

最近2年間における NOAA に対する 松代の地震資料の重要度について*

山 岸 登**

550. 341

§ 1. はじめに

1665年8月、松代に世界標準地震計が設置されて以来、地震業務の国際協力として、毎日アメリカ海洋大気庁 (NOAA, 現在は USGS) の験測センターに SEISMO 電報を打電してきた。ソ連圏内を除き世界的に展開されている NOAA さん下の観測所からも同じく地震の資料が送られ、自動処理によって、即刻決められた震源および他の要素は PDE (Preliminary Determination of Earthquake) や EDR (Earthquake Data Report) カードとして各観測所に還元されている。最近国際的に、地震観測所の数が特に増加し、その上世界標準地震計が設置されていない観測所でも積極的に資料を提供する傾向になってきたので、震源決定の精度が向上すると共に、マグニチュードの小さい地震でも PDE カードに記載されるようになった。通常、松代の地震験測は、V式地震計 (短周期上下動地震計で、最高倍率33,000倍) の記録全振幅が1mm以上あるものを対象とし、さらに倍率の高いほかの地震計で精密験測を行ない、可能な限り SP (世界標準短周期地震計) により P 波の周期と振幅を、また LP (同長周期地震計) によりレーリー波の周期と振幅を読み取っている。ここで行ったのは、当所から送られるこれらの資料が NOAA での震源やその他の要素の決定に、どれ程貢献しているのか、1972年1月から1973年12月までの間で調べたものである。もちろん、松代だけの資料で震源を決めることはできないが、EDR カードに MAT として記載されている場合は貢献したと考え、EDR 中に MAT の名前が無くても松代から送った験測結果が、NOAA で決定された震央およびその発震時に適合し、記象型に矛盾がない場合は貢献したものと見做した (原因不明であるが、このようなことがときどき見られる)。ただし、明らかにその地震に該

当すると考えられても、最遠地地震の初動を PP 波で験測したときおよび P 波初動時刻を誤読したときは除いてある。

2. 通報験測の立場から

上記の基準に従って地震を験測し、その中から主として P 波と S 波の発現時刻だけを送っている通報験測は、NOAA で震源を速報的に決定するため役立つものである。しかし、松代群発地震に属する無感地震、表面波だけが出現しているもの、全振幅1mm以下の微弱地震などはたとえ験測されていても、SEISMO 電報には載せない。ある観測所の地震検知能力 (能率) を調べる場合は、これらの例外や発現時の誤読などは positive の効果を現わすから、全く同じ地震計群を用いて観測したときは、検知能力 (能率) は貢献度を凌ぐことが予想される。しかし、両者の間のもっと根本的な相違は、一方は記録の有無を問題にしているのに対し、他方は震源決定への資料の有効性を問題にしている点である。このため、ここでの調査資料は電報で送ったものだけに着目し、あとから追加、訂正したものは一切含まれていない。第1表には、松代から送った地震資料数 (A)、震源決定に貢献した地震資料数 (B)、およびそれらの遠地 (EとF)、近地 (CとD) の別、地震資料数の合計値、月および日平均値、それぞれでの貢献度 (%) などを記した。なおここでの近地とは震央距離 1,500 km 以下の地震である。表によれば、月毎の験測地震資料数は一定してなく、2年間で総合計 9,570 個、平均すれば1ヶ月約 400 回、1日平均13回である。このうち震源決定に貢献したものは 3,769 個、平均総合貢献度は 39.4% である。AとB/Aの数値に比例関係が見られないのは、日本付近の地震が多く含まれるためである。近地地震で震源の決定されたもの (C) は1日平均1.6回で、同じく決定されない (D) の 5.8 回に比べて約 1/4 の少量である。地震全体についても C/A=12.4% に対し、D/A=44.5% で総数の約半分に相当し、松代で送っている地

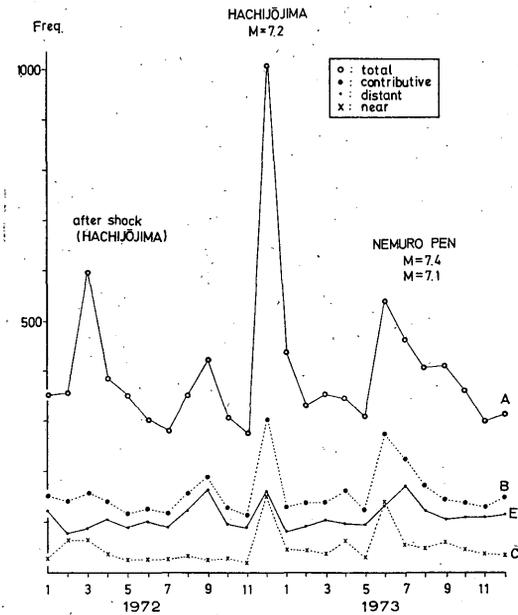
* Yamagishi: Importance of Matsushiro Seismological Observatory for Hypocenter Determination of NOAA During the Last Two years (Received July 17, 1974)

