

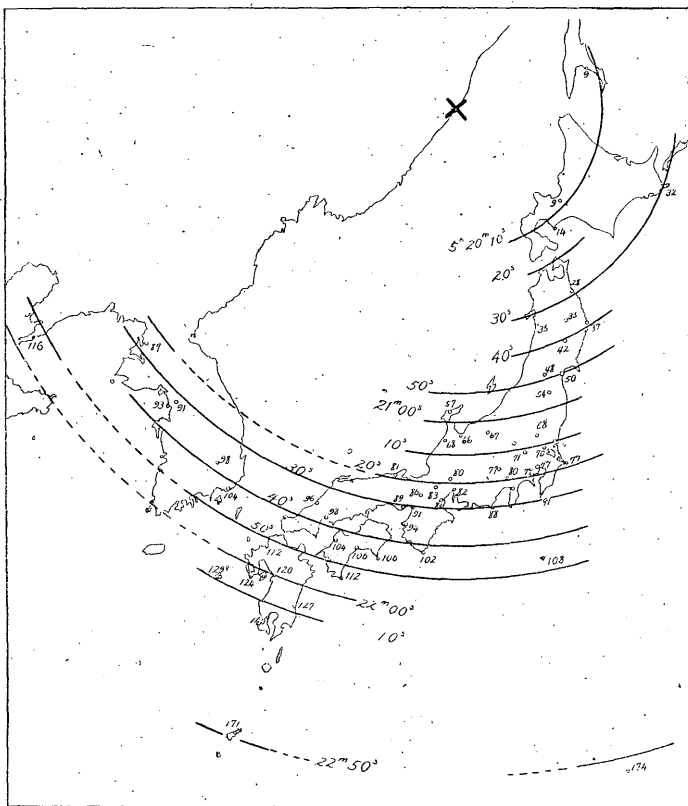
昭和 12 年
4 月 30 日 日本海北部の深發地震

伊 藤 博

1. 緒言 昭和 12 年 4 月 30 日 5 時 20 分頃日本海の北部（沿海州 Tasov 附近）に可成りの規模の深發地震が発生した。震央は $137^{\circ}.65 E, 45^{\circ}.75 N$ に當り震源の深さは約 400 軒である。本報告に於ては此の地震の發震機構を調査し併せて比較的近年に日本海附近に起つた多數の深發地震の分布を調べた結果を記述する。

日本海附近に發生する深發地震の特徴として是迄屢々經驗されてゐる如く本

第 1 圖 等發震時線



地震に於ても我國に於ては北海道の南東部及び東北地方の北東部に於て異常的に有感であつた。

各地に於ける震度は次の如くである。

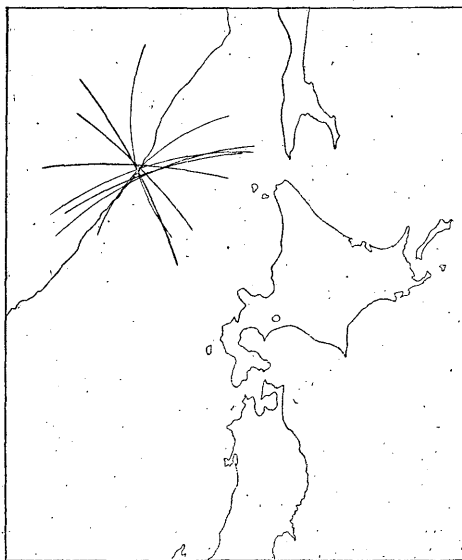
震度：II；八戸

I；釧路，帯廣，浦河，函館，青森，盛岡，宮古

2. 震央，震源の深さの決定と P 及び S-P の走時曲線 震央を求めるには我國に於ける多數の観測材料を用ひて等發震時線，等初期微動線，初動方向及び観測所を中心とし種々の深さに對する S-P と Δ との関係から與へられる半徑を以て描いた圓の交點の重心等を求める方法に依り結局東經 137°.65，北緯 45°.75 と求められ，又震源の深さは 400 杆とするのが最も観測結果に適する事が分つた。震源の深さを決定する場合には臺北に於て観測された pP と P との走時差並に我國の數ヶ所て観測された ScS と P との走時差をも考慮した。第 1 圖は P 波等發震時線，第 2 圖は各観測所を中心とし震源の深さ 400 杆に對する S-P と Δ との

