

阿蘇-4 火砕噴火の直前に流出した高遊原溶岩流の岩石学的意義 Petrological significance of Takayubaru lava flow, a precursory event of Aso-4 caldera-forming pyroclastic eruption

長谷中 利昭^{1*}, 黒川 聖¹, 森 康²

HASENAKA, Toshiaki^{1*}, Kiyoshi Kurokawa¹, Yasushi Mori²

¹ 熊本大・院・自然科学研究科, ² 北九州市立自然史・歴史博物館

¹Grad School Sci & Tech, Kumamoto Univ., ²Kitakyusyu Mus. of Nat. & Hum. History

九万年前の阿蘇では穏やかな噴火に続いて爆発的なカルデラ噴火が時間的、空間的に近接して起こった。カルデラ縁から西方 5km に位置する大峰火砕丘、それに伴う高遊原溶岩の流出とその後起こった阿蘇-4 火砕噴火である。高遊原溶岩流は厚さが 80-120m、東西 9km、南北 4km あり、体積の推定値は 2.0 km³ である。平坦な台地を形成しており、阿蘇くまもと空港の滑走路はこの平坦面の上に建設されている。高遊原溶岩は阿蘇-4 テフラに覆われているが、間に土壌をはさんでいない。K-Ar 年代の報告値は両者が誤差の範囲で同じで、両者の間に時間間隙がほとんどなかったことを示している。

対照的な噴火様式を起こしたマグマ供給系の物理化学条件の変化を探るために、高遊原溶岩の側端崖、末端崖から採集した試料、大峰火砕丘のスコリア試料、国土交通省九州地方整備局、熊本河川国道事務所に保管されているボーリングコア試料を化学分析し、岩石学的特徴を調べた。溶岩流は上下に破碎部を持つが中央はすべて塊状なので、1 フローユニットであると考えられる。分析した試料は複輝石安山岩およびデイサイトであった。それらは全て微斑晶サイズの普通角閃石を含み、新鮮な結晶から完全にオパサイトへ変わったものが観察された。これらの普通角閃石やその反応物は輝石や斜長石よりも後の晶出過程を示している。斜長石の多くはへき開やクラックに沿って融食した組織を示すことが特徴である。不均質な様相を示す石基組織も時々見受けられた。高遊原溶岩のシリカ含有量は 63 - 66 重量%、大峰火砕丘のスコリア試料のシリカ含有量は 61 - 66 重量%で、すべて高カリウム系列である。これに対して直後の阿蘇-4 噴火産物の組成はパイモータルで、玄武岩ないし玄武岩質安山岩スコリア（シリカ 49-56 重量%）とデイサイト軽石（シリカ 65-72 重量%）が報告されている。我々の結果は大峰-高遊原の噴火イベントでは、マフィックなマグマが噴出しなかったことを示している。また普通角閃石の晶出と斜長石の分解溶解は阿蘇-4 火砕噴火直前にマグマ供給系で起こった重要な物理化学条件の変化を記録している。大峰火砕丘は布田川断層のほぼ上に位置するので、断層運動と関連している可能性がある。

キーワード: 高遊原溶岩, 大峰火山, 阿蘇火山, 阿蘇-4 火砕噴火, 前兆現象, 布田川断層

Keywords: Takayubaru Lava, Omine volcano, Aso volcano, Aso-4 pyroclastic eruption, precursory event, Futagawa fault

阿蘇火山、Aso-4 火砕流堆積物中の弁利スコリア流堆積物の層序と岩石学的研究 Stratigraphical and petrological studies of Benri scoria flow in Aso-4 pyroclastic flow deposits, Aso volcano, Japan

関 琢磨^{1*}, 荒川 洋二¹, 新村 太郎², 大鹿 淳也³

SEKI, Takuma^{1*}, ARAKAWA Yoji¹, SHINMURA Taro², OSHIKA Junya³

¹ 筑波大学生命環境科学研究科, ² 熊本学園大学経済学部, ³(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構

¹Life & Environmen. Sci. Univ. of Tsukuba, ²Economics, Kumamoto Gakuen Univ., ³JOGMEC

阿蘇カルデラは、九州南部に位置する南北 25km、東西 18km の大規模カルデラである。その活動は、約 27~9 万年前までに、火砕流を伴う大規模な噴火を 4 回繰り返したと考えられ、火砕流堆積物は Aso-1~4 に分けられている。Aso-4 火砕流堆積物は、最新 (90ka) かつ最大規模 (600km³) の噴火によって形成された。軽石流とスコリア流に変化する 2 つのサブサイクルで形成されたと考えられている (Watanabe, 1979, Kaneko, 2007)。

本研究で取り扱う弁利スコリア流堆積物 (以下、弁利層と呼ぶ) は、中央火口の西約 20-30km に位置し、上下を鳥栖、用木軽石流堆積物に挟まれている (Watanabe, 1978)。主な堆積物は、スコリア、パミス、縞状軽石、石質岩片および火砕岩基質から構成される。

研究対象に選んだ露頭は、堆積物を連続的に観察でき、状態も良く、弁利層の模式的な露頭である。この露頭は、大鹿ほか (2007) によって、既に研究されているが、斑晶鉱物の化学分析値と層序の詳細な対比などは必ずしも充分に行われていない。層序と斑晶鉱物や全岩の化学組成の対比は、噴火過程やマグマの組成変化を考える上で重要であり、保存のよい露頭ならば、そこから多くの情報を引き出せると考えられる。

そこで本研究では、この弁利層の露頭の詳細な観察と、含まれているスコリアと軽石、石質岩片の肉眼・顕微鏡観察、および EPMA による含有鉱物の化学分析、全岩化学組成分析を行い、層序学的特徴との対比を行った。

露頭調査により確認できた弁利層は全体で約 20m である。この弁利層を含有する岩石の量比や溶結の程度などから下位より、(1) pumice and banded pumice layer (<2m), (2) pumice and scoria layer (<1m), (3) scoria and lithic fragment layer (<2m), (4) scoria-rich layer (<5m), (5) lithic fragments concentrated layer (20~60cm), (6) scoria-rich layer (<5m), (7) scoria and pumice layer (>2m) に区分した。スコリアや安山岩質石質岩片は、ほぼ露頭全体に産出するが、パミスや縞状軽石は限られた層にのみ産出する。レンズ状に挟まれた石質岩片濃集層は粒径 3~6cm の安山岩質岩片が高密度で堆積しており、噴火時の火道拡大が考えられる (上野, 2007)。また、縞状軽石の産出は不混和なマグマ溜まりの可能性を示唆している (小屋口, 1986)。

顕微鏡観察の結果、斜長石、角閃石、単斜輝石、斜方輝石、カンラン石、磁鉄鉱、チタン鉄鉱などが斑晶鉱物として様々な量比で含まれる。ほとんどの薄片に鉱物の融食や汚濁帯などのマグマ混合の証拠が見られたが、(1) や (7) のパミスには、このような特徴はあまり見られなかった。また、縞状軽石の黒色部と白色部にも組織や斑晶量の違いが確認された。

斑晶鉱物の EPMA 分析の結果、斜長石の An mol% は、スコリアと縞状軽石は広い幅 (An32-97) を示した。しかし、パミスは比較的狭い幅を示し、下位の (1) (An30-57) から (3) (An50-84) にかけて An 値の上昇が確認された。多くのサンプルで正・逆累帯構造が確認されたこと、An 値の範囲やピークなどからマグマの化学的な混合があったと考えられる。

本研究では、これらの化学分析の結果と層序学的特徴を対比し、さらに XRF によるスコリア、パミスの全岩化学組成分析結果も加え、詳細な短期間の噴火過程の推定を試みた。

キーワード: 阿蘇火山, 火砕流, スコリア, 軽石, 縞状軽石

Keywords: Aso Volcano, pyroclastic flow, scoria, pumice, banded pumice

大山火山の完新世噴火 Holocene Eruptions in Daisen Volcano, Western Japan

奥野 充^{1*}, 井上 剛¹

OKUNO, Mitsuru^{1*}, Takeshi Inoue¹

¹ 福岡大学理学部

¹ Fac. Sci. Fukuoka Univ.

大山火山は約 100 万年前に開始した第四紀の複成火山であり（津久井，1984），最新のマグマ噴火では，山頂部の溶岩ドーム（烏ヶ山・弥山・三鈷峰）と山麓の火砕流が形成されている（三宅ほか，2001）．これらの火砕物は，約 30 cal kBP の始良 Tn 火山灰（AT：町田・新井，1976）を覆っており，約 21 cal kBP の草谷原テフラ（D-KsP）は日本海にも分布しており（堂満ほか，2002），秋田県の一ノ目瀉からも見出される（Okuno et al., 2011）．しかし，大山火山では，これまで完新世の噴火活動は知られていなかった．今回，演者らは，南麓の御机付近（地点 1）で厚さ 1 m 以上のシルト質・砂質火山灰層を発見した．この火山灰層には炭化木片が含まれており，火砕流ないし火砕サージである可能性が高い．また，東方の鏡ヶ成付近（地点 2）でも，表層のクロボク土中に厚さ 5cm の火山灰層が認められる．地点 1 の炭化木片から 3110 ± 60 BP が，地点 2 の火山灰層直下の土壌からは 3290 ± 40 BP の 14C 年代が得られた．両者の年代値はほぼ一致しており，火砕流とその降下テフラであると考えられる．この火砕物の給源は，火砕流地形の分布から烏ヶ山と弥山の間付近である可能性が高い．なお，本研究の AMS¹⁴C 年代の測定は（独）日本原子力研究開発機構の施設供用制度を利用したものである．

キーワード: 大山火山, 完新世, 溶岩ドーム, 火砕流

Keywords: Daisen Volcano, Holocene, Lava dome, pyroclastic flow

東北日本弧, 秋田駒ヶ岳火山におけるマグマ系列とマグマ源 Magma series and their source materials at Akita-Komagatake volcano, Northeast Japan arc

藤縄 明彦^{1*}, 伴 雅雄², 大場 司³, 木村 純一⁴, 平原 由香⁴, 高橋 俊郎⁴

FUJINAWA, Akihiko^{1*}, BAN, Masao², OHBA, Masao², OHBA, Tsukasa³, KIMURA, Jun-Ichi⁴, HIRAHARA, Yuka⁴, TAKAHASHI, Toshiro⁴

¹ 茨城大学理学部地球環境科学領域, ² 山形大学理学部地球環境学科, ³ 秋田大学工学資源学部地球資源学科, ⁴ 海洋研究開発機構・地球内部変動研究センター

¹ Faculty of Science, Ibaraki University, ² Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Yamagata University, ³ Department of Earth Science and Technology, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita Univ., ⁴ Institute For Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地質学的背景

秋田駒ヶ岳火山は、約 10 万年間、主としてソレイト系列マグマと、わずかな量のカルクアルカリマグマを噴出させ山体形成を行ってきた。約 13000 年前、火砕流と多量の軽石の降下を伴って南部にカルデラが形成され、おそらくこの時にマグマ供給系の切り替えが起こった。つまり、本火山は、成層火山の南部にカルデラが存在し、頂部およびカルデラ底には寄生火山や中央火口丘が成長している、複合火山体である。後カルデラ活動期は、約 3000 年の休止期を境に更に 2 分できる。前半は 7000 年前頃までで、北部の寄生火山が次々生成された時期である。休止期の直後にはエピソード的に北部で爆発的噴火が起こり、その後南部での活動に引き継がれ、後半は最近の約 3000 年間で主にカルデラ内の中央火口丘が形成された。もっとも最新の活動は 1970 年に起きた安山岩溶岩の流出である。

目的

本報告では後カルデラ活動期のマグマ噴火活動について、噴火頻度の時系列変化と噴出マグマの化学組成変化とを関連させることで、噴出マグマ系列および組成の変遷を明確にした。その上で、噴火マグマ系列ならびに全岩組成と同位体組成を含む化学特性との相関、時間変遷を見ることで、この時期におけるマグマの成因関係を探ることを試みた。

結果

後カルデラ活動期は、前期、後期とも高い Fe/Mg, 低カリウムで特徴づけられるソレイトマグマが卓越している。カルクアルカリマグマは休止期の直後にのみ、北部の爆発的噴火時に噴出した。

