

中部日本地域における爆破地震動の観測 (吾妻-金沢測線)

爆破地震動研究グループ

(1994年6月3日受理)

Seismic Refraction Experiment in the Central Japan; Agatsuma-Kanazawa Profile

RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY

(Received June 3, 1994)

Abstract

A seismic refraction experiment was conducted on October 17, 1991, in Central Japan. Observations were made along a 180-km line lying in the east-west direction from Agatsuma, Gunma Prefecture to Kanazawa, Ishikawa Prefecture. Along this line, 4 shots and 169 temporary observations were arranged by many universities and institutes. This profile crosses several tectonically interesting areas, such as the foot of Mt. Asama, the Nagano Basin, the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, the northern part of the Hida Mountains and the Tonami Plane. From this experiment the travel-time delay of the first motion, which indicates thick sediments, was observed at the foot of Mt. Asama, the Nagano Basin and the Tonami Plane. The amplitude of a refracted P wave was abruptly attenuated under the Hida Mountains. The corresponding abnormal attenuation zone exists at a shallow depth, because reflected waves from the deeper crust were also observed in this area.

1. はじめに

第6次地震予知計画に基づき、人工震源を用いた深部構造調査が1991年秋に行われた。測線は群馬県から石川県に至る全長約180kmで、浅間山山麓、長野盆地、糸魚川-静岡構造線北部、飛騨山脈北部、砺波平野など地質学的にも興味深い地域を横切っている。これらの構造を深部にわたるまで求め、他の地域のそれと比較することによって火山体の構造、堆積盆地の形態などから日本列島の成因まで、様々な事象の解明に有益な情報が得られる。特に飛騨山脈北部下は、地震波の減衰域の存在が微小地震の観測から論議されている場所である(例えば、FUKAO and YAMAOKA, 1983; KATSUMATA *et al.*, 1994)。

ここでは、この調査の概要と観測された読み取り走時などの基礎的な資料を示す。これらのデータを用いた詳細な解析結果については、別に報告される。

2. 調査の概要

この調査は、1991年10月17日に群馬県吾妻郡吾妻町から石川県金沢市を結ぶ全長約

180 km の測線で行われた。爆破点はこの両端及び長野県長野市と富山県上新川郡大山町の合わせて4箇所に設けられ、その薬量は両端の S-1, S-4 が 700 kg, 間の S-2, S-3 が 450 kg である。そして全国の大学や研究機関の協力によって 169 点の臨時観測点が約 1 km の間隔で設置された。測線上の爆破点の配置を Fig. 1 に、爆破点の位置、薬量、爆破時刻を Table 1 に、観測点の位置、観測者を Table 2 にそれぞれ示す。

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 12 cm, 深さ 60~75 cm であり、内径が約 11 cm の鋼鉄製のパイプで底までケーシングされている。700 kg および 450 kg の深海用ダイナマイトがそれぞれの爆破孔底部に装点され、予定時刻に爆破された。両端の S-1, S-4 では薬量の関係から爆破孔を 2 本に分けて行われた。爆破作業と同時に、表層付近の地震波速度を推定するため、各爆破点から約 100 m の間隔で 6 点の地震計 (上下動, 固有周期 4.5 Hz) を設置し、爆破による地震動を観測した。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-1 は 2.9 km/s, S-2 は 3.3 km/s, S-3 は 4.0 km/s, S-4 は 2.1 km/s で、S-4 が最も遅くなった。

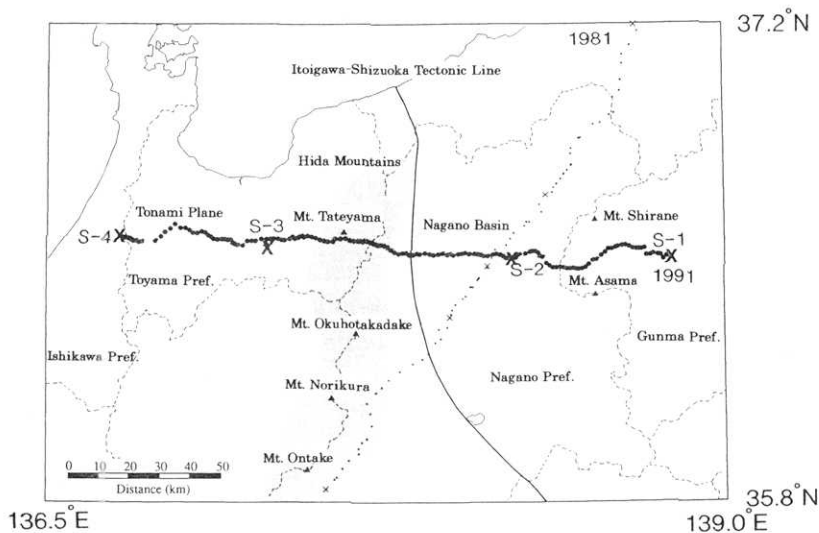


Fig. 1. A map showing the location of the 1991 Agatsuma-Kanazawa profile, central Japan. Crosses and large solid circles indicate locations of shot points and temporary observation sites, respectively. Shot points and temporary observation sites of the 1981 experiment (IKAMI *et al.*, 1986) are also shown by a thin dotted line. The heavy curve and hatched area indicate the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line and the Hida Mountains, respectively.

Table 1. Shot times, locations and charge sizes of the 4 explosions along the Agatsuma-Kanazawa Profile.

Shot	Time	Latitude	Longitude	Height	Charge
S-1	01:01:59.78	36°30'50.9''	138°48'03.3''	582 m	700 kg
S-2	01:11:59.99	36°30'55.7''	138°13'19.8''	864 m	450 kg
S-3	01:22:00.49	36°32'47.6''	137°19'10.3''	400 m	450 kg
S-4	01:31:59.80	36°34'49.9''	136°46'17.9''	107 m	700 kg

Table 2. Locations of temporary observation sites and observers.

RGES 1991				STATION LIST	
STATION	LATITUDE	LONGITUDE	H	OBSERVERS	
001 S-1	36-30-50.6	138-48-7.0	584	Y.TSUCHIDA (OYO)	
002 NR1SDP1	36-31-7.4	138-47-4.2	475	F.YAMANIZU, H.SUZUKI (N.I.C.D.)	
003 NR1SDP2	36-30-41.3	138-46-20.6	520	H.SUZUKI, F.YAMANIZU (N.I.C.D.)	
004 NR1SDP3	36-31-22.6	138-45-45.7	630	H.SUZUKI, F.YAMANIZU (N.I.C.D.)	
005 GSJ1A	36-31-27.9	138-45-17.6	638	K.ITO (G.S.J.)	
006 GSJ1B	36-31-25.9	138-45-11.5	620	K.ITO (G.S.J.)	
007 GSJ2A	36-31-40.3	138-44-15.1	697	I.HASEGAWA (G.S.J.)	
008 GSJ2B	36-31-42.9	138-44-14.0	711	I.HASEGAWA (G.S.J.)	
009 IBA1A	36-31-25.8	138-43-33.9	700	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)	
010 IBA1B	36-31-26.5	138-43-32.4	700	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)	
011 IBA2	36-31-24.3	138-42-41.1	760	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)	
012 CH1BA1	36-32-38.0	138-42-15.8	600	T.ASANUMA, K.KOJIMA (CHIBA U.)	
013 CH1BA2	36-32-26.8	138-41-34.9	570	M.SUZUKI, N.AOKI (OYO, CHIBA U.)	
014 CH1BA3	36-32-24.3	138-41-1.9	580	T.AMISHIKI (OYO, CHIBA U.)	
015 ERI01	36-32-28.6	138-40-58.9	620	Y.YAMANAKA, S.SAKAI (OYO, U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
016 ERI02	36-32-27.4	138-40-27.1	630	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (OYO, U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
017 ERI03	36-32-35.4	138-39-35.4	595	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
018 ERI04	36-32-47.3	138-38-49.9	600	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
019 ERI05	36-33-3.3	138-38-3.8	630	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
020 ERI06	36-33-3.1	138-37-18.8	690	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
021 ERI07	36-32-47.0	138-36-26.3	675	S.SAKAI, Y.YAMANAKA (U. TOKYO), N.SAKAI (CHIBA U.)	
022 ERI08	36-32-44.1	138-35-49.1	720	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
023 ERI09	36-32-29.1	138-35-4.2	720	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
024 ERI10	36-32-29.1	138-35-4.2	720	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
025 ERI11	36-31-57.4	138-33-30.6	770	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
026 ERI12	36-31-22.4	138-32-28.6	810	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
027 ERI13	36-30-41.1	138-31-55.4	845	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
028 ERI14	36-30-28.4	138-31-3.1	900	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
029 ERI15	36-29-53.5	138-30-12.6	950	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
030 ERI16	36-29-17.4	138-29-30.6	980	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
031 ERI17	36-28-56.0	138-28-45.7	1070	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
032 ERI18	36-28-54.0	138-28-55.7	1115	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
033 ERI19	36-28-57.9	138-27-29.0	1125	S.BOKU (OYO, U. TOKYO)	
034 ERI20	36-29-3.5	138-26-53.5	1155	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
035 ERI21	36-29-4.8	138-26-27.9	1170	Y.YOSHIDA (OYO, U. TOKYO)	
036 ERI22	36-29-0.2	138-26-7.9	1120	T.IWASAKI, M.SAKA, S.BOKU, Y.YOSHIDA (U. TOKYO)	
037 ERI23	36-29-3.1	138-25-29.2	1260	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
038 ERI24	36-29-11.4	138-24-45.8	1320	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
039 ERI25	36-29-16.2	138-23-57.9	1360	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
040 ERI26	36-29-14.9	138-23-8.1	1440	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
041 ERI27	36-29-14.8	138-22-22.6	1050	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
042 ERI28	36-29-34.8	138-21-40.8	1070	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
043 ERI29	36-30-1.3	138-20-53.9	1150	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
044 ERI30	36-31-6.9	138-20-5.8	1240	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
045 ERI31	36-31-20.8	138-19-22.2	1253	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
046 ERI32	36-31-49.2	138-18-52.6	1255	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
047 ERI33	36-32-8.9	138-18-23.4	1270	Y.MURAI (OYO, U. TOKYO)	
048 ERI34	36-32-3.6	138-18-4.4	1320	Y.ICHINOSE, T.MAEDA, Y.MURAI (U. TOKYO), M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
049 UTSU	36-32-8.3	138-17-35.4	840	H.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)	
050 ERI35	36-32-5.5	138-17-14.1	1380	T.MAEDA (OYO, U. TOKYO)	
051 THKYAM1	36-31-46.6	138-15-57.2	850	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
052 THKYAM2	36-31-35.4	138-14-45.6	575	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
053 THKYAM3	36-31-4.9	138-14-6.7	860	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
054 S-2	36-30-58.2	138-13-18.9	863	T.DOI (OYO)	
055 THKYAM4	36-31-3.4	138-12-0.0	800	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
056 THKYAM5	36-30-59.9	138-11-53.4	935	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
057 THKYAM6	36-31-18.5	138-11-33.1	700	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
058 THKYAM7	36-31-37.2	138-10-39.5	430	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
059 THKYAM8	36-31-48.2	138-9-44.1	400	S.HORIUCHI, T.OKADA, K.KAIHARA (TOHOKU U.), A.HASEMI (YAMAGATA U.)	
060 JMA01	36-30-58.3	138-8-47.9	480	Y.NISHIMAE (J.M.A.)	
061 JMA02	36-31-19.6	138-8-3.2	375	K.MIYAOKA (J.M.A.)	
062 JMA03	36-31-21.8	138-7-13.3	360	T.KUWAYAMA (J.M.A.)	
063 JMA04	36-31-28.6	138-6-30.4	362	S.HONDA (J.M.A.)	
064 JMA05	36-31-39.3	138-5-49.3	380	T.KAKISHITA, M.NAKAMURA (J.M.A.)	
065 JMA06	36-31-42.4	138-5-1.3	590	Y.OSADA, A.KOBAYASHI, K.NARUTO (J.M.A.)	
066 JMA07	36-31-45.3	138-4-2.2	775	Y.OSADA, A.KOBAYASHI, K.NARUTO (J.M.A.)	
067 JMA08	36-31-51.9	138-3-1.2	800	Y.OSADA, A.KOBAYASHI, K.NARUTO (J.M.A.)	
068 JMA09	36-31-40.3	138-2-27.0	870	N.HONMA (J.M.A.)	
069 JMA10	36-31-42.4	138-1-34.0	930	N.HONMA, K.ISHIMURA, M.NISHIMAWA (J.M.A.)	
070 JMA11	36-31-29.2	138-0-38.9	825	K.ISHIMURA, M.NISHIMAWA (J.M.A.)	
071 JMA12	36-31-41.0	137-59-56.4	710	N.MIKAMI, Y.TAGUCHI (J.M.A.)	
072 JMA13	36-31-31.3	137-59-7.9	690	N.MIKAMI, Y.TAGUCHI (J.M.A.)	
073 ERI3HK1	36-31-50.2	137-58-1.6	440	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
074 ERI3HK2	36-31-37.9	137-57-13.1	510	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
075 ERI3HK3	36-31-26.4	137-56-1.5	580	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
076 ERI3HK4	36-31-39.9	137-55-14.8	730	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
077 ERI3HK5	36-31-53.8	137-54-11.7	750	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
078 ERI3HK6	36-31-46.8	137-53-5.1	850	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
079 ERI3HK7	36-31-47.2	137-52-27.4	895	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
080 ERI3HK8	36-31-38.0	137-51-34.2	742	K.MIURA, I.KARAKAMA (U. TOKYO)	
081 TOKAI1	36-31-37.7	137-50-42.6	769	S.IIDUKA (TOKAI U.)	
082 TOKAI2	36-31-52.6	137-50-4.7	795	S.IIDUKA, H.BABA (TOKAI U.)	
083 TOKAI3	36-31-55.8	137-49-15.7	835	H.BABA (OYO, TOKAI U.)	
084 TOKAI4	36-31-42.9	137-48-22.3	838	H.BABA, S.IIDUKA (OYO, TOKAI U.)	
085 TOKAI5	36-32-4.5	137-47-25.9	927	Y.UCHIDA (OYO, TOKAI U.)	
086 TOKAI6	36-32-27.8	137-46-35.3	995	Y.UCHIDA, Y.HORIO (OYO, TOKAI U.)	
087 TOKAI7	36-32-53.5	137-45-45.4	1078	Y.HORIO (OYO, TOKAI U.)	
088 TOKAI8	36-33-8.9	137-45-8.6	1145	Y.HORIO, Y.UCHIDA (OYO, TOKAI U.)	
089 ERIKY01	36-33-11.3	137-44-52.0	1200	M.NAKAMURA, M.NARUTO, T.IIDAKA (U. TOKYO)	
090 ERIKY02	36-33-25.1	137-44-8.4	1310	M.SETO, M.NAKAMURA, T.IIDAKA (U. TOKYO)	

