論文要旨

総合論文 衣料用洗剤の発展と今後の展望

渡辺 利幸

ライオン株式会社 ハウスホールド第1研究所 (〒132-0035 東京都江戸川区平井 7-13-12)

太古より生活の一部である洗濯。近世までは石鹼が、戦後は合成洗剤がその脇役である洗剤として支えてきた。衣料用洗剤は身近な大量消費型化学製品であるがゆえに、常に安全性や環境適合性の面で注目を集め、都度、技術革新により困難を乗り越えてきた。現在の主要成分とその開発の経緯について紹介する。さらに、今後より洗練された品質とともに持続型社会への適合を求められる中で、必要な要件について議論する。

(連絡者：渡辺利幸) Vol.3, No.7, 339 (2003)

総合論文 酵素配合洗剤の開発研究と今後の展望

四方 資通

花王株式会社 ハウスホールド研究所
(〒640-8580 和歌山県和歌山市湊 1334 番地)

この20年の間に洗剤を取り巻く環境は大きく変化し、酵素は洗剤の重要成分としての地位を確立した。西欧では全洗剤の85%, 米国では80%, 日本ではほぼすべての洗剤に酵素が配合されている。1987年にアルカリセルラーゼ配合のコンパクト洗剤が登場するまでは、主としてプロテアーゼのみが使用されていたが、それ以降はリパーゼやアミラーゼ、マンナーゼも使われるようになり、現在ではプロテアーゼと他の酵素を組み合わせで用いるのが一般的になっている。酵素には汚れを落とす作用に加え、汚れの再付着を防止する効果もあり、布地の白色度保持に重要な役割を果たしている。

新しいベネフィットを提供する酵素の探索と並行して、既存酵素の高機能化が最新のバイオテクノロジーを用いて活発に進められている。これまでに、タンパク質工学による漂白剤耐性酵素や進化分子工学による低温酵素などが創製され、実用化されている。新規酵素としては、衣類のケアや漂白、殺菌効果のある酵素が注目されている。環境に対する配慮から、将来は酵素を高濃度配合した洗剤や、酵素のマルチブレンド化が更に進んだ洗剤が広く普及するのではないかと予想される。

(連絡者：四方資通) Vol.3, No.7, 347 (2003)

衣料用洗剤の発展と今後の展望

Development and Future Prospects of Laundry Detergents

渡辺利幸

ライオン株式会社 ハウスホールド第1研究所

〒132-0035

東京都江戸川区平井 7-13-12

Toshiyuki WATANABE

Household Research Laboratories #1

Lion Corporation

13-12, Hirai 7-chome, Edogawa-ku, Tokyo

132-0035 JAPAN

Abstract: Since an ancient era, laundry washing has been a part of human life. Until recent days soap was the only good partner at the washing, then after WWII synthetic detergents replaced the position. Laundry detergents have always been drawing public attentions concerning safety matters or environmental compatibility issues because of their nature of necessity chemical product with high volume consumption. At each issue the difficulties have been overcome by the technological innovations. Current main ingredients of the detergents and their development histories are introduced. Further, the requirements for laundry detergents to acquire more sophisticated quality as well as to fit into the coming sustainable society are discussed.

Key words: Laundry Detergent, Soap, Synthetic Detergent, Builders, Key Ingredient, Sustainable Society

1 はじめに

洗濯という家事は、昨今の全自動洗濯機の普及・発達により洗濯サイクルがブラックボックス化して、多くの人には興味の薄いことになりつつある様に見える。洗濯に用いられる衣料用洗剤は、かつて環境汚染の元凶であるがごとく槍玉に挙げられたり、近年では、小売店の目玉として特売になることも多く、ありがた味も薄れがちである。しかし、この衣料用洗剤は、洗濯をより効果的に、安全に、かつ経済的に行えるよう長年にわたって開発が続けられてきたものである。今回、衣料用洗剤発展の歴史を振り返り、もっとも身近な生活必需品の一つである衣料用洗剤の役割、機能と今後の進むべき方向について考えてみたい。

