

雲仙火山地質図

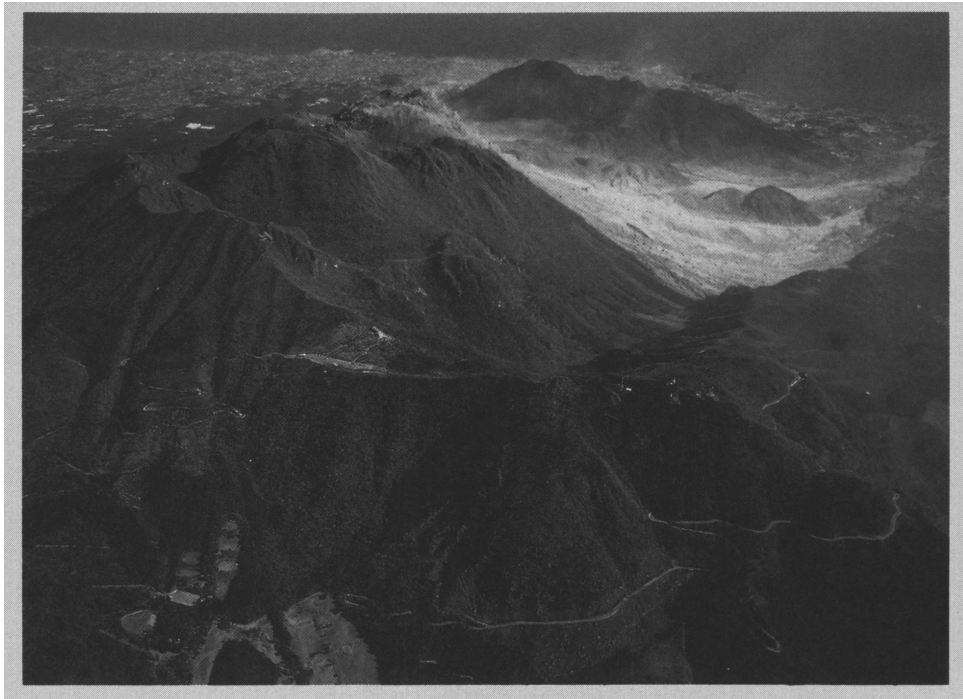
GEOLOGICAL MAP OF UNZEN VOLCANO

1 : 25,000

渡辺一徳*・星住英夫**

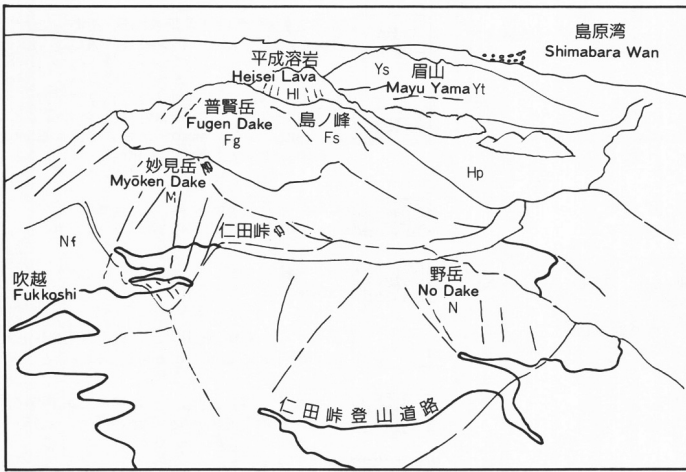
K.WATANABE H.HOSHIZUMI

地質調査所
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN
1995



* 熊本大学教育学部

** 地質調査所地質部



表紙写真解説

南西方から見た新期雲仙火山。妙見岳の崩壊壁の向こうに普賢岳火山があって平成溶岩とそこから流下した火砕流の堆積面が見える。妙見岳の右側には、野岳とその崩壊壁が見える。(1992年12月3日、須藤 茂撮影)

成層火山: 中心火口から噴出した溶岩と火砕岩が積み重なって、円錐形となった火山。例えば、富士山が代表的である。

石基: 火山岩の基地をつくる細粒の結晶やガラスの集合。

¹⁴C年代測定法: 植物片などに含まれる炭素の放射性同位体である¹⁴Cは崩壊により減少していく。この原理を利用した年代測定法。

地溝: ほぼ並行する2本(あるいはそれ以上)の正断層に挟まれて内側が外側に比べて沈降している地形。

主な用語

安山岩: 火山岩のうちSiO₂の含有量が53 - 63%の岩石。

火砕岩: 火砕物が固結した岩石。

火砕サージ: 火砕物とガスの希薄な混合体が地表に沿って砂嵐のように高速で広がる現象。火口から直接発生する場合もあるが、普賢岳の今回の活動では火砕流の前面や側面で発生した。

火砕物: 火山活動で生成する岩石の破片の総称。直径64mm以上を火山岩塊、64 - 2mmを火山礫、2mm以下を火山灰と呼ぶ。また、多孔質なものについてはサイズによらず、白っぽくて珪長質なものを軽石、暗色で苦鉄質なものをスコリアという。

火砕流: 火山灰や岩塊などがガスと混合して、地表に沿って流れる現象。通常、高温のものをいう。

火山ガラス: マグマが急冷して結晶せずに固化したもの。

火山性地震: 火山とその周辺で発生する地震。普賢岳の場合、新たな溶岩ドーム出現前に浅い地震が頻発する。このほか地下深くでのマグマの移動によるとみられる地震もある。

火山性微動: 火山で発生する連続的な振動。その原因として、地下でのマグマやガスなどの流体の移動や連続的な地震の発生などが考えられている。

火山灰: 火砕物のうち大きさが2mm以下のもの。

火山噴火予知連絡会: 学識経験者や関係機関の専門家から構成され、全国の火山活動について活動状況の検討を行う。気象庁長官の諮問機関であり、年3回程度開催される。

活火山: 過去およそ2千年以内に噴火した火山や現在も噴気活動の活発な火山。わが国には、83の活火山がある。

K-Ar年代測定法: カリウムの同位体⁴⁰Kが崩壊して⁴⁰Arとなる現象を用いた年代測定法。数万年より古い岩石について測定できる。

岩屑なだれ: 山体や急斜面の崩壊により様々な大きさの岩塊や細粒物が一体となって流れ下る現象。通常、低温である。岩なだれ、岩屑流ともいう。その堆積物を岩屑なだれ堆積物と呼ぶ。

広域テフラ: 巨大噴火にともなって広域に分布する火山灰などのこと。九州では、約6,300年前の鬼界アカホヤ火山灰や約24,000年前の始良Tn火山灰、約9万年前のAso-4火山灰などがある。広域テフラとの被覆関係は、時代未詳の噴出物の年代を推定する手がかりとなる。

