

표면전하 거동 조절을 이용한 탈크-실리카 복합체의 제조

윤기훈^{1,2} · 박민경² · 문영진² · 이동규^{1†}

¹충북대학교 공과대학 공업화학과, ²(주)솔레온 기업부설연구소
(2017년 2월 27일 접수: 2017년 3월 20일 수정: 2017년 3월 28일 채택)

Preparation of Talc-Silica Composites by Controlling Surface Charge Behavior

Ki-Hoon Yun^{1,2} · Min-Gyeong Park² · Young-Jin Moon² · Dong-Kyu Lee^{1†}

¹Department of Industrial Engineering Chemistry, Chungbuk National University,
Cheongju, 28644, Korea

²Research Institute, Soleon. Co. Ltd, Cheongju, 28644, Korea

(Received February 27, 2017; Revised March 20, 2017; Accepted March 28, 2017)

요약 : 색조 화장품 원료로 사용되는 무기안료 탈크와 소수성 실리카의 제타전위 차를 조절하여 표면처리된 판상 무기안료 복합체를 제조하였다. 탈크는 색조 화장품의 처방에서 주로 쓰이는 판상 무기물 질로서 피부에 대한 발림성과 퍼짐성을 갖는 백색 안료이다. 또한 분산성과 신장성이 우수하며, 내열성, 내광성, 내화학적 등에 안정하다. 실리카는 일반적인 색조화장품에서 화장의 지속성을 높여주며 제형에서의 안정성을 높여주는 역할을 한다. 본 연구에서는 탈크와 소수성 실리카를 각각 양이온성, 음이온성 계면활성제로 표면전하를 조절한 후 제타전위 차를 이용하여 탈크 표면에 소수성 실리카를 표면처리하여 무기안료 복합체를 제조하였다. 제조된 무기안료 복합체는 소수성 실리카가 탈크 표면 위에 1 μ m 이하로 코팅되어 있으며 효과적인 소수성을 띤다. 무기안료의 표면전하 분석을 위해 제타전위를 측정하였고, 계면활성제 표면처리된 안료는 FT-IR 로 계면활성제의 작용기를 확인하였다. 무기안료 복합체의 표면은 SEM, EDS, FIB 등으로 관찰하였으며, XRD, FT-IR 등으로 구조를 확인하였다.

주제어 : 무기안료복합체, 탈크, 제타전위, 표면전하, 표면처리

Abstract : A plate-type inorganic pigment complex was manufactured in a manner that treats the surface of the complex by adjusting zeta potential between talc, an inorganic pigment used as a material for color cosmetics, and hydrophobic silica. Talc, which is usually used in the prescription of color cosmetics, is a plate-type, white-colored inorganic substance with good application and spreadability to skin. Furthermore, it features excellent dispersibility and extensibility as well as outstanding heat tolerance, light stability, and chemical resistance. In general, silica contributes to durable makeup and stabilized formulation. This paper covers a process of manufacturing an

[†]Corresponding author
(E-mail: dklee@cbnu.ac.kr)

inorganic pigment complex, where hydrophobic silica was applied to the surface of talc by using differences in zeta potential after the surface charges of talc and hydrophobic silica had been adjusted with cationic and anionic surfactants, respectively. The resulting inorganic pigment complex was composed of talc whose surface is coated hydrophobic silica to the thickness of 1 μm or less, which developed an effective hydrophobic property. Zeta potential was measured to analyze the surface charge of an inorganic pigment, and FT-IR, used to check the functional group of a surfactant, was applied to treat the surface of the pigment. The surface of the inorganic pigment complex was observed employing SEM, EDS, and FIB, while its structure was confirmed with XRD and FT-IR.

Keywords : Inorganic Pigment Composite, Talc, Zeta Potential, Surface Charge, Surface Treatment

1. 서론

화장품에서 사용되는 분체는 크게 체질안료, 무기안료, 유기색소, 필안료 등이 있으며, 안료를 표면처리함으로써 물이나 오일에 대해 분산성이 향상되고 내광성, 내용제성이 향상된다. 분체의 특성으로는 사용감, 부착력, 색채 표현력 등이 요구된다. 이렇듯 분체의 사용감은 부착성, 퍼짐성, 발림성 등 복합적으로 작용하는데 이를 개선하기 위해 분체를 표면처리하거나 복합화하는 연구가 주로 진행되어오고 있다. 이는 분체의 취약한 물성을 개선하고, 사용감을 증진시켜 피부 안전성 및 제품 안정성을 향상시킬 수 있다. 또한 입자 복합화는 복합화 할 두 가지 이상의 소재로 단일 분체일때의 고유기능을 유지하면서 단점을 보완하는 방법이다[1-3].

입자 복합화는 기존 표면처리방식처럼 건식, 습식, 열, 전기화학, 플라즈마, 화학적 표면처리 등과 같은 다양한 방법이 응용되고 있다. 표면처리는 단순히 입자 복합화뿐만이 아닌 반도체의 식각, 회로기판, 분쇄 등 여러 분야에서 비교되는 방식이다[4].