第 2 圖

關係から與へられる半徑で圓を描いたもので是等から見ても上に求めた震央位置及び震源の深さが観測結果に極めて適當する事が分る。



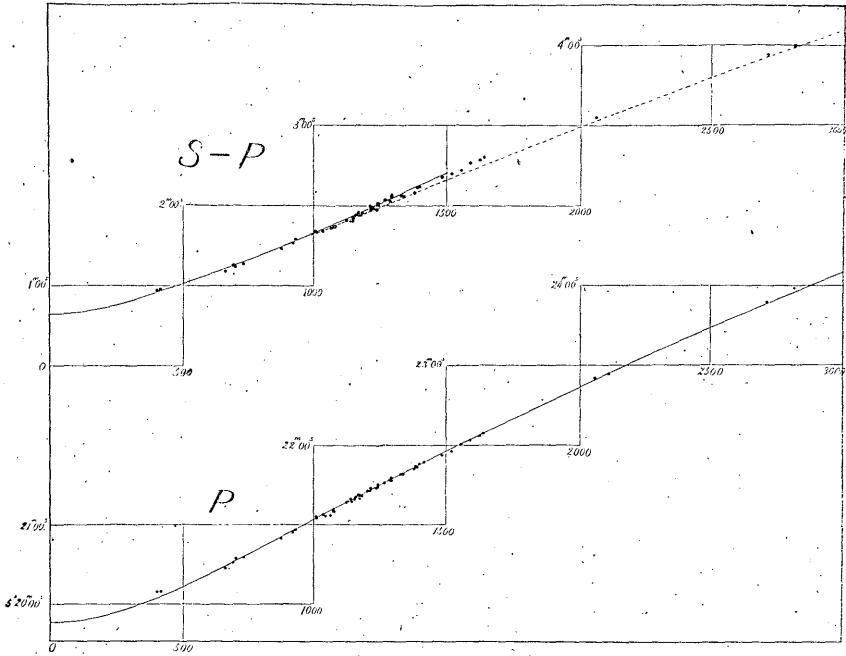
第 3 圖は上記の震央に基き地心緯度を用ひて震央距離を計算して作つた P 及び S-P の走時曲線である。國中●印は實測値，P 波の曲線は和達・益田兩氏の走時表の $H=400$ 杆に對するものであ

る。S-P の實線は鷺坂・竹花兩氏の走時表の $H=400$ 杆に對するもの、點線は和達・益田兩氏の走時表に依るものである。何れも一二の観測所を除いては観測結果と走時表の値とが極めてよく一致する。

第 1 表 觀 測 表

觀測所	Δ (km)	發現時 5 ^h	P 波 初 動							S 波 初 動							S-P		
			振 幅 (μ)			週 期 (秒)			合成値 (μ)		振 幅 (μ)			週 期 (秒)				合成値 (μ)	
			N	E	Z	N	E	Z	P _H	P	N	E	Z	N	E	Z		S _H	S
札幌	413	^m 20 ^s 09.3	+ 240	- 160	- 310	3.7	5.1	3.2	290	430	+ 250	- 650	-	2.2	3.7	-	700	-	^m 56.7
大泊	402	09.4	- 6	-	-	4.3	-	-	-	-	+ 340	-	-	4.0	-	-	-	-	55.6
八戸	662	27.5	+ 34	- 7	-	2.1	2.0	-	37	-	+ 33	- 92	-	1.5	1.9	-	98	-	1 11.0
根室	688	31.6	+ 1.3	- 18	-	2.2	2.8	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 15.5
秋田	699	34.9	+ 18	+ 4	- 191	2.0	1.3	3.2	18	192	-	- 450	-	3.3	-	-	450	-	1 14.2
盛岡	732	35.4	+ 15	- 10	- 38	1.3	1.6	2.3	18	41	+ 22	- 140	-	2.5	2.5	-	145	-	1 17.3
仙臺	875	50.2	+ 24	- 3	- 22	3.7	2.4	1.7	24	32	+ 67	- 200	+13	1.8	5.0	2.2	220	220	1 27.5
福島	919	54.5	+ 16	- 2.2	- 9	2.1	1.7	3.0	16	18	-	- 140	-	1.6	-	-	140	-	1 32.5
*輪島	928	56.9	- 7	-	+ 11	-	-	-	7	13	-	-	-	-	-	-	-	-	1 34.9
富山	1,008	^m 21 ^s 05.6	- 5	-	+ 16	1.7	-	2.6	5	16	(+)	- 160	-	6.9	-	-	160	-	1 41.4
長野	1,008	06.8	-	-	(+)	-	-	-	-	-	+ 26	- 110	-	3.4	5.8	-	120	120	1 40.4
水戸	1,067	07.7	-	-	(-)	-	-	-	-	-	+ 30	- 76	+24	1.9	3.0	1.6	82	86	1 42.7
宇都宮	1,036	08.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 40.7
筑波山	1,078	08.4	-	-	- 1.9	-	-	1.9	-	1.9	(+)	- 69	+57	2.6	4.5	3.7	69	89	1 44.4
熊谷	1,075	10.7	-	-	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 40.4
甲府	1,127	17.0	(+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 49.3
銚子	1,145	17.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 49.
東京	1,130	17.4	-	-	(-)	-	-	-	-	-	-	- 53	-	4.6	-	-	53	-	1 48.9
横濱	1,154	19.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 51.3
船津	1,141	19.9	-	-	- 2	-	-	2.6	-	-	(+)	- 65	-	2.6	-	-	65	-	1 48.8
岐阜	1,177	20.0	- 8	-	+ 8	3.2	-	2.7	8	11	-	- 27	+37	4.6	6.2	27	46	1 53.1	
豊岡	1,158	21.3	- 19	(+)	+ 14	3.8	-	2.7	19	24	(+)	- 23	-	7.9	-	-	23	23	1 53.6

