

地質調査所報告 第254号

爆破地震による地震波速度の
時間的变化に関する研究

第1部 観測報告

第2部 走時の解析結果

地質調査所

昭和50年1月

550.3

地質調査所報告

所長 小林 勇

爆破地震による地震波速度の
時間的变化に関する研究

目 次

第 1 部 観 測 結 果

1. まえがき	1
2. 観測方法	2
2.1 爆 破	2
2.2 観 測	3
3. 再生および記録の読み取り方法	3
3.1 再生方法	3
3.2 読み取り方法	4
4. 観測結果	5
4.1 爆破点における記録	5
4.2 各観測点の記録	5
5. あとがき	5
文 献	5
Abstract	7
第 1-1 図～第 1-11 図	
第 1-1 表～第 1-4 表	

第 2 部 走時の解析結果

1. まえがき	37
2. 爆破点近傍の走時解析	37
3. 爆破点の位置の補正	38
4. 波動の再現性について	39
5. 読み取り誤差について	40
6. 異なる換振器を用いた場合の走時の差	40
7. Travel-time Table の作成	41
8. Travel-time の時間的变化	41
9. 観測点相互間の走時の時間的变化	42
10. 結 び	43
11. 今後の課題	44
文 献	44
Abstract	46
第 2-1 図～第 2-12 図	
第 2-1 表～第 2-6 表	

第1部 観測報告

地震波速度変化研究グループ

爆破地震による地震波速度の時間的変化に関する研究

第1部 観測報告

地震波速度変化研究グループ*

1. ま え が き

大地震の前後で、震源域を通過する地震波速度が時間的に変化することは、これまでいくつかの報告例があり理論的な研究もなされている(佐々, 1948; 早川, 1951; SAVARENSKY, 1968; SAWYERS, 1968 など)。また最近では V_p/V_s の時間的変化が注目されており (SEMENOV, 1969; SADOVSKY et al., 1972; WHITCOMB et al., 1973; OHTAKE, 1973; AGGARWAL et al., 1973), その原因について岩石物性と結びつけた説明も試みられている (NUR, 1972; SCHOLZ et al., 1973)。

これらの研究は地震発生のカラクリを解明する上でも、地震予知研究を進める上でも重要な問題を含んでいると考えられる。

一方、爆破地震を用いて地震波速度の時間的変化を検出しようとする試みは、ソ連、アメリカ、日本などで行われている。アメリカでは、サン・アンドレアス断層地帯で予備的実験として1966年と1967年に7カ月の間隔をおいて2回の爆破観測が行われた (EISLER, 1967, 1969)。その後この実験は中断されているようである。これにたいしてソ連では1966年以来カムチャツカ半島で精力的に実験を繰返しており、その結果が最近発表されている (FEDOTOV et al., 1970; MYACHKIN et al., 1972)。

日本では、地震予知研究計画の一環として「地震波速度」のテーマがとり上げられ、地質調査所が中心となって関東南部を実験地を選び、1968年より観測が開始された。この実験では観測は地質調査所、国立防災科学技術センター、東大地震研究所、気象庁などの諸機関による共同観測の形態をとっている。また、1971年から東大地震研究所により新たに同一地域で実験が開始された。このほかに日本では、松代群発地震域で同種の実験が試みられたことがある (浅野・他, 1970)。

これまで毎回の観測結果は、地質調査所の責任でその都度中間報告または速報の形で公表されてきた (地質調査所, 1970 a, b, 1972; 飯塚・他, 1969; 飯塚, 1971)。その過程で観測方法、記録の整理方法、爆破点の問題など種々の問題点が明らかになってきた。そこで過去5回の観測が終了した段階で、整理委員会をつくって解析を進めることにした。

この種の実験では、観測精度すなわち誤差の限界を明らかにすることがきわめて重要である。ここでは過去5回の観測結果を総括すると同時に、それらの問題についても検討する。

この報告は第1部と第2部に分けられる。第1部では主として爆破および観測の概要およびデータの整理方法についてのべる。第2部では、第1部で得られた結果をもとにして走時の時間的変化について論じる。それと関連して、爆破点における補正方法、爆破地震動の再現性、誤差の限界などの諸問題に

* 1968年3月から1971年11月までに行われた計5回の観測に何らかの形で参加した研究者グループの総称(第3表参照)。

ついて考察する。

2. 観測方法

実験地域は先にものべたように関東地方南部で、この地域は地震予知連絡会によって、1970年より「観測強化地域」に指定されている。爆破点および観測点の配置は第1図の通りである。

2.1 爆 破

爆破点は伊豆大島の北端「乳ヶ崎」におき、原則として毎回内径約10cm、深さ45~70mの爆破孔を2孔掘さくして、1回に約500kgのダイナマイトを爆破させた。第2図はこれまでに掘さくした爆破孔の配列を示しており、第3図はそれぞれの地質柱状図である。地質条件はほぼ同一とみてよい。爆破時刻、爆破孔深度、火薬量など毎回の爆破に関する諸データは第1表にまとめてある。

第1回目(1968)の観測では爆破回数は1回のみであったが、第2回目以降は4日間隔で2回爆破を行っている(以後同じ年度の爆破のうち初めを第1爆破、後を第2爆破とよぶことにする)。これはその間に一部の観測点を移動させてデータを増やすこと、不慮の事故あるいは故障等による欠測を防ぐことなどが主なねらいである。

爆破孔は少量の火薬を用いてあらかじめ拵底発破を行い、可能なかぎり等分に火薬を装てんするように心がけた。しかし実際には、第1爆破では拵底発破の効き方、第2爆破では第1爆破後の孔壁の破壊程度により必ずしも等分にはできなかった。第2爆破は原則として第1爆破と同一の爆破孔を使用するので、深度が浅くなると同時に周囲が破壊されて爆破条件がやや変化することは避けられない。深度60~70mの爆破孔2孔を用いて1回に約500kgの火薬を爆発させるとすると、使用回数は2回が限度と思われる。そのため毎回新規に爆破孔を掘りなおしている。これにより爆破位置が水平方向にも垂直方向にも差異を生ずるので、この量は走時を比較する際に補正しなければならない。

第5回目(1971)の観測においては、予算の関係で新規に掘さくすることができなかったので既存の爆破孔を用いざるを得なかった。

他方、火薬量もできるだけ一定にするのが望ましいが、種々の事情により約10%の増減がある。ただしこれまでの結果では、この程度の火薬量の変動は走時の議論をするうえで問題にはならない。

爆破点近傍では、爆破地震動の再現性を監視する目的で第4図のように換振器を配置して観測を行った。本来ならば、換振器は本土側観測点と同方向へ設置すべきであるが地形的な制約により不可能であった。

爆破点における観測装置のブロックダイアグラムを第5図に示す。ショットマークは発火器からの信号を記録する方式をとった。刻時はJ J Y(日本標準時刻電波)を用い、予備として水晶時計も併用した。用いた換振器は上下動水平動兼用で固有周波数3Hzのものである。第4図においてA、B、C点には上下動各1台、D点には上下動1台、水平動2台の3成分を設置した。U、Hと記した点はUp Hole用の換振器を置いた点である。換振器の設置位置は、第3回目(1970)までは爆破点の移動に平行して震央距離が一定になるように移設していたが、第4回目以降は第3回目の位置に固定することにした。これは

換振器を設置した地盤のちがいによる影響を避けるため、設置場所には数 10 cm の深さの穴を掘りセメントで固めてある。

2.2 観 測

観測点の名称、位置、震央距離などは第 2 表の通りである。位置はいずれも 2 万 5 千分の 1 または 5 万分の 1 の地形図から読みとったもので、震央距離は計算により求めた値である。

各点で使用した観測器類および観測者は第 3 表の通りである。

上稲子、奈良田、本宿、生川は第 2 回目 (1969) から、畑は第 3 回目 (1970) からそれぞれ観測を開始した。

奈良田、宮ヶ瀬、生川、畑の 4 点は、第 5 回目は都合により欠測であった。

各観測点共通に用いている換振器は、固有周波数 1 Hz の上下動成分で、他は 1 Hz 水平動、あるいは 4 Hz 上下動成分などの組合せである。換振器の設置地点、設置方法などは写真、スケッチなどにより毎回厳密に同一になるよう注意した。記録器は奥野における第 1 回目の観測を除き、全部データレコーダーによる磁気記録方式で、したがって再生時にフィルターなどによる処理が可能である。

観測システムの一例を第 6 図に示す。データレコーダーのモニターには普通ペンレコーダーまたはビジグラフが用いられている。刻時は爆破点と同様 J J Y で、予備として水晶時計を併用した。

観測装置は可能な限り毎回同一のものを使用した。とくに換振器と増幅器は必ず同じものを使うようにし、やむを得ず変更した場合は比較測定を行い特性の相違をチェックしている。なおこれらの装置は、一般に爆破地震動や微小地震の観測に用いられるものとほぼ同種のものである。

爆破および観測は、人工的なノイズの最も少ない深夜を選んで行われた。

第 1 回目から第 4 回目までは、毎年 3 月に爆破観測を行ってきたが、第 5 回目の観測は同時に実施した地下構造探査との関連で 11 月に繰り上げられた。したがって第 4 回目以降 8 カ月経過後、第 5 回目の観測が行われたことになる。第 1 回目より第 5 回目までに経過した時間は 3 年 8 カ月である。

3. 再生および記録の読み取り方法

3.1 再生方法

記録の再生は同一システムを用いて同一条件のもとに行うようにした。観測点ごとに使用したデータレコーダーの機種が異なるので同一条件で再生記録を作製できるように、いったんデータレコーダー Sony PFM-15 を用いて全観測点の編集テープを作製した。ただし観測時に Sony PFM-15 またはこれと互換性のあるデータレコーダーを用いた場合は、できるだけオリジナルテープから再生するように心がけた。

再生システムのブロックダイアグラムは第 7 図の通りである。記録器は Geo Space DRO-6-32 オフシログラフを用い、紙送り速度 30 cm/sec で走時読み取り用の再生記録を作製した。この記録器は本来 24 成分用地震探鉱器の一部として使用されているものであるが、水晶発振による 1/100 sec の刻時線を

入れることができるので走時の読み取りには便利である。このオッシログラフのガルパノメーターの周波数特性を第8図に示す。曲線Aは地震波の、曲線BはJ J Yの再生に用いたものである。

再生記録は、フィルターを通さない直接再生と、短周期ノイズを除去するため遮断周波数 30 Hz の low-pass フィルターをかけたものと2種類つくった。ただしノイズの少ない奥野と畑の記録は直接再生のみにとどめた。用いたフィルターは、N F回路設計ブロック社製の FV-601T で 36 db/octave のものである。30 Hz low-pass フィルターをかけた時の再生系統の特性を第9図に示す。位相おくれは約 20 Hz まで一定で、22 msecである。

また J J Y信号は一部を除き、1600 Hz に鋭いピークを持つ(約 80 db/octave) JJY 専用の band-pass フィルターを通して再生した。このフィルターの位相おくれは 1 msec である。

3.2 読み取り方法

走時の読み取りは、全観測点共通に使用している 1 Hz 上下動成分の記録について8人の整理委員が行った。記録には起ち上りを1番としてすべての山、谷に通し番号をつけた。読み取りの範囲は初動部分約 2 sec 間で、1本の記録について山、谷合わせて30~50個である。

読み取りは始めにフィルターを通さない記録から読み、その際フィルターを通した記録を参照しないようにした。

読み取り値は、記録の質により次のような4段階のクラスに分けた。

- A……±1 msec 以内の誤差で読めると考えられるもの
- B……±2.5 msec 以内の誤差で読めると考えられるもの
- C……読み取りは可能であるが 5 msec 以内の誤差では読めないと考えられるもの
- D……読み取り不可能なもの

(奥野では3チャンネルのデータレコーダーを使用しているので J J Yを磁気記録することができない。したがって刻時はモニター記録から転写あるいは直前まで記録信号チャンネルに重ねて記録してある校正ずみの時計信号を利用したもので、その際生ずる誤差は±1 msec 前後である。また奥野では第1回目(1968年)はモニター記録のみしか得られていない。)

以上の方法により8人のメンバーが読み取った走時を突き合せ、不注意なミスと思われるものはすべて再検討し読み直して個人別の読み取り表をつくった。

これをもとにして次のような方法により、Arrival-time Table を完成させた。

- 1) 8人の読み取り値の最頻値または中央値をもってその山、谷の arrival-time とする。
- 2) クラス分けについても出現度数により上記に準ずる(たとえばA、Bがまじっていて過半数がAの場合はAとする。同数の場合は原記録を参照してAまたはBにきめる。A、B、Cの3クラスにわたってバラつく場合はBとする)。
- 3) 4人以上の読み取り値がある場合は、その山、谷の値は採用する。3人以下の場合は捨てる。
- 4) フィルターをかけた場合のおくれ時間はすべて補正する。
- 5) データレコーダーのチャンネル間に時間ずれの生ずるもの(Sony FMA-23S)および J J Y フィルターによるずれも補正する。

4. 観測結果

4.1 爆破点における記録

J J Yおよびショットマークはすべて良好な記録が得られた。Shot-time は第1表にまとめてある。読み取り誤差は ± 1 msec 以内である。観測記録の一例として1968年の記録を第10図に示す。

4.2 各観測点の記録

震央距離の大きい奈良田、生川を除き、おおむね良好な記録が得られた。短周期ノイズの混入した記録もあるが、low-pass フィルターをかけることにより読み取り精度を上げることができた。震央距離が大きくなるにつれて、起ち上り、最初の山、谷と読み取りがだんだん困難になるのは避けられない。

第11図 (a~k) は読み取りに用いた 1 Hz 上下動成分のフィルターを通さない再生記録を観測点ごとに年度順にならべてトレースしたもので、山、谷に一連番号が付してある。

読み取り結果は、Arrival-time Table として観測点ごとに第4表にまとめた。

5. あとがき

以上、観測の概要と記録の整理方法、整理結果などについてのべた。

Travel-time の算出と誤差の議論などくわしい考察は第2部において行われる。

この観測の中で、大島での爆破作業のうち第2回より第4回までは、宇部興産株式会社資源調査部の請負によって行われた。

〔謝辞〕 この観測を実施するにあたり、爆破点のある東京都大島町役場および各観測点の関連市町村役場をはじめとする諸機関および個人の多くの方々にご協力いただいた。記して心から謝意を表す。

文 献

AGGARWAL, Y. P., SYKES, L. R., ARMBRUSTER, J. and SBAR, M. L. (1973): Premonitory Changes in Seismic Velocities and Prediction of Earthquakes. *Nature*, vol. 241, p. 101-104.

浅野周三・窪田 将・大竹政和・岡田 広・鈴木貞臣 (1970) : 地震波速度の変化について, (1) 松代地域における実験. 1970年地震学会春季大会講演要旨, p. 22.

地質調査所 (1970a) : 爆破地震による地震波速度の変化の観測. 地震予知連絡会会報, vol. 2, p. 31-33.

地質調査所 (1970b) : 爆破地震による地震波速度の変化の観測 (第3回実験結果の中間報告). 地震予知連絡会会報, vol. 3, p. 9-17.

地質調査所 (1972) : 爆破地震による地震波速度変化の観測 (第5回観測結果速報). 地震予知連絡

- 会会報, vol. 8, p. 46-53.
- EISLER, J. D. (1967): Investigation of a method for determining stress accumulation at depth. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 57, p. 891-911.
- (1969): Investigation of a method for determining stress accumulation at depth (II). *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 59, p. 43-58.
- FEDOTOV, S. A., DOLBILKINA, N. A., MOROZOV, V. N., MYACHKIN, V. I., PREOBRAZENSKY, V. B. and SOBOLEV, G. A. (1970): Investigation on Earthquake Prediction in Kamchatka. *Tectonophysics*, vol. 9, p. 249-258.
- 早川正巳 (1951) : 地震波速度の時間的变化に関する研究. 地質調査所報告, no. 142, 57p.
- 飯塚 進 (1971) : 爆破地震による地震波速度変化の観測 (第4回観測結果速報). 地震予知連絡会会報, vol. 6, p. 15-24.
- ・市川金徳・伊藤公介・長谷川 功・細野武男(1969) : 爆破地震による地震波速度の変化の観測(第2報), 第1回実験結果(主として走時について). 地質調査所月報, vol. 20, p. 313-327.
- MYACHKIN, V. I., SOBOLEV, G. A., DOLBILKINA, N. A., MOROZOV, V. N. and PREOBRAZENSKY, V. B. (1972): The study of variations in geophysical fields near focal zones of Kamchatka. *Tectonophysics*, vol. 14, p. 287-293.
- NUR, A. (1972): Dilatancy, Pore Fluids, and Premonitory Variations of t_s/t_p Travel Times. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 62, p. 1217-1222.
- OHTAKE, M. (1973): Change in the V_p/V_s Ratio Related with Occurrence of Some Shallow Earthquakes in Japan. *Journ. Phys. Earth.*, vol. 21, p. 173-184.
- SADOVSKY, M. A., NERSESOV, I. L., NIGMATULLAEV, S. K., LATYNINA, L. A., LUKK, A. A., SEMENOV, A. N., SIMBIREVA, I. G. and ULOMOV V. I. (1972): The processes preceding strong earthquakes in some regions of Middle Asia. *Tectonophysics*, vol. 14, p. 295-307.
- 佐々憲三 (1948) : 地震と災害. 204p., 甲文社.
- SAVARENSKY, E. F. (1968): On the prediction of earthquakes. *Tectonophysics*, vol. 6, p. 17-27.
- SAWYERS, K. N. (1968): Theoretical Changes in Seismic Travel-time with Changes in Stress at Depth. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 58, p. 1667-1680.
- SCHOLZ, C. H., SYKES, L. R. and AGGARWAL, Y. P. (1973): Earthquake Prediction: A Physical Basis. *Science*, vol. 181, p.803-810.
- SEMENOV, A. N. (1969): Variations in the traveltime of transverse and longitudinal waves before violent earthquakes. *Bull. Acad. Sci. USSR, Phys. Solid Earth*, no. 3, p. 245-248.
- WHITCOMB, J. H., GARMANY, J. D. and ANDERSON, D. L. (1973): Earthquake Prediction: Variation of Seismic velocities before the San Fernando Earthquake. *Science*, vol. 180, p. 632-635.

Precise Measurements of Changes in Seismic wave Velocities by Means of Explosion-seismic Method

Part 1. Observations

By

Research Group for Seismic Wave Velocity

Abstract

Based upon the reasonable idea that a detectable change of seismic wave velocity may occur as stress builds up in a potential earthquake focal region, precise measurements of explosion-generated seismic waves were carried out five times during March 1968 to November 1971 by the Research Group for Seismic Wave Velocity.

The southern part the Kanto District including the Sagami Bay was selected as the site of experiment because it includes the focal region of the great Kanto earthquake of 1923; we might naturally expect that a gradual stress build-up, which may reflect in the seismic wave velocity change, is going on in this region, where the abnormal crustal deformation has recently been detected.

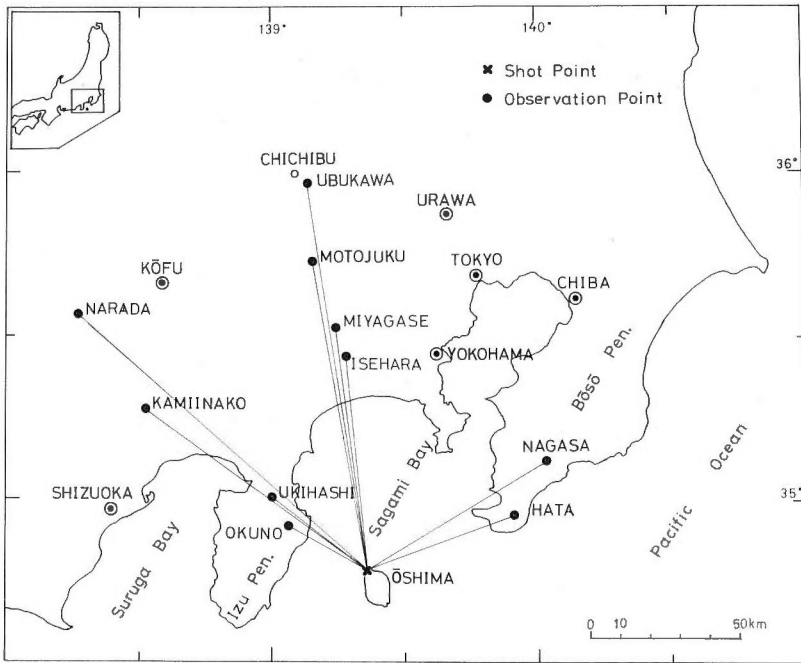
A shot point is located in Oshima island (one of the seven Izu-Mariana system of volcanic island arc) and an explosive of about 500 kg has been detonated every time of observation.

Observations have been carried out at ten recording stations in the inland of Honshu. A typical recording system at the station consists of 1 Hz vertical and transverse, and 4 Hz vertical transducers connected to a magnetic-tape detector through amplifiers. No significant change was made in the instrument system at each station during this period. For checking of the reproducibility of each event, seismic observations have been also made at the station near the shot point.

On the process of the reproduction, two kinds of seismic records, no filtered and low-pass filtered, were reproduced by using the electro-magnetic oscillograph (Geo Space DRO-6-32) in the laboratory.

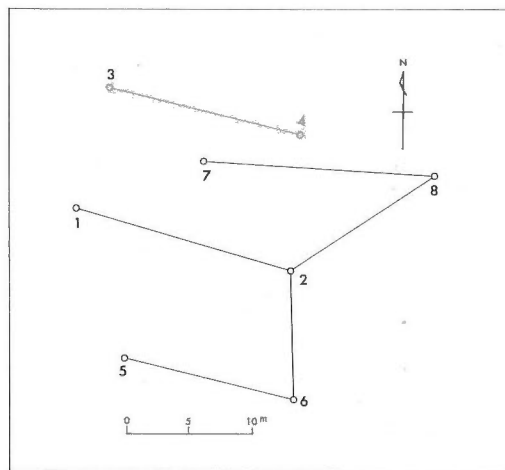
The reading of travel-time for the seismic records of 1 Hz vertical component which were commonly obtained at all stations was made by eight members of the research group and the arrival-time table was completed finally.

An outline of these experimental procedures and results obtained is described in Part 1.



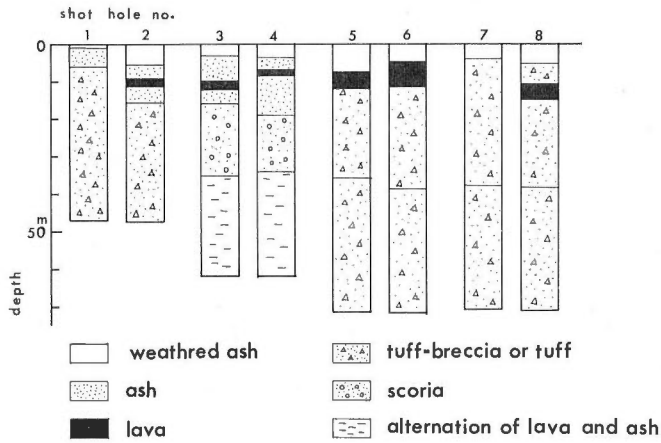
第 1-1 図 爆破点および観測点の配置

Location of the shot point and the observation stations in the southern part of Kanto District.



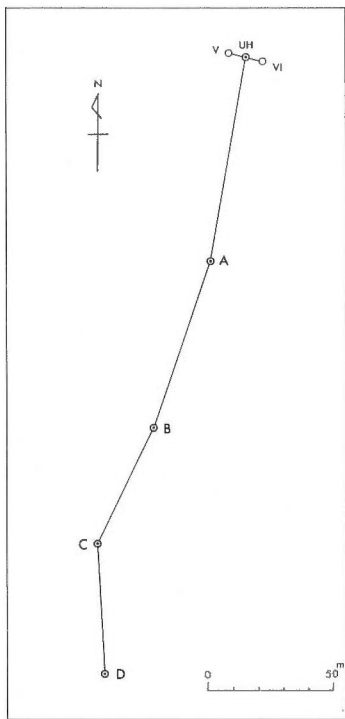
第 1-2 図 爆破孔の配列 数字は爆破孔の番号を示す

Arrangement of shot holes. The numerals show the number of the shot hole.



第1-3図 爆破孔の地質柱状図

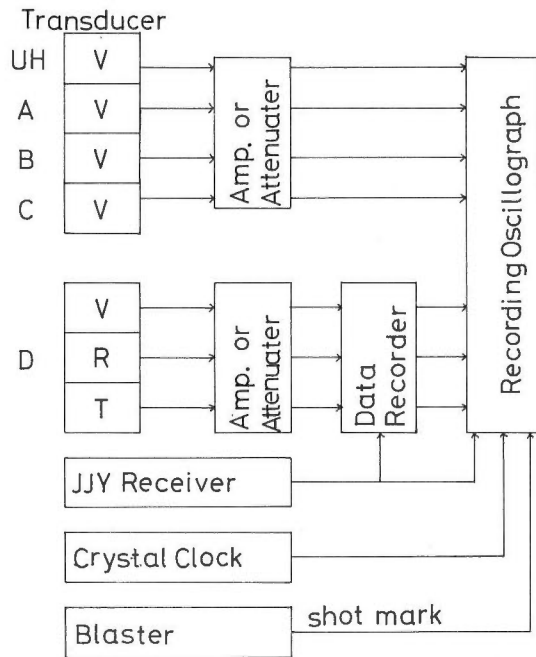
Geologic columnar section of shot holes. Geologic condition of each shot hole is almost the same.



第1-4図 爆破点近傍の観測に用いた換振器の配置

U. H. には up-hole 用換振器, A, B, C には固有周波数 3 HZ の vertical 成分, D には vertical, radial, transverse の 3 成分の換振器を, それぞれ設置した.

Geophone array near shot point for checking the reproducibility of

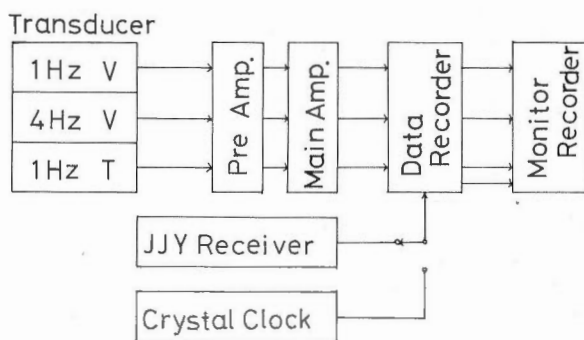


第1-5図 爆破点における観測系統図. V, R, T はそれぞれ vertical, radial, transverse の 3 成分を表わす.

