

研究余滴

繊維とともに40余年

山 田 都 一

1. 繊維との出会い

日本が第二次世界大戦に負けたとき、航空機工業や造船等の重工業は、戦勝国から大幅に制限された。私はたまたま終戦時、広島高等工業学校（現在の広島大学工学部）機械工学科に在学中であったが、そのようなことから、重工業に関係のない勉強の仕直しということで、昭和21年東京工業大学繊維工学科に進学した。これが繊維との出会いである。

昭和23年の卒業研究（テーマ：糸の疲労試験機の試作）以来、繊維工学、さらに被服学分野で研究してきたテーマを配列してみる。

2. 糸の疲労試験機の試作

前述のように、卒業論文のテーマは、「糸の疲労試験機の試作」であった。まず疲労方法を考えた。ふと思いついたのが、直流モーターのインシアルトルクの利用である。試験機を組み立て、モーターに断続電流を流し、そのインシアルトルクを糸（繊維）に与えて疲労させ、荷重（回数）-伸び曲線を自動的に記録させることに成功したときには、「やったー」と思った（繊維誌、5巻、1949年）。これが、私を研究の道に進ませるきっかけとなった。

3. 抄織糸との出会い

私は長男であるので、故郷（岡山）へいずれは帰らなければならぬ。それならいっそ今（昭和24年）、帰ろうと決意し、クラレを辞して岡山県工業試験場（染織部）の技師となった。

その頃の紡織原料は、天然繊維とスフ・人絹（レーヨン）ぐらいで、しかも量も少なかった（ビニロンは出

め時で、糸や織物にするのが大変であった）。着任早々の私の研究テーマは、抄織糸（撚紙）の改質、自動織機の比較、新合織の製織（たて糸用糊の研究を含めて）等であった。

東京工大の恩師 内田豊作教授が、空席ができたので来たければ、来ないかと言ってくださった。いろいろ考えた結果、やはり前記の理由で辞退させていただいた。その時先生は、

「それでは、岡山でなければできない研究をしなさい、岡山で一番になれば、日本一になれるし、世界一にもなれる」と。

そこで、岡山特産の「抄織糸」に目を着けた（抄織糸は当時、瀬戸内の特産でもあった）。紙糸の論文は、日本、ドイツ等で出てはいるが、組織的に深く研究されていなかったもので、これこれと思いつき着手した。研究開始後1年、岡山県工業技術研究発表会で成果を発表したところ、幸か不幸か山陽新聞社より「有用である」と表彰されたので、「抄織糸」に20数年も取り組むことになってしまった。

糸が引っ張られて切れたとき、一部の繊維は切断するが、残りの繊維は滑抜する。そうして、切れた繊維の強さと滑り抜けた繊維の摩擦係数が、それぞれ糸の引張り強さに寄与している。

そこで、抄織糸の構造を「円すいの側面に巻かれたらせんの形をとりながら近似的に内層から外層にいくにつれて、ピッチ角およびピッチ半径が連続的に変化するつる巻パネの形状をした無数の繊維のエレメントの集合体（円筒）」と仮定し、キルヒホッフの基礎式等から、糸の引張り強さを表す式を求め（紙パ技協誌、16巻、1962年～21巻、1967年）、性能（繊維誌、7巻、1951年～16巻、1960年）を解説した—この理論式は、フィラメント糸、無撚り糸、スプリットヤーン等の引張り特性にも利用できる。

この抄織糸の研究で、昭和37年1月、東京工業大学の教授会で工学博士の学位（旧制）の授与が決定した。当時、地方の大学教員（就実短大在職中）の学位取得はきわめて珍しかったので、同1月26日のNHK（ラジ

Kuniichi YAMADA 広島大学名誉教授、徳島文理大学・短期大学教授

著者紹介〔略歴〕1949年東京工業大学卒。1950年岡山工業試験場技師。1954年就実短期大学助教授、1960年同学教授。1965年広島大学教育学部教授、1987年同学停年退官、名誉教授。1988年より現職。〔専門分野〕被服材料学。〔連絡先〕〒700岡山市中井町1-4-20（自宅）。

