

# 震源 (第9報)

モホロビチツク層中の地震について—その1(速度)

高木 聖\*

## § 1. 序

その後他の多くの地震を詳しく調査した所、従来のモホロビチツク層では解決のつかない二三の初動分布に接した。それを解決するためには、どうしても松沢武雄博士が発見された様に<sup>(1)</sup>、この層を二つに分けなければならない事に気付いた。さうすると、今迄奇妙だと思つていた初動分布が簡単に解決したのである。それと同時にこれ等の層の厚さも求められたし、その層中のP波の速度も求められた。従つてこの論文は又震源第8報<sup>(2)</sup>の続きとも言へる。震源第8報ではモホロビチツク層以下に於けるP波の速度分布を求める新しい方法と、それによつて求められた速度とを公表したのであつたが、今回はそれに求めなかつたモホロビチツク層中の速度を求める事になつたのである。

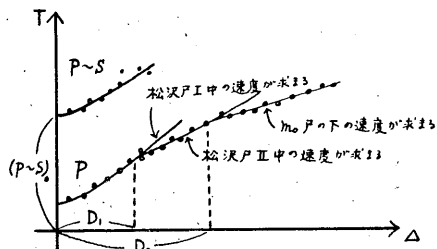


Fig. 1 走時曲線解析

来る。後者より震央に於けるP~Sを推定する事が出来、これから深さが求まる。しかし今はまだ速度が求まつていないので、当分の間、地震の深さのかわりに震央に於けるP~Sで代表させる事にしておく。これを $(P\sim S)_0$ と記さう。次に前者よりP波の速度が求まる。それと同時に轉向円の半径も求まる。第1図を参照せられたい。かうして求めたものが第1表に掲げてある。 $D_1$ は小さい方の轉向円の

ツク層以下に於けるP波の速度分布を求める新しい方法と、それによつて求められた速度とを公表したのであつたが、今回はそれに求めなかつたモホロビチツク層中の速度を求める事になつたのである。

## § 2. 層の厚さと速度

浅い地震の震央が決まるとP波の走時曲線が求まる。又それと同時にP~Sの走時曲線も求める事が出

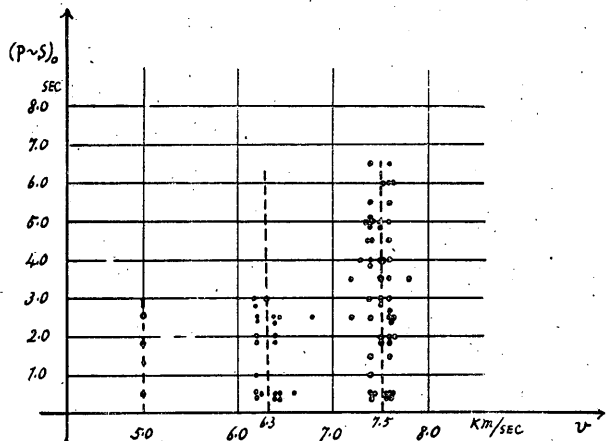


Fig. 2  $(P\sim S)_0$  と  $v_1, v_2, V$  の関係

\* 中央気象台研修所

- (1) T. Matsuzawa: Observation of Some of Recent Earthquakes and their Time-Distance Curves. Part I 震研彙報 第5巻 昭4 (1929)  
 (2) 高木聖: 震源第8報 海と空 第26巻 昭23 (1948) 及び 験震時報 本巻

