

特集

『大震災を受けて—衣生活の省エネ・省資源と快適性—』

超濃縮洗剤

— 節水、省資源の観点から —

文化学園大学 米 山 雄 二

1. はじめに

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震と津波に伴う原子力発電所の事故により、私たちは停電・断水、そして電力不足による春夏の節電対策などを経験し、生活における資源・エネルギー、そして環境保全の大切さを大いに実感することになった。原子力発電所に対する厳しい見方があるなか、国内電力の29.2%（2009年時点）を担う原子力発電の稼働が思うように進まない状況ではエネルギー不足または火力発電への依存による発電コストの上昇の問題は当分の間続くと予想されている。次世代エネルギーの開発に期待が寄せられる一方、私たちは節電だけでなく省資源・省エネルギーを意識した生活をする必要がある。私たちの生活とエネルギーについて考えてみると、注目される現象として人口の増加がある。20世紀初め地球全体で16億人であった人口は、20世紀の終わりには60億人になり、その後1年間に1億人のペースで増加して、現在70億人に達している。110年間で4.4倍となっている。日本の人口も同様に1900年から比較すると約3倍に増加している。人が生活するには、衣・食・住が必要であり、そのために資源やエネルギーを消費しなければならない。人口の増加はそれに相当する資源・エネルギーを必要とし、その資源・エネルギーを確保するために科学技術が進歩し、その恩恵によって地球上で多くの人が生活することが可能となっている。エネルギー問題と同様に二酸化炭素による地球温暖化、オゾン層破壊、環境ホルモン類似物質などの環境問題を考える中で、地球は閉鎖系であり、使用できる資源は限られたものであるという認識にたつて、「持続可能な社会」とするための問題解決に取り組むようになってきた。本稿では、こうした背景から2009年に

登場した超濃縮洗剤を紹介する。

2. 「持続可能な社会」における衣服

自然の生態系は図1に示すように、太陽エネルギーを受けて植物が育ち、それを動物が食べ、動物の死骸は微生物によって分解され、再び植物の栄養源となる。このように自然の生態系は物質が循環している。見方を変えると植物が生産者、動物が消費者、微生物が分解者である¹⁾。

私たちの社会をみると、化石燃料エネルギーを利用してメーカーが製品を生産し、ユーザーが製品を消費し、そしてリサイクル業者が分解して原材料を還元すると考えられる。循環型社会ではこのような分解者が充実してこそ持続可能となる。ここで衣服における物質循環を考えてみると、分解者は古着の再使用 (Reuse), 再加工 (Remake), 再生利用 (Recycle) として存在するが、国内で年間廃棄される繊維製品量225万トンから比較すると循環される量は極めて少なく、多くは焼却廃棄され、物質循環は極めて乏しい状況である。持続可能とするには上

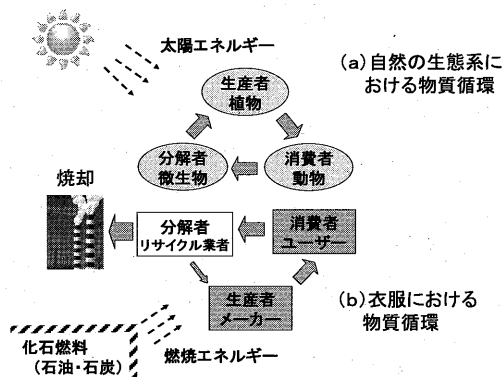


図1 自然の生態系および衣服における物質循環

記3Rを推進することが必要である。

その一方で少ない資源・エネルギーの投入量で製品の生産から消費、廃棄までを行うようにすることが必要である。限られた資源・エネルギー・環境であるゆえ、環境負荷を軽減しないと持続性は得られない。製品の環境負荷の考え方として、ライフサイクルアセスメント(LCA)の手法がある。製品に関わる原料調達、生産加工、流通、使用、リサイクル/廃棄にいたるまで、製品のライフサイクル全体を通して投入される資源・エネルギーと、環境へ排出する影響を定量的にとらえ、環境保全のための改善策を考える手法である²⁾。このLCAを衣服に当てはめると、図2のように表される。このように私たちの消費行動はいろいろな形で環境に負荷をかけている。製品による環境負荷を削減するには、生産や流通における企業努力だけでなく、私たち消費者が良いものを長く大切に使うことで廃棄物量を削減することにある。すなわち衣服を着用して、汚れたら洗濯して衣服の機能や外観を回復し、繰り返し着用するという「着用/洗濯/保管」の被服管理のサイクルは、衣服を大切に長く使い続けるためのエコライフに欠かせない要素である。このなかで大きな役割を持つのが洗濯である。

