ストッキング用素材*

片 山 静 治**

展 望

1. はじめに

近年、ストッキングは女性の第2の皮膚として、衣生活上欠くことのできない要素となってきており、昨年度約7億足が国内で消費されたと推定される。しかし、この巨大な消費を支える習慣は一朝にして作られたのではなく、いくたの曲折を経て、今日の市場に到達した。この間、われわれ製品メーカーは素材メーカー、加工機器メーカーなどの協力を得て、ある時は新製品の開発に腐心し、またある時はコストダウンの壁を克服し、市場の要請に応じてきた。またストッキング需要の巨大化の要因は消費者にも存在した。すなわち勤労女性の所得の向上である。今、ストッキングの単価と勤労女性の月間収入額との比をストッキングの比コストとするなら、この値は、著しく低下した。例えば、昭和30年代初頭では比コストは0.1ほどであったが、現在では実に0.005以下であり1/20～1/30に低下した。この間、消費量も20～30倍となり、消費に対する抵抗が減じたことを示す。

本稿では、最初にストッキングおよびその素材の変遷を概説し、ついで、現在ストッキング素材の主流を占める各種ストレッチヤーンの得失を検討して今後の素材の開発動向を展望したい。

2. ストッキングの変遷

2.1 黎明期

わが国においては、戦前は生活様式の相違からストッキングが一般的に誰にでも着用された訳ではなく、ほんの一部の限られたグループの人々だけにのみ愛用されていた。この時代はフルファッションストッキング（以下

FF）で代表される時代であり、その消費の態様からしても、価格よりも優美さが優先され、このため、素材は30dの絹が中心であった。この時期における欧米はFF全盛時代であり、ナイロンの実用化に到るまでストッキングは絹の一大消費分野であった。このためわが国にとって生糸は花形輸出商品であった。

2.2 混在期

戦後の混乱期から昭和35、6年頃まで、ストッキングにとってはFFあり、たて編縫ストッキング（以下TR）あり、シームレスストッキング（以下SL）ありの混在期であった。これらの勢力の推移は第1図に見られるとおりでありTRの急速な後退とFFの漸減SLの飛躍的増大がその姿である。この時期に消費者は完全にストッキングの着用を習慣化した。この時期のストッキングの素材は、ナイロン6のなま糸であった。ここで、第1表に各種ストッキングの特徴を比較した。この中で、特にSLについては、耐久性には乏しいが、透明さに優

(第1図) ストッキング生産の構成内容

* Synthetic Fiber for Stocking.

** S. Katayama, グンゼ 常務取締役

(第1表) 各種ストッキングの特長比較

項	目	FF	TR	SL
(美的要素)	透明な感じ	◎	×	◎
	優雅な感じ	◎	×	○
(機能性)	着用上の便利さ	×	×	◎
	しわ、たるみになりにくさ	○	×	○
(経済性)	耐久性	×	◎	×
	製造上のコスト	×	○	◎

(注) ◎; 優れる ○; 普通 ×; 劣る

れ、加えて着用中シームの片寄りに注意を要しないという便利さと、コスト低下の潜在性大であるという決定的利点を持っていた。

かくしてこの時期には戦前への郷愁とも思われるFFから経済的なTRへと移り、さらに機能的に優れるSLへと消費の中心は移動していった。

2.3 シームレス全盛期

混在期の後半からSLの進出はめざましく、前述の透明性、機能的利点、安価さが消費者に大いに受け、昭和42、3年にはストッキングといえばSLを指すほどの成長を示し、消費量も急増の一途をたどった。

この期の前半はSLの単調さを補うため、カラー、サイズの多様化をはかったり、また耐久性向上のためにラン防止加工を行なって付加価値の向上策をねらった。しかし、後半に入ると、消費者の美的要望は一段と強まり、加えてカラー、サイズなどの品種の増加防止の必要もあり、これまでのナイロンなま糸使いからストレッチ性のある加工糸使いへと向かい、フィット性(密着性)とサイズ数の減少などが重視されるようになった。そしてストッキング素材としての加工糸が、にわかに脚光を浴びることとなった。そしてミニルックの増加とともにパンティホーズ(わが国ではパンティストッキングと呼ぶ、以下PS)が急成長し、ストレッチ素材はますます重要度を増した。

2.4 パンティストッキング期

欧米のパターンに従い昭和43年に導入されたPSは、SL以上の機能性(SLの便利さに加えてストッキングを吊るガードルが不要、またそのため運動性が良い)とミニスタイルに対する必須の要素のため、わずか2、3年でSLの大部分に置換してしまった。

PSはその形態上必然的にかかなりの伸縮性を備える必要があり、またその透明性を失わないためにも、細く、しかもストレッチ性、回復力の大きい素材が要求されることとなる。したがって、この期(現在)の、われわれ

ストッキングメーカーの最大の課題はいかに回復性に優れたストレッチ素材を開発するかにあるといっても過言ではない。最後にわが国ストッキング生産の推移を第2表に示す。

(第2表) ストッキングの生産量推移

単位: 1000 デカ

年 度	トリコット・ラッシュェル(たて編メリヤス縫靴下)	フルファッション	シームレス(合成繊維丸編長靴下)	合 計
昭和28	347	299		673
30	1306	619	650	2575
32	1862	994	1345	4201
34	2173	1111	2247	5531
36	2021	1328	3266	6615
38	2762	1830	11114	15706
40	2388	4231	15151	21770
42	1275	407	32124	33806
44	3155	787	37663	41605

