着物染め替えイメージの画像変換ツールの開発（Ⅱ）

桶　谷　新　也*1
土　本　孝　則*2
藤　田　和　弘*3
中　森　伸　行*4
森　本　一　成*4

［要　　旨］

本研究では、画像処理技術を用いて着物の染め替え画像の色合い変換ツールの開発に取り組み、画像イメージによる顧客への提案ツールを開発してきた。これまでの研究成果では、着物全体を染め替える画像にしか対応できなかったが、今回は着物の地色部分と柄の部分とを領域分割し、地色部分のみを染め替えたときの画像イメージができるように改良を行い、良好な結果を得ることができたので報告する。

1　はじめに

モノを大切にするニーズの高まりから、京都の京友禅・西陣織業界では、着物のリメイクが注目されている。現在、着物の染め替えに関しては、小さな色見本を顧客に提示するか、若しくは、染め替えの色目を透明フィルムに印刷し、重ね合わせることで、染め替え後イメージを顧客に提示している。しかし、染め替え後のイメージが実感できないことや顧客とのイメージの相違が生じることがある。そこで本研究では、画像処理技術を用いて、染め替え後のイメージを画像で提示するツールの開発に取り組んだ。これまでの研究成果[1)]を以下に示す。

① 画像処理手法として「平均値シフト」を用いた変換が有効であることを実験により確認。

② 色見本の染料の濃さを考慮した、中間の色合い変換を構築。

③ 実物とのイメージ（色目）とのギャップに対し、使用するカメラの色感度補正をソフトウェアにより処理。

筆者らがこれまでに提案してきた手法は、対象画像の全体に対して色変換を行うアルゴリズムであった。今回提案する手法は、着物の地色部分のみを染め替えることに対応させるため、地色部分の領域抽出処理を行った後に、地色部分のみに対して色合い変換処理を適用することを試みた。

2　開発ツールの概要

図１に示すように、本開発ツールは、着物の色合い変換前の画像（対象画像）を、色見本（参照画像）の色目を参照に色合いを変換し、染め替え後のカラー画像（処理結果画像）をモニター上に表示するものである。カメラを画像入力装置として用いることで色見本の画像データをリアルタイ

＊１　応用技術課　主任研究員
（現計量検定所）
＊２　有限会社　土本
＊３　龍谷大学　教授
＊４　京都工芸繊維大学　教授

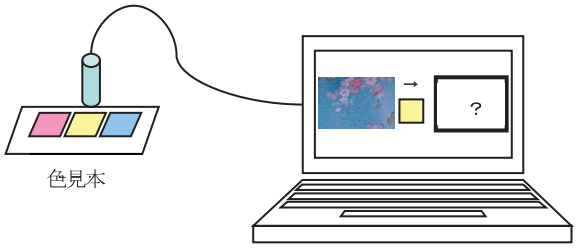

図１　装置の概要

ム（200ms/フレーム）で取得し、取得した画像データを参照にしながら、対象画像（図 2）の色合いを変換し、染め替え後の処理結果画像を表示する。

３　色合いの変換手法

色合い変換の対象とする領域（着物の地色部分）を抽出するため、対象画像の RGB 成分を HSV 色空間に射影し、H 成分（Hue:色相 0°～360°）のヒストグラムを用いて領域を二分割する。図 3 に、図 2(a)に関する H 成分のヒストグラムを示す。ここで、着物の地色部分は、柄の部分より面積が広く、かつ似た色相をもつと仮定する。結果的に地色部分は、H 成分において、頻度がピークを示し、かつ分散の小さな値に集中する。したがって、本手法では、H 成分のヒストグラムのピークから、±Δｈの画素値区間における画素を着物の地色部分とする。また、二分割した領域のクラス間分散が大きく、かつクラス内分散が小さくなるときの±Δｈを、領域分割のための閾値と考え、地色部分のみを対象とした色合い変換の処理を行う。図 3 においては、H 成分の MAX＝42, Δh＝±3 となった。

