

九重火山地質図

GEOLOGICAL MAP OF KUJU VOLCANO

1 : 25,000

川辺禎久*・星住英夫*・伊藤順一*・山崎誠子*
Yoshihisa KAWANABE*, Hideo HOSHIZUMI*, Jun' ichi ITOH
and Seiko YAMASAKI*



独立行政法人
産業技術総合研究所
地質調査総合センター



GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

2015



* 活断層・火山研究部門

1. はじめに

九重火山は、北東側の由布・鶴見火山、南西側の阿蘇火山とともに九州中部の火山フロント上、また別府湾から有明海、島原半島へ続くいわゆる別府-島原地溝の中に位置する活火山である(第1図)。

九重火山では、中部の星生山付近で1995~96年に変質火山灰を放出する小規模噴火が起きた。有史時代にマグマ噴火は知られていないが、約1600年前には、安山岩溶岩ドームを形成する噴火活動を起こすなど活発な火山活動を行っている。九重火山の山体の地質については、東部は小野(1963)、太田(1991)、西部は鎌田(1997)が、テフラ層序については、Kamata and Kobayashi(1997)や長岡・奥野(2014)などがあり、火山活動史の大枠は明らかにされている。本地質図ではより詳細な活動履歴を復元し、将来の噴火推移予測に役立てる目的で、地表調査に加え、火山地形解析、全岩主成分化学分析、K-Ar及び¹⁴C年代測定を実施し、それらの成果をまとめた。なお、各岩体の生成年代は、基本的にはユニットごとに採取した岩石試料のK-Ar年代値(鳴子山火山、杵掛山火山、硫黄山火山:山崎ほか, 2014; その他:山崎ほか, 2015)(第2図)を用い、K-Ar年代値が得られていないユニットについては、奥野ほか(2013b)で報告されているTL年代を参考にした。¹⁴C年代について本文中では暦年校正を行った年代測定値を用い、これらにより得られた年代についてはka(1000年前)単位で表現する。

2. 地形

九重火山(くじゅう連山)の山体は東西約13km、南北約10kmの範囲で、山体は地形的に、東部、中部、西部に分けることができる。東部は、黒岳(標高1587m)、大船山(1786m)、平治岳(1643m)、中部は、中岳(1791m)、久住山(1787m)、三俣山(1744m)、星生山(1762m)、扇ヶ鼻(1698m)、西部は、黒岩山(1503m)、合頭山(1384m)、狐師山(1423m)などの山々からなる。このうち中岳は、九州本土の最高峰である。火山体は、玄武岩質安山岩からデイサイトの小規模な成層火山や溶岩ドームの集合体から構成される。活動時期を反映して全体に西部の火山体は侵食による開析が進んでいる一方、東部は大船山や黒岳に厚い溶岩流や溶岩ドームの新鮮な地形が残されている。これら山体の間の低地には、タデ原、坊ガツルや佐渡窪のような溶岩流や岩屑なだれ堆積物のせき止めによる湿原が存在する(千田, 2002)。

九重火山の周囲には、小規模な火山岩塊火山灰流堆積物や岩屑なだれ堆積物、土石流堆積物などからなる火山麓扇状地が広がっているほか、九重火山由来の宮城、下坂田、飯田の3つの大規模火砕流堆積物が

分布する。このうち本地質図の範囲内には宮城及び飯田火砕流堆積物が分布する。

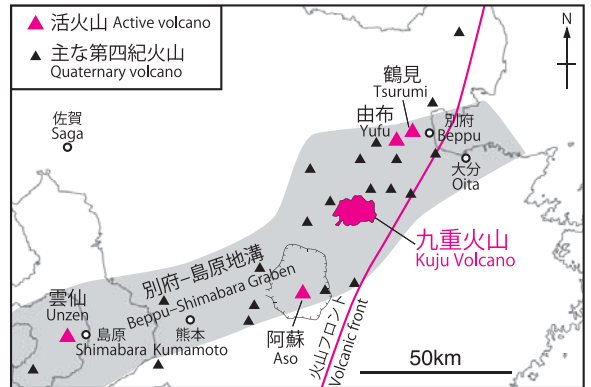
3. 形成史

3.1 概要

九重火山の周辺には九重火山より古い火山岩類(2~0.3Ma)が分布している。東側には、鹿倉安山岩(約2Ma)、時山安山岩(0.7Ma)、上峠流紋岩及び中峠火砕流堆積物(0.6Ma)、花牟礼山火山(0.5Ma)がある。西側には涌蓋火山群(1.0~0.3Ma; 大岳安山岩を含む)や柴やかた峠安山岩(0.6Ma)などがある。これら火山岩類の一部もかつては九重火山に含まれていた(納富, 1920; 松本, 1983)が、鎌田(1997)は、九重火山を宮城火砕流堆積物(約130ka)の上位にあるものと定義し、東は黒岳から西は狐師山までの範囲とした。本報告においても鎌田(1997)と同じ範囲を九重火山と呼ぶが、その活動開始時期は、宮城火砕流堆積物よりも古い約200kaであることが判明した(後述)。涌蓋火山群とは少なくとも約10万年の時間間隔が存在する。

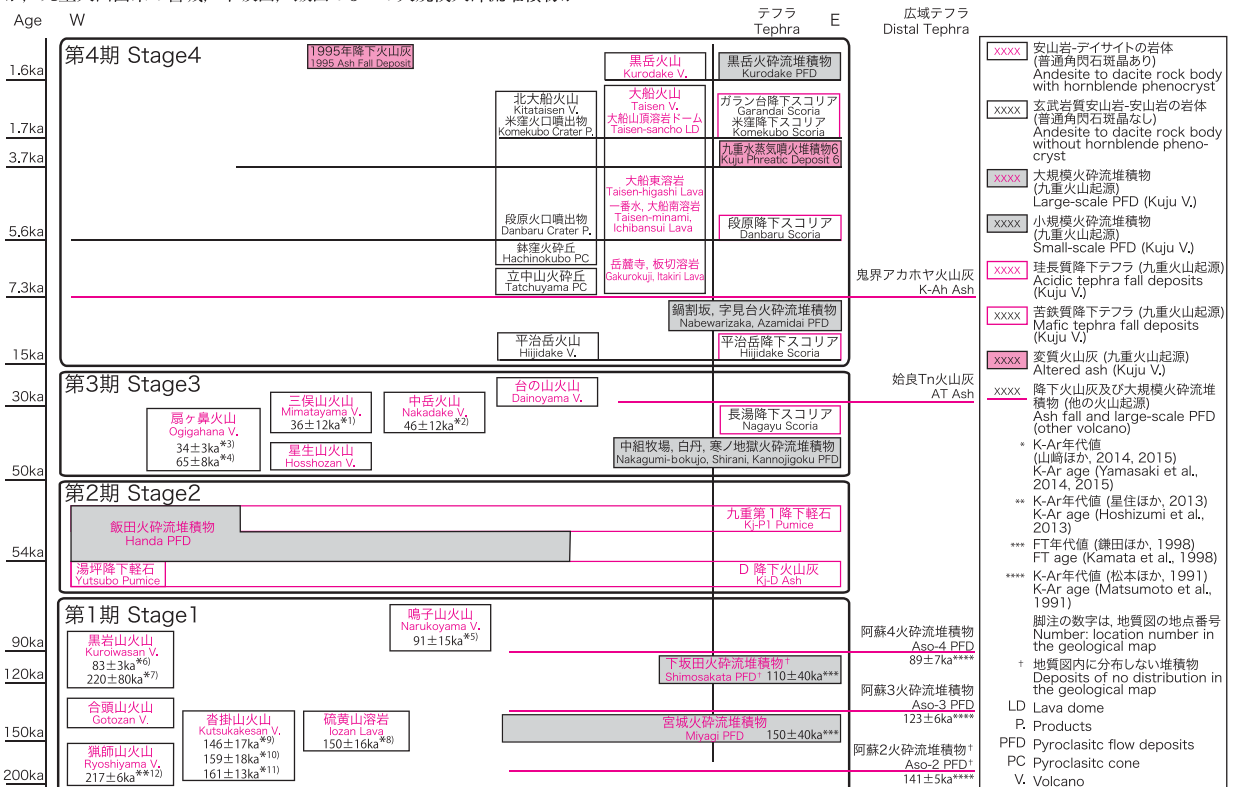
本地質図では、九重火山の噴火ステージを第1期から第4期まで以下のように定義する。全体の層序、位置関係及び年代値を第2図に示す。

第1期は、九重火山活動開始から飯田火砕流より前の活動である



第1図 九重火山の位置

Fig. 1 Location and geological setting of Kuju Volcano



第2図 九重火山の層序関係図

Fig. 2 Stratigraphical relations of Kuju Volcano.

