

天然素材のバナジウム媒染による機能化（第2報）

上垣良信・宮川理恵・塩澤佑一朗・安永秀計*¹

Functionalization of Natural Material by using Vanadium-Mordanting Methods (2nd Report)

Yoshinobu UEGAKI, Rie MIYAGAWA, Yuichiro SHIOZAWA and Hidekazu YASUNAGA*¹

要 約

バナジウム担持布帛は、高い光吸収発熱保温性効果が得られる。天然素材のウールは、バナジウム媒染後の化学染料で染色しても光吸収発熱保温性効果が失われない。さらに若干の彩度低下となるが染色との同時媒染においても高い効果が得られる。同時媒染は染色コストを下げるができるため実用的である。従来の発熱保温素材は練り込み法による樹脂系素材だけに限定されてきた。一方でバナジウムは、天然素材への導入が容易に可能で、カラーバリエーションを任意に選べるのが優れている。従来の酸性染料・反応染料・分散染料による染色との同時処理においても発熱保温機能を付与することができる。

1. 緒 言

環境省では地球温暖化対策の1つとして、クールビズに加えウォームビズを提唱している。これらに対応すべく、ポリエステル等の化学繊維素材メーカーが発熱する素材を開発している。しかしながらこれらは炭化ジルコニウム (ZrC) を樹脂に練り込む技術¹⁾等で、天然素材への導入が困難である。さらに灰色系の色合いに限定される。このため従来は発熱ポリエステル素材と天然素材の交織や交織によって対応しているが、天然素材部分は機能が発現されない。近年、ストール、マフラー、日傘、服地さらにはネクタイにおいても天然素材を用いた製品が人気を博し、これらの新商品開発も多く見られる。これまでに、植物染料での染色課題であった濃黒色性及び耐光性を同時に解決する新しい発色補助剤としてバナジウムを利用し、植物由来ポリフェノールで染色する方法を開発し、その染色最適条件を明らかにしてきた。そこで、本研究により天然素材に微量に担持された媒染剤バナジウムにおける光吸収発熱保温機能を解明し、快適性繊維製品等の産地新商品開発に繋げることを目的とした。

2. 実験方法

2-1 バナジウム処理と染色

硫酸バナジル (V) を $100 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ になるように染料溶液で調製した。染料溶液は酸性・反応・分散染料溶液の3種類作製した。

酸性染料による染色は Kayanol Milling Blue BW 染料を 2% o.w.f. とした。30°C で 15 分保温した後に昇温し、ボウ硝を 10%、酢酸 5% となるように添加し、95°C で 30 min 保温した。

反応染料による染色は LANASOL Blue CE 染料を 2% o.w.f. とした。30°C で 15 分保温した後にボウ硝を 8%、ソーダ灰 0.4% となるように添加し、続いて 75°C で 60 min 保温した。

分散染料による染色は Kayalon polyester Brilliant flavine FG-S 染料を 2% o.w.f. とした。130°C で 60 分保温した。

染色後、これらの布帛を 2 g L^{-1} のマルセル石鹼溶液でソーピングし（浴比 1 : 20, 50°C, 20 分間）、その後 5 分間流水で洗った。

染色は全て、小型回転式ポット染色試験機である MINI COLOUR（株）テクサム技研）を用いて多織交織布 10 g（JIS 試験布、日本規格協会（JSA））を処理した（浴比 1 : 10）。

2-2 EDX 分析

染色後の各種繊維に残留するバナジウム量は、走査型電子顕微鏡 (SU-3500, (株) 日立ハイテクノロジー) 付属のエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (E-max Evolution X-max20, (株) 堀場製作所) を用いて試料表面における元素分析 (EDX 分析) を行った。

2-3 光吸収発熱保温性試験方法

各処理を行った多織交織布を断熱材発泡スチロール上に置き、30 cm 上方から写真用レフランプ (PRF-

*1 京都工芸繊維大学

500WD, 岩崎電気) で 10 分間照射した後, 直ちにレフランプの電源を切り, その状態で続けて布帛の温度測定を行った. 温度測定は小型放射温度計 (赤外線サーモグラフィ InfReC Thermo GEAR G100, NEC Avio 赤外線テクノロジー (株)) を用いて約 45°の方向・70 cm の距離から測定した. 測定環境は 20 ±2°C, 湿度 60±4% とした.

