

IL TERREMOTO DELLO HOKKAIDO DEL 4 MARZO 1952

ANTONINO GIRLANDA

PARTE III

Il carattere particolare degli inizi delle P_n osservati in un gran numero di registrazioni, la presenza di chiari esempi di tipi di onde che si riscontrano in modo particolare nelle registrazioni di terremoti con ipocentro a profondità superiore alla normale, mi hanno indotto, nell'intraprendere il calcolo delle costanti ipocentrali ⁽¹⁾ del terremoto dello Hokkaido del 4 marzo 1952, ad attribuire inizialmente una certa profondità all'ipocentro. Il calcolo, condotto seguendo un metodo statistico di Caloi, ha, tuttavia, escluso la possibilità di una profondità apprezzabile, dando luogo ai seguenti risultati:

$$\lambda_0 = + 143^{\circ} 30' 00'' \cdot 3 \pm 03' 35'' \cdot 4 ,$$

$$\Phi_0 = + 42^{\circ} 14' 38'' \cdot 8 \pm 04' 19'' \cdot 5 \text{ (latitudine geocentrica),}$$

$$h = 0 ,$$

$$t_0 = 01^h 22^m 41^s \cdot 5 \pm 0^s \cdot 3 .$$

Questo fatto è stato successivamente confermato ⁽²⁾ mediante il calcolo della equazione della dromocrona più probabile delle P_n , che, per un gruppo di 45 stazioni di osservazione ha dato luogo a tempi di tragitto notevolmente coincidenti con gli analoghi tempi dedotti dai valori riportati nella colonna « surface » delle tabelle di Jeffreys e Bullen ⁽³⁾. Dal confronto (tabella I) appare evidente come le differenze $0 - C$, dedotte dalla dromocrona sperimentale (colonna 6), siano sensibilmente coincidenti con le analoghe differenze (colonna 7) dedotte dalla dromocrona di Jeffreys e Bullen relativa a terremoti superficiali.

Esaminando la tabella I si nota che, mentre per un gruppo di 45 stazioni le differenze $0 - C$ si distribuiscono intorno al valore zero con uno scarto medio di $0^s.13$, per un gruppo di 14 stazioni (Ambulong, Seattle, Kodaikanal, Szeged, Kalóksa, De Bilt, Pavia, Seven Falls, Wellington, Tortosa, Cartuja, Lisbona, Malaga, Bermuda) tali differen-

TABELLA I

STAZIONI	Δ°	Tempi di registrazione (01h +)	TEMPI DI TRAGITTO				O - C ₁	O - C ₂
			Osservati O	Calcolati C ₁	Calcolati C ₂ (Jeffreys)	O - C ₁		
1 Ambulong	34° 264	29m44s.0	07m02s.5		06m39s.8		+ 12s.7	
2 College	43.712	30 40.5	08 09.0	08m08s.4	08 08.5	0s.6	+ 0.5	
3 Shillong	45.273	31 02.1	08 20.6	08 21.0	08 21.1	- 0.4	- 0.5	
4 Alipore	49.679	32 12.2	09 30.7	08 55.5	08 55.5	+ 24.8	+ 24.8	
5 Sirka	51.309	32 03.5	09 22.0	09 07.7	09 07.9	+ 13.3	+ 14.1	
6 New Delhi	54.434	32 12.1	09 30.6	09 30.8	09 31.2	- 0.2	- 0.6	
7 Resolute Bay	56.973	32 29.2	09 47.7	09 49.0	09 49.6	- 1.3	- 1.9	
8 Victoria	61.597	33 29.7	10 48.2	10 20.9	10 21.6	+ 27.3	+ 26.6	
9 Kiruna	62.048	33 04.8	10 23.3	10 23.9	10 24.6	- 0.6	- 1.3	
10 Seattle	62.691	33 21.4	10 39.9	10 28.3	10 28.9	+ 11.6	+ 11.0	
11 Poona	62.828	33 09.5	10 28.0	10 29.1	10 29.8	- 1.1	- 1.8	
12 Bombay	63.368	33 14.5	10 33.0	10 32.7	10 33.1	+ 0.3	- 0.1	
13 Kodaikanal	65.506	33 40.0	10 58.5	10 46.6	10 47.2	+ 11.9	+ 11.3	
14 Uppsala	68.812	33 48.6	11 07.1	11 07.5	11 08.1	- 0.4	- 1.0	
15 Mt. Hamilton	69.139	33 52.1	11 10.6	11 09.5	11 10.5	+ 1.1	+ 0.1	
16 Fresno	70.680	34 00.4	11 18.9	11 19.0	11 19.5	- 0.1	- 0.6	
17 Reykjavik	73.142	34 15.0	11 33.5	11 33.7	11 34.2	- 0.2	- 0.7	
18 Pasadena	73.339	34 18.0	11 36.5	11 34.8	11 35.4	+ 1.7	+ 1.1	
19 Boulder City	74.237	34 22.4	11 40.9	11 40.1	11 40.6	+ 0.8	+ 0.3	
20 Riverview	76.219	34 34.9	11 53.4	11 51.5	11 51.9	+ 1.9	+ 1.5	
21 Praha	77.677	34 42.1	12 00.6	11 59.7	12 00.0	+ 0.9	+ 0.6	
22 Budapest	77.869	34 43.9	12 02.4	12 00.8	12 01.1	+ 1.6	+ 1.3	
23 Jena	78.017	34 43.1	12 01.6	12 01.6	12 01.9	0.0	- 0.3	
24 Kecskemet	78.042	35 06.0	12 24.5	12 01.7	12 02.0	+ 22.8	+ 22.5	
25 Göttingen	78.068	34 44.2	12 02.7	12 01.9	12 02.2	+ 0.8	+ 0.5	
26 Szeged	78.373	34 59.3	12 17.8	12 03.6	12 03.9	+ 14.2	+ 13.9	
27 Vienna	78.385	34 46.5	12 05.0	12 03.7	12 03.9	+ 1.3	+ 1.1	
28 Kalocsa	78.648	34 59.0	12 17.5	12 03.9	12 05.4	+ 13.6	+ 12.1	
29 De Bilt	79.157	35 00.0	12 18.5	12 08.1	12 08.1	+ 10.4	+ 10.4	
30 Beograd	79.339	34 50.4	12 08.9	12 08.9	12 09.1	0.0	- 0.2	
31 Stuttgart	80.674	34 58.5	12 17.0	12 16.2	12 16.3	+ 0.8	+ 0.7	
32 Rathfarnham	81.156	35 02.5	12 21.0	12 18.8	12 18.8	+ 2.2	+ 2.2	
33 Kew	81.327	35 02.0	12 20.5	12 19.7	12 19.7	+ 0.8	+ 0.8	
34 Strasbourg	81.335	35 02.0	12 20.5	12 19.7	12 19.7	+ 0.8	+ 0.8	
35 Ravensburg	81.354	35 32.6	12 51.1	12 19.9	12 19.8	+ 31.2	+ 31.3	

