

三宅島噴火時の大気調査結果

泉川 碩雄 岩崎 好陽 広野 富雄※
 早福 正孝 古明地 哲人 芳住 邦雄
 朝来野 国彦

(※ 環境保全局大気監視課)

1 はじめに

1983年10月3日、午後3時20分頃、三宅島が21年ぶりに大噴火した。三宅島の噴火は、これまで14回記録されている。今回の噴火は、雄山の南西部の山腹に長さ約3.5kmの割れ目噴火口ができ、溶岩、火山灰、火山礫などを多量に噴出した。噴出した溶岩は島の西側の阿古地区と南西の栗辺地区に流れ多くの住宅等を埋没、焼失し、また火山灰は坪田、三池地区に多く降下し大きな被害を与えた。

このため、東京都は三宅島復興対策本部を設置し、三宅島の復興に努めたが、この中で阿古地区の溶岩流による埋没被害を免れた住民から目の刺激や刺激臭の訴えがあったことや、溶岩流の中央部に作られた仮設道路の通過時の安全性など、火山ガスの健康への影響が問題となった。このため対策本部は環境保全局に目の刺激や刺激臭の原因解明の調査依頼を行った。これにより環境保全局は昭和58年10月23日、大気保全部1名、公害研究所1名による予備調査を実施した。また10月25日から10月27日まで、大気保全部1名、公害研究所2名による本調査を実施した。

今回はこの本調査の結果を報告するが、調査が火急であったため過去の噴火データの検討ができなかったこと。調査用機材の運搬が困難であったこと等から原因解明に十分な調査項目、調査方法を取れなかったが、環境中の火山ガスの濃度を把握することを目的に調査を実施した。

なお、現地での調査は三宅島保健所職員の現地案内で実施し、また現地での採取試料の分析は、同保健所の施設を借用し実施した。

2 調査方法

(1) 調査日時

調査は噴火の22日後の10月25日から10月27日である。各地点の測定日時は表5～6の測定結果に示したとおりである。

(2) 調査地点

調査地点を図1に示した。各地点の状況は次のとおりである。

① 阿古夕景地区

阿古地区は8割の家屋(約400棟)が溶岩流に埋没し、調査時でも方々から高温のガスが噴出していた。調査地点は溶岩流に近接した北側の非被害地(C点)と南側の非被害地(A, B, G点)、それに溶岩流の中央部に設定された仮設道路(H点)である。G, H点は噴出ガスの影響を直接受ける地点であり、他は溶岩流から約200m離れた地点である。

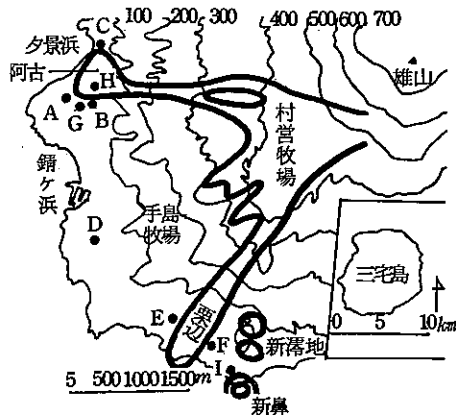


図1 三宅島噴火溶岩流跡と測定地点

② 阿古下請仮設住宅地区

溶岩流から約1 km離れた場所に建設された被害世帯のための仮設住宅で調査時は建設中であった。

③ 栗辺地区

調査地点は溶岩流の西寄りの住宅(E点)と東寄りの住宅(F点)である。阿古地区と同様に方々で高温のガスが噴出していた。

④ 新鼻岬新島

新鼻岬に噴火による新島ができ、火口より刺激性のガスと熱風を噴出していた(I点)。

(3) 測定項目と測定方法

測定項目と測定方法を表1に示した。各地点の測定項目は表2~6の測定結果に示したとおりである。

3 結果と考察

(1) 火山ガスの分析結果

阿古地区の溶岩流の噴気孔と新鼻岬新島の火口より噴出しているガスを検知管で測定した結果を表2に示した。また、溶岩流の噴気孔ガスの炭化水素組成の測定結果を表3に示した。これによると、新島の噴火口(地点I)