3. 結果および考察

3-1 染色結果

図 1 に酸性染料, 反応染料および分散染料染色した多繊維交織布を示す. これらのバナジウム・染色同時処理法は, 加熱工程が減るため低コストである. 酸性および反応染料による染色は同時処理による色相変化は少ない (図 1 の A), B)).

一方, 黄色系分散染料で染色した C) は色相が緑色に変色した. C) を再染色すると黄色系に染まる. このことから天然素材ではないがポリエステル等の分散染料による染色に適用する場合はバナジウムの先媒染が望ましいことがわかる. また, 発色が良いのは酸性染料ではウール・シルク・ナイロンで, 反応染料ではウール・シルク・レーヨン, 黄色系分散染料ではアクリルだけが染料自身の黄色味がわずかだがでる. また, 分散染料で染色したアクリルは収縮するデメリットがある. 今回使用した黄色系分散染料染色では先にバナジウム処理して, 後から染色することで黄色味を高めることができる.

3-2 EDX 分析結果

図 2~4 に酸性 (図 2) ・反応 (図 3) ・分散 (図 4) のそれぞれの染料に対して, バナジウム同時処理した多繊維交織布を素材毎に EDX 分析し, 繊維素材に残留したバナジウム付着量を測定した結果を示す. バナジウム付着量は光吸収発熱保温性に相関が期待される. 付着量を比べると酸性染料染色ではウール, レーヨン, シルク, 反応染料染色ではシルク, ウール, アクリル, 分散染料染色ではウール, ポリエステル, シルク素材の付着量が多い. コットン等のセルロース系はカチオン化等の前処理をしない場合は, 反応染料染色よりも分散染料染色が高いバナジウム付着量が得られる. 分散染料染色ではレーヨンが溶解, ウール・アクリルが収縮することを考慮して加工が必要となる.

3-3 光吸収発熱保温性

図 5 に酸性および反応染料で多繊維交織布を染色するときに V 同時処理した布の写真 (A) と, これらの布に光照射したときの発熱効果 (B) を示す. 染着の低い酸性染料染色したアクリルおよびポリエステルを除くほとんどの素材において高い光吸収発熱性が確認できる. 特

に酸性および反応染料で染色したときのウール, 反応染料で染色したときのシルクが最も高い発熱性が得られる.

