

機関番号：82706

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21840067

研究課題名（和文） 背弧域上部マントルの熱・物質循環の解明

研究課題名（英文） Revealing heat and material transportation process within upper mantle in a back arc region

研究代表者

柵山 徹也 (SAKUYAMA TETSUYA)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・ポストドクトラル研究員

研究者番号：80553081

研究成果の概要（和文）： 中国東部に分布する新生代アルカリ玄武岩の試料採取及び分析を行った。この地域の玄武岩は東北アジア内で最もアルカリ・鉄に富み、同位体的に deplete した端成分として位置づけられる。見積もられたマントルポテンシャル温度は西南日本下・東北部中国よりも高温で、一方微量元素組成からは deplete したマントルの融解にカーボナタイトメルトが寄与した可能性を示唆する。火山岩の分布はマントル遷移層に停滞するスラブの西端と比較的よく一致することから、スラブ先端からの沈み込み由来物質の寄与が考えられる。

研究成果の概要（英文）：

We collected and analyzed Cenozoic alkaline basaltic rocks in eastern China. The basaltic rocks are richest in alkaline elements and FeO content and most depleted in Sr-Nd isotope composition among basaltic rocks distributed in northeastern Asia. Mantle potential temperature of the eastern China basalt is estimated to be higher than those of the southwestern Japan and northeastern China. Trace element patterns of the basalt require contribution of carbonatite melt into the melting of the depleted mid ocean ridge basalt mantle. Since the basaltic volcanisms locate above the edge of the stagnant slab, material provided from the western end of the stagnant slab may be contributing to generation of the magmatism.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,090,000	327,000	1,417,000
2010年度	1,210,000	363,000	1,573,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：火山岩岩石学・地球化学

科研費の分科・細目：地球惑星科学、岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：背弧火成活動、マントル、融解、火山、時空変化

1. 研究開始当初の背景

沈み込んだスラブは沈み込み帯によっては上部下部マントル境界に停滞していることが知られていた。一方そのような領域（背弧域）の地表には特徴的にプレート内火山が噴出する。また背弧域のマントルは一般的に地

震波速度低速度領域が広がり、地殻熱流量が高く、玄武岩中のマントル捕獲岩はリソスフィアが高温であることが示されている。これらのことは背弧域一体の上部マントルにおいて何らかのスラブの寄与による熱・物質輸送が行われている可能性を示している。全マ

ントルの熱・物質循環を考える上でも、背弧域マントルの変遷を探ることが非常に重要であることには疑いの余地がない。しかし、どのような時間・空間スケールで何が背弧域マントルで輸送されているのかはほとんど明らかにされていない。地球物理学的手法（地震波、電気伝導度等）は現在の状態しか明らかにできず、地質学的時間情報を抽出するのは困難である。一方火山岩は高い時間分解能と長期に渡るマントル情報を保存している点で適しているが、東北アジアの玄武岩についての研究は同位体・微量元素などの地球化学的手法に限られており、温度情報に結びつく岩石学的検討はほとんど行われていなかった。

2. 研究の目的

背弧域上部マントルにおける熱・物質循環プロセスを明らかにすることを目的とする。具体的には、まず高時間・空間分解能で始源的情報を抽出するために、時間・空間的に詳しく研究された火山の化学組成情報とその広域的（~1000km）分布を九州北西部から中国大陸内部に渡って明らかにする。そして地質学的情報に基づいて、火山岩化学組成からマントルにおける融解条件（温度、圧力）、マントル化学組成情報（同位体、微量元素）を推定し、それらが時間・空間的にどのように変化したのかを明らかにし、その変化とテクトニクスとの関連性を考慮した上で背弧域上部マントルにおける熱・物質循環プロセスを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) サンプル

