

소듐 라우릴 에톡시 설페이트(SLES) 베이스 액체세정제의 겔링성 및 겔링방지 특성에 대한 연구

지경엽

대구한의대학교 바이오산업융합학부
(2018년 8월 8일 접수, 2018년 8월 19일 심사, 2018년 8월 26일 채택)

Study on the Gelling Formation and Anti-gelling Properties of Liquid Detergent Based on Sodium Lauryl Ethoxy Sulfate (SLES)

Gyeong-Yup Chi

Natural material fermentation for Cosmetic Laboratory, Division of Bio-Technology and Convergence, Daegu Haany University, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do 38610, Korea
(Received August 8, 2018; Revised August 19, 2018; Accepted August 26, 2018)

초 록

SLES를 주성분으로 사용한 액체세정제는 공기 중에 노출하여 방지하는 경우 표면에 피막이 형성되는 경우가 있다. 이는 제형 중의 수분이 증발하면서 세정제 주성분인 계면활성제의 농도변화로 인한 미셀의 상변화로 판단된다. SLES는 30~60% 영역에서 강한 육방정계 액정상이 나타나고, 60% 이상에서는 라멜라 액정상을 보인다. 본 연구에서는 SLES 주성분으로 사용된 액체세정제의 표면 겔링 현상은 내용물에서 수분 증발로 인하여 발생하는 현상이다. 액체세정제에서 수분이 증발되면서 계면활성제의 농도가 높아지는 결과였다. 표면 겔링 상태는 편광현미경으로 관찰한 결과 혼합 계면활성제 시스템의 액정상으로 확인되었다. 결론적으로 SLES를 주성분으로 사용하는 처방에서 겔링 필름 형성을 방지하기 위하여 수용성이 좋은 AOS를 증량하고 액정형성을 방지할 수 있는 이차 계면활성제인 SAS를 도입하고, 하이드로트로프로 SXS와 PEG1500을 적용하였다. 이와 같이 개선된 액체세정제 처방4와 5는 공기 중에 노출되어도 표면에 피막이 형성되는 겔링현상을 방지할 수 있었다.

Abstract

Liquid detergent based on sodium lauryl ethoxy sulfate (SLES) as main ingredient sometimes met gelling film on the surface when it is opened in the air. It was assumed because of the change of phase diagram of micelle by concentration change of surfactant, major ingredient of detergent when the water of detergent is evaporated. SLES showed strong hexagonal liquid crystal (LC) in 30~60 wt%, and lamellar LC over 60 wt%. In this research surface gelling formation of liquid detergent which is based on SLES as main ingredient was because of water evaporation. As water of detergent was evaporated, concentration of surfactant became higher. It was checked that surface gelling was LC of mixed surfactant system. Conclusionally we applied alpha olefin sulfonate (AOS) having good solubility, Sodium secondary alkane sulfonate (SAS) preventing hexagonal LC and hydrotrope sodium xylene sulfonate (SXS) and PEG1500 in order to prevent gelling film in SLES based liquid detergent. Like this, improved formula 4 and 5 can prevent the formation of gelling film on the surface of liquid detergent when it is opened in the air.

Keywords: SLES, gelling formation, anti-gelling, liquid detergent, liquid crystal

1. 서 론

샴푸 및 주방세제와 경질표면 세정제는 계면활성제의 응용 면에서 특히 중요하다. 모든 주방세제와 세정제의 일차 목적은 경질표면으로

부터 오염의 제거이다[1].

계면활성제(surface active agent, surfactant)란 계면에 흡착하여 계면의 자유에너지를 낮추어 계면의 성질을 현저히 변화시키는 물질을 말한다. 화학적 구조로는 동일 분자 내에 친수성과 친유성 부분을 동시에 갖는 양 친매성 물질이다. 계면활성제는 수많은 화합물 가운데 특히 계면에서 독특한 거동을 하며, 서로 다른 상(phase)의 계면 차이로써 계면 흡착을 행하여 표면 장력을 저하시켜 계면활성을 부여하는 물질을 지칭한다. 계면활성제를 지칭하는 말로는 surfactant 이외에도 amphiphile, tenside, paraffin-salt, wetting agent, emulsifier 등 기능 및 용도에 따라 별칭이 많이 있다[2-6].