ガスは熱風と刺激臭のため直接採取することができなかったが、フッ化水素(HF)、塩化水素(HCl)、二酸化いおう(SO₂)の存在が確認された。また、阿古地区の溶岩流(地点G)の噴出ガスから、一酸化炭素(CO)150 ppm、アンモニア(NH₃)100 ppm、硫化水素(H₂S)5 ppmのガスが検出された。これらのいずれのガスとも、火山ガスとして報告されているものであるが、同一の火山でありながら噴出ガスの組成が異っている。この原因として次のようなことが考えられる。

- ① 噴気孔における温度の違い。例えば、SO₂とH₂Sについてみた場合、化学平衡の点から噴気孔における温度の高い方がSO₂の濃度が高いことが知られている。地点は、地点Gより温度が高いと思われ、地点IのSO₂と地点GのH₂Sはこの関係によると思われる。
- ② 溶岩流に埋没した家屋等の燃焼ガスの混入。阿古地区の溶岩流の噴出ガスからCOや表3の炭化水素組成の測定結果にみられるように、メタン、エタン、エチレン、ベンゼン、トルエン等の成分が検出されている。これは、前報¹⁾で報告した都市ごみ焼却炉の排出ガスと極めて組成が類似しており、これらの成分は埋没家屋等の木材の

表1 測定項目及び測定方法

試料名	測定項目	試料の採取方法	測定方法
環境大気	二酸化いおう (SO ₂)	インピンジャー又はバブラーを用い、地上1.5 mの高さの大気を採取	P-ロザニン比色法
	硫化水素 (H ₂ S)		メチレンブルー比色法
	塩化水素 (HCl)		チオシアン酸第二水銀比色法
	アンモニア (NH ₃)		インドフェノール比色法
	ホルムアルデヒド (HCHO)		4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1, 2, 4-トリアゾール(AHMT)比色法
	硝酸 (HNO ₃)	ローボリュームエアサンプラーを用い地上1.5 mの高さの大気を採取。	イオンクロマトグラフ法
硫酸根 (SO ₄ ²⁻)	濾紙ホルダーにテフロンフィルター、ナイロンフィルターに直列に装着、10 L/分で採取。テフロンフィルターで粒子状物質を採取、ナイロンフィルターで硝酸ガスを採取。		
硝酸根 (NO ₃ ⁻)	採取フィルターをそれぞれ蒸留水で抽出	インドフェノール比色法	
火山ガス	SO ₂ , H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCHO, 塩素(Cl ₂), フッ化水素(HF), シアン化水素(HCN), ホスゲン(COCl ₂), クロロホルム(CHCl ₃), 一酸化炭素(CO)	噴出ガスを検知管用ポンプで採取	検知管法
	炭化水素(HC)	噴出ガスをダイヤフラムポンプを用いサラバッグに採取、後日分析	水素炎イオン化検出器付ガスクロマトグラフ法分離カラム、低沸点成分: VZ-10中、高沸点成分: アピエゾングリース-L
火山昇華物	塩素イオン(Cl ⁻), 臭素イオン(Br ⁻), SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻	噴気孔部の火山昇華物を採取、後日、蒸水に溶解分析	イオンクロマトグラフ法
	NH ₄ ⁺		インドフェノール比色法

表2 検知管法による火山ガス測定結果

成分名	検知管法による火山ガス測定結果	
	G	I
SO ₂	検知限度 0.5 ppm以下	1 ppm
H ₂ S	5 ppm	検知限度 0.5 ppm以下
HCl	検知限度 0.2 ppm以下	30 ppm
NH ₃	100 ppm	検知限度 1 ppm以下
HCHO	検知限度 0.2 ppm以下	検知限度 0.2 ppm以下
Cl ₂	検知限度 0.1 ppm以下	検知限度 0.1 ppm以下
HF	検知限度 0.5 ppm以下	36 ppm
HCN	検知限度 1 ppm以下	検知限度 1 ppm以下
COCl ₂	検知限度 0.1 ppm以下	検知限度 0.1 ppm以下
CHCl ₃	検知限度 4 ppm以下	検知限度 4 ppm以下
CO	150 ppm	検知限度 5 ppm以下

表3 火山ガスの炭化水素成分測定結果

(単位 ppbC)

成分名	炭素数	濃度
メタン	1	92400
エタン	2	2640
エチレン	2	5710
プロパン	3	310
プロピレン	3	870
アセチレン	3	50
イソブタン	4	50
n-ブタン	4	110
トランス-2-ブテン	4	110
シス-2-ブテン	4	210
イソペンタン	5	50
n-ペンタン	5	70
2-メチルペンタン	6	10
n-ヘキサン	6	40
ベンゼン	6	9150
n-ヘプタン	7	40
トルエン	7	1250
エチルベンゼン	8	20
m, p-キシレン	8	70
o-キシレン	8	70

