

23 SEP 1969

Quarterly Journal of Seismology

Vol. XXXII No. 2

験 震 時 報

第 32 卷 第 2 号

昭和 43 年 12 月

気 象 庁

Published by the Japan Meteorological Agency
Tokyo

December 1968

験 震 時 報

第 32 卷 第 2 号

目 次

田中康裕：噴煙現象の統計（第1報）.....	1
釧路地方気象台：昭和40年8月31日弟子屈付近に起こった地震について.....	15
吉岡虎雄：福井の観測資料からみた地震活動調査.....	27

Quarterly Journal of Seismology

Vol. XXXII No. 2

Contents

Y. Tanaka : Statistical Analysis of Volcanic Smoke (Part 1)	1
Kushiro L.M.O. : On the Earthquake Occurred near Teshikaga of August 31, 1965	15
T. Yoshioka : Investigations of Seismic Activity from Seismograms Obtained at Fukui.....	27

噴 煙 現 象 の 統 計 (第 1 報)*

田 中 康 裕**

551.21

Statistical Analysis of Volcanic Smoke (Part 1)

Y. Tanaka

(*Seismological Section, J. M. A.*)
(*Seismological Laboratory, M. R. I.*)

Abstract

Volcanic smokes are observed sistematically by the meteorological observatories or weather stations near the volcanoes, and observing subjects are colour, quantity, height, etc. of them.

Auther investigated statistical analysis of observed volcanic smokes of the major active volcanoes in Japan that are shown in Fig. 1 or Table 1.

The obtained results are as follows:

1) There are 3 expressions of quantity of volcanic smokes. In this paper, they are shown by the letters Q , S and q that are connected with the equations (1), (2) and (3). Q is rank of quantity of volcanic smoke by the Japan Meteorological Agency, divided into 0 to 6 (Fig. 2), S is vertical section of dimentions of rising trace of volcanic smoke, and q is volume of rising volcanic smoke.

2) Seasonal variations of quantity of volcanic smokes, that are much in winter and a little in summer, are found in the every volcano (Fig. 5).

3) Variations of quantity and height of volcanic smokes show active degree of the volcanoes (Fig. 7, 9). If put in order of active degree of the present volcanoes, they can draw up from high rank to low rank as a following series.

Mihara→Sakurajima→Asama→Aso→Komagatake→Meakan→Tarumae
→Shōwashinzan→Nasu

4) Though height of volcanic smoke (h) is not proportionate to quantity of volcanic smoke (Q), but relation between h and Q is connected with exponential curve as the equation (10).

§ 1. はしがき

活火山の近くにある気象官署では、長期間にわたって噴煙の組織的な観測を行ってきた所がある。この観測は「火山の遠望観測」とよばれているが、

それは、気象官署の所在地から火山の噴煙の状態（おもに噴煙の色、量、高さ、流れぐあいなど）を毎日定時刻に観測することである。観測には主として測高器やトランシットが用いられてきた。

ここでは、遠望観測の資料を統計して、発見されたいくつかの事柄について述べる。なお、用いた資料は1956～65年の10年間のものである。¹⁾²⁾³⁾

* Received May 20, 1966

** 気象庁地震課, 気象研究所地震研究部

§ 2. 噴煙の遠望観測の状態

解析の対象に選んだ火山と観測地点とを Table 1 および Fig. 1 に示す。また、各観測点から望んだ各火山の形および噴煙の状態は Fig. 2 のとおりである。

釧路地方気象台から遠望できる雌阿寒岳の噴煙は、ポンマチネシリ山上の火口および中マチネシリの大噴（おおぶき）火口のものである。山上火口の噴煙は1955年11月の爆発で新生した火口から出ているもので、この爆発以前には噴煙は遠望されなかった。（Fig. 2 の（1））は釧路地方気象台から雌阿寒岳を望んだスケッチで、山嶺の左側の大きな噴煙が山上火口、右側の小さな噴煙が大噴火口のものである。なお、ここでは山上火口の噴煙についてのみ統計した。

苫小牧測候所から遠望できる樽前山の噴煙は、同山の山上の溶岩円頂丘の亀裂およびその周辺にある火口のものである〔Fig. 2 の（2）〕。この溶岩円頂丘は1909年の大噴火で生成したもので、その後くり返した小爆発によって、溶岩円頂丘およびその周辺に多数の亀裂や火口を生じ噴煙をあげている。

室蘭地方気象台から遠望できる昭和新山の噴煙は、同山の山肌から立ちのぼっている噴気である。昭和新山には火口はない。同山は1944～45年に生成した溶岩円頂丘で、山肌一面が赤褐色を呈しており、山上部は今なお高温で、常に噴気活動をしている〔Fig. 2 の（3）〕

北海道駒ヶ岳の噴煙は山上の大亀裂内にある火口のものである。この大亀裂は1942年の大噴火で生じたもので、近年の噴煙はこの大亀裂の北西部からあがっており、それが森測候所から遠望できる〔Fig. 2 の（4）〕。

白河測候所から遠望できる那須岳の噴煙は、同山の海拔 1750～1850 m 付近の西側山腹に広がる噴気地帯からのぼっているものである。同噴気地帯には直径数m以下の小火孔がいくつか点在している。白

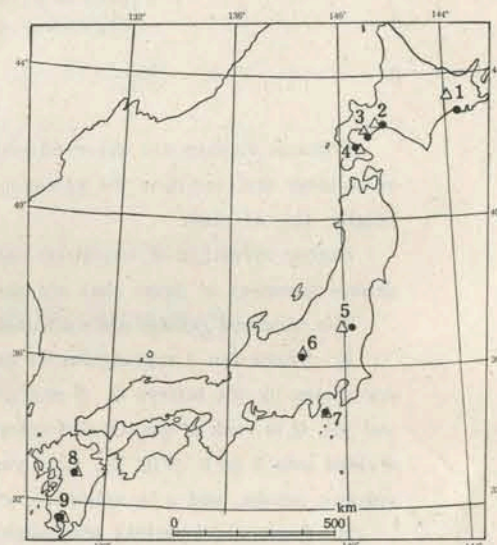
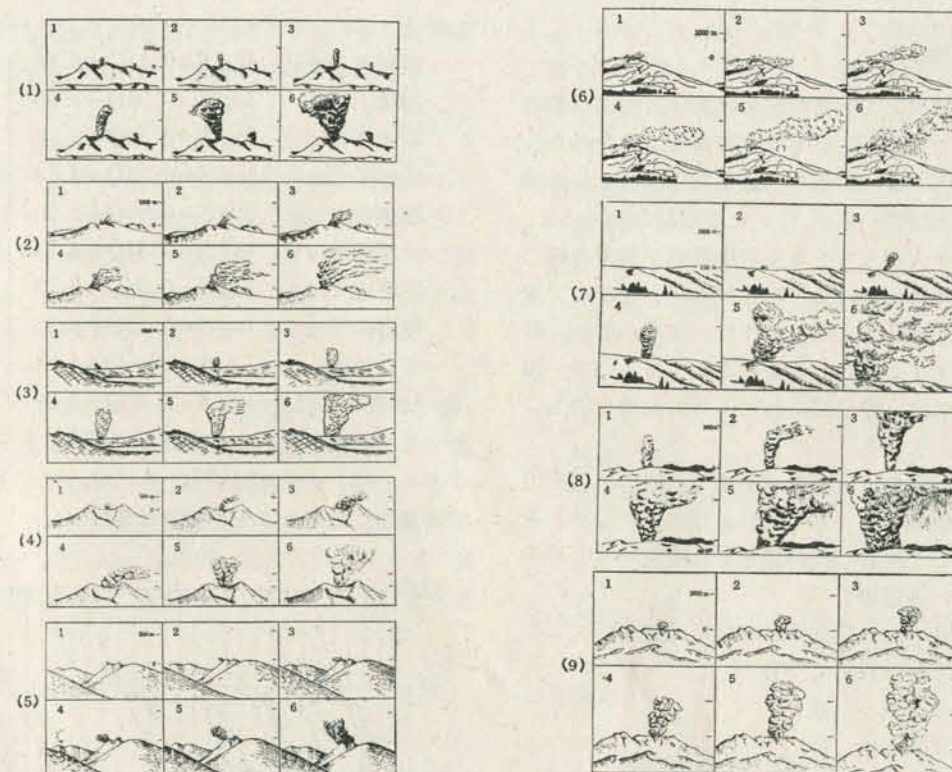


Fig. 1. Map showing the positions of the volcanoes (mark Δ) and their observing stations (mark $\bullet$), used in this paper. Nos. 1～9 are the same ones that are shown in table 1.

Table 1. Volcanoes and their visual observation stations used for the purpose in this paper.

No.	Volcano	Observation station	Distance & direction from the active crater
1	Meakan	Kushiro Local Meteorological Observatory	60 km SE
2	Tarumae	Tomakomai Weather Station	20 km SE
3	Shōwashinzan	Muroran Local Meteorological Observatory	25 km SE
4	Komagatake	Mori Weather Station	9 km NW
5	Nasu	Shirakawa Weather Station	20 km E
6	Asama	Karuizawa Weather Station	9 km SE (~1963) 8 km SSE (1964～)
7	Mihara	Ōshima Weather Station	5 km N
8	Aso	Asosan Weather Station	1 km W
9	Sakurajima	Kagoshima Local Meteorological Observatory Sakurajima Volcano Observatory	10 km W 5 km W



- (1) Meakan as seen from Kushiro Local Meteorological Observatory
- (2) Tarumae as seen from Tomakomai Weather Station
- (3) Shōwashinzan as seen from Muroran Local Meteorological Observatory
- (4) Komagatake as seen from Mori Weather Station
- (5) Nasu as seen from Shirakawa Weather Station
- (6) Asama as seen from Karuizawa Weather Station
- (7) Mihara as seen from Ōshima Weather Station
- (8) Aso as seen from Asosan Weather Station
- (9) Sakurajima as seen from Kagoshima Local Meteorological Observatory

Fig. 2. Amounts of volcanic smokes which are ranked by the letters 1 to 6.

河測候所から望むこの噴気地帯は、ちょうど那須岳山頂部の陰にあたるので、噴煙は常に山の裏から出ているように見える〔Fig. 2 の（5）〕。

浅間山の噴煙は山頂火口からあがっているものを軽井沢測候所から遠望したものである。同測候所は火口の南東 9 km の地点にあったが、1964年 4 月に火口の南々東 8 km の地点に移転した。両地点から遠望した浅間山頂の形および噴煙の状態はほとんど同じである〔Fig. 2 の（6）〕。

伊豆大島火山の噴煙は山頂の三原火口のものである。噴煙は大島測候所からは外輪山縁上に見える。したがって、噴煙の高さが火口上 150 m 以下の場

合は、外輪山にさえぎられて見えない〔Fig. 2 の（7）〕。

阿蘇山の噴煙は中岳第 1 火口のものである。阿蘇山測候所は第 1 火口から 1 km しか離れていないので、噴煙があまり高くあがると、その高さを正確に測定することができない〔Fig. 2 の（8）〕。

桜島の噴煙は南岳山頂火口からあがっているもので、同火口の西 10 km の鹿児島地方気象台および同火口の西 5 km の桜島火山観測所から遠望したものである。両地点から遠望した南岳の形および噴煙の状態はほとんど同じである〔Fig. 2 の（9）〕。

§ 3. 噴煙の形

火山から放出している噴煙の状態は、火山活動の勢力の度合いを示しているものである。すなわち、静穏時の火山では、白色の水蒸気を主成分とした噴煙を静かにあげているが、ひとたび活動を始めると、煙の中に灰や火山ガスを含んで灰褐色や黒色の煙に変わり、同時に、煙は量を増し、噴出力を強めて空高くふきあげるようになる。また、噴煙の形は、静穏時でもたえずいくらかの変動をしているので、観測にあたっては、数分間における最大現象を測ることを原則としている。

さて、われわれは噴煙を観測するために、各火山ごとに基準値をきめてある。Fig. 2 のスケッチがそれで、遠望した場合の噴煙量をそれぞれ 0~6 の 7 階級に分け、各階級を

噴煙量 0 = 山は見えるが噴煙は見えない

" 1 = きわめて少量

" 2 = 少 量

" 3 = 中 量

" 4 = 多 量

" 5 = やや多量

" 6 = きわめて多量

としてある。この基準図を作る基礎になったものは、過去における噴煙の写真やスケッチで、それらを噴煙量の多いものから順次ならべて上述の 7 階級に分類し、適当なものを選んで Fig. 2 が作られた。

§ 4. 噴煙量

観測にあたって、噴煙量は、立体的の広がり(噴煙塊の体積)は測れないので、平面的の広がり(噴煙の垂直断面積)を測ることになる。そこで、Fig. 2 の噴煙の垂直断面積と噴煙階級量とがどんな関係にあるかを検討してみる。

Fig. 2 の各噴煙量について、煙の広がりを平面メーターで測った面積を、スケッチの縮尺で補正して実際の面積 S に換算する。 S と各噴煙階級量 Q とを統計すると簡単な関係式

$$\log S = \alpha Q + \beta \dots \dots \dots (1)$$

で現わされることがわかった。各火山について (1) 式に S と Q とを代入して α と β を最小自乗法で求

めると

$$\left. \begin{array}{ll} \text{雌阿寒岳では} & \log S = 0.41Q + 4.14 \\ \text{樽前山では} & \log S = 0.38Q + 4.30 \\ \text{昭和新山では} & \log S = 0.40Q + 3.72 \\ \text{駒が岳では} & \log S = 0.34Q + 4.23 \\ \text{那須岳では} & \log S = 0.36Q + 2.90 \\ \text{浅間山では} & \log S = 0.34Q + 4.73 \\ \text{三原山では} & \log S = 0.66Q + 2.75 \\ \text{阿蘇山では} & \log S = 0.33Q + 4.33 \\ \text{桜島では} & \log S = 0.35Q + 4.34 \\ \text{(吾妻山では)} & \log S = 0.40Q + 3.28 \end{array} \right\} \dots (2)$$

となる。また、これらの関係図は Fig. 3 のとおりである。(2) 式または Fig. 3 によって、各火山の噴煙量を比較することができる。

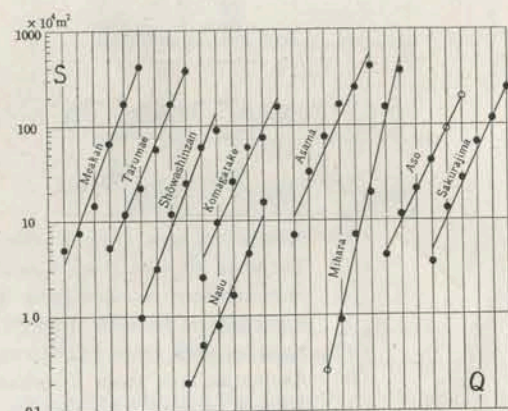


Fig. 3. Relation between Q and S . Q is the classified quantity of volcanic smoke. S is vertical section of dimensions of volcanic smoke. Scale of Q is classified into 6 for every volcano, and a graduation corresponds to one classified quantity of Q . Mark ● is measurable value and mark ○ is estimate value.

次に噴煙塊の体積について検討する。火口から放出した噴煙は上空に昇るにしたがって水平方向にも広がり、風のない場合には火口を頂点とした逆円錐に近い形となって空中に伸び上がるのが普通である。しかし、風の影響などでこの形は乱されることが多い。

いま、円形の火口から、無風で乱されていない状態の空中に放出した噴煙が拡散しながら上昇した場合を考える。このときの噴煙の形は、火口に立てた

垂線に対して全く対象になるはずであるから、噴煙塊の体積 q は Pappus-Guldin の定理によって

$$q = 2\pi r \frac{S}{2} = \pi r S \dots \dots \dots (3)$$

である。ここで r は噴煙の回転母線の面積(すなわち、火口に立てた垂線が噴煙の垂直断面積 S を 2 等分する形)の重心から火口に立てた垂線までの長さである。もし、噴煙が風などで乱れている場合には、無風の場合の形を仮定して修正してやれば、 q は (3) 式で計算できる。

Fig. 4 は噴煙の一例として桜島の $Q=6$ の場合を扇形で近似させたものである。爆発後間もない噴煙の形は、回転楕円体として近似させられるが、十分に昇り切った噴煙は扇形とした方がよさそうである。噴煙の高さを h 、噴煙が広がる角度を θ (弧度 ω)、扇形 DAC の重心 G と O との長さを a で表わすと

$$r = a \sin \theta = \frac{2h \sin^2 \omega}{3\omega} = \frac{120 \sin^2 \theta}{\pi \theta} h \dots \dots \dots (4)$$

となる。

Fig. 2 の各噴煙の形を扇形で近似させ θ を測ると、面白いことに、同一火山では噴煙量の大小にか

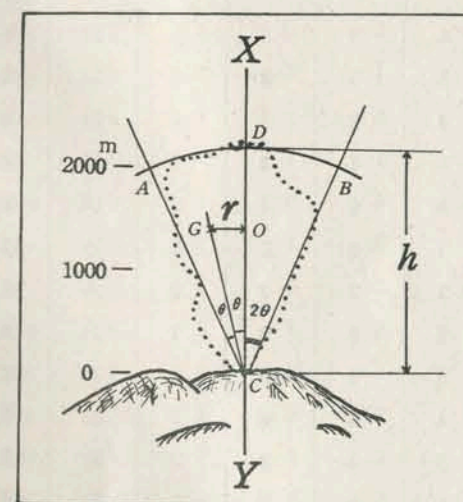


Fig. 4. Vertical section of dimensions of volcanic smoke. Rising trace of volcanic smoke is resembled to fan-shape. A dotted enclosure is an example of a trace of rising volcanic smoke at the volcano Sakurajima.

