

최근 세제 산업의 기술동향 및 전망

강 윤 석

LG 생활과학연구소



The Technical Trends in the Detergent Industry and Prospects

Kang, Yun-Seog

LG Household & Personal Care Products R & D Institute

(Received Jan., 15, 1997)

ABSTRACT

There were a dramatic change in technical aspect in Korean detergent industry for past 5~6 years. we, detergent industries, have been trying to find out a new way of production and better goods on environment as well as men to decrease domestic wastes and water pollution. In addition, increasing expense for transportation, storage and displaying give us another difficulties. Compact detergents are best method to solve this problems. Detergent ingredients, formulations and process were concentrated to the development of compact detergents. Now, I'll introduce about the recent trends in technical aspect and near future's prospects in Korean detergent industry.

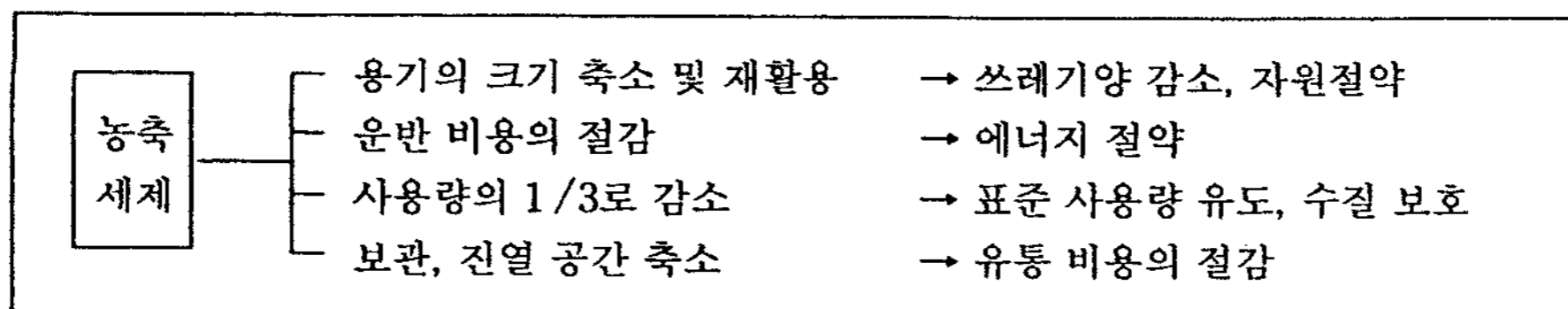
I. 서 언

지난 5~6년간 국내는 물론 전 세계의 세제 산업은 기술적인 측면에서 커다란 전환기를 맞았다. 이것은 지구 환경 보존의식의 향상 및 유통 구조의 변화, 생활 패턴의 변화에 적응하기 위한 것으로서 원료, 처방, 제조 process의 모든 부분에서 기술적 혁신을 이루어 냈다. 특히 농축화(Concentration 또는 Compactation) 기술이 가장 대표적인 것으로서 사회적인 요구를 대부분 만족시킬 수 있는 것으로 평가되고 있다¹⁾.

원료(Raw materials) 분야에서는 환경 친화성 계면활성제, Builder의 개발 및 응용이나 에너지 절감을 위한 저온 세탁, 세정 기능의 보완 측면에서 Enzyme 이나 저온 표백 system 적용 등을 대표적으로 꼽을 수 있다.

처방 분야에서는 소량사용, package의 축소를 목적으로 한 농축화 기술로서 High Active, Low filler system이 적용된다. 제조 process 역시 원료 및 처방의 변화에 맞춰 compact 화를 위한 다양한 기술이 활용되고 있다.

여기서 세제 산업의 대표적인 제품인 세탁세제, 주



방세제, 섬유유연제 분야에 대한 국내의 기술동향을 살펴보기로 한다.

II. 세탁세제(Laundry detergents)

세탁세제를 구성하는 원료를 기능별로 구분하면 크게 surfactants, builders, additives로 나눌 수 있고 지역에 따라 기후, 수질, 사용습관, 오염의 종류 등에 따라 적절한 처방이 적용되고 있다.

1. 원 료

1) 계면활성제(Surfactants)

세탁세제용 계면활성제는 종래 LAS(Linear alkylbenzene sulfonate), AOS(α -olefin sulfonate)가 주류를 이루었으나 환경 친화성의 향상을 위해 생분해성이 우수한 natural source의 지방 알콜, 지방산 유도체 계면활성제의 적용이 활발하게 이루어지고 있다. 그 대표적인 예로서 FAS(fatty alcohol sulfate), FAES(fatty alcohol ether sulfate), MES(methyl ester sulfonate), AE(polyoxy ethylene alkyl ether) 등을 들 수 있다(Table 1).

이들 계면활성제는 대부분 단독보다는 혼합 system(mixed surfactant system)을 적용하여 세정력, 행굼성, 생분해성 등의 향상을 꾀하고 있으며 음이온과 비이온 계면활성제 조성은 9:1~7:3의 비율이 일반적이다.

저공해 세제의 경우 FAS, FAES, AE의 혼용 제품, MES, AE의 혼용 제품이 출시되고 있으며 농축

세제의 제조 기술 발달로 AE와 같은 비이온 계면활성제의 사용량이 증가되고 있다.

2) 빌더(Builders)

세제용 빌더로서 가장 널리 사용되었던 인산염(poly phosphate)은 호수 및 하천에서 부영양화(eutrophication)를 발생시키므로 전세계적으로 그

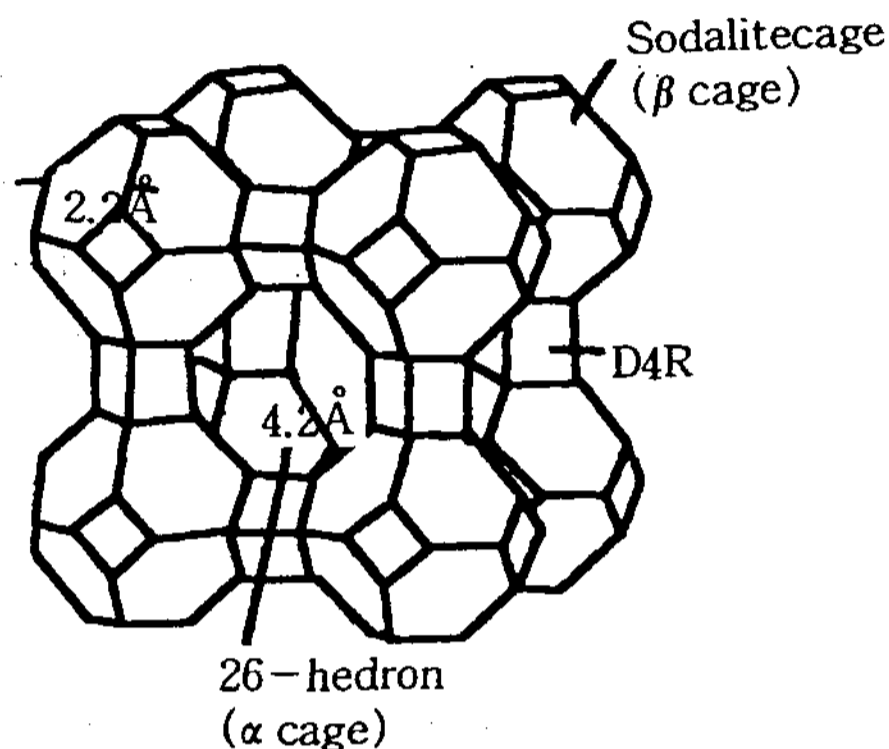


Fig. 1. Zeolite의 입자구조.

함유량의 규제를 받게 되었다.

