

## 日本近海で発生したいわゆる津波地震の分布

渡 邊 偉 夫\*

## 1. まえがき

日本近海で発生したいわゆる津波地震の分布についての、まとまった調査は渡辺(1994)だけである。しかし、内容をみると、必ずしも十分に検討した調査とはなっていない。また、津波地震は同じ期間に発生したすべての津波の何%となっているかについて取り扱った調査は阿部(1988)、阿部・他(1993)および渡辺(1994, 1997)があるが、それぞれ異なった結果となっている。これは取り扱ったデータが同じでないことと、データの精度が吟味されていないことなどである。

本調査はいわゆる津波地震を広拒(次項参照)にとらえ、データを数多く用い、精度を検討した結果の報告である。

## 2. 広拒の津波地震

原因はともあれ地震動(海底地送り、火山噴火などを含む)に比べて、津波が異常に大きい地震を広義の津波地震と定義する。

一般に、津波地震とは金森(Kanamori, 1972)により、次のように定拒された地震のことをいっている。

短周期地震動から推定したマグニチュードと比べて、断層のずれから推定したマグニチュードは異常に大きく、断層におけるくい違いは長い時間をかけて断層全体にゆきわたる。すなわち、1ないし2分の長い震動では、短周期地震波の励起は抑えられるが、最終的なずれによる変位の絶対量は大きく、海底面の隆起や陥没の垂直変位による津波の励起は瞬間的に変位が完了する「普通」の地震と同

じで、大きな津波が引き起こされるからである。その結果、陸上では弱い地震動しか感じられないのに、非常に大きな津波が襲ってくることになる。これを狭義の津波地震と定義する。

金森の定拒による津波地震を2つに分ける。1つは断層運動による定拒で、渡辺(1995)の津波マグニチュード  $M_{to}$  と気象庁地震マグニチュード  $M_j$  との差を用いる。阿部(1988)の津波マグニチュード  $M_t$  と地震の表面波マグニチュード  $M_s$  との差でも同じである。差の値が0.6およびそれ以上が津波地震であることは、既に渡辺(1995)は指適した。他の1つは震度が小さく気象庁震度  $I_j$  で4およびそれ以下、または渡辺(1997)の震度による津波地震の判定係数  $\alpha$  が0.6またはそれ以上を津波地震とした。これは歴史地震(古地震)で震度しかデータが得られない場合では有効である。最近、阿部(1999)は津波遡上高から  $M_t$  を決定する式を提案し、歴史地震に適用した。表-2の  $M_t$  はこれである。しかし、 $M_s$  が分からないので、津波地震を判定することは出来ない。

次に、金森の狭拒によるもの以外のメカニズムあるいは原因による津波地震で、次の3つに分ける。

第1は海底地送りや斜面崩壊によるもので、最近外国の津波で問題になっている。第2はマグマの貫入や火山噴火で昔から指摘されている。最後はその他のもので断層生成が高角度で生成したり、海底地形による津波伝ばんの異常など特殊なものである。

以上をまとめて広拒の津波地震を定拒し、表-1のように分類して示した。

\*日本気象協会東北本部

表-1 メカニズムあるいは原因別に分類した津波地震

- 1) 金森 (Kanamori, 1972) の定拒による狭拒の津波地震
- 1-1)  $M_{to} - M_j \geq 0.6$  (あるいは  $M_t - M_s \geq 0.6$ )
- ただし,  $M_{to}$  : 渡辺 (1995) による津波マグニチュード  
 $M_j$  : 気象庁地震マグニチュード  
 $M_t$  : 阿部 (1988) による津波マグニチュード  
 $M_s$  : 地震の表面波マグニチュード
- 1-2) 震度が小さい ( $I_j$  が4以下または  $\alpha \geq 0.6$ )
- ただし,  $I_j$  : 気象庁最大震度  
 $\alpha$  : 震度による判定係数 (渡辺, 1997)
- 2) その他の津波地震
- 2-1) 海底地送り, 斜面崩壊  
 2-2) マグマ貫入, 火山噴火  
 2-3) 断層が高角度で生成, 海底地形による津波伝ばん異常など