(工業統計表)

2.5 製造設備について

ここでストッキング製造設備の変化を略述する。

まず、編成についてはフルファッション、トリコット機から丸編機へ移行したことはすでに触れた。丸編機については製造メーカーの技術が向上し精度、耐久性の面で性能が増したことはいうまでもない。回転数では例えばBilliのZodiac 4 Fastは420 rpmも可能といわれ、給糸数も12口の編機が出現した。また、ストッキングのつま先を自動的にかかるトゥクロージングを編機上で実施するワンピース方式も開発されている。

染色仕上工程においては、最近ドラム染色から液流方式も検討され、ボーディング機の能率アップもはかられている。

また、最近のアンボード化に伴い染色から包装まで自動化された装置も例えばインテック社により開発されている。

今後の動向としてはパンティストッキングの縫製工程自動化、さらにアンボード化による省力化などが脚光を浴びよう。

3. ストッキング素材の変遷

前項でストッキングの製品としての変遷に加えて、素材の概要も記したが以下に特徴的事項について詳述する。

3.1 ナイロンの採用

すでに述べたように、近年のストッキング素材の歴史は絹からナイロンなま糸へ、そしてさらにナイロン加工糸へと変化してきたが、この背景には、ストッキングに対し消費者は基本的には透明性（または生地¹⁾の薄さ）に起因する着用時の美しさと耐久性、低価格という経済性の要求を持つようになったことがあげられる。

昭和27年、わが国でもナイロンが市販されるに到ったが、これを期に絹のストッキングは姿を消した。そもそもナイロン自体の事業化が、その市場としてストッキング分野も目指しており、また、ナイロンが機械的性能を中心に絹以上のものを備えていたため、この転換は比較的スムーズに行なわれた。それから今日までの20年間繊維原料としては各種の合繊が実用化されたにもかかわらず、“人工の絹”として、天然の絹以上と思われる展開をストッキングの分野でも果たしてきた。ナイロン以外の繊維では、わずかにポリプロピレンがアメリカにおいて検討されたにすぎない。そしてまったく新タイプの合繊原料の実用化に近い将来行なわれる可能性の少ない現在、ストッキングの着用目的が極端に変化しない限りこの状態は続くであろう。ただし、後述するように、わが国では欧米と異なりナイロンでは“6”が大部分であるが、熱的性質の優れる“66”タイプの増産体制が進みつつある現在、これの使用は増大しよう。

以上により、今後のストッキング素材を考える場合、ナイロン6または66をいかに加工して(もちろんPTYも含めて)ストレッチ素材を得るかに焦点を絞ってもよからう。

3.2 ストッキング素材としてのナイロンの長所

ナイロンは要するにストッキング素材として総合的に他の合繊をまったく引離している。ざっと考えてみてもつぎの点で有利である。

a. 引張強さ

20d以下のような細いフィラメントとして用いるストッキングではラン防止上適している。

b. 柔軟さ

ナイロンのヤング率はせいぜい 400 kg/mm^2 ²⁾であり、ポリエステル、アクリルなどと比較してはるかに柔軟である。

c. 耐摩耗性

合繊素材として耐摩耗性に優れており、このことはストッキングの素材としては極めて重要な意味を持つ。

d. 弾性回復

ナイロンの機械的特性の優れる点として弾性回復もあ

げられる。

e. セット性

熱可塑性はストッキング素材にとって欠くことのできない性質である。

f. 染色性

ストッキングは消耗品ではあるが、女性のおしゃれの重要なポイントであり、各種のカラーが必要である。ナイロンは他の合繊に比し染色性⁴⁾に優れている。

g. 価格

ストッキングに使用可能な繊維としては現在最も安価であり、量的にも入手が容易である。

3.3 ストレッチ素材の採用

ストッキングには、透明性(Sheerness)により着用時の脚部の美しさを追求するファッション的なものと、防寒、装飾などを目的とした厚手のウーリーや柄物ストッキングがある。前者はその目的からしても明らかなように、素材は多くの場合フラットヤーン(なま糸)が用いられてきたし、後者はいわゆる加工糸が主体に用いられてきた。そして、消費者のファッションに対する意識が高まるに従ってストッキングの透明性に対する要求は高まり、使用素材も細デニール化し、結果として耐久性(着用時のランによる損傷)が低下した。このため昭和30年代後半には編組織、樹脂加工などによるラン防止を目的とした開発が行なわれ、各メーカーともに実用化したが、これらの商品は耐久性改善の代償として、しわ、たるみ、感触などの不満を得ることとなった。

このような消費者のフィット性に対する要望に応じて出現したのが強撚糸(High Twist YarnまたはHard Twist Yarn)であった。もちろん同糸は昭和37、8年ころから部分的(例えばストッキングのウェルト部など)に用いられていたが、この時期(昭和40年代初頭)に入ってから脚部全般に採用されることとなった。ストレッチ素材としては、これよりやや早く昭和40年の初め、国内でもバイコンポーネントタイプのナイロンが発売され、ストッキングとして商品化されたが、主として価格的問題から急激な成長は見られなかった。