かわらず θ はほぼ同じ値を示し、樽前山、駒が岳、三原山、阿蘇山では約 15° 、雌阿寒岳、昭和新山、那須岳、桜島では約 10° 、浅間山では約 5° となった。(4) 式にそれぞれの θ を代入すれば

$$\left. \begin{array}{ll} \text{樽前山・駒が岳・三原山・} & \\ \text{阿蘇山では} & r \div 0.17h \\ \text{雌阿寒岳・昭和新山・} & \\ \text{那須岳・桜島では} & r \div 0.11h \\ \text{浅間山では} & r \div 0.06h \end{array} \right\} \dots \dots (5)$$

となる。したがって、噴煙量 Q と高さ h とを観測すれば、上記 (2)~(5) 式から噴煙塊の体積を近似的に計算することができる。

また、噴煙の形を扇形に近似させることによって

$$S = \frac{40\pi h^2}{360}, h = \sqrt{\frac{90S}{\pi\theta}} \dots \dots \dots (6)$$

であるから、(5) 式で使った θ を (6) 式に代入すれば h がわかり、したがって S を観測しただけでも q は計算できる。

§ 5. 噴煙量の統計方法

噴煙は本質的には火山活動の勢力に左右されるが、見かけ上の噴煙の状態は、気象現象にもまた大きく影響を受ける。そこで、見かけの噴煙の状態から火山活動の消長を調べるためには、気象現象の影響をなるべく除かねばならない。

噴煙に及ぼす気象現象の中では風が最も大きな要素になっていると考えられる。すなわち、風の強い時の噴煙は乱されているので、量や高さが小さな値として測定され、一方、風が弱いかまたは風がない時の噴煙は量も高さも大きな値として測定され、かつ、噴煙は垂直に上昇するのが普通である。そこで、火山活動が定常状態にありながら、噴煙の量や高さの測定値が大きい場合には、上空の風は弱く、その影響が少なかったとみなされる。このような日が 1 か月の間には何回かあるので、統計に用いる値として、各月の最大値を選び出してその月の代表値とした。こうして選び出した Q の観測値が Table 2 である。なお、各火山とも、10~30% ぐらいの期間は雨天で噴煙が見えない日もあるが、観測日数については、ここでは考慮しないことにする。

Table 2. Quantity of volcanic smoke, ranked 0 to 6

△: explosion (): value except for explosion smoke

Meakan												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	—	—	3	2	3	2	1	4	3	—	18	2.6
Feb.	—	—	2	2	3	2	1	3	2	2	17	2.1
Mar.	—	—	3	2	2	1	1	2	2	1	14	1.8
Apr.	—	—	2	2	2	1	1	1	2	2	13	1.6
May	—	—	2	2	2	2	1	1	—	2	12	1.7
Jun.	—	—	1	1	—	1	1	—	1	1	6	1.0
Jul.	—	2	1	1	1	1	—	—	—	1	7	1.0
Aug.	—	3	2	6△	2	2	—	1	1	1	18	2.3(1.7)
Sep.	—	2	2	2	2	1	3	2	3	2	19	2.1
Oct.	—	3	3	4	2	2	3	2	3	2	24	2.7
Nov.	—	3	3	3	3	3	3	2	2	3	25	2.8
Dec.	—	3	3	2	3	3	3	3	2	3	25	2.8
Total	—	16	27	29	25	21	18	21	21	20	198	24.5 (24.0)
Mean	—	2.7	2.3	2.4 (2.1)	2.3	1.8	1.8	2.1	2.1	2.2	19.7	2.2

Tarumae												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	5	6	3	3	3	4	4	4	3	3	38	3.8
Feb.	3	4	4	2	3	3	5	3	3	2	32	3.2
Mar.	5	4	4	3	3	3	4	2	2	4	34	3.4
Apr.	5	5	3	2	3	2	3	1	2	2	28	2.8
May	4	1	4	3	3	3	2	2	2	2	26	2.6
Jun.	5	4	4	3	3	2	3	2	2	1	29	2.9
Jul.	1	4	4	3	3	2	2	2	2	2	25	2.5
Aug.	6	1	3	2	3	2	2	2	2	1	24	2.4
Sep.	6	4	4	3	4	4	3	2	3	3	36	3.6
Oct.	4	3	3	4	3	5	4	4	2	3	35	3.5
Nov.	5	4	3	4	3	6	3	3	3	3	37	3.7
Dec.	5	3	2	3	3	5	3	3	2	3	32	3.2
Total	54	43	41	35	37	41	38	30	28	29	376	37.6
Mean	4.5	3.6	3.4	2.9	3.1	3.4	3.2	2.5	2.3	2.4	31.3	3.1

Shōwashinzan

Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	4	4	4	3	3	3	1	2	0	3	27	2.7
Feb.	5	6	5	4	3	5	1	2	1	2	34	3.4
Mar.	5	5	3	2	3	3	2	2	2	3	30	3.0
Apr.	3	3	2	3	2	2	0	1	1	2	19	1.9
May	2	2	1	1	2	0	0	0	1	1	10	1.0
Jun.	5	4	2	2	0	0	2	0	1	2	18	1.8
Jul.	2	3	2	2	1	2	0	3	1	1	17	1.7
Aug.	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.5
Sep.	2	2	0	5	1	0	2	1	0	1	14	1.4
Oct.	4	3	4	4	1	1	2	2	3	4	28	2.8
Nov.	5	5	2	3	4	4	3	3	3	1	33	3.3
Dec.	5	3	2	3	4	3	2	3	3	2	30	3.0
Total	46	41	27	32	24	23	15	19	16	22	265	26.5
Mean	3.8	3.4	2.3	2.7	2.0	2.0	1.3	1.6	1.3	1.8	22.1	2.2

Komagatake

Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	19	1.9
Feb.	2	3	2	1	1	2	2	1	1	1	16	1.6
Mar.	3	1	2	2	2	2	2	2	1	0	17	1.7
Apr.	1	1	1	1	2	—	1	0	1	0	8	0.9
May	3	1	0	1	1	1	—	1	0	0	8	0.9
Jun.	3	2	2	2	1	2	1	0	0	0	13	1.3
Jul.	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	9	0.9
Aug.	4	2	1	1	1	1	1	1	0	0	12	1.2
Sep.	2	1	2	2	1	2	1	1	0	0	12	1.2
Oct.	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	12	1.2
Nov.	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	15	1.5
Dec.	—	2	2	2	2	2	2	1	1	1	15	1.7
Total	25	21	20	20	17	19	15	11	5	3	156	15.6
Mean	2.3	1.8	1.7	1.7	1.4	1.7	1.4	0.9	0.4	0.3	13.0	1.3

Nasu												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	3	3	3	3	3	5	6	5	4	5	40	4.0
Feb.	3	2	2	3	5	6	5	4	4	3	37	3.7
Mar.	3	3	3	3	3	5	4	4	4	5	37	3.7
Apr.	3	3	3	3	4	4	5	3	4	3	35	3.5
May	2	2	3	1	3	3	3	5	5	3	30	3.0
Jun.	2	3	2	2	3	3	4	3	2	4	28	2.8
Jul.	1	0	2	0	1	3	—	—	3	2	12	1.5
Aug.	2	1	2	0	—	2	3	—	—	3	13	1.9
Sep.	2	2	1	3	3	4	4	4	2	4	29	2.9
Oct.	3	2	3	3	5	3	6	4	4	4	37	3.7
Nov.	3	4	4	4	3	4	5	5	5	4	41	4.1
Dec.	3	3	3	5	5	5	5	4	4	6	43	4.3
Total	30	28	31	30	38	47	50	41	41	46	382	38.2
Mean	2.5	2.3	2.6	2.5	3.5	3.9	4.5	4.1	3.7	3.8	31.8	3.2

Asama												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	5	3	3	6	3	3	5	3	3	3	37	3.7
Feb.	5	3	3	4	5	3	5	4	2	5	39	3.9
Mar.	3	3	5	5△	4	2	4	4	4	5	39	3.9(3.8)
Apr.	5	3	4	6△	4	3	5	4	2	4	40	4.0(3.8)
May	5	3	4	6△	3	4	5	3	3	6△	42	4.2(3.8)
Jun.	5	3	4	6△	3	4	2	3	2	5	37	3.7(3.4)
Jul.	3	3	4	6△	3	3	5	2	3	5	37	3.7(3.4)
Aug.	3	2	5	5△	4	6△	3	3	5	5	41	4.1(3.8)
Sep.	4	4	5	3	3	6△	4	3	6	4	42	4.2(4.0)
Oct.	3	3	6△	4	4	6△	4	3	5	4	42	4.2(3.8)
Nov.	4	4	6△	3	3	6△	3	2	6	3	40	4.0(3.5)
Dec.	5	4	6△	5	4	6△	3	2	5	3	43	4.3(4.1)
Total	50	38	55 (37)	59 (25)	43	52 (28)	48	36	46	52 (46)	479	47.9 (45.0)
Mean	4.2	3.2	4.6 (4.1)	4.9 (4.2)	3.6	4.3 (3.5)	4.0	3.0	3.8	4.3 (4.2)	39.9	4.0 (3.8)

Miharayama												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	5	4	5	5△	5	6	6	6	6△	6△	54	5.4
Feb.	5	3	5	5△	5	6	5△	6	5	6	51	5.1
Mar.	5	3	4	6	5	5△	6△	6△	6△	6△	52	5.2
Apr.	—	4	3	6	5	5△	6△	4	6△	6	45	5.0
May	—	4	5	6	5	4△	6△	6△	5	6	47	5.2
Jun.	3	4	5	6	6△	5△	5△	3	6	6△	49	4.9
Jul.	4	4	5	6	6△	4△	6△	5	6△	4	50	5.0
Aug.	5	5	5	6	6△	5	5△	5	6	5	53	5.3
Sep.	5	6△	5	6	6	6	5△	5	4	6	54	5.4
Oct.	5	6	5	5△	5△	5△	5	5	4	6	51	5.1
Nov.	3	6	5	6△	6	6△	6	6△	6	6	56	5.6
Dec.	4	5	6△	6△	6	6△	6	6	6	6△	57	5.7
Total	44	54	58	69	66	63	67	63	66	69	619	61.9
Mean	4.4	4.5	4.8	5.8	5.5	5.3	5.6	5.3	5.5	5.8	51.6 52.5	5.2

Aso												
Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	4△	4	4	4	4△	4	5	3	3	3	38	3.8
Feb.	4	4	4	4△	4△	4	4△	2	3	4	37	3.7
Mar.	4	4	5	5△	4△	5△	4△	3	3	4	41	4.1
Apr.	4	4	3	4△	4△	4△	4△	3△	3	4	37	3.7
May	3	3	3	4	2	4△	3	4△	3	4	33	3.3
Jun.	3	4	3	3	2	3△	3	3	3	4	31	3.1
Jul.	4	3	3	3	3	3△	2	4△	3	3	31	3.1
Aug.	4	3	3	4	2	4△	2	2	3	2	28	2.8
Sep.	4	4	3	4	3	3△	3	2	3	3	32	3.2
Oct.	4	4	5△	4	3△	4	3	2	3	4	36	3.6
Nov.	4	4	5△	4△	4	5△	3	3△	3	5△	40	4.0
Dec.	4	5△	4△	4△	4	5△	3	3	3	4△	39	3.9
Total	46	46	45	47	39	48	39	34	36	44	424	42.4
Mean	3.8	3.8	3.8	3.9	3.3	4.0	3.3	2.8	3.0	3.7	35.4	3.5

Sakurajima

Year	1956	'57	'58	'59	'60	'61	'62	'63	'64	'65	Total	Mean
Month												
Jan.	6△	5△	6△	6△	6△	5△	4△	3	6△	4△	51	5.1
Feb.	6△	6△	4△	6△	6△	5△	3	5△	6△	3	50	5.0
Mar.	6△	5△	6△	2	6△	6△	4△	4△	4△	4△	47	4.7
Apr.	6△	2	6△	1	6△	4△	5△	4△	4△	5△	43	4.3
May	6△	2	5△	1	6△	5△	5△	6△	6△	4△	46	4.6
Jun.	5△	5△	6△	1	6△	6△	5△	5△	6△	3	48	4.8
Jul.	—	4△	4△	6△	6△	5△	5△	5△	5△	3	43	4.8
Aug.	5△	6△	5△	3	1	5△	5△	5△	5△	5△	45	4.5
Sep.	6△	3	5△	6△	6△	5△	6△	6△	6△	5△	54	5.4
Oct.	6△	3	6△	6△	6△	5△	4△	6△	4△	5△	51	5.1
Nov.	6△	6△	6△	6△	6△	5△	4△	5△	6△	3△	53	5.3
Dec.	6△	2	6△	6△	4△	5△	6△	6△	6△	2△	49	4.9
Total	64	49	65	50	65	61	56	60	64	46	580	5.8
Mean	5.8	4.1	5.4	4.2	5.4	5.1	4.7	5.0	5.3	3.8	48.3	4.8

Table 2には、年および月ごとの平均値も計算してある。長い間の平均値を取れば、特殊な気象現象や爆発などから受ける影響はある程度除去できるので、以下はこの平均値について統計を行なうことにする。ただし、三原山、阿蘇山、桜島では爆発が多数起こっているため、爆発による噴煙も若干含まれている。また、雌阿蘇岳、那須岳でも小爆発があったが、爆発が短時間で終わったり、夜間の爆発でその噴煙が観測されなかったため、Table 2の中には爆発の煙はほとんど含まれていない。

§ 6. 噴煙量の季節変化

各火山で、各月ごとに噴煙量を比較すると、明瞭な季節変化が認められ、冬期には噴煙量が多く、夏期には少ない (Fig. 5)。その変動の形は大体 sine curve で現わされる。これは明らかに気象要素が原因しているものである。気象要素の変動は、日本では各地ともほとんど同じ傾向を示し、気圧は冬期高圧、夏期低圧、気温は冬期低温、夏期高温、湿度は

冬期低湿、夏期高湿である。たとえば、釧路、大島、鹿児島島の月平均気圧・気温・湿度は Fig. 6 のとおりである。これらの変動とくらべれば、噴煙量と気

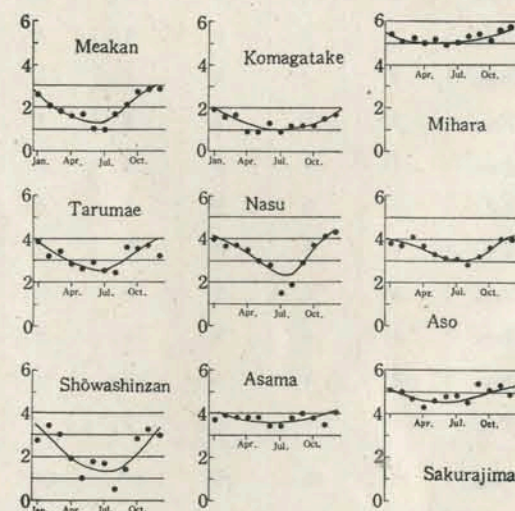


Fig. 5. Variations of monthly mean quantity of volcanic smoke.

圧・気温・湿度は、それぞれ (+)・(-)・(-) の相関を持っていることがわかる。

Fig. 5は各火山の月平均のQの季節変化図で、これを噴煙の垂直断面積Sに換算すると、変化の状

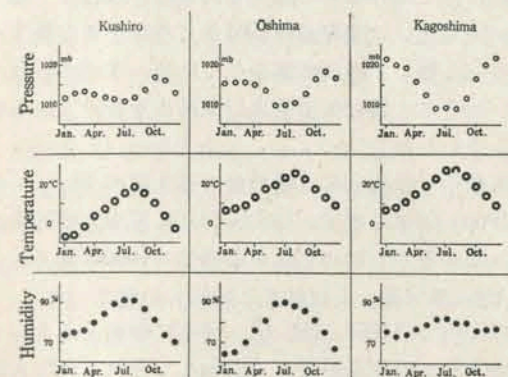


Fig. 6. Variations of monthly mean value of Meteorological essential at the above mentioned meteorological observatories.

態はさらに明らかになる。すなわち、各火山について冬期と夏期のQを(2)式または Fig. 3 でそれぞれのSに換算して冬期と夏期の比を取ると Table 3 のようになり、たいていの火山では、噴煙の垂直断面積Sは夏期は冬期の半分以下になってしまうのである。ただし、浅間山だけはその減少量が少ない。

各火山とも噴煙量はだいたい1月に最多、7月に最小値を示すので、季節変化の振幅ΔQは次式で現わすことができる。

$$\Delta Q = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{2} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - 1\right) \dots\dots(7)$$

ここで、Tは12か月にとることができ、tは任意の月数である。各火山について、月ごとのΔQを求めると Table 4 のようになる。なお、噴煙の高さについての季節変化は、駒ヶ岳において若干認められるが⁴⁾、その他の火山ではあまり顕著ではない。

Table 3. Maximum and minimum quantity of volcanic smoke. Maximum value is found in winter, and minimum is in summer.