(200~54ka). 西部地域の山々(黒岩山, 合頭山, 眞師山)と中部地域の山々の一部(杵掛山, 鳴子山, 硫黄山)が形成された。第2期は、飯田火砕流の噴火活動(54ka)であり、降下火山灰, 降下軽石, 火砕流の噴出があった。第3期は、飯田火砕流よりあとの火山活動で中部地域の扇ヶ鼻, 星生山, 中岳, 三俣山などと東部地域の基底部(台の山など)が形成された(54~15ka)。第1期から第3期は、一部を除きいずれも普通角閃石斑晶を含む安山岩, 一部デイサイトの火山活動である。第4期は、およそ15kaから東部地域の平治岳で始まった苦鉄質マグマの噴出以降の活動期で、主に九重火山東部で平治岳, 大船山, 北大船山, 黒岳などが形成されたほか、中部でも火砕流の発生があった。第4期は普通角閃石斑晶を含まない苦鉄質マグマの活動が多く認められるのが特徴である。また、マグマ噴火のほか中部地域で小規模な(マグマ)水蒸気噴火があった(15~0ka)。

第4期の噴出物量(マグマ換算)は約0.45km³/1000年であり、第3期の約0.29km³/1000年から増加している(第3図)。

3.2 九重火山起源の降下テフラ

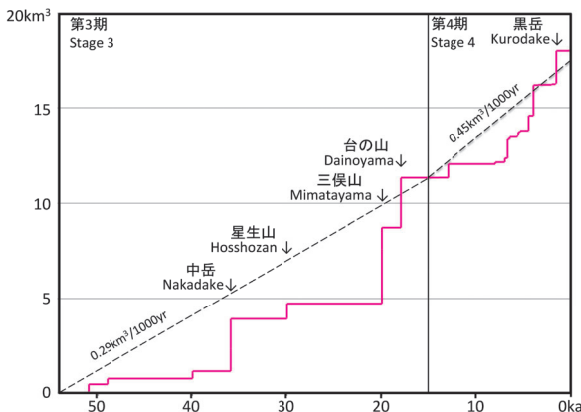
九重火山起源の降下テフラのうち、複数の露頭で単層として観察できる降下テフラを第4図に示す。この他にも土壤中に上下の境が不明瞭な岩片濃集層が複数あり、降下テフラの可能性もある。第4図には火砕流堆積物の層準と年代も示した。このうち規模が大きなテフラについて簡単に述べる。

九重第1降下軽石(KJ-P1)は九重火山から東の大分県内に広く分布し、噴出量約6km³に達する角閃石デイサイト質のプリニー式噴火による降下軽石である(小野, 1963; 町田, 1980; 長岡・奥野, 2014)。後述するように、九重火山最大規模のプリニー式噴火による降下軽石層で、噴火年代は¹⁴C年代により約54ka頃と考えられている(奥野ほか, 2013a)(第5図A)。

長湯降下スコリア(KJ-NG)は輝石安山岩質の降下スコリアで、九重火山から阿蘇火山東部の九重第1降下軽石上位の褐色ローム層中に発達する暗色帯直下付近にあり、竹田市長湯周辺から豊後大野市大野町にかけて東南東方向に分布軸を持つ(第5図B)。暗色帯の上位には始良Tn火山灰(AT: 29ka)がある。噴出源は現在の平治岳から台の山付近と考えられるが、その周辺には30ka頃の輝石安山岩の露出はなく、おそらく台の山火山の下位に給源火山が存在すると推定される。Hayakawa(1985)の方法で求めた噴出物体積は約0.2km³(DRE)で、暦年較正後の長湯降下スコリアの¹⁴C年代は30kaである。

更新世末頃以降、九重火山東部での活動が活発化し、山麓付近まで分布する降下テフラが多く見られるようになる。このうち段原降下スコリア(KJ-DS; 太田, 1991)は、山麓の広い範囲で黒色土壤中の2層準に散在して存在するオレンジ色のスコリアが特徴的な降下スコリア層で、大船山に近づくにつれて枚数が増え、少なくとも5層の降下スコリア層が認められる。噴出源は分布と岩石学的特徴の類似から北大船山火口の段原火口で、活動時期は5.6~5.4kaと推定される。このほか米窪火口起源の安山岩質の米窪降下スコリア(KJ-KS)と玄武岩質安山岩のガラソ降下スコリア(KJ-GS; 1.7~1.6ka)が大船山山腹に分布しており、等層厚線を地質図に示した。

九重火山山頂周辺部には後述する水蒸気噴火に伴う変質火山灰が複数枚存在する(伊藤ほか, 2014)。このうちやや規模の大きな変質火山



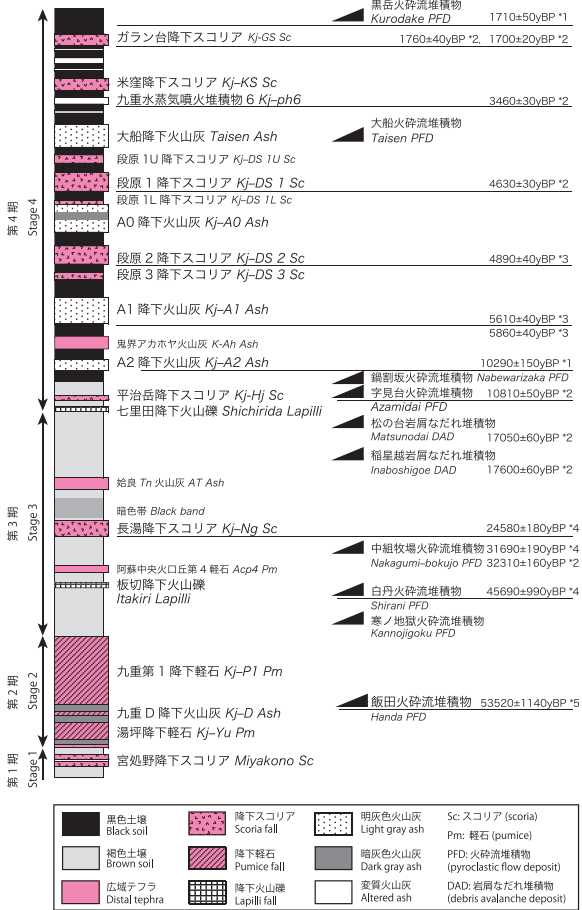
第3図 九重火山第3期~第4期の積算噴出物量階段図。噴出物量は、マグマ換算。
Fig. 3 Cumulative volume diagram of Kuju Volcano from Stage 3 to Stage 4. Magma volumes are calculated by DRE.

灰層として3.9~3.5kaの九重水蒸気噴火堆積物6(KJ-ph6; 伊藤ほか, 2014)があり、等層厚線を地質図に示した。

3.3 第1期(飯田火砕流以前の活動)

第1期の噴出物は、西部地域の眞師山火山, 合頭山火山, 黒岩山火山と、中部地域の杵掛山火山, 鳴子山火山, 硫黄山溶岩からなる。これらの火山体の多くは、飯田火砕流堆積物に覆われている。眞師山火山は、約200kaに形成された開析が進んでいる。頂部に複数の溶岩ドームがあり裾野は火砕岩から構成されている。杵掛山火山は、杵掛山周辺の開析が進んだ普通角閃石安山岩-デイサイトからなる山体と南側へ流下した複数の普通角閃石安山岩の溶岩流から構成され、およそ160kaのK-Ar年代値を示す。黒岩山火山からは約85kaのK-Ar年代値及び80~30kaのTL年代が得られている。黒岩山の北方には、黒岩山起源の豊後渡火砕流堆積物(鎌田, 1997)が小規模に分布する。鳴子山火山は普通角閃石安山岩の開析された成層火山体である。山麓部において九重第1降下軽石や九重D降下火山灰に覆われ、約90kaのK-Ar年代値が得られている。硫黄山溶岩は、星生山東側にあるデイサイト溶岩で約150kaのK-Ar年代値が得られており、杵掛山火山と同年代である。