オ)の「朝の訪問」に出演させてもらった。

その後、抄織糸の原料のみつまた等の生産量の激減、合織の性能向上等の理由から、ビニロンと易溶性ビニロン繊維の混抄抄織糸の研究に着手し、かなりの成果をあげた(広島大教育学部紀要, 1974, 1975, 1977年; 広島県研究報告書繊維編, 1974, 1975, 1977年; 昭和47年度文部省科研費報告書)。

4. 混紡糸の強伸度特性

1950年代後半から1960年に入ると、混紡製品が多くなった。そこで、混紡糸の強伸度特性の解析を試みた。原料繊維の伸度に大きな差があると混紡することによって、かえってどちらよりも弱くなること(例、ナイロンと綿など)等の理由づけをした(昭和44年度文部省科研費報告書; 広島大教育学部紀要, 1968, 1969年)。

5. 学生服の損耗

1950年代後半から、学生服にも合織が混紡されだしたので、綿100%, ビニロン混紡, ポリエステル混紡, ナイロン混紡の学生服の着用実験に入ると同時に、学生服の損耗の実態を調査した(家政誌, 1962年; 「私学研修」, 1962年)。さらに、繊維の各種破断端を走査型電子顕微鏡で観察した(広島大教育学部紀要, 1972年; 繊維製品消費科学ハンドブック, 1975年)。

6. スプリットヤーン(スプリットファイバー)

抄織糸は潤滑度、価格等に問題があるので、工業用資材の一つとしてスプリットヤーン(スプリットファイバー)を1960年頃より研究を始めた。ポリエチレン、ポリプロピレン等のテープを加熱・延伸、さらにスプリットさせる方法を数種、検討した。さらに川崎重工の協力を得て、加熱方法として過熱蒸気や赤外線を利用した場合のヤーン性能についても検討した(広島大教育学部紀要, 1968, 1978, 1979年; Textile Information Digest, 1巻, 1968年; 高分子加工, 17巻, 1968年; 繊維界, 30巻, 1971年)。

7. モロヨリ糸の強度特性

縫い糸・ザイル・ロープ等のモロヨリ糸の構造をモデル化し、抄織糸の引張り強度の理論式に準じて、1本の側糸に生じる内力をキルヒホッフの基礎式より求め、接触圧を受けている部分には、ヘルツの接触理論が用いられると仮定して、モロヨリ糸の引張り強度、およびヤング率の理論式を求めた(枝広瑠子と共同研究, 繊維誌,

17巻, 5号, 1976年; 19巻, 9号, 1978年)。

8. 織物の組織・密度と性質との関係

織物の組織(平・綾・朱子織)、糸の太さ、糸密度等を種々変化させて、剪断特性を検討した。

① 緯糸密度を一定とした場合、経糸密度が大きくなるほど、単位幅あたりのG(剪断剛さ)、2HG(剪断角 0.5° におけるヒステリシスの幅)、2HG5(剪断角 5° におけるヒステリシスの幅)の値は大きくなり、この密度は緯糸密度が大きいほど顕著である。

② G, 2HG, 2HG5の値は、交錯度が大きくなるほど、大となり、組織による差は大となる。

③ 絶対密度、カバーファクターが大きくなればなるほど、引張り強度・引き裂き強度・破裂強度・摩耗強さは大きくなるが、通気性・吸水性は小さくなる。

④ 引張り強度は、(平織)>(斜文織)>(朱子織)、引き裂き強度は、(朱子織)>(斜文織)>(平織)、通気性・吸水性は、(朱子織)>(斜文織)>(平織)の傾向がある。等(枝広瑠子と共同研究, 広島大教育学部紀要, 1981, 1982, 1983, 1985年; 昭和59年度文部省科研費報告書)。

9. 被服縫合部の機能性

縫合部の引張り・曲げ・剪断等の特性については、かなりの研究がなされている。しかし被服を形づくる縫目部分については、引張り特性の研究はあるが、曲げ・剪断特性に関するものは、きわめて少ない。

そこで、織物の強度・方向性、縫製条件(縫目型式・縫い方・縫目の大きさ・縫日本数等)等と縫合部の引張り・曲げ・剪断特性等との関係を検討した(枝広瑠子との共同研究, 昭和59年度文部省科研費報告書; 第7回衣服研究振興会賞受賞論文集, 1986年)。

