

## PE9) 건식 알칼리 흡착제의 이산화탄소 흡착 특성에 관한 연구

### Adsorption of Carbon Dioxide by Alkali Impregnated Dry Sorbents

이 경 미 · 조 영 민<sup>1)</sup>

경희대학교 환경응용과학과, <sup>1)</sup>경희대학교 환경응용화학대학

#### 1. 서 론

에너지 절약을 위하여 건물을 비롯한 다중 이용시설 밀폐화, 단열화가 이루어지면서 실내공기질의 저하 문제가 심각하게 대두되기 시작했다. 특히 실내 공기오염물질 중 이산화탄소는 실내공기의 질을 평가하는데 있어 중요한 지표로 작용한다.

이산화탄소 저감기술 중 흡착법은 에너지 소비가 적고, 흡착제의 재사용이 가능하여 경제성 높은 저감기술로 평가되고 있으며, 적용이 간편한 장점이 있다. 이에 따라 흡착 성능을 향상시키기 위하여 다양한 흡착제가 개발되고 있다(Nick, 2004).

흡착은 흡착질과 흡착제 표면의 상호작용에 의하여 이루어지기 때문에 흡착질의 분자크기, 구조 및 극성과 흡착제의 표면적, 표면특성 또한 온도 및 압력에 따라 흡착량의 차이를 보인다(정현도 등, 2005). 알칼리 금속과 알칼리 토금속은 흡착제의 표면에 염기점(base site)을 제공함에 따라 이산화탄소와 같은 산성가스의 흡착에 대한 선택도를 증가시켜 준다. 또한 이산화탄소와 흡착제 사이의 결합력은 너무 높지 않아야 하는데 높은 결합력은 재생에 부정적인 영향을 미치기 때문이다. 즉 혼합 가스 중 이산화탄소에 대한 선택적 흡착능은 우수하며 동시에 화학적 흡착 세기보다는 낮은 결합력으로 흡착제의 재생을 가능케 하기 위하여 화학적 처리를 통한 기존 흡착제의 개질이 많이 연구되고 있다.

본 연구에서는 가스상 오염물질 흡착제로 주로 이용되는 제올라이트 13X와 다량의 SiO<sub>2</sub>와 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함하고 있는 폐석탄회를 지지체로 하여, 이산화탄소 흡착에 효과적인 알칼리 금속의 양이온을 이용하여 개질을 하였고, 각 금속 이온 종류별로 제조된 흡착제의 특성을 관찰하였으며, 실내공기 수준의 저농도 이산화탄소에 대한 흡착능을 비교하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서 적용한 알칼리 양이온은 1~2족 계열(Li, K, Ca, Mg)의 금속 염화물로서, 제올라이트에는 이온교환법을, 석탄회에는 함침법을 적용하였다. 평균 입경이 4.7 $\mu$ m인 상용 제올라이트(UOP) 분말을 60~70 $^{\circ}$ C의 염화물 수용액에 방치하여 금속 양이온 성분이 충분히 이온 교환될 수 있도록 하였다. 석탄회의 평균 입경은 약 3.8 $\mu$ m이며, 25 $^{\circ}$ C 수용액에 넣은 후 교반기에서 5시간 동안 함침시켰다. 양이온이 함침된 흡착제 입자는 진공 여과를 통하여 분리한 후 건조시켰다. 흡착제 분말에 덩크트린 바인더를 첨가하여 3~4mm 크기의 pellet 형태로 제조하였다.