大手ストッキングメーカーは大部分が早くから仮撚機を保有し、ストレッチ素材の開発を行ってきたが原糸の入手難(選択範囲の狭隘)設備、技術の未開発から透明感を有し、かつストレッチ性の面でも満足できる適正素材を得るに至らなかった。この点この強撚糸法は、後述のとおり、イタリア式撚糸機などを用いてモノフィラメントのフラットヤーンをストレッチ素材として

使用することを可能にした。

しかし、昭和45年から46年にかけて、それまでのモノフィラメント使いからマルチフィラメントの時代がくると(後述)強燃糸も退却を余儀なくされた。この間、コイル状弾性糸をはじめとする特殊加工糸の開発、商品化を行ってきたが、コスト、その他の面から主要素材とはなりえなかった。

3.4 デニールとフィラメント構成の変化

ストッキングの素材として絹を用いていた時代には、14dという細いものもあったが、大部分が30d使いであった。しかし、ナイロンの時代に入るとその優れた機械的性能を生かし、一部では、12, 10, 8dなどの細糸まで使用されることとなったが、おしゅれ用商品も大量に消費されるようになると当然のことながら経済性も重視されざるをえず、再び太デニールの方向へと徐々に転じ、一時は22d/1filまで進んだ。なお、現在は17~20dが主体となっている。

一方フィラメント数については、わが国においてはSLおよびPS時代の初期までモノフィラメントが中心をなしていたが、欧州のマルチ使いに関心が向けられるや非常な勢いで流行し現在のPSは約2/3までがマルチフィラメント使いと思われる。なお、欧州では以前からマルチフィラメント主体であり、ことさら新しい流行ではなかったが、わが国消費者も単に薄い、強いといった要求のみでなく、フィット性、着有感へとその関心が移行した証左でもある。もっとも、マルチフィラメントの方がランが発生しにくいというメリットをも有している。

なお、現在のレッグ用マルチフィラメントはFew⁵⁾-o-fil Yarnsともいわれ、2, 3, 4フィラメントが中心であるが6, 7フィラメントも少なくない。特にアメリカにおけるストッキング用素材を概観するとデニール、フィラメント数ともに品種が多くわが国に比してかなり大幅な選択が可能である。

3.5 ナイロン6と66

ナイロンは6および66を主体に実用化されているが、わが国では大部分が前者であり、欧米では逆に後者が多い。この両者を巻縮加工糸として使用する場合、熱的性質に優れる66タイプが巻縮弾性、巻縮伸長力などの点で良い結果が得られている。国内合繊メーカーも時を得て、66タイプの増産体制が進みつつあり、今後このタイプの使用が増大する形勢にある。第3表に両タイプ⁷⁾仮燃加工糸の性能比較を例示した。

(第3表) 市販ナイロン6およびプロミラン
(ナイロン66) 仮燃糸の物性

	プロミラン (70 d-24 f/2)	ナイロン6 (70 d-24 f/2)
織 度 (d)	150	145
C R {	処理前 (%)	35
	処理後 (%)	42
伸長応力 (80%) (g)	4.0	2.5
伸縮 {	伸長力 (%)	170
	回復率 (%)	96
沸水収縮率 (%)	2.0	4.5

3.6 その他

すでに述べたとおり、ナイロン以外に使用される繊維は、ほとんどなく、特殊ストッキング例えばサポートストッキングなどにスパンデックス ヤーンなどが使用されるぐらいである。

最近ICIなどによって開発され、Rohm & Haaによってストッキングに製品化されつつあるFormelle⁸⁾と呼ばれるストッキング用原着ナイロン糸があり、6色程度の色数を有しているが、いかにマスプロ製品とはいえストッキングはファッション性向が強いためわれわれは多少疑問視している。しかし、ストッキング製造から染色工程を取除けるというメリットは大きく、巻縮加工された糸の染色によるストレッチ性低下や染色工程における種々のロスをなくすることが可能であることを考えると非常な魅力はある。根本的問題は6色ではまったく色数が不足していることであり、中途半端な染色設備を有さねばならないことは経済的デメリットがあると思われる。

さて、ストッキング用ストレッチ素材としてコンジュゲート ヤーンも使用してきたことは触れたが、現在価格などの点から、やや生産減少の傾向にある。反面、PTYとしては(後述)巻縮あるいは、トルクタイプ糸のいわゆるDraw Textured Yarnの製品化が活発化してきており、今後増えていくと予想される。

4. ストッキングの着有感

ストッキングに適する素材を選択するには、合理的な方法で着有感を数量化することが必要である。ストッキングの着有感は個人差が大きく、数量化には注意を要するが、大まかな要因として肌ざわりで代表される触感、緊迫感、その他機能面に起因するものが考えられ、ここでは緊迫感の面から緊迫力を測定し着有感の一面を数量化した例を示す。⁹⁾なおストッキングの着有感は緊迫力と

かなり密接な関係があることは経験的にわかっている。

4.1 測定の方法

測定はストレイン ゲージを応用した円盤状ピック アップ (直径 2 cm) を約 5 × 10 cm のゆるやかな凸曲面をもつ保持台の中央部に埋込みこれをパネルの脚部 (膝とくるぶしの中央平坦部) にビニール テープで装置し、この上にストッキングを任意に着用して第 2 図に