前期は安山岩組成のソレイトマグマに始まり、玄武岩ないし玄武岩質安山岩マグマへと未分化側に組成が変化した。後期は北部でのカルクアルカリ安山岩の噴出後、南部に起こったソレイト質安山岩マグマに引き継がれる。その後、前期同様未分化側にシフトし、ソレイト質玄武岩ないし玄武岩質安山岩の活動が繰り返り起こった。そして最後にソレイト質安山岩溶岩の噴出が 1970 年に起こった。

化学特性を見るとソレイト質玄武岩マグマとカルクアルカリ安山岩マグマとは互いにはっきり区別でき、ソレイトマグマが DM (depleted MORB) マントルの高部分溶融、カルクアルカリマグマが下部地殻の低部分溶融によりそれぞれ生成した、とする従来言われている成因関係と調和的な特徴を示す。

しかし、ソレイト質安山岩には、同系列の玄武岩と同一の特性を持つものだけでなく、それらとは異なる同位体特性を示す、少なくとも 2 種類が確認できた。1 つはカルクアルカリ安山岩と相前後して噴出したもので、同位体的にはカルクアルカリマグマよりも更に地殻由来の特性を強く示すもの、もう一つはもっとも最近噴出した 1970 年溶岩で、ソレイト質玄武岩よりも若干 MORB 的な特性を示すものである。

考察と結論

今回得られた情報から、次のようなことが考えられる。

1. ソレイト質玄武岩マグマは DM マントルの部分溶融により生じ、結晶分化作用あるいは AFC (assimilation fractional crystallization) によって安山岩の一部を導いた。

2. カルクアルカリ安山岩は地殻由来マグマ成分に富んだ珪長質マグマとソレイト質玄武岩との混合によって生じたと考えられる。

3. ソレイト質安山岩マグマは下部地殻の部分溶融によって生じた、東北南部 (蔵王, 吾妻, 安達太良) にエピソード的に産するソレイト質マグマと類似の成因を持つものである可能性がある。

キーワード: 島弧火山活動, ソレイトマグマ, カルクアルカリマグマ, マグマ源物質, マグマの同位体組成

Keywords: Island-arc volcanism, Tholeiite magma, Calc-alkaline magma, magma source materials, Isotopic compositions of magmas

マグマ溜まり上昇モデルによる階段図のモデル化：恵山火山を例として Modeling a stepwise diagram of discharge rate by an upward migration of magma chambers: An example from the Esan volcano

三浦 大助^{1*}

MIURA, Daisuke^{1*}

¹(財)電力中央研究所

¹CRIEPI

1. はじめに

火山の長期活動史は、マグマ供給系において、マグマがどのように供給・蓄積・噴出するかを考える場合に、重要な手掛かりとなる。例えば、長期間の平均噴出率（長期噴出率）は、地殻のより深部あるいは上部マントルからのマグマ供給について考察する際の重要な観測量である。長期噴出率は、噴出量と再来周期の関係を示す階段図として表され、マグマ溜まりを含むマグマ供給系と火山活動の進化に関する理解を促し、長期の火山活動予測に資することができる（例えば Spera and Crisp, 1981; Wedge, 1982; Tsukui et al., 1986; White et al., 2006）。一般に、火山の誕生から終了まで、活動の消長を全て記録するデータはなかなか得難いことから、マグマ供給系と火山活動の進化について理解を深めるために、階段図をモデル化することは依然として重要である。これまでに階段パターンの類型分類（小山・吉田, 1994）や、噴火実績への時間予測モデルの適用（Bacon, 1982; Valentine and Perry, 2007）等が議論されている。本講演では北海道の恵山火山を例に階段図のモデル化を試みた。

2. 恵山火山の長期噴出率

北海道の恵山火山は、45-50ka以降に活動を開始した若い活火山で、珪長質-中間組成質の溶岩ドーム群を主体とする。恵山火山は、その誕生から現在までの長期噴出率の変化が認められることから（三浦・土志田, 2011, 火山学会）、階段図のモデル化に最適な火山の一つである。噴火マグニチュード M4 以上の溶岩ドーム群による 50,000 年間の長期噴出率は $2.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ を示す。恵山火山では、31ka までに 4 回の M4 級噴火が起こり、22,400 年の休止期間ののうち、8.6ka に最新の大噴火 (M5) が起こった。初期 4 回の M4 噴火では、 $4.2\text{-}5.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{yr}$ の長期噴出率である。この期間の再来周期は平均 4000 年であるが、後のイベントほど噴出量が小さく再来周期も短いという特徴を持つ。

3. 上方移動モデル

単純な 2 次元弾性モデル (Hydraulic connection model; Pinel et al., 2010) を用いて、恵山火山の階段図のモデル化を試みた。このモデルの利点は、深部からのマグマ供給率が一定でも、マグマ供給系の条件変化により、階段パターンの変化を再現できることである。ここでは、マグマは非圧縮性とし、噴出量はマグマ溜まり内部の過剰圧と静岩圧の差圧 (P_e) に比例すると仮定する。恵山火山で見られた「噴出量が小さく再来周期も短くなる階段パターン」は、溜まり半径 (R_c) と深さ (H_c) 比の変化として表すことができる。すなわち、マグマ溜まりが地表付近に向かって徐々に上昇すると、マグマ溜まり壁面の静岩圧が小さくなることから、噴火に必要な差圧 (P_e) が小さくなり、比例して噴出量が小さくなる。マグマ溜まりが十分に上昇した場合、すなわち R_c/H_c 比が 1.0 になる場合、差圧 (P_e) は 0 となりマグマは噴出しなくなる。この結果、深部からのマグマ供給が継続している・いないに拘わらず、地表では噴火休止期間が顕現する。22,400 年に渡る長期の休止期間はこのように説明できる。その後、地表付近のマグマ溜まりは冷却されるが、一定の深部マグマ供給が継続している場合は、冷却を上回る熱供給が生じる任意の深さでマグマ溜まりは再生を始めると予想される。それは休止期間に入る直前のマグマ溜まりよりおそらく深い位置に生じ、次の噴火のためのマグマ溜まりが準備されることになる。

4. 今後の課題

R_c/H_c 比を変化させるモデルとしては、上方移動モデルと膨張モデルがあり、恵山のような小規模マグマ溜まりには上方移動モデルが適している。また、大型のカルデラ火山では、膨張モデルが適すると予想される。これらの異なったマグマ溜まりの形成・進化過程を単純化し、階段図に見られる噴火サイクル・噴火休止期間の周期性をモデル化して、長期活動予測に結びつけることが今後の重要課題である。

キーワード: 火山, 噴火史, マグマ溜まり, 移動

Keywords: volcano, eruption history, magma chamber, migration

北海道中央部大雪火山群，旭岳の形成史とマグマ変遷 Transition magma and formation history of Asahidake volcano of Taisetsu volcanic field, central Hokkaido, Japan

石毛 康介^{1*}, 中川 光弘¹ISHIGE, Kosuke^{1*}, NAKAGAWA, Mitsuhiro¹¹ 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻¹hokkaido University

大雪火山群は北海道中央部，北東 - 南西方向に延長 80 km に達する大雪 - 十勝火山列の北方に位置する第四紀火山である，その噴火活動は複数の活動期に分けられ，100 万年前から現在に至るまで安山岩・デイサイトからなる約 20 以上の成層火山や溶岩ドームを形成した．新期の活動では，約 3 万年前に大雪火山群の中央に直径 2 のお鉢平カルデラを形成し，それ以降に小旭岳・熊ヶ岳・後旭岳・旭岳の成層火山体を形成したと考えられている．このうち活火山である旭岳は，形成史やマグマ供給系の研究が活発に行われてきた（例えば，佐藤・和田, 2007）．しかしながら，熊ヶ岳や後旭岳など周辺火山との層位関係や岩石学的研究は十分に行われていない．そこで本研究では，熊ヶ岳・後旭岳を含む旭岳火山の地質学的・岩石学的研究を行い，本火山の形成史及びマグマの時空変遷を再検討する．

旭岳（標高 2,291m）は御鉢平カルデラの南西方に位置する成層火山で，西側に多数の溶岩流を流出しているほか標高 1600 m からは火砕丘（比高 700 m，直径 3km）を形成している．火砕丘の西側には地獄谷火口と呼ばれる馬蹄形の爆裂火口があり，現在でも活発な噴気活動がおこっている．旭岳山頂部から東に 1km には熊ヶ岳（2210m）と後旭岳（2216m）の古い火砕丘が，旭岳山頂部から南に約 2.5km には小旭岳の火砕丘（比高 300m，と直径 1.5km）があり、いずれも旭岳の噴出物に覆われている．

旭岳及び周辺火山の活動は，被覆関係・地形の保存状態・全岩化学組成の特徴から，古い順に後旭岳活動期，熊ヶ岳活動期及び旭岳活動期に区分される．後旭岳活動期の噴出物は火砕丘の他，旭岳南西麓に流下している溶岩で構成されている．熊ヶ岳活動期は，直径 600 m の火口をもつ火砕丘を形成した時期である．火口からは地形的に新鮮な溶岩流が北西方向に流下し，山頂の北部では一部溶結した降下スコリア層が認められる．旭岳活動期は被覆関係，岩石学的特徴及び噴火様式の違いから下位より Stage1, Stage2, Stage3 の 3 つの活動期に分けられる．Stage1 は旭岳西麓・南西麓に大量の溶岩流を流出した時期で，流走方向や岩石学的な特徴から Stage1-1（前期）と Stage1-2（後期）に細分される．Stage1-1 の溶岩は旭岳火砕丘付近から南西麓方向に流下しており，安山岩質溶岩とデイサイト質溶岩からなる不均質構造が多く見られる．Stage1-2 の溶岩は旭岳山頂付近から北西 - 西方向に流下しており，流走距離が 8km 以上ある溶岩流も見られる．Stage1-2 の溶岩は Stage1-1 と比べて均質な安山岩溶岩が主であるが，しばしば苦鉄質包有物が認められる．Stage2 は山頂部から多数の溶岩流の流出及び火砕丘を形成した時期である．また，旭岳火砕丘東斜面の露頭（2114m）では，火砕丘を構成するテフラのうち最上位のテフラの下部にある土壌層から 6690 ± 30 (yrBP) の年代値が得られた．このことから，Stage-2 における火砕丘形成年代は約 6700 年前と推測される．Stage3 は本質物質をほとんど噴出ししない水蒸気爆発を主とした活動期で，地獄谷火口が形成した時期である．最新の噴火は 250 年前の水蒸気爆発と考えられている．

旭岳及び熊ヶ岳，後旭岳を構成する岩石は主に安山岩～デイサイトで，しばしば苦鉄質包有物を含む．斑晶量は 10～35%，斑晶鉱物組み合わせは，安山岩では $Pl + Cpx + Opx + Mt (\pm Ol)$ でデイサイトでは $Pl + Cpx + Opx + Mt (\pm Ho)$ であり活動期毎に大きな違いは見られない．全岩化学組成は，特に SiO_2 - MgO 図で活動期ごとに異なる特徴を示す．熊ヶ岳・後旭岳は SiO_2 の幅が $SiO_2=57.8-63.9\%$ で， SiO_2 - MgO 図では中間的なトレンドをしめす．旭岳 Stage-1 では $SiO_2=60.6-65.0wt.\%$ と狭い組成幅を示し， SiO_2 - MgO 図では低いトレンドを示す．一方，旭岳 stage 2 では多くの噴出物で $SiO_2=56-65wt.\%$ と広い組成幅を示し， SiO_2 - MgO 図で少なくとも 3 つの直線トレンドが認められる．

本研究の地質学的岩石学的検討により，旭岳噴出物の一部が後旭岳の活動であることが分かった．旭岳の活動は，まず後旭岳，熊ヶ岳火山がそれぞれ火口を変えて火砕丘を形成し，溶岩流を流出した．これらの活動間では大きなマグマの変化は認められなかった．その後，旭岳 Stage1 では後旭岳，熊ヶ岳と異なるマグマを大量に流出したと考えられる．一方，Stage-2 では溶岩流出と火砕丘を形成する噴火であり，複数のマグマが噴火に関わっている

今後は調査範囲を広げより詳細な大雪火山群新期の形成史およびマグマ変遷を解明していく．

キーワード: 旭岳, 岩石学, 形成史, マグマ変遷, 地質学, 大雪火山群

Keywords: Asahidake, petrology, formation history, Transition magma, geology, Taisetsu volcanic field

