

火山土地条件調査報告書

(くじゅう連山地区)

平成 20 年 3 月

国土交通省国土地理院

序

国土地理院では昭和 63 年度から活動的な火山およびその周辺地域を対象に、防災計画や地域計画等の策定に必要な基礎的情報を提供する目的で、火山土地条件調査を実施しています。

平成 18 年度は「くじゅう連山」を対象として火山土地条件調査を実施し、このたび、その成果を基に 2 万 5 千分の 1 火山土地条件図「くじゅう連山」を作成しました。本書はその調査概要についての報告書です。九州の火山では、桜島、阿蘇山、雲仙岳、霧島山に続いて五つ目の火山土地条件図となります。

「くじゅう連山」は大分県と熊本県にまたがる火山で、阿蘇くじゅう国立公園に指定されています。九州本島最高峰の中岳（1791m）を含む「くじゅう連山」は溶岩流と溶岩円頂丘が重なり合う急峻な火山体です。「くじゅう連山」東端の黒岳は、4 世紀頃に形成された最新の溶岩円頂丘であり、黒岳の東側の白水鉱泉と黒岳最高峰の高塚山の比高差は約 850m にもなります。最近の噴火は平成 7 年（1995 年）10 月の水蒸気爆発で、突然の噴火にもかかわらず死傷者は出ませんでした。この噴火以降、気象庁が常時観測を行っています。

「くじゅう連山」の火山土地条件調査は、主として地形分類調査、各種防災関連施設の分布状況、地名の調査等から成り立っています。この報告書は、調査の趣旨、内容及び調査の過程で得られた知見や資料を整理して記述したものです。本報告書及び火山土地条件図が、「くじゅう連山」の防災計画、地域計画等に有効に活用されるとともに、「くじゅう連山」の理解のための基礎資料としても役立てられることを希望します。また、利用者各位から本調査に関する御意見をいただければ幸いです。

なお、「くじゅう連山」の火山土地条件調査にあたっては、熊本大学の渡辺一徳教授及び大分県、熊本県、竹田市、由布市、玖珠郡九重町、阿蘇市、阿蘇郡小国町、南小国町、産山村並びに関係機関から多大な御協力を賜りました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

平成 20 年 3 月

国土交通省国土地理院地理調査部長
福島 芳和

火山土地条件図「くじゅう連山」報告書

1 .はじめに	2
1 . 1 火山土地条件調査の目的	2
1 . 2 くじゅう連山の地名	3
2 .九重火山群の火山活動	4
2 . 1 九重火山群に影響を及ぼす火山	5
2 . 2 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出前	7
2 . 3 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出期	7
2 . 4 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出後(アカホヤ噴火前)	8
2 . 5 九重火山群の活動期 アカホヤ噴火後	8
2 . 6 九重火山群の活動期 有史時代及び 1995 年噴火	9
3 .火山土地条件図「くじゅう連山」の地形分類	10
3 . 1 溶岩流と溶岩円頂丘 九重火山群の活動による地形	13
3 . 2 火砕流堆積地及び泥流堆積地 九重火山群の活動による地形	18
3 . 3 岩屑なだれ堆積地 九重火山群の活動による地形	19
3 . 4 微高地 九重火山群の活動による地形	21
3 . 5 微地形 九重火山群の活動による地形	21
3 . 6 変動地形	23
3 . 7 地すべり地形	23
3 . 8 堆積地形	23
4 .補足	24
4 . 1 地名	24
4 . 2 地熱発電所	25
4 . 3 資料	27
5 .用語の説明	28
あとがき	31
引用文献	32
参考文献	34

1. はじめに

1.1 火山土地条件調査の目的

我が国は108の活火山(気象庁,2005)をかかえる世界でも有数の火山国であり,有史以来多くの火山災害が記録されている.このような災害の全てを防止することはきわめて困難であるが,被害を最小限に抑制するための対策が課題となっている.国土地理院では,平野部の防災や土地利用計画・開発計画等に必要な基礎資料を提供する目的で,1960年(昭和35年)から土地条件調査を実施してきた.1988年度(昭和63年度)からは,調査対象地域として新たに火山地域を加え,火山体の地形,災害履歴,防災担当機関,各種観測施設等を調査して「火山土地条件図」にとりまとめ,火山活動に対する防災計画,土地保全計画等のための基礎資料を提供することとなった.火山土地条件調査は,主として地形分類調査(土地を表面形態・表層地質・形成年代・成因などの別により分類する作業)と各種機関・施設(行政・防災担当機関,救護・保安施設,土木工作物,観光施設など)の分布状況の調査から成り立っており,火山土地条件図はその調査結果をまとめたものである.

1973年(昭和48年)以来,火山噴火予知の推進に関する計画を建議してきた測地学審議会の役割を引き継いだ科学技術・学術審議会の建議「第7次火山噴火予知計画の推進について」(2003年(平成15年)7月)では,今後の火山活動やその推移の予測に資するため,過去の噴火履歴,事例の収集整理を進め,その有効利用を図るとし,国土地理院では,大縮尺精密火山基本地形図及び火山土地条件図の作成並びにそれらの数値データの整備を順次進めることとしている.火山土地条件図は,2006年度(平成18年度)までに,「十勝岳」,「樽前山」,「有珠山」,「北海道駒ヶ岳」,「草津白根山」,「磐梯山」,「富士山」,「三宅島」,「阿蘇山」,「雲仙岳」,「霧島山」,「桜島」,「伊豆大島」,「安達太良山」の14火山が刊行されている.

くじゅう連山(写真1)は大分県と熊本県にまたがる火山であり,火山土地条件図「くじゅう連山」



写真1 竹田市のくじゅう花公園付近から見たくじゅう連山

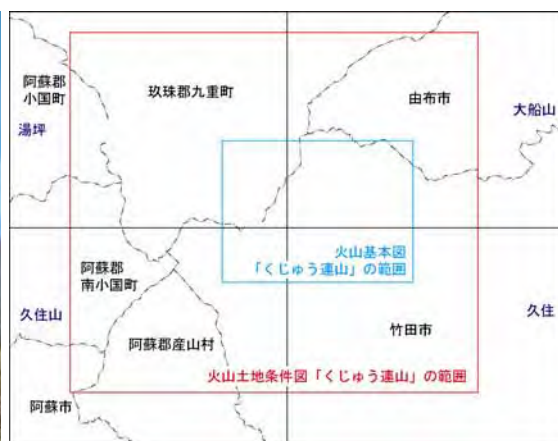


図1 行政区画図

黒い図郭線は1:25,000地形図の図郭
(各図名は紫色の文字)

(以下、本図という)は、大分県竹田市、由布市、玖珠郡九重町、熊本県阿蘇市、阿蘇郡産山村、小国町、南小国町の7市町村にまたがる(図1)。本図の調査は2006年度(平成18年度)に行われ、2007年度(平成19年度)に図の調製が行われた。本図は、1:25,000地形図「湯坪」、「大船山」、「久住山」、「久住」を基図とし、九重火山群の現在の地形を主に空中写真判読により分類し、現地調査や文献などにより補足を行い、作成された。

1.2 くじゅう連山の地名

阿蘇くじゅう国立公園に指定されている『くじゅう連山』は、黒岳、大船山、平治岳、三俣山、稲星山、久住山等の山々の総称であり、久住山は標高1786.5mの峰を指す。『くじゅう連山』は竹田市久住町、玖珠郡九重町の境界に位置する。古くは九重山白水寺(別称:法華院、旧竹田領)と久住山猪鹿狼寺(旧肥後領)の寺院、山号(寺の名称の上につける称号)がそれぞれの地域での山名となったため、九重町は『九重山』、久住町は『久住山』の呼称を用いている(谷岡・山口,1998)。初版の1:50,000地形図「宮原」の注記では、

標高1787.9mの嶺峯(現在の久住山)を『久住山』、星生山や久住山などの嶺峯から成る山を『九重山』とした(図2)。その後、様々な議論や混乱を経て、旧直入郡久住町と玖珠郡九重町との合意により、黒岳、大船山、平治岳、三俣山、稲星山、久住山等の山々の総称を『くじゅう連山』とした。

なお、気象庁は総称を「九重山」としており、研究者の文献の多くもこれに倣っている。このため、本稿においても、地質学的な呼称はこれを用いる。本図では、地形分類を行った宮城火砕流の噴出から現在まで続く火山活動によ



図2 明治36年測図の1:50,000地形図「宮原」より抜粋

り形成された火山体（くじゅう連山及び獺師山，合頭山，黒岩山，泉水山を指す．ここでは涌蓋山などの玖珠川の西の山は含まない）について九重火山群と呼ぶ．

九重火山群では既に，1:10,000 火山基本図「くじゅう連山」（国土地理院，1997），1:50,000 地質図「久住」（小野，1963）および「宮原」（鎌田，1997），くじゅう山系火山防災マップ（大分県ほか，2004）などが作成されている．

2．九重火山群の火山活動

九重火山群の活動は宮城火砕流の噴出により始まり（小野ほか，1977；鎌田，1997），活動の中心は西から東に移っていったと考えられる．図3は九重火山群の火山活動史を簡単にまとめたものであり，図4は九重火山群の地形概念図である．岩石は主に安山岩，デイサイトで一部が玄武岩である．本図での九重火山群の年代は特に記載がないかぎり Kamata and Kobayashi（1997）に従った．しかし，Watanabe et al.（1987）は獺師山が約18万年前，合頭山が約11万年前，泉水山が約17万年前と報告し，Hayashi and Yamasaki（1984）は黒岩山を約16万年前と報告している．九重火山群の活動年代は，今後の研究により明らかになると考えられる．なお，Kamata and Kobayashi（1997）は放射性炭素年代測定で求めた噴火年代に暦年補正を施しており，本図では，この暦年補正を施した年代を用いた．



