

箱根火山における地震活動調査，昭和54年(1979)

平賀士郎*，伊東 博*，袴田和夫**

神奈川県温泉地学研究所

Seismometrical Observation in Hakone Volcano, 1979

by

Shiro HIRAGA, Hiroshi ITŌ and Kazuo HAKAMATA

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

Hakone, Kanagawa

(Abstract)

The seismic activity observed at the Hakone Volcano Observatory from January to December, 1979 was described. Earthquakes occurred in the Hakone volcano and the adjacent areas having (S-P) time interval less than 5 sec. amount to 166.

The three microearthquake swarms were recognized in Ōwakudani and Sōunzan, Hakone geothermal fields on February 1, June 30 and December 22, 1979. The largest magnitude among them was estimated about 0.44 on the Richter scale.

The Off Ito Earthquake Swarms occurred two times in the areas of the east off Izu Peninsula in March and May, 1979 were also described.

はじめに

箱根火山およびその周辺における昭和54年(1979) 1月～12月の地震活動について報告する。本期間中に観測されたS-P時間(初期微動時間)が5秒以下の地震は166個であり、箱根火山およびその周辺の地震活動は比較的平穏であった。箱根カルデラ内の地震は昭和47年3月7日～4月14日の群発地震以後、とくに活発な活動がなく、本期間中も平穏であった。一方伊豆半島東方沖では

昭和53年11月～12月の群発地震とほとんど同じ地域に昭和54年3月、同年5月の二回にわたって群発地震が発生した。

箱根火山観測所における地震計の設置場所は前年どおりであったが、記録装置の一部を更新した。また昭和54年8月18日には観測所のごく近くに落雷があり、観測計器のうち石本式3成分加速度計をのぞくすべてが破損し復旧までに約3カ月間を要した。

* 神奈川県温泉地学研究所 神奈川県箱根町湯本997 〒250-03

** 箱根町立大涌谷自然科学館 神奈川県箱根町仙石原字大涌谷1251 〒250-06

神奈川県温泉地学研究所報告 第12巻，第2号，1-10，1980

記録装置の更新

昭和34年(1959)9月1日から活動を開始した箱根群発地震はまれにみる大規模な群発地震であった。神奈川県は観測体制を強化するため、箱根下湯に箱根火山観測所を設立し、4台の有線式高感度地震計(すず書き、水平変位倍率4,000倍)を設置した。昭和47年(1972)4月箱根町立大涌谷自然科学館が開館したので同館内に箱根火山観測所を移し、集中記録を行なっているすず書きドラムを展示することにした。2台の高感度地震計を同時に増設した。またすず書きドラムの速度を2mm/secから4mm/secの倍速にしたため6台のドラムの記録紙を毎日交換することになった。すず書き記録用紙の交換に毎日2時間を要していたので省力化をはかるべく昭和53年度より、4年計画でペン書き方式にきりかえを進めている。昭和53、54年度に長期間記録装置を各2台、計4台購入し1回の記録紙交換作業で5.5か月の連続記録が得られるようになった。この結果、図1のように神山、温泉荘小塚山、大涌谷の観測はインク書き、水平速度型、感度は $1.5 \times 10^3 \text{ mm/kine}^*$ となった。二の平、下湯の観測は従来どおりである。

昭和54年8月18日の雷による被害

8月18日午前9時4分、雷による雑信号がかなり記録されたので大涌谷自然科学館の担当者は避雷対策として換震器からの入力信号コネクターをとりはずした。10時9分45秒、大涌谷付近に落雷があり大涌谷観測点の換震器コイルが断線した。つづいて10時22分15秒、再び大涌谷付近に落雷があり地震観測装置に各部の配線および交流電源を通して異常な高電圧が加わり、ほとんどの観測計器が破損した。その後も雷が次々に発生し、地震観測室の配線盤および各配線部で放雷し、危険な状態が続い

*変位型地震計を速度型地震計に変更した理由は記録をみだす雑音である常時微動(周期1～2秒)をうちけし、微小地震の信号だけを効果的に記録させるためである。箱根火山に発生する微小な火山性地震は地面の揺れる周期が短くなるので短周期になるほど感度が高くなる速度型地震計が有利である。

$1.5 \times 10^3 \text{ mm/kine}$ は速度単位である。1kine=1cm/secの速度の波動が来たとき1500mm=1.5mだけペンが動いて記録するという記号である。箱根火山地震は1kineの約1/100程度、記録紙上の振巾が1.5cmで0.01kine程度の地震が多い。関東大地震の時に東京の下町の地面が周期1秒で10cm動いたと仮定すると、この地震計のペンは地震の波動が10kineでさらに倍率がかかって、左右に15mも振れた長い線を書くことになる。時速60kmの自動車の速度は1667kineということになる。

