

# 天然土による綿布の染色

瀬戸 房子

(2006年10月18日 受理)

## Dyeing Cotton Fabrics with Natural Soil

SETO Fusako

### Abstract

Dye staff and pigment have been used as main materials for dyeing clothes. Almost all clothes are dyed with artificial dye staffs. Recently, many people are interested in environmental problems and prefer natural materials. Sales of clothes dyed with natural materials have increased on the market. Clothes have been colored by immersing in the mud former days. Oshimatumugi, which is a famous kimono fabric dyed using soil, have been made in Kagoshima prefecture. Dyeing clothes with soil has some advantages. The soil obtained from natural environment is harmless. The dyeing procedure is quite simple. The cost is low. The water needed for dyeing is not much. It is easy to estimate the color of the dyed material from a dyeing material. The color of the fabrics dyed with soil, however, is not vivid and not clear. In this study, dyeing method using the soils in the surroundings was discussed on the liquid concentration, the particle size of the soils in order to get the fabrics colored well. Cotton fabric was used as a material to dye. The results are follows: 1) Small particle soils existed between fibers and in the ditches of the fiber in the dyed cotton fabrics. 2) When the same amount of the soil was used, the smaller the particle size of the soil was, the deeper the color of the fabric became. 3) It is required that the concentration of the solution of the soil which obtained in the surround was higher than that of the soil on the market. 4) It is advisable to submerge the soil which obtained in the surround in water before dyeing.

**Keywords:** soil, dyeing, particle size, color fastness

**キーワード:** 土, 染色, 粒度, 染色堅牢度

### 1. 緒言

染色は繊維や繊維製品の仕上げにおける大切な操作であり、日常使用されている多種多様な繊維

製品には様々な染色が施されている。一般に染色に用いる色素に要求される性能として、色が冴えて美しいこと、染着性が良好で染色が容易であること、日光・洗濯・その他に対する抵抗性が大きく、容易に変退色しないこと、安価であること等が挙げられる。<sup>1)</sup>そのため、ほとんどの繊維製品は、鮮やかな色彩調整が容易で、種類が多く、安価な合成染料で染色がなされている。しかし、合成染料の中には、環境ホルモンとして自然環境に影響を与える可能性が示唆されているものもある。近年、天然物を利用して染色したものも増加の傾向にある。

染色には染料や顔料が用いられるが、浸染の方法が渡来した四世紀頃までの長い間に行なわれていた最初の技法として、顔料による染色がある。<sup>2,3)</sup>顔料は色素自体に染着能力はないが、漬け込みの繰り返しによって、水不溶性の極めて微細な粒子が繊維の非晶領域内に入り込み、ファンデルワールス力によって付着し、それより大きい粒子は撚糸の隙間や布の折り目に挟み込まれて機械的付着によって保持され、かなりの濃さまでの着色布を得ることができる。<sup>4)</sup>古代には、数百年前の地層から赤や黄の鮮やかな天然土を精製し、媒染剤などを一切使わずに水と大豆の成分などの植物成分だけで定着させていた赤土染めと黄土染めが行われていた。<sup>5)</sup>顔料の長所は、染料のような繊維に対する選択的染着性はなく、染色工程が染料に比べてきわめて簡単で、効率よく経済的で、衛生的で、環境に対する害もほとんどない。<sup>6)</sup>多量の水を必要としないことも利点としてあげられる。また、顔料の色がそのまま織布上に再現できるため、仕上りの予測が可能であり、色合わせも簡単で、目的の色調に応じて自由に混合して使用することができる。

鹿児島県では、天然土は、大島紬の染色工程で植物染色後の媒染剤として使用されており、土のみでの染色は一般的ではない。しかし、酸化鉄を含む赤土の土壌が多いことから、土を利用して被服材料を土本来の色に染色することは、天然資源の有効利用のひとつであり、近年のエコロジー志向傾向とも合致するものである。