表-2 1600年から1895年までの日本近海で発生した津波地震

No.	年	月	日	時	緯度	経度	最大震度	$\alpha$	$M_t$	$m$	メカニズム	震央名
1	1605	2	3	22~23	33.0°	134.9°	3	1.2	8.2	3	1-2)	室戸岬 (慶長津波)
							4	0.7				
2	1605	2	3	22~23	33.5	138.5	3	1.2	8.2	3	1-2)	東海沖 (慶長津波)
							4	0.6				
3	1611	12	2	13	39	144.5	3	1.2	8.4	4	1-2)	三陸はるか沖 (慶長三陸津波)
							4	0.6				
4	1677	11	4	22	35.5	142.5	3	1.2	8.0	3	1-2)	房総半島東方沖 (延宝房総津波)
5	1741	8	29	6?	41.6	139.4			8.4	3	2-1)*	北海道南西沖
											2-2)*	
6	1771	4	24	8~10	24	124.3	3?		8.5	4	1-2)	八重山・宮古両列島東沖 (八重山津波)
7	1780	9	9		31.6	130.7				1	2-2)	鹿児島湾北部
8	1780	10	31		31.6	130.7				1	2-2)	鹿児島湾北部
9	1781	4	11		31.6	130.7				2	2-2)	鹿児島湾
10	1792	5	21		32.8	130.3				3	2-1)	有明海 (雲仙岳)

註)  $m$ : 今村・飯田の津波規模階級 (渡辺, 1998)

\*: (2-1), (2-2) および (2-1) + (2-2) のいずれかのメカニズムか不明

### 3. 日本近海で発生した津波地震

表-2は1600年から1895年までの296年間の津波地震である。ここで、 $I_j$ と $\alpha$ は表-1と同じ記号で、 $m$ は今村・飯田の津波規模階級(渡辺, 1998)である。この表は歴史(あるいは古)地震のものである。1600年以前は史料が少ないので、取り扱わなかった。こ

れを見ると、 $m$ が1以上の比較的大きな津波地震だけである。

表-3は1896年から1996年までの101年の津波地震である。 $M_{to}$ 、 $M_j$ 、 $I_j$ および $\alpha$ は表-1、 $m$ は表-2と同じ記号である。最大震度の\*は日本国内のみの値で、サハリンと千島列島の震度は含まれていない。 $M_{to}$ の括弧は4個およびそれ以下のデータで計算した

表-3 1896年から1996年までの日本近海で発生した津波地震

No.	年	月	日	時	分	緯度	経度	Mto	Mj	差	lj	$\alpha$	m	メカニズム	精度	震央名
1	1896	1	9	22	17	36.5°	141°	(7.2)	6.6	(0.6)	4	0.4	0	1-1)	C	鹿島灘
2	1896	6	15	19	32	39.5	144	(8.3)	7.2	(1.1)	3~4	0.8	4	1	A	三陸はるか沖
3	1901	8	9	18	23	40.5	142.5	(7.8)	7.2	(0.6)	4~5	0.6	0	1-1)	B	青森県東方沖
4	1914	1	12	18	28	31.6	130.6	(7.1)	6.2	(0.9)	5~6		1	2-2)	A	鹿兒島湾(櫻島噴火)
5	1947	11	4	9	9	43°49'	141°01'	(7.4)	6.7	(0.7)	4	0.6	1	1-1)	B	北海道西方沖
6	1952	3	10	2	4	41.42	143.42	(7.5)	6.8	(0.7)	4	0.7	-1	1-1)	B	十勝沖(余震)
7	1956	3	6	8	29	44.18	144.05	(6.9)	6.3	(0.6)	3	0.4	-1	1-1)	C	北海道北東沖
8	1961	1	16	20	19	36.01	141.55	(7.3)	6.4	(0.9)	3	0.8	-1	1-1)	B	茨城県沖
9	1963	10	20	9	53	44.87°	150.32°	(8.2)	7.2	(1.0)	1*	0.9	2	1	A	エトロフ島付近(余震)
10	1971	9	6	3	35	46°40'	141°23'	7.5	6.9	0.6	3~4	0.5	0	1-1)	B	樺太南東沖
11	1974	9	27	14	47	42.45	146.40	(7.3)	6.6	(0.7)	0*	0.7	-1	1	A	根室半島南東沖(余震)
12	1975	6	10	22	47	42.46	148.13	7.9	7.0	0.9	1*	1.1	1	1	A	北海道東方沖
13	1976	1	21	19	5	43.44	149.11	(7.2)	6.5	(0.7)	2*	0.2	-1	1	B	北海道東方沖
14	1978	3	23	12	15	44.48	149.25	7.6	7.0	0.6	3	0	-1	1-1)	C	エトロフ島付近
15	1979	2	20	15	32	40.13	143.53	7.1	6.5	0.6	3	1.0	-1	1	A	岩手県沖
16	1980	2	23	14	51	43.27	146.33	7.5	6.8	0.7	4	0	-1	1-1)	B	北海道東方沖
17	1982	12	28	15	37	33.52	139.27	(7.2)	6.4	(0.8)	4	0.8	-1	1-1)	A	三宅島近海
18	1984	6	13	11	29	31.21	139.47	7.3	5.9	1.4			0	2-2)	A	鳥島近海
19	1984	9	19	2	2	34.03	141.33	7.3	6.6	0.7	4	0.1	-1	1-1)	B	房総半島東方沖
20	1991	12	22	17	43	45.48°	151.05°	7.6	6.8	0.8	2*	-0.2	0	1-1)	A	ウルップ島沖
21	1992	8	12	0	14	32°35'	142°08'	(7.2)	6.2	(1.0)	0		-1	1-1)	B	八丈島東方沖
22	1995	10	18	19	37	28.02	130.23	7.5	6.7	0.8	5		1	2-3)	A	奄美大島近海
23	1995	10	19	11	41	28.03	130.17	7.3	6.6	0.6	5		0	2-3)	B	奄美大島近海
24	1996	9	5	3	15	31.25	139.56	7.5	6.6	1.3			-1	2-2)	A	鳥島近海
25	1996	10	18	19	44	30.32	131.16	(7.0)	6.2	(0.8)	4	0.1	-1	1-1)	B	種子島近海
26	1996	10	19	23	44	31.48	132.00	(7.3)	6.6	(0.6)	5	*0.1	-1	1-1)	C	日向灘