動作	1	2	3	4	5	6	7	8	9
測定	5min後	直後	5min後	直後	5min後	直後	5min後	直後	5min後
脚型	直立	屈曲(椅子にかけ)	直立	屈曲(膝より)	屈曲(膝より)	屈曲(膝より)	屈曲(膝より)	屈曲(膝より)	直立
備考	膝よりフラフラ さすストッキングの 摩擦感を感じず								

(第 2 図) ストッキング着用時の緊迫力測定動作

示すような動作を行なわせてその時々々の緊迫力を動歪計にて記録測定した。パネルは A ~ J, 10 名の女性であり、年齢 18 ~ 23 才, 身長 150 ~ 160 cm, 体重 48 ~ 56 kg である。

4.2 測定の結果と考察

測定の結果を第 3 図の (a) ~ (e) に示した。y 軸に測定の結果得た緊迫力, x 軸は動作番号である。

- ・第 3 (a) 図 (フラット ヤーン, 編組織プレーン)

膝屈曲時の緊迫力が極めて大, 個人差も大きい, また屈曲復元による緊迫力減衰度合の大きいことは膝部でのたるみの発生を示唆している。

- ・第 3 (b) 図 (フラット ヤーン, 編組織, ノンラン) 全体に, 直立時の緊迫力が小さく, しわ, たるみの発生を推測させ着用感として低緊迫力 (大体 10 g 以下) は不快域である。また緊迫力 80 g 以上は屈

(第 3 (a) 図) フラット ヤーン, プレーン スティッチ 使用原糸 17 D/1 f

(第 3 (b) 図) フラット ヤーン, ノンラン スティッチ 使用原糸 17 D/1 f

(第 3 (c) 図) コンジュゲート ヤーン, プレーン スティッチ 使用原糸 20 D/1 f

(第 3 (d) 図) コイル タイプ エラスチック ヤーン, プレーン スティッチ 使用原糸 30 D/10f (S, Z)

(第 3 (e) 図) コイル タイプ エラスチック ヤーン, プレーン スティッチ 使用原糸 30 D/10f (S, Z)

(第 3 (f) 図) 仮撚加工糸, プレーン スティッチ 使用原糸 20 D/3 f (S, Z)

(第4表) 主なストッキング用ストレッチ素材

	加工法	糸の特長	加工機	加工上の特長	製品の特長	その他
トルク性	加撚—セット—解撚法	複雑なクリンプ かさ高伸縮性大	主にイタリー撚糸機	生産性劣る 品質むら発生しやすい	タイツなどに適している	現在シアーはストッキング用としてはまったく用いられていない
	強撚法	高トルク、スナール 主にモノフィラメント	主にイタリー撚糸機	加工費低廉、高度な技術を要しない。品質むら発生しやすい	伸縮応力大 透明感	マルチフィラメント化に伴い減少傾向
	仮撚法(弱撚タイプ)	スナール 主にマルチフィラメント	仮撚機	弱撚加工のため高生産性	ソフト、伸縮性大 透明感	
	仮撚法(強撚タイプ)	細い複雑なクリンプ かさ高、伸縮性大	仮撚機(分繊機)	フリクションタイプ仮撚機により加工コスト低減	高伸縮性、伸縮応力大 フリーサイズ可	現在の主流(わが国ではスピンドルタイプ 仮撚機によるものが多い)
	仮撚分繊法	粗いクリンプ 伸縮性大	仮撚機	生産コスト低廉	モノフィラ使いは粗硬感	モノフィラメントはほとんど使用されなくなった
	デュオツイスト法	クリンプ、スナール	例えば Duotwister, Autotwister, 帝人製機SH-3	高生産性	伸縮性大、ソフト	
	特殊法(例えばオーバー解撚法)	コイル状 高伸縮性	イタリー撚糸機など	生産性劣る	伸縮応力極めて大 フリーサイズ可	商品(ストッキング)ハイピッチ、ブーメロン
ノントルク性	擦過法	コイル状 伸縮性大	Hobourn 2 086 など	糸速約 100 m/min	伸縮性大	Agilon (アメリカ)
	複合巻縮法	コイル状 (巻縮発現後)		PTY	伸縮性大	Cantrece (アメリカ), タピロン, ナイロン 22 (日本)
トルク性	ドローテクスチュアリング法	トルクヤーンタイプおよびストレッチヤーンタイプ	延伸装置付仮撚機など	高速加工 主にフリクションタイプ仮撚機後のPTYか	トルクヤーンタイプは仮撚弱撚糸にストレッチヤーンタイプは仮撚強撚糸に類似	Enkasheer, Sharene, Celanese T17, Du Pont T141, Actionwear L80 (アメリカ), Bayer (西ドイツ), ルピナ, エパール, リズミックスーパー (日本) その他

曲時にストッキングの破れる不安を感じたり、きついという不快さを与えるようになってくる。

- ・第3(c)図(コンジュゲートヤーン, 編組織プレーン)
- ・第3(d)図(コイル状弾性糸, 編組織プレーン)
両例について緊迫力から読みとれる着有感は良好であり, 特に(d)はストッキングとしては市場から好評を得た製品である。
- ・第3(e)図(素材, 編組織は前例(d)と同様であるが, 編設計を意識的に変更したもの)素材の特徴を生かしきれず, 全体に緊迫力が不足で不快感を与えた例である。
- ・第3(f)図(パンティストッキング, 仮撚加工糸, 編組織プレーン)これまでの例はSLであったが, 本例はPSである。この例の着有感は良好であり, 前掲(c), (d)と緊迫力のレベルではかなり差があるが, パターンは同様と解される。なお, レベルの差は素材の他にPSとSLの形体上の差(主としてレッグ部の長さの差)が主な原因と考えられる。