そこで、本研究では、天然の土を色素として染色に利用し、表面が不均一で機械的付着に適した綿繊維で構成された平織布を被染色物として簡単に短時間で染色することを試みた。染色物の色彩と染色に用いる土の分量、および、粒径との関係を明らかにし、染色性と染色物の堅牢性を調べて、その実用性を検討した。また、天然土を染色に用いる場合の染色方法について提案し、教育現場における導入の可能性と教材としての教育的効果についても考察した。

## 2. 方法

### 2-1 試料

被染色布にはJIS染色堅牢度試験用の綿布（かなきん3号）を用いた。染色には市販土顔料と天然土を使用した。市販土顔料は色彩の異なる市販の天然土顔料4種（田中直染料，京都）を用いた。天然土は平成15年に佐賀県唐津市で採取した土2種，鹿児島県出水市で採取した土1種の計3種を用いた。助剤として，浸染用分散剤 PG（田中直染料，京都），色止め剤ハイプレックス NFS（田中直染料，京都）を使用した。

## 2-2 染色方法

被染色布は30×30cm<sup>2</sup>の布片にし、試料とした。市販土顔料、または、天然土を濃度1, 5, 7.5, 10%で蒸留水中に分散させ、染色液を調製した。0.5%PG水溶液と0.5%パイプレンNFS水溶液を調整した。染色にはPG水溶液に20分間浸漬し、2回水洗、脱水後に風乾したものを用いた。調整した染色液30mlを試料に筆を用いて塗布し、縦横に3つ折りしてラップで覆い、10分間揉むことによって物理的圧力をかけて染着させた。その後、水洗し、布をパイプレンNFS水溶液に20分間浸漬し、よく水洗いして風乾した後、アイロンで乾燥させた。水洗時に脱離した土顔料を水分を蒸発させて収集し、重量を測定した。また、天然土については、染色液調製前に次の2種の方法により、粒子の細かな土を収集した。1)10 lの蒸留水中に1kgの土を添加し、攪拌後、沈殿した上部の土と採取した。(以下沈降法とする) 2)土を乳鉢ですりつぶした後、口径53μmのふるいを通り抜けた土を収集した(以下ふるい法とする)。

## 2-3 染色布の色彩の測定

染色布の色彩は、色彩色差計(CR-200, ミノルタ)を用いて、色度値L\*a\*b\*表色系で表した。染色布を4つ折りにして4箇所測定し、その平均を測定値として用いた。

## 2-4 染色堅牢度試験

日光に対する染色堅牢度試験をJIS L 0841に準拠し、第1露光法で行った。<sup>7)</sup>濃度5%で染色した綿布を2×10cm<sup>2</sup>の試験片とし、8月初旬に2週間日光暴露を行った。

熱湯に対する染色堅牢度試験をJIS L 0845に準拠し、ビーカー法で行った。<sup>8)</sup>濃度5%で染色した綿布を4×5cm<sup>2</sup>の試験片とし、染色布を添付白綿布と添付白羊毛布で挟み、70℃の蒸留水に30分間浸漬し、染色布と添付白布を分離して105℃で乾燥させた。

摩擦に対する染色堅牢度試験はJIS L 0849に準拠し、摩擦試験機II型を用いて行なった。<sup>9)</sup>染色布を3×15cm<sup>2</sup>の試験片とし、試験片を試験台上に固定した。5×5cm<sup>2</sup>摩擦用白綿布を摩擦用試験機II型の摩擦子の先端に装着し、試験片10cm間を速度30rpmで100回往復摩擦を行った。

試験後の染色布の変退色及び添付白布の着色の程度を調べるために、色彩色差計を用いて試験前後の染色布と添付白布のL\*a\*b\*を測定し測定値より色差ΔE\*を、JIS Z 8729に準拠して(1)式により求めた。<sup>10)</sup>

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

ΔE\* : L\*a\*b\*表色系による色差

ΔL\*, Δa\*, Δb\* : JIS Z 8729に規定するL\*a\*b\*表色系における二つの物体色の明度指数L\*及びクロマティクス指数a\*, b\*の差