註1) lj (最大震度) の\*は日本国内の値、サハリンと千島列島の震度は含まない。また、No.2,3,4および10は2つの震度が記載されている(気象庁, 1973)が、 $\alpha$ の計算では2つの震度の平均値を用いた。

2) Mtoの括弧は使用データが4個およびそれ以下、差の括弧はこれに対応したもの。

値、差の括弧はMtoの括弧に対応したものである。備考の精度は次のように判断してA、BおよびCに分類した。すなわち、Aは精度が良く、津波地震であることが間違いないもの、BはMtoが括弧の値で、 $\alpha$ が0.6以下となっているため、精度に問題があるが津波地震の可能性が考えられるものである。また、CはMto - Mj = 0.6であるが、 $\alpha$ が小さく(震度が比較的大きい)、津波地震であるかど

うか疑わしいものである。

図-1は表-2をプロットしたものである。数字は表の番号と同じである。図-2は表-3のうち精度A(黒丸)とB(白丸)に分けてプロットしたもので、数字は表-3の番号と同じである。発生分布を見ると、千島列島から三陸沖、茨城県沖から伊豆七島・鳥島近海、さらに九州から南西諸島にかけて分布している。図-1と図-2を見ると、次の

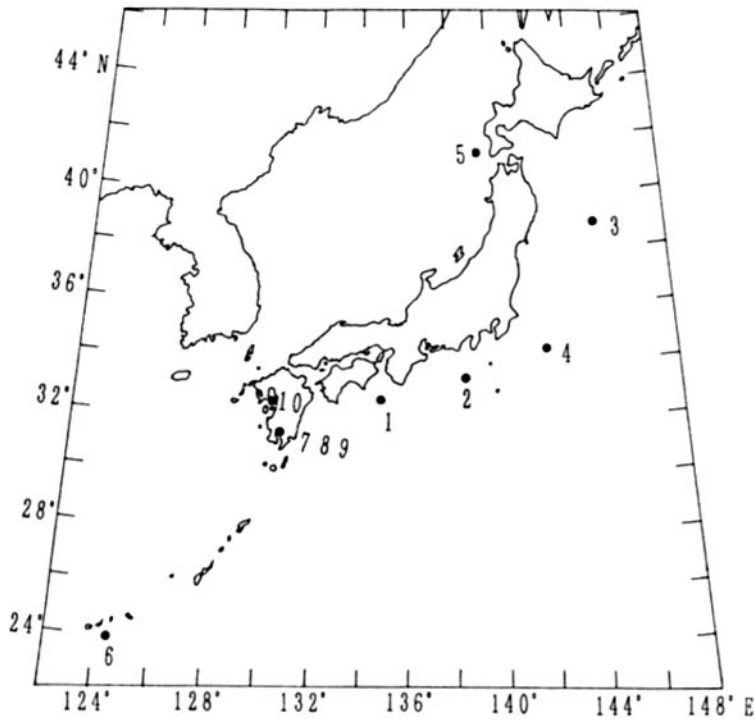


図-1 1600年から1895年までの日本近海で発生した津波地震の分布  
