

## 絹糸のゼオライト処理と染色

著者	早川 勝光, 赤塚 嘉寛
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 数学・物理学・化学
巻	24
ページ	93-105
別言語のタイトル	Silk Treatment by Zeolite and Dyeing
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10232/00004006">http://hdl.handle.net/10232/00004006</a>

## 絹糸のゼオライト処理と染色

早川勝光\*・赤塚嘉寛\*\*  
(1991年9月12日受理)

### Silk Treatment by Zeolite and Dyeing

Katumitu HAYAKAWA\* and Yoshihiro AKATSUKA\*\*

#### Abstract

Silk fiber was treated by zeolite synthesized from "shirasu" (pyroclastic flow deposit of ancient times) in the absence and the presence of silane coupling agent, 3-aminopropyltriethoxysilane. Weight increase of 10% of silk was observed in the presence of silane coupling agent, while little increase was obtained in the absence of silane coupling agent. Dyeing by two direct dyes gave deep color by use of silk treated by zeolite. The pictures by scanning electron microscope showed clearly covering of silk fiber by micro particles of zeolite. These results indicate that the silane coupling agent works well as an adhesive between silk fiber and zeolite particles.

#### 1. 緒 言

鹿児島県の特産品である大島紬は、その伝統的技法である泥染めによって独特の風合いや着心地を有していて、付加価値の高い高級和服産業を形成している。泥染め絹糸を電子顕微鏡で子細に観察すると、なめらかな絹繊維表面は、染色に使用されたシャリンバイ抽出液からのタンニン系化合物と田泥処理による金属イオン複合体や粘土鉱物などにすっかり覆われているのがわかる<sup>1,2)</sup>。この事実が、原料絹糸に対して35%にもおよぶ高い増量率となり、泥大島紬に独特の風合いを実現していると考えられる。

泥染めは、田泥の中に共存する鉄をはじめとする多種類の金属イオンの媒染効果によってタンニン系化合物を発色させるものである<sup>3)</sup>。しかしながら、金属イオンごとに異なる色で発色するために、その色合いは混合色にならざるを得ない。したがって、友禅のような多彩な染色は不可能となっている。

本研究では、田泥に代って媒染効果のない白色のシラスゼオライトを使用して、泥大島紬の風合いを有する多彩な染色の可能性について検討した。シラスゼオライトは太古の火山噴出物であるシラス粘土を原料として、水酸化ナトリウムとアルミン酸ナトリウムを加えて水熱反応させることによって合成したものである<sup>4)</sup>。ゼオライトは多孔性の微粒子であって、多くの分子に対する吸着剤として利用されているので、草木染料や化学染料の染着は容易であると考えられる。無機質であるゼオライトの絹糸への吸着には、近年開発された有機珪素化合物であるシランカップリング剤を使用することによって、10%程度の絹糸の増量率が得られることが分かった。したがっ

\* 鹿児島大学理学部化学教室 Department of Chemistry, Faculty of Science, Kagoshima University, Kagoshima, Japan 890

\*\* 鹿児島県大島紬技術指導センター Kagoshima Prefectural Research Institute of Ohshima Pongee Fabric, 888 Urugami, Naze, Kagoshima, Japan 894

て、絹糸の光沢を抑制し、かつタンニン系化合物による中間色（薄茶色）での染色や、化学染料による単色での染色が可能であることが分かった。

## 2. 実 験

### 2.1 試料と前処理

大島紬用練絹糸（緯糸、100 turn/m、108デニール）を使用した。ソックスレー抽出器を用いて、エーテルで2日、エタノールで1日抽出して油性不純物を洗い出した後、水洗・風乾して前処理した。各測定の前日に120°Cで2時間真空乾燥して使用した。

ゼオライトは、サンケイ化学（株）のA型ゼオライトとP型ゼオライトを使用した。製造元によれば、それらの基礎的な物性は、表1の通りである<sup>4)</sup>。P型ゼオライトの粒系は電子顕微鏡観察によれば、表1の値よりも小さく、5 $\mu\text{m}$ 以下と考えられる。これらは、その合成中に取り込まれた塩を除くために、31の蒸留水を加えて2時間かき混ぜ、5時間静置してゼオライトを沈降させデカンテーションによって上清を除いた。この洗浄操作を3回繰り返して十分に洗浄したのち、ゼオライト粉末を口別して、100°Cで4時間真空乾燥した。また、測定直前に再び100°Cで2時間真空乾燥して使用した。

Table 1. Physical properties of zeolites<sup>4)</sup>

	A-zeolite	P-zeolite
Molar Ratio (SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.0	4.1
Observation	White powder	White powder
Particle size	7 $\mu\text{m}$	35~40 $\mu\text{m}$
Pore size	0.4 nm	0.35 nm
Stable pH	Over 4	Over 8

無機質と有機質の双方に反応して両者を結合させる性質を有するシランカップリング剤は、信越化学工業（株）のKBE402、KBM403、KBM602、KBM803、KBE903をテストした。精製や前処理などは行わないでそのまま使用した。

### 2.2 絹糸によるゼオライトの吸着

テストしたシランカップリング剤のうち、KBM903に顕著な効果が見られたので、シランカップリング剤濃度や使用するゼオライト量の最適条件を調べるため、以下のようにして絹糸の重量増を調べた。以下の結果はすべてKBE903によるものである。

