

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動

熊谷貞治・鈴木宏芳

国立防災科学技術センター第2研究部

Seismicity of Mt. Kamuriki and Its Vicinity in the Matsushiro Earthquake Swarm Area

By

Teiji Kumagai and Hiroyoshi Suzuki

Second Research Division,

National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

要旨

長野県冠着山・四阿屋山地域を対象として、1967年7月11日から13日の期間に川西、戸倉、西条の3地点で1968年1月16日から18日の期間坂井村玉根においてそれぞれ微小地震観測を行なった。

観測の結果は次のとおりである。

1. 各観測点ごとの $P-S$ 時間度数分布
川西；0.1秒から3.0秒に分布し1.7秒に極大
戸倉；0.1秒，1.2秒，2.0秒に極大
西条；0.6秒から2.0秒に分布し，1.0秒に極大
玉根；0.5秒，1.0秒，1.8秒に極大
2. 松代群発地震は第3活動期の末期ごろから皆神山附近を中心としていた震源域が南西方向に拡大したが、今回の観測では四阿屋山附近より先には拡大していない

まえがき

1965年8月3日にはじまった松代群発地震に関して、地震の発生以来多くの機関により各分野で調査研究がなされ、その成果は発表されている（地震，第2輯，第20巻，第4号，1967，第13章，松代群発地震の参考文献を参照）。当所においても松代群発地震の調査研究の一環として1967年，1968年の各短期間ではあるが冠着山付近において地震活動調査を行なった。

この地震活動調査は松代群発地震が第3活動の末期頃皆神山を中心としていた震源域が松代地域から南西方向にその発生地域が拡大していったがその範囲は四阿屋山附近までと松代

地域の地震を観測している機関や地元住民の間で言われていたのを確認するために実施されたものである。既設の点として東京大学地震研究所の上室賀観測点(図-1参照)が対象地域の近くにもあるが、より近くで地震波を観測し、震源を求めるため第1回の観測を冠着山四阿屋山を囲む一辺約10kmの三角形でその頂点を観測点とする長野県小県郡川西村浦里、同埴科郡戸倉町、同東筑摩郡本条村西条の3地点で1967年7月11日~13日の期間各々22時より翌朝4時まで観測を行った。第2回目の観測は第1回の観測結果により震央が集中している東筑摩郡坂井村の玉根において1968年1月16日~18日の期間第1回目の観測と同じ時間帯に観測した。

第1回の観測期間中震源決定の参考として気象所地震観測所および当所の観測井(深度200m)の観測資料を使用した。

今回実施した観測は非常に短期間ではあるが、各機関で発表されている成果の一助にでもなればと考えここに報告する次第である。なお、この観測結果の一部は1967年11月に行なわれた地震学会に報告されている。

観測の概要

各観測点の位置、観測者については表-1に示した通りである。表-1における観測点(地震計設置点)の位置は、建設省国土地理院発行の地形図5万分の1より求めたものである。各観測点における使用機器および増幅器の利得等は表-2に示す通りである。

観測点の配置を図-1に示す。地震計設置場所には西条と玉根の観測点が山の斜面に数mの深さに掘られた野菜などの貯蔵用の横坑内でかなり硬い岩盤上に、川西と戸倉の観測点はプールサイドのコンクリート上にそれぞれ設置された。

震源分布

7月11日から13日のうち22時より翌朝04時まで2日間の12時間で、西条、川西、戸倉、気象庁地震観測所、当所観測井の5観測点中の1観測点以上どこかで観測された地震は393個であるが、2観測点以上となると92個と全体の23%強にすぎない。震源がきまったのはこのうち17個で2観測点以上で観測された地震数の23%弱であり、地震観測総数の5%強であった。

観測された地震は、 $P \sim S$ 時間が読取れるものは振幅に関係なく原則として0.01秒まで読みとりを行ない、20万分の1の地形図上にプロットし、図-2に示すノモグラフを使用し決定した。図-2に示したノモグラフは、1967年11月から12月に松代群発地震発生地域の地殻構造調査のため通産省地質調査所が中心となり関係機関の協力のもとに行なった弾性波探査の結果1)をみると今回の対象とした地域は第1層が3.5km~4.4km、第2層が5.9kmと推定出来るので平均的に第1層を4km、深さ1kmとし、第2層は6kmとして計算

したものである。

図上で主としてP～S時間を使用し震源決定を行なった。尚、補助的に等Pによる方法も使用した。

震源の決まった地震の発震時（観測点中最も時刻が早いものの時、分まで）、震央地名（市町村単位で、その地域の中心よりの位置を仮に呼称した）、深さ（ノモグラフによる深さでkm単位）を表-3に示す。震央分布を図-3に示す。図によると決まった震央のうち48%弱が坂井村に集中している。そこでこの部分を直交する断面A-B, C-Dをそれぞれ

震源の決った地震の表(1967・7)

番号	発震時			震央地名	深さ km
	日	時	分		
1	11	22	11	坂井村北部	6
2	11	22	43	坂井村北東部	11
3	11	23	13	更埴市西部	7
4	12	00	50	坂井村北部	6.5
5	12	00	51	更埴市中部	7
6	12	01	15	坂井村北東部	8.5
7	12	02	36	坂井村北東部	7
8	12	03	11	坂井村南部	2
9	12	03	53	坂井村北部	5.5
10	12	23	06	坂井村北部	8.25
11	13	00	49	坂井村北東部	8
12	13	01	11	麻績村南部	5.5
13	13	02	29	更埴市東部	4
14	13	02	47	真田町西部	6
15	13	03	14	坂井村北東部	7
16	13	03	37	戸倉町西部	5.25
17	13	03	59	戸倉町西部	6

表-3

れ図-4, 図-5に示した。これらの図で見る限り冠着山とその南西方向3～4km, 幅約3kmの地域を震央とし、深さは2～11kmの間に分布しているが、大部分は深さ3～4kmから8kmの間に集中して発生していることがわかる。

観測網が冠着山附近を対象としたためもあるが冠着山地域は松代地域に比較して震源が

決まった地震数は2.4倍であった。1966年4月から1967年3月までの震源分布の状況を今回の結果2), 3)と比較のため図-6(大竹, 千葉, 萩原, 1967の図)に示す。その結果, 1966~1967年の震源分布と今回の震源分布の間に特に差は認められない。

P~S度数分布

第1回観測の各観測におけるP~S時間の度数分布を図-7に示す。図中Aは, 地震観測数に対するP~S時間が読取れた割合(白い部分)を示す。Bは, P~S時間が読取れた地震のうちP波, S波の立ち上りが明瞭(*iP*, *iS*)に読取れた割合(白い部分)を示したものである。A, Bから観測井と気象庁地震観測所は, 臨時の観測点にくらべて, 地震が観測された場合P~S時間が読取れる率あるいはP~S時間が読取れた地震の*iP*, *iS*の率が高いことはやはり観測点の地盤に影響されていると考えられる。

