

洗濯化学の効率化を目指して

ー洗濯条件下における洗浄効果と環境負荷率ー

松本凌駕, 白川大知, 林優花, 小野ひなた
延岡高等学校 Nobeoka High School

Abstract 近年、環境問題が重視される中で、衣類の洗濯に使用される洗濯用洗剤は水資源に大きな悪影響を及ぼしている。洗濯洗剤を規定通りに使用している人もいる一方で、汚れが除去されない等の理由で洗剤を規定量以上に使用している人がいる。しかし、実際、洗剤の量を多くすると汚れが落ちやすくなるのかという点は知られていない。そこで本研究では、複数種類の洗濯洗剤・衣類生地・汚れの種類を用いて、洗剤の使用量と汚れの除去率の関係を調査するとともに、各洗剤の環境への影響についても評価することを目的とする。全ての結果を踏まえると、洗剤の使用量を多くしても、環境への影響が多くなるだけで除去率に大きな変化はなかった。この結果は、日常生活で衣類の洗濯を行う人にとって有意義なものである。

Keyword 除去効率 / 環境負荷

1. はじめに

(1) 研究背景

洗濯は、日常生活において、衣類を清潔に保つために欠かせない行為である。しかし、洗剤に含まれる化学成分が排水を通じて環境に影響を与えるなどの問題が存在する。さらに、一般家庭における生活では「汚れが残留している」など、課題が多く存在している。そこで、どのような条件下で最も汚れを除去でき、環境負荷を軽減できるのかを知りたいと考えた。

(2) 研究の目的

本研究の目的は、汚れの種類、布素材、洗剤の種類や濃度、物理的作用、および温度条件が洗浄効率や環境負荷に与える影響を科学的に明らかにすることである。この結果を基に、日常生活において実践可能かつ、環境負荷を最小限に抑えながら効率的に汚れを落とす洗濯方法を提案することを目指す。

(3) 研究仮説

洗浄効率と環境負荷は、汚れの種類、布素材、洗剤の種類・濃度、洗浄方法、温度条件などの要因によって左右されるだろう。また、使用量の増加や水温の上昇に伴い洗浄効率は向上すると考えるが、限度が存在する。最適な洗浄効果を得るには、それぞれの条件に応じた工夫が必要だろう。

2. 調査方法

(1) 必要な実験器具

- ・攪拌機: 洗浄時、使用する
- ・布サンプル:
(天然繊維) 絹、麻、綿、羊毛
(合成繊維) アクリル、ポリエステル、ナイロン
* 実験条件統一のため布は均一にカットする。
- ・汚れ材料: (油性汚れ) ごま油
(タンパク質汚れ) 卵白
(粒子汚れ) 泥
- ・市販洗剤: 酸性洗剤、中性洗剤
- ・スポイト: 塗布用・洗剤の濃度調整
- ・メスシリンダー: 洗剤の濃度調整
- ・ブラシ: 物理的作用の検証のため
- ・タイマー: 洗浄時間を統一にするため
- ・秤: 汚れ付着量や洗浄後の布の重量変化を測定
- ・COD測定キット、pH試験紙

(2) 実験方法

A. 前準備

1. 布片の初期重量を秤(0.01g単位)で測定し記録する。(汚れ塗布前と後)
* 汚れの量は布片1枚あたり6.00mg
2. 汚れを塗布した布片を30分自然乾燥させ、汚れが布に定着するようにする。

3. 洗剤溶液の準備、洗剤を標準使用濃度の0.5倍、1.0倍、1.5倍に希釈。＊500 mLの水に洗剤を混合

B. 実験手順

1. 洗浄実験(手洗い)

洗剤溶液に汚れの付いた布片を完全に浸す。次に、一定の強さで、布片の繊維方向にそってブラシで擦る。＊擦る回数、方向は統一する。

2. 洗浄実験(機械洗浄)

攪拌機を使用し、単一の布片の洗浄を行う。回転速度は一定にする。

手洗い洗浄、機械洗浄どちらの場合も、30分間で行い、洗浄後は10秒間水ですすぐ。水量、洗濯時間は一定にし、洗剤濃度、水温、汚れ・生地の種類を変えながら繰り返し洗浄する。

C. 測定と分析

汚れの除去程度評価:汚れの残留量を肉眼で比較し、0-10点で評価する。また、洗浄前後の質量差から、汚れの除去効率を算出することで、定量的な評価を行う。

D. 環境負荷評価

排水分析:洗浄後の排水を採取し、CODキットを用いて、有機物濃度を測定すると同時に、排水のpHも測定する。また、温水使用時のエネルギー消費量を算出し、常温洗浄と比較する。水温のエネルギー量は熱量から求める。以上を、環境負荷率として得点化して標準状態と比較し百分率で表示する。

