

윤 활 연 구

소포제의 최신 응용기술



한국화학연구원
김 영 운 박사

1. 서론

발포를 의도하는 경우도 있지만 섬유, 도료·잉크, 식품, 석유, 석유화학분야에서 폐수 처리에 이르기까지 각 산업의 프로세스에서 기포가 발생하며 기포발생으로 생산효율 및 품질저하를 가져오는 경우가 대부분이다. 이러한 기포를 예방할 수 있는 것이 소포제이고 실리콘이 여러 산업분야에서 응용되고 있다. 실리콘 소포제는 표면장력이 작은 특성을 이용해 물, 기름 등의 발포액에 대해 용해지연을 위한 발포 억제성을 부여한다. 실리콘은 미량으로 우수한 파포·억포 효과를 나타내고 소포제로써 많은 특징을 가지고 있기 때문에 식품, 의약품의 제조공정을 비롯 화학공업의 합성 증류공정, 배수공정등의 다양한 분야에 응용되고 있다. 본 논문에서는 지난 호에 이어 실리콘 소포제에 대하여 서술하고자 한다.

2. 소포기구와 실리콘 소포제의 특징

파포·억포에 대하여는 여러 가지 현상론적

해석이 보고 되고 있지만, 분자론적 및 열역학적 기구에 대한 해석은 초보적인 수준으로 의견이 분분하다. 지난 호에서 Ross에 의해 제안된 파포의 메카니즘 과 포의 안정화 작용에 대하여 설명하였다. 일반적으로 용해도가 낮은 소포제는 억포력이 있고 표면장력이 낮고 확장성이 높은 소포제는 파포력이 우수하다. 포막상에서의 확장성은 다음 식 (1)에서와 같이 확장계수 (S)로 나타낼 수 있다.

$$S = \Gamma_F - \Gamma_{DF} - \Gamma_D \quad (1)$$

여기서, Γ_F 은 포막의 표면장력, Γ_D 은 소포제의 표면장력, Γ_{DF} 은 포막과 소포제와의 계면장력이다. $S > 0$ 인 소포제는 포막상을 확장시키고, $S < 0$ 인 소포제는 포막상을 확장시키지 못한다. 윤활유에 첨가하는 실리콘계 소포제를 예를 들어 설명하면, 실리콘계 소포제는 윤활유에 대한 용해도, 표면장력, 확장성에 있어서 상기의 조건을 만족하는 소포제로써 그림 1에서와 같이 소포기구 메카니즘을 두가지로 설명할 수 있다.

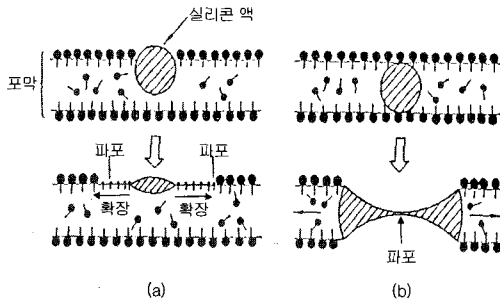


그림 1. 실리콘계 소포제에 의한 소포기구

하나, 포막면상에서 실리콘은 확장됨으로 수반하는 표면의 유동으로 포막이 흘러내리게 되며 확장에 의해 생성된 포막면상의 실리콘 분자막은 기계적 강도가 저하되기 때문에 쉽게 파괴된다. 또 다른 하나는 유중에 분산되어 있는 실리콘 입자가 포막의 흘러내림에 의한 얇아지는 과정으로 포막 표면에 노출되고 그 표면장력이 주위의 포막면 보다 작아지기 때문에 좌우로 끌어 당겨져 파괴된다. 어느 경우라도 포막이 파괴되면, 실리콘은 용해도가 낮기 때문에 다시 유중으로 분산되고 포막면 및 포막중으로 퍼져 소포작용을 부여하는 기회를 가지게 된다. 이와 같은 메카니즘으로 소포능이 지속되는 것이다.