光波測距: レーザー光が2点間を往復する時間をもとに距離を測る手法。誤差は通常測定距離1kmで1cm以下である。

水蒸気爆発: マグマによる熱によってできた高圧の水蒸気による爆発現象。マグマは放出されない。

デイサイト: 火山岩のうちSiO₂の含有量が63 - 70%の岩石。
土石流: 岩石や土砂が水と混じって地表を流れる現象。
流れ山地形: 岩屑なだれ堆積物の表面にみられる特徴的な小山。

熱ルミネセンス年代測定法: 石英や長石などの鉱物を加熱すると、生成以来に受けた放射線量に比例した強さで蛍光を発する。この原理を用いた年代測定法。

斑晶: 特に火山岩の中に含まれる大型の結晶。肉眼では、斜長石と石英が白、角閃石、黒雲母と輝石が黒に見える。

フィッシュン・トラック年代測定法: 岩石中のジルコンなどの結晶に微量に含まれる放射性ウランの崩壊に伴って生じた傷跡(トラック)の計数などにより求められる年代測定法。

噴石: 固化した状態で落下したガラス質で多孔質の本質岩塊。
マグマ水蒸気爆発: マグマと地下水などの地下水や地上水に直接触れて起こる激しい爆発現象。マグマの破片が放出される。

溶岩(流): マグマが地表に現れたもの。溶融状態で流動しているものや固化したものをさす。

溶岩ドーム: 粘性の高い溶岩が噴出口から広がらず、盛り上がった状態になったもの。溶岩円頂丘ともいう。1つの溶岩ドームがいくつかの溶岩からなる場合は、個々の溶岩を溶岩ローブと呼ぶことがある。

本図の内容に関する問合せ先

工業技術院地質調査所環境地質部火山地質課	TEL(0298)54-3659
熊本大学教育学部 渡辺一徳	TEL(096)342-2545
工業技術院地質調査所地質部 星住英夫	TEL(0298)54-3797

取 扱 先

(社)東京地学協会
〒102 東京都千代田区二番町 12-2
TEL(03)3261-0809
FAX(03)3263-0257

(財)日本産業技術振興協会
事務代行
地学情報サービス
〒305 茨城県つくば市梅園 2-19-2
TEL(0298)56-0561
FAX(0298)56-0568
その他各地主要書店

著作権所有・発行者 許可無く複製を禁ずる
平成7年3月27日発行

通商産業省工業技術院 地質調査所
所長 佐藤壯郎

〒305 茨城県つくば市東1丁目1-3
TEL (0298)54-3606(情報管理普及室)

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN © 1995

Takeo SATO, Director General

北海道地図株式会社印刷(9色刷)

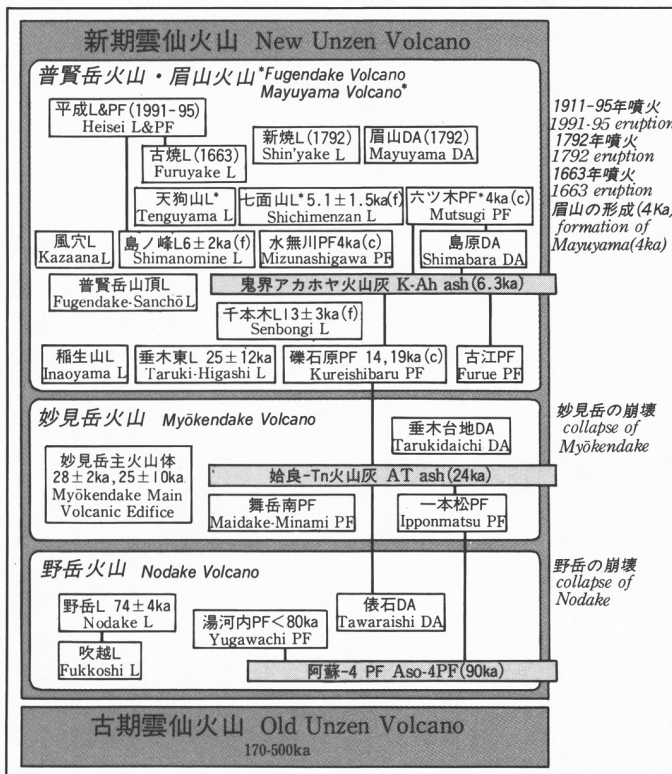
1. はじめに

九州西部に位置する活火山*である雲仙火山は、1990年11月に最新の噴火活動を開始した。1991年6月の火砕流*による多数の犠牲者をはじめ、家屋や農産物に多大の被害を与えており、現在もおお多くなの人々が避難生活を余儀なくされている。また約200年前の1792年には、島原市街背後の眉山が崩壊し、死者・行方不明者約15,000人にのぼるわが国火山災害史上最悪の被害をもたらした。雲仙火山周辺は風光明媚な温泉地であり、多くの観光客が訪れている。また温暖な気候を生かしての農業生産も活発である。このように雲仙火山では、人々の生活と火山活動との関わりが深く、火山噴火予知と防災は極めて重要である。

この火山地質図は、雲仙火山の地質についての研究成果をまとめたものであり、今後の噴火予知・防災や観光・地域開発の資料として利用されることを願ってやまない。なお、火山活動の活発化により一部地域については、空中写真判読によって地質図を作成したことをお断りしておく。引用文献については本文中ではいちいち記さず、巻末にまとめて列記した。またいくつかの専門用語(右肩に*)については簡略な解説をp.2に付けた。

2. 雲仙火山周辺の地質

雲仙火山の基盤は、古第三紀から第四紀更新世中期の堆積



第1図 雲仙火山の層序関係図 数字は年代測定値を示す (ka:1000 年前, c:¹⁴C 年代測定値, f: フィッション・トラック年代測定値, これ以外の値は K-Ar 年代測定値)。年代測定値の出典は、Watanabe et al. (1993), 檀原 1 ほか (1993, 一部修正), 小林・中田 (1991) 及び星住ほか (1994, 二部修正), L: 溶岩, PF: 火砕流堆積物, DA: 岩屑なだれ堆積物, 網をかけたものの給源は他の火山。

Fig.1 Stratigraphic relation of geologic units of the Unzen Volcano. Numerals are age (ka : kiloyear, c : radiocarbon age, f : fission-track age, other: K-Ar age), L : lava, PF : pyroclastic flow deposit, DA : debris avalanche deposit. Stippled units are derived from other volcanoes.

