

昭和11年より13年までの日本附近に於ける地震エネルギーの分布

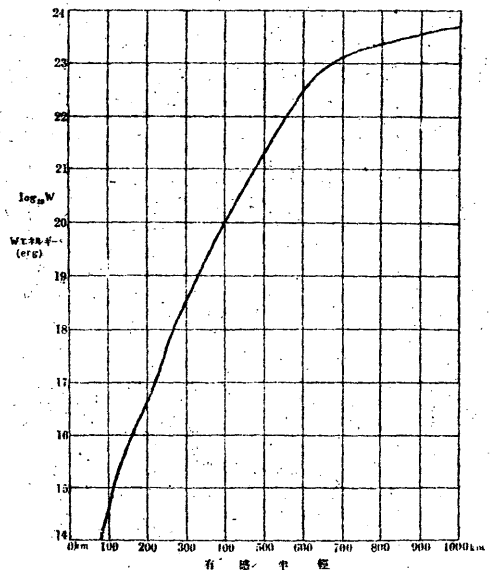
福 岡 章

§1 緒論 地殻の表層は常に活動して居り、そのエネルギーは或ひは造山作用、地殻變動、或ひは地震、火山活動、湧泉等として消費されてゐる。筆者は鷲坂先生の御指導により最近三ヶ年間に於ける本邦附近の地震活動のエネルギー分布を調査した。

地震のエネルギーに關しては此れ迄鷲坂先生が種々研究を發表されてゐるが、此處では此等の研究を基礎として簡単な方法によつてエネルギーを概算することにした。材料としては氣象要覽を用ひ小區域地震以下のものは省き、顯著及び稍顯著地震について調査した。實際の値より見て小區域地震以下のものは省略して差支へない程度に充分小さいものである。氣象要覽に掲載せる地震のみにより、且遠地地震を省略せるが故に取扱つたものは本邦及びその附近に起つた地震に限られてゐる。又淺發地震と深發地震は其の分布が全く異なり、又此處にエネルギーを算出する爲に用ひる方法も異なるから別々に取扱ふ事とする。

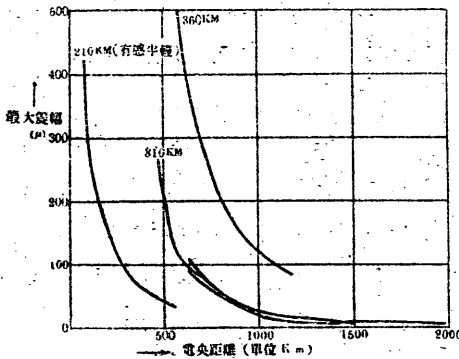
§2 淺發地震のエネルギーの計算法 淺發地震のエネルギーは鷲坂先生が北伊豆地震⁽¹⁾、北丹後地震など⁽²⁾について計算されて

第1圖 淺發地震のエネルギーと有感半徑との關係



あるが此等の地震に於けるエネルギーとその有感区域の半径との間には第一圖に示す様な関係がある(本號鷺坂報文参照)。故に淺發地震のエネルギーを概算するには震度分布圖を作り、その有感半径を求めれば第一圖によつてエネルギーの大體の値を知ることが出来る。しかし若干の地震は震度分布圖より適當なる有感半径を決定する事が出来ないで、既に有感半径の決定したものにつき震央距離と最大振幅を兩軸とした圖表第2圖の如きものを作製し、この圖

第 2 圖



中に有感半径を求むべき地震の曲線を挿入して比較し相等する有感半径を決めた。又第1表に於ける No. 26, No. 27 の地震は上記二種の方法の何れも適用し難いし、又深發地震と迄は云へないがその震源の深さはかなり深い様であるから §4 で述べる深發地震に於ける概算法を用ひてエネルギーを算出した。

