

## 大涌沢地すべり対策調査

(昭和56年度)

杉山茂夫, 小鷹滋郎, 大木靖衛

神奈川県温泉地学研究所\*

**Geological Study for Prevention of Landslide  
in Owaki-dani Solfataric Area, Hakone, 1981**

by

Shigeo SUGIYAMA, Shigeo ODAKA and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture  
Hakone, Kanagawa

### はじめに

こ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, 大涌沢地すべり対策調査の一環として温泉地学研究所が実施したものである。調査は昭和53年度から開始され, 昭和56年度の調査は大涌谷-旧神山登山道に沿う噴気地帯の活動状況とその経年変化及び岩石の変質に焦点を合せておこなった。

### 地中温度分布

調査地域を図1に示す。調査地域は昭和53年~昭和55年と同様に, 大涌沢上流部から旧神山登山道沿いに存在する噴気地帯である。

噴気地帯の地熱活動を調査するため, 深度50cmの地中温度を測定し, その温度分布図を描いた。図2は昭和56年5月10日, 5月18日に測定した地中温度分布図である。等温線は90℃, 60℃, 30℃, 20℃の4段階に区分した。

図2によると, 旧神山登山道噴気帯の等温線は大涌沢冠頭部に, ほぼ円状に分布している。90℃の等温線の直径は30m~45m, 60℃の等温線の直径は45m~50mである。

---

\* 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13巻, 第6号, 1-14, 1982.

