地震研究所彙報
Bull. Earthq. Res. Inst.
Univ. Tokyo
Vol. 65 (1990) pp. 611-632

福島県—栃木県地域における爆破地震動の観測（いわき—棚倉—那須測線）

爆破地震動研究グループ

（平成2年6月29日受理）

要　　旨

第5次地震予知計画による人工地震地下探査が，1986年11月，福島県いわき市と栃木県那須町を結ぶ全長約 54 km の測線で行われた．6箇所の爆破および測線上にある砕石爆破からの地震波が，約70点の臨時観測点で観測された．薬量は最大で 500 kg であった．各爆破ともきわめて良好な記録が得られ，この地域の精密な地下構造が推定できるものと期待される．この測線は棚倉構造線を横切っている．初動の走時はこの構造線付近の地震波速度の異常が，それほど地下深くまでは及んでいないことを示している．レコードセクションには継続時間の長い後続波が見られ，これから地下深部の重要な情報が得られる可能性がある．

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3年度目の実験が，1986年11月下旬，東北地方の福島県から栃木県にかけての地域で行われた．今回の測線は，ほぼ中央付近で棚倉構造線を横切っている．棚倉構造線は近年とくに注目されるようになった構造線で，地質的には東北日本と西南日本の境界であると考える研究者もいる．

この地域は平常の微小地震の活動度は低く，気象庁の資料によれば，1926年以降 M6 以上の地震はもちろん M5 以上の地震もほとんど起こっていない．したがって，今回の調査の主な興味は，棚倉構造線およびその周辺の地殻構造を調査することにある．この構造線が東北日本のテクトニクスとどのように係わっているのか，興味深いところである．

本報告では，この観測の概要と得られた記録や読み取り走時を示し，こうした資料から推定されたこの地域の地下構造については別に報告することとする．

2. 実験の概要

今回の実験は，1986年11月27日と28日の午前1時過ぎに，福島県いわき市三和町と栃木県那須郡那須町を結ぶ全長約 54 km の測線上で行われた．爆破点は上記の両端のほか，福島県東白川郡の古殿町，鮫川村および棚倉町（2箇所）に設けられた．このほか27日の日中には測線上にある棚倉町漆草付近の薬量約 280 kg の砕石爆破の観測も行ったので，爆破震源は全部で7箇所であった．測線上の臨時観測点は全部で約70箇所である．爆破点

と観測点の配置を Fig. 1 に，爆破点の緯度・経度，薬量，爆破時刻などを Table 1 に示す．観測点の緯度・経度および観測者は，Table 2 に示したとおりである．棚倉構造線（棚倉破砕帯）は棚倉町の S-4 のすぐ西側を北北西一南南東方向に走っている．

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 13 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 間隔に 6 台の地震計が設置された．この観測の各爆破点近傍の走時図を Fig. 2 に示す．爆破点付近の表層の地震

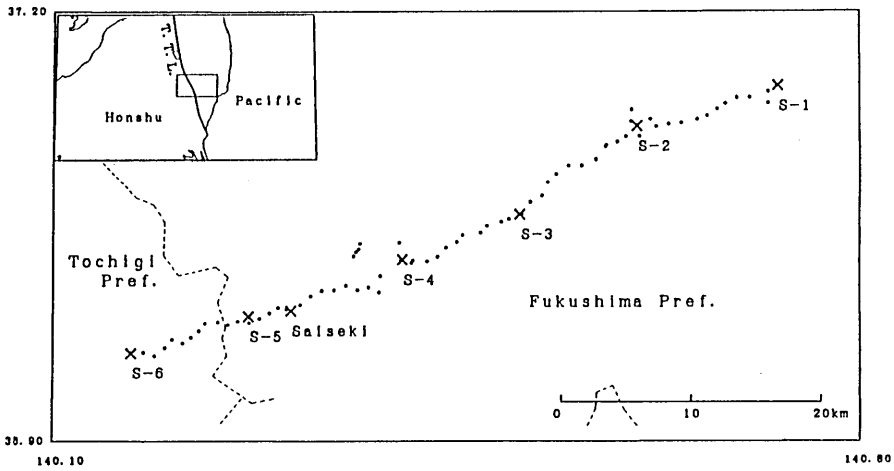

Fig. 1. A map showing the position of the Iwaki-Tanagura-Nasu Profile, northeastern Japan. Cross marks and small circles indicate shot points and temporary observation sites, respectively. T.T.L. in the insert map indicate the approximate position of the Tanagura Tectonic Line.

Table 1. Shot times, locations and charge sizes of seven explosions include a quarry blast (Saiseki) detonated in the Iwaki-Tanagura-Nasu Profile.

Shot	Date	Time	Latitude	Longitude	Height	Charge
	1986					
S-1	Nov. 28	01 : 15 : 00.37	37°08′56.6″N	140°43′44.2″E	376 m	500 kg
S-2	Nov. 27	01 : 01 : 59.78	37°07′16.5″N	140°36′24.8″E	555 m	300 kg
S-3	Nov. 28	01 : 02 : 00.36	37°03′33.9″N	140°30′18.4″E	398 m	400 kg
S-4	Nov. 27	01 : 12 : 00.88	37°01′40.2″N	140°24′10.6″E	279 m	300 kg
S-5	Nov. 27	01 : 22 : 00.66	36°59′16.3″N	140°16′10.9″E	492 m	400 kg
S-6	Nov. 28	01 : 22 : 00.44	36°57′43.4″N	140°10′03.9″E	258 m	500 kg
Saiseki	Nov. 27	15 : 00 : 02.41	36°59′30.5″N	140°18′22.3″E	390 m	280 kg

Table 2. Locations of temporary observation sites and observers.

STATION	LATITUDE	LONGITUDE	H	OBSERVERS
01 S-1	37- 8-55.3	140-43-41.7	378	M.FURUYA, K.HAYASHI (OYO)
02 TATESHITA N	37- 8-41.9	140-43-14.7	444	H.AYUSAWA (OYO)
03 TATESHITA	37- 8-13.1	140-43-14.7	446	T.TAKEHANA (OYO, HOKKAIDO U.)
04 NEKOYA	37- 8-27.4	140-42-15.5	439	H.MIYAMACHI (HOKKAIDO U.)
05 KATAGISHI	37- 8-26.6	140-41-35.3	402	N.SHIGA (OYO, HOKKAIDO U.)
06 HORINOUCHI	37- 8-11.6	140-40-59.7	418	H.OKADA (HOKKAIDO U.)
07 HORINOUCHI W	37- 7-58.6	140-40-34.4	450	T.SAKAMOTO (OYO, HOKKAIDO U.)
08 TAKINOUE	37- 7-42.3	140-40- 3.2	625	T.SASATANI (HOKKAIDO U.)
09 SHINDEN N	37- 7-32.9	140-39-31.6	585	T.MATSUSHIMA (OYO, HOKKAIDO U.)
10 BABADAIRA	37- 7-23.9	140-38-42.6	520	T.MORIYA (HOKKAIDO U.)
11 BABADAIRA W	37- 7-21.0	140-38- 3.0	573	N.TOHYAMA (OYO, TOHOKU U.)
12 DAISENYAMA	37- 7-15.3	140-37-24.2	640	S.TANAKA (OYO, TOHOKU U.)
13 AKATSUCHI	37- 7-33.4	140-37- 6.0	598	K.YAMAGATA (OYO, TOHOKU U.)
14 S-2	37- 7-19.1	140-36-23.3	553	K.HAYASHI, M.FURUYA (OYO)
71 HOCCHIKUBO	37- 7-27.9	140-36- 5.7	520	T.NISHIMURA (TOHOKU U.)
72 TSUCHINABE	37- 7-57.1	140-36- 7.6	540	T.MASUDA (TOHOKU U.)
73 INUBOTOKE	37- 6-50.9	140-36-32.2	630	T.MASUDA (TOHOKU U.)
15 KOTAKI	37- 6-50.3	140-35-49.9	548	S.SATO (YAMAGATA U.)
16 NOTOZAWA E	37- 6-36.7	140-35-23.3	470	S.HORIUCHI (TOHOKU U.)
17A NOTOZAWA W	37- 6-25.3	140-34-45.5	380	N.KATO (TOHOKU U.)
17B NOTOZAWA W	37- 6-28.6	140-34-48.0	400	N.KATO (TOHOKU U.)
18 GORINDAIRA	37- 5-52.9	140-34-15.9	365	A.HASEMI (YAMAGATA U.)
19 KABA	37- 5-38.5	140-33-31.5	395	M.SUZUKI (UTSUNOMIYA U.)
20 SENZOKU	37- 5-38.2	140-32-50.2	315	A.ITO (UTSUNOMIYA U.)
21 AOYAGI	37- 5-16.5	140-32-12.0	310	H.SUZUKI (N.R.C.D.P.)
22 CHOKOCHI	37- 4-54.3	140-31-45.3	325	S.NOGUCHI (N.R.C.D.P.)
23 SAWA	37- 4-20.7	140-31-27.8	320	K.OBARA (N.R.C.D.P.)
24 ONIGOE	37- 4- 4.1	140-30-51.0	345	F.YAMAMIZU (N.R.C.D.P.)
25 S-3	37- 3-34.7	140-30-23.3	399	K.SATO, S.SEGAWA (OYO)
26 OCHIAI	37- 3-22.0	140-29-44.0	415	T.KOIZUMI (J.M.A.)
27 KAJIDAIRA E	37- 3-15.0	140-29-20.6	450	Y.SEKITA (J.M.A.)
28 KAJIDAIRA W	37- 3- 4.9	140-28-35.7	500	I.FURUYA (J.M.A.)
29 SAKATARE	37- 2-47.3	140-28-15.3	460	H.AOKI (J.M.A.)
30 KUKINAGA	37- 2-41.3	140-27-18.8	410	M.SAKA (U.TOKYO)
31 HIUCHIISHI	37- 2-24.2	140-27- 0.7	485	S.HIGASHI (U.TOKYO)
32 ITAKURA	37- 2- 9.4	140-26-27.2	360	T.ASANUMA (CHBA U.)
33 HIRATA	37- 1-47.1	140-26- 1.0	350	S.ABE (CHIBA U.)
34 HIRATA W	37- 1-35.8	140-25-28.1	349	K.YAMAKI (OYO, CHIBA U.)
35A KAMITOYO	37- 1-38.4	140-24-43.4	260	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
35B KAMITOYO	37- 1-31.7	140-24-39.0	260	K.MIYASHITA (IBARAKI U.)
36 S-4	37- 1-38.4	140-24- 6.5	270	S.SEGAWA, K.SATO (OYO)
37 NIKOGI	37- 2-22.7	140-24- 1.0	305	E.KOHCHI (OYO)
39 YASHIKI	37- 0-59.8	140-23- 2.3	260	A.IKAMI (NAGOYA U.)
40 SHIMOTEZAWA	37- 0-18.1	140-22-58.4	260	M.YAMADA (NAGOYA U.)
41 KAMITEZAWA E	37- 0-31.2	140-22-25.1	290	K.MASUDA (OYO, NAGOYA U.)
42 KAMITEZAWA W	37- 0-24.5	140-21-51.4	330	O.IDEHARA (OYO, NAGOYA U.)
43A HORYUCHI N	37- 2-20.2	140-21-58.9	320	K.ITO (G.S.J.)
43B HORYUCHI N	37- 2- 5.5	140-21-54.7	300	K.ITO (G.S.J.)
44A HORYUCHI S	37- 1-59.0	140-21-46.6	305	I.HASEGAWA (G.S.J.)
44B HORYUCHI S	37- 1-49.1	140-21-38.6	290	I.HASEGAWA (G.S.J.)
45 FUKUOKA	37- 0-35.2	140-21-15.2	298	M.SHIMADA (OYO, NAGOYA U.)
46 MATSUKUSADAIRA	37- 0-23.9	140-20-38.1	280	Y.ICHINOSO (U.TOKYO)
47A DANKAWACHI	37- 0-21.9	140-19-59.2	300	T.YOSHII (U.TOKYO)
47B DANKAWACHI	37- 0-22.2	140-20- 0.2	300	T.YOSHII (U.TOKYO)
48 TAKAMATSUDAIRA	37- 0- 7.6	140-19-23.9	320	K.KOHKETSU (U.TOKYO)
50 NAKAORIDO	36-59-45.9	140-18-51.9	335	Y.SASAKI (GIFU U.)
51 TAKAUCHI E	36-59-34.8	140-18- 8.1	392	K.WATANABE (OYO, GIFU U.)
52 TAKAUCHI W	36-59-38.8	140-17-42.9	420	H.ISHIKAWA (OYO, GIFU U.)
53 TOCHU	36-59-24.5	140-17-15.9	459	K.SANO (OYO, TOKAI U.)
54 KAWAMAE	36-59-11.4	140-16-44.5	449	M.YOKOHAMA (OYO, TOKAI U.)
55 S-5	36-59-14.8	140-16-12.3	489	H.SAITO, Y.MATSUBARA (OYO)
56 KAWAMAE SW	36-59- 0.3	140-16-12.3	477	Y.SHIMO (OYO)
57 TOCHU-TOGE E	36-59- 4.2	140-15-37.2	523	Y.UCHIDA (OYO, TOKAI U.)
58 TOCHU-TOGE	36-58-55.8	140-15- 6.7	551	T.TANADA (OYO, TOKAI U.)
59 TOCHU-TOGE W	36-59- 2.1	140-14-35.8	499	S.KURIYAMA (KYOTO U.)
60 TODOYAMA S	36-58-59.1	140-13-55.5	409	K.MATSUMURA (KYOTO U.)
61 KITAMUKIZAWA	36-58-39.9	140-13-36.8	370	T.SAEKI (OYO, KYOTO U.)
62 YAMAZAKI N	36-58-23.9	140-13-12.6	335	K.ITO, T.SAEKI (KYOTO U.)
63 YAMAZAKI	36-58- 8.8	140-12-46.5	310	Y.IIO (KYOTO U.)
64 NAKAAZUSA	36-58-18.6	140-12-13.8	305	Y.IKEGAMI (KOBE U.)
65 AZUSA	36-57-57.1	140-11-50.8	277	A.KUBO (OYO, KOBE U.)
66 SHIMODAIRA	36-57-37.0	140-11-17.4	252	J.TANIGAKI (OYO, KOBE U.)
67 SAKAMOTO	36-57-45.5	140-10-43.1	257	A.TANAKA, S.OKUDA (OYO, KOBE U.)
68 S-6	36-57-45.7	140-10- 3.2	260	Y.MATSUBARA, H.SAITO (OYO)

