

生活と環境

The Lifestyle and the Environment

石久保鈴子・小林泰子・片山倫子

Reiko ISHIKUBO, Yasuko KOBAYASHI and Michiko KATAYAMA

地球環境問題が益々重要さを増してきている現在においても、我々の享受している快適な日常生活を支えてきている物質文明は、未だ限りある資源の大量消費や環境への犠牲によって成り立っている。持続的発展が可能な新しい社会の構築には、そこに住む人々のライフスタイルの変化が求められてきている。

このような現状のなかで、我々は生活環境学および被服科学分野を担当している者として、常々日常生活と環境について考え、個々に研究を続けてきたが、本プロジェクトは「食品包装材のリサイクルと環境汚染」(石久保担当)、「各種界面活性剤の混合系における生分解性」(小林担当)、「洗剤の溶解性と洗浄力」(片山担当)について、環境保全の立場から総合的に研究を行った。以下それぞれの部署について報告する。

食品包装材のリサイクルと環境汚染

石久保 鈴子

I. 緒言

循環型経済社会の確立に向けて1995年『容器包装リサイクル法』が成立し、容積比で一般廃棄物の30~50%容器包装廃棄物の60%を占めるプラスチックの適正処理を期待されたが、現状ではリサイクル等を進めるにあたり市町村の分別収集量と再商品化可能量との間の過大なミスマッチ等の問題が多々ある。本研究では主としてプラスチック製品の食品包装材のリサイクルの可能性と再商品化の実施を含めた食品包装材のリサイクル過程における環境負荷量の取扱い

方について総合的に検討する為、容器包装リサイクル法施行後の現状について調査分析し、今後の課題及び対策について検討した結果を報告する。

II. リサイクルの今後の課題及び対策

1995年一般廃棄物中の容器包装類は容量比約58%、この内32%がプラスチックで、その有効利用率は25%と他素材のリサイクル率と比較すると低く、1996年2種PETボトル再資源化では再商品化率2.9%を示し、リサイクルの今後の課題及び対策において次の結果を得た。

1. リサイクルの実施や再商品化において、どの過程で多くのエネルギーを消費し、そこから派生する環境負荷物質名や量、その安全性がどの位のものであるかを知ることは、その商品の社会における立場を総合的に理解するために重要である。
2. リサイクルの手段については、製品及びその素材の特性に合ったリサイクル方法を選択し、更に有害排出物の無害化技術等の開発の必要がある。
3. リサイクルの実施や再商品化において、技術開発(分離など)等の評価指標として環境効率、資源生産性、労働生産性も考慮にいれたLCAの発展が望まれる。
4. 環境負荷物質の排出量の軽減を図るためや、有害物質及び環境ホルモンが及ぼす生態への影響に対する安全基準設定の条件によるリサイクルのLCA的解析評価の技術をより発展させる為のインセンティブとなる役立つLCAの手法を更に発展させることが重要である。

各種界面活性剤の混合系における生分解性

小林 泰子

1. 緒言

洗浄作用の目的で衣料用洗剤に配合される界面活性剤は原料や製造法より単一ではない。従って、同じ名前の界面活性剤でも製造会社により組成は異なる。このような界面活性剤が洗剤中には数種含まれており、洗剤を用いた洗濯による排水が環境中に流入し、環境汚染の一原因となっている。そこで、本研究では洗濯排水による環境への影響を軽減するために、需要の多い陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム(LAS)を主とした洗剤と、非イオン界面活性剤のポリオキシエチレンアルキルエーテル(AE)を主とした洗剤を用いて生分解実験を行い、環境負荷の少ない洗剤の配合について検討を行った。

2. 実験

衣料用洗剤として、LASやAEを配合した弱アルカリ洗剤、中性洗剤、およびドライクリーニング用衣料も洗える洗剤を各々数種用いた。

試水としては多摩川中流域(新二子橋下)の河川水を選び、実験に供した。

試水1ℓをビーカーにとり、界面活性剤が20mgになるように試料を加えた。これを20℃のインキュベーター中に一部開放状態で静置して、ダイ・アウエイテストを行った。一定時間毎に試験水の一部を採取し、分析を行った。

一次生分解の指標として、陰イオン界面活性剤ではフェロイン試薬活性物質(FRAS)を、非イオン界面活性剤ではコバルトチオシアネート活性物質(CTAS)を測定した。また、界面活性剤の二酸化炭素までの無機化分解の指標として、全有機炭素(TOC)を測定した。界面活性剤中に含まれるLASの化学構造の分析には高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を用いた。