戸倉では, P~S時間0.1~0.5秒, 0.6~1.5秒, 1.9秒以上の3つのブロックに分けられ, それぞれ0.1秒, 1.1秒, 2.0秒にピークがみられ, そのなかでも頻度の最も高いのは1.1秒である。しかし, 1.5秒以下と1.6秒以上にわけてみるならば, 1.5秒以下がP~S時間が判別した地震数の84%を占めており, 0.5秒以下が11個数えられ, 戸倉観測点の極く近傍に震源を有する地震が観測された地震のうち占める割合が非常に多い。観測されたP~S時間の最も短いのは7月11日23時51分43.31秒に観測した0.09秒である。

川西では, P~S時間1.0秒以下, 1.5~2.7秒, 3秒以上の3つのブロックに分けられ, 1.5~2.7秒のブロックが最も多く, 全体の75%を占め観測点より2秒前後, すなわち, 観測点より震源距離10~10数kmのところ震源を有する地震が大部分である。この観測点におけるP~S時間の最も短いのは, 7月12日03時54分54.80秒に観測した地震の0.07秒であり, 0.5秒以下は, 4個数えられる。

西条について, ここではP~S時間0.5秒以下の地震は今回の観測期間中全然認められなかった。1.0秒に一つのピークが認められるが0.6から2.0秒まで平均して観測され, 2.4~3.6秒の間は散見される程度である。このことは戸倉, 川西のように観測点のごく近傍に, 今回の観測精度で観測される地震はなかったといえる。

第2回観測については第1回目の観測で震央が集中している坂井村の玉根(図-1参照)において, 1968年1月16日から18日まで2晩第1回目の観測と同時間帯(22時より翌朝04時まで)地震観測を行なった。観測時間は約12時間である。観測は, N-S, E-W, U-Dの3成分で玉根1点のみである。この結果, 地震と読みとれるものが241個観測され, このうちP~S時間を読みとれたものが230個あった。(観測数の95.4%)これらの地震のP~S時間をとると, 0.5, 0.9, 1.8, 2.6秒にピークがみられ, 0.5~1.0秒と1.5~1.8秒の地震がP~S時間の読取れた地震の74%を占めている。1点観測

のため震央はわからないが、第1回目の観測時と同様に3～8kmの深さで地震が発生しているとすれば、 $P \sim S$ 時間0.5～1.0秒の地震は観測点のごく近傍に発生しているものであることが推定出来る。 $P \sim S$ 時間0.5～1.0秒の地震は観測数の54%を占めている。初動方向と $P \sim S$ 時間を考えあわせると1.5秒～1.8秒は戸倉町附近、2.6～3.6秒の地震は松代町附近に発生したものと思われる。この観測点では当所によりエンドレスレコーダーによる地震観測（観測点において1gal以上）が、1967年10月から1968年1月15日まで行なわれ（11月15日～12月12日は他観測点に観測器材を転用したため欠測）この期間における $P \sim S$ 時間の頻度分布をみると0.5～1.0秒、1.5秒、2.5秒にピークがあり第2回目の観測による $P \sim S$ 時間の頻度分布と非常に類似した形を示している。異なる点は、 $P \sim S$ 時間3.0秒以上の地震が1gal以上の地震を対象としたエンドレス観測では50日余の観測期間に1個観測されただけであったが、第2回目の観測では、約12時間の観測期間で14ヶ観測されていることである。この観測も1点観測のため震央をきめることが出来なかったが、初動方向をみると、大部分は北東方向からきたもので他の方向からのものはほとんどない。第2回観測の対象とした微小地震が、1gal以上の地震と同じ様な $P \sim S$ 時間の頻度分布を示していることは、両者とも震源域をほぼ同じくしているためと思われる。

まとめ

1. 冠着山、四阿屋山地域を囲む川西、戸倉、西条の3観測点で微小地震を観測した結果冠着山から南西方向にかけ約3～4km、巾約3kmの10km²程度の地域を震央とする地震が多くみられた。
2. 震源域は四阿屋山附近までと常時観測点の観測結果からいわれていたが、1)、2)観測点を皆神山と四阿屋山をむすぶ線をさらにのばし、四阿屋山の南西方向約4kmの地点（西条）で観測した結果やはり震源域は四阿屋山付近までであった。このことは西条における $P \sim S$ 時間が0.5秒以下のものは観測されなかったことから言える。
3. 第1回の観測時間は12時間にすぎないが、震源域に近づいたこと、3点で観測したことにより松代群発地震を対象として設置された東大地震研究所の常時観測点による震源分布の結果ともよく一致することから対象とする地域付近で微小地震観測を行えばごく短期間でもその地域の地震活動状況を知る可能性のあることが判かった。

終りに臨み、観測に御協力いただいた次の方々から感謝の意を表します。気象庁地震観測所、松代地震センター、気象庁観測部地震課、東京大学地震研究所教授南雲昭三郎氏、長野県小県郡川西村教育委員会、浦里小学校、埴科郡戸倉町町役場、更級小学校、東筑摩郡本条村教育委員会、江森弘氏、江森今朝雄氏。

参 考 文 献

- 1) Asano, S., Ichicawa, H., Okada, S., Kubota, S., Suzuki, H., Nogoshi, M., Watanabe, H., Seya, K., Noritomi, K. and Tazime, K., (1969): Explosion seismic observation in the Matsushiro earthquake swarm area. *Geological Survey of Japan Special Report*, No. 5
- 2) Hamada, K. (1968): Ultra micro-earthquakes in the area around Matsushiro. *Bul. of the Earthquake Research Institute Univ. of Tokyo*, Vol. 46, No. 2
- 3) Ohtake, M., H. Chiba and T. Hagiwara (1967): Ultra micro-earthquake activity at the southwestern border of the area of Matsushiro earthquakes. *Bul. of the Earthquake Research Institute Univ. of Tokyo*, Vol. 45, No. 1

(1975年5月12日 原稿受理)

Table 1 Observation point and observers

Observation point	Position			Observers
	Latitude N	Longitude E	Altitude (m)	
KAWANISHI	36°22'29"	138°09'51"	472	T. Kumagai, H. Suzuki
NISHIJO	36°23'45"	138°01'01"	686	H. Takahashi, H. Yasoshima
TOGURA	36°22'29"	138°07'22"	373	M. Takahashi, S. Kishi, K. Oumura
TAMANE	36°28'42"	138°04'17"	680	M. Takahashi, H. Suzuki, S. Kishi, Y. Watanabe, T. Kumagai

Table 2

Observation Point	Component	Seismometer	Amp gain	Recorder	Time-marker
NISHIJO	N-S, E-W, U-D	1Hz, 3V/Kine	80db	D.R. (FMA-23S)	Crystal clock, JJY
KAWANISHI	N-S, E-W	3Hz, 0.5V/Kine	90-100db	D.R. (FMA-23S)	Crystal clock, JJY
TOGURA	N-S, E-W, U-D	1Hz, 3V/Kine	90db, 50%	Visigraph	JJY
TAMANE	N-S, E-W, U-D	1Hz, 3V/Kine	70-80db	D.R. (PFM-15)	Crystal clock, JJY