驗 震 時 報

第 1 表

震 央 名	發 震 時			$v_1$	$v_2$	$V$	$D_1$	$D_2$	$(P-S)_0$	深さ	
	昭和年	月	日								
北鹿沙大北淡広富鹿	丹島嶺附	後灘沖近豆	2 3 7	18 27	5.0?	6.3	7.6	120	250	0.5	5
		吹聖寺伊路	4 4 16	9 53		6.3	7.6	50?	220	2.5	15
		嶺附	5 3 22	17 50		6.2	7.6		230	2.5	15
		嶺附	5 10 17	6 36		6.3	7.5		220	3.0	20
		嶺附	5 11 26	4 03		6.3	7.4	50?	240	2.0	15
	島次麓灘	島次麓灘	5 12 6	5 31	6.2	7.2	40	?	2.5	15	
		三東	5 12 21	21 14	6.4	7.2	70?	220	2.5	15	
		三東	6 6 11	15 16	6.3	7.5	30?	230?	3.0	20	
		三東	6 6 23	15 15	6.4	7.6	100?	250	2.5	20	
		三東	6 9 9	4 09	6.6	7.6	50	260	1.5	15	
山崎岐新九河新犬福	川上元八立北	流山幡沖部	6 9 16	21 43	5.0?	6.2	7.5	80	230	2.0	15
		流山幡沖部	6 9 21	11 20		6.3	7.5		240	3.0	20
		流山幡沖部	9 8 18	11 38		6.0	7.4	90	200	3.0	20
		流山幡沖部	9 11 8	12 25		6.3	?	?	?	2.5	20
		流山幡沖部	10 2 20	5 10		6.2	7.6	100?	250	1.0	10
	和山沖沖	和山沖沖	11 2 21	10 08	6.4	7.4	?	250	0.5	5	
		和山沖沖	12 7 4	0 23	6.4	7.6	50	240	2.5	20	
		和山沖沖	12 10 17	13 47	6.4	7.4	?	240	2.5	20	
		和山沖沖	13 11 5	19 50	6.2	7.6	?	280	2.5	20	
		和山沖沖	13 11 7	6 39	?	7.6	?	?	3.0	20	
長日福鳥島取野貝	市灘島市	市灘島市	14 8 22	9 06	5.0?	6.2	7.4	100?	260	3.0	20
		市灘島市	16 7 15	23 45		6.0	7.6	55	240	3.0	20
		市灘島市	16 7 20	0 13		6.4	7.4	?	230	3.0	20
		市灘島市	18 8 12	13 50		6.2	7.6	110	260	1.0	10
		市灘島市	18 9 10	17 37		6.4	7.4	100	260	1.5	15
	谷間流灘山	谷間流灘山	18 9 10	22 36	6.3	7.6	40	230	3.0	20	
		谷間流灘山	18 10 13	14 42	6.4	7.6	80	230	1.0	10	
		谷間流灘山	3 2 12	6 10		7.6		80	6.5	50	
		谷間流灘山	4 5 22	1 35		7.4		115	5.5	40	
		谷間流灘山	4 7 27	7 48		7.5		170	5.5	40	
九那浦浦相	北流部河	北流部河	5 5 1	9 58	5.0?	7.6	7.6		180	6.0	45
		北流部河	5 6 1	2 58		7.6	7.6		110	6.0	45
		北流部河	5 8 17	18 28		7.5	7.5		210	4.5	40
		北流部河	6 2 17	3 48		7.6	7.6		120	4.0	30
		北流部河	6 6 17	21 09		7.4	7.4		170	6.0	45
	北流部河	北流部河	6 7 10	22 10	7.8	7.8		210	5.5	40	
		北流部河	6 8 10	23 34	7.4	7.4		150	5.0	35	
		北流部河	6 12 22	22 08	7.4	7.4		160	5.5	40	
		北流部河	7 6 22	9 36	7.6	7.6		200	4.0	30	
		北流部河	7 11 26	13 24	7.5	7.5		?	?	50	
能茨勝靜山	登瀉沖岡沖	登瀉沖岡沖	8 9 21	12 14	5.0?	7.3	7.3		180	4.0	30
		登瀉沖岡沖	10 4 12	0 25		7.6	7.6		80	6.5	50
		登瀉沖岡沖	10 6 29	3 58		7.4	7.4		160	5.0	40
		登瀉沖岡沖	10 7 11	17 24		7.4	7.4		140	4.5	35
		登瀉沖岡沖	12 2 27	23 42		7.4	7.4		150	6.5	50
	岳沖灣灘沖	岳沖灣灘沖	12 11 23	2 39	7.2	7.2		220	3.5	30	
		岳沖灣灘沖	12 11 27	0 36	7.4	7.4		120	5.0	35	
		岳沖灣灘沖	13 6 12	0 12	7.6	7.6		120	5.5	40	
		岳沖灣灘沖	13 9 22	3 52	7.6	7.6		120	5.5	40	
		岳沖灣灘沖	13 10 29	22 08	7.6	7.6		190	5.0	40	
岐男靜岡島鹿	原島沖	原島沖	13 11 8	4 34	5.0?	7.5	7.5		?	?	40
		原島沖	13 12 3	21 12		7.4	7.4		160	5.0	35
		原島沖	14 2 12	5 30		7.6	7.6		220	5.5	40
		原島沖	14 5 1	14 58		7.6	7.6		120	5.0	35
		原島沖	15 1 27	23 50		7.6	7.6		160	4.0	30
	郡沖佐露灘	郡沖佐露灘	15 5 28	23 23	7.4	7.4		120	5.5	40	
		郡沖佐露灘	16 2 9	13 16	7.5	7.5		140	5.0	35	
		郡沖佐露灘	16 4 6	1 50	7.5	7.5		160	5.0	35	
		郡沖佐露灘	18 3 4	19 13	7.4	7.4		150	4.0	30	
		郡沖佐露灘	18 4 11	23 46	7.6	7.6		130	5.5	40	