2 衣料用洗剤の役割

洗濯行為とは、使用することによって繊維製品に付いた汚れを取り除き、元の状態に戻すという単純明快な行為である。その際、この洗濯行為をより効果的に、簡便にするのが洗剤の役割である。もちろん水だけでも「洗

う」という行為はできる。しかし水だけでは十分に汚れを取り除けないことは直ちに実感でき、だからこそ人類の歴史の中で洗剤が発展してきたのである。では、なぜ洗剤は人々から環境汚染の主原因であるとか、アレルギーや皮膚刺激の原因などと悪玉視されやすいのか？それは、先にも述べたように、きわめて生活に密着し、大量に生産・消費される化学製品であり、日常生活に欠くことのできない必需品であるからと考える。

こうしたことから、後に述べるように生分解性、富栄養化、環境負荷、安全性等の各方面における改善・改良のための長年に渡る技術開発が続いた末にある現在の合成洗剤でさえ、未だに使用しない方がよいという極論が出てくると考える。

このような極論に対し、洗剤技術者は感情論ではなく、人々に科学的に説明を続けてきた。合成洗剤の安全性に対する疑問は、1960～70年代に多いに議論されたが、業界、学会、国会、行政機関を巻き込んだ多面的な評価の結果、通常の使用条件下では全く問題のない事が確認された¹⁾。さらに、界面活性剤の生分解性（発泡）、魚毒性、酵素の安全性、機能性への疑問に対する対応、河川湖沼の富栄養化に対する洗剤への要求、蛍光増白剤の安全性、生分解性に対する疑問への対応などを行って

連絡者：渡辺 利幸
E-mail : tosh@lion.co.jp

きた。洗剤技術者、洗剤業界はこうした不安を解消するアクションとともに、洗剤の優れた機能を人々に正しく伝える必要がある。

さらに、社会は刻々と変化し、今後、より環境への配慮が求められつつあるのも事実であり、こうした社会の要請に応じてさらに洗剤の改良を続けていく必要がある。

3 洗剤の歴史

3.1 石鹼が利用されるまで²⁾

身体や衣類を洗う習慣は人類の起源にまでさかのぼるものであるが、洗濯は流れの緩やかな川(淵)や湖、池や泉で行われ、水の溶解力、分散力と揉んだり擦ったりたたいたりの物理的な力によってのみ行われていた。その後、洗濯をより効果的に洗う為に、水だけではなくサイカチやムクロジから取ったサポニンのような天然の界面活性剤や、木や草などを焼いて残った灰汁などが使われていたようである。

やがて、動物を焼いた後の油の混じった灰(油脂+アルカリ剤=石鹼の生成)で洗うと、より汚れ落ちの良いことから石鹼が使用されるようになったと考えられる。日常生活で副生する灰の浸出液の中のアルカリと、動植物の油脂を混ぜることによって膠状の物質が生じる、という偶然の発見から古い時代の石鹼製造が可能となったと考えられる。

欧州では、8世紀以降地中海沿岸の各地でオリーブ油を原料とする石鹼製造が発達したが、高価なものであり、洗剤としての利用は一部の富裕層に限られていたと考えられる。

石鹼製造とその普及に革命的な影響を与えたのは、食塩を原料として、炭酸ソーダを製造する技術、いわゆるルブラン法の発明である(1791年)。この発明によって供給される炭酸ソーダによって、安価でしかも硬質なナトリウム石鹼の大量生産が可能となり、近代的な石鹼工業が華々しく開花した。

3.2 合成洗剤の登場

石鹼は前項のように非常に歴史の古いものであるが、ごく最近まで衣料用洗剤としても石鹼は唯一のものであった。石鹼に代わる界面活性剤として、第一次世界大戦で経済封鎖を受けて油脂原料が極度に不足したドイツにおいて、石炭を基礎原料とする界面活性剤が初めて開発され、今日の合成界面活性剤の発展の緒が開かれた。第二次世界大戦前後に再び合成界面活性剤の開発が積極的に行われ、原料も石炭から石油に移った。石油を原料とする界面活性剤のなかで主導的な役割を果たしたのは、(ハード)アルキルベンゼンスルホン酸塩(ABS)

