

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：44523

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16186

研究課題名(和文)天然染料の色彩ビッグデータの拡充と活用

研究課題名(英文)Expansion and Utilization of Color Dyed with Natural Dyes

研究代表者

古濱 裕樹(Kohama, Yuuki)

武庫川女子大学短期大学部・生活造形学科・講師

研究者番号：60449874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：天然染料で染められた染色物を分光測色計を用いて計測した。また合成染料で染められた標本的価値の高い染色物についても計測した。得られた色彩値(CIELAB、分光反射率)と染料名、染色方法などをデータベースに収録した。2017年3月31日時点のデータベース収録試料数は、天然染料が9,426、合成染料が6,119、不明なものが3,373、顔料が183である。これらのデータを分析し、天然染料と合成染料の色彩の違いを見出した。例えば、PANTONE FASHION HOME + INTERIORSの綿染色色票との色差計算による比較から、天然染料では染まらない合成染料の色を客観的に示すことができた。

研究成果の概要(英文)：The fabrics dyeing with natural dyes was measured using Spectrophotometer. The fabrics dyeing with synthetic dyes was also measured. The color values (CIELAB), spectral reflectance, name of dyestuff and dyeing method were recorded in the data base. In the database, natural dyes data was 9426, synthetic dyes data was 6119, unknown data was 3373, and pigment data was 183. Analyzed the data and found the difference in color between natural dyes and synthetic dyes. For example, colors that can't be dyed with natural dyes was extracted from cotton fabrics color charts of "PANTONE FASHION HOME+INTERIORS".

研究分野：天然染料、染色化学、繊維、色彩

キーワード：天然染料 染色 繊維 色彩 草木染 染料

1. 研究開始当初の背景

工業生産される繊維製品の染色はほぼ全て合成染料が使われている。天然染料は生産性、再現性、経済性等の要因から、使用されにくい。その中、近年は日本の繊維関連企業の天然染料の採用が目立つようになってきた。大手のアパレルメーカーや染色加工業者も企画開発を行い、百貨店だけではなく全国展開するGMSの店頭にも並ぶようになっている。しかし、これらの商品の多くは、天然染料を使用する価値について明確に触れていない。また、染色法や色彩について、合成染料と比べて蓄積された知見が少なく、工業染色の完成度は高いとはいえない。

2. 研究の目的

上記の背景をふまえ、天然染料の価値を色彩に見出すべく、天然染料の色彩と合成染料の色彩の差異を客観データから定量的に捉えることにした。天然染料の色彩を、染料や染色法、繊維等の条件の違いによって検索可能なデータベースを作成した。データベースから天然染料の色彩の特徴が見出せ、合成染料の色彩との差異を明らかにできる。また、染料や染色法から色彩を検索、あるいは逆に色彩から染料や染色法の検索も可能となる。これらは企業や団体の商品開発に活かせ、高品位な色彩の商品を展開することに繋げられる。

3. 研究の方法

染色物(天然染料、合成染料など)を積分球搭載の分光測色計(コニカミノルタ製、CM-2600d)で分光測色し、分光反射率を得た。また付属ソフト(Spectra Magic NX)により、各種色彩値を得た。測色対象試料として、天然染料染色物は測色可能なもの全てを総当

り的に測り、合成染料染色物は染色見本帳等の標本的価値が認められるものに限り測った。計測の誤差を最小にとどめるため、1試料につき複数箇所(2~10回、4回を標準とし、大きさや形状、ムラの状態によって判断)を計測し、異常値を除いたうえで平均値をデータベースに収録した。

データベース(写真1)はMicrosoftのエクセルで構築し、染色物の出所に関する基礎データとともに、染料名、繊維種別、慣用色名、媒染金属、染色法、CIELABの色彩値(光源:CおよびD65、視野角:2°および10°)および彩度と視野角、分光反射率(370~740nm、10nm間隔)をおさめた。データは「検索による抽出」によって個々のデータを閲覧できるほか、「フィルタ」によって特定の条件(例えば「天然藍で染めた絹で明度が30未満の濃色」など。媒染剤等も含め多様なフィルタ条件が設定可能。)を全抽出して、その平均反射率、平均スペクトル、平均色彩値、色彩値全数色度図表示などが行える。

