

N-Acyl Taurates의 물성 및 인체세정제의 적합성 연구

박지나[†] · 배재흠 · 임 호

수원대학교 화학공학과

A Study on Physical Properties of N-Acyl Taurates and its Suitability of Personal Care Cleaner

Ji Na Park[†], Jae Heum Bae, and Ho Lim

Department of Chemical Engineering, The University of Suwon, San 2-2, Wau-ri, Bongdam-eup, Hwasung-si, Kyunggi-do 445-743, Korea

요약 본 연구에서는 환경친화적이며 피부자극이 없는 amide type 음이온 계면활성제 N-acyl taurate의 물성을 측정하고 기존의 생분해성이 떨어지고 피부에 자극이 있는 sulfate type 음이온 계면활성제와 비교 평가하여 N-acyl taurate의 기존 음이온 계면활성제와의 대체 가능성을 연구하였다. 또한 물성 측정결과를 바탕으로 샴푸를 제조하고 제형의 안전성과 물성을 평가함으로써 인체세정제에의 amide type 계면활성제의 적용 가능성을 연구하였다. 실험 결과 N-acyl taurate series는 높은 점도와 낮은 표면장력 및 CMC를 나타내 에멀전 제조시 작은 입자를 형성하고, 점성을 증가시켜 안정한 에멀전을 형성하며, 세정 작용시 오염물로의 침투가 용이하고 적은 양의 사용으로 좋은 세정 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다. 실제로 N-methyl oleyl taurate를 첨가한 샴푸는 높은 yield point와 일정한 viscosity-curve를 보이고, 작고 균일한 입자를 형성하여 N-acyl taurate가 샴푸 내에서 안정적인 내부구조를 형성하는데 주요 역할을 하며, 이러한 내부구조로 인해 저장안정성을 우수하게 하는 것으로 생각되었다.

Abstract: N-acyl taurates are known as environmental-friendly and non-irritating to skin. In this study, the physicochemical properties of N-acyl taurates, which are amide-type anionic surfactants, were measured and also compared with sulfate-type anionic surfactants that show low biodegradability and are highly irritating to skin. The possibility of replacing the currently existing sulfate-type surfactants by N-acyl taurates was examined. Based on the experimental results, shampoos were formulated with these anionic surfactants and their stability and properties were measured. The possibility of application of amide-type surfactants to personal care cleaner was evaluated. Experimental results show that N-acyl taurates have various favorable aspects in making personal care cleanser: high viscosity, low surface tension, and low CMC values. These properties of N-acyl taurates generate nano-scale particles in emulsion, which is stable due to its high viscosity. This emulsion also has good cleaning ability with small amount of usage due to easy penetration into contaminants. Shampoo with N-methyl oleyl taurate showed high yield point and constant viscosity, and formed stable emulsion with nano-scale uniform particles. These results suggest that N-acyl taurates play an important role in making stable interior structure in shampoo, and which improves the storage property.

Keywords: N-acyl taurate, anionic surfactant, personal care cleaner, shampoo

1. 서 론

계면활성제는 일반적으로 친수성부분과 소수성부분을 공유한 이중친매성 구조로 이루어져 있어 용액 속에서 계면에 흡착하여 표면장력을 감소시키고 혼합되기 어려

운 성질의 물질을 가용화, 유화, 분산을 통해 혼합을 용이하게 하는 특징을 가지고 있다. 계면활성제는 수용액 내에서 계면활성을 나타내는 부분의 구조적 성질에 따라 양이온, 음이온, 비이온 및 양쪽성 계면활성제로 분류되며 각기 그 특성에 따라 오늘날에는 세제, 유화제, 분산제, 화장품, 의약품, 대전방지제, 염료분산제, 섬유용 조제, 식품용 유화제 등 산업 각 분야에서 가정에 이르기까지 폭

[†] 주 저자 (e-mail: purflish@naver.com)

넓게 이용되고 있다[1].

이 중 음이온계면활성제는 뛰어난 세정능력과 거품성 때문에 현재 공업용 세정제와 가정의 주방, 세탁 세제의 주된 계면활성제로 사용되고 있으며 인체의 세정을 위한 인체 세정제에도 사용되고 있다. 뿐만 아니라 음이온 계면활성제는 세정제 이외의 많은 분야에서 사용되어 현재 전체 계면활성제 사용량의 60% 이상을 차지하고 있다. 그러나 기존의 carboxylate, sulfate, sulfonate, phosphate type의 음이온 계면활성제는 생분해성이 떨어져 수질 환경오염 발생 등의 단점이 있으며, 넓은 pH 범위에서의 응용성이 떨어지고 유화안정성, 기포성, 세정성 등의 특성 저하로 실제 응용에 한계가 있다. 또한 피부자극성이 있어 가정용 세정제와 인체 세정제의 사용에 문제가 제기되고 있다. 우리가 모발의 세정을 목적으로 사용하는 인체 세정제의 한 종류인 샴푸 또한 세정을 위하여 전형적으로 15~20%의 계면활성제를 포함하고 있으며, 높은 거품성과 용해력, 세정성 등의 이유로 sulfate type의 음이온 계면활성제를 주로 사용하고 있으나 이 또한 피부자극을 유발하고 생분해성이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 환경친화적이며 피부자극성이 없는 amide type 음이온 계면활성제인 N-acyl taurate의 기초물성을 측정하여 기존에 문제점을 안고 사용되어 오던 음이온 계면활성제와의 대체 가능성을 연구하였으며 amide type 음이온 계면활성제를 이용하여 sulfate type 음이온 계면활성제를 대체한 샴푸를 제조하고, rheometer를 이용하여 제형의 구조적인 안정성과 저장안정성을 평가함으로써 인체세정제에의 amide type 음이온 계면활성제의 인체 세정제로의 적용 가능성을 연구하였다.

