

石鹼・合成洗剤の技術発展の系統化調査

1

Systematic Survey of Technological Development in Laundry Soaps and Detergents

中曽根 弓夫

Yumio Nakasone

■ 要旨

本報告書は最初に、国内外における石鹼及び合成洗剤の初期段階における発展の歴史を概説した後、我が国で最初となる民間の石鹼製造所が開業された1873年から、現在のコンパクト洗剤が普及し、成熟期を迎えた1996年頃までの約120年間を、エポックメイキングとなった出来事を節目として、次に示す五期のステージで捉え、その期毎の社会的背景との関わりから、衣料用洗剤の技術発展の系統化を試みたものがある。

第Ⅰ期（1873～1937年）「石鹼時代」は、我が国における石鹼製造開拓者、手工業から工業的製造法への発展、油脂原料問題、硬化油やグリセリン工業の出現、石鹼市場の広がりなどに言及した。この時代は日本独自の技術開発は殆ど見られず、むしろ欧米の技術からは10～60年の遅れをとっていた。

第Ⅱ期（1937～1951年）「合成洗剤黎明期」は、我が国で最初となる高級アルコール系衣料用合成洗剤が発売された年を初年とした。しかし1935年に、ドイツの化学会社から、国内で製造する高級アルコール系界面活性剤の製造法に対して、同社が日本で取得した特許に抵触するとして提訴されていたため、国内の石鹼会社は共同でその特許を購入すると共に特許権所有会社なるものを設立した。当該界面活性剤の製造は、それを専門に生産する会社を設立し、特許権を購入した出資会社に均等に分配するなど、石鹼業界は協調と競争が繰り広げられた。

第Ⅲ期（1951～1966年）合成洗剤の「普及期」は、国内最初となる鉱油系の衣料用合成洗剤が発売された年を初年とした。この時期、ビルダーや添加物が応用され鉱油系合成洗剤の洗浄力が抜群に優れたことと、電気洗濯機の普及と相俟って、合成洗剤の消費量は急激に増大していく。1959年には、洗濯用・化粧品用（浴用）・工業用など全石鹼の生産高と衣料用合成洗剤の生産高は逆転することとなる。これは米国に遅れること10年であった。

第Ⅳ期（1966～1987年）合成洗剤の「環境対応期」は、合成洗剤による環境問題が国内で顕在化した年を初年とした。河川や下水処理場での発泡問題、湖沼や閉鎖海域での富栄養化問題、第一次・第二次の石油危機、合成洗剤の安全性問題等に対し、業界はそれぞれ、ソフト化、低リン・無リン化、省資源型の濃縮小型洗剤で対応し、更に安全性問題については国や自治体による実態調査や確認試験により安全性が確認された。また、洗浄力・生分解性に優れた界面活性剤を実用化すると共に、その反応装置は日本発の世界に誇る技術となった。

第Ⅴ期（1987～1996年）合成洗剤の「コンパクト化・成熟期」は、世界のデファクトスタンダードとなった本格的なコンパクト洗剤が日本の会社から発売された年を初年とした。従来洗剤と比べ、重量で1/1.6、容量で1/4にコンパクト化され、日本の洗剤製造技術の高さを証明した。また、従来の洗浄原理は、洗浄成分が専ら汚れに作用して汚れを落とすというものに対し、洗剤用に開発されたアルカリセルラーゼは、繊維分子に作用して汚れを落とすという、全く新しい洗浄原理を創案・実証し、国際的な反響を呼んだ。他にも、既存酵素の高度利用や漂白剤・漂白活性化剤などの応用により、洗浄性能を向上したコンパクト洗剤が発売され、忽ち従来洗剤と置き換わっていった。

コンパクト洗剤にはスプーンが付いており、計量習慣を定着させると共に、洗浄力の良さや容器の利便性が消費者から高い支持を受けた。更に、生産エネルギー、輸送エネルギー、包装材料などを大幅に削減したほか、小売店の店頭や倉庫スペースの効率化、ごみの削減等、社会に絶大なインパクトを与えた。

かつて、衣料用合成洗剤は成熟商品と言われ市場は乱れていたが、コンパクト洗剤の出現はそれらを一掃した。石鹼時代や従来の合成洗剤時代における日本の洗剤技術は欧米の後塵を拝していたが、コンパクト洗剤の開発により、一步、先んじた感がある。この背景には、商品に対する日本の消費者の厳しい評価眼や感性と無縁ではないと感じる次第である。

■ Abstract

The author classified the development process of laundry detergents in our country into five stages assuming it a turning point that became epoch making, and named each stage as follows. That is to say, the author named the 1st-stage in “the days of soap” between period from 1873 when production of soap began in the country to 1937 when synthetic detergent appeared, and did the 2nd-stage in “the synthetic detergent dawn” between period from 1937 to 1951 when synthetic detergent invited the spread period, and did the 3rd-stage in “the spread period” from 1951 to 1966 when an environmental problem by synthetic detergent surfaced, and did the 4th-stage in “environment correspondence period” between period from 1966 to 1987 when compact detergent appeared, and did “full-grown period” between period from 1987 to 1996 after appearance 10 years of compact detergent.

Most of technical developments of laundry detergent in each stage have been accomplished by an introduction and/or substitution of new ingredients or an innovative formulation and a producing method of detergent.

It realized an innovative densification of detergent particle and detergency improvement, and the compact detergent developed by Japanese original technology got support of many consumers.

In addition, the compact detergent brought saving energy and resources-saving, and it brought a big merit in the associated industry as well as a detergent maker because distribution cost, warehouse / store space were promoted efficiency.

Furthermore, this compact detergent is a chance, and compactification advances to even other product categories such as fabric softeners and dishwashing detergents gave society a big impact.

■ Profile

中曾根 弓夫 *Yumio Nakasone*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

昭和45年3月 信州大学大学院繊維学研究科修士課程修了
昭和45年4月 花王石鹼株式会社入社
研究開発部門、商品開発部門、家庭品国際事業部
門、消費者部門、広報部門に従事
平成16年7月 花王株式会社 定年退職
平成18年4月 国立科学博物館産業技術史資料情報
センター 主任調査員

■ Contents

1.はじめに	3
2. 初期の石鹼・合成洗剤発展の歴史	5
3. 第Ⅰ期－石鹼時代－	11
4. 第Ⅱ期－合成洗剤黎明期－	27
5. 第Ⅲ期－普及期－	30
6. 第Ⅳ期－環境対応期－	35
7. 第Ⅴ期－コンパクト化・成熟期－	42
8. 衣料用洗剤技術の系統化	47
9. 考察と今後の課題	52
10. まとめ	53
11. あとがき	57

1 | はじめに

家庭用の衣料用洗剤は、現在では年間60万トンほど消費されており、大量消費財として生活に密着した必需品であると共に、その洗濯水は浄化処理施設等を経由して環境に排出されるものであり、商品のライフサイクルについては周到な配慮を要する。このように身近にある衣料用洗剤の技術発展の過程を、多くの方に理解していただくことが、更に次の文明・文化の進化に繋がっていくものと期待して本稿執筆に着手した。

我々にとって馴染みの深い「石鹼」のルーツは、紀元前2500年頃にシュメール人（Sumerian）が楔形文字で刻んだ粘土板の遺跡に見ることが出来る。⁽¹⁾それは古代人の宗教的行事に由来しており、神に捧げる生贄の羊を焼いたときに火中に滴り落ちた脂が木灰と混ざり合い固まったものとして偶然に発見されたと考えられている。⁽²⁾即ち、油脂と木灰のアルカリ剤との混合により鹼化反応がもたらした石鹼の生成である。以降、石鹼は人々の生活や産業に欠かせない必需品となり、石鹼工業は発展を遂げていった。

因みに、石鹼は人類が見出した最も古い化学物質と言われる。⁽¹⁾

一方、合成界面活性剤の発明は、第一次世界大戦の戦時下、油脂資源が欠乏したドイツで石鹼を製造することが出来なくなり、その代替物を開発する必要に迫られたことがきっかけとなった。⁽³⁾

こうした石鹼や合成界面活性剤の初期の歴史については第Ⅱ章で概説することとし、はじめに本稿で用いる主だった幾つかの用語の説明及び本系統化調査の対象領域について述べておきたい。

「石鹼」とは本来、高級アルキル脂肪酸の塩を総称する用語で、一種の界面活性剤のことである。しかしながら一方で、他の成分との混合物を、そのまま「石鹼」と呼ぶこともある。本稿において「石鹼」と表現した場合は上述の混合物、あるいは意図的に他の成分を混合した組成物のことを意味することとし、「石鹼」が純粋に界面活性剤であることを意味する場合は、「脂肪酸塩」と表現することとしたい。

また「界面活性剤」とは、一つの分子内に親油基（油に馴染みやすい部分）と親水基（水に馴染みやすい部分）をもつ化合物のことで、それは物質間の界面あるいは表面に吸着して湿潤性や潤滑性、分散性を与える等、物質の性質を変える作用をもつ。今日までに多種多様な合成界面活性剤が開発されており、その応用分野は後の章にて例示することとして、仮に石鹼の

発見がなかったならば界面活性の概念や界面活性剤を創り出すことも困難であったと推察され、その意味でも「石鹼」の発見は人類にとって幸運であった。

更に「合成洗剤」とは、合成界面活性剤を主要な洗浄成分とする組成物を指すものとし、「石鹼」とは一線を画す。換言すれば、「石鹼」は古来より植物油あるいは獣脂をアルカリ剤と共に煮焚きすることによって得られるので、他の界面活性剤とは異なり合成化合物としての意識は低く、そのため合成界面活性剤あるいは合成洗剤とは区別して扱うのが一般的である。単に「洗剤」あるいは「洗浄剤」と表現した場合は、石鹼系及び合成界面活性剤系組成物の両者を意味するものとする。従って、本稿における「洗剤」「洗浄剤」の定義は、家庭用品品質表示法のそれとは異なることに留意されたい。^(註1)

本報告は「石鹼・合成洗剤」に関する産業技術の系統化調査を目的としているが、一口に「石鹼・合成洗剤」といってもその用途は家庭用をはじめ、理美容店や飲食店、クリーニング店、ホテル・旅館、病院等の業務用、専門性が高い電子工業や金属工業、鉄道車輛等の工業用など多岐にわたるため、それら全てについて言及することは時間及び紙面の制限から困難である。そのため本報告では、[図1.1]に例示する家庭において使用される洗剤のなかでも一番の生活最寄り品であり、また[図1.2]に示すようにその中で市場規模が最も大きい「家庭用衣料用洗剤」に焦点を絞った調査とした。

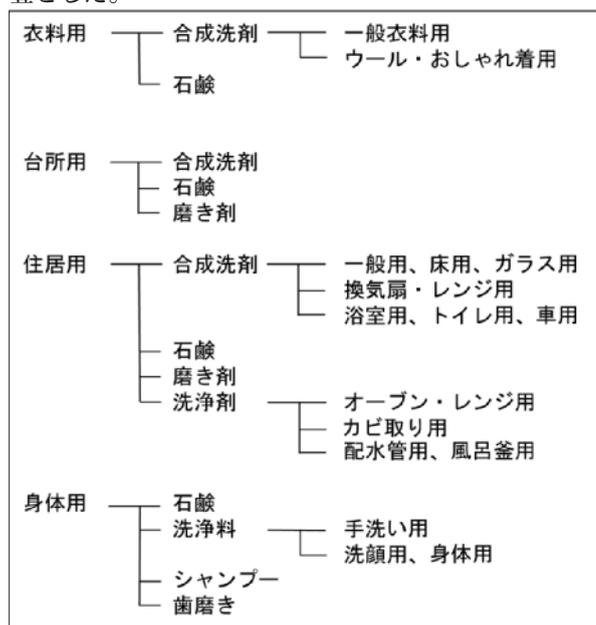


図1.1 家庭用洗剤の区分例⁽⁴⁾

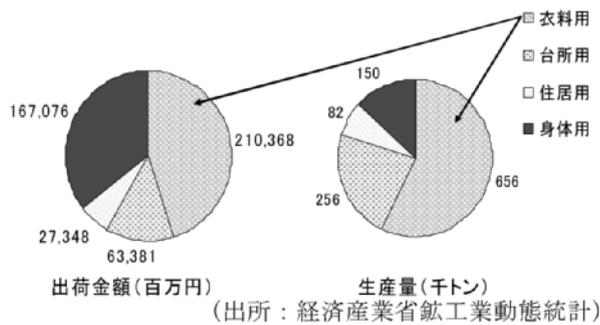


図1.2 1990年における国内の洗剤生産高

一方、本調査の対象とした期間については、国内で石鹼が工業的に製造されるようになった明治維新初期から、現在、主流となっているコンパクトタイプの合成洗剤が普及した1996年頃までの約120年間とした。我が国における石鹼工業の発展は西欧に遅れること約30～60年、米国には約20～30年であったが、これは国内に油脂資源が少なかったことや化学技術の遅れから止むなきことと言えよう。

こうした歴史的背景のもとに、本稿ではこの間の我が国の衣料用洗剤の発展について、石鹼をスタートとして、アルコール系或いは鉱油系の合成界面活性剤を基剤とした合成洗剤の導入、そして電気洗濯機の普及と共に合成洗剤の市場が拡大して行く最中、河川における発泡や湖沼の富栄養化などの環境問題により、洗剤のソフト化、低リン・無リン化などへの対応を余儀なくされたこと、そして現在、世界のデファクトスタンダードとなったコンパクト洗剤の開発に至るまでの経緯を記述したものである。

本調査が対象とする衣料用洗剤は、毎日の生活に密着している製品であり、また洗濯排水は直接的・間接的に環境に排出されるため、そのライフサイクルアセスメント（LCA）においては、様々な観点からの配慮が不可欠である。本稿の構成は、第2章で初期における「石鹼・合成洗剤」の歴史を概説した後、調査対象とした約120年を、技術発展の過程と社会背景から次のごとく5期に区分して記述した章、及び考察、まとめ、あとがき等の章から構成される。

【調査対象期間とした約120年を五期に区分】

- 第Ⅰ期：石鹼時代 (第3章)
- 第Ⅱ期：合成洗剤黎明期 (第4章)
- 第Ⅲ期：普及期 (第5章)
- 第Ⅳ期：環境対応期 (第6章)
- 第Ⅴ期：成熟期 (第7章)

(注1) 消費者にとって識別が困難な日用品に対しては政令で指定してその品質を表示することが義務付けられている。洗剤関連では、洗濯用または台所用の合成洗剤・複合石鹼・石鹼、住宅用または家具用の合成洗剤・洗浄剤（主要な洗浄成分が酸またはアルカリ剤によるもの）、漂白剤、磨き剤（クレンザー）のように定められている。⁽⁵⁾

<参考資料>

- (1) Martin Levey “SOAP and CHEMICAL SPECIALTIES” December p53 (1957)
- (2) 日本油化学会編『界面と界面活性剤』p1日本油化学協会 (2005)
- (3) 同上 p17
- (4) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p13 朝倉書店 (2004)
- (5) 同上 p885

2 | 初期の石鹼・合成洗剤発展の歴史

2.1 石鹼の起源と国外における歴史^{(1) (2) (3)}

古代人が「モノを洗う」という営みを単に水だけでなく、「何かの剤」を用いて行ったとする記録は、古代ローマ時代の初期に「サポー (Sapo) の丘」で「不思議な土」が発見され、それは汚れをよく落とし、洗濯物が白く仕上がる土として珍重された、と伝説や聖書の記録は伝えている。この丘では羊を焼いて神に捧げる宗教的行事が行われ、火中に滴り落ちた羊の脂と草木を燃した灰（炭酸カリ）が、その場で固まり、あるいは雨に流され川に堆積した土の中に蓄積して、自然に「石鹼のようなモノ」が出来たと考えられ、Soapの語源もこの丘の名に由来している。

石鹼の作り方を記した最古の記録は、紀元前2500年頃のメソポタミア（現在のイラク南部）のシュメール遺跡から発見された粘土板〔図2.1〕であり、この粘土板に刻まれた楔形文字には、皮膚病に硫黄石鹼を使用することや、石鹼製造の処方が記録されている。⁽⁴⁾



図2. シュメールの粘土板⁽⁴⁾
(所蔵：コンスタンチノーブル考古学博物館)

8世紀にはイタリアやスペインなど、南ヨーロッパで業者による石鹼の製造が行われるようになり、手工業的な石鹼製造が各地で発達していった。それまで、北ヨーロッパにおいて獣脂と木灰（炭酸カリ）を原料としてつくられた石鹼は、濃い褐色で臭いのきつい軟石鹼であったのに対し、地中海沿岸ではオリーブ油と海草灰（炭酸ソーダ）を原料としたため、色も臭いも少ない、硬石鹼がつくられるようになった。9世紀にはこのような質の良い石鹼の集散市場として、フランスのマルセイユが非常に繁栄を遂げることとなり、中世から近世の初頭にかけてマルセイユの石鹼製造業はヨーロッパの石鹼業界において一世を風靡するものとなった。また、石鹼は洗浄の目的のみならず、紡績

や織物、染色、紙、皮革工業などにおける潤滑剤や分散剤としても多用され、産業の発展とともに石鹼工業としての地位を確立していった。

2.2 日本における石鹼の歴史^{(5) (6)}

日本における石鹼の歴史は明確ではないが、1543年にポルトガル人が種子島に漂着して鉄砲を伝えて以降、頻繁に異国人が来航しているため、そのときの献上物の中に石鹼もあったのではないかと考えられている。東京大学史料編纂所蔵の「神谷文書」には、石田三成が、博多の豪商神谷宗旦から慶長伏見地震の見舞に贈られたシャボンに対して礼を述べた書状〔図2.2〕がある。これは1596年（慶長元年）のことで、我が国の文書に「しゃぼん」の文字が記された最初とされる。

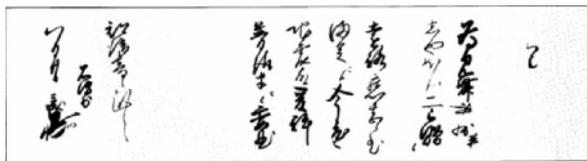


図2.2 石田三成のしゃぼん書状⁽⁶⁾
(所蔵：東京大学史料編纂所)

因みにシャボンの語源はスペイン語のxabonあるいはjabonがポルトガル的に訛って伝えられたものと言われている⁽⁷⁾。現在、使われている「石鹼」という言葉は、1606（慶長11）年、当時の明国から伝わった新語で、明の名医李時珍の『本草綱目』〔図2.3〕に記載がある。ただし、当時「石鹼」という語は所謂、今日の脂肪酸塩ではなく、灰汁（あく）を麦粉で固めたようなもので、胃腸の薬にしたり、饅頭を膨らませたり、或いは洗濯に使用されていた。⁽⁸⁾



図2.3 本草綱目 石鹼の部⁽⁹⁾
(所蔵：国立国会図書館)

明治以前の我が国の洗濯習慣では、泡の立つサポニンと呼ばれる成分を含む「無患子（むくろじ）」の果皮や「皂莢（さいかち）」の豆果〔図2.4〕⁽¹⁰⁾、アルカリ剤としての炭酸カリを含む灰汁などが主に使われており、渡来の石鹼は貴重品でそれを手にすることが出来たのは将軍や大名などごく限られた人達だけであった。



図2.4 左：むくろじ 右：さいかち

限られた一部の人々に使用されている段階では、進歩も発達も殆どみられなかった。また、日本に油脂原料が少なかったことや、化学技術の立ち遅れも石鹼の普及を遅らせた要因であった。⁽¹¹⁾

我が国の石鹼製造技術が目覚ましい発展を遂げたのは明治に入ってからのことである。それは、幕末に来日したシーボルト（P.F.Siebold）や明治初年に来日したドイツ人・ワグナー（G.Wagner）など外国の学者・技術者達の影響、及び初期の明治政府の殖産興業政策による官の研究機関や工業試験場における石鹼製造研究によるものであった。^{(12) (13)}

1872（明治5）年には、京都府知事から石鹼製造の命を受けた京都舎蜜局（せいみきょく）が、国内で最初となる工業的石鹼製造を開始した⁽¹³⁾。因みに「せいみ」とはオランダ語の「chemie」（化学）の発音を漢字化したものである。

また民間においては、フランス人写真師ボイルから石鹼の効用と製法を伝授された堤磯右衛門が現在の横浜磯子で、1873（明治6）年に堤石鹼製造所（図2.5）を開業したのをはじめ、大阪で春元重助が春元石鹼製造所、東京では堀江小十郎が鳴春舎、渡邊清の黻明舎、林庄九郎の東京石鹼試験所、更に長崎では品川貞五郎の又新舎、横浜でコッキング商会の石鹼製造所などが次々と開業されていった。



図2.5 堤石鹼製造所
（写真提供：横浜開港資料館）

こうした官民による旺盛な石鹼製造技術開発意欲により、我が国における石鹼工業の黎明期を迎えることとなった。^{(14) (15) (16) (17) (18)}

〔表2.1〕に明治初期における代表的な国産石鹼開拓者のリストを掲げる。

2.3 国外における合成洗剤の歴史^{(19) (20) (21)}

石鹼に代わる最初の化合物は1834年、ドイツのルンゲ（Runge）によって見出された。これはオリーブ油に35℃以下の温度で濃硫酸を作用させてアルカリで中和した硫酸化油である。洗浄能は劣るものの染料の分散能に優れており、トルコ赤染に使用されトルコ赤油（Turkey red oil）と呼ばれた。その後、1896年には、蓖麻子油の硫酸化油が作られ、これはロート油と呼ばれる。ロート油は染色助剤、柔軟平滑剤、農業用・金属工業用乳化剤、および切削油などに現在でも用いられている。

これらには油脂の二重結合あるいはOH基へのスルホン基あるいは硫酸エステル基が導入された、いわば半合成界面活性剤とも言うべきものが最初に実用化された。

第一次世界大戦（1914～1918年）の勃発とともに、ドイツは連合軍により海峡封鎖を受けたため、油脂資源の入手が困難となり、食用油脂にも窮する状況となった。当然のことながら、繊維工業等における洗浄剤をはじめ染色助剤、柔軟平滑剤など、工業用途としての石鹼の原料に使用できる油脂も極度に逼迫した。そのためドイツでは油脂に頼らない石鹼の代替となる界面活性剤の開発が急務となった。

1917年、BASFのグンテル（Günther F.）は、石炭を乾留したときに副生するナフタリンに濃硫酸とイソプロピルアルコールを反応させて得られる、ジイソプロピルナフタリンスルホン酸塩を開発した。しかし、この界面活性剤の分散・乳化・湿潤作用は優れていた

が、洗浄力が劣っていたため、大戦後、食糧事情の回復とともに洗浄用途としては再び石鹼に戻っていった。

ドイツにおいて油脂原料が窮乏した時期の石鹼には、澱粉や粘土、アルミナ珪酸ゲル、珪酸マグネシウム、炭酸ソーダ、珪酸ソーダ、燐酸ソーダ或いは漂白剤等、様々な添加物が用いられた。中には全く油脂原料を含有しない「脂肪なき石鹼」、言わば「Fatless Soap」或いは「Soapless Soap」が石鹼代用として使用された。しかしながら、こうした添加物類の幾つかが後の衣料用合成洗剤に応用されることになったのは興味深い。

西欧で、この時代には界面活性剤の分子構造として、炭化水素などの親油基と極性の高い親水基が同一分子として結合した化合物であることが必須条件として解明されていた。このような化合物を合成するための硫酸エステル化、スルホン化、エステル化、アミド化、縮合化等の基本的反応法も確立していたため、1920年代から1940年代にかけて、その多くがドイツの化学会社によって開発され、今日でも様々な分野で応用されている。

石鹼に代わって最初の合成洗剤に使用された界面活性剤はアルキル硫酸塩（Alkyl Sulfate：略号AS）であった。1928年にドイツのベーメ（Böhme）社のベルチュ（H.Bertsch）によって開発されたこの界面活性剤は石鹼に比べ、水への低温溶解性や耐硬水性、耐酸・耐アルカリ性、乳化、分散、浸透性が良好で洗浄力も優れた革新的な界面活性剤であった。こうした性能に関心をもったアメリカのデュポン（DuPont）とプロクター&ギャンブル（Procter & Gamble）社はドイツから技術を導入して、1933年には高級アルコール系洗剤として発売するに至り、当洗剤は家庭用の領域に広がっていった。

更に1930年、ドイツのI.G.社（Interessen-Gemeinschaft Farben IndustrieAG）のシェーラー（Schöller）によって開発されたポリオキシエチレンアルキルエーテル（Polyoxyethylene Alkylether：略号AE）は非イオン界面活性剤として、アルキル硫酸塩などイオン性のものよりも更に耐硬水性、耐酸・耐アルカリ性に優れ、溶液中で電解質の影響を殆ど受けずに界面活性能力を発揮できるという革新的な界面活性剤であった。

2.4 日本における合成洗剤の歴史

我が国における合成洗剤の開発研究は、その原料となる高級アルコールの採取法から始まった。合同油脂

（現日本油脂）から東京工業試験所（現独立行政法人産業技術総合研究所）に向向していた廣瀬正雄は、抹香鯨油の鹼化・蒸留による抹香アルコールの製法に関する特許を1927（昭和3）年3月に出願し、翌1928（昭和3）年1月には「蠟アルコール（高級アルコール）採取法」⁽²²⁾と題する特許を取得した。

一方、ドイツ・ベーメ社は高級アルコール硫酸塩の製造法に関する特許を自国に出願した（優先権主張1928年3月）。同社は自国以外の国にも出願を行い、日本への出願は1929（昭和4）年3月であった。そして翌1930（昭和5）年11月には「湿潤、清浄及分散剤トシテ織物工業、製革似類工業ニ於テ使用サル物質ノ製造法」⁽²³⁾と題する日本特許を取得した。更にベーメ社は、高級アルコール硫酸塩の応用特許に相当する「湿潤、浸透、起泡、乳化、分散、清浄方法」⁽²⁴⁾と題する日本特許をも取得した（出願：昭和4年8月、特許：昭和7年2月）。後にこれらの特許は我が国の洗剤関連企業を大いに悩ますことになる。

昭和6年から7年にかけて、前述のドイツ化学会社のほか、欧米において開発されたアルキル硫酸塩を中心とした新しい界面活性剤が次々と輸入されてきた。

第一工業製薬はこれらの分析・応用試験を行ったところ、従来の石鹼に比しはるかに優れた作用があることを認め、社運をかけ国内に先駆けて新洗剤の開発に取り組むことになった。原料となる高級アルコールについては、先の廣瀬の特許「蠟アルコール（高級アルコール）採取法」による製法の実用化が有利であることを見極め、その特許の所有者である日本油脂に譲渡を申し入れた結果、交渉は順調に運び第一工業製薬がこの特許所有者となった。

こうして第一工業製薬は、1934（昭和9）年には国内初となる高級アルコール系洗剤、「DKS100番」「DKS300番」を繊維工業助剤として販売するに至った。DKS300番は、輸入品の高級アルコール系洗剤と較べ安価な上、性能も遜色がなく、羊毛工業の原毛、トップ洗浄や人絹工業では精練、染色等の助剤として、従来の石鹼に置き替わり、繊維業界から大いに歓迎された。後にDKS300番は「ネオゲン」と改称され、1937（昭和12）年には「モノゲン」の商品名で家庭用の毛糸・毛織物用洗剤として発売され好評を博した。⁽²⁵⁾また、大阪酸素水（株）も1934（昭和9）年には、高級アルコール、及び高級アルコール系中性洗剤の製造を開始している。

一方、大日本油脂（現花王）は川上、麦島らの研究により、ヤシ油を高圧還元することによって高級アルコールを得ることに成功し、1935（昭和10）年には

「脂肪族高位アルコール製造法」⁽²⁶⁾の特許を出願し、1937（昭和12）年には特許登録となった。そして同年1935年に高級アルコール系洗剤として「エキセリンL」を商品化し、繊維工業界に大いに受け入れられた。

しかしながら1935（昭和10）年、これら高級アルコール製造方法に対してドイツのベーメ社から特許侵害の提訴がなされた。即ち、ベーメ社が1930（昭和5）年、日本において取得している特許「湿潤、清浄及分散剤トシテ織物工業、製革似類工業ニ於テ使用サルル物質ノ製造法」に抵触するというものである。そのため花王石鹼は、国内で類似の高級アルコール製造技術を開発していた合同油脂（現日本油脂）、大阪酸素水（現新日本理化学）、第一工業製薬と共に特許係争に入った。⁽²⁷⁾

この特許係争は1年余り続いたが、日本企業側はこれ以上争っても利あらずとの判断に至り、ベーメ社の当該特許を購入することとなり、後述する特許洗剤株式会社及び高压化学工業株式会社の設立に繋がっていくのである。

[図2.6]は、高級アルコール硫酸塩に関する特許の種類と周辺の動きを時系列的に整理したものである。

1950（昭和25）年2月、アルキルベンゼンのメーカーである米国のオロナイト・ケミカル（Oronite Chemical）社の技術者が来日し、関連業界大手企業を招いてアルキルベンゼンスルホン酸塩（ABS）を応用した合成洗剤の特性や製造法について説明会を開いた。ABSについては以前から研究していた企業もあったが、この説明会に刺激されてか、1950（昭和25）年から1951年にかけて日本油脂や花王、ライオンなど数社からABSを応用した洗剤「ニューレックス」「花王粉せんたく」「ライボン」などが次々と発売された。

油脂原料を使わないABS洗剤は「ソープレスソープ」とも呼ばれ、電気洗濯機の普及と相俟って石鹼市場にとって代っていくこととなる。

<参考資料>

- (1) 日本石鹼洗剤工業会編『油脂石鹼洗剤工業史（1990年代の歩み）』p11 日本石鹼洗剤工業会（2000）
- (2) 花王石鹼編『日本清浄文化史』p2 花王石鹼（1971）
- (3) 日本油化学会編『界面と界面活性剤』p16 日本油化学協会（2005）
- (4) Martin Levey “The Oldest in History” SOAP and CHEMICAL SPECIALTIES DEC. p53（1957）