** 地震観測所

第1表 打電した松代の地震資料数、貢献数およびその貢献度

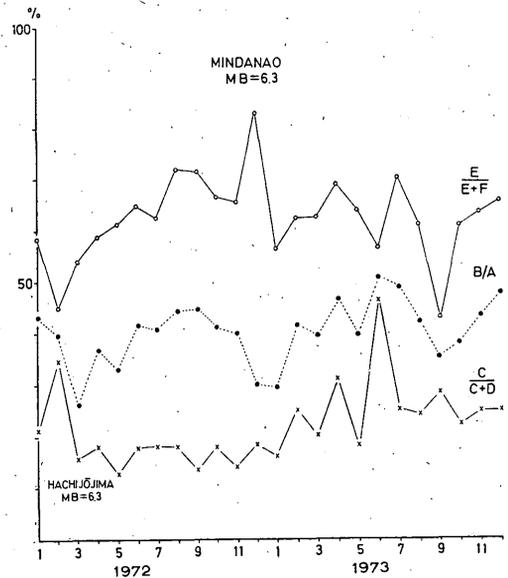
年	月	A	B	C	D	E	F	B/A(%)	C/A(%)	D/A(%)	E/A(%)	F/A(%)	C/(C+D)(%)	E/(E+F)(%)
1972	1	352	152	31	115	121	85	43.2	8.8	32.7	34.4	24.1	21.2	58.7
	2	356	141	64	121	77	94	39.6	18.0	34.0	21.6	26.4	21.2	58.7
	3	595	155	68	366	87	74	26.1	11.4	61.5	14.6	12.4	15.7	54.0
	4	384	141	37	170	104	73	36.1	9.6	44.3	27.1	19.0	17.9	58.8
	5	352	116	26	179	90	57	33.0	7.4	50.9	25.6	16.2	12.7	61.2
	6	301	125	26	122	99	54	41.5	8.6	40.5	32.9	17.9	17.6	64.7
	7	280	114	25	115	89	51	40.7	8.9	41.1	31.8	18.2	17.9	63.6
	8	351	156	32	147	124	48	44.4	9.1	41.9	35.3	13.7	17.9	72.1
	9	433	189	26	170	163	64	44.7	6.1	40.2	38.5	15.1	13.3	71.8
	10	308	127	29	132	98	49	41.2	9.4	42.9	31.8	15.9	18.0	66.7
	11	275	110	19	117	91	48	40.0	6.9	42.5	33.1	17.5	14.0	65.5
	12	1008	512	150	664	161	33	31.0	14.9	65.9	16.0	3.3	18.4	83.0
1973	1	436	128	47	245	31	63	29.4	10.8	56.2	18.6	14.4	16.1	56.3
	2	332	138	46	139	92	55	41.6	13.9	41.9	27.7	16.6	24.9	62.6
	3	355	141	38	153	103	61	39.7	10.7	43.1	29.0	17.2	19.9	62.8
	4	347	162	64	141	98	44	46.7	18.4	40.6	28.2	12.7	31.2	69.0
	5	312	124	30	135	94	53	39.7	9.6	43.3	30.1	17.0	18.2	63.9
	6	540	275	142	163	133	102	50.9	26.3	30.2	24.6	18.9	46.6	56.6
	7	463	227	55	163	172	83	49.0	11.9	35.2	37.1	15.8	25.2	70.2
	8	408	172	50	157	122	79	42.2	12.3	38.5	29.9	19.4	24.2	60.7
	9	412	145	62	157	83	110	35.2	15.0	38.1	20.1	26.7	28.3	43.0
	10	362	138	47	165	91	59	38.1	13.0	45.6	25.1	16.3	22.2	60.7
	11	302	131	39	118	92	53	43.4	12.9	38.1	30.5	17.5	24.8	63.4
	12	316	150	35	106	115	60	47.8	11.1	33.5	36.4	19.0	24.8	65.7
total		9570	3769	1188	4260	2580	1542							
mean (月)		399.8	157.0	49.5	177.5	107.5	64.2	39.4	12.4	44.5	27.0	16.1	21.8	62.6
mean (日)		13.1	5.2	1.6	5.8	3.5	2.1							

震資料中、近地で震源の決定されないものがいかに多くあるかが察知される。一方、遠地で震源の決定されたもの (E) はは総数 2,580 個で、近地のそれを上回り貢献度も 2 倍以上良くなる。また、震源の決定されないもの (F) は逆に近地の場合 (D) よりもすくない。以上のことは $C/(C+D)$, $E/(E+F)$ に良く示され、近地だけに限った場合、震源決定に貢献するもの 21.8% に対し、遠地では 62.6% も貢献している。第 1 表の数値をグラフで示したのが第 1 図および第 2 図である。打電した



第 1 図 地震回数および貢献数の月別頻度

地震資料回数 A に着目すると貢献数 B はほぼ類似した傾向を示し、C と E は、特に C は 1972 年 12 月および 1973 年 6 月のピークを除けばあまり似ていない。A のグラフでは 3 つのピークが見られ、1972 年 3 月の山は、同年 2 月 29 日に発生した八丈島近海 ($M_B=6.3$) の余震によるもので、B および C は特別に多くない。第 2 図によれば、むしろ本震の発生した 2 月のほうが近地の貢献度が高く求められ、松代で観測している 3 月の多くの余震はマグニチュードが比較的小さいため、他の観測所では記録されていないものと判断される。第 2 の山を示す同年 12 月には八丈島近海に $M=7.2$ の大地震が発生し、打電した地震数は 1,008 個、このうち余震数は 814 個 (12 月 4 日には 147 個の地震資料を送っている) の多数で、B および C でも同じく山を現わし、A も B も 2 年間を通じ



第 2 図 貢献度の月別頻度

B/A, C/(C+D), E/(E+F) はそれぞれ総合、近地だけ、遠地だけの貢献度

最多を示す。しかし、第 2 図を一見して明らかなように、B/A および C/(C+D) には山が現われなく、E/(E+F) に最大の山が出現している。これはミンダナオ島に発生した $M_B=6.3$ の本・余震を多数観測した結果で、八丈島の余震は NOAA であまり震源が決められていないことを示している。次に、第 3 の山である 1973 年 6 月には根室半島沖に $M=7.4$ および $M=7.1$ が相次いで発生している。大地震が 2 個発生したものの松代からの距離は八丈島より遠いため、観測した余震回数は比較的少ない。ただ距離的にみて観測に好都合であるから、記録の重複がなく国内の他の観測所の報告も多数行われたものと思われる。従って、C/(C+D) の貢献度も今回の調査期間内では最高を示し、総合貢献度 B/A の最高値もこの場合は近地地震に起因している。