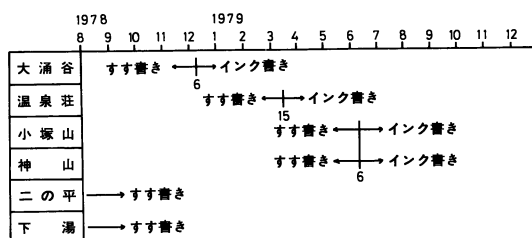


図1 箱根火山観測所の地震観測装置の更新状況

た。午後2時0分頃から変電所の落雷事故が発生し約40分間停電となった。午後4時頃、雷鳴も遠ざかり平常にもどった。この雷による被害は次のとおりである。換震器破損6台、増巾器故障6台、長期間記録装置故障4台、地震計用電線が各所で断線したなどである。

各観測点の機能が完全に回復したのは昭和54年11月13日からで、約3カ月間を要した。

昭和54年1月1日～12月31日の箱根カルデラ内の地震活動

S-P時間が5秒以下の地震は166個が観測された(表1)。このうち箱根カルデラ内の地震と考えられるS-P時間2秒以下の地震は49個であった。図2は昭和35年(1960)から昭和54年(1979)までの箱根カルデラ内の地震の年別頻度分布図である。20年間に有感地震を含むような群発地震は3回(1959～1960, 1966, 1972)発生した。昭和47年(1972)3月7日～4月14日の群発地震以後は箱根カルデラ内の地震活動が急速におとろえた。図2に示したように、昭和48年(1973)～昭和54年(1979)の7年間は有感地震を含むような群発地震はなく、1年間の地震発生回数は50回以下であり活発な地震活動がなかったことがわかる。昭和49年(1974)5月9日伊豆半島沖地震M=6.9が発生してから伊豆半島の地震活動

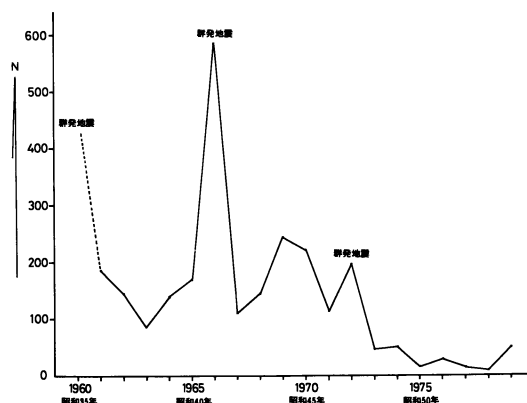


図2 箱根カルデラ内地震の年別頻度分布図(昭和35年～昭和54年)

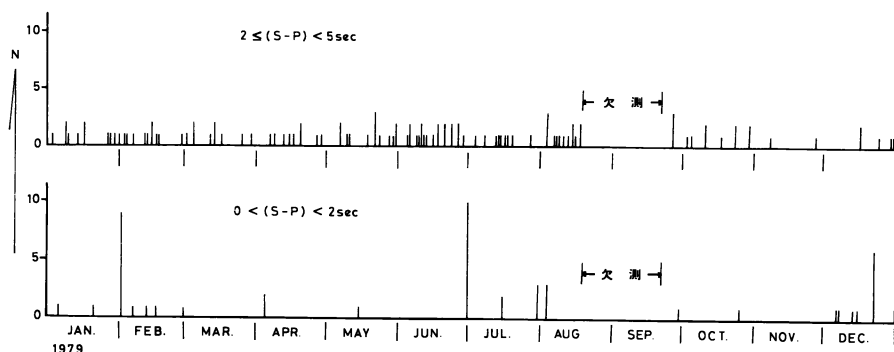


図3 昭和54年（1979）1月～12月の箱根火山およびその周辺の地震活動（伊豆半島東方沖群発地震はのぞく）

がきわめて活発になった。昭和51年（1976）8月18日河津地震 $M=5.4$ ，昭和53年（1978）1月14日伊豆大島近海地震 $M=7.0$ ，昭和53年12月3日伊東沖地震 $M=5.4$ と次第に震源域を北上させ，昭和54年（1979）になってからも3月と5月に伊豆半島東方沖に群発地震が発生し伊豆半島の地震活動は活発であった。一方箱根カルデラの地震活動は前述のとおり，伊豆半島の地震活動とは対象的に平穏であった。

箱根カルデラ内の地震活動をしらべるためにS-P時間2秒で分けた日別頻度分布図を図3に示した。上段はS-P時間が5秒以下，2秒以上の地震で箱根カルデラ周辺の地震活動である。一年間を通して平均に発生していることがわかる。この図には伊豆半島東方沖に発生した群発地震活動はのぞいてあり，ほとんどの地震が丹沢山地に発生したものである。下段の地震活動はS-P時間2秒以下の箱根カルデラ内のものである。1年間に49回発生しているが2月1日に9回，6月30日に11回，12

