



化学遺産の第 10 回認定 4

認定化学遺産 第 050 号

ハンク紡糸法による 旭化成ベンベルグ®の歩み

前原隆玄 Takahiro MAEHARA

ベンベルグ®はコットンの種の周りに生えている産毛(コットンリントー)を原料にした自然由来の再生セルロース繊維である。繊維素材名「キュブラ」としても知られ、ドイツ語でハンクの意味である縷いとに巻かれる「ハンク紡糸法」により、1931年、現在でも続く旭化成(株)ベンベルグ事業の始まりとなる日本ベンベルグ絹糸(株)により工業生産が開始された。1960年代に生産のピークを迎えるも、その後、ハンク紡糸法の改良で培われた増速技術は自社開発した高速紡糸法などに受け継がれ、1999年ハンク式紡糸法による生産はその役目を終えた。今回その「ハンク式紡糸機」および「1931年創業時の最初の糸」「1999年最後の糸」が化学遺産として認定された。

はじめに

「ベンベルグ」は1857年にM. E. シュワイツアが木綿を酸化銅とアンモニアの水溶液に溶かした実験を基礎にしており、1899年にドイツのグランツシュトフ社が世界で初めて工業生産を開始した。1901年E. ティーレにより現在の紡糸法の原型である原液を水中で垂直に流下させ凝固させながら引っ張るといった温水流下緊張紡糸法を発明し、1919年にJPベンベルグ社によりティーレ法が工業生産されることになった。

1920~1930年代は世界的に人絹の大発展時代であり、銅安人絹である「ベンベルグ」もドイツをはじめイタリア、アメリカ、イギリスで生産されるようになり、1928年11月ドイツのJPベンベルグ社と旭化成(株)の前身である日本窒素肥料の間で、銅アンモニア法人絹の技術導入および資本提携に関する契約が結ばれ、それに基づいて「日本ベンベルグ絹糸株式会社」が設立されて宮崎県延岡工場が生産が開始された。これが現在まで続く旭化成ベンベルグ事業の始まりである。

まえはら・たかひろ

旭化成株式会社 ベンベルグ工場 管理室
〔経歴〕1993年都城工業高等専門学校 工業化学科卒。旭化成工業株式会社(現、旭化成株式会社)入社。ベンベルグ工場の原液製造プロセスの溶解、濾過などの開発、また技術開発室にて高速紡糸開発や新規原糸開発など紡糸系の開発、紡糸製造課長を経て、現職の管理室に至る。〔趣味〕ゴルフ。



ハンク紡糸法の創業時代

1931年、JPベンベルグ社により固有な機械装置の輸入、あるいは図面に従って製作した設備など日本で初めてベンベルグ糸を製造する工場が誕生した。紡糸設備はドイツ語で縷いとという意味の「ハンク」紡糸法で、原料であるコットンリントーを銅アンモニア水溶液に溶解して高粘度の紡糸原液とした後、紡口(1mm以下の穴がたくさん開いたノズル)から紡糸原液を温水の流れる漏斗の中に押し出すことで糸状に再生し縷いとに巻き取られる。縷いと状に巻き取られた糸は縷いとから外され、精練、水洗、乾燥の工程を経て製品となる(写真1)。

当時、人絹を加工する国内産地では糸に撚りの入った有撚糸で糸の太さも135~167 dtex^{*1}の人絹糸が主流であったが、JPベンベルグ社で使われていたのは撚りの入っていない無撚糸で、かつ66 dtexであった。そこでビスコース法で普及していたセントル式(遠心式)紡糸法を独自改良し、紡糸工程で糸に撚りを掛けることを可能にし、かつ135 dtex、167 dtexの2種類の紡糸技術も独自に考案した(写真2)。