Segue tabella I

STAZIONI	Δ°	Tempi di registrazione (O ^h +)	TEMPI DI TRAGITTO				O - C ₁	O - C ₂
			Osservati O	Calcolati C ₁	Calcolati C ₂ (Jeffreys)			
					(³)	(⁴)		
36 Basel	82.289	35m07s.2	12m25s.7	12m24s.8	12m24s.7	+ 0s.9	+ 1s.0	
37 Salò	82.833	35 10.0	12 28.5	12 27.7	12 27.5	+ 0.8	+ 1.0	
38 Neuchâtel	82.978	35 10.4	12 28.9	12 28.4	12 28.3	+ 0.6	+ 0.6	
39 Padova	83.241	35 10.7	12 29.2	12 29.8	12 29.6	- 0.5	- 0.4	
40 Bologna	83.462	35 15.2	12 33.7	12 31.1	12 30.8	+ 2.6	+ 2.9	
41 Pavia	83.717	35 26.1	12 44.6	12 32.3	12 32.1	+ 12.3	+ 12.5	
42 Auckland	83.934	35 36.5	12 55.0	12 33.3	12 33.2	+ 21.7	+ 21.8	
43 Firenze Xim.	84.089	35 20.0	12 38.5	12 34.2	12 33.9	+ 4.3	+ 4.6	
44 Taranto	84.213	35 29.0	12 47.5	12 34.9	12 34.6	+ 12.6	+ 12.9	
45 Chicago	84.334	35 15.0	12 33.5	12 35.5	12 35.2	- 2.0	- 1.7	
46 Helwan	84.807	35 20.0	12 38.5	12 37.9	12 37.5	+ 0.6	+ 1.0	
47 Roma	85.124	35 21.0	12 39.5	12 39.6	12 39.1	- 0.1	+ 0.4	
48 Rocca di Papa	85.165	35 20.0	12 38.5	12 39.7	12 39.3	- 1.2	- 0.8	
49 Clermont	85.368	35 22.2	12 40.7	12 40.8	12 40.3	- 0.1	+ 0.4	
50 Shawinigan Falls	85.721	35 30.0	12 48.5	12 42.5	12 42.1	+ 6.0	+ 6.4	
51 Seven Falls	85.779	35 37.0	12 55.5	12 42.6	12 42.4	+ 12.9	+ 13.1	
52 Ottawa	85.819	35 23.4	12 41.9	12 43.1	12 42.6	- 1.2	- 0.7	
53 Messina	86.828	35 29.0	12 47.5	12 48.2	12 47.6	- 0.7	- 0.1	
54 Cleveland	87.098	35 30.5	12 49.0	12 49.5	12 48.9	- 0.5	+ 0.1	
55 Cincinnati	87.856	35 34.8	12 53.3	12 53.3	12 52.5	+ 0.8	+ 0.8	
56 Wellington	87.996	35 42.0	13 00.5	12 53.9	12 53.1	+ 7.4	+ 7.4	
57 State College	89.095	35 40.5	12 59.0	12 59.3	12 58.4	- 0.3	+ 0.6	
58 Christchurch	89.484	35 41.3	12 59.8	13 01.3	13 00.3	- 1.4	- 0.5	
59 Harvard	89.742	35 43.8	13 02.3	13 02.5	13 01.5	- 0.2	+ 0.8	
60 Halifax	89.988	36 03.8	13 22.3	13 03.7	13 02.6	+ 18.6	+ 19.7	
61 Palsades	90.324	35 45.3	13 03.8	13 05.3	13 04.2	- 1.5	- 0.4	
62 Tortosa	90.628	35 56.0	13 14.5	13 06.6	13 05.6	+ 7.9	+ 8.9	
63 Washington D. C.	91.043	35 49.2	13 07.7	13 08.7	13 07.5	- 1.0	+ 0.2	
64 Algeri	93.305	35 58.6	13 17.1	13 19.3	13 17.9	- 2.2	- 0.8	
65 Coimbra	93.901	36 23.8	13 43.2	13 22.0	13 20.6	+ 21.2	+ 22.6	
66 Cartuja	95.261	36 26.0	13 44.5	13 28.3	13 26.9	+ 16.2	+ 17.6	
67 Lisbona	95.485	36 21.5	13 40.0	13 29.2	13 27.9	+ 10.8	+ 12.2	
68 Malaga	95.946	36 23.2	13 41.7	13 31.1	13 30.1	+ 10.6	+ 11.6	
69 Bermuda	101.174	36 44.9	14 03.4	13 53.7	13 53.7	+ 9.7	+ 9.7	
70 Tamanrasset	104.396	36 50.6	14 09.1	14 06.8	14 07.9	+ 2.3	+ 1.2	

ze si distribuiscono intorno al valore $+ 11^s.6 \pm 0^s.2$. Per tradurre in forma grafica questa circostanza, su carta quadrettata si è indicato ogni residuo (arrotondato al secondo) con un cerchietto. Nella fig. 1 appare evidente che, a parte pochi e sparsi residui, si ha un significativo addensamento nell'intorno di 0^s e nell'intorno di 12^s .

Si è osservato, inoltre, che le registrazioni, nonostante la eccezionale intensità del terremoto, iniziano con una lieve *emersio* seguita,

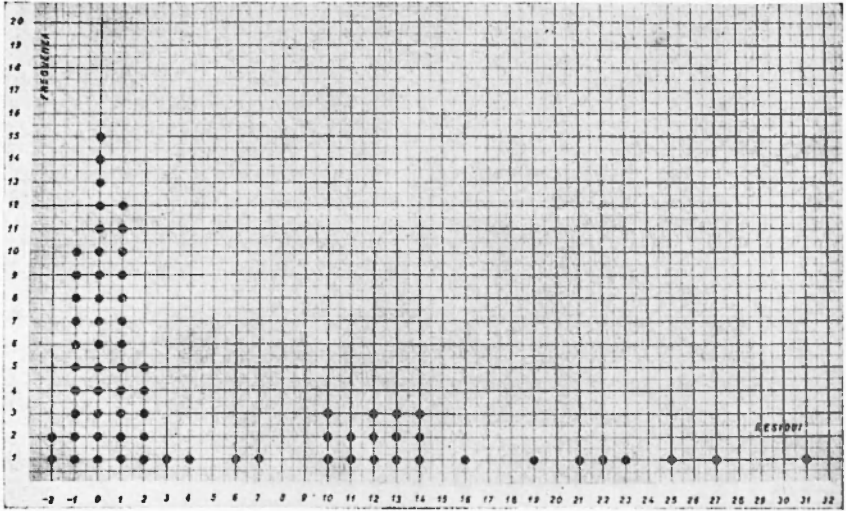


Fig. 1

ad una diecina di secondi circa, da bruschi impulsi che conferiscono alla parte iniziale delle registrazioni un aspetto particolare. Tale aspetto, in alcuni sismogrammi, è talmente marcato che può far pensare alla registrazione successiva di scosse distinte.

Un riesame dei sismogrammi ha permesso di rilevare che un notevole numero di stazioni presenta una *i* (P_2) circa 12^s dopo la registrazione della *P* (P_1), che generalmente inizia con una *e*. I risultati di queste letture addizionali sono riportati nella tabella II. Nella fig. 2, nella quale i residui risultanti dalle letture addizionali sono indicati con un quadratino, si nota con maggiore evidenza, a parte l'addensamento nell'intorno di 0^s , un più fitto addensamento nell'intorno di 12^s .

