合成繊維将来の方向

成 田 時 治*

The Future of the Synthetic Fibers and its Application

Tokiharu NARITA

生産加工業はその生産加工の主体である原材料が最も問題になる。機械工業における金属材料のごとくである。材料の進歩とともに生産加工技術も進み、生産される製品も革新的なものになる。今日機械工業におけるその代表的なものは人工衛星である。電気器機工業における半導体の発達は、テレビや計算機の発展の基礎をなしている。革新材料の発明は革新製品を開発し、人類文化へ大きく貢献する。繊維工業も等しく生産加工工業である。原材料が工業の発展を大きく支配することは、上記の工業と同様である。ところが、上記の二工業の材料研究は、それぞれ独立した研究社会を持って久しい。すなわち化学的な面と物理的な面とから考えて、物理的な面が強いために、物理系の学者が中心になって今日の開拓を達成してきた。繊維工業の材料研究は天然繊維の時代が長く、その研究が農学の世界で行なわれてきたために、繊維工業の社会では単にその有効利用だけが研究せられてきた。あたかも木材工業のごときのものである。かかる状態が永年にわたって進められてきたので、繊維材料は金属材料、電気材料のごとく、これを利用する工学者のごとく、材料改良への強い意欲を持たなかった。いわば一種の諦めのごときものを材料に対して持っていた。さらに絹以外の材料はいずれも外国に依頼していて、その改良には全く手の出しようもなかった。しかし有機化学の進歩はこの壁を破ってくれた。人絹を作り、スフを作ってくれたことは、繊維工業に新しい光を指込んでくれた。繊維工業が化学工業と深い交渉を持つようになったのは、ここに始まるといってよい。

人造繊維の初期の人絹やスフの発明は、まだ化学的方法で天然自然に合成されたセルロースを、繊維の形にする、ということに成功したに過ぎない。化学的には、モメン、麻に等しいものである。したがって自然の支配からは、脱脚できなかった。原料として針葉樹に大きく依

存して、広葉樹も利用できるという出したのは比較的近代のことである。かかる状態を脱脚して、全く工業的に繊維の原料化合物を作り、これが繊維化に成功した最初のものはナイロンである。ここで初めて繊維の世界では、原料を自らの手で作り得る確信を持つようになった。これがきっかけになって、その後ぞくぞくと合成繊維の新種が出てきたことは、ご存じの通りである。特に最近では単純な化合物でも、その化学構造が、繊維形成能を持っていれば繊維に紡糸して利用できる、という確信が研究を通して持たれるようになった。すなわちこの方面の研究、学問が急速に進んで、繊維は、今や自由に作り得るようになった。

問題は利用工学者がいかなる物性の合成繊維が、いかなる製品分野の開拓性があるか、ということを示してくることである。すなわち原料学者へのフィードバックである。機械材料や電気材料の社会はこのフィードバックが強くて、利用工学者に材料工学者がリードせられる観さへある。ところが繊維工業の世界では、材料学者が勝手に作ったものを、利用学者はその利用のための研究に専念している有様である。材料学者への、フィードバックはほとんどない。この点は機械工業や電気機器工業と大きく違っているところである。生産加工工業の中、独り繊維工業のみが斜陽化を論ぜられているのは、工業社会で作らない天然原料を永年利用して成立してきたために、繊維材料が自由に合成せられるようになった今日においても、利用工学者からの要請が科学的でなく、合成化学者の活発な活動を妨害している点にある。もっと極言すると紡績会社の人々が不勉強であって、原料繊維を化繊会社まかせにしていたためである。この結果紡績会社は斜陽化し、合繊会社（化繊会社内の）を繁栄せしめる結果になった。

合繊会社の繁栄といっても、そこで作られている合成繊維の種類によって、その繁栄度に差がある。これは革

* 繊維技術試験所（横浜市神奈川区沢渡4）

新製品とつながるか否かにその原因がある。しかしそれらの原案は、アメリカの Du Pont 社で開発されたもので、わが国で開発されたものは少ない。これは原料学者と利用学者との連絡の悪さというのが、未だ全体としての発達を、中途にしているといえる。合成繊維工業と、化繊工業と紡織工業との間にすっきりした線が出ない。その結果衣生活革新がきわめて遅れている。

