

CO₂に富む火口湖でのリアルタイム溶存CO₂濃度測定を試み Trial of real-time measurement of dissolved CO₂ concentration in CO₂-rich volcanic crater lakes

実政 光久^{1*}, 佐伯 和人¹, 金子 克哉², 大場 武³

SANEMASA, Mitsuhisa^{1*}, SAIKI, Kazuto¹, KANEKO, Katsuya², OHBA, Takeshi³

¹ 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻, ² 京都大学大学院人間・環境学研究科, ³ 東海大学理学部化学科

¹Earth & Space, School Sci., Osaka Univ., ²Earth Sci., School HES., Kyoto Univ., ³Dept. Chem., School Sci., Tokai Univ.

アフリカ・カメルーンのマヌーン湖・ニオス湖(以下、カメルーン火口湖と呼ぶ)では火山由来CO₂が湖水に供給されており、1984年と1986年に相次いでCO₂が噴出し、約1800名の死者を出した。それ以来、様々な研究者・技術者によってカメルーン火口湖の水質モニタリングや人口脱ガスなどの災害防止対策がなされている。その結果、溶存CO₂量はマヌーン湖では最大時の10%以下に減少したが、ニオス湖では依然73%程度が溶存している[1]。また、湖への供給経路なども明らかになっておらず、火山活動の活発化などにより供給量が突然に急増する可能性もある。

現在、CO₂濃度プロファイルは溶存CO₂と平衡にあるHCO₃⁻を用いて、電気伝導度やpHセンサーの測定結果と深度毎サンプル採取後の化学分析によって得られた各深度での全CO₂濃度を関係付けることにより見積もられている。しかしこの手法ではサンプル採取と化学分析に時間と手間がかかり、リアルタイム測定を行うことは難しく、今のところおよそ年1回しか行われていない。これでは供給量が急増した場合に対応できないため、湖に常設、あるいは頻繁に投入することでリアルタイムに溶存CO₂濃度を測定する手法を開発する必要がある。

常設の溶存CO₂濃度測定法としては水相と気相を、透過膜を通して平衡に達した後、気相のCO₂濃度を赤外線測定する方法などがあるが、カメルーン現地では精密な機器を継続的にメンテナンスすることが難しいので、簡便で応答の速い測定法が要求される。その結果、溶存物質とその濃度によって水溶液の音速が変化することを利用した音速変化法、または現在の電気伝導度を用いた測定法を改良・高精度化することが適当と考えられた。この両者については、前者は湖の主な溶存物質であるCO₂が音速変化の大半を担っている可能性がある一方、後者の電気伝導度とpHによる測定は他の比較的濃度の低い溶存イオンの影響が大きいことがすでに示唆されている[1]ため、まずは音速変化法による測定に着手した。音速変化法では、イオン性水溶液の音速変化から濃度を求める試みが[2]などによって行われているが、CO₂による音速変化の先行研究はなかったため、始めに溶存CO₂濃度に応じて音速がどの程度変化するかを実験した。

始めに水道水の入った炭酸飲料のペットボトル内に2つの圧電素子(富士セラミック製)を向かい合わせて16cm離して封入し、炭酸水を作るためにCO₂で加圧した。CO₂濃度は172mmol/kg以上であった(ニオス湖の約0.5倍)。片方の圧電素子を2MHzで発振させ、もう片方で受信してオシロスコープでモニターすることにより加圧前と加圧後の音波の到達時間差を比較した。その結果、当該濃度では10m/sの精度内で音速変化は観察されなかった。より精度の高い測定を行うため、実際に湖に投入する音速プロファイラ(AML oceanographic社製 MinosX)をCO₂加圧下で用いることの出来る加圧タンクを製作し、音速測定を行った。その結果について発表する。

2012年2月~3月にかけてカメルーン現地では音速プロファイラを用いて、温度と音速の測定を行った。その結果についても発表する。

[1]Kusakabe et al.(2008) Evolution of CO₂ in Lakes Monoun and Nyos, Cameroon, before and during controlled degassing, *Geochemical Journal*, 42, 93-118

[2]S. J. Kleis and L. A. Sanchez (1990) Dependence of Speed of Sound on Salinity and Temperature in Concentrated NaCl Solutions, *Solar Energy*, 4, 201-206

キーワード: カメルーン火口湖, 溶存CO₂, 音速

Keywords: Cameroon volcanic lakes, dissolved CO₂, sound velocity