

## 한국산 천연 광물 부석 파우더 코팅 및 특성에 관한 연구

김인영<sup>1†</sup> · 노지민<sup>1</sup> · 남은희<sup>1</sup> · 신문삼<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>(주)바이오부텍 기업부설 연구소, <sup>2</sup>울지대학교 미용화장품과학과  
(2019년 6월 7일 접수: 2019년 6월 20일 수정: 2019년 6월 24일 채택)

### A Study of Properties and Coating Natural Mineral Pumice Powder of in Korea

In-Young Kim<sup>1†</sup> · Ji-Min Noh<sup>1</sup> · Eun-Hee Nam<sup>1</sup> · Moon-Sam Shin<sup>2†</sup>

<sup>1†</sup>R&D Center, Biobeautech Co., Ltd., 124 Sagimakgol-ro, Jungwon-gu, Seongnam-City,  
Gyeonggi-do, 13207, Republic of Korea

<sup>2†</sup>Dept. of Senior Healthy Care and Beauty and Cosmetic science, Eulji University, Seongnam,  
Gyeonggi-do, 13135, Republic of Korea

(Received June 7, 2019; Revised June 20, 2019; Accepted June 24, 2019)

**요약** : 이 연구는 경상북도 봉화지역에서 매장된 천연 광물을 이용하여 화장료용의 분체로써 활용 가치를 부여한 코팅 방법에 관한 것이다. 이 광물의 이름은 부석이라고 칭하며, 미립자 파우더를 개발하여 이 파우더의 성능을 평가하고 화장품의 효능적 가치가 있는 가에 대하여 연구한 결과를 보고한다. 이 파우더의 표면에 오일을 코팅하기 위하여 미립자 표면에 알루미늄하이드록사이드를 1차 코팅한 후에 여기에 알킬실란으로 코팅하였다. 또한, 식물성 오일로 코팅하여 파우더의 응집을 막고, 오일상에서의 분산성을 높일 수 있도록 하였다. 첫째; 부석파우더의 입자는 10~50  $\mu\text{m}$ 의 입자를 가지고 있었으며, 입자의 표면에 다공성의 구멍이 있었다. 둘째; 이 파우더의 구성성분은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  등을 함유하였다. 셋째; 이 파우더의 입자는 판상형 구조를 가지며, 다공성으로 적갈색을 가지고 있음을 SEM과 TEM 분석을 통하여 알 수 있었다. 넷째; 이 부석 파우더의 원적외선 방사율은 0.924 $\mu\text{m}$ 이었으며, 방사에너지는  $3.72 \times 10^2 \text{ W/m}^2 \cdot \mu\text{m}$  이었다. 또한 음이온 방출량은 128 ION/cc를 방출하는 것으로서, 코팅을 하더라도 변하지 않고 그대로 그 성능이 유지되는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 화장품의 응용분야로써 비비크림, 쿠션파운데이션, 파우더팩트 등의 색조화장품, 선블록크림, 위시오프 마사지팩 등의 기초 화장료에 폭넓게 응용이 가능할 것으로 기대한다.

주제어: 광물, 파우더, 부석, 코팅, 원적외선, 커버력, 화장품

**Abstract** : This study is based on a coating method that provides utilization value as a micronised powder for cosmetic raw materials using natural minerals buried in Bonghwa,

<sup>†</sup>Corresponding author

(E-mail: iykim200@naver.com, msshin@eulji.ac.kr)

Gyeongsangbuk-do in Korea. The mineral powder name is called Buseok, and chemical name is pumice powder. The results of a study on the efficacy of cosmetics are reported by the development of particulate powder to assess the performance of this powder. First of all, in order to coat the surface of this powder with oil, aluminum hydroxide was coated on the particulate surface and then coated with alkylsilan. In addition, it was coated with vegetable oil to prevent condensation of the powder and increase the dispersion in the oil phase. First; the particle size of pumice powder was from 10 to 50mm having porous holes on the surface of the particles. Second; The components of this powder contained  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Third; The particles of this powder have a planetary structure and are reddish-brown with porosity through SEM and TEM analysis. Fourth; the far-infrared radiation rate of this parabolic powder was  $0.924\mu\text{m}$ , and the radiative energy was  $3.72 \times 10^2 \text{ W/m}^2$  and  $\mu\text{m}$ . In addition, the anion emission is 128 ION/cc, which shows that the coating remains unchanged. Based on these results, it is expected to be widely applied to basic cosmetics such as BB cream, cushion foundation, powderfect, and other color-coordinated cosmetics, sunblock cream, wash-off massage pack as an application of cosmetics. (Small and Medium Business Administration: S2601385)

