御嶽火山地質図

GEOLOGICAL MAP OF ONTAKE VOLCANO

1:25,000

及川輝樹^{1,*}•竹下欣宏²•山﨑誠子¹ OIKAWA Teruki^{1,*}, TAKESHITA Yoshihiro², YAMASAKI Seiko¹



GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

2025



Shinshu University * Corresponding author

1. はじめに

御嶽火山は、日本中部の岐阜・長野県境にそびえる御嶽山を構成する大型の 成層火山で、最高峰の剣ヶ峰(標高 3,067 m)を含む南北 3.5 km にわたり 標高 2,800 m 以上の峰々が連なる複合火山である. 1979 年の噴火以降、最近数 十年間にも水蒸気噴火が複数回発生し、2014 年の噴火では死傷者を出す災害が 発生した. このように今後も活動を続ける可能性の高い火山であることから、噴 火実績図として精度の高い火山地質図を整備することが求められている.

御嶽火山では、神津(1907)以降に複数の地質学的研究が行われており、数多く の年代測定値(Matsumoto and Kobayashi, 1995; Kioka et al., 1998; 松本・小林, 1999)を基に、その活動は約78万年前から39万年前に活動した古期と約10万 年前以降に活動した新期の二つに大きく分けられている(第1図). 今回, 先行研 究をふまえた上で,活動全体を通して層序の再検討と年代測定を行い,活動期 間,噴出中心の位置,岩質,噴火様式などに注目して,地質ユニットの再区分を 行った.あわせて記録に残る噴火活動などもまとめ,御嶽火山の地質と活動史 をまとめたものが本地質図である.

御嶽山は、かつては御岳山(木曽御岳山)と記されることが多く、火山名も御岳 火山と表記されることが一般的であった.しかし地形図名・地名とも「御嶽山」 と記されており気象庁の火山名も「御嶽山」であり、2014年の噴火を境に各地に ある「御岳」と区別するため「御嶽」と記されることが一般的となった.そのため、 本地質図では火山名や地質ユニット名を含めて「御嶽」の表記に統一する.文中 の⁴C年代値については、IntCal20を用いた暦年較正後の値を記した.略記号の 意味は以下の通りである. Ma:百万年前,ka:千年前,VEI:火山爆発指数 (Newhall and Self, 1982),DRE:溶岩と同じ密度(2,500 kg/m³)に換算した換算 体積.

2. 周辺の地質概要と御嶽火山の地形及び火山噴出物以外の第四系 2.1 周辺の地質と基盤

御嶽火山は、白馬大池火山を北端として、飛騨山脈(北アルプス)の中軸に沿っ て南北に並ぶ、乗鞍火山列ともよばれる火山列の南端に位置する(及川, 2003). 隣接する御嶽火山と同時期に活動した火山は、北側に活火山である乗鞍火山(中 野ほか, 1995)や焼岳火山(及川, 2002),南西側に約0.12 Maに活動した湯ヶ峰流 紋岩(Matsumoto *et al.*, 1989)が位置する(第1図).

この火山の基盤は、西側は白亜紀~古第三紀の濃飛流紋岩類、東側は美濃帯 ジュラ紀付加体堆積物とそれに貫入する白川花崗斑岩などの貫入岩からなる (山田・小林、1988; 竹内ほか、1998).これらの上位には、御嶽火山に先行する 火山の噴出物が主に尾根上に分布し、それらは、2.8 ~ 0.93 Maに活動した上野 玄武岩や 3.5 ~ 1.6 Ma に活動した安山岩及びデイサイトの地蔵峠火山岩類な どである(中野ほか, 2000).

2.2 御嶽火山の地形

御嶽火山は、標高 1,200 ~ 1,500 m 前後の定高性を持つ尾根からなる高原状 の山地の上に成長した火山である. そのため、火山体の最高点の標高は 3,000 m を超えるが、火山体そのものの比高は 2,000 m 程度と推定される. 山頂部には一 ノ池、二ノ池、兰ノ池、茄ノ池、名付けられた顕著な火口地形が存在し、 そのほか、地獄谷源頭部や二ノ池周辺には小さな火口地形も認められる. また、 北から南に、継子岳、摩利支天山、剣ヶ峰、継母岳、主滝頂上などの標高 2,800 m を超える峰々が連なる広い山頂部を持ち、それらの山頂部から山麓にかけて四 方にすそ野を引く新期火山体の斜面が存在する. さらに新期火山体が作る斜面 の外側には、古期火山体が存在し、それら溶岩が作る高原状の台地が広がる. 本 地質図外にあたる山麓には、古期火山体と基盤を刻む河川沿いに、山頂から 10 km を超える距離を流れた新期の安山岩溶岩が作る台地が谷沿いに存在する.

2.3 火山噴出物以外の後期更新世・完新世堆積物

本地質図では、火山扇状地堆積物、段丘堆積物、崖錐及び山地斜面堆積物、火口 内堆積物、現河床堆積物に区分した。火山扇状地堆積物は火山体の成長に伴って 主に火山噴出物の再堆積物が山麓に扇状地状の地形をなして堆積したもので、 山田・小林(1988)の滝越層、木村(1993)の木曽谷層、西野層を含む.その他、段丘 堆積物は段丘地形を形成する堆積物で、複数の高さの段丘面を構成しているも のを一括している、崖錐及び山地斜面堆積物は、周囲の地質体の再堆積物に よって作られた緩斜面を作る堆積物である。火口内堆積物と現河床堆積物は、 それぞれ火口底と河床及びその周辺を充填する堆積物である。

3. 御嶽火山の活動史

御嶽火山の火山層序の研究は多数あり、近年の代表的なもののみでも山田・小林(1988),木村(1993),竹内ほか(1998),Kimura and Yoshida(1999),松本盆地 団研グループ(2002),竹下(2004),及川ほか(2014),及川ほか(2015)がある.また 御嶽火山起源の遠方に降灰したテフラ層序の研究も小林ほか(1967)以降に多数 あり、近年の代表的なものだけでも、古期については竹下ほか(2005,2007),新 期については竹本ほか(1987),木村(1987),木村ほか(1991)などの研究がある. しかし火山体の層序やテフラ層序は研究ごとに相違が認められ、統一見解は得 られていない.そのため本火山地質図では、既存研究を参考にしつつ、航空レー ザー測量結果に基づく高密度 DEM や斜め空中写真などを用いた地形判読と地 表地質調査を組み合わせた調査を行い、さらに年代測定(山崎ほか,2023)など を新たに行い,以下に示す方針で再区分した地質ユニットを地質図に示した.

古期については,松本盆地団研グループ(2002)と竹下(2004)の層序に基づき,



第1図 古期・新期御嶽火山と周辺の第四紀火山岩類

Mk:継子岳, Ma:摩利支天山, Mm:継母岳, Kg:剣ヶ峰, Mu:三浦山, Mi:三笠山, Kh:小秀山, Ka:鎌ヶ峯, Ki:木曽福島, Ag:上松, Ot:王滝, Ks:小坂, Ge:下呂.

Figure 1 Distribution of the products of Older and Younger Ontake volcano and its surrounding Quaternary volcanic rocks. Mk: Mt. Mamako, Ma: Mt. Marishiten, Mm: Mt. Mamahaha, Kg: Kengamine Peak, Mu: Mt. Miure, Mi: Mt. Mikasa, Kh: Mt. Kohide, Ka: Mt. Kamagamine, Ki: Kiso Fukushima, Ag: Agematsu, Ot: Otaki, Ks: Kosaka, Ge: Gero.

噴出中心や岩質・岩相が大きく変わるところを境に地質ユニットを区分して 地質図に図示した.活動時期については Kioka et al. (1998) と松本・小林 (1999) の放射年代値に基づき区分した.

新期についても、噴出中心や岩質・岩相が大きく変わるところを境に地質ユ ニットを再区分して地質図に示した.各地質ユニットの活動時期は Matsumoto and Kobayashi (1995),松本・小林(1999),山崎ほか(2023)の放射年代値を用い て本火山地質の地質ユニットを基に整理した.降下テフラ層序については、広域 テフラとの層位的関係を整理した木村(1987),Kimura and Yoshida (1999)に従 い、各テフラ層と火山体を構成する地質ユニットの活動年代とに矛盾がないよ うに対比を行った(第2図).本地質図で使用するテフラの名称は町田・新井 (2003)に従い、それで命名されていないものについてのみ木村(1987)の名称に 給源火山名の「御嶽」をつけて用いた.表1にはそれらの名称を含めてテフラの 特徴をまとめた.完新世の活動やその年代に関しては、特に断りのない限り、及 川ほか(2014)や及川ほか(2015)に従っている.

