

## 산화마그네슘을 코팅한 마이카의 헤이즈 특성

강국현<sup>1</sup>, 현미호<sup>1</sup>, 이동규<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>충북대학교 공과대학 공업화학과

### Haze Characteristics of Mica Coated with Magnesium Oxide

Kuk-Hyoun Kang<sup>1</sup>, Mi-Ho Hyun<sup>1</sup>, Dong-Kyu Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Engineering Chemistry, Chungbuk National University

**요약** 무기 복합 입자는 독특한 물리·화학적 특성에 따라 다양한 산업 분야에 응용된다. 최근 마이카와 같은 판상 기질에 유·무기 물질을 코팅하여 광 산란, 굴절 및 투과 특성 등의 광학적 특성을 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 마이카는 높은 화학적 안정성, 내후성 및 무독성의 입자로 안료, 플라스틱, 페인트, 세라믹 등에 널리 적용되고 있다. 산화마그네슘은 높은 빛 투과율, 내식성, 무독성을 갖고 있어, 광학재료 및 고분자 첨가제 등으로 이용되고 있다. 마이카와 산화마그네슘의 광학적 특성을 이용하기 위하여 수산화마그네슘을 용해-재결정하여 마이카 표면에 코팅하였다. 전구체의 농도, pH 변화 등의 공정 변수를 조절하여 적합한 헤이즈 값을 갖는 입자를 합성하였다. 결과적으로 마이카 표면에 수산화마그네슘 층이 형성되고, 4시간 동안 400 °C에서 소성하면 산화마그네슘으로 변환된다. 본 연구에서는 pH와 수산화마그네슘의 첨가량 조절로 헤이즈 값을 쉽게 제어 할 수 있는 것을 보여주었다. 제조된 분체의 광학적 특성은 탁도계(Hazemeter)를 이용해 측정하였고, pH 9에서 가장 높은 값인 85.92 %를 얻었다. 복합분체의 물리·화학적 특성은 XRD, SEM, EDS 및 PSA를 통해 확인하였다.

**Abstract** Inorganic composite particles have excellent physical and chemical characteristics and have been applied in various industries. Recently, many studies have examined the optical properties, such as light scattering, refraction, transmission characteristics, by coating organic-inorganic materials on a substrate, such as mica. Mica is widely applied as a pigment, plastics, painted products, and ceramics because of its high chemical stability, durability and non-toxicity. Magnesium oxide has a range of properties, such as high light transmittance, corrosion resistance and non-toxicity, and it is used as an optical material and polymer additives. To use the optical properties of mica and magnesium oxide, mica was coated with magnesium hydroxide by a dissolution and recrystallization process. In this study, the optimal conditions for the haze value of the particles were found by adjusting the amount of precursors and pH. Magnesium hydroxide layers were formed on the surfaces of mica and converted to MgO after calcination at 400 °C for 4 h. The results showed that the value of MgO-coated mica haze can be controlled easily by the amount of the magnesium hydroxide and pH. The optical properties of the inorganic composite powder were analyzed using a hazemeter and the highest haze value was 85.92 % at pH 9. The physicochemical properties of the synthesized composite was analyzed by SEM, XRD, EDS, and PSA.

**Key Words** : Coating, Haze, Magnesium oxide, Mica, Soft focus

### 1. 서론

무기 복합 분체는 독특한 물리·화학적 특성을 지니며 새로운 형태나 크기 또는 기능을 갖는 소재로 합성되어

전자, 기계, 전기 및 광학 분야에서 다양한 형태로 응용되고 있다. 판상 기재를 기본으로 한 무기복합 분체는 활용 범위가 매우 넓어 광학 필터, 화장품, 플라스틱, 도료 및 안료 등 다양한 분야에 적용하기 위해 연구되고 있다

본 연구는 2013년도 충북대학교 학술연구 지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

\*Corresponding Author : Dong-Kyu Lee(Chungbuk National Univ.)

Tel: +82-43-261-2487 email: [dklee@cbnu.ac.kr](mailto:dklee@cbnu.ac.kr)

Received August 11, 2015

Revised (1st September 26, 2015, 2nd October 6, 2014)

Accepted January 8, 2015

[1-3].