今日繁栄している合繊の代表的存在はポリアミド繊維ナイロンである。このナイロンは合成繊維の第 1 号であって、Du Pont 社の Carothers の研究の結晶である。彼はこの研究の成果の完成を見なくて発狂自殺したが、この天才の研究によって、わが国繊維工業人に大きい光を与えてくれたことは、業界人の等しく感謝するところである。東洋レーヨンが Du Pont 社から特許を買った時も、東洋レーヨンでは種村博士、星野博士を中心とする研究開発によって、ナイロン製造技術を完成していたが、商品名のナイロンが使えないので、アミランという商品名にしていた。私もこの名称で NHK から放送することに援助を与えたことがある。しかも東レナイロンは、いわゆる「6 ナイロン」と称するもので、Carothers も自らの研究の中からこれを取り上げていなかったものである。いわば彼が見捨てたものを育てたものである。にもかかわらず技術導入をした。もちろん紡糸にその中心があったと思うが、商品名ナイロンを利用したためでもあった。星野博士の言をもってすれば、Dr. Carothers への香典のつもりの由、でも 10 億の金は当時としては大変な額であった、しかしナイロンが今日においても合繊の王座を占めていることは、注目に値する。

ポリエステル繊維テトロンは、英名 Terylene, 米名 Iacron に外ならないが、このポリエステルは初めから繊維化学者の注目を浴びていた。というのはその構造中に、ベンゼン核をもっていることである。英国のレーヨン研究所で開発研究をしたものであるが、これを最初に導入したのはアメリカの Du Pont である。さすがであるといいたい。しかも英国の繊維工業を斜陽化したのは日本である、という国民感情から日本へは売ってくれなかったことは明かである。しかし Du Pont での工業化の成功がわが国の化繊界を刺激して、東レ、帝人共同購入となった。英国も重工業中心に傾いていた時でもあり、ジェット航空機や、原子力工業に力を入れていた時でもあり、また軽工業である合成繊維への関心も、幾分少なかった時でもあるので、わが国への技術導入に成功をもたらししたものと思う。しかし、この導入は成功であった。特に紡績原料としては他に比すべきものもない程、優秀である。特に純白な生地をつくり得る特性は大

きい。その理由はポリエステルがアルカリに若干侵されるという点で、弱点が利点になった形である。すなわちモメンと混紡しモメンを純白にするためにアルカリ・ボイルをすると、熔融紡糸をした滑らかな表面は、アルカリのために荒されて粗面になる。これに日光をあてると乱反射をして、純白に見える。このことがテトロンが白生地の世界で成功した根拠になっている。もちろん強さも強く、ナイロンよりはヤング率も高く、剛くもある。プラスチックな性能をもっている。非親水性のこの合成繊維と、親水性繊維のモメン繊維との共存は、人間工学的に考えて、白地織物として綿布の欠点であるシワの発生を完全に防いだ。のみならず洗たくしても形の崩れを防ぎ、モメンの吸収している水を空气中に放散するに際しこの繊維の表面へ、マイグレートさせて風乾速度を増進した。外国旅行をした人々がホテルのバスで自ら洗たくし、一夜の中に風乾し、アイロンの必要のない便利なワイシャツであることを、身をもって体験されたはずである。しかもわが国で発達している麻工業へこれを導入して、テトロン・ラミー複合糸のワイシャツの発達を見せている。このワイシャツ地の発明は私が防衛庁で、海軍の人々の夏服に昔どおりの麻服を着たいという発言のあったとき、私の発案したのに始まったものである。わが国のごとき高温多湿の地には最適のものである、という繊維科学から考え出したものである（約 6 年前）。こうしてテトロンは白地綿布の革新製品として発展してきた。今ではこれはプリントをして美しいドレス地にもなっている。綿布の利用の大部分は白地であることを考えてみても、ポリエステル繊維テトロンの前途は洋々たるものがある。ナイロンは日光によって酸化され黄変し、かつヤング率が小さく、メリヤス用としては適しているが、硬い生地にはならない。テトロンとの競合はほとんどない。近くテトロンの増産が計画されているがこれは親水紡績繊維であるモメンのみならず、スフ、羊毛、麻との複合利用によって、次々と革新製品を制作してゆくことは確かである。