3.1 古期御嶽火山

古期御嶽火山の活動は、噴出物の特徴と層序、年代測定値に基づき、降下テフ ラを噴出する爆発的な活動が優勢な湯川火山岩類からなる古期第1期(約78~ 64万年前)と溶岩を流出する活動が優勢な設定 2005年前)に大別される.さらに古期第1期は、降下テフラ層に含まれる 苦鉄質鉱物の組み合わせの変化により、古期第1a, b, c 亜期に細分され、それに 対応して湯川火山岩類は下部、中部、上部に細分される.一方、第2期は活動の休 止期間と噴火中心の位置に基づき古期第2a, b, c 亜期に細分され、それに対応 して王滝火山岩類を下部、中部、上部に細分する.

古期御嶽火山の中心部は,新期御嶽火山の噴出物に広く覆われるため,具体的 な山体の形状は不明である.しかし,各亜期の火山岩類に分布範囲の偏りが認め られるため,富士山のような円錐型の成層火山ではなく,新期御嶽火山のように 火口の位置を変えながら成長した複式成層火山であったと考えられる.なお,以 下の火山岩類の体積は現存する地質ユニットの体積であり,侵食された部分や 遠方に降下したテフラの体積は考慮していない.

湯川火山岩類下部(古期第1a 亜期:約78万年前)は、火山体東の湯川中流域 において基盤岩を覆って局所的に分布する.角閃石を多量に含むデイサイト・ 流紋岩質の降下軽石層を複数枚挟む火山砕屑岩類からなる.本火山岩類に挟ま れる降下軽石層のうち,湯川テフラ5(YUT5)は,房総半島国本層中の御嶽白尾 テフラ(Byk-E)に対比され(Takeshita *et al.*, 2016),それはチバニアン期のGSSP の基準層となっている(Suganuma *et al.*, 2021).

湯川火山岩類中部(古期第1b亜期:約78~70万年前)は、主に古期御嶽火 山体の南東部を構成し、北東、北西及び南西側の山麓にもわずかに分布する。体 積は約8km³DREである。本火山岩類は、主に火山砕屑岩類からなり、それらに 挟まれる多数のデイサイト質の角閃石輝石降下軽石層で特徴づけられる。この ほか本火山岩類には、小規模な玄武岩質安山岩・安山岩溶岩も複数枚挟まれる。 湯川火山岩類上部(古期第1c 亜期:約70~64万年前)は、主に古期御嶽火山 体の東~北部を構成するが、一部は南東及び北西側の山麓にも分布する. 体積は 約5km³DREである.本火山岩類は、主に火山砕屑岩類からなり、それらに挟ま れる多数の玄武岩質安山岩・安山岩質の輝石かんらん石降下スコリア層と小規 模な玄武岩質安山岩・安山岩溶岩で特徴づけられる. 北側及び南東側の山麓で は、やや大規模なデイサイト溶岩や安山岩溶岩が火山砕屑岩類を覆い、これら の溶岩の作る地形面が認められる.

王滝火山岩類下部(古期第2a 亜期:約64~58万年前)は,主に古期御嶽火山 体の北西~南西部を構成し,一部は東側及び南東側の山麓にも分布する. 体積は 約8km³DRE である.本火山岩類は,やや大規模な安山岩・デイサイト溶岩で 特徴づけられ,火山体の東・西部では小規模な玄武岩・玄武岩質安山岩溶岩も みられる.

王滝火山岩類中部(古期第2b 亜期:約53~44万年前)は,王滝火山岩類下部を覆って,古期御嶽火山西部を構成する.体積は約4km³DREである.本火山 岩類は,大規模な安山岩・デイサイト溶岩で特徴づけられ,それらの溶岩の作る 地形面は比較的良好な状態で残っている.

王滝火山岩類上部(古期第2c 亜期:約44~39万年前)は、三笠山と小三笠山 の南~南東側で湯川火山岩類中部を覆って古期御嶽火山南東部を構成する.現 存する体積は約4km³DRE である.本火山岩類は、主に斜長石斑晶の目立つ安 山岩質の三笠山溶岩からなる.

3.2 新期御嶽火山

新期御嶽火山の活動は、主に噴出中心の位置や岩質から5つの活動期に分け られる.それらは下位から順に、非常に大規模なデイサイト・流紋岩質の降下軽 石を複数回降下させた継母火山の形成期(新期第1期)、現在の奥ノ院から摩利 支天山を山頂とする安山岩成層火山である摩利支天火山の形成期(新期第2 期)、四ノ池付近を噴出中心としる高峰である剣ヶ峰を形成した安山岩成 層火山の一ノ池火山の形成期(新期第4期)、三ノ池や五ノ池火口などを形成し た完新世の活動期(新期第5期)である(第2図).完新世の噴出物の詳しい分布 は、防災上重要であるため、個別の噴火を認識して細分して示しているが、それ 以前の地質ユニットにいては細分が困難な場合が多いので、活動期・亜期ごと に一括した.これらの層序を基に第3図に降下テフラも含めた新期御嶽火山の 噴出量・時間積算ダイヤグラムを示す、マグマ噴出率は、新期第1期の継母火山 形成期に一番高く、新期第2~3期の摩利支天及び四ノ池火山形成期まで比較 的高かったが、新期第4期の一ノ池火山形成期以後は低くなっていることが読 み取れる.

3.2.1 新期第1期:継母火山の形成期

継母火山は、約10万年前の御嶽第1テフラ(On-Pm1)の活動で開始し、その 後約8万年前までに、下位から御嶽Pm1B,御嶽藪原,御嶽潟町,御嶽伊那,御嶽 王滝,御嶽奈川,御嶽辰野テフラと命名されているVEI=6~5の規模のデイサ イト・流紋岩質軽石を降らせる活動を行った(第2図,表1).これらの降下テフ ラ層は、広域に分布する鍵層となっており、特にOn-Pm1は中部・関東・南東 北に広く分布する代表的な広域テフラである.なお、On-Pm1の下位には、御嶽 た金子フラ(町田・新井,2003)と命名されている降下軽石の存在が知られてい るが、確認された分布が限られて詳細が不明であるため御嶽山起源であるかの 判断も難しいため、本地質図では新期御嶽火山の活動に含めていない。

これら降下テフラ層の形成と同時期に、継母岳を最高所とする白川溶岩類や、 御嶽伊那テフラに対比される濁滝火砕流堆積物などで構成される継母火山が 成長した.白川溶岩類は本地質図では一括して示しているが、木村(1993)では3 つに細分されており、最下位の溶岩とその上の溶岩の間に御嶽王淹及び御嶽奈 川テフラが、最上位の溶岩とその下の溶岩の間に御嶽長野テフラが挟まること が報告されている(地質図では略).火山体の体積は約5km³DREである.また、 山麓には御嶽 Pm1B に対比される大滴火砕流堆積物(竹内ほか、1998)や御嶽王 滝テフラの直下に位置する滝越火砕流堆積物(木村、1993)などの軽石流堆積物 (分布は地質図外)を流下させた.なお、山田・小林(1988)などの軽石流堆積物 (分布は地質図外)を流下させた.なお、山田・小林(1988)などのを行研究では、 古期と新期の火山体の境界部付近に継母火山の活動によるカルデラ壁がある と推定されたが、古期も含めた各山体を構成する地質体の分布からは、その境 界付近にカルデラ壁と考えられる構造は確認できない、第1期では、On-Pm1の 活動のような非常に大規模な火砕噴火が頻発したことから、継母火山体の活動 期にカルデラが形成された可能性は高いが、その位置ははっきりとはしない.