- (5) 花王石鹼編『日本清浄文化史』p62 花王石鹼（1971）
- (6) 油脂化学産業の歩みと未来を考える交流会議編『油脂化学産業の発展と市民生活』巻頭 日本石鹼洗剤工業会（1996）
- (7) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p18 朝倉書店（2004）
- (8) 日本石鹼洗剤工業会編『油脂石鹼洗剤工業史（1990年代の歩み）』p16 日本石鹼洗剤工業会（2000）
- (9) 小林・服部『花王石鹼五十年史』p137 花王石鹼（1940）
- (10) 花王石鹼編『日本清浄文化史』p14 花王石鹼（1971）
- (11) 日本石鹼洗剤工業会編『油脂石鹼洗剤工業史（1990年代の歩み）』p16 日本石鹼洗剤工業会（2000）
- (12) 同上 p17
- (13) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p8 朝倉書店（2004）
- (14) 日本油脂工業会編『油脂工業史』p16 日本油脂工業会（1972）
- (15) 油脂化学産業の歩みと未来を考える交流会議編『油脂化学産業の発展と市民生活』p2 日本石鹼洗剤工業会（1996）
- (16) 小林・服部『花王石鹼五十年史』p191 花王石鹼（1940）
- (17) ミヨシ油脂編『ミヨシ油脂八十年史』p3 ミヨシ油脂（1966）
- (18) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』p1 ライオン油脂（1979）
- (19) 日本油化学会編『界面と界面活性剤』p17 日本油化学協会（2005）
- (20) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p17 朝倉書店（2004）
- (21) 小林・服部『花王石鹼五十年史』p122 花王石鹼（1940）
- (22) 特許第75182号（1928）
- (23) 特許第89346号（1930）
- (24) 特許第94633号（1932）
- (25) 第一工業製薬編『第一工業製薬八十年史』p53 第一工業製薬（1990）
- (26) 特許第121619号（1937）
- (27) 花王編『花王史100年』p140 花王（1993）

表2.1 明治初期における国産石鹼の開拓者

ワルシュ・ワグナー工場 (長崎)	1868 (明治元)	Gottfried Wagener(1831-1892)明治元年に來日したドイツ人で、20年余り官界・民間の諸工業の発展に尽力し、我が国の化学工業の父と言われている。アメリカ人ワルシュの石鹼工場設立事業に参加し、長崎にて工場を開き工業的生産を試みたが、需要が無いため損失を重ねて閉鎖した。設備、技術には何ら問題なかった。
黻盟舎 (東京)	1870 (明治3)	渡辺清の創業。当初は洗濯ソーダを製造。工部局技師宇都宮三郎の指導で、赤松則強が石鹼製造に成功したのは明治6～7年頃。明治9年、黻盟舎は「牛込舎」と改称、明治23年(1890)安永鉄造が経営を引き継いだ。安永舎は大正6年(1917)消滅したが、安永舎で育った三木巳之吉により、三木石鹼工業所から現ミヨシ油脂へと受け継がれた。
又新舎 (長崎)	1872 (明治5)	明治5年、酒問屋・品川貞五郎が長崎で設立。商才に富み、宣教師ヘンリー・スタウドの薦めにより石鹼製造を試み成功。明治10年(1877)にはその製品を上海に輸出するまでに至った。
堤石鹼製造所 (横浜)	1873 (明治6)	尚、又新舎の石鹼工場にいた吉村又作は、後に吉村石鹼工業所を興し、その長男吉村又一郎は後、三木巳之吉とミヨシ石鹼工業所を共同で設立する。
コッキング商会(平沼石鹼製造所) (横浜)	1873 (明治6)	横浜の堤磯右衛門による創設。堤は横須賀造船所の工事監督として勤務中、フランス人の写真師ポイルから石鹼の効用と製造法の概略を教わったことが石鹼製造を志すきっかけとなった。造船所では、進水式に石鹼を使用するたため、石鹼製造技術者もいた。屋敷内に実験所を設け、何度も失敗を重ねた末、漸く石鹼の製造に成功。早矢仕有的(丸善の創業者)の技術的援助を得て、明治6年石鹼製造所を横浜三吉町に創立。明治27年(1894)に廃業するまでの22年間、当時としては最も有力で生命の長かった企業であったことから、堤磯右衛門を我が国石鹼工業の創始者と見る人も多い。横須賀造船所では榎本武与(たけとも)；榎本武揚の兄)も在勤したことがあり、後に石鹼製造に関わることになる。明治14年、大蔵卿松方正義の幣制整理によりデフレが起こり、堤石鹼製造所は大打撃を受けた。
東京石鹼試験所 (東京)	1873 (明治6)	イギリス生まれの原料輸入商コッキングが平沼でかなり手広く石鹼製造に従事。
江水舎 (東京)	1875 (明治8)	林庄九郎が熊本の舎蜜社の外人から石鹼製造の技術を学び、明治6年(1873)5月、本所区柳原に石鹼試験所を設立、同年四方田敬直とともに石鹼製造に着手。明治10年(1877)、林は本所区亀沢町で「石鹼及びゴム引合羽製造業」に、四方田は浅草の石鹼製造「象潟舎」の代表となり、それぞれ発展した。
鳴春社 (東京)	1876 (明治9)	榎本武与の創設。榎本武揚が函館戦争で敗れ入獄中、オランダ書から石鹼、蠟燭、焼酎などの製法を訳し、これらを活用して失職の家臣に授産の法を与えることを兄武与(たけとも)に勧めた。後にロシア公使として赴任した際、部下の大岡金太郎にロシアの石鹼事情を調べさせ、ヤシ油石鹼の製造秘法の伝習を100ルーブルで受けさせた。武揚は明治11年(1878)に帰国したが、フランス製石鹼製造機械を持ち帰って武与に与え、わが国機械練り石鹼の第1号を製造した。
春元石鹼製造所 (大阪)	1879 (明治12)	旧徳島藩士堀江小十郎が明治9年に東京で創立。外国人に頼らず、横浜の堤石鹼工場の村田文助を招いて技術を取り入れた。ここから後の優れた技術者村田亀太郎を輩出。また、ライオンの創始者、小林富次郎も青年時代、堀江の鳴春社で石鹼技術を学んだ。
天野石鹼曹達製造所 (東京)	1879 (明治12)	大阪の菓種商で海外商館とも関係があった春元重助は明治4年に石鹼製造の研究を始め工業化に着手し、明治12年(1879)6月に石鹼製造所を創設した。明治16年(1883)に、経営難に陥っていた贅付け製穀造業の熊谷勉造の工場を合併し、更に石鹼製造を拡大した。熊谷の工場設立は明治8～9年頃。
鳴行舎(播磨石鹼製造所) (神戸)	1880 (明治13)	天野弁吉が創業。西洋洗濯業用の特殊石鹼を製造。現在の平野油脂㈱に継承。

主 体	年	1927 昭2	1928 昭3	1929 昭4	1930 昭5	1931 昭6	1932 昭7	1933 昭8	1934 昭9	1935 昭10	1936 昭11	1937 昭12	1938 昭13	1939 昭14	1940 昭15	1941 昭16
廣瀬正雄・合同油脂 ドイツ・ペーメ社日本で特許取得 ベーム社日本で特許取得 (後に関連特許と共に三井物産に 譲渡。更に昭和13年2月に日本油 脂に譲渡)		③	③	③						→						
廣瀬正雄・第一工業製薬																
花王石鹼																
ペーメ社が日本企業を提訴 特許洗剤株式会社 第一工業製薬・花王石鹼・合同 油脂・大阪酸水素/(後に資生 堂、ミヨシ化学興業が参加)																
第一工業製薬																
ドイツ・ペーメ社(日本油脂に特 許を譲渡)/第一工業製薬																
第一工業製薬 第一工業製薬 花王・日本油脂 第一工業製薬 花王石鹼 花王石鹼・日本油脂/第一工業製 薬																
特 許 関 連																
製品・経営																

合同油脂は昭和12年日本油脂に改称
○の中の数字は月を示す(特許関連は出願月を示す)

図2.6 高級アルコール硫酸エステル塩に関する特許と周辺の動き

3 | 第 I 期 - 石鹼時代 - 1873年～1937年(明治6年～昭和12年)

本稿においては、我が国の衣料用洗剤の技術発展過程及び社会背景を5つのステージに分けて捉え、その第 I 期を「石鹼時代」と命名した。また第 I 期の期間は、国内石鹼の実質的な工業生産の幕開けとなった1873(明治6)年から、第 II 期の「合成洗剤黎明期」初年とする1937(昭和12)年までの64年間とした。

尚、我が国の石鹼工業の発展の歴史を辿る資料として「花王石鹼五十年史」(小林良正、服部之総著1940年)が極めて詳しく、また行き届いた検証もなされているため、引用が頻繁になったことを最初にお断りしておく。

3.1 時代の背景

ペリー(Matthew Calbraith Perry)が率いる黒船艦隊の来航により開国を迫られた江戸幕府は1858(安政5)年、アメリカを皮切りにオランダ、ロシア、イギリス、フランスと次々に修好通商条約を締結した。そして翌年の1859(安政6)年には函館、新潟、横浜、神戸、長崎が開港となり、220年間に及ぶ鎖国はここに幕を閉じ、海外との貿易が本格的に始まることとなった。⁽¹⁾

こうして海外の珍しい品物や新しい技術が入るようになり、その中には生活用品としての石鹼あるいはマッチや写真、石鹼などに関する新しい化学技術も含まれていた。

第1章で初期の石鹼の歴史を概説したが、西欧における石鹼産業に決定的な技術革新と近代工業化をもたらしたのは次の三つの要因とされている。

(1) 人工ソーダ製造法の発明^{(4)・(5)・(6)}：1790年、フランス人ルブラン(N. Leblanc)がソーダ灰(Na_2CO_3)の製造法を完成し、石鹼や繊維、ガラス産業をはじめ近代化学工業に絶大な影響を与えた。この製造法はフランスでは1812年、イギリスでは1814年に工業化され、特にイギリスではソーダが永年にわたり輸出産業として国の経済に好影響をもたらした。また1866年、ベルギーのソルベー(E. Solvay)はアンモニア・ソーダ法を完成し、ソーダ灰の製造効率を一気に高めることに成功した。ルブラン法によるソーダの純度が36%に対し、ソルベー法のそれは98%以上とされる。これによりソルベー法を採用する企業が増えていくこととなる。尚、苛性ソーダはソーダ灰に石灰を処理して得られる。

(2) グリセリンの発見^{(2)・(3)}：1779年、スウェーデン人シェーレ(K.W. Scheele)が、所謂「油脂の甘い原素」を発見し、1784年には他の油脂から同じ物質を採取することに成功した。この物質は後にシュブール(M.E. Chevreul)によって「グリセリン」と名付けられたが、これを石鹼廃液から回収するようになったのは1858年以降のことである。石鹼産業から見ればグリセリンは副産物であるが、毒性が殆ど無く、吸水性や保湿性が強い化粧用品や医療分野に貴重な物質となり、石鹼事業にとってもグリセリンの回収は重要な位置付けになっていく。

因みに1847年にはソブレロ(Sobrero)がニトログリセリンを発見し、1863年にノーベル(A.B. Nobel)がその爆発性能を発見し、1866年、ダイナマイトの発明に成功した。⁽⁴⁾

(3) 油脂成分の解明^{(2)・(3)}：1811年、フランス人シュブールは油脂の化学的組成を脂肪酸とグリセリンとの結合物であることを解明し、石鹼製造技術に対して画期的な貢献を果たした。これにより石鹼の製造は従来の経験的技術から科学的技術へ移行していった。

明治8年(1875)、川本幸民の「化学読本」は石鹼が脂肪酸と塩基との化合物であること、更に油脂が脂肪酸とグリセリンとの結合物であることを我が国で初めて紹介した文献として知られている。⁽⁷⁾ 国内においてこうした国外の技術や知識が広く普及するのはまだ先のこととなるが、明治の文明開化とともに政府の積極的な殖産興業政策により、石鹼についても官民による取り組みがなされた。

3.2 明治初期の石鹼製造技術と社会背景

(明治6年～明治10年代初頭)

前述したように、我が国において石鹼の工業的生産(手工業の域は出ていない)が始まったのは明治維新初期であり、代表的な国産石鹼の開拓者を[表3.1]に掲げた。それ以前にも蘭医家により医薬用石鹼が自家製造されていたが、それは患者の治療に供するもので、この時期においては未だ石鹼を洗浄目的で用いる需要は殆どなかった。⁽⁸⁾

[表2.1]に見られるように、明治元年、長崎で開設したワルシュ・ワグナー工場は、設備・技術に何ら問題なかったにも拘らず、石鹼の需要がなかったために損失を重ねて閉鎖に追い込まれた。

国産石鹼に先行して市場に現れたのは輸入による石鹼である。明治初期における石鹼の輸入量は、[図3.1]に示すように右肩上がりに増えており、なかでも洗濯石鹼の輸入額の方が化粧石鹼のそれよりやや多いことが分かる。化粧石鹼の輸入数量は明治29（1896）年まで記録が見あらず不明であるが、明治30年以降は記載が見られる。⁽⁹⁾

一方、洗濯石鹼の輸入数量は明治9（1876）年においてほぼ400トンであり、またこの時期には国産の石鹼も出回り始めた頃であるが、庶民が石鹼を手にすることが出来るようになるのはかなり先のことである。この時代の洗濯には、灰汁や阜莢（さいかち）の豆果、無患子（むくろじ）の果皮などがもっぱら使われていた。

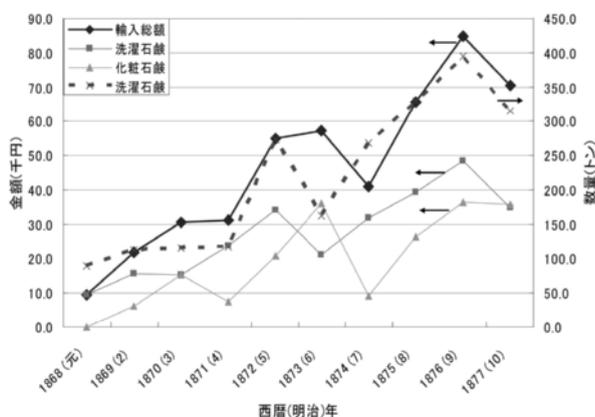


図3.1 明治初期の石鹼輸入量⁽⁹⁾
(大蔵省編『外国貿易46年対照表』による)

1868（明治元年）年の明治維新により旧態の制度が改廃されるに及び失職した武士階級、志を得なかった知識人たちの中に、今で言う起業を志す人達が現れてきた。[表2.1]に示した明治初期における国産石鹼開拓者の中にそれを見ることが出来る。表中、堤石鹼製造所の創立者である堤儀右衛門にあっては、明治5年11月のこと、税関にて石鹼の輸入額が年々3万円を超えていることを知り^(注1)、「輸入を防ぎ国益を興す一端にも」と発奮し、石鹼事業を始めたとされる。⁽¹⁰⁾

国産石鹼製造の第一人者とされる堤儀右衛門による原価計算の記録から当時の技術水準を窺い知ることが出来る。

【原価計算例】⁽¹¹⁾

ヤシ油	百斤	13円
引取		25銭
曹達		5円75銭
精葉	その他	2円50銭
人足		1円50銭
箱代	15ヶ	87銭 5厘
積出し		50銭

ノ		24円37銭 5厘
売上	15箱	30円
差引利益		5円62銭 5厘

この原価計算例からは、ヤシ油100斤（1斤^(注2) = 120匁 = 450g）から15箱の石鹼を得て、1箱2円で売るとして30円の売上が立ち、経費を差し引いて5円62銭5厘の利益が出るというものである。

ここではヤシ油以外の原料についての数量記述がなく、従って数量原単位は不明であるが、石鹼の製造方法としては、釜にヤシ油とソーダ水溶液を仕込み、直火で煮焚きする直接鹼化法によったものであろう。

また次のような処方方の記録もある。

【処方事例1】⁽¹²⁾

牛脂	正味	六貫九百目
椰子	正味	一貫四百目
ポットアス	二十	四斗五升
食塩曹達	二十七	三升

これは今日の単位に換算すると次のようになる。

牛脂	正味	93.375 kg
椰子	正味	16.5 kg
ポットアス	20%モノ	81.0 l
食塩曹達	27%モノ	5.4 l

(貫=15kg、目=匁=3.75g、斗=10升=18 l)

【処方事例2】⁽¹²⁾

牛脂		十二貫六百二十目
椰子		二貫四百目
上曹達	二十	七斗五升
食塩曹達	二十七	一斗五升

今日の単位では、

牛脂		182.325 kg
椰子		31.5 kg
上曹達	20%モノ	135.0 l
食塩曹達	27%モノ	27.0 l

これら処方事例1、2における反応は、いずれも油脂とアルカリ剤を混合し、直焚きによって石鹼を得る鹼化反応 [図3.2] である。釜もそれほど大きなものではない。

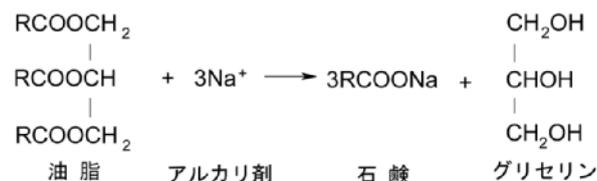


図3.2 鹼化反応

上記の処方事例1と2の相違点はアルカリ剤の種類と食塩の量に見られ、そのため得られる石鹼の性状は異

なったものであろうと筆者は推測する。

即ち、事例1ではカリウムを用いているので鹼化反応によりカリ石鹼が出来る。数日間、静置・放冷後、二相に分離した上層の石鹼部を回収。塩析は行われていないため、回収した石鹼生地には、まだかなりのグリセリンが含まれており、乾燥後の石鹼がいくらかでも硬くなるようにするため食塩を加えているものと見受けられる。

一方処方事例2では、最初からナトリウム石鹼を作り、塩析を行ってグリセリン部を分離・除去しているため、事例1で得る石鹼の硬さに較べると、事例2のものはより硬く、純度の高い石鹼が得られる。

この時期の国産石鹼においては、原料油脂の精製をはじめ、鹼化反応後の不純物の分離、除去等の技術レベルはまだ低く、色・臭いも、今日我々が使用している石鹼とはかけ離れた品質のものであったことは想像に難くない。

製造技術面では、榎本武揚の兄である武与の創設による江水舎（表2.1参照）が明治11（1878）年にフランス製の石鹼製造機械を導入し、我が国で第1号となる機械練り石鹼を製造したが、加熱技術としては直焚きで未だ蒸気加熱は普及していなかった。これは我が国の生活水準が低く石鹼の需要が少なかったため、生産性や品質の向上に対する意識が低かったことにもよる。⁽¹⁴⁾

西欧で蒸気加熱鹼化釜が普及し始めたのは1830年代末のことで、1870年代には蒸気加熱によるが鹼化釜が一般的であり、また米国でも1860年から1890年にかけて普及したが、日本での導入はまだ先のことである。

蒸気加熱によるメリットは、(1) 大量生産が可能 (2) 燃料の節約 (3) 作業性の向上 (4) 熱量調整がコントロールし易く石鹼の品質を向上出来るとされる。⁽¹⁵⁾

3.3 石鹼工業の発展

明治10年代初頭～明治20年代初頭

明治6（1873）年、堤儀右衛門が石鹼製造所を創業した頃における石鹼工場の数是国内に3工場であったが、明治8年には7工場で生産額2万円、明治12（1879）年には18工場、生産額10万円となり、この年の輸入額60,718円を抜くまでになった。更に、翌明治13年には京浜に12、阪神5、その他4の計21工場が広く分散した地域に設立された。^{(9) (16)} こうして漸く、国産石鹼が本格化してきた時期でもある。

しかし明治14（1881）年、大蔵卿の松方正義が紙幣整理を断行したため国内は経済不況に陥り、この時代

は至る所で粗製乱造がはびこり、石鹼も例外ではなかった。即ち、明治16（1883）年頃から低質なヤシ油に多量のアルカリと水を吸収させる「ヤシ油速製石鹼」^(註3) 時代を迎えることになる。この粗製乱造・安物石鹼の横行により内需は衰え、中国向け輸出が漸減する等、これまで営々と市場を築き上げてきた国内の石鹼製造者は深刻な打撃を蒙ることとなった。[図3.3] に示すように堤石鹼製造所の販売高が明治15年以降急下降を辿るのは、この影響を受けたものと解される。⁽¹⁷⁾

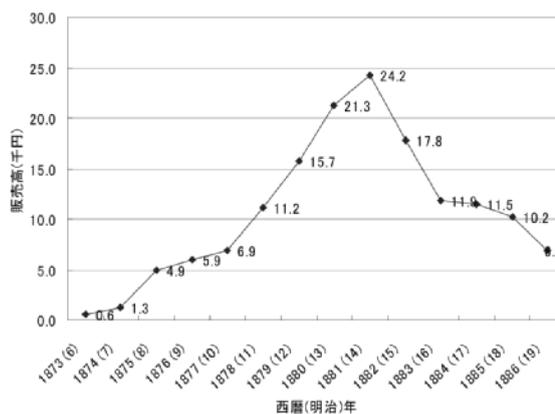


図3.3 堤石鹼製造所の石鹼販売高 (17)

[表3.1] の関東地区の石鹼工場における職工数の変遷からも、その影響の大きさを見ることが出来る。

表3.1 石鹼工場の職工数の変遷⁽¹⁸⁾

	[人]																					
(明治)	1877 (10)	1878 (11)	1879 (12)	1880 (13)	1881 (14)	1882 (15)	1883 (16)	1884 (17)	1885 (18)	1886 (19)	1887 (20)	1888 (21)	1889 (22)									
東京石鹼社	9	-	-	-	-	82	50	25	-	-	10	-	13									
牛込舎	-	5	15	-	-	-	20	8	-	-	2	-	-									
町田鉄三郎	-	-	-	-	-	7	6	2	-	-	-	-	-									
鳴書舎	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	8									

(東京府統計書（明治10年）による)

明治10年代、国内最大規模の石鹼会社である東京石鹼社の職工数は、明治15年の82人から翌年には50人、翌々年25人と激減しており、生産規模の縮小を余儀なくされたことが窺える。

このように明治10年代の後半、粗製乱造のヤシ油速製石鹼は業界を大いに混乱させはしたが、これにより従来の蘭医学の伝承的技術を受け継いできた石鹼製造法に代わる、いわば職人的技術が育つこととなり、新たに石鹼工場を創業する人達が現れた。

彼らは第二次国産石鹼開拓者とも言うべきグループであり、そのリストを[表3.2]（章末）に掲げる。^{(19) (20) (21)}

こうしてヤシ油速製石鹼の反動から、今までには見られない取り組みが出てきた。吉村又作は綿実油から絹練石鹼やマルセイユ石鹼^(註4)を創り出し、明治20（1887）年、「綿実油を主原料とする絹練用の曹達石鹼の製造」特許を申請したが、外国の文献に記載がある

との理由で却下されている。⁽²²⁾

更に〔表3.2〕から見られるように、安永舎出身の三木巳之吉と吉村石鹼工場出身の吉村又一郎が第一次大戦後の不況下、二人で協力して新たに石鹼事業を興すことで意気投合し業務提携を経た後、共同出資の新会社「ミヨシ石鹼工業合資会社」を興すに至った。⁽²³⁾

余談ながら社名「ミヨシ」の由来が、三木と吉村の頭文字から取ったであろうことはこの歴史を学んで見出した次第である。

明治10年代初頭、国産石鹼の生産量が次第に増えてはきたが、石鹼の輸入も続いていた。〔図3.4〕に明治11年から明治22年までの石鹼輸出輸入額を示す。

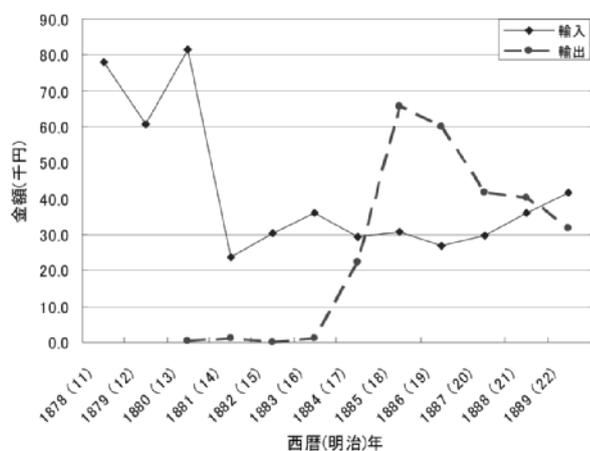


図3.4 石鹼の輸出・輸入額⁽²⁴⁾

(大蔵省編『外国貿易46年対照表』による)

〔図3.4〕から明治14(1881)年以降、輸入額が激減していることが判る。これは前述の紙幣整理による不況の効果と見ることが出来、この間に粗製のヤシ油速製石鹼が、都市から地方まで市場を広げていった。更に明治17(1884)年から輸出が顕著になるが、この大部分はヤシ油速製石鹼であり、その品質からして明治18(1885)年以降、中国市場でさえ受け入れられなくなっていく。⁽²⁵⁾

明治元年から大正2年までの石鹼の輸出・輸入額統計⁽⁹⁾は、大蔵省編『外国貿易46年対照表』で見ることが出来るが、同時期の国内における生産統計は記録がなく、唯一、堤石鹼製造所の記録により全国の生産量を推定している例が見られる。⁽²⁶⁾

明治21(1888)年、当時の代表的な石鹼製造業者であった鳴春舎の堀江小十郎^(註5)は、こうした粗悪品の乱造・乱売の状況に危機感を抱き、「斯界の統一改良を画す」ことを目的に同業者組合の結成を呼びかけ、1890(明治23)年に東京石鹼製造業組合を設立した。このときの設立メンバーは東京で35工場に達しており、速製石鹼の製造業者を含めて全国で80~90と見ら

れている。⁽²⁷⁾

石鹼製造に関して明治10年代初頭から20年代初頭にかけて様々な試みはあったが、特筆すべき技術革新は見られない。当時の石鹼製造作業の様子は〔図3.5〕に示すように、鹼化釜は直焚きで攪拌はもっぱら人力によるものであった。



図3.5 鹼化釜と攪拌作業⁽²⁸⁾

一方この頃、蒸気加熱を導入したところは、平沼石鹼製造所(横浜ッキング〔表2.1〕参照)が明治23(1890)年、江水舎が明治25年、神戸鳴行舎が明治30年以前と言われ⁽²⁹⁾、全体として工業化の技術レベルは欧米に比べ大幅に遅れをとっていた。

3.4 原料事情

石鹼の製造に欠かせない油脂とアルカリ剤原料はどのような事情であったのだろうか。

油脂については例えば、ヤシ油、パーム油、綿実油、牛脂、蛹油等が実用に供されている。⁽²²⁾⁽³⁰⁾ヤシ油の入手は輸入に依存したが、明治16(1883)年以降は統計があり、その一部を〔図3.6〕に示す。

図から見られるとおり明治16年以降、ヤシ油の輸入量が急増しており、ヤシ油速製石鹼が乱造されたことが窺える。しかし余りの品質の悪さにこの乱造は長続きせず、明治21年をピークにヤシ油の輸入も激減していく。

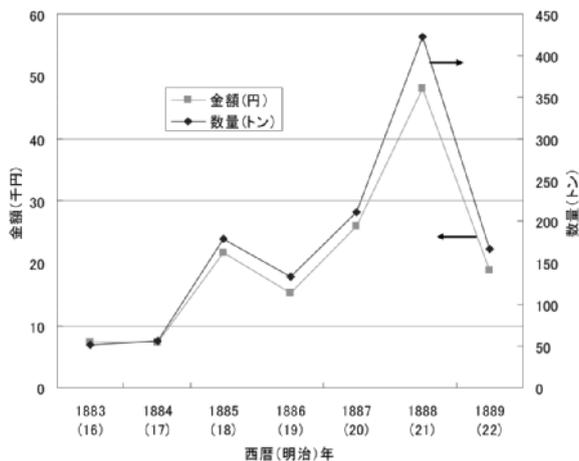


図3.6 ヤシ油の輸入量⁽³¹⁾
(大蔵省編『外国貿易46年対照表』による)

一方、炭酸ソーダ（ソーダ灰）や炭酸カリウム、苛性ソーダなどのアルカリ剤については、当初は輸入に頼るほかはなかった。日本におけるソーダの製造は明治13（1880）年、印刷局が西川虎之助の指導を受け、芒硝や塩酸、ソーダ、晒粉等を製造したのが最初であり、恐らくルブラン法^(注6)によったものと言われる。⁽³²⁾ルブラン法からは炭酸ソーダが得られ、これを石灰で処理して苛性ソーダにすることが出来る。

国内においてソーダの製造が普及することはなく、需要の殆どは輸入に依存していた。⁽³²⁾因みにこの時期における苛性ソーダの輸入量は〔図3.7〕の如くである。

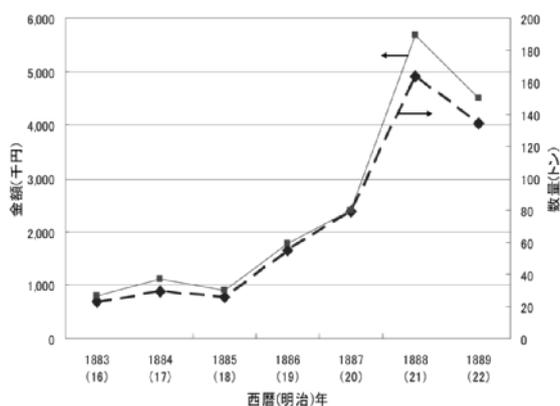


図3.7 苛性ソーダ輸入量⁽³³⁾
(大蔵省編『外国貿易46年対照表』による)

〔図3.7〕から見られるとおり、苛性ソーダの輸入量は明治19年から急激に増えており、明治21年をピークとしているのは、ヤシ油速製石鹼の生産量と相関して増減したものと思われる。また、苛性ソーダの単価はキログラム当たり3.8円であり、価格は安定していたようである。

3.5 明治後半の石鹼工業

明治20年代初頭～明治40年代初頭

明治10年代の経済不況や粗製・乱造石鹼の出現により、石鹼事業が本格的な近代工業化を確立するのはまだ先のことになる。前述のヤシ油速製石鹼は都市から地方まで石鹼の普及を広めはしたが、それはしばしば実用に耐えず、また皮膚を傷めるような粗悪品であった。

