

# 阿蘇火山中岳 2003 年 7 月 10 日火山灰中の火山ガラスの 形態的特徴及び化学組成とその起源\*

Morphology and chemical compositions of volcanic glasses in July 10, 2003  
ash of Nakadake, Aso volcano, SW Japan

産業技術総合研究所地質調査総合センター\*\*

熊本大学教育学部\*\*\*

阿蘇火山博物館\*\*\*\*

Geological Survey of Japan, AIST  
Faculty of Education, Kumamoto University  
Aso Volcano Museum

2003 年 7 月 10 日に、阿蘇中岳第一火口から放出された火山灰中の新鮮な火山ガラスについて、双眼実体鏡及び SEM による形態観察及び EPMA による化学組成分析を行った。また、比較のため 1979 年及び 1989 年スコリアの EPMA 組成分析を実施した。その結果、噴出物中の新鮮な褐色透明火山ガラスは、 $\text{SiO}_2=57\%$ 前後と均質な化学組成を持ち、1979 年及び 1989 年のマグマと酷似した組成を示す本質物である可能性が高いと判断した。この火山ガラスが、火山活動を引き起こしたマグマだとすると、また、含まれる硫黄及び水濃度から、地下 400m よりも浅いところで破碎・急冷されたと考えられる。

## 1. はじめに

2003 年 7 月 10 日に阿蘇中岳第一火口から火山灰が放出され、火口から東北東方向に降下した<sup>1)</sup>。降下火山灰は中岳から東北東 14km の地点にまで到達し、その総量は約 130 トンである。また火山灰中には新鮮な発泡したガラス火山灰が含まれている<sup>2)</sup>。

この降下火山灰中の新鮮な火山ガラスについて、その起源を明らかにするため、双眼実体鏡及び SEM による形態観察及び EPMA による化学組成分析を行った。また、比較のため 1979 年及び 1989 年スコリアの EPMA 組成分析を実施した。

## 2. 形態的特徴

観察した火山灰は、ロープウエー火口東駅付近において 7 月 11 日に採取した。堆積物は主に粗粒砂からシルトサイズ、暗灰色で一部白色の粒子を含みゴマ塩状の外観を呈する。径 1mm を越える粒子はごくわずかしかない。火山灰は水洗後、超音波洗浄機にかけ、粒径 0.1mm 以上の粒子について観察し、構成粒子をその形態的特徴により大きく 8 つのグループに区分した(第 1 図、第 2 図、第 1 表)。

### 褐色透明ガラス火山灰[G1]

新鮮で表面に光沢のあるガラス火山灰である。外形は主に多面体型で断面及び内部に球状の気泡が散在する。角はよくとがっており、円磨されていない(第 2-1 図)。一部、気泡が長孔状にのびた粒子(第 2-3 図)や、またごくまれに液滴状の粒子(第 1 図中央左下より)がある。比較的大きな粒子は、スコリア状の外観をしめす(第 2-2 図)。

### 褐色透明ガラス火山灰[G2]

多面体型のガラス火山灰で、断面と内部に球状の気泡をもつ。粒状の白色鉱物が表面に付着し、時には気泡内部を埋めている(第 2-4 図)。また、エッチングを受けたような小さなピットが一部に認められる。

\* Received 19 Feb., 2004

星住英夫・斎藤元治・宇都浩三\*\*, 渡辺一徳\*\*\*, 池辺伸一郎\*\*\*\*  
Hoshizumi, H., Saito, G., Uto, K., Watanabe, K., Ikebe, S.