2. 실험

2.1. 실험 재료

본 연구에서는 비교 계면활성제로 현재 샴푸와 인체 세정제의 주 계면활성제로 사용되는 sulfate type 음이온 계면활성제 SLS (sodium lauryl sulfate, 미원상사), SLES (sodium lauryl ether sulfate, 미원상사), ALS (ammonium lauryl sulfate, 미원상사), ALES (ammonium lauryl ether sulfate, 미원상사) 4종과 N-acyl taurate (일심정밀화학(주)), CTS (N-methyl coconut taurate), OTS (N-methyl oleyl taurate), STS (N-methyl stearyl taurate) 3종을 택하여 실험하였다.

2.2. 실험 방법

2.2.1. N-Acyl Taurate의 물성 측정

pH와 밀도, 점도를 각각 pH/ISE/DO meter (Istek, 125

PD, Korea), density/specific gravity meter (DA-110M, Japan), viscosity meter (Brookfield, LVDVII+CP, USA)를 이용하여 25 ± 1°C에서 3회 측정 후 평균하였다[2]. Kraft point는 1 wt% 수용액을 냉각기를 이용하여 서서히 냉각시켜 급격히 백탁하게 변하는 온도를 측정하였으며, STS는 상온에서 백탁하기 때문에 물중탕으로 가열하여 투명하게 변하는 온도를 측정하였다.

표면장력은 surface tensiometer (SITA, SITA science line t60, Germany)를 이용하여 maximum bubble pressure method로 25 ± 1°C에서 측정하였고, CMC는 계면활성제를 10⁻¹~10⁻⁵ mol/L로 희석하여 surface tensiometer (fisher scientific, surface tensiostat 21, USA)를 이용하여 고리화법으로 25 ± 1°C에서 표면장력을 측정하고 변곡점으로부터 구하였다.

경수안정성은 0.5 wt% 수용액에 10000 ppm의 경수를 적가하면서 수용액이 백탁하게 변하거나 흰색 침전이 생기는 경수 농도를 ppm으로 환산하여 구하였으며, 이와 함께 경수 농도에 따른 기포력을 ASTM D 1173-63으로 규정된 장치를 사용하여 Ross-Mile 법[3]으로 0.1 wt% 수용액에 대하여 40 ± 1°C에서 측정하였다.

피부와 안자극성 평가는 한국화학시험연구원에 의뢰하여 New Zealand White계 토끼의 피부와 눈에 시험물질(OTS)을 적용한 후 중독 증상, 일반 증상 및 체중의 변화와 적용부위를 관찰한 결과를 P.I.I. (primary irritation index)와 MOI (mean ocular irritation index)로 산출하여 평가하였다[4].

2.2.2. N-Methyl Oleyl Taurate를 이용한 샴푸의 제조 및 안정성 평가

물성 측정결과를 바탕으로 OTS를 이용하여 ALS와 ALES를 각각 대체한 샴푸를 제조하고 rheometer를 이용하여 제형의 안정성을 평가하였다. Rheometer는 독일 Paar Physica사의 MCR300 모델을 사용하였으며 fixture는 지름이 50 mm이고 기울기가 1°, 측정거리가 0.05 mm인 cone & plate를 사용하였다. 분석 동안의 온도는 peltier 시스템을 이용하여 25 ± 1°C로 일정하게 유지시켰다[5].

분석은 샴푸에 shear stress를 10⁻¹~10³ Pa까지 점차적으로 주어 점도의 변화로부터 yield point (항복점)를 측정하여 구조 안정성을 평가하였고, 샴푸는 용기에 담겨 저장상태에 있을 때 중력에 의한 영향을 받게 되는데 이때의 shear rate 조건(0.01 1/s)하에서 점도변화를 시간에 따라 측정하여 저장 안정성을 평가하였다.

2.2.3. 샴푸의 입도 및 기초물성 평가

제조한 샴푸의 입자 크기와 입자 분포를 laser particle size analyzer (Malvern Instrument Ltd., Mastersizer Microplus, U.K)을 이용하여 분석하였다.

