

PG6) 온실가스 처리용 활석 특성 연구

Characteristic Study of Talc for Greenhouse Gas Storage

이재근·류청걸

한전 전력연구원 환경구조연구소

1. 서론

산업혁명 초기 280ppm이던 온실가스, 이산화탄소의 대기중 농도가 현재 370ppm으로 30% 증가하였다. 국제기후변화회의(IPCC)는 심각한 기후변화 방지를 위한 상한선을 550ppm으로 제한하고 있다. 현재 인류의 주에너지원은 화석연료이며, 이러한 경향은 수십년간 지속될 전망이다. 대기중에 방출되는 CO₂를 저감할 수 있는 방법으론 에너지효율 증대, 대체에너지 사용, 탄소고정화를 들 수 있다. 탄소고정화는 화석연료의 사용으로 발생한 온실가스의 대기 중 방출을 차단하기위해 CO₂를 저장하는 것이다. 지하저장이나 해수저장은 방대한 CO₂량의 장기적 저장은 가능하나, 영구적인 방식은 될 수 없는 반면, 광물화저장은 유일하게 영구적으로 저장할 수 있는 가장 안전한 저장기술이다. 이 기술은 자연계에서 수백만년에 걸쳐 일어나는 풍화작용이 초임계유체 반응조건에서 수시간내에 발생하는데, 이산화탄소와 마그네슘규산염 슬러리를 격렬하게 교반시키며 고온 고압에서 반응시킨다. 본 연구에서는 MgO 성분이 풍부한 활석[Mg₃Si₂O₁₀(OH)₂]을 사용하여 열처리 특성을 분석하고, 탄산염광물화 반응원료 가능성을 확인하였다.

2. 실험 방법

다양한 온도에서 열처리한 325 mesh의 활석 시료를 ICP 질량분석기, TGA분석기, FT-IR 분석기, XPS 분석기를 사용 하여 조성, 질량, 분광학적 구조, 표면의 화학성분을 분석하여 활석특성을 연구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 ICPMA 측정

활석은 충북 충주에 소재한 일신동양활석(주)에서 채광한 국내산 활석이 사용되었다. 그림 1은 활석성분의 wt%이다. 그림과 같이 주요성분 산화물은 SiO₂와 MgO로 각각 62 wt%, 33 wt%이고, 나머지 CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃가 4.5 wt%, 2 wt%, 4.5 wt%씩 소량 존재한다. 높은 함량의 MgO 성분은 탄산염광물화 반응원료로 적합함을 보여준다.

3.2 TGA 측정

그림 2는 활석의 열질량분석(TGA) 곡선이다. 초반의 질량 증가와 감소는 분석시 흘러보내는 질소가스가 잠시 활석시료에 흡착되었다가 탈착되는 현상으로 활석성분과 무관하며, 실제 활석분자내의 질량 변화는 2단계 감소를 보여준다. 즉 처음 600℃부근에서 1단계, 그리고 900℃부근에서 2단계의 질량감소가 나타난 것으로 보아 활석으로 부터 분해되거나 휘발되는 성분이 연속적이지 않은 반응이 일어난 것을 알 수 있으며 이 결과는 분자내 수산기(OH)가 결합력의 약화되어 분자에서 분리되어 제거됨으로써 발생한 질량감소 특성으로 생각된다. 본 TGA 분석결과에서도 최종질량 감소는 1100℃까지의 분석온도에서 9%정도로 확인되었다.

3.3 FT-IR 측정

그림 3는 원료시료 활석의 열처리 전후의 화학적 구조변화 조사를 위해, 200-1100℃에서 열처리한 활

석 시료를 FT-IR을 이용하여 조사한 결과이다. 열처리 효과에 대한 고찰을 할 수 있는 스펙트럼의 변화는 3678.1 cm^{-1} 밴드에서 나타나는 hydroxyl groups의 변화이다. 3678.1 cm^{-1} 밴드에서 나타난 hydroxyl groups의 약한 peak는 열처리 온도의 증가에 따라 점차적으로 감소하여 1000°C 의 열처리 후에 사라지는 것이 확인된다. 1000°C 의 열처리 이후의 사라진 것은 $600\text{--}900^\circ\text{C}$ 열처리 과정 중 활석에 포함된 hydroxyl group이 외부로부터의 에너지를 받고, hydroxyl group과 금속성분 사이의 결합이 점차 약해지다 결국 금속성분과의 결합이 끊어진 후 분리된 hydroxyl group들이 기화되면서 결정 내부로부터 급격한 질량감소를 나타내면서 제거된 것으로 보인다.

