

2-1 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）

Measurements on the Time Variations of Seismic Wave Velocities by Explosion-seismic Method (Preliminary Report on the Fourth Experiment)

地質調査所 飯塚 進
Susumu IIZUKA
Geological Survey of
Japan

1. はじめに

1971年3月上旬、地震波速度の時間的変化を調べるため第4回目の観測を行なったので結果の一部を報告する。

観測点の配置は前回と全く同じで（第1図）使用した観測機器類、観測方法なども従来とほぼ同じである。地質調査所の観測点のうち2点は防災センターが受け持った。東大地震研究所の観測班からは初動部分の記録を提供していただいた。記して謝意を表したい。

2. 観測結果

各点の観測者と使用した主な測器を第1表にまとめた。今回掘さくした爆破孔の位置は第2図の通りで、地形その他の事情により平行移動の位置からややずれている。これまでに行なった4回の爆破実験に関するデータを第2表にまとめて示した。記録の読み取りは、飯塚、長谷川、広島、伊藤が行ない、全体のとりまとめを飯塚が行なった。

① 波動の再現性

記録を比較してみると、再現性は全体的にきわめて良好である。第3図は観測点No.2（爆破点の北西約42km）の記録、第4図はNo.10（爆破点の北東約52km）の記録でいずれも固有周期1秒の上下動地震計で観測したものである。No.2の場合振幅は相対的な値を示しており、そのまま比較はできない。

② 振幅と周期の変化

振幅の変化は、a)火薬量、b)発破の効き方、c)波が伝播してくる媒質の物性変化などによると考えられるが、b)の要因が大きく効いてきて目的とする要因c)を検出することは容易ではない。振幅変化の一例を第5図に示す。

(a)は爆破点近傍の初動振幅を比較したもので、同図には気象庁大島測候所のデータもプロットしてある。(b)は観測点No.2の初動振幅をくらべたもので、一部スケールアウトした記録

については lower limit しかわからない。傾向は(a)とよく似ており、薬量には必ずしもよらないことを示している。

③ 走時の時間的变化

第6図(a)~(f)は6観測点について走時差の経年変化を表わしたものである。いずれも爆破点の位置の補正をほどこした後の値をプロットしてある。走時の計算方法は、対応する山、谷の走時を比較するやり方である。この方法を用いるについては再現性のよいことが前提となるが、その点については①で述べたとおり十分それが保たれている。

全体的な傾向は、前年にくらべて速度がおそくなる向きに変化したことを示している。各山、谷の走時のバラツキが大きい観測点と比較的よくそろった観測点とがあるが、前者は、ノイズ・レベルが高いためと思われる。年度ごとに平均値をとってみると一般的傾向がはっきりするが、4年間の変動は観測誤差の限界を著るしく越えるほど大きくないことがこれらの平均値から読みとれる。実際に走時の変化がジグザグするのか、あるいは観測誤差によるのかは現在のところいずれとも断定できない。しかしながら現在行なっているような年度ごとに爆破点を移動させなければならない方法では、爆破位置の変化によって生ずる走時値の変動量を補正しきれていないおそれがある。ジグザグ変化が、ほとんどの観測点に同じ傾向で生ずるのはその影響も含まれているのであろう。

次に波の伝播経路のちがいによって走時や波形が時間的に変化する可能性についてふれておきたい。観測点No.10の観測者南雲昭三郎は、1970年、71年の各2回計4回の記録を比較した第5図において、初動部の顕著なピーク3で走時を合わせると、それより一つ手前のピーク1にわずかなズレを生ずるし、またピーク7の走時にはかなりの差が生じ波形も爆破ごとに変化していることを指摘している。経路のちがいにより速度変化が生ずることは実際にありうることであり、その場合経路の異なる波群ごとに特有の走時変化が現われるであろう。ひいては、それが波形変化の原因にもなりうる。この点は実験フィールドの地下構造が解明された段階であらためて検討するべき問題である。