§ 3. NOAA の資料からみた場合

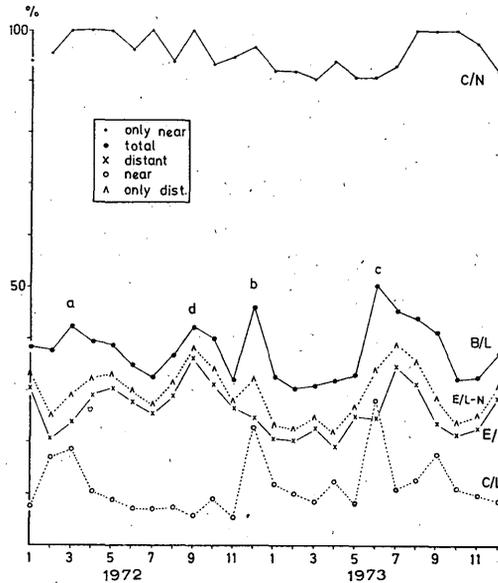
前述のように NOAA では、主として P 波の発現時から速報的に震源およびその他の要素を決定し、PDE および EDR カードとして各国に配布している。前章では松代から打電した地震資料数を基礎に置いたが、ここでは EDR カードに記載されている地震数を対象にした貢献度をのべる。第 2 表に示した L は NOAA で震源の決定された月別地震数、N はそれらの中で近地地震に属する数、L-N は遠地地震の数、B および C は第 1 表中の

第2表 NOAAで震源が決められた地震回数およびそれらに対する貢献度

年	月	L	N	B/L (%)	C/L (%)	E/L (%)	C/N (%)	E/(L·N) (%)
1972	1	396	33	38.3	7.8	30.6	93.9	33.3
	2	374	67	37.7	17.1	20.6	95.5	25.1
	3	366	68	42.3	18.6	23.8	100	29.2
	4	359	37	39.3	10.3	29.0	100	32.3
	5	299	26	38.8	8.7	30.1	100	33.0
	6	357	27	35.0	7.3	27.7	96.3	30.0
	7	350	25	32.6	7.1	25.4	100	27.4
	8	426	34	36.6	7.5	29.1	94.1	31.6
	9	449	26	42.1	5.8	36.3	100	38.5
	10	317	31	40.1	9.1	30.9	93.5	34.3
	11	344	20	32.0	5.5	26.5	65.0	28.1
	12	655	155	47.6	22.9	24.6	96.8	32.2
1973	1	393	51	32.6	12.0	20.6	92.2	23.6
	2	454	50	30.4	10.1	20.2	92.0	22.8
	3	455	42	31.0	8.4	22.6	90.5	24.9
	4	509	68	31.8	12.6	19.3	94.1	22.2
	5	377	33	32.9	8.0	24.9	90.9	27.3
	6	546	156	50.4	26.0	24.4	91.0	34.1
	7	499	59	45.4	11.0	34.5	93.2	39.1
	8	392	50	43.9	12.8	31.1	100	35.7
	9	351	62	41.3	17.7	23.6	100	28.7
	10	428	47	32.2	11.0	21.3	100	23.9
	11	404	40	32.4	9.7	22.8	97.5	25.3
	12	406	38	26.9	8.6	28.3	92.1	31.3
total		9906	1245					
mean (月)		412.8	51.9	38.0	12.0	26.0	95.4	29.8
mean (日)		13.6	1.7					

記号と同じものである。従って、B/Lは全世界の地震に対する松代の総合貢献度、C/Lは同じく近地地震の、E/Lは同じく遠地地震の、C/Nは近地地震だけに限ったとき、E/(L-N)は遠地地震だけに限ったときのそれぞれの貢献度を表わしている。Lの2年間合計値は9,906個で、第1表のAの合計値9,570個より336個多いだけである。日平均を比べると0.5個すなわち2日に1個の差しかなく、貢献度は別として、松代からいかに多くの地震がNOAAに送られているかが逆に察知されよう。Aでは近地地震の数が多く含まれるため月毎の差が大きく、Lではそれ程の差はない。また、第1表の場合と同じく、ほとんどの月で遠地の貢献度が近地のそれを

上回っている。総合貢献度B/AとB/L、近地の貢献度C/AとC/L、遠地の貢献度E/AとE/Lなどの月平均値に大差が見られないのは、AとLの合計値に大きな開きがないからである。C/Nの貢献度は高く、NOAAで定められる近地の震源には100%近く貢献している。これに対し、E/(L-N)では貢献度が低く約30%を示すにすぎない。もっとも、EDRガード中にしめる遠地地震は約87%もあるから、マグニチュードの小さい遠地地震まで含むLの総数に対しては当り前の数値と思われる。いいかえれば、遠地地震3個のうち1個は貢献しているから貢献度は低いほうではないと考えられる。第3図は第2表を图示したものである。総合貢献度