*Keywords* : mineral, powder, pumice, coatings, far-infrared rays, covering activity

## 1. 서론

고령화시대에 걸맞게 현대인들은 웰빙(wellbeing), 건강한 삶, 항노화, 탄력 있는 피부에 대한 관심이 증가하고 있다. 따라서 사람들은 아름답고 건강한 피부를 위해 내적으로나 외적으로 많은 노력을 하고 있으며 이에 발맞추어 연구원들은 화장품으로서 유효성이 뛰어난 성분개발에 힘쓰고 있다[1~3]. 화장품에 사용되고 있는 광물로는 이산화티탄, 산화아연, 마이카, 실리카, 세리사이트 등 다양한 원료들이 사용되고 있다[4,5]. 이들은 화장품에서 자외선을 차단하는 기능, 피부에 도포되어 피부 커버력을 높여주는 기능, 피지를 흡착하는 기능 등 다양한 기능과 성능을 가지는 용도로 사용되고 있다. 특히 인체에 무해하며 천연 원료를 이용한 화장품이 시장에서 우위에 설 수 있는데, 고대 유럽 건축물에 쓰이던 광물인 부석이 이에 해당한다[8]. 부석은 서기 2세기경 로마시대에 콜로세움 경기장을 비롯하여 판테온 등의 건축물에 시멘트 대신에 사용되었다[2]. 이러한 건축물들이 오늘날까지 균열 없고 부식 없이 오랜 세월 원형 그대로 보존되고 있는 것은 부석이 쓰였기 때문이라 학자들에 의해 밝혀졌다[6,7]. 부석은 건축업뿐만 아니라 농업에서는 유기농비료 원료로 진드기 제거 및 병충해 방

지, 토질개선제로도 사용되며 의료업에서는 환부 재생 제재 원료, 아토피 및 피부질환 치료로 사용되고 있다[8~11]. 환경 및 수산업에서는 적조와 녹조 방지, 수질개선 및 보존기능으로서 사용이 되며 화장품 및 섬유업에서는 비누, 샴푸, 로션에 함유되어 아토피 예방, 피부재생 효과를 나타낸다는 보고가 있다[12~14]. 부석이 이러한 뛰어난 효능을 보이는 이유는 자연 항균기능, 음이온 효과와 원적외선 방출로 인하여 유지되는 원인으로 알려져 있다 [15]. 원적외석이란 파장이  $5\sim 1,000\mu\text{m}$ 인 적외선을 말하는데, 이중  $5\sim 20\mu\text{m}$ 인 원적외선은 유기체 내에 포함되어 있는 수분과 단백질 분자에 닿아 세포를 1분에 2,000번씩 미세하게 공진, 공명시켜 항균 및 세포 노화 방지, 신진대사를 촉진시킨다. 또한 부석은 다공성의 암석으로 모낭 속의 진드기를 흡착하여 제거해 주름을 예방하는데 효과적이며 세라마이드 지방분비를 방해하는 활성산소를 억제하여 아토피 피부를 완화시켜준다[16~19].

본 연구에서는 국산화 광물 소재를 발굴하는 것으로, 부석 파우더를 미립자화 하고, 이 표면에 실리콘 오일과 식물성오일을 코팅하여 화장품 산업에 적합한 용도로 사용하기 위한 목적으로 연구하였다. 우선 이 광물의 성분분석, 물리적인 특성에 관하여 실험하였다. 이를 미립자 부석 파우

더에 표면코팅을 한 다음, 이에 대한 화장품적 특장점에 대하여 연구하였다. SEM을 통한 표면 분석, 결정성 및 구조분석을 위하여 TEM과 FT-라만 분광법으로 확인하였다. 또한, 원적외선, 음이온 방사량을 측정하여 화장품 산업에 유효한 가치와 기술을 제공하는데 목적을 두어 연구한 결과를 보고한다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2.1 실험재료

본 연구에 사용된 시약은 다음과 같다. 시료는 부석은 한국 경상북도 봉화지역에 분포하는 천연 광물인 부석을 사용하여, 바이오부텍 기술연구소에서 분쇄기로 미립자화 하여 사용하였다. 알킬실란은 일본 신에츠사의 원료, 유채씨오일 (바이오부텍, 한국), 동백오일 (바이오스펙트럼, 한국), 포도씨오일 (바이오부텍, 한국), 이소프로필알코올 (대정화금, 한국), 에틸알코올(대정화금, 한국), 알루미늄하이드록사이드 (바이오부텍, 한국), 정제수를 사용하였다. 그밖에 응용실험에 사용된 원료는 화장품용 등급의 원료를 별도의 처리 없이 그대로 사용하였다.

