

## 48. 河角の規模と気象庁の規模との関係

地震研究所 { 宇佐美 龍 夫  
茅 野 一 郎

(昭和45年7月21日発表—昭和45年7月31日受理)

### §1. は し が き

地震の規模は C. F. Richter (1935) が提唱して以来、地震の大きさを知る目安として、広く使われるようになった。規模には求め方によって数種のものがあるけれども、基準のもの（いわゆる Gutenberg-Richter によるもの、 $M$  と記す）と同じ数値を与えるように工夫されているか、あるいは、基準のものへの変換式が用意されている。規模はいずれも器械観測の結果に基づいているので、器械観測開始以前の地震にまで適用することが出来ない。一方、わが国には有史以来大地震が多く、その規模をきめることは、地震活動の消長を知る上にもひいては地震予知の手がかりを得る上からも必要である。河角の規模  $M_k$  はこの要請に応えるものとしてわが国で広く使われており、基準の規模  $M$  との間に

$$M = 4.85 + 0.5 M_k \quad (1)$$

という変換式が用意されている。

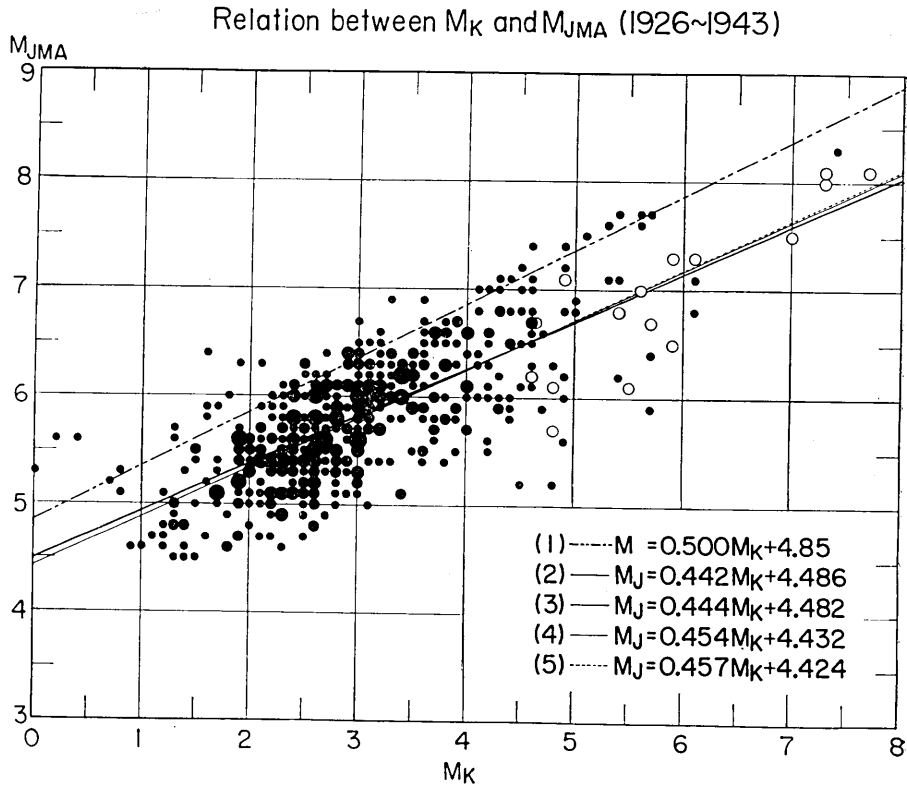
また、気象庁では、坪井 (1954) の公式に基づいてルーチン的に地震の規模をきめている。この気象庁の規模  $M_J$  も基準の規模に一致するように工夫されており、さかのぼって1926年以後のおもな地震の規模が発表されている (J. M. A. (1958), 以後この文献の資料を資料 I という)。従って (1) 式による  $M$  と  $M_J$  は一致する筈であるが、TSUBOI (1964) によれば統計的にみて  $M$  の方が  $M_J$  より、やく 0.4 大きい。

ここでは、坪井とは独立に、 $M$  と  $M_J$  の一次関係を直接に求め、その関係をどのくらいまで過去にさかのぼって適用できるかを明らかにする目的で調査した結果を報告する。

