

本邦に於ける地震發生の日週變化

「其の二」 南 西 諸 島

長 宗 留 男*

(昭和 19 年 4 月 18 日受領)

§1. さきに本邦に於ける地震發生の日變化については、茨城縣附近の地震について、本間正作・小宮友吉兩氏の調査せられたものがあるが、⁽¹⁾ 今回はその續きとして南西諸島の地震について調べてみた。さきの茨城縣附近や、その他和歌山附近は日本列島でも特に地震の多い地方に屬すが、南西諸島も他の地方に比べると割合に地震の多い地方である。ごく最近にはこの地方には餘り起つてゐないやうであるが、この統計を行つた期間に於ては比較的多數の地震が發生しており、相模の大きなものもあつた。

南西諸島に震源を有する地震のうち、北部に位する屋久島・種ヶ島・奄美大島、及びその附近の沖合に含まれるもの、及び南部の與那國島・石垣島・宮古島、及びその附近一帯のものとの二つの區域について解析を行つた。

地震の數は氣象要覽から北部の地域としては、屋久島・種ヶ島・奄美大島等の島々の附近と思はれるものを撰出し、南部地域は與那國島・石垣島・宮古島等の附近とせられてゐるものを捨ててゐる。爾後便宜上此等の二地域を、夫々北部、南部と呼ぶことにする。

統計の期間は昭和 2 年から昭和 15 年までの 14 ケ年である。この期間この地方には特に著しい地震はなかつたが、北部に於て顯著地震が 2 回、稍顯著地震が 3 回、南部に於て顯著地震が 3 回起つてゐる。此等の地震に續いて多數の餘震を生じたものもあり、その他小地震の數多く生じた期間もあつたが此等については後程夫々の地域について稍詳細に述べる。南部地域に比べると北部には地震の數は大部多い。北部では有感地震も比較的多いが無感地震の方がずっと多く、有感地震の約 9 倍位ある。南部に於ても無感地震の方が遙かに多く、無感地震は有感地震の大體 10 倍位であるが全體としての數がそんなに澤山でないから有感地震は昭和 13 年の前半に少し多くなつてゐるが他は極めて少ない。

この地域に於ては有感地震とは區別して、たゞ無感地震についてのみ統計を行つた。

§2. 統計の方法は大體「其の一」に於けるものと同じ方法に依つたが次に簡単にその要旨を述べよう。一日を 24 等分したとき、その第 t 番目の時間内に起つた地震の回數を

* 中央氣象臺

(1) 本間正作、小宮友吉：本邦に於ける地震發生の日週變化調査 其の一、茨城縣附近 驗震時報 第 12 卷 第 1 號。

$$y(t) = a_0 + A_1 \cos\left(2\pi \frac{t}{24}\right) + B_1 \sin\left(2\pi \frac{t}{24}\right) + A_2 \cos\left(4\pi \frac{t}{24}\right) + B_2 \sin\left(4\pi \frac{t}{24}\right) + \dots$$

或は
$$y(t) = a_0 + a_1 \cos\left(2\pi \frac{t - \varphi_1}{24}\right) + a_2 \cos\left(4\pi \frac{t - \varphi_2}{24}\right) + \dots \quad (2)$$

の形で表はしその調和常數を決めると

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= \frac{\sum_{t=1}^{24} y(t)}{24}, & a_i &= \frac{1}{12} \sqrt{\left\{ \sum_{t=1}^{24} y(t) \cos\left(2\pi \frac{it}{24}\right) \right\}^2 + \left\{ \sum_{t=1}^{24} y(t) \sin\left(2\pi \frac{it}{24}\right) \right\}^2} \\ \varphi_i &= tg^{-1} \left\{ \frac{\sum_{t=1}^{24} y(t) \sin\left(2\pi \frac{it}{24}\right)}{\sum_{t=1}^{24} y(t) \cos\left(2\pi \frac{it}{24}\right)} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