건식 표면처리는 후속공정이 필요 없는 간단한 공정이므로 경제적, 환경적 등의 이유로 산업분야에서 주로 사용하는 방법이다. 그러나 가공열 및 마찰에 의한 정전기가 발생할 수 있다[5]. 또한 건식 표면처리 방법 중의 하나인 플라즈마 처리는 성능면에서 우수하긴 하지만 진공, 혹은 비활성 가스 등을 사용하는 단점이 있다[6-7].

이에 반해 습식 표면처리는 용매를 사용하여 화학반응에 의한 표면 에너지가 감소하므로 건식 표면처리와 달리 적은 에너지를 필요로 하는 이

유 등으로 주로 사용되는 방법이다[4]. 습식 표면처리는 졸겔법, 공침법 등으로 구분될 수 있는데, 졸겔법을 이용하여 탈크의 표면을 이산화티탄으로 표면처리한 연구도 보고된 바 있으며[8], 균일 침전법으로 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 의 복합입자를 제조한 연구도 진행되어 왔다[3].

화학적 표면처리는 실란화 반응이 주로 사용되며 실란의 탄소-규소결합은 안정성이 뛰어나고 비극성을 갖기 때문에 효과적인 소수성을 갖는다[9]. 전기화학적 표면처리는 주로 전기영동적층법(Electrophoretic deposition; EPD)이 사용된다. 이는 전기영동의 특성을 보이는 입자에 한정하여 코팅이 가능하며, 건조과정에서 입자의 수축 등으로 인한 균열이 발생할 수 있다[10]. 따라서 기존 건식과 습식 표면처리의 장, 단점을 활용하기 위해 계면활성제에 의해 입자의 표면전하를 조절하여 비화학적 상호 인력 작용에 의하여 물리적으로 흡착하도록 하였다. 이는 건식, 습식방법을 선택적으로 이용할 수 있으므로 기존 표면처리의 단점을 보완하고자 하였다.

계면활성제는 분자의 이온성에 따라 양이온, 음이온, 비이온, 양쪽성이온 계면활성제로 구분된다. 비이온 계면활성제는 전하가 0을 유지하며, 양이온, 음이온 계면활성제는 각각 양전하, 음전하를 나타낸다[11]. 이는제타전위 분석을 통하여 계면활성제 이온성에 따른 전하를 확인할 수 있는데, 무기분체에 양이온 계면활성제 표면처리시 제타전위가 양의 값으로 증가하고, 음이온 계면활성제 표면처리시 음의 값으로 증가하는 것을 확인할 수 있다[12].

탈크(Talc)는 수화규산마그네슘으로 이루어진 광물로서, 도로, 세라믹, 화장품, 의약 등에 널리

쓰이며 화장품에서는 페이스파우더, 바디파우더 등 화장품의 원료로 광범위하게 사용되고 있다. 탈크는 습윤성이 낮고, 매끄러운 감촉, 백색도가 우수하며 다른 안료와의 분산성이 우수하나 피부 부착력이 낮은 단점이 있다[5, 8, 13, 14].

실리카는 부착성, 발림성이 우수하며, 피지 흡수 등의 기능을 부여하기 위해 색조 화장품의 원료로 주로 사용된다[3]. 소수성 실리카는 낮은 표면장력으로 인해 발수성을 띠며 실란 커플링제에 의해 표면개질된 실리카를 주로 사용하는데, 이는 무기물질과 반응할 수 있는 메톡시, 에톡시, 아세톡시 등의 반응기를 포함하는 커플링제로 표면개질하여 제조하였으며, 무기물질 상의 금속-하이드록실 그룹과의 결합이 용이하다[15]. 이렇게 표면처리된 소수성 실리카를 화장품 분야에서 유중수형 (Water-in-oil, W/O) 에멀전을 제조하는데 주로 사용된다[16].

본 연구에서는 판상의 무기안료 탈크와 소수성 무기분체인 실리카 각각의 표면전하를 각각 양전하, 음전하로 조절하여 제타전위 차이에 의한 비화학적 상호 인력에 의하여 물리적으로 흡착시키는 연구를 진행하여 판상의 무기안료의 표면을 효과적으로 소수성을 부여한 판상의 무기안료 복합체를 제조하였다. 제조된 판상 복합체는 탈크의 퍼짐성, 매끄러운 질감과 함께 소수성 실리카의 특이인 소수성을 향상시키며 피지 흡착 특성을 부여해준다. 판상 복합 안료는 다양한 색조화장품 제형 중 일반적인 파우더 분산 제형에서 피부에 부착력을 향상시켜 우수한 지속 효과를 부여하며, 에멀전 제형에서는 유화 안정성을 증대시키는 역할로 사용할 수 있다. 또한 높은 소수성으로 파우더가 물을 분산하여 보유할 수 있는 피커링(Pickering) 에멀전 형태의 제형을 완성시켜줌으로써 우수한 기능성 물질의 전달체 역할로도 이용할 수 있다.

