

東北日本秋田駒ヶ岳火山，1932 年噴火の噴火様式の再検討

田次将太*・中川光弘*・和知 剛**

(2024 年 4 月 1 日受付, 2024 年 7 月 12 日受理)

Re-investigation of Eruption Mode of 1932 CE Eruption of
Akita-Komagatake Volcano, Northeast Japan.

Shota TAJI*, Mitsuhiro NAKAGAWA* and Takeshi WACHI**

Akita-Komagatake volcano continued eruptive activity within the southern caldera at the summit from 3 ka until about the 10th century, erupting low-potassium series basalt to basaltic andesite magma. The volcano had been dormant since then for about 1,000 years but erupted in the 20th century in 1932 CE and 1970 CE. The 1970 eruption ejected the andesitic magma that is different from those of previous ones, suggesting that the magma system may have changed in the 20th century. To clarify the timing, we re-examined the 1932 ejecta around the craters, which was previously thought to be products of phreatic eruption. The deposit is tuff breccia with scoria and accessory lithics, both of which are coated by thick, silty ash. Large ballistic blocks are also scattered throughout the area. The scoria shows an unrounded, fragmented shape and is a porphyritic clinopyroxene-olivine basaltic andesite. Considering the unaltered petrographical characteristics and the fragmented shape, the scoria can be considered as a juvenile material of the eruption. Thus, it is concluded that the 1932 eruption was phreatomagmatic. Although the chemical compositions of the scoria ($\text{SiO}_2 = \text{ca. } 53.0\%$) is plotted on the trend in SiO_2 variation diagrams formed by juvenile materials during the last 3,000 years, those of the 1970 lavas ($\text{SiO}_2 = \text{ca. } 58.5\%$) are not plotted on the trend. This suggests that the magma system of the volcano changed after the 1932 eruption.

Key words: Akita-Komagatake volcano, geology, petrology, 1932 CE eruption, phreatomagmatic eruption

1. はじめに

秋田駒ヶ岳火山は東北日本、秋田県と岩手県の県境に位置する活火山で (Fig. 1a), 南斜面に形成された南部カルデラ (田次・他, 2023) 内で、噴火活動が約 3,000 年前から続いている (須藤・石井, 1987; 和知・他, 1997; 藤縄・他, 2004)。20 世紀以前のこれらの活動では、玄武岩～玄武岩質安山岩マグマによるテフラ放出と溶岩流出が続いていたと考えられている (藤縄・他, 2004; 田次・他, 2023)。20 世紀に入ると 1932 年と 1970-71 年 (1970 年噴火と呼ぶ) に噴火が起こった (諏訪, 1971)。そのうち 1970 年噴火物は、それまで約 3,000 年間の玄武岩～玄武岩質安山岩の噴火物とは異なり、一転して安山岩組成を示した (加納, 1971; 藤縄・他, 2004)。これは、

1970 年噴火ではそれまでと別のマグマ溜まりが形成され、噴火した可能性を示唆しており、このことは本火山が別の活動ステージに移った可能性をも示唆するものである。

一方、1932 年噴火については噴火直後の調査報告 (大塚, 1932; Otuka, 1932; 国富・鷺坂, 1932; 吉木, 1933) がある。そしてこれらをもとに、諏訪 (1971) や和知・他 (1997) はこの噴火が水蒸気噴火であったと述べているが、彼らはそのように判断した根拠については述べていない。1970 年噴火のマグマ溜まりと 1932 年以前のマグマ溜まりの成因関係を考えるうえでは、1932 年噴火の噴火様式と本質物質の有無に関して再検討が必要である。そこで我々は 1932 年火口周辺の地質調査と噴火物

*〒060-0810 北海道札幌市北区北10条西8丁目
北海道大学大学院理学院地球惑星システム科学講座
Division of Earth and Planetary System Science,
Hokkaido University, N10 W8, Kita-ku, Sapporo
060-0810, Japan.

**〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2丁目2-2

株式会社エンバイオ・エンジニアリング
Enbio Engineering, Inc., 2-2-2 Kajicho, Chiyoda-ku, Tokyo
101-0044, Japan.

