

# 有珠火山2000年噴火 3月31日火山灰の分類と本質物\*

## Categorization of the 31 March 2000 ash and the essential particles

産業技術総合研究所地質調査総合センター\*\*

Geological Survey of Japan, AIST

### 1. 概要

2000年3月31日に洞爺湖東岸に降下した火山灰中の本質物の有無およびその特定を目的として、走査電子顕微鏡(反射電子像)による観察を行った。その結果、本質物質の可能性のある粒子(Us-2000gとUs-2000t)が認識された(2章)。

EPMAを用いたガラス組成分析の結果、Us-2000tは洞爺火砕流起源と結論された(3章)。磁鉄鉱の化学組成分析の結果は、Us-2000gとUs-2000pm(同噴火で放出された降下軽石)と同じで、かつ、過去の噴出物とは異なることを示した。よってUs-2000gが本質物質であると結論した(4章)。本質物(Us-2000g)の石基ガラス含水量を測定した結果、これが破砕した時点の水分圧は300-700気圧、その深度は地下1.5-3.5kmと見積もられた(5章)。

### 2. 走査電子顕微鏡による3月31日火山灰の観察

超音波洗浄器で細粒成分を除去した火山灰試料を、篩分けせずにガラス円板上にエポキシ樹脂でマウントした物を研磨し、観察した。

その結果、構成物の約半分は、新鮮な火山ガラス(Us-2000g)であることが判明した。Us-2000gは、発泡度は様々であるが、ガラスの組成や微結晶の量と種類が特徴的かつ均質であるため、他と区別できる。その他、緻密な岩石片と変質岩片(L)、微結晶をほとんど含まないガラス片(T)、および結晶片が含まれる。

### 3. 3月31日火山灰構成粒子のガラス化学組成

EPMAを用いて、3月31日の火山灰中の約半分を占める微斑晶に富むガラスUs-2000g(写真1中のU)およびUs-2000g中の斑晶ガラス包有物、同火山灰に数%含まれる結晶に乏しい透明ガラス(写真1中のT)、洞爺火砕流、Us-b、Us-IIIa、Us-1977-I、Us-1977-III、2000軽石(Us-2000pm)のガラス組成を比較した。

その結果、透明ガラス(写真1中のT)を洞爺火砕流起源と考えた。Us-2000g(写真1中のU)は、洞爺、Us-b、およびUs-IIIaのガラスとは明瞭に区別できるが、ガラスの化学組成ではUs-1977の軽石とは区別ができない。一方、3月31日に放出された軽石は、マグネタイトの化学組成にもとづいて、それが今回のマグマに由来する可能性が高いと結論されている<sup>1)</sup>。

そこで、3月31日の火山灰が同日放出された軽石と同起源かどうか確認するために、火山灰中のマグネタイト化学組成を分析中した(3章)。

### 4. 2000年3月31日降下火山灰の磁鉄鉱の化学組成

火山灰中の磁鉄鉱化学組成を測定した。超音波洗浄器で細粒成分を除去し、0.1-0.25mmのものを篩分けした。この中から分析対象の磁鉄鉱を濃集するため、一般的なフェライト磁石に付着する部分だけを抽出した。これをエポキシ樹脂でガラス円板上にマウントし、片面研磨片を作成した。この研磨片について、EPMAの走査電子顕微鏡を用いたデジタル反射電子像を撮影し、それらの磁鉄鉱について、それを包有する物質毎に種類分けを行い：

・Us-2000gが包有(付着)しているもの = Us-2000g Mt

\* Received 4 Sep., 2001

\*\* 宮城磯治・東宮昭彦・金子克也・森下祐一

Isoji Miyagi, Akihiko Tomiya, Katsuya Kaneko and Yuichi Morishita

- ・結晶周囲に何も付着していない磁鉄鉱 =Solo Mt
- ・斜長石が包有（付着）しているもの =IPL Mt
- ・輝度変化の大きい岩片が包有（付着）しているもの =IBW Mt

これらについて、EPMAを用いた磁鉄鉱物の分析（総分析数630点）を行った。少なくともこの研磨片では、Us-2000Mtの存在数が圧倒的に多く、分析点数の七割以上を占める。ついでSolo Mtが二割を占め、残りはIPL MtとIBW Mtであった。Us-2000g MtおよびSolo Mtの化学分析結果を第2図に示す。

