西南日本からの地震波の犬山における特徴

——西南日本における High-Q Zone の存在——

名古屋大学理学部地球科学教室 伊 神 輝・伊 藤 潔*

(昭和 49 年 2 月 7 日受理)

Seismic Waves Traveling from Southwest Japan to Inuyama Seismological Observatory

——Existence of a High-Q Zone in Southwest Japan——

Akira IKAMI and Kiyoshi ITO

Department of Earth Sciences, Faculty of Science,
Nagoya University

(Received February 7, 1974)

Seismograms comprise a wide variety of oscillations. Although there are many factors which give rise to this variety, we payed attention to only the effect of ray paths on seismograms. The seismograms recorded at the Inuyama Seismological Observatory (INU: 137°01' 42.8 E, 35°20' 58.8 F, Alt. 132 m) were analysed.

The seismic waves traveled from southwest Japan to INU were less attenuated than those from another regions in and near Japan. In view of this fact, we ascertained the existence of a high-Q zone in southwest Japan. This high-Q zone was conceived by the detectability of the event at INU, too. This high-Q zone may be attributed to the stence of the Philippine Sea plate. It has been also inferred from the analyses of mechanisms of the great earthquakes that the Philippine Sea plate is downthrusting beneath the Nankai trough. From the detectability, we found another important fact suggesting that, in the south part of Chubu district, there is a zone of a very-low-Q value, which is located at a depth shallower than that of the Philippine Sea plate.

§ 1. 緒 論

地震記象は非常に複雑であり、また多種多様である。この原因としては、地震波への伝播経路の影響が大きくきいていると思われる。この地震記象におよぼす伝播経路の影響を調べる目的で、名古屋大学理学部附属犬山地震観測所におけるいくつかの記録を比較した。地震記象は、この伝播経路の他に、観測機器の特性、観測点近傍の地殻の地震動に対する特性、震源における発震機構、等による影響をも受ける。今回は観測点としては、犬山地震観測所ただ1点のみ

昭和 48 年 5 月 25 日発表

* 現在京都大学理学部阿武山地震観測所

を使用し、そこにおける記象の比較を行なっているから、観測機器の特性、観測点直下の地殻の影響については考慮する必要はない。震源からはどんな波が発生しているかについては、ASADA and TAKANO (1963) と同じく震源近傍における変位スペクトルの大きさは周波数に逆比例する、すなわち速度スペクトルは周波数によらず一定であるという仮定を用いる。また地震のマグニチュードが大きくなるにしたがって地震波動の卓越周波数は低い方にずれていくことは、KANAI and YOSHIZAWA (1959), KASAHARA (1967), TERASHIMA (1968) 等によつて指摘されているが、以下においてのべる卓越周波数の差異は、地震のマグニチュードによる違いでは説明できないほど著しいものである。よつて地震記象におよぼす影響として残つてくるのは伝播経路のみである。

地震記象の特徴、特に地震波の減衰に関して、その原因を伝播経路に結びつけた報告はすでになされている。例えば日本周辺については、古く本多 (1942) によつて日本海北部の深発地震の記象型の日本における分布図が報告されているし、UTSU (1966, 1967, 1971), TSUJIURA (1966, 1969, 1972), UTSU and OKADA (1968), 宇津 (1969) 等によつても報告がなされている。また Fiji-Tonga 地域でのスペクトルの違いから、OLIVER and ISACKS (1967) は、上部マントルにおける Q 値の違いを論じている。

犬山地震観測所における、九州地方の深発地震帯に震央をもつ地震の記象には、同じ震央距離をもつ他の地域からの地震波動に比べてより高い周波数成分が卓越している。また FITCH and SHOLTZ (1971), FITCH (1972), KANAMORI (1972), 安藤 (1972) は大地震のメカニズムの解析から南海トラフ沿いに、フィリピン海プレートが日本列島にもぐり込んでいるモデルを考えているが、この地域には他の地域のように high-Q zone が存在するという報告はほとんどない。宇津 (1969) は西日本における異常震域の事実から、西日本下における地震波の吸収の少ない地域の存在を指摘しているが、この地域の異常震域は九州の付近から四国の方に広がっているようである。