3. 結果および考察

陰イオン界面活性剤を単独で用いた場合は、アルキル硫酸エステルナトリウム(AS) > α オレフィンスルホン酸ナトリウム(AOS) > LASの順に分解し、2種混合した場合は、個々に易分解性の界面活性剤から消失し、最後にLASが誘導期間を経て分解することをすでに報告した¹⁾。また、AEについては、LASより分解が速いことが認められた²⁾。

LASに数種の界面活性剤を混合した市販洗剤については、洗剤の形状や液性に関わらず、易分解性の界面活性剤から先に消失し、最後にLASが誘導期間を経て分解する。HPLC分析より、各洗剤中のLASの構造や配合量の違いが生分解性を左右していると考えられる。従って、LASを洗剤に配合する場合、アルキル基炭素数が10~13で、フェニル基がアルキル基末端に結合した2 ϕ 体の割合の少ない組成のものを使用することにより、分解性を高めることができる。

AEに数種の界面活性剤を混合した市販洗剤については、AEにアルキルエーテル硫酸エステルナトリウム(AES)やASを配合することにより、分解が速くなる。また、AEを主成分とする市販洗剤の分解性はLASを主成分とする洗剤より優れる。

これらより、LASより分解性が良く、また界面活性能に優れ、比較的低濃度で高い洗浄力が得られるAEを主成分とした洗剤を洗濯に用いることにより、環境汚染を少しでも軽減できると考えられる。

今後さらに界面活性剤の配合割合を変えて生分解実験を行い、洗浄力が高くしかも分解性の良い洗剤の配合について検討を進めたい。

引用文献

- 1) 阿部幸子, 小林泰子, 片山倫子: 家政誌, 35, 385 (1984)
- 2) 小林泰子, 阿部幸子: 家政誌, 45, 539 (1994)

洗剤の溶解性と洗浄力

片山 倫子

環境を考えて毎日の生活を見直して行くと、『洗濯』という一つの行為だけを取り出すのであれば、電気洗濯機と洗剤水溶液で機械洗いをするよりは、手で洗う昔ながらの手洗い（汚れたところだけを目で確かめながら洗濯物を傷めないように気をつけながら固形セッケンで洗う方法）のほうが良いが、我が国では、さまざまな理由から、ほとんどの家庭に電気洗濯機が普及し、洗濯機と洗剤を使う洗濯方法が取り入れられている。このような現在の状態においては、洗濯機と洗剤を使う現在の洗濯方法であっても、できるだけ環境を考えた洗濯を実現したいものである。

このような視点に立って、環境に優しい洗濯を実現するためには、まず始めに、洗剤と洗濯機の性能が重要である。『洗剤』については、短時間で洗濯用水に溶解、水に入るとすばやく洗浄作用を発揮でき、洗濯物についている汚れだけを強力に取り除くことができ、しかも洗濯物は傷めない製品で、一度に使用する洗剤の使用量は非常に少なく、生分解性が良く、環境に対する負荷が少ないものが望ましい。また、『洗濯機』についても、省エネルギータイプで消費電力量や水の使用量が少ないもので、その機種で洗うと高い洗浄力が得られ、洗濯物の風合を損ねず、洗濯物を傷めないものが良い。さらに、洗濯で大切なことは、洗濯をする人がこれらの製品をどのように利用するか？つまり環境に優しい使用方法をしているかが重要である。

そこで本研究では、ミニ洗濯機およびターゲットメーター型洗浄力試験機を使ったモデル実験を試み、洗濯の手順による洗浄力の違い、および市販洗剤の洗浄力試験、洗濯機のタイプによる機械力と洗浄力との関係などを明らかにすることによって、環境に優しい洗濯の実践を目指した。

1. 洗濯の手順による洗浄力の違いについて

洗濯機としては家庭用ミニ洗濯機（最大7リットルの洗濯液で洗える）を用い、350グラムの洗濯物（湿式汚染布2枚が縫い付けてある白布13枚）を洗った（浴比は1：20）。洗剤は市販の粉末洗剤を使用した。その標準使用量として表示されている濃度で10分間の洗剤洗いの後に3分間のすすぎを2回行った。洗濯温度は30度とした。

洗浄力の評価方法は洗浄前後の26枚の汚染布の表面反射率からK/S値を算出する方法によった。

洗濯の手順としては洗濯機に水を入れ必要量の洗剤を水面に散布後洗濯物を入れすぐに洗濯を開始する方法（1法）と、洗濯機に水とあらかじめ溶かしておいた洗剤水溶液を加えて7リットルとしこの中へ洗濯物を入れてすぐに洗濯を開始する方法（2法）とを試みた。