半径であり、 $D_2$  は大きい方のそれである。 $v_2$  は後に、松沢層 II と呼ぶ層中の  $P$  波の速度であり  $V$  はモホロビチツク層より下の部分のそれである。これを図示すると第2図第3図となる。

第2図をよく見ると、 $(P\sim S)_0$  が 0秒~3.0秒までの地震に対しては  $v_2 V$  が求まっているが、

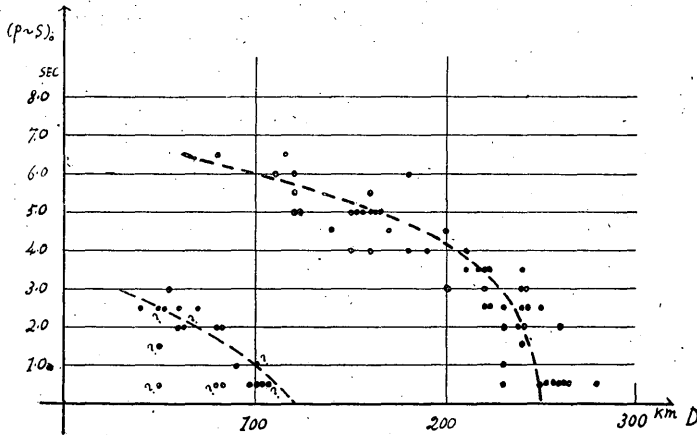


Fig. 3  $(P\sim S)_0$  と  $D_1, D_2$  の関係

$(P\sim S)_0$  が 3.0秒~6.5秒のものは  $V$  だけしか求まっていない。これは  $v_2$  も求められなくはないがあまりはつきりとは求まらない。同様の事が  $(P\sim S)_0$  が 3.0秒以下のものについても言える。即ち後に松沢層 I と呼ぶ層中の  $P$  波の速度  $v_1$  が求まってもよい筈である

が、 $D_1$  が小さいので、実際には求まらない。この  $(P\sim S)_0$  が 3.0秒の所に一つの不連続がある事は第3図を見るとより一層明らかとなる。即ち転向円の半径が二つ求まる所と一つしか求まらない所が出来ている。かうして  $(P\sim S)_0$  が 3.0秒の所に不連続がある事が分る。そこでこの不連続の層の厚さを求めるのであるが、この層に於ける  $P$  波の速度が、求まらない事には求めるわけにゆかない。しかしこれは既に種々の方法で求められており<sup>(3)</sup>、大体 5.0km/sec という事になつている。さうするとこの層の厚さは 20km となる。これは松沢博士が求められたものと全く同じ値である<sup>(4)</sup>。この層の事を松沢層 I と呼ぶ事にしたい。その下では速度が 6.3km/sec と求まっているので計算の結果 30km となる。この層の事を松沢層 II と呼ぶ事にしたい。さうするとモホロビチツク層は松沢層 I と松沢層 II とから出来ている事となり結局モホロビチツク層の厚さは 50km となる。それを第4図に示しておいた。

そこで転向円の半径  $D_1, D_2$  がこれ等の関係を満足しているか計算してみよう。第5図の様に震源  $O$  より直接観測点へ行くに要する時間を  $t_1$ 、松沢層 II にもぐつて来るものを  $t_2$ 、もう一つその下を通つて来るものを  $t_3$  とすれば、震央  $O'$  から観測点までの距離を  $\Delta$  とすれば、震源の深さを  $h$  として、

$$t_1 = \frac{\sqrt{\Delta^2 + h^2}}{v_1} \quad (1)$$

(3) (1) 参照

(4) (1) 参照

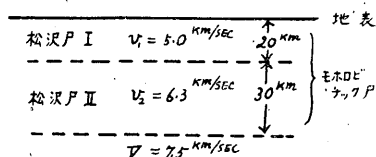


Fig. 4 モホロビチツク層の構造

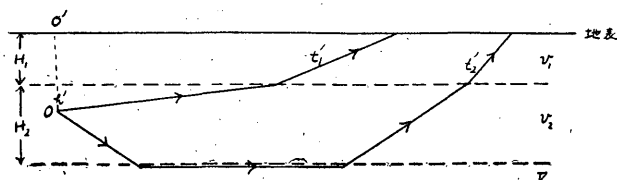


Fig. 5 P波の進路 I

$$t_2 = \frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{v_1 v_2} (2H_1 - h) + \frac{\Delta}{v_2} \quad (2)$$

$$t_3 = \frac{\sqrt{V^2 - v_1^2}}{v_1 V} (2H_1 - h) + 2 \frac{\sqrt{V^2 - v_2^2}}{v_2 V} H_2 + \frac{\Delta}{V} \quad (3)$$