月22日に6回の計26回がごく短時間内に集中して発生している。きわめて小規模な群発地震が3回あった。S-P時間が0.4～0.6秒程度のもので M は0前後と非常に小さな地震の群発活動であった。群発地震の活動期間とその中の最大地震の M とが比例関係にあると云うことは前に指摘した（平賀他1972，平賀他1976）。今回の3回の群発地震の例を図4にしてみると直線上にならび，よい一致を示した。図5はこれら群発地震の活動状況である。微小群発地震でも最大地震の M が大きいくほど，群発地震の活動期間が長いことがわかった。この比例関係は箱根群発地震の一つの特徴である。

箱根カルデラ内の地震の震源分布

箱根カルデラ内の地震と考えられる地震，49個のうち震源の求まったものは15個であった（表1に*印を付けた地震）。初動が不明であったり，地震規模が小さく，3観測点に記録されないもの，また欠測などの場合は震源

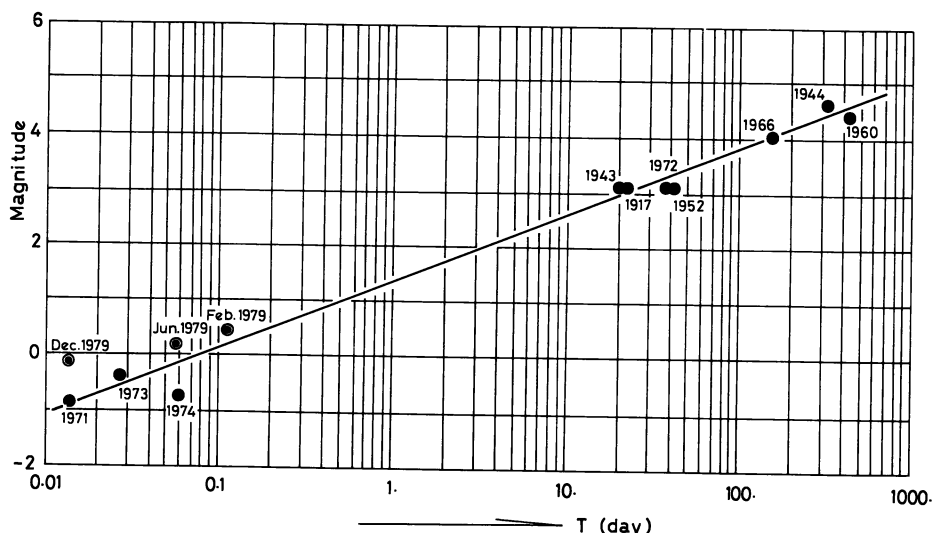


図4 箱根カルデラ内に発生した微小群発地震の最大地震の M と群発期間(T)の関係

が求められなかった。震源決定計算は図6に示したような層構造を仮定し、観測されたS－P時間から地域別に行なった。使用したプログラムはHYPO71(Lee,W.H.K. and J.C.Lahr,1975)である。震源の求まった地震は表2のとおりである。図7は今回コンピューターで計算した

