

草木染色系の染色堅ろう度に関する研究

化学部 操 利一, 古川郁子, 國生徹郎, 西元研了*, 恵原 要**

Study on Colour Fastness of Vegetable Dyed Yarn

Toshikazu MISAO, Ikuko FURUKAWA, Tetsuro KOKUSHO, Kenryo NISHIMOTO and Kaname EBARA

天然染料による染色物の堅ろう度向上のための加工技術を開発するため、しゃりんばいによる植物染料染色物である泥大島紬について試験を行った。シリコン系仕上剤、大豆製蛋白粉末、絹の微粉碎物であるマイクロシルクパウダーの3種類の処理剤で泥染系の加工を行い、その摩擦堅ろう度向上効果と風合いへの影響を調べた。

その結果、マイクロシルクパウダーによる加工が最も摩擦堅ろう度を向上させ、これにアニオン系界面活性剤を併用することで、加工後の風合いも良好となることがわかった。

1. 緒言

天然染料による染色物は合成染料によるものに比べ、堅ろう度に問題があるものが少なくない。これは主に天然色素の被染物に対する染着性や安定性、浸染と媒染の反復による濃色化等の染色方法によるものと考えられ、泥大島紬においても摩擦堅ろう度に優れた染色物を得ることは容易でなく、着用時に他の繊維を汚染する等のクレームを発生する製品も一部にある。合成染料染色の染料使用量は、一般に濃色染めの場合で4～6% o.w.f程度であり、吸尽率を考慮すると染着量は被染物に対して数%程度である。

これに対して泥大島紬ではしゃりんばい抽出液での浸染や水酸化カルシウム溶液での媒染をくり返し、絹への強い親和力を持っていないタンニンを経由して繊維に染着させ、田泥媒染により黒色の発色と独特の風合いを実現しており、その染着量は繊維に対して約40%と非常に大きなものとなっている。このことが付着染料粒子の摩擦による離脱を大きくし、摩擦堅ろう度に優れた染色物を得ることを困難にしているひとつの要因になっていると考えられる。

この問題を解決する手段として、仁科^{1), 2)}らは絹フィブロイン溶液とアミノ酸系界面活性剤を用いた摩擦堅ろう度向上のための加工技術を開発し、「先染絹織物の品質向上処理技術」として特許を取得、実用化している。

大島紬は先染め織物であるので染色後の加工工程における色落ち防止や作業性の向上という点において、染色系に対して摩擦堅ろう度向上処理を行うことがより効果的であると考えられる。このため本研究では、染色系の摩擦堅ろう度向上のための加工技術についてさらに検討することとした。摩擦堅ろう度向上のための処理剤としては、シリコン系仕上剤、大豆製蛋白粉末、マイクロシルクパウダー³⁾の3種類について処理条件とその効果を比較検討した。シ

リコン系仕上剤は、大島紬業界において柔軟性、平滑性付与のために従来から用いられてきたが、最近、摩擦堅ろう度向上に効果のあるものが開発されている⁴⁾。また大豆蛋白は豆汁として古くから藍染や草木染での濃染処理に用いられてきたもので⁵⁾、その固着作用による摩擦堅ろう度向上が期待され、しかも大豆製蛋白粉末は安価で入手も容易であるという利点がある。マイクロシルクパウダーは、粉末状であるため絹フィブロイン溶液より保存性に優れ、濃度調整が容易である。

2. 実験方法

2.1 染色系

実験に用いた泥染系は、大島紬用に撚糸、精練された市販の絹糸(30g付き緯糸)で鹿児島県名瀬市の泥染工場に染色を依頼したものである。泥染の染色方法としては、タンニン濃度約0.5%のしゃりんばい抽出液での60回程度の浸染が、染色物の堅ろう度や染着性において良好であると報告されており⁶⁾、泥染において標準的と考えられる次の染色工程を指定した。

染色工程

- 1) 熱液染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→乾
 - 2) 熱液染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→乾
 - 3) 熱液染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→乾→田
 - 4) 熱液染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→石→染染染→乾→田→熱液染→田
- ・熱液染—沸騰したしゃりんばい煎液中に2—3時間程度浸漬放置する。
- ・染—しゃりんばい煎液中で揉み込む(浸染)。
- ・石—水酸化カルシウム溶液で揉み込む。