図3 九重火山群の火山活動（松本，1984；Kamata and Kobayashi, 1997；渡辺，2001；町田・新井，2003）

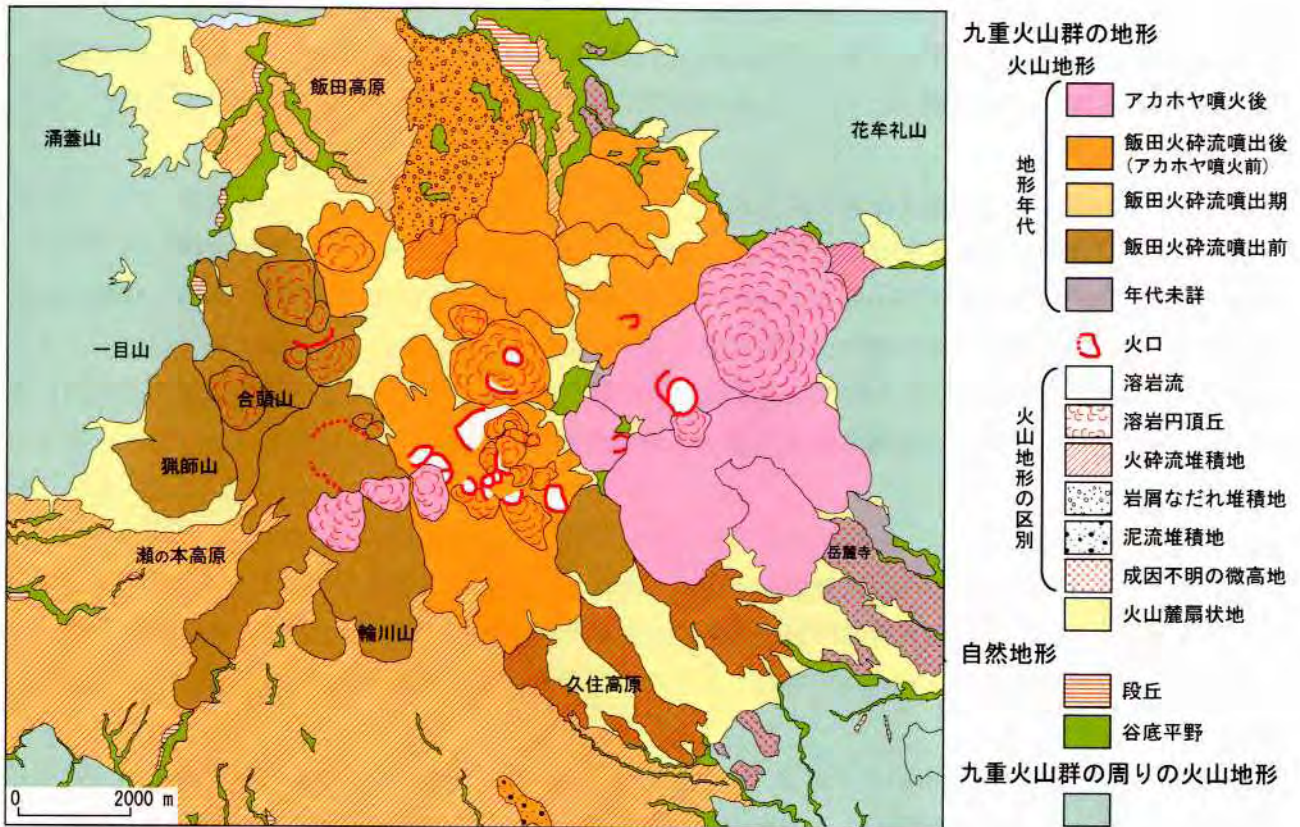


図4 九重火山群の地形概念図

2. 1 九重火山群に影響を及ぼす火山

中部九州では約6百～5百万年前から火山活動が急激に活発になり、大規模な火山性グラーベン（豊肥火山地域）が形成された（鎌田，1995a）。九重火山群は豊肥火山地域で活動する火山であり、猪牟田カルデラの南東縁に位置する（鎌田，1997）。

2. 1. 1 猪牟田カルデラ（九重火山群の誕生前）

玖珠郡九重町の地下には直径約8kmの猪牟田カルデラが埋積されている（Kamata，1989）。猪牟田カルデラからは約100万年前に耶馬溪火砕流が噴出し、その後約10万年の間隔をおいて、約90万年前に猪牟田カルデラの若干内側から今市火砕流が噴出した（鎌田ほか，1994）。猪牟田カルデラはその後噴出した溶岩などに覆われたため、現在、地形として確認することはできない。

2. 1. 2 中峠火砕流堆積地（九重火山群の誕生前）

黒岳東端の上峠から東に直線的に続く稜線付近は溶岩による地形であり（上峠流紋岩，小野，1963），その南側の三尾越付近から南は火砕流が堆積した地形である（中峠軽石流，小野，1963）。いずれも約68万年前の火山活動による地形である（NEDO，1988，1989）。

2.1.3 花牟礼火山（九重火山群の誕生前）

九重火山群の北東に位置する花牟礼火山は約 63 万～55 万年前に形成された火山体であり（鎌田，1985），NE - SW 方向の断層系により，山体中央部が陥落する運動を受けている（小野，1963）。

2.1.4 涌蓋火山（九重火山群の誕生前）

涌蓋火山は玖珠川の西に連なる山々であり，みそこぶし山（約 58 万年前），一目山（約 58 万年前），中岳（約 50 万～40 万年前）（Kamata et al., 1988），涌蓋山（約 50 万～40 万年前，鎌田，1985）の順に形成された．涌蓋山の北東には火山麓扇状地がよく発達している．

なお、小国富士，玖珠富士とも呼ばれる涌蓋山の一帯の火山を九重火山群に含める文献も多いが，本図では鎌田（1997）に従い，涌蓋火山は九重火山群に含めない．

2.1.5 阿蘇火山

阿蘇火山は、九重火山群の南西に東西約 17km，南北 25km の日本最大のカルデラを持ち、約 27 万年前から活動しており，宮城火砕流噴出後も阿蘇 - 3 火砕流（約 12 万年前），阿蘇 - 4 火砕流（約 9 万年前）が久住山や大船山などの山体が存在していない当時の九重火山群を覆ったと考えられる（渡辺，2001）。

旧久住町の荻ノ迫の道路沿いの大露頭では阿蘇の火砕流堆積物を飯田火砕流堆積物が覆っている様子を観察することができる（図 5）．九重火山群の南麓では、火山群の中心からなだらかに下る斜面が、高まりによりさえぎられている地形があり、阿蘇火山からの堆積物が原因と考えられる．旧久住町の老野の川沿いではレンズ状につぶれた黒曜石を含む溶結凝灰岩を観察することができる（図 6）



図 5 Aso-4 火砕流堆積物と飯田火砕流堆積物の露頭
基図は 1:25,000「久住」．赤丸が露頭の位置．



図 6 Aso-4 火砕流堆積物の露頭
基図は 1:25,000「久住」．赤丸が露頭の位置．

2.1.6 八丁原から大岳周辺

玖珠川沿いには大岳溶岩（約 96 万～82 万年前）（渡辺ほか，1981；Kamata et al., 1988）が露出するが，溶岩の地形は残っていない。

2.1.7 鬼界カルデラ

約 7 千 3 百年前に鹿児島市の南南西約 90km の火山で大噴火（アカホヤ噴火）が起こり，その火砕流は九州本土に達し，鬼界アカホヤ火山灰（広域テフラ）が噴出した。このテフラは東北地方以南に分布することから，年代決定のための鍵層となっている。アカホヤ噴火で誕生した鬼界カルデラは九州本土と屋久島の間にある鹿児島県薩摩硫黄島および薩摩竹島（国土地理院，2006a，2006b）を陸上のカルデラ縁の一部とする東西 20km，南北 17km のカルデラである。薩摩硫黄島では現在も噴煙を活発に上げている。

文献では、アカホヤ噴火の年代は約 6 千 3 百年前と約 7 千 3 百年前という年代が混在している。放射性炭素年代測定値が約 6 千 3 百年前であり，この年代に暦年補正を施した年代が約 7 千 3 百年前となる。Kamata and Kobayashi（1997）は放射性炭素年代測定で求めた噴火年代に暦年補正を施しており，本図では，この暦年補正を施した年代を用いた。

2.2 九重火山群の活動期 ^{ほんだ}飯田火砕流噴出前

九重火山群の活動は約 15 万～14 万年前の宮城火砕流の噴出により始まり（小野ほか，1977；鎌田，1997），Aso - 3 火砕流噴出の後，下坂田火砕流（約 11 万年前）が噴出した（鎌田ほか，1998）。宮城・下坂田両火砕流は岩相が似ているため野外での判別が難しく，阿蘇火山噴出物との層位関係から判別されている（小野ほか，1977）。

その後，西部には獅師山，合頭山，黒岩山，中央部には沓掛山，輪川山，鳴子山が形成され，南東麓の久住高原には火砕流（久住 軽石流堆積物，松本，1984）が噴出した。

2.3 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出期

約 8 万～7 万年前には飯田火砕流が噴出し（鎌田ほか，1998），九重火山群の南部及び北部に流下した。飯田火砕流堆積物の最大層厚は約 200m であり，推定分布面積は約 150km²，推定体積は約 5km³である（鎌田，1997）。

鎌田・三村（1981）は，1）飯田火砕流の噴出源は現在の三俣山，星生山，久住山の付近にあること，2）南麓に流下した火砕流は阿蘇火山と九重火山群を結ぶゆるい尾根を分水嶺として南小国町の米の尾付近で南方と西方に分岐したことを推定した（図 7）。

この噴火では少なくとも火砕流が 2 回噴出しており，火山砂の噴出 小規模な降下軽石（湯坪降下軽石，Kj-Yu）の放出 火砕流の噴出 小規模な火山砂の噴出 大規模なプリニー式軽石噴火（九重第 1 軽石，Kj - P1） 火砕流の噴出という噴火活動であった（星住ほか，1996）。この火砕流の発生後，九重火山群の中央部にはカルデラが形成された可能性も指摘されるが（松本，1987），この時代の火山地

形はその後の火山活動により覆われてしまったため、現在は確認することはできない。

飯田火砕流の噴出は九重火山群の活動の中でも最大の噴火であり、この噴出期を調べるために複数の測定が行われている。松本ほか（1970）は炭化木片の¹⁴C年代を測定し、>32,300年と報告した。奥野ほか（1998）は加速器質量分析（AMS）法を適用して¹⁴C年代を測定し、>40kaを採用した。鎌田ほか（1998）は飯田火砕流堆積物中の本質物質である軽石からジルコンを取り出し、フィッション・トラック年代測定を行い、約70~80kaという値を得た。本図では、鎌田ほか（1998）の値を採用した。

2.4 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出後（アカホヤ噴火前）

飯田火砕流の噴出後、約4万6千年前に白丹火砕流が噴出し、比較的短い時間をおいて、白丹火砕流堆積物を母材とする稲葉山泥流が発生したと考えられる（鎌田，1997）。鎌田（2006）は、白丹火砕流は、飯田火砕流の流出後に生じた九重火山群の溶岩ドームの一部が崩壊し、発泡の悪い本質物質を主体とするブロック・アンド・アッシュ・フローが南方と南東方に流下したものと考えた。

約1万6千~1万4千年前にはおそらく星生山や久住山付近から寒ノ地獄火砕流が北西に流下した（Kamata and Kobayashi, 1997）。鎌田（2006）によると、寒ノ地獄火砕流は、溶岩ドームの崩壊に伴う発泡の悪い本質物質を主体とするブロック・アンド・アッシュ・フローである。

