

## ノート

## 洗浄システムへの電解水の応用

## Application of Electrolyzed Water to Washing System

尾畑 納子  
OBATA Noriko

## 1. 緒言

前報では、生活者の環境保護への意識と行動を探るため、日常生活の一つである洗濯行動に関する実態調査を行い、さらにこれらの結果を踏まえ、洗浄における環境への負荷軽減の試みとして、洗剤の使用量を削減する洗浄方法として、機能水の活用について提案し報告した<sup>1), 2)</sup>。機能水とは、一般にある種の水に何らかの処理を施してある機能をもたせた水の総称であり<sup>3)</sup>、何らかの物質が溶け込んでいることが多い。本報告で使用する機能水はこれらのうちの「電解機能水」と呼ばれる水で、現在、食品や医療分野で一部利用されるようになってきているが<sup>4)</sup>、ソフトサーフェースでデリケートな衣類洗浄の分野ではまだそうした試みがなされていない。そこで、この電解機能水(以下、電解水)のうち強酸性水と強アルカリ水の洗浄性について調べ、強アルカリ性電解水が洗剤レベルの洗浄性能を有していることをすでに確認した。

本報告では、この電解水の洗浄作用についてさらに詳細に調べるため、これらの強酸性と強アルカリ性の電解水をそれぞれ適量ずつ混合してpHをコントロールして得られる混合電解水溶液の洗浄性を調べた。さらに、実用的観点からこれらの洗浄液の染色布に対する影響についても検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 試料

・試布：洗浄力試験に使用した試布としてはJIS-K9606の洗浄力試験に指定されている湿式人工汚染布(洗濯科学協会製、綿布、平均汚染率42%)を汚染布とした。また、染色布としては、染色堅牢度試験に使用するEMPA製のEMPA134(Direct Orange39)、EMPA137(Reactive Red158)、EMPA133(Direct Blue71)、添付白布には綿100%のEMPA製のEMPA221を用いた。

・洗濯液：洗浄液はアマノ社製の強電解水生成装置(AMANO - 900)により隔膜分離法で生成される強酸性液、強アルカリ性液をそれぞれ洗濯ごとに採水し、適宜必要に応じ、混合してpHをコントロールしたものを洗浄液として用いた。

## 2.2 洗浄条件

洗浄力試験：洗浄液は、pH2.5、pH5.2(酸650ml/アルカリ350ml)、pH9.2(酸450ml/アルカリ550ml)、pH11.5に調整した1000mlに対して、5cm×5cmの大きさに切った前回と同様人工汚染布を5枚投入し、洗浄力試験機(大栄科学精器製作所製、ターゴトメータ)により、24℃で10分間洗浄を行った。すす

ぎは、洗剤を使用していないため今回はすべて行わず、すぐに自然乾燥した。

洗浄率は前報と同様、洗浄前後の反射率(光電反射率計 SPR3、株)平沼製)から(1)式より求めた。

$$DS(\%) = (R_w - R_s) / (R_0 - R_s) \times 100 \quad (1)$$

ここで、DS:洗浄率(%) R<sub>0</sub>:白布の反射率(%) R<sub>s</sub>:汚染布の反射率(%) R<sub>w</sub>:洗浄後の反射率(%)

洗浄力試験 :まず染色布に対する電解水の影響をみるため、水道水、イオン交換水、電解水(pH2.5、pH11.5)をそれぞれ1000mlの洗浄液中に、5cm×5cmの大きさに切った染色布と白布各5枚を投入し、洗浄力試験と同様、ターゲットメータにより、20、40で、10分間洗浄を行い、すすぎは行わず、そのまま自然乾燥した。染色布自身の色味変化は、分光光度計(日本分光 KK 製 V-550)に積分球を接続し、染色布の洗浄前後の色味成分の変化(色差)を求めた。色差は、CIEの方式により(2)次式より算出した値(E\*)で比較した<sup>5)</sup>。

$$E^* = (L^{*2} + a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

ここで、E\*:色差 L:染色布の明度成分の変化量 a\*:緑・赤成分の変化量 b\*:青・黄成分の変化量

また、洗浄中における他の洗濯物への汚染(移染性)については、洗浄の際に添付した白布の反射率より(3)式から白布への移染率を求め、汚染度とした。

$$Dw(\%) = (R_0 - R_s) / R_0 \times 100 \quad (3)$$

ここで、Dw:汚染率(%) R<sub>s</sub>:洗浄後の白布の反射率(%) R<sub>0</sub>:洗浄前の白布の反射率(%)