§ 2. 犬山で観測された地震記象の特徴

今回使用したデータは、犬山地震観測所が記録を開始した 1966 年 6 月から 1972 年 12 月までの全期間の中から地震月報を参照して日本の周辺に震央をもつ地震を地域毎に選びだし、それぞれの地域である程度以上の数の記象をまとめて、その地域の記象の特徴を調べた。

記録は 2 mm/sec の煤書きで、総合周波数特性を Fig. 1 に示す。Fig. 2 から Fig. 5 までに示した記録例は、この煤書きの記録を反転し複写したものである。Table 1 は Fig. 2 から Fig. 5 でに載げた地震のリストであり、各図の記録に付けられている番号は、このリス

トにつけられている地震番号である。

Fig. 2 は日本周辺に発生した地震の震央とその犬山での記象の 1 例である。犬山から平均して半径 300 km 以内の地域からの地震波の卓越周波数は高く、周波数に注目する限りでは大きな地域差はでてこない。

Fig. 2 において, Nos. 42, 48, 50 の地震の卓越周波数が高いのが目につく。九州地方からの地震波の中には、卓越周波数が 10 Hz になるもの

もある。これとは対照的に東北地方からの地震波の卓越周波数は非常に低くなっている。古くから日本における地震波の減衰を考える場合には、大きく西南日本と東北日本とにわけ、西南日本では東北日本より減衰が大きいと指摘されていた【松沢 (1933) (勝又 (1970) による)】が、西南日本でもこの様に減衰の大きな地域と小さな地域とに分けることができる。すなわち high-Q zone の存在を地震記象から確かめることができる。また犬山からみて、東の方からの地震波もその減衰の受け方が方位によって違っているが、このことについては § 3. で述べる。

次に地域別に記象をみてる。Fig. 3 は九州からその南方にかけての地域に震央をもつ地震の犬山における記象である。この図の伊予灘から豊後水道、九州南部を抜け奄美大島にいたる地域からの地震波にみられる高い周波数成分の卓越に注目できる。特に中国地方の西部 (Fig. 4 参照)、有明海北部 (Fig. 3) の No. 1 および九州南東部の震源の深さが浅いもの (同じく Nos. 35, 36, 37) との比較をすると、この高い周波数成分の卓越は明瞭である。この高い周波数成分の卓越は、この地域からの地震波が Q 値の大きな場所を通ってきた証拠である。九州地方の震央分布図【例えば勝又 (1970)】をみると、深さ 70 km~80 km の地震は伊予灘付近までであり、これより北側では発生していない。プレートと地震発生とを結びつければ、フィリピン海プレートの北限は九州地方においては伊予灘付近に存在すると思われる。

高い周波数成分を持つている記象の地震を南の方に追っていくと、奄美大島のあたりではかなりこの高い周波数成分は少なくなっている。これは沈みこんでいるプレート中を地震波がうまく通り抜けられなくなる位置がこのあたりから始まるのではないかと推定できる。この構造を詳しく調べる目的で三次元の Ray Tracing を行なっているが、この結果は別の機会に報告を行なう。また § 5. において詳しく述べるが、九州地方からの地震波には初動につづいて顕

Fig. 1. Response curve of the seismograph of Inuyama Seismological Observatory (INU).

Table 1. List of earthquakes shown in Figs. 2, 3, 4 and 5. Numbers in the first column are those indicated in each figure. Source data of event numbers 34 and 47 and the magnitudes with ** were determined by NOAA Environmental Research Laboratories and the magnitudes with * were based upon the Bulletin of the International Seismological Center. All other source data were determined by the Japan Meteorological Agency.