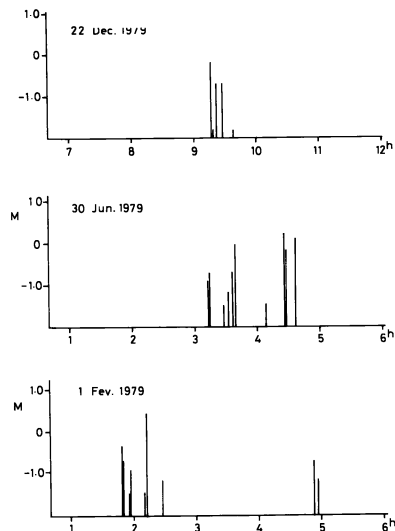


図5 箱根カルデラ内に発生した微小群発地震の活動経過

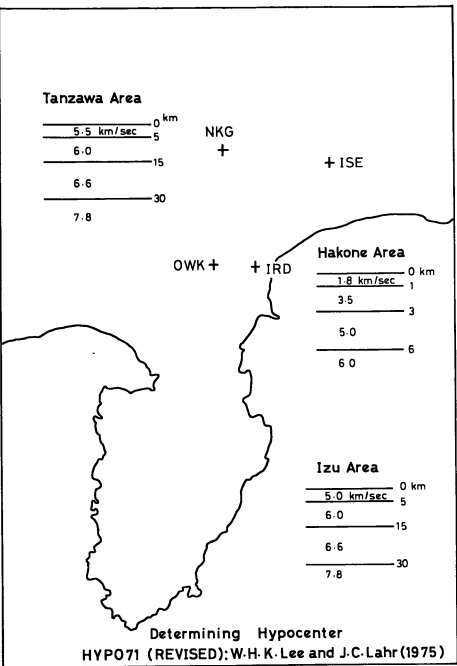


図6 箱根火山およびその周辺に発生した地震の震源決定計算に使用した層構造

〔表2〕 震源の求まった地震

Date	Origin time		LAT. N	LONG. E	Depth _(km)	MF-P	DMIN _(km)	RMS _(sec)	Q
Apr. 4	00 ^h . 29 ^m	40. 20 ^s	35°14'. 40	139°0'. 68	1.98	-0.91	0.9	0.05	A
Apr. 4	03 : 42	46. 60	35-14. 40	139-1. 37	3.64	-0.33	0.2	0.21	B
Jul. 30	15 : 31	36. 40	35-13. 91	139-1. 38	0.93	1.35	0.8	0.08	A
Jul. 30	21 : 31	35. 23	35-14. 34	139-1. 38	1.53	1.84	0.3	0.02	A
Jul. 30	21 : 32	56. 63	35-14. 34	139-1. 46	1.00	-1.16	1.5	0.06	A
Dec. 6	01 : 16	26. 66	35-14. 16	139-0. 90	0.81	-0.33	0.8	0.12	A
Dec. 7	18 : 11	20. 20	35-14. 09	139-1. 46	1.00	-0.33	0.7	0.11	A
Dec. 13	06 : 24	34. 20	35-14. 23	139-1. 46	1.00	-0.50	1.4	0.12	A
Dec. 15	17 : 30	37. 18	35-13. 85	139-0. 98	1.02	0.33	0.9	0.08	A
Dec. 22	02 : 42	16. 91	35-14. 04	139-1. 46	0.10	-1.16	0.8	0.09	A
Dec. 22	09 : 18	07. 45	35-13. 85	139-1. 46	1.00	-0.17	0.7	0.05	A
Dec. 22	09 : 22	32. 31	35-13. 94	139-1. 46	1.24	-0.69	0.8	0.08	A
Dec. 22	09 : 28	38. 50	35-13. 92	139-0. 90	1.00	-0.69	1.1	0.05	A
Dec. 22	09 : 38	23. 18	35-13. 93	139-1. 23	1.00	-1.82	0.8	0.09	A
Dec. 31	06 : 27	58. 65	35-13. 87	139-1. 38	1.00	-1.46	0.7	0.27	B

$M_{F-P} = 3.75 \log (F-P) - 4.08$

DMIN : 震源から最も近い観測点までの距離

RMS : Root mean square error

Q : 震源決定の評価

Q RMS (sec) ERH (km) ERZ (km)

A <0.15 ≤1.0 ≤2.0

B <0.30 ≤2.5 ≤5.0

C <0.50 ≤5.0

D Others

(ERH : 水平方向
ERZ : 深さ)

認された。大涌谷地熱地帯を中心にして半径約1kmの範囲に震源は分布し、E-W断面図をみると海拔0m付近に集中している。

昭和54年1月1日～12月31日の箱根火山周辺の地震活動

本期間中にS-P時間が5秒以下の地震は166個であったが、そのうち箱根カルデラ内地震49個、周辺地震117個であった。箱根火山周辺の地震活動は図3に示したように発生している。この地震活動の状況および震源域を知るためにS-P時間分布を図8に示した。0.5～1.0秒のピークが箱根カルデラ内の地震である。この活動とは別に4秒付近にピークをもつ丹沢山地の活動が認められ

る。2秒から5秒まで分布しているので、震源域はかなり広範囲であることがわかる。これらの詳しい震源決定は西丹沢にある山北町中川温泉観測点および東丹沢の伊勢原市山吹温泉観測点の資料を用いて計算しており、その調査結果は別の機会に報告する予定である。

図9に伊豆半島東方沖群発地震の日別頻度を示した。大涌谷観測点における記録振幅3mm以上、 $M=1$ 程度以上の群発地震活動のグラフである。この震源域では昭和53年11月24日～12月17日に群発地震が発生し、最大地震は12月3日22時15分、 $M=5.4$ であった。昭和54年1月～2月は全く静かであったが3月13日から再び活動が活発化した。3月の群発地震中の最大地震は3月15日、17時