岩類や火山岩類であり、島原半島南部に露出している。地質図内には、南島原火山岩類に属する塔ノ坂安山岩*が、南西部に広がっている。塔ノ坂安山岩は、輝石安山岩の溶岩*からなる約50万年前の古い火山体の一部である。

3. 雲仙火山の概要

雲仙火山は島原半島の中央部の普賢岳を中心とするいくつかの山々の総称であり、周囲の裾野も含めて東西20km, 南北25kmの広大な範囲を占めている。火山体の中央部には東西性の断層群からなる雲仙地溝*があって、現在も南北に拡大し沈降し続けている。

雲仙火山は、高岳、九千部岳など侵食が進んだ古期の火山体と、普賢岳、眉山、妙見岳、野岳などの火山原面を比較的よく残す新期の火山体とからなる。これまでに前者から50万年から10数万年の、後者からおおよそ10万よりも若い K-Ar 年代測定法*による年代値が得られており、両者の間には数万年度程度の休止期があったらしい。雲仙火山全体の総噴出量は溶岩に換算して約44km³にのぼるが、古期噴出物が36km³と、新期噴出物の8km³に対して圧倒的に多い。すなわち雲仙火山の骨格は古期にできていたといえる。新期の活動の産物は、形成順に野岳火山、妙見岳火山、普賢岳火山及び眉山火山に分けられ、各火山はさらにいくつかの溶岩や火砕流堆積物などに細分される(第1図)。

雲仙火山の岩石:雲仙火山は、粘性の高い安山岩からデイサイト*の溶岩や火砕岩*からなり、すべての岩体に斑晶*として角閃石が含まれている。多くの岩石は灰色-灰白色で、大型(数mm以上)の斜長石と角閃石の斑晶が目立ち、肉眼的には異なる岩体間でもよく似ており識別は必ずしも容易ではない。斑晶鉱物として、角閃石、斜長石のほか、しばしば石英、黒雲母、斜方輝石、単斜輝石、かんらん石、鉄鉱物を含む。岩石の化学組成は、SiO₂含有量が57-67%の範囲にあり、日本の火山岩の平均的な組成よりもK₂Oに富み、MgOに乏しい。代表的な岩石の化学組成の分析値を第1表に示す。

4. 古期雲仙火山

古期の噴火活動はおおよそ50万年前に始まった。火山体深部の試錐コア試料や山体周縁部の溶岩からおおよそ40-50万年の年代測定値が報告されている。その後、猿葉山、高岳(以上地質図外西方)、高岩山、絹笠山、吾妻岳、九千部岳などの山体や、垂木台地や眉山の基底部分がおおよそ30-10数万年前に形成された。古期の火山体は、主に厚い溶岩や溶岩ドーム*からなり、雲仙地溝の断層活動による変位や侵食を受けて火山地形はあまり保存されていない。ここでは古期の噴出物は一括して地質図に表示した。ただし、まとまった分布を示す火砕流堆積物や岩屑なだれ*堆積物については区分して表示した。

妙見岳北方の国見町の土黒川沿いに分布する魚洗川火砕流堆積物は、厚さ最大20m以上で、細かく発泡した白色のデイサイト岩塊と同質の細粒火山灰*からなる。雲仙火山の他の多くの岩石と異なり黒雲母や石英を含まないのが特徴的である。おおよそ20万年の K-Ar 年代測定値が得られている。高岩山南麓の緩斜面に分布する休場火砕流堆積物は、少量の灰桃色軽石と同質の

第1表 雲仙火山の代表的な岩石の化学組成 分析者:川辺禎久. 試料 1,2,6,12,13 は倉沢 一採取.
Table 1 Chemical compositions of representative rocks of Unzen Volcano. Analyst: Y. Kawanabe.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	62.64	61.07	65.09	60.68	62.73	63.31	58.74	66.61	64.87	66.85	62.95	57.44	66.61	65.16
TiO ₂	0.75	0.81	0.64	0.77	0.79	0.75	0.82	0.59	0.64	0.57	0.85	0.99	0.60	0.63
Al ₂ O ₃	16.61	15.91	15.80	16.96	16.07	16.00	15.49	15.28	15.80	15.16	15.83	16.94	15.47	15.89
Fe ₂ O ₃	5.98	6.59	4.91	6.35	5.86	5.52	7.76	4.63	4.94	4.26	5.80	7.30	4.26	4.82
MnO	0.12	0.12	0.10	0.12	0.11	0.11	0.13	0.09	0.10	0.09	0.10	0.13	0.09	0.10
MgO	2.75	3.53	2.49	3.56	3.42	2.90	4.70	2.01	2.60	1.90	2.57	4.45	2.14	2.16
CaO	5.28	6.34	4.68	5.91	5.30	5.52	7.15	4.47	4.66	4.43	5.61	7.40	4.69	5.03
Na ₂ O	3.36	3.31	3.55	3.44	3.30	3.51	3.19	3.54	3.65	3.80	3.64	3.42	3.72	3.71
K ₂ O	2.30	2.15	2.56	2.02	2.27	2.20	1.84	2.66	2.56	2.79	2.41	1.71	2.29	2.34
P ₂ O ₅	0.20	0.17	0.18	0.18	0.15	0.18	0.18	0.13	0.17	0.16	0.22	0.21	0.14	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

1. 古期雲仙火山, 矢岳. Old Unzen Volcano.
2. 古期雲仙火山, 吾妻岳. Old Unzen Volcano.
3. 古期雲仙火山魚洗川火砕流堆積物. Iwarego PF.
4. 野岳火山湯河内火砕流堆積物. Yugawachi PF.
5. 野岳火山野岳溶岩. Nodake Lava.
6. 妙見岳火山主火山体. Myōkendake Volcano.
7. 妙見岳火山一本松火砕流堆積物. Ipponmatsu PF.

PF: pyroclastic flow deposit

8. 普賢岳火山稲生山溶岩. Inaoyama Lava.
9. 普賢岳火山礫石原火砕流堆積物. Kureishibaru PF.
10. 眉山火山七面山溶岩. Shichimenzan Lava.
11. 普賢岳火山普賢岳山頂溶岩. Fugendake-Sanchō Lava.
12. 普賢岳火山古焼溶岩. Furuake Lava(1663).
13. 普賢岳火山新焼溶岩. Shin'yake Lava(1792).
14. 普賢岳火山1991.5.24火砕流堆積物の本質岩塊. Essential block of May 24, 1991 PF.