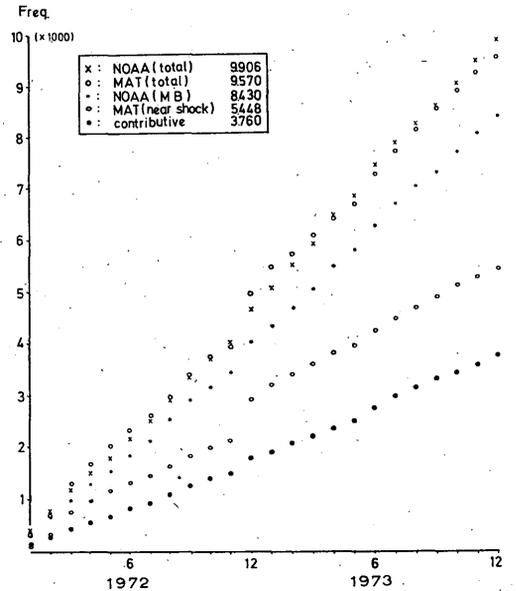
第3図 NOAA に対する総合、近地、遠地などの貢献度

に注目した a, b および c の山は C/L にも現われているため、これらの3つの山は近地震の影響が大きく反映していると思われる。E/L と E/(L-N) はほぼ平行した傾向を示し、d の山および1973年7月では遠地震の観測が大きく貢献している。NOAA で震源の決められる近地震は比較数が少ないが、それについての貢献度は図の最上部に示したように良い結果を与えている。

§ 4. マグニチュードの立場から

(a) 総体的傾向

NOAA で震源が決められても、マグニチュードの決まらない地震が平均して約15%もある。第4図に、NOAA で震源が決められた地震数、同じく M_B の決められた地震数および松代から送られた地震数、同じく貢献した地震数、同じく近地震だけの数(震源不明の数も含む)を月毎の積算値で示した。この図から、1) M_B の決まらない地震数もすくなくはない、2) 松代の観測は近地震が半分以上を占める、3) M_B の決められた地震数に対する松代の貢献度は平均して約44%であるなどのことが知れる。第3表には、2年間に NOAA で M_B が決められた地震の M_B の大きさ別の回数、それに対する松代での観測回数およびその貢献度をそれぞれ掲げた。数の上では M_B が 4.6—4.8 に最多を示し、大きいものでは $M_B=6.9$ が僅かに1個だけである。

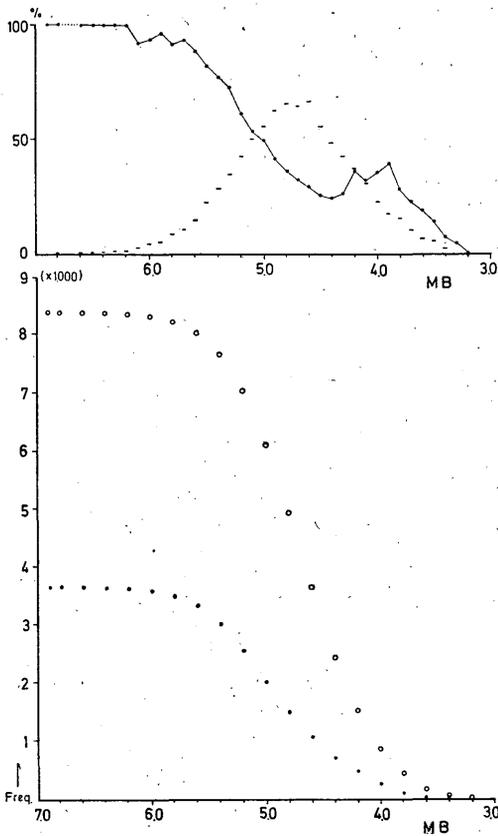


第4図 松代および NOAA における地震回数の月別積算値

第3表 NOAA で M_B が決められた地震回数、松代の貢献数およびその貢献度 (M_B 別)

M_B	NOAA	MAT	%	M_B	NOAA	MAT	%
3.4	27	2	7.4	5.2	429	261	60.8
5	54	8	14.8	3	346	252	72.8
6	63	12	19.0	4	284	219	77.1
7	107	25	23.4	5	225	184	81.8
8	157	46	29.3	6	148	131	88.5
9	179	71	39.7	7	103	87	84.5
4.0	228	82	36.0	8	85	79	92.9
1	309	101	32.7	9	53	51	96.2
2	371	137	36.9	6.0	47	44	63.6
3	428	112	26.1	1	25	23	92.0
4	485	120	24.8	2	16	16	100
5	555	144	25.9	3	15	15	100
6	663	197	29.7	4	4	4	100
7	641	207	32.3	5	3	9	100
8	655	240	36.6	6	2	2	100
9	623	261	41.9	7	0	0	—
5.0	551	273	49.5	8	2	2	100
1	501	265	52.9	9	1	1	100

