

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	坂本 ゆか
学位の種類	博士（環境学）
学位記番号	環情博甲第515号
学位授与年月日	令和4年3月24日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	環境情報学府 人工環境専攻
学位論文題目	天然界面活性成分を活用したナチュラルクリーニングの洗浄力要因の推定と関連消費者情報の分析
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 大矢 勝 横浜国立大学 教授 中井 里史 横浜国立大学 准授 荒牧 賢治 横浜国立大学 教授 亀屋 隆志 横浜国立大学 准教授 松宮 正彦

論文及び審査結果の要旨

ナチュラルクリーニングとは、酢、クエン酸、重曹などの食材を掃除や洗濯に活用する手法等を指す和製英語の一種であるが、環境や安全面で優れているとして消費者や一般マスコミ等から注目を集めている。食材の余り物の活用など、環境教育の側面からも支持されるべき点がある半面、汚れを実際に除去できるのか、またその洗浄メカニズムに関して非科学的な情報が流通していないかといった点には注意が求められる。そこで、本研究では特に天然の界面活性物質を活用したナチュラルクリーニング素材として、ビールと米のとぎ汁に着目し、関連する消費者情報を分析するとともに、その洗浄メカニズムについて考察した。

第1章では、緒言として研究背景、研究目的および本論文構成について述べた。「ナチュラルクリーニング」がどのように使用されるようになったのかという点と、洗浄に関する消費者情報学的な研究には過去どのようなものがあつたのかをまとめた。

第2章では、関連消費者情報を分析するとともに、その課題を明らかにした。ビールを活用した洗浄に関しては、2018年に行ったビールを活用した洗浄に関する収集情報の分析では、油汚れに対して有効であるとするものがほぼ全てであった。関連する書籍43種の記述内容を分析した結果、ビールによる洗浄力要因について触れられていたのは5種のみであり、アルコール（2件）、糖分（1件）、酵素（1件）を挙げているものがみられたが、ナチュラルクリーニングの素材として掲載されている数としては、非常に少なかった。またインターネットではアルコール+ビタミンE説が最も多い結果となった。「ビタミンE」が洗浄力要因であるという説がいつ頃出始めたかを調べるため、「ビタミンE」を洗浄力要因として記載していたサイトの表記の年代を調べた結果、最も古いサイトは2011年であった。つまり、「ビタミンE」が洗浄力要因として寄与しているという情報は、近年広まった情報であると考えられる。しかし、情報の出典などは見当たらず、どこから広まった情報かの特定にまでは至らなかった。2021年に行ったビールを活用した洗浄に関する収集情報の分析では、従来と大きな変化はなかったが、新たに水垢汚れに有効であるという情報がごく少数見られた。

米のとぎ汁を活用した洗浄に関する収集情報の分析では、1つのサイトに複数の場面の洗浄に関する記載がある場合が多く、特に床掃除等に結びつけられている事例が多くみられた。「床・柱」、「食器類」、「風呂・トイレ・水場」、「キッチン・グリル」、「洗顔・洗髪」の皮脂、油汚れに活用されていることが明らかになった。洗浄力要因では、油分を要因に挙げるサイトが最も多かった。そして米のとぎ汁をアルカリ性だとする情報、および米ぬかに脂肪酸ナトリウムが含まれているとする情報や微生物を原因とする情報など、その根拠等で多少の問題を含むものもみられたが、消費者情報全体から見れば微細なものであると考えられる。むしろ、油分、タンパク質、デンプンなどを要因として個別に取り上げている情報が大部分を占めており、洗浄メカニズムを探っていくうえで比較的優良な情報環境であると評価できた。

第3章ではビールの油汚れに対する洗浄メカニズムについて検討された。強極性汚染布はオレイン酸とパルミチン酸を、無極性汚染布はn-オクタデカンモデル汚れとして用いた。また色素トレーサーとしてスタンIVを用いた。蒸留水、0.27%SDS水溶液、ビール、日本酒、ウイスキーを用いて、強極性油汚れと非極性油汚れの洗浄試験を行った結果、アルコール飲料による洗浄率は0.27%SDS水溶液に比較するとかなり劣るが、蒸留水と比較するとかなり高い洗浄性を示すこと

