

화장품에 사용되는 백색분체의 미세구조와 실리카의 특성

전 명 옥, 장 병 수^{1,*}

건국대학교 대학원 향장생물학전공, ¹한서대학교 보건학부 피부미용학과

Property of Silica and Fine Structure of Cosmetic White Powders

Myung-Ok Jeon, Byung-Soo Chang^{1,*}

Department of Cosmetic Biology, Graduate School of Engineering, KonKuk University, Seoul 143-759, Korea

¹Department of Cosmetology, Hanseo University, Seosan, Chungnam 356-706, Korea

(Received June 10, 2012; Revised June 26, 2012; Accepted June 26, 2012)

ABSTRACT

In this study, fine structures of silica, titanium dioxide, talc and kaolin used in decorative cosmetics and the mixture extracted from BB cream cosmetics were observed by scanning electron microscopy. Kaolin had plate like shape structures of polygon with smooth surface and edge of kaolin had a relatively smooth appearance in comparison with talc. Also, thickness of each layer was estimated to about 0.1 μm in the lump formed in stratum of several layers. Talc was observed by lumps shape phase of layering very thin flake. Boundary of thin flake was sharp or angular phase and thickness of flake was approximately 600 nm in diameter. When comparing the thickness of kaolin and talc, we was confirmed that kaolin was thicker than talc. Diameter of titanium dioxide was estimated to 0.2~0.3 μm and surface of particle was a soft cubic form. Silica was confirmed that variety of size from 200 nm to 15 μm of globular shape was measured. From the observation of inorganic pigments, silica was homogeneous dispersed in the BB cream cosmetics and among each other was filled with relatively small size like talc, kaolin, titanium dioxide and iron oxide. In conclusion, we suggest that silica at decorative cosmetics were formed in cosmetic coat at the skin as the minimum thickness.

Keywords : Cosmetics, Kaolin, Powder, Silica, Talc, Titanium dioxide

서 론

색조화장은 피부의 결점을 보완해주고 눈과 입술을 강조하여 외모를 아름답게 표현해주는 중요한 역할을 한다.

색조화장품의 유형은 피부표현을 연출해 주는 파우더, 비크림, 파운데이션 등과 눈이나 입술에 포인트를 주어 아름다움을 더욱 부각시켜주는 아이섀도우, 아이라이너, 마스크

라, 립글로스, 립스틱 등이 있다. 또한 손톱을 치장하고 장식하는 네일 래커(nail lacquer) 등이 있다(Jung & Chang, 2009).

색조화장품에 혼합된 성분 중에서 색료물질(coloring material)들은 기미나 흔적을 감추어 피부를 건강하게 보이게 하고 매혹적인 색조를 갖게 하는데 이들 화장품에 사용되는 색료물질은 유기합성 착색제(organic synthetic coloring agent)와 천연 색소(natural color) 및 무기안료(inorganic pigment)로 구분된다(Mitsui, 1998).

* Correspondence should be addressed to Dr. Byung Soo Chang, Department of Cosmetology, Hanseo University, Seosan, Chungnam 356-706, Korea. Ph.: (041) 660-1584, Fax: (041) 660-1590, E-mail: bschang@hanseo.ac.kr

유기합성 착색제는 염료(dye), 레이크(lake) 및 유기안료(organic pigment)로 구분된다. 염료는 물과 오일 및 알코올에 용해되는 화합물로서 발색단기(chromophore)로 아조기(azo group) 등을 가지고 있으며 레이크는 수용성 염료에 불용성 금속염이 결합된 유형이다.

천연 색소는 식물과 동물 및 미생물에서 추출되는데 이들 물질은 합성 착색제보다 색의 발현이 약해서 식료품에 첨가물질로 오랜 기간 사용되어 왔으나 최근에 안전성이 요구되는 의약품에 사용되면서 재조명되고 있다.

무기안료는 착색안료(coloring pigment), 백색안료(white pigment), 채질안료(extender pigment) 및 진주광택안료(pearlescent pigment) 등으로 분류된다. 착색안료는 화장품에 색상을 부여하고 백색안료는 피부의 커버력(covering power)을 조절한다. 채질안료는 착색안료의 희석제로서 색조를 조정하고 제품의 전연성, 부착성 등 사용감촉과 제품의 제형화에 큰 역할을 한다. 또한, 진주광택안료는 색상에 진주광택을 주며, 홍채색 또는 금속 광채를 부여하기 위해서 사용되는 특수한 광학적 효과를 갖고 있는 안료이다(Kwak, 2009; Lee et al., 2009).

