

九重山, 1995年10月~1996年1月の噴火についての地質観察*

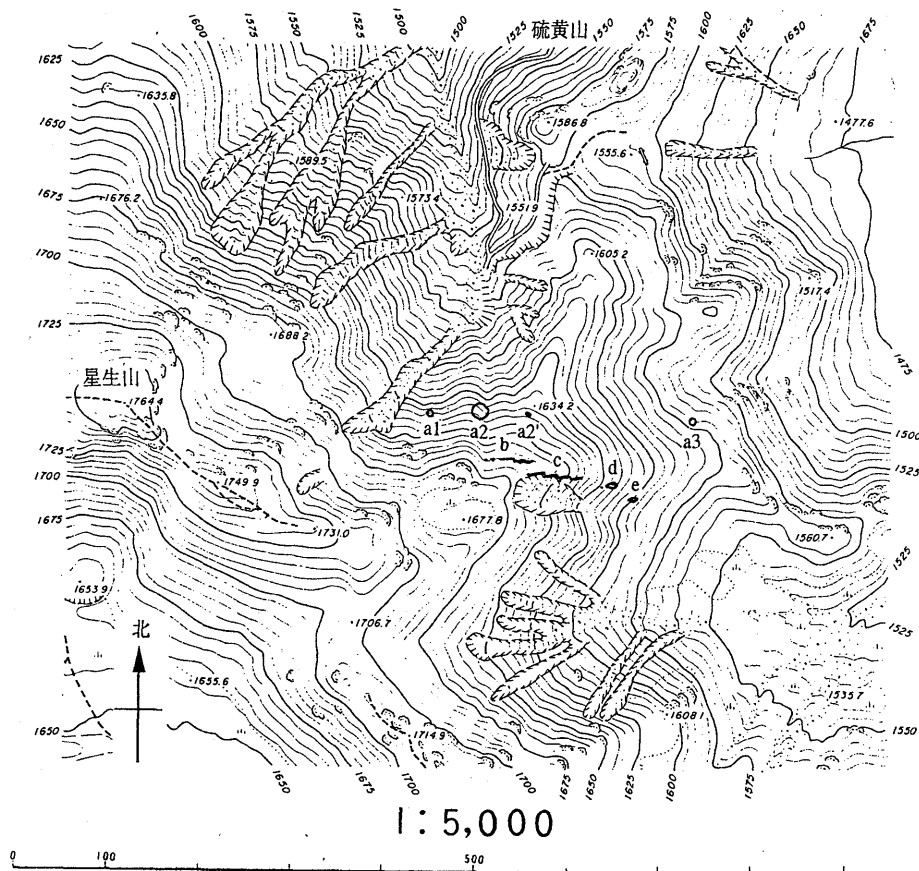
Geological Report on Eruption at Kuju Volcano from October 1995 to January 1996

合同観測班地質・岩石グループ**
Geologic Party, University Research Group

1. はじめに

九重火山では1995年10月11日からの噴火に引き続いて、12月下旬と1996年1月中旬にもしばしば噴火がおこった。噴火の規模はいずれも10月に比べて小さいものであったが、12月の噴火の途中から、噴出物にはマグマ物質と考えられる火山灰粒子が少量ながら含まれるようになった。ここではその火山灰粒子について説明し、その分析結果から推定される物理条件について報告する。

第1図には東大地震研究所が作成した火口(孔)付近の地形図を載せた。これまでは国土地理院作成の2万5千分の1地形図の他には、大分県林業水産部林政課の5千分の1地形図(平成6年版)があったが、火口付近の地形精度が極めて悪いため、新たに制作した。



第1図 硫黄山周辺の1/5,000の地形図(東大地震研究所作成)。10月の航空写真に基づく。基準点は大分県林業水産部林政課の地形図(平成6年版による。火口位置は資料を参考に中田が追加した。)

Fig. 1 Topographic map of the crater area at Kuju (1/50,000). Distributed from Volcano Research Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