第 3 圖 P 及び S-P の走時曲線



尙走時曲線から震源に於ける發震時を求めると 5 時 18 分 55 秒となる。

3. P 波初動・S 波初動の分布と發震機構 ウィーヘルト式地震計記象から
 驗測した P 波及び S 波初動を各成分毎に坪井博士の方法によつて補正を行
 つた。その水平動成分の合成値を第 4 圖及び第 5 圖に又水平動及び上下動成
 分の合成値は觀測表中に夫々示す。圖中矢印は略振幅の大きさに比例してとり
 P 波の○印は疎波、●印は密波を意味する。此の地震で P 波・S 波初動を明
 瞭に驗測し得た範圍は震央距離 400~1,600 軒で P の初動は略々東經 130° の
 線を境として東側が疎波、西側が密波であり、S の初動は概ね西に向ふ。P 波
 丈の材料から此の地震の發震機構を推定する事は可成り困難であるが之に S 波
 初動の分布を考慮し且つ從來知られてゐる此の地方の深發地震の研究結果を參
 照して象限型の初動分布を考へる。P 波丈から先づ N 3° W~S 3° E の方向
 の直線 N₁ が P 波初動の一節線であると考へられる。即ち節面の一つは N
 3° W~S 3° E の鉛直面である。次に震源に於て之と直交する他の節面の法線が

震源と震央を結ぶ線から何度傾く（その傾角を α とする）かを求める。其際
 従来屢々用ひられてゐる様⁽³⁾に震源から (θ, φ) の方向に射出される波動の $r, \theta,$
 φ 方向の成分を夫々

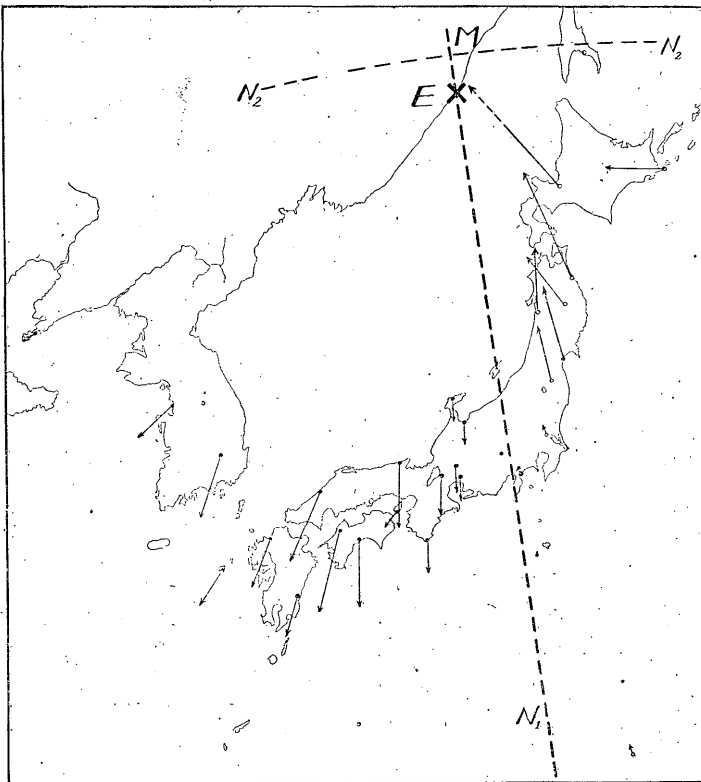
$$\vartheta_r = \mathcal{A}_r \frac{1}{r} \sin 2\theta \cos \varphi \cos(pt - kr)$$