今この期間内に起つた地震の總回数 $\sum_{t=1}^{24} y(t) = N$ がその期間中に全く偶然に分布してゐるとき、このやうな解析を行つて得られる各週期項との相對振幅 a_i/a_0 の平均値は各項について一定で $\sqrt{\pi/N}$ となるから相對振幅 a_i/a_0 が平均値 $\sqrt{\pi/N}$ の k 倍以上になる確率、即ち $a_i/a_0 > k\sqrt{\pi/N}$ となる確率は

$$W(k) = e^{-\frac{\pi}{4} k^2} \quad (3)$$

で與へられる。

故に實測の資料から相對振幅 a_i/a_0 と平均値 $\sqrt{\pi/N}$ との比 $k_i = \sqrt{\pi/N} \cdot a_i/a_0$ から $W(k)$ を求めると、 a_i/a_0 が全く偶然の結果から起る確率が得られる。だからこのやうにして求められた $W(k)$ が1に比して充分に小さければ a_i/a_0 が偶然の現象として期待されることが少なくなるわけである。

次にかうして得られた週期性が、或る年に偶然に現はれたものであるか、毎年安定したものであるかを見るためには位相角 φ_i の安定性を調べればよい。若しこの週期性が永続的のものであれば N 々の a_i/a_0 をベクトル的に加へ合はせた總和のベクトルは、或る定まつた方向に延びて行く筈であるが、全く偶然的のものであるならば各ベクトルの振幅、位相が夫々について勝手に變り得るから N 々のベクトルが原點から到達すべき距離の期待値が定められる。 N 々のベクトルの總和は、各ベクトルの自乗の平均値を $\frac{1}{N} \sum \left(\frac{a_i}{a_0}\right)^2$ とすれば $\frac{1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{N} \sum \left(\frac{a_i}{a_0}\right)^2}$ となり、 N 々のベクトルの平均値が $\frac{1}{N} \sqrt{\sum \left(\frac{a_i}{a_0}\right)^2}$ の k' 倍以上、即ち、 $a_i/a_0 > k' \cdot \sqrt{\sum \left(\frac{a_i}{a_0}\right)^2}$ になる確率は