Circa possibili errori di identificazione, si può osservare che la fase indicata con P_2 non è identificabile né con la *PP*, che porterebbe ad una differenza dell'ordine osservato solo per stazioni con distanza

epicentrale nell'intorno di 15° , e nessuna delle stazioni utilizzate cade in tale intorno, né con la PcP che, oltre a non essere solitamente di così facile registrazione, dovrebbe essere distanziata dalla P , conformemente ai tempi di tragitto calcolati da Jeffreys e Bullen, di $45^s.9$ per $\Delta = 60^\circ$, di $22^s.4$ per $\Delta = 70^\circ$, di $7^s.9$ per $\Delta = 80^\circ$ e di appena $1^s.5$ per $\Delta = 90^\circ$. La P_2 potrebbe essere identificata con la pP , poiché una differenza dell'ordine osservato è grossolanamente attribuibile alla

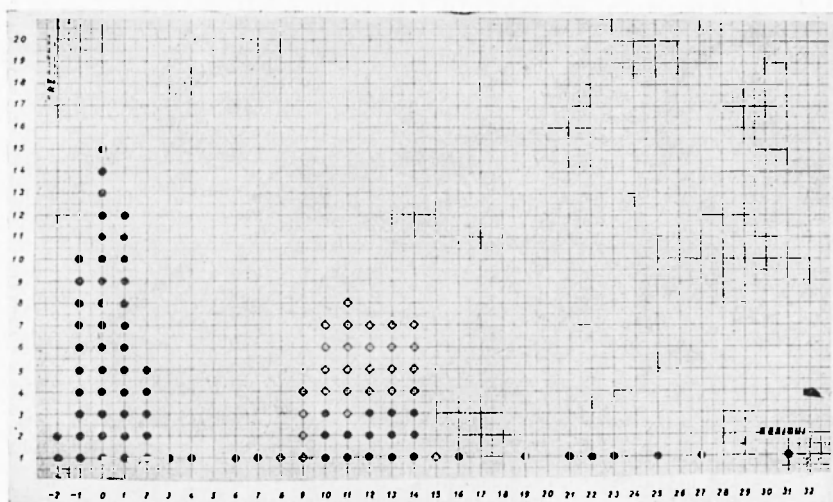


Fig. 2

differenza $pP - P$ per una profondità compresa tra i 60 e i 100 km. Difficilmente, però, la P_2 osservata è identificabile con una pP , in quanto, anche volendo prescindere dalle conclusioni stabilite in precedenza, un osservatore che abbia una sufficiente pratica di sismogrammi, difficilmente può credere che l'inizio, generalmente netto e vistoso delle P_2 , sia imputabile alla pP , specie quando l'inizio delle P è così fiavole, né potrebbe spiegarsi sufficientemente il fatto che il gruppo delle 14 stazioni su menzionate abbia potuto registrare le pP senza registrare le P .

Un insieme di fatti analoghi riscontrati nell'esaminare i tempi di registrazione delle P elencati nell'*International Seismological Summary* relativi a due terremoti del Messico del 3 Giugno 1932 ($t_0 = 10^h 36^m 53^s$) e del 18 Giugno 1932 ($t_0 = 10^h 12^m 15^s$) aventi lo stesso epicentro ($19^\circ.2$ N., $104^\circ.2$ W.) hanno indotto Stoneley (¹) a considerare entram-

TABELLA II

STAZIONI	Δ°	Tempi di registrazione		Tempi di tragitto osservati rispetto al tempo origine 01 ^h 22 ^m 45 ^s .5		Tempi di tragitto P _n	Residui	
		P ₁	P ₂	P ₁	P ₂		P ₁	P ₂
1 Ambulong	34 ^o .265	— —	29 ^m 44 ^s .0	— —	07 ^m 02 ^s .5	06 ^m 49 ^s .8	— —	+ 12 .7
2 College	43 .712	30 ^m 50 ^s .5	— —	08 ^m 09 ^s .0	— —	08 08 .4	+ 0 .6	— —
3 Shillong	45 .273	31 02 .1	— —	08 20 .6	— —	08 21 .0	- 0 .4	-- —
4 Alipore	49 .679	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
5 Sitka	51 .309	— —	32 03 .5	— —	09 22 .5	09 07 .7	— —	+ 14 .3
6 New Delhi	54 .434	32 12 .1	— —	09 30 .6	— —	09 30 .8	- 0 .2	— —
7 Resolute Bay	56 .973	32 29 .2	32 41 .2	09 47 .7	09 59 .7	09 49 .0	- 1 .3	+ 10 .7
8 Victoria	61 .597	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
9 Kiruna	62 .048	33 04 .8	33 14 .0	10 23 .3	10 32 .5	10 23 .9	- 0 .6	+ 8 .6
10 Seattle	62 .691	— —	33 29 .6	— —	10 39 .9	10 28 .3	— —	+ 11 .6
11 Poona	62 .828	33 09 .5	— —	10 28 .0	— —	10 29 .1	- 1 .1	— —
12 Bombay	63 .368	33 14 .5	33 26 .5	10 33 .0	10 45 .0	10 32 .7	+ 0 .3	+ 12 .3
13 Kodaikanal	65 .506	— —	33 40 .0	— —	10 58 .5	10 46 .6	— —	+ 11 .9
14 Uppsala	68 .812	33 48 .6	34 00 .0	11 07 .1	11 18 .5	11 07 .5	- 0 .4	+ 11 .0
15 Mt. Hamilton	69 .139	33 52 .1	34 04 .6	11 10 .6	11 23 .1	11 09 .5	+ 1 .1	+ 13 .6
16 Fresno	70 .680	34 00 .4	34 14 .1	11 18 .9	11 32 .6	11 19 .0	- 0 .1	+ 13 .6
17 Reykjavik	73 .142	34 15 .0	34 30 .0	11 33 .5	11 48 .5	11 33 .7	- 0 .2	+ 14 .8
18 Pasadena	73 .339	34 18 .0	34 29 .0	11 36 .5	11 47 .5	11 34 .8	+ 1 .7	+ 12 .7
19 Boulder City	74 .237	34 22 .4	34 32 .1	11 40 .9	11 50 .6	11 40 .1	+ 0 .8	+ 10 .5
20 Riverview	76 .219	34 34 .9	— —	11 53 .4	— —	11 51 .5	+ 1 .9	— —
21 Praha	77 .677	34 42 .1	— —	12 00 .6	— —	11 59 .7	+ 0 .9	— —
22 Budapest	77 .869	34 43 .9	— —	12 02 .4	— —	12 00 .8	+ 1 .6	— —
23 Jena	78 .017	34 43 .1	34 53 .9	12 01 .6	12 12 .4	12 01 .6	0 .0	+ 10 .8
24 Kecskemet	78 .042	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
25 Gottingen	78 .068	34 44 .2	— —	12 02 .7	— —	12 01 .9	+ 0 .8	— —
26 Szeged	78 .373	— —	34 59 .3	— —	12 17 .8	12 03 .6	— —	+ 14 .2
27 Vienna	78 .385	34 46 .5	34 57 .9	12 05 .0	12 16 .4	12 03 .7	+ 1 .3	+ 12 .7
28 Kalocsa	78 .648	— —	34 59 .0	— —	12 17 .5	12 03 .9	— —	+ 13 .6
29 De Bilt	79 .157	— —	35 00 .0	— —	12 18 .5	12 08 .1	— —	+ 10 .4
30 Beograd	79 .339	34 50 .4	— —	12 08 .9	— —	12 08 .9	0 .0	— —
31 Stuttgart	80 .674	34 58 .5	35 10 .7	12 17 .0	12 29 .2	12 16 .2	+ 0 .8	+ 13 .0
32 Rathfarnham	81 .156	35 02 .5	— —	12 21 .0	— —	12 18 .8	+ 2 .2	— —
33 Kew	81 .327	35 02 .0	35 14 .7	12 20 .5	12 33 .2	12 19 .7	+ 0 .8	+ 13 .5
34 Strasbourg	81 .335	35 02 .0	35 14 .7	12 20 .5	12 33 .2	12 19 .7	+ 0 .8	+ 13 .5
35 Ravensburg	81 .354	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —

