

紀伊半島における爆破地震動の観測 (河内長野-紀和測線)

爆破地震動研究グループ

(1991年12月27日受理)

Explosion Seismic Observations on the Kii Peninsula, Southwestern Japan (Kawachinagano-Kiwa Profile)

RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY

(Received December 27, 1991)

Abstract

Seismic refraction experiments were conducted on November 17 and 18, 1988, in order to reveal the detailed crustal structure beneath the Kii Peninsula, southwestern Japan. Observations were made on a line running in the north-south direction from Kawachinagano, Osaka Prefecture to Kiwa, Mie Prefecture. The line crosses major geological zones which characterize the geological features of southwestern Japan. Six shots were fired and the generated seismic waves were recorded at 86 temporary observation sites. High quality records were obtained for all shots despite rainy weather on the second day of the experiment. Very prominent later arrivals, probably reflected waves from the lower crust or the upper mantle, can be recognized on the record sections. Travel times of the first arrival suggest rather gentle structure in the upper crust. Results of the detailed analysis showing the structure from the upper crust to the upper mantle beneath the Kii Peninsula will be published in a separate paper.

1. はじめに

1984年に始まった第5次地震予知計画の期間中、爆破地震動研究グループは北海道・高地域、静岡・愛知地域、福島・栃木地域および山梨・静岡地域において、測線長60～70km程度の人口地震による深部構造調査を行ってきた（爆破地震動研究グループ、1988, 1989, 1990: MATSU'URA *et al.*, 1991）。これらの結果によって、第4次地震予知計画での中部日本を中心とした調査の結果（ASANO *et al.*, 1982; YOSHII *et al.*, 1985; IKAMI *et al.*, 1986; SASATANI *et al.*, 1990）と合わせて、日本列島の想像以上に複雑な地下構造が次々と明らかになってきた。

第5次地震予知計画最後の調査として、1988年11月、紀伊半島において人口地震による地下構造調査が行われた。紀伊半島は、西南日本内帯から外帯にかけての地質的特徴をよく備えた地域である。また、1944年東南海地震、1946年南海地震などフィリピン海プレートの沈み込みにともなう巨大地震の発生する場でもあり、その地震波速度構造の解明は極めて重要である。

本報告では、この調査の概要と得られた記録や走時など基本的な資料を示す。これら

の資料に基づく地下構造などの解析結果は、別に報告する予定である。

2. 調査の概要

今回の調査は、1988年11月17日および18日の午前1時過ぎ、紀伊半島をほぼ南北に走る測線で行なわれた (Fig. 1)。測線の全長は約65kmで、大阪府河内長野市、和歌山県橋本市、奈良県大塔村、奈良県十津川村 (2ヶ所) および三重県紀和町の6ヶ所に爆破点が設けられた。爆破点の位置、爆破時刻、薬量を Table 1 に示す。爆破地震動を観測するために、86点の臨時観測点が測線上に設けられた。観測点の位置と観測者を Table 2 に示す。爆破点 S-1 との S-2 の間では、中央構造線を横切って観測が行なわれた。

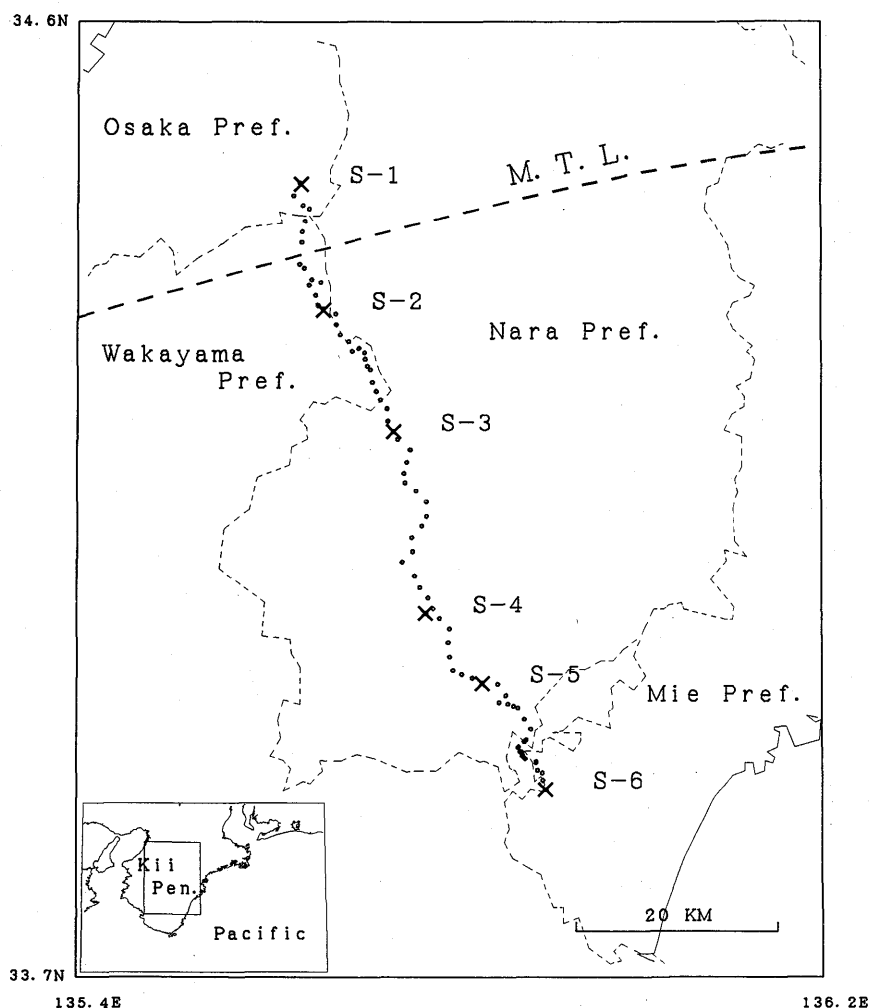


Fig. 1. A map showing the position of the Kawachinagano-Kiwa Profile on the Kii Peninsula, southwestern Japan. Cross marks and small circles indicate shot points and temporary observation sites, respectively. The heavy dashed curve indicates the Median Tectonic Line (M.T.L.).

Table 1. Shot times, locations and charge sizes of six explosions detonated in the Kawachinagano-Kiwa Profile experiment.

Shot	Date	Time	Latitude	Longitude	Height	Charge
1988						
S-1	Nov. 18	01:12:00.66	34°24'25.9"	135°38'27.7"	432 m	500 kg
S-2	Nov. 17	01:02:00.60	34°17'38.8"	135°39'54.6"	272 m	400 kg
S-3	Nov. 18	01:02:00.16	34°11'08.8"	135°44'24.7"	444 m	300 kg
S-4	Nov. 17	01:12:00.98	34°01'24.0"	135°46'27.8"	277 m	300 kg
S-5	Nov. 17	01:22:00.01	33°57'38.9"	135°50'06.7"	194 m	400 kg
S-6	Nov. 18	01:22:00.07	33°52'00.4"	135°54'11.1"	62 m	500 kg

爆破孔のボーリング、爆破作業などは、応用地質株式会社の請負で行なわれた。爆破孔は直径約 15 cm、深さ 50~75 m であり、内径 10.5 cm、厚さ 0.5 cm の鋼鉄性パイプで底までケーシングされた。300~500 kg の深海用ダイナマイトがそれぞれの爆破孔底部に装填され、予定時刻に爆破された。爆破作業と同時に、地表付近の地震波速度を測定するための観測が、各爆破点からはば 100 m 間隔で 6 台の地震計を設置して行なわれた。この観測で得られた各爆破点近傍の走時図を Fig. 2 に示す。この図から、爆破点近傍の地表付近の地震波速度は、4~5 km/s 程度であることが分かる。

Fig. 1 および Table 2 に示した臨時観測点では、全点で米国 Mark Products 社製の上下動換振器、L-22D (固有周波数約 2.2 Hz、コイル抵抗約 2.2 K Ω) がダンピング定数約 0.7 で用いられた。一部の観測点では、同仕様の水平動換振器を用いて、ラディアル成分の観測も行なわれた。記録システムのほとんどは FM あるいは PCM でカセットテープに録音する方式のものであるが、一部の観測点では、半導体メモリに記録する形のデジタル記録計がテスト的に用いられた。記録システムによって総合周波数特性に差があるが、少なくとも 0.5~30 Hz の範囲で平坦となるよう統一した。刻時は、JJY そのものあるいは JJY により較正された水晶時計を地動と同時に記録することにより、0.01 s の精度は確保されている。

3. 観測結果

アナログ方式による記録は、ワークステーション HP-350H (横河・ヒューレット・パッカード製) に接続された高速デジタルボルトメータ (13 ビット、オートレンジ) により AD 変換された。このために新しく開発したプログラムにより、前年までのパーソナルコンピュータによる AD 変換に比べて、時間精度、ダイナミックレンジ、作業能率が格段に向上した。サンプリング周波数は 100 Hz で、各記録は初動付近から約 25 秒間 AD 変換された。

Fig. 3 に 6 ヶ所での爆破によるレコードセクションを示す。各トレースで振幅の最大値が一定となるよう、プロットしてある。S-1, S-3 および S-6 の爆破が行なわれた実験 2 日目は測線の大部分で雨に見舞われたが、観測班の努力により、1 日目比べてそれほど見劣りのしない記録を得ることができた。大部分の記録では、十分な精度で初動の立ち上がりを読み取ることができる。

今回の観測により得られた記録で特に目だつのは、反射波と思われる極めて優勢な後続波である。この後続波は初動よりも振幅が大きいこともあり、1~2 s 離れた 2 列に見