* Received 24 Apr., 1996

** 中田節也(東京大学地震研究所)・渡辺公一郎(九州大学工学部)・渡辺一徳(熊本大学教育学部)・壇原 徹(京都フィッシュントラック)・本村慶信(九州大学理学部)

2. 火山灰試料について

以下に12月下旬と1月中旬に採取した火山灰について記載する。

2-1. 12月21日夜－22日火山灰

採取場所：

- (1) 火口東南東0.3kmにて12月21日昼頃に筒井(京大)が採取。
- (2) 火口南2.75kmにて12月23日渡辺(一)が採取。火山灰層厚は約1mm。
- (3) D火口の東400m(北千里南端)にて12月22日昼頃江原(九大工)が採取。火山灰の層厚は約10mm。

採取状況：22日昼頃もB, C, D火口から依然として火山灰, D火口から数mm大の噴石放出。噴石はD火口から東側へ50m以内に, 最大径3cmの噴石が分布(江原談)。北千里の南側で厚く, D火口500m東で1cm程度。法華院山荘, 三俣山, 直入町, 久住町で降灰。東方向の軸で広く分布。

結果(渡辺(公)と渡辺(一)鑑定)：

- (1) 数－数10ミクロン程度の粒子には透明な数－数10ミクロン大の火山ガラス片を含み(数%程度)発泡した火山ガラス片が認められるが, 他2試料に比して少ない。
- (2) 10－数10ミクロン程度の粒子の内, 透明な10－数10ミクロン大の火山ガラス片を数%程度含む。内20－40%程度の発泡ガラス。
- (3) 透明な数－数10ミクロン大の火山ガラス片が火山灰全体の1%程度, 内20%程度に発泡ガラス。