Us-2000gが包有（付着）しているUs-2000 Mtは、Us-2000に由来すると考えてよいだろう。分析の結果、Us-2000g Mtの組成は、一点に集中する事が示され（第2図）、さらに、この組成は2000年3月31日に放出された軽石Us-2000pm中の磁鉄鉱とよく一致し、過去の他の噴出物と区別できた<sup>1)</sup>。よって、Us-2000gとUs-2000pmは同じものだと考えられる。一方、Solo Mtは結晶周囲に付着物が無いので、既存の岩石に由来する破片と区別がつかない。このような化学組成の磁鉄鉱がSolo Mtの場合にのみみられたという事実は重要なポイントであり、それらが噴火の最中に混入したことを示している。既存岩石の候補としては、有珠外輪山を形成する火山岩類（苦鉄質）があげられる。

このように、本火山灰中に約半分含まれるガラス（Us-2000g）と、同日放出された軽石（Us-2000pm）は本質物であることが明らかになった。そこで、元々熔融状態であったこれらが、噴火のどの時点で破碎され軽石や火山灰となったかを調べるために、石基含水量を分析した。

## 5. 2000年3月31日噴火におけるマグマ破碎深度

原理：地下のマグマには数パーセント程度の水が溶解している。その溶解度には圧力依存性があり、高圧ほど多く溶解する。そのために、噴火時の減圧で過飽和となった水は、水蒸気として放出される。もしマグマ（メルト）の含水量が常に飽和溶解度に従うならば、大気圧に曝された噴出物のガラス含水量は、ほぼゼロ%になるはずである。ところが実際には、高い含水量が観測されることがある（例えば3wt%H<sub>2</sub>O<sup>2)3)4)</sup>など。その理由は、マグマが破碎され火山灰や軽石となる過程では減圧が非常に急速なので、脱水が不完全だからと考えられており、実際、様々な減圧速度におけるメルトの脱水プロファイルを、水の拡散速度の含水量依存性を考慮した次元の拡散計算により求めた結果、急速な（例えば毎秒10気圧以上）の減圧の際には石基ガラスからの脱水は十分少ないことがわかっている<sup>5)</sup>。手短かに言えば、噴火直前まではマグマがゆっくり上昇するので平衡に脱水し、噴火中は非常に速く上昇するのでほとんど脱水しないことになる。このことを利用すると、噴出物のガラス含水量を測定することによって、噴火の際マグマが破碎した圧力（深さ）を推定できる可能性がある。

分析手法：分析には産業技術総合研究所・地質調査総合センターの二次イオン質量分析計（SIMS）を用いた。

Us-2000gには多量の石基鉱物（斜長石）が含まれており、その隙間を分析する必要がある。SIMSの空間分解能（10μm四方以下）は、結晶を避けるうえで有効であった。

分析結果：有珠2000年3月31日噴火で放出された火山灰の石基ガラスの大半は、2.5±0.5wt%H<sub>2</sub>Oにという比較的狭い含水量範囲を持つことが明らかになった（第3図）。

結果の意味：流紋岩質マグマへの水の溶解度をH<sub>2</sub>O [wt%] =0.114sqrt (P [bar])とすると、この含水量に相当する水分圧は300-700気圧になる。また岩石の比重を2 [g/cm<sup>3</sup>]とし、リソスタティックな圧力勾配を仮定すると、3月31日の噴火においてマグマ（Us-2000g）が粉碎された深度は地下1.5~3.5kmと見積もられる。

## 参 考 文 献

- 1) 東宮ほか（2001）：有珠火山2000年3月31日噴火とその本質物，地質調査研究報告，52巻，第4/5号，印刷中。
- 2) Eichelberger and Westrich (1981) : Magmatic volatiles in explosive rhyolitic eruptions, Geophy. Res. Lett., 8, 757-760.
- 3) Taylor et al. (1984) : Hydrogen isotopic evidence of rhyolitic magma degassing during shallow intrusion and eruption, Nature, 306, 541-545.

- 4) Newman et al. (1988) : Water, carbon dioxide and hydrogen isotopes in glasses from the CA. 1340 A. D. eruption of the mono craters, California: constraints on degassing phenomena and initial volatile content, J.Volcanol.Geotherm.Res., 35, 75-96.
- 5) Miyagi (1995) : Abundance and solubility of H<sub>2</sub>O in island arc magmas. PhD thesis, Tokyo Inst. Tech.

