

8. 衣服の手入れと保管に役立つ化学

洗濯の基本は界面活性剤を用いた水洗い

衣服は本来的には身体の弱点を護るためのものでしたが、文明が進化し、生活の環境が変化するに従い、肌触りが良く、軽く、色鮮やかに染め上げた装飾性の高い衣服が持て囃されるようになりました。また、同じ衣服でも垢染みて汚れた衣服よりも、よく洗濯されていて清潔な衣服が好まれるようになりました。この章では、お気に入りの衣服を大切に着るために必要な手入れと保管の仕方を考えて見ましょう。

果汁や食べ物の汁や泥撥ねやインクのシミや機械油やペンキや垢染みなど衣服に付着する汚れの成分は種々様々ありますが、水と親和性の高い物質と油と親和性の高い物質に大別されます。これらの汚れは吸着力や静電引力やイオン結合などにより繊維と相互作用して衣服に付着していますから、大小の差はあっても染料が繊維に染着するときの相互作用と本質的にあまり違いがありません。書道で用いる墨汁は繊維に対して極めて強い吸着力を持っていますから、ひとたび墨汁のシミを付けますと染料を残して墨汁を洗い落とすことは極めて困難と思われる。衣服を利用する上で清潔に保つことは極めて重要であり、これらの汚れを洗い落とすことを洗濯といいますが、染料の色落ちなく洗濯により汚れが如何に洗い落とせるか考える必要があります。

第4章で述べたように、水に溶解易い物質はイオン結合の物質とアルコール類などのように水素結合をすることができる物質に限られます。機械油やペンキや垢などの親油性の物質は汗に含まれる油性成分とともに垢染みとして襟や脇の下などに付着し易いため不快感を与えます。これらの親油性の汚れは水と水素結合することができませんから、水で洗っても油脂分を溶解することができずあまり綺麗に洗濯できません。お湯で洗濯しますと平衡状態の温度が高くなりますから多少溶解度も向上しますが、効果は小さいと思われます。水と水素結合し易いアルコール類やアミン類やカルボン酸類、イオン結合性の酸類や塩基類や塩類が水に溶解易い性質を持っていますから、アミノ酸や砂糖や塩などの糖類を多く含む果汁や食べ物の汁はすばやく水で洗えば、洗い去ることができます。一般に、温度を上げてお湯で洗えば効果的に洗濯できるものと思われませんが、血液などの生体物質は高い温度では変性してしまい水に対する溶解度が低くなってしまう場合も有ります。

このように水に溶解易い物質と溶解難い物質がありますが、水によく溶ける部分構造と溶解難い部分構造を同一の分子の中に持つ物質を水の中に混ぜ込むと、水に溶解易い部分が水に溶解しようとして外側に並んで膜を作り、内側が油と馴染み深く、外側が水と馴染み深い膜となります。このような1重膜の風船が大きな水の塊の中に出来ると、あたかもフラスコのような小さな油の別世界が生まれることとなります。このとき、水の網目の中に入り込むことの出来ない油などの物質は水に溶解難く水の中では居心地が悪

非イオン性界面活性剤は水と水素結合の出来るアルコール性の水酸基の部分構造を持っており、中性の性質を示します。特にブドウ糖などの糖類は多くの水酸基を持っていますから、非常に水に溶け易い部分構造として働きます。さらに、水素結合が本質的に酸からの解離による水素陽イオンの供給と受け取る塩基との間の水素陽イオンの遣り取りにより、酸の水素原子が塩基分子に結合を瞬時にしてゆく交換反応であるため、塩基として働くことの出来る 1 対の電子を持つ分子は水素原子と水素結合をすることが出来ます。エーテル結合の酸素原子は塩基として働くことの出来る 1 対の電子を持っていますから、多くのエーテル結合を持つ物質も水素結合により水に溶け易い性質を示します。他方、石鹼ではミリスチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸などのような直鎖の炭化水素鎖を水に溶け難い部分構造として持っていますが、ベンゼン環を含むアルキルベンゼンも水に溶け難い部分構造として利用することができます。一つの分子の中に水に溶け易い部分と水に溶けにくい部分を持つことにより、界面活性剤の性質が発現しますから、これらの部分構造の組み合わせにより種々の特徴を持った界面活性剤を設計することができます。現在、洗濯用ばかりでなく食器や食材の洗剤、化粧品、医

