

平成 24 年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2012-G-09

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文：五島列島の第四紀火山岩類の地球化学的特徴英文：Geochemical characteristics of Quaternary volcanic rocks from the Goto Islands,western Kyushu Japan4. 研究代表者所属・氏名 熊本大学大学院自然科学研究科・横瀬久芳(地震研究所担当教員名) 安田 敦

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
横瀬久芳	熊本大学大学院・准教授	XRF 分析装置	2012 年 9 月 9 日～ 14 日	6	有
松尾崇史	熊本大学理学部・学部 4 年生	XRF 分析装置	2012 年 9 月 10 日～ 14 日	5	有

6. 研究内容 (コンマ区切りで 3 つ以上のキーワードおよび 400 字程度の成果概要を記入)

キーワード：五島列島、WPB、Okinawa trough、roll back,

本申請課題では、五島列島の小値賀島および福江島に分布する第四紀火山岩類 53 個に関して、XRF を用いた地球化学的検討を行った。福江島では、岐宿および福江地域でノルム Ne が算出されるアルカリ玄武岩が卓越し、南西側の三井楽および富江ではソレアイト質玄武岩が主体であった。一方、小値賀島周辺の火山岩類は、一つを除いた残りの火山岩類にノルム Hyp が算出された。小値賀島北部の納島や五両滝からは、Basaltic trachyandesite が見いだされた。Fe に富む小値賀島の火山岩類は、時代及び組成の連続性から隣接する宇久島火山岩類と一連であると考えられる。玄武岩類の微量元素の特徴は、両地域の火山岩類が沈み込み帯の影響を示さない WPB (or OIB) およびその派生物と推定される。玄武岩質マグマが Si に富むことや、Ni-MgO, Nb/La, Ce/Pb および噴出量の観点から、“マントルプルーム (下部マントル以深)” 起源とは考え難い。更に、Y と他の微量元素の検討から初生マグマは Gar や Pl を残留固相に持ちえないため、adiabatic melting を Sp-Lhr 領域で終了したと推定される。同地域の先行研究を加味すると、沈み込むフィリピン海プレートの rollback に伴って先端部から上昇したアセノスフェアを起源物質とすることが妥当である。また、類似の岩石が大陸棚縁辺部で発見されていることから、トラフ形成との関連性も伺われる。

7. 研究実績報告（公表された成果のリスト*¹または2000～3000字の報告書）

(*¹論文タイトル、雑誌・学会・セミナー等の名称、謝辞への記載の有無、ポイント数、電子ファイル添付のこと)

課題番号 2012-G-09

研究課題 五島列島の第四紀火山岩類の地球化学的特徴

研究代表者 熊本大学大学院自然科学研究科 横瀬久芳

<はじめに>

九州西北部の五島列島周辺には、新生代に噴出した小規模な火山岩類が多数分布している（例えば、倉沢・高橋、1961；倉沢・高橋、1962；松井他、1977；松井、1990；河田他、1994；小阪・永尾1995；山本、2001；長岡・古山，2004）。これらの火山岩における年代学的検討（NEDO, 1990；Sudo et al., 1998；永尾他、2002；長岡・古山，2004）は、火山活動時期が第四紀である事を示す。特に、五島列島南西部に位置する福江島東岸の福江火山群の鬼岳火山は、活動的火山として登録されている（気象庁，2005）。

五島列島周辺地域に分布する第四紀火山群は、九重火山 - 阿蘇火山 - 霧島火山 - 桜島火山などからなる現在の火山フロントと直交する北西側（背弧側）に約200km離れた位置に存在しており、プレートの沈み込みに伴った火山活動とは別の機構を必要としている。五島列島の火山活動に先行して発生した九州北西部の火山岩類（北松浦玄武岩類や東松浦玄武岩類など）を含めて、①ホットリージョン（Miyashiro, 1986）、②深部マントル起源のマントルブルーム（例えば、Nakamura et al., 1985;1990; Sakuyama et al., 2009）や③背弧海盆の拡大に伴ったアセノスフェアの上昇（Uto et al., 2004; Hong et al., 2013）が提案されている。

五島列島は、沖縄トラフの西縁部にあたる大陸棚のまさに北方延長部にあたり、沖縄トラフの発達過程と火成活動との関連を知るうえで重要な場所と言える。更に、火山活動も近年報告された年代値を加味すると、まさに沖縄トラフの拡大時期（2Ma：例えば 古川，1991）と呼応するように発生したと考えられる。そこで、本研究では、これまで報告されている地質学的研究（例えば、山本，2001；長岡・古山，2004）と空中写真に基づいてサンプリングを行い、火山岩類に認められる化学組成の時空分布を検討した。その結果、本地域を構成する火山岩類は、沈み込むスラブによって汚染されていない Fertile なアセノスフェアを起源物質とした極めて小規模な火山活動であったと推定される。

