

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 30 日現在

機関番号：82706

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21654072

研究課題名（和文）極微小珪質プランクトンの酸素同位体比測定法の開発

研究課題名（英文）Development of a simple method for oxygen isotope analysis on microgram quantities of biogenic opal

研究代表者

井尻 暁 (IJIRI AKIRA)

独立行政法人海洋研究開発機構・高知コア研究所・研究員

研究者番号：70374212

研究成果の概要（和文）：極微小珪質プランクトンの殻（生物源オパール）の酸素同位体比を、精度良く簡易かつ安全に測定する新しい分析システムを開発し、この結果、従来の分析手法の1/10以下の試料量で、測定精度を落とすことなく短時間で珪質プランクトンの酸素同位体比分析を行うことが可能となった。この手法を用いて放散虫殻化石の種別同位体分析に成功。また国際統合掘削計画 (IODP) で得られた試料の分析を行った。

研究成果の概要（英文）：We developed a rapid and simple method for oxygen isotope analysis on microgram quantities of biogenic opal. The sample size of opal was reduced to <1/10 compared to conventional methods without reducing the precision of the oxygen isotope ratio. We succeeded in the oxygen isotope analysis on monospecific radiolarian skeletons by using our new method, and applied the method to analysis for the samples retrieved during Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expeditions.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,700,000	0	1700,000
2010年度	700,000	0	700,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	210,000	3,310,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学，層位・古生物学

キーワード：珪質プランクトン，酸素同位体比，極微量

## 1. 研究開始当初の背景

炭酸カルシウムで構成される有孔虫殻の酸素同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) は、海水の温度と酸素同位体比を反映することから、最も重要かつ定量的な基礎データとして古海洋環境復元に大きく貢献してきた。しかしながら、炭酸カルシウムは極域などの有孔虫の産出の少ない高緯度海域や、炭酸塩補償深度以深の深海底には堆積しないため、これらの海域では

$\delta^{18}\text{O}$  のデータを得ることが出来ない。一方、放散虫や珪藻の殻を構成する生物源オパールは、炭酸塩補償深度以深の深海底（水深～4000m）にも保存されており、もしこの $\delta^{18}\text{O}$ を測定できれば、これまで有孔虫の残っている海域でしか得られなかった海水の温度、 $\delta^{18}\text{O}$ の指標を得ることができ、古海洋環境復元研究の大きなブレイクスルーになると期待される。しかし生物源オパールの分析には、



#### 4. 研究成果

(1) 高周波誘導加熱炭素還元炉から、生成した一酸化炭素 (CO) を質量分析計へ直接するラインを作成し、従来の手法と比べ高精度・高感度・簡便・安全な珪質プランクトンの酸素同位体分析手法を確立した (最小必要試料量:80 $\mu$ g, 測定精度:<0.2‰) (図4)。一試料あたりの測定時間は50分である。この結果、従来の分析手法の1/10以下の試料量で、測定精度を落とすことなく短時間で分析を行うことが可能となった。短時間で測定できることは、古環境復元のように柱状堆積物試料を大量に測定しなければいけない研究にとって必要不可欠であり、本研究により初めて、堆積物試料を用いたルーチン分析が可能となった。

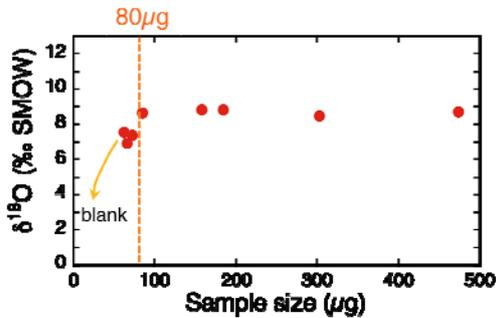


図4 石英サンプルの導入量と酸素同位体比, 80 $\mu$ g以下のサンプル導入量ではプランクの影響を受ける。

(2) 確立した分析システムを用いて世界で初めて単一種の放散虫殻化石の酸素同位体比の測定を行った。

従来から、珪藻の $\delta^{18}\text{O}$ は分析されているが、粘土鉱物など他の酸素源との分離が難しく、その分析結果には疑問がもたれることも多かった。一方、放散虫殻化石は顕微鏡下で堆積物試料から一個体ずつ拾い出すことが可能で、粘土鉱物との分離が珪藻に比べて非常に簡単である。また、光合成を行う珪藻は有光層である海洋表層に生息域が限られるのに対し、放散虫の生息深度は海洋表層から中層までと幅広く、放散虫の酸素同位体比を測定することで、これまで得られなかった表層~中層までの海洋環境の復元が可能になると期待される。しかし海底堆積物中の放散虫の産出数は少なく、従来の分析手法では、試料量が足りないため、これまでにもその殻を拾い出して酸素同位体比の分析を行った例はなかった。このため、本研究で初めて可能となった放散虫

の酸素同位体分析は古海洋環境復元研究の大きなブレイクスルーとなる可能性がある。

実際にベーリング海堆積物表層からバルクの珪藻を抽出したものと、放散虫の単一種 (*G.glacialis*) の殻だけを拾い出して測定した酸素同位体比の結果を比較すると、両者はそれぞれの生息水深に応じて珪藻は海洋表層、*G.glacialis*は亜表層の温度を保存している可能性が示された (図5)。