Segue tabella II

STAZIONI	Δ°	Tempi di registrazione		Tempi di tragitto osservati rispetto al tempo origine 01h 22m 45s,5		Tempi di tragitto Pn	Residui	
		P ₁	P ₂	P ₁	P ₂		P ₁	P ₂
36 Basel	82.289	35m07s,2	— —	12m25s,7	— —	12m24s,8	+ 0.9	— —
37 Salò	82.833	35 10.0	35m23s,0	12 28.5	12m41s,5	12 27.7	+ 0.8	+ 13.8
38 Neuchâtel	82.978	35 10.4	35 22.1	12 28.9	12 40.6	12 28.4	+ 0.5	+ 12.2
39 Padova	83.241	35 10.7	35 18.3	12 29.2	12 38.6	12 29.8	- 0.6	+ 8.8
40 Bologna	83.462	35 15.2	35 25.6	12 33.7	12 44.1	12 31.1	+ 2.6	+ 13.0
41 Pavia	83.717	— —	35 26.1	— —	12 44.6	12 32.3	— —	+ 12.3
42 Aukland	83.934	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
43 Firenze Xim.	84.089	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
44 Taranto	84.213	— —	35 29.0	— —	12 47.5	12 34.9	— —	+ 12.6
45 Chicago	84.334	35 15.0	— —	12 33.5	— —	12 35.5	- 2.0	— —
46 Helwan	84.807	35 20.0	35 28.8	12 38.5	12 47.3	12 37.9	+ 0.6	+ 9.4
47 Roma	85.124	35 21.0	35 33.0	12 39.5	12 51.5	12 39.6	- 0.1	+ 11.9
48 Rocca di Papa	85.165	35 20.0	— —	12 38.5	— —	12 39.7	- 1.2	— —
49 Clermont	85.368	35 22.2	35 33.4	12 40.7	12 51.9	12 40.8	- 0.1	+ 11.1
50 Shawinigan F.	85.721	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
51 Seven F.	85.779	— —	35 37.0	— —	12 55.5	12 42.6	— —	+ 12.9
52 Ottawa	85.819	35 23.4	— —	12 41.9	— —	12 43.1	- 1.2	— —
53 Messina	86.828	35 29.0	35 39.4	12 47.5	12 57.9	12 48.2	- 0.7	+ 9.7
54 Cleveland	87.098	35 30.5	35 41.5	12 49.0	13 00.0	12 49.5	- 0.5	+ 10.5
55 Cincinnati	87.856	35 34.8	— —	12 53.3	— —	12 53.3	0.0	— —
56 Wellington	87.996	— —	35 46.0	— —	13 04.5	12 53.9	— —	+ 10.6
57 State College	89.095	35 40.5	35 50.0	12 59.0	13 08.5	12 59.3	- 0.3	+ 9.2
58 Christchurch	89.484	35 41.3	— —	12 59.8	— —	13 01.2	- 1.4	— —
59 Harvard	89.742	35 43.8	35 54.2	13 02.3	13 12.7	13 02.5	- 0.2	+ 10.2
60 Halifax	89.988	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
61 Palisades	90.324	35 45.3	35 58.6	13 03.8	13 17.1	13 05.3	- 1.5	+ 11.9
62 Tortosa	90.628	— —	35 56.0	— —	13 14.5	13 06.6	— —	+ 7.9
63 Washington	91.043	35 49.2	36 01.0	13 07.7	13 19.5	13 08.7	- 1.0	+ 10.8
64 Algeri Univ.	93.305	35 58.6	36 09.2	13 17.1	13 27.7	13 19.3	- 2.2	+ 8.4
65 Coimbra	93.901	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
66 Cartuja	95.261	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
67 Lisbona	95.485	— —	36 21.5	— —	13 40.0	13 29.2	— —	+ 10.8
68 Malaga	95.946	— —	36 23.2	— —	13 41.7	13 31.1	— —	+ 10.6
69 Bermuda	101.174	— —	36 44.9	— —	14 03.4	13 53.7	— —	+ 9.7
70 Tamanrasset	104.396	36 50.6	37 02.1	14 09.1	14 20.6	14 06.8	+ 2.3	+ 13.8

bi i terremoti come doppi, essendo, in ambedue i casi, una scossa debole seguita da una più forte 19-20 secondi più tardi. L'analisi dei residui, integrata dall'esame diretto dei sismogrammi della stazione di Kew, non hanno fornito allo Stoneley elementi sufficienti per potere stabilire, in entrambi i casi, se le due scosse successive abbiano avuto origine in diversi epicentri e a diverse profondità ipocentrali.

Le considerazioni su riferite, derivate da misure eseguite direttamente sui numerosi sismogrammi originali o copie fotografiche in grandezza originale gentilmente inviati da numerosi Osservatori, costituiscono delle prove sufficienti sul carattere multiplo del terremoto dello Hokkaido del 4 Marzo 1952.

Sorge naturalmente la domanda se, supposta la registrazione successiva di due scosse distinte, tali scosse abbiano avuto origine nello stesso ipocentro o se la prima scossa delle 1^h 22^m 45^s.5 ne abbia stimolato una seconda ad una certa distanza nello spazio e nel tempo.

Ritenendo la questione di un certo interesse, ho creduto utile procedere alla determinazione dell'ipocentro e del tempo origine della seconda scossa con i dati delle stazioni riportati nella tabella III, nella quale, oltre i dati rilevati dalle registrazioni che iniziano con le P_2 , sono inclusi i dati delle registrazioni che iniziano con le P_1 e contengono nettamente le P_2 .

Per un criterio di uniformità ho fatto uso dello stesso metodo di Caloi (²), impiegato in precedenza per la determinazione delle costanti ipocentrali della prima scossa (1), che, com'è noto, porta alla soluzione di un sistema di n (n è il numero delle stazioni utilizzate) equazioni del tipo

$$\delta t_o + b_i \delta \lambda_o + c_i \delta \phi_o + d_i \delta h + l_i = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad [1]$$

nelle quattro incognite δt_o , $\delta \lambda_o$, $\delta \phi_o$, δh , correzioni da apportare a certi valori approssimati (t_o), (λ_o), (ϕ_o), (h) del tempo origine, della longitudine, latitudine e profondità, che si presuppongono noti.

I coefficienti delle [1] hanno le seguenti espressioni:

$$b_i = \frac{\partial f_i}{\partial(\Delta_i)} \frac{\partial(\Delta_i)}{\partial(\lambda_o)}, \quad c_i = \frac{\partial f_i}{\partial(\Delta_i)} \frac{\partial(\Delta_i)}{\partial(\phi_o)},$$

$$d_i = \frac{\partial f_i}{\partial(h)}, \quad l_i = - \left\{ T_i - \left[t_o + f_i(\lambda_o, \phi_o, h) \right] \right\}.$$

col noto significato dei simboli.