### §2. 河角の規模と気象庁の規模との関係

(a) 河角の規模は 1885~1943 の地震について求められている。(中央气象台 (1952), 以後この文献の資料を資料 II という) したがって、 $M_k$  と  $M_J$  がともに求められている期間は 1926~1943 の 18 年間である。第 1 図には、資料 I と II から  $M_J$  と  $M_k$  が同時に与えられている地震 505 個を黒丸で示してある。黒丸の面積が地震数に比例し、最小の黒丸が地震数 1 に対応する。

(b) 第 1 表は資料 II の  $M_k$  から式 (1) を使って求めた  $M$  と、資料 II に記載されている  $M$  との間に 0.1 以上の差がある地震の、全地震に対する百分比を年ごとにまとめたものである。これによると、上述のような好ましくない地震数は 1940 年以後急増している。ミスプリントとも思えないし、何か理由があるのかも知れないがはっきりしないので



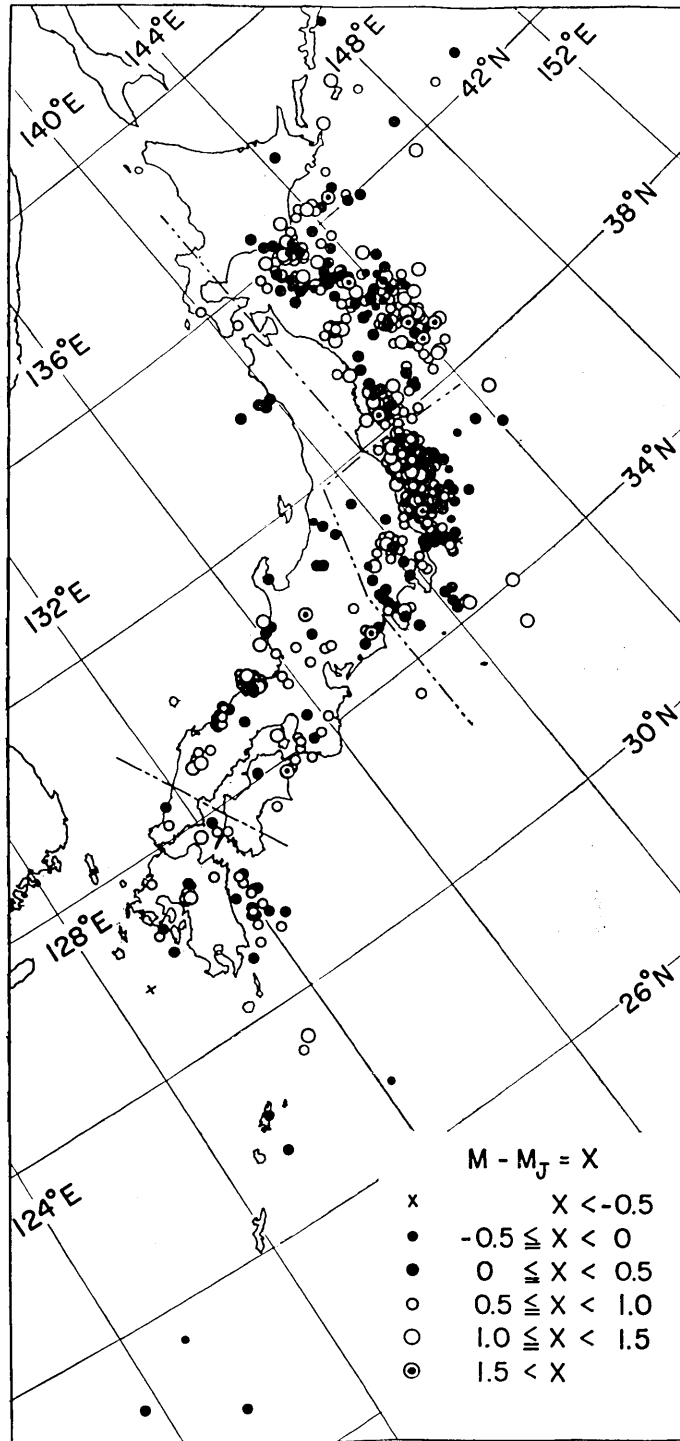
第1図 河角の規模  $M_k$  と気象庁の規模  $M_J$  の関係、白丸は通信調査 [SATô (1948, 1955)] による資料、黒丸は面積が地震数に比例し、最小の黒丸は一つの地震に対応する。

