

## よくわかる最新洗浄—シャツの黄ばみの正体と解消法—

横浜国立大学 大矢 勝

### 1. はじめに

洗浄とはある基質から汚れを取り除く操作であり、生活の場面では洗濯、掃除、食器洗いなどの場面が相当する。洗浄は学問分野として確立されているとは言い難く、異色の存在として見られる場合が多い。洗濯、掃除、食器洗いを例に挙げるなら、家政学の分野で当てはめるとそれぞれ被服学、住居学、食物学のテリトリーに収まるというのが筋かもしれない。更に分野を広げれば、ビル外壁や道路等の掃除は建築・土木分野、金属加工工程での切削油の除去は機械・金属分野、手術器具の汚れ除去は医学分野等々、洗浄というのは種々の専門分野の一工程であることが分かる。

筆者は被服学分野の洗濯から洗浄研究に進み、家政・生活系分野ならば掃除や食器洗いにも範疇を広げ、そうして得た知識・経験が他の種々の分野の洗浄にも役立つことを知って更に守備範囲を広げ、現在は専門を問われた場合に「洗浄学」と答えるようになった。

今回、「シャツの黄ばみ」という被服整理学の中の洗濯に関する王道的なテーマを与えて頂き執筆することになったが、これを機会に生活の一場面の問題をきっかけに、範囲を広げて「洗浄学」のような横断的な学問（らしきもの）に辿り着き、そこで得た方法論をもとに家政学分野の中の被服学の中の洗濯に関連した注目すべき問題に遡ってアプローチするという、家政学的な一つの研究方法論の開発モデルを提示するという意味合いも込めてまとめたいと思う。

### 2. 一般的な汚れの除去メカニズム

種々の分野での洗浄に接して、筆者は一般的な汚れの

Masaru OYA

横浜国立大学大学院環境情報研究院

〔著者紹介〕(略歴) 大阪市立大学大学院生活科学研究科(修士)修了、学術博士(大阪市立大学)、賢明女子学院短期大学講師、横浜国立大学助教授を経て横浜国立大学大学院教授。

〔著書〕よくわかる最新洗浄・洗剤の基本と仕組み(秀和システム)、地球にやさしい石けん・洗剤ものしり事典(ソフトバンククリエイティブ)、洗剤・洗浄百科事典(朝倉書店)、合成洗剤と環境問題(大学教育出版)ほか。

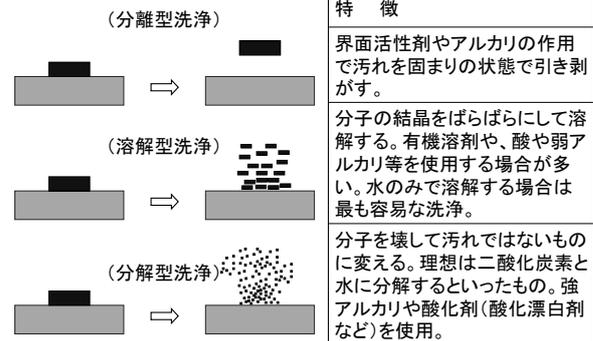


図1 3種の洗浄パターン

除去パターンを3通りに分類することを提唱してきた(図1)<sup>1)</sup>。

分離型洗浄とは界面活性剤や弱アルカリの力を借りて、汚れと被洗物基質の間の汚れの付着力を低下させ、汚れを引きはがすように除去するパターンである。溶解型洗浄とは、食塩を水で溶解するように、溶媒中の汚れをばらばらの分子・イオン等として溶解するパターンである。分解型洗浄とは主として有機物汚れに対する処理で、分子を壊して汚れではないものに分解し、そして取り除くというものである。

生活の場面では界面活性剤を主体にした洗剤類で汚れを落とす分離型洗浄が主に用いられるが、実は分離型洗浄というのは洗浄効率から見ると好ましいものではない。洗浄効率からみて一番望ましいのは分解型洗浄で、次に溶解型洗浄、そして分離型洗浄は汚れの再付着や別の物質(界面活性剤など)が残留しやすいので、産業洗浄では避けられる傾向にある。

では、なぜ生活の場面では分離型洗浄が用いられるのかというと、分離型洗浄が被洗物基質を傷める度合いが一番小さい、優しい洗浄だからである。分解型洗浄では強力な薬品や紫外線の刺激などを与えることで、被洗物基質にダメージを与えやすい。皮膚を洗ったり、衣類を洗ったりと、比較的デリケートな素材を洗うことの多い生活場面の洗浄では分離型洗浄がよく使われることにな