실리콘은 일반적으로 Si 원소와 산소의 결합 (실록산 결합 : Si - O - Si)을 기본 골격으로 하여 Si 원소의 측쇄에 유기기 (예를 들면 메틸기)를 가지는 유기실리콘수지를 일컬으며 대표적인 화합물로는 그림 2에 나타난 것처럼 디메틸폴리실록산이다. 디메틸폴리실록산은 그림 3에서와 같이 합성된다.

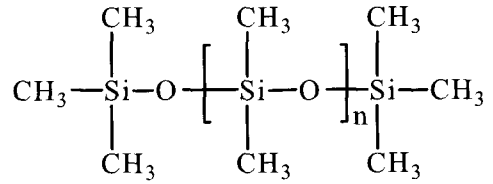


그림 2. 디메틸폴리실록산의 화학구조

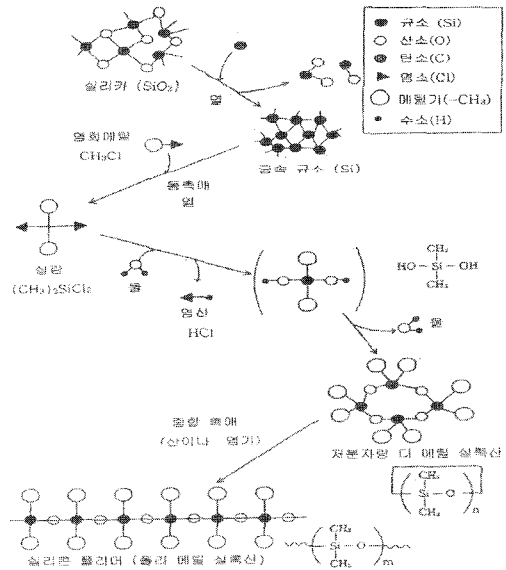


그림 3. 디메틸폴리실록산의 제조과정

디메틸폴리실록산은 실록산 결합에 의한 무기적 성질과 측쇄의 메틸기에 의한 유기적 성질을 동시에 가지는 오일상의 수지로 소포제로서 필요한 여러 가지 우수한 특성을 가지고 있는데 특성은 다음과 같다.

- 1) 표면장력이 낮다.
- 2) 확산성, 침투성이 우수하다.
- 3) 표면으로의 배향성이 우수하다.
- 4) 내열성이 우수하고 불휘발성이다.
- 5) 내산화성이 우수하고 화학적으로 안정하다.

- 6) 기체 용해성 및 투과성이 우수하다.
- 7) 기포성 용액으로의 용해성이 작다.
- 8) 생리 활성이 없고 안정성이 높다.

이상에서 살펴본 바와 같이 디메틸폴리실록산은 내열성이 우수하고 화학적으로 안정하기 때문에 기포성 물질과 반응하여 변질되지 않는 장점이 있다. 표 1에 디메틸폴리실록산의 표면장력, 표 2에 디메틸폴리실록산의 유기용제에 대한 용해성을 나타내었다. 디메틸폴리실록산은 무극성이기 때문에 일반적으로 무극성 용제에 용해되지만 극성용제에는 용해되기가 쉽지 않다. 점도에 따라 용해성이 달라 일반적으로 저점도의 물질은 용해되기가 상대적으로 쉽다. 표 1에서 보는 바와 같이 점도가 낮은 것이 표면장력이 낮아 기포성 용액에 쉽게 분산되어 강한 파포력을 나타내지만 동시에 기포성 물질에 대한 용해성은 커지게 되어 억포력은 저하된다. 반대로, 점도가 높은 것은 반대의 특성을 나타낸다.