*素材開発部, **デザイン・工芸部

- ・乾—ある程度自然乾燥してから、更に熱風乾燥を行う。
- ・田—田泥中で泥染めする。

2. 2 処理液の調製

1) シリコン系摩擦堅ろう度増進剤

シリコン系摩擦堅ろう度増進剤は 5 ~ 25Vol % に水で希釈して使用した。

2) 大豆製蛋白粉末

大豆製蛋白粉末は、水に容易に分散溶解しないので、少量のエチルアルコールで練り、水を除々に加えて攪拌しながら 0.5 ~ 8.0g/ℓ の濃度に調整した。

3) ミクロシルクパウダー

ミクロシルクパウダーは、水に容易に分散溶解しないので、少量のエチルアルコールで練り、水を除々に加えて攪拌しながら 0.5 ~ 8.0g/ℓ の濃度に調整した。

4) アニオン系界面活性剤 (柔軟剤)

アニオン系界面活性剤はミクロシルクパウダーとの混合液として用い、濃度は 0.5 ~ 4.0g/ℓ で使用した。

2. 3 処理方法

処理液に染色糸を浸漬後、洗濯試験機 LM-8DS (スガ試験機株) 付属の遠心脱水機で脱液して熱風乾燥機にて 100℃ で乾燥した。

2. 4 重量増加率

染色糸は、105℃、3時間の乾燥ではほぼ恒量に達することが確かめられたので、糸を秤量ビンに入れ 105℃ で3時間放置乾燥後、デシケーター中に1時間放置し重量を測定した。処理前後の重量差から、次式により重量増加率を算出した。

重量増加率(%) = { (処理後糸の重さ(g) - 処理前糸の重さ(g)) / 処理前糸の重さ(g) } × 100

2. 5 測色

染色糸及び処理糸をカード巻き機 (フジヤマ株) で白表紙 (46 × 40 × 2 mm) に二重巻きにし、C光源、2°視野で L*a*b*ΔE* を携帯分光測色計 H-MSC (スガ試験機株) 用い、測定した。

2. 6 摩擦に対する染色堅ろう度試験

処理前後の糸をアクリル板 (134 × 25 × 2 mm) に均一になるように巻き付けて標準状態 (温度 20 ± 2℃、湿度 65 ± 2%) の試験室で摩擦試験方法 (JIS-L0849-1996) によりクワックメ-タ形 MODEL CM-1-1335 (ATLAS ELECTRIC DEVICES CO.) を用い、乾燥摩擦法で測定した。

2. 7 風合いの官能試験

熟練した大島紬関係者 25 名を評定者として処理前後の糸の風合いの官能試験を行った。

SD法^{7)~10)} でイメージ分析するため、きものや大島紬に関わる風合いの因子に関連する基本尺度と思われる言

葉、しなやか感 (柔軟性)、なめらか感 (摩擦性)、やわらか感 (硬さ)、さらさら感 (表面の粗さ)、ふにゃふにゃ感 (弾力性)、光沢感 (外観)、しっとり感 (乾湿性)、重さ感 (重さ)、暖かさ感 (温冷性) 等に該当する形容詞対を選定^{11)~12)} し、評価の尺度として+側に「非常に」「かなり」「やや」「どちらでもない」側に「やや」「かなり」「非常に」の7段階とした。それぞれの項目について評定者全員のスコアを集計して平均化し、その平均点をイメージ・プロフィールにプロット線引きして評価分析した。

3. 結果及び考察

3. 1 シリコン系摩擦堅ろう度増進剤による影響

処理条件として浴比、処理時間、絞り率、乾燥時間についての試験を行った。処理液濃度は標準使用量である 10.0Vol %、処理温度 30℃ とした。

表1 浴比別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (処理時間10分, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

浴比	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
1:30	0.9	3 - 4
1:50	0.9	3 - 4
1:60	0.9	3 - 4

表2 処理時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

処理時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
10	0.9	3 - 4
20	0.9	3 - 4
40	0.9	3 - 4

表3 絞り率別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 乾燥時間60分)

絞り率 (%)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
80	0.9	3 - 4
100	0.9	3 - 4
120	0.7	3 - 4

表4 乾燥時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 絞り率80%)

乾燥時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
30	0.9	3 - 4
60	0.9	3 - 4
90	0.9	3 - 4

表1~4の結果から各処理条件の摩擦堅ろう度向上効果に与える影響はほとんど見られず、作業効率の面から浴比 1:30、処理時間 10 分、絞り率 80 %、乾燥時間 30 分が適

当であると考えられる。以上の処理条件で処理液濃度について試験した結果を表5に示す。重量増加率は、シリコン系摩擦堅ろう度増進剤濃度 5.0Vol %では 0.5 % になっているが、処理液濃度を 10.0 ~ 25.0Vol % に高くしても重量増加率に変化は認められなかった。