貢献度は M_B の小さいものから順次上昇し、数の最多を示す付近では平均32%, $M_B=5.0$ で約50%, $M_B=6.2$



第5図 上：総地震数および貢献度の M_B 別頻度
下：NOAA および松代の M_B 別による
累積値

以上では100%となる。また、 $M_B = 4.0$ 付近でやや貢献度が高くなるのは近地地震に因るもので、これらの関係は第5図の上部に画かれている。

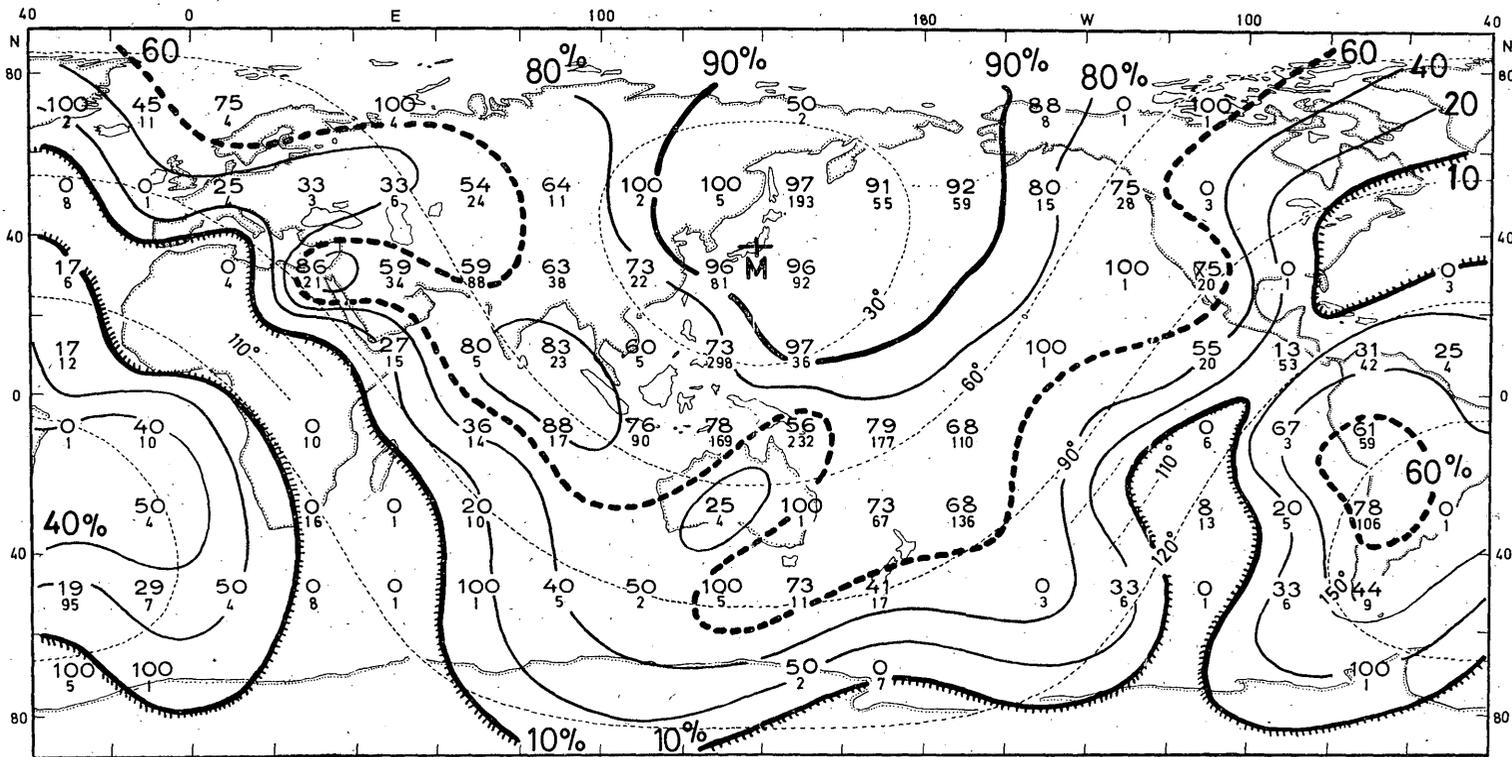
同図の下は M_B の決まった地震数と松代での貢献度を累積的に示したもので、 $M_B \geq 5.8$ では両者ほぼ平行した傾きをとるが、 $M_B \leq 5.8$ では傾斜勾配が大きく異なり貢献度の低いことがわかる。第6図は $M_B \geq 5.0$ の地震について、緯度および経度を20度毎のメッシュに分割し、その中での貢献度を記したもので（上は貢献度、下はその中での総地震数）、曲線は等貢献度線を表わしている。数の上では、 $M_B \geq 5.0$ のものは総地震数の約34%であるが、貢献度は約50%以上を与えるから、第6図で画かれた状態は局地的な小地震の影響を含まない全体をほぼ代表しているものと見做せる。ただ、おのおのメッシュの中での数は平等ではないが、これは調査期間を長くとっても、また小さい地震まで採用して地震数を増

しても全く同じことである。

貢献度90%はほぼ楕円形を画くが、松代はその中心になく等貢献域は東側に広く延びている。太平洋の中央付近は地震がないため、そこを通る曲線は別の等貢献度線から推定し主観的に引いたもので、アリューシャン列島での高い値をみればすくなくとも北東方向には、かなり高い貢献度を示すのが見られる。これは震源における破壊過程の相違に因るものか、伝播経路における吸収の問題なのか明らかでない。貢献度60%の曲線は不規則な凸凹を示し、フィジー諸島を中心とする広い海域およびトルコ地震帯に高い値が存在する。貢献度20%は松代を中心として左右ほぼ対称的な曲線で画かれ、大ざっぱにみて図中に記入した100度の等震央距離線に合致する。以上は直達P波によるもので、PKP波の貢献度もかなり高く、南米の78%は地震数100個を越える資料から得られた信頼度の高いものである。直達P波では震央距離が増すと貢献度は減るが、PKP波ではその逆になる。従って、貢献度はP波およびPKP波の高いところから順次減少してゆき、一つの谷を形成する。図に見られるように0-10%を示す谷は震央距離ほぼ110度の帯状バンドで全球をとりまいているのがわかる。