北海道における後期更新世の火山活動の時空変遷と関連テクトニクス:火山活動の長期予測に向けて Temporal and spatial change of volcanism in Hokkaido during late Pleistocene and related tectonics

中川 光弘^{1*}, 小杉 安由美¹, 長谷川 健², 石井 英一³, 石塚 吉浩⁴

NAKAGAWA, Mitsuhiro^{1*}, KOSUGI, Ayumi¹, HASEGAWA, Takeshi², ISHII, Eiichi³, ISHIZUKA, Yoshihiro⁴

¹北海道大学地惑システム科学, ²茨城大学理学部地球環境科学コース, ³日本原子力研究開発機構, ⁴産業技術総合研究所地質情報研究部門

¹Div. Earth & Planetary System Sci., Hokkaido Univ., ²Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University,

³Japan Atomic Energy Agency, ⁴Geological Survey of Japan

北海道は千島弧と東北日本弧の会合部にあたり、後期中新世から島弧火山活動が始まり、その活動域を移動させながら現在まで継続している（例えば、廣瀬・中川、1999）。最近、170万年間では火山活動域は、南西北海道、大雪・十勝・然別および阿寒・知床の火山地域と、それらから離れた利尻火山となっている（中川・ほか、1995）。現在までの火山地質学的研究および年代測定値の蓄積により、これらの火山地域では最近20万年前から、特に火山活動が活発になってきたこと、またこれまでは火山空白域であった日本海東縁で新たに火山活動が始まっていることが明らかになってきた。

阿寒・知床火山列では阿寒～屈斜路地域でカルデラ火山群が活動を続け、知床半島では成層火山・溶岩ドーム群が活動を続けている。カルデラ火山群では少なくとも最近150万年間にわたり大規模噴火が継続しているが、約21万年前の屈斜路火砕流VIIIの噴火から、その噴出率は1桁上昇した。20～10万年前には隣接する阿寒と屈斜路の2つのカルデラで大規模噴火が断続的に起こり、約3.5万年前のKpIの噴火以後は、摩周火山に活動の中心は移り、そこでも高いマグマ噴出率で活動は継続している。また知床半島でも、30～20万年前に知床岳から斜里岳まで、ほぼ全域で火山活動があり（Goto et al., 2000）、この時期からの活動度の上昇が認められる。大雪・十勝・然別地域では、約100万年前の十勝三股カルデラの形成以降は安山岩質マグマによる成層火山・溶岩ドーム群が活動している。その中でも十勝岳火山群全域での高密度の年代測定によると、50～30万年前には低調であった火山活動が、30～10万年前に火山群全域に広がり、マグマ噴出率が上昇していることが明らかになった。

南西北海道でも洞爺～支笏のカルデラ火山群は、11万年前の洞爺火砕噴火から活動を開始し、その後にクッタラカルデラそして支笏カルデラで大規模噴火が頻発している。そのため、南西北海道全域でのマグマ噴出率も、11万年前から1桁上昇している。また日本海東縁でも、渡島小島（10数万年前）、奥尻島の勝瀾山（30～20万）や渡島大島などの火山が、30～20万年以降に新たに活動を開始した。さらに他の火山域から約200 km離れた北海道北部で利尻火山が、20～15万年前に活動を開始した。

このように北海道では全域にわたり、火山活動の活発化と新たな火山の活動が30～20万年前から始まった。これは北海道全域に影響を及ぼすテクトニクス場の変化を反映している可能性がある。新生代の北海道を特徴づけるテクトニクス変遷としては、北海道中央部のユーラシアと北米プレートのプレート境界の存在、その南部での千島前弧スリバーの東北日本弧への衝突、その後のプレート境界の日本海東縁へのジャンプ、あるいは北海道中央部から日本海東縁の範囲でのプレート境界帯の形成がある（例えば、Kimura, 1986）。今回、指摘した30～20万年前からの火山活動の活発化は、島弧会合部におけるプレート境界の移動やゆらぎなどの広域的な応力場が関連していると考えられる。特に、その時期に日本海東縁に沿って新たに火山活動を開始したことは、日本海東縁でのプレート境界での変化があったことを強く示唆している。

キーワード: 火山活動, カルデラ火山, 時空変遷, マグマ組成, テクトニクス

Keywords: volcanic activity, caldera volcano, temporal and spatial change, magma chemistry, tectonic setting

巨大地震とそれにより励起された火山活動の時間間隔は何が決めるか？ What controls the time interval between gigantic earthquake and its induced volcanic eruption?

高橋 栄一^{1*}

TAKAHASHI, Eiichi^{1*}

¹ 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻

¹ Magma Factory, Earth & Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

It is well known that some volcanic eruptions were triggered by large earthquakes. Although volcanic eruptions that take place soon after (day to a year) the triggering earthquake are counted in this category, here I propose that some volcanic eruptions may take place 30 to 50 years after the triggering big earthquakes. First example that I propose is the synchronous start of modern volcanic activity of three volcanoes in Hokkaido, Komagatake (started 1640AD after dormant period of ~3000 years), Usu (started 1663AD after dormant period of ~5000 years) and Tarumae (started 1667AD after dormant period of ~3000 years). Change in crustal stress field caused by large earthquake may be most plausible reason to explain the synchronous volcanic activity. Analysis of tsunami deposit in Hokkaido revealed that large earthquake >M8.4 took place in the early 17th century at Kuril trench east of Hokkaido (Nanayama et al 2003, Nature). This may be the source of the Keicho-tsunami earthquake in 1611. Because earthquake was not recorded, magnitude of this earthquake is uncertain. It may be one of the M9 class earthquakes. If modern activity of Komagatake, Usu, and Tarumae were triggered by the 1611 M9? Keicho earthquake in Kuril, then interaction time between the earthquake and the volcanic eruption is 30 to 50 years.

According to A.Hasegawa (personal communication), 2011 March 11 Off-Tohoku M9 earthquake caused dramatic change in crustal stress field in North Honshu Arc. Source mechanism of crustal earthquakes changed from reverse fault type to strike slip type in most part. Even normal fault type earthquake has started after the great earthquake. These lines of evidences indicate that regional stress field changed from horizontal compression to horizontal extension as a result of the M9 earthquake. Similar change in crustal stress field may have happened in Hokkaido after the M9? Keicho earthquake. Injection of large amount of basalt magma from mantle source to crustal magma chamber may have started after the Keicho earthquake and may still continues. This increased magma flux from the mantle may have triggered the eruption in the three volcanoes 30 to 50 years after the Keicho earthquake.

Following Jogan great earthquake (869 AD, >M8.4), only 871AD eruption of Chokai volcano is recorded. However, if we allow volcanic eruption 30 to 50 years after the earthquake, the last eruption of Towada volcano (Towada-A) that took place in 915 AD may be counted as a possible eruption triggered by Jogan earthquake. Towada volcano erupted episodically in the last 150000 years. Interval time between Towada-A and Towada-B is about 1700 years. It is plausible that silica-rich magma chamber beneath Towada caldera volcano was activated by injection of large amount of basalt magma from mantle source due to stress drop caused by the Jogan great earthquake.

If activity of a volcano is controlled by enhanced flux of basalt magma from mantle source to crustal magma chamber, why volcanic eruption take place 1 to 50 years after the triggering earthquake? In the conference, I will discuss the mechanism that will determine the characteristic reaction time. In the volcano at which basalt magma plumbing system is established from the bottom of crust to the top, characteristic reaction time would be as short as ~1 year. Fuji volcano and Iwate-Akitakomagatake may be in this category. On the other hand, lessons in 17th century in Hokkaido indicate that characteristic reaction time would be 30 to 50 years in the case of volcanoes which has complex magma plumbing system consisting of basalt and silica-rich magma. Most Quaternary volcanoes in North Honshu Arc may be in this category. It is essentially important to estimate their future activity after the 2011 March 11 M9 Off-Tohoku earthquake.

キーワード: 火山噴火, 長期的火山活動, 地震, 地殻応力場

Keywords: volcanic eruption, long term volcanic activity, earthquake, crustal stress field

新燃岳 2011 年噴火の噴出物に関する基礎記載から見た初期変遷 Stratigraphic variation in characteristic of pyroclastic deposits during the 2011 subplinian eruption of Mount Shinmoe

入山 宙^{1*}, 寅丸 敦志¹

IRIYAMA, Yu^{1*}, TORAMARU, Atsushi¹

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻

¹Earth and Planet. Sci. Kyushu Univ.

1. はじめに

プリニー式噴火は噴火の継続時間が長く、1回の噴火の中で噴火強度が変化することが考えられる。噴火に伴って様々な噴出物が生じ、噴出した粒子は噴火の時間経過とともに下から順に堆積していく。しかし、粒子の大きさや密度が異なることから分級作用を受けたり、堆積後に雨や風の影響を受けることによって堆積状況が変化したりすることから、堆積物から噴火強度の変遷を読み解くことは困難である。今回、噴火直後の新鮮なサンプルを用いるため、堆積後の作用をほとんど無視できると考えられる。堆積の順序を詳細に読み取ることで噴出の順序を推定し、噴火の経過に伴う変化を様々な視点から議論することが可能となる。本研究では、2011年1月末に活発な噴火活動を行った新燃岳から南東約7.5、約11の2地点で噴火直後にサンプリングを行った。粒径と構成粒子の色に注目して、各観測データと照らし合わせながら噴火の初期変遷に伴う堆積物の変化を読み取る。

2. 分析手法・結果

堆積物を数層に分けてサンプリングを行い、各層で粒度分析を行った。それから Inman(1952)に基づいて統計処理を行い、粒径の中央値とばらつきの層変化を導出した。また、2~4の粒子について肉眼で White、Gray-Brown、Black、Reddish-Black の4種類に分類し、色ごとの個数分布を導出した。統計処理の結果、約7.5地点では2か所、約11地点では1か所粒径のピークがみられ、その前後でばらつきが大きくなった。色ごとの個数分布を調べた結果、1) Gray-Brownの割合が大半(9割以上)を占めること、2) Reddish-Blackの割合は堆積後期に向かうにつれて徐々に減少していること、3) Blackの割合はいったんピークに達した後、徐々に減少していること、4) Whiteの割合は堆積後期に向かうにつれて徐々に増加していること、がわかった。

3. 考察

分析結果から、粒径の1つピークが1回の噴火におけるピークであると仮定すると、堆積物が2つの噴火によるものであると考えられ、さらに衛星画像やアイソパックデータと対応させると、それらが26日の16:10~18:35の噴火と、27日の02:10~04:40の噴火であると考えられる。遠い方の地点で中央値のピークが1つしか見られなかったのは、構成粒子が全体的に小さくなり、不連続な部分がより不明瞭になったためだと考えられる。また26日の噴火では、はじめ Black、Reddish-Black に富み粒径は小さく、粒径のピークとともに Black の割合がピークに達し、粒径が小さくなっていったと考えられる。また、粒径の変化は27日でも同様に考えられるが、噴火の経過とともに White が増加していった。これをふまえると、Gray-Brown はマグマ物質であり、Reddish-Black は火口起源、Black は火口や火道起源の物質ではないかと推測される。また、White は噴火活動の経過に伴って生じた物質ではないかと考えられる。

4. 結論

本研究から、堆積物と噴火の時系列との対応付けができ、1回の噴火における堆積物の変化を読み取ることができた。また、火口からの距離による影響も確認することができた。今後は粒子が降下する際の分級作用を考慮することで粒子の噴出の順序を推定し、噴火強度の変遷を解明していく必要がある。また、粒子の色の違いが何に起因しているのかということも明らかにする必要がある。

キーワード: 火砕堆積物, 層序変化, 噴火強度

Keywords: Pyroclastic Deposit, Stratigraphic Variation, Eruption Intensity

新燃岳 2011年噴火噴出物から推定されるマグマの発泡・脱ガスプロセス Vesiculation and degassing processes inferred from the ejecta in the Shinmoedake 2011 eruption

星出 隆志^{1*}, 寅丸 敦志¹

HOSHIDE, Takashi^{1*}, TORAMARU, Atsushi¹

¹九州大学大学院理学研究院

¹Kyushu University

The Shinmoedake 2011 eruption which started on 26th January 2011 showed a characteristic transition of eruption styles. Two sub-plinian eruptions from 3 p.m. on 26th Jan and from midnight of 27th Jan produced a pumice deposit of 6 cm in thickness at 8 km from the vent. After the sub-plinian phase, the eruption style shifts to the phase of vulcanian eruptions which majorly produced volcanic ash since an eruption at 3 p.m. on 27th Jan. We obtained samples from the pumice deposits of the sub-plinian eruptions (26-27th Jan) and the bombs of the vulcanian eruptions (1st Feb and 14th Feb). The observation of these ejectas is expected to provide a clue to understanding the transient behavior of eruption styles.

