セルロース・スパンボンド不織布

旭化成工業株式会社 勝田慶雄*

Cellulosic-Spunbonded Nonwovens

Yoshio Katsuta*

ASAHI CHEMICAL INDUSTRY Co., Ltd.

The nonwoven fabrics industry in Japan has grown steadily for recent 10 years.

Especially the growth for spunbonded nonwovens has been noticed and then the nonwoven with specialized high functions is desirable for end-users in order to respond to needs in new developing markets, for example, Lint-free wiper in non-contaminated rooms and Super absorbent nonwoven for sanitary napkins.

In this respect we can introduce Cellulosic-Spunbonded Nonwovens in Japan.

Keywords : Cellulosic-spunbonded nonwovens • Lint-free wiper •
Super absorbent nonwoven • Sanitary napkins

スパンボンド不織布というのは、紡糸（スピニング）と接着（ボンディング）を一連の連続工程で行い、繊維素材メーカーが、直接不織布を製造したものを意味している。国際不織布協会（略称INDA: Association of the Nonwoven Fabrics Industry）発行の不織布入門書では、「スパンボンドとは、高分子ポリマーから直接最終製品たる布地をつくる連続工程であって、高分子ポリマーは、ポリエステル、ポリアミド、ポリプロピレン、ポリエチレン等が、一種単独又は数種複合で使用される。エキストルーダーから出た高分子ポリマーは、紡口から吐出・冷却されて連続フィラメントとなり、これがコンベヤ上に、連続的ウェブを形成する。……この布状シートが、熱接着または化学的処理による接着をへてロール状に巻き上げられる」と説明している。

すなわち、スパンボンド不織布とは、合成高分子ポ

リマーの溶融乾式紡糸を発展させ、その繊維ウェブを直接連続工程で不織布構造に接着固定した布というのが歴史的な一般的概念である。現在、世界で製造・市販されているスパンボンド不織布は、だいたいこの定義にあてはまるものといってよい。

ところが、セルロース系不織布でスパンボンドと称している製品が2例あって、この場合には、素材が溶融可紡性のある合成高分子ポリマーではなく、セルロースであるため、湿式紡糸が採用されている。その意味では、スパンボンド不織布の定義を広義に解釈するようになったといえる。そのセルロース・スパンボンドのひとつが旭化成の開発したセルロース系長繊維スパンボンド不織布（ベンリーゼ）であり、いまひとつは、セルロース系短繊維スパンボンド不織布（TCF）である。ともに、日本で開発・企業化されており、国際的なスパンボンドの一般的概念からややみ出した

* ベンベルグ・レーヨン事業部

* BEMBERG & RAYON TECHNICAL DIVISION

出発点を持つところが興味深い。

さて、近年の不織布製造技術をみると、顕著な傾向的变化を認める点として、そのベース素材繊維の種類、その形状形成接着技術の進歩、その用途目的別機能性の付与をあげることができる。それらの変化が、それぞれ新しい技術的革新をつくり出してきたのだが、それらは、また総合化されて高度な不織布製品の新規用途拡大に寄与してきたといえる。セルロース・スパンボンドは、なかでも、それらの総合的技術をセルロースという素材に適用させて、ユニークな機能特性をつくり出してきた例にあげることができるだろう。従って、一般にはスパンボンド不織布が直接的製法といわれ、量産規模、商品開発、市場喚起などの点で極めて大きな影響力・主導力をもって発展しているといわれ、世界的にも年々量産規模の拡大が注目されているのに対し、やや特殊例として量産意義より特化素材として機能面で特に注目されているのが、セルロース・スパンボンドだといえる。

1. 不織布製造における最近の主要傾向とセルロース・スパンボンド

昭和40年代後半の不織布製造法の多様化時代をひとつの区切りとして、日本における不織布製造技術は、よりキメ細かな技術革新の必要性がマーケット・ニーズと密接に結びついて論じられるようになった。具体的には、いわゆるオイル・ショック後のディスポーザブル製品の一時的な後退を契機として、不織布の機能性を見直し、再度必要とされるディスポーザブル製品の再開をすすめる中で新しい姿があらわれてきたように思われる。