ストッキング着用の状態は習慣, 体格などにより非常に異なるが望ましい緊迫力のパターンは一定しているようである。

5. 各種ストレッチ素材について

ストッキング用ストレッチ素材は第4表のごとくであり, これらが現在レッグ部の主要素材となっている。SLのウェルト部, PSのパンティ部に使用される糸はほとんど仮撚加工糸なので特に説明は付さない。

さて, ストッキング用ストレッチ素材は, トルクヤーンとストレッチヤーン(またはバルク・ストレッチヤーン)に分類できる。例えばモノフィラメントからなる強撚糸の場合, 単に施撚しただけでほとんど巻縮は有しておらず強い解撚トルクを持っているのみであるためトルクヤーンである。これらS, Z方向のトルクヤーンを交互に給糸, 編成するとそれぞれの解撚トルクが働いて拘束された編ループがきれいな反転ループと化し, あたかもコイル状をなしてS, Zのコースがつぎつぎに積層状態となって編地はウェール方向に著しく収縮する。これは糸の解撚トルクと編ループの大きさ, あるいは糸の太さなどに関係するが, このようなループ構造を利用して編地の伸縮機能をもたせようとすることはユニークなものといえよう。トルクヤーンは後述するように仮撚機などによっても加工することができ, 編地は透明感

があって一般に糸加工コストはストレッチヤーンに比し低廉である。しかし, 編地はウェール方向には収縮するがコース方向には収縮せず, したがって, ボーディングセットする場合凸凹をもつ足型に密着させようとするとかなりウェール方向に伸ばさねばならないため, セットされた編地は, 必ずしも十分な伸縮性を有するものにならない。

一方, ストレッチヤーンは一般にマルチフィラメントの仮撚加工, その他の方法によって加工された明瞭な巻縮を有しているからトルクを有していても巻縮によるフィラメント相互の干渉から反転ループは不完全あるいはわずかであって, 編地の伸縮機能はもちろん, トルクもさることながら巻縮に依存することが大きいのである。このストレッチヤーンはウェール, コースの両方向に収縮するためボーディングセットをするとき, 一般に足型は小型でよく, セットされた編地は大きな伸縮性を有している。

また, 最近のアンボーディング化に対して消費者側の受入素地も徐々に整いつつあるが, これの実現のためにも優秀なストレッチヤーンが必要である。(なお, ここで述べる「ストレッチ素材」とはトルクおよびストレッチヤーンを含めて編地に一層のストレッチ性を付与する素材の意味である)。

つぎに第3表の分類表に基づき, ストッキング用各種ストレッチ素材に対し簡単な説明を加える。

5.1 加撚一セット一解撚法

現在ほとんど使用されておらず, わずかに伸縮性能の良好なことからタイツなどに使用されているだけである。基本的な加工法であるためあえて記載した。

5.2 強撚法

すでに述べたように15~20dのモノフィラメントに1800~1300tpmの撚りを施したトルクヤーンの代表的糸である。主にイタリー式撚糸機などを使用して施撚するため, 安直, 低コストであるがパンティストッキング時代に入り伸長性の面でやや不足し, かつマルチフィラメント化のために現在減少している。また, モノフィラメントであるため簡単に施撚数の測定ができないなど品質管理上の問題も大きかった。

5.3 仮撚法(弱撚タイプ)

仮撚法には弱撚加工と強撚加工の二つに分類される。弱撚とは約20dのマルチフィラメントに1500tpm程度の仮撚加工を行なうものであり, この加工糸はほとんど巻縮を有さないトルクヤーンであって編地はハイッ

イスト ヤーンと同様の性能であるがマルチ フィラメントのためソフトである。反面、ややストレッチ パワーに欠けるくらいがある。普通細デニール糸を仮撚加工する場合、常識的な仮撚加工を行なうと、スピンドル タイプの仮撚機では非常なコスト アップが避けられないが、この程度の撚数での加工糸が製品化できたということはやはりストックングという特殊性のためである。仮撚機としても例えば東芝機械、日本スピンドルなどから細デニール専用の高速スピンドル回転、高速巻取装置のほか、糸のニップ方法なども改良した機種が相ついで開発市販されている。

なお、約半年ほど前からストックング用ナイロン P T Yとして、これらと同タイプの糸が国内合繊メーカーによってつぎつぎと開発されてきている。これについては P T Yの項で述べる。

5.4 仮撚法（強撚タイプ）

強撚タイプはいわゆるストレッチ ヤーンであり、加撚数は、ヘバーライン特許に記載されている $T=27\,500/(D+60)+800$ より多く K ö c h l i n の撚係数に関する式

$$T=28\,700/\sqrt{D}\times\beta \quad (\beta \approx 1)$$

に近い強撚を施した仮撚加工糸である。ストレッチ パワーも強く伸縮に富む糸であるが、コスト アップになることが大きな欠点となっている。

しかし、最近、主としてストックング用細デニール糸加工のために、欧州で相ついで開発されている高速フリクション タイプ仮撚機によれば、糸速 500 m/min 以上で加工できることから今後、ストレッチ ヤーンの主要な分野を確立するだろうと思われる。弱撚タイプ仮撚加工糸の糸速をスピンドル回転 40 万 rpm として、簡単に試算しても 260 m/min 程度であり、その生産性に関する