Corresponding author: Shota Taji
e-mail: tajippebowling@gmail.com

の岩石学的検討を行った。その結果、噴出物から本質物質を確認したので、その詳細と意義について報告する。

2. 地質概説

秋田駒ヶ岳火山は後期更新世から活動を始めており、その活動は古い順に主成層火山形成期、カルデラ形成期、後カルデラ活動期の3つに大別されている(須藤・石井, 1987; 柳澤・他, 2021)。和知・他(1997)は秋田駒ヶ岳起源のカルデラ形成期以降のテフラ層序の検討を行い、下位からAK13~AK1に区分した。後カルデラ活動期では、まず北部で男女岳おんなだけなどが活動し、AK11~AK4までのテフラを放出した。その後、約3,000年前になると南部カルデラ内に活動中心が移動した。そして、女岳めだけと小岳こだけが活動を行い(田次・他, 2023)、溶岩流出や火砕丘形成と同時に、古い順にAK3~AK1のテフラも放出した(和知・他, 1997; 藤縄・他, 2004)。さらに和知・他(1997)は、南部カルデラ由来の最新のテフラ(AK1)の直上を、西暦915年(町田・新井, 2003)の十和田火山由来のTo-aテフラが覆うことも明らかにした。そのことから、約1,000年前までには南部カルデラ内での主要な活動は終了したと考えられている。そして20世紀になってからの、1932年、1970年の噴火はいずれも女岳で起こった。そのうち1970年噴火では、女岳山頂付近から南西方向に安山岩質溶岩流が流下した(荒牧, 1971; 諏訪, 1971)。

3. 1932年噴火概説

1932年噴火は7月21日の午後1時過ぎに開始し、数日にわたって継続した(吉木, 1933; 狐崎, 2013)。この噴火により、女岳南西麓に北東—南西方向に配列する11個の小火口が形成され、南西から第I~第XI火口と命名された(Fig. 1b; 大塚, 1932)。なお火口の数については、北東の連結した3火口を1つと捉え、9個と数える場合もある(吉木, 1933)。これら火口のうち南西端の第1火口が最も大きく、噴火直後は長径約70m、深さ約18mあった(大塚, 1932; Otuka, 1932)。

これらの火口からは火山岩塊、火山礫、火山灰が噴出し、火口近傍と火口東方に限られた範囲に分布した。火口近傍における噴出物の層厚は最大約3mに達し、噴出物中には最大約2mの火山岩塊も認められた(大塚, 1932; Otuka, 1932)。火口東方へ分布した噴出物については、横長根よこながね(南部カルデラ東部の外輪山)付近では灰黒色火山灰が層厚約5cm、東方5kmほどの地域では、ふきやイタドリの葉がたわむ程度に降灰し、最も遠いところでは東方約15kmの西山村(現在の雫石町西山)でも降灰が認められた(吉木, 1933)。

4. 手法

本論では1932年火口を中心に南部カルデラ内について、まず空中写真および赤色立体地図による地形判読を行った。そして地形判読で得られた結果をもとに、地質調査を行った。1932年火口周辺は登山道も河川もなく、夏季には植生が密であり調査は困難である。そこで5月初旬の残雪期に地表踏査を実施した。

野外で採取した試料は、岩片にシルト質な火山灰が付着している。そこで流水と超音波洗浄で付着物を除去し、肉眼および実体顕微鏡下で構成物を観察した。各構成粒子の平均粒径は洗浄試料の観察結果から大まかに見積もり、最大粒径についても、洗浄試料から最大サイズの粒子を見出して決定した。洗浄試料からはスコリアと石質岩片を見出したため、これらについて、薄片の鏡下観察と、主成分全岩化学組成分析を実施した。代表的な試料については斑晶モード組成分析も実施した。モード組成分析にはモードカウンターを用い、薄片1枚あたり3,000ポイントをカウントした。全岩化学組成分析は、スコリアについては粒径1cm以上の複数個を合わせて1つの粉碎試料とした。その後、粉碎試料を溶融剤(Li₂B₄O₇)と1:2の割合で希釈したガラスビードを作成し、主要・微量成分元素組成を北海道大学理学部のXRF(スペクトリス社製Magix Pro)で測定した。分析方法はMatsumoto et al. (2018)に従った。

なお本論では、1932年噴出物中の本質物質の有無を岩石学的にも検討するため、1932年火口の基盤をなす女岳由来の噴出物についても、同様に岩石学的分析を行った。加えて1932年噴火も含めた最近約3,000年間のマグマ変遷を検討するため、最近約3,000年間の降下テフラであるAK3~AK1と、1970年噴出物についても分析を行った。各ユニットの試料は、和知・他(1997)や藤縄・他(2004)による模式露頭を中心とした複数地点で採取した。

5. 地形判読

南部カルデラ周辺の赤色立体地図をFig. 1に示す。南部カルデラ内の北部には、女岳・小岳の2つの火砕丘があり、カルデラ底はこれら火砕丘と、これらに由来する溶岩流によって埋積されている。1932年火口はその分布から、女岳噴出物の分布域に形成されていると判断した(Fig. 1a)。赤色立体地図で見られる噴火口の形状や配置は、大塚(1932)によるものと概ね一致する。そのため、本論ではその火口名を踏襲し、各凹地形を南から第I~第XI火口と呼ぶ(Fig. 1b)。