Table 2. (continued)

STATION	LATITUDE	LONGITUDE	H	OBSERVERS
091 ERIWKY03	36-33-15.8	137-43-35.1	1420	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
092 ERIWKY04	36-33-26.4	137-43-2.4	1550	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
093 ERIWKY05	36-33-35.9	137-42-32.7	1555	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
094 ERIWKY06	36-33-42.6	137-42-7.9	1560	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
095 ERIWKY07	36-33-49.0	137-41-43.6	1565	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
096 ERIWKY08	36-33-57.1	137-41-14.4	1570	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
097 ERIWKY09	36-34-6.5	137-40-38.4	1560	M.NAKAMURA, N.SETO, T.IIDAKA (U. TOKYO)
098 ERIWKY10	36-33-54.2	137-40-11.4	1490	N.SETO, M.NAKAMURA, T.IIDAKA (U. TOKYO)
099 ERIWKY11	36-33-48.8	137-39-45.6	1470	N.SETO, M.NAKAMURA, T.IIDAKA (U. TOKYO)
100 NG01	36-33-49.8	137-39-6.7	1790	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
101 NG02	36-33-59.2	137-38-2.7	2318	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
102 NG03	36-34-4.6	137-37-20.4	2382	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
103 NG04	36-34-6.8	137-37-15.1	2386	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
104 NG05	36-34-8.9	137-37-10.0	2389	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
105 NG06	36-34-25.4	137-36-12.7	2420	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
106 NG07	36-34-23.0	137-35-13.9	2358	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
107 NG08	36-34-21.8	137-34-1.4	2046	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
108 NG09A	36-33-50.8	137-33-36.9	1937	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
109 NG09	36-33-46.5	137-33-29.2	1920	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
110 NG10	36-33-51.3	137-32-31.9	1778	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
111 NG11	36-34-1.3	137-31-40.2	1600	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
112 NG12	36-34-8.4	137-30-47.7	1455	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
113 NG13	36-34-21.5	137-29-49.7	1315	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
114 NG14	36-34-38.9	137-28-56.9	1192	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
115 NG15	36-34-47.3	137-28-1.0	1015	T.OOIDA, T.KUNITOMO, R.MIJAJIMA, T.OKUDA (NAGOYA U.), Y.SASAI (GIFU U.)
116 NG16	36-34-35.1	137-27-11.5	480	S.OHTA (OYO, GIFU U.)
117 NG17	36-34-47.0	137-26-56.3	470	Y.MATSUI (OYO, GIFU U.)
118 NG18	36-34-44.0	137-26-22.1	480	Y.MATSUI (OYO, GIFU U.)
119 NG19	36-34-34.6	137-25-56.5	540	N.MORI (OYO, GIFU U.)
120 NG20	36-34-19.9	137-25-3.7	475	N.MORI (OYO, GIFU U.)
121 NG21	36-34-37.6	137-24-38.9	365	H.MURATA (OYO, GIFU U.)
122 KYOT001	36-34-19.9	137-24-0.6	360	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
123 KYOT002	36-34-7.7	137-22-50.8	320	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
124 KYOT003	36-34-4.3	137-22-18.0	310	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
125 KYOT004	36-34-18.4	137-21-27.1	280	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
126 KYOT005	36-34-22.6	137-20-25.9	260	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
127 KYOT006	36-34-20.0	137-19-42.0	260	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
128 S-3	36-32-45.3	137-19-13.1	380	T.HASEGAWA (OYO)
129 KYOT007	36-34-11.2	137-18-51.7	240	K.MATSUMURA, K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI, H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
130 KYOT007B	36-33-25.8	137-18-51.4	350	K.ITO (KYOTO U.), Y.ASAI (TAKAYAMA U.)
131 KYOT008	36-34-16.9	137-17-48.4	210	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
132 KYOT009	36-33-57.3	137-16-33.9	180	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
133 KYOT010	36-33-52.0	137-15-40.3	200	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
134 KYOT011	36-33-56.7	137-14-35.7	200	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
135 KYOT012	36-33-14.7	137-13-53.0	250	K.MATSUMURA (KYOTO U.), H.ISOBE (TAKAYAMA U.)
136 GR101	36-33-16.7	137-12-47.7	95	S.SAWADA (G.R.I.O.)
137 GR102	36-33-26.8	137-12-0.6	80	T.KAGAWA (G.R.I.O.)
138 HKDG801	36-33-29.9	137-11-35.8	165	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
139 HKDG802	36-34-5.0	137-10-48.3	110	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
140 HKDG803	36-34-3.8	137-10-14.6	160	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
141 HKDG804	36-34-12.6	137-9-47.5	140	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
142 HKDG805	36-34-20.3	137-9-8.9	90	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
143 HKDG806	36-34-14.9	137-7-59.6	137	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
144 HKDG807	36-34-21.5	137-7-12.2	130	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
145 HKDG808	36-34-36.7	137-6-38.4	185	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
146 HKDG809	36-34-49.4	137-5-55.6	225	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
147 HKDG810	36-35-24.1	137-5-18.5	130	O.OZEL (OYO, HOKKAIDO U.)
148 HKDG811	36-35-38.8	137-4-27.9	220	I.KOBAYASHI (OYO, HOKKAIDO U.)
149 HKDG812	36-35-19.5	137-3-27.5	275	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
150 HKDG813	36-35-15.6	137-2-33.6	280	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
151 HKDG814	36-35-49.7	137-1-51.0	200	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
152 HKDG815	36-36-15.1	137-0-52.1	140	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
153 HKDG816	36-36-14.6	136-59-42.4	79	T.MORIYA, O.OZEL (HOKKAIDO U.)
154 KOBE1	36-36-52.5	136-58-30.1	67	S.SAKAWAKA (OYO, KOBE U.)
155 KOBE2	36-36-1.3	136-57-29.1	73	A.KANBARA, M.NAKAMURA (OYO, KOBE U.)
156 KOBE3	36-35-24.1	136-56-15.2	66	Y.MATSUMURA (OYO, KOBE U.)
157 KOBE4	36-34-42.5	136-55-23.6	62	M.YOKOYAMA, M.OHBA (OYO, KOBE U.)
158 KOBE5	36-34-1.0	136-54-24.2	65	T.TERASHIMA
159 HKDG817	36-33-46.1	136-53-22.7	115	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
160 HKDG818	36-33-46.4	136-50-44.8	138	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
161 HKDG819	36-33-58.6	136-50-11.0	190	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
162 HKDG820	36-33-35.5	136-49-32.0	310	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
163 HKDG821	36-34-0.9	136-48-58.2	210	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
164 HKDG822	36-34-17.6	136-48-44.1	218	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
165 HKDG823	36-34-18.9	136-48-13.3	160	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
166 HKDG824	36-34-34.8	136-47-43.6	200	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
167 HKDG825	36-34-26.1	136-46-56.2	160	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
168 HKDG826	36-34-44.1	136-46-36.7	100	H.MIYAMACHI (KAGOSHIMA U.), I.KOBAYASHI (HOKKAIDO U.)
169 S-4	36-34-50.9	136-46-19.1	110	Y.KAWABE (OYO)

Fig. 1 および Table 2 に示した 169 点の臨時観測点では、マークプロダクツ社製の L-22D 型地震計 (上下動, 固有周波数約 2.2 Hz, コイル抵抗約 2.2 K Ω) 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。観測システムは FM 変調方式でカセットテープに録音するアナログ方式と、地震計からの信号をデジタル信号に変換して記録する方式の 2 種類で行われた。観測点 1 点ごとに 1 人の観測者が必要であった従来の方式が減り、タイマーを用いて数人で多点を受け持つ新しいデジタル収録方式の観測点が 100 点を越え、少人数による多点観測者が

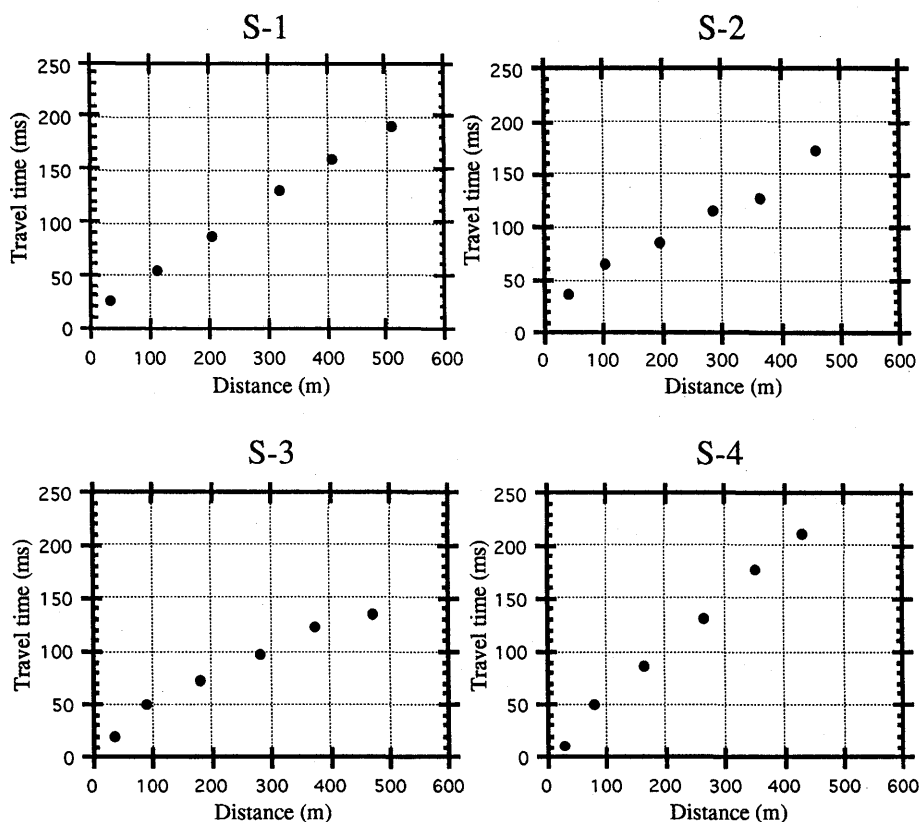


Fig. 2. Travel time diagrams near the 4 shot points. These observations were made to determine the seismic velocities in the surface layer.

