

## 5. 館山爆破による南関東の地震波速度変化の観測

地震研究所	{	浅野 周三
		一ノ瀬 洋一郎
		是沢 定之
地質調査所環境地質部		長谷川 功
東海大学海洋学部		飯塚 進
防災科学技術センター		鈴木 宏芳

(昭和 54 年 4 月 27 日受理)

### 1. 序

地震予知研究計画では、地震波速度変化の観測が1項目として第1次から含まれ、地質調査所が関係機関の協力を得て1968年より毎年1回、伊豆大島で爆破を繰返し、発生地震動の観測を南関東で行って来た。1972年から3年間は、房総半島の異常地殻変動の可能性に関連して、地震研究所により地震波速度変化観測のための爆破が千葉県館山市郊外で行なわれた。そもそも地震波速度変化の検出には異常地域を通る波を観測する必要があり、観測網を密にすることが不可欠である。従ってこの館山爆破は伊豆大島爆破と同じ時期に行ない、それらによる地震動の観測は、地質調査所、防災科学技術センター、東海大学などの協力を得て行なわれ、房総南部を主とした南関東における地震波速度変化の観測網を強化した。

本論文では館山爆破による実験および得られた結果について報告する。

### 2. 爆破地震動の観測と得られた走時差

地震波速度変化の観測のための爆破では、爆破を繰返すために、かなり広い土地が必要であり、震源の条件を同じに保つために、薬量、地質、爆破孔の形状、薬長、雷管の位置などを可能なかぎり同じにする必要がある。場所としては、館山市大戸字船ヶ作483-1を選び、1971~1973年にできるだけ同じ条件で爆破および観測を実施した。Table 1には爆破時刻、爆破孔深度(孔内径10cm)、薬長、薬量の資料、Fig. 1には爆破点、観測点の位置、Fig. 2には爆破点における爆破孔の平面図が示されている。また、Table 2には爆破点、観測点の座標、観測者が与えられている。観測方式は地殻構造研究のための爆破地震動の観測と同じ方式により、地震計は固有振動数1Hzまたは4Hzの上下動を主とし、増幅器を通してFMテープレコーダーで記録した。再生に際しては伊豆大島爆破による地震動の観測記録の再生と同じく、36dB/Octのアナログフィルターにより30Hz以下の低周波域を通すようにし、紙送り速度が一定であるGeo Space DRO-6-32オシログラフにより30cm/sの送り速度で再生した(地震波速度変化研究グループ、1975)。Fig. 3には再生記録をトレースして観測点毎に並べたものを示した。伊豆大島爆破によ

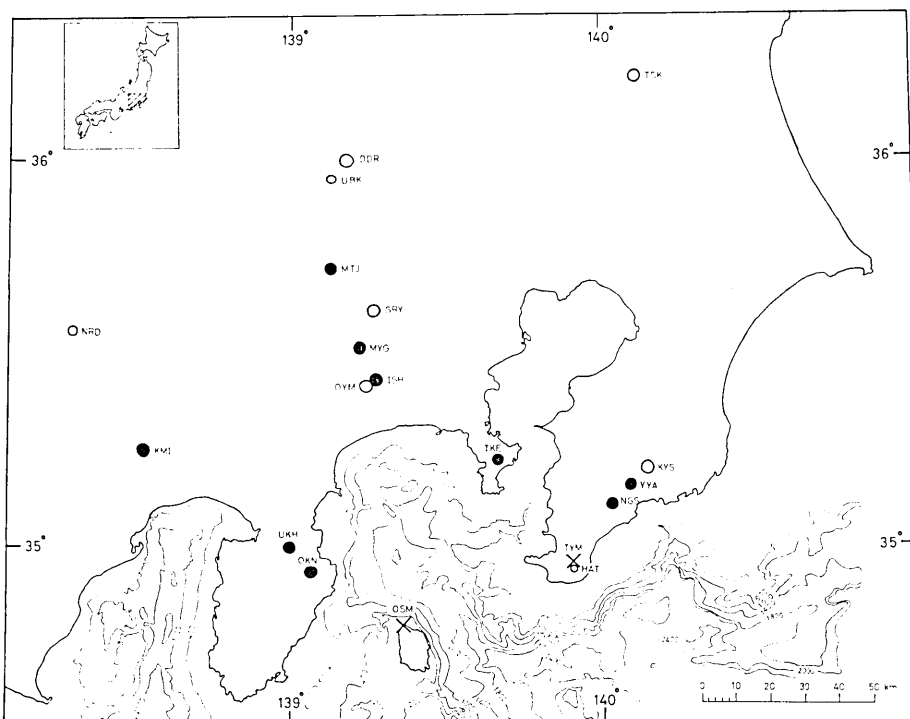


Fig. 1. Shot and observation sites in Tateyama explosions.

Cross mark: shot point

TYM: Tateyama

(OSM: Izu Ooshima)

Solid circle: temporary observation site.

Open circle: satellite stations of the Dodaira Microearthquake Observatory.