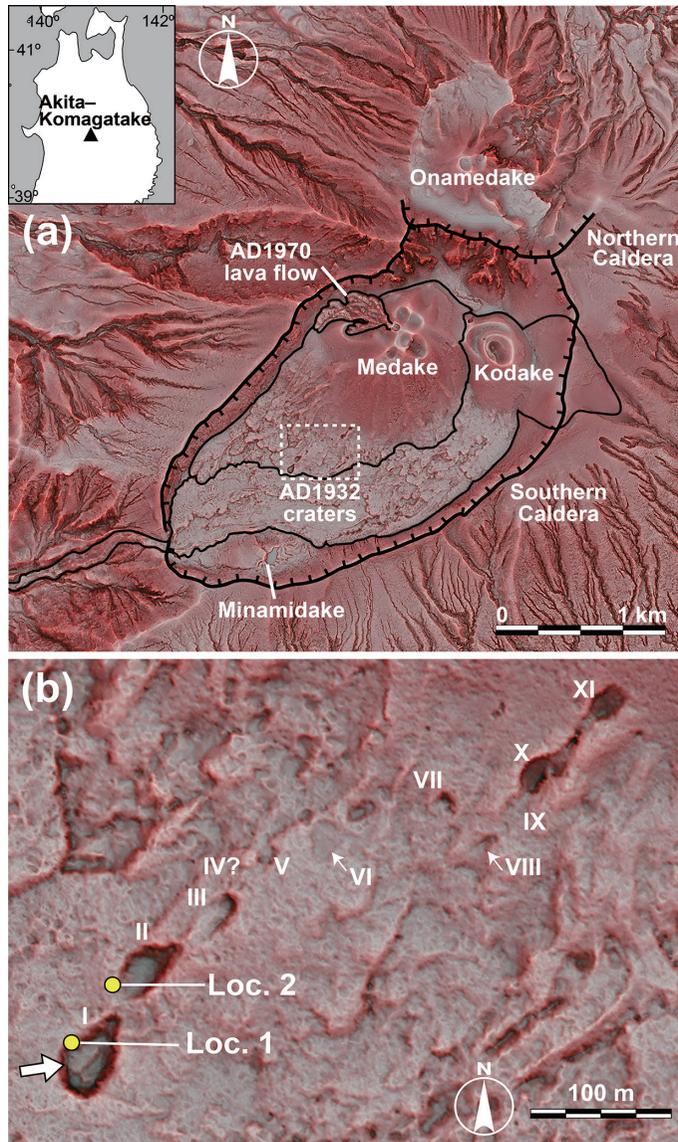


Fig. 1. (a) The red relief image map of the summit area of Akita-Komagatake volcano. An index map of the volcano is also shown in the figure. Digital elevation data for the image map were provided by the Department of Erosion and Sediment Control, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan. The distribution of lava flows and pyroclastic cones of Medake and Kodake cones is also shown. The dotted square indicates the area of Fig. 1b. (b) The red relief image map showing craters of the 1932 CE eruption. The names of the 1932 CE craters, from I to XI, are taken from Otuka (1932). The outcrop localities (1 and 2) in Fig. 2 are also shown. The large white arrow indicates the direction of the photo (a) in Fig. 2.

6. 地質記載

今回の調査では第I～第XI火口周辺を踏査した。火口周辺は植生が密に発達しているが、大型の火口である第I、第II火口周辺では、火口縁から10～20m程度の範囲の植生が未発達で、地表面に径数十cm以上の火山岩塊

が点在していた (Fig. 2a)。火山岩塊は火口に近づくほど大きくなる傾向が見られ、最大で径1.5mに達した。本論では第I、第II火口の火口壁上面の2地点 (Fig. 1b) のLoc. 1およびLoc. 2で露頭を認めた。各地点では厚さ2～3cmの表土の直下に、ラビリ・火山岩塊の隙間を

茶褐色～青灰色のシルト質火山灰が充填する、塊状の凝灰角礫岩層が観察できた (Fig. 2b, c). 各地点の層厚は2～3m以上であり、下面は観察できなかった。これらの産状は、大塚 (1932) や Otuka (1932) が噴火直後に観察した層相と一致する。それゆえ Loc. 1 および Loc. 2 で確認した堆積物は、1932年の噴火堆積物と判断した。

この堆積物中のラピリにはシルト質火山灰が付着しているものの、層相としては礫支持の構造である。この層相から、この堆積物は降下堆積物であり、地表や層中に見られる火山岩塊は、爆発により火口から放出された投出岩塊であると判断した。

この堆積物の構成物のうち、ラピリは発泡度の高い黒色スコリアと石質岩片からなり、石質岩片の方が量的に多い。スコリアは平均粒径約3mm、最大粒径約1.5cmであり、亜角礫の形状を示し、表面や気泡内壁にも火山灰が付着している。石質岩片には、黒灰色で未変質な玄武岩質溶岩片と、茶褐色～赤褐色を呈する変質岩片の2種が認められた (Fig. 3a)。いずれの石質岩片も、角がわずかに取れた亜角礫状を示している (Fig. 3a)。投出岩塊は、石質岩片のうちの玄武岩質溶岩片と同質であり、遅延発泡や破断面など、着地時の高温状態を示す証拠は認められない。