§ 3 淺發地震のエネルギー分布 昭和11年より13年に到る間の顯著及び稍顯著地震についてそのエネルギーを計算せる結果を次表に示す。

第 1 表

番號	種別	發 震 時					震 央		有感 半徑	エネ ルギ- $\times 10^{16}$ erg
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯		
1	稍	昭11	I	30	3	27	142°8	40°8	240	18.
2	顯		II	21	10	08	135°7	34°5	290	130.
3	顯		III	2	12	19	144°0	41°6	300	200.
4	稍		IV	16	4	19	142°9	41°4	220	8.0
5	稍			27	21	51	141°0	36°2	220	8.0
6	顯		VI	3	11	55	142°3	41°3	260	42.
7	稍			3	19	23	146°7	43°6	240	18.
8	稍		VII	15	10	55	141°3	36°5	200	3.1
9	稍			19	2	48	141°5	37°4	180	2.2
10	顯		VIII	22	15	51	121°2	22°1	420	21000.

號番	種別	發 震 時					震 央		有感 半徑	エネルギー $\times 10^{10}$ erg						
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯								
11	稍	昭11	IX	14	9	23	141.6	37.5	200 ^{kn}	3.1						
12	稍			X	20	23	23	138°2	35°0	220	8.0					
13	顯				26	0	30	140°1	34°4	300	200.					
14	顯			XI	3	5	46	142°0	38°4	490	300000.					
15	稍				18	4	54	141°7	38°3	200	3.1					
16	稍				22	6	48	141°6	38°0	210	5.0					
17	稍			昭12	XII	10	22	26	140°1	34°4	220	8.0				
18	稍					24	7	55	141°1	37°0	230	12.				
19	顯					27	9	14	139°2	34°4	220	8.0				
20	顯					I	6	6	38	132°4	31°0	330	630.			
21	顯						7	15	12	142°0	38°8	330	630.			
22	稍						20	9	03	142°8	42°0	220	8.0			
23	稍						27	16	04	130°8	32°7	100	0.032			
24	稍						30	10	10	138°2	33°5	250	27.			
25	顯						II	21	16	03	150°0	44°5	570	2400000.		
26	稍							21	19	53	150°0	44°5		6000.		
27	顯							23	9	48	149°5	44°3		200000.		
28	顯	27	23					42	132°1	33°7	310	310.				
29	顯	III	22					4	29	142°2	40°2	290	130.			
30	稍		V					5	1	31	140°0	36°1	170	0.90		
31	稍							15	21	23	139°4	34°8	160	0.51		
32	顯							VI	9	3	01	149°	45°	(310)	310.	
33	稍								9	5	04	141°9	39°2	210	5.0	
34	稍			VII	21				9	08	145°	46°	(310)	310.		
35	顯				27				4	56	142°0	38°2	360	2000.		
36	稍				VIII				17	1	38	135°9	35°4	190	2.2	
37	稍					27			3	54	131°5	31°4	170	0.90		
38	稍					IX			7	1	02	140°6	36°4	170	0.90	
39	稍								29	7	55	139°9	36°2	150	0.32	
40	顯								X	17	13	47	141°0	35°5	280	93.
41	稍									XI	23	2	39	138°3	35°8	180
42	稍						26				12	44	142°4	42°3	190	2.2
43	顯						26				19	45	123°1	24°1	320	430.
44	稍						27				0	36	141°0	35°7	170	0.90