<測定試料および前処理>

測定に用いた火山岩類は、小値賀島周辺地域からは小値賀島その他、大島、納島、斑島から岩石試料を31個採取し、内21個を全岩分析用試料とした。一方、五島列島南部の福江島では、基盤岩である流紋岩2サンプルの他に、岐宿、三井楽、富江、福江地域から40個の岩石を採取し、内32個を全岩分析用試料とした。これらの火山岩類は、地質学的研究と年代値を考慮すると第四紀火山岩類に限定される。

岩石試料の採集地が海岸であることが多く、海水による影響を少なからず蒙っている事が予想される。そこで、すべての分析試料は、約100gを小豆大に粉碎した後、超音波洗浄機で加温した蒸留水を用いて繰り返し洗浄した。洗浄の状態は、塩分濃度計を用いてモニタリングし、洗浄液の塩分濃度が検出限界（0.01%）以下であることを確認して乾燥した。乾燥後のサンプルは双眼実体顕微鏡のもと、表面に変質のない小片を総量約10gをピンセットを用いてハンドピックした。その後、軟鉄乳鉢とメノウ乳鉢を用いて#400メッシュ以下の粉末に調整した。

<測定方法>

粉末化したサンプルは、950°C、2時間、電気炉内で加熱した後、100°Cまで放冷し、LOIを計量した後、主成分分析用試料とした。また、このような熱処理を加えないサンプルは、微量成分用試料とした。主成分分析では、試料0.4gに対して四ホウ酸リチウム4gを混合したビードを作成し、微量元素分析(Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Y, Sr, Zr, Nb, Ba, Pb, La, Ce, Th,)では、試料1gに対して四ホウ酸リチウム5gを混合したビードを作成して行った。主成分および微量元素分析は、東京大学地震研究所所有の蛍光X線分析装置(RIGAKU ZSX Primus II)で行った。測定期間中に行った、標準岩石試料の繰り返し測定では、良好な結果を得た。

蛍光X線分析装置で測定した岩石試料は、熊本大学所有のICP-MS(Finigan Element)分析装置を用いて、更に14種の希土類元素とUの測定をおこなった。

<結果と考察>

福江島および小値賀島に分布する火山岩類は、“アルカリ岩系”の玄武岩のみで構成されているわけではなく多様な岩石が出現する。化学組成上、本地域の塩基性岩類は、玄武岩、玄武岩質安山岩、トラカイト質玄武岩そして玄武岩質トラカイト安山岩に分類される。TAS図上では、MacDonald(1968)の分類に従うと、三井楽・富江そして福江火山岩類の基底部に分布する30万年前の小泊溶岩(長岡・古山、2004)がソレイト質岩系に分類され。この小泊溶岩を除く福江火山岩類、岐宿そして小値賀島周辺の塩基性火山岩がアルカリ岩系に分類される。しかし、ノルム計算では、ノルムNeが算出されるSiに乏しいアルカリ岩類が主体ではなく、Hypが算出されるOl-TH(Yoder and Tilley, 1962)が優勢である。また、三井楽や小値賀島の玄武岩質トラカイト安山岩には、ノルムQzさえ算出され、本地域におけるマグマのシリカ不飽和度は必ずしも高くない。このように三井楽や富江地域の火山岩類がソレイト質岩系に属し、福江や岐宿に分布する火山岩類がアルカリ岩系に属するというマグマ系列の時空変化は、倉沢・高橋(1961)によって論じられている。小値賀島を含めて考えると、岐宿と福江周辺にのみ“アルカリ岩系(ノルムNe)”が分布する。岩系の時間変化は、約1Ma~0.4Ma間に、宇久島、小値賀島、上五島、岐宿地域でAKBやOl-THからなる火山活動が発生し、その後0.3Ma前後になって、五島列島南部の三井楽や富江を中心としたOl-THやQz-THの活動に移り変わり、最終的には現在の火山活動域である福江南東側の鬼岳、箕岳および臼岳を中心としたOl-TH~AKBに移行する。

小値賀島で示されているように、単成火山の各々の噴出量は極めて少ない(<0.05km³: Sudo et al., 1998)。また、五島列島周辺海域に関する海底地形図上にも、大規模な火山性海丘は見いだされない。つまり、五島列島に分布する火山岩類は、ほぼ海面上に露出する山体で代表でき、空間的な広がりや考慮する必要がない。おそらく、少量のマグマがマントル内で生産され、1Ma以降間欠的に地表に噴出したものと推定される。また、玄武岩類はMgO含有量(<8%)やNiO含有量(<140ppm)も低く、大規模な溶融に伴う高温のブルーム起源とは考えにくい。Campbell(2001)は、Ni-MgOと共にNb/LaやCe/Pbがブルーム起源の玄武岩を識別する上で有効である事を述べている。これらの基準に従うと、五島列島の火山岩類は、ブルーム起源の玄武岩と共通した特徴を示さない。

