

大涌谷—神山登山道沿に出現した噴気地帯の調査

広田 茂, 栗屋 徹, 大山正雄, 大木靖衛

神奈川県温泉研究所*

Temperature and Thermal Discharge of Newly Appeared
Steaming Ground, Owaki-dani, Hakone

by

Shigeru HIROTA, Tōru Awaya, Masao ŌYAMA and Yasue ŌKI

Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

Geothermal activity of a newly appeared steaming ground 300 m east of the Owaki-dani parking lot is getting more pronounced yearly. The area of temperature anomaly of 1977 encircled by 20°C isotherm is $3.24 \times 10^3 \text{ m}^2$ and by 90°C is $1.66 \times 10^3 \text{ m}^2$ which are 31% and 42% larger than those observed 1973, respectively. The highest temperature observed at 50cm deep is 97.5°C. The maximum hydrogen sulfide in steam is 1500 ppm. The thermal discharge from the steaming ground amounts to $1.60 \times 10^6 \text{ cal/sec}$, which is roughly corresponding to 9.6% of the total thermal discharge from the Owaki-dani solfataric areas.

*神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

神奈川県温泉研究所報告 第8巻, 第1号, 27—38, 1977

はしがき

箱根火山には大涌谷、早雲山および湯の花沢の3箇所に噴気地帯がある。中でも大涌谷は最も規模の大きいもので、今なお白煙を噴き上げ活発な地熱活動をつづけている。

昭和48年2月大涌谷の坊主地獄噴気地帯（玉子茶屋から冠岳に向って約30m）に直径3～4mの噴気孔が出現した。一年後には直径8～9mに拡がり現在も活動を続けている（広田ら，1973）。

これとは別に、同年の秋頃大涌谷―神山を結ぶ登山道沿（大涌谷駐車場から約300m 神山に登った雑木林内）にあらたな噴気地帯が出現し年々徐々に拡がっている。

噴気地帯には小さな噴気孔が数箇所にでき火山ガスを噴き上げている。このガスには多量の硫化水素ガス（最高1,500ppm）が含まれており、気象条件の悪い日（曇天無風）は非常に危険な所もある。このため、コースを管理する箱根町では50年3月に登山道を一部変更し噴気地帯を迂回するコースをとった。

噴気地帯の調査は50年4月19日，同年10月1日および51年5月12，13日の3回行なった。その結果を報告する。

大涌谷―神山登山道の噴気調査

大涌谷―神山登山道は約60分のハイキングコースであり、さらに30分ほどで駒ヶ岳に達する。このコース沿標高1,100～1,120m（大涌谷駐車場から約300m 神山に登った雑木林内）に昭和48年の秋頃から新噴気地帯が出現し、年々徐々に拡がっている（図1）。

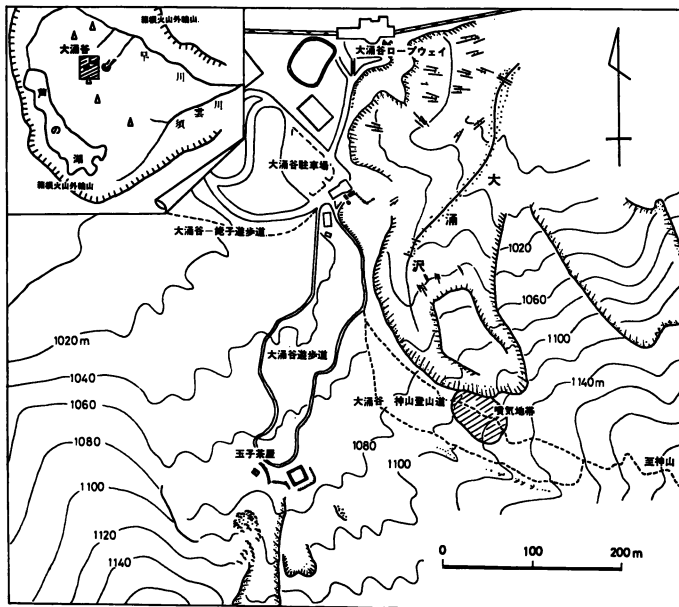


図1 大涌谷―神山登山道沿の噴気地帯の地形図

昭和50年4月19日の調査

新噴気地帯は出現した当初より年々わずかつづ広がっているため、50年4月19日に噴気地域の測量および地域内の地中温度（ -50cm ）測定を8箇所で行なった。図2はこれらの測定にもとづき 20°C および 90°C 以上の等温線を描いたものである。図で示す 20°C の等温線の面積は $2.24 \times 10^3 \text{m}^2$ であり、 90°C 以上の等温線の面積は $0.97 \times 10^3 \text{m}^2$ である。No.7付近の地熱は 67°C を示しその周辺にはイオウの付着した小さな噴気孔が数箇所に見られる。噴気の H_2S 濃度は200ppm検出された。