E. データ解析と結論

1.条件(汚れの種類、布素材、洗剤濃度、温度)ごとに洗浄効率を数値化し、解析を行う。

2.環境負荷と洗浄効率を総合的に評価し、最適な条件を特定する。また、結果を基に日常生活で実践可能な洗濯方法を提案する。

3. 結果

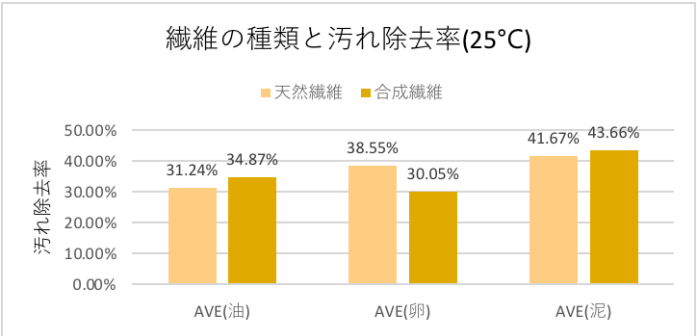


図1.攪拌機で洗浄を行い、洗剤使用はなし、水温は25℃

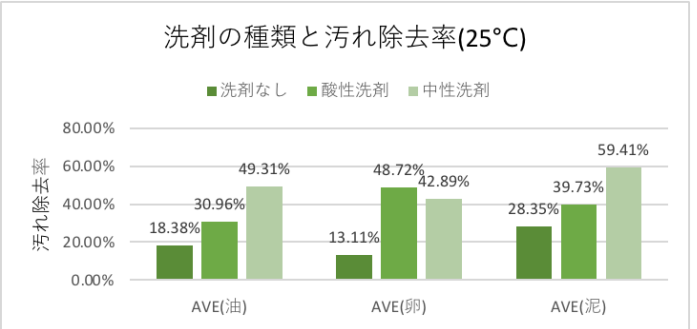


図2.攪拌機で洗浄を行い、洗剤濃度は通常、水温は25℃

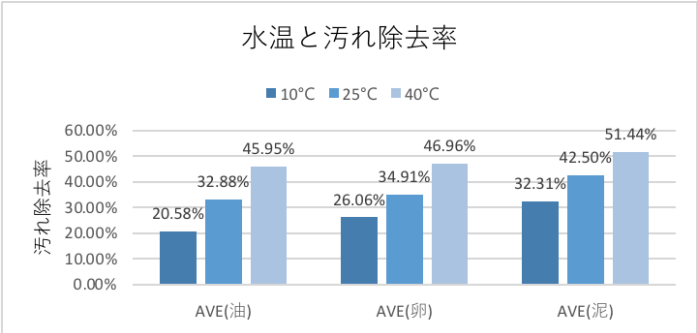


図3.攪拌機で洗浄を行い、洗剤の使用はなし

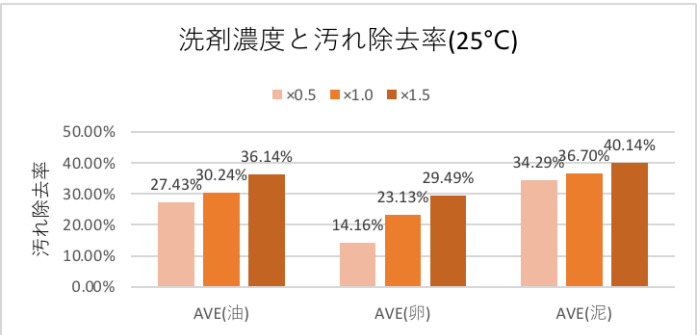


図4.攪拌機で洗浄、水温は25℃、%は中性使用時の汚れ除去率

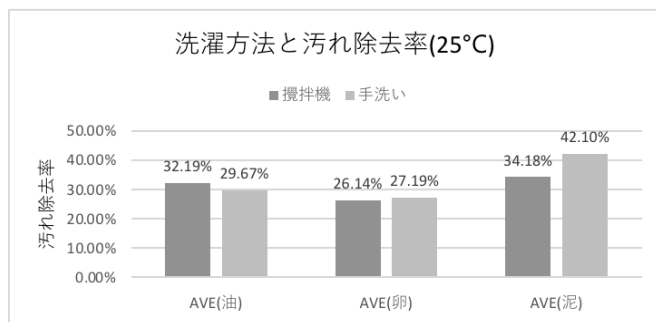


図5.洗剤の使用はなし、水温は25℃

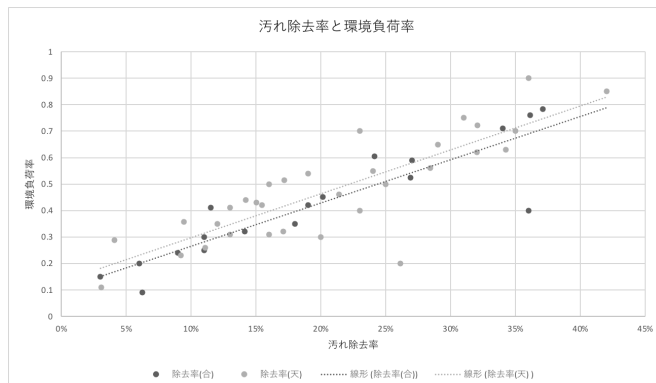


図6.汚れ除去率と環境負荷率の相関

天然繊維の分散:0.699. 合成繊維での分散:0.803

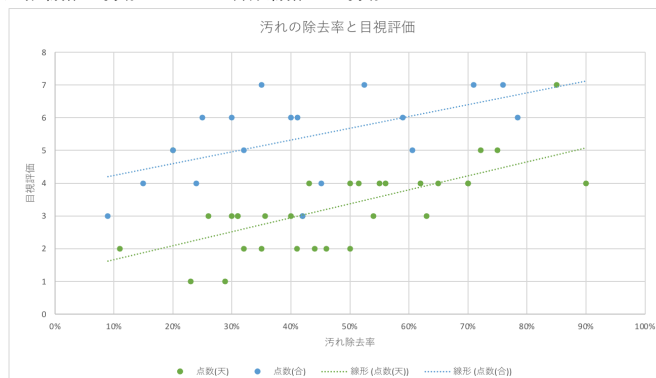


図7.汚れ除去率と目視評価の相関

天然繊維での分散:0.4176. 合成繊維での分散:0.3121

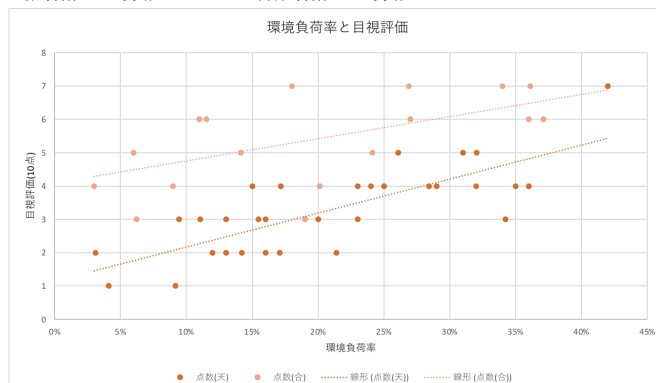


図8.環境負荷率と目視評価の相関

天然繊維での分散:0.6057. 合成繊維での分散:0.3177

4. 考察

本研究では、布素材、洗剤の種類や濃度、温度条件、洗浄方法の違いが洗浄効率および環境に与える影響を検討した。

まず、図1から、天然繊維と合成繊維において汚れの除去率に大きな差は見られなかったが、そのメカニズムには違いがあると考えられる。天然繊維は汚れや洗剤成分を吸着しやすく、化学的な洗浄作用が働きやすい。一方で、合成繊維は汚れの吸着は少ないものの、摩擦などの物理的作用によって汚れが落ちやすい傾向が見られた。

