

## 소결온도에 따른 일라이트 기능성 변화

Variation of Functional Characteristics of Illite with Heat Treatment

김호수<sup>\*</sup>, 김한일<sup>\*\*</sup>, 서판석<sup>\*</sup>, 구경완<sup>\*</sup>, 한상옥<sup>\*</sup>  
(Ho-Soo Kim<sup>\*</sup>, Han-il Kim<sup>\*\*</sup>, pan-seok seo<sup>\*</sup>, kyung-wan Koo<sup>\*</sup>, Sang-Ok Han<sup>\*</sup>)

### Abstract

In this paper, the proper manufacturing method to the use of Illite with many application was studied. We confirmed merit of manufacturing and forming according as respective temperature. The variety of crystallization and surface was confirmed by X-ray diffraction(XRD) analysis and SEM. Then, we performed the experiments such as a antibiosis, a heavy metal adsorption and a gas deodorizaton to confirm the function of Illite. As a result, the adsorption of gas decreased according as the heat treatment of Illite, but the ability of antibiosis wasn't changed.

**key Words :** illite, antibiosis, heavy metal adsorption, gas deodorizaton

### 1. 서 론

국내 충북 영동지역에서 발견된 일라이트는 중금속 흡착, 가스흡착 및 탈취, 항균, 용존산소량 증가 및 음이온을 발생하고 인체에 유익한 원적외선을 방사하며, 항균작용을 한다. 따라서 농업, 축산업, 수산업, 환경, 건축, 건강용품 등 일상의 모든 분야에서 적용될 전망이지만, 이러한 기능성을 널리 이용할 수 있는 용도에 적합한 가공방법이 마련되지 않고 있다.

현재 상하수도를 비롯한 농·공업용수 폐수 정수제, 산화된 토양의 중화제 및 토양 내 잔류 농약의 제거용 등으로 일라이트 원료를 채굴하여 건조, 분쇄, 선별하는 등의 단순가공방법만이 이루어지고 있

는 실정이다. 다양한 기능성을 발현하는 일라이트 소재의 사용 용도에 적합한 가공방법을 검토 하고자 하였다. 가공성 및 성형성 그리고 열처리에 따른 일라이트 소재의 기능성의 변화를 확인 하고자 본 연구에서는 분말상태의 일라이트를 다양한 온도(75 0°C ~ 1050°C 까지 50°C의 간격)에 따라 소결하여 시료로 제작하였으며 XRD분석, SEM관찰, 가스흡착실험, 항균실험 등을 통해 결정성 및 항균성, 흡착 및 탈취 능력 등을 분석 하였다.

### 2. 일라이트의 소결

일라이트 광석의 화학적 조성들은 혼합체이며, 표 1은 주요 원소의 화학적 분석을 보여주고 있다. 일라이트의 yellow중의 철 성분을 제거하여 white와 구분시키고 있다.

\*충남대학교 전기공학과 고전압 및 재료연구실

\*\*영동대학교 정보·전자공학부

(대전광역시 유성구 궁동 220 충남대학교,  
충북 영동군·읍 설계리 산12-1 영동대학교  
Fax: 042-823-7970  
E-mail : lake7875@cnu.ac.kr)

표 1. 일라이트의 화학적 성분분석

major elements(wt.%)		
	white	yellow
SiO <sub>2</sub>	66.14	52.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23.04	30.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.31	2.30
TiO <sub>2</sub>	0.34	0.46
MgO	0.20	0.25
MnO	0.00	0.01
CaO	0.01	0.01
Na <sub>2</sub> O	0.07	0.43
K <sub>2</sub> O	5.92	7.26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.02
L.O.I	3.02	4.49
Total	100.09	97.76

표 1과 같은 화학적 조성을 나타내는 일라이트의 원료 분말을 열처리 온도에 따른 성형평가를 하기 위해 950°C, 1050°C, 1100°C, 1150°C에서 각각 3시간 동안 열처리를 하였다. 그 결과 950°C, 1050°C에서는 소결이 이루어지지 않았고, 1100°C에서는 불완전한 소결 상태를 보여 이를 다시 1150°C에서 열처리함으로써 완전한 소결 상태를 만들었다. 바인더(교결제)가 들어있는 상태와 없는 상태로 각각 소결하였다., 그림 1은 열처리 공정 과정을 보여 주며, 그림 2는 소결된 일라이트이다.