EVENT NO.	DATE			(J.S.T.)			LOCATION		DEPTH (KM)	M
	YEAR	MONTH	D	H	M	S	LONG.	LATI.		
1	1966	NOV.	12	21	1	41.6	130°16'E	33° 4'N	20	5.5
2	1967	APR.	6	11	34	24.3	130 18	28 59	40	5.5
3	1967	MAY	15	11	27	33.7	141 33	32 33	50	5.4
4	1967	MAY	19	8	39	14.8	130 59	30 44	70	5.4*
5	1967	JULY	5	14	47	51.3	131 22	32 37	90	
6	1967	JULY	7	8	15	58.0	131 10	32 35	150	4.7*
7	1967	NOV.	28	11	36	54.7	130 57	32 5	130	5.3*
8	1968	FEB.	21	8	51	37.4	130 43	32 1	0	5.7
9	1968	MAY	14	23	5	3.3	129 48	29 35	160	5.9*
10	1968	JULY	23	7	33	46.1	139 35	30 43	460	4.8*
11	1968	AUG.	3	13	54	33.9	128 17	25 39	100	6.5*
12	1968	OCT.	16	16	45	44.6	129 58	28 52	0	5.4
13	1968	OCT.	29	13	6	8.0	142 4	31 36	50	5.4
14	1968	NOV.	12	9	44	12.1	128 25	27 28	20	5.6
15	1969	MAR.	19	22	59	22.7	128 44	28 21	180	5.6*
16	1969	APR.	21	16	19	24.5	132 7	32 9	10	6.5
17	1969	MAY	16	15	56	39.6	136 52	32 58	400	4.0*
18	1969	SEP.	2	16	22	34.8	131 19	29 16	0	5.1
19	1969	SEP.	7	9	23	45.5	131 48	33 37	100	5.2*
20	1969	NOV.	30	1	43	16.1	132 24	33 20	40	5.1
21	1970	JAN.	1	4	1	54.4	129 13	28 24	50	6.1
22	1970	JAN.	1	10	49	52.7	130 8	28 10	50	5.4
23	1970	APR.	7	1	41	44.4	134 14	35 16	10	4.3
24	1970	OCT.	16	14	26	9.8	140 45	39 12	0	6.2
25	1970	NOV.	23	1	7	23.5	135 6	34 0	0	3.8
26	1971	JAN.	30	1	42	56.0	141 46	40 16	50	5.2
27	1971	FEB.	7	1	49	18.0	141 1	35 53	40	4.5
28	1971	FEB.	18	11	21	6.5	134 54	33 34	30	3.5
29	1971	FEB.	19	8	9	35.8	135 8	34 9	10	3.4
30	1971	FEB.	27	17	56	33.2	141 58	38 13	50	5.1
31	1971	MAR.	12	5	10	7.7	139 10	35 17	140	4.0**
32	1971	MAR.	18	19	35	54.4	131 9	32 36	130	
33	1971	MAY	2	18	55	36.6	135 37	34 52	10	3.1
34	1971	MAY	8	19	55	17.1	139 36	32 6	140	5.0
35	1971	MAY	25	22	0	16.4	131 30	31 20	0	5.8
36	1971	MAY	26	15	13	11.8	131 44	31 44	40	5.6
37	1971	MAY	29	17	52	40.8	131 41	31 16	20	5.8
38	1971	JUNE	6	10	38	17.4	135 34	34 11	80	
39	1971	JUNE	9	8	54	41.4	134 27	33 58	10	3.5
40	1971	JUNE	12	10	57	41.3	131 51	32 52	60	4.6
41	1971	JUNE	27	9	6	16.7	136 1	33 57	10	3.5
42	1971	AUG.	11	5	40	32.1	132 6	33 38	0	4.1
43	1971	AUG.	29	0	57	48.1	131 13	28 18	80	5.7**
44	1971	SEP.	21	6	28	57.2	135 36	33 32	30	3.9
45	1971	SEP.	23	20	42	4.9	135 14	33 47	10	4.4
46	1971	SEP.	26	23	57	46.8	136 2	33 26	0	3.6
47	1971	SEP.	28	23	13	9.3	143 24	40 12	169	5.9
48	1971	OCT.	11	20	28	47.3	131 56	33 44	70	4.2**
49	1971	OCT.	13	13	6	8.2	130 20	30 42	130	
50	1971	OCT.	19	0	23	22.5	132 7	33 28	70	
51	1971	OCT.	23	20	45	13.3	132 50	34 57	10	
52	1971	OCT.	27	3	25	41.5	137 53	34 48	280	3.8**
53	1971	NOV.	11	19	17	37.6	130 30	31 26	160	
54	1971	NOV.	21	1	47	45.6	140 43	33 5	60	4.8**
55	1971	NOV.	24	16	12	8.4	132 47	34 58	20	4.3
56	1971	DEC.	11	22	47	34.1	133 53	34 51	40	
57	1971	DEC.	12	8	30	30.1	139 9	34 23	0	4.3
58	1971	DEC.	25	4	32	12.2	134 2	33 47	0	3.6
59	1972	JAN.	3	18	52	10.1	134 3	35 7	10	4.3
60	1972	JAN.	18	4	7	59.3	132 6	33 6	10	4.3
61	1972	JAN.	20	2	51	39.8	135 19	35 11	10	3.3
62	1972	FEB.	2	18	38	23.5	133 9	35 21	20	4.2

