「わが社の新製品」特集

抗菌防臭天然系繊維「キトポリイ」
富士紡績株式会社

田 中 兵 作・瀬 尾 寛

1. はじめに

繊維製品、特に衣料品や寝装品において抗菌性や抗カビ性を具備したものが要求され、商品として多数出回るようになった。われわれの生活空間の中にはたくさんの微生物が存在しており、細菌やカビと隣あわせて生活していると言っても過言ではない。繊維製品に汗や老廃物などが付着すると微生物が繁殖して悪臭を発したり、刺激や皮膚病を併発する原因となる。そこで抗菌加工（衛生加工）が検討され、有機金属化合物をはじめ、無機物、金属塩、第4級アンモニウム塩などいろいろなものが抗菌剤として用いられてきた¹⁾。

ここ数年、地球環境保護に関する意識が高揚してきたため単に安全性が確認されただけでなく、環境汚染を起こさないエコロジカルな素材が注目されている。このような背景において、当社では天然の多糖類“キトサン”を用いた抗菌防臭繊維「キトポリイ」を開発したのでその特性や用途について紹介してみたい。

2. キトサンとは

カニ・エビなどの甲殻類、カブト虫・バッタなどの昆虫類に多く存在するキチンの加水分解物であるキトサンはグルコサミンが β -1,4結合した多糖類であり、機能性・反応性の高から広範囲な用途開発が進んでいる²⁾。特に化粧品分野ではシャンプー・リンスなどのヘアケア製品や乳液・クリームなどで、またスナック菓子に添加して食品分野でも使用されている。キトサンは有機溶媒には安定であるが、酢酸や塩酸などの有機酸・鉱酸に容易に溶解する性質を持っている。このためキトサン酸性溶液をノズルから押出して繊維・フィルム・ビー

ズ等に再生することができる。また粒径数ミクロンの微粒子状再生キトサンも得られ、これがキトポリイの原料の一部として用いられている。これらのキトサンに関して十分に高い安全性が報告されている³⁾。

3. キトポリイの調製

ポリノジックは一般のレーヨンと比べて重合度が高くこのため高強度で低収縮な繊維が得られ、また染色性も高く改質レーヨンとして多用途に使われている。

キトサンを混入したポリノジック繊維「キトポリイ」は次のようにして得られる。

3.1 キトポリイ繊維の製造⁴⁾

キトサン微粒子はビスコース段階でポリノジックに混合される。すなわちポリノジック用セルロースキシロゲン酸ソーダ溶液中にて混合され、その後ノズルを通過するためノズルの孔径よりも細かいキトサン微粒子が必要である。凝固・再生以降の条件は一般のポリノジック繊維製造条件に準じて行われる。得られたキトポリイ繊維の表面拡大写真を図1に示す。キトサンを特殊染料で発光させてあるため、ポリノジック繊維の中に混入されたキトサンだけが白く光って見える。キトサンが扁平に見えるのはキトサンが幾分膨潤しポリノジックと一体になり、延伸工程で一緒に伸ばされたものと考ええる。キトサンが一体感をもってポリノジックと混合されているため、微粒子混入にもかかわらず強度の低下は認められていない。このようにして現状1.25d×38mmのキトポリイ繊維（ステープル）を標準番手として製造している。

3.2 キトポリイ使いの編織布・不織布など

キトポリイ繊維はカードや精紡機に代表される紡績機械特性に優れているところからポリノジック繊維と同条

田中 兵作氏

瀬尾 寛氏

‘CHITOPOLY’, Antimicrobial Fiber Made from Natural Materials

筆者紹介 HEISAKU TANAKA* and HIROSHI SEO**

*Fuji Spinning Co., Ltd.