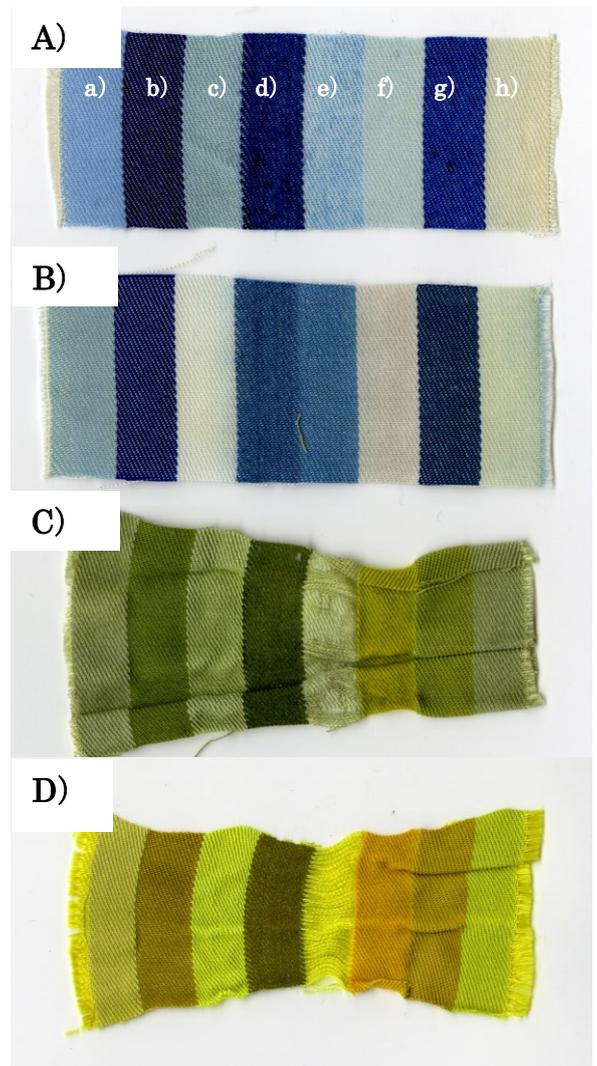


図 1 多繊維交織布の染料種別染色・バナジウム処理
A) V 先媒染+酸性染料染色, B) V 先媒染+反応染料染色, C) 分散染料染色 (V 同時媒染), D) C) 後に分散染料再染色

