

大涌谷地すべり対策調査 (昭和53年度)

小鷹滋郎, 広田 茂, 大山正雄, 粟屋 徹
平野富雄, 大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所*

Geological Study for Prevention of Landslide in
Ōwaki-dani Solfataric Area, Hakone (1978).

by

Shigeo ODAKA, Shigeru HIROTA, Masao ŌYAMA,
Tōru AWAYA, Tomio HIRANO and Yasue ŌKI.
Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

はじめに

一般に、火山地域は火砕流、泥流堆積物や降下火砕堆積物などの未固結のもろい地質がはさみこまれていたり、熱水や硫化水素等の火山ガスが作用している所では岩石も著しく分解して粘土等に変質し、噴火に直接関係のない地すべりも他地域より起りやすい状態にある。

箱根には今日もおお火山ガスを噴出している硫黄地帯が大涌谷、早雲山、湯ノ花沢に存在している。これらの硫黄地帯はいずれも急な斜面に分布し、地すべりが発生しやすい状態にある。

大涌谷は1900年代に入ってから4回(1910, 1935, 1948, 1950年)、早雲山では1953年に大規模な崩壊性地すべりを経験している。

神奈川県は大涌谷地すべり防止地区に堰堤を設置し、ボーリングによって火山ガスを集中的に抜く地すべり対策工事を行ってきた。

噴気活動は年々少しづつ変化し、噴気地帯は移動している。従って、地すべり監視地域の変更や拡大が必要となっている。

1973年頃、大涌谷一神山を結ぶ登山道に新たな噴気地帯が生まれ拡大していった。この場所は1935年と1950年の地すべりで崩壊したといわれる大涌谷上流の急斜面の冠頭部に位置している(図1)。噴気活動が更に活発化し、噴気地帯が大涌谷に向かって拡大するならば地すべりが発生する危険性をはらんでいる。

今回の調査は、神奈川県土木部小田原土木事務所の依頼により、大涌谷地すべり対策調査の一環として温泉地学研究所が行なったものである。なお調査は大涌谷一神山登山道に沿って出現した新噴気地帯の活動状況に焦点をあわせて行なった。

地中温度分布

噴気活動を調査するため深さ0.5mの地中温度分布を描いた。図2は1978年6月15日と8月8, 9日に測定した地中温度分布図である。分布は90℃以上、90~60℃、60~30℃の3段階に区分した。

1 大涌谷一神山登山道沿いの新噴気地帯

調査対象の新噴気地帯は大涌谷駐車場から神山に約300m程登った登山道に1973年の秋頃から出現した。かつてこの付近は草木が繁茂し、登山道のわきに科学技術庁が1964年に掘さくした火山性地すべり調査井の1m程地表に突き出た鉄管から蒸気が僅かに噴いていたにすぎなかった。

新噴気地帯の蒸気は当初この孔井の近くから噴出し始め、次第に勢を増し広がった。

噴気活動の調査は1975年から始めた。その後の地温分布の経年変化を図3と表1に示す。

1975年4月の調査では20℃以上の等温線内の面積は $22.4 \times 10^2 m^2$ 、90℃以上(図3の点線)は $9.7 \times 10^2 m^2$ を占めていた。1年後の1976年には20℃以上が $32.4 \times 10^2 m^2$ 、90℃以上が $16.6 \times 10^2 m^2$ に拡大し、2年後の1977年には90℃以上では $19.7 \times 10^2 m^2$ と約2倍に広がった(点鎖線)。

地温90℃以上の面積は測定を始めた1975年以降におい

* 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉地学研究所報告 第11巻、第2号、1—16、1979

