

# 報 時 震 驗

第 11 卷 第 2 號

## 本邦附近の地殻内部に於ける 起震歪力に就て

本多弘吉, 正務 章

内容: —1. 緒 言

2. 昭和 2 年~14 年本邦主要地震の分布

3. 昭和 2 年~14 年本邦主要地震の發震機構の研究

a. 深發地震及び稍深發地震 b. 極淺發地震

4. 本邦附近地殻内部の起震歪力とゼオイド及び火山帯等との關係

a. 本邦附近地殻内部の起震歪力 b. ゼオイド及び火山帯等との關係

5. 結 語

### 1. 緒 言

地震波動の驗測結果に基き地震の發震機構を調査すると震源附近の地殻に働いてその地震を惹き起したと考へられる所謂起震歪力を推定することが出来る。而して或る地域内に起つた多數の地震に就て起震歪力の方向を調べると相互の間に密接な關係があり、一般に地震は個々獨立な原因で起るものではなく、かなりの廣範圍に互る何かある大規模な歪力の現れとして起るものであると考へられる。斯様な地殻内部に於ける起震歪力の状態を明かにする事に就ては既に多くの研究がなされてお<sup>(1)</sup>り、筆者の一人も數次に互り、

(1) 例へば 須田; “節線の位置と發震力の方向, 附地震新分類” 海と空 5. 80~88.  
福富; “Some Statistical Problems concerning Initial Earthquake Motion.”  
震研彙報. 11. (1933). 510~529.

水上; “Distribution des mouvements initiaux d'un séisme dont le foyer se trouve dans la couche superficielle et détermination de l'épaisseur de cette couche.” 震研彙報. 13. (1935). 114~129.

(1) 本州中央部の地殻上層には略々西北西—東南東向きの水平壓力が働いてゐる。<sup>(1)</sup>

(2) 本邦附近地殻深處に於ける起震歪力の壓力最大の方向は日本海北部では北西—南東、本州中央部では西—東、八丈島南西沖では西南西—東北東に向き、しかも壓力最大の方向は水平ではなく何れも東側から西側に向いて下つてゐる。<sup>(2)</sup>

事などを示した。

その後發震機構に関する研究が進歩するに従つて更に詳細な事が判る様になり、從來得られた結果にも多少の訂正を要するものもあり、又その上多數の研究資料が蓄積されるに至つた。そこで今回出来るだけ多くの資料に基いて本邦附近地殻内部の起震歪力に関する綜合的研究を試みることにした。先づ昭和 2 年から同 14 年に至る 13 年間に本邦及びその附近に起つた主要な地震全部の震源の分布を調査する。次に之等地震のうち發震機構が明瞭に推定されるものに就て起震歪力の分布を明かにし、その結果をゼオイドの形及び火山帯の走向等と比較して本邦附近の起震歪力の状態及び地殻構造の究明等に資しやうとするものである。

## 2. 昭和 2 年~14 年本邦主要地震の分布

昭和 2 年から同 14 年に至る 13 年間に本邦及びその附近に起つた地震を氣象要覽により規模別及び年別に分類して第 1 表に示す。此處に顯著地震とあるのは有感區域の半径が大體 300 軒以上、稍顯著地震は 200 軒以上 300 軒未滿、小區域地震は 100 軒以上 200 軒未滿、局發地震は 100 軒未滿のもので、無感地震のうちには若干の遠地地震も含まれてゐる。之等極めて多數の地震のうち今回は特に顯著地震及び稍顯著地震に就て調査を進める。

記述の便宜上震源の深さが 250 軒以上の地震を深發地震と呼び、100 軒以上乃至 250 軒未滿のものを稍深發地震、100 軒未滿のものを淺發地震と呼ぶこと

(1) 本多; Geophys. Mag. 5. 325~326.

(2) 本多; "On the Mechanism of Deep Earthquakes and the Stress in the Deep Layer of the Earth Crust." Geophys. Mag. 8. (1934). 179~185.

第 1 表 昭和 2 年～14 年本邦及びその附近地震回数表

(氣象要覽による)

昭和	顕著地震	稍顯著地震	小區域地震	局地地震	有感地震合計	無感地震合計	總計
2 年	13	51	138	1868	2069	3958	6027
3	7	22	114	1307	1450	3081	4531
4	12	20	60	1349	1443	3203	4646
5	20	31	97	5626	5774	6198	11972
6	27	25	97	1592	1740	6561	8301
7	22	22	64	1137	1245	5249	6494
8	50	40	91	1330	1511	6911	8422
9	10	12	57	1229	1308	5006	6314
10	17	23	75	1469	1584	5842	7426
11	13	12	48	1364	1437	5210	6647
12	15	21	50	1309	1395	6441	7836
13	31	36	95	1906	2068	8705	10773
14	12	17	60	1180	1269	6814	8083
合計	249	332	1046	22666	24293	73179	97472

とする。取扱つた地震のうち深發地震は 53 回、稍深發地震は 30 回、淺發地震は 498 回であつた。

震源の深さに関しては氣象要覽、中央氣象臺地震年報及び諸氏の調査結果<sup>(1)</sup>を参照し、又筆者等が新しく求めたものもある。深發地震及び稍深發地震の震央位置・震源の深さ等は夫々第 3 表及び第 4 表に示す。淺發地震に関する表は餘り大部となるので此處には省略する。深發地震及び稍深發地震に就て震源の深さに對する地震回数<sup>(2)</sup>の頻度を見ると第 2 表に示す様に震源の深さが 300 軒乃至 400 軒の邊に著しい極大が認められる。

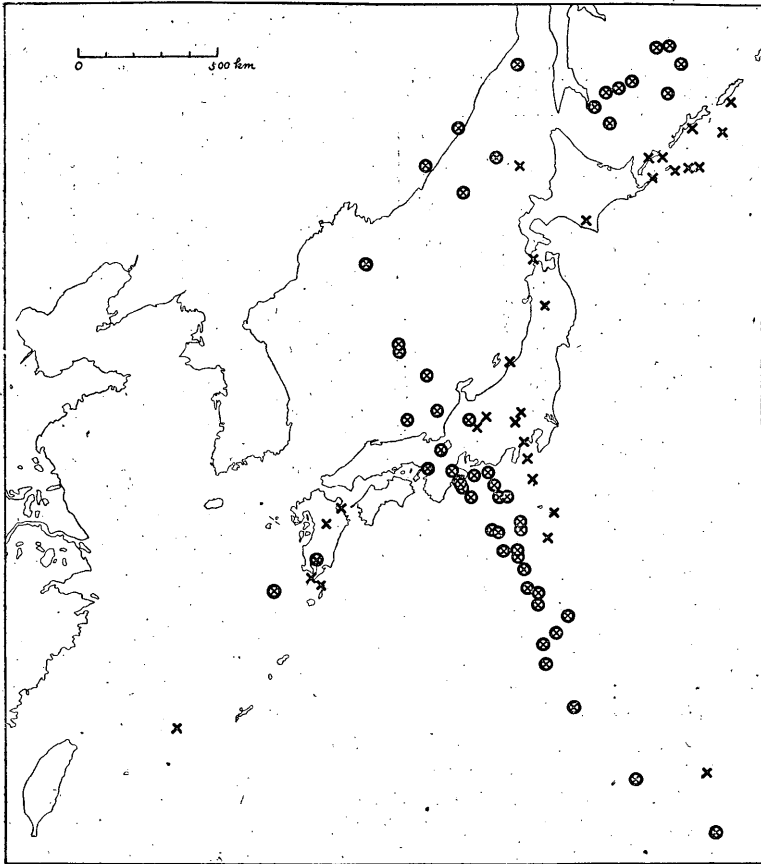
(1) 宮本; "On the ScS Waves of Deep-focus Earthquakes observed near the Epicenter and their Applications." Geophys. Mag. 8. 77~101.

本多; 前出. 184 頁の (2)

利達; "On the Activity of Deep-focus Earthquakes in the Japan Islands and Neighbourhood." Geophys. Mag. 8. 305~325.

B. Gutenberg & C. F. Richter; "Depth and Geographical Distribution of Deep-focus Earthquakes." Bull. Geol. Soc. Amer. 49. (1937):249~288. 50. (1939). 1511~1528.

第 1 圖 深發地震及び稍深發地震の震央分布圖 (⊗; 深發地震, ×; 稍深發地震)

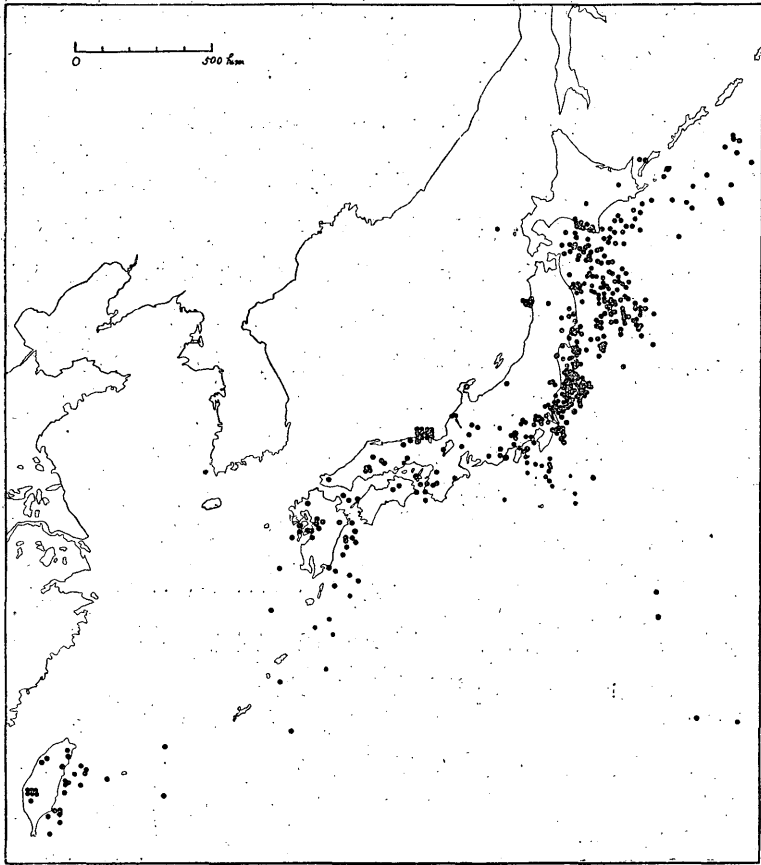


第 2 表 深發地震及び稍深發地震の震源の深さ別の回数表

	震源の深さ H (料)	地震 回数
稍地 深 發 震	$100 \leq H < 150$	20
	$150 \leq H < 200$	5
	$200 \leq H < 250$	5
深 發 地 震	$250 \leq H < 300$	9
	$300 \leq H < 350$	16
	$350 \leq H < 400$	17
	$400 \leq H < 450$	5
	$450 \leq H < 500$	3
	$500 \leq H < 550$	3

深發地震の震央を⊗で表はし、稍深發地震は×として地圖上に記入すると第1圖の如くなる。深發地震の殆ど全部は日本海北部から宗谷海峡附近を過ぎてオホーツク海に延びる西南西—東北東に連る地帯（宗谷深發地震帯）と、浦鹽附近から本州中央部を横斷して父島西方沖に連る地帯（横斷深發地震帯又は主深發地震帯）とに起つており、その他には九州南部に僅か2回起つてゐるだけである。