測色対象として、染色家や染色業社による染色物は古書やオークション等も活用して蒐集した。さらに、研究室における様々な研究の中で染めたものを測色し、データベースのN数を増やしていった。

データベースを活用し、染料ごとの色彩分析や合成染料との色差分析等を行い、考察を行った。

4. 研究成果

(1) データベースに組み入れた染色研究(平成27年度)

① 天然染料の青色と黄色の混色で染色可能な緑色の色相と明度

黄色染料のウコン等と青色染料の青色を濃淡10段階で染め重ねたり、単繊維を混織

Fig.1 天然染料色彩データベースの概観

したり、経緯異色で織りあげたりして、様々な緑色染色物を得た。染め重ねでは青色の色調が重要であることが明らかになった。

②種々の染料部族の赤色系合成染料で染まる色彩

直接染料，酸性染料，塩基性染料の複数の染料を用いて，種々の繊維に濃淡さまざまな染色を行い，色彩の特徴を明らかにした。塩基性染料は高濃度ほど彩度が下がる場合があることや，酸性染料は低濃度から高い彩度が得られることなど，特徴的な現象が見出された。

③柿渋染めの色彩

柿渋（一般的な柿渋に加え，田中直染料店製の染料化柿渋も使用）で染めた繊維の色彩および色彩変化の制御方法を検討した。

日光，紫外線，酸化剤，温度等の諸条件を変えて褐変の仕方を調べた。

④抽出後のコーヒー豆を使用した染色

コーヒーの飲料抽出後の残渣を利用した染色において，より濃色に染める方法を検討した。適切な添加物を使用することでより濃色に染めることができた。

(2) データベースに組み入れた染色研究（平成 28 年度）

①天然染料染色の社会的価値を把握する研究

現代の天然染料の工業染色の色彩を再現するとともに，天然染料，合成染料，両者を混合したハイブリッド染料の 3 種において，被験者がどのように評価するかを調べた。

②天然染料の堅ろう度判定に関する一考察

堅ろう度が著しく異なる天然染料の混色物において，堅ろう度を正しく把握するため，色彩計測的手法から検討を行った。

③その他

平成 28 年度に着手し，平成 29 年度も継続

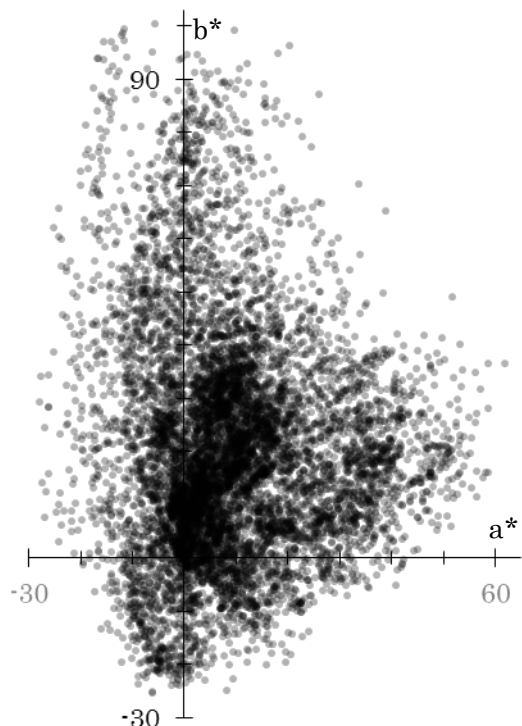


Fig.2 天然染料の色彩 (a*b*)