番號	種別	發 震 時					震 央		有感 半經	エネルギー $\times 10^{16}$ erg
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯		
45	顯	昭12	XII	8	17	32	121.5	22.9	320 ^{km}	430.
46	稍			11	22	39	142°3	40°2	190	2.2
47	顯			14	3	54	121°2	22°7	350	1300.
48	稍			15	20	32	142°0	41°6	190	2.2
49	稍			16	18	36	140°1	34°3	260	42.
50	稍			17	18	32	121°4	22°9	310	310.
51	稍			25	22	52	132°2	32°9	190	2.2
52	稍	昭13	I	2	16	54	133°4	34°9	170	0.90
53	稍			11	5	55	131°2	29°8	340	1000.
54	顯			12	0	12	135°2	33°7	470	140000.
55	稍			24	22	02	135°1	33°8	200	3.1
56	稍		IV	1	22	40	134°0	34°1	170	0.90
57	顯			23	9	28	131°	28°1	380	4300.
58	顯			25	23	45	141°8	37°1	280	93.
59	稍		V	11	12	10	142°9	40°6	200	3.1
60	顯			23	16	18	141°5	36°7	540	1300000.
61	稍			29	1	42	144°3	43°6	130	0.14
62	顯		VI	6	1	31	140°3	35°9	240	18.
63	顯			10	18	53	125°2	25°3	210	5.0
64	顯			16	11	15	129°4	27°7	490	300000.
65	顯			18	9	43	141°1	36°5	260	42.
66	顯		VI	29	23	01	141°2	36°8	270	62.
67	稍		VII	6	22	01	141°5	36°3	200	3.1
68	稍		VIII	10	19	34	145°0	42°6	260	42.
69	顯		IX	4	8	58	141°0	36°4	190	2.2
70	顯			7	13	03	121°7	23°9	250	12.
71	顯			22	3	52	141°1	36°4	350	1300.
72	顯		X	12	9	35	144°3	39°8	370	30 0.
73	稍			14	0	26	121°7	23°9	250	27.
74	顯			18	0	27	140°0	44°4	470	140000.
75	顯			29	22	08	141°0	35°4	260	42.
76	顯		XI	5	17	43	141°7	37°1	550	1500000.
77	顯			5	19	50	141°7	37°2	500	450000.
78	稍			5	20	10	141°8	37°4	180	1.2
79	稍			6	3	10	141°6	37°2	160	0.51

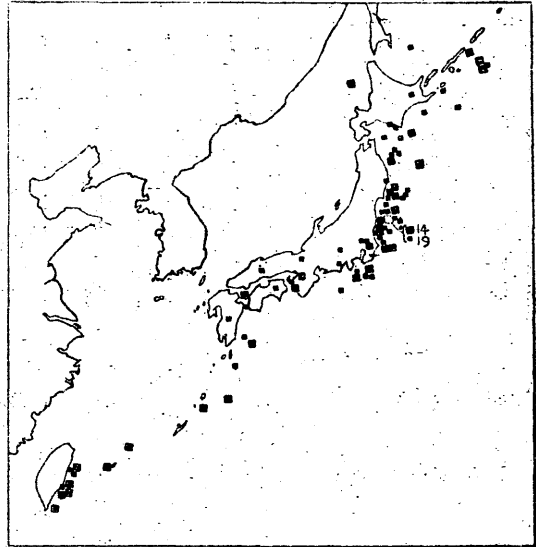
番 號	種 別	發 震 時					震 央		有感 半徑	エネルギー $\times 10^{10}$ erg
		年	月	日	時	分	東 經	北 緯		
80	稍	昭13	XI	6	6	24	142°3	37°0	210 ^{km}	5.0
81	顯			6	17	54	141°8	37°6	480	230000.
82	稍			7	2	19	141°8	37°4	210	5.0
83	稍			7	3	20	141°8	36°9	180	1.2
84	稍			7	6	04	141°8	36°9	220	8.0
85	顯			7	6	39	141°9	37°2	370	3000.
86	稍			7	8	19	142°0	36°9	200	3.1
87	稍			7	9	48	141°9	37°1	240	18.
88	顯			7	10	38	141°0	37°0	270	62.
89	稍			7	10	54	142°0	36°9	260	42.
90	顯			7	13	15	141°8	37°2	260	42.
91	顯			8	4	34	141°8	37°0	270	62.
92	稍			8	22	14	142°1	37°2	230	12.
93	稍			9	11	22	141°5	37°5	200	3.1
94	稍			9	18	13	141°9	36°8	230	12.
95	顯			16	20	08	141°8	37°4	350	1300.
96	稍			19	14	54	141°8	37°0	230	12.
97	稍			21	15	59	121°7	23°9	210	5.0
98	顯			22	10	14	141°8	37°0	290	130.
99	顯			25	17	20	141°9	37°0	330	630.
100	稍			29	22	39	142°0	36°8	200	3.1
101	顯			30	11	30	141°8	37°0	350	1300.
102	稍		XII	1	0	16	142°8	36°9	290	130.
103	顯			3	21	12	141°9	36°9	330	430.
104	稍			4	15	12	141°9	37°1	270	62.
105	稍			6	0	34	141°8	37°2	230	12.
106	稍			6	3	54	141°7	37°2	280	93.
107	顯			7	8	01	121°5	22°9	330	630.
108	稍			7	22	04	143°1	38°6	260	42.
109	稍			13	8	39	141°9	36°7	230	12.
110	稍			13	8	59	141°7	36°6	230	12.
111	稍			14	2	26	143°1	38°4	250	27.
112	稍			19	6	46	142°9	38°3	230	12.
113	稍			20	3	24	147°7	42°5	310	310.
114	顯			23	10	51	141°9	36°9	280	93.