第2圖 淺發地震の震央分布圖



稍深發地震の大部分は千島南部から北海道・東北地方の西部・中部地方及び關東地方の西部を経て關東地方の南方沖に連る地帯に起つており、宗谷深發地震帶及び横斷深發地震帶よりも太平洋側に偏つてゐる。又その他九州から南西諸島に連る地帯にも稍深發地震が5回程起つてゐる。

淺發地震は第2圖に示す様に北海道の南東沖から東北地方及び關東地方の東方沖にかけて極めて多數起り、之等の地域は稍深發地震帶よりも更に太平洋側に位置してゐる。

斯様な地震分布に関しては既に和達博士<sup>(1)</sup>の有名な研究があり、最近では B. Gutenberg 及び C. F. Richter<sup>(2)</sup> 兩氏の研究があるが、何れも大勢に於ては互に全く一致してゐる。

### 3. 昭和 2 年～14 年本邦主要地震の發震機構の研究

昭和 2 年から同 14 年に至る 13 年間に本邦及びその附近に起つた地震のうち氣象要覽に顯著地震又は稍顯著地震としてあるものによつて發震機構の統計的調査を試みる。是迄の調査により發震機構が既に明かにされてゐるものは出来るだけ之を参考とし、その他筆者等が新しく調査したのものも加へ、機構がかなり明瞭に判明したものをとることとする。次に深發地震・稍深發地震及び淺發地震の順に逐次調査を進めやう。

#### a. 深發地震及び稍深發地震

深發地震の發震機構としては震源を原點とする球座標を  $r, \theta, \varphi$  とするとき、 $r=a$  なる小さな球面上で

$$F_r = F \sin 2\theta \cos \varphi \cdot e^{i\omega t} \quad (F \text{ は常數}) \dots\dots\dots (1)$$

で表される半徑の方向に向く力 (radial force) が働くと考へる。 $r, \theta, \varphi$  一方の變位を夫々  $u_r, u_\theta, u_\varphi$  とすると震源から射出される

$$\left. \begin{array}{l} \text{P 波の振幅の分布は } u_r = \mathfrak{A}_p \frac{1}{r} \sin 2\theta \cos \varphi \\ \\ \text{S 波の振幅の分布は } \begin{cases} u_\theta = \mathfrak{A}_s \frac{1}{r} \cos 2\theta \cos \varphi \\ u_\varphi = -\mathfrak{A}_s \frac{1}{r} \cos \theta \sin \varphi \end{cases} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

によつて表される。之に地殻の不均質に基く地震波線の彎曲及び地表面に於ける反射の影響等を考慮に入れると、實測された深發地震の P 波及び S 波の振動方向及び振幅は定性的には勿論定量的にもよく説明されることは既に多くの地

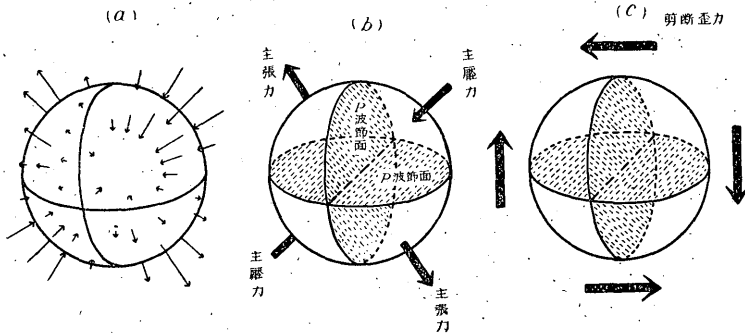
(1) 和達; 前出. 185 頁の (1).

(2) B. Gutenberg & C. F. Richter; 前出. 185 頁の (1)

震に就て證明された所である。<sup>(1)</sup>

(1) 式で表される深發地震の發震機構を具體的に云ひ表すと、震源を中心とする小さな球面を震源を過る互に直角な二つの平面によつて四部分に分つとき、相對する二つの部分では震源の方に向く力即ち謂はゞ壓力が働き、他の相對する二部分では震源とは逆に向く力即ち謂はゞ張力が働くとしてよい。張力の大きさは  $(\theta = \frac{\pi}{4}, \varphi = 0) - (\theta = \frac{3\pi}{4}, \varphi = \pi)$  の方向に於て最大であり、壓力の大きさは  $(\theta = \frac{3}{4}\pi, \varphi = 0) - (\theta = \frac{\pi}{4}, \varphi = \pi)$  の方向に於て最大である。便宜上之等壓力及び張力の最大の方向を夫々主壓力及び主張力の方向と名づけることとする。震源が極めて淺い地震では屢々地表に斷層が現れ著しい地殻の變形が認められるが、深發地震に於ても斷層の様なものが起るとするとはP波の節面である前記二つの平面の何れかの面内に起る筈である。又起震歪力として主壓力及び主張力を考へる代りに之と同等な効果を及ぼす剪斷歪力を以て置き代へることも出来る。第3圖(c)の二組の剪斷歪力のうち何れか一方を與へると他の一組は自ら定まる譯である。

第3圖 深發地震の發震機構

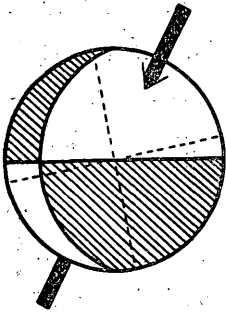


多くの地震に就て互に比較する便宜上から震源に於ける發震機構を表す球を鉛直上方から見下した圖を用ゐることとし第4圖の様に示すこととする。同圖に於て斜線を施してあるのは張力の働く部分で白く残してあるのは壓力の働く

(1) 例へば本多; "On the Amplitude of the P and the S Waves of Deep Earthquakes." Geophys. Mag. 8. 153~164.

本多; "同上 (Third Paper)" 同 11. 299~305.

第4圖 發震機構を表す模圖の例  
(鉛直上方から見た圖)



部分である。矢印の方向は主圧力の方向を示し、その長さは主圧力の水平成分の大きさに比例し、又その先端は主圧力の球面上に於ける謂はゞ着力點を示す。

P波及びS波等の實測結果から發震機構が明かにされ、震源に於ける機構を表す球面の軸の傾きが決定されると之から主圧力の方向が容易に求められる。ここに撰んだ53回の深發地震のうち發震機構が既に明かにされてゐるものがかかなり多數ある。個々の地震の發震機構に関する主要な文獻を第3表の終に掲げる。定量的計算が未だ行はれてゐないものに就ては筆者等が新しく計算を行つた。斯様にして發震機構が確かに推定され、主圧力の方向の判明したものが合計24回ある。第3表の最後の行に主圧力の方向を示す。括弧内の數字は鉛直上方からの傾きである。例へば  $S70^{\circ}W(45^{\circ})-N70^{\circ}E(135^{\circ})$  とあるのは震源に於ける主圧力の方向が震源を通り、 $S70^{\circ}W-N70^{\circ}E$  に向く鉛直面内にあり、且つ  $S70^{\circ}W$  の側が鉛直上方から  $45^{\circ}$  傾き従つて  $N70^{\circ}E$  の側は鉛直上方から  $135^{\circ}$  だけ傾いてゐることを意味する。

發震機構の判明した24回の深發地震に就き、地表に於けるP波初動の疎波及び密波の分布、P波節線及び震源に於ける發震機構を表す模圖を第5圖に示す。

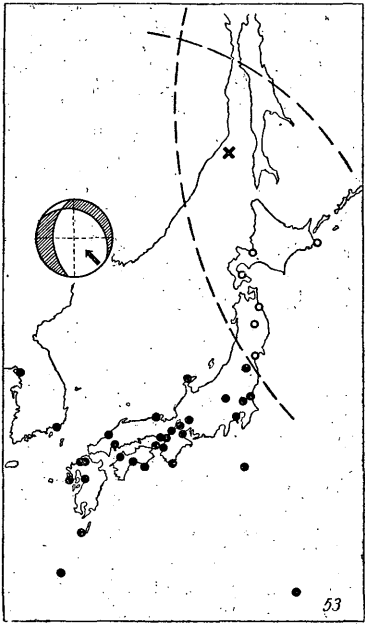
稍深發地震に就ても從來の研究の結果によると發震機構は深發地震と全く同様に考へることが出来る。今回は30回の稍深發地震のうち8回の地震の發震機構を明かにすることが出来た。之等地震のP波初動分布圖及び機構を示す模圖を第6圖に掲げる。

さて斯様にして明かにされた個々の地震の發震機構を相互に比較する爲に震源に於ける機構を示す模圖を地圖上に大體夫々の地震の震央位置に記入しやう。但し稍深發地震に関する圖は圓の直径を稍小さくして深發地震と區別する。

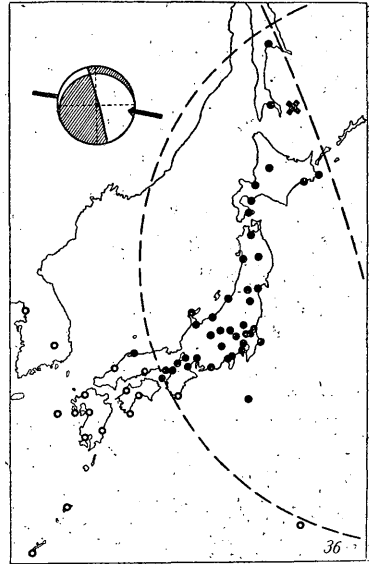
第7圖(a)は本邦北半部に於ける深發地震及び稍深發地震の發震機構の分布を示すものである。日本海北部から樺太東方に亙る地域の地下300~500 軒程



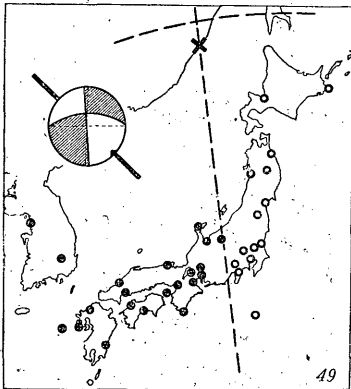
第5圖 深發地震 (其の1)



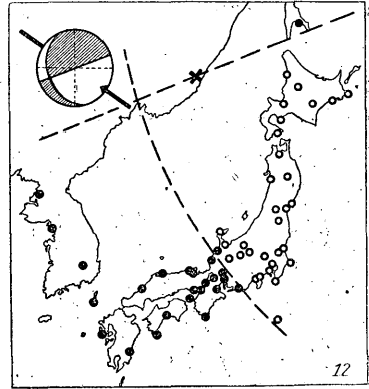
(53) 1939 IV 21. H; 530 km



(36) 1933 V 5. H; 350 km

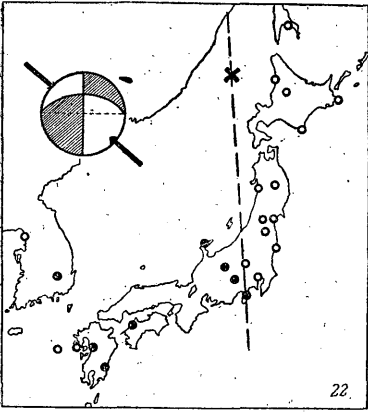


(49) 1937 IV 30. H; 370 km

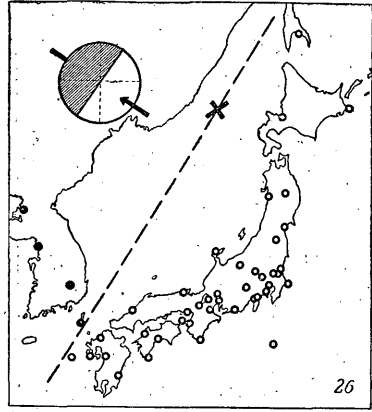


(12) 1931 II 20. H; 350 km

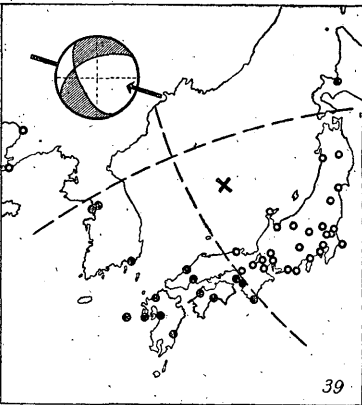
深発地震 (其の2)