細粒火山灰からなる。軽石は、細かく長孔状に発泡し、少量の斜長石及び黒雲母を含む。雲仙温泉岩屑なだれ堆積物は、雲仙温泉の噴気地帯に広がる崩壊堆積物で、東側の崩壊地形に対応するらしい。堆積物は、噴気活動により白色変質しているが、破碎した溶岩塊が観察できる。仁田町岩屑なだれ堆積物は、眉山南麓の仁田町付近の水無川の扇状地よりも一段高い面を構成している。堆積物は、破碎した溶岩や火砕岩からなり流れ山地形*がわずかに残っている。給源はよくわかっていない。このほかに地質図には示していないが、眉山北方の立野町の台地の一部とその東方にも岩屑なだれ堆積物を確認している。

古期の山体周辺から海岸にかけての緩斜面を構成する火砕岩はかつて竜石層と呼ばれたが、これは火山体の成長に伴って山麓に堆積した土石流*堆積物や小規模な火砕流堆積物であり、扇状地堆積物-1として表記した。

5. 新期雲仙火山

新期雲仙火山の活動は半島中央部から東側でおおよそ10万年前から始まり、野岳、妙見岳、普賢岳の各火山を次々と形成した。普賢岳火山の活動は有史に2回の噴火活動があり、最新の活動は1990年に始まり現在も続いている。

また、眉山火山は普賢岳火山の活動とは別に、おおよそ4千年前に島原半島東端部に噴出した。これらの火山の山体は安山岩からデイサイトの溶岩ドームや厚い溶岩流を主体としている。火山体の裾野には、火砕流、岩屑なだれや土石流などの堆積物が広がり緩斜面を形成している。岩体の区分と層序関係を第1図に示した。新期の噴出物は古期の噴出物とは異なり、雲仙地溝の活動による変位をあまり受けていない。妙見岳北方や野岳南方で明瞭な断層崖が観察できるが、変位量は比較的小さい。

5.1 野岳火山

野岳火山は、普賢岳の南方に位置する火山体で北側が山体崩壊により失われている。この崩壊地形の内側に妙見岳火山が生成している。野岳火山は、山体基部を構成する吹越溶岩と南方に広がる湯河内火砕流堆積物及び俵石岩屑なだれ堆積物、それと山頂部の野岳溶岩から構成される。吹越溶岩は、妙見岳西方の吹越付近と岩床山周辺の緩斜面などをなす、白色-青灰色の黒雲母角閃石デイサイトの溶岩である。石基*

はガラス質でしばしばよく発泡している。湯河内火砕流堆積物は野岳南方の有家町北部を占める火砕流である。青灰色-白色の角閃石安山岩-デイサイトの緻密な、一部ではやや発泡した本質岩塊と同質の細粒物からなる。俵石岩屑なだれ堆積物は、俵石展望所から南方へ広がる山体崩壊による堆積物である。吹越溶岩に酷似した白色デイサイト岩塊や褐色風化火山灰土壌片を特徴的に含み、南九州起源の広域テフラ*の始良 Tn 火山灰(約24,000年前)に覆われる。その給源の崩壊地形は残っていないが、おそらく野岳溶岩の噴出により埋没したのであろう。野岳溶岩は、野岳山頂部を構成する安山岩溶岩ドーム群である。山頂部付近では、かんらん石斑晶を含む。K-Ar 年代測定値として、6-8万年の値が得られている。野岳火山の活動開始年代は基底の吹越溶岩や湯河内火砕流の年代が決まっていないため不明だが、火山地形が良好に保存されているのでおそらく10万年よりは若いのであろう。

5.2 妙見岳火山

妙見岳火山は、安山岩の溶岩を主とするおおよそ4kmの火山体であり、南東に開いた径1.5kmの崩壊地形がある。妙見岳火山は、主火山体と北方に分布する舞岳南火砕流堆積物及び一本松火砕流堆積物、それと崩壊堆積物である垂木台地岩屑なだれ堆積物から構成される。

妙見火山の主火山体は、妙見岳、国見岳、江丸岳などの峰々と東方のおしが谷や炭酸水谷などに広がっている。崩壊壁の地質断面では厚い溶岩が露出していることから、妙見岳火山は典型的な成層火山*ではなく、厚い溶岩や溶岩ドームの集合体であつたらしい。主火山体の生成年代は、年代測定値からおおよそ2-3万年前であらう。舞岳南火砕流堆積物は、舞岳の南側の平坦面に分布する緻密な角閃石安山岩岩塊と同質の砂質火山灰からなる火砕流堆積物である。北麓の一本松火砕流堆積物は、緻密な安山岩と発泡したデイサイトの2種類の本質物を含んでいる。始良 Tn 火山灰に覆われ、阿蘇-4T 火砕流堆積物(鳥栖オレンジ色軽石流)を覆っている。湯江川上流部では、礫石原火砕流堆積物(普賢岳火山)の下位に一本松火砕流堆積物とは異なった組成のデイサイト質の火砕流堆積物が認められたが、噴火活動の拡大により詳細な調査を行っておらず、一本松火砕流堆積物に一括して表示した。妙見岳の崩壊に伴って流下した岩屑なだれ堆積物は、特定できていない。眉山西方の垂木台地の上面を構成する垂木台地岩

層なだれ堆積物がそれに相当する可能性がある。

5.3 普賢岳火山

普賢岳火山はいくつもの溶岩流や溶岩ドームからなり、その噴出位置は妙見岳の崩壊壁の内側だけでなく、崩壊壁の外側にも点在している。普賢岳の周囲には、1991—95年火砕流と岩相の比較的良好似た火砕流堆積物がいくつも広がっている。普賢岳南東のボタン山の緩斜面を構成する古江火砕流堆積物は、こぶし大—人頭大の緻密な角閃石デイサイト本質岩塊と同質の砂状の火山灰からなる。一方、普賢岳の北斜面から礫石原の扇状地にかけてと、^{くわいしほる}地形的にやや高い立野町や舞岳北東側の台地には、礫石原火砕流堆積物が分布する。堆積物は通常薄く(0.5—3m)、こぶし大以下の本質岩塊を大量に含み細粒物に乏しい。堆積物中の炭化木から、¹⁴C年代測定法*により約14,000年及び19,000年の年代値が報告されている。垂木東溶岩は、多斑晶のデイサイト溶岩であり約2万年のK-Ar年代測定値が得られている。稲生山溶岩は多斑晶のデイサイト溶岩ドームで、頂部に溶岩じわと見られる新鮮な地形を残している。垂木東溶岩と同じく輝石を含んでいない。千本木溶岩は、崩壊壁外側から流出した安山岩溶岩であり、フィッション・トラック年代測定法*により約13,000年の年代値が報告されている。島原市の眉山北方の流れ山地形をなす島原岩層なだれ堆積物は、鬼界アカホヤ火山灰(約6,300年前)を覆っており、普賢岳火山の産物と思われるがその給源は不明である。