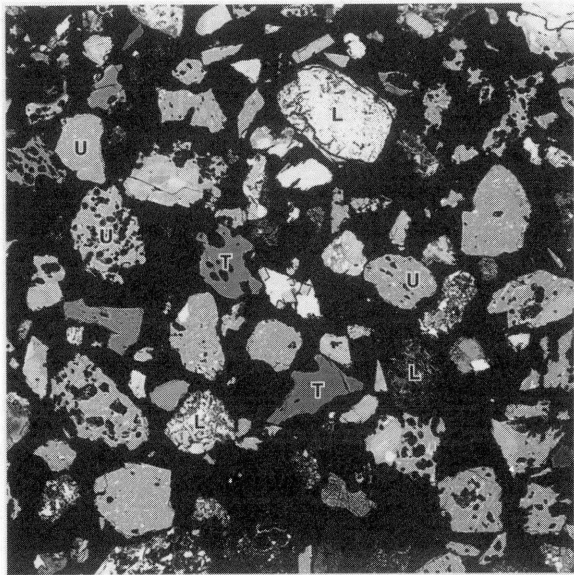
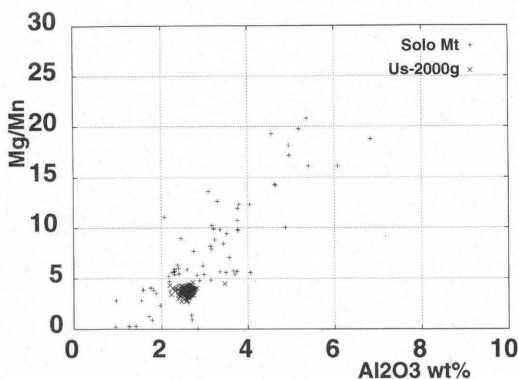
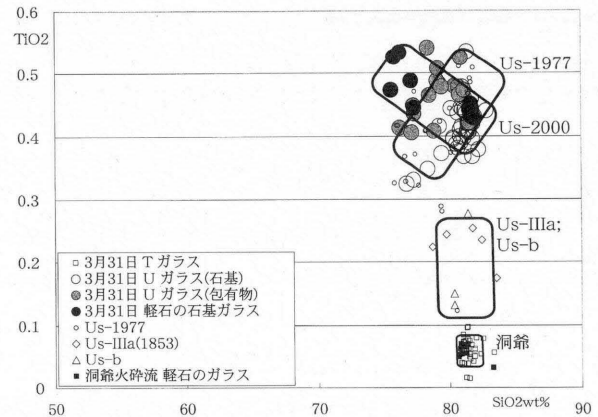


写真1 火山灰粒子の反射電子像。一辺は1mm。写真中のラベルは、火山灰構成粒子の内訳を示す。  
 U : Us-2000g  
 T : 微結晶をほとんど含まない透明ガラス片  
 L : 緻密な岩石片と変質岩片  
 ※結晶片のうちUs-2000gが付着しているものはUに分類した。

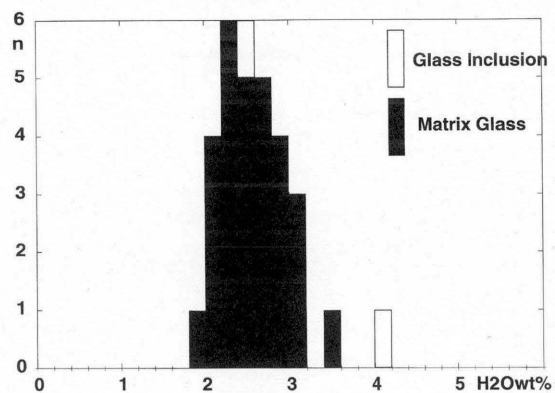
Photo 1 Backscattered Electron Image of the ash particles. 1 by 1mm.  
 U : Us-2000g  
 T : Clear glass without microlites  
 L : Lithic fragments and altered fragments



第2図 Us-2000g MtおよびSolo Mtの測定結果。縦軸にMg/Mn、横軸にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>wt%をとった。  
 ※注 : Solo Mtの約半分はUs-2000g Mtと同じ組成を持つが、このグラフではUs-2000 Mtに上塗りされているので、見えない。  
 Fig.2 Chemical composition of Fe-Ti minerals.  
 Us-2000g : Mt crystals included in Us-2000g.  
 Solo Mt : Free Mt crystals.



第1図 2000年3月31日噴出物分析結果の一例。  
 ガラス化学組成SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> wt%  
 Fig.1 Glass chemical composition (SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> wt%) of the Us-2000g ash and pumices of Us-2000pm, Us-1997, Us-IIIa (1853), Us-b (1663), and Toya pyroclastic flow.



第3図 SIMSで測定した、Us-2000gの石基ガラス含水量ヒストグラム。  
 Fig.3 A histogram of matrix glass water content of Us-2000g, measured by SIMS (Secondary-Ion Mass Spectrometry).