

静岡県沼津～和歌山県串本間沿岸の津波累積エネルギー分布

羽鳥 徳太郎*

Distribution of Cumulative Tsunami Energy from Numazu, Shizuoka
to Kushimoto, Wakayama along the Tokai Coast, Central Japan

Tokutaro HATORI

Suehiro 2-3-13, Kawaguchi, Saitama 332-0006, Japan

The Tokai district, central Japan, has been suffered by the 1707 Hoei Tokai, 1854 Ansei Tokai, 1944 Tonankai and 1946 Nankai tsunamis as well as several smaller tsunamis. The present paper compares distributions of cumulative tsunami energy (square of tsunami height, H^2 , where H is the mean height in a 20-km-long segment unit) along the Tokai coast (Numazu to Kushimoto) calculated for the recent 111-year (1900-2010) and historical (1707-1899) periods. The result shows that the total cumulative values are large at Mie Prefecture (maximum place: Owase and Kumano), the Shima and Atsumi Peninsula coasts and Shizuoka Prefecture coasts (Omaezaki to Numazu) during 1707-2010. For the recent 111-year, the observed values on the Mie coast reached the expected values that were calculated assuming the mean rate of energy accumulation. On the contrary, the expected values from Shima Peninsula to Suruga Bay are much larger than the observed values, suggesting high tsunami risk in near future for this region.

Keywords: Tokai and Nankai tsunamis, Tsunami height distribution, Cumulative tsunami energy.

§1. はじめに

東海・南海大地震が 100 - 150 年の間隔で発生し、1707 年宝永、1854 年安政東海津波が、東海沿岸域に甚大な被害をもたらしたことはよく知られている。近年、新収地震史料をもとに現地調査が行われ、各地で確度ある津波高が得られてきた(羽鳥, 1977, 1978; 飯田, 1981; 都司・他, 1991; 行谷・都司, 2005)。また、戦中と直後に 1944 年東南海、1946 年南海地震津波が繰り返された。そのほか、東海沿岸域で中小規模の津波が発生してきた。

相田(1988)は、1600 年以降 400 年間の津波について、日本全域での波高 2 乗値の累積値分布を示した。そして、最近 100 年間に一定の速さで累積値が増加するとみなす波高期待値と、遡上した波高の地域偏差を示した。一方、筆者(羽鳥, 2008)は、伊豆半島沿岸の関東・東海津波の累積値を調べ、伊豆西岸域で波高期待値が大きく、危険度が高いことを示した。

本稿では、同じ手法で静岡県沼津から和歌山県串本に至る沿岸を 20km 間隔に区分し、4 津波(1707 年宝永、1854 年安政東海、1944 年東南海、1946 年南海)に中小規模の津波を加えて、波高 2 乗値の分布を示す。そして全期間 304 年間(1707-2010)と最近 111 年間(1900-2010)の累積値分布のパターンを比較して、危険度の高い地域を検討する。

§2. 波源域

図 1 には、1707 年宝永地震以降から現在に至る推定津波波源域の分布(羽鳥, 1998)を示し、発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を付記した。津波マグニチュードは、震央距離と波高の関係図から判定された(羽鳥, 1998)。1707 年、1854 年東海津波および 1946 年南海津波は $m = 3$ 、1944 年東南海津波は $m = 2.5$ である。

1854 年安政東海津波の波源域は、清水での地殻変動の史料(清水では隆起して港が使用不能になり、三保半島の海岸線が拡大した絵図)が見出され、駿河湾奥まで伸びたことが判明した(羽鳥, 1976)。1707 年宝永津波の波源域は、清水の隆起史料はないが、震度分布から駿河湾内へ伸びた可能性がある。1944 年東南海津波の波源域は、各観測点からの逆伝播図から推定された。なお、1708 年 2 月志摩半島沖と 1855 年 11 月遠州灘で、それぞれ $M7$ クラスの地震があった。両地震とも、それぞれ伊勢と遠州灘で 2m 程度の津波が記録されており、 $m = 1$ とみなされている(渡辺, 1998)。

以上の波源域の周辺に、2004 年 9 月紀伊半島南東沖と 2009 年 8 月駿河湾内に津波が発生し、逆伝播図から得た波源域を追加して示す(羽鳥, 2005b, 2010)。

