

## 糸魚川-静岡構造線南部における爆破地震動の観測 (早川-静岡測線)

爆破地震動研究グループ

(1992年6月24日受理)

### *Explosion Seismic Observations along the Southern Part of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, Hayakawa-Shizuoka Profile*

RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY

(Received June 24, 1992)

#### Abstract

Explosion seismic observations were conducted in October, 1987 along a profile from Hayakawa, Yamanashi Prefecture to Shizuoka, Shizuoka Prefecture, Central Japan. On a profile of 58 km-length, 6 shots and 77 temporary observational sites were arranged by many universities and institutes. This profile was located 10 km east-ward of the profile of the experiments in 1983. Between the two profiles is the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line. One of our aims is to show the difference in the crustal structure related to this tectonic line. Fortunately, the weather conditions were good for the experiment and we obtained high quality data. Compared with the case of the 1983 experiment, the intercept time of the refracted waves from the 6.0 km/s layer was smaller indicating the shallow basement. Some observed later phases were regarded as the reflected waves from the deeper crust. Others might be waves propagated from the eastern side of the tectonic line.

#### 1. はじめに

第5次地震予知計画における“人工地震による深部構造探査の研究”の4年度目の実験が、1987年10月、山梨県から静岡県にかけての地域で行われた。今回の測線の東側では、1983年に同様の実験がほぼ平行な測線で行われていた(爆破地震動研究グループ, 1988)。両測線の間隔は約10 kmしか離れていないが、そのあいだには南部フォッサマグナの西縁にあたる糸魚川-静岡構造線がある。これは新第三系と先新第三系という地質構造を東西に隔てるもので、この付近では西上がりの高角逆断層であるといわれている(たとえば、日本の地質『中部地方I』編集委員会編, 1988)。この大構造線をはさんでの東西の速度構造の違いを明らかにすることが、今回の実験の大きな目標である。この結果は、地質その他の分野の研究にとっても多くの重要な情報をもたらすばかりでなく、東海地方の地震予知のための基礎的資料になるものである。

ここでは、この実験の概要と観測された記録や読み取り走時などの基礎的な資料を示し、詳細な解析結果については別に報告される予定である。

## 2. 実験の概要

今回の実験は、1987年10月28日と29日の2日間にわたり、山梨県南巨摩郡早川町奈良田と静岡県静岡市落合を結ぶ全長約58kmの測線で行われた。爆破点はこの両端および北から山梨県南巨摩郡早川町新倉、早川町雨畑、静岡県静岡市梅ヶ島、静岡市有東木の合わせて6箇所に設けられた。全国の大学や関係機関などによって77点の臨時観測点が測線上に設けられた。測線上の爆破点、観測点の配置をFig. 1に、爆破点の位置、葉量、爆破時刻などをTable 1に、観測点の位置、観測者などをTable 2に示す。

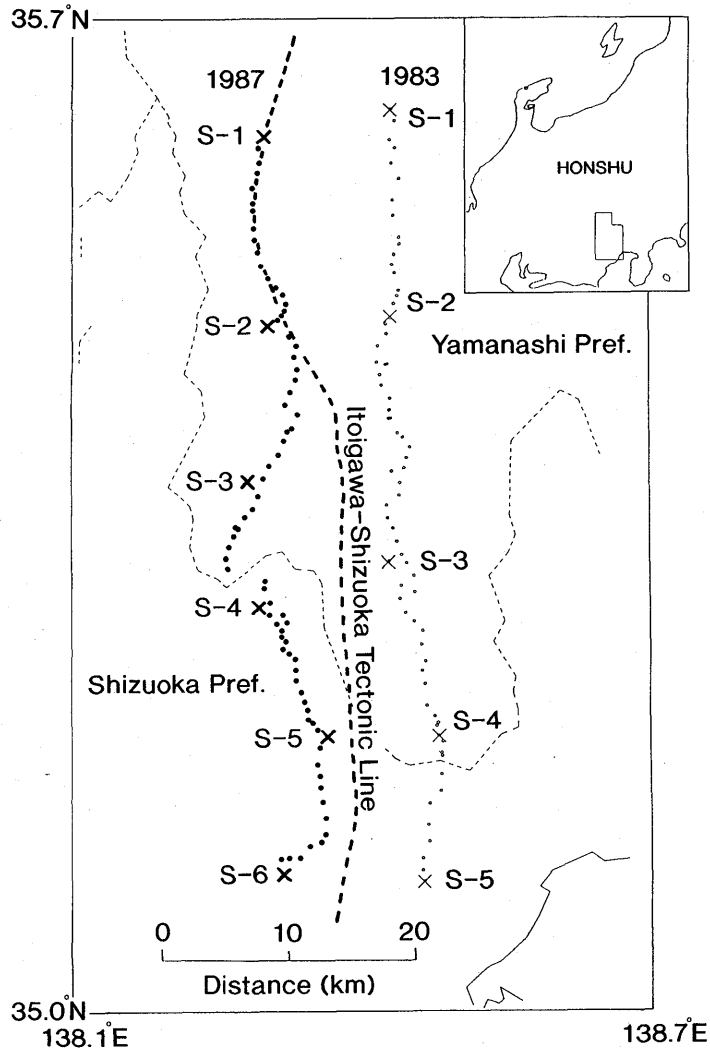


Fig. 1. A map showing position of the 1987 Hayakawa-Shizuoka Profile, Central Japan. Cross marks and solid circles indicate shot points and temporary observation sites, respectively. Shot points and temporary observation sites of the 1983 Kushigata-Shimizu Profile are also shown. Heavy dashed curve indicates the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line.

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

Shot	Date	Time	Latitude	Longitude	Height	Charge
1987						
S-1	Oct. 29	01:02:00.04	35°37'02.9"	138°18'57.4"	1043 m	500 kg
S-2	Oct. 28	01:02:00.03	35°28'59.2"	138°19'10.7"	604 m	400 kg
S-3	Oct. 28	01:11:59.35	35°22'24.4"	138°18'09.5"	638 m	300 kg
S-4	Oct. 28	01:22:00.43	35°17'03.3"	138°18'41.8"	908 m	300 kg
S-5	Oct. 29	01:12:00.26	35°11'35.0"	138°22'15.4"	318 m	400 kg
S-6	Oct. 29	01:21:59.16	35°05'48.0"	138°19'56.8"	286 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われた。爆破孔は直径約 14 cm、深さ 50~75 m であり、内径 10.5 cm の鋼鉄製パイプで底までケーシングされている。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、同社によって行われた。この観測では、各爆破点からほぼ 100 m の間隔で 6 点の地震計を展開し、爆破による地震動が記録された。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。表層の速度は爆破点ごとに差があり、S-2~S-6 近傍では約 4.0 km/s 前後であったが、S-1 近傍では約 6.0 km/s とかなり速い速度が観測された。

Fig. 1 および Table 2 に示した 77 点の臨時観測点では、全点でマーク・プロダクツ社製の L-22D 型地震計（上下動、固有周波数 2.2 Hz、コイル抵抗約 2.2 k $\Omega$ ）をダンピング定数約 0.7 で使用した。一部の観測点では、同型の水平動地震計による観測も同時に行われた。観測システムのほとんどは FM あるいは PCM 方式でカセットテープに録音するものである。総合周波数特性は観測点により若干の差はあるが、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 によって較正された水晶時計を同時に録音しているため、0.01 秒の精度が確保されている。後の解析において波形全体を扱うため、大振幅の信号で飽和しないように各爆破点との距離に応じてアンプのゲインを変えるなどの工夫をしている。

### 3. 観測結果

カセットテープに録音された観測波形は、パーソナルコンピューターにより 12 ビットで AD 変換した。サンプリング周波数は 100 Hz で、各トレースの記録長は 25 秒である。Fig. 3 にこの AD 変換データにより作成したレコードセクションを示す。各トレースの最大振幅が等しくなるように表示してある。得られた記録はどれもたいへん良好であった。

観測記録をもとに、初動および後続波の走時の読み取りを行った。読み取った走時には、ノイズレベル、刻時精度、相の明瞭度などを考慮して、精度が  $\pm 0.01$  秒以内は A、 $\pm 0.03$  秒以内は B、それ以上は C をおおよその目安としてランクをつけた。S/N 比が悪くて初動の判別が不明瞭な場合には、確実に地震波が到着していると思われる時刻を読み取り、L によって表した。Table 3 に読み取りの結果を示す。+ は読み取った相の極性で、+ は地動が上向きであることを示す。Fig. 4 は読み取り表をもとに作った全爆破の初動付近の走時図である。