관상 기재 가운데 마이카는 높은 화학적 안정성과 내후성, 무독성, 진주 광택성 등의 특징을 갖고 있어 산업 전반에 사용되고 있다. 특히 마이카 위에 이산화티탄[4], 산화철[5], 알루미늄산화코발트[6] 등의 물질을 코팅할 경우 독특한 색상과 광택을 표현 할 수 있어 다양한 무기화합물을 코팅하기 위한 연구가 진행 되고 있다. 코팅에 사용되는 무기화합물 중 산화마그네슘은 높은 빛 투과율, 무독성, 불연성 및 화학안정성 등의 특징을 갖는 물질로서, 내열재료, 고분자 첨가제, 고온 광학재료 및 조명 재료 등에 널리 이용되고 있다. 또한, 관상 기재에 산화마그네슘을 코팅하면 소프트 포커스 효과를 갖는 소재 개발이 가능하다. 소프트 포커스 효과는 빛의 광 산란 효과를 이용해 초점을 흐리게 표현하여 사물의 외관을 부드럽거나 흐리게 나타냄으로서 심미적 효과를 얻는 것이다. 이 이론은 1980년대 일본 Pola 화장품에서 발표한 색조화장품 소재의 광학적 특성을 표현한 기술이다. 일반적으로 구상의 반투명 소재가 투명 산란 반사 현상을 통해 나타나는 것이지만, 빛이 관상의 무기 소재 파우더를 통과하면서 산란되어 광학적으로 흐릿하게 보일 경우 그 특성이 나타난다고 알려져 있다[7,8].

관상 기재 위에 무기물을 코팅하는 방법은 수열합성법에 의한 축합반응을 이용하게 된다. 코팅 원리는 기재 표면에 존재하는 산소기 또는 친수성기에 무기 물질의 수산기가 접합되는 것으로, 마이카에 존재하는 알루미늄히드록시기 그룹은 코팅이 일어나는 장소를 제공한다[9,10]. 무기물을 관상 기재에 코팅할 경우, pH, 온도, 전구체의 몰수 등의 조건에 따라 결과에 큰 영향을 주게 된다. 목적 물질의 코팅 성공 여부는 pH에 크게 의존하므로 염산이나 수산화나트륨과 같은 pH 조절제를 사용하게 되며, 합성된 입자의 색감, 광택도 등의 특성은 전구체의 몰 비에 의해 크게 영향을 받는다[11,12].

산화마그네슘은 마그네슘 전구체와 알칼리 용액을 반응하여 수산화마그네슘을 생성 한 후 고온 소성시켜 합성하며, 이때의 단점은 낮은 결정도와 불균일한 입자가 서로 응집되는 것이다[13-15]. H.Yan 등은 계면활성제인 CTAB를 이용하여 입자를 분산하였고[16], J.P.Lv 등은 PVP, 젤라틴과 같은 첨가제를 이용하여 입자를 분산시켰다[17]. 이러한 연구 추세에 따라 입자의 분산을 개선하는 방법이 연구되었으며, 효과적인 방법 중 하나는 수열 처리 상태에서 입자를 재결정화 하는 것으로 확인되

었다[18].

본 연구에서는 마이크로 수열합성법으로 합성된 수산화마그네슘을 용해·재결정하여 소프트포커스 특성을 갖는 산화마그네슘이 코팅된 마이카 복합 분체를 합성하였다. 산화마그네슘을 용해하기 위한 산으로 염산을 사용하였고, pH 조절을 위해 수산화나트륨수용액을 사용하였다. 수산화마그네슘 코팅에 따른 헤이즈 값 변화를 확인하기 위해 수산화마그네슘의 농도와, pH를 변화시켜서 실험을 진행하였다. 합성된 무기복합분체의 소프트포커스 효과를 확인하기 위해 탁도계(Haze meter)를 사용하였고, XRD, SEM, EDS, PSA와 같은 분석기기 또는 방법을 이용하여 물리·화학적 특성을 분석하였다.

## 2. 실험

### 2.1 실험 재료 및 방법

소프트 포커스 효과를 갖는 산화마그네슘이 코팅된 마이카 복합 분체의 합성을 위해 사용된 시약은 다음과 같다. 관상의 기재로는 마이카(Mica,  $K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$ , Shanghai Pearl Fine Chemical Co., Ltd., China)를 사용하였고, 산화마그네슘 코팅을 위해 사용된 수산화마그네슘은 합성하여 사용하였다[19]. 수산기의 제공, 응집제 및 pH 조절제로 수산화나트륨(Sodium hydroxide, NaOH, 98.0 %, Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Korea)을 사용하였으며, 합성된 수산화마그네슘을 용해하기 위해 염산(Hydrochloric acid, HCl, 35.0 ~ 37.0 %, Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Korea)이 사용되었다.