優劣は明らかである。反面、加工機価格も大幅にアップされているらしい。

第 5 表に昨年の ITMA に展示されたフリクション タイプの仮撚加工機の性能、仕様を示す。

しかし、今後の動向として高速仮撚加工が可能となれば、必然的に合繊メーカーにおける延伸工程との連結が考えられ第 4 表に示す仮撚機メーカーはほとんどアタッチメントとして、または一体となった機種の開発を進めており、¹¹⁾ Spinner などは、すでにかんりの納入実績を持っているといわれる。¹²⁾ ともあれ、この分野では P T Y として合繊メーカーから供給を受けるか、ストックングメーカーが仮撚機を設置して自給体制をとるかが大きな問題である。

5.5 仮撚分繊法

仮撚機を使用し、無撚のフィラメント、あるいは二つのバーンから糸を同時給糸して仮撚加工を行ない、分繊機または仮撚機上で分繊する方法である。

前者は主としてモノ フィラメント用として採用された方法であり、15~20 本に分繊して一時期製品化されたが巻縮は粗く、ストックングの感触は粗硬であったため低級品とみなされていた。後者はマルチ ツイスト法ともいわれ、例えば Leeson でスピンドルから出た糸を分繊ローラー、および巻取部を改良した 555 型を開発して¹³⁾ および巻取部を改良した 555 型を開発しており巻縮形態のやや異なった回復性の良好なストレッチ ヤーンの加工ができるとともに生産性の高いことが利点である。

問題は多くの撚数を加えたときの分繊性にあり、あらかじめ元撚りを与えておく米国特許、最近ではフィードローラーを別個に取付け給糸して仮撚部の撚りを各単糸に及ぼし、元撚りを与えたのと同じ効果を与える国内特

(第 5 表) 最近のフリクション タイプ仮撚機

	ARCT	Barmag	Spinner	Sotexa	Guidici
機 種	F T -482	F K 5 C	156 V K	F T 16 S	T G 4 V /72
錘 数	192	216	156	192	120
最高糸速 (m/min)	400	400	650	300	200
ヒーター長 (mm)	1 000	1 000 1 400	2 500	1 200	1 000
冷却ゾーン長 (mm)	(特殊)	600	760	1 200	
フィード部	エプロン	エプロン	キャプスタン	ニップ	ニップ
デリベリー部	エプロン	エプロン	キャプスタン	ニップ	キャップスタン/ニップ
巻取タイプ	バイ コニカル	バイ コニカル またはパラレル	パラレルまたはバーン	バイ コニカル	バイ コニカル
最大巻量 (kg)	最大巻径 250 mm	4.5	2.0	最大巻径 220 mm	3.0
そ の 他			Drawer 付き もあり		

¹⁵⁾
許公告も見受けられる。

5.6 デュオ ツイスト法

わが国ではS型巻縮加工，トラップ加工ともいわれ基本的事項は藤本氏の文献に詳述されている。^{16,17)}

(第4図) Duo Twist 法の概要

簡単にその原理を図示すると，第4図のごとくである。(a)，(b)の糸は，それぞれ同時に給糸されヒーター部とクーリングゾーンを含む撚合わせ部を経て，分糸装置によって再び2本の糸に分離されて巻取られる。撚合わせ部は最初，撚りを加えておけば糸の移動によっても撚りは消滅せず，したがってスピンドルのごとき加撚機構は不要であり高糸速が得られる。

この原理を具体化するにあたって問題なのは糸のスムーズな分糸であり，多くの特許出願はこの点に集中しているといっても過言ではない。現在，この方法による加工機として Duo Twist, Auto Twister, TZ-21, 帝人製機SH-3の3機種があるが，Duo Twistは主にストックキング用素材加工機として，すでに700台以上の生産実績を有しているとのことを耳にしている。

加工条件については，例えば Duo Twist のメーカー

(第6表) デュオ ツイストの加工条件
(Turbo 社)

織 度 (d)	加撚性 (tpi)	糸 速 (ft/min)	ヒーター温度 (°F)	
			N-66	N-6
15	100	1 600~1 800	400~420	350~370
17	95	1 500~1 700	"	"
20	92	1 500~1 700	"	"
30	85	1 400~1 600	"	"
40	77	1 300~1 500	"	"
50	70	1 200~1 400	"	"

である Turbo 社標準条件によれば第6表のような加撚数を示しているが，原糸性状，ヤーンパス，ヒーター温度，テンション，糸速あるいは温湿度などによって加工性は異なり，性能の良いストレッチヤーンを得るため撚数の多い条件下で加工することは，さほど容易ではない。第5図にデュオ ツイスト ヤーンの加撚数とCRの関係を示す。第6図に加撚数と編地のウェール，コース密度の関係を示す。これらから推察されるように加撚数の多くなるに従ってトルクヤーンタイプからストレッチヤーンタイプになり 80 tpi 付近を境に編地風合い，形状などの点で特に変わってくるように思われる。ともあ

(第5図) Duo Twist Yarn の加撚数とCRの関係
ナイロン 6 20D/3f 2 ply (S, Z)

