

## 라멜라 액정상 메이크업 클렌징 제형

여혜림·이지현·김수지·노민주·장지희·김연준·윤명석·유권종·이준배<sup>†</sup>

코스맥스 R&I Center

(2017년 3월 15일 접수, 2017년 3월 27일 수정, 2017년 3월 28일 채택)

### Makeup Cleansing Formulation with Lamellar Liquid Crystal Phase

Hye Lim Yeo, Ji Hyun Lee, Su Ji Kim, Minjoo Noh, Ji Hui Jang,  
Youn Joon Kim, Moungh Seok Yoon, Kweon Jong Yoo, and Jun Bae Lee<sup>†</sup>

COSMAX R&I Center, Pangyo Innovalley E 902, 255 Pangyo-ro, Bundang-gu, Seongnam, Gyeonggi-do 13486, Korea  
(Received March 15, 2017; Revised March 27, 2017; Accepted March 28, 2017)

**요약:** 본 연구는 두 개의 편광판 사이에서 홀로그램과 같은 독특한 외관을 갖는 라멜라 액정상 메이크업 클렌징 제형에 관한 것이다. 라멜라 액정상을 갖는 메이크업 클렌징 제형 연구는 오래전부터 많이 시도되어 왔지만, 탁도 증가 및 점도 상승 등의 문제로 실제 상용화에는 한계가 있었다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 계면활성제의 알킬 체인에 의한 액정상의 유동성 증가와 음이온 계면활성제 도입에 따른 정전기적 반발력 증가를 이용하였다. 이를 통해 액정상의 결정화를 억제하여 안정한 액정상 제형을 확보할 수 있었다. 또한, 본 연구에서는 객관적이고 정량적인 클렌징력 평가를 위해 형광물질과 *in vivo* imaging system (IVIS) 장비를 이용하여 *in vitro* 클렌징력 평가법을 새롭게 도입하였다. 이렇게 개발된 클렌징력 평가법을 이용하여 라멜라 액정상 메이크업 클렌징 제형의 우수한 메이크업 클렌징력을 확인할 수 있었다. 한편, 본 연구에서 개발된 라멜라 액정상 메이크업 클렌징 제형을 직교 배열된 두 편광판 사이에 두면 홀로그램과 유사한 특이적인 무늬를 관측할 수 있다. 이러한 현상은 액정상 제형을 통과하는 가시광선과 라멜라 구조 사이의 간섭현상에 의한 것으로 추정된다. 클렌징 제형에서의 라멜라 구조는 소각 X선 산란분석(SAXS)을 이용하여 Bragg spacing ratio가 1 : 2의 정수 비로 관찰되는 것을 통해 확인하였다. 본 연구를 통해 개발된 라멜라 액정상 메이크업 클렌징 제형은 우수한 경시 안정성과 클렌징력, 그리고 편광판 사이에서 관찰되는 홀로그램과 유사한 독특한 외관으로 인해 향후 새로운 메이크업 클렌징 제품 개발에 도움이 될 것으로 기대된다.

**Abstract:** This study is related to a lamellar liquid crystal make-up cleansing formulation with a hologram-like unique appearance between two polarizing plates. Make-up cleansing formulations with a lamellar liquid crystal phase have been extensively studied for a long time, but there have been limitations in practical commercialization because of increasing turbidity and viscosity. In this study, to solve this problem, alkyl chains of surfactants were modified to increase the fluidity of the liquid crystal phase, and electrostatic repulsion force was increased by introducing anionic surfactant. The lamellar liquid crystal make-up cleansing formulation which introduced anionic surfactants can easily inhibit crystallization through electrostatic repulsion force, thereby showing excellent stability overtime, maintaining transparent appearance and viscosity. In addition, we have newly introduced an *in vitro* cleansing evaluation method using fluorescent material and *in vivo* imaging system (IVIS) for objective and quantitative cleansing ability evaluation. The excellent cleansing ability of lamellar liquid crystal cleansing formulation has been confirmed by newly developed evaluation method. On the other hand, when lamellar liquid crystal make-up cleansing formulation was placed between orthogonally arranged two polarizing plates, a specific pattern like a hologram can be observed. This phenomenon is presumably interpreted as the interference between the visible light passing through the liquid crystal formulation and the lamellar

<sup>†</sup> 주 저자 (e-mail: jblee@cosmax.com)  
call: 031)789-3293

structure. The lamellar structure of cleansing formulation was confirmed by SAXS analysis, exhibiting Bragg spacing ratio of 1 : 2. The lamellar liquid crystal make-up cleansing formulation prepared in this study would be useful for future application in make-up cleansing due to its excellent stability, cleansing ability, and unique hologram-like pattern placed between two polarizing plates.