Pumice deposits mainly consist of white, gray, brown and black-colored pumices. It is highly likely that both gray pumices and bombs originate from the mixed magma formed by mixing between dacitic and basaltic magmas (Suzuki et al., 2011, Hoshide et al., 2011, JpGU Meeting). The vesicularity of gray pumices ($\text{SiO}_2 = 58.6 \text{ wt}\%$) varies about from 40% to 80% and the vesicle distributions in gray pumices are relatively homogeneous. The connectivity of pores and the average size of vesicle in pumices drastically increases at about 60-65% vesicularity.

Breadcrust bombs (several meters in size) on 1st Feb are composed of a surface quenched rind and an internal slowly-cooled part. The internal part (vesicularity: 50%~) has small (10-20 microns in size) and large (>100 micron) vesicles but the quenched rind (vesicularity: 30%~) rarely contains small vesicles. Large vesicles tend to attach to phenocrysts. Small bombs (3-4 cm in size) on 14th Feb have the vesicularities of about 0-20%. The vesicle distributions in them are heterogeneous and small vesicles (tens of microns in size) have a network arrangement.

In this presentation, we consider degassing processes of magma on the basis of quantitative texture analyses of these ejectas using SEM and X-ray computed tomography.

キーワード: 火山弾, 軽石, 脱ガス, 気泡組織, マイクロライト

Keywords: bomb, pumice, degassing, vesicle texture, microlite

阿蘇根子岳火山噴出物の岩石学的分類と組成幅の成因

Petrological groups of Nekodake volcanic rocks and origin of their compositional variations

上田 恭裕¹, 長谷中 利昭^{1*}, 森 康²

UEDA, Yasuhiro¹, HASENAKA, Toshiaki^{1*}, Yasushi Mori²

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科, ² 北九州市立いのちのたび博物館

¹Science and Technology, Kumamoto Univ., ²Kitakyusyu Mus. of Nat. & Hum. History

九州中部, 阿蘇カルデラ東縁に位置する根子岳火山噴出物の岩石記載を行い, 微量元素を含む全岩化学分析および鉱物化学組成分析をし, 根子岳を含む阿蘇カルデラ火山のマグマ供給系の変遷過程を考察した。

噴出物の形状, 分布から, 根子岳火山の活動をステージ 1 = 山体の大部分を構成する火山砕屑岩の噴出, ステージ 2 = 溶岩流の流出, ステージ 3 = 岩脈の貫入の 3 つに区分した。ステージ 1 をステージ 1-1 = 山体下部, 1-2 = 山体上部に細分した。また, 根子岳火山噴出物を斑晶鉱物組み合わせ, 岩相, 化学組成 (液相濃集元素含有量) から 6 グループに分類した。1. High-K₂O olivine (以下, HKO グループ), 2. High-K₂O pyroxene (以下, HKP グループ), 3. Low-K₂O olivine (以下, LKO グループ), 4. Low-K₂O hornblende (以下, LKH グループ), 5. Low-K₂O pyroxene lava (以下, LKPL グループ), 6. Low-K₂O pyroxene dyke (以下, LKPD グループ) である。岩石グループ, ステージ区分の間には対応関係がある。例えば HKO グループは山体の東下部に主に露出し, ステージ 1-1 に属する。ステージ 1, ステージ 2 の噴出物には反応縁をもつからん石, 斜方輝石斑晶, 角閃石の捕獲結晶, 汚濁帯を持つ斜長石が観察される。またステージ 1-2, ステージ 2 の噴出物には基盤岩の包有物が認められる。

HKO, LKO, LKH グループの斑晶斜長石の化学組成データはバイモーダルな組成分布を示し, HKP, LKP グループはモノモーダルな組成分布を示す。HKO, LKO, HKP, LKP グループにはわずかに逆累帯構造を示す斑晶斜長石が観察される。

噴出物の観察結果および化学組成データから根子岳火山のマグマ変遷を考察すると以下ようになる。ステージ 1-1 はマグマ混合作用により組成幅を生じ, ステージ 1-2 以降は地殻物質の同化作用を伴うマグマ混合作用により噴出物組成が多様化した。ステージ 3 の組成変化の成因には同化分別結晶作用が主要な役割を果たした。以上のマグマ供給系の変遷による噴出物の組成変化を生じた要因として, カルデラ形成期の巨大火砕流噴火に伴う地下構造の変化が考えられる。

キーワード: 阿蘇, 根子岳火山, 全岩化学組成, 鉱物化学組成, マグマ混合, 同化作用

Keywords: Aso, Nekodake volcano, Whole rock chemical compositions, Mineral compositions, Magma mixing, Assimilation

四国西部宇和盆地における AT の層厚

Thickness of AT tephra in the Uwa-basin in western Shikoku, southwest Japan

辻 智大^{1*}, 池田 倫治¹, 西坂 直樹², 石川 慶彦², 榊原 正幸³

TSUJI, Tomohiro^{1*}, IKEDA, Michiharu¹, NISHIZAKA, Naoki², Ishikawa Yoshihiko², SAKAKIBARA, Masayuki³

¹ 株式会社四国総合研究所土木技術部, ² 四国電力株式会社, ³ 愛媛大学大学院理工学研究科数理物質科学専攻

¹Department of Civil Engineering, Shikoku Research Institute Incorporated, ²Shikoku Electric Power Co. Inc., ³Department of Earth Science, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

広域テフラの層厚を正確に見積もることはその噴火の規模および降下時の影響を把握する上で重要である。しかしながら、多くの地域において降下後の削剥や二次堆積作用による層厚の増減があり正確な層厚を見積もるのは難しい。代表的な広域テフラのひとつである AT (始良 - 丹沢テフラ) の広域な等層厚分布について、これまで町田・新井 (2003) および河合 (2001) によって異なる見解が示されている。そこで、本研究では、河合 (2001) による AT 等層厚分布の主軸に位置し、堆積環境も良い愛媛県宇和盆地においてボーリング (4 本)・セロリスライサー (5 本)・ジオスライサー (4 本) 調査等を実施し、コア観察、粒度分析を行い、二次堆積作用を考慮したより正確な層厚の見積もりを試みた。

調査地域の宇和盆地は肱川最上流に位置する南北 2.5km, 東西 3km の盆地で、約 80 万年前以降、堆積物により埋積されて多数のテフラを挟在する。盆地内における AT の平面分布を確認するため、盆地中心部を通過する北西-南東および南北方向において 100 ~ 500m 間隔で掘削を行った。AT 火山灰は地表から深度 1-3m に分布しており、盆地中心部において最も深い。層厚は盆地縁辺付近においては 0 ~ 数 cm であるのに対し、盆地中心部においては二次堆積による火山灰も含めて 180cm に及ぶ。AT の下位は腐植質土、上位は粘土もしくは腐植質粘土である。本地域における AT の模式的な層序は下位から以下の通りである。

A: 層厚 5 cm 程度の灰白色シルト ~ 細粒砂サイズのガラス質火山灰。最下部に層厚 1 cm 程度の白色細粒火山灰を含む。0.5 mm 以下の軽石を含み、異質粒子をほとんど含まない。

B: 層厚 20 ~ 50 cm の褐灰色ガラス質火山灰。下部の中粒砂サイズ ~ 上中部の細粒砂サイズへと級化する。上部には平行葉理もしくは斜交葉理が発達している。2 ~ 5 mm 程度の軽石を含む。異質粒子をほとんど含まない。

C: 層厚 25 ~ 50 cm の細粒砂サイズのガラス質火山灰。均質で堆積構造に乏しい。異質粒子をほとんど含まない。

D: 層厚数 cm ~ 90cm の平行葉理の発達した灰褐色 ~ 褐白色のガラス質火山灰。上部に異質粒子を含む。

AT の二次堆積作用は層序変化および異質物の混入によって認識され、D の上部は二次堆積による高純度の火山灰質層であると解釈される。ユニット A ~ C については二次堆積物、あるいは降下時の堆積物である可能性があるが、現在詳細検討中である。AT は宇和盆地において湿地に降下し、その後標高の高い地域ほど水流による削剥・運搬が起り、より標高の低い盆地中心へテフラを再堆積させたと考えられる。四国地域には 40cm ~ 170cm (町田・新井 1976, 川村 2000 他) と様々な層厚の AT が報告されているが、これらにおいても二次堆積作用によるものを識別できる可能性がある。

キーワード: AT テフラ, 層厚, 宇和盆地, 四国西部

Keywords: AT tephra, thicknesses, Uwa basin, western Shikoku

高圧実験と斑晶メルト包有物に基づく三宅島火山大船戸期のマグマ供給系 Magma plumbing system in Ofunato stage of Miyakejima volcano based on high-pressure experiments and melt inclusion study

潮田 雅司^{1*}, 高橋 栄一¹, 浜田 盛久¹, 鈴木 敏弘²

USHIODA, Masashi^{1*}, TAKAHASHI, Eiichi¹, HAMADA, Morihisa¹, SUZUKI, Toshihiro²

¹ 東京工業大学地球惑星科学専攻, ²IFREE/JAMSTEC

¹Earth and Planetary Sciences, Tokyo Tech, ²IFREE/JAMSTEC

Miyakejima is an active volcanic island located about 200 km south of Tokyo in Izu-Mariana arc. Forecasting future eruptions of Miyakejima is important, and precise knowledge on its magma plumbing system is essential. Tsukui et al. (2001) divided the volcanic activity of the last 10000 years into four stages: 10000-7000 (Ofunato Stage), 4000-2500 (Tsubota Stage), 2500 y.B.P to AD1154 (Oyama Stage) since AD1469 (Shinmio Stage). Products of the Ofunato stage are basalts and they are relatively primitive. On the other hand, products in Tsubota Stage are andesites and those in the later three stages are mixed products of basalt and andesite. To understand the evolution of the magma plumbing system, first I reconstruct the simple magma chamber in Ofunato Stage by high-pressure experiments and also analyzed major elements and volatile contents in melt inclusions of phenocrysts of products in Ofunato stage in order to confirm experimental results.

OFS scoriae, which are one of the least fractionated Miyakejima basalt in Ofunato stage, were used. Phenocrysts of OFS are only plagioclase (10.9 vol.%) and olivine (0.7 vol.%). Core composition of plagioclase phenocrysts is 90 to 96 % An. Core composition of olivine phenocrysts is 78 to 82% Fo. Fig.1 shows melt composition of OFS, composition of melt inclusions (MIs) in olivine and plagioclase phenocrysts and bulk composition of eruptive products in the last 10,000 years. The chemical composition of the melt inclusions in olivine were corrected for post entrapment crystallization by adding a host olivine component up to the composition which satisfies olivine~melt equilibrium, $KD = 0.30$.

Most compositions of MIs in olivine were plotted near the melt composition of OFS (gray circles in Fig.1) indicating that melt of OFS is in equilibrium with phenocrysts of olivine. Small numbers of MIs in olivine was more primitive than the other, therefore low-evolved magma may have mixed. MIs in plagioclase were not corrected for post entrapment crystallization so that their compositions are scattered (gray squares in Fig. 1)

Experiments were performed in the temperature ranges of 1050-1200C at 1.0, 1.5, 2.0, 2.5kbar using IHPV at the Magma Factory, Tokyo Tech. Based on the experimental results (phase relation, mineral composition) and petrology of OFS (modal composition and core compositions of phenocrysts), magma chamber in Ofunato Stage was reconstructed. The magma chamber was located at 5~6km depth (~1.5kbar) and water-rich (~3 wt.%) basalt magma crystallized olivine and calcic plagioclase (which is the typical phenocryst assemblage throughout Ofunato Stage) at ~1100C under NNO-buffer. Estimated depth of OFS magma chamber (ca. ~7000 YBP) is equal to that of the shallow magma chamber in 2000 eruption (Saito et al. 2005, 2010). Accordingly, it is suggested that magma chamber survived through time in spite of two caldera forming stages.