である。石油分解ガスから大量・安価に供給されるプロピレン四量体とベンゼンを結合させたものをアルキル基とするこの界面活性剤は、安価な上に洗浄力も優れていた。

石鹼は、高温洗浄での洗浄力の高さ、仕上がりの柔らかさといった長所があるものの、硬度成分と結合して不溶性の金属石鹼(石鹼カス)となって洗濯容器や排水管に付着しやすい。さらに繊維への残留量が多い為に、洗濯乾燥後に長期間放置されると、酸化して繊維の黄変や悪臭の発生といった問題がある。この石鹼の短所を大きく改善したABSをベースとした合成洗剤は広く受け入れられ、石鹼と急速に置き換わった。

日本でも第二次世界大戦後、数年すると合成界面活性剤を用いた合成洗剤が市場に現れ、急速に石鹼と置き換わって行った(Fig. 1)。この合成洗剤の急速な伸びは、一般家庭への電気洗濯機の普及と軌を一にしている³⁾。これは洗濯機での使いやすさの差が合成洗剤使用への流れを加速させたとも言える。

合成洗剤の登場とともに、界面活性剤の機能向上のためにビルダーが検討された。硬度成分の捕捉性能、アルカリ能とともに配合した粒状洗剤の粉体物性改善効果の点から縮合リン酸塩が主に用いられ、これに珪酸塩や炭酸塩が組み合わされて用いられた。また、粉体物性面、及び洗濯液の塩濃度確保の目的で硫酸ナトリウムが配合された。いずれの成分も生活必需品である洗剤向けの原料として安価であることが求められ、他分野の副生物などが活用されたものである。

こうして、界面活性剤、水軟化剤、アルカリ剤という「洗剤の主要三成分」の組み合わせが確立した。その後は、この三成分をより洗練されたものへと置き換える動きとともに、より洗浄効果を高める為の補助成分開発の歴史と見ることができる。

3.3 合成洗剤の高度化

3.3.1 界面活性剤

当初の分岐型ABSが河川湖沼の発泡の問題から生分解の容易な直鎖型(ソフト)アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)へと切り替わった。日本の洗剤業界は当時の通産省と緊密に連携してこの問題に取り組み、1965年より自主的にLASへの切替えを開始し、1970年代初頭までにLASへの切り替えをほぼ完了した⁴⁾。

その後も生分解性が良く、さらに耐硬水性良好なアニオン界面活性剤の開発は続けられ、アルファオレフィンスルホン酸塩(AOS)⁵⁾⁶⁾、メチルエステルスルホン酸塩(MES)の開発、導入⁷⁾⁸⁾と続いている。このMESは生分解性・耐硬水性が良好(Fig. 2)であるばかりでなく、低濃度で高い界面活性を示す(Fig. 3)ことから使用量

Fig. 1 Annual Changes in Production Volume and Technological Evolution of Laundry Detergents in Japan.

を減らすことができ、環境への負荷を減らす面でも優れている。

また、使用量削減の面からは非イオン界面活性剤であるアルコールエトキシレート (AE) も優れている。液状のために粒状洗剤では配合しにくいものの、新たな製造技術の開発により近年配合量が増えている。

3.3.2 水軟化ビルダー

そのパフォーマンスの高さから縮合リン酸塩が圧倒的に用いられてきたが、ここでも問題が生じた。河川湖沼の富栄養化の問題である。典型的な事例は1979年に公布された「滋賀県琵琶湖の富栄養化の防止に関する条例」にみられる。河川湖沼における藻の繁殖、水道のカビ臭の問題から洗剤中のリン酸塩が取り上げられた。当

Fig. 2 Calcium Tolerance of Popular Anionic Surfactants.

Fig. 3 Detergency of Popular Anionic Surfactants.