### 2.2 기기 및 장치

본 연구에 사용된 기기는 호모믹서(HY-0001A, 한양기계, 한국), 디스퍼믹서 (한성기계, 한국), Vacuum oven (FCPO31, 동서과학, 한국), 아토마이저 (HSM-1S, 대가분체, 한국), 아지테이터 (AG1, 우원기계, 한국), Three roll mill (9인치 3-Roll Mill, 유니텍, 한국), 주사전자현미경 (SEM; MIRA3/VEGA3, TESCAN)+EDS (OXFORD INSTRUMENT - INCA, X-STREAM), 입자측정기(HELOS (H1756) & RODOS, Sympatec), ICP(Genesis ICP-OES, Spectro)를 사용하였다. 구조분석 장비로써 TEM 분석장비는 FEI사 TECNAIG2-12-SPRIT의 투과전자현미경, 입도크기 분석에 사용된 기기는 HORIBA와 LA-960S이며 FT-라만 분광기는 High-Vacuum FT-IR Raman Imaging Spectrometer System을 사용하였다. 원적외선 방사량 측정 시에는 Midac사의 2400c를 사용하였으며 음이온 방사량 측정에는 일본 comsystem사의 3600모델을 사용하였다.

## 2.3 실험방법

### 2.3.1. 광물 부석의 성분 및 물리적 성질 분석

광물의 성분분석 및 중금속 함량은 다양한 금속 혼합물로 이루어져 있기 때문에 ICP와 AA분석기를 이용하여 한국 KTR에서 실험한 결과를 그대로 나타내었다. 또한 입도의 크기 분석, 파우더의 표면분석은 FT-IR, SEM, TEM, FT-IR Ramann 분석을 통하여 실험하였다. 주사전자현미경 분석은 1~30kV의 전자를 입사시켜 이로부터 나오는 2차전자를 검출하는 방법으로 하여 입자의 표면을 분석하였다. 투과전자현미경 분석은 100~1000kV의 전자를 시료에 투과시켜 원자 상호간 작용에 의한 투과 또는 회절되는 전자를 검출하는 방법으로 파우더 입자의 구조를 분석하고자 하였다.

### 2.3.2. 부석파우더의 코팅방법

미립자 광물인 부석 파우더의 표면 코팅하는 방법을 Fig. 1에 도시하였다. 이 그림은 미립자 부석 파우더의 표면에 알킬실란을 코팅하는 모식도와 천연 식물성 오일을 코팅하는 것을 이해하기 쉽도록 도식화 한 것이다. 판상으로 이루어진 파우더의 표면이 음전하를 띠고 있기 때문에 양전하를 표면에 1차 도포한 후에 오일을 코팅하는 방법을 나타내고 있다. 우선 1kg의 부석 파우더를 분쇄기에 넣고 500g의 IPA와 500g의 에틸알코올에 넣어 슬러리화 한 다음 10g의 알루미늄하이드록사이드를 넣어 표면에 코팅한다. 여기에 100g의 알킬실란을 넣어 교반하여 코팅한다. 이것을 건조기에 넣고 2시간동안 건조한다. 이것을 분쇄기로 갈고, 아토마이저로 분쇄하여 미립자화 하여 코팅을 완료한다.

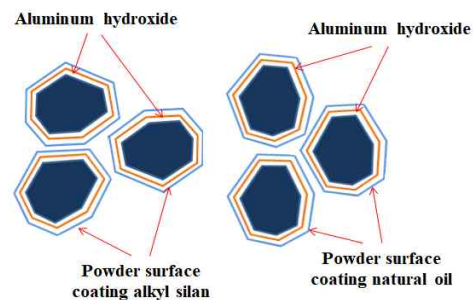


Fig. 1. Picture of coating mechanism of finished fine pumice powders; (a): coating 10% alkylsilan, (b) coating 10% natural oil.

### 2.3.3. 원적외선 방사 및 음이온 방사량 측정

#### 2.3.3.1 원적외선 방사량 측정

원적외선 방출량 평가는 FT-IR Spectrometer를 이용하여 BLACK BODY 대비 원적외선의 방출 정도를 측정하였다. 시료를 40°C의 조건에서 측정하여 그 값을 계산하였다. 이 방법은 화장품에서는 1분에 세포를 2,000번 진동시켜 세포 조직을 활성화하여 혈류량 개선, 해독작용 및 노폐물 배출, 노화방지에 효능을 줄 수 있을 가능성을 보여주기에 때문에 실시하였다.