**Keywords:** liquid crystals, lamellar, D phase emulsification, hologram effect, SAXS

## 1. 서 론

최근 메이크업뿐만 아니라 메이크업 클렌징에 대한 관심이 고조되고 있다. 메이크업 클렌징이 제대로 수행되지 못할 경우 메이크업 잔여물 및 외부 유해물질 등이 다양한 피부 트러블을 유발할 수도 있다[1-3]. 실제 많은 소비자들이 메이크업 클렌징의 중요성을 인식하고 있으며, 각 화장품 제조사 또한 소비자의 피부타입 및 클렌징 단계에 따라 다양한 제품들을 개발하고 있다.

메이크업 클렌징 제품은 제형 타입에 따라 오일, 유화 및 워터 타입으로 구분할 수 있다[4]. 일반적으로 오일 및 유화 타입은 클렌징 성능이 우수하나 사용 후 피부에 남아있는 오일 성분에 의한 잔여감과 물로 씻어내는 것이 어렵기 때문에 폼클렌징이나 비누 등의 2차 세안이 필요하다. 이에 비해 워터 타입은 유화, 오일 타입 클렌징처럼 미끌거리는 오일 잔여감이 없고 사용 후 산뜻한 사용감과 같은 장점이 있으나, 클렌징력이 떨어지는 단점이 있다.

이와 같은 오일 및 유화 타입과 워터 타입 메이크업 클렌징 제품의 한계를 보완하기 위해 D상(계면활성제상) 유화법을 통해 양연속상 액정상 클렌징 제형 연구가 수행되어 왔다[5-8]. D상 유화법으로 제조된 액정상 클렌징 제형은 워터 타입보다 오일 함유량이 많아 메이크업 잔여물 제거가 용이하고, 계면장력이 낮아 2차 클렌징인 워시 오프도 비교적 용이하다. 그러나, 본 저자들의 사전 연구에 따르면, 대부분의 액정상 클렌징 제형은 제조 직후 투명했던 외관이 시간 경과에 따라 탁해지고, 점도 또한 경시적으로 증가하는 등 제형 안정도의 문제가 있었다. 이것은 계면활성제 분자들 간의 thermal mobility에 기인한 것으로 추정된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 계면활성제의 알킬 체인에 의한 액정상의 유동성 증가와 음이온 계면활성제 도입에 따른 정전기적 반발력 증가를 이용하였다.

한편, 메이크업 클렌징 연구에서 클렌징력 평가법은

매우 중요하지만, 대부분의 메이크업 클렌징력 평가는 육안 평가에 의한 정성평가로 이루어지고 있다. 이러한 정성평가는 재현성이 부족하고, 표준화된 정량 평가법이 아니기 때문에 클렌징력에 대한 신뢰성을 부여하는 데에 한계가 있다. 본 연구에서는 형광탐지 장비인 IVIS를 이용하여 클렌징력 정량평가에 대한 새로운 평가법을 도입하여 메이크업 클렌징 제품의 객관적이고 정량적인 성능평가를 확보할 수 있었다.

## 2. 재료 및 실험 방법

### 2.1. 시약

액정상 메이크업 클렌징 제형 제조를 위해 사용된 시약과 그 제조사는 다음과 같다(Table 1).

### 2.2. 액정상 메이크업 클렌징 제형의 제조 과정

D상 유화법을 이용하여 액정상 메이크업 클렌징 제형을 제조하였다[9]. 먼저 비이온 계면활성제와 폴리올을 섞은 후, 60-70 °C까지 가온 용해시켜 D상을 만든다. 이 후, 오일상을 투입하여 O/D상을 제조하고, 이에 실온의 수상을 천천히 투입하여 일정하게 교반한다. 유화가 끝나면 물중탕에서 실온으로 냉각하여 투명한 외관을 갖는 메이크업 클렌징 제형을 제조하였다(Figure 1).

### 2.3. 액정상 메이크업 클렌징 제형의 외관 관찰 및 편광을 이용한 제형 안정도 관찰

제조된 액정상 메이크업 클렌징 제형은 직교 배열된 편광필름(SP07-660, Fuji film, Japan) 사이에 놓고 홀로그래프와 같은 특이적인 무늬가 발생하는지 확인하였다(Figure 2). 또한, 제조된 액정상 메이크업 클렌징 제형의 경시 안정성은 4주 보관 후, 편광필름 조건에서 제형의 홀로그래프 무늬가 유지되는지 여부와 오일의 분리 여부, 그리고 투명한 외관유지 확인 등을 통해 판단하였다.

