

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：10102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24531211

研究課題名(和文)身近な染色材料を使用した安全で簡便な家庭科染色教材の開発

研究課題名(英文) Development of the safety-simple home economics dyeing teaching materials using convenient color materials.

研究代表者

小松 恵美子 (KOMATSU, Emiko)

北海道教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：70550408

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：家庭科の授業教材を開発するため、安全で簡便な二つの染色方法を研究した。玉ねぎ外皮を用いた染色では、化学試薬の代わりに食品添加物が媒染に使用できることを明らかにした。さらに、玉ねぎ外皮を有効に利用する染色法を研究し、標準量の25%で染色できる方法を提案した。

また、土を用いた染色法では、土や繊維の種類と、染色液のpHが染色に大きく影響することが分かった。さらに緩衝液の種類が異なると、同じpHであっても染色の挙動が異なることが分かった。

研究成果の概要(英文)：To develop the teaching materials of home economics, we studied two safe and simple dyeing methods. In the studies of the dyeing with onion skin, we made clear that food additives can be used in mordanting instead of chemical reagents. We also studied the dyeing method to effectively use the onion skin. As a result, we had proposed a method that can be dyed with 25% of the standard amount.

In the studies of the dyeing with clay pigment, it was found that the kind of clay pigment, fiber and liquid pH gave greatly influence to dyeing. When the type of the buffer solution was different, the dyeing behavior was different, even in the same pH.

研究分野：被服整理学

キーワード：家庭科 染色 教材 実習 玉ねぎ外皮 土 安全 簡便

## 1. 研究開始当初の背景

新学習指導要領は2011年度に小学校から全面実施がはじまり、その後中学校、高校と実施された。家庭科については「実践的・体験的な学習を一層重視する」との方針が示され、具体的な学習活動として実習、観察・実験があげられており、これらの重要性が増した。小中高の家庭科教員からも新しい実験・実習教材を欲する声があがっており、「求められている教材の条件」は『身の回りの用具で』『簡単で短時間で』『明確な結果が得られ』『驚きや納得をもたらす』ものである。研究代表者はこの条件を満たす可能性のある染色法として、玉ねぎ外皮染めと土染めに着目し、染色教材開発の研究を続けてきた。

研究代表者は高校家庭科教員らとの共同研究で、家庭科染色教育の変遷を整理し、玉ねぎ外皮染めの有用性を提案した。玉ねぎ外皮染めは皮の煮汁で染めるため手順がわかりやすく、媒染による色の変化も大きい魅力的な染色法である。染色布は薄茶色であるが、鉄を含む溶液に浸漬（鉄媒染）すると暗緑色に、アルミニウム媒染では鮮やかな黄橙色に変化する。研究代表者が講師を務めた家庭科教員の実技講習では、すぐ授業で取り入れたいという声が多かった。

土染めは、土汚れの落ちにくさを染色へ応用するという研究代表者の発想による、土で直接布を染める染色法であり、市販の土顔料による綿布の染色を試みてきた。北海道には美しい色土の露頭が見られる地域もあるため、身近な土を利用できる可能性も有した染色法である。

上述した「求められている教材の条件」を満たすためには、玉ねぎ外皮染めの媒染剤・色調間の関係と、土染めの土粒子・繊維結合状態について物理化学的な視点から解明を進める必要があった。さらには教材化のために材料の安全性、作業時間の短縮、染色布の堅牢性の問題が解決されなければならなかった。

## 2. 研究の目的

本研究計画では「玉ねぎ外皮染め」並びに「土（つち）染め」の染色法について、安全かつ簡便に行える染色条件を検討し、家庭科授業で実践するための教材として提案する。

家庭科授業での染色学習は、児童生徒が「自らの手で美しいものを作って使用する」ことによって「自信を獲得」し、「創造性が喚起される」ことが期待できる。本研究では、ただ染めるのではなく「なぜ染まるのか」という理屈を学びながら染めることで、児童生徒が驚きとともに納得し、「もっとやってみよう」という意欲が湧くような染色教材の開発を目指している。

そのために必要な基盤研究として、各染色現象の物理化学的な解明を進める。また、玉ねぎ外皮染めでは、媒染剤に化学試薬ではなく食品添加物の利用を検討する。土染めでは、

地域の色土を採取して有害物質の有無を調べ、染色への利用を試みる。染色布は堅牢性を調べ、安全・簡便に実用的な染色物を得られる染色教材を確立する。

## 3. 研究の方法

以下7つの研究項目を立て研究を行った。

- (1) 媒染金属塩の種類が玉ねぎ外皮染色布の色調に与える影響の解明。
- (2) 玉ねぎ外皮染め媒染剤への食品添加物の応用。
- (3) 染色に利用可能な有害物質を含まない地域の色土の選定。
- (4) 土染めの最適な染色条件の選定。
- (5) 教材化に向けた、染色手順の単純化と時間の短縮化。
- (6) 染色布の耐光・摩擦堅牢度試験による、実用に耐える染色条件の検証。
- (7) 染色教材の授業用実習・実験資料の作製と授業実践。