定着しつつある。観測システムの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 Hz～30 Hz の範囲で平坦になるよう統一されている。時刻は JJY そのもの、もしくは JJY や NHK-FM の時報などによって校正された水晶時計を同時に収録しているため、0.01 秒の精度が確保されている。観測後の解析において波形全体を扱うため、大振幅の信号で記録が飽和しないように各爆破点との距離に応じてアンプの増幅率を変えるなどの測定上の工夫をしている。

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 HP350H (横河ヒューレットパッカード社製) 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) によりデジタル記録に変換された。サンプリング周波数は 100 Hz で、各記録は初動付近から約 40 秒間が収録されている。

Fig. 3 に各爆破点ごとのレコードセクションを示す。各トレースごとの最大振幅が等しくなるように表示している。天候に恵まれ、得られた記録はどれも良好であったが、飛騨山脈 (図中の▲が立山) を越えた地震波は急激に減衰し、ほとんど観測されなかったことがわかる。

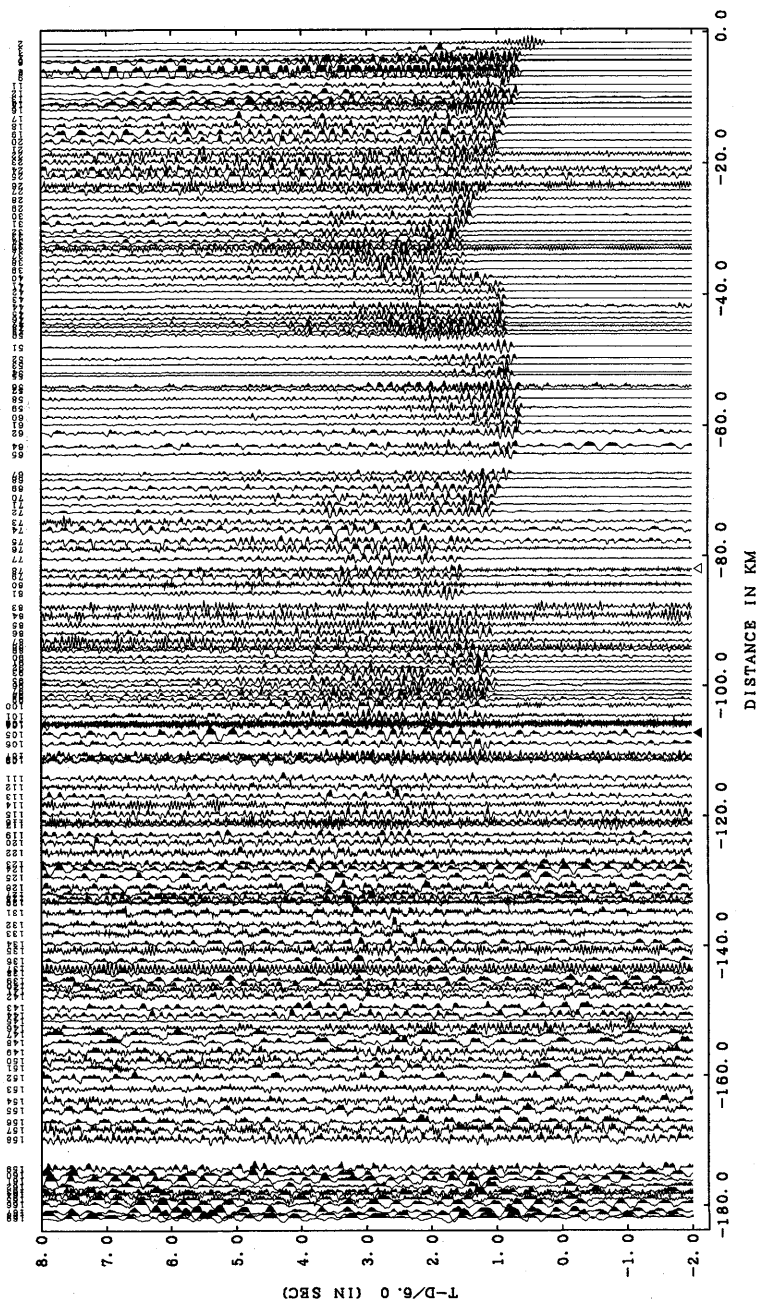


Fig. 3-1. Record section for the shot S-1. All the traces were vertical components of the records. Travel times are reduced with a velocity of 6.0 km/s. Positions of Mt. Tateyama and Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line are indicated by solid triangle and open triangle, respectively.

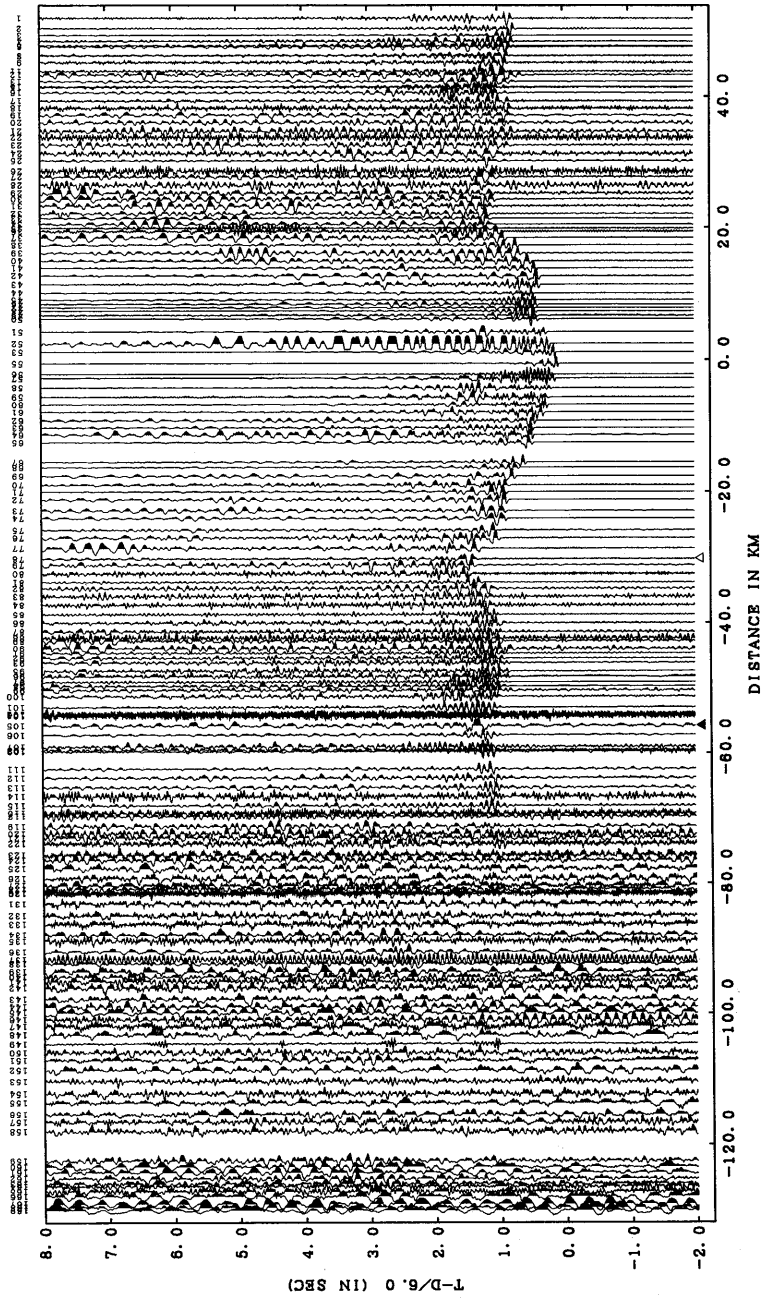


Fig. 3-2. Record section for the shot S-2.

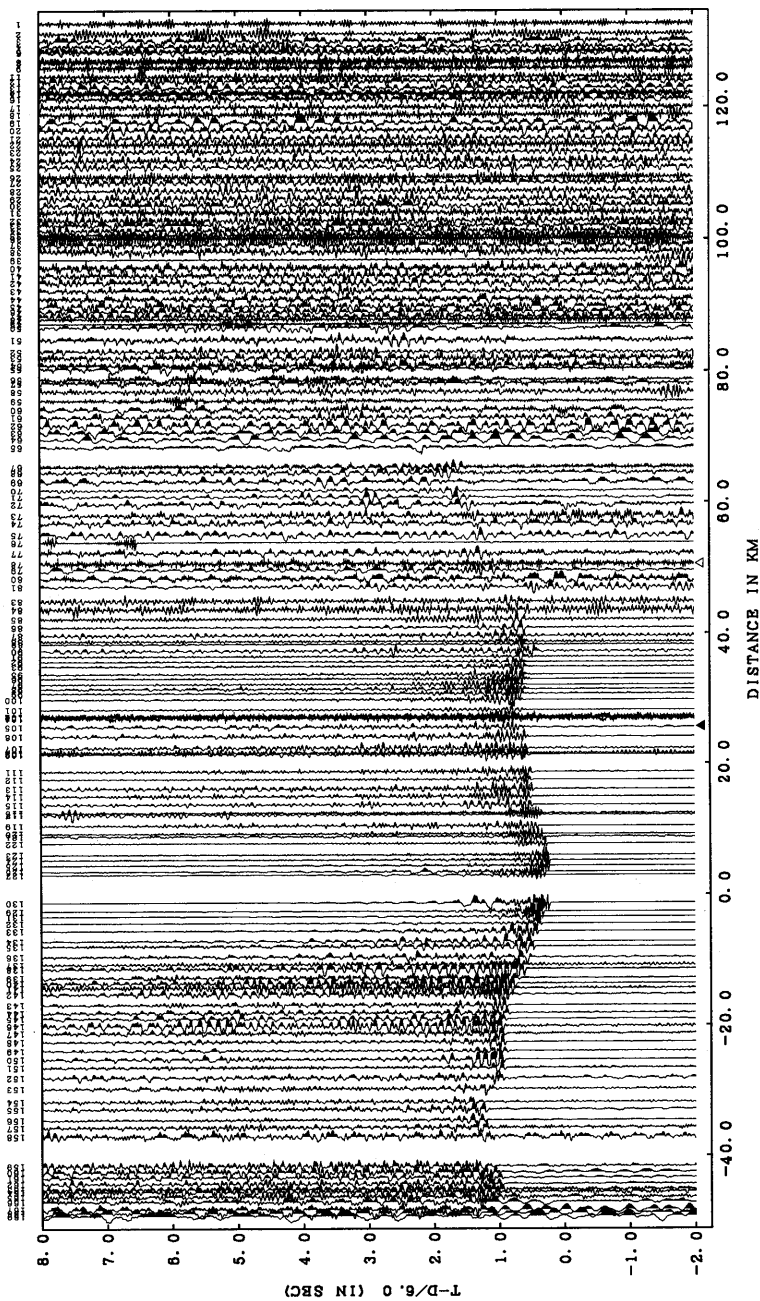


Fig. 3-3. Record section for the shot S-3.