Table 2. Locations of temporary observation sites and observers.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE	H	OBSERVERS
01 S-1	35-37-1.0	138-18-59.1	1041	F.HATAYAMA (OYO)
02 NARADA-1	35-36-30.8	138-18-42.5	975	A.ITO (UTSUNOMIYA U.)
03 NARADA-2	35-35-57.4	138-18-44.9	950	M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)
04 NARADA-3	35-35-29.9	138-18-37.8	890	T.TANADA (OYO, TOKAI U.)
05 NARADABASHI	35-34-49.1	138-18-23.5	845	Y.UCHIDA (OYO, TOKAI U.)
06 NARADAKO	35-34-11.3	138-18-24.1	960	S.IIZUKA (TOKAI U.)
07 SHIRASAWA	35-33-54.1	138-18-25.1	805	N.SAKATA (OYO, TOKAI U.)
08 NISHIYAMA	35-33-8.2	138-18-27.4	765	H.BABA (OYO, TOKAI U.)
09 YUSHIMA-1	35-32-40.7	138-18-29.4	720	J.HASHIMOTO (NAGOYA U.)
10 YUSHIMA-2	35-32-9.0	138-18-38.2	695	Y.ISHIHARA (NAGOYA U.)
11 YUSHIMA-3	35-31-31.7	138-18-49.8	675	N.SHIBATA (NAGOYA U.)
12 YUSHIMA-4	35-31-0.5	138-19-11.1	650	M.KOBAYASHI (OYO, NAGOYA U.)
13 YUSHIMA-5	35-30-37.0	138-19-35.3	620	A.IKAMI (NAGOYA U.)
14N YUSHIMA-6	35-30-19.6	138-19-57.7	580	M.HAYAKAWA (OYO, NAGOYA U.)
14S YUSHIMA-6	35-29-56.0	138-20-6.6	550	K.SUZUKI (NAGOYA U.)
15N TASHIRO-1	35-29-37.6	138-20-1.6	530	O.IDEHARA (OYO, NAGOYA U.)
15S TASHIRO-3	35-29-26.0	138-19-54.8	520	Y.TAKAGI (NAGOYA U.)
16 TASHIRO-4	35-29-13.4	138-19-41.5	540	M.YAMADA (NAGOYA U.)
17 S-2	35-29-1.1	138-19-15.0	594	F.HATAYAMA (OYO)
18 NAKASU	35-28-31.5	138-20-17.9	500	T.HASHIMOTO (J.M.A.)
19 SHIOJIMA	35-28-7.1	138-20-39.6	470	I.FURUYA (J.M.A.)
20 SHIOJIMA-S	35-27-40.7	138-20-32.3	480	S.SAITO (J.M.A.)
21 NISHINOMIYA-N	35-27-8.7	138-20-40.5	450	Y.KAWAMURADA (J.M.A.)
22 NISHINOMIYA-S	35-26-42.3	138-20-37.6	470	A.KATSUMATA (J.M.A.)
23 SHIRAIISHI	35-26-11.1	138-20-21.1	450	M.UKAWA (N.R.C.D.P.)
24 HOU-S	35-25-39.0	138-20-6.0	395	H.SUZUKI (N.R.C.D.P.)
25 KYOGASHIMA-S	35-25-15.1	138-20-44.7	390	K.OBARA (N.R.C.D.P.)
26M1 TOYA-1	35-24-31.6	138-20-14.7	480	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
26M2 TOYA-2	35-24-38.0	138-20-24.9	585	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
27 BABA	35-24-7.4	138-20-0.7	450	T.MASUDA (TOHOKU U.)
28 AMEHATA	35-23-31.8	138-19-43.8	450	S.HORIUCHI (TOHOKU U.)
29 HOSONO-N	35-23-4.1	138-19-15.0	550	T.ASANUMA, T.FUJIWARA (CHIBA U.)
30 HOSONO-S	35-22-31.6	138-18-57.4	610	T.NAKAKUKI (OYO, CHIBA U.)
31 S-3	35-22-26.1	138-18-14.1	642	K.HAYASHI, T.HASEGAWA (OYO)
32 MUROZOURI-N	35-21-46.9	138-18-39.2	710	Y.ICHINOSE (U.TOKYO)
33 MUROZOURI	35-21-16.0	138-18-23.9	740	S.SAKAI (OYO, U.TOKYO)
34 NAGAHATA	35-20-55.6	138-18-0.2	760	S.ASANO (U.TOKYO)
35N1 AMEHATAGAWA-1a	35-20-27.8	138-17-33.3	870	M.SAKA (U.TOKYO)
35N2 AMEHATAGAWA-1b	35-20-25.5	138-17-37.4	880	M.SAKA (U.TOKYO)
35S AMEHATAGAWA-2	35-20-6.2	138-17-24.4	980	T.SAGIYA (OYO, U.TOKYO)
36 AMEHATAGAWA-3	35-19-39.9	138-17-10.9	1050	S.HIGASHI (U.TOKYO)
37 AMEHATAGAWA-4	35-19-12.0	138-17-2.0	1230	K.SAKAI (U.TOKYO)
38 AMEHATAGAWA-5	35-18-44.6	138-17-7.1	1290	T.HANEDA (U.TOKYO)
39 S-4	35-17-1.5	138-18-44.6	908	S.SEGAWA, K.MATSUMURA (OYO)
40A OYAKUZURE	35-18-13.4	138-19-0.0	1280	K.YOSHIDA, T.TANADA (TOKAI U.)
40B OYAKUZURE-A	35-17-55.0	138-18-58.7	1160	K.MIURA, Y.ISHIKETA (U.TOKYO)
41 OYAKUZURE-B	35-17-16.1	138-19-19.3	950	K.MIURA, Y.ISHIKETA (U.TOKYO)
42A YUUNIBA	35-16-46.0	138-19-13.7	855	Y.SASAKI (GIFU U.)
42B SHINDEN	35-16-46.2	138-19-58.2	795	A.ISAJI (OYO, GIRU U.)
43 AKAMIZU-E	35-16-26.8	138-20-10.1	710	H.ISHIKAWA (OYO, GIRU U.)
44 AKAMIZU-W	35-16-21.2	138-19-38.7	710	K.WATANABE (GIRU U.)
45 TACHIZAWA	35-16-6.6	138-19-54.3	630	Y.SASAKI (GIFU U.)
46a OONOKI-1	35-15-50.1	138-19-54.0	585	T.SASATANI (HOKKAIDO U.)
46b OONOKI-2	35-15-38.3	138-20-6.9	587	T.SASATANI (HOKKAIDO U.)
47N MAGOSAJIMA-1	35-15-18.3	138-19-56.8	514	T.FURUMURA (HOKKAIDO U.)
47S MAGOSAJIMA-2	35-15-7.5	138-20-15.9	499	T.FURUMURA (OYO, HOKKAIDO U.)
48 MOTOMURA	35-14-52.9	138-20-35.5	487	T.TAKEHANA (OYO, HOKKAIDO U.)
49a SEKINOSAWA-1	35-14-24.4	138-20-38.2	452	T.SUGIYAMA (OYO, HOKKAIDO U.)
49b SEKINOSAWA-2	35-14-24.8	138-20-35.7	452	T.SUGIYAMA (OYO, HOKKAIDO U.)
50 YUNOMORI	35-13-56.5	138-20-38.1	430	H.OKADA (HOKKAIDO U.)
51 NYUJIMA	35-13-28.5	138-20-53.4	385	M.TANAHASHI (OYO, HOKKAIDO U.)
52 SUNAYAMABASHI	35-13-1.8	138-21-5.0	348	T.NAKASHI (OYO, HOKKAIDO U.)
53 SETOBASHI-N	35-12-42.9	138-21-12.8	337	I.TANAKISHI (HOKKAIDO U.)
54 SETOBASHI-S	35-12-17.2	138-21-18.3	340	H.MIYAMACHI (HOKKAIDO U.)
55N OOKOUCHIDAMU	35-12-9.3	138-21-30.5	320	T.MORIYA (HOKKAIDO U.)
55S DOMOTO	35-11-51.9	138-21-43.4	290	T.MORIYA (HOKKAIDO U.)
56 S-5	35-11-31.3	138-22-13.0	334	K.MATSUMURA, S.SEGAWA (OYO)
57 DO	35-11-7.5	138-21-51.7	265	T.TERASHIMA (KOBE U.)
58 NAKAHIRA-N	35-10-26.0	138-21-43.2	260	M.NENBAI (OYO, KOBE U.)
59 NAKAHIRA	35-9-57.4	138-21-50.0	245	F.IIZUKA (OYO, KOBE U.)
60 NAKAHIRA-S	35-9-27.5	138-21-53.0	265	T.ONODA (OYO, KOBE U.)
61 HIRANO-N	35-8-52.0	138-21-58.3	220	T.ISHIBASHI (OYO, KOBE U.)
62 HIRANO-S	35-8-11.3	138-22-8.1	205	J.MIYANO (OYO, KOBE U.)
63 WARABINO	35-7-30.0	138-22-6.5	240	T.OOKURA (KYOTO U.)
64 AIBUCHI	35-7-9.8	138-21-53.6	190	K.MATSUMURA (KYOTO U.)
65 NAKAZAWA	35-6-58.9	138-21-18.4	205	T.SAEKI (OYO, KYOTO U.)
66 KAMIAKEHARA	35-6-29.7	138-20-48.0	170	K.ITO (KYOTO U.)
67 YUIMA	35-6-28.8	138-20-14.8	200	K.LITO, T.MURAKAMI (KYOTO U.)
68 KAMISUKE	35-6-24.9	138-19-48.5	190	H.MURAKAMI (OYO, KYOTO U.)
69 S-6	35-5-46.8	138-19-58.0	305	T.HASEGAWA, K.HAYASHI (OYO)

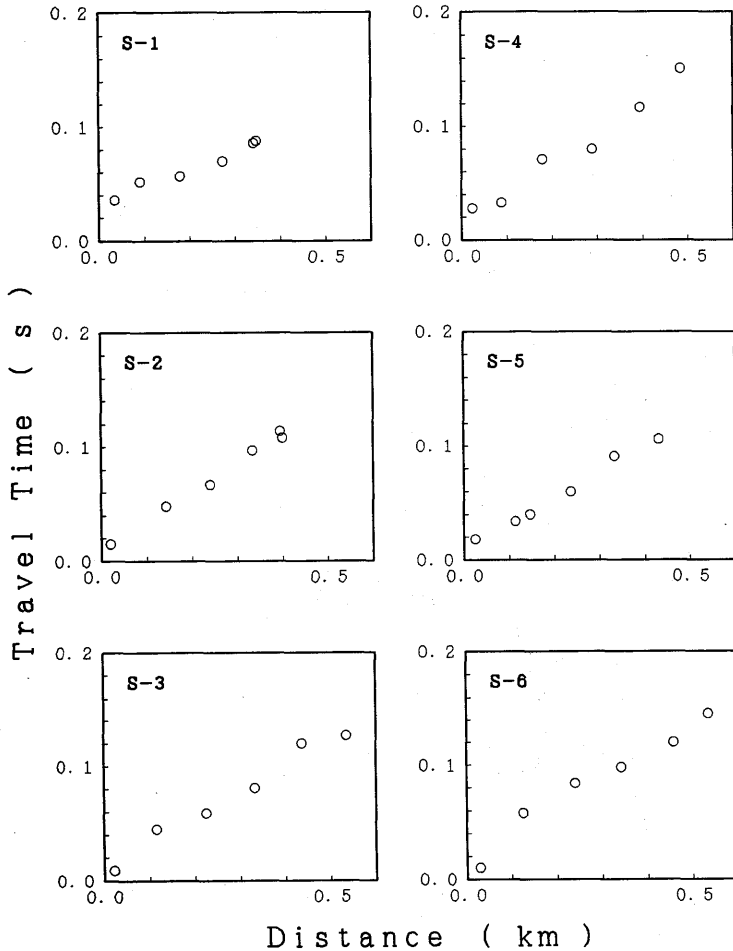


Fig. 2. Travel time diagrams near the six shot points. These observations were made to determine the seismic velocities of the surface layer.

レコードセクションや走時図にみられる主な特徴は次のとおりである。S-1の爆破を除いてどの爆破においてもほとんどの観測点で明瞭な地震動が観測された。初動に関しては、見かけ速度が6km/sの走時群の原点走時はどの爆破も約0.5秒であり、いわゆる6km/s層が浅く、この測線では約2km前後の深さであることを示している。特にS-2、S-3近傍がより浅く、両端に近づくにつれて徐々に深くなっている。初動の小さいS-1の爆破記録では、かえって後続波がよく現れていて興味深い。初動の約0.3秒後、約0.5秒後の後続相は15km以遠で初動と平行に連続してみられる。さらに30km以遠では、初動後約5秒のところに連続した相がみられる。そのほかの爆破でも、S-2の爆破では初動から約0.7秒後に後続波が測線の南の方で、S-4の爆破では同様のものが北方の観測点でみられる。またS-5の爆破では北端の観測点で顕著な後続波が見られ、これらの後続波はおもに地殻内部からの反射波と思われる。さらに5Hz前後のローパスフィルターを用いると、比較的長周期なS波と思われる相も見られる。

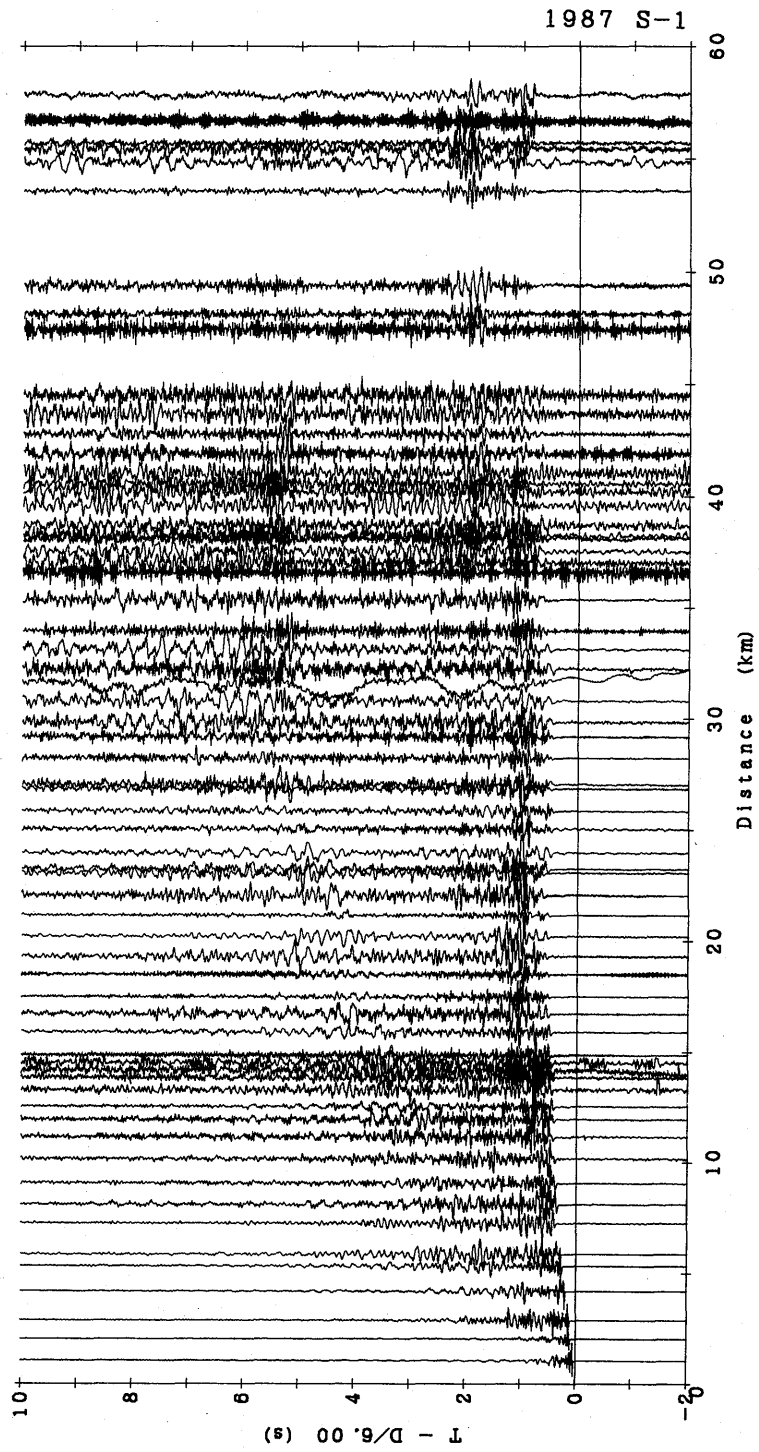


Fig. 3-1. A record section of shot S-1. All records were recorded on a vertical component. The time axis is reduced with a velocity of 6.0 km/s.

