

超音波と電気分解を利用した衣類のポイント洗浄機の開発

Development of the Portable Washing Machine for Clothes Using Ultrasonic and Electrolysis

佐々木未来¹⁾
指導教員 北折典之¹⁾

1) 国立東京工業高等専門学校 物質工学科 無機機能性材料研究室

キーワード： 小型洗浄機，超音波洗浄，電気漂白，衣類，洗濯

1. 緒言

衣類の汚れには、大別すると化学的汚れと物理的汚れの二種類がある。物理的汚れとは、粒子等が布に挟まることによってできる汚れのことであり、泥やファンデーション等による汚れがあげられる。この汚れは、揉み洗いや界面活性剤による洗浄、また、Fig.1 に示すように超音波水流を利用して洗浄できる。化学的汚れは布に色素等が染み込むことによってできる汚れのことであり、カレーや紅茶等があげられる。この汚れは、食塩水などの塩化物水溶液を電気分解した際に発生する次亜塩素酸イオンの漂白作用によって洗浄できる。例えば、紅茶に含まれる色素であるテアフラビンは、Fig.2 に示

すように、次亜塩素酸イオンにより酸化漂白され、洗浄できる。近年、家庭用の小型洗浄機として超音波洗浄機が用いられている。しかし、超音波洗浄機では物理的汚れは落ちるもの、化学的汚れは落ちにくいという課題があった。

そこで本研究では、超音波洗浄と電気分解を利用し、化学的汚れと物理的汚れの両方を洗浄できる小型洗浄機を開発している。本発表では、小型洗浄機の開発経緯について報告する。

2. 実験

2.1 物理的汚れ、化学的汚れの汚染布の作製

洗浄機による洗浄能力を測定するために、物理的汚れである泥汚染布、化学的汚れである紅茶汚染布、物理的汚れと化学的汚れの両方である泥と紅茶で汚したサンプル汚染布をそれぞれ作製した。実験に使用した泥汚染布は以下の方法で作製した。13.0 wt%赤玉土汚染液に綿 100%の白布（金布 #2003）を浸漬させ、汚れを付着させ、泥をすりこむブラッシング汚染を行って作製した。その布をよく乾燥させた後、余計な泥を払い落としたものを $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 程度に裁断した。分光色差計（日本電色 NF333）にて汚染布の反射率を測定し、平均の反射率との差が 1%以内の汚染布を泥汚染布の試験片とした。また、漂白実験に使用した紅茶汚染布は以下の方法で作製した。市販の紅茶（日東紅茶）7 個を 1 L のイオン交換水にて 10 分間煮沸し、あく抜きをしたさらし木綿で濾し、紅茶液とした。この液に白布を浸漬させ、5 分間煮沸させた。その後、火からおろし、一昼夜放置することで白布に紅茶の色を定着させた。その布を紅茶液から取り出し、自然

