

平成 21 年 6 月 2 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19540505
 研究課題名 (和文) 上部マントルでのマグマ移動プロセスの解明：鉍物の同位体組成を用いた新たな試み
 研究課題名 (英文) Magma migration process in the upper mantle: An new attempt using mineralogical isotopic compositions
 研究代表者
 芳川 雅子 (MASAKO YOSHIKAWA)
 京都大学理学研究科・教務補佐員
 研究者番号：00378605

研究成果の概要：上部マントルでマグマが発生し地殻へ移動するまでの過程と、その間のマグマおよび上部マントル物質の化学的変化を明らかにするため、幌満かんらん岩体中のダナイトチャンネルと壁岩を構成する鉍物の主成分・微量元素および Rb-Sr 同位体組成を求めた。その結果、①ダナイトチャンネルと壁岩の両輝石はともにサブソリダス下で化学的平衡にあり、この平衡をもたらしたイベントの Rb-Sr 年代は 50-70Ma と推測できる、②両輝石を晶出したメルト組成は、島弧マグマの特徴を持つものの、島弧マグマで特徴的な Nb の負異常が認められない、ことがわかった。これらの結果から、幌満岩体に産するダナイトチャンネルは、約 50Ma に海嶺の沈み込みで生じた玄武岩質メルトの通過で生じたと考察される。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	700000 円	210000 円	910000 円
2008 年度	500000 円	150000 円	650000 円
年度			
年度			
年度			
総計	1200000 円	360000 円	1560000 円

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・岩石・鉍物・鉍床学

キーワード：マグマ

1. 研究開始当初の背景

上部マントルでマグマが発生し地殻へ移動するまでの過程と、その間のマグマおよび上部マントル物質の化学的変化を明らかにする事は、地球科学の根源的なテ-

マの1つである。そのためには、マグマが固結して出来た火山岩・深成岩やそれらの起源物質のみならず、マグマの移動経路である上部マントル物質を研究する事が重要である。

我々が入手可能な天然の上部マントル

物質としては、造山帯のかんらん岩体・オフィオライトの基底部を構成するかんらん岩・深海底かんらん岩・かんらん岩捕獲岩などがある。これらの中には、マグマが固結してできた岩脈が観察される（例えば、Quirk, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 1981; Niida, *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, 1984; Arai and Matsukage, *Proc. Ocean Drill. Prog., Sci. Res.*, 1996)。そして、かんらん岩壁岩と岩脈の化学組成から、壁岩とマグマの相互作用が考察され、様々な時代のマグマおよびマンツルの化学組成の変化が議論されてきた（Bodinier et al., *J. Petrol.*, 1990; Kelemen et al., *J. Petrol.*, 1990; *Nature*, 1992)。なかでもオフィオライトは、海嶺でのマグマ形成過程を3次元的に観察できる場として、長年詳細な岩石学的研究が行われてきた。その結果、オフィオライト基底部である上部マンツル物質中には、その構造を切って産するダナイト脈が観察され、そのダナイト脈は中央海嶺玄武岩と同じような化学組成を持つマグマの通過で生じたとされている（Kelemen et al., *Nature*, 1995）。しかし、現在でもオフィオライトが形成されたテクトニックセッティングは議論中であり、マグマ形成過程に対し時・空間的制約は未だに与えられていない。これは、オフィオライトのマンツル断面が強い蛇紋岩化を受けており、地表近くでの化学組成変化を被っているため（例えば Rampone et al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1998）、時間とテクトニックセッティングに強い制約を与えると考えられる放射性起源同位体組成の蓄積が不十分なことによる。

2. 研究の目的

世界でも有数の新鮮さを誇り、かつ、マグマと壁岩の反応で生じたと考えられるダナイト脈を産する幌満かんらん岩体を対象とし、マグマ移動中の化学組成変化を観察し、マグマの形成場と時間を明確にすること。

3. 研究の方法

上部マンツル中を玄武岩質マグマが通過した過程が凍結されているダナイトチャンネルとその壁岩を詳細な断片にわけ（図1）、それぞれの断片中の構成鉱物の Rb-Sr・Sm-Nd 同位体組成および主要・微量元素組成を求め、マグマ移動中の組成変化を観察する。