特に化粧石鹼においては輸入品とは対抗できず、〔図3.8〕に見られるごとく1900（明治33）年以降、化粧石鹼の輸入額は著しく増加している。

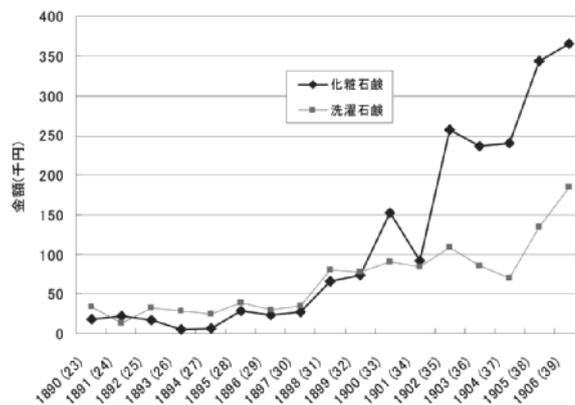


図3.8 化粧石鹼・洗濯石鹼の輸入額⁽⁹⁾

明治23（1890）年に第3回内国勸業博覧会が開催されており、石鹼の出品者は38名、石鹼出品数は327点に及んだ。⁽³⁴⁾この博覧会の審査報告によれば、出品された石鹼は、(1) 化粧石鹼 (2) 洗濯石鹼 (3) 薬用石鹼 (4) 軟石鹼の4種類に大別され、出品数はそれぞれ、298、27、1、1点で化粧石鹼が圧倒的に多い。また化粧石鹼298点の地域別内訳を見ると、大阪（124点）と東京（107）に集中しており、以下、神奈川（28）、兵庫（21）、長崎（8）、名古屋（5）、他（5）と続く。一方、洗濯石鹼27点の地域別内訳は、東京（16点）、神奈川（5）、兵庫（3）、大阪（2）、他（1）である。

更に審査報告は、それらの化学的分析結果から品質にも言及しており、総じて「品質精良にして、実用上、完全と認むべきもの甚だ少なし」と断じている。その理由として、過剰の遊離アルカリ、遊離脂肪酸、水分、水に不溶な塩類等を含有している点を挙げている。また、放置しておくとも表面に白く粉を噴くもの、潮解するものありと指摘している。洗濯石鹼については、綿布や物品を洗うだけのものであるから、品質が清純であるよりはむしろ価格の安いことが必要としている。

国産石鹼の製造が始まってから16、7年経つが、い

まだに蘭医家の製造法の延長線にあるが如き製造技術であり、まだレベルは低いと言わざるを得なかった。

しかし、我が国の石鹼業は明治25（1892）年以降、次第に手工業から一步踏み出すような動きを呈していく。例えば、江水舎では冷製ヤシ油石鹼^(註7)を蒸気動力によるロール機械練りで本格的な製造を開始し、これは漸次普及していった。従来の煮沸による石鹼が、乾燥に凡そ一ヶ月間、人手と場所も要するのに対し、反応熱を利用したこの製法では、木枠に入れた石鹼生地を毛皮や毛布などで周囲を覆って一、二昼夜をかけ自然鹼化させ、乾燥は数日で充分とされ、石鹼の製造期間短縮と経費節減を実現し、石鹼企業に利益をもたらした。⁽³⁵⁾

一方、政府においても石鹼製造技術の機械化に関心を持ち、明治27（1894）年に農商務省がドイツ製石鹼製造機械を購入し、安永舎に貸与したという。⁽³⁶⁾ また、大阪地区におけるヤシ油冷製、機械練製法の普及は明治36（1903）年以降とされる。

しかしながら、これら冷製石鹼は過剰の遊離アルカリを吸収させるために安価な澱粉を増量剤として加えるものが出てきて品質を損なうこととなり、結局は信用を失い、機械練り及び冷製石鹼の元祖、江水舎は姿を消す結果となった。⁽³⁵⁾

先述の粗悪なヤシ油速製石鹼を追放するために東京石鹼製造業組合を結成した堀江小十郎は、機械練り石鹼、冷製石鹼の横行に対しても、明治34（1901）年に「東京機械練り石鹼製造業組合」をつくり、澱粉入り粗製乱造による競争自粛を申し合わせている。⁽³⁷⁾

このように国内では粗悪な石鹼が横行し、国産石鹼に対する人々の信用を失墜させた反面、石鹼の使用が広く普及するきっかけとなったことは否めず、事の良し悪しの判定は下し難い。

明治27、28年の日清戦争以降、日本の近代化が進展したことも石鹼や化粧品等への需要を一般化させたと言われる。

明治35（1902）年には、初めて浮石鹼なるものが輸入された。硬くて水に沈む石鹼は高価であるのに対し、浮石鹼は気泡を混合した石鹼であり、硬石鹼に較べ安価なため忽ち流行することとなった。人々が良質な石鹼を求めていた時流に乗ったことも受け入れられた要因である。

国内では明治37（1904）年、大阪の粟津久治郎と萩原辰蔵がこの浮石鹼の製造に成功し、人気を博した。また明治40（1907）年には、三輪善兵衛の東京丸見屋（後のミツワ石鹼）が「ミクニ浮石鹼」を、翌41年には長瀬商店（現花王）が「ホーム浮石鹼」を製造、販

売した。更にリバー・ブラザーズ社の尼崎工場も「サンライト浮石鹼」「スワン浮石鹼」を製造するに至った。⁽³⁸⁾ 後述するが「ミクニ浮石鹼」はその新聞広告の文面により、業界の物議をかもしることとなる。

浮石鹼が斯くも流行したのは、不徳な業者が澱粉による冷製石鹼の増量を行い、品質に対する人々の信用を失ったことによるが、機械練り石鹼でも鹼化後のチップに安価な澱粉を増量剤として使う業者が現れ、機械練り石鹼は人々の反感を買うことになった。機械を用いること自体が、石鹼の品質を悪くするものでないことは言うまでもない。

これに対して長瀬商店の「花王石鹼」と丸見屋の「ミツワ石鹼」は質の良い粹練り石鹼^(註8)を製造し、市場で支持され発展していくこととなる。

明治時代の石鹼製造技術者のなかで特筆すべき人物の一人は村田亀太郎であろう。村田亀太郎の名は既に[表2.1]の鳴春舎に見られるが、そこを辞した後、今日の花王、ライオン等に招かれて石鹼の製造技術を伝授した人物である。村田の略歴を記すと次のごとくである。^{(42) (43)}

1882年 18歳の時、越前（現福井県）三国村から上京し、堀江小十郎の鳴春舎に入社。当時、支配人は小林富次郎（現ライオン創業者）であった。

1889年 独立して新宿の旭町天龍寺脇に石鹼製造所をもつ

1890年 長瀬富郎（現花王の創業者）に乞われ、長瀬商店の専属製造所となり、留型の石鹼や歯磨を製造。

1902年 長瀬商店の新工場（南葛飾郡吾妻村請地）建設に伴い、工場長に招かれ就任。

1904年 長瀬商店を辞し、堀江と富次郎らの出資を得て上海に進出し、豊泰洋行なる石鹼工場を設立するが、失敗に終わる。

1906年 富次郎の資金援助により米国カーク商会へ派遣され、米国の石鹼製造の最新技術やグリセリンの回収・精製技術、更に浮石鹼の製法を習得して帰国。富次郎に浮石鹼の製造を強く勧めたが、断られる。

1907年 丸見屋商店の三輪善兵衛を説いて「ミクニ浮石鹼」を発売するが、ミクニ石鹼事件^(註9)を起こすこととなる。

1909年 村田製造所の運営に富次郎が参画し、小林商店から大塩貞治が派遣される。

1910年 二代目富次郎と共同出資で「合資会社ライオン石鹼工場」を設立、代表社員となる。

1914年 健康を害し、代表社員を辞す。

1921年 57歳で没す。

以上のように、村田亀太郎は我が国の石鹼製造技術発展を担った第一人者として認識されよう。そして村田を米国に派遣して石鹼製造の最新技術、ノウハウを学ばせ、また終始、彼を支援し続けた初代小林富次郎は、村田を自社に囲い込むのではなく、我が国石鹼業界全体の技術向上を意図していたことが窺われ、その使命感と度量の大きさに感銘を覚える。

明治30年以降に発足した新しい石鹼メーカーは〔表3.3〕に掲げる通りである。

こうして我が国も石鹼の製造技術が次第に向上すると共に、〔表3.3〕に掲げた石鹼メーカーの中には、機械練装置（圧出機、型打機、捏練機）やボイラー、動力エンジン、蒸気鹼化釜、オートクレーブなどの機械或いは設備を導入するところが現れ、石鹼製造における効率化や品質向上、生産量の増大を図っていくこととなる。

明治38（1905）年以降における石鹼の需給を〔図3.9〕に掲げる。

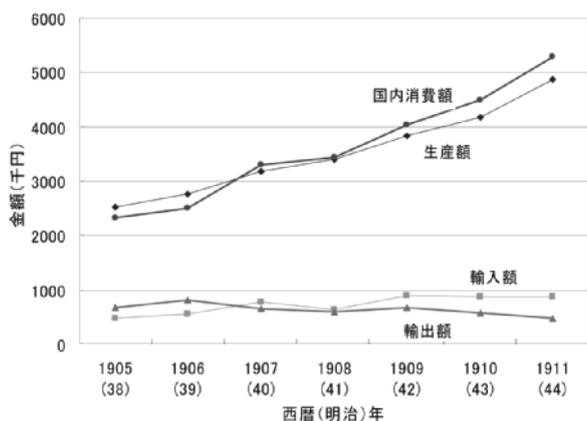


図3.9 石鹼の需給⁽⁴⁵⁾

〔農商務省統計表〕「外国貿易46年対照表」による

〔図3.9〕から見られるように、国内の生産額が年々増加しているにも拘らず、輸入額が増大し輸出額が明治39年をピークに漸減傾向にあるのは、日露戦争（明治37、38年）以後における国内消費力の増大によるものと解されている⁽⁴⁵⁾。この時期、石鹼需要は更に地方の中小都市へ広がっていった。

3.6 明治末期～大正時代の石鹼工業を

取り巻く環境

石鹼製造の機械化については、メーカーの規模により様ではないが、蒸気鹼化の導入については、比較的大規模な石鹼工場に限られ、大多数の中小石鹼業者は相変わらず直焚き鹼化によるもので、手工業的操業

の域を出なかった。この蒸気鹼化釜の導入については、英国と比べ約60年、米国とは約30年遅れていたとされる。

一方、鹼化反応時に副生するグリセリンについては永らく廃液として捨てられてきたが、その物性に基づく有用性によりグリセリンの回収は重要課題と認識されてくる。グリセリンは医療や化粧品用原料として1883（明治16）年頃から輸入されていたのである。

我が国において最初に、グリセリンの工業的回収に成功したのは1911（明治44）年、花王石鹼請地工場が最初とされる。ライオン石鹼工場では1910年、グリセリン蒸留精製機を導入し、研究を始めている。

一方、グリセリンの製造・販売を事業目的とする会社も現れ、これはしばしば魚油会社と称された。また、火薬用グリセリンの確保の目的で軍においてもグリセリン製造の研究がなされた。

こうして1911年、当時最大の製糖会社であった大日本製糖によって、帝国魚油精製株が設立され、翌1912年には岩鼻陸軍火薬廠がヘックマン式分解法によってグリセリンの精製を手がけ、更に1913（大正2）年には大阪の中小石鹼業者の出資により石鹼廃液からのグリセリン製造を目的に、大阪リスリン商會が設立された。

この頃、石鹼の主要原料は牛脂であったが、大戦と共にオーストラリアからの牛脂が輸出禁止となり、牛脂に代わる原料の開発が試みられていた。その先駆けをなしたのは、リバー・ブラザーズ社尼崎工場であり、同社では豊富な日本近海産のイワシ油を利用して、1913（大正2）年に石鹼とグリセリンの製造を行うと共に、硬化油^(注10)もつくれる一貫工場を操業し、1914年には大倉組日本精油工業を設立し、1915年には横浜魚油（1893年設立）がグリセリンと硬化油を製造したとされる。⁽⁴⁶⁾

第一次世界大戦中（1914～1918年）には輸入グリセリンが入らなくなり、政府は国防上グリセリンを確保するため、その国産化を奨励するようになる。1916年には帝国魚油と日本精油工業が政府の奨めにより合併し、日本グリセリン工業を設立することとなる。

その後も鈴木商店、丸見屋商店、長瀬商店などがグリセリンの生産を本格化していく。

石鹼メーカーにとってのグリセリン回収の意義は、その旺盛な需要のため経営の幅を広げることとなり、単なる石鹼業者から油脂化学会社へ飛躍する機会となったことである。

国内における硬化油の研究は、東京工業試験所所長の辻本満丸や門下生の上野誠一によってなされており、1913年には『工業化学雑誌』に辻本による「液体脂肪ヲ固体脂肪ニ変化スル考察」、上野による「硬化

油石鹼工業ニ就テ」の二論文が発表された。鈴木商店支配人・金子直吉は豊富な魚油を硬化し工業利用を図りたいと考え、その工業化研究を久保田四郎に委嘱していた。久保田はこれら論文から硬化油製造法についての知識を深め、1914年にパイロットプラントで硬化油の製造に成功し、1916年からは鈴木商店製油所兵庫工場で本格的な生産を開始する。更に同年、大連油脂工業では満州特産の大豆を原料として硬化油脂の生産を開始し、1919（大正8）年には旭電化工業が電解副生水素を利用する硬化油製造を開始した。また同年、大阪酸素水も創立され直ちに硬化油を製造、翌1920年には日本曹達の二本木工場が竣工し硬化油の製造を開始した。更に翌1921年には鈴木商店王子製油所が住田流芳舎工場と合併してスタンダード油脂を創立し、1922年にはこのスタンダード油脂が先述の日本グリセリン工業と合併して、合同油脂グリセリンを創立した。⁽⁴⁷⁾ こうして国内の硬化油及びグリセリンの生産も近代工業として1920年中頃に本格化するようになった。

このように硬化油を製造する会社が幾つか現れた中で、後年1931（昭和6）年、合同油脂が旭電化に対して、硬化油製造装置に関し特許権を侵害しているとして提訴する事件が持ち上がるが、結果的には和解することとなる。

1920年、政府は第一次世界大戦後まもなく、国際的な自由貿易への移行、及びグリセリン工業保護の狙いもあり、従来の牛脂輸入税100斤（60kg）当り80銭を全廃することとした。この関税の廃止のインパクトは、石鹼製造業者にとっては石鹼の輸出競争で優位な立場を築くことが出来ると共にグリセリン工業も保護される反面、漸く事業化の目処が付き始めた硬化油製造業者にとっては、硬化油事業の躍進と石鹼工業への進出を阻まれてしまうことである。そのため、この関税問題は両業界間の厳しい対立を引き起こすこととなった。

両者から様々な意見書が政府に提出され議論が続いたが収束には至らず、牛脂輸入税の話は立ち消え状態となった。

ところが1924（大正13）年8月になって、政府が国産硬化油業保護を目的とする新しい牛脂課税（従価^(注11) 20%）案を新聞発表するや、国産の硬化油を認めず輸入牛脂を求める石鹼製造業者と国産硬化油で牛脂の代替は可能とする硬化油製造業者が、その課税賛否をめぐり再び対立することとなった。

この課税論議をめぐり、それぞれ同業者間の結束、連携が強まった時期と言われ、1925（大正15）年には全国石鹼製造業連合会が結成され、一方、硬化油業者側は日本硬化油同業会を結成することとなる。

双方の応酬が永らく続いたが、1926年1月、この課税問題は牛脂輸入税100斤当り1円20銭で両業界間の妥協に至り、同年3月には施行された。⁽⁴⁸⁾

石鹼製造業者側からすれば、この新しい輸入税は、1920年に漸く牛脂輸入税が全廃された矢先、また以前には100斤当り80銭であったものに対し50%もの引き上げになる訳であり、石鹼製造業者側がよく妥協したものと、いささか不思議であるが、その背景はグリセリンの輸入課税に代償が与えられたことにある。即ち、グリセリン輸入税は従来、100斤当り3円20銭であったものが、18円への引き上げにより、グリセリン工業の保護がなされたのである。

この時期になり、国産硬化油の牛脂代替性を認めていなかった石鹼製造業者は、硬化油に対する認識を高め、次第に石鹼原料の一部代替として使用するようになった。

3.7 大正時代における石鹼需給動向

この時代には石鹼原料として、新たに硬化油が加わったことが特筆される。またコブラ^(注12)を輸入し、圧搾により利益を得る業者が現れた。

大正時代に入っても、石鹼製造技術の視点からは特筆に価する革新は見られず、むしろグリセリンや硬化油、脂肪酸の工業化が進み、家内工業的石鹼企業から大資本企業へ、更には新興コンツェルンの油脂加工分野への進出となり、様相が大きく変わっていくこととなる。

これは、第一次世界大戦中に牛脂の入手が出来ず、牛脂不足から硬化油工業が重視されたことが、我が国の油脂産業を近代化に向けて大きく前進させていくことになったと言っても過言ではなからう。

一方、大正時代における石鹼の需給は〔図3.10〕の如くである。

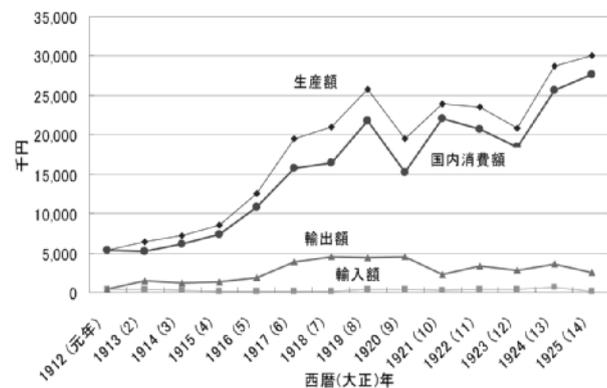


図3.10 大正時代における石鹼の需給⁽⁴⁹⁾
 (『帝国統計年鑑』『外国貿易年表』による)

[図3.10] から見られるとおり、大正5年以降、国内消費額及び生産額は増加基調を辿る。大正9年以降数年は、第一次世界大戦後の恐慌の影響で減少を見るが、13年以降には再び増加傾向を取り戻している。

この時代における石鹼消費は、大正中頃までは洗濯石鹼が中心であり、高価な化粧石鹼を使用出来る家庭はまだ限られていた。当時、洗濯石鹼で衣類を洗うときは洗濯板 [図3.11] を使用したが、それが普及したのは明治の中頃からのことと言われる。

いずれにしても、石鹼が生活必需品となり急速な消費の拡大に伴い、国内石鹼業は発展していくこととなる。1922 (大正11) 年には、政府も石鹼を日常生活品と認め、奢侈品ではなく実用品に分類するようになる。

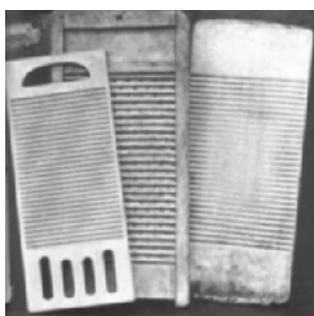


図3.11 洗濯板⁽⁵⁰⁾

また、大正6年から9年までの間、輸出額が増加しており、これは大戦後、暫く西欧の輸出が途絶えたための特需と見ることが出来る。

[図3.10] の生産額は化粧石鹼と洗濯石鹼、工業石鹼の合計を示しており、このうち化粧石鹼の生産額は、全生産額に対しほぼ60%の比率であるが、数量 (トン数) については明らかではない。⁽⁵¹⁾

3.8 昭和時代における石鹼工業

1926年12月25日から昭和時代に入るが、この時期、石鹼工業はどのくらいの生産規模であったらうか。[図3.12] に昭和初期における工場数と石鹼生産高を掲げる。

[図3.12] のとおり、昭和5、6年にかけては、工場数が増えたにも拘らず生産高が減少したが、その後は順調な生産高の増加を見ることが出来る。

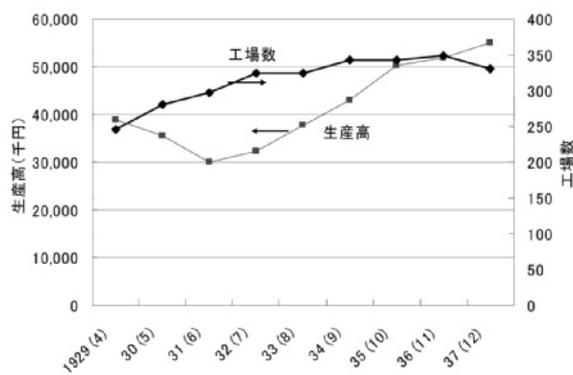


図3.12 石鹼工場数と生産高⁽⁵²⁾
 (『工場統計表』による)

一方、同じ時期における業界の粉末石鹼と固型洗濯石鹼の生産量を図3.13に示す。

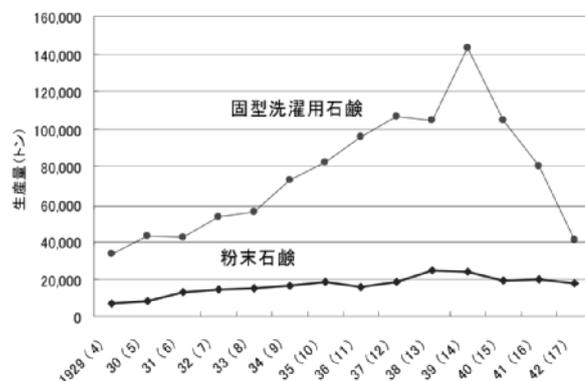


図3.13 粉末石鹼・固型洗濯用石鹼の生産量⁽⁵³⁾
 (『通産省工業統計表』による)

[図3.13] から見られるように、洗濯用石鹼としては固型タイプが主流であり、昭和14年までの増加が顕著である。また、昭和15年以降の生産量の急減は、戦時体制強化による統制経済の影響とされる。また、当時の粉末石鹼は、石鹼の塊を単に細かく砕いたものであり、手洗い洗濯が主流だったこの時期には、使い勝手、それほど消費者に受け入れられなかった。微粉が舞い立つことによって引き起こされるクシャミもマイナス要因とされた。これを解決するため、ライオン油脂では1959 (昭和34) 年2月に、粒状粉石鹼を発売している。⁽⁵⁴⁾

この時代、最も注目すべきことは、石鹼工業と硬化油工業の垂直統合とも言うべき二つの動向である。一方は硬化油製造業者が自家製造した硬化油を用いて石鹼製造に参画するものであり、他方は大規模石鹼製造業者が、自ら原料硬化油の自給を行うというものである。

前者は既に大正時代の合同油脂 (大正10年創立: 現日本油脂) や旭電化工業 (大正6年創立) によって実施されていた。昭和9年になって朝鮮窒素肥料 (昭和2

年設立：現チッソ）及び日本曹達（大正9年創立）、翌昭和10年には大阪酸素水（大正8年創立）が石鹼製造を開始した。

一方、後者はベルベット石鹼（リバー・ブラザーズ 尼崎工場：明治43年創立。後に昭和12年、日本食糧工業、国産工業不二塗料製造所、ベルベット石鹼、合同油脂が合併して現在の日本油脂となる）、昭和9年にはライオン石鹼（現ライオン）、奥山石鹼、花王石鹼（現花王）がそれぞれ硬化油の自給を開始した。

昭和9年を境とした各社によるこのような事業展開は、石鹼をはじめ油脂加工製品の多様性を提供することとなり、加えてその企業規模や技術において、在来の中小石鹼製造業者を引き離すこととなった。

こうして石鹼工業が一大工業となるに及び1935（昭和10）年以降、当業界は独占資本による吸収合併が盛んになり、中でも日産コンツェルンの油脂分野への進出が顕著であり、上述の日本油脂誕生にはそうした背景があった。

各社における硬化油の生産能力を示すと〔表3.4〕の如くである。

各社の硬化油自給に伴い、牛脂の使用量及び輸入量は、1930年代後半から急速に減少することとなる。1926年の国内牛脂使用量は1万7,700トンであったが、1937年には8,700トンと半減している。輸入額も同期間に1万4,700トンから4,700トンへと三分の一に減少し、石鹼原料の転換は決定的なものになっていく。

表3.4 硬化油生産能力⁽⁵⁵⁾ [トン]

社名	1931 (昭和6年)	1938 (昭和13年)
合同油脂	30,000	66,400 (日本油脂)
ベルベット石鹼	3,600	
北海油脂	1,200	
旭電化	14,400	18,000
日本曹達	9,600	9,000
大阪酸素水	9,600	11,400
山榊硬化油*	3,600	6,750
ライオン石鹼		9,000
大日本油脂(花王)		6,000
国内小計		126,550
朝鮮窒素		30,000
朝鮮油脂		16,000
協同油脂		16,000
国外小計		62,000
総計		188,550

* 1936年、小倉化学工業と改称

1931（昭和6）年、花王石鹼では新鋭設備による量産化に成功し、石鹼1個15銭から10銭への値下げを行い、また1935年には硬化油だけの化粧石鹼を創製するなどの技術革新を遂げている。

しかし、大正末期から停滞していた日本経済は、昭

和初期の金融恐慌と世界的不況の煽りを受けて、輸出入は激減し、生産制限で仕事にありつけない失業者が多く出た。更に1929年から1930年には農業恐慌にまで拡大することとなる。

1931（昭和6）年9月には満州事変が勃発し、1937年には日華事変、更に1941年に太平洋戦争へと突入するに至り、国民は苦難の道を辿ることとなる。物価は高騰し、1939（昭和14）年9月の国家総動員法に伴い、価格停止令が発令された。これにより石鹼を含めた物資の自由販売が1951（昭和26）年までの12年間、禁止されることとなる。

民需品である石鹼の生産量は、1939年の26万4,000トンピークに1942年13万トン、1944年3万トンと激減した。1940年1月に公定価格告示、9月には銘柄も廃止されるに至った。1941年には企業整備が行われ、1939年に450あった石鹼工場は118となり、1944年には僅か44にまで削減された。1933年には原料不足から白土や陶土を混ぜた規格品（戦時石鹼）だけしか製造できなくなり、この状況は1945年の戦後数年間続き、粗悪なヤミ石鹼が横行するようになる。⁽⁵⁶⁾ 明治10年代後半頃から細々とではあるが、石鹼は人々の生活に漸く普及してきたが、石鹼が使えなくなり、日常の生活も以前の衛生環境に戻ってしまった。

当時の通産省化学工業統計調査室資料によれば、石鹼の本格的生産が回復するのは、昭和25（1950）年からのことであり、生産量、金額とも昭和34（1959）年まで増加を辿る。しかし昭和12年以降に登場した高級アルコール系合成洗剤及びアルキルベンゼンスルホン酸塩（ABS）を用いた合成洗剤の普及に伴い、石鹼の生産量は昭和35（1961）年以降、減少の一途を辿ることとなる〔図3.14〕。特に昭和27年頃から出回った電気洗濯機の普及が、合成洗剤の普及に輪をかけることとなるが、詳細は次章に譲る。

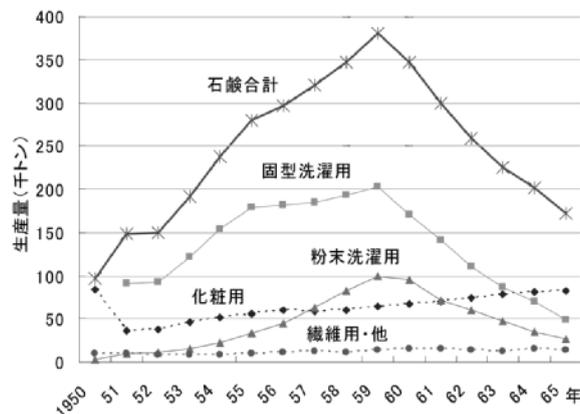


図3.14 石鹼の生産量⁽⁵⁷⁾

(昭和25年の化粧用には固型洗濯用を含む)

3.9 日欧米間の技術の進歩の比較

以上、我が国における石鹼工業発展の歴史について述べてきたが、それを産業技術の視点から見た場合、日本独自の技術開発を見出すことは困難である。石鹼時代における技術や文化は、西欧を発祥地としており、米国においてさえ日本と同じ状況のように思える。

ここで、主要な石鹼製造技術及びその周辺技術の導入・普及時期を日欧米間で比較してみると [表3.5] の如くである。

表3.5 石鹼工業における主要技術の導入時期⁽⁵⁸⁾

	西欧	米国	日本
工業的生産の始まり	8世紀	19世紀初頭	1873(M6)年
蒸気鹼化釜の採用	1830年代	1860年代	1892(M25)年
石鹼機械練技術	1840年頃	1844年頃	1879(M12)年
人工ソーダ(ソルベール法)	1860年代	1880年代	1917(T6)年
グリセリン回収	1880年代	1890年代	1911(M44)年
硬化油製造	1906年頃	1910年頃	1914(T3)年

(表中、M:明治、T:大正)

[表3.5] から見られるとおり、石鹼の工業的生産の始まり時期の比較は別としても、我が国の石鹼周辺技術は個別には差異はあるものの、欧米に較べ10年乃至60年の遅れをとっていたのである。

表3.2 明治10年代後半から明治20年代の開拓者 (19) (20) (21)

