

10. 新潟県柏崎市における微小地震観測

地震研究所 牧 正

(昭和48年12月28日受理)

I. 序 言

新潟県南西部から長野県北部にいたる地域には古来多くの被害地震がおこってきた。日本を東西に2分するフォッサマグナの地域内にあり、地質構造についても重要な地域である。しかしながら地震活動の研究は十分には行われておらず、とくに地震観測の強化がのぞまれる地域である。気象庁の測候所間の距離も他地方に比べ非常に大きい。例えば新潟に隣りあう測候所は前橋などである。

一方当地域に近接する高感度地震観測施設としては気象庁松代地震観測所及び東京大学地震研究所北信微小地震・地殻変動観測所がある。しかし前者は単一観測点であり震源決定という面では不十分である。

これらの背景のなかで昭和43年には新潟県柏崎市に柏崎微小地震観測所が設置された。観測目的としては新潟県南西部における局地地震の活動を対象として、近接する観測網と連携するかたちで研究をすすめることを選んだ。現段階において一応初期の目的とした観測網が完成したので、観測の現状と一部の結果について報告する。

II. 微小地震観測網と観測計器

1. 観測網と計器

第1表には柏崎微小地震観測所の観測網の位置を示した。観測者又協力者については最後に示してある。

用いた地震計は HES 1-0.2 システムであり諸定数を第2表に、総合周波数特性を第1図に示した。同図には柏崎観測所においてモニター用として用いた煤書き式の特性も示している。

Table 1. Kashiwazaki micro-earthquake observation network.

Station	Code	Latitude	Longitude	Altitude
Kashiwazaki	KZJ	37°19' 50.2" N	138°31' 35.7" E	100m
Yuzawa	YZW	36 54 02.0	138 46 47.1	600
Yunotani	YNT	37 13 24.2	139 00 52.2	170
Takada	TKK	37 07 40.9	138 12 35.2	40
Itoigawa	ITG	37 00 29.3	137 59 56.8	270

Table 2. Instrumental constants of HES network.

Code	Comp	Period		Damp		Coupl	Maximum	
		T _p	T _g	hg	hg	σ	Mag	Sens
KZJ	Z	1.00	0.19	1.0	1.0	0.23	30.0×10^3	$1.55 \times 10^3 \mu\text{kin}/\text{cm}$
	N	1.06	0.23	1.0	1.0	0.11	28.1	1.47
	E	1.06	0.22	1.0	1.0	0.12	27.3	1.38
YZW	Z	1.02	0.23	1.0	1.0	0.26	50.4	2.68
	N	1.01	0.20	1.0	1.0	0.23	47.5	2.18
	E	0.99	0.21	1.0	1.0	0.21	51.2	2.51
YNT	Z	1.18	0.18	1.0	1.0	0.06	48.5	2.09
	N	1.02	0.19	1.0	1.0	0.05	49.3	2.14
	E	1.03	0.19	1.0	1.0	0.05	50.1	2.27
TKK	Z	1.00	0.20	1.0	1.0	0.08	19.2	0.89
	N	1.00	0.24	1.0	1.0	0.08	22.5	1.23
	E	1.07	0.24	1.0	1.0	0.08	20.2	1.05
ITG	Z	1.01	0.25	1.0	1.0	0.11	18.7	1.01
	N	1.03	0.25	1.0	1.0	0.08	20.4	1.12
	E	1.02	0.25	1.0	1.0	0.10	20.0	1.27

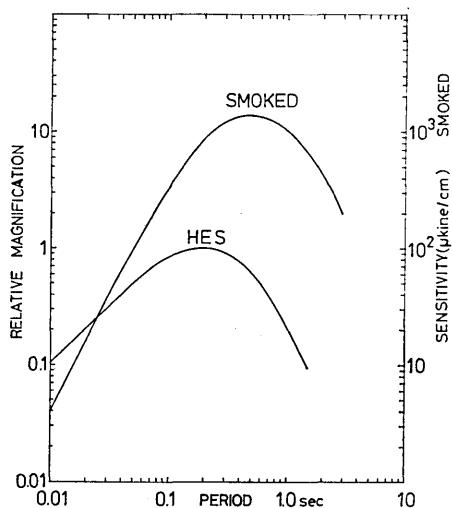


Fig. 1. Characteristic responses of the HES 1-0.2 and the smoked drum recording seismographs of the Kashiwazaki station.

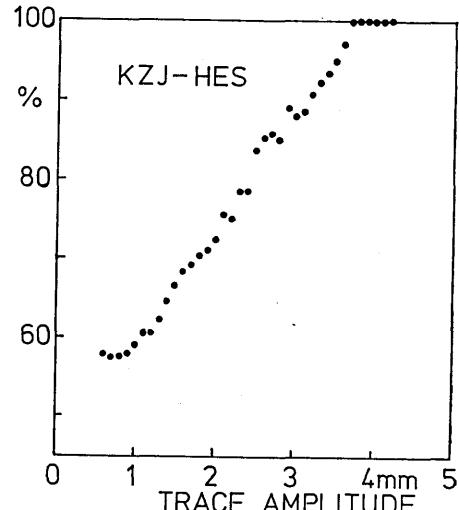


Fig. 2. Probability with which the P onset and the S-P time duration are identified, as a function of maximum trace amplitude.

当地方の冬期間には冬型の気圧配置により風波がきわめて強く、高レベルの脈動が発生している。このため冬期間の観測条件は非常に困難となっている。

2. 観測網の検出限界マグニチュード

地震活動の研究では震央分布を求める方法が基本であるが、展開している観測網の検出能力を明らかにすることも同時に行われなければならない。市川(1967)は気象庁の観測網にたいする検出マグニチュードと震源精度を求めており、微小地震ではしらべられていない。

観測網の検出能力を表現するにはいくつかの方法が考えられるが、検出限界マグニチュードの分布を求めることがもっとも直接的であり、震源決定に必要な条件をマグニチュード決定式に結びつける方法が考えられる。震源を決定するためには3観測点におけるP時刻とS-P時間が検出されることが最少限必要な条件である。この場合の観測点はできるだけ震源に近いものを用いる方がよい。