Table 1. List of Used Reagents

Chemical name	Company
PEG-60 hydrogenated castor oil	Nikko (Japan)
PEG-40 hydrogenated castor oil	Nihon Emulsion (Japan)
PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate	Nihon Emulsion (Japan)
Glycerine	Emery (Malaysia)
Cetyl ethylhexanoate	Miwon (Korea)
Potassium laurate	Stearinerie Dubois (France)
Ethylhexyl methoxycinnamate	D-BASF (Germany)
PEG-10 dimethicone	Shin etsu (Japan)
Butylene glycol dicaprylate/dicaprate	D-BASF (Germany)
Cyclopentasiloxane	GES Waterford Plant (Germany)
Disteardimonium hectorite	Elementis Specialties (USA)
Magnesium sulfate	Duksan (Korea)
Nile red	Sigma (USA)

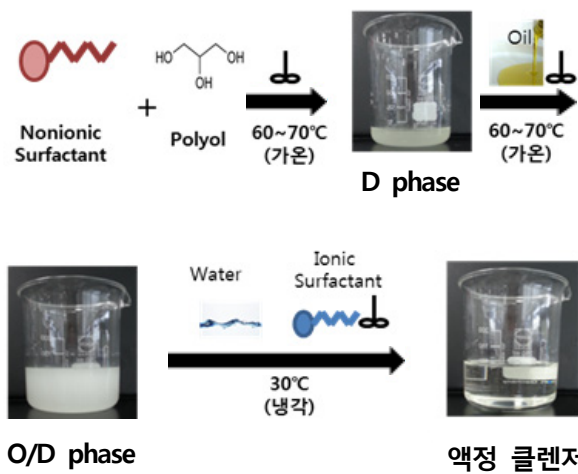


Figure 1. Schematics for the preparation of liquid crystal cleanser using D phase emulsification.

2.4. Small Angle X-ray Scattering (SAXS) 분석

메이크업 클렌징 제형의 액정상 구조를 확인하기 위하여 X선 산란 분석을 수행하였다. X선 산란 분석은 포항 가속기 연구소(pohang accelerator laboratory, PAL)의 3C 빔 라인에서 진행되었고, 3 GeV 파위의 빔 소스(pohang light source II, PLS II)를 이용하였다. PLS II 저장링의 in-vacuum undulator 20 (IVU20: 1.4 m 길이, 20 mm 주기)으로부터 오는 빛은 로듐으로 코팅된 거울에 모이고, Si (111) double crystal monochromator (DCM)에

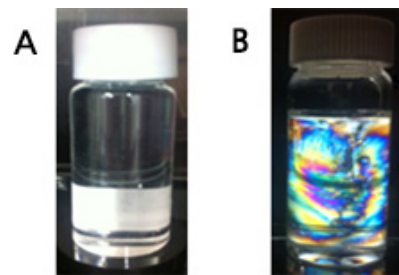


Figure 2. (A) Image of liquid crystal cleanser formulation, (B) characteristic hologram-like image of liquid crystal cleanser formulation applying polarization films.

의해 단색화되어 0.734 Å 파장의 X선 빔을 만든다. 알루미늄으로 된 스테이지를 사용하였고, X선 빔의 크기는 0.1 (V) × 0.3 (H)mm<sup>2</sup>로, 2D charge-coupled detector (Mar USA Inc., USA)를 산란된 빛 검출에 사용되었다. SAXS의 샘플 스테이지와 디텍터 사이의 거리(sample-to-detector distance, SDD)는 4 m이며, 산란벡터( $q = (4\pi/\lambda) \sin \theta$ )의 정도는  $0.30 \text{ nm}^{-1} < q < 6.85 \text{ nm}^{-1}$ ,  $2\theta$ 는 산란각,  $\lambda$ 는 X선의 파장 값이다. 모든 실험 측정은 FP50-HL 냉장 써큘레이터(Julabo, Germany)를 이용하여 상온에서 진행되었고, 각 샘플은 약 30 s 동안 측정하였다. X선 산란 데이터는 반원 방향으로 평균화하고, 투과된 빛의 세기를 정규화하여 나타내었으며 산란각은 실버베헤네이트로 검정하였다. 시료는 polyamide 필름 사이에 넣어 투과되는 빛을 분석하여 구조

**Table 2.** Composition of W/S Type BB Cream

Part	Ingredients	Contents (%)
A	Ethylhexyl methoxycinnamate	4.0
	PEG-10 dimethicone	4.0
	Butylene glycol dicaprylate/dicaprate	4.0
	Dicaprylyl carbonate	3.0
B	Cyclopentasiloxane	20.0
	Disteardimonium hectorite	0.8
C	Pigments	10.0
D	Water	To 100
	Magnesium sulfate	1.0
	Glycerine	10.0
	Preservatives	q.s

를 확인하였다.