第1表  $M$  と  $M_k$  の関係が (1) 式を満たさない地震の百分比

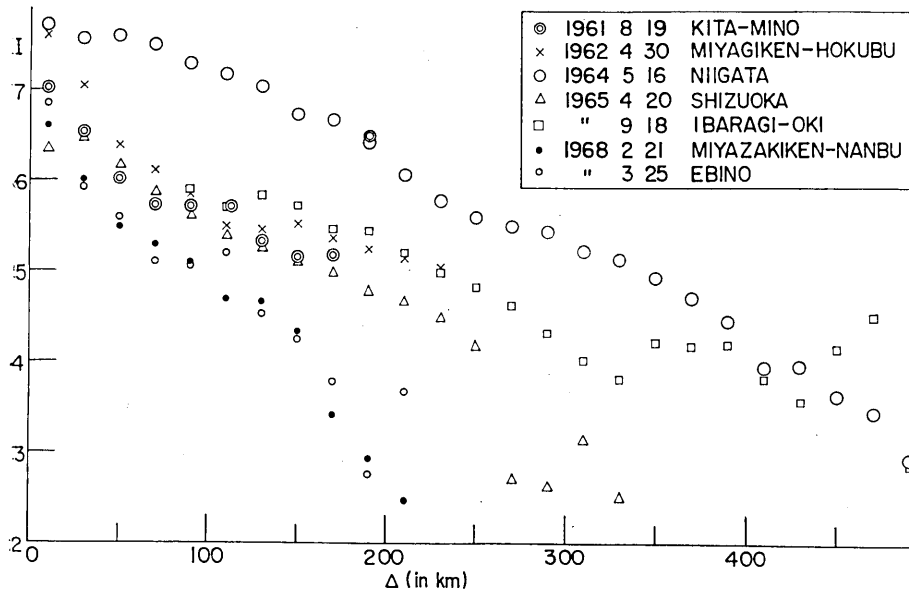
西暦年	百分比	西暦年	百分比	西暦年	百分比
1926	0.	1932	0.	1938	21.1
1927	8.0	1933	0.	1939	4.5
1928	3.6	1934	7.1	1940	57.1
1929	5.0	1935	7.4	1941	63.2
1930	14.7	1936	11.8	1942	72.2
1931	29.2	1937	15.0	1943	55.9
全 年			17.2		

第2表 地域毎における  $M-M_J$  の百分比

$M-M_J$	北 部	関 東	中 央 部	南 部	全 国
$< -0.5$		0.5		2.3	0.4
$-0.5 \sim$	8.9	2.8	2.6	4.6	5.4
$0.0 \sim$	27.1	41.1	36.8	46.0	35.3
$0.5 \sim$	40.4	46.1	46.1	37.2	43.0
$1.0 \sim$	20.7	8.9	10.5	9.2	13.9
$1.5 \leq$	3.0	0.5	3.9		2.0
計	100.1	99.9	99.9	99.3	100.0



第2図 (1) 式による規模  $M$  と気象庁の規模  $M_J$  の差の地理的分布.



第3図 通信調査による震度 (I) と震央距離 (Δ) の関係 (未発表のもの)

第3表 通信調査を行った地震

発震年月日	地震(地)名	$\phi$	$\lambda$	$h$	$M_k$	$M$	$M_J$
1943 IX 10	鳥 取*	35.5°N	134.2°E	10	5.36	7.5 <sub>3</sub>	7.4
" X 13	野 尻 湖*	36.8	138.2	0	2.55	6.1 <sub>3</sub>	6.1
1944 XII 7	東 南 海	33.7	136.2	0~30	7.26	8.4 <sub>8</sub>	8.0
1945 I 13	三 河	34.7	137.0	0	4.94	7.3 <sub>2</sub>	7.1
" II 10	八 戸 沖	40.9	142.1	30	5.85	7.7 <sub>8</sub>	7.3
1946 XII 21	南 海	33.0	135.6	30	7.29	8.5 <sub>0</sub>	8.1
1948 VI 28	福 井	36.1	136.2	20	6.1	7.9 <sub>0</sub>	7.3
1949 VII 12	安 芸 海	34.0	132.5	40	4.59	7.1 <sub>5</sub>	6.2
" XII 26	今 市	36.7	139.7	vs	4.62	7.1 <sub>6</sub>	6.7
1952 III 4	十 勝 沖	42.2	143.9	45	7.72	8.7 <sub>1</sub>	8.1
" III 7	大 聖 寺	36.5	136.2	20	5.4	7.5 <sub>5</sub>	6.8
1961 VIII 19	北 美 濃	36.0	136.8	0	5.62	7.6 <sub>6</sub>	7.0
1962 IV 30	宮城県北部	38.7	141.1	0	5.89	7.7 <sub>9</sub>	6.5
1964 VI 16	新 潟	38.4	139.2	40	7.03	8.3 <sub>6</sub>	7.5
1965 IV 20	静 岡	34.9	138.3	20	5.52	7.5 <sub>1</sub>	6.1
" IX 18	福 島	36.3	141.5	40	5.75	7.7 <sub>2</sub>	6.7
1968 II 21	え び の	32.0	130.8	0	4.80	7.1 <sub>5</sub>	6.1
" III 25	え び の	32.0	130.8	0	4.80	7.1 <sub>5</sub>	5.7