### 褐色ガラス火山灰[G3]

多面体型のガラス火山灰で、断面と内部に球状の気泡をもつ。表面にエッチングを受けたような無数の小さなピットがあり(第2-5図)、光沢がなくつや消し状である。一部の粒子にはG2同様表面に小さな白色粒状の鉱物が付着する。

### 黒色ガラス火山灰[G4]

多面体型の黒色ガラス火山灰で、球形の気泡をもつ(第2-6図)。ほとんど不透明なものから半透明なものまでである。一部の粒子は、小さな白色粒状の鉱物が付着する。

### 結晶片

斜長石、単斜輝石、かんらん石などからなる。一部の粒子の表面には、褐色透明ガラスが付着する。

### 岩片

赤褐色～灰色の岩石片。多角形ではなく、やや円磨した丸っこい形のものが多い。ほとんど変質していない。

### 変質火山ガラス

多面体型で丸い気泡をもつ。形態はG1-G4と同じだが、白色～灰色～赤褐色などに変質している。

### 変質岩片

白色～灰色などのさまざまな変質岩で硫化鉱物を伴うことがある。円磨している場合がある。

## 3. ガラス火山灰の化学組成及び水和層の有無

火山灰中の褐色透明火山ガラス片(G1、G2、G3)及び黒色ガラス片(G4)と、最近の噴出物(1979.6.16 スコリア、1989.10.15 スコリア、1989.11.24 スコリア)の石基ガラスのEPMA分析を行った(第3図)。過去の噴出物は、それぞれ1個のスコリアについて石基ガラスを約20-40点分析した。

褐色透明火山ガラス片は、表面に水和層があるものとなないものに区分できる。水和層の厚さは最大で10 $\mu$ mである。水和層がないものは変質部分や微小なピットがほとんどない(G1)のに対して、水和層があるものは変質部分や微小なピットを伴うことが多い(G2、G3)。黒色火山灰(G4)も同様に、水和層があるものとなないものの両方がある。

水和層のない新鮮な褐色透明火山灰(G1)は、集中した組成をしめし、その組成幅は最近の噴出物と同程度である。水和層のある褐色透明火山灰(G2、G3)は、水和していない部分と水和部分の組成が異なり、水和の際に元素溶脱が起こったことが明らかである。水和していない部分の組成は、おおむねG1と同じである。黒色のG4火山灰は、水和していない部分に限っても組成が広くばらつく。

## 4. 火山ガラスの起源

褐色透明のG1火山灰は、まとまった組成を示すので、起源が単一であるか、類似組成の複数の物質の混合物であると考えられる。それに対して、黒色のG4火山灰は、組成幅がひろい混在することから様々な起源のものからなると思われる。

中岳第一火口壁には、中岳最新期火砕丘の断面が露出し、周囲には中岳の新期・古期の玄武岩-玄武岩質安山岩の溶岩・火砕岩が広がり、さまざまな化学組成のものが第一火口に流入しうる。また、最近の火山灰に限ってもその一部は玄武岩質であり(例えば、1974年噴出物の一部<sup>3)</sup>)、特定の化学組成のものだけが、二次堆積物として第一火口に流入するとは考えにくい。また、湯だまり中や火道内部に古い火山灰が残存していた場合、高温状態や、火山ガスなどに長期間さらされるため、新鮮なままで保存されているとは考えにくい。

以上のように、褐色透明のG1火山灰は、新鮮かつ均質であり、二次堆積物である可能性が低いことから、本質物である可能性が高い。

阿蘇中岳では、黒色砂状の本質火山灰を放出する灰噴火(ash eruption)が特徴的である<sup>4) 5)</sup>。灰噴火では爆発現象を伴わない場合と小爆発を繰り返す場合がある。構成物は、多面体型(block-type)と少量のしぶき型(splash-type)からなり今回の噴出物中のG1火山灰とよく似ている。今回の噴出物中の新鮮な火山ガラス片(G1)がマグマ物質だとすれば、7月10日の土砂噴出は、阿蘇火山に特徴的な灰噴火が始まったといえる。すなわち火道中を上昇してきた火山灰混じりのガスが、湯だまりを突き破って発生したのであろう。

水和層をもつ褐色ガラスは、透明度の低いG4を除き、水和層の厚さは薄く元々の化学組成はG1の化学組成と一致することから、ごく最近に湯溜まり内あるいはその直下に供給された火山灰である可能性が考えられる。