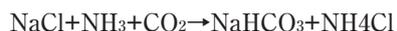
丸見屋商店 (後のミヅワ石鹸) (東京)	1860 (万延元年) 石鹸製造は 二代目の 1892(明治25) 年以降	三輪善兵衛による設立。初代は洋小間物等の卸商を営む。二代目善兵衛は明治25(1892)年から活動を始め、明治40(1907)年に浮石鹸「ミクニ石鹸」を発売。これは村田亀太郎が長瀬商店(現花王)を辞した後、小林富次郎の資金援助を得て米国へ石鹸工業視察に赴き、帰国後に発案・製造したものである。このミクニ石鹸の発売に当たっては、「石鹸の試験法」と題した広告が、時事・朝日・報国・国民・都・万朝の六新聞紙上に掲載され、業界に重大な紛糾をもたらすこととなった。その内容は水に浮く石鹸を純良と規定する反面、従来の浮かない石鹸は純良ならず、と印象付けられる広告文であった。これにより丸見屋と業界との係争が半年ほど続き、遂に東京小間物化粧品卸商同業組合の総会において1年間の取引停止を決議される。その後、明治43(1910)年、「ミヅワ石鹸練化粧」を発売し、本格的に石鹸製造業者の仲間入りを果たす。
西条石鹸工場 (東京)	1883 (明治16)	西条重兵衛による創業。明治23(1890)年の第3回内国勸業博覧会に製品を出品し褒状を得ているが、その後の活動は不明。詩人の西条八十は重兵衛の跡継ぎであった。
相馬帝國社 (東京)	1884 (明治17)	相馬保太郎による創業。東京築地で外人居留地や外人ホテルがあり、彼らの食生活や生活文化を見聞きして石鹸事業にとび込んだと言われている。創業時には職工数17人しかいなかった。銘柄はパッキン石鹸。二代目久吉は石鹸製造同業組合の組会長として業界の発展に尽くしたが、戦時統制下の企業整備で廃業した。
長瀬商店花王石鹸 (現花王) (東京)	1887 (明治20)	長瀬富郎と服田鈴吉の共同出資・経営により、花王の前身となる洋物店「長瀬商店」を馬喰町2丁目、通称板新道に創業。国内外の石鹸や輸入文房具類などを販売。創業間もなく服田は経営を辞したため、長瀬単独の経営となる。鳴春告の石鹸を扱っていた関係から、鳴春舎を退いて独立していた村田亀太郎の村田工場で留型石鹸をつくった。明治23年、村田工場を長瀬新宿工場とし、薬剤師瀬戸末吉を招いて輸入品に劣らない良質の化粧石鹸を目指し研究を重ね、同年10月に桐箱に石鹸とその分析証明書を納めた「花王石鹸」として発売。花王の銘柄は「顔洗い」に由来する。昭和60(1985)年、花王石鹸から花王株式会社に変更。
吉村石鹸工場 (東京)	1889 (明治22)	吉村又作(ゆうさく)による創業。又新舎(表2.1参照)を興した品川貞五郎の一族・品川九十九と忠道はローソク工場を経営しており、親戚であった又作はここでローソクの製造法や又新舎で石鹸の製造法を学んだ。また、一時は組紐工場で働くことになり、組紐に使用する綿糸・絹糸の染色を研修するために足利織物講習所に派遣される。ここで又作は、絹糸の精練に輸入されたマルセイユ石鹸が使用されることを初めて知る。石鹸工場に戻った又作は綿実油やヤシ油、牛脂など様々な油脂を原料とした石鹸づくりを試み、中でも綿実油を多用して良質の石鹸を造り評判を高めた。明治22年に独立して吉村石鹸工場を興し、翌明治23年操業を開始。明治34年、又作は蚕の蛹から油を搾り(蛹油)、これを原料とする石鹸の製造に成功。石鹸の製造に当り、又作が常に指導を仰いだのは、農商務省参事官・山岡次郎及び当時、東京大学工学部教授・高松豊吉であった。後年、三木巳之吉と業務提携する吉村又一郎は又作の長男である。
安永舎 (東京)	1890 (明治23)	安永鉄造による創設。表2.1に掲げた巽盟舎は明治9(1876)年に牛込舎と改称。明治23年、この牛込舎の後継者となつたのが鉄造で、貿易商を営む実兄松村清吉の援助によつた。鉄造は後継者に就く前に、播磨幸七の鳴行舎(表2.1参照)で石鹸造りの修行を積んだ。松村の後援もあつて事業は順調に向かい生産が追いつかず、明治39(1906)年、東京小石川区戸崎町に新工場を建設。新工場にはボイラーが導入され、それまでの酸化釜の直焚きから蒸気加熱への技術革新を遂げた。大正6(1917)年、安永舎は博文館印刷所(現共同印刷)の出資を得て、東京石鹸株式会社を設立。しかし、その会社は第一次世界大戦後の不況の煽りを受けて経営不振に陥り、大正9年に三共株の傘下に入る。
芳誠舎 (現玉の肌石鹸) (東京)	1892 (明治25)	保々誠次郎による設立。社名の由来は、資金援助を受けた恩人、初山芳太郎に因んで命名。「大玉子」「小玉子」「菊桐」「特花」「花がたみ」「花筏」「ローマ」「月美人」などを銘柄として内外に活動。明治42(1909)年から丸見屋の「ミヅワ石鹸練石鹸」の製造を請け負った。昭和26(1951)年、ミヨシ油脂の傘下に入り、昭和35年現在の玉の肌石鹸株式会社と改称。

表3.3 明治30年以降の国産石鹼の開拓者 (37) (38) (40) (41)

若山太陽堂 (東京)	1898 (明治31)	若山初五郎による創業。若山は鳴春舎の出身。大正11(1922)年に資生堂傘下に入り、今日の資生堂石鹼に繋がる。
共進社石鹼製造所 (現牛乳石鹼共進社) (大阪)	1909 (明治42)	宮崎奈良治郎が萩原周治の石鹼工場を引き受け製造を開始。中国や満洲北支等アジア各地に高級石鹼を盛んに輸出したが、第二次世界大戦後輸出市場を失ってからは国内販売に注力し、今日に至る。
第一工業製薬 (京都)	1909 (明治42)	負野小左衛門・中村嘉十郎・小野茂平の三名が匿名組合負野薫玉堂解舒液部として設立。中村の発明による蚕繭解舒液(さんけんかいじょえき)の製造を始めた。大正3(1914)年、合名会社負野工業製薬所に改組。第一次世界大戦の勃発により輸入が困難となり、マルセル石鹼の製造を企画、翌大正4年玄武印マルセル石鹼を発売。大正7(1918)年に第一工業製薬㈱を設立し、昭和9(1934)年には日本初の高級アルコール洗剤を開発、発売した。昭和13(1938)年、硬化油をもつ木津川油脂を吸収合併し、これにより第一工業製薬も硬化油の自給工場となった。
小林富次郎商店 (現ライオン) (東京)	1910 (明治43)	小林富次郎による設立。明治10(1877)年、富次郎は25歳のとき堀江小十郎の鳴春舎に職工として入り、石鹼等の製造技術を学んだ。明治18年、鳴行舎の播磨と共同で鳴行舎石鹼部の経営に当たることとなる。播磨での富次郎は石鹼及び燐寸事業に打ち込むが、思い通りには運ばず、過度の心労から病臥に伏し播磨を辞す。療養後、明治24(1891)年4月、東京本所小泉町で石鹼や燐寸の原料取次販売の店を開く。商売は順調に伸び、同年10月には神田柳原に移転、新店舗を構え石鹼原料商を始めた。更に明治24年には小石川久堅町に石鹼工場を設け、石鹼原料商と製造販売業へと発展。明治29年には備磨きの製造販売も手がけ、これが後のライオン歯磨となる。明治43(1910)年、二代目富次郎が跡を継ぎ村田亀太郎と共同で向島須崎にライオン石鹼工場を設立。村田は米国に学んだ知識から村田式なる塩析法をライオン石鹼で活用。またドイツの油脂分解装置であるオートクレーブやグリセリン蒸留精製機等の導入及び大正3(1914)年、人材竹井俊郎を迎えたことが事業の発展に大きく貢献していくこととなる。ライオン石鹼工場は大正8(1919)年ライオン石鹼㈱に、昭和15(1940)年ライオン油脂、更に昭和55(1980)年にはライオン歯磨とライオン油脂が合併しライオン株式会社となる。
三木石鹼工業所 (現ミヨシ油脂) (東京)	1915 (大正4)	安永舎から独立した三木巳之吉による創業。巳之吉は安永舎に23年在社し石鹼製造技術とノウハウを身につけて独立、実弟の春逸と共に工業用石鹼の製造を始めた。第一次世界大戦中、福印(羊毛用)、糸巻印(絹糸精練用)、スロイン印(絹の染下や緩染剤用)等が好調で業績を伸ばした。大正7(1918)年、油脂分解オートクレーブを導入。大正10年、吉村又一郎と提携してミヨシ石鹼工業所を設立し、昭和12(1937)年にミヨシ化学興業、昭和24年、ミヨシ油脂と改称し現在に至る。

- (注1) 花王石鹼五十年史,p201(参考資料(10))には「貳拾萬余圓の石鹼を輸入する等の…」とあるが、同年史p194の第18表及び油脂工業史の統計値(9)を見る限り、「20萬余円」は誤りで、「3萬余円」が正しいと見受けられる。尚、参考資料(9)、(10)の統計値の出所はいずれも『大日本外国貿易46年対照表』(大蔵省編)による。
- (注2) 斤の換算値について、尺貫法では1斤=160匁=600グラムであるが、時代により、舶来品については英国の1ポンド(=453.6グラム)にほぼ等しい120匁(=450グラム)とした(13)。
- (注3) ヤシ油速製石鹼とは、原油量同等以上のソーダ灰を混合し、原油に対し最大17倍もの石鹼量にして造った石鹼のこと。正当な石鹼価格と比べ、五分の一程度の廉価で出回った。また中国にも輸出され、年に10万円を超える額になることもあったという。
- (注4) マルセイユ石鹼とは、13~14世紀頃南フランスで発展した、オリーブ油とバリラー(Barilla:海藻灰ソーダ)を原料として造った石鹼を起源とする。後にオレイン酸を多く含んだ100%天然の植物性油脂だけを用いて造る石鹼も指すようになった。尚、オリーブ油や椿油は良質な原料であったが、価格が高いため国内で石鹼用に使われることは殆どなかった。
- (注5) 堀江小十郎 官吏を辞し実業に志した有識者。明治9年、鳴春舎を創立。明治11年、石鹼業者の初の団体である「親睦会」を創り、更に23年に東京府下15区6郡にわたり結成された「東京石鹼製造業組合」を提唱。また明治41年には『日本石鹼沿革史』を著した。現ライオンの前身・小林商店の創業者・小林富次郎は明治10年、鳴春舎に職工として入った。(出所『ライオン油脂六十年史』p1 ライオン油脂(1979))
- (注6) ルブラン法による炭酸ナトリウムの生成反応:食塩と硫酸から硫酸ナトリウムをつくる(多量の塩化水素が発生する)
- $$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{加熱}} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$
- 得られた硫酸ナトリウムに炭酸カルシウムと炭素(コークス)を混合し、灼熱融解させ、黒灰と呼ばれる熔融塊をつくる。この黒灰を水で抽出した後、硫化カルシウムを分離し、得られる炭酸ナトリウム水溶液を濃縮し、これを焼いて炭酸ナトリウム(ソーダ灰)を得る
- $$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} + \text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{加熱}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS} + 2\text{CO}_2$$
- 因みにソルベー法による炭酸ナトリウムの生

成反応を示すと、次のとおりである。



このように、ソルベー法では使う原料や副生物の点でルブラン法より優れており、またソーダ灰の歩留も極めて高かったため、欧米ではソルベー法が主流となった。

(参考 NHK高校講座学校放送 NHKホームページ <http://www.nhk.or.jp/kokokoza/kagaku/study32/index.html>)

- (注7) 冷製石鹼とは、外部から加熱せず鹼化熱によって自然鹼化により造る石鹼のこと。江水舎が開発した製法。設備が簡単で左程熟練を必要としない特徴がある。煮沸鹼化製法による石鹼の水分は通常35%に対し、冷製石鹼のそれは70%にも膨れたという。グリセリンを回収しないので、石鹼の品質はやや劣る。塩析が出来ない軟石鹼や廉価を目的とする石鹼の製造に用いられる。(出所 稲葉・平野:『脂肪酸化学』p108 幸書房(1997)及び『油脂工業史』p29 日本油脂工業会(1972))
- (注8) 粹練り石鹼:油脂をやや過剰の苛性アルカリで加熱煮沸して鹼化し、これに食塩水を徐々に添加すると、膠状の石鹼とグリセリンを含む食塩水溶液の2層に分離する。上層は石鹼素地で、下層はグリセリンを含む食塩水溶液である。この石鹼素地を粹に流し込んで自然に冷却固化させるか、冷圧機によって急冷固化させたものを粹練り石鹼という。一方、石鹼素地に香料、色素などを加えて混和し、冷却固化して成形、乾燥するか、これをさらにチップ状として再加熱し、冷却ロールで練りを繰り返し、真空押出機で押出成形したものを機械練り石鹼という。粹練り石鹼では内部に水が入り込みにくいので、冷水には溶けにくい、湯には溶けやすく、浴用石鹼に適する。また、機械練り石鹼では結晶が細かく、水分が入り込みやすく、冷水によく溶ける。
- (注9) ミクニ石鹼事件:「ミクニ浮石鹼」の発売にあたり、「石鹼の試験法」と題する新聞広告文面(図参照)が、時事・朝日・報知・国民・都・万朝の六新聞紙上に掲載され、業界に重大な紛糾をもたらすこととなった。その内容は水に浮く石鹼を純良と規定する反面、従来の浮かない石鹼は純良ならず、と印象付ける広告文であったため、同業者の反発を招くこととなり、これ

により丸見屋は、東京小間物化粧品卸商同業組合の総会にて、1年間の取引停止を決議される。世に言う「ミクニ石鹼事件」である。事件決着後、丸見屋は下請け工場を村田製造所から芳誠舎（現玉の肌石鹼）に替えた。こうして村田も物心両面で痛手を蒙った。

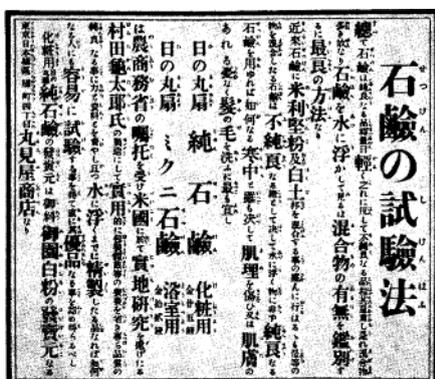


図 ミクニ石鹼の新聞広告⁽⁴⁴⁾

(注10) 硬化油とは、油脂に水素を添加し、不飽和結合を単結合に変えた油脂のこと。これにより液状の油脂は固化されるとともに、脱臭効果や耐酸化性が向上する。工業的に硬化法を成功させたのは、1896年頃、サバティエ (Paul Sabatier) とサンドラン (Senderens) であり、不飽和の有機化合物に水素を添加するのに、還元金属 (銅、コバルト、白金、ニッケル、鉄など) による触媒が有効であることを発見した。これを不飽和の油脂に応用したのがノルマン (W.Normann) である。(出所『花王石鹼五十年史』 p99)

(注11) 従価とは、価格の何%という形で払う税金のこと。これに対し、数量に対して払う税金を従量税という。

(注12) コブラ (copra) とは、ココヤシの胚乳を乾燥したもので、圧搾により45~60%のヤシ油が得られる。

<参考資料>

(1) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p13 日本油脂工業会 (1972)
 (2) 同上 p7
 (3) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p23 花王石鹼 (1940)
 (4) 同上 p47 (1940)
 (5) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p6 日本油脂工業会 (1972)
 (6) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p45 花王石鹼 (1940)

(7) 同上 p222
 (8) 同上 p187
 (9) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p42 日本油脂工業会 (1972)
 (10) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p201 花王石鹼 (1940)
 (11) 同上 p234
 (12) 同上 p252
 (13) 松浦編『大辞林』 p661 三省堂 (1989)
 (14) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p235 花王石鹼 (1940)
 (15) 日本石鹼洗剤工業会編『油脂石鹼洗剤工業史』 p14 日本石鹼洗剤工業会 (2000)
 (16) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p22 日本油脂工業会 (1972)
 (17) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p242,246 花王石鹼 (1940)
 (18) 同上 p247
 (19) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p23 日本油脂工業会 (1972)
 (20) ミヨシ油脂編『ミヨシ油脂八十年史』 p3 ミヨシ油脂 (1966)
 (21) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p273 花王石鹼 (1940)
 (22) ミヨシ油脂編『ミヨシ油脂八十年史』 p15 ミヨシ油脂 (1966)
 (23) 同上 p17
 (24) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p296 花王石鹼 (1940)
 (25) 同上 p310
 (26) 同上 p293
 (27) 花王編『花王史100年』 p12 花王 (1993)
 (28) 油脂化学産業の歩みと未来を考える交流会編『油脂化学産業の発展と市民生活』 p35 日本石鹼洗剤工業会 (1996)
 (29) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p339 花王石鹼 (1940)
 (30) 同上 p283
 (31) 同上 p286
 (32) 同上 p287
 (33) 同上 p289
 (34) 同上 p311
 (35) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p29 日本油脂工業会 (1972)
 (36) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p322 花王石鹼 (1940)

- (37) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p30 日本油脂工業会 (1972)
- (38) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p389 花王石鹼 (1940)
- (39) 花王編『花王史100年』 p16 花王 (1993)
- (40) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』 p1 ライオン油脂 (1979)
- (41) ミヨシ油脂編『ミヨシ油脂八十年史』 p8 ミヨシ油脂 (1966)
- (42) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』 p9 ライオン油脂 (1979)
- (43) 花王編『花王史100年』 p21 花王 (1993)
- (44) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p416 花王石鹼(株) (1940)
- (45) 同上 p429
- (46) 花王編『花王史100年』 p50 花王 (1993)
- (47) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p546 花王石鹼 (1940)
- (48) 花王編『花王史100年』 p53 花王 (1993)
- (49) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p592 花王石鹼 (1940)
- (50) 花王石鹼編『日本清浄文化史』 p128 花王石鹼 (1971)
- (51) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p594 花王石鹼 (1940)
- (52) 同上 p633
- (53) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』 p66 ライオン油脂 (1979)
- (54) 同上 p174
- (55) 花王編『花王史100年』 p72 花王 (1993)
- (56) 花王石鹼編『日本清浄文化史』 p131 花王石鹼 (1971)
- (57) 『油脂工業史』 p16 日本油脂工業会 (1972)
- (58) 小林・服部『花王石鹼五十年史』 p731 花王石鹼 (1940)

4 第Ⅱ期－合成洗剤黎明期－1937年～1951年(昭和12年～昭和26年)

第Ⅱ期を「合成洗剤黎明期」と命名し、その期間は、国内で最初となる合成洗剤が発売された1937(昭和12)年から第Ⅲ期「合成洗剤普及期」初年の1951(昭和26)年までの14年間とした。

4.1 時代の背景

1937(昭和12)年7月の日華事変(日中戦争)勃発に伴い、経済統制は益々強力になってきた。戦時統制のもとでは、軍需産業が活況を呈す半面、民需産業は原料や労働力の確保にも事を欠き、非常な困難を強いられた時代である。民需産業である石鹼工業も例外ではなかった。

石鹼工業は油脂原料に依存しているため、その入手難や価格高騰の煽りをまともに受けることとなった。第3章で述べたように、第一次世界大戦後、石鹼原料の牛脂は硬化油への転換が進み、新たに硬化油企業が石鹼工業へ進出してきた。

一方、大手の石鹼工業は硬化油を自給することによって応戦することとなる。更に、石鹼工業各社はヤシ油やコブラ原料を求めて、鎬をけずることとなった。

[図4.1]に、1935(昭和10)年以降10年間の、石鹼及び石鹼原料の生産量を掲げる。

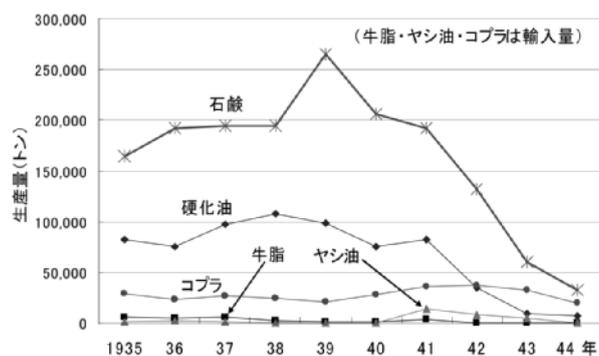


図4.1 石鹼及び石鹼原料の生産量⁽¹⁾

[図4.1]から見られるように、この時期、牛脂及びヤシ油の輸入量は極端に少なく、代わって硬化油、コブラ(第3章の注10参照)が調達されるようになる。しかし、硬化油の生産量も1938(昭和13)年をピークに、以後は減少を辿る。この原因は、国内産イワシ油の供給が減少していったためである。

1941(昭和16)年12月には太平洋戦争が勃発し、原料の逼迫による石鹼の生産量の落ち込みは抜き差しならないものになっていった。

4.2 合成洗剤の出現

4-2-1 高級アルコール系洗剤

第2章2.3で述べた如く、工業分野で使用されていた石鹼に代わる最初の界面活性剤は1834年、ドイツのルンゲによって開発されたロート油である。これは油脂を原料としており、第一次世界大戦中、油脂資源を絶たれたドイツでは油脂を用いない、石鹼代替物の開発に迫られた。そして遂に1917年、BASFのグンテルは石炭の乾留副生物から得たナフタリンを原料として、ジイソプロピルナフタリンスルホン酸塩の開発に成功する。

しかし実用に供せられる界面活性剤の発明としては1928(昭和3)年、ドイツ・ベーム社のベルチュによる、高級アルコール硫酸化物、今で言うところのアルキル硫酸塩(Alkyl Sulfate: AS)であった。ベーム社はこのASを主成分とする繊維工業助剤、ガージノール(Gardinol)^(註1)を発売し、好評を得ていた。

またベーム社は1928年3月(優先権主張)には、自国ドイツをはじめ日本、米、英、仏、オーストリア、チェコスロバキアなど6カ国でこの発明による特許権を得て、ガージノールを世界的なものとした。因みに自国ドイツでの特許権は取得できなかった。⁽²⁾

1930年頃からは、世界の東西において国力増強体制の完成に向けて、準備が進められていた。西欧ではドイツが石炭化学をベースに、一方、米国は天然ガスや石油分解ガスなど石油化学に基づく戦時体制を整えていた。

界面活性剤の製造も、油脂に依存しない親油基原料の開発が進められていた。ドイツでは赤熱した石炭に水蒸気を通して得られる水性ガス(CO+H₂)を原料としてFischer Tropsch法^(註2)により、パラフィンまたはオレフィンを造った。

一方、米国では天然ガスや石油のクラッキング(熱分解)から得られるプロピレンやブチレンを重合してオレフィン、或いは石油分解ガスからパラフィンを得た。

パラフィンとはスルフォクロロ化によるReed法⁽³⁾によりアルキルスルホン酸塩とし、オレフィンとはOxo法^(註3)により高級アルコールとした後、硫酸化してASを得ることが出来る。

このような合成界面活性剤の性質は石鹼(脂肪酸塩)

と比べ、水への溶解性、耐硬水性、耐アルカリ・耐酸性、浸透性、分散性、起泡性等において優れるものであった。水の硬度が高い国々では、石鹼カス（スカム）の問題に悩まされていただけに、この発明のインパクトは大きく、そのため、当時の繊維工業や皮革工業界等で好評を博し、石鹼やロート油にとって代わっていくこととなる。

我が国における合成界面活性剤研究の着手は1928（昭和3）年頃からであり、1932年には東北大学工学部教授の西澤恭助が「セチルアルコール硫酸エステル塩類の純粹合成と性質など」と題する論文を工業化学雑誌に発表している。⁽⁴⁾

高級アルコールを得るために、第一工業製薬は抹香鯨油、花王石鹼はヤシ油、またライオン石鹼（現ライオン）は羊毛脂と、それぞれ油脂原料のソースを異にしているのは、各社の油脂原料に対する優位性が見解が現れていて興味深い。第一工業製薬では、抹香鯨油をアルカリで分解して石鹼をつくり、次にこれを減圧蒸留して高級アルコールを得るとしている。高級アルコールが得られれば、これを硫酸化した後、中和すればアルキル硫酸塩（AS）とすることが出来る。一方、花王石鹼はヤシ油を高圧還元する方法により高級アルコールを得た。

1934（昭和9）年には、国産第1号となる合成洗剤が第一工業製薬で工業生産され、12月には繊維工業助剤として上市されるに至り、これは製品改良を経て、1937（昭和12）年1月には「モノゲン」（ペースト状）の商品名で家庭用の毛糸・毛織物用洗剤として発売された。翌1938年には花王石鹼から家庭用洗剤「エキセリンL」（粉末状）、ライオン石鹼から絹毛洗浄用および食器洗浄用「ライボン」（ペースト状）などが発売され、家庭用の衣料用合成洗剤の黎明期を迎えた。

4-2-2 特許洗剤株式会社の設立^{(5)・(6)・(7)・(8)}

上記のアルキル硫酸塩の製造法に対し、1935（昭和10）年、ドイツ・ベーマ社から特許侵害の提訴を受け、結果的には国内メーカーが共同でベーマ社の特許権を購入するに至ったことは、第2章2.4に記したとおりである。

当該特許を購入した、第一工業製薬、花王石鹼（現花王）、大阪酸素水（現新日本理化）、合同油脂（現日本油脂）の四社は、1936（昭和11）年9月、特許権所有会社とでも言うべき特許洗剤株式会社を設立するが、後にミヨシ化学興業（現ミヨシ油脂）、資生堂もこれに参加したため出資会社は六社となる。

特許洗剤株式会社はベーマ社の特許3件、追加特許1

件の購入を決定し、また、ベーマ社製品であるガージノールの販売制限、I.G.社製品イゲボン（Igepon）の価格協定、シャンプーへの使用承諾等を得た。

一方、合同油脂と花王石鹼は同年1936（昭和11）年、合弁で高压化学工業株式会社を設立し、工場を当時の大日本人造肥料王子工場敷地内に建設した。水素は合同油脂が供給し、技術は花王石鹼が担当した。この工場は高压還元法によってヤシ油からアルコールを生産し、更にこれを硫酸化して界面活性剤ASを製造した。この界面活性剤ASは共通銘柄「シントレックス」と命名され、特許洗剤加盟各社に均等に分配された。シントレックスは、有効成分35%のペースト状で、年間約2,000トンが生産された。各社はこのシントレックスを用いて、それぞれ独自の銘柄で工業用或いは家庭用のアルコール系洗剤を上市した。

しかし戦時統制のもと、[図4.1]に見たように油脂原料の入手は困難を極め、1939（昭和14）年には高压化学工業は操業難に陥る。1940年時点におけるシントレックスの生産量は月産30トン程度とされる。更に洗剤用の噴霧乾燥塔（スプレードライヤー）は粉末醤油製造用に徴用され、洗剤の生産は不能になってしまう。そのため1941（昭和16）年1月、高压化学工業の共同出資会社であった花王石鹼は、持株を合同油脂に譲渡し、機械設備一式を引き取った。

こうして高压化学工業は暫く合同油脂の傘下におかれたが、同年6月には特許権と共に第一工業製薬に譲渡されることとなる。この背景には1938（昭和13）年に、ベーマ社が日本で取得した高級アルコール硫酸塩の応用特許（第2章2.4参照）を根拠として、第一工業製薬の繊維用柔軟剤「パンソフター」（汎柔軟剤）に対し特許侵害を申し立てていたが、係争中に当該特許をベーマ社から譲渡された合同油脂との裁判が長期化し、経済統制を進める国策の上からも早期解決を強く要請されたことがあった。こうして特許洗剤及び高压化学工業両社の役割は幕を閉じたのである。

4-2-3 アルキルベンゼン系洗剤⁽⁹⁾

1950年（昭和25）は、4月に石鹼の配給規制・油脂製品等の価格統制が解除され、石鹼の自由販売が実現した年である。また、同年6月に朝鮮動乱が勃発し日本は特需に沸き、石鹼の生産量も大幅に増加した。そしてこの年は、日本の大手石鹼関連企業が米国のオロナイト・ケミカル社から、アルキルベンゼン系合成洗剤の特性や製造法について説明を受けた年であり、アルキルベンゼンが初めて日本に輸入されたのもこの年であった。

アルキルベンゼンスルホン酸塩（ABS）は、1933（昭和8）年、ドイツのI.G.社によって開発され、間もなく米国に持ち込まれた。

アルキルベンゼンは、水性ガスから製造されるパラフィン或いは石油分解ガスから得られるプロピレンを重合して四量体としたものを親油基原料とし、これにベンゼンを付加して得る。更に、これに発煙硫酸或いは無水硫酸を作用させスルホン化した後、苛性ソーダで中和してABSを製造することが出来る。後者の工程は通常、連続方式で製造される。

ASもABSも当初は、繊維工業助剤として使用されたが、家庭用衣料用洗剤としての処方は、第二次世界大戦中に米国において完成され、戦後急速に発展した。

初期における衣料用洗剤の処方は大別して3つの成分グループから構成された。第一成分グループは界面活性剤であり、通常、複数の界面活性剤が使用される。第二はビルダーである。ビルダー（builder）は洗浄助剤とも呼ばれ、界面活性剤の働きを助け、洗浄力を強化する成分である。衣料用洗剤ビルダーとしては、米国モンサント（Monsanto）社が開発したトリポリリン酸ソーダが画期的な発明とされ、汚れの分散性や、アルカリ緩衝能などに優れた効果を発揮し、課題とされていた木綿に対する洗浄力を大幅に向上させた。他にも、炭酸ソーダ、珪酸ソーダ、芒硝（硫酸ソーダの10水和物）、カルボキシメチルセルロース（CMC）などがある。第三は添加剤であり、蛍光増白剤、香料など少量で使用される。

粉末洗剤の製造法の概略は、香料を除く上記の成分を水と混合しスラリー（slurry：懸濁液）とし、これを噴霧乾燥塔内でノズルからスプレーすると中空状の粒子（ビーズ）が得られ、これに香料を吹き付けて洗剤生地が出来上がる。

こうして製造された粉末洗剤は、中空状のため、水への溶解速度が速く、また洗浄力も優れていたため、昭和27年頃から急速に普及する電気洗濯機と相俟って、伸張していくこととなる。

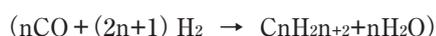
4.3 鉱油系合成洗剤会社^{(10)・(11)}

戦後の1950（昭和25）年、いち早く鉱油系合成洗剤市場に進出した企業は、日本油脂、日産化学、三池合成などであり、この年の5月には製造工場が1社だったものが12月には13社となり、年間337トンを生産したとされる。翌1951年には18社となり、生産量も1,972トンにまで増加した。因みに、1951（昭和26）年における、石鹼及び高級アルコール系洗剤の生産量は、そ