時、水環境中に存在するリン分のうち、合成洗剤由来のリン分は1~2割と推定され、合成洗剤の低リン化、無リン化対策が富栄養化防止に十分効果のある施策となり得ないとも考えられた。しかし、富栄養化の主因である窒素、リン分の主排出源対策の困難さやより有効な下水道の整備には時間がかかることから、人間活動から発生するリン分の内、洗剤由来のリンはコントロール可能であるとの視点から取り組まれたのである (Fig. 4)。

この面でも洗剤業界は条例に先行して自主規制を行い対応した。1975年に P_2O_5 分として15%未満、1976年に同12%未満、1979年に同10%未満との低リン化のガイドラインを設けた。そしてA型ゼオライトを縮合リン酸塩の代替物質として選定し、1980年には初の本格的無リン洗剤が発売された。業界全体としては無リン組成への転換はスムーズに進み、1981年には26%、1982年には58%、1985年には94%と主要洗剤の無リン化を終えたのである⁹⁾。

その結果、河川の状態を反映すると見なすことができる東京湾、伊勢湾、瀬戸内海などの海域におけるリン発生負荷量は、下水道整備の進展や工業排水規制の強化を反映したと見られる年ごとの緩やかな減少に加えて、1979年から1984年にかけて不連続に減少しており¹⁰⁾、洗剤業界に身を置く者としては、合成洗剤無リン化がそ

こに寄与していると考えたい。

この無リン化の過程では、各種の代替物質が検討された。代表的なものとしては、ニトリロトリ酢酸塩 (NTA)、エチレンジアミンテトラ酢酸塩 (EDTA) などが挙げられる。しかし、安全性面、ゼオライトの持つ付加機能 (粉体物性改良効果) 面、コスト面から縮合リン酸塩の代替物としてはゼオライトに収束した。水軟化剤としてA型ゼオライトが無リン洗剤の主基剤となった後も、さらに多くの研究が続けられ、層状珪酸塩やポリ乳酸塩、ポリアスパラギン酸塩などが検討されたが、性能、生分解性、安全性、コストなどを総合的に判断して、いまだゼオライトに置き換わるものは出ていない。

3・3・3 アルカリビルダー

粒状洗剤では炭酸塩、珪酸塩がコストパフォーマンスの点から今後とも主要物質として用いられていくと考えられる。炭酸塩の代表である炭酸ナトリウムは、10℃以下の低水温下では溶解度の低い水和結晶を経由して溶解していくため溶けにくい。この現象は1980年代末からの超コンパクト洗剤において顕著に表れたが、他のアルカリ剤との併用や粒子中の分散状態の工夫により解決している。

3・3・4 性能向上剤

有リン組成ではカルボキシメチルセルロース (CMC)

Fig. 4 Response to Eutrophication Problem in Closed Water Systems.

が広く用いられ、一部にはポリビニルアルコールも用いられてきたが、昨今は多くの組成でポリカルボン酸系のポリアクリル酸 (PAA) やマレイン酸／アクリル酸共重合体 (MA/AA) の塩が用いられている。ポリカルボン酸系の性能向上剤は、少量の添加で汚れや無機不溶物の分散安定化や硬度成分を捕捉できるという機能から最終的な洗浄力向上効果が大きいことが広く用いられている理由である。

3・3・5 機能付与剤

現在最も活発に開発が続いている分野である。

(1) 酵素

タンパク質分解酵素が最も広く用いられている。洗剤に粉末状酵素が配合され始めたのは1960年代であり、当初は順調にスタートした。しかし、まもなく洗剤の製造現場で酵素発塵によるアレルギー問題が起こり、また酵素の洗浄効果や安全性を疑問視する声が出て一挙に下火になった。その後多くの研究と開発が行われ、本格的に復活するのは、造粒化酵素で発塵の問題をクリアし、また石油危機とそれに引き続く省資源、環境保護指向の高まりに合致した1970年代末からである¹¹⁾。

現在、造粒酵素はほとんどの粒状洗剤に用いられているといってもよく、その種類もセルロース分解酵素、脂質分解酵素、デンプン分解酵素へと広がった¹²⁾。酵素はその性質上、少量の添加でかつ常温付近で機能する為、洗剤への新機能付与には好ましい基材である。このため、機能の異なる酵素や、さらに高機能な酵素を求めて多くの研究が続けられている。