### 3. 実験結果

#### 3.1 各種pHの機能水の洗浄性

前報に引き続き、綿布の湿式人工汚洗布に対する電解水の洗浄性をより詳細に調べるため、電解水の酸性液とアルカリ性液を表1に示す混合比で適宜混合し、pH2.5、pH5.2、pH9.0、pH11.5に調整した各洗浄液で洗浄した結果を図1に示す。

pH2.5~pH5.2の間では、pHによる影響はそれほどみられず、いずれの洗浄率も20%~21%であった。しかし、弱アルカリ領域であるpH9.0では、洗浄率が33.3%に上昇し、強アルカリ性液のpH11.5では60.4%と著しい洗浄効果が認められた。これは、汚染布に付着する污垢成分のうち、脂肪などの污垢が洗剤が存在する場合と同様の作用、すなわち、アルカリによって脂肪酸などに分解されたた

表1 強酸性水と強アルカリ水の混合量とpH

| pH   | acid (ml) | alkali (ml) |
|------|-----------|-------------|
| 2.5  | 500       | 0           |
| 2.8  | 400       | 100         |
| 2.9  | 350       | 150         |
| 5.2  | 325       | 175         |
| 6.6  | 300       | 200         |
| 7.3  | 250       | 250         |
| 9.2  | 225       | 275         |
| 9.5  | 200       | 300         |
| 9.9  | 175       | 325         |
| 10.9 | 150       | 350         |
| 11.2 | 100       | 400         |
| 11.5 | 0         | 500         |

めであり、さらにその際に付着しているカーボンブラックや酸化鉄粒子などの有色汚れも同時に脱離し、洗浄率が上昇したためと考えられる。

3.2 電解水が染色布に及ぼす影響

3.1では、2種の電解水の混合によって得られる種々pHの洗浄液と人工汚染布の洗浄性との関係について調べ、洗剤が無添加であってもアルカリ溶液系であれば洗浄効果があることを確認することができた。

そこで、次に、実用的な洗濯の観点から、これらの電解水が一般的な衣料のような染色布に対してどのような影響を及ぼすか検討した。

まず、洗浄水の水質や洗浄温度が染色布自身の色調にどのような影響を及ぼすかについて調べた。すなわち、色相や染料構造の異なった3種の染色布に対して、洗浄前後での色味の変化を測定し、CIE方式による色差値を表2に示した。

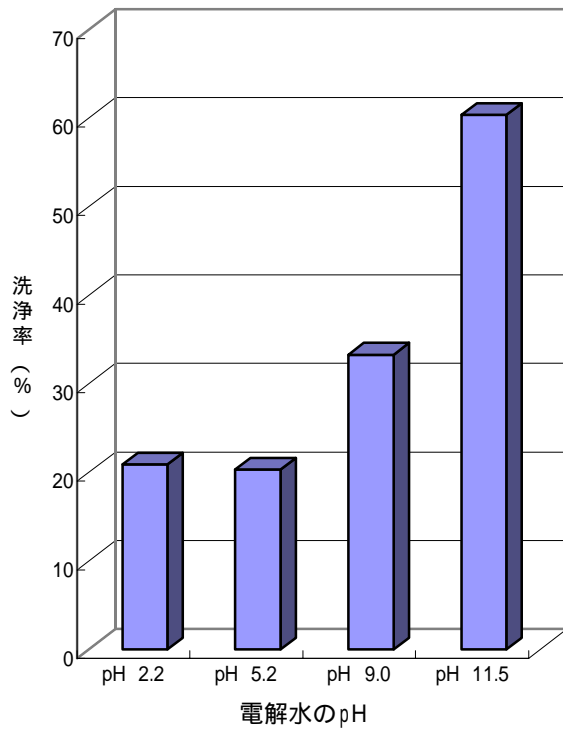


図1 混合電解水による洗浄性 (24)