数字は表-2の津波番号 (No.) と同じ

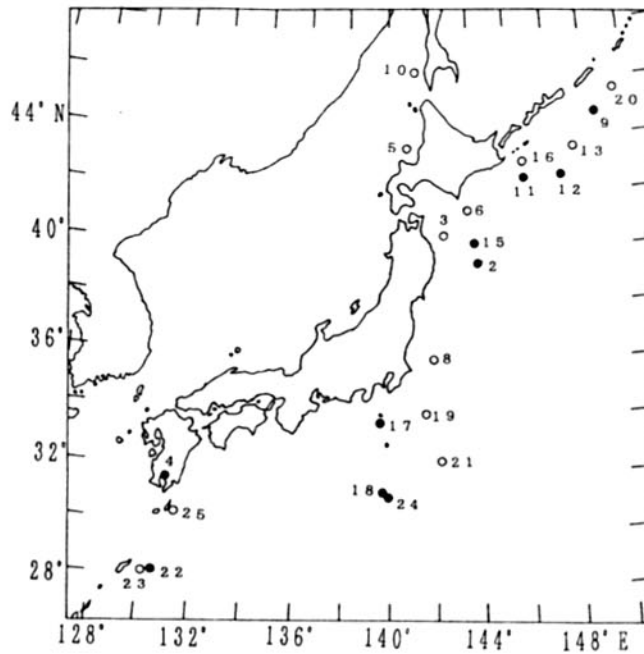


図-2 1896年から1996年までの日本近海で発生した津波地震の  
黒丸は表-3の精度A, 白丸は精度Bを示す  
数字は表-3の津波番号 (No.) と同じ

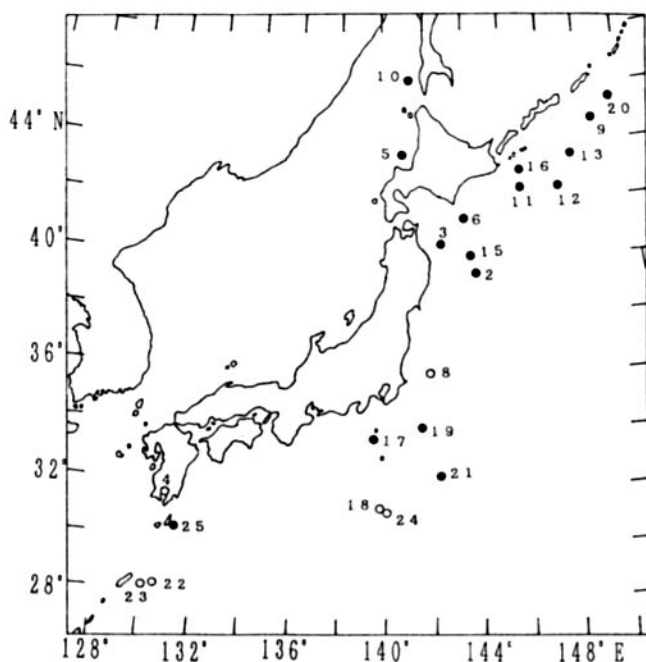


図-3 1896年から1996年までの津波発生メカニズム(あるいは原因)別にプロットした分布  
 黒丸は狭義の津波発生メカニズム, 白丸はそれ以外のものを示す  
 数字は図-2と同じ

ことが分かる。最近では北海道東方沖から千島列島にかけて顕著に発生していることがよく分かる。しかし、図-1では全く見られない。この方面のデータは歴史津波ではほとんど入手出来なかったためであろう。次に、東海沖から紀伊半島沖は図-1に見られるが図-2にはない。これはめったに発生しないためであろうか。ともあれ、日本列島の沖合では広範囲に分布し、発生しない海域は多くはない。図-3は表-3のメカニズム(あるいは原因)別にプロットしたもので、黒丸は表-1の1)による津波地震、白丸は2)によるものである。この分布を見ると、伊豆七島から北は全て黒丸となっているが、鳥島と九州以南は白丸が多い。つまり、メカニズムによる差が明瞭に示されていることは、興味深い。