2. 실험

2.1. 실험 재료 및 방법

본 연구에서는 무기안료 복합체를 제조하기 위해 판상 무기안료인 탈크 (Talc JA 46R, Asada Milling Ltd., Japan) 를 사용하였고, 소수성 실리카인 silica silylate 는 흠드실리카 표면의 수산기 일부가 trimethylsiloxy 기로 치환된 CAB-O-SIL® TS-530 (Cabot corp.,

Germany) 을 사용하였다[17]. 또한 무기안료의 표면전하를 조절하기 위한 표면전하조절제로 양이온계면활성제인 PCA ethyl cocoyl arginate (CAE, Ajinomoto Co., INC., Japan), 음이온계면활성제인 sodium cocoyl glycinate (Amilite GCS11, Ajinomoto Co., INC., Japan) 를 사용하였다.

Fig. 1 은 무기안료 복합체 제조에 대한 개략적인 공정도이다. 무기안료 복합체 제조를 위해 공정을 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 먼저 판상 무기안료인 탈크와 실리카를 각각 습식조건하에서 계면활성제를 정제수에 분산시켜 mechanical stirrer 을 이용하여 70°C 로 가온하여 300 rpm 에서 30 분 동안 반응시킨 후 감압여과 및 건조하여 표면전하를 조절하였다. 이후 표면전하조절된 탈크와 소수성 실리카를 습식조건하에서 300 rpm 에서 30 분 동안 반응시킨 후 감압여과 및 건조하여 무기안료 복합체를 제조 하였다.

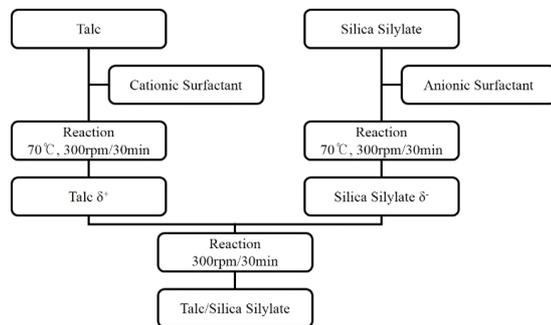


Fig. 1. Synthesis procedure of composite to talc/silica silylate.

2.2. 분석

무기안료의 표면전하를 분석하기 위해 동적광산란 및 전기영동광산란 방식의 측정장비인 제타전위 분석기 (Zetasizer ZS, Malvern Instruments, United Kingdom) 를 이용하여 각 안료의 표면전하와 계면활성제 함량별의 표면전하를 확인하였다. 또한 온도 변화에 따른 중량의 변화를 측정하기 위해 열분석기 (TG/DTA, SDT 2960, TA Instruments, USA) 로 분석하였으며, 무기안료에 표면처리된 계면활성제의 분석을 위해 적외선 분광기 (FT-IR, IFS 66/S, FRA 106/S, Bruker Inc., Germany) 로 계면활성제의 작용기를 확인하였다.

제조된 무기안료 복합체의 형상과 크기는 전계 방사형 전자현미경 (FE-SEM, LEO-1530FE, Hitachi Co.) 을 통해 분석하였고, 원소분석기 (EDS, S-2500C, Hitachi Co., Japan) 를 통해 구성 원소를 확인하였다. 또한 집속이온빔장치 (Focus Ion Beam, Helios nanolab, FIB, Netherlands) 를 이용하여 무기안료 복합체의 코팅 두께를 확인할 수 있었다.

탈크와 이를 이용하여 제조된 무기안료 복합체의 결정상은 X-선 회절분석기 (XRD, D8 Discover with GADDS, Bruker Inc., Germany) 를 통해 확인하였다. 분석조건은 Cu-K α radiation 을 사용하여 5 ~ 80° 의 회절각 (2 θ) 범위에서 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 무기안료의 표면전하조절

3.1.1. 제타전위 측정

탈크-실리카 복합체를 제타전위 차를 이용한 표면처리로 제조하기 위해 탈크와 실리카의 제타전위를 각각 양, 음전하로 조절하였다. 탈크의 표면전하는 Fig. 2. (a) 에서 나타낸 바와 같이 -14.5 mV 를 갖는다. 이를 각각 PCA ethyl cocoyl arginate, sodium cocoyl glycinate 로 표면처리하여 제타전위를 분석한 그래프를 Fig. 2 에 나타내었다.