寒ノ地獄火砕流噴出後、最近約1万5千年の間に溶岩を噴出する噴火が卓越し、星生山、三俣山、湯沢山、中岳、久住山、泉水山などの山体が形成された。

2.5 九重火山群の活動期 アカホヤ噴火後

約7千3百年前のアカホヤ噴火（成尾・小林，1996；町田・新井，2003）の後に、立中山、大船山、岩井川岳、扇ヶ鼻、肥前ヶ城、黒岳が形成された。

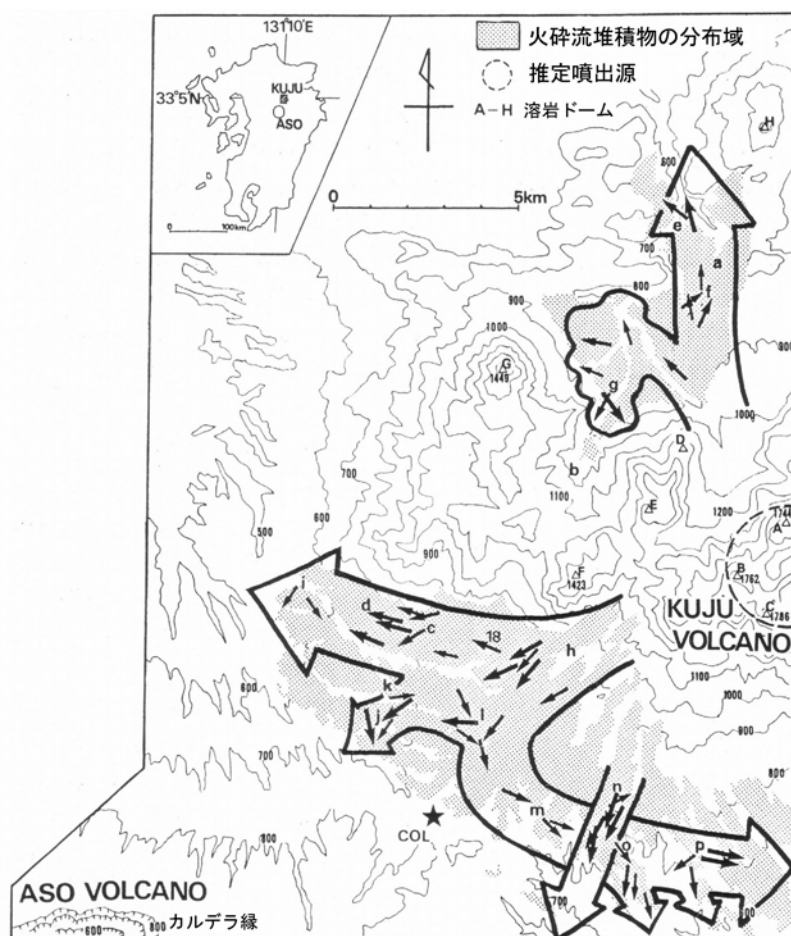


図7 飯田火砕流の分布域。鎌田・三村（1981）を編集

約3千5百～3千3百年前に水蒸気爆発により噴出したと思われる火山灰が沓掛山から坊ガツルにかけての地域で発見されている（伊藤ほか，1997）．また，久住山付近の山頂部では過去2千年間に少なくとも5回（1995年の活動を含めると6回）の水蒸気爆発が約2百年～5百年に1回程度の頻度で発生していた（伊藤ほか，1996）．したがって大規模な山体の形成が東へ移った後も，中央部では水蒸気爆発などが頻発していたと考えられる．

鎌田（1995b）は，九重火山群の最近約1万5千年間での平均噴出率が1千年あたり0.7km³であり，雲仙火山の最近約1万5千年間での平均噴出率（1千年あたり0.05km³）よりも一桁大きいことを算出し，九重火山群が活動的な火山であることを示した．

2.6 九重火山群の活動期 有史時代及び1995年噴火

8世紀前期に成立した『豊後風土記』の一節に，「^{くたみのみね}球覃峯・・・此の峯の頂に^{つねも}火恒に燦えたり・・・」とあるが，球覃峯は今日の久住山を含む山々の総称であり，燦える火とは硫黄山の噴煙を指すと考えられる（九重町，1995）．硫黄山の周辺では比較的詳しい記録が残っている（表1）．井村・鎌田（1996）はこれまでの歴史時代の活動を再検討し，これまで噴火記録とされていたものの多くは，噴気地帯表層部での爆発や噴気の突出を記述したものと推察され，大量の火山灰を噴出するような”噴火”を示すものではないと考えた．1995年（平成7年）10月11日の午前中に水蒸気の噴出が生じ（a1，a2火口），午後には他の火口群（bからe火口）からも噴気活動が始まり，17時48分頃にa2火口で爆発的な噴火が生じた（京都大学理学部附属火山研究施設，1996）（図8）．新火口群は東西の雁行配列をなし，この並

表1 有史時代の火山活動（気象庁，2005）

年号	記録
1662(寛文2)年	1月26日に噴気または爆発？
1675(延宝3)年	噴気または溶融硫黄流出。
1738(元文3)年	8月13日にやや規模の大きい噴気または爆発？
1777(安永6)年	噴気地帯の異常。
1995(平成7)年	10月11日に星生山東山腹で噴火，熊本まで降灰。以降活発な噴気続く。12月に再び火山灰噴出。
1996(平成8)年	星生山の北西3～4km（筋湯，八丁原地域）で地震が多発，また星生山の南側にある牧ノ戸峠，赤水方面で降灰があった。3月中旬，噴煙活動が活発となり，火口周辺にごく微量の降灰があった。3月24日に星生山付近の地震が多発し，長者原付近では弱い揺れを感じた。また，火山性微動が3月25～29日に10回，11月に15回，12月に3回発生した。
1997(平成9)年	星生山の北西3～10kmでたびたび地震増加。火山性微動は，3月12回，4月5回，9月2回発生した。

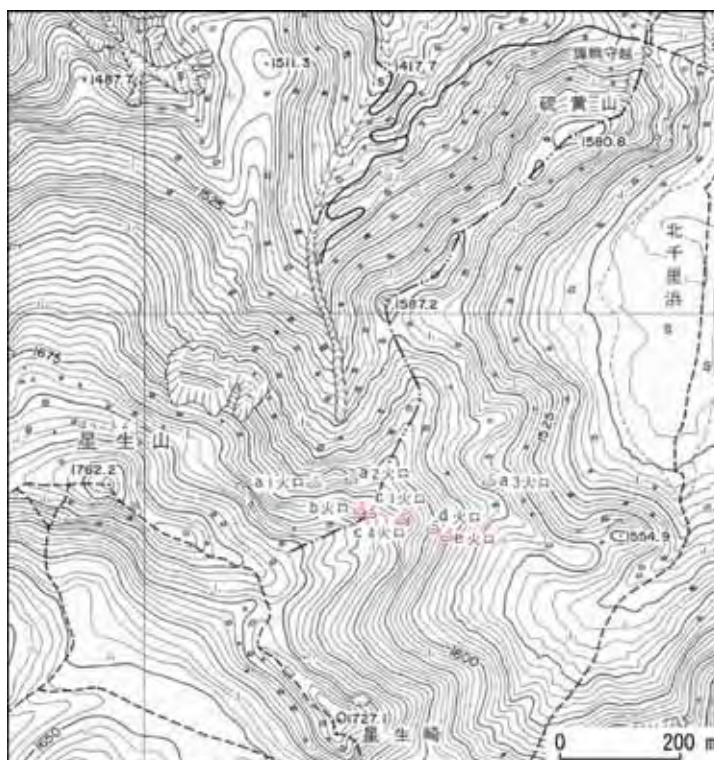


図8 1995年10月の噴火によって生じた火口
基図は1:10,000火山基本図「くじゅう連山」

びは左横ズレの断層運動の結果を示している(須藤, 1997)。1995年12月18日以降は噴出された火山灰から相当量の発泡ガラスが確認され, これらはマグマに由来する本質物質である可能性が高い(波多江ほか, 1997)。

星生山山頂を望む辺長測量によると, 1995年(平成7年)10月から翌1996年(平成8年)4月までに急激な収縮(測線: 諏我守 - 星生山, 測線距離 1100m, 収縮量: 17cm)が起き(京都大学理学部附属火山研究施設, 1996), その後も緩やかではあるがこの収縮傾向が続いている(平成18年(2006年)12月現在, 気象庁, 2006)。

硫黄山の噴煙活動は活発であり, くじゅう山系(硫黄山)火山防災協議会は2007(平成19)年2月28日に九重町役場で行われた平成18年度(2006年度)の総会において, 硫黄山の火口から半径500m以内の立ち入り禁止の継続を決めた。硫黄山は1995年(平成7年)10月の噴火後に半径1km以内の立ち入りを禁止され, 1996年(平成8年)12月から半径500mに緩和されていた。

3. 火山土地条件図「くじゅう連山」の地形分類

九重火山群は九州本土最高峰の中岳(1791m)を有する火山体であり, 中央では溶岩流と溶岩円頂丘が重なり合う急峻な山体を形成し(図9), 南麓と北麓では火砕流堆積物により形成されたなだらかな火砕流台地が広がる。溶岩円頂丘や溶岩流の縁では急崖が形成されており(図10), 鳴子山では非常に開析が進んでいる。また, タデ原湿原や坊カツルなどは, 非常に平坦である。また, 山頂や火口はしばしば直線状に並んでいる(図9と図11)。本図では, 空中写真判読により分類した火山地形を年代毎に色分けし(4色), さらに溶岩流, 溶岩円頂丘, 火砕流堆積地, 岩屑なだれ堆積地を付加記号で分けた。年代についてはまず, 飯田火砕流の噴出期(約8万~7万年前)とその前後に三分し, 飯田火砕流噴出期後の年代を, 約7千3百年前のアカホヤ噴火を境にさらに二分した。

