

# 三宅島火山噴煙観測結果(～2002年9月)\*

Observation of volcanic plume of Miyakejima Volcano (— September 2002)

産業技術総合研究所地質調査総合センター\*\*

気象研究所\*\*\*

気象庁火山課\*\*\*\*

Geological Survey of Japan, AIST

Meteorological Research Institute, JMA

Volcanological Division, JMA

## 三宅島火山ガス観測結果

### 1. SO<sub>2</sub>放出量

2000年末以降放出量の低下が始まり、2001年10月の小規模噴火後の増加を挟んで、その傾向は現在も継続しているように見える。2002年1～8月の平均SO<sub>2</sub>放出量は11000t/dであり、2000年8月～2002年9月の総放出量は16Mtに達している。

### 2. 水蒸気放出量

前回予知連(2002年5月)以降にデータの追加はない。

2001年9月以降の水蒸気放出量は日量平均18万tonであり、特に時間的変動は見られない。ただし、推定値は5～30万tonと大きな幅を持っている。

水蒸気とSO<sub>2</sub>放出量の比はおよそ10対1で大きな変化がない。

### 3. CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>濃度比

ヘリコプターを用いた噴煙観測結果に基づくCO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>モル比は0.8程度で、昨年10月以降有意な変化は見られなかったが、2002年9月の観測値は1.5であり、今までと比べ有意に高い。これが一時的な現象であるか継続的な傾向であるかの判断には今後の観測を待つ必要がある。CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>モル比の変動を生ずる原因については6.で解説。

### 4. Cl/S濃度比

島内に定置したアルカリ液に吸収された火山ガス中のCl/Sモル比は、昨年10月以降約0.1でほぼ一定である。

### 5. まとめ

火山ガス放出量は、昨年末の最盛期と比較すると4分の1程度に減少しており、減少傾向は緩やかながらも継続している。反面、火山ガス組成は、H<sub>2</sub>O/SO<sub>2</sub>比、CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比、Cl/S比はほぼ一定であり、マグマ中のガス成分濃度や脱ガスの条件などに大きな変化は無いことを示している。

ただし、9月の観測結果で噴煙中のCO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比の増大が見られており、この変化が継続的なものであるならば、マグマの脱ガス条件などに変化が生じている可能性があるが、現時点では判断が困難である。今後の観測の継続が必要である。

\* Received 6 Jan., 2003

篠原宏志\*\*・風早康平\*\*・松島喜雄\*\*・福井敬一\*\*\*・尾台正信\*\*\*\*

Hiroshi Shinohara, Kouhei Kazahaya, Nobuo Matsushima, Keiichi Fukui and Masanobu Odai

### 6. 三宅島火山ガスのCO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比の増大の原因についての考察

CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比の増大の原因としては以下の可能性が考えられる。

- ①脱ガス圧力の増大（マグマ頭位の低下）
- ②マグマ溜まり内でのCO<sub>2</sub>に富む気泡の濃集
- ③SO<sub>2</sub>の地下水への溶解除去
- ④CO<sub>2</sub>に富む新たなマグマの注入

基礎情報：

メルト包有物の分析から、未脱ガスマグマの揮発性物質濃度は次のように推定されている：

H<sub>2</sub>O=2.0wt.%、CO<sub>2</sub>=1200ppm、SO<sub>2</sub>=1300ppm、飽和圧力280MPa(～11km depth)

そのため、もし地下4km(100MPa)にマグマ溜まりが存在するとすると、マグマ溜まり中のマグマはCO<sub>2</sub>に富むガスに飽和しており、70%のCO<sub>2</sub>は気泡中に存在し、気泡の体積は1%程度と計算される。

SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、Clの溶解度はCO<sub>2</sub>と比較して大きいため、効率的な脱ガスには低圧条件が必要である。火山ガス組成とメルト包有物との比較から、脱ガス圧力(マグマ頭位におけるマグマと気泡の分離圧力)は数十気圧以下の低圧であると推定される。