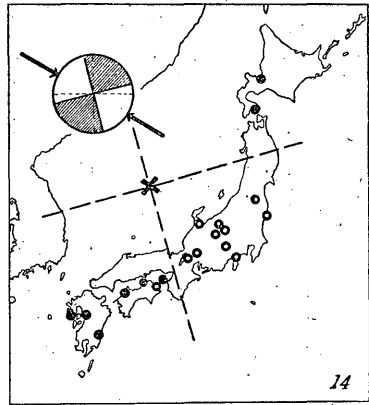
(22) 1932 IX 23. H; 330 km



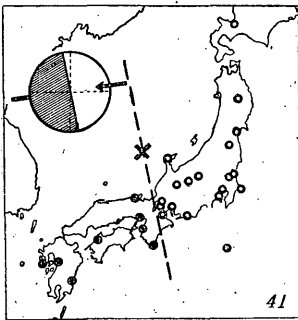
(26) 1932 XI 13. H; 320 km



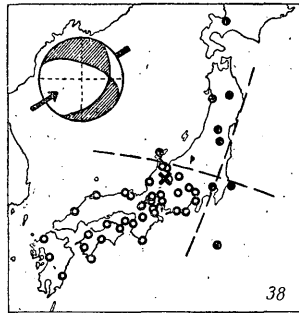
(39) 1935 V 31. H; 450 km



(14) 1931 IV 21. H; 350 km

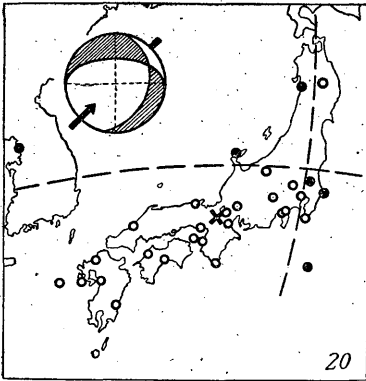


(41) 1935 X 15. H; 280 km

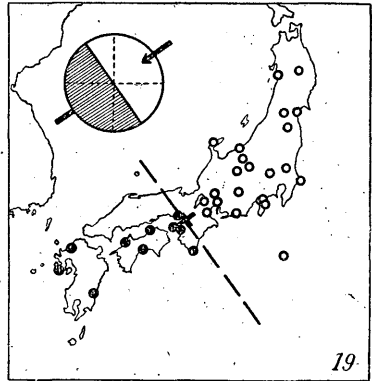


(38) 1935 IV 15. H; 280 km

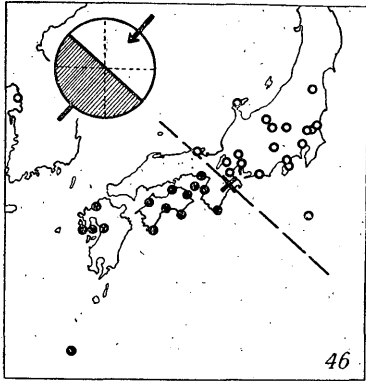
深發地震 (其の3)



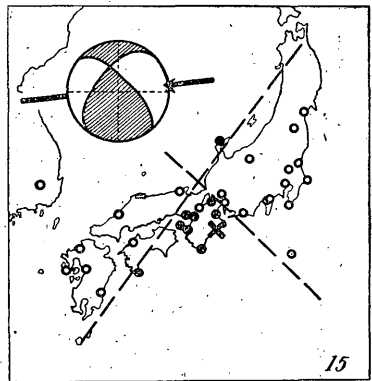
(20) 1932 VII 25. H; 360 km



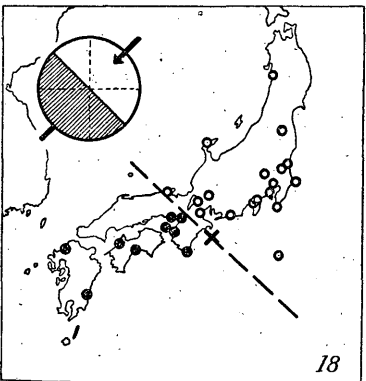
(19) 1932 V 5. H; 360 km



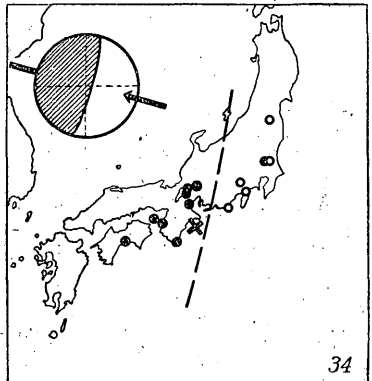
(46) 1936 X 26. H; 340 km



(15) 1931 VI 30. H; 360 km

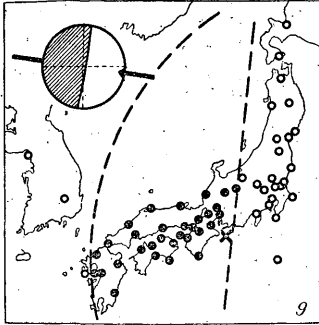


(18) 1932 IV 28. H; 320 km

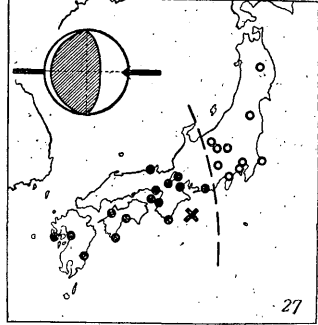


(34) 1933 IX 20. H; 330 km

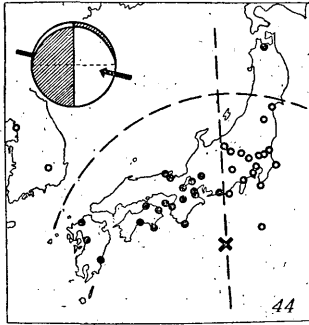
深 發 地 震 (其の 4)



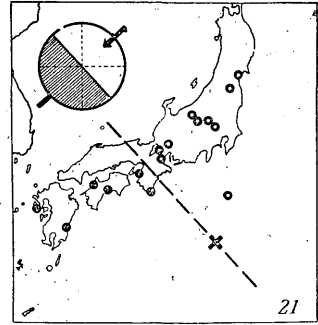
(9) 1929 VI 3. H; 320 km



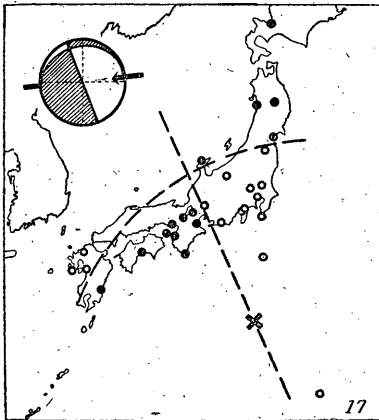
(27) 1932 XII 5. H; 350 km



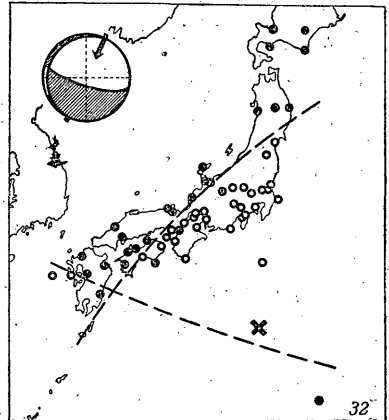
(44) 1936 VI 26. H; 320 km



(21) 1932 VII 27. H; 300 km

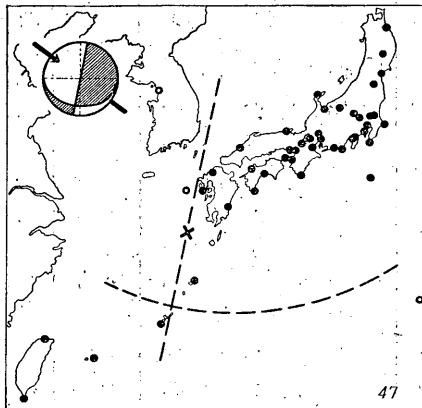
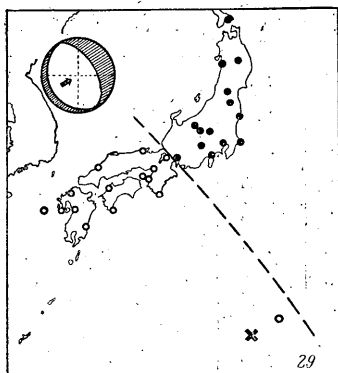


(17) 1932 IV 5. H; 410 km



(32) 1933 IX 3. H; 380 km

深發地震 (其の5)



(29) 1933 III 12. H; 500 km

(47) 1936 VIII 1. H; 270 km.

第3表 深發地震 (震源の深さ 250 軒以上)

番號	發 震 時	東 經	北 緯	震 源 の 深 さ	主 壓 力 の 方 向
1	年 月 日 時 分 1927 I 15 23 32	134.5	36.2	軒 420	( )内の數字は鉛直上方よりの傾きを示す
2	1927 VI 18 11 27	138.5	33.6	300	
3	1927 VIII 21 07 13	138.4	33.6	300	
4	1927 IX 13 00 30	138.0	34.0	300	
5	1927 XII 19 04 50	132.8	41.3	350	
6	1928 III 29 14 07	138.2	31.8	410	
7	1928 VIII 28 02 59	139.0	32.5	300	
8	1929 III 17 21 15	147.0	47.7	260	
9	1929 VI 3 06 39	137.2	34.3	320	S82°E(58°)-N82°W(122°)
10	1930 III 6 12 32	139.5	28.7	250	
11	1930 IX 29 13 53	130.6	31.6	260	
12	1931 II 20 14 34	135.7	44.5	350	S55°E(60°)-N55°W(120°)
13	1931 III 1 23 23	143.7	46.0	250	
14	1931 IV 21 09 03	134.2	38.5	350	S60°E(90°)-N60°W(90°)
15	1931 VI 30 01 43	136.5	34.2	360	N84°E(81°)-S84°W(99°)
16	1932 II 3 16 35	140.1	29.0	400	
17	1932 IV 5 04 17	139.1	30.5	410	N85°E(47°)-S85°W(133°)
18	1932 IV 28 12 43	136.8	34.0	320	N45°E(45°)-S45°W(135°)
19	1932 V 5 13 11	135.3	34.6	360	N55°E(45°)-S55°W(135°)
20	1932 VII 25 17 25	135.9	35.2	360	S45°W(38°)-N45°E(142°)