Table 2. Locations of temporary observation sites and observers.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE	H	OBSERVERS
010 S-1	34-24-28.8	135-38-22.8	413	T.DOI, K.MATSUMURA (OYO)
020 ISHIMIKAWA-1	34-23-48.6	135-37-58.4	420	T.OKURA (KYOTO U.)
030 ISHIMIKAWA-2	34-23-17.1	135-38-34.5	462	K.MATSUMURA (KYOTO U.)
040 ISHIMIKAWA-3	34-23-6.1	135-38-59.0	540	K.TASAKI (KYOTO U.)
050 SUGIO-1	34-22-26.4	135-38-42.6	440	A.KUROISO (KYOTO U.)
060 SUGIO-2	34-21-51.7	135-38-29.9	300	K.YOSHIOKA (KYOTO U.)
070 SHIMOKUSA-1	34-21-17.3	135-38-28.8	200	T.KAGAWA (OSAKA DOSHITSU)
080 SHIMOKUSA-2	34-20-5.6	135-38-21.0	170	K.UTO (KYOTO U.)
090 NAKAJIMA	34-19-53.2	135-38-39.0	130	M.KANEI (KYOTO U.)
100 KOINO-W	34-19-16.0	135-39-7.8	90	Y.UMEDA (KYOTO U.)
110 KOINO	34-19-8.1	135-39-42.8	130	K.MIYAKOSHI (OYO, HOKKAIDO U.)
120 AKATUKA	34-18-59.1	135-38-58.3	130	T.FURUMURA (OYO, HOKKAIDO U.)
130 SUGO-N	34-18-26.9	135-39-23.6	170	I.NAKAMISHI (HOKKAIDO U.)
140 SUGO	34-17-53.1	135-39-33.4	200	H.MIYANACHI (HOKKAIDO U.)
150 S-2	34-17-42.7	135-39-53.2	253	K.MATSUMURA, T.DOI (OYO)
160 OFUKA-N	34-17-26.8	135-40-41.1	320	T.MORIYA (HOKKAIDO U.)
170 OFUKA	34-16-51.7	135-40-43.7	410	M.TANAHASHI (OYO, HOKKAIDO U.)
180 OFUKA-S	34-16-19.7	135-40-59.3	460	T.SASATANI (HOKKAIDO U.)
190 FUKI-N	34-15-58.0	135-41-31.3	560	Y.WATANABE (OYO, HOKKAIDO U.)
201 FUKI-W	34-15-27.0	135-41-44.9	597	T.MATSUSHIMA, S.SUZUKI (HOKKAIDO U.)
202 FUKI	34-15-35.6	135-42-10.8	602	T.MATSUSHIMA, S.SUZUKI (HOKKAIDO U.)
203 FUKI-E	34-15-20.9	135-42-32.5	600	T.MATSUSHIMA, S.SUZUKI (HOKKAIDO U.)
210 FUKI-S	34-15-0.0	135-42-33.5	570	K.HIRATA (OYO, HOKKAIDO U.)
221 NAGAI-A1	34-14-37.3	135-42-41.9	660	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
222 NAGAI-A2	34-14-37.3	135-42-43.0	560	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
223 NAGAI-B	34-14-25.7	135-42-53.9	550	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
230 DEYASHIKITO-1	34-13-45.7	135-43-1.9	590	M.SAKAI (U.TOKYO)
240 DEYASHIKITO-2	34-13-17.0	135-43-17.0	610	S.SAKAI (OYO, U.TOKYO)
250 DEYASHIKITO-3	34-12-49.8	135-43-33.0	630	Y.ICHINOSE (U.TOKYO)
260 DEYASHIKITO-S	34-12-21.7	135-43-58.8	500	S.HIGASHI (OYO, U.TOKYO)
270 NAKAHARABASHI	34-11-41.8	135-44-2.2	445	M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)
280 S-3	34-11-9.8	135-44-22.7	443	T.HASEGAWA, M.FURUYA (OYO)
290 SARUDANIDAMU	34-10-43.7	135-44-17.0	445	S.CHUBACHI (TOHOKU U.)
300 KUWAZURU	34-10-9.9	135-45-29.3	400	T.MASUDA (TOHOKU U.)
310 TOJIKIMI	34-9-30.1	135-45-15.8	445	Z.ZHAO (TOHOKU U.)
320 SHIMIZU	34-8-54.8	135-45-5.3	395	S.HORIUCHI (TOHOKU U.)
330 SHIOZURU-NW	34-8-24.4	135-45-9.6	410	J.MIYANO (OYO, KOBE U.)
340 NAGADONO	34-7-59.0	135-45-50.7	370	F.ITZUKA (OYO, KOBE U.)
350 NAGADONO-S	34-7-23.2	135-46-30.8	370	A.KUBO, A.TANAKA (OYO, KOBE U.)
360 ASAHIBASHI	34-6-36.8	135-46-31.3	330	T.TERASHIMA (KOBE U.)
370 KOGURISU	34-6-5.7	135-46-13.4	360	M.YAMAMOTO (OYO, KOBE U.)
380 KOUZU-N	34-5-27.8	135-46-34.8	340	A.KAWANABE, K.ISHIOKA (OYO, KOBE U.)
390 TAKOUZU-1	34-4-42.4	135-45-37.5	330	M.YAMAMOTO (OYO, KOBE U.)
400 TAKOUZU-2	34-4-8.5	135-44-58.1	345	T.HARADA (OYO, KOBE U.)
410 KAZEYA-2	34-3-24.2	135-45-45.8	303	T.AMISHIKI (OYO, CHIBA U.)
420 KAZEYA-3	34-2-47.4	135-46-5.6	305	M.SHINGHARA (CHIBA U.)
430 KAZEYA-4	34-2-14.0	135-46-38.3	300	T.ASANUMA, T.KOSUDA (CHIBA U.)
440 S-4	34-1-23.5	135-46-31.7	270	M.FURUYA, T.HASEGAWA (OYO)
450 IWABURA	34-1-38.8	135-46-58.8	205	S.SAITO (J.M.A.)
460 IKEANA	34-1-7.9	135-47-24.0	185	Y.SHIOZU (J.M.A.)
470 GEBAN	34-0-34.1	135-48-1.2	210	S.MATSUDA (J.M.A.)
480 YUNOHARA	33-59-50.5	135-47-54.2	195	T.KOIZUMI (J.M.A.)
490 OBARA	33-59-4.1	135-48-1.8	145	T.HASHIMOTO (J.M.A.)
500 TAKI	33-58-21.1	135-48-15.1	180	H.BABA (OYO, TOKAI U.)
510 TAKATAKI	33-58-8.1	135-48-48.5	210	Y.UCHIDA (OYO, TOKAI U.)
520 OGAWA-W	33-57-56.8	135-49-28.9	185	T.TANADA (OYO, TOKAI U.)
530 S-5	33-57-41.1	135-50-7.6	204	Y.KAWABE, T.HATAYAMA (OYO)
540 OGAWA-E	33-57-37.3	135-51-7.6	482	S.IKURA (OYO, TOKAI U.)
550 HIGASHINAKA	33-57-0.1	135-51-38.5	385	K.YOSHIDA (OYO, TOKAI U.)
560 HIGASHINAKA-S	33-56-32.5	135-51-46.4	350	W.KATO (TOKAI U.)
56A EDA-W	33-56-38.3	135-51-12.6	460	
56B EDA-E	33-56-25.4	135-52-8.3	311	
570 KOUKA-1	33-56-20.3	135-52-25.0	295	M.KOBAYASHI (OYO, NAGOYA U.)
580 KOUKA-2	33-55-44.6	135-52-49.7	210	M.NENBAI (OYO, NAGOYA U.)
590 KOUKA-3	33-55-12.8	135-53-14.4	195	M.KOBAYASHI, M.YAMADA (NAGOYA U.)
601 DORO-11	33-54-38.6	135-52-56.7	160	K.MURAKAMI (TOKAI U.)
602 DORO-12	33-54-33.0	135-52-50.2	200	K.MURAKAMI (TOKAI U.)
611 DORO-21	33-54-14.1	135-52-25.5	185	M.YAMADA, M.KOBAYASHI (NAGOYA U.)
612 DORO-22	33-54-16.0	135-52-27.8	190	M.YAMADA, M.KOBAYASHI (NAGOYA U.)
61A EDA-1	33-54-1.2	135-52-33.9	175	
61B EDA-2	33-54-0.5	135-52-38.8	172	
61C EDA-3	33-53-58.1	135-52-40.8	168	
61D EDA-4	33-53-56.0	135-52-41.1	165	
61E EDA-5	33-53-53.5	135-52-41.5	158	
61F EDA-6	33-53-50.7	135-52-42.8	155	
61G EDA-7	33-53-47.0	135-52-41.8	152	
61H EDA-8	33-53-43.8	135-52-44.3	148	
61I EDA-9	33-53-41.9	135-52-47.5	145	
61J EDA-10	33-53-40.7	135-52-50.0	142	
620 DORO-3	33-53-37.7	135-52-51.7	137	T.KUNITOMO, A.IKAMI (NAGOYA U.)
631 KIZURO-N1	33-53-26.1	135-53-33.3	145	K.NANBU (GIFU U.)
632 KIZURO-N2	33-53-28.2	135-53-33.8	150	J.TANGE (GIFU U.)
640 KIZURO-S	33-53-1.3	135-53-39.0	85	Y.SASAKI (GIFU U.)
650 SHIMAZU-N	33-52-52.5	135-53-57.9	55	A.YAMASHITA (GIFU U.)
651 SHIMAZU-S	33-52-29.8	135-54-0.5	75	M.TANAKA (OYO, GIFU U.)
660 S-6	33-51-59.6	135-54-13.0	63	T.HATAYAMA, Y.KAWABE (OYO)

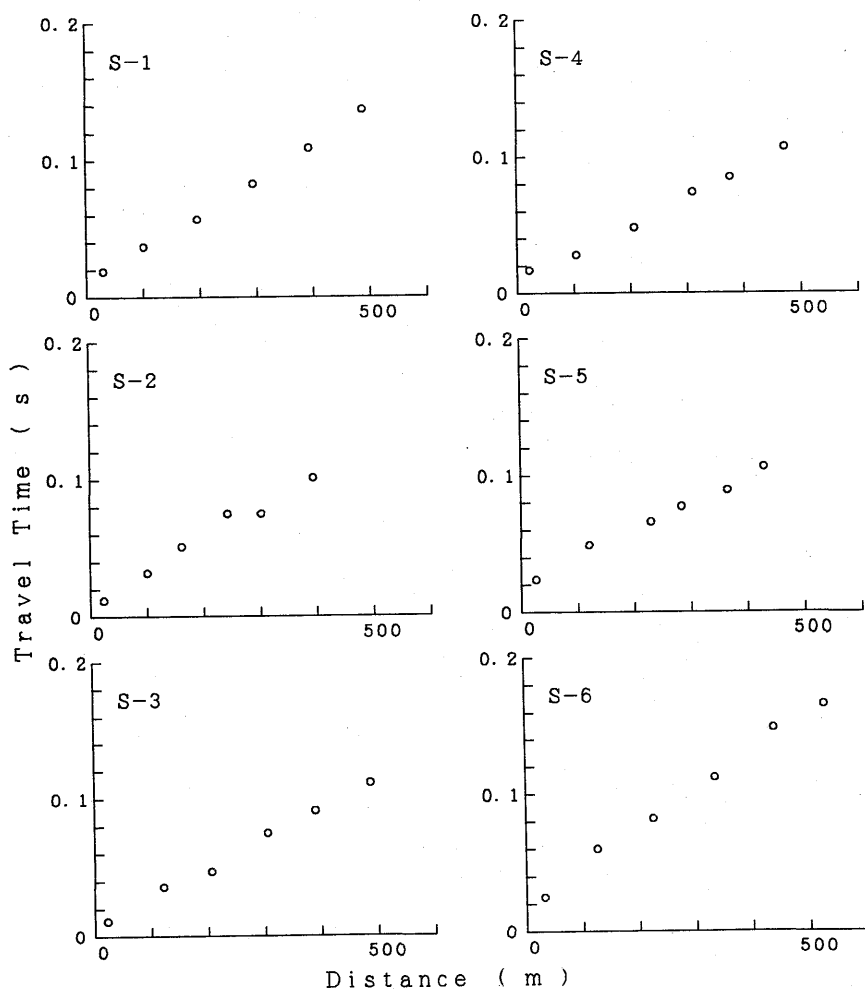


Fig. 2. Travel-time diagrams near the six shot points. These observations were made to determine seismic velocities near the surface of the crust.

えるものが特に著しい。地殻内あるいはモホロビッチ不連続面からの反射波と考えられる。

このほか、各爆破ともやや周期の長い S 波が明瞭に認められる。フィルターにより短周期成分を落とせば、 S 波はさらに見やすくなるであろう。このままでも、たとえば S-5 のレコードセクションに見られるように、短周期の波の中を波紋のように伝わっていく S 波が印象的である。

観測記録から読み取った走時を Table 3 に示す。走時には、ノイズレベル、刻時精度、相の立ち上がりの明瞭度などを考慮して、精度が ± 0.01 s 程度は A, ± 0.03 s 程度は B, それ以上は C をおよその目安としてランクをつけた。ランクの後ろの + は読み取った相の向きで、+ は地動が上向きであることを示す。後続波については、特に明瞭なもののみを読み取った。後続波を使った解析は、走時の読み取り値のみではなく、波形や振