Fig. 2. Epicenters and seismograms recorded at INU for earthquakes in and near Japan. Seismograms shown in Figs. 2, 3, 4 and 5 were printed from smoked-papers. Source data are listed in Table 1, and the numbers indicated in respective seismograms correspond to those in Table 1.

Fig. 3. Epicenters and seismograms recorded at INU for earthquakes in Kyushu district.

著な相が認められる。

Fig. 4 は中国地方からの地震波の記象である。この記象にみられる特徴は、 Pg が現われていることである。この相は Fig. 6 に示すように速度が約 6.0 km/sec となる。

Fig. 4. Epicenters and seismograms recorded at INU for earthquakes in Chugoku district.

Fig. 5. Epicenters and seismograms recorded at INU for earthquakes near Kii-Strait.

Fig. 6. Reduced travel-times of P_g waves that were characteristic for the seismic waves traveled from Chugoku district to INU. T_{vg} ; travel-time of P_g wave, T_{vp} ; travel-time of P_n wave, dash line; $V_g=6.0$ km/sec.

Fig. 5 には紀伊水道周辺からの地震記録を示す。和歌山北部の海岸付近からの地震波が他とは異なつた様相を呈し、立上がりも悪く、周波数成分も低く、 Q 値の小さな減衰帯の存在を示している。これは直接的にはフィリピン海プレートの存在よりも、これらの地震が浅く、震源付近の地殻構造によるものであると思われる。

関東地方からの地震記録には深さ 70 km から 90 km の地震にのみ高

い周波数成分が存在している。これはこの深さからの地震波の通り道には Q 値の小さな場所はなく、波の通りが良いことを意味している。また浅い地震に目を向け、犬山からの震央距離を考慮に入ると、地震波が減衰しすぎている。これは中部地方の南部に減衰の大きな地域が存在することを意味している。この異常な減衰は筆者の 1 人によつて別の機会に報告する予定である。

§ 3. 犬山地震観測所における地震の検知能力

地震波の減衰の受け方が大きい小さいかは、ある観測所で見れば、方位による検知能力の差となつて表われるはずである。このことを調べるため、犬山地震観測所における検知能力の図 (Fig. 7) を作つてみた。この検知能力は次の様にして求めた。まず地図上に震源と地震のマグニチュードを書き込みその地震の犬山地震観測所における速度振幅が $100 \mu\text{kine}$ 以上になつているかいないかの印をつける。震源、マグニチュードは地震月報によつたため、対象となつた地震は震源の深さが 60 km 以内のものである。この地図をもとにし、あるマグニチュード M_1 に注目して、マグニチュード M_1 の地震の犬山地震観測所における速度振幅が $100 \mu\text{kine}$ 以上になつている地域となつていない地域を探し、この境界を犬山地震観測所の検知能力が M_1 の地点ときめる。以下同様に検知能力が $M_2, M_3, \dots, M_n$ の地点を探していく。マグニチュードの精度は良くないと言われているが、この検知能力を求めるさいには、わずかな数の地震を除いて、矛盾する結果は生じなかつた。ただし、地震活動度の低い地域においては、この境界を定められないので、検知能力の最小値または最大値を記入して、図中には破線

Fig. 7. Detectability at INU. Numbers show the minimum magnitude of the earthquake whose velocity amplitude at INU is greater than 100 μ kine. Dashed lines mean that detectability was higher or lower than the magnitude indicated because of the insufficient data. Distances from INU were indicated by concentric circles.