番號	發震時	東經	北緯	震源の深さ	主壓力の方向
21	1932 VII 27 09 30	139.0	31.2	300	N50°E(45°) - S50°W(135°)
22	1932 IX 23 23 23	139.0	44.7	330	S50°E(70°) - N50°W(110°)
23	1932 X 2 00 09	140.5	29.5	420	
24	1932 X 14 21 37	138.8	31.6	300	
25	1932 X 26 02 03	145.0	46.5	360	
26	1932 XI 13 13 48	137.3	43.6	320	S55°E(45°) - N55°W(135°)
27	1932 XII 5 09 20	137.0	33.7	350	N90°E(65°) - S90°W(115°)
28	1933 II 9 12 57	138.3	31.7	300	
29	1933 III 12 04 33	140.5	26.5	500	S60°W(15°) - N60°E(165°)
30	1933 V 24 13 36	145.6	46.7	450	
31	1933 V 29 08 40	138.0	32.4	300	
32	1933 IX 3 01 42	139.4	30.3	380	N25°E(34°) - S25°W(146°)
33	1933 IX 6 23 05	137.8	34.4	250	
34	1933 IX 20 12 57	136.6	34.1	330	S75°E(55°) - N75°W(125°)
35	1933 XI 19 10 34	139.0	32.6	250	
36	1933 XII 5 04 34	144.3	46.4	350	S78°E(62°) - N78°W(118°)
37	1934 IV 20 01 14	139.5	30.0	350	
38	1935 IV 15 20 15	137.1	36.2	280	S58°W(45°) - N58°E(135°)
39	1935 V 31 17 19	134.2	38.6	450	S74°E(57°) - N74°W(123°)
40	1935 VII 26 17 04	147.5	47.7	360	
41	1935 X 15 23 35	135.4	37.7	280	N80°E(45°) - S80°W(135°)
42	1935 XII 14 21 49	145.0	22.0	360	
43	1936 III 1 19 23	148.0	47.0	360	
44	1936 VI 26 01 52	137.9	32.5	320	S77°E(46°) - N77°W(134°)
45	1936 X 20 04 56	135.8	36.5	350	
46	1936 X 26 18 34	136.3	34.5	340	N40°E(45°) - S40°W(135°)
47	1936 XII 1 15 10	129.0	30.7	270	N53°W(52°) - S53°E(128°)
48	1937 I 5 20 10	139.6	28.0	500	
49	1937 IV 30 05 20	137.3	45.7	370	S47°E(76°) - N47°W(104°)
50	1937 V 29 04 57	142.5	24.0	450	
51	1937 VII 21 09 08	144.3	45.4	360	
52	1938 III 18 11 09	147.1	46.2	320	
53	1939 IV 21 13 30	140.2	47.6	530	S43°E(28°) - N43°W(152°)

發震機構に関する主要文獻

- (9) 鷺坂; 驗時. 6. 15~42. 本多; G.M. 8. 153~164.  
 (12) 和達・石川; G.M. 7. 291~305. (15) 森田; 驗時. 9. 231~251.  
 (17) 本多; G.M. 5. 301~326. (18) 本多; G.M. 8. 153~164.  
 (19) 本多; G.M. 8. 327~332. (20) 竹花; 驗時. 9. 261~264.  
 (26) 本多; G.M. 8. 165~177. (36) 杵島; 驗時. 9. 171~199.  
 (39) 竹花; 驗時. 9. 253~264. (46) 門脇・高橋・和田; 驗時. 10. 78~85.  
 (47) 本多・波佐谷; 驗時. 10. 8~24. (49) 伊藤; 驗時. 11. 23~40  
 (53) 本多・伊藤; 驗時. 11. 1~27

第4表 稍深發地震 (震源の深さ 100 軒以上 250 軒未満)

番號	發 震 時					東 經	北 緯	震 源 の 深 さ	主 壓 力 の 方 向
	年	月	日	時	分				
1	1927	VII	13	06	08	146.0	43.5	100	
2	1927	XI	11	04	48	137.8	36.2	190	S70°W(45°)-N70°E(135°)
3	1927	XII	10	11	44	139.0	38.0	130	N90°E(90°)-S90°W(90°)
4	1927	XII	31	14	50	139.2	36.1	120	
5	1929	I	13	09	05	154.8	49.7	120	
6	1929	X	6	04	01	146.0	44.2	150	
7	1929	X	10	04	45	131.1	32.9	120	
8	1930	V	24	01	38	139.6	34.2	120	
9	1930	VII	23	04	26	147.8	43.7	120	
10	1930	XIII	30	05	02	146.5	44.2	150	
11	1931	I	6	12	23	142.8	42.4	100	N25°W(45°)-S25°E(135°)
12	1931	I	9	10	46	140.6	39.8	130	N75°W(90°)-S75°E(90°)
13	1931	VI	2	11	38	137.5	36.0	240	N73°W(70°)-S73°E(110°)
14	1931	XI	12	22	10	139.4	34.8	100	
15	1932	II	19	22	25	140.3	32.9	150	
16	1932	IX	2	21	57	145.0	24.0	240	
17	1932	XI	18	05	11	130.4	31.1	100	S80°W(45°)-N80°E(135°)
18	1932	XII	27	06	15	125.5	26.0	160	
19	1933	III	19	00	51	140.0	32.2	120	
20	1934	II	1	09	16	139.3	35.3	100	
21	1934	X	30	02	23	140.3	41.3	140	
22	1935	X	2	18	28	130.7	31.0	120	S70°W(45°)-N70°E(135°)
23	1936	XI	13	05	05	148.0	45.0	240	
24	1937	I	23	17	50	131.6	33.3	100	

番 號	發 震 時	東 經	北 緯	震 源 の 深 さ	主 壓 力 の 方 向
25	年 月 日 時 分 1937 VI 9 03 01	150.0	45.6	240	N70°E(73°) - S70°W(107°)
26	1938 II 7 23 43	139.2	36.3	100	
27	1938 VIII 17 10 46	147.6	43.7	100	
28	1938 X 18 00 27	140.0	44.4	200	
29	1938 XI 13 22 14	149.4	44.7	100	
30	1939 XII 16 19 47	147.2	43.7	120	

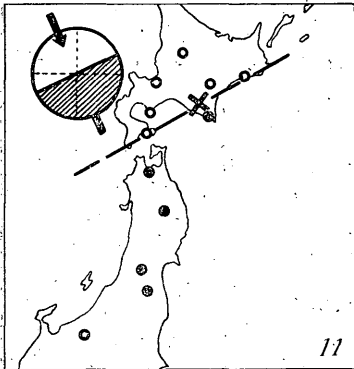
發震機構に関する主要文献

(12) 岡; G.M. 6. 213~221.

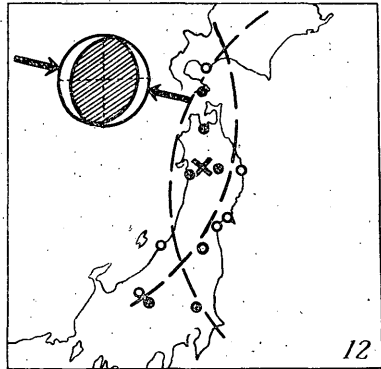
(13) 棚橋; 海と空. 11. 277~288.

(26) 中央氣象臺地震掛; 驗時. 10. 248~265.

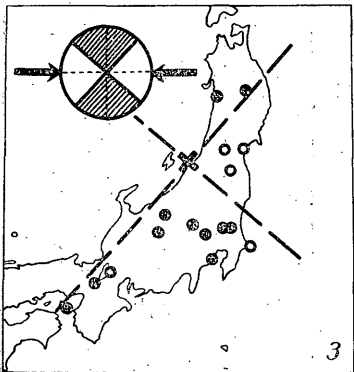
第 6 圖 稍 深 發 地 震 (其 の 1)



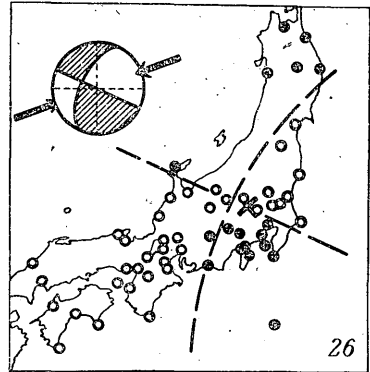
(11) 1931 I 6. H; 100 km



(12) 1931 I 9. H; 130 km



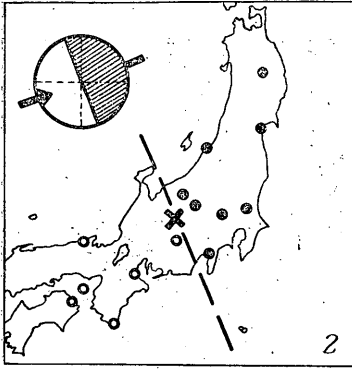
(3) 1927 XII 10. H; 130 km



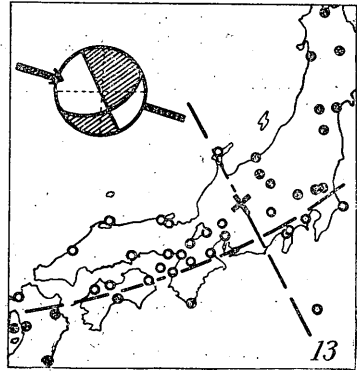
(26) 1938 II 7. H; 100 km



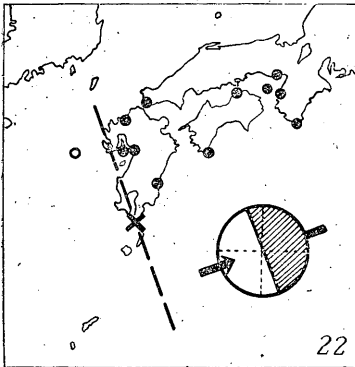
稍 深 發 地 震 (其の 2)