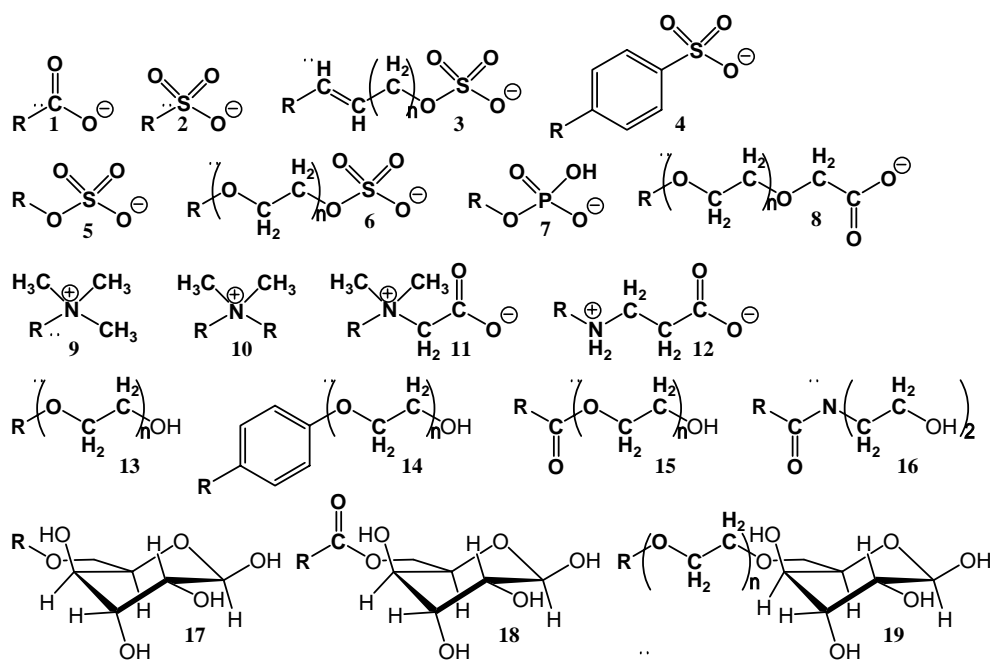


図8 - 1 代表的な界面活性剤

療用、工業用に用いられている主な界面活性剤の化学構造を図 8 - 1 に纏めました。ただし、R は直鎖の炭素数 12 ~ 18 の炭化水素鎖をあらわしています。

1950 年代以降に界面活性剤は石鹼から飛躍的に進化し、人体に毒性が少なく、環境にやさしく、しかも界面活性の能力の高いものに改良されてきました。石鹼などの界面活性剤を用いて水で洗濯しますと、親水性の汚れは水に溶け、親油性の汚れは界面活性剤で水に乳化してしまいますから、ほとんど如何なる汚れも洗い落とすことができます。

しかし、界面活性の弱い洗剤では親油性の汚れを十分に乳化することができず、強い活性の洗剤は衣服の装飾性を向上させている染料をも洗い落としてしまう可能性があります。石鹼や洗剤などの界面活性剤は人間の身体にとってもあまり好ましい物質ではありませんから、その使用に当たりできる限り衣服を傷めず、皮膚に着けることや、口から体内に入ることのないように、気を付けるべきだと思います。

身近にある薬品でできる染み抜き

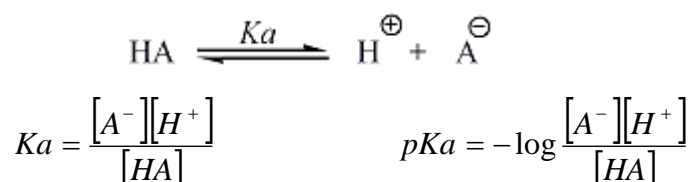
白いワイシャツにキスマークが付いたり、新しいブラウスに赤ぶどう酒が付いてしまった経験がありますか。果汁や食べ物の汁や泥撥ねやインクのしみや機械油やペンキや垢染みなど衣服に付着する汚れの成分は種々ありますが、水と親和性の高い物質と油と親和性の高い物質に大別されます。これらの汚れは吸着力や静電引力やイオン結合などにより繊維と相互作用して衣服に付着していますから、大小の差はあっても染料が繊維に染着するときの相互作用と本質的にあまり違いがありません。石鹼などの界面活性剤を用いて水で洗濯しますと、親水性の汚れは水に溶け、親油性の汚れは界面活性剤で水に乳化してしまいますから、大部分の汚れは洗い落とすことができます。これが洗濯の基本です。しかし、書道で用いる墨汁は繊維に対して極めて強い吸着力を持っていますから、ひとたび墨汁のシミを付けますと染料を残して墨汁を洗い落とすことは極めて困難と思われれます。