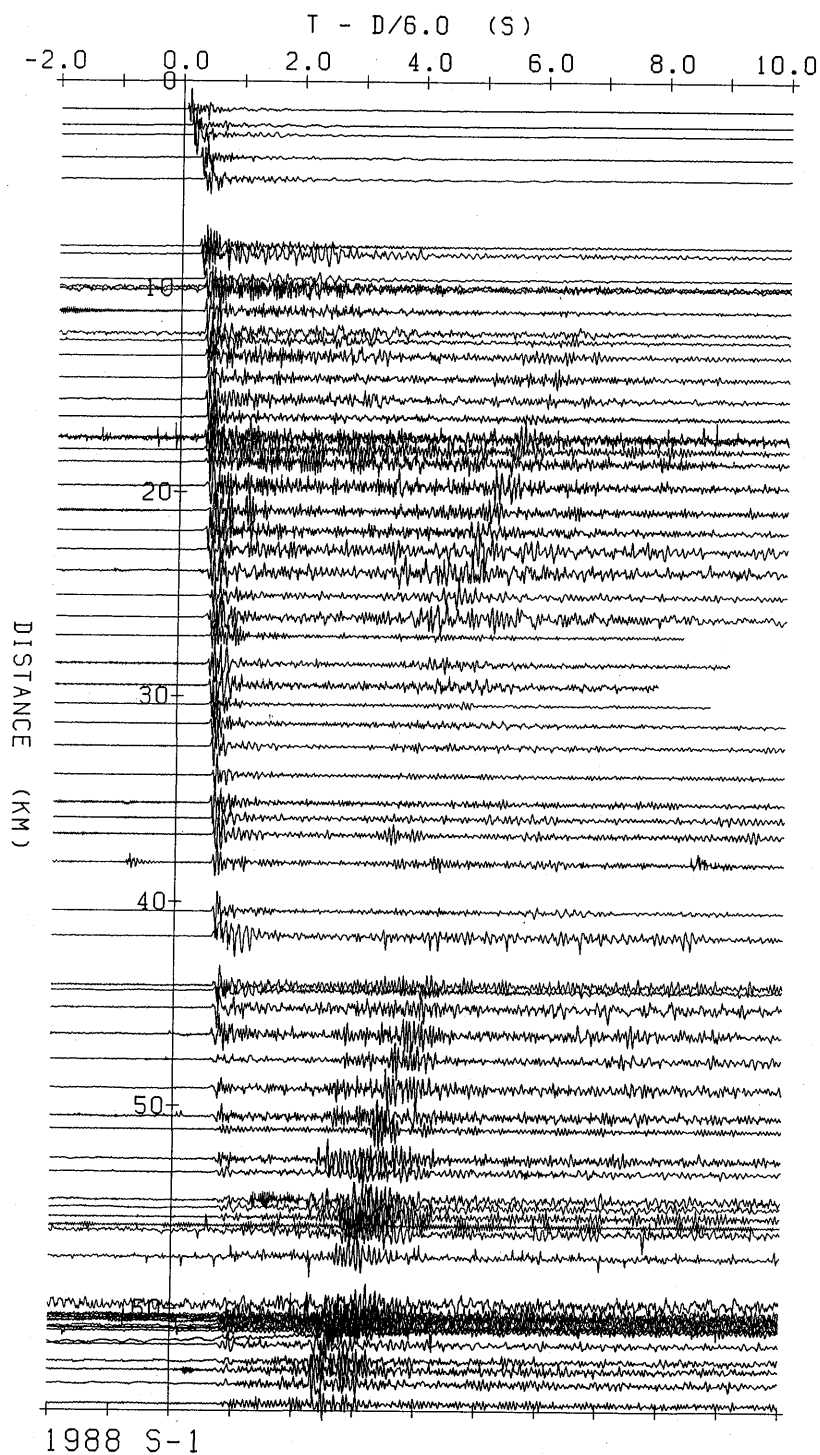
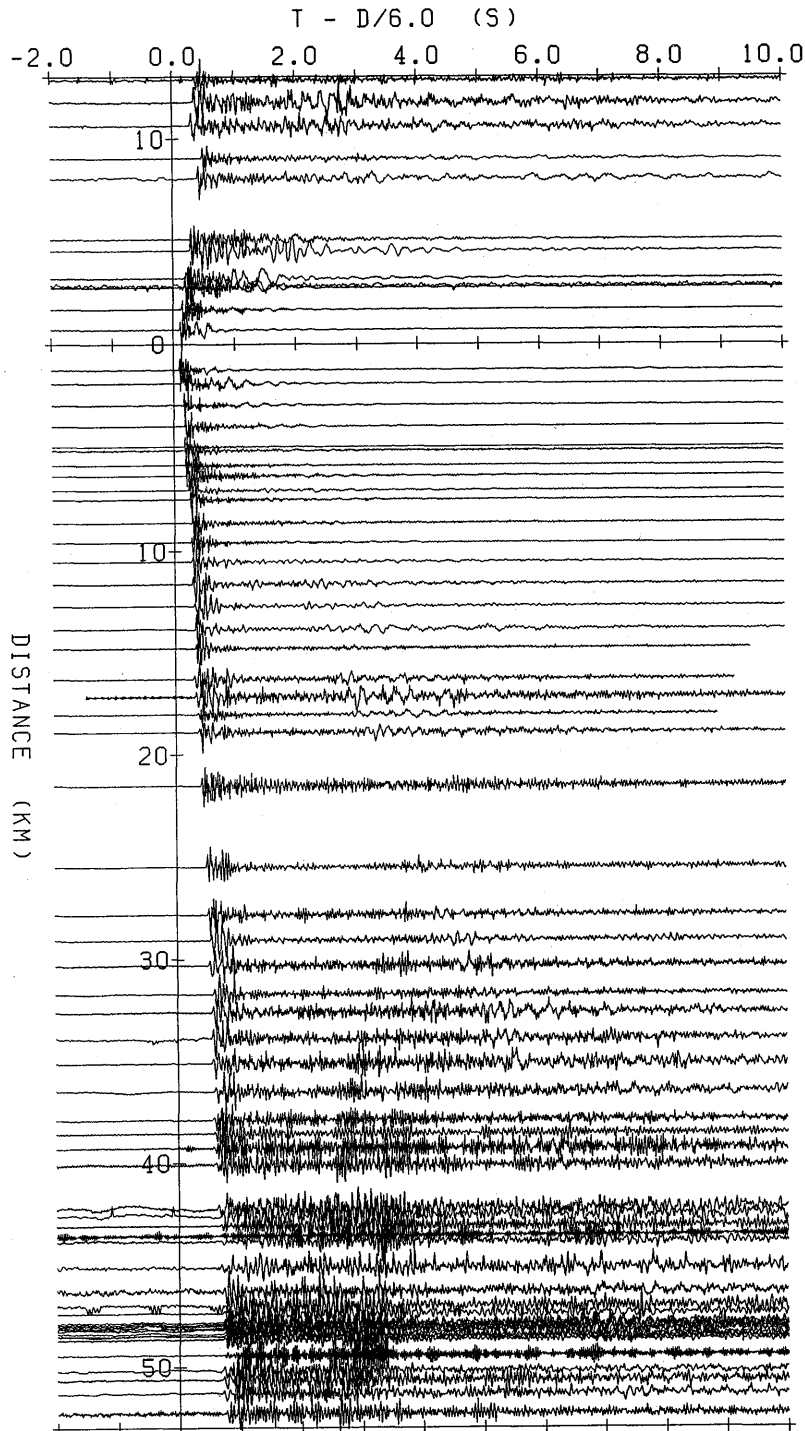


Fig. 3-1. A record section of shot S-1. All records are of the vertical component and the time axis is reduced by a velocity of 6.0 km/s.



1988 S-2

Fig. 3-2. A record section of shot S-2.

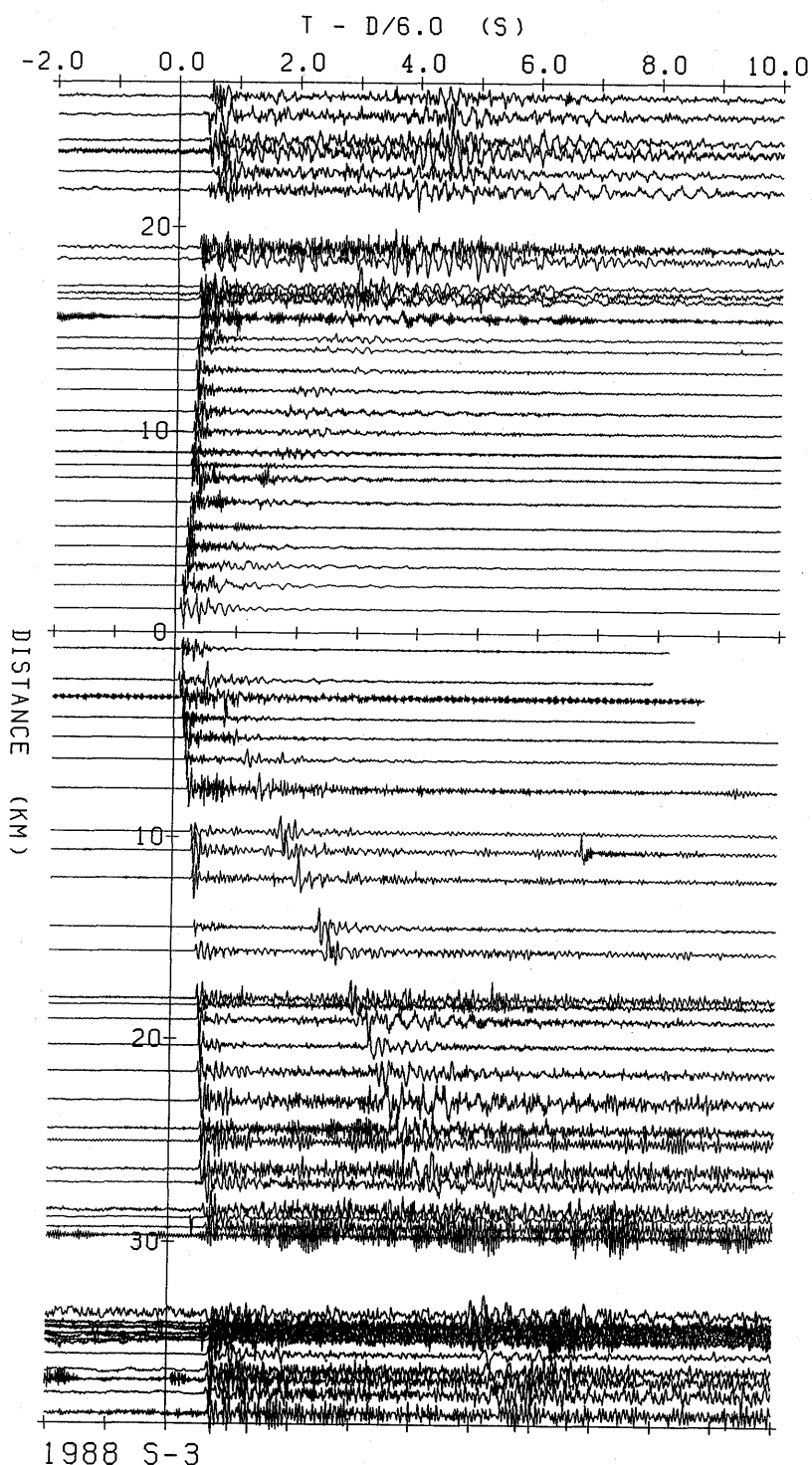


Fig. 3-3. A record section of shot S-3.

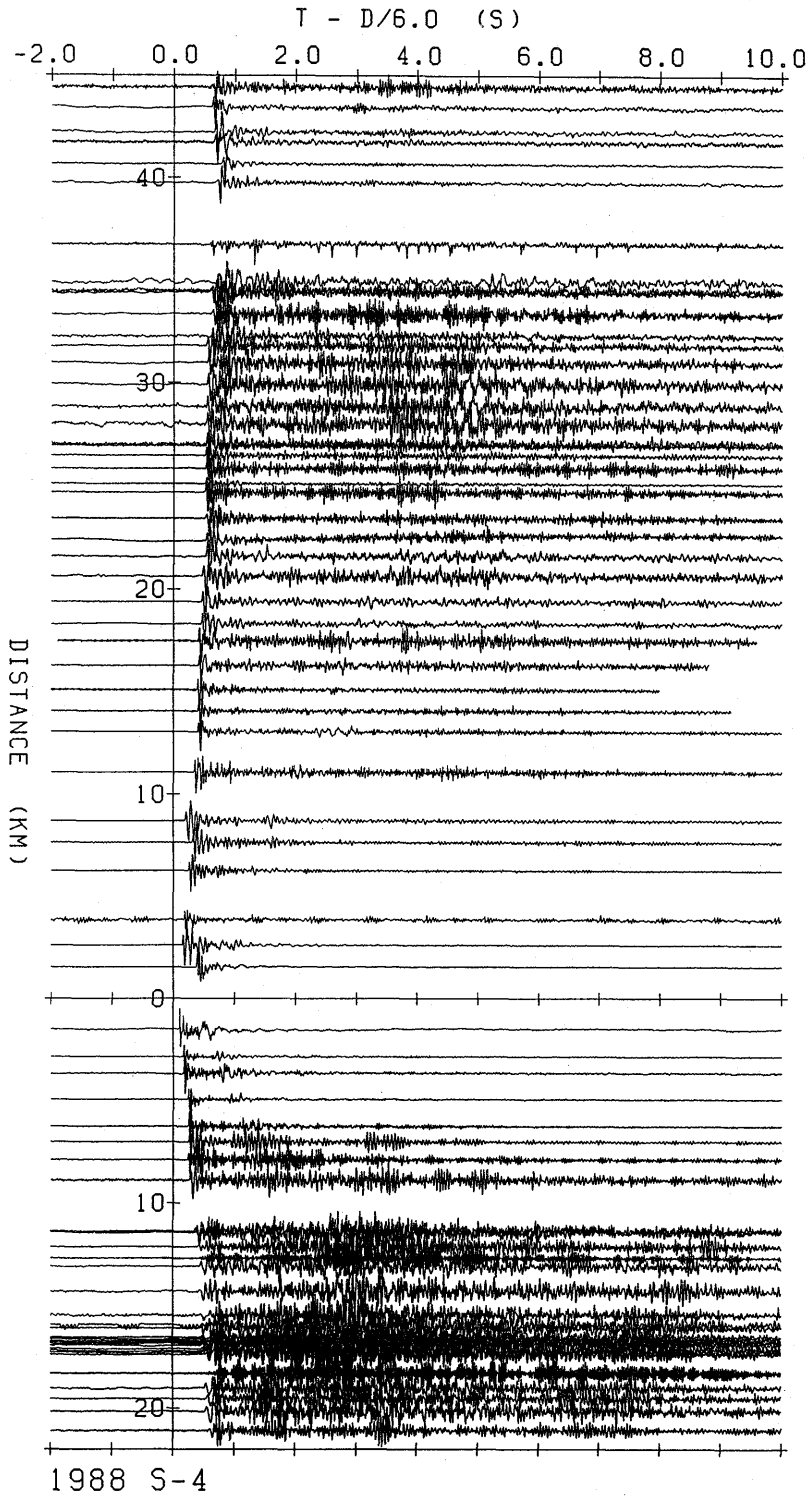


Fig. 3-4. A record section of shot S-4.