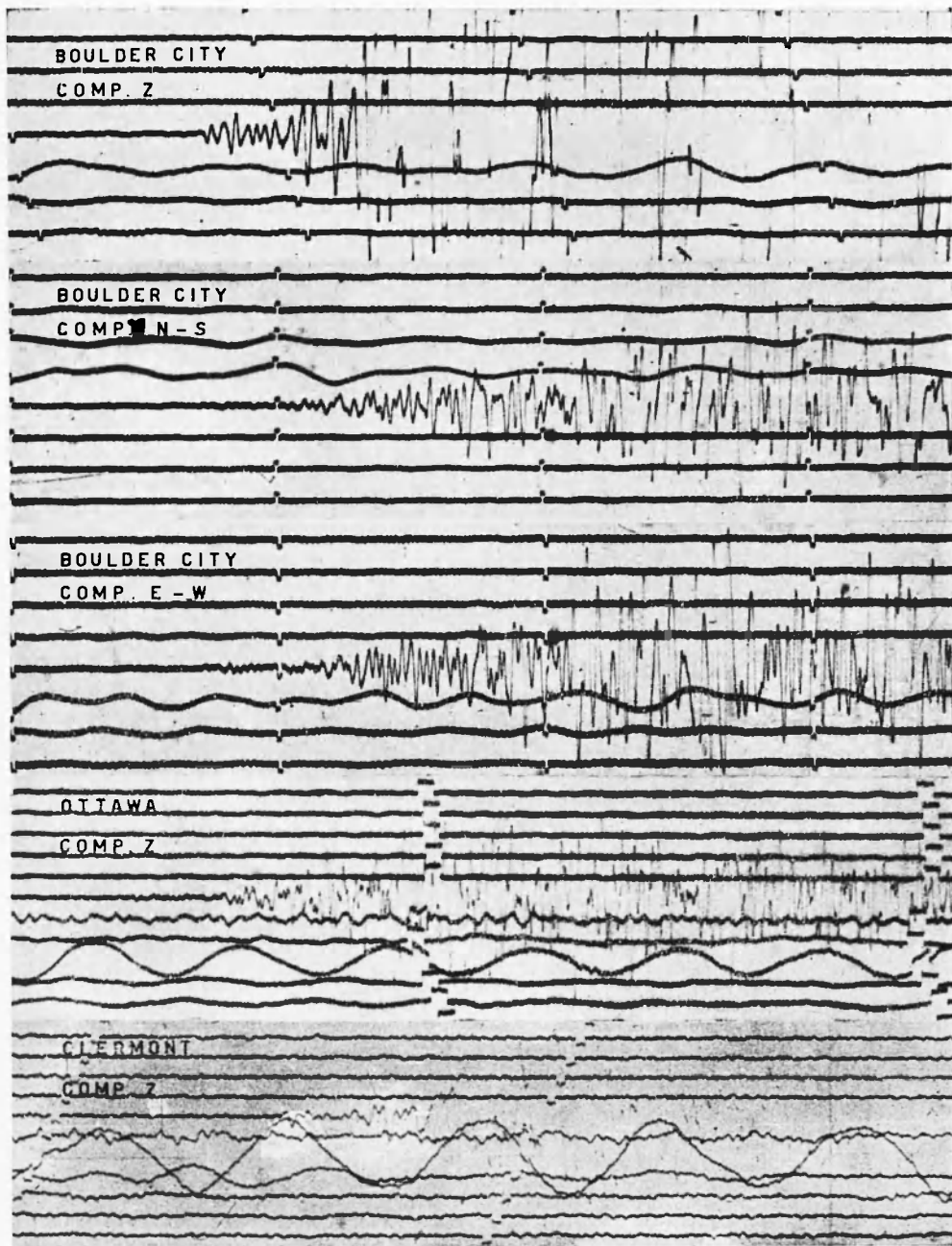


Fig. 3

Ho assunto come valori provvisori per una prima approssimazione i seguenti:

$$\begin{aligned}(\lambda_0) &= + 143^\circ 30' \\(\phi_0) &= + 42^\circ 14'.8 \text{ (latitudine geocentrica),} \\(h) &= 33 \text{ km. ,} \\(t_0) &= 01^h 22^m 58^s.596.\end{aligned}$$

I dati necessari per il calcolo sono riassunti nella tabella III. La soluzione del sistema normale dedotto dalle 43 corrispondenti equazioni di condizione ha dato luogo ai seguenti valori più probabili delle incognite

$$\begin{aligned}\delta\lambda_0 &= + 00^\circ 00',688 \text{ ,} \\ \delta\phi_0 &= -- 00^\circ 07'.556 \text{ ,} \\ \delta h &= + 0,0129566 R = 82,119 \text{ km. (} R = 6338 \text{ km.),} \\ \delta t_0 &= + 9^s,06 \text{ ,}\end{aligned}$$

con i corrispondenti errori medi:

$$\begin{aligned}m_{\delta\lambda_0} &= \pm 5',247 \text{ ,} \\ m_{\delta\phi_0} &= \pm 5',624 \text{ ,} \\ m_{\delta h} &= \pm 0,0079375 R = \pm 50,308 \text{ km. ,} \\ m_{\delta t} &= \pm 5^s,7 \text{ .}\end{aligned}$$

Come controllo ho ottenuto i seguenti risultati:

$$[\nu\nu] = 75,1892787, \quad [11.4] = 75,1892705 \text{ .}$$

Ritenendo troppo forti le correzioni da apportare alla profondità e al tempo origine, ho proceduto ad una seconda approssimazione, escludendo dal calcolo i dati della stazione di Tortosa che danno luogo ad una differenza $0 - C$ di tre secondi circa. Ho assunto come valori provvisori per questa seconda approssimazione i seguenti:

$$\begin{aligned}(\lambda_0) &= + 143^\circ 30' \text{ ,} \\(\phi_0) &= + 42^\circ 07',091 \text{ ,} \\(h) &= 33 \text{ km} + 0,0129566 R = 115,119 \text{ km. ,} \\(t_0) &= 01^h 23^m 07^s,658.\end{aligned}$$