濃度 10.0 ~ 25.0Vol% で処理した糸の摩擦堅ろう度は 3 - 4 級となって大きく改善されていることがわかった。

表5 処理液濃度の重量増加率と摩擦堅ろう度

シリコン系摩擦増進剤 (Vol%)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
0	—	2
5.0	0.5	3
10.0	0.6	3 - 4
20.0	0.9	3 - 4
25.0	0.9	3 - 4

3. 2 大豆製蛋白粉末による影響

処理条件として浴比、処理時間、絞り率、乾燥時間についての試験を行った。その結果を表6~9に示す。なお、処理液濃度は 2g/l、処理温度は 30℃とした。

表6 浴比別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (処理時間10分, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

浴比	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
1:30	0.7	2 - 3
1:50	0.7	2 - 3
1:60	0.7	2 - 3

表7 処理時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

処理時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
10	0.7	2 - 3
20	0.7	2 - 3
40	0.7	2 - 3

表8 絞り率別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 乾燥時間60分)

絞り率 (%)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
80	0.8	2 - 3
100	0.7	2 - 3
120	0.6	2 - 3

表9 乾燥時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 絞り率80%)

乾燥時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
30	0.7	2 - 3
60	0.7	2 - 3
90	0.7	2 - 3

表6~9の結果から浴比 1:30, 処理時間 10分, 絞り率 80%, 乾燥時間 30分が適当であると考えられる。以上の処理条件で処理液濃度について試験した結果を表10に示す。処理した糸の重量増加率は、濃度に比例して僅かに増加傾向にあるものの、摩擦堅ろう度については処理濃度を高くしても大きな改善は見られなかった。

表10 大豆製蛋白濃度の重量増加率と摩擦堅ろう度

大豆製蛋白濃度 (g/l)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
0	—	2
0.5	0.2	2
1.0	0.6	2
2.0	0.7	2 - 3
4.0	0.9	2 - 3
8.0	1.1	2 - 3

3. 3 ミクロシルクパウダーによる影響

処理条件として浴比、処理時間、絞り率、乾燥時間についての試験を行った。その結果を表11~14に示す。なお、処理液濃度は 1g/l、処理温度は 30℃とした。

表11 浴比別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (処理時間10分, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

浴比	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
1:30	0.6	3 - 4
1:50	0.6	3 - 4
1:60	0.6	3 - 4

表12 処理時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 絞り率80%, 乾燥時間60分)

処理時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
10	0.6	3 - 4
20	0.6	3 - 4
40	0.6	3 - 4

表13 絞り率別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 乾燥時間60分)

絞り率 (%)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
80	0.6	3 - 4
100	0.6	3 - 4
120	0.5	3 - 4

表14 乾燥時間別の重量増加率と摩擦堅ろう度 (浴比1:30, 処理時間10分, 絞り率80%)

乾燥時間(分)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
30	0.6	3 - 4
60	0.6	3 - 4
90	0.6	3 - 4

表11~14の結果から浴比 1:30, 処理時間 10分, 絞り率 80%

%, 乾燥時間 30 分が適当であると考えられる。以上の処理条件で処理濃度について試験した結果を表 15 に示す。

マイクロシルクパウダー濃度 0.5g/l で処理した糸の重量増加率は 0.2 % になっているが、濃度を 1.0 ~ 4.0g/l と高くしても重量増加率に変化は認められない。

マイクロシルクパウダー濃度 0.5g/l で処理した糸の摩擦堅ろう度は 2 - 3 級で僅かに改善が見られるものの、濃度 1.0 ~ 8.0g/l での摩擦堅ろう度は、3 - 4 級となつて大きく改善されていることがわかった。

表 15 処理液濃度の重量増加率と摩擦堅ろう度

マイクロシルクパウダー濃度 (g/l)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
0	-	2
0.5	0.2	2 - 3
1.0	0.6	3 - 4
2.0	0.6	3 - 4
4.0	0.6	3 - 4
8.0	0.7	3 - 4

3. 4 アニオン系界面活性剤による影響

泥染め糸をマイクロシルクパウダー 1g/l とアニオン系界面活性剤との混合液で処理した結果を表 16 に示す。

マイクロシルクパウダーとアニオン系界面活性剤の混合液での処理済糸と未処理糸を比較すると、アニオン系界面活性剤は 0.5 ~ 4.0g/l で濃度を高くしても摩擦堅ろう度に変化は認められなかったが、重量増加率は僅かに増加した。