1法の平均の洗浄率は53%であったのに対し2法では平均の洗浄率は70%でどの汚染布も同じように落ちていた。さらに洗濯物を先にいれてから洗剤を投入し給水する方法を試みたところ平均の洗浄率は51%と1法よりやや低くしかも上部にある汚染布は良く落ちているが下部にある汚染布は1法よりも落ちが悪かった。

この結果から、洗剤が粉末の場合には洗剤の溶解性についても考慮する必要がある事が判明した。

2. 市販洗剤の洗浄力

次に、洗剤をあらかじめ溶かさずに粉末のまま投入する方法で洗濯する場合に、洗浄力に及ぼす温度の影響を調べた。用いた洗剤は表1に示した3種で、温度は5度（東京都の冬の上水道の温度）20度（東京都の夏の上水道の温度）、30度（ふろの残り湯を利用する場合を想定した温度）に設定した。その他の実験条件は表2に示した。

この実験で得られた結果は、図1に洗浄温度

と洗浄力との関係として示したが、セッケンの洗浄力が温度の影響を強く受けることが判る。特に5度の場合には水だけで洗った場合とほぼ同程度の洗浄力しか出なかった。粉末のアタックは高い洗浄力を示したが酵素の効きにくい5度では洗浄力の低下が見られた。液体洗剤のアタックは中程度の洗浄力ではあったが、温度の影響が一番受けにくかった。

また、市販の洗剤を溶かさずに投入し洗濯をする方法を取る場合に、洗剤の濃度と洗浄力との関係について洗濯温度20, 30, 40度で調べたところ、図2に示したように粉セッケンの場合には、低濃度での洗浄力低下が著しかった。この範囲ではどの洗剤も温度の影響は小さかった。この実験については、供試洗剤を表3に、実験条件を表4に示した。

3. 洗濯機のタイプによる機械力と洗浄力との関係について

国内の洗濯機の普及状態を見ると渦巻き式の全自動タイプが主流であるが最近になってヨーロッパで普及している回転ドラム式が国内各社から販売されるようになった。洗濯機に要求される性能は第一に高い洗浄力であるが、同時に洗濯物を傷めない機構であることや、消費電力量が少ないことも大切である。そこで表5に示した全自動の渦巻き式と回転ドラム式について、湿式汚染布を用いた洗浄力試験（洗浄条件は表6に示した）と、MA試験布による洗濯物に及ぼす機械力を調べる実験とを試みた。MA試験は表7に示した供試試験布に図3に示した直径35mmの穴を5個あけたものを洗濯物の中に入れて洗濯し、洗濯後に穴の回りに浮き出して来たほつれ糸の本数により機械力の大小を推定する試験方法である。

図2で用いたものと同じ4種の洗剤を使って、渦巻き式と回転ドラム式について洗浄力試験とMA試験の結果を調べたところ、図4に示したように、ここで用いた2種についての比較では

渦巻き式のほうが汚れも落とすが洗濯物の損傷度合いも大きかった。

以上、洗濯と環境とのかかわりを考えて、洗濯の諸条件を再検討してみたが、洗濯にかかわる因子が多種多様であり最もよい方法を提示することはなかなか難しい。生活者が必要なときに、必要なデータを引き出せるように、豊富な情報を蓄積して行きたいものである。

表1. 供試洗剤

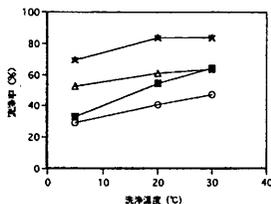
ライオン粉せっけん (ライオン) (H.5.9.28.購入)	
品名	洗濯用石けん
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	純石けん分 (70%) 脂肪酸ナトリウム 炭酸塩
標準使用量	水30ℓに対して40g
アタック (花王) (H.8.5.10.購入)	
品名	洗濯用合成洗剤
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	界面活性剤 (38%) 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム ポリオキシエチレンアルキルエーテル アルキル硫酸エステルナトリウム 脂肪酸ナトリウム (純石けん分) アルミノけい酸塩 炭酸塩 けい酸塩 蛍光剤配合 酵素配合
標準使用量	水30ℓに対して20g
液体アタック (花王) (H.8.1.9.購入)	
品名	洗濯用合成洗剤
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	界面活性剤 (45%) ポリオキシエチレンアルキルエーテル 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム 第四級アンモニウム塩 グリコールエーテル
標準使用量	水30ℓに対して25ml