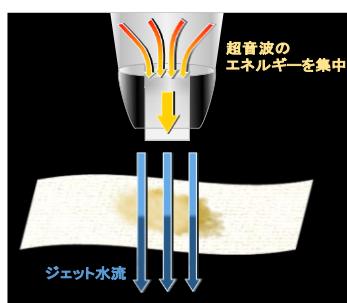


Fig.1 超音波洗浄のイメージ図

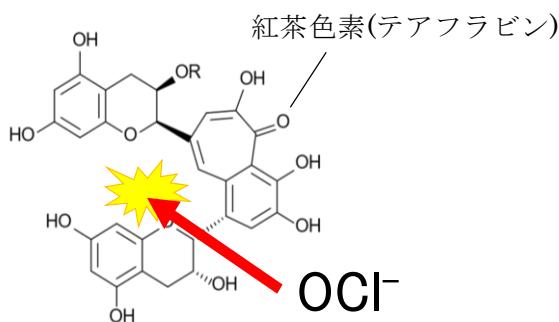


Fig.2 次亜塩素酸イオンによる紅茶色素の漂白

乾燥し、水道水にて洗浄液に色が付かなくなるまでもみ洗いを行った後、アイロンにて平滑乾燥させ、 $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 程度に裁断した。分光色差計(日本電色 NF333)にて汚染布の反射率を測定し、平均の反射率との差が 1%以内の汚染布を紅茶汚染布の試験片とした。また、漂白実験に使用した泥と紅茶の汚染布は以下の方法で作製した。上記のように作製した紅茶汚染布を 13.0 wt% 赤玉土汚染液に浸漬させ、汚れを付着させ、泥をすりこむブラッシング汚染を行って作製した。その布をよく乾燥させた後、余計な泥を払い落としたものを $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 程度に裁断した。分光色差計(日本電色 NF333)にて汚染布の反射率を測定し、平均の反射率との差が 1%以内の汚染布を試験片とした。

2.2 小型洗浄機を用いた汚染布の洗浄

洗浄液は 6 wt% の陽イオン界面活性剤(花王、コータミン 86W、塩化ステアリルトリメチルアンモニウム)に 10 wt% の塩化カリウムを加えた洗浄液を使用した。この洗浄液に各汚染布を浸漬させ、5 分間、超音波と電気分解の両方、超音波洗浄のみ、電気分解のみ、浸漬のみによる洗浄をそれぞれ行った。このとき、超音波洗浄は 38 kHz の周波数を行った。洗浄した布を流水で洗い流し、自然乾燥させた。乾燥した布の反射率を分光色差計にて測定し、(1)式を用いて洗浄率を算出した。

$$\text{洗浄率} [\%] = ((\text{洗浄後の反射率}) - (\text{洗浄前の反射率})) / ((\text{白布の反射率}) - (\text{洗浄前の反射率})) \times 100 \quad (1)$$

3. 結果および考察

各汚染布に対する小型洗浄機による漂白率を Table 1 に示す。Table 1 より、超音波洗浄と電気分解を行っていない汚染布は低い漂白率となった。物理的汚れである泥汚染布については洗浄液に界

面活性剤が含まれているため多少の洗浄は確認できたが、化学的汚れである紅茶汚染布については、界面活性剤だけでは全く洗浄できないことが分かる。一方、頑固な物理的汚れでも、超音波を界面活性剤のアシスト照射することにより洗浄率は格段に向上し 94% に達することが分かった。このことから、超音波洗浄のアシストだけではすべての汚れに対応できないことがわかる。

界面活性剤に電気分解アシストを行った場合は、泥汚れは十分な洗浄力は得られないが、化学的な汚れである紅茶のシミには絶大な洗浄力(98%)を示すことがわかった。やはり、紅茶のようなシミ(化学的な汚れ)には、次亜塩素酸イオンの酸化漂白剤が有効であることが確認できた。

以上の結果から、物理的に汚れの泥汚れは超音波のアシストは非常に効果的である一方、化学的汚れである紅茶のシミには全く効果がない。他方、化学的に汚れである紅茶のシミに関しては、塩化物の電解に伴い発生する次亜塩素酸イオンの漂白効果は非常に高い。

したがって、すべての汚れを完全に除去するには、界面活性剤に塩化物を加え、さらに超音波照射と電解アシストが必要なことが分かる。実際にこの 2 つのアシストを施した結果は、泥の汚れと紅茶にシミを各々洗浄し、かつ両方の汚れを同時に持つ汚染布の洗浄をほぼ達成していることが分かる。

4. まとめ

生活の多様化に伴い、衣類の汚れは千差万別である。あらゆる洗浄に対応するために、超音波と電解の 2 つのアシストが行える小型洗浄機の開発を行っている。泥汚れと紅茶にシミの洗浄実験での効果が実証された。

Table 1 小型洗浄機による 3 種類の汚染布に対する洗浄率

洗浄液	超音波	電気分解	洗浄率 [%]		
			泥	紅茶	泥と紅茶
陽イオン界面活性剤 + KCl	有	有	92	99	94
	無	有	33	98	44
	有	無	94	1	13
	無	無	22	1	1

※数字は洗浄率を示し、数値が高い程洗浄力が高い