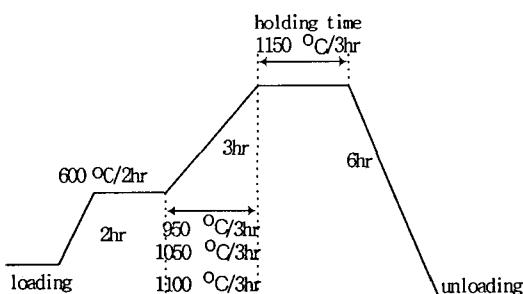


그림 1. 열처리에 대한 소결 상태

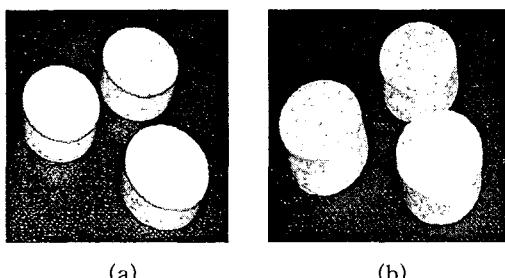


그림 2. 소결된 일라이트 (a) 바인더가 들어 있는 일

라이트 소결 (b) 바인더가 없는 일라이트

### 3. 실험 및 결과

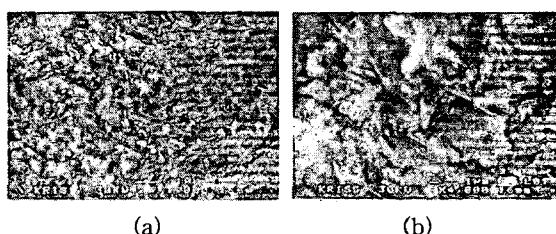
#### 3.1 일라이트의 결정성 및 morphology변화

본 연구에서는 항균성 실험 및 각종 중금속 흡착 실험, 유해가스 흡착 실험이 일라이트의 특성 중에서 화학적인 조성과 소결 온도에 따른 결정성 및 표면 morphology변화에 큰 영향이 있을 것으로 생각된다. 이는 표 1에서 일라이트가 두 종류 이상의 천연 광물질로 이루어진 혼합물임을 보이고 있으므로 광물의 결정이 확인되지 않는다면, 일라이트가 가진 기능성 평가가 용이하지 않기 때문이다.

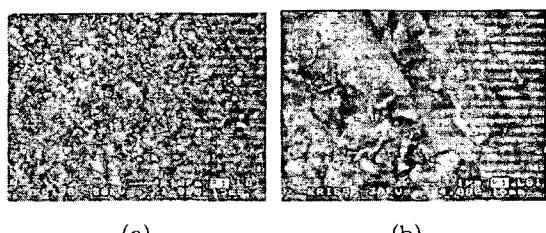
따라서 일라이트의 광석을 이용한 화학적 조성의 분석을 하였고, 열처리 온도(750°C~1150°C까지 50°C의 간격)에 따른 결정성 변화를 확인하기 위해 X-선 회절분석기(XRD)를 이용하였으며 표면 morphology변화를 확인하기 위해 SEM을 이용하여 관찰하였다.

화학적 조성이 백운모와 유사했으며 XRD분석 결과 역시 백운모의 특성을 보이고 있으므로 백운모에서 견운모 및 일라이트로 전이되었을 것으로 보이고 있다.

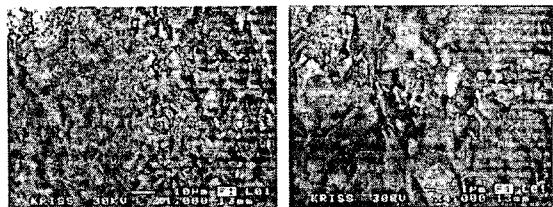
특히 석영의 혼입이 많은 것으로 분석되고 있는데 이는 그림 3의 열처리 시료의 XRD데이터에서도 뚜렷하게 나타나고 있다. 20~21°C 근방의 석영상이 열처리 온도의 증가에 따라 피크 강도가 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다.