図2から、洗剤の種類によっても除去効率に差が見られた。酸性洗剤は卵白などのタンパク質汚れに対し有効であり、これは酸によるタンパク質の変性・分解作用による影響であると考えられる。一方、中性洗剤は泥汚れや油汚れに適しており、界面活性剤の働きにより、疎水性の汚れが水中に分散することで、除去が促進されることが考えられる。

図3から、温度条件の影響については、すべての汚れにおいて温度が上昇することで除去率が向上した。これは温度の上昇により分子の運動が活発になり、洗剤成分の働きが強まったためだと考えられる。

図4から、洗剤濃度を上げることで汚れの除去率は向上したが、一定の濃度以上では効果の伸びが小さくなる傾向が見られた。これは、汚れの量が一定であるため、界面活性剤を過剰に増やしても効果が飽和するためだと考えられる。

図5から、泥汚れについては、粒子状で固体のまま付着しているため比較的落ちやすかった。しかし、攪拌機による洗浄と比較して手洗いは生地へのダメージが大きく、これは摩擦による影響だと考えられる。

さらに、図6-8から、汚れ除去率・目視評価と排水中の化学的酸素要求量(COD)による環境負荷との間には正の相関が見られた。これは、洗浄によって汚れが水中に分散することで、排水中の有機物量が増加し、結果として環境への負荷が高まることを示している。

以上より、洗浄効率を高めるには素材や汚れの種類に応じた洗剤や条件の選択が重要であるが、同時に環境への配慮も考慮すべきであると考えられる。

5. 結論

油汚れには40℃で中性洗剤を規定量通りに使用し洗濯機で洗うのが効果的である。卵白汚れには40℃で酸性洗剤を使うと良いが、環境負荷を考慮すると25℃での洗濯が望ましい。泥汚れは40℃で中性洗剤を使用して洗濯機で洗うか、温水で手洗いが有効だが、生地を傷めないよう適度に行うことが重要である。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多大なるご指導とご支援を賜りました先生方、メンターの方々に、心より感謝申し上げます。

7. 参考文献

2014年、東京家政学院大学紀要第54号41-47Pより
タイトル「洗濯用洗剤の洗浄性-洗浄時間の影響-」
https://www.kasei-gakuin.ac.jp/tkgu/cms/wp-content/uploads/2022/04/54-5.pdf?utm_source=chatgpt.com