Block diagram of the observation system used at the shot point. V, R and T show vertical, radial, and transverse components, respectively.

explosion-generated seismic waves. Following transducers have used at the points U.H. and A~D;

U.H.: up-hole geophone (vertical component), A~C: vertical component, natural frequency 3 Hz, D: 3 components (vertical, radial, transverse), natural frequency 3 Hz.



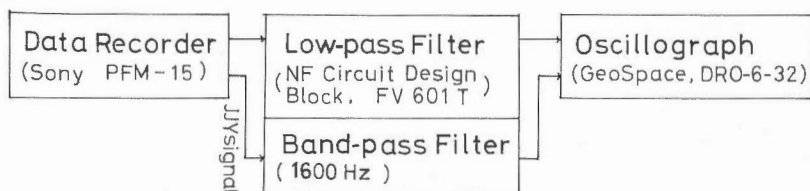
第 1-6 図 観測点における観測系統図の一例

Block diagram of the observation system used at the stations.

1 Hz V: vertical component transducer with natural frequency 1 Hz.

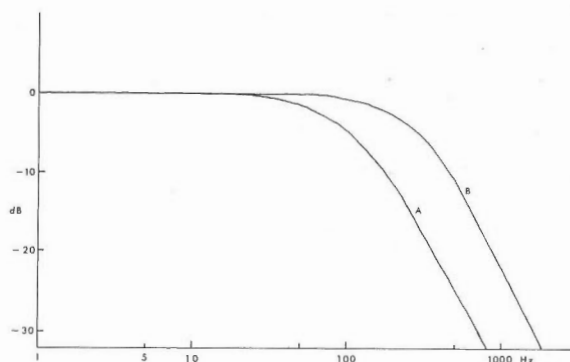
4 Hz V: vertical component transducer with natural frequency 4 Hz.

1 Hz T: transverse component transducer with natural frequency 1 Hz.



第 1-7 図 記録再生装置の系統図

Block diagram of the reproducing system.



第 1-8 図 再生に用いたオシログラフの周波数特性

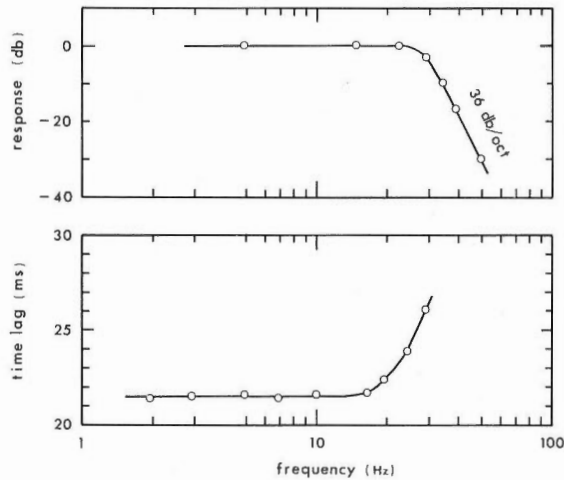
A: 地震波再生用ガルバの周波数特性, $f_0 = 100$ Hz

B: JJY 信号再生用ガルバの周波数特性, $f_0 = 300$ Hz

Frequency characteristic curves of recording oscillograph used for reproduction.

curve A: for seismic signal, $f_0 = 100$ Hz.

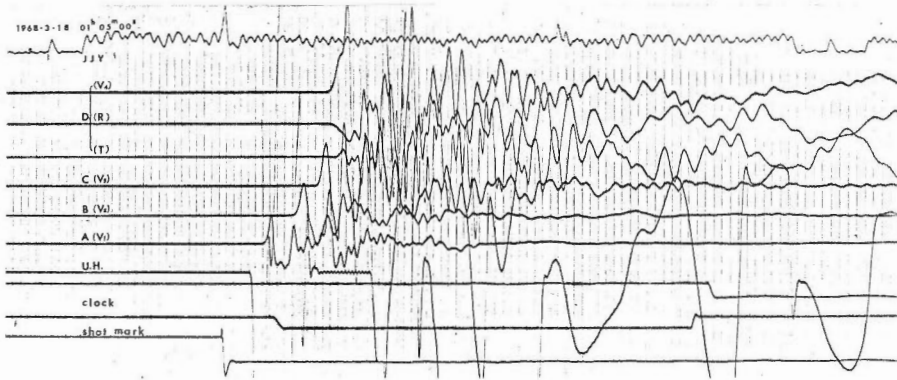
curve B: for JJY time signal, $f_0 = 300$ Hz.



第1-9図 再生に用いた low-pass filter の応答特性 (上) と位相おくれ (下)
cut-off 周波数: 30 Hz
減衰率: 36 dB/octave

Phase response (upper) and time lag (lower) curves of low-pass filter used for reproduction.

cut-off frequency: 30 Hz
attenuation rate: 36 dB/octave



第1-10図 爆破点における観測記録の例 (第1回目, 1968)

An example of seismic record observed at the Shot point (the first experiment, 1968).

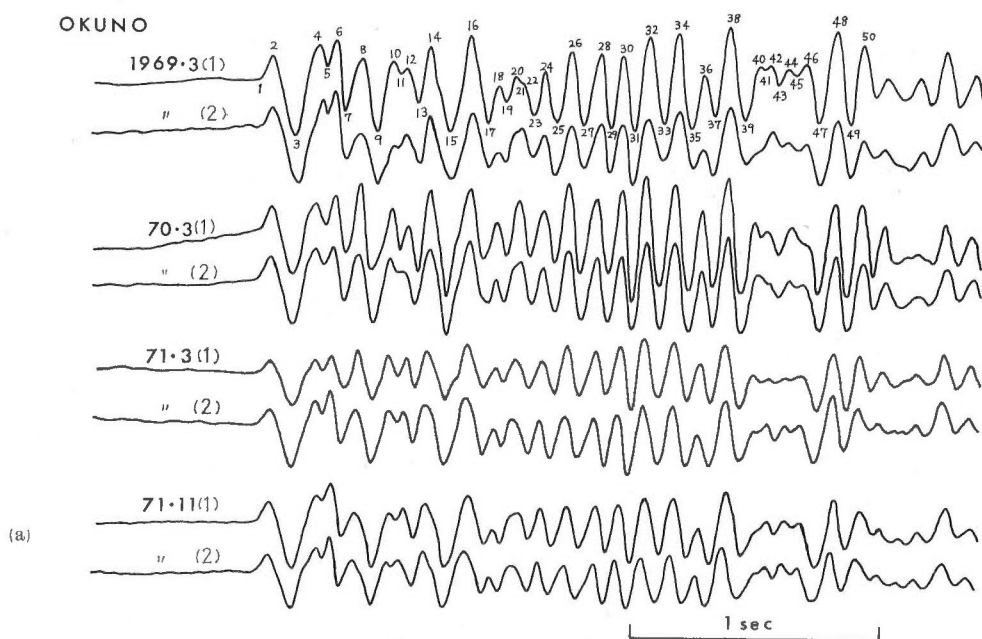
U.H.: up-hole, V: vertical component, R: radial component,
T: transverse component, JJY: Japan standard time signal

第1-11図 走時の読み取りに用いた各観測点における 1 Hz 上下動成分の記録

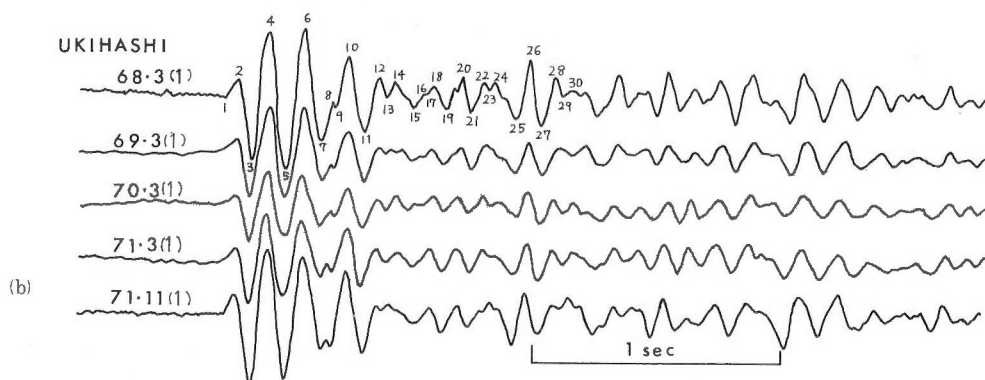
(a)~(k) カッコ内の数字 (1 または 2) は、その年度の爆破の順序を示す。走時の読み取りに用いた波の山、谷には、初動の起ち立りを 1 番として一連番号がつけてある。振幅は記録をみやすくするため再生時にほぼ大きさをそろえてある。

Seismograms obtained by vertical component transducer with natural frequency 1 Hz at each station. These records were used for travel-time analysis. The reproducibility of seismic waves at every station is remarkable. Number in parentheses (1 or 2) show the order of explosion in each experiment. The numbered peaks or troughs on seismograms show the phases which were used for the travel-time reading. Amplitude of each trace is shown by arbitrary scale.

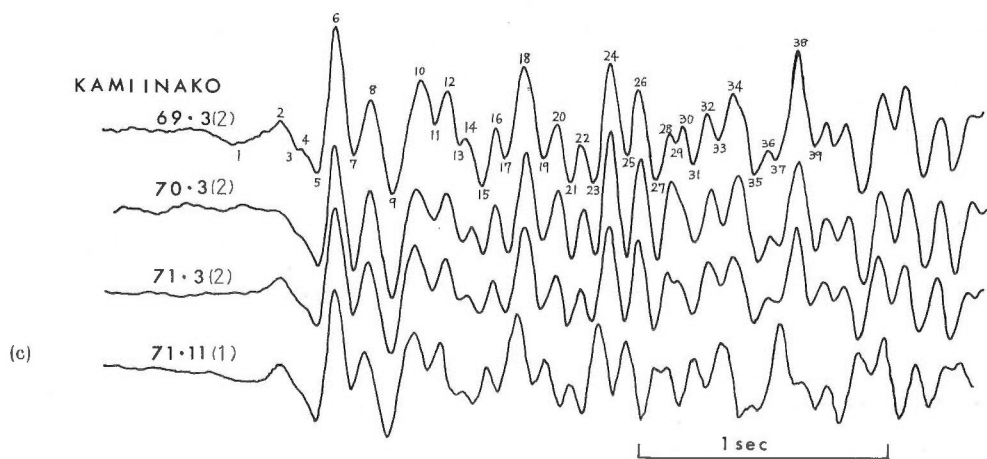
OKUNO



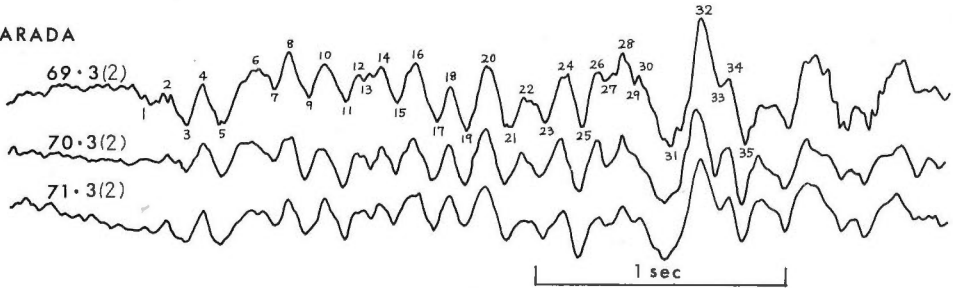
UKIHASHI



KAMIINAKO

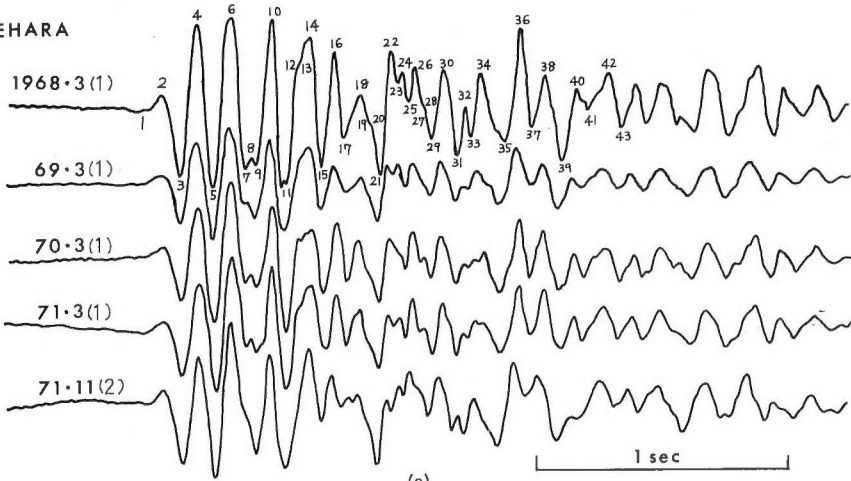


NARADA



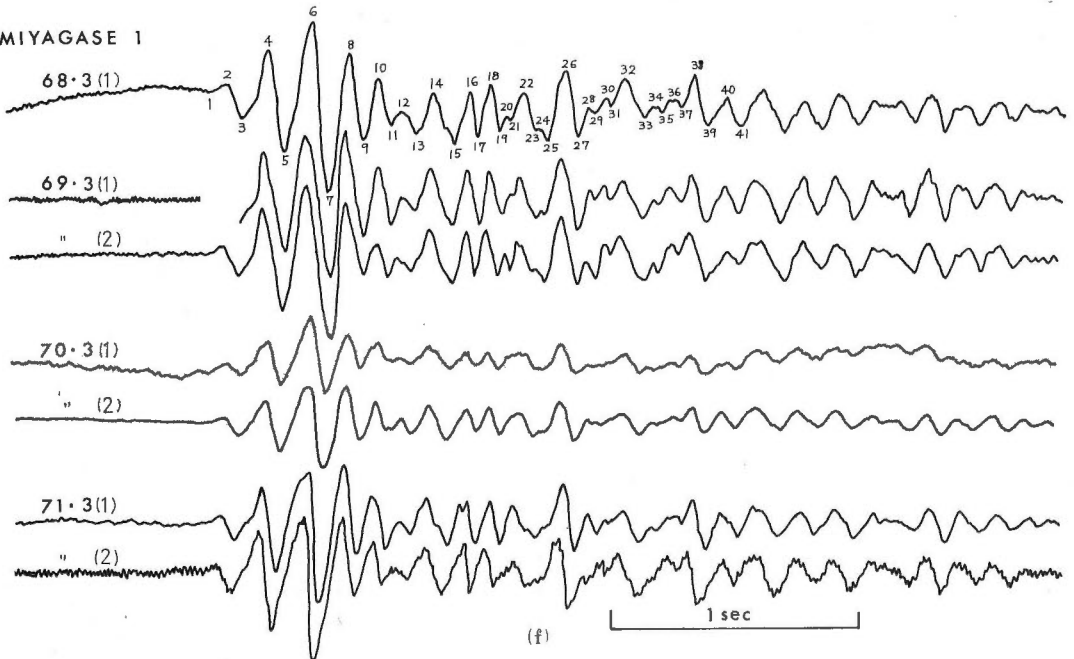
(d)

ISEHARA



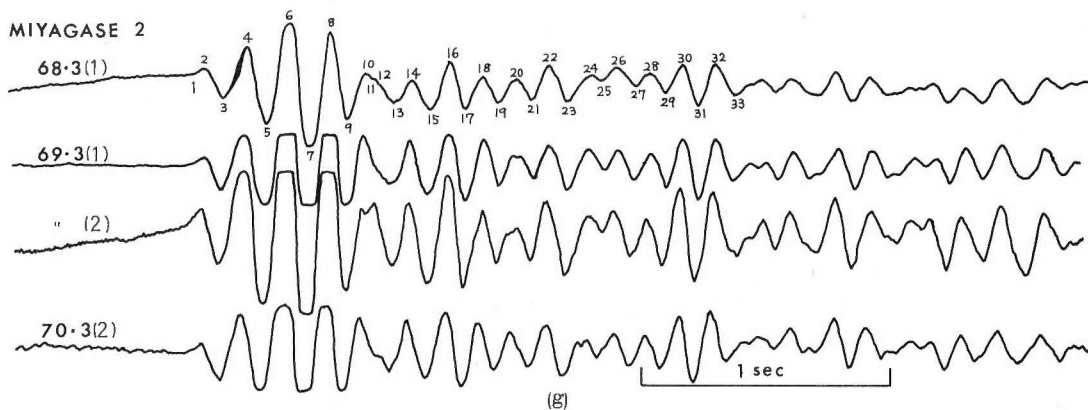
(e)

MIYAGASE 1

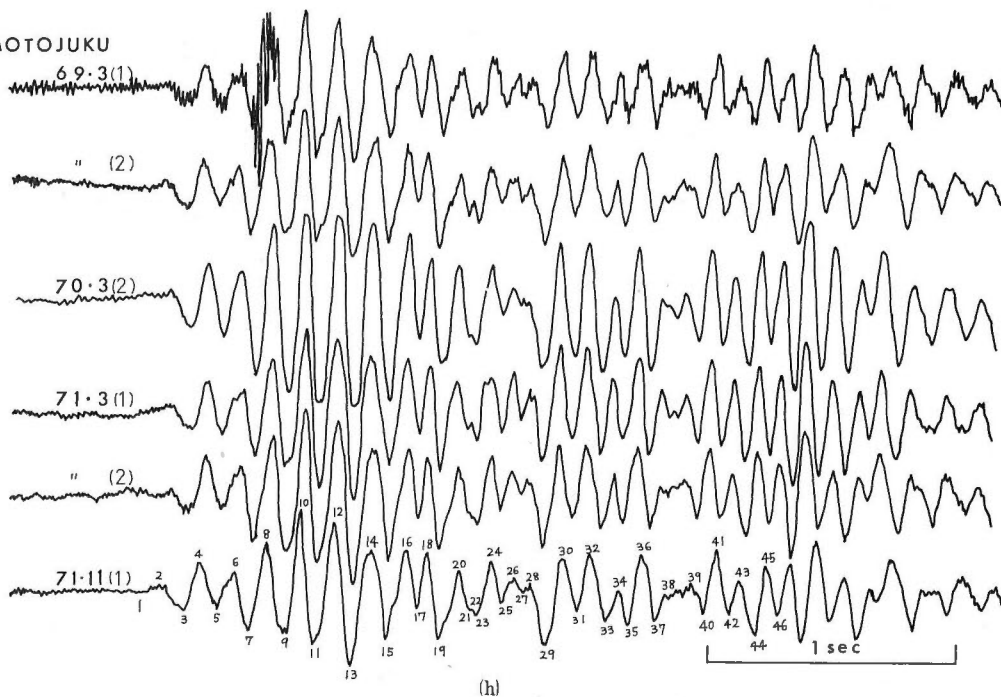


(f)

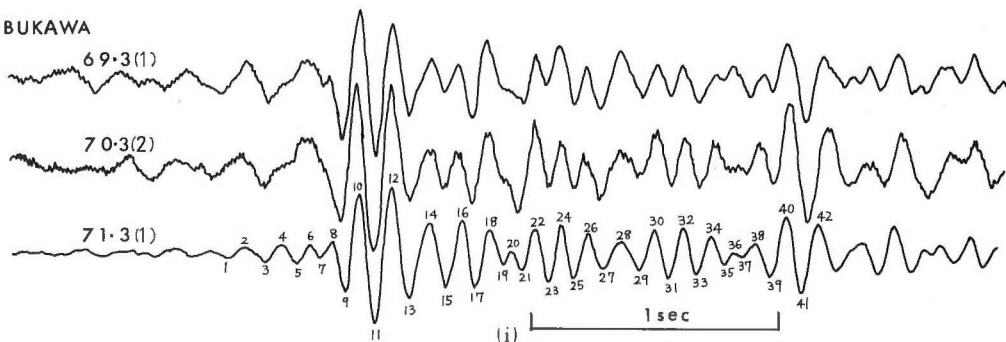
MIYAGASE 2

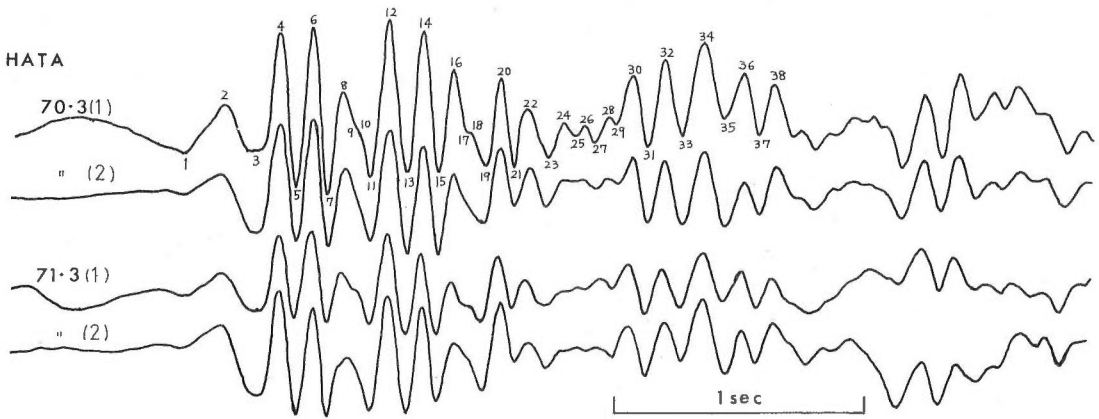


MOTOJUKU

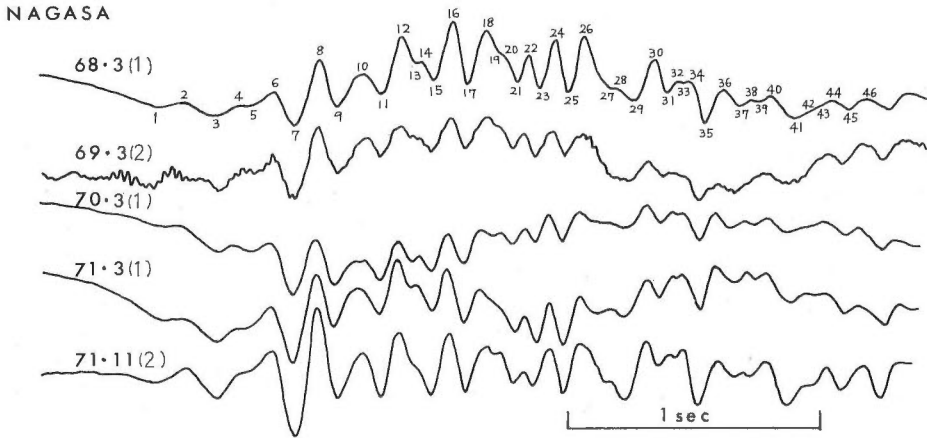


UBUKAWA





(j)



(k)

第 1-1 表 爆破時刻, 爆破孔深度および火薬量など爆破点に関するデータ
Shot-time, shot depth and charge amounts.

Year	date shot time	shot hole No.	depth of shot hole	charge size	charge length	total amount of charge
1968	March, 18	1	45.0m	245.0kg	15.0m	490.0 kg
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .229	2	45.0	245.0	17.0	
1969	March, 8	3	61.5	292.5	22.2	549.0
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .003	4	60.5	256.5	24.3	
	March, 12	3	40.5	337.5	2.9	499.5
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .038	4	35.0	162.0	16.9	
1970	March, 11	5	72.0	279.0	20.3	549.0
	01 ^h 04 ^m 59 ^s .974	6	72.0	270.0	20.7	
	March, 15	5	54.7	231,375	1.1	499.5
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .103	6	60.0	268,125	3.7	
1971	March, 1	7	70.0	279.0	11.8	531.0
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .072	8	71.0	252.0	17.0	
	March, 5	7	54.0	237.0	24.7	516.0
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .365	8	57.0	279.0	3.0	
1971	November, 17	7	33.0	90.0	0.5	505.0
	01 ^h 05 ^m 00 ^s .300	8	52.0	415.0	1.0	
	November, 21	2	28.0	85.0	0.5	495.0
	02 ^h 05 ^m 00 ^s .101	6	51.0	245.0	23.5	
		8	48.0	165.0	16.0	

第 1-2 表 爆破点および観測点の位置. 高さ, 震央距離
The location of the shot point and observation stations.

Station	$\varphi(^{\circ}\text{N})$	$\lambda(^{\circ}\text{E})$	h(m)	Δ (km)
Oshima (shot point)	34°47'40"	139°21'56"	<5	0
Okuno	34°55'55"	139°04'14"	140	31.06
Ukihashi	35°01'02"	138°59'59"	230	41.69
Kamiinako	35°15'48"	138°31'58"	210	92.11
Narada	35°34'00"	138°18'10"	750	129.28
Isehara	35°26'10"	139°16'06"	260	71.89
Miyagase-1	35°31'02"	139°13'49"	300	81.31
Miyagase-2	35°31'02"	139°13'36"	400	81.32
Motojuku	35°43'42"	139°08'34"	420	105.58
Ubukawa	35°57'18"	139°06'46"	520	130.80
Nagasa	35°06'31"	140°01'59"	140	70.37
Hata	34°55'55"	139°54'41"	~100	52.19

h: elevation, Δ : ep:central distance

第1-3表 観測装置および観測者
Recording equipment and observers.