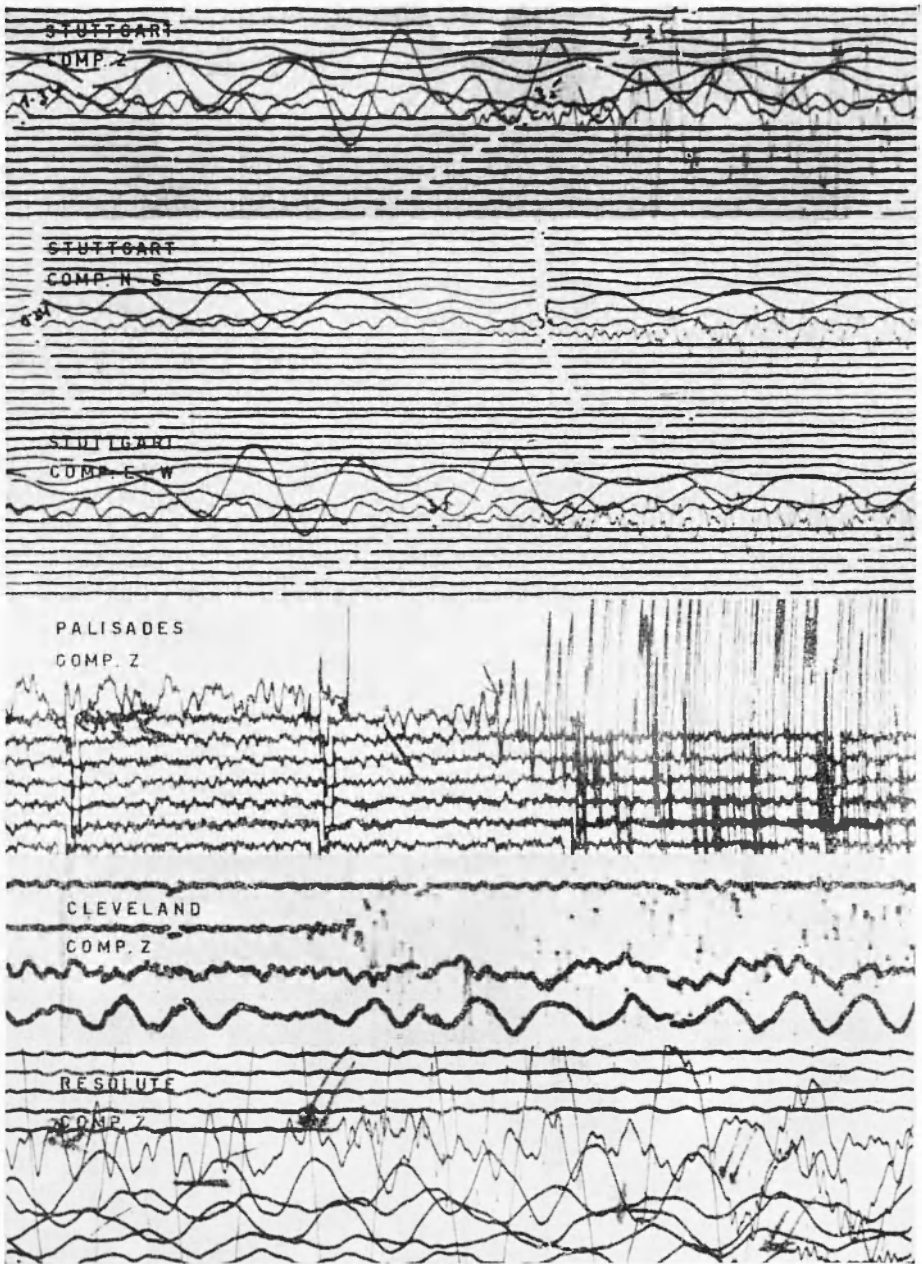


Fig. 4

TABELLA III

STAZIONI	(Δ_i)	T_i (01 ^h +)	$f_i (\lambda_{0i}, \psi_{0i}, (h))$	$T_i - f_i (\lambda_{0i}, \psi_{0i}, (h))$	$\frac{\partial f}{\partial (\Delta_i)}$	$\frac{\partial f}{\partial (h)}$	$(t_0) - (t_0)_i$
1 Ambulolong	34°.264	29m44s.0	6m44s.97	22m59s.03	8s.57	-6s.33	-0.434
2 Sitka	51.309	32 03.5	9 03.02	23 00.48	7.50	-6.70	-1.884
3 Resolute Bay	56.978	32 45.5	9 44.64	23 00.86	7.01	-6.90	-2.264
4 Kiruna	62.049	33 17.0	10 19.53	22 57.47	6.69	-7.00	+1.126
5 Seattle	62.698	33 21.4	10 23.88	22 57.52	6.56	-7.00	+1.076
6 Bombay	63.365	33 26.5	10 28.27	22 58.23	6.50	-7.00	+0.366
7 Kodaikanal	65.505	33 40.0	10 42.13	22 57.87	6.35	-7.00	+0.726
8 Uppsala	68.818	34 00.0	11 02.92	22 57.08	6.12	-7.10	+1.516
9 Mt. Hamilton	69.139	34 04.0	11 04.95	22 59.05	6.10	-7.10	-0.454
10 Fresno	70.652	34 14.0	11 14.18	22 59.82	5.97	-7.17	-1.224
11 Reykjavik	73.147	34 30.0	11 29.05	23 00.95	5.80	-7.28	-2.354
12 Pasadena	73.339	34 29.0	11 30.17	22 58.83	5.80	-7.27	-0.234
13 Boulder City	74.237	34 32.1	11 35.95	22 56.15	5.77	-7.23	+2.446
14 Jena	78.016	34 53.9	11 56.79	22 57.11	5.50	-7.40	+1.486
15 Szeged	78.373	34 59.3	11 58.75	23 00.55	5.46	-7.40	-1.954
16 Vienna	78.384	34 57.9	11 58.81	22 59.09	5.46	-7.40	-0.494
17 Kalocsa	78.657	34 59.0	12 00.31	22 58.69	5.44	-7.40	-0.094
18 De Bilt	79.157	35 00.0	12 03.05	22 56.95	5.38	-7.40	+1.646
19 Stuttgart	80.675	35 10.7	12 11.18	22 59.52	5.23	-7.40	-0.924
20 Kew	81.310	35 14.7	12 14.51	23 00.19	5.17	-7.40	-1.594
21 Strasbourg	81.318	35 14.7	12 14.55	23 00.15	5.17	-7.40	-1.554
22 Salò	82.845	35 23.0	12 22.41	23 00.50	5.10	-7.40	-1.904

Segue tabella III

STAZIONI	(Δ_i)	T_i (01 ^h +))	$f_i(\lambda_{0i}, \Phi_{0i}, t_i)$	$T_i^{-1} i(\lambda_{0i}, \Phi_{0i}, t_i)$	$\frac{\partial f}{\partial(\Delta_i)}$	$\frac{\partial f}{\partial(h)}$	$(t_{0i}) - (t_{0i})$
23 Neuchâtel	82.973	35m22s.1	12m23s.06	22m59s.04	5s.10	-7s.40	-0.444
24 Bologna	83.467	35 25.6	12 25.58	23 00.02	5.06	-7.44	-1.424
25 Pavia	83.716	35 26.1	12 26.85	22 59.25	5.03	-7.47	-0.654
26 Taranto	84.216	35 29.0	12 29.38	22 59.62	4.98	-7.50	-1.024
27 Helwan	84.807	35 28.8	12 32.34	22 56.46	4.91	-7.50	+2.136
28 Roma	85.133	35 33.0	12 33.95	22 59.05	4.90	-7.50	-0.454
29 Clermont	85.365	35 33.4	12 35.09	22 58.31	4.90	-7.50	+0.286
30 Seven F.	85.777	35 37.0	12 37.11	22 59.89	4.90	-7.50	-1.294
31 Messina	86.827	35 39.4	12 42.25	22 57.15	4.82	-7.50	+1.446
32 Cleveland	87.103	35 41.5	12 43.59	22 57.91	4.80	-7.50	+0.686
33 Wellington	87.992	35 46.0	12 47.86	22 58.14	4.80	-7.50	+0.456
34 State College	89.096	35 50.0	12 53.15	22 56.85	4.70	-7.60	+1.746
35 Harvard	89.740	35 54.2	12 56.18	22 58.02	4.70	-7.60	+0.576
36 Palisades	90.332	35 58.6	12 58.96	22 59.64	4.67	-7.60	-1.044
37 Tortosa	90.616	35 56.0	13 00.30	22 55.70	4.63	-7.60	+2.896
38 Washington	91.071	36 01.0	13 02.42	22 58.58	4.60	-7.60	+0.016
39 Algeri Univ.	93.307	36 09.2	13 12.68	22 56.52	4.53	-7.60	+2.076
40 Lisbona	95.486	36 21.5	13 22.59	22 58.91	4.55	-7.60	-0.314
41 Malaga	95.945	36 23.2	13 24.65	22 58.55	4.60	-7.60	+0.046
42 Bermuda	101.173	36 44.9	13 48.38	22 56.52	4.48	-7.62	+2.076
43 Tamanrasset	104.404	37 02.1	14 02.68	22 59.42	4.40	-7.70	-0.824
			(t_{0i}) = 01 ^h 22m 58s.596				

Dedotti gli elementi necessari per il calcolo (riassunti nella tabella IV), la risoluzione del sistema delle 42 equazioni di condizione corrispondenti ha dato luogo ai seguenti risultati:

$$\begin{aligned} \delta\lambda_0 &= + 00^{\circ} 00', 373, & m_{\delta\lambda_0} &= \pm 00^{\circ} 05', 037, \\ \delta\phi_0 &= - 00^{\circ} 00', 137, & m_{\delta\phi_0} &= \pm 00^{\circ} 05', 541, \\ \delta h &= - 0,00073507 R = 4,659 \text{ km.}, & m_{\delta h} &= \pm 0,0086 R = \pm 54,507 \text{ km.}, \\ \delta t_0 &= - 0^s, 537, & m_{\delta t_0} &= \pm 6^s, 02. \end{aligned}$$

Come controllo ho ottenuto:

$$[vv] = 68,163627, \quad [11.4] = 68,163627.$$

Per le grandezze cercate si hanno pertanto i seguenti valori:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= + 143^{\circ} 30', 373 \pm 05', 073, \\ \Phi_0 &= + 42^{\circ} 06', 954 \pm 05', 541, \\ h &= 110,550 \pm 54,507 \text{ km.}, \\ t_0 &= 01^h 23^m 07^s, 121 \pm 6^s, 02. \end{aligned}$$

I risultati ottenuti in questa ultima approssimazione, sebbene portino a correzioni di lieve entità, non sono da considerarsi migliori dei risultati conseguiti nei calcoli precedenti. Infatti, i limiti di incertezza entro i quali restano determinati la profondità e il tempo origine sono, in ambedue i casi, dello stesso ordine ed alquanto rilevanti. Oltre alle numerose cause di indeterminazione che generalmente influenzano l'approssimazione con cui si può determinare la posizione di un ipocentro ⁽⁶⁾, nel caso in esame notevole è il contributo portato dai possibili errori di rilevamento, in considerazione del fatto che molti inizi relativi alle P_2 sono stati rilevati nel corpo delle registrazioni. Comunque, eliminando dal calcolo i dati di tutte quelle stazioni che danno luogo ad una differenza $0-C$ superiore a $1^s, 5$, si possono ottenere risultati più approssimati. Ho proceduto ad una ulteriore approssimazione partendo dai valori:

$$\begin{aligned} (\lambda_0) &= + 143^{\circ} 30', \\ (\Phi_0) &= + 42^{\circ} 07', 091, \\ (h) &= 115,119 \text{ km}, \\ (t_0) &= 01^h 23^m 08^s, 193, \end{aligned}$$

ed utilizzando i dati delle 28 stazioni elencate nella tabella V.