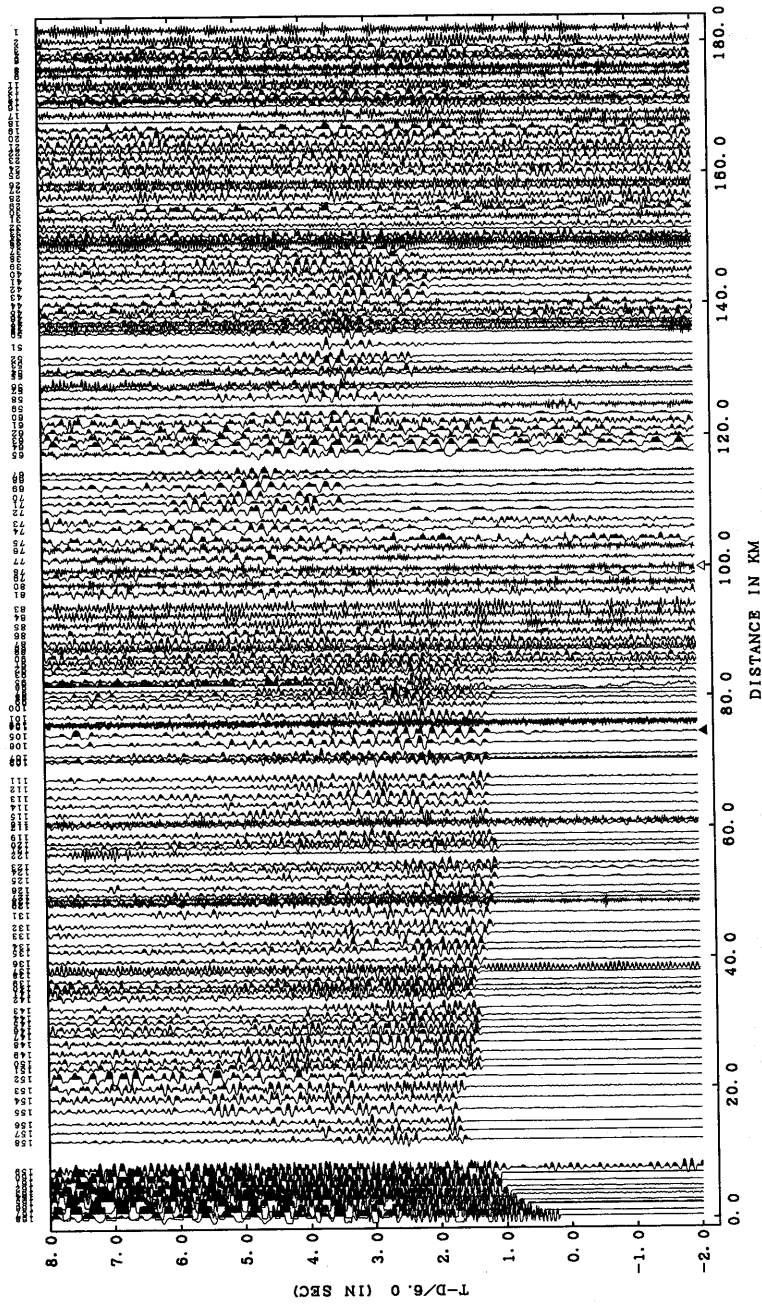


Fig. 3-4. Record section for the shot S-4.

Table 3. Travel time data.

S-1	1991-10-17	1-15-97.8	700 KG	36-30-50.9 N	138-48-3.3 E	582M							
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4		
001 S-1	0.09	95.7	0.01										
002 NRIESDP1	1.56	285.1	0.26										
003 NRIESDP2	2.57	263.4	0.43	0.45A+	0.19								
004 NRIESDP3	3.56	285.9	0.59	0.97A+	0.38								
005 GSJ1A	4.28	285.5	0.71	1.20A+	0.49	1.19B-	0.60						
006 GSJ1B	4.41	284.2	0.73	1.25A+	0.52	1.33B+	0.60						
007 GSJ2A	5.08	285.0	0.85	1.54A+	0.56								
008 GSJ2B	5.93	285.7	0.99	1.84A+	0.55								
009 IBA1A	6.79	279.1	1.13	1.81C+	0.68								
010 IBA1B	6.83	279.3	1.14										
011 IBA2	8.08	277.3	1.35	2.15A+	0.80								
012 CHIBA1	9.25	290.9	1.54	2.14A+	0.60								
013 CHIBA2	10.10	287.0	1.68	2.32B+	0.64								
014 CHIBA3	10.87	285.4	1.81	2.49A+	0.68								
015 ERI01	10.98	286.0	1.83	2.69C+	0.86	3.19C+	1.36						
016 ERI02	11.73	284.7	1.95	2.74A+	0.79								
017 ERI03	13.04	284.3	2.17	2.94A+	0.77								
018 ERI04	14.22	284.7	2.37	3.17A+	0.80								
019 ERI05	15.46	285.4	2.58	3.41A+	0.83								
020 ERI06	16.54	284.3	2.76	3.70A+	0.94								
021 ERI07	17.70	281.7	2.95	3.86A+	0.91								
022 ERI08	18.59	280.9	3.10	3.93C+	0.83								
023 ERI09	19.61	278.9	3.27	4.10B+	0.83								
024 ERI10	20.89	278.2	3.48	4.18C+	0.70								
025 ERI11	21.81	275.5	3.63	4.51C+	0.88	5.81C+	2.18						
026 ERI12	23.27	272.5	3.88	4.99C+	1.11	5.31C+	1.43						
027 ERI13	24.08	269.4	4.01	5.12B+	1.11								
028 ERI14	25.39	268.5	4.23	5.46C+	1.23								
029 ERI15	26.70	266.3	4.45	5.77A+	1.32								
030 ERI16	27.64	264.1	4.64	5.91A+	1.27								
031 ERI17	29.02	263.1	4.84	6.21B+	1.37								
032 ERI18	30.27	263.3	5.05	6.42C+	1.37	6.58C+	1.53						
033 ERI19	30.91	263.6	5.15	6.52B+	1.37	6.65C+	1.50						
034 ERI20	31.77	264.1	5.30	6.69C+	1.39								
035 ERI21	32.40	264.3	5.40	6.72C+	1.32	8.42B+	3.02						
036 ERI22	32.91	264.2	5.49	6.94C+	1.45								
037 ERI23	33.86	264.5	5.64	6.92B+	1.28								
038 ERI24	34.91	265.1	5.82	7.01C+	1.19	7.28C+	1.46	8.06C+	2.24				
039 ERI25	36.08	265.5	6.01	7.18C+	1.17								
040 ERI26	37.31	265.6	6.22	7.23C+	1.01	8.25C+	2.03						
041 ERI27	38.45	265.7	6.41	7.23A+	0.82								
042 ERI28	39.45	267.7	6.57	7.36A+	0.79	8.20C+	1.79						
043 ERI29	40.57	268.0	6.76	7.53A+	0.77	8.63B+	2.06						
044 ERI30	41.74	270.8	6.96	7.77C+	0.81								
045 ERI31	42.83	271.4	7.14	7.94B+	0.80								
046 ERI32	43.59	272.5	7.26	7.99B+	0.73								
047 ERI33	44.34	273.3	7.39	8.09C+	0.70								
048 ERI34	44.80	273.0	7.47	8.23B+	0.76								
049 UTSU	45.52	273.2	7.59	8.36B+	0.77								
050 ERI35	46.06	273.0	7.68	8.32B+	0.64	9.16C+	1.48						
051 THKYAM1	47.95	272.2	7.99	8.55B+	0.56								
052 THKYAM2	49.72	271.7	8.29	8.80C+	0.51	8.94B+	0.65	9.36C+	1.07				
053 THKYAM3	50.67	270.7	8.44	9.12B+	0.48	9.20B+	0.76						
054 S-2	51.86	270.4	8.64	9.30B+	0.66	9.38B+	0.74	9.89B+	1.25				
055 THKYAM4	52.33	270.6	8.72	9.33B+	0.61	9.40B+	0.68						
056 THKYAM5	53.98	270.5	9.00	9.60L	0.60								
057 THKYAM6	54.49	271.1	9.08	9.62B+	0.54								
058 THKYAM7	55.84	271.6	9.31	9.75C+	0.44	9.66B+	0.58	9.94C+	0.86				
059 THKYAM8	57.22	272.0	9.54	10.05C+	0.51								
060 JMA01	58.60	270.4	9.77	10.32A+	0.55								
061 JMA02	59.72	271.0	9.95	10.51B+	0.56	11.03C+	1.08						
062 JMA03	60.96	271.1	10.16	10.81C+	0.65								
063 JMA04	62.03	271.3	10.34										
064 JMA05	63.06	271.6	10.51	11.14C+	0.63								
065 JMA06	64.25	271.6	10.71	11.30C+	0.59								
066 JMA07	65.72	271.7	10.95										
067 JMA08	67.24	271.8	11.21	11.89B+	0.68								
068 JMA09	68.09	271.5	11.35	12.05C+	0.70								
069 JMA10	69.41	271.5	11.57	12.40B+	0.83								
070 JMA11	70.77	271.2	11.80	12.74C+	0.94								
071 JMA12	71.83	271.5	11.97	12.89B+	0.92	13.29C+	1.32	14.24C+	2.27				
072 JMA13	73.03	271.2	12.17	13.11C+	0.94								
073 ERISHK1	74.69	271.7	12.45	13.86L	1.41								
074 ERISHK2	75.89	271.3	12.65	13.93C+	0.88	14.65C+	2.00						
075 ERISHK3	77.67	271.1	12.94	14.12C+	1.18								
076 ERISHK4	78.84	271.4	13.14	14.24C+	1.10								
077 ERISHK5	80.41	271.6	13.40										
078 ERISHK6	82.07	271.5	13.68	14.99C+	1.31	16.39C+	2.71						
079 ERISHK7	83.00	271.5	13.83										
080 ERISHK8	84.32	271.3	14.05	15.79L	1.74								
081 TOKAI1	85.41	271.2	14.27	15.68C+	1.41								
082 TOKAI2	86.55	271.5	14.43										
083 TOKAI3	87.78	271.6	14.63										
084 TOKAI4	89.10	271.3	14.85	16.04C+	1.19								
085 TOKAI5	90.51	271.7	15.08	16.05C+	0.97								
086 TOKAI6	91.79	272.2	15.30	16.31C+	1.01								
087 TOKAI7	93.05	272.6	15.51	16.19L	2.68								
088 TOKAI8	93.98	272.9	15.66	17.05L	1.39								
089 ERWKY01	94.40	273.0	15.73	16.85C+	1.12								
090 ERWKY02	95.50	273.2	15.92	16.81C+	0.89								