## 2-5 粒度の測定

土顔料の粒度は、粒度分析装置(SYMPATEC HEROS, シンパテック)を用いて、30mlの蒸留水中に土顔料を0.06g, アンモニアを1ml添加して十分攪拌したものを試料として、レーザー回折法で測定した。

## 2-6 電子顕微鏡写真の撮影

走査型電子顕微鏡 (S-4100, 日立) を用いて, 電圧10kVで染色布の表面写真の撮影を行った。

## 3. 結果および考察

### 3-1 市販土顔料における染色液濃度の綿布への付着量と染色布の色彩への影響

染色に使用した市販土顔料の重量から水洗時に脱離した重量を減じた量を付着量とし, 使用した土顔料に対する付着量の百分率を付着率として表1に示した。付着量は濃度1%で染色したものが最も小さかった。濃度1%の場合, 土顔料の量に対する水の割合が大きく, 十分に繊維表面に固定されない状態で水洗時に流されていると考えられる。付着量は, 付着率の大きいBlを除いて濃度1%の場合1-1.3gであり, 濃度が5%以上では1.5-1.7gであった。実際の付着量は5%以上の濃度では顕著な差は認められなかったが, 付着率は5%のものが最も大きく, 効率的であった。

市販土顔料で染色した綿布の色彩について染色液濃度の影響を調べた。図1に染色布の色度を, 図2に明度を示す。濃度の増加に従って彩度は高くなり, 明度は低くなっていたが, 1%濃度の染色布では他と比較して, 顕著に明度は高く, 彩度は低かった。濃度5%以上の染色液で染色した場合, 染色布の明度, 彩度ともに大きな違いは見られなかった。目視による評価においても, 濃度1

表1 染色布への市販土顔料の付着率

市販土顔料	顔料濃度(%)			
	1	5	7.5	10
R	33	67	47	30
Br	33	60	38	43
Bl	67	73	56	47
Y	33	53	47	33

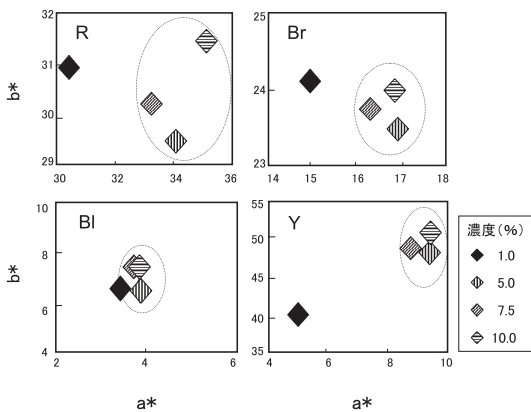


図1 市販土顔料で染色した綿布の濃度による色度の比較

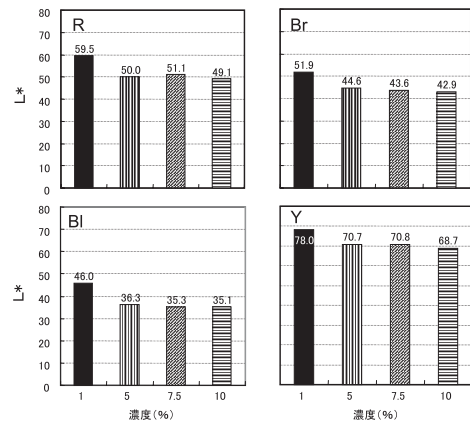


図2 市販土顔料で染色した綿布の濃度による明度の比較

%の染色布では, 染色時の折り目の沿って濃く染まり, 折り目が目立っていた。また, 斑模様の色むらが見られた。5%以上の染色液を用いた場合, 色むらが少なくなり, 濃度が高くなるに従って均一に染色されていた。濃度による色彩の違いは色相によって若干の差が認められるが, この傾向は4種の市販土顔料において同様であった。