波速度はほとんどの点で 4-5 km/s とかなり大きな値であるが，棚倉構造線に近い S-4 だけは 2 km/s 前後ときわめて小さな値になっている．

Fig. 1 および Table 2 に示した約70箇所の臨時観測点では，全点で Mark Products 社製の上下動地震計，L-22D（固有周波数約 2.2 Hz，コイル抵抗約 2.2 kΩ）がダンピング定数を約 0.7 として使用された．一部の観測点では同型の水平動地震計でラディアル成分の観測も行われた．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方式のものである．観測点により総合周波数特性に差があるが，少なくとも 0.5-30 Hz の範囲で平坦となるよう統一した．刻時は JJY そのもの，あるいは JJY により較正された水晶時計を同時に録音する方式をとっているので，0.01 s の精度は確保されている．

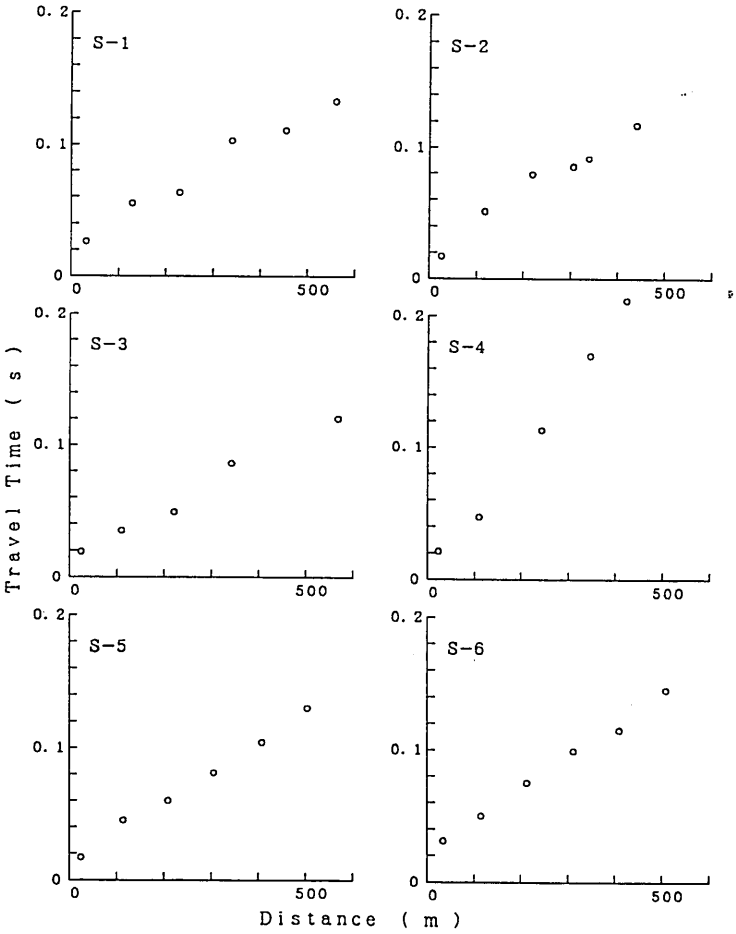

Fig. 2. Travel-time diagrams near the six shot points. The observations were made to determine velocities near the surface.

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により12ビットのAD変換が行われた．サンプリング周波数は100 Hz，各トレースの長さは約25秒間である．各観点で使われたデータレコーダの送り速度は再生用のレコーダのそれとわずかに異なっている場合がほとんどなので，AD変換時にサンプリング周波数を微調整して時間軸の精度が確保できるように配慮した．Fig. 3 にこの AD 変換データをもとに作ったレコードセクションを示す．

どの爆破についても記録の質はきわめて良好で，初動の立ち上がりも明瞭であるが，砕石爆破は日中だったこともあってやや記録の質が落ちる．Fig. 3 のような時間スケールで見ると，初動の走時がかなり単純でそのみかけ速度が 6 km/s よりわずかに小さいことがわかる．後続波としてはどの爆破でも長周期のS波が認められ，これらは低周波のフィルターをかけるとさらに明瞭になる．東海地方の春野—作手測線（爆破地震動研究グループ，1989）の場合のようにはっきりとした面状の反射波ではなく，継続時間の長い後続波が各爆破の記録に認められる．

観測記録をもとに読み取った初動の走時を Table 3 に示す．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 ±0.01 s 以内はA，±0.03 s 以内はB，それ以上はCをおよその目安としてランクをつけた．砕石爆破を除けば，大部分の読み取りがAランクであった．表中の＋－は読み取った相の向きで，＋は地動が上向きであることを示す．これも，すべてが＋であった．

Fig. 4 は読み取りをもとに作った初動の走時図である．前述のように全体としてすなおな走時であるが，S-1 の西方約 35 km の棚倉構造線をはさんで，両側の走時が遅れている．構造線の両側に低速度の表層があるためと思われるが，この付近で走時全体に大きな変化はなく，深部にまで及ぶような著しい構造とはなっていないことが推察される．

4. お わ り に

棚倉構造線が断層として活動したのは，主として第三紀までであったとされている．今回の S-4 すなわち棚倉町付近でのこの構造線は幅が 2 km 前後の圧砕岩の帯からなり，その両側を新第三系が埋めている（たとえば，大規，1975）．われわれが得た S-4 の初動の走時も，こうした表層付近の地質構造と調和的である．しかし，地震波速度に関するかぎり，この構造線が深さ数 km にまで達するような大きな構造であるとは思えない．

ほとんどの爆破のレコードセクションに見られる継続時間の長い後続波も興味深い．地殻深部からの散乱波と思われる性質も見られるので，しかるべき処理をほどこせば重要な情報が得られる可能性がある．

なお，今回報告した資料に基づく地下構造などの解析結果については，別に報告される予定である．

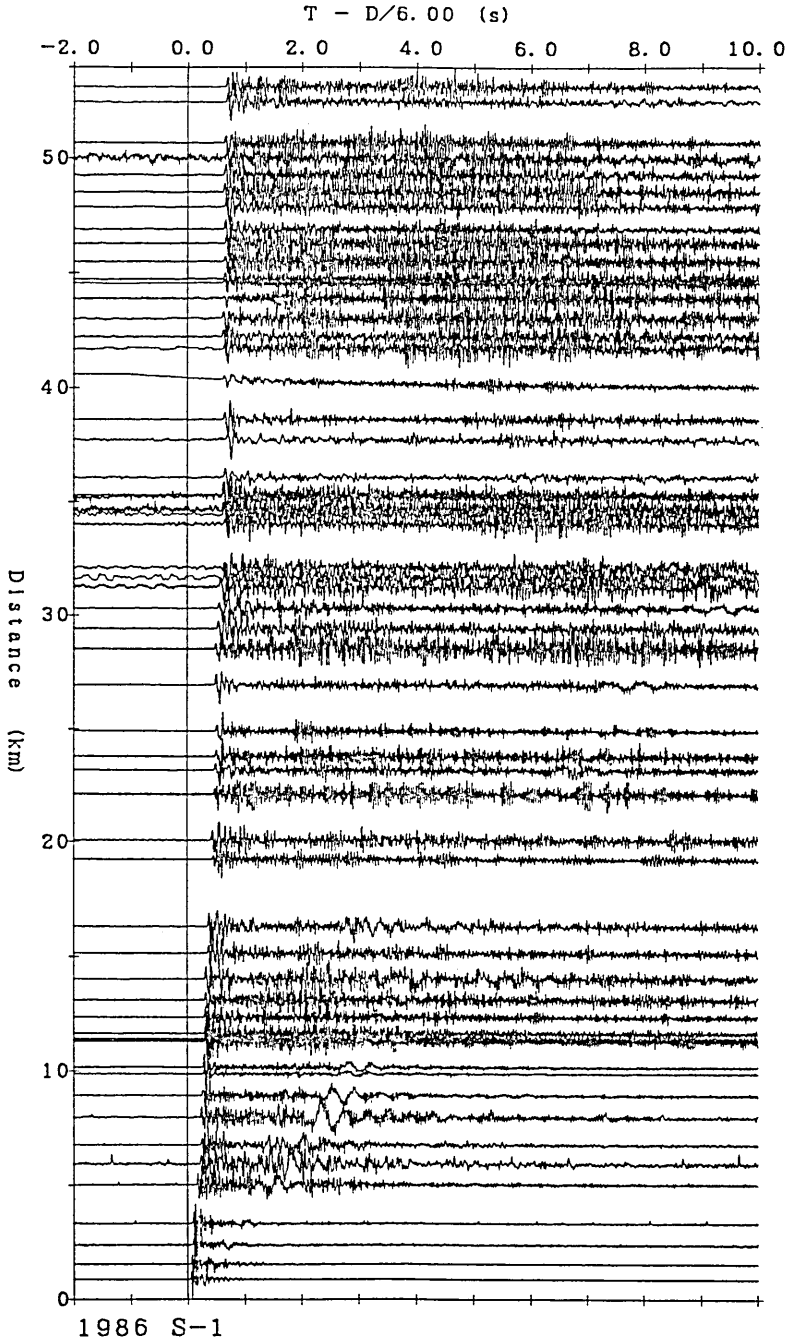

Fig. 3-1. A record section of shot S-1. Reduction velocity is 6.0 km/s.