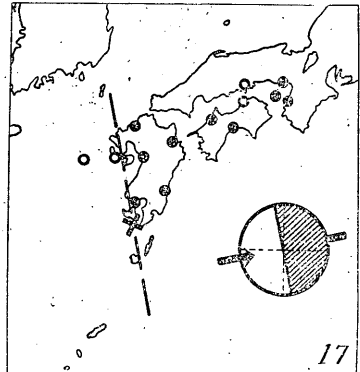
(2) 1927 XI 11. H; 190 km



(13) 1931 VI 2. H; 240 km



(22) 1935 X 2. H; 120 km



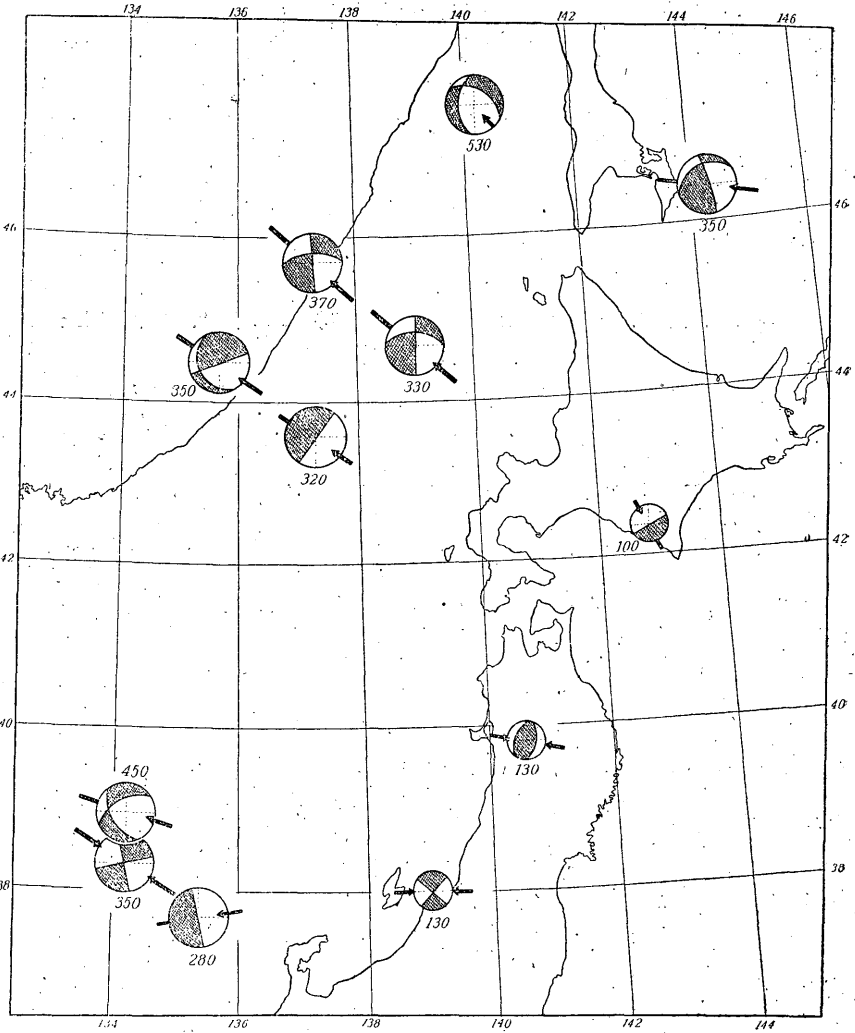
(17) 1932 XI 18. H; 100 km

度の深處では主壓力は大體北西—南東に向き、しかも一般に北西側が下方に傾き南東側は上方に傾いてゐる。日本海中部の能登半島北西沖の 280~450 軒程度の深處では主壓力の方向は平均として稍々西—東に近く、東側が上方に傾いてゐる。北海道南部の 100 軒程度の深さでは北西—南東に向き、本州北西部の 100~130 軒の深さでは西—東に向き夫々深發地震の主壓力の方向と同じ傾向を示してゐる。

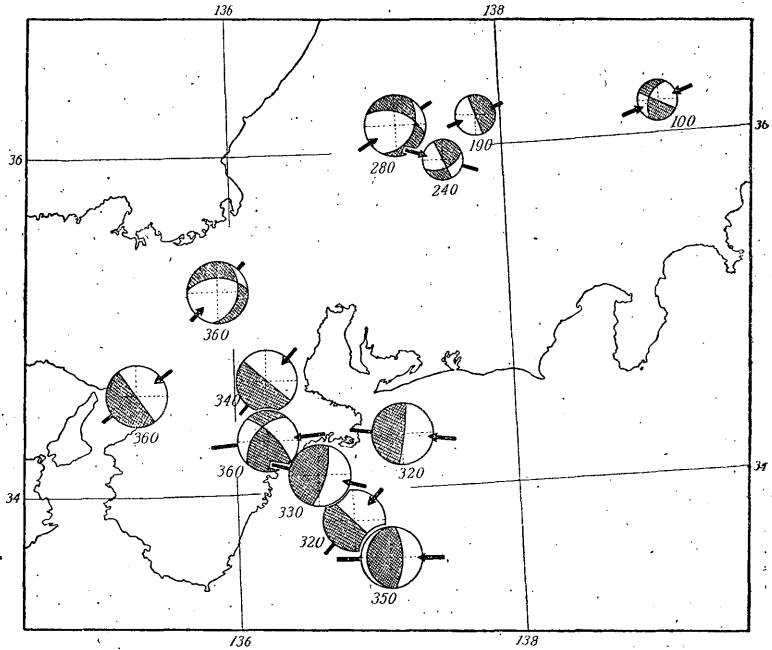
本州中央部 (第 7 圖 b) の中部地方の 200~400 軒の深處では主壓力の向きは西—東に近く、近畿地方では南西—北東に向いてゐる。熊野灘附近の 300~350 軒の深處では大體西—東で何れも一様に東側が上方に傾いてゐる。

八丈島南西沖から父島西方沖に連る地帯 (第 7 圖 c) の 300~500 軒程度の

第 7 圖 深発地震及び稍深発地震の發震機構分布圖 (a) 本邦北半部



第 7 圖 (b) 本州 中央 部

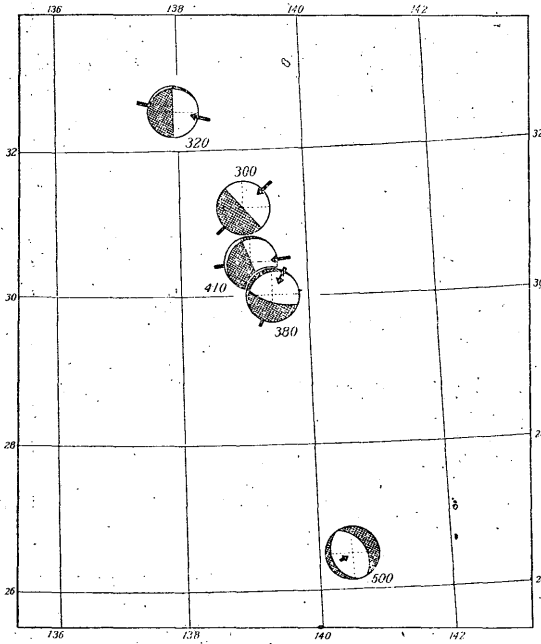


深處では主壓力は大體西—東乃至南西—北東に向いてゐる。特に八丈島南西沖のものは何れも熊野灘沖と同様に東側が上方に傾いてゐる。

九州南方沖（第 7 圖 d）では屋久島西北西沖の震源の深さ 270 軒の地震では主壓力は北西—南東に向き、鹿兒島縣南部の 100 軒前後の深さでは西南西—東北東に向いてゐる。

各地方に於て夫々の地震の主壓力の方向には互に密接な關係のあることが認められた。更に本邦附近の全地域に互に、發震機構の判明した深發地震及び稍深發地震のすべてに就て主壓力の水平成分の方向を地圖上に記入すると（第 8 圖）、それ等の間には全く驚くべき程密接な關係が存在する。即ち日本海北部では地下 100~500 軒程度の深處に於て主壓力の水平成分は北西—南東に向き、日本海中部及び本州北部では略々西—東、中部地方及び近畿地方では西南西—東北東乃至南西—北東に向き、熊野灘から八丈島南西沖に連る地帯では再び西—東から次第に南西—北東に向いてゐることなどの關係が實によく判る。起震

第 7 圖 (c) 八丈島南西沖より父島西方沖  
に連る地帯



地震に比べて初動の驗測が困難な爲に機構の判明し難いものが非常に多い。よつて此處では取敢へず震源の深さが極めて浅く、精々十數杆以内で假に極淺發地震とでも呼ばれるべきものであり、しかも特に大規模で氣象要覽及び理科年表により多少の災害を伴つた程度以上の地震 39 回を撰び出した。次に之等の地震の調査を行ひ、地殻の極上層に於ける起震歪力の状態を明かにしやう。

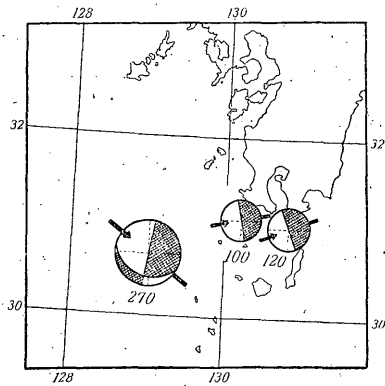
極淺發地震ではよく知られてゐるやうに地表に於て觀測される P 波初動分布

歪力の分布及びその意味する所に就ては第 4 節に於て更に詳しく述べる。

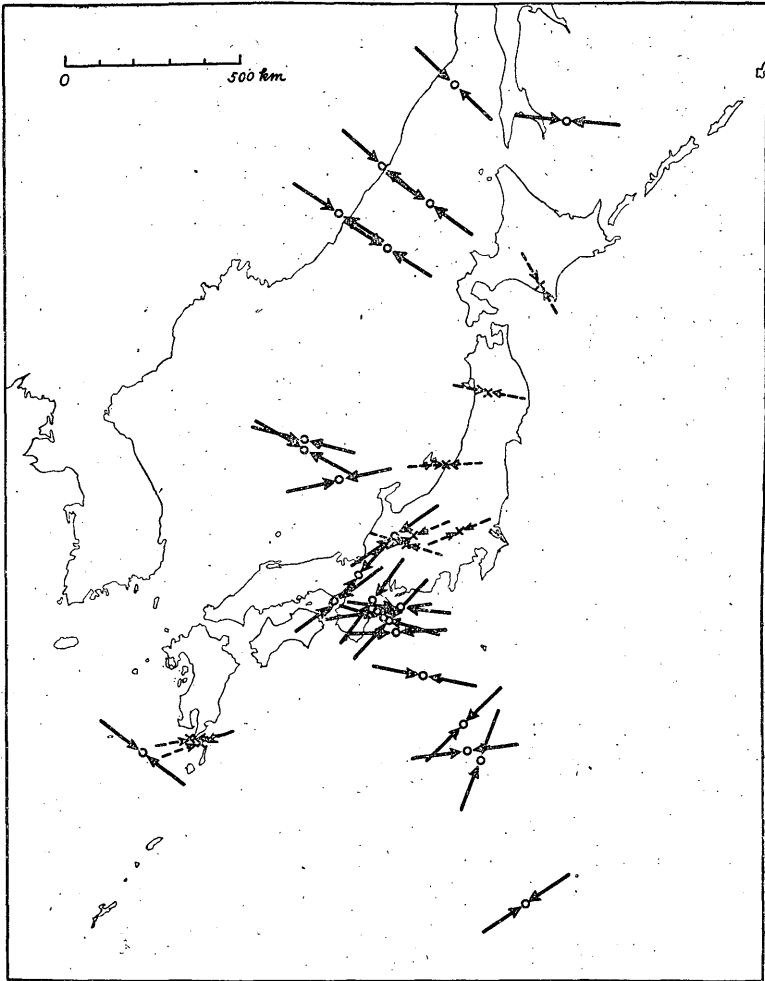
### b. 極淺發地震

昭和 2 年から同 14 年に至る間に起つた顯著地震及び稍顯著地震のうち震源の深さが 100 杆未満で本文に於て淺發地震と呼ばれてゐるものが 498 回ある。之等の總てに就て發震機構を調査することは望ましいが非常な手数を要するばかりでなく、淺發地震は深發

第 7 圖 (d) 九州南方沖



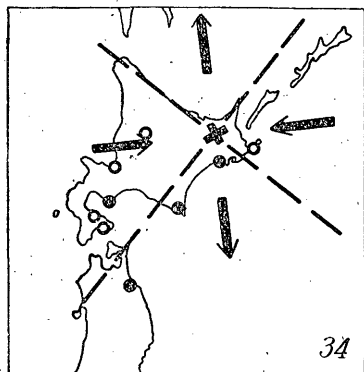
第 8 圖 深發地震及び稍深發地震の震源に於ける  
主壓力の水平成分の方向



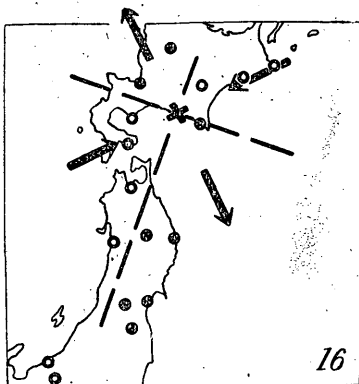
(實線の矢印は深發地震，點線の矢印は稍深發地震)

は、震央を過る互に直角な二直線によつて全地域を四象限に分つとき、相對する二象限では疎波で他の二象限では密波であることが多い。之は震源に於ては P 波の疎波の部分には水平壓力が働き、密波の部分には水平張力が働いたとし

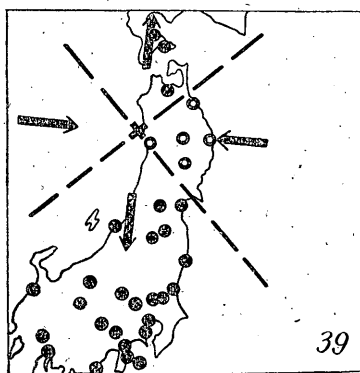
第9圖 極淺發地震 (其の1)



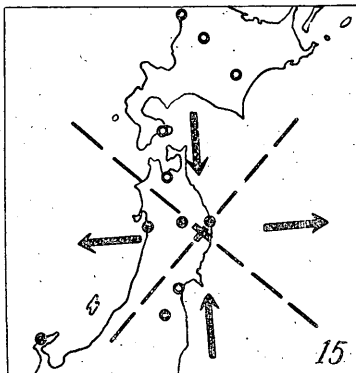
(34) 1938 V 29.



