

伝統的手法で抽出されたカルサミンの緑色金属光沢の呈色機構の科学的解明

研究代表者 芸術学部 映像学科 准教授 矢島 仁
共同研究者 工学部 生命環境化学科 教授 山田 勝実、教授 平岡 一幸
教授 高橋 圭子、教授 大嶋 正人

1、緒言

私たち研究グループは、文部科学省の平成 28 年度私立大学研究ブランディング事業の支援対象に選定された、{「色」で明日を創る・未来を学ぶ・世界を繋ぐ KOUGEI カラーサイエンス&アート} の研究プロジェクトとして、伝統的手法で抽出されたベニバナ色素膜の緑色金属光沢の呈色機構を解明し、その過程を映像化し、広く公開することを目的として研究を行ってきた。そして、この課題は2年継続の課題として採択され、今年度は基礎研究、来年度は普及に向けた解説映像の制作となっており、この中間発表では、今までに明らかになった基礎研究成果と今後の課題について述べる。

「紅」とは口紅などの化粧に用いる色素であり、明るく鮮やかな赤色である。しかし、濃厚な紅を厚く塗布すれば、赤色ではなく、光沢を伴う緑色の色調になる。この現象を利用した化粧法が江戸時代後期には広く知られ [1] であり、笹の葉のような艶のある緑色の意味で「笹紅」と呼ばれ、浮世絵にもその姿を観ることが出来る。

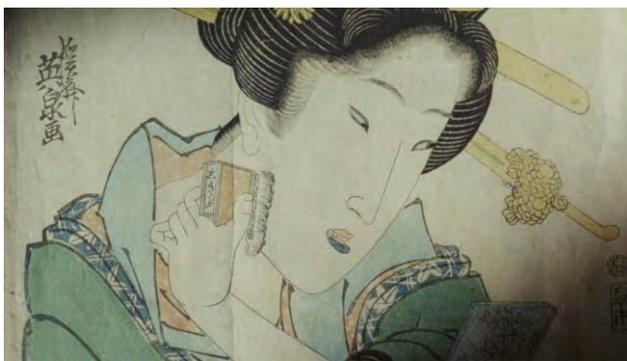


図1 溪斎英泉 画 美艶仙女香（部分）

また、笹紅の化粧法が流行したのとはほぼ同時期の1810年には、ヨハン・ヴォルフガング・フォン・ゲーテによる色彩論 [2] が出版され、その第三篇化学的色彩の 578 に「その最高に飽和し凝縮した状態…植物界から採られた顔料はもはやその色彩を示さないのである。その表面にはむしろはっきりとした金属的光沢が現れ…」という記述が存在している。

現代においても、ベニバナ由来の化粧用の紅をほぼ専売的に取り扱う国内老舗は、「純度が高い赤い色素故に赤い光を吸収してしまい、反対色である緑色の輝きを放つため、乾燥した状態では玉虫色に見える。」と説明している。



図2 化粧用の紅（伊勢半本店 製）

これらからもわかるように、ゲーテ色彩論的な解釈は、伝統的産業や芸術分野では広く受け入れられてきた。しかしながら、現代に繋がるニュートン光学的立場からは、これらの説明をそのまま受け入れることは困難である。

そこで、この現象を科学的に解明し、その成果を論文および映像作品として公表することを目的に、学内共同研究を開始した。

2、伝統的手法に準じた紅色素精製法の確立

本研究の背景には江戸時代の化粧法としての笹紅があり、ベニバナから色素を抽出・精製する工程も可能な限り江戸時代の材料、方法を再現するべきであると考えた。

当初は、文献 [3][4] などを参考に伝統的な材料と方法で製造してみたが、SEM観察により多数の微細な夾雑物がみられた。また伝統的な紅製造について「光線ナク而モ低温度ノ深夜ニ於テ製スル事ノ宜シキ」 [5] との記述も見られたので、基本的な