용매인 증류수 300 mL에 마이카 5 g을 넣고 교반하여 온도를 80 °C로 유지한다. 수산화마그네슘 0.1 ~ 0.30 mol을 염산 40 mL에 넣고 교반하여 완전히 용해한다. 마이카를 분산한 용액에 수산화마그네슘이 용해되어 있는 용액과 pH 조절을 위한 수산화나트륨 수용액을 동시에 투입한다. 수산화마그네슘 용액이 완전히 투입되면 10분 동안 교반시켜준 후 30분간 정지시켜준다. 생성된 침전물을 수회 수세 후, 여과하여 60 °C에서 24시간 동안 건조하면 백색의 생성물을 얻을 수 있다. 건조된 입자를 400 °C에서 4시간 동안 소성시키면 소프트 포커스 효과를 갖는 산화마그네슘이 코팅된 마이카가 합성된다.

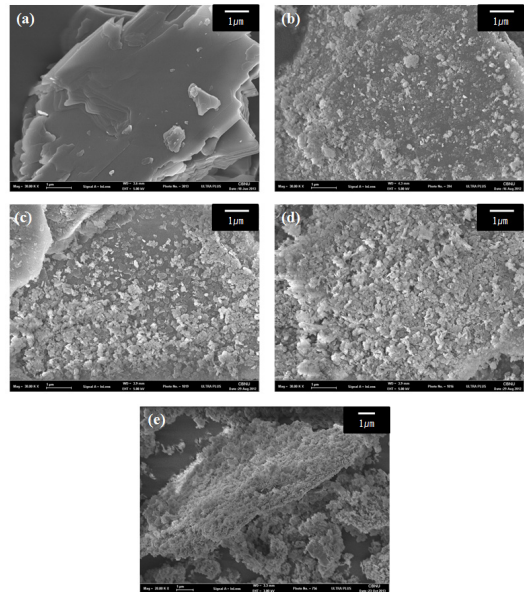
## 2.2 분석

합성된 분체의 특성은 다음과 같은 방법으로 분석하였다. 산화마그네슘의 코팅 형상을 확인하기 위해 주사 전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, Model LEO-1530FE, Hitachi Co., Japan)을 통해 확인하였고, 원소함량과 원소 비는 에너지 분산형 분석기(Energy Dispersive Spectroscopy Mapping, S-2500C, Hitachi Co., Japan)를 통하여 분석하였다. 결정성을 확인하기 위하여 X-선 회절분석기(X-Ray Diffractometer, Model D8 Discover with GADDS, Bruker AXS., USA)를 이용하였고, 결과는 JCPDS(Joint Committee on Power Diffraction) 카드와 비교하여 확인하였다. 복합분체의 입도변화는 입도 분석기(Particle Size Analysis Mastersizer 2000, Malvern, USA)를 이용하였고, 소프트 포커스 효과를 확인하기 위한 헤이즈 특성 분석은 탁도계(Haze meter, NDH 5000, Nippon Denshoku Industries Co., Ltd, Japan)를 이용하였으며, 결과 값은 측정 시료에서 3곳을 3회 측정 후 얻어진 값의 평균값을 표기하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 수산화마그네슘 양에 따른 SEM 관찰

수산화마그네슘 전구체 양에 따른 산화마그네슘 코팅 영향을 확인하기 위한 SEM 분석을 Fig. 1에 나타내었다. (a)는 천연 마이카이며, (b), (c), (d) 그리고 (e) 샘플은 각각 수산화마그네슘이 0.1, 0.15, 0.2 그리고 0.3 mol이 공급 될 때 합성된 입자의 결과이다. (a)는 천연마이카로 표면이 매끈한 것이 확인되었다. (b)는 가장 적은 양의 수산화마그네슘을 이용한 실험 결과로 (a)와 달리 표면에 작은 입자들이 분포된 것을 알 수 있다. (c)는 0.15 mol을 첨가한 결과로 (b)에 비해 마이카 표면을 덮는 양이 증가된 것을 확인하였다. 수산화마그네슘이 각각 0.2, 0.3 mol 첨가된 (d)와 (e) 샘플은 마이카 표면이 산화마그네슘에 의해 대부분 덮혀 있는 것을 볼 수 있으며, 특히 수산화마그네슘의 양이 가장 많은 (e)의 경우 마이카 표면에 불균일한 분포를 갖는 두꺼운 층이 형성된다. 이를 통해 수산화마그네슘 첨가량이 많으면 코팅되는 산화마그네슘의 양이 증가하고 입자의 크기가 커지는 경향성을 가지며, 마이카 표면에 산화마그네슘의 코팅이 잘 되는 것을 확인하였다.