표 1. 디메틸폴리실록산의 표면장력과 계면장력

점도, 25°C (cSt)	표면장력, 25°C (dyn/cm)	물과의 계면장력 (dyn/cm)
0.65	19.6	30.6
10	20.2	29.4
50	20.7	26.6
100	20.9	26.6
1,000	21.1	26.6
100,000	21.3	-

표 2. 디메틸폴리실록산의 용해성

구분	용제
용해	이소프로필에테르, 가솔린, 크실렌, 클로로포름, 케로센, 에틸아세테이트, 부틸아세테이트, 사염화탄소, 디이소부틸케톤, 디메틸셀룰로솔브, 테트라메틸부타디아민, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 트리에틸아민, 이소프로필팔미탄산, n-부탄올, 헥산, 벤젠, 메틸에틸케톤, 메틸이소부틸케톤 등
보통	디메틸카비톨, 석유에테르
불용	아세톤, 이소프로판올, 에탄올, 에틸렌글리콜, 카비톨, 글리세린, 디옥산, 셀룰로솔브, 파라핀오일, 부틸카비톨, 물, 메틸셀룰로솔브, 메탄올

1. 용해 : 적어도 30% 용해, 보통 : 10~30% 용해, 불용 : 10% 이하 용해

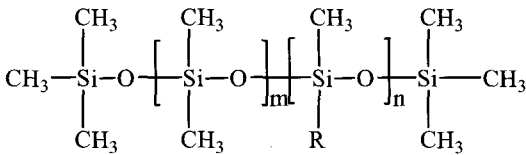
3. 실리콘 소포제의 종류

실리콘 소포제는 오일형, 콤파운드형, 용액형, 에멀전형 및 분말·固形型의 5가지 형태로 분류하지만 소량으로 최대의 효과를 나타내기 위해서는 발포제 및 발포조건에 대응하여 최적의 소포제를 선택하여야 한다.

3-1. 오일형 소포제

유성계의 포에 대하여 디메틸폴리실록산 오일이 소포제로 사용된다. 특성에 대하여는 앞에서 서술한 바와 같으며 파포성·억포성의 양쪽 특성을 부여하기 위해서는 저점도의 디메틸폴리실록산 과 고점도의 디메틸폴리실록산을 블렌딩하여 100~1,000 cSt 범위의 점도를 조절하여 사용할 수 있다. 같은 유성계이지만 도료, 잉크, 접착제등 최종 제품의 품질에의 영향이 중요시되는 경우에는 디메틸폴리실록산의 측쇄에 메틸기의 일부를 알킬기, 폴

리옥시알킬렌기 (폴리에테르기)로 치환한 변성 실리콘 오일을 사용한다. 또, 폴리에테르 변성 실리콘 오일은 흡착성이 강한 물질이 다량 배합된 수계 코팅제의 소포제로 유용하게 사용된다. 변성 실리콘 오일의 화학구조를 그림 4에, 알킬기 변성 실리콘 오일의 표면장력과 소포특성의 관계를 표 3에 나타내었다.



여기서, R : 알킬, 폴리에테르

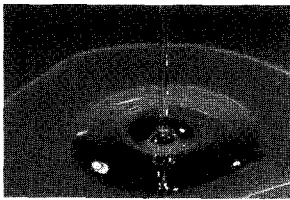


그림 4. 변성 실리콘 오일의 화학구조 (왼쪽) 및 사진

표 3. 알킬기 변성 실리콘 오일의 표면장력과 소포특성

알킬기	표면장력, 25°C (dyn/cm)	소포성
에틸	26.2	↑ 强 ↓ 弱
프로필	26.2	
부틸	27.6	
아밀	28.3	
헥실	28.2	
옥틸	30.4	
데실	31.4	
도데실	32.5	

3-2. 콤파운드형 소포제

콤파운드형 소포제는 디메틸폴리실록산의

파포성·억포성을 보다 향상시키기 위하여 실리카, 알루미늄 등의 미분말을 디메틸폴리실록산에 균일하게 분산시킨 것으로 주로 유성계포의 소포 및 에멀전형 소포제의 원료로 사용된다. 미분말을 디메틸폴리실록산에 분산하여 파포성·억포성을 현저하게 개선한 것이어서 디메틸폴리실록산 보다 소수화(疎水化)된 미분말이 포막중의 계면활성제를 흡착하여 계면활성제를 대량 함유함에 따라 기포액으로 이송하기 때문에 포막중의 계면활성제 농도를 감소시켜 막이 불안정하게 되고 포의 붕괴를 유발하게 된다는 보고가 알려져 있다. 이러한 현상은 특히 실리카를 사용한 경우에 현저하게 일어나는 현상으로 실리카 표면의 소수화 정도에 의해 포계에 대한 파포성·억포성이 결정된다고 알려져 있다.