* 〒332-0006 埼玉県川口市末広 2-3-13

§3. 波高2乗値の分布

静岡県沼津から和歌山県串本に至る沿岸を20 km 間隔に分け、各区画内の最大、最小の波高値を除いた平均的な波高(平均海面上)と、波高2乗値(柱状グラフ)分布を以下に示す。

3.1 1944年東南海津波

被災直後に中央气象台(1945)と東大地震研究所(表, 1946)で現地調査され、各地の波高が報告された。そのほか、地震研究所の通信調査による三重県沿岸の目視記録がある(相田, 1986; 羽鳥, 2005a)。愛知県沿岸の波高値は飯田(1981)が収集して、表示された。図2には、波高分布(黒丸, グラフの右目盛り)と波高の2乗値(柱状グラフ, 左目盛り)を示す。

波源域に面した熊野灘沿岸の波高がきわめて大きく、紀伊長島付近が最大で6 mであり、尾鷲5 m、串本2 m、志摩半島沿岸で2-3 m、愛知県沿岸で0.5-1.5 m、静岡県沿岸では御前崎付近が高く、清水・沼津では1-2 mであった。

3.2 1946年南海津波

南紀西部沿岸の波高は4-6 mに達したが、東部沿岸域では顕著に減少している。串本で4.2 mを最大に、新宮3.5 m、熊野3 m、尾鷲2 m、志摩半島では1 mにとどまった(中央气象台, 1947)。愛知・静岡県沿岸の記録数は、きわめて少ない。三河湾内の半田付近で0.2-0.5 m、舞阪と駿河湾奥の内浦では1 mであった。

3.3 歴史津波

1707年(宝永4)10月28日に、南海沖と東海沖に発生した巨大地震(M8.6)は大規模な津波(それぞれ $m=3.5$ と $m=3$, 羽鳥, 1998)を伴った。現地調査から各地の波高値が得られており(羽鳥, 1977, 1978; 飯田, 1981; 都司・他, 1991; 行谷・都司, 2005)、図3上段に波高と波高2乗値(柱状グラフ)の分布を示す。尾鷲付近、志摩半島沿岸および遠州灘に面した渥美半島沿岸の波高が、目立って大きい。主な波高値は串本5 m、尾鷲6-8 m、鳥羽5-6 m、津3 m、名古屋2-3 m、豊橋3 m、渥美半島6-7 m、舞阪3 m、御前崎5-6 m、清水4 m、沼津内浦5-6 mである。波高4 m以上の地域は、甚大な津波災害に見舞われた。

一方、1854年(安政1)12月23日の安政東海地震津波(M8.4, $m=3$)も大規模であり、甚大な被害が記録されている。図3下段に、波高と波高2乗値(柱状グラフ)の分布を示す。主な波高値は串本3 m、尾鷲6-8 m、鳥羽5-6 m、国崎(くざき)は最大21 m、津3 m、名古屋2-3 m、豊橋3-4 m、渥美半島6-7 m、舞阪付近5 m、御前崎5-6 m、清水3-5 m、沼津付近4-5 m(多比7.2 m)である。波高と分布パターンは、宝

永津波と共通している。尾鷲付近、志摩半島、渥美半島、御前崎付近および沼津内浦の波高が大きく、伊勢湾、三河湾内が小さくなっている。安政東海津波のシミュレーション解析によれば(Aida, 1983)、志摩～熊野間沿岸で波高は6 m前後、御前崎5.5 m、沼津6 mと高く、伊勢湾・三河湾では3 m程度であり、観測値と調和する波源モデルを示した。

3.4 その他

1854年12月24日の安政南海津波で串本以東の沿岸では、前日の東海津波と重なり記録が少ないので、1946年南海津波と同じ波高分布で取り上げる。1708年志摩沖津波は、伊勢(図4のMie 4区画)で被害記録から波高2 mと推定。1855年遠州灘津波も、磐田(Shizuoka 8区画)で2 m程度とみなせる。2004年紀伊沖津波は、尾鷲・熊野(Mie 9, 10区画)で1.5 mと実測されている(Koike et al., 2005)。2009年駿河湾津波では、焼津(Shizuoka 4区画)で50 cmであった。これら5例の中小津波による波高2乗値の分布も、図2と図3の4例の波高2乗値と足し合わせて、1707-2010年と1900-2010年の波高2乗値の累積値の分布を図4に示した。