(b) 算出された M_B および M_S に関係づけて

第4表P欄には M_B の決まった月別地震回数を示した。第2表の合計値と比べて1476個すくなく、Lの約15%に相当する。また日平均からみれば2個すくない数で、近地地震のうち震源の決定されるものが日平均2個弱であることを考えれば、震源が決まっても M_B の決まらない地震数は見逃すことができないものがある。Qは、松代でP波の最大振幅とその周期を験測して送った数、Rはその貢献数である。SおよびTは、周期20秒前後のレーリー波から算出される M_S に関するもので、Sは験測数、Tは貢献数である。表面波については以前から周期と振幅をNOAAに送っているが、実体波では1972年7月からである。同表によると、 M_B では月平均約26個が送られ、うち M_B 値の算出されるのは24個、従って総地震数に対しては5.5% (Q/P)、実際に M_B の決まったものは5.1% (R/P) の貢献度しかない。しかし、送られたものだけに限れば (R/Q) 92%の高率を示し、ほぼ全面的に採用されている。(初動がPKP波であったり、震源が決定されない場合などがあるから100%にはならない)。 M_S では月平均18個が送られ、貢献数は約12個である。総地震数に対しては M_B の場合よりさらに少ない5.1%の貢献度である。T/Sでは69%であるから、3個のうち1個は不採用になっている。 M_S を決めるため



第6図 $M_B \geq 5.0$ での等貢献度曲線図

第 4 表 NOAA で M_B が決められた地震回数および M_B と M_S に対する貢献 (月別)

年	月	P	Q	R	S	T	Q/P(%)	R/P(%)	R/Q(%)	S/P(%)	T/S(%)
1972	1	330			10	9				3.0	90
	2	334			7	3				2.1	43
	3	314			11	6				3.5	55
	4	319			16	10				5.0	63
	5	244			15	10				6.1	67
	6	318			13	12				4.1	92
	7	286	16	16	16	10	5.6	5.6	100	5.6	63
	8	380	20	20	25	16	5.3	5.3	100	6.6	64
	9	391	20	20	24	22	5.1	5.1	100	6.1	92
	10	264	13	13	15	14	4.9	4.9	100	5.7	93
	11	293	13	13	13	12	4.4	4.4	100	4.4	92
	12	583	15	14	26	9	2.6	2.4	93	4.5	35
1973	1	340	8	8	9	5	2.4	2.4	100	2.6	56
	2	343	13	13	20	15	3.8	3.8	100	5.8	75
	3	355	14	14	12	10	3.9	3.9	100	3.4	83
	4	426	17	16	14	9	4.0	3.8	94	3.3	64
	5	310	21	21	19	12	6.8	6.8	100	6.1	63
	6	463	48	47	25	18	10.4	10.2	98	5.4	72
	7	444	43	38	29	17	9.7	8.6	88	6.5	59
	8	339	50	42	33	25	14.7	12.4	84	9.7	76
	9	303	20	20	21	14	6.6	6.6	100	6.9	67
	10	368	26	22	17	11	7.1	6.0	85	4.6	65
	11	347	49	43	21	16	14.1	12.4	99	6.1	76
	12	366	61	50	18	13	18.2	14.9	82	5.4	72
total		8430	467	430	429	298					
mean (月)		351.3	25.9	23.9	17.9	12.4	5.5	5.1	92	5.1	69
mean (D)		11.5	0.9	0.8							

に行なう表面波の周期と振幅の読みとりは、 P 波の場合より時間がかかり、その上慎重さが必要である。このことは NOAA で決められる地震の M_B より M_S の数がすくない点からもうかがえる。松代からの資料が不採用になるのは、震源の深さが 50 km より深い地震のときであるからやむを得ないであろう (NOAA では、震央距離 20° — 160° で深さが 50 km より浅いものだけについて M_S を決めている)。通報験測では、かなり深いものは別として、深さ 50 km と 200 km の区別を記象型から判別するのは困難である。深い大型地震では時として十分に発達した表面波が出現するから、将来これらの地震に当てはまる観測式のようなものが提出されること

を期待したい。

§ 5. $5.5 \geq M_B$ の観点から

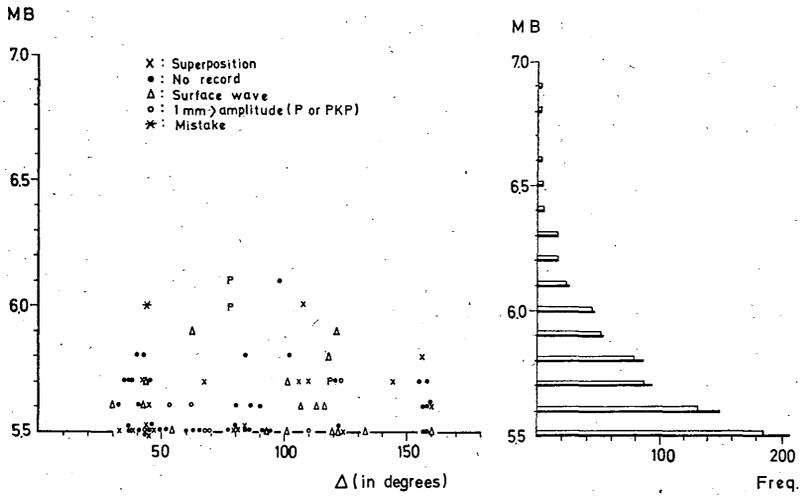
NOAA で震源が決定される数多くの地震のうち、 M_B の小さいものは限られた小地域内だけで観測されることが多いから、今回のような調査に対しては望ましくない。 M_B が 5.5 より大きくなれば、それを検知する観測所の数も増え、また観測所相互間の使用地震計の倍率 (感度) による偏りも無視できるから、得られる結果も客観性を増すであろう。第 5 表は $M_B \geq 5.5$ の地震だけについて調べたもので、表中の NOAA は、NOAA で震源の決められた地震数、MAT は松代の貢献数、 M_B

第5表 $M_B \geq 5.5$ の地震数およびその貢献 (月別)