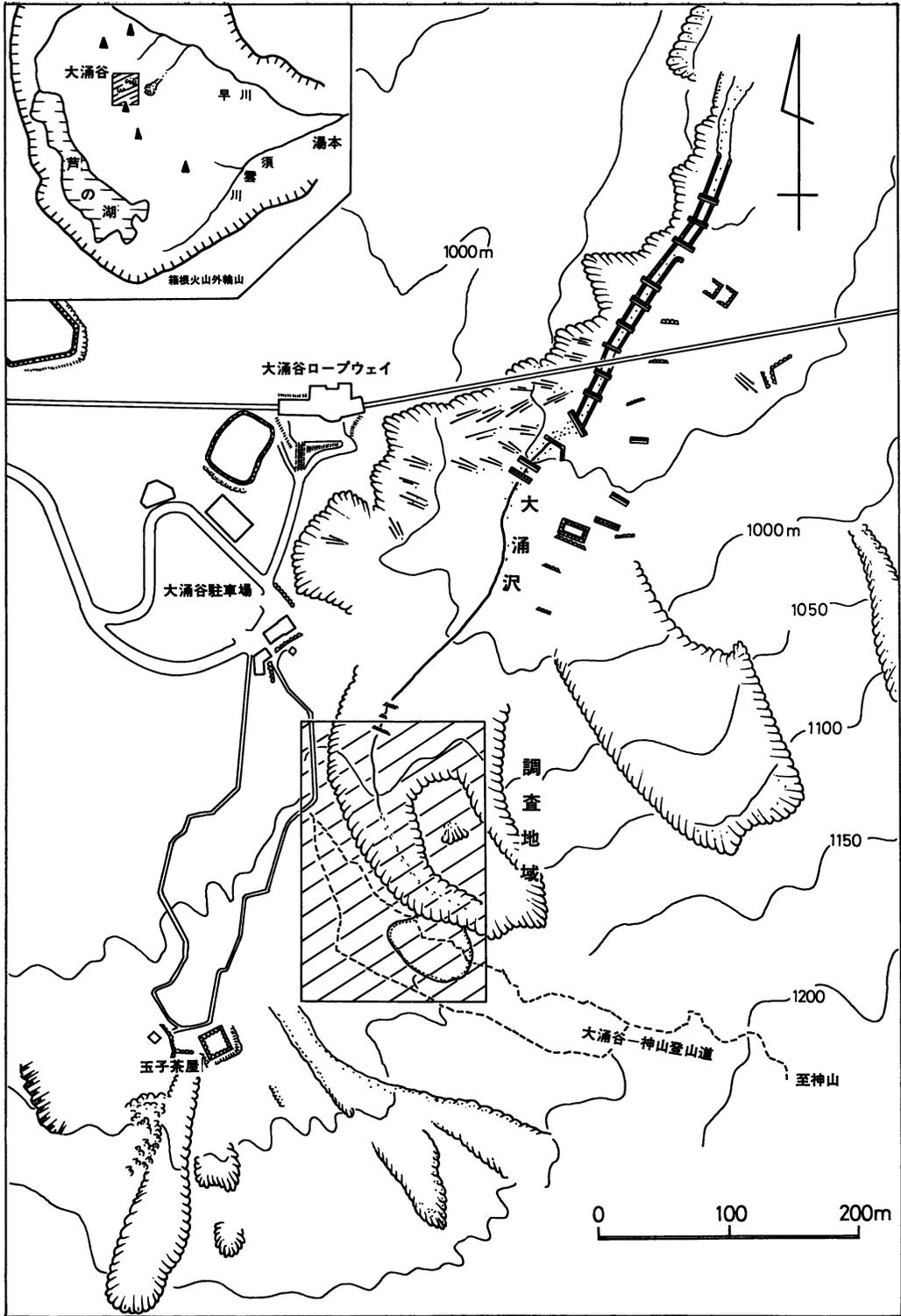


図1 箱根大涌谷新噴気地帯およびその周辺の調査地域

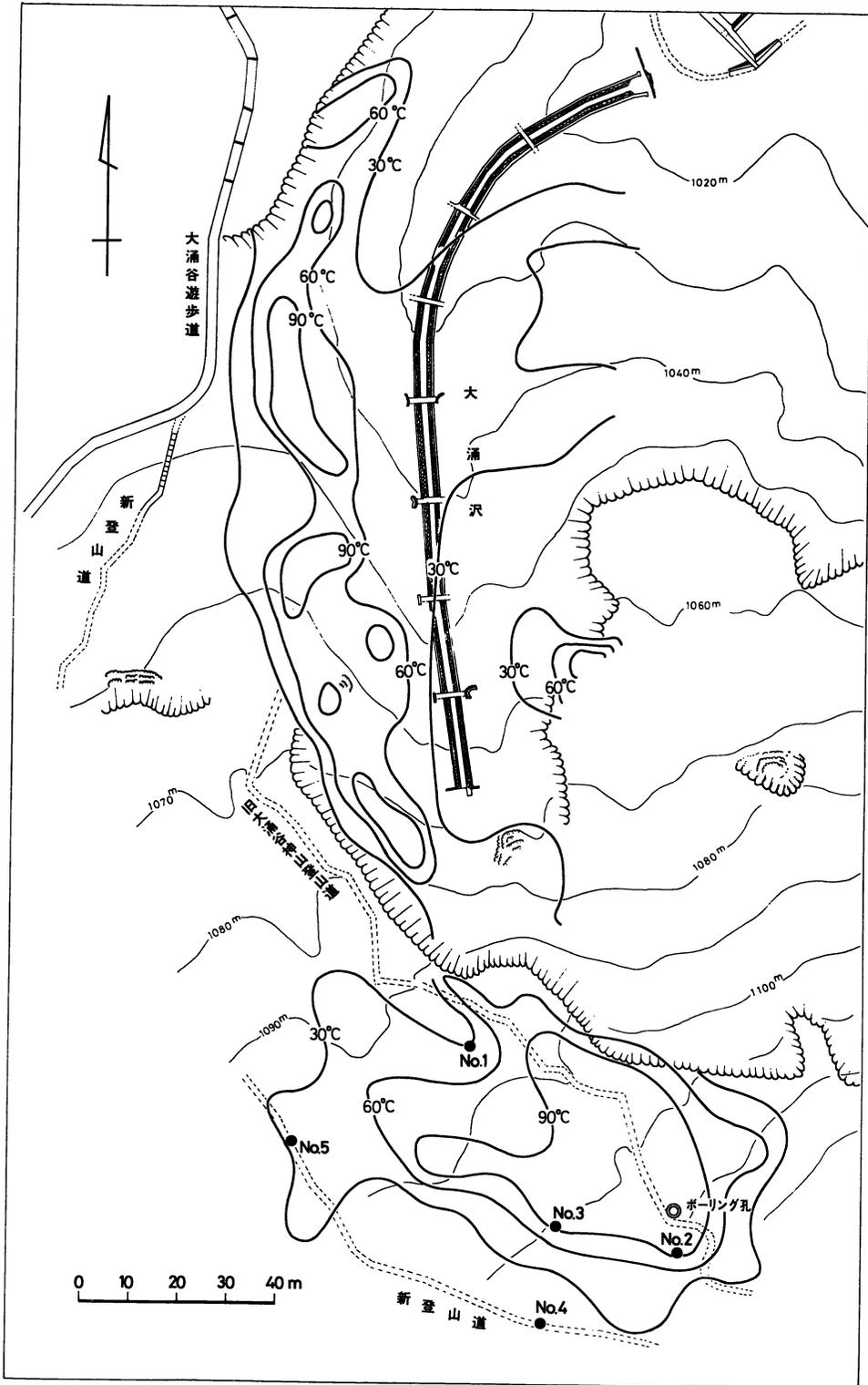


図2 新噴気地帯と大涌沢上流の50cm深地中温度

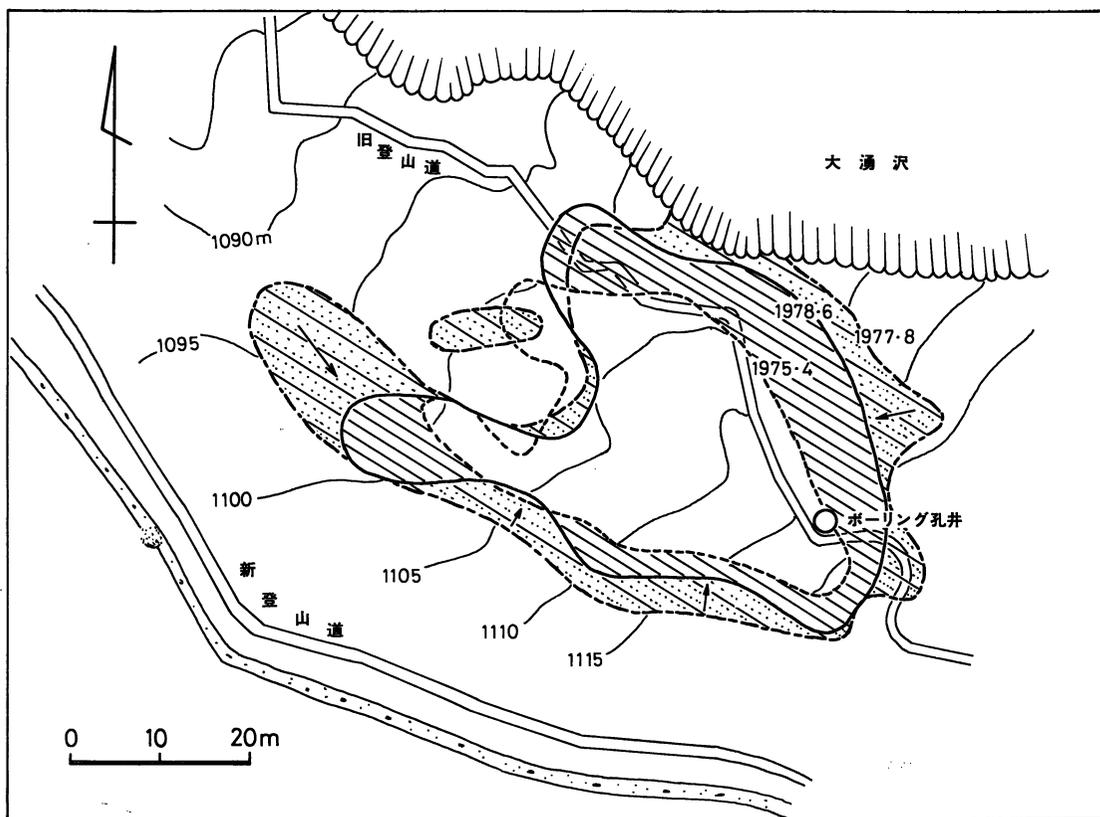


図3 地中50cm深温度90°Cの等温線の経年変化

表1 新噴気地帯地温分布表面積の経年変化

地中温度(°C) (深度50cm)	面 積 (m ²)				
	1975年4月	1975年10月	1976年5月	1977年8月	1978年6月
90 以上	970	1170	1660	1970	1402
60 ~ 90	—	—	—	—	1258
30 ~ 60	—	—	—	—	1938
20 ~ 30	—	—	—	—	1106
30 以上	—	—	—	4608	4598
20 以上	2240	2600	3240	—	5704

でも年々増加していたが、1978年(実線)には前年の1977年に比べ30%減少している。減少方向(図中の矢印)は当初蒸気が噴出し始めた地点に向っている。一方20°Cの等温線内の面積はなお増加している(図4)。このことから現在の噴気活動状況について次のように考えられる。

90°Cの地温から1mたらず離れた所でも40°Cが観測されることから、地層の熱伝導率は小さい。20°Cの地温は熱伝導によると見なし得るので、時間的遅れを考慮する

必要がある。すなわち、地温20°Cは現在の熱供給をかならずしも示していない。しかし、90°C以上は熱が主に流体によって運ばれて来るので時間的には瞬間である。従って90°C等温線内の面積の縮小は地下からの熱供給の減少を意味している。

噴気活動の状況については更に時間をかけて見守っていく必要があるが、現時点では少なくとも停滞あるいは減少しているようである。

地中50cm深で20°Cの所では地表への影響がほとんど見

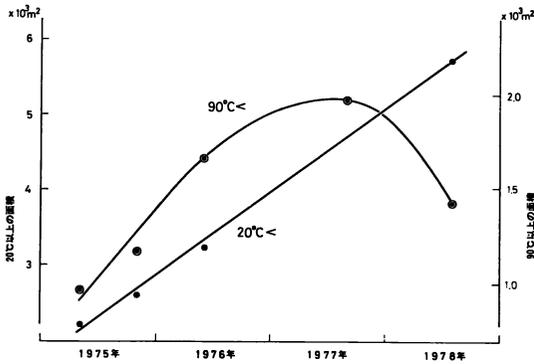


図4 地中50cm深等温線内表面積の経年変化

出しえない。しかし、90°C以上で囲まれた地域の草木は枯れ、岩石は硫黄変質作用を受け、粘土化している。従って、地すべりに対しては90°Cの分布が一つの指標になる。