通常の洗濯では綺麗にならず、汚れが簡単に洗い落とせないという場合はその汚れが繊維と強く相互作用をしていることを意味していますが、その汚れを特別の方法で取り除くことを染み抜きと呼んでいます。当然、繊維と染料の相互作用の強さとあまり差がなくなりますから、汚れを洗い落とすと染料も洗い流されてしまう危険性があります。繊維と染料の材質とその相互作用の仕方や汚れの成分が明らかであれば、多くの場合にそのような汚れだけを除去することが出来ると思われれます。しかし、広く用いられている染料の種類や繊維の材質も、日常生活で付着する汚れも種々様々でその性質に関する情報もほとんど入手できませんから、すべての汚れに適用できる万能の染み抜き方法はありません。お気に入りの衣服をだめにすることを思えば、家庭で試すことのできる染み抜きの手引きを考えることは価値のあることと思われれます。そこで、この節では身近にある薬品を用いた染み抜きの手引きを紹介してみます。

汚れの親油性を示す場合が比較的多いと思われれますから、揮発性の高い油で洗い出すことが染み抜きの第1段階です。洗濯屋さんには20年ほど以前にはトリクロロエチレン(C_2HCl_3)と呼ばれる有機塩化物を使ってドライクリーニングをしていましたが、オゾンホールの原因になるのではないかと懸念されてテトラクロロエチレン(C_2Cl_4)や炭化水素やフッ素化合物やシリコン油を使うようになってきました。このような目的のために身近にある灯油を使うこともできますが、かえって他の部分に汚れや匂いの付いてしまう心配があります。その点では同じ石油系の炭化水素のベンジンが汚れる心配も少なく

家庭で容易に使えると思います。さらに、女性が使うマニキュアリムーバーやペンキ塗装用のシンナーは親油性物質を洗い落とす能力が高いため、染料の色落ちの危険がありますが汚れを良く洗い落とします。永年にわたり化学実験をしてきた著者の経験から考えて、危険性の予想される薬品を使用する場合に、予め危険性を確かめる予備実験をすることが鉄則と思います。衣服の目立たない部分で染料の色落ちの無いことを試すことがこのような危険性のある薬品を使用する上での基本と思われます。

デンマークの化学者の Brønsted は水素陽イオンを出す性質を酸性、水素陽イオンを受け取る性質を塩基性と定義しています。この定義によると酸と塩基の反応は水素陽イオンの遣り取りと考えられますから、式 8 - 2 に示すように物質の pK_a (解離定数) が酸性度を示す尺度として用いられています。ある溶媒の pK_a よりも小さな pK_a を持つ物質はその溶媒中で酸性を示し、大きな pK_a をもつ物質は塩基性を示します。さらに、 $pK_a < 1$ のような小さな pK_a を持つ酸は強い酸性 (強酸) の性質を示し、比較的大きな pK_a を持つ酸は弱い酸 (弱酸) の性質を示します。



式 8 - 2 酸塩基平衡と pK_a の定義式

小さな pK_{a1} 持つ強酸と大きな pK_{a2} 持つ弱酸が混合しているとき、それぞれの酸において式 8 - 2 が成り立ちますが、同一系内のために水素陽イオンの濃度が等しくなり、式 8 - 3 のように展開することが出来ます。ここで pK_{a1} が pK_{a2} よりも小さいことは K_{a1} が K_{a2} よりも大きいことを意味しますから、 pK_{a2} を持つ弱酸と pK_{a1} を持つ強酸の混合溶液中では、強酸はより解離してイオンになりますが弱酸は解離しない状態が多くなります。汚れが陰イオンに解離して繊維とイオン結合で相互作用している場合には、汚れが陰イオンの状態でなくなれば相互作用も弱まります。汚れよりも小さな pK_a を持つ強酸を加えれば汚れと繊維の間の相互作用が小さくなって染み抜きされます。同じよ

$$K_{a_2} \cdot \frac{[A_1^-]}{[HA_1]} = K_{a_1} \cdot \frac{[A_2^-]}{[HA_2]}$$

$$K_{a_1} = \frac{[A_1^-][H^+]}{[HA_1]} \qquad K_{a_2} = \frac{[A_2^-][H^+]}{[HA_2]}$$