表-2の296年間に一般の津波は44個記録されているので、津波地震の割合は22%である。表-3の101年間に全ての津波は142個記録されているので、Aのみの津波地震の割合は8%、(A+B)の津波地震の割合は15

%である。もし、 $m \geq 1$ の津波の場合、全ての津波は28個で、津波地震は6個あるから、津波地震の割合は21%となり、表-2の場合とほとんど同じである。このことは大変興味深いとともに、重要な意味をもっているような気がする。すなわち、年代に関係なく比較的大きな津波地震は一定の割合で発生していることである。いずれにしても、津波地震の発生割合は阿部(1988)の10%、阿部・他(1993)の6.3%より多い。

#### 4. まとめと考察

津波地震を広拒に定拒し、地震動(原因が海底地送り、火山噴火などを含む)に比べて津波が異常に大きい地震とした。これをメカニズムあるいは原因別に分類して、日本近海で発生した津波地震の分布を調査した。その結果は次の通りである。

1) 日本近海に広範囲に分布し、発生しない海域は多くない。

2) 東海沖と紀伊半島沖の2個は1600年代

に発生したが、その後は全く発生していない。

3) メカニズムあるいは原因別に見ると、伊豆七島から北は金森の狭義の津波地震であるが、鳥島と九州以南の海域ではそれ以外のメカニズムのものが多。

4)  $m \geq 1$  の津波では全体の21~22%が津波地震でかなり多い。小さい津波を含めると15%となり、既に求められている結果より大きい。この原因は次のことが考えられる。(1) 取り扱った地震が広拒の津波地震か狭拒のものであるかによる。(2) 津波地震の数量的証価。本報告では  $M_{to} - M_j \geq 0.6$  あるいは  $M_t - M_s \geq 0.6$  としたが、0.6を0.5(阿部, 1988)に置き換えれば、異なってくる。(3) 目視観測で異常な津波があったことを見落したため、津波地震と判断しなかった。これは小津波に存在することがある。

津波地震は1つのメカニズムあるいは原因によるものではなく、いくつかの複合された原因によることがある。例えば、ゆっくりとした断層運動の引き金として海底地ざりが考えられるとした論文(Kanamori, H. and M. Kikuchi, 1992)がある。表-2と表-3のメカニズムの欄は主たるものを示したが、他の原因と複合して津波地震となった可能性も考えられる。

### 参 考 文 献

- 阿部勝征, 1988, 津波マグニチュードによる日本付近の地震津波の定量化, 地震研究所彙報, 63, 289 - 303.
- 阿部勝征, 1999, 週上高を用いた津波マグニチュード  $M_t$  の決定 - 歴史地震への応用 -, 日本地震学会(秋季大会)予講集, C74.
- 阿部邦昭・阿部勝征・都司嘉宣・今村文彦・片尾浩・飯尾能久・佐竹健治・J. Noguera・F. Estrada, 1993, 1992 ニカラガ地震とその津波の調査, 地震研究所彙報, 68, 23 - 70.
- Kanamori, H., 1972, Mechanizum of tsunami earthquake, Phys. Earth Planet. Interiors., 6, 346 - 359.
- Kanamori, H. and M. Kikuchi, 1993, the 1992 Nikaragua Earthquake: A slow tsunami earthquake associated with subducted sediment, Nature, 361, 714 - 16.
- 気象庁, 1973, 被害地震の表と震度分布, pp.470.
- 渡辺偉夫, 1994, 日本および世界で発生した津波地震の分布, 月刊地球, 16, シンポジウム津波地震, 91 - 96.
- 渡辺偉夫, 1995, 日本近海で発生した津波マグニチュード決定式の地域性, 地震, 第2輯, 48, 271 - 280.
- 渡辺偉夫, 1997, 震度分布による津波地震の一判別式 - 日本付近における津波地震の分布 -, 地震, 第2輯, 50, 29 - 36.
- 渡辺偉夫, 1998, 日本被害津波総覧, 第2版, 東京大学出版会, 5 - 6 (pp.238).
- 阿部勝征, 1988, 津波マグニチュードによる