#### ①脱ガス圧力の増大(マグマ頭位の低下)

・原因

SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、Clの溶解度はCO<sub>2</sub>と比較して大きいため、効率的な脱ガスには低圧条件が必要である。火山ガス組成とメルト包有物との比較から、脱ガス圧力(マグマ頭位におけるマグマと気泡の分離圧力)は数十気圧以下の低圧であると推定される。この脱ガス圧力が増大すると、CO<sub>2</sub>脱ガス効率はほぼ一定のまま、H<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>の脱ガス効率が低下し、CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比が増大する。溶解度データの不備のため厳密な推定は不可能であるが、数十気圧程度の増大でH<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>の脱ガス効率を1/2に低下すると推定される。

・結果

H<sub>2</sub>Oの脱ガス効率の低下により、火道内マグマ対流の最大の駆動力である脱ガスによるマグマ密度の低下の程度が小さくなり、マグマ対流が弱まる。

#### ②マグマ溜まり内でのCO<sub>2</sub>に富む気泡の濃集(4kmにマグマ溜まりが存在する場合)

・原因

マグマの降伏応力が十分に小さい場合には気泡がマグマ中を上昇し、マグマ溜まり上部に濃集する。2000年10月～2001年10月の間CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比がほぼ一定であったことは、元々マグマ溜まり中の気泡は均質に分布していたと考えられる。その後、気泡の成長・上昇により気泡がマグマ溜まり上部に濃縮し、気泡に富んだ部分が脱ガス始めた可能性がある。試算によると、気泡は約二年間の間に直径数百mに成長し、100m程度上昇することが可能である。

・結果

CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比は増大を続け、その後極端に低下する。脱ガスの主成分であるH<sub>2</sub>Oの脱ガスはこの現象に大きな影響を受けないため、マグマ対流はやや低下しつつも継続する。

#### ③SO<sub>2</sub>の地下水への溶解除去

・原因

低温(～100度以下)では、SO<sub>2</sub>はCO<sub>2</sub>と比べ水への溶解度が圧倒的に大きい。そのため、火道もしくは火口周囲の冷却により、地下水が火山ガスと相互作用を生ずると、SO<sub>2</sub>が選択的に地下水に溶解し、地下水系に移動するため、残りの火山ガスのCO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比は増大する。この場合にはSO<sub>2</sub>より水への溶解度の大きいHClは、より一層顕著な減少を生じ、反面地下水の混入により水の放出量は増大する。また、火口温度などに顕著な低下が観察される。

・結果

冷却がマグマ頭位より浅部で生じている場合には、マグマからの火山ガス放出量の変化は生じない。ただし、地下水への酸性ガスの溶解により、地表への酸性火山ガス放出量は減少する。反面、地下水中の火山ガス成分濃度が増大

する。

冷却がマグマ頭位より下部に及んでいる場合には、対流するマグマ火道が冷却されるため、外縁部のマグマが固結し、火道が細くなる。火道が細くなるとマグマ対流速度は減少し、より一層地下水による冷却・マグマの固化の効率が増すため、加速度的にマグマ対流は停止に向かう。