### 2.5. 클렌징력 평가를 위한 BB크림의 제조

본 연구에서 메이크업 클렌징 제형의 클렌징력 평가를 위한 메이크업 제품으로 하기의 조성을 갖는 BB크림을 제조하였다(Table 2).

### 2.6. 클렌징력 성능 평가(Cleansing Capability)

#### 2.6.1. 육안평가

육안평가에 의한 클렌징력 성능 평가는 외부 임상 수행기관 (주)엘리드를 통해 수행하였으며, 피험 대상자는 22-55세의 여성 20명(평균 39.8세)을 대상으로 실시하였다. 시험 방법은 피험자의 손목으로부터 5 cm 거리 전박 굴측부에 지름 3 cm의 원 크기로 3부위를 시험 부위로 설정한다. 피험자의 깨끗한 시험부위에 지속력이 높은 BB크림을 20  $\mu$ L씩 균일하게 도포한 후 10 min 간 완전 건조한다. 이후, 앞서 제조한 액정상 클렌징 제형을 20  $\mu$ L 취하여 동일한 압력으로 50회 톨링하여 문지른 뒤, 주사기로 35 mL의 수돗물을 흘려주며 20회 톨링하여 세정한다. 10 min 간 완전 건조한 뒤 클렌징 전, 후 남아있는 BB크림의 정도를 육안으로 평가하였다.

#### 2.6.2. *In vitro* 클렌징력 성능 평가

보다 객관적인 클렌징력 성능 평가를 위하여 본 연구에서는 *in vitro* 클렌징 정량 평가를 도입하였다. 먼저

피부 모사체로는 피부 표면의 굴곡을 모사하여 *in vitro* SPF 평가에 많이 사용되는 PMMA plate (Helioscreen France)를 사용하였다. Table 2 조성으로 만들어진 BB 크림에 형광 물질인 nile red (Sigma, USA) 0.00025%를 함유시킨 내용물을 PMMA plate에 20  $\mu$ L씩 균일하게 도포한 후 20 min 간 완전 건조시킨다. 이후, 클렌징 제형과 대조군인 클렌징 오일을 20  $\mu$ L 취하여 동일한 압력으로 50회 톨링하여 문지른 뒤, 주사기로 35 mL의 수돗물을 흘려주며 20회 톨링하여 세정한다. 10 min 간 완전 건조한 뒤 IVIS spectrometer로 형광 빛의 강도 (I)를 측정하여, 클렌징 전, 후의 측정값과 PMMA plate의 형광 이미지를 비교하였다. 클렌징 오일은 국내에서 시판 중인 클렌징 오일을 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

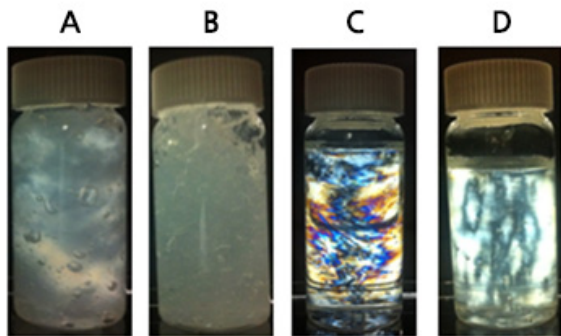
### 3.1. 비이온 계면활성제의 친수기 종류에 따른 클렌징 제형의 액정 형성 능력

Table 3과 같이 액정상 메이크업 클렌징 제형을 Figure 1의 방법으로 제조하였다.