Table 1. Physical Properties of Anionic Surfactants

| Anionic surfactants | pH | Density (g/cm ³) | Viscosity (cP) | Kraft point (°C) | Surface tension (dyne/cm) | CMC (m) | Hard water stability (ppm) |
|---------------------|------|------------------------------|----------------|------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| SLS | 7.81 | 1.0119 | 1.84 | 8.4 | 26.4 | 1.0×10 ⁻³ | 467 |
| SLES | 7.69 | 1.0140 | 1.88 | < 0 | 33.8 | 2.0×10 ⁻⁴ | > 6500 |
| ALS | 7.04 | 1.0031 | 2.04 | 9.8 | 26.2 | 1.0×10 ⁻³ | 457 |
| ALES | 7.26 | 1.0088 | 2.24 | < 0 | 31.6 | 6.0×10 ⁻⁴ | > 6500 |
| CTS | 7.80 | 1.0167 | 1.81 | 19.3 | 27.6 | 6.0×10 ⁻⁴ | 2132 |
| OTS | 7.32 | 1.0102 | 3.64 | < 0 | 24.5 | 2.0×10 ⁻⁴ | 3750 |
| STS | 7.32 | 1.0081 | 3.11 | 41.3 | 24.1 | 6.0×10 ⁻⁵ | 2493 |

물성측정은 샴푸의 주요 물성인 pH, 점도, 기포력을 측정하였다. pH와 점도는 각각 25 ± 1°C에서 pH/ISE/DO meter (Istek, 125PD, Korea)와 viscosity meter (Brookfield, LVDV II+, USA)를 이용하여 측정하였고, 기포력은 샴푸를 1 wt% 수용액으로 희석하여 ASTM D 1173-63으로 규정된 장치를 이용하여 Ross-Miles method로 40 ± 1°C에서 3회 측정하여 평균하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1. N-Acyl Taurate의 물성

Table 1에 음이온 계면활성제 7종의 물성 측정결과를 나타내었다. pH 측정결과 7종의 음이온 계면활성제 모두 7~8 사이의 중성 범위의 값을 나타내 인체 세정제에 사용이 적합함을 보였고, 밀도 측정결과에서도 7종 모두 1.00~1.02 g/cm³ 사이의 유사한 값을 보였다. 점도 측정 결과에서는 carbon chain의 길이가 긴 OTS와 STS가 3.64, 3.11 cP로 약간 높은 점성을 보였는데 이는 OTS와 STS가 에멀전 내에서 다른 점증제의 첨가 없이도 점도 상승의 효과를 가져와 creaming, sedimentation 등의 상 분리 현상을 피하고, 안정된 에멀전을 형성할 수 있을 것으로 예상되었다.

Kraft point 측정 결과 SLES와 ALES가 0°C 이하로 측정되어 물에 대한 용해력이 좋은 것으로 나타났다. 이는 SLES와 ALES가 EO가 부가된 구조로 친수성이 강해지면서 SLS, ALS보다 물에 대한 용해력이 증가된 것으로 판단되어진다. 이에 비해 carbon 수가 많은 STS는 상온 이상에서 kraft point를 나타내었지만, OTS는 carbon chain의 길이가 증가하였음에도 0°C 이하의 온도에서 kraft point를 나타내었다. 이 결과는 OTS의 carbon의 중합 분포도가 균일하기 때문으로 생각되어지며, SLES, ALES와 함께 OTS는 물에 대한 용해도가 매우 좋고 0°C 이상에서는 투명하기 때문에 투명성을 요하는 생활용품

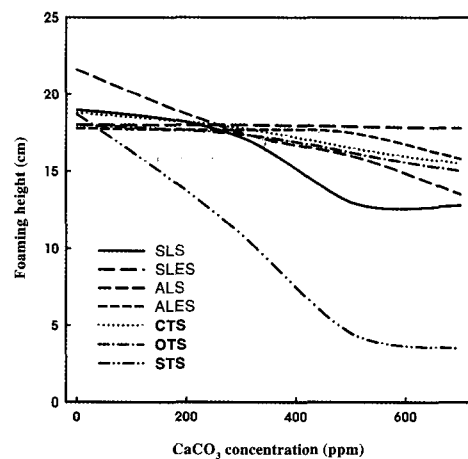


Figure 1. Foaming ability for hard water of anionic surfactants.

과 공업적 제품에 있어 매우 유용하게 사용되리라 본다.