a:コットン, b:ナイロン, c:アセテート, d:ウール, e:レーヨン, f:アクリル, g:シルク, h:ポリエステル

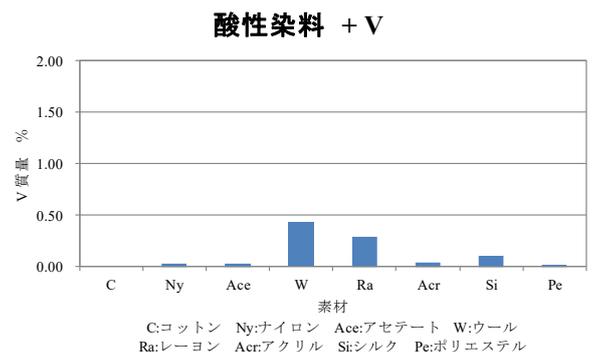


図 2 酸性染料染色後のバナジウム付着量

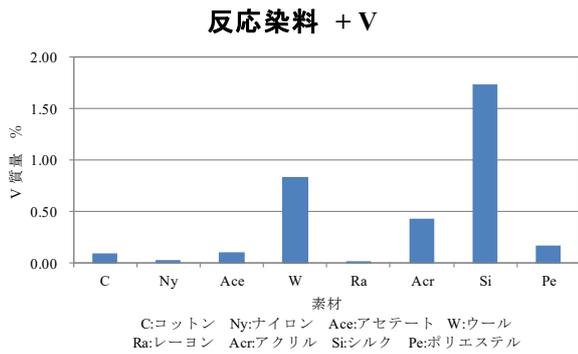


図3 反応染料染色後のバナジウム付着量

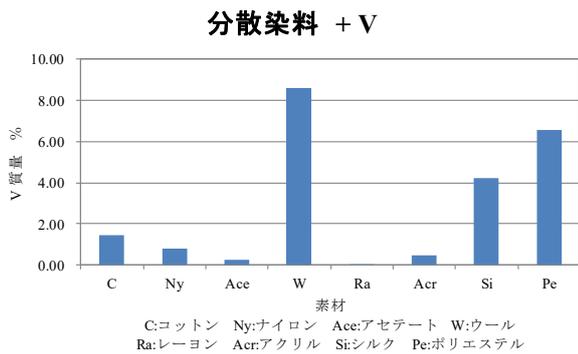


図4 分散染料染色後のバナジウム付着量

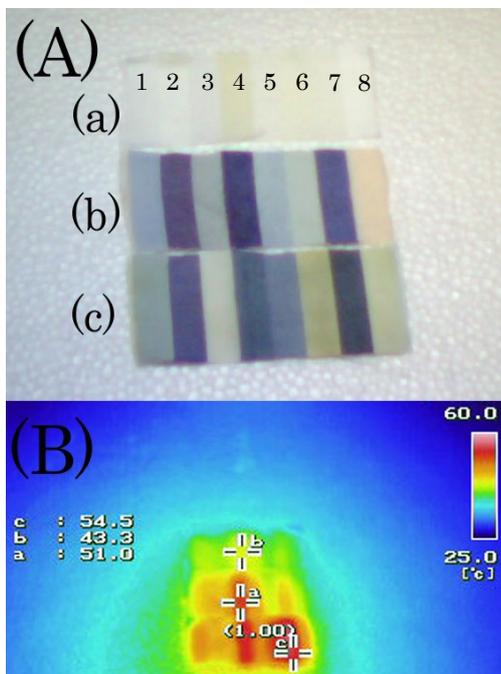


図5 酸性・反応染料染色後の光照射発熱効果

- (A) : 染色後の写真
- (a) 未処理多織交織布, (b) 酸性染料染色 + V 処理,
- (c) 反応染料+ V 処理
- (B) : A のサーモグラフィ

V 処理 : $100 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

1:コットン, 2:ナイロン, 3:アセテート, 4:ウール, 5:レーヨン, 6:アクリル, 7:シルク, 8:ポリエステル

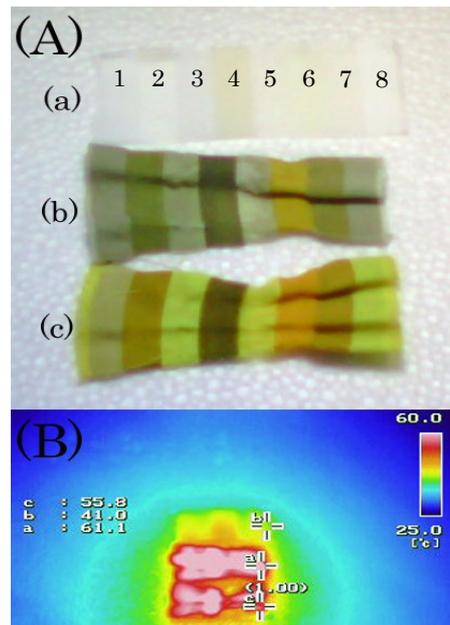


図6 分散染料染色後の光照射発熱効果

- (A) : 染色後の写真
- (a) 未処理多織交織布, (b) 分散染料染色 + V 処理,
- (c) は (b) を分散染料で再染色,
- (B) : A のサーモグラフィ

V 処理 : $100 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$

1:コットン, 2:ナイロン, 3:アセテート, 4:ウール
5:レーヨン, 6:アクリル, 7:シルク, 8:ポリエステル

に分散染料で多織交織布を染色するとき V 同時処理した布の写真 (A) と、これらの布に光照射したときの発熱効果の写真 (B) を示す. 130°C で染色した場合、溶解したレーヨンを除く他の繊維素材全てに対して高い発熱性が得られる. しかしながらバナジウム同時媒染法だと蛍光黄色染料で染色したにもかかわらず緑色となりバナジウム処理液の添加に伴う色相・色彩変化を生じ、調色が困難である ((A) (b)). これらを再染色すると、高い発熱性を保持したまま、目的の色に近い染色が可能であることから、分散染料染色において色相・色彩を重視する場合はバナジウムの先媒染・後染色法が適している.

4. 結 言

バナジウム担持布帛は、高い光吸収発熱保温性効果が得られる. 従来の発熱保温素材は練り込み法による樹脂系素材だけに限定されてきたが、本手法は天然素材への導入が容易に可能で、色選択の自由度が高い. 今後は実際の衣料に適応し、着用した際に想定される熱移動特性、快適性の評価を行い実用化へ繋げる.

参考文献

- 1) 田中潤：快適保温素材「サーモトロンラジボカ」，日本繊維製品消費科学会誌，Vol.54，No.12，pp.1050-1052（2013）
- 2) 上垣良信，他：バナジウムの染色技術への利用，維学会誌，Vol.69，No.55，pp.55-59（2013）
- 3) 上垣良信，他：植物染料五倍子染色におけるバナジウム先媒染の最適条件，日本繊維製品消費科学会誌，Vol.55，No.4，pp.30-35（2014）
- 4) ボーケン品質評価機構一般財団法人：太陽光蓄熱機能性素材の評価試験方法，Vol.4，p.6（2017）