국내에서는 1992년 이후 세제중의 전인산염 함량을 2% 미만으로 규정하는 법규를 적용하고 있으나 이미 1988년에 국내 세제는 100% 완전 무린화가 되었으며 이들 제품 대부분 인산염의 대체 원료로서 Zeolite (4A type)를 사용하고 있다. Zeolite는 독특한 기공 구조를 갖는 aluminium silicate 결정체로서 Zeolite의 금속 이온 연화 작용 mechanism은 인산염과 같이 금속 이온과 결합하여 수용성 착물을 형성하는 것과는

Table 1. 세탁용 세제에 적용되는 대표적인 계면활성제

음이온 계면활성제		비이온 계면활성제	
LAS	$R-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$ ($R=\text{C}_{10-13}$)	AE	$R-\text{O}(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n\text{H}$
AOS	$R-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{SO}_3\text{Na}$ ($R=\text{C}_{11-15}$)		($R=\text{C}_{12-14}$, $n=5-9$)
FAS	$R-\text{OSO}_3\text{Na}$ ($R=\text{C}_{12-14}$)		
FAES	$R-\text{O}(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O})_n \text{SO}_3\text{Na}$ ($R=\text{C}_{12-14}$, $n=2-5$)		
MES	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{C}-\text{OCH}_3 \\ \\ \text{SO}_3\text{Na} \end{array}$ ($R=\text{C}_{13-17}$)		
SOAP	$R-\text{COONa}$		

달리 Zeolite 내부에 있는 4Å 정도의 기공에서 상대적으로 자유롭게 움직일 수 있는 Na 이온이 칼슘, 마그네슘, 기타 다른 금속 이온과 이온 교환(ion exchange)을 하므로써 물을 연화시킬 수 있다²⁾(Fig. 1). 그러나 마그네슘 등과 같이 원소의 크기가 Zeolite의 기공보다 크거나 유사한 금속 이온에 대한 연화능은 매우 낮아서 Zeolite 단독만으로 충분한 연화능력을 나타낼 수 없어 이를 보완하기 위해 co-builder가 같이 사용되고 있다. Co-builder는 polycarboxylate, citrate 등이 주로 사용되고 있고 각 지역의 물의 경도에 따라 Zeolite와 co-builder의 함량이 적절히 조절된다. Co-builder는 고체 표면으로부터 칼슘, 마그네슘 이온을 제거한 후 Zeolite에 놓아 주는 작용을 하는 동안 Zeolite는 칼슘 이온의 저장조로서 작용한다. 이러한 특성을 운반효과(carrier effect)라고 한다³⁾.

국내에서 사용되는 polyacrylate로서는 acryl homopolymer 또는 acrylmalein copolymer 등이 있다⁴⁾ (Table 2).

또 이들 polyacrylate는 오염 재부착 방지(anti-redeposition) 및 오염 제거(clay soil removal) 효과를 가지고 있으며 탄산 칼슘의 결정화를 방지하므로써 의류에 석회분의 부착을 감소시키는 효과도 나타낸다⁵⁾.

한편 Zeolite는 builder로서 뿐만 아니라 세제의 분말 입자의 개질제로서 사용된다. 세제 입자의 외부에 coating시키면 입자간의 유도성 향상 및 수분 증가에 의한 caking 현상(세제덩어리 생성)을 방지할 수 있다.

3) 표백제 및 표백 system(Bleaches)

국내에서 표백제를 함유한 세탁세제 제품은 일반화되지는 못했다. 그 이유는 국내 세탁온도가 15~25℃

로서 표백제가 작용할 수 있는 온도에 훨씬 못미치기 때문이며 따라서 표백제는 세탁 보조제(laundry aids) 개념으로 별도로 사용을 하는 경향을 유지해 왔다.

국내에서 판매되고 있는 표백제는 P.C(sodium percarbonate : 2Na₂CO₃ 3H₂O₂)가 주원료로서 사용되고 있으며 빨래를 삶을 때 사용하는 경우가 많다.

최근 들어 판매되는 세탁기는 온수와 냉수를 동시에 공급받을 수 있고 필요에 따라 수온을 조절할 수 있으므로 표백제가 함유된 세제의 효과 발휘가 가능해졌고 몇 종류의 표백 세제가 출시되었다. 이들 제품에 적용된 표백 system은 표백제와 표백 활성화제(bleach activator)를 함유시켜 30~40℃에서 상당수준의 표백 효과를 기대할 수 있게 되었다. 이들 제품에는 표백제로서 PB(sodium perborate)와 표백활성화제로 TAED(tetraacetyl ethylene diamine)가 주로 사용되고 있고 그 활성 mechanism은 Fig. 2와 같다⁶⁾.

Formulation : Detergent 86%
 T.A.E.D 2%
 Sodium perborate monohydrate 12%
 Condition : temperature(20℃, 40℃, 60℃)
 Stains : Redwine(W), Tea(T)

Fig. 3에 나타낸 것과 같이 온도와 오염의 종류에 따라 표백제의 표백효과가 달리 나타나고 표백 활성화제의 첨가에 따라 상대적으로 낮은 온도에서도 표백효과 상승을 기대할 수가 있다.

PC나 PB는 표백 효과 이외에도 활성 산소(active oxygen)에 의한 살균력도 가지고 있어 의류에 부착된 bacteria 오염을 감소시켜 주므로써 의류 착용시의 쾌적감을 향상시킨다. PB와 TAED의 표백 system 적

Table 2. 수용성 co-builder의 예

Structure	Chemical name	평균 분자량
$\left[\begin{array}{c} -CH_2-CH- \\ \\ COOH \end{array} \right]_n$	Polyacrylic acid	8,000~20,000
$\left[\left(\begin{array}{c} -CH_2-CH- \\ \\ COOH \end{array} \right)_x \left(\begin{array}{c} -CH_2-CH- \\ \quad \\ COOH \quad COOH \end{array} \right)_y \right]_n$	Poly (acrylic acid -co-maleic acid)	30,000~60,000

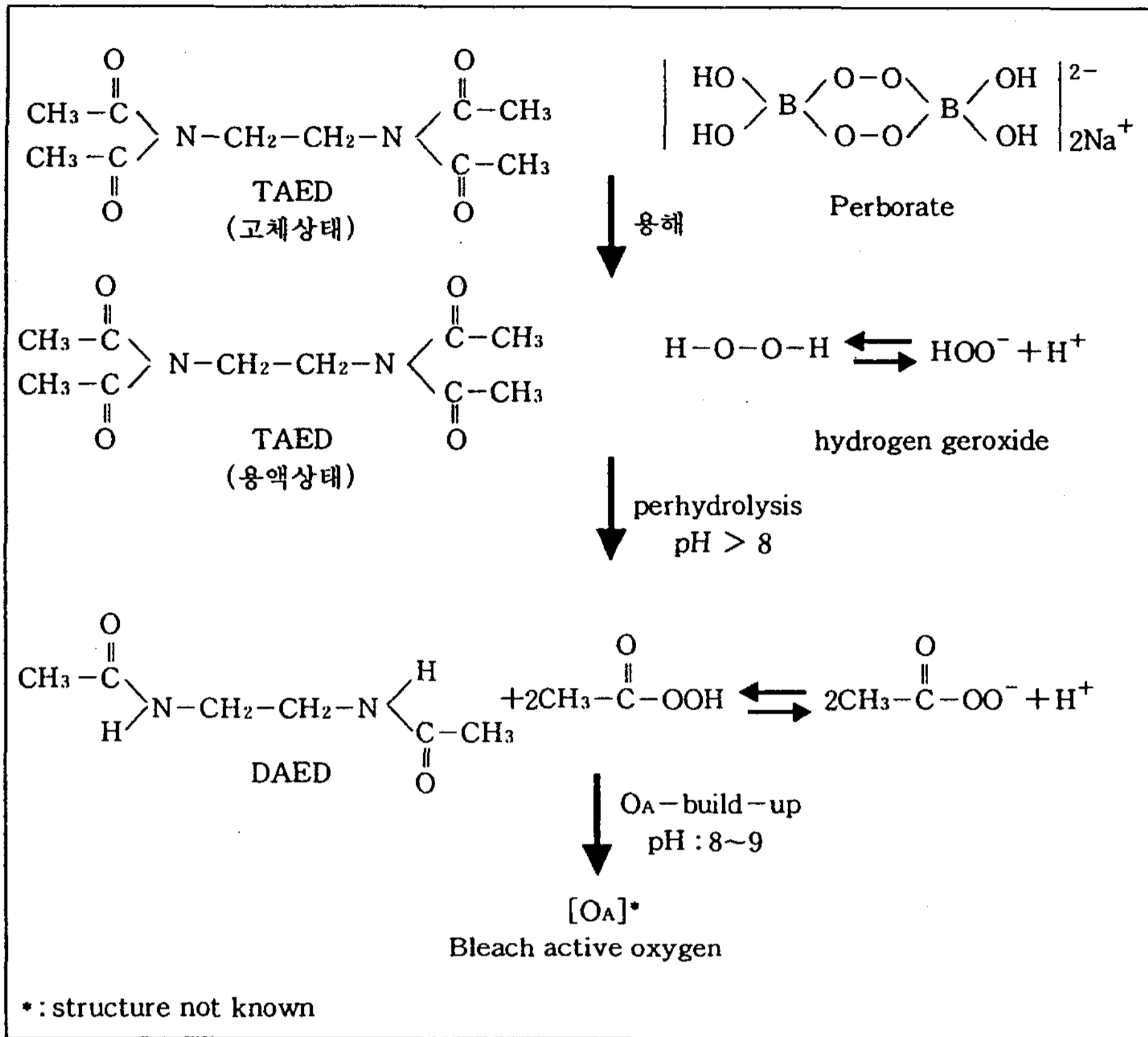


Fig. 2 PB와 Activator의 작용 Mechanism.

