

有珠山からのSO₂放出量*

九州大学理学部島原火山観測所

北海道大学理学部有珠火山観測所

1. はじめに

火山から放出される火山ガスの量的推移が、火山活動度の評価の1要素となりうる可能性が指摘されているが¹⁾、今回、1977年8月に噴火を開始し、現在なお活動を継続している有珠山について、集中総合観測の一環として、SO₂放出量の測定を実施したので、その結果を報告する。

なお、これらの測定値と火山活動度との相関性については、今回の一連の火山活動の推移を最終的に見極めるまでは、明確な判断は下しがたい。しかしながら、火山観測の使命上、現時点での一応の評価が必要と思われるので、若干の見解をのべてみたい。

2. 測定方法

SO₂放出量の測定には、相関スペクトロメータ(Barringer Research社製、COSPEC IV-B型)を使用した。

この装置による測定方法としては、放出量の多少によるが、遠くは火口から数km離れた固定観測点から、上昇噴煙柱の水平積算濃度断面を走査するPanning法と、気流にのった噴煙流を、同じく数km以内の下流でとらえ、その直下を横断して垂直積算濃度断面を走査するTraverse法の2通りがある。そのいずれの方法によるかは、その時点での風向・風速と固定観測点あるいは移動観測ルートとの関係によって選択され、気象条件によっては測定不能場合もしばしばある。放出量は、これらの積算濃度断面の積分値と噴煙上昇速度または噴煙流速(風速)とによって算定されるが、これらの速度はいずれも測風経緯儀(玉屋製、Balloon Theodorite JMA-53型)によって、噴煙を直接追跡して測定した。

今回実施したPanning法での固定観測点は、有珠山南麓の伊達ゴルフ場で、火口からの水平距離は約2.1kmである(第1図)。測定条件は、測定装置の旋回速度20°/min.で、火口上での走査速度は約740m/min.に相当する。

また、Traverse法による移動観測では、測定装置を自動車に搭載し、火口から3~6km隔てて有珠山を取り巻いている国道および道々を利用して走査した(第1図)。測定条件は、走査速度=測定車運行速度約30km/hr.(500m/min.)で、記録紙の送り速度はいずれも20mm/min.に設定した。

3. 測定結果

SO₂放出量の測定は、噴火開始後10か月を経過した1978年6月7~12日と、さらに3か月後の9月1~6日の2次にわたって実施した。

第1次測定期間では、Traverse法のみを用い、測定回数は5日間で40回に達した。また、第2次測定期間では、6日間でTraverse法25回、Panning法85回、合計110回の測定を行った。

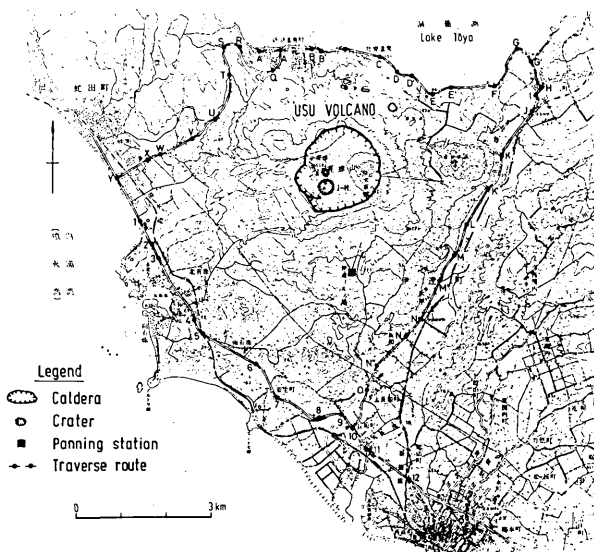
これらの測定結果は、第1表に示すとおりで、第1次測定期間のSO₂放出量の平均値は約120

* Received Jan. 31, 1979

t/dayであるが、第2次測定期間では半の約4.5 t/dayに減じている。

なお、この表に示されているように、測定日によってSO₂放出量にかなりの変動がみられる。また、同一測定日においても、個々の測定値は必ずしも一定していないが、これは火山ガスの放出が定常的ではないことを示唆している。