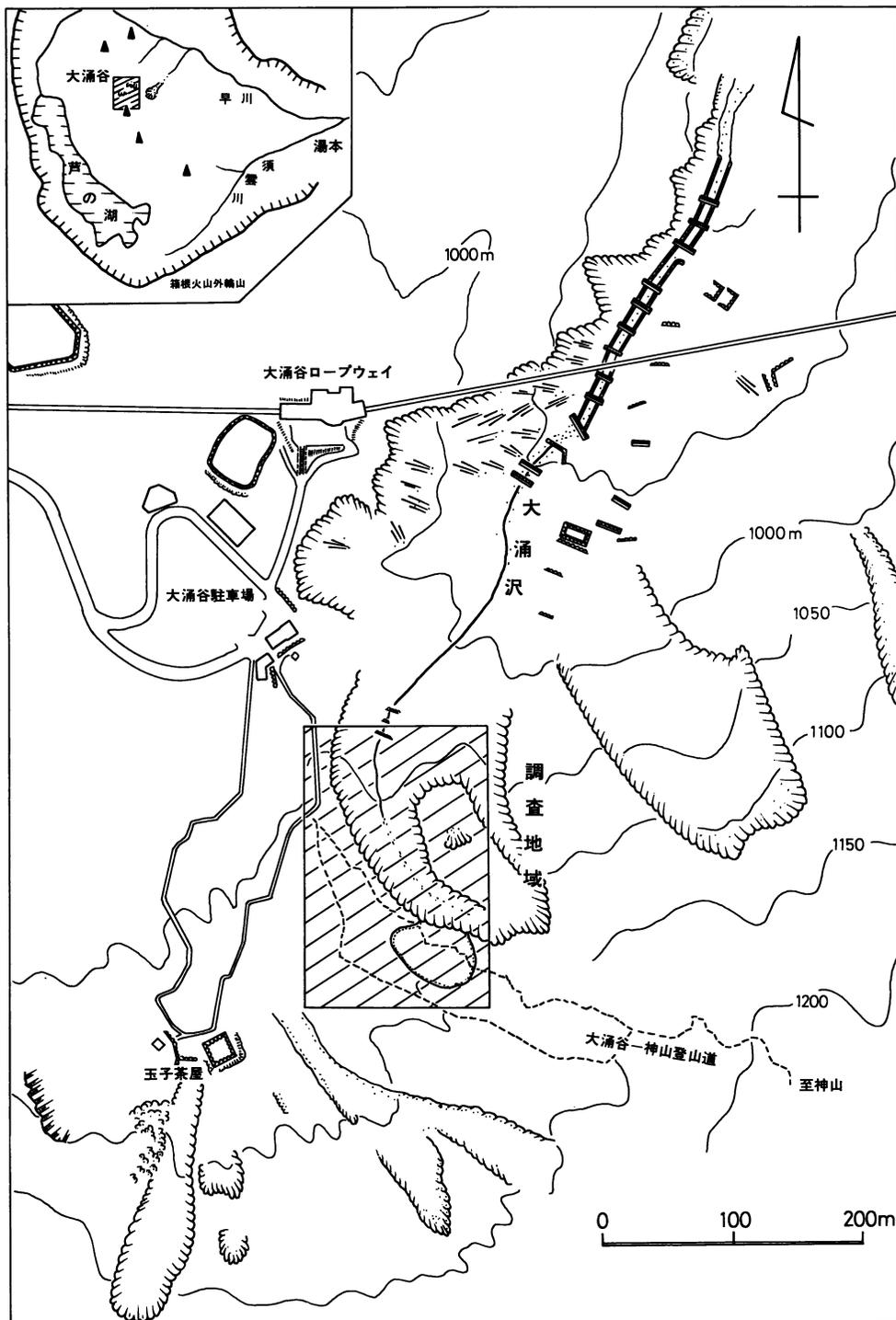


図1 箱根大涌谷噴気地帯の調査地域

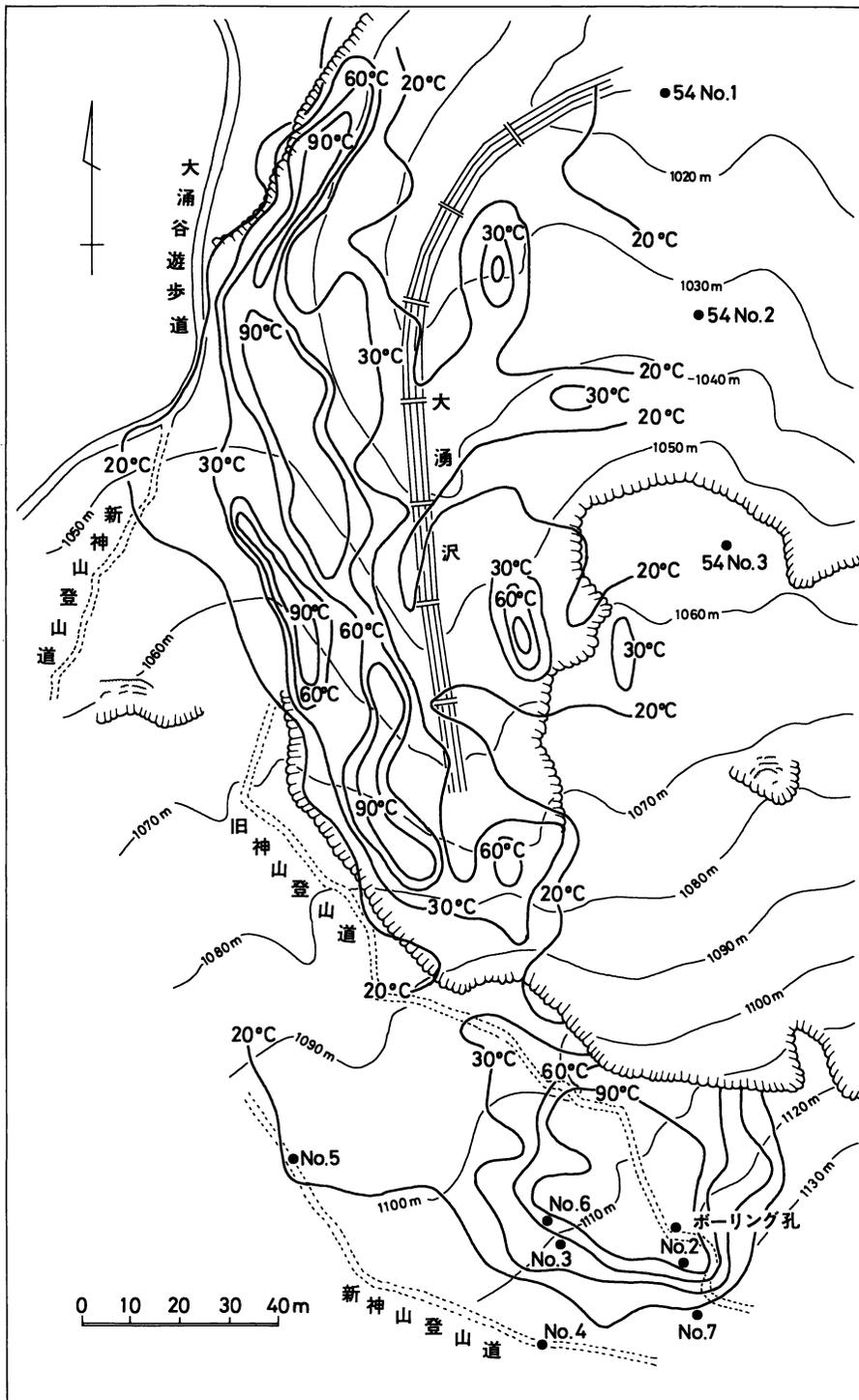


図2 調査地域の地中温度分布図(深度50cm)(昭和56年5月測定)

大涌沢上流部における噴気活動は左岸の斜面で活発である。左岸の等温線は大涌沢に平行で、南北方向に細長く分布している。90℃の等温線で囲まれる地域は大涌沢の左岸で4ヶ所、右岸で1ヶ所ある。左岸の90℃の等温線の分布は巾5m~10m、長さ40m~55mの帯状をしている。右岸の90℃の等温線の分布は南北方向に長い楕円状（短径3m、長径8m）である。