† Author: Daegu Haany University,
Natural material fermentation for Cosmetic Laboratory, Division of
Bio-Technology and Convergence, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do 38610,
Korea
Tel: +82-53-819-7741 e-mail: chigy0918@gmail.com

계면활성제의 일반적인 형상은 친수성의 머리 부분과 소수성의 꼬리 부분으로 구성되는 화학구조를 갖고 있다. 계면활성제를 구분하는 방법은 용도별, 물리적 특성 및 성능(가용화, 용해성)별, 합성방법별, 화학구조별 등이 있는데, 현재 실용상 가장 보편적으로 사용되고 있는 분류 방법은 계면활성제가 수용액에서 계면활성을 나타내는 부분의 성질에 따른 분류이며, 물에 계면활성제를 용해시킬 경우 이온으로 해리하여 계면활성을 나타내는 부분이 음전하를 갖는 것은 음이온 계면활성제(anionic), 양전하를 갖는 것은 양이온 계면활성제(cationic), 물의 수소 이온 농도에 따라 음이온성 또는 양이온성을 갖는 계면활성제를 양성계면활성제(amphoteric 또는 zwitterionic), 머리 부분(head group)이 전하를 갖지 않으나 극성기(polar group)를 갖는 비이온 계면활성제(nonionic)로 분류된다[7].

보통 무기물은 농도가 증가할수록 용해도 한계를 벗어나면 바로 결정으로 석출되지만 계면활성제는 특이하게도 바로 석출되지 않고 넓은 농도 영역에서 액정(liquid crystal)이 형성된다[8]. 계면활성제는 저농도에서 농도가 증가하면 Krafft temperature 이상에서 미셀이라는 회합체를 형성한다[9].

유니레버, 라이온, 아모레, 엘지생진, 애경 등은 여러 가지 특허를 통하여 세정제를 소개하고 있다[10-19].

유니레버는 1995년 2월 출원 특허 “세제조성물”에서 베타인 및 SLES를 포함한 조성을 소개하며, 이 조성물은 막대형 미셀상을 구조로 특징지어진다고 한다[10]. 태평양은 1997년 7월 출원 특허 “삼푸 조성물”에서 SLES와 베타인을 포함한 조성을 소개한다[11]. 엘지생활건강은 2003년 1월 출원 특허 “안정성이 향상된 컨디셔닝 샴푸 조성물”에서 SLS, SLES, CDE (cocoyl diethanol amide) 베이스를 소개하고 있다[12]. 애경산업은 2002년 11월 출원 특허 “기포력과 저온안정성이 우수한 액체 세제 조성물”에서 음이온 계면활성제와 비이온 계면활성제 베이스를 소개하고 있다. 통상 주방용 세정제 조성물에 요구되는 가장 기본적인 성능으로써 세정력과 기포력이다. 일반적으로 기포력과 세정력 간에 보편적인 관련성은 없다고 말해지며, 기포력이 좋은 세제가 반드시 세정력도 좋다고 말할 수는 없다. 그러나 소비자는 세정시에 기포의 소실을 가지고 세정력을 판단하는 경향이 많기 때문에 풍부하고 빠른 발포성을 선호하는 경향이 있다고 한다[13]. 애경산업은 2002년 12월 출원 특허 “세정 지속성이 향상된 액체세제 조성물”에서 음이온계면활성제와 비이온 및 양성이온 계면활성제 베이스를 소개한다[14]. 엘지생활건강은 2005년 4월 출원 특허 “투명 샴푸 조성물”에서 SLS, SLES 베이스를 소개하고 있다[15]. 아모레퍼시픽은 2007년 11월 출원 특허 “천연오일을 함유하는 투명 샴푸 조성물”에서 ammonium lauryl ether sulfate (ALES), 베타인, cocomonethanol amide (CME) 베이스를 소개하고 있다[16]. 애경은 2008년 4월 출원 특허 “투명 샴푸 조성물”에서 SLES, 베타인 베이스를 소개하고[17], 2009년 6월 출원 특허 “투명 컨디셔닝 샴푸 조성물”에서 SLES, 베타인, CME 베이스를 소개하고 있다[18]. 엘지생활건강은 2015년 6월 출원 특허 “저자극성 계면활성제를 포함하는 세정제 조성물”에서 SLES + APG (alkyl polyglucoside) 베이스를 소개하고 있다. 일반적으로 샴푸, 바디워시, 폼클린저와 같은 세정제는 인간의 신체사를 통해 분비되는 땀 또는 각종 피지에 의해 더럽혀진 신체를 세정하는 용도로 사용되고 있다. 종래 인체용 세정제는 일반적으로 계면활성제 SLES가 주 계면활성제 성분으로 이루어진 제품이 대표적이며, 다수를 차지하고 있다[19]. 이들 SLES가 주성분으로 사용된 액체세정제 및 샴푸 조성물은 상온에 방치시에 겔링이 형성되는 경향을 보이기도 한다.