또한, 디메틸폴리실록산은 물에 불용성이기 때문에 수계의 포(泡)에는 적당하지 않다. 그러나, 콤파운드형 소포제에 특수한 유화제를 배합함으로써 자기유화형 소포제 콤파운드를 제조할 수 있다. 이러한 소포제 콤파운드는 내알칼리성·내산성이 우수하고 고온 및 기계적 마찰이 큰 조건하에 있는 수계의 포에 유용하다.

3-3. 용액형 소포제

디메틸폴리실록산 혹은 콤파운드형 소포제를 탄화수소계, 방향족계, 염소계 등의 용제에 희석한 것으로 사용하는 현장의 작업성 및 분산성을 향상시킨 소포제이다.

3-4. 에멀전형 소포제

콤파운드형 소포제를 유화제에 의해 O/W

형의 에멀전으로 제조한 것으로 물에의 분산성을 개량하였기 때문에 수계의 포의 소포제로 사용된다. 에멀전형 소포제 (아래 그림 5. 사진)는 유화제의 선정과 유화입자의 조절등이 소포특성을 좌우하는 중요한 인자이다. 유화입자를 작게 할수록 에멀전의 안정성은 향상되지만 기포액 안으로 침투하여 에너지적으로 평형상태가 되어 소포 특성을 현저하게 저하시키게 된다. 특히, 기포액의 계면활성제의 임계 미셀 농도 부근에서 이러한 현상은 현저하게 일어난다. 유화제로는 일반적으로 저기포성의 비이온계면활성제를 사용한다. 비이온성 계면활성제는 운점 (Cloud Point) 현상을 일으키기 때문에 운점 부근에서 성질이 크게 변하는 시스템의 경우에는 사용하는데 주의가 필요하다.

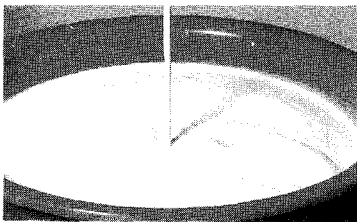


그림 5. 에멀전형 소포제 사진

3-5. 분말소포제

컴파운드형 소포제를 실리카, 탄산칼슘, 맥스트린등에 흡착시킨 소포제로 발포된 곳의 표면에 직접 뿌려 소포하기도하고 위장액 (錠劑, 顆粒)에 배합하는 경우의 작업성을 향상할 목적으로 사용된다.

이상에서 실리콘 소포제의 조성과 특징을 형태 별로 개괄 설명하였습니다만 실제로 사용할 경우에는 다음의 주의가 필요하다.

- 1) 발포제가 수계 혹은 비수계인지에 따라 소포제를 다르게 사용되어야 한다.
- 2) 발포제의 온도, pH, 압력, 교반, 기계적 마찰등의 조건에 따라 소포제의 특성이 변화하기 때문에 적합한 소포제를 선정하여 사용하여야 한다.
- 3) 최종 제품의 품질에 미치는 영향을 고려하여 선정하여야 한다.
- 4) 일반적으로 다량 첨가하는 것 보다 소량씩 몇 번에 걸쳐 첨가하는 것이 효과적이며 희석하여 사용하는 것이 경제적이다.

표 4에 실리콘 소포제의 형태와 작업환경에 따른 소포제 종류를 나열하였다.