#### 2.3.3.2 음이온 방사량 측정

음이온 방사량 측정은 전하입자 측정장치를 이용하여 실내온도 22°C, 습도 45%, 대기 중의 음이온수 114/cc조건에서 시험하였으며, 측정대상물에서 방출되는 음이온을 측정하여 단위체적당 ION수로 표시하여 측정하였다. 화장품에서의 음이온 효과는 활성산소를 억제하는 항산화작용으로 세포손상을 예방하고, 피부 노화를 늦추고 콜라겐을 강화하여 피부 탄력을 증진을 하는 기능을 알아보기 위하여 측정하고 있다.

### 2.4. 대장균 시험

부석 파우더를 함유한 워시오프 팩을 개발하여 항균력 시험의 일환으로 대장균시험 측정을 통하여 실시하였으며, 식품의약품안전처고시 제 2017-114호에 따라 대장균 시험법에 따라 실험하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 광물 부석파우더 개발 및 성분 분석결과

경북 봉화군 일대에서 채취한 광물은 화산석으로써 다공성을 띤 광물로서, 수백년의 비바람을 맞으며 산화되어 지금의 암석으로 존재하고 있으며, 그 매장량이 약 34백만톤으로 추정하고 있다. 이것을 화장품용 산업에 활용하기 위하여, 부석 덩어리를 분쇄기로 갈아서 파우더화한 다음 1차 50메쉬에 통과시켰다. 이것을 다시 200~1,000메쉬에 통과하여 원하는 미립자 파우더를 만들었다. 메쉬에 통과되지 않는 파우더는 다시 분쇄기에 반복적으로 갈아서 반복적으로 메쉬에 통과하여 개발한 미립자 분말을 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 외관은 적갈색을 띠고 있

는 광물이며, 파우더화 하여도 컬러가 그대로 남아 있는 광물 파우더이다. 광물은 큰 덩어리 형태에서 미립자 파우더 형태로 개질되었으며 이것을 화장품 용도에 적합하도록 개선하는 것이 본 연구의 핵심 포인트이다.

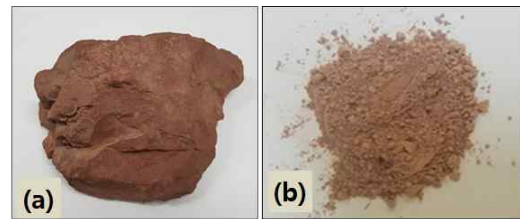


Fig. 2. Pictures of pumice stone and fine powder; (a): pumice stones, (b) micronized fine pumice powder.

이 광물이 어떤 성분들로 구성하고 있는가를 한국융합시험연구소에 의뢰하여 분석하였다. Table 1에서 보는 바와 같이 가장 많이 함유된 성분은 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 등을 함유하는 것으로 나타났다. 미립자화된 부석 파우더의 입자를 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다.

표에서 보는 바와 같이 SiO<sub>2</sub>가 52.7%로 가장 많이 함유되었으며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, K<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 순으로 함유되어 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 특히, 다른 지역에 얻은 파우더와 외관이 다른 점은 산화철이 5.62%가 함유되는 영향으로 파우더의 색상이 적갈색을 띠는 것으로 예상된다. 이 광물의 특징은 사람의 피부 색을 연출할 수 있도록 적갈색을 띠는 것이며 이를 잘 개질을 통하여 조색이 이루어 진다면 별도의 인공적 색소가 없이도 메이크업 (makeup) 화장품이나 스킨케어(skincare) 제품을 개발할 수 있는 좋은 스토리를 가질 수 있다고 생각한다.