表2. 実験条件

洗浄力試験機	Terg-O-Tometer	
被洗物(33.3g)	湿式人工汚染布	3枚
	補助布	77枚
	(綿100メッシュ: 5×5cm)	
水量	1ℓ (水道水)	
浴比	1:30	
洗浄温度	5℃ 20℃ 30℃	
洗剤濃度	標準使用濃度	
洗浄時間	5分	
すすぎ	ピーカーで3分間攪拌を2回 手で脱水	
攪拌回数	100rpm	

表4. 実験条件

洗浄力試験機	Terg-O-Tometer	
被洗物(33.3g)	湿式人工汚染布	10枚
	補助布	87枚
	(綿100%汚染布用原白布 5×5cm)	
水量	1ℓ (水道水)	
浴比	1:30	
洗浄温度	20℃ 30℃ 40℃	
洗剤濃度	標準使用濃度 (×0, ×0.5, ×1.0, ×2.0)	
洗浄時間	10分	
すすぎ	3分間を2回 手で脱水	
攪拌回数	120rpm	



■ ライオン粉石けん ▲ アタック (粉末) ★ アタック (液体) ○ 水のみのみ

図1. 洗浄温度と洗浄力との関係

洗浄機 : ターゴトメーター
攪拌回数: 100rpm
洗剤濃度: 標準使用濃度
汚染布 : 3枚

表3. 供試洗剤

アタック (花王) (H9.10.13.購入)	
品名	洗濯用合成洗剤
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	界面活性剤 (37%) 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム ポリオキシエチレンアルキルエーテル アルキル硫酸エステルナトリウム 脂肪酸ナトリウム (純石けん分) アルミノけい酸塩 炭酸塩 けい酸塩 蛍光剤配合 酵素配合
標準使用量	水30ℓ に対して20g

アリエール (P & G) (H9.10.13.購入)

品名	洗濯用合成洗剤
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	界面活性剤 (35%) 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム アルキル硫酸エステルナトリウム ポリオキシエチレンアルキルエーテル アルカノイルオキシベンゼンスルホン酸ナトリウム 炭酸塩 けい酸塩 蛍光剤配合 酵素配合 漂白剤配合
標準使用量	水30ℓ に対して20g

エマール (花王) (H9.10.13.購入)

品名	洗濯用合成洗剤
用途	毛・絹・アセテート用, 綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	中性
成分	界面活性剤 (19%) ポリオキシエチレンアルキルエーテル
標準使用量	水30ℓ に対して40ml

粉石鹸 (ミヨシ石鹸製造そよ風) (H9.10.13.購入)

品名	洗濯用石けん
用途	綿・麻・レーヨン・合成繊維用
液性	弱アルカリ性
成分	純石けん分 (70%) 脂肪酸ナトリウム 炭酸塩
標準使用量	水30ℓ に対して40g