キーワード: 三宅島, マグマ溜まり, 高圧実験, メルト包有物, 揮発性成分

Keywords: Miyakejima, magma chamber, high-pressure experiments, melt inclusion, volatile content

SVC53-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 17:15-18:30

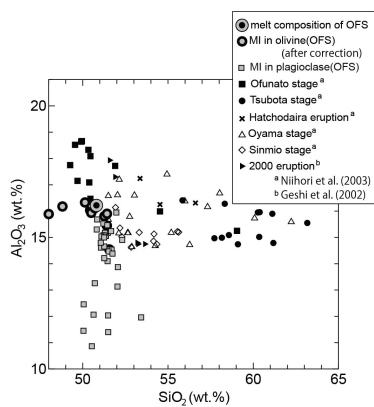


Fig.1
Composition of melt inclusions (MIs)(this study) and OFS melt.
Bulk rock compositions by previous workers (Niihori et al. 2003
and Geshi et al. 2002) are also plotted.

伊豆弧北部, 新島火山に産する斑レイ岩捕獲岩の岩石学的特徴 Petrology of gabbroic rocks from the Nijima Island, northern Izu-Ogasawara arc

遠藤 大介^{1*}, 荒川 洋二¹

ENDO, Daisuke^{1*}, ARAKAWA, Yoji¹

¹ 筑波大, 院, 生命環境

¹Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba

新島は伊豆小笠原弧北端部に位置する第四紀の火山で, 少なくとも13の流紋岩質単成火山と1ないしは2の安山岩質, 1の玄武岩質マグマ活動が認識されている(一色, 1987). これまでに多くの火山学的及び岩石学的な研究が行われてきた. 今回本地域において新たに斑レイ岩捕獲岩を採取したので, 岩石学的特徴を報告しそれらの起源や本地域に産する火山岩類との成因関係について議論を行う.

本研究で採取された斑レイ岩捕獲岩は10試料で, 2試料は黒雲母流紋岩(全岩 SiO₂ wt% = 76.8-78.0)の阿土山溶岩ドームにおいて流紋岩溶岩に包有されて, 8試料は若郷地域の玄武岩質(SiO₂ wt% = 49.5-51.0)ベースサージ堆積物中の石質岩片として産出した. 阿土山からの1試料と若郷からの2試料を除き, 他は全て玄武岩質の膜に包まれた形で産出した. これらの捕獲岩について含有鉱物特に角閃石の有無により, 以下に述べる2タイプに分類した.

Amphibole absent (A) タイプ: 比較的粗粒(粒径0.5-3mm)の等粒状組織を示し, ミアロリティック孔隙を持つ. 鉱物組成は量比の多い順に, 斜長石(An mol % = 58-90), 単斜輝石(Mg# = 76-80), 斜方輝石(Mg# = 73-78), 鉄チタン酸化物, かんらん石(Fo = 75-80)で構成される. 斜長石には顕著な正累帯構造を示すものが多い.

Amphibole present (B) タイプ: 比較的細粒である(粒径0.3-2 mm)が, 特に斜長石ではバイモーダルな粒径分布を示す. 構成鉱物は斜長石(An mol % = 45-55, 70-88), 普通角閃石(Mg# = 68-73, Leake et al. (1997)の actinolite - magnesiohornblende), カミングトン閃石(Mg# = 69-73), 石英, 鉄チタン酸化物から成る. 普通角閃石中のAl量から圧力(Anderson & Smith, 1995)を, 温度を角閃石-斜長石温度計(Holland & Blundy, 1994)からそれぞれ見積もると, 概ね圧力0.5-0.9 kbarで温度720-780 °Cの範囲に入ることが推定された.

Aタイプの斑レイ岩と母岩の玄武岩を比較すると, 全岩でのREEパターンはフラットなパターン(Sun & McDonough (1989)より chondrite で規格化)となり, 濃度はより溷濁した組成を示す. N-MORBで規格化(Pearce, 1983)した微量元素組成パターンはKawate & Arima(1998)の報告した丹沢深成岩体の斑レイ岩類とよく似たパターンを示す. また, Bタイプ斑レイ岩に含まれる角閃石を新島の流紋岩中のものと比較するとより高いMg#, Al量を持つ. このことから新島の流紋岩類よりも高温かつ高圧の環境下で生成されたことがうかがえる. 丹沢の斑レイ岩中の角閃石組成のAlkali (Na + K)-Si組成変化図(Kawate & Arima, 1998)上にBタイプ中の角閃石の組成をプロットすると, 2つのグループは概ね重なることが明らかになった.

上記の事実から, 今回報告する斑レイ岩捕獲岩は新島地域のマグマ活動と成因において関わっていたと示唆される. すなわちNakajima & Arima (1998)が提案した, 角閃岩質地殻の部分溶融により流紋岩質メルトが生成されたという考えと調和的である.

キーワード: 斑レイ岩, 捕獲岩, 流紋岩, 角閃石, 伊豆 小笠原弧

Keywords: gabbro, xenolith, rhyolite, amphibole, Izu-Ogasawara arc

水和から見た神津島天上山 838 年噴火の推移

Mode of A.D.838 eruption of Tenjyo-san volcano, Kozu-shima island based on hydration of glassy fragment

門 泰之^{1*}, 鈴木桂子¹

KADO, Yasuyuki^{1*}, Keiko Suzuki-kamata¹

¹ 神戸大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

¹ Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kobe University

伊豆諸島に属する神津島は東京の約 170km 南西にある島であり、主に溶岩ドームや溶岩流、火砕堆積物で構成される(谷口,1977;一色:1982 等)。もっとも新しい噴火は 838 年天上山噴火である。溶岩は互いに独立しているため個々の溶岩は区別することができるが、火砕堆積物はその構成物や組成がとても似ているため詳細に分類することが困難である。それゆえそれらの給源を推定することは難しく、神津島の噴火史は詳しくわかっていない。今研究では主に火砕堆積物中のガラス質岩片の石基に存在するクラックに発達する水合層に着目し、最も若い 838 年天上山噴火の噴出物の識別を行った。

水合層は偏光顕微鏡を使用し薄片上で測定を行い、ヒストグラムにプロットした。測定された岩石のなかで水合層の厚さのピークが複数見られるものが存在することが分かった。クラックは岩石が冷却または破碎されたときに形成されると考えられるため、最も厚いピークは岩石の元となるマグマの冷却時に形成され始めたもの、それ以外のものはその岩石が破碎を受けた時にできたものと考えられる。最も薄いピークは天上山溶岩のピークと一致した。このことから火砕堆積物中のガラス質岩片は天上山噴火以前に形成され、天上山噴火時に取り込まれたことを示している。

水合層の発達程度に基づいて堆積物の対比を行ったところ、島の南西部に分布する火砕流堆積物は北西部に分布する火砕流堆積物の基底部と対比されることが明らかになった。この結果と天上山溶岩の形状、火砕流堆積物の分布から、838 年天上山噴火ははじめに現在の溶岩ドームの南側から噴火が起こり、その後噴出中心はドームの北側に移ったと推定される。

Keywords: hydration, rhyolitic magmatism

浅間山高峰火山観測井コア試料の岩相と層序

Stratigraphy and Lithologic features of the Borehole Core from the Takamine Observation Well, Asama Volcano

長井 雅史^{1*}, 高橋正樹², 中田節也³, 安井真也², 鶴川元雄¹, 小園誠史¹, 金丸龍夫², 金子隆之³, 武尾 実³
NAGAI, Masashi^{1*}, Masaki TAKAHASHI², Setsuya NAKADA³, Maya YASUI², Motoo UKAWA¹, Tomofumi KOZONO¹,
Tatsuo KANAMARU², Takayuki KANEKO³, Minoru TAKEO³

¹ 防災科学技術研究所, ² 日本大学文理学部地球システム科学科, ³ 東京大学地震研究所

¹NIED, ²Geosystem Sciences, Nihon Univ., ³ERI

防災科学技術研究所が浅間山西麓で掘削した浅間山高峰火山観測施設の観測井コア(深度 201m)は岩相から大まかに4つのグループに区分される。デイサイト質火砕流堆積物からなる最上部(深度 0m ~ 2.8m), 苦鉄質安山岩質の火山泥流や火砕流堆積物主体の上部(深度 2.8m ~ 77.6m), 安山岩質の溶岩流と土石流堆積物からなる中部(深度 77.6m ~ 103.6m), 珩長質安山岩質の火砕流堆積物からなる下部(深度 103.6m ~ 201m)である。上部の基底付近(深度 72.0m)では土壌中に約9万年前の指標テフラである御嶽-王滝軽石層に類似する輝石型の細粒軽石火山灰が検出された。コア試料の最上部は浅間火山の仏岩期, 上部は黒斑期, 中部は黒斑期または烏帽子火山群の高峰火山, 下部は三方ヶ峰火山や水ノ塔火山といった烏帽子火山群のやや古い比較的珩長質なメンバーに相当する堆積物である可能性が高い。

キーワード: コア試料, 浅間火山, 烏帽子火山群, 噴火履歴

Keywords: Borehole core, Asama volcano, Eboshi Volcano Group, Eruptive History

芦峯寺火砕流堆積物：立山火山第2期活動で新たに見出された大規模軽石流堆積物 The Ashikuraji pyroclastic flow deposit: a newly found pumice flow deposit erupted during Stage 2 of Tateyama volcano

野上 景子^{1*}, 石崎 泰男¹, 寺島 禎一²
NOGAMI, Keiko^{1*}, ISHIZAKI, Yasuo¹, Teiichi Terashima²

¹ 富山大・院・理工, ² (財) 富山県ひとづくり財団

¹Grad. School Sci. Eng., University of Toyama, ²Toyamaken Hitodukuri Foundation

Tateyama volcano in the Toyama Prefecture, central Japan, is a partly dissected stratovolcano, and its summit area is truncated by a ~5 km wide caldera. The volcanic history of Tateyama volcano has been divided into five stage (1a, 1b, 2, 3, and 4; Harayama et al., 2000). The stage 2 eruption (ca. 130-95 ka) formed voluminous pyroclastic flow deposits that have been collectively named the Shomyodaki pyroclastic flow deposits (SPFD; Nozawa et al., 1960; Yamasaki et al., 1966; Harayama et al., 2000). The juvenile pyroclasts of the SPFD are phenocryst-rich dacitic pumice and phenocryst-poor andesitic scoria with mingling and mixing textures. Our new major and trace element data on 29 juvenile pyroclast show that the juvenile pyroclasts from the distal part (500-1000 m a.s.l. of Ashikuraji area) and those from the proximal part (2200-2350 m a.s.l. of Murododaira area) of the SPFD form distinct dacite-andesite mixing lines. Dacitic pumices collected from the distal and proximal parts are similar in major and trace element composition but varying in phenocryst content and assemblage. The distal dacitic pumices have lower hydrous phenocryst (biotite + amphibole) contents and lack quartz phenocryst. In contrast, the proximal dacitic pumices have higher biotite, amorphibole, and quartz phenocryst contents. Major and trace element compositions of the andesitic scoriae collected from the distal and proximal parts are different from each other. The proximal scoriae can be distinguished from the distal scoriae by their higher FeO*, K₂O, V and lower Al₂O₃, Na₂O, P₂O₅, Zr concentrations. These petrological features suggest that the formerly defined SPFD consists of two distinct pyroclastic flow deposits of different whole-rock and modal compositions and ages, i.e., the Ashikuraji pyroclastic flow deposit (APFD: the lower part of the formerly defined SPFD; mainly pumice flow deposits) and the SPFD (the upper part of the formerly defined SPFD; mainly scoria flow deposits). The former is a newly found pyroclastic flow deposits, and was previously regarded the distal margins of the formerly defined SPFD (Nozawa et al., 1960). Two widespread tephra derived from Tateyama volcano, i.e., the pumice-rich Tateyama D tephra and the overlying scoria-rich Tateyama E tephra (Machida and Arai, 2003), may be correlated to the APFD and SPFD, respectively.