1) 繊維の素材内容では、セルロース中心の時代から合成繊維中心に完全にシフト替えてきた（もともと不織布は、レーヨン・スフ素材からスタート発展してきたが、繊維工業全般がそうであるように量的にも技術的にも合成繊維が主軸を占めてくる。その中でセルロース系は、コスト競争力のあるパルプを使用した汎用素材志向のものと、機能性を高めてスペシャライズ志向を強めた素材に心血が注がれてきた）。

2) 接着技術では樹脂接着（ケミカル・ボンディング）から、ノーバインダー型（自己接着・ヒートボンド、エンタングル）に興味の中心が移ってきた（従来の樹脂接着は、その機能をより一層明確に特色づけて、樹脂使用のメリットをうたえるものが残っていく。それにかわって熱融着性合成繊維を利用したヒートボンドやニードリングによる繊維のカラミだけでシート形成する方法が開発され、時代のすう勢はパースナル・

ヒートボンドとエラスティカル・エンタングリングをどう効率的製法で実現するかに動いてきた）。

3) ノン・コンタミネーション素材など特殊高機能性が素材に要求されるケースが具体化してきた（産業用途でのミクロの世界が具体化するにつれ、メディカル、コスメティック、エレクトロニクス分野などでノンコンタミネーション素材が求められるようになった。あるいはまた、超高吸収性素材、フィルター特性素材など、従来のテキスタイルやペーパーにみられない不織布の高度機能に結びつく用途開発が注目されるようになった）。

表 1 日本におけるセルロース系不織布の比率

	1976年	1981年
繊維原料消費量	1,325千t	1,370千t
セルロース系の数量	458千t	428千t
繊維原料での比率	35%	31%
不織布用繊維量	34千t	51千t
セルロース系の数量	13千t	16千t
比率	38%	31%

1. 繊維原料ベースの比率は化学繊維年度生産高統計資料でセルロース系の比率をみた。
2. 不織布ベースの比率は公式統計資料がないため私的推計とした。

表 2 米国不織布市場での素材別セルロース系比率

	1971年	1981年
不織布用繊維量	119千t	250千t
セルロース系の数量	73千t	68千t
比率	61%	27%

注：A. D. LITTLE 社資料より推計値として算出。PULP系不織布は含まない。バインダー物質などの量は加えていない。

以上のような基本的な方向をリードしてきたのは、素材的にポリプロピレン、ポリエステルであって、セルロースは、この十年間の経緯にあっては受動的立場をよぎなくされてきた。そのような動向をもたらしたのが、日本の繊維産業構造の合繊化比率の増大だといってしまうことはできないけれども、セルロース・スパンボンドというターゲットを考える時、合繊スパンボンドとの用途比較において、かなりの制約をもつことは確かであろう。

「ひとつの限定——セルロース繊維は大規模量産低価格志向素材でない——特化素材指向——汎用よりむしろ高度機能を」という課題提起で、開発計画を具体化しようとしたことは必然のなりゆきだったといえよう。

2. セルロース・スパンボンドのもつ特性

セルロース・スパンボンドとして、これまで知られているものには、旭化成のキュブラ、ビスコース両製法、三菱レイヨンのビスコースによる製法、ENKA社や鐘紡、大和紡のビスコースによる製法がある。しかしながら、現在、市販されているものは、