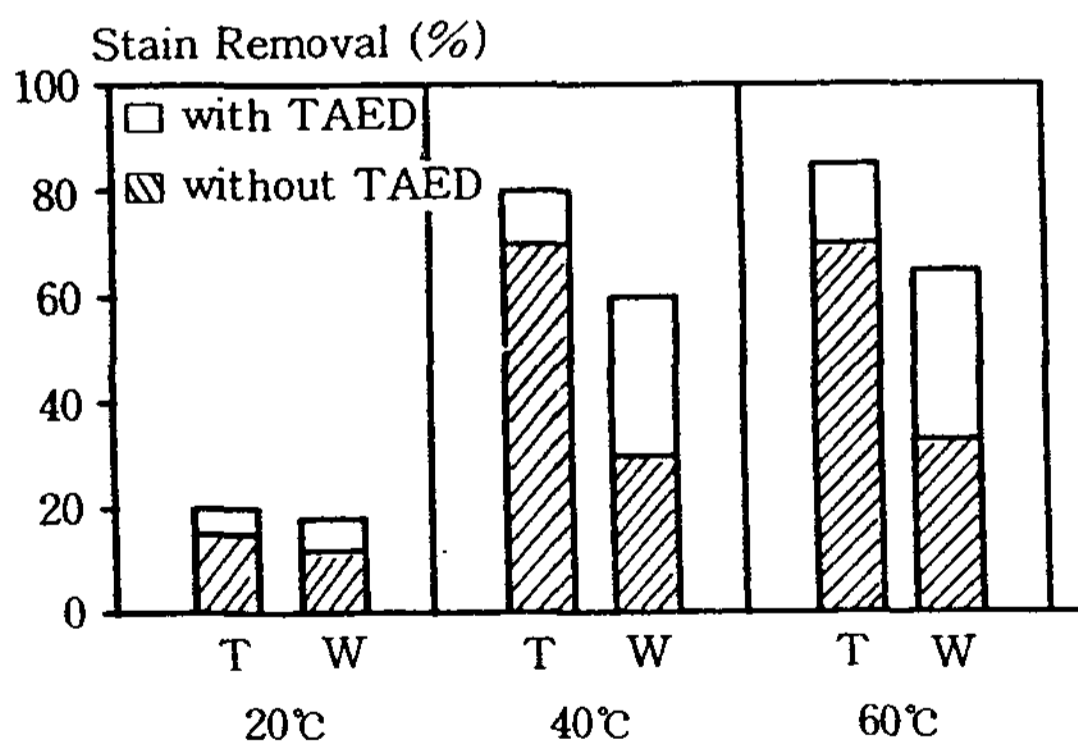


Fig. 3. PB와 Activator(TAED)의 표백 효과.

용시 bacteria에 대한 살균력은 40°C에서 E. coli, Staph.epidermids를 99.9% 이상 소멸시킬 수 있는 것으로 나타난다.

PC는 PB보다 저온에서 산소 활성이 높아 저온 세탁 습관을 갖고 있는 국내의 조건에 유리한 면이 있으

나 분말세제에 함유되었을 경우 흡습량의 증가나 보관 온도의 상승 등에 의해 유효 산소의 안정성이 급격히 떨어지는 단점이 있어 현재까지 표백제 함유 세제에 적용이 곤란한 실정으로 PC의 안정화 기술 및 제품 개발이 요구되고 있다.

4) 효소(Enzymes)

효소는 최근 전세계의 세제산업에 있어서 가장 활발하게 적용되고 있는 원료이다. 효소의 종류는 물론 그 응용 기술의 발전은 세제의 성능, 효과 향상에 가장 큰 공헌을 하고 있다고 해도 과언이 아니다. 국내에서는 1985년 단백질 분해효소(protease)를 적용한 제품이 출시된 이래 현재 90% 이상의 제품에 효소가 사용되고 있고 94년 국내에서 소비된 효소의 양은 약 1,200톤에 이르렀다.

최근에는 단백질 분해효소 이 외에도 지질 분해효소(lipase), 셀룰로오스분해 효소(cellulase) 등의 복합 효소 system이 일반화되고 있다.

(1) 단백질 분해 효소(Protease)

단백질 분해효소는 세탁용 세제에 가장 많이 적용되는 효소이다. 의류의 오염중에는 유성오염, 무기입자 오염 이 외에도 단백질이 존재하며 단백질은 열이나 빛에 의해 비가역적으로 변질, 불용화되어 다른 유성 오염이나 무기 입자오염과 결집, 섬유에 강하게 고착시키는 접착제(binder) 역할을 한다. 따라서 단백질을 분해시켜 저분자화 하므로써 물에 녹기 쉬운 상태로 만들지 않으면 유기, 무기오염의 제거가 어렵게 된다. 단백질 오염의 양은 인체의 부위에 따라 차이가 있으나 전체 유기오염중의 10~40%를 차지하며 특히 세탁이 어려운 양말 바닥 부분의 경우 가장 많이 함유되고 있는 것으로 알려지고 있다.

세탁용 세제에 사용되는 단백질 분해효소는 세제용액이 약알칼리성을 나타내기 때문에 이 pH 범위에서 충분한 효과를 나타낼 수 있는 내알칼리성을 가지고 있어야 하며 이러한 특성을 갖는 단백질 분해효소를 alkali protease라고 한다⁷⁾ (Fig. 4).

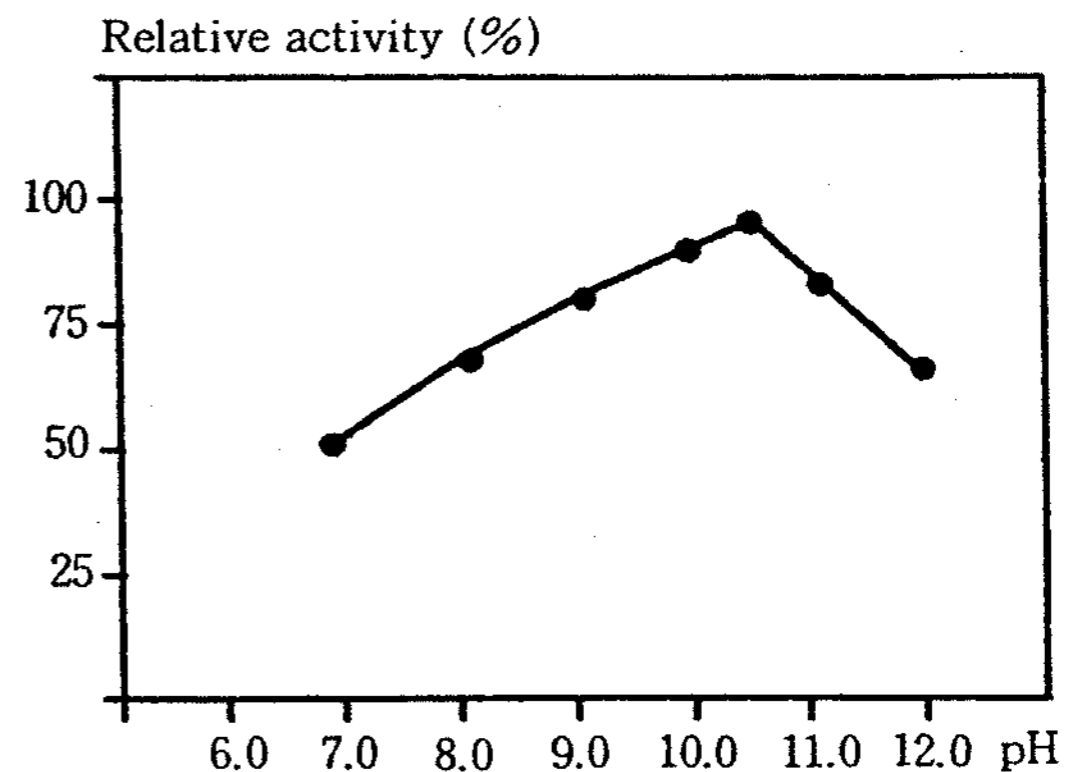
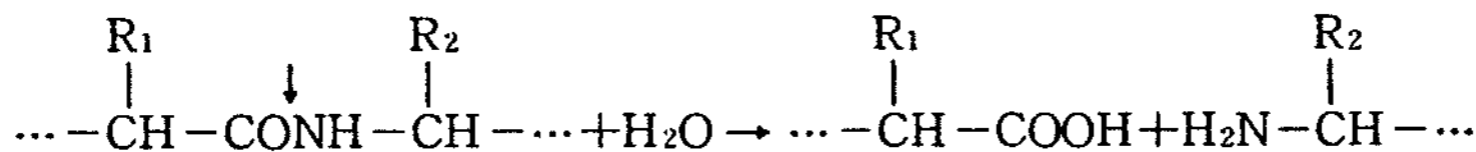