\* 資料 II によるデータを使い、本表のものは使っていない。

$M_J$  と資料 II の  $M$

$M_J$  と資料 II の  $M_k$

の二通りの関係を求めることにした。

(c)  $M$  と  $M_J$  との差に地域差があるかどうかを見るために第2図を作った。この図によると地域差はなさそうである。これを数量的にみるために第2表を作った。第2図の2点鎖線によって日本を北部、関東、中央部、南部の四つにわけ、各地域での  $M-M_J$  の百分比を示した。

(d) 資料 II 以外で、 $M_k$  の求められている地震を第3表に示す。これは、いわゆる通信調査 (SATÔ (1948), SATÔ (1955)) によるもので、表中の  $M$  は (1) 式による。この表のうちはじめの2つの地震は資料 II に含まれているのでそちらの値を使い、第3表の資料は使わなかった。

また、1961年以後の7つの地震については未発表の資料を、地震研究所佐藤泰夫教授の御厚意で使わせていただいた。この7つの地震については、震度  $I$  と震央距離  $l$  の関係を示す式がまだ求められていないので、そのもとになる資料を第3図に示す。 $M_k$  の値、つまり  $l=100$  km における震度は、この図の点にめこので直線をあてはめて求めた。こうして求めたデータは第1図に白丸で示してある。白丸1つが地震1つに対応する。

第3表のはじめの2つを除いた16の地震を附加した場合と、附加しない場合について計算を行った。

(e) 第1図のデータを使い、 $M_J$  と  $M_k$  の間の一次関係式を、次の4つの場合について最小自乗法によりきめた。

- i) 通信調査の結果を含めた場合の  $M_J$  と  $M_k$  の関係を直接に求める。
- ii) 通信調査の結果を含まない場合、 $M_J$  と  $M_k$  の関係を直接に求める。
- iii) 通信調査の結果を含む。 $M_J$  と  $M$  の関係を求め、これと (1) 式を組合せ  $M_J$  と  $M_k$  の関係を導びく。
- iv) 上と同じ、ただし通信調査を含まない。

結果は順に次の (2)~(5) 式で示される。

$$M_J = 0.44 M_k + 4.49 \quad n=521 \quad (2)$$

$$M_J = 0.44 M_k + 4.48 \quad n=505 \quad (3)$$

$$M_J = 0.45 M_k + 4.43 \quad n=528 \quad (4)$$

$$M_J = 0.46 M_k + 4.42 \quad n=512 \quad (5)$$

$n$  は計算に使ったデータ数で、第1図には (1) 式も2点鎖線で示してある。

このようにして求めた式 (2)~(5) は実質的には同じと見做せる。 $M$  と  $M_J$  を比べると  $M$  は常に  $M_J$  よりも大きく、両者の差は  $M_k=1$  付近で 0.4,  $M_k=7$  付近で 0.75 くらいである。

第1図の白丸の  $M_k$  は黒丸の  $M_k$  よりも精度がよいと考えられる。白丸だけをとっても  $M$  は  $M_J$  より平均して 0.6~0.7 大きく、しかもその差は  $M_k$  が小さくなると、多少増加する傾向がみえる。したがって、黒丸の  $M$  が  $M_J$  より大きく出るのは、黒丸の  $M_k$  の精度によるのではなさそうである。

本報告の目的は  $M$  と  $M_J$  の関係を 1925 年以前の地震に適用することの可否の検討にある。

(1)  $M_k$  の精度は古くなるにつれて悪くなると考えられ、とくに歴史時代になれば  $M_k$  の誤差が 1 くらいになるものもあるようである。

(2) また、第 1 図の鎖線とその他の線はほぼ平行しており、後者は傾斜がやや小さい。

(3) 更に、白丸のみを考えて直線をあてはめると、その傾斜は鎖線より大きくなる。

以上の (1)~(3) を考慮し、その上に、実用上の便利さを考えれば 1925 年以前の地震については、“ $M$  は  $M_J$  より 0.5\* 大きい”と考えると、一応、差支えなさそうである。この結論は、多数の地震を統計的に見るときに適用できるものであり、個々の特別な地震については詳しい調査に基づいて、 $M_J$  に相当する規模を決め直す必要がある。