3. 洗濯用洗剤の環境対応

洗濯用洗剤は1960年代の河川の発泡問題、1970年代の湖沼における赤潮や青粉の発生に関連した富栄養化問題など、昔から環境問題に関わってきた。これらの問題は洗濯用洗剤の排水だけでなく、工業排水や農業肥料も関連するものであったが、日本の洗剤業界はいち早く対応し、生分解性界面活性剤の開

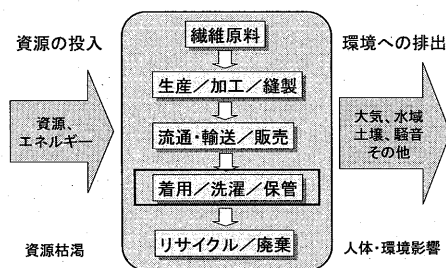


図2 衣服のライフサイクルと環境負荷

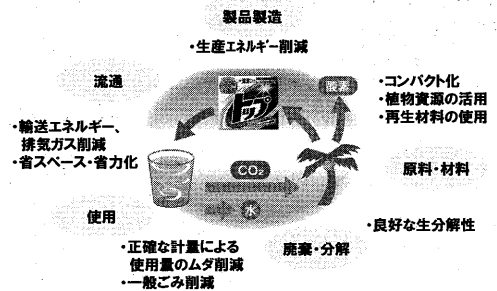


図3 洗剤のライフサイクル全体での環境対応

発や無リン洗剤の開発によってこれらの環境問題を解決してきた。こうした積極的な取り組みによって洗剤技術は大きく進歩し、1987年にコンパクト洗剤を登場させ、現在に至るまで積極的に省資源・省エネルギーを追求して環境配慮した洗剤を多く開発し、世界をリードしてきた。

そして、2009年には従来の液体洗剤を2.5倍濃縮し、水30Lあたり洗剤使用量10gという超濃縮液体洗剤が登場した。1987年以来続いてきたコンパクト洗剤の開発では、ライフサイクルアセスメントの考え方を取り入れ、図3に示すように資源採取から、製造、流通、使用、リサイクル、廃棄にいたる段階で投入される資源と環境に排出される負荷を定量的に評価している。

3.1 植物原料による環境対応

洗剤の原料・材料面においては、地球温暖化防止および資源の持続性を考慮して、石油原料から再生産可能な植物油脂原料の利用が進められている。1960年代以降、界面活性剤は排水系において微生物によって速やかに生分解されてCO₂と水に分解するものが使用されている。植物原料から製造した界面活性剤が、生分解によって排出するCO₂はもともと植物がCO₂を吸収し光合成により植物に固定化されたものであるから、大気中全体で考えるとCO₂を増やさない物質(カーボンニュートラル)となる。

界面活性剤の原料に用いられる植物油脂は、脂肪酸分布が炭素数12~18を含むヤシ油、パーム油、およびパーム核油がある。パームは単位栽培面積当たりから得られる油量が多いことから、パーム油脂の

利用が注目されている。パーム油脂を原料とした界面活性剤で代表的なものは、 α スルホ脂肪酸メチルエステル塩 (MES) である。MES はパーム油脂をエステル交換して得られる脂肪酸メチルエステルをスルホン化して製造される。界面活性能に優れており、洗浄力がアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (LAS) よりも優れる³⁾ことから、少量の界面活性剤で洗浄力を発揮する特徴がある。さらに生分解性は LAS よりも速やかに生分解性して、CO₂と水になるものである⁴⁾。従来、品質の良い MES を製造することは技術的に難しいとされていたが、ライオン株式会社により新しい製造技術が開発され、品質のよい MES が製造可能となり、1991年より市販の洗濯用洗剤に配合されてきた。