地温および蒸気の最高温度はこの地の標高(1,100m)の水の沸点温度に相当し、97°C前後である。90°Cの等温線内に直径30cm程の mud pot が2箇所あり、微小な噴気孔が一様に分布している。その数は85個確認された。

2 大涌沢上流の噴気地帯

新噴気地帯との関連から、隣接している大涌沢斜面の噴気地帯の地中温度調査を8月に行なった。

大涌沢の上流部分は1935年、1950年の地すべりで崩壊した地域といわれ、その後も小さな滑動と浸食で地形が変化している。噴気地帯は大涌沢の底部に設けてある亀張り式流路と坊主地獄噴気地帯に通じる遊歩道のある頂部の間に細長く分布している(図2)。

噴気孔や亀裂が斜面と直角に並んでいる。この原因は斜面が谷側に引張られるので、亀裂が引張方向に垂直に生じ、そこを通過して蒸気が噴出しているものと思われる。

90°C以上の面積は新噴気地帯に比べ半分にも満たないが、mud pot は5箇所、微小噴気孔は350個を数えた。なお、30°C以上の面積は逆に大きい。

地中温度の連続観測

新噴気地帯の拡大、縮小傾向を調査するため、噴気地帯およびその周辺における地中温度(深さ50cm)の連続観測を行なった。測定点は90°C以上を示す地温分布内に2箇所、20°C以上を示す地温分布内3箇所、計5箇所を選び地中温度の連続観測を行なった(図2)。なおNo.4、No.5は大涌谷一神山新登山道沿である。

表2、図5に観測結果を示した。また、5箇所測定の他にボーリング孔(90°C以上を示す地温分布内)の蒸

気温度および測定時の気温をあわせて示した。

測定は1978年7月より1979年2月までほぼ定期的に11回測定した。

20°C以上を示す地温分布内に設置したNo.1、No.4、No.5の地温は、気温変化と似た変化を示している。1978年7月の測定から9月まで20°C以上を示したNo.4、No.5の地温は、10月以降気温低下と平行して下り、1979年2月にはNo.5が17.5°C、No.4が8°Cまで低下した。一方、90°C以上を示す地温分布内に設置したNo.2、No.3の地温は気温変化に左右されず95°C前後と高い地温を示している。No.2の地中温度は、97°C前後でボーリング孔(No.2の地点から5mの所)の蒸気温度とよく一致している。この地点は現在でも噴気活動が活発な所である。

No.3の地中温度は10月から12月にかけて5°C低下した。この低下で、観測点付近の地熱活動が弱くなったように思われたが、1979年1月より再び95°Cに上昇して現在まで続いている。

11回の連続観測の結果No.2、No.3の観測点付近の地温は95°C前後で現在も高い地温を示している。一方、噴気地帯の周辺部にあるNo.1、No.4、No.5の地中温度は気温に平行して変化している傾向がみられる。これら3点の地温低下が噴気活動の衰退を示すものか、気温低下の影響だけによるものかは今後の連続観測により判明するであろう。

噴気地帯からの放熱量の測定

調査噴気地帯には微小な噴気孔群しか認められないので、地表からの放熱量は図6に示した計器を用いて測定した。操作方法は底の抜けている側を地表に置き、装置との接触部を密閉してから送風機で空気を③から④へと送る。送風量は変化できるようにしてあり、箱が暖まらない程度に調節する。

空気の入入口の乾球温度を t_1 、湿球温度を t_1' 、絶対湿度を X_1 、出口のそれらを t_2 、 t_2' 、 X_2 とする。絶対湿度 X は t' における水の飽和蒸気圧を e 、大気圧力を P とすると

$$X = \frac{217}{T + t'} \left\{ e - 0.00066 P (t - t') (1 + 0.0015 t') \right\}$$

装置をかぶせた面積から放出される熱量 Q は空気の比熱 C_p 、温度 t_1 、 t_2 の時の水蒸気のエンタルピーを i_1 、 i_2 、出入する空気量 V が噴気の流入量にくらべて十分大きいと以下の式で求められる。

$$Q = VRC_p(t_2 - t_1) + V(X_2 i_2 - X_1 i_1)$$

ここで R は空気密度である。

地表面から大気中に放出される熱量は地中50cm深30~60°C、60~90°C、90°C以上の等温線間の面積と各等温

表2 新噴気地帯の地中温度の連続観測

(単位: °C)

測定点	(1978年)								(1979年)		
	7月3日	7月28日	8月14日	9月2日	10月9日	11月1日	11月20日	12月27日	1月16日	2月5日	2月16日
No. 1	23.0	29.9	32.0	33.4	28.8	29.0	26.0	24.5	26.0	25.0	22.5
No. 2	96.5	96.0	96.0	96.0	95.5	96.7	96.6	98.0	96.0	98.3	97.8
No. 3	96.0	96.5	96.0	96.0	94.0	93.0	92.0	91.0	95.0	95.5	94.5
No. 4	18.8	21.6	22.7	23.0	18.5	18.0	17.0	13.5	12.0	8.0	12.5
No. 5	25.9	28.4	27.3	26.3	23.6	23.0	21.0	19.0	18.5	16.0	15.5
ボーリング孔	96.3	96.7	96.2	96.3	97.8	96.6	96.3	97.4	96.2	97.8	97.5
気 温	24.4	25.3	25.2	15.4	12.1	11.3	11.8	6.2	-1.1	0.5	5.6