左岸の60℃の等温線の分布は沢とほぼ平行に巾5m~15m、長160mと巾5m~10m、長45mの2ヶ所である。右岸の60℃の等温線はスポット状（直径5m~10m）に3ヶ所認められ、ほぼ直線上にならぶ。

表1 旧神山登山道噴気地帯における等温線に囲まれる面積の経年変化

地中温度℃ (深度50cm)	面積 (m <sup>2</sup> )							
	昭和50年4月	昭和50年10月	昭和51年5月	昭和52年8月	昭和53年6月	昭和54年5月	昭和55年7月	昭和56年5月
90以上	970	1170	1660	1970	1402	1094	732	875
60~90					1258	474	636	515
30~60					1938	1001	1226	834
20~30					1106	1016		
30以上				4608	4598	2569	2594	2224
20以上	2240	2600	3240		5704	3585		

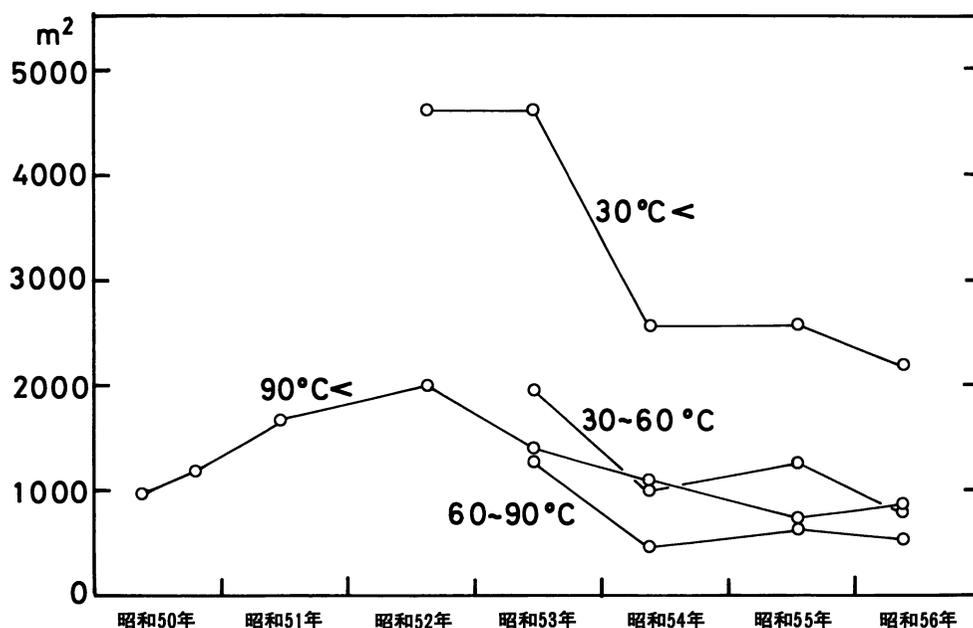


図3 旧神山登山道噴気地帯における等温線に囲まれる面積の経年変化

表2 大涌沢上流部噴気地帯における等温線に囲まれる面積の経年変化

地中温度°C (深度50cm)	面積 (m <sup>2</sup> )							
	昭和50年4月	昭和50年10月	昭和51年5月	昭和52年8月	昭和53年6月	昭和54年5月	昭和55年7月	昭和56年5月
90以上					569	924	606	1063
30~90					1660	1000	1874	1053
30~60						2521		2249
20~30						2935		
30以上						4445		4365
20以上						7380		

大涌沢上流部はV型の谷地形のため、谷の斜面は重力により沢側に引張られる。そのため、沢に平行（南北方向）な割目が生じる。大涌沢上流部の噴気活動はその割目によって規制されている。

地中温度分布図（図2）の90°Cの等温線で囲まれる所と水蒸気が良く噴出している所とはほぼ一致している。60°Cの部分でも僅かに水蒸気が噴出している。60°C以上の部分では流体（主に水蒸気）によって熱が運ばれていることを示す（小鷹ら, 1980）。