表1 汚れの性状別分類

水溶性汚れ	易溶性	食塩, 糖分	水系洗浄では除去自体は問題なし. すぎの効果に注意. 非水系洗浄では除去困難.
	難溶性	色素, 変性蛋白質等	弱アルカリ・弱酸・弱い酸化剤等の処理で可溶.
油性汚れ (有機溶剤に可溶)	強極性	脂肪酸	弱アルカリ液や界面活性剤水溶液で除去可能.
	中極性	動植物油脂	非水系洗浄で除去容易. 界面活性剤水溶液での分離型洗浄可だが, 強アルカリ液での処理で洗浄効果大. エイジングで固体状に変化.
	無極性	鉱油	水系洗浄では除去困難. 非水系洗浄か高濃度の界面活性剤処理が有効.
固体汚れ (水, 有機溶剤に不溶)	親水性	泥, 酸化鉄炭酸Caなど	弱アルカリ・界面活性剤液での洗浄で分散性大. 酸・還元剤・キレート剤等の処理も有効. 機械力が必要.
	疎水性	カーボンブラック	界面活性剤水溶液が必要. 機械力が必要. 活性剤濃度の効果あり. アルカリ効果は疑問.

り, 界面活性剤の出番が多くなるのである.

### 3. 汚れの分類

汚れは表1に示すように, その性状から水に溶解する水溶性汚れ, 有機溶剤に溶解する油性汚れ, そして水にも有機溶剤にも溶解し難い固体汚れに分類される<sup>2)</sup>. 水溶性汚れの中でも食塩のように簡単に水に溶解する易溶性汚れと, そのままでは水に溶けにくい弱アルカリや弱い酸化剤等を作用させると溶けやすくなる難溶性汚れに分けられる.

油性汚れは, その分子中の電気的な偏りの大小, すなわち極性によって分類すると洗浄方法が選択しやすくなる. 機械油等は無極性の鉱油系汚れが中心であり, 食品関係の油汚れは中極性の油脂が主体になる. 一方, 皮膚表面や衣類に付着する皮脂汚れには, 脂肪が分解されて生成する脂肪酸がかなりの割合(大雑把にいて約1/3)が含まれているが, この脂肪酸は油性汚れの中でも強極性タイプである. 無極性の油汚れは水とのなじみが非常に悪く, 水系では洗剤を使っても取れにくい場合が多い. 無極性油に金属石けん粉末を混合して粘度を高めたものが一般的なグリースであるが, グリースの取れにくさに大変な思いをした方も多であろう.

固体汚れは表面が水に濡れやすいか濡れにくいかで性質を分けることができる. 水に濡れやすいのが親水性固体汚れで, 水に濡れにくいのが疎水性固体汚れである. これらの固体汚れは性質によってアルカリの効果や界面活性剤の効果などが大きく変わってくるが, 除去するのに機械力が絶対に必要とされ, その機械力の大小が汚れ落ちの効果を大きく左右することが特徴である.

### 4. シャツの黄ばみの正体

つぎに本題のシャツの黄ばみについて考えてみたい.

このシャツの黄ばみは, あくまでシャツに関するもので, コートなどの外衣ではほとんど問題にされない. つまり, 黄ばみの原因は, 人体外の汚染された空気等から衣類に付着するものではない. 基本的に人体由来の汚れがメインであると考えられる.

すると, 人体からの汚れとしては, 汗, 皮脂, そして剥がれ落ちた表皮角質層等が汚染原因であることが想像できる. しかも, 汚れが付着した直後には黄ばみが目立たないが, 放置してしばらくたつと黄ばみが激しく目立ち始める. 放置して変化するとすれば, 原因は空気中の酸素による酸化反応とみるのが筋であろう. 酸化して黄ばみが目立つ物質で, 汗, 皮脂, 表皮角質層に関連するものである. ただし, シャツの黄ばみというのはどちらかという布の外側だけではなく内側から生じているように思える. 表皮角質層なら布の表面にとどまっている場合が多いだろうから, 黄ばみの主要な原因ではないだろう.