次に示す第3圖は震央の分布圖，第4圖はエネルギー分布圖である。第4圖に於ては緯度・經度各45分及び15分にて仕切りその區間のエネルギー總和を示す。

§4 深發地震のエネルギー概算法 深發地震のエネルギーは各觀測所の地震動から各地震について求めることが出来る⁽⁴⁾が此の方法は非常に手數を要する。其上發震機構，

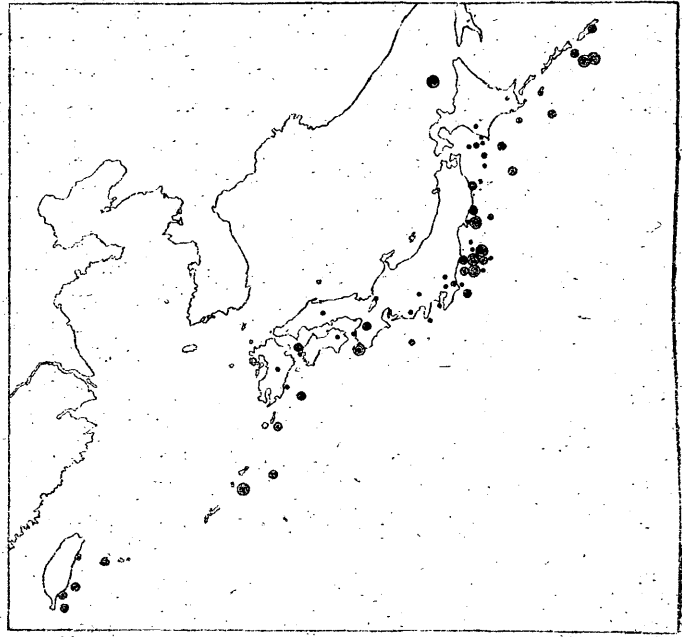
觀測所の分布等の關係から直接エネルギーを計算し得る場合は極めて少い。又本多技師の發震機構に關する常數 β を求めれば容易にエネルギーを知ることが出来るが此

第3圖 淺發地震の震央分布圖（昭和11年～13年）



■顯著地震 ●稍顯著地震

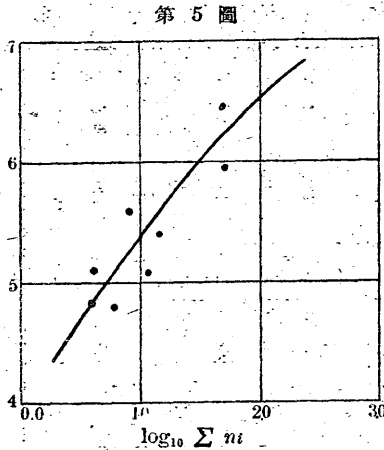
第4圖 淺發地震のエネルギー分布圖（昭和11年～13年）



◎ $10^{20} \leq W < 10^{21}$ ● $10^{19} \leq W < 10^{20}$ ● $10^{18} \leq W < 10^{19}$ ● $10^{17} \leq W < 10^{18}$ エルグ