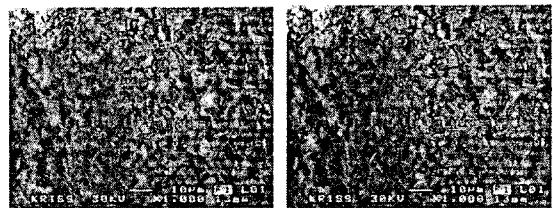
소결온도 800°C (a) 1000배, (b) 4000배



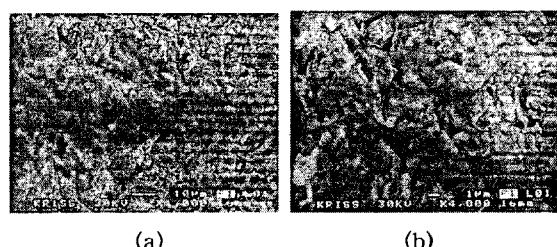
소결온도 850°C (a) 1000배, (b) 4000배



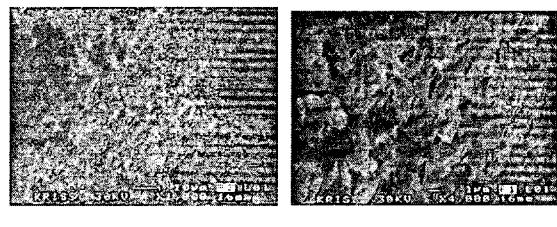
(a) (b)  
소결온도 900°C (a) 1000배, (b) 4000배



(a) (b)  
소결온도 950°C (a) 1000배, (b) 4000배



(a) (b)  
소결온도 1000°C (a) 1000배, (b) 4000배



(a) (b)  
소결온도 1050°C (a) 1000배, (b) 4000배

그림 4. 소결온도에 따른 SEM사진

그림 4는 50°C 간격으로 800°C ~ 1050°C까지 변환된 일라이트 소결의 온도변화에 따른 SEM사진이다. 소결 온도변화에 따른 일라이트의 표면을 관찰하여 보면 온도가 증가 함에 따라 morphology가 평坦해지는 것을 관찰할 수 있다. 약 1050°C 이상의 소결온도에서는 glass flow에 의해 표면이 평탄해지

는 것으로 판단되고 있고 이는 gas 흡착기능에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

### 3.2 일라이트의 항균성 실험

본 실험에서는 일라이트가 가진 항균성을 확인하기 위해 균주로 E.coli DH5α를 L.B plate에 순수 배양상태로 4°C에서 냉장 보관한 것을 사용하여 일라이트 2%(1g)을 50mL 3차 종류수에 첨가해 멸균(12 1°C, 1.5기압, 20min)해 만든 배지에 E.coli를 200λ씩 첨가해 37°C shaker에서 16~36hr shaking했다. Spreading에 사용한 평판 배지는 L.B plate를 사용하였고 150λ를 spreading해서 37°C incubator에서 24hr 배양하였다.