## 4. 研究成果

(1) 「媒染金属塩の種類が玉ねぎ外皮染色布の色調に与える影響の解明」

りん酸水素二カリウム(以下K)・硫酸アンモニウム鉄(III)(以下Fe)・硫酸カリウムアルミニウム(以下Al)を用い、玉ねぎ外皮色素との錯体形成が促進される混合比率とpHの関係に注目して研究した。K-Al媒染布はAl液の割合が約57%以上でAl媒染布と同じ黄色系、K-Fe媒染布はFe液の割合が約83%以上でFe媒染布と同じ緑色系となった。L\*a\*b\*値・表面反射率およびK/S値を測定し、pH依存性を比較した。K-Al媒染布では、b\*値(青味・黄味)とK/S値(色の濃さ)との間に正の相関が、b\*値とL\*値(明度)との間に負の相関があることがわかった。一方、K-Fe媒染布では、a\*値(緑味・赤味)ならびにL\*値と表面反射率との間に正の相関があることが明らかとなった。

モル比率と媒染効果についても検討を行った。K-Fe媒染では、Kに対するFeのモル比が2倍を超えると鉄媒染効果が生じることがわかった。一方、K-Al媒染では、Kに対するAlのモル比が0.48倍を超えると、アルミ媒染の効果が出るということがわかった。

以上、媒染金属同士が共存した場合の媒染液pHと媒染布の色を手掛かりに、形成された錯体の種類・比率と色の関係に迫ることができるのではないかと考えから、研究を行ってきた。その結果いくつかの知見は得られたが、玉ねぎ外皮に含まれる色素に対して、どちらがどれだけ結合し、媒染効果(色)が発現するかを明確にするには至らなかった。

(2) 「玉ねぎ外皮染め媒染剤への食品添加物の応用」

市販の食品添加物が媒染剤に使用できることを確認するために、食品添加物である硫酸第一鉄七水和物の媒染効果を、(1)で使用

した硫酸アンモニウム鉄(III)と比較した。測色値および目視による比較では、硫酸アンモニウム鉄(III)に比べて、硫酸第一鉄七水和物は $b^*$ 値が高く、一方 $a^*$ 値はやや低くなった。目視でも色の違いが確認でき、硫酸第一鉄七水和物の方が緑味が強く、教材としては好ましいのではないかと考えられた。

同様に、硫酸カリウムアルミニウムと、食品添加物の硫酸アルミニウムカリウムとを比較した。この2つは同一組成と考えられ、測色値もほぼ同じ結果となり、目視でも両者の色は同じであった。またカリウムについては、(1)で使用していたりん酸水素二カリウムも食品添加物にはあったが、環境負荷低減のためリンを含まない塩化カリウムまたは炭酸カリウムの使用を検討した。塩化カリウムはりん酸水素二カリウムと差が無く、未媒染布に近かった。それに対して、炭酸カリウムは $b^*$ 値が明らかに低く、 $a^*$ 値もやや高い結果となった。目視では他に比べて桃色に近く感じられ、色の変化の点ではりん酸水素二カリウムよりも教材として適していると考えられた。以上の結果から、玉ねぎ外皮染色布の媒染剤として、食品添加物の硫酸第一鉄七水和物、硫酸アルミニウムカリウム、炭酸カリウムの使用が可能であることが明らかとなった。

(3)「染色に利用可能な有害物質を含まない地域の色土の選定」

北海道北部にある剣淵町産の剣淵粘土は、陶土として利用されており、入手が容易であることに着目した。剣淵粘土を綿布に手ですり込んで染める教材の検討を行った。その結果、手近な用具で簡便に、且つムラなく均一に染める染色条件を得られた。一方で、剣淵粘土は砂色のため染色布の色が薄く、実用的な用途を見出しにくいという課題が残った。

(4)「土染めの最適な染色条件の選定」

市販土顔料を用いて、土の種類と濃度・繊維の種類・染色液のpHを変えて研究を進めた。低濃度土顔料分散液中で染色処理した繊維を目視・測色値・蛍光X線(以下XRF)分析・電子顕微鏡(以下SEM)観察によって評価した。

Rouge ercolan(以下Rouge)とOmbre brulee de chypre Cという2種類の土顔料で染色処理したナイロン布をXRF分析し、付着鉱物種と付着量のpH依存性を比較した。目視では、土顔料の付着量は塩酸(以下HCl)溶液(pH1とpH1.88)、ホウ酸・クエン酸混合液(pH1.88)において多かった。カーモディ緩衝液(pH3からpH11)では、酸性側で多く、中性からアルカリ性では極めて少ない結果となった。リン酸三ナトリウム溶液(pH12.3)では、付着はわずかであった。一方、水酸化ナトリウム(以下NaOH)溶液(pH12.3とpH13)では付着量が増大した。このことから、 $\text{Na}^+$ イオンが土顔料の付着促進に関与していると推測された。