TABELLA IV

STAZIONI	(Δ_i)	T_i (01+ ^h)	$f_i(\lambda_0),$ $(\Phi_0), (h)$	$T_i - f_i(\lambda_0),$ $(\Phi_0), (h)$ (01^{h+})	$\frac{\partial f}{\partial (\Delta_i)}$	$\frac{\partial f}{\partial (h)}$	$(t_0) - (t_0)_i$
1 Ambulong	34°.169	29m44s.0	6m36s.031	23m07s.969	8s.495	-6s.040	-0.311
2 Sitka	51.400	32 03.5	8 55.049	23 08.451	7.488	-6.583	-0.793
3 Resolute Bay	57.099	32 45.5	9 36.580	23 08.920	6.997	-6.767	-1.262
4 Kiruna	62.166	33 17.0	10 11.299	23 05.701	6.642	-6.841	+1.957
5 Seattle	62.780	33 21.4	10 15.390	23 06.010	6.538	-6.884	+1.648
6 Bombay	63.369	33 26.5	10 19.260	23 07.240	6.500	-6.900	+0.418
7 Kodaikanal	65.486	33 40.0	10 32.973	23 07.027	6.351	-6.930	+0.631
8 Uppsala	68.923	34 00.0	10 54.458	23 05.542	6.105	-6.995	+2.116
9 Mt. Hamilton	69.205	34 04.4	10 56.183	23 07.817	6.079	-7.000	-0.159
10 Fresno	70.719	34 14.0	11 05.348	23 08.652	5.979	-7.000	-0.994
11 Reykjavik	73.273	34 30.0	11 20.429	23 09.571	5.824	-6.990	-1.913
12 Pasadena	73.404	34 29.0	11 21.204	23 07.796	5.802	-6.999	-0.138
13 Boulder City	74.308	34 32.1	11 26.455	23 05.450	5.691	-7.041	+2.208
14 Jena	78.126	34 53.9	11 47.862	23 06.038	5.462	-7.150	+1.620
15 Szeged	78.474	34 59.3	11 49.766	23 09.234	5.437	-7.175	-1.576
16 Vienna	78.490	34 57.9	11 49.850	23 08.050	5.437	-7.175	-0.392
17 Kaloesa	78.759	34 59.0	11 51.326	23 07.674	5.417	-7.195	-0.016
18 De Bilt	79.271	35 00.0	11 54.106	23 05.894	5.372	-7.220	+1.764
19 Stuttgart	80.785	35 10.7	12 02.203	23 08.497	5.221	-7.241	-0.839
20 Kew	81.444	35 14.7	12 05.649	23 09.051	5.155	-7.255	-1.393
21 Strasbourg	81.446	35 14.7	12 05.660	23 09.040	5.156	-7.254	-1.382
22 Salò	82.953	35 23.0	12 13.402	23 09.598	5.005	-7.242	-1.940

STAZIONI		(Δ_i)	T_i (01 + h)	$f_i(\lambda_0),$ $(\phi_0), (h)$	$T_i - f_i(\lambda_0),$ $(\phi_0), (h)$ (01h +)	$\frac{\partial f}{\partial(\Delta_i)}$	$\frac{\partial f}{\partial(h)}$	$(t_0) - (t_0)_i$
23	Neuchâtel	83.084	35m22s.1	12m14s.060	23m08s.040	5s.000	-7s.241	-0.382
24	Bologna	83.574	35 25.6	12 16.509	23 09.091	5.000	-7.240	-1.433
25	Pavia	83.825	35 26.1	12 17.766	23 08.334	5.000	-7.241	-0.676
26	Taranto	84.315	35 29.0	12 20.215	23 08.785	4.967	-7.241	-1.127
27	Helwan	84.882	35 28.1	12 23.050	23 05.050	4.912	-7.241	+2.608
28	Roma	85.237	35 33.0	12 24.803	23 08.197	4.893	-7.241	-0.539
29	Clermont	85.478	35 33.4	12 25.983	23 07.417	4.885	-7.241	+0.241
30	Seven F.	85.893	35 37.0	12 28.018	23 08.982	4.874	-7.241	+1.306
31	Messina	86.925	35 39.4	12 33.048	23 06.352	4.805	-7.306	+0.577
32	Cleveland	87.210	35 41.5	12 34.419	23 07.081	4.779	-7.317	-1.324
33	Wellington	87.876	35 46.0	12 37.616	23 08.384	4.713	-7.337	-0.726
34	State College	89.205	35 50.0	12 43.874	23 06.126	4.700	-7.341	+1.532
35	Harvard	89.854	35 54.2	12 46.927	23 07.273	4.700	-7.341	+0.385
36	Palisades	90.443	35 58.6	12 49.696	23 08.904	4.652	-7.354	-1.246
37	Washington	91.179	36 01.0	12 53.136	23 07.864	4.600	-7.365	-0.206
38	Algeri Univ.	93.415	36 09.2	13 03.379	23 05.821	4.541	-7.341	+1.837
39	Lisbona	95.603	36 21.5	13 13.326	23 08.174	4.560	-7.341	-0.516
40	Malaga	96.059	36 23.2	13 15.383	23 07.816	4.594	-7.341	-0.159
41	Bermuda	101.288	36 44.9	13 39.077	25 05.823	4.400	-7.341	+1.835
42	Tamanrasset	104.501	37 02.1	13 53.218	23 08.882	4.400	-7.341	-1.224

 $(t_0) = 01^h 23^m 07^s .658$

I risultati ottenuti sono i seguenti:

$$\begin{aligned} \delta\lambda_0 &= -00^\circ 00',745, & m_{\delta\lambda_0} &= \pm 00^\circ 02',884, \\ \delta\Phi_0 &= -00^\circ 03',815, & m_{\delta\phi_0} &= \pm 00^\circ 02',998, \\ \delta h &= +0,00091623 R = +5,807 \text{ km}, & m_{\delta h} &= \pm 0,004677 R = \pm 29,643 \text{ km}, \\ \delta t_0 &= +0^s,45, & m_{\delta t_0} &= \pm 3^s, 4, \\ [rv] &= 10,15371, & [11.4] &= 10,15372, \end{aligned}$$

per cui i valori definitivi, forniti da quest'ultima approssimazione, sono:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= 143^\circ 29' 255 \pm 02',884, \\ \Phi_0 &= +42^\circ 03' 276 \pm 02',998, \\ h &= 120,9 \pm 29,6 \text{ km}, \\ t_0 &= 01^h 23^m 08^s,6 \pm 3^s,4. \end{aligned}$$

I calcoli eseguiti, oltre che confermare il supposto carattere multiplo del terremoto dello Hokkaido del 4 marzo 1952, permettono di specificare che una prima scossa superficiale è stata seguita, 24^s circa più tardi, da una seconda scossa, la cui origine, avente praticamente le stesse coordinate epicentrali, si trova ad una profondità dell'ordine del centinaio di chilometri.