화장품에 사용되는 채질안료는 탈크(talc), 카올린(kaolin), 실리카(silica) 등이 있으며 백색안료는 이산화티탄(titanium dioxide) 등이 있다. 일반적으로 카올린, 탈크, 실리카, 이산화티탄은 백색을 띠면서 피부의 발림성과 부착성 및 피부 커버력을 유지시키는 분체(powder)로서 모든 화장품의 기본 구성성분이다(Mitsui, 1998; Kani et al., 2007).

피부 도포 시 부드러운 발림성과 결점을 커버해주는 메이크업 제품은 땀이나 피지에 화장이 번들거리거나 지워지지 않고 특히 분비되는 피지로부터 화장이 오랜 시간 지속될 수 있도록 하는 것이 중요하다. 주로 화장품용 분체에 사용되어지는 성분들은 입자의 크기와 형태에 따라 화장품의 발림성, 퍼짐성, 흡습성 등의 복합작용으로 사용감을 결정한다(Shim, 2008).

그러나 피부의 커버력을 높여주는 다양한 종류의 안료가 혼합된 화장품에서 이들 각각의 성분들의 상호 작용과 형태학적 특성에 의해서 피부 커버력을 높여주는 요인에 대한 연구는 미흡하다.

본 연구는 색조화장품으로 사용되는 무기안료들의 미세구조적 특성을 확인하고 최근 젊은 여성들이 선호하는 BB(blemish balm)크림 화장품에서 분리한 실리카의 구조와 기능을 다른 안료입자들과 형태학적으로 비교분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

화장품용 백색분체인 탈크, 카올린, 실리카 및 이산화티탄

원료를 화장품 제조회사(Avid Korea, 한국)로부터 공급받아 사용하였다.

화장품 제품에서 실리카의 기능과 특성을 확인하기 위하여 여성들이 색조 화장 시 가장 선호하고 얼굴 피부에 고르게 화장막을 입혀주는 기능을 하는 BB크림(Avid Korea, 한국)을 실험재료로 선택하였다.

2. 실험방법

1) BB크림 제품에서 무기물질의 분류

BB크림 1g을 전자저울(소수점 이하 3 Point, Adventurer, OHAUS)로 정확히 측정하여 펠콘 튜브(Falcon tube)에 넣은 후 알코올을 30 mL 채운 다음 교반기로 1시간씩 흔들어 3회 세척하였다. 이어서 60°C의 진공건조기(Yamato, Japan)에서 30분간 건조하여 실험재료로 사용하였다.

2) 주사전자현미경 관찰

탈크, 카올린, 실리카, 이산화티탄 원료 및 BB크림에서 분류된 무기물질의 미세구조적 특성을 관찰하기 위해서 각각의 시료를 탄소 테이프에 처리된 지지대(stub) 위에 부착시킨 다음 진공 건조기에서 1시간 동안 건조시켰다. 건조된 시료들은 이온증착기(E-1045, Hitachi, Japan)를 사용하여 10 nm 두께로 백금 도금(platinum coating)한 다음 주사전자현미경(S-4700, Hitachi, Japan)으로 15 kV에서 관찰하였다.

결 과

화장품에 사용되는 무기안료 중 백색분체인 실리카, 이산화티탄, 탈크, 카올린의 미세구조를 주사전자현미경으로 관찰하였다.

실리카 원료를 관찰한 결과 실리카는 구형의 형태로 크기가 수백 nm에서부터 수십 μm 까지 아주 다양하게 관찰되었다. 본 연구재료에서 실리카의 직경은 200 nm에서부터 15 μm 까지 측정되었으며 이들 각각의 입자는 주사전자현미경 관찰상에서 지지대 표면에 고르게 분산되어 있었다(Fig. 1). 또한, 구형의 실리카 표면은 미세하게 거친 상태로 관찰되었다(Fig. 2).

이산화티탄을 주사전자현미경으로 관찰한 결과 입자들은 지지대에 고르게 분산되지 않고 덩어리를 형성한 상태로 관찰되었으며 표면이 부드러운 입방형의 형태를 하고 있었다(Fig. 3). 입자의 크기는 직경이 0.2~0.3 μm 로 측정되었는데 드물게 0.1 μm 의 작은 입자들도 산재되어 나타났다(Fig. 4).