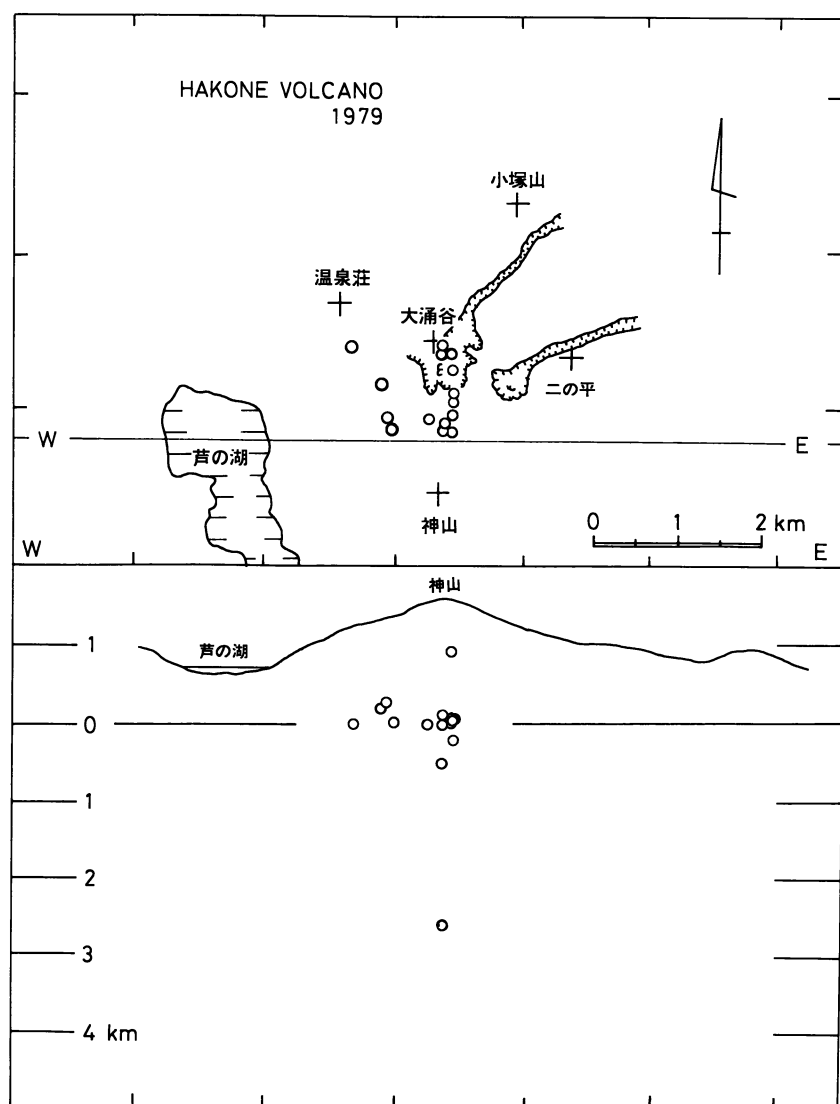


図7 昭和54年(1979)、箱根火山地震の震源分布

30分の $M=3.1$ であった。また5月の群発地震中の最大地震は5月20日、12時17分の $M=3.8$ であった。5月25日以後この群発地震活動は急速におとろえた。なお、昭和55年6月29日 $M=6.9$ の中規模地震が伊東沖で発生しているが、そのことについては、次の機会に報告する予定である。

まとめ

昭和54年1月～12月の箱根火山およびその周辺の地震活動をまとめると次のとおりである。箱根カルデラ内の地震活動は2月1日、6月30日、12月22日の3回にわたって、きわめて短時間に微小群発地震が発生した。群発地震中の最大地震が大きいほど活動期間が長いという比例関係が確認された。しかし、1年を通しての一日当りの地震発生率（欠測期間をのぞき平均した値）は0.15となり平穏であったといえる。

箱根火山周辺の地震活動としては丹沢山地および伊豆半島東方沖の二地域の活動があり活発であった。丹沢山地の地震活動は1年間定常的であり、大きなマグニチュードの地震はなかった。伊豆半島東方沖では3月、5月に群発地震活動が発生した。

謝辞

今回の調査に有益な助言および討論をしていただいた温泉地学研究所大木靖衛所長に感謝いたします。箱根町立大涌谷自然科学館鈴木芳明館長、上妻信夫氏はじめ館員の方々には毎日の地震観測に御協力をいただきました。雷害復旧工事および避雷装置増設には県衛生部、井上俊

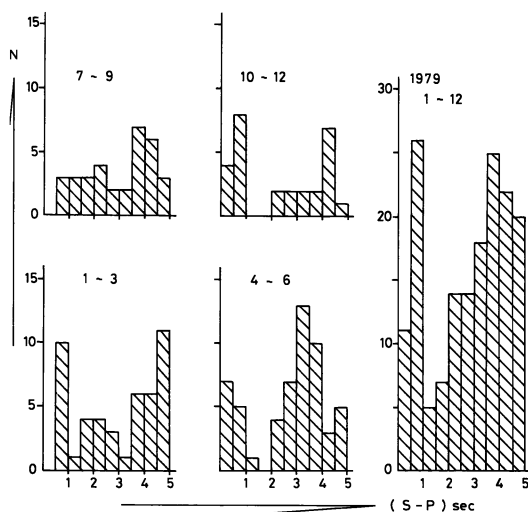


図8 昭和54年、箱根火山およびその周辺に発生した地震の(S-P)時間分布

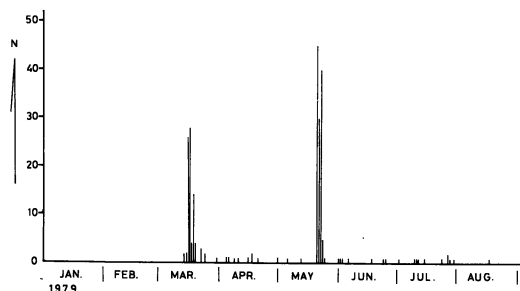


図9 昭和54年3月、5月の伊豆半島東方沖群発地震の日別頻度

雄環境衛生課長はじめ同課の方々および衛生総務室の方々に御尽力を賜りました。

U. S. G. S. の Lee, W. H. K. 博士にはHYPO 71の使用を心よく承諾していただきました。計算機の使用については県電算システム課分室の方々に便宜をはかっていただいた。ここに厚くお礼申し上げます。なお震源の計算には県電算システム課分室のFACOM M160 ADを用いた。