れぞれ147,826トン、3,059トンであり、この時期はまだ石鹼市場が主流であり、生産量も増加基調にあった。

(注1) Gardinolとは、ベーム社が開発した繊維工業用界面活性剤の商品。ラウリル、セチル、オレイルアルコールなどの硫酸塩

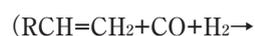
(注2) フィッシャー（Fischer）とトロプシュ（Tropsch）によって発明された反応で、水性ガス（一酸化炭素と水素の混合気体で合成ガスとも呼ばれる）にコバルトまたはニッケルを触媒として作用させることにより、気体或いは液状の炭化水素（パラフィン）を得ることが出来る。



(D.J.Cram & G.S.Hammond;

“Organic Chemistry” p612,1959

(注3) オキシ（Oxo）法：コバルト触媒下、オレフィンに一酸化炭素と水素を反応させて、飽和アルデヒドを合成する方法。



通常、得られたアルデヒドは水素添加または二量化後、水素添加してアルコールが得られるので、この工程を含めてオキシ法と称することが多い。（K.S.Pitzer: “Elementary Organic Chemistry” p147,1962）

<参考資料>

- (1) 花王編『花王史100年』 p123 花王（1993）
- (2) 第一工業製薬編『第一工業製薬八十年史』 p51 第一工業製薬（1990）
- (3) Ger.P.647988
- (4) 登廣三『私と油脂化学50年・追補』 p4（1994）
- (5) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p192 日本油脂工業会（1972）
- (6) 花王編『花王史100年』 p140 花王（1993）
- (7) 日本油脂編『日本油脂50年史』 p306 日本油脂（1988）
- (8) 第一工業製薬編『第一工業製薬八十年史』 p62 第一工業製薬（1990）
- (9) 日本油脂工業会編『油脂工業史』 p194 日本油脂工業会（1972）
- (10) 同上 p196
- (11) 日本油脂編『日本油脂三十年史』 p488 日本油脂（1967）

5 第Ⅲ期－普及期－1951年～1966年（昭和26年～昭和41年）

第Ⅲ期を合成洗剤の「普及期」と命名し、その期間には、国内の合成洗剤が黎明期を經由し普及期を迎えた1951（昭和26）年から、第Ⅳ期「環境対応期」初年の1966（昭和41）年までの15年間とした。

5.1 時代の背景⁽¹⁾

前章で述べたように1950年（昭和25）は、4月に石鹼等、生産資材の価格統制が解除され、石鹼の自由競争が実現した年である。また、同年6月に朝鮮動乱が勃発し日本経済は特需ブームに沸き、石鹼業界にとっても大きな転換期となる。

即ち、原料油脂価格の変動や石鹼の需要の見通しもなく、無計画的な生産と乱売合戦に陥り、採算性の悪化や経営不振を招く企業が続出した。こうした状況の中、大手の石鹼会社を中心に生産の合理化や石鹼の生産量を縮小し、経営の再編成を目指すところが現れた。[表5.1] は企業別石鹼の生産能力と生産実績の推移である。

表5.1 企業別石鹼生産高の推移

会社名	1950年		1951		1952		1953		1954	
	生産能力	生産実績								
日本油脂	93.8	19.2	93.8	21.9	93.8	27.4	44.8	24.6	44.7	29.5
旭電化	23.7	5.4	22.3	4.8	22.3	7.0	22.2	8.8	25.4	11.5
第一工業製薬	10.3	5.9	11.7	6.6	11.7	7.5	11.7	10.4	12.8	10.8
ライオン油脂	18.0	8.2	19.6	6.2	19.6	7.4	19.6	8.9	14.7	9.1
ミヨシ油脂	6.0	—	6.0	3.7	7.8	4.3	7.8	6.1	7.8	5.0
鐘淵化学	2.6	1.5	3.6	1.1	3.6	1.6	3.6	1.8	3.6	1.4
日華油脂	—	—	—	—	—	4.0	—	7.8	11.3	7.1
丸見屋	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.0
花王石鹼	—	—	—	—	—	—	12.8	—	6.6	6.1
資生堂	3.0	1.7	3.0	1.8	3.0	1.8	3.0	2.5	3.0	2.8
合計	157.5	41.8	160.0	46.2	161.8	61.0	125.5	70.9	129.9	91.1

[単位：千トン]
(日本興業銀行調査部資料による)

[表5.1] から見られるように、1954年における生産能力及び生産実績を1950年と比べると、日本油脂、ライオン油脂では生産能力を縮小し生産実績を拡大したのに対し、旭電化、第一工業製薬では、能力・実績とも増加している。10社の合計で見ると、生産能力は17%の縮小に対し、生産実績は2倍以上の拡大であり、全社合計として単純に稼働率を比較すると、26%から70%に改善したことが窺える。

経営内容の改善を目指し、業界では生産の合理化のほか、石鹼の出荷調整を行うために、輸入牛脂の割当制や外貨割当制を試みた。また1958（昭和33）年には、石鹼調整機関として日本石鹼工業組合を発足し、業界内の融和を試みたが、決定的な問題解決には至らず、市場では相変わらず熾烈な販売合戦が続いた。こうし

て石鹼の生産量は、1959（昭和34）年をピークとするまで増加を続けるのである（第3章 [図3.14] 参照）。

5.2 合成洗剤の普及

第4章で記したように、わが国初となる家庭用衣料用合成洗剤の発売は、1937（昭和12）年1月、第一工業製薬による高級アルコール系洗剤「モノゲン」であった。

一方、国内初となる鉱油系の家庭用衣料用合成洗剤は1951（昭和26）年、花王石鹼の「花王粉せんたく」（後に「ワンダフル」と改称）、日産化学の「ニッサンウェット」、三池合成の「ミケソープ」、ライオン油脂の「ライボン」が、ほぼ同時期に発売された。

合成洗剤の普及は、その優れた洗浄性能にもよるが、1949（昭和24）年に登場した電気洗濯機との相性が良かったことが大きな要因とされる。この時期、洗濯にはまだ石鹼が主流であったが、電気洗濯機で粉末石鹼を使うと、回転板や槽内がスカム（石鹼カス）の付着で汚れることが難点とされた。⁽²⁾

1952（昭和27）年は、耐久消費財として電気洗濯機が普及し始め、また、冷蔵庫、白黒テレビが登場し、ナイロンブラウスが流行するなど、大衆消費時代到来の前兆を告げる年であった。

[図5.1] は、1951（昭和26）年から1964（昭和39）年までの電気洗濯機と洗濯用固型石鹼・粉末石鹼・合成洗剤の生産高推移である。

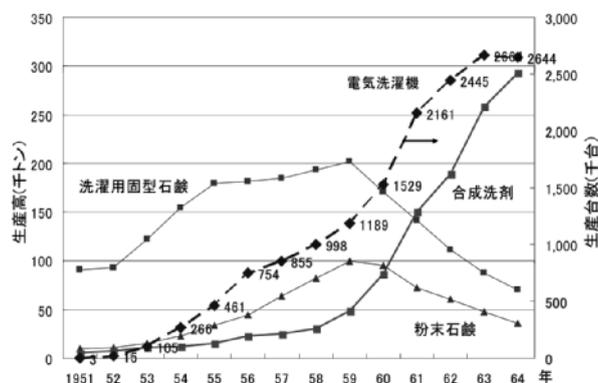


図5.1 電気洗濯機と洗濯用洗剤の生産高^{(3) (4)}

[図5.1] から見られるように、電気洗濯機と合成洗剤の生産高は、数年のタイムラグはあるものの、年と共に急激に増加しており、特に1958年以降の両者の伸長が著しい。一方、石鹼の生産高は固型・粉末共に

1959年をピークとして、以降は減少に向かっていることが判る。

1953年における電気洗濯機の生産高が10万台に達した背景には、この年に噴流式が発売され、性能が著しく向上したこと、及び価格が3万円を切ったことが挙げられる。このような電気洗濯機の普及に伴う合成洗剤の消費量増加の要因には、繊維製品の旺盛な消費もあった。

石鹼は戦後、急速に生産高を回復し、1959(昭和34)年には、洗濯用、化粧用(浴用)、繊維用、工業用、その他を含めた全石鹼の生産高は、38万200トンを記録した。しかしその後は減少に向かい、1963(昭和38)年には全石鹼22万4,772トンに対し、同年の衣料用合成洗剤生産高は25万7,790トン(鉱油系23万2,500トン、高級アルコール系2万5,290トン)となり、逆転に至るのである。

因みに、米国において石鹼と合成洗剤の生産高が逆転した時期は、1953(昭和28)年のことであり、同年、石鹼の90万トンに対して合成洗剤は96万トンであった。この逆転時期を比較すると、日本は米国に対し10年遅れて、合成洗剤時代に入ったと言われる。⁽⁵⁾

5.3 高級アルコール系洗剤と鉱油系洗剤

1960(昭和35)年、合成洗剤の生産高が急増した頃から、油脂企業における合成洗剤の生産が活発化したほか、合成洗剤工業の将来性に目をつけた製薬会社など外部からの参入が相次ぎ、洗剤メーカーは中小業者を合わせると70社にも達した。既存の石鹼メーカーも競って各種の新製品を発売し、増産計画に走った。このため、競争の激化と収益性の低下、流通組織などに課題が生じることとなった。こうした状況下でも設備投資は進み、スケールメリットによる製品価格が低下し、合成洗剤価格の水準は粉末石鹼に近づくこととなる。

合成洗剤の価格が低下した別の要因は、高級アルコール系洗剤から鉱油系洗剤への移行が進んだことである。当初、合成洗剤は高級アルコール系が先行していたが、1960年代に入り、従来輸入に依存していたアルキルベンゼンは安価な国産品に代替されていった。また、鉱油系での配合研究が進み、品質が著しく改善されていった。こうした点が消費者に認知されることとなり、鉱油系洗剤の生産量は急激に増加していった。

高級アルコール系洗剤は、その原料がヤシ油や鯨油など天然物に依存するため、その供給は自然条件等によって左右されやすく、価格は安定しなかった。これ

に対して、石油化学工業で生産されるアルキルベンゼンの価格は比較的安定しており、且つ低価格になっていた。例えば、1956年の通産省化学統計年報によると、キログラム当りの単価は、還元アルコール243円、蒸留アルコール189円に対して、アルキルベンゼンは105円であった。⁽⁶⁾

当時、アルキルベンゼンの国産メーカーとしては、1962年の日本石油洗剤、三菱油化(現三菱化学)、1965年の日産コノコ(日産化学(株)とコンチネンタルOil社との出資)、日本アトランティック(住友化学工業、花王石鹼、Atlantic Richfield社の均等出資)などがあった。⁽⁷⁾

[図5.2]に、1951(昭和26)年から1965(昭和40)年までの、高級アルコール系洗剤と鉱油系洗剤の生産高推移を示す。

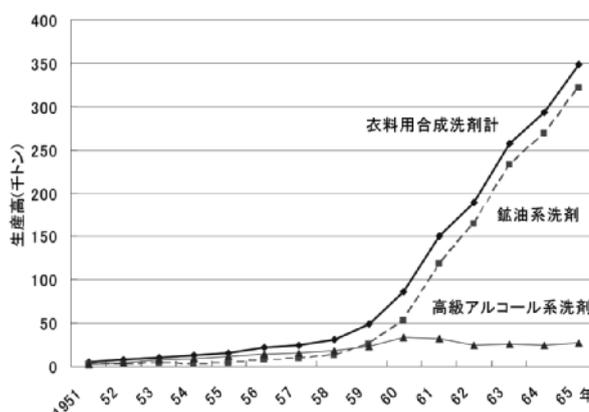


図5.2 高級アルコール系・鉱油系洗剤の生産高⁽⁴⁾

図5.2から見られるように、高級アルコール系洗剤の生産高が、鉱油系洗剤のそれを上回った期間は1951(昭和26)年から1958(昭和33)年迄であり、1959年以降は鉱油系洗剤が急激に増加していることが判る。因みに、高級アルコール系洗剤の生産高のピークは、1960年における3万3,169トンであった。

5.4 鉱油系合成洗剤の躍進

我が国において、鉱油系合成洗剤が躍進を遂げるきっかけとなった製品は、1953(昭和28)年4月に花王石鹼から発売された「ワンダフル」である。ワンダフルの前身は、1951年に発売された「花王粉せんたく」であったが、製品改良を機会に新しいネーミングが企画された。「粉せんたく」「ザブ」「ワンダフル」を候補として、消費者による新聞投票の結果から選ばれたのがワンダフルであったという。

「花王粉せんたく」⁽⁸⁾から「ワンダフル」⁽⁹⁾への改称に伴い、配合成分も[図5.3]のように改良された。

即ち、「花王粉せんたく」では、2種類の界面活性剤の他は、単にアルカリ剤のソーダ灰（炭酸ナトリウム）を加えただけのものであったが、「ワンドフル」では従来の成分の他にCMC、珪酸ソーダなどのビルダー、及び蛍光染料が添加され、これにより洗浄力や洗い上がりの白さは著しく向上したものと見受けられる。

[花王粉せんたくの成分]	
アルキル硫酸ソーダ	洗浄剤(高級アルコール系)
アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ	洗浄剤(鉱油系)
ソーダ灰	ビルダー(アルカリ剤)
↓	
[ワンドフルの成分]	
アルキル硫酸ソーダ	洗浄剤(高級アルコール系)
アルキルベンゼンスルホン酸ソーダ	洗浄剤(鉱油系)
ソーダ灰	ビルダー(アルカリ剤)
珪酸ソーダ	ビルダー(アルカリ剤)
カルボキシメチルセルロース(CMC)	ビルダー(汚れ再付着防止剤)
蛍光染料	繊維の白さを増強
香料	賦香

図5.3 花王粉せんたくとワンドフルの成分⁽¹⁰⁾

高級アルコール系洗剤はその特性から中性で使用され、主に羊毛や化繊衣料の洗浄を訴求していたのに対して、鉱油系洗剤はアルカリ系でも安定であり、木綿衣料に対する洗浄力が優れている点が強みであった。加えて木綿衣料は、機械力に対して傷みや型くずれ、縮みなどは少なく、この点からも電気洗濯機との相性は良かったと言えよう。

ワンドフルを電気洗濯機メーカーに買い上げてもらって、洗濯機を購入する客に一袋ずつ進呈してもらった他、ラジオやテレビでの宣伝、サンプル配布など、様々な努力が功を奏しワンドフルは売上げを増大していった。

花王石鹸が、鉱油系合成洗剤に取り組むことになった背景には、1950年当時、和歌山工場長であった専務丸田芳郎（後に花王の社長・会長を務める）の米国視察という運命的な機会があった。視察は1950年11月から翌1951年3月迄であったが、その帰途に立ち寄ったハワイ・ホノルルで、赤い箱に入った洗剤のサンプルリング（見本配布）を目撃し、興味を惹かれた丸田は直ぐにスーパーに行ってその商品を買求めたという。⁽¹¹⁾

赤い箱の商品は1946年にProcter & Gamble社から発売された、家庭用の衣料用合成洗剤「タイド(TIDE)」であった。商品の説明書きには「ウールだけでなく綿製品も洗える」とあり、これが丸田に「エキセリンの設備で造れるかも知れない」との閃きを与えた。直ちに、分析を依頼する手紙を添えて「タイド」を和歌山工場に送った。

丸田が帰国すると、タイドの分析結果が出ており、配合成分も突き止められていた。そして、これは丸田

が直観した通り、エキセリンを造った設備で製造できることが判明。早速、設備を整え1951年7月には毛・絹・化繊用合成洗剤「エマール」を発売し、10月にはその設備を転用して、弱アルカリ性の衣料用合成洗剤「花王粉せんたく」の発売に繋がっていくのである。⁽¹⁰⁾

丸田を米国視察に送り出した当時、花王石鹸の経営状況は非常に苦しい時期であったが、それにも拘らず派遣を決定したのは時の社長、伊藤英三の英断であった。伊藤の経営観、丸田との信頼関係は、城山三郎著による『梅は匂い人はこころ』に詳しい。⁽¹²⁾

売上げが増大するとなると生産能力の増強が必要となるが、同時に品質改善やコスト低減を図っていくことが重要課題となる。そのため配合研究をはじめとして、設備面ではアルキルベンゼンの連続スルホン化設備、噴霧乾燥塔（スプレードライヤー）、自動計量、自動包装、付帯設備等、所謂、オートメーション化を図るには莫大な投資を伴うだけでなく、高い技術力が必要とされ、そうした条件を満たせる企業は限られざるを得なかった。当時のこれら企業としては、日本油脂、日産化学工業（両社の家庭品合成洗剤事業は1959年にニッサン洗剤工業を設立し一本化される）、花王石鹸、ライオン油脂、第一工業製薬、ミヨシ油脂、旭電化、丸見屋（後のミツワ石鹸）等があった。⁽¹³⁾

当時、我が国においても欧米で鉱油系の衣料用合成洗剤が普及しつつあることは知られていたが、欧米に比べ水の硬度が低い日本では、カルシウム石鹸などドスカムによる洗浄への影響は小さいとして、合成洗剤に替える必要はなく、従来通り石鹸で問題はないと考える企業が体勢を占めていたのである。[表5.2]は米国における合成洗剤の進展状況である。

表5.2 米国における合成洗剤の進展⁽¹⁴⁾

[単位:千トン、%]			
年	石鹸	合成洗剤	合洗率
1935	?	0.9	
1940	1,484.6	13.6	0.9
1950	1,127.2	495.9	30.6
1960	479.4	1,501.7	75.8

(出所:「日本の合成洗剤」)

一方、石鹸の将来性を見込んで、油脂の連続加水分解装置や脂肪酸連続蒸留設備、石鹸の連続製造設備、乾燥設備、粉末化設備、自動包装設備等に巨額の投資をしてきた企業にとって、鉱油系洗剤への関心も棄て難く、それへの重なる設備投資に対しては、少なからず躊躇があったことは想像に難くない。

ライオン油脂（現ライオン）は、1910（明治43）年、合資会社ライオン石鹸工場を設立以来、固型や粉末の

洗濯石鹼に集中して製造を行ってきており、昭和10年代には粉末石鹼は業界首位、固型洗濯石鹼では2位（固型洗濯石鹼の首位は日本油脂）の地位を占めるまでになっていたが、合成洗剤に対する研究も着々と進めていた。即ち、1947（昭和22）年には石炭の低温乾留タール中にある、オレフィン为原料とした合成洗剤の製造法を成功させる一方、オロナイト・ケミカル社から購入したアルキルベンゼンを輸入して、ABS系合成洗剤の試験生産を完了させていたのである。そして1951（昭和26）年10月には、鉱油系の純毛・化繊用合成洗剤「ライボン」（フレーク状）を新発売することとなる。当時、他社から発売された合成洗剤は、高級アルコール系か、若しくはそれと鉱油系とを混合した界面活性剤からなる合成洗剤であるのに対して、ライボンは純鉱油系合成洗剤であり、純鉱油系としては国産第一号であったという。⁽¹⁵⁾ライオン油脂における本格的な噴霧乾燥塔の設置は1960（35）年で、能力は1,000トン／月とされる。また、ライボンは後に我が国台所用洗剤第一号となる「ライボンF」⁽¹⁶⁾（Fはフレーク状を表す）を発売し、大きな成功を収めた。

日本油脂は、我が国の洗濯石鹼製造装置において最初となるオートメーション化を果たし、固型石鹼第一主義で進んでいたが、合成洗剤への取り組みは迅速であった。米国における鉱油系合成洗剤及び電気洗濯機の普及を見て、日本でも合成洗剤時代の到来は必至とみて、1953（昭和28）年に本格的な家庭用粉末洗剤、1957年には液体洗剤の企業化を図っている。

前述の如く、日本油脂は1959年に日産化学工業と共にニッサン洗剤工業を設立し、1961年には名古屋の工場を稼働。日産化学工業でABSを製造し、これをニッサン洗剤工業に運び、ビルダーを混合し、スプレードライヤーにかけ中空粒状の粉末洗剤を製造した。⁽¹⁷⁾当初発売された衣料用合成洗剤としては、「ニッサン洗剤」（1959年11月）、「サンホワイト」（1963年3月）、「ハイニッサンカラー」（1965年9月）等がある。⁽¹⁸⁾

〔表5.3〕は花王石鹼、日本油脂、ライオン油脂における、ABS系衣料用洗剤に対する取組み時期を比較したものである。

表5.3 ABS系洗剤に対する各社の取組み時期（年）^{(17), (18), (19), (20)}

	花王石鹼	日本油脂 (日産化学工業)	ライオン油脂
研究着手	1951	1950	1950
連続スルホン化設備	1956	1950	1957
噴霧乾燥塔	1951	1956	1956
自動包装機	1957	1956	1961
商品発売	1951	1950	1951
	花王粉せんたく	ニッサンウェット	ライボン

〔表5.3〕において、商品の発売時期と連続スルホン化設備導入時期との間にタイムラグが見られるのは、アルキルベンゼンをバッチ式でスルホン化してABSを製造したか、或いは自社ではスルホン化はせず、ABSを購入したものである。

従来、洗濯といえば衣類に石鹼を付けてから、手でゴシゴシ洗って、濯いで、絞るといった重労働を伴う家事であった。電気洗濯機の普及は、こうした重労働から主婦を解放しただけでなく、時間的、精神的ゆとりをも与え、計り知れない恩恵をもたらした。内閣府の消費動向調査によれば、電気洗濯機の普及率は、1957（昭和32）年に20.2%であったが、1961（昭和36）年50.2%、1966（昭和41）年75.5%、1970（昭和70）年には91.3%に達している。

5.5 衣料用合成洗剤の性能の進化

1933年、ドイツのI.G.社において開発されたABSは間もなく米国に渡り、浸透性や洗浄力、分散性、耐硬水性、耐アルカリ・耐酸性、起泡性など、ASを超える優れた性能が評価された。1936年にはProcter & Gamble社がABS系合成洗剤を開発し、好評を博した。リバー・ブラザーズ（Lever Brothers）社やコルゲート（Colgate）社もこれに続いた。ABSの原料となるプロピレンやブチレン、ベンゼンはナフサ^(註1)を熱分解して得るため、ABSは鉱油系或いは石油系界面活性剤と称される所以である。

我が国に初めてABSが紹介されたのは、1950年2月のことであり、関心をもった会社は早速に米国からアルキルベンゼン（AB）を輸入し、そのスルホン化や洗剤処方の研究に取り組んだ。そして同年10月には、鉱油系合成洗剤が製造されることとなる。

当初のABS系洗剤の処方〔図5.3〕に例示した如く、ビルダーとしてはソーダ灰を混合した程度のものであった。そして、1957年にはビルダーとしてトリポリ燐酸ソーダ（STPP）が使用されるに至り、ABS系洗剤の洗浄性能は著しい向上を見ることとなる。STPPは、Monsanto社の開発によるものであるが、このビルダーの重要な作用は、(1)多価金属イオン捕捉作用（キレート作用とも呼ばれる）、(2)アルカリ緩衝作用、(3)固体粒子分散作用である。⁽²¹⁾我が国で初めてこのビルダーを配合した洗剤は、1957（昭和32）年12月に花王石鹼から発売された、中空顆粒状の衣料用合成洗剤「ブルーワンダフル」であった。⁽²²⁾

ビルダーはSTPP以外にも、落ちた汚れが再び衣類に付着することを防止する再付着防止剤のカルボキシ

メチルセルロース (CMC) やアルカリ緩衝性やバケツなど金属の防錆性のある珪酸ソーダ、漂白剤などが使用された。

また、少量の添加でも効果のある、蛍光増白剤や酵素、香料などが洗浄力や嗜好性を高めるものとして使用されるようになった。

ABS系洗剤は泡立ちが豊かで、視覚的にも洗濯の実感を与えるものであった半面、濯ぎ性に難があった。1962年4月、ライオン油脂では泡コントロール剤を開発し、これを「ハイトップ」⁽²³⁾ に応用・発売し、好評を得た。

国内の酵素洗剤発売の第一陣は、1968年1月に第一工業製薬から発売された「モノゲンオール」、及び同年3月の日本油脂の「バリ」(後にニッサン石鹼に移管)である。この酵素入り洗剤は、蛋白系のシミ、汚れを落とす力が抜群に優れていたとされる。⁽²⁴⁾

粉末の衣料用合成洗剤の殆どは、水への溶解速度を速めるために中空顆粒状で、紙箱に入ったものであった。その一方で1964年には、ポリボトルに入った液体タイプの鉱油系洗剤が発売された。液体洗剤は冷水にも瞬時に溶け、また嵩張らないので置き場所に便利なこと等の特長がある。液体洗剤の配合組成面からは、保管期間中に分離や粘度変化を起すことの無いよう、界面活性剤やビルダーの選択には工夫が必要とされた。即ち、界面活性剤としてはABSなどの他に、ポリオキシエチレンアルキルエーテル (AE) やポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩 (AES) など、無機塩の影響を受けにくく、且つ界面活性の高いものが併用された。また、界面活性剤の濃厚水溶液では、STPP やソーダ灰、珪酸ソーダなどは溶けきれず分離するため、ピロリン酸カリウムやクエン酸ナトリウム、トリエタノールアミンなどがビルダーとして使用された。

1950年に登場した鉱油系衣料用洗剤は、1963(昭和38)年に23万2,500トンの生産量に達した以降、主役の座を得て更に伸張していくこととなる。

(注1) ナフサ (naphtha) とは、原油を常圧蒸留分離して得られる成分のうち、沸点範囲が約30～200℃程度のものを言う。石油化学工業の重要な原料で、粗製ガソリン、直留ガソリンなどとも称される。ナフサを熱分解してエチレン、プロピレン、ブチレンなどのオレフィン炭化水素の他、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族分子などが得られ、それらから様々な誘導製品が作られる。

<参考資料>

- (1) 日本油脂編『日本油脂三十年史』p479 日本油脂 (1967)
- (2) 花王編『花王史100年』p227 花王 (1993)
- (3) 日本油脂編『日本油脂五十年史』p502 日本油脂 (1988)
- (4) 日本油脂編『日本油脂三十年史』p488 日本油脂 (1967)
- (5) 花王編『花王史100年』p230 花王 (1993)
- (6) 同上 p232
- (7) 脂化学産業の歩みと未来を考える交流会編『油脂化学産業の発展と市民生活』p18～20 日本石鹼洗剤工業会 (1996)
- (8) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351005
- (9) 同上 資料番号：102910351006
- (10) 花王編『花王史100年』p207 花王 (1993)
- (11) 花王編『絶えざる革新』p73 花王 (2003)
- (12) 城山三郎『梅は匂い人はこころ』花王石鹼 (1973)
- (13) 日本油脂編『日本油脂三十年史』p491 日本油脂 (1967)
- (14) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』p170 ライオン油脂(株) (1979)
- (15) 同上 p152
- (16) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351045
- (17) 日本油脂編『日本油脂五十年史』p506 日本油脂 (1988)
- (18) 同上 p507
- (19) 花王編『花王史100年』p207,285 花王 (1993)
- (20) ライオン油脂編『ライオン油脂六十年史』p152,176 ライオン油脂 (1979)
- (21) 花王編『花王史100年』p255 花王 (1993)
- (22) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p73 朝倉書店 (2004)
- (23) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351037
- (24) 花王編『花王史100年』p406 花王 (1993)

6 | 第Ⅳ期－環境対応期－1966年～1987年(昭和41年～昭和62年)

第Ⅳ期を合成洗剤の「環境対応期」と命名し、その期間は、合成洗剤の普及に伴って環境問題が発生した1966（昭和41）年から、第Ⅴ期合成洗剤の「成熟期」を迎えた初年の1987（昭和62）年までの21年間とした。

6.1 時代の背景⁽¹⁾

1955年から1973年にかけて日本経済は、高度成長を迎える。1955年が出発点となった石油化学工業の発展により、ナイロンやポリエステルなどの合成繊維が出現する一方、家電製品の三種の神器の一つとされた電気洗濯機の普及が、石鹼から合成洗剤に代わっていく過渡期と重なり、両者の生産高は急激に増大していった（第5章 [図5.1] 参照）。

1973（昭和48）年、中東戦争をきっかけとして原油価格が急騰し、第一次石油危機に陥り、洗剤やトイレットペーパーが買いただめされ、店頭から商品が消えるという現象が生じた。1978（昭和53）年の第二次石油危機においても、同様の現象を招いた。

高度経済成長の背景には、工場からの煤煙や排出液、車の排気ガス、下水処理施設の未整備等による環境汚染が深刻な問題として表面化することとなる。

6.2 洗剤のソフト化

6-2-1 ABSによる環境汚染問題^{(1) (2)}

前述したように、我が国では1963（昭和38）に合成洗剤の生産高は石鹼のそれを上回り、その後も電気洗濯機の普及と共に増大を続けた。その背景には、ABSの原料であるアルキルベンゼンが、同年1963年から国産化されたことにより価格が大幅に下がったことや、ABSの優れた洗浄性能が、多くの消費者に受け容れられたこと等があった。

しかし我が国では1961（昭和36）年頃から、下水処理場や河川において発泡現象が開始、下水の処理能力を低下させたり、河川の泡が風に吹かれ道路にまで飛んできて美観を損ねたりするといった問題が発生した。更に、ABSが環境中に出て、地下水を汚染し井戸水にまで影響を及ぼすといった、重大な公害問題を引き起こしたのである。

欧米においても、日本より10年ほど前から同様の現

象が起きており、原因が解明され、対策も1960年代にはほぼ完了していた。

地下水の汚染や発泡の原因は、主に家庭用の衣料用洗剤や台所洗剤に含まれるABSの生分解性の低さにあった。

ABSの親油基原料であるアルキルベンゼンは、当時、プロピレンを重合し四量体とした炭化水素（プロピレンテトラマー（propylene tetramer）とも言う）にベンゼンを付加して製造されていた。こうして製造された四量体の炭素同士の結合は、線形（linear）ではなく、所どころで分岐（branched）する炭素をもつ構造であった。

河川において浄化の役割を果たす微生物にとって、分岐する炭素をもつものやベンゼンのような環状構造をもつ物質の分解は苦手であり、最終分解物質の炭酸ガスと水になるまでには相当の日数を要することが知られている。このような物質は難生分解性物質と呼ばれる。