測量の基点に選んだボーリング孔は、噴気地域内にあり昭和39年に科学技術庁が行なった火山性地すべり調査のための試錐孔である。現在は孔口まで小石や砂で埋まり、その隙間から蒸気を噴き上げている。温度は 93°C を示し H_2S 濃度は5ppmであった。

昭和50年10月1日の調査

50年4月の調査に引き続き10月1日に地中（ -50cm ）温度の測定を実施した。この時はすでに噴気縁が広がっているため測定点をNo.1'、No.2'、No.3'、No.8'、No.9'の5箇所ふやした（図3）。 20°C および 90°C 以上の等温線は、これらの測定値より描いたものである。等温線の面積は、 $2.60 \times 10^3 \text{m}^2$ と $1.17 \times 10^3 \text{m}^2$ であり、前回の測定値よりそれぞれ14%、17%の広がりを示している。

90°C 以上の等温線内の立木（樹齢40～50年になるヒメシャラ、リョウブ、ヤマボウシなど）は、地熱の上昇により根を傷つけられて枯れ、数10本に及ぶ倒木がみられた。また、下草も高い地熱のため赤茶色になり枯れている。

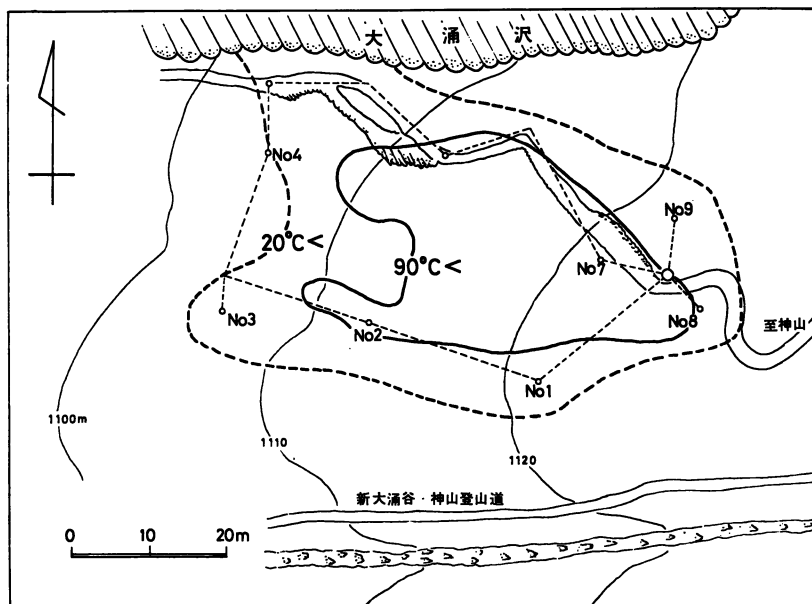


図2 噴気地帯の地中温度分布（50年4月19日の調査）

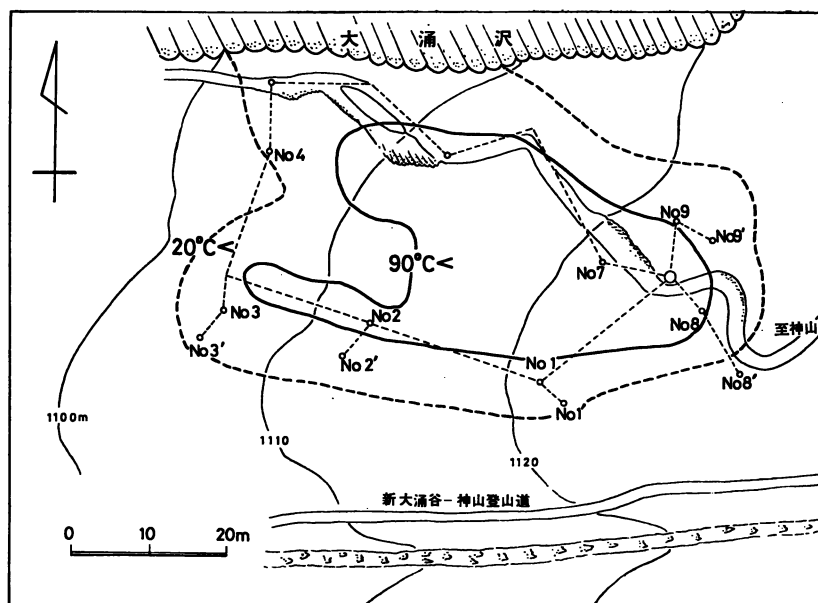


図 3 噴気地帯の地中温度分布 (50年10月1日の調査)