また、色合いの変換については、対象画像の RGB 平均ベクトルを、参照画像の RGB 平均ベクトルへシフトさせる変換（ここでは、平均値シフトと定義）を行う。なお、シフト量：ρについては、可変なパラメータとして微調整が可能なアルゴリズムを構築することで、中間の色合い変換ができ

図２　対象画像（上から(a), (b), (c)）

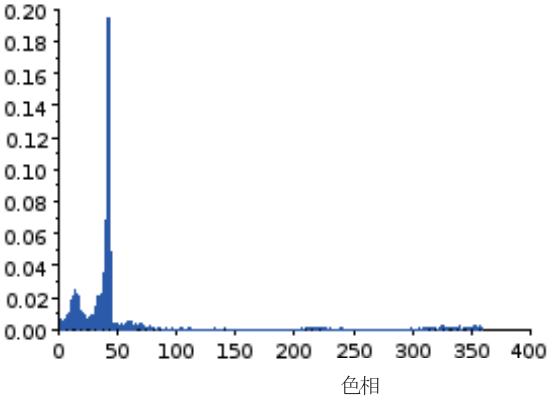

図３　対象画像（図２(a)）の
H 成分（色相）のヒストグラム

るようにした。ρ=1 の場合は対象画像の色合いは参照画像の色合いに変換され、ρ=0 の場合は対象画像の色合いは変化しない。

４　処理結果及び考察

４．１　色変換の対象領域の抽出

図 2(a), (b), (c)は処理の対象画像（原画像）を、図４(a), (b), (c)はこれらの画像に対し着物

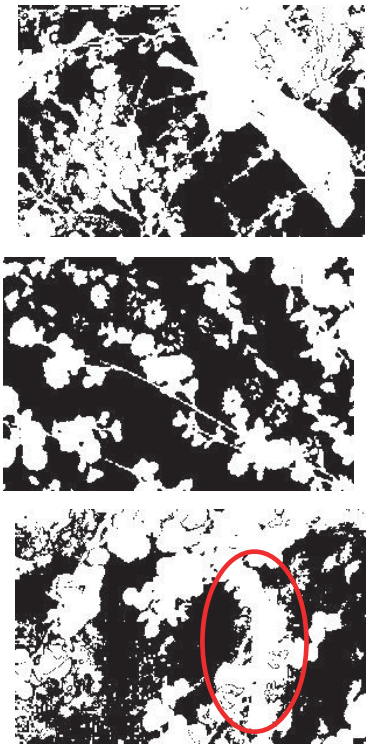

図4　領域抽出の結果
（上から(a),(b),(c)）

の地色部分のみを抽出した結果を示している。

図 2(a),(b)の画像に対しては、着物の地色部分のみが良好に抽出できている。一方、図 2(c)の画像に対しては、図中円印の部分が柄部分と認識され誤検出となってしまった。これは、地色部分のグラデーション領域が、柄部分の色相に近い値をもっていたことが影響したと考えられる。

4．2　対象領域に対する色合い変換結果

着物の地色部分を抽出した後に、平均値シフトのアルゴリズムを用いて、地色部分のみを色合い変換する。図 5(a)は対象画像を、図 5(b)は参照画像を、図 5(c)は $\rho=1$ としたときの色合い変換処理結果を示している。着物の地色部分のみが参照画像の色合いに変換されていることが確認できる。また、図5(d)は、$\rho=0.6$ と設定したときの処理結果であり、地色部分のみが、対象画像と参照画像の中間の色合いに変換されていることがわかる。図 5(e)は、地色部分の領域抽出の処理をせず、画像全体に対し色合い変換を行った従来手法による処理結果を示している。着物の地色部分だけでなく、柄部分も参照画像の色合いに変換されるため、図 5(c)と比較すると不自然な結果となっている。