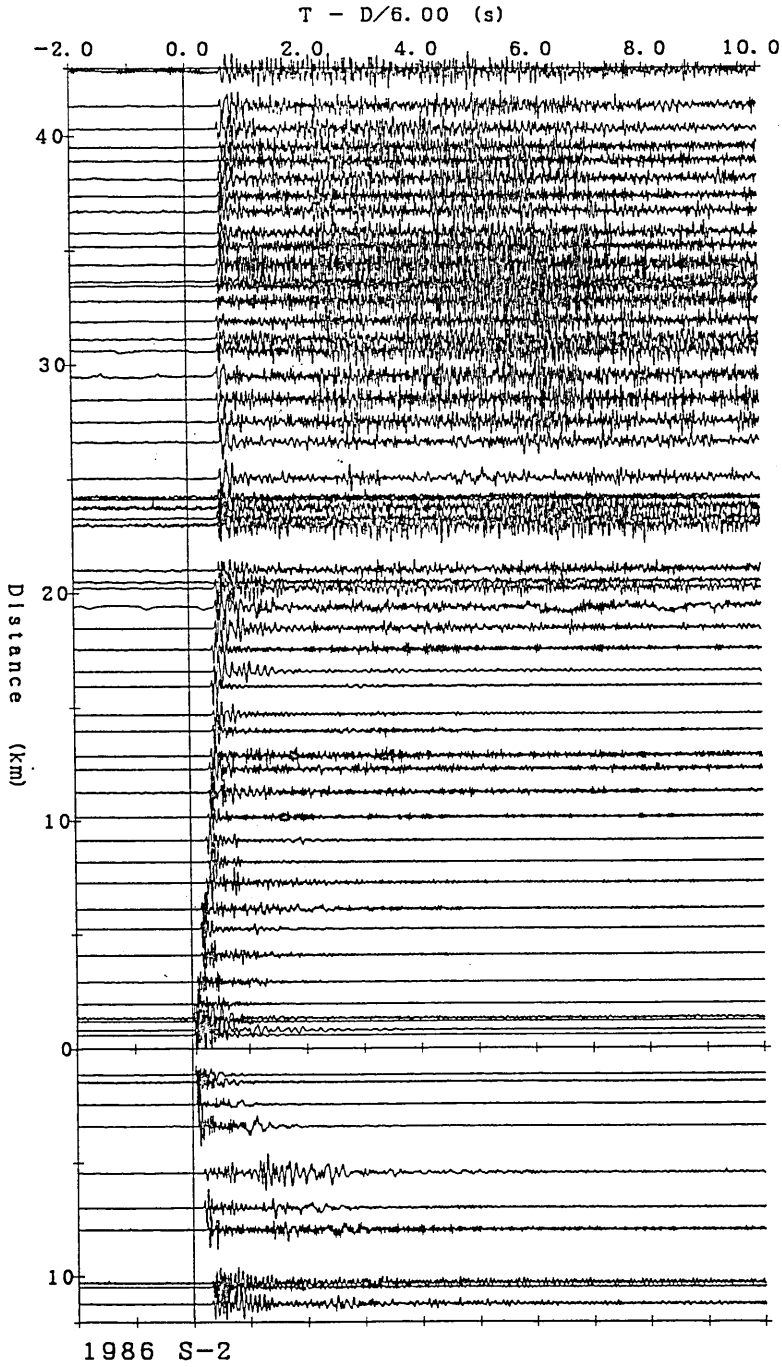

Fig. 3-2. A record section of shot S-2.

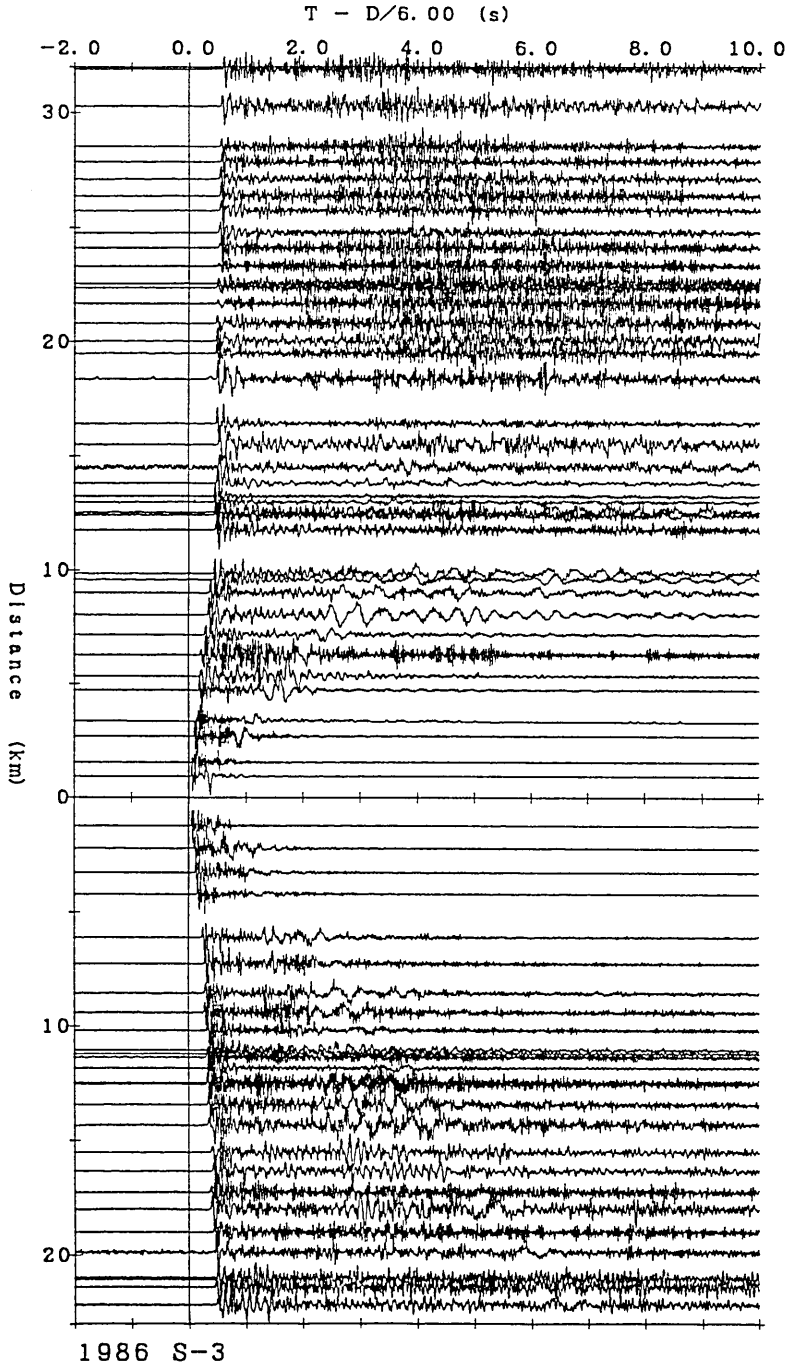

Fig. 3-3. A record section of shot S-3.

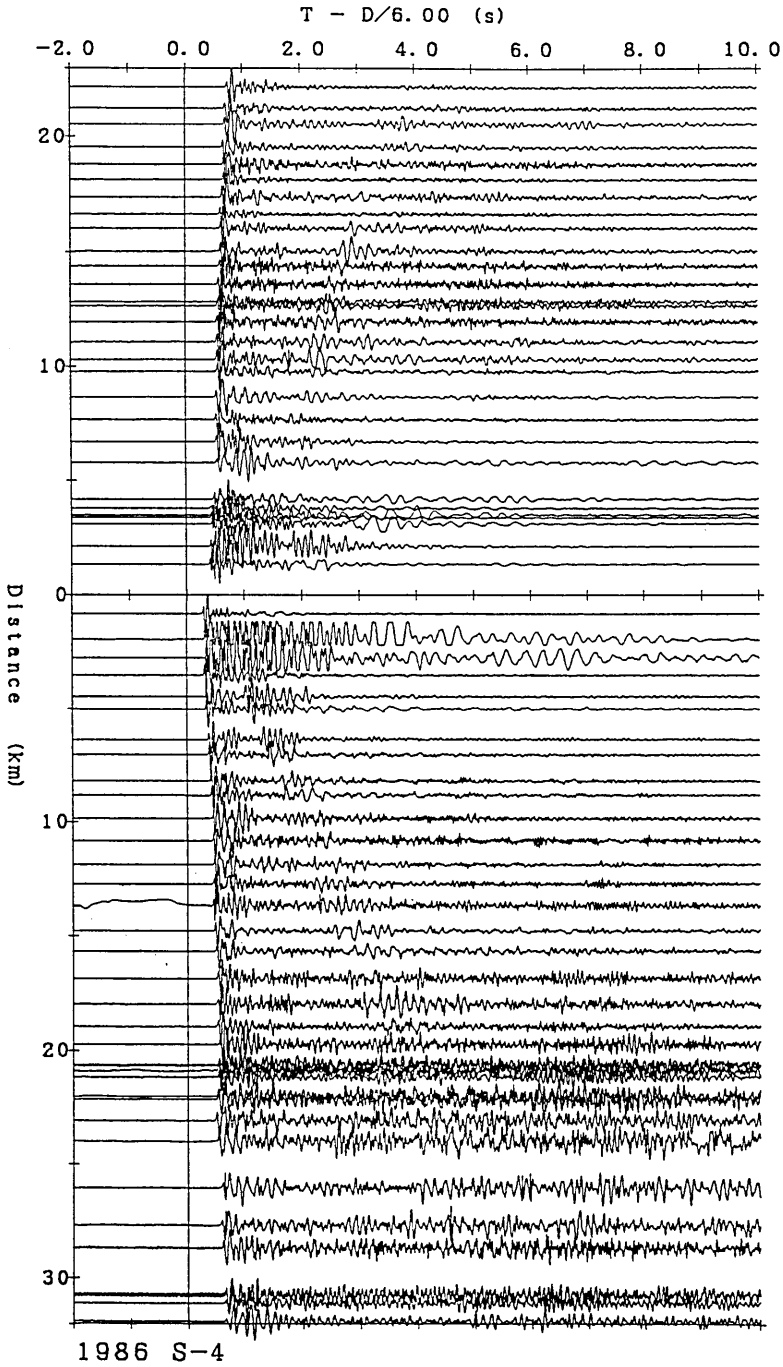

Fig. 3-4. A record section of shot S-4.