표면장력 측정결과 amide type 계면활성제가 sulfate type 계면활성제보다 대체적으로 낮은 표면장력을 나타냈으며, EO가 부가된 SLES, ALES가 친수성이 강해지면서 표면장력 저하능이 좋지 않은 것으로 나타났다. 이에 반해 OTS와 STS는 각각 24.5, 24.1 mN/m의 낮은 표면장력을 나타내 표면장력 저하능이 우수한 결과를 보였다. 이는 OTS와 STS의 carbon 수가 증가함에 따라 친수성이 증가했기 때문으로 생각된다. CMC 측정 결과에서도 amide type 계면활성제가 sulfate type 계면활성제보다 대체로 낮은 농도의 CMC를 갖았으며 carbon 수가 증가할수록 저농도 쪽으로 CMC가 이동하는 결과를 보여 amide type 계면활성제를 사용할 때는 적은 농도로도 표면장력을 낮추고 효과적인 성능을 얻을 수 있을 것으로 기대되었다.

음이온 계면활성제는 용액 속에서 친수기가 음이온으로 이온 해리되어 경수의 주성분인 Mg²⁺, Ca²⁺ 이온과 만나면 침전물을 형성하여 급격히 용해도가 떨어지고, 세정

Table 2. Skin Irritation Test Result of OTS

| Part Symptom | Parts of application | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|----|--------------|----|-------------|----|--------------|----|
| | Erythema and Callus | | | | Edema | | | |
| | Intact skin | | Abraded skin | | Intact skin | | Abraded skin | |
| Monitoring time | 24 | 72 | 24 | 72 | 24 | 72 | 24 | 72 |
| Animal No. 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sum of mean | 0 | | | | | | | |
| P.I.I | 0 | | | | | | | |

P.I.I. (Primary Irritation Index)

Table 3. Ocular Irritation Test Result of OTS

| Group Animal No. | T1 (No eye washing) | | | | | | T2 (Eye washing) | | |
|---------------------|---------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| IOI | Day1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MOI | Day1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Day7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

IOI (Individual ocular irritation index) = (degree of opacity × diffuse areas of opacity × 5) + (Iris × 5) + (redness + Edema + discharge) × 2

MOI (Mean ocular irritation index)

AOI (Acute ocular irritation index) = the maximum value of MOI

성과 거품성 등의 물성이 저하되는 문제점을 가지고 있다. 경수안정성 측정 결과 EO가 부가되어 친수성이 강해진 SLES, ALES가 높은 농도의 경수에서도 안정함을 보였으나, SLS, ALS는 낮은 농도의 경수에서 흰색 침전을 발생하며 용액이 백탁하게 변하는 결과를 나타내 일반적인 사용에 제약이 있을 것으로 생각되었다. 이에 반해 amide type 계면활성제는 비교적 높은 농도의 경수까지

안정성을 유지하여 우수한 내경수성을 보였다. 경수농도에 따른 기포력 측정 결과를 Figure 1에 나타내었다. 경수안정성에서 좋지 않은 물성을 보인 SLS, ALS가 경수농도에 따른 기포력 평가에서도 경수 농도가 증가함에 따라 기포의 높이가 급격히 감소하여 경수에서의 사용이 용이하지 않음을 보였고, amide type 계면활성제는 STS를 제외하고 경수의 농도에 따라 약간의 기포 감소를 나

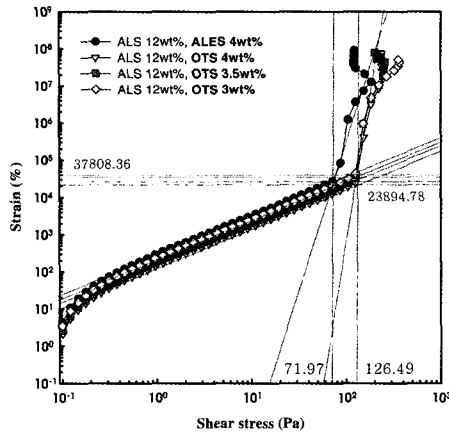


Figure 2. Yield point of shampoo that ALES is replaced with OTS from original shampoo.

타내기는 했지만 경수안정성 측정 결과에서와 마찬가지로 비교적 안정성을 유지하였다. 따라서 amide type 계면활성제는 인체 세정제 뿐 만 아니라 이러한 특성을 필요로 하는 여러 생활용품의 기포제조의 사용으로도 많은 효과가 있을 것으로 기대된다.

Table 2와 3에 OTS의 피부와 안자극성 평가결과를 나타내었다. 피부자극성 평가는 10% OTS 용액에 대하여 이루어졌으며, sulfate type 계면활성제 10% 용액의 피부 자극 정도는 문헌을 통해 비교할 수 있었다[6]. SLS의 P.I.I는 3.3, SLES의 P.I.I는 2.3으로 중등도 자극성(moderately irritating, P.I.I. = 2.1~5.0) 물질이고 ALS는 5.1로 강한 자극성(severely irritating, P.I.I. = 5.1~8.0) 물질인 반면 OTS의 피부자극성 평가결과, 시험물질을 적용한 New zealand white개 토끼 6마리 모두에서 체중변화와 다른 증상이 관찰되지 않았고 정상피부와 상처피부 모두에서 24, 72 h 후 홍반과 가피, 부종 생성 등의 어떠한 이상도 관찰되지 않아 OTS의 P.I.I는 0으로 산출되어 비자극성물질로 평가되었다.

