

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23654187

研究課題名(和文)スラブ流体の微量成分元素を高温高圧蛍光X線でその場分析する

研究課題名(英文)Trace element features of slab-fluids under high-pressure and high-temperature conditions using synchrotron x-ray fluorescence analysis

研究代表者

川本 竜彦(Kawamoto, Tatsuhiko)

京都大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：00303800

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)：高温高圧条件における蛍光X線分析実験によって、多くの元素について、メルトや、メルトと共存する水流体からの蛍光X線スペクトルの測定に成功した。水流体への分配は圧力とともに増大することを確認した。また、ルビジウム、鉛、ストロンチウムを用いた分配実験では、特に鉛は純水には多く分配されないが、塩水には多く分配されることを確認することができた(現在、投稿中)。マントルカンラン岩中の流体包有物の塩濃度を測定する(Kawamotoほか、2013、米国アカデミー紀要)と同時に、塩水に微量成分元素がより多く溶けることが実験的に確かめられた意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：Using a micro-focused synchrotron x-ray beam, in-situ x-ray fluorescence spectra are obtained from aqueous fluids and haplogranite or jadeite melts under varied concentrations of (Na, K)Cl. Partition coefficients between the aqueous fluids and melts are calculated for Pb, Rb, and Sr. There is a positive correlation between the partition coefficients and pressure, as well as the partition coefficients and salinity. As compared to the saline fluids with 25 wt.% (Na, K)Cl, the Cl-free aqueous fluids can only dissolve one tenth (Pb, Rb) to one fifth (Sr) of the amount of large ion lithophile elements when they coexist with the melts. In the systems with 13-25 wt.% (Na, K)Cl, the partition coefficients of Rb and Pb are greater than unity, indicating the capacity of such highly saline fluids to effectively transfer Pb and Rb.

研究分野：地球惑星科学

科研費の分科・細目：岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：マグマ 沈み込み帯 水流体 元素分配 マントルウェッジ 微量成分元素

1. 研究開始当初の背景

従来、一般に水流体に溶けやすいとされる元素(アルカリ元素、アルカリ土類元素)以外にも、一般に水流体に溶け難いとされる元素(希土類元素)は、スラブの脱水分解反応によってマントルウェッジにどの程度運ばれるのかは、固体地球科学の分野で重要な問題である。それに答えるためには、高温高压条件での微量成分元素の水流体への溶解度を測定することが必要となる。そのような実験的アプローチによって、水流体が地球内部物質の化学的分別に与える影響を定量的に見積もることは重要である。

2. 研究の目的

水流体やマグマ中の微量成分元素濃度を高温高压条件においてその場観察するために、ダイヤモンドアンビルセル型高温高压発生装置、またはマルチアンビル型高温高压発生装置と、放射光 X 線源を組み合わせる。水流体やマグマ中の微量成分元素の蛍光 X 線スペクトルを採集する。本実験により、沈み込む帯マントルウェッジに存在する水流体やマグマの微量成分化学組成の特徴を理解する。

3. 研究の方法

水流体とメルトをダイヤモンドアンビルセル型高温高压発生装置、および、マルチアンビル型高温高压発生装置内で高温高压条件におき、放射光 X 線を照射し微量成分元素の蛍光 X 線スペクトルを採集することにより、水に富む流体とマグマの間の微量成分元素(鉛、ルビジウム、ストロンチウム、セシウム、バリウム、希土類元素)の分配を、広い温度・圧力範囲で観察する。

4. 研究成果

高温高压条件における蛍光 X 線分析実験によって、多くの元素について、メルトや、メルトと共存する水流体からの蛍光 X 線スペクトルの測定に成功した。水流体への分配は圧力とともに増大することを確認した。また、ルビジウム、鉛、ストロンチウムを用いた分配実験では、特に鉛は純水には多く分配されないが、塩水には多く分配されることを確認することができた(現在、投稿中)。マントルカンラン岩中の流体包有物の塩濃度を測定する(Kawamoto ほか、2013、米国アカデミー紀要)と同時に、塩水に微量成分元素がより多く溶けることが実験的に確かめられた意義は大きい。

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 7 件)

Kawamoto, T., Yoshikawa, M., Kumagai, Y., Mirabueno, MHT, Okuno, M., Kobayashi, T., Mantle wedge infiltrated with saline fluids

from dehydration and decarbonation of subducting slab. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 110, 9663-9668, 2013 (査読有)。

川本竜彦, 神崎正美, 三部賢治, マグマはどのようにできるのか—発生メカニズムに新仮説—, 現代化学(東京化学同人), 508, 58-63, 2013 (査読無)。