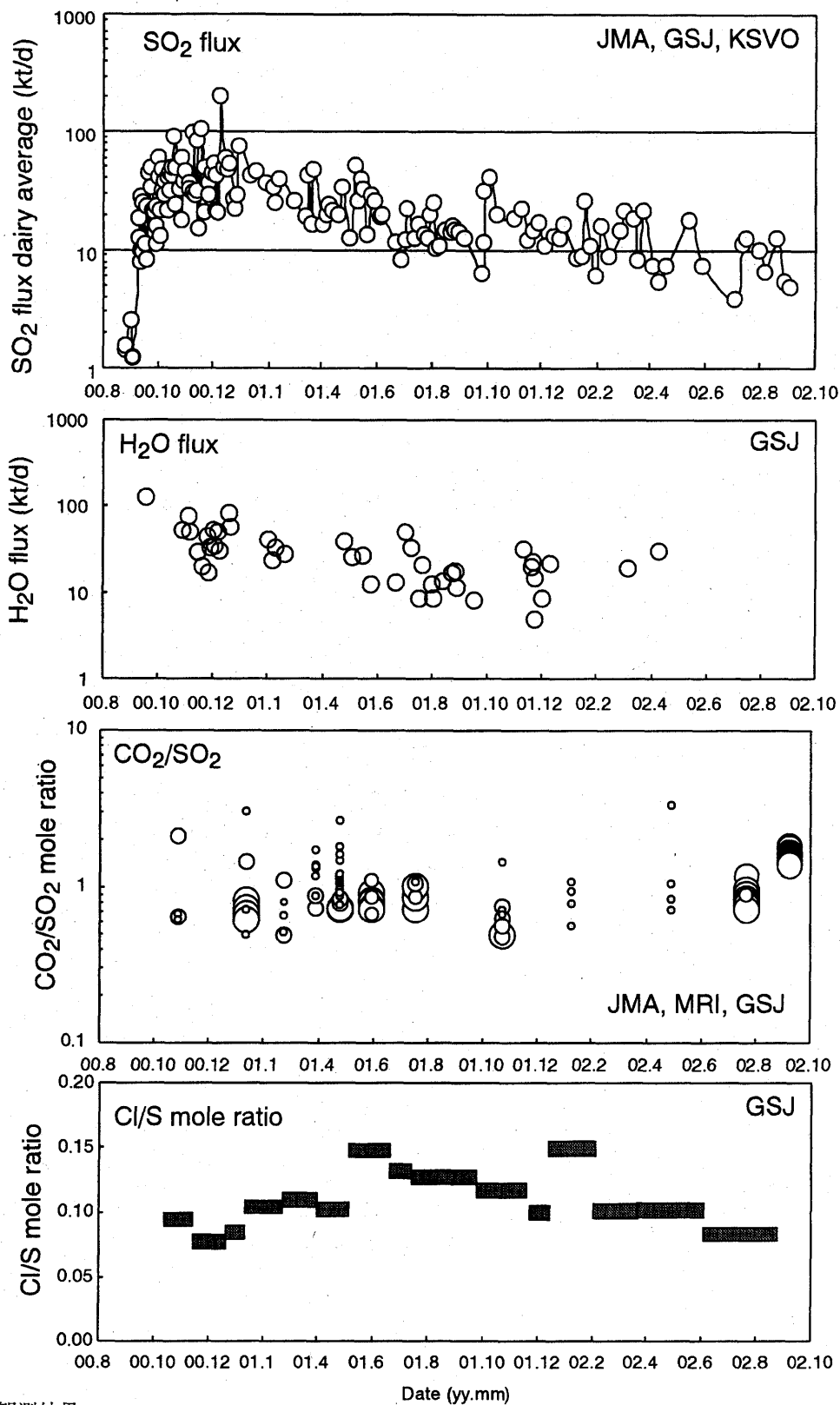
#### ④CO<sub>2</sub>に富む新たなマグマの注入

##### ・原因

高いCO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比を持つ新たなマグマのマグマ溜まりへの注入・脱ガス開始。ただし、この場合には地殻変動なども伴われる可能性が高いが、特に顕著な変化は現れていない。

##### ・結果

注入されたマグマの組成(特に揮発成分濃度)・量などにより異なる。CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比の増大が確認されたのは一日のみであり、これが継続的な傾向であるか否かの判断には観測の繰り返しが必要である。また、以上の可能性優劣の判断には、他のガス組成(H<sub>2</sub>O/SO<sub>2</sub>, Cl/S)の変化の有無や程度との比較も必要である。



第1図 噴煙観測結果

A) SO<sub>2</sub>放出量(日平均値)、B) 水蒸気放出量、C) CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>モル比(図の丸の大きさは、推定値の信頼性を示す。大きいほど信頼性が高い)、D) Cl/Sモル比。

Fig.1 Results of plume monitoring at Miyakejima volcano, Japan.

A) SO<sub>2</sub> flux measured by COSPEC (daily average flux), B) Steam flux estimated from volume flux and thermal structure of the plume, C) CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> mol ratio of the plume obtained by heli-borne measurement (Size of the plot indicate reliability of each datum. A larger plot implies more reliable datum), D) Cl/S mol ratio analysed for alkaline solution installed on the island.