### § 3. 明治、大正期の地震への適用

前節の結論を 1885~1925 年の地震に適用できるかどうかを調べる。TSUBOI (1964) は 1885~1943 の  $M$  と 1926~1963 の  $M_J$  について  $\log N$  と規模の一次関係を求め、それを 1 年当りの式に変換し、地震の起こり方は両期間で一様と考えると、 $M$  が  $M_J$  より 0.4 大きいと結論している。

ここでは、日本と世界のサイスミンシティを規模 7 以上の地震をとって比べてみた。第 4 図は理科年表 (昭和 46 年版) から作ったもので、同表にある規模 7 以上 (1926 以後は  $M_J$ , 1925 以前は  $M$ ) について、日本付近 (千島付近については  $150^\circ$  以西のみ) の地震数の全世界の地震数に対する百分比を示したもの (実線) である。又、黒丸は同表による日本付近の規模 7 以上の地震の実数  $N$  (右側の目盛) で、1899 以前については資料 II によった。

日本付近のサイスミンシティは、全世界の約 10~15% であり、その経年変化は少ないと

見て差支えない。第 4 図の実

線を見ると、1926 年以後はこの範囲にあると見做せる。

20% 以上になるのは、1933

年 (三陸沖地震), 1938 年 (福

島県東方沖地震), 1945 年 (深

発地震が多かった), 1952 年

(十勝沖地震), 1961 年 (日向

灘地震, 北美濃地震), 1968

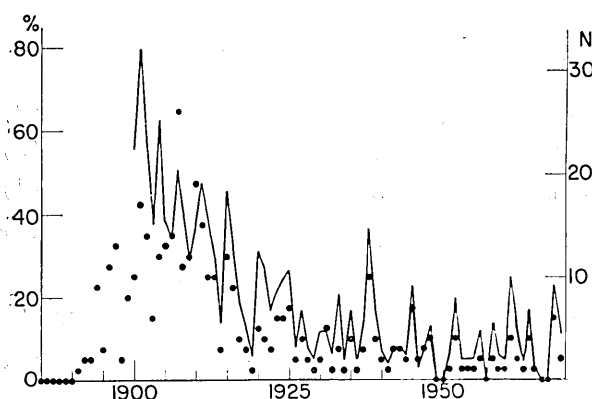
年 (十勝沖地震) で、いずれも

大地震とその余震によること

は明らかである。一方、1925

年以前では、時代をさかのぼ

るにつれて、この比は大きく



第 4 図 日本付近の規模 7 以上の地震数 (黒丸、右側の目盛) と、その全世界の規模 7 以上の地震数に対する百分比 (実線)。

\* (1) 式と (5) 式の差を  $M_k=1\sim 8$  の間で平均すると 0.61 となる。

なり、最高 80% に達する。これは、1926 以後の地震の活動度の、経年変化の定常性とくらべて、事実を表わしているとは云い難い。M が M<sub>J</sub> に比して大きく求められていると云える。

また、日本付近の規模 7 以上の地震回数は、1926~1969 間が、年平均 2.4 となる。1885~1925 の平均は 7.1、1900~1925 の平均は 9.7 となり、それぞれ 1926~1969 の年平均の約 3 倍および 4 倍になっている。これは、地震発生の経年変化の一様性から考えて大きすぎる。やはり、M は M<sub>J</sub> より大きくきめられていると云える。規模が M 以上の地震の回数 N は

$$\log N = -aM + b \tag{6}$$

で表わされ、a は坪井 (1964) によれば、0.87 あるいは 1.03 である。近似的に a=1 と考えて、上記の規模 7 以上の地震数が 1925 年以前では、それ以後の 3~4 倍になるためには M と M<sub>J</sub> の差がどのくらいになればよいかを (2) 式から当てみると

比が 3 倍 ならば規模の差 0.5

比が 4 " " 0.6

となり、前節の結論、M=M<sub>J</sub>+0.5 が 1925 年以前 1885 年までの地震に、近似的に適用できることが理解される。

#### §4. 2, 3 の大地震について

第 2 節の結論は、地震を統計的に扱うときに有効であり、個々の地震を精査するときには特別な考慮を払う必要がある。とくに有名な大地震についてはなおさらのことである。