Small open circle: temporary observation site, where the data were not used in this paper.

Table 1. Data of (shot point and) explosion

No.	Shot time	Depth of shot hole*	Charge length	Charge size
I	1971 Nov. 17	No. 1 76.00 m (76.00 m)	40.5 m	400 kg
	2 h 04 m 59.815 s	No. 2 75.80 (75.80 )	38.8	400
II	1972 Nov. 17	No. 3 74.65 (75.45 )	40.1	400
	2 h 05 m 0.121 s	No. 4 74.25 (75.05 )	39.5	400
III	1973 Dec. 14	No. 5 75.32 (74.61 )	37.2	400
	2 h 04 m 59.881 s	No. 6 75.62 (75.59 )	38.6	400

\*The depth of shot hole from the ground surface is given by numerals with a bracket. Numerals without a bracket give the depth of shot hole corrected to a level of ground surface at the shot point I.

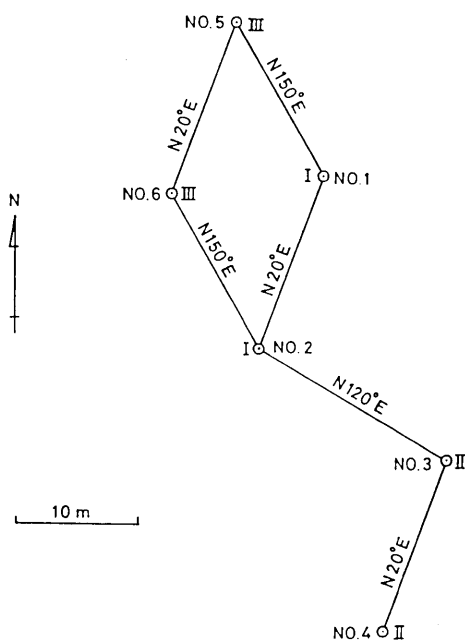


Fig. 2. Plan of shot holes.  
 I : shot holes in 1971.  
 II : shot holes in 1972.  
 III : shot holes in 1973.

る地震動の観測結果と同じく、3回の記録の再現性は極めてよい。ただし、館山爆破では主として爆破点の地質（主に泥岩）により、大島爆破に比べて地震動の発生が弱いためにSN比がやや劣り、対応が悪くなっている部分がある。特に第II回（1972年）の実験の際には、天候急変のため雑微動が増してSN比が悪くなった観測点が若干ある。

走時の比較のために、明瞭な山、谷の到達時刻を読み取った。Fig. 3には読み取られた山、谷の番号が記入されている。これらの記録の初動を用いた南関東の地殻構造はすでに求められているが、後続波については、ほとんど、その性質を調べていない（浅野他，1979）。元来、地震波速度変化を問題にする時には、地殻構造がわかっ

て経路、性質が明らかな波について調べるべきであるが、現状では走時変化検出のために、山、谷をやや長時間にわたって読み取りを行なった。読み取りのRankはA, B, Cに分けて行なった。ただし、読み取りの誤差  $\delta t$  が

- Rank A:  $|\delta t| < 2 \text{ ms}$
- Rank B:  $|\delta t| < 5 \text{ ms}$
- Rank C:  $|\delta t| \geq 5 \text{ ms}$

Table 3 に各点の山、谷の到達時刻、走時、III（1973）を基準とした走時差、その平均が与えられている。爆破孔深度の差は最大でも1.4 mある（Table 1）が、この差による走時差は1 ms以下で補正の必要はない。また、3回の爆破で爆破孔はほぼ東西に約15 mずれている（Fig. 2）ので、観測点の爆破点からみた方位を考慮して、第III回（1973年）を基準として第I, II回の走時に次の補正を施して走時差とした。

Station code	1972 (II)	1971 (I)
UKH, OKN	-3 ms	-1 ms
KMI	-4	-2
TKE, MTJ, MYG } DDR, OYM }	-7	-2
NGS, YYA	-4	-2
KYS	-3	-1