아래 Figure 3은 PEG-60 hydrogenated castor oil (Table 3(1))과 PEG-40 hydrogenated castor oil (Table 3(2))로 제조한 액정 클렌징 제형의 실온조건에서 제조 직후 및 4주 보관 후 안정도를 관찰한 결과이다. 안정도 관찰법은 2개의 편광판을 제형 앞뒤에 배치시킨 후, 홀로그램 발현 유무 및 강도로 확인하였다. PEG-60 hydrogenated castor oil의 경우, 제조 직후 액정상이 매

**Table 3.** Ingredients and Compositions of Liquid Crystal Cleanser ((1): Containing PEG-60 Hydrogenated Castor Oil, (2): Containing PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, (3), (4), (5): Containing PEG-40 Hydrogenated Castor Oil PCA Isostearate)

Ingredients	Contents (%)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
PEG-60 hydrogenated castor oil	30.0	-	-	-	-
PEG-40 hydrogenated castor oil	-	30.0	-	-	-
PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate	-	-	30.0	30.0	30.0
Glycerine	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
Cetyl ethylhexanoate	To 100	To 100	To 100	To 100	To 100
Water	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Potassium laurate	-	-	-	0.05	0.5

**Figure 3.** Polarized optical image of liquid crystal cleanser of PEG-60 hydrogenated castor oil at 25 °C (A) right after preparation, (B) after 28 days, polarized optical image of liquid crystal cleanser of PEG-40 hydrogenated castor oil at 25 °C (C) right after preparation, (D) after 28 days.

우 약하였고(Figure 3A), 4주 후에는 액정상이 거의 모두 결정화되어 홀로그램 특이무늬가 관찰되지 못하였다(Figure 3B). 한편, PEG-40 hydrogenated castor oil 경우에는 제조 직후 액정상이 잘 형성되었다(Figure 3C). 이는 계면활성제의 친수성이 약화될수록 상대적으로 액정상 형성이 용이함을 의미한다. 하지만, PEG-40 hydrogenated castor oil로 만들어진 액정상 제형 역시 제조 4주 후 실온에서 액정상의 결정화 문제점이 나타났다(Figure 3D).

### 3.2. 비이온 계면활성제의 알킬 체인 길이에 따른 클렌징 제형의 액정 형성 능력

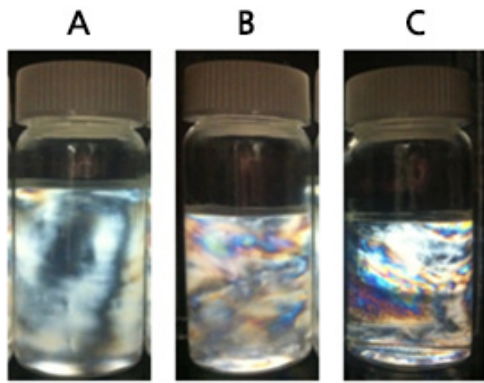
앞서 PEG-40 및 PEG-60 hydrogenated castor oil 계면활성제의 액정상 안정도 결과에서 계면활성제의 친수성이 약화됨에 따라 액정상이 상대적으로 잘 형성되는

경향을 관찰하였다. 하지만, 제조 직후 액정상이 잘 형성된 PEG-40 hydrogenated castor oil로 제조된 제형도 시간 경과에 따라 결정화 문제점이 관찰되었다. 이에 따라 본 연구에서는 PEG-40 hydrogenated castor oil과 유사한 구조를 갖으면서 소수성이 강화된 PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate를 Table 3(3)과 같이 도입하여 4 °C, 25 °C, 45 °C 조건에서 경시 안정성을 관찰하였다.

PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate로 제조한 액정 클렌징은 25 °C 및 45 °C에서 액정상을 의미하는 홀로그램 무늬가 선명하게 나타났다(Figure 4B, C). 이를 통해 계면활성제의 알킬 체인 길이가 길어질수록 액정 제형이 잘 형성됨을 추정할 수 있었다. 이것은 알킬 체인의 길이 증가로 유동성(flexibility)이 향상되고, 이를 통해 액정상 제형의 mobility가 강화되어 보다 안정한 액정상을 구현한 것으로 추정된다[10]. 하지만, 이 제형은 4 °C 저온 조건에서 액정상이 소멸되면서 홀로그램이 약해지는 현상이 관찰되었다(Figure 4A). 이는 저온에서 계면활성제 알킬 체인들의 유동성 감소로 액정상 안정화에 한계가 있음을 시사한다.

### 3.3. 음이온 계면활성제 함량에 따른 클렌징 제형의 액정 형성 능력

저온에서의 액정상 제형 안정도 향상을 위해 음이온 계면활성제 유래 정전기적 반발력을 도입하였다. Table 3의 (4)번 (5)번과 같이 PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate로 구성된 처방에 음이온 계면활성제를 도입하였다. 음이온 계면활성제로 potassium laurate를 사용하였으며, 제형의 액정상 형성과 안정도



**Figure 4.** Polarized optical image of liquid crystal cleanser of Table 3(3), containing PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate, after 28 days, at (A) 4 °C, (B) 25 °C, (C) 45 °C.