第1期の活動期間中に宮城火砕流堆積物と下坂田火砕流堆積物が九重火山から噴出している。宮城火砕流堆積物は本地質図南東側に分布するほか、地質図外の産山村上田尻周辺から竹田市炭竈周辺にかけて分布する(小野ほか, 1977; 鎌田, 1997)。下坂田火砕流堆積物も範囲外の竹田市上坂田から下坂田にかけての尾根に分布する(小野ほか, 1977)。宮城火砕流堆積物と下坂田火砕流堆積物の噴出年代は、阿蘇火砕流堆積物との層序関係と年代測定値から、それぞれ約130ka, 約



第4図 九重火山降下テフラ模式柱状図
黒三角は火砕流堆積物及び岩屑なだれ堆積物の層準。
年代値: *1: Kamata and Kobayashi (1997), *2: 川辺ほか(2014), *3: 川辺・星住(2012), *4: 川辺ほか(1997), *5: 奥野ほか(2013a)。
Fig. 4 Schematic section of fallen tephra of Kuju Volcano.
Black triangle: Stratigraphical locations of pyroclastic flow and debris avalanche deposits. Ages: *1: Kamata and Kobayashi(1997), *2: Kawanabe et al.(2014), *3: Kawanabe and Hoshizumi(2012), *4: Kawanabe et al.(1997), *5: Okuno et al.(2013a).

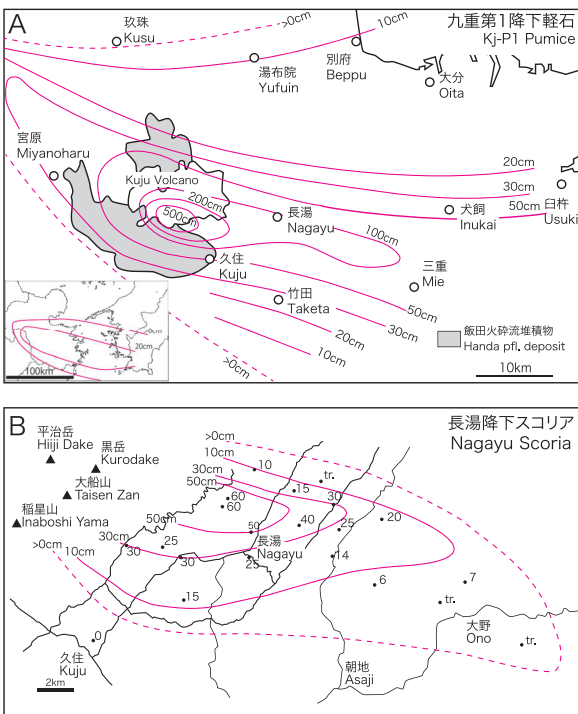
110kaと考えられる(第2図)。これら2つの火砕流堆積物と飯田火砕流堆積物は、いずれもデイサイト軽石とごく少量の安山岩スコリアから構成され、互いに全岩化学組成も酷似しており、層序関係が不明な場合には区別が困難なことが多い。本地質図南東部の宮城火砕流堆積物は、普通角閃石デイサイト軽石と、少量のスコリアや縞状スコリアを含み、非溶結ないし弱溶結である。厚さ2~3mの褐色ローム層を挟んで九重第1降下軽石に覆われるほか、本地質図南南方の竹田市久住町神馬付近で、阿蘇火砕流堆積物に覆われる。宮城火砕流堆積物とほかの第1期噴出物との直接の層序関係は不明であるが、年代値から、第1期の火山活動の途中で宮城火砕流が噴出したと考えられる。

3.4 第2期(飯田火砕流噴火)

飯田火砕流堆積物は、九重火山最大の噴火活動による噴出物であり、現在の九重火山中部付近から噴出したと考えられている(鎌田・三村, 1981)。飯田火砕流の噴火活動は、小規模な降下火砕物群からなる前期、火砕流噴火のクライマックスである中期、及び、九重第1降下軽石とそれと同時期あるいはそれ以後の小規模な火砕流噴火を起こした後期に区分される(第6図)。

前期の噴火活動は、小規模なスコリア噴出から始まった。それに引き続き石質火山灰の放出があり、成層した青灰色の降下火山灰(九重D降下火山灰: KJ-D)が堆積した。九重D降下火山灰中には、2枚の軽石混じりの灰白色火山灰層が挟まれる。このうち下位の火山灰層は、九重火山北西部に分布するやや発泡の悪い軽石を主体とする軽石層(湯坪降下軽石: KJ-Yu)に対比される。中期では、デイサイト軽石を大量に含む大規模な火砕流が噴出した(飯田火砕流堆積物下部)。飯田火砕流堆積物下部は、軽石のほか、冷却節理を持つ同質の岩塊を大量に含む場合があることから、噴火の最中に溶岩ドームの形成と破壊を繰り返した可能性が高い。

後期では、プリニー式の噴煙が立ち上り、主に東方に厚く九重第1降下軽石(KJ-P1)を堆積させた。久住高原などでは、飯田火砕流堆積物(下部)を直接九重第1降下軽石が覆う様子が観察される。九重第1降下軽石の軽石は安山岩ないしデイサイトで大量の暗色包有物を含む特徴がある。九重第1降下軽石降下中あるいはそれ以降に発生したと考えられる飯田火砕流堆積物上部は、九重第1降下軽石と酷似した軽石と暗色包有物を含む。黒岩山周辺や瀬の本周辺など、給源に近い場所ではサージ状あるいは弱く成層した岩相を示すが、山体から離れるにつれ塊状



第5図 九重第1降下軽石及び長湯降下スコリアの等層厚線図
A: 九重第1降下軽石(長岡・奥野, 2014を改変)。B: 長湯降下スコリア

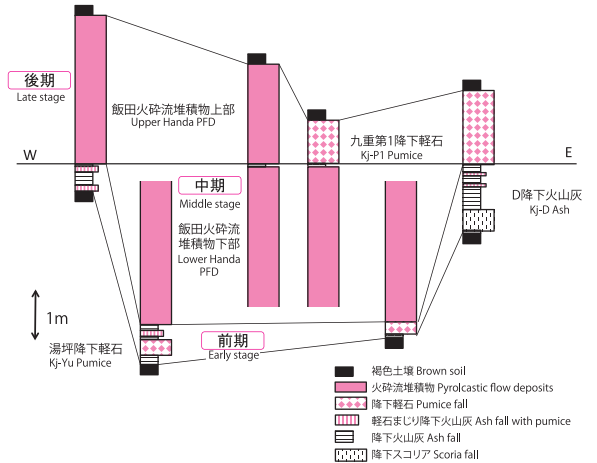
Fig. 5 Isopach map of the KJ-P1 Pumice (modified after Nagaoka and Okuno, 2014) and Nagayu Scoria.

無層理の岩相へと変化し、上部と下部の識別が困難になることが多い。

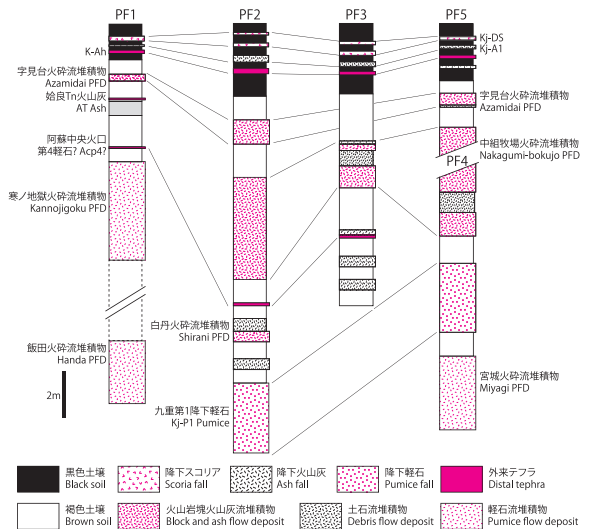
3.5 第3期(飯田火砕流以降~約15,000年前までの活動)