계면활성제는 농도가 더 증가하면, 액정이라는 단일상이 얻어지는

데, 액정상의 형성은 열역학적인 측면에서 자발적으로 형성되는 것임은 분명하다[5-7]. 이들 액정은 농도에 따라 다른 영역에서 나타날 수 있는데, 일반적으로 농도가 증가하면서 cubic phase, hexagonal phase, lamellar phase의 순서로 출현한다[20]. 농축 세정제는 활성분이 35~45 wt% 영역으로 계면활성제의 액정상이 나타나는 영역과 일치한다. 단일 계면활성제의 상거동은 잘 알려져 있다[20-22]. AOS, AES와 같이 친수성이 별키한 primary 타입은 중간상인 육방정계 액정상이 뚜렷이 나타나 고점성의 겔상을 보인다. SAS와 LAS와 같은 소수성의 중간에 친수기가 있는 secondary 타입은 농도가 진해지면서 중간상의 육방정계 액정상이 없이 라멜라 상을 보이는 것을 알 수 있다[23].

일반적으로 하이드로트로프(hydrotrope)라는 물질들은 물에 잘 녹지 않는 물질의 용해도를 증가시키는 물질을 말하는데 Neuberg (1917)가 hydrotrope라는 용어를 처음으로 도입하였다. 그후 Lawrence (1964)가 hydrotrope라는 용어를 사용하였을 때는 작용 메카니즘이 처음과는 약간 다른 의미로 사용되었는데, 그는 단쇄의 계면활성제(hydrotrope)가 고농도의 계면활성제 용액에서 나타나는 액정상(gel)의 형성을 지연시키는 효과가 있음을 지적하였다. Friberg와 Rydhag (1970)은 지방산 또는 지방알콜의 존재하에서 생성되는 계면활성제의 액정상, 라멜라 상의 형성을 hydrotrope가 방해한다고 설명하여, 처음으로 hydrotrope의 메카니즘을 제안하였다. 그 당시에 알려져 있던 hydrotrope는 xylene sulfonate, toluene sulfonate, cumene sulfonate와 같은 단쇄의 aromatic sulfonate인데, Friberg는 hydrotrope 효과를 기하구조로 설명하였다[21]. SLES는 30-60 wt% 사이에 뚜렷한 육방형(중간상, hexagonal)이 생성되는데, 이들 상은 비이온 또는 무기염의 첨가에 의해 파괴되어 라멜라상에서 미셀라 영역으로 직접 전이가 가능할 수 있다[24,25].

본 연구에서는 이들 SLES 주성분의 조성물이 겔링이 발생하는 현상을 재현하고, 겔링의 원인과 겔링방지를 개선하는 처방을 통하여 계면활성제간의 작용과 하이드로트로프의 상승효과를 통하여 내-겔링성이 우수한 처방을 제공하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 실험재료

2.1.1. 계면활성제

생활용품과 화장품 업계에서 상업용으로 사용하는 원료를 사용하였으며, 처방의 함량 기준은 중량% 기준으로 활성분을 기준으로 하였다.

SLES, AOS, CDE, Betaine, LA9은 AK켄텍(주)의 상업용 원료, APG는 엘지생진, SAS는 Clariant사의 원료를 사용하였다. 약호는 다음과 같다. SLES: sodium lauryl ether sulfate (3EO), AOS: sodium alpha olefin sulfonate, CDE: cocoyl diethanol amide, Betaine: cocoamido propyl betaine, LA9: lauryl alcohol ethoxylate (EO 9 mol), SAS: sodium secondary alkane sulfonate.

2.1.2. Hydrotrope 및 무기염

상업용 원료 및 상업용으로 구입하기 힘든 것은 시약급으로 사용하였다. SXS는 미원상사, PEG1500는 동남합성화학(주), Urea는 남해화학의 상업용 원료를 사용하고, 기타 원료는 삼진순약 EP급 시약을 사용하였다. 약호는 다음과 같다. SXS: sodium xylene sulfonate, PEG1500: polyethylene glycol (MW 1,500), DPG: dipropylene glycol, MgCl₂: magnesium chloride, NaCl: sodium chloride.