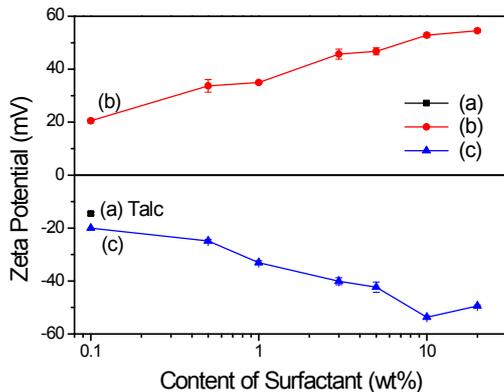


Fig. 2. Zeta Potential graph of (a) talc, (b) surface treated with PCA ethyl cocoyl arginate, (c) treated with sodium cocoyl glycinate.

음전하를 갖는 탈크는 계면활성제 함량에 따라 표면전하가 음에서 양으로 변화되며 그 함량이 증가할수록 제타전위도 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 표면처리된 sodium cocoyl glycinate 의 함량이 증가할수록 제타전위가 점점 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 소수성인 탈크의 표면에 각각 양이온, 음이온 계면활성제의 소수성 부분이 흡착하여 표면처리되어 계면활성제의 이온성에 따라 탈크의 표면전하가 바뀌는 것을 알 수 있다.

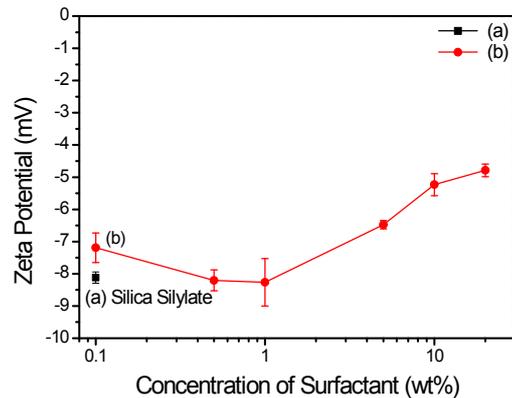


Fig. 3. Zeta Potential graph of (a) silica silylate, (b) surface treated with sodium cocoyl glycinate.

소수성 실리카의 제타전위는 Fig. 3 에서 볼 수 있듯이 -8.1 mV 로 음의 표면전하를 갖는다. 소수성 실리카의 표면전하가 안정한 음의 표면전하를 주기 위해 sodium cocoyl glycinate 를 표면처리 하였으며 계면활성제 함량에 따라 음의 표면전하가 증가하다가 1wt% 기준으로 음의 표면전하가 감소하는 경향을 보인다. 소수성 실리카의 비표면적을 측정된 결과 214m²/g 로 분석되었으며, 계면활성제 함량이 1 wt% 기점으로 제타전위가 증가하는 것으로 보아 과량의 계면활성제로 인해 계면활성제끼리 미셀 (micelle) 을 형성하여 제타전위에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

3.1.2. 표면처리 확인

탈크를 PCA ethyl cocoyl arginate 로 표면처리한 후 푸리에변환 적외선 분광기로 분석한 결과를 Fig. 4 에 나타내었다. Fig. 4. (a) 는 탈크의 작용기를 나타낸 것으로서 666 cm⁻¹ 부근에서 Si-O, 956 cm⁻¹ 부근에서 Si-OH, 1065 cm⁻¹

부근에서 Si-O-Si, 3675 cm^{-1} 부근에서 -OH 피크가 나타남을 볼 수 있다[18].

PCA ethyl cocoyl arginate 를 표면처리한 탈크의 스펙트럼은 Fig. 4. (b) 에 나타내었다. PCA ethyl cocoyl arginate 는 Fig. 4. (a) 의 탈크 피크에 추가로 2923 cm^{-1} , 1620 cm^{-1} 에서 C=O stretch, 1597 cm^{-1} 에서 N-H bending vibration 피크가 관찰된다. 이는 PCA ethyl cocoyl arginate 가 L-Arginine 의 N- α -acylation, DL-pyrrolidone carboxylate, 지방산 등으로 구성되어 있어서 구조의 일부인 N-H, C=O 구조식이 검출되는 것으로 추측할 수 있다 [19-20].

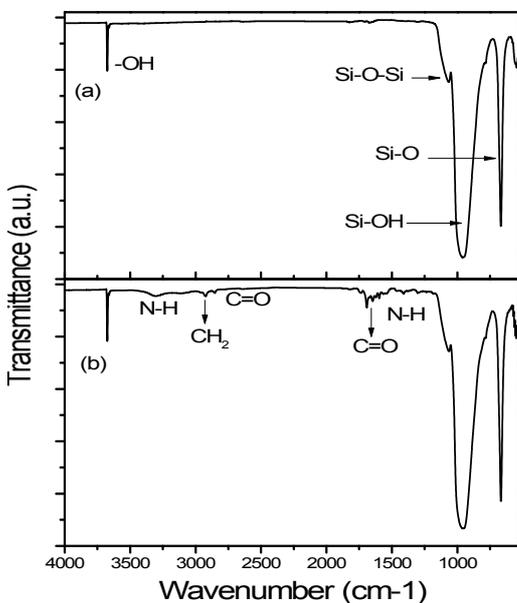


Fig. 4. FT-IR spectra of talc, talc coated with PCA ethyl cocoyl arginate.