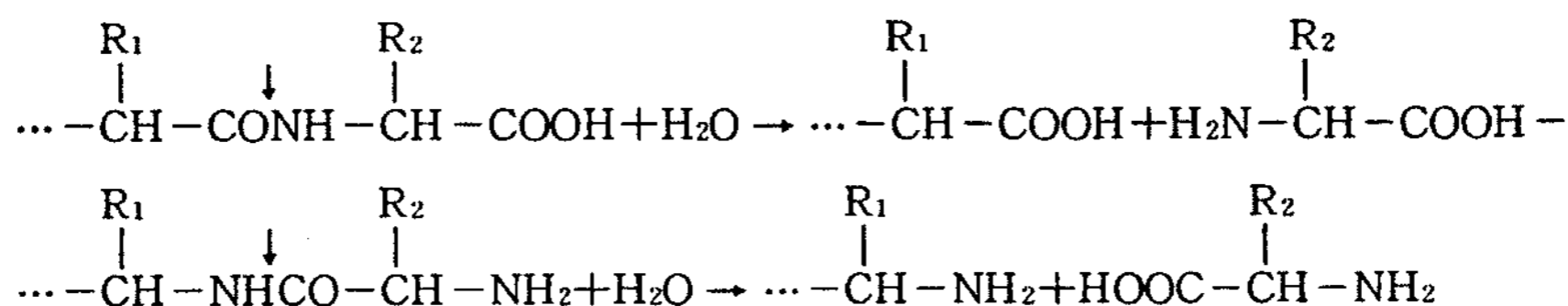
Fig. 4. 오염 제거율에 대한 온도의 효과.
(단백질 오염포 : EMPA 116)

단백질 분해효소는 Endo-peptidase와 Exo-peptidase로 구별되며 이들의 단백질 분해작용은 다음과 같다.

-Endo-peptidase(내부 peptide 결합을 가수분해)



-Exo-peptidase(말단의 carboxyl기나 amino기를 가수분해)



일반적으로 단백질 분해효소는 50℃에서 최고의 세정력을 나타내며 50℃ 이상에서는 활성이 떨어지기 시작하여 70℃ 이상이 되면 그 효과가 거의 없다(Fig. 5).

(2) 지질 분해 효소(Lipase)

의류의 오염중 유성오염에 대해서는 계면활성제의 유화작용, 무기오염은 계면활성제와 builder의 분산작용, 단백질 오염은 단백질 분해효소의 작용에 의해 제거되고 있으나 오염성분중 가장 많은 양을 차지하는 유성오염은 계면활성제만에 의존한 세정력이 주체가 되어서는 섬유 내부까지 흡착된 각종 triglyceride 등

의 지질오염을 충분히 제거하기가 어렵다. 따라서 잔존된 지질오염을 점차 축적이 되고 공기중의 산소와 반응하여 섬유의 흡변이나 황변의 원인이 된다. 이러한 현상은 인체와 직접 접촉되는 의류의 부위나 속옷 등에서 심하게 나타난다.

지질 분해 효소의 작용은 불용성의 triglyceride 등 지질오염을 가수분해시켜 수용성의 diglyceride, monoglyceride, fatty acid 등의 저분자로 변형시키므로써 세제액중의 계면활성제나 builder 등에 의해 쉽게 제거될 수 있도록 하는 것이다(Fig.6).

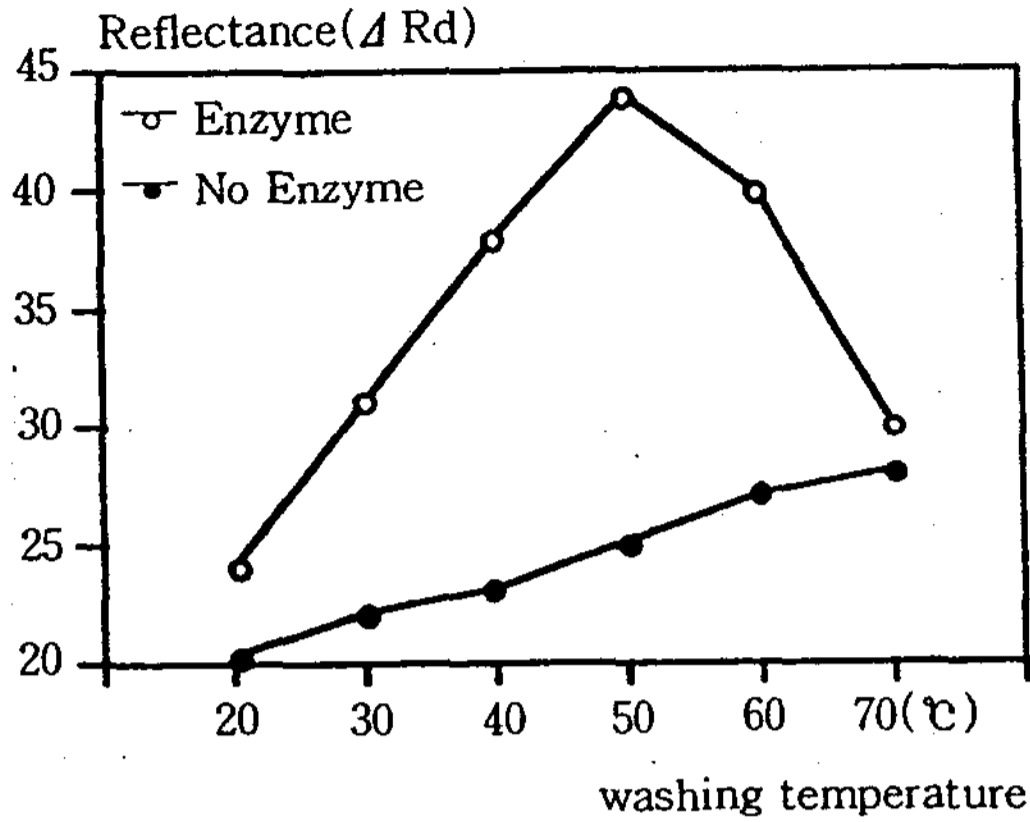


Fig. 5. Alkali protease의 pH에 대한 활성.
(단백질 오염포 : EMPA 116)