## 5. 褐色ガラス火山灰中の硫黄及び水濃度

### ・ガラスの硫黄濃度

2003.7.10火山灰の褐色透明粒子のガラス部分の硫黄濃度は70ppm(19個測定、1sigma=30ppm)と非常に低く、1979年および1989年のスコリアのガラス部分の硫黄濃度(100ppm以下)と同程度である。1979年および1989年のスコリアの斜長石に含まれるメルト包有物の硫黄濃度はそれぞれ230ppm(5個測定、1sigma=50ppm)、250ppm(2個測定、60ppm)であったが、分析したメルト包有物は噴火時に脱ガスしている可能性が高く、元々のマグマ中の硫黄濃度は250ppm以上あったと考えられる。マグマが急冷して褐色透明粒子のガラスになった時点では、硫黄はすでに脱ガスしていたと判断される。

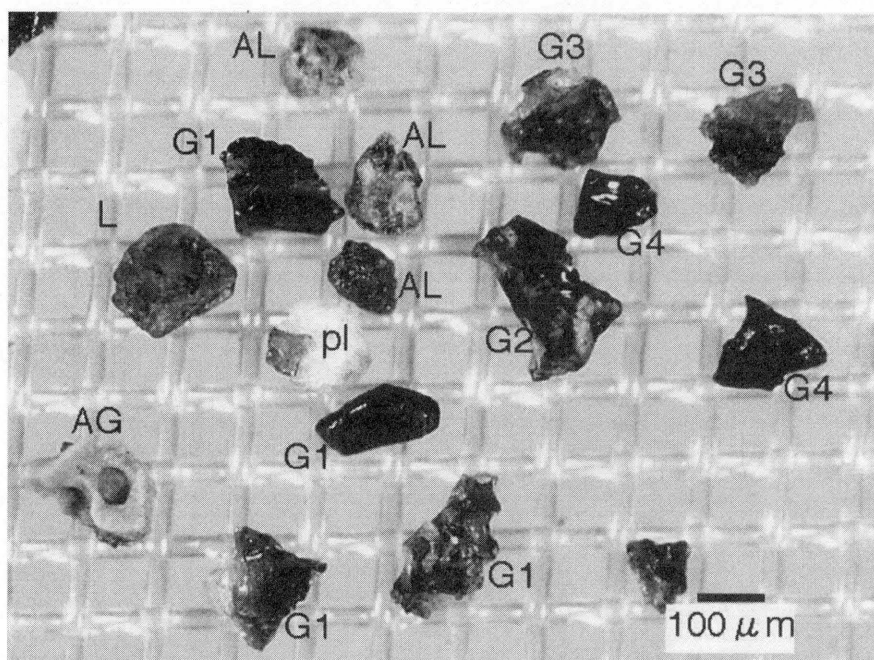
### ・ガラス中の水濃度(暫定値)

EPMAによるガラスの主成分元素濃度の合計と100%の差を水濃度と仮定すると、2003.7.10火山灰の褐色透明粒子のガラス部分と1979年および1989年のスコリアのガラス部分の水含有量は、ともに1wt.%以下と予想される。各スコリアの斜長石に含まれるメルト包有物の水濃度は、わずかに高い傾向を示す。玄武岩メルトへの水1wt.%の飽和圧力は10MPa(地下400mに相当)であり、地下400mより浅いところで急冷され、ガラスになったと考えられる。