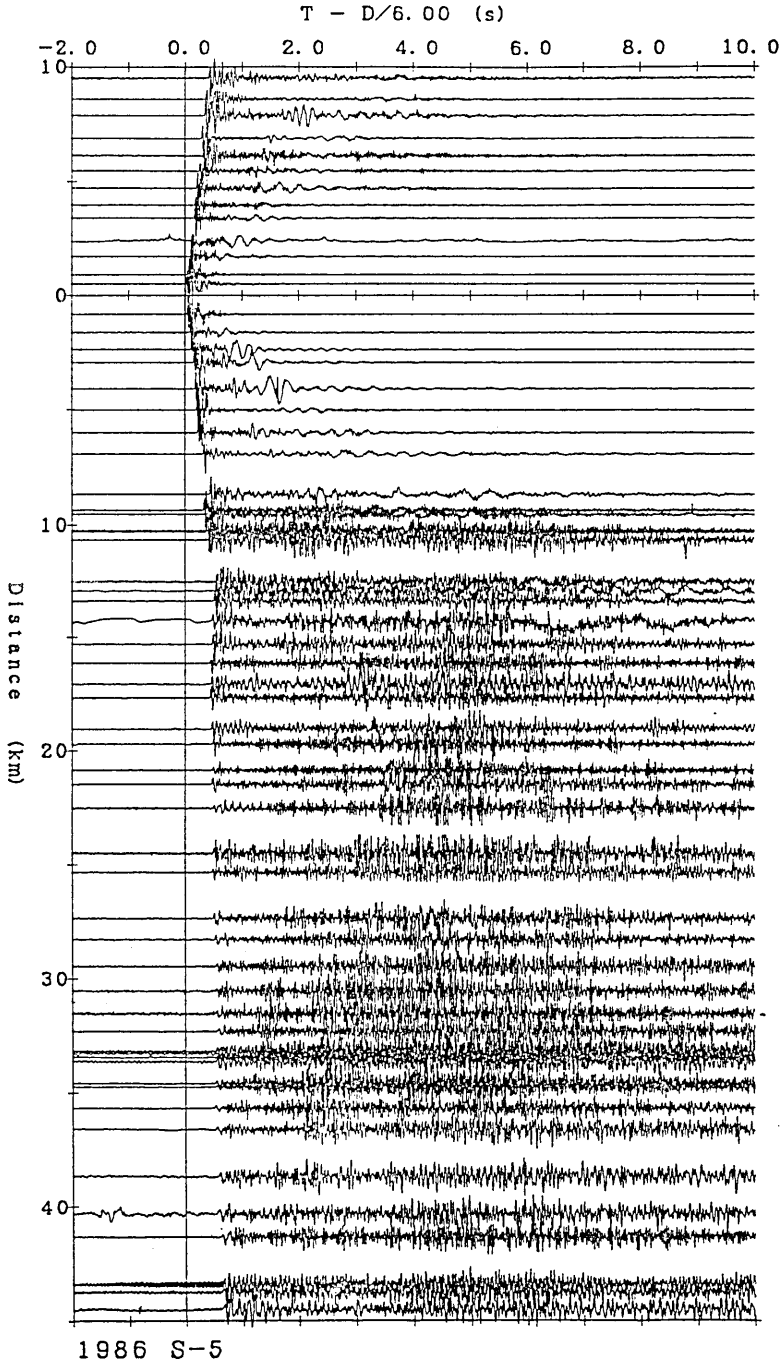

Fig. 3-5. A record section of shot S-5.

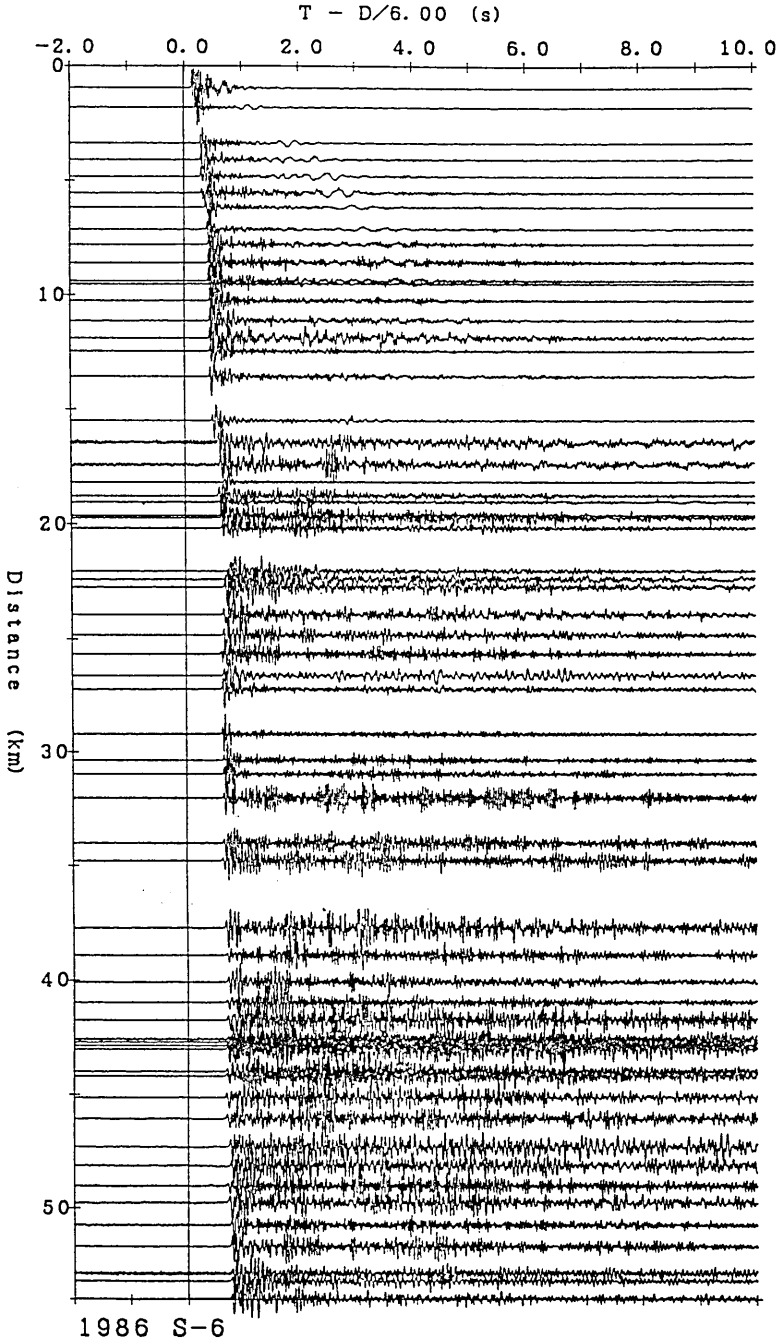

Fig. 3-6. A record section of shot S-6.

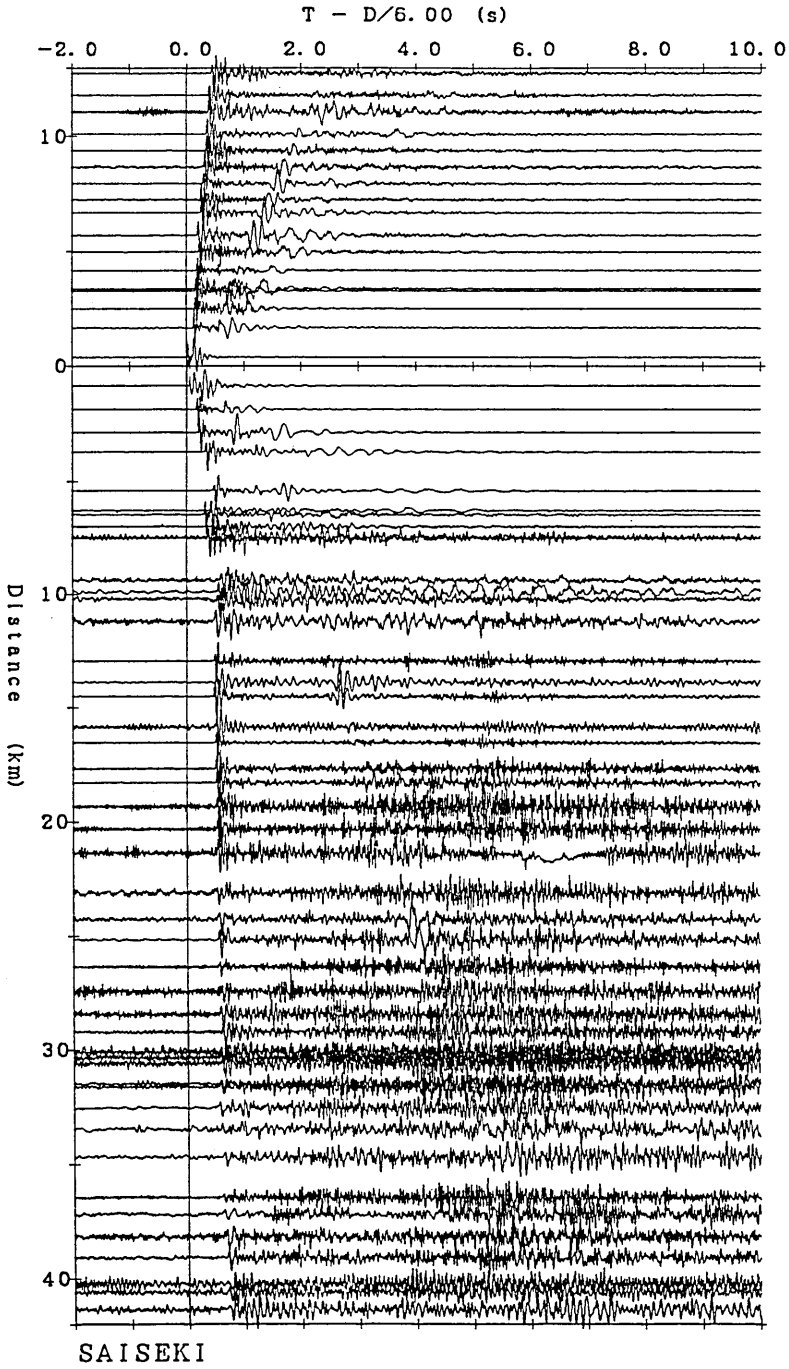

Fig. 3-7. A record section of a quarry blast (Saiseki).

Table 3. Travel-time data.

S-1 1986-11-28 1-15- 0.37 500 KG 37- 8-56.6 N 140-43-44.2 E 376M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	0.07	237.0	0.01		
02 TATESHITA N	0.86	238.1	0.14	0.19A+	0.05
03 TATESHITA	1.53	208.5	0.25	0.31A+	0.06
04 NEKOYA	2.37	247.7	0.39	0.47A+	0.08
05 KATAGISHI	3.31	253.8	0.55	0.65A+	0.10
06 HORINOUCHI	4.29	251.1	0.71	0.85B+	0.14
07 HORINOUCHI W	5.01	249.1	0.84	1.01A+	0.17
08 TAKINOUE	5.92	247.2	0.99	1.19A+	0.20
09 SHINDEN N	6.75	247.5	1.13	1.36A+	0.23
10 BABADAIRA	7.97	249.0	1.33	1.55A+	0.22
11 BABADAIRA W	8.92	250.7	1.49	1.75A+	0.26
12 DAISENYAMA	9.88	251.6	1.65	1.93A+	0.28
13 AKATSUCHI	10.16	255.4	1.69	1.95A+	0.26
14 S-2	11.29	254.6	1.88	2.17A+	0.29
71 HOCCHIKUBO	11.64	256.5	1.94	2.23A+	0.29
72 TSUCHINABE	11.42	260.8	1.90	2.18A+	0.28
73 INUBOTOKE	11.34	250.1	1.89	2.22A+	0.33
15 KOTAKI	12.34	251.6	2.06	2.35A+	0.29
16 NOTOZAWA E	13.09	250.8	2.18	2.48A+	0.30
17A NOTOZAWA W	14.09	250.7	2.35		
17B NOTOZAWA W	14.00	251.0	2.33	2.63A+	0.30
18 GORINDAIRA	15.13	248.1	2.52	2.86A+	0.34
19 KABA	16.31	248.1	2.72	3.06A+	0.34
20 SENZOKU	17.26	249.3	2.88	3.21A+	0.33
21 AOYAGI	18.38	248.4	3.06		
22 CHOKOCHI	19.25	247.2	3.21	3.63A+	0.42
23 SAWA	20.07	245.0	3.35	3.75A+	0.40
24 ONIGOE	21.11	244.8	3.52		
25 S-3	22.12	243.4	3.69	4.14A+	0.45
26 OCHIAI	23.17	243.6	3.86	4.31A+	0.45
27 KAJIDAIRA E	23.78	243.8	3.96	4.45A+	0.49
28 KAJIDAIRA W	24.91	244.3	4.15	4.63A+	0.48
29 SAKATARE	25.60	243.7	4.27		
30 KUKINAGA	26.94	244.7	4.49	4.96A+	0.47
31 HIUCHIISHI	27.57	244.1	4.60	5.08A+	0.48
32 ITAKURA	28.52	244.0	4.75	5.22A+	0.47
33 HIRATA	29.40	243.3	4.90	5.41A+	0.51
34 HIRATA W	30.29	243.4	5.05	5.58A+	0.53
35A KAMITOYO	31.24	244.5	5.21	5.75A+	0.54
35B KAMITOYO	31.43	244.2	5.24		

