

竹繊維・とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄性
ー レーヨン・ポリエステルとの対比 ー

森 瑞 枝 米 田 宏 美 田 中 麻 紀 子

竹繊維・とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄性

－レーヨン・ポリエステルとの対比－

森 瑞枝 米田 宏美 田中麻紀子

1. 緒言

昨今、資源保護、環境保全の面から繊維産業においても「再生産可能な資源からの生分解性繊維」の開発と実用化が進められており、繊維製品には「エコロジー」を意識した様々な繊維素材が登場している。我々は、その中から竹繊維およびとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）を取り上げ、湿式洗濯および加熱による諸特性の変化と染色性について検討を行い報告した。^{1)~4)}

竹繊維は、竹を原料にビスコース法で作られた再生繊維であり、木材パルプを原料にしたレーヨン繊維と類似のものである。前報¹⁾では、竹繊維（竹繊維 100%）織物の湿式洗濯による諸特性の変化をみるために、手洗いおよび洗濯機洗いとで繰り返し洗濯を行い、その影響を検討した。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、とうもろこしのでんぷんを原料に得られたポリ乳酸を溶融紡糸したものであり、従来の合成繊維の特性と生分解性を合わせ持った新合成繊維である。とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、ポリエステルの繊維物性とほぼ同様であるが、耐熱性が低いことが最大の難点であるため、前報³⁾では、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維 100%）織物を加熱し、熱の影響が繊維の特性にどのような変化を与えるか検討した。

本報では、竹繊維（竹繊維 100%）、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維 100%）の洗浄性をみるために、これらの織物を基布とした人工汚染布を作製し、洗浄試験機（Terg-O-Tometer）を用いて洗浄力判定用指標洗剤による洗浄を行い、洗浄温度、洗剤濃度の面から、その洗浄性を検討し

た。洗浄にあたっては、試料の特性を考慮するとともに、家庭での一般的な洗濯（洗濯機洗い）に準じて洗浄条件を設定した。また、竹繊維およびとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）と繊維物性が近似しているレーヨン繊維およびポリエステル繊維の人工汚染布も作製し、洗浄性を比較検討した。

2. 実験方法

(1) 試料

試料には竹繊維（竹 100%の再生繊維）、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維 100%）、レーヨン繊維 100%、ポリエステル繊維 100%、いずれも平織の未加工布を用いた。各試料の諸元は、表1のとおりである。

人工汚染布は、JIS C 9606（1999 確認）に基づき、各試料を基布とする人工汚染布を作製した。

表1 試料の諸元

	密度 (本/5cm)		厚さ (mm)	組織
	タテ	ヨコ		
竹繊維	142.0	116.0	0.39	平織
レーヨン繊維	175.0	109.0	0.13	平織
とうもろこし繊維	200.0	162.5	0.11	平織
ポリエステル繊維	210.0	191.0	0.09	平織

(2) 洗浄方法

洗浄試験機は、Terg-O-Tometer TX-4（島津理化学器械）を使用、洗浄浴には、蒸留水を使用し、洗剤は、JIS K 3362（1998 確認）による洗浄力判定用指標洗剤を用いた。洗浄にあたっては、試料の特性を考慮するとともに、家庭での一般的な洗濯（洗濯機洗い）に準じて、次のような洗浄条件を設定した。

洗浄温度：20・30・40℃

浴比：1：100

洗剤濃度：0・0.3・0.6・0.8・1.0g/l

洗浄時間：6分間（回転速度 60rpm）

すすぎ：2回（ピーカーを使用し、洗浄温度と同温で1分間ガラス棒で攪拌）

乾燥：送風定温乾燥機 DK-400（ヤマト科学）を用いて風乾（40℃）

乾燥後、ワラ半紙にはさみ、各試料の適温でアイロン仕上げ

洗剤溶液は、洗浄カップに蒸留水 500ml を入れ、所定の温度に昇温した後、洗剤を加えて5分間攪拌し、溶解させてから使用した。

（3）測定方法

デジタル白色光度計 TC-60（東京電色株）を用いて人工汚染布の反射率を測定し、Harris 式により洗浄率を算出した。

$$\text{洗浄率 (\%)} = \frac{R_w - R_s}{R_0 - R_s} \times 100$$

R_0 ：白布の表面反射率

R_s ：汚染布の洗浄前の表面反射率

R_w ：汚染布の洗浄後の表面反射率

3. 結果および考察

各試料の洗剤濃度による洗浄率の変化は、図1～図6のとおりである。各洗浄温度における洗浄率を竹繊維とレーヨン繊維、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）とポリエステル繊維で対比させた。また、各試料の洗浄温度による洗浄率の比較を図7～図10に示した。

