

酸素の応用による布処理技術

加工技術部 加藤八郎

1. はじめに

酵素がはじめて工業的に用いられたのは、たて糸に付与された生機上のデンプン糊を除去する糊抜工程であった。

この他にも、酵素を用いた絹の精練をはじめとして、繊維工業における酵素の利用は、いろいろと研究され実用化も進んでいる。そのなかでも、とりわけセルラーゼを用いたセルロース系繊維の加工が最も進んでいる。

たとえば、「セルラーゼによるセルロース系繊維の風合い改良」、「セルラーゼを用いたセルロース系繊維衣料のストーンウォッシュ加工」等々多くのものがある。しかし、これらの加工の多くは、繊維の表面改質を行なうものである。

本研究も最初は、繊維の均一な酵素処理を行なう目的で、酵素の性質等を詳しく調べるために、数種類のセルロース系繊維に対して、入手した5種類のセルラーゼを作用させ、その処理効果を、重量減少率と引張り強さ等の関係等から検討するといった、基礎的な実験を積み重ねていた。

このような基礎実験を進めていくなかで、同じセルロース系繊維といっても、酵素活性に大きな差が認められることが分かった。

キュブラとレーヨン、キュブラと綿などでは、キュブラの処理がどんどんと進行してしまうため、とても均一な加工は無理である。実際の混用品では、綿と麻、綿とレーヨン、麻とレーヨンの酵素処理は注意を要する¹⁾。

こうした繊維間での活性の違いについては、レーヨンの紡糸方法の違いによってスキン・コア構造をはじめとする物性の違いなどが考えられている²⁾。

これらの差をなるべく小さくして、均一な処理を行なおうとすれば、微妙な繊維の物性にも影響されないタイプの酵素を探す必要がある。

しかし、このことは、酵素メーカーならいざ知らず、ユーザーサイドでは困難なことである。

ここでは逆転の発想で、セルロース系繊維の酵素活性の差に着目して、最も処理されやすいキュブラを処理時間をかけて溶解することを思いついた。同じ条件で処理したテンセルの残存強度を測定すると40%程度の強度を維持していることが分かった。

これらの知見に基づいて、オパール調の加工に応用が可能ではないかと考えた。

従来のオパール加工は、混紡交編織物の一方の繊維を薬品によって溶解・除去して透かし模様を表わす加工方法である。

具体的には、毛、絹またはポリエステルなどの、耐酸性の比較的大きい繊維と耐酸性の小さいレーヨン、綿との交織物に硫酸、硫酸アルミニウムなどの酸または酸性塩を含む糊液を印捺し、乾熱または蒸熱して、レーヨンまたは綿を除去（抜食）して模様を生地に付与するものである。

このように、無機酸を用いることから繊維の組み合わせとしてポリエステルとセルロース系繊維が多い。

これに対して、本加工では、酵素が基質に特異的に作用する機構を利用するため、絹とセルロース系素材や、セルロース系の素材間での微妙な溶解性の差を利用するので、キュブラとテンセルなどの従来、考えられなかった組合せを可能にした。

加工品は、絹の持つソフトな風合いを大切に、酵素を用いて柄の表現を試みたオパール調の加工により、軽さ・清涼感・透明感を付与した新規な製品として提案するとともに、無機薬品の使用を最小限に押えて、環境保全にも配慮した酵素の応用による布処理技術として、バイオ・オパール加工方法について研究開発したので報告する。

2. 試験方法

2.1. 試験布等

- 1) キュブラ30/1 (Z) /絹140/2 (S) S11回/インチをたて・よこに用いた平織
- 2) キュブラ30/1 (Z) /テンセル60/2 (S) S11回/インチを用いたニット地

2.2. 薬剤等

2.2.1 セルラーゼ (ジェネンコア製 OP8800)

アルギン酸ナトリウム

塩化カルシウム

炭酸ナトリウム

酢酸

界面活性剤 (マルチノール F26)

柔軟剤 (ソフボン ST-206A)

2.2.2 pH緩衝液

酢酸 (0.2N) + 酢酸ナトリウム (0.2M)

2.3 使用機器

2.3.1 セルラーゼ処理

- 1) 恒温振とう培養装置 (Bio-Shaker) BR-30L (タイテック製)
- 2) ワッシャー (DC-WS-1) (大栄科学製)

2.3.2 引張り強さ

引張り強さ試験機 TENSILON/UTM-III-200 (東洋ボールドウイン製)

2.4 試験方法

2.4.1 試験布等の前処理 (洗濯機法)

非イオン界面活性剤 35g を含む 35ℓ の水槽中に 500g の試験布を投入し、50℃で15分間標準洗濯、脱水を3回くり返す。→50℃で15分間湯洗、脱水を3回くり返す。→自然乾燥。