の \mathcal{M} を求めることも亦簡単でない。依つて此處に深發地震のエネルギーの概算の値を推定する爲次の二つの簡便法を用ひる事にする。

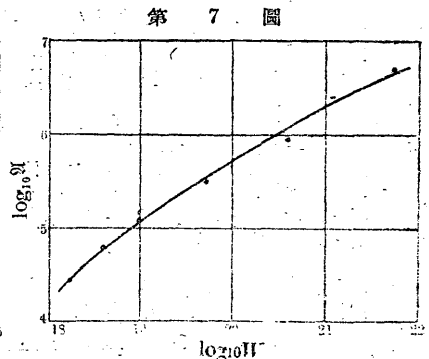
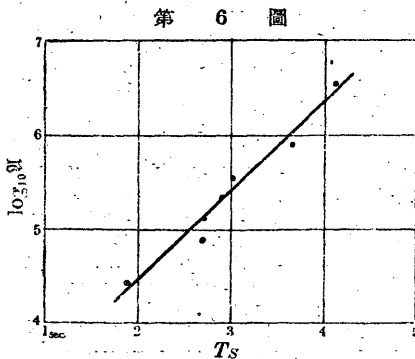
A 第5圖は鷺坂先生の求められた人身感覺と \mathcal{M} との關係を示す曲線である。



$\log_{10} \Sigma ni$
 i は観測所を示し、 n は其處の震度の階級を示す数を表はす

。即ち中央氣象臺の震度階級 I, II, III 等につき夫々 1, 2, 3 の weight を與へ、一つの地震につき各測候所て觀測された各震度の個所數に夫々 weight を掛けて加へたものを考へ、その對數を横軸に取り $\log_{10} \mathcal{M}$ を縦軸にとつてその間の關係を表したものである。この圖を用ひて $\log_{10} \mathcal{M}$ を知り更に第7圖によつてエネルギーの概算値を知る。

B 深發地震に於ては通常 S 相中に最大動を生じ、其の各地觀測の平均週期 T_B を横軸に $\log_{10} \mathcal{M}$ を縦軸にとると第6圖の如き曲線が得られる。故に第6圖と第7圖を用ふれば、週期よりそのエネルギーを推定することが出来る。第7圖は $\log_{10} \mathcal{M}$ を縦軸に $\log_{10} W$ を横軸にとつて \mathcal{M} と W (エネルギー)の關係を表したものである。第5圖・第6圖及び第7圖に記入された觀測値は鷺坂先生の報文(驗震時報、第10卷第3號参照)によるものであり、之により曲線からエネルギーを求めた誤差の範圍は相當大きい事が想定される。



第 2 表

番 號	種 別	發 震 時					震 央	東 經	北 緯	震源の		㊶ 方 法		㊷ 方 法		平均エネ ルギー
		年	月	日	時	分				深 さ	$\sum \eta_i$	エネ ルギー	T_s	エネ ルギー		
1	顯	昭11	III	1	19	23	知床岬北方沖合	145°0	44°8	—	0	—	3.9	170000	$\times 10^{16}$ erg 170000	
2	顯		IV	26	01	52	八丈島南西沖	137°9	32°5	320	12	8000	1.2	—	8000	
3	顯		X	20	04	56	九頭龍川河口沖	135°8	36°5	350	2	90	2.1	200	120	
4	顯		X	26	18	34	三重縣中部	136°3	34°5	340	2	90	3.2	12000	1000	
5	顯		XI	13	05	05	擇捉島附近	149°	45°	200	9	4000	2.2	200	850	
6	顯		XII	1	15	10	屋久島西北西沖	129°0	30°7	270	10	5000	3.9	200000	30000	
7	顯	昭12	I	5	20	10	父島西北西沖	139°6	28°0	500	3	200	3.2	10000	1400	
8	稍 深		I	23	17	50	大分附近	131°6	33°3	100	12	8000	過少	—	8000	
9	顯		IV	30	05	20	日本海北部 沿海	137°3	45°7	370	9	3000	2.4	600	1400	
10	顯		V	29	04	57	父島南南東沖	142°5	24°0	450	7	1500	2.8	1500	1500	
11	稍 深	昭13	II	7	23	43	埼玉縣本庄附近	139°2	36°3	100	63	350000	2.8	1500	24000	
12	稍 深		III	18	11	09	擇捉島北方沖	147°1	46°2	320	3	200	1.8	65	110	
13	顯 深		VIII	17	10	46	落石岬東北東沖	147°6	43°7	100	11	6000	2.4	400	1600	
14	顯		X	18	00	27	日本海北部	140°0	44°4	200	9	4000	3.2	9000	5500	
15	顯 深		XI	13	22	14	擇捉島附近	149°4	44°7	100	20	25000	4.0	320000	90000	