**Institute of Research and Development, Fuji Spinning Co., Ltd.

富士紡績株式会社

田中氏は常務取締役、繊維工学を専門とされ、趣味は読書、旅行。

瀬尾氏は商品開発研究所 主任研究員、高分子化学を専門とされ、趣味はスポーツ、音楽。

本稿では、キトサンの抗菌性能を活かした天然系の抗菌防臭繊維「キトポリイ」が生分解性能を有し、安全性が極めて高い素材であることを紹介していただいた。

図1 キトポリイ表面のSEM写真

写真の白く光っている部分がキトサンである。

件で紡績糸が得られる。編機や織機に対する適性も高く、薄ものから厚地まで対応することが出来る。また不織布製造に関してもケミカルボンド・スパンレース・ステッチボンド・ニードルパンチなど各種の不織布製造機に対応可能である。さらに綿との混紡糸が可能であり、加えてポリエステルやアクリルとの交織・交編も出来るため製品群が繊維製品全体に広がる事が期待される。

4. 抗菌性

繊維製品はほとんどが直接肌に触れるか、あるいは家庭内や生活環境の中で使われるものである。このため抗菌性を付与した繊維製品において、積極的な殺菌効果が発揮されるようでは効果が強すぎて人体に何らかの悪影響を及ぼす可能性があると思われる傾向にある。従って抗菌性および菌を抑えることによる防臭作用について次のような取り決めがなされているので紹介しよう。

4.1 SEK マーク

繊維製品衛生加工協議会では抗菌防臭性能を有する繊維製品に対して、一定の性能と安全性をクリアしたものに承認番号とともにSEK マークを付与している。

抗菌試験は黄色ブドウ状球菌 (*Staphylococcus aureus*) あるいは肺炎桿菌 (*Klebsiella pneumoniae*) を試験菌株として用いてシェークフラスコ法または菌数測定法で試験することが義務づけられている⁵⁾。

シェークフラスコ法は試験菌 $1\sim 2\times 10^4/\text{ml}$ の懸濁液を調製したのち生菌数を測定する。次に0.75gの試験片を加えて25℃、320rpmで1時間振盪したのち再度生菌数を測定し次式により減菌率を求める。

$$\text{減菌率} = \frac{\text{振盪前の生菌数} - \text{振盪後の生菌数}}{\text{振盪前の生菌数}} \times 100(\%)$$

同様にして標準布を用いて減菌率を測定し、試験試料との減菌率の差が26%以上あるとき抗菌性ありと判断する。シェークフラスコ法は抗菌剤が振盪によって溶離する場合に有利な試験法である。

菌数測定法は試験菌のブイオン懸濁液を試験試料に注加し(このときの植菌数をAとする。A=5~30×10⁵/ml)、37℃で18時間培養後の生菌数Cを測定し、植菌数に対する増減値を対数で表す。次に標準布を用いて同様に培養後の生菌数Bを測定し、増減値を求める。次式により増減値差を算出し1.6以上のとき抗菌性ありと判断する。

$$\text{増減値差} = (\log B - \log A) - (\log C - \log A)$$

4.2 抗菌性データ

キトサンはカチオン性高分子であり元来抗菌性を持っている。キトサンを酢酸に溶解しSCD培地に添加後、菌を接種して37℃で48時間培養した。培養液の濁度(OD.660nm)がゼロの時のキトサン濃度を以て最小生育阻止濃度(MIC値)とした。その結果潰瘍病菌(*Corinebacterium michiganence*)は10ppm、黄色ブドウ状球菌、大腸菌(*Escherichia coli*)、単球菌(*Micrococcus luteus*)はそれぞれMIC値20ppmと強い抗細菌性を示した⁴⁾。

抗カビ性について、灰色カビ病菌(*Botrytis cinerea*)を用いて同様の方法(液体培養法)と寒天培養法とでMIC値を測定した結果、それぞれ10ppmと1,000ppmであった。また白癬菌(*Trichophyton equinum*)のMIC値は

表1 「キトポリイ」製品の抗菌性(菌株;肺炎桿菌)