Volcano	Q max.	Q min.	S max. (×10 ⁴ m ²)	S min. (×10 ⁴ m ²)	S max./S min.
Meakan	2.8	1.3	20	4.7	10:2
Tarumae	3.8	2.4	52	16	10:3
Shōwashinzan	3.4	1.2	12	1.6	10:1
Komagatake	1.9	0.9	7.9	3.5	10:4
Nasu	4.3	2.2	2.9	0.5	10:2
Asama	4.1	3.4	130	80	10:6
Mihara	5.7	4.9	300	100	10:3
Aso	4.1	2.8	48	18	10:4
Sakurajima	5.4	4.3	180	74	10:4

Table 4. Correctional value (ΔQ) of quantity of volcanic smoke.

Volcano	Meakan	Tarumae	Shōwa-shinzan	Komaga-take	Nasu	Asama	Mihara	Aso	Sakura-jima
Month									
Jan.	-0.75	-0.70	-1.10	-0.50	-1.05	-0.35	-0.40	-0.65	-0.55
Feb.	-0.65	-0.61	-0.96	-0.44	-0.91	-0.30	-0.35	-0.57	-0.48
Mar.	-0.38	-0.35	-0.55	-0.25	-0.53	-0.18	-0.20	-0.33	-0.28
Apr.	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0
May	+0.38	+0.35	+0.55	+0.25	+0.53	+0.18	+0.20	+0.33	+0.28
Jun.	+0.65	+0.61	+0.96	+0.44	+0.91	+0.30	+0.35	+0.57	+0.48
Jul.	+0.75	+0.70	+1.10	+0.50	+1.05	+0.35	+0.40	+0.65	+0.55

§ 7. 噴煙量の変動と火山活動

各火山の噴煙量が、長い間にどのような変動をしてきたかについて調べた。

火山活動が衰弱期にある火山では、その噴煙は次第に減少していくものと思われるが、火山活動が活発になると噴煙量が増大することが期待される。

噴煙量は季節変化をしているので、短期間の変動は火山活動の消長を正確に現わしているものではない。そこで、季節変化量を Table 4 で補正してやらなければならない。一方、噴煙量 Q の年平均値は、季節変化が平滑されているとみなされるので、以下は Q の年平均値について解析する (Fig. 7)。

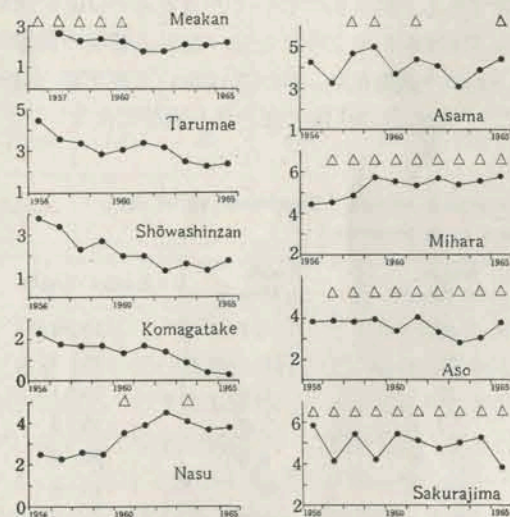


Fig. 7. Variations of quantity of volcanic smoke. mark Δ is explosion.

雌阿寒岳では1955~60年に噴火活動期があった。1955年の爆発では山上に新火口を生じ、1955~56年の爆発では山頂から数 10 km 以上にわたり降灰、1957~60年の爆発ではその勢力がやや衰えて火口付近にだけ降灰があった。このことから、噴火活動期の前半には活動勢力がことに強かったものと考えられる。噴煙量の変動にもその現象は現われており、1956年ごろを最大として、以後次第に減少し、1963~65年にはほぼ一定値を示すようになった。

樽前山では1961年に噴煙量の極大値が現われた (1960~61年に増加、1962~63年に減少)。しかし、

このころ爆発は一度もなかった。

昭和新山の噴気は1944~45年に同山が生成した当時が最も多量で、以後噴気は次第に減少している。1945年以降現在までに爆発は一度もない。

駒ヶ岳では1942年の爆発を最後に、現在まで爆発は一度もない。噴煙量は1961年ごろに小さな極大があったが概して順調に減少している。この火山では、おそらく1942年の噴火以来減少を続けているものと思われる。

那須岳では1962年に噴煙量の極大値が現われた (1960~62年に増加、1963~64年に減少)。噴煙量は増加傾向を示し始めてから小爆発 (1960年10月および1963年11月、火口付近に降灰) が起こった。

浅間山では1958, 59, 61, 65年に爆発があり、この爆発期に噴煙量が著しく増加し、それぞれ極大値が現われた。しかし、浅間山では長期間に噴煙量が次第に減少していくような傾向が認められないのは、この火山が常に活動的な山であることを示しているものと考えられる。

三原山では毎年爆発が起こっているが、噴火活動が特に活発化した1957年ごろから噴煙量が激増し始めた。1956年以前の三原火口内には小火孔がいくつかあって、ときどき小爆発をしていたが、1957年から始まった活発な爆発活動で火孔をを広げ、火孔は1つに合し、深さも増した。1959年以後の活動では、火孔の拡大速度は弱まり、それまでに形成された火孔で小爆発をくり返すようになった。

阿蘇山では1956年を除き毎年爆発があった。このうち、1957年12月、1958年6, 11月、1963年4, 7, 11月および1965年10月の爆発は多量の噴石を火口外に飛散させたが、その他の爆発はいずれも火口内で噴石活動をしたり、火口付近に火山灰を降らせる程度の小規模なものであった。全般的にみて、阿蘇山は常に噴煙の多い活動的な火山であるといえる。

桜島では毎年爆発があった。1956~59年には噴煙量の変動が著しかったが1960~64年にはほぼ一定値を示し、また1965年にはやや減少した。この火山の噴煙量の変動の統計図には爆発噴煙が大きく影響している。

いずれにしても、浅間山、三原山、阿蘇山、桜島では、近年において、噴煙が年々減少していくよう

な現象は見られず、常にほとんど一定量の煙が出ているので、これらの火山は常に活動的な状態にあるとみなされるのである。

§ 8. 噴煙量からみた各火山の活動度

Table 2 で統計した10年間 (雌阿寒岳は8.5年間) の噴煙量の平均値が、この期間における火山の活動度を示しているとして、各火山を比較した。

噴煙量 Q の平均値を (2)~(6) 式に代入して噴煙の垂直断面積 S および噴煙塊の体積 q を計算すると Table 5 のようになる。 q が大きい火山ほど活動度が大きいとすれば、その順序は

三原山→桜島→浅間山→阿蘇山→駒ヶ岳→雌阿寒岳→樽前山→昭和新山→那須岳

となる。ただしこの順序は将来変わっていくかもしれない。 q はまた、火口から放出している火山の熱 energy の度合いを示していると考えられる。

Table 5. Mean quantity of volcanic smoke.

Volcano	Q (mean)	S ($\times 10^4 \text{ m}^2$)	q ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
Meakan	2.2	11	22
Tarumae	3.1	3.0	12
Shōwashinzan	2.2	4.0	4.7
Komagatake	1.3	5.0	26
Nasu	3.2	1.1	0.7
Asama	4.0	120	598
Mihara	5.2	140	1213
Aso	3.5	30	120
Sakurajima	4.8	110	683

§ 9. 噴煙の高さと火山活動

噴煙の高さは火口縁から上方へ垂直に測るので、風に流されている場合などは非常に小さな値として測定される。したがって、噴煙の高さを統計するには風の影響を無視することはできない。

今、無風の場合を考えて、(6) 式の両辺の対数を取れば

$$\log S = 2 \log h + \log \theta + \log \frac{4\pi}{360} \\ = 2 \log h + \log \theta - 1.46 \dots\dots\dots (8)$$

この式は (1) 式に等しいから

$$\log h = \frac{\alpha}{2} Q + \frac{\beta - \log \theta + 1.46}{2} \dots\dots\dots (9)$$

となる。(2) 式の α, β および (5) 式で用いた θ の値を (9) 式に代入すると

$$\left. \begin{aligned} \text{雌阿寒岳では } \log h &= 0.21Q + 2.30 \\ \text{樽前山では } \log h &= 0.19Q + 2.29 \\ \text{昭和新山では } \log h &= 0.20Q + 2.09 \\ \text{駒ヶ岳では } \log h &= 0.17Q + 2.26 \\ \text{那須岳では } \log h &= 0.18Q + 1.68 \\ \text{浅間山では } \log h &= 0.17Q + 2.75 \\ \text{三原山では } \log h &= 0.33Q + 2.25 \\ \text{阿蘇山では } \log h &= 0.17Q + 2.31 \\ \text{桜島では } \log h &= 0.18Q + 2.40 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

となる。

一例として桜島の h と Q の計算値と観測値との関係を示すと Table 5 のようになる。実測値⁵⁾には風の影響は考慮してないが、両者はほぼ近似している。

さて、火山活動が活発な時の噴煙は一般に高くあがるので、長い間の噴煙の高さの変動を調べれば、火山活動の概要を知ることができる。北海道駒ヶ岳の噴煙については、すでに報告したように⁶⁾、噴煙は最近次第に高さを減じている。また、樽前山の噴煙について、その高さと量をくらべると、両者はよく似た変動をしていて (Fig. 8)、1960~61年の噴煙の高さの増加が注目すべき現象である。

過去10年間に噴煙量が単調に変動した雌阿寒岳、昭和新山、那須岳では、噴煙の高さの変動は、§ 7 で述べた噴煙の量の変動と同じように単調な変動を

Table 6. Relation between h (height of volcanic smoke) and Q (quantity of volcanic smoke) at Sakurajima.

Q	h	
	Observed mean value	Calculated value
0	0 m	250 m
1	—	370
2	400	560
3	800	830
4	1400	1250
5	2000	1880
6	2500	2810

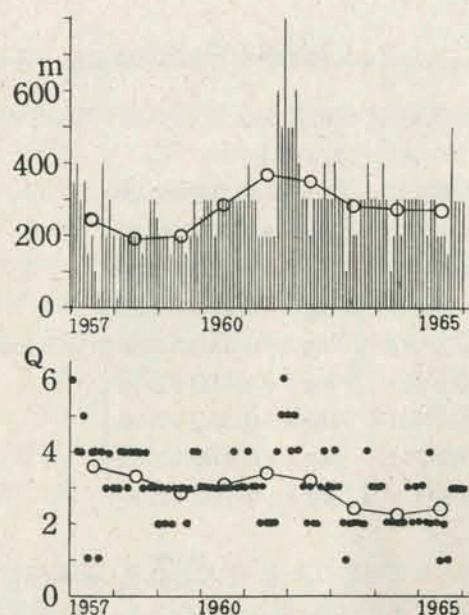


Fig. 8. Variations of height (m) and quantity (Q) of volcanic smokes at the volcano Tarumae. Mark ○ is mean value for every year.

したものと思われるが、これらの火山では、噴煙の高さの観測資料が少ないので、ここでは述べない。

§ 10. むすび

噴煙の遠望観測によって、火山活動の概要を知るための基礎的統計を試みた。上に述べてきた方法を使えば、火山活動の消長がよく現わされることがわかったが、さらに細部についての統計は第2報以降で述べる。

参考文献

- 1) 中央気象台、気象庁：地震月報、(1956～1960)
- 2) 気象庁：火山報告、(1961～1965)
- 3) 気象庁：火山観測原簿、(1956～1965)
- 4) 田中康裕：北海道駒ヶ岳の地球物理学的研究、験震時報 29 (1965) 117～126.
- 5) 安井豊：桜島の噴煙 (I)、研究時報、9 (1957)、209～215.
- 6) 4 と同じ

昭和40年8月31日弟子屈付近に起こった地震について*

釧路地方気象台

550.340.1

昭和40年8月31日16^h49^m及び17^h04^mにほとんど同程度の強さの地震が、釧路支庁管内弟子屈町に起こり、震央付近では被害を生じた。

これについて当台では、9月1日震央付近の現地調査を行ない(弟子屈町鑑別・奥春別・弟子屈市街・札友内・和琴半島・ポント・古丹・川湯温泉市街・川湯駅前・びるわ開拓地)、また弟子屈町の小中学校・国鉄駅を対象に通信調査を行なったのでその結果を報告します。

§ 1. 震度分布

8月31日16^h49^m及び17^h04^mの地震の震度分布を1図・2図に示す。今回の地震の最大震度は札友内・びるわ開拓地で震度Vで16^h49^mの地震で起こっており、17^h04^mの地震ではこの地域では震度IV～Vとなっている。しかし17^h04^mの地震が16^h49^mの地震より大きく感じたところもあった。



第1図 1965年8月31日16時49分の地震の震度分布

* On the earthquake occurred near Teshikaga of August 31, 1965 (Received Nov. 11 1965)



第2図 1965年8月31日17時04分の地震の震度分布

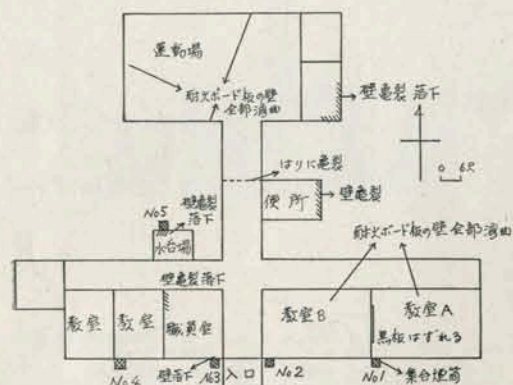
§ 2. 現地調査

i) 札友内(震度V)

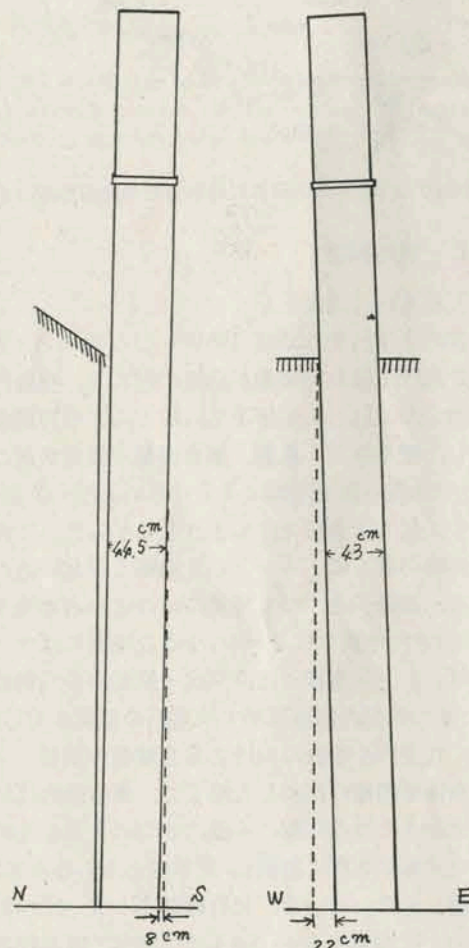
札友内小学校では31日16^h49^mごろドスンと下からつきあげる激しい震動が急激に起こり、校舎内の棚上のはほとんど落下し、ほとんどの戸棚類は転倒し、壁の落下・亀裂、集合煙筒の傾斜が起こった。この地震の継続時間は1分ぐらいと思われたが、連続して起こる余震ではっきりしなかった。この地震と同時に直前にドスンという地鳴りが北の方から聞こえ、以降引きつづく地震にはほとんど地鳴りを伴い、大きな地震にはドーン、小さな地震にはザーの音を伴った。本震後には井戸水・釧路川の汚濁が起こり、また札友内部落墓地では墓石の転倒が生じた。

1) 札友内小学校における集合煙筒の傾斜
校舎全体が西側に傾斜した感じで、集合煙筒は図3に示すように校舎南側に4基、北側に1基あるが、南側の4基はSWに傾斜し、東側にあるものほど、傾斜が著しくなっている。集合煙筒 No. 1 ではWに22° Sに7° 傾斜したがNo.4では測定できぬ程度の傾斜であった。また校舎北側のNo.5も測定できぬ

程度の傾斜であった。なお全基とも軽微な亀裂がはいった。(集合煙筒はいずれも校舎とは独立して建



第3図 札友内小学校における被災状況



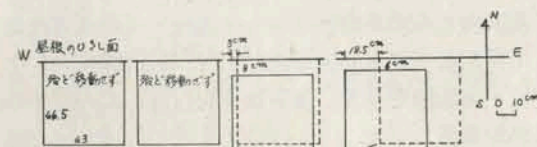
第4図 札友内小学校における集合煙筒 No. 1の傾斜状況

てられており、屋根のひさしに切りこみを作り、これにはめこまれている。屋根の破損は集合煙筒が移動したため生じたものである。

2) 札友内小学校における壁の落下

同小学校は昭和28年10月新築され、木造平屋(土台は布コンクリート)校舎132坪・屋内運動場61坪であるが、3図に示すように各所に壁の落下・亀裂を生じ、集合煙筒 No. 3・No. 5の内側のめがね石に亀裂を生じ、廊下のはりに幅7~8mmのひび割れが生じた。