つぎに、第2次測定期間において、Traverse法による測定日とPanning法によるそれとでは、後者が著しく小さな値を示している。事実、目視観察の結果でも、後者において噴気量ははるかに少なく、また、浅間火山で実施した同一測定日における両測定法での測定結果でも、測定



第1図 SO₂ 測定位置図

「この地図は国土地理院発行5万分の1地形図虻田を使用したものである」

第1表 有珠山からのSO₂放出量測定結果

〔第1次調査〕							
測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d	測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d
6月7日	T ₁	13°38' - 13°52'	157	6月8日	T ₈	15°09' - 15°23'	74.6
	T ₂	14 11 - 14 26	180			平均	88.7
	T ₃	14 33 - 14 48	153	6月9日	T ₁	09 20 - 09 34	45.8
	T ₄	15 00 - 15 18	121		T ₂	09 47 - 10 01	50.9
	T ₅	15 28 - 15 43	132		T ₃	15 04 - 15 17	160
	T ₆	16 02 - 16 18	76.8		T ₄	15 20 - 15 34	175
	平均	137		T ₅	15 40 - 15 53	116	
					平均	110	
6月8日	T ₁	11 06 - 11 22	106	6月10日	T ₁	10 10 - 10 21	78.5
	T ₂	11 38 - 11 54	60.5		T ₂	10 46 - 10 57	74.0
	T ₃	11 57 - 12 14	84.8		T ₃	11 01 - 11 12	57.1
	T ₄	12 26 - 12 45	109		T ₄	11 14 - 11 25	76.3
	T ₅	13 53 - 14 09	87.0		T ₅	11 32 - 11 43	84.8
	T ₆	14 26 - 14 41	85.3		T ₆	11 46 - 11 57	61.0
	T ₇	14 47 - 15 02	102				

測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d
6月10日	T ₇	13°02' - 13°12'	65.5
	T ₈	13 16 - 13 27	43.7
	T ₉	13 30 - 13 41	78.0
	T ₁₀	13 51 - 14 02	76.3
	T ₁₁	11 06 - 14 17	68.9
	T ₁₂	14 20 - 14 32	69.5
	T ₁₃	14 36 - 14 47	75.7
	T ₁₄	14 51 - 15 02	62.7
	T ₁₅	15 07 - 15 17	59.9
	T ₁₆	15 20 - 15 31	50.6
		平均	67.7
6月12日	T ₁	10 27 - 10 36	241
	T ₂	10 39 - 10 48	112
	T ₃	10 50 - 11 00	299
	T ₄	11 02 - 11 12	90.4
	T ₅	11 37 - 11 48	101
		平均	169
		5日間平均	115

[第2次調査]

測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d
9月1日	T ₁	10°51' - 11°04'	64.4
	T ₂	11 29 - 11 43	49.3
	T ₃	13 08 - 13 21	—
	T ₄	13 24 - 13 38	46.6
	T ₅	13 41 - 13 55	36.0
		平均	49.1
9月2日	P ₁	11 20	10.4
	P ₂	11 23	8.4
	P ₃	11 27	8.4
	P ₄	11 30	9.4
	P ₅	11 33	6.7
	P ₆	11 36	5.5
	P ₇	11 39	6.9

測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d	
9月2日	P ₈	11°42'	10.1	
	P ₉	11 46	4.2	
	P ₁₀	11 49	7.5	
	P ₁₁	11 52	5.3	
	P ₁₂	11 55	7.9	
	P ₁₃	11 58	9.7	
	P ₁₄	12 01	12.5	
	P ₁₅	12 05	10.4	
	P ₁₆	12 08	7.7	
	P ₁₇	12 11	10.1	
	P ₁₈	12 14	10.2	
	P ₁₉	13 13	10.2	
	P ₂₀	13 27	8.6	
	P ₂₁	13 32	10.0	
	P ₂₂	13 51	5.0	
			平均	8.4
	9月3日	T ₁	09 35 - 09 45	58.8
		T ₂	10 07 - 10 17	55.3
T ₃		10 45 - 10 55	45.5	
T ₄		11 14 - 11 26	57.1	
T ₅		11 32 - 11 42	48.3	
		平均	53.0	
9月4日	P ₁	10 52	18.6	
	P ₂	10 54	25.0	
	P ₃	10 58	31.9	
	P ₄	11 01	17.2	
	P ₅	11 08	20.7	
	P ₆	11 15	33.2	
	P ₇	11 19	30.1	
	P ₈	11 22	30.5	
	P ₉	11 26	34.4	
	P ₁₀	11 29	39.8	
	P ₁₁	11 36	22.7	
	P ₁₂	11 39	48.9	
	P ₁₃	11 46	50.3	
	P ₁₄	11 50	29.0	