표 4. 실리콘 소포제의 형태와 작업환경

실리콘 소포제의 형태	발포조건		온도		pH		압력		shear정도	
	수계	비수계	실온	고온	산성 약알칼리	강알칼리	상압 가압	감압	저 shear	고 shear
오일형	디메틸 오일 타입	0	0	△	0		0		0	0
	변성 오일 타입	0	△	△	0	0		0	0	0
컴파운드형	오일 컴파운드 타입		0	0	0	△	0		0	0
	자기유화 타입	0	△		0	0	0	0		0
에멀전형	범용 타입	0		0		0		0		0
	내 shear 타입	0			△	0	△	0	△	0
	내 고온 타입	0			0		0	0	△	0
	고 유화 타입	0		0	△	0		0		0
분말형	0	0	0	0	0		0		0	

4. 실리콘 소포제의 응용

(1) 도료, 잉크 공업

도료를 스프레이, 로라등으로 도포할 때 발생하는 기포에 의해 도막 표면에 핀홀이 발생한다. 소포제를 첨가하여 핀홀을 방지함에 따라 레벨링 효과, 표면활성, flocking 방지 효과등을 기대할 수 있으며 도장면의 외관을 아름답게 유지할 수 있다. 수성 잉크에는 에멀전형 소포제가 사용되지만 잉크에 함유되어 있는 알콜에 대한 안정성이 양호하고, 흡집의 발생이 없는 소포제를 선정할 필요가 있다.

(2) 식품·음료공업, 발효 공업



원료의 세정, 교반, 혼합, 증류, 진공건조등 식품의 제조 공정 중에 발생하는 포의 소포에 사용하여 품질, 보관등의 안정성을 향상시킬 목적으로 사용한다. 식품위생법의 기준에 적합한 것을 사용하여야 한다. 실리콘 소포제는 발효균에 대한 저해작용이 적고 미량 첨가하여도 소포효과가 우수하기 때문에 발효공정의 소포에 적합하다.

(3) 종이·펄프 공업

펄프제조, 폐액회수공정, 제지공정등에서 발생하는 포의 소포에 사용하여 작업효율의 향상, 작업환경의 보전, 제지 두께의 균일화등의 목적으로 실리콘 소포제를 사용한다.

(4) 석유화학, 석유정제

석유정제, 석유채굴, 윤활유, 작동유 등의 제조, 정제공정에 있어서 발생하는 포는 작업능률을 저하하거나 품질에 악영향을 미치게 된다. 실리콘 소포제는 중질유류, 경유류등에 우수한 효과를 발휘한다.

(5) 합성고무, 라텍스 공업

합성수지, 라텍스, 접착제 등에 있어서 원료의 배합, 반응, 증류, 세정, 회수시에 발생하는 포의 소포에 사용하여 장치의 효율화, 열효율의 향상, 품질의 불균일화 방지등의 목적으로 실리콘 소포제를 사용한다.

(6) 섬유공업

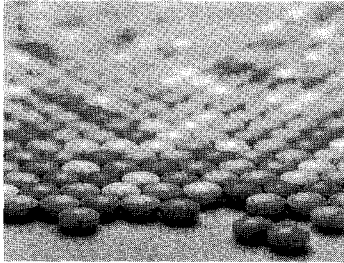
염색, 정련, 사이징등의 공정에서 계면활성제, 세제, 호제, 염색조제등이 발포제가 되어 다량의 포를 발생하여 여러 가지 트러블의 원인이 된다. 실리콘 소포제는 고온에서 뿐만 아니라 저온에서도 우수한 성능을 발휘하기 때문에 트러블의 원인이 되는 포를 효과적으로 소포한다.

(7) 오수처리, 폐수처리

폐수처리는 도시하수, 공장폐수등 배수의 종류에 따라 발포의 형태가 달라진다. 생활폐수, 공장폐수등의 경우에 발생하는 기포는 장치의 운전효율을 저하시킬 뿐만 아니라 바람에 의한 泡沫의 비산 및 하천에 유출되어 환경오염을 유발할 수 있다. 폐수처리 공정에 있어서 기포가 문제가 되는 공정은 응집제 용해 분산공정, 생물 분해층 (활성오니), scrubber, 농축공정, 방출구 등이며 용도에 맞는 최적의 소포제를 선택하여 사용하여야 한다. 실리콘 소포제는 발포제에 따라 제품을

선택할 수 있고 어떠한 포에도 우수한 효과를 발휘한다.