Table 3 には、これらの補正をした走時も与えられている。Fig. 4 には、Table 3 に与

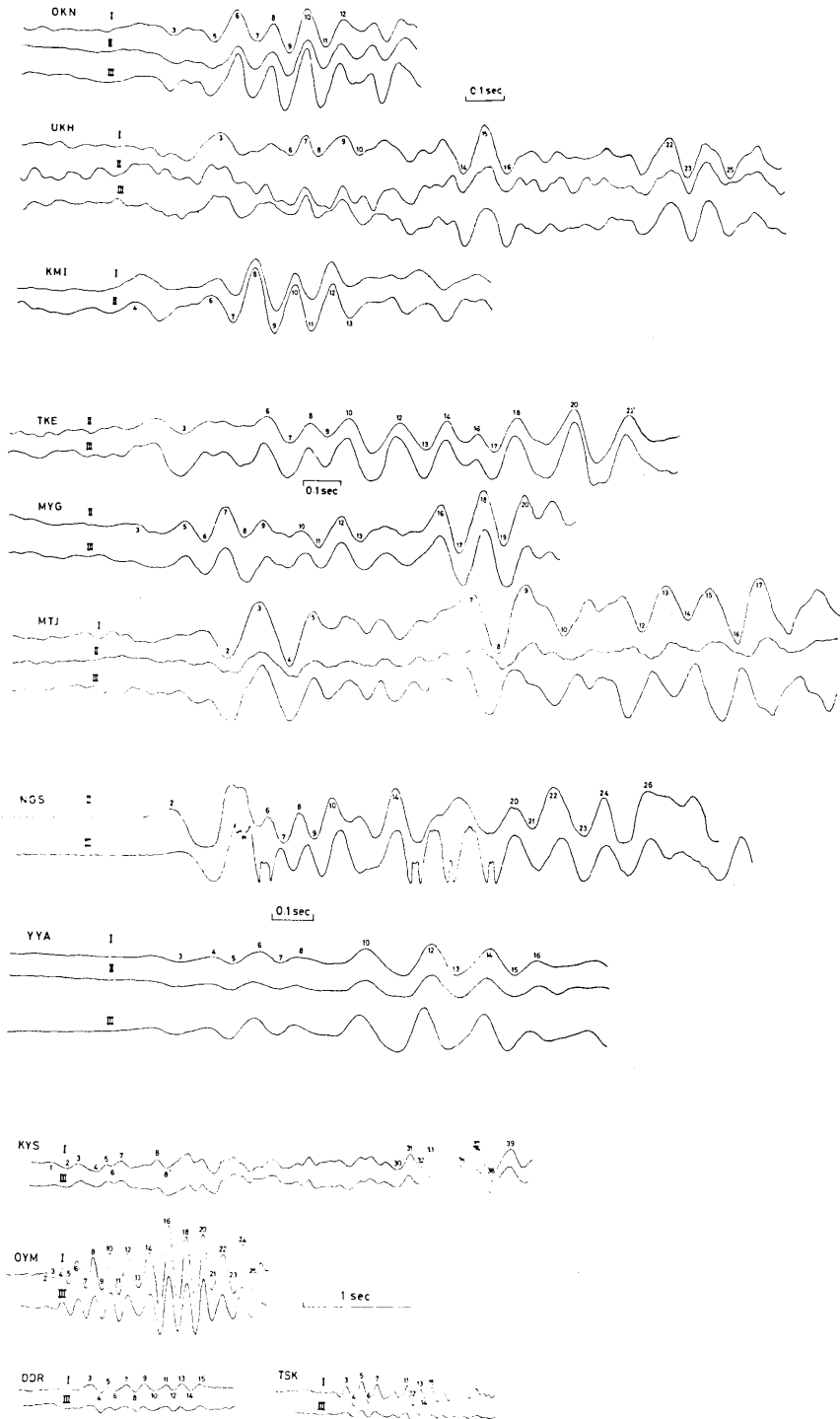


Fig. 3. Seismograms obtained at each station. Numerals in seismograms show peaks or troughs, the travel times of which are studied and given in Table 3.

えられた走時差が図示されている。図示された走時差は A, B の読み取り値のみから求めたものである。Table 3 の各年の走時差の平均値も Fig. 4 には記入されている。この平均値の物理的意味は必ずしもはっきりしないが、測定誤差 ( $\pm 5$  ms) の範囲内とはいえ、全観測点における傾向は一致していて、走時は早くなっている。しかし、測定精度を考えると走時の変化はこの期間にはなかったというべきである。伊豆大島爆破地震動観測による地震波速度変化検出の実験では、多数の山、谷の走時差の毎年の平均値は、小さいながら 1968~1971 年の期間に走時がおそくなる傾向を示し今回の結果と逆である(飯塚他, 1975)。従って、伊豆大島、館山両爆破の地震動の観測からは地震波速度の変化は検出されていないというべきである。

### 3. 結論

房総半島の異常地殻変動の可能性に関連

して、1971~1973 年、千葉県館山市郊外の爆破点で 3 回、地震波速度変化の観測のための爆破を実施し、発生地震動を南関東の十数点で観測した。十分注意して解析したが、この期間に観測精度をこえる走時、すなわち、速度の変化は認められなかった。その意味では、伊豆大島爆破による結果と一致している。館山爆破による実験では走時の時間的变化は見出されなかったが、この観測資料は南関東における今後の測定の基準を与えるものである。異常地殻活動が検出された時はいうまでもなく、それ以外の時期でも適当な期間において定期的に数年間実験を行なうことは地震予知研究に有意義と考える。