카올린은 판상의 다각형 구조로 균질하고 매끄러운 표면을 가지고 있었고 가장자리는 매우 부드럽고 매끄러운 형태로 나타났다(Fig. 5). 이들은 다양한 크기로 관찰되었는데

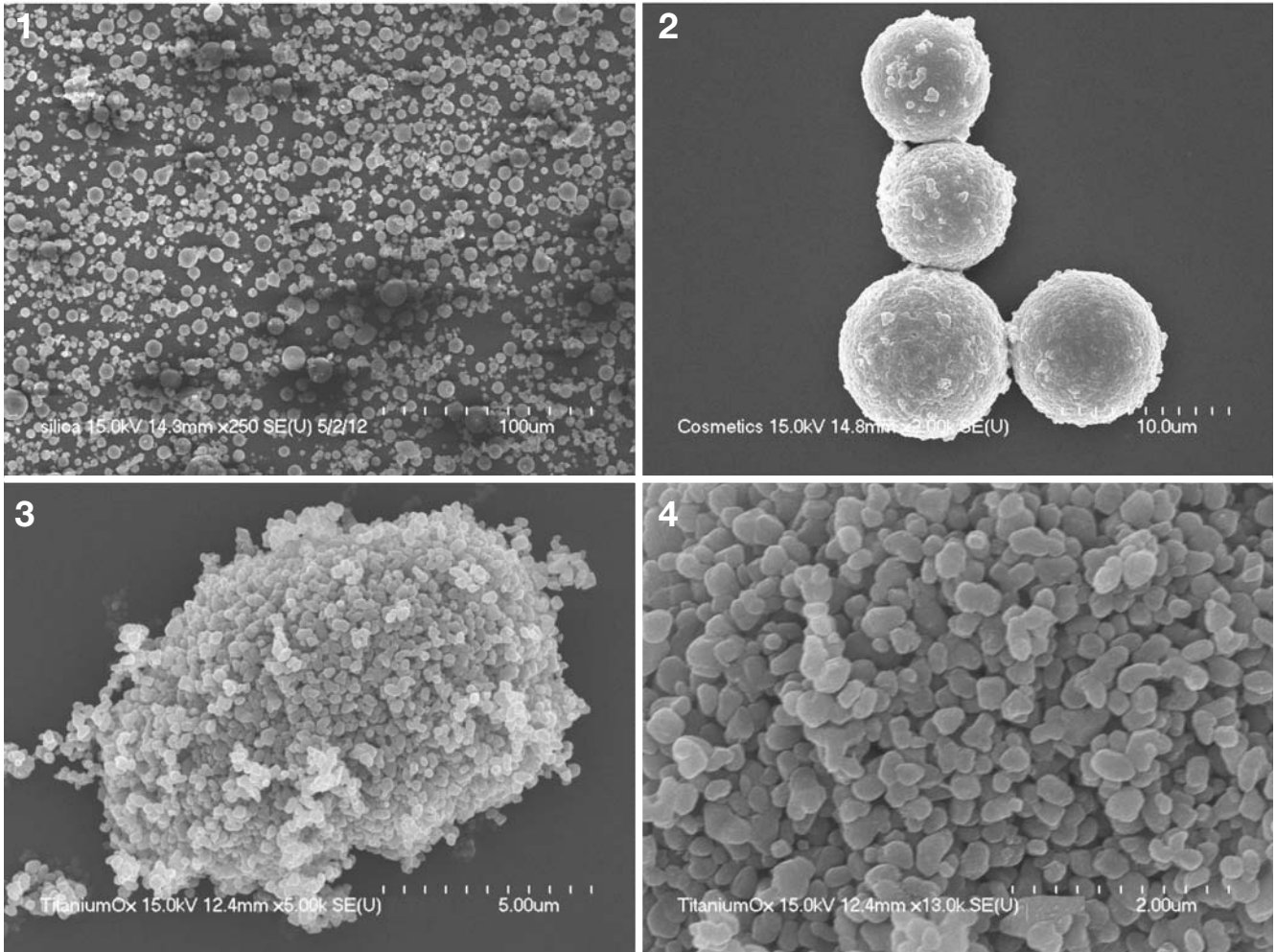


Fig. 1. Typical scanning electron micrograph image of silica particles.

Fig. 2. Scanning electron micrograph of the silica showing spherical shaped and microporous surface.

Fig. 3. Typical scanning electron micrograph image of titanium dioxide particles.

Fig. 4. High magnification scanning electron micrograph of the Fig. 3. The titanium dioxide particles shows cuboidal form and has 0.2~0.3 µm in diameter.

비교적 큰 구조물들은 직경이 약 10 µm로 측정되었으나 일반적으로 6~10 µm 크기로 나타났다. 또한 여러 겹의 층으로 형성된 덩어리에서 각 층의 두께는 약 0.1 µm로 측정되었다(Fig. 6).