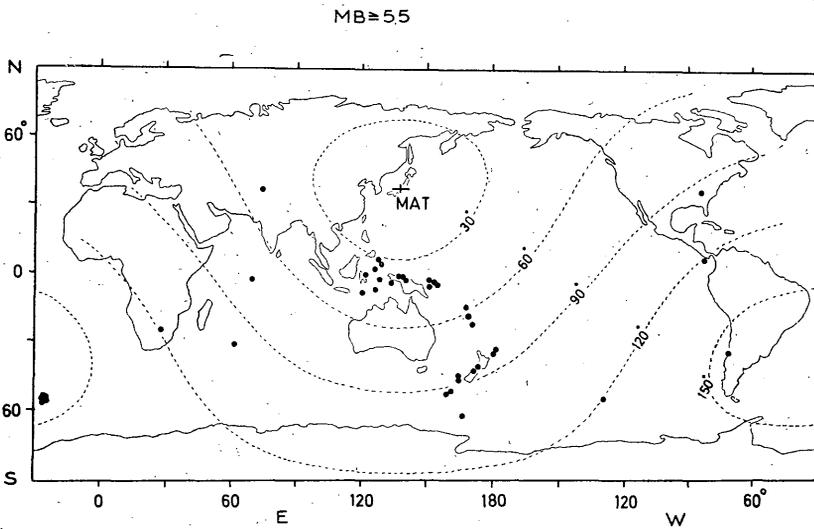
年	月	NOAA	MAT	M_B	%	M_S	%
1972	1	32	29			5	15.6
	2	19	16			1	5.2
	3	32	26			4	12.5
	4	23	22			7	30.4
	5	30	27			7	23.3
	6	26	24			6	23.0
	7	19	17	6	31.6	6	31.6
	8	40	36	14	35.0	9	22.5
	9	44	40	12	27.3	15	34.1
	10	23	22	7	30.4	8	34.7
	11	32	26	6	18.8	3	9.4
	12	42	36	5	12.2	3	7.1
1973	1	20	18	6	30.0	4	20.0
	2	30	25	8	26.7	7	23.3
	3	37	31	11	29.7	5	13.5
	4	27	23	10	37.0	3	11.1
	5	19	17	10	52.6	8	42.1
	6	51	49	20	39.2	6	11.8
	7	33	29	13	39.4	8	24.2
	8	32	30	14	43.8	13	40.6
	9	30	23	9	30.0	2	6.7
	10	18	16	7	38.9	6	33.3
	11	37	29	14	37.8	10	27.0
	12	33	30	16	48.5	4	12.1
total		729	642	188		150	
mean		30.4	26.8	10.4	33.1	6.3	20:5

および M_S はそれらを定めるために貢献したそれぞれの数, % はそれらの貢献度である。2年間の地震総数は729個, 松代の貢献数は642個, 従って $M_B \geq 5.5$ の貢献度は平均88%となる。速い地震が多いから貢献度88%といえはかなりの高率である。しかし, P 波およびレーリー波の周期や振幅を測定できるものは以外にすくなく, 平均貢献度はそれぞれ約33%および21%の低率である。 P 波初動付近の最大振幅とその周期を読みとる場合, 地震が大きいと振幅が振り切れたり, 記録がかすれて周期の読みとれないことがある。レーリー波の場合も振り切れ状態が見られるが, そのほか大きい地震では振動継続時間が長いから, 記録が重複し検測困難な例がしばしばある。従って地震の規模の大きい割りに得られた貢献度の小さいのは期待はづれであるが, 第4表に示した全体の

地震に対する場合よりは, 当然の事ながらはるかに高い貢献度を与えている。第7図には $M_B \geq 5.5$ で, 松代で検測されなかった地震を, M_B —震央距離(度)の関係で示した。同図の右側は第5表の数値を画いたもので, 黒線は総数, 白線は松代の貢献数である。おのおのの M_B に対する貢献度は第5図および第5表を参照されたい。左側の図で, \times は別の地震と重なっている, \cdot は全く記録のないもの, Δ は表面波だけが出現している, P は最遠地震で初動が PP の場合, \circ は初動付近の振幅が検測基準以下のもの, $*$ は時刻の読み違いのもの等である。図によれば, M_B および震央距離による系統的な偏りは全く見られない。これらのうち, \cdot 印以外のものは何らかの形で検知している。または検知可能であるが問題となるのは \cdot 印の地震で, それらの地理的位置をプロットしたのが第8図である。 \cdot 印の地震は全部で40個, $M_B \geq 5.5$ の5.5%に相当する。第7図および第8図から, 震央距離 30° 以下ではすべて記録され当を得ているが, 30° — 60° の間では17個もあり, 特に 40° 付近では $M_B=5.8$ もあるのに記録されないものがある。これらのほとんどはミランダオ島, セレベス島, ニューギニア島を含む海域に集中している。第6図で見られた等貢献度線もカムチャッカ半島—アリューシャン列島—アラスカ地域を連ねる方向に高い貢献度が得られていて, ここでも全く同じ状態を再現している。震央距離 60° — 90° 間ではニュージーランド島付近のものが多く, サモア島—フィジ島—トンガ島を結ぶ地震多発域内に見られないのは興味のある事である。震央距離 90° を越えて P 波の shadow zone になると, あまり地域的な特徴は見られない。 PKP 波の領域では南サンドウィッチ島の地震が出現しにくいことを示している。このように, 地理的位置に関係づけた見方からは, 今のところ特に顕著な特徴を探することはできない。第6表は上記40個の地震の表で, h は震源の深さ, $NO(M_B)$ は M_B を決めるのに用いられた観測点の数, $Obs.$ はそれらの地震を報告した観測点の数である。深さ 100 km より深いものはただ4個だけで, ほとんど浅いものばかりである。最も注目したいのは右側の2つの欄である。 M_B が 5.5 より大きい地震は気象庁流に言えばやや顕著地震以上に相当するから, それを検知する観測点の数も多い筈である。しかし表中には $M_B=5.7$ — 5.8 で, その数が10個以下のものがある。それらの地震による観測点の配置および数にも問題はあろうが, 一般的に言ってやや数がすくなくすぎるようである。次に, M_B の値をみるとそれを算出するために用いたデータ数5個以下という例が大部