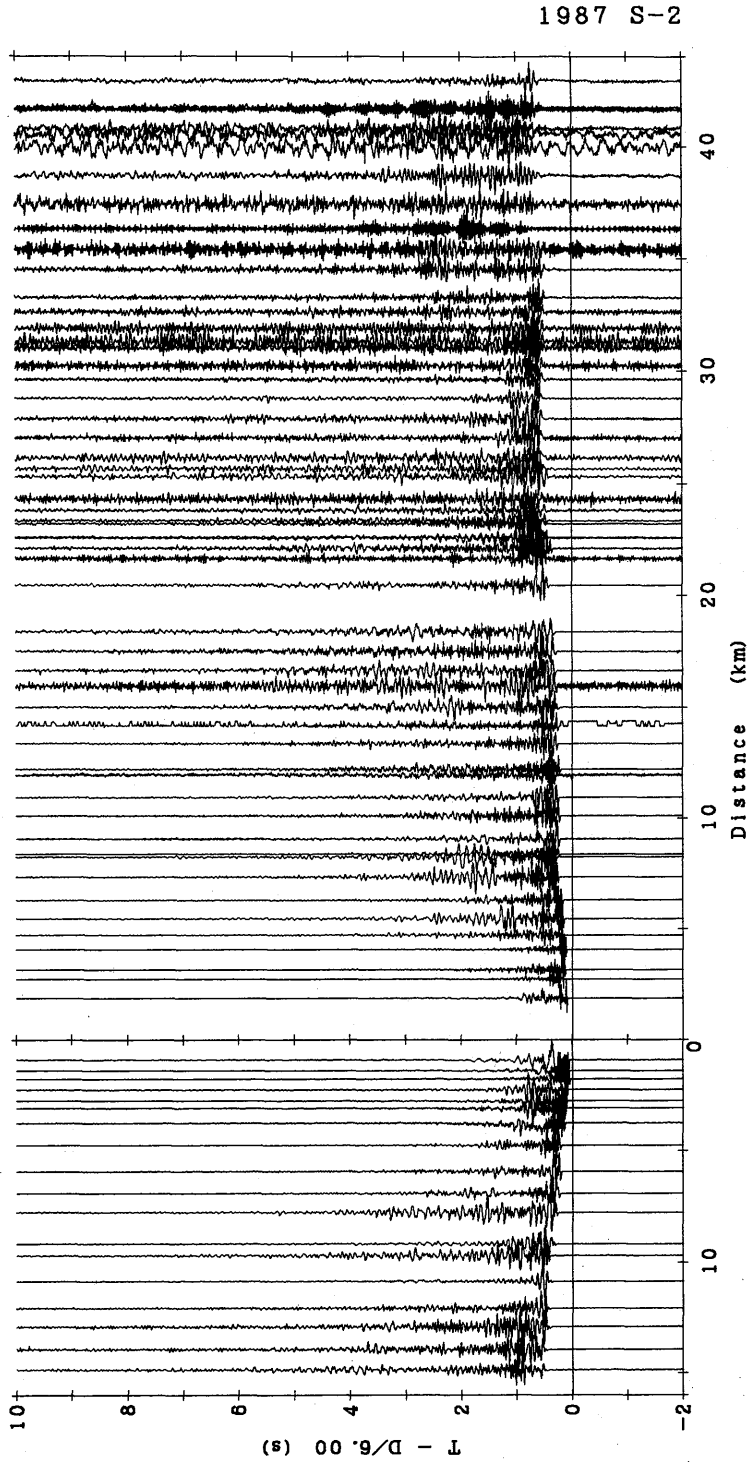


Fig. 3-2. A record section of shot S-2.

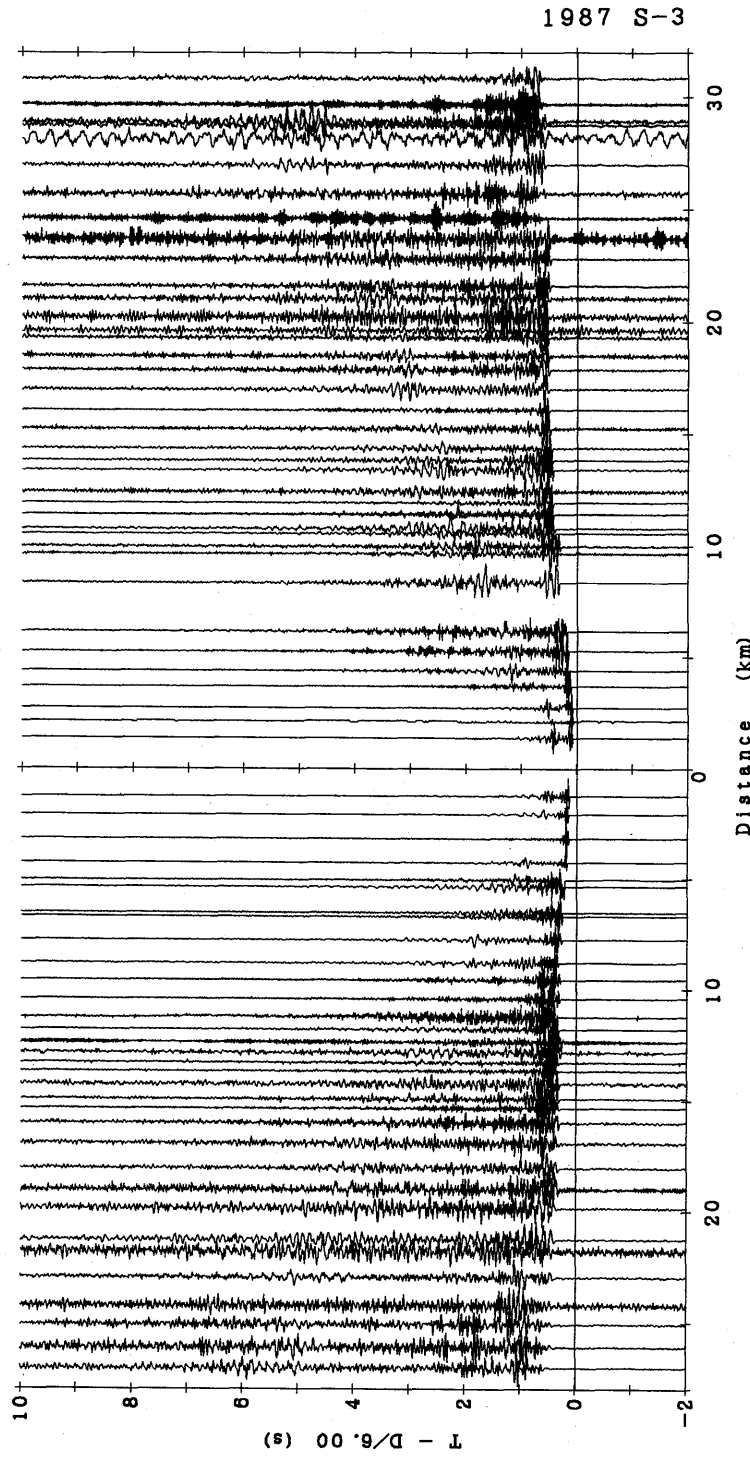


Fig. 3-3. A record section of shot S-3.



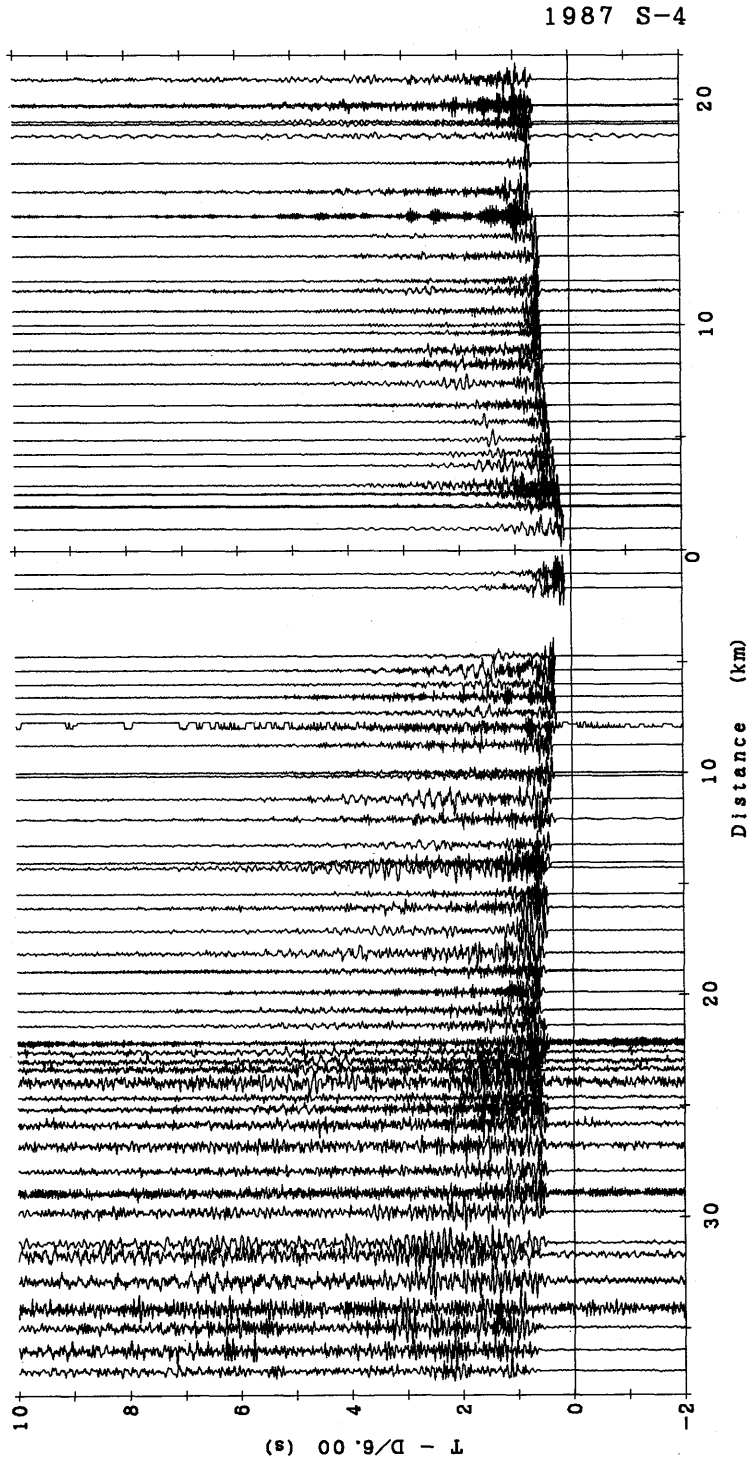


Fig. 3-4. A record section of shot S-4.