式 8 - 3 強酸と弱酸の混合物の解離式

うに、弱い塩基の中に強い塩基を加えますと、強塩基はより解離してイオンになります。弱塩基は解離しない状態が多くなります。解離して生じる陽イオンと繊維との間にイオン結合で相互作用している汚れが陽イオンの状態でなくなれば相互作用も弱まりますから、汚れよりも強い塩基を加えれば汚れと繊維の間の相互作用が小さくなって染み抜きされます。

果物の色素の中には酸性のときと塩基性のときで色調の変化する物がありますから、このような色素が衣服に付着した場合には、この色調変化により染み抜きできる場合があります。例えば、林檎の赤色の色素はイダエイン、苺の赤色はフラガシン、葡萄の紫色はオエニン、紫蘇の紫色はシソニン、茄子の紫色はナスニンと呼ばれるアントシアニン系の色素ですが、いずれも塩基性では青色の色調が強くなり目立ってきます。これらの色素による汚れは酸と塩基で色の相互変化することが多く、塩基性の石鹼で洗濯して強く青色に変色しても、あせらずに酸性にすれば弱い赤色に戻ることが多いと思われます。

水の pK_a が 15.70 ですから水の中ではこれよりも pK_a の小さなカルボン酸類、フェノール類、メルカプタン類等は酸性を示しています。また、アルコール類は水と同じような pK_a 値を持っていますから、水の中ではアルコール類は中性を示します。塩酸が代表的な強酸であり、そのナトリウム塩に相当する食塩が水の中で中性を示すことから分かるように、一般に強酸のナトリウム塩は水の中で中性を示しますが、弱酸のナトリウム塩は塩基性を示します。酢酸の pK_a は 4.75、レモンなどの柑橘類に入っているクエン酸の pK_a は 3.09 ですから身近にある酸性物質として用いることが出来ます。また、炭酸の pK_a は 6.37、10.25 ですから、料理に欠かすことの出来ない炭酸水素ナトリウム（重曹）は塩基性を示します。これらの身近にある酸や塩基を汚れに付ければ、上手く染み抜きが出来るかもしれません。特に、タンニンなどはフェノール類の場合が多く、弱い酸性を示すことが多いので思わぬ染み抜きの効果を示すことがあります。これらの酸や塩基を用いる第 2 段階の染み抜きにおいても、染料が変色したり色落ちしたりする危険がありますから、衣服の目立たない部分で予備実験をする必要があると思われます。

第 3 段階の染み抜き法は汚れを酸化あるいは還元して相互作用を小さくして洗い落とすばかりでなく、汚れを変色あるいは脱色する方法です。トマトとにんじんの赤色素はそれぞれリコピンとカロチンと呼ばれる炭素 = 炭素 2 重結合が連続的に繋がった物質で、非常に容易に酸化され光の吸収が短波長になる性質を持っています。酸化により脱色する汚れとは反対に、藍染めのインディゴは空気酸化すると発色し、醗酵したりナトリウムヒドロサルファイト（別名ハイポ）により還元すれば、ロイコインディゴに変化して無色に脱色します。これらの例からも分かるように酸化剤で脱色する汚れと還元により脱色する汚れがあります。

ペット屋さんで入手できるナトリウムヒドロサルファイト（別名ハイポ）のほかに、薬局で容易に購入できるアスコルビン酸（ビタミン C）は家庭で取り扱うことができ毒

性のない還元剤として染み抜きに利用できると思われます。家庭内には塩素系酸化剤と過酸化水素系酸化剤が常備されていると思われますが、これらの酸化剤は十分な酸化能力を持っていますから脱色を伴う染み抜きに利用できます。これらの酸化や還元による第3段階の染み抜きにおいても、染料が変色したり色落ちしたりする危険がありますから、衣服の目立たない部分で予備実験をする必要があると思われます。