中の研究が 5 件ある。

(3) 本研究期間中に測色してデータベースに組み入れた資料（測定の良い順に記載）

①カワバタプリント「新万葉染めプリント色見本」天然染料 22 色

②白田良子「メキシコの染織」天然染料 371 色

③染色者不詳「五十種染草 伝統の色 草木染」天然染料 49 色

④武庫川女子大学 2013 年度卒業研究「顔料色見本帳」天然顔料，合成顔料 計 121 色

⑤武庫川女子大学 2014 年度卒業研究「スオウ，キハダ，ラック，西洋アカネ，ウコン，クルクミンによる種々の染色温度・時間による染色色見本帳」天然染料 3,273 色

⑥瀧定大阪「ニット色見本 (SELECTION27, 28)」合成染料 1,869 色（継続中）

⑦前掲(1)①の研究 合成染料 130 色

⑧前掲(1)②の研究 天然染料 90 色

⑨前掲(1)③の研究 天然染料 232 色

⑩前掲(1)④の研究 天然染料 248 色

⑪吉見逸郎「大地の染織」天然染料 2 色

⑫市川史「草木染随想」天然染料 25 色

⑬中江克己「きもの地の事典」不明 22 色

⑭市販合成染料を用い自己で染色 83 色

⑮山宗実業「京の色 3000 色 色彩旅路」100 色（継続中）

⑯PANTONE「Cotton Passport」合成染料 2,310 色

⑰三瓶工房「万葉草木倭染」天然染料 20 色

⑱吉岡幸雄「日本の伝統色」天然染料 173 色

⑲前掲(2)②の研究 天然染料 221 色

その他，前掲(2)①等，整理中のもものも複数あり。

(4) 天然染料と合成染料の色彩

平成 28 年度末時点におけるデータベースの N 数は天然染料染色物が 9,426，合成染料

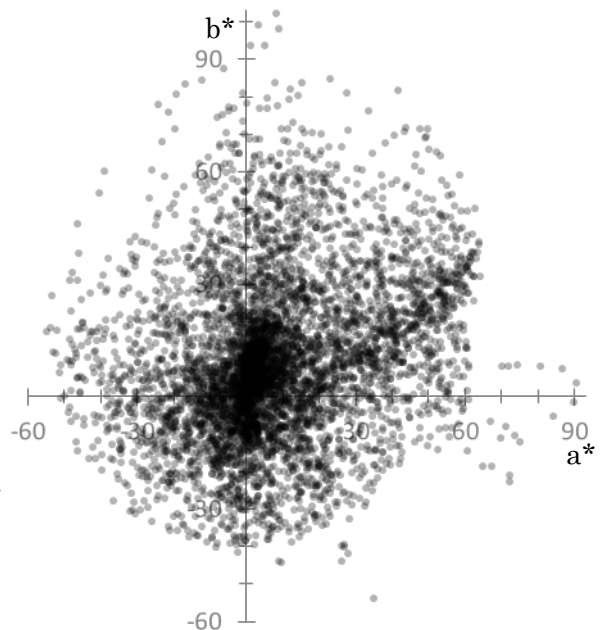


Fig.3 合成染料の色彩 (a*b*)

が 6, 119, 天然染料風の外觀をしているが詳細不明の物が 3, 373, 顔料系が 183 である。

それぞれの色彩 (CIELAB, D65 光源, 10° 視野) を Fig. 2, 3 に示した. スペースの都合から二つの図の縮尺が異なる (軸は等尺度) が, プロットの分布が全く異なることが一目で分かる. 天然染料は特有の馬蹄形に収束しているが, 合成染料は円形に近い. 天然染料は色度図のプロットを透過率 70% の ● で描画したところ, $h=50\sim 80$ の低彩度域 ($C^* < 40$) は密度が高い. これらは茶色系の色で, プロット密度すなわち出現頻度からも天然染料らしい色といえる. 合成染料は赤系, 紫系の高彩度域にプロットが点在し, さらに拡大することが予想される. それぞれの違いが明確に現れている.

(5) 天然染料で染まらない色

対象染色物との色差の計算によって, 天然染料で染まる色か否かの判別を試みた. 今回は, デファクトスタンダードの色票である PANTONE の綿染色物を判別し, 天然染料で染まらない可能性が大きい色を抽出した.