（1）竹繊維の洗浄性…レーヨン繊維との対比

竹繊維の洗浄率は、全体的に低く推移し、その中の最も高い値でも洗浄温度 20℃で 23.7%（洗剤濃度 1g/l）、30℃で 31.2%（1g/l）、40℃で 38.1%（0.8g/l）であり、極めて低い洗浄率であった。洗剤を加えない水だけの洗浄では、20℃で 3.1%、30℃で 5.9%、40℃で 8.4%の洗浄率であり、洗浄へ寄与する機械的作用が極めて低いことがうかがえる。

洗浄効果を支配する要因としては、洗浴中の洗剤濃度、洗浄温度、洗浄時間、浴比、洗浴の pH、機械作用などが上げられ、その中で機械力が洗浄

へ与える影響は大である。洗浄中に液流と被洗物の運動が組み合わされて被洗物は変形、（ねじれ、引き伸ばし、屈曲、圧縮など）をおこすが、この変形は、機械的エネルギーを織物組織内部にまで伝達させ、内部に吸着した汚れに洗液が接触して引き出すのに極めて有効に働く。また、布どうしの摩擦やぶつかり合いによる洗浄への寄与も極めて大きい。

竹繊維は、水に入れると激しく収縮し、板状に硬くなる。これは、他の繊維に見られない特徴である。前報¹⁾の実験結果では、洗濯機洗いによる標準的な洗濯 1 回目でも約 14%の大きな収縮率であった。竹繊維の洗浄率が低い理由は、このような繊維の特性が関与しているものと考えられる。水中で激しく収縮することで、糸密度が高まり、繊維内部の汚れを引き出しにくくなったこと、また、板状に硬くなることで、被洗物の変形がおきにくいこと、布どうしの摩擦が円滑に行われにくいことなど、前述したような洗浄へ寄与する機械的要因が欠如したためと思われる。

また、竹繊維は人工汚染布の作製で汚染液に試料を浸す際にも、かなり収縮を伴うため、「吸着」した汚れを織物内部にしっかりと取り込むことになり、これも洗浄率を低下させる一因になったものと考えられる。このような観点から竹繊維の場合は、人工汚染布と日常生活（着用中）での汚れの付着状態とは、かなりの差があると思われ、布地の乾燥時に「付着」した汚れ（ドライ汚れ）の洗浄率がどの程度か、天然汚染布による検討も必要である。

今回の実験のみでは、竹繊維の洗浄性を的確に判断することはできないが、繊維間に奥深く「吸着」した汚れに対して、洗浄性が極めて低いことは明らかである。本実験の中で竹繊維の洗浄効率が比較的よい条件は、洗浄温度 40℃、洗剤濃度 0.8g/l（一般の市販洗剤の標準使用量）であったが、さらに洗浄効率を高めるためには、洗浄温度、浴比、洗浄時間の検討が必要である。

レーヨン繊維の各洗浄温度における最も高い洗浄率は、20℃で 63.6%（洗剤濃度 0.8g/l）、30℃で 76.2%（0.8g/l）、40℃で 75.9%（0.8g/l）であり、したがって最も効率の高い洗浄条件は、

洗浄温度 30℃, 洗剤濃度 0.8g/l であった。水だけの洗浄では, 20℃で 24.4%, 30℃で 24.8%, 40℃で 38.8%の洗浄率が得られ, 洗浄における機械作用の効果が大きいことが確認された。

竹繊維とレーヨン繊維の洗浄率の差は, 実験結果から見ると, 洗剤の化学作用より洗浄における

機械作用の差の方が大であり, 前述したように, 竹繊維が機械作用を受けにくい繊維であることがうなずける。竹繊維(竹を原料にした再生繊維)は, レーヨン繊維(木材パルプを原料にした再生繊維)と同様のビスコース法で作られており, 繊維の表面形態, 基本的な性質は類似しているが, 竹繊維