탈크는 아주 얇은 박편상에서부터 이들 박편들이 층을 이루고 있는 덩어리 형태로 관찰되었고 입자들의 크기는 6~7 µm로 비교적 균일한 상태로 나타났다(Fig. 7). 그리고 이들 얇은 판상의 탈크 가장자리는 뾰족하거나 각이진 형태로 관찰되었다. 이런 판상의 박편두께는 약 600 nm로 아주 일정하게 관찰되었다(Fig. 8). 이상과 같이 본 연구에 사용된 백색분체의 크기와 형태를 비교하여 Table 1에 나타내었다.

색조 메이크업에 사용되는 BB크림 화장품에서 무기물질만 분리하여 주사전자현미경으로 관찰하였다. 저배율의 주사전자현미경상에서 BB크림에 첨가된 무기물질들을 관찰

Table 1. Comparison of characteristics of white powders

Raw materials	Characteristics	
	Shape	Size
Silica	Globular Porous	200 nm ~ 15 µm
Titanium dioxide	Cubic	0.2 ~ 0.3 µm
Kaolin	Polygon Plate like	6 ~ 10 µm
Talc	Flake	6 ~ 7 µm

한 결과 고르게 분산된 실리카 사이에 탈크, 카올린, 이산화티탄의 백색분체들과 산화철(iron oxide) 등이 집적되어 있거나 흩어져 있는 상태로 관찰되었다(Fig. 9).