第1回 (1968年3月)

No.	観測点	換振器の種類	記録方式	観測者(機関)
	大島(発破点)	3HzV, H	電磁オシログラフ(SSC), データ・レコーダー(Sony FMA-23S)	市川金徳, 長谷川功, 細野武男(地調)
	大島	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15), ススカッきドラム	田中康裕, 清野政明, 田沢堅太郎(気象)
1	奥野	1 HzV, H	ビジグラフ(三栄)	堀実, 高橋正義, 中村功(震研)
2	浮橋	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony FMA-23S)	飯塚進(地調)
3	上稲子			
4	奈良田	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15), ビジグラフ(三栄, PR-101)	伊藤公介(地調)
5	伊勢原	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	伊藤公介(地調)
6	宮ヶ瀬 ①	1 HzV; 4.5 HzH	データ・レコーダー(TEAC R-400)	南雲昭三郎, 小林平八郎, 是沢定之(震研)
	" ②	0.2 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	岸上冬彦(中大)
7	本宿			
8	生川			
9	長狭	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー(TEAC R-100)	浅野周三(震研)
10	畑			
11	鶴舞			

第2回 (1969年3月)

No.	観測点	換振器の種類	記録方式	観測者(機関)
	大島(発破点)	3 HzV, H	電磁オシログラフ(SSC), データ・レコーダー(Sony FMA-23S)	飯塚進, 市川金徳(地調)
	大島	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	田中康裕, 清野政明, 田沢堅太郎, 俣野明彦(気象)
1	奥野	1 HzV, H	ビジグラフ, データ・レコーダー(Sony PWA-23)	千葉平八郎, 中村功(震研)
2	浮橋	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	長谷川功, 小川健三(地調)
3	上稲子	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 広島俊男(地調)
4	奈良田	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	長谷川功, 小川健三(地調)
5	伊勢原	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 広島俊男(地調)
6	宮ヶ瀬 ①	1 HzV; 0.2 HzH	データ・レコーダー(TEAC R-400)	南雲昭三郎, 小林平八郎, 是沢定之, 長谷川周而(震研)
	" ②	1 HzV; 0.2 HzV; 4.5 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	岸上冬彦(中大)
7	本宿	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	高橋末雄, 渡辺八重子(防七)
8	生川	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	鈴木宏芳, 幾志新吉(防七)
9	長狭	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー(FMA-23S)	浅野周三, 一ノ瀬洋一郎(震研)
10	畑			
11	鶴舞			

第3回 (1970年3月)

No.	観測点	換振器の種類	記録方式	観測者(機関)
	大島(発破点)	3 HzV, H	ビジグラフ(三栄), データ・レコーダー(Sony FMA-23S)	飯塚進, 市川金徳(地調)
	大島	1 HzV, H	データ・レコーダー	田中康裕, 柏原静雄, 石沢勉, 田沢堅太郎, 安藤邦彦(気象)
1	奥野	1 HzV, H	ビジグラフ, データ・レコーダー(Sony PWA-23)	唐鎌郁夫, 高橋正義, 荻野泉(震研)
2	浮橋	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	広島俊男, 長谷川功(地調)
3	上稲子	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 松田武雄(地調)
4	奈良田	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	広島俊男, 長谷川功(地調)
5	伊勢原	1 HzV, H	データ・レコーダー(Sony PFM-15), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 松田武雄(地調)
6	宮ヶ瀬 ①	1 HzV, 0.2 HzH	データ・レコーダー(TEAC R-400)	小林平八郎, 長谷川周而(震研)
	" ②	0.2 HzV, 4.5 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	岸上冬彦(中大)
7	本宿	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony PFM-15)	高橋末雄, 木下舜(防七)
8	生川	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー(Sony DFM-45)	幾志新吉, 鈴木宏芳, 高橋博(防七)
9	長狭	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー(Sony FMA-23S)	一ノ瀬洋一郎, 坂守, 浅野周三(震研)
10	畑	1 HzV	データ・レコーダー(TEAC R-400)	南雲昭三郎, 是沢定之(震研)
11	鶴舞			

第4回(1971年3月)

No.	観測点	換振器の種類	記録方式	観測者(機関)
	大島(発破点)	3 HzV, H	ビジグラフ(三栄), データ・レコーダー (Sony FMA-23S)	広島俊男, 市川金徳(地調)
	大島	1 HzV, H	オッシログラフ(三栄, MR 102A)	田中康裕, 藤沢 格, 柏原静雄, 田沢堅太郎, 安藤邦彦(気象)
1	奥野	1 HzV, H	ビジグラフ, データ・レコーダー (Sony PWA-23)	松本英照, 高橋正義(震研)
2	浮橋	1 HzV, H	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	長谷川功, 木村政昭(地調)
3	上稲子	1 HzV, H	データ・レコーダー (TEAC R-410), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 津 宏治(地調)
4	奈良田	1 HzV, H	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	長谷川功, 木村政昭(地調)
5	伊勢原	1 HzV, H	データ・レコーダー (TEAC R-410), レクチグラフ(三栄)	伊藤公介, 津 宏治(地調)
6	宮ヶ瀬 ①	1 HzV, 0.2 HzH	データ・レコーダー (TEAC R-400)	是沢定之, 笠原順三(震研)
	" ②	観測せず		
7	本宿川	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	木下 舜, 大村一夫(防セ)
8	生川	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	鈴木宏芳, 幾志新吉(防セ)
9	長狭	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー (Sony DFM-45)	一ノ瀬洋一郎, 坂 守(震研)
10	畑	1 HzV	データ・レコーダー (TEAC R-400)	南雲昭三郎(震研)
11	鶴舞	1 HzV	データ・レコーダー (TEAC R-400)	南雲昭三郎(震研)

第5回(1971年11月)

No.	観測点	換振器の種類	記録方式	観測者(機関)
	大島(発破点)	3 HzV, H	ビジグラフ(三栄), データ・レコーダー (Sony FMA-23S)	市川金徳, 広島俊男(地調)
	大島	1 HzV, H		田中康裕, 田沢堅太郎, 高木邦夫(気象)
1	奥野	1 HzV, H	ビジグラフ, データ・レコーダー (Sony PWA-23)	松本英照, 高橋正義(震研)
2	浮橋	1 HzV, H	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	長谷川功, 木村政昭(地調)
3	上稲子	1 HzV, H	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	鈴木宏芳, 幾志新吉(防セ)
4	奈良田	観測せず		
5	伊勢原	1 HzV, H	データ・レコーダー (TEAC R-100)	伊藤公介, 長谷川功, 小尾中丸(地調)
6	宮ヶ瀬 ①	観測せず		
	" ②	観測せず		
7	本宿川	1 HzV, H; 4 HzV	データ・レコーダー (Sony PFM-15)	飯塚 進, 中条純輔(地調)
8	生川	観測せず		
9	長狭	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー (DFM-45), ビジグラフ	浅野周三, 一ノ瀬洋一郎, 坂 守(震研)
10	畑	観測せず		
11	鶴舞	1 HzV, 4 HzV	データ・レコーダー (DFM-45), ビジグラフ	寺島 敦(建研), 坂 守(震研), 山下輝夫(東大・理)

(注) ① 換振器の種類について, Vは上下動成分, Hは水平動成分を表わす。

② 機関略名は次の通りである。

- 地 調……地質調査所
- 気 象……気象庁
- 震 研……東大地震研究所
- 防 セ……国立防災科学技術センター
- 中 大……中央大学
- 建 研……建築研究所
- 東大・理……東大理学部

第1-4表 着震時読取表

第1列の番号は、波の山、谷の番号である。A—Dは、記録の精度を表す。

Arrival-time table. The first column and the classification A~D indicate the number of peaks or troughs and the accuracy of arrival-time, respectively.

(1) OKUNO

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.17	71.11.21
1									
2	6. 701	6. 470 B	6. 512 B	6. 438 B	6. 571 C	6. 529 B	6. 839 B	6. 776 B	6. 582 B
3	785	561 A	608 C	515 B	662 C	614 B	929 A	871 A	674 B
4	889	658 B	706 B	614 C	749 C	712 B	7. 022 B	965 B	772 B
5	919	692 A	728 A	653 B	788 B	749 B	054 A	992 A	797 A
6	949	722 A	758 A	687 A	824 A	781 A	081 A	7. 023 A	824 A
7	989	763 A	803 A	731 C	870 A	827 B	123 A	068 A	862 A
8	7. 041	823 B	852 C	786 A	923 B	880 A	178 A	120 B	915 B
9	115	886 A	926 A	833 B	986 A	943 B	245 A	189 A	990 A
10	180	950 B	990 B	917 B	7. 046 B	7. 003 B	310 A	258 B	7. 052 B
11		983 B	7. 006 B	951 A	D	047 B	342 B	285 B	076 B
12		7. 008 B	036 B	982 A	D	079 B	369 B	315 A	104 B
13		054 A	092 A	7. 022 A	153 A	114 A	412 A	357 A	155 A
14	327	096 A	133 B	067 A	208 B	156 A	456 A	401 A	200 A
15	403	176 B	222 C	140 A	279 A	232 A	536 A	482 A	280 A
16	485	257 A	303 C	228 B	364 A	320 B	618 C	569 B	360 B
17	560	330 A	371 B	287 B	443 B	388 A	691 B	637 A	435 B
18	602	373 B	406 B	339 A	476 A	433 A	730 B	671 A	468 A
19	633	404 A	439 B	376 A	512 A	471 A	764 A	707 B	501 A
20	674	443 C	D	421 B	D	512 C	805 C	D	D
21		D	D	D	D	D	D	D	D
22		D	505 C	D	571 C	D	D	773 C	D
23	745	514 A	552 A	471 C	620 B	570 A	875 A	819 A	619 A
24	788	557 A	590 A	519 C	663 A	921 C	921 A	861 A	658 A
25	834	606 A	638 B	572 B	711 A	671 A	966 B	909 A	702 A
26	890	662 B	702 A	620 B	765 A	719 A	8. 021 A	964 A	762 B
27	940	713 B	751 B	670 A	816 A	771 A	070 A	8. 017 A	813 B
28	8. 008	778 A	818 A	733 A	881 A	831 A	138 A	080 A	880 A
29	048	820 A	855 A	782 A	927 A	878 A	179 A	123 A	922 B
30	096	867 A	905 A	837 A	977 A	933 A	227 B	169 A	965 A
31	141	915 A	953 A	880 A	8. 022 A	977 A	275 A	221 A	8. 014 B
32	196	974 A	8. 005 B	928 A	076 A	8. 029 A	327 B	273 B	068 A
33	257	8. 035 A	069 B	988 A	134 A	085 A	392 A	336 A	133 A
34	316	090 A	128 A	8. 043 A	186 A	142 A	446 A	390 B	185 A
35		144 A	184 C	103 A	246 A	200 A	499 A	445 A	237 A
36		195 A	230 A	155 A	295 A	249 A	547 A	490 A	288 A
37		240 A	271 A	200 A	345 A	297 B	595 A	539 A	332 A
38		296 B	330 B	256 A	399 B	353 A	655 A	601 B	395 A
39		359 A	401 B	310 A	458 A	412 B	719 B	666 B	457 B
40		412 B	D	364 B	517 C	462 A	D	D	D
41		440 B	D	394 B	D	500 B	D	D	D
42		464 B	506 B	419 C	D	530 C	821 C	769 B	569 B
43		495 A	538 B	465 A	604 B	555 B	857 A	802 A	601 A
44		528 B	563 C	513 B	644 B	D	891 B	836 B	636 A
45		563 B	607 C	D	673 B	D	925 B	874 B	669 B
46		592 C	638 B	D	701 B	662 C	961 B	903 B	701 A
47		652 C	696 B	628 A	770 A	722 A	9. 020 A	964 B	762 B
48		724 A	766 A	690 B	831 A	786 A	089 A	9. 036 A	830 A
49		778 A	821 A	743 A	885 A	838 B	144 B	086 A	883 A
50		832 A	873 C	796 A	938 A	891 B	194 B	139 A	931 B
51						941 B			

(2) UKIHASHI

(A) no filtering

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 17
1					
2	8. 553 B	8. 326 B	8. 283 C	8. 389 B	8. 626 B
3	610 A	382 A	345 A	445 B	8. 688 A
4	675 B	454 A	414 B	510 B	760 C
5	746 A	520 B	487 C	582 B	829 B
6	818 B	593 A	554 B	653 B	904 B
7	889 B	675 A	628 C	736 B	981 B
8	938 C	706 B	666 C	764 C	9. 007 C
9	952 C	721 B	693 B	786 B	022 B
10	996 B	773 B	739 B	841 B	079 B
11	9. 067 B	844 B	800 C	895 B	147 B
12	126 C	900 B	861 C	959 C	204 C
13	160 B	925 B	897 B	996 C	225 C
14	190 B	D	933 B	9. 049 C	257 C
15	D	D	980 B	106 C	D
16	D	D	9. 014 C	D	D
17	D	D	040 C	D	D
18	346 C	9. 111 B	086 C	174 C	420 B
19	390 B	162 B	130 B	226 B	468 C
20	456 B	231 C	179 B	279 B	532 B
21	495 B	271 B	227 C	338 B	570 C
22	548 C	D	286 B	386 B	D
23	D	D	310 B	D	D
24	D	D	D	D	D
25	679 C	451 B	421 C	512 C	758 B
26	730 B	501 A	464 B	564 B	805 B
27	779 B	553 B	514 C	614 C	861 C
28	835 B	623 C	569 B	665 C	912 C
29	868 C	685 C	610 B	707 C	942 C
30	908 C	732 B	647 C	743 C	981 C

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 17
1	8. 502 B				8. 324 C
2	552 A	8. 325 B	8. 285 B	387 B	8. 624 B
3	610 A	382 A	345 A	445 A	688 A
4	674 B	454 A	413 A	508 A	760 B
5	744 A	519 A	490 C	580 B	830 A
6	818 A	593 A	551 A	650 A	902 A
7	888 A	675 B	628 A	737 B	981 B
8	940 C	707 B	669 B	766 B	9. 006 B
9	953 C	723 B	692 B	786 A	022 B
10	995 A	773 A	736 A	839 A	078 A
11	9. 070 B	844 A	800 A	896 A	149 A
12	123 B	898 B	863 C	959 B	204 B
13	160 A	927 B	897 A	996 B	226 B
14	190 B	D	933 A	9. 047 C	257 C
15	D	D	983 B	105 C	D
16	D	D	9. 017 B	D	D
17	D	D	039 B	D	D
18	341 C	9. 112 B	084 A	175 B	420 B
19	390 B	161 B	129 A	227 B	469 B
20	458 B	230 B	179 B	280 C	532 B
21	494 A	270 B	228 B	335 B	570 B
22	D	D	287 A	385 B	D
23	D	D	313 B	416 C	D
24	D	D	338 B	D	D
25	676 C	449 B	422 B	511 B	756 A
26	729 A	501 A	465 A	564 A	804 A
27	779 A	555 A	513 B	610 B	858 C
28	834 B	620 C	570 A	644 B	913 B
29	869 B	683 C	607 B	707 C	942 B
30	D	731 B	649 B	747 B	981 B

(3) KAMIINAKO

(A) no filtering

No.	63. 3.18	69. 3.12	70. 3.15	71. 3. 5	71.11.17
1				16.768C	
2		16.529C		857C	16.799C
3		D		D	D
4		D		D	D
5		683C	16.742A	17.008B	948C
6		760B	812A	080A	17.021B
7		834C	882A	153A	092B
8		899C	950A	213B	152C
9		982B	17.037A	307B	247C
10		17.094C	135C	407C	349C
11		163A	212C	486B	417C
12		204A	266C	536B	463C
13		259B	318C	585C	522C
14		288C	362C	621C	D
15		348A	404B	673B	609C
16		405B	460B	726B	660C
17		442C	506B	774B	709B
18		516C	578B	846A	780C
19		598B	652B	921A	855C
20		649B	712B	977B	905C
21		703B	763A	18.028A	967C
22		748B	812A	076B	18.008C
23		802B	859A	124B	061C
24		867A	921A	188A	122C
25		932A	984A	252A	188B
26		982A	18.040B	305B	240B
27		18.047C	105A	373B	309B
28		107C	162B	430B	D
29		133B	D	461C	D
30		159C	D	477C	D
31		200C	262C	526B	466C
32		254B	326B	584B	519C
33		313C	373B	641C	578C
34		364C	431A	691C	640C
35		452C	507B	773B	712C
36		501C	556B	825C	D
37		537B	603B	867C	D
38		627A	677A	952B	883C
39		683C	746A	19.010B	948C

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3.18	69. 3.12	70. 3.15	71. 3. 5	71.11.17
1					
2		16.535C		16.861C	16.800C
3		611C		D	D
4		627C		D	D
5		680B	16.741A	17.009A	945B
6		758A	811A	081A	17.023A
7		830A	881A	153A	095A
8		897B	949B	213B	151B
9		986A	17.037B	306B	246B
10		17.097B	139B	408B	350B
11		164A	212B	483A	417B
12		204B	261C	532B	464B
13		260A	315B	583C	522C
14		285B	363B	624C	D
15		349A	406B	671B	606C
16		403A	459A	726A	661B
17		444A	508A	774B	709B
18		519B	579A	847A	782A
19		600A	653A	920A	858A
20		650B	711A	977B	903B
21		703A	764A	18.028A	966B
22		749A	813A	075B	18.009B
23		802A	857A	125A	061A
24		886A	921A	188A	124A
25		932A	983A	251A	188A
26		980A	18.040A	305A	240B
27		18.047A	105A	373A	311B
28		107B	162B	431B	366C
29		133B	D	461C	392B
30		159B	D	479C	415B
31		203A	259B	528B	465A
32		256B	324B	584B	522B
33		308C	372B	639C	579B
34		361B	429A	690B	643C
35		450B	509A	775A	715C
36		500B	558B	827C	760C
37		537B	602B	870C	800C
38		627A	677A	950A	887A
39		686B	746A	19.008A	946B

(4) NARADA

(A) no filtering

No.	68. 3. 18	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71.11.21
1					
2			22. 388 C	22. 646 C	
3		22. 404 C	456 C	D	
4		469 C	521 C	799 C	
5		539 C	601 C	853 C	
6		D	D	D	
7		756 C	815 C	23. 086 B	
8		811 B	D	131 B	
9		893 C	937 B	206 C	
10		958 C	D	279 B	
11		23. 043 B	23. 093 C	364 B	
12		095 C	141 C	D	
13		D	199 C	476 B	
14		190 C	246 B	506 B	
15		249 B	311 B	565 B	
16		321 C	381 C	D	
17		405 B	455 C	731 C	
18		466 B	524 B	786 B	
19		524 B	590 B	845 B	
20		603 C	673 B	929 B	
21		690 C	746 B	24. 016 B	
22		D	816 B	D	
23		841 B	891 B	166 B	
24		933 C	969 B	247 B	
25		990 B	24. 049 B	312 B	
26		24. 058 C	119 B	D	
27		D	161 B	D	
28		155 C	222 C	479 B	
29		205 C	D	532 C	
30		221 C	D	555 B	
31		D	386 C	655 B	
32		467 B	520 B	793 B	
33		541 B	601 B	876 C	
34		585 C	645 C	910 B	
35		641 B	704 B	963 C	

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71.11.21
1					
2			22. 390 B	22. 646 B	
3		22. 404 C	457 B	728 C	
4		468 B	523 B	798 B	
5		541 C	586 C	852 C	
6		673 C	D	984 C	
7		760 A	815 B	23. 085 B	
8		813 A	D	132 B	
9		896 C	935 B	205 B	
10		958 C	D	283 B	
11		23. 044 A	23. 092 B	366 A	
12		094 C	143 C	D	
13		122 C	201 B	477 B	
14		186 B	248 B	507 B	
15		250 B	310 A	565 B	
16		324 C	380 B	D	
17		411 B	450 C	732 B	
18		466 B	522 B	786 B	
19		523 B	592 B	848 B	
20		606 C	675 B	927 B	
21		689 C	748 B	24. 019 B	
22		760 C	817 B	D	
23		843 A	892 B	167 B	
24		D	972 B	247 B	
25		992 A	24. 047 B	314 A	
26		24. 050 C	118 B	395 C	
27		090 B	159 B	422 C	
28		157 B	225 A	481 B	
29		207 B	D	534 B	
30		223 B	D	557 B	
31		D	382 C	654 B	
32		471 B	524 A	794 B	
33		544 B	603 A	874 B	
34		582 B	643 C	911 B	
35		641 B	706 A	963 B	

(5) ISEHARA

(A) no filtering

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21
1					
2	13. 970 B	13. 743 C	13. 701 C	13. 806 C	13. 848 C
3	14. 039 A	811 B	776 A	875 B	921 A
4	104 B	882 B	843 B	944 B	988 B
5	D	946 A	908 B	14. 008 A	14. 053 A
6	D	14. 015 B	976 B	078 A	124 A
7	301 C	076 B	14. 035 C	132 B	D
8	330 B	089 C	052 C	D	D
9	345 B	113 B	081 B	178 B	223 B
10	404 B	180 A	143 A	243 A	281 A
11	448 C	238 C	194 A	294 B	338 C
12	D	D	244 B	D	D
13	D	D	256 B	D	D
14	563 C	D	D	403 C	443 B
15	613 A	387 A	351 B	454 B	487 B
16	661 A	440 A	400 B	503 A	535 B
17	701 A	485 B	444 B	546 B	574 C
18	765 C	547 C	488 B	592 C	D
19	D	D	D	D	D
20	D	D	D	D	D
21	843 A	617 A	575 B	673 A	718 B
22	881 B	656 B	617 B	715 B	762 B
23	909 B	678 B	D	737 B	780 B
24	929 B	699 B	D	757 B	810 C
25	956 A	727 A	687 B	785 A	828 B
26	980 A	752 B	714 A	814 B	855 B
27	D	D	744 B	841 B	D
28	D	D	763 B	857 B	D
29	15. 051 A	826 B	790 B	887 B	928 B
30	096 A	868 B	830 B	925 B	972 C
31	154 A	927 A	891 B	990 A	15. 030 B
32	184 A	959 C	918 C	15. 016 C	053 B
33	206 A	978 C	935 C	034 C	081 B
34	238 B	15. 016 B	15. 001 B	064 C	121 C
35	339 C	098 C	059 C	168 C	212 C
36	405 B	179 A	144 A	242 A	282 B
37	450 A	235 C	185 C	293 B	325 C
38	503 A	281 B	240 B	341 B	384 C
39	569 B	347 B	302 C	402 C	455 C
40	630 C	400 C	364 C	467 C	D
41	672 B	438 B	402 C	498 B	D
42	757 C	522 C	484 C	D	634 B
43	809 B		546 C	643 B	682 C

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21
1					
2	13. 970 B	13. 739 C	13. 705 C	13. 807 C	13. 852 C
3	14. 039 A	812 A	777 A	876 A	920 A
4	103 B	881 A	842 A	942 A	990 A
5	168 B	946 A	907 A	14. 077 A	14. 052 A
6	D	14. 016 A	976 A	077 A	125 A
7	298 B	074 B	14. 030 B	131 B	D
8	330 C	089 B	057 B	153 B	D
9	344 B	118 A	082 B	180 B	224 B
10	403 A	179 A	142 A	242 A	281 A
11	445 A	233 B	194 A	295 A	337 C
12	D	D	243 B	D	D
13	D	D	260 B	D	D
14	559 C	336 C	D	398 C	444 B
15	612 A	387 A	351 A	452 B	488 A
16	660 A	438 A	399 A	503 A	534 A
17	700 A	484 B	444 A	547 A	573 B
18	763 C	545 B	486 B	587 C	644 C
19	D	D	D	D	D
20	D	D	D	D	D
21	842 A	613 A	574 B	672 A	717 A
22	882 A	656 B	618 B	716 B	759 B
23	909 A	678 A	D	739 B	781 B
24	929 B	700 A	D	759 B	810 B
25	956 A	728 A	686 B	786 A	829 B
26	980 A	755 A	715 A	815 A	856 B
27	D	D	744 A	842 B	D
28	D	D	763 B	858 B	D
29	15. 050 A	825 B	790 A	888 A	930 B
30	096 A	867 A	828 B	926 A	972 B
31	155 A	928 A	891 B	990 A	15. 031 B
32	184 A	959 B	921 B	15. 017 B	054 B
33	207 A	980 B	939 B	036 B	080 B
34	240 A	15. 014 B	15. 001 B	065 C	115 C
35	338 C	102 B	064 C	166 C	211 B
36	403 A	179 A	146 A	241 A	282 A
37	450 B	232 C	186 C	294 B	325 C
38	504 A	281 A	238 A	342 A	383 C
39	566 A	345 B	302 C	407 C	449 C
40	627 B	402 B	361 B	463 B	D
41	671 C	440 B	401 B	499 B	D
42	752 C	522 C	484 C	579 C	636 C
43	808 A		545 B	644 B	686 C

(6) MIYAGASE-1

(A) no filtering

No.	63. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5
1	15. 163 C	D					
2	234 C	D	15. 030 C	14. 987 C		15. 049 C	
3	298 C	D	090 B	15. 046 C	15. 151 C	110 C	15. 412 C
4	399 B	15. 146 C	189 B	136 B	251 B	209 B	509 C
5	468 B	220 B	259 B	210 B	319 B	275 B	579 B
6	577 B	316 B	369 B	316 B	418 C	390 C	684 C
7	646 C	393 C	442 C	385 C	495 C	450 B	753 B
8	726 B	473 B	524 B	465 B	572 C	528 B	840 B
9	788 C	539 B	589 B	526 B	639 C	595 C	904 B
10	843 B	598 C	649 C	585 C	697 B	652 C	965 C
11	898 C	649 B	688 B	D	742 C	711 B	16. 015 C
12	946 C	D	726 C	D	804 C	769 C	062 C
13	16. 002 C	D	784 C	D	844 B	812 C	113 C
14	067 B	812 C	860 B	794 C	910 B	869 B	172 C
15	151 B	895 C	943 B	887 C	990 B	957 B	257 B
16	212 B	963 B	16. 008 B	946 C	16. 065 B	16. 028 C	329 B
17	246 B	16. 000 B	040 B	991 C	106 B	065 B	362 C
18	293 B	048 B	087 B	16. 034 B	153 B	116 B	409 C
19	335 B	095 C	128 B	085 C	203 B	165 B	457 C
20	367 C	D	163 C	D	D	D	D
21	380 C	D	178 C	D	D	D	D
22	430 C	173 C	212 C	D	D	211 C	538 C
23	D	D	D	D	D	D	D
24	D	D	D	D	D	D	D
25	530 B	272 C	319 C	D	D	D	D
26	594 C	342 B	389 B	329 C	438 C	407 C	704 C
27	650 B	401 B	444 B	D	505 B	465 B	768 C
28	689 C	447 C	482 C	D	D	512 C	813 C
29	D	D	510 C	D	D	548 C	834 C
30	D	502 C	554 C	D	D	D	D
31	D	539 B	583 B	D	D	D	D
32	829 C	582 C	622 B	588 C	696 C	657 C	945 C
33	916 C	658 C	715 C	644 C	761 C	723 C	17. 033 C
34	D	707 C	746 C	D	D	D	D
35	D	D	770 C	D	D	D	094 C
36	D	771 C	825 C	D	D	D	143 C
37	17. 063 C	818 C	858 C	D	D	885 C	189 C
38	106 B	858 B	902 B	853 C	966 C	924 C	224 C
39	159 C	918 C	956 B	903 C	17. 020 C	D	277 C
40	243 C	996 C	17. 046 C	D	090 C	D	364 C
41	303 C	17. 046 C	094 C	D		D	415 C

