

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23654185

研究課題名(和文)沈み込み帯での炭素循環新情報発信へ：微量グラファイトの局所炭素同位体比分析

研究課題名(英文)Carbon cycling in the subduction zones deduced from in-situ Carbon isotope analyses

研究代表者

森下 知晃(Morishita, Tomoaki)

金沢大学・自然システム学系・教授

研究者番号：80334746

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：ハワイ大学設置のSIMSを用いて、グラファイトの局所炭素同位体比分析の分析手法を確立した。この手法を用いて、高圧変成岩、接触変成岩、ヒスイ輝岩、グラファイトを含むかんらん岩捕獲岩の分析を行った。高圧変成岩類、接触変成岩類は、炭質物中の不純物の影響により良いデータが得られなかった。ヒスイ輝岩のデータから、ヒスイが形成される沈み込み帯初期には、マントル値と同程度の炭素同位体比を含む流体が関与していることが明らかになった。かんらん岩捕獲岩中のグラファイトからは、生物起源を示唆する軽い同位体比が得られた。マントル中でのダイヤモンドが形成との関連を示唆する。

研究成果の概要(英文)：In-situ carbon isotopic analyses using SIMS was developed at the University of Hawaii. I analyzed 4 different natural samples: (1) high-pressure metamorphic rocks, (2) contact metamorphic rocks, (3) jadeites, and (4) graphite-bearing mantle xenoliths. Unfortunately, I was not able to reliable date from (1) and (2) because of matrix effects of silicate inclusions within carbon-bearing phases in the se samples. Graphite in jadeites has similar carbon isotopic compositions to mantle value. This suggests that fluids with mantle-like carbon isotopic compositions are responsible for the formation of jadeite at the beginning of subduction. Graphite in the mantle xenolith has light-carbon isotopic compositions. This suggests the carbon in the sample was of biogenic origin. This graphite will provide us useful information on origin of diamond in the mantle.

研究分野：数物系科学

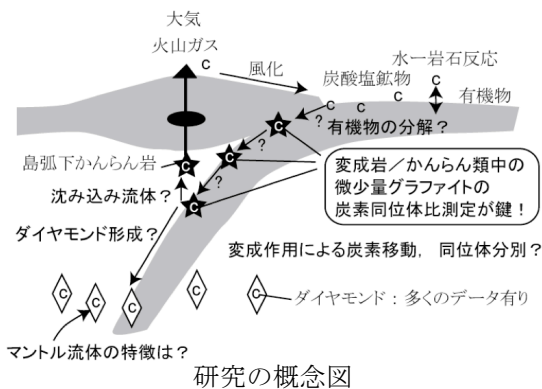
科研費の分科・細目：岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：炭素 沈み込み帯 局所炭素同位体分析 かんらん岩 ヒスイ輝岩

1. 研究開始当初の背景

地球の表層環境変動の一つの鍵となるのは炭素循環である。しかし、一般的には、大気-海洋の循環が注目されているが、地球全体の物質収支を考えたとき、プレート物質である岩石中の炭素の挙動を理解する必要がある。従来の研究では、地球深部の炭素として、ダイヤモンドの研究は多くなされてきていたが、ダイヤモンドよりも低圧相のグラファイトに関してはまとまった研究がなかった。その一つは、分析に時間がかかり、微量しか炭素が含まれていない試料中の炭素に関する化学的情報を得られることが難しいことがあげられる。

沈み込み帯での炭素循環の概念図と本研究のターゲット



2. 研究の目的

そこで本研究の目的は、

- (1) 局所炭素同位体比の確立
- (2) 局所炭素同位体比測定方法を用いて、多様なプレート物質中の微量炭素の炭素同位体比を測定し、特に、プレートの沈み込み帯低圧条件での炭素循環に関する新しい情報を発信する

これらのことを目標とした。

3. 研究の方法

●局所炭素同位体比分析方法の確立

ハワイ大学設置の SIMS を用いて、局所炭素同位体比分析手法を確立する。

●多様なプレート物質の分析

高压変成岩

四国三波川帯中の温度圧力履歴が求められている泥質起源の変成岩の代表的なもの (Inui & Toriumi, 2002, J. Metamorphic Geol.) を選び測定した。