判別対象資料は PANTONE FASHION HOME + INTERIORS のコットンパスポート (FHIC200) を用いた. ここには全色相にわたる 2310 色の綿の染色片が収録されている. 蛍光増白布とラメ糸を含むものを除いた測色 (SCI: 正反射光込) した. 各々の測色値と DB 収録の全ての色彩値との色差 CIE76 (ΔE^*ab) を計算し, 色差が最小のものを最近接色とした. 最近接色との色差 CIEDE2000 ($\Delta E00$) により, マンセル色票等で 1 歩度以上の差があるとされる $6.5 \leq \Delta E00$ の色票を天然染料では染まらない色 (以降, 非天然色と称す), JIS Z 8721 で色見本の目視判定における許容色差範囲外である $3.2 \leq \Delta E00 < 6.5$ の色票を天然染料では染まらない可能性がある色 (以降, 境界色と称す) とした.

$C^* < 10$ の 412 色には $6.5 \leq \Delta E00$ の非天然色はなかった. 低彩度域は天然染料で得やすく, DB による LAB 色度図においてプロット密度が高いためだろう. $3.2 \leq \Delta E00 < 6.5$ の境界色は 23 色, 4.9% の色票であった. 詳細を 5 つの明度 (L^*) 階層に分けて検討した.

最も高明度の $L^* \geq 85$ における境界色は赤系の色つまりパステル調のピンク色であった. 天然染料の色彩は近い色相角 $h=80\sim 120$ が多く, それらの色相では彩度も様々であるのに対し, 青, 赤系の色相は彩度が低く, 高明度だがはっきりとした色みを感じさせるパステルカラーの色調がなかった.

$60 \leq L^* < 85$ では, 天然染料は青色系 ($230 < h < 300$) の色相が極めて少ない. 慣用色名「水浅葱」のような藍の薄い色は緑みの強い色となることを既に報告しているが, その色相において境界色が多くなった. 合成染料の彩度が高いためである. また, 天然染料は茶色 ($h=45$ 付近) が多い一方, 無彩色 (原点付近) が少なかった. タンニン等の黒色天然

染料の可視光吸収は波長によって均一ではなく, 特に淡い色では若干の色みを感じられる. $35 \leq L^* < 60$ も同様に, 天然染料は無彩色 (色度図の原点周辺) が少なかった. $35 \leq L^* < 85$ では天然染料で色みを感じられないグレーを染めることは難しいということが分かった. $23 \leq L^* < 35$ では無彩色も現れる. 一つ上の明度階層も含めた $23 \leq L^* < 60$ において, 天然染料は全色相にわたりプロットが存在するが, $h=45$ 付近の濃い茶色や $h=300$ 付近の濃い紫はプロット密度が低い. この $23 \leq L^* < 60$ で境界色は少なかった.

最も低明度の $L^* < 23$ は, 天然染料の色彩は無彩色, つまり色みを感じさせない深い黒色が多い. 無彩色の黒色は天然染料の方が合成染料より黒いように見受けられるが, 天然染料では濃色染めに染め重ねを繰り返すことが要因であると推測する. 一方で, 緑色系 ($140 < h < 240$) がない. 天然染料では低明度の緑色, 緑みの黒色はほとんど存在せず, 境界色が現れた.

引き続き, $C^* \geq 10$ の PANTONE の色票 1890 色を色相角 (h) によって $0 \leq h < 90$ の 871 色, $90 \leq h < 180$ の 393 色, $180 \leq h < 270$ の 311 色, $270 \leq h < 360$ の 315 色の 4 つに分けた. それぞれの色相角範囲において天然染料の特徴が明確に分かれるような 5 つの明度区分を設定し, 詳細な検討を行った.