妙見岳の崩壊地形内に噴出した3つの溶岩ドーム(風穴溶岩、普賢岳山頂溶岩及び島ノ峰溶岩)は、岩質及び化学組成が互によく似た角閃石デイサイトからなり、その噴出順序や噴出年代はよくわかっていない。ただ島ノ峰溶岩について6000±2000年のフィッション・トラック年代測定値が得られている。一方、赤松谷や水無川の上流部に分布する水無川火砕流堆積物からは、約4,000年の¹⁴C年代測定値が報告されている。水無川火砕流堆積物の上流部に島ノ峰溶岩が位置することと両者の年代測定値が誤差の範囲で一致することから、水無川火砕流堆積物は島ノ峰溶岩生成時に流下した可能性がある。このほかの2つの溶岩ドームの生成時に流下した火砕流堆積物は特定できていない。現在噴火活動中の平成溶岩は、妙見岳の崩壊地形内から噴出した4つ目の溶岩ドームである(後述)。

5.4 眉山火山

雲仙火山の中でも東端に位置する眉山火山は、七面山と天狗山の2つの角閃石デイサイトの溶岩ドームからなる。この

溶岩ドームは雲仙火山の中でも最大級の大きさである。溶岩から約5,000年(フィッション・トラック年代測定法)と約3,000年(熱ルミネセンス年代測定法*)の年代値が得られており、噴出時期は約4,000年前であろう。七面山北方では鬼界アカホヤ火山灰を覆って、緻密なデイサイトの本質岩塊と比較的少量の同質の細粒物からなる、六ツ木火砕流堆積物が分布する。堆積物中の炭化木から約4,000年の¹⁴C年代値が報告されている。六ツ木火砕流堆積物は、その分布と岩質の類似及び年代測定値からみて七面山起源なのであろう。

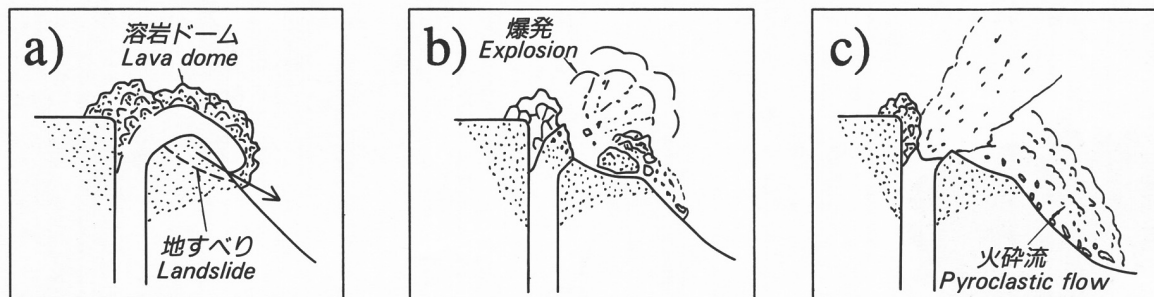
6. 1663—64年噴火及び1792年の噴火活動

普賢岳火山の有史の噴火活動は、現在のものを含めて3回知られている。1663年(寛文3年)の噴火では、普賢岳の北東部の妙見岳の崩壊壁のすぐ内側から古焼溶岩(安山岩)が噴出し、北へ1km流下した。この溶岩は、雲仙火山の岩石の中では、SiO₂含有量が少なくかんらん石斑晶を含むことが特徴的である。その翌年に九十九島(火口)から出水し、水無川河口の安徳で氾濫し30余名が死亡している。1792年(寛政4年)の噴火では、その前年11月から半島西部の小浜付近で群発地震が始まり、1792年1月に地獄跡火口から噴煙をあげた。2月には普賢岳北東側から新焼溶岩(デイサイト)が噴出し、4月には溶岩流の長さは2kmに達した。4月の終わりには、島原付近で地震が頻発し地割れが生じた。そして5月21日の激震により、島原市街地背後の眉山が崩壊し、岩層なだれが市街地を襲い島原湾に突入した。この眉山岩層なだれ堆積物により海岸線は長さ4km幅1kmにわたって埋め立てられ、大小無数の小島(九十九島)ができた。これにより、津波が対岸の肥後(現在の熊本県)をおそい、島原の被害者と合わせて死者・行方不明者およそ15,000人というわが国最大の火山災害となった。この大惨事は、島原大変肥後迷惑といわれた。

7. 1990年以降の噴火活動

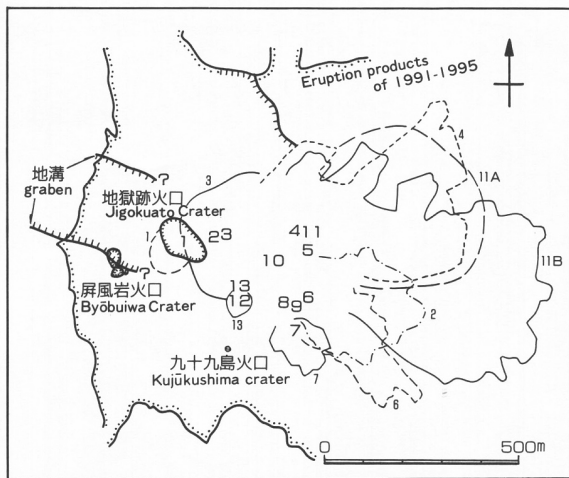
1990年11月17日水蒸気爆発*:雲仙岳周辺では1989年より地震活動が活発化し、1990年7月には火山性微動*が観測された。そして11月17日に、地獄跡火口及び九十九島火口の2つの火口から高さ200—300mの火山灰混じりの噴煙をあげ、火口周辺に土砂や噴石を放出した。噴煙はその後急速に弱くなり、一週間後には火山性微動も停止した。

1991年2月12日マグマ水蒸気爆発*:2月12日に普賢神社北西の屏風岩で新火口を作る噴火が起こった。この噴火では大量



第2図 1991年6月8日20時6分の火砕流発生機構のモデル(宝田ほか, 1993) (a) 既存の山体斜面の滑り落ちによる溶岩ドームの崩壊、(b) 急激な減圧による溶岩ドーム内部の爆発、(c) 破砕した溶岩ドームと山体斜面の物質が火砕流となって斜面を流下。

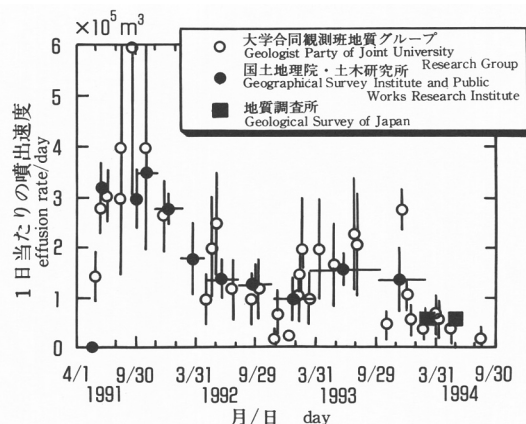
Fig.2 Initiation mechanisms of pyroclastic flow on June 8, 1991 (Takarada et al., 1993). (a) landslide triggered the collapse of lava dome, (b) explosion due to sudden pressure reduction, (c) pyroclastic flow generated by broken up materials of lava dome and basement (Kazaana Lava).