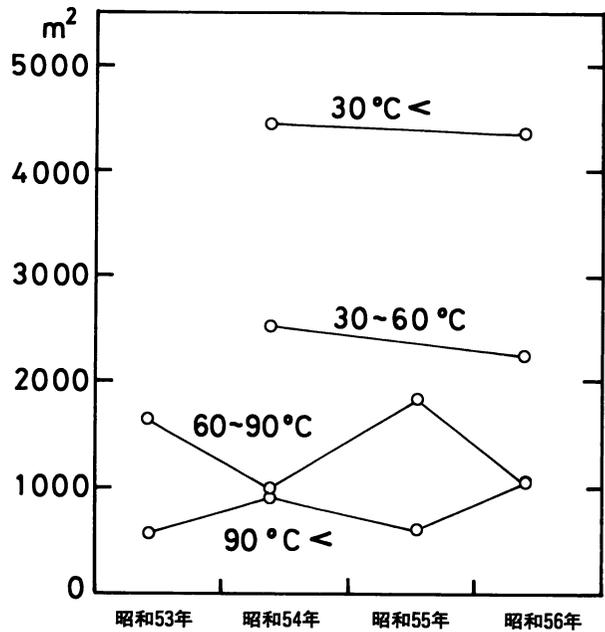


図4 大涌沢上流部噴気地帯における等温線に囲まれる面積の経年変化

地中温度の経年変化

旧神山登山道噴気地帯は昭和48年秋頃から噴気活動を開始した。噴気活動が活発になると共に、こ

の地域の樹木が枯れ始めた。温泉地学研究所は災害防止の目的で、昭和50年度からこの地域の地温分布調査を実施し、噴気活動の経年変化を追跡している（広田ら, 1977）。

表1, 図3は旧神山登山噴気地帯の等温線に囲まれる面積の経年変化を示したものである。面積の増減と噴気活動の盛衰は一致すると考えられる。図3の90°Cの等温線で囲まれる面積の経年変化からこの噴気活動の最盛期は昭和52年である。その後、噴気活動は衰退し、昭和54年から昭和56年までは

ば一定とみることが出来る。現在では、周辺部から樹木が再び繁茂し始めている。

表2, 図4 に大涌沢上流部噴気地帯の等温線に囲まれる面積の経年変化を示す。60℃と90℃の等温線に囲まれる面積の合計は、調査開始時の昭和53年以来ほとんど変化がないので、この地域の噴気活動は当分この程度の状態を続けるものと考えられる。

地中温度連続観測

旧神山登山道噴気地帯の拡大, 縮小, 移動等の経過を調査するため、噴気地帯およびその周辺に定

表3 旧神山登山道噴気地帯の地中温度連続観測 (深度: 50cm, 単位: °C)

測定年月日	昭和56年								昭和57年
測定点	1月14日	5月18日	6月17日	7月24日	8月24日	9月29日	11月9日	12月21日	2月19日
No. 2		79.5	91.6	90.3	75.6	79.1	79.2	83.0	73.8
No. 3	68.0	36.1	73.8	67.5	33.5	38.5	31.8	61.3	62.0
No. 4	4.2	15.0	16.1	20.9	22.0	18.7	14.0	10.5	0.9
No. 5	10.8	18.0	20.4	24.4	24.7	22.1	17.1	14.5	5.1
No. 6	88.4	65.0	77.4	90.7	49.5	60.5	54.9	63.5	20.4
No. 7	12.8	18.4	19.4	23.1	23.0	20.0	23.5	20.4	10.7
ボーリング孔	97.4	93.2	94.0	93.4	95.1	92.3	93.0	92.0	93.2
気温	- 0.4	16.0	21.5	17.8	25.0	20.6	13.8	10.6	- 1.1

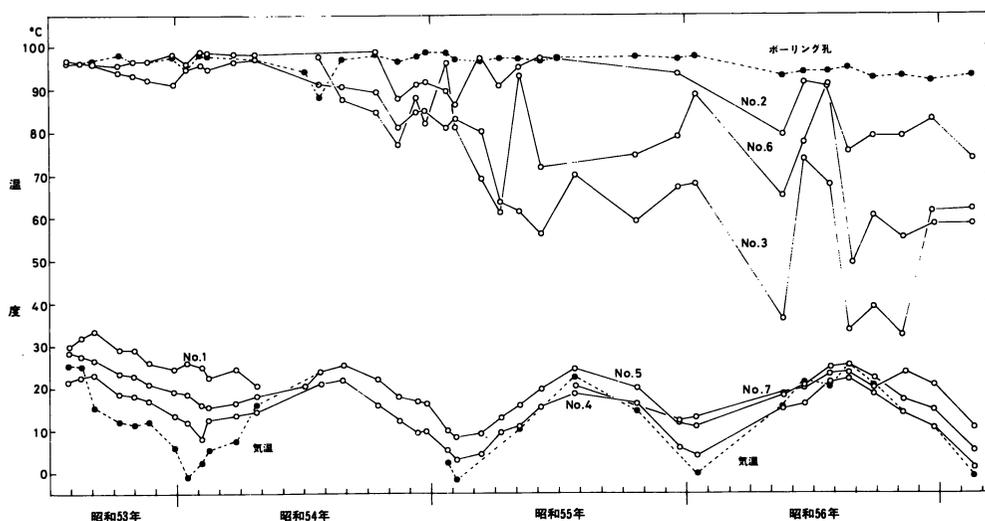


図5 旧神山登山道噴気地帯における地中温度(深度50cm)の経年変化

点を設け、深度50cmの地中温度の連続観測をおこなった。観測点は図2に示されている。表3は昭和56年度の観測結果である。図5は昭和53年～昭和56年の調査結果をまとめて図示したものである。Na 2, Na 3, Na 4, Na 5, およびボーリング孔は昭和53年から引続き観測を実施した。Na 6 は昭和54年から Na 7 は昭和55年から観測を開始した。ボーリング孔は井戸天端における噴気の温度である。