セルロース系長繊維スパンボンド（ベンリーゼ）

セルロース系短繊維スパンボンド（TCF）

の2例に限られる。前者が旭化成キュブラ製法、後者が二村化学のビスコース製法である。

それらの製法を、合成繊維スパンボンドの一般例と比較すると

① 素材はセルロースであり、熔融可紡性合成高分子ではない。

② 接着方式がきわめてユニークであり、それにより独特の風合を有する。

③ 湿式紡糸であり、生産速度が比較的小さい。などを注目しておく必要がある。

セルロース・スパンボンドは、その素材としての高純度・高機能・高品位・安全性などを基礎的に備えて開発されてきたので、その用途適性も自ら独自の分野が形成されるものと考えられる。その場合、短繊維タイプとするか、長繊維タイプとするかで機能面での特性も大きく異なるし、原料セルロースのグレードや製法プロセスによっても機能面での特性差が生じる。例えば私の経験した市場開発リサーチでは、用途開発ブレーンストーミングの KEY-WORDS を

(1) コットン生まれ（セルロース高純度素材である）。

(2) ノーバインダー（ホルマリン樹脂などを使用していない）。

図1 スパンボンド不織布製法の一般例

図2 セルロース長繊維スパンボンド製法例

表3 セルロース短繊維スパンボンド製法例

(3) リントフリー性（フィラメントの特殊な構造である）。

としてみた時（この時の対象素材はセルロース系長繊維スパンボンド「ベンリーゼ」である）、主要な関心をひく方面というのが浮かびあがり、その後の経過をみてもそれぞれ具体的な応用例にひろがってきたとい

う結果をみている。それら用途における機能面（要求特性）のいくつかは、

- (1) 安全性の高い不織布
- (2) リントフリー性の不織布
- (3) 耐熱性の高い不織布
- (4) 吸湿性のよい不織布

などと表現されている。不織布の用途は、概してディスプレイポータブルとデュアブルに大別されるが、セルロース系は主にディスプレイ製品が中心となってきたし、今後ともその傾向を追及するだろう。耐久材用途は既にポリエステル等合成繊維系不織布の方に適性があると考えられ、特に量産型合繊スパンボンドの適性が注目される場所である。また、簡易な機能性ディスプレイ製品ではコスト的に安いパルプ系不織布が有利なことは自明である。

いまひとつのセルロース・スパンボンドである「TCF」（短繊維スパンボンド）の場合は、素材特性を

……従来の乾式・湿式の不織布にくらべ、パルキー性に富みソフトであることがひとつの特徴で、吸湿・吸水・抱水性にすぐれ、湿潤時にも形態安定性がある

としている。やはりノーバインダータイプである。特に、短繊維使用の特色をパルキータッチに活かそうと試みた点が注目された。ただ、パルキー性という点のみではパルプ系不織布がかさ高性・吸収性・コストの点で有利とされ、特に大量日用消費型ディスプレイ製品用ではそう評価されよう。

いずれにせよ、セルロース繊維をベースに高機能性をポイント・アップするならば、やはり吸収性・吸湿性・耐熱性といった伝統的な既知素材としてのよさを

いかしつつ、プラスある種の機能付与が要望される。その例として既存レーヨン系バインダー使用不織布に対し、セルロース・スパンボンドはノーバインダー（安全性）、リントフリー性、パルキー性等をそのタイプに応じ付与しているということである。

さて、次に最近特に注目を集めている高純度性、リントフリー性といった面での研究例を紹介したい。

3. 高純度性について

不織布の種類でいえば、セルロース・スパンボンドは既に述べたように直接的製法による不織布で、いわゆる乾式不織布や湿式不織布、ニードルパンチ不織布、ステッチボンド不織布などの間接的製法によるものとは、構成成分の点で基本的な差異があると考えてよい。間接的製法によるものでは原料繊維、バインダー、添加剤等を比較的自由に選択する余地があり、接着工程の方法も多種多様考えられるという面がある。これに比して、直接的製法によるものはその自由度がかなり小さい。

これら種々の不織布をセルロース系素材のものに限って製法別の代表例で「高純度性」について比較してみると、次のような点をあげることができる。

1) スパンボンドは紡糸から直接不織布形態に仕上げるができるので、繊維百パーセントの高純度が可能である（間接的製法では原料繊維の分散性を与えるための工程用油剤や繊維間接着用のバインダーの使用が一般的である）。