さまざまな量のシランカップリング剤とゼオライトを混合した懸濁水溶液10 mlをバイアル瓶に調整した。120°Cで2時間真空乾燥した絹糸約0.1 gを正確に秤量し(W<sub>0</sub>)、調整したゼオライト懸濁液に浸漬して25°Cの恒温庫の中のローテーターによって数時間回転攪拌して、絹糸へのゼオライトの吸着を促進させた。絹糸を取りだし水洗した後真空乾燥し、精密天秤で秤量した(W<sub>1</sub>)。そして、絹糸1 g当りの重量増(W)を(1)式によって計算した。

$$W = (W_1 - W_0) / W_0 \quad (1)$$

### 2.3 絹糸のゼオライト処理染色

鹿児島県大島紬技術センターの協力を得て、当センターで実験レベルでのゼオライト処理および染色試験を行った。試験結果の評価には、絹糸の重量増とカラーアナライザーによる色合い測定、さらに走査電子顕微鏡による繊維表面の観察などを利用した。

#### 2.3.1 試料と処理溶液の調製

試験絹糸には、大島紬用緯糸として使用されている練絹糸 (100 turn/m、108 デニール) を前処理しないで使用した。シランカップリング剤は、信越化学 (株) の KBE903 を使用した。シラスゼオライトは、サンケイ化学 (株) の A 型ゼオライトと P 型ゼオライトを使用した。染料には、市販の植物性染料カッチと 2 種類の直接染料を使用した。カッチは、シャリバイ煎液の代用品で、植物から抽出したタンニン系化合物である。直接染料としては、黄色染色にシリヤスファストエロー GG を、赤色染色にダイレクトファストレッド 3B を使用した。

シリコン系仕上げ剤には、市販のライトシリコン (3%) またはソフミン (2 vol.%) を使用した。これらの組成・分子構造は不明である。また、仕上げ洗浄剤として、市販の界面活性剤アゾリンの 0.1% 溶液を使用した。

ゼオライト処理溶液 シラスから合成した P 型ゼオライトまたは A 型ゼオライト 50 g (最終濃度 0.5%) とシランカップリング剤 (信越化学 KBE903) 100 g (最終濃度 1.0%) をよく混合して 10 l の水に分解させる。これをゼオライト処理溶液とする。静置するとゼオライトが沈降するので、使用前によくかき混ぜる。

2.2 のバイアル瓶テストでは、ゼオライト濃度 13% 以上で 10% 程度の重量増が得られたが (表 2)、実際レベルでの試験では、ゼオライトの吸着力が弱く、仕上げ洗浄後も乾燥するとゼオライト微粉末が飛び交うようなものであった。そこで、泥染めの石灰処理で利用されている石灰濃度を参考にしてテストした結果、上記の 0.5% で良好な結果を得た。したがって、以下のテスト結果は上記の処理溶液を使用したものである。

また、別にシランカップリング剤を加えないで同じ濃度のゼオライト懸濁液を調製し、コントロール用の染色に使用した。

カッチ溶液 1 l の水に固形のカッチ 5 g を加えて加熱溶解する (0.5%)。

色素溶液 0.05% シリヤスファストエロー GG (黄色染料と略記する) 溶液と 0.12% ダイレクトファストレッド 3G (赤色染料と略記する) 溶液を浴比 50 倍で使用した。

#### 2.3.2 処理方法

##### (a) ゼオライト処理

絹糸重量に対して約 10 倍量のゼオライト処理溶液 (以下、浴比 10 倍と記す) に絹糸を漬けて約 2 分間もみ込む (ゼオライト処理)。処理液を変えてこのゼオライト処理を 10 回繰り返した後、乾燥する。さらに 10 回ゼオライト処理を行って、シリコン系仕上げ剤でもみ込み、再び乾燥する。水蒸気で蒸して界面活性剤溶液で洗浄し、十分に水洗して乾燥する。そして試料絹糸に対する重量増を測定する。

##### (b) カッチ染色 (冷染色)

浴比 10 倍でゼオライト処理を 3 回行った後、浴比 10 倍量のカッチ溶液に漬けて数分間よくもみ込む (冷染色処理)。この冷染色処理を 3 回繰り返す。乾燥後、さらにゼオライト処理を 3 回、冷染色処理を 3 回行って、シリコン系仕上げ剤でもみ込み、再び乾燥する。水蒸気で蒸して界面活性剤溶液で洗浄し、十分に水洗して乾燥する。そして試料絹糸に対する重量増を測定する。

(c) カッチ染色 (熱染色)

最初に、浴比50倍量の熱カッチ溶液に絹糸を漬けて3分間加熱し、3時間以上放冷する(熱染色処理)。その後、ゼオライト処理を1回冷染色処理を3回行って乾燥する。さらに、熱染色処理、ゼオライト処理、冷染色処理(3回)、を繰り返して、シリコーン系仕上げ剤でもみ込み、再び乾燥する。水蒸気で蒸して界面活性剤溶液で洗浄し、十分に水洗して乾燥する。そして試料絹糸に対する重量増を測定する。

(d) 直接染料による染色

浴比10倍でゼオライト処理を5回行った後、浴比50倍量の染料溶液に絹糸を漬けて3分間加熱して3時間以上放冷する。乾燥後ゼオライト処理を5回行って、シリコーン系仕上げ剤でもみ込み、再び乾燥する。水蒸気で蒸して界面活性剤溶液で洗浄し、十分に水洗して乾燥する。そして試料絹糸に対する重量増を測定する。

(e) コントロール

上記(a)~(c)のゼオライト処理とカッチ染色操作の中で、シランカップリング剤を含有しないゼオライト懸濁液でもみ込んでゼオライト処理したものをコントロールとした。この場合、コントロールを(a)~(c)の結果と比較することによって、シランカップリング剤の有効性を評価できる。