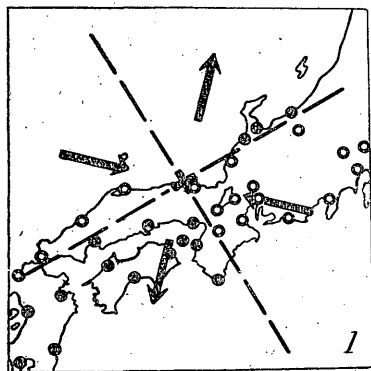
(16) 1932 XI 26.



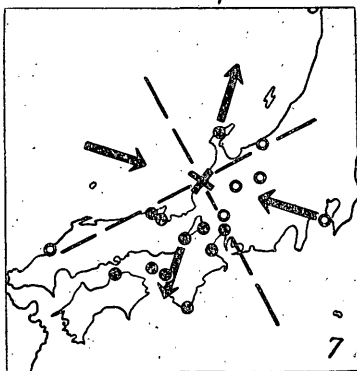
(39) 1939 V 1.



(15) 1931 XI 4.

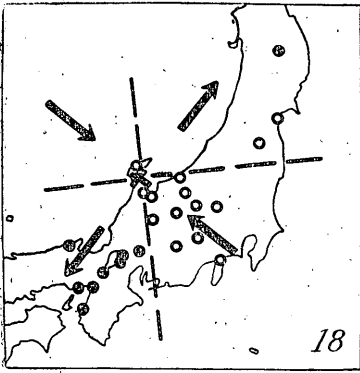


(1) 1927 III 7.

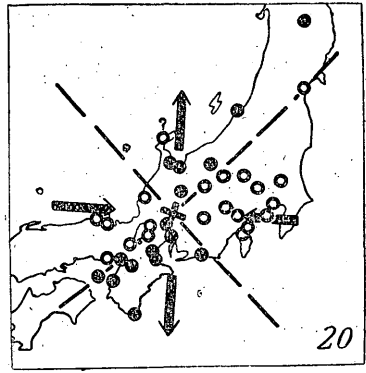


(7) 1930 X 17.

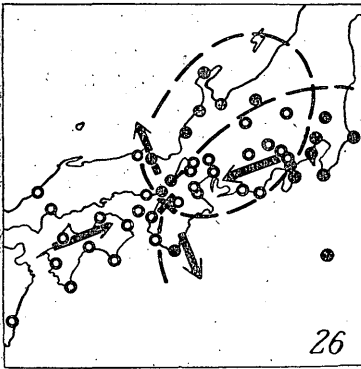
極淺發地震 (其の2)



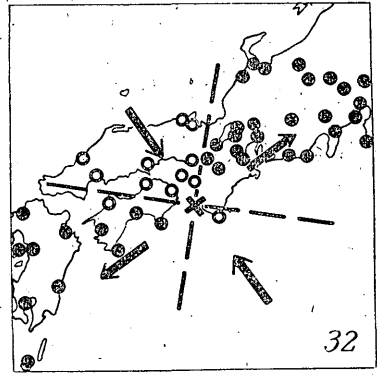
(18) 1933 IX 21.



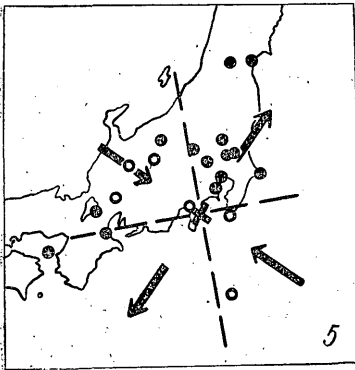
(20) 1934 VIII 18.



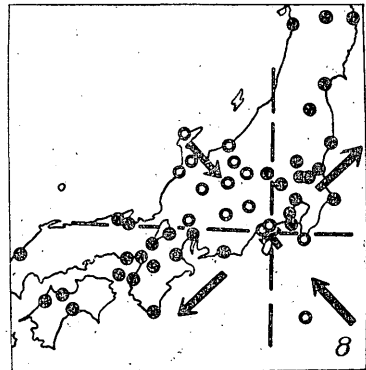
(26) 1936 II 21.



(32) 1938 I 12.

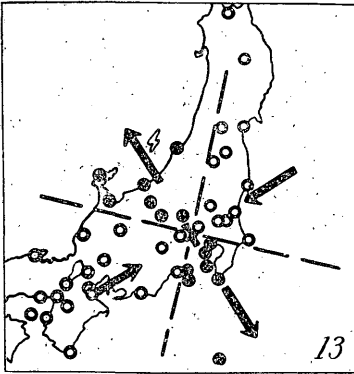


(5) 1930 III 22.

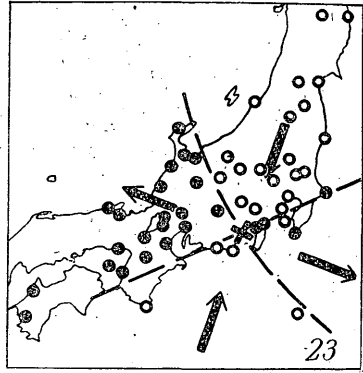


(8) 1930 XI 26.

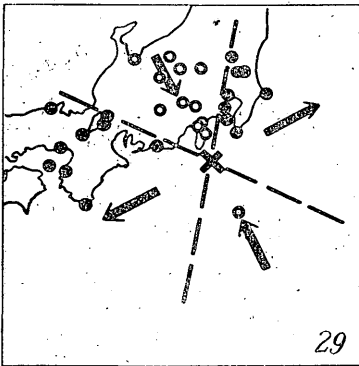
極淺發地震 (其の3)



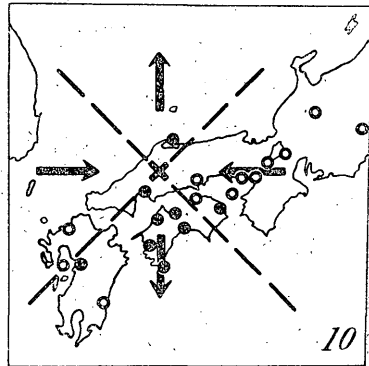
(13) 1931 IX 21.



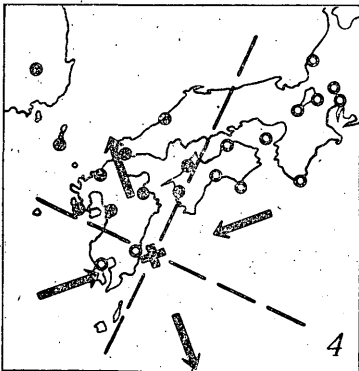
(23) 1935 VII 11.



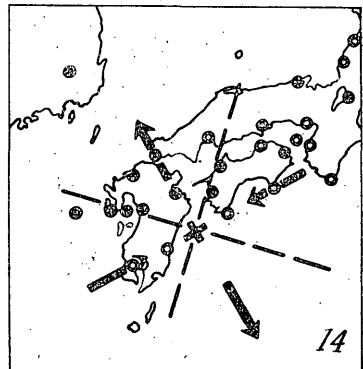
(29) 1936 XII 27.



(10) 1930 XII 21.



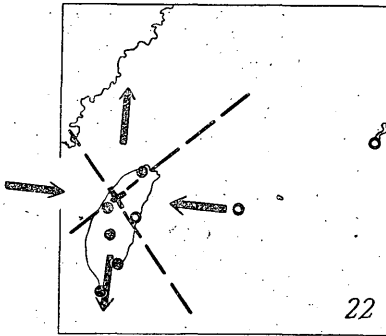
(4) 1929 V 22.



(14) 1931 XI 2.



極浅発地震（其の4）



(22). 1935 IV 21.

て説明される<sup>(1)</sup>。相隣る二つの P 波の節線の中間の方位で、最大壓力の働く方向を主壓力の方向と名づけることとする。

上に撰んだ 39 回の地震のうち 19 回の地震の發震機構を推定することが出来た。第 9 圖に之等地震の各々の P 波初動の疎波及び密波の分布、P 波節線及び主壓力並びに主張力の方向を示す。夫々の地震の主壓力の方向は第 5

表の最後の行に掲げてある。屢々大規模な地震が發生し且つ地震回数も最も多い東北地方の東方海底の地震に就ては從來から問題となつてゐる所であるが、此の地方の地震の機構を推定するのは困難であるので本文に於いては保留することとした。本邦の陸地の極上層に起る地震に關しては今回取扱つた材料により充分大勢を窺ふことが出来るものと考へられる。