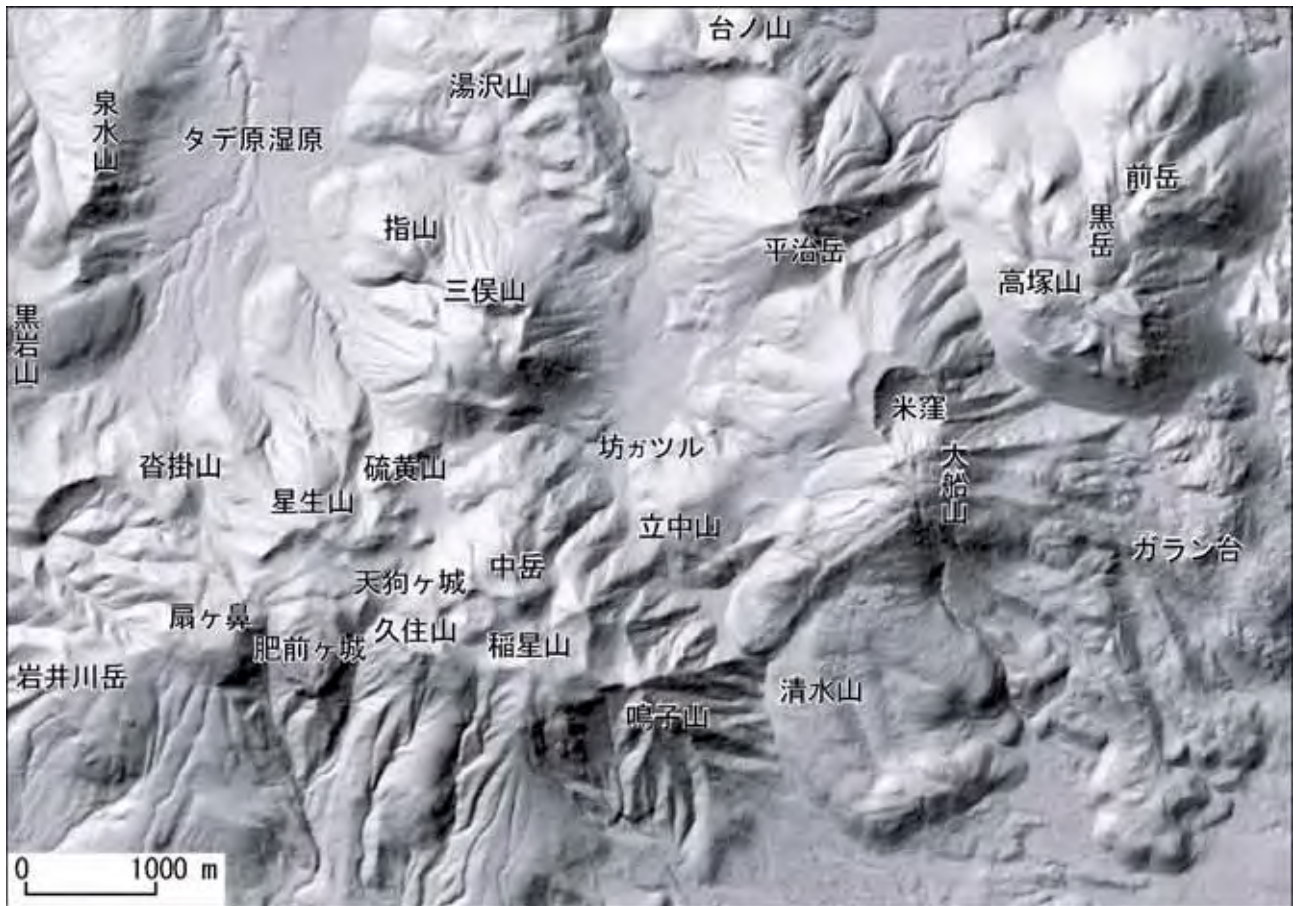


図9 陰影起伏図

光源高度 45° (北西方向) から光を当てた場合の陰影図

対象範囲において、最低標高 636m

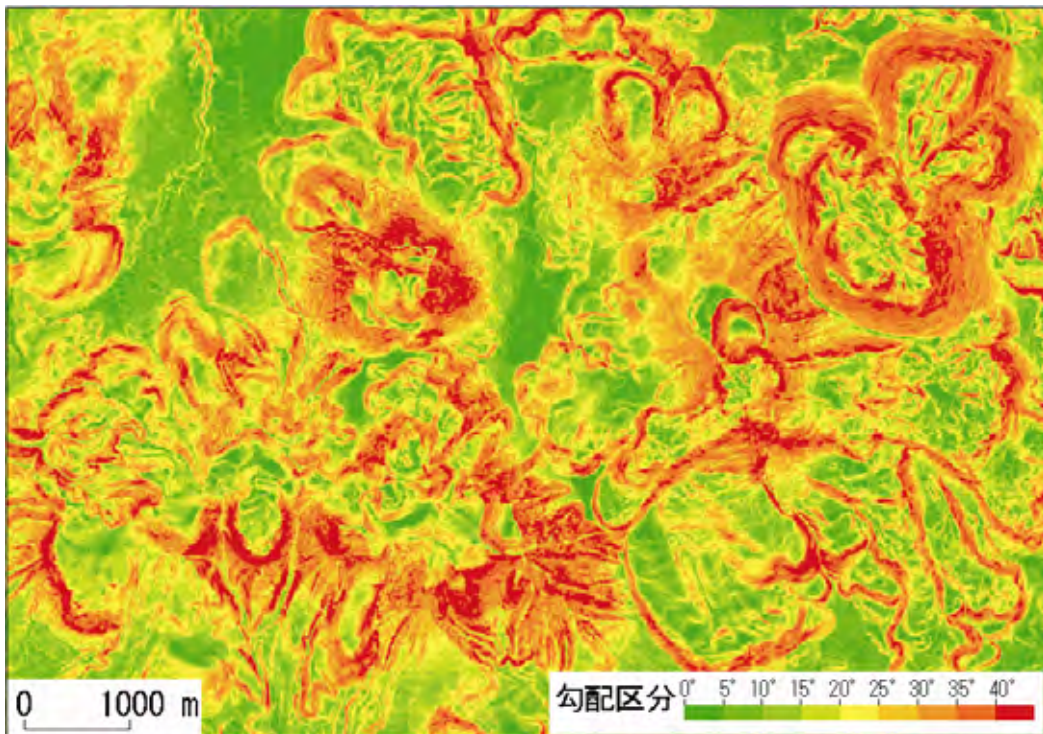


図 10 勾配分布図（最大傾斜方向に沿った勾配）

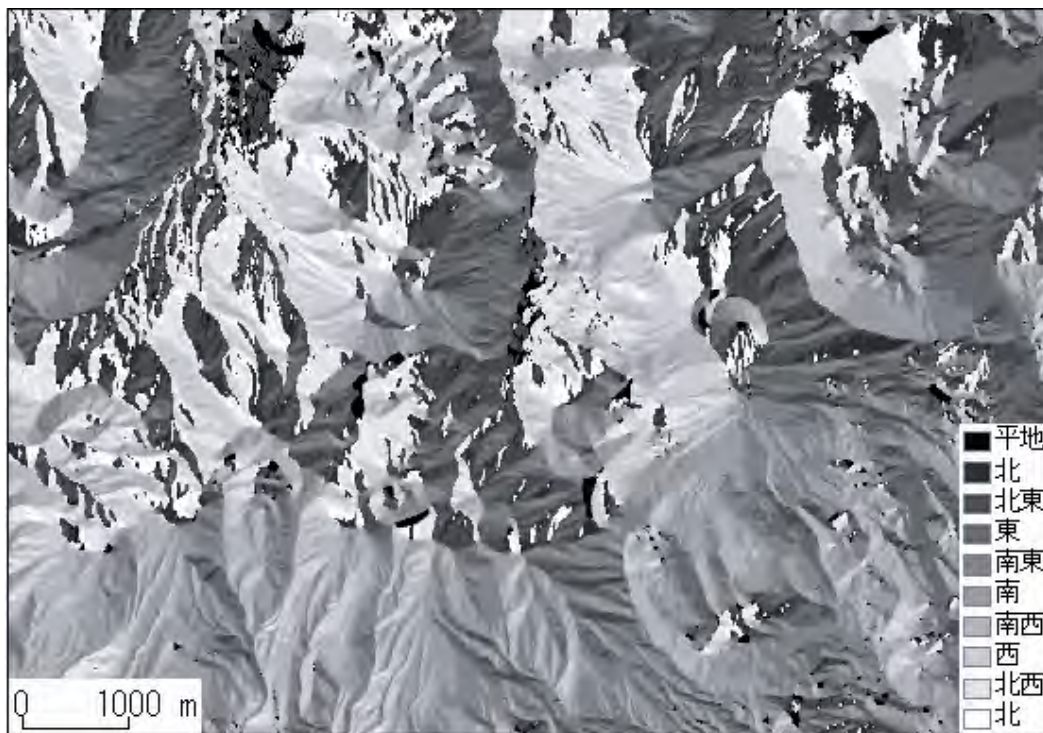


図 11 傾斜方位図（最大傾斜方向に沿った傾斜方位）

3.1 溶岩流と溶岩円頂丘 九重火山群の活動による地形

3.1.1 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出前

(1) 獺師岳，合頭山，黒岩山

黒岩山では複数の溶岩円頂丘が並んでおり，火口や火口原も残っている．また，削り残された尾根が弧を描いているように見えることから，火口及び推定火口とした．合頭山は八丁原地熱発電所の南東に位置し，中央に溶岩円頂丘が聳えている．黒岩山の山頂から牧ノ戸までは活断層が推定されており（中田・今泉編，2002），これらの断層運動により一層侵食が進んでいると考えられる．

(2) 沓掛山および鳴子山

鳴子山では空中写真や図 10 から全体的に開析が進んでいることが明らかである．

沓掛山では，山頂を通る尾根が閉じた円のようにつながることから（図 9），推定火口とした．推定火口の中ではかなり開析が進んでいる．

3.1.2 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出後（アカホヤ噴火前）

(1) 男池溶岩

台ノ山の北東に分布する男池溶岩は九重火山群の他の溶岩に比べて薄く，一見，九重火山群よりも古い溶岩地形に見える．小野（1963）は男池溶岩が隣接する花牟礼火山の溶岩（約 63 万～55 万年前，鎌田，1985）が受けている構造運動を全く受けていないことから，男池溶岩を九重火山群の初期の噴出物とした．Kamata and Kobayashi（1997）は男池溶岩が寒ノ地獄火砕流堆積物を直接覆うと報告した．空中写真では，男池溶岩の上で谷底が発達しており，その北東及び南東には火山麓扇状地が発達していることから，地形的には古く見える．また，よしが池付近の溶岩（写真 2）は，本図での岩屑なだれ堆積地のように凹凸の多い地形に見える．

(2) 台ノ山

台ノ山は大きく二段に分かれる溶岩であり，男池溶岩を覆って形成された（写真 3）．空中写真では，台ノ山の下部の溶岩は三角点（1134.7m）のあたりから，東方向及び北から西方向へ流れたように見えるが，上部の溶岩の噴出源は不明である．太田（1991）は台ノ山の上部の溶岩の噴出源を平治



写真 2 1973 年国土地理院撮影の空中写真（KU - 73 - 8Y , C1 - 11）における男池溶岩と台ノ山下部溶岩



写真3 台の山溶岩の東の扇状地から見た台の山下部溶岩と男池溶岩

岳山麓部と考えた。

空中写真では、台ノ山の下部溶岩の西端の地表は、男池溶岩のよしが池付近の地表と良く似ている。

(3) 平治岳

平治岳は大船山の北に位置する成層火山体で、台ノ山に続いて形成された。山頂部では爆裂火口が西に開き、北西と北東では扇状地が発達している。平治岳の溶岩の南西端では薄い溶岩が坊ガツルに伸びている。空中写真で見える限り、この薄い溶岩は平治岳や大船山の溶岩とは異なって見えることから、松本(1984)に従って平治岳とは別の溶岩とした。