7. 岩石学的特徴

本論では Loc. 1 (Fig. 1b) で採取した1932年噴出物から、本質物質の可能性のあるスコリア (2試料) と未変質の玄武岩質溶岩片 (1試料) をピックアップして分析を行った。また、前述の通り1932年噴出物中の本質物質の有無を検討するために、1932年火口の基盤をなす女岳由来の噴出物についても分析し、さらに最近約3,000年間のマグマ変遷を検討するために、AK3～AK1のテフラと1970年噴出物についても分析を行った。Appendix 1には、本論で分析を行った各ユニットについて、代表的な試料のモード組成および全岩化学組成を示してある。

7-1 記載岩石学的特徴

1932年噴出物中のスコリアは、縁辺部が凸凹した面で囲まれるといった、発泡により破碎されたと考えられる形状を示し、円磨されていない (Fig. 3a)。また気泡に沿って粘土質火山灰が侵入しているが、スコリアそのものは変質を受けていない (Fig. 3b, c)。スコリアは斑晶量が約15.2vol.%であり、斑晶鉱物として斜長石 (モード組成で約13vol.%、以下同様)、かんらん石 (約1.3vol.%)、単斜輝石 (約0.9vol.%) を含む、単斜輝石かんらん石玄武岩質安山岩である (Fig. 3b)。斜長石は最大長径1.6mmの柱状自形であり、多くの斑晶は清澄

なコアをもち、周縁部で弱い累帯構造を示す。かんらん石は最大0.8mmの粒状自形であり、多くの斑晶が細粒の単斜輝石縁を持つ。単斜輝石は最大0.8mmの短柱状の自形から他形である。石基はハイアロオフィティック組織であり、茶褐色ガラス中に針状の斜長石が点在する。

玄武岩質溶岩片は黒色緻密で、スコリアと比べて斑晶量は多く (約34vol.%)、斑晶鉱物として斜長石 (約32vol.%)、かんらん石 (約1.5vol.%) と、微量の単斜輝石を含む、単斜輝石含有かんらん石玄武岩である (Fig. 3d)。斜長石は最大長径が約3.2mmの柱状自形であり、清澄な斑晶のほか、ふるい状組織を持つ斑晶も認められる。これら斑晶の多くは周縁部に累帯構造を示す。かんらん石は最大約1.6mmの自形であり、輝石の反応縁は見られない。石基はインターサタル組織で、短冊状の斜長石を陰微晶質の基質が埋める。

7-2 全岩化学組成

1932年噴出物中のスコリアと玄武岩質溶岩片に加えて、過去約3,000年間のAK3～AK1のテフラおよび1970年噴出物を含んだ女岳の噴出物についてのK₂O-SiO₂図をFig. 4に示した。本火山の過去約3,000年間の噴出物は、多くのハーカー図で同一の組成トレンドを形成するが、K₂OやRbなどのLILE (Large Ion Lithophile Element)-SiO₂図では、1970年噴出物と20世紀以前の噴出物で異なる組成トレンドを形成する。K₂O-SiO₂図において、20世紀以前の噴出物は、図上でSiO₂量の増加とともにK₂O量が増加する直線的トレンドを描く。そして1932年スコリアはSiO₂量が約53.5wt.%で、20世紀以前の噴出物がかかるトレンド上の、とりわけAK1テフラの組成範囲内にプロットされる。ただし、和知・他 (1997) によるアイソパック図に加えて、藤縄・他 (2004) によってAK1テフラが小岳由来と考えられていることを踏まえると、AK1テフラが仮に1932年火口周辺に分布していたとしても、その層厚は数cm程度であり、粒径も火山灰サイズであると予想できる。これに対して、1932年噴出物中のスコリアはその粒径が有意に大きいことから、AK1テフラ由来の類質岩片ではないと考えられる。その一方、1970年噴出物はSiO₂量が59.0～59.5wt.%で、20世紀以前の噴出物がかかるトレンドよりもK₂Oに乏しい組成を示す。玄武岩質溶岩片はSiO₂量が51.4wt.%の玄武岩組成を示し、1932年火口の基盤をなす女岳の噴出物、およびAK2テフラと組成が一致する (Fig. 4)。

