

# 다이오드레이저 흡수분광법을 이용한 수증기의 산소 동위원소 성분비 측정 - I

## Measurement of Oxygen Isotope Ratio in Water Vapor by using Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy (TDLAS) - I

정도영, 박상언, 김재우, 고광훈, 임권, 정의창, 김철중  
 한국원자력연구소, 양자광학기술개발부  
 dyjeong@kaeri.re.kr

여러 가지 원소의 동위원소 성분 분석은 생물학, 화학, 환경학, 연대학, 기후학 연구에 있어서 중요한 정보를 제공하는 유용한 수단이다. 그 중에서도 수소, 산소, 그리고 탄소 동위원소 성분비의 정밀한 측정은 지구의 기후 변화 연구 등에 필수적인 수단이며, 가깝게는 식음료의 원산지 및 품질 확인에 이르기까지 다양하게 응용되고 있다. 대표적으로 활용되고 있는 예를 보면 다음과 같다.

1. Authenticity Control and Detection of Adulteration: 주스류에 첨가제를 사용했는지의 여부를 확인할 수 있고, 포도주의 진품 여부를 확인할 수 있으며 원산지 확인도 가능하다.
2. Geochemistry and Paleoclimatology (Hydrological Cycle): 지하수 연구에 활용하고 있으며, 빙하기 연구를 비롯한 지구의 기후 변화 연구에 필수적인 정보를 제공한다<sup>(1)</sup>.
3. Nutrition: Doubly Labelled Water (DLW) 방법 등 생체의 에너지 소모를 비롯한 신진대사 연구와 의약품 연구에 동위원소 성분비 측정이 중요한 정보를 제공한다<sup>(2)</sup>.
4. 질병의 조기 진단: 동위원소 성분비 측정으로부터 질병의 조기 진단이 가능하다<sup>(3)</sup>. (예. 위암의 원인균인 헬리코박터 파이오리 균의 검지)

농축 산소 동위원소는 PET(positron emission tomography)용 방사성의약품 생산에 원료로 사용되고 있으며, 최근에는 초전도체를 비롯한 농축된 동위원소를 사용한 신물질 제조 연구가 활발히 진행되고 있다. 우리 연구실에서는 분리막(membrane)을 이용한 산소 동위원소 분리 기술을 개발 중에 있다. 직경이 200 nm 이하인 소수성 분리막의 산소 동위원소 분리 특성 연구에 산소 동위원소 성분비 측정은 필수적이다.

동위원소 성분비를 측정하는 방법으로는 동위원소 질량분석기(IRMS)를 이용한 방법이 사용되어 왔지만, 최근 다이오드 레이저의 발달과 함께 다이오드레이저 흡수분광법 (TDLAS)이 개발되어 사용되고 있다. TDLAS 방법의 경우 질량분석기를 이용하는 방법에서는 측정이 불가능한 동일질량 분자의 동위원소 성분비를 측정할 수 있다. 특히, 물분자의 경우 IRMS는 직접 분석이 불가능하며, 화학적 변환을 거쳐 이산화탄소로 변환시킨 후 성분비를 측정할 수 있다. 이 과정에 수 ~ 수십 시간이 소요된다. 그러나 TDLAS 방법의 경우 이러한 변환과정 없이 물분자의 직접적인 측정이 가능하다.

본 논의에서는 우리 연구실에서 개발 중인 “다이오드레이저 흡수분광법을 이용한 수증기의 산소 동위원소 성분비 측정 기술”의 연구논문 발표에 앞서, 동위원소 성분비 측정의 응용성과 기존의 동위원소 성분 측정기술을 논의하고, 농축 산소 동위원소의 용도 및 산소 동위원소 분리기술을 소개하고자 한다.

[참고문헌]

1. D.E. Cooper, R.U. Martinelli, C.B. Carlisle, H. Riris, D.B. Bour, and R.J. menna, Appl. Opt. 32(33), 6727 (1993)
2. J.L. Seale, G. Klein, J. Friedmann, G.L. Jensen, D.C. Mitchell, and H. Smiciklas-Wright, Nutrition 13, 568 (2002)
3. H.C. Fricke and J.R. O'Neil, Earth and Planetary Science Letters 170(3), 181 (1999)

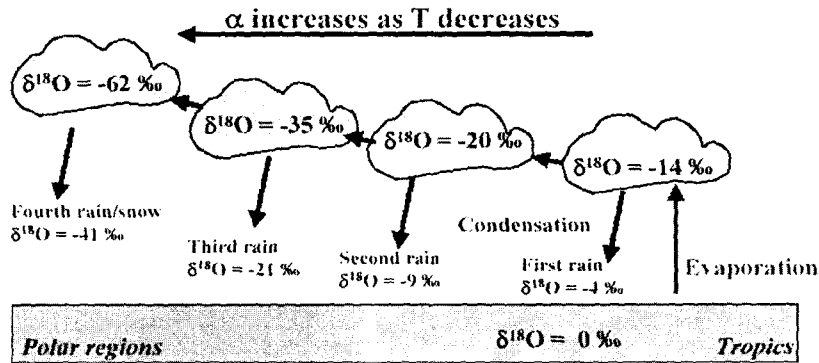
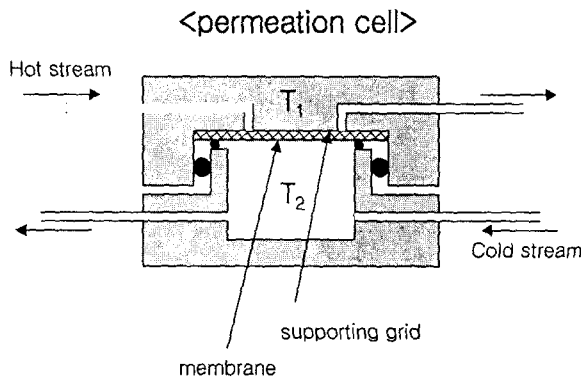


그림 1. 물의 증발과 응축 과정에서의 atmospheric water의  $\delta O-18$  분포: 극지방의 ice core에 대한 동위원소 성분비는 빙하기 연구에 귀중한 자료가 됨.



\* Separation factor ~ 1.02

그림 2. 분리막을 이용한 산소 동위원소 분리.

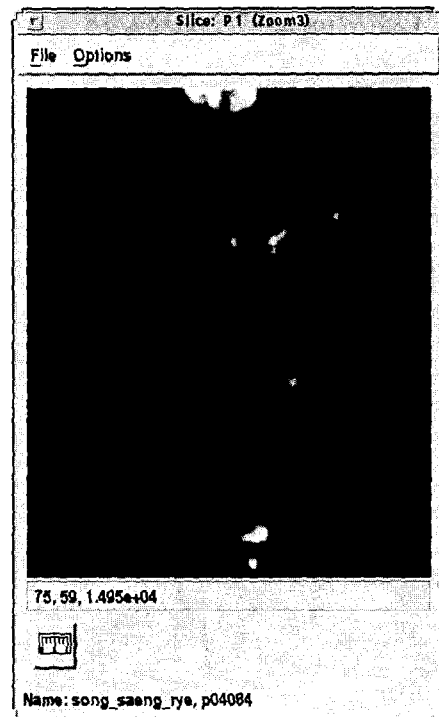


그림 3. 암진단에 사용되는  $^{18}F$  PET 영상:  $^{18}O$ 을 원료로 사용함.