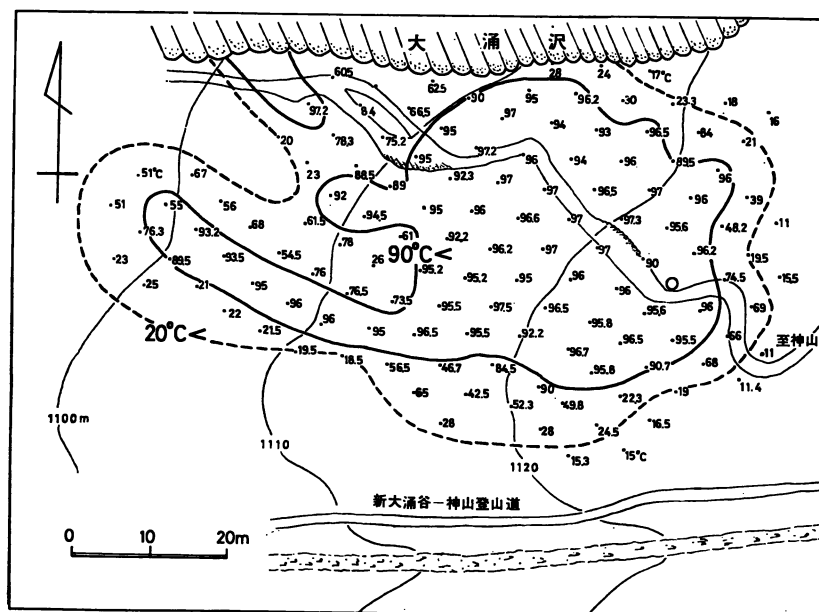


図 4 噴気地帯の地中温度分布 (51年5月12, 13日の調査)

昭和51年5月12, 13日の調査

51年5月12, 13日の調査では、噴気地域内の温度分布を詳細に調べるためボーリング孔（測量の基点）に東西南北に5m間隔の碁盤の目に布巻尺で区ぎり、各交点の地中（-50cm）温度を2日にわたり測定した（図4）。

地中温度の測定は前回の測定と同様に、径2.5cmの鉄棒で深さ50cmの穴をあけ留点温度計を5～10分間挿入しておいて読み取った。図によると、20℃および90℃以上の等温線の面積は $3.24 \times 10^3 m^2$ と $1.66 \times 10^3 m^2$ であり、50年4月の測定値より20℃は31%, 90℃は42%の拡がりを示している。

90℃以上の等温線で囲まれた地域の樹木はほとんど枯れて倒れ、倒れた木の後には噴気ガスが噴き上げている。また、立木のすき間にはえていた下草はすべて枯れ、土壌は高い地熱と火山ガスによって粘土化に変質し、一步足をふみ入ると20～30cmはもぐってしまう所が無数にある。このため斜面の急な地形になっている。

図5に過去3回の調査による地中温度の拡大状況を現わし表1にその面積を示した。

図によると噴気地帯の拡がりは東西方向（神山に向う線）に伸びている傾向を示している。現在、大涌沢の噴気地域は山岳方向に移動しているため、近い将来のうちこの噴気地帯も大涌沢の一部になる可能性があると思われる。