表 16 マイクロシルクパウダー濃度とアニオン系界面活性剤濃度別による重量増加率と摩擦堅ろう度

[浴比1:30, 処理時間10分, 処理温度30°C, 絞り率80%, 乾燥温度100°C, マイクロシルクパウダー濃度(1g/l), 乾燥時間60分]

アニオン系界面活性剤濃度 (g/l)	重量増加率 (%)	摩擦堅ろう度 (級)
0	-	3 - 4
0.5	0.6	3 - 4
1.0	0.6	3 - 4
2.0	0.9	3 - 4
4.0	0.9	3 - 4

3. 5 異なる染色工場の泥染め糸についての摩擦堅ろう度向上効果

マイクロシルクパウダーでの摩擦堅ろう度処理について、処理前後の染色糸に及ぼす影響について知見を得るため、5ヶ所の泥染工場に染色工程を指定せず染色を依頼した染色糸についてマイクロシルクパウダー・アニオン系界面活性剤で処理した試験結果を表 17 に示す。処理前は摩擦堅ろう度が 2 級程度であったものが処理することで 3 - 4 級に改善されて良い結果が得られた。染色糸の処理前での染着濃度に多少のバラツキは認められるが、処理前後の染色糸の ΔE^* (色差) を見ると、D工場の ΔE^* 値は 0.5 で色差

が小さいがA社の場合 ΔE^* 値は 1.80 で他社と比較して数値が大きく処理による色落ちが見られる。今回の泥染では工程を指定しないで各の工場独自の染色工程での染色などにより処理前後の糸の色差に多少の変化があった。これは、煎液濃度や染色工程等と同じ条件下で染色し、染着濃度のバラツキをある程度の改善を図ることで解消されると思われる。

3. 6 SD法による評価分析

3. 6. 1 シリコン系摩擦堅ろう度増進剤処理糸の評価

シリコン系摩擦堅ろう度増進剤処理糸のSD法によるプロフィールを図1に示す。処理糸について各因子の処理濃度毎のバラツキが大きく、柔軟性、乾湿性、重さ、温冷性などの因子については未処理糸より劣っている。その他の因子について処理濃度を高くしても未処理糸と大きな違いがないと評価された。

3. 6. 2 大豆製蛋白粉末処理糸の評価

大豆製蛋白粉末処理糸のSD法によるプロフィールを図2に示す。処理濃度によって多少のバラツキはあるものの、未処理糸に比べ、柔軟性、摩擦性、硬さ、表面の粗さ等の因子で濃度が大きいものほど一方向へシフトする傾向が見られ、非常に硬くて表面がざらつきごわつてつやのない感じになっている。また、温冷性の因子では+方向へのシフト幅が大きく、暖かい感じになることが評価された。

3. 6. 3 マイクロシルクパウダー処理糸の評価

マイクロシルクパウダー処理糸のSD法によるプロフィールを図3に示す。未処理に比べると処理剤濃度を 1.0 ~ 4.0g/l に高くすると柔軟性、摩擦性、弾力性等の因子では一方向にシフトし、硬くて表面がざらつきごわつた感じを示した。また、外観、乾湿性、重さ、温冷性の因子では+から-方向に少しシフトしているが、未処理糸より僅かに光沢のない暖かくしっとりとした軽い感じになることがわかった。

3. 6. 4 マイクロシルクパウダー・アニオン系界面活性剤処理糸の評価

マイクロシルクパウダー・アニオン系界面活性剤混合液処理糸のSD法によるプロフィールを図4に示す。マイクロシルクパウダー 1.0g/l をベースにアニオン系界面活性剤の添加量を変えて処理したものであるが、柔軟性、摩擦性、硬さ、表面の粗さ、弾力性、外観、乾湿性等の因子において、0.5g/l の処理糸は未処理やマイクロシルクパウダー 1g/l 処理に比べると+方向へのシフト幅は小さい。しかし、濃度 1.0 ~ 4.0g/l で処理した糸のシフト幅は大きくなり、しなやかでやわらかく光沢のあるしっとりとした感じになると評価された。また、重さ、温冷性の因子ではアニオン系界面活性剤を添加することで重くてつめたい感じになった。これらのことから、マイクロシルクパウダー・ア

表17 工場別における泥染糸のマイクロシルクパウダー及びアニオン系界面活性剤処理による摩擦堅ろう度, L* a* b* ΔE*
 [浴比1:30, アニオン系界面活性剤(1.0g/l), 処理時間10分, 処理温度30℃, 絞り率80%, 乾燥温度100℃, 乾燥時間60分]