残るは汗と皮脂. 汗は大部分が水分と食塩だが, これらは酸化されて黄ばみの原因になるとは考えにくい. 汗腺には身体全体のエクリン腺と腋下等に集中するアポクリン腺があるが, 黄ばみはアポクリン腺の部位に接触するところに圧倒的に多く見られる. そしてアポクリン腺から分泌される汗にはタンパク質が含まれているが, これは間違いなく黄ばみの原因に挙げられるだろう. 絹や毛などのタンパク質繊維が空気に曝しておくとも黄ばみやすいことは多くの人が経験していることだろう.

また, 先ほど却下した表皮角質層汚れであるが, 日にちを置いて臭いを発するようになるのだからシャツには細菌類が生息しているはずである. 表皮角質層を栄養源にしているなら, 分解物として窒素がたっぷり含まれたタンパク質系の汚れが排出されることも十分に予測される.

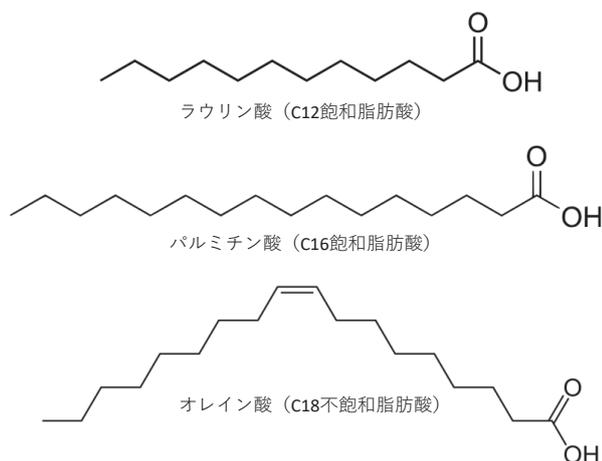


図2 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸

もう一方の皮脂汚れに関しては、脂肪や脂肪酸が原因物質であると予想されるが、黄ばみの原因という点で気に掛かる部分がある。どのような油が黄ばみの原因になるかという点である。実は私の研究室では試薬の石けんをよく使っているのだが、C18のオレイン酸ナトリウムが溶けやすく使いやすいので、洗浄実験や起泡力による水の硬度測定等に常用している。しかし、このオレイン酸ナトリウムは元々黄ばみがあり、放置しておくといくつかと黄ばみが増してくる。一方で、私の部屋には昭和61年に購入したラウリン酸ナトリウム (C12) やパルミチン酸ナトリウム (C16) などがあるが、これらは30年以上経た今でも真っ白な状態である。

オレイン酸は不飽和脂肪酸であり、ラウリン酸とパルミチン酸は飽和脂肪酸である (図2)。脂肪類の黄ばみは、脂肪・脂肪酸を構成するアルキル鎖に含まれる不飽和結合が原因であり、そこが酸化されると一層黄ばみを増すということが分かる。

そう言えば、大豆油を主体にしたサラダ油は非常に多くの不飽和結合を有しているが、サラダ油を空気中に曝しておくといくつかと徐々に黄ばみを増すとともに、粘り気も大きくなる。そして数か月もすると黄色い塊になってしまう。これらのことより、タンパク質以外のもう一つの衣類の黄ばみの原因は、不飽和結合を有した油類が酸化して、黄ばみを増すとともに分子量が巨大化して除去しにくくなったのだと想像できる。

## 5. 油汚れに対して

以上のように油汚れとタンパク質汚れが黄ばみの原因だと予想できたのだが、ではどのように対応すればよいだろうか。汚れの分類上からは、油汚れは中極性に近い油性汚れ、タンパク質汚れは難溶性の水溶性汚れとして色分けされる。しかも、油性汚れは油分子同士が横繋

りになって巨大化し、普通の洗剤水溶液では太刀打ちできない状態になっており、タンパク質汚れも空気に曝されて変性し、より溶けにくくなっていることが予想される。

いずれにしても、油性汚れと水溶性汚れという全く性質の異なる汚れが混ざり合っているのなら、まずは油汚れから取り除くのが鉄則になる。それは、水溶性汚れを取り除こうとしても油汚れが洗剤液をはじいてしまい、油汚れで包まれた水溶性汚れが取り除けなくなる可能性があるからだ。一方、油汚れを取り除く際に用いる洗剤類は浸透力が強いので、水溶性汚れあっても邪魔にならない。

