

동위원소현미경을 이용한 우주물질 연구

Isotope Microscope and its Application to Cosmochemistry

박창근(Changkun Park)
극지연구소 지질운석연구실

동위원소현미경 시스템(isotope microscope system)은 이차이온질량분석기 (secondary ion mass spectrometer)에 2차원 이온 이미징 장비 SCAPS(Stacked CMOS Active Pixel Sensor)가 장착되어 시료 표면의 동위원소 분포를 2차원 정량 이미징할 수 있는 분석 장비이다(Yurimoto *et al.*, 2003). 동위원소현미경 시스템은 사람의 눈이 사물을 인식하는 것과 마찬가지 방식으로 시료 표면에서 나오는 이차이온을 직접적으로 이미징할 수 있기 때문에 넓은 영역의 동위원소 분포를 보거나 특정 동위원소가 농집된 곳(hot spot)을 찾아내는데 이용될 수 있다. 특히 2차원 이미징 장비 SCAPS는 약 35만개의 픽셀 센서로 이루어져 있는데, 각 픽셀 센서는 이온을 직접 검출할 수 있고, 축적 방식이라 dead time이 없으며, 한번에 3개에서 50000개의 이온을 검출할 수 있다(Takayanagi *et al.*, 1999; Nagashima *et al.*, 2001; Kunihiro *et al.*, 2004).

동위원소현미경은 개발되자 마자 초신성에서 기원한 선태양계 규산염 광물을 운석의 기질에서 최초로 찾아내고(Nagashima *et al.*, 2004), 태양계 초기 물의 산소 동위원소 조성을 밝혀내는데 사용되어(Sakamoto *et al.*, 2007), 우주화학 분야에서 큰 성과를 거두고 있다. 최근에는 공간분해능을 약 700 nm까지 줄이고 정밀도를 약 5 %로 향상시켜 특정 광물의 결정 내에 산소동위원소 조성이 변화하는 것을 알아내기도 하였다(Park *et al.*, 2012; Nagashima *et al.*, 2015). 수소동위원소 이미징을 통해 미분화운석에 존재하는 유기물의 기원을 밝히고(Hashiguchi *et al.*, 2013), 월석의 함수광물에 들어있는 물의 양과 동위원소 조성을 알아내는데 사용되기도 하였다(Greenwood *et al.*, 2011).

동위원소현미경은 이론상 수소부터 우라늄까지 정량 이미징을 통해 수백 나노미터의 공간분해능과 수 퍼밀의 정밀도로 비교적 넓은 영역(수십 마이크로미터)에서 동위원소 분포를 알 수 있기 때문에 앞으로도 우주화학 분야는 물론, 암석학, 생물학, 재료과학 등의 분야에서 더욱 폭넓게 사용될 것이다.

참고문헌

- Greenwood *et al.*, 2011, Nature Geoscience 4, 79–82.
Hashiguchi *et al.*, 2013, Geochimica et Cosmochimica Acta 122, 306–323.
Kunihiro *et al.*, 2001, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 470, 512–519.
Nagashima *et al.*, 2001, Surface and Interface Analysis, 31, 131–137.
Nagashima *et al.*, 2004, Nature, 428, 921–924.
Nagashima *et al.*, 2015, Geochimica et Cosmochimica Acta 151, 49–67.

Proceedings of the Annual Joint Conference,
the Petrological Society of Korea and the Mineralogical Society of Korea,
May 26-27, 2016, Busan, Korea

- Park *et al.*, 2012, Meteoritics and Planetary Science, 47, 2070–2083.
Sakamoto *et al.*, 2007, Science, 317, 231–233.
Takayanagi *et al.*, 1999, IEEE Workshop on Charge–Coupled Devices and
Advanced Image Sensors, 159–162.
Yurimoto *et al.*, 2003, Applied Surface Science, 203–204, 793–797.