3.2.2 新期第2期:摩利支天火山の形成期

約8万年前を境に,新期御嶽火山は安山岩を噴出する活動に移り変わった.そ の初期である約8~5万年前の間には,現在の奥ノ院から王滝頂上を作る尾根 と摩利支天山の間を主な噴出中心とする摩利支天火山が形成された.摩利支天 火山の体積は約6km³DRE である.奥ノ院および摩利支天山周辺の崖には,火 山体の構造(主に溶岩・火砕岩の傾斜)が著しく異なる不整合状の境界が認めら れ,その形成年代は上下の火山岩の年代値からおよそ7~6万年前と推定され る.本地質図では,これらの不整合を境に,摩利支天火山を形成する溶岩・火砕 岩類を,下位の濁河火山岩類と,上位の奥ノ院火山岩類に区分した.また,火山 体内の東部には,層位的に両火山岩類の間に位置する,最大で100mほどの厚 い溶結凝灰岩からなる百間滝火砕流堆積物が分布している.この火砕流堆積物 は厚い降下スコリア層形成直後に噴出したもので大部分が溶結している.火砕 流堆積物直下の降下スコリア層は御嶽^全芸



第2回 新期御嶽山火山の火山体構成層と主要なテフラ層との層序関係.赤線は広域 テフラの層位.

Figure 2 Stratigraphic relationship of the Younger Ontake Volcano between the volcanic edifice geological units and the major tephra layers. A red line shows the stratigraphic position of widespread tephra.



第3回 新期御嶽火山の噴出量(溶岩換算)・時間積算ダイヤグラム Figure 3 Cumulative magma volume diagrams of the Younger Ontake Volcano. Volume converted to dense rock equivalent (2.500 kg/m³).

ラの噴火以降発生していない.奥ノ院及び濁河火山岩類は、主に溶岩と火砕物 の互層で形成されており、山頂周辺では強溶結した火砕物がしばしば観察され る.なお、テフラ層序とそれらの年代観から、濁河火山岩類の形成時期には御嶽 千本松、御嶽 S0 が、奥ノ院火山岩類の形成時期には御嶽屋敷野及び御嶽 Lw.SL の各テフラが噴出したと考えられる(第2図、表1).また地質図外であるが、約 7.2万年前に王滝村水ヶ瀬付近まで流れ下った伝上川溶岩(濁河火山岩類)や、 約 6.5万年前に飛騨市小坂町の厳立を形成した敵ご溶岩(奥ノ院火山岩類)な ど、山頂から直線距離で10kmを超える距離まで達する長大な安山岩溶岩が谷 沿いに流れ下る活動もあった(第1図).

この火山体形成の後半には大規模な山体崩壊が発生し、東側の柳交から未用 沿いに岩屑なだれ堆積物を堆積させた. 末川沿いの段丘状の台地の上に小丘状 の流れ山地形が認められる. この岩屑なだれ堆積物は下流にいくにしたがって 徐々に泥流の層相を示すようになり,木曽川沿いに顕著な段丘面を構成し濃尾 平野まで達している. この岩屑なだれ・泥流堆積物は木曽川泥流堆積物 (Quaternary research group of Kiso Valley and Kigoshi, 1964;木曽谷第四紀研 究グループ, 1967;藤井, 1976)とよばれ,上流側の岩屑なだれ堆積物は開白岩 屑なだれ堆積物 (Takarada *et al.*, 1999)ともよばれている. 岩屑なだれ堆積物から 泥流堆積物への遷移は連続的なことから,本地質図ではこの堆積物を,開田岩屑



第4図 御嶽火山の完新世の火口及び火山噴出物(新期第5期).

及川ほか(2014),及川ほか(2015)を基に作成. On-Gb:行場山荘テフラ, On-Ny:女人堂テフラ, Mk:継子岳, Ma:摩利支天山, Kg:剣ヶ峰, Ot:王滝頂上, Mm:継母岳, Mi: 三笠山, y:四ノ池, s:三ノ池, n:二ノ池, i:一ノ池, I:石室山荘, N:女人堂, G:行場山荘, V:御嶽山ビジターセンター「やまテラス王滝」 Figure 4 Distribution of Holocene volcanic craters and products in the Stage 5 of Younger Ontake Volcano. Based on Oikawa *et al.* (2014) and Oikawa *et al.* (2015). On-Gb: Gyoba Sansou tephra, On-Ny: Nyonindou tephra, Mk: Mt. Mamako, Ma: Mt. Marishiten, Kg: Kengamine Peak, Ot: Otaki-chojo peak, Mm: Mt. Mamahaha, Mi: Mt. Mikasa, y: Yonnoike, s: San-no-ike (Lake Sannoike), n: Ninoike (Lake Ninoike), i: Ichinoike, I: Ishimuro Sanso (Hut), N: Nyonindo Hut, G: Gyoba Sanso(Hut), V: Mt. Ontake Visitor Center Yama Terrace Otaki

なだれ・木曽川泥流堆積物とよぶ. この堆積物の直下から広域テフラである 大山倉吉(DKP)が報告されているので(竹本ほか, 1987), DKPの年代(Albert et al., 2018)から, この岩屑なだれ・泥流堆積物の発生は約6万年前と考えられる. 摩利支天火山は, 活動の最中に崩壊などもあったためか, それ以後の火山体に比 べて浸食が進み火山地形の保存が悪い.

3.2.3 新期第3期:四ノ池火山の形成期

摩利支天火山の活動終了後,約4~3万年前の間に,現在の四ノ池を山頂火口 とする四ノ池火山が活動し,摩利支天火山の北側に円錐状の火山体(最高峰:継 子岳)を形成した.この火山を形成する火山岩類が四ノ池火山岩類で、その体積 は約5km³DRE である. なお, 山頂部の東外側斜面には, 四ノ池火山岩類の中に 不整合が認められるが、それら上下の地質ユニットの年代値はほぼ同じで顕著 な休止期間がないため、この不整合を境に地質ユニットの細分は行っていな い.山体を構成する四ノ池火山岩類は主に溶岩で構成されているが、降下火砕 物や火砕流堆積物も存在し、規模の大きな火砕噴火も発生している.特に山頂 から東に約 6km 離れた山麓にある、尾ノ島の滝を作る溶岩の下位には層厚 10mを超える火砕流 (スコリア流) 堆積物が認められる.また, VEI=4 クラスの 規模の降下テフラを降らすような噴火も複数回発生し、 御嶽 SL, 御嶽 Up. SL な どのテフラ層を山麓や伊那・松本盆地に堆積させた(第2図).これらテフラ層 は、スコリア質の火山礫と火山灰層が互層するような層相を示すため、断続的に 続く複数回の噴火によってつくられたものであると推定される.なお、地質図 外であるが、北側の日和田高原から高根ダムに至る平坦地をつくる安山岩の日 和田溶岩も四ノ池火山岩類に含まれ、四ノ池から谷沿いに約12km流れ下って いる(第1図).

3.2.4 新期第4期: --ノ池火山の形成期

約3万年前からおそらく更新・完新世境界(約1.17万年前)頃までの間に, 一 ノ池火口を山頂火口とし剣ヶ峰を最高点とする一ノ池火山体を形成した. この 火山を形成する火山岩類が一ノ池火山岩類で, その体積は約0.4 km³DRE であ る. この火山体は安山岩溶岩・火砕岩で構成され, 摩利支天火山の浸食された山 頂部を埋めるように成長し, 南側と西側の谷沿いに山頂から直線距離にして最 大4.5 km, 6.5 km ほどの長さの溶岩を複数流した. 火砕噴火も発生したが, この 火山体形成期のテフラ層は山麓では認識されていない. この火山体の形成期に 二ノ池の北東側の高まりを縁とする火口も形成されたが, 二ノ池と一ノ池の間 の火口状の地形は, その地形をつくった火砕物が見つからないので浸食地形と 考えられる.

3.2.5 新期第5期:完新世の火山活動

完新世のマグマ噴火は、主に三ノ池・五ノ池火口とのその周辺で発生したが、 噴出中心が分散しているため、それまでの活動のような顕著な火山体は形成さ れなかった(第4図).各噴火の噴出物や年代については、次のようにまとめら れる.

約1.1万年前にカラ谷降下軽石・火砕流堆積物を形成する噴火があった.この噴火では安山岩質の降下軽石を四ノ池火山の北から北東側の山体上に積もらせた直後、良く発泡した火山岩塊を含む層厚1m以下の火砕流堆積物を継子岳から北側に3kmほどの距離まで流下させた.降下軽石,火砕流堆積物とも現存する分布がわずかである(第4図)ため地質図では省略している.北麓のみ分布することから、噴出物の給源は継子岳北側であると推定されるが、詳しい火口などは未発見である.噴火年代は、テフラ直下の土壌の "C年代値に基づく.