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

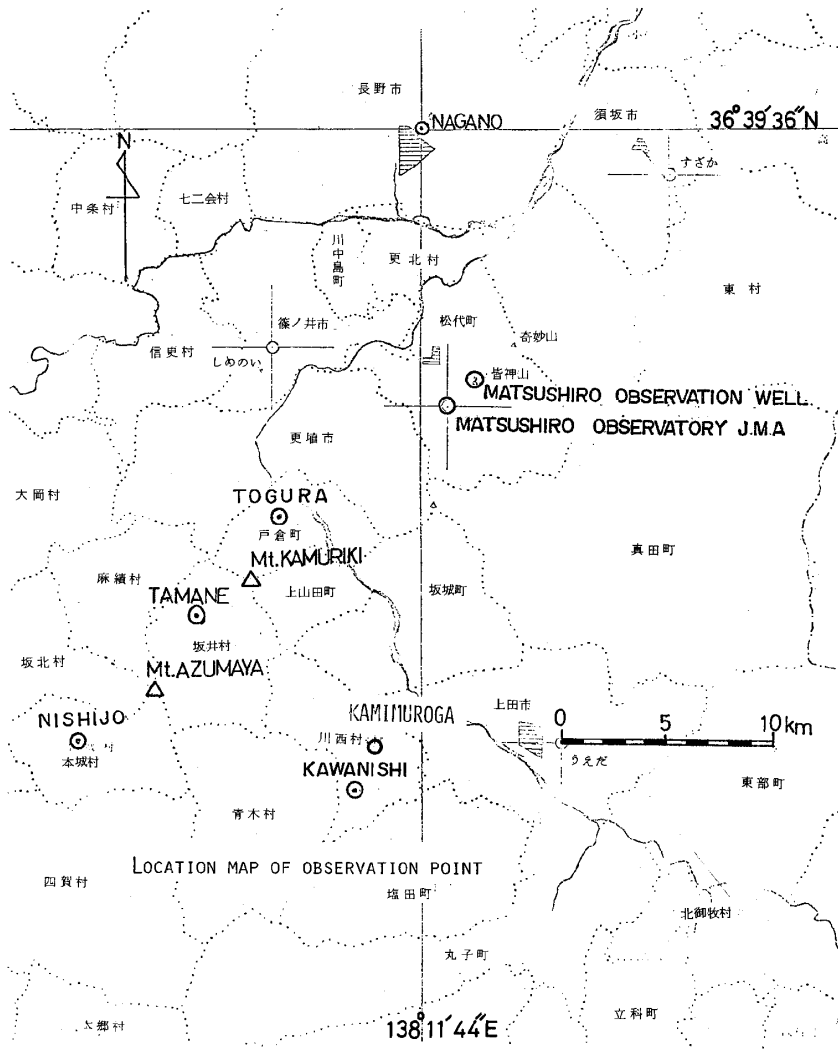


Fig. 1

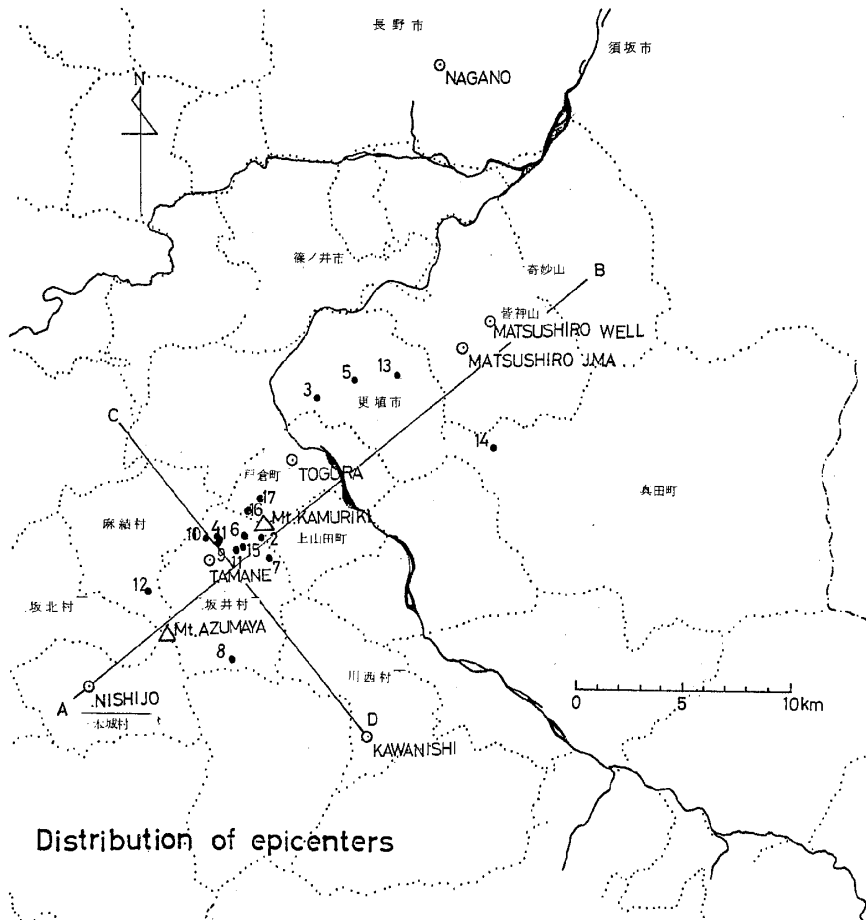


Fig. 3

