

지구물질의 미시적 변화가 거시적 성질에 미치는 영향에 대하여

이성근*

서울대학교 지구환경과학부(sungkleee@snu.ac.kr)

지표면과 지구내부에서 일어나는 다양한 전-지구적, 지질학적 과정들의 이해고양 및 정량적 예측을 위하여서는 구성 지구물질들의 거시적인 성질과 이에 밀접한 관련을 가지는 미시적인 구조 (원자구조에서 수 nm의 원자들의 배열 및 분포) 의 이해가 필수적이다. 최근의 나노과학의 도래와 더불어 기존의 물리/화학을 비롯하여 이러한 길이단위의 연구를 전통적으로 수행한 분야뿐이 아니라, 생물, 재료, 지구과학 등에도 이러한 전통적으로 작은 길이단위 (미시적) 의 분야에 대한 연구가 보다 중요한 부분을 차지하게 되었다. 이러한 연구의 발전은 최근 십-수년간 급속도로 발전한 분석기기의 발달과 컴퓨터의 연산속도의 획기적인 발전으로 인한 이론적 연구의 발전과 더불어 가능하게 되었다. 지구물질과학 분야와 이러한 기타 분야와의 차이점은, 미시적인 구조나 성질의 파악이 그 자체로 그치는 것 외에 이러한 정보를 이용하여 정량적으로 전지구적인 과정을 설명하는 것이다. 그러나 미시적-거시적-전지구적이라는 서로 다른 길이나 시간단위의 문제와 더불어서 앞으로도 많은 발전의 여지가 있다. 최근 결정질 지구물질인 경우에는 구조와 지구내부의 구조 변화와 관련하여 정량적인 접근이 다소 가능하나, 비정질 지구물질인 경우에는 미시적구조가 밝혀지지 않았으며 거시적 성질의 연관성 및 지질과정과의 연관성, 또한 밝혀지지 않았다.

본 발표에서는 주로 '비정질' 지구물질의 미시적인 변화가 거시적인 성질에 미치는 영향을 정량적으로 규명한 최근의 연구결과를 소개한다. 이전에 잘 알려져 있지 않았던 비정질 지구물질의 구조를 고상 핵자기 공명 분광분석과, 양자계산, 그리고 비탄성산란 등의 방법으로 규명하였으며 이로부터 비정질 지구물질의 열역학적-동력학적성질을 구하였다. 이러한 미시적인 구조로부터 구한 거시적인 성질 등은 실험값과 일치한다. 또한 미시적인 성질로부터 구하여진 거시적 성질과 마그마의 생성 및, 이동과 관련된 지구조과정의 정량적 예측의 결과를 소개한다. 미시적인 '결정질' 지구물질의 변화가 거시적 성질에 미치는 영향에 대하여, 광물과 수용액등의 반응에 관한 연구를 예를 들어 소개한다. 전통적인 광물-유체-유기물반응에서는 광물 자체를 하나의 반응단위로 고려하나, 실제로 표면에서의 반응은 광물을 구성하는 여러 원자간 결합상태의 변화로부터 설명이 가능하다. 이번 발표에서는 여러 결정질 지구물질과 유체의 반응을 각 결정학적 자리에서 일어나는 산소-17 동위원소 치환의 반응속도론으로 설명한 최근의 연구를 소개한다. 이러한 연구들의 결론은, 반응 길이나 결합각의 작은 차이가, 반응속도에 큰 영향을 주며, 따라서, 광물과 유체의 반응 시 반응속도론은 각각의 결정학적 자리에서의 반응의 합으로 반응속도 상수들의 결정되어야한다는 것을 제시한다.