Table 1. Base Formula, Physical Properties and Performance of Liquid Detergents

원료	처방1	처방2	처방3	처방4	처방5
SAS	-	-	2.5	2.5	2.5
SLES	14.5	14.5	11.5	8	8
AOS	2	2	2.9	8	8
LA9	4	4	3	2.5	2.5
CDE	1.5	1.5	2.5	2.5	2.5
APG	-	-	-	-	-
Betaine	1	1	0.6	-	-
SXS	-	0.5	0.5	2	2
PEG	-	1.5	1.5	2	1
Urea	0.6	1	1	1	1
DPG	-	-	-	-	1
MgCl ₂	0.5	0.25	0.25	1.5	1.2
NaCl	0.5	-	-	1	-
Color (L, a, b)	96.9 -0.5 1.5	96.9 -0.5 1.5	96.8 -0.8 2.6	96.5 -1.1 4.0	96.6 -1.1 3.9
pH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
점도(25 °C, cps)	75	80	78	82	50
cp (°C)	-5 ↓	-5 ↓	-5 ↓	-5 ↓	-5 ↓
기포력	기준	동등	동등	우세	우세
세정력(매)	기준 8	동등 8	동등 9	우세 10	우세 10
수분증발률(3일, %)	37.7	33.3	34.0	30.5	30.8
겔링성(3일차)	불량 D	불량 D	보통 C	양호 A	양호 A

2.2. 실험 방법

2.2.1. 액체세정제의 제조방법

- (1) 실험장치: 교반기, 전자저울, 비이커
- (2) 세정제 제조과정

첫째로 비이커에 처방전의 정제수를 계량한다. 둘째 교반기의 임펠러를 회전하면서 수용성이 좋은 Urea, SXS, PEG 등 하이드로트로프를 용해한다. 셋째로 음이온계면활성제를 용해한 다음 비이온, 양쪽성 계면활성제 순으로 용해한다. 이어서 구연산이나 KOH 알칼리를 사용하여 pH를 맞춘다. 남은 점도조정제를 사용하여 점도를 조정한다. 마지막으로 제조가 끝나면 물성을 측정한다(*처방에 언급되지 않은 나머지는 물로 처방전의 100중량%가 되도록 양을 맞춘다).

2.2.2. 세제의 물성측정법

(1) 접시 세정력 테스트[26]

- 사기 접시에 우지 : 대두유 = 9 : 1 혼합 기름오염을 2 mL씩 분취하여 고르게 바른 후에 30 s간 방치하였다. 이 오염된 접시를 기준 오염접시로 사용한다.
- 폴리우레탄 스폰지를 8 cm × 8 cm × 4 cm의 규격으로 잘라서 기준 스폰지로 사용한다.
- 이들 각 스폰지에 제조된 세제 1 g을 함침시켰다. 이때, 세제량의 측정방법은 깨끗한 접시에 위의 정해진 규격의 스폰지를 올려놓고 전자저울로 소수점 2자리까지 정확하게 1 g을 단다. 그리고 뷰렛으로 수돗물 25 g이 스폰지에 함침되도록 계량하였다.
- 물과 세제가 측량된 스폰지를 상기 기름이 오염된 기준 오염접시에 조심스럽게 옮겼다. 그리고 실험자가 양손으로 스폰지의 양쪽을 잡고 꺾꺾 누르는 조작을 5회 반복하여 발포시켰다. 그런 다음 접시에

서 발포된 기포의 양을 눈으로 평가하였다(발포력 평가법).

- 상기 위 1에서 준비된 접시를 스폰지로 닦는다. 기포가 끝나는 점을 세정력의 종말점으로 한다.
- 마지막 접시를 제외하고 총 세정된 접시 매수를 센다(접시 세정력).

(2) 기포력 평가법(Jar Test)

비이커 1,000 mL의 용기에 적합한 임펠러 날개가 1개자리를 장착할 수 있으며, 임펠러의 회전은 좌우로 작동되고, 회전속도는 500 rpm 정도에서 조절이 가능하다. 실험은 350 rpm에서 진행하였다. 비이커에 400 mL 세정제 용액을 넣은 후에 초기기포력, 오염 투입하고 교반 후에 기포력을 측정하고, 기포가 나지 않을 때까지 위 과정을 반복한다.