キーワード: 立山火山, 火砕流堆積物

Keywords: Tateyama volcano, pyroclastic flow deposit

スコリアコーンの崩落で生じた火砕流堆積物：男体火山弁天河原火砕流堆積物についての事例研究

The Bentengawara pyroclastic flow deposit, Nantai volcano: a pyroclastic flow generated by scoria cone collapse

石崎 泰男^{1*}, 森田 考美¹

ISHIZAKI, Yasuo^{1*}, MORITA, Takami¹

¹ 富山大学・院・理工

¹ Grad. School Sci. Eng., University of Toyama

Nantai volcano (2486 m asl), a near-conical stratovolcano with a ca. 1-km-wide summit crater, is located on the volcanic front of NE Japan. The 11-12 cal. ka BP Bentengawara pyroclastic flow deposit (BPF; Miyake et al., 2006) occurs at the northern slope and northeastern foot of the volcano, and it consists of a single block-and-ash flow deposit unit. We describe the petrological features of the juvenile pyroclasts, identify the source, and establish the origin of the BPF. The BPF consists of a mixture of finely pulverized rock ash, lapilli, and volcanic blocks. The volcanic blocks are texturally and morphologically diverse, including vesicular scoria blocks, poorly to moderately vesicular cauliflower bombs, and none to poorly vesicular bread-crust, densely-welded, lava-like blocks. The lava-like blocks commonly have curvilinear non-vesicular surfaces and prismatic joints extending inward from the surfaces to the poorly vesicular interior, which imply quenching, post-depositional vesiculation, and the resultant fracturing of hot welded materials. The coexistence of vesicular pyroclasts and densely welded blocks suggests that the BPF was generated by the collapse of a pre-existing, partly welded, high-temperature volcanic edifice. On the basis of rock types, and modal and whole-rock compositions of the juvenile pyroclasts, we identified the partly collapsed scoria cone within the summit crater as the source for the BPF. The scoria cone comprises a thick scoria and bomb fall deposits and a densely welded part occur at the base. Lithological characteristics of the BPF and the source scoria cone suggest that the first phase of the eruption occurred within the summit crater and produced a scoria cone on the steep inner slope of the summit crater. During this phase, hot pyroclasts rapidly accumulated in the proximal zone as fallout, creating the variably welded source scoria cone. This phase was followed by the gravitational collapse of the scoria cone, thereby generating the BPF.

キーワード: 男体火山, 火砕流堆積物, スコリアコーン

Keywords: Nantai volcano, pyroclastic flow deposit, scoria cone

男体火山 17 cal. ka BP 噴火で見られるマグマ溜りからの対照的なマグマ噴出過程 Contrasting tapping processes from the magma chambers of the 17 cal. ka BP eruption of Nantai volcano, NE Japan

森田 考美^{1*}, 石崎 泰男¹

MORITA, Takami^{1*}, ISHIZAKI, Yasuo¹

¹ 富山大学・院・理工

¹Grad. School Sci. Eng., University of Toyama

Nantai volcano, located on the volcanic front of NE Japan, has been characterized by intermittent plinian and subplinian eruptions since its birth (Yamasaki, 1957; Akutsu, 1979; Muramoto, 1992; Suzuki et al., 1994), and the latest and largest one occurred at 17 cal. ka BP (Nakamura et al., 2011). The eruption sequence of the 17 cal. ka BP eruption is complex, being initiated with scoria fallout (Nantai-Imaichi tephra) and subsequent scoria flow (Sizu and Takanosu pyroclastic flow deposits) followed by pumice fallout (Nantai-Shichihonsakura tephra) and terminated by the generation of pumice flows (Arasawa-Ryuzutaki pyroclastic flow deposits) (Ishizaki and Morita, 2011). Our previous studies on the geochemistry and mixing/mingling relationships of the juvenile materials have revealed that two dacitic magma chambers (tholeiitic one and calc-alkaline one) fed the 17 cal. ka BP eruption products (Ishizaki and Kureyama, 2004). In addition, petrologic evidence have shown that the initial scoria eruption was triggered when mafic magma intruded the tholeiitic dacite chamber; then, emptying of the tholeiitic chamber and the new mafic replenishment led to successive eruption of the adjacent calc-alkaline chamber. Our new componentry data show that the tapping processes differ between the early scoria eruption and the later pumice eruption. During the scoria eruption, homogeneous phenocryst-poor chamber dacite (64.6-67.4 wt.% SiO₂) was first tapped by the plinian phase from the main portion of the preexisting magma chamber. As eruption proceeded, less-evolved, replenished andesitic magma (53.6-54.5 wt.% SiO₂) was tapped from the deeper part of the chamber, forming the uppermost part of the scoria-fall deposit and the overlying scoria-flow deposits. A similar eruption sequence from the chamber dacite to the replenished andesite has been reported for many other plinian-related eruptions (e.g., the 1912 eruption of Katmai; Hildreth, 1983). In contrast, during the later pumice eruption, relatively less-evolved hybrid magma (59.1-60.8 wt.% SiO₂) was first tapped by the plinian phase. As the eruption proceeded, more-evolved, phenocryst-rich chamber dacite magma (64.4-65.7 wt.% SiO₂) was tapped, forming the main part of the pumice-fall deposit and the overlying pumice-flow deposits. A similar eruption sequence has been reported for some other plinian-related eruptions (e.g., the 1929 eruption of Hokkaido-Komagatake; Takeuchi and Nakamura, 2001), suggesting that eruption of a mixed magma is a precursor of phenocryst-rich chamber dacitic magmas. The complex magma tapping processes and the resultant eruption sequence (i.e., dacitic precursor to andesitic successor vs. andesitic precursor to dacitic successor) may be controlled by the density contrast between the chamber dacite magma and the replenished mafic magma.

キーワード: 男体火山, プリニー式噴火, 火砕流, マグマ溜り

Keywords: Nantai volcano, Plinian eruption, pyroclastic flow, magma chamber

男体小川テフラ (その1): 男体火山から噴出したデイサイト~玄武岩質降下火砕堆積物の構成物組成と全岩組成 The dacite to basalt zoned Nantai-Ogawa Tephra of Nantai volcano (Part I): componentry and whole-rock compositions

明石 勇氣^{1*}, 石崎 泰男¹
AKASHI, Yuki^{1*}, ISHIZAKI, Yasuo¹

¹ 富山大・院・理工

¹ Grad. School Sci. Eng., University of Toyama

Nantai volcano, located on the volcanic front of NE Japan, has been characterized by intermittent explosive behavior since its birth, and the numerous tephra were dispersed toward the east (Yamasaki, 1957; Akutsu, 1979; Muramoto, 1992; Suzuki et al., 1994). The Nantai-Ogawa tephra (Nt-Og) is the oldest plinian-fall deposit of the volcano (Muramoto, 1992), and is chemically zoned from dacite at its base through andesite towards basalt at the top of the deposit. Componentry and major and trace element data on 37 juvenile pyroclasts and their petrography have been used to obtain detailed information about processes taking place in the conduit and the crustal magma chamber associated with explosive volcanism. Petrological examinations revealed that a variety of juvenile pyroclasts was ejected during the eruption. Amphibole-bearing, highly vesicular dacitic pumice (AmPm: 61.8-63.7 wt.% SiO₂) is a minor component of this eruption and expelled during the initial eruption phase. This suggests that water-rich dacitic magma have accumulated beneath the pre-eruptive chamber roof just before the Nt-Os eruption. Phenocryst-poor, highly to moderately vesicular gray scoria (GrSc: 51.6-62.7 wt.% SiO₂) is the dominant type of pyroclast expelled during the early eruption phase. In contrast, euhedral-phenocryst-rich, moderately to poorly vesicular black scoria (BlSc: 46.7-51.7 wt.% SiO₂) with characteristic cauliflower-like surface was the dominant type of pyroclast expelled during the later eruption phase. Partially melted granitic xenolith and their crystal fragments are observed in the juvenile pyroclasts, suggesting that assimilation of the granitic rocks played major role in the compositional variation of the juvenile pyroclasts. Trends of major and trace elements are consistent with crystal-liquid-fractionation of the observed phenocryst assemblages and minor crustal assimilation processes, and rule out syn-eruptive mixing processes between the compositionally diverse magmas. The vesiculation of the H₂O-rich AmPm magma beneath the chamber roof may have triggered the Nt-Os eruption. In addition, the existence of dense cauliflower-like BlSc suggests that the interaction of the magma with the external water also played important role in the Nt-Og eruption.

キーワード: 男体火山, 男体小川テフラ, プリニー式噴火, マグマ溜り

Keywords: Nantai volcano, Nantai-Ogawa tephra, Plinian eruption, magma chamber

先カルデラ火山活動におけるマグマ供給系：塩原カルデラより噴出した大田原火砕流堆積物群中の石質岩片からの検討
Magma plumbing system of the pre-caldera volcanism: From the lithic fragments in pyroclastic flows, Shiobara Caldera

弦巻 賢介^{1*}

TSURUMAKI, Kensuke^{1*}

¹ 明治大学大学院 地理学専攻

¹ Geography, Meiji Univ.

カルデラはその形成に伴って火道周辺の山体を破壊してしまうため、先カルデラ火山体については得られる情報が少なく、そのすがたを復元することは難しい。しかし、カルデラ形成時に噴出した火砕流堆積物中に存在する類質岩片は、カルデラ形成以前の火山体を構成していたと考えられる。したがってカルデラ形成により失われた山体の岩石学的情報を補完することは、カルデラ火山におけるマグマ供給系の進化を考察する上で重要である。

本研究では、栃木県北部の高原火山に形成されている塩原カルデラより0.6Maに噴出した金和崎火砕流堆積物(KN-pfl)、片俣火砕流堆積物と、0.3Maに噴出した田野原火砕流堆積物(TN-pfl)のうち、石質岩片濃集部(LCZ)が確認されているKN-pflとTN-pflについて、LCZ中の岩片それぞれ40-50サンプルの全岩化学組成を求め、高原火山噴出物288個のデータと比較した。

KN-pflとTN-pfl中のLCZに含まれる岩片は、多くの元素で高原火山噴出物と一連のトレンドを示すことから、分析したサンプルは全て高原火山に由来すると考えられる。しかし、KN-pflとTN-pflでは含まれる岩片のタイプが大きく異なっており、KN-pflのLCZを構成する岩片は玄武岩-玄武岩質安山岩が全体の65%を占めるのに対し、TN-pflのLCZは前者と同様の玄武岩類も含まれているものの、現在は山域で確認できない組成をもつデイサイトがその70%を占めていた。

高原火山がカルデラ火山として活動していた時期の噴出物はソレライト系列で占められるが、今回分析した試料はそれらと調和的で、全てソレライト系列に属する。また相対的にTiO₂、FeO*、P₂O₅に富み、MgO、Rbに乏しいトレンドをもつ特徴も一致する。K₂Oでは異なる2系列のトレンドを作り、高原火山の大部分を構成するK₂Oに富むものと、現在は一部でしか見られないK₂Oに乏しい噴出物とそれぞれ一連のトレンドを作る。また、玄武岩-玄武岩質安山岩の試料は東麓斜面や南麓の谷筋に沿って分布する岩石と同様の組成をもっており、鏡下での特徴も類似するものが多い。

このことから、高原火山は活動の初期には生成システムが異なる二種類のソレライトマグマが活動し、玄武岩-安山岩質の火山体を作っていたと考えられる。現在、東麓斜面や南麓の谷筋に沿って分布する玄武岩類は、先カルデラ火山体の一部であると推測できる。0.6Ma以前にはカルデラ形成に先行してデイサイト質の溶岩もわずかに噴出していたと見られる。その後、0.6MaにKN-pfl・KT-pflが噴出しカルデラが形成された。

0.6Maから0.3Maにかけては、これまで活動したマグマと成因的関係のあるソレライト質安山岩-デイサイトマグマが活動し、デイサイト-流紋岩質の火山体を形成した。この時期の噴出物は剣ヶ峰付近に一部残存しており、0.4-0.3Maの放射年代値(杉原・檀原2007, 矢板市教育委員会2008)が得られている。その後、0.3MaにTN-pflが噴出し、カルデラが再形成/拡大された。0.3Ma以降は主に安山岩質の成層火山をつくり、現在の山容が形成されたが、これまでとは大きく異なり、カルクアルカリマグマが供給された。このことから、高原火山においては、0.3Maを境にマグマ供給システムが切り替わり、その活動様式も変化したと考えられる。

キーワード: 火山形成史, マグマ供給系, カルデラ, 火砕流, 石質岩片濃集部, 全岩化学組成

Keywords: Volcanic history, Magma plumbing system, Caldera, Pyroclastic flow, Lithic concentration zone, Whole rock composition