### 3-2 市販土顔料による染色布の堅牢度

日光、熱湯、摩擦に対する染色堅牢度について、染色液濃度5%で染色した布の試験前後の色差 $\Delta E^*$ を表2に示す。日光堅牢度は、染色布の色差が0.5-2で良好だった。熱湯堅牢度に関しても染色布の色差は日光堅牢度と同程度で、添付白布への色差もほぼ1以下であり、良好であった。それに対して、摩擦堅牢度については染色布の色差が3-3.7と大きく、添付白布では色差が21-30と著しく大きく、摩擦による移染が見られた。そこで、染色液の濃度による摩擦堅牢度を調べた。摩擦堅牢度試験前後の染色布と添付白布の色差 $\Delta E^*$ を表3に示す。染色布の変色の程度については、用いた染色液濃度による違いは認められなかった。添付白布の色差は、1%濃度で染色したもののでは他の濃度と比較して小さかったが、濃度5%以上では顕著な差は認められなかった。また、摩擦によって布表面に細かな繊維の屑が見られ、劣化が認められた。

表2 市販土顔料による染色布と添付白布の堅牢度試験前後の色差 ( $\Delta E^*$ )

顔料	日光		熱湯		摩擦	
	染色布	添付綿布	添付羊毛布	添付綿布	染色布	添付羊毛布
R	0.53	0.47	0.28	1.25	3.7	29.2
Br	0.72	0.57	0.47	0.94	3.0	23.8
Bl	1.13	2.09	0.48	0.87	3.1	26.1
Y	1.86	0.78	0.68	0.57	3.2	21.4

表3 摩擦堅牢度試験前後の染色布と添付白布の色差 ( $\Delta E^*$ )に対する溶液濃度の影響

顔料	1.0		5.0		7.5		10.0	
	染色布	添付綿布	染色布	添付綿布	染色布	添付綿布	染色布	添付綿布
R	2.5	22.2	3.7	29.2	1.9	28.9	2.8	32.9
Br	1.6	26.6	3.0	23.8	3.7	25.8	3.1	23.6
Bl	6.4	20.0	3.1	26.1	2.7	30.8	2.7	25.1
Y	2.4	12.5	3.2	21.4	5.2	20.6	2.7	27.1

### 3-3 天然土の粒径と染色布の色彩との関係

試料として用いた天然土について、染色布のL\*a\*b\*表色系で表した色度を図3に、粒度分布を表4に市販土顔料と共に示す。市販土顔料と比較すると彩度は低い、色相は赤味を帯びた黄色から黄土色であった。粒径は市販土顔料の90%が9 $\mu$ m以下であったのに対し、天然土では16-34 $\mu$ mと大きいものが多かった。綿布に付着している土の大きさは、図4に示す布表面の電子顕微鏡写真から1-2 $\mu$ m以下であった。市販土顔料の50%以上が2 $\mu$ m以下であるのに対し、唐津市で採取した天然土では約20%以下、出水市で採取した天然土では30%以下であった。天然土は市販顔料より粒度分布が広く、粒径が大きいことから、着色に寄与する粒子の割合は市販土顔料の半分以下と推測され、市販土顔料と同様な仕上がりの染色を行うためには、粒系を揃えることが有効であると考えられる。

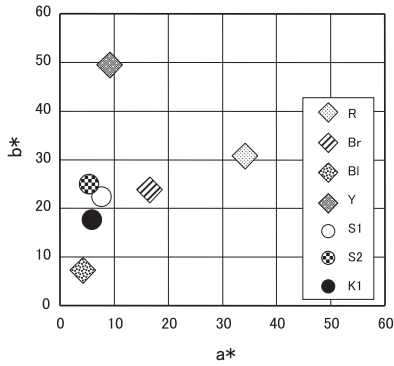
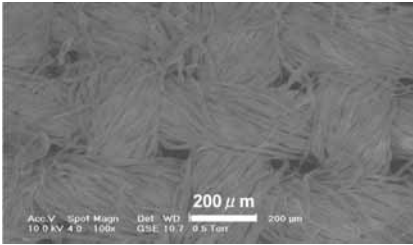