次にP時刻とS-P時間が地震記象から判読できる条件を最大記録振幅をパラメーターとして求める必要がある。このときの最大記録振幅を用いればマグニチュードをきめることができ、その値が検出限界マグニチュードになる。第2図には柏崎観測所のHESで観測された地震(S-P時間が30秒以下のものに限る)のうちのS-P時間の判読できる地震の割合を、最大記録振幅にたいして示した。3.5mm以上では95%の地震がP時刻、S-P時間が判読できる。地震記象の上でP時刻、S-P時間が判読できるかどうかは多くのファクターで求められる。又マグニチュード決定式で最大記録振幅が2~0.5倍かかったとしても高々±0.3の影響しか与えない。これら点を考慮して最大記録振幅が5mmではほとんどの地震のP時刻、S-P時間が判読できると考えられる。又この値は全ての観測点に共通して用いることのできる値と考えられる。第3表には信越観測網の速度感度を示した。

仮の震源座標にたいする震源距離と上述の基準振幅を用いればその地点の検出限界マグニチュードを求めることができる。実際の計算にあたって13点の観測点のうち、震源に近い4観測点をえらびそれらのうち3番目に大きい値をもって検出限界マグニチュードとして採用した。震源の深さが0kmの場合にたいする結果を第3図に示した。同図にはM=2,3の等マグニチュード線と観測点位置も示してある。

松代群発地震の震源域のうちその南東部分ではマグニチュードで約1だけ大きい。これは真田観測点の感度と観測条件が著しく低下しているためであり、効果的な改善が急がれる(昭和47年7月に改善が実行された)。又観測点までの距離に比べ、長野県の南方部分での検出力は低下している。M=2の場合の凹凸が大きいことは好ましくなく観測点の配置や感度の改善がいそがれる。

Table 3. Sensitivities of the Shin-Etsu micro-earthquake observation network. (At 2 cps)

HSJ	$357 \times \mu\text{kine}/\text{cm}$	ITG	$1570 \times \mu\text{kine}/\text{cm}$	KRJ	$833 \times \mu\text{kine}/\text{cm}$
KYJ	628	KZJ	1047	NGJ	1047
NNJ	3141	OMJ	1470	SDJ	5263
SSJ	3141	TKK	1570	YNT	628
YZW	628				

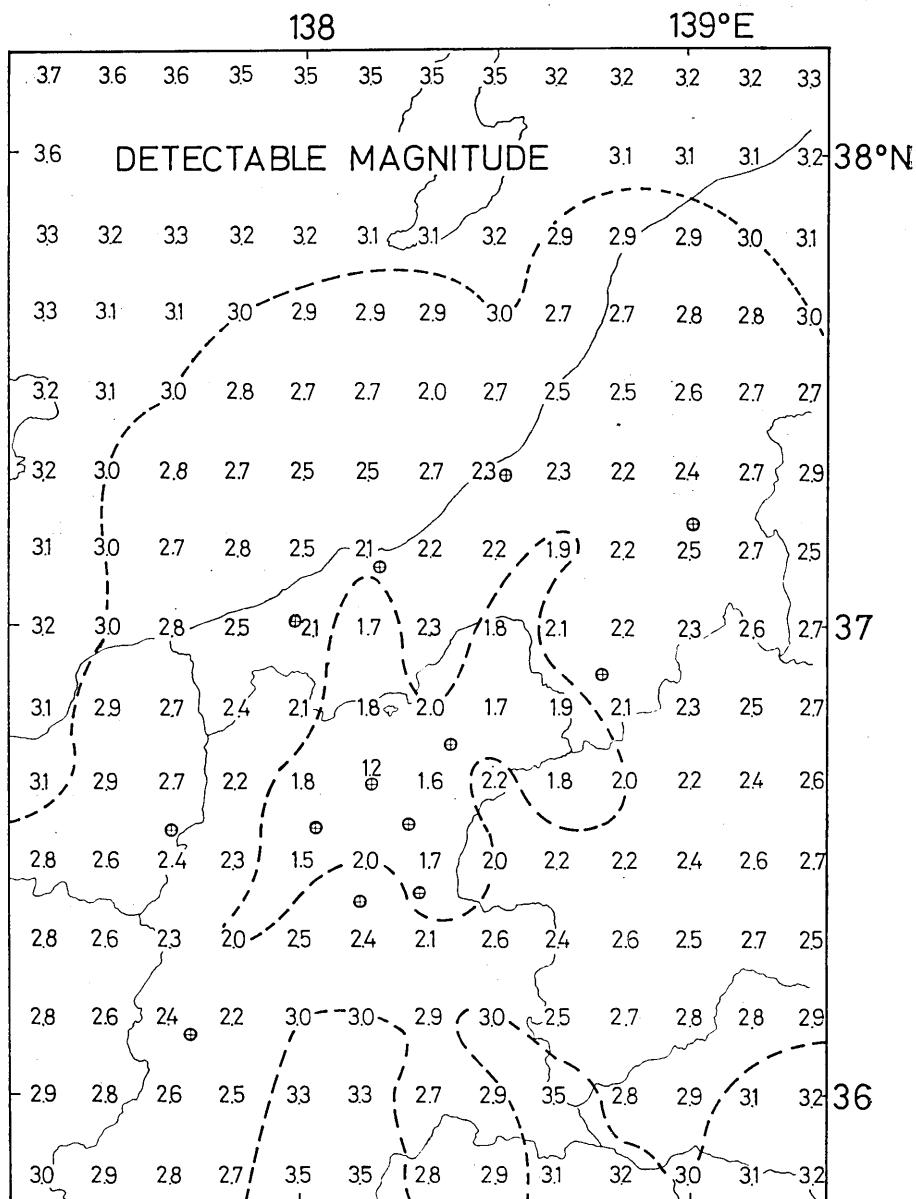


Fig. 3. Distribution of the detectable magnitude of the Shin-Etsu micro-earthquake observation network. Encircled crosses show the stations.

III. 觀測結果

柏崎微小地震観測網では1971年1月から本観測が開始された。本研究では同年1~6月の6カ月間の観測資料を用いて調査した。

Table 4. Frequency distribution of the daily earthquake numbers.