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
36 S-4	32.07	245.2	5.35	5.97B+	0.62
37 NIKOGI	31.64	247.5	5.27	5.88A+	0.61
39 YASHIKI	34.01	244.5	5.67	6.30C+	0.63
40 SHIMOTEZAWA	34.67	242.7	5.78	6.38C+	0.60
41 KAMITEZAWA E	35.22	243.9	5.87	6.46B+	0.59
42 KAMITEZAWA W	36.06	244.2	6.01	6.64A+	0.63
43A HORYUCHI N	34.47	249.3	5.74	6.34A+	0.60
43B HORYUCHI N	34.73	248.7	5.79	6.37A+	0.58
44A HORYUCHI S	34.99	248.5	5.83	6.41A+	0.58
44B HORYUCHI S	35.29	248.2	5.88	6.47A+	0.59
45 FUKUOKA	36.73	245.2	6.12	6.78L	0.66
46 MATSUKUSADAIRA	37.70	245.3	6.28	6.94A+	0.66
47A DANKAWACHI	38.60	245.9	6.43	7.04A+	0.61
47B DANKAWACHI	38.58	245.9	6.43		
48 TAKAMATSUDAIRA	39.58	245.8	6.60	7.20A+	0.60
50 NAKAORIDO	40.58	245.4	6.76	7.38A+	0.62
51 TAKAUCHI E	41.71	245.6	6.95	7.56A+	0.61
52 TAKAUCHI W	42.22	246.1	7.04	7.62A+	0.58
53 TOCHU	43.01	245.9	7.17	7.75A+	0.58
54 KAWAMAE	43.89	245.9	7.31	7.91A+	0.60
55 S-5	44.57	246.4	7.43	8.03A+	0.60
56 KAWAMAE SW	44.75	245.9	7.46	8.09A+	0.63
57 TOCHU-TOGE E	45.50	246.5	7.58	8.18A+	0.60
58 TOCHU-TOGE	46.29	246.6	7.71	8.35A+	0.64
59 TOCHU-TOGE W	46.91	247.2	7.82	8.45A+	0.63
60 TODOYAMA S	47.87	247.5	7.98	8.61A+	0.63
61 KITAMUKIZAWA	48.52	247.1	8.09	8.70A+	0.61
62 YAMAZAKI N	49.27	246.8	8.21	8.84A+	0.63
63 YAMAZAKI	50.05	246.6	8.34	9.02B+	0.68
64 NAKAAZUSA	50.67	247.3	8.44	9.07A+	0.63
65 AZUSA	51.45	246.9	8.57		
66 SHIMODAIRA	52.46	246.6	8.74	9.39A+	0.65
67 SAKAMOTO	53.13	247.3	8.86	9.51A+	0.65
68 S-6	54.04	247.7	9.01	9.69A+	0.68
S-1-1	0.032	0.0	0.005	0.260A+	0.255
S-1-2	0.129	0.0	0.021	0.550A+	0.529
S-1-3	0.229	0.0	0.038	0.630A+	0.592
S-1-4	0.340	0.0	0.057	1.030A+	0.973
S-1-5	0.454	0.0	0.076	1.110A+	1.034
S-1-6	0.559	0.0	0.093	1.330A+	1.237

D indicates shot distances in km. T1 and RT1 are travel times and reduced travel times of first arrivals in s. Ranks A, B and C indicate "very good", "good" and "fairly good", respectively. A plus sign attached to a rank means that the direction of movement of the first arrival is upward.

Table 3. Continued.

S-2 1986-11-27 1- 1-59.78 300 KG 37- 7-16.5 N 140-36-24.8 E 555M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	11.20	74.2	1.87	2.17A+	0.30
02 TATESHITA N	10.45	75.4	1.74	2.03A+	0.29
03 TATESHITA	10.27	80.2	1.71	2.02A+	0.31
04 NEKOYA	8.93	75.8	1.49	1.75A+	0.26
05 KATAGISHI	7.96	74.2	1.33	1.56A+	0.23
06 HORINOUCHI	6.99	75.9	1.16	1.34A+	0.18
07 HORINOUCHI W	6.30	78.1	1.05		
08 TAKINOUE	5.45	81.6	0.91	1.07A+	0.16
09 SHINDEN N	4.64	83.7	0.77	0.92A+	0.15
10 BABADAIRA	3.41	86.2	0.57	0.65A+	0.08
11 BABADAIRA W	2.43	86.7	0.41	0.48A+	0.07
12 DAISENYAMA	1.47	91.4	0.25	0.29A+	0.04
13 AKATSUCHI	1.14	62.9	0.19	0.23A+	0.04
14 S-2	0.09	335.2	0.01		
71 HOCCHIKUBO	0.59	306.7	0.10	0.13A+	0.03
72 TSUCHINABE	1.32	341.3	0.22	0.27B+	0.05
73 INUBOTOKE	0.81	167.0	0.13	0.21A+	0.08
15 KOTAKI	1.18	226.9	0.20	0.22A+	0.02
16 NOTOZAWA E	1.95	231.1	0.32	0.40A+	0.08
17A NOTOZAWA W	2.92	237.2	0.49	0.58A+	0.09
17B NOTOZAWA W	2.81	238.3	0.47		
18 GORINDAIRA	4.09	231.0	0.68	0.84A+	0.16
19 KABA	5.24	234.8	0.87	1.01A+	0.14
20 SENZOKU	6.10	240.3	1.02	1.18A+	0.16
21 AOYAGI	7.26	239.4	1.21	1.45A+	0.24
22 CHOKOCHI	8.18	237.6	1.36	1.63A+	0.27
23 SAWA	9.12	233.6	1.52	1.77A+	0.25
24 ONIGOE	10.15	234.3	1.69	1.98A+	0.29
25 S-3	11.24	232.6	1.87	2.17A+	0.30
26 OCHIAI	12.26	233.9	2.04	2.35A+	0.31
27 KAJIDAIRA E	12.85	234.6	2.14	2.49A+	0.35
28 KAJIDAIRA W	13.94	236.2	2.32	2.70A+	0.38
29 SAKATARE	14.66	235.6	2.44	2.81A+	0.37
30 KUKINAGA	15.93	237.9	2.65	3.01A+	0.36
31 HIUCHIISHI	16.59	237.2	2.76	3.16A+	0.40
32 ITAKURA	17.53	237.4	2.92	3.28A+	0.36
33 HIRATA	18.45	236.7	3.07	3.50A+	0.43
34 HIRATA W	19.32	237.1	3.22	3.64A+	0.42
35A KAMITOYO	20.22	239.0	3.37	3.80A+	0.43
35B KAMITOYO	20.42	238.7	3.40	3.86A+	0.46

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
36 S-4	21.00	240.3	3.50	4.01A+	0.51
37 NIKOGI	20.48	243.8	3.41	3.92A+	0.51
39 YASHIKI	22.97	239.7	3.83	4.35B+	0.52
40 SHIMOTEZAWA	23.73	237.1	3.95	4.48B+	0.53
41 KAMITEZAWA E	24.21	239.0	4.04	4.55B+	0.51
42 KAMITEZAWA W	25.03	239.6	4.17	4.70A+	0.53
43A HORYUCHI N	23.25	246.9	3.88	4.37A+	0.49
43B HORYUCHI N	23.53	246.0	3.92	4.40A+	0.48
44A HORYUCHI S	23.80	245.8	3.97	4.45A+	0.48
44B HORYUCHI S	24.10	245.3	4.02	4.52A+	0.50
45 FUKUOKA	25.65	241.2	4.27		
46 MATSUKUSADAIRA	26.62	241.5	4.44	5.00A+	0.56
47A DANKAWACHI	27.50	242.4	4.58	5.10A+	0.52
47B DANKAWACHI	27.47	242.4	4.58		
48 TAKAMATSUDAIRA	28.47	242.4	4.74	5.25A+	0.51
50 NAKAORIDO	29.49	242.0	4.92	5.44B+	0.52
51 TAKAUCHI E	30.60	242.4	5.10	5.61A+	0.51
52 TAKAUCHI W	31.10	243.1	5.18	5.68A+	0.50
53 TOCHU	31.89	243.0	5.31	5.82A+	0.51
54 KAWAMAE	32.77	243.0	5.46	5.99A+	0.53
55 S-5	33.43	243.7	5.57	6.09A+	0.52
56 KAWAMAE SW	33.63	243.1	5.61	6.14A+	0.53
57 TOCHU-TOGE E	34.36	243.9	5.73	6.25A+	0.52
58 TOCHU-TOGE	35.15	244.1	5.86	6.41A+	0.55
59 TOCHU-TOGE W	35.75	244.9	5.96	6.52A+	0.56
60 TODOYAMA S	36.69	245.4	6.11	6.67A+	0.56
61 KITAMUKIZAWA	37.36	244.9	6.23	6.78A+	0.55
62 YAMAZAKI N	38.11	244.6	6.35	6.92A+	0.57
63 YAMAZAKI	38.90	244.4	6.48	7.05A+	0.57
64 NAKAAZUSA	39.50	245.3	6.58	7.18A+	0.60
65 AZUSA	40.30	244.8	6.72	7.26A+	0.54
66 SHIMODAIRA	41.31	244.5	6.88	7.48A+	0.60
67 SAKAMOTO	41.96	245.3	6.99	7.60A+	0.61
68 S-6	42.86	245.9	7.14	7.72B+	0.58
S-2-1	0.026	0.0	0.004	0.170A+	0.166
S-2-2	0.117	0.0	0.019	0.510A+	0.491
S-2-3	0.219	0.0	0.036	0.790A+	0.754
S-2-4	0.305	0.0	0.051	0.850A+	0.799
S-2-5	0.338	0.0	0.056	0.910A+	0.854
S-2-6	0.439	0.0	0.073	1.170A+	1.097

Table 3. Continued.