### 謝辞

爆破点用地選定などについては館山市役所の御協力を得ました。また、飯田周太郎氏は爆破点用地を快くお貸し下さいました。記して深く感謝致します。

また、観測に御協力いただいた方々には深く御礼申し上げます。

なお、この実験は地震研究所臨時事業費によることを記して謝意を表します。

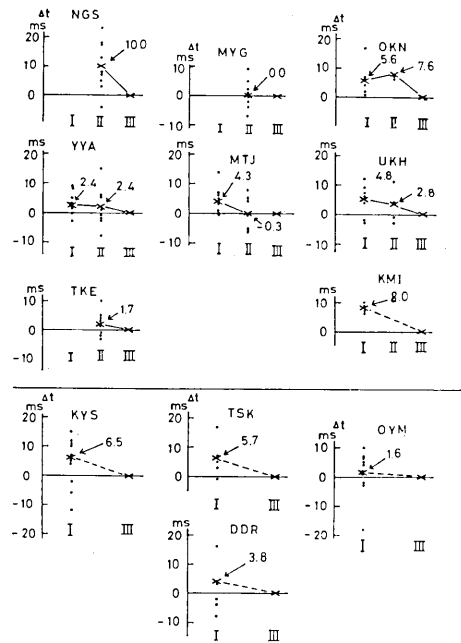


Fig. 4. Travel time differences at each station. Travel time in 1973 (III) is fixed at each station.

Table 2. Location of shot and observation points and observers

Observation point	Station code	Longitude (E)	Latitude (N)	Elevation	Observers
Shot point (Tateyama)	TYM	139°54'34"	34°56'44"	100m	I, II, III** S. Asano*, Y. Ichinose*
Hata	HAT	139 54 41	34 55 55	100	I, II S. Nagumo*, III S. Nagumo*, T. Ouchi*
Nagasa	NGS	140 01 59	35 06 31	140	II M. Yanagisawa*, S. Noguchi* III M. Yanagisawa*
Yuya	YYA	140 06 15	35 08 14	40	I, II, III T. Yoshii*
Tsurumai	TRM	140 11 17	35 22 25	100	I T. Terashima**, M. Saka*, T. Yamashita***
Takeyama	TKE	139 40 01	35 13 01	110	II I. Karakama*, K. Sakai* III I. Karakama*, K. Tsumura*
Ischara	ISH	139 16 06	35 26 10	260	I K. Ito+, N. Obi+ II K. Ito+, F. Watanabe++, J. Chujo+ III S. Iizuka++, F. Watanabe++
Miyagase	MYG	139 13 49	35 31 02	300	II S. Koresawa*, T. Ouchi* III S. Koresawa*, J. Kasahara*
Motojuku	MTJ	139 08 34	35 43 42	420	I S. Iizuka++, J. Chujo+ II S. Kinoshita+++, S. Kishi+++ III H. Suzuki+++, E. Yamamoto+++
Okuno	OKN	139 04 14	34 55 55	140	I H. Matsumoto*, M. Takahashi* II M. Hori*, H. Matsumoto* III H. Matsumoto*, T. Maki*
Ukihashi	UKH	138 59 59	35 01 02	230	I, II I. Hasegawa+, M. Kimura+ III I. Hasegawa+, K. Ogawa+
Kamiinako	KMI	138 31 58	35 15 48	210	I H. Suzuki+++, S. Kishi+++ III K. Ito+, S. Shiina+++
Kiyosumi	KYM	140 08 54	35 11 52	180	} K. Tsumura*, M. Tsujiura*, I. Nakamura*, K. Kanjo*
Tsukuba	TSK	140 06 35	36 12 39	280	
Oyama	OYM	139 14 35	35 25 12	600	
Dodaira	DDR	139 11 36	35 59 54	800	

\* Earthquake Research Institute, University of Tokyo

\*\* Building Research Institute, Ministry of Construction

\*\*\* Geophysical Institute, Faculty of Science, University of Tokyo

+ Geological Survey of Japan

++ Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University

+++ National Research Center for Disaster Prevention

Each observer belonged to the above institutions when he participated in the present experiments.

\*+ I : Experiment in 1971

II : Experiment in 1972

III : Experiment in 1973

Table 3. Arrival time, original and corrected travel time and travel time difference of peaks and troughs at each station  
1) Nagasa