測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d
9月4日	P ₁₅	11°53'	55.8
	P ₁₆	11 57	35.4
	P ₁₇	12 00	33.8
	P ₁₈	12 03	15.0
	P ₁₉	12 07	14.2
	P ₂₀	12 10	28.6
	P ₂₁	12 13	21.5
	P ₂₂	12 17	19.9
	P ₂₃	12 20	24.1
	P ₂₄	12 27	25.1
	P ₂₅	12 30	30.3
	P ₂₆	12 34	27.5
	P ₂₇	12 37	14.7
	P ₂₈	12 41	21.6
	P ₂₉	12 43	23.8
	P ₃₀	12 47	27.3
	P ₃₁	12 50	34.5
	P ₃₂	12 54	21.9
	P ₃₃	12 57	46.0
	P ₃₄	13 01	26.8
	P ₃₅	13 04	34.1
	P ₃₆	13 08	27.3
	P ₃₇	13 11	21.2
	P ₃₈	13 15	28.8
	P ₃₉	13 18	20.9
	P ₄₀	13 21	23.4
	P ₄₁	13 24	18.0
	P ₄₂	13 28	19.5
	P ₄₃	13 31	26.4
	P ₄₄	13 35	25.0
	P ₄₅	13 38	18.0
	P ₄₆	13 42	26.3
	P ₄₇	13 45	18.2
	P ₄₈	13 49	25.5
	P ₄₉	13 52	14.5
	P ₅₀	13 58	22.2

測定日	番号*	時刻	SO ₂ , t/d
9月4日	P ₅₁	14°01'	30.5
	P ₅₂	14 06	12.8
	P ₅₃	14 09	42.0
	P ₅₄	14 13	26.4
	P ₅₅	14 16	26.5
	P ₅₆	14 19	15.0
	P ₅₇	14 24	31.6
	P ₅₈	14 27	25.6
	P ₅₉	14 31	18.8
	P ₆₀	14 35	32.8
	P ₆₁	14 38	11.2
	P ₆₂	14 41	18.3
	P ₆₃	14 45	25.7
		平均	26.5
9月5日	T ₁	10 06 - 10 25	80.8
	T ₂	10 47 - 11 02	67.2
	T ₃	11 20 - 11 34	58.8
	T ₄	11 45 - 11 58	63.3
	T ₅	12 18 - 12 33	93.2
		平均	72.7
9月6日	T ₁	09 46 - 09 56	107
	T ₂	10 25 - 10 34	52.4
	T ₃	10 43 - 10 53	68.9
	T ₄	10 56 - 11 04	53.2
	T ₅	11 20 - 11 29	87.6
	T ₆	11 32 - 11 42	38.6
	T ₇	11 50 - 11 59	39.6
	T ₈	13 27 - 13 37	83.1
	T ₉	13 47 - 13 56	31.0
	T ₁₀	13 58 - 14 08	29.6
		平均	59.1
		6日間平均	44.8

* T : Traverse 法

P : Panning 法

方法によって測定値に大きな相違は認められていない¹⁾。したがって、このような傾向に、測定方法の相違が大きく関与しているとは考えられない。

ちなみに、第2次測定期間での平均測定値は、第1次測定期間のそのほぼ $\frac{1}{2}$ であることは先にのべたが、Traverse法による測定値のみに限定したとしても5.9 t/dayとなり、第1次測定期間のほぼ $\frac{1}{2}$ となる。

4. 考 察

SO₂放出量と火山活動度との対応性を検討するために、まず、1977年8月6日の火山活動開始以降今日に至るまでの活動の推移を概観してみると、つぎのとおりである。

まず、地震エネルギーの放出状況は、1978年1月末から2月初めにかけて不連続的であるものの、全期間を通じてはほぼ順調な減衰傾向を示し、また、火口原内の隆起現象もこれにほぼ対応した変化を示している^{2),3),4)}。