2-2. 1月13－14日降灰火山灰

2-2-1. 警察署採取試料

採取場所：瀬の本の「やまなみハイウェイ」沿いの大きな四ツ角

採取状況：1月13日深夜に採取。玖珠警察署がパトカーの上や空中から約10cm四方の犯罪捜査用集塵板を用いて極微量採取。

結果(渡辺(公)鑑定)：約200個程度の結晶片やガラス粒子があり, そのうち発泡ガラスは2個。大きさは70ミクロン程度。

2-2-2. 合同観測班採取試料

採取場所：(1) 筋湯の南1kmの雪の上：渡辺(一)・池辺(阿蘇火山博)採取

(2) 赤川温泉ビニール袋の上：渡辺(一)・池辺採取

(3) 九大観測小屋前雪の上：筒井(京大)採取

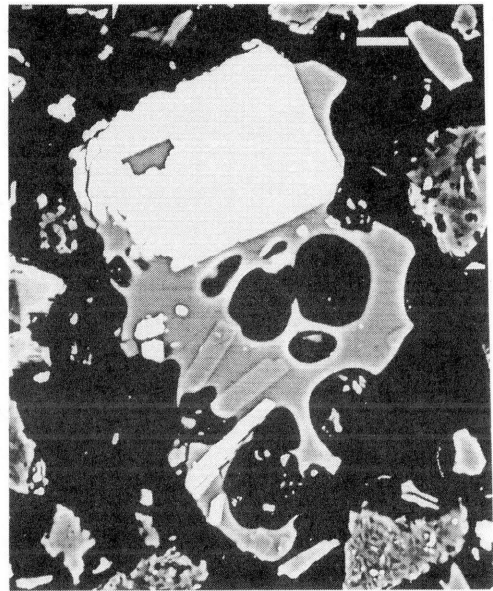
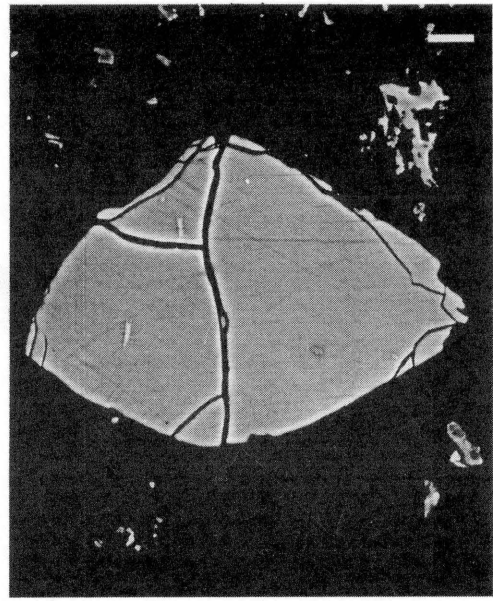
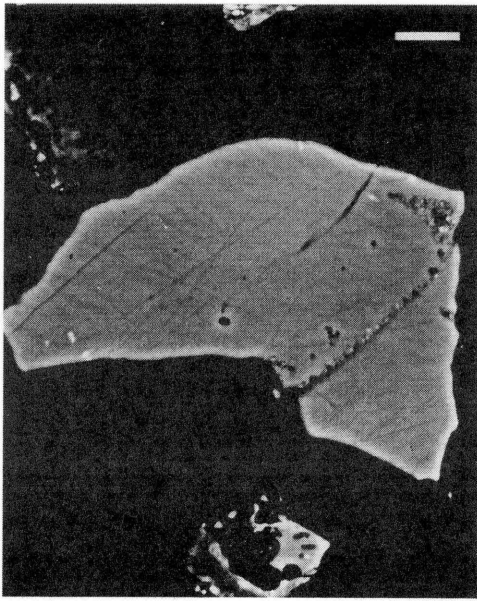
採取状況：1月14日未明に降雨のため火山灰はほとんど保存されていない。筋湯南と九大観測小屋前の試料は1月8－9日に降雪の上で採取(13－14日灰とは断定できない)。

結果(渡辺(一)鑑定)：1月14日に採取した3試料には発泡ガラスが少量存在。

3. 火山灰の屈折率と水和現象

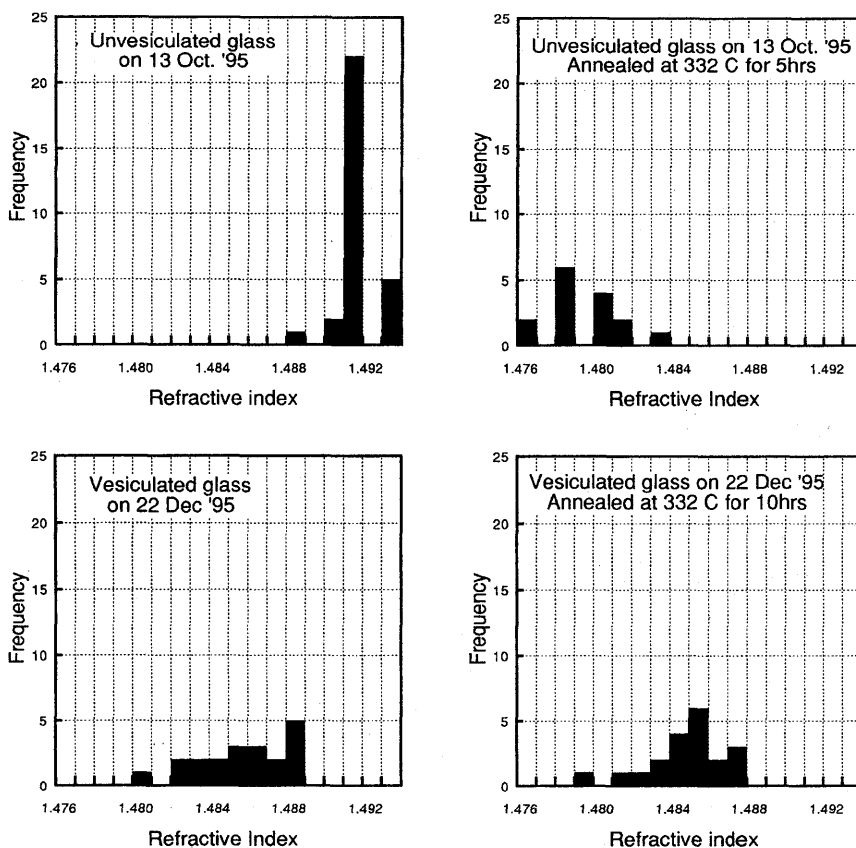
第2図には, 10月火山灰のうち未発泡の透明ガラスと12月の発泡した透明ガラスのX線マイクロプロブ組成像を示した。未発泡ガラスは細かい結晶と気泡がないことで透明ガラスとは明瞭に異なる。京都フィッシュントラック株式会社で測定したガラスの屈折率は両者の違いをさらにはっきりとさせている。第3図には両者の屈折率測定結果とヒストグラムで示した。それぞれ, 332℃で加熱処理後の屈折率は両者で異なり, 発泡ガラスにおいて, 処理前後で屈折率変化が極めて少ないか認められない。これは, 未発泡ガラスにおいて水和現象がおこって屈折率が上昇したことを示している。