原材料と方法はそのまま、適時に細密な濾過工程を加え異物混入を抑えた上で、遠心分離法により時間短縮をするなど、全工程で被曝光量を低減させる工夫をした。

今後の課題は、光照射による緑色光沢の消失 [6] に伴う化学構造の変化を追跡し、併せて化学計算との理論的整合の確認である。

3、緑色光沢の光学的測定

ベニバナ色素の波長 550 nm に現れる緑色金属的光沢には、正反射の極大波長に対する角度依存性は現れなかった。したがって、この色素膜の色は玉虫色ではないことが明らか [7] となった。

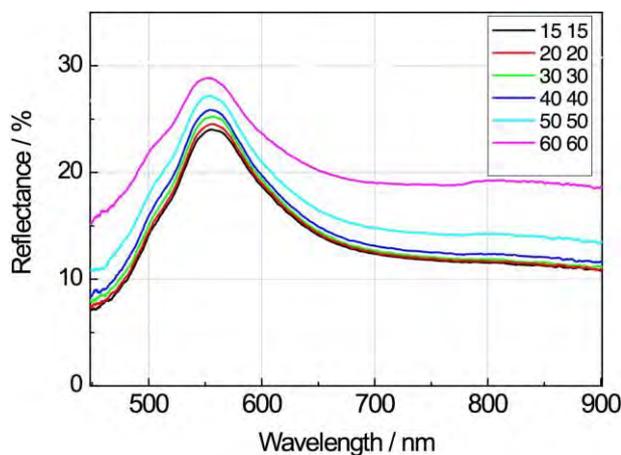


図3 入射角度を変えた正反射スペクトル
(ガラス基盤)

また、反射光全体に対する拡散反射の成分は極めて少ないことが明らかとなった。さらに、緑色反射光に対して偏光成分があまり含まれていないことも明らかとなった。これらのことは、この反射光が層状構造などの構造色によるものではなく、金属のキャリア反射に近いものであることを示唆している。

緑色金属的光沢は、ガラス基盤よりも黒色下地の場合に鮮明に見えた。これは、ガラス基盤の方には 600 nm より長い波長の反射光が現れるが、黒色基盤

の方には 550 nm 付近の反射だけが現れやすいからである。ガラスに現れた成分は、色素膜を通過しガラス基盤に反射し、再び色素膜を通過してきた成分(透過成分)であるものと考えられ、色素膜の膜厚を厚くしたり、無反射の黒色下地により透過光が吸収されれば、弱くなるものと考えられる。



図4 光照射による緑色の消失

4、映像作品

研究の成果を映像で紹介することが、本学の特色を生かした私立大学研究ブランディング事業研究としての目的である。

短編学術映画として国際的に評価 [8] された「紅」 [9] で残してしまった疑問を解明する作品とするので、いましばらく基礎的な研究を継続し、科学的な解明ができてから本格的に着手する。

映像作品の完成は、当初の予定よりやや遅くなるかもしれないが、評価をうけられる学術映画であるためには、論文と同等の慎重さで製作したい。

5、まとめ

よくできた紅の緑色の輝きは、直感的に金属的と感じさせるものであったが、実際に光学的測定した結果、やはり金属のキャリア反射に近いものであるという結果となった。これを受けて研究は紅色素の生成過程の追跡と化学構造の確認というステージに移る。

文献等

- [1] 佐山半七丸 著 速水春暁斎 画、「都風俗化粧伝」、文化 10 年 (1813)
- [2] 木村直司 訳「色彩論」、ちくま学芸文庫 (2001)
- [3] 澤田亀之助 編、「紅」、株式会社伊勢半 (1959)
- [4] 中江克己 編、「紅花染」、泰流社 (1978)
- [5] 羽根田作夫、植物研究雑誌 4, 142-146 (1927)
- [6] 佐々木ほか、第4回 FCCAシンポジウム・グライコサイエンス若手フォーラム2017 (2017)
- [7] 矢島、佐々木、山田、ほか、日本写真学会誌 81, 65-69 (2018)
- [8] Official Selection of #AFO52, Palacký University Olomouc, Czech Republic (2017)
- [9] 佐々木 麻衣子 東京工芸大学芸術学部 卒業研究、映像文化製作者連盟 作品登録 No.16870 (2016)