

日本近海における津波地震および逆津波地震の分布(序)

渡邊 偉夫*

Tsunami Earthquake Distributions and negative Tsunami Earthquake Distributions in the Sea Area off the Japanese Islands

Hideo WATANABE

2-13-5-305 Miyagino Sendai-shi Miyagi-ken 983-0045 Japan

Author defines tsunami earthquake as $(M_{to}-M_j) \geq 0.3$ and negative tsunami earthquake as $(M_{to}-M_j) \leq -0.3$, where, M_{to} is the tsunami magnitude by Watanabe and M_j the earthquake magnitude by JMA. The tsunami earthquake is distributed in many Pacific areas near the Japanese Islands, however, the negative tsunami earthquake only in some Pacific areas. Some discussions are given on these distributions.

§ 1. まえがき

津波地震分布については、筆者(渡邊, 2003)は最近歴史地震を含めて発表した。津波地震は地震のモーメントマグニチュード(M_w)が気象庁の地震マグニチュード(M_j)や地震表面波マグニチュード(M_s)に比べてかなり大きなものである。ところが、逆に M_w が M_j や M_s より小さいものもある。このことについて、筆者は投稿中の論文(渡邊, 2004)の中で、「逆津波地震」と名付けることを提案し、その解釈を述べている。一方、羽鳥(1996)は最近 100 年間の津波について、地震の規模と比較し、津波マグニチュード値を大中小に区分した。

本報告は日本近海で発生した 1894 年から 2002 年の 108 年間の 147 の津波について、津波地震と逆津波地震の分布を調査したものである。

§ 2. 津波地震および逆津波地震の数量表示

津波を発生した地震の M_w の値は、すべてを入手することは難しいので、代わりに M_w とほぼ等しい津波マグニチュードを用いる。津波マグニチュードは現在 M_t は阿部(Abe, 1981)の式、 M_{to} は渡邊(1995)の式が用いられている。本調査では次の項で述べる理由から M_{to} を用いる。筆者(渡邊, 1997)は津波地震を $(M_{to}-M_j) \geq 0.6$ として数量表示をした。これは震度、メカニズムなどから顕著な津波地震として既に認められているものとの比較から決めたものである。 M_t (Abe, 1981)では、この 0.6 を 0.5 としているが、精度などを考慮すると、0.6 がよい。

本報告では顕著でない津波地震も存在することを考えて、 $0.6 > (M_{to}-M_j) \geq 0.3$ を準津波地震とした。この 0.3 は M_{to} と M_j の計算精度から有意の差があるので、津波地

震と云ってよからう。

逆津波地震とは $(M_{to}-M_j) \leq -0.3$ をいう。津波地震の場合の準津波地震に対応するが、 $(M_{to}-M_j) = 0.6$ は一例もないことと、準逆津波地震と区別しなければならない根拠や理由はあまりない。この地震については、筆者(渡邊, 2004)は「ショックタイプの非常に短い周期の地震で、震度に比較して被害が小さく、津波も小さい。時々宮城県金華山沖で発生することから、金華山沖タイプの地震と云われていた。また、アスペリティとも関連もある。」と言及した。津波地震は津波発生が(異常に)大きい、この地震は逆に津波発生が小さいので、逆津波地震とした。なお、詳細は投稿中の論文(渡邊, 2004)を参照されたい。

§ 3. M_{to} と M_t の比較

M_t の式は次のとおりである。

$$M_t = \log A + \log \Delta + 5.55 \quad (1)$$

ここで A は全振幅(m 単位)、 Δ は津波波発生の波源から検潮所までの距離(km 単位)である。

M_{to} は次のとおりである。太平洋全域に対して、

$$M_{to} = \log A + 0.86 \log \Delta + 5.96 \quad (2)$$

となり、日本海側に対して、

$$M_{to} = \log A + 0.52 \log \Delta + 6.56 \quad (3) \text{ となる。}$$

これらの式で、 $\log \Delta$ の係数が 1 とする理由は便宜的で、むしろおかしい。筆者(渡邊, 1995)はさらに、太平洋側を 4 つの海域に分けた沿岸について式を求めた。式の中の $\log \Delta$ の係数は、北海道沿岸に対して 0.82、三陸沿岸に対して 1.07、中央日本の沿岸に対して 0.74、さらに南西日本の沿岸に対して 0.81 となっている。一方、筆者の伝ぱんに関する研究(渡邊, 1992)によると、上記 4 つの沿岸

* 〒983-0045 宮城県仙台市宮城野 2-13-5-305

それぞれ 0.80, 1.05, 0.74 および 0.81 となり, 上に述べた数値とほぼ一致している. ここで 1 に近い沿岸は三陸沿岸のみで, 他は 1 からかなり小さくなっている. これは, 既に指摘している(渡辺, 1992)ように, 津波の波源から検潮所までの海底地形の相違に関係していることは明確である.