안자극성 평가 결과에서도 시험물질을 적용한 세척군과 비세척군 토끼 9마리에서 체중의 변화나 눈에서 각막의 혼탁, 결막의 발적, 부종, 홍채의 이상 및 분비물 발생 등 어떠한 변화도 관찰되지 않아 MOI가 0으로 산출되어 비자극성물질로 평가되었다.

3.2. N-Methyl Oleyl Taurate를 이용한 샴푸의 제조 및 안정성

3.2.1. ALES를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸

ALS와 ALES를 이용하여 제조한 기본제형 샴푸와 기본제형 샴푸에서 ALES를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸의 안정성 평가결과를 Figure 2~3에 나타내었다. 기본제

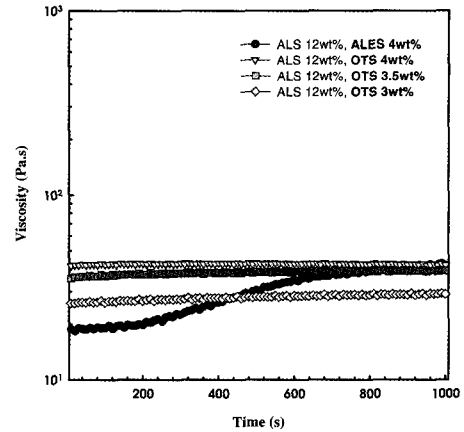


Figure 3. Viscosity-curve of shampoo that ALES is replaced with OTS from original shampoo.

형 샴푸는 71.97 Pa에서 구조의 변형이 일어나는 yield point를 나타내었으며, 저장상태 조건에서 시간의 흐름과 함께 입자의 집합에 의한 점도가 상승하는 viscosity-curve를 나타내어 저장안정성이 좋지 않을 것으로 예상되었다. 반면에 ALES 4 wt%를 OTS 4 wt%로 동량 대체하여 제조한 샴푸의 yield point 측정결과 126.49 Pa로 기본제형 샴푸의 거의 두 배 높은 yield point를 나타내었고 yield point에서의 strain 역시 23894.78%로 낮게 나타나 실험 결과를 통해 OTS가 ALES보다 샴푸 내에서 좀 더 안정된 내부구조를 형성했음을 알 수 있었다.

OTS가 안정된 샴푸를 형성함에 따라 OTS의 함량을 줄여 샴푸를 제조해 보았다. OTS의 함량을 3.5 wt%, 3 wt%까지 감소하여 제조한 샴푸의 분석결과 strain은 다소 증가하였지만 yield point는 변함없이 126.49 Pa로 나타나 OTS는 적은 양으로도 안정한 emulsion을 형성함을 알 수 있었다. 저장안정성 평가에서도 OTS 함량이 감소하자 점도가 감소하였지만 시간의 변화에 거의 직선의 viscosity-curve를 보이며 일정한 점도를 유지하여 OTS로 대체한 샴푸는 안정적인 구조를 형성하여 저장안정성 또한 우수한 것으로 생각되었다.

실제 OTS로 대체한 샴푸는 7개월 후에도 초기의 모습을 유지하였지만, 기본제형 샴푸는 제조 후 약 3개월이 지나자 상분리 현상이 시작되는 것을 관찰할 수 있었다.

3.2.2. ALS를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸

기본제형에서 ALS를 OTS로 대체한 샴푸의 yield point와 viscosity-curve를 Figure 4~5에 나타내었다. OTS는 자체의 점성 때문에 샴푸 제조시 점도 상승을 유발하고 이와 함께 안정한 emulsion을 형성하게 되는데, OTS를 12 wt% 첨가하였을 경우 지나치게 샴푸의 점도가 상승하여 질화되는 현상을 나타내었다. Figure 4에서 볼 수

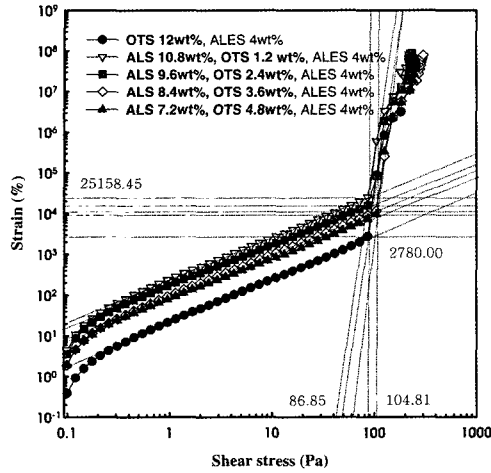


Figure 4. Yield point of shampoo that ALS is replaced with OTS from original shampoo.