(第6図) Duo Twist Yarn の加撚数と筒編地のコースおよびウェール密度の関係

(スチームで 90°C, 20 min リラックス処理されたグレー生地を測定，ナイロン 6 20D/3f)

れ，この糸は非常にソフトで，かつすぐれた伸縮性を有することから今後の特異な存在となるだろう。

5.7 特殊法

端的に言えば，コイル状ストレッチヤーンを目的とした各種加工法ということになる。糸の商標名としてはスプリンジーヤーン，USヤーン，ブーメロンなどで

あり、1本または2本の糸を加撚、解撚あるいはオーバー解撚などの操作や、仮撚機なども併用されることもあり、撚糸業者特有のアイデアを生かしたものが多い。

しかし、一般に生産性が低いため高加工コストを余儀なくされて主流素材とはなりにくい面を持っているが、特定の消費者には根強い人気をもっている製品である。

5.8 擦過法

アメリカにおいて Agilon の商標で有名であるが、最近ではあまり目立たないようである。生産性の向上に関するニュースは聞かないが価格的にも安くなく、今後も主力素材にはなりえないであろう。

5.9 複合巻縮糸

Du Pont の Cantrecre に代表されるコンジュゲートヤーンであり、編立てた後スチームなどによる巻縮発現工程を経て編地にストレッチ性を付与するものである。わが国ではストッキング用として東レ、鐘紡からタピロン、ナイロン 22 などとして市販されているが、レッグ用としては今までモノ フィラメントのみであった。

(第 7 表) キャントリースⅡ¹⁹⁾ バイ コンポー
ネット ヤーン

糸 種	特 長	用 途	構 成
キャントリースⅡタイプ 881	ナイロン66 バイ コンポー ーネット セ ルフ クリ ン グ ス レ ッ チ S S お よ び ス レ ッ チ P S 用	レッグ部 ウェルト部	レッグ ヤ ーン 15/1, 17/2*, 18/1, 20/1, 30/4 (*0.2Z 加撚) ウェルト ヤ ーン 45/7, 60/7
キャントリースⅡタイプ 882	同上 よりシアア ーで 感 触 が よ い	レッグ部 (ウェルト部 はタイプ882 使用)	20/3
キャントリースⅡタイプ 883	タイプ 881 に 同じ 異形断面糸 (三角)	同上	20/1, 30/4

Cantrecre の品種は第 7 表に示すように現在 3 種類あり、特にマルチ フィラメントのすぐれた製品がある。ただし、高価であることが何としても大きなネックである。

5.10 延伸工程と連続して巻縮加工する方法

今後の PTY の主流をなすものと思われストッキン

グ用としても各種開発製品化されている。糸のタイプとしては、前述したごとくトルク ヤーン タイプとストレッチ ヤーン タイプ（前者をトルク タイプ、後者をバルキー タイプと称することもある）に区別されよう。

どのような加工方法であるかは明らかでないが、仮撚機構を採用していることは糸がトルク性であるために人体推察され、アメリカにおけるトルク ヤーン タイプは Producer-Modified Torque Yarn あるいは, Producer Stretch Torque Yarn として表示される Celanese の Type 17, Du Pont の Type 1 41, American Enka の Enkasheer, そして Courtaulds N. A. の Shareen などが製品化されている。¹⁸⁾ わが国でも東レ、東洋紡、ユニチカなどで 46 年頃から市販されはじめた。

ストレッチ ヤーン タイプについては 5.4 で述べたように主として延伸仮撚機により生産されているものが多く西ドイツの Bayer, アメリカの Actionwear L80 などが有名である。今後、この Producer - Textured Stretch Yarn は延伸装置付高速フリクション タイプ仮撚機の開発または生産状況からみて当然増えることが予想されるが、コスト、業界事情などから考えて各国それぞれの歩みをたどるだろう。

また、コスト面について考えれば未延伸糸供給ということで仮撚加工の際、一つの条件ファクターが与えられ

(第 7 図) 各種ストレッチ素材による筒編生地の
コースおよびウェール密度の関係
(スチームで 90°C, 20 min リラックス
処理された生地を測定)

て自由度が増すために、性能の良い糸が得られることも予想されるがフラット ヤーン供給によるストッキングメーカーでの加工糸と比較して、コストとの比較における品質がわれわれの期待するものになるかどうか注目される。

5.11 各種ストレッチ素材の性能

以上、各種ストレッチ素材について述べたが、それらに関するいくつかの特性測定例について触れる。

第7図は各種ストレッチ素材を2フィードのストッキング編機で編成した筒編地のコースおよびウェール密度測定結果である。ストレッチ性のあるストッキングでは、まずグレー生地が形態的に小さいことが要求されるがコース、ウェール両方向に収縮することが必要であるがこの図から各素材の特長がはっきりしている。また、この測定例ではトルク ヤーン タイプとストレッチ ヤーンタイプが明確に区分され、デュオ ツイスト ヤーンは撚数によって両者にまたがるようになることも第6図と比較してみるとわかり、デュオ ツイスト ヤーンの特徴として興味深い。第8図は同じ筒編地をウェール方向に伸

(第8図) Duo Twist Yarnの加撚数を変化させたときの Stress-Strain カーブ
(20 D/3 f, ナイロン 6 S×Z 双糸で測定)