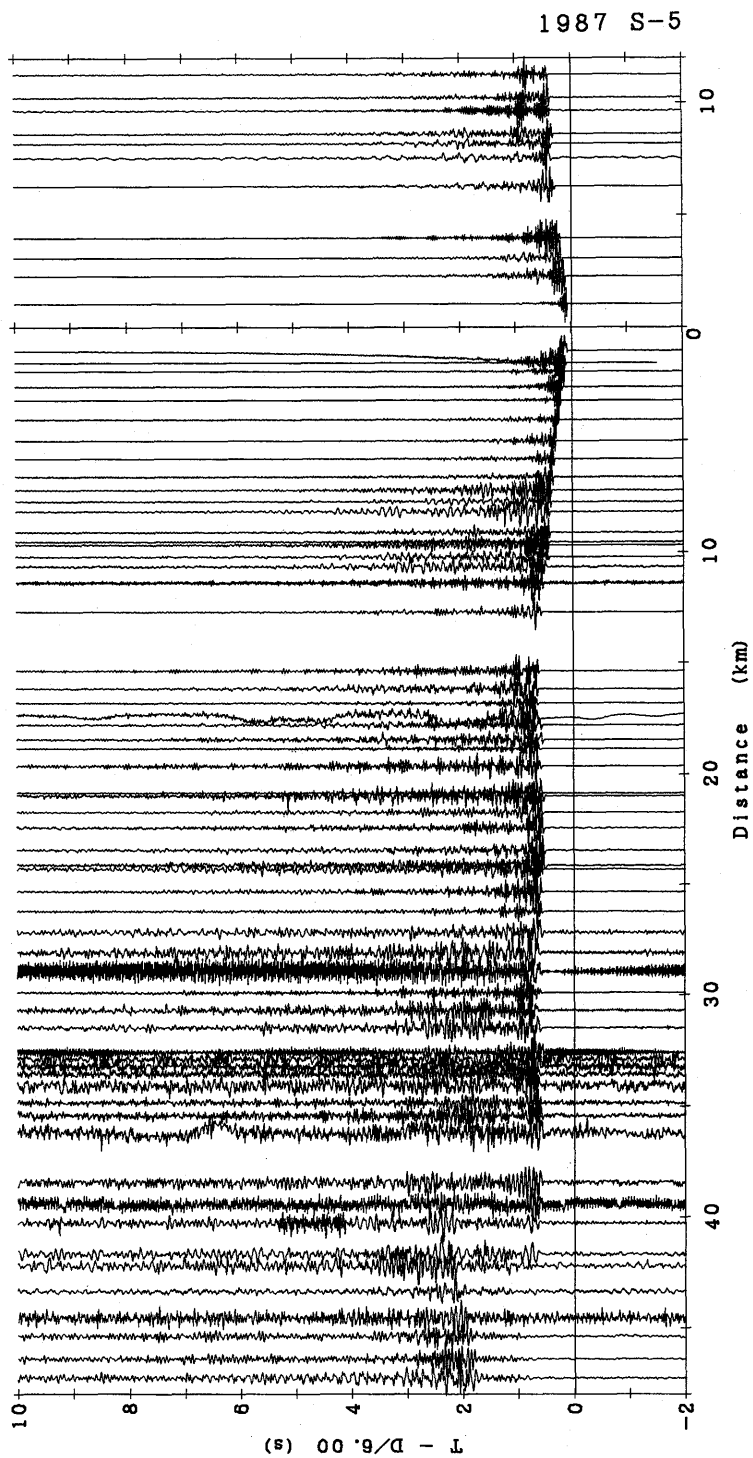


Fig. 3-5. A record section of shot S-5.

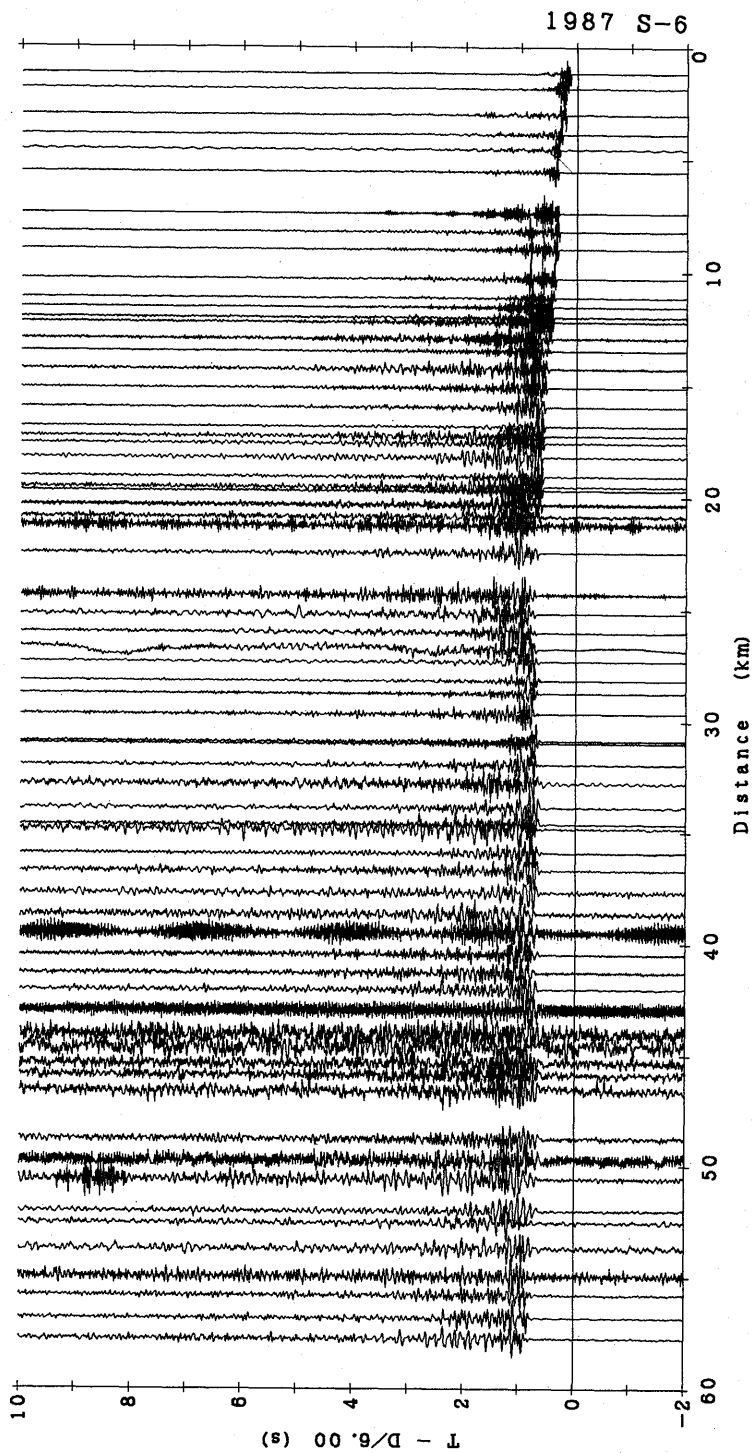


Fig. 3-6. A record section of shot S-6.

Table 3(1). Travel time data.

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	0.07	143.8	0.01						
02 NARADA-1	1.06	200.8	0.18	0.22A+	0.04				
03 NARADA-2	2.04	188.9	0.34	0.42A+	0.08				
04 NARADA-3	2.91	189.8	0.48	0.59A+	0.11				
05 NARADABASHI	4.21	191.7	0.70	0.88A+	0.18				
06 NARADAKO	5.35	189.0	0.89	1.12A+	0.23				
07 SHIRASAWA	5.87	188.0	0.98	1.24A+	0.26				
08 NISHIYAMA	7.27	186.0	1.21	1.56A+	0.35				
09 YUSHIMA-1	8.11	185.0	1.35	1.65A+	0.30				
10 YUSHIMA-2	9.07	183.1	1.51	1.83A+	0.32				
11 YUSHIMA-3	10.21	181.1	1.70	2.04A+	0.34				
12 YUSHIMA-4	11.17	178.2	1.86	2.25A+	0.39				
13 YUSHIMA-5	11.93	175.4	1.99	2.34A+	0.35				
14N YUSHIMA-6	12.52	173.0	2.09	2.47A+	0.38				
14S TASHIRO-1	13.27	172.4	2.21	2.62A+	0.41				
15N TASHIRO-2	13.82	173.3	2.30	2.67A+	0.37				
15S TASHIRO-3	14.15	174.1	2.36	2.73B+	0.37				
16 TASHIRO-4	14.51	175.6	2.42	2.83B+	0.41				
17 S-2	14.85	178.3	2.47	2.88B+	0.41				
18 NAKASU	15.89	172.7	2.65	3.06A+	0.41				
19 SHIOJIMA	16.71	171.1	2.79	3.26A+	0.47				
20 SHIOJIMA-S	17.49	172.1	2.92	3.37B+	0.45				
21 NISHINOMIYA-N	18.49	171.9	3.08	3.57B+	0.49	3.96B-	0.88		
22 NISHINOMIYA-S	19.29	172.5	3.21	3.71B+	0.50	4.14B-	0.93		
23 SHIRAITSHI	20.20	174.0	3.37	3.84A+	0.47	4.28B-	0.91		
24 HOU-S	21.15	175.3	3.52	3.97A+	0.45	4.40B-	0.88		
25 KYOGASHIMA-S	22.04	172.9	3.67	4.21C+	0.54				
26N1 TOYA-1	23.23	175.2	3.87	4.34A+	0.47				
26S2 TOYA-2	23.06	174.5	3.84	4.39A+	0.55				
27 BABA	23.95	176.2	3.99	4.45A+	0.46	4.93B+	0.94		
28 AMEHATA	25.02	177.3	4.17	4.61A+	0.44	4.98B-	0.81		
29 HOSONO-N	25.85	179.0	4.31	4.72A+	0.41				
30 HOSONO-S	26.85	180.0	4.48	4.92A+	0.44				
31 S-3	27.04	182.3	4.51	5.01C+	0.50				
32 MUROZOURI-N	28.23	180.9	4.70	5.12A+	0.42	5.57B-	0.87		
33 MUROZOURI	29.19	181.7	4.86	5.27A+	0.41				
34 NAGAHATA	29.84	182.8	4.97	5.36B+	0.39				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	30.74	184.0	5.12						
35N2 AMEHATAGAWA-1b	30.80	183.8	5.13	5.50A+	0.37				
35S AMEHATAGAWA-2	31.42	184.3	5.24	5.67B+	0.43				
36 AMEHATAGAWA-3	32.25	184.8	5.38	5.77B+	0.39				
37 AMEHATAGAWA-4	33.13	185.0	5.52	5.95A+	0.43				
38 AMEHATAGAWA-5	33.96	184.7	5.66	6.21A+	0.55				
39 S-4	37.02	180.5	6.17	6.92L	0.75				
40A OYAKUZURE-A	34.81	179.9	5.80	6.27C+	0.47				
40B OYAKUZURE-B	35.37	179.9	5.89	6.41C+	0.52				
41 OYAKUZURE-C	36.58	179.1	6.10						
42A YUUNIBA	37.50	179.4	6.25	6.91C+	0.66	7.24B+	0.99		
42B SHINDEN	37.52	177.7	6.25	6.83C+	0.58				
43 AKAMIZU-E	38.14	177.2	6.36	6.88B+	0.52	7.35B-	0.99	8.15B+	1.79
44 AKAMIZU-W	38.28	178.4	6.38	6.92B+	0.54				
45 TACHIZAWA	38.74	177.9	6.46	7.00C+	0.54				
46a OONOKI-1	39.25	177.9	6.54						
46b OONOKI-2	39.62	177.5	6.60	7.30C+	0.70				
47N MAGOSAJIMA-1	40.23	177.9	6.70	7.24C+	0.54				
47S MAGOSAJIMA-2	40.58	177.2	6.76	7.61L	0.85	8.45B-	1.69		
48 MOTOMURA	41.06	176.6	6.84						
49a SEKINOSAWA-1	41.94	176.5	6.99						
49b SEKINOSAWA-2	41.92	176.6	6.99	7.96L	0.97	8.58C+	1.59		
50 YUNOMORI	42.80	176.6	7.13	7.67C+	0.54	8.80B+	1.67		
51 NYUJIMA	43.68	176.2	7.28	7.83L	0.55				
52 SUNAYAMABASHI	44.52	175.8	7.42	7.96C+	0.54	9.07C+	1.65		
53 SETOBASHI-N	45.12	175.6	7.52						
54 SETOBASHI-S	45.92	175.5	7.65						
55N OOKOUCHIDAMU	46.19	175.2	7.70						
55S DOMOTO	46.75	174.8	7.79						
56 S-5	47.45	174.0	7.91	9.64C+	1.73				
57 DO	48.13	174.7	8.02	9.18C+	1.16	9.49C+	1.67		
58 NAKAHIRA-N	49.39	175.1	8.23	8.94C+	0.71	9.81C+	1.58		
59 NAKAHIRA	50.28	175.0	8.38						
60 NAKAHIRA-S	51.20	175.0	8.53						
61 HIRANO-N	52.31	175.0	8.72						
62 HIRANO-S	53.58	174.8	8.93	9.83C+	0.90	10.80B+	1.87		
63 WARABINO	54.84	175.0	9.14	10.04B+	0.90	10.88B+	1.74		
64 AIBUCHI	55.43	175.4	9.24	10.13A+	0.89	10.97B+	1.73		
65 NAKAZAWA	55.70	176.3	9.28	9.99C+	0.71	11.04B+	1.76		
66 KAMIAKEHARA	56.56	177.2	9.43						
67 YUIMA	56.55	178.0	9.43	10.08C+	0.65				
68 KAMISUKE	56.65	178.7	9.44	9.95C+	0.51	10.92B+	1.48		
69 S-6	57.83	178.5	9.64	10.39C+	0.75	11.30B+	1.66		
S-1-1	0.035	0.0	0.006	0.036A+	0.030				
S-1-2	0.091	0.0	0.015	0.052A+	0.037				
S-1-3	0.179	0.0	0.030	0.057A+	0.027				
S-1-4	0.273	0.0	0.045	0.070A+	0.025				
S-1-5	0.341	0.0	0.057	0.086A+	0.029				
S-1-6	0.347	0.0	0.058	0.088A+	0.030				