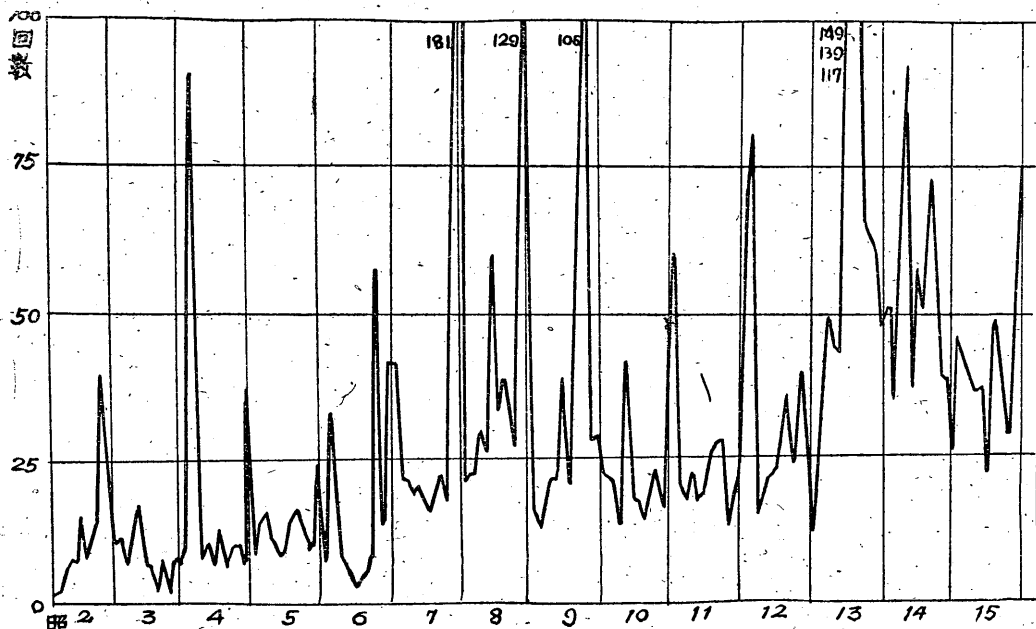
$$W'(k') = e^{-k'^2} \quad (4)$$

である。故に $W'(k')$ が 1 に比して充分に小さいか否かに依つてこの週期性の安定度が定められる。

§3. 北部地域について。

屋久島・種ヶ島・奄美大島附近には、この期間中總回数 5559 回の地震が観測された。その中有感地震は 571 回で無感地震は 4988 回であつたが、先にも言つた通りこの場合は無感地震についてのみ考へる。第 1 圖に月別無感地震回数表を掲げた。これ等の地震は主としてこの島々の沖合に起

第 1 圖



つたもので、昭和 6 年 4 月 19 日屋久島西南西沖に稍顯著地震、7 年 5 月 28 日奄美大島北東沖に顯著地震、及び稍顯著地震、10 年 10 月 2 日鹿児島縣佐多岬沖に稍顯著地震、及び 13 年 1 月 11 日屋久島東方に稍顯著地震があつた。また昭和 7 年 11 月、8 年 11 月、及び 13 年 7、8 月には奄美大島附近に多數の小地震が群發してゐる。第 1 表に解析の結果を示す。位相角は 1 日變化、1/2 日變化、1/3 日變化、1/4 日變化共に割に安定してゐるやうに見えるが、 W の方は 1/3 日變化までやゝ小さく出てゐるが餘り少くないから偶然的現象と見られる。即ちこの區域に於ては日週變化は認められないと云へる。第 2 圖に全期間の材料に依る時間別の總回数と毎時平均回数との割合を示す。

§4. 南部地震について。

この區域に於てはこの期間中總計 1786 回の無感地震があつた。第 3 圖に月別地震回数を示す。

本邦に於ける地震發生の日週變化

第 1 表

昭和	N	a_0	a_1/a_0	φ_1	W_1	a_2/a_0	φ_2	W_2	a_3/a_0	φ_3	W_3	a_4/a_0	φ_4	W_4
2	139	5.792	0.08	1 05	0.89	0.12	1 45	0.59	0.11	0 22	0.67	0.21	0 48	0.21
3	99	4.125	0.17	0 34	0.50	0.49	0 08	0.002	0.42	0 03	0.01	0.25	0 04	0.38
4	228	9.500	0.32	5 38	0.003	0.06	1 57	0.83	0.24	3 53	0.04	0.15	1 20	0.27
5	156	6.500	0.13	1 06	0.50	0.30	2 54	0.03	0.12	1 44	0.56	0.01	0 00	0.99
6	199	8.292	0.27	4 02	0.03	0.04	7 38	0.92	0.14	0 11	0.37	0.16	0 15	0.27
7	417	17.375	0.36	5 54	0.051	0.07	3 04	0.63	0.10	5 59	0.34	0.04	0 44	0.80
8	463	19.291	0.22	2 36	0.003	0.12	2 34	0.16	0.17	1 41	0.03	0.07	0 43	0.58
9	359	14.958	0.07	1 14	0.66	0.21	1 44	0.02	0.10	6 29	0.38	0.13	0 13	0.21
10	280	11.667	0.13	2 07	0.30	0.29	8 18	0.003	0.10	1 41	0.51	0.21	1 39	0.04
11	291	12.125	0.16	11 02	0.15	0.32	2 12	0.000	0.02	0 17	0.98	0.03	5 58	0.93
12	357	14.875	0.18	5 04	0.05	0.14	0 40	0.19	0.12	2 04	0.27	0.07	4 59	0.66
13	885	30.875	0.13	2 23	0.02	0.07	1 00	0.35	0.12	4 27	0.05	0.06	0 36	0.38
14	623	25.958	0.07	1 07	0.50	0.16	0 20	0.02	0.05	1 38	0.71	0.13	2 55	0.010
15	492	20.500	0.19	0 14	0.01	0.10	4 10	0.27	0.14	1 03	0.08	0.04	0 38	0.77
全期	4988	207.833	0.06	5 27	0.02	0.05	0 05	0.04	0.05	2 16	0.06	0.006	3 35	0.96
W'					0.041			0.0001			0.046			0.001