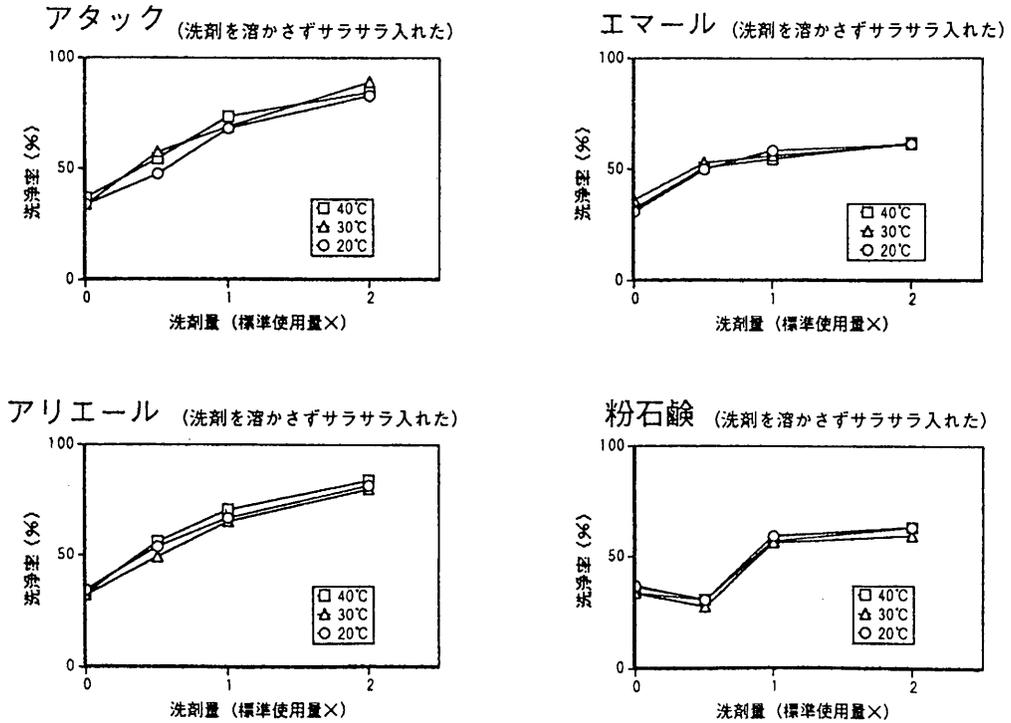


図2. 洗剤の濃度と洗浄力との関係

表5. 洗濯機の仕様

	(渦巻き式)	(回転ドラム式)
洗濯機の種類	全自動電気洗濯機	完全自動洗濯・乾燥機
型番(製造会社)	NA-F60K1(松下電器産業株)	マルパー-MD1001(コパーマ社, メルローニ社)
洗濯方法	渦巻き式(水循環)	回転ドラム式
消費電力(50Hz/60Hz)	470W/470W	洗濯モータ250W 脱水モータ600W
電源電圧	100V	100V
外形寸法(mm)	幅622×奥行581×高さ991	幅600×奥行520×高さ850
製品の重さ	40kg	80kg
標準洗濯容量	6.0kg(乾燥時の布の重さ)	4.5kg
標準脱水容量	6.0kg(乾燥時の布の重さ)	
標準水量	57ℓ(高水位)	14.2ℓ
標準使用水量	174ℓ	最大使用水量71ℓ
水道水圧	0.03~1MPa(0.3~10kgf/cm ²)	

表6. 洗浄条件

<u>被洗物</u>	湿式人工汚染布	5枚	} 2.5kg
	台布	5枚 (綿100%晒 44cm×33cm)	
	MA試験布	4枚	
	補助布	20枚 (綿100%平織 90cm×90cm)	
<u>水量</u>	渦巻式	44ℓ (使用水量134ℓ)	
	回転ドラム式	14.2ℓ (使用水量88.5ℓ)	
<u>洗浄温度</u>	40℃		
<u>洗剤濃度</u>	標準使用濃度		
<u>洗浄行程</u>	渦巻式	洗い-脱水-すすぎ-脱水-すすぎ-脱水	
	(標準コース)	(10') (4'30) (2'30) (4'30) (2') (8')	
	回転ドラム式	洗い-すすぎ-脱水-すすぎ-脱水-すすぎ-脱水-すすぎ-脱水-高速脱水	
	(ふつうコース)	(6') (1'30) (1'30) (1'30) (1'30) (1'30) (1'30) (3') (3') (6')	

表7. MA試験布諸元

	市販MA試験布	供試MA試験布
<u>大きさ</u>	40cm×40cm	40cm×40cm
<u>糸密度</u>	縦 25.4本/cm	縦 25.6本/cm
	横 22.4本/cm	横 22.0本/cm
<u>厚さ</u>	0.376mm	0.317mm
<u>穴の大きさ</u>	直径3.5cm	直径3.5cm

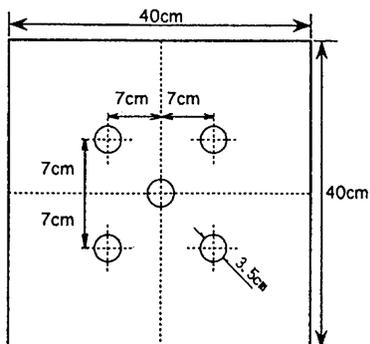


図3. (供試) MA試験布

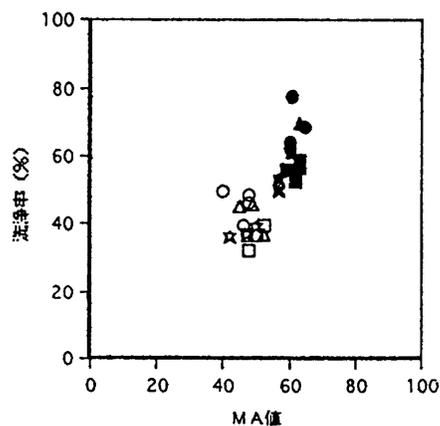


図4. 洗浄力とMA値の関係

洗浄機 : 渦巻式, 回転ドラム式
 洗浄コース : 標準コース
 洗浄温度 : 40℃

- 渦巻式: 粉石けん
- ▲ 渦巻式: 7タック
- 渦巻式: 7リエール
- ★ 渦巻式: I7-ル
- 回転ドラム式: 粉石けん
- △ 回転ドラム式: 7タック
- 回転ドラム式: 7リエール
- ✱ 回転ドラム式: I7-ル