従来はタンパク質や脂質、デンプンなどの汚れを分解して落とす、綿繊維の非晶質を分解して汚れを落とすというのが酵素の効果であったが、さらに綿繊維の毛羽立ちを落として色柄物を鮮やかに見せることも酵素の効果に加わった。今後も新たな機能付与ができる洗剤用酵素の誕生が期待される。

(2) 汚れ放出 (SR) ポリマー

ポリエステルに代表される合成繊維は表面が疎水性であるために、洗濯液中で油汚れが落ちにくい、また一旦落ちた油汚れが再付着しやすい欠点がある。この問題を解決する為に開発されたのがSRポリマーである。1970年代後期にまず非イオン性界面活性剤ベース洗剤向けの基材が開発・応用され¹³⁾、続いてアニオン性界面活性剤ベース洗剤向けに応用された。その後、綿繊維向けのSRポリマーの開発・応用¹⁴⁾とその対象繊維も広がっている。

(3) カラーケア

カラーケアと呼ばれる色柄繊維の保護にはいくつかの作用メカニズムがある。第一には、洗濯に用いる水道水

中の塩素による退色を防止するケースと、第二には色柄繊維から洗濯液に溶出してくる染料／顔料を他の繊維に染着させないケースである (移染防止)。前者では塩素の捕捉剤が有効で、亜硫酸塩や過炭酸塩、アミンやアミノ酸が有効である。後者では、染料／顔料を繊維に固着させて溶出を防止するアミンや四級アンモニウム塩等のカチオン系基材と洗濯液に溶出した染料／顔料を捕捉するポリビニルピロリドン (PVP) やポリイミンなどのグループ、及び溶出した染料／顔料を分解するペルオキシダーゼ (酵素)¹⁵⁾などが知られている。

(4) 漂白剤／漂白活性化剤

粒状洗剤では漂白剤として過炭酸塩 (PC) が用いられるが、洗濯水温が低いと十分な漂白力を得られない。このため、漂白活性化剤を組み合わせ用いる。PCと漂白活性化剤は洗濯液中で反応して、酸化力の高い有機過酸を生成する。この有機過酸が有効な漂白力をもたらす。漂白活性化剤には洗濯液の中で効率のよい有機過酸生成、および高い漂白力を持ちながら誤使用時に色柄物の変退色を起こさないという相反することも求められている。現在、日本の漂白洗剤には日本の洗濯条件に合った漂白活性化剤が開発されて用いられている¹⁶⁾。

また、最近では食中毒や院内感染などの事故から殺菌・除菌への意識が高まり、漂白剤／漂白活性化剤は、漂白機能とともにその酸化力で繊維製品を殺菌除菌する機能を期待されている¹⁶⁾。

4 今洗剤に求められていること

前述のように洗剤にはその主機能、付加機能をもたらす為に各種の成分が配合されている。現在市販されている洗剤は、洗剤開発の長い歴史の中での現時点での結論ということもできる。

しかしながら、今後、地球環境の破壊をどう抑えていくかという問題に世界が知恵を絞っているこの時に、洗剤においてもその寄与が求められている。

もっとも身近な大量消費型化学製品の一つである衣料用洗剤はどう対応して行くべきかを考えてみたい。

4・1 環境負荷の低減—循環型社会へ向けて (Table 1)

まず容器について考えると、詰め替え容器への転換、プラスチック使用量の削減、リサイクル化の推進といった施策がすでに大きく進んでいるが、容器の廃棄物としての問題は洗剤業界のみならず、関連業界、行政機関、さらには消費者の参加によりはじめて達成できる問題である。

一方、洗剤成分の環境負荷を単純にごみの問題として捉えたと、ごみの削減＝環境中への排出量の削減 (低使用量) と、ごみの自然分解＝洗剤成分の生分解性の向

Table 1 Reduction of Environmental Load from Domestic Laundry Detergents.

