

「ベンベルグ事業の歴史」について

壺 東 学

セルロースが銅アンモニア溶液に溶解することを Schweizer が発見したのは 1857 年で、Thiele により流下緊張紡糸法が発明されたのは 1901 年であるから、ベンベルグの工業史は 100 年を超えたことになる。一方、当社の「ベンベルグ」は、1931 年(昭和 6 年)に J. P. Bemberg 社(独)から技術導入しており、昨年 4 月で 75 周年を迎えた。

操業以来、コットンリントーの精製技術や紡糸液の製造技術をはじめ、銅・アンモニアなど溶媒回収技術、紡糸技術の絶え間無い革新が事業を継続する原動力となってきた。また、銅アンモニアセルロースを使った新規事業の創造は、衣料用の長・短繊維にとどまらず、不織布「ベンリーゼ」や血液透析用中空糸、ウィルス除去用中空糸などの開発に発展し、様々な銅アンモニアセルロース製品を世に送ってきた。

現在、世界で銅アンモニアセルロースを生産しているのは当社を含めわずか 3 社であるが、当社の延岡工場は、銅・アンモニアの溶媒回収技術により、ベンベルグ長繊維を中心とした銅アンモニアコンビナートを形成する世界で唯一の生産拠点である。

本稿では、ベンベルグの製造技術に関する歴史を振り返り、今日までベンベルグ事業が生き残ってくることができた理由について考えてみたい。

1. 紡糸技術

昭和 3 年 11 月に日本窒素肥料(株)は、J. P. Bemberg 社(独)から銅アンモニア人絹(ベンベルグ絹糸)の製造特許実施権を取得した。翌年、日本ベンベルグ絹糸株式会社を設立し宮崎県延岡市にベンベルグ工場を建設、昭和 6 年 4 月、日産 10 トンの旧ハンク式(ハスベル式)紡糸法による総状のベンベルグ糸を製造する工場が誕生した。

当時、日本の産地では、有撚の 135~165dTex の人絹糸が主流であり、66dTex の無撚糸では機屋が扱えないため、

無撚総式を有撚に設計変更する必要があった。そこで、操業開始 3 年という短期間で、独自に、紡糸工程で糸に撚りがかかるセントル式(遠心式)紡糸法を開発し、操業 4 年後には旧ハンク糸と並んで日産約 10 トンの製造設備を完成させた。

戦後の復興を果たし、昭和 24 年からは新たにハンク紡糸機が新設され、徐々に生産量を伸ばしていた。しかし、国内人絹の生産増加に伴いレーヨンとの差別化が必要となり、ベンベルグは、細物(84dTex 以下)への特化戦略が打ち出され、無撚収束糸により絹に近い光沢とソフトな風合いを持つ糸が開発された。一方、人絹各社では、生産性の向上による合理化を図るため連続化が進められていた。ベンベルグに於いても昭和 28 年、紡糸・精練~巻取りまでを連続で行い合理化を進めるため、米国のボーニット・ミルズ社からホフマン式連続紡糸技術が導入された。この紡糸法による無撚糸は硬いという性質があったがトリコット用原糸にも適正があり、後にトリコットによるランジェリーの全盛時代を招来した。

昭和 40 年代に入り、精練以降をバッチで生産するハンク紡糸法から連続紡糸法への拡大は、労働生産性を飛躍的に向上させコスト合理化に繋がったが、その紡糸速度はポリエステルを中心とする合繊に比べて極めて遅いものであった。紡糸~巻取りまで一本の糸を直線的に走らせるホフマン式連続紡糸では、精練・乾燥などの接糸部品で毛羽・切れ糸を誘発するため高速化には適さなかった。そこで、昭和 44 年からネット上に糸を積層し低速で精練・乾燥した後、解除し巻き取る高速紡糸技術の開発に着手した。昭和 49 年には、ハンク紡糸法の約 7 倍、ホフマン式連続紡糸の約 3 倍の速度を達成できる NP 式(ネット・プロセス)として完成させた。

また、昭和 40 年代は、北陸産地を中心にポリエステル用の Water Jet Loom が織物の生産性を飛躍的に向上させた。しかし、ベンベルグには適用できず、旭化成では織機メーカーの協力により Air Jet Loom の開発を進め、昭和 49 年には北陸産地への導入が開始されていた。

NP 糸は、ホフマン式連続糸(以下連続糸)の硬い性質に比べて収束性が甘く Air Jet Loom に乗りやすいため、連続糸が織物の経て糸に使用されるのに対して、緯糸に高い適



MANABU ITTOU
旭化成せんい(株)ベンベルグ工場長
工学修士
〒882-0847 延岡市旭町 4 丁目 3400 番地 1
Tel: 0982-22-4000 Fax: 0982-22-4013
E-mail: ittou.mb@om.asahi-kasei.co.jp
〈専門〉物理化学、繊維工学
〈趣味〉ゴルフ、読書