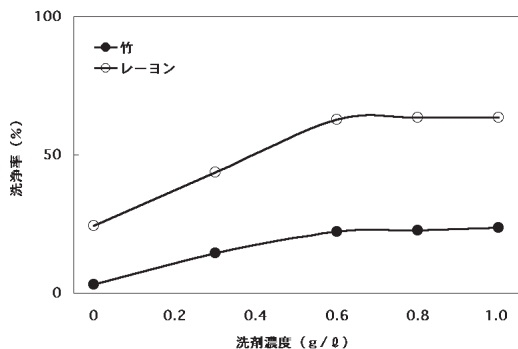


図 1 竹繊維・レーヨン繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (20℃)

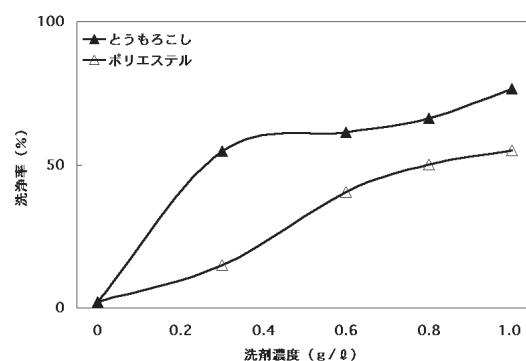


図 4 とうもろこし繊維・ポリエステル繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (20℃)

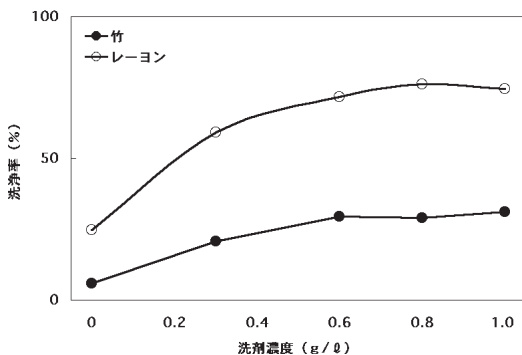


図 2 竹繊維・レーヨン繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (30℃)

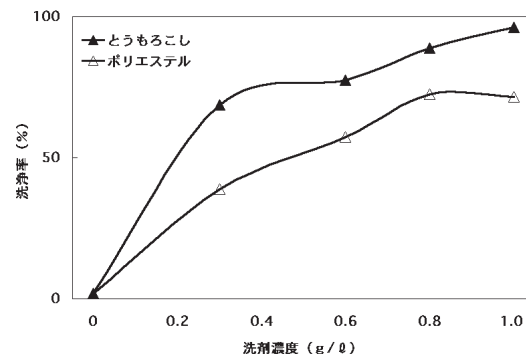


図 5 とうもろこし繊維・ポリエステル繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (30℃)

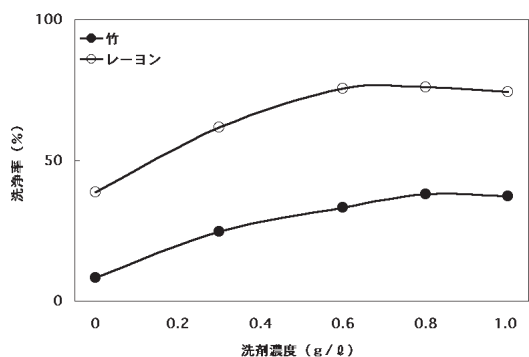


図 3 竹繊維・レーヨン繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (40℃)

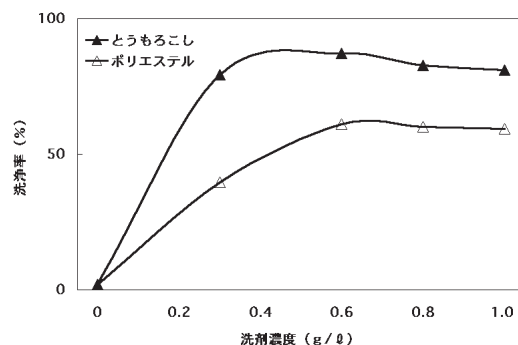


図 6 とうもろこし繊維・ポリエステル繊維の洗剤濃度による洗浄率の変化 (40℃)

特有の水中での大きな収縮，極度の硬化が洗浄に大きくかかわっているものと思われる。本実験に使用した竹繊維織物の厚さは，レーヨン繊維織物の3倍の厚みを有しており，したがって，洗浄性を単純に比較することはできないが，ある程度の傾向はつかめたものと考えられる。