図3 天然土と市販土顔料による染色布の色度分布

表4 レーザー回折法による粒度

顔料		頻度(%)		
		10	50	90
市販土顔料	R	0.34	1.37	7.16
	Br	0.50	1.90	6.65
	Bl	0.44	1.29	4.31
	Y	0.41	1.38	8.77
天然土	S1	1.07	4.62	17.82
	S2	1.42	8.71	34.03
	K1	0.92	3.65	16.08

市販土顔料(Br)



天然土(K1)

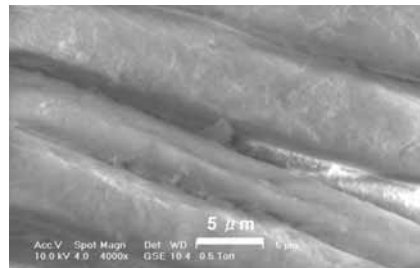
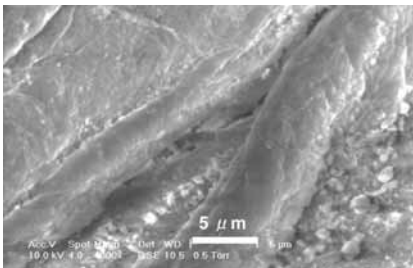
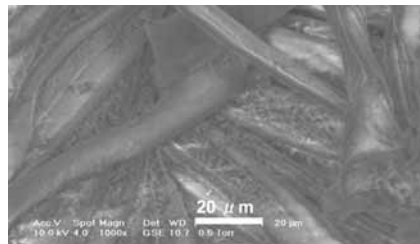
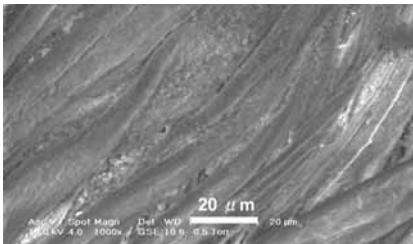
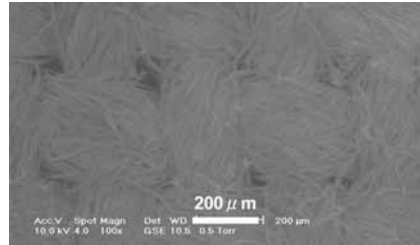


図4 電子顕微鏡による泥染め布の表面写真

粒度分布が広い天然土から粒径の小さい粒子を得るために、沈降法とふるい法の2種の方法を用いた。出水市で採取した天然土K1について、採取した状態のものを使用して染色した布、沈降法に

よって得られたものを使用して染色した布，ふるい法を使用して染色した布の色度を図5に，明度を図6示す。染色液濃度は5, 10%の2種とした。濃度5%で染色した場合，沈降法とふるい法で得られた土を用いた染色布の彩度と明度は類似していたが，未処理の土を使用した染色布の彩度は低く，明度は高かった。濃度10%で染色した場合，3種とも染色布の彩度，明度共に類似していた。濃度を高くすることで，採取した状態のものを用いた場合でも粒径の小さいものを使用した場合と同等の彩度の染色布が得られた。しかし，未処理の染色布では，僅かではあるが，色むらが認められた。天然土S1, S2でも上述と同様の傾向が見られた。絞り染め等の工芸染色のように，色彩の均一性を要求されない染色については，天然土の染色液濃度を高濃度にするによっても，粒径の小さい土で染色したと同様の色彩を持つ染色布を得ることができた。市販土顔料と天然土を用いたハンカチの絞り染めの作品例を図7に示す。市販土顔料と天然土を用いたハンカチの絞り染めの作品例を図7に示す。市販土顔料と天然土を用いたハンカチの絞り染めの作品例を図7に示す。