水和現象は高温では短時間でおこりうるが, 12月22日の噴出物では屈折率変化がほとんどおきていないので, 噴火前後の高温状態での水和現象はほとんど無視できるのかもしれない。少なくとも未発泡ガラスは長時間水にさらされる環境で水和現象が進行したものと判断できる。これは後に示す化学分析でも証明される。



第 2 図 火山灰中ガラスの組成像。上 2 つが10月13日採取の未発泡ガラス。下 2 つが12月22日採取の発泡ガラス。ガラス（灰色）の中や縁にある明るい色や灰色の多角形は結晶。両者で結晶量が明らかに違う。下図の丸い形は泡の外形。各写真右上角の白バーが10ミクロン長。撮影者：本村慶信。

Fig. 2 EPMA compositional images of clear glass particles. Upper two photos for 13 October 1995 sample, and lower two photos for vesiculated, crystal-rich samples on 22 December 1995 (photo by Y. Motomura)



第 3 図 火山灰中ガラスの屈折率。上 2 つが10月13日採取の未発泡ガラス。
下 2 つが12月22日採取の発泡ガラス。それぞれ右側が332℃で加熱
処理後の値。分析者：壇原 徹

Fig. 3 Refractive index of clear glasses (Analyst : T. Danhara)

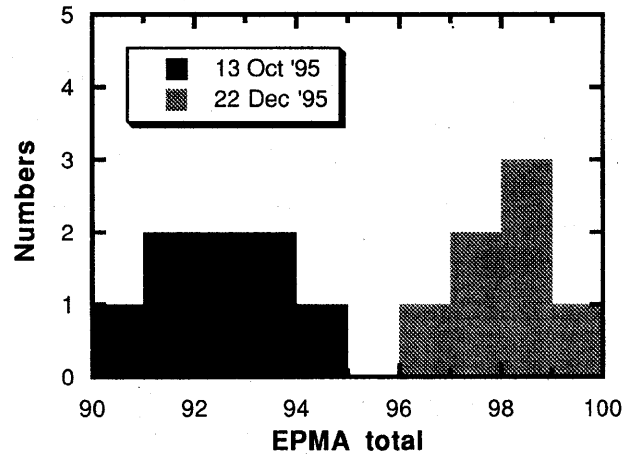
第 1 表 火山灰中透明ガラスの化学分析結果 (分析は本村による)
左) 10月13日採取未発泡ガラス, 右) 12月22日採取発泡ガラス
Fig. 1 Microprobe analyses of clear glasses (Analyst : Y. Motomura).
Left : no-vesiculated, 13 Oct. 1995, right : vesiculated, 22 Dec. 1995