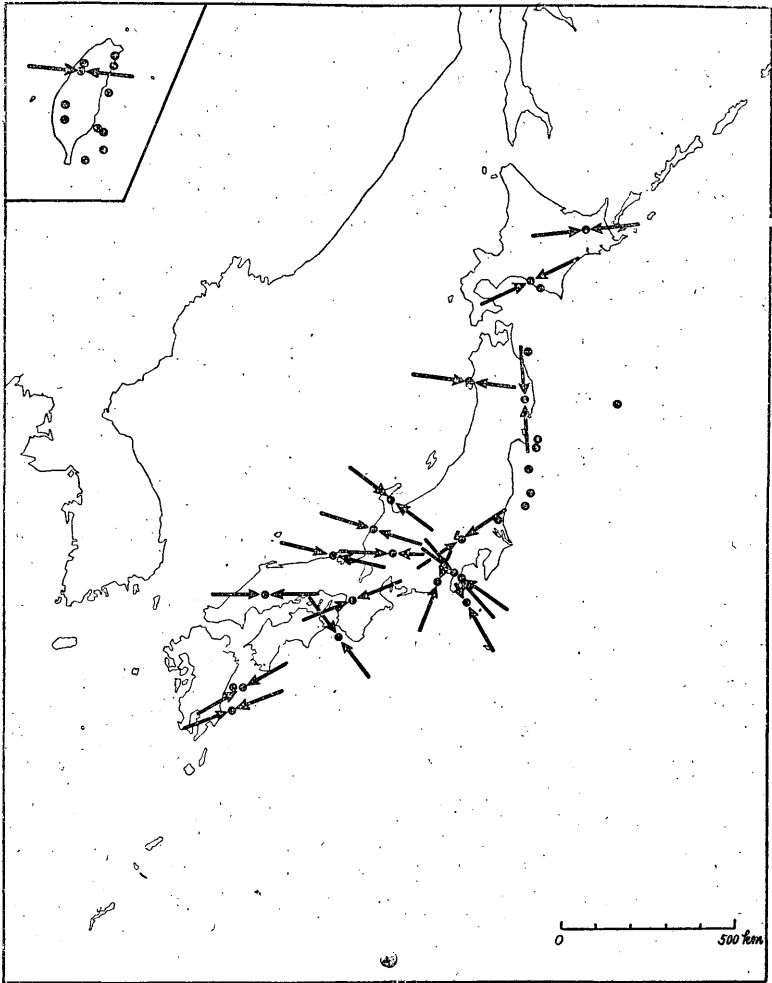
各地震の主壓力の方向を地圖上に夫々の震央位置に記入すると第 10 圖を得る。深發地震や稍深發地震の場合程明瞭ではなく、若干の例外もあるが、全體としての概略の傾向を見ると、主壓力の方向は北海道及び本州北部では略々西—東、本州中央部の中部地方北西部から近畿地方に亙る地域では北から順に西北西—東南東、西—東、西南西—東北東と規則正しく向き、伊豆地方では北西—南東、日向灘では西南西—東北東に向いてゐる。即ち若干の例外はあるが本邦内陸の地殻上層に働く主壓力の方向は極めて概略的に見ると西—東に近く向いてゐるものが多いと云へる。

地殻上層に於ける主壓力の方向を深發地震及び稍深發地震の調査から求められた地殻深處に於ける主壓力水平成分の方向と比較すると九州南部では兩者はよく一致する。本州の北西部でも稍々一致する。本州中央部では幾分同じ傾向

(1) 例へば本多; "On the Initial Motion and the Types of the Seismograms of the North Idu and the Itō Earthquakes." Geophys. Mag. 4. (1931). 185~213.

本多; "On the Mechanism and the Types of the Seismograms of Shallow Earthquakes." Geophys. Mag. 5. (1932). 69~88.

第 10 圖 極淺發地震の震源に於ける水平主壓力の方向



も認められる。北海道では大分喰違つてゐる。此の様な喰違ひは地殻上層の歪力の状態が極めて局所的の事情に影響されることが多いのに基くものかも知れない。

極淺發地震と稍深發地震との中間の深さの歪力の状態に就ては本研究では觸れなかつたが之は次の機會に譲ることとする。

第5表 極淺發地震

番號	發 震 時					東經	北緯	地震名又は震央地名	主壓力の方向
	年	月	日	時	分	°	°		
1	1927	III	7	18	28	135.1	35.7	北丹後烈震	N75°W - S75°E
2	1927	VIII	6	06	14	141.6	37.7	阿武隅川河口沖	
3	1927	VIII	25	03	09	120.5	23.1	臺灣一下淡水溪	
4	1929	V	22	01	35	131.8	31.8	日向灘	N70°E - S70°W
5	1930	III	22	17	50	139.1	35.0	伊豆一伊東沖	N50°W - S50°E
6	1930	VI	1	02	58	140.4	36.4	茨城縣那珂川下流域	
7	1930	X	17	06	36	136.3	36.3	石川縣大聖寺附近	N70°W - S70°E
8	1930	XI	26	04	03	139.0	35.1	北伊豆烈震	N38°W - S38°E
9	1930	XII	8	17	01	120.5	23.4	臺灣一曾文溪中流域	
10	1930	XII	21	21	14	132.9	34.8	廣島縣三次附近	E - W
11	1931	II	17	03	48	142.6	42.3	浦河附近	
12	1931	III	9	12	49	141.9	40.6	青森縣馬淵川河口東方沖	
13	1931	IX	21	11	20	139.3	36.0	西埼玉強震	N60°E - S60°W
14	1931	XI	2	19	03	132.1	32.4	日向灘	N60°E - S60°W(?)
15	1931	XI	4	01	20	141.7	39.5	岩手縣小國附近	N - S
16	1932	XI	26	13	24	142.3	42.4	北海道一新冠川河口附近	N70°E - S70°W
17	1933	III	3	02	31	144.7	39.1	三陸沖強震	
18	1933	IX	21	12	14	136.97	37.07	能登強震	N50°W - S50°E
19	1934	VIII	11	17	18	121.8	24.7	臺灣一宜蘭附近	
20	1934	VIII	18	11	38	137.03	35.72	岐阜縣八幡附近	N85°W - S85°E
21	1935	II	10	04	19	121.8	24.7	臺灣一宜蘭附近	
22	1935	IV	21	07	02	120.82	24.35	臺灣一新竹・臺中兩州烈震	E - W
23	1935	VII	11	17	24	138.44	34.98	靜岡強震	N25°E - S25°W
24	1935	VII	17	01	19	120.9	24.6	新竹州獅潭庄附近	
25	1935	IX	4	10	37	121.6	22.4	臺東一南東沖	
26	1936	II	21	10	08	135.67	34.52	河内・大和強震	N70°E - S70°W(?)
27	1936	VIII	22	15	51	121.2	22.1	臺東一南方沖	

番號	發 震 時					東經	北緯	地震名又は震央地名	主壓力の方向
	年	月	日	時	分	°	°		
28	1936	XI	3	05	46	142.0	38.4	宮城縣金華山沖	
29	1936	XII	27	09	14	139.17	34.42	伊豆-新島沖	N25°W-S25°E
30	1937	VII	27	04	56	141.97	38.23	宮城縣金華山東方沖	
31	1937	XII	8	17	32	121.5	22.9	臺東-北東沖	
32	1938	I	12	00	12	135.17	33.72	和歌山縣田邊灣沖	N35°W-S35°E
33	1938	V	23	16	18	141.45	36.70	福島縣鹽屋崎東南東沖	
34	1938	V	29	01	42	144.3	43.6	北海道屈斜路湖附近	E-W
35	1938	IX	7	13	03	121.7	23.9	花蓮港附近	
36	1938	XI	5	17	43	141.65	37.10	福島縣東方沖	
37	1938	XII	7	08	01	121.5	22.9	臺東-北東沖	
38	1939	III	20	12	22	131.8	32.4	日向灘北部	
39	1939	V	1	14	58	139.82	39.95	秋田縣男鹿半島	N80°W-S80°E

發震機構に関する主要文獻

- |                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| (1) 國富; G.M. 2. 65~89.       | (4) 隼田; 驗時. 3. 339~365.         |
| (5) 本多; G.M. 4. 185~213.     | (8) 本多; G.M. 4. 185~213.        |
| (13) 本多; G.M. 5. 69~88.      | (18) 中央氣象臺地震掛; 驗時. 7. 393~397.  |
| (20) 本多・三浦; 驗時. 8. 123~128.  | (22) 本多・三浦; 驗時. 10. 61~64.      |
| (23) 中央氣象臺地震掛; 驗時. 9. 65~70. | (26) 竹花・森田; 驗時. 9. 91~104.      |
| (29) 三浦; 驗時. 10. 65~77.      | (32) 中央氣象臺地震掛; 驗時. 10. 266~276. |

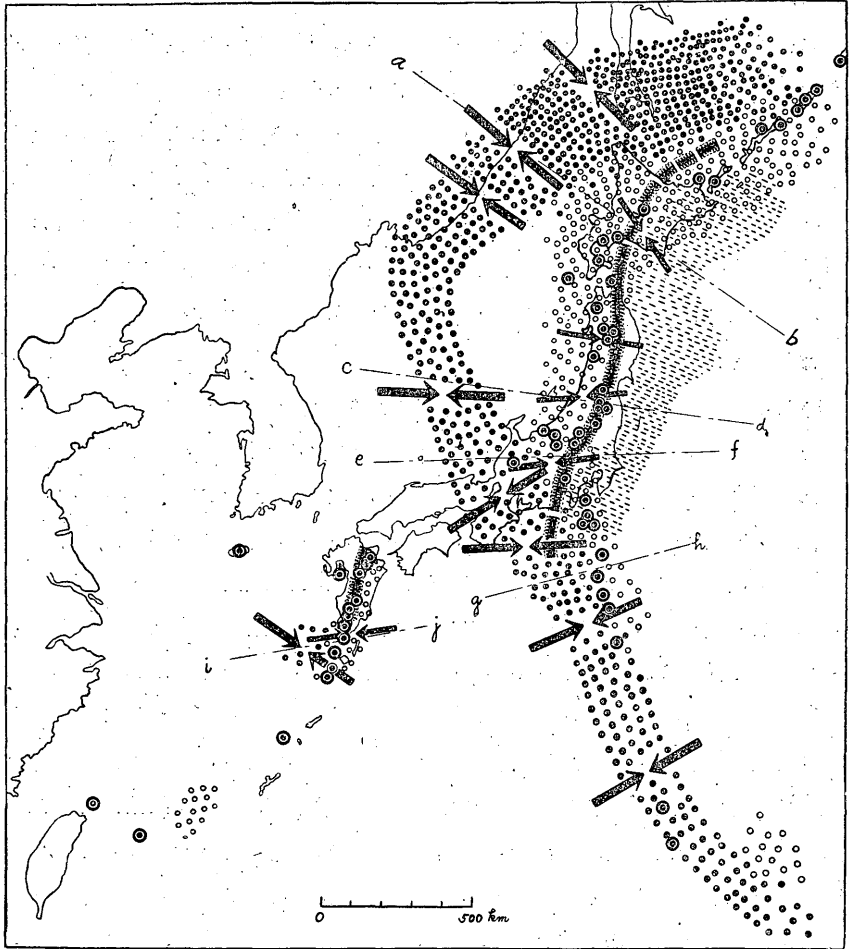
#### 4. 本邦附近地殻内部の起震歪力とゼオイド及び 火山帯等との關係

##### a. 本邦附近地殻内部の起震歪力

第2節に於て得られた地震の震源の分布に基き深發地震帯、稍深發地震帯及び淺發地震の頻發區域を夫々模式的に同一地圖上に記入すると第11圖の如くなる。嘗て和達博士も指摘されたやうに浦鹽附近から東北東に走る線と同じく浦鹽附近から南々東に走る線とにより略々直角をなして境される地域の縁邊

(1) 和達; 前出. 185頁の(1)