正があることが判り徐々に緯糸として拡大されて行った。更に昭和 62 年には、新たな技術を加え湿式紡糸では世界初の 1000m/min とし、創業時の約 20 倍の生産速度を実現した。

一方、連紡糸は、逐次紡糸速度を高めながら 33dTex、44dTex などの細物の生産技術を開発し、徐々にハンク糸を代替、平成 11 年 9 月ついにハンク紡糸法はその役目を終えた。その後、NP 高速紡糸も細物の生産技術の開発に着手し、それまで 84dTex が最も細かったが 56dTex の技術を開発した。平成 15 年ストレッチ裏地「フーガ」の緯糸として生産を開始したが、合繊との複合加工がし易く、インナー、アウターなど多様な用途に広がっている。

2. 原液製造・回収技術

ベンベルグ糸は、単糸 1dTex 以下の極細糸が可能であるが、これを実現するには純度の高いセルロース原料が必要であり、その原料としては、創業当時綿火薬の原料として輸入していた米国のコットンリンター(以下リンター)を採用した。昭和 16 年の太平洋戦争の開始に伴い、原料リンターの米国からの調達が困難になると、パルプへの原料転換が図られたが不純物の増加や紡糸液粘度の低下など製造は困難を極めた。このことは、流下緊張紡糸法であるベンベルグに於いては紡糸液の粘性とセルロースの純度が製造技術に極めて大きな影響を及ぼすことを物語っており、リンターの精製技術が重要な要素となることが判る。

コットンリンターの蒸解、漂白及び溶解工程は、創業当初いずれもバッチ式であったため小型で多数の装置を有し、運転管理には極めて大勢の要員を必要としていた。昭和 38 年に漂白工程が 2 段階塔方式の連続装置となったものの、リンター蒸解及び溶解工程の連続化研究は、高圧蒸気下に於けるリンターの均一輸送や薬剤投入の制御技術面でいずれも困難を極めていた。昭和 50 年代後半にそれまでのアナログ制御から DCS(分散型制御システム)によるデジタル制御が導入されたことがきっかけとなり、これらの連続化への技術革新が進められた。

昭和 62 年には連続式のリンター蒸解設備が導入され、同時に溶解設備の連続化の研究が進められた。溶解設備の連続化は、それまで 8 時間以上を要した溶解時間を数分へ短縮し、創業当時に建設された 32 台のバッチ式溶解機を 2 台の連続式溶解機へと置き換えることになった。

一方、紡糸液の製造において使用される銅の回収は、操業開始 6 ヶ月後には開始しているが、技術導入したドイツの J.P.Bemberg 社の銅回収率が 70% 程度であったのに対し、昭和 12 年には 90% まで引き上げられた。その後、独自に開発された移動床式連続イオン交換装置により、徐々に回収率が向上し、今日では 99.9% 以上となっている。また、ドイツでは未解決問題であったアンモニアの回収についても硫酸として回収する技術を見出し、昭和 15 年

は 80% の回収率まで高められた。また、昭和 30 年代後半には、紡水中に溶解したアンモニアを直接蒸留してアンモニアを回収する技術が開発され 90% 以上の回収率に高められた。

ドイツを始め、アメリカ、イギリスなど世界各国で生産されたベンベルグ糸が昭和 40 年代に姿を消し、イタリアと当社の 2 社だけが残っている最大の要因としてこの溶剤回収技術の革新が挙げられる。

3. 品質管理

ベンベルグ事業が高収益事業としての地位を不動のものにしたのは、裏地、ランジェリー用トリコットを中心とする生地売りの比率がレーヨンに比べて高かったことに加え、モノポリ性を生かすため創業時の糸売りからチョップ制としたことである。

業界に先駆けて導入されたチョップ制は、川中・川下との系列化による品質保証に加え、国内唯一の製品であるベンベルグ糸の製織・染色・加工の技術指導を可能にし、品質向上のための手段となった。また、昭和 49 年以降に北陸産地へ導入された Air Jet Loom の拡大は、北陸産地に於ける織物の品質管理法の構築を進め、原糸から染色製品に至るまでの総合的な品質管理体制を確立した。

4. 新事業開発

ベンベルグステーブル(BF)は、ドイツにおいて第 2 次大戦中に生産されていたが、旭化成においては、昭和 34 年に操業を開始したアクリル短繊維(カシミロン)との混紡による拡販、ベンベルグの商品多様化・用途拡大を目的に昭和 35 年に操業を開始した。現在もアクリルなど各種合繊との混紡により、吸湿発熱をはじめ多くの機能性を持つ複合繊維として利用されている。

セルロース長繊維不織布「ベンリーゼ」は、昭和 40 年代前半、世界的に期待が高まりつつあった不織布の開発企画として、ナイロンスパンボンドに続き開発をスタートした。昭和 49 年、ノーバインダーでセルロース 100% の長繊維不織布が操業を開始し、メディカル用ガーゼ、化粧用パフなどの用途に進出した。また、工業用ワイパー分野では先駆的な商品となり、現在、リントフリー性、吸水性を武器に国内シェア 40% を維持している。