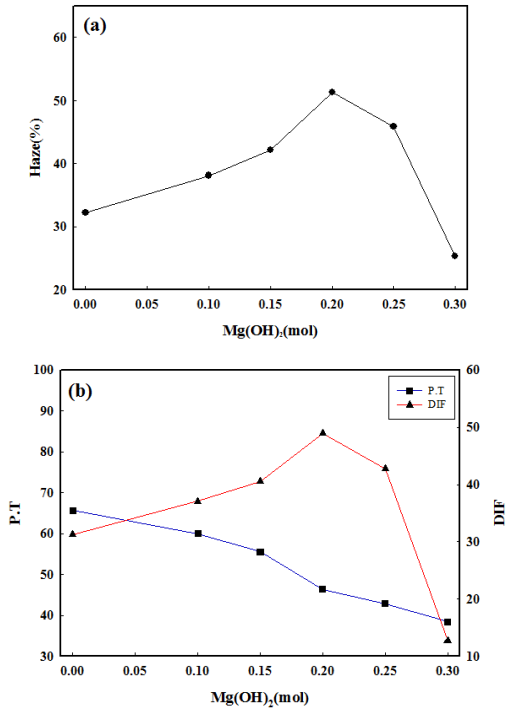


[Fig. 1] SEM images of mica and MgO-coated mica with different amount of Mg(OH)<sub>2</sub>. (a) mica, (b) 0.1 mol, (c) 0.15 mol, (d) 0.2 mol, (e) 0.3 mol.

### 3.2 수산화마그네슘 코팅 양에 따른 헤이즈 변화

코팅된 산화마그네슘의 양에 따라 변화하는 헤이즈(Haze), 평행투과광(P.T), 확산투과광(DIF) 값의 결과를 Fig. 2에 나타내었으며, 각 샘플은 pH 10에서 합성된 결과이다. 탁도계에서 측정되는 항목은 확산 투과광, 평행 투과광, 전 투과광(T.T), 헤이즈 값이며, 전 투과광은 확산 투과광과 평행 투과광의 합을 나타낸다. 헤이즈 값은 빛이 샘플을 투과하여 나타나는 흐림의 정도를 수치로 표현하는 것으로, 전 투과광에 대한 확산투과광의 비에 대한 백분율의 값이다[20]. 분석 결과를 보면, 천연 마이카의 헤이즈 값은 32.28 %이고 수산화마그네슘의 양이 0.1 mol일 경우 38.21 %, 0.15 mol 와 0.2 mol 일 때 각각 42.17, 51.33 %의 값을 갖고 0.25, 0.3 mol이면 49.91, 25.32 %의 값을 가진다. 즉 수산화마그네슘의 첨가량이 증가하면 결과 값이 높아지며, 0.25 mol 이상일 때 헤이즈 값은 감소하였다. 0.1 mol의 수산화마그네슘 용액을 이용한 경우 산화마그네슘 코팅 층이 충분히 형성되지 않으므로 평행투과광이 큰 값을 가져 헤이즈 값이 낮게 나타난다. 0.10 ~ 0.20 mol 에서는 코팅된 산화마그네슘의 양이 많아져서 평행투과광이 감소하고 확산투과광이 증가하므로 헤이즈 값이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 0.25

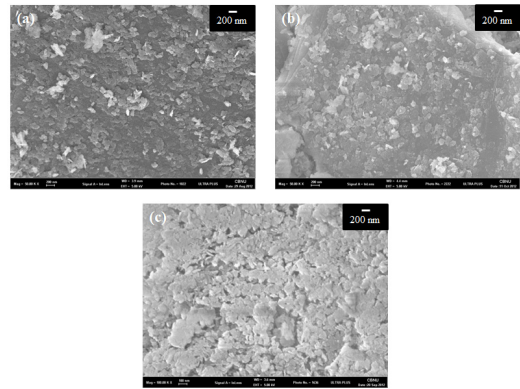
~ 0.3 mol의 경우 수산화마그네슘 첨가량의 늘어나 입자간 뭉침 현상이 발생하고 불균일하고 두꺼운 코팅 층의 형성되어 확산투과광이 감소하므로 상대적으로 낮은 헤이즈 값이 측정 되었다.



[Fig. 2] Haze and transmitted light value of MgO-coated mica by different amount of Mg(OH)<sub>2</sub> (a) Haze, (b) P.T and DIF.