式に使われた津波の波源(地震の震央)の分布を図-1 に示した. 黒丸は M_{to} の式を求めるときに使用した津波の波源(27ヶ所), 白丸は M_t の式を求めるときに使用した波源(3ヶ所)である. 図から分かるように, M_t は北海道沖の 2ヶ所と三陸沖の 1ヶ所のみである. さらに, M_{to} の式を求めるときに使用した検潮所数は, 148ヶ所で 1993年まで(論文完成の前年)利用可能な津波数(検潮所の値が 9ヶ所以上)をもちきり使用した. ところが, M_t は検潮所数が 30ヶ所で, 津波数を含めて適当に選んだ数に過ぎない. したがって, 日本近海に関する本研究に使用するには不適當である. また, M_{to} の式には精度が示されているが, M_t にはない.

蛇足かもしれないが, 一般に津波マグニチュードは M_t より M_{to} を用いたほうがよからう.

§ 4. 津波地震の分布

図-2 は津波地震の分布である. 期間は, 1894年から 2002年までの 108年間に発生した 147の津波を用いた. この数は筆者が集めた資料から得られた津波数の全てである. 図の黒丸のうち, 大は津波地震(顕著), 小は準津波地震(顕著でない津波地震)で, また, 白丸は $M_{to} \div M_j$ を示している.

分布を見ると, 千島列島南部から北海道東方沖にかけて, 十勝沖から三陸沖にかけて, 福島県沖から茨城県沖にかけて, 房総半島沖, および日向灘から奄美大島にかけて数多く発生している. この分布は, 既に発表した論文(渡辺, 2003)の分布と変わらない. これらの海域では津波地震でない津波すなはち $M_{to} \div M_j$ の津波も, 数多く発生していることが分かる.

§ 5. 逆津波地震の分布

図-3 は逆津波地震の分布(黒丸)である. 図には $(M_{to}-M_j) = (-0.1)$ および (-0.2) の津波を白丸で示した. これらの数は津波地震に比べると少ない.

分布を見ると, 逆津波地震は十勝沖, 宮城県沖および伊豆半島沖の陸寄りに限られており, 津波地震の分布と重なっていない. なお, 逆津波地震でない白丸は宮城県沖, から福島県沖にかけて, 日向灘および台湾の東方沖に限られている.

図-4 は図-2 と図-3 から 4項と 5項で示した活動の海域の輪郭を示したものである. これらの分布は, この地震のメカニズムを考えるうえで興味深い.

§ 6. 津波地震と逆津波地震発生率

顕著な津波地震は 22 発生したので 15%, 顕著でない津波地震は 41 発生したので 28%となった. したがって, 津波地震は 43%である. この数値はかなり多い. 渡辺(2003)によると, 1896年から 1999年までの期間で 18%で今回の値に近い. 阿部(1988)と阿部・他(1993)によると, 10%以下で小さい. これは期間が短かったり, 任意の海域を扱ったためである. したがって, この小さな数値を無批判のまま引用し, 一般論(常識)としているのはどうか.

また, 逆津波地震は 9 発生したので, 発生率は 6%である. 数値は小さいが比較する論文は全く無い.

§ 7. まとめと検討

津波地震と逆津波地震の数量表示は $(M_{to}-M_j)$ の数値によって決められている. この数値が 0.6 以上を顕著な津波, 0.3, 0.4 および 0.5 を津波地震とした. また, -0.3 以下を逆津波地震とした.

1894年から 2002年までの 108年間について, 日本近海の津波地震と逆津波地震の分布とそれらの発生率は次のとおりである.

津波地震の分布は, 千島列島南部から北海道東方沖にかけて, 十勝沖から三陸沖にかけて, 福島県沖から茨城県沖にかけて, 房総半島沖, および日向灘から奄美大島にかけて数多く発生している. 逆津波地震は, 十勝沖, 宮城県沖および伊豆半島沖の陸寄りに限られており, 津波地震の分布と重なっていない.

発生率は, 顕著な津波地震は 15%, 顕著でない津波地震は 28%, 加えると 43%(津波地震)である. また, 逆津波地震は 6%である. 津波地震の発生率はかなり大きい.