プラスチック繊維という分類を私は提唱している。私は他のプラスチック繊維、すなわちポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデンなどの繊維にも注目している。しかしこれらの繊維は染色性が極めて悪いという点と、いずれも熔融紡糸繊維である点では、ポリエステル繊維と等しい。あとの変色がなく、無色透明な繊維で、硬ささへ適当であればテトロンの分野に利用されるという科学的 가능성이推論される。問題はその柔らかさにある。細くすると柔軟に過ぎ、ナイロンの分野に入ってくる。その上染色性も問題

である。しかし染色性を支配するものは化学構造だけではない。というのは繊維に染料の拡散してゆくに可能な間隙さへあればよい。染料の中には分子量も小さく細長い構造のものもあるので、繊維にこれより大きい間隙をつくれば、熱力学的に染料を侵入させて染色目的を達成することは可能である。

染色性と絹光沢とを両立せしめるための繊維の構造は、乾式紡糸を利用すれば可能である。今日未だ量産せられているアセテートの存在はこれを説明して十分なものがある。アセテートはトリアセテートが安定な化合物であるが、これではアセトンに溶けないので、可溶化のためにアルカリ処理してケン化し、ジアセテートにしたものである。しかしそれだけにアルカリに敏感な欠点をもっている。強さも小さく、あまりよい繊維でないにもかかわらず現在生産されているのは染色性をもつ物理構造と、ケン化による親水性の出現と、絹光沢を生ずる物理構造の存在が有力な原因である。わが国では湿式紡糸のポリアクリル繊維を、アメリカの Du Pont では乾式紡糸をして作っていることに注目してほしい（商品名 Orlon）。また先に湿式で成功している ビニロンを乾式で紡糸する繊維製造方法が目下工業化中である。これは乾式ビニロンと称せられるもので、絹と等しく、水を溶剤として、空気中へ押出し、風乾して繊維化する。その結果物理構造は、絹と全く等しいものになる。化学的にはポリビニールアルコールであるために、ケイ光物質でない欠点と、硬さの点で絹に劣るけれども、製品の外観は全く絹と区別のつかない程度のもことになる。これは京大桜田博士を中心とする研究を三菱レイヨンで中間プラント研究に成功したものである。物理構造が絹と近似の説は筆者の理論に基くが、これはアセテートの次に来る絹近似繊維として注目してほしいものである。なお乾式紡糸により得られる繊維はセミプラスチック繊維と称するものであり、この繊維においてはシワの消去も時間の函数として発現する。非プラスチック繊維はこの点が欠けている。天然繊維でこの分類の中に入るものは絹の外

に羊毛がある。

ビスコースレーヨン、銅アンモニウムレーヨン、ビスコースレーヨンスフなどは、モメンと同様セルロースからできており親水性繊維であり、またモメン、麻同様非プラスチック繊維である。非プラスチック繊維は、シワの回復が不可能な繊維であるが、湿式紡糸をしたポリアクリル繊維もこの中へ分類される点は、注目に値する。その代りこれらの湿式紡糸繊維は、物理構造が粗く、染料侵入は容易であるが、流出も容易であるから、染色方法としては化学結合をする反応性染料を利用するか、または溶出困難なナフトール染料や建染め染料を利用しなければ安定な染色効果は得られない。

以上の繊維特性から判断して、今日の衣料用繊維特に外衣用繊維としては、テترونのごとき硬さとプラスチック性（熱可塑性および粘弾性）固体繊維であり、半親水性（これは染色性を著しく助ける）あってその上に可染性繊維であることが望ましい。紡糸法としては乾式紡糸による構造が染料誘導間隙もでき、絹光沢も発生する長所をもっている。今日繊維科学、繊維応用工学から考へられる理想的繊維であるといえる。

なお繊維の特殊用途としては、いわゆる工業資材であるロープ、ベルト、テント、ロ布、漁網などの適性繊維、ゴムに代る高弾性合成繊維（例ポリウレタン繊維）なども考へられるが、これについては工業用途の物性論の展開を要するので、ここではこれを割愛する。

私のところの研究室で研究し、目下中間工業研究を着手紡績で実施中のポリアジン繊維は上記の理想的繊維を目標としたものであるが、目下製品開発も研究中であるので、今少し研究が進んでから特性および利用の効果を説明したいと思っている。

要するに今日ある多数の繊維ないしそれらの複合利用によって、衣生活革命に貢献するものは将来大きな期待を持つことができるが、そうでないものは、工業用資材ないし土木建築材料としての適性をもたしめて、その方面への進出以外にはない。（昭和 37 年 11 月 21 日受理）