ABSによる発泡問題は、親油基の構造を線形にした、所謂、リニアアルキルベンゼンスルホン酸塩（LAS）に置き換えることで、欧米では解決を見ており、日本でも代替の是非について議論がなされた。

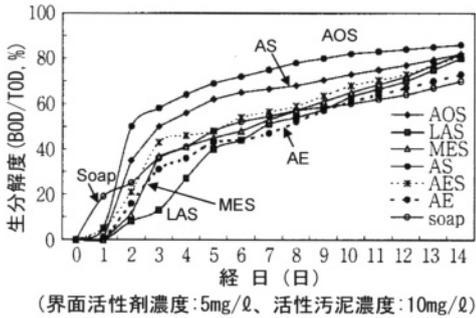
洗剤に関連する業界関係者の間では、日本の河川は欧米に比べて短く、数日で海洋に出てしまうため、このような現象が欧米ほど深刻な問題になることはないだろうとの見方もあったとされる。また、LASに切り替えるためのコスト増加も予想され、激しい市場競争の中にあっては、各業界・各社とも慎重にならざるを得なかった。

この問題は国会でも取り上げられ審議されたが、現実に問題が起こってしまっている以上、早急な対応が必須であることは、議論の余地はなかった。

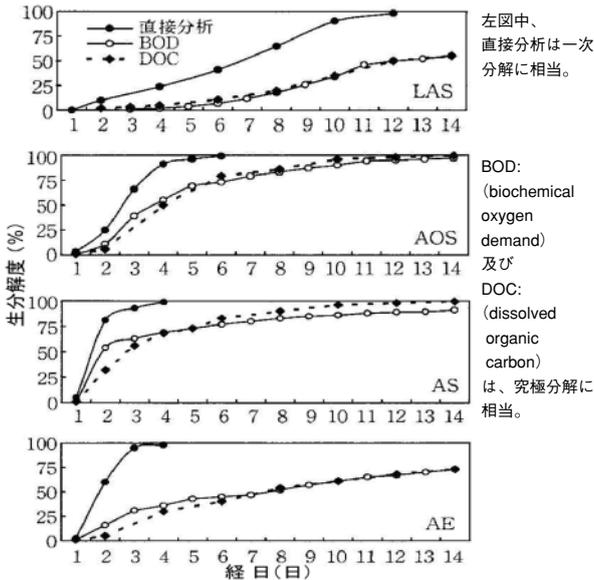
6-2-2 ソフト化への対応

日産化学工業では、米国のコンチネンタル・オイル（Continental Oil）社からリニアアルキルベンゼン（LAB）の製造技術を導入し、洗剤メーカーにLASへの切替えを強く奨めた。

LABの製造は、パラフィン分を多く含む灯油を分子篩にかけ、ノルマルパラフィン（Normal Paraffin:直鎖状炭化水素）を取り出し、それにベンゼンを付加する方法などがある。



(界面活性剤濃度:5mg/ℓ、活性汚泥濃度:10mg/ℓ)



左図中、直接分析は一次分解に相当。
BOD: (biochemical oxygen demand) 及び DOC: (dissolved organic carbon) は、究極分解に相当。

図6.3 主要界面活性剤の生分解度⁽⁷⁾

6.3 洗剤の無リン化

6-3-1 磷酸塩による富栄養化問題

1968(昭和43)年、霞が浦でアオコが大発生し、1969年には琵琶湖で初めての淡水赤潮が発生した。また同年1969年には、霞ヶ浦で再びアオコの大発生が見られ、初めてとなるカビ臭発生を観測し、更に1972年には、瀬戸内海で赤潮が大発生するといった、湖沼や閉鎖性海域での富栄養化問題が発生した。

富栄養化(Eutrophication)が起こると、水草や藻類が異常繁茂し、水中の溶存酸素の消費が進んで酸欠状態となり生態系のバランスは崩れ、魚貝類など水生生物の死滅や藻類の腐敗により、水質が累進的に悪化し、透明度の低下や悪臭を放つようになるなど、深刻な問題を引き起すこととなる。富栄養化現象は日本に特有という訳ではなく、人口が密集し、閉鎖水域を抱える地域では共通しており、1970年前後には北米の五大湖や欧州でも起きている。

富栄養化が起こる原因は、窒素やリン等の栄養塩類の過剰流入によるもので、その源は生活排水や工場排

水、農業排水などであった。

富栄養化は、日本特有のものではないとは言え、当時は生活環境を支える下水道等のインフラ整備の立ち遅れや環境保全に対する認識も不足しており、特に高度経済成長期にあつては、インフラ整備や環境保全への認識についての乖離を露呈した感がある。

因みに、第一次高度経済成長期に在った1965(昭和40)年における下水道の普及率⁽⁸¹⁾は、僅か8.3%であり、10年後の1975年でも22.8%、1985年35.9%と極めて低く、普及率が50%を超えたのは1994年のことである。⁽⁸⁾

前述したように、富栄養化の原因となる栄養塩類は、生活排水や工場排水、農業排水などから持ち込まれることは明白であったが、解決の方策は難題であった。即ち、農業排水にあつては、田畑に施した肥料が雨水等によって湖沼に流出するものであり、肥料の使用禁止やその流出を阻止することは殆ど不可能に近い。工場排水にあつては、各工場内で浄化を義務付けるなどしなければならず、また、生活排水にあつては下水道の整備など、いずれは実施していかねばならないことであるが、両方共かなりの時間と金を要することである。

いつの時代でも「出来るところからやろう」というスローガンは、説得力を持つようである。こうして栄養塩類削減の対象とされたのは、洗剤に含まれる磷酸塩であった。

一方、国や自治体も法の整備や条例などを制定、施行し、環境保全や水質汚濁防止に一層の力を入れるようになってきた。[表6.2]は代表的な水質汚濁防止に関する法律と条例である。

表6.2 水質汚濁防止に関する法律・条例

年	法律・条例名
1970年	水質汚濁防止法
1973	瀬戸内海環境保全臨時措置法施行令(1976年までの時限立法)(11月施行)
1974	瀬戸内海環境保全臨時措置法及び水質汚濁防止法の一部を改正する法律の施行について(法令・告示・通達)
1979	瀬戸内海環境保全特別措置法(6月施行)
1980	琵琶湖富栄養化防止条例施行
1982	霞ヶ浦富栄養化防止条例施行

6-3-2 低リン化・無リン化への対応

衣料用洗剤において、トリポリ磷酸ソーダ(STPP)に代表されるような縮合磷酸塩は洗浄効果に重要な役割を果たしており、性能を維持しつつ、このビルダーに替わる原料を見出すことは、非常に困難なことであった。しかし、業界の自主規制や行政指導もあり、各社は磷酸塩の低減、或いは削除に向けて努力を傾けることとなる。

業界では自主規制によって、衣料用合成洗剤への磷酸塩配合率が、 P_2O_5 換算^(注3)で従来は17~20%であったものを、1975年1月には15%以下とし、1976年に同12%以下、1979年以降に同10%以下にするというものであった。

しかし、1980年及び1982年に施行された琵琶湖或いは霞ヶ浦の富栄養化防止条例は、磷酸塩を含む合成洗剤の販売や使用を禁止する内容のものであり、両県においては低リン化洗剤では通用しなくなったのである。

STPPなど、磷酸塩の配合率低減に伴う洗浄性能の低下は、どのように補われたのであろうか。STPPについては、第5章5.5に記述したように複数の優れた作用をもっており、これに匹敵するビルダーは今日でも見当たらないと言われている。STPPのもつ複数の作用を、複数の成分で補うことが考えられた。性能は維持されても、配合する成分の数が増えることにより、配合コストは上がり、また原料タンクや配管等の増設が必要になるなど、洗剤メーカーにとってはかなりの負担を強いられることとなる。

更に重要なことは、磷酸塩と置き換えようとする成分が、以前に使用実績がない場合には、人体や環境、衣類に対して安全な物質かどうかを確認する必要がある、そのためには歴大な試験をしなければならないことである。

低リン化の場合には、ソーダ灰や珪酸ソーダなど、アルカリ剤の増量、或いは多価金属イオンを捕捉する作用を有するクエン酸ソーダ、更に酵素などを用いるなどして凌げたが、無リン化となるとこの手法では従来の性能の維持や経済性の面で、現実的とは言い難い。

低リン化を進めながら、蛋白分解酵素の配合により洗浄力を補った洗剤「トップ」は、1979年3月にライオンから発売され、好評を博した。翌1980年には「無リントップ」と無リン化される。

1973(昭和48)年10月、業界で第一号となる無リンの衣料用合成洗剤「せせらぎ」⁽⁹⁾がライオン油脂から発売された。しかしこの商品は、クエン酸ソーダを用いていたため、直後に起こった石油危機による原料価格の高騰と生産性に問題があるとして、間もなく中止に至った。⁽¹⁰⁾

磷酸塩、特にSTPPの代替となる物質を探索する研究は世界的な規模で行われた。水や汚れからもたらされるカルシウムイオン(Ca^{2+})やマグネシウムイオン(Mg^{2+})などの多価金属イオンは、陰イオン性の界面活性剤と結合しやすく、結合したものは界面活性剤としての働きを失効させてしまう。また、 Ca^{2+} や Mg^{2+}

が、汚れ分子と繊維分子とを結びつけている場合には、その汚れは非常に落とし難くなる。これらの理由も含めると、STPPに替わる物質の要件は、(1)水溶液中で、活性剤よりも素早く Ca^{2+} や Mg^{2+} を捕捉できること、(2)繊維に沈着している金属イオンを引き抜く力があること、(3)工業的且つ安定的に供給できること、(4)人体・環境・衣類・洗濯機に対して問題のないこと、(5)安価なこと、となる。

数ある候補の中から選択された物質は、合成して得られる、4A型ゼオライト^(注4)(4A type zeolite)である。これはアルミノ珪酸ナトリウムとも呼ばれ、水に不溶性の無機物である。そのため、下水処理への影響、電気洗濯機や配管への残留、衣類への付着等が懸念されたが、全てクリアーしての選択であった。様々な試験を経て、ゼオライトが本格的に使用されるようになったのは、1980年のことである。

このゼオライトは、今日、世界的に使用されている洗剤ビルダーであるが、ゼオライトを洗剤に用いる基本技術は、ドイツのヘンケル(Henkel)社が所有していたものである。

ゼオライトは多価金属イオン捕捉剤としての役割は果たすが、STPPが他に有していたアルカリ緩衝作用や分散作用は充分ではないため、これらの作用を補う成分が必要とされた。即ち、STPPを単にゼオライトに置き換えただけでは、繰り返し洗濯により、白物衣料がくすんでくることが認められたのである。

この問題を解決する成分として、分散作用の優れるポリアクリル酸塩、或いはアクリル酸マレイン酸コポリマーなどが使用され、アルカリ緩衝作用は珪酸ソーダの増量などが効果的であった。

粉末合成洗剤の無リン化と並行して、衣料用洗剤の液体化も検討されていた。液体洗剤は以前からAS系合成洗剤として発売されており、これらは主に毛・絹・化繊など比較的汚れの軽い衣類を対象とするものであった。このように軽い汚れを対象とする洗剤を、衣料用軽質洗剤(light duty detergent)と呼ぶのに対し、下着をはじめYシャツのエリ・ソデ、靴下、作業衣などのきつい汚れを対象とする洗剤を、衣料用重質洗剤(heavy duty detergent)と呼んでいる。

1964年5月頃から、本格的な衣料用液体重質洗剤が市販されてはいたが、液体洗剤においては保存安定性確保のため、安価な無機ビルダーを十分に配合することは難しい。そうした制限の中で、液体洗剤においても無リン化や性能向上を図った商品が、各社から上市されていった。

こうして滋賀県や茨城県の富栄養化防止条例への対

応を図るとともに、洗剤の無リン化は全国的に広まっていくこととなった。因みに、日本における無リン化は、水の硬度が比較的低いこともあって、世界に先駆けるものとなった。

河川における発泡問題や湖沼の富栄養化問題など、環境対応を余儀なくされた合成洗剤であるが、これらの問題を解決するために、業界は競って新たな技術開発に挑むこととなった。新しい界面活性剤の高度利用技術、スルホン化やポリマー重合の化学反応技術、配合技術、洗剤製造技術、環境指標評価技術等は大いに発展を遂げた。

6.4 省資源化洗剤

6-4-1 第一次、第二次石油危機

第一次石油危機は、1973（昭和48）年10月に勃発した第四次中東戦争を機に、アラブ諸国の禁輸措置、OPECによる原油価格の引き上げによりもたらされた。1972年末に3ドル/バレル^(注5)（\$/B）であった原油価格が、12\$/Bと4倍にも値上がりし、世界経済が大打撃を受けた。更に、第二次石油危機は、1978年末から1979年春にかけてのイラン革命が発端となり産油量が減り、再度の原油価格急騰によってもたらされた。少し前までは、1バレル当り13ドルの原油が30ドル台にもなった。このため洗剤業界各社は、省資源型の洗剤開発を志向していくこととなる。

6-4-2 省資源小型化洗剤の開発

合成洗剤にとっての省資源化とは、洗浄性能をはじめ、使用回数、使い勝手、安全性など、従来のパフォーマンスを損なわずに、中身の濃縮化や容器の小型化或いはコンパクト化によって、原油価格の値上げを吸収し、トータルの洗剤製造コスト、物流コスト等を下げ、結果としてその利益を消費者に還元することを目指すものである。

処方面では、粉末化剤（或いは工程剤）である芒硝を減らし、少量で洗浄効果の高い非イオン界面活性剤の活用を図りながら、全体の成分を増量するなどの方法がある。濃縮化されても、1回当りの洗剤使用量に含まれる界面活性剤やビルダーの量は保証されていなければならない。

一方、製造面では、粉末粒子の嵩密度（重量/嵩容積）を大きくし、嵩張らない粒子とする必要がある。このとき、水への溶解速度が悪くならないように注意する必要がある。

濃縮小型洗剤は1975（昭和50）年7月から8月をかけ

て、花王石鹼から濃縮小型洗剤「新ザブ」「新ニュービーズ」、11月には「新ホワイトワンダフル」が発売され、1976年2月にはライオン油脂から、「ダッシュ25」に続き「スパーク25」「ブルーダイヤ25」などが次々と発売された。

これらの洗剤は、従来30ℓの水に40g要した使用量が25gで済み、洗浄力は今までのものと変わらないこと、また、これらは、大サイズが1.66kg入りで、従来洗剤の大サイズ2.65kgと同じ回数の選択が出来る上、1箱当たり90円安いこと等が訴求された。

[表6.3] は、市販の濃縮小型洗剤と従来洗剤の仕様の概略を例示したものである。

表6.3 市販の濃縮小型洗剤と従来洗剤の仕様概略

[大サイズ]	濃縮小型洗剤	従来洗剤
目付(kg)	1.66(1箱で66回分)	2.65(1箱で66回分)
1回当り洗剤使用量 重量(g/30ℓ)	25	40
容量(mℓ/30ℓ)	70	140
嵩密度(g/cm ³)	0.36	0.29
箱の寸法 (幅Lx高さHx奥行W)(mm)	220x310x70	255x380x100

当時、店頭では従来洗剤と濃縮小型洗剤が併売されており、消費者には少なからず混乱を与えるものであった。濃縮小型洗剤は、発売当初は好調な売れ行きを示し、金額で市場の約3割を占めるまでに至ったが、その後は次第に売れなくなり、発売数年後となる1980年前後には、殆どが店頭から姿を消してしまった。

濃縮小型洗剤売れなくなった理由は、以下の点に示唆された。(1) 従来品と併売したため、消費者や市場に混乱を与えた(2) 消費者は、高くて見栄えのする従来品を好んだ(3) 濃縮小型洗剤は使い勝手が従来品と同じで、箱から直接粉末を振り出す目分量計量であったため、洗剤を使い過ぎてしまう傾向があり、割高感を持たれた(4) 目新しい性能訴求がなく、石油系製品の高騰が落ち着いた後は、消費者の選択も元の商品に戻ってしまった(5) 消費者心理と使用実態の把握が不十分であった。

しかしながら、これらの示唆は次章に述べる本格的なコンパクト化洗剤の開発過程において、貴重な経験として活かされてくる。

6-4-3 合成洗剤の人体への安全性

合成洗剤の人体に対する安全性問題がクローズアップされるきっかけとなったのは、1962（昭和37）年、台所用の中性合成洗剤を粉ミルクと間違えて誤飲した32歳の男性の死亡事故であった。しかしこの死亡事故については、昭和42年6月、東京地方裁判所において、

死因は台所用洗剤の誤飲によるものではない、との判決が下された。更に同年の1962年、洗剤会社に勤務する社員の不審事故死があり、原因としてABSによる中毒死との疑惑が生まれたことであった。爾来、本格的な合成洗剤の毒性に関する論争が始まることとなった。

合成洗剤の毒性を主張する医師や学者からは、ABSに溶血作用や酵素阻害作用がある、妊娠しているマウスに中性洗剤を投与すると脳仔（脳に障害のある仔が生まれるという意味か？ 筆者注）が認められる、中性洗剤により生体に免疫を生ずるおそれがある、ABSと発がん性物質を同時にネズミに投与した結果、がんの発生が通常の数倍になる、合成洗剤に催奇性が認められる等、数々の報告や発表が1960年代に行われた。合成洗剤の安全性問題は、国会でも大きくとり上げられ^{(11)・(12)}、国をはじめ東京都、神奈川県、大阪府など幾つかの地方自治体の実態調査や確認試験を実施することとなる。詳細については本報告の趣旨ではないので概略を記すと次の通りである。（省庁名は何れも当時の名称である。）

- (1) 1965（昭和40）年 科学技術庁、他 「中性洗剤に関する特別研究」（総合研究）
- (2) 1976（昭和51）年 厚生省 「LASの催奇性に関する合同研究」
- (3) 1978（昭和53）年 科学技術庁、他 「合成洗剤に関する研究成果報告書」（総合研究）
- (4) 1980（昭和55）年 東京都衛生局 「急性毒性、慢性毒性、催奇形性、変異原性、発がん性等」
- (5) 1980（昭和55）年 神奈川県衛生部 「皮膚刺激性、急性毒性」
- (6) 1980（昭和55）年大阪府衛生部 「皮膚刺激性、慢性毒性、催奇形性、変異原性、胎仔血液（白血病や精巣への影響）等」
- (7) 1981（昭和56）年 神奈川県 「問題なし」との見解を発表
- (8) 1983（昭和58）年 厚生省 「洗剤の毒性とその評価」

これらの実態調査や確認試験結果から、合成洗剤は「洗浄の目的から著しく逸脱しない限り、人の健康を損ねる恐れはない」との国の公式見解が1976年に出された他、LASに催奇形性や発がん性は認められないことが確認されるに至った。

6-4-4 合成洗剤による皮膚障害

衣料用洗剤は電気洗濯機だけでなく、手洗いでも使われる。特に台所用洗剤は素手で使われることが殆ど

であり、個人差はあるものの洗剤による手荒れや湿疹等の皮膚障害の問題を解決することは業界にとって重大課題である。

洗剤による皮膚障害は接触性皮膚炎と呼ばれ、これには一次刺激性接触皮膚炎とアレルギー性接触皮膚炎の二通りに分けられる。一次刺激性接触皮膚炎は、更に、一回だけの接触により発症する急性毒性皮膚炎と、何回も同じ部位への接触により発症する、慢性型刺激性皮膚炎とに分類される。一方、アレルギー性接触皮膚炎は、抗原抗体反応による個人差の大きい炎症である。

洗剤が皮膚に及ぼす影響は、その個々の成分の皮膚への作用によるものと考えるのが自然である。界面活性剤は、それ自身もつ界面特性により、皮膚からの脱脂や角質蛋白に吸着するなどして、皮膚生理のバランスを崩すことが、炎症を引き起こす原因と考えられる。アルカリ剤や酵素を含む洗剤にあっては、より注意が必要である。

アレルギー性接触皮膚炎については、洗剤成分を選択する段階で、アレルゲン（allergen:アレルギー起因物質）を徹底的に除去しなければならない。香料成分など、微量であっても注意が必要である。

台所用洗剤では、一時期において、AESとアミノオキシサイド（amine oxide:AO）の二種の界面活性剤併用系が多く用いられた。最近では液体合成洗剤には、アルキルグルコシド（APG）（[表6.1]参照）、アミノオキシサイド、アルカノールアミドなどがよく使われる。これらの界面活性剤は、いずれも優れた洗浄力を有しながら、皮膚刺激性が少ないとされる。⁽¹³⁾

6.5 環境対応期の洗剤原料・技術・生産高

以上、環境対応要因として、(1) 発泡現象、(2) 富栄養化、(3) 石油危機、(4) 安全性の四つ側面から、洗剤業界の対応を見てきたが、これに伴う主要な衣料用重質洗剤原料の変化及び技術について [表6.4] に整理しておく。

表6.4 環境対応前後の原料変化

機能分類	主要原料		主要技術
	環境対応前	環境対応後	
界面活性剤	ABS AS, Soap [ABS, AE]	LAS, AOS AS, Soap [LAS, APG, AES, AE]	TOリアクター(AOS) [APG:液洗の低刺激化]
ビルダー (Ca ²⁺ 捕捉剤)	STPP, SPP	ゼオライト クエン酸ソーダ ポリアクリル酸ソーダ	スラリーゼオライト自製化
	(アルカリ剤) ソーダ灰、珪酸ソーダ	ソーダ灰、珪酸ソーダ	

(表中、斜体文字は環境対応後の新原料、[]内は液体重質洗剤関連である。)
(略号は表6.1及び本文を参照されたい。)

また、環境対応期前後となる1965（昭和40）年から1987（昭和62）年にかけての、衣料用洗剤の生産高を

[図6.4] に掲げる。

[図6.4] において、粉末合成洗剤計が1975年と1980年に急減しているのは、1973年と1978年に起きた第一次、第二次石油危機による消費者の洗剤買いだめによる反動である。

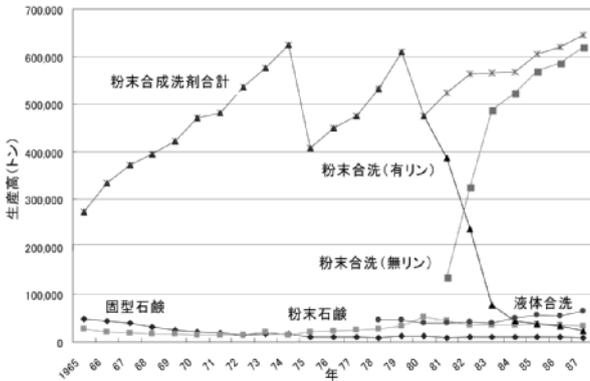


図6.4 環境対応期の衣料用洗剤生産高⁽¹⁴⁾

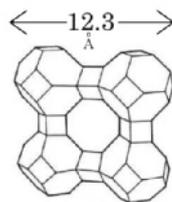
(注1) ここで言う普及率とは、総人口に対する処理人口の比率を表す。

(注2) TOリアクターのTOは、反応装置の開発者である、豊田 貞男、大越 俊昭の頭文字である。

(注3) 衣料用合成洗剤に使用する磷酸塩は、会社によって、トリポリ磷酸ソーダ ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)、或いはピロ磷酸ソーダ ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) 等と異なっていた。そのため正味となる磷 (P) の量を揃えるため、それぞれの磷酸塩を五酸化磷 (P_2O_5) に換算して表した。

(注4) 4A型ゼオライト ($\text{Na}_{12}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4.5\text{H}_2\text{O}$)

右図のような結晶構造を持ち、中央の孔(キャビティー)の径が4 Å程度で、ここに Ca^{2+} を捕捉する。また、常温で液状の非イオン系界面活性剤を保持し、粉末化を助ける。



ゼオライトには天然、合成のもの等、多くの種類が存在し、その結晶形によって特性が異なり、分子篩やイオン交換材、吸着材、触媒など様々な用途がある。

(注5) バレル (barrel) は樽の意。体積の単位で約159 ℓ。

<参考資料>

- (1) 花王編『花王史100年』 p400 花王 (1993)
- (2) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』 p22 朝倉書店 (2004)
- (3) 『日本石鹼洗剤工業会資料』

- (4) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351039
- (5) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351065
- (6) K.R.Lange; “Detergent & Cleaners” p52 (1994)
- (7) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』 p863 朝倉書店 (2004)
- (8) 日本下水道協会資料
- (9) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター 資料番号：102910351040
- (10) 『ライオン油脂編六十年史』 p341 ライオン油脂 (1979)
- (11) 第068回国会 社会労働委員会 第37号 (1972)
- (12) 第071回国会 商工委員会 第51号 (1973)
- (13) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』 p833 朝倉書店 (2004)
- (14) 日本石鹼洗剤工業会編『油脂石鹼洗剤工業史』 日本石鹼洗剤工業会 (1971~2000)

7 | 第V期-コンパクト化・成熟期-1987年~2006年(昭和62年~平成18年)

第V期を、合成洗剤の「成熟期」と命名し、その期間は、世界のデファクトスタンダードとなった本格的なコンパクト洗剤^(注1)が発売された1987(昭和62)年から、現時点から10年前となる1996(平成8)年に至るまでの9年間とした。

7.1 時代の背景

1980年代前半における日本経済は、1955年頃から始まった高度経済成長が1973年の第一次石油危機を境として、低成長に転じた状態が続く。

しかし1980年代後半にはバブル景気を迎えることとなるが、それは1985年9月に出された、G5によるプラザ合意声明が一因とされている。そしてこれはバブル崩壊後の、所謂、「失われた10年」といわれる長期の不況に陥れた直接の原因にもなった。

また、高度経済成長によってもたらされた公害が大きな社会問題となり、地球環境に対する消費者の意識が大きく変化をしてきた時期でもある。

7.2 コンパクト洗剤

7-2-1 衣料用洗剤の市場の状況

合成洗剤の生産高は〔図6.4〕で見たように、1980年代前半では50万トン台、後半には60万トン台と増大を続けた。この要因は、洗剤メーカー各社による目先を変えた新製品や改良品の発売、及び店頭での積極的な販売活動が、消費者の購買意欲を刺激したものと見受けられた。

1982年頃、日本のプロクター&ギャンブル社が先鞭をつけた特大サイズは、目付が4.1kgであり、忽ち他社も追随することとなった。そして、この特大サイズは「お徳用」とも言われ、従来、主流であった大サイズ2.65kgを凌駕する勢いで売れたのである。まさにバブルを地で行く感であった。

この特大サイズの割安感が消費者に受け容れられ、売上げを伸ばしていった。洗剤のキャンペーンセールには、2.65kgの大サイズよりも特大の4.1kgの方の安い価格で売られることもあり、衣料用洗剤は店頭で秩序を失いかけた商品となりつつあった。当時、衣料用洗剤は成熟市場とか飽和市場と言われ、こうしたカンフル注射をうつような販売合戦が続いていた。

7-2-2 本格的なコンパクト洗剤の出現

こうした状況を打破するために、洗剤各社はそれぞれに、次なる商品の開発方向を鋭意、探っていたのである。

この先鞭をつけたのは、1987年4月、花王が発売した本格的なコンパクト洗剤「アタック」⁽¹⁾であり、翌1988年にはライオンから「Hiトップ」⁽²⁾、プロクター&ギャンブルからは「アリエール」が追随した。コンパクト洗剤の仕様(アタックを例示)を、以前の洗剤と比較すると、〔表7.1〕に示すごとくである。

表7.1 コンパクト洗剤の仕様(例示)

[大サイズ]		コンパクト洗剤	濃縮小型洗剤	従来洗剤
容器	外観	光沢のある箱で斬新なデザイン	従来洗剤と同じデザインで、録巻状に90円おトク等のメッセージ	従来通りの紙箱
	寸法(LxHxW)(mm)	150x180x90	220x310x70	255x380x100
箱の容積比	蓋・吊手	あり	なし	なし
	目付(kg/大サイズ箱)	1.5	1.66	2.65
洗濯使用回数/水30ℓ(回)	60	66	66	
嵩密度(g/cm ³)	0.74	0.36	0.29	
計量方法	スプーン計量(全品スプーン入り)	目分量計量(箱から振り出し)	目分量計量(箱から振り出し)	
	重量(g)	25	25	40
洗剤使用量/水30ℓ	容量(ml)	34	70	140
	界面活性剤	非イオンの活用	LAS、AOS、AS、Soap	LAS、AOS、AS、Soap
成分の特徴	酵素	新開発・アルカリセルラーゼ	フロリアーゼ、リパーゼ	フロリアーゼ、リパーゼ
	その他	新開発・溶解促進剤	(and/or漂白剤)	(and/or漂白剤)

発売当初における各メーカーのコンパクト洗剤一回当たりの洗剤使用量は、水30ℓに対して25gであり、この使用量は、以前の濃縮小型洗剤と同じであったが、容量(嵩)が34mlと著しく濃縮化され、且つ洗剤箱全品に計量スプーンが封入されていることが大きな特長である。これは、濃縮小型洗剤が使い過ぎにより割高感を招いたことの反省であり、洗剤の濃縮化が進むほどきちんとした計量習慣が重要との判断であった。

以前の洗剤カートン(carton:箱)は、側面上方にマシン目の入った開け口があり、使用時にはカートンを傾け、その開け口から洗剤を振り出し、殆どの場合、目分量で洗濯機に投入するというものであった。従来洗剤の特大サイズでは、最初の目付が4.1kgもあるため、家では自前の蓋付きプラスチック容器などに移し換えて使う人もいた。この場合は、ガラスコップなどで洗剤を量り採ることになるが、洗剤をこぼしたり、手に付いたりするため扱いは面倒であった。

一方、コンパクト洗剤では、蓋を開け、そのまま目盛り入りのスプーンで計量できるため、正確に洗剤を量り採ることができ、また吊手^(注2)があるため洗剤カートンの持ち運びも便利、保管場所もとらない等、以前に比べると画期的な容器であった。

7-2-3 コンパクト洗剤の製造技術

洗剤生地の濃縮化に当たっては、次の点が配慮されていないと行けない。即ち、(1)従来洗剤と同等以上の洗浄力、(2)洗濯時における洗剤粒子の溶解性・溶解速度、(3)ケーキング（粒子同士がくっつき合い、洗剤生地が固まること）防止、(4)その他（安全性、経済性等）である。