その間昭和 10 年 12 月 18 日宮古島南方沖に顯著地震があり、12 年 1 月 26 日與那國島南方沖に顯著地震、13 年 6 月 10 日同じく與那國島南方沖に津浪を併起したやうな顯著地震があり、この地震に續いて極めて多數の餘震が起つてゐる。また昭和 5 年 8 月、與那國島西方沖に、13 年 6 月・7 月・8 月には宮古島附近に數多くの小地震があつた。

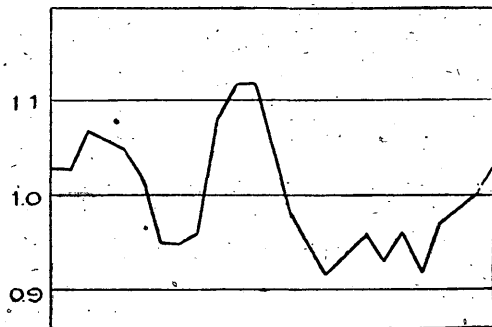
第 2 表に解析の結果を示す。これによると、

1/2 日變化の確率はやゝ小さく出てゐるが他の日變化は全く偶然的現象とみられる。1/2 日變化に對する安定性の確率も 0.044 であつて極めて小さく偶然の現象としては期待されない。即ちこの期間に於ては稍顯著な 1/2 日週期が表はれてゐる。1/2 日週期の最大は 1 時 11 分及び 13 時 11 分にあり、相對振幅は 0.122 である。他の週期については W' は求めてない。

第 4 圖に第 2 圖と同じやうな日變化の圖と全期間の材料により

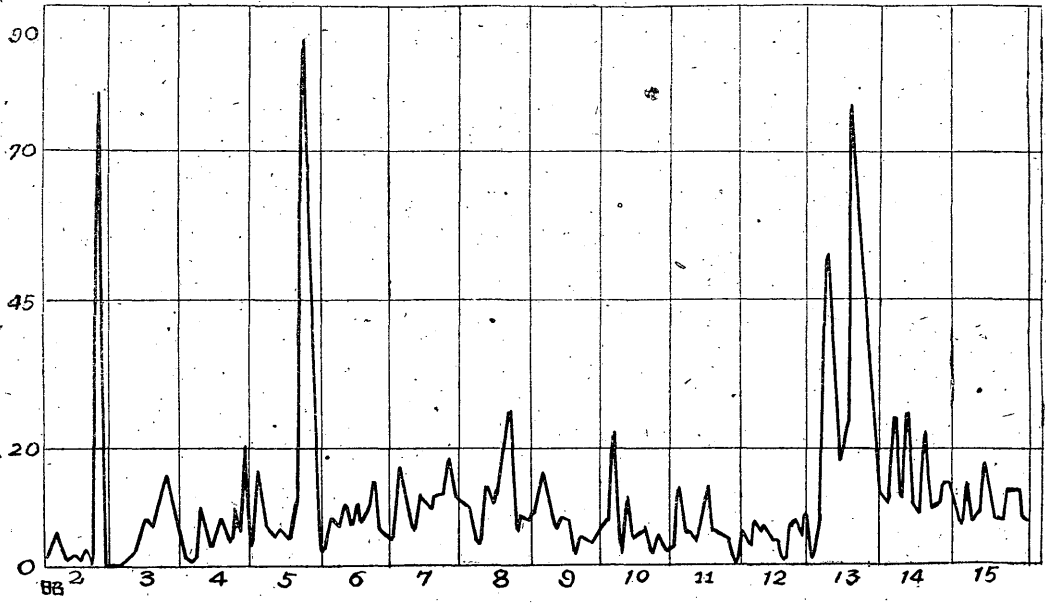
$$y(t) = a_0 + a_2 \cos \left(4\pi \frac{t - \varphi_2}{24} \right) \quad (5)$$