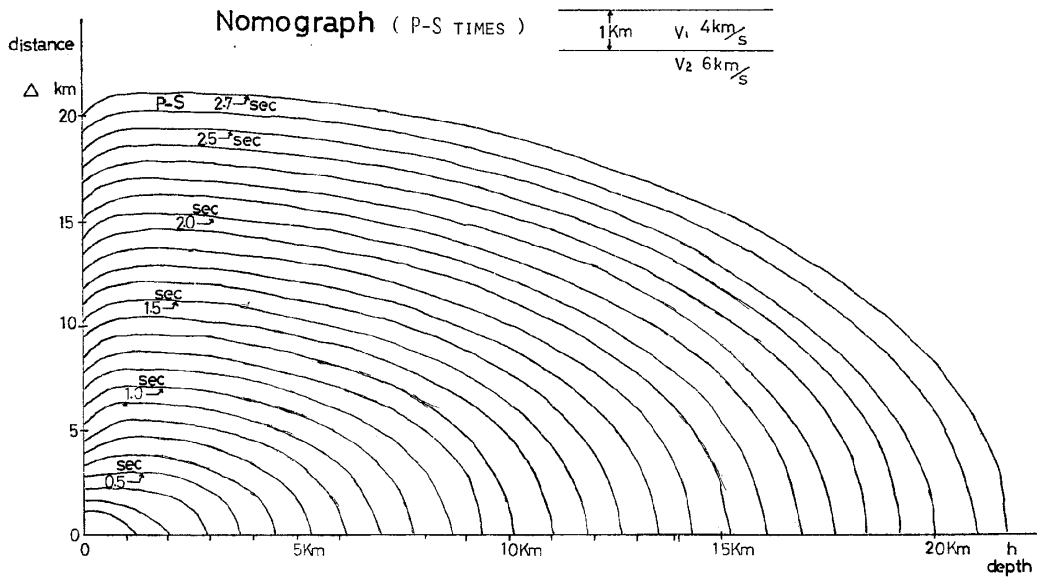


Fig. 2

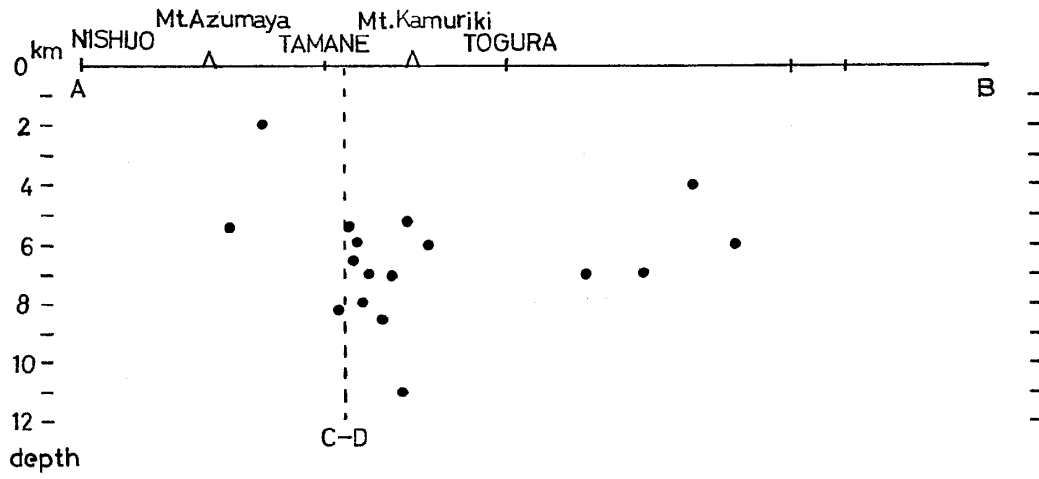


Fig. 4

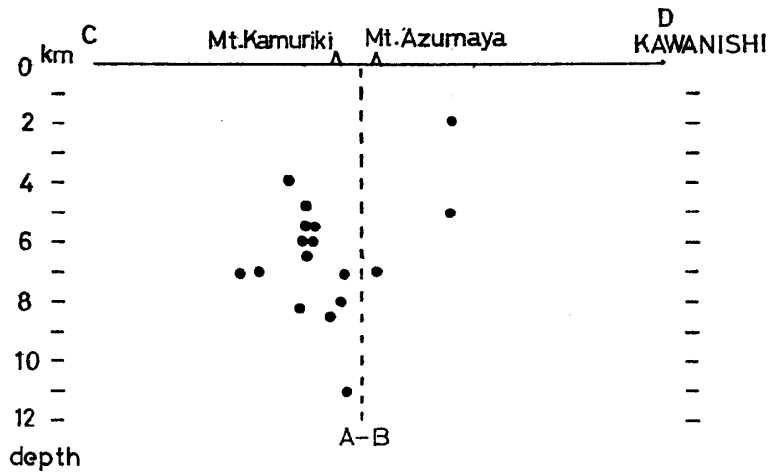
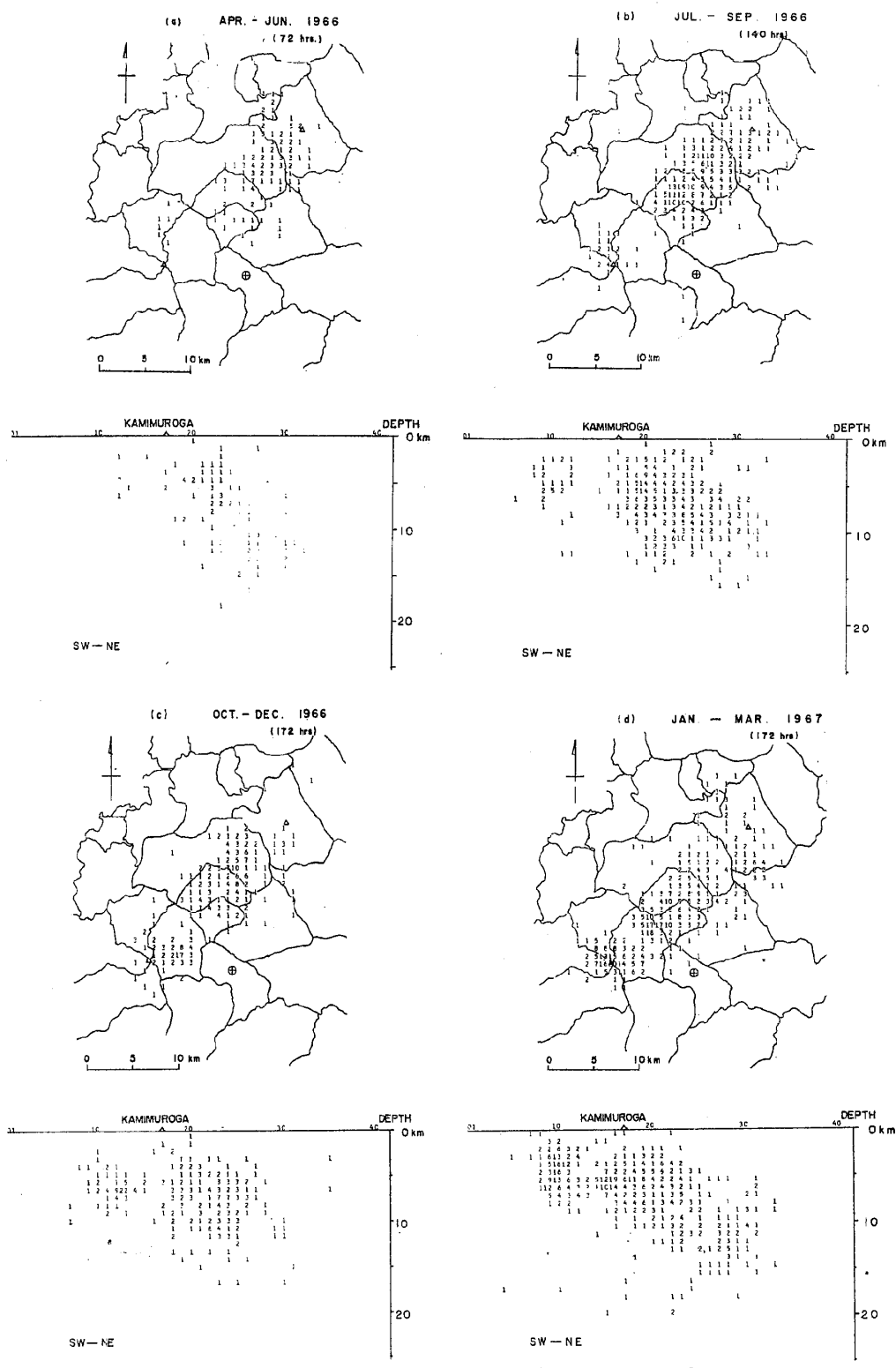