宮城県北部岩ヶ崎地域に分布する小野田層の火砕物層序

Stratigraphy of pyroclastic flow deposits in the Onoda Formation distributes on Iwagasaki region in the north of Miyagi

藤野 正義^{1*}, 宮本 毅², 石渡 明²

FUJINO, Masayoshi^{1*}, MIYAMOTO, Tsuyoshi², ISHIWATARI, Akira²

¹ 東北大学理学部, ² 東北大学東北アジア研究センター

¹ Faculty of Science, Tohoku University, ² Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University

はじめに

鬼首カルデラ・鳴子カルデラ東方の岩ヶ崎地域に分布する小野田層は鮮新世後期から更新世にかけて堆積した主に凝灰質の砂・シルトからなる陸成層(土谷ほか, 1997)で、主に大崎市鷺目地区と栗原市鶯沢地区で確認される。上位を鬼首カルデラや鳴子カルデラを起源とする第四紀の火砕流堆積物によって覆われるが、小野田層中にもこれと類似した火砕流堆積物が数層狭在されている(土谷ほか, 1997)。鷺目地区の火砕流堆積物を早田(1993)は5層、葛巻・大場(2009)は4層に区分したが、両者では3層が共通するのみで一致をみていない。葛巻・大場(2011)は鶯沢地区の層序を明らかにし2層の火砕流堆積物のみが両地域に共通すると判断したが、その噴出源については言及されていない。

以上のように小野田層中の火砕物層序については明らかになっていない点が多いが、小野田層中の火砕物の起源やその上位の鬼首・鳴子カルデラを起源とする噴出物との関係を知ることは、本地域における火山活動を知る上で大変重要である。本報告では、鶯沢地区に分布する小野田層中の火砕流堆積物について調査を行い、その層序を再検討することを目的とした。

小野田層の火砕物層序

本調査地域では河川の争奪などにより複雑に谷地形が分布することから、火砕物の層序を組むのが困難である。そこで、本研究では調査露頭の位置関係や堆積当時の地形、火砕流堆積物中の軽石の全岩組成、重鉱物組み合わせを基に層序を検討した。

その結果、小野田層中には7層の火砕流堆積物が狭在されることを確認でき、下位よりFlow 1-Flow 7とした。それぞれに含まれる重鉱物の組み合わせは層位毎に異なっており、Flow 1が opx, cpx, Flow 2が opx, Flow 3が opx (微量)、Flow 4が opx, Flow 5が opx, cpx, Flow 6が opx, Flow 7が opx, hb である (opx: 単斜輝石, cpx: 斜方輝石, hb: 角閃石)。

葛巻・大場(2011)では同じ鶯沢地区において5層の火砕流堆積物を認めたが、今回の結果はそれらのうち3層と一致した。一方、早田(1993)による鷺目地区に分布する5層の火砕流堆積物全てと対比することができ、鷺目地区の火砕流は北東に10km離れた鶯沢地区にも全て分布することが判明した。

化学組成に見られる特徴

火砕流中の軽石の全岩組成分析からは小野田層中の火砕物は SiO₂ 量が 70-77wt% の流紋岩質であるが、Flow 1-2 は 70-74wt%、Flow 3-4 は 74-77wt% であり、Flow 5-7 については 72-75wt% であった。

SiO₂-K₂O 図上において、小野田層中のものは2つの異なるトレンドを示し、Flow 5-7 は Flow 1-4 よりも高い K₂O 量を示す。鳴子・鬼首の噴出物(青木・吉田, 1986)と比較すると、2つのトレンドに対し鳴子起源の噴出物は優位に低い K₂O 量を示す。Flow 1-4 は主にデイサイト質である鬼首起源噴出物と同一のトレンド上において珪長質延長上にある。一方、高い K₂O 量を示す Flow 5-7 は鳴子・鬼首のいずれとも異なる。以上のように小野田層中の火砕物は K₂O 量において Flow 1-4 と Flow 5-7 の2つのグループに区分され、前者は鬼首と同一のトレンドを示す。

考察

早田(1993)による鷺目地区に分布する火砕流堆積物5層全てが鶯沢地区にも分布することから、小野田層中に狭在する火砕流堆積物は鷺目地区から鶯沢地区にかけて少なくとも200km²の広範に分布し、いずれも大規模火砕流に相当すると考えられる。

SiO₂-K₂O 図上で同じ傾向を示す Flow 1-4 は同じ噴出源から噴出し、組成は徐々に珪長質へと変化したと考えられる。また、鬼首起源の噴出物と同一トレンド上にあることから、Flow 1-4 は鬼首カルデラ起源である可能性が高い。上位の Flow 5-7 を考慮すると、鬼首カルデラでは Flow 1-4 の噴火後、Flow 5-7 に相当する活動休止期にマグマ組成は苦鉄質側に引き戻され、再び活動を開始したと考えられる。

Flow 5-7 は K₂O 量が高く、鳴子カルデラや Flow 1-4 の起源とした鬼首カルデラとは別の噴出源から噴出したと考えられる。岩ヶ崎地域周辺には中新世後期から更新世にかけて形成されたカルデラ群(伊藤ほか, 1989)が存在するが、カルデラ地形が残されていない院内・三途川・飯美・銀山カルデラは時代的に古く、また噴火当時の地形を考慮すると、小野田層の分布範囲に堆積物をもたらすことは難しい。小野田層の堆積年代は3.3-0.6 Ma(土谷ほか, 1997)であるが、Flow 5-7 は層序的に上位にあることから比較的新しいと考えられる。一方、鷺目地区の西方に位置する赤倉・向町カルデラの形成年代はそれぞれ3-1.4 Ma(大竹, 2000)、1.0-0.6 Ma(小池ほか, 2005)である。両カルデラでは岩ヶ崎地域に対して地形

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SVC53-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月21日 17:15-18:30

的障壁がなく活動時期も一致することから、Flow 5-7 の噴出源としていずれかである可能性が高い。その場合、両カルデラは鳴子・鬼首よりもやや背弧側に位置しており、鳴子・鬼首と比べて Flow 5-7 で高い K_2O 量を示すことと調和的であるかもしれない。

蔵王火山最新期、刈田岳火砕岩の地質・岩石学的特徴の時間変化 Temporal variation of geological and petrological features of the Kattadake pyroclastic rocks in the Zao newest activity

武部 義宜^{1*}, 伴 雅雄²

TAKEBE, Yoshinori^{1*}, BAN, Masao²

¹ 山形大・理工, ² 山形大・理

¹Graduate School Sci. and Engineer., Yamagata Univ., ²Faculty Sci., Yamagata Univ.

Based on petrologic analyses of successively corrected samples, we have examined the magmatic evolution in the newest activity (ca. 30 ka to the present) of Zao volcano. In this study, we will present geological and petrologic characteristics of the Kattadake pyroclastic rocks which is one of the units of the newest activity, and reveal the magmatic evolution of this unit.

The Kattadake pyroclastic rocks distribute inner part of the Umanose caldera which formed in early part of the newest activity. This unit is composed of more than 20 pyroclastic layers, which are divided into lower, middle, and upper parts. The deposits show four facies, scoriaceous ash, agglutinate, volcanic breccia, and tuff breccia. The dominant facies is scoriaceous ash all the way. The tuff breccia facies is observed in lower and upper parts, and the agglutinate and volcanic breccia facies are in the upper part. The agglutinate facies also occur in top of the middle part. The scoriaceous ash facies layers are composed of black scoriaceous ash matrix with planer stratification, and include black scoriae fragments. The agglutinate facies layers are composed of black scoria spatters, bombs and fragments. The volcanic breccia facies is characterized by abundant andesitic blocks in blown ash matrix. The tuff breccia facies layers are constituted of white to pinkish clay matrix with altered lithics.

The rocks belong to medium-K, calc-alkaline rock series, and are mainly olv-bearing-cpx-opx basaltic-andesite to andesite. In the upper part, olv-cpx-opx basaltic-andesite also occur. The range of the SiO₂ and K₂O contents are ca. 55.0-58.4 % and ca. 0.69-1.18 %, respectively. The whole rock SiO₂ contents of rocks from lower to middle parts are almost constant, ca. 55.5 %. In contrast, the contents increase to ca. 57.0 % in upper layers. In addition, the rocks form top layer of the upper part show Cr-Ni richer trends than the other layers.

By textural and compositional features, phenocrysts can be divided into following three groups. Group A includes low-An plagioclase (An = ca. 58-80), orthopyroxene (Mg# = ca. 64-68), and clinopyroxene (Mg# = ca. 65-71). Most of these plagioclases have patchy textured core, oscillatory zoned mantle with or without dusty zone, and thin clear rim. Some of An-richer ones have honeycomb textured core and clear rim. The pyroxenes show homogeneous core and have narrow Mg-rich zone (Mg#, up to 78) just inner part of rim. Glass inclusions in core are common. Group B includes high-An plagioclase (An = ca. 88-92) and olivine (Fo = ca. 74-85). Both plagioclase and olivine usually show a homogeneous clear core with normal zoned rim, whereas some Fo-poorer olivines (Fo, lower than 80) have narrow Fo-rich zone (Fo = ca. 83) just inner part of rim. Group C includes small and subhedral orthopyroxene (Mg# = ca. 70), although this phenocryst is always rare.

We inferred that the Kattadake pyroclastic rocks were formed by magma mixing between two end-member magmas for group A and B. Proportion of felsic end-member would increase from lower to upper parts. The bulk SiO₂ content and temperature of the felsic end-member magma are estimated to be ca. 59-61 % and ca. 950 degrees C. The similarity of the chemical compositions of group A phenocrysts among layers suggests that the felsic end-member magma had similar composition during the activity. The bulk SiO₂ content of the mafic end-member magma are estimated to be 50-52 %. Further, the olivines with Fo-rich zone indicate that the mafic end-member magma would be tapped by more mafic basaltic magma from deeper area. The more mafic magma would be effective in forming the Cr-Ni richer magma in top of upper part. During the injection of the mafic end-member magma into the felsic magma chamber and subsequent mixing, dusty zone of plagioclase, Mg-rich zone of pyroxene, and group C phenocrysts would be formed. Consequently, well mixed magma erupted.

キーワード: マグマ進化, マグマ混合, 斑晶タイプ, 刈田岳火砕岩, 蔵王火山, 東北日本

Keywords: Magma evolution, Magma mixing, Phenocryst types, Kattadake pyroclastic rocks, Zao volcano, NE Japan

秋田駒ヶ岳、岩手山の最近の火山性地震 - 熱異常とそれらに先立つ海溝型地震 Recent volcanic activity at Akita-koma. and Iwate Volcanoes after large trench-type earthquakes

土井 宣夫^{1*}
DOI, Nobuo^{1*}

¹ 岩手大学教育学部

¹ Faculty of Education, Iwate Univ.

2011年3月11日に発生した巨大な逆断層運動(東北地方太平洋沖地震; M9.0)による大きな地殻変動とその後の余効変動は、東日本に一時的な引張応力場を発生させ、内陸地震と火山活動を活発化させている。

最近火山活動が活発化している秋田駒ヶ岳は、2003年5月26日の宮城県沖の地震(M7.0)の約33時間後、火山性地震が北山腹下で始まり(植木ほか, 2004)、2004年火山南部に広がり、2005年山頂直下浅部でも発生するようになった。注目されるのは、山頂直下の地震は、それまで観測されることのなかった地震である点である。そして2009年4月頃、女岳北東部に熱異常が発生し、枯死域は2011年12月現在もゆっくり拡大している。

また、最近の岩手山では、1994年12月28日三陸はるか沖地震(M7.6)の後、1995年から火山性微動と地震が発生し、1998年にマグマの浅所貫入があった(浜口, 2005)。1999年3月頃から西岩手山~姥倉山に至る東西7kmにおよぶ範囲で熱異常が発生し、急速に活発化して2001年前半に熱活動のピークに達した。

両火山は過去1896年明治三陸地震津波以来、日本海溝沿いで発生する海溝型地震の前後5年以内に噴火または熱異常が生じる場合が多い(土井, 2000)。

このように、両火山は海溝型地震と関係して噴火や熱異常を発生させてきたと考えられる。したがって、両火山の火山活動の長期予測は、海溝型地震で発生する地殻変動と一時的な引張応力場を考慮した火山噴火モデルに準拠して行われる必要がある。

引用文献

土井宣夫(2000) 岩手山の地質. 滝沢村教育委員会, 234P.