(8) 의약품 공업



整腸藥, 소화약등, 의약품에 직접첨가하여 위 및 장에서 발생한 포를 효과적으로 소포한다.

5. 최근의 개발동향

실리콘 소포제는 오일을 기초로 에멀전화하거나 용액화해 사용목적에 따라 변화시킬 수 있다. 에멀전 상태는 사용하기 쉽고 바로 효과를 보이기 때문에 70~80%가량의 시장을 차지하고 있다. 최근 수년 동안 수요가 늘고 소포제업계에서 판매에 주력하고 있는 것이 자기 유화형이다. 자기유화형은 실리콘오일이 주쇄되어 있는 실록산 결합으로부터 여러 갈래로 갈라져 있는 측쇄의 메틸기를 폴리테트라하이드로퀴놀린으로 치환, 물과 잘 섞이도록 분자구조를 바꾼 것이다. 에멀전형에서는 최대 5% 정도까지 유화제를 첨가해 친수성을 갖게 하는데 분자구조는 디메틸실리콘으로 변화하지 않는다. 자기 유화형은 고온에서도 성능이 안정되고 산성 및 알칼리성 발포액에도 적용이 가능하며, 수계·비수계에 사용이 가능하다. 이처럼 자기 유화형은 사용이 폭넓은 특성을 가지고 있다. 자기유화형의 보급이 적극적으로 이뤄지고 있는 분야는 염색분야로

특히 다우코닝은 이 분야에 선두 업체로 5% 이상의 재이용이 가능하다고 밝히고 있다. 합섬텍스타일 염색에 자기유화형이 적합한 것으로 알려졌다. 합섬염색은 고온·고압에서 이뤄지는데, 여기에서는 종래 소포제로는 물과 오일이 분리되어 오일이 수건에 부착되면 염색얼룩을 일으킨다. 즉, 유화제의 역할이 미흡하다는 것이다. 실리콘은 발수성도 갖고 있다. 자기 유화형은 오일의 내열한계인 250℃의 범위내에서 수요자 요청에 따라 내열성을 최적화할 수 있다. 기존 제품은 40~70℃가 한계이고 130℃에서의 합섬염색은 어렵다. 자기 유화형은 폴리머중합, 제지사이징 및 도료·잉크 등의 분야에서 용도가 확대되고 있다. 자기 유화형이 도료·잉크 및 종이 사이징공정에서 사용되는 것은 실리콘의 휘발성을 막기 위한 것으로 도료·잉크부문에서 수계화 지향 가운데 자기유화형의 시장이 확대될 전망이다. 또 제지·펄프의 흑액처리(蒸解工程)에서도 이용될 전망이다. 펄프를 고온력성 소다로 처리하는 공정에서 광유계 소포제가 사용되고 있다. 그러나 안전성이 지적되고 있는 방향족 화합물이 포함되어 있어 미국에서는 자기 유화형 소포제로의 전환이 일고 있으며, 일본에서는 수요가 늘어나고 있다. 자기유화형의 시장점유율을 보면 일본유니카에서 35%, 다우코닝아시아 30%, 신에츠 15%의 판매비율을 차지해 각사 모두 상승 기조를 보이고 있다. 자기유화형은 실리콘 소포제의 수요환기품목으로 향후 수요확대가 전망된다.

표 5에 지금까지 설명한 실리콘 소포제의 종류와 특징에 대하여 나타내었다.