津波地震は一般の津波を発生する地震と同じ海域で共存している. ある期間地震(津波発生)が起こってから津波地震が発生する. つまり, 津波地震を発生する海域ではある期間を経過すると, いつでも発生する可能性がある. なお, いずれの海域でも調査した期間では発生確率は低い.

逆津波地震の分布が津波地震の分布と重なっていないことと陸寄りであることは, メカニズムを解明するヒントである. アスペリティとの関連も重要であろう. これらについて, 次の研究で考察してみたい.

謝辞

羽鳥徳太郎博士に適切な助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

文献

Abe, K., 1981, Physical size of tsunami-genic earthquakes of the northwestern Pacific, *Phys. Earth Planetary Interiors*, 27, 194-205.

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. Nouera・F. Estrada, 1993, 1992年ニカラグア地震とその津波の調査, *地震研究所彙報*, 68, 23-70.

羽鳥徳太郎, 1996, 日本近海における津波マグニチュードの特性, *津波工学研究報告*, 13, 17-26

渡辺偉夫, 1992, 津波の伝ぱんに関する諸問題, *月刊海洋*, 24, 160-166.

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法 - 日本付近における津波地震の分布 - *地震*, 第2輯, 50, 29-36.

渡邊偉夫, 2003, 歴史地震を含めた津波地震の年表と発生率, *月刊地球*, 25, 361-367.

渡邊偉夫, 2004, いわゆる金華山沖地震と逆津波地震・アスペリティ, *津波工学研究報告*, 21. (投稿中)

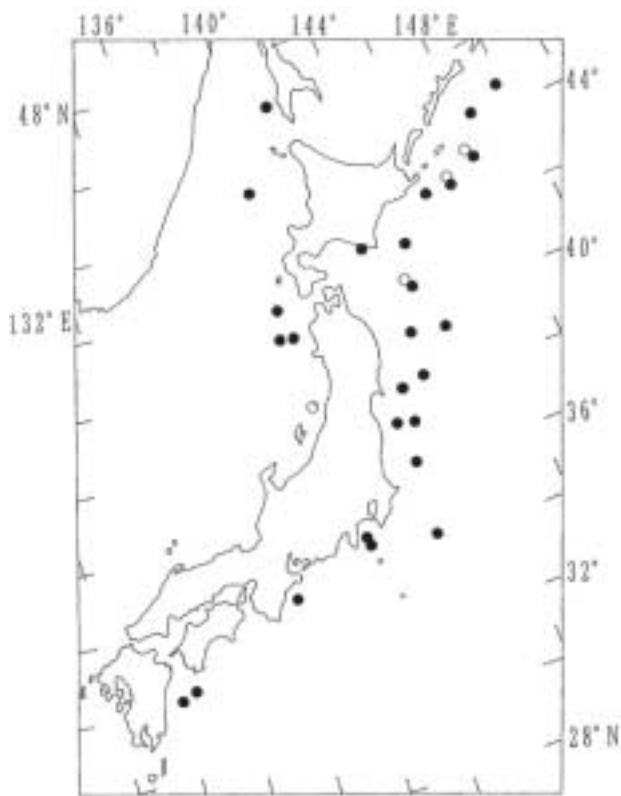


図-1 日本近海における Mto と Mt の各式作成で使用した津波の波源(地震)の分布. 黒丸は Mto, 白丸は Mt (渡辺, 1995 の図に補足)

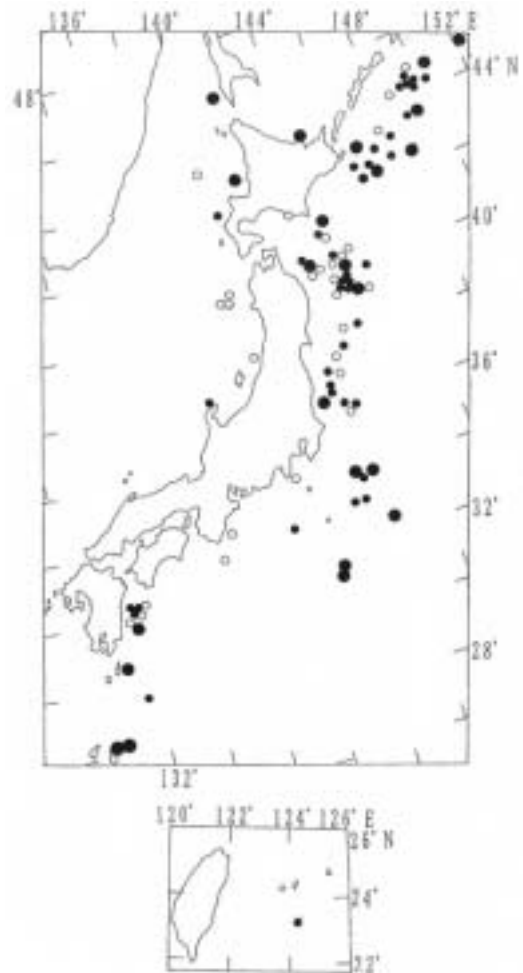


図-2 日本近海における 1894 年から 2002 年までの 108 年間の津波地震の分布. 黒丸大は顕著な津波地震, 黒丸小は顕著でない津波地震(準津波地震), 白丸は普通の津波を発生した地震(Mto ≡ Mj)