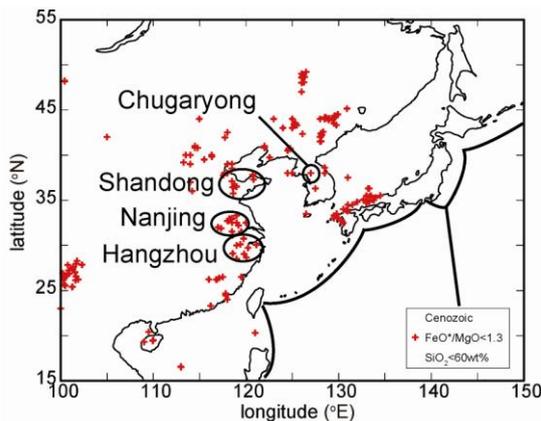


図1 中国東部新生代アルカリ玄武岩分布

Shandong, Nanjing, Hangzhou 地域に分布するアルカリ玄武岩火山から新鮮なサンプルを採取し、採取済みの Chugaryong 地域のサンプルを含めて各種全岩・鉱物分析を行った。

(2) 分析

採取した岩石から試料粉末と岩石薄片を作

製し、以下の分析を行った。

全岩主要元素：XRF

全岩微量元素：ICP-MS

鉱物化学組成：EPMA, SEM

全岩同位体組成(Sr-Nd-Pb)：TIMS

以下にその成果を記す。

4. 研究成果

(1) 分析結果と化学組成の特徴

これまでのところ Shandong 地域のサンプルに関して一連の全岩分析が終了している。

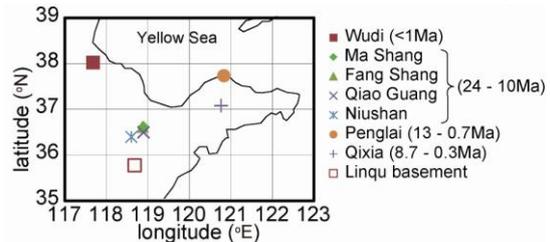


図2 Shandong 地域アルカリ玄武岩分布

この地域には中国東部の中でも最も鉄やアルカリ元素に富み、シリカに乏しいグループの玄武岩が分布している。特に Wudi 及び Qixia 地域には最もアルカリ元素に富む玄武岩が噴出する（図3）。

従来中国東部の玄武岩はほぼ無斑晶質で全岩化学組成が液組成として扱われてきた。しかし今回採取した試料のいくつかは多数の斑晶が含んでいる（図4a）。中にはキンクバンドを有するカンラン石、反応縁を有する単斜輝石・斜方輝石、シンプレクタイト状組織を有する結晶集合体等を 10vol%以上有するものもある（図4b）。一方で斑晶の少ない試料に含まれるカンラン石斑晶は自形で正累帯組成構造を有する（図4c）。