ガラスの水および硫黄濃度から推定された深さは、直接マグマヘッドの深さを示すものではないが、マグマがかなり浅いところまで上昇している可能性を示唆する。

## 参 考 文 献

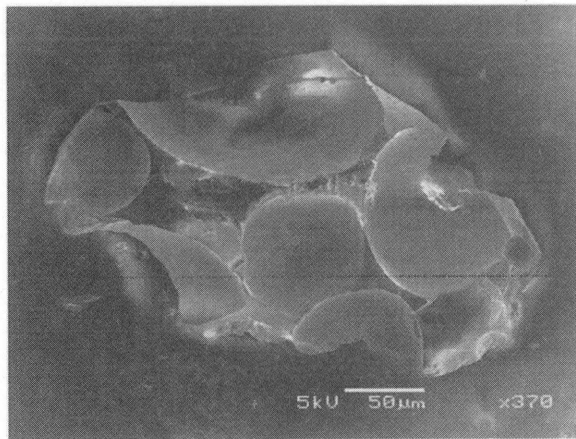
- 1) 福岡管区気象台(2003): 阿蘇山, 火山観測情報, 第12号.
- 2) 渡辺一徳・池辺伸一郎・宮縁育夫・星住英夫(2004): 阿蘇火山中岳における2003年7月10日の土砂噴出調査速報, 火山噴火予知連絡会会報, 86, 107-109.
- 3) Matsumoto, H. (1978): The 1974 activity of the Aso volcano. Kumamoto J. Sci., Geol., 11, no. 1, 1-4.
- 4) 小野晃司・渡辺一徳・星住英夫・高田英樹・池辺伸一郎(1995): 阿蘇火山中岳の灰噴火とその噴出物. 火山, 40, 133-151.
- 5) Ono, K., Watanabe, K., Hoshizumi, H. and Ikebe, S. (1995): Ash eruption of Naka-dake crater, Aso volcano, southwest Japan. J. Volcano. Geotherm. Res., 66, 137-148.



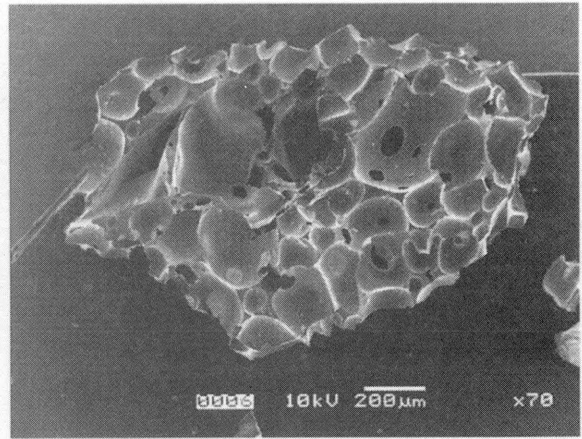
第1図 火山灰の実体顕微鏡写真 記号は第1表参照  
Fig.1 Photograph of ashes.

第1表 火山灰の特徴と分類 含有量は、100-150 μmでのおよその量比  
Table 1 Feature and classification of ashes.

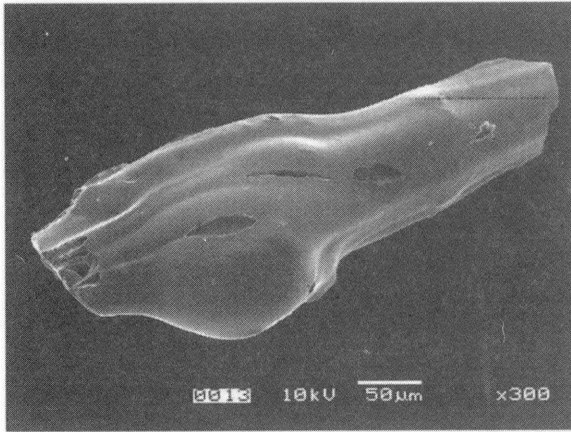
種類	色調	名称	含有量	形状	発泡形態	石基鉱物	変質	水和層	起源
火山ガラス	褐色透明	G1	10%	多面体型~スコリア状、まれに液滴状	大部分は球状で厚い気泡壁、一部長孔状~球状で薄い気泡壁	ほとんどなし	なし	なし	本質
火山ガラス	褐色透明	G2	10%	多面体型	球状で気泡壁が厚い	ほとんどなし	表面や気泡内壁に白色鉱物が付着	一部	類質?
火山ガラス	褐色透明つやけし	G3	10%	多面体型	球状で気泡壁が厚い	ほとんどなし	表面に微細なピットあり	一部	類質?
火山ガラス	黒色	G4	10%	多面体型	球状で気泡壁が厚い	ほとんどなし~やや結晶質	なし~やや変質	一部	類質
結晶片			20%	斜長石(pl)・単斜輝石(cpx)・かんらん石(ol)など(褐色透明ガラスが付着するものあり)			新鮮~変質		本質~類質
岩片	赤褐色~灰色	L	5%				やや新鮮		類質
変質火山ガラス	白色など	AG	20%	やや円磨した多面体型	球状で気泡壁が厚い		変質		類質
変質岩片	白色など	AL	15%	やや円磨~円磨した多面体型	発泡しない		変質		類質~異質