Table 3. (continued)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4
091 ERIWKY03	96.31	273.0	16.05	17.15C+	1.10						
092 ERIWKY04	97.14	273.2	16.19	17.24C+	1.05						
093 ERIWKY05	97.89	273.3	16.31	17.21C+	0.90						
094 ERIWKY06	98.52	273.4	16.42								
095 ERIWKY07	99.13	273.5	16.52	17.43C+	0.91						
096 ERIWKY08	99.87	273.6	16.64	17.56B+	0.92						
097 ERIWKY09	100.78	273.8	16.80	17.76C+	0.96						
098 ERIWKY10	101.43	273.5	16.90	17.83C+	0.93						
099 ERIWKY11	102.06	273.4	17.01	18.10C+	1.09	19.20C+	2.30				
100 NGYGIF01	103.03	273.4	17.17	18.19C+	1.02	19.29C+	2.28				
101 NGYGIF02	104.63	273.5	17.44	18.45C+	1.01						
102 NGYGIF03	105.69	273.6	17.61								
103 NGYGIF04	105.83	273.6	17.64								
104 NGYGIF05	105.96	273.7	17.66								
105 NGYGIF06	107.40	273.9	17.90	19.22L	1.32						
106 NGYGIF07	108.86	273.8	18.14	19.21C+	1.07						
107 NGYGIF08	110.66	273.7	18.44								
108 NGYGIF09	111.22	273.2	18.54	19.33L	0.79						
109 NGYGIF10	111.41	273.2	18.57	19.61C+	1.04						
110 NGYGIF11	112.84	273.2	18.81								
111 NGYGIF12	114.13	273.3	19.02								
112 NGYGIF13	115.45	273.4	19.24								
113 NGYGIF14	116.52	273.6	19.49	21.89L	2.40						
114 NGYGIF15	118.25	273.8	19.71								
115 NGYGIF16	119.65	273.9	19.94								
116 NGYGIF17	120.86	273.7	20.14								
117 NGYGIF18	121.25	273.8	20.21								
118 NGYGIF19	122.10	273.8	20.35								
119 NGYGIF20	122.87	273.6	20.48	21.75C-	1.27	22.71C+	2.23				
120 NGYGIF21	124.01	273.4	20.67								
121 NGYGIF22	124.65	273.6	20.77								
122 KYOT001	125.57	273.6	20.93	22.44C+	1.51						
123 KYOT002	127.29	273.2	21.21								
124 KYOT003	128.10	273.1	21.35								
125 KYOT004	129.38	273.3	21.56								
126 KYOT005	130.91	273.3	21.82								
127 KYOT006	131.98	273.2	22.00								
128 S-3	132.63	272.0	22.10	23.33C+	1.23						
129 KYOT007	133.24	273.1	22.21								
130 KYOT008	133.20	272.5	22.20	25.25L	3.05						
131 KYOT008	134.82	273.1	22.47	24.42L	1.95						
132 KYOT009	135.64	272.9	22.77	24.75L	1.98						
133 KYOT010	137.97	272.8	22.99	24.93L	1.94						
134 KYOT011	139.58	272.8	23.26	25.23C+	1.97						
135 KYOT012	140.61	272.3	23.43	25.93L	2.50						
136 GRI01	142.23	272.3	23.70	26.64L	2.94						
137 GRI02	143.61	272.4	23.90								
138 HKDKGS01	144.03	272.4	24.00	25.87L	1.87						
139 HKDKGS02	145.24	272.8	24.21								
140 HKDKGS03	146.08	272.8	24.35	26.79L	2.44						
141 HKDKGS04	146.76	272.9	24.46								
142 HKDKGS05	147.73	273.0	24.62								
143 HKDKGS06	149.44	272.9	24.91								
144 HKDKGS07	150.63	273.0	25.10								
145 HKDKGS08	151.48	273.1	25.25								
146 HKDKGS09	152.56	273.3	25.43								
147 HKDKGS10	153.53	273.7	25.59								
148 HKDKGS11	154.81	273.8	25.80	27.92C+	2.12						
149 HKDKGS12	156.28	273.6	26.05	27.67C+	1.62						
150 HKDKGS13	157.61	273.5	26.27	27.91C+	1.64						
151 HKDKGS14	158.72	273.9	26.45								
152 HKDKGS15	160.22	274.1	26.70	28.21C+	1.76						
153 HKDKGS16	161.95	274.1	26.99								
154 KOB01	163.81	274.4	27.30								
155 KOB02	165.23	273.9	27.54								
156 KOB03	167.02	273.5	27.84								
157 KOB04	168.25	273.0	28.04								
158 KOB05	169.69	272.5	28.28								
159 HKDKGS17	174.20	272.4	29.03								
160 HKDKGS18	175.14	272.4	29.19	30.44C+	1.25						
161 HKDKGS19	175.98	272.5	29.33								
162 HKDKGS20	176.95	272.4	29.49								
163 HKDKGS21	177.80	272.5	29.63	30.82C-	1.19						
164 HKDKGS22	178.16	272.6	29.69								
165 HKDKGS23	178.92	272.6	29.82								
166 HKDKGS24	179.68	272.8	29.95								
167 HKDKGS25	180.85	272.7	30.14								
168 HKDKGS26	181.35	272.9	30.22								
169 S-4	181.79	272.9	30.30								
S-1-1	0.030	0.0	0.005	C.025A+	0.020						
S-1-2	0.113	0.0	0.019	C.054A+	0.035						
S-1-3	0.206	0.0	0.034	C.085A+	0.051						
S-1-4	0.320	0.0	0.053	C.130A+	0.077						
S-1-5	0.410	0.0	0.068	C.159A+	0.091						
S-1-6	0.509	0.0	0.085	C.191A+	0.106						

(Note) D indicates the distance from the shot in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of the first arrivals, while T2, TR2 etc. are those of later arrivals. The reduction velocity is 6.0 km/s. The 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 identified arrivals is upward or downward, respectively.

Table 3. (continued)

S-2	1991-10-17	1-11-59.99	450 KG	36-30-55.7 N	138-13-19.8 E	864M						
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4	
001 S-1	51.93	90.0	8.65	9.39B+	0.74							
002 NRISDP1	50.36	89.4	8.39	9.05A+	0.66							
003 NRISDP2	49.28	90.4	8.21	8.92A+	0.71							
004 NRISDP3	48.42	88.9	8.07	8.77A+	0.70							
005 GSJ1A	47.72	88.6	7.95	8.70A+	0.75							
006 GSJ1B	47.57	88.7	7.93	8.68A+	0.75							
007 GSJ2A	46.17	88.1	7.69	8.47B+	0.78							
008 GSJ2B	46.15	88.0	7.69	8.47B+	0.78							
009 IBA1A	45.14	88.7	7.52	8.31C+	0.79							
010 IBA1B	45.10	88.6	7.52									
011 IBA2	43.83	88.7	7.31	8.06C-	0.75							
012 CHIBA1	43.30	85.7	7.22	7.76C+	0.54							
013 CHIBA2	42.26	86.1	7.04	7.72A+	0.68							
014 CHIBA3	41.43	86.1	6.90	7.67B+	0.77							
015 ERI01	41.37	85.9	6.89	7.88C-	0.99							
016 ERI02	40.58	85.9	6.76	7.54A+	0.78							
017 ERI03	39.31	85.4	6.55	7.30B+	0.75							
018 ERI04	38.21	84.7	6.37	7.07C+	0.70							
019 ERI05	37.12	83.8	6.19	6.88C+	0.69							
020 ERI06	36.01	83.6	6.00	6.72C+	0.72							
021 ERI07	34.66	84.2	5.78	6.48C+	0.70							
022 ERI08	33.73	84.2	5.62	6.47L	0.85							
023 ERI09	32.57	84.8	5.43	6.15B+	0.72							
024 ERI10	31.27	84.7	5.21	6.10C-	0.89							
025 ERI11	30.18	86.3	5.03	5.81B+	0.78							
026 ERI12	28.59	88.3	4.76	5.65L	0.89							
027 ERI13	27.76	90.8	4.63	5.53B+	0.90							
028 ERI14	26.47	91.7	4.41	5.54L	1.13							
029 ERI15	25.27	94.3	4.21	5.24C+	1.03							
030 ERI16	24.35	97.1	4.06	5.04A+	0.98							
031 ERI17	23.33	99.0	3.89	4.93B+	1.04							
032 ERI18	22.12	99.7	3.69	4.78A+	1.09							
033 ERI19	21.44	99.7	3.57	4.60A+	1.03							
034 ERI20	20.54	99.6	3.42	4.45A+	1.03							
035 ERI21	19.91	99.8	3.32	4.24A+	0.92							
036 ERI22	19.44	100.5	3.24	4.17A+	0.93							
037 ERI23	18.48	100.8	3.08	3.91A+	0.83							
038 ERI24	17.37	100.6	2.89	3.69A+	0.84							
039 ERI25	16.17	100.9	2.69	3.30A+	0.61							
040 ERI26	14.98	101.9	2.50	2.96A+	0.46							
041 ERI27	13.86	102.9	2.31	2.67A+	0.36							
042 ERI28	12.71	101.3	2.12	2.44A+	0.32							
043 ERI29	11.42	98.4	1.90	2.23A+	0.33							
044 ERI30	10.11	88.0	1.68	2.09A+	0.41							
045 ERI31	9.05	85.1	1.51	1.89A+	0.38							
046 ERI32	8.44	78.7	1.41	1.76A+	0.35							
047 ERI33	7.88	73.3	1.31	1.73A+	0.42							
048 ERI34	7.38	75.5	1.23	1.60A+	0.37							
049 UTSU	6.75	70.6	1.13	1.49A+	0.36							
050 ERI35	6.21	69.7	1.03	1.38A+	0.35							
051 THKYAM1	4.22	68.2	0.70	0.91A+	0.21							
052 THKYAM2	2.46	60.2	0.41	0.59A+	0.18							
053 THKYAM3	1.20	76.3	0.20	0.30A+	0.10							
054 S-2	0.08	344.4	0.01									
055 THKYAM4	0.55	295.7	0.09	0.14A+	0.05							
056 THKYAM5	2.15	273.5	0.36	0.51A+	0.15							
057 THKYAM6	2.75	284.8	0.46	0.56A+	0.10							
058 THKYAM7	4.19	287.8	0.70	0.85A+	0.15							
059 THKYAM8	5.60	286.8	0.93	1.12A+	0.19							
060 JMA01	6.76	270.7	1.13	1.34A+	0.21							
061 JMA02	7.91	275.4	1.32	1.57A+	0.25							
062 JMA03	9.15	275.1	1.52	1.92A+	0.40							
063 JMA04	10.24	275.7	1.71	2.15A+	0.44							
064 JMA05	11.29	276.9	1.88	2.31A+	0.43							
065 JMA06	12.48	276.7	2.08	2.51A+	0.43							
066 JMA07	13.96	276.3	2.33									
067 JMA08	15.49	276.5	2.58	3.12A+	0.54							
068 JMA09	16.30	274.9	2.72	3.35A+	0.63							
069 JMA10	17.62	274.7	2.94	3.65A+	0.71							
070 JMA11	18.96	273.2	3.16	3.94A+	0.78							
071 JMA12	20.03	274.1	3.34	4.17A+	0.83							
072 JMA13	21.22	273.0	3.54	4.36A+	0.82							
073 ERISHK1	22.90	274.3	3.82	4.67A+	0.85							
074 ERISHK2	24.08	273.2	4.01	4.85A+	0.84							
075 ERISHK3	25.85	272.2	4.31	5.32A+	1.01							
076 ERISHK4	27.03	273.0	4.50	5.46B+	0.96							
077 ERISHK5	28.62	273.7	4.77									
078 ERISHK6	30.26	273.1	5.04	6.32B+	1.28							
079 ERISHK7	31.20	273.0	5.20									
080 ERISHK8	32.51	272.4	5.42	6.81B+	1.39							
081 TOKAI1	33.79	272.3	5.63	6.85A+	1.22							
082 TOKAI2	34.75	273.0	5.79	6.80L	1.01							
083 TOKAI3	35.97	273.1	5.99	7.06L	1.07							
084 TOKAI4	37.28	272.4	6.21	7.20L	0.99							
085 TOKAI5	38.71	273.3	6.45	7.40C+	0.95							
086 TOKAI6	40.01	274.2	6.67	7.50C+	0.83							
087 TOKAI7	41.31	275.2	6.88	7.80C+	0.92							
088 TOKAI8	42.26	275.7	7.04	8.14L	1.10							
089 ERIMKY01	42.69	275.9	7.11	8.04B+	0.93							
090 ERIMKY02	43.80	276.2	7.30	8.14C+	0.84							