10. 不織布接着芯地のはく離強さ

表地と不織布接着芯地の接着条件とはく離強さとの関係を検討した。

① 接着時間とバキュームを一定にした場合、接着温度、接着圧力、スチーム時間のいずれの条件も、はく離強さに有意性が認められた。

② 両面接着芯地を乾熱で接着すると樹脂は、フィルム状に近い状態に熔融するが、スチームを付与して接着すると、樹脂はくもの巣状に熔融する。

③ バキュームを付与しない場合の片面接着芯地のはく離強さは、接着後、ただちにプレス台から離すよりも、そのままの状態放冷の方が大きくなる。バキューム

繊維とともに40余年

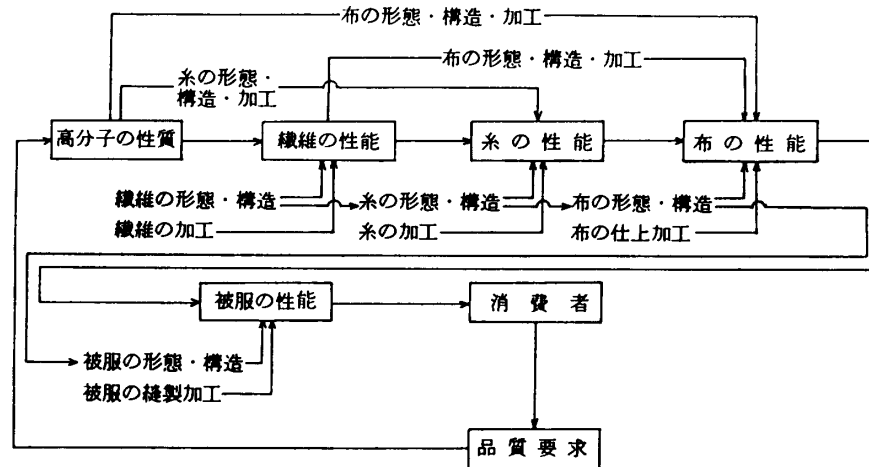


図 1. 被服の性能におよぼす被服の構成過程における諸因子の影響
注) 加工に染色を含む

を付与した場合は、その時間が10～15 secのところを最大値を示す。等（筒井由紀子と共同研究、織消誌、18巻、11号、1977年；19巻、2号、1978年；21巻、12号、1980年；26巻、12号、1985年；29巻、3号、1988年；31巻、5号、1990年；第10回衣服研究振興会賞受賞論文集、1989年）。

11. 布の構成因子と布の性質

繊維分野の研究に進んでしばらくしてから図1に示すように一連の成果をまとめれば（現在なら、コンピューターにインプットしておけば）、希望する性能の布を得るには、どのような高分子（種類、重合度等）を用い、どのような紡糸法をとり、繊維の形態（太さ・長さ・クリンプ等）、糸の形態・構造（撚数、単糸・双糸等）、布の形態・構造（織物、メリヤスの組織・糸密度等）等をどのようにしたらよいかがすぐわかる（「改訂衣服繊維・材料学」、コロナ社、1969年；縫糸の物性、繊維界、39巻、1971年～39巻、1980年、等）。

12. 現代科学の特徴と家政学

現代は情報社会といわれている。その情報の種類も多様化している。最も質的に高い情報、すなわち体系化され、検証化された情報が科学であり、学問である。この高度な情報の生産に当たる人が科学者であり、学者・研究者である。

近代科学の特徴は、

- ① 急激な成長 ② 細分化 ③ 精密化 ④ 巨大化
- ⑤ 総合化 ⑥ 有効期間の短縮 ⑦ 国際化 ⑧ 大衆化・世俗化
- ⑨ 普遍性・国際的通用性 ⑩ 社会的・現実