新登山道沿に設置されたNa 4, Na 5 および昭和55年に設置されたNa 7 は気温に平行して変化している。Na 2 とボーリング孔は僅かに低下しているが、80℃以上の高温を維持している。Na 3 とNa 6 は温度を変化させながら、徐々に低下している。Na 3 とNa 6 は観測開始時(昭和53年)に90℃以上あった地点である。現在は両地点とも90℃以下になっている。このことは旧神山登山道噴気地帯の活動の衰退を示している。

**ボーリングコアの検討**

小田原土木事務所は昭和54年度に地質調査の目的で深度50mのボーリングを実施した(図2の54Na 1, 54 Na 2, 54 Na 3)。図6は54 Na 1 ボーリングの地質柱状図、孔内温度及びコア中の鉱物の産出状況である。地質柱状図、孔内温度は「昭和54年度地すべり対策工事報告書」(小田原土木事務所, 1980)による。

地質状況についてみると、地表から浅い程岩石が柔らかく、黄白色ないし暗灰色しており、溶脱されている状態が強い。深くなるにしたがい、岩石は緻密で源岩(安山岩)の組織がよく保存されている。

孔内温度については、深さ20mまでは1.0℃/mの上昇を示し、20m以深は2.9℃/mの上昇を示す。孔底温度は118℃である。

鉱物の同定は主に粉末X線回折

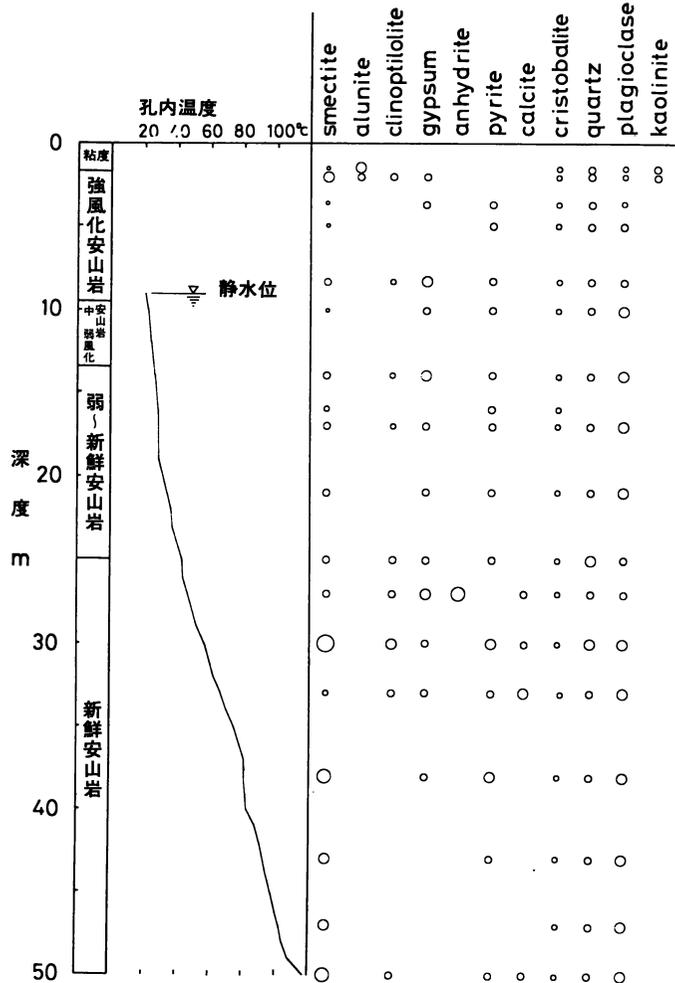


図6 大涌谷54Na.1ボーリングの地質柱状図、孔内温度およびコア中の鉱物の産状

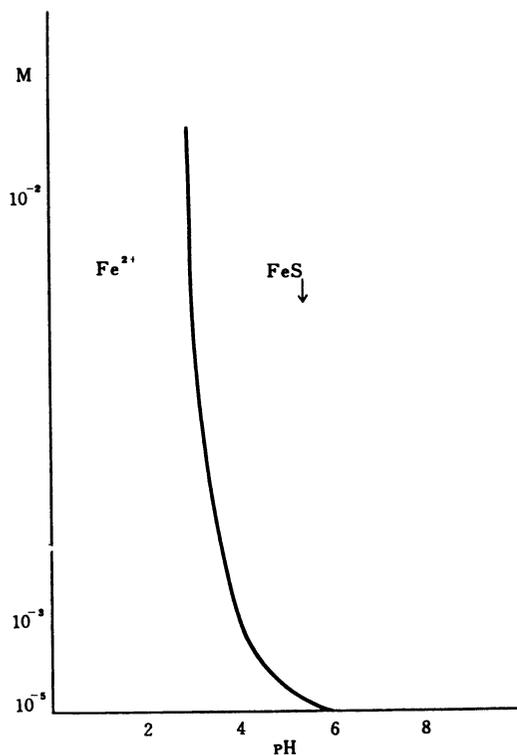


図7 硫化鉄の溶解度と pH  
(平野ら, 1965)

によりおこなった。粘土鉱物では地表付近にカオリナイトが多く、深くなるにしたがいスメクタイトが多くなる。スメクタイトの含有量は 54 Na 2, 54 Na 3 についても調査されている(小鷹ら, 1981)。それによると、深度 10 m から含有量が増加し、30 m で最大になる。30 m を越すと徐々に減少する。地表付近の水は酸性泉で、pH は 2~3 (小鷹ら, 1979) のため明バン石が地表付近に生じている。沸石類では結晶水の多いクリノプテロール沸石が認められた。この沸石はモルデン沸石と同様に低温型の沸石である。石膏は 38 m まで生成している。27 m で硬石膏の共生が認められ、過去にここが熱水の通り道で、温度が高かったことを示す。黄鉄鉱は地表付近にはないが、3.7 m 以深に認められる。図 7 は硫化鉄の溶解度と pH の関係である。地表付近に黄鉄鉱が存在しないのは pH が低いことによる。方解石は 27 m 以深に生じている。このことから、27 m 以深の地層間隙水の液性は中性と考えられ

る。石英とクリストバル石は全コアーに存在している。斜長石は源岩から残留したものなので、その含有量の大小は肉眼上の変質と良く一致する。コアーの肉眼の変質の程度は地表~3.7 m が非常に強く、5~8.3 m と 25~27 m が比較的強いが、その他の部分は源岩の組織を良く保った緻密な岩石である。