2.4.2 酵素処理

図1にバイオ・オパール加工工程を示す。

2.4.3 酵素の選定

図2に酵素による繊維の溶解特性に関する基礎実験結果の一部、酵素と処理布の引張り強さの関係を示す。

このなかから、処理効果の高かった酵素A (ジェネンコア製 OP-8800) を選定する²⁾。

2.4.4 交換糸用繊維の検討

図3に重量減少率と引張り強さの関係を示す。



図1 バイオ・オパール加工工程

この結果から、酵素処理によって完全に溶解する繊維と、同じ条件で処理しても適当な残存強力を保持できる繊維との組み合わせを考えて、次の2種類の交換糸を選定する。

- 1) キュブラ30/1 (Z) 絹140/2 (S) S11回/インチ
- 2) キュブラ30/1 (Z) /テンセル60/2 (S) S11回/インチ

2.4.5 防酵素処理剤の印捺及び固定化

1.5%アルギン酸ナトリウムの糊状液をシルクスクリーンの技法で、前処理の終了している試験布に印捺する。

この布を16%塩化カルシウム水溶液中に、室温で10分間浸せきして十分に反応させ、アルギン酸カルシウムゲルとして固定化する。

これにより印捺した図柄の部分の繊維は保護され、溶解されずに残存することになる。

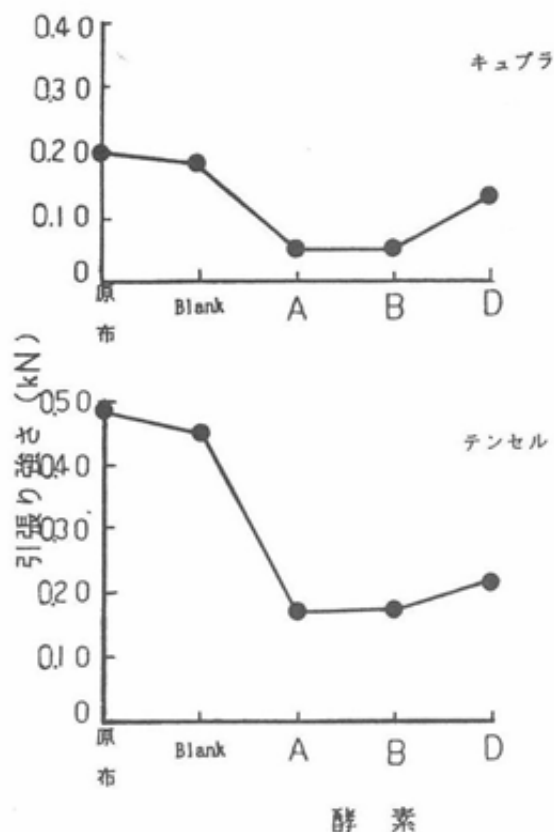


図2 酵素処理布の引張り強さ (たて)

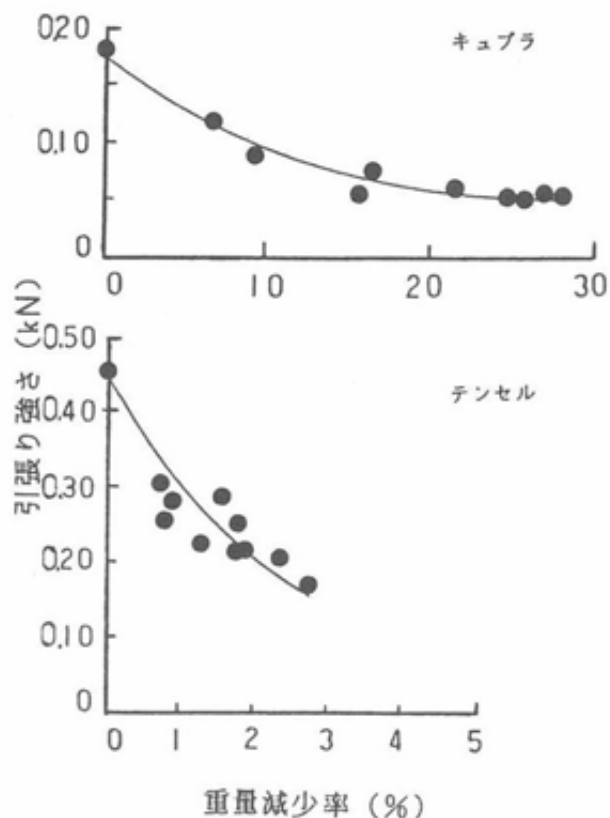


図3 重量減少率と引張り強さ (たて)