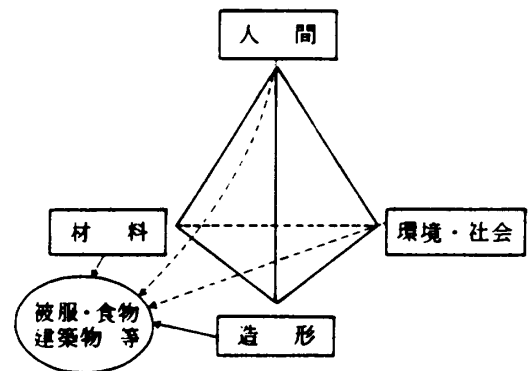


図 2. 「人間-材料-造形-環境・社会」の系

人間：主体である人間の年齢・性別・体型・個性・生理機能、さらにその人が属する民族、その人のその時の心理状態・生理状態等で、生活様式・生活態度等が変わってくる。

環境：人の住んでいる所の風土、気候、その国の慣習、さらに仕事等をする場所（屋内・屋外）等で差がでる。

社会：人の属している国の法律、その地方の慣習、その時の流行、流通の状態、社会通念、場合によってはその人の属する階級等で違ってくる。

材料：被服・食物・住居・機器等の材料および、その材料での加工法等。

造形：被服・食物・住居・機器等製品の型・デザイン等、さらにその製品にするための加工条件・方法等（たとえば、縫製・調理・建築等）。

製品：被服、食物、建築物、生活機器等。

的有用性 ⑪ 市場価値 ⑫ 研究規模と場所
等があげられる（織消誌、24巻、2号、1983年の筆者の総説を参照されたい）。

学際的な学問である家政学の場合も、このような特徴

を多分に持っている。したがって、家政学もこのような特徴をマスターすることによって、ますます発展することを期待している。

13. 「人間-材料-造形-環境・社会」の系と家政学

最近でこそ、「人間-被服-環境」系というような言葉がよく使われるが、私はかねてから、家政学・生活科学・消費科学、さらに生産科学、あるいは範囲を狭めて、被服学・食物学・住居学・家庭経営学、また、衣生活学・食生活学・住生活学等をシステムとして考える場合には、それぞれの主体である ①「人間」と、その人間が生活している場：②「環境とその社会的背景」、人間が使う所の製品を形造っている ③「材料」と ④「造形」（加工も含めて）の 4 点を結ぶ三角錐（ピラミッド）「人間-材料-造形-環境・社会」の系（図 2）（まとめると、「人間-製品-環境」の系、「製品」は客体）として考えている。私はこの図 1、図 2 等を中心として、被服分野の研究・教育を進めている（日皮協ジャーナル、2 巻、2 号、1979 年；織消誌、22 巻、1 号、1981 年；家庭科学研究（ライオン家研）、25 巻、2 号、1983 年；衣生活、27 巻、1 号、1984 年、織消誌、25 巻、6 号、1984 年；25 巻、11 号、1984 年；広島大教育学部紀要、1984 年等の筆者の論説を参照されたい）。

私の「繊維とともに歩んだ 40 余年」も多分に、この

「人間」、「材料」、「造形」、「環境」、「社会的背景」の影響を受けて、前記のような「研究テーマ」の変遷となった。

14. 結 び

抄織糸の研究（後の学位論文）を地方の短期大学でしていた頃（昭和 24～40 年）は、検燃器と糸の引張り試験機、タイガーの計算機しかなかったの（それでも、その短大ではいちばん優遇されていた）、人の倍は頑張らねばと、元日から大晦日まで、弁当を二つ持って出勤した。現在と違って卒業生が無給で数人手伝ってくださった。恩師はじめ皆さんのおかげで学位が得られた（昭和 37 年）。

その時代に比較すると現在は、「近代科学の特徴」でも記したように、試験機は高性能となり、高速化し、データ処理も容易で、研究環境は整備されつつあり（格差は依然あるが）、結構なことである。

私は、家政学会では、被服材料研究委員会委員長、同部会長、中国・四国支部長、そうして今年度から副会長をどうにか勤めさせていただいている。今日の私があるのは、恩師・先輩をはじめ学会会員、同窓生、卒業生ら多くの方々のご指導・ご援助のおかげと、深く感謝している。この機会に紙面をお借りして厚くお礼申しあげて欄筆する。