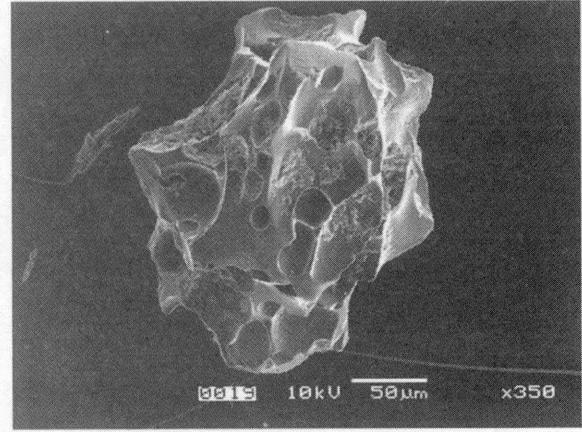
第 2-1 図 G1 火山灰 (多面体型)  
Fig. 2-1 G1 ash (block-type)



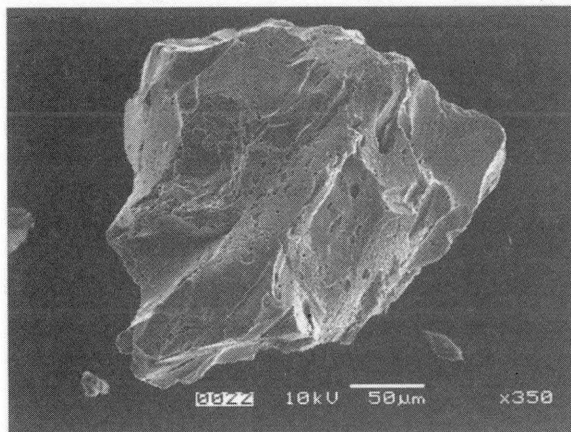
第 2-2 図 G1 火山灰のうち大きな粒子  
Fig. 2-2 G1 ash (big)



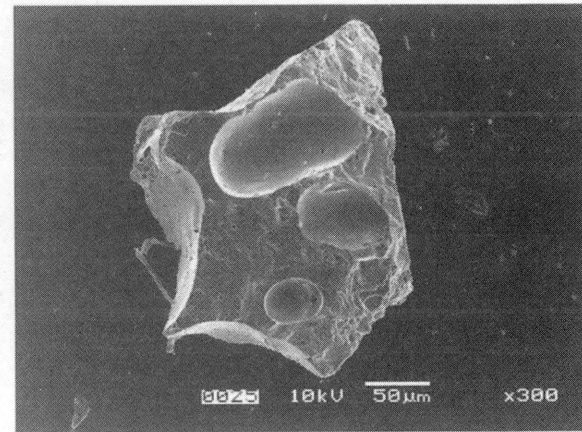
第 2-3 図 G1 火山灰 (しぶき型)  
Fig. 2-3 G1 ash (splash-type)