S-3 1986-11-28 1- 2- 0.36 400 KG 37- 3-33.9 N 140-30-18.4 E 398M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	22.17	63.4	3.69	4.17A+	0.48	36 S-4	9.85	248.9	1.64	2.07A+	0.43
02 TATESHITA N	21.39	63.6	3.56	4.01A+	0.45	37 NIKOGI	9.58	256.8	1.60	2.03A+	0.43
03 TATESHITA	21.01	65.8	3.50	3.97A+	0.47	39 YASHIKI	11.78	246.2	1.96	2.41A+	0.45
04 NEKOYA	19.88	62.9	3.31	3.75A+	0.44	40 SHIMOTEZAWA	12.44	241.0	2.07	2.52A+	0.45
05 KATAGISHI	18.99	61.6	3.17	3.58A+	0.41	41 KAMITEZAWA E	12.98	244.3	2.16	2.61A+	0.45
06 HORINOUCHI	18.00	61.6	3.00	3.37A+	0.37	42 KAMITEZAWA W	13.82	245.1	2.30	2.78A+	0.48
07 HORINOUCHI W	17.26	61.7	2.88	3.24A+	0.36	43A HORYUCHI N	12.55	259.6	2.09	2.53A+	0.44
08 TAKINOUE	16.34	62.0	2.72	3.10A+	0.38	43B HORYUCHI N	12.74	257.7	2.12	2.55A+	0.43
09 SHINDEN N	15.52	61.6	2.59	2.96A+	0.37	44A HORYUCHI S	12.98	257.0	2.16	2.60A+	0.44
10 BABADAIRA	14.33	60.3	2.39	2.70A+	0.31	44B HORYUCHI S	13.24	255.9	2.21	2.64A+	0.43
11 BABADAIRA W	13.44	58.6	2.24	2.55A+	0.31	45 FUKUOKA	14.51	247.7	2.42	2.94B+	0.52
12 DAISENYAMA	12.54	57.0	2.09	2.40A+	0.31	46 MATSUKUSADAIRA	15.49	247.8	2.58	3.09A+	0.51
13 AKATSUCHI	12.48	53.7	2.08	2.39A+	0.31	47A DANKAWACHI	16.41	248.9	2.74	3.22A+	0.48
14 S-2	11.37	52.4	1.89	2.19A+	0.30	47B DANKAWACHI	16.38	248.9	2.73		
71 HOCCHIKUBO	11.21	49.9	1.87	2.18A+	0.31	48 TAKAMATSUDAIRA	17.38	248.6	2.90	3.37A+	0.47
72 TSUCHINABE	11.84	46.7	1.97	2.30A+	0.33	50 NAKAORIDO	18.36	247.6	3.06	3.54A+	0.48
73 INUBOTOKE	11.05	56.6	1.84	2.20A+	0.36	51 TAKAUCHI E	19.50	247.8	3.25	3.72A+	0.47
15 KOTAKI	10.18	53.5	1.70	2.00A+	0.30	52 TAKAUCHI W	20.03	248.9	3.34	3.81A+	0.47
16 NOTOZAWA E	9.40	53.2	1.57	1.83A+	0.26	53 TOCHU	20.81	248.4	3.47	3.94A+	0.47
17A NOTOZAWA W	8.45	51.3	1.41			54 KAWAMAE	21.68	248.2	3.61	4.10A+	0.49
17B NOTOZAWA W	8.56	51.0	1.43	1.70A+	0.27	55 S-5	22.38	249.2	3.73	4.21A+	0.48
18 GORINDAIRA	7.26	53.8	1.21	1.48A+	0.27	56 KAWAMAE SW	22.55	248.1	3.76	4.26A+	0.50
19 KABA	6.12	51.1	1.02	1.23A+	0.21	57 TOCHU-TOGE E	23.31	249.2	3.88	4.37A+	0.49
20 SENZOKU	5.36	44.4	0.89	1.07A+	0.18	58 TOCHU-TOGE	24.11	249.2	4.02	4.52A+	0.50
21 AOYAGI	4.23	41.6	0.70	0.84A+	0.14	59 TOCHU-TOGE W	24.76	250.3	4.13	4.63A+	0.50
22 CHOKOCHI	3.28	40.9	0.55	0.66A+	0.11	60 TODOYAMA S	25.73	250.9	4.29	4.81A+	0.52
23 SAWA	2.24	49.9	0.37	0.47A+	0.10	61 KITAMUKIZAWA	26.36	250.0	4.39	4.92A+	0.53
24 ONIGOE	1.23	40.9	0.20	0.25A+	0.05	62 YAMAZAKI N	27.10	249.4	4.52	5.05A+	0.53
25 S-3	0.12	78.5	0.02			63 YAMAZAKI	27.86	249.0	4.64	5.19A+	0.55
26 OCHIAI	0.93	246.7	0.15	0.20A+	0.05	64 NAKAAZUSA	28.52	250.2	4.75	5.30A+	0.55
27 KAJIDAIRA E	1.54	247.8	0.26	0.34A+	0.08	65 AZUSA	29.28	249.3	4.88	5.43A+	0.55
28 KAJIDAIRA W	2.69	250.6	0.45	0.55A+	0.10	66 SHIMODAIRA	30.27	248.8	5.05	5.61A+	0.56
29 SAKATARE	3.36	244.7	0.56	0.71A+	0.15	67 SAKAMOTO	30.97	249.8	5.16	5.75A+	0.59
30 KUKINAGA	4.72	249.9	0.79	0.96A+	0.17	68 S-6	31.90	250.4	5.32	5.90A+	0.58
31 HIUCHIISHI	5.34	246.3	0.89	1.07A+	0.18	S-3-1	0.025	0.0	0.004	0.190A+	0.186
32 ITAKURA	6.28	245.5	1.05	1.25A+	0.20	S-3-2	0.110	0.0	0.018	0.350A+	0.332
33 HIRATA	7.16	242.7	1.19	1.48A+	0.29	S-3-3	0.221	0.0	0.037	0.490A+	0.453
34 HIRATA W	8.04	243.1	1.34	1.67A+	0.33	S-3-4	0.343	0.0	0.057	0.860A+	0.803
35A KAMITOYO	9.01	246.8	1.50	1.85A+	0.35	S-3-5	4.55	0.0	0.76		
35B KAMITOYO	9.19	245.8	1.53	1.90A+	0.37	S-3-6	0.567	0.0	0.094	1.200A+	1.106

Table 3. Continued.

S-4 1986-11-27 1-12- 0.88 300 KG 37- 1-40.2 N 140-24-10.6 E 279M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	31.88	65.0	5.31	5.93A+	0.62
02 TATESHITA N	31.10	65.2	5.18	5.79A+	0.61
03 TATESHITA	30.74	66.7	5.12	5.75A+	0.63
04 NEKOYA	29.59	64.8	4.93	5.53A+	0.60
05 KATAGISHI	28.68	64.0	4.78	5.36A+	0.58
06 HORINOUCHI	27.69	64.1	4.61	5.16A+	0.55
07 HORINOUCHI W	26.95	64.3	4.49		
08 TAKINOUE	26.04	64.5	4.34	4.90A+	0.56
09 SHINDEN N	25.21	64.4	4.20	4.74A+	0.54
10 BABADAIRA	24.00	63.7	4.00	4.50A+	0.50
11 BABADAIRA W	23.09	62.9	3.85	4.33A+	0.48
12 DAISENYAMA	22.16	62.1	3.69	4.18A+	0.49
13 AKATSUCHI	22.03	60.3	3.67	4.16A+	0.49
14 S-2	20.90	59.9	3.48	3.98A+	0.50
71 HOCCHIKUBO	20.66	58.7	3.44	3.95A+	0.51
72 TSUCHINABE	21.18	56.7	3.53	4.03A+	0.50
73 INUBOTOKE	20.67	62.3	3.44	4.02C+	0.58
15 KOTAKI	19.74	61.0	3.29	3.80A+	0.51
16 NOTOZAWA E	18.96	61.1	3.16	3.67B+	0.51
17A NOTOZAWA W	17.98	60.7	3.00	3.49A+	0.49
17B NOTOZAWA W	18.08	60.5	3.01		
18 GORINDAIRA	16.86	62.4	2.81	3.32A+	0.51
19 KABA	15.68	62.0	2.61	3.09A+	0.48
20 SENZOKU	14.78	60.2	2.46	2.91A+	0.45
21 AOYAGI	13.63	60.7	2.27	2.69A+	0.42
22 CHOKOCHI	12.73	61.9	2.12	2.55A+	0.43
23 SAWA	11.88	65.4	1.98	2.42A+	0.44
24 ONIGOE	10.84	65.8	1.81	2.24A+	0.43
25 S-3	9.86	69.0	1.64	2.06A+	0.42
26 OCHIAI	8.82	69.1	1.47	1.85A+	0.38
27 KAJIDAIRA E	8.20	69.1	1.37	1.76A+	0.39
28 KAJIDAIRA W	7.05	68.2	1.17	1.53A+	0.36
29 SAKATARE	6.39	71.1	1.06	1.41A+	0.35
30 KUKINAGA	5.02	67.9	0.84	1.16A+	0.32
31 HIUCHIISHI	4.42	72.1	0.74	1.06A+	0.32
32 ITAKURA	3.49	75.1	0.58	0.86A+	0.28
33 HIRATA	2.74	85.5	0.46	0.79A+	0.33
34 HIRATA W	1.92	94.0	0.32	0.62A+	0.30
35A KAMITOYO	0.81	93.9	0.13	0.38A+	0.25
35B KAMITOYO	0.75	110.5	0.13	0.34A+	0.21

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
36 S-4	0.12	241.3	0.02		
37 NIKOGI	1.33	349.7	0.22	0.60A+	0.38
39 YASHIKI	2.10	233.6	0.35	0.75A+	0.40
40 SHIMOTEZAWA	3.10	215.2	0.52	0.96A+	0.44
41 KAMITEZAWA E	3.36	230.8	0.56	0.97A+	0.41
42 KAMITEZAWA W	4.16	235.9	0.69	1.15A+	0.46
43A HORYUCHI N	3.48	290.8	0.58	0.99A+	0.41
43B HORYUCHI N	3.45	283.1	0.57	0.97A+	0.40
44A HORYUCHI S	3.61	279.3	0.60	0.99A+	0.39
44B HORYUCHI S	3.77	274.2	0.63	1.02A+	0.39
45 FUKUOKA	4.78	245.2	0.80		
46 MATSUKUSADAIRA	5.75	245.9	0.96	1.48A+	0.52
47A DANKAWACHI	6.67	248.8	1.11	1.62A+	0.51
47B DANKAWACHI	6.64	248.8	1.11		
48 TAKAMATSUDAIRA	7.64	248.1	1.27	1.75A+	0.48
50 NAKAORIDO	8.63	245.9	1.44	1.93A+	0.49
51 TAKAUCHI E	9.76	246.7	1.63	2.15A+	0.52
52 TAKAUCHI W	10.29	248.7	1.71	2.23A+	0.52
53 TOCHU	11.07	247.8	1.84	2.36A+	0.52
54 KAWAMAE	11.94	247.5	1.99	2.52A+	0.53
55 S-5	12.64	249.3	2.11	2.63A+	0.52
56 KAWAMAE SW	12.81	247.4	2.13	2.69A+	0.56
57 TOCHU-TOGE E	13.57	249.3	2.26	2.81A+	0.55
58 TOCHU-TOGE	14.37	249.4	2.39	2.97A+	0.58
59 TOCHU-TOGE W	15.02	251.1	2.50	3.08A+	0.58
60 TODOYAMA S	16.00	252.0	2.67	3.26A+	0.59
61 KITAMUKIZAWA	16.62	250.5	2.77	3.35A+	0.58
62 YAMAZAKI N	17.36	249.7	2.89	3.51A+	0.62
63 YAMAZAKI	18.12	249.0	3.02	3.67A+	0.65
64 NAKAAZUSA	18.78	250.7	3.13	3.78A+	0.65
65 AZUSA	19.54	249.5	3.26	3.89A+	0.63
66 SHIMODAIRA	20.53	248.7	3.42	4.10A+	0.68
67 SAKAMOTO	21.23	250.1	3.54	4.22A+	0.68
68 S-6	22.16	251.0	3.69	4.39A+	0.70
S-4-1	0.023	0.0	0.004	0.210A+	0.206
S-4-2	0.109	0.0	0.018	0.470A+	0.452
S-4-3	0.242	0.0	0.040	1.130A+	1.090
S-4-4	0.345	0.0	0.057	1.700A+	1.643
S-4-5	0.421	0.0	0.070	2.120A+	2.050
S-4-6	5.39	0.0	0.90		

Table 3. Continued.