No. +	$t_{II}^{(1)}$	$t_{III}^{(1)}$	$T_I^{(2)}$	$T_{II}^{(2)}$	$T_{III}^{(2)}$	$T'_{II}^{(3)}$	$\Delta T_{II-III}$	
	2 h 05 m							
1	7.042B <sup>(3)</sup>	S 6.790C	S 6.921B	S 6.909C	S 6.917B	S 6.917B	8	
2	.120B	.863B	.999B	.982B	.995B	.995B	13	
3	—	.952B	—	7.071B	—	—	—	
5	7.330B	—	7.209B	—	7.205B	7.205B	—	
6	.353A	7.113A	.232A	7.232A	.228A	.228A	-4	
7	.392A	.145B	.271A	.264B	.267A	.267A	3	
8	.432A	.178B	.311A	.297B	.307A	.307A	10	
9	.467A	.216B	.346A	.335B	.342A	.342A	7	
10	.511A	.259B	.390A	.378B	.386A	.386A	8	
12	.579B	—	.458B	—	.454B	.454B	—	
13	.616B	—	.495B	—	.491B	.491B	—	
14	.637A	7.399C	.546A	7.518C	.542A	.542A	24	
15	.721C	—	.600C	—	.596C	.596C	—	
20	.953C	7.691C	.832C	7.810C	.828C	.828C	18	
21	8.004B	.750B	.883B	.869B	.879B	.879B	10	
22	.054B	.805B	.933B	.924B	.929B	.929B	5	
23	.129B	.862B	8.008B	.981B	8.004B	8.004B	23	
24	.179B	.917B	.058B	8.036B	.054B	.054B	18	
25	—	.971B	—	.090B	—	—	—	
26	8.284B	8.023A	8.163B	.142A	8.159B	8.159B	17	
Average							10.0 <sup>(2)</sup>	
2) Yuya								
No.	$t_I^{(1)}$	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_I^{(2)}$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_{II}^{(3)}$	$\Delta T_{II-III}$
	2 h 05 m							
1	S 8.094C	S 8.373C	S —	S 8.279C	S 8.252C	S —	S 8.277C	S 8.248C

(to be continued)

Table 3 (continued)

2	.144 B	—	8.211 C	.329 B	—	8.330 C	.327 B	—	.3 ms	—
3	.219 A	8.528 B	.278 B	.404 A	8.407 B	.397 B	.402 A	.403 B	5	6 ms
4	.297 B	.600 B	.359 B	.482 B	.479 B	.478 B	.480 B	.475 B	2	-3
5	.347 A	.659 A	.410 A	.532 A	.538 A	.529 A	.530 A	.534 A	1	5
6	.412 A	.713 A	.468 A	.597 A	.592 A	.587 A	.595 A	.588 A	8	1
7	.464 A	.773 A	.527 A	.649 A	.652 A	.646 A	.647 A	.648 A	1	2
8	.508 B	.815 B	.569 A	.693 B	.694 B	.688 A	.691 B	.690 B	3	2
10	.671 A	.980 A	.730 A	.856 A	.859 A	.849 A	.854 A	.855 A	5	6
11	.766 A	—	.827 B	.951 A	—	.946 B	.949 A	—	3	—
12	.832 A	9.142 A	.899 A	9.017 A	9.021 A	9.018 A	9.015 A	9.017 A	—	1
13	.895 A	.209 A	.950 B	.080 A	.088 A	.069 B	.078 A	.084 A	9	15
14	.975 A	.275 A	9.039 A	.160 A	.154 A	.158 A	.158 A	.150 A	0	-8
15	9.035 A	.340 A	.098 A	.220 A	.219 A	.217 A	.218 A	.215 A	1	-2
16	.089 A	.401 A	.151 A	.274 A	.280 A	.270 A	.272 A	.276 A	2	6
Average									2.4	2.4

## 3) Takeyama

No.	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_{II}$	$JT_{II-III}$
	2 h 05 m					
1	10.928 C	10.674 C	10.807 C	10.793 C	10.800 C	7
3	11.078 B	.830 B	.957 B	.949 B	.950 B	1
6	.296 C	11.050 A	11.175 C	11.169 A	11.168 C	-1
7	.357 B	.111 B	.236 B	.230 B	.229 B	-1
8	.414 A	.170 A	.293 A	.289 A	.286 A	-3
9	.461 A	.213 A	.340 A	.332 A	.333 A	1
10	.519 A	.270 A	.398 A	.389 A	.391 A	2
12	.650 A	.399 B	.529 A	.518 B	.522 A	4
13	.720 A	.472 A	.599 A	.591 A	.592 A	1
14	.775 A	.529 A	.654 A	.648 A	.647 A	-1
15	---	.583 B	---	.702 B	---	---

(to be continued)



Table 3 (continued)

16	.860A	.610A	.739A	.729A	.732A	3
17	.904A	.652A	.783A	.771A	.776A	5
18	.962A	.713A	.841A	.832A	.834A	2
20	12.113A	.868A	.992A	.987A	.985A	- 2
22	.259A	12.002A	12.138A	12.121A	12.131A	10
Average						1.7
4) Miyagase						
No.	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_{II}$	$\Delta T_{II-III}$
	2 h 05 m					
3	s 17.363C	s —	s 17.242C	s —	s 17.235C	ms —
5	.495B	17.250A	.374B	17.369A	.367B	- 2
6	.548A	.302B	.427A	.421B	.420A	- 1
7	.603A	.355A	.482A	.474A	.475A	1
8	.654A	.411A	.533A	.530A	.526A	- 4
9	.702A	.462B	.581A	.581B	.574A	- 7
10	.806C	.563A	.685C	.682A	.678C	- 4
11	.856A	.609A	.735A	.728A	.728A	0
12	.911A	.659A	.790A	.778A	.783A	5
13	.962A	.717B	.841A	.836B	.834A	- 2
16	18.175A	.919A	18.054A	18.038A	18.047A	9
17	.227A	.980A	.106A	.099A	.099A	0
18	.287A	18.038A	.166A	.157A	.159A	2
19	.343A	.097A	.222A	.216A	.215A	- 1
20	.396A	.149A	.275A	.268A	.268A	0
Average						0.0