第3図 溶岩ドームの分布概略図 大きな数字は溶岩ロープの湧きだし口, 小さな数字は溶岩ロープの分布(外形)をそれぞれ示す(須藤 茂原図).
Fig.3 Outline of lava dome. Large and small numbers show the eruption center and the distribution of each lava dome or lobe respectively (by S. Suto).

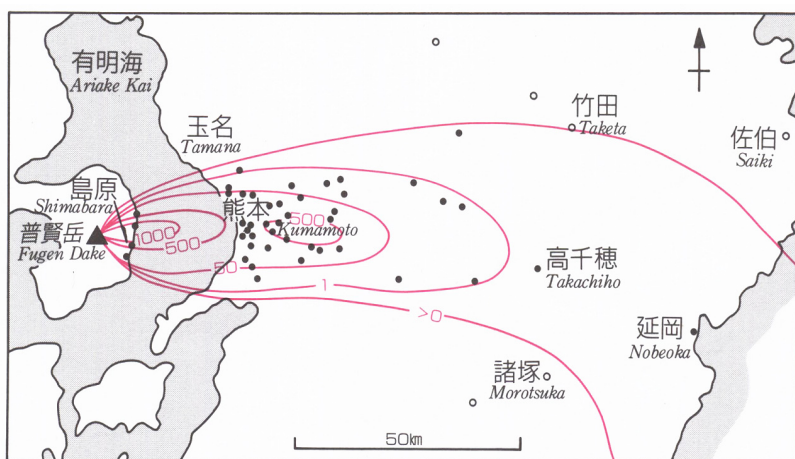
の火山灰を含む噴煙を高さ数百 m に激しく吹き上げた。火山灰の中には、少量ながら新鮮な火山ガラス*を含んでおり、マグマ水蒸気爆発であった。4月上旬以降地獄跡火口では、爆発的に激しく土砂を噴出し火口を拡大していった。

1991年5月以降：溶岩ドームの出現と火砕流の発生：5月中旬に地獄跡火口周辺では、火口直下で火山性地震*が頻発し東西方向の地割れが発生した。そして5月20日に地獄跡火口底に溶岩が出現した。溶岩はやがて、火口縁を越えて東側の水無川源流部へ崩落を始めた。高温の溶岩塊は崩落の過程で粉碎し、火山灰と岩塊が空気やガスと渾然一体となって斜面をかけ下りる火砕流となった(24日)。その後火砕流は日ごとに流走距離を延ばし、6月3日には溶岩ドームの東側と既存の山体の一部が大きく崩壊して規模の大きな火砕流が発生した。北上木場地区にいた報道陣をはじめ多数の人々がのみこ



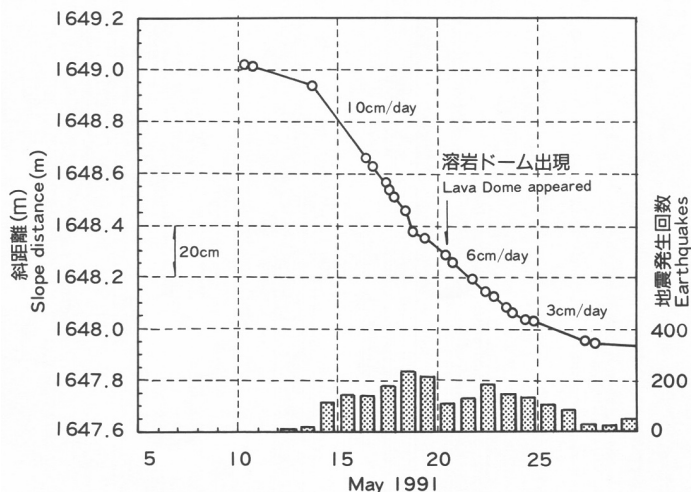
第4図 1日当たりの溶岩噴出量の時間変化(九州大学理学部地球惑星科学科ほか, 1994年に加筆) 地質調査所(■), 国土地理院及び土木研究所(●)のデータは航空写真測量による。大学合同観測班(○)のデータは、航空写真測量や上空からの写真、セオドライト測量結果による。
Fig.4 Temporal change in lava effusive rate per day of Fugen Dake. ■:Geological Survey of Japan, ●:Geographical Survey Institute and Public Works Research Institute, ○:Geologist Party of Joint University Research Group.

まれ、死者・行方不明者43名の惨事となった。溶岩ドーム崩壊後の馬蹄形地形の内側には新たな溶岩ドーム(第2ロープ)が生成し、斜面に沿って成長した。6月8日には溶岩ドームが既存の山体の一部とともに地すべり状に崩落し、溶岩ドームの一部が急激な減圧により爆発して(第2図)、島原市街地に噴石*を降らせた。8月13日に第2ロープの上に噴出した第3ロープは北東側のおしが谷へ崩落を開始し、9月15日には流走距離5.5kmに達する火砕流が発生し火砕サージ*により大野木場小学校が焼失した。この時の崩落崖の内側に第4ロープが現れて斜面に沿って成長し、長さ500mにまで達した。第5ロープは第4ロープの上に出現し、主に南側の赤松谷方向へ火砕流が流下した。その後第6ロープから第9ロープは第5ロープの南側斜面に出現し、火砕流は赤松谷方向へ流下し谷を埋積していった。1992年11月から1993年1月は火



第5図 1991年6月3日16時8分の火砕流に伴った降下火山灰の分布 数字は降灰量(g/m²)。黒丸は降灰を観測した地点、白丸は降灰が観測されなかった地点。
Fig.5 Isopach of co-ignimbrite ash-fall deposit accompanied by pyroclastic flow on July 3, 1991.