川本竜彦, 海と火山をつなぐマントルウェッジ流体, 科学(岩波書店), 83, 1366-1372, 2013 (査読無)。

Martin, A. M., Laporte, D., Koga, K. T., Kawamoto, T., Hammouda, T., Experimental study of the stability of a dolomite + coesite assemblage in contact with peridotite: implications for sediment/mantle interaction and diamond formation during subduction. J. Petrol., 53, 391-417, 2012 (査読有)

Kawamoto T., Kanzaki M., Mibe K., Matsukage K. N., Ono S., Separation of supercritical slab-fluids to form aqueous fluid and melt components in subduction zone magmatism. Proc. Nat. Acad. Sci., U. S. A., 109, 18695-18700, 2012 (査読有)

Mibe K., Kawamoto, T., Matsukage, N. K., Fei, Y., Ono, S., Slab melting versus slab dehydration in subduction-zone magmatism. Proceedings of the National Academy of Sciences, U. S. A., 108, 20, 8177-8182, 2011 (査読有)。

Hamada, M., Kawamoto, T., Takahashi, E., Fujii, T., Polybaric degassing of island arc low-K tholeiitic basalt magma recorded by OH concentrations in Ca-rich plagioclase. Earth and Planetary Science Letters, 308, 259-266, 2011 (査読有)。

[学会発表](計 28 件)

川本竜彦, 熊谷仁孝, スラブ流体: 前弧では塩水で火山弧下では超臨界流体, 地球惑星科学連合大会, 千葉市 2013 年 5 月 22 日

小林真大, 角野浩史, 齋藤健彦, 長尾敬介, 石丸聡子, 荒井章司, 芳川雅子, 川本竜彦, 熊谷仁孝, 小林哲夫, Ray Burgess, Chris J. Ballentine, アジア東縁の沈み込み帯に産するマントルかんらん岩中の間隙水起源ハロゲンと希ガス, 地球惑星科学連合大会, 千葉市 2013 年 5 月 23 日

西崎遼, 川本竜彦, Antigorite の水流体中での脱水分解反応における分解溶解のその場観察, 地球惑星科学連合大会, 千葉市 2013 年 5 月 22 日

川本竜彦, 三部賢治, 黒岩健一, 小木曾哲, 圧力と塩濃度を関数にした高 Mg 安山岩と水流体の間の元素分配, 地球惑星科学連合大会, 千葉市 2013 年 5 月 22 日

Yoshikawa M, Kawamoto T, Kumagai Y, Arai S, Tamura A, Kobayashi T & Okuno M, Mantle Wedge Metasomatism Recorded in LREE-Depleted Calcic Amphibole in the Pinatubo Harzburgite Xenoliths, Goldschmidt conference, 2013 年 8 月 26 日

Kawamoto T, Mibe K, Kuroiwa K-I & Kogiso T Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Analysis of Aqueous Fluids and High-Mg Andesite Melt Under High-Temperature and High-Pressure Conditions Goldschmidt 2013 年 8 月 27 日

Nishizaki R & Kawamoto T *In situ* Observation of Dehydration and Incongruent Dissolution of Serpentine (Antigorite) into Aqueous Fluids Goldschmidt 2013 年 8 月 27 日

Kobayashi M, Sumino H, Nagao K, Ishimaru S, Arai S, Yoshikawa M, Kawamoto T, Kumagai Y, Kobayashi T, Burgess R & Ballentine CJ Subducted Halogens and Noble Gases in the Mantle Wedge Peridotites Goldschmidt 2013 年 8 月 29 日

Mibe K, Kawamoto T & Ono S Convergence in Chemical Compositions between Aqueous Fluid and Silicate Melt in the Peridotite-H₂O System Goldschmidt 2013 年 8 月 30 日

川本竜彦, スラブ流体は塩水って, 誰が気にする? 日本鉱物科学会 9 月 11 日筑波大学

小林真大, 角野浩史, 長尾敬介, 石丸聡子, 荒井章司, 芳川雅子, 川本竜彦, 熊谷仁孝, 小林哲夫, マントルウェッジかんらん岩に捕獲された沈み込み起源のハロゲンと希ガス 9 月 11 日筑波大学 日本地球化学会

Tatsuhiko Kawamoto, Kenji Mibe, Ken-ichi Kuroiwa, and Tetsu Kogiso, Synchrotron Radiation X-Ray Fluorescence Analysis of Aqueous Fluids and High-Mg Andesite Melt Under High-Temperature and High-Pressure Conditions, Geofluids 3, 東京工業大学 2014 年 3 月 2 日