第5図 記録に残る活動

降下火砕物の分布・等層厚線図は、1979年噴火は小林(1980)、1991年噴火は木股ほか(1991)、2007年噴火は気象庁地震火山部(2007)、2014年噴火は御嶽山降灰合同調査班(2016) 及び Maeno et al.(2016)に基づく、2014 年噴火の火砕流の分布はOikawa et al.(2016)、投出岩塊の等密度線は及川ほか(2019) 基づく、1984 年岩屑なだれは長岡(1986)に基づく、略 記号は第4 図と同じ。

Figure 5 Distributions of Volcanic vents and volcanic products of the recorded eruptions in the Younger Ontake Volcano. The isopach maps of pyroclastic falls of the 1979, 1991, 2007, 2014 eruptions are based on Kobayashi (1980), Kimata *et al.* (1991), the JMA's Earthquake and Volcanology Department (2007), The Joint Research Team for ash fall in Ontake 2014 eruption (2016) and Maeno *et al.* (2016). The distribution of pyroclastic flows and the distribution of piected rocks from the 2014 eruption is based on Oikawa *et al.* (2016) and Oikawa *et al.* (2016). Abbreviations in this figure are the same as in Figure 4.

約1万年前かそれより少し古い時期に、黒沢口登山道沿いの黒岩付近を火口 とする噴火があり、黒岩火砕物層を形成した.黒岩火砕物層は、火口の周囲に 1mを超える大型のパン皮状火山弾を放出すると共に、スコリア流堆積物や降 下スコリア層を火口の東側に堆積させた.現存量は約1×10⁶m³DRE である.

約8,700~8,600年前には、三ノ池火口から行場山荘テフラ層と三ノ池溶岩を 形成する噴火があった(第4図).この一連の噴火は御嶽火山の完新世における 最大のマグマ噴火である.降下テフラ層である行場山荘テフラ層は、節理で囲ま れた多面体状の形状をなす三ノ池溶岩と同質の火山礫及び火山岩塊を含む 青灰~灰色の砂質火山灰層ないし火山岩塊火山灰層で構成される.総量は約 1×10⁶ m³DRE. 黒沢口登山道沿いの行場山荘~女人堂間では黒岩火砕物層の 上位に褐色の古土壌層を挟んで重なり、四ノ池では湖成層の上位に重なるのが 観察できる.三ノ池溶岩は火口から最大4.7 km 流れ下った体積 0.5 km³DRE の 安山岩溶岩である.この溶岩は、大きく3つの溶岩ローブからなる(第4図).溶 岩ローブは、行場山荘テフラ層に覆われるものと覆われていないものがあるこ とから、溶岩の流出中にテフラの放出があったと考えられる.噴火年代は、行場 山荘テフラ層中の細粒の炭化木片の¹⁴C年代値に基づく.

約 6,200 年前には、火山岩塊から火山礫サイズの安山岩質スコリアで構成さ れる降下テフラ層、女人堂テフラ層が噴出した(第4図).このテフラ層は黒沢口 登山道沿いの行場山荘〜女人堂の間で、行場山荘テフラ層の上位に位置するの が確認できる.このテフラの確かな給源火口は不明であるが、分布及び層厚変化 の傾向から、三ノ池及び五ノ池の周辺付近である可能性がある.三ノ池付近を 噴出源とするとこのテフラ層の総量は約 1×10⁶ m³DRE となる.噴火年代は、 直下の土壌の ¹⁴C 年代値に基づく.

本地質図外であるが、約5,900年前に発生した火砕流(スコリア流)が濁河川 の濁滝付近の右岸側段丘面上で確認されている(第4図).噴火年代は、火砕流堆 積物直下の土壌の "C 年代値(鈴木ほか,2007)に基づく.本地質図ではこの火砕 流の堆積物を、濁河川火砕流とよぶ.確認された地点が限られているが、周囲の 地形的状況から濁河川上流の五ノ池火口を起源とする火砕流堆積物と推定さ れる.濁河川火砕流堆積物は、濁河川の濁滝付近の左岸側の段丘上のみで認め られる.

五ノ池火口の周囲には、五ノ池スコリア層(木村、1993)で構成される小さな火 砕丘が存在する.このスコリア層は、五ノ池火口周辺のほか、三ノ池火口内部の 西側斜面にも分布し、一部は溶結している.なお、五ノ池スコリア層と同じ五ノ 池火口からの噴出物である濁河川火砕流堆積物中のスコリアの全岩化学組成は 若干異なるがほぼ同じである. 五ノ池周辺の地表には五ノ池スコリア層のみ 認められることから, 濁河川火砕流堆積物の形成後, 五ノ池スコリア層の噴火が 発生したが, 両者はほぼ同時期の噴火により形成されたと考える. 現存する噴出 物量は約2×10⁴ m³DRE である.

このほか, 完新世に水蒸気噴火が多数発生したため, 山体表層の土層中に複数の粘土質テフラ層が挟まる. テフラ層直下の年代値を基に整理すると,約8,700年前から1979年の噴火までの間, VEI=2以上の水蒸気噴火が13回発生したと考えられる. 個々のテフラ層を確認できる場所が限られているため,各テフラ層の正確な分布や層厚変化などは不明な点が多いが,地獄谷や二ノ池周辺の小火口地形はこれら水蒸気噴火によって形成された可能性が高い.

4. 記録に残る噴火

活動記録が残る噴火は、1979(~80)年の噴火が最初で、他に1991、2007、2014年に噴火した.いずれも噴出物に本質物が認められない水蒸気噴火で、1979、2014年噴火が VEI=2、1991、2007年噴火が VEI=0の規模である. ここでは、地震が原因となった1984年の山体崩壊についても解説する.

4.1 1979(~80)年噴火

地獄谷の源頭付近から八丁たるみ方向に伸びる北西〜南東方向に,複数の火 口を新たに開口させ 10 月 28 日に噴火,火山灰を約 150 km 離れた群馬県前橋 市まで降らせた(第 5 図). 1980 年 4 月後半にも降灰を伴う噴火があった.噴出 物の総量は約 1.0 ~ 1.3 × 10⁹ kg である.噴火開始時に山頂に登山者が数十人い たにもかかわらず,この噴火による死者・行方不明者はいなかった.

噴火の推移を木曽御岳山噴火活動及び災害の総合的調査研究班(1980),気象 庁(1980a, b),長野県(1981),長野県(2020)を基にまとめると次のようになる.

噴火前10月27日23時頃から、山頂直下の地震活動が活発化、10月28日の5時 頃に噴火が開始し、5時30分頃に剣ヶ峰付近とその東側の鹿ノ瀨温泉などで最 初に降灰が確認された。8時ごろから噴火の勢いが増し火山礫サイズ以上の投 出岩塊が山頂付近で降り始め、9時には噴煙高度が火口上約1,000 m、14時すぎ に最大の約2,000 mとなり、火口から径1 mほどの噴石が放出されているのが確 認された. さらに地獄谷内の火口から極小規模の火砕流が発生し、火口から 地獄谷沿いに500 mほど流れ下った。28日夕方から噴煙の勢いは弱くなり、28 日夜にはさらに勢いが弱まり、29日朝には著しく弱くなり白煙を上げるだけ となった.噴出物は、粘土質の火山灰が主で、火口近傍にはそれに火山礫、 火山岩塊などが混じる.また、噴火の最中から火口から泥混じりの熱水が噴 出する火口噴出型泥流(及川ほか、2018)が発生し、地獄谷の下流の河川水の 濁りが10月28日7時頃から観察された.このような泥まじりの熱水の噴出は 1980年末頃まで続いた.

10月29日以降の活動は次のようにまとめられる.1980年の春の雪溶けまでは、噴気によって火口付近の雪面が黄色ないし灰色に変色する状態が続いたが、 噴煙高度はおおむね300m以下と噴火時よりは低かった.1980年1月8日,29日には噴煙活動がやや活発になり、それぞれ火口から500m,1,000mの高さの 噴煙をあげた.1980年4月18日には白色の噴煙を高さ500mまであげ、田の原 まで極微量の降灰を伴う噴火が発生した.4月25日も噴煙がやや多くなり山頂 付近の雪面が火山灰により灰色に変色する噴火が発生した.しかし、1981年以 降は噴気の勢いも弱くなった.