2) スパンボンドは一貫工程で仕上げられるので、狭雑物等の混入がきわめて少ないのが普通である（間接的製法では乾式の場合カードウェブ等での狭雑物の

表 4 各種不織布の性状比較（高純度性について）

	A	B	C	D	E
水 溶 性 物 質	11	80	50	890	11
泡 だ ち 試 験	適	泡だちを認める	泡だちを認める	適	適
灰 分	0.08	1.5	0.9	0.17	0.08
沈 降 速 度	1.6	11.5	20	6.5	1.5
セルロースの純度	高	やや劣る	他素材との混合	やや劣る	高

A：セルロース長繊維スパンボンド（ベンリレーゼ）

B：乾式不織布（バインダー型）

C：乾式不織布（ヒートボンド）

D：湿式不織布（バインダー型）

E：綿ガーゼ

（注）医療用不織布試験法

日本においては、未だ不織布素材の一般的な業事法上の標準規格となるものが定められていないが、昭和50年代前半に、関連業界が厚生省や国立衛生試験所の指導をえて、自主規格を作成している。このうち生理処理用品基準に付帯の自主規格は、医薬部外品に使用されるべき不織布の基準の一例であり、医療用不織布試験法は医療用具に使用されるべき不織布の素材としての一般的基準研究報告となっている。

混入、湿式の場合スラリー槽での狭雑物の混入が気になるところである)。

3) スパンボンドは特に長繊維フィラメントの場合微小カット・ステーブル等リント性のものを極小におさえることができる(間接的製法ではタイプにより異なるけれども、どうしても微小粉体状のものを包含してしまうのが一般的である)。

こうしたことから、例えばメディカル用途の代表例とされる医療用ガーゼについて、日本薬局方ガーゼ基準に準じた純度試験結果を比較したり、医療用不織布試験法の各項目試験結果を比較したりすると、水溶性物質や灰分、泡立ち試験、脱落繊維などでその特徴をキャッチすることができる。水溶性バインダーや低分子量物質による水溶性物質のデータ、含有不純物や特殊バインダーによる灰分のデータ、工程用油剤やバインダーによる泡立ちのデータ等用途によって予め注意しておく必要がある。また、同じセルロース系といっても原料セルロースの性状により品質の違いが認められる。

セルロース・スパンボンドの高純度性は、また微量含有物の有無あるいは含有量の点で、用途によっては課題とされていたところを解決する場合がある。もちろん、その含有物質の種類と量、溶液・溶剤に対する溶出性も関連することが多い。例えばエレクトロニクス用などで使用されているものでは、金属質の含有量も問題にされるし、パルプ等の不純物含有の高いセルロース原料を使用したものは、どうしても高純度性を得ることに難しさがある。そのようなケースでは高品質セルロース原料を使用して純度の安定なセルロース・スパンボンドが要望される。最近では材料繊維の種類や品質が重視される用途も多くなっている。

また、バインダー使用の場合には、そのバインダーの種類によって、安全衛生上医療用等にふさわしくないものもある。そうした事情をふまえて、基礎的な安全性試験もまた高純度性とかかわりある点といえよう。医療用不織布試験法では、急性毒性試験や眼喉刺激性

試験、皮内反応試験も明記している。

4. リントフリー性について

ところでノン・コンタミネーションということがメディカル用途での病院のパイオクリーンルームの普及・発展、エレクトロニクス産業での半導体製造プロセスのクリーン化などにより、ますます重視されるようになった。いわゆる吸収性材料やワイピング材料に新たに求められるものとして話題となり、これに対し、不織布のリントフリー性という研究がすすめられている。

最近の研究成果として、セルロース系長繊維スパンボンド(ベンリーゼ)のリントフリー性をいろいろな角度からテストした結果、その優秀性を確認している。リントフリー性の検討にあたっては、