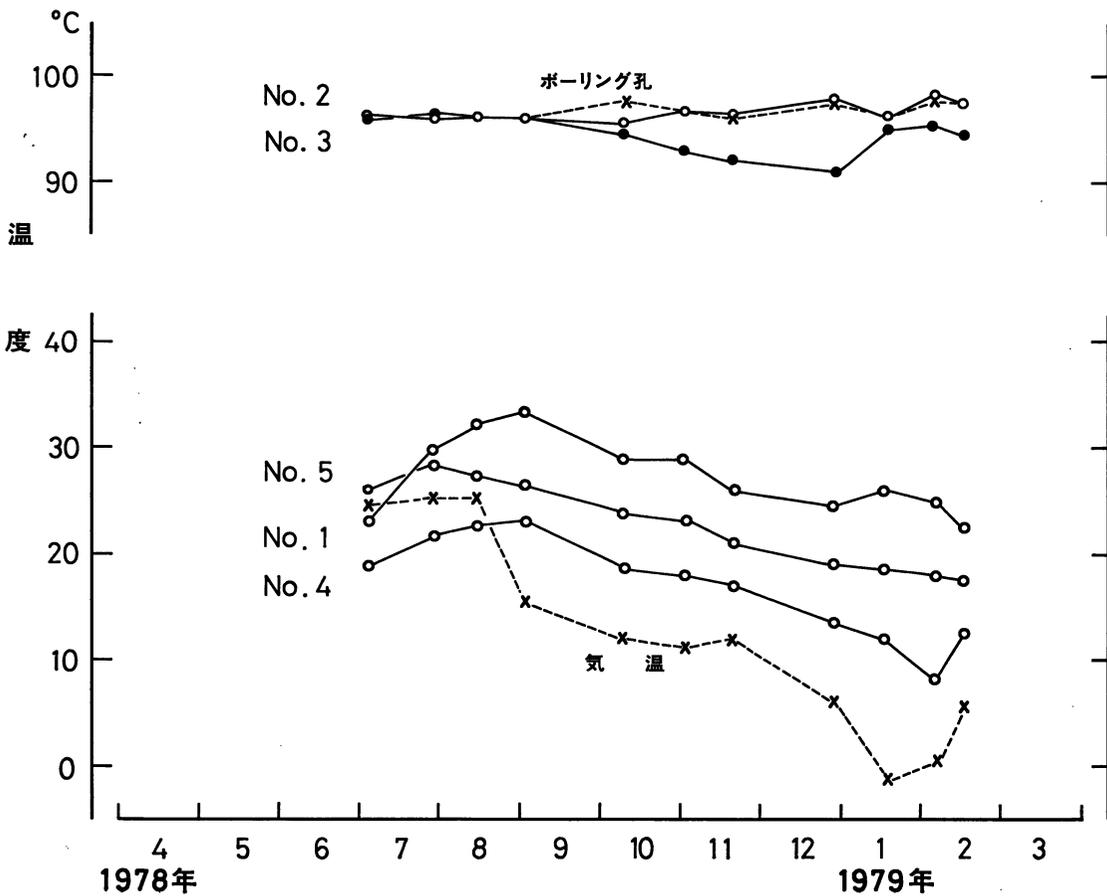


図5 新噴気地帯の地中温度観測

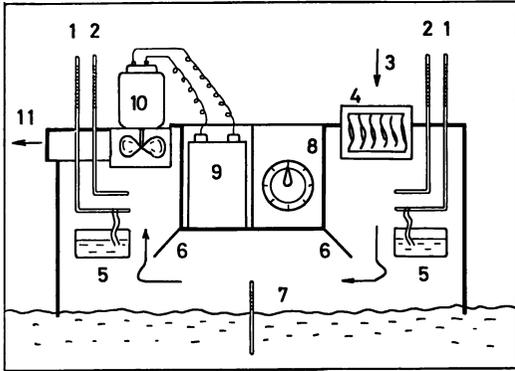


図6 放熱量測定装置

1：乾球温度計，2：湿球温度計，3：入口，4：風速計，5：水入れ，6：そらせ板，7：地中温度測定孔，8：送風量調整，9：バッテリー，10：モーター
11：出口

線間の平均放熱量との積から概算した。

新噴気地帯の30℃以上の等温線内からの放熱量は235 Kcal/secを得た。この内、90℃以上の面積は30%であるが放熱量は66%を占めている。

大涌沢上流の30℃以上の等温線面積7667 m²からの放熱量は178 Kcal/secである。

大涌谷の水質調査

地すべり対策調査の一環として箱根火山大涌谷の大涌沢の噴気地帯，神山旧登山道沿いに出現した噴気地帯，さらに南西の噴気地帯における湧水等の採水を行ない溶存成分を測定した。

1 分析方法

試料は現地でもリポアフィルターでろ過後ポリびんに移した。別に試料を硫酸で処理して鉄などの分析に供した。pHの測定は比色法(現地)と電極法(実験室)の併用により求めた。その他の成分は温泉分析法指針に準じて分析を行なった。

2 分析結果

採水地点は図7に示す24箇所である。図中の点線は湧水が湧出し始める推定位置を示す。採水地点は(1)大涌沢の噴気地帯，(2)神山旧登山道の噴気地帯と(3)大涌沢の南西の噴気地帯に分けられる。

(1)大涌沢の噴気地帯

大涌沢の噴気地帯は日本でも屈指の噴気地帯である。大涌沢の噴気地帯で湧水等を昭和53年8月14日に採水し溶存成分を分析した(表3，図8)。表3には昭和50年12月18日に採水した試料の分析結果(No.1～12)も加えてある。大涌沢で採取した試料は産状から，湧水，横穴

ボーリング孔の湧水，造成泉，表流水に分けられる。湧水はさらに溶存成分により3つに分けられる。

(1)ー1 湧水

a：Al³⁺，SO₄²⁻を主成分とする湧水(No.1，23)

No.1，23は同一地点で採水したもので，その時期が異なる。これらの試料はpH 2.32～2.20と低く，蒸発残留物5230～5594ppmが多く，Al³⁺とSO₄²⁻を主成分とする。この地点の数m下流の水中には石膏の析出が見られる。No.23(夏)はNo.1(冬)に比べ温度が23℃高く，蒸発残留物，Na⁺やAl³⁺が多いが，Ca²⁺，ΣFe²⁺は少ない。

b：Ca²⁺，SO₄²⁻が主成分で蒸発残留物が1000 ppm以上の湧水(No.2，5，21，22)

No.2，5，21，22はpH 2.75～3.33，蒸発残留物が1477～3204ppmで，Ca²⁺とSO₄²⁻がその主成分である。

c：Ca²⁺，SO₄²⁻が主成分で蒸発残留物の少ない湧水(No.8)

No.8は温度が低く(11.5℃)，pH 4.12で蒸発残留物(257ppm)の少ない対岸の湧水である。この試料は噴気地帯でも地表の温泉余土化がさほど進んでいない場所から湧出している。

(1)ー2 横穴ボーリング孔の湧水(No.7，9，12)

No.7，9は横穴ボーリング孔から湧出している。No.12は横穴ボーリング孔を含む3本の温泉が混合している。これらの試料のpHは4.03～6.45で比較的高く，H₂Sは最大25.3ppmと多い。

表3から蒸発残留物とpHの関係を描く(図9)。横穴ボーリング孔の湧水(No.7，9，12)のpHが比較的高い他はほとんどpH 2～4に分布している。

(1)ー3 造成泉(No.3，6，10)

No.3，6は蒸気井から噴出する蒸気にイタリ水源の地下水を注入して造成した温泉の貯湯槽で採水した。槽内は硫黄が沈積している。付近の空气中H₂S濃度は150～250 cm³/m³(検知管)であるが，目にしみた。No.10は造成泉や周囲の湧水を集めている中継槽で採水した。この中継槽を経て強羅，仙石原方面へ送湯されている。

(1)ー4 表流水(No.4，11)

No.4，11は大涌沢の河川水(表流水)である。河床には暗紫色の沈でんが附着している。上流のNo.1からNo.4，No.11へ流下する過程の溶存成分の変化を図10に示す(図10)。下流の試料ほど温度がさがり(冬)，Na⁺，Cl⁻が増加している。蒸発残留物，Ca²⁺，ΣFe²⁺やSO₄²⁻は中間のNo.4地点で最大値を示し，下流のNo.11地点で減少する。流下する沢水の水質変化を解析する事により噴気地帯の温泉余土化に関する知見を得る可能性が残されている。