2.4.6 酵素処理および失活

ワッシャー (DC-WS-1)、容量100ℓを用いて、図4に示す処理方法で行なう。

- 1) 試料重量：500g
- 2) 酵素：ジェネンコア製 OP-8800、4g/ℓ
- 3) pH：5.0
- 4) 温度：55℃
- 5) 浴比：1：200
- 6) 攪拌：60回/分 (30秒ごとに正逆転)
- 7) 処理時間：16H
- 8) 界面活性剤：マルチノール F-26 1g/ℓ
- 9) 酵素の失活：80℃ 20分間
- 10) 柔軟処理：ソフボンST-206A 0.1g/ℓ

2.4.7 脱防酵素処理剤

1%炭酸ナトリウム水溶液 30ℓ 中で5分間煮沸して、防酵素処理剤のアルギン酸カルシウムを溶解除去する。

この後、湯洗い、酢酸で中和、湯洗いを行って、柔軟処理後、自然乾燥する。

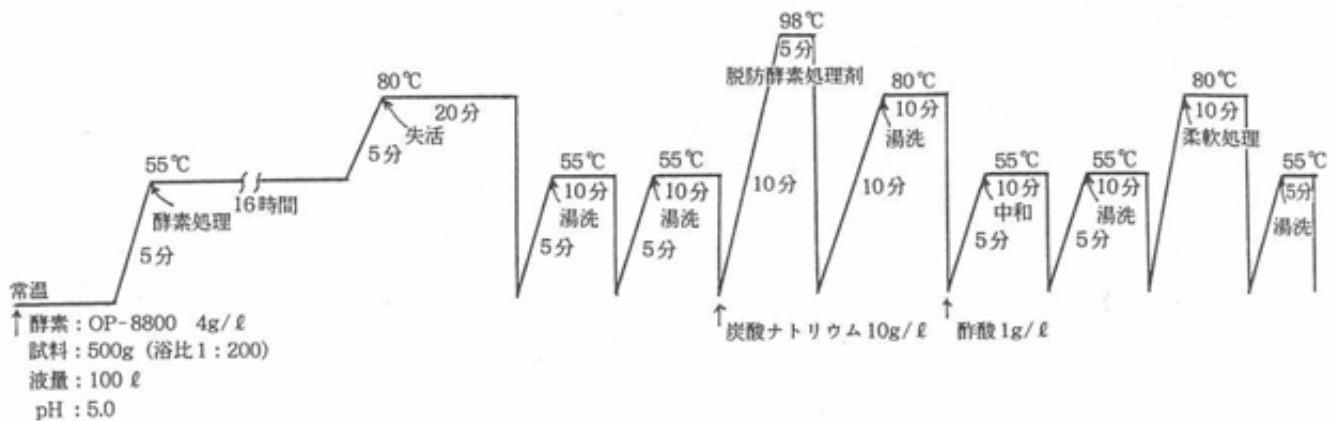


図4 バイオ・オパール加工方法

3. 結果及び考察

3.1 加工時における酵素活性の変化

酵素は他の蛋白質と同様にペプチド結合によって、互に結びついたアミノ酸の長い鎖からできている。従って、長時間の処理中に加水分解等を起こして、活性が低下する。図5に、加工時における酵素活性の変化を示す。

数時間程度の処理では、初期の活性の20%低下に留まっている。しかし、バイオ・オパール加工に必要な10数時間になると、約40%程度の活性の低下をすることがわかった。

このことから、継続浴での処理は困難なものと考えられる。

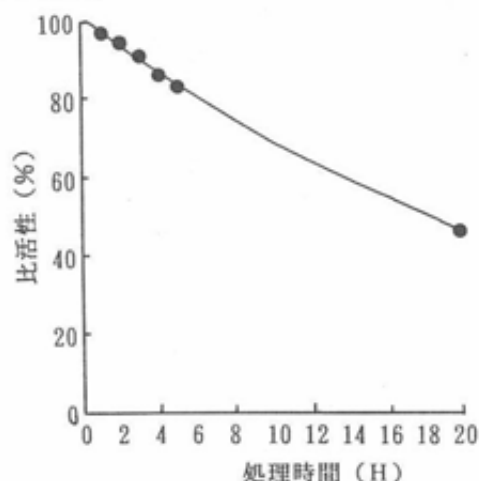


図5 加工時における酵素活性の変化

3.2 バイオ・オパール加工品の試作

ジェネンコア製OP/8800、4g/ℓの水溶液中で10数時間処理すれば、キュブラを完全に溶解できる。そこで、第一段階として、図6に示すような絹とキュブラの交換糸をたて・よこに用いた生地

を製織して、基質特異性を応用したオパール加工調の製品「バイオ・オパール」を試作した。

第二段階として、同じセルロース系繊維の微妙な溶解性の差に着目し、キュブラとテンセルの交換糸でニット生地を編成し、ニット地での「バイオ・オパール」を試作した。

4. まとめ

繊維工業における酵素の利用方法については、様々な研究が行われてきた。しかし、本研究のように具体的な柄の表現に応用した例は無かったと思う。従って、まだまだ試作の域を出ていない。