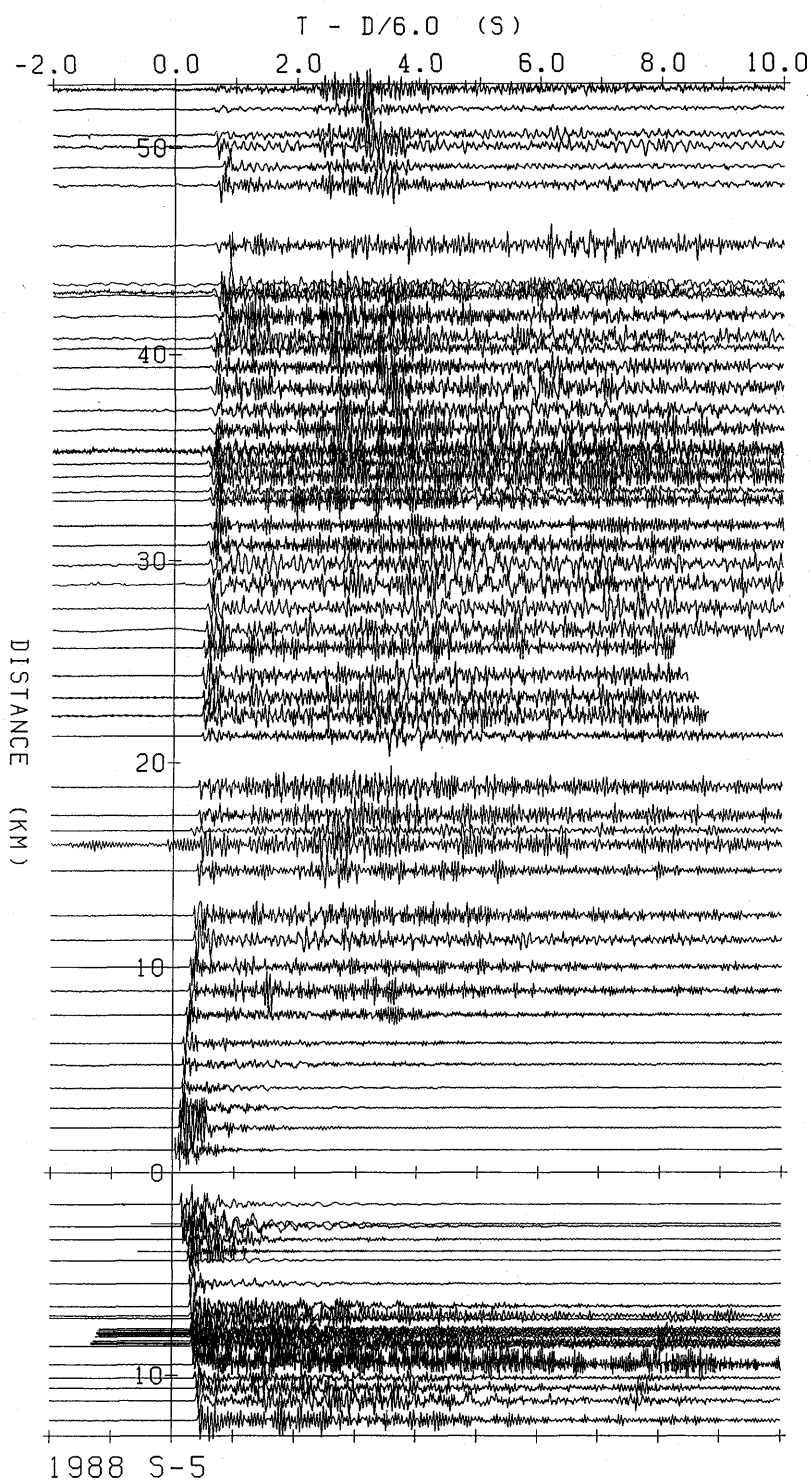


Fig. 3-5. A record section of shot S-5.

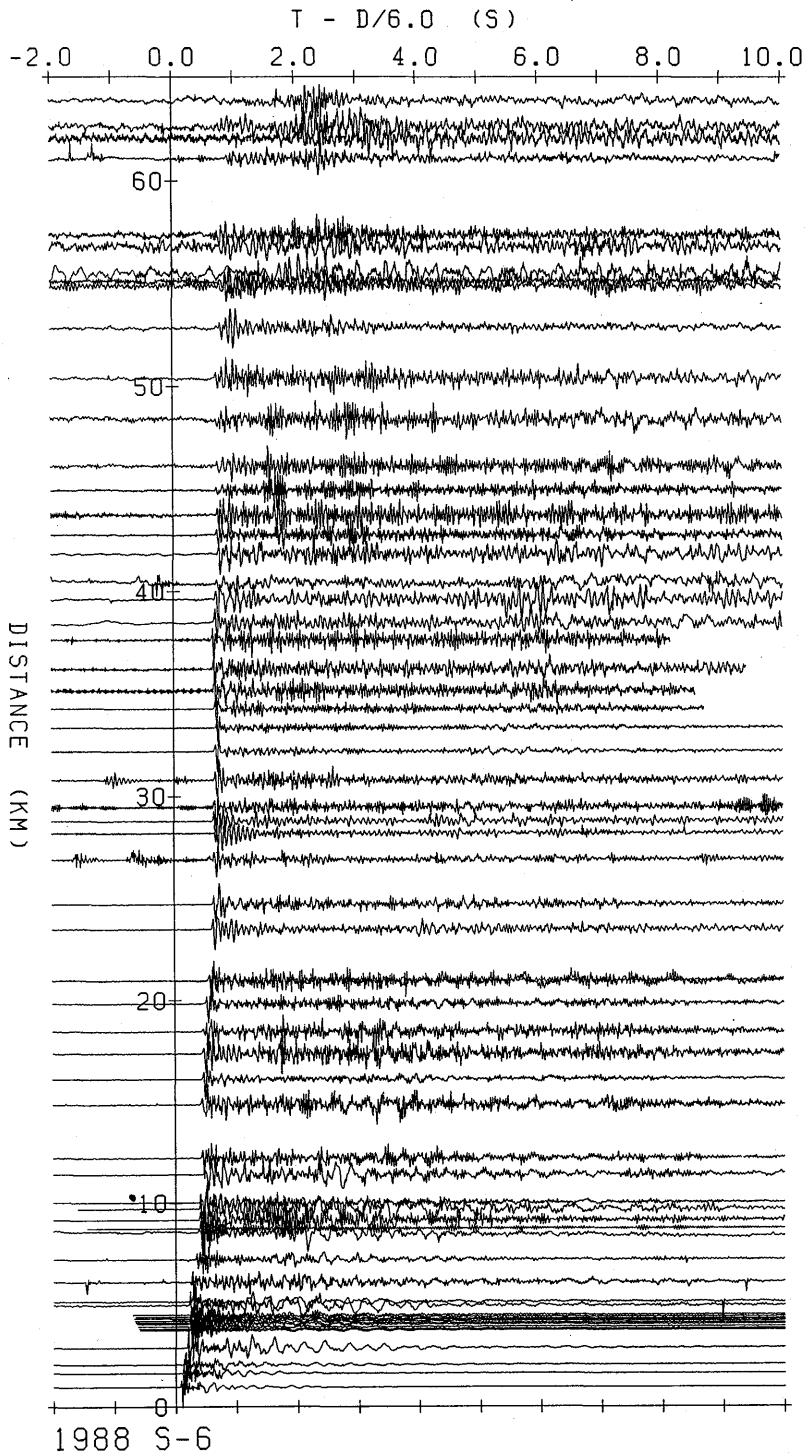


Fig. 3-6. A record section of shot S-6.

Table 3. Travel-time data.

S-1	1988-11-18	1-12- 0.66	500 KG	34-24-25.9 N	135-38-27.7 E	432M					
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3		
010 S-1	0.15	305.5	0.02								
020 ISHIMIKAWA-1	1.37	213.1	0.23	0.32A+	0.09						
030 ISHIMIKAWA-2	2.13	175.3	0.36	0.49A+	0.13						
040 ISHIMIKAWA-3	2.59	162.0	0.43	0.61A+	0.18						
050 SUGIO-1	3.70	174.1	0.62	0.88A+	0.26						
060 SUGIO-2	4.75	179.3	0.79	1.14A+	0.35						
070 SHIMOKUSA-1	5.81	179.7	0.97	1.32A+	0.35						
080 SHIMOKUSA-2	8.02	181.2	1.34	1.61A+	0.27						
090 NAKAJIMA	8.41	178.0	1.40	1.70A+	0.30						
100 KOINO-W	9.60	173.9	1.60	1.96A+	0.36						
110 KOINO	9.98	168.9	1.66	1.99A+	0.33						
120 AKATUKA	10.10	175.6	1.68	2.02A+	0.34						
130 SUGOU-N	11.15	172.6	1.86	2.20B+	0.34						
140 SUGOU	12.22	172.1	2.04	2.40A+	0.36						
150 S-2	12.61	170.0	2.10	2.47A+	0.37						
160 OFUKA-N	13.35	165.2	2.22	2.59A+	0.37						
170 OFUKA	14.42	166.0	2.40	2.78A+	0.38						
180 OFUKA-S	15.47	165.5	2.58	2.96A+	0.38						
190 FUKI-N	16.34	163.3	2.72	3.12A+	0.40						
201 FUKI-W	17.35	163.1	2.89	3.26A+	0.37	3.86C	0.97				
202 FUKI	17.31	160.7	2.88	3.28A+	0.40	8.42C	5.54				
203 FUKI-E	17.92	159.5	2.99	3.36A+	0.37	3.94C	0.95				
210 FUKI-S	18.53	160.2	3.09	3.46A+	0.37						
221 NAGAI-A1	19.26	160.3	3.21								
222 NAGAI-A2	19.27	160.2	3.21								
223 NAGAI-B	19.70	159.8	3.28	3.67A+	0.39						
230 DEYASHIKITO-1	20.93	160.4	3.49	3.89A+	0.40	4.52B	1.03				
240 DEYASHIKITO-2	21.90	160.2	3.65	4.04A+	0.39						
250 DEYASHIKITO-3	22.82	160.0	3.80	4.21A+	0.41						
260 DEYASHIKITO-S	23.86	159.2	3.98	4.40C+	0.42						
270 NAKAHARABASHI	25.05	160.0	4.18	4.57B+	0.39						
280 S-3	26.15	159.7	4.36	4.79A+	0.43						
290 SARUDANIDAMU	27.06	159.4	4.51	4.98B+	0.47						
300 KUMAZURU	28.49	157.7	4.75	5.22B+	0.47						
310 TOJIKIMI	29.51	159.3	4.92	5.41B+	0.49						
320 SHIMIZU	30.44	160.5	5.07	5.55B+	0.48						
330 SHIOZURU-NW	31.36	160.8	5.23	5.73B+	0.50						
340 NAGADONO	32.45	159.5	5.41	5.99A+	0.48	8.86C	3.45				
350 NAGADONO-S	33.85	158.5	5.64	6.18A+	0.54						
360 ASAHIBASHI	35.19	159.4	5.86	6.39C+	0.53						
370 KOGURISU	35.93	160.6	5.99	6.53B+	0.54						
380 KOUZU-N	36.72	162.7	6.12	6.59A+	0.57						
390 TAKOUZU-1	38.09	163.2	6.35	6.95L	0.60						
400 TAKOUZU-2	38.82	165.1	6.47	6.93C+	0.46						
410 KAZEYA-2	40.46	163.9	6.74	7.32B+	0.58						
420 KAZEYA-3	41.69	163.6	6.95	7.53A+	0.58						
430 KAZEYA-4	42.91	162.9	7.15								
440 S-4	44.36	163.7	7.39	8.02A+	0.63	11.46B	4.07				
450 IWABURA	44.10	162.7	7.35	7.97B+	0.62						
460 IKEANA	45.21	162.3	7.54	8.13A+	0.59						
470 GEBAN	46.49	161.5	7.75	8.33B+	0.58	11.27C	3.52				
480 YUNOHARA	47.73	162.2	7.95	8.51B+	0.56	10.73C	2.78	11.46C	3.51		
490 OBARA	49.14	162.6	8.19	8.74B+	0.55	9.85C	1.66	10.61C	2.42		
500 TAKI	50.50	162.6	8.42	9.05A+	0.53						
510 TAKATAKI	51.14	161.8	8.52	9.15A+	0.63	11.77B-	3.25				
520 OGAWA-W	51.80	160.9	8.63								
530 S-5	52.59	160.0	8.76	9.39B+	0.63	11.09C	2.33				
540 OGAWA-E	53.24	158.5	8.87	9.58B+	0.71	11.92C	3.05				
550 HIGASHINAKA	54.60	158.2	9.10	9.80B+	0.70	12.09B+	2.99				
560 HIGASHINAKA-S	55.46	158.3	9.24	9.98C+	0.74	11.94C	2.70	12.58C	3.34		
56A EDA-W	54.98	159.1	9.16	9.90B+	0.74						
56B EDA-E	55.88	157.8	9.31	10.15L	0.84						
570 KOUKA-1	56.18	157.5	9.36	10.25L	0.89	12.16C	2.80				
580 KOUKA-2	57.44	157.3	9.57								
590 KOUKA-3	58.59	157.1	9.76	10.44L	0.68						
601 DORO-11	59.39	157.9	9.90								
602 DORO-12	59.49	158.1	9.92								
611 DORO-21	59.80	158.9	9.97								
612 DORO-22	59.77	158.8	9.96								
61A EDA-1	60.25	158.9	10.04	10.80B+	0.76						
61B EDA-2	60.32	158.7	10.05	10.78C+	0.73						
61C EDA-3	60.40	158.7	10.07	10.83C+	0.76						
61D EDA-4	60.47	158.7	10.08	10.85C+	0.77						
61E EDA-5	60.54	158.8	10.09	10.85C+	0.76						
61F EDA-6	60.64	158.8	10.11	10.86C+	0.75						
61G EDA-7	60.73	158.8	10.12	10.92C+	0.80						
61H EDA-8	60.85	158.8	10.14	10.90C+	0.76						
61I EDA-9	60.93	158.7	10.15	10.91C+	0.76						
61J EDA-10	60.99	158.7	10.17	10.93C+	0.76						
620 DORO-3	61.09	158.7	10.18	10.91C+	0.73	12.66B+	2.48				
631 KIZURO-N1	61.82	157.9	10.30								
632 KIZURO-N2	61.74	157.9	10.29	10.99B+	0.70	12.56B+	2.27				
640 KIZURO-S	62.58	158.0	10.43	11.12B+	0.69	12.69B+	2.26				
650 SHIMAZU-N	63.01	157.7	10.50	11.22B+	0.72	12.81B+	2.31				
651 SHIMAZU-S	63.69	157.9	10.61	11.30B+	0.69	12.89B+	2.28				
660 S-6	64.67	157.9	10.78	11.61B+	0.83	13.22C	2.44				
S-1-0	0.029	0.0	0.005	0.019A+	0.014						
S-1-1	0.101	0.0	0.017	0.037A+	0.020						
S-1-2	0.196	0.0	0.033	0.057A+	0.024						
S-1-3	0.295	0.0	0.049	0.083A+	0.034						
S-1-4	0.394	0.0	0.066	0.109A+	0.043						
S-1-5	0.488	0.0	0.081	0.137A+	0.056						