工場	泥染め糸 (処理前)			泥染め糸 (処理後)			色差		
	摩擦堅ろう度 (級)	L*	a*	b*	摩擦堅ろう度 (級)	L*		a*	b*
A	2	11.82	1.94	2.82	3-4	13.11	2.14	4.06	1.80
B	2	13.11	1.35	2.82	3-4	12.09	1.64	3.28	1.15
C	2	13.23	2.90	4.27	3-4	13.23	1.35	3.14	0.99
D	2-3	13.29	2.38	3.75	3-4	13.23	2.64	4.17	0.50
E	2-3	12.54	1.63	3.74	3-4	12.98	1.88	3.02	0.88

ニオン系界面活性剤混合液で処理したものは柔軟性、摩擦性、硬さ、表面の粗さ、弾力性、光沢等が大きく改善されることがわかった。しかしながら、処理糸がなぜ重くて冷

たい感じになるかについては、今後さらに検討する必要がある。

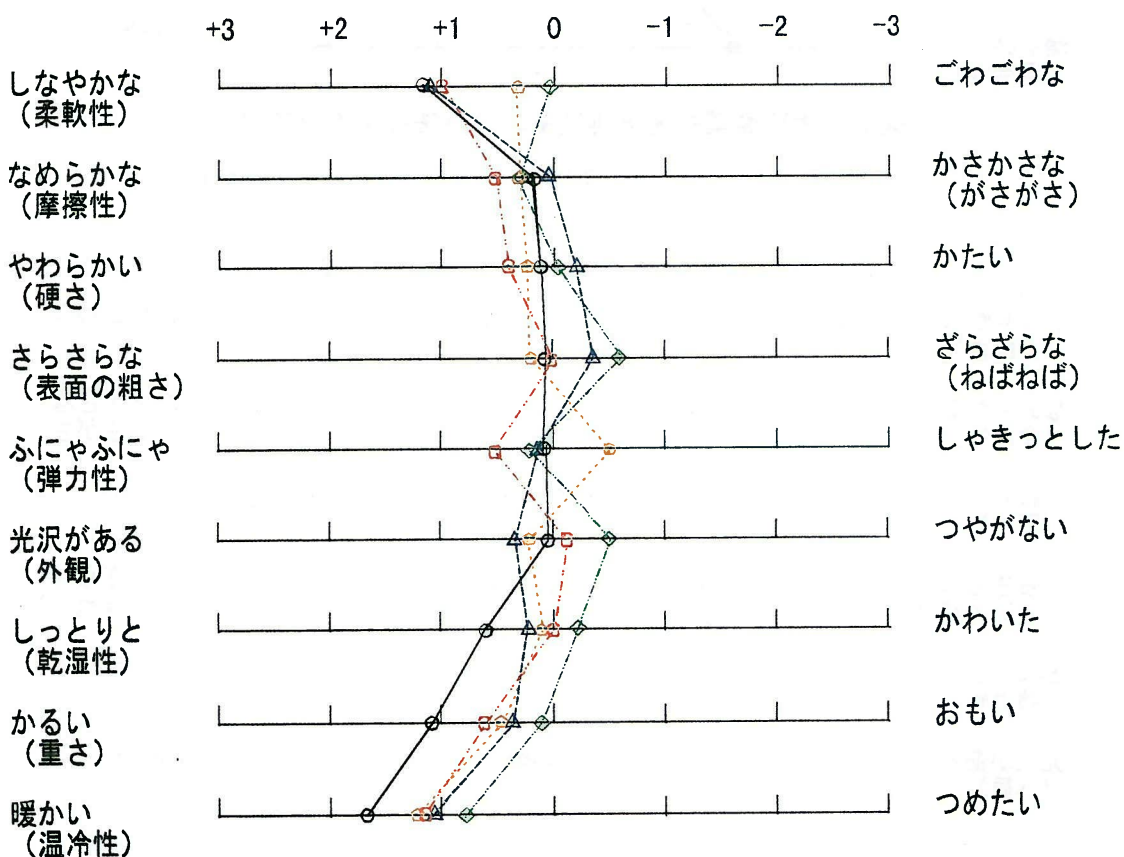


図1 シリコン系摩擦堅ろう度増進剤処理糸のSD法によるプロフィール
 □: 5.0VOL%, △: 10.0VOL%, ◇: 20.0VOL%, ◊: 25.0VOL%, ○: 0VOL% (未処理)