第3期の噴火活動では、54~15kaの間に扇ヶ鼻火山、星生山火山、中岳火山、三俣山火山及び台の山火山が形成された。これらの火山は山頂部に溶岩ドームや厚い溶岩があり、山腹に火砕流堆積物を伴う。また、九重火山南山麓の飯田火砕流堆積物や宮城火砕流堆積物の上面に薄い火砕流堆積物が数枚認められる(第7図)。寒ノ地獄火砕流堆積物(鎌田, 1997: 長岡・奥野, 2014)は、九重火山北麓と南麓に分布する軽石と少量のスコリアからなる火砕流堆積物である。白丹火砕流堆積物(鎌田, 1997)は、白色の特徴的な普通角閃石デイサイト岩塊を含む火山岩塊火山灰堆積物であり、約46kaに噴出した。寒ノ地獄火砕流堆積物と白丹火砕流堆積物は、分布と岩質から扇ヶ鼻火山付近から噴出したと考えられる。中組牧場火砕流堆積物は、普通角閃石安山岩を含む火山岩塊火山灰堆積物であり、長岡・奥野(2014)の室火砕流堆積物に相当し、約33kaに噴出した(川辺ほか, 2014)。分布、岩質及び年代から中岳火山のいずれかの岩体が給源と思われる。なお、白丹火砕流堆積物及び中組牧場火砕流堆積物は、地質図には表示していない。

扇ヶ鼻火山は、普通角閃石デイサイトの3つの溶岩ドームないし厚い溶岩流(若井川岳溶岩、扇ヶ鼻溶岩、肥前ヶ城溶岩)と、普通角閃石安山岩の扇ヶ鼻南溶岩及び扇ヶ鼻南火砕流堆積物からなる。若井川岳溶岩、扇ヶ鼻溶岩及び肥前ヶ城溶岩は、K-Ah火山灰(7.3ka)に覆われる露頭がないことからK-Ah火山灰より若いとされてきた(鎌田, 1997)が、TL年代は30~90kaを示すことから、第3期の噴出物とした。また、扇ヶ鼻南斜面の溶岩(扇ヶ鼻南溶岩; 太田, 1991)は、約35ka



第6図 飯田火砕流噴火の堆積物柱状図
Fig. 6. Columnar sections of the Handa eruption products



第7図 九重火山南麓に分布する火砕流堆積物柱状図
Fig. 7 Columnar sections of the pyroclastic flow deposits in the southern foot of Kuju Volcano.

のK-Ar年代とTL年代を示し、扇ヶ鼻南斜面の火砕流堆積物は九重第1降下軽石を覆うことから、これらも第3期の噴出物とした。

岩井川岳溶岩は、普通角閃石デイサイトの溶岩ドームあるいは厚い溶岩からなり、一部では安山岩とデイサイトが入り交じった編状溶岩部分がある。扇ヶ鼻溶岩は、普通角閃石デイサイトの溶岩ドームである。肥前ヶ城溶岩は、普通角閃石デイサイトの溶岩ドームであり、南斜面に同質の火砕流堆積物を伴う。

星生山火山は香掛山の山体の上位にあり、基底部のデイサイト溶岩とそれを覆う安山岩溶岩からなり、50~30kaのTL年代値が得られている。北側斜面には、火山岩塊火山灰流堆積物である諏訪守越火砕流堆積物(長岡・奥野, 2014)がある。長岡・奥野(2014)は、これを三俣山火山の一部としたが、分布の形状などからここでは星生山由来と判断した。

中岳火山は、中岳、久住山、稲星山、白口岳などのいくつもの峰々から構成される。いずれも普通角閃石安山岩で化学組成も酷似する。また、南麓基底部には、厚い溶岩流である展望台溶岩がある。峰々の形成順序は明らかではないが、稲星山山頂部の北に開いた火口地形(東千里ヶ浜)があり、その内側に中岳の山体があるように見える。稲星山は、山頂部に溶岩があり、南側には火砕流堆積物を主体とする斜面が広がっている。溶岩から約46kaのK-Ar年代値が得られている。稲星山山頂の南東側には小規模な崩壊地形があり、これに対応して山麓に稲星越岩層なだれ堆積物が分布する。岩層なだれ堆積物中の木片の暦年較正後の¹⁴C年代は約21kaである(川辺ほか, 2014)。久住山は、山頂部の溶岩ドームと南側へ伸びる2本の溶岩流からなる。このうち、西側の溶岩流の上面には、火山岩塊火山灰流堆積物が分布し、山頂の溶岩ドームが崩落したと考えられる。中岳及び白口岳は厚い溶岩からなり、中岳の山頂部付近にはいくつかの火口がある。これら火口の周囲には、冷却節理をもつ最大数10cmの岩塊が散在する。

三俣山火山は、いくつもの峰と山麓の溶岩からなる複雑な地形をしている。下位から、西峰を中心とする三俣山噴出物下部、指山溶岩、湯沢山溶岩、本峰を中心とする三俣山噴出物上部に区分される。西峰及び本峰は、溶岩ドームとそれを取り囲む火砕流斜面からなる。三俣山北西側に分布する松の台岩層なだれ堆積物は、鎌田(1997)では泉水山起源とされていたが、小林ほか(2008)は三俣山起源とした。構成岩塊の全岩化学組成は、泉水山とは異なり、三俣山火山噴出物の組成と一致する(星住ほか, 2013)。崩壊地形が現存していないのは、三俣山火山成長途中で火山体崩壊が起きたためであろう。松の台岩層なだれ堆積物中の木片の¹⁴C年代は約20ka(川辺ほか, 2014)、岩塊の

K-Ar年代が36±12kaであり、両者は誤差の範囲で一致する。

平治岳の北麓から北東麓及び大船山、立中山の下位に、男池溶岩、台の山溶岩、北尾根溶岩、古期大船溶岩などの普通角閃石安山岩-デイサイト溶岩が分布する。このうち台の山溶岩には小規模な火砕流堆積物も伴う。これらは第4期初期の平治岳火山の苦鉄質噴出物に褐色ローム層をはさんで覆われていることから、第3期の噴出物と考え、一括して台の山火山とした。台の山溶岩の北には、よしが地岩層なだれ堆積物(小林ほか, 2008)が分布する。台の山溶岩に覆われるような分布を示すこと、岩層なだれを構成する岩石と男池溶岩の組成が似ていることから、台の山火山が活動途中で崩壊したものと推定する。

3.6 第4期(最近約15,000年間の活動)

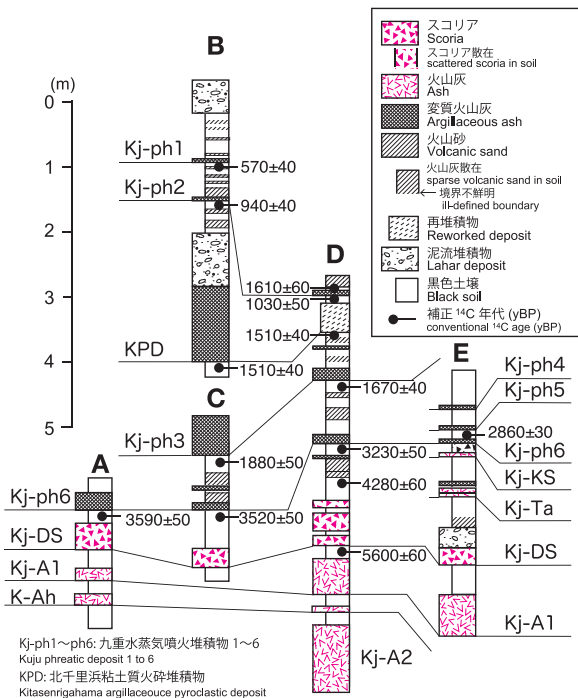
更新世末の約15kaから九重火山東部で苦鉄質マグマの活動が始まった。玄武岩質安山岩の七里田降下火山礫(長岡・奥野, 2014)の噴出に続き、平治岳降下スコリア(KJ-Hj)が噴出、ついで玄武岩質安山岩溶岩流を流出し、平治岳成層火山体をつくった。同時期に九重火山中部では宇見台火砕流堆積物(長岡・奥野, 2014, 13ka; 川辺ほか, 2014)、鍋割坂火砕流堆積物など火山麓扇状地堆積物に挟まれる火砕流堆積物が認められるが、給源は不明である(地質図では省略)。

完新世に入ると鬼界アコホヤ火山灰の降下(7.3ka)以降、立中山で玄武岩質安山岩マグマの活動があり、火砕丘を形成した。

その後、主に普通角閃石安山岩を噴出する大船火山と、普通角閃石を含まない北大船火山の活動が起こった。まず南側の大船火山で安山岩マグマの活動が始まり、輝石安山岩の板切溶岩の噴出後、現在の大船山山頂付近から普通角閃石安山岩の岳麓寺溶岩の噴出が起こった。