Table 3. (continued)

S-2 1988-11-17 1-2- 0.60 400 KG 34-17-38.8 N 135-39-54.6 E 272M									
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
010 S-1	12.85	349.5	2.14	2.49A+	0.35				
020 ISHIMIKAWA-1	11.77	345.4	1.96	2.32A+	0.36				
030 ISHIMIKAWA-2	10.62	348.9	1.77	2.12A+	0.35				
040 ISHIMIKAWA-3	10.18	352.0	1.70						
050 SUGIO-1	9.05	348.3	1.51	1.96A+	0.45				
060 SUGIO-2	8.09	344.5	1.35	1.72A+	0.37				
070 SHIMOKUSA-1	7.08	342.0	1.18	1.46A+	0.28				
080 SHIMOKUSA-2	5.12	332.1	0.85	1.11A+	0.26				
090 NAKAJIMA	4.57	335.0	0.76	1.02A+	0.26				
100 KOINO-W	3.22	338.2	0.54	0.72A+	0.18				
110 KOINO	2.77	353.7	0.46	0.65A+	0.19				
120 AKATUKA	2.86	329.8	0.48	0.64A+	0.16				
130 SUGOU-N	1.68	331.9	0.28	0.40A+	0.12				
140 SUGOU	0.70	309.1	0.12	0.20A+	0.08				
150 S-2	0.13	343.4	0.02						
160 OFUKA-N	1.25	107.3	0.21	0.27A+	0.06				
170 OFUKA	1.92	139.1	0.32	0.42A+	0.10				
180 OFUKA-S	2.95	145.8	0.49	0.62A+	0.13				
190 FUKI-N	3.97	141.5	0.66	0.83A+	0.17				
201 FUKI-W	4.94	145.2	0.82	0.99A+	0.17				
202 FUKI	5.15	137.4	0.86	1.04A+	0.18				
203 FUKI-E	5.86	136.4	0.98	1.16A+	0.18				
210 FUKI-S	6.36	140.3	1.06	1.25A+	0.19				
221 NAGAI-A1	7.04	142.6	1.17	1.38A+	0.21				
222 NAGAI-A2	7.06	142.4	1.18	1.38A+	0.20				
223 NAGAI-B	7.51	142.4	1.25	1.48A+	0.23				
230 DEYASHIKITO-1	8.63	146.3	1.44	1.71A+	0.27				
240 DEYASHIKITO-2	9.58	147.3	1.60	1.84A+	0.24				
250 DEYASHIKITO-3	10.51	147.9	1.75	2.00A+	0.25				
260 DEYASHIKITO-S	11.60	147.4	1.93	2.19A+	0.26				
270 NAKAHARABASHI	12.69	150.0	2.11	2.38A+	0.27				
280 S-3	13.81	150.2	2.30	2.59A+	0.29				
290 SARUDANIDAMU	14.73	150.2	2.45	2.78B+	0.33				
300 KUWAZURU	16.27	148.2	2.71	3.00A+	0.29				
310 TOJIKIMI	17.15	151.3	2.86	3.18A+	0.32				
320 SHIMIZU	18.00	153.8	3.00	3.32A+	0.32				
330 SHIOZURU-NW	18.89	154.7	3.15	3.48A+	0.33				
340 NAGADONO	20.05	152.9	3.34						
350 NAGADONO-S	21.51	151.8	3.58	3.98A+	0.40				
360 ASAHIBASHI	22.78	153.5	3.80						
370 KOGURISU	23.45	155.5	3.91						
380 KOUZU-N	24.14	158.9	4.02	4.48S+	0.46				
390 TAKOUZU-1	25.48	159.8	4.25	4.70A+	0.45				
400 TAKOUZU-2	26.15	162.7	4.36	4.89A+	0.53				
410 KAZEYA-2	27.82	161.1	4.64	5.10A+	0.46				
420 KAZEYA-3	29.06	160.9	4.84	5.34A+	0.50				
430 KAZEYA-4	30.31	160.0	5.05	5.53B+	0.48				
440 S-4	31.72	161.3	5.29	5.83A+	0.54				
450 IWABURA	31.51	159.8	5.25						
460 IKEANA	32.63	159.3	5.44	5.99A+	0.55				
470 GEBAN	33.94	158.4	5.66	6.22A+	0.56				
480 YUNDHARA	35.15	159.4	5.86	6.38A+	0.52	8.68C	2.82		
490 OBARA	36.54	160.0	6.09	6.63A+	0.53	8.87C	2.78		
500 TAKI	37.90	160.2	6.32	6.89A+	0.57				
510 TAKATAKI	38.57	159.2	6.43	7.02A+	0.59	8.97C	2.54		
520 OGAWA-W	39.28	158.0	6.55	7.10B+	0.55				
530 S-5	40.10	156.9	6.68	7.21B+	0.53				
540 OGAWA-E	40.84	155.0	6.81						
550 HIGASHINAKA	42.21	154.6	7.04	7.67A+	0.63				
560 HIGASHINAKA-S	43.07	154.9	7.18	7.84A+	0.66				
56A EDA-W	42.54	155.8	7.09	7.75B+	0.66				
56B EDA-E	43.50	154.3	7.25	7.93C+	0.68				
570 KOUKA-1	43.83	153.9	7.31	8.00C-	0.69	9.51C	2.20	10.38B+	3.07
580 KOUKA-2	45.10	153.8	7.52	8.07C+	0.55				
590 KOUKA-3	46.26	153.6	7.71	8.40B+	0.69				
601 DORO-11	47.01	154.7	7.83	8.57L	0.74				
602 DORO-12	47.10	155.0	7.85						
611 DORO-21	47.36	156.0	7.89	8.56A+	0.67				
612 DORO-22	47.33	155.9	7.89						
61A EDA-1	47.81	155.9	7.97	8.68A+	0.71				
61B EDA-2	47.89	155.8	7.98	8.69A+	0.71				
61C EDA-3	47.97	155.8	7.99	8.70A+	0.71				
61D EDA-4	48.04	155.8	8.01	8.71A+	0.70				
61E EDA-5	48.11	155.8	8.02	8.73A+	0.71				
61F EDA-6	48.20	155.8	8.03	8.73B+	0.70				
61G EDA-7	48.30	155.9	8.05						
61H EDA-8	48.41	155.9	8.07	8.76B+	0.69				
61I EDA-9	48.50	155.8	8.08	8.77B+	0.69				
61J EDA-10	48.56	155.8	8.09	8.80B+	0.71				
620 DORO-3	48.66	155.8	8.11	8.80A+	0.69	10.74B-	2.63		
631 KIZURO-N1	49.43	154.8	8.24	8.93B+	0.69				
632 KIZURO-N2	49.38	154.8	8.23						
640 KIZURO-S	50.19	155.0	8.36	9.03A+	0.67				
650 SHIMAZU-N	50.64	154.7	8.44	9.10A+	0.66				
651 SHIMAZU-S	51.30	154.9	8.55	9.21A+	0.66				
660 S-6	52.28	155.0	8.71	9.42A+	0.71				
S-2-0	0.023	0.0	0.004	0.012A+	0.008				
S-2-1	0.101	0.0	0.017	0.032A+	0.015				
S-2-2	0.162	0.0	0.027	0.051A+	0.024				
S-2-3	0.243	0.0	0.041	0.075A+	0.034				
S-2-4	0.302	0.0	0.050	0.075A+	0.025				
S-2-5	0.394	0.0	0.066	0.101A+	0.035				

Table 3. (continued)