(d)の直接染料での染色操作の場合、ゼオライトを使用しないで染料のみで染色した場合をコントロールとして、重量増や染色風合いを評価した。

### 2.3.4 色合いの測定

カッチおよび直接染料で染色した絹糸について、マクベスカラーアイ MS-2020 を用いて、反射スペクトルや明度指数 ( $L^*$ )、色度パラメーター ( $a^*$ ,  $b^*$ ) などを測定した。ここで、 $a^*$  は赤 (+)  $\leftrightarrow$  緑 (-) 方向での、 $b^*$  は黄 (+)  $\leftrightarrow$  青 (-) 方向での色度を数値表示したものである。

## 2.4 緋むしろのゼオライト処理染色

先染め織物である大島紬では、染色用絹糸を経糸ととして木綿糸を緯糸として染色不要な部分を締め上げるいわゆる緋むしろを織り上げて、それを染色して緋糸を製造する。したがって、明瞭なかすり模様を織りなすためには、木綿糸で締め上げた部分には染料などが浸透しないようにしなければならない。緋むしろにゼオライト処理染色を行って、緋糸の製造に対する効果を調べた。

### 2.4.1 処理方法

(a) カッチ染め

鹿児島県大島紬技術センターで製造されたテスト用緋むしろの小片を、0.05%のカッチ溶液に漬けて2分間もみ込む。その後、P型ゼオライト処理を行って、再び0.05%のカッチ浴で3回もみ込む。さらに、このゼオライト処理とカッチ浴での3回のもみ込みを、2回繰り返した。乾燥し、シリコーン仕上げ剤ソフミンでもみ込んで乾燥し、水蒸気で蒸したのち界面活性剤で洗浄してよく水洗し乾燥した。

(b) 直接染料による染色

テスト用緋むしろの小片を染料溶液に漬けて2分間もみ込んだ後、P型ゼオライトによるゼオライト処理を行った。再び、染料浴で2回もみ込んでゼオライト処理を行う。さらに、この染料浴での2回のもみ込みとゼオライト処理とを繰り返した。乾燥し、シリコーン仕上げ剤ソフミンでもみ込んで乾燥し、水蒸気で蒸したのち界面活性剤で洗浄してよく水洗し乾燥した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 絹糸の重量増

2.1 のバイアル瓶テストで得られた結果を表2に示す。表2の結果は、カップリング剤濃度1.0%、ゼオライト濃度13%以上で7~13%程度の重量増が得られることを示す。このゼオライト濃度では、かなり濃厚な懸濁液となった。

Table 2. Weight of zeolite adsorbed on silk fiber

Zeolite	coupling Agent C (mg/10 ml soln.) (Z=1.0 g)	Weight increase W (g/1 g-silk)	Zeolite Z (g/10 ml soln.)	Weight increase W (g/1 g-silk)
P-zeolite	0~40	0.01 (±0.01)	1.0~1.2	0.05 (±0.03)
	50~100	0.07 (±0.04)	1.3~	0.09 (±0.04)
	100~	0.04 (±0.02)	(C=80 mg)	
A-zeolite	0~12	0.005 (±0.001)	1.0~1.2	0.05 (±0.03)
	20~	0.08 (±0.06)	1.3~ (C=50 mg)	0.13 (±0.02)

#### 3.2 染色工程による重量増

表3に、2.3.2の(a)~(d)の染色工程による絹糸の重量増率をまとめて示す。

Table 3. Weight increase of silk fiber by zeolite treatment dyeing

Treatment	A-zeolite			P-zeolite		
	RS	SO	(e) Control	RS	SO	(e) Control
(a) Zeolite treatment	5.8%	19.3%	0.8%	5.2%	9.7%	0.6%
	*	8.6%		*		
(b) "Kacchi" dyeing		6.6%	2.5%		8.3%	4.3%
(c) "Kacchi" dyeing (hot)					8.3%	6.9%
(d) Yellow dyeing	RS	5.2%	0.6%	SO	20.2%	0.6%
	SO	16.8%				
(e) Red dyeing	RS	5.8%	0.7%	SO	29.6%	0.7%
	SO	16.8%				

RS: Final treatment by right silicon SO: Final treatment by "Sofmin"

\*: No final treatment

ゼオライト処理では、コントロールが1%未満の増量率であるのに対して、シランカップリング剤を使用すると5~10%の増量率を得る。シリコン仕上げ剤で処理しなかったものに較べて、ライトシリコンを使用すると増量率が減少するのは、ライトシリコンが吸着ゼオライトを洗い出す効果を有するためと考えられる。一方、ソフミンを使用すると増量率は非常に大きくなるが、これはゼオライトの吸着量の増加によるものではなく、ソフミンが繊維内部に浸透吸着するためである。すなわち、シリコン仕上げ剤を使用する直前の増量率は10%前後にすぎないが、

ソフミン処理により15~20%以上に増加する。

カッチ染色の場合、シランカップリング剤を使用した場合は、7~12%とかなり大きな増量率を実現しているが、シランカップリング剤を使用しないコントロールでも2~7%の増量率を示している。このことは、カッチの主成分であるタンニン系化合物が絹糸とゼオライトとのカップリング作用を有していることを示唆している。このタンニン系化合物の性質が、泥染めにおける35%にもおよぶ大きな増量率に寄与しているものと思われる。熱染色によってカッチの絹糸への収着を大きくすると増量率が大きくなることは、上記の考察を支持している。