他方、火口原内の噴気活動は、1977年8月の一連の大噴火直後しばらくは、一時的に増加することはあっても極めて微弱であった⁵⁾。11月に入って小噴火があり、新たにA火口を形成したが、その後は散発的に小噴火がみられたに過ぎない^{5),6)}。1978年1月から3月初旬にかけてはB~H火口を形成、ことに3月初旬の噴煙活動は活発で降灰をもたらしているが^{6),7)}、これらは3月中旬から白煙となり、4月以降小有珠付近の噴気量が増加した^{6),7),8)}。

4月24日にはI火口が形成され、その後6月にかけて小噴火をくり返している⁸⁾。また、6月初旬には、常時大量の白色噴気の放出がみられたが、ごく弱い火映現象が初めて認められている⁸⁾。

7月に入って噴気活動は一時的に衰退したが⁸⁾、同月中旬には噴火活動を再開、いわゆる銀沼火口群(J~M火口)を形成し⁶⁾、9月にかけて小噴火を続発、ことに8月16日から9月28日にかけてはほぼ連日小噴火がみられ、常時多量の白煙をあげている¹⁰⁾。この間の8月24日および9月12日の噴火は、本年に入って最大級の規模で、火柱が認められた⁹⁾。その後は、10月中旬にN火口が新たに出現しているものの、比較的穏やかな状態が続いている¹¹⁾。

したがって、SO₂放出量の第1次測定期間は、I火口を中心として噴気・噴煙活動が活発化した時期にあたり、また、第2次測定期間は、銀沼火口群の最盛期で、1977年の最初の噴火を除くと、噴火活動が最も活発な時期にあたるといえよう^{5),6),7),8),9)}。

一般に溶岩流出をとまらぬ大噴火では、マグマが上昇し、地表に近づくにつれて、火山ガスの放出量は増加するものと考えられる。ところで、今回の有珠火山の実例では、第2次測定期間では第1次測定期間に比べて、恐らくマグマはより上昇していて、噴煙活動は盛んであったにもかかわらず、SO₂放出量は $\frac{1}{2}$ に減少している。このような傾向は、恐らく、第1次測定期間以降新たなマグマの供給がなく、また、既貫入マグマが粘性の高いディサイト質で、上昇速度が鈍いため、上昇過程において脱ガスが進行し、マグマ中に残留するガス成分の量がかなり減少していることを示唆している。

それにもかかわらず、第2次測定期間前後に爆発現象が活発化したのは、マグマの上昇により、地下水との接触が容易になったことによるもので、その主体は水蒸気と思われる。もしそうだとすれば、ディサイトドームを形成するこの種の火山活動では、SO₂放出量の推移は必ずしも表面活動とは調和しないが、放出エネルギーに基づいた火山活動度とは、ほぼ対応するものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 太田一也・鍵山恒臣・松尾綱道(1978): 浅間火山における二酸化イオウ放出量の測定、震研彙報、53、533-542。
- 2) 北海道大学理学部有珠火山観測所・札幌管区气象台(1978): 有珠山の今後の火山活動の予測、火山噴火予知連絡会々報、№13、37-43。
- 3) 北海道大学理学部有珠火山観測所(1978): 有珠山火口原内の地殻変動、第14回火山噴火予知連絡会資料。
- 4) 気象庁(1978): Cumulative energy for earthquakes of Mt. USU、第14回火山噴火予知連絡会資料。
- 5) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動状況、有珠山(有珠山総合観測班・室蘭地方气象台)、火山噴火予知連絡会々報、№11、81-85。
- 6) 北海道大学理学部地質学鉱物学教室(1978): Explosive activities of USU volcano、第14回火山噴火予知連絡会資料。
- 7) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動状況、有珠山、火山噴火予知連絡会々報、№12、78-80。
- 8) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動状況、有珠山(有珠山総合観測班)、火山噴火予知連絡会々報、№13、58-61。
- 9) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動概況、有珠山、1978-9(有珠山総合観測班)。
- 10) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動概況、有珠山、1978-10(有珠山総合観測班)。
- 11) 気象庁火山室(1978): 全国の火山活動概況、有珠山、1978-11(有珠山総合観測班)。