(2) とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄性…ポリエステル繊維との対比

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の各洗浄温度における最も高い洗浄率は，20℃で76.5%（洗剤濃度1g/l），30℃で96.1%（1g/l），40℃で87.2%（0.6g/l）であり，したがって最も洗浄効率の高い洗浄条件は，洗浄温度30℃，洗剤濃度1g/lであった。洗剤を加えない水だけの洗浄では，洗浄効果はまったく認められず，機械作用の効果は極めて低いものと思われる。また，いずれの洗浄温度においても洗剤濃度0.3g/lで洗浄率が著しく上昇していることから，洗剤の化学作用

の寄与が極めて大きいものと推察される。洗浄温度40℃においては，洗剤濃度0.8g/lから洗浄率がやや下がっているが，ポリエステル繊維も同様の傾向を示しており，これは再汚染の影響ではないかと推察される。再汚染を左右する要因に洗浄温度があるが，疎水性の合成繊維の場合は，再汚染が高温ほど大きいためと考えられる。しかし，洗浄時間（6分），洗剤濃度などから考えると不確かな推測であり，今後の検討課題である。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の物性は，従来のポリエステル繊維と融点を除けば，ほぼ同様であるが，最も問題になるのは耐熱性の低さである。前報³⁾の実験結果から見て，40℃の洗浄温度は，繊維の特性に影響を与えるとは考えられないが，洗浄効率や再汚染の問題から，とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄温度は30℃にとどめ，洗剤を0.8～1g/l使用することが最も望ましいと言える。