Table 3. (continued)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4
091 ERIWKY03	44.60	275.7	7.43	8.36C-	0.93						
092 ERIWKY04	45.44	276.0	7.57	8.46A+	0.89						
093 ERIWKY05	46.20	276.3	7.70	8.52A+	0.82						
094 ERIWKY06	46.84	276.5	7.81								
095 ERIWKY07	47.46	276.6	7.91	8.72A+	0.81						
096 ERIWKY08	48.21	276.8	8.04	8.84A+	0.80						
097 ERIWKY09	49.13	277.0	8.19	9.02A+	0.83						
098 ERIWKY10	49.76	276.5	8.29	9.12A+	0.83						
099 ERIWKY11	50.38	276.2	8.40	9.14B+	0.74						
100 NGVGIF01	51.34	276.2	8.56	9.47B+	0.91						
101 NGVGIF02	52.96	276.3	8.83	9.73A+	0.90						
102 NGVGIF03	54.02	276.4	9.00								
103 NGVGIF04	54.16	276.4	9.03	10.04C+	1.01						
104 NGVGIF05	54.29	276.5	9.05								
105 NGVGIF06	55.76	276.8	9.29	10.35C+	1.06						
106 NGVGIF07	57.21	276.6	9.54	10.42A+	0.88						
107 NGVGIF08	58.99	276.4	9.83	10.87L	1.04						
108 NGVGIF09	59.51	275.4	9.92	10.79B+	0.87						
109 NGVGIF10	59.69	275.3	9.95	10.92B+	0.97						
110 NGVGIF11	61.12	275.3	10.19								
111 NGVGIF12	62.43	275.5	10.40	11.36B+	0.96						
112 NGVGIF13	63.75	275.6	10.63	11.56C+	0.93						
113 NGVGIF14	65.23	275.8	10.87	11.71C	0.84						
114 NGVGIF15	66.58	276.2	11.10	12.17L	1.07						
115 NGVGIF16	67.99	276.3	11.33	12.02C+	0.69						
116 NGVGIF17	69.18	275.8	11.53								
117 NGVGIF18	69.59	276.1	11.60								
118 NGVGIF19	70.42	276.0	11.74								
119 NGVGIF20	71.18	275.7	11.86	12.85L	0.99						
120 NGVGIF21	72.30	275.2	12.05								
121 NGVGIF22	72.96	275.6	12.16								
122 KYOT001	73.86	275.1	12.31	13.21L	0.90						
123 KYOT002	75.54	274.7	12.59	13.55L	0.96						
124 KYOT003	76.37	274.6	12.73								
125 KYOT004	77.66	274.9	12.94								
126 KYOT005	79.19	274.9	13.20								
127 KYOT006	80.26	274.8	13.38								
128 S-3	80.83	272.7	13.47	14.38C-	0.91						
129 KYOT007	81.50	274.5	13.58								
130 KYOT007B	81.42	273.5	13.57								
131 KYOT008	83.08	274.6	13.85	15.50L	1.65						
132 KYOT009	84.89	274.1	14.15								
133 KYOT010	86.21	273.9	14.37								
134 KYOT011	87.82	273.9	14.64	15.93L	1.29						
135 KYOT012	88.82	273.1	14.80								
136 GR101	90.44	273.1	15.07	17.43L	2.36						
137 GR102	91.43	273.2	15.27								
138 HKDKGS01	92.25	273.3	15.38	17.56L	2.18						
139 HKDKGS02	93.48	273.9	15.58								
140 HKDKGS03	94.32	273.8	15.72								
141 HKDKGS04	95.00	274.0	15.83								
142 HKDKGS05	95.98	274.1	16.00								
143 HKDKGS06	97.49	273.9	16.28								
144 HKDKGS07	98.87	274.0	16.48								
145 HKDKGS08	99.74	274.2	16.62								
146 HKDKGS09	100.83	274.4	16.80								
147 HKDKGS10	101.82	275.0	16.97								
148 HKDKGS11	103.11	275.2	17.18								
149 HKDKGS12	104.56	274.8	17.43								
150 HKDKGS13	105.89	274.7	17.65								
151 HKDKGS14	107.03	275.2	17.84	19.62L	1.78						
152 HKDKGS15	108.55	275.6	18.09								
153 HKDKGS16	110.27	275.5	18.38								
154 KOB01	112.17	276.0	18.69								
155 KOB02	113.54	275.1	18.92								
156 KOB03	115.30	274.5	19.22								
157 KOB04	116.50	273.8	19.42								
158 KOB05	117.91	273.2	19.65								
159 HKDKGS17	122.41	273.0	20.40	21.33L	0.93						
160 HKDKGS18	123.35	272.9	20.56								
161 HKDKGS19	124.20	273.0	20.70								
162 HKDKGS20	125.17	273.0	20.86								
163 HKDKGS21	126.01	273.0	21.00								
164 HKDKGS22	126.38	273.2	21.06								
165 HKDKGS23	127.15	273.2	21.19								
166 HKDKGS24	127.91	273.5	21.32								
167 HKDKGS25	129.07	273.3	21.51								
168 HKDKGS26	129.58	273.5	21.60								
169 S-4	130.03	273.6	21.67								
S-2-1	0.039	0.0	0.006	0.036A+	0.030						
S-2-2	0.105	0.0	0.018	0.064A+	0.046						
S-2-3	0.196	0.0	0.033	0.084A+	0.051						
S-2-4	0.288	0.0	0.048	0.114A+	0.066						
S-2-5	0.367	0.0	0.061	0.126A+	0.065						
S-2-6	0.462	0.0	0.077	0.172A+	0.095						

(Note) D indicates the distance from the shot in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of the first arrivals, while T2, TR2 etc. are those of later arrivals. The reduction velocity is 6.0km/s. The 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 identified arrivals is upward or downward, respectively.

Table 3. (continued)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4
091 ERIMKY03	36.44	88.5	6.07	6.54B+	0.47						
092 ERIMKY04	35.43	87.9	5.94	6.42B+	0.48						
093 ERIMKY05	34.90	87.4	5.82	6.27B+	0.45						
094 ERIMKY06	34.30	87.1	5.72								
095 ERIMKY07	33.70	86.7	5.62	6.07A+	0.45						
096 ERIMKY08	32.99	86.2	5.50	5.96A+	0.46						
097 ERIMKY09	32.12	85.6	5.35	5.85B+	0.50						
098 ERIMKY10	31.43	86.2	5.24	5.77B+	0.53						
099 ERIMKY11	30.77	86.4	5.13	5.66B+	0.53						
100 NGVGIF01	29.81	86.2	4.97	5.53A+	0.56						
101 NGVGIF02	28.24	85.4	4.71	5.22B+	0.51						
102 NGVGIF03	27.27	84.9	4.54	5.05C-	0.50						
103 NGVGIF04	27.08	84.7	4.51	4.97B+	0.46						
104 NGVGIF05	26.96	84.6	4.49	5.14C+	0.65						
105 NGVGIF06	25.60	83.2	4.27	4.71B+	0.44						
106 NGVGIF07	24.14	82.9	4.02	4.51B+	0.49						
107 NGVGIF08	22.35	82.5	3.73	4.23B+	0.50						
108 NGVGIF09	21.64	84.8	3.61	4.11B+	0.50						
109 NGVGIF10	21.43	85.1	3.57	4.05A+	0.48						
110 NGVGIF11	20.03	84.3	3.34								
111 NGVGIF12	18.78	83.0	3.13	3.55B+	0.42						
112 NGVGIF13	17.52	81.8	2.92	3.35A+	0.43						
113 NGVGIF14	16.15	79.6	2.69	3.10A+	0.41						
114 NGVGIF15	14.98	76.7	2.50	2.97A+	0.47						
115 NGVGIF16	13.70	74.3	2.28	2.73A+	0.45						
116 NGVGIF17	12.41	74.5	2.07	2.39B-	0.32						
117 NGVGIF18	12.16	72.3	2.03	2.35B+	0.32						
118 NGVGIF19	11.32	71.5	1.89								
119 NGVGIF20	10.48	71.6	1.75	2.12A+	0.37						
120 NGVGIF21	9.24	72.0	1.54	1.87A+	0.33						
121 NGVGIF22	8.85	67.4	1.47	1.76A+	0.29						
122 KYOT001	7.76	68.5	1.29	1.53A+	0.24						
123 KYOT002	6.01	65.7	1.00	1.22A+	0.22						
124 KYOT003	5.23	63.1	0.87	1.06A+	0.19						
125 KYOT004	4.40	50.5	0.73	0.94A+	0.21						
126 KYOT005	3.48	32.7	0.58	0.84A+	0.26						
127 KYOT006	2.96	15.7	0.49	0.81A+	0.32						
128 S-3	0.10	135.5	0.02								
129 KYOT007	2.62	349.8	0.44	0.73A+	0.29						
130 KYOT007B	1.27	338.2	0.21	0.40A+	0.19						
131 KYOT008	3.42	323.5	0.57	0.91A+	0.34						
132 KYOT009	4.44	298.9	0.74	1.06A+	0.32						
133 KYOT010	5.59	290.8	0.93	1.30A+	0.37						
134 KYOT011	7.15	287.3	1.19	1.64A+	0.45						
135 KYOT012	7.93	276.1	1.32	1.74A+	0.42						
136 GR101	9.56	275.4	1.59	2.04B+	0.45						
137 GR102	10.75	276.5	1.79	2.33C-	0.54						
138 HKDKGS01	11.38	276.6	1.90	2.47A+	0.57						
139 HKDKGS02	12.71	280.9	2.12	2.76A+	0.64						
140 HKDKGS03	13.53	280.0	2.25	2.94A+	0.69						
141 HKDKGS04	14.24	280.7	2.37	3.13A+	0.76						
142 HKDKGS05	15.22	280.9	2.54	3.35A+	0.81						
143 HKDKGS06	16.89	279.2	2.81	3.64A+	0.83						
144 HKDKGS07	18.09	279.3	3.01	3.82A+	0.81						
145 HKDKGS08	19.00	280.3	3.17	4.02A+	0.85						
146 HKDKGS09	20.11	280.8	3.35	4.25A+	0.90						
147 HKDKGS10	21.23	283.2	3.54	4.40A+	0.86						
148 HKDKGS11	22.56	283.6	3.76	4.64A+	0.88						
149 HKDKGS12	23.90	281.4	3.98	4.81A+	0.83						
150 HKDKGS13	25.20	280.5	4.20	5.08A+	0.88						
151 HKDKGS14	26.44	282.3	4.41	5.29A+	0.88						
152 HKDKGS15	28.04	283.3	4.67	5.57B+	0.90						
153 HKDKGS16	29.73	282.5	4.95	5.95C+	1.00						
154 KOB1	31.74	285.9	5.29	6.48B+	1.19						
155 KOB2	32.89	280.6	5.48	6.62A+	1.14						
156 KOB3	34.53	278.2	5.75	6.93A+	1.18						
157 KOB4	35.65	275.8	5.94	7.01C+	1.07						
158 KOB5	37.02	273.6	6.17	7.22C+	1.05						
159 HKDKGS17	41.52	273.0	6.92	7.99B+	1.07						
160 HKDKGS18	42.45	272.6	7.07	8.02A+	0.95						
161 HKDKGS19	43.30	273.0	7.22	8.14B+	0.92						
162 HKDKGS20	44.27	272.9	7.38	8.28B+	0.90						
163 HKDKGS21	45.11	273.0	7.52	8.40B+	0.88						
164 HKDKGS22	45.49	273.6	7.58	8.54B+	0.96						
165 HKDKGS23	46.26	273.6	7.71	8.57C+	0.85						
166 HKDKGS24	47.03	274.2	7.84	8.93C+	1.09						
167 HKDKGS25	48.19	273.8	8.03	9.12C+	1.09						
168 HKDKGS26	48.71	274.4	8.12	9.59C+	1.47						
169 S-4	49.16	274.6	8.19	9.54C+	1.35						
S-3-1	0.034	0.0	0.006	0.021A+	0.015						
S-3-2	0.093	0.0	0.015	0.048A+	0.033						
S-3-3	0.183	0.0	0.030	0.071A+	0.041						
S-3-4	0.282	0.0	0.047	0.096A+	0.049						
S-3-5	0.376	0.0	0.063	0.121A+	0.058						
S-3-6	0.475	0.0	0.079	0.133A+	0.054						

(Note) D indicates the distance from the shot in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of the first arrivals, while T2, TR2 etc. are those of later arrivals. The reduction velocity is 6.0km/s. The 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 identified arrivals is upward or downward, respectively.