第 4 表 1923 年関東大地震のよみとり値と規模

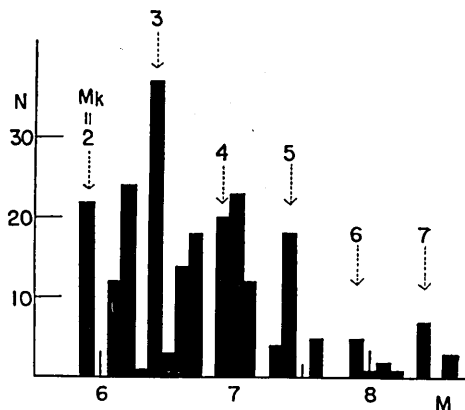
観測所	地震計					A <sub>M</sub>			T <sub>M</sub>	Δ	M	出典	
	名称	成分	周期	倍率	制振度(ν)	全よみ振とり巾値	半地倍率補正巾動正	νの補正					水合平動成
向山	今村式強震計	EW	sec 5.0	2	1		mm 32.1	mm 19.6	} mm 26.5	sec 8.0	km 356	8.0	K. Shiratori (1924-25)
		NS	"	2	1		mm 29.1	mm 17.8		8.0	372		
徳島	同上	EW	4.4	2	1	mm 36.4	9.1	4.6	} 7.48	5.8	452	7.6	気象庁 (1957)
		NS	"	2	1	mm 46.5	11.7	5.9		7.0	456		
岐阜	同上	EW	5.0	2	1	cm 14.4	36.0	25.2	} >34.4	10.4	224	7.8	気象庁保存のマイクロフィルム
		NS	"	2	1	cm >13.4	>33.5	>23.4			234		

1891年の濃尾地震の  $M$  は 8.4 で、地震学者の間には少し大きすぎるのではないかという意見もある。村松 (1962) はこの地震の規模を決めなおし、 $M=8.0$  を得ている。これは2節の結論を、 $M=8.4$  に適用して得られる  $M=7.9$  に近い。

1923年の関東地震については、TSUBOI (1964) も理由を示さずに  $M=7.9$  をそのまま使うことを述べている。この地震の規模は、Gutenberg-Richter (1954) は 8.2, Duda (1965), Richter (1958) は 8.3, Kanamori and Miyamura (1970) は 8.16 と求めており、何れも 7.9 より大きく、専門家は 7.9 では小さすぎないかと考えているようである。これに2節の結果を適用すると 7.4 となり、新潟地震よりも規模が小さくなり不合理である。そこで、記録から直接  $M_j$  を求めてみた。結果は第4表の通りである。表の他に、全振巾の読みとれる記録として下関、岐阜があるが、何れも大森式簡単微動計の記録で、気象庁が  $M_j$  を求めるのに使っている地震計の規格 (固有周期5秒で減衰比8の機械式地震計または、これと同等の総合特性を持つ地震計) に合わないのを除いた。表のうち、徳島と岐阜については筆者が直接に読みとりをし、向山については Shiratori (1924~1925) のよみとり値を採用した。また震央距離  $\Delta$  と規模  $M$  の欄で、上欄は震央に Kanamori and Miyamura (1970) の値  $\lambda=139.2^\circ\text{E}$ ,  $\varphi=35.4^\circ\text{N}$  を使った場合、下欄は河角 (資料 II) の値  $\lambda=139.3^\circ\text{E}$ ,  $\varphi=35.2^\circ\text{N}$  を使った場合である。また岐阜の地震計の常数は不明なので、今村式強震計の標準値を採用した。今村式強震計は無減衰なので、その補正を行なっている。この表にある  $M$  の平均は 7.83 で、河角による  $M$  の値に近く、TSUBOI (1964) の推論がほぼ妥当であることを示している。

§5. 江戸時代以前の地震

第5図は 1885 以前の  $M$  の頻度分布図で、 $M$  は理科年表 (昭和45年版) によった。点線は相当する  $M_k$  の値を示



第5図 1885年以後の  $M$  (資料 II による) の頻度分布。点線は対応する  $M_k$  を示す。

第5表  $M \geq 8$  の地震のあった西暦年

$M$ \ 地域	三 陸 沖	東 南 海	南 海 沖	そ の 他
8.1	1611, 1677			
8.2				1703 (関東沖)
8.4		1096 1707 1854	684, (1099) 1361, 1854	1843 (根室沖)
8.6	869		887	