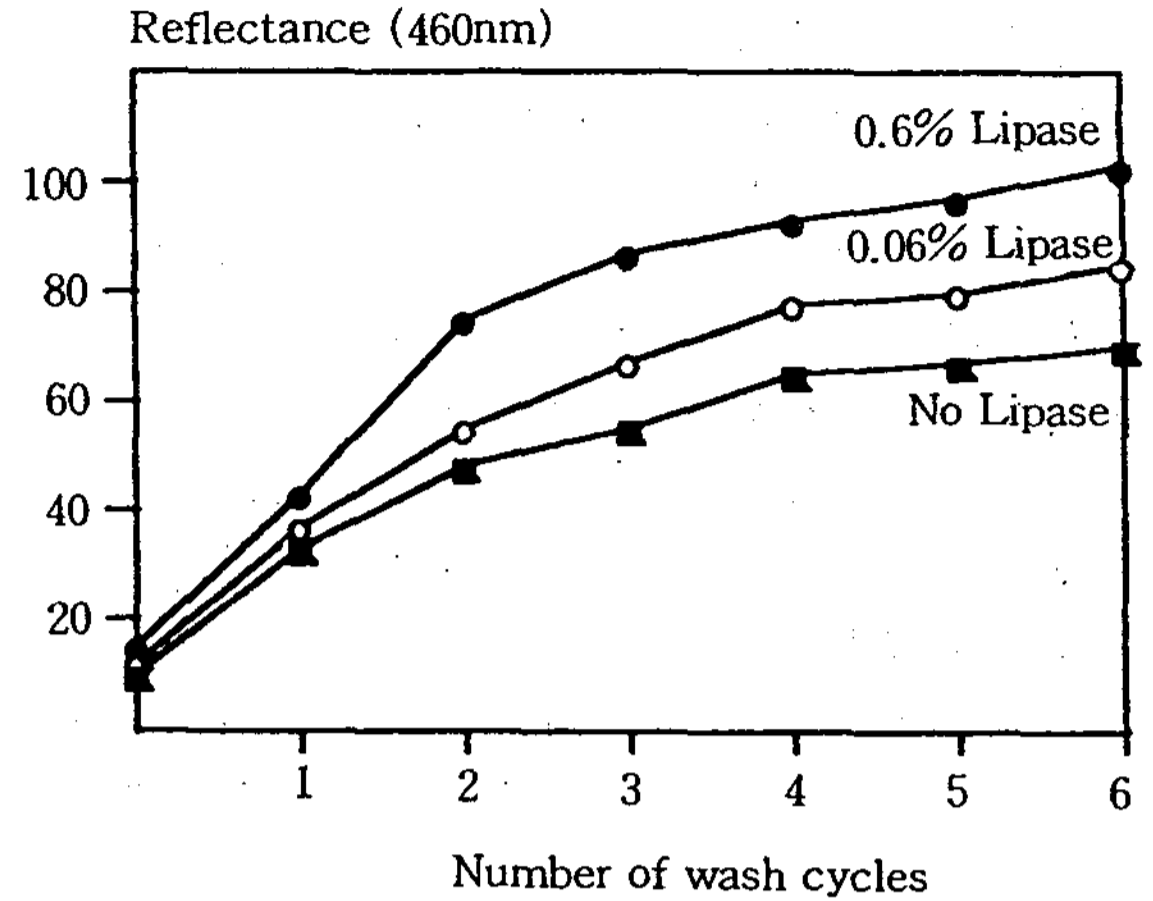


Fig. 7. Lard/ Sudan red stains에서의 Lipase의 효과.

작용 메카니즘의 관점에서 볼 때 지질 분해효소는 단백질 분해효소와 다른 방법으로 기능을 나타낸다. 세제에 적용시 단백질 분해효소는 1회의 세탁 cycle에서도 그 효과를 나타내다 지질 분해 효소는 그 이상의 세탁 cycle이 요구된다.

지질 분해효소에 의한 polyester /cotton 섬유로부터 돈지(lard) 제거효과를 실험한 결과 첫회의 세탁에서는 그 효과가 미미하나 2~6회의 반복 세탁후의 제거효과는 상당히 크게 나타난다(Fig. 7). 그 이유는 지질분해효소가 세탁과정에서 보다 세탁후 일정시간 동안의 건조 과정에서 보다 많은 효소활성을 발휘하기 때문이다(Fig. 8). 첫회의 세탁/건조과정에서 섬유로부터 지질성분이 제거되는 것이 아니고 건조과정에서 가수분해 되어 다음의 세탁과정에서 쉽게 제거되는 것이다⁸⁾.

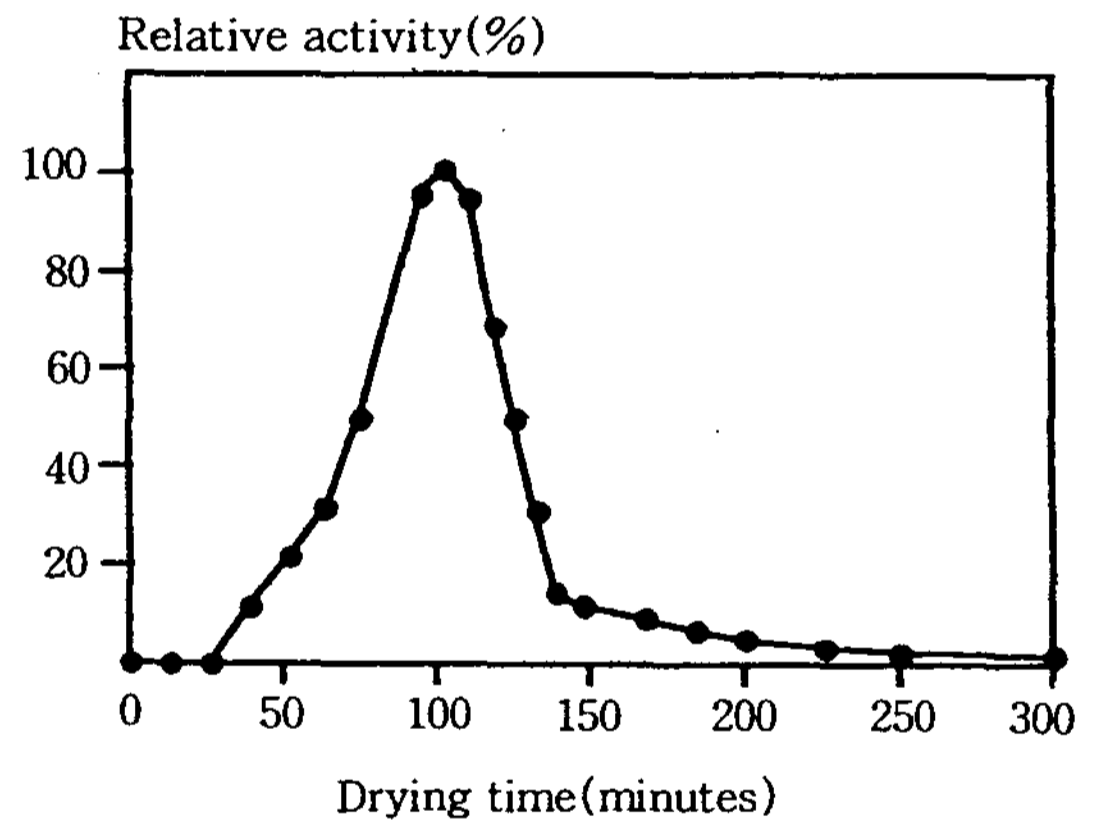


Fig. 8. 실온에서 Line-drying 시간에 따른 Lipase의 활성도.

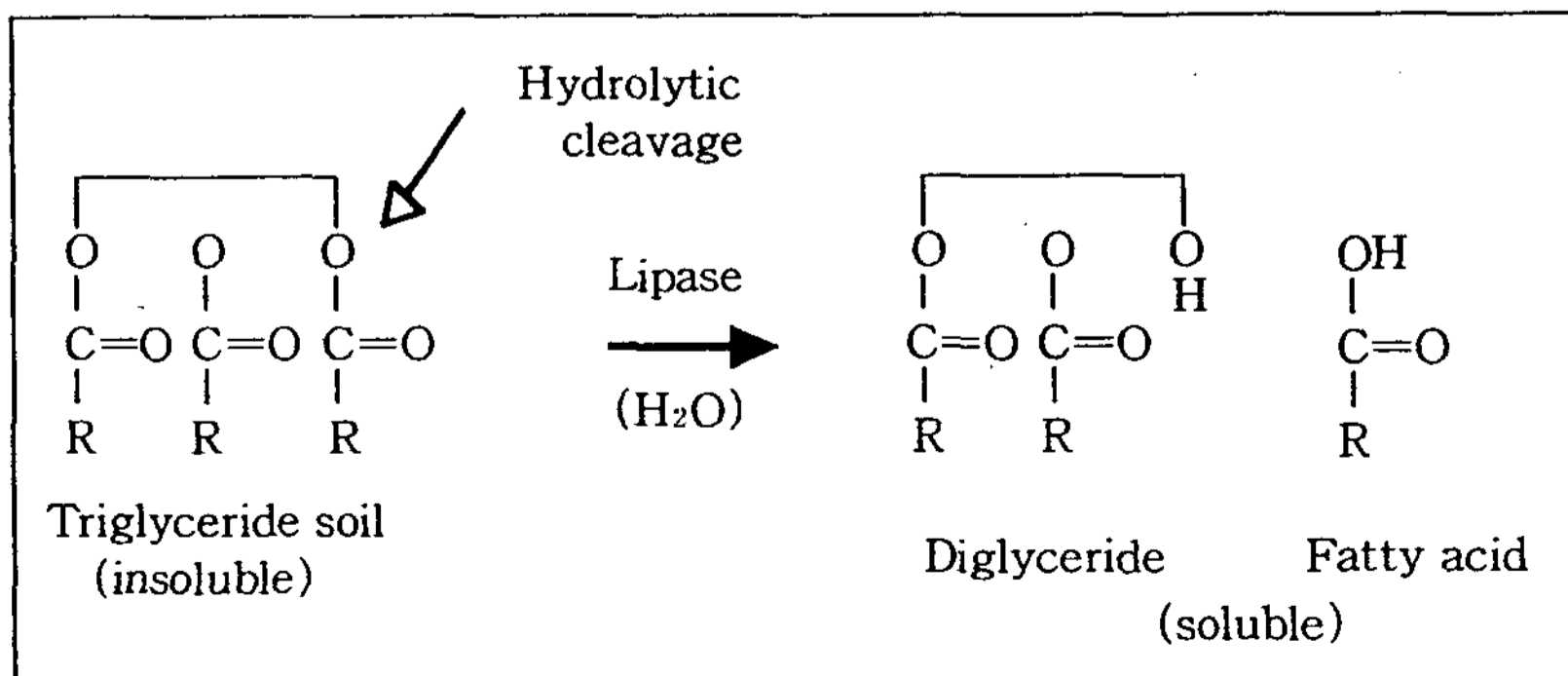


Fig. 6. Triglyceride soil의 lipase 촉매 가수분해.