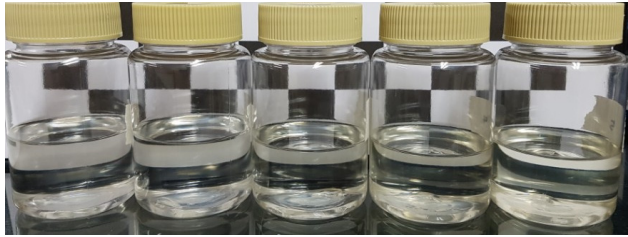
(3) 피막형성 방지능[27]

100 mL의 비이커에 20 mL의 액체세정제조성물을 각각 정량해 넣고 30 °C, 습도 70의 항온항습실에서 3일 동안 방치한 후, 액의 표면 상태를 육안으로 관찰하였다. 판정은 다음의 기준에 따라 평가하였다.

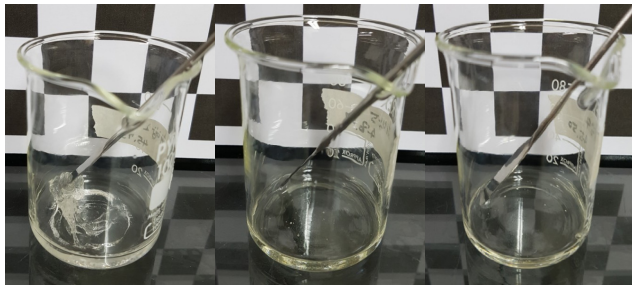
- A: 표면에 피막이 생기지 않음
- B: 표면에 피막이 일부 생김
- C: 표면 전체에 얇은 피막이 생김
- D: 표면 전체에 두꺼운 피막이 생김

(4) 저온 안정성 cp 측정[28]

세정제의 외관이 투명한 제품에 한해서 cp 물성을 측정한다. 각각의 시료가 담긴 테스트 튜브를 저온 서클레이터에 넣은 후 온도를 낮추어 세제의 투명성 변화를 관찰, 투명성이 떨어지는 온도를 시료의 운점으로 정의한다. 운점이 나타나는 온도를 기록한다.



(a) 초기 및 상온품의 액체세정제 사진(좌로부터 처방1~처방5)



(a')

(b')

(c')

Figure 1. Picture of the sample of formula 1~5(a) and after gelling test sample of formula 1(a'), formula 2(b') and formula 3(c') after gelling test.

점도측정은 브룩필드 점도계(Brookfield Engineering Labs., Inc.)를 이용하여 25 °C에서 점도를 측정한다.

pH 측정은 Orion pH미터로 측정한다. 점도계와 pH미터기는 제조사에 구애 받지 않고 사용할 수 있다.

액정상 측정은 편광현미경 Olympus BX51로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

일반적으로 쉽게 적용할 수 있는 상용용 계면활성제를 사용하여 액체 주방용세제의 제형을 Table 1과 같이 제조하여 투명도가 높은 액체세정제를 얻었다.

3.1. 액체세정제의 물성 및 안정성

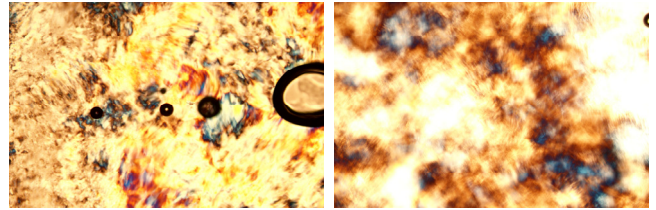
상기 처방의 액체세정제의 안정성 결과를 다음과 같이 Table 1에 정리하였다. 저점도 처방에 맞는 pH와 점도를 얻었으며, 칼라 측정 결과 투명도가 우수한 액체세정제임을 보였다(Figure 1). 또한 저온 안정성에서 -5 °C 이하의 우수한 안정성을 보였다.

성능 평가 결과는 주방용 액체세정제로서 우수한 결과를 보였다. 일반적인 조건의 성능 관점에서 주방용 액체세정제로써 문제가 없음을 보여주었다. 그러나 내겔링성에서 SLES가 다량 포함된 처방1~2는 아주 불량하였으며, 처방3도 내겔링성에서 보통 이하의 결과를 보였다.

겔링성 특성을 규명하기 위하여 겔링안정성 경과 후의 견본의 상부 피막(Figure 1)을 편광현미경으로 측정하였다(Figure 2). 겔링이 형성된 상부 피막의 상은 뚜렷한 액정상을 나타내었다. 반면 상부 피막이 형성되지 않은 처방4와 5는 액정상을 보이지 않았다.