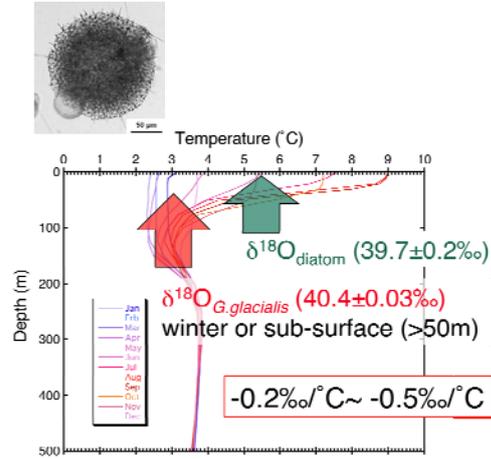


図5 ベーリング海堆積物表層から抽出したバルクの珪藻殻、放散虫 (*G.glacialis*) の酸素同位体比の測定結果と、酸素同位体比から予想される両者の保存している温度範囲の差。実線は研究海域での1月~12月までの水温鉛直分布を示す。珪藻の酸素同位体比は、夏期の表層水温を反映し、*G.glacialis*は50~180 mの亜表層の水温を反映している。

(3) 国際的な生物源オパール(Opal)の酸素同位体比研究室間比較プログラム (Inter-laboratory comparison of the oxygen isotope composition of biogenic opal) へ参加した。この中で連続フロー質量分析によって、微小試料分析が行っていたのは我々だけであった。データの対比の結果、我々の分析システムでは他機関の試料導入量の1/10以下の試料導入量(約200 $\mu$ g)で分析を行ったにもかかわらず、他機関と同様、もしくはより高精度で結果を出すことが出来た (図6)。このプログラムの結果は *Geochimica et Cosmochimica Acta* に発表された。

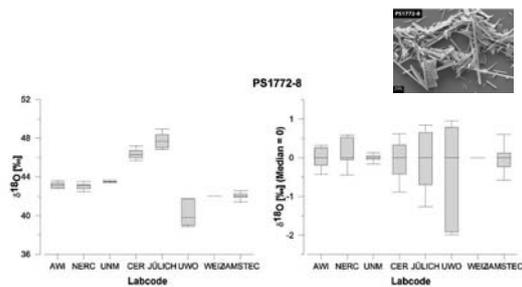


図6 珪藻試料PS1772-8を各研究室で測定した結果, Chaplignin et al, (2010) IBS meeting より (Labcodeの右端JAMSTECが本研究の結果)

(4) 確立した分析手法を用いて, 国際統合掘削計画(IODP)で得られた堆積物試料の珪藻, 放散虫の分析を行った。

南大洋の堆積物試料から抽出した珪藻殻化石, 放散虫殻化石を用いて珪藻過去10000年間の高解像度分析, および過去500万年間の長期的変化を調べた。予察的な結果では酸素同位体比の変動は過去のこの海域における海氷消長と関連している可能性が高いことが明らかとなった。また放散虫殻化石の酸素同位体分析による過去の海洋環境の復元は初めての試みであり, 珪藻殻の酸素同位体比との比較から分析を行った放散虫の酸素同位体比は過去の中層深度の環境を反映している可能性が高いことが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

① Chaplignin, B., Leng, M.J., Webb, E., Alexandre, A., Dodd, J.P., Ijiri, A., Lucke, A., Shemesh, A., Abelman, A., Herzsuh, U., Longstaffe, F.J., Meyer, H., Moschen, R., Okazaki, Y., Rees, N.H., Sharp, Z.D., Sloane, H.J., Sonzogni, C., Swann, G.E.A., Sylvestre, F., Tyler, J.J., Yam, R. (2011) Inter-laboratory comparison of oxygen isotope compositions from biogenic silica. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 75, 7242-7256. 査読有

[学会発表] (計6件)

① Yamane, M., Okazaki, Y., Ijiri, A., Ikehara, M., Yokoyama, Y., A Holocene diatom oxygen isotopes record from the Indian sector of the Southern Ocean.

INQUA XVIII Congress, 2011年7月22日, Bern, BERNEXPO

② Ijiri, A., Okazaki, Y., Yamane, M., Sakamoto, T., and Harada, N., A simple method for oxygen isotope analysis on microgram quantities of biogenic opal. 10<sup>th</sup> International Conference on Paleoceanography, 2010年9月2日 San Diego, Scripps Institution of Oceanography

③ 井尻 暁, 岡崎 裕典, 山根 雅子, 坂本 竜彦, 原田 尚美, 微量生物源オパール<sup>の</sup>酸素同位体比測定法の開発~新しい珪質プランクトン古海洋指標の開拓をめざして 日本地球惑星科学連合2010年大会, 2010年5月25日 幕張メッセ

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

井尻 暁 (IJIRI AKIRA)

独立行政法人海洋研究開発機構 高知コア研究所・研究員

研究者番号: 70374212