広く用いられる染料の種類や繊維の材質も、日常生活で付着する汚れも種々様々でその性質に関する情報もほとんど入手できませんから、すべての汚れに適用できる万能の染み抜き方法はありませぬ。しかし、界面活性剤を用いて水で汚れを洗い落とす洗濯から、有機溶媒を用いるドライクリーニングによる第1段階、酸や塩基や酸化剤や還元剤により汚れを分解する第2段階と第3段階までの方法は家庭でも利用できる一般的な染み抜きの手引きとなるでしょう。

衣服を大敵から護る化学薬品

衣服は寒さや太陽の光や風や埃や雨露などの気象条件に適応できるように身体をかばう役目を持っていますが、文明が進化し人間生活に余裕ができてくると、パリやミラノやニューヨークや東京の華やかなファッションモードを飾るように繊維や衣服は装飾性が高く色鮮やかに染め上げられるようになりました。このように衣服が身体を保護する以外の役目を持つようになると、高価な衣服、思い出のある衣服、着心地の良い衣服、気に入った衣服など大切にしたい衣服が箆笥の中に多く蓄積されてきます。奈良の正倉院には1000年以上も前の衣服や布地が大切に保管され万全の注意を払われていますが、家庭においても大切な衣服を損傷すること無く長い年月にわたり保管するためには、種々の注意を払わなければならないでしょう。衣服といえども形あるものですから、通常、時が経つに連れて繊維の摩耗などにより本来の耐久限度を越え損傷して廃棄されてゆきます。また、色落ちしたりシミが付いたりして装飾性のなくなった衣服はあまり好まれなくなり廃棄されてゆきます。

天然繊維や再生繊維はセルロースあるいは蛋白質であり、合成繊維も多くの場合に生物の代謝しうる有機化合物ですから、虫や鼠の餌になります。また、汗や汚れはカビなどの微生物の良い栄養になりますから、大切な衣服の上で繁殖して種々の色のシミを残します。その上、衣服を色鮮やかに染め上げている染料は太陽の光で次第に分解して褪色しますし、湿度の高い状態では加水分解や酸化反応などの分解反応が起こりやすく、染料の褪色を援けます。長い年月にわたり大切な衣服の風合いや色合いを維持するためには、太陽の光に長時間晒すことなく、湿度の低い場所に保管しなければなりません。しかも、衣服を保管する上での大敵となる微生物や虫や鼠などの生物から衣服を護らなければなりません。

古来日本では、女兒が誕生すると桐の苗を庭に植えたそうですが、桐は非常に成長が早く、20年後の嫁入りのときには花嫁衣裳を入れる桐の箆笥を1棹作ることが出来たそ

うです。桐はこのように成長の早い植物ですから、桐材は木目が比較的少なく軽い木材で、湿度に鋭敏に反応して膨張します。そのために、桐の箆笥は外気の湿度が高くなると、密封してしまい内部が乾燥した状態に保たれます。湿度の低い箆笥の中では微生物の成長が遅く、シミを作ることも抑えられます。しかし現代では、衣服を収納している合板材製の箆笥やポリエチレン製の収納ケースは湿度に感応する機能を持ち合わせていません。大敵となる微生物から衣服を護る目的で、箆笥内の湿度を低く保つためにはシリカゲルや塩化カルシウムや酸化カルシウムなどの乾燥剤を入れておく必要があります。

シリカゲルと塩化カルシウムは中程度の乾燥能力ですが安全性と経済性に優れており、地球上のいたるところに存在する物質ですから、環境破壊の心配もほとんどありません。また、酸化カルシウム(生石灰)は石灰石を焼成するだけで製造することができ、皮膚に弱い炎症を起こすことがありますが、乾燥能力が強い乾燥剤です。そのためシリカゲルと塩化カルシウムと酸化カルシウムが乾燥剤として広く日常生活に利用されています。塩化カルシウムは食塩から水酸化ナトリウムを製造するソーダ工業の副産物として生成してくる物質で、価格が極めて安く、大量に生産されています。この物質は固体ですが、極めて水に溶け易いために、空気中の水分を取り込んで水溶液になろうとします。この性質を潮解性と呼び、周囲の空気を乾燥します。潮解性のために水溶液になった塩化カルシウムを固体に戻すことは極めて困難で、再利用は経済的に不利ですから、使い捨の乾燥剤と考えられます。塩化カルシウムは形態的には固体から次第に液状に変化してゆきますから、箆笥の中で液体の漏れ出さないように注意を要します。