直接染料で染色した場合、増量率はゼオライト処理の場合と同じ程度である。このことは、直接染料には、カッチのように絹糸とゼオライトとのカップリング作用がないことを示している。ゼオライト処理を行わないで染料だけで染色したコントロールの増量率(0.6~0.7%)は、ゼオライト処理におけるコントロール(ここでは、シランカップリング剤を含まないゼオライト懸濁液でゼオライト処理している)の増量率(0.6%)と同程度である。したがって、カッチを使用しない限り、ゼオライトの絹糸への吸着にはシランカップリング剤が必要であることを示している。

シランカップリング剤 KBE903 (3-アミノプロピルトリエトキシシラン) の効果は、エトキシシラン基の加水分解生成物であるシラノール基がゼオライトの水酸基との間に脱水縮合反応が起こってゼオライトと共有結合するか、あるいはエトキシ基がゼオライト表面に吸着するためである<sup>5)</sup>。他方、他の分子端にあるアミノ基が絹繊維と反応(水素結合と思われる)するためである<sup>5)</sup>。

### 3.3 染色による色合いの変化

染色絹糸で得られた色相パラメータを表4に示す。表4をみると、カッチ染色の場合、シランカップリング剤を使用しないコントロールに較べて、明度指数(L\*)がかなり小さくなるとともに、赤色がより強くなっている(a\*)。また、熱染色した場合は濃度に染まるためコントロールでも明度指数(L\*)はかなり小さくなっている(66.4)。

Table 4. Luminosity (L\*) and chromaticity parameters (a\*, b\*)

Treatment	L*	a*	b*	L*	a*	b*
(Dyeing by "Kacchi")				Control		
A-zeolite	54.6	15.0	13.9	82.4	4.1	10.7
P-zeolite (hot dyeing)	48.4	16.6	13.9	66.4	8.1	15.2
P-zeolite	52.8	15.1	14.1	80.3	4.1	11.9
Yellow dyeing)				Control		
A-zeolite	82.7	2.8	68.5	82.2	4.5	73.4
P-zeolite	78.9	7.1	75.4			
(Red dyeing)				Control		
A-zeolite	44.2	54.2	20.9	41.0	56.9	25.9
P-zeolite	33.6	49.2	25.8			

a\*: Red(+) ⇔ Green (-) axis    b\*: Yellow (+) ⇔ Blue (-) axis

直接染料による染色では、ゼオライトを使用しないコントロールの相違は極めて小さく、ゼオライト処理によって直接染料の色相が損なわれていないことがわかる。P型ゼオライトでゼオラ

イト処理した場合に、わずかばかり明度指数 (L\*) が小さくなっている。

これらの変化は反射スペクトルをみると一層明瞭に現れる。図1にカッチ染色の場合の反射スペクトルを示す。図中のaは白板の反射率を、bはシランカップリング剤を含まないゼオライト懸濁液でゼオライト処理したコントロールを、cはシランカップリング剤を含むゼオライト懸濁液でゼオライト処理したものを示す。反射率が小さいほど濃色に染色されたことを示している。コントロールで見られる420 nmと550 nmのなだらかな起伏はcでは消失している。400~600 nmと可視光領域全般にわたって反射率が小さくなるのは褐色染料に共通することである。

図2には直接染料で染色した絹糸の反射スペクトルを示す。黄色染色では550 nm (黄緑) より長波長 (赤色方向) の光を強く反射しているのに対して、赤色染色したものは650 nm (赤) より長波長の光を反射するにすぎない。A型ゼオライトを使用した場合(c)は、ゼオライト処理を行わないコントロール(b)と重なっている。一方、P型ゼオライトを使用した場合(d)は、反射率がいくらか小さくなるとともに、長波長シフトしていることがわかる。

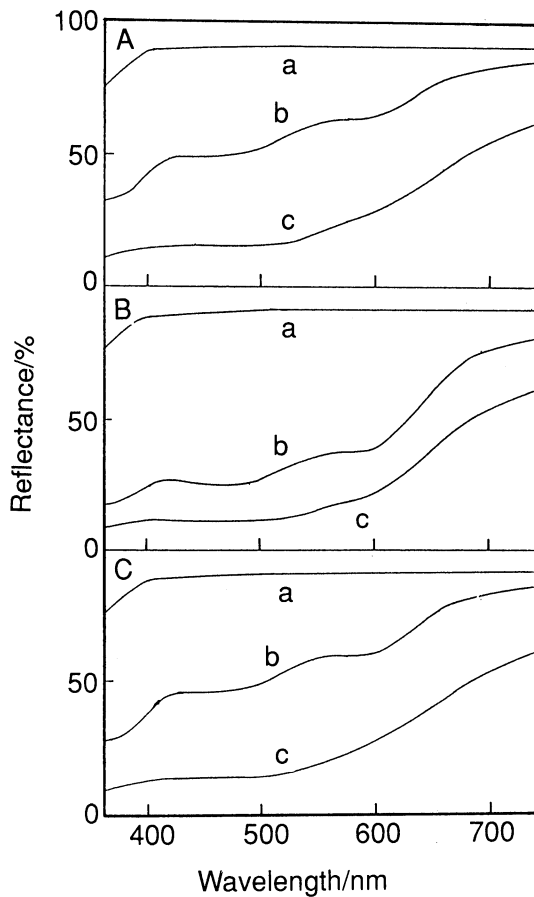


Figure 1. Reflectance curves of silk fiber dyed by "Kacchi".