第 II 圖



●●●● 深発地震帯

●●●● 稍深発地震帯

▨▨▨▨ 浅発地震頻発區域

▨▨▨▨ ゼオイドの走向

○ 活動の記録ある火山

→ ← 起震至力主壓力水平成分の方向

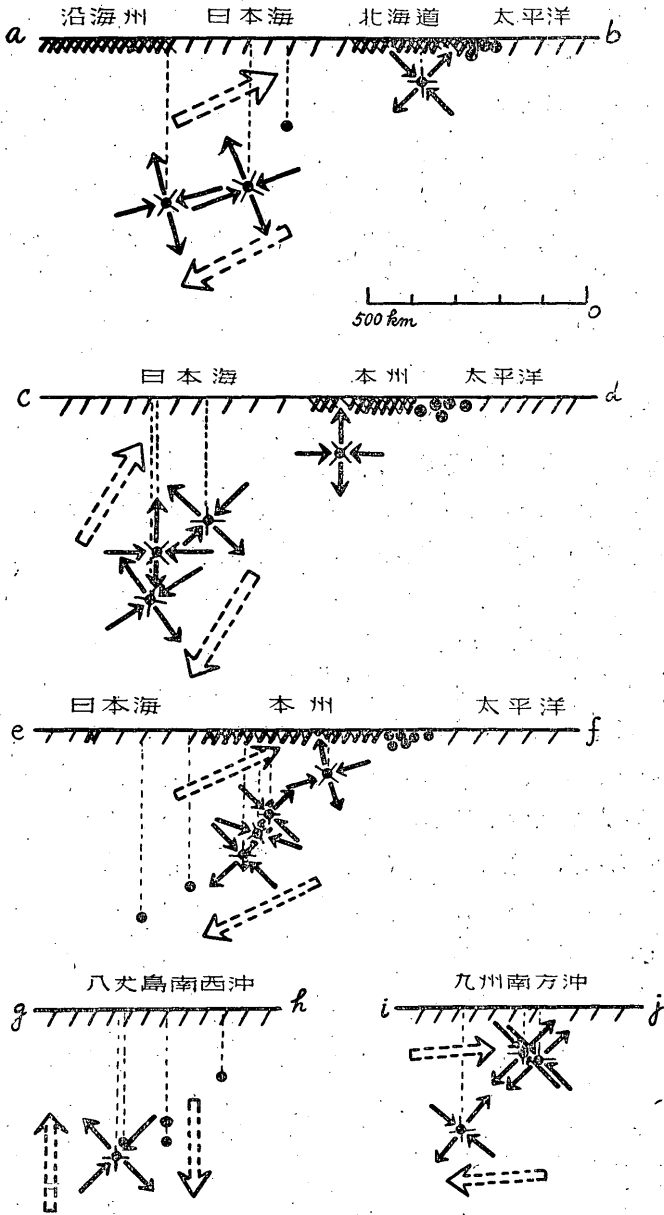
部では震源の深さが極めて深く、かなり内側に入つた千島南部、北海道及び本州北半部等では稍々浅くなり、更に内部に入つた本邦北東部の太平洋岸では震源の浅いものが多い。

深發地震及び稍深發地震の發震機構から推定される地下 100 杆乃至 400 杆或は 500 杆程度の深處に於ける起震歪力主壓力水平成分の方向は日本海北部では大體北西—南東、日本海中部では西—東、本州中央部では西南西—東北東乃至南西—北東、熊野灘附近では西—東、八丈島南西沖から父島西方沖に連る地帯では西南西—東北東に向き、九州南部では西—東に近く向いてゐる。之等主壓力水平成分の概略の方向を模式的に第 11 圖に記入すると之等の方向は極めて規則正しい關係を示し、夫々深發地震帯及び稍深發地震帯の走向に直角に向いてゐることが認められる。

深發地震帯及び稍深發地震帯に大體直角になる様に北方から順次に a-b, e-d, e-f, …(第 11 圖)等の方向の鉛直断面圖を作ると第 12 圖に示す様な結果を得る。同圖中の實線の矢印は夫々の震源に於ける主壓力及び主張力の方向で、點線の矢印はそれ等の地震を惹き起したと総合的に考へられる一つの剪斷歪力の推定方向である。日本海北部から北海道を横斷する北西—南東の鉛直断面(a-b)、日本海中部から東北地方を横斷する西北西—東南東の断面(e-d)及び本州中央部を西—東に横斷する断面(e-f)等に於て何れも深發地震帯の北西側縁邊部から太平洋岸の淺發地震頻發區域に向つて震源が浅くなつてゐることがよく判る。又総合的に之等の地震を惹き起したと考へられる一つの推定剪斷歪力の方向は夫々の断面に於て大體同じ傾向を示してゐる。八丈島西南西沖の西南西—東北東の断面(g-h)では剪斷歪力の一つは殆ど鉛直に近く東側が下方に向き、西側が上方に向くやうな力を示してゐる。こゝに圖示してはないが第 7 圖(b)によつて明かな通り熊野灘の西—東の断面では八丈島南西沖と殆ど同様である。九州南部の西南西—東北東の断面(i-j)では西側から東側に向つて震源が浅くなり、剪斷歪力の一つは西側が下方に向き東側が上方に向いてゐる。

こゝに得られた結果を綜合すると第 11 圖に示した深發地震帯の外縁部の地下 300 杆乃至 400 杆或は 500 杆程度の深處から、それによつて圍まれた地域の内部に向つて水平と  $30^{\circ}$  乃至  $40^{\circ}$  の角度をなす面内に於て多くの地震が

第 12 圖 鉛直断面に於ける起震歪力の推定圖



起つてゐる。而して此の地震の頻發する面を境としてその上側の地塊は斜内側に押上らうとし、下側の部分は斜外側に下らうとするやうな傾向の剪斷歪力が働いてゐるとも考へられる。深發地震に於ても極淺發地震と同様に斷層面が考へられるとすると之は第 12 圖に震源を中心とする×印で表した方向の何れかとなるべきであるが、之等の方向は上の地震頻發面の方向とは必ずしも一致してゐないのに注意を要する。しかしこのことは地表に現れた斷層に於ても斷層全體としての走向と個々の場所に於ける地盤の喰違ひの方向とが必しも一致しないで所謂雁行性をなすことと同じ理由に基くとして説明されるかも知れない。

#### b. ゼオイド及び火山帶等との關係

地殼の廣範圍に互り一定の歪力が働いてゐるとその力の方向と之に直角な方向とでは何か地殼構造上に差違を生ずべく、上に得られた起震歪力の方向と他の地球物理學的現象との間に何等かの關係が見出されはしないかと云ふことが考へられる。次にその第一の試みとしてゼオイド及び火山帶の走向等と比較しやう。

川畑博士の「本邦に於ける垂直線偏倚に關する研究」<sup>(1)</sup>によると本邦のゼオイドの形に關して「東北地方より遠州灘附近へかけてゼオイドの最も高い地帯、譬へて言へば山の背に相當するものが走つてゐる。最も高いところは甲府の近傍で約 5m に達する。一寸簡單に考へると此のゼオイドの背は北海道から九州迄日本の中央山脈に沿ふものと考へられるが事實は必ずしもさうでは無いらしい。遠州灘沿岸より紀州、四國方面にかけて觀測が不足するので確實なことは斷言出來ぬが、此のゼオイドの脊は遠州灘附近の沿岸で一應海の方へ出て仕舞ふらしく思はれる。或は伊豆七島より小笠原方面へ走るものかも知れない。……」又北海道に就ては「ゼオイドの最も高い地帯は略北海道の中央を横切つて北上し一應海へ出て、然る後東に轉向し千島列島に沿ふて走るものと思はれる」と述べられてゐる。第 11 圖に同氏によるゼオイドの高い地帯の走向を模

(1) 川畑；「本邦に於ける垂直線偏倚に關する研究」氣象集誌，第 2 輯 15. 439~476.

川畑；“A Study on the Deflections of the Vertical in Japan.” 中央氣象臺  
觀文報告. 7. (1939). 33~92.



圖的に示したものを記入してある。北海道から東北地方を経て遠州灘附近に延びるもの及び九州を略々南北に走るもの、何れに於ても(1)ゼオイドの高い地帯の位置は稍深發地震帯の位置に近く、且つ(2)地殻内部に於ける主壓力水平成分の方向に直角になつてゐる。第2のゼオイドの高い地帯の走向が地殻内部の起震歪力主壓力の方向に直角に向いてゐることは非常に注目すべき事柄である。地殻内部の廣範圍に互つて或る一定の方向に大規模な歪力が働いてゐるとすると地殻構造の走向が歪力の方向に直角に向くべき事は容易に考へられる所である。

前に筆者の一人は明治以後(1867年後)に活動したことのある火山の地帯が大體稍深發地震の起る地帯に一致してゐることを指摘し、和達博士も同様な調査を行はれた。今回は有史以來活動した記録のある本邦の火山を理科年表(昭和15年)により調べると第11圖に示す様に、千島・北海道の南部・東北地方を経て伊豆諸島に連るものと九州から琉球列島に連るものがある。詳細に見ると多少の位置の相違はあるが全體としての走向はゼオイドの高い地帯の走向と非常によく一致してゐる。従つてゼオイドの形と歪力との關係に就て述べた事はその儘近世に於て活動した火山帯に就ても全く同様に成立つことが判る。火山帯の位置と稍深發地震帯の位置とが大體一致すると云ふことよりも、火山帯の走向がゼオイドの高い地帯の走向と一致し、しかも地殻内部の歪力の方向に直角であると云ふことが非常に重要な意味を持つものである。

極淺發地震の調査から推定される地殻上層に於ける壓力の方向は北海道南部及び東北地方ではゼオイドの走向とは餘り密接な關係は見られないが、本州中央部及び九州南部ではゼオイドの走向及び火山帯に大體直角に近く向き地殻内部に於けるのと同様な傾向を示してゐる。

## 5. 結 語

本調査によつて得られた主な結果の概要を次に記す。

(1) 昭和2年から同14年に至る13年間に本邦及びその附近に起つた主な

---

(1) 本多; 前出. 184 頁の(2)

(2) 和達; 前出. 185 頁の(1)

地震で氣象變覽に顯著地震及び稍顯著地震として掲げられてゐるもの全部に就て調査を行つた。

(2) 震源の深さが 250 糎以上のものを深發地震とし、100 糎以上 250 糎未滿を稍深發地震、100 糎未滿を淺發地震として夫々の地震の分布を調べた。

(3) 深發地震及び稍深發地震の發震機構を調査して震源附近に働いて地震を惹き起したと考へられる起震歪力の分布を調べた。地下 100 糎乃至 400 糎又は 500 糎程度の範圍の深處に於て起震歪力の主壓力の方向は日本海北部では北西—南東に向き、本州中央部附近では大體西—東、八丈島南西沖では西南西—東北東に向いてゐる。九州南方では略々西—東に近い。

(4) 浦鹽附近から略々東北東にオホーツク海に延びる深發地震帯と同じく浦鹽附近から東南東に本州中央部を横斷して父島西方沖に連る深發地震帯の、地下 300 糎乃至 400 糎又は 500 糎の深處から、之等深發地震帯によつて境された地域の内側に向つて水平と  $30^{\circ}$  乃至  $40^{\circ}$  の傾きをなす面内に地震が多く起つてゐる。而してこの面の上側は斜内側に押上らうとしその面の下側は斜外側に下らうとするやうな極めて大規模な剪斷歪力が働いてゐるとも考へられる。

(5) 淺發地震のうちで特に震源の深さが極めて淺く且つ多少の被害を生じた程度以上の地震の發震機構を調査した結果、本邦内陸の中央部の地殼上層には大體東西に近い水平壓力が働いてゐると考へられる。

(6) 本邦のゼオイドの高い地帯及び有史以來活動したことのある火山帯は共に稍深發地震帯と大體一致し、地殼内部に於ける起震歪力の主壓力の方向に直角になつてゐる。この事は本邦の地殼構造を論ずる上に於て極めて重要な手懸りとなるものである。

終に臨み常に御指導御鞭撻を賜る岡田臺長先生及び藤原先生に厚く御禮申上げる。又本調査に當り熱心に御助力戴いた竹花峰夫氏及び門脇関郎氏に感謝の意を表する次第である。

(昭和 15 年 5 月 中央氣象臺にて)