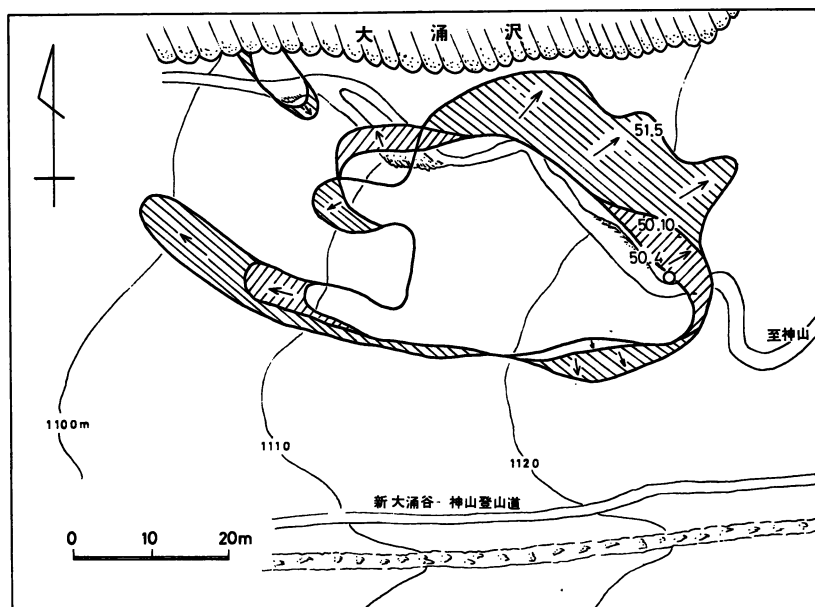


図5 噴気地帯の拡大状況（90℃以上の等温線）

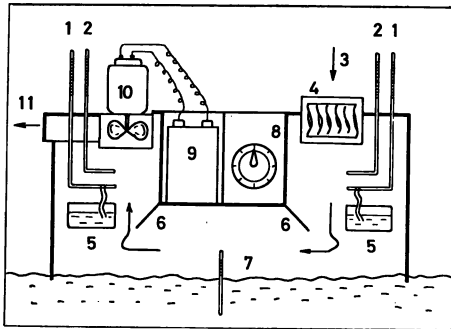


図 6 放熱量測定装置

- 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

噴気地帯からの放熱量の測定

新噴気地帯は年々徐々に拡大している。この噴気地帯の地表面から蒸気や熱伝導となって放出される熱量を測定した。

使用した熱量計は Benseman (1959) の文献を参考にして大木 (温泉研究所) が製作したものである (図 6)。

操作方法は底の抜けている側を地表に置き、装置と地表との接触部を密閉してから送風機で空気を③から⑪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整する。単位時間に装置に出入する空気量 V は取り付けた風速計から求める。

空気の入り入れ口の乾球温度を t_1 、湿球温度 t_1' 、絶対湿度を X_1 、出口のそれぞれを t_2 、 t_2' 、 X_2 とし、底から装置に入る質量を m とすると

$$m = V (X_2 - X_1)$$

装置をかぶせた面積から単位時間に放出される熱量 Q は、空気の比熱を C_p 、湿度 t_1' 、 t_2' の時の水蒸気のエンタルピーを i_1 、 i_2 として次式によって計算した。

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

ここでは、 R は空気密度である。

噴気地帯から大気中に放出される熱量

噴気地帯の地表面から蒸気や熱伝導となって大気中に放出される熱量は図 4 の 20°C および 90°C 以上の等温線の面積と平均熱量との積から概算した。

その結果、噴気地帯からの放熱量は $1.60 \times 10^5 \text{ cal/sec}$ である (表 2)。湯原 (1968) による大涌谷噴気地帯の放熱量 (大気中に放出) は、 $1.66 \times 10^6 \text{ cal/sec}$ 、また、大山ら (1973) による湯の花沢噴気地帯の放熱量は $5.02 \times 10^5 \text{ cal/sec}$ とそれぞれ計算されている。

表 1 噴気地域の拡大状況の変化

測定日	地中温度 20°C 以上の面積	地中温度 90°C 以上の面積
50. 4. 19	$2,240 \text{ m}^2$	970 m^2
50. 10. 1	$2,600 \text{ m}^2$	$1,170 \text{ m}^2$
51. 5. 12	$3,240 \text{ m}^2$	$1,660 \text{ m}^2$

表 2 熱伝導によって、地表面から放出される熱量

0.5m 深地温の範囲	単位面積あたりの放熱量	面積	放熱量
$^\circ\text{C}$	cal/sec/cm^2	cm^2	cal/sec
90 ~	0.714×10^{-2}	1.66×10^7	1.18×10^5
20 ~ 90	0.267×10^{-2}	1.58×10^7	0.42×10^5
計		3.24×10^7	1.60×10^5