Fig. 5 는 소수성 실리카인 Silica silylate 의 표면 전하조절 전, 후에 따른 작용기를 나타낸 것이다. Fig. 5. (a) 는 1063 cm^{-1} 에서 Si-O-Si, 750 ~ 850 cm^{-1} 부근에서 Si-CH₃ 의 피크가 나타나는 것을 알 수 있다. Si-CH₃ 피크는 앞서 언급했듯이 소수성 실리카의 구조가 Si 에 CH₃ 가 결합되어 있으므로 나타나는 피크이다. Fig. 5. (b) 는 Fig. 5. (a) 의 피크와 유사하고 추가로 2918 cm^{-1} 에서 CH₂(Va), 1457 cm^{-1} 에서 CH₂ scissoring 의 피크가 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 sodium cocoyl glycinate 의 성분 중

acylamino 기와 amide 가교결합, carboxyl 기가 포함되어 있어 이와 같은 피크가 나타나는 것을 알 수 있다.

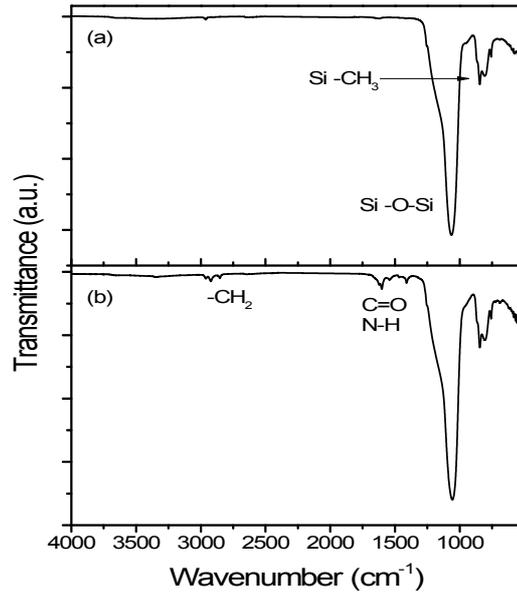


Fig. 5. FT-IR spectra of (a) silica silylate, (b) silica silylate coated with sodium cocoyl glycinate.

3.1.3. 열안정성 확인

Fig. 6 은 PCA ethyl cocoyl arginate 로 표면 처리된 탈크를 TGA 로 열감량을 나타내었다. 입자 표면에 흡착된 수분을 제외한 200 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 열감량을 관찰하였다. 표면처리 되지 않은 탈크는 Fig. 6. (a) 에서 보는 바와 같이 온도가 증가함에 따라 서서히 감량하는 것을 볼 수 있지만, 표면처리된 탈크는 Fig. 6. (b) 와 같이 200 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 열감량을 보이며 최종 열감량은 Fig. 6. (a) 와 (b) 는 큰 차이가 없는 것으로 보인다.

Fig. 7 은 소수성 실리카의 표면처리에 따른 열감량을 나타내었으며, 표면처리하지 않은 Fig. 7. (a) 는 온도가 증가함에 따라 서서히 감소하여 27.7%의 열감량을 나타내었다. 소수성 실리카를 음이온성 계면활성제로 표면처리한 Fig. 7. (b) 는 40 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 급격한 열감량을 보이며 24.7%까지 열감량을 보인다.

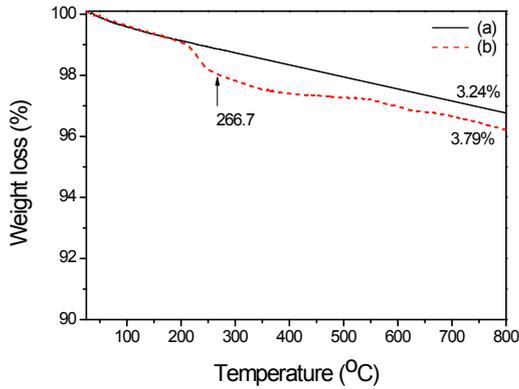


Fig. 6. TGA Curve of (a) talc, (b) modified to PCA ethyl cocoyl arginate.

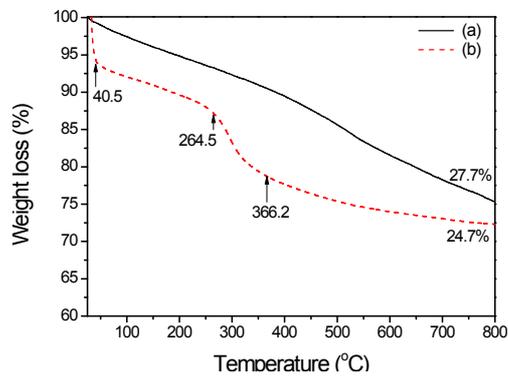


Fig. 7. TGA Curve of (a) silica silylate, (b) modified to sodium cocoyl glycinate.