### 3.3 pH 변화에 따른 SEM 관찰

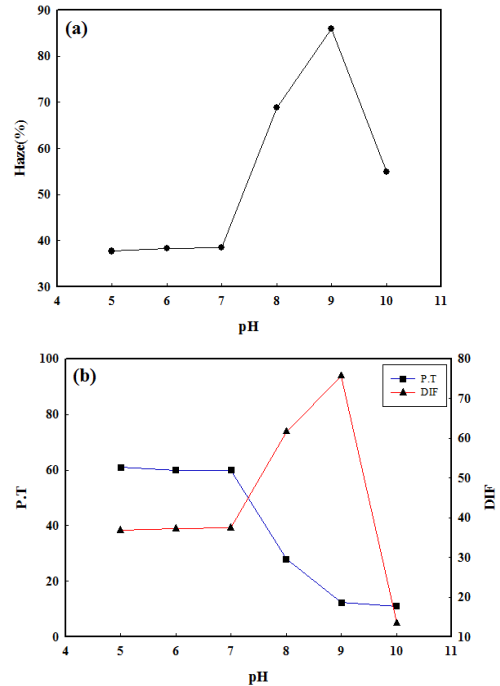
pH 변화에 의해 마이카에 코팅된 입자의 형상 변화를 확인한 SEM 분석 결과를 Fig. 3에 나타내었다. pH 조절제와 침전제로서 수산화나트륨 3 M 용액을 사용하였고, 수산화마그네슘의 양은 0.2 mol로 고정하였으며, 각각의 pH는 (a) 8, (b) 9 그리고 (c) 10이다. pH 8에서는 불규칙한 코팅 분포가 나타나며, 산화마그네슘의 입자가 비교적 작은 것을 알 수 있다. pH 9의 경우 코팅 된 입자의 크기가 커지며, pH 10인 경우 수산화마그네슘의 침전효과에 의해 입자가 서로 응집되고 코팅이 매우 두껍게 이루어진다. pH가 증가 할수록 산화마그네슘의 입자 크기가 커지며, 두껍고 균일하게 코팅 되는 것을 볼 수 있었다.



[Fig. 3] SEM images of MgO-coated mica with different pH at 3 M NaOH. (a) pH 8, (b) pH 9, (c) pH 10.

### 3.4 pH 변화에 따른 헤이즈 변화

수산화나트륨 3 M 용액을 이용해 pH를 5 ~ 10까지 1 단위로 변화하고 수산화마그네슘의 양을 0.2 mol로 고정하여 실험한 샘플의 헤이즈, 평행투과광, 확산투과광 값의 측정 결과를 Fig. 4에 나타내었다. pH 5 ~ 7에서는 40 % 이하의 낮은 헤이즈 값을 가지며, 값의 변화가 1 % 미만이었다. pH 7과 8사이에서 헤이즈 값이 가장 큰 차

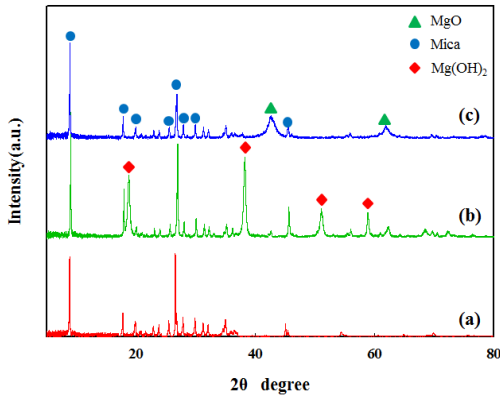


[Fig. 4] Haze value and transmitted light value of MgO-coated mica with different pH at 3 M NaOH (a) Haze, (b) P.T and DIF.

이를 보이며, 산성과 중성영역에서보다 염기성 조건에서 수산화마그네슘의 재결정화가 잘 일어나기 때문에 나타난 결과로 판단된다. pH 9에서 최대인 85.92 %의 값이 측정된 후 pH 증가에 따라 헤이즈 값이 감소한다. 이는 제공되는 수산기의 양이 증가하면서 마이카 표면에 코팅되는 수산화마그네슘 양이 늘어나 상대적으로 두꺼운 코팅 층을 형성하여 나타나는 결과이다. pH 5 ~ 9에선 pH가 증가함에 따라 코팅되는 산화마그네슘 양의 증가로 평행투과광이 감소하여 헤이즈 값이 향상되었으나, pH 10이상에서 수산화마그네슘의 응집현상에 의해 정반사와 난반사가 고르게 일어나지 않으므로 확산투과광이 감소하여 상대적으로 헤이즈 값이 감소하게 되는 것을 확인하였다.