4.2 1984年の山体崩壊(御嶽崩れ)

1984 年 9 月 14 日には御嶽山の南東麓で Mj6.8 の長野県西部地震が発生し、 それが原因で御嶽山の南東側の斜面が崩壊し,死者・行方不明者 29 名の被害が 生じた.特に伝上川上流の尾根,奥行き 1,320 m,最大幅 420 m,比高 655 m の 部分が大きく崩れて岩屑なだれが発生した.崩壊は 8 時 48 分頃に発生し,岩屑 なだれは伝上川,濁川沿いの 12 km の距離,比高 1.2 km を平均速度 71 ~ 95 km/h で流れ下り,王滝川との合流点付近の氷ヶ瀬で 8 時 57 分頃に停止した(三 村ほか,1988).この崩壊による堆積物の分布や地形変化については Endo *et al.* (1989)や長岡(1986)が詳しい.崩壊量は 3.4×10⁷ m³,堆積量は 3.6×10⁷ m³.こ の崩壊は「御嶽(岳)崩れ」ないし「伝上川崩れ」とよばれている.本地質図内は岩 屑なだれの流下域であり,岩屑なだれ堆積物は厚く堆積していない.地質図に は、山田・小林(1988)を参考に岩屑なだれ堆積物の分布域を示し,あわせて長岡 (1986)に従い崩壊壁と流下域を示している.

4.3 1991年噴火

1991年4月末から山頂直下に震源をもつ地震が増加し、5月に入ると火山性 微動が発生した後、正確な噴火日は特定できていないが、5月13日午後から 16日夜までの間に極小規模な噴火が発生した(木股ほか、1991).1979年火口の 1つであるS-7火口(第5図)から噴火し、粘土質の火山灰がその火口から東に 200×50mの範囲に降下しているのが5月30日の調査で確認された.総噴出 量は多くても数十トン程度と見積もられている(木股ほか、1991).

4.4 2007年噴火

2007 年 3 月後半に噴火が発生した. 2006 年 12 月から御嶽山の地下の膨張を 示すわずかな変化が GNSS で観測され, 2007 年 2 月中旬頃から鈍化傾向とな り,4 月以降にほぼ停止した.そのような中,2006 年 12 月 20 日頃から山頂直下 を震源とする地震活動が活発化し,翌年 1 月 16 日には 163 回の地震を観測,火 山性微動も1 月下旬頃からまとまって発生するようになり,地震・微動とも消 長を繰り返しながら4 月まで活発な状況が続いた.3 月 16 日には、それ以前は しばらく観測されていなかった山頂付近からの噴気が確認されるようになっ た.これら一連の現象は山頂下 3 km にマグマが貫入したことで引き起こされ たとされている(Nakamichi *et al.*,2009).2007 年 5 月 29 日の気象庁による現地 調査で,1979 年噴火 S-7 火口から北東 200×50 m の範囲内に粘土質の火山灰 が確認され(第5 図),その噴火の時期は、噴気活動が活発化した3 月と推定され た(気象庁地震火山部,2007).火山灰の分布状況から 1991 年噴火と同規模の噴 火であると推定される.

4.5 2014年噴火

9月27日11時52分頃に噴火が発生し、山頂付近にいた登山者が巻き込まれ 63名の死者・行方不明者を出した。噴出物量は0.6~1.4×10⁹ kg である.噴火 の推移を、Oikawa *et al.*(2016)及び長野県(2020)に基づきまとめると次のよう になる.

9月9日頃から山頂直下の火山性地震が増え、日に50回を超えるようになり、 噴火の直前27日11時42分頃から火山性微動や傾斜変動などが認められ、噴火 へ至った.しかし、体感できるような前兆はなかった.噴火は、1979年火口列の 南側に新たに火口列を形成しながら発生し、その火口列は、東から西に、奥ノ院 下、地獄谷内、一ノ池西側の斜面の大きく三つの領域に分けられる(第5図).地 獄谷内につくられた複数の火口の活動が最も活発で大きく、そのうち最大のも のは谷の側壁を大きくえぐるようにつくられた.

噴火は大きく3つのフェーズにわけられ、フェーズ1(火砕流発生期;11時52 分~12時15分頃)、フェーズ2(泥雨まじりの降灰期;12時15分~16時00分頃) フェーズ3(火口噴出型泥流発生期;16時00分以降)にわけられる.噴火は開始 期が一番大きく、その後、勢いをだんだん減じて終了したと考えられる.フェー ズ1は、比較的低温で本質物を含まない火砕流の発生と、多量の投出岩塊の放出 で特徴づけられる.火砕流は標高3,500mまで上昇した噴煙が崩壊して、四方に 広がった(第5図).火砕流は11時52分~12時00分ごろかけて複数回発生し、 火口の南側の地獄谷沿いには火口から約2.5kmまで到達した.火砕流は水滴な どの液体の水を含まない乾燥した流れで、温度は概ね30~100℃程度であるが 部分的に100℃を超えた可能性があり、流下速度は時速約30~70kmと見積 もられた.火砕流の発生とほぼ同時に多数の投出岩塊が火口から約1kmの間 に多量に落下し、それが主な原因で多数の死者・負傷者が生じた.フェーズ2は、 泥雨まじりの降下火山灰の降下で特徴づけられる.噴煙高度は12時20分頃に



第6図 御嶽火山噴出物の全岩化学組成. 灰色は古期御嶽山噴出物の組成範囲(三宅ほ か,2006).新期第1期にはKimura and Yoshida (1999)のデータを含む.カリウ ム系列の区分は Peccerillo and Taylor (1976)に、ソレアイトとカルクアルカリ 系列の境界はMiyashiro (1974)に基づく.

最大高度(火口上 7.8 km)に達し、それとほぼ同じ時間の 12 時 15 分前後から 火山灰混じりの泥雨が降り始めた. 噴煙は、その後低くなったが、15 時頃まで火 口上 4 km 程度の高度を保った. フェーズ 3 の 16 時 00 分頃から地獄谷内の火 口から火口噴出型泥流が発生し、火口から 5 km 離れた地点まで顕著な泥質な 堆積物を残し、さらに下流の牧尾ダムまで泥水が達した. この火口からの泥水 のあふれ出しは長期化し、2016 年7月頃まで続いた. なお噴煙は、泥水のあふれ 出しにやや遅れた 17 時 40 分以降に著しく低くなり、火口上 2 km 以下の高度 となった. 山頂部における降灰は、27 日夕方にはほとんど停止した.

5. 化学組成

御嶽火山を構成する岩石は玄武岩から流紋岩までの幅広い組成を示し(表2, 第6図), 古期は約51~65%の玄武岩からデイサイト(テフラにのみ流紋岩質 のものがある),新期は約52~74%の玄武岩質安山岩から流紋岩の組成を示す. アルカリ元素に富み,高カリウム系列に属するが,古期の方がよりアルカリ元素 に富む傾向が認められる(第6図).FeO*/MgO vs SiO2 図上では,新期・古期と もソレアイト系列とカルクアルカリ系列の両方の領域にまたがり,古期はソレ アイトに,新期はカルクアルカリの領域にプロットされるものが多い(第6図). さらに新期に注目すると,第1期はデイサイト・流紋岩,第2期は玄武岩質安山 岩〜デイサイト,第3期は玄武岩質安山岩・安山岩,第4期は安山岩,第5期は 玄武岩質安山岩・安山岩組成の噴出物からなる.時代が新しくなるにつれて噴 出物はやや苦鉄質になる傾向があるが,マグマ噴出率は下がっている(第3図).

6. 噴気活動・温泉

噴火の記録が残されてない18世紀の江戸時代以降から、地獄谷の源頭部での 噴気活動が知られていたが、1979年の噴火以降にも噴気活動が継続し、1979年 噴火によって地獄谷外でも噴気孔が活動するようになった(及川、2008).その 後、2014年噴火によって一ノ池の西側山腹にも火口が開き複数の噴気孔が形成 されたが、2019年頃にはそこの噴気活動も収まった.また現在噴気孔はないが、 剣ヶ峰東の南俣川源頭部の標高2,800m付近や草木谷支流の標高2,200m付近 には比較的新しい硫気孔の痕跡が残る.

火山体内から湧出する温泉は少なく,現在も自然湧出する火山性の温泉は北

Figure 6 Whole-rock chemical composition of the products of Ontake Volcano. Shaded area indicates the composition range of Older Ontake Volcano (Miyake *et al.*, 2006). Data of the stage 1 of Younger Ontake Volcano includes from Kimura and Yoshida (1999). The classification of the potassium series is based on Peccerillo and Taylor (1976), and the boundary between tholeiite and calc-alkaline series is based on Miyashiro (1974).