第 2 圖



驗 震 時 報

第 3 圖



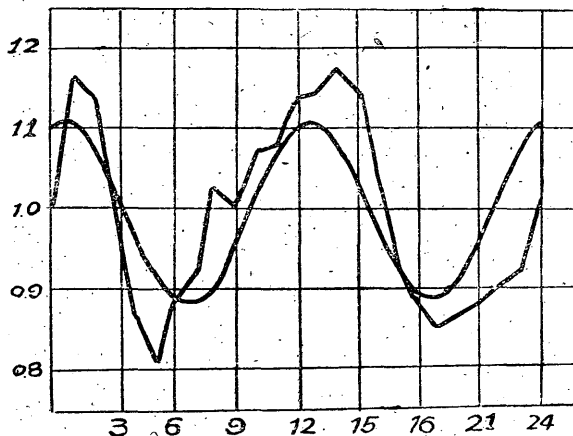
第 2 表

昭和	N	a_0	$(a_1/a_0)^2$	φ_1	W_1	$(a_2/a_0)^2$	φ_2	W_2	$(a_3/a_0)^2$	φ_3	W_3	$(a_4/a_0)^2$	φ_4	W_4
2	101	4.208	0.043	$7 \ 37$	0.33	0.193	$1 \ 38$	0.008	0.062	$2 \ 27$	0.21	0.036	$0 \ 05$	0.40
3	74	3.083	0.060	1 08	0.32	0.019	2 09	0.70	0.004	$2 \ 27$	0.93	0.002	0 00	0.96
4	96	4.000	0.001	1 08	0.97	0.007	2 23	0.84	0.295	$1 \ 47$	0.0008	0.003	5 26	0.92
5	170	7.083	0.025	23 13	0.35	0.025	7 33	0.35	0.016	0 31	0.51	0.055	4 29	0.09
6	109	4.541	0.106	3 05	0.05	0.077	7 03	0.12	0.137	0 51	0.02	0.249	1 15	0.001
7	131	5.458	0.074	5 00	0.09	0.139	1 29	0.01	0.189	0 49	0.002	0.169	4 17	0.004
8	134	5.583	0.128	6 01	0.41	0.081	2 38	0.07	0.116	1 33	0.02	0.038	1 14	0.23
9	71	2.958	0.021	2 15	0.69	9.305	0 13	0.01	0.086	2 17	0.22	0.213	2 58	0.02
10	74	3.083	0.047	5 36	0.43	0.042	0 53	0.47	0.121	4 37	0.12	0.009	0 34	0.85
11	58	2.417	0.008	21 40	0.85	0.053	8 17	0.46	0.009	0 39	0.87	0.115	3 39	0.19
12	59	2.458	0.187	4 47	0.06	0.314	6 05	0.01	0.083	2 03	0.29	0.084	2 07	0.29
13	422	17.583	0.016	0 32	0.17	0.019	1 37	0.13	0.005	2 55	0.59	0.022	1 18	0.09
14	163	6.792	0.032	1 54	0.27	0.140	2 16	0.003	0.002	0 49	0.44	0.182	1 24	0.0006
15	124	5.167	0.043	1 32	0.26	0.007	1 52	0.79	0.045	1 26	0.25	0.159	0 51	0.007
全期	1786	74.416	0.0003	3 31	0.88	0.015	1 11	0.001	0.004	1 21	0.17	0.002	1 21	0.36
a_i/a_0						0.122								
W'								0.00004						

本邦に於ける地震發生の日週變化

で計算される値とを比較圖示する。1/2 日週期のみであるが割合に良く實測値と計算値とが一致してゐる。

第 4 圖



§5. 以上の結果によると、北部の屋久島・種ヶ島・奄美大島附近に於ては日週變化は認められないが南部地域に於ては稍顯著な 1/2 日週期が表はれており、その相對振幅は 0.122 であり極大時刻は 1 時 11 分及び 13 時 11 分になつてゐる。

終りにこの調査を行ふにあつては、本間正作技師の御指導に依るものであることを特記して御禮申上げます。併せて計算等について御助力をいただいた齋藤光太郎氏に感謝致します。

(昭和 19 年 5 月)