パーム油を原料とする MES はカーボンニュートラルな界面活性剤であり、少ない使用量で洗浄性能を発揮する特徴は洗剤のコンパクト化に有利である。

また、生分解が良好であることから、MES は環境負荷削減の点で多くの利点をもつ界面活性剤である。この MES を主成分として開発された洗剤は、2009年と1990年時点における同社洗剤との LCA 分析で比較したところ、洗濯1回あたりの CO₂排出量が51%削減⁴⁾している。(図4)

MES と同様にパーム油脂を原料とするもう一つの特徴的な界面活性剤として脂肪酸メチルエステルエトキシレート (MEE) がある。MEE は脂肪酸メチルエステルに特殊触媒を用いてエチレンオキシドを付加して製造される非イオン界面活性剤である。洗濯用液体洗剤には非イオン界面活性剤であるポリオキシエチレンアルキルエーテル (AE) が用いられてきた。AE は水との混合比率が約40%以上になると粘稠な液晶を形成する性質があるため、液体洗剤の

濃縮化は難しいとされてきた。しかし、MEE は粘稠な液晶を形成しないという特長があるため、流動性に富む濃縮液体洗剤が容易に製造できる特徴がある。2009年に登場した超濃縮液体洗剤は、この MEE の主界面活性剤に用いること^{5),6)}で、または同様に濃縮しても水のように流動性を維持する新洗浄成分を用いることで^{7),8)}、濃縮化を達成している。

3.2 洗濯水の削減による環境対応

超濃縮液体洗剤の登場は洗濯水の削減として、すすぎ1回を訴求したことで注目できる。花王株式会社は洗濯全般の環境負荷を洗剤原料、製造、輸送、廃水生分解、容器、洗濯機の電力、上水、下水の各部分について詳細に CO₂排出量を評価した (図5)。

その結果、洗濯用洗剤の製造や使用、廃棄にいたる各工程の CO₂排出量のうち、製品原料、洗剤製造および生分解時に排出される CO₂排出量は全体の約46%を占めている。一方、洗濯行動において使用される電力、水や下水処理に関わる CO₂排出量は全体の約48%を占め、その中で洗濯に用いる水および下水処理に由来する CO₂排出量は全体の約32%と高い割合を占めている⁹⁾。すすぎ工程は、洗浄時に衣類に吸着した界面活性剤や汚れを取り除く目的で行うが、すすぎ時に衣類に残りにくいという特徴の界面活性剤を用いることで、すすぎ工程を従来の2回から1回に削減することを可能にした⁷⁾。節水量は全自動洗濯機の場合で約5~50L、ドラム式洗濯機の場合で約15~24Lの節水になる⁸⁾。また時間短縮と節電にもなり、洗濯のすすぎが1回で済むことで「節水、節電」による環境配慮への新たな切り口は、最近の消費者ニーズと合致し、他の洗剤メーカーも追隨して、洗剤訴求の大きな柱となっている。

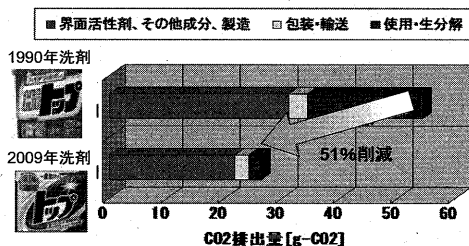


図4 洗濯1回当たりの CO₂排出量

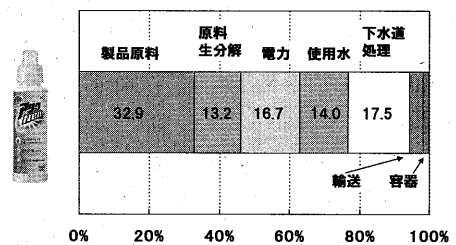


図5 家庭洗濯行動における CO₂排出量

3.3 容器樹脂量の削減による環境対応

包装容器における環境対応は、日本石鹼洗剤工業会が業界全体として、いわゆる3R(削減:Reduce, 再使用:Reuse, 再利用:Recycle)を基本に、次に示す5つの削減策を推進してきた。①容器の薄肉化や材質を代えることによる軽量化、および詰め替え・付け替え品による包装形態の変更による削減、②容器や包装の構造を変更し、部材を減らすことによる削減、③廃棄時に小さくためるなど、内装材構造(中仕切りや緩衝材)の見直しによる減容化、④内容物の濃縮または2つの機能をひとつにする2in1製品による削減、⑤再生紙や再生プラスチックの利用によるバージン原料の削減。