	951013A-5	偏差	951222-1-5	偏差
SiO ₂	76.22	0.68	76.39	0.95
TiO ₂	0.19	0.08	0.25	0.05
Al ₂ O ₃	11.76	0.24	11.56	0.08
FeO*	0.90	0.09	1.25	0.18
MnO	0.08	0.02	0.12	0.03
MgO	0.12	0.06	0.15	0.04
CaO	0.86	0.24	1.04	0.18
Na ₂ O	0.39	0.29	3.00	0.30
K ₂ O	1.91	0.35	4.23	0.18
Total	92.50		97.99	
分析数	8		7	

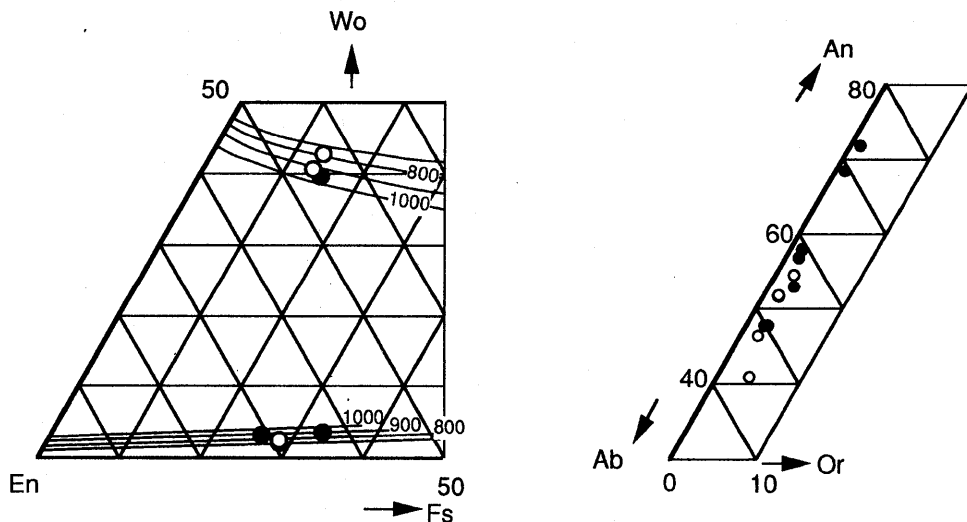
4. ガラス、結晶の化学組成

10月の未発泡ガラスと12月の発泡ガラスのX線マイクロプローブで測定した化学組成を第1表に示す。未発泡ガラスは発泡ガラスに比べてアルカリ元素(酸化物としてNa₂OやK₂Oに乏しくなっており、測定可能な9酸化物の総和が低い(第4図)。これは水が多量に入りこんでいるためとえられる。発泡ガラスの方は総和が100%に近く、化学組成も通常の流紋岩メルトの組成と考えられる。また、後者に水が含まれるとしても2%程度とわずかであり、もともとマグマに含まれていた水である可能性が高い。未発泡ガラスのアルカリイオンは水に溶脱したものと考えられる。

ガラスには斜長石、単斜輝石、斜方輝石、磁鉄鉱、チタン鉄鉱が含まれる。角閃石はこれまでのところ確認できない。第5図には発泡ガラスに含まれる輝石と斜長石微結晶の化学組成を示した。



第4図 火山灰中ガラスの化学組成。EPMAで測定した主成分元素分析値の総和。分析者本村慶信
Fig. 4 Sum of 9 oxides determined by EPMA FOR CLEAR GLASSES (Analyst: Y. Motomura)