1. Issues as a waste material – in progress.

1) Formulation

- Reduction of environmental discharge
- Achieving high biodegradability

2) Packaging

- Spread of refills
- Reduction of plastics
- Establishing recycle system

2. Issues as a low energy consumption product – remain to be done.

In production

Non-tower process

In transportation

Less volume
Less weight
More efficient
logistics

In use

Lower organic content
Lower liquor ratio
More effective rinsing

上が検討課題となる。

使用量の面では、日本は世界に先駆けて、すでに1987年より洗剤の超コンパクト化が始まり、30Lあたりの使用量がそれまで40gであったものが25gとなった (Fig. 5, Table 2)。その後も更なるコンパクト化が進み、同使用量は1994年には20g、1995年には15gへと低使用量が進み、世界でも稀に見る低使用量洗剤となっている。

生分解性の面では主要三成分のうち、有機物である界面活性剤はすでに高い生分解性を達成している¹⁷⁾¹⁸⁾。このように洗剤の中身をごみの問題として捉えると現状の洗剤でも既に高いレベルに達していると見ることができる。

しかし、今後社会が変化していく先にある循環型社会の中で、洗剤、より大きくは洗濯をどう変えていくかという視点から見直すと、解決すべき課題が山積していることがわかる。まず、洗剤原料を石油や石炭などの地下資源由来のものから、再生産可能な動植物油脂へと転換する必要があるだろう。ただ、動植物油脂は、同時に食糧でもあり、この問題は世界の食糧問題の側面も考慮して進めていかなければならない。また、ごみ以外の環境

負荷低減として、製造、流通、使用、廃棄の各ステップを通して、低エネルギー消費型の製品へと変えていかなければならない。これには、乾燥塔を使わない粒状洗剤の製法の確立、小型軽量化や輸送の効率化による物流エネルギーの削減、さらに組成、成分の抜本の見直しによる低有機物量化、低水量化、省濯ぎ化など使用時の低エネルギー化が課題となる。ここでは洗剤だけではなく、洗濯にかかわる洗濯機や繊維そのものの対応もあわせて考えていくことが大切である。

低有機物量化では、主要有機成分である界面活性剤を、MES、AEなど低濃度で高洗浄力を発揮する基材へとさらに置換して行くことが、洗浄力を保ちつつ、環境への有機物排出量を削減する一つの方法であろう¹⁹⁾。

水軟化剤の機能アップにより、より少ない界面活性剤量で同等の洗浄性能を実現できる。また、環境負荷からは生分解性も同時に求められる。この点から、生分解性のビルダーやリン酸塩の再評価も必要である。硬度成分の捕捉は機器による対応も可能で、洗剤とイオン交換

Table 2 Comparison of Conventional and Compact Powders in their Specification.

	compacts	conventionals
Bulk density (g/mL)	0.8	0.3
Dosage	25g/30L (30mL/30L)	40g/30L (130mL/30L)
Formulation (%)		
Surfactant	40	25
Zeolite	20	12
Alkaline (Silicate/Carbonate)	25	20
Na-Sulfate	>5	30-35
Enzyme	0.4-0.6	0.2-0.4
Optical brightener	0.15-0.25	0.1-0.15
Detergency		
25g/30L	100	
40g/30L		100

Fig. 5 Comparison of Conventional and Compact Powders in Appearance.

フィルターを備えた洗濯機との組み合わせにも可能性がある。また、発想を変えて、再汚染防止剤や酵素を有効に活用して、他成分の使用量を削減する低使用量の考え方もあるだろう。

使用水量の削減では、洗濯機の浴比低下が進み、より被洗布に機械力がかからない状態となり、従来にも増して洗剤の溶解性を高める必要がある。使用水量の削減では、濯ぎを効率的にすることも有効であり、絞り率を向上させる濯ぎ助剤の開発や、脱水機の回転数アップによる絞り率の向上、濯ぎ容易な繊維（合繊）の開発など多方面からのアプローチが可能である。

4.2 洗剤のさらなる発展にむけて (Table 3)

洗剤をより快適に使用するために、洗剤の一義的な役割＝「汚れを落として繊維製品を新品の状態に戻す機能」をより洗練させることも今後とも重要な課題である。

昨今、除菌機能や悪臭防止機能を訴求する洗剤が多く市場に出回るようになった。今まで「目に見える汚れ」をターゲットに開発されてきた洗剤が、「見えない汚れ」である衣類に付着する菌や、臭いまで対象にするようになったことである。人々の生活レベルが向上し、また生活様式の変化により新たな需要が生まれたと考えられる²⁰⁾。