3. 結 論

4回の観測を終了し、3年間経過した現在、全般的にみて顕著な速度変化は検出されていない。

第1表 観測点, 記録方式, 観測者

Table. 1 Stations, recording systems and observers

No	Station	Transducer *	Recording instruments	Observers **
	(shot point) Oshima	3Hz, V, H	Visigraph, Sony Data Recorder	T.Hiroshima, K.Ichikawa (GS)
	Oshima		Routine net work and temporary stations	Y.Tanaka, Fujisawa, Tazawa, Kashiwabara, (JMA)
1	Okuno	1Hz, V, H	Visigraph, Tape Recorder	H.Matsumoto, M.Takahashi (ERI)
2	Ukihashi	1Hz, V, H	Sony Data Recorder (PEM-15)	I.Hasegawa, M.Kimura (GS)
3	Kami-inako	1Hz, V, H	TEAC (R-410)	K.Ito, H.Tsu (GS)
4	Narada	1Hz, V, H	Sony Data Recorder	I.Hasegawa, M.Kimura (GS)
5	Isehara	1Hz, V, H	TEAC (R-410)	K.Ito, H.Tsu (GS)
6	Miyagase	1Hz, V 0.2Hz, H	Data Recorder	J.Kasahara, S.Koresawa (ERI)
7	Motojuku	4Hz, V 1Hz, V, H	Sony Data Recorder (PFM-15)	S.Kinoshita, K.Omura (NRCDP)
8	Ubukawa	4Hz, V 1Hz, V, H	Sony Data Recorder (PFM-15)	H.Suzuki, S.Kishi (NRCDP)
9	Nagasa	4.5Hz, V 1Hz, V	Data Recorder	Y.Ichinose, M.saka (ERI)
10	Hata	1Hz, V	Tape Recorder	S.Naguno (ERI)
Temporary Station				
	Ome	4Hz, V 1Hz, V	} Sony Data Recorder (PFM-15)	S.Iizuka (GS)
	Hachioji	4Hz, V 1Hz, V		

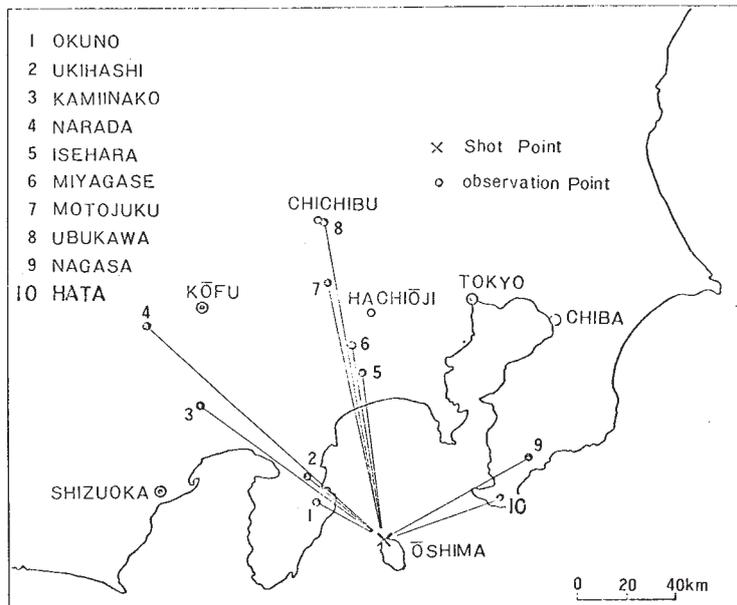
* V.....Vertical component
H.....Horizontal component

** GS.....Geological Survey of Japan
NRCDP.....National Research Center for Disaster Prevention
ERI.....Earthquake Research Institute, University of Tokyo
JMA.....Japan Meteorological Agency

第2表 発振時，爆波孔の深さ，火薬量

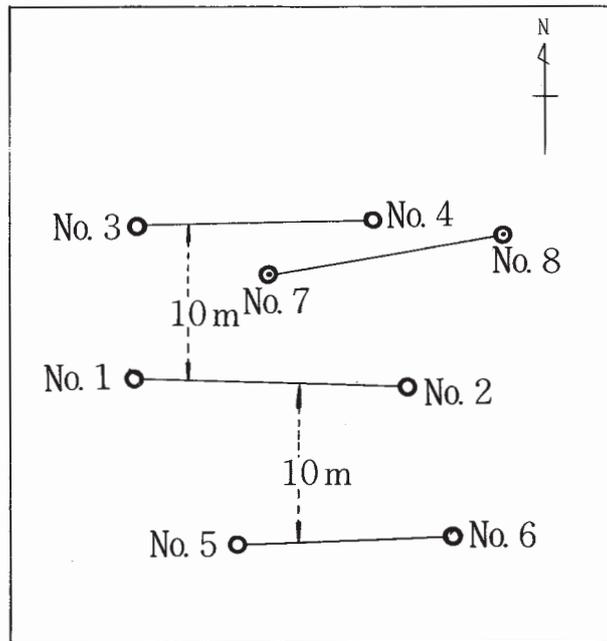
Table2 Shot time, depth of shot hole and charge amounts