8. 議 論

8-1 1932年噴火の噴火様式

これまで1932年噴火は、水蒸気噴火と考えられてい

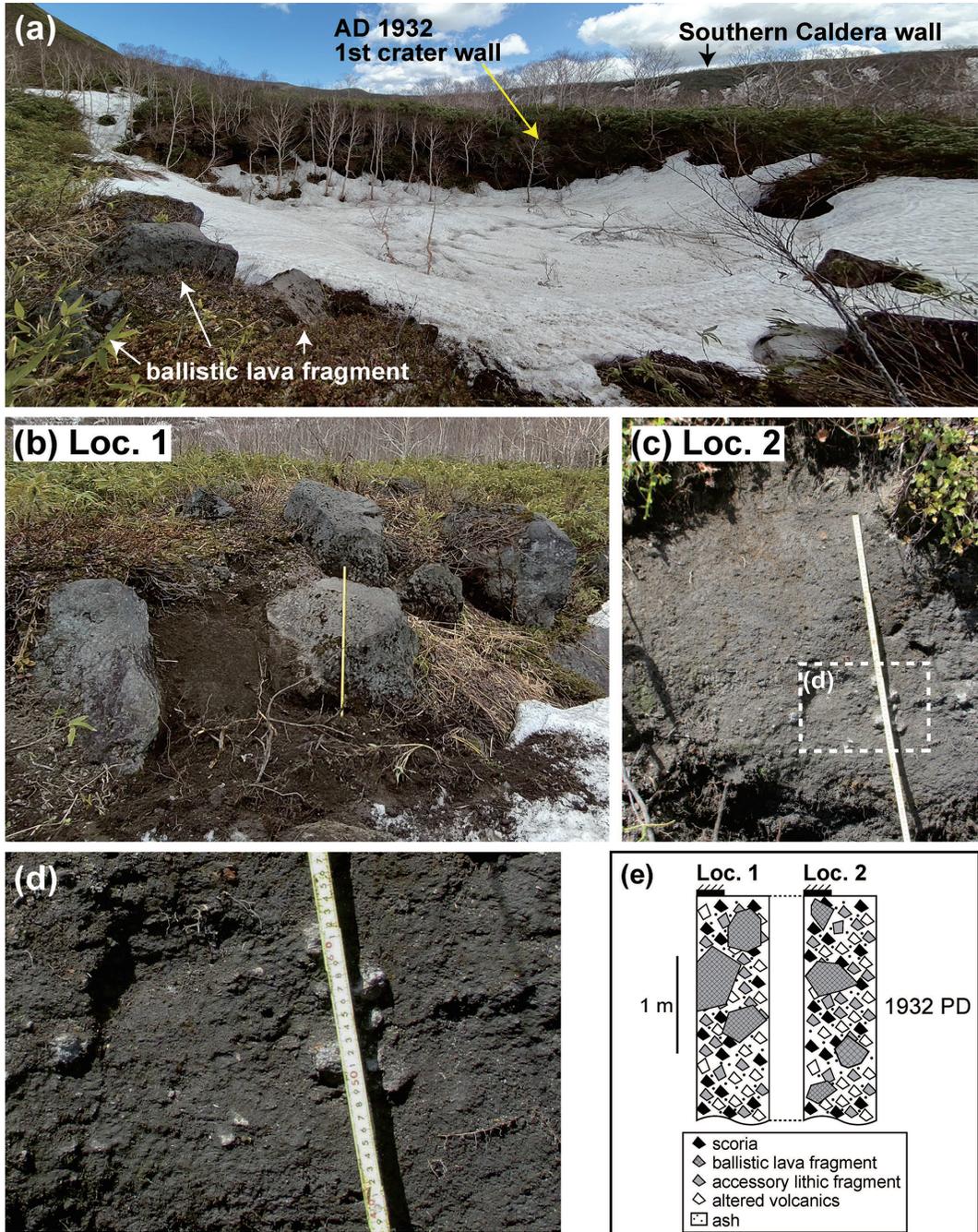


Fig. 2. (a) A photograph of the Crater I of the 1932 CE eruption, taken at the location indicated by the large white arrow in Fig. 1b. The eastern rim of the Crater I and the caldera wall of the southern caldera of Akita-Komagatake volcano are shown. Large ballistic blocks are scattered on the crater rim. (b) A photograph showing top of the western crater rim of the Crater I (Loc. 1 in Fig. 1b). The scale bar is 1 m. Large ballistic blocks are scattered in the 1932 CE eruptive deposit. (c) A photograph showing the southwestern rim of the Crater II (Loc. 2 in Fig. 1b). The scale is about 80 cm. The dotted area is magnified in Fig. 1d. (d) The enlarged photograph showing the 1932 CE eruptive deposit. The deposit is tuff breccia, containing silty, wet volcanic ash that coats scoria and lithics. (e) Schematic columnar sections of Loc. 1 and 2. Abbreviation: PD, pyroclastic deposit.