五島列島の玄武岩質マグマはどのようにしてもたらされたのであろうか。玄武岩類には、多量の斜長石や単斜輝石が斑晶状にしばしば存在する。しかし小値賀島の場合、斑晶鉱物の大部分は外形が融食されており、外来結晶であると推定される。また、岐宿周辺の玄武岩には、マントル起源のゼノリスが多数見いだされており(Umino and Yoshizawa, 1996)、斜長石や単斜輝石などの斑状結晶に多くはゼノクリストの可能性が高い。実際、本地域の火山岩類における希土類元素の存在度パターンでは、顕著なEuの異常(正・負)が認められないことから、マグマの化学的多様性(部分融解・結晶分化過程)に斜長石が関与している証拠はない。Ti-Vダイアグラムで見た場合、OIBと類似のTi

／V 比の大きな領域にプロットされ、還元的な環境下にマグマは存在していたことが伺われる。Yb や Y といった元素含有量や Sr/Y 比などから、マグマ発生時に Gar が残留固相であったとは考え難い。従って、マグマの発生は、Gar や Pl を安定領域に持たない Sp - lhr と平衡であったと考えられる。

本地域に分布する玄武岩類の微量元素組成は、WPB (OIB) タイプの特徴を有している。玄武岩質マグマに認められる Nb/Yb の比は、起源物質であるマンツルの fertility を間接的に表す指標と考えられている (Pearce and Stern, 2006)。本地域において、同比は AKB > OI-TH > Qz-TH の順に小さくなる。Nb/Yb - Ba/Yb 図において、同比が最小の Qz-TH であっても、平均的な N-MORB (Pearce and Stern, 2006) の 10 倍以上を有し、fertile mantle 起源であることを示す。更に注目すべきことは、スパイダーダイアグラムにおいて島弧を特徴付ける元素群 (Ba, K, Pb etc) の増加が認められない事である。つまり、起源物質であるマンツルは、沈み込むスラブによってこれまで汚染された経験のないアセノスフェアである必要がある。基盤岩類である約 13Ma の流紋岩類の持つ地球化学的特徴は、明瞭な IAB 起源であることを示す。つまり、直下のマンツルには少なくとも 13Ma 以降、沈み込むスラブによる流体汚染が存在している事になる。そのため、五島列島直下に存在するアセノスフェアが受動的に上昇し溶融 (Hong et al., 2013; Sakuyama et al., 2009) したのなら、五島列島に産する玄武岩類は、島弧的な特徴が少なからず認められるはずである。

近年報告された地震波トモグラフィでは、五島列島直下の 600 km ~ 700 km には沈み込んだ太平洋プレートと 400 km 前後に沈み込んだフィリピン海プレートの先端部が想定されている (Abdelwashed and Zhao, 2007; Zhao et al., 2012; Hasegawa et al., 2013)。これらの解析が正しいならば、五島列島は太平洋プレートによって蓋をされているため、下部マンツル起源のプルームを上昇させる事は難しい。もしも、沈み込んだフィリピン海プレートの下部に存在するアセノスフェアが起源物質であったなら、多くの地球化学的特徴を説明し得る。つまり、沈み込んだフィリピン海プレートの南東側への rollback が、起源物質となるアセノスフェアを西側へ押し上げるというメカニズムなら可能かもしれない。沈み込みが成熟した後の slab rollback が、アセノスフェアを東から西に注入し、背弧海盆の形成と小規模な火成活動をもたらしたと考えると、これらの火山岩類の化学組成や火山活動時期 (2Ma 以降から現在まで) を合理的に説明し得るのではないかと考える。近年、大陸棚で発見された玄武岩類 (Zhigang et al., 2010) も五島列島を同じ特徴を有しており、南方海域で今後類似の火山岩類が発見される可能性は高い。

<まとめ>

五島列島の小値賀島および福江島に分布する第四紀火山岩類 53 個に関して、XRF を用いた地球化学的検討を行った。福江島では、岐宿および福江地域でノルム Ne が算出されるアルカリ玄武岩が卓越し、南西側の三井楽および富江ではソレイト質玄武岩が主体であった。一方、小値賀島周辺の火山岩類は、一つを除いた残りの火山岩類にノルム hyp が算出された。小値賀島北部の納島や五両滝からは、Basaltic trachyandesite が見いだされた。Fe に富む小値賀島の火山岩類は、時代及び組成の連続性から隣接する宇久島火山岩類と一連であると考えられる。玄武岩類の微量元素の特徴は、両地域の火山岩類が沈み込み帯の影響を示さない WPB (or OIB) およびその派生物と推定される。玄武岩質マグマが Si に富むことや、Ni-MgO, Nb/La, Ce/Pb および噴出量の観点から、“マンツルプルーム (下部マンツル以深)” 起源とは考え難い。更に、Y と他の微量元素の検討から初生マグマは、Gar や Pl を残留固相に持ちえないため、adiabatic melting を Sp-Lhr 領域で終了したと推定される。同地域の先行研究を加味すると、沈み込むフィリピン海プレートの roll back に伴って先端部から上昇したアセノスフェアを起源物質とすることが妥当である。また、類似の岩石が大陸棚縁辺部で発見されていることから、トラフ形成との関連性も伺われる。