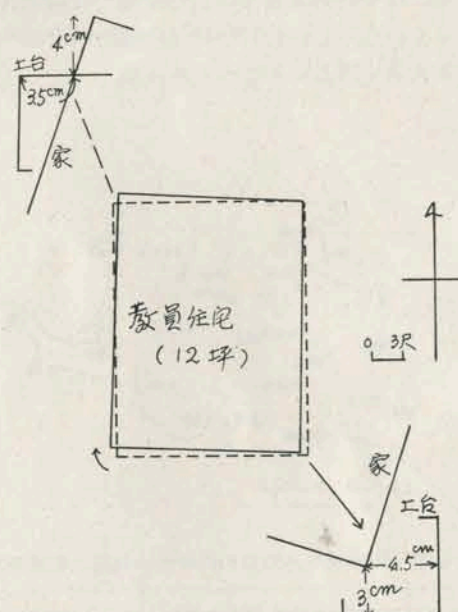
教室Aに固定した黒板は約5cm南にずれ、教室A・B・屋内運動場の壁板となっている耐火ボードは全部湾曲した。



第5図 札友内小学校集合煙筒の傾斜(屋根のひさし面における移動状況)

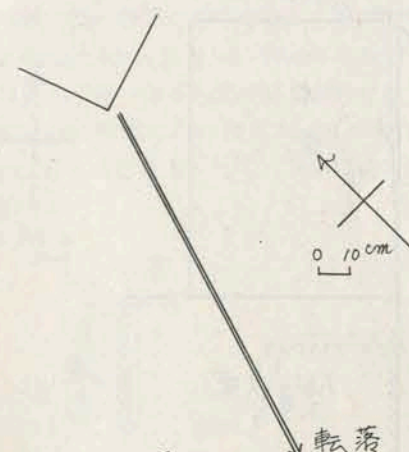
3) 札友内小学校教員住宅の土台ずれ

同校南東にある教員住宅(木造平屋建12坪)は土台(棒コンクリート)からずれ、時計回りに回転した。

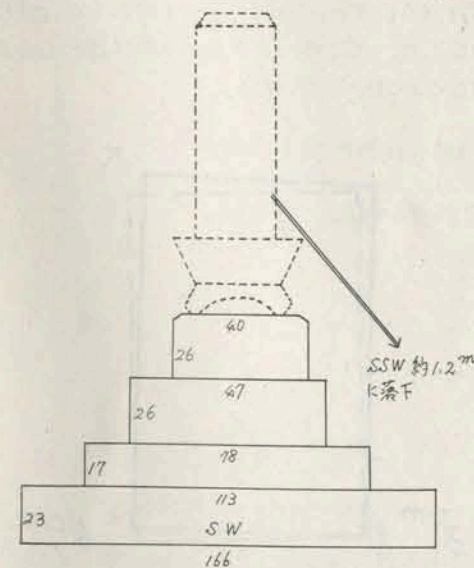


第6図 札友内小学校教員住宅の土台ずれ

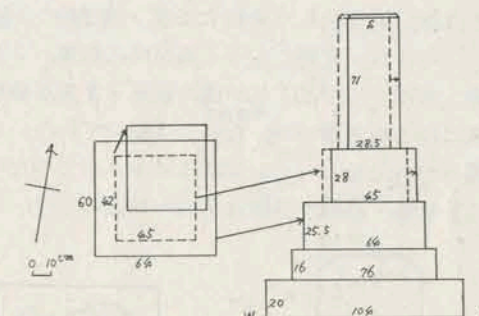
4) 札友内部落墓地の墓石の転倒



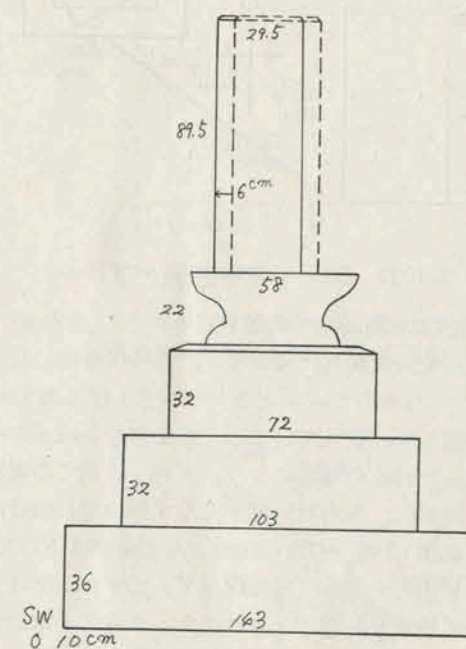
第7-a図 墓石の落下(上段がSSW方向に落下)



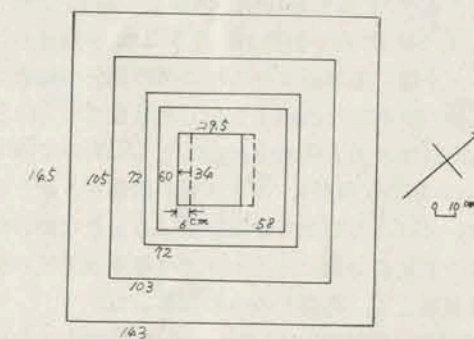
第7-b図 第7-a図の墓石の立体方



第8図 墓石の移動(N-E方向に移動)

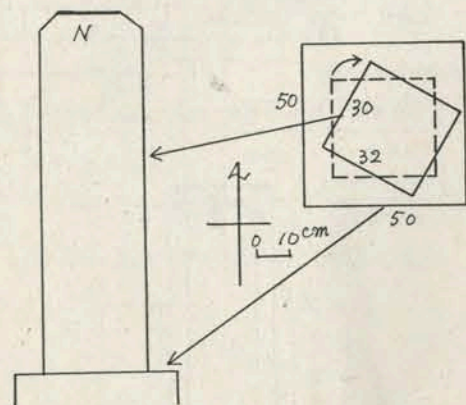


第9-a図 墓石の移動(S-W方向に移動)



第9-b図 第9-a図に示した墓石の平面図

墓石は細い道を狭んで北側に5基・南側に3基あり、このうち、北側のもの3基が南に転落、2基が移動。南側のものは1基が南に転落・1基が移動、1基はほとんど動いていない。(動いていないものは墓石の各段をしっかりとモルタルでつないでいる)転落・移動の様子は7図～10図に示す。



第10図 墓石の回転(時計回りに回転)

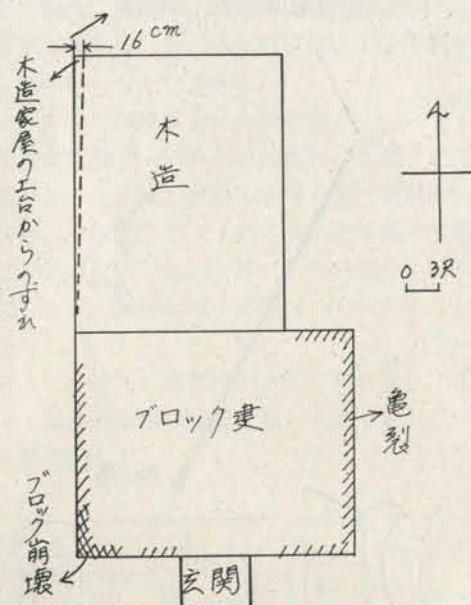
ii) びるわ開拓地(震度V)

同開拓地農家梅村氏によると、当時屋外にいたが16^h49^m ごろ突然ドーンと下からつき上げる激しい震動が起こり、立っていることができないほどのゆれとなった。この地震により、ブロック建ての家屋が少々やられ、屋内の戸棚・たんす等の家具類はほとんど転倒し、棚上のもはほとんど全部落下した。つづく17^h04^mの地震(震度IV～V)でブロックはグサグサに崩壊し、窓ガラスはブロック建て・木造建てに付属したものととも、全部破損した。

梅村氏宅は南側ブロック建て15.5坪(ブロックに鉄筋入らず)北側木造12坪が付属しており、ブロック建ては、SWの角で幅約1m高さ2mが崩壊し、ブロック全部に亀裂が入り(特に角の部分で顕著)、使用不能の状態になった。しかし木造建ての方は土台から時計回りの方向にずれたこと(NWのすみで土台から16cm移動)、ガラス窓が損傷をうけたことを除いては、外観上大きな損傷はみられなかった。

この家屋の北側にあるモルタル塗り掘立ての豚舎には被害なく、亀裂もみられなかった。

同開拓地農家神氏宅(ブロック建て12坪)もほぼ同様な被害をうけ、使用不能となった。

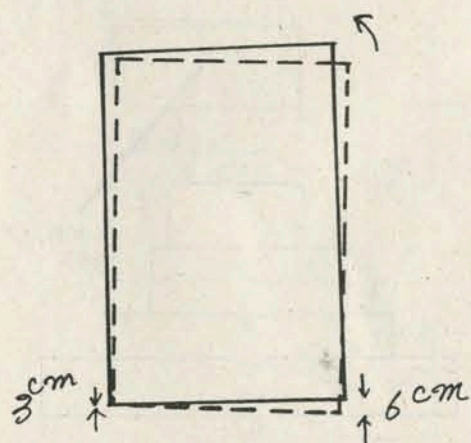


第11図 美留和開拓地梅村氏宅の状況

iii) 川湯駅近付(震度IV)

1) 16^h49^mの地震により棚上のもの落下・家具の転倒があり、商店では商品の落下により若干の被害を生じた。

2) 川湯駅では、駅舎南側にある石炭小屋(木造6坪位)は土台(コンクリート枠高さ1m位)から反時計回りにずれ、コンクリート枠にもかなりの亀裂を生じた。(このコンクリート枠は老朽し、以前からひびがはいっていた)



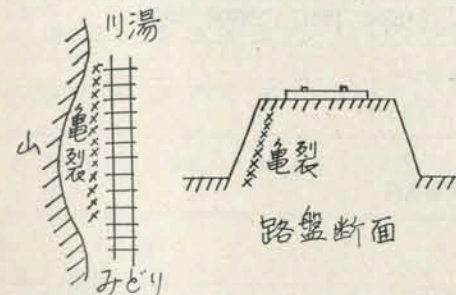
第12図 川湯駅石炭小屋の土台くずれ

3) 鉄道路盤の築堤変状について

国鉄川湯—緑間で延長160mにわたり線路左側路盤に幅最大2cm深さ15～20cmの亀裂が入った。

国鉄弟子屈—びるわ間で延長80mにわたり線路左右路盤に幅最大2cm深さ15cmの亀裂が入った。

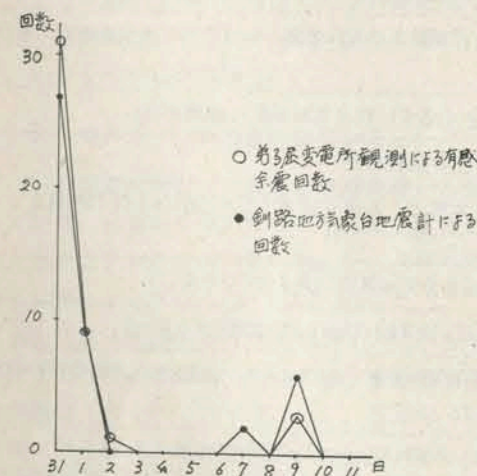
いずれの箇所においても、列車は徐行通過することができた。



第13図 国鉄川湯—みどり間での亀裂の状況

§3. 余震について

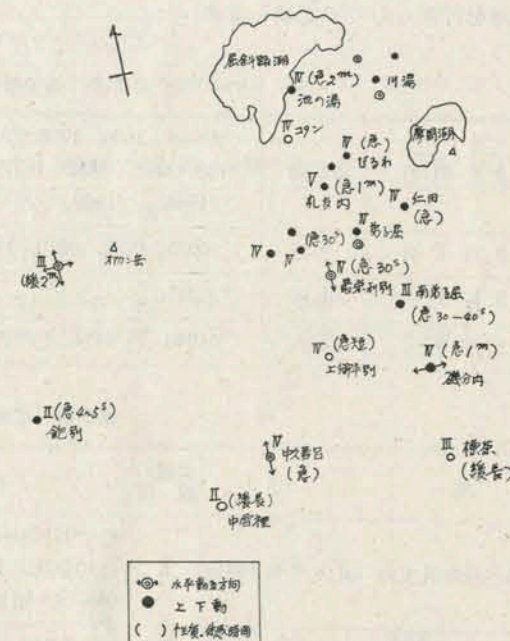
8月31日16^h49^mの本震から9月10日までの釧路地方気象台59型電磁地震計(倍率100倍)による余震回数は43回(本震を含め有感回数6回)で、日別回数をみると双曲線公式型の減衰を示している。また9月9日にはやや活発な地震活動がみられる。



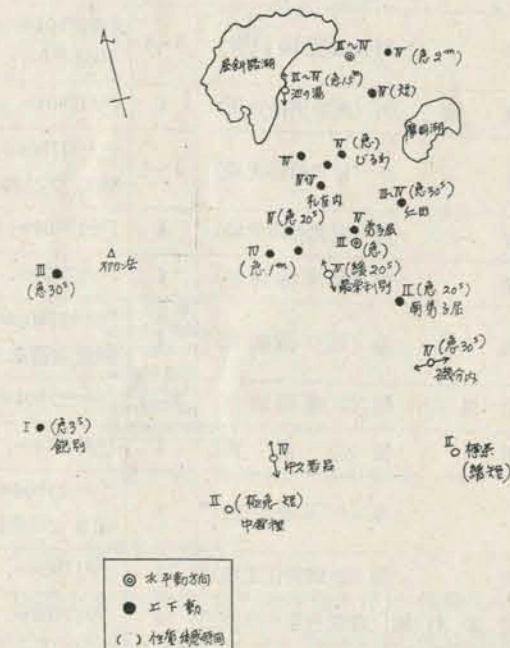
第14図 日別地震回数

P～S 別の回数をみると9日以前には8sec前後が多くなっているが、9日13^h39^mの地震以降では

P～S がやや短くなっている。



第15図 1965年8月31日16時49分の地震の震度、性質及び振動方向(現地及び通信調査による)



第16図 1965年8月31日17時04分の地震の震度、性質及び振動方向

北海道電力弟子屈変電所では9日まで有感地震の観測を行なったので記載します。現地調査によるききこみおよび* 通信調査による各地の余震の状況は次のとおりです。

第1表 弟子屈変電所での有感地震観測

日	回数	震度
8月31日	31回	①1649, 1650, 1705, ①1710, 1718, 1721, ①1729, ①1734, ①1737, ①1740, 1754, 1758, 1825, 1832, 1837, 1843, 1901, 1905, 1907, 1920, ①1921, 1923, ①1937, ①1938, ①1940, ①1947, ①1957, ①2143, 2205, ①2335, ①2340.
9月1日	9回	①0035, 0038, 0059 ①0111 ①1413, ①1900, 1901, ①1902, 1902.
9月2日	1回	①1235.
9月9日	3回	①1340, ①1414, ①1722.

第2表 現地調査による余震状況

地 点	本震の震度	余 震
弟子屈町札友内 (札友内小学校)	5	①17h04m. 本震から17h04mまで連続して①あり, これから22h30mまでは10分間に1回の間隔で②-③起こる. 22h30m~24h頃までは収まる. 1日0h~04m頃までは時々小さい①あり. 1日04h~12hまでは①4回あり.
び る わ (びるわ駅)*	4	①17h04m (本震よりやや弱い) 31日20h頃まで30回位の余震あり.
弟 子 屈 市 街 (弟子屈町役場)	4	①17h04m 本震から17h04mまで5~6回. 17h04m~19h30mまで30回ぐらい. 夜中も時々①あり. ①1日19h頃.
鑑 別 (鑑別国鉄寮)	3~4	①17h04m 本震から17h04mまでに3回ぐらい. 17h04m~1日01h頃までに10回ぐらい. ①2-③1日04h頃.
奥 春 別 (奥春別保育所)	4	①17h04m 本震から17h04mまで5~6回. 夜中に1回あり.
ポ ン ト (屈斜路郵便局)	3~4	①17h04m, ①17h15m (本震より大). 本震から17h15mまで時々①あり. 夜に①-②時々あり.
古 丹 (民芸品作業場)	4	①17h04m (本震より大きく感ず) 夜まで断続的に余震あり.
和 琴 (和琴博物館)	4	①17h04m. 夜まで3~4回の余震あり.
池 の 湯 (池の湯館旅)*	4	①17h04m, ①17h15m (本震より大きく感ず) この①から1日15h頃まで7回位余震あり.
川 湯 市 街 (川湯国鉄寮)	3~4	①17h04m. 以降1日朝まで7~8回 (最大で②ぐらい).
川 湯 (川 湯 駅)	4	①17h04m. 夕方8~9回. 夜4回ぐらい (最大で②ぐらい).
仁 多 (仁多小学校)*	4	①17h04m. このあと1日18h頃までに13回ぐらい余震あり. 31日17h~18h頃までの余震が激しかった.
虹 別 (鮭鱒孵化工場)*	4	①17h04m. このあと1日0h30m頃までに8回余震あり.
最 栄 利 別 (最栄利別小学校)*	4	①17h04m. このあと1日04h頃までに6回余震あり.
奥 春 別 (奥春別小学校)*	4	①17h04m. これより1日夜まで10回ぐらい.
奥 春 別 (豊生部落)*	4	①17h04m. これより1日夜まで10回ぐら.