が分かった。また、アルコール飲料の中でもビールの洗浄性はウイスキーと同等以上で日本酒よりも優れていることが分かった。

表面張力を測定した結果、アルコール飲料の表面張力は水と比較するとかなり低い値を示すことが確認された。また、ウイスキーの表面張力は 0.27%SDS 水溶液と同レベルの低い値を示し、ビールは日本酒よりもやや低いウイスキーよりは高い表面張力を示すことが分かった。更に、ウイスキー（エタノール濃度 40%）と、日本酒（エタノール濃度 15%）の表面張力は同一濃度のエタノール水溶液の表面張力とほぼ等しいが、アルコール濃度の低いビール（エタノール濃度 5%）の場合は同一濃度のエタノール水溶液よりもかなり低い表面張力を示すことが明らかになった。この事実は、ビールの表面張力にはアルコールのみでは説明できない付加要素が絡んでいることを示唆するものである。

次にビールの洗浄力を構成するアルコール以外の要因を探索するため種々の物質の混合液の洗浄実験を行ったところ、ビタミン E やビタミン B には洗浄力が期待できず、ビールの有する油性汚れの洗浄力の要因はアルコールとタンパク質の相互作用による界面活性によるところが大きいと予想された。

第 4 章では米のとぎ汁による洗浄メカニズムについて検証した。洗浄試験はアルコール飲料による洗浄試験の条件に従った。その結果、強極性汚れ、無極性汚れのどちらに対しても、米のとぎ汁、米ぬか溶液、麺類のゆで汁など、基本的には水よりは洗浄力が高いが、ほうれん草のゆで汁や枝豆のゆで汁は水と比較してもそれほど優れた洗浄結果は得られなかった。脂肪酸汚れの洗浄については SDS 水溶液が他の手法に比べて非常に洗浄力が優れており、米のとぎ汁や米ぬか溶液、パスタゆで汁、うどんゆで汁と続くが、ほうれん草のゆで汁や枝豆のゆで汁は水と同等であった。SDS 水溶液の洗浄性が優れているのは、脂肪酸に対する SDS の可溶化作用が非常に優れているためであろうと考えられる。一方、無極性汚れの洗浄に関しては、1 回目のとぎ汁と米ぬか溶液が SDS 水溶液と同等の洗浄力を示し、2 回目の米のとぎ汁、パスタゆで汁、うどんゆで汁が水よりも若干上回る洗浄性を示した。一方、ほうれん草のゆで汁と枝豆のゆで汁には水と比較しても特に違いのある洗浄性は認められなかった。無極性油汚れの洗浄性は洗浄液の界面活性に直接的に影響を受けている可能性がある。

米のとぎ汁の洗浄力の原因を探るため、各洗浄液の pH と表面張力を比較したところ、今回用いたサンプルの液性は大部分が中性で、麺類のゆで汁がわずかに酸側に片寄っていた。よって、今回の洗浄結果に pH はほとんど影響しなかったといえる。一方、表面張力について、今回用いた試料の全てが水よりは低い値を示しており、一応は界面活性を有するということが分かった。しかし、そのレベルは様々で、米ぬか溶液が SDS 水溶液よりも低い表面張力を示し、また米のとぎ汁も比較的低い表面張力を示している。これらは界面活性を有する溶液であると表現しても差し支えないであろう。無極性汚れの洗浄率に関して、SDS と米のとぎ汁や米ぬか溶液が同等の値を示したが、表面張力もこれらの溶液が他に比して低い値であり、無極性の油性汚れは、洗浄液の界面活性に大きく影響を受けるのであろうと考えられる。一方、麺のゆで汁や野菜のゆで汁の表面張力はそれほど低下していない。ゆで汁全般が油汚れに対して有効ではなかったのは、これらの界面活性が米のとぎ汁等に比較して劣っているためであろうと考えられた。また洗浄メカニズムに関してはタンパク質+油性成分+デンプン+固体界面活性剤（研磨作用を含む）の複合効果であることが推定された。

第 5 章は消費者情報の研究と実験的検証について総括したもので、情報環境の整備が非常に有用であると結論付けた。

以上の成果は消費者の間で関心の高いナチュラルクリーニングを題材として、インターネット環境を活用した科学的事象に関する消費者教育の在り方について考察する際に示唆に富んだものである。消費者情報学的な活用の在り方に関する論理的な考察については課題が残ったが、環境・安全に関わる科学的情報の在り方について有益な知見を呈したものであると評価でき、本論文は博士（環境学）の学位授与に適する内容であると認められ、合格と判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。