shot hole No.	Data	shot time	depth of shot hole	charge size	charge length	total amount of charge
1	1968	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 229	45.0 ^m	245.0 ^{kg}	15.0 ^m	} 490.0 ^{kg}
2	March, 18		45.0	245.0	17.0	
3	1969	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 003	61.5	292.5	22.2	} 549.0
4	March, 8		60.5	256.5	24.3	
3	1969	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 038	40.5	337.5	2.9	} 499.5
4	March, 12		35.0	162.0	16.9	
5	1970	} 01 ^h 04 ^m 59. ^s 974	72.0	279.0	19.0	} 549.0
6	March, 11		72.0	270.0	18.5	
5	1970	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 103	54.7	231.375	1.1	} 499.5
6	March, 15		60.0	268.125	3.7	
7	1971	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 072	70.0	279.0	11.8	} 531.0
8	March, 1		71.0	252.0	17.0	
7	1971	} 01 ^h 05 ^m 00. ^s 365	54.0	237.0	24.7	} 516.0
8	March, 5		57.0	279.0	3.0	



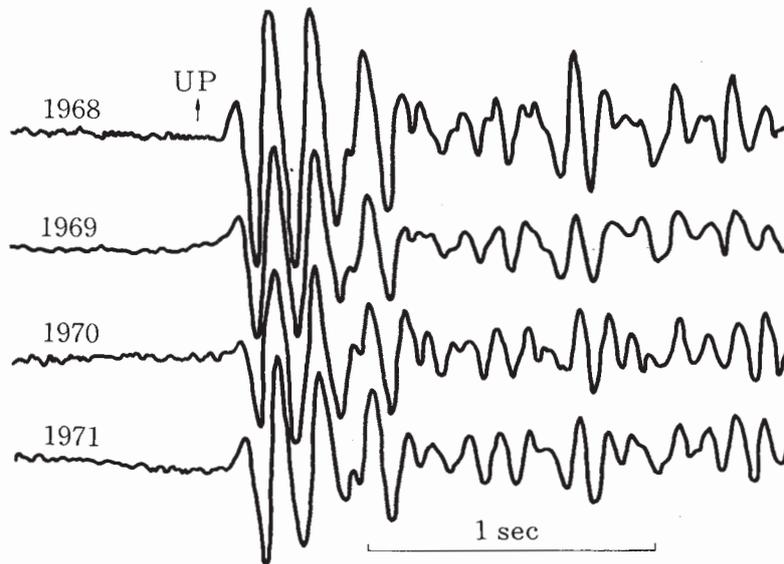
第1図 爆破点と観測点の位置，No.1, No.6, No.9, No.10, は地震研究所の観測点