3.2. 탈크-실리카 복합체 제조

3.2.1. 입자형상 및 원소분포

Fig. 8 은 탈크/실리카 복합체의 SEM, FIB 분석 이미지로서 표면처리상태와 코팅된 단면을 확인할 수 있다. Fig. 8. (a) 는 판상안료인 탈크에 소수성 실리카 입자가 표면처리된 것을 알 수 있다. 탈크는 20 ~ 30 크기의 입자로서 표면에 실리카가 균일하게 흡착되어 있는 것을 확인할 수 있다. Fig. 8. (b) 는 표면처리된 탈크의 단면을 분석하여 코팅된 두께를 확인하였으며, 1 이하의 탈크 단면에 실리카가 0.2 이하로 코팅된 것을 확인할 수 있다.

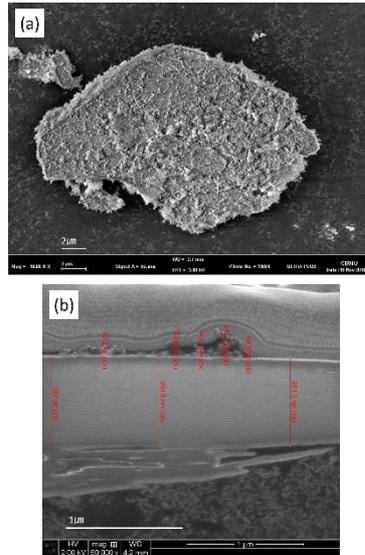


Fig. 8. Image of talc/silica silylate. (a) SEM image, (b) FIB image.

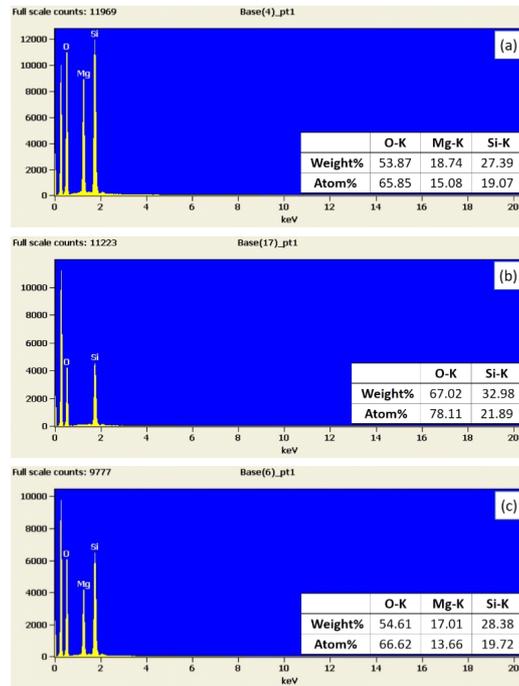


Fig. 9. EDS elemental analysis of (a) talc, (b) silica silylate, (c) talc/silica silylate

탈크의 주 구조식은 $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ 으로서 Fig. 9. (a) 에서 보는 바와 같이 산소 (O), 마그네슘 (Mg), 규소 (Si) 등으로 이루어져 있으며,

일부 미량원소가 포함 되어있다. 각각의 원소함량으로 미루어 볼 때 탈크의 기본 구조식과 거의 일치하는 것을 알 수 있다. 소수성 실리카의 원소분포는 Fig. 9. (b) 에서 보는 바와 같이 산소와 규소가 이루어져 있다. Fig. 9. (c) 는 탈크/실리카 복합체의 원소분포를 나타내었으며, Fig. 9. (a) 와 비교하였을 때, 실리카의 성분인 산소와 규소함량이 일부 증가하였고 상대적으로 마그네슘 함량이 감소한 것을 알 수 있다.

3.2.2. 구조분석

Fig. 10 은 탈크와 탈크/실리카 복합체의 X 선 회절분석 결과를 나타내었다. Fig. 10. (a) 는 탈크의 X 선 회절분석 그래프이며, 주피크가 각각 9.3, 18.8, 19.4, 28.5, 34.4, 36.1, 48.5, 59.1, 60.5° 등에서 나타나는 것을 볼 수 있으며, 이는 JCPDS 00-029-1493 와 일치함을 알 수 있다. Fig. 10. (b) 는 소수성 실리카의 회절패턴을 나타내었으며, Fig. 10. (a) 의 탈크의 회절패턴과 달리 피크의 강도가 낮으며, 이는 실리카가 결정형이 아닌 무정형의 피크를 나타낸다. 탈크/실리카 복합체의 회절패턴은 Fig. 10. (c) 에 나타내었으며, 탈크의 회절패턴과 비교하였을 때, 주피크는 일치하나 피크 강도가 전체적으로 감소하였음을 알 수 있다.