있듯이 ALS를 OTS로 전량 대체하였을 경우 yield point는 86.85 Pa이며 그 때의 strain은 2780%으로 나타났다. 샴푸는 높은 점성 때문에 잘라되어 면찰응력에 따른 변형은 작게 나타났으나 오히려 yield point는 기본제형과 큰 차이를 보이지 않았다. ALS를 OTS로 전량 대체하자 지나친 점도 상승의 결과가 나타나 ALS 12 wt%의 일부를 OTS로 단계적으로 대체하여 샴푸를 제조하였고, rheometer 분석을 통하여 OTS의 첨가와 대체가 제형의 안정성에 어떠한 영향을 미치는지 평가하였다. Figure 28에서 볼 수 있듯이 yield point 측정 결과 OTS를 1.2 wt% 첨가(10% 대체)한 경우 86.89 Pa에서 yield point를 나타내었고 2.4 wt%를 첨가(20% 대체)한 경우도 같은 yield point를 나타냈다. 3.6 wt%, 4.8 wt% 첨가한 경우에는 strain은 더 감소하며 yield point는 104.81 Pa까지 상승한 결과가 나타났다.

실험을 통해 OTS의 대체함량이 증가할수록 즉, 샴푸에 OTS 첨가량이 증가할수록 shear stress에 대한 strain은 감소하고(외부 자극에 대한 유화상의 변형은 감소하고) yield point는 증가하는 것을 알 수 있었다. 이로써 OTS가 샴푸 내에서 안정적인 구조를 형성한다는 것을 다시 한 번 확인할 수 있었다.

Viscosity-curve에서도 OTS의 함량에 상관없이 기본제형에서 1.2 wt%만 대체한 경우라도 시간의 흐름에 안정된 점도를 유지하는 curve를 나타내어 저장안정성이 우수할 것으로 예상되었고, OTS의 사용으로 저장안정성이 증가하는 것을 알 수 있었다.

3.3. 샴푸의 입도 및 기초물성

ALS, ALES, OTS를 이용하여 제조한 샴푸의 평균 입자 크기와 입자 분포를 Figure 6에 나타내었다. 샴푸에서

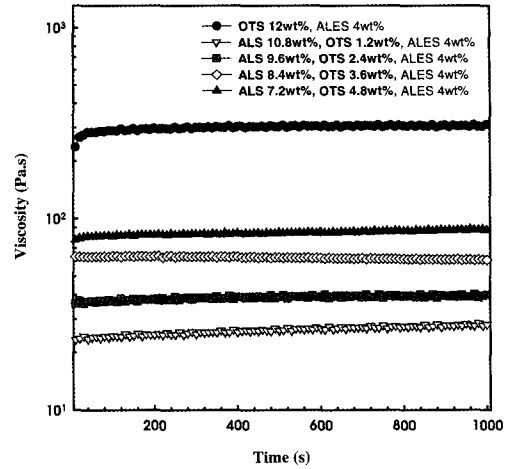


Figure 5. Viscosity-curve of shampoo that ALS is replaced with OTS from original shampoo.

의 입자는 크기가 작고, 균일한 크기로 이루어져 있으면에멀전 안정성을 증가시키고, 오염물로의 침투가 좋아 세정이 용이할 것으로 판단되어진다. (a)에 나타난 기본제형 샴푸의 평균입자 크기는 $0.17 \mu\text{m}$ 이며, (b)에 나타난 ALES를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸의 평균입자 크기는 $0.15 \mu\text{m}$ 이다. 약간의 차이를 보였지만 ALES를 OTS로 대체한 경우, 좀 더 작은 입자를 형성함을 알 수 있었다. (c)~(f)에 ALS의 일부를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸의 평균 입자 크기와 입자 분포를 그래프로 나타내었다. OTS를 적은 양 대체한 경우 평균입자가 증가한 결과를 보였지만, 입자 분포에서는 오히려 더 균일한 결과를 나타내었다. 그리고 OTS의 대체 함량이 점점 증가하자 샴푸의 입자 크기는 점점 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 입도 분석을 통해 OTS는 샴푸 내에서 좀 더 작고 균일한 입자를 형성함을 알 수 있었고, 이러한 특성이 OTS를 적용한 샴푸의 안정성에 긍정적인 영향을 주었고, 세정력에도 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

샴푸의 필수 물성인 pH, 점도, 기포력 및 기포안정성을 측정하였고, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. pH 측정결과 샴푸 모두 6~7 사이의 중성샴푸로 측정되어 모발의 pH를 고려하였을 때 적절한 샴푸임이 실험결과 나타났다. 점도 측정결과 OTS로 대체한 샴푸가 기본제형 샴푸보다 높은 점성을 보였으며, OTS의 함량이 증가할수록 OTS 자체의 점성에 의하여 샴푸의 점도도 증가하였다. 샴푸는 샴푸를 담은 용기와 샴푸가 사용되는 계절을 고려하여 점도를 조절하게 되는데, OTS를 이용하여 제조한 샴푸는 점도를 증가시키므로 개폐형 용기보다는 펌프형 용기에 사용되기 적합하고, 점도가 하락하기 쉬운 여름철에 사용되어 점도를 유지시켜주는 효과를 얻을 수 있을 것으로