異なる繊維の土顔料染色布のSEMによる表面分析の結果、土顔料種により、同一繊維でも付着状態に違いがあることがわかった。NaOH溶液で処理を行った場合に、すべての繊維で土顔料由来のCaが多く検出された。さらに、ナイロンと絹では硫黄(以下S)が多く検出されたという点もRougeで共通しており、ポリアミド系繊維とSの親和性が高いことが予想された。

以上の研究から、土や繊維の種類と、染色液のpHが染色に大きく影響することが分かった。また緩衝液の種類が異なると、同じpHであっても染色の挙動が異なることが分かった。

(5)「教材化に向けた、染色手順の単純化と時間の短縮化」

玉ねぎ外皮染色に使用する媒染液の経時安定性について検討した。食品添加物の硫酸第一鉄七水和物および硫酸アルミニウムカリウムを用い、媒染液調製直後と3時間後、18時間後に染色布を媒染し、目視と測色値で評価した。媒染布のK/S値には多少の差は見られたが、目視による違いは認められなかったことから、授業前日に媒染液を調製して使用できる可能性があることがわかった。

(6)「染色布の耐光・摩擦堅牢度試験による、実用に耐える染色条件の検証」

玉ねぎ外皮染色において、豆乳、タンニン酸、茶抽出液を用いて白布の下処理を行った後に染色した場合の効果について調べた。各下処理後に染色・媒染して耐光堅牢度試験を行った。結果、豆乳下処理後に天日干ししたアルミニウム媒染布および鉄媒染布の堅牢性が向上する傾向が見られた。しかし下処理後に完全乾燥させる時間を要するため、授業教材に取り入れるには下処理作業の簡便化等、今後更なる検討が必要であることがわかった。

(7)「染色教材の授業用実習・実験資料の作製と授業実践」

高校での授業実践により、玉ねぎ外皮染めの実践研究が進展した。1学年全員で染色実習を行う場合、大量の玉ねぎ外皮が必要となった。大量入手が困難な玉ねぎ外皮を有効利用するために、外皮と染色液の繰り返し使用や冷蔵・冷凍保存後の使用等10種の方法を検討した結果、染色布1枚当たりに必要な外皮量が標準条件の4分の1で済む染色条件を提案できた。一方、研究項目(1)で染色媒染現象を解明することができなかつたため、現象を分かり易く解説した実習・実験資料の作製には至らなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

駒津順子・小松恵美子・森田みゆき、玉ねぎ外皮染色における染色材料の有効利用の提案、日本家政学会誌、査読有り、65、2014、pp.74-80

〔学会発表〕(計 15 件)

(発表確定) 田澤紫野、小松恵美子、岡村聡、森田みゆき、低濃度土顔料分散緩衝液中で染色したフィラメント織物の XRF 分析、平成 27 年度繊維学会年次大会研究発表会、2015.6.11、タワーホール船堀(東京都)

田澤紫野、小松恵美子、森田みゆき、異なる繊維の低濃度土顔料染色布の SEM による表面分析、日本家政学会第 67 回大会研究発表会、2015.5.23、いわて県民情報交流センターアイーナ(岩手県盛岡市)

田澤紫野、小松恵美子、岡村聡、森田みゆき、組成の異なる土顔料粒子分散水溶液中で処理した繊維の粒子付着状態の分析、化学系学協会北海道支部 2015 年冬季研究発表会、2015.1.27、北海道大学(北海道札幌市)

S.Tazawa, E.Komatsu, M.Morita, S.Okamura, M.Yahata, Influence to fabric pollution of clay pigment aqueous solution pH and treatment time, Program and Abstracts 1st Asian Conference on Oleo Science, 2014.9.8, Royton Sapporo (Hokkaido Sapporo)

小松恵美子・塚崎舞・森田みゆき・岡村聡・森田くらら・伊村芳郎・河合武司、土顔料染色による異種繊維の直接染色、第 52 回染色化学討論会、2013.9.6、豊田工業大学(愛知県名古屋市)

小松恵美子・駒津順子・森田みゆき、食品添加物を用いた玉ねぎ外皮染色布の媒染、日本家庭科教育学会第 56 回大会、2013.6.30、弘前大学(青森県弘前市)

小松恵美子・駒津順子・森田みゆき、混合媒染液の pH が玉ねぎ外皮染色布の色に与える影響、日本家政学会第 65 回大会、2013.5.18、昭和女子大学(東京都)

北海道教育大学・旭川校・准教授  
研究者番号：70550408

(2)研究協力者

森田 みゆき (MORITA, Miyuki)

駒津 順子 (KOMATSU, Junko)

岡村 聡 (OKAMURA, Satoshi)

八幡 正弘 (YAHATA, Masahiro)

森田 くらら (MORITA, Clara)

伊村 芳郎 (IMURA, Yoshiro)

河合 武司 (KAWAI, Takeshi)

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

小松 恵美子 (KOMATSU, Emiko)