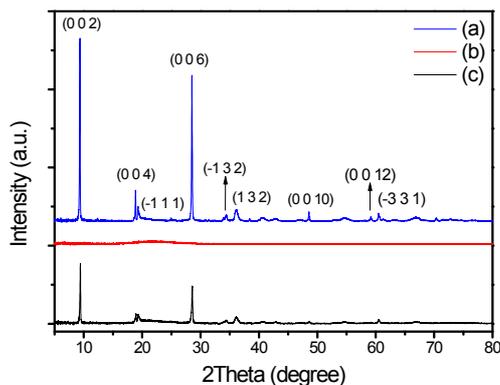


Fig. 10. X-Ray Diffraction graph of (a) talc, (b) silica silylate, (c) talc/silica silylate.

3.2.3. 표면처리 확인

Fig. 11 은 무기안료 복합체의 구조식을 확인하기 위한 FT-IR 의 그래프를 나타낸 것이다. Fig. 11. (a) 는 탈크의 구조로서 Fig. 4. (a) 에 나타

냈던 바와 같이 -OH, Si-O-Si-, Si-OH, Si-O 의 산소와 규소 결합을 주로 볼 수 있다. Fig. 11. (b) 는 소수성 실리카의 구조를 나타낸 것으로서 Fig. 5. (a) 에서 언급했던 바처럼 Si-O-Si, Si-CH₃ 의 산소와 규소, 규소와 메틸기의 구조를 확인할 수 있다. 이를 통하여 제조된 복합체는 Fig. 11. (c) 와 같이 Si-O-Si 피크와 Si-OH 피크가 겹쳐 나타나는 것을 확인할 수 있으며, Si-CH₃ 피크는 동일하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한 -OH 피크와 Si-O 피크는 감소하는 것을 알 수 있다.

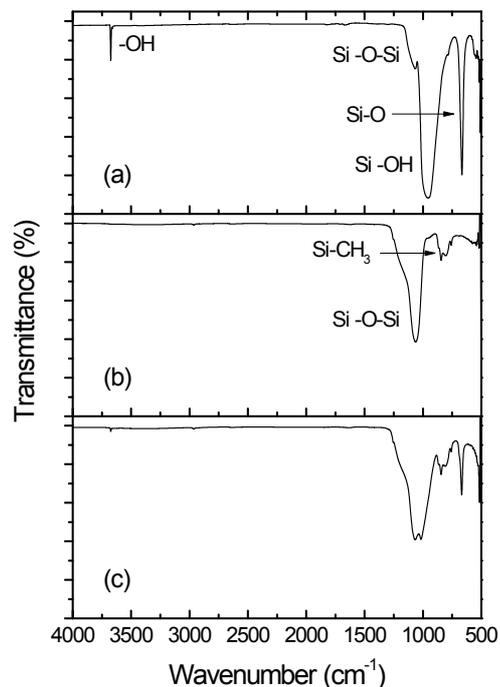


Fig. 11. FT-IR graph of (a) talc, (b) silica silylate, (c) talc/ silica silylate

4. 결론

본 연구에서는 판상 무기안료인 탈크 및 소수성 실리카를 각각 양이온, 음이온 계면활성제로 표면처리하여 표면전하를 조절하였다. 표면전하 조절된 탈크와 실리카의 제타전위 차를 이용하여 물리적으로 흡착시켜 탈크/실리카 복합체를 제조하였다.

탈크의 제타전위는 -14.5 mV 로서 PCA ethyl

cocoyl arginate 표면처리 후 20 ~ 53.5mV 로 증가하였으며, sodium cocoyl glycinate 표면처리 후 -20 ~ -51 mV 까지 감소하였다. 소수성 실리카의 제타전위는 -8.1 mV 로서 sodium cocoyl glycinate 표면처리 함량에 따라 제타전위가 감소하다가 1wt% 표면처리 후에 증가하는 경향을 보였으며, 이는 계면활성제의 미셀 형성으로 인해 변곡점을 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 표면처리된 탈크와 실리카 FT-IR 분석을 통해 계면활성제 성분 중 일부인 N-H, C=O, CH₂ 등의 작용기를 확인할 수 있었으며, 열감량분석을 통하여 표면처리 전, 후에 따른 열 감량차이로 탈크와 실리카에 유기물인 계면활성제가 표면처리된 것을 확인할 수 있었다.

제조된 탈크-실리카 복합체는 SEM 으로 분석하여 20 ~ 30 의 판상입자형상을 확인하였고, 10~20 nm 의 소수성 실리카가 탈크 표면 위에 균일하게 표면처리됨을 볼 수 있었다. 또한 FIB 분석으로 탈크의 단면을 확인하여 소수성 실리카의 표면처리상태를 확인하였으며, EDS 로 각 무기안료와 제조된 복합체의 원소분포를 확인할 수 있었다.