Fig. 1 Location of shot point and stations



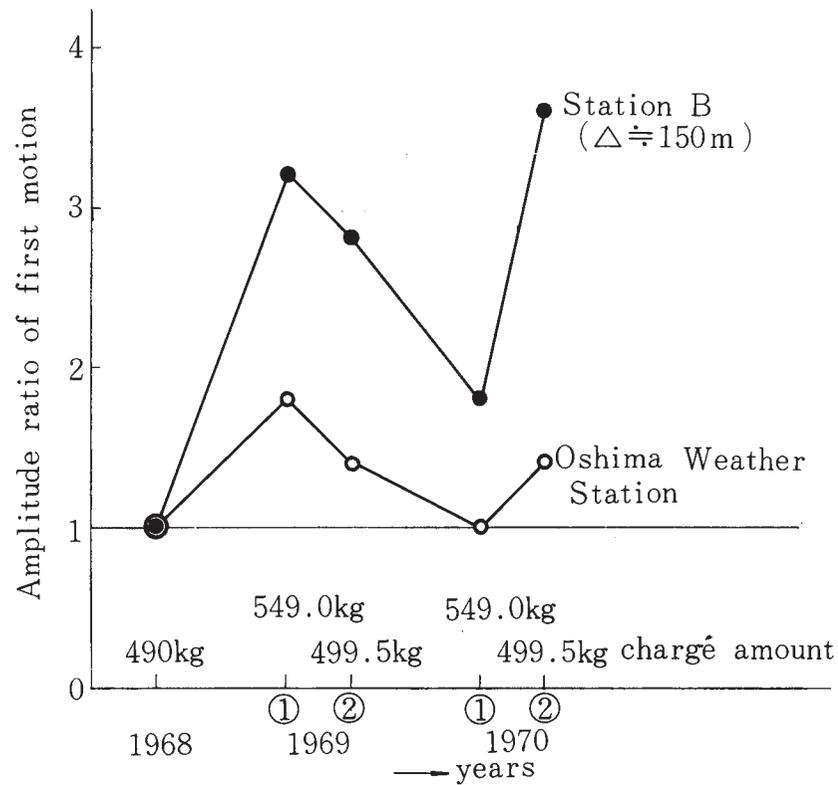
第2図 爆破孔の平面図。No. 7 と No. 8 が今年度使用した爆破孔

Fig. 2 Plan view of shot points. Shot hole No.7 and No.8 are used for explosions of this year



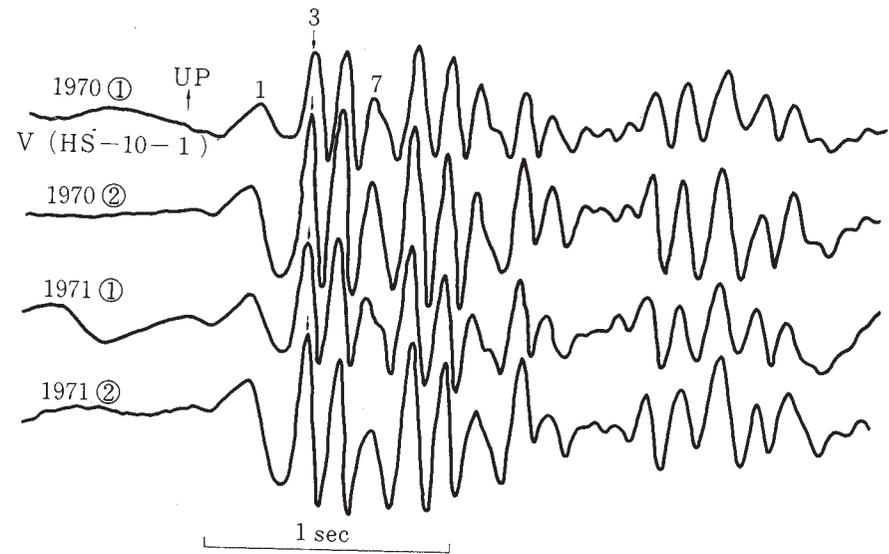
第3図 観測点No. 2 (浮橋, 爆破点から北西約 42km の地点) における 1Hz 上下動の記録の年度ごとの比較。波動の再現性はきわめてよい。振幅は記録をみやすくするためほぼ大きさをそろえてある。

Fig. 3 Comparison of seismic records at station No.2 (Ukihashi). Amplitudes of each trace are arbitrary. Reproductivity of seismic waves is remarkable.