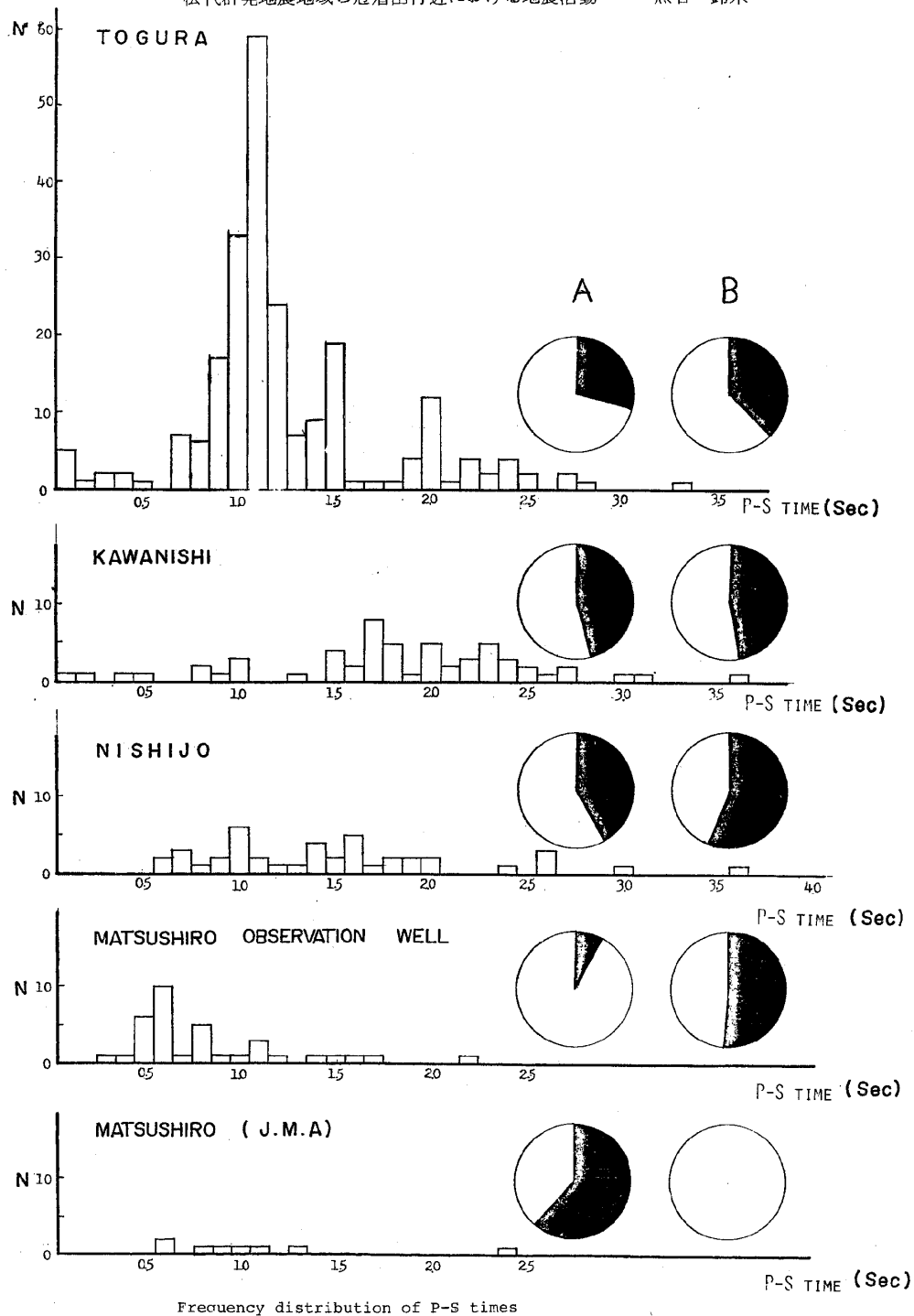
Fig. 5



大竹ほか, 1967の図

Fig. 6

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木



- A; White portions indicate the earthquakes whose *P* and *S* phase were identified.
 Black portions indicate the earthquakes whose *P* and *S* phase were not identified well.
- B; White portions mean the ratio of the earthquakes identified as *iP* and *iS*.
 Black portions mean the other earthquakes whose *P* and *S* phase were identified.

