

## 지구내부에서의 광물과 규산염 용융체간의 원소분배계수의 미시적 이해

이성근<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 지구환경과학부 지구물질과학연구소(sungklee@snu.ac.kr)

지화학적 원소의 결정질 광물 또는 암석과 규산염 용융체 (마그마) 사이의 분배계수는 지구형성 초기의 마그마 바다에서부터 지구의 화학적 분화를 통하여 현재의 지각/맨틀/핵으로의 층상형 구조의 형성과 조성의 분포에 매우 중요한 역할을 담당하였고 이로부터 지구내부의 열원인 방사성 동위원소의 맨틀이나 핵의 존재에 대한 실마리를 얻을 수 있다. 이러한 원소 분배계수를 구하고 예측하기 위해서는 다양한 온도-조성-압력조건하에서 서로 평형을 이루는 결정질과 비정질 규산염의 원자 구조와 조성에 대한 정보가 필수적이다. 결정질의 다양한 온도 압력조건하에서의 원자 구조는 주로 x-선 회절을 이용한 광물물리의 실험적 방법들로부터 얻을 수 있으며 평형상태하의 비정질/결정질의 조성 또한 다양한 분석화학 방법의 도래로 고도의 정밀도를 가지고 구할 수 있다. 그러나 분배계수의 이해에 필수요소인 규산염 용융체의 고압에서의 원자 구조는 최근에 이르러서야 몇 몇 간단한 조성의 모델계인 경우에 한하여 제한적인 결과들이 보고되는 등 다른 필수 요소들에 비하여 상대적으로 잘 알려져 있지 않다. 최근의 분배계수 실험결과에 의하면 이러한 비정질의 조성과 구조가 분배계수를 수에서 수십 배 가량의 변화에 주도적인 역할을 한다는 것이 보고되어 있다.

본 발표에서는 다양한 지구조운동 환경에 수반하는 염기성 마그마의 모델계인 mixed cation 비정질 규산염의 고압구조를 2차원 고상핵자기 공명기를 이용하여 구한 결과를 보고한다. 이 실험의 결과는 서로 다른 network modifying 양이온과 인접한 비연결산소 (예, Na-O-Si and {Ca,Na}-O-Si) 가 단상 (single phase) 의 용융체내에서도 각기 다른 압력의존도를 보이는 것으로 Na-O-Si 가 {Ca,Na}-O-Si 에 비하여 6 만기압 이하에서는 더 급격하게 압력증가에 따라 감소하는 경향을 보이고 6 만 기압이상에서는 {Ca,Na}-O-Si 가 더 큰 압력의존도를 가져서 전체 비연결산소 감소를 주도한다. mixed cation 비정질 규산염의 분석결과와 기존의 모델계에서의 구조변화를 조합하여 본 결과, 다양한 조성의 비정질 규산염이 1 기압에서의 조성에 따라 비연결산소농도가 압력에 따라 복잡하고, 비선형적인 경향을 보임을 규명하였다. 이러한 압력의존도를 정량화한 후 이를 바탕으로 일반화된 비연결산소의 압력의존도로부터 결정질과 비정질사이의 원소 분배계수를 통계열역학적 방법론을 이용하여 계산하였다. 계산된 분배계수는 압력이 증가할수록 증가하여 1기압에서 20만 기압까지의 경우 약 8 배정도 증가경향을 보여서 용융체보다는 원소가 주로 결정질에 직접됨을 지시한다. 이러한 결과는 지구형성초기의 마그마 바다에서 전지구적 원소분배가 현재의 지구의 화학적 분화를 결정할 때, 비정질 규산염 마그마의 원자구조의 중요성을 제시하며 현재 상압에서 주로 유도된 원소분배계수를 통한 지구분화모델의 새로운 해석이 필요함을 의미한다.