昭和 40 年頃、銅アンモニアセルロース膜は、透析性能の優秀性が評価され人工腎臓として使用されていた。糸・綿以外の高付加価値商品分野への進出を検討し、中空糸型人工腎臓の特長と将来性に着目し銅アンモニアセルロース人工腎臓(HF)の開発に着手した。また、人工腎臓モジュールの形体や組み立て方法、性能評価技術なども併せて検討され、昭和 49 年にベンベルグ工場内に中空糸製造設備を、大分に旭メディカル大分工場(現旭化成メディカル大分工場)を人工腎臓組み立て工場として建設、昭和 50 年に操業

を開始した。

世界各国のキュプラアンモニウムレーヨンがビスコースレーヨンに逐次敗退していく中、当社のベンベルグは、前述したようにその優れた紡糸液製造技術や溶媒回収技術により生き残り、今日では再生セルロース長繊維として最終の生き残りを果たしつつある。この最大の理由は、ビスコースレーヨンに比べて細物糸の生産優位性にあり、今日のよ

うに単一種使いが減って複合繊維の時代になると、よりベンベルグの特徴が生きてくるものと考ええる。

一方、世界で1社となれば、生産技術の革新は元より、用途、商品開発、加工技術に至るまで全て自ら行わねばならず、今後も絶え間の無い努力が必要である。

当社の「ベンベルグ」事業が世界で唯一のキュプラアンモニウムレーヨンとなったとしても、当工場が100周年を迎えられるよう技術革新に向けて叡智を結集していきたい。

第74回紙パルプ研究発表会

主 催：紙パルプ技術協会

日 時：平成19年6月12日(火)・13日(水)

場 所：タワーホール船堀(東京都江戸川区船堀4-1-1)

発表分野：林木育種、木材化学、パルプ・古紙、ウェットエンド科学・抄紙薬品、塗工、紙の分析及び物性、計測、その他

発表形式：口頭29件、ポスター12件

特別講演：平成19年6月12日(火)

成蹊大学理工学部教授小島 紀徳氏

「乾燥地植林の意義—CO₂、バイオマスそして物質生産」

参加費：5,250円(紙パルプ技術協会会員)、7,350円(非会員)、懇親会費は別途(5,250円)

プログラム及び参加申込書：<http://www.japantappi.org>

問合せ先：紙パルプ技術協会

〒104-8139 東京都中央区銀座3-9-11(紙パルプ会館11階)

TEL: 03-3248-4841 FAX: 03-3248-4843

Advances in Textiles, Machinery, Nonwoven and Technical Textiles (ATNT 2007)

表記の国際的会議が、インドの繊維産業の中心都市であるCoimbatoreにて開催される。

期 日 は、2007年6月18日から20日。主 催 者 はCoimbatoreにあるKumaraguru工業大と米国テキサス大の共催。ATCC(米繊維化学・染色協会)とINDA(米不織布協会)が後援している。

会議では、研究発表、展示、見学が行われる。研究発表としては、i)紡績、織編技術の進歩、ii)不織布、iii)メディカルとテクニカルテキスタイル、iv)ナノテク、v)スマートテキスタイル、vi)繊維機械の進歩、vii)繊維染色加工の進歩、viii)繊維測定機の進歩、ix)縫製とファッション動向分析など、幅広く15のテーマを掲げている。

現在、発表論文の募集(申込み期限4月27日)、商品展示の募集(申込み期限5月15日)を行っている。詳細を知りたい方は、テキサス大Dr. S. Ramkumar(s.ramkumar@ttu.edu)またはクマラグル工業大Mr. G. Ramakrishnanへ。

興隆しつつあるインドならびにその繊維産業の状況を見聞や、接触交流やPRのためには、絶好の機会かと思われます。(情報提供者：松尾達樹 tamatsuo@nifty.com)

07-1 高分子学会講演会 医療に関わる高分子の現状と未来 ～なぜ高分子が用いられるのか～

主 催：高分子学会 行事委員会

協 賛：(社)繊維学会ほか

日 時：平成19年7月5日(木) 10:20～17:20

場 所：東京工業大学大岡山キャンパス百年記念館フェライト会議室(3階)

(東京都目黒区大岡山2-12-1)

交 通：東急目黒線・東急大井町線 大岡山駅下車徒歩約1分

<http://www.titech.ac.jp/access-and-campusmap/j/o-okayama-campus-j.html>

問合せ先：(社)高分子学会 07-1 高分子学会講演会係

TEL: 03-5540-3770 FAX: 03-5540-3737

International Symposium on Polymer Crystallization (ISPC07)

主 催：国際高分子基礎研究センター

繊維工業技術振興財団

科学技術振興機構研究成果活用プラザ広島

協賛(予定)：高分子学会、繊維学会、プラスチック成形加工学会

日 時：平成19年9月21日(金)～24日(月)

場 所：東レ 三島研修センター

連絡先：広島大学 大学院総合科学研究科

戸田明彦

ml-ISPC07@hiroshima-u.ac.jp