$0 \leq h < 90$ は赤から黄色にかけて, 天然染料も鮮やかな色が得やすい色相帯であるため, PANTONE 色票も 9 割以上が天然染料で染まる色であった. 非天然色 13 色票のうち, 12 色票は $38 < h < 66$, $C^* > 63$ の鮮やかな橙色である. 天然染料による橙色は赤色と黄色の交染によって得られる. クチナシと紅花の交染は「黄丹」という禁色で知られるが, 合成染料はさらに高彩度の橙色が多数存在した. 非天然色の残り 1 色票は $L^*=41.5$, $a^*=59.9$, $b^*=9.6$ という低明度, 高彩度の赤色であった. 最も近い天然染料は臙脂綿を使って明礬媒染で絹を染めたものであった. $90 \leq h < 180$ は, 黄緑から緑色にかけての色相帯である. これらの色相を染める天然染料は限られる. 特に, 緑色系 ($h > 120$) は単一の染料では得られず, 青色染料 (藍) と黄色染料の交染で得られ, 鮮やかな色が染まりにくい. そのため, 非天然色と境界色が多くなった. 非天然色の 54 色票は $a^*=-28.4\sim -55.0$ であった. 天然染料では a^* の最小値が -27.8 であるが, 非天然色で a^* が -30 付近のものは L^* が 80 あたりで, 明るい緑色も天然染料では染められない. $180 \leq h < 270$ は, 緑から青色にかけての色相帯である. 明度階層ごとの a^*b^* 色度図を下に示す. 非天然色, 境界色が 6 割に達し, 天然染料と合成染料で最も差異が大きい色相といえる. 天然染料は藍が大半で, その色調が限られているためである. $270 \leq h < 360$ は, 青から紫, 赤色にかけての色相帯である. これらを染める天然染料も限られているため, 前の色相帯同様, 非天然色, 境界色とも

に多くなった。

以上より、天然染料では染まらない色が具体的な色票を伴って客観的に示された。これはこれまでに客観的に呈示されることがない情報であり、天然染料と合成染料の違いを見出すうえで極めて有用な成果であると考えている。企業や団体がこの成果を活用すれば、「天然染料の色」らしい製品を合成染料で作ることもできる。また、天然染料が合成染料に置き換わっていった近代の染織品において、それがどのように拡がっていったかを明らかにすることもできるだろう。

今後もデータベースの拡充を進めるとともに、成果の応用展開をはかることにしている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 7 件)

古濱裕樹、天然染料では染まらない有彩色、日本繊維製品消費科学会 2017 年年次大会、2017 年 6 月 25～26 日、京都女子大学 (京都府京都市)

古濱裕樹、天然染料では染まらない低彩度 ($C^* < 10$) の色、日本繊維製品消費科学会 2017 年年次大会、2017 年 6 月 25～26 日、京都女子大学 (京都府京都市)

高橋佑実、古濱裕樹、セルロース繊維に対する藍の生葉を用いた赤、紫色染色の実現にむけて、日本家政学会関西支部第 38 回研究発表会、2016 年 10 月 30 日、大阪樟蔭女子大学 (大阪府東大阪市)

古濱裕樹、天然染料の色彩、関西圏女子大学連携プロジェクト第 2 回異分野交流会、2016 年 8 月 6 日、奈良女子大学 (奈良県奈良市)

古濱裕樹、天然染料で染まる赤、黄、緑色に関する知見、日本繊維製品消費科学会 2016 年年次大会、2016 年 6 月 25～26 日、東京家政大学 (東京都板橋区)

古濱裕樹、天然染料の染色条件における省エネルギー、省資源の検討、日本家政学会関西支部第 37 回研究発表会、2015 年 10 月 25 日、武庫川女子大学 (兵庫県西宮市)

古濱裕樹、天然染料の染色性に関する種々の実験、日本繊維製品消費科学会 2015 年年次大会、2015 年 6 月 27～28 日、信州大学 (長野県上田市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古濱 裕樹 (KOHAMA YUKI)

武庫川女子大学短期大学部・生活造形学科・講師

研究者番号：60449874