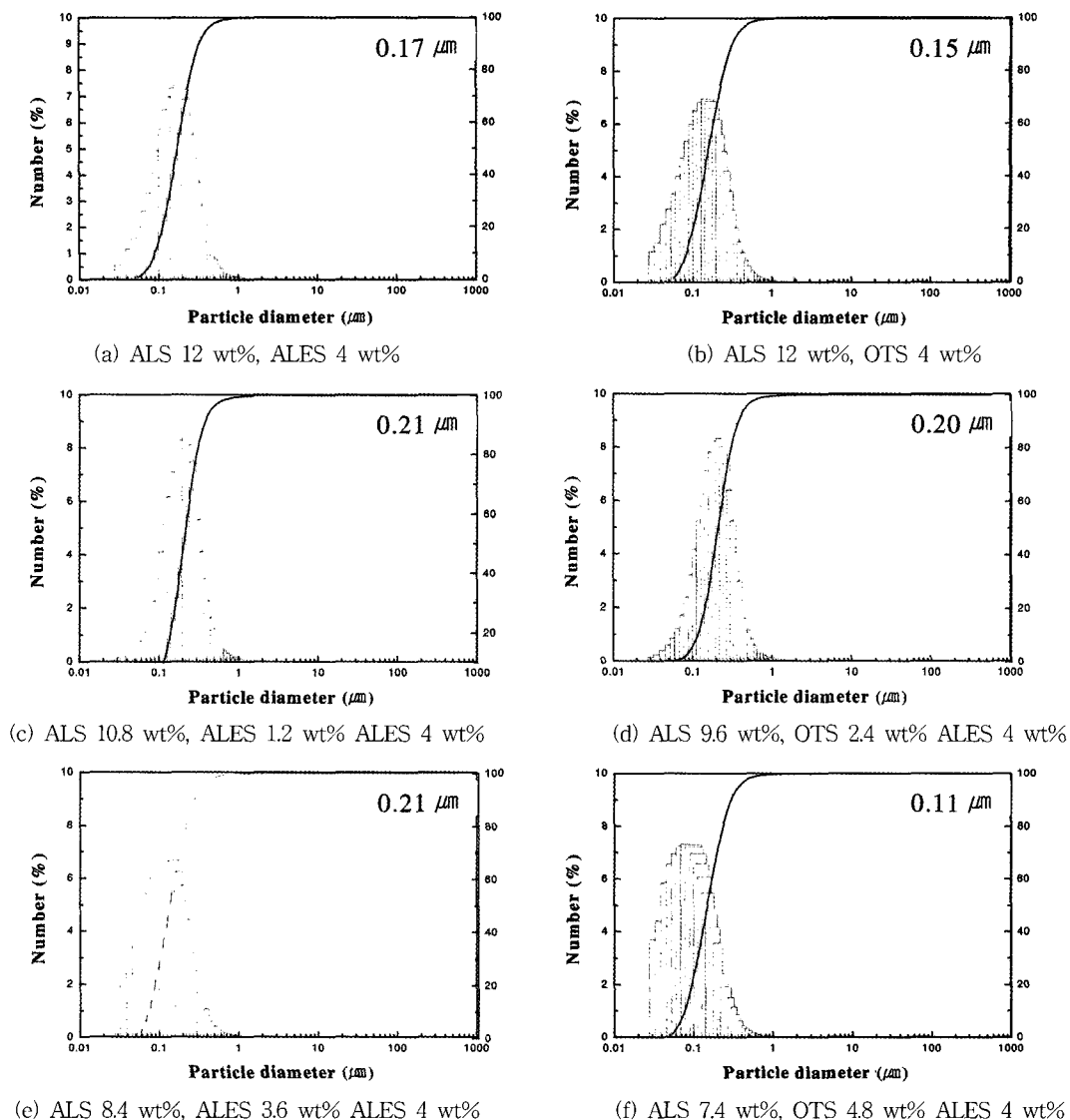


Figure 6. Droplet size and distribution of shampoos.