す。これから、 $M_k$ として整数か半整数の値が多く、とくに  $M$  が大きい地震では、 $M_k$ として整数値がとられている場合が、圧倒的に多いことが分る。これと (1) 式から、 $M$ には 0.5 くらいまでの誤差が含まれていると云えよう。

第2節の結論がこの時期にも適用できるとすると、この時期の  $M$  は、 $M_J$  (勿論、求められていない) より大きすぎることになる。そう云えるような根拠の有無を探ってみよう。

#### (a) $M \geq 8$ の地震

この期間の  $M \geq 8$  の地震は第5表の通りである。三陸沖の規模が東南海沖より小さいのは、この方面は文化の開けるのがおそく、近畿方面に比して資料が少ないのも一因ではないかと考えられる。

まず  $M$  が 8.6 の2地震をとり上げる。この地震は1933年(三陸沖,  $M_J=8.3$ ), 1946年(南海道,  $M_J=8.1$ )の地震に比して、陸上の被害がやや大きいようである。したがって、規模も 8.3 あるいは 8.1 より大きいと考えられる。一方、最近では1960年のチリ地震の規模が 8.5 であることを考えると、 $M=8.6$ には至らないといえる。さらに  $M=8.6$ が正しいとすると、後述する余震面積が  $10 \times 10^4 \text{ km}^2$  となり、最近の観測に比して、極端に大きくなる。これを認めるには、地質構造との関連も明かにする必要がある。以上のことからこの2地震の規模は 8.3~8.4 くらいとみるのが妥当であろう。

第5表の  $M=8.4$  の地震を考える。1つを除いて、東海道、南海道沖の地震である。この地域には古くから、性質のよく似た大地震がくり返し起きていたので、類推も可能である。1944年(東南海)と1946年(南海)の地震については、第3表から  $M-M_J \approx 0.5$  が成立しているので、第2節の結論が、この地域の古い地震についても成立すると考えられる。このとき、規模は 7.9~8.0 となる。しかし1707年(二つの地震とも考えられている)と1854年(南海道)の2地震による津波は四国で、1946年(南海道)のときより大きいので、この2地震の規模は 8.4 に近いであろう。また、Utsu (1969) によると、余震面積  $A$  は

$$\log A = M - 3.7$$

で示される。しかもこの式による  $A$  は、海の地震については最小限を与えると考えられる。 $M=8.4$  が正しいとすると、それぞれ  $A=5.0 \times 10^4 \text{ km}^2$  以上となる。この面積を地図上に示すと、巾 100~150 km として、東西 500 km (九州の東岸から名古屋南方沖まで) 以上に及ぶ。この広さは最近の観測からは推測出来ない大きなものである。

その他の  $M$  が 8 以上の地震については、震源の似ている最近の地震(1923(関東), 1894(根室沖), 1933(三陸沖))と震害や津波を比較してみると、はっきりとは云えないが  $M$  はやや大き目になっているようである。

以上、明らかな決め手を欠く憾はあるが、 $M \geq 8$  の地震の規模は  $M_J$  に比して、多少(約 1/4 位?) 大きく与えられていると考えてよさそうである。

#### (b) $8.0 > M \geq 7.5$ の地震

規模がこの範囲にくるのは第6表の10地震であり、1926年以後の被害状況の似ている地震と比べると、全体として  $M$  がとくに大きすぎるということは云い難い。しかし、三陸沖の3地震については被害記事が少なく、はっきりした事は云えない。この大きさの地