- 1) 固体物質(例えば機器や材料)と試料との接触
- 2) 液体物質(例えば清浄液や有機溶剤)と試料との接触
- 3) 気体物質(例えばクリーンルーム中での)と試料との接触

といった角度で各種素材との比較検討を試みている。

(1) 固体物質と試料との接触: サンプルピースを試験台に固定し予め定めた方法でサンプルピースの末端部及び中央部を振動子を移動往復させることにより、サンプルピースに毛羽立ち及び脱落リントが生じる。これを標準限度見本で評価する。また、特定限度に到達するまでの往復回数で評価する。

(2) 液体物質と試料との接触: サンプルピースを所定量秤量し、あらかじめ定めた容量の純水及びアルコール液に入れ、振とう器にて規定の振とうを与えた後サンプルピースを抜き出し、試験液を黒色汙紙を使用し汙過する。黒色汙紙上の捕集リント片を標準限度見本で評価する。

(3) 気体物質と試料との接触: サンプルピースを清浄空気の流れ系にセットした後、あらかじめ定めた方法で振動させ、測定ボックス内のリント発生量をダス

表 5 各種不織布の固体物質との接触によるリントフリー性比較例

	セルロース長繊維スパンボンド	乾式(バインダー型)	乾式(ヒートボンド)	綿 ガ ー ゼ
端末部の毛羽立ち	毛羽立ちや抜け出る繊維が皆無	微小な繊維の毛羽立ち、抜け出るのがみられる	比較的長い繊維の毛羽立ち、抜け出るのがみられる	カット部分での糸のホツレが生じる
中央部の毛羽立ち	若干のももけが認められるも、脱落は皆無	比較的短かい繊維の毛羽が多量発生	比較的長い繊維の毛羽が抜けでるのがみられる	微小繊維の毛羽立ちがみられる。

表 6 各種不織布の液体物質との接触によるリントフリー性比較例

	セルロース長繊維 スパンボンド	乾 式 (バインダー型)	乾 式 (ヒートボンド)	綿ガーゼ
捕集リント片の 限度見本評価
	非常に少ない	多量に認められる	多量に認められる	多量に認められる

表 7 各種不織布の気体物質との接触によるリントフリー性比較例

	セルロース長繊維スパンボンド	乾式(バインダー型)	乾式(ヒートボンド)	綿 ガ ー ゼ
リント発生量の ダストカウンター による測定	3 (但し、このデータは、旭化成研究室のサンプルピース測定例である。 定量データにつき研究継続中。)	76	44	—

トカウンターで定量測定し評価する。

リントフリー性については、欧州不織布協会 (ED-ANA) のコンGRESS・レポート「Property Measurements Test Methods for Nonwoven」で、ピリングテスターを利用した減耗率の測定例や前述の医療用不織布試験法にある脱落繊維の例などいくつかの標準試験法の紹介がみられるが、今後なおいろいろな角度からの研究も必要であろう。ちなみに米国 J & J 社はスパンレスタイプ不織布(高度なエンタングルによる不織布形成方法をとる)で達成されたというリントフリー度を次のように例示している。

ここではスパンレスタイプ不織布が、綿ガーゼに比し明らかに優れているとしている。これに比してセルロース・スパンボンド(長繊維)はより一層優れたリントフリー性を有することを、私の前述試験方法では知見として得ている。

5. セルロース・スパンボンドの具体的な用途例

セルロース・スパンボンドの具体的な用途例については、既にいろいろな文献で紹介されているので簡単な紹介にとどめることにしたいが、主な用途はメディカル用、コスメティック用、ホームグッズ用、サニタリー用、エレクトロニクス用、ティーバッグフィルター用、工業用資材、農業用資材等多岐にわたっている。素材特性として長繊維スパンボンド(ベンリーゼ)はメディカル用に、短繊維スパンボンド(TCF)はサニタリー用といった特性優位評価がそれぞれあるよう