직경이 각각 다른 구형의 실리카 주변에는 카올린과 탈

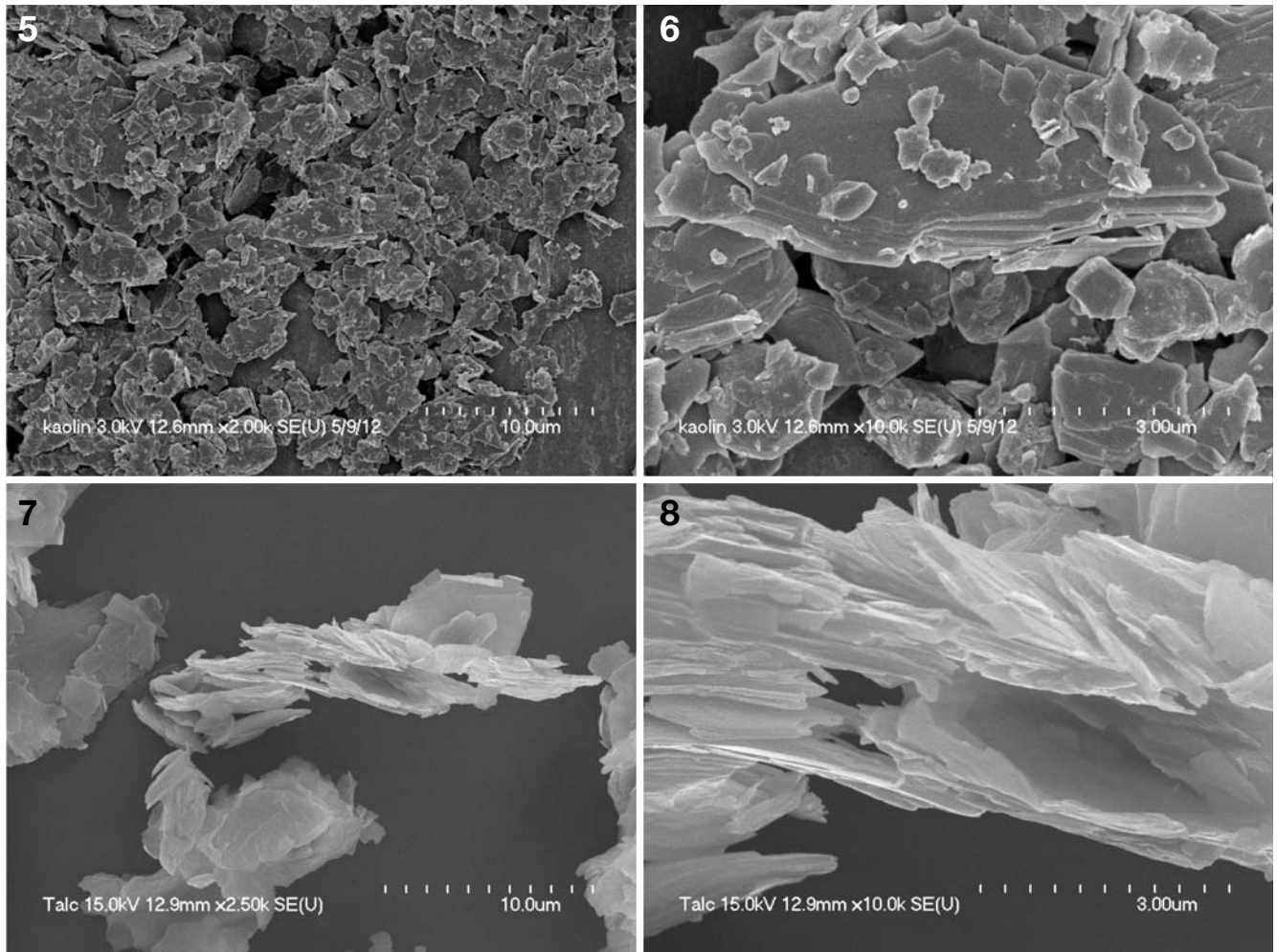


Fig. 5. Scanning electron micrograph image of kaolin showing different sized particles.

Fig. 6. Magnification scanning electron micrograph image of Fig. 5. The Kaolin has smooth surface.

Fig. 7. Scanning electron micrograph of the talcs showing comparatively same size.

Fig. 8. Magnification scanning electron micrograph of Fig. 7. The talc shows stacked lump.

크가 산재되어 있었으며 이들 사이에 상대적으로 입자 크기가 작은 이산화티탄과 산화철들이 채워져 있었다(Fig. 10). 분산되어 있는 실리카 주변에는 이산화티탄과 흑산화철(iron oxide black) 등이 집적되어 있었으며 실리카 표면에도 산화철들이 부착되어 관찰되었다(Fig. 11). 또한, 고배율의 주사전자현미경상에서 실리카 표면은 미세 구멍을 형성하여 넓은 표면적을 유지하고 있었다(Fig. 12).

고 찰

화장품 산업에서 제품의 질을 향상시키기 위해 다양한 종류의 입자물질들을 혼합한다. 특히, 메이크업 화장품은 탈크, 카올린, 운모, 안료 및 구형의 실리카가 주요 성분이다

(Kani et al., 2007).

탈크와 카올린은 체질안료로 매끄럽고 퍼짐성과 윤활성 및 발림성이 좋아 화장품에 감촉조정제로 사용되어지고 있으며 파우더, 비비크림, 파운데이션 등에 주로 사용된다(Al-Saleh et al., 2009).

본 연구에서 탈크 원료는 아주 얇은 박편상에서부터 박편들이 층을 이룬 덩어리 형태로 관찰되었고 가장자리는 약간 뾰족하거나 각이진 형태로 관찰되었다. 이런 판상의 박편두께는 약 600 μm 로 아주 일정하게 관찰되었다.

탈크 입자는 표면에 전하를 갖지 않으며 박편 사이에 어떠한 양이온(cation)도 띠지 않고 단지 겹겹이 쌓인 층들 사이의 약한 반데르발스(van de waals) 힘에 의해서 서로 결합되어 있다(Alcover & Giese, 1986). 이와 같은 특성들 때문에 탈크 입자들은 쉽게 흩어지게 되고 부드러운 감촉을 갖