Fig. 7

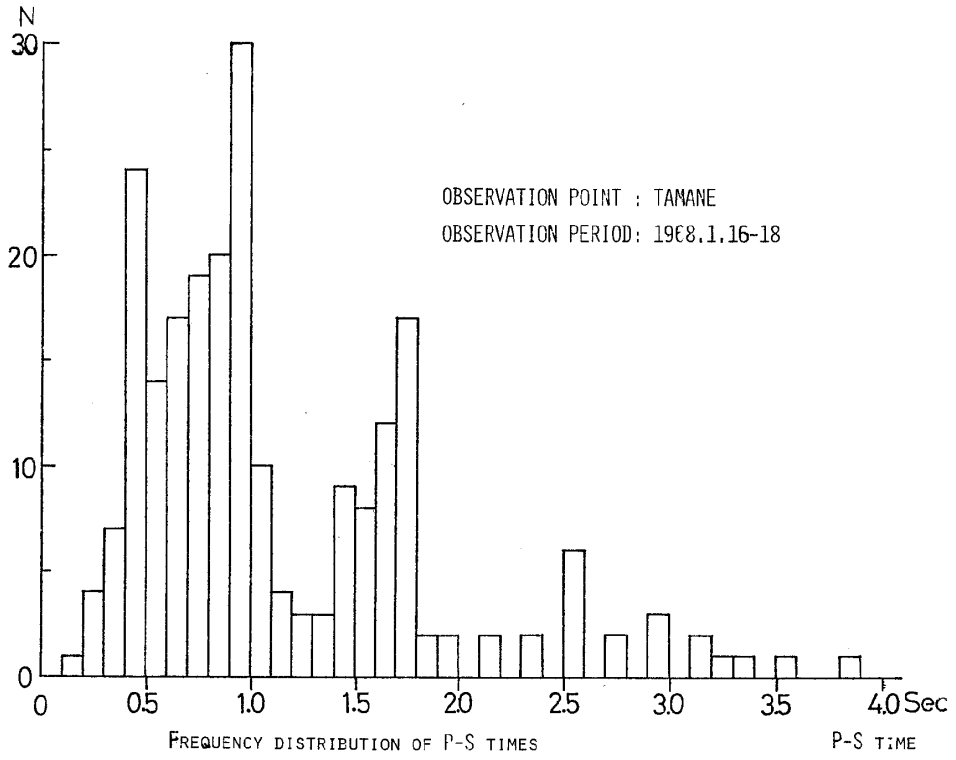


Fig. 8

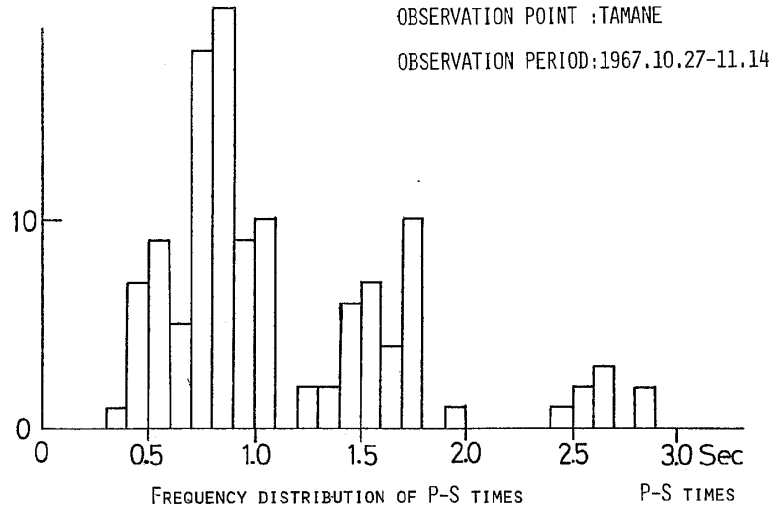


Fig. 9-1

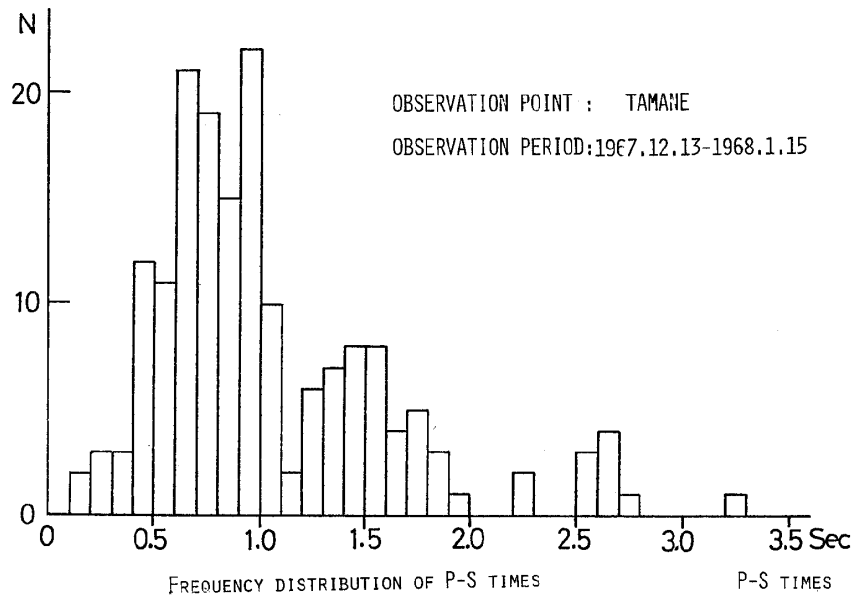


Fig. 9-2

SEISMOLOGICAL DATA OF MT. KAMURIKI AND ITS VICINITY IN THE MATSUSHIRO EARTHQUAKE AREA
OBSERVATION PERIOD; 11th-13th JULY 1967

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
11	22 08 18.17	1.02								
"	22 10 16.17									
"	22 11 01.83	1.12	22 11 02.76	1.84	22 11 02.5	1.6				
"	22 11 21.75	1.15								
"			22 11 42.37	0.46						
"	22 13 20.88	0.81								
"	22 13 57.83	1.06								
"	22 14 48.52	1.06								
"	22 16 52.83	2.41							22 16 52.31	
"					22 16 59.0					
"	22 17 25.94	1.08								
"	22 20 05.02	1.23								
"	22 22 29.73	1.59			22 22 28.8	1.2				
"	22 32 22.44	0.98								
"	22 34 44.70	0.97								
"	22 43 06.77	1.46	22 43 08.50	1.95	22 43 08.6	2.0				
"			22 43 10.42							
"	22 43 14.71									
"					22 43 17.43					

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
11	22 44 22.17									
"	22 45 04.16				22 45 23.6					
"										
"	22 45 38.45	1.01								
"	22 46 59.33									
"	22 49 10.98	1.30								
"									22 49 17.59	
"	22 49 24.11	1.19								
"	22 54 33.65									
"	22 55 51.23		22 55 52.91	2.50	22 55 52.2	2.6			22 55 50.91	
"	22 57 36.02									
"	22 58 28.90									
"	22 59 47.									
"	23 02 33.42									
"	23 04 18.00	1.48								
"	23 05 27.71	0.99								
"	23 05 30.19	1.02								
"	23 06 55									
"	23 07 42.85	1.11								

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
11	23 08 24.19	1.48	23 08 29.28							
"			23 11 00.91							
"	23 11 09.08	2.32								
"	23 13 11.27	0.96	23 13 13.13	2.25	23 13 13.5	2.4			23 13 12.21	
"	23 14 37.67	1.14	23 14 38.76	1.67						
"	23 19 53.15	2.38								
"	23 22 16.19									
"	23 22									
"	23 22									
"	23 25 20.17									
"	23 25 46.27	1.50								
"	23 26 18.70	1.10								
"	23 30 02.75	1.12								
"	23 30 43.76	1.14								
"	23 31 25.04	0.90								
"	23 34 28.30	2.47	23 34 29.41	2.39						
"	23 34 50.25	1.44								
"	23 36 32.87	0.91								
"	23 37 29.47	0.95								

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
11	23 43 54.42	1.06	23 43 57.21							
"										
"	23 51 43.31	0.09	23 51 44.48						23 52 48.30	
"									23 53 37.70	
"										
"	23 56 37.06	1.46								
"	23 56 52.94	1.12								
"	23 58 02.28	1.49								
12	00 06 39.24	2.19								
"	00 06 58.29	1.13								
"	00 08 07.92	1.06	00 08 08.93	2.00						
"	00 12 16.87	1.30								
"	00 13 07.70	1.05	00 13 09.13							
"					00 14 34.8	0.8				
"	00 15 56.42	2.02								
"	00 19 15.79									
"	00 20 21.00	1.12								
"	00 23 06.15									
"					00 25 32.0	0.6				