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	66. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5
1		D					
2	15. 238 C	D	15. 026 C		15. 081 C	15. 047 C	15. 338 C
3	300 B	D	089 B	15. 052 C	147 B	110 B	409 B
4	400 A	15. 145 A	188 A	145 B	249 A	210 A	509 A
5	468 A	217 A	258 A	206 B	319 A	276 A	581 A
6	577 A	318 C	369 B	312 B	419 B	389 C	682 B
7	645 A	D	434 C	389 B	492 B	449 A	750 A
8	725 A	469 A	522 A	468 B	569 A	526 A	837 A
9	789 A	538 A	588 A	523 B	639 A	596 A	903 A
10	843 A	597 B	647 C	583 C	696 A	650 B	969 B
11	897 B	652 A	689 A	D	742 B	712 A	16. 014 B
12	942 C	D	724 C	D	803 B	761 C	061 C
13	999 C	750 C	788 B	D	845 B	811 C	111 C
14	16. 066 A	811 A	859 A	791 C	908 A	873 B	175 A
15	152 B	897 B	943 B	881 C	993 B	958 A	258 B
16	212 A	964 B	10. 006 A	950 B	16. 065 A	D	330 A
17	247 A	16. 000 A	040 A	D	105 B	16. 065 A	364 A
18	295 A	047 B	086 B	16. 034 B	153 A	117 A	412 A
19	336 A	095 B	128 A	084 C	203 A	166 A	458 A
20	366 C	D	159 C	D	D	D	D
21	383 C	D	179 B	D	D	D	D
22	428 B	170 B	209 C	D	281 C	212 B	537 B
23	D	232 C	272 C	D	350 C	D	589 C
24	D	D	287 C	D	D	D	D
25	531 B	277 C	317 B	D	D	307 C	D
26	593 C	338 B	387 B	327 C	436 B	407 B	699 B
27	649 A	400 A	442 A	396 C	503 A	462 A	765 B
28	689 C	447 B	482 B	D	551 B	512 B	809 B
29	717 C	470 B	512 B	D	D	550 B	835 B
30	765 C	500 B	553 B	D	D	D	875 C
31	785 B	540 B	581 B	D	D	D	904 C
32	829 B	579 B	620 B	592 C	691 C	657 C	946 B
33	918 B	661 B	715 C	D	760 B	726 C	17. 032 C
34	947 C	708 C	747 B	D	D	759 C	D
35	981 C	729 C	769 B	D	D	D	094 C
36	D	771 C	D	D	D	D	138 C
37	D	822 B	860 C	D	931 C	886 B	189 C
38	17. 107 B	859 B	901 B	840 C	964 B	922 B	224 B
39	162 C	915 B	957 B	903 C	17. 019 A	979 C	277 B
40	244 B	995 C	17. 045 C	D	090 B	D	367 B
41	298 C	17. 044 B		D			416 C

(7) MIYAGASE-2

(A) no filtering

No.	68. 3.18	69. 3. 8	69. 3.12	70. 3.15
1				
2		15.007C	15.059C	15.107C
3	15.330C	077B	122B	184C
4	426C	D	D	265B
5	502B	D	D	D
6	D	D	D	D
7	D	D	D	D
8	755B	D	D	D
9	825B	570C	628B	D
10	895C	636C	682C	734B
11	D	D	709C	D
12	D	D	740C	D
13	16.010C	746C	807B	857B
14	074C	823B	872B	924B
15	153C	895C	946C	999B
16	231B	D	16.024C	16.079B
17	293C	16.041B	085B	143C
18	365B	114B	162B	201C
19	425B	173B	217C	273C
20	501C	D	305C	334B
21	560B	316B	356B	412C
22	627C	371B	416C	477C
23	999B	446B	493B	545C
24	790C	529C	587C	D
25	834C	595C	637C	678C
26	892C	646B	685C	749B
27	962C	706C	752C	811C
28	17.022C	772B	816B	871C
29	083B	835B	879C	933B
30	148B	896B	940B	998B
31	218C	962B	17.008B	17.062B
32	280C	17.026B	079C	
33	362C	099C		

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3.18	69. 3. 8	69. 3.12	70. 3.15
1				
2	15.255B	15.007B	15.055B	15.108B
3	328B	075A	122B	182B
4	424B	D	D	265A
5	503A	D	D	D
6	D	D	D	D
7	D	D	D	D
8	754A	D	D	D
9	826A	D	622B	D
10	893C	631C	686C	732A
11	D	D	708C	D
12	D	D	736C	D
13	16.008B	741C	806B	857A
14	075B	822A	871A	923A
15	153A	896B	949C	999B
16	229A	D	16.021A	16.077A
17	292A	16.038A	083A	141B
18	365A	113A	164A	202B
19	424A	171A	217B	270B
20	499C	234C	309C	335A
21	559B	316A	356A	412A
22	626B	372A	414B	476B
23	698A	447A	495B	546B
24	789C	528B	587C	637C
25	832C	591B	637B	676B
26	891C	644A	684B	748A
27	962C	708A	752B	812B
28	17.025C	772A	816A	867B
29	083B	835A	879A	932A
30	148A	897A	942A	996A
31	214A	959A	17.005A	17.061A
32	281B	17.025A	073B	
33	363C			

(8) MOTOJUKU

(A) no filtering

No.	68. 3.18	69. 3. 8	69. 3.12	70. 3.15	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.17
1							
2			18. 345C	18. 399C		18. 677C	
3		18. 376C	434C	485C	18. 453C	754C	18. 695C
4		456C	499B	558B	518C	823C	756B
5		523C	569B	625B	578C	891C	830C
6		597C	647C	690C	664C	963C	899C
7		D	694C	753B	716C	19. 018C	953C
8		D	764C	825B	784B	093C	19. 028B
9		780C	838C	891B	838C	153C	098C
10		862B	904C	D	923B	229B	161B
11		908B	955C	D	977B	275C	219B
12		996B	19. 042C	D	19. 046B	362B	299B
13		19. 058B	108C	D	119B	429C	367B
14		128B	200C	234C	184C	504C	443C
15		201B	255C	305A	272B	574B	509B
16		283C	331C	382B	343B	657B	592C
17		333B	372C	432B	397B	698C	631B
18		372B	408C	476B	440B	732C	673C
19		422B	458C	521C	479B	783C	721C
20		505C	544C	589B	547B	861C	802B
21		540C	577C	634C	595C	D	841C
22		D	596C	646C	605C	D	851C
23		D	620C	664C	630C	D	871C
24		622C	669C	725B	686C	20. 000C	931C
25		677C	713C	775B	736B	034C	969B
26		727C	D	815C	782B	079C	20. 021C
27		752C	797C	D	814B	118C	053C
28		786C	828C	D	852C	149C	081C
29		841C	886C	934C	901C	209B	149B
30		913C	958C	20. 005B	969B	277B	209C
31		966C	20. 009C	066B	20. 030C	332B	272B
32		20. 022C	062C	120B	077C	381C	323C
33		086C	135C	176B	139B	448C	388C
34		135C	173C	228C	187B	499B	435C
35		170C	207B	275B	235C	531B	473C
36		232C	273C	329B	287B	597B	528C
37		285C	326C	385B	337B	648C	579B
38		D	D	D	383B	D	D
39		D	D	522C	D	D	D
40		480C	519C	575B	536B	845C	775B
41		532C	567C	625B	584B	893C	826B
42		573C	612C	679C	636B	936C	873B
43		621C	660C	722C	D	983C	921C
44		682C	720C	780B	733C		980C
45		727C	765C	832C	782B		21. 022C
46		772C	805C	874B	832B		

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5	71. 11. 17
1							
2			18. 343 C	18. 405 C	18. 376 C	18. 677 C	18. 608 C
3		18. 376 C	435 C	484 C	454 C	739 C	697 C
4		454 B	497 B	557 B	518 B	18. 820 B	757 B
5		532 C	572 B	623 A	578 B	891 C	830 B
6		600 C	647 B	691 B	661 C	967 B	901 B
7		653 B	695 A	755 A	712 B	19. 018 B	953 A
8		724 B	764 B	823 A	783 A	092 A	19. 025 A
9		780 A	827 B	890 B	837 B	153 C	094 C
10		861 A	903 A	957 B	920 A	227 A	162 A
11		910 A	960 A	D	975 A	227 A	215 B
12		994 A	19. 042 A	D	19. 047 A	362 A	297 A
13		19. 059 A	099 C	D	119 A	428 A	365 A
14		125 A	198 B	19. 231 C	183 B	501 C	448 C
15		205 A	253 A	306 A	270 A	575 A	510 A
16		285 B	331 A	383 A	340 A	655 A	589 A
17		331 A	372 A	433 A	396 B	699 A	632 A
18		37 A	409 A	475 A	436 A	735 A	670 A
19		421 A	459 A	520 C	481 A	783 A	719 A
20		497 C	545 B	585 B	547 B	862 B	801 A
21		543 B	578 A	635 C	593 C	905 C	843 C
22		565 B	598 A	648 C	606 C	918 C	856 C
23		582 B	621 A	665 C	629 B	938 C	874 C
24		620 B	667 B	726 B	691 C	997 B	930 A
25		677 B	712 A	775 C	736 A	20. 034 A	969 A
26		727 B	D	814 C	779 B	081 B	20. 022 C
27		753 B	799 B	843 C	814 A	116 B	052 B
28		784 C	824 B	D	847 C	147 B	079 C
29		847 A	888 A	938 B	902 A	208 A	145 A
30		911 A	957 A	20. 006 A	970 A	275 A	211 A
31		966 B	20. 006 B	067 B	20. 027 C	333 B	272 B
32		20. 024 A	062 A	118 B	076 A	383 A	320 A
33		087 A	131 C	176 A	142 A	448 A	385 B
34		138 A	175 A	230 A	186 B	499 A	434 A
35		167 B	208 A	271 B	225 B	532 A	468 A
36		D	272 C	327 A	288 B	597 B	532 B
37		283 A	326 B	384 A	338 A	647 A	582 A
38		D	365 C	426 C	384 B	688 C	624 C
39		D	443 C	520 B	D	792 C	726 C
40		480 B	521 A	575 A	537 B	844 A	777 A
41		532 A	569 A	625 A	D	892 A	826 A
42		568 C	612 A	677 B	D	937 B	875 B
43		621 C	658 C	723 A	D	982 B	919 A
44		680 B	718 A	778 A	725 B		980 A
45		725 A	766 A	825 D	780 A		
46		772 A	807 A	872 A	830 A		

(9) UBUKAWA

(A) no filtering

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 15	71. 3. 1
1				22. 377 C
2				435 C
3				523 C
4				585 C
5				647 C
6				699 C
7				744 C
8		22. 683 C		795 C
9		731 C	22. 836 C	850 B
10		806 B	904 B	909 B
11		870 B	972 B	974 B
12		937 C	23. 038 B	23. 038 B
13		23. 008 C	122 C	111 B
14		104 C	205 C	193 C
15		153 C	261 C	264 B
16		211 C	318 C	328 B
17		268 C	371 C	383 B
18		328 C	435 C	443 C
19		D	D	495 C
20		D	D	534 C
21		475 C	558 C	576 C
22		524 C	624 C	628 B
23		567 C	686 C	685 C
24		622 C	732 C	737 B
25		679 B	787 C	790 B
26		734 C	827 C	846 B
27		789 C	889 C	907 C
28		873 C	968 C	980 C
29		964 C	24. 048 C	24. 053 C
30		24. 021 C	118 C	120 B
31		075 C	179 C	178 B
32		127 C	233 C	235 B
33		196 C	291 C	294 B
34		252 C	352 C	351 C
35		288 C	D	407 C
36		336 C	D	D
37		394 C	D	D
38		455 C	536 C	532 C
39		486 C	590 C	596 C
40		547 C	654 C	660 B
41		624 C	724 C	726 B
42		699 C	811 C	789 B

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 15	71. 3. 1
1				
2				22. 429 C
3				520 C
4				582 B
5				649 B
6				700 B
7		22. 657 C		743 C
8		683 C		796 B
9		731 A	22. 836 A	849 A
10		806 A	904 A	908 A
11		868 A	970 A	973 A
12		937 A	23. 038 A	23. 039 A
13		23. 009 B	119 C	110 A
14		104 B	205 C	193 B
15		153 B	257 B	264 A
16		212 B	316 B	328 A
17		270 A	369 A	382 A
18		328 A	432 B	442 B
19		D	D	499 B
20		D	D	533 B
21		472 B	558 B	576 B
22		524 A	624 A	682 A
23		567 A	686 B	684 A
24		622 B	730 B	736 A
25		680 A	785 A	789 A
26		734 A	827 B	848 B
27		789 B	889 A	907 B
28		873 B	967 C	981 C
29		964 B	24. 039 C	24. 058 B
30		24. 024 B	116 B	119 A
31		076 B	179 A	178 A
32		122 B	231 B	236 A
33		196 B	291 B	294 B
34		257 C	349 B	351 B
35		290 C	D	407 C
36		335 B	D	D
37		395 C	478 C	491 C
38		455 C	535 B	533 B
39		487 A	589 B	597 B
40		546 C	651 A	659 A
41		622 A	724 A	728 A
42		700 B	810 B	790 A

(10) NAGASA

(A) no filtering

No.	68. 3.18	69. 3.12	70. 3.11	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.21
1			D			14.056C
2	14.317C				14.448C	194C
3	433C	14.260C	14.173C	14.272C	557C	305C
4	D	D	242C	D	D	D
5	D	D	298C	D	D	D
6	663B	477C	388C	493C	791C	527B
7	739C	559C	474B	571B	874B	613B
8	843B	658B	567C	672C	976B	711B
9	914B	740B	641B	742B	15.054B	793B
10	15.023B	850C	744C	843C	154C	905C
11	094C	913B	828B	927B	230B	968C
12	176B	984C	898B	997B	308B	15.043C
13	230C	D	951B	15.050C	D	D
14	256C	D	983B	081C	D	D
15	302C	15.113C	15.031B	133B	429B	169B
16	379B	184C	101B	198B	511B	249B
17	436B	254C	160B	262B	570B	311A
18	516C	339C	229C	324C	654C	388C
19	D	D	278C	D	D	D
20	D	D	316C	D	D	455C
21	632B	438B	360C	466B	767B	506B
22	678B	485B	408C	510B	809B	543C
23	724B	534B	451B	553C	852B	581B
24	782B	593C	507B	605B	912B	649B
25	834B	652C	560B	660B	969B	704A
26	898B	718C	624B	730C	16.029B	767C
27	D	D	D	D	D	D
28	D	D	D	D	D	D
29	16.093C	D	808C	910C	217B	945C
30	176B	982B	899B	998B	301C	16.039B
31	228C	16.036B	950C	16.046B	356C	085C
32	D	D	D	D	D	124C
33	D	D	D	D	D	156C
34	D	D	D	D	D	186B
35	376B	187B	16.107B	203B	507A	244B
36	443C	258C	168B	265C	587C	317C
37	518C	327C	234C	344C	652C	381C
38	D	D	291C	397C	D	428C
39	D	D	329C	427C	D	465C
40	646C	D	377C	485C	777C	512C
41	716C	D	444C	562C	863B	602B
42	D	D	D	D	D	D
43	D	D	D	D	D	D
44	897C	698C	620C	D		16.766C
45	948C	753C	684C	785C		819B
46	17.018C	D	739B	845C		D
47		925C	840B	944C		976B
48		D		D		

(B) low-pass filtering (30 Hz)

No.	68. 3. 18	69. 3. 12	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 3. 5	71. 11. 21
1		D	D			14. 059 C
2		D	14. 033 C	14. 151 C	14. 454 C	
3	14. 439 C	14. 261 B	177 C	275 C	555 C	302 B
4	D	D	244 C	D	D	D
5	D	D	300 C	D	D	D
6	662 B	482 C	389 C	491 B	792 B	523 B
7	739 B	553 C	472 A	571 A	874 A	613 A
8	842 A	659 A	563 B	671 A	974 A	712 A
9	916 B	741 B	641 B	742 A	15. 052 A	788 A
10	15. 020 C	849 C	D	844 C	153 C	902 B
11	095 B	914 B	828 A	928 A	232 A	967 A
12	174 A	990 C	899 A	997 B	307 B	15. 040 B
13	228 C	15. 036 C	952 B	15. 054 C	D	D
14	253 C	D	985 B	079 C	D	D
15	302 B	117 C	15. 031 A	143 B	430 B	168 A
16	375 A	189 B	101 A	199 B	510 A	248 A
17	437 A	252 C	163 A	264 A	572 A	310 A
18	509 B	334 C	231 B	325 C	652 B	390 C
19	D	D	273 C	D	D	434 C
20	D	D	316 C	D	D	454 C
21	633 A	439 A	363 B	469 A	768 A	507 B
22	675 A	485 A	410 A	508 A	808 B	541 B
23	723 A	535 A	452 A	554 B	850 B	582 B
24	781 A	588 A	507 A	606 A	909 B	647 A
25	836 A	648 B	562 A	661 A	969 A	704 A
26	896 A	719 C	625 B	731 B	16. 029 B	768 C
27	D	D	D	777 C	D	868 C
28	D	D	D	D	D	889 C
29	16. 091 C	905 C	806 C	911 B	212 B	945 B
30	174 A	983 B	898 A	999 B	302 B	16. 039 A
31	224 B	16. 037 B	951 B	16. 048 A	355 B	088 A
32	267 C	062 C	999 B	D	D	127 C
33	288 C	D	D	D	D	149 C
34	310 C	D	D	D	446 C	184 B
35	375 A	187 A	16. 107 A	206 A	507 A	244 A
36	444 B	261 B	167 B	266 B	583 C	320 B
37	516 C	332 C	233 C	D	651 B	381 C
38	570 C	D	291 C	399 C	702 C	430 C
39	595 C	D	329 B	430 C	731 C	461 C
40	641 B	457 C	378 B	477 C	774 C	512 C
41	719 C	528 C	441 C	563 C	864 B	604 B
42	D	D	D	D	D	D
43	D	D	D	D	D	D
44	890 C	698 C	621 C	D	17. 023 C	762 B
45	946 B	751 B	684 C	786 C		819 B
46	17. 016 C	D	737 B	846 C		904 C
47		926 B	842 C	943 B		976 A
48		D		17. 004 C		

(11) HATA

No.	70. 3. 11	70. 3. 15	No.	70. 3. 11	70. 3. 15	No.	70. 3. 15	70. 3. 15	No.	70. 3. 11	70. 3. 15
1	11. 160 B		11	886 B	12. 030 B	21	462 A	604 B	31	997 B	139 A
2	315 C	11. 349 C	12	961 A	103 B	22	512 C	664 C	32	13. 063 B	205 B
3	D	D	13	12. 036 A	179 B	23	597 C	735 C	33	132 B	275 B
4	532 B	677 A	14	100 A	241 A	24	652 C	D	34	222 C	360 B
5	597 A	742 A	15	162 A	303 A	25	701 C	D	35	296 C	445 C
6	661 A	804 A	16	218 A	362 B	26	743 B	D	36	382 B	522 B
7	722 A	864 A	17	D	D	27	778 C	D	37	438 B	579 B
8	775 B	931 B	18	D	D	28	835 B	D	38	497 C	647 B
9	D	D	19	346 B	482 C	29	871 C	13. 020 C			
10	D	D	20	409 B	549 B	30	934 C	076 B			

第2部 走時の解析結果

飯塚 進 長谷川功 伊藤公介
市川金徳 鈴木宏芳 幾志新吉
浅野周三 松本英照 高橋正義

爆破地震による地震波速度の時間的変化に関する研究

第2部 走時の解析結果

飯塚 進*・長谷川 功**・伊藤公介**・市川金徳**・鈴木宏芳***
幾志新吉***・浅野周三****・松本英照†・高橋正義****

1. ま え が き

この論文では、第1部でまとめられた観測データをもとに Travel-time の時間的変化、すなわち地震波速度の時間的変化とそれに関連するいくつかの問題について論じる。

2. 爆破点近傍の走時解析

爆破点近傍における観測は爆破により発生する波動の再現性を監視するのが主要な目的である。しかしながら、地形による換振器の配置の制約や、都合により記録器をたびたび変更せざるを得なかったことなど、種々の不十分さのためその目的にふさわしい観測であったとはいえない。

ここでは得られた記録の特徴を簡単にのべ、後の議論に必要な爆破点近傍の速度を求めるにとどめる。爆破点近傍で得られた記録を第1図に示す。山、谷に付した番号は走時の読み取りに用いたものである。記録の特徴を列記すると、

- (1) A点(爆破点にもっとも近く震央距離約80m)の記録は、2と8に鋭いピークを持つ。すなわち7から別の波群がはじまっている。
- (2) 同一爆破孔からの記録は波形がよく似ている。爆破孔が異なれば波形も異なる傾向がある。
- (3) 第5回目(1971. 11)の記録は、各点とも波形がそれ以前とかなり異なる。とくにB、C点の場合著しい。これは既存の旧孔を用いたためと考えられる。

これまでに行われた計9回の爆破の初動の走時曲線をまとめたのが第2図である。A、B、Cはほぼ $V=1.7$ km/sec の直線にのり、D点はそれよりやや速い。拡底発破(薬量4.5kg)の走時曲線の一例として第2回(1969)の場合を、本発破の走時曲線とともに第3図に示してある。Up-hole time がおくれる以外にはとくに目立つ差はない。

爆破点近傍の記録の、さらによくわしい解析は別の機会にゆずる。参考までに Travel-time の読み取り結果を第1表にまとめておく。

* 元所員、東海大学海洋学部
** 物理探査部
*** 国立防災科学技術センター
**** 東京大学地震研究所
† 元地震研究所、気象庁気象研究所地震火山研究部

3. 爆破点の位置の補正

1 msec 程度の走時差を問題にする場合、爆破孔の水平、垂直両方向の位置のずれは無視することができない。とくに深さの差は表層付近の低速度層の影響を受けるので走時の補正量としては大きな値になる。

これらの補正方法として、次の値を採用した。

水平距離（一般に観測点へ向かって、波の進行方向に投影した距離）の差が L (m) の場合：

最下層の速度を 6 km/sec とすれば $L/6$ (msec)

深度差が D (m) の場合：

表層速度を 1.7 km/sec とすれば $D/1.7$ (msec) 注1)

表層付近の速度 1.7 km/sec は、前節でのべた爆破点近傍の走時解析から求めた値である。

爆破点の位置の基準を第2回目（1969年）の第1爆破注2）または第2爆破にとると、各観測点の走時にほどこすべき補正量は第2表のようになる。

以上のような補正方法の妥当性を吟味する一つの方法として、毎回4日間隔で行われる2度の爆破を、同一観測点で移動せず繰り返し観測した記録について調べてみることにする。この場合には、第1爆破と第2爆破は同一爆破孔を用いているので、補正量は主として深度差のみ考えればよい。

このような検討に使えるデータは、次の各観測点の記録である。

第2回（1969.3）：奥野，宮ヶ瀬①，宮ヶ瀬②，本宿

第3回（1970.3）：奥野，宮ヶ瀬①，畑

第4回（1971.3）：奥野，宮ヶ瀬①，本宿，長狭

第5回（1971.11）：奥野

装てんされたダイナマイトの形状は必ずしも一定ではなく、薬長（上端から下端までの長さ）がかなりの長さになるものと1m以下と極端に短いものがあるが、後者の場合にはダイナマイトがどのような詰りかたをしているのか不明である。そこで、いまの場合最下端の深さをその爆破の深度と見なすことにする。比較するデータはA，Bクラスのみ限定し、奥野，畑以外はフィルターをかけた記録より読み取った値を用いる。

第1爆破と第2爆破の深度差を D (m) とし、速度を 1.7 km/sec とすれば、走時の補正量は前述と同様 $D/1.7$ (m sec) となる。

以上の補正を加えて、第1爆破と第2爆破の走時を比較したのが第4図および第5図である。第4図は山、谷の番号順に走時差（第2爆破—第1爆破）をプロットしたもので、第5図は走時差のヒストグラムとしてまとめたものである。第2爆破の地震波は第1爆破により破壊された領域を通過することになるので、常識的には上記のような方法では補正しきれないで全体として第2爆破の方がおくれる傾向になることが予想される。ところが実際には必ずしも単純ではなく、1969年の場合のように全観測点で補正

注1) 速度を V 、臨界角を θ とすれば、厳密には $D \cos \theta / V$ である。いまの場合、 $\cos \theta \approx 1$ とみなせる。

注2) ここではある年度の観測のうちで4日間隔で行う2度の爆破のうち、初回を第1爆破、2度目を第2爆破と称する。

過剰になってしまう例もある。

この原因はよくわからないが、検尺による深度と実際の爆破深度が異なるのかも知れない。第1爆破によって孔壁が破壊され割れ目が下方へ向かって発達していれば、当然火薬はその割れ目にそって入り込むであろうし、また横方向へも拡がる可能性がある。

いずれにしろ爆破ごとに補正後の残差がバラついており、上記のような単純な補正方法では除くことのできない複雑な要因があるのであろう。

平均的にみて、残差の量は第3表のように約±5 msec となる。

以上のべたように、爆破点における補正の問題は、陸上爆破地震によるこの種の実験において、走時の精度限界を決定づける大きな要因になっていることがわかる。

4. 波動の再現性について

走時の時間的変化を調べるやり方として、対応する波動の山、谷の走時を比較する方法をとっているが、この方法は波動の再現性がよいことを前提にしている。アメリカにおいても、再現性を実験的に吟味した上でこの方法を採用している (EISLER, 1967, 1969)。

爆破地震動の再現性については、「小発破」の実験ではきわめて再現性のよいことがわかっている (飯田・服部, 1969)。

また、飯塚 (1972) は「中発破」規模の爆破地震動の再現性について調べた。これは地下構造探査の際に得られた記録を解析したもので、「小発破」実験のように再現性そのものを研究する目的で得られた記録とは異なるが、火薬量の点では大島における爆破に近い。得られた結果は次の通りである。

- 1) 波形、周期の再現性はきわめてよい。
- 2) 走時は第2回目の爆破の方が初回にくらべて数 msec おくれる。これは爆破条件の変化に起因するものと考えられる。
- 3) 振幅は火薬量、火薬の効き方、爆破孔の地質条件、使用孔数などの要因により複雑に変化し定量的検討はむずかしい。
- 4) 繰り返し爆破の再現性を調べた上記ファクターの中で、走時は最も敏感に変化し、波形、周期は震源要素の変動の影響をほとんど受けない。

以上の例からもわかるように、爆破地震動の再現性を調べるには、波形、周期、振幅、走時などの要素を比較する必要がある。

走時についてはすでに第3節でのべた。爆破点の位置の補正を加える前の走時を比較してみると、いずれも第2回目 (第2爆破) の方が初回 (第1爆破) にくらべて数 msec おくれていることがわかる。