臭いや菌も新品の繊維製品にはなかったものであり、汚れとみなすことができる。今後さらに、こうしたトータルの汚れをよりよく落とすことを視野に入れて開発を進める必要があろう。また、汚れを完全に除去できたとしても、洗濯による綿衣料のごわつき発生など新品からの風合い変化を抑えることも次の課題である。

さらに、洗剤を負荷軽減の視点で見直してみると、対環境だけではなく、対繊維、対人間への負荷軽減も今後の技術課題になってくると考えられる。

繊維への負荷低減とは、洗濯時に色合いを変えない、繊維を傷めない、型崩れさせないと換言できる。色合い

変化は洗濯時に染料の化学変化や溶出によって起きる。この抑制には、すでに述べたように種々の成分が開発、使用されている。色合いの保護では、使用時の太陽光による紫外線焼けの防止も課題であろう。また、繊維の痛み、型崩れの主因の一つは洗濯機による機械力であり、この影響を洗剤の側から如何にして抑えられるか、検討の焦点となろう。

人間への負荷軽減とは、洗濯が短時間で終了する、まとめ洗いができる、洗濯機からの取出しが楽、洗剤が繊維に残らない、洗った後の繊維の肌触り改善などといった課題になろう。

いずれにしても、衣料用洗剤はもっとも身近な生活必需品の一つであり、良かれ悪しかれ今後とも人々の注目を受け続ける商品である。日常の生活から切り離すことのできないこの商品は、人々の生活の変化と社会の変化に合わせて変身し、発展を続けていくと確信する。

文 献

- 1) 厚生省環境衛生局食品化学課編, 洗剤の毒性とその評価, 日本食品衛生協会 (1983).
- 2) 辻薦, 洗浄と洗剤, 地人書館 (1992).
- 3) ライオン家庭科学研究所編, ライオン生活科学シリーズ 2, p.19 (1993).
- 4) 大場健吉, 武井玲子, 化学史研究, 22, 127 (1995).
- 5) 富山新一, 油化学, 19, 359 (1970).
- 6) I. Yamane, *JAACS*, 55, 81 (1978).
- 7) 梅原謙二, 梶月輝久, 油脂, 47 (7), 50 (1991).
- 8) T. Satsuki, *INFORM*, 3, 1099 (1992).
- 9) T. Mukaiyama, *Proceedings of the 5th World Conference on Detergents*, Montreux, in press (2002).
- 10) 環境省総合環境政策局環境計画課編, 平成 14 年版環境白書, p.163, ぎょうせい (2002).
- 11) 梶月輝久, バイオインダストリー, 9, (8) 497 (1992).
- 12) 池田衆一, 社領正樹, 黒坂玲子, フレグランスジャーナル, 30 (12), 61 (2002).
- 13) C.H. Nicol, US Pat., 3962152 (1976).
- 14) E.P. Gosselink, US Pat., 4861512 (1989).
- 15) L. Conrad, T. Damhus, O. Kirk, P. Schneider, *INFORM*, 8 (9), 950 (1997).
- 16) 宮前喜隆, 向山恒治, 洗濯の科学, 45 (4), 12 (2000).
- 17) M. Masuda, et al, *J. Jpn. Oil Chem. Soc. (YUKAGAKU)*, 42, 643 (1993).
- 18) R.J. Larson, et al, *JAACS*, 70 (7), 645 (1993).
- 19) T. Satsuki, *Proceedings of the 3rd World Conference on Detergents*, Montreux, 135 (1994).
- 20) 戸部聖一, 永合由美子, 向山恒治, フレグランスジャーナル, 30 (12), 41 (2002).

Table 3 New Frontier for Domestic Laundry Detergents.

Pursuing fundamental functions	Reducing loads
Setting new targets to remove	-on environment
-Bacteria	-on washed fabrics
-Malodor	-on users
and so on...	and so on...