(3) 셀룰로오즈 분해효소(Cellulase)

Cellulase는 반복 세탁에 의한 섬유 손상을 방지하는 개념으로 세제에 적용되고 있다. Cellulase는 손상된 섬유의 표면을 개질하므로써 기본적으로 무기 입자 오염제거(Clays soil remove), 유연효과(softening effect), 색상 선명도 유지(color brightness)의 3가지 서로 다른 이점을 얻을 수 있다.

의류의 착용이나 세탁과정에서 shear stress를 받게 되면 fiber나 fibril이 섬유 표면으로부터 몇 μm ~mm 크기로 일어나고 이러한 손상은 표면에 반사되는

빛의 산란을 가져오므로 섬유의 색상은 어둡게 보이도록 한다.

무기 미립자 오염도 이렇게 손상된 부분에 박혀 고착되므로써 흑변의 원인이 되고 손상된 fiber의 표면은 점차 거칠어져서 유연성을 떨어뜨리는 결과를 가져온다.

Cellulase는 셀룰로오즈의 amorphous part에 있는 노출된 β -1,4 bond를 가수분해시켜 표면으로부터 fibril을 제거하므로써 무기오염의 탈리, 유연성, 색상 선명도 유지의 효과를 가져온다⁹⁾ (Fig. 9).

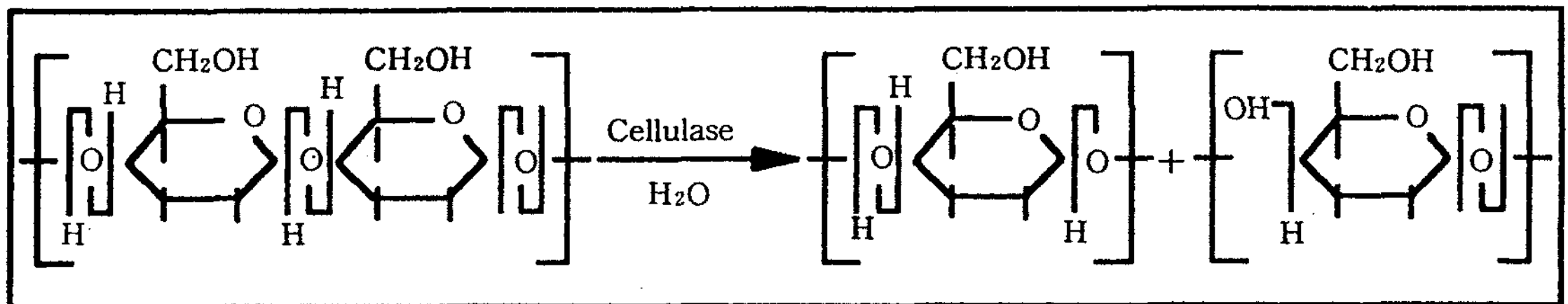


Fig. 9. Cellulase에 의한 셀룰로오즈의 가수분해.

2. 세탁용 세제의 처방 조성

Table 3. 세탁용 세제의 일반적 성분 조성 (%)

성분	일반세제	농축세제	액체세제
Surfactant			
LAS			
AOS			
AS	15~20	25~35	10~20
AES			
MES			
Soap	2~3	2~5	2~5
AE	2~5	2~10	5~20
Builder			
Na-carbonate	10~20	10~30	
Na-silicate	2~10	2~10	
Na-sulfate	20~30	2~5	
Zeolite A	0~20	15~30	
Polycarboxylate	0~2	0~2	
Na citrate			0~2
Additives			
Perbonate or percarbonate	0~5	0~15	0~2
TAED	0~1	0~2	0~10
Enzymes	0.2~0.5	0.4~1.0	0.2~1.0
Optical brightener	0.1~0.2	0.2~0.4	0.2~0.4
Perfumes	+	+	+

3. 제조 기술

세탁용 분말 세제의 농축화는 제조 기술의 혁신으로 가능해졌다. 농축화 process에 필요한 새롭고 다양한 설비 및 이들의 활용 기술들이 전 세계의 세제업체간에 경쟁적으로 개발되었고 지금도 지속적으로 연구되고 있다.

일반적으로 분말세제에 사용하였던 spray-drying 방법은 계면활성제, 빌더 등의 세제 원료를 50~60%의 slurry로 만든 후 열풍 건조시켜 분말화하고 효소, 표백제, 향료 등 열에 불안정한 원료를 후에 첨가하여 제조하는 방식으로 물과의 접촉 면적을 넓혀 용해성을 높이기 위해 분말입자 내부에 공기층 부분이 형성되도록 한 것이며, 입자의 유동성 향상을 위해 Sodium sulfate 등의 filler를 다량 함유하였다.

농축 세제는 분말 입자의 공기층을 대폭 감소시키고 filler를 계면활성제나 builder로 대체하여 유효 세정 성분의 함량을 높인 것이다(Fig. 10). 또한 35~40% 정도의 높은 계면활성제 함량에 대해 sticky하고 점착이 잘되는 분말 입자의 물성을 개선시키기 위해 Zeolite 등의 수불용성 미립자를 세제 입자 외부에 코팅하여 유동성이나 덩어리 방지(anti-caking) 성을 향상시켰다. 이러한 제조 process를 통해 계면활성제를 35~40% 함유하고 밀도(bulk density)가 0.7~0.8g/mL인 분말세제 농축화가 가능해졌다(Fig. 11).