例えば、図6の上段はポリエステルフィラメント糸と綿糸との交換糸織物で加工した、従来からのオパール加工品だが、図柄がとてもクリアーである。今後、絹のフィラメント糸とキュブラまたは、レーヨンフィラメント糸とキュブラとの交換糸織物で、バイオ・オパール加工を行えば、クリアーな柄表現が可能になるであろう。

今回、酵素の持つ温和な反応条件をうまく応用し、同じセルロース系繊維の組み合わせによるオパール調の加工という新規性に加えて、無機酸を用いない環境保全にも配慮した加工方法が提案できたものとする。

文 献

- 1) 加藤: 三河繊維, 研究資料, 第248号 (1997)
- 2) 川野: 繊維学会誌, 51, (1), 78 (1995)

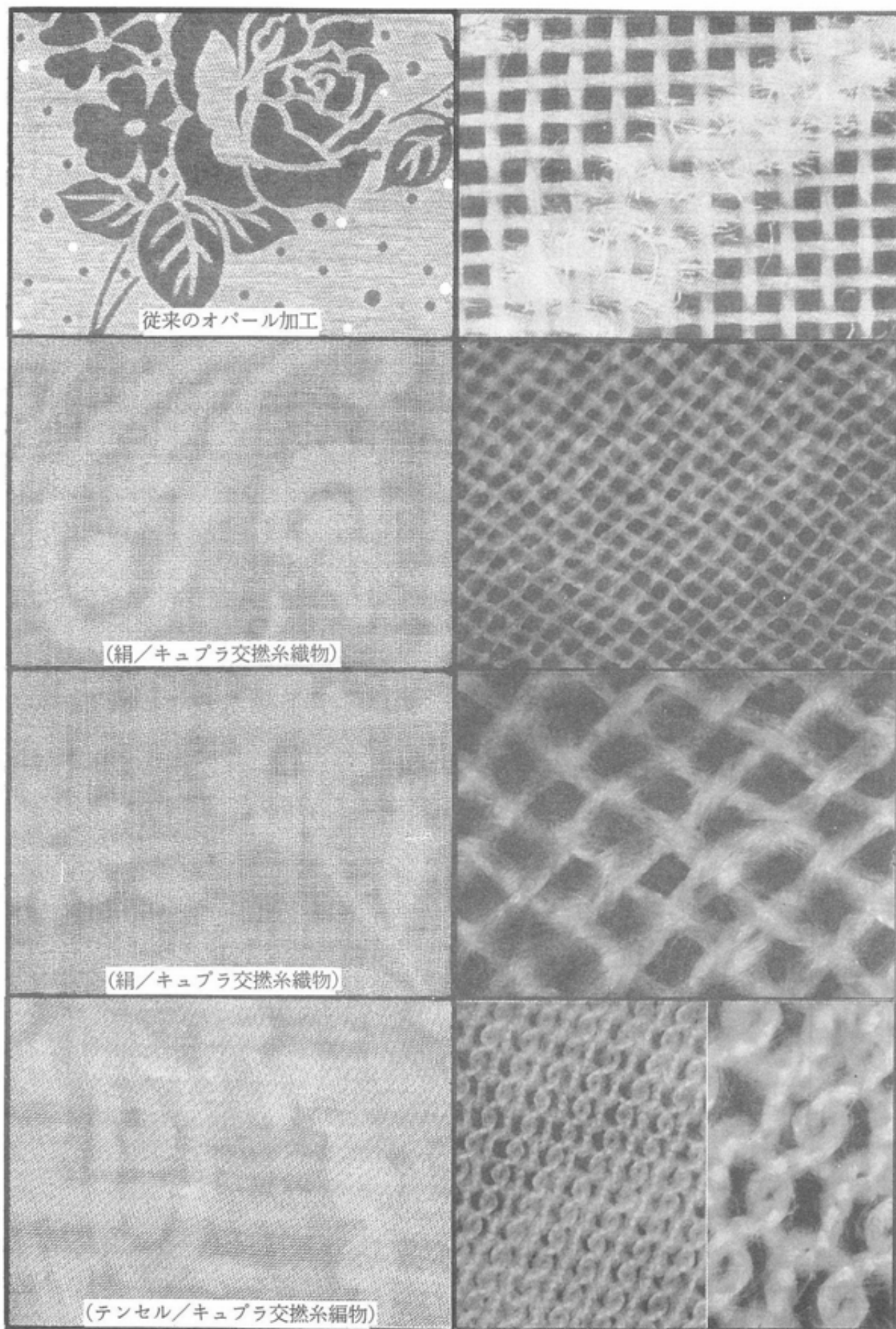


図6 オパール加工調の製品「バイオ・オパール」