第6図は見かけ周期の変化を調べたものである。ここで i 番目の谷 (山) の見かけ周期 T_i は次式で表わされる。

$$T_i = t_{i+1} - t_{i-1}$$

ただし、 t_{i+1} は $(i+1)$ 番目の山 (谷) の走時、 t_{i-1} は $(i-1)$ 番目の山 (谷) の走時である。

この図から、±5 msec 位の範囲でかなりよく見かけ周期が一致している部分と、バラツキの大きな部

分のあることがわかる。後者は主に波群の尾部（波群と波群の継ぎ目）に相当し、それ以外の部分でバラツキが大きいたところはノイズの混入によるものと思われる。

波形の類似性については第1部ですでにのべた（第1部、第11図を参照）。

以上にみたように、爆破条件が必ずしも一定に保たれていないにもかかわらず、初動部分の再現性はきわめてよいことがわかる。

5. 読み取り誤差について

i 番目の山（谷）の走時 t_i の整理委員 8 人による読み値のバラツキをみるために、範囲

$$R = t_i(\text{max.}) - t_i(\text{min.})$$

を計算した。記録の質を示すクラス別（A, B, C の 3 階級）に、 R の値のヒストグラムを第 7 図に示す。フィルターをかけた記録より読み取った場合も図示してある。フィルターによるデータの質の向上は一目瞭然である。またこのヒストグラムから、 R の値は走時のクラス分けの基準通りの分布を示していることもわかる。

次に、フィルターをかけない記録による場合と、かけた記録による場合のバラツキを比較した。いま i 番目の山（谷）のフィルターをかけない記録による走時を t_{i0} 、フィルターをかけた記録による走時を t_{if} とおいて、

$$\Delta t = (t_{if} - 0.022) - t_{i0}$$

(0.022 はフィルターによる位相おくれの補正值、単位は sec)

を計算し、この Δt のヒストグラムを示したのが第 8 図である。ただしクラスはフィルターをかけない記録による場合のクラス分けに従っている。

観測点ごとのヒストグラムをみると、一部を除いてほぼ正規分布を示している。そしてこの場合のバラツキも、A, B 両クラスをみると、第 1 部で決めた走時のクラス分けの基準内におさまっている。したがって読み取り誤差の限界は A クラスで 2 msec, B クラスで 5 msec とみなしてよい。

(厳密には、上記の「読み取り誤差」は「読み取りの個人差」である。例えば、波形が歪んでいて見かけのピーク位置が真のピーク位置と異なる場合、全員が見かけピークを読めば「読み取り誤差」は大きいにもかかわらず、バラツキは小さくなる。しかし実際の読み取りの場合には、このようなおそれのある歪んだ波は A, B クラスから大部分取り除いてあるので、バラツキは読み取り誤差の限界を示すものとみなせる)

6. 異なる換振器を用いた場合の走時の差

同じ固有周期を持った同一型の換振器を用いて観測する場合でも、例年用いている換振器と別のものを用いる場合は注意を要する。

伊勢原においては、第 2 回 (1969) の観測の際、前回用いた 1 Hz 上下動換振器以外にもう 1 台 1 Hz 上下動を用いた。全く同じ型の換振器であるにもかかわらず、わずかながら走時に系統的な差があるこ

とがわかった。平均約 2 msec の差であり、この場合観測誤差からみて問題にはならないが、この事実は毎回同一の換振器を用いる必要があることを示している。仮りに同一型の換振器でも別のものを用いる際は、比較観測を行って十分チェックする必要がある。

7. Travel-time Table の作成

第 1 部で求めた Arrival-time Table を用いて Travel-time Table を作った。手順は次の通りである。

- 1) A, B 両クラスの値のみ採用する。
- 2) 波群と波群の継ぎ目にあたる短周期で小振幅の部分は除く。これによりまた波形の歪んだ部分も大部分除かれる。
- 3) フィルターをかけない直接再生記録より読み取った値と、フィルターをかけた再生記録より読み取った値とを同等に扱う。したがってフィルターをかけた記録より得られた値を主として採用する。

以上の手順によってつくった Travel-time Table が第 4 表である。この表では、爆破点の位置補正がまだ行われていない。次にこの Table を用いて、第 2 回目 (1969 年) の爆破を基準として走時差を計算したものが第 5 表である。爆破点の位置の補正は第 2 表を用いて行っている。

8. Travel-time の時間的变化

第 5 表をもとにして、観測点ごとに走時差を図示したものが第 9 図である。番号は山、谷の番号に対応する。原記録を参照して各観測点とも 2, 3 のグループに分けてみた。グループごとの平均値と全体の平均値も計算して図示してある。本来なら波群ごとのグループ分けが望ましいが、そうするとデータの数が少なくなり誤差が大きくなるおそれがあるので、必ずしも波群ごとのグループ分けにはなっていない。

第 9 図において、グループ間で特異な走時変化を示す観測点とその特徴は次の通りである。

- 1) 奥野：G-2 が第 3 回目から第 4 回目にかけて他のグループと異なる変化を示していた。
- 2) 上稲子：奥野の場合と同様、第 3 回目から第 4 回目にかけて、G-1 と G-2 は比較的大きな差を示していた。
- 3) 伊勢原：第 1 回目から第 4 回目まで各グループとも変化のパターンも量もよく一致していたが、第 5 回目で 3 つのグループが分離した。今後の推移が注目される。
- 4) 長狭：G-1 と G-2 は、変化のパターンが異なっている。

波群ごとにグループ分けする意味は、波群によって伝播経路が異なり、したがって走時変化もまた異なる可能性があるからである。しかしその点を明らかにするためには、実験地域の速度構造がわかっていて、ある波群の波がどの層を伝わってきたものであるかが明らかでなければならぬ。関東南部の地下構造については従来からあまりデータがなく、爆破地震動研究グループによる紫雲寺～河津測線 (HOTTA et al., 1964)、大島～房総間の中発破による探査 (YOSHIDA et al., 1973) などにより推定する以

外にない注3)。現状では不明な点が多いのでグループごとの詳細な議論にはこれ以上立ち入らないことにする。

第10図は、観測点ごとの全体の平均値の推移をまとめたものである。爆破点からみて方向別に、NW、N、NEの3方向に区分してある。全体の平均値について議論することは前述の観点からは若干問題があるが、ここでは見方を変えて、地下構造に関する情報が不足している現状を考慮の上で、概略の傾向をつかむという立場から第10図をみてみることにする。

- 1) 全5回のデータがそろっている奥野、浮橋、伊勢原、長狭の4点についてみると、NE方向の長狭を除き、1968年3月から1971年1月の間にジグザグはあるが全体的にみて走時がおくれる（速度がおそくなる）傾向に推移しており、その量は約10 msecに達する。
- 2) 震央距離の小さい奥野、浮橋の両観測点と、それよりも震央距離の大きい点とでは、明らかに変化のパターンが異なっている。これをさらにNW方向のみ抜き出してみると、爆破点に近い奥野、浮橋両点と遠い上稲子、奈良田両点間のパターンの相異は特徴的である。これらの事実も、震央距離の小さい奥野、浮橋の初動と、それよりも震央距離の大きい点の初動とでは、波の伝播してくる層が異なり、したがって走時の変化も異なる可能性のあることを示している。

以上のべた2点については、現段階ではいずれも観測誤差の限界を越えた変化を示すものではないが、今後の推移が注目される。

なお、走時差を比較する段階で、宮ヶ瀬、生川、畑の3観測点については、器機の不調その他の原因により若干の不安が残るデータを含んでいるのでいちおう除外してある。将来さらにデータが蓄積した段階で再検討する予定である。

9. 観測点相互間の走時の時間的变化

爆破点の位置の補正方法にまつわる問題点は第3節ですでに指摘したが、これを避ける一つの方法として、観測点相互間の走時差を調べるやり方が考えられる。MYACHKIN et al. (1972) がカムチャツカで試みている方法である。

この方法を、同一観測線上にある奥野—浮橋—上稲子および、伊勢原—本宿に適用してみた。組合せは、奥野—浮橋、奥野—上稲子、伊勢原—本宿の3つのケースである。それぞれのケースについて、同一爆破の記録を用いて同じ番号の山、谷の走時差を計算した。第6表がその結果である。1969年を基準にとり時間的变化を図示すれば第11図のようになる。鎖線は平均値を示す。

第12図は、奥野—浮橋—上稲子について、初動の予想伝播経路を模式的に表わしたものである。奥野—浮橋間においては、前節でものべたごとく同一層内を伝わる波を観測していると考えられるので、もし走時変化を生ずるとすればこの2点間の距離約10kmの間で生じたもので、したがって変化量は小さいと予想される。

他方、奥野—上稲子間では、この2点間で生ずる走時変化ばかりでなく、大島—奥野間においても波の伝播する層に差異があり、これにより生ずる変化が加わっている可能性がある。

注3) 現在、浅野(1974, 準備中)は、既存のデータに大島・館山両爆破のデータを加えて南関東の地殻構造について検討中である。

以上の考察を前提に第11図を調べてみると、奥野—浮橋間の変化は一見してランダムで系統的变化を示さず、平均値の変動も5 msec以内におさまっていて小さい。これは上記の考察と矛盾しない。

一方、奥野—上稲子間では、かなりバラツキは大きいのが、明らかに周期的な変化を示している。いまの場合、同一爆破の走時を比較しているので、前述のごとく震源の位置補正に伴なう問題点はなく、読み取り誤差のみを考慮すればよい。したがって5 msecを越える変動は有意な走時差とみなしてよいであろう。4回目と5回目の観測の間が8カ月であることを考慮すれば、振幅約10 msecの周期的変化をしていることになる。この変動はすでにのべたように、単に奥野—上稲子間で生じたものばかりでなく、波の伝播する層の差異による影響も加わっていると考えられるので、同一層内を伝わる波の場合ほど単純ではない。

この周期的変化の原因はいまのところ明らかではないが、もし地下の応力状態の変化に対応するものであるならば、注目すべき現象といわねばならない。

伊勢原—本宿間については、比較できる十分なデータがまだない。

10. 結 び

以上、主として走時の時間的变化、すなわち地震波速度の時間的变化に関する過去5回(1968年3月より1971年11月までの3年8カ月間)の観測結果についてのべた。得られた結論を要約すれば次の通りである。

- 1) 換振器、増幅器などの観測器類は、できるだけ同一のものを使用することが望ましい。もし従来使用してきたものを変更する場合は、比較検定を行う必要がある。
- 2) 記録再生時にフィルター処理をすることにより、記録読み取り精度の向上をはかることができる。
- 3) 爆破地震動の再現性は良好なので、走時変化を検出する方法として、山、谷の走時を比較する方法はきわめて有効である。
- 4) 震源の位置補正後も、なお走時に最大約±5 msecの残差を生じ、観測誤差の中では最大の量を占める。
- 5) 記録の読み取り誤差は、記録の質のよいA、Bクラスの位相のみを採用すれば、5 msec以内の精度を確保することは十分可能である。
- 6) 走時の時間的变化については、各観測点とも観測誤差の限界を越える有意な変化は検出されていないが、次の2点については今後の推移が注目される。

第1点は、奥野、浮橋、伊勢原などで、全体的にみて走時がおくれる(速度がおそくなる)傾向に推移しており、この3年8カ月間に約10 msecに達することである。

第2点は、震央距離の小さい奥野、浮橋両観測点と、それより震央距離の大きい点とでは、走時差の変化のパターンが異なっていることである。これは、前者と後者の間の、波の伝播経路の差異を反映しているものと考えられるので、このようにデリケートな条件変化を反映する波の問題については構造決定後に研究をすすめたいと考える。

- 7) 観測点相互間の走時変化については、奥野—上稲子間で約10 msec/年の周期的変化が検出された。

いまの場合、震源位置の補正に伴う誤差を考慮する必要がないので、この変動量は有意とみなされるが、原因はまだよくわからない。

11. 今後の課題

最近、P波とS波の速度比 V_p/V_s の時間的変化が大きな地震の前駆現象として注目を集めている。しかも、SCHOLZ et al. (1973) によれば、変化するのは主として V_p で、その量は最大10%以上にも達するといわれている。

もしそれが事実であれば、われわれの観測方法でも十分検出可能である(飯塚他, 1969)。この場合問題は2つある。1つは前駆現象の継続時間と実験間隔とのかね合いの問題であり、もう1つは長期にわたる観測継続の必要性である。たとえば、マグニチュード6~7の地震の場合は、現在のように一年間隔の観測では前駆現象を検知することは困難であろう。他方、マグニチュード8クラスの巨大地震の場合には、一年間隔でもよいが、その代り10年、20年と長期にわたって観測を継続することが必要不可欠である。

本文でもすでにふれたが、地震予知研究の最重要地域の一つとみなされている関東南部の地殻構造は、残念ながら十分解明されているとはいえない。各観測点への地震波の伝播経路あるいは速度変化が検出された場合その位置や深さを明らかにするためには、少なくとも構造がわかっていることが前提条件となる(浅野, 1970)。

房総沖、相模湾などの海域を含む関東南部の詳細な地殻構造、すなわち Conrad, Moho両不連続面の形態や深さ、精確な速度分布などを明らかにすることが緊急に望まれる。

文 献

- 浅野周三 (1970) : 人工的な Seismic Source による調査. 東大地震研究所地震予知観測センター資料, no. 1, p. 47-52.
- ASANO, S. (1974): Crustal Structure in the Southern Part of Kanto District (in preparation).
- EISLER, J. D. (1967): Investigation of a Method for Determining Stress Accumulation at Depth. *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 57, p. 891-911.
- (1969): Investigation of a Method for Determining Stress Accumulation at Depth (II). *Bull. Seismol. Soc. Amer.*, vol. 59, p. 43-58.
- HOTTA, H., MURAUCHI, S., USAMI, T., SHIMA, E., MOTOYA, Y. and ASANUMA T. (1964): Crustal Structure in Central Japan along Longitudinal Line 139°E as Derived from Explosion-seismic Observations, Part 2. Crustal Structure. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 42, p. 533-541.
- 飯田汲事・服部定育 (1969) : 火薬爆発による波動の再現性と方向性. 物理探鉱, vol. 22, p. 63-70.
- 飯塚 進 (1972) : 爆破地震動の再現性. 昭和47年度地震学会春季大会講演予稿集, p. 65.
- ・市川金徳・伊藤公介・長谷川功・細野武男 (1969) : 爆破地震による地震波速度の変化

- の観測 (第 2 報). 第 1 回実験結果 (主として走時について). 地質調査所月報, vol. 20, p. 313-327.
- MYACHKIN, V. I., SOBOLEV, G. A., DOLBILKINA, N. A., MOROZOV, V. N. and PREOBRAZENSKY, V. B. (1972): The study of variations in Geophysical fields near focal zones of Kamchatka. *Tectonophysics*, vol. 14, p. 287-293.
- SCHOLZ, C. H., SYKES, L. R. and AGGARWAL, Y. P. (1973): Earthquake Prediction: A Physical Basis. *Science*, vol. 181, p. 803-810.
- YOSHIDA, T., IIZUKA, S. and IGI, S. (1973): *Reconnaissance Survey for Deep Drilling in the Japanese Upper Mantle Project.—Some Considerations to Upper Crustal Structure in the Japanese Islands—*. in Japanese UMP Monograph, Part II. Geology and Geochemistry, p. 163-176.

Precise Measurements of Changes in Seismic wave Velocities by Means of Explosion-seismic Method

Part 2. Changes in Seismic Travel-times

By

Susumu IZUKA, Isao HASEGAWA, Kosuke ITO, Kanenori ICHIKAWA

Hiroyoshi SUZUKI, Shinkichi KISHI

Shuzo ASANO, Hideteru MATSUMOTO, Masayoshi TAKAHASHI

Abstract

On the basis of the arrival-time data summarised in Part 1, changes in seismic travel-time, namely, seismic wave velocity changes, and some related problems are discussed in this paper.

Results obtained in this study are as follows:

(1) The apparent velocity of surface layer near shot point is 1.7 km/sec approximately, which is used for the correction of travel-time on each observation.

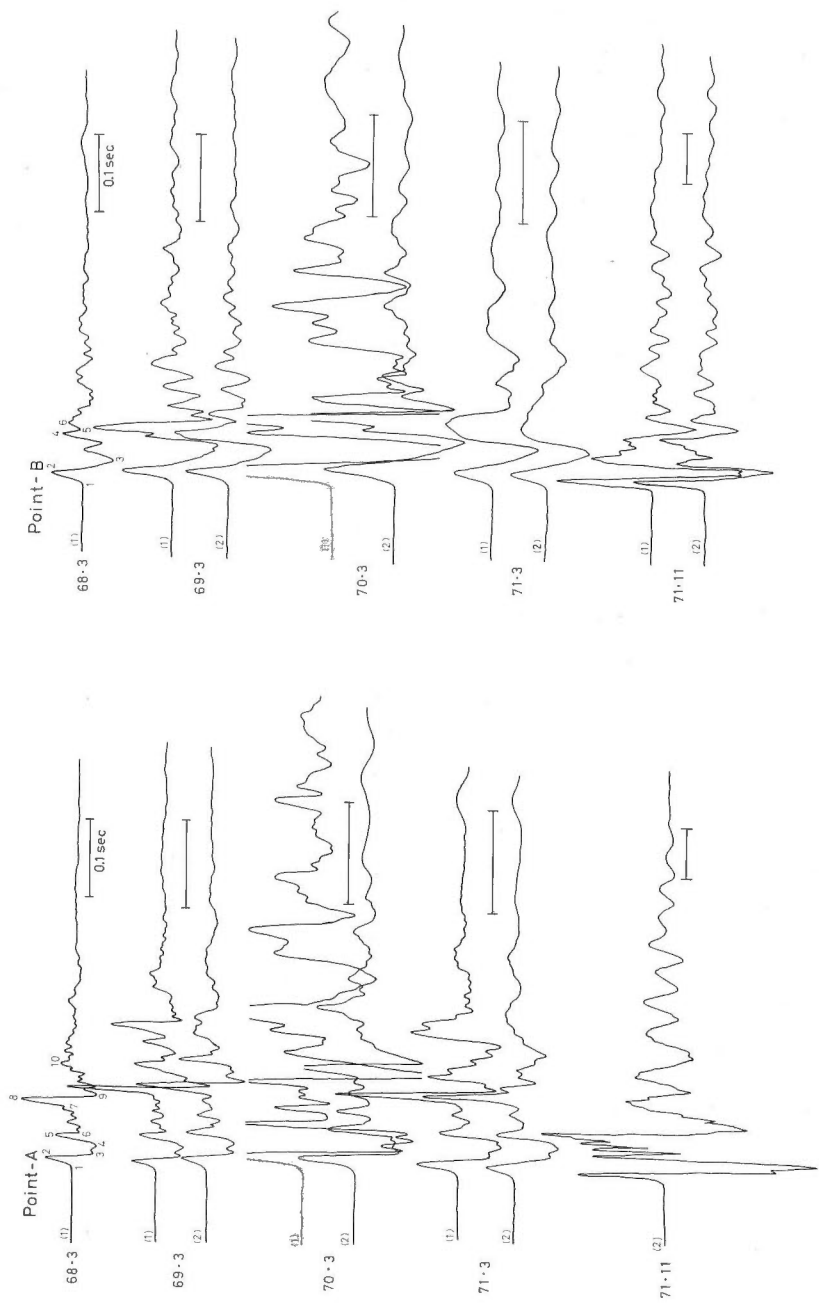
(2) Although it was intended to keep the source conditions invariant, as well as possible, through every explosion, the location of each shot varied slightly with case by case both vertically and horizontally due to the collapse of shot holes after detonations. Therefore, it must be corrected because the travel-time changes due to the variation of shot location cannot be neglected in this measurement. So, this correction was made using the apparent velocity data mentioned before. Not might be expected, the correction cannot remove the effect concerned with the migration of the shot hole completely. It is notable that the maximum value of the residuals of travel-time after making this correction reaches at about ± 5 msec. This value accounts for largest part of the experimental error (Figs. 4, 5, and Table 3).

(3) The reading accuracy of travel-times could be improved by effective use of analog filter (Fig. 8). The resultant accuracy of the reading seems to be smaller than 5 msec when we take good phases classified as A and B class only (The classification is defined as follows: class A: the accuracy of reading within ± 1 msec, class B: within ± 2.5 msec).

(4) Generally speaking, the reproducibility of the wave-form is remarkably good both nearby stations in Oshima island and distant recording stations.

(5) The mean travel-time differences in comparison with the 1969 data at each station have been less than about 10 msec which is considered within the limit of the experimental error (Figs. 9 and 10). It is therefore concluded that no detectable velocity changes have occurred in this region during this period. Although this experiment did not reveal a positive evidence for velocity change in this period, the following facts may be notable: 1) the travel-times at some stations, for example, OKUNO, UKIHASHI, and ISEHARA, seem to be delayed as a general tendency and they reaches 10 msec approximately in this period. 2) the pattern of change in the travel-time difference is different between two nearer stations, OKUNO and UKIHASHI, and the other more distant stations, which may reflect in the difference of seismic ray path among them.

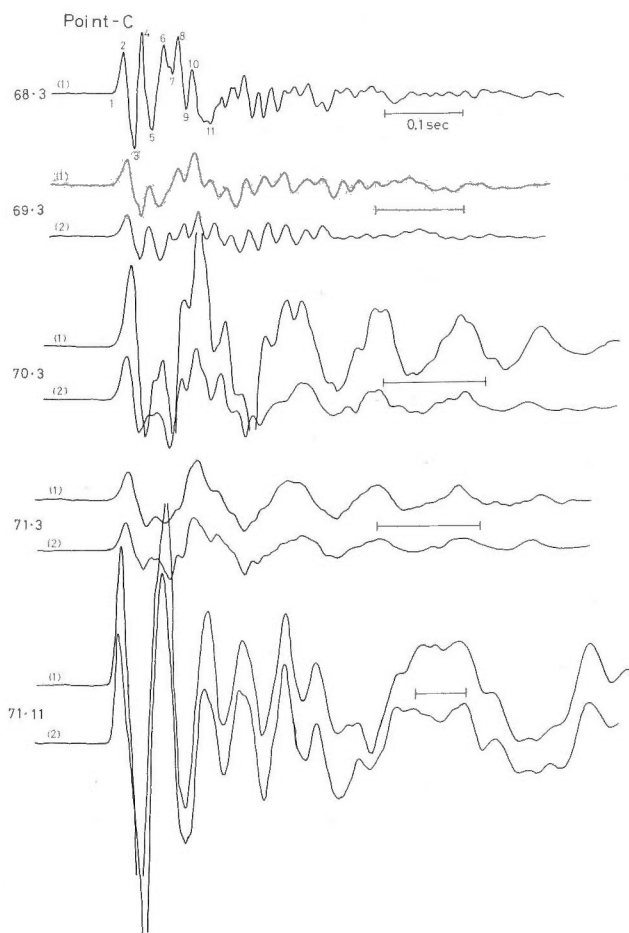
(6) A significant periodic change, its amplitude about 10 msec, in travel-time differences between OKUNO and KAMIINAKO was detected (Fig. 11), but no possible reason was found as yet.



(a)

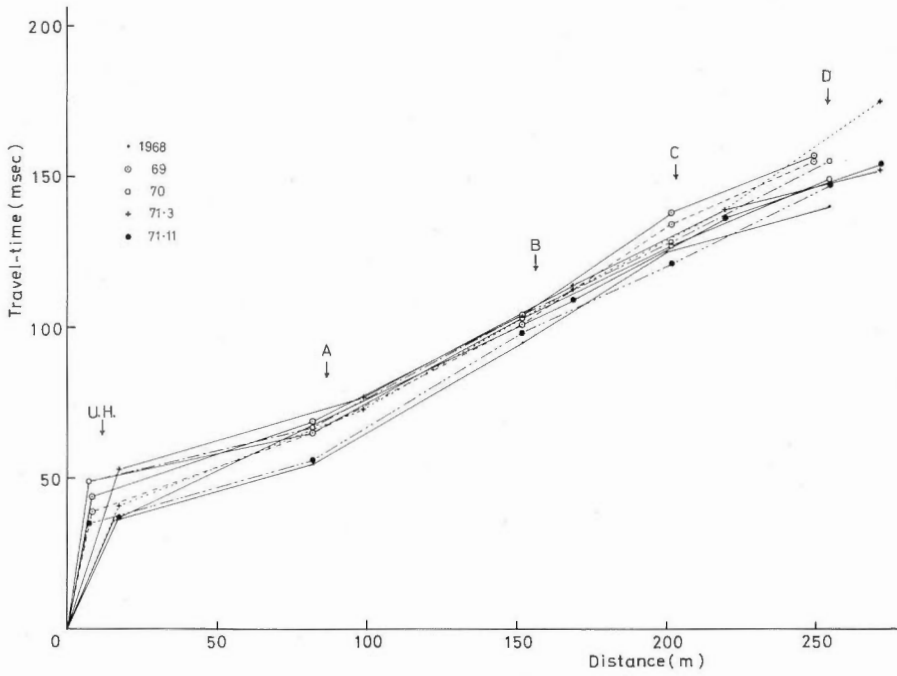
(b)

第 2-1 図 爆破点近傍で観測された記録

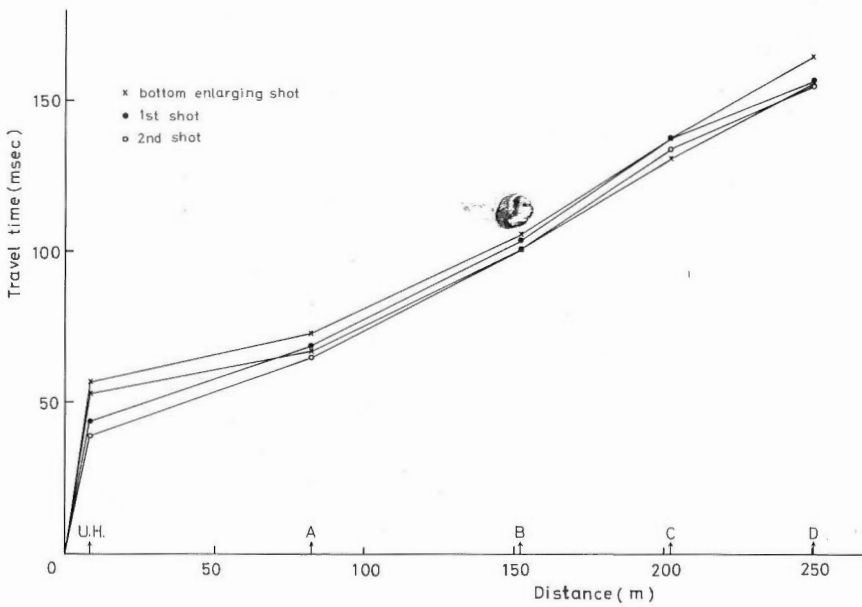


(c)

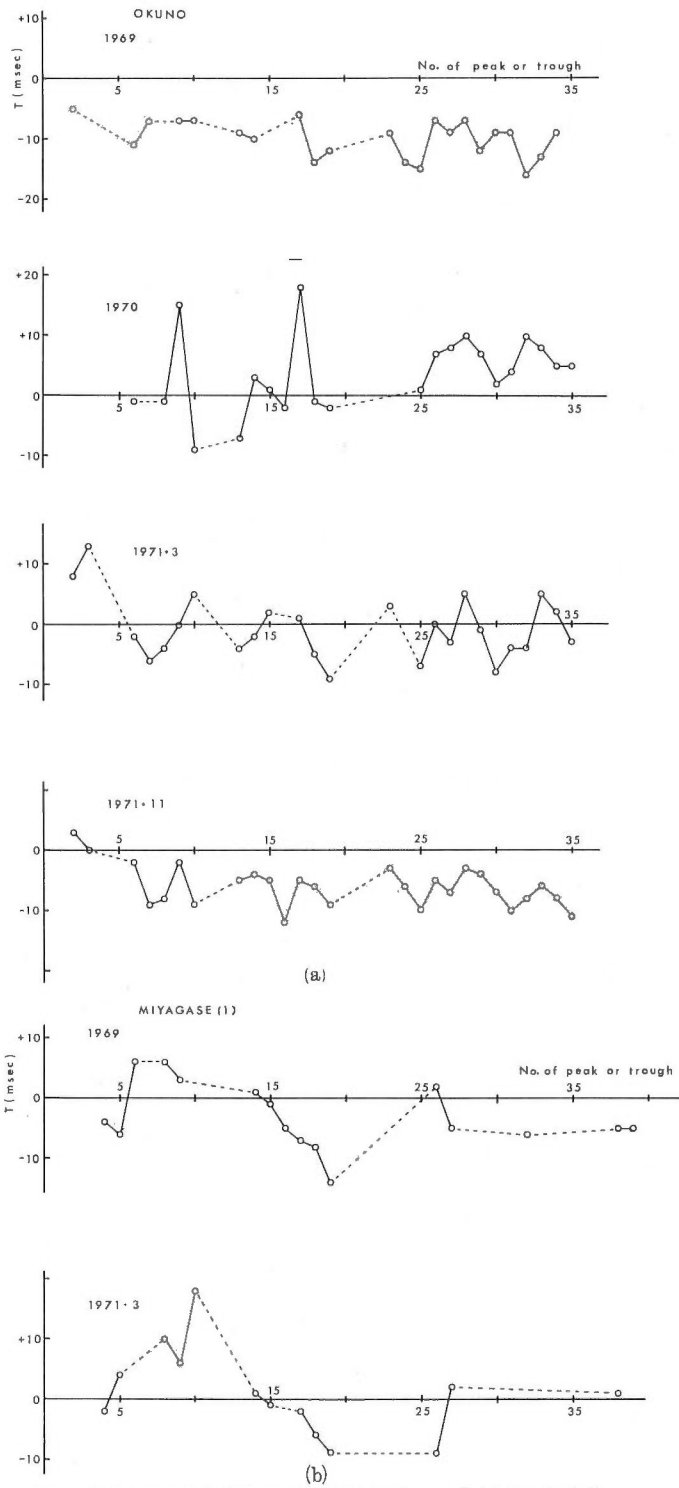
A, B, C 3点とも上下動成分で、震央距離はそれぞれ約 80m, 150m, 200m. カッコ内の数字 (1 または 2) はその年度の爆破順序を示す. 番号を付した山, 谷は, 走時を読み取った位相である. Seismograms observed by vertical component dransducer with natural frequency 3 Hz near shot point. Shot-detector distance at the point-A, B and C are approximately 80m, 150m and 200m, respectively. Number in parentheses (1 or 2) show the order of explosion in each experiment. The numbered peaks or troughs on seismogram show the phases which were used for the travel-time reading.