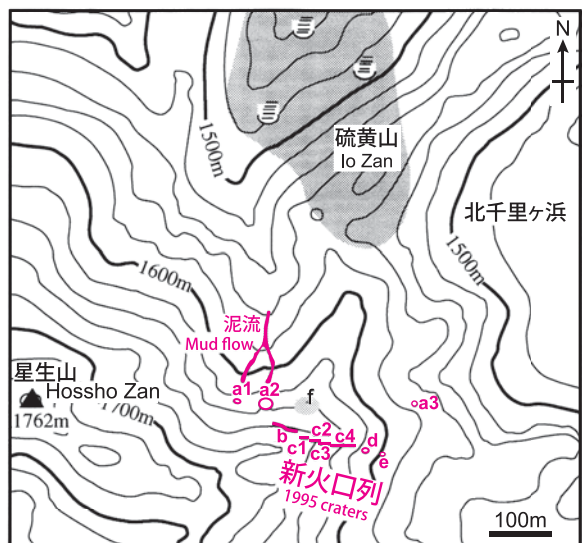
岳麓寺溶岩を覆う6.7~6.4ka頃のブルカノ式噴火によるA1降下火山灰(KJ-A1)の堆積後、北大船火山の段原火口で5.6kaに普通角閃石を含まない輝石安山岩の活動が始まり、溶岩流と火砕物の噴出があった。この活動ではプリニー式噴火が発生し段原2及び3降下スコリアが堆積した。この後、再びブルカノ式噴火によるA0降下火山灰(KJ-A0)の堆積を挟み、5.4kaに再び段原火口からプリニー式噴火が起こり輝石安山岩質の段原1降下スコリアと溶岩の噴出があった。大船山西麓に直径300mほどの火口地形があり、周辺に段原火口からの溶岩と古期大船溶岩の岩片が飛散している。立中山の東にも大船山起源の大船東溶岩に覆われる鉢窪火砕丘が存在し、地形から見ていずれも段原火口の活動とほぼ同時期の活動と思われる。

その後大船火山からの普通角閃石安山岩マグマの噴出が活発化し、それぞれ異なる全岩化学組成を持つ一番水溶岩、大船南溶岩、大船東溶岩が噴出した。大船東溶岩の南斜面には、崩壊に伴う大船火砕流堆積物が作る斜面が認められる。



第8図 水蒸気噴火による変質火山灰柱状図と年代(伊藤ほか, 2014をもとに作製)柱状図位置は地質図に示す。

Fig. 8 Columnar sections and age of the altered ash layers produced from phreatric eruptions. (Simplified from Itoh et al., 2014)



第9図 1995年噴火火口列の位置(星住ほか, 1996を一部修正)

a1, a2, a3, b, c1, c2, c3, c4, d, eは1995年噴火火口列または火口。f: 地表から湯気が上がっている部分。網かけ部は硫黄山の噴気地帯。等高線は20m間隔。

Fig. 9 Location of the craters of the 1995 Kuju eruption a1,a2,a3,b,c1,c2,c3,c4,d,e: eruption fissure and craters. f: Steaming ground. Hatched area: Fumarole area of Io Zan. Contour interval is 20m.

大船東溶岩噴出後、北大船火山段原火口の南側の米窪火口で再び輝石安山岩マグマの噴出が始まり、米窪降下スコリア (KJ-KS) が噴出、火砕丘も形成した。米窪火口の最後の活動は1.7~1.6kaの玄武岩質安山岩マグマの活動で、ガラン台降下スコリア (KJ-GS) を主に南東方向に堆積させるとともに、火口東山腹に溶岩流が流下、現在の米窪火口地形が作られた。ガラン台降下スコリアは大船東溶岩を覆っているが、大船山頂溶岩ドームの溶岩上には認められない。米窪火口を大船山頂溶岩ドームが覆っているように見えることと合わせ、大船山頂溶岩ドームの活動はガラン台降下スコリア噴出後まで続いたと考えられる。大船山頂ドームは東側への滑落地形があるほか、御池などの爆裂火口が少なくとも2つ存在する。御池近傍には爆発で吹き飛ばされたと思われる岩塊が分布している。1.6kaにはさらに東側で安山岩マグマの活動が始まり、黒岳火山を形成した (Kamata and Kobayashi, 1997)。黒岳火山を構成する溶岩ドームは地形からいくつかの溶岩ロープに区分できる。黒岳周辺の白水鉱泉付近や上峠付近には、流走距離は長くないが黒岳溶岩ドームの崩落、崖錐成長に伴う火砕流堆積物 (黒岳火砕流堆積物) が見られる。

3.7 小規模水蒸気噴火

九重火山では、最近およそ3.5ka以降、水蒸気噴火が少なくとも6回以上発生しており、硫黄山周辺を中心として水蒸気噴火堆積物が地表及び地表浅所の黒色土壌に見出すことができる (伊藤ほか, 2014)。また、中岳から久住分れ及び星生山周辺には、直径100~200m程度の火口状地形が複数認められるが、これらは水蒸気噴火を発生した火口と考えられる。

堆積物として保存され、層準及び噴火年代の概要が判明している水蒸気噴火堆積物は7層である。そのうち、分布範囲がある程度推定されているものは、九重水蒸気噴火堆積物6と九重水蒸気噴火堆積物3である (第8図)。

九重水蒸気噴火堆積物6 (KJ-ph6) は、最も広範囲で認められるもので、久住分れから硫黄山周辺だけでなく、坊ガツルや雨ヶ池周辺、岳籠寺溶岩上でも確認される。特に久住分れ周辺では層厚数10cm以上の変質した岩片をとまう黄白色から白色の粘土層として地表付近に分布する。3.9~3.5kaの¹⁴C年代を示す。噴出源は、その分布から、久住分れ避難小屋が立地している直径100m弱の円弧状の火口跡と考えられている。また、この水蒸気噴火は火山泥流を伴い、香掛山の鞍部、北千里ヶ浜からその東部の低地及び、中岳南斜面において白色粘土質の土石流堆積物が認められる (地質図では省略)。これらは、斜面上に堆積した水蒸気噴火堆積物が二次的に流下した可能性がある。九重水蒸気噴火堆積物3 (KJ-ph3) は、白色~黄白色の粘土質火山灰で、北千里ヶ浜から硫黄山周辺で認められる。噴火年代は、1.8~1.6kaである。北千里ヶ浜の南東部では変質岩片を含む粘土質火山灰として、斜面上に分布することから、噴出源は北千里ヶ浜の南東部と推定される。歴史時代の噴火年代を示す水蒸気噴火堆積物としては、14~15世紀及び10~12世紀の噴出物が、北千里ヶ浜周辺で確認されているが、分布域の特定までには至っておらず、いずれも噴火規模は小さかったと推定される。これら以外に、小規模な水蒸気噴火堆積物と思われる変質岩片を含む砂質堆積物が坊ガツルを始め各地で観察されるが、確認される地点が断片的であり、詳細は不明である。おそらく、極めて小規模な水蒸気噴火により放出されたもののため、堆積物としての認定が困難となっていると推定される。

4. 歴史噴火

4.1 歴史時代の噴火

文献記録として残されている九重火山における火山活動としては、

年代	西暦	主な活動
平成七年十月十一日	1995.10.11	星生山北東硫黄山付近に火口列を開き噴火。降灰、泥流。翌年3月頃まで活動
享和三年	1803	(古記録の解釈の誤り)
安永六年	1777	(噴気活動の変化)
寛保二年一月八日	1742.2.12	(年代の誤記)
元文三年六月二十八日	1738.8.13	噴気の突出あるいは地熱地帯の表層爆発
延宝三年	1675	噴気の突出あるいは地熱地帯の表層爆発
寛文三年	1663	(年代の誤記)
寛文二年一月八日	1662.2.26	噴気の突出あるいは地熱地帯の表層爆発。やや規模大か?