### 3.5 XRD 분석

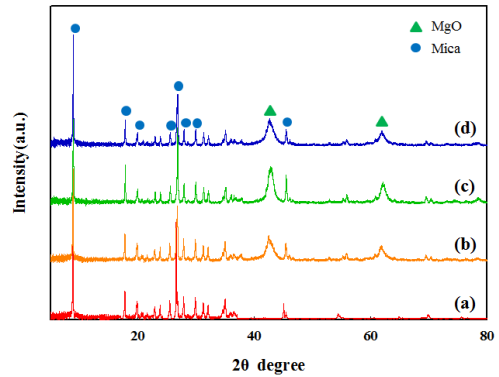
마이카에 수산화마그네슘을 코팅한 샘플과 이를 소성하여 산화마그네슘으로 전환된 입자의 결정성 변화를 확인한 XRD 분석 결과를 Fig. 5에 나타내었다. (a)는 마이카 (b)는 소성 전 (c)는 400 °C에서 소성한 입자의 결과이다. (a)는 전형적인 마이카의 피크이며, (b)는 마이카의 피크와 수산화마그네슘 피크가 동시에 나타났다. (c)는 소성 후의 분석 결과로 수산화마그네슘의 피크가 산화마그네슘의 피크로 전환된 것을 볼 수 있으며 마이카의 고유 피크는 변화가 없는 것을 확인 할 수 있다.



[Fig. 5] XRD graphs of MgO-coated mica. (a) mica, (b) before calcination, (c) after calcination.

pH에 따라 변화하는 결정성을 확인하기 위해 400 °C에서 소성한 복합 분체의 XRD 분석한 결과를 Fig. 6에 나타내었다. (a)는 마이카, (b)는 pH 8, (c)와 (d)는 각각 pH 9, pH 10 일 때의 결과이다. (a)를 보면 마이카의 전

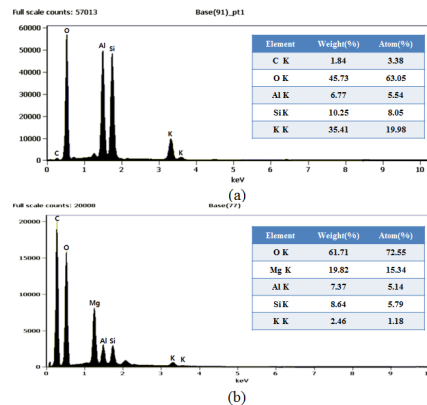
형적인 피크가 나타난 것을 확인 할 수 있고, (b) ~ (d)에서는 pH와 상관없이 기재인 마이카와 산화마그네슘의 피크가 동시에 나타남을 볼 수 있다. 이 결과를 pH 8 ~ 10에서 69.81, 85.92, 54.91 %의 헤이즈 값을 가졌던 Fig. 4와 비교하면 산화마그네슘의 결정성이 헤이즈 값에 영향을 끼치지 않는 것을 확인 할 수 있었다.



[Fig. 6] XRD graphs of MgO-coated mica with different pH (a) mica, (b) pH 8, (c) pH 9, (d) pH 10.

### 3.6 EDS

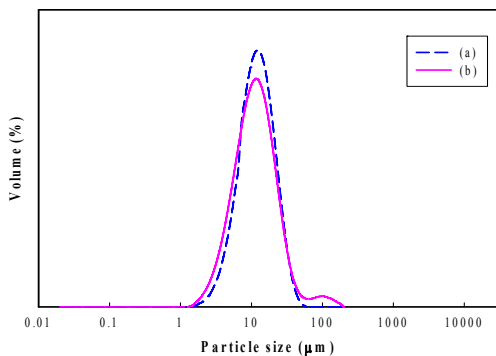
합성한 복합 분체의 원소 구성 성분을 확인하기 위하여 측정한 EDS 분석 결과를 Fig. 7에 나타내었다. (a)는 천연 마이카이며, 조성은  $[K_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O]$ 으로 EDS의 (a)와 일치한다. (b)는 천연 마이카 위에 0.2 mol의 수산화마그네슘을 이용하여 코팅한 입자의 결과이다. 코팅 전 나타나지 않았던 19.82 wt%의 마그네슘의 피크가 나타났고 상대적으로 실리카, 칼륨의 함유량이 감소하였다. 이에 따라 천연 마이카 기재 위에 산화마그네슘이 코팅 되었다는 것을 확인 할 수 있었다.