本調査は温泉地学研究所、火山観測等調査費で行なった。

参考文献

- 平賀士郎・伊東博・稲葉勝利 (1972) 箱根火山における地震活動調査, 1971 神奈川温研報告, Vol.3, No.1, 1-24.
- 平賀士郎・伊東博 (1976) 箱根火山観測所における地震の振動継続時間とマグニチュードの関係 神奈川温研報告, Vol. 7, No.1, 11-18.
- 平賀士郎・伊東博・袴田和夫 (1980) 箱根火山における地震活動調査, 昭和53年 (1978) 神奈川温地研報告, Vol. 11, No.6, 11-18.

Lee, W. H. K. and J. C. Lahr (1975) HYPO71 (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, U.S. Geol. Surv. Open File report., 75-311.

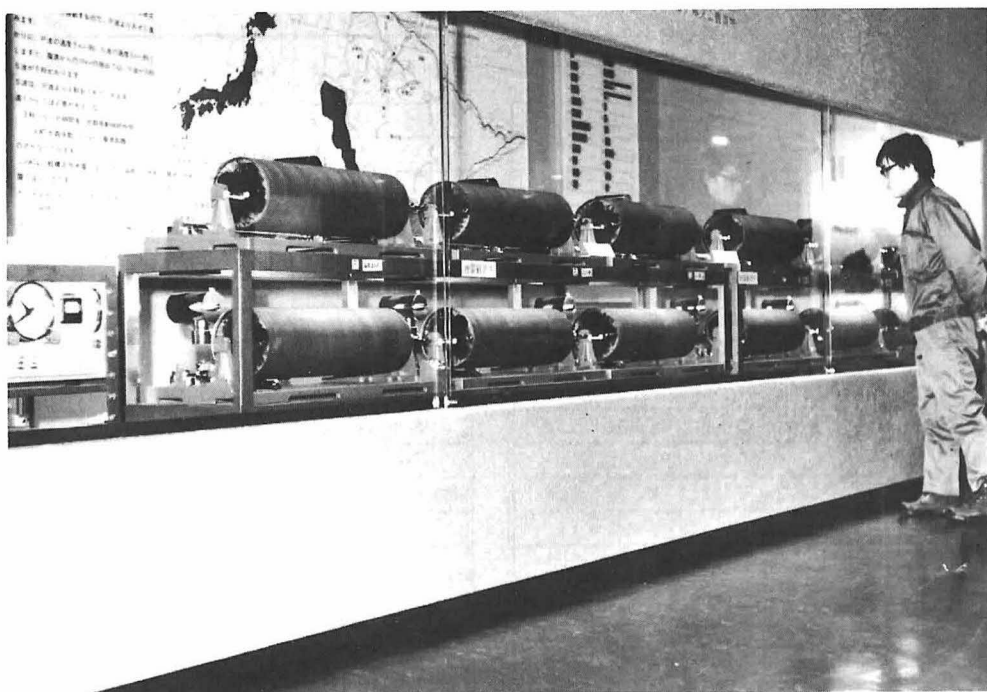


写真1 記録計更新前の観測所内（昭和47年4月～昭和53年12月）

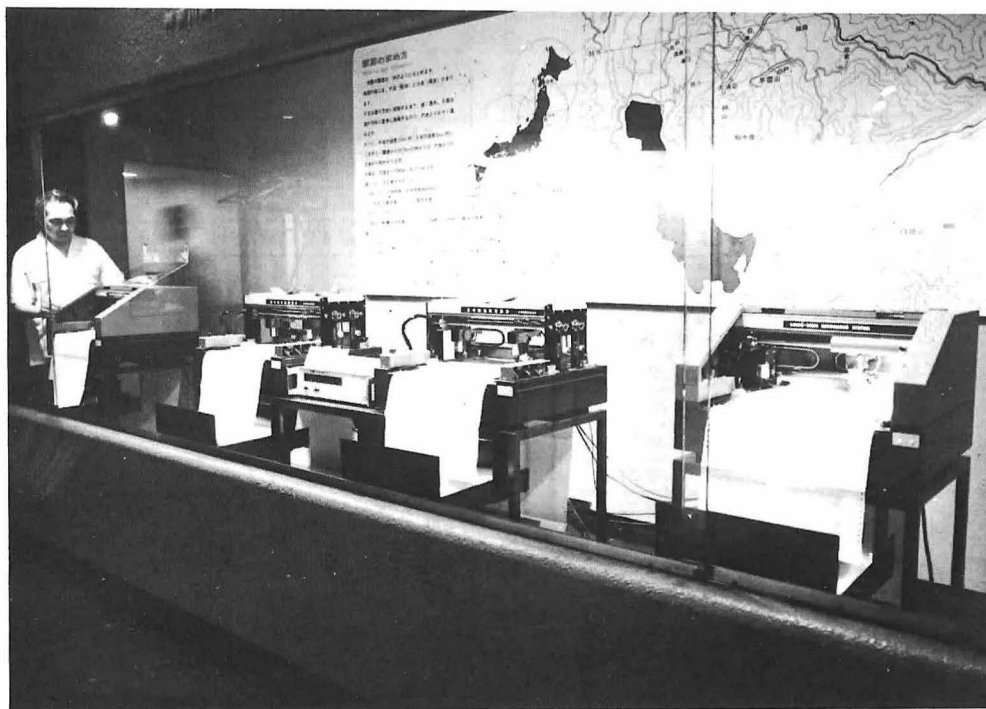


写真2 現在の観測所内

〔表1〕 昭和54年1月1日から12月31日までの大涌谷観測点における箱根火山地震（＊印は震源の求まった地震）

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S－P [sec]	F－P [sec]
1・2	20：09	25.38	1.8	4.33	15
5	18：10	12.50	1.4	1.98	11
8	01：41	37.53	2.2	2.70	14
	02：49	35.18	1.8	3.30	18
9	19：18	23.43	6.5	4.40	22
13	22：57	03.83	10.1	2.70	28
16	15：57	00.00	33.4	3.70	53
	16：09	46.75	5.9	3.70	24
20	02：02	13.30	3.4	1.25	17
26	03：41	32.78	4.0	4.63	23
27	23：33	14.93	3.4	3.88	14
29	02：14	52.28	1.2	4.08	20
31	08：41	39.78	8.4	4.65	20
2・1	01：49	52.85	2.3	0.63	10
	01：50	42.65	2.1	0.65	8
	01：56	33.83	0.8	0.45	5
	01：57	55.68	1.3	0.65	7
	02：11	41.35	1.0	0.45	5
	02：13	41.58	16.4	0.78	16
	02：28	11.60	1.3	0.53	6
	04：54	34.13	2.5	0.68	8
	04：57	44.70	1.0	0.38	6
2	01：36	54.08	2.4	4.83	13
3	01：03	13.35	12.9	4.60	49
5	05：03	00.83	7.9	3.93	22
6	06：26	39.98	4.2	1.70	8

〔表1－2〕

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S－P [sec]	F－P [sec]