西側の標高 1,800 m 付近にある濁河温泉と東側の標高 2,000 m 付近にある湯 川温泉のみである. 濁河温泉は源泉温度 48.3 ℃, pH 6.7 のカルシウム・ナトリ ウム-炭酸水素塩・硫酸塩泉で、湯川温泉は源泉温度 28.9 ℃、pH 5.0 の硫黄泉 で,近くの中の湯の源泉でもあった.

7. 監視体制と最近の活動

1988年7月1日以来,気象庁が防災のための常時観測を行っている.2024年 3月現在、国土交通省中部地方整備局や国土地理院の監視カメラや GNSS など の観測点も設けられ、その他、名古屋大学や防災科学技術研究所が研究観測を 行っている. 気象庁の観測点のみでも, 地震計 9 ヶ所, 傾斜計 4 ヶ所, 空振計 5 ヶ 所, GNSS 6 ヶ所, 監視カメラ 3 ヶ所, 地磁気計測 7 ヶ所, 火山ガス計測 1 ヶ所と 多数・多項目の観測が行われている.なお、観測点の位置は気象庁の HP にまと められている。

気象庁が発令する噴火警戒レベルは、御嶽山では 2008 年3月から導入され、 2014年の噴火をうけて9月27日12時36分にレベル3まで引き上げられた後, 2015年6月26日にレベル2,2017年8月21日にレベル1まで引き下げられた. 2014 年噴火直前以降、しばらくは山頂直下の浅所の地震活動は活発であった が、その後は徐々に低調になっている.また 2014 年噴火の火口やその周辺で、 2014 年噴火以降,活発な噴気活動が続き地下の収縮が長期的に認められた.し かし、2023年12月現在、その収縮も収まり地獄谷源頭の噴気活動も低調となり、 噴煙高度も低くなっている(気象庁地震火山部, 2023). このように 2014 年の噴 火以降、長期的には活動は落ち着く傾向であるが、火山性地震の増加や傾斜変 動を伴う火山性微動が発生したため、気象庁は 2022 年 2 月 23 日~6 月 23 日と 2025年1月16日に再び火山警戒レベルを2に引き上げた.

8. 防災上の注意点

完新世の活動は、水蒸気噴火がもっとも頻度が高く、数百~数十年に一回の頻 度で VEI=2 以上の噴火が発生している. 水蒸気噴火では、火口からの投出岩塊 の放出や降灰などのほかに、比較的低温の火砕流や火口噴出型泥流の発生も記 録されているので、それらに注意する必要がある. 2014 年の噴火では火口から 約1kmの範囲に多量の投出岩塊が落下しため、その範囲内で多数の死傷者が 生じた.そのため、水蒸気噴火の発生が予想される場合は、少なくとも火口から 1kmの範囲内には立ち入らないことが肝心である.

マグマ噴火は数千年に一回の頻度と水蒸気噴火より頻度は低いが、これは日 本列島の他の活火山と比べると決して低くはないので,その備えも必要である. マグマ噴火が頻繁に起きていないことや水蒸気噴火が頻発する火山であること から、マグマ噴火が起こる場合は、水蒸気噴火で始まりマグマ噴火に移行するこ とが多いと考えられる. 完新世のマグマ噴出量は 104 ~ 108 m3DRE オーダなの で、最大としては総マグマ噴出量が 10⁸ m³ DRE オーダのものを想定するべき であるが、10⁶ m³DRE オーダのものが一番数は多い. 活動は多様で、 完新世でも 最大 10⁶ m³DRE オーダの降下火砕物やおそらく最大 10⁶ m³ DRE オーダ規模の 火砕流, 最大 10⁸ m³DRE オーダの溶岩の流出などが生じている. そのためマグ マ噴火発生時にはそれらへの備えが必要である.

文 献

- Albert, P.G., Smith, V.C., Suzuki, T., Tomlinson, E.L., Nakagawa, T., McLean, D., Yamada, M., Staff, R.A., Schlolaut, G., Takemura, K., Nagahashi, Y., Kimura, J. and Suigetsu 2006 Project Members (2018) Constraints on the frequency and dispersal of explosive eruptions at Sambe and Daisen volcanoes (South-West Japan Arc) from the distal Lake Suigetsu record (SG06 core). Earth Science Review, 185, 1004-1028.
- 青木かおり・入野智久・大場忠道(2008)鹿島沖海底コア MD01-2421 の後期更新世テフラ層序. 第四紀研究, 47, 391-407.
- Endo, K., Sumita, Mari , Machida, M. and Furuich, M. (1989) Debris avalanche deposits by the 1984 collapse of Ontake Volcano, central Japan. Proceedings in Volcanology 1 Volcanic hazards, Springer, 210-229. 藤井登美夫(1976) 御岳火山木曽川泥流堆積物の産状とその流下・堆積様式. 地理学報告(愛
- 知教育大学地理学会), 45, 114-120.-
- 笠原天生・鈴木毅彦・青木かおり (2010) 相模川支流沢井川にみられる二つの埋没谷と葛原層 相当層.2010年度日本地理学会秋季学術大会,doi.org/10.14866/ajg.2010f.0.85.0 火山噴火予知連絡会コア解析グループ(2011)気象庁火山観測点ボーリングコアの解析-成
- 果報告書-. 気象庁, 403p.
- 木股文昭・山岡耕春・藤井直之(1991)木曽御岳火山における小規模な噴火(1991年5月). 日本火山学会講演予稿集, 1991, no.2, 168-168.
- 木村純一 (1987) 長野県における後期更新世の降下火山砕屑物層序, 第四紀研究, 25, 247-263.
- 木村純一(1993)後期更新世の御岳火山 火山灰層序学と火山層序学を用いた火山活動史の再 検討.地球科学,47,301-321.
- Kimura, J. and Yoshida, T. (1999) Magma plumbing system beneath Ontake Volcano, central Japan. The Island Arc, 8, 1-29.
- 木村純一・竹村健一・松本盆地団研木曽谷グループ (1991) 木曽御岳火山周辺の後期更新世の R下人物推積物一層序と岩石記載一,地球科学, 45, 415–434. Kioka, H., Furuyama, K., Miyake, Y., Sakai, J., Nagao, K., Ikemoto, M., Noiri, H. and Oda, K.
- (1998) K-Ar chronology of the Middle Pleistcene lavas at Ontake volcano, central Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), 52, 464–474.
- 木曽谷第四紀研究グループ(1967)木曽川上流部の第四紀地質.地球科学,21,1-10. 木曽御岳山噴火活動および災害の総合的調査研究班(1980)特定研究『御岳山 1979 年火山活動 および災害の調査研究報告』(研究代表 青木治三),168p.
- 気象庁(1980a)日本の火山活動概況(1980年1~6月).火山第2集,25,207-209. 気象庁(1980b)日本の火山活動概況(1980年7~9月).火山第2集,25,321-322.
- 気象庁地震火山部(2007)平成19年(2007年)の御嶽山の火山活動,火山活動解説資料,平成19 年、1-6.
- 気象庁地震火山部 (2023) 令和5年 (2023年)の御嶽山の火山活動.気象庁地震火山部,11p.

小林国夫·清水英樹·北沢和男·小林武彦(1967)御嶽火山第一浮石層. 地質学雑誌, 73, 291-308. 小林武彦(1980)御岳火山1979年火山活動.御岳山1979年火山活動および災害の調査研究報告,

文部省特定研究「木曽御岳山噴火活動および災害の総合的調査研究」代表:青木治三, 4–12.

神津俶祐(1907)木曽御岳火山地質調査報告. 震災予防調査会報告, no.59, 63p.