図1 サンプル位置図。ダナイトチャンネル（SPR4, 5, 6）および壁岩ハルツバーチャイト（SPR14）

4. 研究成果

ダナイトチャンネルと壁岩の単斜輝石とスピネルの主成分元素組成の特徴は、ダナイトチャンネル・壁岩ハルツバージャイトともに単純な部分溶融ではなくメルトと壁岩の反応で生じたことを示した(図2)。

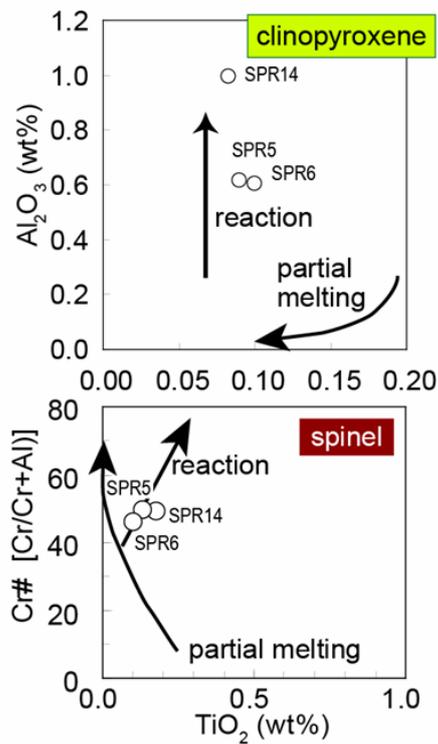


図2. 単斜輝石の Al_2O_3 - TiO_2 (wt%) スピネルの $Cr\#$ - TiO_2 (wt%) 部分溶融(partial melting)および液との反応(reaction)トレンドは Pearce et al.(Contrib. Mineral. Petrol., 2000)による。

SPR5, SPR6, SPR14 中の単斜輝石(cpx)と斜方輝石(opx)の微量元素組成の比は、実サンプルや格子ひずみ理論で求められた、サブソリダス下での cpx/opx の元素分配 (Witt-Eickschen & O'Neill, Chem. Geol., 2005; Lee et al., Geochim. Cosmochim. Acta., 2007) と良く一致しており(図3)、両輝石の微量元素組成がサブソリダス条件下

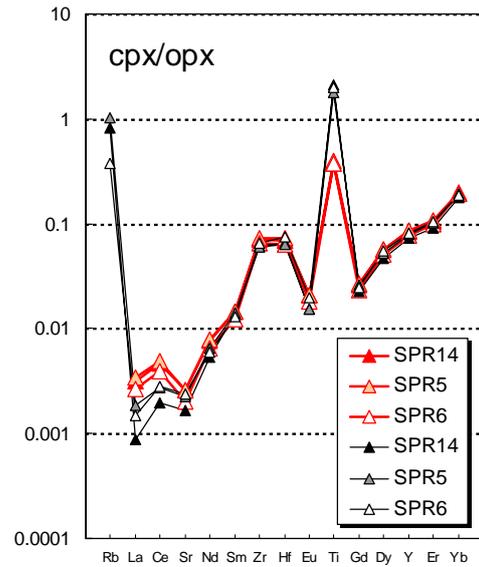


図3. 単斜輝石と斜方輝石間の元素分配 赤で示したのが文献値と単斜輝石の組成から計算したもの。黒が実測値。

で平衡に達していたと考えられる。

さらに、両輝石はほぼ等しい Sr 同位体比を示し(図4)、両者の単斜輝石の微量元素組成もほぼ一致する。従って、ダナイトチャンネルを形成したマグマは壁岩と平衡であったと推測される。