で示した。すなわちある地域においてマグニチュード M の地震の犬山地震観測所における速度振幅が 100 μ kine 以上 (以下) であり、この地域においては他には地震が発生していない場合には検知能力の最大値 (最小値) が M であり、実際にはもつと小さい (大きい) 値をとるであろうことを示している。たとえば松代地域には多数地震が発生しているがマグニチュードが 3.0 の地震でも犬山地震観測所における速度振幅は 100 μ kine 以上でありマグニチュードが発表されていないものもいくつか 100 μ kine 以上になっているのでこの地域の検知能力は 3.0 よりも小さいであろうことを示している。また実線および破線の境界は犬山を中心とする同心

円に平行になるように引かれており、境界がこの同心円に大きく斜交する場合には、地域による検知能力の違いが現われたためであると判断し、2つに分断した。Fig. 7 には参考のため犬山からの距離を同心円で示す。

まず第1にこの図から九州地方の東部から南部にかけての地域の検知能力の大きさに注目できる。この検知能力の大きいことはにおいて述べた地震波にみられる高い周波数成分が卓越していることとは矛盾はしない。また九州地方西部の検知能力はこれに比べてはつきりと低くなっている。

犬山からみて東の方にも検知能力の著しい違いが存在している。すなわち関東地方の南部からの地震波の検知能力は北部からのそれと比べて、非常に低くなっている。これは中部地方の南部における減衰帯の存在を意味しており、§ 2. において波形の周波数成分から推論した結果とは合う。なおこの図は非常に大雑把であり九州地方の検知能力と東北地方のそれとを比較できるものではない。また北海道の日本海側の検知能力はマグニチュード $M < 5.2$ になっており、東北地方の太平洋側に比べて減衰の度合いが小さくなっている。これはマグニチュードの決定精度による可能性がある。しかしながら資料不足であり、このことについては、はつきりしたことは何も言えない。東北地方の太平洋側からの地震波の検知能力が、関東地方からの地震波の検知能力に比べて大きくなっているが、これは震波線が下の方にもぐるためであり、これから中部地方の南部の異常な減衰帯は浅い所（深くても 60 km から 70 km）に限られていると推定できる。

§ 4. *P*波の走時異常

九州地方からの地震記象にみられる高い周波数成分は、それらがプレート中を通つたものであるなら、走時も速くなるはずである。市川・望月の走時表 (1971) をもとにして、(観測走時) - (理論走時)、いわゆる $O-C$ を計算した。値のばらつきは非常に大きいので、経緯度を1度毎に区切り、偏差が標準偏差以上のものは除き平均を求めた。この結果を Fig. 8 に示す。各々の柵目の上段の数字が $O-C$ の平均値、下段の数字が用いた地震の数で、この図からは顕著な走時異常は出てこないが、九州地方からの地震波の $O-C$ は小さくなっている傾向があり、多少地震波の速度は速いといえよう。

§ 5. 九州地方からの地震記象にみられる特徴ある相について

§ 2. において述べた九州地方からの地震記象に見られる顕著な相の1例をに Fig. 9 示す。初動の振幅は非常に小さく、規模の小さな地震とか、観測点における雑信号が高い場合には、

この着震時を間違えて読み取ることも起りうる。この初動に続いて X と示した顕著な相が大きな振幅をもつて到着している。この X 相のあらわれる地震の深さは深いものとは限らないが、深いものでは初動と X 相の周波数は非常に差があり、より一層顕著になり、極端な場合には 1 Hz と 10 Hz という差異を示す。Fig. 9 には震源の深さが 60 km よりも深いものについて、この X 相と初動との時間差 ($X-P$) と $S-P$ 時間との関係をも示す。この図の●印は初動がはつきり読みとれるもの、×印は初動がはつきりしないが、ここではすでに地震波が到達している時刻を読んだものであり、本来の $X-P$ 時間はこれより大きいという値を示す。 $S-P$ 時間が大きくなるにつれ $X-P$ 時間も大きくなっている。 $X-P$ 時間と震源の深さとの間には相関はないようである。ではこの X 相はいかなるものであるか。そのためある地震について、軌跡を書いてみた (Fig. 10)。

X 相はこの図から従波であると思われる。鷲坂・竹花 [本多 (1942) による] はこのような P 相から数秒遅れて顕著な相が認められる場合が多く、これらは pP に相当する地表面反射波と考えている。それでこの X 相は pP 相に相当するのではないかということが推定できるが、WADATI-MASUDA, JEFFREYS-BULLEN および GUTENBERG-RICHTER の走時表からそれぞれ震源の深さ 80 km , 96 km , 100 km に対応する $pP-P$ 時間を読み取り、震央距離との関係を示し、同

Fig. 8. Average travel-time anomalies observed at INU. Upper and lower numerals in each square show the average travel-time anomaly and the number of data utilized, respectively.