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	00 28 05.35	1.23								
"	00 28 23.04	1.00								
"	00 30 57.67	1.52								
"			00 31 01.80							
"	00 32 28.53	1.49								
"			00 32 32.75							
"	00 35 31.33	1.52								
"	00 39 29.23									
"	00 41 25.02	1.21								
"			00 41 29.26		00 41 30.1	1.9				
"	00 41 37.74									
"	00 42 35.—									
"					00 43 46.9					
"	00 46 56.40	1.47	00 46 57.93	2.67	00 46 58.4	2.6			00 46 57.20	
"	00 49 58.29									
"	00 50 26.23	1.11								
"	00 50 47.21	1.06	00 50 48.23	1.70	00 50 48.0	1.4				
"	00 51 10.00	1.10	00 51 11.96	2.32	00 51 12.4	2.6			00 51 10.40	0.8
"	00 51 58.04									

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷。鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	00 52 29.71	0.88								
"	00 54 06.48									
"	00 55 23.85									
"			00 56 24.96	2.99						
"	00 57 23.31	1.98							00 57 21.90	0.5
"					00 57 27.5	1.9				
"	00 58 18.31	1.08								
"	01 03 33.02									
"	01 04 48.86	0.72	01 04 50.55	1.95						
"			01 12 58.00							
"	01 15 39.05	1.18	01 15 39.94	1.76	01 15 40.2	1.7			01 15 41.68	
"	01 16 00.81	0.40								
"	01 17 11.96	1.04								
"	01 17 55.35	1.19	01 17 56.68	1.95						
"	01 27 48.65									
"	01 28 55.73									
"	01 32 39.55	1.11	01 32 42.26							
"	01 32 49.98	1.08	01 32 52.80							
"	01 36 13.80	1.12								

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	01 38 56.37	1.15	01 38 57.80							
"	01 40 16.61									
"	01 41 20.58	0.73								
"			01 41 23.45							
"	01 44 56.54	1.25								
"	01 45 54.98	1.10	01 45 56.75	1.01						
"					01 47 43.7	0.7				
"	01 47 45.65	1.10	01 47 47.18	1.27						
"	01 50 58.51									
"			01 51 00.76							
"	01 54 02.98	2.75								
"			01 54 07.85							
"	02 00 20.71	0.10							02 00 19.07	
"			02 00 25.26							
"			02 02 28.51							
"	02 13 02.32									
"	02 14 48.67									
"	02 15 10.81	1.02								
"	02 17 34.95									

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m ^s 22.7	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	02 19 31.35		02 19 22.7							
"	02 22 03.---									
"	02 22 57.40	0.95								
"	02 23 02.71	0.94								
"	02 23 19.60									
"	02 23 22.34	0.97								
"	02 26 24.15	0.95								
"	02 27 19.71	1.27								
"	02 32 44.75	0.83								
"	02 35 33.65									
"	02 36 34.06	1.17							02 36 35.0	1.6
"	02 36 44.60	1.13	02 36 45.50	1.50					02 36 45.5	1.6
"	02 37 48.02	1.13	02 37 50.60							
"	02 38 37.40	6.80								
"	02 39 00.31	1.13								
"			02 39 45.26							
"	02 39 50.27	2.50								
"			02 39 54.96							

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	02 40	49.35								
"	02 41	13.46								
"			02 41	55.28						
"	02 42	43.83								
"	02 43	08.77								
"	02 46	22.52								
"	02 50									
"	02 53	38.01								
"	02 56	21.67								
"	02 56	54.94	02 56	57.73			02 56	57.3		
"	02 58	19.11								
"	03 06	58.94								
"	03 07	01.98								
"	03 07	25.56								
"	03 10	09.62								
"	03 11	53.69	03 11	54.40	1.03		03 11	54.6	1.	
"	03 16	50.02								
"	03 18	25.46								
"	03 20	32.65								

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME	P-S TIME	P TIME	P-S TIME	P TIME	P-S TIME	P TIME	P-S TIME	P TIME	P-S TIME
12	03 21 ^m 20.77 ^s	1.04 ^{sec}	03 21 ^m 21.93 ^s	1.99 ^{sec}	03 ^h 21 ^m 21.3 ^s					
"	03 22 02.12	1.07	03 22 02.94	1.67						
"	03 24 12.69	1.27								
"			03 24 20.86							
"	03 25 30.75	0.96								
"			03 25 33.60							
"	03 28 45.94	0.93								
"	03 33 00.44	1.10								
"	03 33 16.27	0.96	03 33 18.28	2.32						
"					03 33 21.0					
"	03 37 03.10	0.86								
"	03 38 57.06									
"	03 42 16.60									
"	03 44 53.10									
"					03 46 40.8	0.7				
"			03 50 38.45							
"	03 52 42.52	0.65	03 52 44.98							
"			03 53 01.03	0.97						
"	03 53 08.31	1.00	03 53 09.37	1.63	03 53 09.00	1.4				

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12			22 01 17.51						22 01 19.79	7.9
"	22 01 27.52	2.21	22 01 28.13							
"			22 01 29.80	0.93						
"					22 01 33.2					
"	22 03 16.23	2.29	22 03 17.73	3.10			22 03 14.06	0.49	22 03 14.79	1.0
"	22 04 16.40	1.02	22 04 18.08	2.35			22 04 15.95	0.79		
"	22 05 12.98	1.10					22 05 12.1	0.9		
"			22 05 17.23							
"	22 10 07.50									
"	22 12 30.69									
"			22 13 27.73							
"	22 19 51.90		22 19 53.96							
"	22 23 28.83									
"					22 24 09.4					
"							22 28 39.4	0.6		
"	22 28 41.98	1.98							22 28 40.88	
"					22 28 48.0					
"	22 31 05.00	0.85								

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12			22 32 28.81		22 35 32.7					
"										
"	22 39 10.21									
"	22 46 33.48	14.50	22 46 33.96	0.76			22 46 34.9	2.2	22 46 34.68	2.4
"	22 47 56.44	1.06	22 47 57.23	1.50						
"	22 49 36.85	1.21			22 49 37.4	1.0				
"			22 49 48.40	1.66						
"	22 52 09.10	0.90								
"							22 56 02.86	1.49		
"	22 56 04.48	1.98							22 56 04.07	
"			22 56 09.23							
"	22 57 19.52	2.17	22 57 20.56						22 57 19.57	
"	22 58 31.37	1.09								
"	22 59 13.67									
"	22 59 33.81	0.81								
"							23 00 21.81	0.25		
"	23 00 22.83									
"	23 02 04.40									
"			23 03 03.73							

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h ^m 04 ^m 43.5 ^s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12					23 ^h 04 ^m 43.5 ^s					
"	23 05 19.87	1.11	23 05 20.96	0.77	23 05 21.5					
"	23 06 00.77									
"	23 06 39.44	1.06	23 06 40.28	1.78	23 06 40.0	2.0*				
"					23 07 38.1					
"	23 10 01.42	0.73								
"	23 12 23.02									
"							23 12 53.5	1.0		
"	23 12 57.44									
"					23 15 06.5					
"	23 15 14.81	1.46								
"	23 15 25.56									
"	23 15 43.35	0.73								
"	23 17 49.29	0.67								
"	23 22 50.17	1.12					23 22 48.23	0.61		
"	23 22 55.73									
"	23 23 26.75									
"	23 25 18.04	1.90					23 25 15.6	0.8		
"			23 27 29.53	1.70	23 27 29.3	1.4				