地 点	本震の震度	余 震
奥 春 別 (第 5 部 落)*	4	①17h04m. 2日05h頃まで10回ぐらい.
川 湯 (国鉄川湯苗圃)*	4	①17h04m. (本震より大きく感ず) ①19h40m, 19h57m, 23h35m ①1日19h00m.
南 弟 子 屈 (南弟子屈駅)*	3	①17h04m. このあと1日20h頃まで6回 (余震の最大は1日19h頃で②)
標茶町磯分内 (磯分内駅)*	4	①17h04m. このあと2日20h頃10回ぐらい.
" 中久着呂 (農協支所)*	4	①17h04m. このあと31日24hまで5回ぐらい.
阿寒町阿寒湖畔 (山 口 氏)*	3	①17h04m. このあと31日23h40mまで1回. ①1日07h (9日の余震 ①13h40m, ①14h12m, 14h53m, 17h21m, ①20h20m.)

* は通信調査による. 9月3日までの状況

§ 4. 地変について

今回の地震では著しい地変は起こっていないが, 地面のひび割れ程度のものが所々で生じた.

- 弟子屈町市街の道路2カ所 (幅1cm 延長20m ぐらい)
- 川湯駅ホーム (幅1cm 延長10m ぐらい)
- びるわ駅前 (幅1cm 深さ1m 延長5~10m)
- 仁多小学校付近町道の盛り土両側 (幅5cm 延長10m ぐらい)

v) その他札友内・奥春別・びるわ開拓地で若干発生. 地震直後からヌプリオンド山から落石があり, かなりの岩石が崩落した.

§ 5. 井戸水・川水の変化について

i) 井戸水の変化した所では地震直後から気がついている. 札友内小学校の井戸水は地震直後から泥水となり1日09hすぎ普通に復した. 古丹では1日ひるに至っても普通に復していなかった.

ii) 川水は釧路川では屈斜路湖流入口から弟子屈市街まで地震直後から汚濁し, 登音頭付近の釧路川の黒濁は1日04hごろ普通に復し, 札友内・弟子屈市街では1日朝までに普通に復した.

鑑別川は中流の奥春別でうすく濁ったもようである.

iii) 温泉は鑑別・弟子屈・川湯・屈斜路湖畔の各温泉とも変化なく, 屈斜路湖の状態にも変化はみら

れなかった.



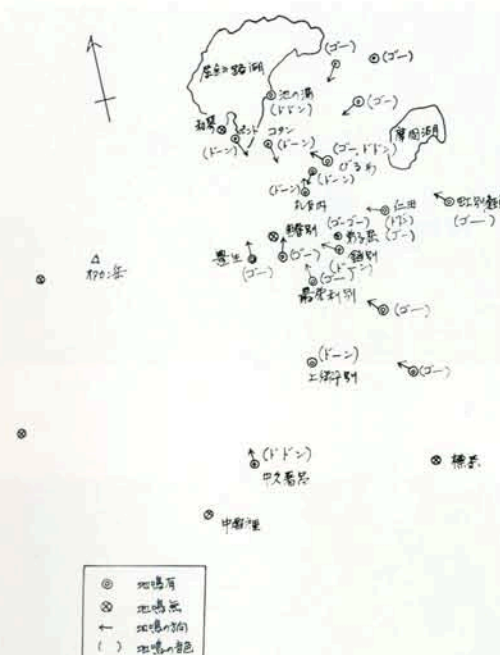
第17図 井戸水, 川水の変化

§ 6. 地鳴りについて

18図には31日16h49mの地震に伴う地鳴りの状況を示したが, これによると地鳴りの方向はほぼ震央に集中していることがみられる. 次に各地における地鳴りの状況を記載します.

第3表 各地の地鳴りの状況

地 点	地鳴りの状況	どの地震に伴うか	音 色	地震との関係	地鳴りの方向
札 友 内		ほとんどの①に伴う	31日16h49m, 17h04mの①にはドスンと下からつき上げてくるような感じ。小さい①に伴う音はザー	①とほとんど同時にきこえる	N
び る わ		"	ゴー, ドドン	①の直前	NW
弟 子 屈 市 街		"	大きな①にはゴーゴー 小さな①にはドン	"	不 明
鑑 別		①-③以上の①に伴う	ドーン	"	ベケレ方面
奥 春 別 (保育所)		ほとんどの①に伴う	ゴー	"	SE
ポ ン ト		大体の①に伴う	ドーン	"	弟子屈市街方面
古 丹		"	大きな①にはドン 小さな①にはゴー	"	登 音 頭
和 琴		気がつかず			
池 の 湯			ドドン (ハッパのような音)	不 明	不 明
川 湯 市 街		ほとんどの①に伴う	大きな①にはゴー (列車がホームにはいつてくるような音) 小さな①にはドン	①とほとんど同時	アトサヌブリ
川 湯 駅		"	31日16h49m, 17h04mの①にはゴー (列車がホームにはいつてくるような音) 小さな①にはドン	①の直前	アトサヌブリ
仁 多		"	ドドン・ゴー	"	WNW (札友内方向)
虹 別		"	ゴー	"	NW
最 栄 利 別		"	ゴー	"	屈 斜 路 湖
奥 春 別 (小学校)		"	ドドン	①とほとんど同時	NNE
" (豊 生)		"	ゴー	①の直前	ベケレ (N) 方向
" (第5部落)		地鳴りなし			
川 湯 (鉄道苗圃)		大きな①だけに伴う	ゴー	①とほとんど同時	不 明
南 弟 子 屈		"	ゴー	①の直前	NW
磯 分 内		ほとんどの①に伴う	ゴー	地震とほとんど同時	NW
中 久 著 呂		大きな①だけに伴う	ドドン	①の直前	N
阿 寒 湖 畔		な し			
上 御 卒 別		大きな①だけに伴う	ドン	①の直前	不 明



第18図 地鳴りの種類と方向

§ 7. 被害の状況について

今回の地震では震央とみられる札友内からびるわ開拓地付近にかけての被害が大きくでている。しかしこの他の地域の被害は小さく若干ある程度であった。

- 建物の全壊 ブロック建て2戸 (びるわ開拓地)
- 集合煙筒傾斜 2基 (札友内小学校)
集合煙筒亀裂 7基 (札友内小学校5・川湯駅前小学校2)
- 壁脱落・亀裂 札友内小学校・びるわ小学校で顕著。最栄利別小学校・奥春別小学校・弟子屈市街の民家数軒で若干
- サイロひび割れ 4基 (ポント・奥春別・札友内・びるわで各1基)
- 商品の落下による被害 若干 (弟子屈市街・川湯市街・川湯駅前の商店で酒びん類・薬品類落下)

vi) 一般民家・学校の棚上のものの落下・家具類の転倒による被害 若干 (札友内・びるわ・ポント・古丹・弟子屈市街・川湯市街・川湯駅前・磯分内)

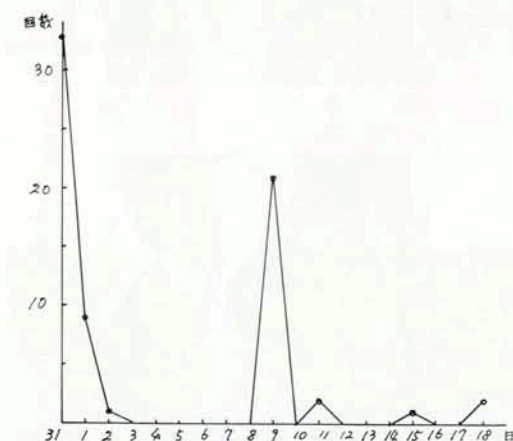
vii) その他土木被害・鉄道被害若干
なお以上の被害はほとんどのところで 31日 16h49mの地震によって生じたが、びるわ開拓地のブロック建ての崩壊は31日 17h04mの地震によって生じた。

§ 8. 足寄町野中温泉に設置の56型地震計による観測

8月31日から9月20日までの余震状況は別紙のとおりです。これによると余震は双曲線公式型の減衰を示しているが、9月9日には再び余震が増加している。P~S時間をみると、9月9日以降の余震は8月31日~9月2日までの余震より1.5~2秒短くなっていることが顕著に現われている。

また阿寒湖畔の有感地震についてみると9月9日以降の地震は8月31日に比べ、震度・回数とも強くなっている。

これは余震域が西に移動したものと考えられ、注目すべき事象と考えられる。



第19図 足寄町野中温泉における56型地震計による日別余震回数



写真 1. 札友内小学校の傾斜した集合煙筒右（東側）のものほど傾斜が著しい



写真 2. 札友内小学校の壁の亀裂



写真 3. 同小学校廊下はりのひび割れ（中央のはりに亀裂がみえる）



写真 4. 教員住宅の土台ずれ



写真 5. 墓石の転落（第7図で示した墓石）



写真 6. 墓石の移動（第9図で示した墓石）



写真 7. 墓石の回転（第10図で示した墓石）



写真 8. びるわ開拓地 神氏宅のブロック崩壊（札幌 横山技官撮影）



写真 9. びるわ開拓地 神氏宅のブロック崩壊



写真 10. 梅村氏宅ブロックの崩壊（家屋南西の角）



写真 11. 梅村氏宅ブロックの崩壊（NHK 釧路放送局提供）



写真 12. 梅村氏宅における家具類の転倒状況（NHK 釧路放送局提供）

福井の観測資料からみた地震活動調査*

吉 岡 虎 雄**

550.340.1

§ 1. 福井における地震記象と震央位置との関係について

1. まえがき

いままで福井地方気象台で蓄積された地震記象を整理し、記象と震央位置との関係を調査した。きわめて概念的であるが、その特性を述べる。

2. 調査方法

震央、深さ、時刻は地震月報からとり、日本付近の地震を主とし、深さ $h < 100\text{km}$, $h \geq 100\text{km}$ とにわけた。記象は、この調査に使える程度の大きさのものを選出したので、資料数が限定され、ある地域の記象の代表性については、裏付の数が少ないものもあるが、あえて記載した。調査期間は、昭和34年5月から38年8月までで、使用地震計は、54型普通地震計、調査期間中の常数は第1表に記す。

3. 記象の分類

i) $h < 100\text{km}$ の地震記象

- (1) 各記象を型別に分け調査し、その記象を第1図に示す。
- (2) 第1図の各記象型の震央分布地名と、その特徴を第2表に記す。
- (3) 各記象型の震央分布範囲を第2図に示す。
- (4) 各記象型の単位区分を第3図に示す。
- (5) 概要
 - ア) 太平洋側の記象は、一般に紡錘型といえるが、F型の紀伊水道付近のものは、内陸型に属し、紡錘型記象出現の方向の限界を示す。一方D型は、内陸まで広がっているが、紡錘型を示し、L型の山梨県より内陸型となる。
 - イ) 表面波はG, E, D型までの記象にはっきり認められるが、それより福井に近いものは、一見して判定しにくくなる。

第1表 使用地震計常数
簡 単 微 動 計

成 分	重錘の質量(kg)	倍 率	周 期(sec)	摩 擦(mm)	制 振 度
南 北 動	18	40	3.9~4.0	0.1~0.3	3~4
東 西 動	18	40	4.0	0.2~0.3	3~4

54型普通地震計

成 分	重錘の質量(kg)	倍 率	周 期(sec)	摩擦値(mm)	制 振 度
南 北 動	22.5	53~55	2.0~2.1	0.2	7~8
東 西 動	22.5	52~55	2.0	0.2	7~8
上 下 動	22.5	52~55	2.0	0.2	7~8

* T. Yoshioka: Investigations of Seismic Activity from Seismograms Obtained at Fukui (Received Feb. 14, 1966)

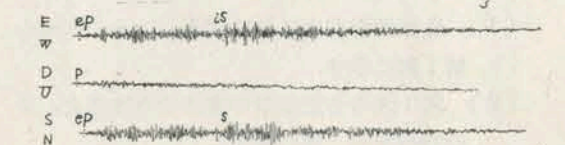
** 福井地方気象台

ウ) P 波初動より振幅が急増する先太りの顕著なものは, I, B, O 型である。

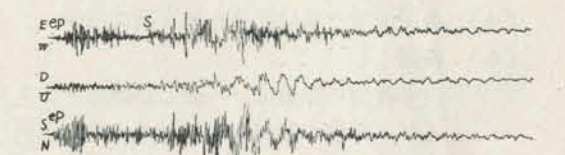
エ) 遠地にもかかわらず, 常に初動のはっきり出現するものは, I, B, O 型である。

ii) $h \geq 100$ km の地震記象

(1) 第4図に各記象型の実例を示す。



第1図A A型1962 IV 23 15h00m40s ϕ 42°14' λ 143°55' H60km $\odot$



第1図B B型1960 III 21 02h09m10s ϕ 39°48' λ 143°30' H60km $\odot$



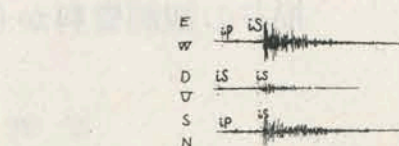
第1図C C型1962 IV 26 00h47m52s ϕ 38°14' λ 143°05' H60km $\odot$



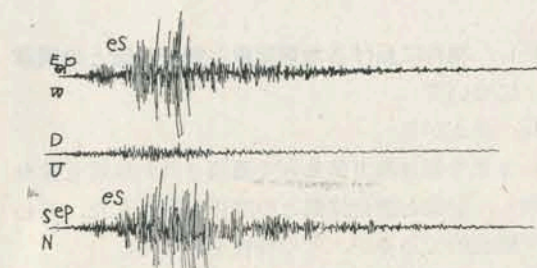
第1図D D型1961 I 16 16h21m22s ϕ 36°02' λ 142°16' H40km $\odot$



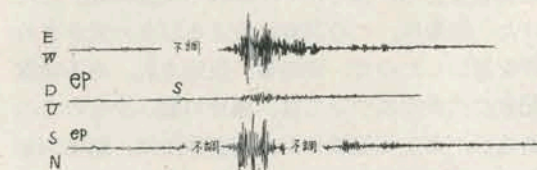
第1図E E型1962 VIII 26 15h49m48s ϕ 34°06' λ 139°08' H20km $\odot$



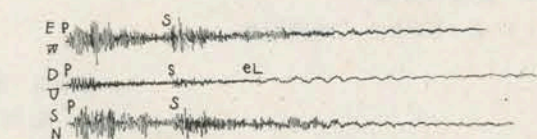
第1図F F型1962 III 21 00h40m05s ϕ 33°47' λ 135°04' H60km $\odot$



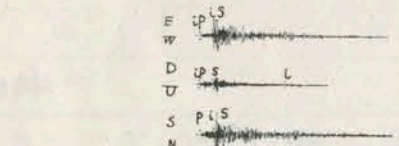
第1図G G型1960 I 31 14h09m09s ϕ 32°54' λ 35°00' H浅 $\odot$



第1図H H型1961 XI 27 14h58m40s ϕ 31°18' λ 131°33' H40km $\odot$



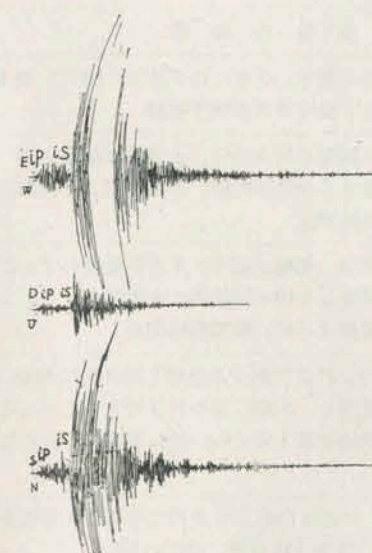
第1図I I型1961 VII 18 23h05m28s ϕ 29°37' λ 131°46' H60km $\odot$



第1図J J型1962 V 11 00h10m01s ϕ 36°24' λ 136°48' H0km $\odot$



第1図K K型1963 IV 21 22h03m04s ϕ 35°15' λ 137°38' H20km $\odot$



第1図L L型1959 IX 24 07h23m43s ϕ 35°42' λ 138°24' H10km $\odot$



第1図M M型1959 XI 20 19h34m11s ϕ 35°30' λ 136°30' H0~10k $\odot$

第1図N N型1961 V 7 21h20m29s ϕ 35°02' λ 134°30' H20km $\odot$

第1図O O型1959 V 4 16h20m57s ϕ 52°1/2' λ 159°1/2' H浅 $\odot$

第2表 各記象型分類表

分類型	震央地名	深さ(km)	記象型の特徴
A型	北海道南東海岸, 十勝沖, 浦河沖	60~80	P 波初動より10数秒後にやや大きな振幅現われ, その後も S 波程度の振幅が間欠的に卓越する. したがって S 波初動検出困難. 上下動は S 相発現後約30秒より表面波がやや明瞭に現われる.
B型	岩手県沖, 三陸沖, 青森県東海岸	20~70	P 波 S 波とも振幅の増衰激しく, P 波初動より直ちに振幅増大し, 後間欠的に卓越するが, 初動直後の振幅より小さい. S 相発現後間もなく表面波現われ, 特に上下動に顕著である. S 相発現の検出困難なこと多し.
C型	宮城県沖, 金華山沖	0~60	B, D型の中間相といえるもので, S 相初動はやや検出容易で, P 波初動よりの振幅の程度はB型に比べ弱い似ている. S 波出現後約10秒後に最大振幅が出る.
D型	宮城県沖, 千葉県中部, 福島県東方沖, 茨城県南西部及沖, 銚子沖, 金華山沖	0~80	紡錘型で P 波初動より10秒ぐらゐは微弱な振幅で後次第に漸増し, その途中の S 波初動の検出困難. 上下動は長周期の表面波が明瞭である.
E型	三宅島付近, 新島近海	0~40	記象はやや紡錘型に属し, S 波初動振幅大きく検出できるもの多し. D型に似る.

