5.4	1.4	42	35	1.2	0.9	4.3
L.NH <sub>3</sub> +MS	11	3.3	0.6	0.6	38	52	1.1	1	-
なし	16.5	3	0.5	0.5	36	33	0.9	0.7	6.4
L.NH <sub>3</sub>	16.5	2.7	1.5	0.9	44	43	1.1	1	3.7
L.NH <sub>3</sub> +MS	16.5	3.1	0.7	1	36	40	0.9	0.9	5.1
なし	22	3.4	0	0.1	24	21	0.5	0.4	-
L.NH <sub>3</sub>	22	3.9	0.1	0.1	28	22	0.6	0.5	8.9
L.NH <sub>3</sub> +MS	22	3.8	0.1	0.1	25	31	0.6	0.6	-

a) HCHO水溶液スプレー付与, SO<sub>2</sub>ガス暴露, 乾燥後400° F, 1minキヤ7

5) B.W. Jones, J.D. Turner, L.G. Snyder, and D.O. Lupparello: *Text. Res. J.*, 52, 157 (1982)

## 11. 2 橋かけ綿繊維の破断モデル

綿繊維の伸長変形に伴うX線配向度と応力の関係を調べることは綿繊維の破断機構解明の上で重要である。

### 11. 2. 1 綿繊維の伸長変形に伴うX線配向度と応力の関係

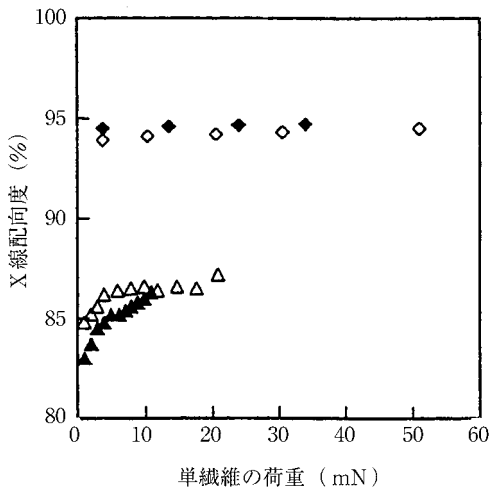


図 11. 4 綿およびラミー繊維のX線配向度と荷重の関係

- (△) :L.NH<sub>3</sub>で前処理された綿繊維
- (▲) :L.NH<sub>3</sub>で前処理された綿繊維 (VP-HCHO加工あり)
- (◇) :ラミー繊維
- (◆) :ラミー繊維 (VP-HCHO加工あり)

1) 安倍俊三,堤正幸,吉川雅敏,坂口佳充,織機誌, 53,T1 (2000)

図 11.4<sup>1)</sup>はVP加工有・無綿およびラミー繊維

のX線配向度と応力の関係を示す。未処理綿繊維(X線配向度 $\phi=73\%$ )は5mN荷重/単繊維まで単調にX線配向度( $\phi=86\%$ まで)を高める領域, 5~20mN荷重まで $\phi$ が変化しない領域および以降破断に至る3つの領域が認められる。一方, VP加工綿繊維は $\phi$ が変化しない領域は見当たらない。このことから, 橋かけしていない綿繊維は $\phi$ が変化しない領域で非晶領域のフィブリルの配向が進行し, 応力に関与するフィブリルの数が増加したためと考えられる。一方, 橋かけ綿繊維の場合, 非晶領域で橋かけが形成されているため非晶領域のフィブリルの配向はできず"ねじり"の作用で破断に至るものと推定される。

図 11.5<sup>1)</sup>は水処理有無綿繊維のCP/MAS<sup>13</sup>C-NMRによるセルロース分子の主鎖を構成するC1およびC4炭素原子の縦緩和時間( $T_{1\rho C}$ )の9成分分布を示す。水処理することによって, いずれの炭素原子でも,  $T_{1\rho C}$ の短い緩和時間(分子運動性の高い, 非晶領域に相当)の成分が消失し, 緩和時間の長い成分の領域へシフトしていることがわかる。すなわち, 水中で緊張処理することで, 非晶領域の配向性が向上したことを物語っている。

### 11. 2. 2 橋かけ綿繊維の非晶領域の伸びの推定

綿繊維の非晶領域は, 橋かけしても伸びるため強度低下するとの仮説のもとに, その検証をした報告がある<sup>1)</sup>。これによると, 同じセルロースI