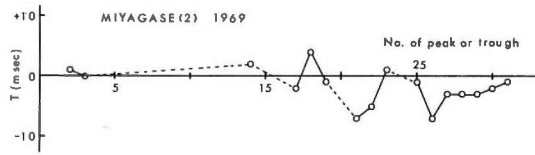
第 2-2 図 爆破点近傍の走時曲線 (いずれも上下動成分の走時)
Travel-time curves near the shot point.



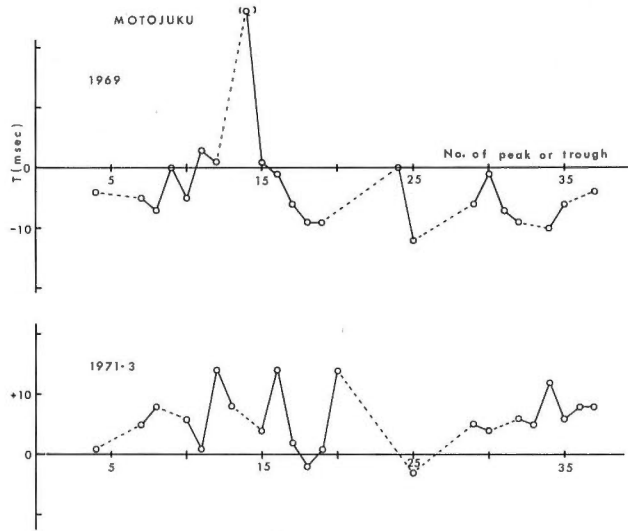
第 2-3 図 “拡底発破” の走時曲線の例. 第 2 回目 (1969) の場合
Examples of the travel-time curves of bottom enlarging shots in the 2nd experiment (1969).



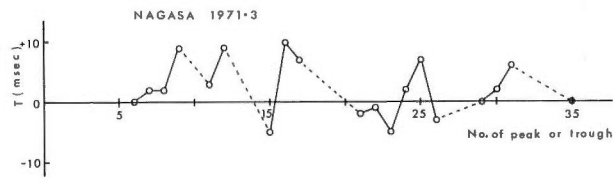
第2-4図 爆破点位置補正後の第1爆破と第2爆破の走時差



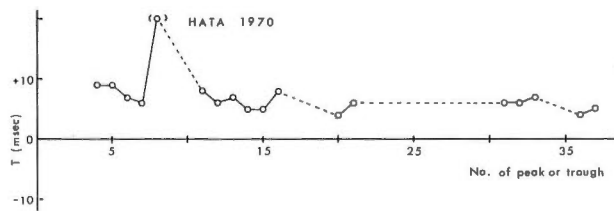
(c)



(d)

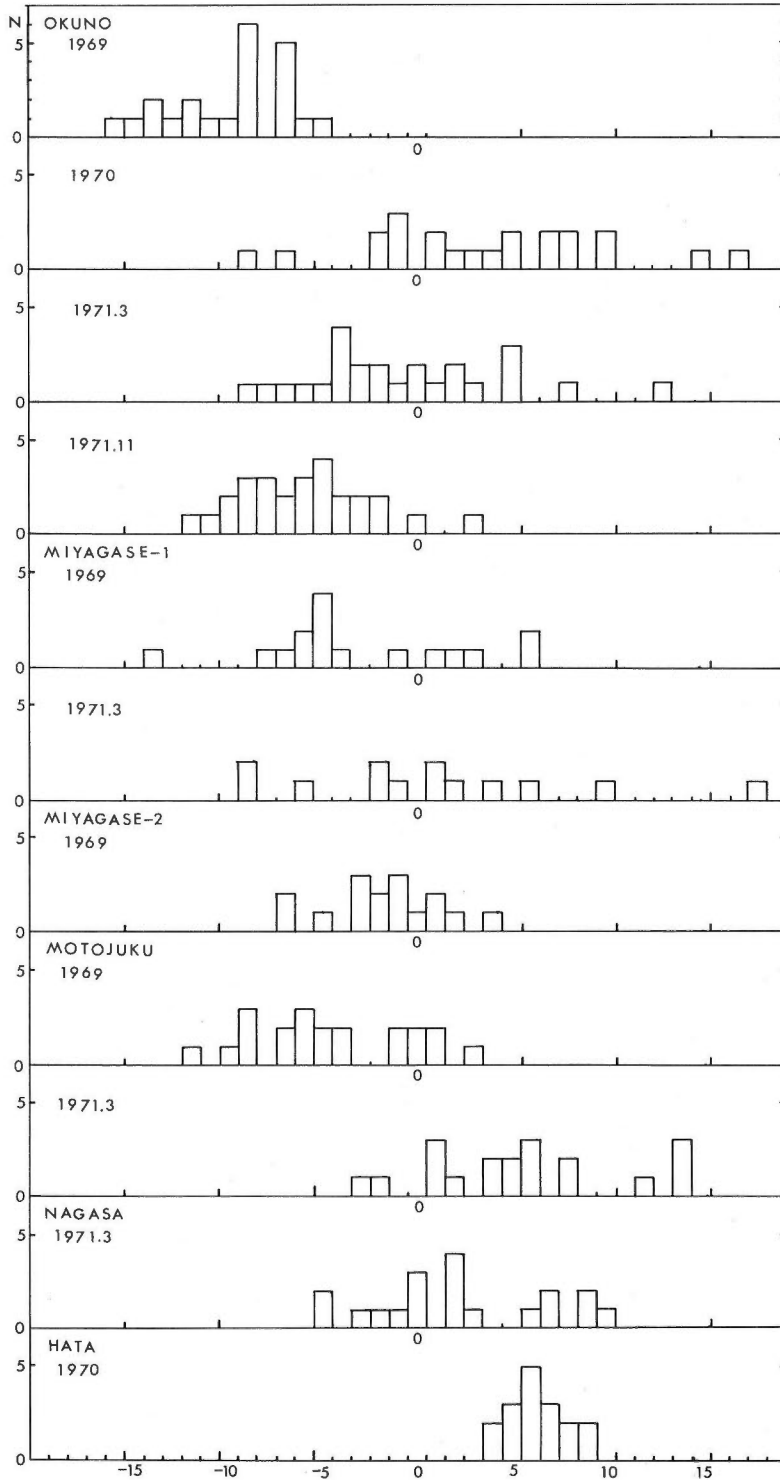


(e)



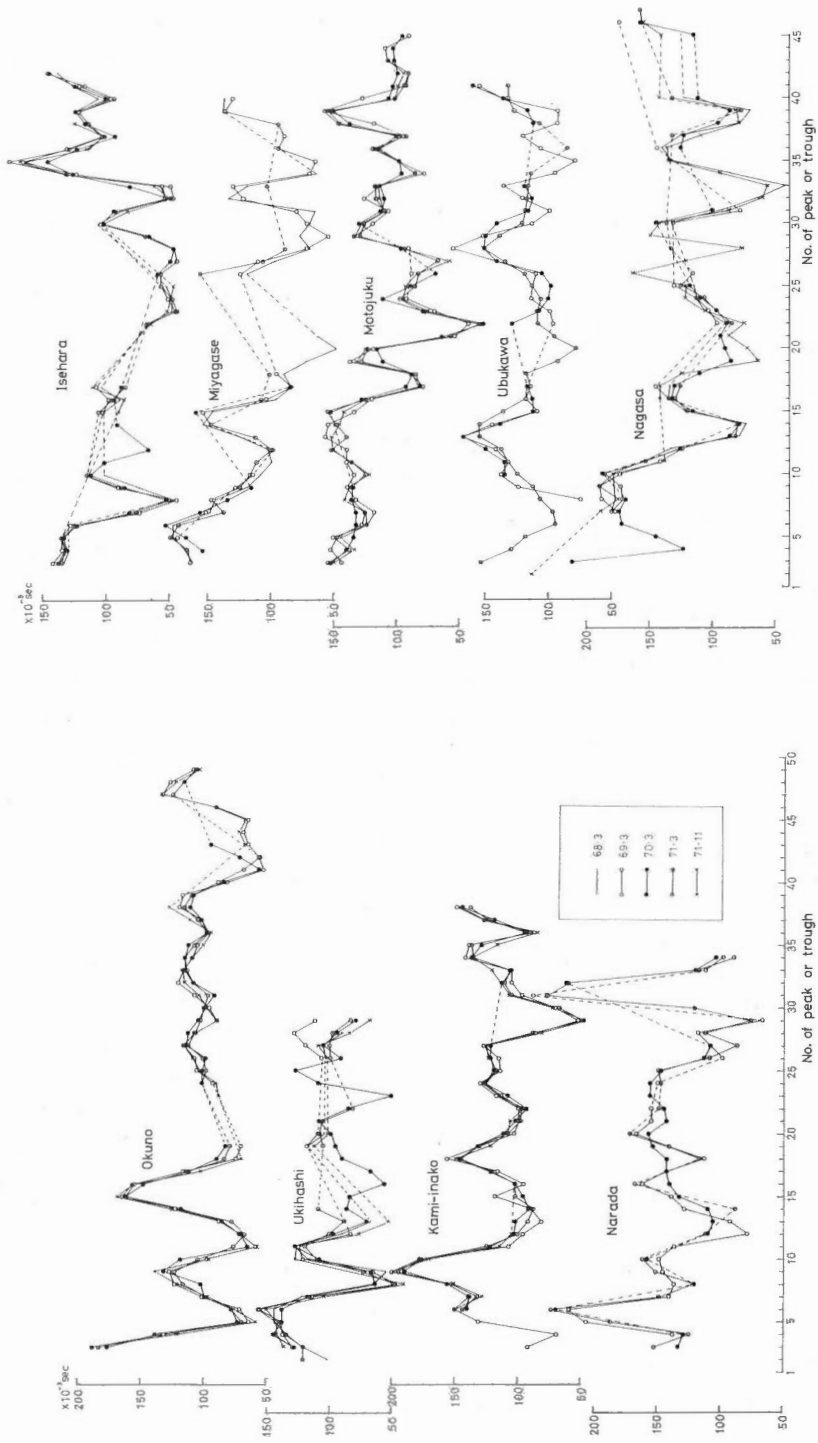
(f)

Comparison of travel-times for the 1st and the 2nd shot in the experiment after the shot location correction was made. Residuals of travel-time for two shots in the ordinate and the number of peak or trough in the abscissa.

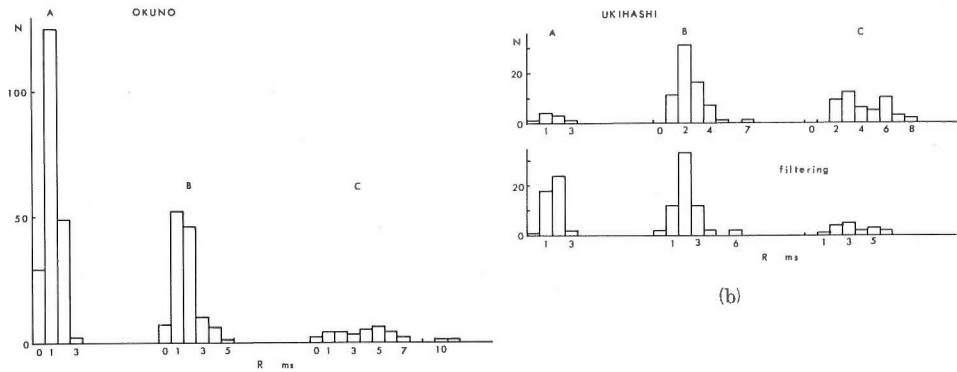


第2-5図 第1爆破と第2爆破の走時差のヒストグラム、横軸の単位は m sec.

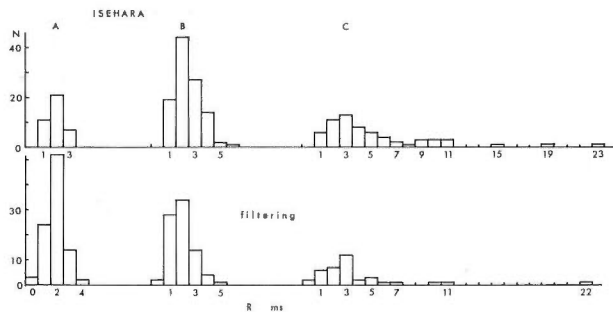
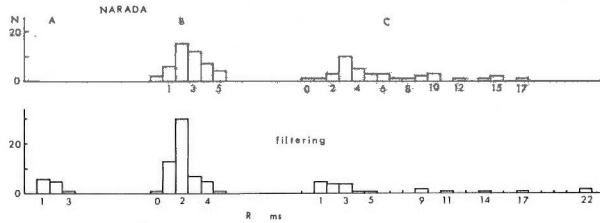
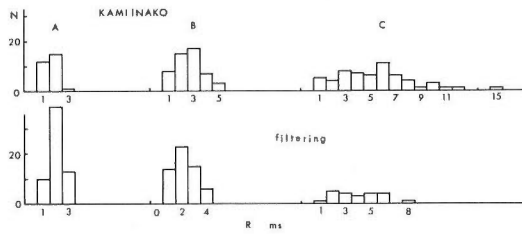
Histogram of residual travel-time for the 1st and the 2nd shot.
The unit in the abscissa is millisecond.



(a) i 番目の谷 (山) の見かけ周期は, $T_i = t_{i+1} - t_{i-1}$ で表わされる. ここで t_{i+1} は $(i+1)$ 番目の山 (谷) の走時, t_{i-1} は $(i-1)$ 番目の山 (谷) の走時である.
 Changes in apparent period of each peak or trough. Apparent period of the i -th trough (peak) $T_i = t_{i+1} - t_{i-1}$, where t_{i+1} is the travel-time of the $(i+1)$ th peak (trough) and t_{i-1} is the travel-time of the $(i-1)$ th peak (trough), respectively.

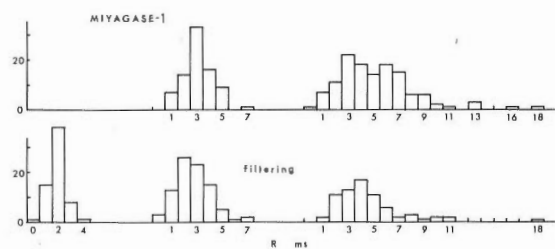


(a)

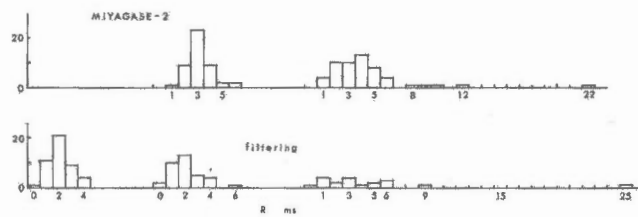


第 2-7 図 走時の読み取り値の個人差を表わすクラス別ヒストグラム

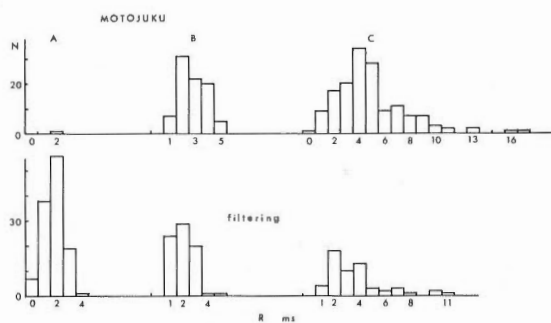
i 番目の山 (谷) の走時 t_i のバラツキ範囲 $R = t_i (\max.) - t_i (\min.)$ で表わしたもの
 Histogram of Range $R = t_i (\max.) - t_i (\min.)$, where t_i is the travel-time of the i -th peak or tyough.
 Range means individual difference of travel-time reading. A, B and C show the classification of data based upon the accuracy.



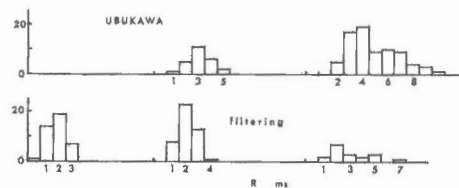
(f)



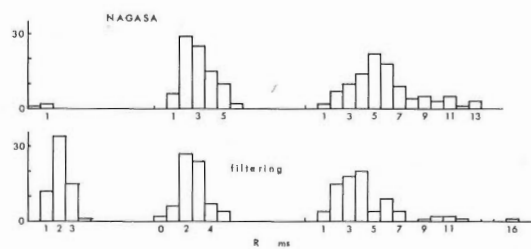
(g)



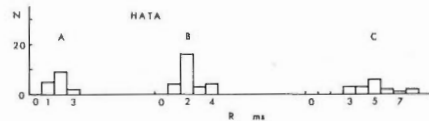
(h)



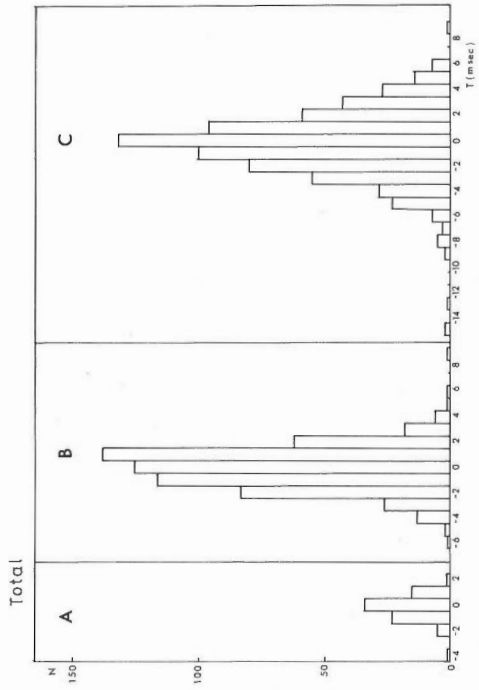
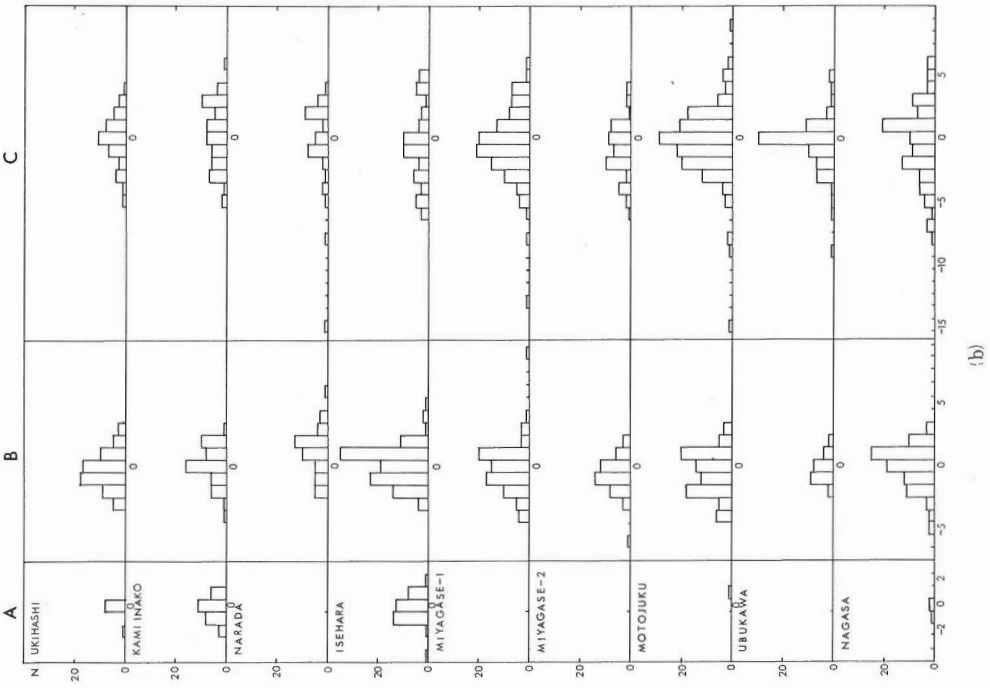
(i)



(j)



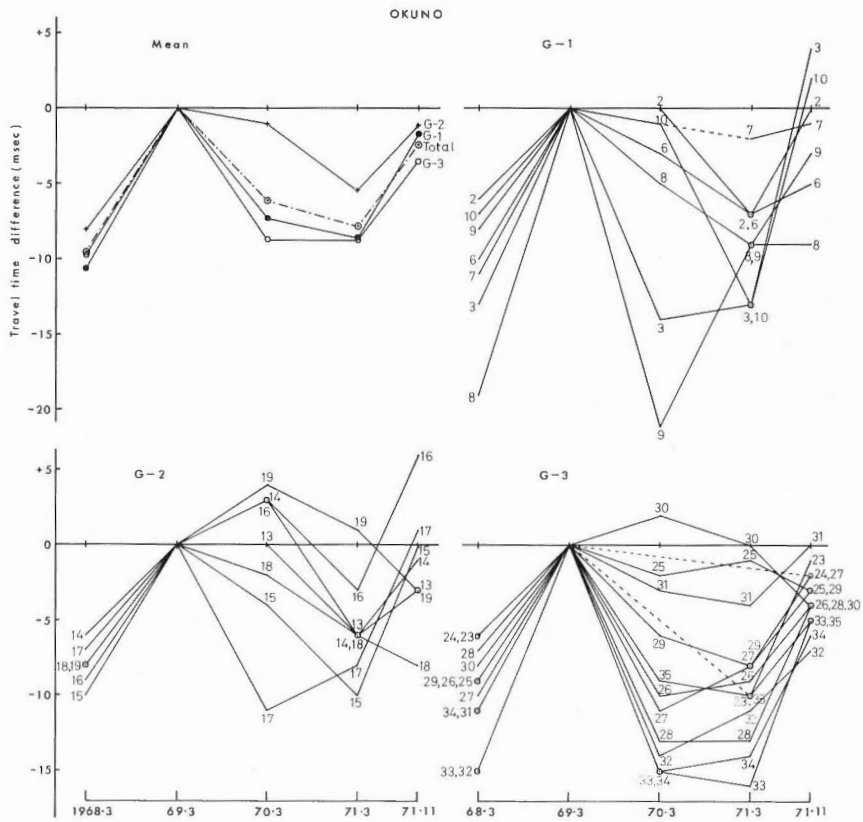
(k)



(a)

第2-8図 filtering によるパラツキ
 $\Delta t = (t_{if} - 0.022) - t_{i0}$ のヒストグラム
 t_{i0} : i 番目の山 (谷) の, フィルターをかけた記録から読み取った
 走時
 t_{if} : i 番目の山 (谷) の, フィルターをかけた記録から読み取った走
 時

0.022 (sec) は filtering による位相おくれ時間
 Histogram of $\Delta t = (t_{if} - 0.022) - t_{i0}$;
 t_{i0} : travel-time of i -th peak or trough through nofilter
 t_{if} : travel-time of i -th peak or trough through low-pass filter
 0.022: time lag of filtering (unit: sec)