分類型	震央地名	深さ(km)	記象型の特徴
F型	紀伊水道、紀伊半島南部	10~60	初期微動小さく単調な振幅が続き、S相に至り急激に増大し明瞭である。30秒以後減衰する。上下動はS波初動不明瞭。
G型	室戸岬南東沖	浅	初期動継続時間中、中程に振幅の増大あり、上下動は振幅小さく不明瞭、S波初動は振幅の急増なくやや不明瞭、S相発現より次第に増大して1分ほど継続し後急激に減衰。
H型	宮崎県南東沖、東沖	0~60	P波、S波初動小さく、単調な振幅が続き、S波初動はわずかに大きく判別できる程度。S波発現後より40~50秒後に大振幅となり、2~3回卓越する。その後急激に減衰するが、総震動時間長し。
I型	屋久島近海	60	H型とはかなり違った相で、P波初動より急増し間欠的に卓越しながら、S波発現まで次第に減衰し、S相に至り再び増大するが、その立ち上がりは明瞭ではない。S相発現1分ぐらゐ後に表面波が見られ、特に上下動は明瞭に出る。
J型	能登半島、石川・富山県境、岐阜県北部	0~40	P波初動不明瞭、S明瞭。P波は初動よりS波に至るまで振幅を次第に増しS波初動は急に増大、後徐々に減衰。周期は短い。
K型	岐阜・長野県境、長野県南部、西部、岐阜県、岐阜・福井県境	0~20	全体の型はJ型に似るが、長周期の波がやや混り、S相発現後2度目の振幅の増大がJ型より明瞭である。
L型	山梨県西部、箱根付近、志摩付近、長野県南部	0~20	大記はP波初動後振幅急増し、S波初動直前に急激に減衰する。また振幅の割りに震度弱し。S相発現後1分後に減衰大。
M型	岐阜県西部、南西部、伊吹山付近、鈴鹿山脈	0~40	J型に似ているがP波初動やや明瞭、S波明瞭。ただし周期短く方向不明。S波出現後約10秒後に不安定なジグザグ模様の変動振幅あり。
N型	兵庫県西部、南東部	0~20	P波初動不明瞭、単調な初期動続き、S波立ち上がり明瞭なるも大きな振幅とならず次第に増大し、5秒ぐらゐの間を置き振幅増大しながら減衰に向かう。
O型	カムチャッカ半島	浅	A型に似る。P波初動より数10秒後に振幅増大し、以後間欠的に振幅の増大を繰返す。S波発現までに次第に減衰するが、S波の立ち上がりにより再び増し遠地にかかわらず明瞭である。ただしS波立ち上がり以後の振幅は初期微前半の振幅より小さい。上下動はP波初動直後より短周期中に長周期入る。S波は三成分とも長短の周期入り混る。

(2) 型別記象の特徴は第3表に示す。

(3) 各記象型の震央分布と単位区分は第5図に示した。

(4) 概要

ア) 比較的大きな記象は、P波S波とも初動は、だいたいはっきりしている。

イ) 九州南方の記象は、極く浅い地震を除き、 h が100km以下、以上の区別がむずかしい。

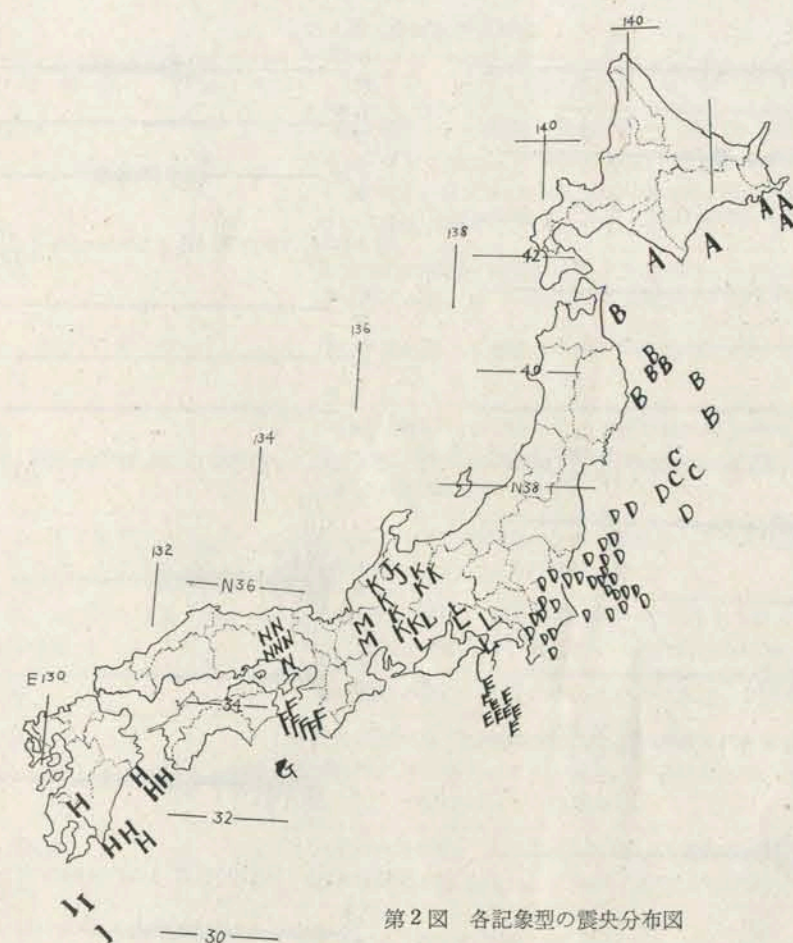
ウ) a, b, c, g, i型は記象中、特に大きな振幅は出ない。

a, h型は、P波初動より振幅急増し、先太りの型となる。

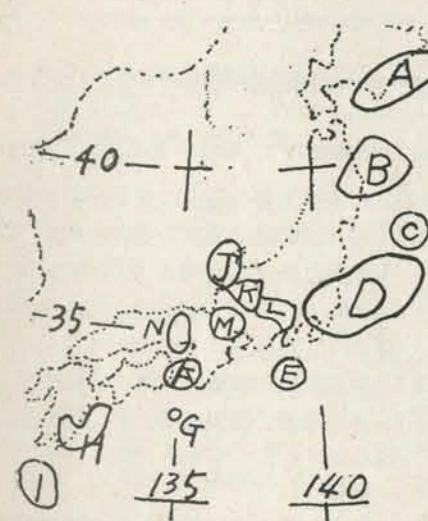
e, d, f型は、P波S波の区別が明瞭である。

4. 福井県内および付近に発震した地震記象について

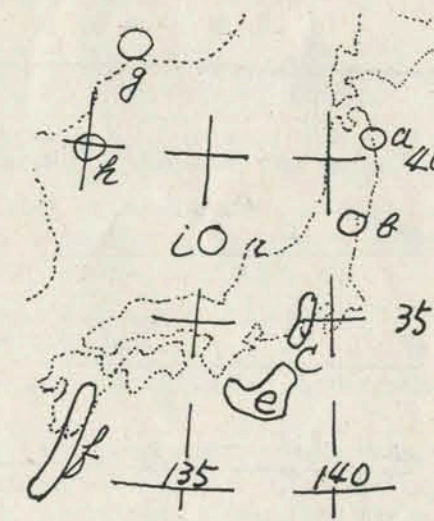
福井県内は多発地震地域であるので、地震記象の様相を明らかにするため、とくに調査した。このため前記調査期間では資料が不足なので、簡単微動計の記象も追加使用した。もちろん、簡単微動計は現用の普通地震計とは、記象が若干違うため、区別し



第2図 各記象型の震央分布図



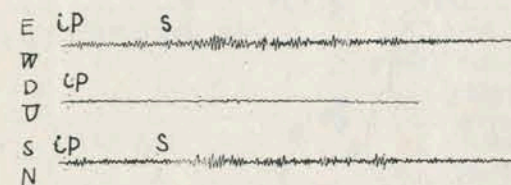
第3図 各記象型単位区分図



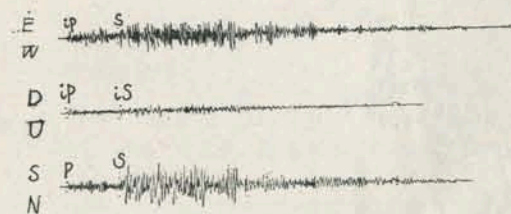
第5図 各記象の震央分布と単位区分



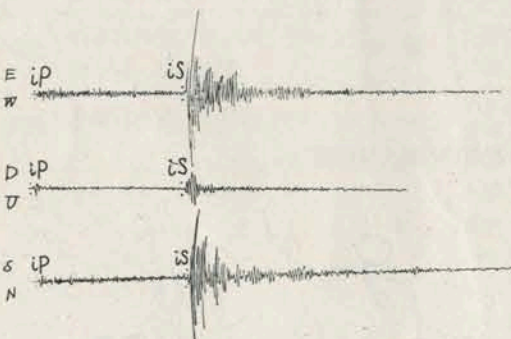
第4図-a a型1960 X 9 18h02m13s ϕ 40°48' λ 141°21' H100km



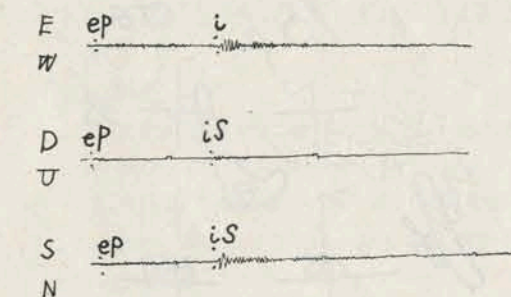
第4図-b b型1960 XI 26 06h55m18s ϕ 38°06' λ 140°45' H100km



第4図-c c型1962 II 6 07h56m35s ϕ 35°52' λ 139°17' H120km



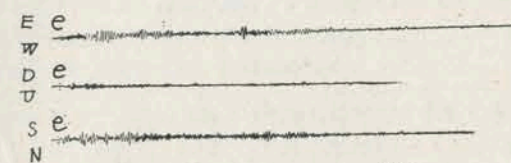
第4図-d d型1962 XII 7 23h05m26s ϕ 29°12' λ 139°35' H400km



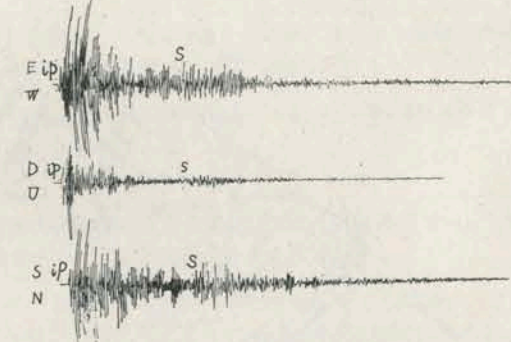
第4図-e e型1962 X 17 21h40m13s ϕ 33°17' λ 138°01' H320km



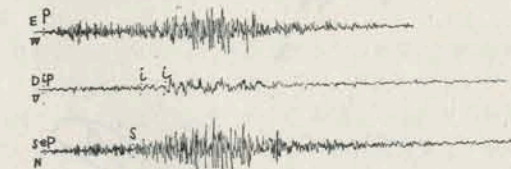
第4図-f f型1960 III 4 12h54m51s ϕ 30°54' λ 130°42' H140km



第4図-g g型1959 X 29 23h32m23s ϕ 43° λ 131° H550km



第4図-h h型1960 X 8 14h54m50s ϕ 40° λ 130° H650km



第4図-i i型1962 IV 11 08h55m05s ϕ 37°34' λ 135°27' H320km

であるが、記象の概要を見るための目安となろう。

(1) 第6図に各記象型の实例を示す。県内発生地震はほとんど h が 0~20km で、 h が 50km 以上のものはほとんどないので、深さによる区別はつけなかった。

(2) 型別記象の特徴は、第4表に示す。

(3) 各記象型の震央分布と単位区分を、第7図に示す。

(4) 概要

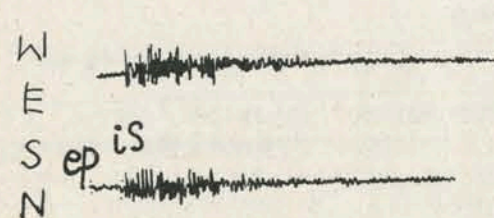
ア) B, C 型は S 波初動が大きな振幅の記象となる。

第3表 各記象型分類表

分類型	震央地名	深さ(km)	記象型の特徴
a	青森県東部	100	P波S波ともに同程度の振幅が続き、間欠的に振幅が卓越する、したがってS波の立ち上がり判定困難。上下動はS波発現より短長の周期入り混る。P波初動は明瞭、H<100kmのB型と異なる相は、B型ほど激しい振幅の増減はない。
b	宮城県南部	100	初期微動は単調な振幅が続きS波発現時より約15秒後に振幅増大し後間欠的に卓越する、S波初動やや不明瞭。
c	神奈川県・東京・埼玉県境、駿河湾	120~240	P波S波初動とも明瞭。P波、S波とも間欠的に振幅卓越している。
d	鳥島付近	400	P波初動明瞭・上下動はP波初動直後振幅一時増大。水平動はS波初動急激に増大、短時間にて急激に衰え、上下動のS波初動明白だが振幅は水平動と逆に急増しない。
e	八丈島南方、中部地方沖、紀伊半島南方沖、志摩付近	320~450	P波初動小さいが明瞭、S波初動明瞭。S波発現までに次第に減衰し、S波初動より約7~8秒振幅は卓越する。
f	大隅半島沖、奄美大島北東沖、熊本県南部	100~160	P波初動不明瞭。初期微動は均一的な振幅が続きS波初動はe型ほどではないが明瞭。S波発現後1分後に再び振幅増大。
g	沿海州南部	550	P波初動不明瞭。S波初動不明瞭特に卓越した振幅なし。
h	日本海北西方	650	P波初動明瞭、直ちに振幅増大約20秒続く。S波初動は初期動と同程度の振幅が連続するので判定困難。P波初動直後の振幅より以後大なる振幅なし、大振幅のわりに震度弱し。
i	能登半島北西沖	320	P波初動不明瞭。次第に振幅を増しS波初動判定困難、発現時約1分後より周期の乱れ現われ、特に上下動に大周期が明瞭に混入する。

第4表 各記象型分類表

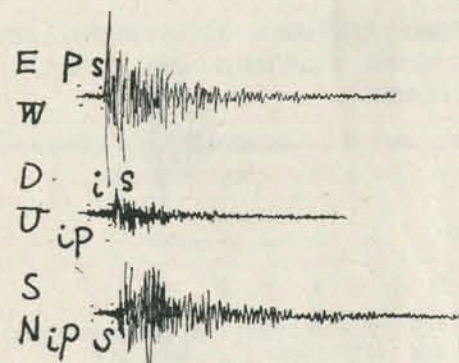
分類型	震央地名	深さ(km)	記象型の特徴
A	A ₁ 名田庄東部、敦賀市付近、武生市東部、南条郡上温谷	0~20	P波初動不明瞭、急激にS波初動「ビツ」と現われ、後同程度の振幅続き後徐々に減衰、途中第2表のM型と同様不安定な振幅が出る。
	A ₂ 福井石川県境沖、金津町剣岳、金津町	0~20	A ₁ 型との差異は記象の中ほどよりやや周期長く、ときどき振幅が一時的に大きく出る。
B	B ₁ 九頭竜川・日野川合流点、池田町北東部、足羽郡一乗寺、松岡町、九頭竜川口	0~30	P波初動明瞭、方向不明、初期微動継続時間短く、S相発現時と接近しているが判定できる。S波初動より大なる振幅は後なし。記象中ほどより不安定な振幅が出る、小記象ほどこの現象がはっきりする。
	B ₂ 岐阜県揖斐川上流	0~20	P波初動不明瞭、急激にS波初動現われ、S相発現後約3~5秒ぐらゐ振幅卓越、その後しだいに減衰。
	B ₃ 越前岬沖	0~20	P波初動明白S相発現後15~20秒後に減衰大。後間欠的に振幅3~4回卓越する。
C	大野市西勝原ダム付近、勝山市北六呂師、大野市勝原付近	0~20	P, S波とも初明瞭、ただしP波初動周期短く方向判定困難な場合あり。初期動中に不安定な振幅あり、S波発現後5~8秒後に最大振幅が出る。後間欠的に振幅増大。大きな記象には上下動はS波発現後3~4秒後に長周期混入。