3.4 XPS 측정

원료광물 활석의 열처리 전후의 성분금속 원소의 산화상태를 조사하기 위한 XPS 분석결과가 그림 4에 보인다. 이로부터 활석이 초기에는 금속마그네슘과 수산기가 결합한 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 형태로 존재하다가, 열처리 후에 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 상태가 줄어들며 MgO 의 형태로 전환하는 peak가 출현하는함을 보여준다. 이 결과는 FT-IR 실험에서의 수산기 제거현상을 재확인 해준다.

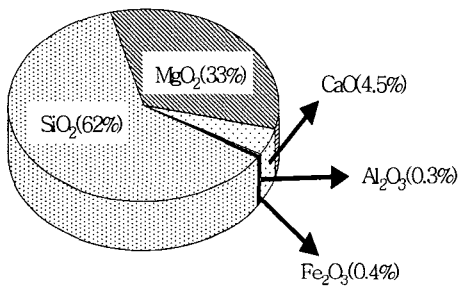


Fig. 1. Composition of talc components.

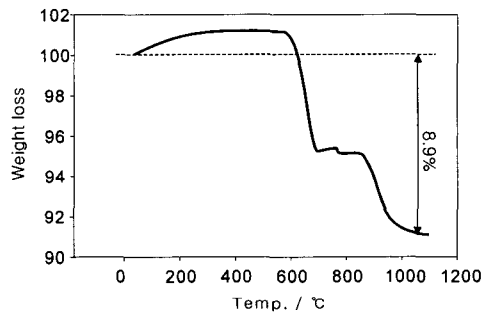


Fig. 2. Thermogravimetric analysis of talc.

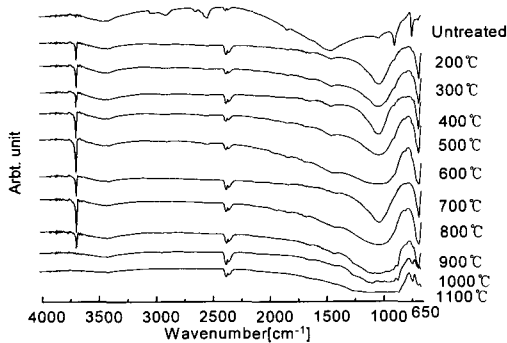


Fig. 3. Sequential FTIR spectra of talc.

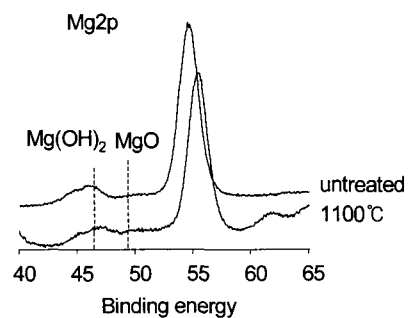


Fig. 4. Mg spectrum change of talc.

참고 문헌

- Dunsmore, H. E. (1992) Energy Conversion and Management, Volume 33, pages 565-575.
- Kojima, T., Nagamine, A., Ueno, N., Uemiya, S. (1997) Energy Conversion and Management, Volume 38, pages S461-S466.
- Lackner, K. S. (2002) Annual Review of Energy and the Environment, Volume 27, Pages 193-232.
- Pennington, B. D., Ryntz, R. A., Urban, M. W. (1999) Polymer, Volume 40, pages 4795-4803.
- 신세건, 정의덕, 정영언 (2000) 기기분석화학, 형설출판사.