- A. A-zeolite treatment
- B. P-zeolite treatment (hot dyeing)
- C. P-zeolite treatment
- a. White plate    b. Control
- c. Silk fiber dyed

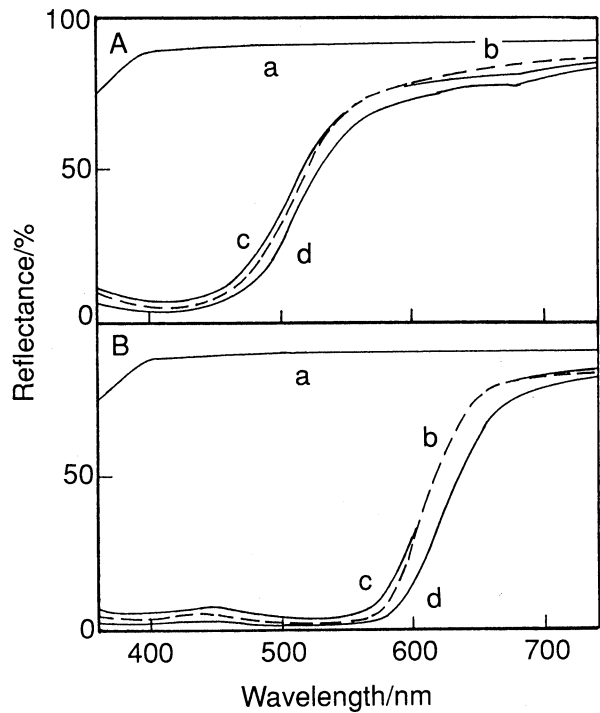


Figure 2. Reflectance curves of silk fiber.

- A. Sirius fast yellow GG
- B. Direct fast red 3G
- a. White plate    b. Control (broken curves)
- c. A-zeolite treatment    d. P-zeolite treatment



実際の染色標本を見ると、カッチ染色した標本は、シランカップリング剤を使用しない場合、絹糸の光沢が強く残っていると同時に、着色強度が弱く、カッチによる染色効果がかなり小さなものであることをはっきりと示した。表3の重量増のデータと併せて考えるとき、絹糸へのゼオライトの吸着は、絹糸の光沢を抑制するだけでなく、カッチのような草木染料の発色にも好ましい効果を有することを示している。

直接染料による標本は、ゼオライト処理を併用しないコントロール(c)と比較すると、ゼオライト処理により絹糸の光沢は消失していた。また、化学染料による染色効果は、ゼオライト処理によって損なわれてはいない。このことは、反射スペクトル(図2)が、染料のみによって染色したコントロールのものと大きく変化していないことにも明かである。

### 3.4 絹糸の電子顕微鏡による観察

#### 3.4.1 ゼオライト処理絹糸

バイアル瓶テストで得られたゼオライト処理絹糸の走査電子顕微鏡写真は、絹繊維表面に立方体結晶であるA型ゼオライトが付着しているのを示したが被覆率はかなり小さなものであった。一方、絹繊維表面にP型ゼオライトが吸着している場合は、絹繊維表面をすっかり覆いつくしている様子が見られた。この表面は泥染め繊維の表面に類似しているが、バイアル瓶レベルの測定であるために繊維の風合い変化について結論することはできない。

#### 3.4.2 染色絹糸の電子顕微鏡による観察

カッチでゼオライト処理染色した絹糸の電子顕微鏡写真を写真1に示す。左側には資料絹糸を右側にはコントロール(シランカップリング剤を使用しないでゼオライト処理した)を示す。参照のためDに泥染め絹糸を示す。ゼオライトの吸着が、シランカップリング剤を使用することによって促進されることがはっきり分かる。P型ゼオライトで処理したもの(B)およびその熱染色したもの(C)の表面は、吸着量は泥染め絹糸ほどではないが、表面状態は泥染め絹糸のものによく似ていることが分かる。シランカップリング剤を使用しない場合(コントロール)、冷染色では絹糸の表面と大きくは変っていない。バイアル瓶テストの結果と比較すると、もみ込み操作によってゼオライトの吸着状態が改善されているのが分かる。

写真2、3に直接染料によってゼオライト処理染色した場合の絹糸表面の電子顕微鏡写真を示す。ゼオライト処理を行わないコントロールでは(C)、原料絹糸と同じくなめらかな表面をしているが、ゼオライト処理を施すことによって、ゼオライトが表面に吸着している。この場合、ゼオライトはもはや微粒子の形はとどめていないが、それはシリコン化合物による仕上げ処理によるものと思われる。

以上の電子顕微鏡写真に見られるように、ゼオライト処理は絹繊維自身の表面状態を大きく変化させていることが明かである。

### 3.5 緋むしろのゼオライト処理染色

先染め織物である大島紬では、絹糸を経糸として染色不要な部分を木綿糸を緯糸として締め上げるいわゆる緋むしろを織り上げて、それを染色して緋糸を製造する。したがって、明瞭なかすり模様を織りなすためには、木綿糸で締め上げた部分には染料などが浸透しないようにしなければならない。緋むしろにゼオライト処理染色を行って、緋糸の製造に対する効果を調べた。

その結果、いずれも明瞭な縞模様が観察されてゼオライト処理が緋糸の製造に影響しないことを示している。赤色染色で少々赤色が白い部分にかぶったのは、本染料の染色堅牢度が十分でな