図 6 に、同じ対象画像に対し、異なる参照画像を用いて処理した結果を示す。この場合も本手法による処理結果（図 6(c),(d)）は、従来手法の処理結果（図 6(e)）と比較して、地色部分のみが良好に色変換されていることが確認できる。

5　まとめ

これまでは、着物の染め替えに関しては、小さな色見本を顧客に提示するか、若しくは、染め替えの色目を透明フィルムに印刷し、重ね合わせることで、染め替え後イメージを顧客に提示していた。しかし、着物全体のイメージを伝えることは難しく、また、地色部分のみの色合い変換を示すことは困難であった。今回の報告では、着物の染め替えに関して、現物の色目を完全に再現できた訳ではないが、領域抽出と平均値シフトという画像処理技術を用いて画像の色合い変換を行い、一定精度の処理結果を得ることができた。さらに処理精度を向上させ、タブレット端末等で実行可能なアプリケーションに移行することで、顧客へ画像イメージとして提示可能な実用性の高いツールになるものと考えている。

＜参考文献＞

1)　桶谷新也ほか:京都府中小企業技術センター技報, No. 42, P. 30(2014)

(a) 対象画像

(b) 色見本（参照画像）

(c) 処理結果（$\rho=1$）

(d) 処理結果（$\rho=0.6$）

(e) 従来手法の処理結果（$\rho=1$）

図5　色合い変換の処理結果(1)

(a) 対象画像

(b) 色見本（参照画像）

(c) 処理結果（$\rho=1$）

(d) 処理結果（$\rho=0.5$）

(e) 従来手法の処理結果（$\rho=1$）

図6　色合い変換の処理結果(2)

配位化合物含有めっき排水へのマイクロバブル浮選法の応用（Ⅲ）

中　西　貞　博*1
中　村　知　彦*2
日　下　英　史*3

［要　　旨］

亜鉛の排水規制強化[1]に対応するため、配位化合物を含む亜鉛めっき排水の処理に、マイクロバブル浮選法を応用することを検討している。

今回は、前報[2]の模擬排水の連続処理実験の結果を基に、実排水の連続処理を行った。めっき事業所にミニプラントを設置し、反応塔と分離塔にアルミニウム網（以下、AL 網と称す。）を挿入して、既存処理の沈降槽から上澄みを引き込みマイクロバブル浮選を行ったところ、亜鉛濃度の新基準値 2mg/L 以下の安定した連続処理ができた。

1　はじめに

めっき排水の処理において配位化合物の影響は大きな問題[3]であり、亜鉛めっき排水でも、これが原因で亜鉛濃度の新基準値 2mg/L 以下を満たすことができない。このため、新しい処理法として、マイクロバブル浮選法を検討している。

マイクロバブル浮選法は、排水中の微粒子の除去に有効である[4]が、配位化合物はイオンであるため、そのままでは効果がない。前報[2]では、模擬排水の前処理に AL 網を使用し、生成される水酸化アルミニウムゲルに亜鉛の配位化合物を捕捉させ、マイクロバブルで浮選させると、新基準値の 1/2 以下の濃度とする連続処理が可能であることを確認した[2]。

今回は、この方法を実排水処理に応用するため、ミニプラントを事業所に設置し、マイクロバブル浮選による連続処理を行った結果について報告する。

2　調査方法

2．1　ミニプラントの準備

平成 24 年に試作したミニプラント[5]を今回の連続処理用に改良した。（図１）

ミニプラントは、試薬と試料の反応で粒子化させる反応塔とマイクロバブルで粒子が浮上分離する分離塔の 2 塔構造で、各塔は内径 30cm、容量 140L である。

今回は、この両塔に AL 網を挿入した。反応塔では、AL ゲルによる亜鉛配位化合物の捕捉を想定し、更に分離塔では、AL のアルカリ反応で発生する水素によるマイクロバブルの補助を想定している。