S-3	1988-11-18	1- 2- 0.16	300 KG	34-11- 8.8 N	135-44-24.7 E	444M					
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3		
010 S-1	26.33	339.5	4.39	4.79B+	0.40						
020 ISHIMIKAWA-1	25.41	337.2	4.24	4.62B+	0.38						
030 ISHIMIKAWA-2	24.16	338.3	4.03	4.41B+	0.38						
040 ISHIMIKAWA-3	23.62	339.4	3.94	4.42B+	0.48						
050 SUGIO-1	22.64	337.3	3.77	4.27A+	0.50						
060 SUGIO-2	21.79	335.4	3.63	4.06B+	0.43						
070 SHIMOKUSA-1	20.84	334.1	3.47	3.85B+	0.38						
080 SHIMOKUSA-2	18.98	330.7	3.16	3.47A+	0.31						
090 NAKAJIMA	18.42	331.3	3.07	3.43A+	0.36						
100 KOINO-W	17.06	331.7	2.84	3.15A+	0.31						
110 KOINO	16.43	334.0	2.74	3.02B+	0.28						
120 AKATUKA	16.72	330.1	2.79	3.11A+	0.32						
130 SUGOU-N	15.54	330.3	2.59	2.92A+	0.33						
140 SUGOU	14.52	329.1	2.42	2.75A+	0.33						
150 S-2	13.98	330.2	2.33	2.62A+	0.29						
160 OFUKA-N	12.98	333.9	2.16	2.43A+	0.27						
170 OFUKA	11.98	331.9	2.00	2.27A+	0.27						
180 OFUKA-S	10.93	331.3	1.82	2.07A+	0.25						
190 FUKI-N	9.95	333.5	1.66	1.90A+	0.24						
201 FUKI-W	8.94	332.8	1.49	1.73A+	0.24						
202 FUKI	8.91	337.4	1.48	1.72A+	0.24						
203 FUKI-E	8.28	339.7	1.38	1.61A+	0.23						
210 FUKI-S	7.67	338.2	1.28	1.51A+	0.23						
221 NAGAI-A1	6.94	337.7	1.16								
222 NAGAI-A2	6.93	337.9	1.15								
223 NAGAI-B	6.50	339.0	1.08	1.28A+	0.20						
230 DEYASHIKITO-1	5.28	336.3	0.88	1.07A+	0.19						
240 DEYASHIKITO-2	4.31	336.3	0.72	0.86A+	0.14						
250 DEYASHIKITO-3	3.38	337.0	0.56	0.71A+	0.15						
260 DEYASHIKITO-S	2.34	343.6	0.39	0.48A+	0.09						
270 NAKAHARABASHI	1.17	330.5	0.19	0.25A+	0.06						
280 S-3	0.06	301.0	0.01								
290 SARUDANIDAMU	0.87	152.7	0.14	0.22A+	0.08						
300 KUWAZURU	2.46	137.6	0.41	0.42A+	0.08						
310 TOJIKIMI	3.31	156.7	0.55	0.64A+	0.09						
320 SHIMIZU	4.26	165.9	0.71	0.84A+	0.13						
330 SHIOZURU-NW	5.19	167.2	0.86	1.02A+	0.16						
340 NAGADONO	6.25	159.4	1.04	1.18A+	0.14						
350 NAGADONO-S	7.66	155.1	1.28	1.46A+	0.18						
360 ASAHIBASHI	8.99	158.8	1.50								
370 KOGURISU	9.74	163.4	1.62	1.88A+	0.26						
380 KOUZU-N	10.66	170.3	1.78	2.06A+	0.28						
390 TAKOUZU-1	12.05	171.1	2.01	2.31B+	0.30						
400 TAKOUZU-2	12.98	176.2	2.16	2.44C	0.28						
410 KAZEYA-2	14.46	171.7	2.41	2.74A+	0.33	4.80B+	2.39				
420 KAZEYA-3	15.66	170.5	2.61	2.99A+	0.38	5.10B+	2.49				
430 KAZEYA-4	16.83	168.3	2.81								
440 S-4	18.32	169.8	3.05	3.47A+	0.42	5.38C+	2.33	6.01B+	2.96		
450 IWABURA	18.00	167.3	3.00	3.42A+	0.42						
460 IKEANA	19.07	166.0	3.18	3.60A+	0.42	6.19B+	3.01				
470 GEBAN	20.33	164.1	3.39	3.84A+	0.45	6.65B+	3.26				
480 YUNOHARA	21.59	165.4	3.60	4.03A+	0.43	6.98C+	3.38				
490 OBARA	23.01	166.0	3.83	4.28A+	0.45						
500 TAKI	24.38	164.0	4.06	4.55A+	0.49						
510 TAKATAKI	24.99	164.3	4.17	4.63A+	0.46						
520 OGAWA-W	25.62	162.3	4.27								
530 S-5	26.39	160.5	4.40	4.88A+	0.48						
540 OGAWA-E	27.05	157.5	4.51								
550 HIGASHINAKA	28.41	156.9	4.74	5.29A+	0.55						
560 HIGASHINAKA-S	29.28	157.2	4.88	5.45B+	0.57						
56A EDA-W	28.79	158.7	4.80	5.40B+	0.60						
56B EDA-E	29.70	156.4	4.95								
570 KOUKA-1	30.02	155.7	5.00	6.06L	1.06						
580 KOUKA-2	31.28	155.5	5.21	6.23L	1.02						
590 KOUKA-3	32.43	155.2	5.54								
601 DORO-11	33.21	156.7	5.50								
602 DORO-12	33.31	157.1	5.55								
611 DORO-21	33.61	158.4	5.60								
612 DORO-22	33.57	158.3	5.60	6.19L	0.59						
61A EDA-1	34.05	158.3	5.68	6.33B+	0.65	10.63B+	4.95	12.11C	6.43		
61B EDA-2	34.12	158.2	5.69	6.29B+	0.60	10.65B+	4.96	12.09B+	6.40		
61C EDA-3	34.21	158.1	5.70	6.30B+	0.60	10.65B	4.95	12.11C	6.41		
61D EDA-4	34.27	158.2	5.71	6.32B+	0.61	10.72B-	5.01	12.11B	6.40		
61E EDA-5	34.35	158.2	5.73	6.41B+	0.68	10.74B	5.01	12.11B+	6.38		
61F EDA-6	34.44	158.2	5.74	6.26B+	0.52	10.75B	5.01	12.10B+	6.36		
61G EDA-7	34.54	158.3	5.76	6.34C+	0.58	10.77B	5.01	12.12B+	6.36		
61H EDA-8	34.65	158.3	5.77	6.38B+	0.61	10.78B+	5.01	12.11B+	6.34		
61I EDA-9	34.74	158.2	5.79	6.38B+	0.59	10.82B	5.03	12.12B	6.33		
61J EDA-10	34.79	158.1	5.80	6.40B+	0.60	10.86B-	5.06	12.11B+	6.31		
620 DORO-3	34.90	158.1	5.82	6.46B+	0.64						
631 KIZURO-N1	35.64	156.7	5.94								
632 KIZURO-N2	35.58	156.6	5.93	6.56A+	0.63						
640 KIZURO-S	36.40	157.0	6.07	6.69B+	0.62						
650 SHIMAZU-N	36.84	156.4	6.14	6.76C+	0.62						
651 SHIMAZU-S	37.51	156.8	6.25	6.87B+	0.62						
660 S-6	38.49	156.9	6.42	7.09B+	0.67						
S-3-0	0.022	0.0	0.004	0.011A+	0.007						
S-3-1	0.121	0.0	0.020	0.036A+	0.016						
S-3-2	0.206	0.0	0.034	0.047A+	0.013						
S-3-3	0.305	0.0	0.051	0.075A+	0.024						
S-3-4	0.390	0.0	0.065	0.091A+	0.026						
S-3-5	0.487	0.0	0.081	0.111A+	0.030						

Table 3. (continued)

S-4	1988-11-17	1-12- 0.98	300 KG	34- 1-24.0 N	135-46-27.8 E	277M					
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3		
010 S-1	44.43	343.8	7.40	7.98B+	0.58	8.15B+	0.75				
020 ISHIMIKAWA-1	43.43	342.6	7.24	7.85A+	0.61						
030 ISHIMIKAWA-2	42.23	343.4	7.04	7.67A+	0.63						
040 ISHIMIKAWA-3	41.73	344.1	6.95	7.63A+	0.68						
050 SUGIO-1	40.68	343.0	6.78	7.53A+	0.75						
060 SUGIO-2	39.75	342.1	6.63	7.33A+	0.70						
070 SHIMOKUSA-1	38.76	341.6	6.46								
080 SHIMOKUSA-2	36.74	340.2	6.12	6.70A+	0.58						
090 NAKAJIMA	36.22	340.7	6.04								
100 KOINO-W	34.90	341.2	5.82	6.38A+	0.56						
110 KOINO	34.39	342.5	5.73	6.30A+	0.57						
120 AKATUKA	34.48	340.5	5.75	6.35A+	0.60	7.32B+	1.57				
130 SUGOU-N	33.33	341.0	5.56	6.16A+	0.60						
140 SUGOU	32.27	340.8	5.38	5.96A+	0.58						
150 S-2	31.80	341.5	5.30	5.86A+	0.56						
160 OFUKA-N	30.96	343.4	5.16	5.68A+	0.52						
170 OFUKA	29.91	342.9	4.99	5.50A+	0.51						
180 OFUKA-S	28.85	343.1	4.81	5.33A+	0.52						
190 FUKI-I-N	27.98	344.3	4.66	5.16A+	0.50						
201 FUKI-W	26.96	344.4	4.49	5.01A+	0.52						
202 FUKI	27.05	345.9	4.51	5.03A+	0.52						
203 FUKI-E	26.48	346.9	4.41	4.92A+	0.51						
210 FUKI-S	25.85	346.6	4.31	4.82A+	0.51						
221 NAGAI-A1	25.12	346.7	4.19	4.69A+	0.50						
222 NAGAI-A2	25.11	346.8	4.18	4.69A+	0.51						
223 NAGAI-B	24.70	347.2	4.12	4.60A+	0.48						
230 DEYASHIKITO-1	23.45	347.0	3.91	4.41A+	0.50						
240 DEYASHIKITO-2	22.50	347.5	3.75	4.24A+	0.49						
250 DEYASHIKITO-3	21.60	348.0	3.60	4.12A+	0.52						
260 DEYASHIKITO-S	20.62	349.3	3.44	3.90A+	0.46						
270 NAKAHARABASHI	19.40	348.9	3.23	3.65A+	0.42						
280 S-3	18.33	349.9	3.06	3.48A+	0.42						
290 SARUDANIDAMU	17.44	350.9	2.91	3.33A+	0.42						
300 KUWAZURU	16.27	354.7	2.71	3.13A+	0.42						
310 TOJIKIMI	15.09	353.0	2.51	2.94A+	0.43						
320 SHIMIZU	14.05	351.3	2.34	2.74A+	0.40						
330 SHIOZURU-NW	13.11	351.2	2.18	2.53A+	0.35						
340 NAGADONO	12.21	355.5	2.03								
350 NAGADONO-S	11.07	0.4	1.84	2.14A+	0.30						
360 ASAHIBASHI	9.64	0.5	1.61								
370 KOGURISU	8.69	357.6	1.45	1.63A+	0.18						
380 KOUZU-N	7.63	349.7	1.27	1.55A+	0.28						
390 TAKOUZU-1	6.25	348.1	1.04	1.26A+	0.22						
400 TAKOUZU-2	5.57	335.6	0.93	1.20A+	0.27						
410 KAZEYA-2	3.86	343.8	0.64	0.80B+	0.16						
420 KAZEYA-3	2.63	347.5	0.44	0.55A+	0.11						
430 KAZEYA-4	1.56	9.9	0.26	0.35A+	0.09						
440 S-4	0.10	98.8	0.02								
450 IWABURA	0.92	60.2	0.15								
460 IKEANA	1.52	109.0	0.25	0.35A+	0.10						
470 GEBAN	2.85	122.7	0.48	0.62A+	0.14						
480 YUNOHARA	3.67	141.8	0.61	0.76A+	0.15						
490 OBARA	4.94	150.8	0.82	1.04A+	0.22						
500 TAKI	6.27	154.0	1.05	1.29A+	0.24						
510 TAKATAKI	7.03	149.1	1.17	1.42A+	0.25						
520 OGAWA-W	7.90	143.9	1.32	1.57A+	0.25						
530 S-5	8.89	140.6	1.48	1.72A+	0.24						
540 OGAWA-E	10.02	134.2	1.67								
550 HIGASHINAKA	11.39	135.5	1.90	2.26A+	0.36						
560 HIGASHINAKA-S	12.15	137.7	2.02	2.40A+	0.38						
56A EDA-W	11.44	140.3	1.91	2.29A+	0.38						
56B EDA-E	12.69	136.4	2.11	2.55A+	0.44						
570 KOUKA-1	13.10	135.6	2.18	2.58A+	0.40						
580 KOUKA-2	14.33	136.8	2.39	2.78A+	0.39						
590 KOUKA-3	15.48	137.6	2.58	3.00B+	0.42						
601 DORO-11	15.99	141.3	2.66	3.15B+	0.49						
602 DORO-12	16.02	142.2	2.67								
611 DORO-21	16.12	145.2	2.69	3.13A+	0.44						
612 DORO-22	16.10	144.9	2.68								
61A EDA-1	16.57	145.4	2.76	3.23A+	0.47						
61B EDA-2	16.66	145.1	2.78	3.23A+	0.45						
61C EDA-3	16.75	145.1	2.79	3.24A+	0.45						
61D EDA-4	16.80	145.2	2.80	3.25A+	0.45						
61E EDA-5	16.87	145.3	2.81	3.27A+	0.46						
61F EDA-6	16.96	145.4	2.83	3.29A+	0.46						
61G EDA-7	17.04	145.7	2.84								
61H EDA-8	17.16	145.7	2.86	3.33A+	0.47						
61I EDA-9	17.25	145.6	2.88	3.35A+	0.47						
61J EDA-10	17.32	145.5	2.89	3.35A+	0.46						
620 DORO-3	17.42	145.5	2.90	3.39B+	0.49						
631 KIZURO-N1	18.33	143.4	3.06	3.59A+	0.53						
632 KIZURO-N2	18.29	143.2	3.05								
640 KIZURO-S	19.04	144.4	3.17	3.66A+	0.49						
650 SHIMAZU-N	19.54	143.7	3.26	3.75A+	0.49						
651 SHIMAZU-S	20.15	144.7	3.36	3.86A+	0.50						
660 S-6	21.10	145.5	3.52	4.03A+	0.51						
S-4-0	0.021	0.0	0.003	0.017A+	0.014						
S-4-1	0.105	0.0	0.017	0.028A+	0.011						
S-4-2	0.207	0.0	0.034	0.048A+	0.014						
S-4-3	0.310	0.0	0.052	0.074A+	0.022						
S-4-4	0.376	0.0	0.063	0.085A+	0.022						
S-4-5	0.472	0.0	0.079	0.107A+	0.028						

Table 3. (continued)