酸化カルシウムは石灰石を焼成するだけで製造することができますから、極めて価格が安く大量に使用することができます。しかも酸化カルシウムは固体であり、水と反応して生成する水酸化カルシウムも固体ですから、水分を吸収しても衣服を乾燥剤で汚す危険性はありません。その上、原料の石灰石も乾燥剤の酸化カルシウムも生成物の水酸化カルシウムも環境を汚染するような物質ではありません。しかし、酸化カルシウムも水酸化カルシウムも塩基性を示しますから、皮膚に付くと炎症を起こすことがあり安全に取り扱うためには注意を要します。

シリカゲルは水晶や石英と同じ組成の酸化ケイ素の微細な粉末で、表面積が極めて大きいために、多量の水を吸着することができます。この吸着力により乾燥剤として働きます。物質が変化するわけではありませんから、高温で過熱して吸着している水分を蒸発させれば、また乾燥剤としての能力を回復します。台所ではフライパンで煎ることにより、何度でもシリカゲルは再生します。しかも形態が変化することはありませんから、直接衣服と接触してもあまり不都合は起こりません。

衣服を保管する上で大敵となる虫も鼠も動物ですから、動物にとって毒性を示す物質を箆笥の中に入れておけば、衣服の被害を抑えることができます。江戸時代には衣服の虫除けとして樟脳が広く用いられていました。楠に多く含まれる樟脳は図 8 - 2 に示すように $C_{10}H_{16}O$ の分子式を持つ揮発性のモノテルペン類で動物が嫌うツンとした独特の

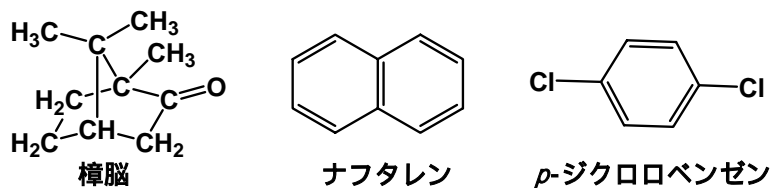


図8 - 2 代表的な防虫剤の構造式

匂いを持っています。楠からは樟腦が少量づつ揮発してきますから、江戸時代の質屋さんは楠製の箆笥に衣服を保管して虫や鼠の侵入を抑えていました。楠は台湾や沖縄県や鹿児島県に自生する大木ですから、樟腦は鹿児島県を治めていた島津藩の特産品として藩財政の援けになっていました。明治維新後に薩摩藩が中心勢力になった明治政府も国家収入を援けるために樟腦を専売品としました。生活必需品の塩や酒や煙草と違い、現代生活にはほとんど無用の化学物質でしたので、1962年に専売品からはずされましたが、化学の世界に残った歴史の遺産の一例と思います。

樟腦に変わって虫除け剤としてナフタレンが衣服の保管に用いられていましたが、現在ではp-ジクロロベンゼンが広く用いられるようになり、袋入りで箆笥の中に入れられています。100gの鼠に対するp-ジクロロベンゼンの致死量は260mgですが、毛虫や昆虫などを殺す働きもあります。p-ジクロロベンゼンは融点が53の固体ですが、室温でも徐々に昇華して気化してゆきますから、箆笥の中に次第にp-ジクロロベンゼンの気体が充満してきます。その結果、衣服を保管する上で大敵となる鼠や虫が箆笥の中へ侵入することを阻止します。

高価な衣服、思い出のある衣服、着心地の良い衣服、気に入った衣服など大切にしたい衣服を箆笥の中に長く保存するためには、太陽の光をさえぎり、防湿や防カビや防虫などの対策を講じなければなりません。防湿対策としてはシリカゲルや塩化カルシウムなどの乾燥剤を、防虫対策には樟腦が使われていましたが現在ではp-ジクロロベンゼンが用いられています。箆笥の中にも多くの化学の知識や技術が利用されています。