燃焼により生成されたものであると思われる。したがって溶岩流の噴出ガスには、溶岩に含有されている揮発性ガスの他に、このような燃焼ガスが混入し、組成の違いを示していると思われる。

(2) 火山昇華物の成分測定結果

阿古地区の溶岩流(地点H)の噴気孔付近に附着した白色と黄色の結晶を採取し、その一定量を蒸留水に溶解し、成分を測定した結果を表4に示した。これによると

いずれの結晶ともアンモニウムイオン(NH₄⁺)と塩素イオン(Cl⁻)が主成分であり、NH₄⁺/Cl⁻のモル比が白色結晶が1.05、黄色結晶が0.98でほぼ1であり塩化アンモニウム(NH₄Cl)の結晶であることがわかる。結晶中のNH₄Clの含有量は79~96%であった。このNH₄Clの昇華物は1962年の噴火時にも採取されたことがNoguchi等²⁾の報告にあり、噴火時に一般的に生成されるものと考えられる。昇華物にはNH₄Clの他に微量の臭素イオン、硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄⁻)が検出されている。

(3) 環境大気の測定結果

環境大気中のSO₂, H₂S, HCl, NH₃, ホルムアルデヒド(HCHO), 硝酸ガス(HNO₃)の測定結果を表5に示した。また浮遊粒子状物質中のNH₄⁺, NO₃⁻, SO₄⁻, Cl⁻の測定結果を表6に示した。

これによると、SO₂は各地点とも0.01 ppm程度と都市大気より低い値であった。これは環境大気への火山ガス性のSO₂の影響が、地点G, 地点Iの噴出ガス中にSO₂が検出されていないことから小さいことを意味している。

H₂Sは、地点Gの噴出ガスの検知管による値が5 ppmで、この噴出ガスの影響を直接受ける地点Gの手分析の値が最高2.8 ppmであった。また地点Gから約200 mの地点A, Bや他の溶岩流に近接した地点C, E, Fはいずれ

表4 火山昇華物の成分測定結果

(昇華物10 mg当りの量)

成分名	NH ₄ ⁺ (mg/10mg)	Cl ⁻ (mg/10mg)	Br ⁻ (μg/10mg)	NO ₃ ⁻ (μg/10mg)	SO ₄ ⁻ (μg/10mg)	NH ₄ ⁺ /Cl ⁻ (モル比)
白色火山昇華物	2.73	5.16	6.72	0.3	1.28	1.05
黄色火山昇華物	3.20	6.44	5.63	0.3	2.45	0.981

れも検出限界以下か痕跡程度であった。

HClは地点Iの火口付近で30 ppmの値を示しているが、住宅地に近接した溶岩流の噴出ガスに認められず、環境濃度は各地点とも0.05 ppm以下であった。この値は労働環境の許容濃度の1/100以下の値である。

NH₃は溶岩流の噴出ガスから高濃度で検出されており、溶岩流に近接した地点で、都内の一般的な値の約10倍である0.1 ppmの濃度が測定されている。しかし、この値は労働環境の許容濃度の1/1000の値である。一方、溶岩流の中央に設定された仮設道路路端のNH₃濃度は5~7 ppmであった。この値は臭を感知し得る程度の濃度で

表5 大気中のガス状物質の測定結果

単位 ppm

地図記号	測定場所	測定日時		成分名					
		年月日	時間	SO ₂	H ₂ S	HCl	NH ₃	HCHO	HNO ₃
A	三宅村阿古夕景	58.10.25	10:10~11:10	0.010	ND	0.05	—	—	—
	原宅裏庭	10.25	11:17~12:17	0.009	ND	0.02	—	—	—
B	三宅村阿古夕景	10.25	11:28~12:28	0.007	Tr(注1)	0.02	—	—	Tr(注2)
		10.25	12:33~13:33	0.013	Tr(注1)	0.02	—	—	
	美波宅裏庭	10.25	13:41~15:44	0.009	ND	ND	—	—	Tr(注2)
	10.25~10.26	16:05~8:20	—	ND	—	—	—		
C	三宅村阿古福祉センター	10.27	10:04~10:42	ND	ND	ND	0.10	0.007	—
D	三宅村阿古下踏仮設住宅	10.26	10:17~11:17	ND	ND	0.03	0.11	0.010	—
		10.26	11:21~13:26	ND	ND	0.01	0.04	0.006	—
E	三宅村粟辺溶岩流西寄り住宅	10.26	14:02~15:57	ND	ND	0.02	0.10	0.006	—
		10.26~10.27	16:22~10:17	—	ND	—	—	—	Tr(注2)
F	三宅村粟辺溶岩流東寄り住宅	10.26	14:22~15:30	ND	ND	—	0.06	0.006	—
G	三宅村阿古夕景モーター横	10.25	14:45~14:48	—	2.0	—	—	—	—
		10.25	14:57~14:59	—	2.8	—	—	—	—
		10.25	15:08~15:10	—	0.8	—	—	—	—
H	三宅村阿古夕景仮設道路端	10.26	8:02~9:02	—	—	—	7.2	0.06	—
		10.26	9:04~9:44	—	—	—	4.9	0.07	—

