

제올라이트 합성시대 열렸다!

한밭대 홍석봉 교수, 결정구조 내 알루미늄 원자 위치 규명

석유화학산업에서 가장 중요한 촉매로 사용되고 있는 제올라이트 결정의 구조 특성이 규명돼 기존 물질과 전혀 다른 새로운 물성으로 합성할 수 있게 됐다.

과학기술부에 따르면, 제올라이트 중의 하나인 ZSM-5의 골격 내 알루미늄(Al) 원자의 위치가 제올라이트를 합성할 때 사용된 반응혼합물 내 규소(Si)와 알루미늄의 비중에 따라 달라진다는 사실이 한밭대학교 응용화학공학부 홍석봉 교수에 의해 세계 최초로 규명됐다.



홍석봉 교수

비석(沸石)이라고도 불리는 제올라이트는 결정구조적으로 각 원자의 결합이 느슨해 그 사이를 채우고 있는 수분을 고열로 방출시켜도 골격은 그대로 유지되는 특성이 있다.

주로 나노미터 크기의 반도체, 비선형 광학물질, 센서 등과 같이 뉴밀레니엄 시대를 주도할 다양한 복합재료들의 합성에 중요한 도구로 활발히 적용되고 있으며, 현재 석유화학, 정밀화학 등 화학 관련 산업전반에 걸쳐 이온교환제, 분리제 또는 촉매로 널리 사용되고 있다.

ZSM-5 제올라이트는 1960년대 후반 제올라이트 Y를 기초로 하는 새로운 가솔린 생산 공정이 미국의 Mobil에 의해 처음으로 상용화 된 이래 40년 동안 기존 화학공정의 획기적인 개선 또는 산업적으로 중요한 의미를 갖는 수많은 새로운 공정의 개발을 가능케 했다.

그러나 지금까지 수많은 연구자들이 제올라이트 내 알루미늄 원자의 공간적 분포를 규명하기 위해 노력해 왔음에도 불구하고 여전히 미해결 상태로 남아 있었다.

홍석봉 교수팀은 제올라이트 합성에 사용된 반응혼합물 내 규소와 알루미늄의 비중을 달리해 여러 종류의 규소-알루미늄 비를 갖는 ZSM-5를 합성한 후 물질의 골격 내에 존재하는 알루미늄 원자에 대한 고체 핵자기 공명 패턴을 비교함으로써 알루미늄 원자의 분포 특성이 불규칙적이지 않다는 사실을 발견했다.

제올라이트는 골격 내에 존재하는 세공의 크기와 모양, 골격을 이루고 있는 알루미늄 원자의 양에 의해 결정된다. 또 존재하는 알루미늄 원자의 양이 같더라도 알루미늄 원자의 위치가 달라지면 제올라이트가 나타내는 물리화학적·촉매적 특성이 크게 변하는 것으로 알려져 있다.

이에 따라 이제는 물성을 인위적으로 조절함으로써 흡착 및 촉매능이 서로 다른 제올라이트의 합성이 가능해 지는 등 새로운 제올라이트를 디자인하고 개발할 수 있게 될 것으로 기대되고 있다. <조인경 기자>

<Chemical Journal 2003/04/24>