Table 3. (continued)

S-4	1991-10-17	1-31-59.80	700 KG	36-34-49.9 N	136-46-17.9 E	107M								
STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4			
001 S-1	181.91	91.7	30.32											
002 NRIESDP1	180.32	91.6	30.05											
003 NRIESDP2	179.28	91.9	29.88											
004 NRIESDP3	178.35	91.5	29.72											
005 GSJ1A	177.65	91.4	29.61											
006 GSJ1B	177.50	91.4	29.58											
007 GSJ2A	176.08	91.3	29.35											
008 GSJ2B	176.05	91.3	29.34											
009 IBA1A	175.07	91.5	29.18											
010 IBA1B	175.03	91.5	29.17											
011 IBA2	173.76	91.5	28.96											
012 CHIBA1	173.04	90.8	28.84											
013 CHIBA2	172.04	90.9	28.67	29.91C+	1.24									
014 CHIBA3	171.22	90.9	28.54											
015 ERI01	171.14	90.9	28.52											
016 ERI02	170.35	90.9	28.39											
017 ERI03	169.06	90.8	28.18											
018 ERI04	167.92	90.7	27.99											
019 ERI05	166.75	90.6	27.79	29.35L	1.56									
020 ERI06	165.64	90.6	27.61											
021 ERI07	164.35	90.8	27.39											
022 ERI08	163.42	90.8	27.24											
023 ERI09	162.32	91.0	27.05											
024 ERI10	161.03	91.0	26.84											
025 ERI11	160.04	91.4	26.67											
026 ERI12	159.55	91.8	26.42											
027 ERI13	157.79	92.3	26.30											
028 ERI14	156.51	92.4	26.08											
029 ERI15	155.33	92.9	25.89											
030 ERI16	154.37	93.3	25.73											
031 ERI17	153.30	93.6	25.55											
032 ERI18	152.07	93.6	25.35											
033 ERI19	151.40	93.6	25.23											
034 ERI20	150.50	93.6	25.08											
035 ERI21	149.86	93.6	24.98	27.49L	2.51									
036 ERI22	149.38	93.6	24.90											
037 ERI23	148.41	93.6	24.74	27.04C+	2.30									
038 ERI24	147.31	93.6	24.53	26.47L	1.92									
039 ERI25	146.11	93.6	24.35	27.02L	2.67									
040 ERI26	144.90	93.6	24.15	26.40C+	2.25									
041 ERI27	143.75	93.6	23.96	25.77C+	1.81	26.48C-	2.52							
042 ERI28	142.67	93.4	23.78	25.75B+	1.97									
043 ERI29	141.44	93.1	23.57	25.54B+	1.97	26.54B-	2.97							
044 ERI30	140.12	92.3	23.35											
045 ERI31	139.01	92.2	23.17	25.53L	2.36									
046 ERI32	138.23	91.8	23.04											
047 ERI33	137.48	91.6	22.91	24.96C+	2.05	25.88B+	2.97							
048 ERI34	137.01	91.7	22.83	25.70L	2.87									
049 UTSU	136.30	91.6	22.72	24.78L	2.06									
050 ERI35	135.76	91.7	22.63	24.37C+	1.74	25.45C+	2.82							
051 THKYAM1	133.88	92.0	22.31	24.25C+	1.94	25.18B-	2.87							
052 THKYAM2	132.12	92.2	22.02	24.28B+	2.26	25.25B+	3.23							
053 THKYAM3	131.20	92.6	21.87	24.07C+	2.20									
054 S-2	130.03	92.7	21.67	23.93C+	2.26	24.35C+	2.68							
055 THKYAM4	129.55	92.7	21.59	23.85B+	2.26	24.75B+	3.16							
056 THKYAM5	127.90	92.8	21.32	24.16L	2.84									
057 THKYAM6	127.37	92.5	21.23	23.40C-	2.17	24.51B-	3.28							
058 THKYAM7	126.00	92.3	21.00	22.92C+	1.92									
059 THKYAM8	124.41	92.2	20.77											
060 JMA01	123.30	92.9	20.55	22.52L	1.97	23.01B+	2.46							
061 JMA02	122.15	92.6	20.36											
062 JMA03	120.91	92.6	20.15											
063 JMA04	119.83	92.6	19.97	24.02L	4.05									
064 JMA05	118.79	92.4	19.80											
065 JMA06	117.59	92.4	19.60	22.59C+	2.99									
066 JMA07	116.12	92.4	19.35											
067 JMA08	114.59	92.4	19.10	21.64C+	2.54	22.97C-	3.87							
068 JMA09	113.77	92.6	18.96	21.36C+	2.40	22.43B-	3.47	23.54B+	4.58					
069 JMA10	112.45	92.6	18.74	22.05C+	3.31									
070 JMA11	111.10	92.8	18.52	22.31L	3.79	23.10B-	4.58							
071 JMA12	110.02	92.7	18.34	21.38L	3.04									
072 JMA13	108.84	92.9	18.14	20.72L	2.58	21.86B+	3.72							
073 ERISHK1	107.16	92.6	17.86	20.81L	2.93									
074 ERISHK2	105.98	92.8	17.66	19.22L	1.56									
075 ERISHK3	104.22	93.1	17.37											
076 ERISHK4	103.03	92.9	17.17	19.33L	2.16									
077 ERISHK5	101.44	92.7	16.91											
078 ERISHK6	99.80	92.9	16.63											
079 ERISHK7	98.86	92.9	16.48											
080 ERISHK8	97.56	93.2	16.26											
081 TOKA11	96.28	93.2	16.05											
082 TOKA12	95.31	93.0	15.88											
083 TOKA13	94.09	93.0	15.68											
084 TOKA14	92.79	93.3	15.46											
085 TOKA15	91.35	92.9	15.23											
086 TOKA16	90.05	92.5	15.01	16.30L	1.29									
087 TOKA17	88.77	92.0	14.80											
088 TOKA18	87.84	91.7	14.64											
089 ERWKY01	87.42	91.6	14.57	16.61L	2.04									
090 ERWKY02	86.32	91.4	14.39											

Table 3. (continued)

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	T2	RT2	T3	RT3	T4	RT4
091 ERWKY03	85.50	91.7	14.25	15.27L	1.02						
092 ERWKY04	84.68	91.5	14.11	15.14L	1.03						
093 ERWKY05	83.93	91.3	13.99	15.05C+	1.06						
094 ERWKY06	83.31	91.1	13.88								
095 ERWKY07	82.70	91.0	13.78	14.89C+	1.11						
096 ERWKY08	81.97	90.9	13.66	14.85C+	1.19						
097 ERWKY09	81.07	90.7	13.51	14.67C+	1.16						
098 ERWKY10	80.40	91.0	13.40	14.43C+	1.03						
099 ERWKY11	79.77	91.1	13.30	14.33C+	1.03						
100 NGVGIF01	78.80	91.1	13.13	14.24C+	1.11						
101 NGVGIF02	77.20	90.9	12.87	13.95C+	1.08						
102 NGVGIF03	76.15	90.8	12.69								
103 NGVGIF04	76.01	90.7	12.67	13.65C+	0.98						
104 NGVGIF05	75.88	90.7	12.65								
105 NGVGIF06	74.45	90.3	12.41	13.53C-	1.12						
106 NGVGIF07	72.99	90.4	12.17	13.24B+	1.07						
107 NGVGIF08	71.19	90.5	11.86	12.98B+	1.12						
108 NGVGIF09	70.40	91.2	11.77	12.92C+	1.15						
109 NGVGIF10	70.41	91.2	11.76	12.86A+	1.12						
110 NGVGIF11	68.99	91.3	11.50								
111 NGVGIF12	67.69	91.0	11.28	12.36B+	1.08						
112 NGVGIF13	66.38	90.9	11.06	12.14C+	1.08						
113 NGVGIF14	64.92	90.6	10.82	11.95C+	1.13						
114 NGVGIF15	63.61	90.1	10.60	11.70C+	1.10						
115 NGVGIF16	62.22	89.9	10.37	11.50A+	1.13						
116 NGVGIF17	60.99	90.2	10.17	11.35L	1.18						
117 NGVGIF18	60.61	90.9	10.10								
118 NGVGIF19	59.71	90.0	9.94								
119 NGVGIF20	58.98	90.3	9.83	10.93A+	1.10						
120 NGVGIF21	57.82	90.7	9.64	10.71A+	1.07						
121 NGVGIF22	57.20	90.2	9.53	10.54A+	1.01						
122 KYOT001	56.26	90.8	9.38	10.42B+	1.04						
123 KYOT002	54.53	91.2	9.09	10.19A+	1.04						
124 KYOT003	53.72	91.3	8.95	9.99A+	1.04						
125 KYOT004	52.44	90.9	8.74	9.78B+	1.04						
126 KYOT005	50.92	90.8	8.49	9.58A+	1.09						
127 KYOT006	49.84	90.9	8.31	9.43B+	1.12						
128 S-3	49.56	94.3	8.21	9.28C+	1.07						
129 KYOT007	48.58	91.2	8.10	9.18C+	1.08						
130 KYOT007B	48.44	92.9	8.11	9.17B+	1.06						
131 KYOT008	47.01	91.1	7.83	9.00A+	1.17						
132 KYOT009	45.17	91.9	7.53	8.66B+	1.13						
133 KYOT010	43.85	92.2	7.31	8.48A+	1.17						
134 KYOT011	42.24	92.1	7.04	8.28B+	1.24						
135 KYOT012	41.25	93.9	6.88	8.09B+	1.21						
136 GRI01	39.63	94.0	6.61	7.82B+	1.21						
137 GRI02	38.44	93.7	6.41	7.76C+	1.35						
138 HKDKGS01	37.82	93.6	6.30	7.63A+	1.33						
139 HKDKGS02	36.58	92.0	6.10	7.47A+	1.37						
140 HKDKGS03	35.74	92.2	5.96	7.37A+	1.41						
141 HKDKGS04	35.04	91.8	5.84	7.32A+	1.48						
142 HKDKGS05	34.09	91.4	5.68	7.11A+	1.43						
143 HKDKGS06	32.38	91.8	5.40	6.79A+	1.39						
144 HKDKGS07	31.19	91.5	5.20	6.51A+	1.31						
145 HKDKGS08	30.34	90.7	5.06	6.40A+	1.34						
146 HKDKGS09	29.27	89.9	4.88	6.23A+	1.35						
147 HKDKGS10	28.57	87.8	4.73	6.07A+	1.34						
148 HKDKGS11	27.13	86.7	4.52	5.90A+	1.38						
149 HKDKGS12	25.67	87.9	4.27	5.61A+	1.34						
150 HKDKGS13	24.67	88.0	4.05	5.35A+	1.30						
151 HKDKGS14	23.27	85.4	3.88	5.20B+	1.32						
152 HKDKGS15	21.89	83.0	3.65	5.19A+	1.39						
153 HKDKGS16	20.16	82.5	3.36	4.95A+	1.39						
154 K0BE1	18.58	78.2	3.10	4.82A+	1.72						
155 K0BE2	16.83	82.4	2.81	4.46A+	1.65						
156 K0BE3	14.89	85.7	2.48	4.10A+	1.62						
157 K0BE4	13.57	90.9	2.26	3.86A+	1.60						
158 K0BE5	12.18	97.1	2.03	3.49A+	1.44						
159 HKDKGS17	7.77	102.8	1.30	2.45C+	1.15						
160 HKDKGS18	6.92	106.4	1.15	2.20A+	1.05						
161 HKDKGS19	6.01	105.2	1.00	2.05A+	1.05						
162 HKDKGS20	5.11	109.2	0.85	1.84A+	0.99						
163 HKDKGS21	4.26	110.7	0.71	1.60B+	0.89						
164 HKDKGS22	3.77	105.3	0.63	1.53A+	0.90						
165 HKDKGS23	3.02	108.4	0.50	1.29A+	0.79						
166 HKDKGS24	2.18	102.3	0.36	1.01A+	0.65						
167 HKDKGS25	1.20	127.6	0.20	0.58A+	0.38						
168 HKDKGS26	0.50	110.9	0.08	0.19A+	0.11						
169 S-4	0.04	44.1	0.01								
S-4-1	0.029	0.0	0.005	0.023A+	0.018						
S-4-2	0.081	0.0	0.013	0.048A+	0.035						
S-4-3	0.165	0.0	0.027	0.085A+	0.058						
S-4-4	0.267	0.0	0.044	0.130A+	0.086						
S-4-5	0.353	0.0	0.059	0.177A+	0.118						
S-4-6	0.433	0.0	0.072	0.211A+	0.139						

(Note) D indicates the distance from the shot in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of the first arrivals, while T2, TR2 etc. are those of later arrivals. The reduction velocity is 6.0 km/s. The 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 identified arrivals is upward or downward, respectively.