Code	Period	Daily number of earthquakes																		Total						
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20	Days	Shocks	
ITG	Aug.'71—Jul.'72	5	4	13	29	36	76	118	78	1	2													363	636	
KZJ	Aug.'71—Aug.'72	4	13	24	52	56	78	78	56	2	1													367	870	
TKK	Aug.'71—Aug.'72	2	2	6	12	22	62	106	131	1														344	408	
YNT	Aug.'71—Aug.'72	7	10	18	47	62	86	76	23	4	2													338	919	
YZW	Aug.'71—Aug.'72	17	36	36	62	44	48	29	14	9	7	5	2	3	1									315	1325	
KYI	Jan.'70—Jul.'72	50	80	128	117	160	136	95	25	40	21	19	8	5	6	4	2	3	1	5	1	6	912	4176		
NGJ	Jan.'71—Aug.'72	2	2	8	16	30	110	198	237	1	1	1												609	718	
NNJ	Oct.'70—Aug.'72	47	51	97	107	112	97	56	19	23	20	13	4	8	1	2		2	1	1	1	1	1	662	2912	
OMJ	Jan.'69—Aug.'72	80	100	122	180	211	193	151	74	52	29	29	18	14	13	10	6	5	5	4	4	18		1318	6341	
SDJ	Jan.'70—Aug.'72	47	89	109	131	136	107	85	32	39	46	27	18	15	6	13	8	6	6	2	1	1	9		933	5093
SSJ	Jan.'70—Aug.'72	1	10	15	37	84	170	300	268	2			1	1			2							2	893	1360
HSJ	Jan.'69—Aug.'72	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	>		1334	102550
KRJ	Jan.'69—Aug.'72	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	>		59716	

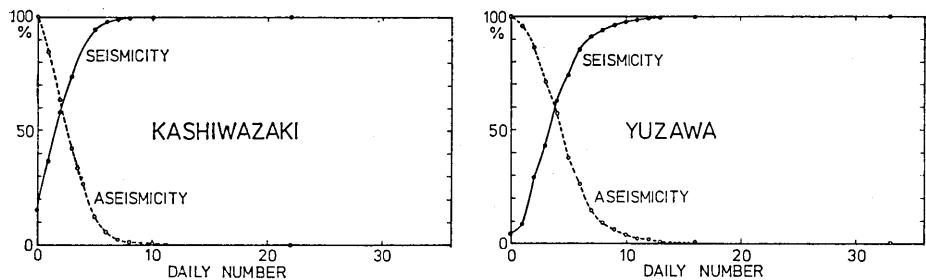


Fig. 4. Probabilities of frequencies of the daily numbers.

1. 日別地震回数

地震活動度（サイスミティ）を表現するもっとも直接的な要素は地震回数である。しかしながら地震回数の時間的・空間的特性は十分に明らかにされてはいない。特に観測期間と計器の感度について統一しなければならない。逆に一定水準の地震活動度を研究するために必要な観測期間と感度を検討する必要もある。これらの問題点をとおして観測方法論を志向することは本研究の一つの目的である。

観測を保守し駿測する立場として、その日（あるいは週・月）が活動的であるか静穏であるかを判断する必要に迫られることがある。又いくつかの観測点を展開している場合には、観測網のなかでもどの観測点が活発であるかという判断に迫られることもある。こうした判断を行なうために日別地震回数の頻度分布から活動についてしらべた。又感度にたいする補正を施した日別地震回数を求めた。

(1) 日別地震回数の頻度分布

第4表には13の観測点について観測期間、日別地震回数の頻度、観測日数と総地震回数を示した。本表の地震としては記録振幅が2 mm（両振幅）以上のもので遠い地震も近い地震も含まれている。第4図には日別地震回数にたいする頻度の割合を示した。日別地震回数の少ない側からの積算と、地震回数の多い側からの積算を示してある。前者は活動性を表わし、ある地震回数より少ない地震回数がおこる確率を表わす。後者は非活動性を表わし、ある地震回数より多い地震回数がおこる確率を表わす。従って両曲線の交点は活動性と非活動性の共存するわけであるからそのときの地震回数はその観測点の平均的地震回数であると思われる。第5表には総地震回数を観測日数で除した平均日別地震回数、日別地震回数の平均値および一定の確率でおこると期待される日別地震回数を示してある。5表では1月に1度(1/30)および1年に1度(1/365)の確率にたいする値が示されている。

(2) 感度補正を施した日別地震回数

各観測点の感度はまちまちであるため地震回数を単純に比較するわけにはいかない。記録振幅の頻度分布を求め得られる関係式を用いて標準感度まで外挿あるいは内挿するという方法をとった。

記録振幅 x_0 以上の積算頻度分布は

$$N_o = ax_0^{-n}$$

で表わされる。同様に

Table 5. Comparison of "daily numbers".

(a) mean earthquake number, (b) mean of the daily numbers. (c) expected daily number for the certain probabilities.

Code	a	b	c	
			1/30	1/365
HSJ	76.9	69.0	155	330
ITG	1.8	1.5	6	9
KRJ	47.1	35.0	155	450
KYJ	4.6	3.8	12	30
KZJ	2.4	2.1	6	20
NGJ	1.2	0.8	4	15
NNJ	4.4	4.0	10	17
OMJ	4.8	3.6	14	46
SDJ	5.5	4.4	14	37
SSJ	1.5	1.1	4	16
TKK	1.2	0.9	4	7
YNT	2.7	2.5	7	17
YZW	4.2	3.8	10	16

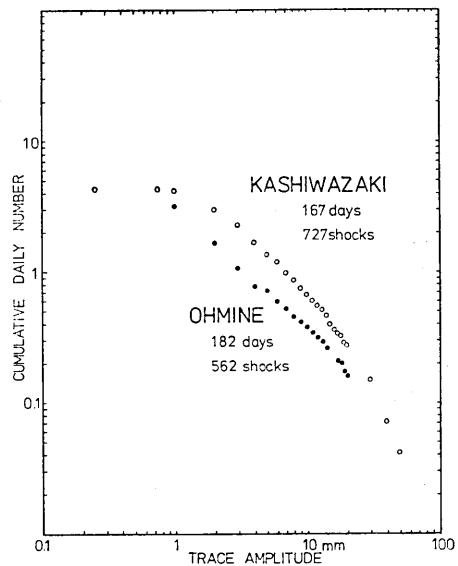


Fig. 5. Distribution of relative daily numbers as a function of the trace amplitudes. Double amplitude for Kashiwazaki and semi-amplitude for Ohmine, Nagano station.

$$x_s = P_i \cdot x_o$$

にたいしては

$$N_s = a \cdot x_s^{-n} = a(P_i x_o)^{-n} = a \cdot x_o^{-n} / P_i^n = N_o / P_i^n$$