接触変成岩

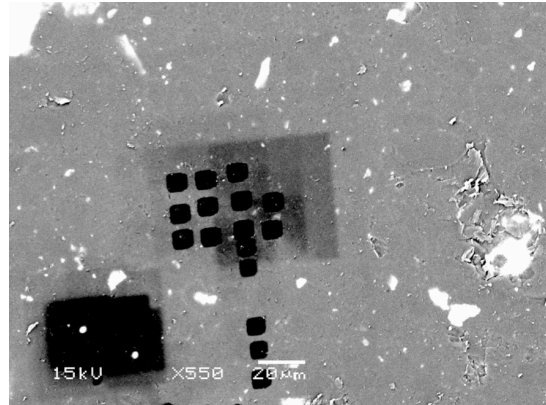
京都大文字山近辺、春日山近辺に産する高温低圧接触変成岩について (Nakamura, 1995, Island Arc; Aoya et al., 2010, Jour. Metamorphic Geol.), 変成温度が見積もられていて、異なる試料を用いて測定した。

ヒスイ輝岩

ヒスイ輝岩は、プレート沈み込み帯初期の流体が多く存在する環境で形成されていることがわかってきた (Morishita et al., 2007 Island Arc)。そこで、日本国糸魚川-青海産のヒスイ輝岩の中に、炭素を含む特殊な試料

を見いだしたので、測定を行った。

グラファイトを含むかんらん岩捕獲岩 スペイン・タジャンテ地方には、島弧環境の影響を被ったかんらん岩捕獲岩が採取される (Shimizu et al., 2004 Geol. Soc. London)。その中に、グラファイトを含む特殊な試料について測定を行った。



分析に必要な領域 5-10 ミクロン程度

4. 研究成果

局所炭素同位体比分析の成果

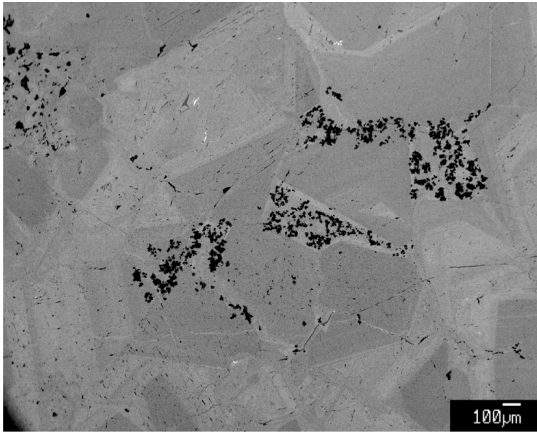
SIMS によるそれぞれの炭素同位体の感度を得られることがわかったため、標準試料 2 種類を検討した。一つは、既知の炭素同位体比をもつグラファイト粉末 (Standard USGS 24; 米国・南カロライナ州ビーディー層から産出した白亜紀の化石ベレムナイトの粉末) を加圧ペレット化したもの、もう一つは、天然のグラファイトで、均質性が確かめられているものである (Satish-Kumar et al., 2011 CMP)。いずれのスタンダードにおいても、同等のデータが得ることを確認し、局所炭素同位体比分析については確立したといえる。

分析結果と考察

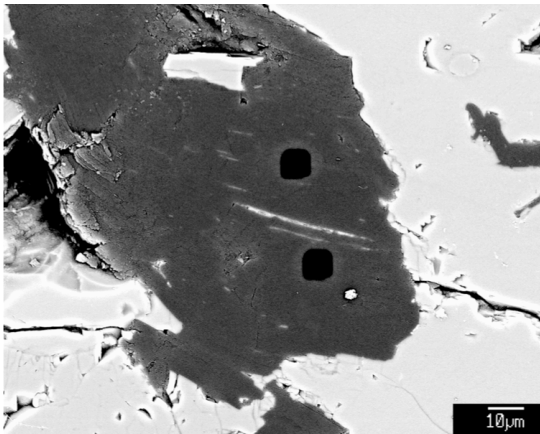
高压変成岩、接触変成岩においては、炭素のカウント数と炭素同位体比に相関が出てしまい、炭素同位体比が大きく異なる結果が出た。その理由を検討した結果、カウント数が低い試料には、不純物 (微小なケイ酸塩鉱物) が混入しており、このケイ酸塩鉱物の混入によるマトリックス効果が効いていると判断した。そのため、議論に耐えうるデータは得られなかった。

ヒスイ輝岩に関しては、2 種類のサンプルにたいして測定ができ、いずれも $\delta^{13}\text{C} = -8$ から -10 程度の値が得られた。この値は、いわゆるマンテル値と同程度であることから、沈み込み帯初期の流体はマンテル値と同等の炭素同位体比を持つ流体が関与していることが示唆された。