III. 주방용 세제(Dish washing detergents)

국내의 주방용 세제는 hand wash용인 액체 type이

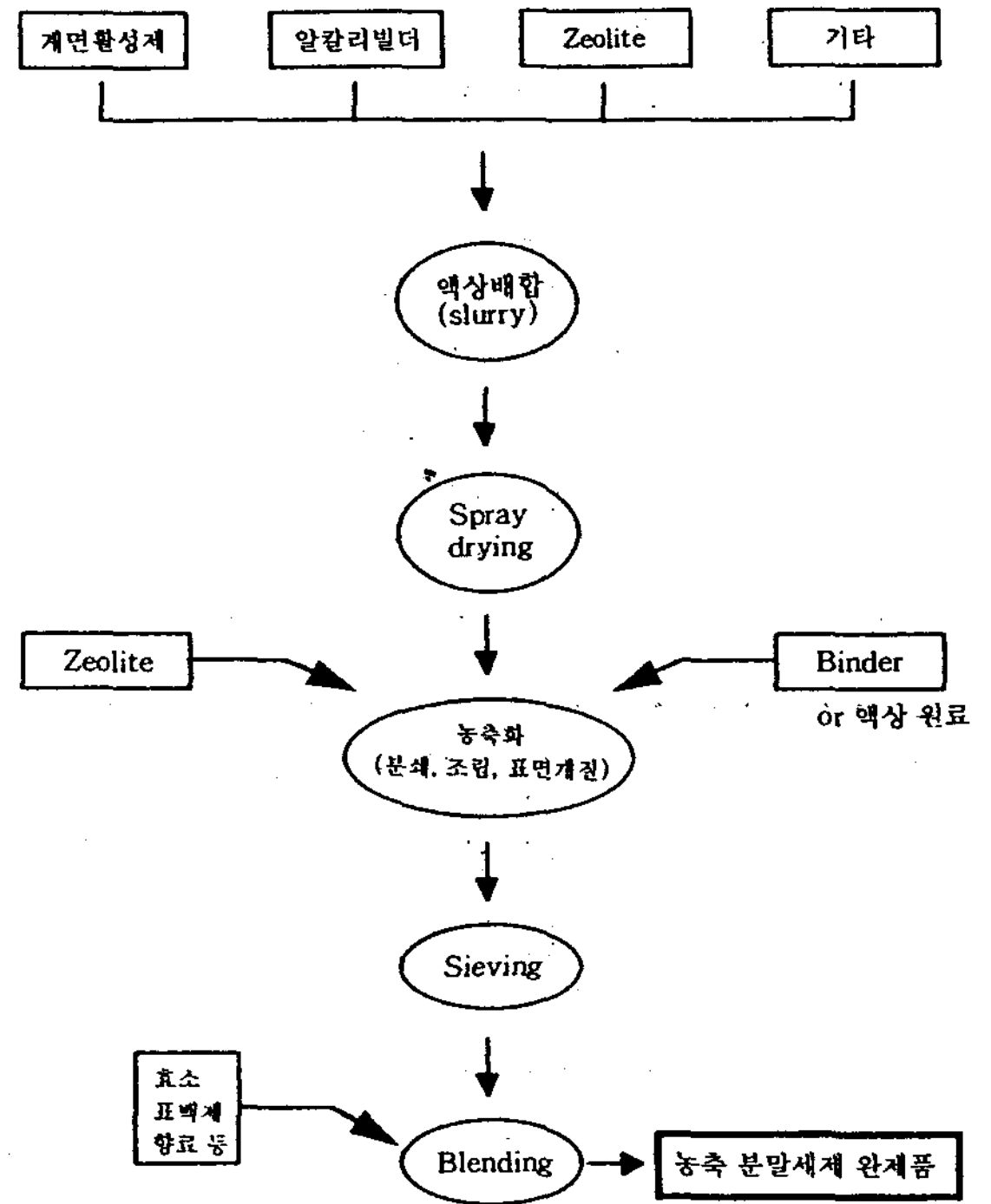


Fig. 11. 농축 세제의 제조 Process.

95% 이상을 차지하고 있고, 이들 액체 주방용 세제는 적용된 surfactant가 전체적 품질을 좌우하는 가장 큰 요소가 되고 있다. 특히 세탁세제와 달리 skin mildness에 대한 욕구가 강하여 이를 만족하기 위해서는 surfactant의 종류나 이들의 mixed system이 매우 중요하다.

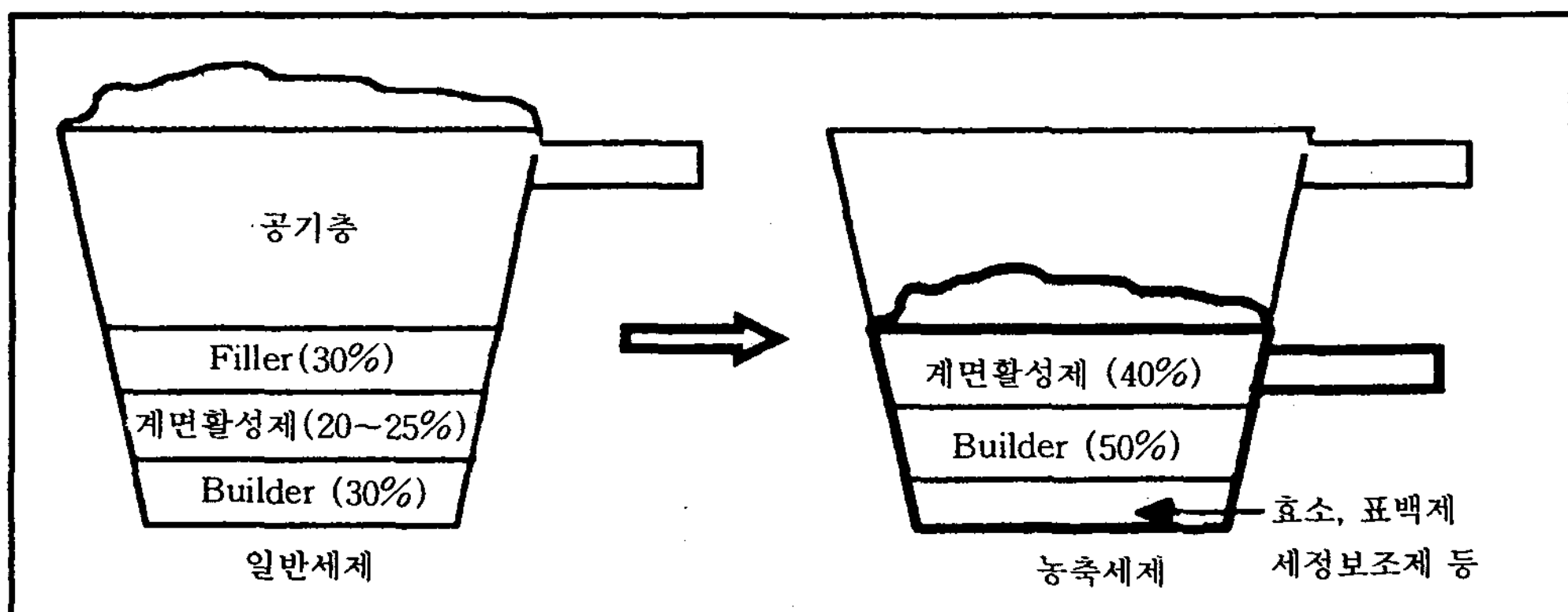


Fig. 10. 농축 세제의 개념.

1. Surfactants

주방용 세제는 세정, 거품특성을 발휘하는 주 surfactant와 이 기능을 보완하여 상승작용을 하는 부 surfactant로 구성되며 전자를 1차 surfactant, 후자를 2차 surfactant라고 한다.

국내에서는 1차 surfactant로서 LAS, AS(FAS), AES(FAES), AOS 등과 2차 surfactant로서 FAA (fatty acid alkanol amides), FAO(fatty amine oxides), AE 등이 사용되고 있다.

최근에는 새로운 surfactant로서 당류를 이용한 APG(alkyl polyglucoside)¹⁰⁾나 betain계 surfactant인 Alkylhydroxy sulfobetain, Amidopropyl betain 등이 환경 친화성이나 피부 mildness의 향상에 큰 기여를 하고 있다(Table 4).

2. 주방용 세제의 처방 조성

국내에서 판매되는 주방용 세제는 크게 3가지 Type으로 구분되며 LAS, AOS를 주 surfactant로 하는 범용 제품과 AES, AE를 주 surfactant로 하는 mild type, 이들을 약 2배 농축시킨 농축 type이 있다.

최근에는 super mild 개념의 제품으로 차세대 surfactant라고 부르는 APG(alkyl polyglucoside)를 응용한 제품도 선보이고 있다(Table 5).

IV. 섬유유연제(Fabric softeners)

섬유유연제는 의류 착용시 부드러운 감촉, 정전기 발생 방지, 착용감, 향취부여 등의 목적으로 사용되며 양이온성의 4급 암모늄화합물은 음전하를 띤 섬유 표

Table 4. 주방용 세제에 사용되는 계면활성제

Type	Chemical structure		기능
음이온 계면활성제	LAS	$R - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{SO}_3\text{Na}$ (R=C ₁₀₋₁₃)	1차 Surfactant
	AOS	$R - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{SO}_3\text{Na}$ (R=C ₁₁₋₁₃)	
	AS(FAS)	$R - \text{SO}_3\text{Na}$ (R=C ₁₂₋₁₄)	
	AES(FAES)	$R - \text{O} - (\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O})_n - \text{SO}_3\text{Na}$ (R=C ₁₂₋₁₄)	
비이온 계면활성제	FAA	$R - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{N} \begin{cases} \text{X} \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{cases}$ (R=C ₁₂₋₁₆) X = -H, -CH ₂ -CH ₂ -OH	2차
	AE	$R - \text{O} - (\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O})_n\text{H}$ (R=C ₁₂₋₁₄ , n=2~5)	1, 2차
	AO	$R - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}} \rightarrow \text{O}$ (R=C ₁₂₋₁₄)	2차
	APG	$\left[\text{C}_6\text{H}_11\text{O}_5 \right]_n - \text{R}$ (R=C ₁₀₋₁₄)	1, 2차
	양성 계면활성제	ASB	$R - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_2}{\text{N}^+}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{SO}_3^-$ (R=C ₁₀₋₁₈)
APB		$R - \text{CONH}(\text{CH}_2)_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{N}^+}} - \text{CH}_2\text{COO}^-$ (R=C ₁₀₋₁₈)	2차

Table 5. 주방용 세제의 일반적 성분 조성

성분	범용주방세제	Mild Type	농축 Type
Surfactant			
LAS	10~15		0~35
AOS	0~15	0~5	0~5
AS(FAS)	0~2		
AES(FAES)	1~5	5~15	5~25
FAA	1~3	2~5	2~15
AE		0~10	
FAO		1~3	
APG		0~10	
ASB		0~2	0~2
APB		0~2	0~2
Additives			
가용화제 (Ethanol, PG, SXS, urea)	1~5	1~5	2~10
방부제	+	+	+
향료	+	+	+
식용색소	+	+	+
피부보호성분	+	+	+

면에 자발적으로 흡착되는 특성 때문에 섬유유연제의 가장 기본적인 원료로 사용된다(Table 6).