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、時刻精度、相の明瞭度などを考慮して、精度が0.01秒以内の時はA、0.03秒以内の時はB、それ以外はCを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、確実に地震波が到達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、+が地動が上向きであることを示す。

Fig. 4は初動付近の走時図であるが、これは他の観測に類を見ないほど変化が激しい。

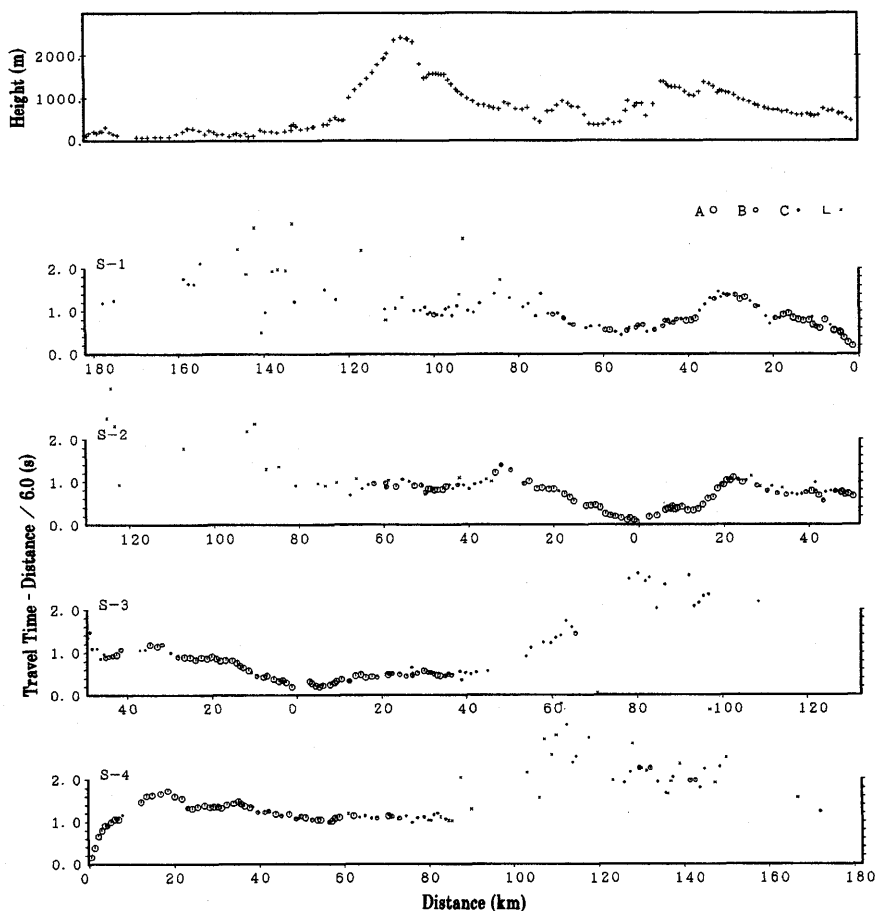


Fig. 4. Travel time diagrams for the 4 shots. Travel times are reduced with a velocity of 6.0 km/s. Ranks of data quality are indicated by sizes of circles, large circles: A, medium circles: B, and small circles: C or L, respectively. The altitudes of the observation sites are also shown in the top figure.

走時に遅れが見られた場所は地震波速度の遅い物質が厚く堆積した地域（浅間山北麓、長野盆地、砺波平野）に対応している。読み取られた走時から得られる基盤の速度はほぼ全域で 5.9 km/s であるが、糸魚川-静岡構造線をはさんで東西で深さ方向の速度勾配に違いがあり、東側が若干速い。

今回得られた記録のもう一つの特徴は、全ての爆破に関して初動走時が飛驒山脈を越えると急激に減衰し確認できなくなったことである。これは、地震波の異常減衰域が糸魚川-静岡構造線ではなく飛驒山脈下のかかなり浅い部分（深さ約 3 km 以深）に存在することを示している。一方で初動振幅が減衰したため後続波が判別し易くなり、地殻深部からの反射波と思われる相が明瞭にみられた。例えば、S-4 では (Fig. 3-4) 100 km 以遠で初動後 2 秒前後にやや周期の長い波群がみられることから、異常減衰域は深部（深さ約 20 km 以深）には存在しないと考えられる。したがって、飛驒山脈直下の比較的浅く狭い領域だけ異常減衰域が存在することになる。初動だけでなくこのような後続波を用

いることにより、地殻深部の構造をより詳細に知ることができる。この振幅の変化を解析するため、各トレースごとの絶対振幅も読み取られた。

4. おわりに

1967年と1983年に爆破地震動研究グループは今回の中部地域で人工地震による地殻構造調査を行っている (ASANO *et al.*, 1973; IKAMI *et al.*, 1986)。これらと今回の測線は長野盆地で交差していて、各々の地殻構造と比較することによって3次元的な構造を推定することができる。また前回の観測にくらべ、測線長は長く、高密度・高精度・高ダイナミックレンジの観測が実現できたため、より多くの情報が含まれていると思われる。

今回の測線は、浅間山北麓、長野盆地、糸魚川-静岡構造線北部、飛騨山脈北部、砺波平野など様々な地形を横切っているため、かなり複雑な記録が予想されていた。実際、観測された走時曲線の変化は激しく、日本列島の地殻構造の複雑さを再認識した。飛騨山脈直下の異常減衰域は、地殻浅部を伝わる屈折波の極端な減衰と地殻深部での反射波の存在から、比較的浅く狭い領域にだけ存在することがわかった。さらに飛騨山脈近傍の観測点でのデータには、初動の直後にいくつかの後続波がみられ、異常減衰域の上面の形状や性質などを知る手がかりになるものと思われる。

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。

群馬県吾妻郡吾妻町、長野県長野市、富山県上新川郡大山町、石川県金沢市、原田京一、田口直衛、荒井幸枝、寺西昭作。

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及びその分担は、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、酒井 要、橋本信一、羽田敏夫（以上、東京大学）、川崎一郎（富山大学）、望月英志（気象庁）

記録整理・解析：岩崎貴哉、飯高 隆、酒井慎一、吉井敏尅（以上、東京大学）、山崎文人（名古屋大学）、桑山辰夫（気象庁）

記録AD交換：岩崎貴哉、坂 守、酒井慎一、朴 成実、前田卓哉（以上、東京大学）

本報告執筆：酒井慎一（東京大学）

観測：鈴木宏芳、山水史生（以上、防災科学技術研究所）、伊藤公介、長谷川 功（以上、地質調査所）、宮下 芳（茨城大学）、浅沼俊夫、網敷俊志、小島克友（以上、千葉大学）、飯高 隆、一ノ瀬洋一郎、岩崎貴哉、唐鎌郁夫、坂 守、酒井慎一、酒井直樹、瀬戸憲彦、中村正夫、朴 成実、前田卓哉、三浦勝美、村井芳夫、山中佳子、吉井敏尅、吉田康宏（以上、東京大学）、鈴木将之（宇都宮大学）、岡田知己、開原貴美、堀内茂木（以上、東北大学）、長谷見晶子（山形大学）、石原和彦、長田芳一、柿下 毅、桑山辰夫、小林昭夫、田口陽介、中村雅基、成戸健治、西前裕司、西脇 誠、本田誠一郎、本間直樹、三上直也、宮岡一樹（以上、気象庁）、飯塚 進、内田康人、馬場久紀、堀尾祐輔（以上、東海大学）、大井田 徹、奥田 隆、國友孝洋、宮島力雄（以上、名古屋大学）、

太田新吾, 佐々木嘉三, 松井芳美, 村田博之, 森 直紀 (以上, 岐阜大学), 浅井康広, 伊藤 潔, 松村一男 (以上, 京都大学), 磯部英雄 (富山大学), 香川敬生, 澤田純男 (以上, 大阪土質試験所), オウズ・オゼル, 小林 勲, 森谷武男 (以上, 北海道大学), 宮町宏樹 (鹿児島大学), 大場雅彦, 神原あゆみ, 岸本裕子, 坂中伸也, 寺島 敦, 中村衛, 松村祐治, 横山道子 (以上神戸大学)

参考文献

- ASANO, S., H. OKADA, S. KUBOTA, S. SUZUKI and T. YOSHII, 1973, Crustal structure in the Matsushiro Earthquake swarm area, *Tectonophysics*, **20**, 137-145.
- FUKAO, Y. and K. YAMAOKA, 1983, Stress estimate for the highest mountain system in Japan, *Tectonics*, **2**, 453-471.
- IKAMI, A., T. YOSHII, S. KUBOTA, Y. SASAKI, A. HASEMI, T. MORIYA, H. MIYAMACHI and R. S. MATSU'URA, 1986, A seismic-refraction profile in and around Nagano Prefecture, Central Japan, *J. Phys. Earth*, **34**, 457-474.
- KATSUMATA, K., T. URABE and M. MIZOUE, 1994, Evidence for the seismic attenuation anomaly beneath the Hida Mountain Range, Central Honshu, Japan, *Geophy. J. Int.*, in press.

要 旨

1991年10月17日, 第6次地震予知計画に基づき, 人工震源を用いた深部構造調査が行われた。即線は群馬県吾妻郡吾妻町から石川県金沢市に至る全長約180 kmで, 爆破点はこの両端及び長野県長野市と富山県上新川郡大山町の合わせて4箇所に設けられ, その薬量は両端が700 kg, 間の2箇所が450 kgであった。そして全国の大学や研究機関の協力によって, 169点の臨時観測点が約1 kmの間隔で設置された。この測線は浅間山北麓, 長野盆地, 糸魚川-静岡構造線北部, 砺波平野など地質学的にも興味深い地域を横切っていて, 各々に対応して低速度の堆積物が厚く溜まっているなど, 詳細な構造の解明に役立つ情報が得られた。特に飛騨山脈北部下は, 地震波の異常減衰域の存在が微小地震の観測から議論されている場所であり, 今回の調査でも飛騨山脈を越えた地震波の急激な減衰が観測され, 今後の解析結果が大いに期待されている。さらに地殻深部からの反射波と思われる後続波も観測されていて, 地殻深部およびマントル最上部の構造の情報を得ることができた。ここでは, この調査の概要と観測された読み取り走時などの基礎的な資料を示す。