

各種織物(綿、ポリエステルおよび綿/ポリエステル)に対する 強アルカリ性電解水の洗浄効果

氏名：小川由紀

学籍番号：0433007

指導教員：道明美保子

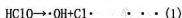
1 研究の目的・意義

医療現場では強酸性電解水による殺菌が広まりつつある。強酸性電解水は、他の消毒剤と比較して、人体や環境負荷が非常に小さく、耐性菌は今のところないとされている。現在その実用例として、内視鏡、透析装置、手指洗浄への応用が法律で認可されている¹⁾。

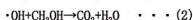
また、それ以外の分野として、殺菌が困難とされている MRSA、結核菌、ノロウイルスなどに優れた殺菌能力を示すとの報告がある²⁾。

電解水の生成原理を図1に示した。

強酸性電解水は次亜塩素酸(HClO)が主成分で、



(1)のような反応が起こる。 $\cdot\text{OH}$ (ヒドロキシラジカル)は活性酸素と呼ばれる分子種のなかでは最も反応性が高く、最も酸化力が強い物質である。しかし、強酸性電解水は酸化力が強いので、



(2)のような有機物分解反応が非常に起こりやすい。

私たちが一般に使っている洗たく用合成洗剤の成分は、脂肪酸塩などの有機物を中心とするため、衣服を洗浄した後に強酸性電解水で殺菌すると、 $\cdot\text{OH}$ が衣服に残った洗剤成分の分解反応に消費されてしまい、殺菌効果が低下してしまう。強酸性電解水での殺菌効果を上げるには、有機物を含まない強アルカリ性電解水で衣服を洗浄し、汚れや洗剤からの有機物を繊維表面に殆ど残さない状態で、強酸性電解水を菌に直接晒し有効に反応させることが望まれる。そこで、本研究では各種織物に対する強アルカリ性電解水の洗浄効果について詳細に研究し、強酸性電解水の実用化の

可能性を検討した。

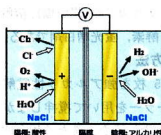


図1 強酸性電解水・強アルカリ性電解水の生成法¹⁾

2 実験方法

2-1 試料

2-1-1 試験布

色染社の染色実験用繊維、綿100%（金巾）、ポリエステル100%（タフタ）および綿/ポリエステル35%/65%（ブロード）を用いた。

2-1-2 汚染物質

油脂汚れとして一価不飽和脂肪酸エステルヒマワリ油（オレイン酸80%）、油汚れとして飽和炭化水素の流動パラフィンを用いた。タンパク質汚れとしては卵黄を用いた。

2-1-3 汚染布作成方法

1.0% 流動パラフィン 500ml アセトン溶液、1.0% ヒマワリ油（オレイン酸）500ml 水溶液および卵黄 2 個分（37.08g）を含む 500ml 水溶液をそれぞれ超音波分散器（SONICS Vibracell）で乳化した。これらに油汚れの場合 10cm×10cm 角、タンパク質汚れの場合 5cm×5cm 角の各種試験布 15 枚を浸漬し、その後、1 日自然乾燥し、実験に用いた。

2-2 洗浄

2-2-1 強アルカリ性電解水

0.1% NaCl 水溶液 4.0ℓ を電気分解装置(株)アマノ・エコ・テクノロジー SUPER OXSEED LABO で 45 分間電気分解し、陰極側で生成した pH11.0~11.5 の電解水を用いた。

2-2-2 洗濯用合成洗剤

市販の弱アルカリ性合成洗剤を用いた。成分は界面活性剤 25% (アルファスルホ脂肪酸エステル [Na 純石けん分として脂肪酸 Na] ポリオキシエチレンアルキルエーテル)、水軟化剤(アルミノケイ酸塩)、アルカリ剤(炭酸塩)、溶解促進剤、酵素安定剤、酵素、蛍光増白剤である。

2-2-3 洗浄方法

各汚染布 5 枚を強アルカリ性電解水 500ml の中でスターラーを用いて攪拌しながら常温で 30 秒間洗浄した。また、洗たく用合成洗剤は、規定量 0.67 g/ℓ (pH10.65) を蒸留水に溶解し、同様に洗浄し、その後、蒸留水 500ml で 30 秒間すすぎを行った。