### 3.2. 광물 부석파우더의 입자 분석 결과

본 연구에서 수행된 미립자화된 파우더의 모양과 형성 구조를 분석하기 위하여 주사전자현미경(SEM)과 투과전자 현미경(TEM)으로 분석하였다. Fig. 3에 나타낸 바와 같이 입경의 분포가 10~50um로 크기를 가지고 있으며, 판상형의 구조로 다공성의 형태를 가지고 있었다. 그 표면은 거칠며 피부와 밀착 시 약간 거칠게 느껴지는 현

Table 1. Analytical Result of Pumice Powder Refined as Micronized Size Improvement

Ingredient Name	Content (wt%)	Remarks
SiO <sub>2</sub>	50.400	KCID <sup>1)</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.400	KCID
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.620	KCID
CaO	8.740	KCID
MgO	2.740	KCID
K <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	3.430	KCID
Na <sub>2</sub> O	1.190	KCID
TiO <sub>2</sub>	0.600	KCID
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.120	KCID
MnO	0.110	KCID
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010	KCID
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.010	KCID
Others	11.63	KCID
Total	100.000	

<sup>1)</sup>KCID: Korea Cosmetic Ingredient Dictionary

상, 입자들이 뭉쳐져 있는 모습을 보였다. 따라서 이러한 현상을 개선하기 위하여 오일 성분을 입자 표면에 코팅하는 것을 검토하였다.

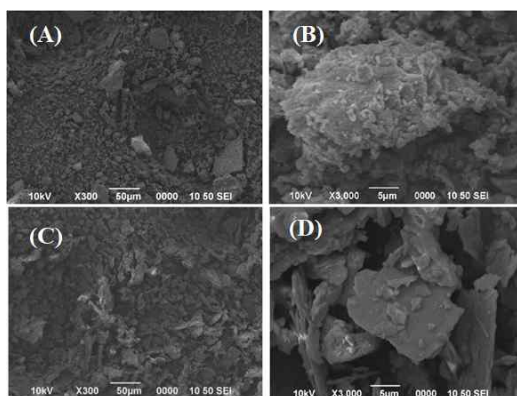


Fig. 3. The pictures of SEM analysis of micronized pumice powder compared before treatment with after treatment using alkyl silan. (A) and (B): before treated, magnification x 300 times, SEM and magnification x 3000 times, SEM, (C) and (D): magnification x 300 times, SEM and magnification x 300 times, SEM)

Fig. 3의 (A)는 순수 부석의 표면은 SEM으로 촬영한 사진이며, (B)는 오일 코팅을 표면처리한 후 SEM 촬영한 사진이다. (A)에 비하여 (B)의 부석표면이 더 매끄럽고 거칠기가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이는 피부에서의 흡착력을 더 높여주고, 응집으로부터 막을 수 있으며, 분산의 안정성 향상에 도움을 준다. (C)는 다공성의 입자이며, (D)는 판상형의 입자로 형성되어 있음을 알 수 있다.

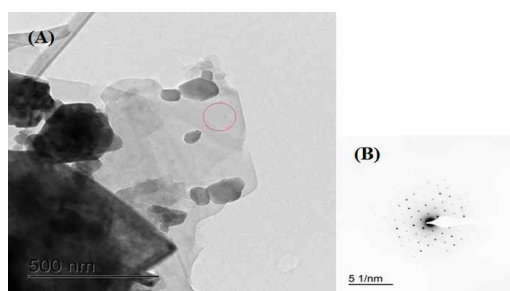


Fig. 4. The picture of TEM analysis of micronized pumice powder without any treatment. (A) observed with TEM analysis, (B) measured diffraction pattern of pumice powder.

Fig. 4는 코팅 하지 않은 부석의 입자 사이즈 및 전자회절 패턴을 측정하기 위해 투과전자현미경으로 촬영한 사진이다. 입자의 사이즈가 nm수준에서  $\mu\text{m}$ 수준까지 다양하게 관찰되는 것을 확인할 수 있다. 또한 전자의 회절 패턴이 관측 되는 부위마다 다른 것을 보면 입자의 전자 밀도가 서로 다르게 분포한다는 것을 알 수 있다. 즉, 전자 밀도가 다 다르게 분포하고 있게 때문이라고 고찰하였다.

### 3.3. 입도 크기 분석 결과

광물파우더 마이크로화된 부석 파우더와 코팅된 파우더의 입경분포를 Zetasizer로 분석한 결과를 Fig. 5에 나타내었다. Fig. 5의 (A)는 처리하지 않은 부석 파우더이며, (B)는 알킬실란이 코팅된 시료, (C)는 천연 식물성 오일이 코팅된 사진이다.

