ZSM-5, 선택적으로 알루미늄 치환

9월 과학기술자상 한옥희 박사 … 치환원소 위치측정법 개발 공로

과학기술부(장관 채영복)와 한국과학재단(이사장 김정덕)은 이달의 과학기술자상 9월 수상자로 한국기초과학지원연구원 대구분소 한옥희 박사를 선정했다.

한옥희 박사는 고체 핵자기 공명을 이용해 격자 구조에 치환돼 들어간 원소의 위치를 측정할 수 있는 기술을 개발했다.

기술 개발에 따라 산업적으로 중요한 제올라이트 중의 하나인 ZSM-5에서 활성자리로 작용하는 알루미늄이 규소를 치환하는 위치가 무작위적으로 일어나지 않고 일정한 선택성을 가진다는 것을 세계 최초로 규명했다.

연구결과는 유명 국제학술지인 앙게반테 케미(Angewandte Chemie International Edition) 2002년 2월호에 게재됐다.

나노미터(10^{-9} m)크기보다 작은 극미 세공을 내부에 무수히 가지고 있는 다공성 결정인 제올라이트는 이온교환제, 분리제 또는 촉매 등의 용도로 널리 사용되고 있는 대표적인 나노 구조체이다.

특히, 0.01나노미터 이하의 정확도로 분자를 인지하고 구별할 수 있는 특성과 함께 내부에 다양한 반응 활성점을 가지고 있어 다른 공정으로는 얻을 수 없는 초고순도의 질소를 생산하거나 원유로부터 보다 많은 가솔린을 얻는 공정과 같이 현대 화학관련 산업의 근간을 이루고 있는 수많은 화학공정의 핵심소재로 사용되고 있다.

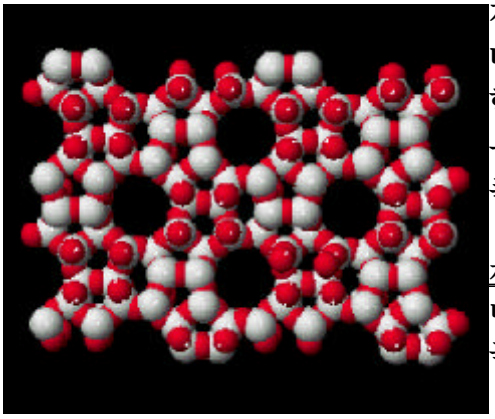
또 최근에는 제올라이트 내부에 존재하는 극미세공을 화학반응기로 사용해 다양한 나노복합소재를 합성하거나, 질소산화물이나 중금속과 같은 환경오염원을 원천적으로 제거하는데 가장 적합한 환경친화적 재료로 밝혀지고 있어 많은 관심을 끌고 있다.

제올라이트의 중요한 성질들이 일차적으로 그 골격을 이루고 있는 알루미늄원자의 양에 의해 결정되나, 골격에 존재하는 알루미늄의 양이 같다 하더라도 알루미늄원자의 골격분포 패턴이 다르면 제올라이트가 나타내는 물리화학적, 촉매적 특성이 크게 달라지게 된다.

제올라이트 내의 알루미늄 원자의 분포 특성에 대한 정확한 이해가 원하는 용도에 따라 물질의 물성을 인위적으로 조절함으로써 기존의 물질과는 전혀 다른 새로운 물성을 갖는 제올라이트를 디자인하고 개발하는데 필수적이다.

따라서 지금까지 수많은 연구자들이 제올라이트 내의 알루미늄 원자의 공간적 분포를 규명하기 위해 노력해 왔으나, 이를 직접적으로 규명할 수 있는 방법이 별로 없어서 여전히 미해결 상태로 남아 있었다.

X선 회절법으로는 전반적 결정 구조를 알아 낼 수 있으나, 규소와 알루미늄을 구별하기 힘들 뿐만 아니라 치환 핵종이 미량이거나 불규칙적으로 분포하면 감지가 불가능하기 때문이다. 고체 핵자기 공명으로도 평범한 일차원적 기법을 사용해서는 규소와 알루미늄을 구별할 수는 있지만 알루미늄의 분포 양상을 알아내는데 한계가 있다.



개발된 치환원소 위치 측정법은 제올라이트, 메조포러스물질 등의 다공성 물질 뿐만 아니라 반도체, 고온초전도체, 인광재료 등 다양한 고부가가치 신소재들의 치환물 또는 첨가물의 분포 분석에도 응용될 수 있는 원천기반 요소기술로 신소재의 개발과 품질 개선에 큰 역할을 할 것으로 예상된다.

제올라이트 ZSM-5의 골격구조모형도; 흰색은 규소, 빨간색은 산소를 나타내며, 규소자리의 일부를 알루미늄 등 다른 원소가 치환할 수 있다. 많은 극미세공이 규칙적으로 배열하고 있음을 볼 수 있다.

<Chemical Daily News 2002/10/09>