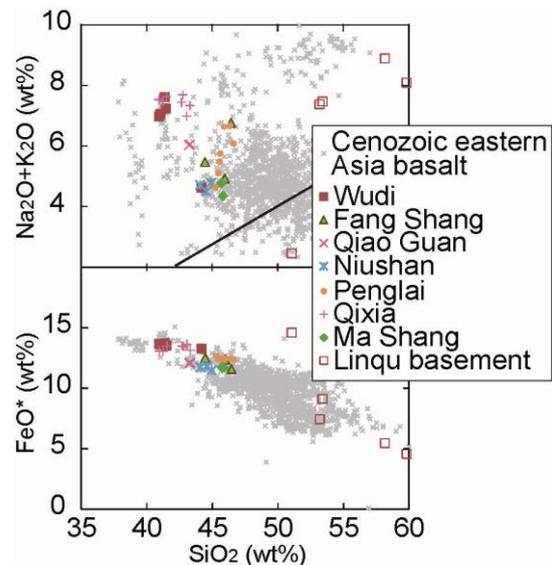


図3 Shandong 地域玄武岩のハーカー図

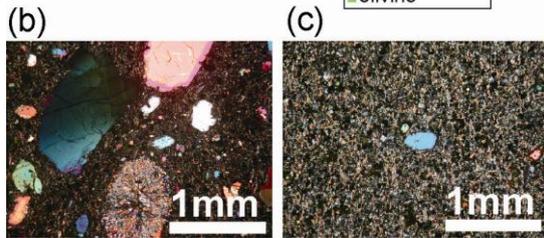
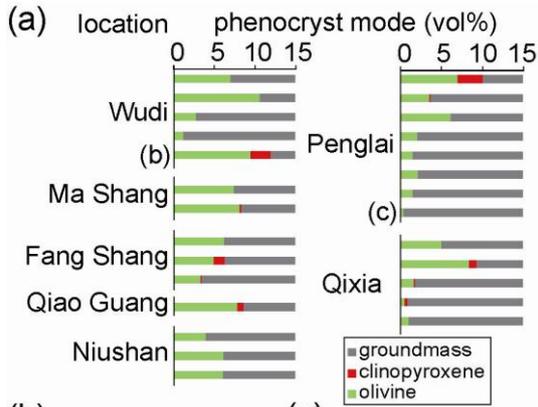


図4 (a)地域ごとの斑晶モード(b,c)サンプルbおよびcのクロスニコル顕微鏡写真

図5には液相濃集微量元素を Primitive Mantle の値で規格化した図を示す。全体的には enrich したパターンを示すが、それ以外の特徴を細かく見ると、大まかに2つのグループに分けることができる。すなわち、グループAは相対的に見ると、(1) Rb, Ba, Th にかけて左下がりのパターンを示し、Nb, Ta に富む岩石で Rb 含有量が低くなる傾向があり、(2) Pb に負のスパイクを有し、(3) Sm に比べて Zr, Hf に乏しい傾向を示す。グループBは Pb, Sr に正のスパイクを有するパターンを示す。またグループAの岩石はシリカに乏しく鉄に富む傾向を示し、主要元素組成との相関も見られる。

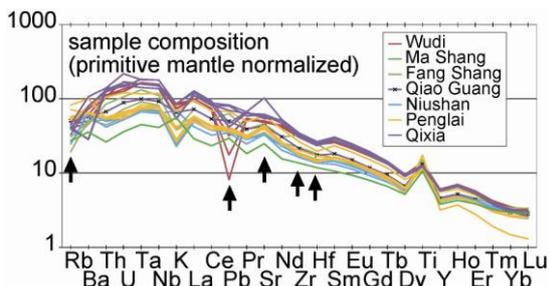


図5 Shandong 玄武岩のスパイダーグラム

Sr-Nd 同位体組成は東北アジアの中でも最も deplete した領域に入る (図6)。同一サンプルリング地域内では主要元素組成の変化に対して同位体組成はほとんど変化しないことから、地殻物質の混入は大きな影響を与えていないと考えられる。全体的に見るとシリカに乏しい地域ほど deplete する傾向がある。

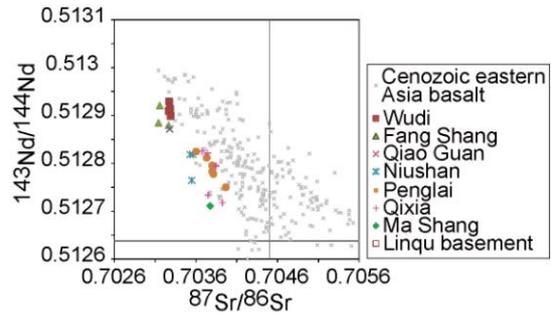


図6 Shandong 玄武岩の Sr-Nd 同位体組成

(2) 上部マントル温度構造

SiO₂>44wt% 以上で無斑晶質に近いサンプルを選び、カンラン石最大分別等を仮定して融解条件を推定した。その結果マントルポテンシャル温度に焼き直すと 1500°C 程度となり、北西九州や中国地方よりも高温になることが分かった (図7)。ただし、この見積もりは初生メルト含水量や起源物質組成を特定の値に仮定しているため、今後は鉱物化学組成やメルト包有物分析を含めて詳細な結晶分別プロセスをまず検討する必要がある。