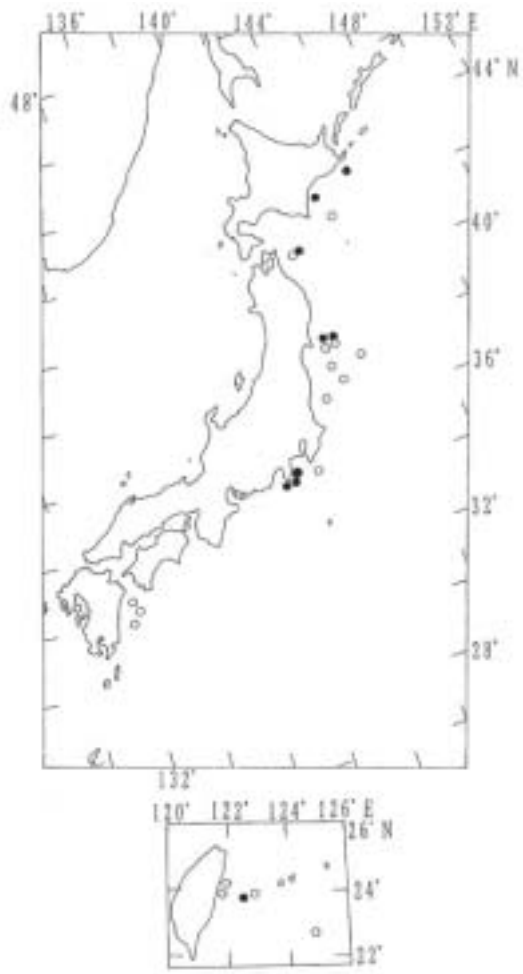


図3 日本近海における逆津波地震の分布. 黒丸は逆津波地震, 白丸は $M_{to}-M_{to}=-0.2$ および -0.1

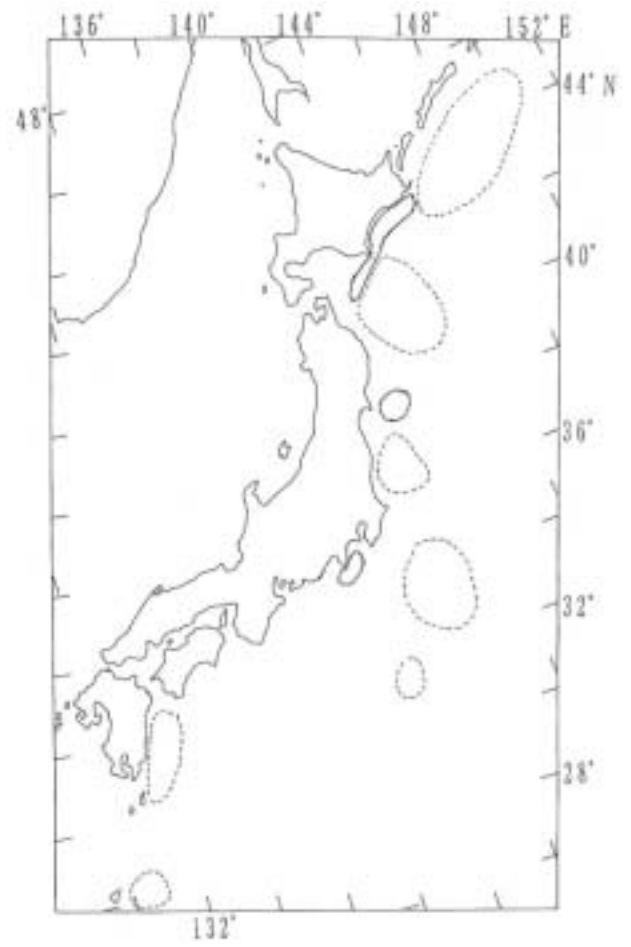


図4 日本近海における津波地震(点線)と逆津波地震(実線)の分布の輪郭(図-2と図-3から)