第1表 九重火山の歴史噴火記録。主に井村・鎌田 (1996) による。
Table 1 Historical eruption records of Kuju Volcano. Almost referred from Imura and Kamata (1996)

寛文二 (1662) 年、延宝三 (1675) 年、元文三 (1738) 年、安永六 (1777) 年のものが知られているが、いずれも噴気の突出もしくは地熱地帯の表層爆発現象と考えられており (井村・鎌田, 1996)、これらに対比される堆積物は確認されていない (第1表)。

4.2 1995~96年噴火

1995年10月11日夕方に、星生山北東の硫黄山付近から火山灰の放出が始まった。噴煙高度は約1000mに達し、西方向に主に流れて熊本県南小国町などのほか、約70km離れた熊本市でも降灰が確認された。火山灰の放出は12日未明にはほぼ収まった。火口はN80°W、ほぼ東西南方向の長さ約400mの線上に並んだ火口列で、詳しく見ると雁行するミ型の割れ目 (a1~a3火口列、b火口列、c1~c4火口列、及びd火口、e火口) が発達する (第9図)。最も西側のa1、a2火口からは小規模な泥流が発生した。火口近くでは噴出物が数十cmの厚さで堆積しており、噴出物は湿った粘土質火山灰、変質火山礫からなり、肉眼で確認できる大きさの軽石などは含まれていない (星住ほか, 1996)。その後12月18日と22日にも火山灰の放出があり、東に14km離れた大分県直入郡直入町 (現竹田市直入町) にわずかな降灰があった。1996年1月13日夜から14日朝にかけて、及び3月中旬にもごく微量の火山灰降下があった。平行して九重火山西方筋湯付近、星生山付近で地震が多発し、一部は有感となったほか、星生山北方を中心とする山体の収縮が観測された。火山性微動は1997年まで時々観測された (気象庁, 2013)。

この噴火は、噴火当初は新鮮な発泡ガラス (マグマ物質) をほとんど含んでいなかったが、1995年12月以降は微量の新鮮な発泡ガラスを含むことから (中田ほか, 1996; 波多江ほか, 1997)、水蒸気噴火からマグマ水蒸気噴火に移行したと考えられる。

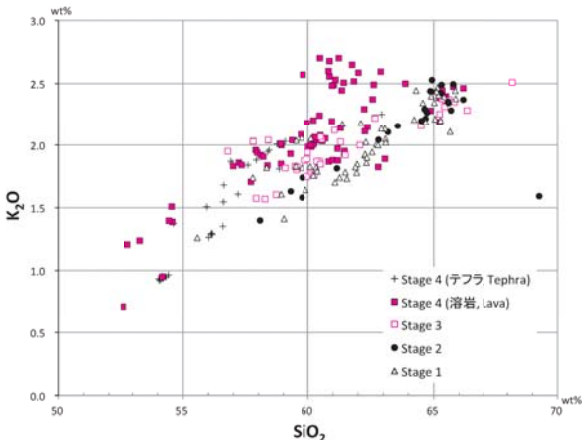
5. 噴出物の岩石学的特徴

九重火山の噴出物は、玄武岩質安山岩からデイサイトまで、SiO₂=53~68wt%の広い組成範囲をもつ (第2表, 第10図)。このうちSiO₂=57~63wt%の安山岩が多くを占める。斑晶鉱物は、かんらん石、単斜輝石、斜方輝石のほか、SiO₂が59wt%以上の岩石には普通角閃石斑晶が含まれ、黒雲母斑晶もデイサイト組成の岩石には珍しくない。石英とかんらん石のような非平衡な斑晶組み合わせや、縞状溶岩、縞状スコリアも見られ、苦鉄質マグマと珪長質マグマの混合が起きていたことが示唆される。全岩SiO₂量に対するK₂O量を見ると、安山岩組成では時代とともにK₂O量が多くなる傾向があるが、SiO₂が65wt%を超えるデイサイトの組成は全活動期でほぼ一定である。

層序がよくわかっている第4期の噴出物に限ると、大船火山・北大船火山の各噴出物は、それぞれ特定の組成範囲をもち、溶岩とテフラの対比が比較的容易である。このうち大船火山の大船東溶岩はSiO₂=59.8~66.2wt%と組成範囲が広くかつK₂O量が最も多く、さらにSiO₂量の増加とともにK₂O量が減少するという異なる組成トレンドを持つ。最新のマグマ噴火である黒岳火山噴出物は逆にK₂O量に乏しい。

6. 温泉・地熱・鉱床

九重火山周辺には筋湯、法華院、赤川など多くの温泉があり、また黒岳周辺には白水鉱泉などの炭酸泉も多く存在する。本地質図西部の黒岩山西部では昭和30年代から地熱調査が行われ、1967年には大岳地熱発電所 (12,500kW) が、1977年には八丁原地熱発電所1号機



第10図 九重火山噴出物のSiO₂-K₂O図
Fig. 10 SiO₂-K₂O diagram of the products from Kuju Volcano

(55,000kW), 1991年には2号機(55,000kW)が稼働を開始した。八丁原地熱発電所は日本最大の地熱発電所となっている。

星生山北東部や硫黄山周辺、赤川などに硫化水素などを含む火山ガスを放出する活発な噴気と硫黄変質帯がある。硫黄山周辺に発達する硫黄変質帯では少なくとも江戸時代から硫黄が採掘されていたが、1983年頃に中止された。

7. 現在の活動と観測体制

九重火山は1995~96年の噴火以降、1997年に火山性微動の発生などがあつたが、これ以降大きな異常は観測されていない。星生山北東の硫黄山山腹の噴気高度は2005年頃から低下傾向にあり、地震活動も静穏である。火山性地震は星生山周辺浅部、黒岩山西方筋湯・大岳周辺の数km以深で発生している(気象庁, 2013)。大船山及び黒岳周辺では浅い火山性地震は少ないが、逆に星生山以西では認められない深さ20~25kmほどで起きる深部低周波地震活動がある。

九重火山は気象庁による常時観測火山であり、2013年時点の観測体制は、九重山近傍の観測点として気象庁による地震計1点、GNSS観測点3点、傾斜計1点、空振計1点、遠望カメラ1点、京都大学火山研究所の地震計1点、九州大学の地震計1点、大分県の地震計4点となっている(気象庁, 2013)。この他広域観測ネットワークとして、国土地理院の電子基準点、防災科学技術研究所の地震観測点が周辺20km以内に存在する。2007年12月1日より気象庁は九重火山で「噴火警戒レベル」の運用を開始した。運用開始以降2014年7月の時点までレベル1(平常)の状態が続いている。

8. 噴火活動の特色と火山防災上の注意点

九重火山は玄武岩質安山岩からデイサイトまでの広い組成範囲のマグマを噴出し、大規模火砕流や、溶岩流、溶岩ドーム、火山岩塊火山灰流、土石流など噴火様式、火山現象も多様である。

歴史時代以降の九重火山の異常現象は噴気帯の熱水活動に伴うもので、最近約1600年間は大規模なマグマ噴火は発生していない。しかしそれ以前の約8000年間は、九重火山東部の大船山、黒岳を中心に活発なマグマ噴出があつた。2014年現在マグマ噴火につながるような前兆現象は観測されていないが、東部の深さ20~25km付近に深部低周波地震が観測されており(気象庁, 2013)、将来のマグマ噴火の可能性にも留意しておく必要がある。

1995~96年噴火は主に噴気熱水活動に伴う水蒸気噴火であつた。これと同程度あるいはより規模の大きな水蒸気噴火は、過去数千年間に星生山、硫黄山周辺で複数回発生している。このような水蒸気噴火は、事前の予測が難しく、登山道が近くにあることから、比較的規模の小さな水蒸気噴火でも火山岩塊の投出による被害の可能性がある。また変質した粘土質火山灰の堆積は、地表の浸透能を低下させ、少量の降水でも土石流の発生を引き起こしかねない。特に注意が必要であろう。

安山岩-デイサイトマグマの噴出の場合、厚い溶岩流及び溶岩ドームを形成する。この場合降下火砕物は比較的少ないが、溶岩流、溶岩ドームの崩落による火山岩塊火山灰流堆積物も山頂から4km以上離れた火山麓扇状地堆積物中に認められ、これらによる災害には注意すべきだろう。玄武岩質安山岩マグマの場合、溶岩流の流出のほかに、火口から3~4km離れたところまで火山弾が達しているほか、山麓の広い範囲にスコリアなどの降下火砕物が降下している。これらの降下火砕物による被害も注意すべきである。