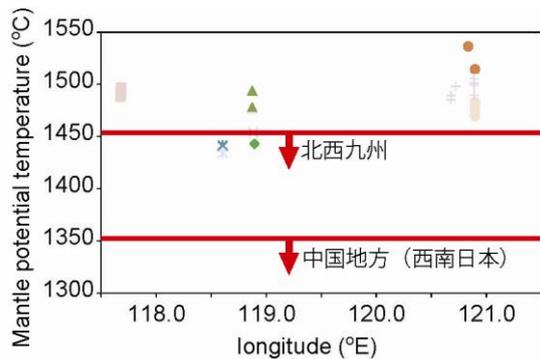


図7 マントルポテンシャル温度の山東半島内での経度分布と九州・中国地方下におけるポテンシャルとの比較

(3) 起源物質の種類

微量元素組成でグループAのサンプルが示す特徴は Depleted MORB Mantle(DMM)や Primitive Mantle(PM)組成の起源物質のみの融解で作ることは不可能であり、何かしら異なる組成を有する物質の関与が必要である。その一つの可能性としては比較的類似した微量元素パターンを有するカーボナタイトメルトの関与が考えられる。これは SiO₂<44wt% の極端にシリカに乏しい火山岩が噴出していることから示唆される。一方、グループBのパターンもグループA同様に DMM や PM のみの融解では生成困難である。例えばもう一つの成分としてスラブからの流体が融解に寄与していればパターンを説明しやすい。

今後は主要元素・微量元素・同位体組成の

空間変化と停滞スラブ分布との関連性や、その他のテクトニックな特徴（リソスフェア・地殻の厚さ等）と照らし合わせることで、停滞スラブからの寄与の有無や程度についてより詳細な議論を行う必要がある。

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4件）

① Ryu Sunyoung, Miho Oka, Koshi Yagi, Tetsuya Sakuyama, Tetsumaru Itaya

K-Ar ages of the Quaternary basalts in the Jeongok area, the central part of Korean Peninsula, *Geosciences Journal*, 査読有, 15(1), 2011, 1-8

② 柵山徹也

新生代日本列島の火山活動とマントルダイナミクス：この10年における進展
地学雑誌, 査読有, 119, 2010, 1063-1078

③ 柵山徹也

新生代北部九州のテクトニクス史と火山活動史：背弧火山岩区研究における重要性
地学雑誌, 査読有, 119, 2010, 224-234

④ Tetsuya Sakuyama, Kazuhito Ozawa,

Hirochika Sumino, and Keisuke Nagao
Mantle upwelling with progressive melt extraction constrained by the Kita-Matsuura basalt, the northwestern Kyushu, southwestern Japan. *Journal of Petrology*, 査読有, 50, 2009, 725-779

〔学会発表〕（計8件）

① 柵山徹也, 新生代ユーラシア大陸東縁部背弧域の上部マントルー北西九州および韓国の玄武岩からの岩石学的制約, 日本火山学会2010年秋季大会, 2010/10/11, 京都大学

② 柵山徹也, 新生代ユーラシア大陸東縁部背弧域の上部マントル：北西九州と韓国玄武岩

からの岩石学的制約, 2010年度地球化学学会年会, 2010/9/7, 立正大学

③ 柵山徹也, Back arc mantle dynamics and within-plate volcanisms - constraints from Chugaryong volcano, Korea, 2010年地球惑星科学連合大会, 2010/5/23, 幕張メッセ

④ Tetsuya Sakuyama, Progressive melting of a hot mantle diapir with entrainment beneath southwestern Japan, AGU Fall Meeting, 2009/12/16, San Francisco

⑤ 柵山徹也, マントルダイアピルの累進的融解と取り込み--北西九州、北松浦玄武岩からの岩石・地球化学的制約, 日本火山学会2009年秋季大会, 2009/10/11, 神奈川県立生命の星・地球博物館

⑥ 柵山徹也, 背弧域上部マントルの融解プロセス：韓国 Chugaryong 火山からの制約, 日本地質学会第116年学術大会, 2009/9/5, 岡山理科大学

⑦ 柵山徹也, Upwelling and melting of a hot mantle diapir beneath northwestern Kyushu, Japan, 地球惑星科学連合2009年大会, 2009/5/18, 幕張メッセ

⑧ 柵山徹也, Cenozoic volcanisms and tectonic history of northern Kyushu, 2009年地球惑星科学連合大会, 2009/5/16, 幕張メッセ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柵山 徹也 (SAKUYAMA TETSUYA)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・ポストドクトラル研究員

研究者番号：80553081