제조한 흡착제의 이산화탄소 흡착량을 측정하기 위하여 고정층 반응기를 사용하였다. 본 연구에서는 이산화탄소의 유입농도를 다중이용실내공간에서 관측되는 고농도 조건인 3000ppm으로 유지하였다. 반응기 내의 흡착압력은 후단에 설치한 back pressure regulator를 이용하여 조절하였다. 흡착층을 통과한 이산화탄소의 농도는 이산화탄소 분석기(SenseAir, ASEN ALARM)를 이용하여 측정하였고, 흡착능은 파과곡선을 이용하여 계산하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 제올라이트와 석탄회를 1M의 알칼리 금속 수용액으로 화학처리하여 제조한 흡착제에 대한 흡착능 결과이다. 반응기 압력이 증가할수록 흡착능 역시 증가하는데, 이러한 현상은 주로 물리 흡착에 관한 작용으로 미세한 세공이 많이 분포되어 있으면 압력을 높일수록 더 높은 흡착량을 기대할 수 있

다. 제올라이트의 경우 Ca과 Mg으로 이온교환했을 때가 이온교환을 하지 않은 흡착제에 비하여 더 높은 흡착량을 보였으며 Li과 K의 경우는 오히려 더 낮은 것으로 나타났다. 제올라이트 내의 양이온 크기가 증가함에 따라 전기음성도가 증가하고, 이에 따라 basicity가 증가하게 된다. 즉 양이온의 전기음성도가 강할수록 이산화탄소와 산소의 결합력은 강해진다.

석탄회의 경우 대체로 순수한 석탄회에 비하여 함침한 경우가 더 높은 흡착능을 나타내고 있으며, 특히 Ca을 함침한 흡착제가 가장 높은 흡착능을 보이고 있다. 즉 금속 용액 중 Ca이온이 이산화탄소 분자와의 상호작용이 가장 높은 것으로 판단된다. 석탄회의 경우 물리흡착은 미세 세공에 의한 흡착만을 기대할 수 있으며, 함침된 양이온은 대부분 화학흡착에 관여할 것으로 판단된다. 따라서 비표면적이 낮은 석탄회의 경우 제올라이트에 비해 물리흡착에 의한 흡착능은 상대적으로 낮으며, 이는 금속 이온의 활성점도 감소시켜 화학흡착에 의한 흡착능 향상도 그다지 크지 않을 것으로 추측된다. 즉 이산화탄소 흡착의 경우 많은 세공이 형성되어 흡착제 표면뿐만 아니라 내부 세공까지 화학물질이 침착되어 물리흡착과 화학흡착이 동시에 이루어져 이산화탄소를 보다 효과적으로 흡착해야 하는 것으로 사료된다.

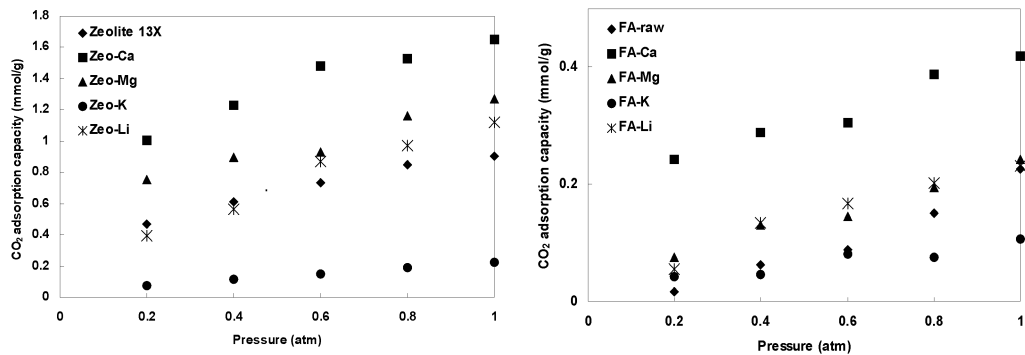


Fig. 1. Adsorption capacity of CO<sub>2</sub> with cation on the zeolite and fly ash.

## 사 사

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI05-01-02) 지원으로 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- Nick D. Hutson, Scott A. Speakman, and E. Andrew Payzant (2004) Structural effects on the high temperature adsorption of CO<sub>2</sub> on a synthetic hydrotalcite, Chem. Mater., 16, 4135-4143.
- 정현도, 김동식, 김권일 (2005) 이온교환된 제올라이트 흡착제의 질소 및 산소 흡착 특성 연구, J. Korean Ind. Eng. Chem., 16(1), 123-130.