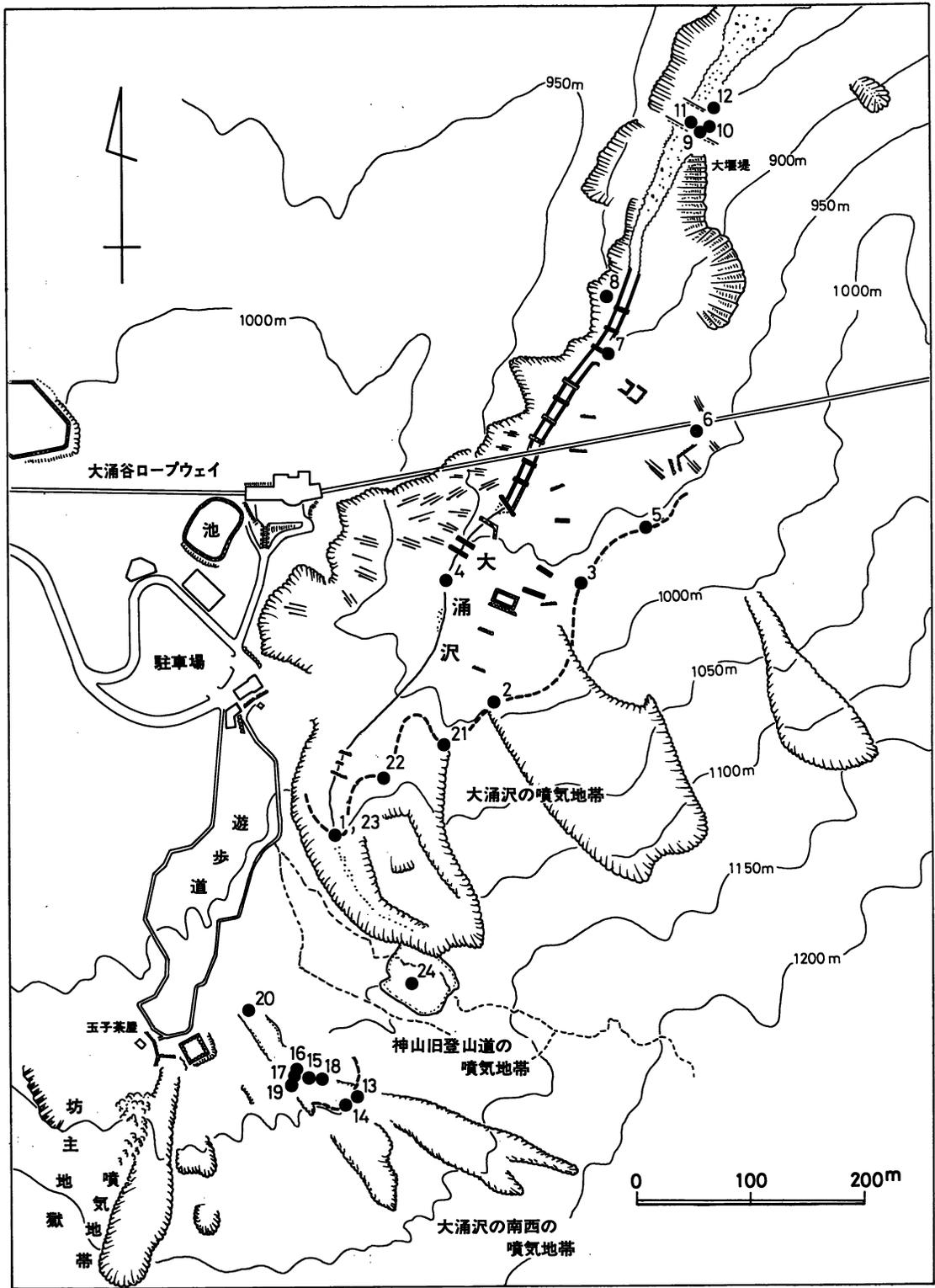


図7 箱根火山大涌谷の地形

番号は採水地点，点線は湧水が湧出し始める推定位置を示す。

表3 箱根火山大涌谷の湧水等の溶存成分

No	区分	採水日	温度	pH	pH	蒸発残	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	ΣFe^{2+} ^{*5}	Al ³⁺	Mn ²⁺	Cl ⁻	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	H ₄ SiO ₄	H ₃ BO ₃	H ₂ S	総計
			(°C)	[比色法]	[電極法]	(ppm)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)	(//)
1	湧水	50.12.18	31.7		2.32	5230.	4.83	0.10	3.85	92.2	247.	96.2	28.5	294.	3.96	2.88	492.	2990.		439.	0.18	13.1	4708.
2	湧水	//	45.9		3.33	1755.	0.47	0.	5.10	82.4	202.	63.3	4.23	7.86	1.98	6.68	2.46	1005.		446.	2.33	0.16	1830.
3	造成泉	//	87.0		2.50	737.	3.18	0.	1.90	22.4	45.2	12.9	4.74	8.80	0.30	80.8	29.7	265.		116.	2.68	6.63	600.
4	表流水	//	22.3		3.02	6067.	0.96		6.80	134.	411.	246.	525.	104.		18.6	122.	3640.		257.	1.33	0.	5467.
5	湧水*1	//	79.5		2.75	1477.	1.79		2.91	57.2	143.	43.4	25.5	9.00	2.60	5.80	43.8	823.		311.	0.	10.0	1479.
6	造成泉	//	92.5		2.42	524.	3.83		1.74	21.6	27.3	10.6	0.98	3.40	0.22	86.8	34.0	246.		97.8	10.7	3.00	548.
7	横穴水*2	//	87.3		6.37	2466.			15.4	254.	297.	107.	4.20	0.	5.94	230.		1150.	29.1	219.		12.5	2324.
8	湧水	//	11.5		4.12	257.	0.08		0.83	24.4	40.6	5.80	0.03	0.50	0.22	5.44		101.		100.		0.	279.
9	横穴水*2	//	64.0		6.45	1881.			7.45	86.2	293.	83.0	1.14	0.	5.40	60.7		926.	301.	161.		25.3	1950.
10	造成泉*3	//	67.8		2.86	1238.	1.39		4.65	66.4	96.4	69.5	12.5	5.70	3.20	88.0	32.1	762.		177.		2.65	1321.
11	表流水	//	14.2		2.92	3530.	1.21		7.70	179.	224.	246.	108.	46.0		86.0	76.8	1823.		262.		0.	3060.
12	横穴水*2	//	39.4		4.03	1761.	0.09		4.87	63.2	242.	68.6	26.0	13.0	4.38	46.7		1050.		191.		0.54	1710.
13	湧水	53.6.30	26.5	2.5	2.32	4448.	4.83	0.12	1.06	58.7	87.6	42.0	208.	314.	2.1	5.3	446.	2500.		319.			3988.
14	M.P.*4	//	91.8	2.0	2.14	3911.	7.30	0.09	1.28	28.1	36.0	83.2	179.	215.	3.0	0.94	483.	1910.		523.			3471.
15	表流水	//	79.2	3.0	2.81	1330.	1.56	0.02	4.67	56.7	69.0	62.5	6.93	9.63	1.9	2.9	34.0	638.		549.			1437.
16	湧水	//	95.3	3.5	3.32	1181.	0.48	0.04	5.23	55.1	82.0	52.6	1.96	1.86	1.6	3.2	8.53	555.		473.			1241.
17	湧水	//	82.0	3.2	2.88	1306.	1.33	0.03	4.67	54.4	82.6	57.7	9.98	5.14	1.7	3.2	26.5	629.		470.			1347.
18	M.P.*4	//	94.8	2.5	2.42	1978.	3.83	0.03	3.11	28.5	45.3	46.0	93.2	47.3	1.9	1.7	105.	916.		507.			1799.
19	湧水	//	71.5	3.1	2.64	1959.	2.31	0.11	5.39	67.2	160.	106.	9.04	5.80	4.4	2.6	90.5	1030.		524.			2007.
20	表流水	//	47.0	2.0	2.37	2495.	4.30	0.07	3.72	57.1	113.	90.0	71.5	45.0	3.5	2.6	172.	1250.		517.			2330.
21	湧水	53.8.14	25.0	3.6	2.90	3204.	1.27	9.20	5.23	217.	283.	136.	5.62	57.3	5.56	6.72	82.1	1950.		417.			3167.
22	湧水	//	57.2	3.4	2.90	3175.	1.27	0.33	8.35	257.	313.	126.	39.3	5.89	6.23	5.72	81.2	1930.		476.			3250.
23	湧水	//	54.8	1.8	2.20	5594.	6.36	0.11	3.02	127.	165.	104.	5.43	380.	3.67	2.08	582.	2910.		512.			4801.
24	M.P.*4	54.2.16	91.5	1.8	2.20	3530.	6.36			58.2	135.	72.7	173.	93.		2.98	425.	2210.		576.		0.61	3753.

(*1 第9号源泉, *2 横穴ボーリング孔の湧水, *3 中継槽<2・3号線起点>, *4 マッドポット, *5 $\Sigma Fe^{2+}=Fe^{2+}+Fe^{3+}$)

分析者 粟屋 徹, 平野富雄

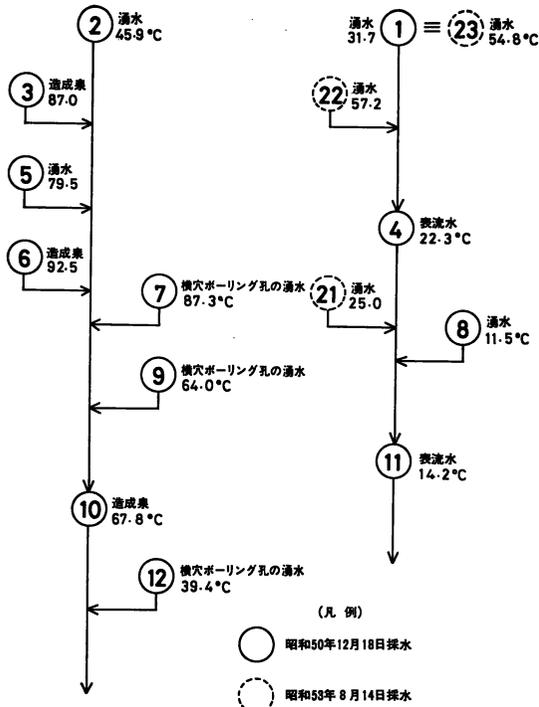


図8 大涌沢の噴気地帯の採水試料の系路

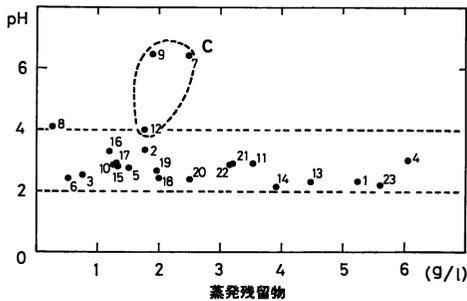


図9 蒸発残留物とpHの関係

(2) 神山旧登山道の噴気地帯

神山旧登山道沿いに出現した噴気地帯には最近まで採水箇所が見あたらなかったが、昭和54年2月16日に2箇所のマッドポット中1箇所 (No.24) 採水する事ができた (図7)。No.24は凹地の噴気孔に水がたまり、いわゆる泥地獄の状態を示している (マッドポットという)。泥水はミリポアフィルターでろ過後分析した。この試料は温度(91.5°C)が高く、pHは2.20と低い (表3)。マッドポット上の空气中 H_2S は $60cm^3/m^3$ であった (検知管)。