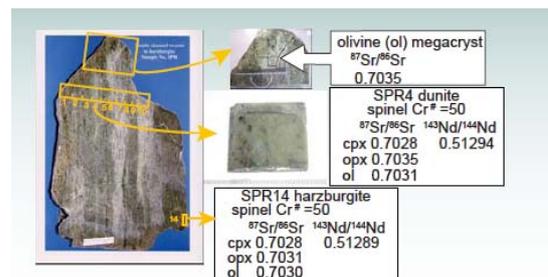


図4. ダナイトチャンネル (SPR4) と壁岩ハルツバージャイト (SPR14) 中のオリビン(ol)・cpx・opx の Sr・Nd 同位体組成

このため、両輝石がサブソリダス条件下になった年代が求められる可能性がある。両輝石の

Rb-Sr同位体組成から年代を計算したところ70-50Maの間であった。この年代はユーラシア大陸と古オホーツク古陸が接合し古オホーツク海が消滅し、Kula-Pacific海嶺が沈み込んだ時期(70~50Ma; 新井田・紀藤, 地団研専報, 1986)、日高帯が急速に成長した時期(80~50Ma; Kimura, Is. Arc, 1997)、日高変成帯のピーク変成年代(51-56Ma, Owada et al., Jour. Geol. Soc. Japan, 1991; 大和田ほか, 地質学論集, 1997) とほぼ一致する。

これら変成岩の熱源としては日高帯に多量に産する苦鉄質岩が熱源として考えられ、これらの苦鉄質岩は沈み込み帯での海嶺沈み込みで生じたと考察されている(e.g., 前田・齋藤, 地質学会論集, 1994; Maeda and Kagami, Geology, 1996)。両輝石を晶出したメルト組成を単斜輝石とメルト間の分配係数を用いて計算すると、Srの正異常とTiの負異常という島弧マグマの特徴を持つものの、島弧マグマで特徴的なNbの負異常が認められないことがわかった。Sr正異常を持ちNbに富む玄武岩は島弧トレンチと海嶺の衝突域で形成されたと解釈されており(e.g. Hole, Jour. Vol. Geother. Res., 1990)、日高帯の苦鉄質岩の形成モデルとも調和的である。従って、幌満岩体に産するダナイトチャネルは、海嶺の沈み込みで生じた玄武岩質メルトの通過で生じたと考えられる。

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 Shibata, T., Yoshikawa, M., Sugimoto, T. Semi-automatic Chemical Separation System for Sr and Nd isotope analyses

Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 102, 298-301, 2007. 査読有

- ② Yoshikawa, M., Niida, K. Rb-Sr isotopic systematics of two-pyroxenes and olivines in the dunnite channel from the Horoman peridotite complex, Japan, Geochimica Cosmochimica et Acta. 72, A1064, 2008、査読無

[学会発表] (計 5 件)

- ① 芳川雅子, 新井田清信, 幌満かんらん岩体ダナイトチャネルと壁岩ハルツバージャイトの鉱物同位体組成, 日本地質学会第114年学術大会 2007年
- ② Yoshikawa, M., Niida, K. Rb-Sr systematics of olivine, orthopyroxene and clinopyroxene in dunite dykes and their wall harzburgite of the Horoman peridotite complex, Hokkaido, Japan, International symposium on Gondwana to Asia and 2007 IAGR Annual convention. 2007年、福岡、日本
- ③ Niida, K., Yoshikawa, M. Magma transport through the upper mantle: examined on dunite channels in the Horoman peridotite complex, Japan, COE-21 International Symposium, MISASA-III, 2008、鳥取、日本
- ④ Yoshikawa, M., Niida, K. Rb-Sr isotopic systematics of two-pyroxenes and olivines in the dunnite channel from the Horoman peridotite complex, Japan, Goldschmidt Conference, 2008, バンクーバ、カナダ

- ⑤ 芳川雅子, 新井田清信, 幌満かんらん岩
体ダナイトチャネルの Rb-Sr 年代, 鉱物
科学会 2008, 秋田

6. 研究組織

(1) 研究代表者

芳川 雅子 (YOSHIKAWA MASAKO)

京都大学・大学院理学研究科・教務補佐員

研究者番号： 00378605

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

新井田清信 (NIIDA KIYOAKI)

北海道大学・大学院理学研究科・准教授

研究者番号： 30111149