ここで x_s は標準感度。 P_i は観測感度にたいする標準感度の比、 N_s は標準感度以上の積算頻度を表わす。 $P \geq 1$ のときは外挿、 $P \leq 1$ のときは内挿する場合を表わし、 前者は観測感度が標準感度より高い場合、 後者は観測感度が標準感度より低い場合を表わしている。

このように観測感度にたいする標準感度の比の値を用いて、 地震回数は感度について補正されることになる。

第5図には1972年1～6月における柏崎(両振幅)と大峰(長野市、片振幅)の場合の記録振幅にたいする頻度分布を示した。 頻度としては、 平均日別地震回数の積算値を示した。 この図から両観測点とも $n=1$ がえられる。 従って

$$N_s = N_o \cdot P^{-1}$$

第6表には観測感度と5万倍、10万倍に対する比 P^{-1} の値、 およびそれぞれの日別地震回数を示した。 真田(SDJ)と信州新町(SSJ)のファクターが大きく「自然回数」に観測回数を近づけるための改善がのぞまれる。

2. S-P 時間の分布

第7表には1971年8月から1972年8月までのS-P時間の頻度分布を示した。 1972年8月に行われた長野県北佐久郡小海町における臨時観測の結果も示してある。 柏崎(KZJ)、高田(TKK)と糸魚川(ITG)における2～4秒に相当する地震は1972年6月の新潟県南西

Table 6. Standardized daily numbers and the correction factors for the standard sensitivities.

Station	Observation		10^5		5×10^4	
	Sensitivity $\mu\text{kine}/\text{cm}$	Daily number	Factor	Daily number	Factor	Daily number
HSJ	35.7	69.0	1.14	78.7	0.57	39.3
ITG	157.0	1.5	5.00	7.5	2.50	3.8
KRJ	83.3	35.0	2.65	92.8	1.33	46.6
KYJ	62.8	3.8	2.00	7.6	1.00	3.8
KZJ	104.7	2.1	3.33	7.0	1.67	3.5
NGJ	104.7	0.8	3.33	2.7	1.67	1.3
NNJ	62.8	4.0	2.00	8.0	1.00	4.0
OMJ	147.0	3.6	4.68	16.8	2.34	8.4
SDJ	526.3	4.4	16.76	78.7	8.38	36.9
SSJ	314.2	1.1	10.01	11.0	5.00	5.5
TKK	157.0	0.9	5.00	4.5	2.50	2.3
YNT	62.8	2.5	2.00	5.0	1.00	2.5
YZW	62.8	3.8	2.00	7.6	1.00	3.8

Table 7. Frequency distribution of the S-P time durations (Aug.'71~Aug.'72).

Code	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	>	n	d	t
ITG	1	4	7	12	1	11	5	3	3	4	2	1	3	2	2	2	3	2	1	2	3	4	1	0	5	1	4	2	3	3	2	44	8	73	33
KZJ	2	31	49	14	5	4	1	4	5	4	6	6	3	4	2	5	5	5	1	4	2	4	3	3	2	2	1	3	2	3	61	27	211	5	
TKK	2	16	4	1	3	1	1	6	2	2	6	9	2	2	4	1	3	1	2	2	1	1	4	1	1	1	4	1	1	57	3	38	19		
YNT	2	12	7	9	7	2	2	4	3	1	2	2	1	4	6	2	4	2	6	9	2	7	5	3	4	7	4	7	93	11	177	18			
YZW	3	2	2	11	10	5	3	4		2	3	1	4	4	3	2	3	5	7	6	9	6	6	1	5	3	5	5	8	78	41	122	0		
Koumi			2	2	15	32	27	6	7	6	5	1	7	7	13	8	20	9	11	13	14	3	9	6	6	4	2	2	3	2	10	137	86		

n : near earthquake, but S-P time duration not identified

d : distant one

t : teleseismic one

部・安塚町附近におこった余震である。

3. 震源分布図

第6図には1971年4～6月について3点のS-P時間による図式法により求めた震央位置を示した。大森係数としては、1971年2月26日の新潟県南西部(安塚町附近)の余震の調査の際にえられた値 $K=7.74$ を用いてある。松代群発地震の他には、新潟県南西部(安塚町附近)と富山・長野・岐阜県境附近の活動が顕著である。又新潟県南西部とその沖にいくつかの地震がおこっている。一方群馬県と長野県中央部以南の非活動域がみられる。

4. 地震群活動

柏崎微小地震観測網が観測を開始して以来、新潟県東頸城郡安塚町附近には1971年2月26日と1972年7月19日の2回に亘って地震群の活動がおこった。第8表には2つの地震群