#### 大涌谷の降水量

昭和 56 年 1 月~12 月までの降水量を表 4 に示す。昭和 56 年 8 月 22 日の降水量は 510 mm を記録している。この異常な降水により大涌沢上流部左岸の一部が崩壊した(写真 5)。旧神山登山道噴気地帯でも小規模の崩壊が生じた(写真 6)。崩壊ヶ所は共に急傾斜地である。

#### まとめ

昭和 48 年の秋頃に出現した旧神山登山道噴気地帯は昭和 52 年を頂点として衰退化している。一方、大涌沢上流部噴気地帯は昭和 53 年の調査開始以来ほとんど変化が認められない。

大涌谷の岩石の肉眼的変質は酸性地下水のため, 浅い程進んでいる。深所の岩石の変質速度を緩和するには地下水の排水が有効である。

大涌沢上流部左岸は噴気活動が旺盛で, 急傾斜であるため, 今後, 降水量の如何によっては崩壊の可能性がある。

表 4 昭和56年大涌谷降水量

(箱根ロープウェイ大涌谷駅資料)

日\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			25	105			15		1	27		
2	14		1	32		2	52		16		134	
3			25		23		14		28			
4			1				5					
5			4	20			1	18		33	24	
6					13		1				14	
7										2		1
8					47		2		40	186		
9			11					2		15		
10			12	20			3		3			
11					78	5	8	5	29			3
12				3	92	13	1	27	5			
13	20	2				41				1		
14		1	48	7		13					5	
15				14	1	3						
16		32		22	9					1		
17		8									3	
18		6					4					
19			23	87		2						20
20						1		1				
21			42			3	2	84	11	18	8	
22			1			142	25	510		20		
23		22					30				15	
24	5	4	24	14	25							
25	5		96	54		11		20	71		23	
26	3					11		65				
27		1				6		3			24	
28					5	3	8	20				
29				16			9	5		16		
30	2					15	157	9	33			
31				11			20					3
計	49	76	313	405	293	271	357	769	237	319	250	27

(単位: mm)

(年間合計 3,366mm)

現在、小田原土木事務所では実施している排水溝の整備や水抜きボーリングは地すべり対策上非常に有効と考えられる。

## 謝 辞

箱根ロープウェイ大涌谷駅の鈴木昌氏には貴重な降水量の資料を提供して頂いた。小田原土木事務所の村田康雄河川砂防部第二課長、井沢広政主査、小松重夫技師には調査が円滑に進むように御配慮して頂いた。