(4) 湯沢山

湯沢山は鳴子川を挟んで台ノ山に、また雨ヶ池越において三俣山に隣接する山体であり、台ノ山と同じく二段の厚い溶岩から成り、上部と下部の溶岩の高さは台ノ山とほぼ揃っている。小野(1963)は台ノ山溶岩と湯沢山溶岩の産状と岩石がよく似ていることから、これらの溶岩が同じ火道から出たのかどうかは不明とした上でこれらの溶岩をひとくくりとした。湯沢山の厚い溶岩流の地表面には凸部と凸部の間隔が100mを超える溶岩じわの地形が明瞭に残っており、溶岩じわの並びから、上部の溶岩が何らかの高まりにぶつかって向きを変えたことが推測される。溶岩じわの凹部には堆積物がたまり、しばしば平坦な地形を作っている。

(5) 三俣山

溶岩円頂丘である三俣山(写真4)の山頂では、南側に火口の一部が残っており、おそらくこの火口を埋めるように小円頂丘が誕生したと推測される。小野(1963)は、三俣山山頂の地形について、溶岩の流出中あるいは直後において、火道内の溶岩が一旦降下した後、再び上昇することによってできる地形であろうと推測した。松本(1984)によると、三俣山全体に広がる溶岩円頂丘が形成された後、溶岩柱低下のために中央部に凹地ができ、その後、この凹地内に中央円頂丘が形成された。

また、三俣山の斜面では、ガリーが放射状によく発達している。山頂の北部では、大鍋、小鍋の爆裂火口が並んでおり、特に深い谷が大鍋から指山の南を通して伸びている。

(6) 星生山

星生山(写真5)は北へ向かう厚い溶岩流と山頂部に密集する大小の火口跡が特徴である。火口の中にはしばしば火口原が発達している。星生山から硫黄山へ続く山腹では噴気が激しく、1995年(平成7年)の噴火は星生山の山腹で起きた。同じ年代に形成された山体の中では(図3)、星生山は特に侵食が進んでいるが、これらの噴気活動の影響も大きいと考えられる。

(7) 久住山

久住山(写真6)は星生山と同時代に形成された山体であり、まず久住高原の展望台あたりまで溶岩が流れた後、この溶岩を覆うように久住山や稲星山が成長し、中岳や天狗ヶ城が形成された。山頂部の溶岩円頂丘は直径約1.5kmの範囲に多くの火口とともに密集している。



写真4 長者原から見た三俣山と硫黄山



写真6 久住山避難小屋から見た久住山山頂



写真5 三俣山から見た星生山周辺

(8) 稲星山

稲星山は、久住山と開析が進んだ鳴子山に挟まれた山体である。中央に溶岩円頂丘がそびえ、その西隣から南東に流れた溶岩流では明瞭な溶岩堤防が形成されている(写真7)。

(9) 泉水山

泉水山の上部は溶岩円頂丘であり、上泉水山の尾根は弧を描いていることから推定火口とした。



写真7 南方から望む稲星山の溶岩円頂丘と溶岩堤防

3. 1. 3 九重火山群の活動期 アカホヤ噴火後

(1) 岩井川岳，扇ヶ鼻，肥前ヶ城

岩井川岳，扇ヶ鼻，肥前ヶ城は約6千～4千年前に形成された溶岩平頂丘であり(写真8)，空池，御池，中岳，白口岳とともに一直線に並んでいる。



写真8 竹田市のあざみ台より眺めた九重火山群

(2) 大船山

大船山では岳麓寺の西に分布する溶岩，立中山，米窪以北の溶岩が流れた後，清水山やガラン台を形成する溶岩が流れた(図4)。清水山を通る溶岩流は南端でほぼ直角に曲がっていることから，この溶岩流が何らかの高まりにぶつかって向きを変えた可能性がある。障害物となった高まりはこの溶岩流に覆われたものと考えられる。ガラン台へ流れた溶岩流の両端では溶岩堤防が非常に明瞭であり，溶岩堤防の間にはしばしば平坦な地形がみられる。米窪火口が形成されたときに噴出したスコリアは約2千年前に噴出した(鎌田，1997)。

大船山登山道入口の駐車場の横の露頭では写真9のような溶岩と降下火砕物の露頭がある。一見断層にも見えるが、空中写真でみる限り、この位置にリニアメントは確認できない。

(3) 黒岳

黒岳は約1千6百年前に誕生した最新の溶岩円頂丘である(写真10)。その山頂部にはさらに小さな溶岩円頂丘が散在しており、空中写真からは溶岩が流れた跡も確認できる。本図では地形から、前岳及びその北側の溶岩円頂丘が形成された後に、高塚山を含む溶岩円頂丘が前岳と大船山に覆いかぶさるように形成されたと推定した。

一方、小野(1963)は黒岳の溶岩円頂丘の側壁が破れて溢流したことにより前岳ができたと推測し、太田(1991)は黒岳円頂丘形成直後に前岳溶岩が北側へ流出したために黒岳円頂丘の山頂部が陥没し、不規則な凹凸の地形になったと考えた。



写真9 大船山登山口駐車場の横の露頭



写真10 竹田市の仏原から見た九重火山群

3.2 火砕流堆積地及び泥流堆積地 九重火山群の活動による地形

3.2.1 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出前

九重火山群南麓の玉来川沿いでは宮城火砕流堆積物が露出しているが本図の範囲では宮城火砕流堆積物による地形は確認できなかった。

九重火山群南東麓の久住高原では火砕流堆積物による細長い高まりが南東に向かって伸びており、その周りでは火山麓扇状地が発達している。この地形は久住 軽石流(松本,1984)や久住軽石流(小野,1963)に対応する位置にあり、図12の地点1-3では露頭で確認できるが、星印の露頭は近づくことができなかった。この堆積物は飯田火砕流堆積物よりは古いと考えられ、飯田火砕流の流下を阻んだと推測されるが、噴出時期は不明である。



図12 久住 軽石流(松本,1984)に相当すると思われる火砕流堆積物の露頭。
基図は1:25,000地形図「久住」。赤丸は露頭の位置。

3.2.2 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出期(約8万~7万年前)

九重火山群南部から南東部及び北部では、飯田火砕流堆積物に覆われるなだらかな台地が形成され、そのほとんどは牧場として利用されている。また、大規模に削られている露頭も点在する(図13、写真11)。飯田火砕流はほとんど非溶結であるが、一部では溶結し、弱い柱状節理の発達が認められる(奥



図13 飯田火砕流堆積物の露頭
基図は1:25,000「湯坪」。赤丸は露頭の位置。



写真11 図13の地点1における飯田火砕流の露頭

野ほか，1998）。久住小学校付近では飯田火砕流堆積物の露頭を見かけるが，その東方ではあまり発見できなかった。

3.2.3 九重火山群の活動期 飯田火砕流噴出後（アカホヤ噴火前）

鎌田（1997）の白丹火砕流堆積物（ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物）については，火砕流堆積地としての境界が不明瞭であるため，本図では分類していない。また，稲葉山泥流堆積物の範囲（鎌田，1997）では，地形の高まりがあることから，泥流堆積地とした。

長者原には寒ノ地獄火砕流による堆積物を作る非常に平坦な面が広がっている。これはブロック・アンド・アッシュ・フローによる堆積物であり，おそらく星生山周辺から噴出した（鎌田，1997）。九重火山群の火山活動は，この火砕流の噴出後，溶岩流と溶岩円頂丘の形成が主となる。



写真 12 白水鉱泉付近の斜面

3.2.4 九重火山群の活動期 アカホヤ噴火後

黒岳の東にはブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物による斜面が形成されており，巨礫の一部（数mの大きさ）が地表に顔を出している（写真 12）。

3.3 岩屑なだれ堆積地 九重火山群の活動による地形

渡辺ほか（1999）は点在する岩屑の残留磁化の測定結果から，九重火山群の山頂部において表層部は冷却し，内部はまだ高温状態にある溶岩円頂丘ないしは厚い溶岩流の一部が崩壊し，高温岩屑なだれが発生したと報告した。この岩屑なだれの崩壊源は，おそらく崩壊後に新たな溶岩に覆われたと考えられる（鎌田ほか，1996）。松の台岩屑なだれ堆積地（写真 13）は，南隣の平坦な寒ノ地獄火砕流堆積地と



写真 13 玖珠郡九重町の朝日台から望む九重火山群

は対照的に凹凸が激しい地形であるが、全体的に見ると大きく三段に分かれており、流下方向に沿って低くなる。一番高い部分の下にはもともと何らかの高い地形があったのかどうかは不明である。岩屑なだれ堆積地全体に様々な形状の大小の凸部が不規則に集まり、さらに大きな高まりを作っているため、流れ山の境界を区切ることが難しい。河川の周囲には平坦な谷底が発達している。

太田ほか（1968）は、本図の寒ノ地獄火砕流堆積地の最北端付近に爆裂火口を考え、噴出源とした。



図14 岩屑なだれ堆積地における面を検討するためのルート。
基図は 1:25,000 地形図「湯坪」。



写真14 1973年国土地理院撮影の空中写真(KU-73-8Y, C1-11)
白い線が松の台岩屑なだれ堆積地の境界

松の台岩屑なだれ堆積地全体を空中写真で見ると（写真14）、標高により三つの面に分けられるように見える。寒ノ地獄火砕流堆積地の一点を始点とする二つのルートにおいて（図14）、ルートと交差する等高線の標高をグラフ化すると図15のようになり、明瞭ではないものの、岩屑なだれ堆積地に大きな段差があることが推測される。また、写真14の地点Aは特に高いが、この地形がもともと存在した