$$\vartheta_\theta = \mathcal{A}_s \frac{1}{r} \cos 2\theta \cos \varphi \cos(pt - kr)$$

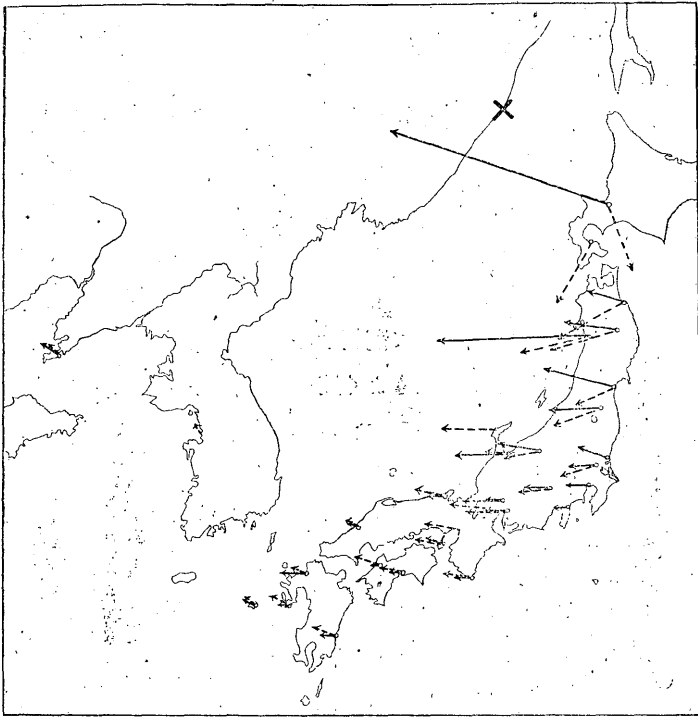
$$\vartheta_\varphi = -\mathcal{A}_s \frac{1}{r} \cos \theta \sin \varphi \cos(pt - kr)$$

で與へられるとして各観測所に於て観測さるべき P 波並に S 波初動の方向及
 び振幅を計算し、之が實測値に最もよく適する様に α の値を求めると $\alpha = 70^\circ$

第4圖 P 波初動分布



第 5 圖 S 波 初 動 分 布 圖



—— 實 測, ----- 計 算

となる。 $\alpha=70^\circ$ として第 2 の節面が地表面と交る線を求めると第 4 圖 $N_2 \sim N_2$ の如くなり EM は約 125 軒と求められる。

尙地震波線の彎曲する事及び地表面に於ける反射の影響等を考慮し乍ら實測値に前述の補正を行つたものと計算値とを比較して震源から射出される P 波及び S 波の振幅に関する量 \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S を求めると平均の値として

$$\mathcal{A}_P = 3.9 \times 10^5 \text{ cm}^2$$

$$\mathcal{A}_S = 7.1 \times 10^5 \text{ cm}^2$$

となる。従来屢々調査されて來た深發地震に関する \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S を求める場合には初動振幅は實測その儘であつたから直接上記のものと比較する事は出来な
いが極めて概略の比較をするには茲に得られた \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S の値を 1.7 で除すればよい。鷺坂技師の方法に依り上の \mathcal{A}_P からこの地震のエネルギーを推算

すれば 10^{19} エルグとなる。上に求めた \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S を用いた P 波初動, S 波初動の計算値は第 2 表に又 S 波の計算値は第 5 圖點線にて示す。