È assai frequente il caso in cui, nei sismogrammi relativi a terremoti lontani di grande intensità, le P_n si presentano con una lieve *emersio* seguita da oscillazioni più o meno regolari interrotte da bruschi impulsi susseguentisi ad intervalli di tempo indipendenti dalla distanza. A tale molteplicità di impulsi difficilmente si potrebbe dare giustificazione se fosse realmente valida l'ipotesi semplificatrice secondo la quale un terremoto è dovuto allo *scatto* di compartimenti delle stratificazioni terrestri quale unico atto conclusivo di uno stato di tensione interna maturatosi in un periodo di tempo più o meno lungo. Secondo alcuni ricercatori la molteplicità degli impulsi nelle registrazioni trova giustificazione nella molteplicità dei movimenti nella zona ipocentrale, nel senso che il dislocamento dei compartimenti della crosta, con cui si manifesta il terremoto, non è né isolato né improvviso, ma si *diffonde* in un intervallo di tempo finito dando luogo a movimenti distinti. Secondo altri il fatto è presumibilmente da attribuirsi ad un particolare meccanismo di produzione all'ipocentro che dà luogo ad un processo, di una certa durata, nel corso del quale

TABELLA V

STAZIONI	(Δ_i)	$(t_0)_i =$ $T_i - f_i((\lambda_0), (\Phi_0), (h))$ $(01^h +)$	$(t_0) - (t_0)_i$
1 Ambulong	34°.169	23 ^m 07 ^s .969	+ 0 ^s .224
2 Sitka	51.400	23 08 .451	— 0 .258
3 Resolute Bay	57.099	23 07 .240	— 0 .727
4 Bombay	63.369	23 07 .240	+ 0 .953
5 Kodaikanal	65.486	23 07 .027	+ 1 .166
6 Mt. Hamilton	69.205	23 07 .817	+ 0 .376
7 Fresno	70.719	23 08 .652	— 0 .459
8 Pasadena	73.404	23 07 .796	+ 0 .397
9 Vienna	78.490	23 08 .050	+ 0 .143
10 Kalocsa	78.759	23 07 .674	+ 0 .519
11 Stuttgart	80.785	23 08 .497	— 0 .304
12 Kew	81.444	23 09 .051	— 0 .858
13 Strasbourg	81.446	23 09 .040	— 0 .847
14 Neuchâtel	83.084	23 08 .040	+ 0 .153
15 Bologna	83.574	23 09 .091	— 0 .898
16 Pavia	83.825	23 08 .334	— 0 .141
17 Taranto	84.315	23 08 .785	— 0 .592
18 Roma	85.237	23 08 .197	— 0 .004
19 Clermont	85.478	23 07 .417	+ 0 .776
20 Seven Falls	85.893	23 08 .982	— 0 .789
21 Cleveland	87.210	23 07 .081	+ 1 .112
22 Wellington	87.876	23 08 .384	— 0 .191
23 Harvard	89.854	23 07 .273	+ 0 .920
24 Palisades	90.443	23 08 .904	— 0 .711
25 Washington D. C.	91.179	23 07 .864	+ 0 .329
26 Lisbona	95.603	23 08 .174	+ 0 .019
27 Malaga	96.059	23 07 .817	+ 0 .376
28 Tamanrasset	104.501	23 08 .822	— 0 .689

$(t_0) = 01^h 23^m 08^s.193$

le vibrazioni a breve periodo possono venire modificate da fenomeni di interferenza. In dette ipotesi è implicita l'interdipendenza dei singoli processi cinematici e dinamici che, nel loro complesso costituiscono il fenomeno globale. La questione, riassunta nei termini sopra accennati, riveste un carattere generale ed è intimamente legata al complicato meccanismo che genera il fenomeno sismico. Nel caso preso in esame in questa nota, non vi sono elementi sufficienti per provare l'interdipendenza dei processi che hanno dato luogo alle due scosse. Non è, infatti, agevole spiegarsi come una scossa superficiale abbia potuto stimolarne una seconda più intensa ad una profondità di cento chilometri. Si potrebbe pensare ad un unico processo maturatosi in profondità che ha dato luogo ad una manifestazione preliminare in superficie.

Istituto Nazionale di Geofisica — Osserv. di Messina — Settembre 1954.

RIASSUNTO

In seguito ad alcune caratteristiche riscontrate nei sismogrammi, sorge il sospetto che il terremoto dello Hokkaido del 4 marzo 1952 abbia l'ipocentro ad una profondità superiore alla normale, in contrasto con i risultati, ottenuti in un lavoro precedente, che escludono la possibilità di una profondità apprezzabile in ottimo accordo con gli inizi delle P_n osservati in un gruppo di 45 stazioni.

Viene notata una frequenza anomala di residui delle P_n di 12^s circa. Questa circostanza, in aggiunta al fatto che un notevole numero di stazioni presenta una i (P_2) circa 12^s dopo la registrazione della P (P_1), il cui inizio è generalmente debole, induce a pensare che, 12^s circa dopo la registrazione di una prima scossa, le stazioni abbiano registrato una seconda scossa più intensa proveniente dalla stessa zona epicentrale.

Vengono determinate le coordinate spazio-temporali della seconda scossa, adoperando un metodo statistico di Caloi. I calcoli, oltre che confermare il supposto carattere di scossa doppia del terremoto qui studiato, permettono di specificare che una prima scossa superficiale è stata seguita, 24^s circa più tardi, da una seconda scossa, la cui origine, avente praticamente le stesse coordinate epicentrali, si trova ad una profondità dell'ordine del centinaio di chilometri.

SUMMARY

As a consequence of some characteristics encountered in the sismograms, the suspicion has arisen that the earthquake of Hokkaido of March 4 1952 has a focus and a depth greater than normal, in contrast with the results, of a previous work, which exclude the possibility of an appreciable depth in very good agreement with the beginnings of the P_n observed in a group of 45 stations.

An anomalous frequency has been noticed in the residuals of the P_n of about 12^s . This circumstance, together with the fact that a noticeable number of stations present an $i(P_2)$ about 12^s after the registration of the $P(P_1)$, whose beginning is generally weak, leads one to think that, about 12^s after the registration of the first shock, the stations have registered a second, more intense shock coming from the same epicentral zone.

The space-time coordinates of the second quake have been determined, adopting a statistical method due to Caloi. The calculations, besides confirming the supposed double character of the earthquake here studied, allow one to specify that a first superficial shock has been followed, about 24^s later, by a second shock, whose origin, having practically the same epicentral coordinates, has a depth on the order of 100 kilometers.

BIBLIOGRAFIA

- (1) GIRLANDA A., *Il terremoto dello Hokkaido del 4 marzo 1952*. « Annali di Geofisica », vol. VI, n. 2, 1953.
- (2) GIRLANDA A., *Il terremoto dello Hokkaido del 4 marzo 1952*. Parte II. « Annali di Geofisica », vol. VI, n. 4, 1953.
- (3) JEFFREYS H. - BULLEN K. E., *Seismological Tables*. British Association for the Advancement of Science: Gray Milne Trust, London 1940.
- (4) STONENY R., *Two Double Earthquakes*. Royal Astronomical Society. « Geophysic Supplement », vol. 4, n. 6, 1939.
- (5) CALOI P. - PERONACI F., *Il terremoto del Turkestan del 2 novembre 1936*. *Annali di Geofisica*, vol. I, n. 2, 1948.
- (6) VALLE P. E., *Sulla determinazione delle coordinate ipocentrali di un sisma lontano*. « Bollettino della Società Sismologica Italiana », vol. XL, n. 3-4, 1943.