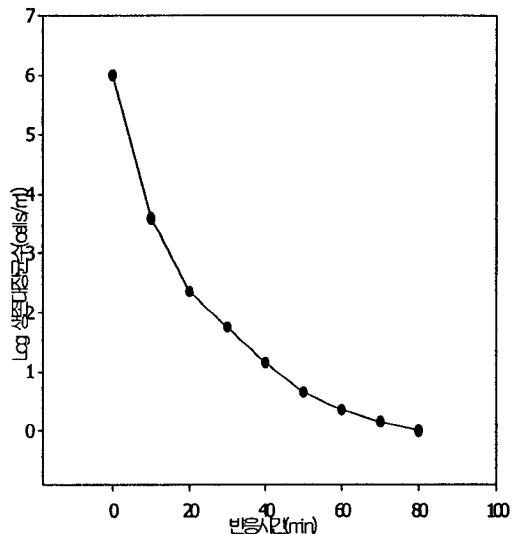


그림 5. 일라이트에 의한 대장균의 감소

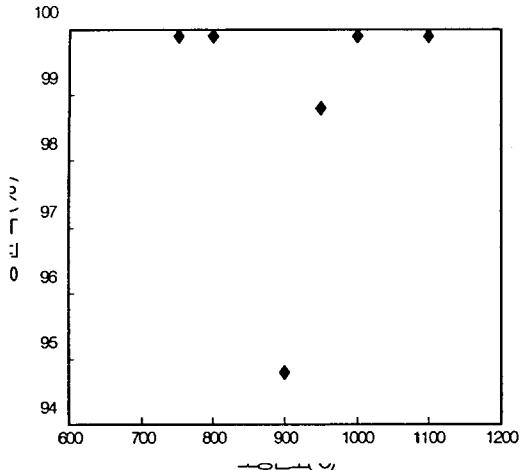


그림 6. 소성온도에 따른 일라이트의 향균력

그림 5은 일라이트가 가지는 향균성을 시간에 따른 변화를 나타내고 있다. 그래프에서 시간이 증가함에 따라 대장균의 수가 감소하는 힘을 알 수 있으며 80분이 지나면 대장균이 완전히 제거됨을 보여준다.

따라서 일라이트에는 향균성이 있음을 의미한다.

그림 5는 그림 6에서 보여진 일라이트의 향균성을 열처리 온도에 따른 변화를 나타내고 있다. 온도변화에 따른 일라이트의 향균성은 다소 변화가 있음을 알 수 있다.

그러나 최저값이 약 94%이상의 향균력을 나타냄으로 온도변화에 따른 일라이트의 향균력에는 큰 변화가 없다.

### 3.3 일라이트의 중금속 흡착능력

본 연구에서는 일라이트가 가지는 중금속의 흡착력을 분석하였다. 중금속의 흡착력을 실험하기 위해 중류수에 일정량의 중금속 Zn, Cd, Fb, Fe<sup>2+</sup>을 이온화하여 주입시킨 후 illite의 첨가량을 조절하면서 시간에 따른 중금속의 잔여량을 조사하였다.

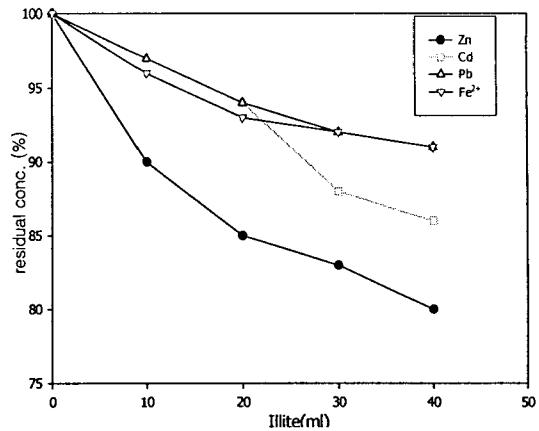


그림 7. 일라이트의 중금속 흡착량

그림 7에서는 일라이트의 중금속 흡착량을 보여주고 있다. 각 중금속에 따른 흡착정도가 다양함을 보이지만 이들의 전반적인 흡착력을 확인 할 수 있었으며 Zn>Cd>Fe<sup>2+</sup>>Fb의 순으로 일라이트의 흡착력을 평가할 수 있다.

### 3.4 일라이트의 가스 탈취 실험

일라이트가 가지는 가스 탈취 능력을 분석하기 위해 암모니아(NH<sub>3</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S), 염소(Cl<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO)등의 가스를 시간변화에 따른 평형흡착실험을 하였으며, 일라이트의 온도 변화에 따른 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 가스의 가스 탈취 실험을 하였다.