Fig. 9. An example of X phase which is seen in the seismic wave traveled from Kyushu district and the relationship between $X-P$ time and $S-P$ time. The closed circles mean that $X-P$ time is accurate whereas the crosses mean that the time is not accurate and is probably longer the time measured. Focal depths of those earthquakes are deeper than 60 km .

Fig. 10. Locus in a vertical plane and three components of an initial part of the seismic wave traveled from Kyushu district to INU.

Fig. 11. pP - P times due to Wadati-Masuda, Jeffreys-Bullen and Gutenberg-Richter. Numerals in the parentheses indicate the focal depth, and the relationship between X - P time and epicentral distance is also shown. The close circles and crosses are identical to those indicated in Fig. 9.

時にこの X - P 時間をも加えてみたのが Fig. 11 である. まず pP 相が現われる距離に注目すると, WADATI-MASUDA の走時表では震央距離が 10 度以遠の地域であり, 他の 2 つの走時表ではこれよりさらに遠い地域においてである. しかし今回対象にしている X 相が出現している地震の震央距離が 10 度よりも小さいものが大多数であり, この相が明瞭に認められる. また 3 つの走時曲線を震央距離の小さい方に伸ばしても, この X 相と, pP 相とは明らかに無関係なものであることがわかる. なおこの図の●印, ×印は Fig. 9 のそれらと同じ意味である. この X 相は沈みこんでいるプレートの存在によつて, その境界において生成された波であるのか, またはマルチプルショックまたはプレートが西南日本下において不連続面をもっていることによつて生成されたという考えもできるが,

X - P 時間と震央距離の関係と、後二つの考えとは合い入れないものであり、九州地方下に存在するフィリピン海プレートが存在によつて生じた波である可能性が大きい。この可能性については今後 Ray-Tracing を行なつて確かめる予定である。

§ 6. 結 語

犬山地震観測所において記録された九州地方の深発地震帯に沿う地域からの地震波形に見られる高い周波数成分の存在の事実から、西南日本における high- Q zone の存在が確かめられた。これはフィリピン海プレートによるものであると考えられる。この研究において、筆者等は震源の三次元的分布、高い周波数成分をもつた地震波の波線および検知能力から、このフィリピン海プレートの北限の位置を次の様に推定した。

九州地域において、豊後水道、日向灘のあたりからフィリピン海プレートは西の方に深く沈みこんでいきその先は九州南部においては薩摩半島付近まで達し深さは 200 km 程度になつていし、熊本県の北東部においては 150 km 程度になつている。これより北側の部分ではプレートの端はその深さを浅くしながら北東方向にのびていき、伊予灘の付近まで達している。伊予灘付近ではこのプレートの上面の深さは 70 km である。この位置より北側にはフィリピン海プレートは存在していなく、プレートの北限は伊予灘からほぼ中央構造線にそつて東進し、和歌山県北部まで達している。和歌山県付近の地下におけるプレートは KANAMORI (1972) によつて指摘されている形で存在するものと思われる。ここからプレートの北限は愛知県の北西部に向かつて、東北の方向に向きを変えて伸びていつている。和歌山県北部の浅発地震の犬山地震観測所における記象が Q 値の小さな様相を呈しているが、この地域におけるプレートの北限の位置が方向を変えていることによつて、上部の地殻構造に影響をおよぼしているのかもしれない。愛知県北西部にまで達した北限がどこまでこの方向を保つてのびているかはわからない。南海トラフが伊豆半島の北部で上陸し、相模トラフにつながっていることから、フィリピン海プレートは伊豆半島ではかなり浅くなつていて、プレートの北限はこのあたりに存在すると仮定し、愛知県北西部までのびてきた北限は、愛知県をぐるりと囲む形で存在し、東進していき、伊豆半島北部に達していると推定した。また東京湾東岸付近の地下 70 km~90 km の地震の犬山地震観測所における記象中には高い周波数成分が含まれていることを考慮に入れると、このプレートの北限は伊豆半島北部から東の方にかけては深くなつていき東京湾の下において太平洋プレートにつながつており、その深さは 70 km 程度であると思われる。また検知能力の図から中部地方の南部には、このフィリピン海プレートの上部には非常に Q 値の小さな減衰帯が存在していると推定した。本報告においては、フィリピン海プレートの非常に大雑把な幾