温泉地学研究所の方々には野外調査に協力して頂いた。

以上の関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 安藤 武，大久保太治（1966）試験結果からみた大涌谷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.
- 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.
- 平野富雄，大木靖衛，田嶋縋子（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.8，No.1，27-28.
- 広田 茂，粟屋 徹，大山正雄，大木靖衛（1977）大涌谷一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.1，27-28.
- 神奈川県土木部砂防課（1958）箱根早雲山地にり砂防工事記録，神奈川県.
- 神奈川県小田原土木事務所，神奈川基礎調査株式会社（1980）昭和54年度地すべり対策工事（公共）（当初5号分割5）大涌沢足柄下郡箱根町仙石原地先報告書.
- 小鷹滋郎，広田 茂，大山正雄，粟屋 徹，平野富雄，大木靖衛（1979）大涌谷地すべり対策調査（昭和53年度），神奈川県温泉地学研究所報告.
- 小鷹滋郎，大山正雄（1980）大涌谷地すべり対策調査（昭和54年度），神奈川県温泉地学研究所報告.
- 小鷹滋郎，杉山茂夫，大山正雄，大木靖衛（1981）大涌谷地すべり対策調査（昭和55年度），温泉地学研究所報告.
- 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.

関陽太郎, 大木靖衛, 平野富雄 (1980) 地熱地帯下部で形成された Chlorite-Montmorillonite 鉱物のタイプ分け試案, 岩石鉱物鉱床学会誌, Vol. 75, No. 2, 55-61.

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, Vo. 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.

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.