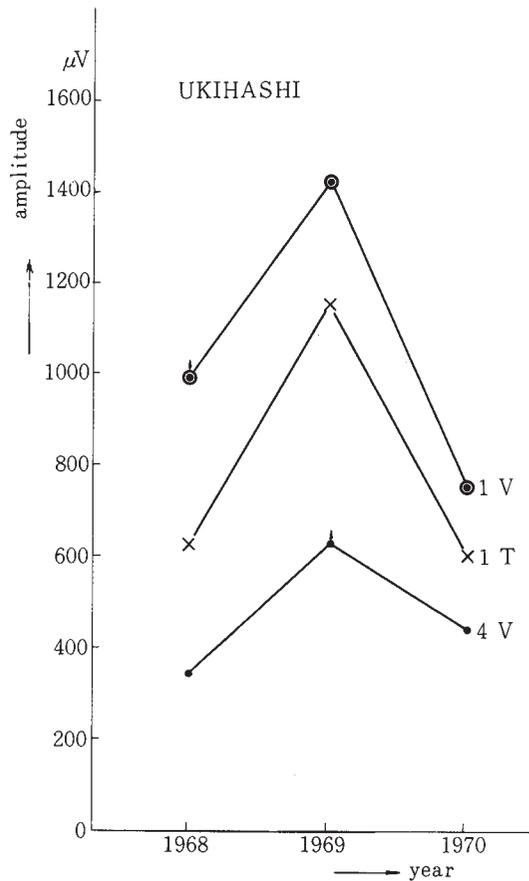
第5図(a) 初動振幅の比較, 黒丸は爆破孔から約150m離れた点での値, 白丸は気象庁大島観測所の記録から計算した値を示す。

Fig5 (a) Comparison of Amplitude ratio of first motion solid circle: near shot point, open circle:observed by Oshima Weather station (JMA).



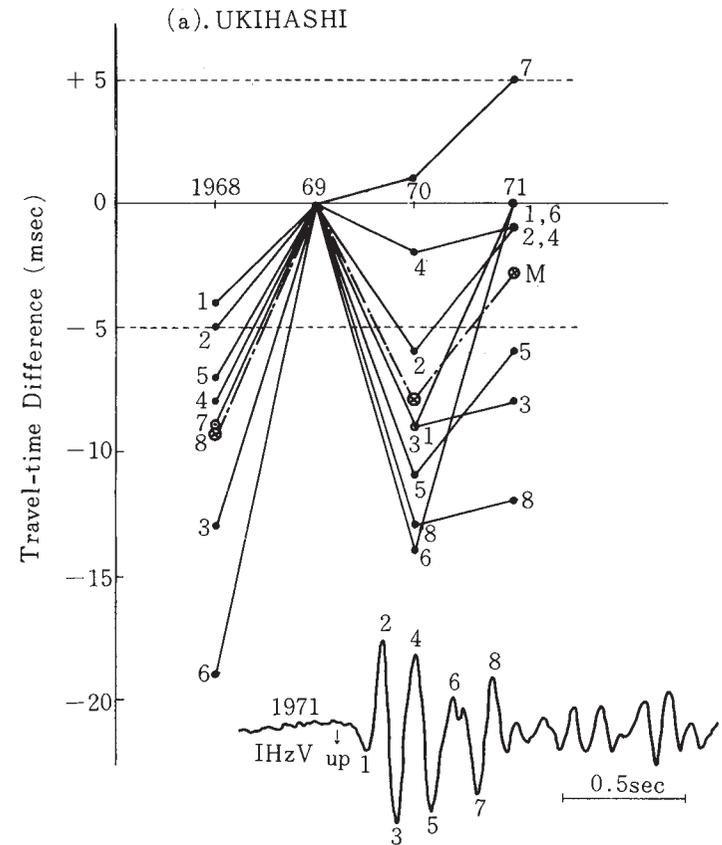
第4図 観測点No.10(畑, 爆破点から北東約52kmの地点)における1Hz上下動の記録。1970年2回1971年2回計4回の結果を比較したもの。顕著のピーク3(矢印)の時刻を基準にとると, 一つ手前のピーク1(点)の走時にわずかなズレを生じ, またピーク7(白丸)にもかなりの走時差が現われ, 波形も年毎に変化している。

Fig. 4 Comparison of seismic records at station No.10(Hata), 1970 and 1971. Arrival times of peak 1 and 7 show slight differences compared with that of peak 3. wave form of peak 7 is deformed successively.