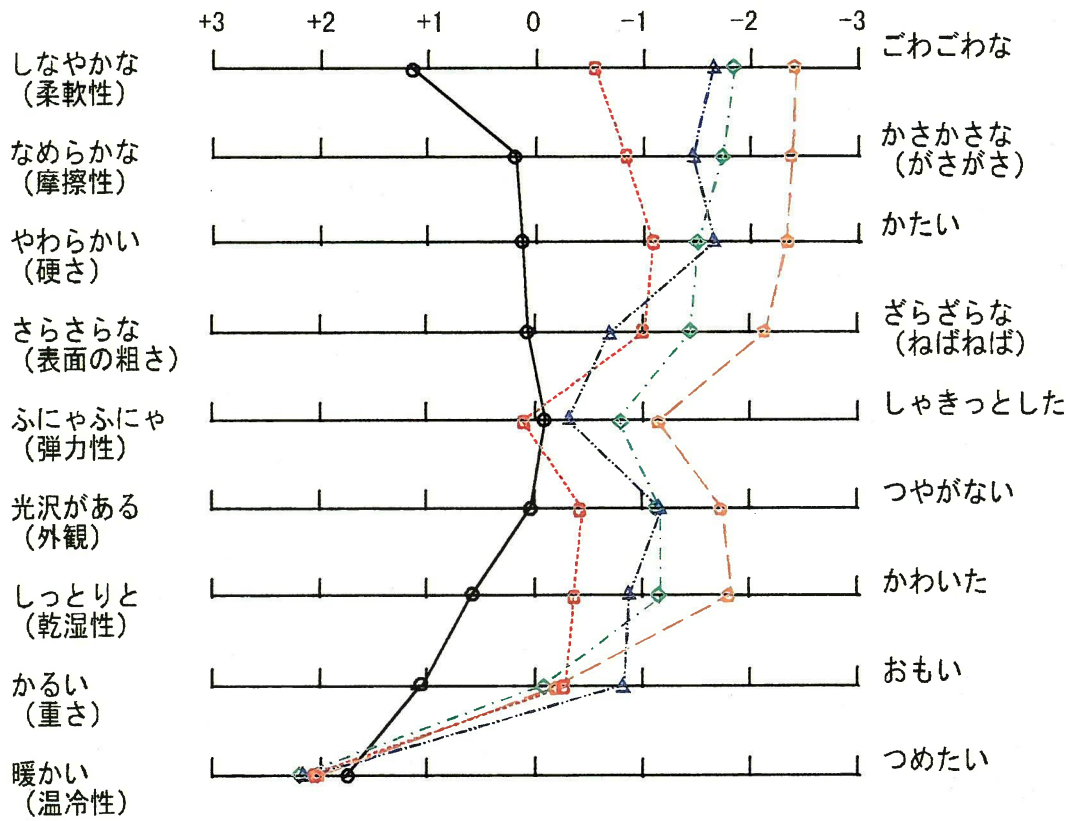


図2 大豆製蛋白粉末処理系のSD法によるプロフィール

□: 0.5g/l, △: 1.0g/l, ◇: 2.0g/l, ◇: 4.0g/l, ○: 0 g/l(未処理)