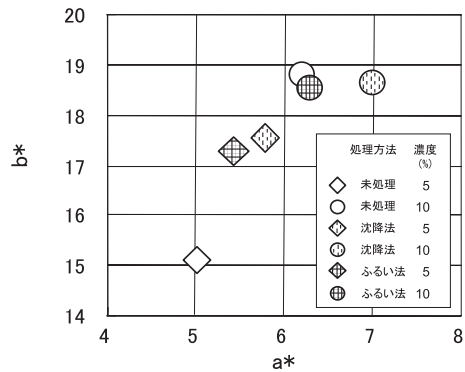


図5 天然土K1で染色した布の前処理方法による色度の違い

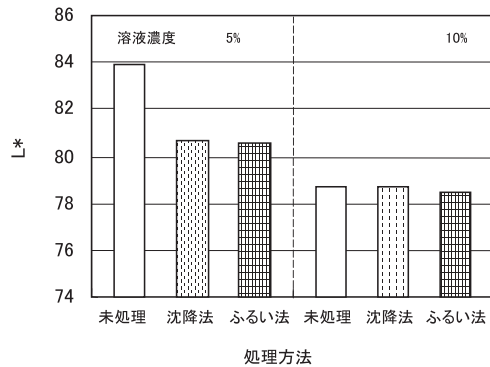
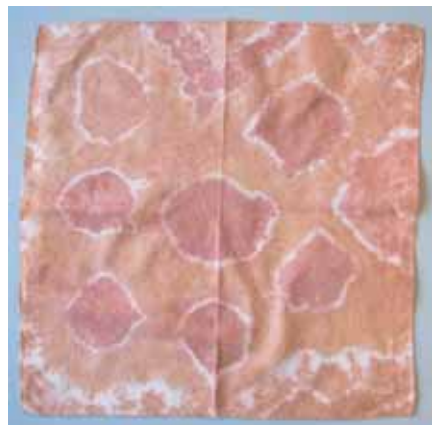


図6 天然土K1で染色した布の前処理方法による明度の違い

天然土S1, K1の2種を濃度30%染色液として用いて染色したものである。染色されたハンカチの色彩は，天然土を用いた場合，市販土顔料と比較すると薄いものの，近年の志向傾向であるアースカラーの染色布が得られ，輪ゴムによる絞りによって色むらも模様として認知されていた。



市販土顔料



天然土

図7 土によるハンカチ染め

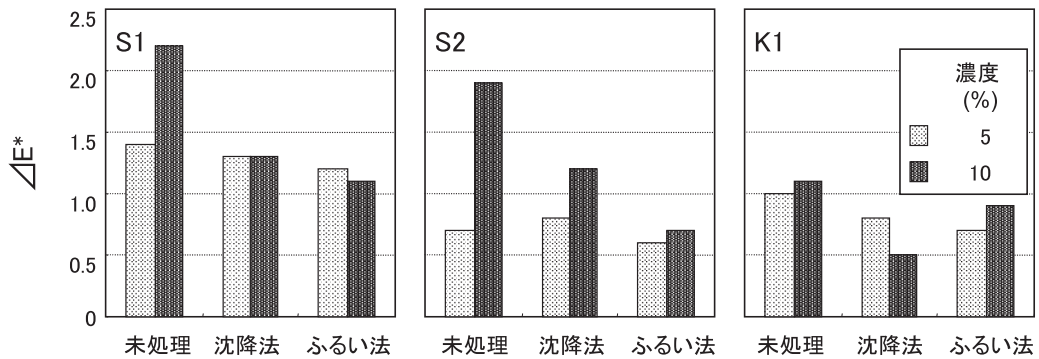


図8 天然土による染色布の堅牢度試験前後の色差(ΔE\*)に対する前処理方法の影響

### 3-4 染色布の摩擦堅牢度に対する天然土の粒径の影響

3種の天然土で染色した布の摩擦堅牢度試験前後の色差 $\Delta E^*$ を図8に示す。天然土で染色した場合、染色物の色彩は市販土顔料の染色布より彩度が低く、明度が高かったが、 $\Delta E^*$ の値は表3に示す市販土顔料の $\Delta E^*$ の値より小さく、摩擦堅牢度は良好であった。粒度分布の異なる3種の方法について比較すると、未処理の土で染色したものは $\Delta E^*$ が大きく、堅牢度が低かったが、沈降法、ふるい法の順で堅牢度が向上した。