- 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,276p. Maeno, F., Nakada, S., Oikawa, T., Yoshimoto, M., Komori, J., Ishizuka, Y., Takeshita, Y., Shimano, T., Kaneko, T. and Nagai, M. (2016) Reconstruction of a phreatic eruption on 27 September 2014 at Ontake volcano, central Japan, based on proximal pyroclastic density current and fallout deposits. Earth, Planets and Space, 68, doi: 10.1186/s40623-016-0449-6
- Matsumoto, A. and Kobayashi, T. (1995) K-Ar age determination of late Quaternary volcanic rocks using the "mass fractionation correction procedure": application to the Younger Ontake Volcano, central Japan. Chemical Geology, 125, 123-135.
- 松本哲一・小林武彦(1999)御嶽火山,古期御嶽火山噴出物の K-Ar 年代に基づく火山活動史 の再検討.火山,44,1-12.
- Matsumoto, A., Uto, K. and Shibata, K. (1989) K-Ar dating by peak comparison method : new technique applicable to rocks younger than 0.5 Ma. Bulltin of the Geological Survey of Japan, 40 565-579
- 40,000-07.3 松本盆地団体研究グルーブ(2002)古期御岳火山の地質.地球科学,56,65-85. 三村弘二・鹿野和彦・中野 俊・星住英夫(1988) 1984 年御嶽岩屑なだれ-堆積物からみた 流動堆積機構-. 地調月報, 39, 495-523.
- 三宅康幸・池元壮彦・細井秀幸 (2006) 御嶽地域における更新世のマグマ変遷 -中部地方の 第四紀火山活動の時代区分に関連させて-. 月刊地球, **28**, 363-368. Miyashiro, A. (1974) Volcanic Rock Series in Island Arcs and Active Continental Margins.
- American Journal of Science, 274, 321-355.
- 長野県(1981)御嶽山噴火と防災対策の記録.生活環境部消防防災課編,85p.
- 長野県(2020)長野県 御嶽山噴火災害 対応記録集. 長野県危機管理部, 211p.
- 長岡正利(1986)「1984 年御岳くずれ 1:10,000 地形変化状況図」の作成について. 地図, 24, p.40-44+1 sheet.
- Nakamichi, H., Kumagai, H., Nakano, M., Okubo, M., Kimata, F., Ito Y. and Obara, K. (2009) Source mechanism of a very-long-period event at Mt Ontake, central Japan: response of a hydrothermal system to magma intrusion beneath the summit. Journal of Volcanology and
- Geothermal Research, 187, 167-177. 中野 俊・大塚 勉・足立 守・原山 智・吉岡敏和 (1995) 乗鞍岳地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 139p.
- 中野 俊・宇都浩三・内海 茂 (2000) 上野玄武岩類および地蔵峠火山岩類の K-Ar 年代と化学組 成の時間変化.火山,45,87-105.
- Newhall, C.G. and Self, S. (1982) The Volcanic Explosivity Index (VEI) An Estimate of Explosive Magnitude for Historical Volcanism. Journal of Geophysical Research: Oceans, 87, 1231-1238.
- 御嶽山降灰合同調査班(2016)御嶽山 2014 年 9 月 27 日噴火による降灰分布. 火山噴予知連絡 会報, no.119, 96-101.

及川輝樹(2002)焼岳火山群の地質:火山発達史と噴火様式の特徴.地質学雑誌,108,615-632. 及川輝樹 (2003) 飛騨山脈の隆起と火成活動の時空的関連. 第四紀研究, 42, 141–156

- 及川輝樹(2008)御岳火山の歴史噴火記録の再検討と噴気活動の歴史記録.地質調査研究報告, 59, 203-210.
- 及川輝樹・鈴木雄介・千葉達朗(2014)御嶽山の噴火-その歴史と 2014 年噴火,科学,84, 1218-1225.
- _____ 及川輝樹・鈴木雄介・千葉達朗・岸本博志・奥野 充・石塚 治 (2015) 御嶽山の完新世の噴火史. 日本火山学会講演予稿集, 2015, 102-102.
- Oikawa, T., Yoshimoto, M., Nakada, S., Maeno, F., Komori, J., Shimano, T., Takeshita, Y., Ishizuka, Y. and Ishimine, Y. (2016) Reconstruction of the 2014 eruption sequence of Ontake Volcano from recorded images and interviews. Earth, Planets and Space, 68, doi: 10.1186/s40623-016-0458-5
- 及川輝樹・大場司・藤縄明彦・佐々木寿(2018)水蒸気噴火の地質学的研究.地質学雑誌, 124, 231-250.
- 及川輝樹・吉本充宏・竹下欣宏・前野 深・小森次郎・中田節也・嶋野岳人・佐々木 寿・岸本博志・ 日本地球惑星科学連合 2019 年大会講演予稿集, 2019, SVC36-P10.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R. (1976) Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic Rocks from the Kastamonu Area, Northern Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 58, 63 - 81.
- Quaternary research group of Kiso Valley and Kigoshi, K.(1964) Radiocarbon date of the Kisogawa volcanic mudflows and its significance on the Wurmian chronology of Japan. Earth Science (Chikyu-Kagaku), 71, 1-7
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: Chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150 ka. Quaternary Science Reviews, 67, 121-137.
- Suganuma, Y., Okada, M., Head, M.J. Kameo, K., Haneda, Y., Hayashi, H., Irizuki, T., Itaki, T., Izumi, K., Kubota, Y., Nakazato, H., Nishida, N., Okuda, M., Satoguchi, Y., Simon, Q. and Takeshita, Y. (2021) Formal ratification of the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Chibanian Stage and Middle Pleistocene Subseries of the Quaternary System: the Chiba Section, Japan. Episodes, 44, 317-347.
- 鈴木雄介・田中倫久・千葉達朗・塩谷みき・伊藤達也(2007) 御嶽山北西山麓での約 5000 年 前のスコリア流堆積物の発見とその意義.日本地球惑星科学連合 2007 年大会予稿集 2007. V156-P030.
- Takarada, S., Ui, T. and Yamamoto, Y. (1999) Depositional features and transportation mechanism of valley-filling Iwasegawa and Kaida debris avalanches, Japan. Bulletin of Volcanology, 60, 508-522.
- 竹本弘幸・百瀬貢・平林 潔・小林武彦(1987)新期御岳テフラ層の層序と時代-中部日本に おける編年上の意義-,第四紀研究, 25, 337-352.
- 竹下欣宏 (2004) 中部日本, 中期更新世古期御岳火山の火山活動史-テフラ層序学と記載岩石 学に基づいて-. 地質学雑誌, 110, 158-174.
- 竹下欣宏・三宅康幸・酒井潤一(2005)古期御岳火山起源の中期更新世テフラと房総半島上総
- 層群中のテフラとの対比.地質学雑誌,111,417-433. 竹下欣宏・三宅康幸・酒井潤一(2007)中部日本、古期御岳火山起源の中期更新世テフラと松 本盆地南縁部のテフラとの対比.第四紀研究,46,131-146.
- Takeshita, Y., Matsushima, N., Teradaira, H., Uchiyama, T. and Kumai, H. (2016) A marker tephra bed close to the Lower-Middle Pleistocene boundary: Distribution of the Ontake-Byakubi Tephra Bed in central Japan. Quaternary International, 397, 27-38.
- 竹内 誠・中野 俊・原山 智・大塚 勉 (1998) 木曽福島地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅). 地質調査所, 94p.
- 渡辺樹・石村大輔・青木かおり・高橋尚志(2024)新期御岳火山下部テフラ群の記載岩石学 的特徴と広域対比に関する再検討.日本地球惑星科学連合 2024 年大会予稿集, SVC30-P12.
- 山田直利・小林武彦(1988)御嶽山地域の地質.地質調査所研究報告(5万分の1図幅),地質調 查所.136p.
- 山崎誠子・及川輝樹・Daniel P. Miggins · Anthony A.P. Koppers (2023) 御嶽火山の 10 万年前 より若い試料の 40Ar/39Ar 年代測定.フィッション・トラックニュースレター, no.36, 26 - 27.

Geology of Ontake Volcano

Ontake Volcano, an active stratovolcano situated at the southern end of the Hida Mountain Range (the Japanese Northern Alps) in central Japan. The volcano is altitude of 3,067 m (the highest peak named Kengamine), spans a width of 20 km and has a total edifice volume of approximately 50 km3 (without fall tephras in distal area).

The Ontake Volcano is bifurcated into two primary sections: the older volcano (active during the period 0.78-0.39 Ma) and the younger volcano (active post 0.1 Ma). The older volcano's products range from basalt to dacite, with a SiO₂ composition of 51-65 wt.%, while the younger volcano's products range from basaltic andesite to rhyolite, with a SiO2 composition of 52-74 wt.%.