Table 3(2)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	14.85	358.9	2.47	2.89A+	0.42				
02 NARADA-1	13.93	357.1	2.32	2.71A+	0.39				
03 NARADA-2	12.90	357.4	2.15	2.52A+	0.37				
04 NARADA-3	12.07	356.1	2.01	2.38A+	0.37				
05 NARADABASHI	10.85	353.7	1.81	2.19A+	0.38				
06 NARADAKO	9.69	353.0	1.61	2.00A+	0.39				
07 SHIRASAWA	9.16	352.8	1.53	1.82A+	0.29				
08 NISHIYAMA	7.75	351.9	1.29	1.54A+	0.25				
09 YUSHIMA-1	6.90	351.3	1.15	1.36A+	0.21				
10 YUSHIMA-2	5.91	352.0	0.98	1.18A+	0.20				
11 YUSHIMA-3	4.73	353.6	0.79	0.95A+	0.16				
12 YUSHIMA-4	3.74	0.2	0.62	0.75A+	0.13				
13 YUSHIMA-5	3.08	11.6	0.51	0.63A+	0.12				
14N YUSHIMA-6	2.75	25.5	0.46	0.54A+	0.08				
14S TASHIRO-1	2.25	38.8	0.38	0.46A+	0.08				
15N TASHIRO-2	1.75	47.3	0.29	0.36A+	0.07				
15S TASHIRO-3	1.38	53.4	0.23	0.30A+	0.07				
16 TASHIRO-4	0.89	60.6	0.15	0.21A+	0.06				
17 S-2	0.12	61.6	0.02						
18 NAKASU	1.90	116.7	0.32	0.41A+	0.09				
19 SHIOJIMA	2.76	125.6	0.46	0.60A+	0.14				
20 SHIOJIMA-S	3.18	139.6	0.53	0.65A+	0.12				
21 NISHINOMIYA-N	4.09	146.4	0.68	0.78A+	0.10				
22 NISHINOMIYA-S	4.75	152.5	0.79	0.96A+	0.17				
23 SHIRAIISHI	5.48	161.1	0.91	1.05A+	0.14				
24 HOU-S	6.32	167.3	1.05	1.21A+	0.16				
25 KYOGASHIMA-S	7.36	161.2	1.23	1.47A+	0.24				
26N1 TOYA-1	8.40	168.9	1.40	1.60A+	0.20				
26N2 TOYA-2	8.26	166.9	1.38	1.64A+	0.26				
27 BABA	9.08	172.0	1.51	1.74A+	0.23				
28 AMEHATA	10.12	175.3	1.69	1.92A+	0.23				
29 HOSONO-N	10.94	179.4	1.82	2.06A+	0.24				
30 HOSONO-S	11.93	181.6	1.99	2.29A+	0.30				
31 S-3	12.20	184.7	2.03	2.23A+	0.20				
32 MUROZOURI-N	13.35	183.4	2.22	2.48A+	0.26				
33 MUROZOURI	14.32	184.7	2.39	2.64C+	0.25				
34 NAGAHATA	15.01	186.8	2.50	2.72A+	0.22				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	15.95	188.9	2.66	2.91B+	0.25				
35N2 AMEHATAGAWA-1b	16.90	188.5	2.67						
35S AMEHATAGAWA-2	16.64	189.3	2.77	3.05A+	0.28				
36 AMEHATAGAWA-3	17.50	190.0	2.92	3.17A+	0.25				
37 AMEHATAGAWA-4	18.38	190.2	3.06	3.35A+	0.29				
38 AMEHATAGAWA-5	19.19	189.4	3.20						
39 S-4	22.13	181.7	3.69	4.06A+	0.37				
40A OYAKUZURE-A	19.90	180.8	3.32						
40B OYAKUZURE-B	20.47	180.8	3.41	3.79A+	0.38				
41 OYAKUZURE-C	21.67	179.4	3.61	4.06B+	0.45				
42A YUUNIBA	22.59	179.8	3.76	4.19A+	0.43				
42B SHINDEN	22.62	177.0	3.77	4.19A+	0.42				
43 AKAMIZU-E	23.23	176.3	3.87	4.30A+	0.43				
44 AKAMIZU-W	23.37	178.3	3.89	4.31A+	0.42				
45 TACHIZAWA	23.83	177.4	3.97	4.35B+	0.38				
46a OONOKI-1	24.34	177.4	4.06	4.59C+	0.53				
46b OONOKI-2	24.72	176.7	4.12						
47N MAGOSAJIMA-1	25.32	177.4	4.22	4.66B+	0.44				
47S MAGOSAJIMA-2	25.68	176.3	4.28	4.66B+	0.38				
48 MOTOMURA	26.16	175.4	4.36	4.81C+	0.45				
49a SEKINOSAWA-1	27.05	175.3	4.51	4.98B+	0.47				
49b SEKINOSAWA-2	27.03	175.4	4.50						
50 YUNOMORI	27.90	175.5	4.65	5.05A+	0.40				
51 NYUUIJIMA	28.80	174.8	4.80	5.22B+	0.42				
52 SUNAYAMABASHI	29.64	174.4	4.94	5.35B+	0.41				
53 SETOBASHI-N	30.24	174.1	5.04	5.55B+	0.51				
54 SETOBASHI-S	31.04	174.0	5.17	5.60C+	0.43				
55N OOKOUCHIDAMU	31.32	173.5	5.22						
55S DOMOTO	31.89	173.0	5.31	5.75B+	0.44				
56 S-5	32.62	171.9	5.44	5.89B+	0.45				
57 DO	33.27	173.0	5.55	6.02B+	0.47				
58 NAKAHIRA-N	34.52	173.6	5.75	6.12B+	0.37				
59 NAKAHIRA	35.41	173.5	5.90	6.41L	0.51				
60 NAKAHIRA-S	36.34	173.5	6.06	6.76L	0.70				
61 HIRANO-N	37.44	173.5	6.24	6.89C+	0.65				
62 HIRANO-S	38.71	173.3	6.45	6.88B+	0.43				
63 WARABINO	39.97	173.6	6.66	7.32C+	0.66				
64 AIBUCHI	40.56	174.2	6.76	7.49B+	0.73				
65 NAKAZAWA	40.81	175.5	6.80	7.35B+	0.55				
66 KAMIKEHARA	41.66	176.6	6.94	7.60C+	0.66				
67 YUIMA	41.64	177.8	6.94	7.44B+	0.50				
68 KAMISUKE	41.74	178.7	6.96	7.53B+	0.57				
69 S-6	42.92	178.4	7.15	7.74B+	0.59				
S-2-1	0.020	0.0	0.003	0.015A+	0.012				
S-2-2	0.143	0.0	0.024	0.048A+	0.024				
S-2-3	0.240	0.0	0.040	0.067A+	0.027				
S-2-4	0.334	0.0	0.056	0.097A+	0.041				
S-2-5	0.395	0.0	0.066	0.114A+	0.048				
S-2-6	0.400	0.0	0.067	0.108A+	0.041				

Table 3(3)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	27.04	2.6	4.51	4.90B+	0.39	5.34B-	0.83		
02 NARADA-1	26.10	1.8	4.35	4.68B+	0.33	5.17C-	0.82		
03 NARADA-2	25.07	2.0	4.18	4.55A+	0.37	4.95C+	0.77		
04 NARADA-3	24.22	1.7	4.04	4.45C+	0.41	4.96C+	0.92		
05 NARADABASHI	22.95	0.9	3.82	4.18A+	0.36	4.70B+	0.88		
06 NARADAKO	21.79	1.0	3.63	4.06B+	0.43				
07 SHIRASAWA	21.26	1.1	3.54	3.88A+	0.34				
08 NISHIYAMA	19.84	1.3	3.31	3.58B+	0.27				
09 YUSHIMA-1	19.00	1.5	3.17	3.42A+	0.25				
10 YUSHIMA-2	18.03	2.3	3.00	3.27A+	0.27				
11 YUSHIMA-3	16.90	3.4	2.82	3.06B+	0.24				
12 YUSHIMA-4	15.98	5.6	2.66	2.92A+	0.24				
13 YUSHIMA-5	15.33	8.1	2.55	2.81A+	0.26				
14N YUSHIMA-6	14.90	10.5	2.48	2.74A+	0.26				
14S TASHIRO-1	14.23	12.0	2.37	2.64A+	0.27				
15N TASHIRO-2	13.65	11.9	2.27	2.54A+	0.27				
15S TASHIRO-3	13.26	11.5	2.21	2.47A+	0.26				
16 TASHIRO-4	12.82	10.4	2.14	2.36A+	0.22				
17 S-2	12.34	7.7	2.06	2.28A+	0.22				
18 NAKASU	11.77	16.0	1.96	2.23A+	0.27				
19 SHIOJIMA	11.22	19.7	1.87	2.20A+	0.33				
20 SHIOJIMA-S	10.39	20.3	1.73	1.99A+	0.26				
21 NISHINOMIYA-N	9.55	23.5	1.59	1.84A+	0.25				
22 NISHINOMIYA-S	8.78	25.2	1.46	1.75A+	0.29				
23 SHIRAIISHI	7.73	25.4	1.29	1.53A+	0.24				
24 HOU-S	6.68	26.1	1.11	1.34A+	0.23				
25 KYOGASHIMA-S	6.51	37.0	1.09	1.33A+	0.24				
26N1 TOYA-1	5.03	38.9	0.84	1.03A+	0.19				
26N2 TOYA-2	5.35	39.7	0.89	1.16A+	0.27				
27 BABA	4.24	41.5	0.71	0.90A+	0.19				
28 AMEHATA	3.16	48.9	0.53	0.69A+	0.16				
29 HOSONO-N	2.06	53.5	0.34	0.48A+	0.14				
30 HOSONO-S	1.23	79.6	0.20	0.34A+	0.14				
31 S-3	0.13	65.7	0.02						
32 MUROZOURI-N	1.38	147.0	0.23	0.31A+	0.08				
33 MUROZOURI	2.14	170.2	0.36	0.42A+	0.06				
34 NAGAHATA	2.75	184.9	0.46	0.53A+	0.07				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	3.71	194.3	0.62	0.71A+	0.09				
35N2 AMEHATAGAWA-1b	3.75	192.5	0.63						
35S AMEHATAGAWA-2	4.41	195.0	0.73	0.88A+	0.15				
36 AMEHATAGAWA-3	5.28	196.3	0.88	1.02A+	0.14				
37 AMEHATAGAWA-4	6.17	196.0	1.03	1.19A+	0.16				
38 AMEHATAGAWA-5	6.95	193.1	1.16						
39 S-4	9.99	174.9	1.66	1.95A+	0.29				
40A OYAKUZURE-A	7.84	170.6	1.31	1.70C+	0.39				
40B OYAKUZURE-B	8.39	171.5	1.40	1.71A+	0.31				
41 OYAKUZURE-C	9.66	169.5	1.61	2.00A+	0.39				
42A UUNIBA	10.53	171.2	1.76	2.13A+	0.37				
42B SHINDEN	10.78	165.2	1.80	2.18A+	0.38				
43 AKAMIZU-E	11.43	164.5	1.90	2.31A+	0.41				
44 AKAMIZU-W	11.62	168.6	1.90	2.30A+	0.40				
45 TACHIZAWA	11.94	167.2	1.99	2.39A+	0.40				
46a OONOKI-1	12.63	167.7	2.07	2.54A+	0.47				
46b OONOKI-2	12.66	166.7	2.14						
47N MAGOSAJIMA-1	13.41	168.3	2.23	2.66A+	0.43				
47S MAGOSAJIMA-2	13.84	166.6	2.31	2.73A+	0.42				
48 MOTOMURA	14.38	165.3	2.40	2.84A+	0.44				
49a SEKINOSAWA-1	15.26	165.7	2.54	3.00A+	0.46				
49b SEKINOSAWA-2	15.23	166.0	2.54						
50 YUNOMORI	16.09	166.5	2.68	3.16A+	0.48				
51 NYUJIMA	17.02	165.9	2.84	3.32A+	0.48				
52 SUNAYAMABASHI	17.89	165.6	2.98	3.46A+	0.48				
53 SETOBASHI-N	18.51	165.5	3.08	3.53B+	0.45				
54 SETOBASHI-S	19.31	165.7	3.22	3.71A+	0.49				
55N ODKOUCHIDAMU	19.62	165.0	3.27	3.80C-	0.53				
55S DOMOTO	20.23	164.5	3.37	3.87B+	0.50				
56 S-5	21.04	163.0	3.51	3.99A+	0.48				
57 DO	21.60	164.9	3.60	4.09A+	0.49				
58 NAKAHIRA-N	22.79	166.3	3.80	4.25A+	0.45				
59 NAKAHIRA	23.68	166.4	3.95	4.42B+	0.47				
60 NAKAHIRA-S	24.60	166.7	4.10	4.68C+	0.58				
61 HIRANO-N	25.69	167.0	4.28	4.80B+	0.52				
62 HIRANO-S	26.97	167.1	4.49	5.05A+	0.56				
63 WARABINO	28.20	167.7	4.70	5.26B+	0.56				
64 AIBUCHI	28.75	168.6	4.79	5.34A+	0.55				
65 NAKAZAWA	28.92	170.5	4.82	5.33B+	0.51				
66 KAMIAKEHARA	29.69	172.2	4.95	5.53C+	0.58				
67 YUIMA	29.62	173.9	4.94	5.47A+	0.53				
68 KAMISUKE	29.67	175.2	4.94	5.47A+	0.53				
69 S-6	30.86	174.9	5.14	5.75B-	0.61				
S-3-1	0.022	0.0	0.004	0.009A+	0.005				
S-3-2	0.116	0.0	0.019	0.045A+	0.026				
S-3-3	0.225	0.0	0.038	0.059A+	0.021				
S-3-4	0.333	0.0	0.055	0.081A+	0.026				
S-3-5	0.437	0.0	0.073	0.120A+	0.047				
S-3-6	0.534	0.0	0.089	0.127A+	0.038				