神山旧登山道の噴気地帯の自然噴気孔の H_2S は $1500\sim 2000cm^3/m^3$ 、噴気ボーリング孔の H_2S は $1100\sim 1500cm^3/m^3$ であった (検知管)。

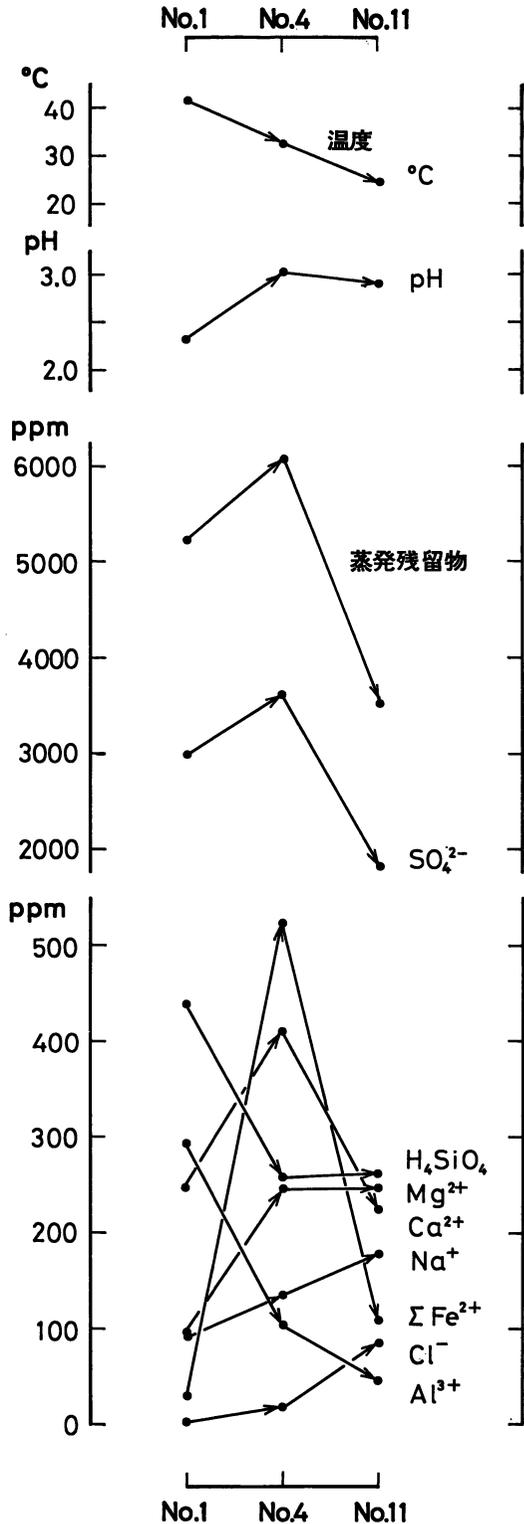


図10 表流水の流下に伴う溶存成分の変化 (昭和50年12月18日採水)

(3)大涌沢の南西の噴気地帯

大涌沢の南西の噴気地帯は坊主地獄噴気地帯の東に隣接している。この地帯は最近、噴気活動が盛んになってきているようである。試料 (No.13~20) は昭和53年6月30日に採水した (図11, 表3)。

この噴気地帯で採水した試料はその産状から、湧水、マッドポット、表流水に分けられ、湧水はさらに溶存成分から2つに分けられる。

(3)ー1 湧水

a : Al^{3+} , SO_4^{2-} を主成分とする湧水 (No.13)

No.13はこの地帯の沢水が湧出する最高地点で採水したものである。この試料は蒸発残留物が多く、 Al^{3+} と SO_4^{2-} が主成分である。大涌沢の噴気地帯の最高地点の湧水 (No.1, 23) もNo.13に似て Al^{3+} が多い共通点がある。

表3から蒸発残留物と Al^{3+} の関係を描く (図12)。 Al^{3+} , SO_4^{2-} を主成分とする湧水 (No.1, 23, 13) とマッドポットの試料 (No.14, 18) は、他の試料と比較して Al^{3+} の溶存量が多い事がわかる。

b : Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} を主成分とする湧水 (No.16, 17, 19)

No.16, 17, 19は pH2.64~3.32, 蒸発残留物が 1181~1959ppm で Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} が主成分である。これらの試料の湧出口には白色や暗紫色の沈澱が見られる。

(3)ー2 マッドポット (No.14, 18)

No.14, 18は温度 (91.8~94.8°C) の高いマッドポットの試料であり、主成分は Al^{3+} と SO_4^{2-} である。

(3)ー3 表流水 (No.15, 20)

No.15, 20は沢水 (表流水) で Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} が主成分である。下流の試料ほど蒸発残留物や Ca^{2+} , Mg^{2+} , ΣFe^{2+} , Al^{3+} , SO_4^{2-} の溶存量が多い。

表3から蒸発残留物と SO_4^{2-} の関係を描く (図13)。蒸発残留物は SO_4^{2-} が多いほど多く、 SO_4^{2-} 1 (重量) に対して蒸発残留物 2 (重量) の割合になっている。

3 水質による分類

箱根火山大涌谷の大涌沢の噴気地帯、神山旧登山道の噴気地帯、大涌沢の南西の噴気地帯の湧水等の溶存成分について考察した。試料の陰イオンはいずれも SO_4^{2-} が圧倒的に多い。 ($H^+ + Na^+$), ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$), ($Al^{3+} + \Sigma Fe^{2+}$) を端成分とする陽イオン比 (ミリグラム当量パーセント) と産状から試料はA~Eの5種類に分けられる (図14)。

A. ($\Sigma Fe^{2+} + Al^{3+}$) の比率の高い水 : 最高地点の湧水 (No.1, 23, 13) とマッドポット (No.14, 18)

B. ($H^+ + Na^+$) の比率の高い水 : 造成泉 (No.3, 6)

C. ($\Sigma Fe^{2+} + Al^{3+}$) の比率の低い水 : 横穴ボーリング

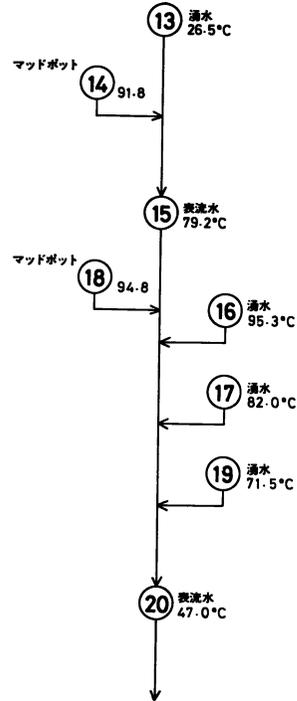


図11 大涌沢の南西の噴気地帯の採水試料の系路 (昭和53年6月30日採水)