油汚れを取り除く手法は、無極性のグリース汚れを取り除くような手法が望ましい。つまり、有機溶剤で溶解除去してやれば良いことになる。家庭では染み抜きなどの局所的処理以外では有機溶剤を用いるのは困難だが、クリーニング店でドライクリーニングを依頼すれば簡単に有機溶剤での処理が可能となる。クリーニング店において、シャツ類はドライクリーニングではなくランドリー (日本語ではクリーニング業者による高効率の水系洗浄を指す場合が多い) で処理するのが一般的だが、あえてドライクリーニングを依頼する。現在のドライクリーニングは、そのほとんどが石油系溶剤、つまり無極性に近いタイプの有機溶剤で汚れを溶かして取り除く方法である。除去しにくくなった油汚れも、ドライクリーニングを施せば溶解作用によって簡単に取り除くことができる。

しかし、ドライクリーニングの処理を行った衣類を家に持ち帰り、そのまま放置しておくと、残念なことにまた黄ばみが生じてくる。これは残留しているタンパク質汚れが原因で生じる黄ばみなのである。

## 6. タンパク質汚れに対して

実はタンパク質汚れのような水溶性汚れは、ドライクリーニングではほとんど除去できないと考えた方が無難である。ドライクリーニング溶剤に水溶性汚れを除去できるように界面活性剤と少量の水を配合したチャージシステムなどもあるのだが、水溶性汚れの中でも難溶性タイプのタンパク質汚れには太刀打ちできない。そこで、ドライクリーニングから戻ってきたシャツは、少々勿体ないように思えるが、そのまま洗濯することが黄ばみ防止には賢い方法となる。

残留している汚れはタンパク質汚れであるが、水に溶解した状態で繊維にしみ込んだものなので、本来は非常に水に溶けやすいタンパク質である。それが時間をかけて酸化・変性が進み、黄ばみが生じるとともに落ちにくくなるのである。なので、この処理は汚れが付着して

からできるだけ早い段階で施すことが望まれる。付着して日が経っていない場合、一般の洗濯操作で溶解作用が働き、十分に除去できるはずである。もしも日が経ったのなら、酸化剤（酸化漂白剤）でタンパク質分子を切断して溶けやすくするとともに、アルカリ作用で溶解性を促進することが望ましい。過炭酸ナトリウムを主成分とした酸素系漂白剤を用いれば、漂白成分による分解作用とアルカリによる溶解作用を併用して変性タンパク質も除去しやすくなるだろう。

## 7. 家庭での対応

以上、ドライクリーニングの後に家庭で洗濯・漂白処理といった手法を紹介したが、家庭での洗濯・漂白には特に問題はないと思われるが、シャツを実際にドライクリーニングに持ち込むというのは少々ハードルが高い。そこで、簡易的な代替法を紹介したい。

問題になる油汚れは、脂肪・脂肪酸類が酸化して樹脂状の油汚れになったものと予想される。通常の洗濯ではどうしても繊維内部に浸み込んだ油汚れをきれいに除去しきれず、だんだんと蓄積していくと考えられる。一般の界面活性剤水溶液を用いて油成分を除去する場合は、界面活性剤が油汚れを包み込んで浮き上がらせる巻き上げ作用による分離型洗浄が基本になるが、樹脂状の油汚れではこの作用は期待できない。また脂肪系の油汚れを分解するには、コンロ回りに付着した油汚れを除去するのに用いられる強アルカリタイプの洗浄剤を利用すれば、分解作用によって除去することができるが、シャツに対して強アルカリは使いたくない。

残った方法は溶解作用を用いた洗浄方法であるが、一般の家庭に油汚れを溶解できる物質はあるだろうか。除光液は一般家庭でもよく見かけることのできる有機溶剤の代表的なものであり、油汚れの除去に適した物質ではあるが、量的に足りない。仮に大量に除光液を集めることができるとしても、強い引火性があるために非常に危険である。その他、油には油ということではサラダ油などに浸して樹脂状の油汚れを取り除くこともできるが、使用したサラダ油を完全に取り除かないと、より酷い黄ばみの原因になる。灯油も汚れ落としには有望だが、危険性と臭いを考えると使いたくない。

そこで注目されるのが、液体洗剤、つまり高濃度の界面活性剤溶液である。界面活性剤というのは水の性質と油の性質の両方を併せ持った物質であるが、高濃度で特に水分が少ない状態では油性物質とのなじみが非常に良くなる。液体洗剤には洗濯用洗剤、台所用洗剤、住居用洗剤があるが、界面活性剤濃度が高いのは超高濃縮タイプの洗濯用洗剤と高濃縮タイプの台所用洗剤である。