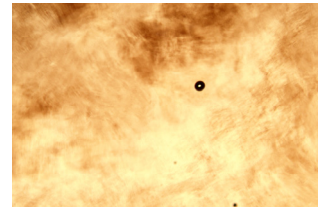
3.2. 하이드로트로프의 효과(처방1과 2의 비교)

처방1은 계면활성제 베이스를 저점도 투명상이 잘 나오도록 설계된 처방이다. 이 처방의 경우 저온보관, 냉동풀림, 투명성 등의 관점에서



(a)

(b)



(c)

Figure 2. Image of polarizing microscope of the sample of formula 1(a), 2(b) and 3(c) after gelling test.

는 액체세정제로써 문제가 없었다. 그러나 캡을 열어놓은 상태로 장기 보관시에 캡이 막히는 현상이 발생하였다. 표면피막이 형성되는 실험에서도 2-3일만에 표면에 피막이 형성되는 특징이 있다. 처방2는 처방1에 하이드로트로프를 적용하여 피막형성을 방지하고자 하였다. SLES 주성분 베이스를 유지하면서 하이드로트로프만 증량한 처방도 표면피막 형성 실험에서 약간 개선은 보였으나 큰 효과는 볼 수 없었다. 계면활성제 조성에서 SLES의 감량이 필요하다고 판단하였다.

3.3. SLES의 소량 감량 효과

처방3은 SLES를 소량 감량하고, 이차 계면활성제인 SAS를 소량 도입한 처방이다. 처방2보다는 표면피막 형성 실험에서 어느 정도 개선을 보였으나, 아직 미흡한 결과를 보였다. 표면 피막형성 실험에서 3일차에 표면에 피막이 형성되었다.

3.4. 이차 계면활성제 SAS와 AOS 및 하이드로트로프의 상승 효과

SLES가 다량 처방된 처방1과 2는 내겔링 테스트에서 불량함을 보였다. 하이드로트로프를 개선한 처방2에서도 상부 피막을 방지하지는 못하였다. 또한 SLES를 감량하고, 용해성이 우수한 AOS와 겔링을 방지하는 2차 계면활성제인 SAS를 소량 도입한 처방3에서도 내겔링 특성이 약간은 개선됨을 보였으나, 완벽히 개선되지는 않았다(3일차에서 표면 피막 형성됨).

한편 AOS의 증량, SAS의 적용 및 하이드로트로프로써 SXS와 PEG1500을 증량 적용한 처방4~5에서 겔링 특성이 우수함을 보였다. 피막형성 방지 실험에서 4일이 지나도 표면 피막이 형성되지 않았다. 종합적으로 SLES 주 베이스의 표면피막 형성을 방지하기 위해서는 하이드로트로프의 증량 뿐만 아니라 SLES의 감량과 용해성이 좋은 AOS의 사용, 이차계면활성제인 SAS의 사용으로 표면 피막형성이 방지될 수 있었다. 이러한 상승효과는 Table 3에서 수분증발률에서 중요한 정보를 제공한다. 수분을 당기는 PEG와 DPG 등의 폴리올류의 하이드로트로프가 다량 처방된 처방4와 5의 수분증발률이 상대적으로 낮음을 볼 수 있다. 결국 표면피막의 형성은 액체세정제의 수분이 증발되면서 계면활성제의 상거동 변화가 일어났음을 알려준다. 초기 처방은 활성분이 23%로써 구형 또는 실린더 미셀로 추정된다. 그런데 수분이 증발되면서 농도가 진해지는 결과로 계면활성제의 상이 액정

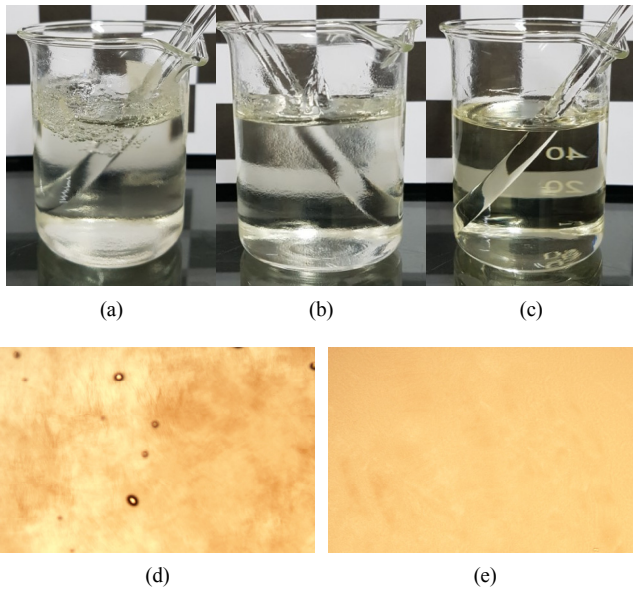


Figure 3. Picture of the sample of conc formula 1(a), 2(b) and 3(c) soon after preparing. Image of polarizing microscope of the sample of conc formula 1(d) and 2(e) soon after preparing.