[Fig. 7] EDS spectra of (a) Mica (b) MgO-coated mica.

### 3.7 PSA 측정

기재로 사용한 천연 마이카와 산화마그네슘이 코팅된 마이카의 입자 크기 분포를 확인하기 위해 측정된 PSA 결과를 Fig. 8에 나타내었다. (a)는 천연마이카의 분포 결과이고 (b)는 천연 마이카 위에 0.2 mol의 수산화마그네슘을 이용하여 코팅한 입자의 결과이다. 입자 크기 분포 결과를 바탕으로 천연 마이카의 평균 입자 크기는 11.985  $\mu\text{m}$ , 산화마그네슘이 코팅된 마이카의 평균 입자 크기는 12.35  $\mu\text{m}$ 로 측정 되었고, (a)와 (b) 사이의 입자 크기 분포의 분산도는 비슷한 경향을 가진다. 마이카 표면에 산화마그네슘이 코팅되어짐에 따라 약 0.37  $\mu\text{m}$ 의 평균 입자 크기 증가하는 것을 알 수 있었다.



[Fig. 8] Particles size distribution patterns of (a) mica and (b) MgO-coated mica.

## 4. 결론

수산화마그네슘을 이용하여 소프트 포커스 특성을 갖는 복합분체를 수열합성법으로 합성하였다. 수산화마그네슘 코팅에 따른 헤이즈 값 변화를 확인하기 위해 수산화마그네슘의 농도와 pH를 변화시켜서 실험을 진행하였고, 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소프트 포커스 특성을 갖는 산화마그네슘이 코팅된 마이카의 최적 합성 조건은 pH 9에서 마이카 5 g에 수산화마그네슘 0.2 mol을 사용한 것으로, 측정된 값은 헤이즈 효과를 나타내는 범위인 85.92 % 이었다.
2. 헤이즈 값은 수산화마그네슘의 첨가량과 pH 값이 증가할수록 커지는 경향이 나타났으나, 전구체 농도가 0.25 mol 그리고, pH가 10 이상일 때는 산화마그네슘 입자의 응집으로 헤이즈 값이 감소하였다.

3. 코팅된 수산화마그네슘은 400  $^{\circ}\text{C}$  이상에서 산화마그네슘으로 전환되었고, XRD 분석결과 마이카 고유의 결정성에 영향을 주지 않는 것을 알 수 있었다.
4. 합성된 복합 분체 표면에 산화마그네슘이 코팅된 것은 EDS 분석으로 확인 하였고, PSA 측정 결과 평균 입자의 크기는 12.35  $\mu\text{m}$ 로 천연마이카보다 약 0.37  $\mu\text{m}$ 의 평균 입자 크기가 향상 되었다.

## References

- [1] H. Y. Du, C. X. Liu, J. Y. Sun, Q. R. Chen, "An investigation of angle-dependent optical properties of multi-layer structure pigments formed by metal-oxide-coated mica", *Powder Technol.*, 185, pp. 291-296, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2007.10.031>
- [2] V. Stengl, J. Subrt, S. Bakardjieva, A. Kalendova, P. Kalenda, "The preparation and characteristics of pigments based on mica coated with metal oxides", *Dyes Pigm.*, 58, pp. 239-244, 2003. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0143-7208\(03\)00086-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0143-7208(03)00086-X)
- [3] P. Kalenda, A. Kalendova, V. Stengl, P. Antos, J. Subrt, Z. Kvaca, S. Bakardjieva, "Properties of surface-treated mica in anticorrosive coatings", *Prog. Org. Coat.*, 49, pp. 137-145, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2003.09.003>
- [4] J. Chen, X. Shi, B. Han, "The Preparation and characteristics of cobalt blue colored mica titania pearlescent pigment by microemulsions", *Dyes Pigm.*, 75, pp. 766-769, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dyepig.2006.08.020>
- [5] M. Ren, H. Yin, Y. Hang, C. Ge, Y. Zhang, A. Wang, L. Yu, T. Jiang, Z. Wu, "Deposition of colored inorganic coating layers on lamellar sericite surface and the pigmentary performances", *Powder Technol.*, 214, pp. 31-37, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2011.07.025>
- [6] J. R. Tan, Y. F. Han, W. X. Hou, X. Z. Chen, X. S. Fu, "The preparation and characteristics of cobalt blue mica coated titania pearlescent pigment", *Dyes Pigm.*, 52, pp. 215-222, 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0143-7208\(01\)00086-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0143-7208(01)00086-9)
- [7] R. Emmert, "Quantification of the soft-focus effect", *Cosmet. Toiletries*, 111, pp. 57, 1996.
- [8] T. Suzuki, "Improvement of transparency and luster of synthetic mica powder for cosmetics", *Fragrance Journal*, 30, pp. 45, 2002.