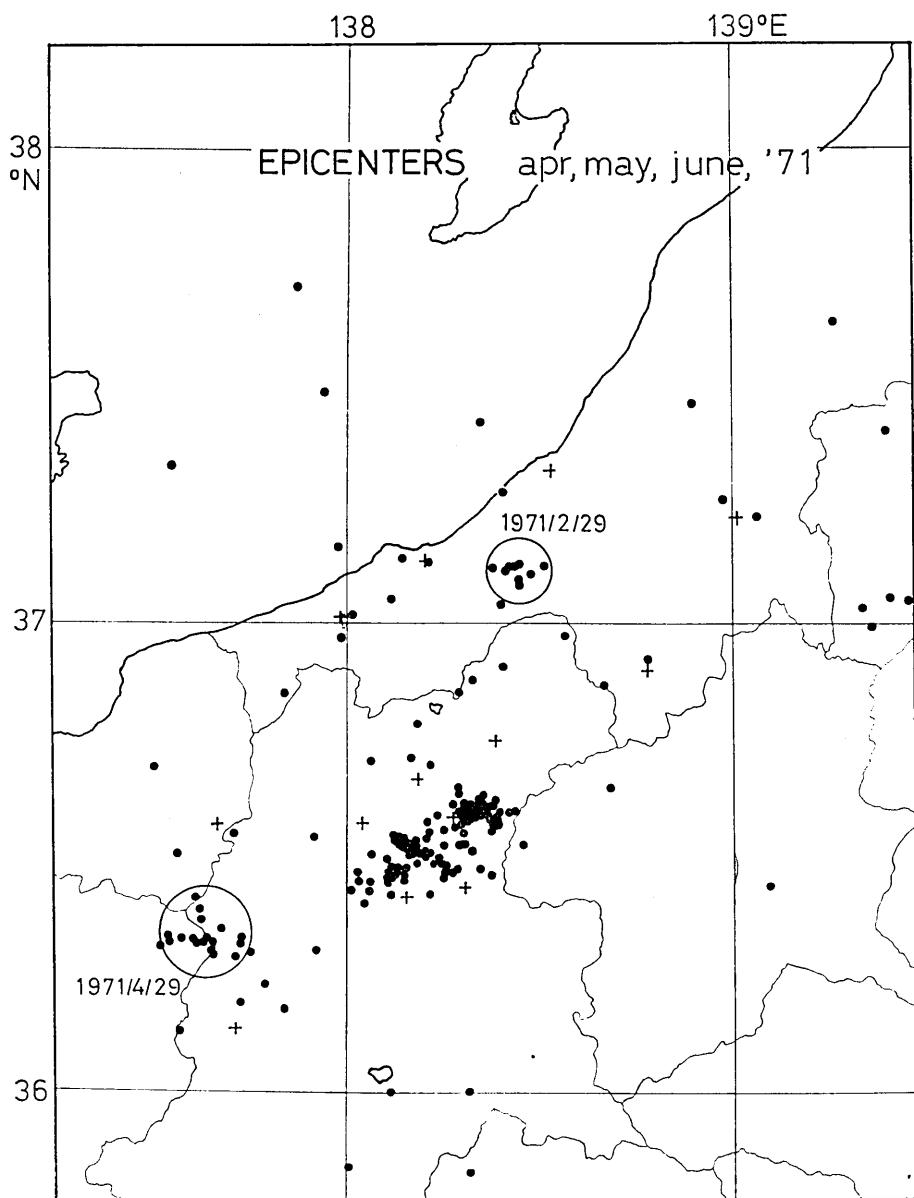


Fig. 6. Epicenters of the micro-earthquakes in April, May and June of 1971. Encircled areas show the sequence activities, the crosses the observation stations.

Table 8. Comparison of the two sequences in the western part of Niigata prefecture.

Parameter	1971.2.26	1972.7.19
Origin time	04 : 27 : 48.7 (JMA)	07 : 27 : 06.6
Epicenter	138°21' E 37°08' N	138°28' E 37°08' N
Focal depth	0 km (JMA)	20.2 km
M ₀	5.5 (JMA)	3.1
M ₁	4.1 (JMA)	2.9
m	0.83	0.78
b	1.11	0.66
p	1.01	0.87
Type of activity	aftershock	foreshock
Depth of aftershock area	6~26 km	18~25 km
Aftershock area	12×9 km ²	2×3 km ²

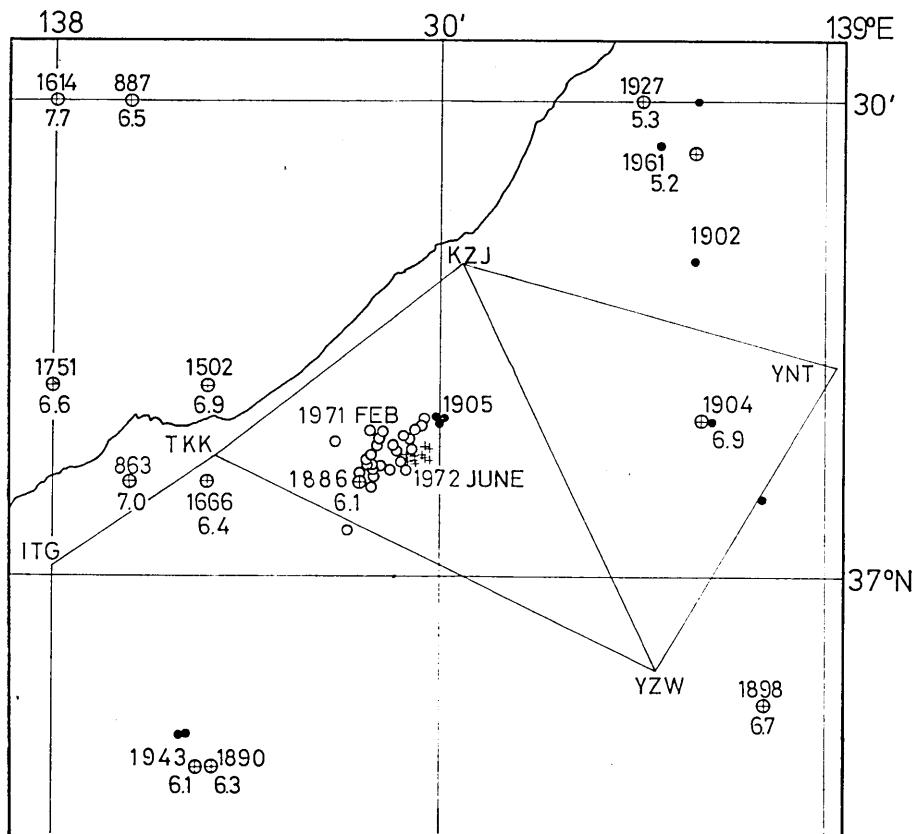


Fig.7. Epicenters of the 1971 February and 1972 June event. Encircled crosses show the epicenters of the destructive earthquakes, solid circles the epicenters by JMA. Open circles and crosses show the epicenters of the events in 1971 and 1972. Stations of Kashiwazaki micro-earthquake observation network are showed by the station codes.

の諸パラメーターを示してある。第7図には余震々央の分布を示してある。震源の決定には柏崎(KZJ), 高田(TKK), 湯沢(YZW)のS-P時間を用いて, $K=7.74$ の値により図式法により求めたものである。2つの地震群の震源域が異なっており, 2回目の活動は1回目の残留歪が解放されたものと考えられる。又この区域には1886年の被害地震と1905年の余震が発生しているように地震の巣と思われる。同図には周辺におこった被害地震と地震群活動を示してある。

IV. JMA カタログによる信越地方の地震活動

1. 被害地震

第8図には歴史上の被害地震を示してある。理科年表にもとづき津波の伴なったものと地殻変動の伴なったものをわけて示した。佐渡と能登半島をとおる沖合の地域、新潟県南部の海岸に沿った地域、長野県北部に集中している特徴がある。新潟県沖の外洋部、群馬県、長野県中央以南では皆無である。この地域における最大の地震は7.7(1614年, 直江津沖)であり、新潟地震(1964年, $M=7.5$)と共に沿岸部では大規模な地震がおこるといえる。内陸部では上越地方から北信地方にかけての地域では $M=7.4$ までの規模のものがおこつている。