## 4. 結語

市販土顔料と天然土を用いて綿布を染色し、染色液の濃度、土の粒径と染色物の色彩との関係、および、染色物の堅牢度を調べ、天然土の染色方法の提案と実用性についての検討を行った。

- ① 粒子径が均一な市販土顔料では、付着する量、色彩共にある濃度以上では一定であり、それ以下では彩度が低く、明度が高い染色布となる。
- ② 土顔料の染色では、一定量以上の土顔料は布に付着しないが、回収方法を工夫することで、再利用が可能である。
- ③ 土顔料による染色物は、日光と熱湯に対する堅牢度は良好であるが、摩擦堅牢度が低く、摩擦によって繊維が劣化する場合がある。
- ④ 採取した天然土をそのまま染料として使用した場合、または、天然土を高濃度の染色液で染色した場合、染色布の摩擦堅牢度は低い。
- ⑤ 天然土による染色で、色むらを回避するためには、ふるい法、沈降法は有効である。特に沈降法は簡単に一定以下の粒子を得る方法として有効である。
- ⑥ 絞り染め等の染色の均一性の要求されない染色では、染色液を高濃度にするによって、粒径の小さい土で染色したと同様の色彩を持つ染色布を得ることができる。
- ⑦ 筆を用いて染色することによって、少量の染色液で、被染色物の細部まで土を付着させることができる。
- ⑧ 粒度分布の範囲が広い天然土は、粒径を一定以下にすることで、染色布の色彩が鮮明にな



り、摩擦堅牢度が向上した。

以上のような結果から、天然土を用いた染色は、工業的にも、また、個人的にも実際に行えるものであり、アースカラーの布を生活の中で楽しむことができる方法のひとつであると考えられる。さらに、教育現場に教材として導入することも可能であると考えられる。本研究では佐賀県と鹿児島県で採取した土を使用した。天然土による染色は、地域によって土の色相が変化に富み、様々な色が表現できること、天然土を採取した地層、歴史に興味を持つこと等、自然に触れ、地域の地理的、歴史的特性に目を向けるきっかけとなることが期待でき、教育的意義も大きいと思われる。現行の繊維類の色彩に関する教科内容では、染色実習は高等学校で行う内容となっていたが、<sup>11)</sup>天然土顔料の染色は、多量の入手が簡単で、危険性が少なく、簡単に短時間で染色することができるという利点もある。高等学校においてのみならず、中学校、または、小学校の教材としても導入が可能であると考えられる。

## 5. 謝辞

本研究は平成15年に行ったものであり、当時在学生の福山さやか氏に実験補助をしていただきましたことに対して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 矢部章彦: 被服整理学・染色科学 光生館, p.125 (1970)
- 2) コシノ・ジュンコ他: 一億人の化学6 ファッションと化学, p.50, 日本化学会 (編), 大日本図書(1992)
- 3) 前田雨城: 日本古代の色彩と染 河出書房新社 p.12 (1997)
- 4) 木村光雄: 古代の色彩と染色 Vol.55, No.7, p.226-229, 繊維学会誌 (1999)
- 5) 木村光雄: 伝統工芸染色技法の解説 色染社, p.11 (1990)
- 6) 岡村, 瀬戸, 興紹: 宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要 第10号, p.33-38 (2003)
- 7) JIS L 0841 (1998)
- 8) JIS L 0845 (1998)
- 9) JIS L 0849 (1996)
- 10) JIS Z 8729 (1980)
- 11) 高等学校学習指導要領解説, 文部省, p.206 (2000)