Table 3(4)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	36.91	0.7	6.15	6.74B+	0.59				
02 NARADA-1	35.98	0.0	6.00	6.64A+	0.64				
03 NARADA-2	34.95	0.1	5.82	6.31B+	0.49				
04 NARADA-3	34.10	359.8	5.68						
05 NARADABASHI	32.85	359.2	5.48	5.87B+	0.39				
06 NARADAKO	31.68	359.2	5.28	5.87B+	0.59				
07 SHIRASAWA	31.15	359.2	5.19	5.68B+	0.49				
08 NISHIYAMA	29.74	359.3	4.96	5.43A+	0.47				
09 YUSHIMA-1	28.89	359.4	4.81	5.23B+	0.42				
10 YUSHIMA-2	27.91	359.8	4.65	5.09A+	0.44				
11 YUSHIMA-3	26.76	0.4	4.46	4.89B+	0.43				
12 YUSHIMA-4	25.81	1.6	4.30	4.74A+	0.44				
13 YUSHIMA-5	25.11	3.1	4.18	4.59A+	0.41				
14N YUSHIMA-6	24.61	4.5	4.10	4.53A+	0.43				
14S TASHIRO-1	23.91	5.1	3.99	4.44C+	0.45				
15N TASHIRO-2	23.33	4.9	3.89	4.32A+	0.43				
15S TASHIRO-3	22.96	4.6	3.83	4.30B+	0.47				
16 TASHIRO-4	22.55	3.8	3.76	4.22B+	0.46				
17 S-2	22.14	2.2	3.69	4.10A+	0.41				
18 NAKASU	21.35	6.5	3.56	4.03A+	0.47				
19 SHIOJIMA	20.67	8.3	3.44	3.97A+	0.53				
20 SHIOJIMA-S	19.84	8.1	3.31	3.74C+	0.43				
21 NISHINOMIYA-N	18.89	9.1	3.15	3.62C+	0.47				
22 NISHINOMIYA-S	18.08	9.3	3.01	3.49C+	0.48				
23 SHIRAIISHI	17.07	8.4	2.85	3.30A+	0.45				
24 HOU-S	16.03	7.6	2.67	3.10A+	0.43				
25 KYOGASHIMA-S	15.41	11.6	2.57	2.98A+	0.41				
26N1 TOYA-1	14.01	9.6	2.34	2.70A+	0.36				
26N2 TOYA-2	14.25	10.5	2.38	2.81A+	0.43				
27 BABA	13.22	8.7	2.20	2.57A+	0.37				
28 AMEHATA	12.07	7.4	2.01	2.36A+	0.35				
29 HOSONO-N	11.15	4.3	1.86	2.22A+	0.36				
30 HOSONO-S	10.12	2.2	1.69	2.08A+	0.39				
31 S-3	9.97	356.0	1.66	1.96A+	0.30				
32 MUROZOURI-N	8.74	359.6	1.46	1.79A+	0.33				
33 MUROZOURI	7.80	356.7	1.30	1.61C+	0.31				
34 NAGAHATA	7.24	351.7	1.21	1.47A+	0.26				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	6.53	344.7	1.09	1.36A+	0.27				
35N2 AMEHATAGAWA-1b	6.44	345.4	1.07						
35S AMEHATAGAWA-2	5.97	340.9	1.00	1.32A+	0.32				
36 AMEHATAGAWA-3	5.34	334.6	0.89	1.18A+	0.29				
37 AMEHATAGAWA-4	4.70	327.6	0.78	1.07A+	0.29				
38 AMEHATAGAWA-5	3.93	322.5	0.66						
39 S-4	0.09	128.1	0.01						
40A OYAKUZURE-A	2.21	12.0	0.37						
40B OYAKUZURE-B	1.65	15.0	0.27	0.38A+	0.11				
41 OYAKUZURE-C	1.03	67.4	0.17	0.28A+	0.11				
42A YUUNIBA	0.97	123.5	0.16	0.26A+	0.10				
42B SHINDEN	2.00	105.3	0.33	0.50A+	0.17				
43 AKAMIZU-E	2.50	116.7	0.42	0.61A+	0.19				
44 AKAMIZU-W	1.94	132.1	0.32	0.48A+	0.16				
45 TACHIZAWA	2.53	133.6	0.42	0.60A+	0.18				
46a OONOKI-1	2.90	141.0	0.48	0.72A+	0.24				
46b OONOKI-2	3.39	140.6	0.57						
47N MAGOSAJIMA-1	3.75	149.6	0.63	0.89A+	0.26				
47S MAGOSAJIMA-2	4.29	146.3	0.71	1.00A+	0.29				
48 MOTOMURA	4.91	144.9	0.82	1.14A+	0.32				
49a SEKINOSAWA-1	5.71	149.0	0.95	1.30A+	0.35				
49b SEKINOSAWA-2	5.67	149.5	0.94						
50 YUNOMORI	6.46	152.9	1.08	1.47A+	0.39				
51 NYUJIMA	7.41	153.3	1.23	1.66A+	0.43				
52 SUNAYAMABASHI	8.28	154.1	1.38	1.82A+	0.44				
53 SETOBASHI-N	8.89	154.5	1.48	1.94A+	0.46				
54 SETOBASHI-S	9.66	155.8	1.61	2.10A+	0.49				
55N OOKOUCHIDAMU	10.01	154.8	1.67	2.17A+	0.50				
55S DOMOTO	10.64	154.4	1.77	2.28A+	0.51				
56 S-5	11.54	152.4	1.92	2.42A+	0.50				
57 DO	11.97	156.3	1.99	2.50A+	0.51				
58 NAKAHIRA-N	13.07	159.4	2.18	2.70A+	0.52				
59 NAKAHIRA	13.96	160.1	2.33	2.85A+	0.52				
60 NAKAHIRA-S	14.85	161.0	2.47	3.08B+	0.61				
61 HIRANO-N	15.93	161.8	2.65	3.33A+	0.68				
62 HIRANO-S	17.20	162.3	2.87	3.50A+	0.63				
63 WARABINO	18.41	163.6	3.07	3.70B+	0.63				
64 AIBUCHI	18.92	165.1	3.15	3.79A+	0.64				
65 NAKAZAWA	19.04	168.0	3.17	3.77A+	0.60				
66 KAMIAKEHARA	19.78	170.7	3.30	3.91B+	0.61				
67 YUIMA	19.69	173.1	3.28	3.88A+	0.60				
68 KAMISUKE	19.74	175.1	3.29	3.90A+	0.61				
69 S-6	20.93	174.7	3.49	4.10B+	0.61				
S-4-1	0.024	0.0	0.004	0.028A+	0.024				
S-4-2	0.088	0.0	0.015	0.035A+	0.018				
S-4-3	0.179	0.0	0.030	0.071A+	0.041				
S-4-4	0.289	0.0	0.048	0.080A+	0.032				
S-4-5	0.395	0.0	0.066	0.117A+	0.051				
S-4-6	0.485	0.0	0.081	0.151A+	0.070				