第7図 右: $M_B \geq 5.5$ の地震回数(線黒)および松代での貢献数(白線)
 左: $M_B \geq 5.5$ で記録されない地震の震央距離- M_B 別の関係



第8図 $M_B \geq 5.5$ で記録されない地震の地理的分布

第6表 $M_B \geq 5.5$ で記録されない地震のリスト

年	月	日	時分	ϕ	λ	A	h	M_B	NO(M_B)	Obs.
1972	1	24	05 17	3.5 S	151.3 E	43	12	5.8	1	9
	2	13	21 05	55.7 S	26.9 W	158	N	5.5	5	20
	3	14	07 26	40.6 S	174.1 E	84	69	5.8	2	19
	〃	15	05 39	4.3 S	134.5 E	40	29	5.6	1	11
	〃	23	23 09	45.3 S	166.4 E	85	N	5.5	1	14
	〃	24	16 43	33.3 S	179.4 W	80	80	5.5	2	22
	4	25	17 16	21.6 S	27.6 E	122	N	5.5	3	9
	5	13	15 19	32.7 S	71.6 W	155	38	5.7	12	42
	〃	28	01 40	6.0 S	151.1 E	44	69	5.5	4	30
	7	14	20 19	3.7 S	127.9 E	41	125	5.5	1	20
	8	11	01 05	0.1 S	121.9 E	40	274	5.8	1	16
	9	4	00 14	35.9 N	73.4 E	52	55	5.5	3	35
	〃	30	16 46	9.4 S	120.1 E	49	N	5.5	1	10
	10	29	23 47	30.2 S	60.7 E	98	N	6.1	1	16
11	21	07 31	54.8 S	130.1 W	120	N	5.7	2	14	
〃	27	08 55	3.5 N	127.9 E	35	105	5.7	3	18	
12	2	11 26	5.7 N	127.2 E	32	68	5.6	1	20	
〃	11	08 33	62.6 S	165.9 E	102	N	5.8	1	20	
〃	28	18 23	55.4 S	28.1 W	158	N	5.5	10	33	
1973	2	2	01 53	55.7 S	26.8 W	157	N	5.6	5	25
	〃	7	08 01	55.9 S	27.8 W	158	N	5.7	10	29
	3	7	12 54	33.5 S	179.6 W	80	6	5.6	1	21
	〃	19	06 43	53.2 S	159.3 E	61	N	5.5	6	21
	〃	23	05 50	22.8 S	170.2 E	66	N	5.5	6	32
	4	22	20 30	43.3 S	173.0 E	84	17	5.5	1	17
	〃	24	21 16	7.3 N	82.3 W	93	N	5.5	18	88
	5	16	03 19	3.0 S	140.1 E	38	N	5.7	1	9
	7	12	12 01	6.1 S	153.8 E	45	9	5.7	4	17
	〃	19	16 25	15.8 S	168.2 E	60	28	5.5	2	18
	〃	20	02 19	1.0 S	136.4 E	37	N	5.5	1	12
	8	21	23 28	2.0 S	139.3 E	38	N	5.7	1	7
	〃	29	04 42	47.4 S	165.7 E	86	N	5.6	1	10
	9	11	10 18	3.4 S	68.1 E	77	N	5.5	1	11
〃	24	23 30	52.3 S	160.7 E	90	10	5.6	5	14	
11	29	13 29	19.4 S	168.9 E	63	89	5.5	1	9	
〃	30	07 45	55.6 S	28.2 W	158	N	5.6	6	21	
〃	30	07 48	35.8 N	84.0 W	63	89	5.5	1	9	
〃	30	16 58	1.3 N	125.9 E	37	N	5.5	2	19	
〃	30	18 41	6.3 S	154.1 E	45	28	5.5	2	9	
12	23	11 18	8.0 S	126.7 E	46	196	5.5	1	12	

分で、ただ1個という場合が実に19例もある。すなわち $M_B \geq 5.5$ の地震中、約半分はただ1か所の観測点のデータからその値が決められていることになる。

震央距離 $30^\circ - 60^\circ$ 間で記録されない地震の多くはこのケースに当り、松代の観測結果からしてこのような地震では、NOAA で決められる M_B の値がやや大き目に算出されているように考えられる。採用データ数10個以上の M_B 値は信頼度が高いものの、今回の調査では震央距離 90° 以上の遠地地震および PKP 波に属する最遠地地震だけで、これらの地震では記録の痕跡すら認められなくてもやむを得ないであろう。以上は単純に、観

測点および採用データの数だけから推測したもので、P波の振幅は地域性がかなり認められるから、 M_B を決めるのに用いられた観測点と震央位置との距離および位置関係をもう少し詳しく調べた上で再検討を試みる必要があるかもしれない。

参 考 文 献

- Earthquake Data Report: U. S. Department of the Interior, Geological Survey, 1972-1973.
溝上 恵 (1968): P波の振幅の地域性とマグニチュードの決定について (1), 地震研究所彙報, 46, 457~484.