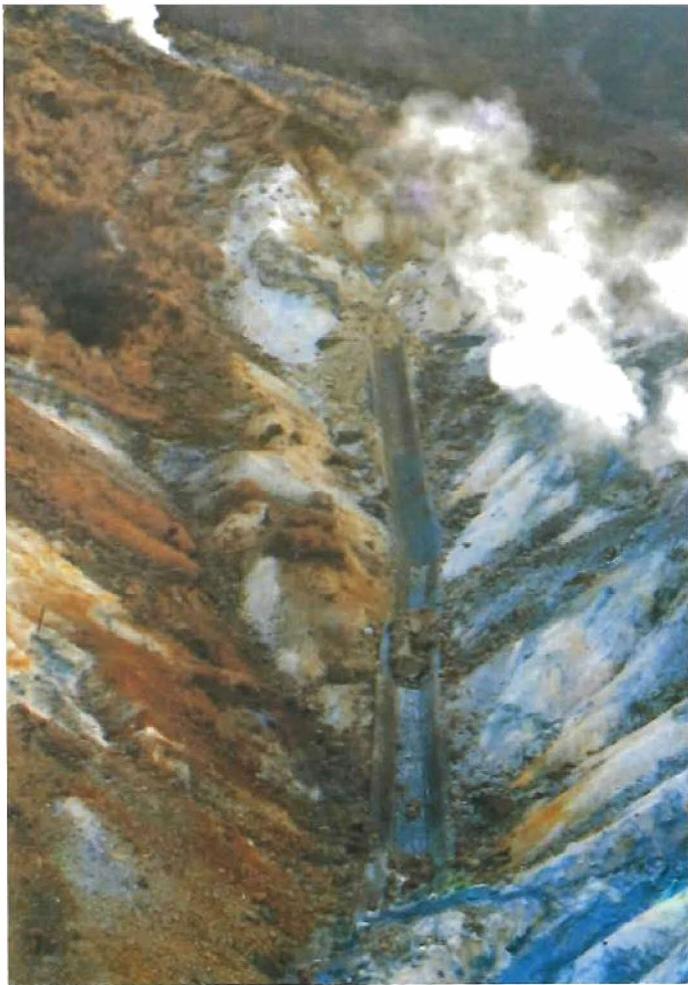


写真1 調査地全景（昭和56年12月21日撮影）

写真2 大涌沢上流部噴気地帯の左岸  
（昭和56年12月21日撮影）

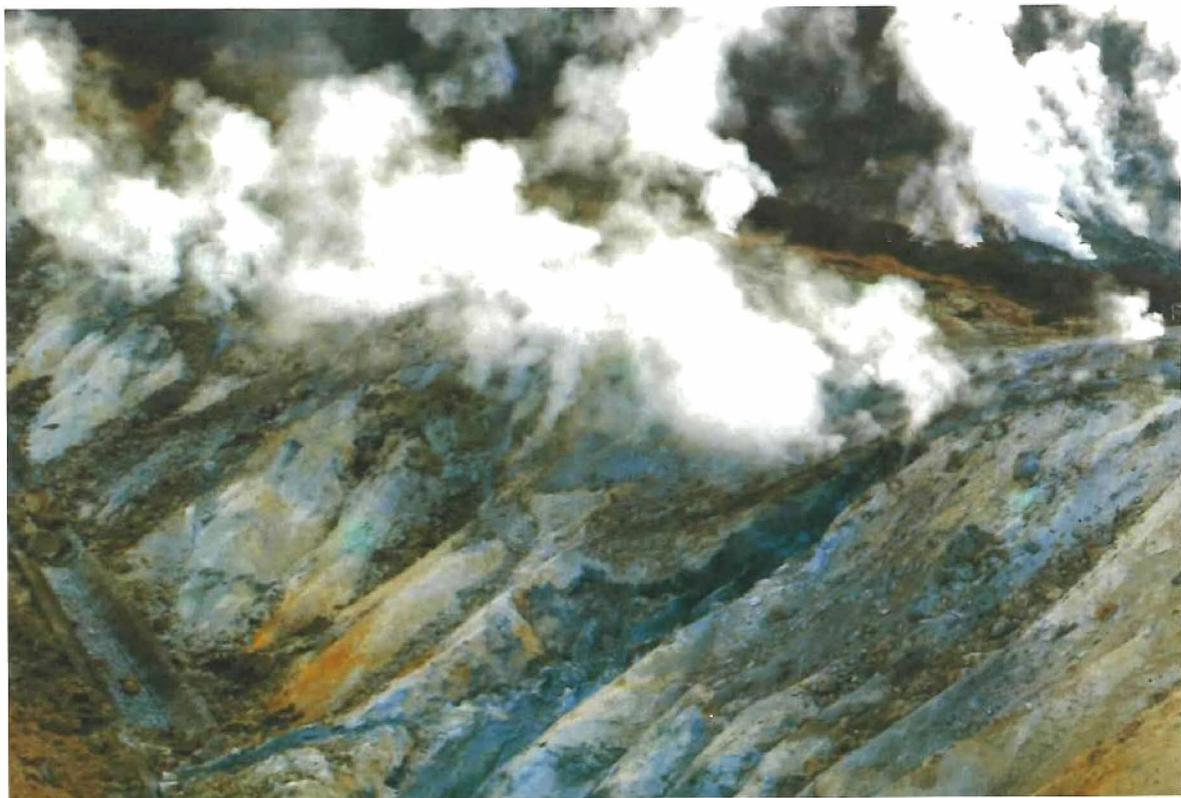




写真 3 旧神山登山道噴気地帯  
(昭和56年12月21日撮影)

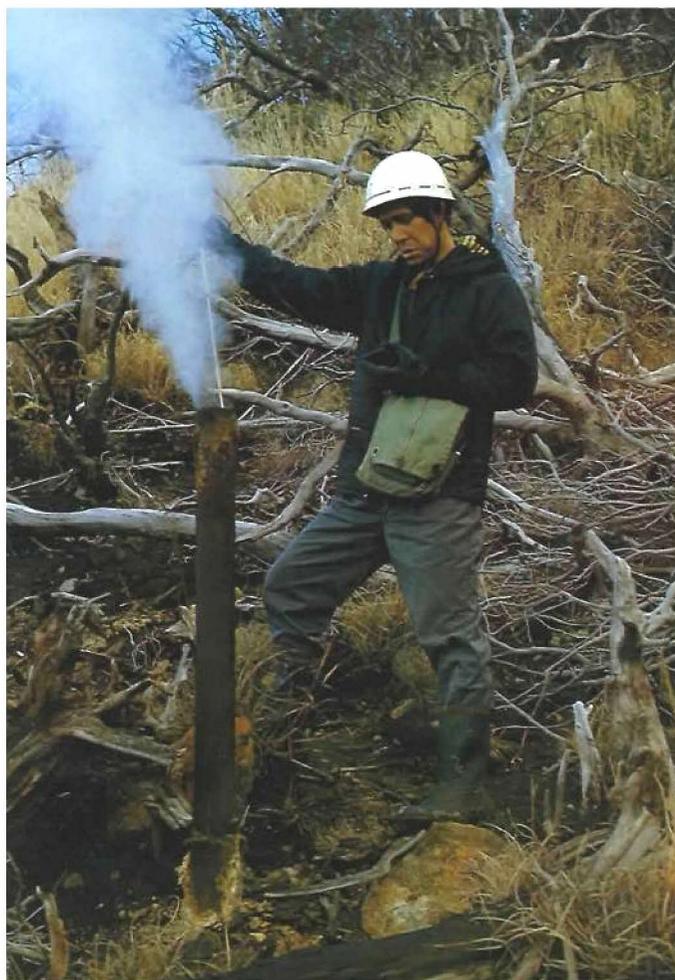


写真 4 旧神山登山道噴気地帯のボーリング  
孔の噴気温度測定 (昭和56年12月  
21日撮影)



写真 5 大涌沢上流部左岸の崩壊場所  
(昭和56年12月21日撮影)



写真 6 旧神山登山道噴気地帯の崩壊場所  
(昭和56年12月21日撮影)