초록

대한지질학회 제73차 정기총회 및
2018 추계지질과학 연합학술대회

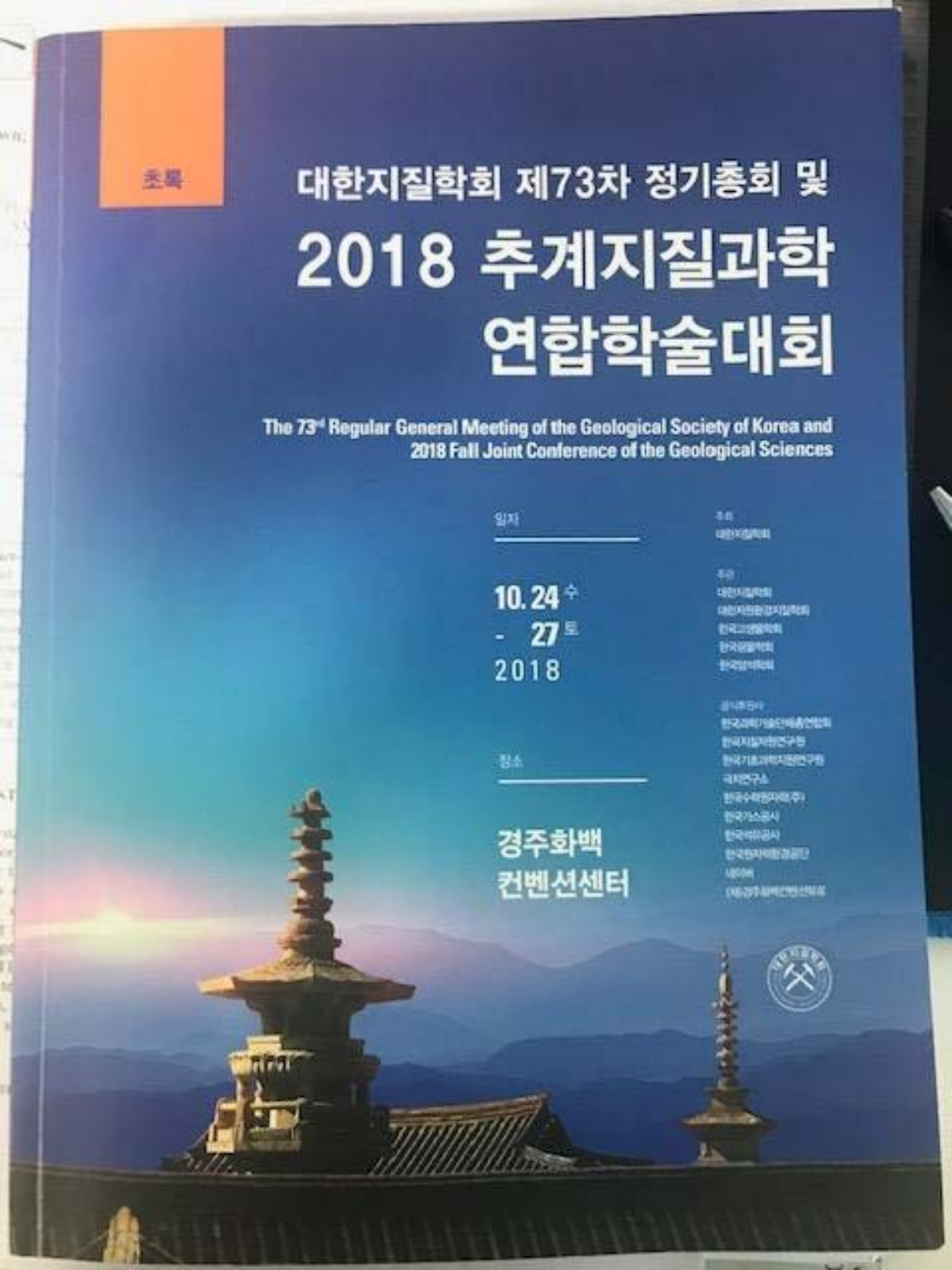
The 73rd Regular General Meeting of the Geological Society of Korea and
2018 Fall Joint Conference of the Geological Sciences

일자

10. 24 수
- 27 토
2018

장소

경주화백
컨벤션센터



구두 7-16

자동화된 레이저 불화방식을 적용한 표준고체시료의 산소동위원소 정밀분석

High precision analysis of oxygen three isotopes in silicates by IRMS with an automated laser fluorination technique