何学的な状態を推定したが、今後はこのフィリピン海プレートの詳細な幾何学のおよび力学的な状態を調べていくと同時に、地震波の伝播と日本周辺を中心にした地殻および上部マントル構造との関係を調べていく。

謝 辞

最後にデータ収集に御協力下さった名古屋大学理学部附属犬山地震観測所の方々、および有益な助言をいただいた名古屋大学理学部地球科学教室地震学研究室の方々に感謝します。なお計算は名古屋大学大型計算機センター（課題番号 4001 CK 0071：伊神 輝，4001 CY 0067：伊藤 潔）を使用しました。

文 献

- ASADA, T. and K. TAKANO, 1963, Attenuation of Short Period P Waves in the Mantle, *J. Phys. Earth*, **11**, 25-34.
- 安藤雅孝, 1972, 西南日本に沈みこむプレートの運動, 地震学会春季大会講演予稿集.
- FITCH, T. J. and C. SHOLTZ, 1971, Mechanism of Underthrusting in Southwest Japan: A Model of Convergent Plate Tectonics, *J. Geophys. Res.*, **76**, 7260-7292.
- FITCH, T. J., 1972, Plate Convergence, Transcurrent Faults, and Internal Deformation Adjacent to Southeast Asia and the Western Pacific, *J. Geophys. Res.*, **77**, 4432-4460.
- 本多弘吉, 1942, 地震波動, 岩波書店, 110-224.
- 市川政治・望月英志, 1971, 近地震用走時表について, 気象研究所研究報告, **22**, 229-290.
- KANAI, K. and S. YOSHIZAWA, 1958, The Amplitude and the Period of Earthquake Motions. II, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **36**, 275-293.
- KANAMORI, H., 1971, Tectonic Implication of the 1944 Tonankai and the 1946 Nankaido Earthquakes, *Phys. Earth Planet. Interiors*, **5**, 129-139.
- 勝又 護, 1970, 日本列島およびその周辺におけるサイスミンティールとそれに関する諸問題, 駿震時報, **35**, 75-142.
- OLIVER, J. and B. ISACKS, 1967, Deep Earthquake Zone, Anomalous Structure in the Upper Mantle and the Lithosphere, *J. Geophys. Res.*, **72**, 4259-4275.
- TERASHIMA, T., 1968, Magnitude of Microearthquake and the Spectra of Microearthquake Waves, *Bull. Int. Inst. Seism. Earthq. Res. Inst. Eng.*, **5**, 31-108.
- TSUJIMURA, M., 1966, Frequency Analysis of Seismic Waves (1), *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **44**, 873-891.
- TSUJIMURA, M., 1969, Regional Variation of P wave Spectrum (1), *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **47**, 613-633.
- TSUJIMURA, M., 1972, Spectra of Body Waves and their Dependence on Source Depth. I, Japanese Arc, *J. Phys. Earth*, **20**, 251-266.
- UTSU, T., 1966, Regional Differences in Absorption of Seismic Waves in the Upper Mantle as Inferred from Abnormal Distribution of Seismic Intensities, *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VII*, **2**, 359-374.
- UTSU, T., 1967, Anomalies in Seismic Wave Velocity and Attenuation Associated with a Deep Earthquake Zone (I), *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VII*, **3**, 1-25.
- 宇津徳治, 1969, 西日本の異常震域, 北海道大学地球物理学研究報告, **21**, 45-52.
- UTSU, T., 1971, Seismological Evidence for Anomalous Structure of Island Arcs with Special Reference to the Japanese Region, *Review Geophys. Space Phys.*, **9**, 839-890.
- UTSU, T. and H. OKADA, 1969, Anomalies in Seismic Wave Velocity and Attenuation Associated with a Deep Earthquake Zone (II), *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VII*, **3**, 65-84.