第 2-4 図 G2 火山灰  
Fig. 2-4 G2 ash

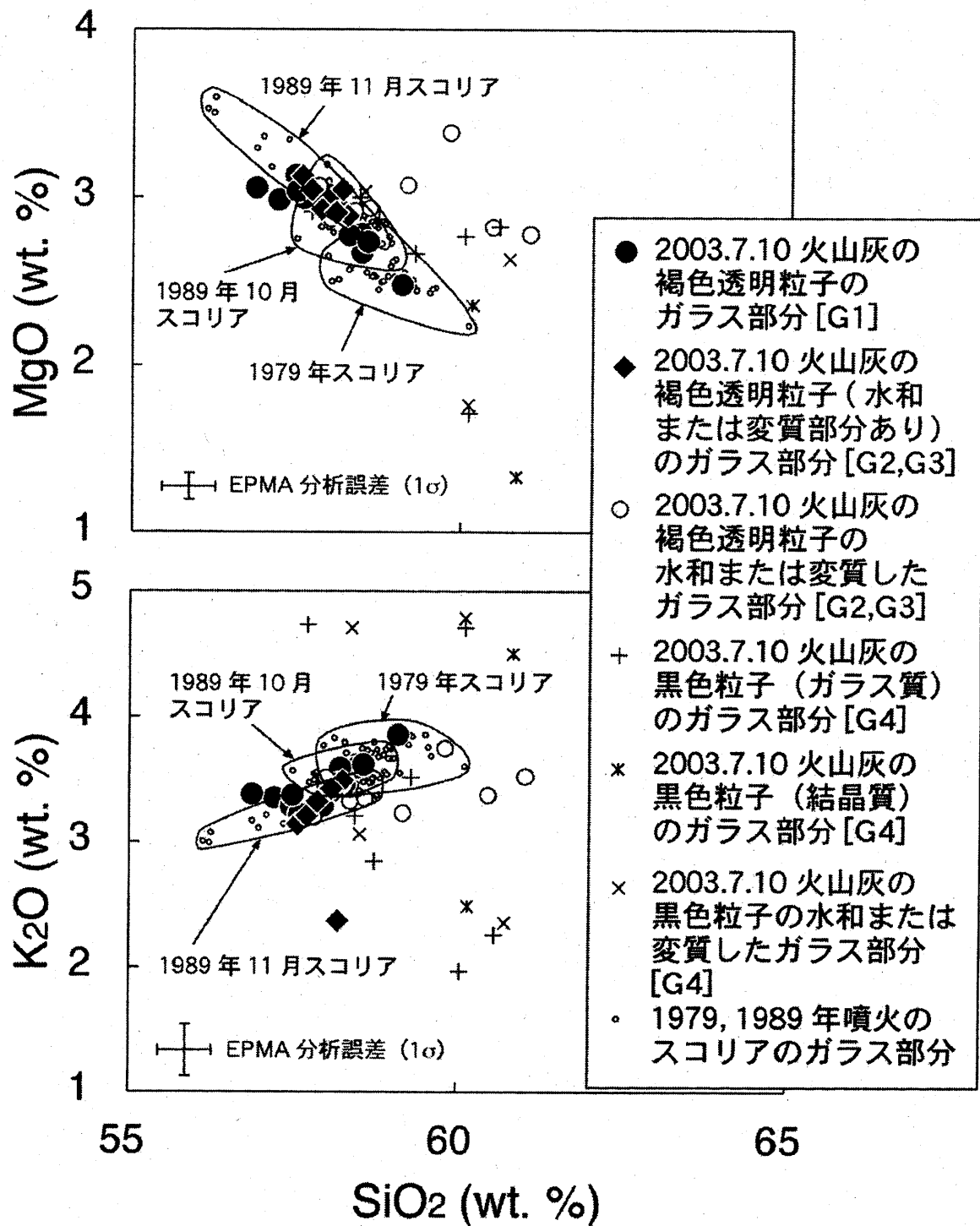


第 2-5 図 G3 火山灰  
Fig. 2-5 G3 ash



第 2-6 図 G4 火山灰  
Fig. 2-6 G4 ash

第 2 図 ガラス火山灰の SEM 写真  
Fig. 2 SEM Microphotographs of glassy ash.



第3図 2003.7.10 火山灰及び1979年、1989年スコリアの石基ガラス化学組成  
 Fig.3. Chemical composition of grandmas glass of 2003.7.10 ash and 1979 and 1989 scoria.