試料		減菌率(%)						総合 評価
		(洗濯回数)						
素材	製品	0	10	20	30	40	50	
キトポリイ	綿肌着	99.3	84.4	85.7	85.5	83.1	91.9	○
キトポリイ	タオル	96.8	86.8	88.5	82.6	85.4	89.8	○
キトポリイ	靴下	98.4	93.5	91.2	87.6	88.5	84.3	○

試験方法;シェークフラスコ法による

表2 「キトポリイ」製品の抗菌性 (菌株; 黄色ブドウ球菌)

試料 素 材	製 品	増 減 値 差 (洗 濯 回 数)						総 合 評 価
		0	10	20	30	40	50	
キトポリイ	ハンカチ	4.25	4.13	4.55	4.60	4.25	4.33	◎
キトポリイ/綿	ランニングシャツ	3.52	3.08	3.48	3.74	3.36	3.56	○
キトポリイ/綿	トランクス	6.35	6.23	6.25	6.13	6.28	6.43	◎
キトポリイ/綿	靴 下	4.00	4.12	4.10	4.21	4.67	4.57	◎
キトポリイ/綿	タオル	3.55	3.74	5.09	4.63	—	—	○
キトポリイ/アクリル	靴 下	2.92	3.87	3.79	3.60	3.90	3.77	○
キトポリイ/アクリル	バスマット	3.04	3.16	3.35	3.27	—	—	○
キトポリイ/ポリエステル	作 業 着	3.74	3.55	3.35	3.63	—	—	○
キトポリイ/ポリエステル	エプロン	4.32	4.45	4.85	4.60	—	—	◎

試験方法; 菌数測定法による

図2 「キトポリイ」製品

寒天培養法で2,500ppmであり, キトサンは抗菌性だけでなく抗カビ性も持っていることが分かった⁴⁾。

次にキトポリイ製品の抗菌性については, 表1および表2に示すようにシェークフラスコ法, 菌数測定法いずれも高い抗菌性が得られた。

5. キトポリイの優位性

キトポリイは原料段階でキトサンをポリノジックビスコースに混入して作られているため, ソフトな風合いを具備し, ポリノジックの持つ絹のような光沢や高い吸湿性も維持している。さらに洗濯耐久性が優れている点が後加工品と比べて大きなメリットである。キトサンのMIC値からして少量添加で充分高い抗菌効果が得られるためポリノジックと同等の機械適性, 繊維物性が得られている。また染色等の後加工をしても高い抗菌性が得

られる点も特長の一つである。

キトポリイは抗細菌性と抗カビ性を併せ持ち, しかも殺菌効果ではなく増殖抑制効果というマイルドな抗菌性を示す。そしてキトポリイの最大の特長は, ポリノジックとキトサンがいずれも天然物由来の素材であり安全性が高く, 生分解性の素材ということである。人と環境にやさしくエコロジープームに最適の素材と考えている。

6. おわりに

抗菌防臭天然系繊維「キトポリイ」を発表してから半年が経ち, この間天然系抗菌素材に対する関心の高さを確信した。これは社会問題となっている地球環境保護に対する関心と同一のものと判断している。

キトポリイは衣料品, 寝装品だけでなくバス&ベッド関連商品, サニタリー・トイレタリー用品, 医療用品など幅広い展開が可能であり, 社会のニーズを踏まえた商品開発で大きく前進することを期待したい。

引用文献

- 1) 弓削 治; 染色工業, **30** (10), 478-484 (1982)
- 2) 瀬尾 寛, 谷邊博昭; 「キチンキトサンの開発と応用」189-201工業技術会 (1987)
- 3) 瀬尾 寛; 繊維学会誌, **46** (12) 564-569, (1990)
- 4) H. Seo et al; Proceedings of the 5th International Conference on Chitin & Chitosan, (Princeton NJ. USA; Oct. 1991)in Press.
- 5) 弓削 治; 「抗菌防臭」181-184, 繊維社 (1989)