特に善光寺地震の先例を推測できる資料がみつけられた。第9表には、その資料を示した。前震型と余震型のちがいがあること、震源域が887年の方が大きいことなどのちがいがあるが、マグニチュードの類似性、震源域のかたちなどを考慮すれば2組の地震系の類似性が認められる。これらの地震の間隔は凡そ1000年であり、この間隔で $M=7.4$ クラスの「善光寺地震」がくりかえしていることを類推させるものである。地震予知研究の一つの見識となると思われる。

2. JMA カタログによる震央分布

1885年から1970年までの地震カタログはこの地域の地震活動についての情報を提供してくれる。微小地震観測をおしそすめる上で重要な情報である。上述の期間において気象庁観測網の機能は一様ではなく、そのとり扱いは十分気をつける必要がある。宇津(1968)が指摘しているように、マグニチュードの分布には、十分配慮する必要がある。一方浜松(1966)によれば気象庁の機能についていくつかの年代的区切りがある。ここでは①1885~1925年、②1926~1960年、③1961~1970年の3期間に分けて考えた。第9図には上の3期間についてマグニチュード別頻度分布を示した。この関係を用いてもれなく把握しているマグニチュードの範囲を求めることができる。上の3つの期間について ① $M \geq 5.6$, ② $M \geq 4.5$, ③ $M \geq 4.0$ がえられる。

第10図にはえられた基準マグニチュード以上の震央を示した。1885年から1925年までのものは除いてある。本図における第1の特徴は2つの期間の観測網の機能の影響のため震央分布が系統的に異なっていると思われることである。新潟県の沿岸部では1926~1960年の期間が集中し、それより外側では1961~1970年の震央が集中している。これらの系統的なづれの要素の1つとして相川測候所の影響が考えられる。第2の特徴は群馬県、長野県中央部以南の非活動地域があげられる。第3には群馬・栃木県境、群馬・埼玉県境、長野・岐阜・富山県境には、基準マグニチュード以下の小規模地震の活動が集中していること

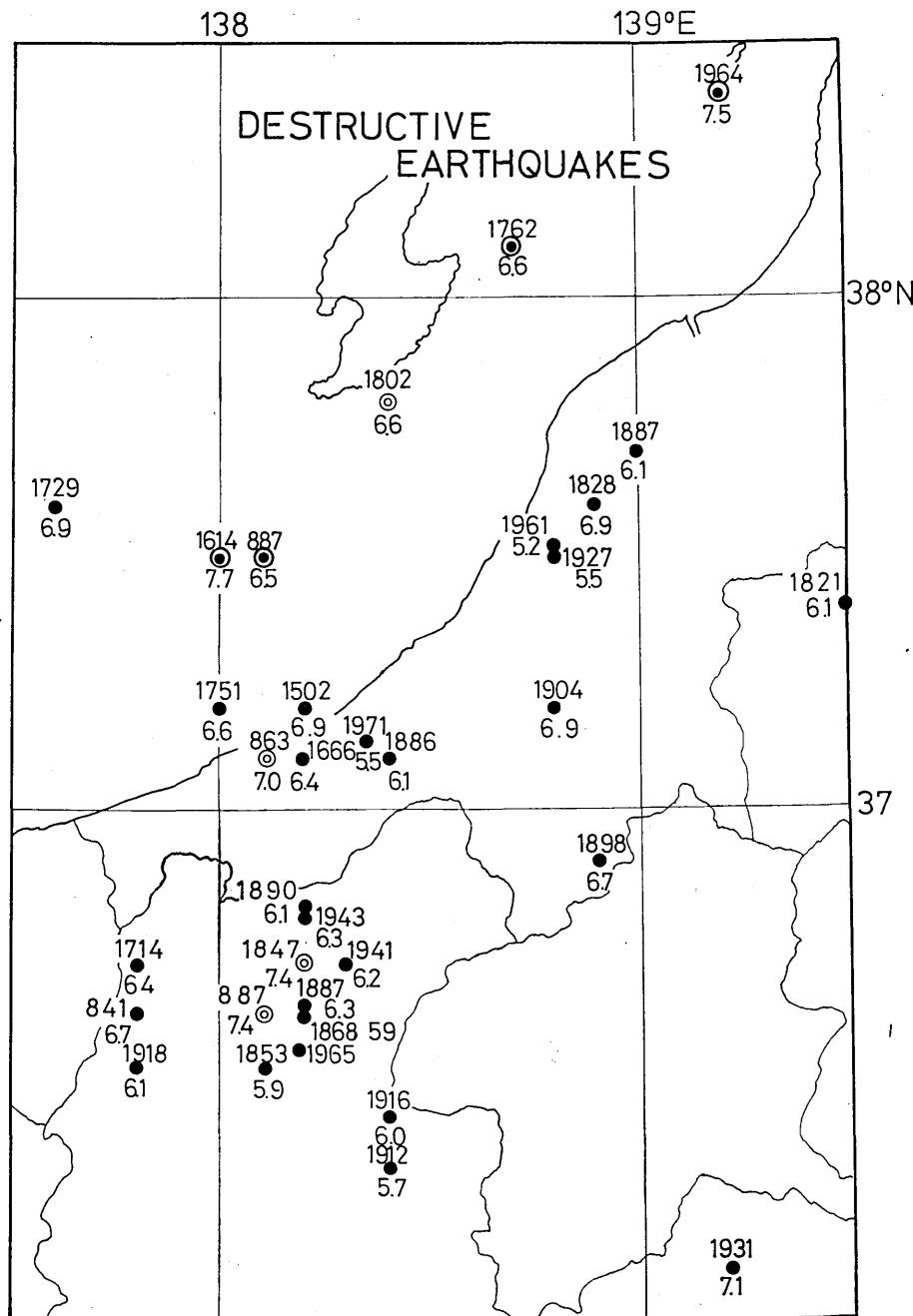


Fig. 8. Epicenters of the destructive earthquakes in the Shin-Etsu district.

Encircled solid circles show earthquakes accompanied with tsunami, double circle the ones with some crustal deformations.

Table 9. Repeat of the Zenkoji-earthquake.