プラスチック容器を使用している8つの製品群(洗濯用液体洗剤、柔軟仕上げ剤、台所用洗剤、住宅用洗剤、ボディ用洗浄剤、シャンプー・リンス、手洗い用洗浄剤、漂白剤・かびとり剤)にこれらの削減策を実施し、その結果、2010年の対象製品群のプラスチック使用量は63.4千トンであり、1995年との比較では12%減少している。これを製品出荷量あたりの容器包装プラスチック使用量(原単位)として表すと、1995年比で37%と大きく削減している¹⁰⁾。内容物の濃縮化によるコンパクト製品や洗濯用液体洗剤などの詰め替え用製品、およびスプレー付製品での付け替え用製品などの伸びにより製品あたりのプラスチック使用量が大きく削減したことが寄与している。

超濃縮液体洗剤は容器が小型であることから、従来の液体洗剤と比較して、樹脂量は35~45%も削減されている。超濃縮による洗剤の小型化は原料、容器の削減だけでなく、生産・輸送エネルギーの削減となり、また流通においても在庫・陳列スペースの縮小、労力の削減となっている。更に、洗剤を計量しやすい容器にすることで、消費者が適正な洗剤量を使用し、使いすぎを防止して家庭排水による環境負荷の削減へと繋げている。

以上、超濃縮液体洗剤の特徴をLCAの視点からみて分かったように、超濃縮洗剤は省資源・省エネルギーの点で多くの利点を持っている。持続可能な社会に適応した洗剤であり、日本だけでなく世界を

リードする洗剤である。洗剤メーカーはLCA的な考えを事業活動全体に取り入れ、環境負荷の削減努力を続けている。その内容は各企業のCSR報告書等で公表されているので是非一読されると、私たちの生活における省資源・省エネルギーへの考え方や行動の参考となるであろう。

引用文献

- 1) 北野 大;「暮らしと環境科学」第1章 日本化学会編(2003)
- 2) 武井玲子;ライフサイクルアセスメントの研究動向, 洗濯の科学, 41巻, 4号, P24(1996)
- 3) T. Satsuki, K. Umehara, and Y. Yoneyama; Performance and Physicochemical Properties of α -Sulfo Fatty Acid Methyl Esters, J. Am. Oil Chem. Soc., 69, 672(1992)
- 4) ライオン株式会社;ライオンCSR報告書2009
- 5) ライオン株式会社;2009年11月27日プレスリリース
<http://www.lion.co.jp/ja/company/press/2009/2009099.htm>
- 6) ライオン株式会社;
<http://www.lion.co.jp/ja/seihin/brand/025/14.htm>
- 7) 長谷部佳宏;お客様との『いっしょにeco』を具現化するアタックNeoの誕生, 消費科学, 51, 412(2010)
- 8) 花王株式会社;
http://www.kao.com/jp/attack/atk_neo_00_fabric.html
- 9) 久保明奈, 久保明奈, 山口紀子, 西田浩平, 尾関洋平, 三宅登志夫, 小寺孝範;ファブリックケアにおける環境対応, 第41回洗浄に関するシンポジウム要旨, P41(2009)
- 10) 日本石鹼洗剤工業会;2008年12月19日公表
http://jsda.org/w/02_anzen/3kankyo_7.htm

【著者略歴】

米山 雄二(よねやま ゆうじ)

昭和59年 東京理科大学大学院博士後期課程修了。工学博士。同年 ライオン株式会社 入社。洗濯用・台所用・住居用洗剤、殺虫剤の製品開発に携わり、平成21年4月より文化女子大学の教授となる。