XRD 구조분석을 통해 탈크의 회절패턴이 JCPDS 00-029-1493 임을 확인하였으며, 실리카는 무정형의 구조를 갖는 것을 확인하였다. FT-IR 분석을 통해 탈크의 Si-OH, Si-O 의 피크와 소수성 실리카의 Si-O-Si, Si-CH₃ 피크가 공존하는 것으로 보아 탈크와 소수성 실리카가 결합되어 있음을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 경제협력권산업육성사업 (R0004939) 의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. I. S. Chang and O. S. Lee, New Technology in Cosmetic Industry, *Prospectives Ind. Chem.*, **3**(1), 11(2000).
2. J. K. Lim and B. S. Jin, Characteristics of Bgsome-coated Illite as a Face Powder, *Appl. Chem. Eng.*, **24**(2), 126(2013).
3. D. S. Shin, K. S. Kim, O. S. Lee and S. H. Lee, Preparation of SiO₂/TiO₂ composite particles with planarized SiO₂ particles, *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea*, **25**(1), 37(1999).
4. W. T. Kwon, S. R. Kim, Y. H. Kim, Y. J. Lee, D. G. Shin, J. Y. Won and S. C. Oh, The Effect of Liquide Medium on Silicon Grinding and Oxidation during Wet Grinding Process, *J. Korean Ceram. Soc.*, **51**(2), 121(2014).
5. G. Lefebvre, L. Galet and A. Chamayou, Dry coating of talc particles with fumed silica: Influence of the silica concentration on the wettability and dispersibility of the composite particles, *Powder Technol.*, **208**, 372(2011).
6. S.C. Feifel and F. Lisdat, Silica nanoparticles for the layer-by-layer assembly, *J. Nanobiotechnol.*, **9**, 59(2011).
7. S. B. Kye and S. N. Park, Morphology and Mechanical Properties through Hydroxyapatite Powder Surface Composite, *Appl. Chem. Eng.*, **27**(3), 299(2016).
8. J. S. Ko, J. H. Lee and K. C. Sung, A Study on the Powders for Makeup Cosmetics, *J. Korean Oil Chem. Soc.*, **29**(2), 286(2012).
9. M. J. Oh, H. Lee and K. H. Paik, Formation of Hydrophobic Self-assembled Monolayers on Paper Surface with Silanes, *J. Korea Tech. Assoc. Pulp Pap. Ind.*, **42**(1), 64(2010).
10. H. Ji, D. H. Kim, H. J. Park, H. M. Lim, S. H. Lee, D. S. Kim and Y. H. Kim, Preparation of Alumina-Silica Composite Coatings by Electrophoretic Deposition and their Electric Insulation Properties, *J. Korean Ceram. Soc.*, **51**(3), 177(2014).
11. S. R. Hwang, J. O. Nam, B. J. Lee, W. H. Song and C. S. Lee, Recent Emulsion Technology in Cosmetics, *Korean Soc. Biotechnol. Bioeng. J.*, **27**, 207(2012).
12. A. Kaya and Y. Yukselen, Zeta potential of soils with surfactants and its relevance

- to electrokinetic remediation, *J. Hazard. Mater.*, **B120**, 119(2005).
13. H. J. Lee, Use and risks of talc in public health, *J. Prev. Vet. Med.*, **33**(3), 165 (2009).
 14. S. Dawoodbhai and C. T. Rhodes, Pharmaceutical and Cosmetic uses of Talc, *Drug Dev. Ind. Pharm.*, **16**(16), 2409(1990).
 15. S. H. Jin, J. J. Hong, I. Kim, J. H. Yun and S. E. Shim, Effect of Vinyltriethoxyailane Content on Mechanical and Physical Properties of Precipitated Silica Reinforced Silicone Rubber, *Polymer(Korea)*, **35**(4), 342(2011).
 16. J. H. Kim, S. E. Kim, K. Y. Kyong, E. J. Lee and M. S. Yoon, Effect of Aqueous Phase Composition on the Stability of Silica-stabilized Water-in-oil Emulsion, *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea*, **30**(3), 353(2014).
 17. T. C. Merkel, B. D. Freeman, R. J. Spontak, Z. He, I. Pinnau, P. Meakin and A. J. Hill, Ultrapermeable, Reverse-Selective Nanocomposite Membranes, *Science*, **296**, 519(2002).
 18. K. Shamel, M. B. Ahmad, W. Z. W. Yunus, N. A. Ibrahim and M. Darroudi, Synthesis and characterization of silver/talc nanocomposites using the wet chemical reduction method, *Int. J. Nanomedicine*, **5**, 743(2010).
 19. T. Y. Lin and D. H. Chen, One-step green synthesis of arginine-capped iron oxide/reduced graphene oxide nanocomposite and its use for acid dye removal, *RSC Adv.*, **4**, 29357(2014).
 20. M. Takehara, Properties and Applications of Amino Acid Based Surfactants, *Colloids Surf.*, **38**, 149(1989).