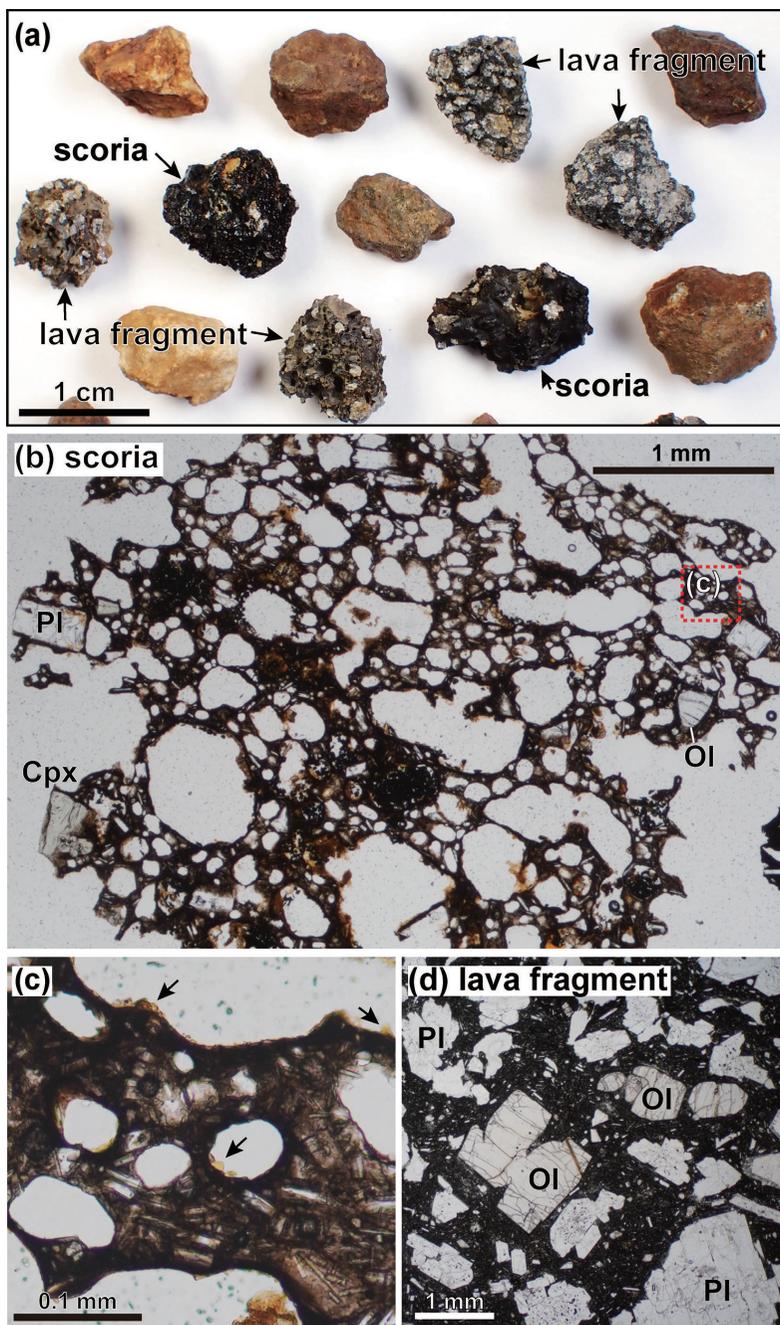


Fig. 3. (a) Lithic fragments from the 1932 CE eruptive deposit. These fragments are coated by thick, wet, silty ash in the deposit. After removal of the ash, the deposit is sieved at $-3\sim-3.5\phi$. Three types of fragments are recognized, such as scoria, lava and altered lithic. (b) A photomicrograph (open nicol) of the black scoria. Abbreviations: OI, Olivine; PI, Plagioclase; Cpx, Clinopyroxene. (c) An enlarged photomicrograph of the area c in Fig. 3b. Although brown clay material adheres to the wall of a pore (indicated by black arrows), the scoria is mostly unaltered with a glassy matrix. In addition to the characteristic of having a shape fragmented by foaming and being surrounded by an uneven surface, this suggests that the scoria is the juvenile material of the eruption. (d) A photomicrograph of the lava fragment in the deposit. The lava is clinopyroxene-olivine basalt, the same as the basement of the 1932 CE craters. This suggests that the lava fragment is an accessory material of the eruption. Abbreviations are the same as those in Fig. 3b.

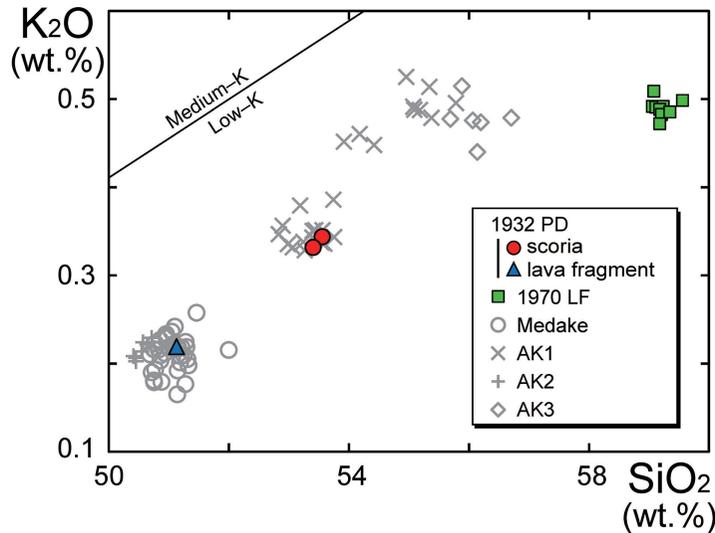


Fig. 4. K_2O vs SiO_2 diagram of whole-rock chemistry of juvenile material from two eruptions in the 20th century. Data from Medake lava flows and pyroclastic materials and three tephra layers, AK1, AK2 and AK3, are also plotted. These tephra layers are derived from Medake and Kodake cones during the last 3,000 years (Wachi *et al.*, 1997). The boundary line between Low-K and Medium-K series is from Peccerillo and Taylor (1976).