これらの技術改良もあ

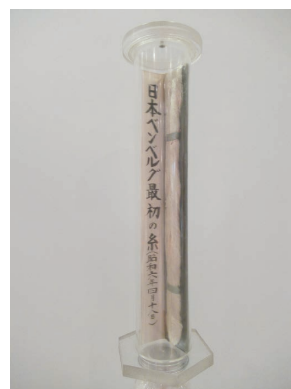


写真1 生産開始時の最初の糸(1931年採取)

*1 dtex(デシテックス)とは糸の太さの単位で10000mのグラム重量で表したものを。



写真2 紡糸切り替え作業

り1935年、増産により世界最大のベンベルグ人絹工場になったが、1930年代はレーヨンなどの人絹産業は右肩上がりで、品種は135 dtexと167 dtexの2種類であったことからレーヨンと競合しており、差別化を図る必要があった。

「ベンベルグ」はレーヨンに比べ染色性が良く、光沢が優雅で手触りが柔らかなことなどの特長を生かした製品作りに努めた。また、製造コストの削減により競争力の強化を図るため、原料薬品と電力の自給を方針として掲げ、硫酸、アンモニアなどの薬品をパイプラインで自給した。電力についても延岡近郊5ヵ所の水力発電所から送電し、かつ渇水期の発電量低下に備え工場内に火力発電所を併設し、火力発電所の蒸気や温水が利用されるなど無駄のない工場設計となった。

ハンク紡糸法の全盛時代

1941年、原料であるコットンリンターはアメリカからの輸入に100%依存していたので、戦時下では対日禁輸措置により輸入が途絶えた時期もあったが、こうした事態を想定し、原料を木材パルプに切り替える研究により生産を継続した。

戦後、延岡空襲によりハンク紡糸機も一部焼失したが、繊維復興計画に基づき、国内企業へ発注した紡糸機をわずか2年ほどでの短納期で納入させ、新型ハンク紡糸機として復元および増設し増産を行った。新型ハンクの特長は、量産に対応するためスピードアップと巻き重量をアップさせたこと、糸に撚りの掛かるセントル式をさらに発展させ微細糸の軽癒着によって糸を収束させバラけるのを防ぐように工夫したことで独特な風合いや触感となったことが上げられる。またレーヨンと異なる高級素材として差別化を図るため、品種をレーヨンと同様の135~167 dtexだけでなく、絹糸



写真3 新型ハンク式紡糸機 1949年製、延岡工場展示
新型ハンク式紡糸機は東京農工大学科学博物館でも保管展示されている。

に近い84~44 dtexまで拡大することで絹に近い独特の光沢と風合いを作り上げ、レーヨンとの差別化を図った(写真3)。

しかし、生産量が増える一方で、ハンク紡糸法は「紡糸~精練~乾燥工程」がバッチ製造となっていたので労働生産性の向上と、製品形態が縷状であるための品質欠点やコーン状に巻き直す必要があることが課題であった。

1950年代には、それまでの大部分の糸売り形態を廃止して、製織~染色加工の加工賃を支払い旭化成が最終製品の品質保証を行う「チョップ制」の生地売りにシフトした。導入理由には、新型ハンク糸はそれまでになく極細でかつ無撚であるため、製織、染色技術開発も同時に必要であったこと、また日本で唯一のメーカーであったためクレームがすべて旭化成にくるため、最終製品の品質保証まで旭化成が責任を負わなければならない事情があった。

このチョップ制の導入により最終製品までのリスクを背負うことになったが、販売力強化の戦略は「ベンベルグファン作り」であるとして、適正な価格、安定したマージンを保証する仕組みを作った。これらは国内では旭化成のモノポリ素材である「ベンベルグ」だからこそ可能であった。

このような販売力強化と新型ハンクの改良により旧型ハンクの2倍強のスピードアップを達成し、ハンク糸の製造はピークに達した。

他素材との競合時代

1960年代から合成繊維であるナイロン、ポリエステルとの競合が激化したため、いかに差別化を図るかが

課題になってきた。

これまでベンベルグ生産の立役者であったハンク紡糸法は、これら合繊との競合になると労働生産性の低さと、総状で取り扱いにくい形態であること、また製品重量が低いこともあり加工場で何度も糸結びをしながら総からコーン状にすることが課題であり、時代に合わないプロセスであることがはっきりしてきた。