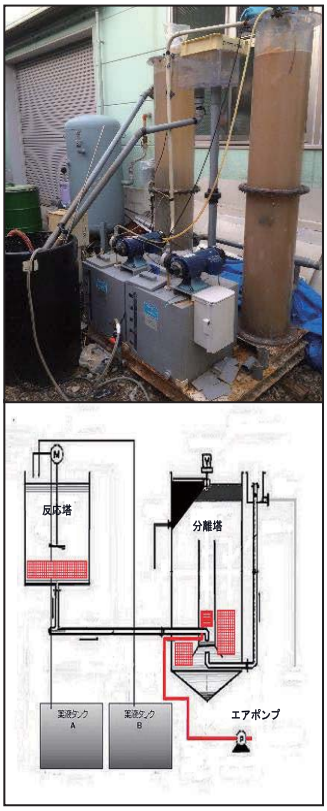

図１ ミニプラント

分離塔は 2 重構造で、内径 10cm の内塔があり、そこから試料とマイクロバブルの混合水が出てくる。AL 網はこの内塔の周りに挿入する。

これまでは、マイクロバブルの発生に市販の循環式発生器を使用して、処理水を循環させて運転していたが、この方式では、ラインが頻繁に閉塞する[5]ため、今回は、分離塔内塔にフィルターを設置し

＊１ 応用技術課　主任研究員
（現流域下水道事務所）
＊２ 応用技術課　主任研究員
＊３ 京都大学大学院エネルギー科学
研究科　助教

て、発生方式をフィルターによる空気吹き込み方式に変更した。試料中の粒子は、内塔内でマイクロバブルと混合し、安定した上昇流になった時点で外塔部に合流して上昇する。この時、浮上分離した汚泥は分離塔界面に濃縮し、掻取り機で系外に取り除かれる。処理液は外塔部を降下し、下部からレベル管を通って再度分離塔界面高さまで持ち上げられ排出される。

２．２　排水分析

分析は JIS K 0102 に準拠し、残留亜鉛濃度を測定した。採取試料 10ml に硝酸 2.5ml を加え、更に、内部標準液（イットリウム：1000ppm）を 0.5ml 加え、50ml にメスアップし、分析に供した。分析は誘導結合プラズマ発光分光分析装置（SPS 3100HVUV：エスアイアイ・ナノテクノロジー（株）製）を使用し、内部標準法で行った。

２．３　予備実験

既存処理の沈降槽上澄み 400ml をビーカーに取り、AL 網を挿入し、30%水酸化ナトリウム溶液で pH10.75 に調整後、ドデシルアミン塩酸塩（以下、DAH と称す。）の 0.3nmmol とエタノール 0.5ml を加え、30 分静置した。その分離水 5ml を採取し、残留亜鉛濃度の分析用試料とした。

２．４　連続処理

ミニプラントを事業所に設置し、排水処理施設から一定量の排水をプラントに引き込み、連続処理を行った。活性剤とアルカリ剤を各々100L タンクに調整し、その一定量を反応塔へ送り連続的に排水と反応させた。反応後の水は塔下部から分離塔内塔に移り、そこでマイクロバブルと接触して分離塔上部に上昇する。この時汚泥が上部界面に濃縮され、分離水が下部から排出される。滞留時間は、30 分で行った。一般的な浮上分離が 30 分から１時間である[6]ことから、これらの値を参考にした。更に、分離塔下部からレベル管を通って排出される処理水を一定時間毎に採水し、分析に供した。

図２　沈降槽上澄みの処理

３　結果と考察

３．１　予備実験

事業所排水処理施設の沈降槽上澄みを採水し、AL 網を挿入して pH10.75 に調整後、DAH とエタノールを加えて緩やかに撹拌を続けた[2]結果を図２に示す。沈殿物が浮上分離し、液は無色透明近くになり、残留亜鉛濃度は、0.6mg/L であった。