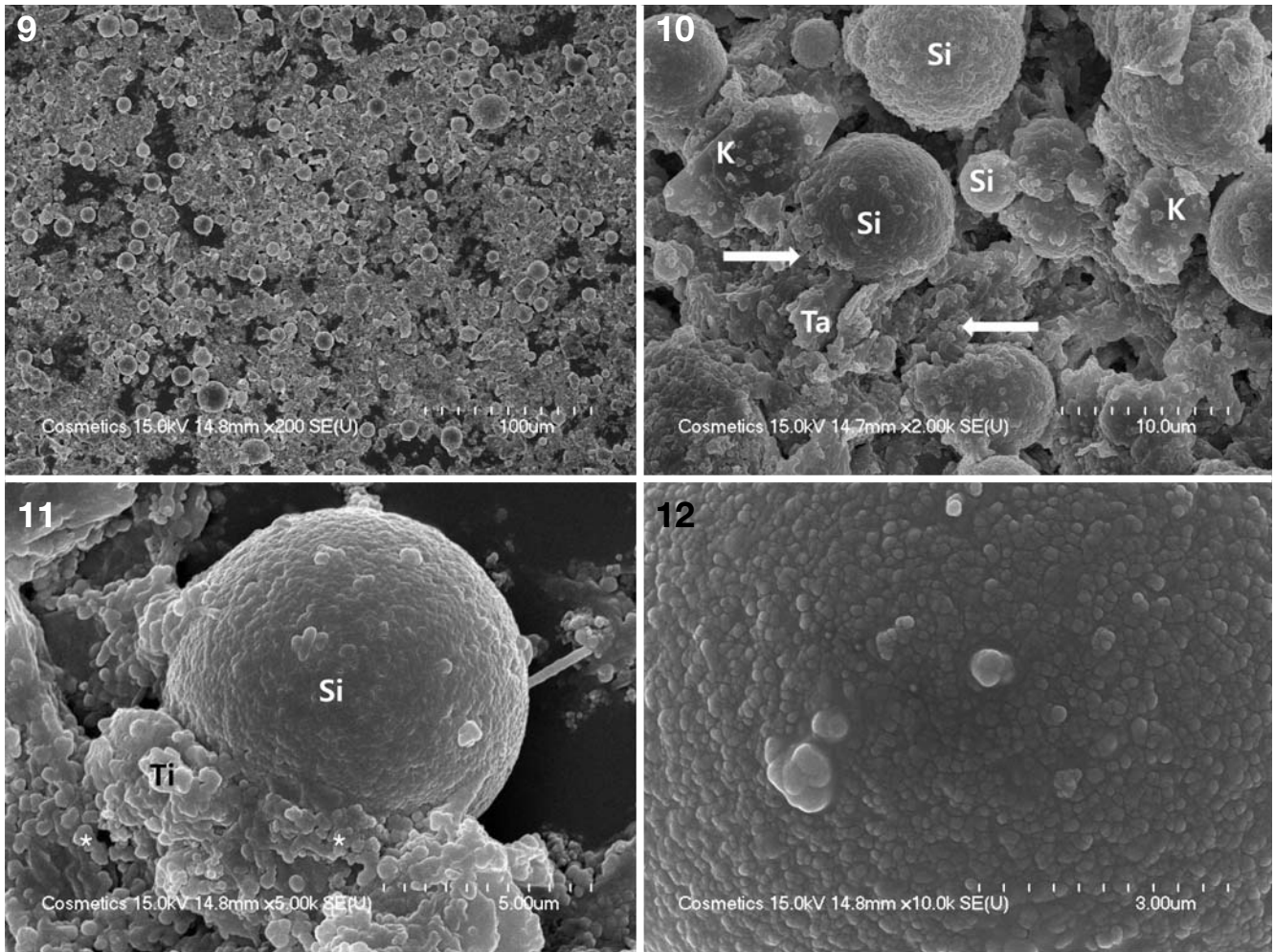


Fig. 9. Scanning electron micrograph of mixture extracted from blemish balm cream shows different sized particles and several types materials.
Fig. 10. Magnification scanning electron micrograph of Fig. 9. K: kaolin, Si: silica, Ta: talc, Arrows: titanium dioxide.
Fig. 11. Scanning electron micrograph of blemish balm cream mixture shows silica, titanium dioxide and iron oxide (asterisks).
Fig. 12. High magnification scanning electron micrograph of Fig. 11. The silica has many porous surface.

게 된다.

본 연구의 BB크림 혼합물에서 추출된 무기물질을 관찰한 결과 탈크 입자는 다른 무기안료 사이에 고르게 퍼져 있었으며 커다란 덩어리 형태로 집적되어 관찰되지 않았다. 이와 같이 화장품에 입자 크기가 일정한 탈크 원료를 사용하였을 때 탈크의 표면적이 넓어져서 피부의 부착성과 발림성을 향상시킬 수 있다(Kang & Chang, 2010).

카올린은 다각형의 판상 구조 또는 층판상의 덩어리 형태로 신문용 잉크, 색소, 세라믹 제조, 효소촉매제, 약물 흡수 및 전달제, 중금속이온의 흡수제 및 화장품 등에 아주 다양한 용도로 사용된다(Liew et al., 2002; López-Galindo et al., 2007; Castellano et al., 2010).

본 연구에서 카올린은 Castellano et al. (2010)이 보고한 바와 같이 판상의 다각형 구조로 균질하고 매끄러운 표면

을 가지고 있었고 경계면은 매우 부드러운 형태로 나타났다. 이들은 다양한 크기로 관찰되었는데 비교적 큰 구조물들은 여러 겹의 층으로 형성된 덩어리 형태로 직경이 약 10 μm 로 측정되었다. López-Galindo et al. (2007)은 4각형 또는 8각형의 형태를 띠는 카올린이 아주 독특하게 매끄럽고 균질한 표면과 뛰어난 흡수성을 가지고 있어서 의약품 및 화장품의 원료로 사용된다고 보고하였다.