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
12	23 27 55.62	1.13								
"	23 28 01.37	1.07								
"	23 29 05.06	1.38	23 29 05.63	1.80					23 29 08.96	
"									23 29 18.16	
"					23 29 02.7					
"					23 31 38.3					
"										
"	23 36 22.56	1.96					23 36 20.8	0.6		
"	23 41 02.92	1.02	23 41 03.73	2.06			23 41 02.0	0.8		
"	23 44 39.19	0.50								
"	23 44 43.62									
"	23 46 11.69	0.89					23 46 11.8	0.8		
"							23 47 51.4	0.5		
"	23 51 21.87									
"	23 55 58.62									
"	23 56 21.87									
13	00 01 45.19	1.12	00 01 47.05	2.21	00 01 49.8					
"	00 06 40.85	1.13					00 01 46.05			
"	00 09 41.58	1.36			00 09 41.2					1.0

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	00 10 26.29	1.19								
"	00 10 31.85	1.44					00 10 31.90	1.39		
"			00 10 35.73	0.38						
"	00 13 06.06									
"							00 25 46.4	0.6		
"	00 25 49.90									
"	00 28 53.92									
"	00 30 18.31									
"	00 32 04.08	1.50								
"	00 32 52.52	1.08								
"			00 33 15.25							
"	00 33 23.50	1.08								
"	00 38 01.65									
"	00 38 04.87	1.93					00 38 03.0	0.6	00 38 04.14	
"	00 40 49.25									
"	00 45 54.33	1.11					00 40 49.0			
"	00 45 57.42	1.10								
"	00 46 05.85	0.92								
"	00 49 25.58	1.19	00 49 26.66	1.75	00 49 26.6	1.6	00 49 26.91	1.6		

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	00 49 49.67	1.16								
"	00 50 00.15				00 49 58.5	1.1				
"	00 50 13.29	1.17								
"	00 50 27.73	1.14								
"	00 51 16.83	1.21								
"	00 51 37.25	1.06	00 51 40.21		00 51 39.8					
"	00 55 34.40	0.89								
"	00 55 54.17	1.14								
"	00 58 07.73	1.10								
"					01 01 49.7	1.8				
"	01 05 27.77	1.96					01 05 27.00	0.6		
"	01 08 41.25									
"	01 09 11.75	0.25								
"	01 10 03.60	1.05								
"	01 10 31.81									
"	01 11 07.83	1.38	01 11 08.70	1.71	01 11 07.6	1.0			01 11 11.93	
"	01 12 51.87	0.90					01 20 52.22	0.60		
"	01 20 54.44	1.96								
"							01 23 29.99	1.65		

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	01 23 33.79									
"	01 25 14.98	1.12								
"	01 26 32.23									
"			01 31 36.30	1.53						
"	01 38 07.04									
"			01 42 20.53							
"	01 43 32.23	1.50								
"	01 44 48.55	1.11								
"	01 44 54.62	1.11								
"					01 48 01.0					
"	01 50 46.52	1.25	01 50 48.23	2.40			01 50 46.7			
"					01 50 51.5					
"	01 53 13.87	2.40	01 53 14.53	2.65	01 53 16.0	3.6	01 53 12.0	1.1	01 53 12.92	1.3
"									01 55 27.82	
"	01 55 37.17	0.85								
"	02 00 45.26	0.95								
"					02 07 48.7					
"	02 14 50.08									
"	02 17 12.33	1.11			02 17 13.4	1.5				

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	02 20 19.29	2.04	02 22 22.73				02 20 17.6	0.5		
"										
"							02 25 48.6	0.6		
"	02 25 50.32	1.95							02 25 48.90	1.1
"					02 25 56.5					
"					02 26 18.3					
"	02 28 52.25	1.21								
"	02 29 22.98	1.00	02 29 24.91	2.22			02 29 23.08	0.84	02 29 24.30	
"					02 29 27.5					
"									02 32 00.10	
"									02 33 15.80	5.1
"	02 39 27.58		02 39 30.56							
"	02 41 24.60	1.50								
"							02 44 13.7	0.6		
"	02 44 17.27	0.10								
"	02 45 57.85	0.94								
"	02 47 15.54	1.48	02 47 17.18	3.55	02 47 17.3	3.0	02 47 15.1	1.1	02 47 17.00	
"	02 53 28.90	0.97	02 53 30.79	2.26	02 53 33.5		02 53 29.8	0.5		
"	02 55 14.79	0.94								

松代群発地震地域の冠着山付近における地震活動 — 熊谷・鈴木

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	02 57 52.19	1.29	02 57 55.00		02 57 52.3					
"	03 00 37.73	1.51	03 00 41.79	0.21	03 00 42.2			03 00 37.9	1.1	
"	03 01 36.81	1.48								
"			03 01 41.06							
"	03 01 48.87	1.03	03 01 49.76	1.89	03 01 50.8	0.9				
"	03 02 08.81	1.15								
"								03 02 13.0	0.4	
"	03 02 15.10	1.98								
"										
"	03 07 15.87	2.00	03 07 17.66	2.60	03 07 17.6	1.6		03 07 14.06	0.69	
"										
"	03 09 21.71	0.14								
"	03 10 05.96	1.14	03 10 08.73							
"	03 1-2									
"	03 14 02.60	1.09	03 14 03.60	1.63	03 14 03.5	1.5				
"	03 14 36.10	0.40								
"			03 14 40.50							
"	03 18 40.56	1.02								
"	03 23 59.98	0.98								

DATE	TOGURA		KAWANISHI		NISHIJO		OBSERVATION WELL		J. M. A.	
	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec	P TIME h m s	P-S TIME sec
13	03 24 18.62	1.21	03 24 20.40	2.25			03 24 19.4		03 24 19.98	
"	03 24 51.65	2.02	03 24 53.38	2.10			03 24 49.9	0.5	03 24 50.08	0.9
"	03 34 48.79						03 29 32.29	0.60		
"	03 37 01.00	0.82	03 37 02.22	1.68	03 37 02.2	1.6				
"	03 43 21.50	1.14								
"	03 44 13.20		03 44 15.20							
"	03 46 26.77									
"			03 48 45.77							
"	03 50 47.06	0.98								
"	03 51 09.58	1.52								
"			03 51 13.93							
"	03 51 51.16	1.44								
"	03 52 22.44	1.16								
"	03 53 06.83	1.88					03 53 04.9	0.5		
"	03 55 07.28	1.44	03 55 08.05	1.68	03 55 07.3	1.0				
"			03 58 32.07							
"	03 59 19.51	1.47	03 59 21.18	2.52	03 59 23.5	0.6	03 59 19.7	1.2		
"										