Table 3(5)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	47.28	354.0	7.88	8.63B+	0.75	9.56B+	1.68		
02 NARADA-1	46.41	353.4	7.74	8.38B+	0.64	9.49B+	1.75		
03 NARADA-2	45.38	353.3	7.56	8.51L	0.95	9.33C+	1.77		
04 NARADA-3	44.56	352.9	7.43	8.54L	1.11	9.34C+	1.91		
05 NARADABASHI	43.36	352.3	7.23	8.31C+	1.08	9.15C+	1.92		
06 NARADAKO	42.20	352.1	7.03	7.78C+	0.75	9.12C+	2.09		
07 SHIRASAWA	41.67	352.0	6.94	7.47C+	0.53				
08 NISHIYAMA	40.26	351.8	6.71	7.34B+	0.63	8.82C+	2.11		
09 YUSHIMA-1	39.42	351.7	6.57	7.05C+	0.48				
10 YUSHIMA-2	38.42	351.8	6.40	6.93A+	0.53				
11 YUSHIMA-3	37.24	352.0	6.21						
12 YUSHIMA-4	36.22	352.6	6.04	6.53C+	0.49				
13 YUSHIMA-5	35.42	353.5	5.90	6.41B+	0.51				
14N YUSHIMA-6	34.83	354.3	5.81	6.35B+	0.54				
14S TASHIRO-1	34.08	354.5	5.68	6.15L	0.47				
15N TASHIRO-2	33.53	354.2	5.59	6.14C+	0.55				
15S TASHIRO-3	33.19	353.9	5.53	6.06B+	0.53				
16 TASHIRO-4	32.85	353.2	5.48						
17 S-2	32.56	352.0	5.43	5.91B+	0.48				
18 NAKASU	31.46	354.6	5.24	5.81A+	0.57				
19 SHIOJIMA	30.67	355.5	5.11	5.74B+	0.63				
20 SHIOJIMA-S	29.87	355.0	4.98	5.48A+	0.50				
21 NISHINOMIYA-N	28.87	355.2	4.81	5.38A+	0.57				
22 NISHINOMIYA-S	28.07	355.0	4.68	5.28A+	0.60				
23 SHIRAIISHI	27.15	353.9	4.52	5.04A+	0.52				
24 HOU-S	26.21	352.8	4.37	4.87A+	0.50				
25 KYOGASHIMA-S	25.31	354.8	4.22	4.72A+	0.50				
26N1 TOYA-1	24.12	352.7	4.02	4.49A+	0.47				
26N2 TOYA-2	24.29	353.4	4.05	4.57A+	0.52				
27 BABA	23.43	351.7	3.90	4.39A+	0.49				
28 AMEHATA	22.42	350.2	3.74	4.26A+	0.52				
29 HOSONO-N	21.72	347.9	3.62	4.13A+	0.51				
30 HOSONO-S	20.84	346.1	3.47	4.05A+	0.58				
31 S-3	20.97	343.1	3.49	3.99A+	0.50				
32 MUROZDURI-N	19.63	343.9	3.27	3.80A+	0.53				
33 MUROZDURI	18.84	341.9	3.14	3.67A+	0.53				
34 NAGAHATA	18.44	339.5	3.07	3.59A+	0.52				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	17.90	336.6	2.98						
35N2 AMEHATAGAWA-1b	17.79	336.8	2.96	3.50A+	0.54				
35S AMEHATAGAWA-2	17.38	335.0	2.90	3.48A+	0.58				
36 AMEHATAGAWA-3	16.81	332.8	2.80	3.38A+	0.58				
37 AMEHATAGAWA-4	16.16	330.7	2.69	3.29A+	0.60				
38 AMEHATAGAWA-5	15.36	329.5	2.56	3.13A+	0.57				
39 S-4	11.39	332.1	1.90	2.39A+	0.49				
40A OYAKUZURE-A	13.23	338.1	2.20						
40B OYAKUZURE-B	12.72	337.0	2.12	2.65A+	0.53				
41 OYAKUZURE-C	11.41	337.1	1.90	2.43B+	0.53				
42A YUUBI-B	10.53	336.4	1.77	2.22B+	0.45				
42B SHINDEN	10.20	340.1	1.70	2.09A+	0.39				
43 AKAMIZU-E	9.53	340.6	1.59	1.97A+	0.38				
44 AKAMIZU-W	9.67	335.8	1.61	2.00A+	0.39				
45 TACHIZAWA	9.10	336.9	1.52	1.89A+	0.37				
46a ONOKI-1	8.64	335.6	1.44						
46b ONOKI-2	8.17	336.6	1.36	1.74A+	0.38				
47N MAGOSAJIMA-1	7.72	333.0	1.29	1.77A+	0.48				
47S MAGOSAJIMA-2	7.21	335.2	1.20	1.56A+	0.36				
48 MOTOMURA	6.62	337.1	1.10	1.40A+	0.30				
49a SEKINOSAWA-1	5.77	334.8	0.96						
49b SEKINOSAWA-2	5.81	334.3	0.97	1.26A+	0.29				
50 YUNOMORI	5.01	330.6	0.84	1.10A+	0.26				
51 NYUJIMA	4.07	329.3	0.68	0.88A+	0.20				
52 SUNAYAMABASHI	3.21	326.4	0.53	0.70A+	0.17				
53 SETOBASHI-N	2.62	322.9	0.44	0.58A+	0.14				
54 SETOBASHI-S	1.94	312.0	0.32	0.44A+	0.12				
55N OOKOUCHIDAMU	1.55	312.9	0.26	0.34A+	0.08				
55S DOMOTO	0.96	302.8	0.16	0.22A+	0.06				
56 S-5	0.13	208.0	0.02						
57 DO	1.04	215.3	0.17	0.21A+	0.04				
58 NAKAHIRA-N	2.28	201.0	0.38	0.48A+	0.10				
59 NAKAHIRA	3.08	192.1	0.51	0.67A+	0.16				
60 NAKAHIRA-S	3.97	188.2	0.66	0.84A+	0.18				
61 HIRANO-N	5.04	184.9	0.84						
62 HIRANO-S	6.28	181.7	1.05	1.30A+	0.25				
63 WARABINO	7.55	181.7	1.26	1.56A+	0.30				
64 AIBUCHI	8.19	183.9	1.36	1.68A+	0.32				
65 NAKAZAWA	8.63	189.6	1.44	1.73A+	0.29				
66 KAMIKEHARA	9.66	193.2	1.61	1.96A+	0.35				
67 YUIMA	9.92	197.9	1.65	1.99A+	0.34				
68 KAMISUKE	10.25	201.3	1.71	2.05A+	0.34				
69 S-6	11.28	198.0	1.88	2.27A+	0.39				
S-5-1	0.025	0.0	0.004	0.018A+	0.014				
S-5-2	0.114	0.0	0.019	0.034A+	0.015				
S-5-3	0.147	0.0	0.025	0.040A+	0.015				
S-5-4	0.236	0.0	0.039	0.060A+	0.021				
S-5-5	0.333	0.0	0.055	0.091A+	0.036				
S-5-6	0.431	0.0	0.072	0.106A+	0.034				



Table 3(6)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3
01 S-1	57.74	358.6	9.62	10.37B+	0.75				
02 NARADA-1	56.82	358.1	9.47	10.17B+	0.70				
03 NARADA-2	55.79	358.1	9.30	10.00B+	0.70				
04 NARADA-3	54.95	357.9	9.14	9.94+	0.76				
05 NARADABASHI	53.70	357.5	8.95	9.68B+	0.73				
06 NARADAKO	52.54	357.5	8.76	9.52C+	0.76				
07 SHIRASAWA	52.01	357.5	8.67	9.30B-	0.63				
08 NISHIYAMA	50.59	357.4	8.43	9.07B-	0.64				
09 YUSHIMA-1	49.74	357.5	8.29	8.81C+	0.52				
10 YUSHIMA-2	48.76	357.7	8.13	8.65B+	0.52				
11 YUSHIMA-3	47.60	358.0	7.93						
12 YUSHIMA-4	46.62	358.6	7.77	8.31C+	0.54				
13 YUSHIMA-5	45.89	359.3	7.65	8.16B+	0.51				
14N YUSHIMA-6	45.35	0.0	7.56	8.05C+	0.49				
14S TASHIRO-1	44.62	0.3	7.44						
15N TASHIRO-2	44.05	0.2	7.34	7.85L	0.51				
15S TASHIRO-3	43.70	359.9	7.28	7.83L	0.55				
16 TASHIRO-4	43.31	359.5	7.22						
17 S-2	42.94	358.6	7.16	7.73C+	0.57				
18 NAKASU	42.02	0.7	7.00	7.64A+	0.64				
19 SHIOJIMA	41.28	1.5	6.88	7.51A+	0.63				
20 SHIOJIMA-S	40.44	1.3	6.74	7.32B+	0.58				
21 NISHINOMIYA-N	39.48	1.6	6.58	7.20B+	0.62				
22 NISHINOMIYA-S	38.66	1.5	6.44	7.16B-	0.72				
23 SHIRAIISHI	37.69	0.9	6.28	6.88B+	0.60				
24 HOU-S	36.70	0.4	6.12	6.68B-	0.56				
25 KYOGASHIMA-S	35.92	1.9	5.99	6.53A+	0.54				
24N1 TOYA-1	34.63	0.7	5.77	6.27B+	0.50				
24N2 TOYA-2	34.83	1.2	5.81	6.37B+	0.56				
27 BABA	33.88	0.2	5.65	6.13B+	0.48				
28 AMEHATA	32.78	359.4	5.46	6.02B+	0.56				
29 HOSONO-N	31.94	358.1	5.32	5.90A+	0.58				
30 HOSONO-S	30.96	357.2	5.16	5.76B+	0.60				
31 S-3	30.67	355.2	5.14	5.69A+	0.55				
32 MUROZOURI-N	29.61	356.2	4.93	5.53A+	0.60				
33 MUROZOURI	28.69	355.3	4.78	5.38A+	0.60				
34 NAGAHATA	28.12	354.0	4.69	5.28A+	0.59				
35N1 AMEHATAGAWA-1a	27.35	352.4	4.56						
35N2 AMEHATAGAWA-1b	27.27	352.6	4.55	5.17A+	0.62				
35S AMEHATAGAWA-2	26.72	351.7	4.45	5.14A+	0.69				
36 AMEHATAGAWA-3	25.98	350.7	4.33	5.01A+	0.68				
37 AMEHATAGAWA-4	25.17	349.9	4.19	4.89A+	0.70				
38 AMEHATAGAWA-5	24.31	349.8	4.05	4.74B+	0.69				
39 S-4	20.83	355.0	3.47	4.10A+	0.63				
40A OYAKUZURE-A	23.01	356.4	3.83						
40B OYAKUZURE-B	22.45	356.3	3.74	4.39A+	0.65				
41 OYAKUZURE-C	21.22	357.4	3.54						
42A YUUNIBA	20.31	356.9	3.38	3.98B-	0.60				
42B SHINDEN	20.28	0.1	3.38	3.96A+	0.58				
43 AKAMIZU-E	19.69	1.0	3.28	3.86A+	0.58				
44 AKAMIZU-W	19.52	358.7	3.25	3.82A+	0.57				
45 TACHIZAWA	19.06	359.8	3.18	3.74A+	0.56				
46a OONOKI-1	18.55	359.8	3.09						
46b OONOKI-2	18.19	0.8	3.03	3.62A+	0.59				
47N MAGOSAJIMA-1	17.57	0.0	2.93	3.50A+	0.57				
47S MAGOSAJIMA-2	17.25	1.6	2.88	3.43A+	0.55				
48 MOTOMURA	16.82	3.2	2.80	3.34A+	0.54				
49a SEKINOSAWA-1	15.95	3.8	2.66						
49b SEKINOSAWA-2	15.96	3.5	2.66	3.19A+	0.53				
50 YUNOMORI	15.09	4.0	2.51	3.02A+	0.51				
51 NYUUIJIMA	14.26	5.8	2.38	2.84A+	0.46				
52 SUNAYAMABASHI	13.48	7.4	2.25	2.68A+	0.43				
53 SETOBASHI-N	12.93	8.5	2.15	2.58A+	0.43				
54 SETOBASHI-S	12.17	9.8	2.03	2.43A+	0.40				
55N OOKOUCHIDAMU	11.99	11.4	2.00	2.40A+	0.40				
55S DOMOTO	11.53	13.5	1.92	2.33A+	0.41				
56 S-5	11.13	18.0	1.85	2.23A+	0.38				
57 DO	10.27	16.4	1.71	2.07A+	0.36				
58 NAKAHIRA-N	8.98	17.4	1.50	1.83A+	0.33				
59 NAKAHIRA	8.20	20.4	1.37	1.66A+	0.29				
60 NAKAHIRA-S	7.38	23.5	1.23	1.54A+	0.31				
61 HIRANO-N	6.45	28.5	1.07						
62 HIRANO-S	5.53	37.0	0.92	1.24A+	0.32				
63 WARABINO	4.55	46.2	0.76	1.05A+	0.29				
64 AIBUCHI	3.89	49.6	0.65	0.89A+	0.24				
65 NAKAZAWA	3.01	43.4	0.50	0.68A+	0.18				
66 KAMIAKEHARA	1.83	45.3	0.30	0.46A+	0.16				
67 YUJIMA	1.34	19.9	0.22	0.34A+	0.12				
68 KAMISUKE	1.16	349.5	0.19	0.29A+	0.10				
69 S-6	0.05	140.6	0.01						
S-6-1	0.029	0.0	0.005	0.010A+	0.005				
S-6-2	0.125	0.0	0.021	0.058A+	0.037				
S-6-3	0.240	0.0	0.040	0.084A+	0.044				
S-6-4	0.342	0.0	0.057	0.098A+	0.041				
S-6-5	0.458	0.0	0.076	0.120A+	0.044				
S-6-6	0.535	0.0	0.089	0.146A+	0.057				

Table 3. (Note)

D indicates a distance from shot in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of first arrivals, respectively. The reduction velocity is 6.0 km/s. T2, RT2 etc. are travel times and reduced travel times of later arrivals. Ranks of data quality 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.