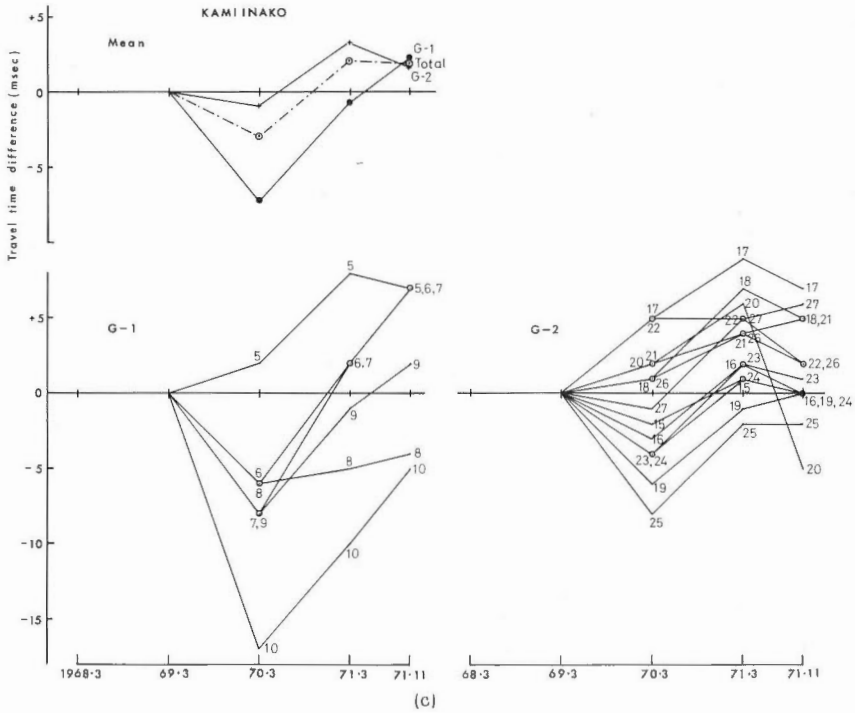
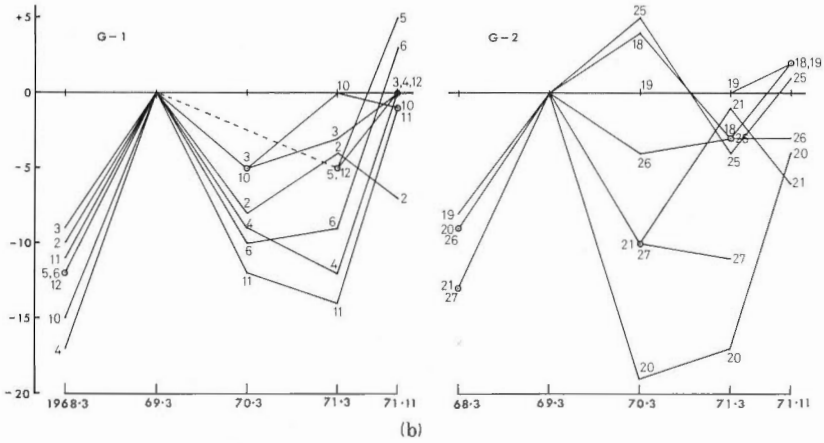
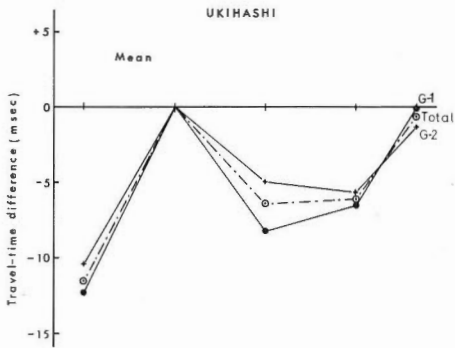


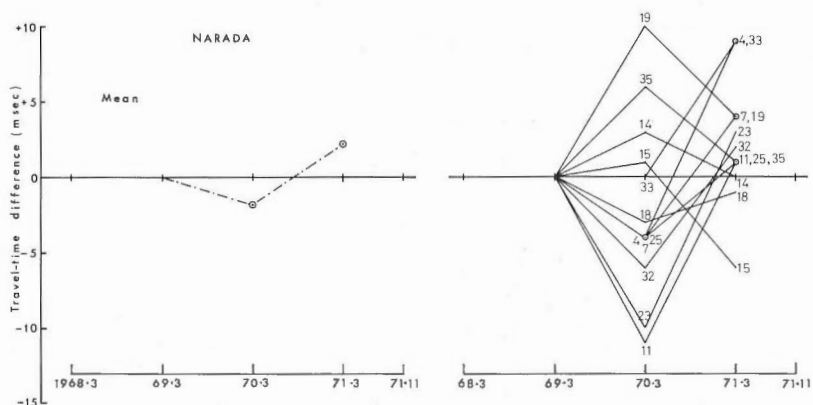
(a)

第 2-9 図 第 2 回目 (1969) を基準とした走時差の時間的变化

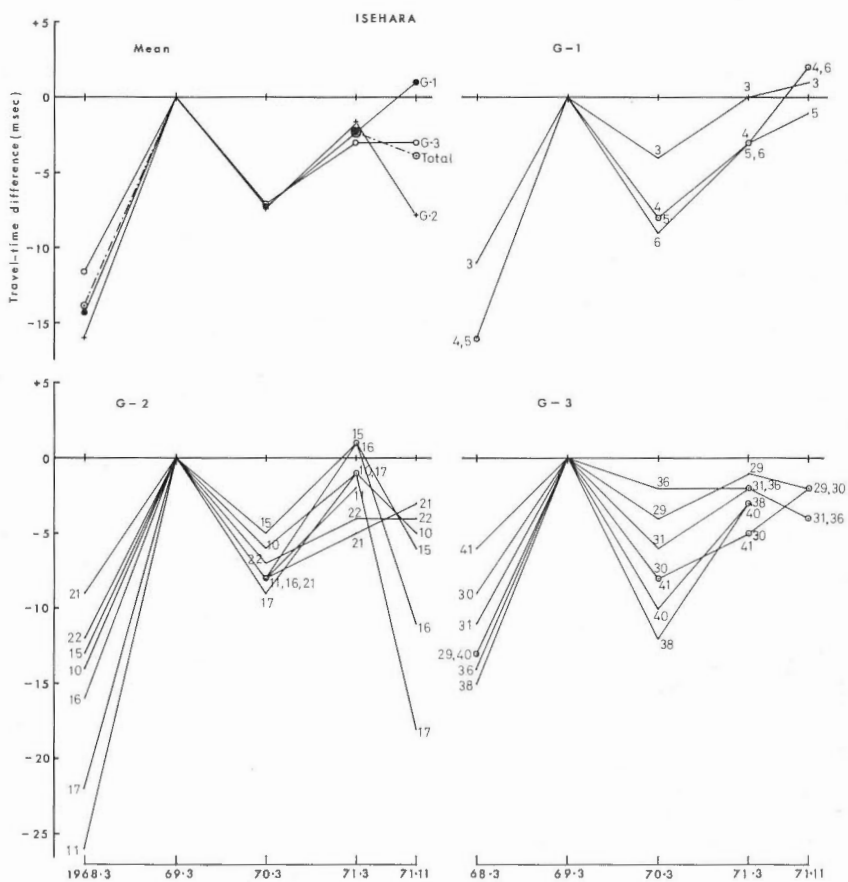
番号は、記録の山、谷の番号に対応する。“G-1”、“G-2”……などは、初動より順次波群に分け、各波群毎の変化を示したもの。“mean”は上記波群毎の平均および全体の平均の時間的变化を示している。

Changes in travel-time difference compared with 1969 data. The number indicates the same as that of peak or trough on seismograms. “G-1”, “G-2”, . . . show changes in travel-time in each wave groups. “mean” shows changes in travel-time of average values in each wave group and whole data at the station.

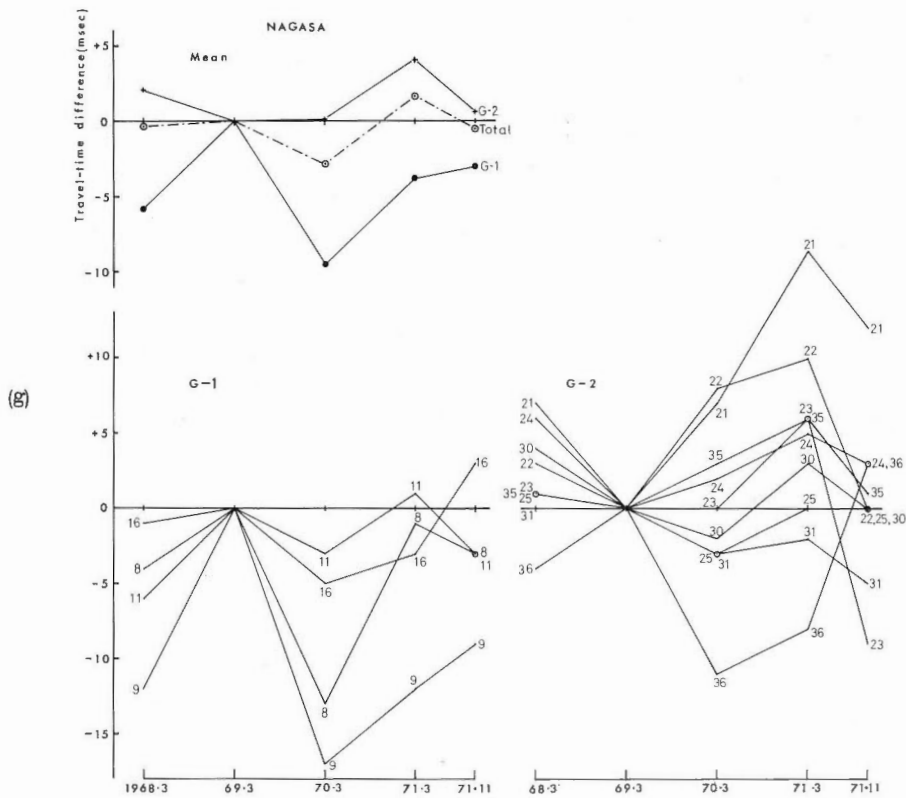
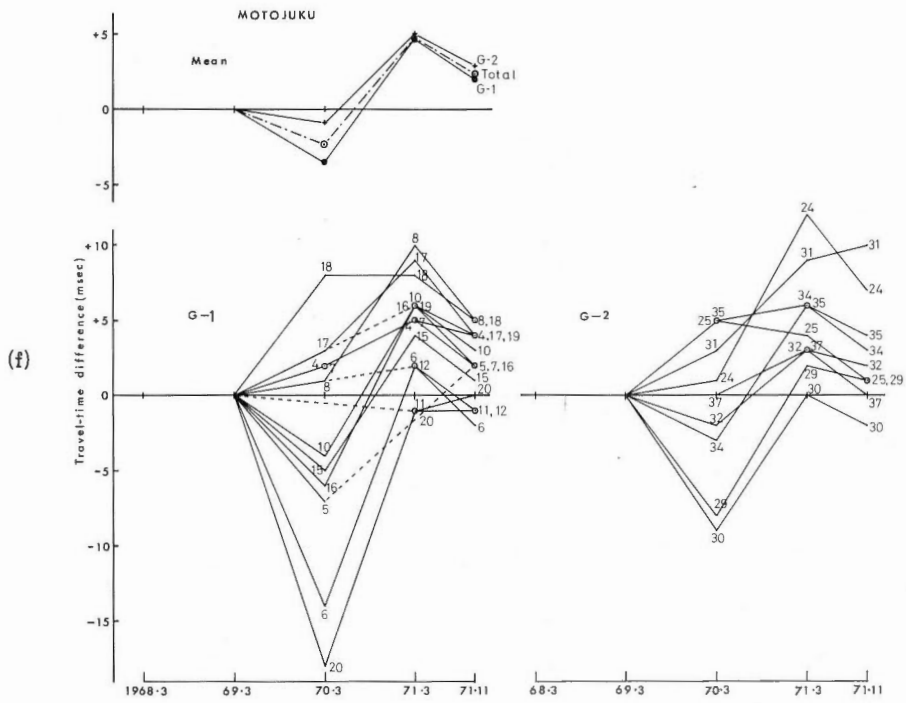




(d)

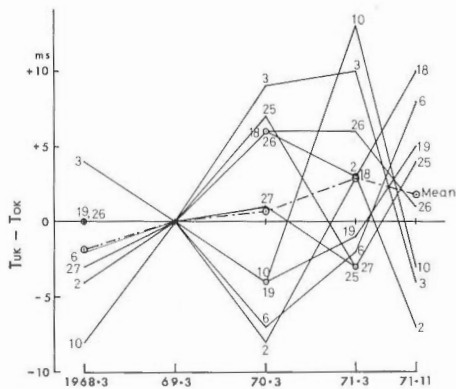
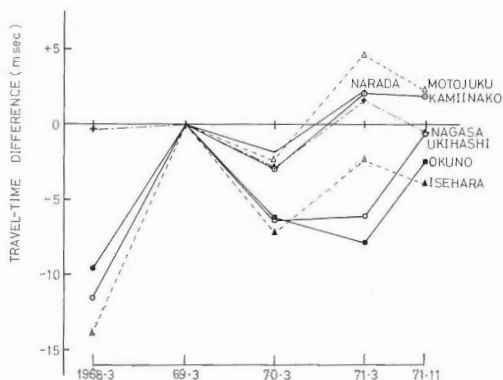


(e)



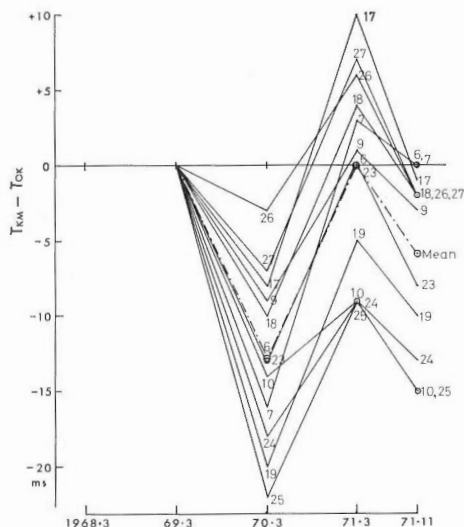
第2-10図 各観測点における走時差の全平均値の時間的変化

Changes in mean travel-time difference in comparison with 1969 data at each station.



(a)

第2-11図 観測点相互間の走時差の時間的変化
 $T_{uk}-T_{ok}$: 浮橋~奥野間の走時差
 $T_{km}-T_{ok}$: 上稲子~奥野間の走時差
 番号は、記録の山、谷の番号に対応する

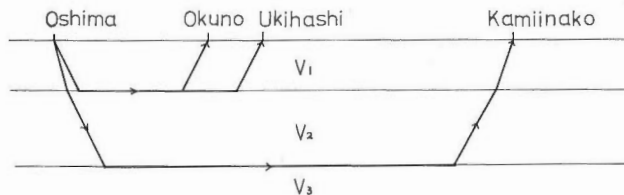


(b)

Changes in travel-time difference between the specified two station.

$T_{uk}-T_{ok}$: travel-time difference between UKIHASHI and OKUNO

$T_{km}-T_{ok}$: travel-time difference between KAMIINAKO and OKUNO



第2-12図 大島~上稲子間の推定波線模式図

Schematic view of ray path between OSHIMA (shot point) and KAMIINAKO (stations).

第 2-1 表 爆破点近傍における走時読取表 (単位: 秒)

Travel-time near shot point (unit: sec).

* scale out

	No.	68. 3 . 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5	71. 11. 17	71. 11. 21
Point-U.H.	1	0.036	0.044	0.039	0.049	0.049	0.053	0.041	0.037	0.035
Point-A (V ₁)	1	0.055	0.069	0.065	0.065	0.067	0.077	0.073		0.056
	2	0.067	0.080	0.077	0.078*	0.078	0.090	0.087		0.074
	3	0.075	0.089	0.086	0.088	0.087	0.099	0.097		0.083
	4	0.086	0.099	0.095	0.103	0.102	0.113	0.106		0.098
	5	0.097	0.111	0.107	0.110*	0.108	0.121	0.118		0.108
	6	0.103	0.117	0.113	0.116	0.119	0.133	0.125		0.118
	7	0.136	0.158	0.148	0.146	0.158	0.149	0.145		0.141
	8	0.143	0.165	0.159	0.150*	0.165*	0.156	0.154		0.152
	9	0.152	0.170	0.165	0.160*	0.175	0.163	0.159		0.167
	10	0.194	0.240	0.236	0.216*	0.226	0.217	0.234		0.220
Point-B (V ₂)	1	0.095	0.104	0.101	0.103	0.104	0.114	0.113	0.109	0.098
	2	0.109	0.121	0.117	0.121*	0.121	0.132	0.131	0.130	0.117
	3	0.127	0.151	0.145	0.144*	0.151	0.156	0.151	0.145	0.142
	4	0.162	0.169	0.159	0.168*	0.169	0.179	0.173	0.215	0.203
	5	0.167	0.180	0.173	0.180*	0.181	0.196		0.236	0.223
	6	0.177	0.196	0.181	0.193	0.193	0.219	0.215	0.258	0.243
Point-C (V ₃)	1	0.125	0.138	0.134	0.127	0.128	0.139	0.139	0.136	0.121
	2	0.138	0.154	0.150	0.147	0.147	0.156	0.156	0.160	0.149
	3	0.154	0.171	0.165	0.161	0.160	0.175	0.172	0.205*	0.197*
	4	0.163	0.181	0.174	0.177	0.177	0.183	0.180	0.251*	0.241
	5	0.176	0.191	0.189	0.188	0.190	0.193	0.199	0.294	0.280
	6	0.193	0.214	0.198	0.197	0.199	0.204	0.207	0.336	0.322
	7	0.206	0.222	0.208	0.202	0.205	0.207	0.210	0.366	0.359
	8	0.212	0.233	0.214	0.212	0.213	0.224	0.222	0.405	0.390
	9	0.224	0.245	0.220	0.228	0.228	0.238	0.238	0.448	0.438
	10	0.232	0.251	0.231	0.238	0.237	0.243	0.244	0.492	0.459
	11	0.256	0.283	0.261	0.263	0.262	0.270	0.270	0.598	0.591
Point-D (V ₄)	1	0.140	0.157	0.155	0.149	0.155	0.152	0.175	0.154	0.147

第2-2表 爆破点位置の差により生じる走時の補正量
Correction term for travel-time with respect to the difference in shot location.

		OKUNO		UKIHASHI		KAMIINAKO		NARADA		ISEHARA	
		distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)
1968. 3. 18	depth(A)	-16.5	-0.010	-16.5	-0.010					-16.5	-0.010
	horizontal(B)	-7.0	-0.001	-7.0	-0.001					-10.0	-0.002
	(C)=(A)+(B)		-0.011		-0.011						-0.012
1969. 3. 8	(A)	0	0	0	0					0	0
	(B)	0	0	0	0					0	0
	(C)		0		0						0
1969. 3. 12	(A)					0	0	0	0		
	(B)					0	0	0	0		
	(C)						0		0		
1970. 3. 11	(A)	+10.5	+0.006	+10.5	+0.006					+10.5	+0.006
	(B)	-20.0	-0.003	-20.0	-0.003					-22.0	-0.004
	(C)		+0.003		+0.003						+0.002
1970. 3. 15	(A)					+19.5	+0.011	+19.5	+0.011		
	(B)					-29.0	-0.005	-29.0	-0.005		
	(C)						+0.006		+0.006		
1971. 3. 1	(A)	+8.5	+0.005	+8.5	+0.005					+9.5	+0.006
	(B)	-10.0	-0.002	-10.0	-0.002					-7.0	-0.001
	(C)		+0.003		+0.003						+0.005
1971. 3. 5	(A)					+13.5	+0.008	+13.5	+0.008		
	(B)					-10.0	-0.002	-10.0	-0.002		
	(C)						+0.006		+0.006		
1971. 11. 17	(A)	-9.5	-0.006	-9.5	-0.006	+11.5	+0.007				
	(B)	-20.0	-0.003	-20.0	-0.003	-20.0	-0.003				
	(C)		-0.009		-0.009		+0.004				
1971. 11. 21	(A)									-13.5	-0.008
	(B)									-7.0	-0.001
	(C)										-0.009
		MIYAGASE-1		MIYAGASE-2		MOTOJUKU		UBUKAWA		NAGASA	
		distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)	distance (m)	time (sec)
1968. 3. 18	depth(A)	-16.5	-0.010	-16.5	-0.010					+4.5	+0.003
	horizontal(B)	-10.0	-0.002	-10.0	-0.002					+5.0	+0.001
	(C)=(A)+(B)		-0.012		-0.012						+0.004
1969. 3. 8	(A)	0	0	0	0			0	0		
	(B)	0	0	0	0			0	0		
	(C)		0		0				0		
1969. 3. 12	(A)					0	0			0	0
	(B)					0	0			0	0
	(C)						0				0
1970. 3. 11	(A)	+10.5	+0.006							+31.5	+0.019
	(B)	-22.0	-0.004							0	0
	(C)		+0.002								+0.019
1970. 3. 15	(A)			+1.5	-0.001	+1.5	+0.011	-1.5	-0.001		
	(B)			-25.0	-0.004	-25.0	-0.004	-25.0	-0.004		
	(C)				-0.005		+0.007		-0.005		
1971. 3. 1	(A)	+9.5	+0.006					+9.5	+0.006	+30.5	+0.018
	(B)	-7.0	-0.001					-7.0	-0.001	+19.0	+0.003
	(C)		+0.005						+0.005		+0.021
1971. 3. 5	(A)					+16.5	+0.010				
	(B)					-7.0	-0.001				
	(C)						+0.009				
1971. 11. 17	(A)					+11.5	+0.007				
	(B)					-7.0	-0.001				
	(C)						+0.006				
1971. 11. 21	(A)									+7.5	+0.004
	(B)									+19.0	+0.003
	(C)										+0.007

第2-3表 爆破点位置補正後の第1爆破と第2爆破の
走時の比較 (走時残差, 単位: 1/1000秒)

Residuals of travel-time for the 1st and the 2nd shot
after shot location correction was made (unit: msec).

station	1969	1970	1971. 3	1971.11
Okuno	-9.9	+3.6	-0.7	-6.0
Miyagase-1	-3.0		+1.0	
Miyagase-2	-1.7			
Motojuku	-4.6		+5.8	
Nagasa			+2.3	
Hata		+6.4		
Mean	-5.2	+4.8	+2.1	-6.0

第2-4表 走時表 (単位: 秒)

第2表による補正はまだ行ってない

Travel-time table (unit: sec).

No correction for travel-time due to the migration of shot location by using the data in Table 2 was made as yet in this stage.

(1) OKUNO

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.17	71.11.21
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	6.472	6.467 B	6.474 B	6.464 B	—	6.457 B	6.474 B	6.476 B	6.481 B
3	556	558 A	—	541 B	—	542 B	564 A	571 A	573 B
4~5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	720	719 A	720 A	713 A	6.721 A	709 A	716 A	723 A	723 A
7	760	760 A	765 A	—	767 A	755 B	758 A	768 A	761 A
8	812	820 B	—	812 A	820 B	808 A	813 A	820 B	814 B
9	886	883 A	888 A	859 B	883 A	871 A	880 A	889 A	889 A
10	951	947 B	952 B	943 B	943 B	931 B	945 A	958 B	951 B
11~12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	7.051 A	7.054 A	7.048 A	7.050 A	7.042 A	7.047 A	7.057 A	7.054 A
14	7.098	093 A	095 B	093 A	105 B	084 A	091 A	101 A	099 A
15	174	173 B	—	166 A	176 A	160 A	171 A	182 A	179 A
16	256	254 A	—	254 B	261 A	248 B	—	269 B	259 B
17	331	327 A	333 B	313 B	340 B	316 A	326 B	337 A	334 B
18	373	370 B	368 B	365 A	373 A	361 A	365 B	371 A	367 A
19	404	401 A	401 B	402 A	409 A	399 A	399 A	407 B	400 A
20~22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	516	511 A	514 A	—	517 B	498 A	510 A	519 A	518 A
24	559	554 A	552 A	—	560 A	—	556 A	561 A	557 A
25	605	603 A	600 B	598 B	608 A	599 A	601 B	609 A	601 A
26	661	659 B	664 A	646 B	662 A	647 A	656 A	664 A	661 B
27	711	710 B	713 B	696 A	713 A	699 A	705 A	717 A	712 B
28	779	775 A	780 A	759 A	778 A	759 A	773 A	780 A	779 A
29	819	817 A	817 A	808 A	824 A	806 A	814 A	823 A	821 B
30	867	864 A	867 A	863 A	874 A	861 A	862 B	869 A	864 A
31	912	912 A	915 A	906 A	919 A	905 A	910 A	921 A	913 B
32	967	971 A	967 B	954 A	973 A	957 A	962 B	973 B	967 A
33	8.028	8.032 A	8.031 B	8.014 A	8.031 A	8.013 A	8.027 A	8.036 A	8.032 A
34	087	087 A	090 A	069 A	083 A	070 A	081 A	090 B	084 A
35	—	141 A	—	129 A	143 A	128 A	134 A	145 A	136 A

(2) UKIHASHI

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71.11.17
1	8.273 B	—	—	—	—
2	323 A	8.322 B	8.311 B	8.315 B	8.324 B
3	381 A	379 A	371 A	373 A	388 A
4	445 B	451 A	439 A	436 A	460 B
5	515 A	516 A	—	508 B	530 A
6	589 A	590 A	577 A	578 A	602 A
7~9	—	—	—	—	—
10	766 A	770 A	762 A	767 A	778 A
11	841 B	841 A	826 A	824 A	849 A
12	894 B	895 B	—	887 B	904 B
13~17	—	—	—	—	—
18	—	9.109 B	9.110 A	9.103 B	9.120 B
19	9.161 B	158 B	155 A	155 B	169 B
20	229 B	227 B	205 B	207 B	232 B
21	265 A	267 B	254 A	263 B	270 B
22~24	—	—	—	—	—
25	—	446 B	448 B	439 B	456 A
26	500 A	498 A	491 A	492 A	504 A
27	550 A	552 A	539 B	538 B	—
28	605 B	—	596 A	592 B	613 B
29~30	—	—	—	—	—

(3) KAMIINAKO

No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71.11.17
1~4	—	—	—	—
5	16.642 B	16.638 A	16.644 A	16.645 B
6	720 A	708 A	716 A	723 A
7	792 A	778 A	788 A	795 A
8	859 B	847 A	848 B	851 B
9	948 A	934 A	941 B	946 B
10	17.059 B	17.036 B	17.043 B	17.050 B
11~14	—	—	—	—
15	311 A	303 B	306 B	—
16	365 A	356 A	361 A	361 B
17	406 A	405 A	409 B	409 B
18	481 B	476 A	482 A	482 A
19	562 A	550 A	555 A	558 A
20	612 B	608 A	612 B	603 A
21	665 A	661 A	663 A	666 B
22	711 A	710 A	710 B	709 B
23	764 A	754 A	760 A	761 A
24	828 A	818 A	823 A	824 A
25	894 A	880 A	886 A	888 A
26	942 A	937 A	940 A	940 B
27	18.009 A	18.002 A	18.008 A	18.011 B
28~30	—	—	—	—
31	165 A	156 B	163 B	165 A
32	218 B	221 B	219 B	222 B
33	—	269 B	—	279 B
34	323 B	326 A	325 B	—
35	412 B	406 A	410 A	—
36	462 B	455 B	—	—
37	499 B	499 B	—	—
38	589 A	574 A	585 A	587 A
39	648 B	643 A	643 A	646 B