表 8 スパンレスタイプ不織布のリントフリー度

	重 さ (OZ/YD ²)	P. M.*
ガーゼ(コットン100%)	1.0	0.0112
不織布(レーヨン100%)	1.0	0.0049
不織布(レーヨン75% PET 25%)	1.1	0.0055
不織布(レーヨン10% PET 90%)	1.0	0.0040

*P. M. は Particulate Matter (MG/INCH³) by US. Patent 3485706

である。ただ、不織布としての一般的傾向特性とは別に、いろいろな用途で設計の異なった品番が用意されていたりするので一概にはいえない。長繊維スパンボンド(ベンリーゼ)の用途例を紹介しながら、用途のひろがりや品番グレードの多様化の傾向を述べることにしたい。

5.1 コスメティック・パフ & ティッシュガーゼ

化粧用コットンの市場に、毛羽立たない化粧用ティッシュガーゼを商品化したのは、長繊維スパンボンドのリントフリー性を訴えたひとつの試みであった。婦人層を対象に化粧水とのなじみやすさのある素材を提供し、従来のコットンの毛羽残りを解決する新規商品として市場に送り出され、不織布のよさを評価してもらうものであったが、この試みはその後不織布カバー材使用の化粧パフという、複合化商品で第Ⅱ期をつくり出し、昭和50年から数年間の革新的新商品連続の開発で非常な成果をおさめつづけている。

化粧用ティッシュガーゼや不織布カバー材使用化粧

図 3 化粧綿に於ける不織布使用品の増大

パフは、長繊維スパンボンドの長所を素直にいかしたものであるが、その用途展開にあたっては、商品づくりの工夫、パッケージ等の表現、販売促進PRに負う部分も少なからずあった事を忘れてはならないと思う。不織布の素材特性を単純に評価するだけでなく、応用実践としての商品開発力もまた素材特性の真の評価を決めるカギになるといえる。ディスプレイ製品においてはそういう視点を重視しておきたい。

5.2 エレクトロニクス用ワイパー

長繊維スパンボンドのノーパインダー、リントフリー性を評価している用途にエレクトロニクス用ワイパーがある。半導体や精密機器の製造所や研究所では近年クリーンシステムの高度化が進み、高度リントフリー性が不可欠の要素とされている。旭化成が最近発表した新製品「ベンコット・クリーン」はそうした時代の要請に応えるべく開発されたものであり、エレクトロニクス・メーカーなどで話題を集めている。

ここでもまた、素材特性はこれまで述べてきたようにリントフリー性に優れていることが確認され、それが商品のベースになっていることは否めないが、ただ素材の性能を単純比較するだけではその商品の用途適性を語りえなくなっている点に注目したいと思う。「ベンコット・クリーン」の製品開発にあたって素材性能の適否とともに、その加工場設備・環境、包装資材、付帯品取扱など、総合的対応が適否を決める大きなカギであった。

この時代の素材研究というのは、セルロース・スパンボンドに限らず、具体的な用途開発におけるトータルな適性評価をどう実施するかがきわめて重要な

表 9 ベンリーゼ SUPER-AB の性能例

サンプル No.	強度 (経)	強度 (緯)	吸収倍率 (蒸留水)	吸収倍率 (1%食塩水)
1	6	4	72	27
2	7	4	95	37
3	5	3	68	32
4	7	5	60	24
比較対照品	8	6	9	7.5

1. 比較対照品はセルロース 100%不織布
2. 強度はテンシロン測定 (G/cm)/(G/cm²)
3. 吸収倍率は、試料重量に対する吸収液重量倍率

である。ユニークな存在価値を実感するために素材研究は単に素材そのものの特性を明らかにし実現することで終ってはならない。そういう示唆を強く感じるのである。ここに紹介した用途例を中心に、長繊維スパンボンド<ベンリーゼ>には「美と健康とエレクトロニクスをめざして」という標語もあるが、その先に新しいタイプのセルロース・スパンボンドもひそんでいと期待している。いいえて妙なりと思う。