第 2 表 P 波・S 波の實測値と計算値

観測所	P 波			S 波 (水平成分)		
	實測値 (μ)	計算値 (μ) $\mathcal{A}_{P平均}$	\mathcal{A}_P	實測値 (μ)	計算値 (μ) $\mathcal{A}_{S平均}$	\mathcal{A}_S
札幌	430	180	$9.3 \times 10^6 \text{ cm}^2$	700	190	$25.9 \times 10^6 \text{ cm}^2$
盛岡	41	110	1.7	145	220	4.6
秋田	192	70	10.8	450	240	13.8
八戸	—	110	—	98	180	3.9
仙臺	32	45	2.8	220	140	11.6
福島	18	37	1.9	140	140	7.3
筑波	1.9	12	0.1	69	76	6.5
船津	6	—	—	65	79	5.8
富山	16	8	7.6	160	82	13.9
長野	—	—	—	120	92	9.3
輪島	13	17	2.9	—	120	—
岐阜	11	10	4.2	27	75	2.6
名古屋	8	10	3.1	52	75	5.0
彦根	15	13	4.5	—	72	—
潮岬	12	13	3.5	41	64	3.5
大阪	17	16	4.0	—	80	—
大洲	10	19	2.0	46	63	5.2
豊岡	24	21	4.4	23	65	—
高知	23	24	3.8	21	53	2.8
福岡	—	32	—	58	33	12.6
松山	31	29	4.2	8	45	1.2
濱田	33	31	4.2	163	45	6.7
宮崎	15	27	2.2	28	42	4.7
長崎	5	32	0.1	8	33	1.7
仁川	18	40	1.8	—	13	—
富江	—	—	—	26	28	6.7
大連	—	—	—	40	26	10.8
平均			3.9			7.1

4. P波初動・S波初動の週期 記象の明瞭なものに就てP波及びS波の初動週期を驗測し之に坪井博士の方法に依る補正を行つたものを觀測表中に示す。P波の週期は平均南北動2.5秒、東西動2.5秒、上下動2.6秒であつて各成分を通じて大差がない。S波初動の週期は平均南北動3.1秒、東西動4.3秒であつて東西動が著しく長い。

5. 計算値に關する考察 震源から射出されるP波並にS波の振幅に關する量 \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S は既述の如くして計算した値と實測値とを比較して求めるのであるが其際各觀測所を通じて \mathcal{A}_P 及び \mathcal{A}_S の値は必しも等しくならない。之は計算に用ひる式に缺陷があるとも考へられるが寧ろ之は各地の地盤の影響と考へるのが妥當ではならからうか。今問題とするのは週期2~3秒のP波と3~5秒のS波とである。この種の波動に對して振幅の大きく現はれる地盤と然らざるものとの差が \mathcal{A}_P 並に \mathcal{A}_S の不揃となつて現はれるものと考へられる。最近森田氏⁽⁴⁾は多數の遠地々震の最大動に就て我國に於ける振幅の分布を調査し相對振幅の大なる地方と小なる地方とのある事を見出したが上述の如き週期のP波初動に對して振幅の特に大きく現はれる場所は札幌・秋田・富山の各地、S波初動の大きく現はれる場所は札幌・秋田・仙臺・富山・大連の各地であり、P波の特に小さく現はれる所は盛岡・福島・筑波山・洲本・長崎・仁川の各地、S波の小さく現はれる所は盛岡・八戸・岐阜・高知・潮岬・松山・長崎等の各地である。以上は只この地震のみに就て得られた結果であるが今後同じ週期の多數の地震に對して更に調査を進める豫定である。

6. 日本海附近に於ける深發地震の分布 日本海附近には大小多數の深發地震が發生してゐる。そのうち規模の比較的大なるものに就ての地理的分布は是迄にも既に調査されたものがあるが最近漸く觀測材料も増加し且つ多數の地震のエネルギーの計算せられたものが發表されたので改めて地震の規模並に深さの地理的分布を調査した。今回の調査では既に調査されてゐる規模の大なるものの外我國の一二の觀測所に於て有感或は各地共無感のものに就ても各地からの報告に基き震央位置、震源の深さを決定した。第1表は近年日本海附近(本州・北海道・千島を連ねる線より北乃至西の部分、但シシベリアは多少内陸迄互る)に發生し我國に於て觀測せられた大小總ての深發地震の發現時刻、震央位