(4) NARADA

No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5
1	—	—	—
2	—	22. 287 B	22. 281 B
3	—	354 B	—
4	22. 430 B	420 B	433 B
5~ 6	—	—	—
7	722 A	712 B	720 B
8	775 A	—	767 B
9	—	832 B	840 B
10	—	—	918 B
11	23. 006 A	989 B	13. 001 A
12~13	—	—	—
14	148 B	23. 145 B	142 B
15	212 B	207 A	200 B
16	—	277 B	—
17	373 B	—	367 B
18	428 B	419 B	421 B
19	485 B	489 B	483 B
20	—	572 B	562 B
21	—	645 B	654 B
22	—	714 B	—
23	805 A	789 B	802 B
24	—	869 B	882 B
25	954 A	944 B	949 A
16~31	—	—	—
32	24. 433 B	24. 421 A	24. 429 B
33	506 B	500 A	509 B
34	544 B	—	546 B
35	603 B	603 A	598 B

(5) ISEHARA

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21
1	—	—	—	—	—
2	13. 741 B	—	—	—	—
3	810 A	13. 809 A	13. 803 A	13. 804 A	13. 819 A
4	874 B	878 A	868 A	870 A	889 A
5	939 B	943 A	933 A	935 A	951 A
6	—	14. 013 A	14. 002 A	14. 005 A	14. 024 A
7~ 9	—	—	—	—	—
10	14. 174 A	176 A	168 A	170 A	180 A
11	216 A	230 B	220 A	223 A	—
12~14	—	—	—	—	—
15	383 A	384 A	377 A	380 B	387 A
16	431 A	435 A	425 A	431 A	433 A
17	471 A	481 B	470 A	475 A	472 B
18~20	—	—	—	—	—
21	613 A	610 A	600 B	600 A	616 A
22	653 A	653 B	644 B	644 B	658 B
23~28	—	—	—	—	—
29	821 A	822 B	816 A	816 A	829 B
30	867 A	864 A	854 B	854 A	871 B
31	926 A	925 A	917 B	918 A	930 B
32~34	—	—	—	—	—
35	—	15. 099 B	—	—	15. 110 B
36	15. 174 A	176 A	172 A	169 A	181 A
37	221 A	—	—	222 B	—
38	275 A	278 A	264 A	270 A	—
39	337 A	342 B	—	—	—
40	398 B	399 B	387 B	391 B	—
41	443 B	437 B	427 B	427 B	—
42	—	—	—	—	533 B
43	579 A	—	571 B	572 B	—

(6) MIYAGASE-1

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 11	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5
1	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—
3	15.071 B	—	15.051 B	—	15.044 B	15.038 B	15.044 B
4	171 A	15.142 A	150 A	15.171 B	146 A	138 A	144 A
5	239 A	214 A	220 A	232 B	216 A	204 A	216 A
6	348 A	313 B	331 B	338 B	316 B	—	317 B
7	416 A	—	—	415 B	389 B	377 A	385 A
8	496 A	466 A	484 A	494 B	466 A	454 A	472 A
9	560 A	535 A	550 A	549 B	536 A	524 A	538 A
10	614 A	594 B	—	—	593 A	578 B	604 B
11~13	—	—	—	—	—	—	—
14	837 A	808 A	821 A	—	805 A	801 B	810 A
15	923 B	894 B	905 B	—	890 B	886 A	893 B
76	983 A	961 B	968 A	976 B	962 A	—	965 A
17	16.018 A	997 A	16.002 A	—	16.002 B	993 A	999 A
18	066 A	16.044 B	048 B	16.060 B	050 A	16.045 A	16.047 A
19	107 A	092 B	090 A	—	100 A	094 A	093 A
20~25	—	—	—	—	—	—	—
26	—	335 B	349 B	—	333 B	335 B	334 B
27	420 A	397 A	404 A	—	400 A	390 A	400 B
18~31	—	—	—	—	—	—	—
32	600 B	576 B	582 B	—	—	—	581 B
33	689 B	658 B	—	—	657 B	—	—
34~36	—	—	—	—	—	—	—
37	—	819 B	—	—	—	814 B	—
38	878 B	856 B	863 B	—	861 B	850 B	859 B
39	—	912 B	919 B	—	916 A	—	912 B
40	17.015 B	—	—	—	987 B	—	17.002 B

(7) MIYAGASE-2

No.	68. 3. 18	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 15
1	—	—	—	—
2	15.026 B	15.004 B	15.017 B	15.005 B
3	099 B	072 A	084 B	079 B
4~12	—	—	—	—
13	779 B	—	768 B	754 A
14	846 B	819 A	833 A	820 A
15	924 A	893 B	—	896 B
16	16.000 A	—	983 A	974 A
17	063 A	16.035 A	16.045 A	16.038 B
18	136 A	110 A	126 A	099 B
19	195 A	168 A	179 B	167 B
20	—	—	—	232 A
21	330 B	313 A	318 A	309 A
22	397 B	369 A	376 B	373 B
23	469 A	444 A	457 B	443 B
24	—	525 B	—	—
25	—	588 B	599 B	573 B
26	—	641 A	646 B	645 A
27	—	705 A	714 B	709 B
28	—	769 A	778 A	764 B
29	854 B	832 A	841 A	829 A
30	919 A	894 A	904 A	893 A
31	985 A	856 A	967 A	958 A

(8) MOTOJUKU

No.	69. 3. 8	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.17
1~3	—	—	—	—	—	—
4	18.451 B	18.459 B	18.454 B	18.446 B	18.455 B	18.457 B
5	—	534 B	520 A	506 B	—	530 B
6	—	609 B	588 B	—	602 B	601 B
7	650 B	657 A	652 A	640 B	653 B	653 A
8	721 B	726 B	720 A	711 A	727 A	725 A
9	777 A	789 B	787 B	765 B	—	—
10	858 A	865 A	854 B	848 A	862 A	862 A
11	907 A	922 A	—	903 A	912 A	915 B
12	991 A	19.004 A	—	975 A	997 A	997 A
13	19.056 A	—	—	19.047 A	19.063 A	19.065 A
14	122 A	160 B	—	111 B	—	—
15	202 A	215 A	203 A	198 A	210 A	210 A
16	282 B	293 A	280 A	268 A	290 A	289 A
17	328 A	334 A	330 A	324 B	334 A	332 A
18	368 A	371 A	372 A	364 A	370 A	370 A
19	418 A	421 A	—	409 A	418 A	419 A
20	—	507 B	482 B	475 B	497 B	501 A
21~23	—	—	—	—	—	—
24	617 B	629 B	623 B	—	632 B	630 A
25	674 B	674 A	672 B	664 A	669 A	669 A
26~28	—	—	—	—	—	—
29	844 A	850 A	835 B	830 A	843 A	845 A
30	908 A	919 A	903 A	898 A	910 A	911 A
31	963 B	968 B	964 B	—	968 B	972 B
32	20.021 A	20.024 A	20.015 B	20.004 A	20.018 A	20.020 A
33	084 A	—	073 A	070 A	083 A	085 B
34	135 A	137 A	127 A	114 B	134 A	134 A
35	164 B	170 A	168 B	153 B	167 A	168 A
36	—	—	224 A	216 B	232 B	232 B
37	280 A	288 B	281 A	266 A	282 A	282 A

(9) UBUKAWA

No.	69. 3. 8	70. 3. 15	71. 3. 1
1~8	—	—	—
9	22.728 A	22.733 A	22.777 A
10	803 A	801 A	836 A
11	865 A	867 A	901 A
12	934 A	935 A	967 A
13	23.006 B	—	23.038 A
14	101 B	—	121 B
15	150 B	23.154 B	192 A
16	209 B	213 B	256 A
17	267 A	266 A	310 A
18	325 A	329 B	370 B
19~20	—	—	—
21	469 B	455 B	504 B
22	521 A	521 A	556 A
23	564 A	583 B	612 A
24	619 B	627 B	664 A
25	677 A	682 A	717 A
26	731 A	724 B	776 B
27	786 B	786 A	835 B
28	870 B	—	—
29	961 B	—	986 B
30	24.021 B	24.013 B	24.047 A
31	073 B	076 A	106 A
32	119 B	128 B	164 A
33	193 B	188 B	222 B
34~37	—	—	—
38	—	432 B	461 B
39	484 A	486 B	525 B
40	—	548 A	587 A
41	619 A	621 A	656 A
42	697 B	707 B	718 A

(10) NAGASA

No.	68. 3. 18	69. 3. 12	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 3. 5	71.11.21
1~2	—	—	—	—	—	—
3	—	14.223 B	—	—	—	14.201 B
4~5	—	—	—	—	—	—
6	14.433 B	—	—	14.419 B	14.427 B	422 B
7	510 B	—	14.498 A	499 A	509 A	512 A
8	613 A	621 A	589 B	599 A	609 A	611 A
9	687 B	703 B	667 B	670 A	687 A	687 A
10	794 B	—	—	—	—	801 B
11	866 B	876 B	854 A	856 A	867 A	866 A
12	945 A	—	925 A	925 B	942 B	939 B
13~14	—	—	—	—	—	—
15	15.073 B	—	15.057 A	15.062 B	15.065 B	15.067 A
16	146 A	15.151 B	127 A	127 B	145 A	147 A
17	208 A	—	189 A	192 A	207 A	209 A
18~20	—	—	—	—	—	—
21	404 A	401 A	389 B	397 A	403 A	406 B
22	446 A	447 A	436 A	436 A	443 B	440 B
23	494 A	497 A	478 A	482 B	485 B	481 B
24	552 A	550 B	533 A	534 A	544 B	546 A
25	607 A	610 B	588 A	589 A	604 A	603 A
26	667 A	—	651 B	659 B	664 B	—
27~28	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	839 B	847 B	844 B
30	945 A	945 B	924 A	927 B	937 B	938 A
31	995 B	999 B	977 B	976 A	990 B	987 A
32~34	—	—	—	—	—	—
35	16.146 A	149 A	16.133 A	16.134 A	16.142 A	16.143 A
36	215 B	223 B	193 B	194 B	—	219 B

(11) HATA

No.	70. 3. 11	70. 3. 15
1	11.186 B	—
2~3	—	—
4	558 B	11.574 A
5	623 A	639 A
6	687 A	701 A
7	748 A	761 A
8	801 B	828 B
9~10	—	—
11	912 B	927 B
12	987 A	12.000 B
13	12.062 A	076 B
14	126 A	138 A
15	188 A	200 A
16	244 A	259 B
17~18	—	—
19	372 B	—
20	435 B	446 B
21	488 A	501 B
22~25	—	—
26	769 B	—
27	—	—
28	861 B	—
29	—	—
30	—	972 B
31	13.023 B	13.036 A
32	089 B	102 B
33	158 B	172 B
34	—	257 B
35	—	—
36	408 B	419 B
37	464 B	476 B
38	—	544 B

第2-5表 第2回目(1969)を基準とした走時の時間的变化(単位:1/1000秒)

Changes in travel-time compared with 1969 data (unit: msec)

(1) OKUNO							(2) UKIHASHI						
group	No.	68.3.18	69.3.8	70.3.11	71.3.11	71.11.17	group	No.	68.3.18	69.3.8	70.3.11	71.3.11	71.3.17
G-1	1	—	0	—	—	—	G-1	1	—	0	—	—	—
	2	-6	0	0	-7	0		2	-10	0	-8	-4	-7
	3	-13	0	-14	-13	+4		3	-9	0	-5	-3	0
	4~5	—	0	—	—	—		4	-17	0	-9	-12	0
	6	-10	0	-3	-7	-5		5	-12	0	—	-5	+5
	7	-11	0	—	-2	-1		6	-12	0	-10	-9	+3
	8	-19	0	-5	-9	-9		7~9	—	0	—	—	—
	9	-8	0	-21	-9	-3		10	-15	0	-5	0	-1
	10	-7	0	1	-13	+2		11	-11	0	-12	-14	-1
	ΔT_1	-10.6	0	-7.3	-8.6	-1.7		12	-12	0	—	-5	0
	G-2	11~12	—	0	—	—		—	ΔT_1	-12.3	0	-8.2	-6.5
13		—	0	0	-6	-3	G-2	13~17	—	0	—	—	
14		-6	0	+3	-6	-1		18	—	0	+4	-3	+2
15		-10	0	-4	-10	0		19	-8	0	0	0	+2
16		-9	0	+3	-3	+6		20	-9	0	-19	-17	-4
17		-7	0	-11	-8	+1		21	-13	0	-10	-1	-6
18		-8	0	-2	-6	-8		22~24	—	0	—	—	—
19		-8	0	+4	+1	-3		25	—	0	+5	-4	+1
ΔT_2		-8.0	0	-1.0	-5.4	-1.1		26	-9	0	-4	-3	-3
G-3	20~22	—	0	—	—	—		27	-13	0	-10	-11	—
	23	-6	0	—	-10	-1	28	—	0	—	—	—	
	24	-6	0	—	—	-2	ΔT_2	-10.4	0	-4.9	-5.6	-1.3	
	25	-9	0	-2	-1	-3	Total	ΔT	-11.5	0	-6.4	-6.1	-0.6
	26	-9	0	-10	-9	-4							
	27	-10	0	-11	-8	-2							
	28	-7	0	-13	-13	-4							
	29	-9	0	-6	-8	-3							
	30	-8	0	+2	0	-4							
	31	-11	0	-3	-4	0							
	32	-15	0	-14	-11	-7							
	33	-15	0	-15	-16	-5							
	34	-11	0	-15	-14	-6							
	35	—	0	-9	-10	-5							
	ΔT_3	-9.7	0	-8.7	-8.7	-3.5							
Total	ΔT	-9.5	0	-6.1	-7.8	-2.4							

(3) KAMIINAKO

group	No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71. 11. 17	
G-1	1~4	—	—	—	—	
	5	0	+2	+8	+7	
	6	0	-6	+2	+7	
	7	0	-8	+2	+7	
	8	0	-6	-5	-4	
	9	0	-8	-1	+2	
	10	0	-17	-10	-5	
	ΔT_1	0	-7.2	-0.7	+2.3	
	G-2	11~14	0	—	—	—
		15	0	-2	+1	—
16		0	-3	+2	0	
17		0	+5	+9	+7	
18		0	+1	+7	+5	
19		0	-6	-1	0	
20		0	+2	+6	-5	
21		0	+2	+4	+5	
22		0	+5	+5	+2	
23		0	-4	+2	+1	
24		0	-4	+1	0	
25		0	-8	-2	-2	
26		0	+1	+4	+2	
27		0	-1	+5	+6	
ΔT_2		0	-0.9	+3.3	+1.7	
Total	ΔT	0	-2.9	+2.1	+1.9	

(4) NARADA

group	No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5
	1~3	0	—	—
	4	0	-4	+9
	5~6	0	—	—
	7	0	-4	+4
	8	0	—	-2
	9~10	0	—	—
	11	0	-11	+1
	12~13	0	—	—
	14	0	+3	0
	15	0	+1	-6
	16	0	—	—
	17	0	—	0
	18	0	-3	-1
	19	0	+10	+4
	20~22	0	—	—
	23	0	-10	+3
	24	0	—	—
	25	0	-4	+1
	26~31	0	—	—
	32	0	-6	+2
33	0	0	+9	
34	0	—	+8	
35	0	+6	+1	
Total	ΔT	0	-1.8	+2.2

(5) ISEHARA

group	No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21
G-1	1~2	—	0	—	—	—
	3	-11	0	-4	0	+1
	4	-16	0	-8	-3	+2
	5	-16	0	-8	-3	-1
	6	—	0	-9	-3	+2
	7~9	—	0	—	—	—
	ΔT_1	-14.3	0	-7.3	-2.3	+1.0
	G-2	10	-14	0	-6	-1
11		-26	0	-8	-2	—
12~14		—	0	—	—	—
15		-13	0	-5	+1	-6
16		-16	0	-8	+1	-11
17		-22	0	-9	-1	-18
18~20		—	0	—	—	—
21		-9	0	-8	-5	-3
22		-12	0	-7	-4	-4
23~28		—	0	—	—	—
ΔT_2		-16.0	0	-7.3	-1.6	-7.8

group	No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21	
G-3	29	-13	0	-4	-1	-2	
	30	-9	0	-8	-5	-2	
	31	-11	0	-6	-2	-4	
	32~35	—	0	—	—	—	
	36	-14	0	-2	-2	-4	
	37	—	0	—	—	—	
	38	-15	0	-12	-3	—	
	39	-17	0	—	—	—	
	40	-13	0	-10	-3	—	
	41	-6	0	-8	-5	—	
	42~34	—	0	—	—	—	
	ΔT_3	-11.6	0	-7.1	-3.0	-3.0	
	Total	ΔT	-13.9	0	-7.2	-2.3	-3.9

(6) MOTOJUKU

group	No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71. 11. 17	
G-1	1~3	0	—	—	—	
	4	0	+2	+5	+4	
	5	0	-7	—	+2	
	6	0	-14	+2	-2	
	7	0	+2	+5	+2	
	8	0	+1	+10	+5	
	9	0	—	—	—	
	10	0	-4	+6	+3	
	11	0	—	-1	-1	
	12	0	—	+2	-1	
	13~14	0	—	—	—	
	15	0	-5	+4	+1	
	16	0	-6	+6	+2	
	17	0	+3	+9	+4	
	18	0	+8	+8	+5	
	19	0	—	+6	+4	
	20	0	-18	-1	0	
	$\Delta\bar{T}_1$	0	-3.5	+4.7	+2.0	
	G-2	21~23	0	—	—	—
		24	0	+1	+12	+7
25		0	+5	+4	+1	
26~28		0	—	—	—	
29		0	-8	+2	+1	
30		0	-9	0	-2	
31		0	+3	+9	+10	
32		0	-2	+3	+2	
33		0	—	—	—	
34		0	-3	+6	+3	
35		0	+5	+6	+4	
36		0	—	—	—	
37		0	0	+3	0	
$\Delta\bar{T}_2$		0	-0.9	+5.0	+2.9	
Total		$\Delta\bar{T}$	0	-2.3	+4.8	+2.3

(7) NAGASA

group	No.	68. 3. 18	69. 3. 12	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 21	
G-1	1~7	—	0	—	—	—	
	8	-4	0	-13	-1	-3	
	9	-12	0	-17	-12	-9	
	10	—	0	—	—	—	
	11	-6	0	-3	+1	-3	
	12~15	—	0	—	—	—	
	16	-1	0	-5	-3	+3	
	17	—	0	—	—	—	
	$\Delta\bar{T}_1$	-5.8	0	-9.5	-3.8	-3.0	
	G-2	18~20	—	0	—	—	—
		21	+7	0	+7	+17	+12
		22	+3	0	+8	+10	0
		23	+1	0	0	+6	-9
24		+6	0	+2	+5	+3	
25		+1	0	-3	0	0	
26~29		—	0	—	—	—	
30		+4	0	-2	+3	0	
31		0	0	-3	-2	-5	
32~34		—	0	—	—	—	
Total	$\Delta\bar{T}$	-0.3	0	-2.8	+1.7	-0.5	

第2-6表 特定の2観測点間の走時差(単位:秒)
 Travel-time difference between the specified two stations (unit: sec).

T _(UKI) -T _(OKU)					
No.	68. 3. 18	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1	71. 11. 17
1	—	—	—	—	—
2	1.851	1.855	1.847	1.858	1.848
3	1.825	1.821	1.830	1.831	1.817
4~5	—	—	—	—	—
6	1.869	1.871	1.864	1.869	1.879
7~9	—	—	—	—	—
10	1.815	1.823	1.819	1.836	1.820
11~17	—	—	—	—	—
18	—	1.739	1.745	1.742	1.749
19	1.757	1.757	1.753	1.756	1.762
20~24	—	—	—	—	—
25	—	1.843	1.850	1.840	1.847
26	1.839	1.839	1.845	1.845	1.840
27	1.839	1.842	1.843	1.839	—
28	1.826	—	1.837	1.833	1.833
29~30	—	—	—	—	—

T _(MOT) -T _(ISE)			
No.	69. 3. 8	70. 3. 11	71. 3. 1
1~3	—	—	—
4	4.573	—	4.576
5~9	—	—	—
10	4.682	—	4.678
11	4.677	—	4.680
12~14	—	—	—
15	4.818	—	4.818
16	4.847	—	4.837
17	4.847	—	4.849
18~28	—	—	—
29	5.022	—	5.014
30	5.044	—	5.044
31	5.038	—	—
32~35	—	—	—

T _(KAM) -T _(OKU)				
No.	69. 3. 12	70. 3. 15	71. 3. 5	71. 11. 17
1~5	—	—	—	—
6	10.000	9.987	10.000	10.000
7	10.027	10.011	10.030	10.027
8	—	10.027	10.035	10.031
9	10.060	10.051	10.061	10.057
10	10.107	10.093	10.098	10.092
11~14	—	—	—	—
15	—	10.127	10.135	—
16	—	10.095	—	10.092
17	10.073	10.065	10.083	10.072
18	10.113	10.103	10.117	10.111
19	10.161	10.141	10.156	10.151
20~22	—	—	—	—
23	10.250	10.237	10.250	10.242
24	10.276	10.258	10.267	10.263
25	10.294	10.272	10.285	10.279
26	10.278	10.275	10.284	10.276
27	10.296	10.289	10.303	10.294
28~30	—	—	—	—

T_(UKI)-T_(OKU): comparison of travel-time between UKIHASHI and OKUNO

T_(KAM)-T_(OKU): comparison of travel-time between KAMIINAKO and OKUNO

T_(MOT)-T_(ISE): comparison of travel-time between MOTOJUKU and ISEHARA

地質調査所報告は1報文について報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために、次のようにアルファベットによる略号をつける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土木地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geological & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology and Engineering geology
 - f. Physical prospecting, Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 249 号

尾崎次男：地下水位の観測記録，1973

第 250 号-1

第三系堆積盆地研究グループ：新潟第三系堆積盆地の形成と発展，層序編，1974

第 250 号-2

第三系堆積盆地研究グループ：新潟第三系堆積盆地の形成と発展，構造地質・地球化学編，
1974

第 251 号

地質調査所：北上山地の白亜紀花崗岩類—岩石記載と帯状配列—，1974

第 252 号

HASE, H.: Geologic remote sensing of the Kusatsu—Manza geothermal area, central Japan
1974

第 253 号

ONOE, T.: A Middle Miocene Flora from Oguni-machi, Yamagata Prefecture, Japan, 1974

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 249

OZAKI, T.: Observation records of ground water level, 1973 (in Japanese with English abstract)

No. 250-1

TERTIARY SEDIMENTARY BASINS RESEARCH GROUP: Stratigraphy and tectonics of Niigata
Tertiary basin, vol. 1, Stratigraphy, 1974 (in Japanese with English abstract)

No. 250-2

TERTIARY SEDIMENTARY BASINS RESEARCH GROUP: Stratigraphy and tectonics of Niigata
Tertiary basin, vol. 2, Structural geology and geochemistry, 1974 (in Japanese with
English abstract)

No. 251

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN: Cretaceous granitic rocks in the Kitakami mountains—
Petrography and zonal arrangement—, 1974 (in Japanese with English abstract)

No. 252

HASE, H.: Geologic remote sensing of the Kusatsu—Manza geothermal area, central Japan,
1974 (in English)

No. 253

ONOE, T.: A Middle Miocene Flora from Oguni-machi, Yamagata Prefecture, Japan 1974
(in English)

爆破地震による地震波速度の時間的変化に関する研究

第1部 観測結果

地震波速度変化研究グループ

地質調査所報告, no. 254, p. 1~75, 1975

21 illus., 4 tab.

震源域を通過する地震波の速度が地震前あるいは前後で変化するという考えに基づいて, 同一地点で爆破を行い同一地点でその地震動をくり返し観測するという実験が, 1968年から1971年の間に5回, 地震波速度変化研究グループによって実施された。実験地としては, 南関東地方が選ばれ, 爆破点は伊豆大島, 観測点は, 伊豆, 丹沢, 房総など10点である。換振器としては電磁式地震計が使われ, 記録方式は磁気録音である。観測された記録から, 同一観測点での実験毎の震動波形の対応の明瞭性を利用して, 波形の山, 谷の到達時刻を読み取った。

550.3

Research Group
for Seismic Wave
Velocity

爆破地震による地震波速度の時間的変化に関する研究

第2部 走時の解析結果

飯塚 進・長谷川功・伊藤公介・市川金徳・鈴木宏芳・
幾志新吉・浅野周三・松本英照・高橋正義

地質調査所報告, no. 254, p. 37~, 1975

38 illus., 6 tab.

第1部での地震波の到達時刻のデータを基礎にして, 爆破地震動の再現性, 観測精度, 各観測点での走時変化すなわち地震波速度変化などの問題について論じた。主な結果は以下の通り。(i)波動の再現性は, 一般的には良好である。(ii)波形の良好な部分に限定すれば, 5 msec 以内の精度で山, 谷の到達時刻を決定できる。(iii)爆破条件の相違の走時に与える影響は平均 ± 5 msec である。(iv)1969年を基準とした各観測点での走時変化量 (10 msec 以内) から, この期間, この地域では観測精度を越える地震波速度変化は検出されていない。

550.3

IIZUKA, S.
HASEGAWA, I.
ITO, K.
ICHIKAWA, K.
SUZUKI, H.
KISHI, S.
ASANO, S.
MATSUMOTO, H.
TAKAHASHI, M.

昭和 50 年 1 月 24 日 印 刷

昭和 50 年 1 月 31 日 発 行

工業技術院地質調査所

川崎市高津区久本 135

印刷者 小 宮 山 一 雄

印刷所 小宮山印刷工業株式会社

東京都新宿区天神町78

A. C. VIII.

REPORT No. 254

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Isamu KOBAYASHI, Director

**PRECISE MEASUREMENTS OF CHANGES
IN SEISMIC WAVE VELOCITIES BY MEANS
OF EXPLOSION-SEISMIC METHOD**

Part 1. Observations

Part 2. Changes in Seismic Travel-times

By

Research Group for Seismic Wave Velocity

Susumu IZUKA, Isao HASEGAWA, Kosuke ITO, Kanenori ICHIKAWA,
Hiroyoshi SUZUKI, Shinkichi KISHI, Shuzo ASANO, Hideteru MATSUMOTO
and Masayoshi TAKAHASHI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto, Takatsu-ku, Kawasaki-shi, Japan

1975

地質調査報告

Rept. Geol. Surv. J.

No. 254, 1975