[9] D. Tiwari, H. U. Kim, S. M. Lee, "Removal behavior of sericite for Cu(II) and Pb(II) from aqueous solutions : Batch and column studies", *Sep. Purif. Technol.*, 57, pp. 11-16, 2007.

[10] J. O. Kim, S. M. Lee, C. Jeon, "Adsorption characteristics of sericite for cesium ions from an aqueous solution", *Chem. Engres. Res. Des.*, 92, pp. 368-374, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cherd.2013.07.020>

[11] K. S. Lee, K. H. Kang, J. H. Lee, D. K. Lee. "Preparation and Chrominance of Metal Oxide Coated Titania/Mica Pearlescent Pigment", *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, 130, 2, pp. 233-243, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2013.30.2.233>

[12] D. K. Lee, J. H. Lee, S. Y. Park, "Preparation and Characteristics of Carmine coated Mica Pearlescent Pigment" *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, 24, 4, pp. 511-517, 2008.

[13] J. P. Lv, L. Z. Qiu, B. J. Qu, "Controlled Synthesis of Magnesium Hydroxide Nanoparticles with Different Morphological Structures and Related Properties in Flame Retardant Ethylene-Vinyl Acetate Blends", *Nanotechnology*, 15, 11, pp. 1576, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/15/11/035>

[14] C. Sanchez, B. Julian, P. Belleville and M. Popall, "Applications of Hybrid Organic - Inorganic Nanocomposites", *J. Mater.Chem.*, 15, pp 3559-3592, 2005.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1039/b509097k>

[15] K. H. Kang, D. K. Lee, "Synthesis of magnesium oxysulfate whiskers using triethanolamine as a morphology control agent", *J. Ind. Eng. Chem.*, 20, 4, pp. 2580-2583, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2013.10.044>

[16] Y. N. Hong, X. H. Zhanga, J. M. Wua, L. Q. Weia, X. G. Liuc, B. S. Xua, "The use of CTAB to improve the crystallinity and dispersibility of ultrafine magnesium hydroxide by hydrothermal route" *Powder Technol.*, 188, 2, pp. 128-132, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2008.04.024>

[17] J. P. Lv, L. Z. Qiu, B. J. Qu, "Controlled growth of three morphological structures of magnesium hydroxide nanoparticles by wet precipitation method" *Journal of Crystal Growth*, 267, pp. 676-684, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2004.04.034>

[18] M. V. Dagaonkar, A. A. C. M. Beenackers, V. G. Pangarkar, "Absorption of sulfur dioxide into aqueous reactive slurries of calcium and magnesium hydroxide in a stirred cell", *Chem. Eng. Sci.*, 56, 3, pp. 1095-1101, 2001.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0009-2509\(00\)00326-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-2509(00)00326-2)

[19] K. H. Kang, D. K. Lee, "Synthesis and Characteristics of Magnesium Hydroxide using Microwave" *K. J. Met. Mater.*, 51, 1, pp. 77-82, 2012.

[20] A. Kashimoto, "Control of the optical properties of powder materials and the application for base make-up cosmetics", *Fragrance Journal*, 30, pp. 19, 2002.

**이 동 규(Dong-Kyu Lee)**

[정회원]



- 1981년 2월 : 충북대학교 화학공학과 (공학석사)
- 1989년 2월 : 충북대학교 화학공학과 (공학박사)
- 1991년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 공업화학과 교수

<관심분야>

형광체, 초음파분무 열분해, sol-gel, 필 안료

**강 국 현(Kuk-Hyoung Kang)**

[정회원]



- 2010년 2월 : 충북대학교 공업화학과 (공학석사)
- 2013년 8월 : 충북대학교 공업화학과 박사 (공학박사)
- 2013년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 시간강사 박사후 과정

<관심분야>

무기물 합성, 무기첨가제, 디스플레이 소재, 코팅

**현 미 호(Mi-Ho Hyun)**

[정회원]



- 2013년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 공업화학과 석사 과정

<관심분야>

무기물 합성, 고분자 첨가제