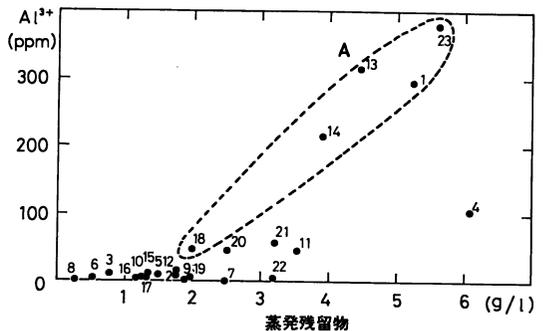


図12 蒸発残留物と Al^{3+} の関係

孔の湧水 (No.7, 9, 12)

D. ($Ca^{2+} + Mg^{2+}$) の比率の高い水 : 湧水 (No.2, 5, 21, 22, 16, 17, 19)

E. A と D の混合型の水 : 表流水 (No.4, 11, 15, 20)

A~Eは蒸発残留物と Ca^{2+} の関係からも分けられる (図15)。大涌谷の水の溶存成分は岩石や生成している粘土と関連づけてさらに検討しなくてはならない。

大涌谷の降水量

1978年の大涌谷 (箱根登山ロープウェイ大涌谷駅) の

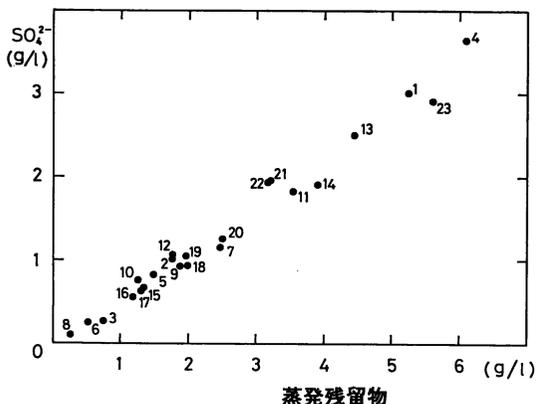


図13 蒸発残留物と SO_4^{2-} の関係

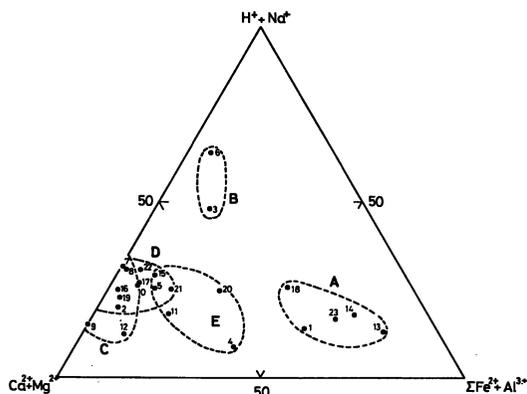


図14 陽イオン比 (ミリグラム当量パーセント)

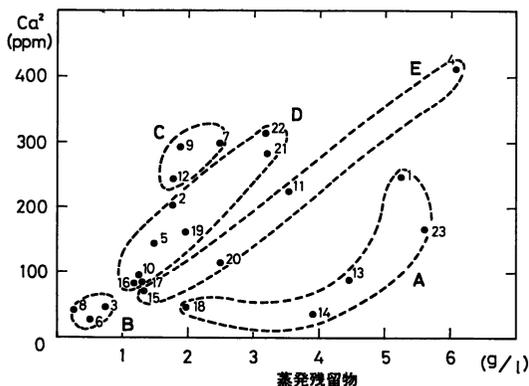


図15 蒸気残留物と Ca^{2+} の関係

降水量を表4と図16に示す。1月3日に大雪が降り大涌谷では25cm積った。神奈川県気象月報によると、1月としては47年ぶりの大雪と記載されている。

一般に関東地方では冬期に乾燥し、春になって低気圧が周期的に日本付近を通過して雨をもたらす。1978年も

この低気圧の通過により4月に2回、5月に1回80~100mmの雨量を記録した。

6月後半から7月前半は梅雨期であり、降水量は年間のうち最高となっている。なかでも7月10日の大雨は150mmを記録した。しかしこの梅雨期は例年になく短期間で終わっている。

7月後半から8月にかけては台風の接近がほとんどなく猛暑が続いた。この間の雨は8月上旬および中旬に30~40mm降っただけである。9月は低気圧の通過や台風18, 19号の接近による影響等で18日間の降水日があった。しかし降水量は4月、6月より少ない。

10月から12月にかけての降水量は、移動性高気圧と低気圧が交互に通過し、30~40mmの雨が周期的に降った。この天候も12月に入ると西高東低型の気圧配置となり雨は少なくなる。

図17は大涌谷における過去11年間(1968~1978年)の年間降水量を示した。点線は11年間の年平均降水量(3,488mm)である。1978年の降水量は2,505mmであり、年平均降水量より約1,000mmも少ない。このように降水量の少ないのは、台風の接近が特に少なく大雨が降らなかったためである。

まとめ

1975年に大涌谷一神山登山道沿いに出現した新噴気地帯は、1977年から1978年にかけてその活動が停滞しているようにみえる。しかし噴気活動は移動したり、一時的に停滞したりするので、今後も活動状況を監視する必要がある。

新噴気地帯と玉子茶屋のある坊主地獄の中間に噴気地帯がある。この噴気地帯の活動が、最近、外観上活発化しているようにみえる。今後はこの地域の活動状況も留意する必要がある。

噴気地帯の地すべり対策調査では、地表で観察される噴気の活動状況はもとより、地下における岩盤の変質状況を知る必要がある。変質過程を知るには、地下から上昇してくる噴気、地下水の賦存状態、生成される粘土等を調査する必要がある。

この調査は神奈川県土木部大涌谷地すべり対策調査費で行なった。

参考文献

- 相川嘉正(1971), 箱根火山大涌谷における温泉及び河水の化学成分(第1報), 温泉科学, Vol.22, 22-31.
- 相川嘉正(1977), 箱根火山大涌谷における温泉及び河水のホウ酸含量, 温泉科学, Vol.27, No.4, 143-153.
- 安藤 武, 大久保太治(1966), 試錐結果からみた大涌谷

表4 1978年大涌谷の降水量

(箱根登山大涌谷営業所資料)

月 日	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	7						22	2				
2	21			46				6			11	
3				5		16		40	2			
4			30			34		25	23			25
5									10	37		
6			1	86	16							
7					13						1	
8	3				11							
9		22	15		14		2			54		
10		2	25		6		150		2	1		4
11				36		4	10		55			19
12		8		5		52	35		23		44	3
13				2					17		35	
14		2					3		1			
15		5		1		36			61	23		
16		1		28		7		4	30			
17				2	5			12			4	
18	10		36	78	108	3.5		5	4			
19			4		8	11.5		1		38		
20	3					33		7	1			2
21	3		20	3		33	10		5	2		
22						82			28			
23			4	1		109			25			18
24		3				4				1		
25						35						
26	11					10					31	
27			14						3	27	32	
28	10		27	4					6			
29	3		2	25	13				36	90		
30				24	26	8						
31			2									
計	70	43	180	346	220	478	232	102	332	273	158	71

(単位: mm)

(年間合計 2505mm)

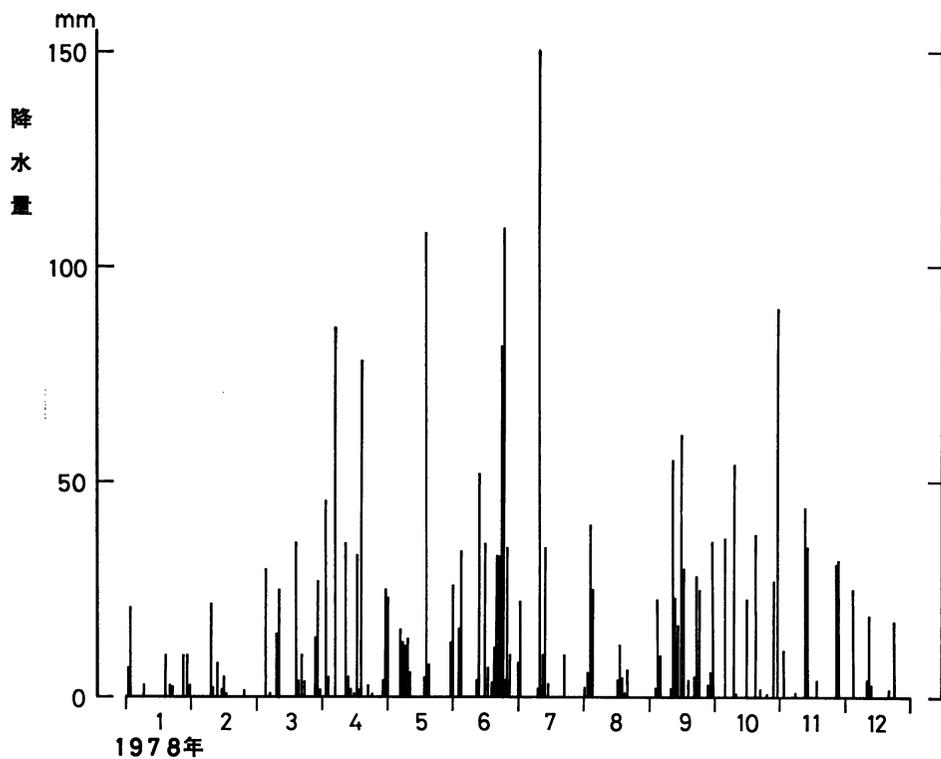


図16 1978年大涌谷の降水量
(箱根登山大涌谷営業所資料)