2-3 測定方法

2-3-1 油脂汚れの場合

流動パラフィンの場合はアセトンで、オレイン酸の場合は 1-ブタノールで洗浄前後の残った油脂成分を抽出し、ガスクロマトグラフィーで測定し、次式より洗浄率を求めた。

洗浄率(%)

$$= (\text{洗浄前油脂成分量} - \text{洗浄後油脂成分量}) / \text{洗浄前油脂成分量} \times 100$$

3-3-2 たんぱく質汚れの場合

タンパク質汚れは kikkoman LUMI TESTER -C100 を用いて ATP 分析を行い、相対発光量 (RLU) から、上記と同様に洗浄率を求めた。

3 実験結果および考察

図 2 に油脂汚れ、図 3 に流動パラフィン汚れ、図 4 に卵黄汚れの洗浄率を示した。

3-1 油脂汚れの結果および考察

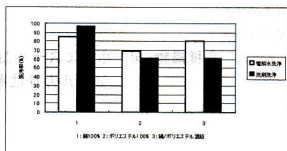


図2 油脂汚れの繊維別洗浄率

図 2 より、綿 100% のときは強アルカリ性電解水の洗浄率より、洗たく用合成洗剤の洗浄率が高くなっているが、ポリエステル 100% のときは、強アルカリ性電解水の洗浄率が洗たく用合成洗剤の洗浄率より高いことがわかる。また、混紡の場合は綿およびポリエステル、どちらの繊維の性質も含まれるため、含有率の高いポリエステルよりの傾向が出ている。

このことは、洗たく用合成洗剤に含まれている脂質分解酵素が親水性繊維の綿から疎水性の油脂の汚れを疎水性繊維のポリエステルに比べて離脱させやすかったためであると考えられる。

また、どちらの洗浄剤共に、綿に対しての洗浄率が、ポリエステルに対しての洗浄率に比べて高いことがわかる。

このことは、ひまわり油の主成分オレイン酸エステルが疎水性のため、親水性繊維である綿とは汚れの付着力が弱い繊維からオレイン酸エステルが繊維表面から離れやすいが、疎水性繊維であるポリエステルとは疎水性同士のため、オレイン酸エステルがポリエステル表面から離れにくいためと考えられる。

3-2 流動パラフィン汚れの結果および考察

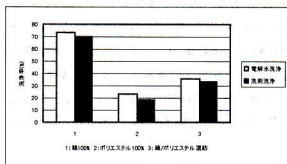


図3 流動パラフィン汚れの繊維別洗浄率

図3より、すべての繊維に対して強アルカリ性電解水の洗浄率が、洗たく用合成洗剤の洗浄率よりわずかに高いことがわかる。

これらの洗浄率の差は、5%以下でどの繊維に対しても強アルカリ性電解水の洗浄率が洗たく用合成洗剤の洗浄率より高いことから、洗たく用合成洗剤による洗浄より、強アルカリ性電解水による洗浄が有効といえる。

また、どちらの洗浄剤共に、綿 100% の洗浄率がポリエステル 100% の洗浄率より大幅に高いということがわかる。

これらの結果から、流動パラフィンが疎水性であり、前述のひまわり油での考察と同様なことが考えられた。

3-3 たんぱく質汚れの結果および考察

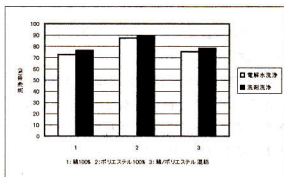


図4 たんぱく質汚れの繊維別洗浄率

図4より、強アルカリ性電解水の洗浄率および洗たく用合成洗剤の洗浄率共に、わずかにポリエステルが綿の洗浄率より高くなっているが、どの繊維に対しても高い洗浄効果が見られた。

このことから、たんぱく質汚れは強アルカリ性電解水および洗たく用合成洗剤を用いた洗浄では、汚れが落ちやすいといえる。さらに、疎水性繊維であるポリエステルには親水性のたんぱく質と化学的な結合が生じていないため、たんぱく質成分が落ちやすいと考えられる。