第5図(b) 観測点No.2 (浮橋)における初動振幅の比較。
 1V : 1Hz 上下動成分, 1T : 1Hz Transverse 成分,
 4V : 4Hz 上下動成分, 矢印はその点が lower limit
 であることを示す。

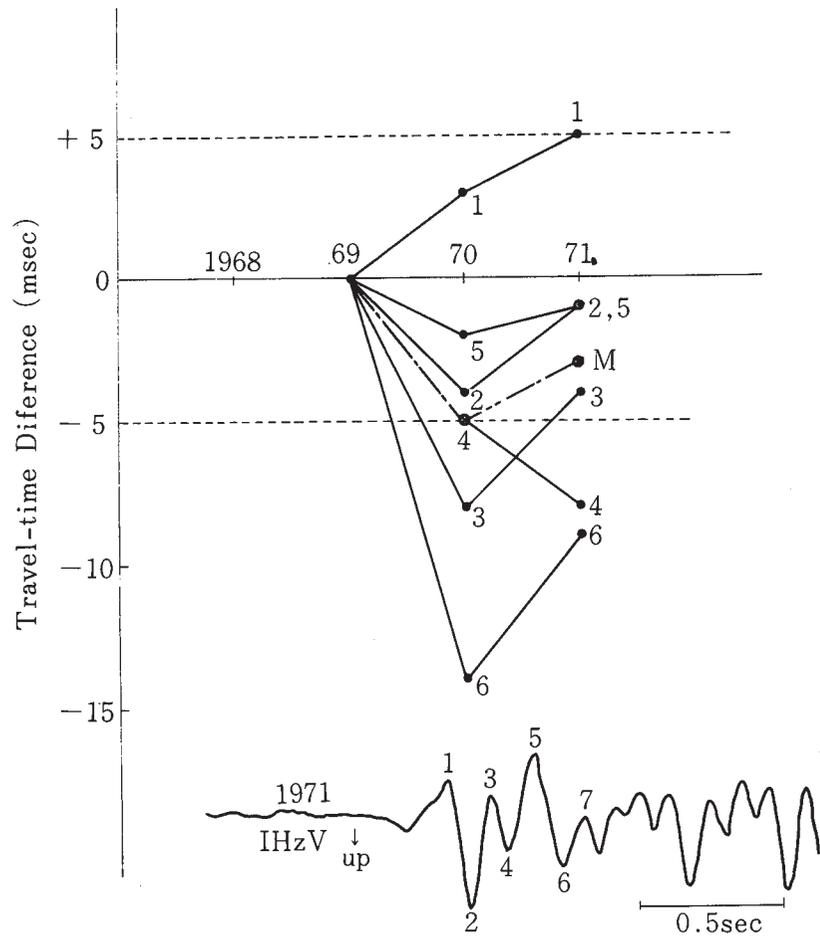
Fig. 5(b) Comparison of amplitude of first motion
 at station No.2 (Ukihashi).
 1V : vertical component, 1T : 1Hz transverse
 Component, 4V : 4Hz vertical Component, and
 arrow shows lower limit of the value.



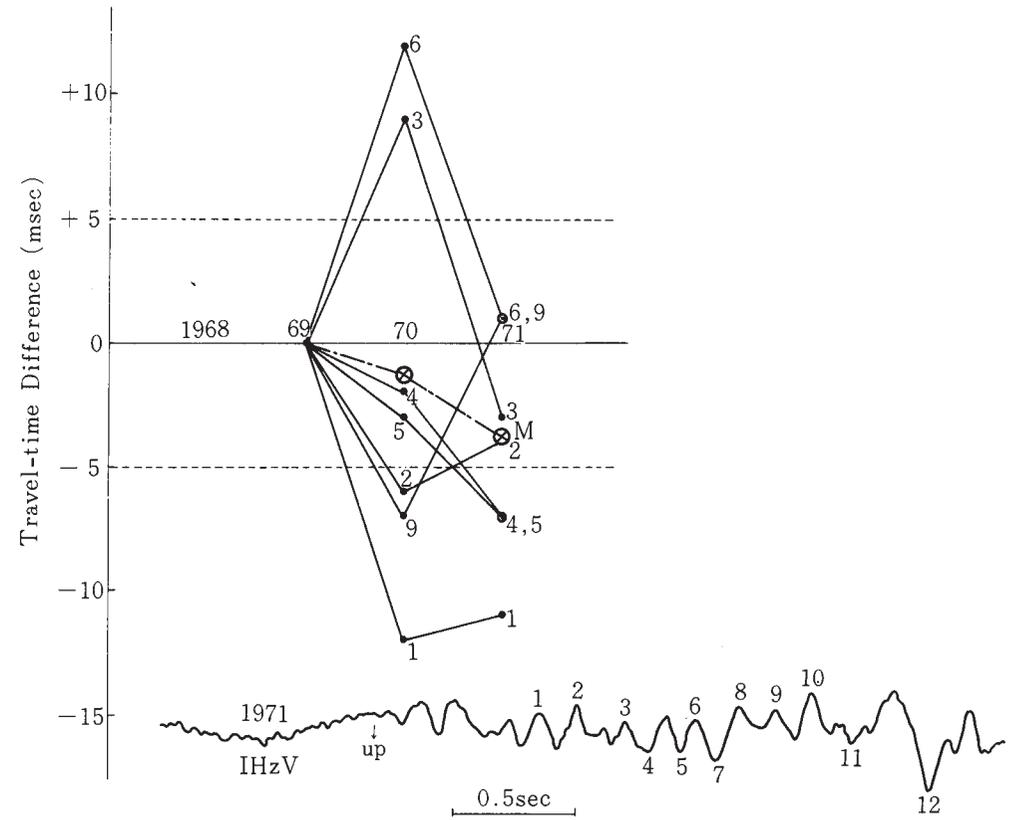
第6図(a)~(f) 各観測点における走時差の経年変化。
 折れ線のNo.は山, 谷のNo.に対応する。
 Mは平均値を示す。