第 3 表 日本海附近の深発地震表

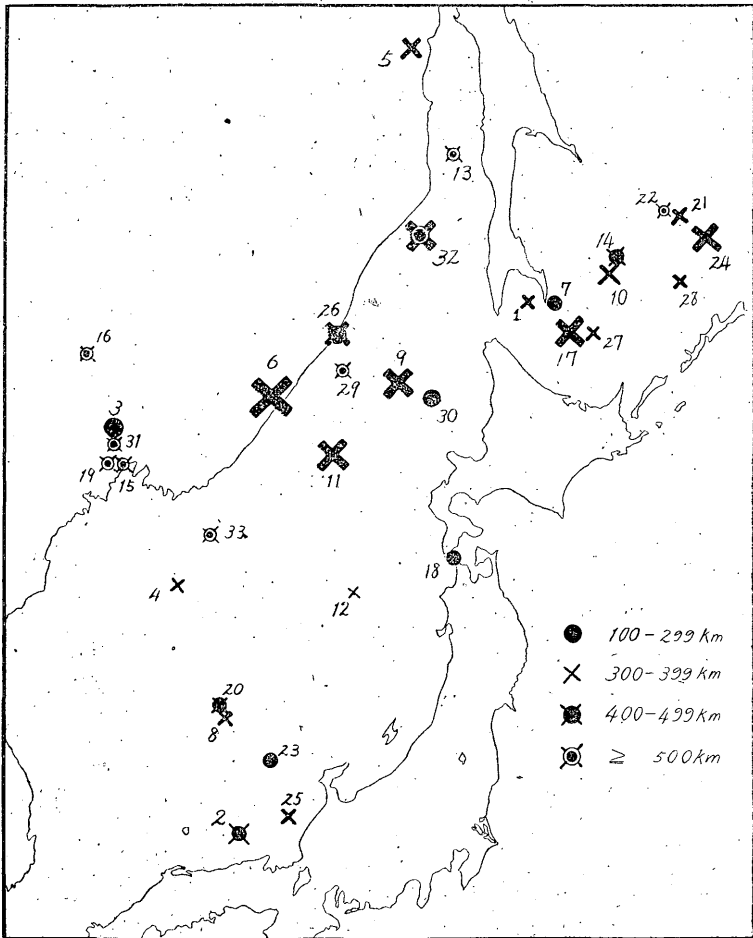
番 號	發 現 時 刻	震 央			震源 の深 さ (軒)	規 模
		東經	北緯	地 名		
1	大正年 月 日 時 分 昭和 15 (1926) I 15.23.53	142.9	46.1	宗 谷 海 峽	300	C
2	2 (1927) I 15.23.31	134.5	36.2	隱 岐 島 東 方 沖	420	C
3	2 V 18.06.43	131.5	44.0	浦 鹽 北 方	400	B(和達)
4	" XII 19.04.50	133.	41.	浦 鹽 南々東沖	350	C'
5	3 (1928)VIII 23.10.18	140.0	51.0	シベリア 間 海峽附近	300	B(和達)
6	6 (1931) II 20.14.34	135.7	44.5	日 本 海 北 部	350	A
7	" III 1.23.23	143.7	46.0	宗 谷 海 峽	250	C'
8	" IV 21.09.03	134.2	38.5	日 本 海 中 部	350	C
9	7 (1932) IX 23.23.23	139.0	44.7	日 本 海 北 部	330	A'
10	" X 26.02.03	145.3	46.3	中知床岬東方沖	370	B'
11	" XI 13.13.48	137.3	43.5	日 本 海 北 部	350	A'
12	8 (1933) I 04.07.41	137.6	40.7	青 森 縣 西 方 沖	360	D'
13	" " 19.02.16	141.	49.	樺 太 西 方 沖 惠 須 取	500	D'
14	" V 24.13.36	145.6	46.7	中知床岬東方沖	450	C'
15	" VII 15.01.05	131.7	43.4	浦 鹽 附 近	530	D'
16	" IX 09.14.04	130.7	45.4	浦 鹽 北々西方	500	D
17	" XII 05.04.34	144.0	45.4	宗 谷 海 峽 東 方 沖	350	A'
18	9 (1934) X 30.02.23	140.3	41.3	津 輕 海 峽	140	C
19	10 (1935) III 29.08.48	131.2	43.4	浦 鹽 附 近	500	D I: 釧路
20	" V 31.17.19	134.2	38.6	日 本 海 中 部	450	C
21	" VII 26.17.04	147.3	47.5	北知床岬南東沖	350	C
22	" VII 27.19.14	147.0	47.7	北知床岬南東沖	500	D I: 釧路
23	" X 15.23.35	135.4	37.7	能登半島西方沖	280	C'
24	11 (1936) III 01.19.23	148.0	47.0	擇 捉 島 北 方 沖	360	A'
25	" X 20.04.56	135.8	36.5	九頭龍川河口沖	350	C
26	12 (1937) IV 30.05.20	137.6	45.8	沿 海 州	400	B'
27	" VII 21.09.08	144.3	45.4	中知床岬南々東沖	360	C
28	13 (1938) III 18.11.09	147.1	46.2	擇 捉 島 北 方 沖	320	C
29	" VIII 01.06.55	137.8	43.0	日 本 海 北 部	500	D I: 釧路, 宇都宮
30	" X 18.00.27	140.0	44.4	日 本 海 北 部	200	B
31	" X 21.15.48	131.3	43.6	浦 鹽 附 近	500	D
32	14 (1939) IV 21.13.30	140.0	47.6	日 本 海 北 部	530	B
33	" X 24.23.44	134.0	42.0	浦 鹽 南 東 沖	500	D'