S-5 1988-11-17 1-22- 0.01 400 KG 33-57-38.9 N 135-50- 6.7 E 194M									
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
010 S-1	52.77	340.1	8.80	9.39C+	0.59	11.15B-	2.35		
020 ISHIMIKAWA-1	51.83	339.0	8.64	9.26B+	0.62	11.70B-	3.06		
030 ISHIMIKAWA-2	50.60	339.5	8.43	9.07A+	0.64				
040 ISHIMIKAWA-3	50.06	340.1	8.34	9.01A+	0.67				
050 SUGIO-1	49.06	339.1	8.18	8.92A+	0.74	10.60B+	2.42		
060 SUGIO-2	48.19	338.3	8.03	8.73A+	0.70	10.44B+	2.41		
070 SHIMOKUSA-1	47.21	337.8	7.87	8.13A+	0.59	8.38B+	0.84	10.04B+	2.50
080 SHIMOKUSA-2	45.26	336.5	7.54						
090 NAKAJIMA	44.72	336.9	7.45						
100 KOINO-W	43.38	337.2	7.23	7.80B+	0.57				
110 KOINO	42.81	338.1	7.13	7.71A+	0.58				
120 AKATUKA	43.00	336.6	7.17	7.79A+	0.62				
130 SUGOU-N	41.83	336.9	6.97	7.56A+	0.59				
140 SUGOU	40.78	336.6	6.80	7.41A+	0.61				
150 S-2	40.26	337.1	6.71	7.29A+	0.58				
160 OFUKA-N	39.36	338.4	6.56	7.09A+	0.53				
170 OFUKA	38.33	337.9	6.39	6.92A+	0.53				
180 OFUKA-S	37.27	337.9	6.21	6.73A+	0.52	8.85C+	2.64		
190 FUKI-N	36.35	338.7	6.06	6.58A+	0.52				
201 FUKI-W	35.33	338.7	5.89	6.40A+	0.51				
202 FUKI	35.34	339.9	5.89	6.39B+	0.50				
203 FUKI-E	34.73	340.5	5.79	6.30A+	0.51				
210 FUKI-S	34.11	340.1	5.68	6.22A+	0.54				
221 NAGAI-A1	33.38	340.1	5.56	6.08A+	0.52				
222 NAGAI-A2	33.37	340.1	5.56	6.08A+	0.52				
223 NAGAI-B	32.94	340.4	5.49	6.02A+	0.53				
230 DEYASHIKITO-1	31.71	340.0	5.29	5.82A+	0.53				
240 DEYASHIKITO-2	30.75	340.1	5.13	5.64A+	0.51				
250 DEYASHIKITO-3	29.82	340.3	4.97	5.52A+	0.55				
260 DEYASHIKITO-S	28.79	340.9	4.80	5.30A+	0.50				
270 NAKAHARABASHI	27.60	340.2	4.60	5.09A+	0.49				
280 S-3	26.49	340.6	4.42	4.88A+	0.46				
290 SARUDANIDAMU	25.59	340.9	4.26	4.72A+	0.46				
300 KUWAZURU	24.21	342.9	4.04	4.49A+	0.45				
310 TOJIKIMI	23.15	341.2	3.86	4.32A+	0.46				
320 SHIMIZU	22.21	339.7	3.70	4.14A+	0.44				
330 SHIOZURU-NW	21.30	339.1	3.55	3.98A+	0.43				
340 NAGADONO	20.20	341.1	3.37						
350 NAGADONO-S	18.83	342.9	3.14	3.51A+	0.37				
360 ASAHIBASHI	17.47	341.6	2.91	3.28A+	0.37				
370 KOGURISU	16.72	339.0	2.79	3.04A+	0.25				
380 KOZU-N	16.05	334.2	2.68	3.07C+	0.39				
390 TAKOUZU-1	14.76	332.1	2.46	2.82A+	0.36				
400 TAKOUZU-2	14.38	326.6	2.40	2.82A+	0.42				
410 KAZEYA-2	12.57	327.8	2.09	2.42A+	0.33				
420 KAZEYA-3									
430 KAZEYA-4	11.34	327.0	1.89	2.20A+	0.31				
440 S-4	10.02	327.8	1.67	1.93A+	0.26				
450 IWABURA	8.85	321.4	1.47	1.72A+	0.25				
460 IKEANA	8.82	326.9	1.47						
	7.67	327.1	1.28	1.47A+	0.19				
470 GEBAN	6.29	329.2	1.05	1.21A+	0.16				
480 YUNOHARA	5.26	320.4	0.88	1.03A+	0.15				
490 OBARA	4.14	309.3	0.69	0.82A+	0.13				
500 TAKI	3.15	294.4	0.52	0.63A+	0.11				
510 TAKATAKI	2.20	294.1	0.37	0.46A+	0.09				
520 OGAWA-W	1.12	299.6	0.19	0.23A+	0.04				
530 S-5	0.07	18.8	0.01						
540 OGAWA-E	1.56	91.8	0.26						
550 HIGASHINAKA	2.64	116.9	0.44	0.59A+	0.15				
560 HIGASHINAKA-S	3.28	128.6	0.55	0.74A+	0.19				
56A EDA-W	2.52	137.8	0.42	0.57B+	0.15				
56B EDA-E	3.86	125.9	0.64	0.85B+	0.21				
570 KOUKA-1	4.30	124.3	0.72	0.95A+	0.23				
580 KOUKA-2	5.47	130.1	0.91	1.16A+	0.25				
590 KOUKA-3	6.59	133.0	1.10	1.35A+	0.25				
601 DORO-11	7.06	141.8	1.18	1.41A+	0.23				
602 DORO-12	7.10	143.7	1.18						
611 DORO-21	7.25	150.5	1.21	1.47A+	0.26				
612 DORO-22	7.23	149.9	1.20						
61A EDA-1	7.70	150.6	1.28	1.61A+	0.33				
61B EDA-2	7.78	149.9	1.30	1.61A+	0.31				
61C EDA-3	7.87	149.8	1.31	1.61A+	0.30				
61D EDA-4	7.93	150.0	1.32	1.63A+	0.31				
61E EDA-5	8.00	150.2	1.33	1.64A+	0.31				
61F EDA-6	8.09	150.3	1.35	1.67A+	0.32				
61G EDA-7	8.18	150.8	1.36						
61H EDA-8	8.30	150.8	1.38	1.71A+	0.33				
61I EDA-9	8.39	150.5	1.40	1.72A+	0.32				
61J EDA-10	8.45	150.2	1.41	1.73A+	0.32				
620 DORO-3	8.55	150.3	1.42	1.71A+	0.29				
631 KIZURO-N1	9.42	145.7	1.57	1.91A+	0.34				
632 KIZURO-N2	9.38	145.4	1.56						
640 KIZURO-S	10.14	147.5	1.69	2.02A+	0.33				
650 SHIMAZU-N	10.64	146.0	1.77	2.11A+	0.34				
651 SHIMAZU-S	11.26	147.7	1.88	2.21A+	0.33				
660 S-6	12.22	148.8	2.04	2.44A+	0.40				
S-5-0	0.020	0.0	0.004	0.024A+	0.020				
S-5-1	0.120	0.0	0.020	0.049A+	0.029				
S-5-2	0.229	0.0	0.038	0.064A+	0.028				
S-5-3	0.283	0.0	0.047	0.077A+	0.030				
S-5-4	0.364	0.0	0.061	0.089A+	0.028				
S-5-5	0.429	0.0	0.071	0.106A+	0.035				

Table 3. (continued)

S-6	1988-11-18	1-22-	0.07	500 KG	33-52-	0.4 N	135-54-11.1 E	62M				
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3			
010 S-1	64.76	338.0	10.79									
020 ISHIMIKAWA-1	63.85	337.1	10.64	11.68C+	1.04							
030 ISHIMIKAWA-2	62.60	337.5	10.43	11.14C+	0.71							
040 ISHIMIKAWA-3	62.05	337.9	10.34									
050 SUGIO-1	61.08	337.1	10.18	11.02B+	0.84	12.47B+	2.29					
060 SUGIO-2	60.23	336.5	10.04									
070 SHIMOKUSA-1	59.27	336.0	9.88									
080 SHIMOKUSA-2	57.35	334.9	9.56	10.20C+	0.64	11.53B+	1.97					
090 NAKAJIMA	56.80	335.2	9.47	10.15C+	0.68							
100 KOINO-W	55.46	335.4	9.24	9.94C+	0.70							
110 KOINO	54.86	336.1	9.14	9.86C+	0.72							
120 AKATUKA	55.09	336.9	9.18	9.89B+	0.71							
130 SUGOU-N	53.91	335.1	8.99									
140 SUGOU	52.86	334.9	8.81	9.55B+	0.74							
150 S-2	52.36	335.2	8.73	9.42C+	0.69							
160 OFUKA-N	51.41	336.2	8.57	9.28B+	0.71							
170 OFUKA	50.39	335.8	8.40	9.06A+	0.66							
180 OFUKA-S	49.33	335.8	8.22									
190 FUKI-N	48.39	336.3	8.06	8.75B+	0.69							
201 FUKI-W	47.37	336.2	7.89									
202 FUKI	47.35	337.1	7.89									
203 FUKI-E	46.72	337.5	7.79	8.43B+	0.64							
210 FUKI-S	46.11	337.2	7.68	8.35B+	0.67							
221 NAGAI-A1	45.39	337.1	7.56									
222 NAGAI-A2	45.38	337.2	7.56									
223 NAGAI-B	44.94	337.3	7.49	8.15B+	0.66							
230 DEVASHIKITO-1	43.72	336.9	7.29	7.96A+	0.67							
240 DEVASHIKITO-2	42.76	337.0	7.13	7.80A+	0.67	8.79B+	1.66	9.96B+	2.83			
250 DEVASHIKITO-3	41.83	337.0	6.97	7.67A+	0.70							
260 DEVASHIKITO-S	40.77	337.4	6.80	7.46C+	0.66							
270 NAKAHARABASHI	39.61	336.8	6.60	7.26A+	0.66							
280 S-3	38.49	337.0	6.42	7.05A+	0.63							
290 SARUDANIDAMU	37.58	337.1	6.26	6.88A+	0.62							
300 KUWAZURU	36.14	338.3	6.02	6.66A+	0.64							
310 TOJIKIMI	35.13	337.0	5.86	6.53A+	0.67							
320 SHIMIZU	34.25	335.9	5.71	6.38A+	0.67							
330 SHIOZURU-NW	33.35	335.4	5.56	6.22A+	0.66							
340 NAGADONO	32.20	336.5	5.37	5.97A+	0.60							
350 NAGADONO-S	30.79	337.5	5.13	5.75A+	0.62							
360 ASAHIBASHI	29.47	336.4	4.91	5.50A+	0.59							
370 KOGURISU	28.78	334.8	4.80	5.42A+	0.62							
380 KOUZU-N	28.19	332.0	4.70	5.34A+	0.64							
390 TAKOUZU-1	26.92	330.7	4.49	5.11L	0.62							
400 TAKOUZU-2	26.55	327.7	4.43	5.09L	0.66							
410 KAZEYA-2	24.74	328.4	4.12	4.70A+	0.58							
420 KAZEYA-3	23.51	328.0	3.92	4.50A+	0.58							
430 KAZEYA-4	22.19	328.4	3.70									
440 S-4	20.98	325.8	3.50	4.02A+	0.52							
450 IWABURA	20.99	328.1	3.50	4.03A+	0.53							
460 KEANA	19.84	328.2	3.31	3.80A+	0.49							
470 GEBAN	18.46	329.1	3.08	3.51A+	0.43							
480 YUNOHARA	17.39	326.4	2.90	3.34A+	0.44							
490 OBARA	16.41	324.0	2.69	3.11A+	0.42							
500 TAKI	14.87	322.1	2.48	2.90A+	0.42							
510 TAKATAKI	14.03	323.8	2.34									
520 OGAWA-W	13.16	326.6	2.19	2.55B+	0.36							
530 S-5	12.40	329.2	2.04	2.43A+	0.39							
540 OGAWA-E	11.40	335.6	1.90									
550 HIGASHINAKA	10.03	337.0	1.67	2.04A+	0.37							
560 HIGASHINAKA-S	9.17	336.1	1.53	1.89A+	0.36							
56A EDA-W	9.71	331.8	1.62	1.98A+	0.36							
56B EDA-E	8.75	338.9	1.46	1.82A+	0.36							
570 KOUKA-1	8.46	341.2	1.41	1.74A+	0.33							
580 KOUKA-2	7.22	343.2	1.20	1.49A+	0.29							
590 KOUKA-3	6.10	346.2	1.02	1.24A+	0.22							
601 DORO-11	5.24	338.6	0.87									
602 DORO-12	5.14	336.2	0.86	1.09A+	0.23							
611 DORO-21	4.93	326.6	0.82									
612 DORO-22	4.95	327.6	0.82	1.01A+	0.19							
61A EDA-1	4.48	326.1	0.75	0.96C+	0.21	1.00B+	0.25					
61B EDA-2	4.39	327.3	0.73	0.83C+	0.10	0.97B+	0.24					
61C EDA-3	4.30	327.4	0.72	0.92C+	0.20	0.97B+	0.25					
61D EDA-4	4.25	327.0	0.71	0.91C+	0.20	0.96B+	0.25					
61E EDA-5	4.18	326.6	0.70	0.90C+	0.20	0.94B+	0.24					
61F EDA-6	4.09	326.3	0.68	0.68C+	0.00	0.91B+	0.23					
61G EDA-7	4.01	325.1	0.67	0.77C+	0.10	0.91B+	0.24					
61H EDA-8	3.89	325.0	0.65	0.84C+	0.19	0.89B+	0.24					
61I EDA-9	3.79	325.5	0.63	0.81C+	0.18	0.88B+	0.25					
61J EDA-10	3.73	326.0	0.62	0.82C+	0.20	0.86B+	0.24					
620 DORO-3	3.63	325.8	0.61	0.82A+	0.21							
631 KIZURO-N1	2.81	339.8	0.47									
632 KIZURO-N2	2.87	340.5	0.48	0.64A+	0.16							
640 KIZURO-S	2.05	336.3	0.34	0.44A+	0.10							
650 SHIMAZU-N	1.64	348.1	0.27	0.36A+	0.09							
651 SHIMAZU-S	0.95	343.3	0.16	0.23A+	0.07							
660 S-6	0.05	116.8	0.01									
S-6-0	0.032	0.0	0.005	0.025A+	0.020							
S-6-1	0.126	0.0	0.021	0.060A+	0.039							
S-6-2	0.225	0.0	0.038	0.082A+	0.044							
S-6-3	0.334	0.0	0.056	0.112A+	0.056							
S-6-4	0.439	0.0	0.073	0.149A+	0.076							
S-6-5	0.528	0.0	0.088	0.166A+	0.078							

Table 3. (Note)

D indicates shot distance in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of first arrivals. The reduction velocity is 6.0 km/s. T2, RT2 etc. are travel times of later arrivals. Ranks of reading A, B and C indicate "very good", "good" and "fairly good", respectively. L denotes that a signal can be recognized at least at that time. A plus or minus sign attached to a travel time shows that the direction of ground motion in the identified arrival is upward or downward, respectively.