는 홀로그램 무늬로 확인하였다.

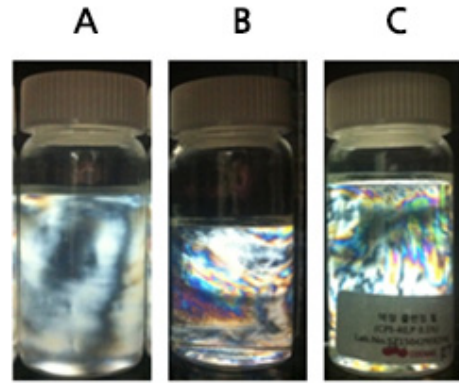
Figure 5은 PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate 존재 하에 potassium laurate의 함량에 따른 저온 조건에서의 홀로그램 이미지를 보여준다. PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate만으로 제조한 클렌징 제형(Figure 5A)은 4주 후 홀로그램 강도가 약해지는 데 비해 음이온 계면활성제가 도입된 제형은 저온에서도 선명한 홀로그램을 나타낸다(Figure 5B, C). 이는 저온에서 계면활성제 알킬 체인의 유동성 저하로 액정상이 약화되는 문제점에 대해 음이온 계면활성제가 제형 내에서 정전기적 반발력에 의해 라멜라 층을 구성하는 일정한 층간 간격을 유지해 줌으로써 액정 제형 전체의 안정도가 향상된 것으로 추정된다.

### 3.4. SAXS을 이용한 액정 클렌저의 구조 확인

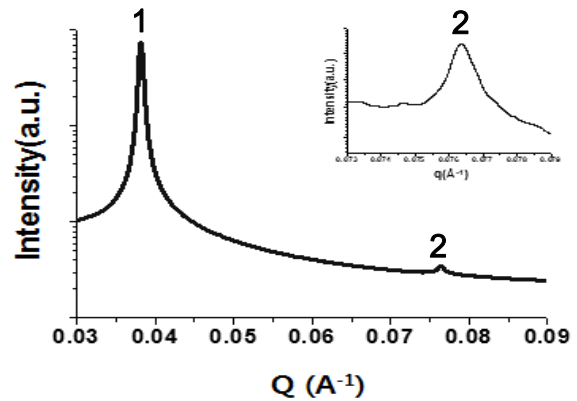
액정상 메이크업 클렌징 제형의 구조 분석을 위해 SAXS을 이용하였다. SAXS 분석 결과, 제조된 액정상 메이크업 클렌징 제형은 q 값의 비가 1:2 인 두 개의 피크, 즉 0.03818 Å<sup>-1</sup>, 0.07636 Å<sup>-1</sup>를 갖는 것으로 관찰되었다. 이는 Bragg spacing ratio에 의해 라멜라 구조가 형성되었음을 의미한다[11,12]. 또한 식 3을 이용하여 액정상 메이크업 클렌징 제형이 갖는 라멜라 구조의 층간 거리가 약 164.6 Å임을 확인하였다(Figure 6).

이때 q 값의 정의는 식 1과 같으며, θ는 산란각도, λ는 파장을 나타낸다.

$$q = (4\pi/\lambda) \sin \theta \dots\dots\dots (1)$$



**Figure 5.** Polarized optical image of liquid crystal cleanser of PEG-40 hydrogenated castor oil PCA isostearate, after 28 days, at 4 °C, the contents of potassium laurate, (A) 0%, (B) 0.05%, (C) 0.5%.



**Figure 6.** SAXS of liquid crystal cleanser.

이 식을 Bragg의 공식인 식 2에 대입하면 결정 간 거리 (d-spacing)를 구할 수 있다.

$$n \lambda = 2d \sin \theta \dots\dots\dots (2)$$

$$d = 2\pi/q \dots\dots\dots (3)$$

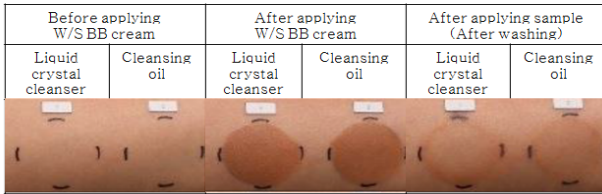
### 3.5. 클렌징력 육안평가 결과

#### 3.5.1. 클렌징력 육안평가

액정상 메이크업 클렌징력 제형의 클렌징력 평가를 위해 고해상도 디지털 카메라에 의한 육안평가를 진행하였다. 평가 결과, 액정상 클렌징 메이크업 제형은 매우 우수한 클렌징력을 보여주었지만, 기존 시판 중인 클렌징 오일과 큰 차이는 확인할 수 없었다(Figure 7).