ちなみに近年、従来の吸水材料にくらべ非常に高度な吸収能力、保水能力を有する材料がスーパーアブソorbentと称していろいろ開発されているが、セルロース系スパンボンド型超高吸収体ベンリーゼSUPER-ABも新たに発表された新しいタイプの素材である。すでに合成高分子やデンプン等をベースにしたポリマーが、生理用品や紙おむつ、あるいは農芸用の土壌保水剤、食品・化粧品分野への応用研究が進められ、生理用品では相当の普及をみているが、これらポリ

マーにない新たな姿をもったものとしてベンリーゼ SUPER-AB は興味をひかれる。参考までにその一例を紹介して結びとしたい(表9)。

参 考 文 献

- 1) Guide to Nonwoven Fabrics (by inda, 1978)
- 2) The Nonwoven Fabrics Industry 1971~1976 (by Arther D. Little Inc, John R. Starr, Samuel C. Fleming)
- 3) The Outlook for The Word Nonwoven Products Business (by Arther D. Little Inc. John Starr, Feb. 82)
- 4) すぐれた素材特性, 広がる用途 (化繊月報1979年 3月号 P 19~P 69, 1979年4月号 P 25~P 39)
- 5) 脚光浴びる不織布 (化繊月報1970年12月号 P 21 ~P 56. 1979年2月号 P 16~P 49)
- 6) Index 81 Congress (by Edana)
- 7) 不織布情報1979年1月号~1982年7月号
- 8) Inda テクニカル シンポジウム 論文集 1980年度 (by INDIA)
- 9) メディカル用不織布の種類と性能 (医科器械学第 52巻第1号 P 36~P 40)
- 10) ビスコース法によるノーバインダーセルロース不織布の製造法 (鈴木 磨, 繊維と工業誌, Vol. 33, No 6. 1977)

紙パルプ技術協会取扱い書籍一覧

(昭和58年4月10日より実施)

巻 号	書 籍 名	発 行 月	頒 価
紙 パ ル プ 製 造 技 術 全 書	第 1 巻 原木, 調木	44年 9 月	2,000円
	第 2 巻 亜硫酸パルプ, 溶解パルプ (47. 4 売切)	41. 11	
	第 3 巻 クラフトパルプ, 非木材パルプ (第 4 版 56.10.1)	42. 6	5,000
	第 4 巻 高歩留パルプ, 機械パルプ (45. 7 売切)	42. 9	
	第 5 巻 パルプ処理および漂白 (54. 5 売切)	46. 6	
	第 6 巻 故紙処理および調成 (46, 7 売切)	43. 8	
	第 7 巻 和紙の製造, 板紙の抄造 (50. 2 売切)	43. 12	
	第 8 巻 紙の抄造 (増補改訂版 56. 7. 1)	49. 6	5,500
	第 9 巻 仕上, 化繊紙, 合成紙, 塗工 (53. 8 売切)	45. 10	
	第 10 巻 環境対策・用水	53. 8	6,300
	第 11 巻 紙パルプの種類とその試験法 (第 4 版 57. 4. 1)	44. 8	4,500
	第 12 巻 パルプ総論 (48. 4 売切)	45. 4	
J. TAPPI 紙パルプ試験方法集 (再発刊 58. 4. 1)		56. 9	2,000
J. TAPPI 紙パルプ試験方法集補充用分冊 (No. 34~No. 39)			500
紙パルプの製造技術データシート 第 4 集 (バインダー売切)		47. 7	450
新訂紙パルプ事典		51. 4	4,600
紙パルプ技術便覧 1982		57. 10	6,000
紙及びパルプ年表		49. 8	1,250

◎ 送料は当方負担 (但し, 紙パルプ事典は定価+300円 (送料))