砕流の発生頻度や溶岩噴出量が少ない日が続いたが、2月に入って第10ロープが、3月に第11ロープが第3ロープの上に出現し噴出量が増え火山活動は再び活発となった。火砕流は再び北東側へも流下するようになり、おしが谷を徐々に埋積した火砕流は垂木台地を越えて千本木地区に迫った。1993年6月23-24日には、第11ロープの北側が次々と崩壊して火砕流を起こし、千本木地区で多数の家屋が焼失し住民1人が犠牲となった。6月26日と7月19日には、第11ロープの南側が崩壊し、火砕流が水無川に沿って国道57号を越えて、これまでの火砕流の最長流走距離を更新した。その後1994年1月に12個目の溶岩ロープが、7月上旬に13個目の溶岩ロープが出現した。第13ロープまでの位置関係を第3図に、溶岩供給量の変化を第4図に示す。



第6図 1991年5月の普賢岳南斜面の測線間の距離の変化と雲仙岳測候所・気象庁地震火山業務課(1992)による日別地震回数(下)(斎藤ほか, 1993)
Fig.6 Change in slope distance of a measurement line on the southern slope of Fugen Dake, of May 1991 and histogram of the daily number of small earthquakes (Saito et al., 1993).

噴出物: 噴出した溶岩はデイサイトであり, 斑晶として斜長石, 角閃石, 黒雲母, 石英, 磁鉄鉱を含む. 全岩化学組成は噴火開始以来, $\text{SiO}_2=63.5-65.5\%$ と比較的均質である. 噴出物は, 溶岩や溶岩の崩落により生じた火砕流堆積物や崖錐堆積物の他に火砕流流走時に舞い上がって風下側に堆積した降下火山灰がある. 1991年6月3日16時8分の火砕流から発生した降下火山灰は, 宮崎県延岡市にまで達した. 第5図に火砕流に伴って降下した火山灰の分布例を示す.

8. 火山活動の監視・観測

雲仙岳では, 島原市に九州大学理学部島原地震火山観測所が, また小浜町雲仙温泉に気象庁雲仙岳測候所があって雲仙岳周辺での地震活動などを監視し, 観測体制を強化してきた. 噴火開始後は, これらの機関に加えて, 大学合同観測班や地質調査所, 陸上自衛隊などが互いに協力しながら火山活動の監視・観測を行っている. 得られた観測データをもとに, 火山噴火予知連絡会*が火山活動状況の検討を行っている. 以下に地質調査所での主な観測について述べ, 他の機関の観測についても項目を記した. 光波測距観測点と地震計の配置については本図に示した.

地質調査所では, 雲仙普賢岳の噴火活動に際して様々な観測を行ってきた. 1991年2月に地獄跡火口の南側に最初の光波測距*用の反射鏡を設置し, その後普賢岳周辺に測定網を展開していった. 1991年5月13日には, 明らかな山体の膨張(距離の短縮)が認められ, 最大で10 cm/日の変動が続いて1週間後に溶岩が出現した(第6図). この時, 地獄跡火口周辺は地溝状に沈降しその外側が押し出された. 溶岩噴出後には, 山体の膨張傾向は緩やかに続いていたが, 1993年3月や11月-1994年7月に, 山体北西側や南側で山体の一部が急激に膨張した. 一方, 眉山についても光波測距による山体変動観測を行っているが, 異常は全く観測されてない. また, 雲仙岳測候所の地震計に記録された火砕流流走時の振動波形のエネルギー量から, 火砕流の規模(崩落量)を推定した. この手法により, 天候などに左右されずに火砕流崩落後ただちに規模が計算できるようになった. また, 火砕流の

累積堆積量は1994年9月14日の時点で, 0.2km^3 となった.

他の機関の観測について, 主なものを項目別にまとめた.
地震・火山性微動: 九州大学や気象庁などによって設置された地震計により, 微小地震の震源が精密に決められている.
目視観測: 島原地震火山観測所及び大学合同観測班は, 陸上自衛隊の協力を得て, 上空から溶岩ドームの成長や火砕流の流下の状況を観測している. 陸上自衛隊は24時間体制で火砕流や落石の監視を定点から行っている.

地殻変動(距離): 普賢岳周辺と島原半島内にGPS観測点が設置され, 山体変動や距離の変化が観測されている(九州大学, 京都大学, 国土地理院など).

地殻変動(高さ): 水準測量が島原半島東海岸や西海岸などで行われている(国土地理院・京都大学). 島原半島とその周辺の検潮場で, 月平均潮位が測られている(国土地理院).
地殻変動(傾斜): 普賢岳に設置した傾斜計で観測した振動の大きさや回数から日別の溶岩噴出量が求められている(九州大学・東京大学).

電磁気: プロトン磁力計により全磁力を測定している(京都大学, 九州大学, 気象庁).

重力: 普賢岳周辺に重力計が設置され, 精密重力測定が行われている(東北大学ほか).

9. おわりに

本火山地質図作成のために, 既に公表されている多くの方々の研究成果を参考にした. 現地調査では, 九州大学島原地震火山観測所の太田一也所長をはじめ同所のスタッフの方々, 大学合同観測班や, 気象庁雲仙岳測候所, 及び陸上自衛隊の方々には大変お世話になった. また, 応用地質(株)の小野晃司氏及び堀伸三郎氏, (株)京都フィッシュン・トラックの檀原徹氏からは貴重なご教示をいただいた. 以上の関係各位に感謝申し上げる.

主な参考文献

- 檀原 徹・岩野秀樹・星住英夫・渡辺一徳(1993)若い火山岩のフィッシュン・トラック年代測定の試み—雲仙普賢岳・眉山の例—. 火山学会講演予稿集, 1993, no.2, p.51.
- 星住英夫・宇都浩三・渡辺一徳(1994)雲仙火山のK-Ar年代測定—新时期雲仙火山の発達史—. 火山学会講演予稿集, 1994, no.2, p.93.
- 活断層研究会編(1991)新編日本の活断層—分布図と資料—. 東京大学出版会, 437p.
- 小林哲夫・加藤和夫(1986)雲仙火山の形成史. 火山学会講演予稿集, 1986, no.2, p.77.
- ・中田節也(1991)雲仙火山, 火砕流・岩屑なだれ堆積物の ^{14}C 年代と発達史. 火山学会講演予稿集, 1991, no.2, p.140.
- 九州大学地球惑星科学科・東京大学地震研究所・大学合同観測班地質グループ(1994)雲仙普賢岳噴火1993年10月—1994年2月の地質学的側面. 火山噴火予知連絡会会報, no.58, p.171-187.
- 中田節也(1993)雲仙普賢岳噴火の経緯と溶岩ドームの成長. 雲仙岳の火山災害—その土質工学的課題をさぐる—, 土質工学会, p.15-27.
- 西村暉希(1982)雲仙岳三峰—普賢岳・国見岳・妙見岳—の生成史. 長崎県地学会誌, no.37, p.13-26.