まず、コンパクト洗剤の洗浄力が従来洗剤と同等であるためには、界面活性剤やビルダー、その他の添加物が従来洗剤と同量含むようにするか、或いは、より少量の配合で優れた洗浄力を発揮するような成分の応用が考えられる。

[図7.1] はコンパクト洗剤と従来洗剤の洗剤粒子の

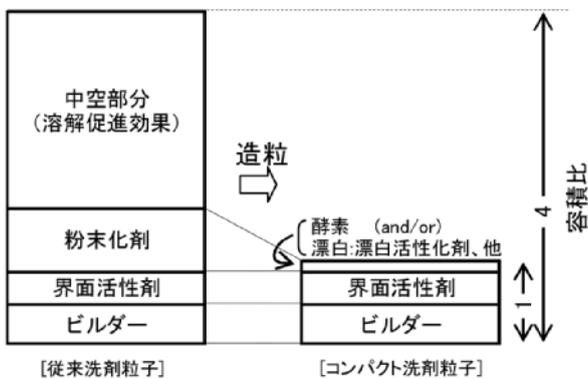


図7.1 洗剤粒子の容積組成概念図⁽³⁾

容積組成の概念図である。

[図7.1] から見られるように、コンパクト洗剤粒子の濃縮化は、従来洗剤粒子のポップコーンのようになっている中空部分と粉末化剤の占める容積を除くことによって実現されていることが判る。

コンパクト洗剤の粒子の濃縮化製造技術は、メーカーによって異なるが、現在、主流となっている方法は、噴霧乾燥造粒法であり、このほかにドライ中和法、湿式造粒法、乾式造粒法等がある。⁽⁴⁾

従来の粉末合成洗剤や電気洗濯機で使うような粉石鹼は、殆どの場合、[図7.2] に示すような噴霧乾燥法

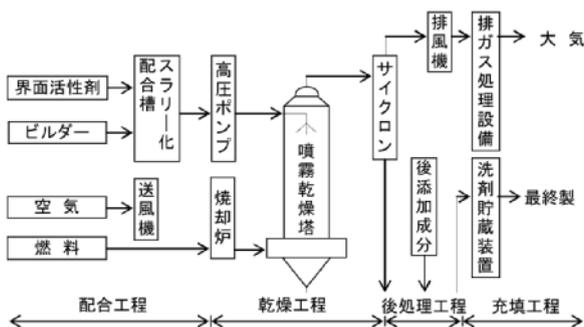


図7.2 従来洗剤の製造工程（噴霧乾燥法の例）⁽⁴⁾

を用いている。

噴霧乾燥法による洗剤粒子の製造工程は、[図7.2] に示す通り、配合・乾燥・後処理の三工程に分けられる。

乾燥工程は、[図7.3] に示すような噴霧乾燥塔（スプレー ドライヤー）を用い、熱風中にスラリーを加圧ノズルから噴霧して微粒化することにより、水分の蒸発と共に微粒子同士が適当にくっつき合い、一粒ずつの洗剤粒子となっていく。粒子の大きさや嵩密度、水分量は、スラリー粘度、噴霧圧力、ノズル本数、ノズル噴口径、塔内温度、風量などによりコントロールされる。このように乾燥された粒子は、あたかもポップコーンのように中空状となって表面積が大きくなり、水に溶けやすい粒子を製造することが出来る。

乾燥塔の方式は [図7.3] に示すように、送風と噴霧の向きが同じ方向の並流式と、それぞれが向かい合う向流式があり、粉末洗剤では後者が多く採用されている。その理由は、向流式は並流式に比べ熱効率が大きく、ノズルの数も多く設置することが可能なため、大量生産に適しているためである。しかし、粉末軽質洗剤のように、比較的熱に弱い界面活性剤を多く含む場

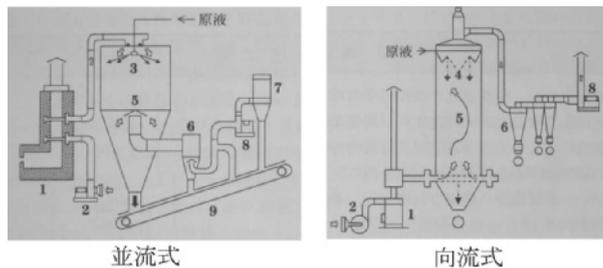


図7.3 噴霧乾燥塔⁽⁴⁾

1:空気加熱炉 2:送風機 3:回転円盤 4:噴霧ノズル5:乾燥塔
6:サイクロン7:バッグフィルター 8:排風機 9:ベルトコンベアー

合には、並流式が適しているとされる。

コンパクト洗剤の製造は、[図7.2] における乾燥工程と後処理工程の間に、造粒工程を導入することにより実現される。

コンパクト洗剤の洗剤粒子は、上述の噴霧乾燥によって得られた粒子に機械力を加えて、粒子構造を破壊すると共に、中空部分が殆どなくなるまで圧密化することによって得られる。機械力を加える方法は、主に攪拌造粒法と破碎造粒法とに分けられる。

攪拌造粒法は、噴霧乾燥粒子と必要に応じて、洗剤組成の一部である粉末成分や液体成分を攪拌造粒機に投入し、造粒・顆粒化し、さらにゼオライトなどの微粉末を加え、粒子表面をコーティングする。この処理により粒子同士がくっつき合うのを防ぐことが出来る。

破碎造粒法は、噴霧乾燥粒子と洗剤組成の一部であ

る粉末成分や液体成分を捏和・混練した後、押し出し機でペレット状に成形するか、或いは混合し、圧密ロールで板状に成形して固体状に調整する。その後、これにゼオライトやソーダ灰の粉末を添加しながら粉碎して必要とする粒度の洗剤を得る。

後処理工程は、洗剤粒子の粉末物性向上のための冷却工程や粒径を揃えるための分級工程、更に酵素や香料を添加して最終洗剤生地とするアフターブレンド工程から構成される。また、洗剤粒子の流動性向上や保管時の吸湿によるケーキング防止のため、微粉末のゼオライトなどで洗剤粒子の表面のコーティングを行っている。

アフターブレンド工程では、スラリー化や200℃を超える噴霧乾燥に適さない成分が、粉粒体や液体の状態に添加混合される。粉粒体で添加される成分には、酵素、漂白剤、漂白活性化剤、消泡剤などがあり、液体成分では、香料、非イオン界面活性剤などがある。これら成分の使用量は通常、比較的少量であり、洗剤粒子にスプレーして添加される。

コンパクト洗剤の濃縮化は、上述のような、噴霧乾燥粒子を造粒・圧密化することによって濃縮化しただけでは、溶解性が悪くまたケーキング防止対策も充分ではない。これらの課題を解決するためには、溶解促進成分の添加など配合組成をはじめ、洗剤の製造工程、後処理工程での工夫があって初めて実用化された技術であり、特にアタックの洗剤生地のコンパクト化度（一回当りの洗剤使用量が従来洗剤に比べ、重量で1/1.6、容量で1/4）及び容器の仕様（蓋・吊手付き、スプーン入り）は、その後のコンパクト洗剤のデファクトスタンダードとなった。

コンパクト洗剤の容器を見ると一目瞭然であるが、包装ラインは、今までの粉末洗剤の包装ラインとは全く異なり、自動化のために巨額の投資を必要とした。

7-2-4 コンパクト洗剤の特性化

従来洗剤の成分組成を濃縮化しただけでは、その洗浄性能は、良くてもせいぜい従来洗剤と同等である。以前の濃縮小型洗剤において示唆されたように、洗剤本来の性能向上を図っていくことが洗剤メーカーの務めである。

1980（昭和55）年代前半当時の、「消費者調査結果」⁽⁵⁾によれば、衣料用洗剤に対する不満として、木綿衣料の汚れが落ちにくい、洗剤が大きくて重い、置き場所をとる、計量が簡単に出来ず無駄に使い過ぎてしまう、等が指摘されていた。このような調査は各社が独自に実施し、消費者の実態を把握しているのが普通である。

その結果に基づいて、どのような手を打つかは、メーカーの戦略によってそれぞれに異なることとなる。

コンパクト洗剤の発売初期において、花王は新しい酵素となるアルカリセルラーゼ（alkali cellulase:繊維素分解酵素）の添加、ライオンはプロテアーゼ（蛋白分解酵素）とリパーゼ（脂肪分解酵素）の充実、プロクター&ギャンブルは漂白剤と漂白活性化剤の添加を以って、洗浄性能の向上を訴求する作戦がとられたが、ここでは、新しい酵素であるアルカリセルラーゼの開発経緯、及びそれがどのような洗浄特性を発揮するかについて触れておくこととする。

7-2-5 アルカリセルラーゼの開発⁽³⁾⁽⁶⁾

1980年代中頃から、衣料用粉末合成洗剤の消費量は60万トンを超え大量消費財となり、技術的にも完成された成熟商品と見られていた。その反面消費者からは、木綿衣料の汚れは落ちにくいこと、或いは洗剤が高張るため、持ち運びや家での置き場所が不便など、洗剤に対する不満は未解決のままであった。一方、家庭で洗濯される衣料の約7割は純木綿衣料であり、混紡を含めると9割もあることも実態調査から把握されていた。そのため、木綿繊維に対する優れた洗浄力と、持ち運びや置き場所をとらない、且つ省資源省エネルギー型のコンパクトな形態にした洗剤が開発目標とされた。

衣料用洗剤の洗浄原理をひとことと言うと、アタックが発売されるまでは、「洗浄成分が“汚れに作用”して落とす」というものであった。プロテアーゼやリパーゼのような酵素であっても然りである。しかし、アルカリセルラーゼ（alkali cellulase）は「洗浄成分が『繊維分子に作用』して汚れを落とす」という、国際的にも全く新しい洗浄原理を創案・実証したものとして特筆される。

新しい洗浄原理を創案するに至った背景には、従来の洗浄原理、即ち、界面活性剤、ビルダー、その他添加物からなる洗浄成分で、汚れの可溶化、乳化、分散、酵素による特質汚れの分解など、汚れだけを攻めても、最早、これ以上洗浄性能を高めることは困難であるといった事情があり、発想の転換が必要であった。

木綿肌着の繊維を電子顕微鏡やX線マイクロアナライザーなどを用いて詳細に観察すると、表面の汚れは通常の洗濯により除去されているが、単繊維の内部にもぐり込んでいる汚れが落ちていないことが解明された。この汚れが黄ばみや臭いの正体と推測され、これを有機溶剤で抽出し、分析すると人体から出る皮脂成分に近いことが判明する。

この汚れはどうしたら落とすことが出来るのか、研

究的はここに絞られた。試行錯誤を重ねた結果、僅かな添加量で木綿繊維に作用する繊維素分解酵素（セルラーゼ）があることに思いつく。当時、入手可能なセルラーゼは、酸性または中性で至適pHを有するものに限られていたが、洗剤に添加して洗浄試験したところ、木綿衣料の洗浄力を高める効果が確認できたのである。一般的な衣料用重質洗剤水溶液のpHは10～10.5の弱アルカリ性なので、アルカリ性で至適pHを有するセルラーゼがあれば、より高い洗浄性能を発揮するものと期待された。

バイオ技術に詳しい研究員や第一線の大学の学者にも、このプロジェクトへの参画を仰ぎ、洗剤液の中でも活性を発揮するセルラーゼの探索を開始した。特許等の調査の結果、アルカリセルラーゼ産生菌株に関する基本特許は、理化学研究所が所有していることを突き止め、そこから産生菌株を譲り受ける。

実験によりアルカリセルラーゼは期待通り、中性或いは酸性セルラーゼの時よりも顕著に木綿衣料に対する洗浄力が優れることを確認する。しかし、この菌株は酵素活性も生産性も低く、工業的な洗剤原料とするためには、より高活性の、且つ生産性の高い菌株を探し出さなければならなかった。

全国各地から土壌サンプルが集められ、そこからアルカリセルラーゼを産生する微生物の分離・培養スクリーニングが行われた。そして、遂にアルカリセルラーゼを効率よく産生する微生物が発見され、それは好アルカリ性バチルス（bacillus）属のもので、KSM-635と名付けられた。以後、SP-KSM-635菌株はバイオ技術によって、次第に酵素活性と発酵収率が高められていくこととなる。

[表7.2] は、従来洗剤とアルカリセルラーゼ配合洗剤を用いて、木綿肌着の繰り返し洗濯を行い、残留する皮脂量の変化を比較したものである。残留皮脂量の測定は、洗濯処理後の肌着の有機溶剤による抽出前後の重量を測定したものである。

表7.2 従来洗剤とアルカリセルラーゼ配合洗剤の洗浄性能の比較⁽⁶⁾ (単位：mg/g繊維)

洗剤	残留皮脂量	
	累積洗濯回数	
	4回	10回
従来洗剤	30	30
アルカリセルラーゼ配合洗剤	19	6

表から見られる通り、累積洗濯回数が増すごとに、アルカリセルラーゼ配合洗剤の方の残留皮脂量が顕著に減少していく結果が得られるのに対し、従来洗剤で

は繰り返し洗濯を行っても、残留皮脂量は変化していないことが判る。

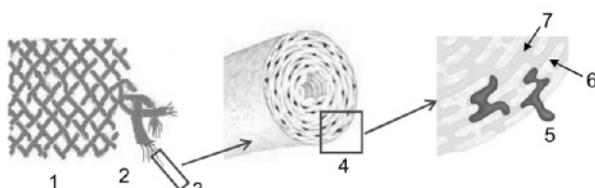
アルカリセルラーゼを洗剤原料に利用できるようにするためには、安全性の確認を始め、低価格で且つ供給量が保証されなければならない。実機生産に至るまでは、実験室レベルでアルカリセルラーゼを得て造粒物に加工し、洗剤配合し、その性能を実験室や消費者調査で何度も確認しながら、パイロット生産から実機生産へと、順次スケールアップを行い、実用に供せるようになったのは、1985年の末頃のことであった。

従来、酵素の生産は微生物による発酵反応がデリケートなこともあり、比較的小規模で製薬会社や専門メーカーによって行なわれていたが、当アルカリセルラーゼの生産は大規模で花王が自製している。洗剤メーカーが発酵生産技術を化学工業技術の枠に取り込んだ意義は大きく、プロテアーゼなど他の酵素の自製化の道をも開いた。

7-2-6 アルカリセルラーゼの洗浄機構^{(3)・(6)}

洗剤用に開発されたアルカリセルラーゼは、木綿単繊維分子の非晶部のみに作用し、結晶部の分子には作用しない特性をもつ。非晶部では、繊維分子と水とがゲル状構造を形成しており、そこに閉じ込められた汚れは、容易には解放されなくなる。

アルカリセルラーゼが、非晶部の繊維分子に作用し、繊維分子の網目構造をルーズにすることによってゲルが流動性を帯び、そこに閉じ込められていた汚れは単繊維の内部から外部へ出てくるものと考えられている。



1: 繊維、2: 糸、3: 単繊維、4: 単繊維断面、5: 汚れ、6: 結晶部、7: 非晶部

図7.4 洗剤液中の木綿単繊維の断面モデル

る。[図7.4] は、これをモデル的に示したものである。

洗剤液中でアルカリセルラーゼが単繊維の非晶部に作用しても、繊維の引っ張り強度が低下することはない。これは単繊維の強度が、主に結晶部の繊維分子によって保たれているからであり、[表7.3] の通り実際の繰り返し洗濯を100回行った結果からも、強度をはじめ他の物性も殆ど変化のないことが確認されている。

表7.3 アルカリセルラーゼ配合洗剤及び従来洗剤による累積洗濯100回後の木綿衣料の繊維物性変化⁽³⁾

		未処理	従来洗剤洗濯	アルカリセルラーゼ配合洗剤洗濯
重量損失		-	3.1 (±1.9)	2.3 (±1.2)
引っ張り強度変化	縦糸	-	107 (±29)	101 (±23)
	横糸	-	107 (±24)	112 (±18)
X/X ₀ 100 (%)		-	103 (±24)	105 (±24)
重合度	肌着	5330	5100	5300
	タオル	5250	5160	5360
ファイリル化度 Δa		-	1.5 (±2.1)	1.5 (±2.2)

7-2-7 コンパクト洗剤の波及効果

アタックの発売以後、各社からもコンパクト洗剤が、次々と発売された。各社の洗剤も、従来洗剤と比べて概ね、重量で1/1.6、容量で1/4にコンパクト化されたことにより、これらは様々な面でインパクトを与えた。即ち、(1) 生産エネルギーは従来洗剤の8割（アタックの場合）、(2) 輸送エネルギーは2/3、(3) 包装材料は1/2（アタックの場合）となった他、小売店での店頭、倉庫スペース効率は飛躍的に向上し、歓迎された。持ち運びが楽になり、置き場所もとらず、ごみの量が減るなど、コンパクト洗剤は、真に省資源省エネルギー化を実現した商品となった。

1970年代に登場した濃縮小型洗剤は4～5年で市場から姿を消したが、その教訓を活かして1980年代後半に登場したコンパクト洗剤は、国内ですっかり定着した。そして、この日本発のコンパクト洗剤は今や世界的な潮流になっている。

衣料用粉末合成洗剤のコンパクト化の成功がきっかけとなって、配合組成の濃縮化は、台所用洗剤や柔軟剤、酸素系漂白剤などにも波及し、省エネ・省資源・省スペース化などのメリットをもたらした。

石鹼及び合成洗剤の導入或いは普及の面で、日本が欧米に遅れたことは、周辺の技術開発も欧米の後追いとなったことによるものであり、我が国の歴史的背景から止むなきことと思われる。そうした状況の中において、界面活性剤AOSの実用化や、アルカリセルラーゼによる新しい洗浄原理の創案と実証、及びコンパクト洗剤の開発は日本発の技術であり、国際的にも高い評価を受けるに至り、我が国の洗剤技術はトップ集団から一歩抜け出した感がある。

しかし、これらの技術開発の背景には、企業の力だけでなく、日本の消費者の商品に対する厳しい評価眼や感性と無縁ではないと思われる。商品本来の性能が、消費者の期待に答えていることは当然のこととして、においや色は特に重要な評価因子とされる。その意味で、原料ひとつひとつの精製技術などは、恐らく日本は世界一であろう。能書（商品の説明書き）の判りやす

さや商品の使い勝手なども同様である。

余談であるが、ある外資系の企業では、日本の市場で受け容れられた商品なら、どの国で発売してもまず間違いはない、と言わしめたそうである。

各社のコンパクト洗剤は、その後も更なるコンパクト化が進められ、1996年以降には、水30ℓに対する洗剤使用量が15gのものも市販されている。

(注1) 1970年代、石油危機の後に登場した、省資源型濃縮小型洗剤もコンパクト洗剤と呼ばれることがあるが、これらと1987年以降に登場した「より本格的な濃縮小型洗剤」とを識別するため、本稿においては、以前のを「濃縮小型洗剤」、そして、より本格的な濃縮小型洗剤を「コンパクト洗剤」と呼ぶこととする。因みに、コンパクト洗剤の濃縮化を更に進めた洗剤を「超コンパクト洗剤」と呼ぶこともある。

(注2) 発売当初は、どのメーカーも大サイズ以上のカートンには吊手をつけていたが、その後、濃縮化が更に進み、大サイズの目付が1.5kgから1.2kg、1.1kgと減量されるに従い、当サイズでは吊手を除去するようになった。この背景には、省資源やごみ減量の観点から、吊手やスプーンを全品に付けるのは無駄との指摘が消費者からかなり寄せられたこともある。スプーンは正確な計量を促すため、現在でも全商品に封入されている。メーカーによって、洗剤の嵩密度が異なるため、スプーン容量もそれぞれに異なることもスプーンの除去を難しくしている。

<参考資料>

- (1) 国立科学博物館産業技術史資料情報センター
資料番号：102910351010
- (2) 同上 資料番号：102910351042
- (3) 村田他『第37回大河内賞受賞業績報告書』p28 (1990)
- (4) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p169 朝倉書店 (2004)
- (5) 花王 社内資料
- (6) 村田他『日化協月報』41 (6) p27 (1988) “アルカリセルラーゼを含有した衣料用高密度洗剤の開発”
- (7) 花王 社内資料

8 | 衣料用洗剤技術の系統化

家庭用の衣料用洗剤は洋の東西を問わず、石鹼の使用から始まっているため、洗剤技術の系統化の範囲についても、石鹼をスタートとして、現在、世界的にデファクトスタンダードとなった日本発のコンパクト洗剤の開発に至るまでの過程を対象とすることとした。

本稿2.1で述べたように、石鹼（高級脂肪酸塩）は西欧古代人の宗教的儀式、即ち神への供物として動物を焼いたときの獣脂と木灰の混合物から偶然に見えられたと考えられている。

世界初の合成界面活性剤は、染料化学が進んでいたドイツで開発されたが、その背景には石鹼の化学構造式や界面活性性能の概念を解明したであろうことは想像に難くない。その後の洗剤用合成界面活性剤の開発・発展は、硬水や酸・アルカリ性に弱い石鹼の短所とされる性質を改善することによってなされてきたと思われる。

その一方で、石鹼は現在でも衣料用洗剤はじめ、様々な分野で応用されており、石鹼の果たしてきている役割は非常に大きいと言えよう。

我が国において石鹼や合成界面活性剤が使用され始めた時期は、欧米と比較してかなりの遅れをとったが、日本人独自の研究開発力によって、現在、衣料用洗剤技術においては世界のトップクラスにあるといっても過言ではない。

衣料用洗剤技術の発展過程は、汚れの種類や水質、洗濯方法などの洗濯条件、或いは洗剤の原料事情によって様々である。

粉末タイプでは、現在、世界的潮流となっているコンパクト洗剤は日本で開発され、1987年に登場したものである。このコンパクト洗剤の使用量は、水30ℓに対して25gであり、従来洗剤の使用量40gと比較して、重量で1.6分の1、容量で4分の1という高密度化を達成した上、従来洗剤では落とすきれなかった木綿繊維の内部に閉じ込められた汚れをも落とすことが出来る、画期的な洗剤であった。

このコンパクト洗剤の開発を可能にした要素技術は、洗剤粒子を高密度化するための製造技術と、特に落としにくかった木綿繊維の汚れに対して有効な繊維素分解酵素（セルラーゼ）を見出し、それを工業レベルで実用化した酵素技術に集約される。これらはいずれも日本のオリジナルの研究開発・技術開発の成果である。

この繊維素分解酵素の洗浄メカニズムについては、7-2-5 [図7.4] で述べたように、木綿単繊維の非晶部の繊維分子にセルラーゼが作用して汚れを落としやすくするものであり、これは洗浄成分が汚れに直接作用して落とすという、従来の洗浄原理とは全く異なるものであり、新しい洗浄原理を創案・実証した点において画期的な発明であった。

言うまでもなくセルラーゼは、以前から洗剤に使用されている蛋白質分解酵素（プロテアーゼ）や脂質分解酵素（リパーゼ）などと併用することが出来、これにより対象とする汚れのスペクトルは広がることとなる。

[図8.1] は、衣料用洗剤が石鹼からスタートし、上述したコンパクト化に至るまでに登場した主な洗剤と主要洗剤成分の変遷を、それぞれの社会的背景や法規制と対比し、系統的に示したものである。

この図から見られるように、合成洗剤の黎明期、普及期は、洗剤本来のパフォーマンスの向上を目指していた時期であり、界面活性剤やビルダーなど基本的な配合組成の骨格が確立され、合成洗剤の需要は電気洗濯機の普及と共に急激に増大した時期であった。

しかし、この合成洗剤の需要増大に伴い、洗濯排水の環境への影響が表面化するに及び、これまで使用していた主要成分は大幅な見直しを迫られることとなる。即ち、発泡問題への対応としてABSからLAS或いはAOSへの切替え、所謂、ハード型からソフト型への転換、或いは富栄養化防止への対応としての低リン・無リン化など、洗剤の主要成分の切替えを余儀なくされた時期であった。

AOSの工業的生産においては、 α -オレフィン（AO）をスルホン化する際の反応性が激しく、反応を穏やかに進めるために開発されたTOリアクターは世界に誇る日本オリジナルの技術である。

合成洗剤の無リン化においては、スーパービルダーとも言うべきトリポリリン酸ソーダ（STPP）を除去しなければならず、この代替成分の選定に当たっては歴大なスクリーニングと検証がなされ、結果的には合成の4A型ゼオライトが選定された。

このゼオライトは水不溶性の微粒子であり、洗濯衣類をはじめ、電気洗濯機、人体、浄化施設、環境などへの影響を総合的に評価したうえでの選定であった。

富栄養化問題は日本に限らず、閉鎖水域系を抱える地域では海外でも起こっていたが、世界に先駆けて無

リン化を達成したのは日本であり、我が国の洗剤技術の高さを認識できた時期である。

一方、昭和48年と同53年に起こった石油危機は洗剤業界に限らず日本全体が受難の時期であった。省資源型の洗剤が時代の要請であるとして、洗剤メーカー各社は濃縮小型洗剤を発売したが、消費者の受け容れ性は今ひとつであり、これらは発売から5年前後で次々と店頭から姿を消していった。

現在のコンパクト洗剤を開発するに当たっては、この時の濃縮小型洗剤の経験が大いに役立ったのである。その内容については本稿7.2.2で述べているため、ここでは省略する。

[図8.2]は、石鹼からコンパクト洗剤に至るまでの間に、衣料用洗剤が追及してきた機能と技術について系統化したものである。この図の中では、セルラーゼや漂白活性化剤など新たに開発された個々の成分は示していないが、何を目指して開発がなされたか、その要素となる項目を二重線楕円の中に示した。

日本の家庭洗濯においては木綿衣類が7割以上を占めており、その木綿衣料に対する洗浄力の不満があること、また当時の衣料用洗剤は目付が4.1kgの特大サイズが売れ筋であり、重くて嵩張ることから、持ち帰りや家庭での置き場所や扱いに不満が大きいことなどを消費者実態調査から突き止めた。こうした詳細な実態を把握し開発目標を明確化にすることが、モノづくり或いは研究・技術開発には非常に重要なことである。

洗剤本来のパフォーマンスである洗浄力は、新たに開発されたアルカリセルラーゼや漂白活性化剤、或いは高効率の蛋白分解酵素などの採用によって実現された。これらの洗浄成分は、いずれも汚れが繊維にどのように付着しているかを、従来よりも深く解明したことから為し得た成果である。

粉末洗剤粒子のコンパクト化（高密度化）においては、水への分散・溶解性が損なわれないこと、及びケーキング（粒子同士がくっつき合って固まること）を起さないような粒子として製造する必要がある。こうした条件を満たすコンパクト洗剤は、配合成分の選択をはじめ、粒子の製造手順、噴霧乾燥、造粒、後処理加工など、幾つかの工程を経て製造されるものであり、それら技術の多くは企業ノウハウに属する。

配合成分の選択事例としては、LASやAOSなど陰イオン界面活性剤の一部を、界面活性能が高く耐硬水性に優れる非イオン界面活性剤へ置き換えることにより、洗浄力の向上を図ったことなどが挙げられる。非イオン界面活性剤の応用は、ビルダーである金属イオ

ン捕捉剤への負荷を軽減することにもなる。

従来の粉末洗剤において非イオン界面活性剤が積極的に使用されなかった理由は、それが常温で液状であるため粉末物性を悪くすることや、泡立ちを低下させるため、二槽式電気洗濯機が主流であった頃は、洗濯時の泡の感じが視覚的に好まれなかったためである。コンパクト洗剤においては、粉末物性は製造技術で解決し、泡については全自動電気洗濯機が主流となった現在、消費者が洗濯時の泡を見ることは殆どなくなったため、泡の好みは問題にされなくなったのである。近年、日本でも徐々にドラム式電気洗濯機が普及するに及び、低泡性洗剤の方が好都合と言えよう。

このようにコンパクト洗剤の開発に至るまでには、従来洗剤や濃縮小型洗剤の製造技術の知見を活かすと共に、新しい成分や新たな製造技術の開発が不可欠であった。また環境問題を解決するために取り組んだ技術開発や経験も貴重な財産であった。

[図8-3]は、衣料用洗剤に使用される主要な界面活性剤の誘導プロセスを系統的に示したものである。図中、ABSは難生分解性のため、現在では全く生産されていない。

界面活性剤の親油基原料は、鉱油系と天然油脂系とに大別されるが、前者は枯渇原料であるため、近年では再生産可能な天然油脂系、特にパーム油、パーム核油、ヤシ油などの植物系が多く利用されている。