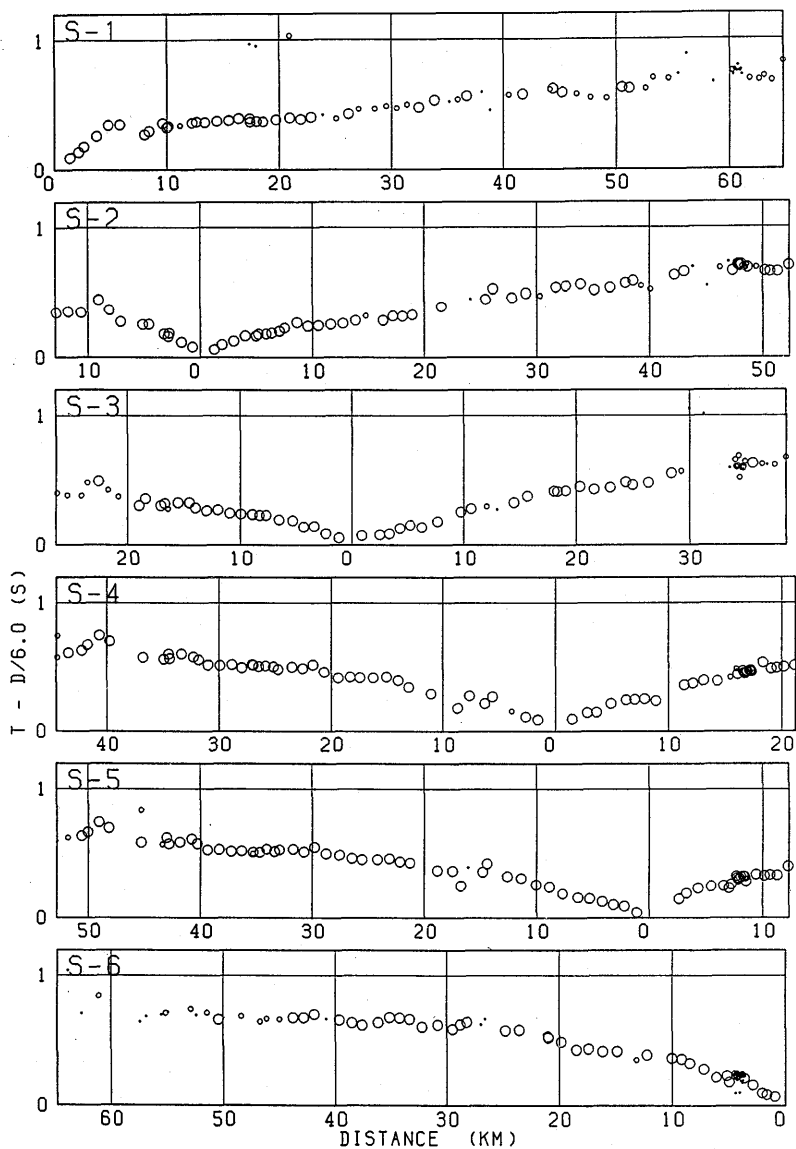


Fig. 4. Travel-time diagrams of the six shots. The time axis is reduced by a velocity of 6.0 km/s. Ranks of reading are indicated by sizes of circles. Large circles: A, middle-size circles: B, and small circles: C or L, respectively.

幅も考慮して行なわれることになろう。

Fig. 4 は、初動付近の走時図である。全体として見ると変化の少ない走時であり、S-1 と S-2 の間の中央構造線付近での遅れが目だつ程度である。この中央構造線付近の走時の変化は、当初の予想よりかなり小さなものであった。大局的な走時の見かけ速度は、遠方でも 6 km/s を超えることはない。

4. おわりに

今回の紀伊半島をほぼ南北に走る測線は、西南日本の典型的な地質区分である領家帯、三波川帯、秩父帯、四万十帯を横切っているが、秩父帯のかなり狭まっている部分である。これらの地質は中央構造線や仏像構造線などにより境されているが、得られた走時曲線は想像以上に滑らかで、これらが地震波速度構造としては特に大きな境界にはなっていないらしいことを示している。中央構造線を挟んで北側に十分測線を延長できなかったためにデータは不十分であるが、中央構造線付近の走時の乱れも、ごく浅部の構造で説明できそうである。

わが国におけるこの種の観測でこれまで見たこともなかったような著しい反射波のデータから、地下深部の境界の形などを推定できる可能性がある。自然地震の観測からも、紀伊半島では地下深部からの反射波が優勢であることが報告されている (MIZOUE, 1971)。また、紀伊半島での特徴的な震源分布から、活動領域の明瞭な境界の存在が指摘されている (MIZOUE *et al.*, 1983)。今回の組織的に高密度で行なわれた人工地震のデータにより、それらの正体がさらに明らかになるであろう。レコードセクション上で極めて優勢な 2 列の反射波の後ろにも、反射波と思われるものが認められる。これらを適切に処理することにより、さらに深部についても重要な情報が得られるものと期待される。

謝辞および実験参加者

この実験の実施に際し、下記の機関や個人のご協力をいただきました。ここに記して、深く感謝いたします。

大阪府消防防災課、和歌山県消防防災課、奈良県消防防災課、三重県消防防災課。
大阪府河内長野市、和歌山県橋本市、奈良県大塔村、十津川村、三重県紀和町。
田中正英、新谷隆英、木下正児、水本正道、中野三八雄、建設省猿谷ダム管理所。
本実験は、東京大学地震研究所特別事業費により実施された。

なお、今回の実験の参加者およびその分担は、次のとおりである。所属研究機関は観測当時とし、請負分は省略した。

実験総責任者：吉井敏尅（東京大学）

爆破点予備調査・交渉：吉井敏尅、中村正夫（以上、東京大学）、伊藤 潔（京都大学）

記録整理・解析：吉井敏尅、中村正夫（以上、東京大学）、伊藤 潔（京都大学）、山本正人（神戸大学）

記録 AD 変換：坂 守、吉井敏尅、一ノ瀬洋一郎（以上、東京大学）

本報告執筆：吉井敏尅（東京大学）

観測：笹谷 努、鈴木貞臣、棚橋真理子、中西一郎、平田賢治、古村孝志、松島 健、

宮腰 研, 宮町宏樹, 森谷武男, 渡辺儀輝 (以上, 北海道大学), 趙 大鵬, 中鉢 晋, 堀内茂木, 増田 徹 (以上, 東北大学), 鈴木将之 (宇都宮大学), 宮下 芳 (茨城大学), 浅沼俊夫, 網敷俊志, 小須田貴志, 篠原雅尚 (以上, 千葉大学), 一ノ瀬洋一郎, 坂 守, 酒井慎一, 東 貞成, 吉井敏尅 (以上, 東京大学), 小泉岳司, 斎藤祥司, 塩野安政, 橋本徹夫, 松田慎一郎 (以上, 気象庁), 飯倉茂弘, 内田康人, 加藤 渉, 棚田俊收, 馬場久紀, 吉田和正 (以上, 東海大学), 伊神 輝, 国友孝洋, 小林雅夫, 小林美佐子, 年楳正和, 村上克美, 山田 守 (以上, 名古屋大学), 佐々木嘉三, 田中雅章, 丹下純一, 南部浩一, 山下篤史, (以上, 岐阜大学), 伊藤 潔, 梅田康弘, 大倉敬宏, 金尾政紀, 黒磯章夫, 田崎幸司, 松村一男, 吉岡克平 (以上, 京都大学), 香川敬生 (大阪土質試験所), 飯塚史教, 石岡 健, 川那辺あけみ, 久保篤規, 田中明子, 寺島 敦, 原田智幸, 宮野淳一, 山本 真, 山本正人 (以上, 神戸大学)

参 考 文 献

- ASANO, S., T. YOSHII, S. KUBOTA, Y. SASAKI, H. OKADA, S. SUZUKI, T. MASUDA, H. MURAKAMI, N. NISHIDE and H. INATANI, 1982, Crustal Structure of Izu Peninsula, Central Japan, as derived from Explosion Seismic Observations, 1. Mishima-Shimoda Profile, *J. Phys. Earth*, **30**, 367-387.
- 爆破地震動研究グループ, 1988, 日高山脈南西部における爆破地震動の観測 (新冠-様似測線), 地震研究所彙報, **63**, 273-288.
- 爆破地震動研究グループ, 1989, 静岡県-愛知県地域における爆破地震動の観測 (春野-作手測線), 地震研究所彙報, **64**, 533-551.
- 爆破地震動研究グループ, 1990, 福島県-栃木県地域における爆破地震動の観測 (いわき-棚倉-那須測線), 地震研究所彙報, **65**, 611-632.
- IKAMI, A., T. YOSHII, S. KUBOTA, Y. SASAKI, H. HASEMI, T. MORIYA, H. MIYAMACHI, R. S. MATSU'URA and K. WADA, 1986, A Seismic Refraction Profile in and around Nagano Prefecture, Central Japan, *J. Phys. Earth*, **34**, 457-474.
- MATSU'URA, R. S., T. YOSHII, T. MORIYA, H. MIYAMACHI, Y. SASAKI, A. IKAMI and M. ISHIDA, 1991, Crustal Structure of a Seismic-Refraction Profile across the Median and Akaishi Tectonic Lines, Central Japan, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo*, **66**, 497-516.
- MIZOUE, M., 1971, Crustal Structure from Travel Times of Reflected and Refracted Seismic Waves Recorded at Wakayama Micro-earthquake Observatory and Its Substations, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo*, **49**, 33-62.
- MIZOUE, M., M. NAKAMURA, N. SETO, Y. ISHIKETA and T. YOKOTA, 1983, Three-layered Distribution of Microearthquakes in Relation to Focal Mechanism Variation in the Kii Peninsula, Southwestern Honshu, Japan, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo*, **58**, 287-310.
- SASATANI, T., T. YOSHII, A. IKAMI, T. TANADA, T. NISHIKI and S. KATO, 1990, Upper Crustal Structure under the Central Part of Japan: Miyota-Shikishima Profile, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo*, **65**, 33-48.
- YOSHII, T., S. ASANO, S. KUBOTA, Y. SASAKI, H. OKADA, T. MASUDA, T. MORIYA and H. MURAKAMI, 1985, Crustal Structure of Izu Peninsula, Central Japan, as Derived from Explosion Seismic Observations, 2. Ito-Matsuzaki Profile, *J. Phys. Earth*, **33**, 435-451.

要 旨

1998年11月17日および18日の早朝, 紀伊半島内の大阪府河内長野市と三重県紀和町を結ぶ全長約65kmの測線で, 人工地震による地下構造調査が行なわれた。この測線は, 西南日本の特徴的な地質帯を南北に横切っている。爆破点は測線上に全部で6ヶ所設けられ, 86点の臨時観測点で爆破による地震動が観測された。2日目はほとんどの観測点で雨に見舞われたが, 全体としては良好な記録を得ることができた。レコードセクション上には, 地殻深部あるいは上部マントルからの反射波と思われる極めて優勢な後続波が認められる。初動の走時からは, 地殻上部の地震波速度構造が水平的にはあまり急激に変化していないことが推定される。