S-5 1986-11-27 1-22- 0.66 400 KG 36-59-16.3 N 140-16-10.9 E 492M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	44.51	66.2	7.42	8.04B+	0.62	36 S-4	12.55	69.5	2.09	2.63A+	0.54
02 TATESHITA N	43.73	66.4	7.29	7.90B+	0.61	37 NIKOGI	12.96	63.7	2.16	2.69A+	0.53
03 TATESHITA	43.39	67.4	7.23	7.87A+	0.64	39 YASHIKI	10.66	72.6	1.78	2.19A+	0.41
04 NEKOYA	42.22	66.1	7.04	7.64B+	0.60	40 SHIMOTEZAWA	10.25	79.3	1.71	2.14A+	0.43
05 KATAGISHI	41.30	65.6	6.88	7.48A+	0.60	41 KAMITEZAWA E	9.54	76.0	1.59	2.00A+	0.41
06 HORINOUCHI	40.31	65.7	6.72	7.27A+	0.55	42 KAMITEZAWA W	8.68	76.0	1.45	1.89A+	0.44
07 HORINOUCHI W	39.58	65.9	6.60			43A HORYUCHI N	10.30	56.6	1.72	2.07A+	0.35
08 TAKINOUE	38.67	66.1	6.44	7.01A+	0.57	43B HORYUCHI N	9.97	58.4	1.66	2.00A+	0.34
09 SHINDEN N	37.84	66.0	6.31	6.86A+	0.55	44A HORYUCHI S	9.70	58.8	1.62	1.95A+	0.33
10 BABADAIRA	36.62	65.7	6.10	6.62A+	0.52	44B HORYUCHI S	9.37	59.8	1.56	1.87A+	0.31
11 BABADAIRA W	35.69	65.1	5.95	6.46A+	0.51	45 FUKUOKA	7.91	72.1	1.32		
12 DAISENYAMA	34.75	64.7	5.79	6.30A+	0.51	46 MATSUKUSADAIRA	6.93	72.5	1.15	1.48A+	0.33
13 AKATSUCHI	34.59	63.6	5.76	6.28A+	0.52	47A DANKAWACHI	6.00	70.3	1.00	1.22A+	0.22
14 S-2	33.45	63.5	5.57	6.12B+	0.55	47B DANKAWACHI	6.02	70.3	1.00		
71 HOCCHIKUBO	33.18	62.7	5.53	6.05A+	0.52	48 TAKAMATSUDAIRA	5.03	71.6	0.84	1.03A+	0.19
72 TSUCHINABE	33.64	61.4	5.61	6.14A+	0.53	50 NAKAORIDO	4.08	77.1	0.68	0.85A+	0.17
73 INUBOTOKE	33.27	65.0	5.55	6.12B+	0.57	51 TAKAUCHI E	2.95	78.9	0.49	0.64A+	0.15
15 KOTAKI	32.32	64.2	5.39	5.92B+	0.53	52 TAKAUCHI W	2.38	73.0	0.40	0.50A+	0.10
16 NOTOZAWA E	31.54	64.4	5.26	5.78B+	0.52	53 TOCHU	1.63	81.1	0.27	0.36A+	0.09
17A NOTOZAWA W	30.55	64.3	5.09	5.61B+	0.52	54 KAWAMAE	0.84	100.3	0.14	0.18A+	0.04
17B NOTOZAWA W	30.65	64.1	5.11			55 S-5	0.06	143.2	0.01		
18 GORINDAIRA	29.46	65.4	4.91	5.45A+	0.54	56 KAWAMAE SW	0.49	176.0	0.08	0.11A+	0.03
19 KABA	28.28	65.3	4.71	5.22A+	0.51	57 TOCHU-TOGE E	0.91	245.9	0.15	0.21A+	0.06
20 SENZOKU	27.35	64.4	4.56	5.05A+	0.49	58 TOCHU-TOGE	1.71	248.3	0.28	0.38A+	0.10
21 AOYAGI	26.22	64.9	4.37			59 TOCHU-TOGE W	2.39	259.5	0.40	0.50A+	0.10
22 CHOKOCHI	25.33	65.6	4.22	4.68A+	0.46	60 TODOYAMA S	3.39	261.0	0.57	0.72A+	0.15
23 SAWA	24.52	67.4	4.09	4.58A+	0.49	61 KITAMUKIZAWA	3.97	253.6	0.66	0.83A+	0.17
24 ONIGOE	23.49	67.7	3.92			62 YAMAZAKI N	4.70	249.9	0.78	0.99A+	0.21
25 S-3	22.52	69.2	3.75	4.23A+	0.48	63 YAMAZAKI	5.47	247.6	0.91	1.16A+	0.25
26 OCHIAI	21.48	69.3	3.58	4.05A+	0.47	64 NAKAAZUSA	6.13	253.1	1.02	1.33A+	0.31
27 KAJIDAIRA E	20.86	69.3	3.48	3.95A+	0.47	65 AZUSA	6.88	249.2	1.15	1.42A+	0.27
28 KAJIDAIRA W	19.71	69.0	3.29	3.77A+	0.48	66 SHIMODAIRA	7.88	247.2	1.31	1.66A+	0.35
29 SAKATARE	19.05	70.0	3.18	3.64A+	0.46	67 SAKAMOTO	8.58	251.0	1.43	1.79A+	0.36
30 KUKINAGA	17.68	69.0	2.95	3.39A+	0.44	68 S-6	9.51	253.0	1.59	2.00A+	0.41
31 HIUCHIISHI	17.07	70.1	2.85	3.29A+	0.44	S-5-1	0.025	0.0	0.004	0.170A+	0.166
32 ITAKURA	16.14	70.6	2.69	3.12A+	0.43	S-5-2	0.114	0.0	0.019	0.450A+	0.431
33 HIRATA	15.31	72.3	2.55	3.03A+	0.48	S-5-3	0.209	0.0	0.035	0.600A+	0.565
34 HIRATA W	14.43	72.6	2.40	2.87A+	0.47	S-5-4	0.306	0.0	0.051	0.810A+	0.759
35A KAMITOYO	13.40	70.9	2.23	2.74A+	0.51	S-5-5	0.408	0.0	0.068	1.040A+	0.972
35B KAMITOYO	13.24	71.6	2.21	2.69A+	0.48	S-5-6	0.504	0.0	0.084	1.300A+	1.216

Table 3. Continued.

S-6 1986-11-28 1-22- 0.44 500 KG 36-57-43.4 N 140-10- 3.9 E 258M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1	STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	53.98	67.3	9.00	9.71A+	0.71	36 S-4	22.06	70.8	3.68	4.41A+	0.73
02 TATESHITA N	53.21	67.4	8.87	9.58A+	0.71	37 NIKOGI	22.41	67.3	3.74	4.43A+	0.69
03 TATESHITA	52.88	68.3	8.81	9.55A+	0.74	39 YASHIKI	20.18	72.5	3.36	3.99A+	0.63
04 NEKOYA	51.69	67.3	8.61	9.34A+	0.73	40 SHIMOTEZAWA	19.74	76.0	3.29	3.91A+	0.62
05 KATAGISHI	50.76	66.9	8.46	9.17A+	0.71	41 KAMITEZAWA E	19.04	74.2	3.17	3.77A+	0.60
06 HORINOUCHI	49.77	66.9	8.30	8.97A+	0.67	42 KAMITEZAWA W	18.19	74.1	3.03	3.70A+	0.67
07 HORINOUCHI W	49.04	67.1	8.17	8.82A+	0.65	43A HORYUCHI N	19.63	64.2	3.27	3.87A+	0.60
08 TAKINOUE	48.14	67.3	8.02	8.72A+	0.70	43B HORYUCHI N	19.34	65.3	3.22	3.81A+	0.59
09 SHINDEN N	47.31	67.3	7.88	8.56A+	0.68	44A HORYUCHI S	19.08	65.5	3.18	3.76A+	0.58
10 BABADAIRA	46.08	67.0	7.68	8.32A+	0.64	44B HORYUCHI S	18.77	66.1	3.13	3.68A+	0.55
11 BABADAIRA W	45.15	66.6	7.52	8.16A+	0.64	45 FUKUOKA	17.42	72.3	2.90	3.50A+	0.60
12 DAISENYAMA	44.20	66.4	7.37	8.01A+	0.64	46 MATSUKUSADAIRA	16.44	72.4	2.74	3.31A+	0.57
13 AKATSUCHI	44.01	65.5	7.33	7.98A+	0.65	47A DANKAWACHI	15.51	71.6	2.59	3.05A+	0.46
14 S-2	42.87	65.4	7.14	7.79A+	0.65	47B DANKAWACHI	15.54	71.6	2.59		
71 HOCCHIKUBO	42.59	64.8	7.10	7.76A+	0.66	48 TAKAMATSUDAIRA	14.54	72.2	2.42	2.88A+	0.46
72 TSUCHINABE	43.02	63.8	7.17	7.82A+	0.65	50 NAKAORIDO	13.59	73.8	2.26	2.70A+	0.44
73 INUBOTOKE	42.72	66.6	7.12	7.83A+	0.71	51 TAKAUCHI E	12.46	74.0	2.08	2.50A+	0.42
15 KOTAKI	41.76	66.1	6.96	7.62A+	0.66	52 TAKAUCHI W	11.90	72.6	1.98	2.39A+	0.41
16 NOTOZAWA E	40.99	66.2	6.83	7.49A+	0.66	53 TOCHU	11.13	73.7	1.85	2.29A+	0.44
17A NOTOZAWA W	39.99	66.2	6.67			54 KAWAMAE	10.27	74.7	1.71	2.13A+	0.42
17B NOTOZAWA W	40.09	66.1	6.68	7.35A+	0.67	55 S-5	9.54	72.8	1.59	2.03A+	0.44
18 GORINDAIRA	38.93	67.1	6.49	7.15A+	0.66	56 KAWAMAE SW	9.41	75.4	1.57	1.98A+	0.41
19 KABA	37.74	67.1	6.29	6.93A+	0.64	57 TOCHU-TOGE E	8.61	73.2	1.43	1.84A+	0.41
20 SENZOKU	36.80	66.5	6.13	6.74A+	0.61	58 TOCHU-TOGE	7.81	73.4	1.30	1.70A+	0.40
21 AOYAGI	35.67	66.8	5.94			59 TOCHU-TOGE W	7.15	70.1	1.19	1.56A+	0.37
22 CHOKOCHI	34.80	67.5	5.80	6.40A+	0.60	60 TODOYAMA S	6.18	67.8	1.03	1.38A+	0.35
23 SAWA	34.02	68.8	5.67	6.30A+	0.63	61 KITAMUKIZAWA	5.55	71.7	0.93	1.23A+	0.30
24 ONIGOE	32.98	69.1	5.50			62 YAMAZAKI N	4.83	75.0	0.80	1.10A+	0.30
25 S-3	32.03	70.1	5.34	5.96A+	0.62	63 YAMAZAKI	4.10	79.0	0.68	0.98A+	0.30
26 OCHIAI	30.98	70.2	5.16	5.78A+	0.62	64 NAKAAZUSA	3.39	71.3	0.57	0.86A+	0.29
27 KAJIDAIRA E	30.37	70.2	5.06	5.69A+	0.63	65 AZUSA	2.68	80.9	0.45	0.68A+	0.23
28 KAJIDAIRA W	29.22	70.1	4.87	5.47A+	0.60	66 SHIMODAIRA	1.83	96.2	0.30	0.52A+	0.22
29 SAKATARE	28.56	70.8	4.76			67 SAKAMOTO	0.97	86.2	0.16	0.28A+	0.12
30 KUKINAGA	27.18	70.2	4.53	5.13A+	0.60	68 S-6	0.07	346.3	0.01		
31 HIUCHIISHI	26.59	70.9	4.43	5.05A+	0.62	S-6-1	0.034	0.0	0.006	0.310A+	0.304
32 ITAKURA	25.66	71.3	4.28	4.87A+	0.59	S-6-2	0.114	0.0	0.019	0.500A+	0.481
33 HIRATA	24.83	72.3	4.14	4.77A+	0.63	S-6-3	0.213	0.0	0.036	0.750A+	0.714
34 HIRATA W	23.95	72.5	3.99	4.62A+	0.63	S-6-4	0.311	0.0	0.052	0.990A+	0.938
35A KAMITOYO	22.92	71.5	3.82	4.49A+	0.67	S-6-5	0.409	0.0	0.068	1.150A+	1.082
35B KAMITOYO	22.75	71.9	3.79	4.44A+	0.65	S-6-6	0.509	0.0	0.085	1.450A+	1.365

Table 3. Continued.