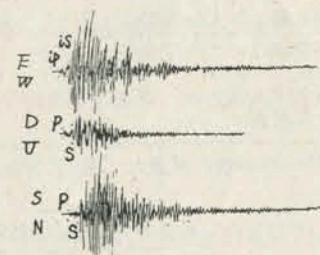
第6図 A₁型 1954 VI 24 16h31m ϕ 35°4' λ 135°75' H 10 km $\odot$



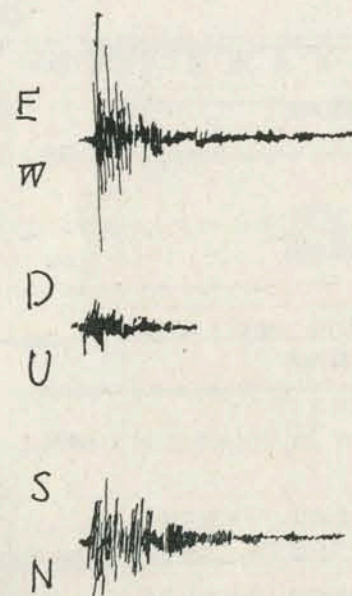
第6図 A₂型 1952 V 14 21h59m ϕ 36°4' λ 136°2' H 10 km $\odot$



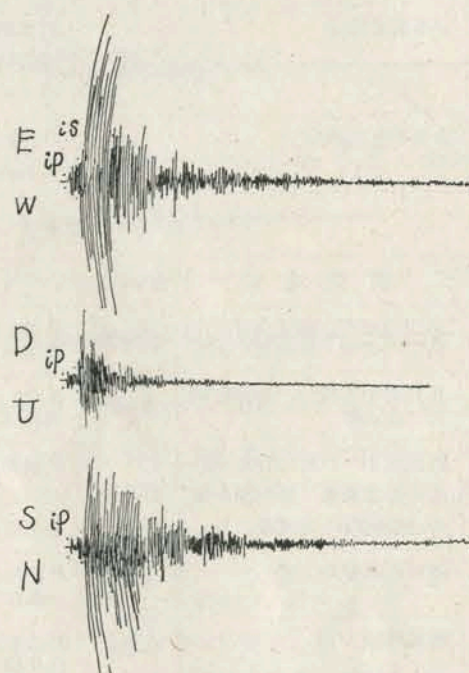
第6図 B₂型 1962 III 5 16h32m42s ϕ 35°40' λ 136°33' H 20 km $\odot$



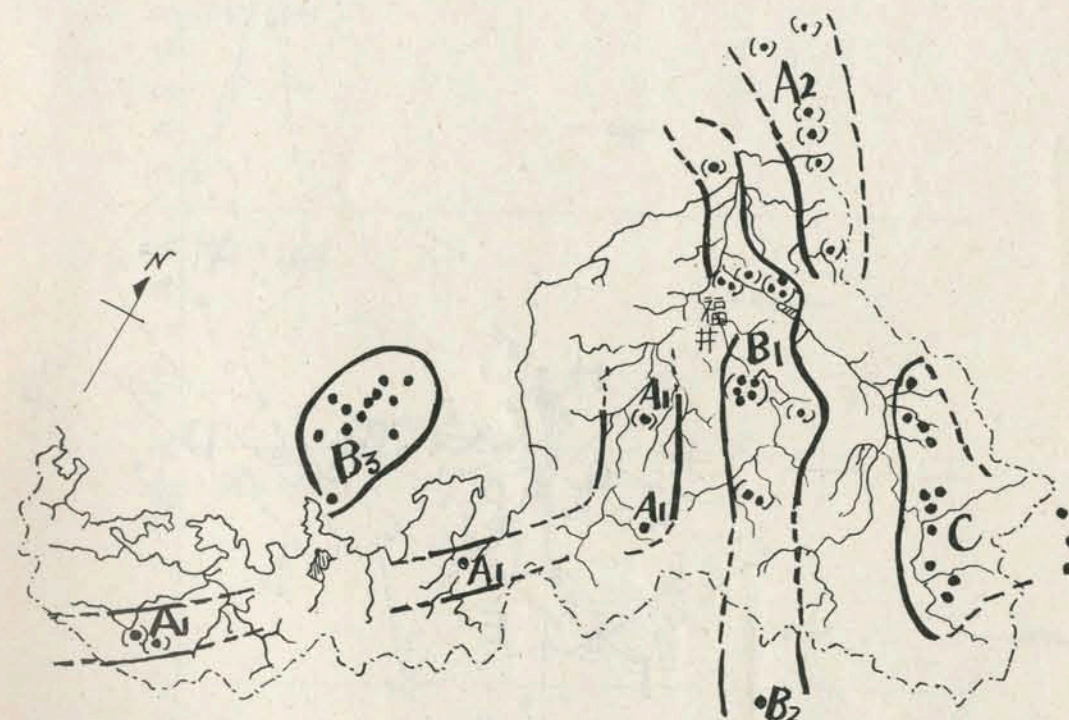
第6図 C型 1961 VIII 25 05h50m11s ϕ 36°02' λ 136°33' H 20 km $\odot$



第6図 B₁型 1960 IV 18 17h13m46s ϕ 36°06' λ 136°12' H 20 km $\odot$



第6図 B₂型 1963 III 27 12h27m55s ϕ 35°48' λ 135°48' H 0 km $\odot$



第7図 福井県および付近の各記象型の震央分布と単位区分図

注 ●印は震央を現わす。(●)印は震央と簡単微動計の記象を使用したことを現わす。

- イ) B型は、S波初動が最大振幅となり、A、C型はS波初動後の5~10秒の間に最大振幅となる。
ウ) A₁, B₁型は減衰する途中にうねりのような振幅がある。

5. 結び

要点については、各章の概要で述べた。上記各型以外に別の型を追加したり、類似相の発現区域を拡充するかどうかは、今後資料の蓄積を待って行なうべきである。

§2 福井で観測された疎密波について

1. まえがき

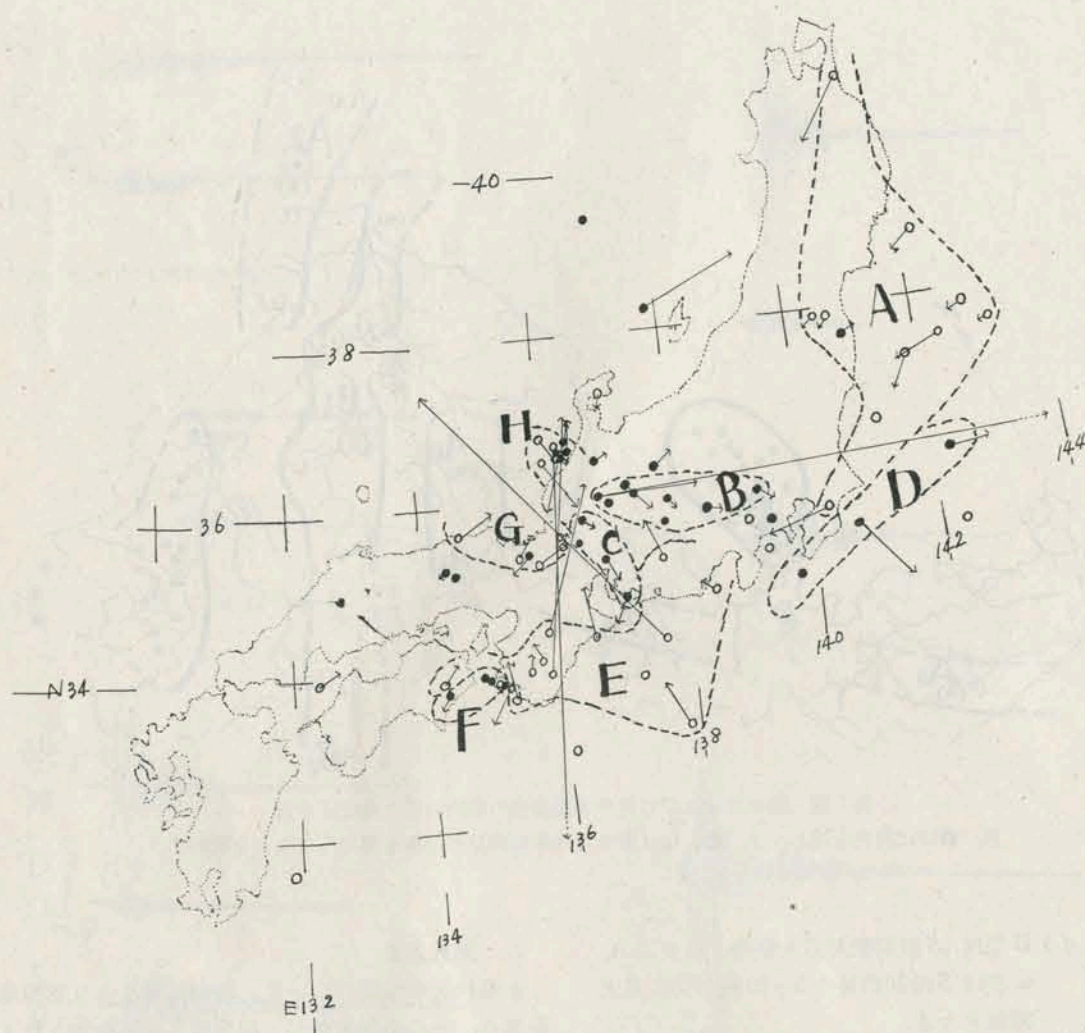
福井におけるP波初動の疎密と震央位置との関係を調べ、いわゆる起震歪力の地理的分布を統計調査した。

2. 調査方法

本邦付近の地震について、地震月報により震源地を知り、その地震記象が、福井地方気象台で、PまたはiPと観測されたもののみを選出して、初動の疎密別、初動方向のかたよりなどについて調査した。期間は昭和24年1月から38年12月までで、その間昭和24年1月から34年4月までは簡単微動計を使用し、上下動はないが資料に加えた(P波初動の水平成分2分の合成ベクトルが震央方向を向くときは上下動は引きであり、また反対のときは押しでなければならぬことによる)。

3. 初動の疎密分布

i) 初動の疎密分布とその初動方向を第8図にプロットし、その活動域より、一連の活動域または、疎密の同じような傾向の地域に留意して単位区分を定めた。また別に、hが120kmまでのものを北緯1



第8図 福井で観測された、本州付近の疎密分布とその初動方向

- 注
- ・初動方向のないものは水平方向不明瞭な資料
 - ・水平初動の方向を矢印で示しその長さは $10\mu=1\text{cm}$

度単位で、深さ別に見たものを第9図に示す。

ii) 考察

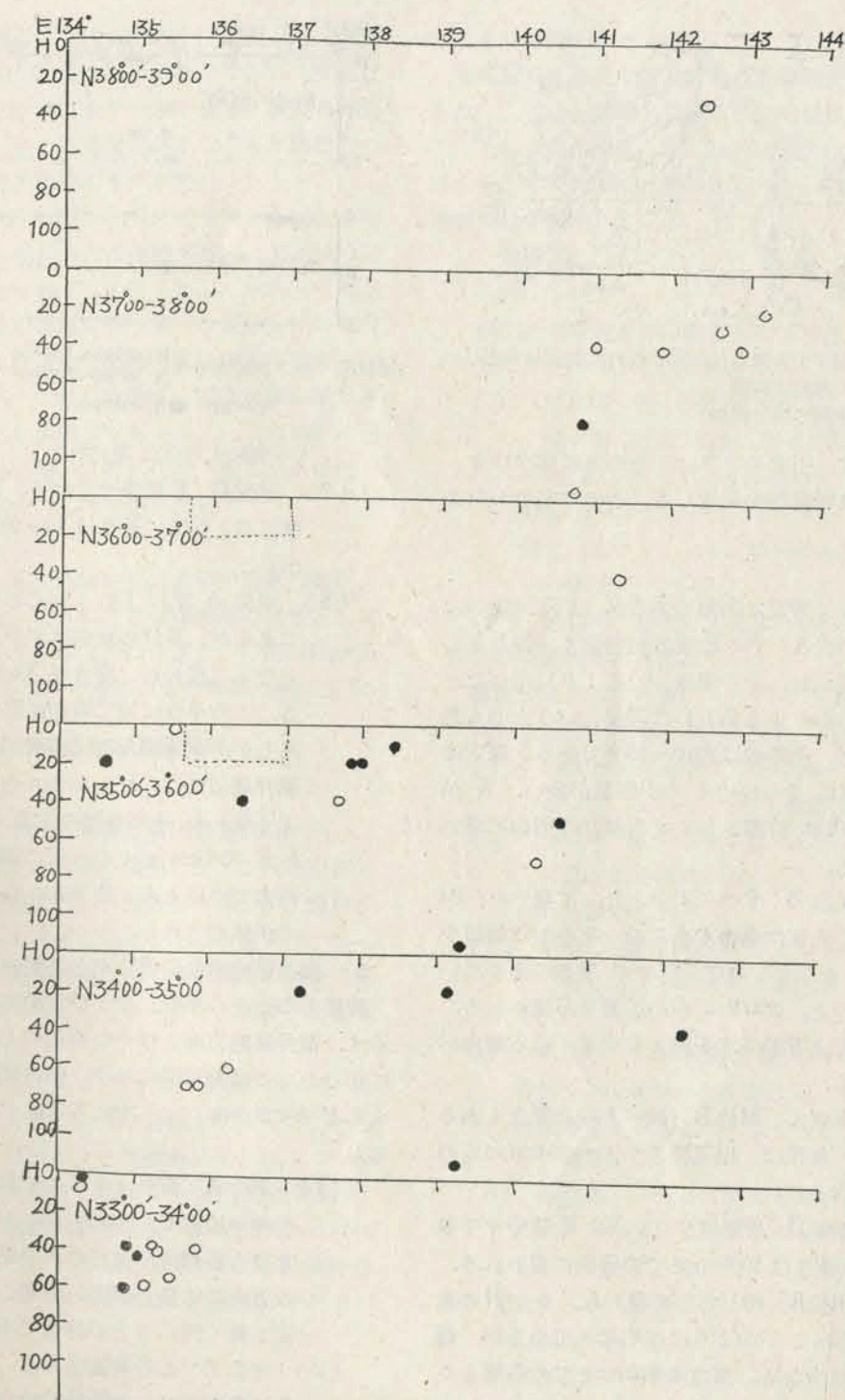
類似記象型の分布と疎密分布単位は、ほぼ同傾向を示すが、単位 A, B は記象型より見て、四つの型に分けられる。これは伝ば路、または伝ば路中の物質の差異によるものと思われる。

千葉以北の東方海上では、 h が40~100km ぐらいのものが観測され、ほとんど押しで現われる。

単位 E, F の間では、疎密波の不連続がうかがわれる。福井県の北東~南東方は引きで現われ、その限界は東方約 250km、南東方は 200km ぐらいまでである。

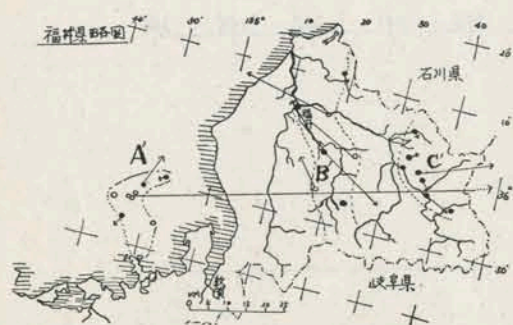
4. 初動とそのかたよりについて

i) 初動の方向(水平面上の)を震央で矢印線で示す。その長さは初動の水平方向の大きさに比例するようにとった。矢印線は押しの際には、震央より



第9図 深さ別疎密分布 ($E134^{\circ}\sim 144^{\circ}$ $h\leq 120\text{ km}$)
($N33^{\circ}00'\sim 38^{\circ}59'$)

- 注
- 印=up ●印=down
 - 図中破線で囲まれた範囲は第4図に示す。



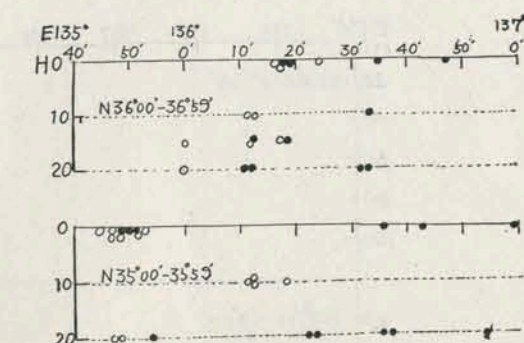
第10図 福井で観測された福井県内の疎密分布と
その初動方向図
注 第1図の注と同様