(A)의 Median size는  $7.9200\mu\text{m}$ , Mean size는  $8.74644\mu\text{m}$  이다. 투과율(R)의 경우 87.7%를 보였다. 알킬실란을 코팅 처리한 (B)의 경우 Median size는  $12.29226\mu\text{m}$ , Mean size  $13.93896\mu\text{m}$ 으로 코팅 전 보다  $5\mu\text{m}$ 정도 입도 크기가 큰 것을 확인할 수 있다. 투과율(R)의 경우 66.5%로 21.2% 감소하였다. 또한, 천연오일을 코팅한 (C)의 경우, Median size는  $12.54810\mu\text{m}$ , Mean size

는  $14.26043\mu\text{m}$ 으로 (A)보다 입도 크기가 크다. 하지만 투과율의 경우 투과율(R)은 79.5%로 (A)와 (B)와 유사한 입자크기를 보였다.

### 3.4. 중금속 정량분석 결과

본 연구에서 개발된 마이크로나이즈드 부석 파우더의 중금속 검출 여부를 화학시험 연구소의 시험법을 사용하여 정량 분석하였다. 이 결과를 Table 1에 나타내었다.

납의 경우  $16\text{mg/kg}$ 가 검출되었으며, 카드뮴, 수은, 비소는 검출 되지 않았다. 특히, 납의 경우 광물 원물에서 약  $16\text{ppm}$  정도로 검출되었으나 이는 화장품에 적용 시 허용 가능 한 농도로서 사용하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

### 3.5. FT-라만분광법에 의한 결정입자구조 분석 결과

본 연구에서 개발된 두 가지로 코팅된 마이크로나이즈드 부석 파우더의 코팅한 시료에 대하여 결정구조를 라만분석을 통하여 실험하였다. 이 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 이 그래프에서 보는 바와 (a)는 코팅하지 않은 시료, (b)는 실로콘오일을 코팅한 시료, (c)는 식물성 오일로 코팅한 미립자 부석파우더이다.

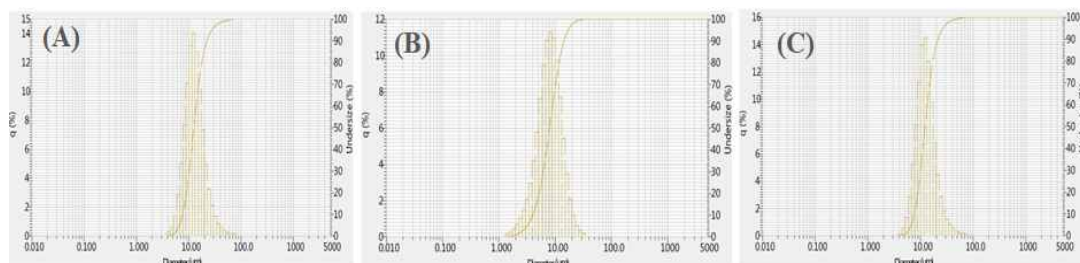


Fig. 5. The picture of particle size of micronized pumice powder measured by Zeta-sizer. (A) origin pumice powder, (B) coated alkylsilan pumice powder, (C) coated natural oil.

Table 1. Determination of Heavy Metal Analysis in Micronized Pumice Powder

Terms	Symbol	Results	Methods
Lead (Pb)	mg/kg	16	EPA 3050B, 6010D
Mercury (Hg)	mg/kg	ND	EPA 7473 : 2007
Arsenic (As)	mg/kg	ND	EPA 3050B, 6010D
Cadmium (Cd)	mg/kg	ND	EPA 3050B, 6010D

ND: None Detected

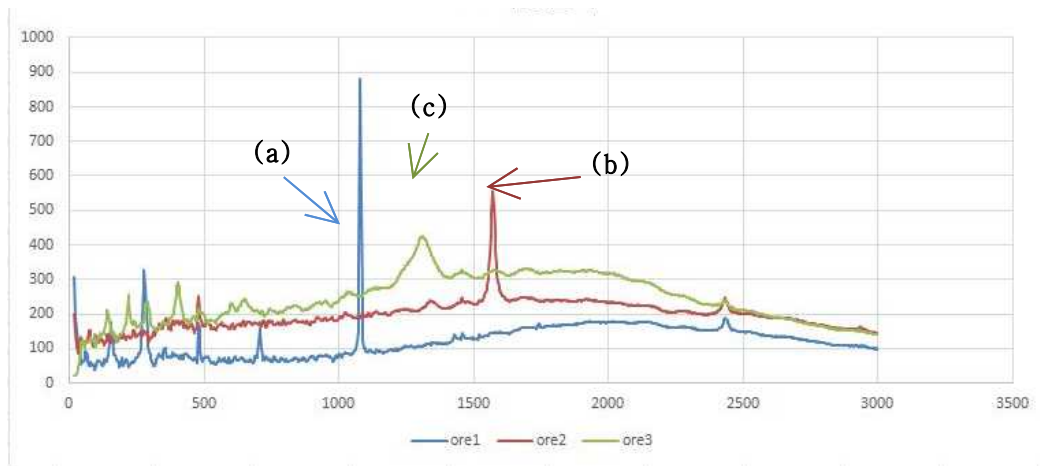


Fig. 6. The graph of Ramann analysis coated micronized pumice powder. (a) origin pumice powder, (b) coated alkylsilan pumice powder, (c) coated natural oil.