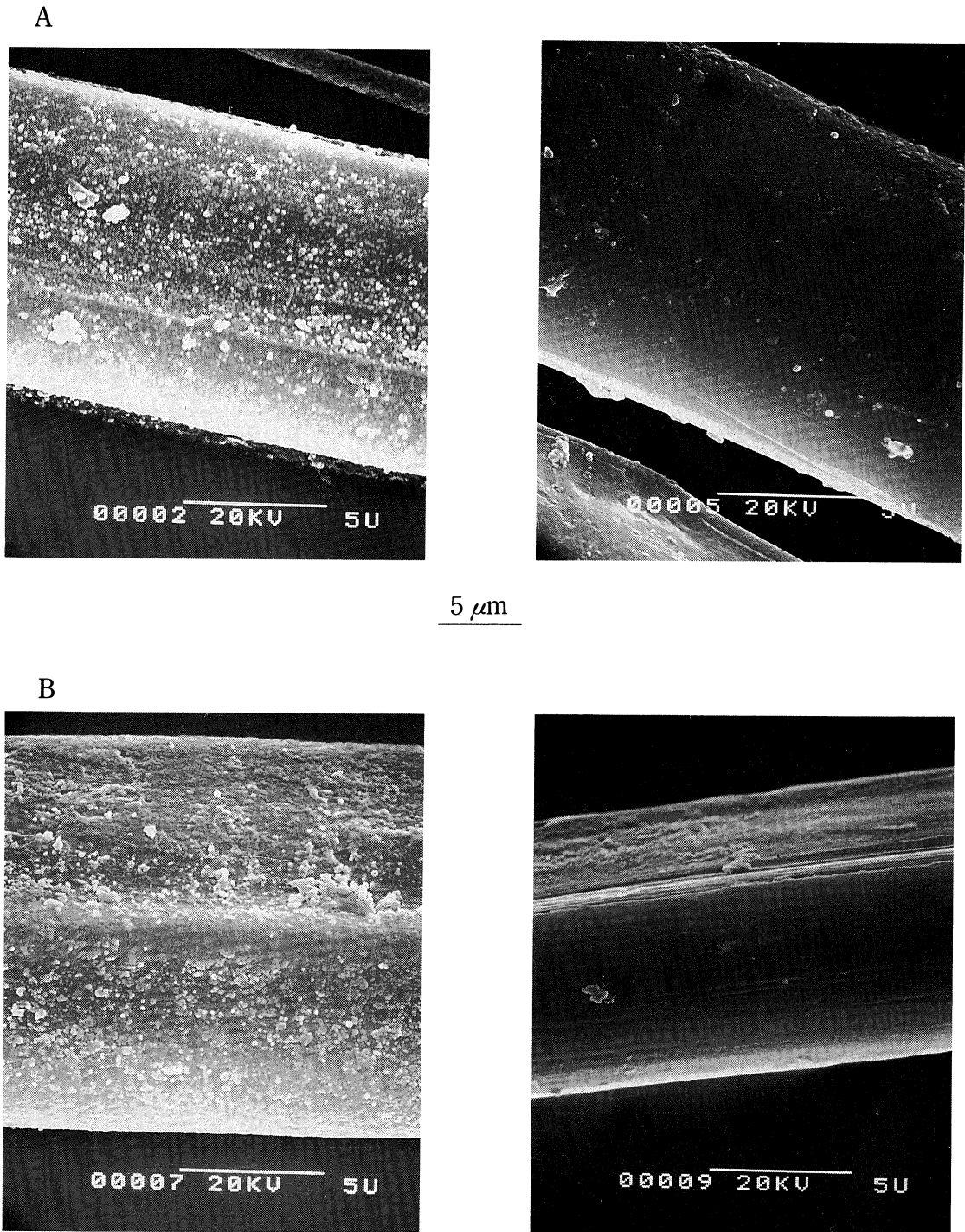


Photo. 1. SEM photographs of silk fiber dyed by "Kacchi".  
left: zeolite treatment      right: Control  
A. A-zeolite treatment      B. P-zeolite treatment

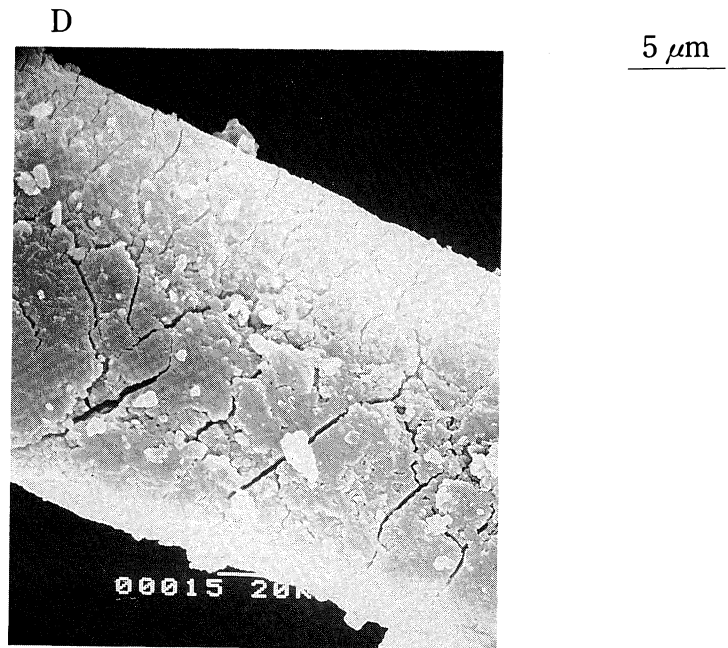
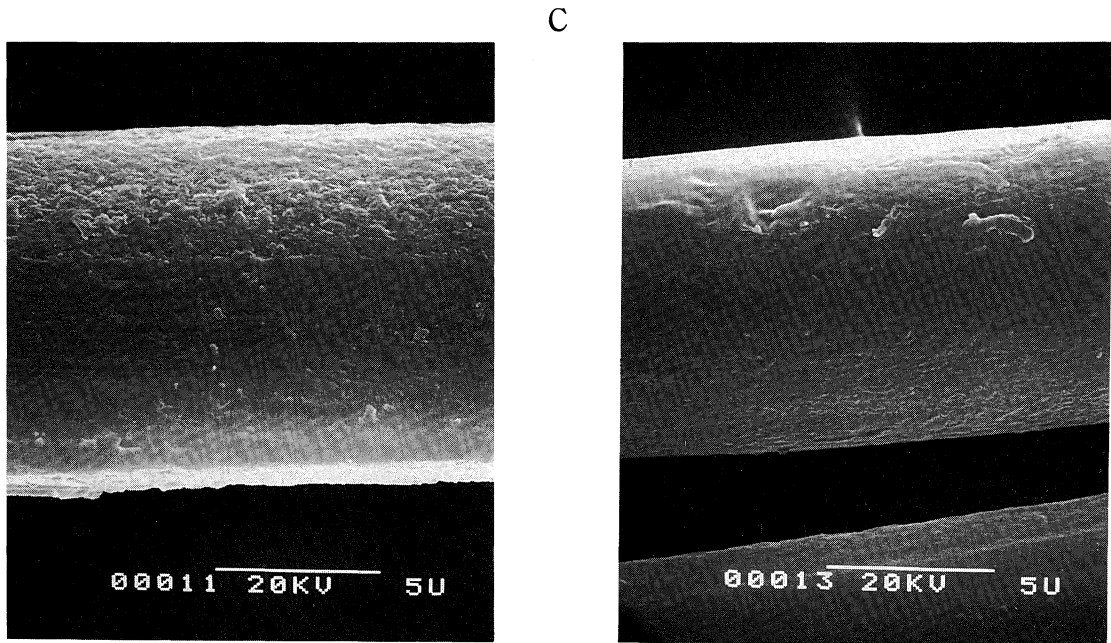