No.	Date	Epicenter		M	Location	Reference
1	887. 8. 2	138. 1° E	37. 5° N	6. 5	Echigo	foreshock
	8. 26	138. 1	36. 6	7. 4	Shinano-Hokubu	mainshock
2	1847. 5. 8	138. 2° E	36. 7° N	7. 4	Zenkoji	mainshock
	5. 13	—	—	6. 5	Echigo-Kubiki	aftershock

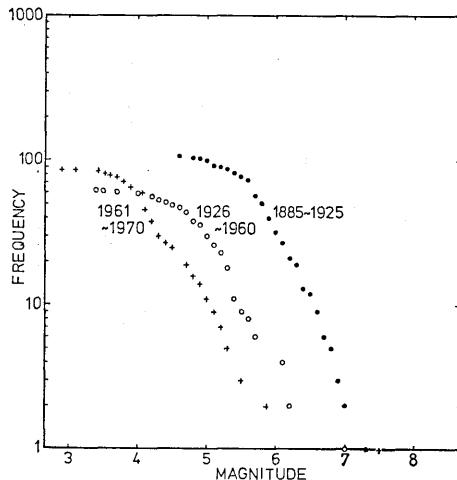


Fig. 9. Frequency distributions of the earthquake magnitudes in the Shin-Etsu district for the 3 periods.

である。

3. 地震群活動

前震がおこること、被害をもたらす大規模な地震には余震が伴なうことは地震予知の研究にとって重要な材料である。従って地震群活動のおこる位置をしらべる必要がある。第11図には被害地震、JMA カタログからえらびだした地震群を示した。ここでは 20 km, 7 日の間隔内に続いて地震がおこったものを採用している。

被害地震、JMA カタログでみられた活動域に集中していること、同じ地域でもタイプの異なるものがおこっていることが特徴である。

V. 議論

信越地方における地震活動の特徴がいくつか明らかにされた。活動的な地域としては能登半島から佐渡をとおる地域、新潟県南西部から、長野県北部にかけての地域があげられる。又非活動地域としては群馬県全域、長野県中央部以南、佐渡と能登半島をむすび地域

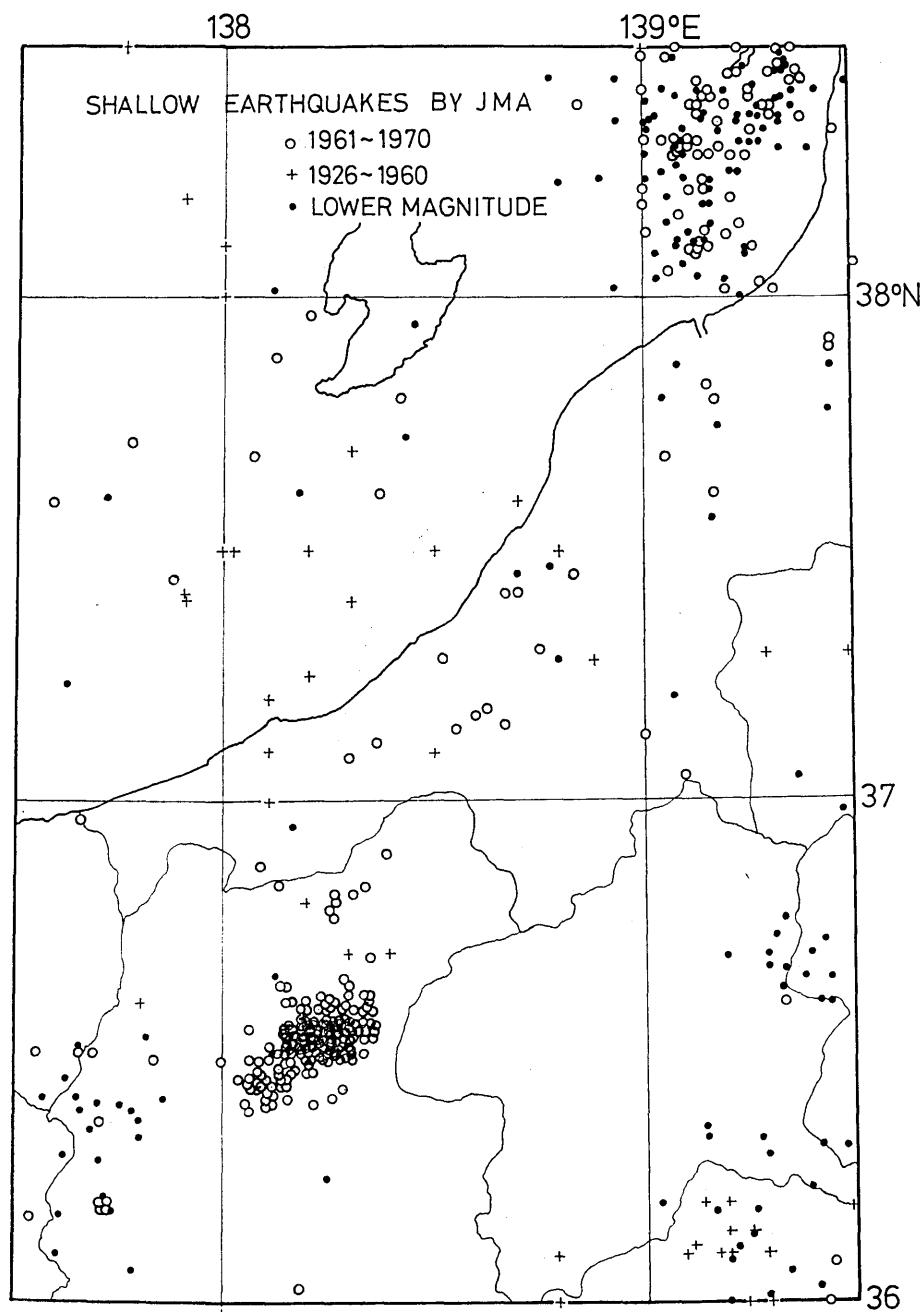


Fig. 10. Epicenters of the shallow earthquakes determined by JMA for the two periods. Epicenters with the lower magnitudes than 4.5 for 1926~1960, than 4.0 for 1961~1970.