新噴気地帯の放熱量は、この両者の値と比較し前者の9.6%、後者の32%になり、かなり放熱量の大きいことを示している。

硫化水素ガス濃度の測定

噴気地帯の地中温度測定にともない5月12、13日に付近一帯の硫化水素ガス濃度を測定した(図7, 8, 表3)。

噴気地帯の地表では気象条件によって、高濃度(50~80ppm)の H_2S が検出される(労働衛生上の許容濃度は10ppmである)。

また、噴気孔では H_2S 濃度は最高1,500ppmと非常に高い H_2S 濃度が検出された所もある。このため、いずれの地域でも無風状態で気温が低く、濃霧のたちこめるような天候の時は、硫化水素が濃集するので特に注意をする必要がある。

大涌谷―神山登山道沿とは別な大涌谷遊歩道(自然探勝歩道)の H_2S 濃度は5~15ppmであり、栗屋ら(1975)が測定した値とほとんど同じである。

大涌谷―姥子(湖尻)遊歩道の H_2S 濃度は検出限界以下であったが、新たな噴気地域(3 m^2)が出現ってきているので注意する必要がある。

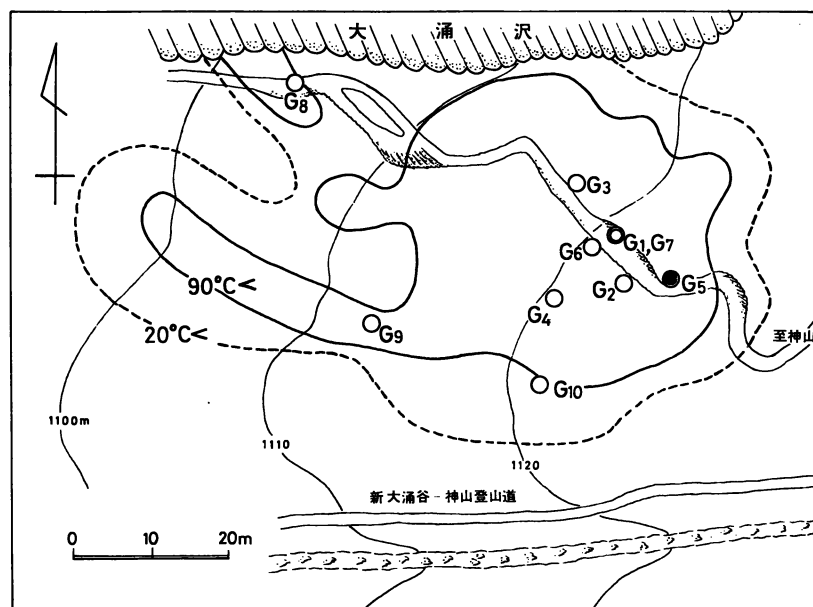


図7 大涌谷―神山登山道沿の硫化水素濃度測定地点

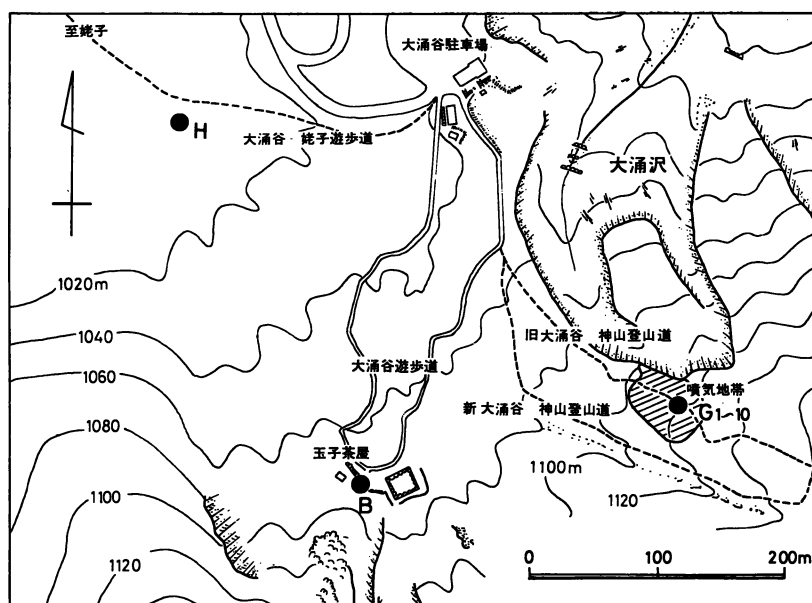


図 8 大涌谷遊歩道，大涌谷—姥子遊歩道沿の硫化水素濃度測定地点

まとめ

大涌谷—神山登山道沿の噴気地帯は年々徐々に拡大し51年5月12, 13日の地中温度測定によると， 20°C 以上の等温線の面積は $3.24 \times 10^3 \text{m}^2$ ， 90°C 以上の等温線の面積は $1.66 \times 10^3 \text{m}^2$ に及んでいる。50年4月19日の測定から 20°C 以上の面積は $1,000 \text{m}^2$ (31%)， 90°C 以上の面積は 700m^2 (42%) 増えている。この速度で広がってゆくと数年後には迂回路の登山道もまきこまれる心配がある。

51年5月の調査において噴気地域の最高温度は 97°C ，硫化水素ガス濃度の最高値は1,500ppmに達している。このため登山者には，旧登山道へ入らないよう注意を促す必要がある。噴気地帯の放熱量は $1.60 \times 10^5 \text{cal/sec}$ であり，大涌谷の放熱量 $1.66 \times 10^6 \text{cal/sec}$ (温泉造成用はのぞく)の9.6%になる。