그래프에서 코팅을 하지 않은 부석은  $1080.47\text{cm}^{-1}$  부근에서, 식물성 오일을 코팅한 부석은  $1572.34\text{cm}^{-1}$  부근에서, 실리콘 오일을 코팅한 부석은  $1310.04\text{cm}^{-1}$  부근에서 peak가 발생하는 것이 나타난다. 이것은 코팅하는 성분에 의하여 미립자의 결정성이나 구조가 약간씩 변하기 때문에 발생하는 것 예측할 수 있다. 앞서 언급된 성분분석을 통해 코팅을 하지 않은 부석에서의 peak는 이산화규소 등 다양한 성분이 함유되어 있어서 규명하기는 쉽지 않다는 것을 알 수 있었다.

### 3.6. 원적외선 및 음이온 방사량

일반적인 광물파우더는 자체 원적외선 방사능을 가지고 있다. 따라서 화장품에 활용가치를 높이기 위하여 미립자 부석파우더의 원적외선 방사능 및 음이온 방사량을 측정하였다. 코팅 처리되지 않은 부석 혼합물의 경우 방사율은  $0.924\mu\text{m}$ 이며, 방사에너지는  $3.72 \times 10^2 \text{ W/m}^2 \cdot \mu\text{m}$  이다. 오일코팅처리를 한 부석 혼합물의 경우 방사율은  $0.922\mu\text{m}$ 이며, 방사에너지는  $3.71 \times 10^2 \text{ W/m}^2 \cdot \mu\text{m}$  이다. 이는 모두  $40^\circ\text{C}$ 에서 시험 되었으며 FT-IR Spectrometer를 이용한 BLACK BODY 대비 측정 결과이다. 이 결과로 보아 부석은 원적외선 방출로 유용한 효능을 보이는 것을 입증하였다. 또한, 이 파우더의 음이온 발생능을 분석하였다. 음이온측정 장치를 이용하여 실내온도  $22^\circ\text{C}$ , 습도 45% 대기중 음이온수 114/cc 조건에

서 측정하였으며 측정 대상물에서 방출되는 음이온을 측정하여 단위 체적당 ION수로 표시한 결과, 코팅 처리를 하지 않은 부석혼합물의 경우 128 ION/cc를 방출하였으며, 오일 코팅한 부석 혼합물의 경우 132 ION/cc를 방출하는 것으로 나타났다. 이 결과로 보아 미립자 부석 파우더는 다른 광물에 비하여 음이온 방출이 우수한 것으로 나타났다.

## 4. 결론

결론적으로 이 연구는 경상북도 봉화지역에서 매장된 천연 광물을 이용하여 화장료용의 분체로써 활용가치를 부여한 미립자 파우더를 개발하여 화장품의 효능적 응용이 가능하도록 공업화 하는 것에 그 의의가 있다. 이 광물 파우더의 표면에 오일을 코팅하기 위하여 미립자 파우더의 표면에 알루미늄하이드록사이드를 1차 코팅하여 양이온 차지를 가지도록 하였으며, 여기에 알킬실란과 식물성 오일로 코팅한 파우더를 개발하였다. 이 코팅 공법은 파우더간의 응집을 막고, 오일상에서의 분산성을 높일 수 있도록 하였다. 부석파우더의 입자는  $10\sim 50\mu\text{m}$ 의 입경분포를 가지고 있었으며, 입자의 표면에 다공성의 파우더임을 알 수 있었다. 이 광물 파우더의 구성성분은  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  등을 함유하였다. 이

파우더의 입자는 SEM과 TEM 분석을 통하여 관찰한 결과 판상형 구조를 가지며, 다공성으로 적갈색을 띠고 있다. 이 광물 파우더의 원적외선 방사율은  $0.924\mu\text{m}$ 이었으며, 방사에너지는  $3.72 \times 10^2 \text{ W/m}^2 \cdot \mu\text{m}$  이었다. 또한, 음이온 방출량은 128 ION/cc를 방출하는 것으로서, 코팅을 하더라도 변하지 않고 그대로 그 성능이 유지되는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 화장품의 응용분야로써 비비크림, 쿠션파운데이션, 파우더팩트 등의 색조화장품, 선블록크림, 워시오프 마사지팩 등의 기초 화장료에 폭넓게 응용이 가능할 것으로 기대한다.