浜口博之(2005) 岩手山の地震と地殻変動 - 1995年~2003年の通覧 - . 1998年岩手山噴火危機対応の記録, 岩手県・岩手河川国道事務所, 391-401.

植木真人・田中聡・佐藤峰司(2004) 宮城県沖地震により誘発されたと考えられる秋田駒ヶ岳、岩手山周辺の地震活動と地殻変動. 地球惑星科学関連学会2004年合同大会予稿集, V055-011.

キーワード: 海溝型地震, 秋田駒ヶ岳, 岩手山, 引張応力場

Keywords: trench-type earthquake, Akita-komagatake Volcano, Iwate Volcano, extensional stress field

北海道白滝・十勝石沢黒曜石溶岩のマグマ上昇と内部構造形成過程 Magma ascending and formation processes of Tokachi-Ishizawa obsidian lava, northern Hokkaido, Japan

佐野 恭平^{1*}, 和田 恵治¹, 佐藤 鋭一²
SANO, Kyohei^{1*}, WADA, Keiji¹, SATO, Eiichi²

¹北海道教育大学旭川校, ²神戸大学 大学教育

¹Hokkaido University of Education at Asahikawa, ²Kobe University Edu.

Volcanic products generally contain several crystals. These crystalline materials can be formed due to cooling, ascending and vesiculation processes of magma. Obsidian is also volcanic product, and obsidian-forming magma must experience these processes. However, obsidian contains rare crystals, and formation processes of obsidian are poorly understood. This includes the poor understanding of obsidian eruption process, like a magma ascending and emplacement. Thus we need the discussion about these processes.

Obsidian lava complex in Shirataki, Hokkaido, erupted at 2.2Ma and formed obsidian monogenetic volcanoes. A cross section of Tokachi-Ishizawa obsidian lava (TI lava) in the complex is about 50 m in height and is stratigraphically observed from its flow bottom; brecciated perlite layer, obsidian layer (Ob layer), banded obsidian layer (BO layer), and rhyolite layer (Rhy layer). The BO is alternate layer of obsidian and rhyolite. We collected lowermost (Rhy-1) and interior (Rhy-2) samples in rhyolite layer. Rhyolite in BO layer (BO.rhy) is the brittlest and the most vesiculated in all rhyolite samples. On the other hand, Rhy-1 has low vesicularity.

In this study, we conducted chemical analysis and precisely described the rock micro-textures of TI lava samples from obsidian layer to the rhyolite interior in order to understand the magma ascending and formation processes of silicic obsidian lava structure.

TI lava obsidian is almost aphyric, composed of glasses (>98% in volume), rare plagioclase phenocryst (0.4-1.0 mm), plagioclase microlite (<0.2 mm), magnetite microphenocryst (= 0.05-0.07 mm), magnetite microlite (<0.05 mm) and rare biotite (<0.01 mm). Rhyolite samples have crystalline texture.

We counted crystal number (N_v) of magnetite microlite by 3D counting method (Castro et al., 2003). The N_v value in all of the TI lava samples is high with $10^{13.4}$ - $10^{14.2}$ [number/m³]. N_v is considered to reflect the super-cooling of crystallizing magma (Toramaru, 1991; Toramaru et al., 2008). TI lava magnetite microlite indicates no systematic change of crystal number toward lava interior. If the magnetite microlite is cooling-induced crystal, N_v of TI lava samples should indicate the decreasing correlation toward lava interior due to the slow cooling of lava interior. Furthermore, Rhy-1 shows the lowest number density and the highest value of mean width of magnetite microlite. This tendency of crystal growth observed in Rhy-1 can not be explained by cooling, because Rhy-1 is the outer sample than Rhy-2, and cooling rate of Rhy-2 should have been lower than Rhy-1. And for so we infer the magnetite microlite in TI lava are decompression-induced (i.e. crystallized by vesiculation) crystals.

We performed X-ray diffraction analysis (XRD) for all TI lava samples. Rhyolite samples indicated the distinguished peak of albite. Based on the result of XRD, crystallinity of all rhyolite samples are following order: Bo.rhy > Rhy-2 > Rhy-1. Furthermore, this order is corresponding to the N_v value and degrees of vesiculation, that is, high N_v sample indicated the highest crystallinity and vesicularity in TI lava rhyolite. This relation may reflect the crystallization process by the vesiculation.

N_v and crystallinity inferred from XRD in TI lava indicate magma ascending and formation processes of obsidian-rhyolite layer during conduit and surface flow. Based on the rock texture and XRD, we can consider that crystallization process in rhyolite layer is affected by vapor phase. We intend to model the formation process that produced the obsidian-rhyolite internal structure of TI lava by viscous silicic magma.

キーワード: 黒曜石, 流紋岩, 溶岩, 白滝

Keywords: obsidian, rhyolite, lava, Shirataki

雌阿寒岳, 阿寒富士の噴火活動史

Eruption history of Akanfuji in the Me-akan volcano, eastern Hokkaido, Japan

佐藤 鋭一^{1*}, 和田 恵治²
SATO, Eiichi^{1*}, WADA, Keiji²

¹ 神戸大学大学教育推進機構, ² 北海道教育大学旭川校地学教室

¹Kobe University, ²Hokkaido University of Education

雌阿寒岳は、阿寒カルデラの南西壁上に噴出し、複数の火山体から構成されている(横山・他, 1976)。約2-5万年前に活動を開始し、現在まで断続的に活動が続いており、非常に活発な火山の一つである。約1,000年前からは主にボンマチネシリで噴火が生じている。

阿寒富士は、雌阿寒岳に属する玄武岩質の火山であり(和田, 1991)、およそ2,500年前から1,000年前に活動した。噴出物は降下スコリアと溶岩で、雌阿寒岳の活動の中で最も苦鉄質なマグマを噴出している(和田, 1991)。

上述したように、雌阿寒岳では約1,000年前からボンマチネシリで活動を行い、現在も断続的に続いている。この活動は阿寒富士の活動終了後に始まっており、阿寒富士のマグマがボンマチネシリの活動にどのように影響しているか、または、影響していないかなど、雌阿寒岳の形成史やマグマ供給系の進化を考える上で、阿寒富士の活動を理解することは重要である。また、阿寒富士では、Anが95以上の斜長石斑晶を含む未分化なマグマが噴出しており、岩石の成因論としても大変興味深い。

本研究では、上記の問題を解明するための前段階として、阿寒富士の噴火活動を明らかにすることを目的としている。阿寒富士の噴火活動の概要は、池上・和田(1994)によって報告されている。本研究では、調査地点を増やし、より詳細な噴火活動史の構築を試みた。今回、複数の露頭で柱状図を作成し、それらに対比することで、17枚の降下スコリア堆積物(Ak1-Ak17)を確認した。これらの堆積物間には時間間隙を示す層が存在する。また、噴出物にはマフィック鉱物としてカンラン石、普通輝石が含まれ、斜方輝石が含まれる場合もある。今回、噴出物のサイズ、堆積した方向に注目して、噴火活動を5つのステージに分類した。

ステージ1(Ak1)は阿寒富士の活動の中で最も初期の噴火である。この堆積物は石質岩片を多く含むスコリア層で、阿寒富士の北東から東方向に堆積している。おそらく火道を拡大する噴火によって石質岩片が多く含まれたと考えられる。ステージ2(Ak2-Ak3)は、北東方向に粗粒なスコリアを堆積させた時期である。比較的規模の大きい噴火が2回生じたものと考えられる。このステージの噴出物中には斜方輝石が含まれない。ステージ3(Ak4-Ak13)は、中粒から粗粒のスコリアを北東から南東方向に広く堆積させた時期である。これらの堆積物には斜方輝石が含まれる場合がある。特に、Ak13は斜方輝石を最も多く含む。ステージ4(Ak14-Ak16)は、南東から南方向に粗粒なスコリアを堆積させた時期である。このステージの堆積物は他のステージと比較して1層あたりの層厚が大きい。おそらく阿寒富士の活動の中で最も規模の大きい噴火が生じた時期である。このステージの噴出物には斜方輝石は含まれない。ステージ5(Ak17)は、阿寒富士の活動で最後に噴出した層である。細粒なスコリアが北東から南東に広く分布している。この噴出物にも斜方輝石は含まれない。

以上のように、阿寒富士では、活動の初期に火道を拡大する噴火が生じ、それ以降規模の異なる噴火が休止期を挟み16回生じている。噴出物中のマフィック鉱物は、活動の初期(ステージ1, 2)、末期(ステージ4, 5)はカンラン石、普通輝石のみを含むが、中期(ステージ3)には、斜方輝石が含まれる。阿寒富士では、未分化な苦鉄質マグマが活動を通して噴出したと思われるが、やや分化したマグマも存在し、それが特定の時期に主として活動する未分化なマグマに混合するなどして噴火したと考えられる。阿寒富士では溶岩も流出しており、それらがどの時期にあたるのかなど、今後検討していく必要がある。

キーワード: 雌阿寒岳, 阿寒富士, 噴火活動史, 降下スコリア, 溶岩

Keywords: Me-akan volcano, Akanfuji, eruption history, scoria fall, lava

雌阿寒岳, 中マチネシリ噴火期Iにおける火砕噴火推移の特質

Characteristic Eruption Sequence at the Main Stage of Nakamachineshiri in the Me-Akan Volcano, Eastern Hokkaido

安齋 圭亮¹, 和田 恵治^{1*}

ANZAI, Keisuke¹, WADA, Keiji^{1*}

¹ 北海道教育大学旭川校

¹Hokkaido University of Education

北海道東部の阿寒カルデラに位置する活火山・雌阿寒岳は近年小規模な水蒸気爆発を頻発させている。約13000年前に雌阿寒岳では最も大規模な噴火が起こった(中マチネシリ噴火期I, Nak-I と呼称する)。Nak-I は、軽石に富む火砕流が先行し溶岩が噴出した初期噴火ステージ(Nak-I-E)と、溶岩破碎を伴う火砕流噴火を経て軽石・スコリア破片が共存する火砕流そしてプリニー式噴火・火砕流噴出に至る主要期噴火ステージ(Nak-I-M)に分けられる。本発表では、雌阿寒岳の東山麓、雌阿寒川沿いの露頭観察と火山噴出物の解析から、Nak-I-Mにおける噴火推移の特質とそのマグマ供給系について考察を行ったので、その結果を報告する。

Nak-I-M は、下位から溶岩岩片を多量に含むスコリア質火砕流(M1~M7)、軽石・スコリア火砕流(M8)、降下軽石・スコリア(M9)、軽石・スコリア火砕流(M10)、降下軽石・スコリア(M11)、火砕サージ・降下火山灰(M12)の順に時間間隙なく重なり、さらに脱ガスパイプがこれらの層を貫くため、M1~M12は短期間に起こった一連の噴火イベントによる堆積物だと考えられる。

M1~M7はフラグメントに富む層とマトリックスに富む層がペアとなって7層が重なる。溶岩岩片は不均質であり、それらは安山岩マグマとデイサイトマグマが混合して噴出した初期噴火ステージの溶岩破片である。その溶岩内部はガスを含んで高温状態であった。そこに玄武岩質安山岩マグマが繰り返し上昇し、溶岩を破壊すると同時に、それらの破片を伴って本質スコリアやアグルチネート破片をもつ火砕流として流下した。

M8以降の噴火ではデイサイトマグマと玄武岩質安山岩マグマの混合が必ず起こって噴火に至る。M7の噴火から時間を隔てずにデイサイトマグマ溜りの供給系に活動場所が移動したと考えられる。M8からM12の噴火は、火砕流噴火からプリニー式噴火へと噴火推移のサイクルが認められる。大まかには発泡度が高まっていく噴火経緯であったこと、プリニー式噴火と火砕流噴火の同時性が推定されるなど、規模の大きな爆発的マグマ噴火の推移として今までの典型的な一輪噴火の推移とは異なり、「雌阿寒型噴火推移」と仮称できる特徴があることがわかった。

キーワード: 雌阿寒岳, 中マチネシリ, 噴火推移, 火砕流

Keywords: Me-akan volcano, Nakamachineshiri, eruption sequence, pyroclastic flow