た(諏訪, 1971)。実際に野外では, 1932年噴出物は茶褐色~青灰色のシルト質火山灰が付着した, ラピリおよび投出岩塊を主体とする堆積物であり, 新鮮な本質物質の存在は容易には認められなかった。また地表や層中の投出岩塊には, 地質記載で述べた通り, 遅延発泡や破断面など, 着地時の高温状態を示す証拠は認められない。そのため, 噴火直後の調査報告(大塚, 1932; Otuka, 1932)でマグマ水蒸気噴火と記述しなかったと推測できる。

本研究において, 室内処理により岩片に付着した火山灰を除去したところ, 1932年噴出物中には発泡度が高く円磨されていないスコリアが含まれることを確認した。このスコリアはガラス質の光沢を持ち, 発泡により破碎されたと考えられる形状を示す。また鏡下においても清澄な茶褐色ガラスを保持するなど, 未変質な特徴を有する。さらにこのスコリアは SiO_2 量が 53.5 wt.% 程度の単斜輝石かんらん石玄武岩質安山岩であり, 火口の基盤を構成する女岳の噴出物 (SiO_2 量が 51 wt.% 前後の単斜輝石含有かんらん石玄武岩) とは斑晶モードおよび全岩組成で区別される (Appendix 1, Fig. 4)。以上の特徴より, このスコリアは 1932年噴火における本質物質と判断した。

一方, 噴出物中の石質岩片のうち, 未変質で緻密な玄武岩質溶岩片は, 単斜輝石含有かんらん石玄武岩であり, 女岳の噴出物と記載岩石学的にも全岩化学組成でも一致している (Appendix 1, Fig. 4)。このことからこれら溶岩

片は 1932年噴火で放出された基盤岩であり, 変質岩片と共に類質岩片であると判断した。

以上のように, 1932年噴火では SiO_2 量が 53.5 wt.% 程度の玄武岩質安山岩マグマが, 本質物質のスコリアとして放出されたと考えられる。さらにスコリアとともに, 表層部を構成する女岳溶岩や変質岩片などの類質岩片も放出されている。この噴火ではこれら岩片とともに, 粘土質の火山灰も放出されており, 淘汰のやや悪い層相を示すなど, 水の関与を示す特徴が顕著である (Walker, 1973)。上記のことから, 1932年噴火はマグマ水蒸気噴火であったと断定した。

1932年噴火での 11 個の火口は, 北東—南西方向に, 2 列の雁行状火口列を形成している。この北東—南西方向は, 南部カルデラの伸びの方向とも調和的である。よって 1932年マグマは, 秋田駒ヶ岳の北東—南西方向に卓越する弱線に沿って岩脈として上昇し, 女岳南西麓の浅部で外来水(熱水系)と接触して, 2 列 11 か所の火口でマグマ水蒸気爆発を起こしたと考えられる。なお, この噴火の後の 1970 年から始まった噴火は女岳山頂西部で起こっており, 1932年での火口列の噴火とは関連がないようである。

8-2 秋田駒ヶ岳でのマグマ供給系の変化の時期

秋田駒ヶ岳の南部カルデラ内での後カルデラ火山活動は, 最近約 3,000 年間の活動であり, 玄武岩~玄武岩質安山岩質マグマの活動を行ってきたが, 1970年噴火で

は噴出物が一転して安山岩組成を示したことが指摘されている(荒牧, 1971; 藤縄・他, 2004)。従来の研究では、南部カルデラ内の活動は10世紀頃までは続き、その後は1932年の噴火までは静穏な時期が続いていたと考えられていた(和知・他, 1997; 藤縄・他, 2004)。そのため、1932年が水蒸気噴火ということであれば、秋田駒ヶ岳火山のマグマ供給系は10世紀以降の約1,000年の間に変化したことになる。