SAISEKI 1986-11-27 15- 0- 2.41 280 KG 36-59-30.5 N 140-18-22.3 E 390M

STATION	D	AZM	D/6.0	T1	RT1
01 S-1	41.37	65.0	6.89	7.55B+	0.66
02 TATESHITA N	40.59	65.1	6.76	7.40B+	0.64
03 TATESHITA	40.23	66.3	6.70	7.33C+	0.63
04 NEKOYA	39.08	64.8	6.51	7.15B+	0.64
05 KATAGISHI	38.17	64.2	6.36	6.99C+	0.63
06 HORINOUCHI	37.18	64.3	6.20	6.78C+	0.58
07 HORINOUCHI W	36.44	64.4	6.07	6.66B+	0.59
08 TAKINOUE	35.53	64.6	5.92		
09 SHINDEN N	34.70	64.5	5.78	6.39A+	0.61
10 BABADAIRA	33.49	64.1	5.58		
11 BABADAIRA W	32.57	63.5	5.43	5.97A+	0.54
12 DAISENYAMA	31.64	63.0	5.27	5.81A+	0.54
13 AKATSUCHI	31.50	61.7	5.25	5.80A+	0.55
14 S-2	30.36	61.5	5.06	5.61A+	0.55
71 HOCCHIKUBO	30.11	60.7	5.02	5.59B+	0.57
72 TSUCHINABE	30.60	59.2	5.10	5.66B+	0.56
73 INUBOTOKE	30.15	63.2	5.02	5.66C+	0.64
15 KOTAKI	29.22	62.3	4.87	5.44B+	0.57
16 NOTOZAWA E	28.44	62.4	4.74	5.30B+	0.56
17A NOTOZAWA W	27.45	62.2	4.57	5.08C+	0.51
17B NOTOZAWA W	27.55	62.0	4.59		
18 GORINDAIRA	26.35	63.3	4.39	4.91B+	0.52
19 KABA	25.17	63.1	4.19	4.73A+	0.54
20 SENZOKU	24.26	62.1	4.04	4.56B+	0.52
21 AOYAGI	23.11	62.4	3.85	4.31B+	0.46
22 CHOKOCHI	22.21	63.2	3.70		
23 SAWA	21.37	65.2	3.56	4.08B+	0.52
24 ONIGOE	20.33	65.4	3.39	3.92B+	0.53
25 S-3	19.34	67.0	3.22	3.74A+	0.52
26 OCHIAI	18.30	67.0	3.05	3.55A+	0.50
27 KAJIDAIRA E	17.68	66.9	2.95	3.45A+	0.50
28 KAJIDAIRA W	16.54	66.4	2.76	3.26A+	0.50
29 SAKATARE	15.86	67.5	2.64	3.16A+	0.52
30 KUKINAGA	14.51	66.0	2.42	2.89A+	0.47
31 HIUCHIISHI	13.89	67.3	2.31	2.80A+	0.49
32 ITAKURA	12.95	67.7	2.16	2.62A+	0.46
33 HIRATA	12.10	69.6	2.02		
34 HIRATA W	11.21	69.8	1.87	2.35A+	0.48
35A KAMITOYO	10.21	67.3	1.70	2.21A+	0.51
35B KAMITOYO	10.03	68.1	1.67		
36 S-4	9.38	65.1	1.56	2.14A+	0.58
37 NIKOGI	9.91	57.6	1.65	2.18A+	0.53
39 YASHIKI	7.45	68.3	1.24	1.69A+	0.45
40 SHIMOTEZAWA	6.98	77.8	1.16	1.60A+	0.44
41 KAMITEZAWA E	6.29	72.7	1.05	1.47A+	0.42
42 KAMITEZAWA W	5.43	72.1	0.91	1.32A+	0.41
43A HORYUCHI N	7.48	45.6	1.25	1.60A+	0.35
43B HORYUCHI N	7.10	47.7	1.18	1.53A+	0.35
44A HORYUCHI S	6.82	47.8	1.14	1.46A+	0.32
44B HORYUCHI S	6.47	48.6	1.08	1.39A+	0.31
45 FUKUOKA	4.72	65.0	0.79		
46 MATSUKUSADAIRA	3.74	63.9	0.62	0.95A+	0.33
47A DANKAWACHI	2.87	56.5	0.48		
47B DANKAWACHI	2.90	56.6	0.48	0.68A+	0.20
48 TAKAMATSUDAIRA	1.90	53.1	0.32	0.47A+	0.15
50 NAKAORIDO	0.87	57.0	0.14	0.20A+	0.06
51 TAKAUCHI E	0.38	290.7	0.06	0.07A+	0.01
52 TAKAUCHI W	1.01	284.7	0.17	0.22A+	0.05
53 TOCHU	1.65	263.6	0.27	0.40A+	0.13
54 KAWAMAE	2.49	256.3	0.41	0.57A+	0.16
55 S-5	3.25	261.4	0.54	0.70A+	0.16
56 KAWAMAE SW	3.35	253.9	0.56	0.72A+	0.16
57 TOCHU-TOGE E	4.16	258.8	0.69	0.87A+	0.18
58 TOCHU-TOGE	4.95	257.5	0.82	1.03A+	0.21
59 TOCHU-TOGE W	5.67	261.1	0.94	1.14A+	0.20
60 TODOYAMA S	6.67	261.7	1.11	1.34A+	0.23
61 KITAMUKIZAWA	7.23	257.6	1.20	1.45A+	0.25
62 YAMAZAKI N	7.93	255.0	1.32	1.61A+	0.29
63 YAMAZAKI	8.68	253.2	1.45	1.75A+	0.30
64 NAKAAZUSA	9.38	256.4	1.56	1.91A+	0.35
65 AZUSA	10.10	253.5	1.68	2.02A+	0.34
66 SHIMODAIRA	11.07	251.6	1.84	2.23A+	0.39
67 SAKAMOTO	11.81	254.1	1.97	2.35A+	0.38
68 S-6	12.76	255.4	2.13	2.55A+	0.42

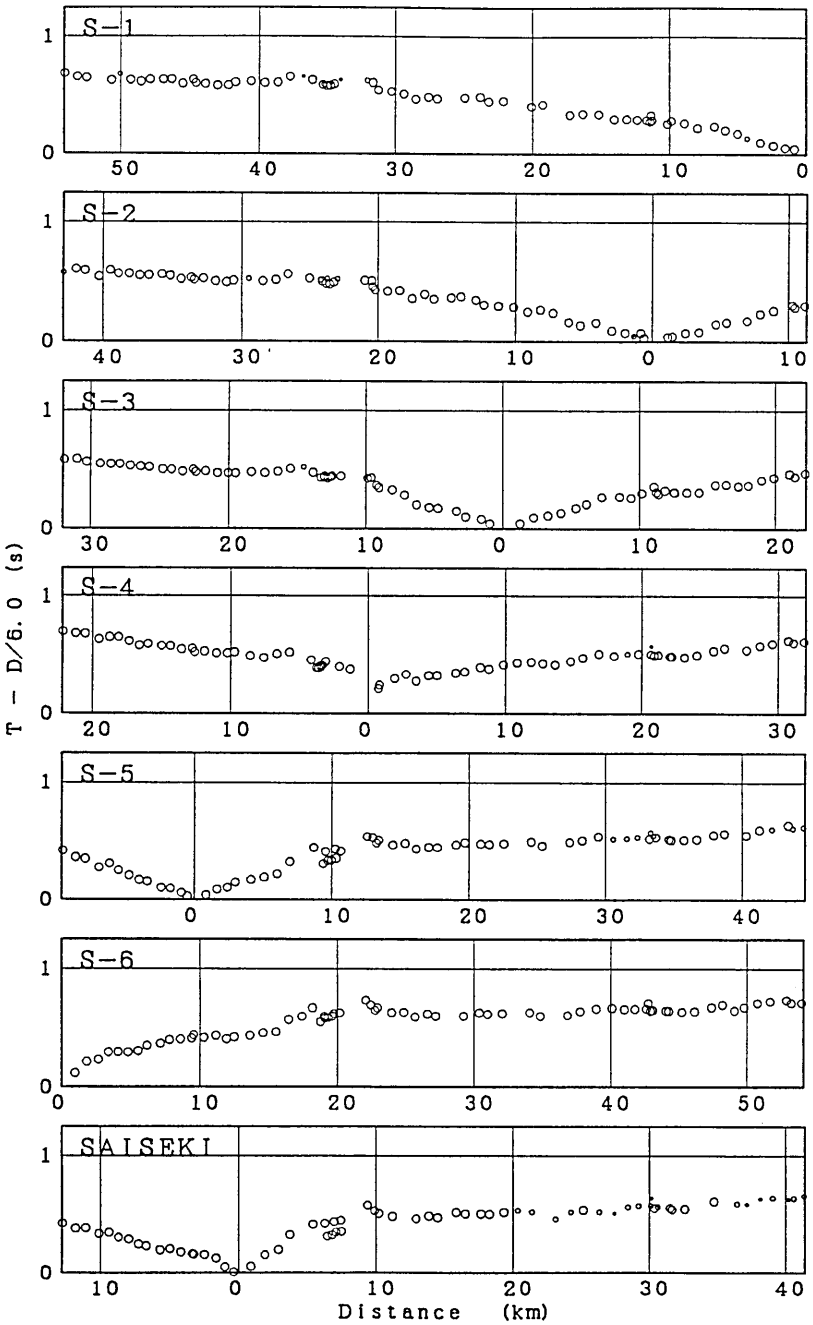

Fig. 4. Travel-time diagrams of first arrivals for seven shots. Time axis is reduced by a velocity of 6.0 km/s. Ranks of reading are indicated by sizes of circles. Large circles: A, middle-size circles: B, and small circles: C.

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．

福島県生活福祉部消防防災課，栃木県総務部消防防災課．福島県いわき市，東白川郡古殿町，鮫川村，棚倉町，栃木県那須郡那須町．大木健一，野崎重一，鈴木　勲，棚倉営林署，鈴木　進，秋庭健男．

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，下記のとおりである．所属研究機関は観測当時とし，請負分は省略した．

実験総責任者：浅野周三（東京大学）

爆破点予備調査・交渉：浅野周三（東京大学）

記録整理・解析：森谷武男（北海道大学），増田　徹（東北大学），鈴木将之，伊東明彦（以上，宇都宮大学），宮下　芳（茨城大学），東　貞成，吉井敏尅（以上，東京大学）

記録AD変換：坂　　守，吉井敏尅，一ノ瀬洋一郎（以上，東京大学）

本報告執筆：吉井敏尅（東京大学）

観測：岡田　広，坂本稔光，笹谷　努，志賀信彦，竹鼻敏治，松島　健，宮町宏樹，森谷武男（以上，北海道大学），加藤尚之，田中　聰，遠山信彦，西村太志，堀内茂木，増田　徹，山縣克彦（以上，東北大学），佐藤慎司，長谷見晶子（以上，山形大学），伊東明彦，鈴木将之（以上，宇都宮大学），宮下　芳（茨城大学），浅野周三，一ノ瀬洋一郎，纐纈一起，坂　　守，東　貞成，吉井敏尅（以上，東京大学），浅沼俊夫，阿部信太郎，八巻和幸（以上，千葉大学），内田康人，佐野　康，棚田俊收，横浜　学（以上，東海大学），伊神　煇，出原　理，島田基史，増田幸治，山田　守（以上，名古屋大学），石川　斎，佐々木嘉三，渡辺清孝（以上，岐阜大学），飯尾能久，伊藤　潔，栗山　知，佐伯龍男，松村一男（以上，京都大学），池上吉広，奥田　暁，久保篤規，田中明子，谷垣淳一（以上，神戸大学），小原一成，鈴木宏芳，野口伸一，山水史生（以上，防災科学技術センター），伊藤公介，長谷川　功（以上，地質調査所），小泉岳司，関田康雄（以上，気象研究所），青木　元，古屋逸夫（以上，気象大学校）．

文　　献

爆破地震動研究グループ，1989，静岡県—愛知県地域における爆破地震動の観測（春野—作手測線），地震研究所彙報，64，533-551.

大槻憲四郎，1975，棚倉破砕帯の地質構造，東北大理学部地質学古生物学教室研究邦文報告，75，1-71.

Explosion Seismic Observations in Fukushima and Tochigi Prefectures, Northeastern Japan (Iwaki-Tanagura-Nasu Profile)

RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY

Seismic refraction experiments were done in November, 1986 along a profile in northeastern Japan from Iwaki, Fukushima Prefecture to Nasu, Tochigi Prefecture. This profile crosses the Tanagura Tectonic Line, one of the important tectonic lines in Japan, at around its middle. Six bore-hole shots and a quarry blast were fired and generated seismic waves were recorded at about 70 temporary stations along the profile. High quality records were obtained for all shots, and the travel times of first arrivals suggest the remarkable but rather small-scale character of the Tanagura Tectonic Line. Later arrivals with rather long duration may be an indication of some important features of the lower crust in this area.