表2 各種洗浄水における染色布の色味変化

| 20   | Orange |       |       |      | 20   | Blue  |       |       |       | 20   | Red   |       |        |       |
|------|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|
|      | E*     | L*    | a*    | b*   |      | E*    | L*    | a*    | b*    |      | E*    | L*    | a*     | b*    |
| 水道   | 4.77   | -1.78 | 2.43  | 3.7  | 水道   | 0.92  | 0.68  | 0.09  | 0.54  | 水道   | 6.55  | -4.78 | 4.45   | 0.3   |
| イオン  | 3.15   | -1.19 | 1.66  | 2.37 | イオン  | 2.67  | 0.4   | 0.17  | 0.26  | イオン  | 5.7   | -2.6  | 4.72   | -0.14 |
| 酸    | 4.61   | -0.79 | 1.61  | 4.25 | 酸    | 0.81  | -0.5  | 0.1   | -0.02 | 酸    | 5.58  | -4.1  | 3.76   | -0.5  |
| アルカリ | 8.38   | 3.12  | -2.93 | 7.16 | アルカリ | 14.7  | 6.61  | 3.11  | 12.76 | アルカリ | 15.71 | 1.09  | -14.73 | 5.31  |
| 40   | Orange |       |       |      | 40   | Blue  |       |       |       | 40   | Red   |       |        |       |
|      | E*     | L*    | a*    | b*   |      | E*    | L*    | a*    | b*    |      | E*    | L*    | a*     | b*    |
| 水道   | 4.36   | -1.33 | 2.1   | 3.58 | 水道   | 1.94  | 1.85  | -0.07 | 0.56  | 水道   | 3.77  | -2.65 | 2.63   | -0.53 |
| イオン  | 6.47   | -1.51 | 2.6   | 5.72 | イオン  | 1.27  | -1.02 | 0.67  | -0.3  | イオン  | 3.3   | -2.19 | 2.29   | -0.94 |
| 酸    | 6.27   | -0.8  | 1.3   | 6.07 | 酸    | 5.09  | -0.25 | 0.55  | -1.58 | 酸    | 5.24  | -3.59 | 3.8    | -0.35 |
| アルカリ | 7.26   | 2.48  | -3.35 | 5.9  | アルカリ | 15.09 | 8.1   | 4.3   | 11.98 | アルカリ | 18.11 | 3.46  | -16.99 | 5.2   |

Direct Orange39による染色布では、20、40のいずれの温度においても、色差(E\*)は同程度に変化し、温度による大きな差は認められなかった。水質による違いでは、水道水、イオン交換水、酸性水はほぼ同程度の変化を示したが、アルカリ水ではややE\*の値が大きくなり、赤味成分の減少が認められた。

Direct Blue71 による染色布でも、直接染料である Orange 布の場合と同様、温度による影響よりはむしろアルカリ水で、黄成分の減少、明度の増加と退色現象が著しい。しかし、3種の染色布の中ではアルカリ水での処理を除くと比較的染色安定性がよかった。一方、堅口ウ性が高いといわれる反応性染料で染色した Reactive Red158 による染色布も前述の2つの染色布と同様、アルカリ液の影響が大きく、明度の上昇、黄成分の増加、赤成分の減少と染料の脱落による染色布の退色が著しかった。

### 3.3 染色布からの白布への移染に及ぼす電解水の影響

3.2では各洗浄水が染色布の変退色に及ぼす影響について調べ、洗浄性の高いアルカリ水では染料の種類に関係なく、著しい変退色現象が認められた。そこで、一般に洗浄系で脱落した染料は同時に他の衣料を汚染する、“移染現象”が起こりやすいので、本実験においてもこの点について確認するため、染色布と同一の浴に入れた添付白布の反射率を測定した。その結果を図2、図3に示す。