高まりに岩屑なだれがぶつかったことによるものなのか，岩屑なだれが複数回発生したためなのか，他の原因によるものなのかは不明である．

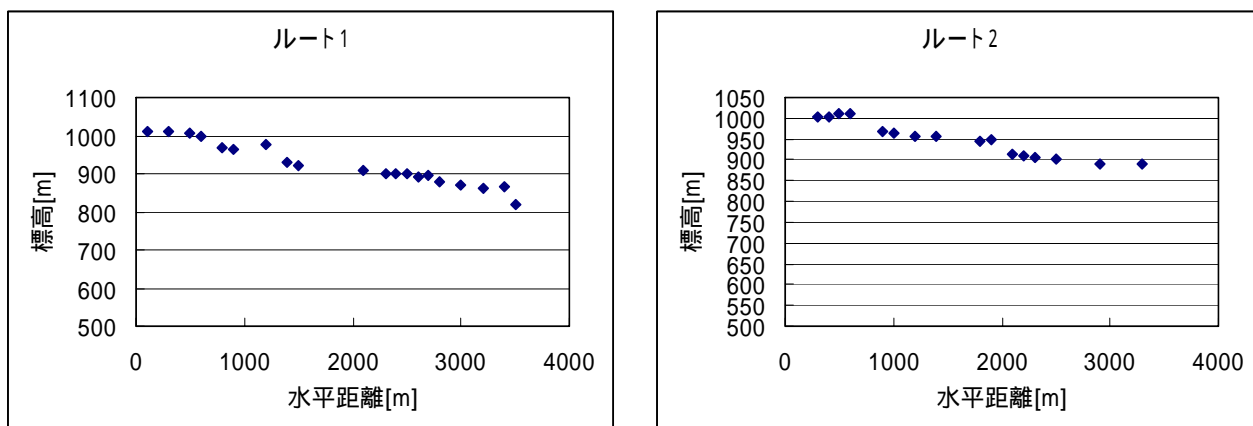


図 15 岩屑なだれ堆積地における標高の変化

3.4 微高地 九重火山群の活動による地形

九重火山群の南東麓には大小の高まりが分布し，大きなものはしばしば北西 - 南東方向に伸びている．これらの高まりは厚いロームで覆われている上に露頭がほとんど無く，この高まりを形成する堆積物が不明であることから，本図では成因不明の微高地として分類した．

九重町田野付近にも成因不明の小さな高まりが点在しており，これらも成因不明の微高地とした．

3.5 微地形 九重火山群の活動による地形

3.5.1 火口

九重火山群の山頂部には大小の火口が密集しており，しばしば直線状に並んでいる．大きな火口の底では火口原が形成されており，平坦面が広がっている．

(1) 北千里ヶ浜

北千里ヶ浜は九重火山群において最大の火口原であるが(写真 15)，平成 19 年(2007 年)2 月現在，火山



写真 15 三俣山から見た北千里ヶ浜とその周辺

ガスのために立入禁止である．ここでは1962年（昭和37年）1月に遭難事故が起き，7名が凍死した（直野・金子，2002）．

（2）避難小屋

久住山山頂の近辺には火口が複雑に乱立しており，たとえば，久住山避難小屋のある凹地も火口である（写真16）．

3.5.2 溶岩堤防

九重火山群では明瞭な溶岩堤防が点在する．特に大船山の東部や稲星山の溶岩堤防はひと際目立つ（写真7，17）．

3.5.3 風穴

黒岳の周辺地域には多くの風穴があり，比較的名有なのは図16の二箇所である．白水鉱泉の風穴からはほぼ純粋な二酸化炭素が流出しており，小動物などがその近くで窒息死していることがある．

3.5.4 湧水

（1）男池

男池湧水群は，環境省から「日本の名水百選」に選定されている．湧水量は冬から春の湧水期に毎分12ト程度，夏から秋にかけての豊水期に毎分16.5ト程度，一日約二万トである（庄内町，1990）．

（2）池山水源

環境庁の名水百選にも選ばれた池山水源は，恒温13.5℃，毎分30トンという豊富な湧水を誇っている（環境省，2007）．



写真16 久住山山頂から望む避難小屋の周辺

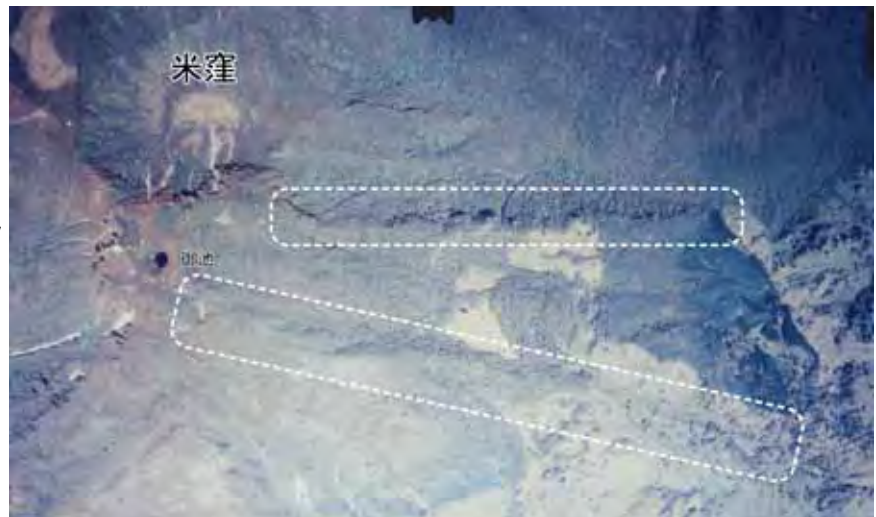


写真17 大船山の溶岩堤防（白の破線にて囲まれた部分）
（CKU-76-2，C13-20）

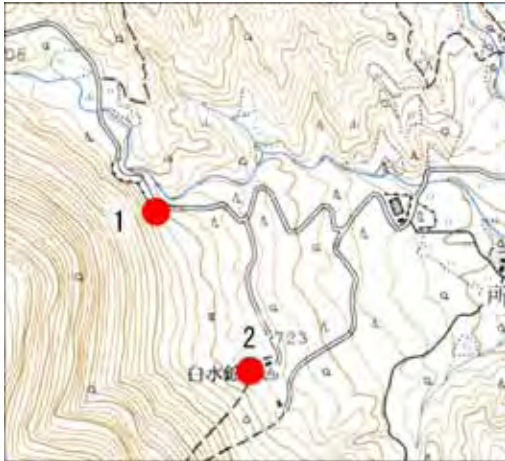


図 16 白水鉱泉付近の風穴
基図は 1:25,000 地形図「大船山」.
赤丸は風穴位置 .



写真 18 図 16 の地点 1 の風穴

3.6 変動地形

涌蓋山の北部，黒岩山，立中山，花牟礼山，瀬の本高原では，変動地形が分布する．本図では活断層詳細デジタルマップ（中田・今泉編，2002）の活断層を転載した．これらの断層の近傍には断層と平行にリニアメントが存在する場合がある．

3.7 地すべり地形

噴気が盛んな硫黄山や温泉の周囲では温泉変質が進んでいるが，空中写真から確認される地すべり地形は，珍珠川沿いの幾つかである．

3.8 堆積地形

3.8.1 火山麓扇状地

火山の斜面は急勾配，裸地，未固結噴出物堆積などの悪条件が重なり，豪雨が起これば，斜面上の脆弱な噴出物が雨水ととも土石流となって麓まで一気に流れることから，火山噴火がないときでも，火山の裾野はしばしば土石流災害を被る（宇都・星住，2004）．したがって，火山の麓では扇状地が発達する．九重火山群でも，黒岩山などの古い火山の周りほど，火山麓扇状地がよく発達している．

(1) 黒岩山周辺

黒岩山の北部と東部及び獺師山の南部から西部にかけて火山麓扇状地がよく発達している．黒岩山，合頭山，獺師山は九重火山群の中でも最も古い山体であり，侵食により土砂が長年にわたり供給されたためと考えられる．

(2) 獺師山の南西

獺師山の南西にも火山麓扇状地が発達しており，空中写真では，大谷山付近において二段に分かれて



写真 19 1973 年国土地理院撮影の空中写真(KU - 73 - 8Y , C1 - 11)
 白い点線が火山麓扇状地の境界．白い実線
 において，二段に分かれている．



写真 20 法華院温泉から見た坊ガツル

いることが確認される(写真 19)．この段差の原因は，おそらく，地下に埋もれた溶岩などと推測されるが，詳細は不明であることから，本図では，一括して火山麓扇状地とした．

3.8.2 谷底平野

(1) 坊ガツル

坊ガツル(写真 20)及びタデ原湿原は，2005 年(平成 17 年)11 月 8 日にラムサール条約に登録された．坊ガツルは平治岳，湯沢山，三俣山などの溶岩により谷の出口を塞がれ，タデ原湿原は松ノ台岩屑なだれ堆積地や湯沢山で下流が塞がれている．それぞれの湿原を囲む火山体の裾野では火山麓扇状地が発達している．

4. 補足

4.1 地名

(1) 旧版地形図の比較

1:50,000 地形図「宮原」は 1905 年(明治 38 年)から刊行されている(表 2)．現在『くじゅう連山』と呼ばれる地名は，1:50,000 地形図上では，『九重山』 『九重(久住)連山』 『なし』 『くじゅう連山』と変化してきた(図 17)．

これまでに刊行された 1:50,000 地形図「宮原」を見ると 1905 年(明治 38 年)から 1957 年(昭和 32 年)までの図において，『九重山』と『久住山』の字体は常に明朝体であり，それぞれの字大も変化

していない。

古い図式や地形図図式詳解（表3）、国土地理院（1994）などをもとに判断すると、図17（A）の『九重山』、『久住山』の字体とそれぞれの字大の関係から、1:50,000地形図「宮原」（明治38年発行）では、『九重山』は現在の久住山、中岳、肥前ヶ城などのピークからなる『山』の名前であり（三俣山は含まない）、『久住山』は『嶺峯』（表3参照）の名前と考えられる。

4.2 地熱発電所

九重火山群の周囲では、地中深くから取り出した蒸気で発電する地熱発電が盛んであり、事業用の発電所としては九重町に、八丁原地熱発電所（昭和52年6月運転開始、平成17年11月現在110,000KW）と大岳発電所（昭和42年8月運転開始、平成17年11月現在12,500KW）と滝上発電所（平成8年11月運転開始、平成17年11月現在25,000KW）がある。

表2 1:50,000地形図「宮原」の図歴

5万分1図名: 宮原 みやのはる			
リスト番号		図 歴	発行年月日
121-14-1	*	明 36 測図	M38/12/28
121-14-2	*	昭 2 要修	S04/03/30
121-14-3	*	昭 2 要修	S22/06/30
121-14-4	*	昭 29 応修	S29/06/30
121-14-5	*	昭 29 応修	S32/07/30
121-14-6	*	昭 29 応修	S32/07/30
121-14-7		昭 38 補調	S42/06/30
121-14-8		昭 45 資修	S46/07/30
121-14-9AB		昭 51 編集	S52/09/30
121-14-10AB		平 4 修正	H04/06/01
121-14-10C	世	平 4 修正	H04/06/01
121-14-11		明 36 測図	M40/08/30
121-14-12	*	昭 2 要修	S21/04/25