( to be continued)

Table 3 (continued)  
5) Motojuku

No.	$t_I$	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_I$	$T'_{II}$	$T'_{III}$	$\Delta T_{I-II}$	$\Delta T_{II-III}$
2 h 05 m											
1	s —	s 20.512C	s 20.255C	s —	s 20.391C	s 20.374C	s —	s 20.384C	s —	ms —	ms 10
2	20.252B	—	.315C	20.437B	—	.434C	20.435B	—	—	1	—
3	.338A	20.641B	.399B	.523A	20.520B	.518B	.521A	20.513B	—	3	— 5
4	.416A	.731C	.476A	.601A	.610C	.595A	.599A	.603C	—	4	8
5	.483B	.784B	.543A	.668B	.663B	.662A	.666B	.656B	—	4	— 6
7	.904B	21.215B	.964B	21.089B	21.094B	21.083B	21.087B	21.087B	—	4	4
8	.972A	.279B	21.031A	.157A	.158B	.150A	.155A	.151B	—	5	— 1
9	21.052B	—	.100C	.237B	—	.219C	.235B	—	—	16	—
10	.146B	—	.210B	.331B	—	.329B	.329B	—	—	0	—
12	.354A	21.668C	.411A	.539A	21.547C	.530A	.537A	21.540C	—	7	10
13	.421A	—	.480A	.606A	—	.599A	.604A	—	—	5	—
14	.475A	—	.538A	.660A	—	.657A	.658A	—	—	1	—
15	.537A	—	.595A	.722A	—	.714A	.720A	—	—	6	—
16	.604A	21.921B	.669B	.789A	21.800B	.788B	.787A	21.793B	—	— 1	5
17	.672B	.962B	.722A	.857B	.841B	.841A	.855B	.834B	—	14	— 7
18	.741B	—	—	.926B	—	—	.924B	—	—	—	—
Average										4.3	— 0.3

6) Okuno

No.	$t_I$	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_I$	$T'_{II}$	$T'_{III}$	$\Delta T_{I-II}$	$\Delta T_{II-III}$
2 h 05 m											
1	s 14.441C	s 14.727C	s —	s 14.626C	s 14.606C	s —	s 14.625C	s 14.603C	s —	ms —	ms —
3	.619C	.940C	14.680B	.804C	.819C	14.799B	.803C	.816C	—	4	17
5	.727A	15.035C	.786B	.912A	.914C	.905B	.911A	.911C	—	6	6
6	.788A	.103A	.852A	.973A	.982A	.971A	.972A	.979A	—	1	8
7	.839A	.148A	.897A	15.024A	15.027A	15.016A	15.023A	15.024A	—	7	8

(to be continued)

Table 3 (continued)

Average											
7) Ukihashi											
No.	$t_I$	$t_{II}$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{II}$	$T_{III}$	$T'_I$	$T'_{II}$	$T'_{III}$	$\Delta T_{I-II}$	$\Delta T_{II-III}$
2 h 05 m											
1	s	---	---	s	s	s	s	s	s	ms	ms
3	15.893 B	16.051 C	---	16.078 B	15.930 C	16.072 C	16.077 B	15.927 C	16.064 C	5	8
6	16.083 B	.388 B	16.148 C	.268 B	.267 C	.267 C	.267 B	.264 B	.264 B	0	3
7	.123 B	.425 B	.183 A	.308 B	.304 B	.302 A	.307 B	.301 B	.301 B	5	1
8	.157 B	---	.216 B	.342 B	---	.335 B	.341 B	---	---	6	---
9	.224 C	---	.278 B	.409 C	---	.397 B	.408 C	---	---	11	---
10	.265 B	---	.333 B	.450 B	---	.452 B	.449 B	---	---	3	---
14	.548 A	16.849 B	.609 A	.733 A	16.728 B	.728 A	.732 A	16.725 B	---	4	3
15	.600 A	---	.662 C	.785 A	---	.781 C	.784 A	---	---	3	---
16	.661 A	16.960 C	.719 A	.846 A	16.839 C	.838 A	.845 A	16.836 C	---	7	2
20	.984 B	---	---	17.169 B	---	---	17.168 B	---	---	---	---
21	17.020 A	17.340 B	---	.205 A	17.219 B	---	.204 A	17.216 B	---	---	---
22	.090 A	.403 C	17.146 B	.275 A	.282 C	17.265 B	.274 A	.279 C	---	9	14
23	.141 A	.455 B	.208 A	.326 A	.334 B	.327 A	.325 A	.331 B	---	2	4
24	---	.501 B	.247 B	---	.380 B	.366 B	---	.377 B	---	---	11
25	.253 A	.551 C	.306 A	.438 A	.430 C	.425 A	.437 A	.427 A	---	12	2
Average										4.8	2.8