本研究の結果、1932年噴火はマグマ水蒸気噴火であり、そのマグマはSiO₂量が53.5wt.%程度の玄武岩質安山岩であることが判明した。このマグマは、SiO₂量が59wt.%程度である1970年のマグマとは全く異なるものである。1970年以前の過去約3,000年の噴出物は、K₂O-SiO₂図で1本の直線的な組成トレンドを形成し、1932年噴出物もこのトレンド上に図示される。しかしながら1970年噴出物は、SiO₂量が高いだけでなく、1932年以前の噴出物を作るトレンドから大きく外れた、低いK₂O量で特徴づけられる(Fig. 4)。このことから本火山では、1932年までの約3,000年間にわたって噴出物を供給し続けたマグマ溜まりとは別のマグマ溜まりが、1970年から噴火活動を開始した可能性がある。近年、秋田駒ヶ岳では女岳で熱活動などの高まりが認められており、将来の噴火に備えて監視が強化されている(気象庁, 2013)。活発化しているであろう、本火山のマグマ供給系を理解するには、1932年までのマグマ供給系と1970年のマグマ供給系を物質科学的に検討し、1932年以降のマグマ供給系の変化を理解することが必要である。

謝 辞

本研究では、薄片作成では野村秀彦氏および中村晃輔氏に、XRF分析では松本亜希子氏にお世話になった。盛岡地方気象台には空撮写真の使用許可をいただいた。十和田八幡平国立公園内の岩石採取については環境省、林野庁の許可を得た。また担当編集委員である石橋秀巳氏と、査読者である伴雅雄氏、鈴木由希氏には、多くの原稿の不備を指摘していただいた上、貴重なお指摘・助言をいただき、本稿は大きく改善された。なお本研究には、文部科学省による「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」と、国立研究開発法人科学技術振興機構による「北海道大学DX博士人材フェローシップ」の研究費の一部を使用した。これらの方々および当局に深く感謝いたします。

引用文献

- 荒牧重雄(1971) 岩石の化学組成と造岩鉱物(VI. 秋田駒ヶ岳1970-71年噴火の噴出物). 火山, 16, 184-201. https://doi.org/10.18940/kazanc.16.2-3_184
- 藤縄明彦・巖崎正幸・本田恭子・長尾明美・和知 剛・林信太郎(2004) 秋田駒ヶ岳火山, 後カルデラ活動期における噴火史: 火山体構成噴出物と降下テフラの対比. 火山, 49, 333-354. https://doi.org/10.18940/kazan.49.6_333
- 加納 博(1971) 秋田駒ヶ岳1970年の溶岩噴出について. 地質学雑誌, 77, 47-51. <https://doi.org/10.5575/geosoc.77.47>
- 気象庁(2013) 日本活火山総覧(第4版). I. 北海道-東北編, 406-420.
- 狐崎長琅(2013) 秋田駒ヶ岳火山1932年爆発の体験情報. 東北地域災害科学研究, 49, 5-10.
- 国富信一・鷲坂清信(1932) 秋田駒ヶ岳の爆発. 験震時報, 4, 155-180.
- 町田 洋・新井房夫(2003) 新編火山灰アトラス—日本列島とその周辺—. 東京大学出版会, 336p.
- Matsumoto, A., Hasegawa, T., Nakagawa, M. (2018). Petrology of the 120 ka caldera-forming eruption of Kutcharo volcano, eastern Hokkaido, Japan: Coexistence of multiple silicic magmas and their relationship with mafic magmas. *Journal of Petrology*, 59, 771-793. <https://doi.org/10.1093/ptrology/egy043>
- 大塚弥之助(1932) 秋田駒ヶ岳火山爆裂調査記. 地震, 4, 593-607. <https://doi.org/10.14834/zisin1929.4.593>
- Otuka, Y. (1932) Recent activity of the long-dormant Akita-Komagatake volcano in north-east Japan. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 10, 876-883. <https://doi.org/10.15083/0000034876>
- Peccerillo, A. and Taylor, S. R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 58, 63-81. <https://doi.org/10.1007/BF00384745>
- 須藤 茂・石井武政(1987) 雫石地方の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 地質調査所, 142p.
- 諏訪 彰(1971) 秋田駒ヶ岳の噴火活動史. 火山, 16, 103-106. https://doi.org/10.18940/kazanc.16.2-3_103
- 田次将太・中川光弘・和知 剛(2023) 東北日本, 秋田駒ヶ岳南部カルデラの形成史. 火山, 68, 207-228. https://doi.org/10.18940/kazan.68.4_207
- 和知 剛・土井宣夫・越谷 信(1997) 秋田駒ヶ岳のテフラ層序と噴火活動. 火山, 42, 17-34. https://doi.org/10.18940/kazan.42.1_17
- Walker, G. P. L. (1973) Explosive volcanic eruptions - a new classification scheme. *Geol. Rundsch.*, 62, 431-446. <https://doi.org/10.1007/BF01840108>
- 柳澤妙佳・小畑大樹・杉田匠平・藤縄明彦(2021) 東北日本弧, 秋田駒ヶ岳火山成層火山体の形成史. 火山, 66, 83-100. https://doi.org/10.18940/kazan.66.2_83
- 吉木文平(1933) 秋田駒ヶ岳火山の活動に就いて. 岩鉱, 9, 153-160. <https://doi.org/10.2465/ganko1929.9.157>
- (編集担当 石橋秀巳)