ばしたときの応力-伸長曲線であり、各素材の特性を示している。ここで、トルク ヤーン群は低応力で伸びやすく特殊加工法に属するUSヤーン(コイル状弾性糸に対する当社の名称)は30dとはいえ、大きなストレッチパワーを有していることが理解できる。同時に、前述のごとくトルク タイプ ヤーンは、幅方向にはあまり収縮しないため足型セット時に伸ばさざるをえず、製品としてはかなり伸長率自体減少をよぎなくされることを想起していただきたい。足型セットを はふいた最近のアンボード ストッキング用素材としては、やはりコース、ウェール方向にバランスを保って収縮するストレ

チ ヤーン群が当面の本命素材ともいえそうである。

6. 今後の開発動向と問題点

前項でストッキング用に現在用いられているストレッチ素材について述べたが、最後にこれらの今後の動向、問題点などを記す。

6.1 PTYの動向

PTY, 特にドロー テクスチュアリングの動向は、テクスチュアード加工設備を保有する企業にとっては特に関心の深いことである。アメリカでは1975年には、ストッキング用素材としての加工糸43 000~45 000²⁰⁾トンのうち94%はPTYになろうとの見方もあるが、わが国の場合はどうであろうか。PTYについては単にストッキング用のみでなく、ポリエステルなども含めて考えるべきで、欧米原糸メーカーの動き、それらをとりまく情勢など複雑なものを持っていると思われる。そして、一部では原糸メーカーのスロー スターへの挑戦であるとも見ている。そして仮りにドロー テクスチュアリングを加工糸業者が受け持つとしても、原糸メーカーからの未延伸供給の可否という問題もからんでおり、今後²²⁾の動きを注意深く見守る必要がある。

6.2 素材の多様化

すでに述べたPSのアンボード化、ボディ ストッキングへの関心増大など商品自体の変化も議論されている現在、単にレッグ ファッションだけに安閑としていられなくなった。それだけに素材の多様化は今後ますます進むであろう。例えばボディ ストッキング(あるいはボディ スーツ、ジャンプ スーツなどとも呼ばれるもの)では紡績糸などの使用も考慮されているし、すでに一部市販品も見受けられる。

また、現在のストッキング自体に限ってみても、グリッター効果をねらいとした素材としてラメ糸などが一般的であるが、Du Pontの異形断面糸 Antron Type 90ではストッキング用として、15 d/1 filなどを商品化しており、色、柄に加えて光沢の面から素材選択がなされる時もなくと考えられる。

マルチ フィラメントへの転換も、ファッション的な要求から一部逆流する可能性もあるし、消費者の薄さ、透明感に対する基本的要求が少なくなれば異種素材の組合わせ、変わり糸などの採用も検討されるときがくるかもしれない。さらに欧州の一部の新しい動きとしてみられる細デニール使いストッキングなどにも注目するべきである。

6.3 加工機および加工糸品質

改めて述べるまでもないが、仮撚機が主役を演じていくことになるうし新規設備導入を考える場合、やはりフリクションタイプが対象になるだろう。わが国でも石川製作所が今春発売の予定で **Spinner** の国産化をすでに計画中である。

数年前に編機上に取付け巻縮加工しつつ編成を行なえる **Macotex**²³⁾ というフリクションタイプの仮撚装置が開発されたが、大幅に採用されたという情報はまだ得ていない。

各種ストッキング用ストレッチ素材はきわめてライフサイクルの短い、急激な変遷の波にもまれようやく主流をいく素材が顔を出してきたところであるといえるかも知れないが、それとて過去の経験からすれば商品の変化から安易に断定することはできない。すなわち、基本的にわれわれ自身、常に新しい商品を開発し、また市場の要求の変化に応じていかなければならないからである。

また、編成上の問題としてストレッチ素材は8口機には横段の多発から現在4口機までの使用をよぎなくされているのが世界的にみた現状である。原因は単に加工系性能のばらつきだけでなく編機へ供給する際の張力変

動原因となるすべてであり、パッケージの問題編機の張調整装置の問題などに関連している。編成効率アップの面からみたストレッチ素材選択も大きな課題となっていることを付言する。

参考文献

- 1) ~ 4) 繊維便覧(原料編)(1968)
- 5) **Textile Progress**, Vol. 3, No. 1, p. 16 (1971)
- 6) **Knit. Tim.**, p. 26 (1971-1-25)
- 7) 川崎, 加工系概論, p. 320 (1968)
- 8) **Knit. Tim.**, p. 34 (1971-1-25) その他.
- 9) (未発表グンゼ研究所(1969))
- 10) 繊維工学, 24, No. 9, p. 22 (1971)
- 11) **Text. Inst. Ind.**, p. 307 (1971-11)
- 12) **Text. Manuf.**, 98, No. 1161, p. 42 (1971)
- 13) 紡織界, p. 68 (1971-7)
- 14) U. S. Patent 3413796
- 15) 特公昭 47-781
- 16) 繊維誌, 16, No. 3, p. 229 (1963)
- 17) 繊維工学, 22, No. 3, p. 58 (1969)
- 18), 19) **Knit. Tim.**, p. 26 (1971-1-25)
- 20) **Mod. Knit. Managem.**, (1970-7)
- 21) **Amer. Text. Rep.**, 84, No. 16, p. 15 (1970)
- 22) **Text. Manuf.**, 98, No. 1161, p. 42 (1972)
- 23) **Knit. Outerwear Tim.**, p. 32 (1970-7-27)