### 감사의 글

이 연구는 중소기업청의 과제지원을 받아서 수행된 결과물임을 밝힙니다. (과제번호: S2601385)

### References

1. D.K. Lee, J. H. Lee, S. Y. Park, "Preparation and characteristics of carmine coated mica pearlescent pigment", *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.25, No.4 pp.511~517, (2008).
2. C. W. Shin, M. H. Hyun, D. K. Lee, "Preparation and coating of artificial pearl using inorganic pigment", *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.32, No.3 pp 528~535, (2015).
3. S. W. Kim, "Oxygen permeation characteristics of nano-silica hybrid thin films", *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.24, No. 2 pp174~181, (2007).
4. M. Putri, D. Darminto, "Synthesis of zeolites from lombok pumice as silica source for ion exchanger", *International Basic Science Conference*, January pp107~110, (2018).
5. A. M. Rashad, "A short manual on natural pumice as a lightweight aggregate: A short manual on natural pumice as a lightweight aggregate", *Journal of Building Engineering*, Vol.25, p.100802, (2019).
6. S. Bom, J. Jorge, H. M. Ribeiro, J. Marto, "A short manual on natural pumice as a lightweight aggregate", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 225, pp. 270-290 (2019).
7. B. Heibati, S. Rodrigue-Couto, "Removal of noxious dye—Acid orange 7 from aqueous solution using natural pumice and Fe-coated pumice stone", *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Vol.31, No. 25 pp.124-131, (2015).
8. M. Tapan, Z. Yalcin, O. Icelli, "Effect of physical, chemical and electro-kinetic properties of pumice samples on radiation shielding properties of pumice material", *Annals of Nuclear Energy*, Vol.65, pp.290-298, (2014).
9. G. Neri, G. Rizzo, L. De Luca, "Zeolitized-pumice as a new support for hydrogenation catalysts", *Catalysis Communications*, Vol.9, No.11, pp.2085-2089, (2008).
10. I. E. Napper, A. Bakir, S. J. Rowland, "Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics", *Marine Pollution Bulletin*, Vol.99, No.1 pp.178-185, (2105).
11. U. R. Alva, B. S. Andersen, "Pumice stones as potential in-situ burning enhancer", *Cold Regions Science and Technology*, Vol.146, pp.167-174, (2018).
12. T. J. Jones, J. K. Russell, C. J. Lim, "Pumice attrition in an air-jet", *Powder Technology*, Vol.308, pp.298-305, (2017).
13. N. Zhang, M. D. Weir, C. Chen, M. A. S. Melo, "Orthodontic cement with protein-repellent and antibacterial properties and the release of calcium and phosphate ions", *Journal of Dentistry*, Vol.50, pp.51-59, (2016).
14. L. Shao, H. Liu, W. Zeng, C. Zhou, "Immobilized and photocatalytic performances of PDMS-SiO<sub>2</sub>-chitosan TiO<sub>2</sub> composites on pumice under simulated sunlight irradiation", *Applied Surface Science*, Vol.478, pp.1017-1026, (2019).



15. J. S. Ko, J. H. Lee, K. C. Sung, "A study on the powders for makeup cosmetics", *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.29, No.2 pp.286-294, (2012).
16. S. J. Lee, J. H. Kim, J. Y. Song, "A study on the removal of nitrate nitrogen by redox reaction of zinc in acidic atmosphere", *J. of Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.34, No.2 pp.217-224, (2017).
17. K. H. Yun, J. Lee, Y. J. Moon, H. K. Go, Y. Lee, D. K. Lee, "Preparation of blocking ultraviolet mica composites using nano-TiO<sub>2</sub>", *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.35, No.4 pp. 1197-1205, (2018).
18. K. H. Yun, M. G. Park, Y. J. Moon, D. K. Lee, "Preparation of talc-silica composites by controlling surface charge behavior", *J. of the Korean Oil Chemists' Soc.*, Vol.34, No.1 pp.116-124, (2017).
19. V. Parihar, M. Raja and R. Paulose, "A Brief review of structural, electrical and electrochemical properties of zinc oxide nanoparticles", *Rev. Adv. Mater. Sci.*, Vol.53, pp.119-130, (2018).