Photo. 1. (Continued)  
C. P-zeolite treatment (hot dyeing)  
D. Treated in muddy field

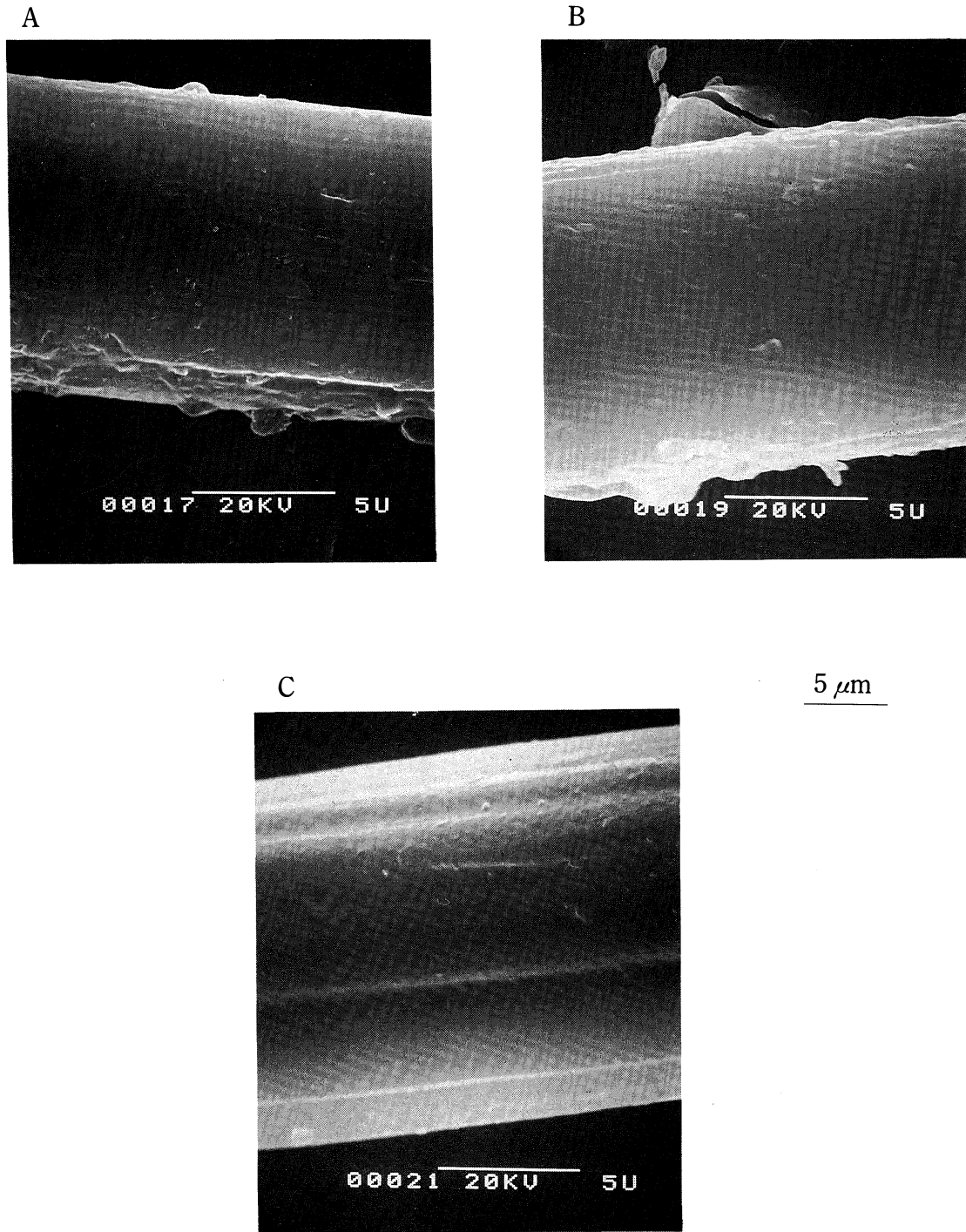


Photo. 2. SEM photographs of silk fiber (yellow dyeing).  
A. A-zeolite treatment    B. P-zeolite treatment  
C. Control