**Table 4.** The Nile Red's Fluorescence Intensity of Liquid Crystal Cleanser and Cleansing Oil, before/after Cleansing ( $n = 3$ )

Type	$I_0$	$I_{MU}$	$I$	Cleansing capability (%)	Standard deviation
Liquid crystal cleanser	$5.573 \times 10^9$	$1.536 \times 10^{11}$	$6.499 \times 10^9$	99.37	0.2
Cleansing oil	$5.570 \times 10^9$	$1.555 \times 10^{11}$	$1.076 \times 10^{10}$	96.54	0.8



**Figure 7.** Cleansing efficacy of liquid crystal cleanser comparing with cleansing oil.

3.5.2. *In vitro* 클렌징력 성능 평가

육안에 의한 클렌징력 평가는 피험자, 주변환경 등과 같은 다양한 오차발생 요인이 있고, 결과해석 또한 주관적일 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 보다 객관적인 *in vitro* 클렌징 평가법을 도입하여 클렌징력 평가를 진행하였다[13]. 시험 방법은 다음과 같다. PMMA plate에 형광물질이 도입된 BB크림을 도포한 후, 액정상 메이크업 클렌징 제형과 대조군인 일반 클렌징 오일의 클렌징 전, 후의 형광 강도( $I$ )를 IVIS 장비로 측정하였다. 실험 조건은 노출시간 0.5 s, CCD 픽셀 단위 (binning) 8, 조리개의 빛 통과량 2, 촬영 이미지 크기 6.5 cm × 6.5 cm, 형광 램프 세기 low로 설정하였으며, excitation 필터는 DsRed 500-550 nm, emission 필터는 DsRed 575-650 nm로 진행하였다.

측정한 빛의 강도(클렌징 전:  $I_0$ , 클렌징 후:  $I$ )와 BB 크림 도포 시의 빛의 강도 값( $I_{MU}$ )의 차로 성능을 평가하며, 클렌징 전, 후의  $I$  값의 차가 적을수록( $I$ 이  $I_0$ 에 가까울수록) 클렌징력이 높다고 판단하였다.

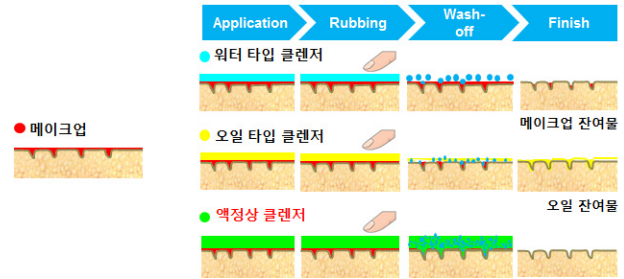
클렌징력 성능 평가를 위하여 하기의 수식을 이용하였고, 모든 실험은 3 반복으로 수행하였다. 또한, 통계 분석은 미니탭 Ver. 14을 이용하여 ANOVA test를 통해 통계적인 유의차를 검증하였다.

$$\text{Cleansing capability (\%)} = \frac{I_{MU} - I}{I_{MU} - I_0} \times 100$$

$I_0$ : I status on PMMA plate without make-up

$I_{MU}$ : I status after applying make-up base

$I$ : I status after cleansing



**Figure 8.** The scheme of cleansing mechanism.

위의 Table 4는 PMMA plate에 남아있는 형광물질의 세기를 정량화한 평균 수치이다. 분석 결과, 액정상 메이크업 클렌징 제형이 일반 클렌징 오일 제형보다 클렌징 전, 후의  $I$  값의 차가 더 적게 나타났으며, 액정 클렌징 제형의 cleansing capability가 99.37%로 96.54%의 클렌징 오일보다 더 높은 것으로 확인되었다. 이는 액정 클렌징 제형의 더 높은 세정력을 의미하며, ANOVA test 결과에서도  $p < 0.05$ 임을 확인하였다.