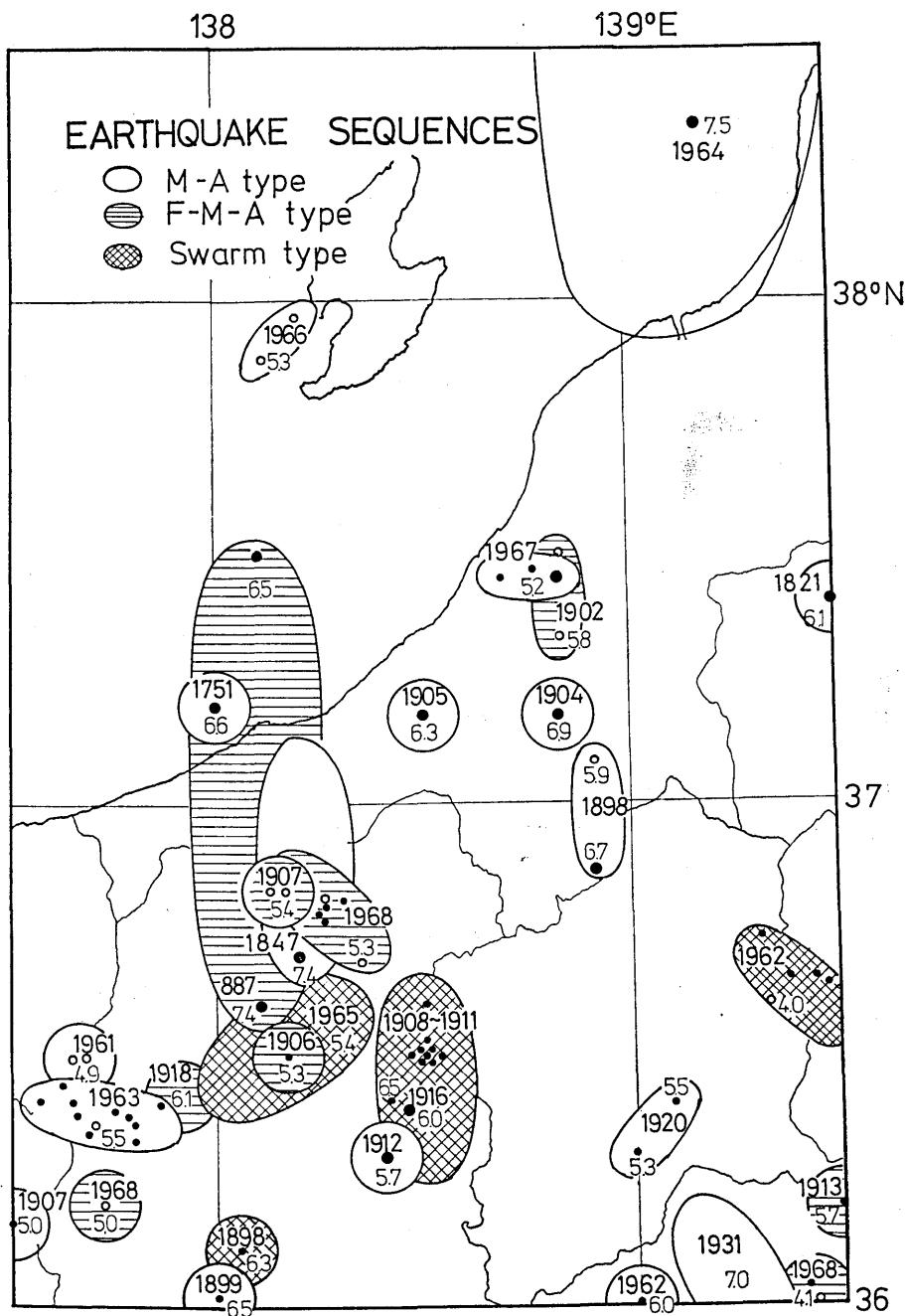


Fig. 11. Epicentral region of the earthquake sequences, identified by the destructive earthquakes and JMA earthquake catalogues.

の北方の沖合がある。これらの地域は被害地震、JMA カタログの分布とも合致する。今後は資料の蓄積により活動地域の外周部、非活動地域の活動度を明らかにしていく必要がある。

微小地震の震央分布と検出限界マグニチュードとの比較により小区域的な活動度の比較が可能となると考えられる。

日別地震回数についてその分布と、観測計器の感度にたいする補正を試みた。前者の分布の関数形が明らかにされれば活動性の量的表現が可能となるであろう。又活動性の比較を行なうためにはその観測感度について統一されていなければならない。今後の資料の蓄積を待って研究をすすめたい。

微小地震観測網についていえば $M=3$ 以上にたいして信越地方のほぼ全域をカバーしている。松代地震の震源域については $M \geq 2$ の検出能力があるが、場所によってはやや劣るようである。今後は検出限界マグニチュードの分布を一様化するため改善がのぞまれる。

謝 詞

最後に本研究のために御支援いただいた多くの人々に心からの謝意を表します。とくに観測に従事された方々、観測網の建設に一方ならぬ御協力をいただいた方々と関係機関の方々には感謝に堪えません。別に御名前を記し謝意を表します。又地震研究所の橋本信一唐錦郁夫両氏は観測点の建設、観測計器の設置に参加していただきました。

観測点	観測者	関係協力機関
柏 崎	根立 慎児・南条 巍	柏崎市役所農林水産課
湯 沢	湯沢町立三俣小学校	湯沢町教育委員会
湯 之 谷	湯之谷村役場	湯之谷村役場総務課
高 田	吉村 康・風間久二雄	上越市立飯小学校
糸 魚 川	小林甚恵門・小林 文	糸魚川市役所農林水産課

参 考 文 献

- 1) 市川政治(1967). 日本における地震波の走時および振幅、気象庁技術報告, **55**, 1~42.
- 2) 宇津徳治(1968). 北海道及びその周辺の地震活動、北海道大学地球物理学研究報告, **20**, 51~75
- 3) 浜松音藏(1966). 気象官署における地震観測の履歴表、地震 **II 19**, 286~305.

*10. Micro-earthquake Observation in the Western Part of
the Niigata Prefecture.*

By Tadashi MAKI,
Earthquake Pesearch Institute.

As a part of the National Earthquake Prediction Research Program, Kashiwazaki Micro-earthquake Observatory were established in 1968 in the western part of Niigata Prefecture. Preliminary informations of the micro-earthquake activities have been obtained. The coastal and offshore parts of the Niigata Prefecture and northern part of the Nagano Prefecture are the most active areas in the Shin-Etsu (Nagano-Niigata) district. These active areas are clearly recognized by the destructive earthquakes in historical times as well as by the distribution of epicenters determined instrumentally by JMA.

In order to represent the detection capability of the observation network, "the smallest detectable earthquake magnitude" have been investigated and the distribution of the smallest detectable magnitude have been obtained. The daily numbers of observed earthquakes at a station have been converted into the numbers corresponding to the standard sensitivity, in order to compare the seismic activities around the stations each other.