2・6	12：07	22.33	4.6	2.25	18
11	00：29	59.08	30.3	2.15	30
12	08：28	17.50	4.0	1.70	22
	18：12	55.53	12.8	4.90	48
14	11：08	26.05	3.6	4.85	15
	22：44	55.63	7.7	4.95	41
16	11：56	10.45	33.0	4.00	89
	21：51	44.83	3.6	1.60	13
17	17：28	26.30	9.9	2.00	15
27	02：25	41.50	8.1	4.08	27
28	20：19	43.85	3.3	0.80	10
3・1	04：42	27.00	3.0	4.70	19
4	05：35	22.23	3.0	2.75	12
	16：36	58.45	13.1	4.08	41
11	06：41	43.75	3.6	4.95	24
13	02：42	37.28	5.9	4.95	41
	14：43	28.80	4.0	3.93	15
16	16：05	09.85	3.3	3.55	12
25	23：55	00.93	3.1	4.55	13
29	15：30	36.23	29.6	2.00	25
4・4	*00：29	41.50	1.8	0.65	7
	*03：42	47.95	2.0	0.70	10
6	12：15	40.73	10.6	3.13	22
8	12：24	40.18	33.2	2.90	39
12	21：28	58.18	2.7	3.38	16

〔表1-3〕

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S-P [sec]	F-P [sec]
4・14	05：49	27.28	7.8	3.53	14
16	03：01	44.73	1.1	2.98	14
19	02：41	11.00	1.6	2.03	11
	03：23	34.78	7.5	2.40	18
26	01：43	38.68	1.8	4.65	16
28	21：45	51.58	2.1	2.75	19
5・3	04：42	(56.85)	0.13	3.33	11)小塚山
5	15：22	27.60	23.0	4.08	33
6	05：08	22.53	0.8	—	8
	18：08	20.80	1.4	3.00	10
9	18：59	03.28	2.3	4.03	16
10	01：54	41.25	2.0	4.65	16
14	05：58	22.68	2.3	1.20	9
18	06：40	52.83	1.2	3.75	16
21	21：30	47.68	1.6	3.10	9
	21：31	53.73	3.4	2.60	—
	21：32	04.68	3.2	3.13	13
23	01：36	42.00	4.1	2.88	13
27	05：42	02.63	2.6	3.78	19
29	12：45	(12.40)	2.1	3.55	13)温泉荘
30	04：25	(09.25)	13.9	1.93	16)温泉荘
	17：09	00.23	2.2	2.00	14
6・4	18：01	11.15	3.6	3.83	17
5	13：17	10.28	6.0	2.90	21
	14：51	—	3.2	—	—