김낙규[1*], Minoru Kusakabe[2], 박창근[3], 이종익[4], Keisuke Nagao[5], Yuma Enokido[6], Shigeru Yamashita[6], 박선영[3]
Nakkyu Kim[1*], Minoru Kusakabe[2], Changkun Prak[3], Jongik Lee[4], Keisuke Nagao[5], Yuma Enokido[6], Shigeru Yamashita[6], Sungyoung Park[3]

[1]한국해양과학기술원 부설 극지연구소 K-루트 사업단, kimnk@kopri.re.kr
[2]Department of Environmental Biology and Chemistry, The University of Toyama
[3]한국해양과학기술원 부설 극지연구소 극지지구시스템연구부
[4]Division of Earth and Planetary Material Science, Tohoku University
[5]Institute for Planetary Materials, Okayama University

산소는 자연계에서 세 종류(^{16}O, ^{17}O, ^{18}O)의 안정동위원소를 가지고 있다. 암석 및 광물의 산소동위원소 조성을 통해 그것의 성인을 밝히고 물리-화학적 반응을 바탕으로 지구화학적 과정을 설명할 수 있다. 산소동위원소의 성분비는 평균해수성분(VSMOW, Vienna Standard Mean Ocean Water)과 비교하여 천분율(‰) 단위인 δ(delta)로 표현한다: $\delta^{17}O(‰) = 10^3[(^{17}O/^{16}O)_{sample}/(^{17}O/^{16}O)_{standard}-1]$, $\delta^{18}O(‰) = 10^3[(^{18}O/^{16}O)_{sample}/(^{18}O/^{16}O)_{standard}-1]$. 2006년부터 극지연구소에 설치된 레이저 불화방식(fluorination) 산소동위원소 분석시스템을 이용하여 지구 및 지구 밖(terrestrial/extraterrestrial) 물질의 산소동위원소 성분비를 분석하였다. 하지만 기존 시스템의 노후화 및 신규 안정동위원소질량분석기(MAT 253 plus)의 도입을 계기로 시스템의 대대적인 개선이 이루어졌고, 이와 더불어 분석시스템의 정확성 및 정밀성 확보를 위해 표준고체시료(UWG2 garnet, NBS28 quartz, San Carlos olivine, Juan de Fuca basalt glass, obsidian)의 산소동위원소 분석을 반복적으로 수행하였다. 2 mg 내외의 고체시료를 오불화브롬(BrF$_5$)이 채워진 반응용기 내에서 CO_2-레이저로 가열하면 불화과정에 의해 순수한 산소 기체가 환원되어 시료에서 분리된다. 불화과정에서 생성된 불필요한 기체들은 정제라인을 통과하며 모두 걸러낸 후 순수한 산소 기체가 질량분석기로 주입되어 산소동위원소비가 측정된다.

높은 재현성에 도달하기 위해 수동 레이저 불화방식(manual lasing technique)과 자동화된 레이저 불화방식(automated lasing technique)을 적용하여 그 결과를 비교하였다. 수동 방식은 분석자가 집중된 레이저 빔(focused laser beam)의 위치와 출력을 직접 조절하는 방식이다. 반면, 자동 방식은 컴퓨터 프로그램을 이용하여 위치가 고정된 초점 레이저 빔(defocused laser beam)의 출력을 자동으로 조절한다. 수동 방식으로 분석된 표준고체시료들의 산소동위원소비는 기존의 보고된 결과들에 비해 낮은 재현성과 가벼운 동위원소비를 나타낸 반면, 자동 방식을 적용한 결과들은 높은 재현성(<0.2‰, 2σ)과 함께 보고된 값들과 유사한 결과를 나타내었다. 그리고, 분석된 표준고체시료들의 산소동위원소 성분으로부터 계산된 지구질량분별선(λ, terrestrial mass fractionation line)의 기울기는 0.5281±0.0021 (R^2=0.9998)이고, 주어진 $\delta^{18}O$ 값에서 $\delta^{17}O$ 값이 지구질량분별선에서 벗어난 정도를 의미하는 $\Delta^{17}O(=10^3\ln[1+\delta^{17}O/10^3]-\lambda\times10^3\ln[1+\delta^{18}O/10^3])$ 값은 −0.005±0.022‰이다.