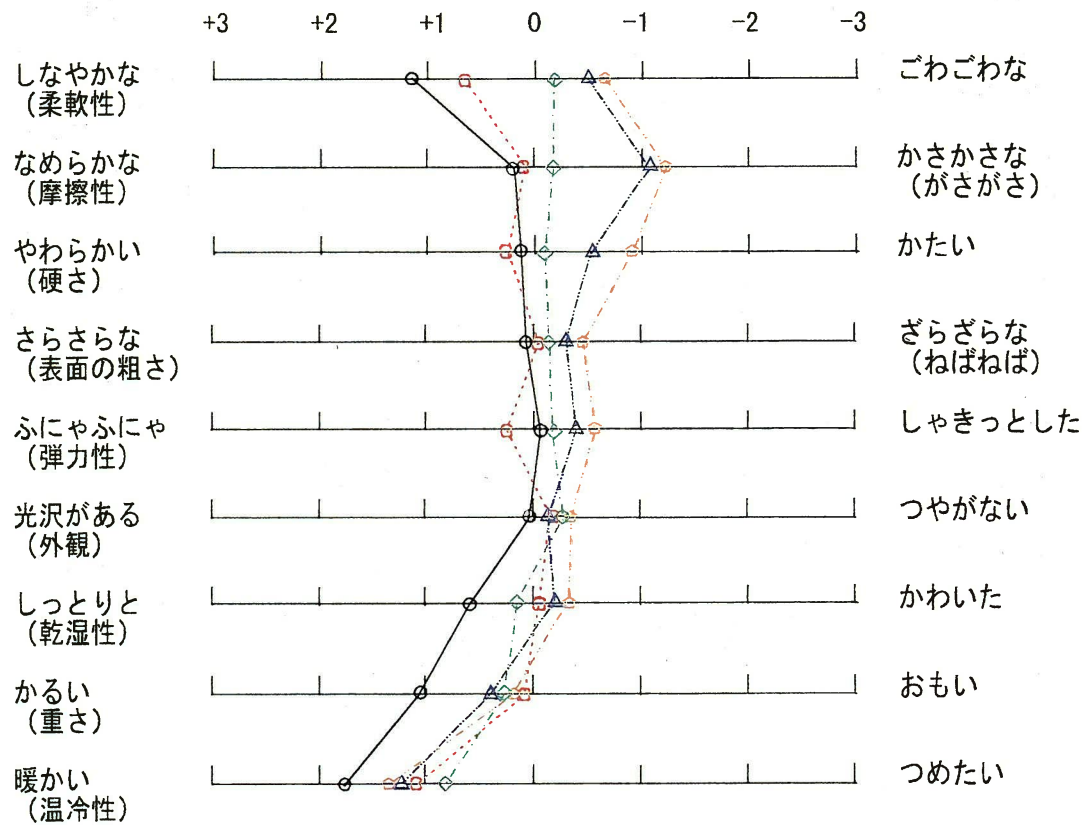


図3 ミクロシカプ-処理系のSD法によるプロフィール

□: 0.5g/l, △: 1.0g/l, ◇: 2.0g/l, ◇: 4.0g/l, ○: 0 g/l(未処理)