以上、我が国の衣料用洗剤に関する技術の系統化を試みたが、紙面の関係上、全てを記述し尽したとは言い難い。詳しくは、本文を参照いただければ幸いである。

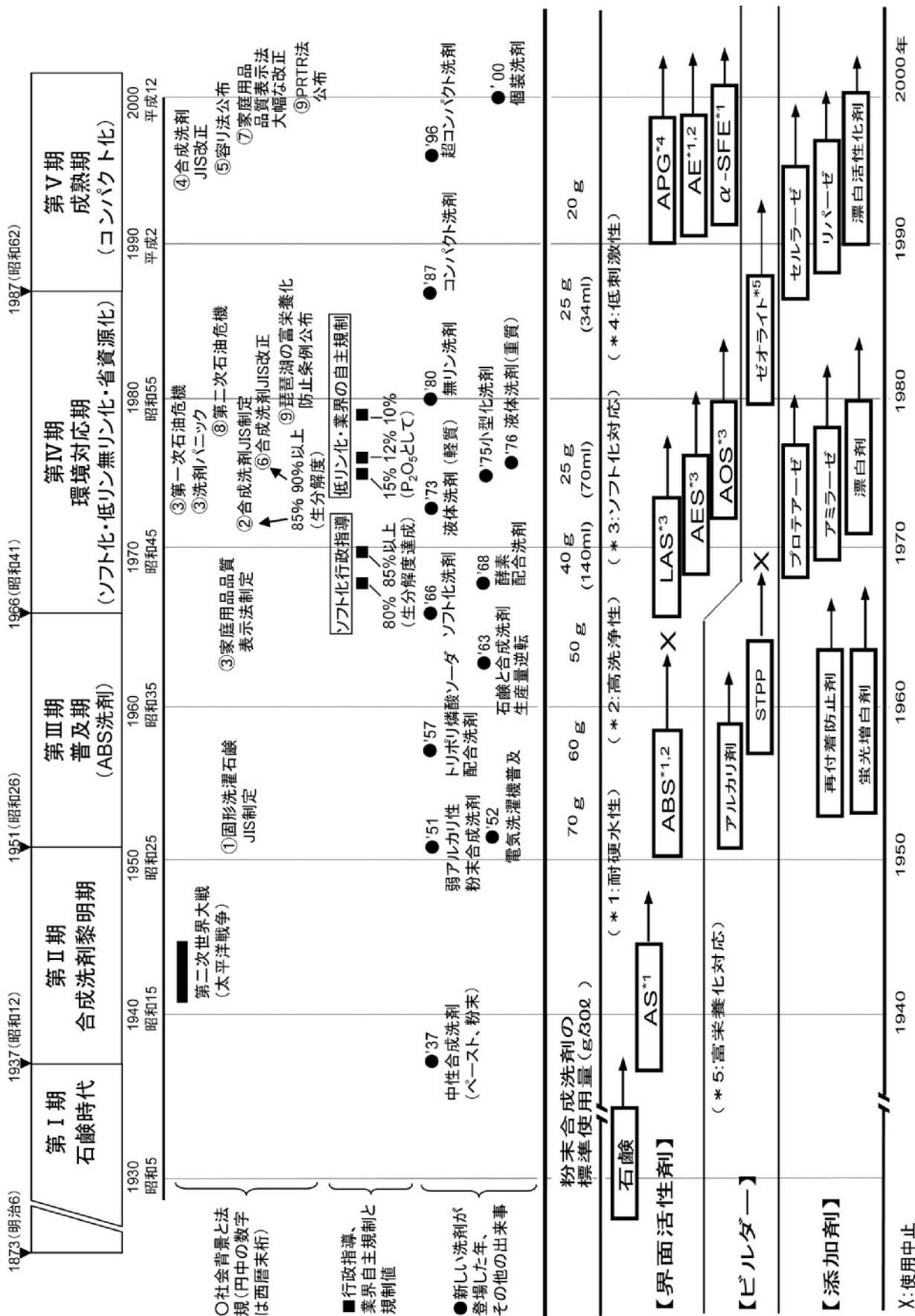


図8.1 我が国の衣料用洗剤及び洗剤成分の発展経緯 (参考資料；皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p19 朝倉書店 (2004)、『花王ファミリー』No.222 p4 (1991))

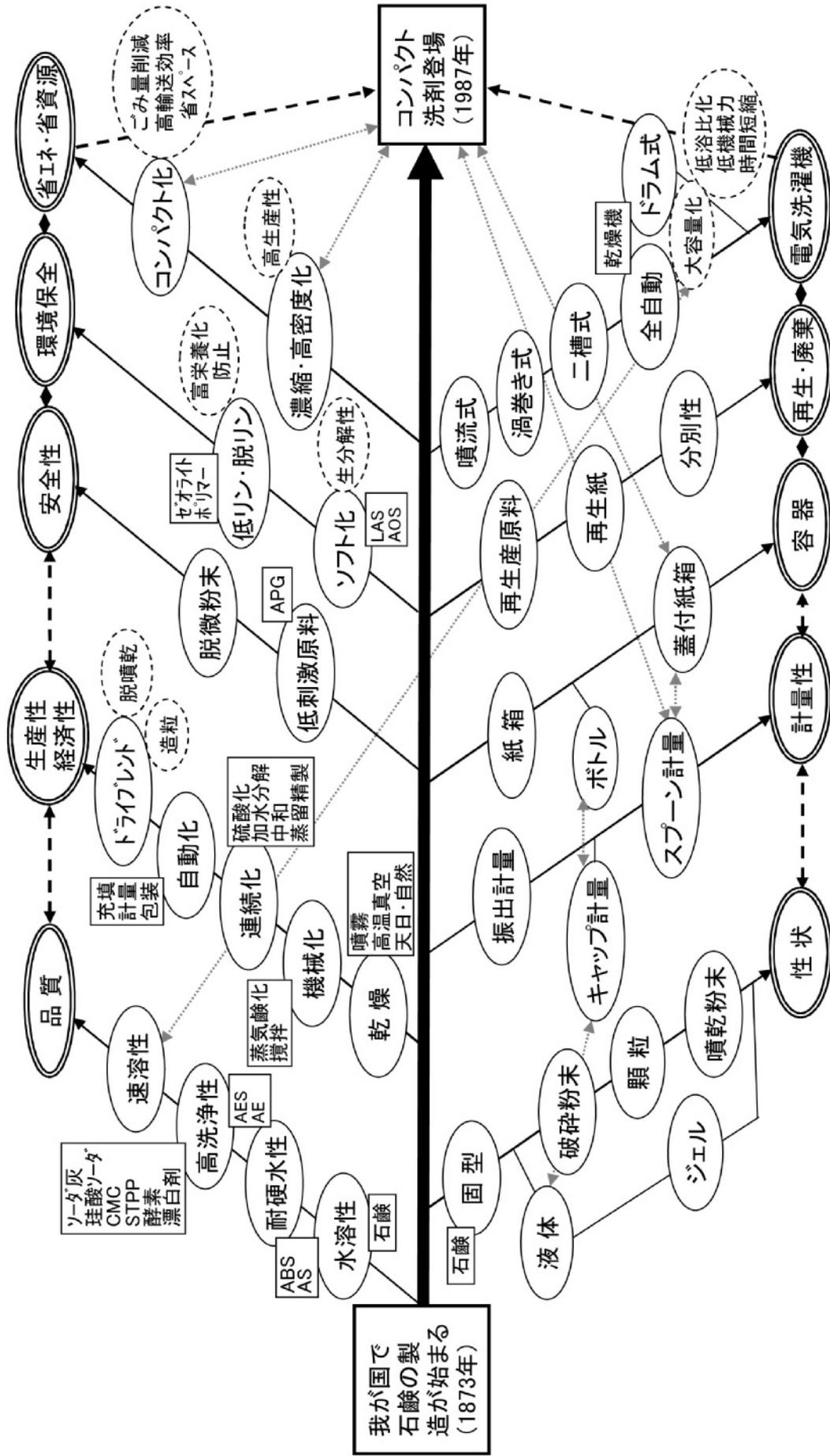


図8.2 我が国における衣料用洗剤の技術的・機能的要素の系統化

9 考察と今後の課題

9.1 技術革新の背景

我が国の衣料用洗剤としての石鹼や合成洗剤は、いずれも国外から伝わったものであり、当初は処方や製造技術も欧米の後塵を拝してきた。しかし、ハード型ABSに代わるAOSの実用化や、世界に先駆けて合成洗剤の無リン化を達成した時点で、我が国の技術開発力は西欧に伍すレベルに達していたと見ることが出来る。

新しい技術が生まれる時は、往々にして何か大きな危機に直面し、それを乗り越えねばならない場合に多い。ドイツにおける合成界面活性剤の発明は、大戦によって油脂資源を絶たれた時であり、遡れば、油脂を殆ど使わずに石鹼らしきものを造った時の添加物には、澱粉や粘土、アルミナ珪酸ゲル、珪酸マグネシウム、炭酸ソーダ、珪酸ソーダ、リン酸ソーダ或いは漂白剤等を用いたとされる。興味あることに、このとき用いられた添加物の幾つかは、今日の衣料用洗剤にも応用されていることである。

しかし、これらの添加物は唐突に出てきたものではなく、その背景には石炭化学に由来する染料化学或いはガラス工業など下地が存在していたためと思われる。

危機の程度の差はあっても、コンパクト洗剤の開発も同様のことが言える。当時、洗剤はもはや成熟商品との認識で技術革新は停滞し、店頭では目玉商品とされ安売り競争が日常化していた。コンパクト洗剤の成功は、この状況を洗剤事業の危機と捉え、全社を挙げて取り組んだプロジェクトの成果とされる。

そうした視点で現状を見た場合、危機はないだろうか。国内では少子化に伴う市場規模の縮小化、環境保全、飲料水の確保など、見方によっては危機だらけとも言える。取り巻く環境をどのように捉え、それをモノづくりに活かすかは、企業の独自性が発揮される所である。いずれにしても、技術の発展の行く着くところは、人々の暮らしを安全で豊かにするものでなければならない。

9.2 新しい洗濯システムへの挑戦

衣料用合成洗剤の組成では、洗濯水中のCa²⁺やMg²⁺を不活性化するための成分が多く配合されている。水道水にCa²⁺などが含まれなければ、洗浄の面からはメリットがあるが、飲料水としては不適である。洗濯機

に入れる水を事前に軟水化出来れば、洗剤組成の負担は軽減される。また、濯ぎの段階では洗濯機中のビルダー濃度も薄まるため、Ca²⁺に対しては無防備状態となるので、出来れば濯ぎ水も軟水にしたいところである。効率の良いイオン交換機器の開発や、雨水を上手く取り込み、洗濯水として利用できるようなシステムが開発されることを期待したい。

9.3 洗剤の評価

今日、衣料用粉末合成洗剤においてはコンパクト洗剤が主流となっているが、これを以って究極の洗剤とする訳にはいかないであろう。いずれ水に溶かして使うのに、何故粉末がよいのか。現状では、台所用合成洗剤は殆どが液体であり、自動食器洗浄機用は粉末である。

洗剤は、概ね、液状が使いやすいように思われるが、粉末としている理由は、配合組成上の自由度が高いこと、或いは成分の経時的な安定性を確保することなどが挙げられる。衣料用液体洗剤も市販されているが、組成上の制限があるため、洗浄力を重視すれば、現在は粉末が有利とされる。

消費者がどちらを選択するかは、洗剤のどの点を評価するかによって変わってくる。日本では、[図6.4]で見てきたように、液体洗剤の生産量は粉末洗剤の1割にも満たない。日本で液体洗剤が使われるのは、毛・絹・繊維など汚れが比較的軽く、仕上がりの風合いを大切にす衣料である。

一方、米国北部では洗剤の無リン化以降、適切なビルダーへの切替えが遅れたためか、洗浄力よりも溶解性や仕上がりの風合いを重視する消費者が増え、最近では粉末洗剤を凌駕している地域があるとされる。

これらは消費者の嗜好性とも理解されるが、別の見方をすれば、評価そのものであろう。洗剤の研究・開発に携わる人達は、消費者が下す評価を先取りし、形のあるものとして提案できることが重要と考える。そのためには、専門分野の深い知識を身につける以外に、社会情勢の変化を的確に捉え、プラス思考の危機感を持つこと、消費者とのコミュニケーション、電気洗濯機や繊維メーカー、アパレルなど関連異業種の人達との交流を通して、新しい業界の動向を理解するなど様々な活動の中から、アイデアなりヒントが得られるものと期待される。

10 | まとめ

本稿では、我が国における衣料用洗剤の発展の過程を5期のステージで捉え、期毎の社会的背景が洗剤技術の発展と少なからず関連するものとして記述を試みたものである。[図8.1]には、第I期から第V期までを通して纏めると共に、衣料用洗剤に使用される主な成分について時系列で示したものである。また、[図10.1]は、我が国の衣料用洗剤の生産量の推移を示したものである。更に[表10.1]は、日本における衣料用の石鹼・合成洗剤の技術発展の変遷、及び関連する出来事を年表に纏めたものである。これらから、我が国における衣料用洗剤の発展の概要が理解いただけよう。

ここで日米欧における洗濯事情について簡単に触れておきたい。

世界の各地域に普及したABSは、河川や浄化処理施設などで発泡問題を引き起こし、生分解性の良いLAS或いはAOSに代替されていった。

一方、米国で開発されたSTPPは、界面活性剤の洗浄力を増強するビルダーとして画期的な発明であり、世界中で使用されたが、閉鎖水域での富栄養化問題により退場を余儀なくされ、代わってゼオライトが世界的な規模で使用されるようになり現在に至っている。

衣料用合成洗剤の配合は、それぞれの地域の洗濯条件に応じて処方されている。[図10.2]は、日米欧の洗濯条件の概略であり、浴比や洗濯温度などの相違は、水の硬度と電気洗濯機の攪拌方式に起因している。最近、日本でもドラム式の電気洗濯機が使われるようになってきたが、この洗濯機は水の使用量が少なくて済むことと、叩き洗いのため、泡の立たない洗剤を用いることが特徴である。

	日本 バルセーター式	米国 アジテーター式	欧州 ドラム式
洗濯機			
浴比: l/kg (水量/洗濯物量)	8~20 (2000年調査:平均16)	15~30	3~7
水質	硬度(DH) 2~6(低)	15~30(高)	7~21(中~高)
温度(°C)	5~35(低)	20~45(中)	30~90(中~高)
洗剤	合成洗剤: 97% 石けん: 3%	合成洗剤: ほぼ100%	合成洗剤: ほぼ100%

(参考: 日本石鹼洗剤工業会資料)

図10.2 日米欧の洗濯条件の比較

欧米における水質は、日本に比べて硬度が高いため、[表10.2]に見られるように、ビルダーは日本の洗剤よりも多目に配合される。特に欧州の洗剤では、漂白

剤・漂白活性化剤を含むものが多く、また洗濯水の温度は、エネルギーセーブの観点から石油危機を境としてやや低くなっているものの、温水が使われる。

日本では水の硬度が低く、欧米に比べると洗濯条件は良いので、温水を使う家庭は少ない。

表10.2 日米欧における衣料用粉末合成洗剤組成の比較

	日本 %	米国(北部) %	欧州 %
界面活性剤			
陰イオン性(LASAS,他)	5~30	15~25	10~15
非イオン性(AE)	5~20	0~5	5~15
ビルダー (ゼオライト,炭酸ソーダなど)	50~60	60~70	50~70
漂白剤 /漂白活性化剤	0~7	0~5	15~70
酵素	0~3	0~3	0~3
洗剤使用量(g/l)	0.5~0.8	1.0~1.2	3.5~
洗濯物1kg当たりの 界面活性剤量(g/kg)	2.1	3.0~3.6	3.4~

(参考: 日本石鹼洗剤工業会資料)

日本石鹼洗剤工業会(石洗工)が2005年5月に首都圏207世帯を対象に実施した、洗濯に関する調査によると、全自動式電気洗濯機を所有する世帯は81%であり、また、ドラム式の乾燥機を所有する世帯は8%、洗濯機に乾燥機能が付いている世帯は19%となっている。更に、最近の洗濯機の傾向としては、大容量化、節水化、時間短縮化、低騒音化などが進んでおり、洗濯条件から見ると、浴比の低下、洗濯時間の短縮、機械力の低下など、洗剤の洗浄力が発揮しにくい方向に進んでいる。こうした洗濯条件の変化に対応するものとして、水への溶解速度を著しく高めたコンパクト洗剤が開発されている。

[図10.1]から見られるように、我が国における衣料用液体洗剤の使用率はきわめて低いため、本稿においては殆ど触れてこなかった。これは次の機会に譲りたい。

<参考資料>

- (1) 皆川他『洗剤・洗浄百科事典』p19 朝倉書店(2004)
- (2) 経済産業省鉱工業動態調査室編『経済産業省鉱工業動態統計』(2004)
- (3) 油脂化学産業の歩みと未来を考える交流会議編『油脂化学産業の発展と市民生活』p1日本石鹼洗剤工業会(1996)

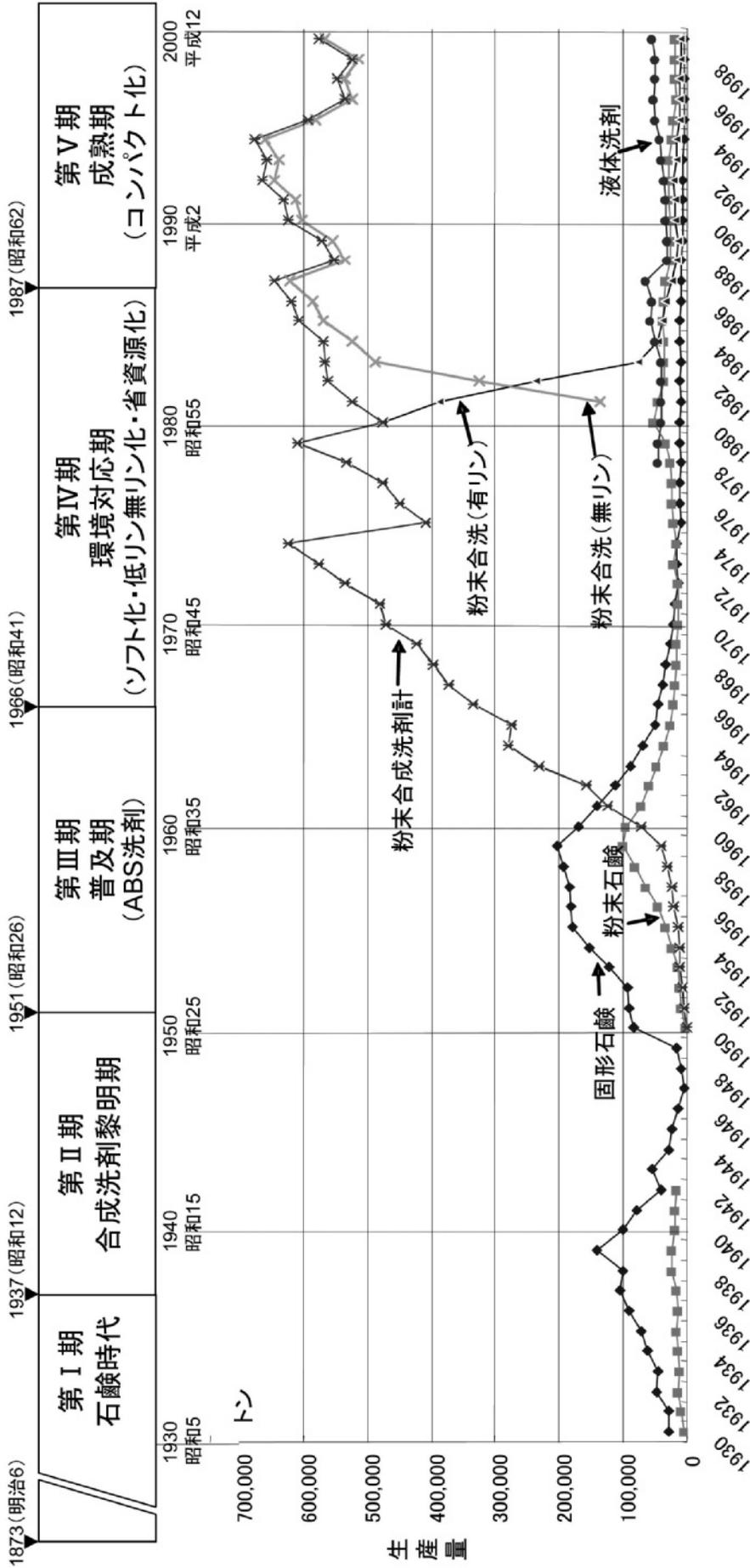


図10.1 我が国の衣料用洗剤生産量の推移

表10.1 日本における石鹼・合成洗剤の技術の発展と関連する出来事 (3)

年	内 容
1543	ポルトガル船種子島来航。鉄砲とともに日本に初めて石鹼が持ち込まれる
1607	本草綱目(李時珍)渡来し、「石鹼」の用語を伝える
1822	宇田川榛斎・榕庵 遠西医方名物考、本邦石鹼試製の最初の記録
1837	宇田川榕庵「舎蜜開宗」石鹼製造の記述詳細にわたる
1875	堤石鹼製造所、透明石鹼を製造
1876	横須賀造船所、牛脂石鹼を製造
1876	吉村又作、ソーダ灰を苛性カリに代えて石鹼製造を研究
1879	江水舎、フランス製の石鹼ロール機械輸入、初の冷製機械練り石鹼を製造
1881	京都舎密局が絹石鹼を製造
1881	大阪造幣局がルブラン法ソーダ製造開始
1893	小林商店、小石川工場で石鹼製造開始(ライオン)
1896	安永舎、石鹼切屑から粉末洗濯用石鹼製造
1901	吉村又作、蚕蛹油による石鹼製造に成功
1902	蒸気鹼化釜導入(花王)
1904	亀田正五郎、粉末洗濯石鹼製造
1906	共進社、浮き石鹼を製造(牛乳石鹼)
1909	中村嘉吉郎、蚕踊油からアンモニウム石鹼を製造(第一工業製薬)
1911	安永舎、脂肪酸からマルセル石鹼を製造
1911	石鹼廃液からグリセリン回収に成功(花王)
1911	グリセリンの精製開始、脂肪酸中和法による石鹼製造技術を開発(ライオン)
1913	リーバ社、尼崎工場で、石鹼(1320トン/月)、グリセリン、硬化油(200トン/月)を製造
1915	負野工業所(小野茂平)、木綿類のつや出し加工用マルセル石鹼を工業化(第一工業製薬)
1916	負野工業所、モノポール石鹼(硫酸化油中和製品)を工業生産(第一工業製薬)
1916	鈴木商店池尻工場にて大豆油硬化油製造、鈴木商店製油所兵庫工場にて魚油硬化油製造に成功(日本油脂)
1917	硬化油工業化試験完成(ライオン)
1918	油脂分解オートクレーブを導入(三木石鹼工業所)
1919	電解水素利用硬化油製造、200トン/年(旭電化)
1920	石鹼の製造開始(旭電化)
1920	鉄製鹼化釜を導入(三木石鹼工業所)
1922	大阪酸水素、硬化油製造(新日本理化)
1923	動力式攪拌機を鹼化釜に設置(ミヨシ油脂)
1928	広瀬正雄 ロウアルコール採取法特許獲得(東工試)
1934	高級アルコール系新洗剤を製品化(第一工業製薬)
1935	エキセリンL(高級アルコール硫酸エステル塩)生産(花王)
1937	中性洗剤の開発(資生堂)
1939	油脂水添脱手法(HD法)開発(花王)
1946	ステンレス製オートクレーブを導入(ミヨシ油脂)

表10.1 (続き)

年	内 容
1949	陰イオン系界面活性剤製造設備設置(花王)
1950	石油系合成洗剤の製造開始(日本油脂)
1950	ABS系合成洗剤の製造を研究(ライオン)
1951	東京工場に石鹼機械練り設備新設、和歌山工場にスプレードライヤー完成(花王)
1951	高圧還元工場完成、脂肪酸分留装置完成(新日本理化)
1952	粉石鹼製造開始(旭電化)
1952	並流式モノゲン乾燥塔設置(第一工業製菓)
1953	連続式油脂加水分解装置稼働(日本油脂)
1953	電気洗濯機用粉石鹼発売、噴霧乾燥装置1号塔設置(ライオン)
1954	固型洗濯石鹼連続製造装置、脂肪酸連続蒸留装置稼働、ガードラードラー社半連続脱臭装置導入(日本油脂)
1956	京都工場に向流式スプレードライヤー竣工(第一工業製菓)
1956	トリポリリン酸塩配合合成洗剤開発(ライオン)
1957	京都工場に並流式スプレードライヤー竣工(第一工業製菓)
1957	石鹼連続自動迅速鹼化装置設置、連続脂肪酸エステル工業化試験装置設置、発煙硫酸連続スルホン化装置完成(ライオン)
1958	発煙硫酸による連続スルホン化中和装置を設置、噴霧冷却式粉石鹼造粒塔設置(ライオン)
1959	ABS製造開始(渋谷油脂)
1960	連続脂肪酸エステル鹼化装置・高圧連続油脂分解装置設置(ライオン)
1961	和歌山工場で連続硫酸化設備稼働、洗剤月産4,700トン、東京工場で脂肪酸連続分解蒸留工場稼働(花王)
1961	非イオン系界面活性剤系の低泡性粉末洗濯洗剤を開発(サンスター)
1961	向流式噴霧乾燥塔竣工(第一工業製菓)
1961	固形石鹼連続冷却設備設置(ライオン)
1962	泡コントロール洗剤開発(ライオン)
1963	非イオン系低泡性液体洗剤を開発(ミヨシ油脂)
1966	αオレフィンのスルフオン化技術完成(AOS)(ライオン)
1967	AOS配合洗剤開発(ライオン)
1968	洗剤のソフト化実現(花王)
1971	洗う力が目でわかるカラージェンジのパロメーター洗剤開発(ライオン)
1972	低泡性ランドリー洗剤開発(ライオン)
1973	国内初となる無リン洗剤(クエン酸配合)開発(ライオン)
1974	高性能硫酸化設備「上昇薄膜式反応器」を開発(花王)
1976	川崎工場に大型スルホン化装置設置(ライオン)
1977	鹿島西工場にアルカリ洗剤工場完成(旭電化)
1977	東京・川崎・大阪・九州の各工場、合成洗剤JIS表示許可工場認可、濃縮小型洗剤全品リン分8%以下となる(ライオン)
1977	酵素入り洗剤開発(ライオン)
1983	川崎工場に合成ゼオライト生産設備(3000トン/月)完成備完成(花王)
1987	本格的なコンパクト洗剤「アタック」発売、鹿島工場にCFD(アルカリセルラーゼ)設備稼働(花王)
1991	天然油脂誘導体α-スルホ脂肪酸エステルの洗剤を開発(ライオン)
1991	コンパクト洗剤「Hiトプ」発売(ライオン)
1996	超コンパクト洗剤開発(20g/回)(花王)

11 | あとがき

今回、石鹼及び合成洗剤に関わる技術発展の過程をレビューしてみて、特に石鹼の果たした役割の大きさを再確認した次第である。

日本は200年を超える江戸幕府の鎖国政策により、独自の文化が育まれた反面、西洋の文明・文化をシャットアウトしたことが、石鹼においても一般庶民への普及を遅らせる原因となった。日本は油脂資源も少なく、化学技術も極端に遅れていたため、初期の段階では、石鹼や合成洗剤の分野で独自の技術開発は望むべくもなかった。

本稿では、種々の用途がある洗剤の中で、最も市場規模の大きい家庭用の衣料用洗剤にフォーカスして記述を進めてきた。尚且つ、洗浄メカニズムや洗剤成分の特性など、詳しく触れることもなかったが、これらについては数々の専門書が出ているのでそれらを参照いただきたい。

ここでは、衣料用洗剤の組成内容が、どのようなドライビングフォースによって変化を遂げ、発展してきたかについて述べてきた。第Ⅳ期に区分した環境対応期は、まさに社会情勢や環境問題によって、変化を余儀なくされた時期であった。

しかし、第Ⅴ期の洗剤のコンパクト化の開発では、地道な研究開発と消費者の潜在的な欲求を探り出している、両面からのアプローチの結果であった。

そして次なる洗剤、或いは洗浄システムはどのように変わっていくのであろうか、各社における研究の成果が楽しみである。

■ 謝辞

今回実施した「石鹼・合成洗剤の技術系統化調査ならびに産業技術史資料の所在調査」にあたっては、多くの方々のご支援・ご協力をいただき、深く感謝申し上げる次第である。

貴重な資料、文献及び写真などを提供戴いたところは次の通りである。

- ・花王株式会社 ハウスホールド研究所、社史編纂室、生産技術部門
- ・ニッサン石鹼株式会社 商品開発部
- ・日本石鹼洗剤工業会
- ・日本油脂株式会社 油化事業部 油化学研究所
- ・横浜開港資料館
- ・ライオン株式会社 史料センター

平成18年度 登録候補一覧表

No.	登録対象品名	資料形態	所在地	製作者	製作年	コメント
1	コンパクト洗剤（アタック）	粉末状	花王株式会社 ハウスホールド研究所	花王株式会社	1987	容量が従来の四分の一となる高密度化と木綿汚れの洗浄力を強化
2	洗剤用アルカリセルラーゼ	造粒物	花王株式会社 ハウスホールド研究所	花王株式会社	1986	木綿繊維分子に作用して汚れを落とす世界初となる洗浄原理を創案
3	界面活性剤製造設備 (TOリアクター)	実機設備	ライオン株式会社 大阪工場	ライオン株式会社	1976	世界で初めてαオレフィンスルホン酸の工業化に成功
4	酵素トープ（アルカララーゼ配合）	粉末状	ライオン株式会社 研究開発本部	ライオン株式会社	1979	蛋白分解酵素の実効ある洗浄力と安全性を高めた酵素配合洗剤
5	衾垢布法	書類	ライオン株式会社 研究開発本部	ライオン株式会社	1972	JIS試験法に採用

本報告は平成18年度科学研究費補助金特定領域研究『日本の技術革新—経験蓄積と知識基盤化—』
計画研究「産業技術史資料に基づいた日本の技術革新に関する研究」(17074009)の研究成果である。

国立科学博物館 技術の系統化調査報告 第9集

平成19(2007)年3月30日

- 編集 独立行政法人 国立科学博物館
産業技術史資料情報センター
(担当:コーディネイト・エディット 永田 宇征 田里 誠、エディット 久保田 稔男)
- 発行 独立行政法人 国立科学博物館
〒110-8718 東京都台東区上野公園 7-20
TEL: 03-3822-0111
- デザイン・印刷 株式会社ジェイ・スパーク

正誤表(第9集1編 石鹼・合成洗剤の技術発展の系統化調査)

年月日	箇所	誤	正
2007年3月30日	p5 左段 図タイトル	図2. シュメールの粘土板	図2. 1 シュメールの粘土板
	p5 右段下から5行	『本草綱目』[図2. 3]に記載が	『本草綱目』[図2. 3]に記載が
	p6 左段下から18行	来日したシーボルト(P.F.Siebold)や	来日したシーボルト(P.F.Siebold)や
	p6 左段下から12行	製造の命を受けた京都舎密局	製造の命を受けた京都舎密局
	p7 右段上から4行	特許を1927(昭和3)年3月に	特許を1927(昭和2)年3月に
	p27 右段上から1行	4. 2 合成洗剤の出現	4. 2 合成洗剤の出現
	p32 左段下から14行	その帰途に立ち寄った	その往路に立ち寄った
	p33 左段上から17行	設置は1960年(35)年で	設置は1960年(昭和35)年で
	p34 左段下から11行	1963(昭和63)年に	1963(昭和38)年に
	p42 章タイトル	1987年～2006年(昭和62年～平成18年)	1987年～1996年(昭和62年～平成8年)