３．２　連続処理

図３に示すとおり事業所排水処理工程の中からミニプラントの設置場所を選定した。事業所排水は、クロム系、亜鉛ニッケル合金系、亜鉛系の３種類が主で、この中のクロム系（３価クロム）と亜鉛ニッ

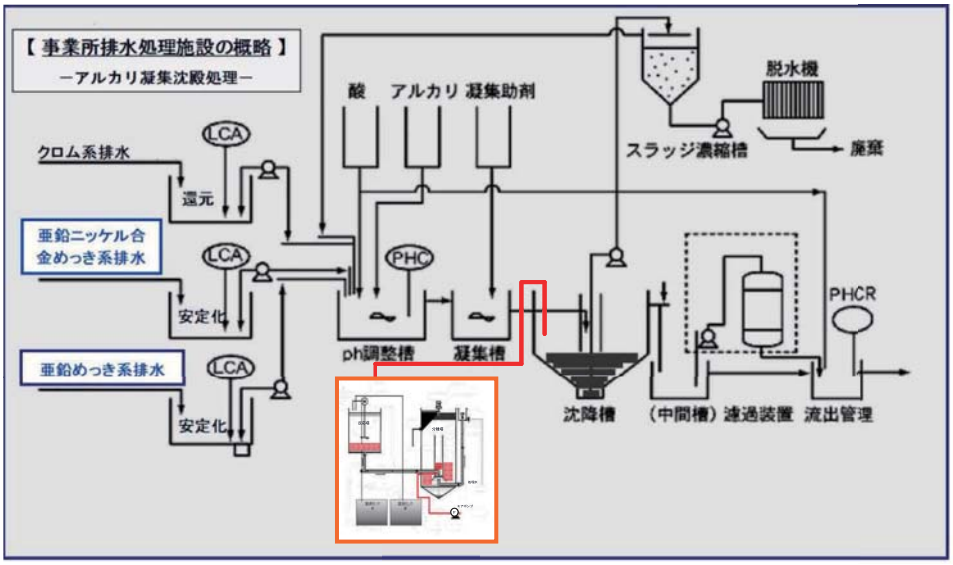

図３　事業所排水処理施設概略

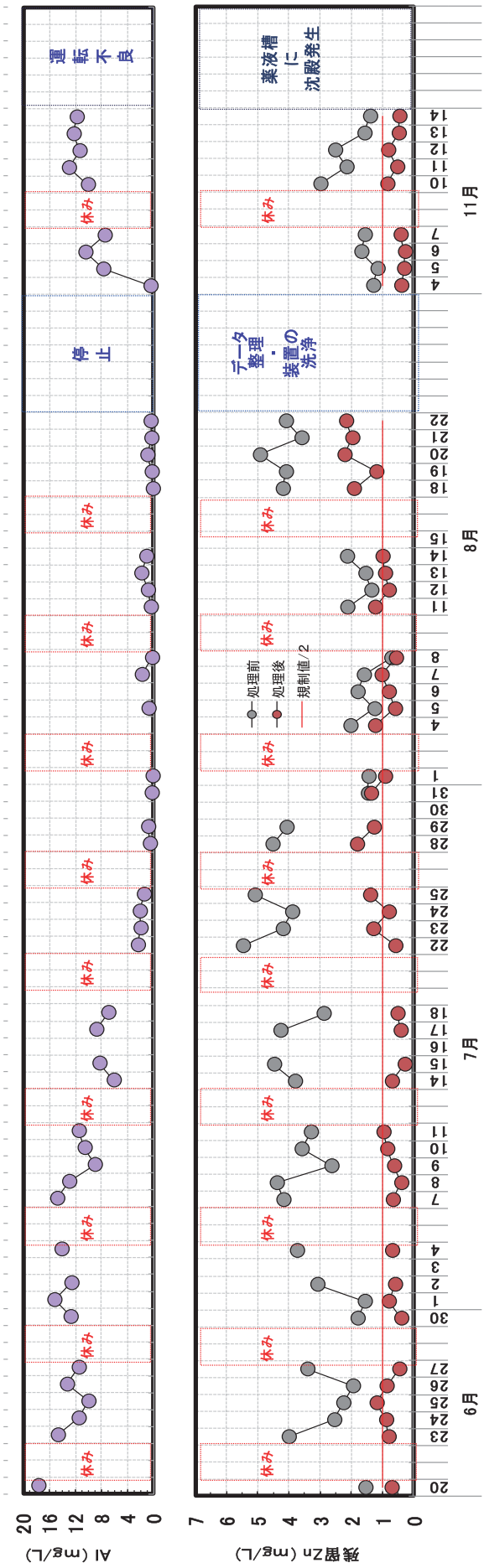

図４ 連続処理

ケル合金系の排水に配位化合物が多く含まれる。

既存処理は、凝集沈殿法で処理されているため、沈降分離で汚泥を分ける。この段階で、沈降槽上澄みに亜鉛の配位化合物及び微粒子が多量に残っていると、最終放流で規制値を超える。このため、今回はこの沈降槽上澄みを対象として、図３に示すラインで排水をミニプラントに引き込み、送液量4L/min、滞留時間 30 分で連続処理を行った結果を図４に示す。沈降槽上澄みの残留亜鉛濃度の範囲は 0.5～6mg/L で、1 週間の間に濃度変動があるのは、土日に施設が停止することが変動の一因にもなっている。また、濃度が急激に低下している時期があるが、これはｐＨ調整槽での処理条件の変更によるものであり、時間が経つと前とほぼ同様の変動状態に戻っている。

この沈降槽上澄みをミニプラントで処理を行うと、残留亜鉛濃度 1mg/L 前後となり、上澄みの濃度変動に関係なく安定した処理ができた。しかし、アルミニウム濃度が低下すると、徐々に残留亜鉛濃度が上昇する。これはアルミニウムが存在すると、その水酸化物ゲルが亜鉛の配位化合物を捕捉し、亜鉛濃度を低下させていると推察しているが、その捕捉状態については、まだ分かっていない。

約 3 ヶ月間継続した後、処理を終了し、2 ヵ月後に確認試験のため処理を再開した結果は、前と同様の状態が再現できたので、その時点で処理を終了した。