표 5. 실리콘 소포제의 종류와 특징

종 류	용 도	특 징
오 일 형	일 반 용	
	수성 코팅재	억포성 양호
	아민 Scrubber용	억포성 양호, 분산성 양호
	연료, 윤활유	파포성 양호, 분산성 양호
컴파운드형	발효, 황성오니처리	거품조절제, 용존산소량의 증가
	식품·의약품용, 석유공업	지속성 양호, 식품첨가물 파포성 양호, 분산성 양호
	발효용	분산성 양호
	도료, 섬유공업	파포성·억포성 양호, 자기유화형 희석안정성, 고온 안정성 양호, 자기유화형
에멀전형	부동액, 윤활유	지속성 양호, 자기유화형
	일반용, 배수용	지속성 양호, 분산성 양호 파포성 양호
	농약용	EPA, FDA 인가
	라텍스용	지속성 양호, 희석안정성 양호
	잉크·도료용	알코올 안정성·기계적 안정성 양호
	섬유·염색용	지속성 양호, 파포성 양호, 고온 염색용 오일 스폿 발생 없음 무기염 하에서의 분산성 양호
분 말 형	식품용	일반용
	일반용, 식품·의약품	유동성 양호, 파포성·내중화능력 양호

6. 실리콘 소포제의 시장동향

실리콘 소포제의 2000년의 국내시장규모는 8,550톤으로, 청산화학이 2,200톤을 생산해 1999년에 비해 증가한 것을 제외하고는 비슷한 수준에 머물고 있다. 실리콘 소포제의 용도별 분포는 폐수처리용으로 68%, 섬유공정용 14%, 식품용 5%, 화학공정용 8%, 제지용 1%, 기타 4%등의 분포를 나타내고 있다. 섬유공정용은 염색 횟수를 줄이기 위하여 열에 강한 계면활성제 사용이 가능하도록 고온에도 견딜 수 있는 고급 그레이드가 사용되어야 하지만 국내 섬유업체는 저가제품을 많이 사용하고 있다. 화학공정용은 PMMA, PVC,

SBR, ABS의 유화공정 절삭유, 페인트 및 잉크용 소포제로 사용되고 있다. 식품용은 가격이 kg당 4,000~5,000원 사이에 형성되는 고급 그레이드로 Dow-Corning이 독점하고 있다. 제지용은 펄프생산시 사용되지만 동해펄프의 사용량이 소량이고 1990년대 중반부터 탈기제등 비실리콘계로 대체되어 국내 사용량은 극히 적다. 의약품용은 항생제, 페니실린계, 소화제 생산등에 사용되는데 OSi Specialties (Witco)에서 페니실린 발효용으로 생산되는 제품이 kg당 3,500원에 거래되고 있다. 가장 큰 비중을 차지하고 있는 폐수처리용은 5,400톤으로 서울 쓰레기 매립장과 전국의 한전 발

전소, 각종 종말 처리장에 사용되어 저가입찰 경쟁으로 생산기업의 채산성 악화가 더욱 심화되고 있다. 실리콘 소포제 생산시 주원료인 실리콘 오일은 첨가비중이 10%로 Shin-Etsu, Dow-Corning, 동양실리콘에서 생산하고 있으며 2001년 현재 kg당 3,000~3,500 원에 거래되고 있다. 표 7에 2,000년도 국내 실리콘 소포제의 생산비중을 나타내었다. 업체별 생산량을 보면, 한국 다우코닝이 에멀전화한 실리콘 소포제를 기준으로 연간 1,900톤을 생산, 국내 시장의 22.2%를 공급하는 것으로 나타났으며 청산화학이 2,200톤을 생산해 25.7%를 공급하고 있고 동양실리콘과 OSi Specialties가 각각 1,000톤을 생산해 11.7%, 한국신에츠가 450톤으로 3.3%, 기타 2,000톤으로 23.4%의 시장을 나타내고 있다.

표 7. 실리콘 소포제의 생산비중 (2,000년)
(단위 : 톤, %)

구 분	수 량	비 중
Dow-Corning	1,900	22.2
청산화학	2,200	25.7
Shin-Etsu	450	3.3
동양실리콘	1,000	11.7
OSi Specialties	1,000	11.7
기 타	2,000	23.4
합 계	8,550	100.0

자료 : 화학저널 (2001. 10. 29)