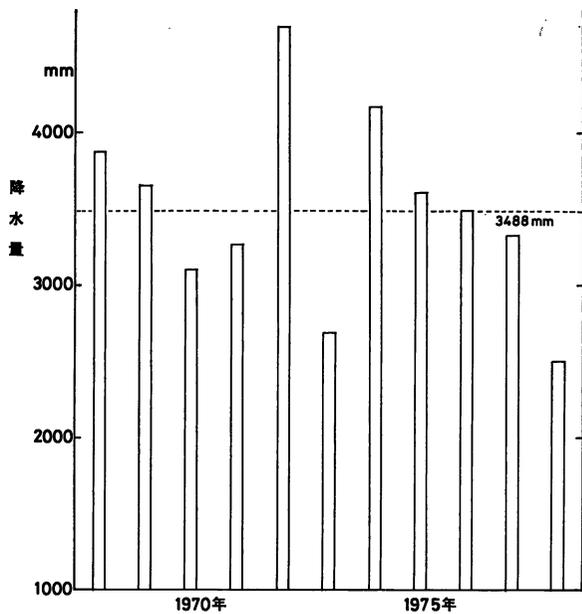


図17 大涌谷における過去11年間の降水量 (1968~1978年)
(神奈川県気象月報より)

- 変質帯の内部構造と変質機構について，火山性地すべりの発生機構および予知に関する研究（第2報 その1），防災科学技術総合研究報告，No.7，19—39.
- 粟屋 徹，平野富雄，久保寺公正(1974)，箱根の造成温泉等の硫化水素，神奈川県温泉研究所報告，Vol. 6，No.1，11—30.
- 粟屋 徹，平野富雄，鈴木孝雄，大木靖衛(1976)，箱根火山における大気中硫化水素の分布状態，神奈川県温泉研究所報告，Vol.7，No.1，27—42.
- 藤井紀之，大八木規夫，武司秀夫，小泉久直，大久保太治(1966)，箱根大涌谷変質帯の産状および性質，火山性地すべりの発生機構および予知に関する研究（第2報 その1） 防災科学技術総合研究報告，No.7，7—18.
- 早津賢二（1978）妙高火山の形成史と泥流，地理，Vol. 23，No.10，68—77.
- 平賀士郎，鈴木孝雄(1973)，大涌谷における硫化水素中毒事故調査(I)，神奈川県温泉研究所報告，Vol. 4，No.2，47—54.
- 平野富雄，大木靖衛，田嶋鍬子(1965)，箱根大涌谷の温泉沈積物，温泉工学会誌，Vol. 3，No.3，131—138.
- 広田 茂，平野富雄，大木靖衛(1974)，箱根大涌谷の新噴気，神奈川県温泉研究所報告，Vol. 5，No.1，23—30.
- 広田 茂，粟屋 徹，大山正雄，大木靖衛(1977)，大涌谷—神山登山道に出現した噴気地帯の調査，神奈川県温泉研究所報告，Vol. 8，No.1，27—38.
- 神奈川県気象月報(1968～1978)，日本気象協会横浜支部
- 小出 博(1955)，日本の地汙り，東洋経済新報社.
- 小出 博(1955)，山崩れ，古今書院.
- 中村慶三郎(1955)，崩災と国土，古今書院.
- 野口喜三雄，相川嘉正，今橋正征(1971)，箱根火山大涌谷における温泉及び河水の化学成分（第2報），温泉科学，Vol.22，32—38.
- 大木靖衛，平野富雄（1972），箱根温泉の湧出機構と成因，地熱，Vol. 9，No.1，15—29.
- 大木靖衛，平野富雄，小鷹滋郎(1973)，大涌谷における硫化水素中毒事故調査（II），神奈川県温泉研究所報告，Vol.4，No.2，55—64.
- 大山正雄，粟屋 徹，伊東 博(1973)，箱根火山硫黄山噴気地帯の調査，神奈川県温泉研究所報告，Vol. 4，No.2，83—90.
- 沢村考之助，安藤 武(1952)，箱根大涌谷の崩壊について，地質調査所月報，Vol. 3，No.11，41—46.
- 谷岡誠一(1978)，妙高高原の土石流災害，地理，Vol.23 No.10，78—86.
- 渡 正亮，酒井淳行，中島彬，富田利保(1966)，箱根地区火山性地すべりの運動機構に関する研究，火山性地すべりの発生機構および予知に関する研究（第2報 その3），防災科学技術総合研究報告，No.9，45—74，
- 山口真一，高田雄次，竹内篤雄，中村三郎(1966)，大涌谷地表変動および地温調査，火山性地すべりの発生機構および予知に関する研究（第2報その3），防災科学技術総合研究報告，No.9，3—16.
- 山口真一，中村二郎，中村三郎，栃木省二(1974)，地すべり・山崩れ，大明堂.
- 湯原浩三，大久保太治，竹内三郎(1969)，箱根大涌谷・早雲山地熱地域からの放熱量，地質調査所月報，Vol. 20，No.2，83—100.

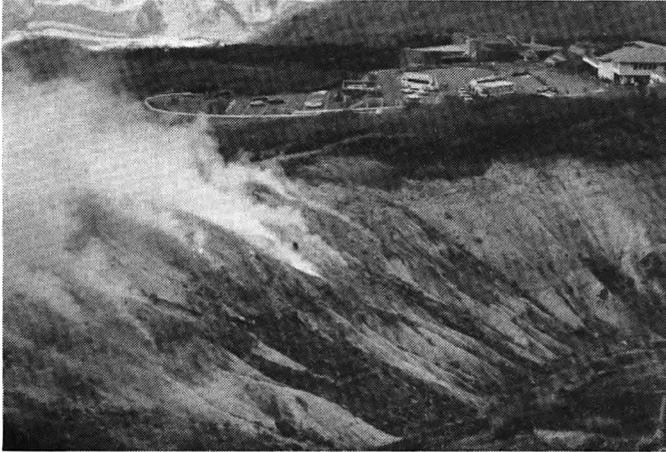


写真1 大涌沢上流の噴気地帯



写真2 神山登山道沿いの新噴気地帯

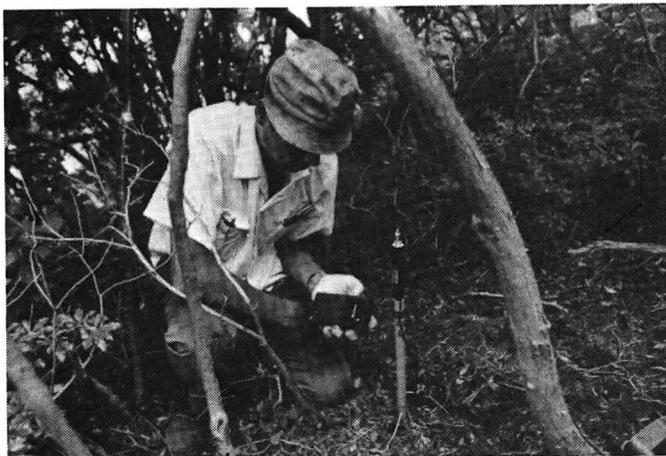


写真3 新噴気地帯周縁部の連続観測点
(No. 4)