大涌谷—神山登山道沿の地熱異常の広がり，大涌谷—姥子遊歩道の噴気地帯の移動，玉子茶屋付近におきた噴気現象など大涌谷における噴気活動の活発化が進んでいる。

大涌谷—神山登山道沿の噴気地帯の拡大は大涌沢の砂防事業の立場からも検討を要する段階に至っている。

謝辞

温泉研究所平賀士郎温泉地質科長には有益な助言を頂いた。小鷹滋郎主任研究員，平野富雄主任研究員，横山尚秀技師，伊東博技師には現地調査に協力された。以上の方々に厚くお礼申し上げる。なお，この調査は神奈川県衛生部温泉等研究調査費によった。

表 3 硫化水素ガス濃度

測定日	測定地点	H ₂ S (cm ³ /m ³ ≡ppm)
51. 5. 12	G ₁ (噴気孔)	880~1,200
	G ₂ (噴気孔)	550
	G ₃ (噴気孔)	850
	G ₄ (噴気孔)	500
	G ₅ (ボーリング孔)	430
	G ₆ (地表)	5~15
	G ₇ (G ₁ の上方50cm)	30
51. 5. 13	G ₁ (噴気孔)	1,500
	G ₂ (地表)	2 ~ 8
	G ₈ (地表)	<1
	G ₉ (地表)	<1
51. 8. 17	B (地表)	5 ~ 15
	H (地表)	<1
	G ₆ (地表)	50 ~ 80
	G ₅ (ボーリング孔)	800
51. 12. 20	G ₁ (噴気孔)	800 ~ 1,000
	G ₅ (ボーリング孔)	200
	G ₆ (地表)	7 ~ 15
	B ₄ (地表)	3 ~ 6
	H (地表)	2 ~ 5

参考文献

- 栗屋 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, 神奈川温研報告, Vol. 7, No. 1, 27—42.
- BENSEMAN, R. F. (1959), The Calorimetry of Steaming Ground in Thermal Areas, Jour. Geophy. Res., Vol. 64, 123—126.
- 広田 茂, 平野富雄, 大木靖衛 (1974), 箱根大涌谷の新噴気, 神奈川温研報告, Vol. 5, No. 1, 23—30.
- 大山正雄, 栗屋 徹, 伊東 博 (1973), 箱根火山硫黄山噴気地帯の調査, 神奈川温研報告, Vol. 4, No. 2, 83—90.
- 湯原浩三 (1968), 地熱地域からの放熱量の測定法および箱根大涌谷, 早雲山における実測例とそれより推定した熱水系, 地熱, No. 16, 25—43.