양이온 계면활성제의 흡착으로 의류-의류, 의류-피부간의 마찰 저항을 감소시키고, 공기중의 수분과 수화결합을 이루어 발생된 전하를 누출시켜 유연성이나 정전기 방지 효과를 나타낸다. 최근 유럽으로부터 issue화 되기 시작한 양이온성 계면활성제의 환경 오염 문제로 인하여 수십년간 사용되어 왔던 DDAC (dialkyl dimethyl ammonium chloride)가 점차 생분해성이 우수한 Ester Quat¹¹⁾ 등의 양이온 계면활성제로 대체되고 있다.

국내에서 판매되고 있는 섬유유연제품은 범용 type 과 농축 type이 있고 구미, 일본 등과는 달리 범용 type이 대부분을 차지하고 있다. 국내 섬유 유연제의 일반적인 성분 조성은 다음과 같다(Table 7).

V. 미래예측

지구환경 보존에 대한 전 세계적인 관심은 모든 산업분야로 하여금 청정기술의 개발에 집중토록 하였으

며 특히 세제산업은 공업적인 측면에서 뿐만 아니라 소위 소비자 상품(consumer products)로서의 환경친화성 향상에 더 많은 노력을 경주하지 않으면 안 된다.

소득수준의 향상, 건강·위생에 대한 관심의 고조 등에서 오는 소비자 생활패턴의 변화와 도시의 인구집중화, 수자원의 부족, 성에너지화, 자원의 고갈 등의 문제점을 조화롭게 해결하기 위해서는 세제에 사용되는 원료, 처방, 제조 process, 포장재 등의 전체적인 분야에서 혁신적인 기술의 개발 및 응용이 절실히 요구되고 있다.

Surfactant 분야에서는 LAS, AOS에서 natural source의 기초원료를 이용한 fatty alcohol 유도체인 FAS, FAES, FAE 등으로 점차 전환되고 새로운 surfactant의 개발 및 응용이 지속적으로 이루어질 것이며 APG(alkyl poly glucoside), AG(alkyl glucamide) 등의 응용이 활발해질 것이다. 이 외에도 최근 외국에서는 Amido ether carboxylate, Alkyl ether citrate, N-acyl EDTA chelating surfactant 등의 multi-purpose surfactant가 소개되고 있다.

Table 6. 국내 섬유유연제에 적용되고 있는 주요 양이온성 계면활성제

<p>DDAQ (Dialkyl Dimethyl Ammonium quat.)</p> $\left[\begin{array}{c} R_1 \\ \diagup \\ N^+ \\ \diagdown \\ R_2 \end{array} \begin{array}{c} Me \\ \diagdown \\ \\ \diagup \\ Me \end{array} \right] \bar{X} \quad \left(\begin{array}{l} R_1, R_2 = C_{16-20} \\ Me = \text{Methyl, Ethyl, Propyl} \\ \bar{X} = Cl^-, MeSO_4^- \end{array} \right)$
<p>DIAQ (Dialkyl Imidazolium Ammonium quat.)</p> $\left[\begin{array}{c} H_2C-CH_2 \\ \\ Me-N^+ \\ \\ C \\ \\ R_1 \end{array} \begin{array}{c} N-CH_2-CH_2-NH-C(=O)-R_2 \end{array} \right] \bar{X}$
<p>TEA-DEQ. (Triethanol Amine Ester Quat.)</p> $\left[\begin{array}{c} HO-CH_2-CH_2 \\ \\ N \\ \\ Me \end{array} \begin{array}{c} CH_2-CH_2-O-C(=O)-R_1 \\ CH_2-CH_2-O-C(=O)-R_2 \end{array} \right] \bar{X}$
<p>TEA-DEQ. (Triethanol Amine Ester Quat.)</p> $\left[\begin{array}{c} O \\ \\ R_1-C-NH-CH_2-CH_2-N^+ \\ \\ (CH_2CH_2O)_nH \\ Me \\ \\ CH_2-CH_2-NH-C(=O)-R_2 \end{array} \right] \bar{X}$

Table 7. 국내 섬유유연제의 일반적인 조성성분

성분	범용 Type	농축 Type (3배 농축)
Cationic surfactant		
DDAQ] 4 ~ 7] 10 ~ 20%
DTAQ		
TEA-DEQ		
DAAQ		
	1 ~ 2%	2 ~ 3%
유화분산제 (비이온 계면활성제, 알콜류, PEG 등)		
형광증백제	0 ~ 0.2	0 ~ 0.2
염료	+	+
향료	+	+
Water	+	+

Cation surfactant류는 DDAC가 완전히 배제되고 Ester quat.계로 대체가 이루어질 것으로 전망된다. Builder system에 있어서는 이미 STPP(Sodium tripoly phosphate)를 대체한 Zeolite가 가장 널리 사용되고 있으며 세제의 농축이 이루어질 것으로 전망된다. Builder system에 있어서는 이미 STPP(Sodium tripoly phosphate)를 대체한 Zeolite가 가장 널리 사용되고 있으며 세제의 농축화가 계속되고, 이에 적합한 기술의 개발에 따라 chelating effect를 갖고 소량으로도 충분한 alkalinity를 나타내는 새로운 무기계 builder들이 소개되고 있다. 그 예로는 Layered silicate, Disilicate 등이 있다. 한편 유기계의 co-builder는 생분해성이 보완된 것들로서 Polysaccharide, Poly Aspartic polymer 등으로 대체가 이루어질 것이다.

처방 및 제조기술면에서는 보다 작고, 적게 쓰고, 환경친화성이 높고, 에너지 절약형이면서도 성능효과가 우수한 제품을 위한 compact화 기술의 개발이 활발하게 전개될 것이다.

최적의 surfactant, builder, bleach system 및 이들을 농축화시키고 상품으로서의 갖춰야 될 물성을 만족시킬 수 있는 에너지 절약, Cost 절감형 process가 복합적으로 검토되어져 발전될 것이다. Super compact detergent, Non-tower spray process 등이 그 예이다.

세제 산업의 궁극적 목표는 환경친화성(Environmentally friendly), 완벽한 세정작용(Perfect clean), 에너지 및 cost 절감(Energy-cost saving), 다기능성(Multi-functional)을 만족시키는 것으로 지속적인 기술 혁신을 통해 이들을 해결해 나갈 것이다.

문 헌

1. 아태 환경 연구원 : "합성세제의 환경 영향 및 안정성 평가를 위한 조사연구", p.15(1994).
2. Jakobi, G., Löhr, A. in : Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 24, p.94, Weinheim, Chemie GmbH(1983).
3. Smolka, H.G, Schwuger, M.J. : Tenside Detergent, 14, p.222(1977).
4. Jakobi, G. : Die Angew. Makromol. Chemie, 123/124, p.119(1984).
5. Johannes Perner : Proceedings of the 3rd World Conference on Detergent, AOCS press, p. 168(1993).
6. Peter Jürges : Proceedings of the 3rd World Conference on Detergent, AOCS press, p.180 (1993).
7. Takashi Onouchi : Fragrance Journal, 73, p. 80(1985).
8. Erik Gormsen, Peter R., Mads L. : Proceedings of the 3rd World Conference on Detergent, AOCS press, p.198(1993).
9. J. Keith Grime : Proceedings of the 3rd World Conference on Detergent, AOCS press, p.66 (1993).
10. K. Schmid : Proceedings of 4th World surfactants Congress, p.111(1996).
11. R. Puchta, P. Krings : Tenside Surf. Det. 30, p.186(1993).