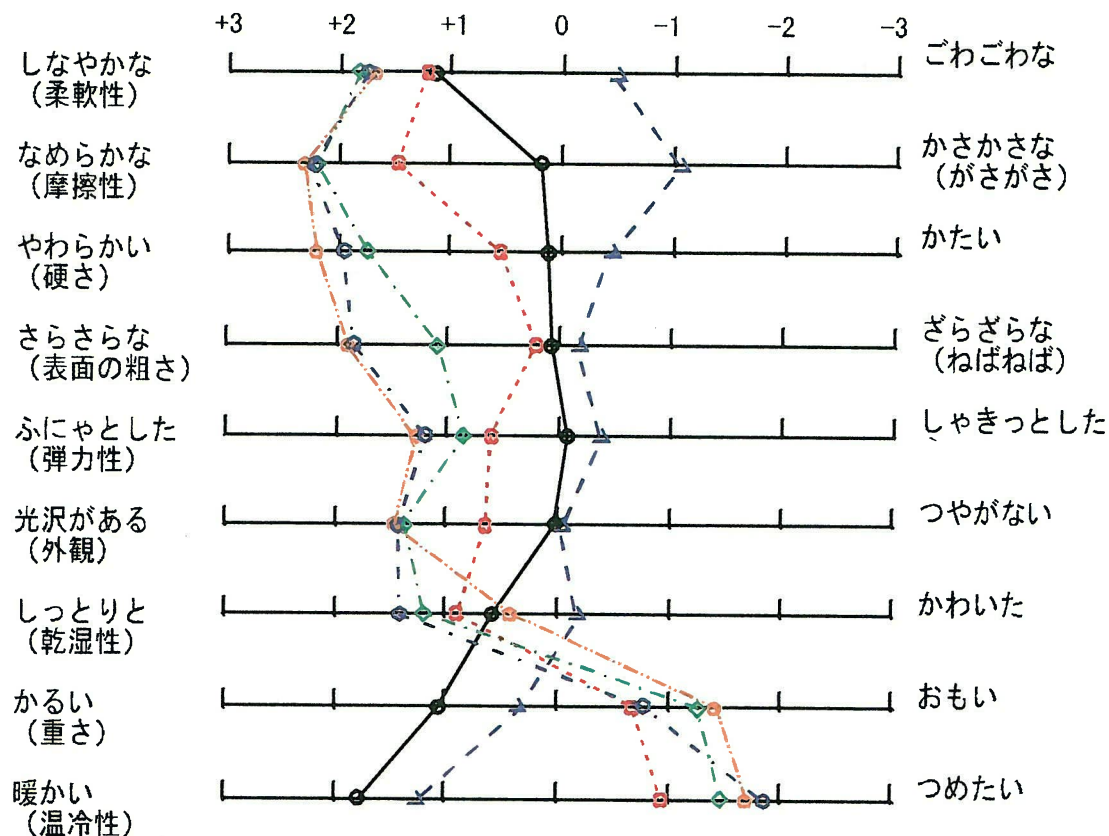


図4 ミクロシルカパウダー・アニオン系界面活性剤処理系のSD法によるプロフィール

- : 1.0g/ℓ(ミクロシルカパウダー)・0.5g/ℓ(アニオン系界面活性剤)
- ◇: 1.0g/ℓ(ミクロシルカパウダー)・1.0g/ℓ(アニオン系界面活性剤)
- : 1.0g/ℓ(ミクロシルカパウダー)・2.0g/ℓ(アニオン系界面活性剤)
- : 1.0g/ℓ(ミクロシルカパウダー)・4.0g/ℓ(アニオン系界面活性剤)
- △: 1.0g/ℓ(ミクロシルカパウダー), ○: (未処理)

4. 結 言

泥染め糸の泥落防止を目的として、シリコーン系摩擦堅ろう度増進剤、大豆製蛋白粉末ならびにミクロシルカパウダーについて試験した結果、次のことがわかった。

- (1) シリコーン系摩擦堅ろう度増進剤では濃度 10.0 ~ 25.0Vol % で3-4級に改善することができ、必要最小限濃度は10.0Vol %である。大豆製蛋白粉末は2.0~8.0g/ℓ濃度で2-3級と僅かに改善が見られた。ミクロシルカパウダー濃度1.0~8.0g/ℓの処理で摩擦堅ろう度は3-4級に改善することができ、必要最小限濃度は1.0g/ℓである。
- (2) シリコーン系摩擦堅ろう度増進剤処理糸は柔軟性、乾湿性、重さ、温冷性等一部で未処理より劣っているが、全体として未処理と大きな違いはなかった。また、大豆製蛋白粉末やミクロシルカパウダーのみでの処理物は、非常に硬くて表面がざらつきごわついた光沢のない糸に仕上がっていた。
- (3) ミクロシルカパウダー分散液に添加するアニオン系界面活性剤の濃度を高くするに従い柔軟性、摩擦性、硬さ、

表面の粗さ、弾力性、乾湿性等の面で風合いは良くなる傾向にある。アニオン系界面活性剤の必要小限濃度は1.0g/ℓであった。摩擦堅ろう度及び風合いについて未処理糸と比較し、大きく改善が図られたと言える。

- (4) 今回の実験で大豆製蛋白粉末に適する柔軟剤を選定することができなかったため、今後、検討する必要がある。
- (5) 泥染糸におけるSD法での風合い評価分析は過去の実施例が見られない。SD法での評価分析を技術的に確立するためには、今後さらに多くのデータを収集して解析する必要がある。

謝 辞

今回の糸を泥染めしていただいた大島郡笠利町松元泥染工場、肥後泥染工場、大島郡龍郷町前田泥染工場、金井泥染工場、名瀬市野崎忠昭泥染工場及び風合いのパネラーとして協力していただいた本場大島紬織物協同組合の検査員、大島紬染色加工研究会(鹿児島ハイテク研究会)の皆さんに感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 仁科勝海：特許 第2665656号(1997)
- 2) 仁科勝海，古川郁子：鹿児島県工業技術センター研究報告，8，13(1994)
- 3) 秋山大二郎，北原義孝，陸 旋，村上雅彦，荒井三雄，平林 潔：繊維学会誌，47，339(1991)
- 4) 西 決造：鹿児島県大島紬技術指導センター業務報告書，43(1993)
- 5) 山崎青樹：“草木染・木綿の染色”，美術出版社，(1990) p.43
- 6) 赤塚嘉寛，操 利一：鹿児島県大島紬技術指導センター業務報告書，65(1981)
- 7) 小原二郎：“デザイン計画の調査・実験”，鳳山社(1979) p.65
- 8) 大山 正：“新編色彩ハンドブック日本色彩学会編”，東京大学出版会(1980)p.369
- 9) 寺澤 勉：繊維学会誌，51，3(1995)
- 10) 操 利一，白久秀信，今村順光，山田清文：鹿児島県大島紬技術指導センター業務報告，63(1989)
- 11) 原田隆司：染色，12，1(1994)
- 12) 山本昌子：染色，12，4(1994)