

## 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<sup>1\*</sup>, 黒川 聖<sup>1</sup>, 森 康<sup>2</sup>

HASENAKA, Toshiaki<sup>1\*</sup>, Kiyoshi Kurokawa<sup>1</sup>, Yasushi Mori<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 熊本大・院・自然科学研究科, <sup>2</sup> 北九州市立自然史・歴史博物館

<sup>1</sup>Grad School Sci & Tech, Kumamoto Univ., <sup>2</sup>Kitakyusyu 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 km<sup>3</sup> 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融は阿蘇-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<sup>1\*</sup>, 荒川 洋二<sup>1</sup>, 新村 太郎<sup>2</sup>, 大鹿 淳也<sup>3</sup>

SEKI, Takuma<sup>1\*</sup>, ARAKAWA Yoji<sup>1</sup>, SHINMURA Taro<sup>2</sup>, OSHIKA Junya<sup>3</sup>

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

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

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 (600km<sup>3</sup>) 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<sup>1\*</sup>, 井上 剛<sup>1</sup>

OKUNO, Mitsuru<sup>1\*</sup>, Takeshi Inoue<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 福岡大学理学部

<sup>1</sup>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  $3110 \pm 60$  BP が, 地点 2 の火山灰層直下の土壌からは  $3290 \pm 40$  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 AMS<sup>14</sup>C 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<sup>1\*</sup>, 伴 雅雄<sup>2</sup>, 大場 司<sup>3</sup>, 木村 純一<sup>4</sup>, 平原 由香<sup>4</sup>, 高橋 俊郎<sup>4</sup>

FUJINAWA, Akihiko<sup>1\*</sup>, BAN, Masao<sup>2</sup>, OHBA, Masao<sup>3</sup>, KIMURA, Jun-Ichi<sup>4</sup>, HIRAHARA, Yuka<sup>4</sup>, TAKAHASHI, Toshiro<sup>4</sup>

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

<sup>1</sup> Faculty of Science, Ibaraki University, <sup>2</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Yamagata University, <sup>3</sup> Department of Earth Science and Technology, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita Univ., <sup>4</sup> 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<sup>1\*</sup>

MIURA, Daisuke<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>(財)電力中央研究所

<sup>1</sup>CRIEPI

### 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<sup>1\*</sup>, 中川 光弘<sup>1</sup>ISHIGE, Kosuke<sup>1\*</sup>, NAKAGAWA, Mitsuhiro<sup>1</sup><sup>1</sup> 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻<sup>1</sup>hokkaido 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  $6690 \pm 30$  (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<sup>1\*</sup>, 小杉 安由美<sup>1</sup>, 長谷川 健<sup>2</sup>, 石井 英一<sup>3</sup>, 石塚 吉浩<sup>4</sup>

NAKAGAWA, Mitsuhiro<sup>1\*</sup>, KOSUGI, Ayumi<sup>1</sup>, HASEGAWA, Takeshi<sup>2</sup>, ISHII, Eiichi<sup>3</sup>, ISHIZUKA, Yoshihiro<sup>4</sup>

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

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

<sup>3</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>4</sup>Geological 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<sup>1\*</sup>

TAKAHASHI, Eiichi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup> 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