当時、「ベンベルグ」の北陸加工場では労働力確保が困難で、かつ総からコーン巻きの負担が大きいことから、加工場の合理化に協力する形で旭化成独自の改良が加えられたコーン巻き工程を延岡ベンベルグ工場に隣接設置した。このようなコーン巻き工程の新設やスピードアップ、熟練した技術を要する作業の簡素化、搬送機の改善など数々の効率化が進められてきたが、慢性的な品質欠点などその製法であるがゆえに限界が生じていた。

こうしたハンク紡糸法の課題を改善する紡糸・精練・乾燥工程を連続的に行い製品として巻き上げる連続紡糸法について世界でいち早く開発に成功したのはアメリカのポーニット・ミルズ社であった。連続紡糸法はハンク紡糸法の課題である「紡糸スピード」「製品形態」をともに、解決する新たな紡糸法であった。旭化成では1953年、ホフマン式連続紡糸法をポーニット・ミルズ社から10台試験導入し、ベンベルグ工場の体質改善を始めた。

ハンク紡糸法の終焉、連続紡糸法の拡大と新規プロセス開発

1960年代から連続式紡糸機の生産台数を拡大し1968年に生産台数がピークに達し、生産性と品質向上に大きく寄与した。一方、加工場でも合成繊維の拡大により「ベンベルグ」が堅持していた高級裏地の分野を侵食し始めていた。これまで北陸加工場ではレピア織機が主であったがポリエステル生産性をあげるため、WaterJetLoom（以下、WJL）によって加工速度が向上していた。一方、「ベンベルグ」は親水性の素材でありWJLに適応できないため、旭化成は北陸繊維技術センターを中心に織機メーカーと協働でAirJetLoom（以下、AJL）の開発を開始した。1978年にその技術が完成し「ベンベルグ」の競争力を支えることになった。

バッチ生産であるハンク紡糸法から連続紡糸法への転換により紡糸スピードが向上し生産コスト削減に寄与したが、ハンク紡糸法、連続紡糸法の紡糸速度の更なる向上には限界が見えていた。



写真4 ハンク紡糸法による最後の糸（1999年）

よって、1967年にAJLへの適応を兼ねた旭化成独自の紡糸プロセスの開発をスタートし、1974年には高速紡糸技術が確立し生産を開始した。この製造方法により飛躍的に生産性を高めることを可能にした。

1970年代には合繊との競合によりドイツのバイエル社、JPベンベルグ社、アメリカのポーニット・ミルズ社などが次々に生産を停止し、旭化成とイタリア、ドイツの3社になり、旭化成はその80%を占めていた。

さらに1985年にドイツ、2009年にイタリアが撤退し、「ベンベルグ」の製造は世界で唯一、旭化成のみとなり現在に至る。

連続紡糸法やさらに高速紡糸法への転換が進んでいくことになるが、ハンク式紡糸機の改良で培われた増速技術は連続紡糸法や高速紡糸法の高速度化技術に受け継がれ、現在の紡糸速度は1931年創業開始時の約30倍に達している。ハンク式紡糸機での生産量は1971年から漸減し、1999年の完全生産停止によりその役目を終えた（写真4）。

おわりに

ハンク紡糸法がドイツJPベンベルグ社から導入され、今年で88年を迎える。ハンク紡糸法から連続紡糸法、さらには旭化成独自技術による高速紡糸法へとその技術革新を繋げ、世界唯一「ベンベルグ」を生産しているのは増速技術や加工技術、そして販売形態の改善によるものである。

※ベンベルグ®、「ベンベルグ」は、旭化成の登録商標です。

1) 旭化成八十年史, 2002.