*は一色刷り

世は世界測地系に基づく地図

表3 地形図図式詳解の高地の注記の説明（陸地測量部，1919）

種別	詳解
群山	群山ノ注記ハ著名ナル山ノ名アリテ諸山ノ集合ヲ指示スルトキニ用フルモノニシテ表面ノ則及特書注記ノ則ニ依リ諸山ノ中等位置ニ注記スルモノトス
山	山ハ物體ノ則ニ依リテ嶺頂ニ注記ス但シ嶺頂近接セル若干嶺峯ヨリ成リ其ノ一戸を撰ミ難キトキハ中等位置ニ注記ス例之三國山（圖式第十版）ノ如シ又其ノ連列長キニ渡リ或ハ廣ク散在シテ物體ノ則ニ依ルノ不適當ナルトキハ山脈若ハ群山ノ注記法ニ依リ山ノ字大ヲ用キテ注記スヘシ
山側、山麓	山側、山麓ノ注記ハ著名ナル山ノ大表面を載セテ其ノ嶺頂ヲ載サルトキ山側、山麓ノ所屬ヲ知ラシムル為用フルモノニシテ表面ノ則ニ依リ某山（岳、嶺等）側或ハ某山麓等ト書ス
嶺峯	嶺峯ハ名稱ノ如何ニ關セス山巔或ハ山腹等ニ崛起シテ山ノ形ヲナス部分ヲ謂フ物體ノ則ニ依リテ注記ス但シ山大ニシテ若干嶺峯ヲ有シ首部ナル山頂ニ於テ嶺峯ノ名ヲ存スルトキハ疊書注記ノ則ニ依リ山ノ注記ノ下方或ハ左方ニ嶺峯ノ注記を為ス 圖上ニ山ノ注記、群山ノ注記或ハ山側、山麓ノ注記ヲ存セサルトキハ連書注記ノ則ニ依リ嶺峯ノ注記ニ山ノ名ヲ冠スヘシ假令此ノ諸注記ヲ存スルモ圖上ニ於テ嶺峯ノ所屬ヲ識別シ難キトキモまた然リ但シ冠スヘキ山ノ名ハ著名ニシテ岳、山等ノ文字ヲ省クモ誤解ヲ生セサルトキハ之ヲ省キ句點ヲ以テ之ニ換フヘシ ・嶺峯ノ注記字大ハ山ノ注記字大ヨリ小ナルモノヲ用フヘシ

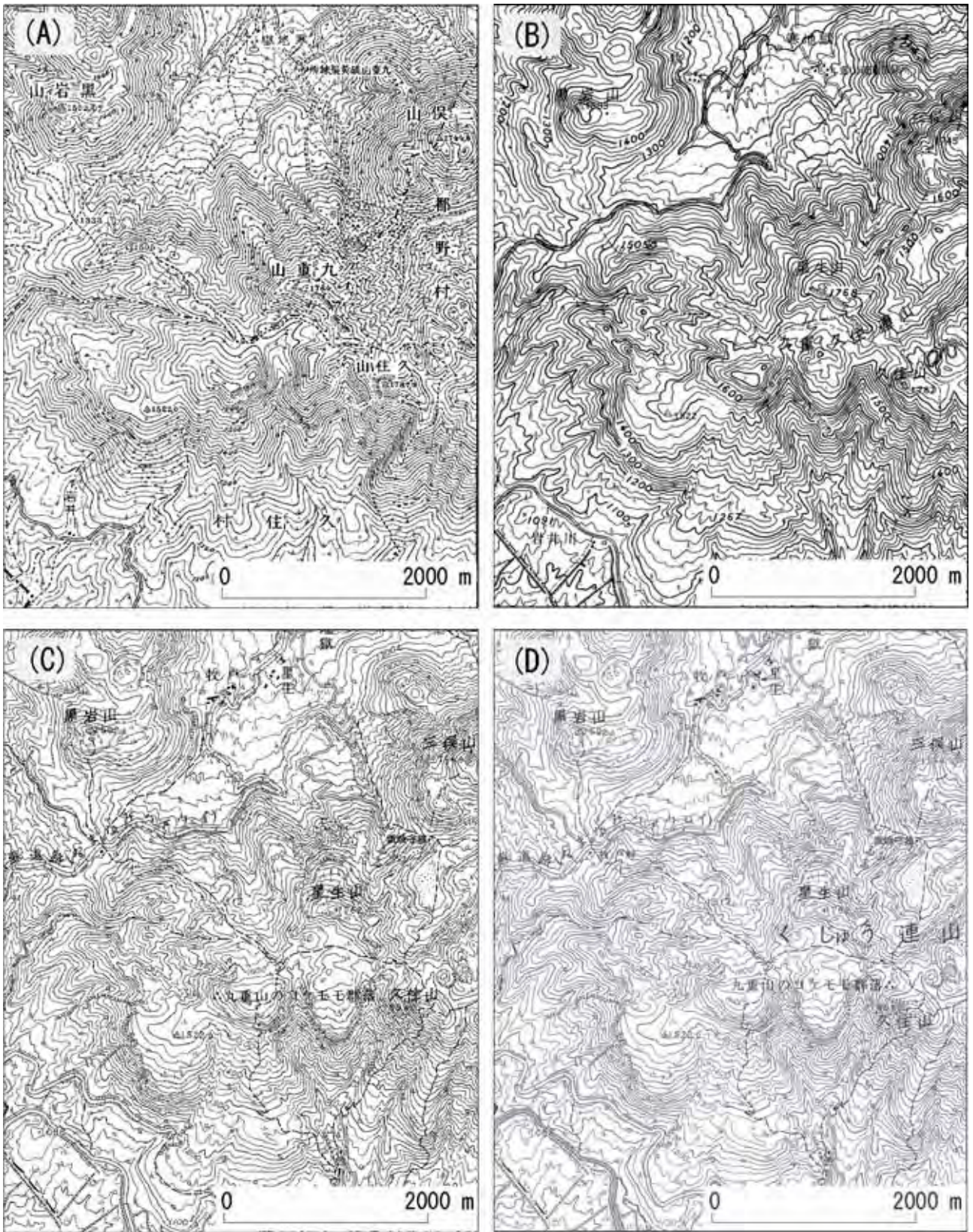


図 17 1:50,000 地形図「宮原」(A) 明治 36 年測図, (B) 昭和 38 年補測調査, (C) 昭和 51 年編集, (D) 平成 4 年修正. (A) は平板測量, (B), (C), (D) は写真測量.

4.3 資料

4.3.1 地形分類に使用した空中写真

1973年撮影 KU - 73 - 8Y C1 ~ C4

1976年撮影 C KU - 76 - 2 C10 ~ C15, C16A, C16B

1999年撮影 KU - 99 - 2Y C4 ~ C6

4.3.2 地形分類に使用した地形図

1:25,000 地形図「湯坪」 平成 12 年修正測量

1:25,000 地形図「大船山」 平成 3 年修正測量

1:25,000 地形図「久住山」 平成 12 年修正測量

1:25,000 地形図「久住」 平成 3 年修正測量

5 . 用語の説明

安山岩

中性の火山岩で日本の火山岩のうち最も量が多い .

火口

火砕物や溶岩流などの地表への噴出口 .

火口原

火口内の凹地が岩屑などにより埋めたてられて形成された平坦面や緩斜面 .

火砕流

火山灰や火山弾 , 火山岩塊などと火山ガスの混合物が高速で斜面を流下する現象 . 生成された直後あるいは生成中の高温な溶岩円頂丘が崩壊して生じることがある .

火山ガス

火山の噴気孔から噴出するガス . 主な成分は , 水 , 二酸化炭素 , 塩化水素 , 二酸化硫黄 , 硫化水素などである . 火山ガスを構成する主なガスのほとんどが空気に対して比重が重い .

火山砕屑物 (火砕物)

火山噴火起源の固形粒子の総称であり , テフラとも呼ばれる .

火山性グラーベン

火山作用に関係して生じた地溝 . 一般に大規模なグラーベンの形成と大量の火山岩の噴出がほぼ同時に起きた地域は , 火山構造的陥没地と呼称されており , 豊肥火山地域はその典型例である (鎌田 , 1995a) .

火山灰

火山噴火により放出される固形粒子のうち , 直径 2mm 以下のもの .

活断層

最近数十万年間に概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ , 今後も活動を繰り返すと考えられる断層 .

滑落崖

地すべり地形の最上部にしばしば形成される崖 .

カルデラ

火山にできた火口状凹地で , 直径 2km 以上のもの .

岩屑なだれ

岩塊から細粉までの大小様々の砕屑物の集合体が粉体流として地表を高速で流れる現象 . 火山体の一部が崩壊して発生する場合が多い . 堆積物の表面には径数十 ~ 数百 m の小山が多数生じることがあり , これらの小丘は流れ山と呼ばれる .

キュリー温度

強磁性体 (磁石に引き寄せられる性質を持つ) が帯びている磁気が消える温度 . 物質によりキュリー温度は異なる . 渡辺ほか (1999) は松ノ台岩屑なだれ堆積物において , キュリー温度をおよそ 500 とした .

強磁性体

強磁性体を構成する個々の原子の磁気モーメントが同じ方向に並び、全体として、大きな磁気を持つ。

高温岩屑なだれ

生成された溶岩円頂丘が表面から冷却し、全体が常温（キュリー温度以下）になる前に崩壊したときに、生じることがある。高温岩屑なだれは、高温（キュリー温度以上）と常温の岩塊が混在して流下する。

降下火砕物

火口から直接放出されるかあるいは噴煙とともに空中を移動した後、降下した火砕物からなる堆積物。

谷底平野

河川の堆積作用により形成された平坦地。本図では谷底、低地、氾濫原を含める。

地すべり

斜面構成物質が地下のすべり面を境界として滑動する現象。

地すべり移動体

地すべりにより動いた土石がたまった地形。

ジルコン

火成岩中に微小結晶として広く産する鉱物。

水蒸気爆発

地下に閉じ込められた高温の水蒸気が、水蒸気圧の増加によって爆発する現象。マグマは噴出しない。

スコリア

火口から噴き上げられた溶岩のしづきが、空中で冷えてから落下したもの。多孔質で軽く、黒から暗褐色。

扇状地

水流により運搬された土砂が堆積した地形であり、本図では火山麓扇状地を含める。

段丘

河川により形成された平坦面。

柱状節理

玄武岩や安山岩の溶岩が冷えるときに、表面から内部に向かって発達する構造。

火砕流堆積物が厚く堆積したときに、自重と熱により溶結して、その後、冷えて柱状節理が発達することもある。

デイサイト

SiO₂（二酸化ケイ素）量が 63～70%でアルカリ成分の少ない火山岩。日本では古くから石英安山岩と呼ばれてきた。

爆裂火口

爆発的な噴火によってできる直径の大きな火口。

フィッション・トラック年代測定

放射性元素を利用した年代測定法の一つ。自発核分裂を行う放射性元素は、核分裂過程の痕跡（飛跡）を残す。飛跡数は試料中の元素の含有量および年代の関数となるので、試料中の元素の含有量及び飛跡数を知ることにより、年代を求める。