また、わずかではあるが、強アルカリ性電解水の洗浄率より、洗たく用合成洗剤の洗浄率の方がどの繊維に対しても高いということがわかる。

このことは、洗たく用合成洗剤に含まれているタンパク分解酵素の影響のためと考えられる。

4 繊維への強アルカリ性電解水の影響

強アルカリ性電解水洗浄による繊維への影響をレーザー顕微鏡 VF-7510 と工学電子顕微鏡 S-3200N Scanning Electron Microscope を使用して観察した。

未洗浄、30 秒間洗浄および30 分間洗浄の綿 100%、ポリエステル 100% の布を使用した。

図 5、6、7 にレーザー顕微鏡撮影の綿 100%、図 8、9、10 に電子顕微鏡撮影のポリエステル 100% の写真を示した。



図5 綿100% 未洗浄綿



図6 綿100% 30秒間洗浄



図7 綿100% 30分間洗浄

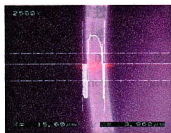


図8 ポリエステル 100% 未洗浄

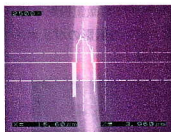


図9 ポリエステル 100% 30秒間洗浄

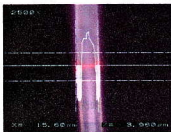


図10 ポリエステル 100% 30分間洗浄

電子顕微鏡およびレーザー顕微鏡撮影による写真より、両繊維共に、30秒間洗浄の場合は強アルカリ性電解水による影響は極めて小さいといえる。

また、強アルカリ性電解水 30分間洗浄の場合は、両繊維共に未洗浄、30秒間洗浄に比べて繊維表面に明らかな損傷、凹凸を確認することができた。

これらから、繊維を強アルカリ性電解水で洗浄する場合、30分間のような長時間の洗浄であれば繊維表面に損傷を大きな影響を与えるため、有効でないが、短時間の洗浄であれば、繊維表面にほとんど影響を与えることなく洗浄をすることができることが明らかになった。

5 結言

1. 油脂汚れおよび流動パラフィン汚れ共に、親水性繊維である綿の方が、疎水性繊維であるポ

リエステルより洗浄効果が高く、たんばく質汚染布の場合は、どちらの繊維に対して高い洗浄効果が見られた。

2. 強アルカリ性電解水による洗浄効果は、洗たく用合成洗剤によるそれと比べて、綿 100%、ポリエステル 100% 両繊維共に大幅な差を示すことなく、同程度の洗浄率を示すことから、強アルカリ性電解水で洗浄を行っても十分な洗浄効果が得られるということがわかった。
3. 30分間洗浄を行った場合には綿 100%、ポリエステル 100% 共に繊維表面に強アルカリ性電解水の影響による損傷を確認することができたが、30秒間の洗浄を行った場合には綿 100%、ポリエステル 100% 共に繊維表面に損傷はほとんど認められなかった。この結果から、短い時間の強アルカリ性電解水による洗浄であれば、繊維をほとんど傷めることなく洗浄が可能であることがわかった。

これらの実験結果から、綿およびポリエステル繊維洗浄を強アルカリ性電解水で行うことが可能であると示すことができ、医療現場において機能水の更なる活用を期待することができる。

参考文献

- 1) 日本機能水学会監修：「強酸性電解水の有用性と信頼性」、(財)機能水研究振興財団電解水評価委員会 (2006)
- 2) 小越和栄：「強酸性電解水による消化管内視鏡の洗浄消毒マニュアル」、強電解水企業協議会医療用委員会
- 3) (財)機能水研究振興財団：調査研究事業「医療における強酸性電解水の評価」、電解水評価委員会 H18 年度報告書
- 4) 尾畑納子：「洗浄システムへの電解水の応用」、富山国際大学地域学部紀要, 4, 121-125 (2004)
- 5) 高橋哲也：「洗濯における電解水の洗浄効果」、繊維学会誌(報分), Vol. 63, No. 5 (2007)