写真 1 昭和50年 4 月19日 もっとも噴気の激しい地点

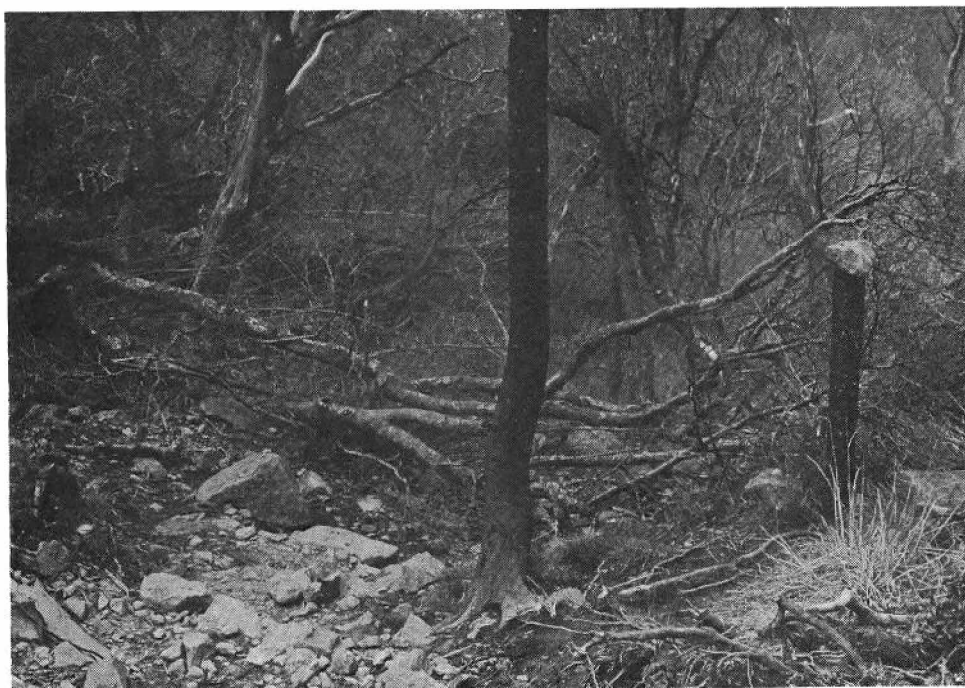


写真 2 昭和50年 4 月19日 右側がボーリング孔



写真 3 昭和50年 4 月19日 左上側に大涌谷駐車場がわずかに望める

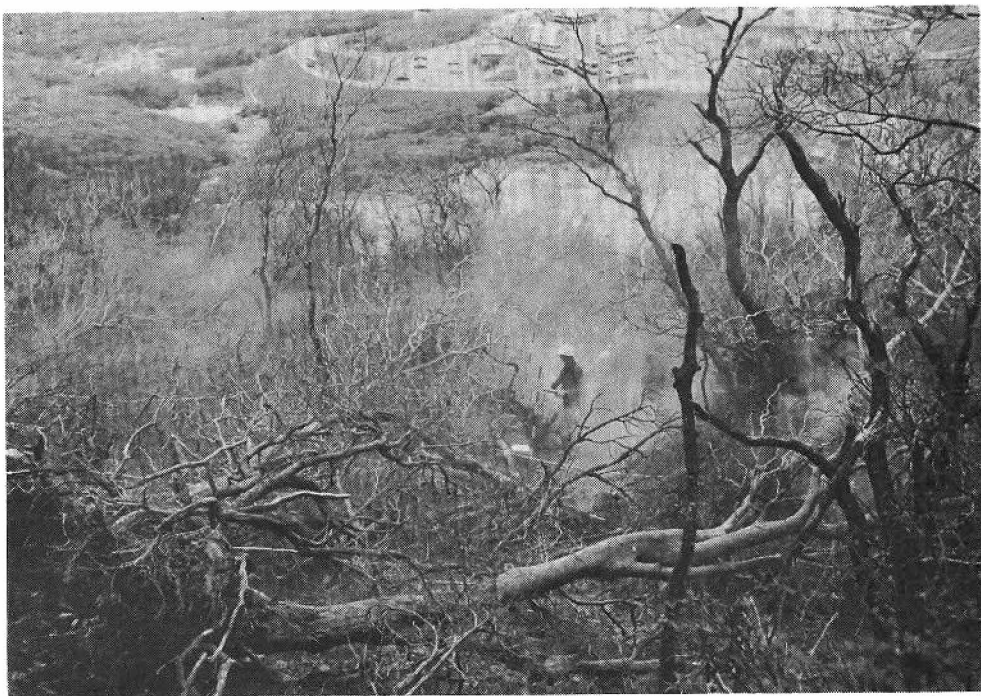


写真 4 昭和51年 5 月12日 倒木により大涌谷駐車場がハッキリ望める



写真 5 昭和51年 5 月12日 ポーリング孔周辺の大木が倒れている



写真 6 昭和51年 5 月12日 ほとんどの立木は倒れ枯木の山となっている