Table 4. Physical Properties of Different Types of Shampoos

| Shampoo items formulation | Test | pH | Viscosity (Poise) | Foaming ability and stability | |
|---------------------------------------|------|------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | | | Initial height (cm) | Final height (cm) |
| ALS 12 wt%, ALES 4 wt% | | 6.37 | 203.0 | 19.2 | 16.9 |
| ALS 12 wt%, OTS 4 wt% | | 6.90 | 417.3 | 18.9 | 16.5 |
| ALS 12 wt%, OTS 3.5 wt% | | 6.70 | 289.3 | 18.7 | 16.5 |
| ALS 12 wt%, OTS 3 wt% | | 6.62 | 259.0 | 18.5 | 16.4 |
| ALS 10.8 wt%, OTS 1.2 wt%, ALES 4 wt% | | 6.63 | 206.2 | 20.7 | 18.4 |
| ALS 9.6 wt%, OTS 2.4 wt%, ALES 4 wt% | | 6.71 | 262.4 | 20.2 | 18.0 |
| ALS 8.4 wt%, OTS 3.6 wt%, ALES 4 wt% | | 6.72 | 426.9 | 20.7 | 18.0 |
| ALS 7.2 wt%, OTS 4.8 wt%, ALES 4 wt% | | 6.75 | 706.4 | 20.0 | 17.9 |

생각된다.

기포력 및 기포 안정성 측정 결과, ALES를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸의 경우 기본제형 샴푸보다 기포의 높이가 조금 떨어지는 것으로 실험결과 나타났지만, 그 차이는 실험을 수행할 때 시험액의 온도유지, 시험액의 낙하위치 그리고 기포의 높이를 읽을 때의 눈의 위치에 의해 발생하는 오차의 범위 내였다. ALS를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸의 경우에는 반대로 기포력이 더 우수하게 나타났고, 기포안정성에서는 유사한 결과를 얻었다.

4. 결 론

물성 측정결과 STS와 OTS는 높은 점성을 보여 에멀전 제조시 점도를 상승시켜 안정성에 도움을 줄 것으로 생각되었고, N-acyl taurates의 24.1~27.6 mN/m의 낮은 표면장력과 $6.0 \times 10^{-4} \sim 6.0 \times 10^{-5}$ mol/L의 낮은 CMC는 오염물로의 침투를 용이하게 하여 세정작용을 돕고, 작고 균일한 입자의 형성을 도와 에멀전 안정성에 도움을 주며, 적은양의 사용으로 효과적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다. 또한 N-acyl taurates는 SLS, ALS보다 내경수성이 뛰어나고 경수에서도 풍부한 기포를 형성하여 넓은 용도로 사용이 가능할 것으로 생각된다.

샴푸 제조결과 OTS가 첨가된 샴푸는 높은 yield point와 일정한 viscosity-curve를 보였다. 실험을 통해 OTS는 샴푸 내에서 ALS, ALES보다 안정적인 내부구조를 형성하며, 이러한 내부구조로 인해 OTS가 첨가된 샴푸는 저장안정성이 우수한 것으로 생각되어 졌다. 실제로 ALS, ALES로 제조한 샴푸는 제조 후 3개월이 흐르자 상분리가 진행되는 것이 관찰되었으나 OTS가 첨가된 샴푸는 7개월이 흐른 후에도 초기의 상태를 유지하였다. 이러한 샴푸의 우수한 안정성은 OTS의 높은 점성과 낮은 표면장력에 의한 것으로 생각된다. 이와 같은 샴푸는 모발과 인체 세정에 알맞은 중성샴푸로 평가되었고, 기포력과 기포의 안정성에서도 기존의 sulfate type 음이온 계면활성제를 이용하여 제조한 샴푸와 유사한 결과를 얻을 수 있

었다. OTS의 첨가에 의해 샴푸의 점도는 상승하였는데 따라서 펌프형 용기와 점도가 낮아지기 쉬운 여름에 사용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

이와 같이 물성 측정결과와 샴푸 제조결과로 판단할 때 N-acyl taurates는 기존 음이온 계면활성제의 대체 계면활성제로 사용 가능하며, 인체 세정제의 계면활성제로 적용 가능성이 있음이 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 한국생산기술원의 청정생산기술개발 사업의 지원과 한국과학재단의 수원대학교 환경청정기술 지역연구센터(RRC) 지원에 의해 이루어 졌음을 감사드립니다. 또한 (주)태평양화학의 선임연구원의 자문에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. K. Holmberg, B. Jönsson, B. Kronberg, and B. Lindman, *Surfactants and polymers in aqueous solution*, 2nd ed., 1, John Wiley & Sons Ltd., England (2003).
2. M. J. Lee, J. W. Han, H. Y. Lee, S. W. Han, J. H. Bae, and B. D. Park, Evaluation of cleanness and physical properties of W/O microemulsion, *Hwahak Konghak*, **40**(6), 769 (2002).
3. M. J. Rosen, *Surfactants and interfacial phenomena*, 2nd ed., 286, John Wiley & Sons Inc., USA (1998).
4. J. H. Draize, G. Woodard, and H. O. Calvery, Methods for the study of irritation and toxicity of substance applied topically to the skin and mucous membranes., *J. Pharmacol. Exp. ther.*, **82**, 377 (1944).
5. 박찬익, 화장품 레올로지, 98, 성균사, Korea (2001).
6. M. M. Rieger and L. D. Rhein, *Surfactants in cosmetics*, 2nd ed., 1, Marcell Dekker, Inc., USA (1997).