謝辞

本地質図作成のために、福岡大学奥野 充氏はじめ多くの方々の調査、研究成果を参考にした。現地調査では、京都大学火山研究センター、気象庁、環境省くじゅう自然保護官事務所へ便宜を図っていただいた。熊本大学宮緑育夫氏には空撮写真を提供していただいた。京都大学竹村恵二氏には、文献を教示していただいた。ここに記して感謝する。

引用文献

千田 昇(2002)くじゅうタテ原地域の地形・地質。くじゅうタテ原地域自然環境学術調査報告書。大分県・九重町, p.1-8。
波多江憲治・渡辺公一郎・渡辺一徳・筒井智樹・本村慶信(1997)九重火山1995-96年噴火活動に伴う火山灰中の発泡ガラス含有量の経時変化。火山, vol. 42, p. 345-353。
Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 60, p. 507-592。
星住英夫・川辺禎久・鎌田浩毅・齋藤英二(1996)九重火山1995年10月の噴火とその堆積物。地質ニュース, no. 498, p. 33-35。

星住英夫・松本哲一・川辺禎久・廣田明成(2013)九重火山中西部の発達史とK-Ar年代。火山学会講演予稿集, 2013, p. 136。
井村隆介・鎌田浩毅(1996)九重火山の歴史時代の活動記録の再検討。地学雑誌, vol. 105, p. 208-214。
伊藤順一・星住英夫・川辺禎久(2014)最近5000年間の九重火山における水蒸気噴火の発生履歴。火山, vol. 59, p. 241-254。
鎌田浩毅(1997)宮原地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)。地質調査所, 127p。
Kamata, H. and Kobayashi, T. (1997) The eruptive rate and history of Kuju Volcano in Japan during the past 15,000 years. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, vol. 76, p. 163-171。
鎌田浩毅・三村弘二(1981)インプリケーションから推定される九重火山飯田火砕流の流動方向。火山, vol. 26, p. 281-292。
鎌田浩毅・檀原 徹・伊藤順一・星住英夫・川辺禎久(1998)九重火山起源の宮城・下飯田火砕流堆積物のジルコンのフィッシュン・トラック年代。火山, vol. 43, p. 69-73。
川辺禎久・星住英夫(2012)九重火山群・大船山火山の噴火史と岩石。火山学会講演予稿集, 2012, p. 162。
川辺禎久・星住英夫・伊藤順一・鎌田浩毅(1997)鬼界アカホヤ火山灰以前の九重火山テフラ層序。火山学会講演予稿集, 1997, no. 2, p. 105。
川辺禎久・星住英夫・伊藤順一・山崎誠子(2014)九重火山地質図-噴火史の再構築-。火山学会講演予稿集, 2014, p. 134。
気象庁(2013)日本活火山総覧(第4版)。気象庁, 1498p。
小林哲夫・筒井正明・奥野 充(2008)九重火山、松の台岩層などれの給源と堆積物の特性。地質学会第115回学術大会講演要旨, p. 57。
国土地理院(2008)くじゅう連山, 1:25,000火山土地条件図, 国土地理院。
町田 洋(1980)岩戸遺跡のテフラ(火山灰)。坂田邦洋「大分県清川村岩戸における後期旧石器文化の研究」, 広雅堂書店, p. 443-454。
松本哲一・宇都浩三・小野晃司・渡辺一徳(1991)阿蘇火山岩類のK-Ar年代測定-火山層序との整合性と火砕流試料への適応-。火山学会講演予稿集, 1991, no. 2, p. 73。
松本哲夫(1983)九重火山群の火山地質学的研究。山口大学理学部地質学鉱物学教室, 91p。
長岡信治・奥野 充(2014)九重火山のテフラ層序。月刊地球, vol. 36, p. 281-296。
中田節也・渡辺一徳・渡辺公一郎・本村慶信・檀原 徹(1996)九重火山1995年10月-1996年1月噴火:地質と岩石。1995年10月九重火山の水蒸気爆発の発生機構と火山活動推移の調査・研究成果報告書, p. 33-39。
納富重雄(1920)九重及花牟礼火山地質調査報告。震災予防調査会報告, no. 91, 32p。
奥野 充(2002)水蒸気噴火の噴火史研究。金沢大学文学部地理学報告, no. 10, p. 29-36。
奥野 充・長岡信治・小林哲夫(2012)九重火山の噴火史研究(レビュー)。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XXIII, p. 164-170。
奥野 充・長岡信治・國分陽子・中村俊夫・小林哲夫(2013a)九重火山中央部の火砕流堆積物の放射性炭素年代。火山学会講演予稿集, 2013, p. 71。
奥野 充・高島 勲・長岡信治・鮎沢 潤・稲永康平・今里 博・大淵真吾・暮本信太郎・兼田大道・小林哲夫(2013b)九重火山中西部の熱ルミネセンス年代。月刊地球号外, no. 62, p. 32-36。
小野晃司(1963)5万分の1地質図幅「久住」及び同説明書。地質調査所, 124p。
小野晃司・松本哲夫・宮久三千年・寺岡易司・神戸信和(1977)竹田地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅)。地質調査所, 145p。
太田岳洋(1991)九重火山群、東部及び中部域の形成史。岩鉱, vol. 86, p. 243-263。
山崎誠子・星住英夫・松本哲一(2014)九重火山溶岩の感度法によるK-Ar年代測定。フィッシュン・トラック ニュースレター, vol. 27, p. 4-8。
山崎誠子・星住英夫・松本哲一(2015)九重火山中部地域の感度法K-Ar年代測定。日本地球惑星科学連合2015年大会要旨。

九重火山防災に関する情報。防災マップは大分県ホームページに次に示すものが掲載されている。

「九重山火山噴火緊急減災対策防計画」
「くじゅう山系火山防災マップ」

第2表 九重火山噴出物の代表的な化学組成

Table 2 Representative whole-rock chemical compositions of the products from Kuju Volcano

no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stage	Stage 1				Stage 2	Stage 3				Stage 4					
試料種類 Sample Type	軽石 Pumice	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	軽石 Pumice	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava	溶岩 Lava
SiO ₂	65.27	62.33	60.38	60.23	65.77	65.33	59.52	60.51	60.57	53.29	60.35	58.19	60.86	54.18	60.99
TiO ₂	0.63	0.62	0.97	0.65	0.62	0.65	0.74	0.93	0.76	1.03	0.98	1.12	0.87	1.13	0.84
Al ₂ O ₃	16.30	17.43	18.07	18.49	16.17	16.27	17.53	16.85	17.16	18.25	16.80	16.55	15.89	18.57	16.22
FeO*	4.87	5.23	6.73	5.67	4.50	5.11	6.47	6.68	6.37	9.46	6.42	7.93	6.32	8.49	6.46
MnO	0.12	0.12	0.15	0.13	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.19	0.14	0.16	0.14	0.17	0.14
MgO	1.99	2.34	2.76	2.53	1.87	2.06	3.18	3.02	2.89	4.49	2.95	3.87	3.23	4.59	3.43
CaO	5.12	6.15	5.73	6.67	4.89	4.55	7.13	6.30	6.54	8.80	6.59	6.98	6.43	8.31	6.53
Na ₂ O	3.35	3.75	3.15	3.69	3.44	3.39	3.28	3.31	3.32	3.01	3.48	3.07	3.25	3.35	3.34
K ₂ O	2.20	1.86	1.79	1.76	2.49	2.37	1.82	2.07	2.05	1.24	2.04	1.91	2.68	0.95	1.88
P ₂ O ₅	0.15	0.16	0.26	0.18	0.14	0.15	0.20	0.19	0.20	0.25	0.25	0.22	0.31	0.26	0.16
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

- 宮城火砕流堆積物 (Miyagi PFD)
- 黒岩山火山 (Kuroiwasan Volcano)
- 鳴子山火山 (Narukoyama Volcano)
- 星生山火山 (Hosshozan Volcano)
- 飯田火砕流堆積物 (Handa PFD)
- 扇ヶ鼻火山 (Ogigahana Volcano)
- 中岳火山 (Nakadake Volcano)
- 三俣山火山 (Mimatayama Volcano)
9. 台の山火山 (Dainoyama Volcano)
- 平治岳火山 (Hijidake Volcano)
- 大船火山, 岳麓寺溶岩 (Taisen Volcano, Gakurokuji Lava)
- 北大船火山, 段原火口噴出物 (Kitataisen Volcano, Danbaru Crater Products)
- 大船火山, 大船東溶岩 (Taisen Volcano, Taisen-higashi Lava)
- 北大船火山, 米窪火口噴出物 (Kitataisen Volcano, Komekubo Crater Products)
- 黒岳火山 (Kurodake Volcano)

(Locations of no.1 (32.987773°N 131.296066°E) and no.5 (33.014157°N 131.294738°E) are outside of the geological map)

Abstract

Kuju Volcano is an active volcano group sitting on the volcanic front on Kyushu Island in the Beppu-Shimabara Graben. It consists of small stratovolcanoes and lava domes and is over 1700 m in height, stretching 13 km east-west and 10 km north-south. From its geographical features, Kuju Volcano is classified into western, central, and eastern parts. The volcanic edifices are surrounded by gently sloping skirts composed of pyroclastic flow, debris avalanche and debris flow deposits.