となる。 $t_1 = t_2$  より小さい方の転向円の半径  $D_1$  が求まり、

$$D_1^2 - 2 \frac{v_1 v_2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}} \frac{2H_1 - h}{v_2} D_1 - (2H_1 - h)^2 + \frac{v_2^2 h^2}{v_2^2 - v_1^2} = 0 \quad (4)$$

を満足する  $D_1$  がそれである。次に  $t_2 = t_3$  より大きい方の転向円の半径  $D_2$  が求まり、

$$D_2 = \frac{v_2 V}{V - v_2} \left\{ \left( \frac{\sqrt{V^2 - v_1^2}}{v_1 V} - \frac{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}{v_1 v_2} \right) (2H_1 - h) + 2 \frac{\sqrt{V^2 - v_2^2}}{v_2 V} H_2 \right\} \quad (5)$$

となる。

これに  $v_1 = 5.0 \text{ km/sec}$ ,  $v_2 = 6.3 \text{ km/sec}$ ,  $V = 7.5 \text{ km/sec}$ ,  $H_1 = 20 \text{ km}$ ,  $H_2 = 30 \text{ km}$  を入れて計算すると、 $h = 0 \text{ km}$  の時  $D_1 = 122 \text{ km}$ ,  $D_2 = 246 \text{ km}$  となり、 $h = 20 \text{ km}$  の時  $D_1 = 28 \text{ km}$ ,  $D_2 = 227 \text{ km}$  となる。

次に第6図の場合を考えると、 $t'_1$  は

$$\left. \begin{aligned} t'_1 &= \frac{h}{v_2 \cos i_2} + \frac{H_1}{v_1 \cos i_1} \\ \Delta &= h \tan i_2 + H_1 \tan i_1 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

より求まり、 $t'_2$  は

$$t'_2 = \frac{V^2 - v_2^2}{v_2 V \sqrt{V^2 - v_2^2}} (2H_2 - h) + \frac{V^2 - v_1^2}{v_1 V \sqrt{V^2 - v_1^2}} H_1 + \frac{\Delta}{V} \quad (7)$$

より求まる。これより  $t'_1 = t'_2$  なる  $\Delta$  を求めると、これが転向円の半径  $D'$  となり、 $h = 0 \text{ km}$  の時、 $D_1 = 227 \text{ km}$ ,  $h = 30 \text{ km}$  の時、 $D' = 78 \text{ km}$  となる。

こうして求めたものが第3図の太破線である。

この線と観測値の黒点とをよく較べてみると、大体よく一致している様に思える。これは実際に於ても、 $v_1 = 5.0 \text{ km/sec}$ ,  $v_2 = 6.3 \text{ km/sec}$ ,  $V = 7.5 \text{ km/sec}$ ,  $H_1 = 20 \text{ km}$ ,  $H_2 = 30 \text{ km}$  となつている事を示すものである。

### § 3. 結

以上を簡単に要約すると、モホロビチツク層の厚さは  $50 \text{ km}$  でありそれが又二つに別れていて、

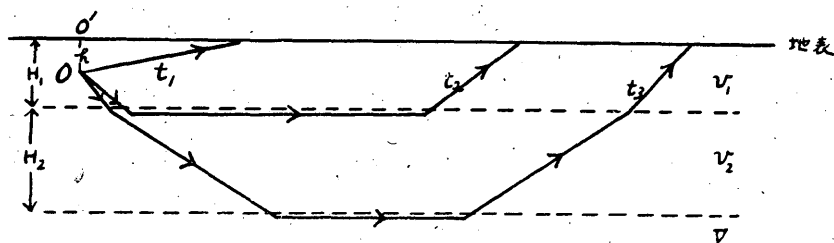


Fig. 6 P波の進路II

上の層を松沢層Iと呼び、厚さ20km、P波の速度5.0km/sec、その下の層は松沢層IIと呼び、厚さ30km、P波の速度6.3km/secである。モホロビチツク層より下では、P波の速度は7.5kmとなつている。こうなると初動分布はいよいよ岩升爆発説に有利であつて、今迄不思議だと思はれていた初動分布が殆んど解決がつく。これについては次報を御期待下さい。

— 昭 24. 9. 28 —

### On the Origin of Earthquake (the 9th paper)

On velocities of seismic waves in the Mohorovičić layer

S. TAKAGI (*Training School for Meteorological Observer*)

The Mohorovičić layer is constructed of two layers which may be called the Matsuzawa I and II layers respectively. The upper one is the Matsuzawa I layer and the lower is the Matsuzawa II layer. Thickness of the upper one is 20 km, that the lower one is 30 km as shown in Fig. 4. Velocity of P wave in the Matsuzawa II layer is 6.3 km/sec. and that under the Matsuzawa II layer is 7.5 km/sec. The above results are obtained by analysis of the travel time distance curves.