直接染料である Orange 布、Blue 布では、図2に示すように白布の汚染率は温度の高いものが汚染しやすく、特にアルカリ液で洗った場合に著しく汚染率が増加した。これは染色布の色差の変化とよく対応した。

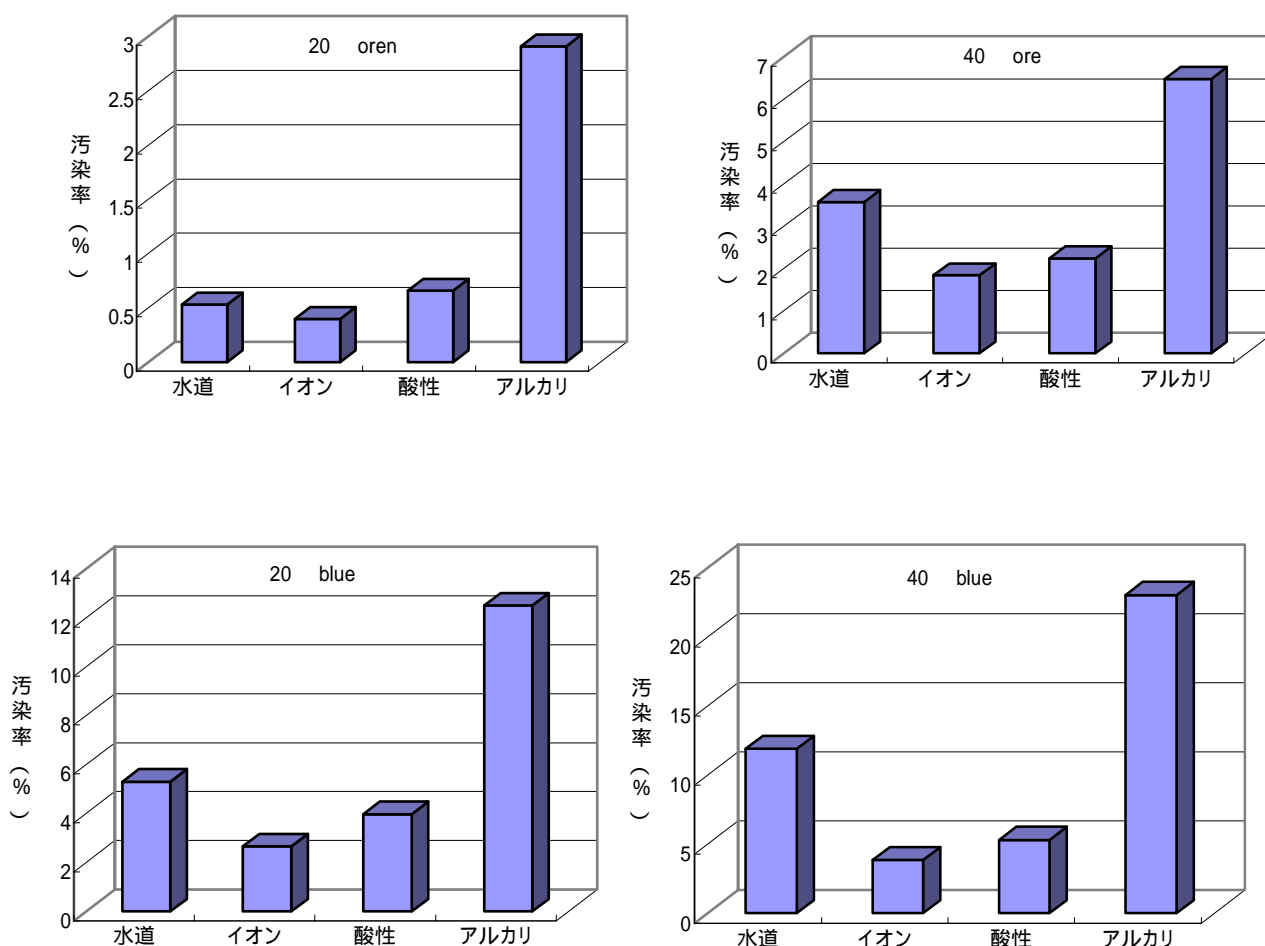


図2 直接染料染色布から白布への移染性

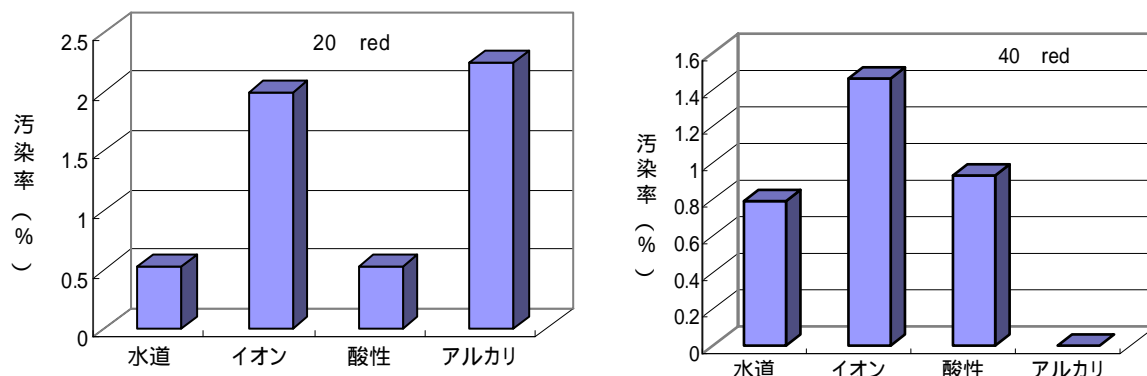


図3 反応性染料染色布から白布への移染性

一方、反応染料で染色した Red 布に添付した白布の汚染性は、直接染料タイプと異なり、染色布自身の色差が大きく変化したにもかかわらず、20、40 とともに汚染率は小さかった。これらはずかな数値変化のため誤差範囲とも考えられるが、イオン交換水中での汚染度が高かったことは直接染料系での現象と異なった点であった。40 でアルカリ水洗浄した場合のみ、汚染が認められなかった点についても、染色布の色差の結果と対応しておらず、この点については今後、追実験などを行い、詳細に検討を行う予定である。

#### 4. 要約

前報に引続き、本報告では電解水による環境負荷軽減型洗浄システムを構築するための試みとして、電解水による湿式人工汚染布の洗浄性、洗浄系における染色布の染料脱落性、脱落染料による移染性について検討した。