(to be continued)

Table 3 (continued)  
8) Kaminako

No.	$t_I$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{III}$	$T'_I$	$\Delta T_{I-III}$
	2 h 05 m					
	s	s	s	s	s	ms
4	22.818 B	22.876 B	23.003 B	22.995 B	23.001 B	6
6	23.030 B	23.082 C	.215 B	23.201 C	.213 B	12
7	.080 A	.137 A	.265 A	.256 A	.263 A	7
8	.138 A	.194 A	.323 A	.313 A	.321 A	8
9	.193 A	.247 A	.378 A	.366 A	.376 A	10
10	.244 A	.299 A	.429 A	.418 A	.427 A	9
11	.291 A	.346 A	.476 A	.465 A	.474 A	9
12	.343 A	.400 A	.528 A	.519 A	.526 A	7
13	.394 C	.447 A	.579 C	.566 A	.577 C	11
Average						8.0

9) Kiyosumi

No.	$t_I$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{III}$	$T'_I$	$\Delta T_{I-III}$
	2 h 05 m					
	s	s	s	s	s	ms
0	9.618 C	9.707 C	9.803 C	9.826 C	9.802 C	-24
1	.746 B	.823 B	.931 B	.942 B	.930 B	-12
2	.847 B	.897 B	10.032 B	10.016 B	10.031 B	15
3	.934 B	.995 B	.119 B	.114 B	.118 B	4
4	10.067 B	10.134 B	.252 B	.253 B	.251 B	-2
5	.141 B	.200 B	.326 B	.319 B	.325 B	6
6	.181 B	.252 B	.366 B	.371 B	.365 B	-6
7	.252 B	.310 B	.437 B	.429 B	.436 B	7
8	.527 B	.580 B	.712 B	.699 B	.711 B	12
8'	.597 C	.656 C	.782 C	.775 C	.781 C	6
30	12.340 B	12.393 B	12.525 B	12.512 B	12.524 B	12

(to be continued)

Table 3 (continued)

31	.432 B	.487 B	.617 B	.606 B	.616 B	10
32	.524 B	.580 C	.709 B	.699 C	.708 B	9
33	.592 B	.646 B	.777 B	.765 B	.776 B	11
36	.829 B	.896 C	13.014 B	13.015 C	13.013 B	- 2
37	.949 B	13.003 B	.134 B	.122 B	.133 B	11
38	13.050 B	.110 B	.235 B	.229 B	.234 B	5
39	.196 B	.255 B	.381 B	.374 B	.380 B	6
Average						
6.5						
10) Tsukuba						
No.	$t_I$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{III}$	$T'_I$	$\Delta T_{I-III}$
	2 h 05 m					
3	<sup>s</sup> 25.075 B/**	<sup>s</sup> 25.140 B'	<sup>s</sup> 25.260 B'	<sup>s</sup> 25.259 B'	<sup>s</sup> 25.258 B'	ms - 1
4	.132 B'	.194 C	.317 B'	.313 C	.315 B'	2
5	.188 B'	.249 B'	.373 B'	.368 B'	.371 B'	3
6	.248 B'	.309 B'	.433 B'	.428 B'	.431 B'	3
7	.299 C	.360 C	.484 C	.479 C	.482 C	3
11	.529 B'	.588 B'	.714 B'	.707 B'	.712 B'	5
12	.577 B'	.634 C	.762 B'	.753 C	.760 B'	7
13	.632 B'	.679 B'	.817 B'	.798 B'	.815 B'	17
14	.663 B'	.720 B'	.848 B'	.839 B'	.846 B'	7
15	.719 B'	.769 C	.904 B'	.888 C	.902 B'	14
Average						
5.7						
11) Oyama						
No.	$t_I$	$t_{III}$	$T_I$	$T_{III}$	$T'_I$	$\Delta T_{I-III}$
	2 h 05 m					
1	<sup>s</sup> 16.050 C	<sup>s</sup> 16.134 C	<sup>s</sup> 16.235 C	<sup>s</sup> 16.253 C	<sup>s</sup> 16.233 C	ms -20

(to be continued)

Table 3 (continued)