震については、推論を保留すべきであろう。

(c) その他の地震については、 $M_J$  をきめる良い方法が見出せないで、今後の課題として残しておく。

第6表 8.0> $M \geq 7.5$  の地震

年月日	$M$	地名	$\lambda$	$\phi$	考 察
1717 V 13	7.6	花 卷	142.7	39.0	江戸有感, 三陸沖 } 何れも資料少く. 1646が 被害最大. 1717 と 1835 の $M$ は多少大きすぎる か
1646 VI 9	7.6	仙 台	141.7	37.7	
1835 VII 20	7.6	"	141.9	37.9	
818	7.9	関東諸国	139.3	35.2	1923 関東地震に比して $M$ は妥当
1605 I 31	7.9	東海, 南海,	140.4	34.3	二つの地震. 1944 東南海, 1946 南海の津波記事と比べて $M$ は妥当
		西 海 道	134.9	33.0	
1614 XI 26	7.7	越後高田	138.0	37.5	1964 新潟の被害と比し $M \rightarrow 7.5$ くらいか
745 VI 5	7.9	濃 尾	136.6	35.5	1891 濃尾に比し $M$ は妥当
1586 I 18	7.9	飛騨, 畿内	136.8	36.0	"
1662 VI 16	7.6	近 畿	136.0	35.0	震度分布からみて $M$ はほぼ妥当
1662 X 31	7.6	日向, 大隅	132.0	31.7	海岸の沈降域 35 km を沈降域の半径とみると 檀原 (1966) の式 $\log r^3 = 1.53M + 8.18$ によ り $M = 7.5$ となりほぼ妥当

## §6. 結 語

$M$  と  $M_J$  の関係をしらべ、平均として

$$M = M_J + 0.5$$

となることがわかった。この関係は、おもに 1926~1943 の資料を使ったものであるから、この関係をいつまで遡って使えるかを吟味してみた。その結果、1885 年までは使えることが分った。それ以前の地震については資料が十分でなく、確実なことは云えないが、 $M$  が 8 以上の地震では、 $M$  は  $M_J$  より大きく出ているようであるが、 $M$  が 8 以下の地震については、 $M_J$  との関係は明らかに出来なかった。また、1923 年の関東地震の記録を調べて、 $M_J = 7.83$  を得た。

## 文 献

- 中央気象台, 1952, 「日本付近におけるおもな地震の規模表」, 地震観測法 (昭和 27 年) 付録.  
檀原 毅, 1966, 「松代地震に関連した地殻の上下変動」, 測地学会誌, 12, 18-45.  
DUDA, S. J., 1965, Secular Seismic Energy Release in the Circum-Pacific Belt, *Tectonophysics*, 2, 409-452.

- GUTENBERG, B., and C. F. RICHTER, 1954, *Seismicity of the Earth*, Hafner Publishing Company, New York.
- J. M. A., 1958, *Catalogue of Major Earthquakes which occurred in and near Japan*, J. M. A.
- KANAMORI, H. and MIYAMURA, S., 1970, Seismometrical Re-Evaluation of the Great Kanto Earthquake of September 1, 1923, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **48**, 115-125.
- 気象庁, 1957, 「日本における大地震の記録」, 験震時報, **22**, 別冊.
- 村松郁栄, 1962, 「濃尾地震のマグニチュード」, 地震, **15**, 341-342.
- RICHTER, C. F., 1935, An Instrumental Earthquake Scale, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, **25**, 1-32.
- RICHTER, C. F., 1958, *Elementary Seismology*, W. H. Freeman Co., San Francisco.
- SATÔ, Y., 1948, Relation between Seismic Intensity and Epicentral Distance (1), *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **26**, 91-94.
- SATÔ, Y., 1955, Relation between Seismic Intensity and Epicentral Distance (2), *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33**, 211-220.
- SHIRATORI, K., 1924-25, Notes on the Destructive Earthquake in Sagami Bay on the First of September, 1923, *Jap. Journ. Astr. Geophys.*, **2**, 173-192.
- 坪井忠二, 1954, 「地震動の最大振幅から地震の規模  $M$  を定めることについて」, 地震 II, **7**, 185-193.
- TSUBOI, C., 1964, Time Rate of Energy Release by Earthquakes in and near Japan—Its General Uniformity and Variability, *J. Phys. Earth.*, **12**, 25-36.
- UTSU, T., 1969, Aftershock and Earthquake Statistics (I), *J. Faculty of Science, Hokkaido Univ. Series VII*, **3**, 129-195.

---

48. *Relation between the Magnitudes given by  
KAWASUMI and J.M.A.*

By Tatsuo USAMI and Ichiro KAYANO,  
Earthquake Research Institute.

The relation between  $M_k$  and  $M_J$

$$M_J = 0.5 M_k + 4.35$$

is obtained by the method of least squares, using data from 1926 to 1943. It is shown that the relation can also be applied to earthquakes between 1885-1925. However, for earthquakes before 1885, the relation seems to hold for only large earthquakes with magnitude  $M(=0.5 M_k + 4.85)$  larger than 8.0.  $M_J$  of the great Kanto earthquake of 1923 is given as 7.83 from the seismograms recorded at 3 Japanese stations.

---