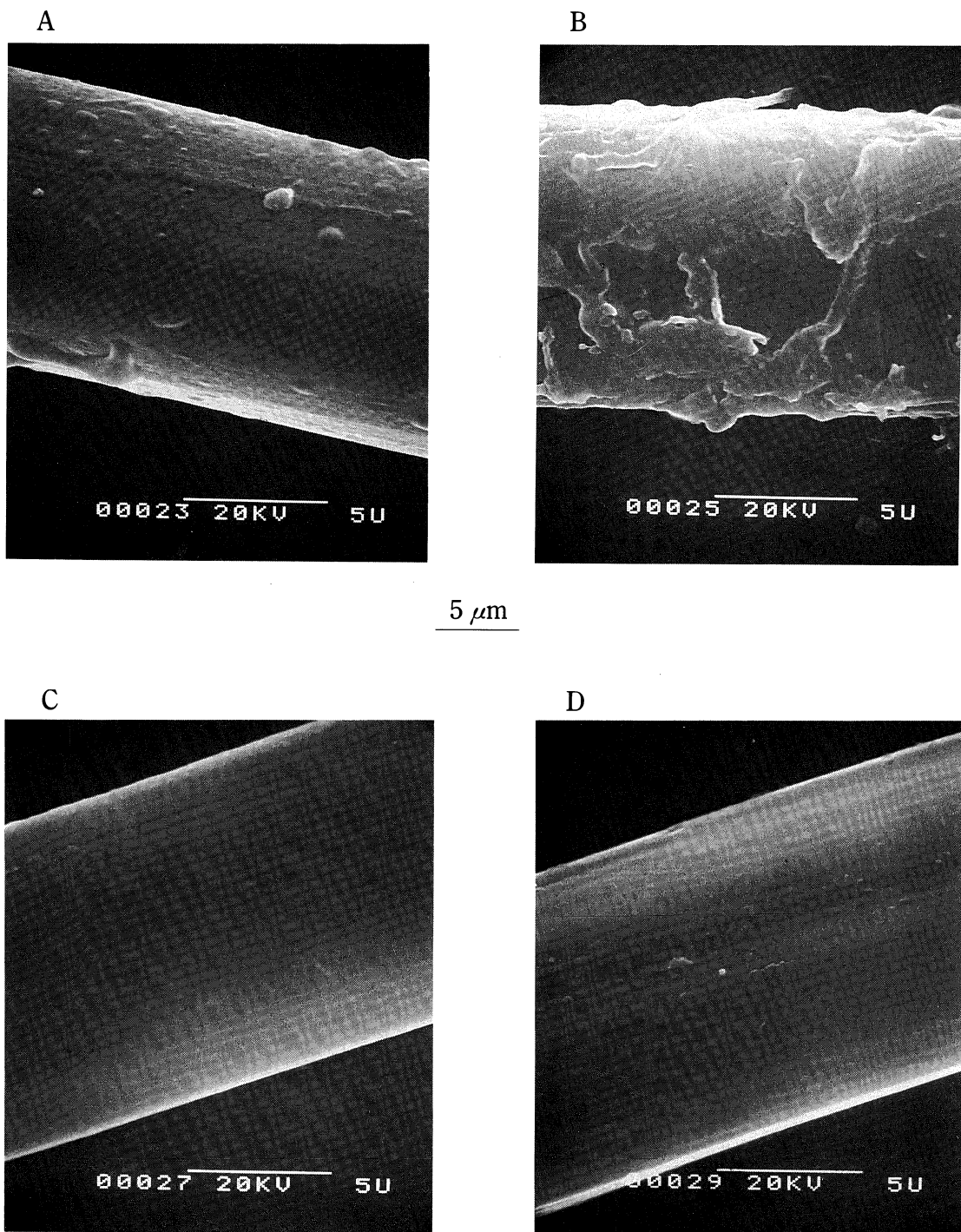


Photo. 3. SEM photographs of silk fiber (red dyeing).

- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| A. A-zeolite treatment | B. P-zeolite treatment |
| C. Control             | D. Silk                |

く、むしろ解きの時に白い部分が汚染されたためである。ゼオライト処理染色された部分を、木綿糸で締め上げられていた非染色部分（絹糸）と比較すると絹糸の光沢が抑制されていることがみられた。

したがって、ゼオライト処理染色は、緋むしろに対しても有効であることが明かである。

謝辞 本研究における電子顕微鏡写真の撮影において、鹿児島大学理学部の塚原潤三博士にご協力いただいたことを感謝します。

## 文 献

- 1) 皆川 基：「絹の科学」関西衣生活研究会、(1981)、p. 176
- 2) 早川勝光、橘木弘美、蓑輪道夫、赤塚嘉寛、白久秀信、村田博司：鹿児島県大島紬技術指導センター業務報告書（昭和61年度）、48（1987）
- 3) 皆川 基：「絹の科学」関西衣生活研究会、(1981)、p. 174
- 4) サンケイ化学株式会社技術資料「シラスゼオライト」
- 5) 吉岡 博：「シリコンハンドブック」（伊藤邦雄編）、(1990)、p. 55