이산화티탄은 산화아연(zinc oxide)과 함께 자외선을 차단하는 기능을 가지고 있으며 입자크기가 100 nm 이하로 작을수록 자외선 차단 효과는 크다. 이들 나노미터 단위의 무기물질들은 정상적인 상태에서 피부를 통과하지 못하고 피부 자극이 적어서 화장품용 분체로서 많이 사용되고 있다(Nohyne et al., 2010).

본 연구에서 이산화티탄 원료를 주사전자현미경으로 관

찰한 결과 입자들은 지지대에 고르게 분산되지 않고 덩어리를 형성한 상태로 관찰되었다. 이산화티탄 입자 크기는 직경이 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 로 측정되었는데 드물게 $0.1 \mu\text{m}$ 의 작은 입자들도 산재되어 나타났다.

실리카는 화장품뿐만 아니라 제지, 섬유, 화학, 도료 및 생물학 제제 등에도 사용되는 친환경적인 무기안료이다(Guo et al., 2009; An et al., 2010; Fruijtter-Polloth, 2012; Luo et al., 2012). 구형의 형태를 하고 있는 실리카는 피부에 화장품의 퍼짐성과 발림성을 개선해주는 첨가제로 폭넓게 사용되고 있다. 다공성 나노구조를 가지고 있는 실리카 분체는 자외선을 차단시키고 땀과 피지를 흡수한다(Ahn et al., 2002; Kani et al., 2007).

본 연구에 사용된 실리카 원료는 구형의 형태로 직경이 200 nm 에서 $15 \mu\text{m}$ 까지 다양한 크기로 관찰되었고 표면은 미세 다공성 구조를 하고 있었다. 화장품 제조 시 마이크로메타 크기의 나노 다공성 실리카는 비나노 다공성 실리카보다 퍼짐성과 전연성이 우수하여 화장품의 품질 개선에 효과적이다.

최근에는 화장품 제조 시 화장품용 분체를 혼합하여 사용하기 보다는 분체에 다기능성을 부여하고 원료의 양과 종류를 줄여 기능이나 효과를 극대화하여 뛰어난 품질을 생산하고 있다(Shin et al., 1999).

BB크림은 파운데이션보다는 훨씬 적은 양의 색소를 배합할 뿐 아니라 사용 후 피부에 흡착력 또는 보습력과 보정을 유지하는 기능을 가지고 있어서 파운데이션을 사용하는 것보다 자연스럽고, 피부를 건강하게 보이도록 연출하는 기능을 한다(Jeon & Chang, 2010).

BB크림 성분 중에서 탈크와 이산화티탄 및 실리카 등은 피부의 발림성과 퍼짐성 및 흡착력을 강화시키는 역할을 하고 산화철(iron oxide)은 피부색을 보정해주는 역할을 한다.

본 연구의 BB크림 화장품 혼합물에서 실리카는 균질하게 분산되어 있었으며 이들 사이에 탈크, 카올린, 이산화티탄 등의 백색안료와 산화철 등이 채워져 있었다. 직경이 최고 $15 \mu\text{m}$ 인 구형의 실리카 주변에는 카올린과 탈크가 산재되어 있었으며 이들 사이에 상대적으로 입자크기가 작은 이산화티탄과 산화철들이 채워져 있었다.

결론적으로 구형의 실리카는 직경이 최고 $15 \mu\text{m}$ 의 크기를 기준으로 이들 사이에 백색분체와 착색안료가 채워져서 화장막이 두껍지 않으면서 자연스러운 피부결을 연출하고, 피부의 결점을 커버해주는 역할을 하는 것으로 확인되었다.

참 고 문 헌

Ahn BY, Kim JH, Seok SI, Ko SY, Chang HK: Silica microcapsules containing absorber for cosmetics. J Korean Ind Eng Chem 13 :

672-678, 2002.

Alcover JF, Giese RF: Energie de liaison des feuillets de talc, pyrophyllite, muscovite et phlogopite. Clay Miner 21 : 159-169, 1986.

Al-Saleh I, Al-Enazi S, Shinwari N: Assessment of lead in cosmetic products. Regulatory Toxicol & Pharmacol 47 : 208-214, 2009.

An D, Wang Z, Zhao X, Liu Y, Guo Y, Ren S: A new route to synthesis of surface hydrophobic silica with long-chain alcohols in water phase. Colloid Surf A: Physicochem Eng Aspects 338 : 218-222, 2010.

Castellano M, Turturro A, Riani P, Montanari T, Finocchio E, Ramis G, Busca G: Bulk and surface properties of commercial kaolins. Applied Clay Science 48 : 446-454, 2010.