マイクロバブル導入方式を水循環式からフィルター吹込み式に改良することでラインの閉塞が解消され、残留亜鉛濃度から見ると、処理は良好にできた。しかし、アルミニウム網を挿入したことで、浮上物の量が増え、更に粘着性を帯び、掻き取りが難しくなった。これは、今後、装置を大型化する際に解決すべき課題になってくる。

4　まとめ

前報で効果を確認した前処理に AL 網を用いる方法を実排水の処理に応用するため、ミニプラントを事業所に設置し、一定期間、マイクロバブル浮選法による連続処理を行った。

既存処理の沈降槽上澄みをミニプラントに引き込み処理を行うと、上澄みの濃度変動に関係なく、残留亜鉛濃度 1mg/L 前後の安定した連続処理ができた。

（謝辞）

当研究を遂行するにあたり、多大なご協力をいただいた、(株) キョークロ 寺田理氏、嵯峨登氏、熊崎純一氏、坂本正敏氏及び坂本敦氏に深く感謝いたします。

（参考文献）

1）官報：2006、11，10（号外）
2）中西貞博，中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報，No. 42, p. 34（2014）
3）全国鍍金工業組合連合会：次世代めっき廃水処理, p. 20（2007）
4）中西貞博，中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報，No. 39，p. 22（2011）
5）中西貞博，中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報，No. 40，p. 38（2012）
6）公害防止の技術と法規編集員会：新・公害防止の技術と法規 2008（水質編），Ⅱ-37（2008）