その結果、湿式人工汚染布の洗浄性はアルカリ領域であらわれ、pHが高いほど効果が高い。また、染色布は染料の構造に関係なくアルカリ液中での変退色が大きくなり、脱離した染料による他の布への移染性は直接染料系の40で汚染率がやや高くなり、反応性染色では汚染率は低かった。これらのことから、今回使用した電解水は汚れ除去では有効であったが、反対に染色安定性を低下させることがわかり、この点の改良が今後の課題であり、さらにこれらのメカニズムについて検討が必要である。

謝辞：本研究を遂行するにあたり協力を惜しみなくしてくれたゼミ生の奥井 大樹君、酒井 宏君の諸兄に感謝いたします。また、本研究の一部は平成13・14年度科学研究費補助金・一般研究Cによって行ったものである。

#### 【参考文献】

- 1) 尾畑納子：富山国際大学地域学部紀要，3，135-141（2003.3）
- 2) OBATA Noriko, KUWABARA Nobuaki：wfk 41<sup>st</sup> international detergency conference, 371-373(2003)
- 3) 西本右子：Fragrance Journal，27，23-26（1999）
- 4) 花岡孝吉：Fragrance Journal，27，18-26（1999）
- 5) 山崎勝弘：色彩学-その理論と応用-，創元社（1979）