(注1)のTrとは0.0009ppm以下をいう。(注2)のTrとは0.0001ppm以下をいう。
NDとは検出限界以下をいう。

表6 ローボリュウムエアサンプラーによる浮遊粒子状物質の測定結果

(単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

地図記号	測定場所	測定日時		成分名			
		年月日	時間	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
B	三宅村阿古夕景	58.10.25	11:28~15:55	0.30	0.2	1.3	1160
	美波宅裏庭	58.10.25 10.26	16:05~8:20	0.04	0.1	0.8	670
E	三宅村粟辺溶岩流西寄り住宅	58.10.26 10.27	16:22~10:17	0.10	Tr(注1)	0.1	Tr(注2)

(注1) Trとは0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満をいう。(注2) Trとは10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満をいう。

あるが、噴出ガスの濃度が検知管法で100ppmを示していることから、無風時など噴出ガスの拡散が悪化するような気象条件で高濃度になることが予想され、眼刺激の一原因物質となると思われる。

HCHOは埋没家屋等の木材の不完全燃焼で生成が予想されたため測定したものであるが、検知管法では検出されなかったが、手分析法で噴出ガスの影響の強い地点Hで0.06ppmが得られ、他地点はこの値の1/10の値であった。いずれも都市大気中に見られる濃度範囲内であった。

HNO₃ガスは次に記述した浮遊粒子状物質と共に火山ガスや噴出物が水蒸気等に捕捉され、又は化学反応によりミストを形成し、眼刺激の原因となることが考えられたので測定を行ったものである。3例の測定であるがすべて痕跡程度であった。

浮遊粒子状物質中のNH₄⁺、NO₃⁻、SO₄²⁻、Cl⁻はいずれも都市大気中に見られる濃度か、バックグラウンドレベルの濃度範囲であった。このことから火山ガス等により、これらイオンを含むミストの生成はほとんどないものと

思われる。

4. まとめ

調査は火山噴火の22日後であったが、眼刺激や刺激臭の原因物質を解明するため噴出ガスや火山昇華物の成分分析と大気中のガス状及び浮遊粒子状物質の測定を行った。次のようなことがわかった。

- ① 火山ガスの分析結果から火山ガスとして報告されているSO₂, H₂S, HCl, HF, NH₃が検出された。
- ② 同一の火山であるが火口の噴出ガスと溶岩流の噴出ガスとで組成の違いが見られた。この原因として、火山ガス間の化学平衡の点から噴気孔の温度が関係することが報告されている。また、溶岩流の噴出ガスには埋没家屋の木材等の燃焼に由来すると思われるメタン、エタン、エチレン、ベンゼン、トルエン等の炭化水素が存在することから、燃焼成分の混入も原因の一つに考えられる。

- ③ 火山昇華物としてNH₄Clが検出された。昇華物中のNH₄Clの含有量は79~96%であった。
- ④ 火山ガスの大気中の濃度は都市大気に見られる濃度範囲であった。しかし、溶岩流の噴出ガス中にNH₃が高濃度で見られることから気象条件によっては高濃度になる可能性がある。
- ⑤ 浮遊粒子状物質中には火山ガスに由来すると思われるミストは見られなかった。

参 考 文 献

- 1) 泉川頌雄ほか：都市ごみ焼却炉の排出ガス中の炭化水素組成について，東京都公害研究所年報20，(1984)
- 2) Kimio Noguchi, et al: Chemical Composition at the Volatile Matters Emitted by the Eruptions of Miyake Island in 1962,