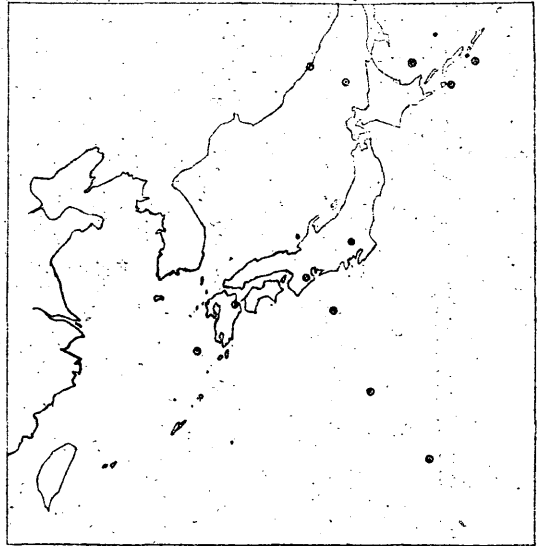
以上 A 方法及び B 方法によつて得た二つの値は大體に於てその order が一致するがこの二つの値の相乗平均を以てその地震のエネルギーとした。

$$W = \sqrt{W_A \cdot W_B}$$

§5 深発地震のエネルギー 三ヶ年間に於ける深発及稍深発地震 15 回につ

きエネルギーを算出した結果を表示した。エネルギーは 10^{21} エルグに及ぶものが最大であり、又第8圖から見るに震央は従来認められてゐる二つの深発地震帯に大體屬してゐるが、擇捉島の太平洋側の沖合に稍深発地震が発生した。之は著者の調査以外の年月に於ても屢々起つた事は已に注意されて居る事である。

第8圖 深発地震の分布圖(昭和11年-13年)



§6 結語 此處に調査した三年間の淺い地震は殆んど外側地震帯の活動であり、殊に北海道、奥羽、關東の東方海底の地震活動が著しい。鹽屋崎沖及鹿島灘地域は昭和十三年度に非常な活動をなした。鹽屋崎沖地震に関しては別に長期間にわたり詳しい調査をなした。深発地震にはあまり大規模な地震はなかつた。淺発地震に於て 10^{22} の order に達する地震は三つであつた。

淺發及深發地震のエネルギーを一括して示せば次の通りである。

第 3 表 (單位 erg)

年 次	淺發地震	深發地震	計
昭和11年	3.2×10^{21}	2.1×10^{21}	5.3×10^{21}
昭和12年	2.6×10^{21}	1.2×10^{20}	2.6×10^{21}
昭和13年	4.1×10^{22}	1.2×10^{21}	4.2×10^{22}
計	7.0×10^{22}	3.4×10^{21}	7.3×10^{22}

以上の様な方法で長期間調査すればエネルギーの移動、消長なども判る譯であるが三ヶ年間の調査では何とも云へない。極めて小さい地震まで考へに入れる時は地震は日夜殆んど連続的に起つてゐる。しかし或程度以上大規模な地震

を考へるときには突發的であると云つてよいであらう。又同じく顯著地震であつてもその規模によつて非常に大小の差が大きく數百數千數萬倍の相違がある。したがつて地震エネルギーの年々、月々の消長はかなり大きい。この三年間の地震活動に於ても昭和十三年は昭和十一年の十倍も活動した事が判る。

最後に終始懇切なる御指導を賜つた鷺坂先生に厚く感謝致します。

参 考 文 献

- (1) 鷺坂清信：北伊豆烈震の震源の運動について（驗震時報第6卷43頁）
- (2) 同：餘震のエネルギー（氣象集誌第2輯第6卷284頁）
- (3) 同：地震のエネルギー（驗震時報第10卷）
- (4) 同：地震横波の初動から見た震源の運動機構（驗震時報第6卷15頁）