〔表1-4〕

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S-P [sec]	F-P [sec]
6・8	01：34	50.85	2.7	3.43	17
9	02：40	42.45	3.6	3.25	27
10	09：03	19.60	1.6	4.70	11
	10：53	21.90	4.0	4.95	22
11	12：45	03.18	4.1	3.63	21
12	11：57	00.93	2.3	3.55	16
15	00：35	19.08	3.2	3.05	19
17	08：56	(16.15)	4.6	3.98	21)小塚山
	22：55	(39.08)	3.1	3.60	17) "
20	06：46	45.20	1.9	3.33	11
	15：14	52.98	2.9	3.33	19
23	04：03	09.30	1.8	3.50	14
	16：22	03.48	4.1	4.85	20
26	02：26	42.85	1.6	—	8
	02：41	14.63	1.5	—	11
28	08：34	24.55	3.4	3.38	13
30	03：13	49.50	1.1	0.50	7
	03：14	23.25	1.2	0.48	8
	03：28	23.43	0.8	0.45	5
	03：32	47.70	1.0	0.43	6
	03：36	35.60	1.3	0.45	8
	03：39	40.68	3.2	0.65	12
	04：08	23.68	0.8	0.43	5
	04：25	—	0.9	—	—
	04：26	03.35	4.7	0.50	14
	04：26	46.20	1.3	0.40	11
	04：37	41.28	2.1	0.40	13
	18：38	32.53	2.6	3.88	22
7・3	22：42	37.30	0.7	2.93	14
7	10：54	01.83	14.2	4.38	27

〔表1-5〕

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S-P [sec]	F-P [sec]
7・12	05：05	32.25	1.6	3.75	11
13	23：46	09.73	0.9	3.80	18
14	19：54	17:00	32.8	3.95	84
15	03：28	45.10	1.4	1.65	6
	04：44	07.95	3.4	1.90	16
16	03：35	47.33	23.9	3.73	61
17	13：15	20.30	33.4	3.18	79
19	17：10	—	2.2	—	—
27	01：44	—	1.2	—	—
30	*15：31	37.60	33.0	0.55	28
	*21：31	36.43	33.5	0.55	38
	*21：32	—	1.1	—	6
8・3	00：56	18.25	11.5	2.35	28
	00：59	32.88	1.9	2.35	19
	01：31	32.38	1.5	2.48	12
	03：04	24.97	0.9	1.98	10
	20：31	15.08	1.2	1.20	14
	21：34	42.90	4.0	1.20	19
6	04：58	21.40	0.9	4.23	17
7	22：05	35.13	2.8	4.33	18
8	23：10	—	0.6	—	—
10	05：23	(50.23	1.3	2.05	7)小塚山
12	23：36	56.65	4.0	3.55	35
14	06：54	(54.80	1.5	4.85	14)小塚山
	07：52	(43.20	2.2	4.55	13) "
15	10：06	54.88	2.8	3.80	20
17	11：27	39.10	33.1	4.08	57
	11：32	34.60	5.2	4.00	22

〔表1-6〕

月・日	時：分	秒	最大振巾 [mm]	S-P [sec]	F-P [sec]
	8/18~9/21	欠測			
9・26	02：53	33.40	0.9	4.10	14
	03：11	04.00	6.6	4.98	22
	03：42	21.40	0.8	2.63	9
29	13：50	51.63	4.5	1.13	12
10・2	09：36	40.13	10.4	4.0	19
4	10：04	34.40	2.4	4.35	17
10	00：32	49.50	0.5	3.30	9
	17：01	01.90	2.2	4.30	13
17	18：03	39.55	2.3	2.03	13
23	09：31	41.50	16.4	3.80	29
	22：10	24.28	1.6	2.20	10
25	19：21	50.15	3.3	0.53	9
29	19：07	20.80	0.9	3.85	13
	19：08	02.75	1.2	3.25	17
11・7	15：40	15.45	2.2	4.00	15
27	03：38	59.88	1.8	4.08	17
12・6	*01：16	28.03	5.3	0.30	10
7	*18：11	21.43	2.8	0.65	10
13	*06：24	(35.73	10.9	0.70	9)小塚山
15	*17：30	38.38	7.8	0.63	15
16	06：41	06.55	39.6	4.70	73
	06：59	28.30	5.4	4.43	23
22	*02：42	18.05	2.6	0.43	6
	*09：18	08.83	11.1	0.55	11
	09：19	—	2.6	—	
	*09：22	33.43	6.3	0.55	8
	*09：28	39.85	12.5	0.58	8
	*09：38	24.60	2.8	0.48	4
24	21：51	50.33	8.4	2.83	30
29	16：45	03.05	2.5	2.63	14
30	15：32	—	5.8	—	—
31	*06：27	59.85	4.0	0.38	5