The older volcano's activity is further divided into two stages: the formation of the Yukawa Volcano (Older Stage 1: 0.78-0.64 Ma), characterized by a rich presence of pyroclastic materials, and the formation of the Otaki Volcano (Older Stage 2: 0.64-0.39 Ma), composed of a lava mainly. Yukawa Tephra 5, a tephra erupted during the early Yukawa Volcano activity, correlates with the Byk-E tephra, which serves as the reference layer for the Chibanian GSSP in the Kokumoto Formation of the Boso Peninsula.

The younger volcano's activity is divided into five stages: the Mamahaha Volcano (Younger Stage 1: 100-80 ka), the Marishiten Volcano (Younger Stage 2: 80-50 ka), the Yonnoike Volcano (Younger Stage 3: 40-30 ka), the Ichinoike Volcano (Younger Stage 4: 30-11.7 ka), and the Holocene volcanic activity (Younger Stage 5: 11.7 ka to present). During Stage 1 of the younger volcano, large-scale Plinian eruptions were frequent, resulting in the widespread dispersion of tephra, such as the On-Pm1 tephra. The average magma eruption rate in the younger Ontake Volcano is 0.3 km3/ky.

Documented eruptions of the Ontake Volcano have been phreatic since 1979, occurring in 1979 (to 1980), 1991, 2007, and 2014. The eruptions in 1991 and 2007 were relatively minor, with the volume of erupted tephra being in the tens of cubic meters. The 1979 and 2014 eruptions were of VEI = 2 scale, generating pyroclastic density current and ejected ballistic materials, along with the ash fall. In 1984, an Mj6.8 earthquake at the foot of the volcano led to the collapse of a 3.4×10⁷ m³ volcanic edifice (known as Ontake Kuzure or Denjogawa Kuzure), causing a debris avalanche that extended up to 12 km south.

表1 新期御嶽山火山の主要なテフラ層とそれらの特徴

Table 1 Main tephra layers of the younger Ontake volcano and their characteristics.

テフラ名	略称	定義	主要な斑晶鉱物**	噴火年代(ka)***	体積(km ³ DRE)	VEI
Tephra name	Abbreviation	Definition	Main phenocryst	Eruption age (ca. ka)	Volume (km ³ DRE)	
姶良Tn*	AT	町田·新井(2003)		30		
御嶽Up-SL	On-Up.SL	木村(1987)	opx>cpx, ol	42	0.2	4
御嶽SL	On-SL	木村(1987)	opx>cpx (ol)	44	0.7	4
御嶽Lw.SL	On-Lw.SL	木村(1987)	opx>cpx, ol	48	0.08	4
大山倉吉*	DKP	町田·新井(2003)		60		
御嶽屋敷野	On-Ys	町田・新井(2003)	opx, cpx	67	0.2	4
御嶽三岳	On-Mt	町田・新井(2003)	opx, cpx		0.8	5
御嶽S0	On-S0	木村(1987)	opx, cpx		0.2	4
御嶽千本松	On-Sm	町田・新井(2003)	opx>cpx, ol, ho	68	0.2	4
御嶽辰野	On-Tt	町田・新井(2003)	opx, (ho, cpx)	86	0.5	5
御嶽奈川	On-Ng	町田・新井(2003)	opx > ho, (cpx)	87	0.6	5
阿蘇4*	Aso-4	町田·新井(2003)		89		
御嶽王滝	On-Ot	町田・新井(2003)	opx, (ho, cpx)	89	0.2	4
御嶽伊那	On-In	町田・新井(2003)	opx, (ho, cpx)	93	2	5
御嶽潟町	On-Kt	町田・新井(2003)	opx > ho, cpx	94	0.9	5
鬼界葛原*	K-Tz	町田·新井(2003)		95		
御嶽藪原	On-Yb	町田・新井(2003)	opx > bi, ho, qz	96	0.6	5
御嶽Pm1B	On-Pm1B	木村(1987)	ho, bi, qz > opx	98	0.2	4
御嶽第1	On-Pm1	町田・新井(2003)	ho, bi, qz	100	8.2	6

広域テフラ(wide-spread tephra).

** ol:かんらん石(olivine), cpx:単斜輝石(clinopyroxene), opx:直方輝石(orthopyroxene), ho:普通角閃石(hornblende), bi:黒雲母(biotite), qz:石英(quartz).

***Albert et al. (2018), 青木ほか (2008), 笠原ほか (2010), Smith et al. (2013), 渡辺ほか (2024) の テフラ層序・年代値を基に, Kimura and Yohsida (1999) の年代値を修正したもの. These ages are the ages obtained by converting the value of Kimura and Yoshida (1999) based on the tephra ages from Albert *et al.* (2018), Aoki *et al.* (2008), Kasahara *et al.* (2010), Smith et al. (2013) and Watanabe et al. (2024).

表2 噴出物の代表的な全岩化学組成値

Table 2 Representative whole-rock chemical composition of the products from Ontake Volcano.

Locality No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15*	16	17
Stage	Younger 5			Younger 4		Younger 3			Younger 2					Younger 1	Older 2	Older 1	
Unit name	Go	Sa	Kr	Ic	Ic	Yo	Yo	Yo	Ok	Ok	Ok	Hk	Ng	Sr	Ou	Yu	Ym
SiO_2	54.34	60.37	56.85	57.83	60.11	55.50	59.57	58.15	61.13	56.95	65.37	62.12	55.93	67.90	59.31	53.30	52.90
TiO_2	1.32	0.94	1.20	0.97	0.97	1.26	1.06	0.96	0.84	1.23	0.78	0.95	1.02	0.56	1.01	1.47	1.25
Al_2O_3	17.86	16.37	17.43	16.44	16.44	17.47	16.44	16.95	16.40	17.39	16.44	16.65	20.82	16.40	16.55	18.15	17.71
Fe_2O_3	9.30	6.67	8.26	8.15	7.07	9.03	7.44	8.31	6.80	8.33	4.96	6.25	6.64	3.83	7.13	9.69	10.09
MnO	0.16	0.12	0.15	0.15	0.13	0.15	0.14	0.15	0.13	0.16	0.09	0.16	0.11	0.09	0.12	0.16	0.17
MgO	4.26	3.10	3.71	3.67	3.22	4.01	3.20	3.17	2.80	3.50	1.92	1.75	2.24	1.13	3.53	3.60	4.13
CaO	7.73	6.00	7.07	7.49	6.42	7.43	6.13	6.69	5.71	7.19	3.98	4.71	7.61	3.53	6.14	8.15	9.01
Na ₂ O	3.22	3.62	3.31	3.03	3.24	3.28	3.42	3.29	3.44	3.33	3.49	4.34	3.89	3.82	3.45	3.32	2.98
K ₂ O	1.53	2.48	1.76	2.06	2.19	1.58	2.33	2.03	2.48	1.65	2.75	2.68	1.42	2.58	2.53	1.76	1.47
P_2O_5	0.28	0.33	0.26	0.22	0.21	0.30	0.28	0.28	0.27	0.28	0.20	0.38	0.31	0.16	0.23	0.40	0.29

すべて XRF で測定. 全鉄を Fe2O3 に換算し. 無水 100%で再計算した値. 地質ユニットの略記号は地質図と同じ. 採取地点は地質図に示す

「気象庁田の原観測点コア試料(火山噴火予知連絡会コア解析グループ,2011). 深度 50.85 m

Total iron calcurated as Fe₂O₃. All data analyzed by XRF and calucurated on anhydrous. Unit name refer to the geological map. The sampling points are shown in the geological map.

*Driring coa sample (depth 50.85 m) at the Tanohara Observation Site of JMA (Analysis Group of Drilling Core, Committee for the Prediction of Volcanic Eruption, 2011).



写真解説

北方上空から望む御嶽火山. 2014 年 9月28日8:30 頃(噴火の翌日)撮影. 手前の凹 地が四ノ池火口,その奥の湖が三ノ池. 噴煙左手前の最高点が剣ヶ峰(3,067m). 噴煙は地獄谷から上がっている.

View of Ontake volcano from the northern sky (about 8:30 on September 28, 2014). The depression in the foreground is the Yonnoike crater, and the lake behind it is Sannoike. The highest peak in front of the volcanic cloud is Kengamine Peak (3,067m). Volcanic clouds are rising from Jigokudani.

令和7年2月28日発行

著作権所有・発行者

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央事業所7群

https://www.gsj.jp/inquiries/ AIST24-G14026

Geological Survey of Japan, AIST © 2025