吉岡貴浩, 山本順司, 川本竜彦, 竹村恵二, マントル捕獲岩から推定する中国東北部の温度構造, 地球惑星科学連合大会, 2012 年 5 月 23 日, 千葉市

熊谷仁孝, 川本竜彦, 山本順司, 一ノ目潟のかんらん岩捕獲岩中の Cl を含む CO₂-H₂O 流体包有物, 地球惑星科学連合大会, 2012 年 5 月 20 日, 千葉市

川本竜彦, 三部賢治, Helene Bureau, Solenn Reguer, Cristian Mocuta, Stefan Kubsky, Dominique Thiaudiere, 小野重明, 小木曾哲, 高温高圧条件における水流体と花こう岩メルト間の鉛の分配: 塩濃度と圧力の影響, 2012 年 5 月 20 日, 地球惑星科学連合大会, 千葉市

石丸聡子, 熊谷仁孝, 川本竜彦, 荒井章司, 水上知行, 山本順司, Okrugin, V.M., 火山フロント下マントル由来かんらん岩中にトラップされた H₂O 流体の塩濃度: マントル交代作用との関係, 日本地球化学会, 2012 年 9 月 12 日, 福岡市

熊谷仁孝, 川本竜彦, 山本順司, 一ノ目潟マントル捕獲岩中の CO₂-H₂O-Cl-S 系流体包有物, 日本鉱物科学会, 2012 年 9 月 19 日, 京都市

川本竜彦, スラブ流体が塩水だとすると, それがどうした? 日本火山学会, 2012 年 10 月 16 日, 長野県御代田町

川本竜彦, スラブ流体は塩水, 地殻流体研究会, 2013 年 3 月 3 日, 静岡県伊豆市

Kawamoto, T., Mibe, K., Kuroiwa, K., Kogiso, T., Synchrotron radiation x-ray fluorescence analysis of aqueous fluids and high-magnesian andesite melt under high-temperature and high-pressure conditions, Global-COE international symposium on Deep Earth Mineralogy, 2013 年 3 月 5 日, 松山市

川本竜彦, 三部賢治, 黒岩健一, 小木曾哲, マルチアンビル型高温高圧発生装置を用いた蛍光 X 線分析によるマグマと水流体の間の元素分配に与える圧力と塩濃度の影響, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011/5/25, 千葉市

浜田盛久, 川本竜彦, 高橋栄一, 藤井敏嗣, 水に飽和した島孤低カリウムソレアイト玄武岩マグマ: 斜長石斑晶の OH 含有量からの制約 (招待講演), 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011/5/25, 千葉市

川本竜彦, 三部賢治, スラブ由来超臨界流体が水流体とマグマに分離し 2 つのマグマ系列を作る, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011/5/26 千葉市

熊谷仁孝, 芳川雅子, 川本竜彦, 小林 哲夫, ピナツボ 1991 年噴出物から採取されたカンラン岩中の CO₂ を含む塩水包有物, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011/5/25, 千葉市幕張メッセ

川本竜彦, 三部賢治, 小野重明, 小木首哲, マントルウェッジ流体の化学的特徴: 塩濃度の重要性, 新学術領域研究「地殻流体」研究会・サマースクール, 2011/9/18, 岩手県花巻市ホテル志戸平

川本竜彦, 三部賢治, 吉岡貴浩, 黒岩健一, 小木首哲, 放射光蛍光 X 線によるマグマと水流体の間の元素分配のその場観察: スラブ流体は塩水か?, 日本鉱物科学会, 2011/9/11, 水戸市茨城大学

T. Kawamoto, K. Mibe, K. Kuroiwa, T. Kogiso, Synchrotron radiation x-ray fluorescence analysis of aqueous fluids and highmagnesian andesite melt under high-temperature and high-pressure conditions, Joint Symposium of Misasa-2012 and Geofluid-2, 2012/3/20, 鳥取県三朝町ブランカート

川本竜彦, メルトと水流体の間の元素分配に与える圧力と塩濃度の影響, 変成岩などシンポジウム 2012, 2012/3/24, 京都市関西セミナーハウス

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/h/h1/news6/2013/130528_1.htm

http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/h/h1/news6/2012/121030_1.htm

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川本 竜彦 (KAWAMOTO TATSUHIKO)
京都大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 00303800

(2) 研究分担者

三部 賢治 (MIBE KENJI)
東京大学・地震研究所・助教
研究者番号: 10372426