プリニー式噴火

軽石・火山灰を1万 m 以上の上空に噴き上げ、広範囲に降下軽石を堆積させる噴火。

ブロック・アンド・アッシュ・フロー（Block and Ash Flow）

火山体の斜面上にある高温の溶岩流や溶岩円頂丘の一部が崩落して起こる小規模な火砕流であり、本図では火砕流に含める。

噴気孔

現在、火山ガスや水蒸気を噴出している孔。

マグマ

高温・高圧の地下で岩石が溶けた流体。

溶岩円頂丘（溶岩ドーム）

粘性の大きな溶岩から成る急勾配の斜面を持つ丘状の火山。

溶岩じわ

溶岩が流れるとき、冷却にともなって表面に形成されるしわ状の地形。

溶岩堤防

流動する溶岩流は、その外側から冷えて固まり、溶岩流の中心ほど冷えにくく流動性を保つ。中心部の溶岩流が通過した後、溶岩流の側端において、冷え固まった溶岩が作る高まりを溶岩堤防という。粘性の高い火砕流が流れたときも、溶岩堤防と同じ地形ができる。

溶岩流

火口から噴出した溶岩が地表の重力の作用によって地表を流れ下るもの及びそれが冷却固結して生じた岩体。

溶結凝灰岩

高温と自重による圧密により火砕物が溶結して生じた岩石。

リニアメント

直線状または緩い弧状に配列した地形的特徴。

暦年補正

大気中の¹⁴Cの生産率は太陽放射や地磁気の変動などのために一定ではないので、放射性炭素年代測定により得られた値と実際の年代にはずれが生じる。放射性炭素年代と樹木の年輪年代やサンゴのウラン系列年代などとの関係を求め、放射性炭素年代測定値のずれを補正することを暦年補正という（町田・新井，2003）。鬼界カルデラ形成期の場合、放射性炭素年代測定値が約6千3百年前であり、この年代に暦年補正を施した年代が約7千3百年前となる。

あとがき

火山土地条件図「くじゅう連山」の調査を実施するにあたって、熊本大学教育学部の渡辺一徳教授に多くの御指導・御協力を賜った。また、熊本県、大分県、阿蘇市、阿蘇郡南小国町、阿蘇郡小国町、阿蘇郡産山村、竹田市、由布市、玖珠郡九重町の方々には、多くの資料を提供して頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

なお、本調査は、地理調査部防災地理課が担当した。担当者は以下のとおりである。

平成18年度

計画指導	防災地理課長	北原敏夫
	防災地理課長補佐	飯田誠
現地調査及び火山土地条件図原稿図作成		
	防災地理課技術専門職	水越博子
	防災地理課火山調査係長	安喰靖
報告書作成		
	防災地理課技術専門職	水越博子

平成19年度

計画指導	防災地理課長	北原敏夫
	防災地理課長補佐	石井宏
編集及び印刷作業		
	防災地理課火山調査係長	木村佳織
	防災地理課専門職	倉田一郎

引用文献

- 伊藤順一・川辺禎久・星住英夫・須藤茂・鎌田浩毅 (1996) : 九重火山山頂部で発生した小規模噴火の活動履歴, 火山噴火予知連絡会会報, 66, 102-103.
- 伊藤順一・星住英夫・川辺禎久・鎌田浩毅 (1997) : 九重火山における小規模噴火の活動履歴, 火山噴火予知連絡会会報, 68, 75-77.
- 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, 105, 208-214.
- 宇都浩三・星住英夫 (2004) : 火砕流噴火による火山麓扇状地の形成, 雲仙科学掘削プロジェクトの成果, 土木学会誌, 4, 66-69.
- 大分県・庄内町・久住町・直入町・九重町 (2004) : くじゅう山系火山防災マップ, くじゅう山系火山砂防基本計画検討委員会監修.
- 大分県 (2006) : 平成 17 年度の土砂災害, 大分県土木建築部砂防課.
- 奥野充・中村俊夫・鎌田浩毅・小野晃司・星住英夫 (1998) : 九重火山, 飯田火砕流堆積物の加速器 ¹⁴C 年代, 火山, 43, 75-79.
- 太田岳洋 (1991) : 九重火山群, 東部及び中部域の形成史, 岩鉱, 86, 243-263.
- 太田良平・松野久也・西村嘉四郎 (1968) : 熊本県岳の湯および大分県大岳付近地質調査報告, 地質調査所月報, 19, 481-486.
- 環境省 (2007) : <http://mizu.nies.go.jp/meisui/> (accessed, 3 Mar. 2007)
- 小野晃司 (1963) : 久住, 5 万分の 1 地質図幅説明書, 地質調査所, 124p.
- 小野晃司・松本徂夫・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 地質図幅), 地質調査所, 145p.
- 鎌田浩毅 (1985) : 九州中北部における火山活動の推移と地質構造, 地質調査所報告第 264 号, 33-64.
- Kamata, H (1989) : Shishimuta caldera, the buried source of the Yabakei zone, central Kyushu, Japan, *bull. Volcanol.*, 51, 315-332.
- 鎌田浩毅 (1995a) : 中部九州の火山活動とテクトニクス—島弧会合部の観点からの概説—, 月刊地球, 17, 418-426.
- 鎌田浩毅 (1995b) : 九重火山の噴火史と最近 1.5 万年間の噴出量の変化, 火山噴火予知連絡会会報, 63, 55-57.
- 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.
- 鎌田浩毅 (2006) : 九重火山の噴火史と災害予測, 月刊地球, 28, 369-378.
- 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, 26, 281-292.
- Kamata, H. and Kobayashi, T. (1997) : The eruptive rate and history of Kuju volcano in Japan during the past 15,000 years, *Journal of volcanology and geothermal research*, 76, 163-171.
- Kamata, H., Uto, K. and Uchiumi, S. (1988) : Geochronology and evolution of the post-Shishimuta

caldera Activity around the Waitasan area in the Hohi volcanic zone, Kyushu, Japan.

Bulletin of Volcanological Society of Japan, Second Series, 33, 305-320.

- 鎌田浩毅・檀原徹・林田明・星住英夫・山下透 (1994) : 中部九州の今市火砕流堆積物と類似火砕流堆積物の対比および噴出源の推定, 地質学雑誌, 100, 279-291.
- 鎌田浩毅・星住英夫・川辺禎久・伊藤順一・渡辺一徳・横山勝三 (1996) : 九重火山の小規模火砕流堆積物と高温岩屑なだれ堆積物, 日本火山学会講演予稿集, 1996年度秋季大会, p.121.
- 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・下坂田・飯田火砕流堆積物のジルコンのフィッシュ・トラック年代, 火山, 43, 69-73.
- 気象庁 (2005) : 日本活火山総覧 (第3版), 635p.
- 気象庁 (2006) : 気象庁ホームページ. http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_report/monthly.htm (accessed, 3 Mar. 2007)
- 京都大学理学部附属火山研究施設 (1996) : 九重火山の火山活動について (1995年10月~1996年1月), 火山噴火予知連絡会会報, 64, 29-42.
- 国土地理院 (1994) : 地図記号のうつりかわり—地形図図式・記号の変遷—, 財団法人日本地図センター, 151 p.
- 国土地理院 (1997) : 1:10,000 火山基本図「くじゅう連山」.
- 国土地理院 (2006a) : 1:10,000 火山基本図「薩摩硫黄島」.
- 国土地理院 (2006b) : 1:10,000 火山基本図「薩摩竹島」.
- 九重町 (1995) : 九重町誌, 上巻, 824p.
- 庄内町 (1990) : 庄内町誌.
- 須藤靖明 (1997) : 九重火山の活動と噴火予知, 火山, 42, 75-81.
- 谷岡武雄・山口恵一郎 (1998) : コンサイス日本地名事典, 三省堂編集所編, 416p.
- 直野裕司・金子亜由美 (2002) : くじゅう巡検報告, 大分地理, 15, 85-88.
- 中田 高・今泉俊文編 (2002) : 「活断層詳細デジタルマップ」, 東京大学出版会, DVD-ROM2 枚・付図1葉, 60p.
- 成尾英仁・小林哲夫 (1996) : アカホヤ噴火時に発生した液状化による噴礫現象, 第6回環境地質学シンポジウム論文集, 49-54.
- 波多江憲治・渡辺公一郎・渡辺一徳・筒井智樹・木村慶信 (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, 42, 345-353.
- Hayashi, M. and Yamasaki, T. (1984) : Radiometric ages of volcanic rocks from some geothermal fields in Kyushu. *Research on Natural Energy*, 8, 461-464.
- 星住英夫・鎌田浩毅・伊藤順一・川辺禎久 (1996) : 九重火山の飯田火砕流堆積物と九重第1軽石の層序—飯田火砕流のステージの噴火史—, 日本火山学会講演予稿集, 1996年度秋季大会, p.179.
- 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.
- 松本徂夫 (1984) : 九重火山群, アーバンクボタ, 22, 50-55.

松本徂夫 (1987) : 火山の一生, 地球の歴史をさぐる②, 青木書店.

松本徂夫・林正雄・山崎達雄 (1970) : 九重火山飯田軽石流の ^{14}C 年代—日本の第四紀層の ^{14}C 年代 (59) 一, 地球科学, 24, 190—191.

NEDO (1988) : 昭和 62 年度全国地熱資源総合調査 (第 3 次) 広域熱水流動系調査「鶴見岳地域」, 火山岩分布・年代調査報告書要旨, 82p.

NEDO (1989) : 昭和 62 年度全国地熱資源総合調査 (第 3 次) 広域熱水流動系調査「鶴見岳地域」, 火山岩分布・年代調査報告書要旨, 133p.

陸地測量部 (1918) : 大正 6 年制定地形図図式 (大正 7 年製版).

渡辺一徳 (2001) : 一の宮町史, 自然と文化 阿蘇選書⑦, 阿蘇火山の生い立ち, 一の宮町史編纂委員会編集.

渡辺一徳・横山勝三・高木秀和 (1999) : 「高温岩屑なだれ」による火山災害に関する基礎研究, 平成 9 ~10 年度科学研究費補助金 (基盤研究 C) 研究成果報告書 (課題番号:09680449), 61p.

渡辺公一郎・林 正雄・石橋 澄 (1981) : 中部九州に分布する筑紫溶岩のフィッション・トラック年代と岩石学的性質, 昭和 56 年度三鉱学会講演要旨, p.102.

Watanabe, K., Hayashi, M. and Fujino, T. (1987) : Fission track age of volcanoes in Kuju Volcanic Region in relation to geothermal activity. *Journal of the Geothermal research society of Japan*, 9, 207—217.

参考文献

建設省国土地理院 (1996) : 平成 8 年度火山基本図作成作業報告書 (くじゅう連山)

小島稔・斎藤常正編 (1978) : 岩波講座地球科学 6 地球年代学, 岩波書店, 255p.

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (1990) : 平成元年度全国地熱資源総合調査 (第 3 次) 広域熱水流動系調査 鶴見地域, 地熱調査成果図集

地学団体研究会・地学事典編集委員会編 (1981) : 増補改訂地学事典, 平凡社, 1612p.