グラファイトを含むかんらん岩からも信頼性の高いデータを得ることができた。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は -20 程度で、生物起源の炭素が関与していることが示唆された。これは、 $\delta^{13}\text{C}$ が低いダイヤモンドの成因と関連があると考えられており、現在も検討を進めている



ヒスイ輝岩中のグラファイトの産状 (黒い粒状物質)



かんらん岩中のグラファイトと分析跡 (黒色■部分が分析点)

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 8件) すべて査読有

1. Ghosh, B., Morishita, T., Gupta, B. S., Tamura, A., Arai, S. and Bandyopadhyay (2014) Moho Transition Zone in the Cretaceous Andaman ophiolite, India: a passage from the mantle to the crust. *Lithos*, 198-199, 117-128.

2. Tamura, A., Morishita, T., Ishimaru, S., Arai, S. (2014) Geochemistry of spinel-hosted amphibole inclusions in abyssal peridotite: insight into secondary melt formation in melt-peridotite reaction. *Contrib. Mineral. Petrol.* In press.

3. Kouketsu, Y., Mizukami, T., Mori, H., Endo, S., Aoya, M., Hara, H., Nakamura D. and Wallis S. (2014) A new approach to develop the Raman carbonaceous material geothermometer for low-grade metamorphism using peak width. *Island Arc*, 23, 33-50

4. 田村明弘・森下知晃・荒井章司 (2013) 海洋コアコンプレックスから得られたかん

らん岩の重要性::中央海嶺下マントル物質の不均質性とメルトの存在. *岩石鉱物科学*, 42, 221-231.

5. 森下知晃 (2013) オフィオライトから推定するかんらん岩の島弧成熟過程. *岩石鉱物科学*, 42, 258-275.

6. Ghosh, B., Morishita, T., Bhatta (2013) Significance of chromian spinels from the mantle sequence of the Andaman ophiolite, India: Paleogeodynamic implications. *Lithos* 164-167, 86-89

7. Harigane, Y., Michibayashi, K., Morishita, T., Tani, K., Dick, H. and Ishizuka, O., 2013. The earliest mantle fabrics formed during subduction zone infancy. *Earth and Planetary Science Letters*, 377-378, 106-113

8. Arasuna, A., Okuno, M., Mizukami, T., Arai, S., Katayama, S., Koyano, M. and Ito, N. (2013) The role of water in coesite crystallization from silica gel. *European Journal of Mineralogy*, 25, 791-796. DOI: 10.1127/0935-1221/2013/0025-2331

[学会発表] (計 3件)

1. Morishita, T., Senda, R., Nakamura, K., Suzuki, K., Kumagai, H., Sato, H., Okino, K. Petrology of peridotites in the southern part of the Central Indian Ridge: Implications for ocean floor formation. 地球惑星関連連合大会 5月19-24日, 2013, 幕張, 千葉

2. Mizukami, T., Nakamura, K., Morishita, T., Tamura, A., Arai, S., Abe, N. and Hirano, N. | Fragments of deep oceanic lithosphere from the Yukawa knoll in NW Pacific. 日本惑星地球科学連合 5月19-24日, 2013年会(幕張).

3. Morishita, T., Nakamura, K., Senda, R., Suzuki, K., Kumagai, H., Sato, H., Sato, T., Shibuya, T., Minoguchi, K., Okino, K. Gondwana subduction-modified mantle domain prevents magmatic seafloor generation in the Central Indian Ridge. American Geophysical Union, fall meeting 12月9-13日, San Francisco, USA, 2013

[図書] (計 1件) 査読有

1. Morishita, T., Nakamura, K., Shibuya, T., Kumagai, H., Sato, T., Okino, K., Sato, H., Nauchi, R., Hara, K. and Takamaru, R (2014) Petrology of peridotites and related gabbroic rocks around the Kairei hydrothermal field in the Central Indian Ridge. In *Subseafloor Biosphere Linked to Hydrothermal Systems: TAIGA Concept* (Ishibashi, J., Okino, K. and Sunamura, M. eds), Springer, in press

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森下知晃 (MORISHITA Tomoaki)
金沢大学・
理工研究域自然システム学系・教授
研究者番号：80334746

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

水上知行 (MIZUKAMI Tomoyuki)
金沢大学・
理工研究域自然システム学系・助教
研究者番号：80396811

田村明弘 (TAMURA Akihiro)
金沢大学・
理工研究域自然システム学系・博士研究員
研究者番号：80401884