置、震源の深さに並に規模の概略を示す。規模の比較的大なるものは既に調査されてゐるものに依る。地震の規模 $A \sim C'$ なるものは大部分鷲坂技師・福岡氏の計算したものに據り、 $A, A', B \dots$ 等の記號は次の如きものである。

$A = 10^{22}$ エルグ, $A' = 10^{21}$ エルグ, $B = 10^{20}$ エルグ, $B' = 10^{19}$ エルグ,
 $C = 10^{18}$ エルグ, $C' = 10^{17}$ エルグ。

D 及び D' は規模小なるもので未だ計算されてゐないもので筆者が便立上用ひ

第 6 圖 日本海附近の深発地震分布圖



た記號で、D は我國に於ける地震計觀測の範圍が震央距離 2,000 軒を超えるもの、D' は 1,500 軒以内のものである。

第 6 圖は之等の地震の地理的分布を示す。記號の種類は震源の深さ別、記號の大小は規模別の分類であり記號の大なるもの程規模も大きい。この圖を見て次の事が云ひ得る。即ち日本海附近に於ては小規模のものをも含める場合には深發地震帯といふものが餘り明瞭ではない。規模の大なるものは宗谷海峽を略東西に貫く帶上にあり、之に直用で本州を横斷する線上のものは規模が稍小さい。

7. 結語 本調査で得られた主な結果は次の如くである。

- i) 震央は東經 $137^{\circ}.65$ 、北緯 $45^{\circ}.75$ 、震源の深さは約 400 軒。
- ii) 震源に於ける發震時は昭和 12 年 4 月 30 日 5 時 18 分 55 秒。
- iii) P 波及び S 波の初動分布から發震機構として、震源を中心とする小さな球面上で方位に関する振幅の分布は $\sin 2\theta \cos \varphi$ (P 波)、 $\cos 2\theta \cos \varphi$ (S 波の θ 方向の成分)、 $\cos \theta \sin \varphi$ (S 波の φ 方向の成分) で表されるとし、N 3° W-S 3° E なる一つの鉛直面と震源に於て之と直交し水平から 70° 南へ傾く面とを P 波節面とすれば初動分布の觀測値を説明し得る。
- iv) P 波・S 波初動の振幅の實測値と計算値とを比較して見ると地盤に依り振幅の大きく現はれる所と小さく現はれる處とがある様である。

終に、本調査に當つて終始御懇切なる御指導、御鞭撻を賜つた本多技師並に種々有益なる御示教を受けた驚坂技師に深謝の意を表する。

(昭和 15 年 4 月 中央氣象臺にて)

文 獻

- (1) K. Wadati and K. Masuda: On the Travel Time of Earthquake Waves (Part V). Geophys. Mag. Vol. 7,
- (2) 驚坂清信、竹花峰夫: 近地々震に於ける S 波の走時表及び初期微動表、驗震時報、第 8 卷、149~169.
- (3) 例へば本多弘吉、波佐谷慶孝: 昭和 11 年 12 月 1 日屋久島西北西沖の深發地震、驗震時報、第 10 卷、8~21.
- (4) 森田稔: 驗震時報、第 11 卷第 1 號.

- (5) K. Wadati and T. Isikawa: On Deep-focus Earthquakes in the Northern Part of the Japan Sea, *Geophys. Mag.* 291~305 (1933).
- (6) 鷺坂清信: 地震のエネルギー, 驗震時報, 第 10 卷, 385~448.
福岡章: 昭和 11~13 年の日本附近に於る地震エネルギーの分布, 驗震時報, 第 10 卷, 449~458.