상으로 변한 것이다. 액정상은 Figure 1의 편광현미경 사진으로 확인되었다.

겔링성 원인을 규명하기 위하여 처방에서 정제수를 20% 감량한 활성분이 120% 농축된 처방을 제조하여(Figure 3), 공기 노출시에 표면 피막이 형성되는 특성과 비교하고자 하였다. 농축 제조품의 경우 농축처방1과 농축처방2에서 겔링 피막과 같은 상부 피막이 형성되었다. 이 상부 겔링 피막을 편광현미경으로 관찰하였다.

상온 노출 건본은 수분 증발율이 30~38% 수준이었으며, 액정 사진도 아주 선명하게 나타내었다. 농축 처방은 수분증발이 20% 진행된 건본과 같은 상태로써 액정형성의 정도는 피막 형성품보다는 낮았다. 농축 처방3에서는 상부 겔링 및 액정이 나타나지 않은 것으로 보아, 약간의 SLES 감량과 하이드로트로프의 증량의 효과가 어느 정도 나타났음을 보이는 결과이다.

내겔링 특성이 개선된 처방4~5, SLES를 감량하고, 수용성이 좋은 AOS증량, 욱방정계 액정형성을 방지하는 SAS를 도입한 처방을 적용할 경우 장기간 캡이 오픈되어 있는 경우에서 겔링이 형성되는 것을 방지할 수 있다. SLES 원료는 특히 30~60% 영역에서 강력한 욱방정계 액정이 형성되는 것으로 알려져 있다. AOS도 35~60% 정도의 영역에서 욱방정계 액정이 나타나나 SLES에 비해 수용해성이 좋은 것으로 알려져 있다. SAS는 50% 전후에서 라멜라 액정상이 나타나나 점성이 높은 욱방정계는 나타나지 않는다. 이들 계면활성제의 특성에서 강한 욱방정계를 나타내는 SLES의 감량과 수용해성이 높은 AOS의 증량과 욱방정계 액정을 저지하는 SAS의 조합으로 피막 겔링 현상이 어느 정도 개선이 되었으며, 이에 더불어 하이드로트로프인 SXS은 액정을 방지하는 작용을 하고, PEG는 친수성이 강하여 표면에서 수분이 증발되는 것을 방지하는 효과가 있다. 따라서 계면활성제 조합과 하이드로트로프의 상승작용으로 SLES 베이스 액체세정제의 표면 겔링현상이 방지될 수 있었다. 결론적으로 SLES 원료는 수용성과 기포성 및 경제성이 우수한 원료이므로 광범위하게 사용되고 있으나, 과도하게 사용되는 특별한 경우에는 표면 겔링이 발생할 수 있으므로,

이를 적절히 방지할 수 있는 계면활성제 조합과 하이드로트로프의 적용으로 캡이 열려 있는 상태나 펌프캡 용기에서도 노즐 끝에 형성되는 겔링 형성을 방지할 수 있는 처방의 개발이 가능하다.

4. 결 론

SLES를 주성분으로 사용한 샴푸, 주방세제, 바다세정제 등의 액체세정제는 공기 중에 노출하여 방치하는 경우 표면에 피막이 형성되는 경우가 있었다. 이는 제형 중에 수분이 증발하면서 세정제 성분의 계면활성제 상변화로 기인된 것으로 판단된다. 피막이 형성된 상부 겔링의 편광현미경 관찰 결과 액정상이 잘 나타내었다. SLES는 30~60% 영역에서 강한 욱방정계 액정상이 나타나고, 60% 이상에서는 라멜라 액정상이 나타나는 특성이 있다. 이에 수용성이 좋은 AOS의 증량과 욱방정계 액정의 형성을 방해하는 2차 계면활성제인 SAS를 소량 사용하고, 하이드로트로프로 SXS와 PEG1500을 사용하여, 액체세정제가 공기 중에 노출되어도 표면 피막현상(겔링 형성)을 적절히 막을 수 있었다. 따라서 기포력 및 세정력이 우수할 뿐만 아니라 캡이 열려 있는 상태나 펌프캡 용기에서도 노즐 끝에 형성되는 겔링 형성을 방지할 수 있는 처방의 개발이 가능하다.