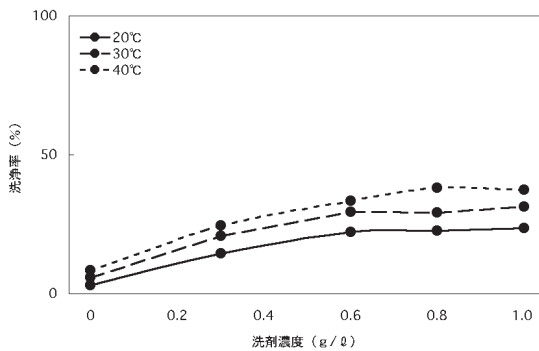


図7 洗浄温度による洗浄率の比較（竹繊維）

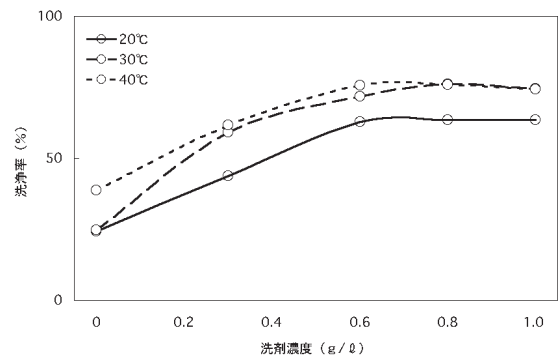


図8 洗浄温度による洗浄率の比較（レーヨン繊維）

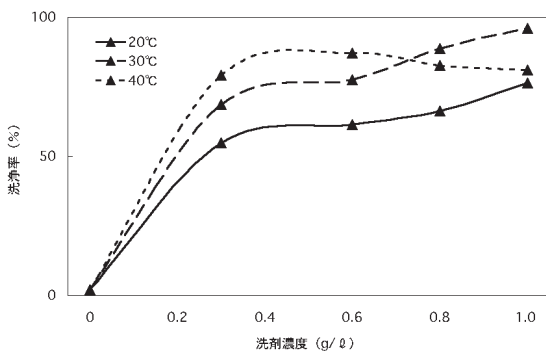


図9 洗浄温度による洗浄率の比較（とうもろこし繊維）

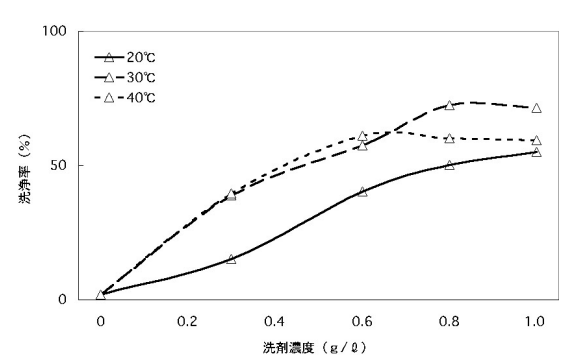


図10 洗浄温度による洗浄率の比較（ポリエステル繊維）

ポリエステル繊維の各洗浄温度における最も高い洗浄率は、20℃で55%（洗剤濃度1g/l）、30℃で72.5%（0.8g/l）、40℃で61.0%（0.6g/l）であり、したがって最も効率の高い洗浄条件は洗浄温度30℃、洗剤濃度0.8g/lであった。水だけの洗浄では、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）と同様、洗浄効果は全く認められず、機械作用の効果は極めて小さいものと思われ、洗浄には、洗剤の化学作用が大きいかかわっているものと推察される。洗浄温度40℃における洗浄率は、30℃とほとんど差がなく、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）と同様、洗剤濃度0.8g/lのあたりから再汚染の傾向を示している。とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）は、ポリエステル繊維と繊維物性はほぼ同じであるにもかかわらず、洗浄効率がいずれの洗浄温度においてもポリエステル繊維より約20%も大きく、洗浄効率が極めて高い繊維であることが明らかになった。

4. 要約

竹繊維（竹100%の再生繊維）およびとうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維100%）の洗浄性をみることを目的に、これらの織物を基布とした人工汚染布を作製し、洗浄試験機（Terg-O-Tometer）を用いて洗浄力判定用指標洗剤による洗浄を行い、洗浄温度（20・30・40℃）、洗剤濃度（0～1.0g/l）の面から、その洗浄性を検討した。また、これらの繊維に特性が近似しているレーヨン繊維およびポリエステル繊維の汚染布も作製し、同様に洗浄を行い、洗浄率を比較検討し、次のような結果を得た。

（1）竹繊維の洗浄率は、洗剤濃度0.8～1g/l付近で約24%（20℃）、31%（30℃）、38%（40℃）といずれの洗浄温度においても低い値であった。洗剤を加えない水だけの洗浄率は、約3%～8%であり、洗浄へ寄与する機械作用も極めて低いことが明らかになった。

（2）レーヨン繊維の洗浄率は、洗剤濃度0.8g/lで約64%（20℃）、76%（30℃）、76%（40℃）であった。水だけの洗浄では、約24～39%の洗浄率が得られ、機械作用が大であることが認められた。

（3）とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄率は、洗剤濃度0.6～1g/l付近で約76%（20℃）、96%（30℃）、87%（40℃）の高い値を示した。水だけの洗浄では、洗浄効果はまったく認められず、したがって機械作用は極めて小さく、洗剤の化学作用が大きいことが明らかになった。

（4）ポリエステル繊維の洗浄率は、洗剤濃度0.6～1g/l付近で約55%（20℃）、73%（30℃）、61%（40℃）であった。水だけの洗浄では、洗浄効果はまったく認められず、したがって機械作用は極めて小さく、洗剤の化学作用が大であることが認められた。

以上の結果から、竹繊維の洗浄効率は、レーヨン繊維に比べて、はるかに低く、また、洗浄における機械作用の効果も極めて小さいことが明らかになった。

とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄率は、ポリエステル繊維に比べて約20%も高いことが明らかになった。また、洗浄における機械作用は、ほとんど認められず、洗剤の化学作用の方が大きいことが明らかになった。

今後の課題として、竹繊維においては、洗浄効率を高めるために、洗浄温度、浴比、洗浄時間の検討、また、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）においては、再汚染の有無を確認することが必要である。竹繊維、とうもろこし繊維（ポリ乳酸繊維）の洗浄性を見極めるためには、まだ多くの検討が必要であり、今後さらに実験を進めていきたい。

参考文献

- 1) 森瑞枝他：東京家政学院大学紀要41自然科学・工学系21～29（2001）
- 2) 米田宏美他：東京家政学院大学紀要41自然科学・工学系31～36（2001）
- 3) 森瑞枝他：東京家政学院大学紀要42自然科学・工学系41～47（2002）
- 4) 米田宏美他：東京家政学院大学紀要42自然科学・工学系49～56（2002）
- 5) 改森道信：加工技術35.5（2000）300～309
- 6) 吉川和志：新しい繊維の知識、鎌倉書房（1995）
- 7) 中西茂子：被服整理学、朝倉書店（2002）

- 8) 奥山晴彦他：洗剤・洗浄の事典，朝倉書房（1991）