Fruijtter-Polloth C: The toxicological mode of action and the safety of synthetic amorphous silica - a nanostructured material. Toxicology 294 : 61-79, 2012.

Guo X, Liu X, Xu B, Dou T: Synthesis and characterization of carbon sphere-silica core-shell structure and hollow silica spheres. Colloid Surf A: Physicochem Eng Aspects 345 : 141-146, 2009.

Jeon MO, Chang BS: Fine structure of the iron oxides containing to Blemish Balm Cream. J Cosmetological Science 6(2) : 219-226, 2010. (Korean)

Jung DJ, Chang BS: Presentation of facial image by using several types of coloring blusher. J Beauty & Trichology 5(2) : 75-79, 2009. (Korean)

Kang SY, Chang BS: Ultrastructural characteristics of talcs including general cosmetics. J Cosmetol Sci 6 : 381-387, 2010. (Korean)

Kani T, Suzuki T, Tsukada M, Kamiya H: Influence of surface adhered nanoparticles and nanoporous structure on bulk flowability of silica. Powder Technology 176 : 108-113, 2007.

Kwak HA, Choi EY, Chang BS: Characteristics of pearlescent pigment using in make-up cosmetics. Korean J Microscopy 39 : 45-51, 2009. (Korean)

Lee JY, Lee GY, Chang BS: Scanning electron microscopic observations of foundation and powder cosmetics using base makeup. J Beauty & Trichology 5(1) : 1-5, 2009. (Korean)

Liew YM, Kamarudin H, Mustafa AM, Bakri AI, Luqman M, Khairul Nizar I, Ruzaidi CM, Heah CY: Processing and characterization of calcined kaolin cement. Construction and Building Materials 30 : 794-802, 2002.

López-Galindo A, Viseras C, Cerezo P: Compositional, technical and safety specifications of clays to be used as pharmaceutical and cosmetic products. Applied Clay Science 36 : 51-63, 2007.

Luo Z, Hong RY, Xie HD, Feng WG: One-step synthesis of functional silica nanoparticles for reinforcement of polyurethane coatings. J Powder Technol 218 : 23-30, 2012.

Mitsui T: Color and cosmetic color materials. In: New cosmetic science. Nanzando Co. Elsevier science, Amsterdam, pp. 81-93, 1998.

Nohyne GJ, Antignac E, Re T, Toutain T: Safety assessment of personal care products/cosmetics and their ingredients. Toxicology and Applied Pharmacology 243 : 239-259, 2010.

Shim SB: The study of characteristics of cosmetic Powder by using

various grinding mill. J KAIS 9(2) : 500-507, 2008. (Korean)
 Shin DS, Kim KS, Lee OS, Lee SH: Preparation of $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ composite particles with planarized SiO_2 particles. J Soc Cosmetic Sci 25(1) : 37-54. 1999. (Korean)

< 국문 초록 >

본 연구는 색조화장품에 사용되는 실리카, 이산화티탄, 탈크, 카올린과 BB크림 화장품에서 분리한 혼합물의 미세구조를 주사전자현미경을 사용하여 관찰하였다. 카올린은 판상의 다각형 구조로 매끄러운 표면을 가지고 있었고 가장자리는 탈크의 경계면과 비교하였을 때 상대적으로 부드러운 모양을 하고 있었다. 또한 여러 겹의 층으로 형성된 덩어리에서 각 층의 두께는 약 0.1

μm 로 측정되었다. 탈크는 아주 얇은 박편상으로 이들 박편들이 층을 이루고 있는 덩어리 형태로 관찰되었다. 이들 얇은 판상의 탈크 경계면은 뾰족하거나 각이진 형태로 관찰되었으며 박편두께는 약 600nm로 관찰되었다. 카올린과 탈크의 박편두께를 비교하였을 때 카올린 박편의 두께가 두꺼운 것으로 나타났다. 이산화티탄은 직경이 0.2~0.3 μm 로 측정되었고 입자 표면이 부드러운 입방형의 형태를 하고 있었다. 실리카는 구형의 형태로 크기가 200nm에서부터 15 μm 까지 아주 다양한 크기로 관찰되었다. BB크림 화장품에서 무기안료들을 관찰한 결과 실리카는 균질하게 분산되어 있었고 이들 사이에 크기가 상대적으로 작은 탈크, 카올린, 이산화티탄, 산화철 등이 채워져 있었다. 결론적으로 색조화장품에서 실리카는 피부에 화장막을 형성하는 최소한의 두께로 작용한다.