太田一也 (1984) 雲仙火山, 地形・地質と火山現象, 国立公園「雲仙」指定 50 周年記念. 長崎県, 98p.

—— (1993) 1990-1992 年雲仙岳噴火活動. 地質学雑誌, vol.99, p.835-854.

斎藤英二・須藤 茂・曾屋龍典・風早康平・川辺禎久・星住英夫・渡辺和明・遠藤秀典 (1993) 光波測距による雲仙普賢岳の 1991-1992 年噴火時の山体変動観測. 地調月報, vol.44, p.639-647.

宝田晋治・風早康平・川辺禎久・阪口圭一・須藤 茂・山元孝広・曾屋龍典・気象庁雲仙岳測候所 (1993) 雲仙岳 1991-92 年噴火の噴出物量と 6 月 3 日, 8 日の火砕流の発生機構. 地調月報, vol.44, p.11-24.

Takashima, I. and Watanabe, K. (1994) Thermoluminescence age determination of lava flows / domes and collapsed materials at Unzen volcano, SW Japan. Bull. Volcanol. Soc. Japan., vol.39, p.1-12.

田中雅人・中田節也 (1988) 雲仙火山東域の地質. 九州大学島原地震火山観測所研究報告, no.14, p.1-12.

雲仙岳測候所・気象庁地震火山業務課 (1992) 雲仙岳の火山活動 (5). 火山噴火予知連絡会会報, no.53, p.32-36.

渡辺一徳・星住英夫・池辺伸一郎 (1992) 雲仙普賢岳 1990 年 11 月-1991 年 5 月の噴火活動. 熊本大学教育学部紀要, 自然科学, no.41, p.47-60.

Watanabe, K. Hoshizumi, H. and Itaya, T. (1993) K-Ar ages of Unzen volcano in Kyushu, Japan -with some aspects of geology of Mayu-yama-. Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ. no.42, p.35-41.

The Geology of Unzen Volcano

Unzen volcano, located in the Shimabara Peninsula of central Kyushu, is one of the most active volcanoes within Japan. The products of Unzen volcano is dominated by many lava domes, thick lava flows and pyroclastics of andesite to dacite in composition, and cover a wide area, spanning about 20km east to west and 25km north to south. All of the lavas and pyroclastics are characterized by the presence of hornblende phenocrysts. Unzen volcano is subdivided into two stratigraphic groups, i.e., the Older Unzen volcano and the Younger Unzen volcano. The Older Unzen volcano is composed of several dissected volcanoes of hornblende andesite. These volcanoes become active about 0.5 Ma ago and continued to be active until 0.17 Ma ago. The Younger Unzen volcano becomes active about 80 ka ago. The latter volcano, with its well-preserved topography, has been subdivided into four volcanoes, i.e., Nodake volcano, Myokendake volcano, Fugendake volcano and Mayuyama volcano (see Fig.1).

Nodake volcano, developed to the south of Myokendake volcano, consists of the remains of a large composite lava cone together with a pyroclastic flow deposit and a debris avalanche deposit at the southern base of the volcano. The north-eastern part of this cone probably collapsed prior to the formation of the Myokendake volcano.

Myokendake volcano is comprised of a main volcanic edifice, pyroclastic flow deposits at the northern base of

the volcano and a debris avalanche deposit on Taruki Daichi (Plateau). The main volcanic edifice has a concave erosion scar approximately 1.5km in diameter. Myoken Dake and Kunimi Dake, distinguishable peaks on the rim of the scar, are ruins of a composite lava cone of hornblende andesite.

Volcanic activity associated Fugendake volcano commenced after the collapse of the Myokendake peak. Fugendake volcano consists of lava flows/domes, pyroclastic flow deposits and debris avalanche deposits. Lavas were deposited not only within, but also external to, of Myokendake.

Mayuyama volcano is a composite lava dome of Shichimenzan and Tengu-yama. The age of this volcano is estimated at about 4 ka by age determinations. The Mutsugi pyroclastic flow deposit was probably formed by the collapse of Shichimen Zan(Mountain).

The 1663-64 and 1792 eruptions of Fugendake have been described in historical documents. During the eruption of 1663, a mud flow overwhelmed the residential area of Antoku, downstream of the Mizunashi Gawa(River) and killed more than 30 people. In 1664 a new lava, the Furuyake Lava, flowed out from the northern foot of Fugen Dake. In 1792, an eruption occurred on the summit of Fugen Dake and a new lava, Shin'yake lava flowed from the northern base of Myokendake volcano. During the last stages of the 1792 eruption, the eastern half of Tengu Yama(Mountain) collapsed following severe earthquakes to form a large-scale debris avalanche which rushed into Shimabara Wan(Bay). Large tsunamis formed within Shimabara Wan and the Ariake Kai(Sea). About 15,000 people were killed as a result of the volcano collapse and subsequent tsunami. This catastrophe is the biggest volcanic disaster on record in Japan.

Recent eruptions of Fugendake volcano commenced on November 17, 1990. Two new vents, Jigokuato and Kujukushima craters, were formed by phreatic explosions in the summit area of Fugen Dake. On February 12, 1991, a chain of vents was newly formed by phreatomagmatic explosions slightly west of the two vents. On May 20, 1991, a new lava dome appeared at the bottom of Jigokuato crater after a series of earthquakes. On June 3 and 8, 1991, larger block-and-ash flows were generated by the collapse of the growing dome. The pyroclastic flows on June 3 and 8 reached distance of 4.5 km and 5.5 km from the dome, respectively. During the dome collapse of June 3, 43 people were killed or made missing in the local residential area as a result of the pyroclastic surge which accompanied since the main body of pyroclastic flow. New lava domes have since been formed after the dome collapse. As of July 1994, the No. 13 lava lobe, the newest lava lobe, is still growing.

Monitoring and observation of Fugendake volcano, including geodetic monitoring by EDM or GPS, seismological observations, geomagnetic observations, and geochemical studies, are currently underway by some Government Offices including the Shimabara Earthquake and Volcano Observatory, the Unzendake Weather Station, and the Geological Survey of Japan.

No.8 雲仙火山地質図 正誤表 【第2刷(2012)は修正済み】

(2012.4 現在)

		誤	正
地質図	地質図下端の緯度表示 (左下隅, 右下隅の2ヶ所)	32° 43' 10"	32° 41' 35"
	地質図右下の岩石鉱物名略 号表	:含有	.:含有
本文 p.7	右列 参考文献一つ目	檀原 徹・岩野秀樹・	檀原 徹・岩野英樹・
	右列 上から5行目	north-eastern	northeastern
本文 p.8	左列 上から5行目	north-eastern	northeastern
	右列 上から4行目	distingwishable	distinguishable