これらの濃縮タイプの洗剤をシャツの黄ばみの部分に

塗布してしばらく置いておくと、洗剤中の界面活性剤と油汚れが混ざりあって、局所的な溶解作用が進む。油汚れと界面活性剤が混合した状態の汚れは水ともなじみが良くなり、そのまま大量の水を注いで洗濯すれば容易に除去することができる。

洗濯用洗剤の高濃縮タイプの中には、水を使わないで界面活性剤を少量の有機溶剤で溶解したタイプのものである。このタイプは油汚れに直接接触すれば、界面活性剤よりも油溶解作用が強い有機溶剤が有効に働き、黄ばみのもとの油性成分を溶解除去することができる。ただ注意すべき点は水で薄めるとその効果は激減するということである。界面活性剤水溶液の油汚れに対する作用は、一般に分離型洗浄作用であり、樹脂状に変質した油成分には効き目がない。

## 8. 輸出教員として一言

筆者は生活科学部の学部と大学院生活科学研究科（修士）の出身であるが、現在は学部担当としては理工学部の化学系の学科を担当している。他分野から家政・生活系に來られた先生方は数多いが、逆に家政・生活系から理工学部の担当になる者（私は輸出教員と称している）は比較的少数派であろう。その輸出教員が感じることを最後に付け加えたい。

化学系の分野の先生方と比較して、生活科学出身の私は明らかに毛色が異なる。化学系では、専門分野を選ぶ場合に、有機化学、無機化学、物理化学、分析化学等のどの分野を選び、更にその分野の細分化した分野の中で専門性を決める。そして、授業担当を決める際にも、有機化学の分野の先生に無機化学を担当させるといったことはまずないのである。それぞれの専門性を非常に大切にしていることが分かった。

一方、私はそういった専門性の枠から外れているため、これまで、分析化学と無機化学、そして物理化学分野の界面化学等を担当してきた経験がある。有機化学にもかかわったことがあるので、実に化学の幅広い分野に教育面で関わってきたことになる。実際には、その分野の教員が不足した時の代理要員のような形で授業等々を担当してきたという背景があるのだが。

一つずつの分野で言えば、プロパーに比べれば明らかに浅いのだが、全体としては広い分野をカバーしていると自分自身を評価している。洗浄は有機化学や無機化学といった色分けはできない。油やタンパク質等の有機物も扱えば、鉄さびや水垢等の無機物も扱う。界面化学のほか、酸・塩基、酸化・還元、錯化学なども洗浄では非常に重要な項目である。更には環境科学や消費者教育等の種々の分野が生活科学としての洗浄には絡んでくる。そして、そのような幅広さを武器にして活動している人

は理工系分野では皆無のように思われる。

そこに家政・生活科学系の研究法の一つのヒントを見いだしたように思う。家政・生活科学系の研究は、かなりの部分を他分野からの輸入教員に頼ってきたのは事実である。そして、その先生方は各研究分野の専門性を重視するというスタイルで研究を続け、その姿勢を見て家政・生活系の研究者も育ってきたように思う。そのおかげで研究レベルとして恥じることのない成果が家政学系の各分野で得られてきたのだと思う。

しかし、家政・生活科学系の独自性を考えるならば、一人一人の研究者が幅広さを確保していくということが重要になるのだろうと思う。

## 9. おわりに

結局今回取り上げたのはタンパク質汚れと脂肪系の油汚れの2種であるが、両方とも有機物質ではあるが、より専門的な研究分野としてみた場合はかなり離れている。一方、洗濯での黄ばみの原因を考えたり、健康を栄養学

的にとらえる場合には、それらの2種の成分を含めた幅広い知識が求められることになる。家政・生活科学系分野の一つの特徴が表れているのだと思われる。

洗浄では、その他に鉄さびと機械油が混合した汚れを落としたい場合、比較的に落ちしやすい素材にカビが付着した場合、抗菌加工されている素材に漂白等が必要な食べこぼしが付着した場合など、適切な洗浄方法を考えるうえでの難問が無数に存在する。その難問にチャレンジすることは、パズルを解くと同様の楽しさがある。このように楽しめる題材が家政・生活科学の種々の分野で開拓されていくと、新たな家政学の可能性が広がるのではないかと思う。

## 文 献

- 1) 大矢勝. 図解入門よくわかる最新洗浄・洗剤の基本と仕組み. 秀和システム, 2011, 15.
- 2) 同上. 23.