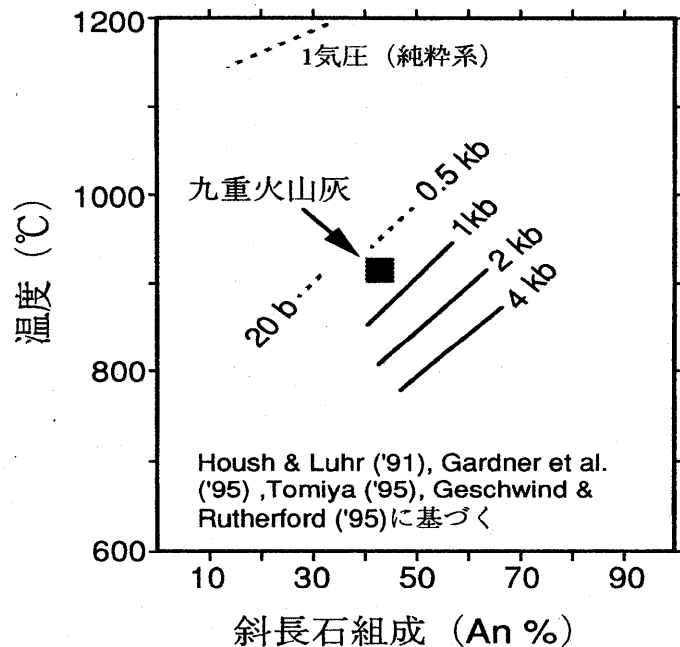


第5図 発泡ガラスに含まれる輝石(左)と斜長石(右)微結晶の組成。白丸が縁部。
Fig. 5 Compositions of pyroxene and plagioclase microlites included in clear glasses. White circles are for peripheral parts of crystals. (Analyst: Y. Motomura)

5. マグマの温度圧力

同一のガラス粒子中の磁鉄鈇とチタン鉄鈇微結晶ペアの化学組成を用いて、Ghiorso and Sack (1991) の温度計から推定される温度は927 と 942℃であった。この時に求められる酸素分圧はそれぞれ $10^{-9.9}$ と $10^{-10.3}$ 気圧であり、NNO バッファーより対数で約1程度高い。この条件は雲仙普賢岳のマグマ水蒸気爆発の際に保持していた条件と考えられる。ガラスは脱ガス後に結晶成長し、同時に発泡して急冷している。このため、これはマグマヘッドの条件を示しているものと考えられる。水に飽和した流紋岩メルトと平衡にある斜長石の化学組成が最近高温高压実験で求められている。第6図にはその結果をまとめた。それによると12月の発泡ガラス中の斜長石縁部の組成と上記の温度との関係は0.5~1 kbar の条件を示した。安定領域が1 kbar 以上である角閃石がガラスの中に含まれていないことは、この結果と調和的である。また、発泡ガラスの化学組成から推定される水の含有量(最大2%)は、0.5kbar をやや下回るメルト中の水の溶解度に相当し、発泡作用の圧力の下限を与えるものと考えられる。上の値はこれとも特に矛盾しない。

ただし、上の圧力範囲が母岩で持っている封圧(2~3 km 深)であるのか、静水圧(5 km 以深)であるのか、あるいはそれらの間を示すのかは不明である。



第6図 水飽和条件で流紋岩メルトと共存する斜長石の組成。発泡ガラスについて推定された温度と斜長石組成を示した。

Fig. 6 Relationship showing temperature and composition of plagioclase rim in the 22 December glasses. Solid lines were drawn based on experimental results for water-saturated rhyolitic melt (listed on the figure).

6. まとめ

1995年10月噴火や12月噴火の初期に噴出した火山灰中には透明な流紋岩ガラスが含まれるもののマグマ物質と思われるものがみつからなかった。この透明ガラスは水和を強く受けており結晶を含んでいない黒耀石様のものであった。これは火道を構成する基盤のガラス質岩石に由来するものと判断される。12月20日以降の噴出物にもこの未発泡ガラスは含まれ続けている。一方、12月20日頃の噴出物からはマグマ物質と思われるものがわずかながら含まれ始めた。このマグマ物質と思われるものはガラスは発泡した流紋岩ガラスで微結晶を多量に含んでいる。これは脱ガスによる結晶作用と発泡の途中に急冷を受けたものと判断される。また、これが由来したマグマヘッドは地下浅所(数km深)に存在すると考えられ、温度は900℃を上回る。