References

1. J. Falbe, *Surfactants in Consumer Products: Theory, Technology and Application*, 1st ed., 14-18, Verlag GmbH & Co, NY, USA (1986).
2. K. Kou, *New Surfactant*, 1st ed., 19, Sehwa Publishing, Japan (1983).
3. D. Myers, *Surfaces, Interfaces, and Colloids*, 1st ed., 25-27, VCH Publishers Inc., NY, USA (1990).
4. D. Myers, *Surfactant Science and Technology*, 1st ed., 11-12, VCH Publishers Inc., NY, USA (1988).
5. M. J. Rosen, *Surfactant and Surface Phenomena*, 1st ed., 3-4, Kodansha Science Technology, Japan (1988).
6. J. Falbe, *Surfactants in Consumer Products: Theory, Technology and Application*, 1st ed., 5-6, Verlag GmbH & Co, NY, USA (1986).
7. D. Myers, *Surfaces, Interfaces, and Colloids*, 1st ed., 30-33, VCH Publishers Inc., NY, USA (1990).
8. S. I. Park, *Surfactants Science and Application*, 1st ed., 33, AK Ind., Korea (1996).
9. Kao Corp., *Surfactants: A Comprehensive Guide*, 1st ed., 3-36, Kao Corp., Tokyo, Japan (1983).
10. H. Well and J. Filden, Detergent composition, *Korean Patent*, 1995-0702821 (1995).
11. G. H. Kang, Shampoo composition, *Korean Patent*, 1999-009159 (1997).
12. H. U. Jeon, D. S. Min, H. S. Park, and M. J. Rang, Conditioning shampoo composition improved stability, *Korean Patent*, 2004-0064065 (2003).
13. I. S. Baek, W. J. Kim, G. Y. Chi, D. S. Han, and S. S. Bae, Liquid detergent composition with good foaming power and low temperature stability, *Korean Patent*, 2004-0039615 (2002).
14. I. S. Baek, I. S. Cho, G. Y. Chi, D. S. Han, and S. S. Bae, Liquid detergent composition with improved cleansing power, *Korean Patent*, 10-0952642 (2002).

15. T. H. Kim and H. S. Park, Transparent shampoo composition, *Korean Patent*, 2006-0112027 (2005).
16. J. Y. Park and K. H. Lee, Transparent shampoo composition containing natural oil, *Korean Patent*, 10-1417029 (2007).
17. I. S. Cho, G. Y. Chi, H. S. Ku, Y. D. Kim, and C. H. Yoo, Transparent shampoo composition, *Korean Patent*, 10-1417029 (2007).
18. I. S. Cho, H. S. Kim, C. H. Yoo, and Kyo Han, Transparent shampoo composition, *Korean Patent*, 10-1600021 (2009).
19. H. G. Lee and D. S. Min, Detergent composition containing low irritation surfactant, *Korean Patent*, 10-0056770 (2015).
20. D. Attwood and T. Florence, *Surfactant Systems. Their Chemistry, Pharmacy and Biology*, 1st ed., 40-49, Chapman and Hall, NY, USA (1983).
21. J. Falbe, *Surfactants in Consumer Products: Theory, Technology and Application*, 1st ed., 171, Verlag GmbH & Co, NY, USA (1986).
22. K. Y. Lai, *Liquid Detergents*, 1st ed. 43-53, Marcel Dekker, Inc., NY, USA (1996).
23. C. Richards, J. T. Tiddy, and S. Casey, Liquid crystal and solution phases of sodium dodecyl-p-benzene sulfonate (LAS) and hexaoxyethylene glycol dodecyl ether (C₁₂E₆); 1 : 1 mixtures in water, *Colloids Surf. A*, **288**, 103-112 (2006).
24. K. Y. Lai, *Liquid Detergents*, 1st ed., 21-25, Marcel Dekker, Inc., NY, USA (1996).
25. H. Kim, Application and behavior of surfactant, 132, *the 4th Fine-Chem. Symposium*, Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry (KSIEC), Korea (1994).
26. W. J. Kim, G. Y. Chi, Y. J. Kang, and J. W. Yeum, Liquid detergent composition, *Korean Patent*, 10-0331077 (2002).
27. W. J. Kim, G. Y. Chi, Y. J. Kang, and J. W. Yeum, Liquid detergent composition, *Korean Patent*, 10-0073796 (1999).
28. K. I. Jung, Y. S. Kang, and S. H. Roh, Dishwashing concentrated detergent composition, *Korean Patent*, 10-0203732 (1999).