Fig. 6(a)~(f) Secular variation of travel-time
 differences at the stations. The number
 on the graph corresponds to that of peak
 or trough. M is an averaged value.

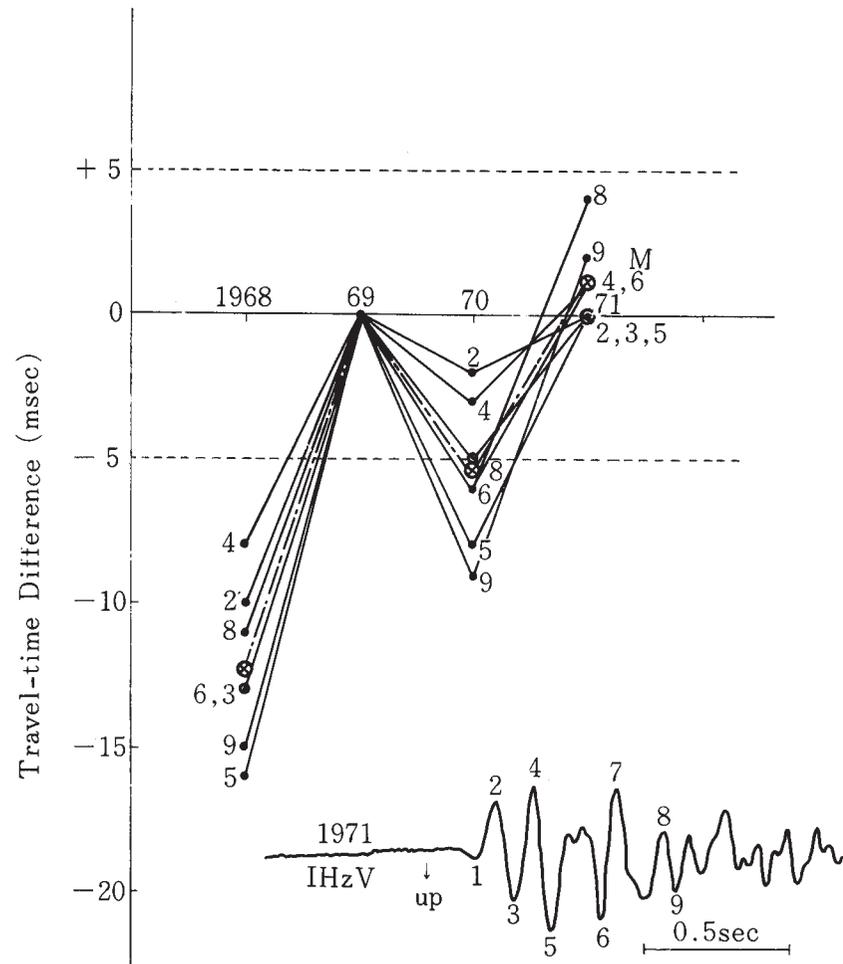
(b). KAMI-NAKO



(c). NARADA



(d). ISEHARA



(e). MOTOJUKU