육안평가에 의한 클렌징력 평가는 수치화된 평가가 어려웠지만(Figure 7), Table 4에서와 같이 *in vitro* 평가법은 수치화된 클렌징력 결과가 가능하다. 실험 결과, 라멜라 액정상 클렌징 제형의 클렌징력이 일반 클렌징 오일보다 우수한 수준으로 분석되었다. 이것은 두 제형간 메이크업 클렌징 기작의 차이로 추정된다[14]. 즉, 워시 오프 과정에서 클렌징 오일은 액정상 메이크업 클렌징 제형보다 메이크업 잔여성분이 PMMA plate에 상대적으로 많이 잔류하기 때문이다(Figure 8).

4. 결 론

본 연구에서는 D상 유화를 통해 오일 타입의 우수한 클렌징력과 워터 타입의 산뜻한 사용감을 함께 구현한 라멜라 액정상 클렌징 제형을 제조하였다. 또한, 기존 라멜라 액정상 클렌저의 경시 안정성 문제를 해결하기 위해 계면활성제 알킬 체인 조절과 음이온 계면활성제를 도입하였다. 또한 라멜라 액정상 클렌저를

두 개의 직교로 배치된 편광 필름 사이에 둘 때, 홀로그래프와 유사한 독특한 외관 형성을 관찰할 수 있었다. 한편, 본 연구에서는 기존 클렌징 평가법의 문제점을 해결하기 위하여 형광 물질을 포함하는 메이크업 화장료를 피부 대체막에 도포 및 세척한 후, 잔여하는 형광 물질의 양으로 클렌징력을 평가하였다. 이는 클렌징 제품의 정량평가를 가능하게 할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 월드클래스 300 프로젝트(과제번호: S2341055)의 지원을 받은 연구임을 밝히며, 이에 감사드립니다.

## Reference

1. J. Bikowski, The use of cleanser as therapeutic concomitants in various dermatologic disorders, *Cutis*, **68**(5), 9 (2001).
2. Z. D. Draelos, The effect of a daily facial cleanser for normal to oily skin on the skin barrier of subjects with acne, *Cutis*, **78**(1), 34 (2006).
3. C. J. Kim, *Esthetics*, 115, Hoonmin, Seoul, Korea (2003).
4. K. Watanabe, A. Matsuo, H. Inoue, K. Adachi, and A. Noda, Innovation in the key performance of a cleansing oil by controlling the phase sequence of the surfactant system, *J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn.*, **46**(4), 287 (2012).
5. T. Suzuki, M. Nakamura, H. Sumida, and A. Shigeta, Liquid crystal make-up remover: conditions of formation and its cleansing mechanisms, *J. Soc. Cosmet. Chem.*, **43**(1), 21 (1992).
6. K. Watanabe, M. Masuda, K. Nakamura, T. Inaba, A. Noda, T. Yanagida, and T. Yanaki, A new makeup remover prepared with a system comprising dual continuous channels (bicontinuous phase) of silicone oil and water, *IFSCC*, **7**(4), 309 (2004).
7. S. M. Lee, M. J. Choi, Y. M. Lee, and B. S. Jin, Preparation and Characterization of Ethosome Containing Hydrophobic Flavonoid Luteolin, *Appl. Chem. Eng.*, **21**(1), 40 (2010).
8. J. N. Lee, H. H. Kim, and K. Y. Yu, A study of transparent liquid crystal gel with high oil content from fatty acid soap, *J. of the Korean oil chemist's Soc.*, **28**(4), 431 (2011).
9. H. J. Kim, N. H. Jeong, H. S. Kim, S. Y. Lee, and K. D. Nam, Preparation and properties of D phase emulsion by silicone oil, *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **10**(6), 809 (1999).
10. S. Nishikawa, M. Ohata, and Y. Sakazaki, Development of a formulation that evokes glowing skin: the influence of product appearance on efficacy expectations, *IFSCC*, **28**, 230 (2014).
11. Stephen T. Hyde, *Handbook of applied surface and colloid chemistry*, **2**, 131, Wiley, New York, (2001).
12. P. Holmqvist, P. Alexandridis, and B. Lindman, Modification of the microstructure in block copolymer-water-“oil” systems by varying the copolymer composition and the “oil” type: small-angle x-ray scattering and deuterium-NMR investigation, *J. Phys. Chem. B.*, **102**(7), 1149 (1998).
13. Korea Patent 10-2014-0049435 (2014).
14. M. Kamada, S. Tsuji, L. K. Han, S. Fujiwara, Y. Nakagawa, K. Takahashi, Y. Takase, and T. Iwanaga, Development of make-up removers consisting of a bicontinuous microemulsion, *J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn.*, **46**(2), 93 (2012).