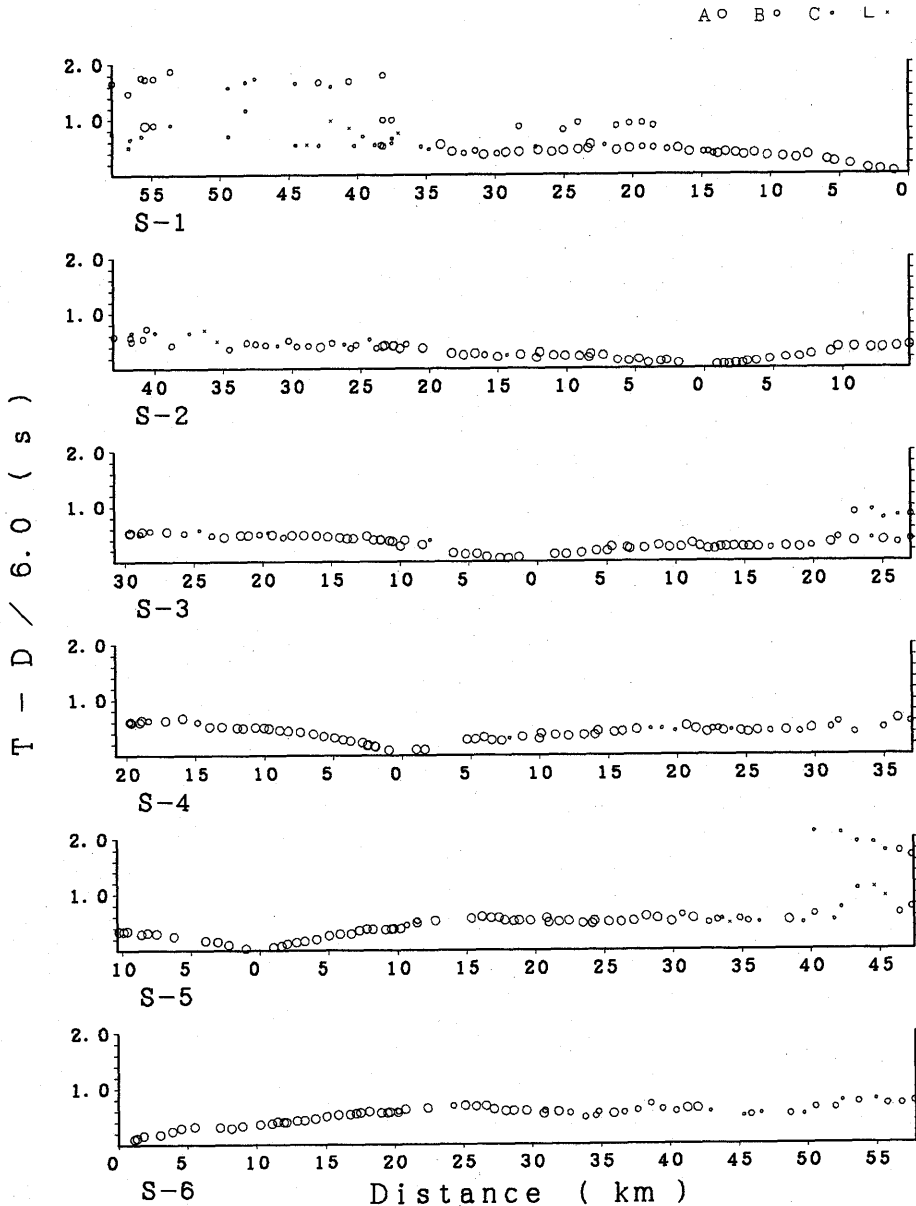


Fig. 4. Travel time diagrams of the six shots. Time axis is reduced with a velocity of 6.0 km/s. Ranks of data quality are indicated by sizes of circles, large circles: A, middle size circles: B, and small circles: C or L, respectively.

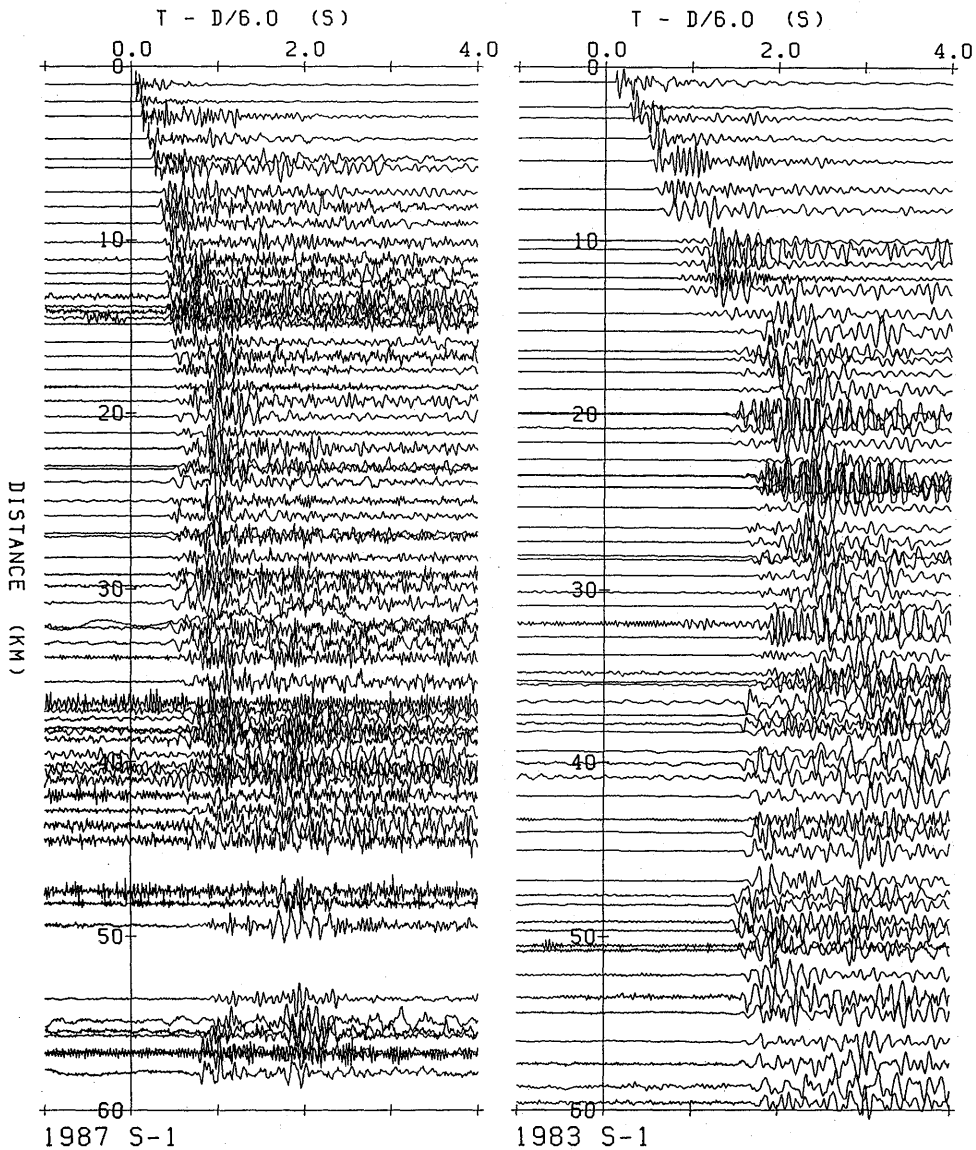


Fig. 5. Record sections of shot S-1 in 1983 and in 1987.

#### 4. おわりに

今回の測線と糸魚川-静岡構造線をはさんで東側では、1983年に同様の観測が行われている。その楢形-清水測線での観測と比較してみると (Fig. 5) 今回の観測結果は  $6 \text{ km/s}$  の見かけ速度をもつ初動走時群の原点走時が小さく、いわゆる  $6 \text{ km/s}$  層とよばれる基盤層が今回の測線の方が浅いことがわかる。2つの測線はたかだか  $10 \text{ km}$  しか離れていないが、この原点走時の差はそのあいだにある糸魚川-静岡構造線がかなり大きな (深い) 構造線であることを示している。

初動の後にみられる連続した後続相は、地殻内部からの反射波等であるとこれまでは考えられてきた。しかし S-1 の爆破に特に見られる様々な後続波は、この爆破点が糸魚川-静岡構造線のまさに真上にあるため、その構造線の東側を伝わる波と西側を伝わる波との時間差によって生じたものである可能性がある。さらに S-1 から S-2 までの観測点もこの構造線上にあるため、他の爆破点からの記録においてもこの構造線の影響が出ているようである。そのような目でみると、1983 年の観測記録におけるいくつかの後続波も、東西方向の速度構造の違いによって説明できるのかもしれない。今まで爆破地震動研究グループが行ってきた観測では、水平方向の速度変化よりも鉛直方向の変化の方が大きいとして、2 次元の速度構造モデルで観測走時を説明してきた。したがって後続波はすべて地殻深部からの反射波や屈折波と考えてきた。しかし、今回のように接近した 2 つの測線でこれだけの走時の差が生じていることから、横方向からの波も後続波として到達していることが大いに考えられる。今後は水平方向の速度変化も考慮し、3 次元的な解析によって構造を求める必要がある。

#### 謝辞および実験参加者

この実験に際し、下記の機関や個人のご協力をいただいた。ここに記して、深く感謝いたします。

山梨県南巨摩郡早川町、静岡県静岡市、高橋輝幸、望月 茂、望月三千生、杉山昌之、築地六郎、漆畑郁之助。

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。所属研究機関は実験参加当時とし、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、坂 守（以上、東京大学）

記録整理・解析：中西一郎（北海道大学）、吉井敏尅、酒井慎一（以上、東京大学）、内田康人（東海大学）、伊神 輝（名古屋大学）

記録 AD 変換：坂 守、吉井敏尅、一ノ瀬洋一郎、酒井慎一（以上、東京大学）

本報告執筆：酒井慎一（東京大学）

観測：岡田 廣、笹谷 努、杉山 禎、竹鼻敏治、棚橋真理子、中西一郎、古村孝志、松島 健、宮町宏樹、森谷武男（以上、北海道大学）、堀内茂木、増田 徹（以上、東北大学）、宮下 芳（茨城大学）、伊東明彦、鈴木将之（以上、宇都宮大学）、浅沼俊夫、中久喜伴益、富士原敏也（以上、千葉大学）、浅野周三、一ノ瀬洋一郎、石桁征夫、坂守、酒井 要、酒井慎一、鷺谷 威、羽田敏夫、東 貞成、三浦勝美（以上、東京大学）、飯塚 進、内田康人、坂田憲史、棚田俊収、馬場久紀、吉田和正（以上、東海大学）、伊神 輝、出原 理、石原 靖、小林美佐子、柴田直樹、鈴木 要、高木靖彦、橋本淳次、早川雅彦、山田 守（以上、名古屋大学）、伊佐治晃、石川 斎、佐々木嘉三、渡辺清孝（以上、岐阜大学）、伊藤 潔、大倉敬宏、佐伯龍男、松村一男、村上寛史（以上、京都大学）、飯塚史教、石橋俊宏、小野田智章、寺島 敦、年媒正和、宮野淳一（以上、神戸大学）、勝間田明男、川原田義春、齊藤祥司（以上、気象庁）、古屋逸夫、橋本徹夫（以上、気象研究所）、鶴川元雄、小原一成、鈴木宏芳（以上、防災科学技術センター）。

## 参考文献

- 爆破地震動研究グループ, 1988, 山梨県および静岡県における爆破地震動の観測(楡形-清水測線), 地震研究所彙報, **63**, 1-22.
- 日本の地質『中部地方 I』, 編集委員会編, 1988, 日本の地質『中部地方 I』, 共立出版, pp. 334.

## 要 旨

1987年10月に山梨県早川町から静岡県静岡市にわたる測線長約58kmで人工地震による地殻構造探査が行われた。観測には全国の大学や関係機関が参加し、観測点は全部で77点になった。爆破点は6箇所、その薬量は300~500kgである。今回の測線は1983年に行われた観測の測線を西へ約10km平行移動させたものにほぼ等しいが、あいだには糸魚川-静岡構造線があって、その両側での構造の違いを明らかにすることが大きな目的である。幸い天候にも恵まれ、記録の質はどれも良好であった。1983年の観測と比較してみると、今回の観測は6km/sのみかけ速度をもつ走時群の原点走時(インターセプトタイム)が小さく、いわゆる6km/s層が浅いものと考えられる。いくつかの後続波は地殻内部からの反射波だけではなく、この東西の構造の違いによる横方向からの屈折波である可能性がある。