観測所に向け、引きのときは、その逆に向けひき、
矢印線上より観測所を見通して、その左右のかたよ
りを調べた。

ii) 考察

資料が少なく考察は困難であるが、以下に述べる。

- (1) 単位A ややE成分初動強く、押しとして現われ、その偏差(i)により見通したときのかたよる角度)は50度というものもあるが、その他は約10~15度である。深さは40km ぐらいのもの回数が多い。h が100km 前後のものでも初動は明白に現われる。
- (2) 単位B すべて引きとなって現われ、54度の大きな偏差もあるが、その他は偏差少ない。ただし左右一定せず。深さは極く浅いものと、200km 台の二通りが現われる。また上下動は水平動より大きく出る傾向がある。
- (3) 単位C 単位Bと同一系統の懸念もあるが、差異は、出現深さが20~40kmのものが出る。
- (4) 単位D 資料は少ないが、E成分やや強く、深さは100kmまでの各層に現われる。
- (5) 単位E 押しとして現われ、ややNの成分強く、かたよりは左右半々であるが、偏差は少ない。深さは60kmまでの各層より現われている。
- (6) 単位F 単位Eと相接する単位で、引きとして現われる。資料は少ないが、深さは



第11図 深さ別疎密分布
E135°40'~137°00'
N 35°00'~36°59' h ≤ 20km
注 ○印=up ●印=down

0~60km の間に現われる。

- (7) 単位G E成分やや強く、かたよりは一樣に右となる。深さは10~20kmの浅層に出る。
 - (8) 単位h 押し引き、かたよりも左右半々であるが、単位の東側は引き、西側は押しとなって現われ、深さは20kmで一様である。この単位は同じ時期に発生した地震であるが、不連続な内部機構が考えられる。福井周辺では、h が20km ぐらいの初動がよく現われ、その外郭の北東~南方向では、h が350km までの各層に観測され、南~西方ではほとんど約50km 以下の浅層のものが観測される。
5. 福井県地方の疎密分布と初動方向について
疎密分布とその単位、および初動方向は第10図に示す。福井県地方およびその周辺のものを、深さ別に示したものは第11図に示す。県内発生地震はほとんど h < 20 km で、次に各単位について述べる。
- (1) 単位A 資料はすべて昭和38年3月の越前沖地震で、押し引き、左右一定せず、北東と南西方に疎波の水平圧力が働き、他の方向には張力が働いた型とも見える。震源が極く浅いことが特徴であろう。
 - (2) 単位B この発振分布は、根尾断層の延長地帯であり、多発地帯でもあり、第8図の単位C、深さと考え合わせると、これらは同系統と思われる。福井市南東方約10km

の地帯に多発地帯があり、疎密双方の顕著な初動を記録しているが、これは不安定な地層として注目すべきである。福井市付近には、多くの地震例があっても短周期のため、方向不明のことが多い。

- (3) 単位C 単位A, Bにくらべ、かたよりは大きく福井市への位置が悪い。上下動の初動は水平動より大きく出る。昭和36年8月の北米濃地震により多くの資料を得たもので、本震以後次第に発震は西方に移動したものが、このC地帯で、顕著な疎密域である。この事実より考えると、この地帯は発震機構も同一と考えられ、第8図の単位Bと同系統のものと思われる。

6. 結び

福井に現われる、各地地震の初動の疎密分布と、その方向の特徴、それによる発震機構の調査としては、その外郭をうかがったにすぎない。福井県およびその付近は、各単位の境界の集合地帯の感がある。

§3 福井における各地の走時偏差

1. まえがき

さきに福井における地震記象、発現疎密について、各地の震央位置との関係を調査した。これらを参考にして、走時偏差について調査してみたが、資料が少なく地域による特性を知るまでには至らなかった。しかしこの種の調査は多くの観測所の調査の総合により成果が得られるものと信じ、調査したままのものを報告する。

福井市は沖積上にあって、土質は堅固とはいえず、したがって当所の地震計台は岩盤上に達しておらず、列車や気象原因による雑微動が現われ、1~4μのものも多く、大きなものは7~8μ(実動全振幅)はある。このため明瞭な初動の資料数も制限された原因の一つであろう。しかし昭和36年8月、地震計台のかさあげにより、台を強化して現在は、ややその程度は減少している。

2. 調査方法

調査期間は昭和28年1月から38年8月、資料は深さ80km 以下の地震を深さ別にわけ、初動がP, iPと観測されたもののみを重点にした。(ePとして現わ

れたものも補記として記載した)

走時偏差は福井の発現時から震源時を引いて走時を出し、和達、鷺坂、益田氏の走時曲線を基本として、その走時差を出した。使用地震計は昭和28年1月から34年4月までは単微動計を、以後は54型普通地震計を使用している。

3. 走時差について

i) 図について

単位区別の基礎は疎密分布により得た区分を参考にA~Jの10単位にわけた。

(1) 第12図 深さ別各地の走時差

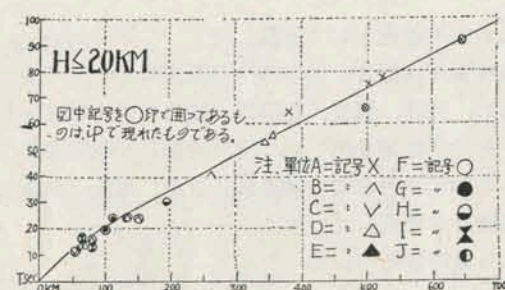
深さを $h \leq 20$ km, $20 < h \leq 30$ km, $30 < h \leq 40$ km, $40 < h \leq 50$ km, $50 < h \leq 60$ km, $60 < h \leq 70$ km, $70 < h \leq 80$ km の7層にわけた。(h = 40~60 km の場合は h = 50 km として使う)

(2) 第13図 震央に走時差の傾向を示した。

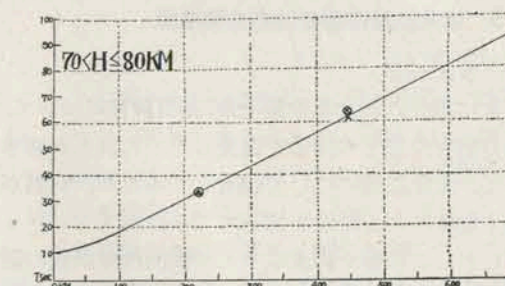
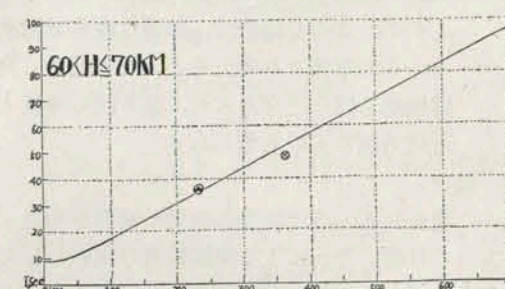
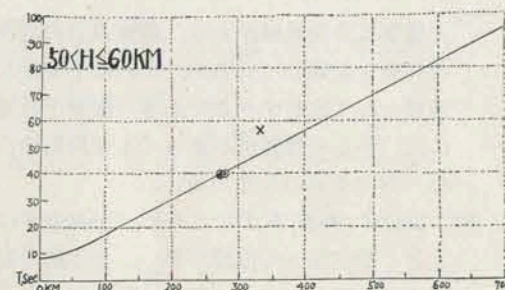
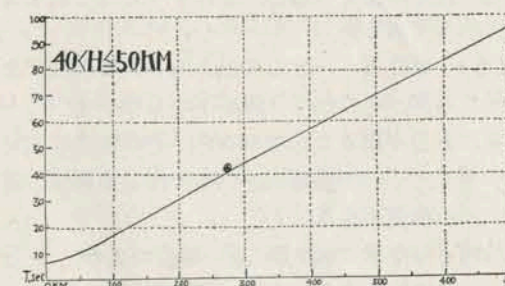
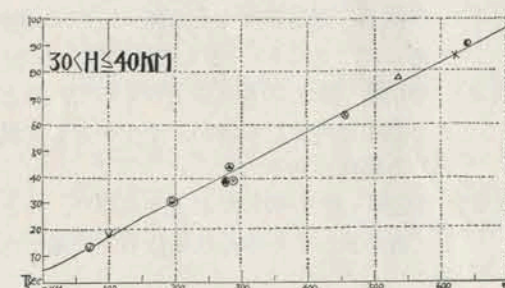
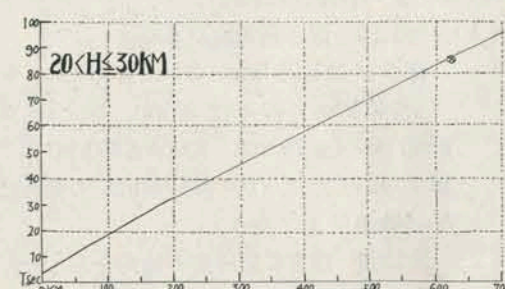
ii) 単位別走時の遅速について

観測誤差などを考慮に入れP, iPで現われた、走時差2秒以上のもののみについて問題にする。

- (1) 単位A 遅速半々でその差-5.6+8.9秒であった。また+・-とも各層に現われる。
- (2) 単位B 深さ20km 以下のもので、ほとんど基本走時線にのるが、やや+として現われる傾向がある。
- (3) 単位C 深さ40km 以上のもので、-として現われ、その時差は単位Bと同様である。
- (4) 単位D +2秒程度のものが1例あるが、資料不足で特性はわからない。(ePで現われた時差をみると、やはり+として出るようである)
- (5) 単位E -として出るものが1例だけあるが、その他、2秒以下のものがすべて+として出ることをみると、その特性は判定しにくい。震源の深いものほど基準線に近い傾向がある。
- (6) 単位F 単位Eに近い単位であり、-として出るようである。資料不足。
- (7) 単位G 大体標準時に合う。資料不足。
- (8) 単位H -として出るようである。資料不足。



第12図 深さ別各地の走時差

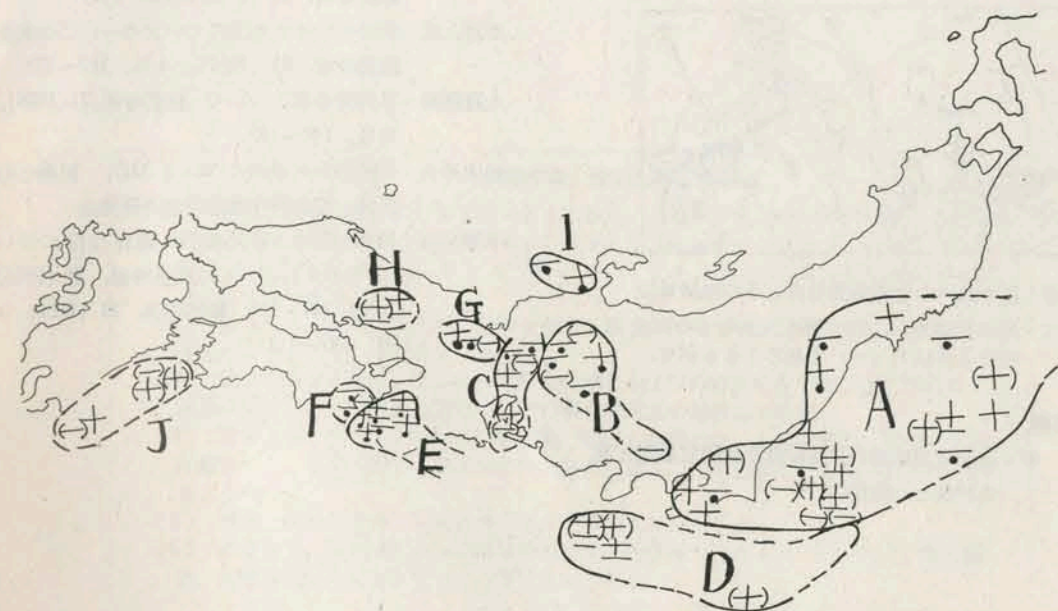


- (9) 単位 I ーとして出るようだ. 資料不足.
(10) 単位 J ーとして出るようだ. 資料不足.

4. 福井県内の走時について
第14図は福井県内発震の走時差を示した.
極く近地の地震であるため, 時差が大きく, 図は
傾向としてのみ見た方がよい.

第15図は福井県内の走時観測地点とその地域単位
である.

- (1) 単位 A すべてーとして現われ, 最大ー
3.1 秒である.
(2) 単位 B ーとして現われ, 最大ー2.6 秒



第13図 走時傾向 (+) 分布図

- 印は初動 ip で現われたもの
() 印で囲まれた符号はepで現われたもの

である.

- (3) 単位 Cーとして現われ, 単位中一番大き
な時差を示し, 最大ー4.6 秒であった.
誤差を考慮しても, その時差は大きい.
この方向に, 走時を遅らせる大きな原因が
あると考えられる.

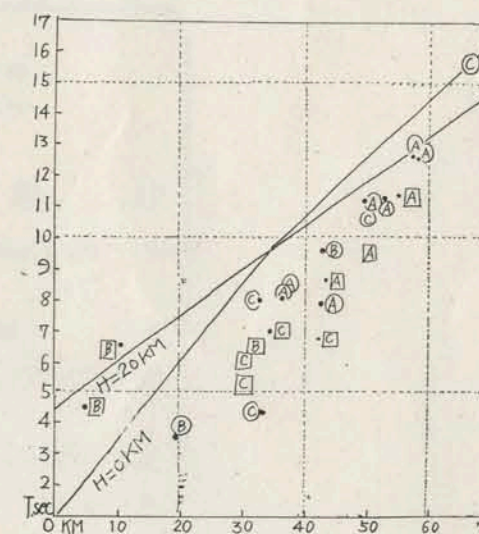
5. 結び

乏しい資料よりうかがわれることは,

- (1) 福井県内の資料は, すべて h が 20 km
以下でーとして現われる. 特に東部の地震
はその差が大きい.
(2) 福井県東方, 岐阜, 埼玉県方面と, 福井
県南東方, 愛知県渥美湾方面はーとして現
われる.

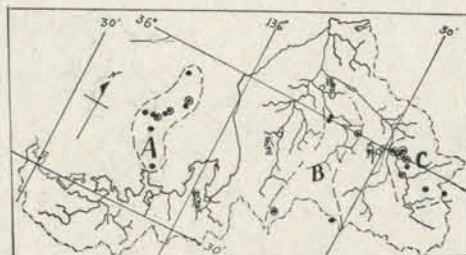
福井県南西方の琵琶湖, 京都方面は大体
基準走時と一致する.

- (3) 傾向として, 太平洋側では+が多く, 内
陸ではーが多い.
各章について少しでも, 今後の参考とな
れば幸いである.



第14図 福井県内発震の走時差

- 注・単位符号を○印で囲んだものは $h=0$ km の地震
□印で囲んだものは $h=10\sim20$ km の地震
・ $h=10\sim20$, $h=20\sim30$ km の地震は走時線 $h=20$
km により見た
・ ●印を付してあるものは初動 ip で現われたこと
を示す



第15図 福井県内の走時観測地点とその地域単位

注・印は発震地，○印で囲んであるものは走時差2秒以上（－）であることを示す。

参考文献

正務 章：東京有感地震のP波初動及地震記象型と震央位置との関係について

験震時報，11（1941），469～511.

雨宮三郎：釧路における地震についての一，二の調査
験震時報，21（1957），4号，167～174.

大龍信雄：日向灘地震について 験震時報，21（1956），
3号，143～147.

鈴木秀夫：越前海岸の波浪について（II），脈動との
関係 昭和35年度北陸地方研究会

宇津徳治：松代の近地々震記象中の顕著な相につい
て（その1），（その2）験震時報，20（1955）
4号，141～144. 験震時報，21（1956），3
号，107～111.

「験震時報」投稿上の注意事項

- （1） 報文は原稿用紙に横がきではっきりと書き，当用漢字新かなづかいを用いる。句読点，は1字分あけ，数字はアラビア数字とする。記号 a と α と d ， C と c ， e と l と ρ ， 0 と O と σ ， r と γ ， S と s ， W と w ， Z と z と 2 ，などはまぎらわしいから特にはっきり書く。
- （2） 論文の長さは当分のあいだ付図を含めて刷上がり8ページ以内，ただし，付図は刷上がり合計3ページ以内とする。
- （3） 報文が論文の場合，その初めに欧文の題目および内容要約をつけ，図，写真および表の説明は欧文とする。報文が報告の場合は欧文の題目をつける。
- （4） 付図は濃いすみで，ていねいに描き，むだな余白のないようにする。図中の文字は縮めても，小さくなりすぎないように大きめに書く。注や説明はわく外に活字にくめるようにする。
- （5） 写真は鮮明なもので，変色やよごれのないものにかぎる。
- （6） 欧文題目，内容要約および原稿中の欧文は活字体でわかりやすくかく，欧文題目，内容要約は，できればタイプライターで打つ。

昭和44年3月26日印刷

昭和44年3月31日発行

編集兼 気 象 庁
発行人

東京都千代田区大手町一ノ七

印刷者 花 崎 実

東京都中央区月島4丁目6-3号

印刷所 大東印刷工芸株式会社

東京都中央区月島4丁目6-3号