Kuju Volcano's Stage 1 activity started at about 200 ka ago. During the first stage, the Kuroiwasan, Gotozan and Ryoshiyama Volcanoes in the western part and the Kutsukakesan and Narukoyama Volcanoes and the Iozan Lava in the central part were formed. The Miyagi and Shimosakata Pyroclastic Flow Deposits also erupted during Stage 1. All of the Stage 1 products consist of hornblende andesite to dacite covered by K_j-P1 pumice fall deposits and/or Handa Pyroclastic Flow Deposits.

During Stage 2, Kuju Volcano's largest eruptive activity occurred at 54 ka ago. It began with a scoria eruption, with K_j-D Ash erupting shortly after. During the K_j-D eruption, Yutsubo Pumice Fall (K_j-Y_u) deposits formed in the western area. Subsequently, a Handa Pyroclastic Flow eruption occurred, consisting mainly of dacite pumice. At the end of Stage 2, a Plinian eruption occurred, depositing K_j-P1 Pumice.

Stage 3 activity followed the Handa Pyroclastic Flow eruption, and lasted from about 50 ka to 15 ka ago. The Ogigahana, Hosshozan,

Mimatayama, Nakadake, Dainoyama and Older Taisen Volcanoes were formed mainly in the central district. There are many block and ash flow deposits from Stage 3 volcanoes in the surrounding volcanic fan. Hornblende andesite and dacite are dominant in Stage 3.

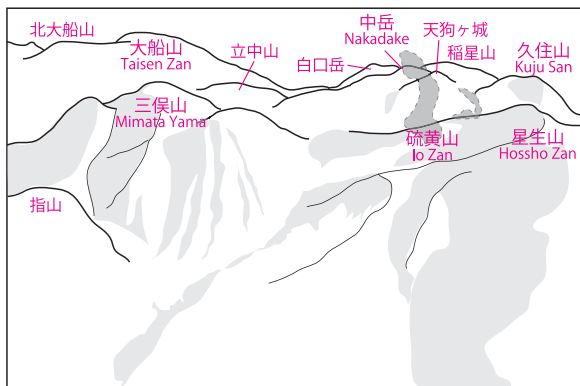
Stage 4 includes activity after the mafic magma eruption, which started in the Hijidake Volcano in the eastern area about 15 ka ago. The Hijidake, Tatchuyama and Kitataisen Volcanoes erupted hornblende-free mafic magma and the Taisen and Kurodake Volcanoes erupted hornblende andesite and dacite magma. The latest magmatic eruption was the Kurodake lava dome at 1.6 ka ago.

Phreatic explosions have occurred several times in Stage 4 in the Iozan to Hossho Zan area that has active fumaroles.

On October 11, 1995, a phreatic eruption occurred on the northeastern flank of Hossho Zan and formed west-east trending fissure craters 400 m long. The erupted ash reached Kumamoto City, 70 km southwest of the volcano. Several small ash emissions were observed until March 1996.

There are many hot springs around the Kuju Volcano. Geothermal power plants exist on its west side, such as those at Hatchobaru and Odake.

The SiO₂ content of the rocks of Kuju Volcano ranges from 53% to 68% by weight, and the most dominant rocks are hornblende andesite and dacite. Hornblende-free, pyroxene basaltic andesite characterizes Stage 4 activity.



表紙写真解説

長者原上空から南東方向を見た九重火山 (2002年11月撮影)。中央やや左手前が三俣山, その向こう側が大船山, 中央やや右の大きな白い噴煙は硫黄山の噴気帯から。噴煙の背後が中岳, 稲星山。すぐ右側の小さな噴煙は1995年火口からの噴煙。その右側が星生山, 星生山の奥に久住山。熊本大学宮縁育夫氏提供。

Aerial view of Kuju Volcano from northwest. Large white plume is from Iozan sulfurous fumaroles and small plume is from the craters of 1995 eruption. Photo by Yasuo Miyabuchi in November 2002.

平成 27 年 2 月 27 日発行 許可なく複製を禁ずる

著作権所有・発行者

独立行政法人 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 中央第 7
https://www.gsj.jp/inquiries.html

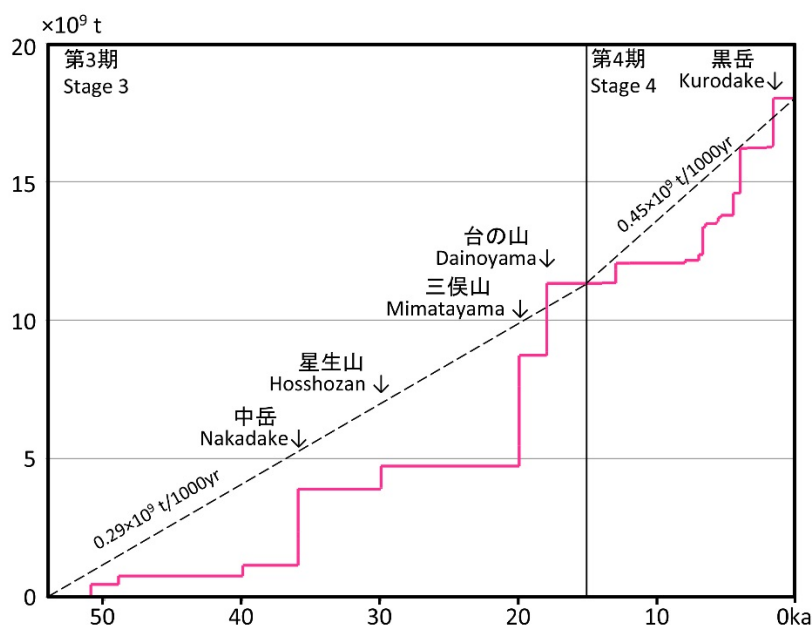
AIST15-G14021

Geological Survey of Japan, AIST © 2015

株式会社 武揚堂 (9色刷)

No.19 九重火山地質図 正誤表

		誤	正
本文 p.2	左列上から 16 行目	硫黄山火山	硫黄山溶岩
本文 p.2	右列上から 8 行目	涌蓋火山群	涌蓋山火山群
本文 p.3	左列上から 14 行目	噴出物量 (マグマ換算) は 約 0.45km ³ /1000 年	噴出物量は約 0.45×10 ⁹ t/1000 年
本文 p.3	左列上から 15 行目	約 0.29km ³ /1000 年	約 0.29×10 ⁹ t/1000 年
本文 p.3	左列下から 14 行目	噴出物体積は約 0.2km ³ (DRE)で	噴出物体積は約 0.2km ³ で
第 2 図	右側凡例 下から 2,3 行目	Pyroclastic	Pyroclastic
第 3 図	図左上	20km ³	20×10 ⁹ t
第 3 図	図の中	km ³ /1000yr	×10 ⁹ t/1000yr
第 3 図	キャプション	噴出物量はマグマ換算 Magma volumes are calculated to DRE	削除
地質図	左上緯度経度	33° 08'51" 131°10'32"	33° 08'51.5" 131°10'31.5"
	右上緯度経度	33° 08'51" 131°19'28"	33° 08'52" 131°19'29"
	左下緯度経度	33° 02'43" 131°10'32"	33° 02'42.9" 131°10'32.3"
	右下緯度経度	33° 02'43" 131°19'28"	33° 02'43.4" 131°19'29.2"



第 3 図 九重火山第 3 期～第 4 期の積算噴出物量段階図.

Fig. 3 Cumulative volume diagram of Kuju Volcano from Stage 3 to Stage 4.