2	.129 C	.207 C	.314 C	.326 C	.312 C	-14
3	.193 B	.275 B	.378 B	.394 B	.376 B	-18
4	.262 B	.328 B	.447 B	.447 B	.445 B	- 2
5	.319 B	.386 B	.504 B	.505 B	.502 B	- 3
6	.379 B	.446 B	.564 B	.565 B	.562 B	- 3
7	.444 B	.507 B	.629 B	.626 B	.627 B	1
8	.505 B	.571 B	.690 B	.690 B	.688 B	- 2
9	.567 B	.629 B	.752 B	.748 B	.750 B	2
10	.629 B	.691 B	.814 B	.810 B	.812 B	2
11	.698 B	.758 B	.883 B	.877 B	.881 B	4
12	.760 B	.822 B	.945 B	.941 B	.943 B	2
13	.849 B	.912 B	17.034 B	17.031 B	17.032 B	1
14	.929 B	.996 B	.114 B	.115 B	.112 B	- 3
16	17.074 B	17.133 B	.259 B	.252 B	.257 B	5
18	.208 B	.270 B	.393 B	.389 B	.391 B	2
20	.337 B	.398 B	.522 B	.517 B	.520 B	3
21	.399 B	.457 B	.584 B	.576 B	.582 B	6
22	.485 B	.539 B	.670 B	.658 B	.668 B	10
23	.563 B	.617 B	.748 B	.736 B	.746 B	10
24	.633 B	.690 B	.818 B	.809 B	.816 B	7
25	.701 B	.758 B	.886 B	.877 B	.884 B	7
Average						1.6

12) Dodaira

No.	$t_i$	$t_{II}$	$T_I$	$T_{III}$	$T'_I$	$4T_{I-III}$
	2 h 05 m					
2	<sup>s</sup> 23.408 C	<sup>s</sup> —	<sup>s</sup> 23.593 C	<sup>s</sup> —	<sup>s</sup> 23.591 C	<sup>ms</sup> —
3	.500 B'	23.566 C	.685 B'	23.685 C	.683 B'	- 2
4	.582 B'	.643 B'	.767 B'	.762 B'	.765 B'	3

(to be continued)

Table 3 (continued)

5	.641B'	.713B'	.826B'	.832B'	.824B'	- 8
6	.695B'	.745C	.880B'	.864C	.878B'	14
7	.777B'	.836C	.962B'	.955C	.960B'	5
8	.846B'	.912B'	24.031B'	24.031B'	24.029B'	- 2
9	.918B'	.966B'	.103B'	.085B'	.101B'	16
10	.987B'	24.043C	.172B'	.162C	.170B'	8
11	24.069B'	.128C	.254B'	.247C	.252B'	5
12	.124B'	.192B'	.309B'	.311B'	.307B'	- 4
13	.187B'	.256C	.372B'	.375C	.370B'	- 5
14	.261B'	.322C	.446B'	.441C	.444B'	3
15	.324B'	.395C	.509B'	.514C	.507B'	- 7
Average						3.8

\* B' means the rank between B and C only for the data at station in the network of the Dodaira Microearthquake Observatory.

+ No. indicates the order number of peak or trough which is shown in Fig. 3.

- 1)  $t_I$ ,  $t_{II}$  and  $t_{III}$  mean arrival times of peaks or troughs derived from seismograms in 1971 experiment, I, in 1972 experiment, II and in 1973 experiment, III, respectively.
- 2)  $T_I$ ,  $T_{II}$  and  $T_{III}$  mean travel times of peaks or troughs in 1971 experiment, I, in 1972 experiment, II and in 1973 experiment, III, respectively.
- 3)  $T'_I$  and  $T'_{II}$  mean travel times in 1971 experiment, I and in 1972 experiment, II, corrected to the shot point in 1973 experiment, III, respectively.
- 4)  $\Delta T_{I-III} = T'_I - T_{III}$ ,  $\Delta T_{II-III} = T'_{II} - T_{III}$
- 5) 7.042 B means that a peak or trough with a rank B arrives at 7.042.
- 6) When the rank of identification for one or both of peaks or troughs is C, the travel time difference  $\Delta T_{I-III}$  or  $\Delta T_{II-III}$  is underlined.
- 7) To calculate the average, underlined values were neglected.

## 文 献

- 浅野周三・一ノ瀬洋一郎・長谷川功・飯塚 進・鈴木宏芳, 1979, 爆破地震動観測資料による南関東の地殻構造, 地震(2), 32, 41-55.
- 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, 1975, 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2部 走時の解析結果, 地質調査所報告, 254, 37-74.
- 地震波速度変化研究グループ, 1975, 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, 地質調査所報告, 254, 1-33.

5. *Study of Change in the Velocity of Seismic Waves in the Southern Kanto Area by Tateyama Explosions.*

By Shuzo ASANO, Yoichiro ICHINOSE and Sadayuki KORESAWA,  
Earthquake Research Institute, University of Tokyo;

Isao HASEGAWA, Geological Survey of Japan;  
Susumu IIZUKA,

Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University;  
and

Hiroyoshi SUZUKI,

National Research Center for Disaster Prevention.

During the period of 1971-1973, seismic waves generated with explosions of 800 kg dynamite near Tateyama on the Boso Peninsula were observed once a year at about 10 temporary stations as well as permanent seismological stations of the Dodaira Micro-earthquake Observatory to detect changes in the velocity of seismic waves in the southern part of the Kanto District. Attention was specially paid to repeat experiments under not only the same source conditions but also the same observation conditions. Analysis of travel times did not indicate any significant change in the velocity of seismic waves in the period 1971-1973. However, the data obtained gives a basis for future experiments.