일본 실리콘소포제는 전체 소포제중 금액기준으로 30~40%를 차지하고 있다. 실리콘소포제는 식품, 섬유, 도료 및 잉크 등 광범위한

산업에서 사용되고 있는데, 신에츠 제품 수요처가 500군데를 넘고 있어 월 구입액이 500만 엔이하의 수요처에는 공급이 어려운 실정이다. 일본의 실리콘소포제 연평균 수요 성장률은 1~2%으로, 소포제는 품질과 생산효율 향상에 중요한 역할을 맡고 있어 수요업체에서는 필수적으로 사용해야 하는 제품이다. 현재 일본에서는 산업공동화현상이 표면화되고 있는데 특히 섬유산업이 그 대표적인 예이다. 섬유에서는 염색할 때 얼룩을 방지하는 등의 목적으로 실리콘 소포제를 사용하고 있는데, 현재 섬유산업이 중국, 타이 등으로 생산거점이 이동되고 있어 소포제 수요증가는 기대하기 어려운 실정이다. 여기에 도료산업도 공동화현상이 우려되고 있다는 지적이다. 실리콘 소포제의 용도별 수요현황을 보면 식품분야에 15%, 일반공업용 15%, 종이·뿔·잉크 등에 각각 10%씩 사용되고 있다. 이 가운데 식품은 내수형 산업으로 실리콘이 인체에 무해하다는 등의 특성을 가지고 있어 수요가 늘어나고 있다. 실리콘 소포제는 식품 위생법에 기초, 식품첨가물로 인가되어 있는 품목이다. 식품첨가물로 사용되는 그레이드는 실리콘오일 또는 이에 실리카 미분말을 분산시킨 실리콘 컴파운드가 실리콘수지를 나타내는 것이고 이들을 에멀전화 한 것이 실리콘수지제제의 표시로 소포제로서 인정되고 있다. 실리콘 소포제는 두부, 주스, 마아가린, 와인, 젤리, 청량음료 등의 식품에 소량 사용되고 있다. 대기업에서 대량으로 생산하고 있는 두부는 소포장치를 설치한다 해도 처리비용이 많이 들어 수요가 지속적으로 감소하고 있

다. 또 식첨용 그레이드는 생체계의 보존성이 뛰어나 폐수처리용에도 사용되고 있다.

7. 결론

이상에 걸쳐 실리콘 소포제의 특징, 종류, 응용분야, 최근 개발 동향 및 시장동향에 대하여 살펴보았다. 실리콘 소포제는 여러 공정에 사용하여 투자비의 감소뿐 아니라 환경에 안정적이어서 향후 사용량이 점점 늘어날 전망이다. 하지만, 모든 물성에서 실리콘 소포제가 다른 형태의 소포제에 비해 우수하다는 것은 아니며 경우에 따라서 실리콘의 破泡性이 광물유 및 다른 소포제에 비해 약할 때도 있다. 특히, 빠르게 거품이 발생하면 거품이 넘치는 현상을 막기 위해 실리콘 소포제를 많이 첨가시킨다. 실리콘 소포제의 다량 첨가로 흑액의 물성변화가 세정프로세스 전체의 밸런스에 악영향을 미치기도 한다. 이는 수요자들이 실리콘 소포제가 광물계 및 다른 소포제와 다르다는 것을 인지하고 적용 공정에

서 실리콘 소포제의 적용을 위해 첨가설비 프로세스를 포함한 개량이 있어야 하며 현 상태의 소포제 첨가설비에 맞게 소포제를 개량하여 적용하여야 한다.

이상으로 두 회에 걸쳐 소포제에 대하여 서술하였다. 바라옵기는 소포제를 사용하고 있는 업체의 관계자들의 소포제의 사용에 많은 도움이 되었으면 한다.

8. 참고자료

- T. Sasaki “소포제의 최신 응용 기술”, CMC 시리즈, 1991.
- P. R. Garrett eds., “Defoaming : Theory and Industrial Application”, Surfactant science series vol 45, by Marcel Dekker New York, 1993.
- 이준우, 강종석, 박영서, “한국과학기술정보연구원 심층정보분석 보고서” 2002. 12.
- 한국신에츠주식회사 발행, “실리콘 제품 응용 세미나 자료”, 2000. 6. 8.