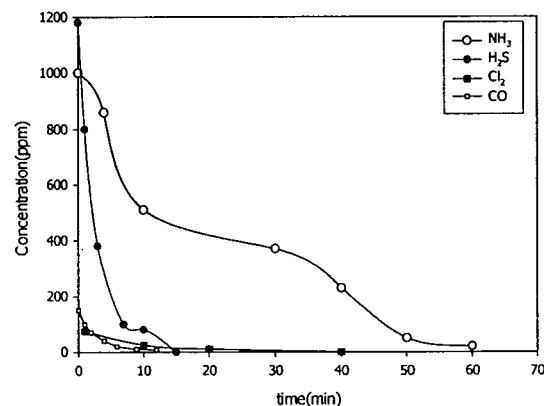


그림 8. 일라이트의 가스 흡착력

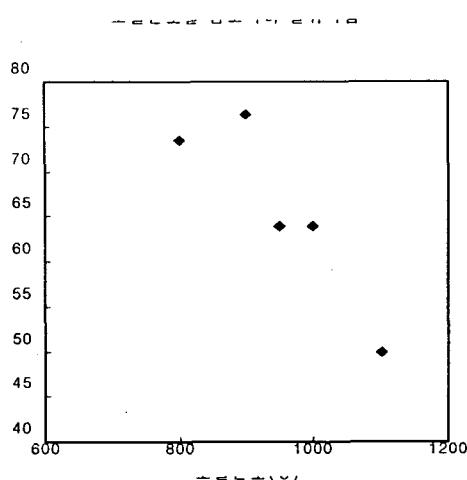


그림 9. 소결온도에 따른 일라이트의 가스흡착력

그림 8의 그래프를 보면 일라이트의 처리 후 짧은 시간안에 각각의 가스별 흡착력이 높은 것을 관찰할 수 있다. 암모니아의 경우 10분만에 NH<sub>3</sub>가 860ppm에서 370ppm으로 약 57%가 흡착되었으며 120분 후에는 NH<sub>3</sub> 860ppm이 100% 흡착하였다. 또한 H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, 역시 100%의 흡착력을 보이며, Co는 96.11%의 흡착력을 보이고 있다. 그러나 그림 9에서 일라이트의 온도변화에 따른 가스 흡착력이 감소함을 볼 수 있는데 이것은 그림 4의 SEM 사진에서 일라이트의 표면을 관찰하여 보면 온도가 증가 함에 따라 morphology가 평坦해지는 것을 관찰할 수 있으며, 이로 인해 가스 흡착기능에 영향을 받은 것으로 예상된다.

#### 4. 결 론

국내의 충북 영동지역에서 발견된 일라이트는 다양한 기능성을 갖고 있으나 이를 사용 용도에 적합한 가공방법이 요구되고 있으므로, X-선 회절 분석을 통해 결정성을 확인하고, 각각의 온도에 따른 성형성을 확인하였다. 또한 열처리 온도에 따른 일라이트 소재의 기능성을 확인하기 위해 항균성 실험, 중금속 흡착실험 및 가스 탈취 실험을 하였다. 그 결과 두 종류 이상의 천연 광물질로 이루어진 혼합물인 일라이트의 온도변화에 따른 항균성은 다소 차이가 있으나 항균력에는 큰 변화가 없는 것으로 확인되었으며, 가스 흡착능력은 온도 증가에 따른 morphology의 평단으로 인해 가스 흡착력이 감소

함을 확인했다. 그러나 기능성변화의 정확한 분석을 위해서는 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단 된다.

#### 감 사 의 글

이 연구는 영동대학교 산학연 컨소시엄사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 도움을 주신 동창산업의 한위생 사장님께 감사 드립니다.

#### 【참고문현】

- [1] Oh,J.H.and Kim,M.S.Heavy Metal Removal from Industrials Waste Water by Illite from Youngdong area,Yunsei Univ. 16p. 1991
- [2] 김진철, 이원희, 구경완, 허정 “영동산 일라이트의 전자기적 특성 측정” 전기전자재료학회논문지, Vol. 13. NO1. p267
- [3] 김상순, 구경완, 황재효, 임경천, 남은정, 한위생 “영동산 일라이트를 이용한 필터 개발” 전기전자재료학회논문지, Vol. 13. NO1. p425