§4. 波高2乗値の累積値分布

以上、宝永・安政東海津波、1944年東南海・1946年南海津波に5例の中小規模の津波を加え、304年間(1707-2010)に各20 km区画における波高2乗値を合計して、 H^2 を図4に白抜き柱状グラフで示す。その結果、三重県熊野～志摩半島間の累積値が大きく、尾鷲・熊野で131 m^2 が最大値になる。ついで志摩109 m^2 、渥美半島で88 m^2 、御前崎・沼津内浦も大きい。伊勢湾奥と三河湾内の累積値が小さい。

304年間の波高2乗値から1年あたりの波高2乗値を求めて、それを111倍した値を図4の柱状グラフに白丸(白抜き柱状グラフの37%)で示した。相田(1988)によれば、波高の2乗値は遡上した津波のエネルギーに対して危険度の指標になる。

一方、最近111年間(1900-2010)の累積値 H^2 の分布を斜線の柱状グラフで示す。海岸区間にもたらされた津波のエネルギーが、もし、歴史津波を含む304年間の津波高データから推定できる平均的な活動であったならば、1900～2010年間の波高2乗値の累積値(図4の柱状グラフの斜線部の高さ)は白丸と一致するはずである。比較すると、愛知県と静岡県沼津の間は、最近111年間の累積値の方が、白丸よりもかなり小さい。これは、この沿岸では、歴史津波から推定される平均的な活動に比べて、近年の津波の活

動が低調であることを示している。

§5. むすび

1707年宝永東海津波以降、304年間(1707-2010)に発生した4例の津波に中小規模の津波を加え、沼津～串本間の東海沿岸を区分して、波高の2乗累積値分布を示した。その結果、累積値は熊野～志摩半島間が顕著に大きく、渥美半島、御前崎付近、沼津内浦の順になる。昭和東南海・昭和南海津波の波高が歴史津波より小さく、最近111年間(1900-2010)に愛知県～静岡県間では、波高期待値が遡上した実測値より大幅に上回っており、津波危険度が高い可能性がある。

対象地震：1707年宝永東海地震、1854年安政東海地震、1944年東南海地震、1946年南海地震、1708年宝永余震、1855年安政余震、2004年紀伊沖地震、2009年駿河湾地震

文献

- Aida, I., 1983, Numerical simulation of historical tsunamis generated off the Tokai in central Japan, *Tsunamis: Their Science and Engineering*, Proc. 1981 IUGG Tsunami Sym. (ed. Iida and Iwasaki). Terra Scientific Publishing Co. Tokyo, 277-291.
- 相田 勇, 1986, 昭和19年12月7日東南海地震津波の通信調査結果, *東南海地震の全体像: 静岡県地震対策課*, **37**, 191-256.
- 相田 勇, 1988, 日本沿岸における津波危険度としてのエネルギー累積値分布, *地震*, **2**, **41**, 573-581.
- 中央气象台, 1945, 昭和19年12月7日東南海道大地震調査概報.
- 中央气象台, 1947, 昭和21年12月21日南海道大地震調査概報.
- 羽鳥徳太郎, 1976, 安政地震(1854年12月23日)における東海地方の津波・地殻変動の記録, *地震研究所彙報*, **51**, 13-28.
- 羽鳥徳太郎, 1977, 静岡県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査, *地震研究所彙報*, **52**, 407-439.
- 羽鳥徳太郎, 1978, 三重県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査, *地震研究所彙報*, **53**, 1191-1225.
- 羽鳥徳太郎, 1998, 関東・東海沿岸における津波波高の地域性, *歴史地震*, **14**, 69-81.
- 羽鳥徳太郎, 2005a, 1944年東南海地震津波の目視観測記録 東大地震研究所の通信調査報告から, *津波工学研究報告*, **22**, 11-14.
- 羽鳥徳太郎, 2005b, 2004年紀伊半島南東沖地震津波の規模および波源域, *津波工学研究報告*, **22**, 43-46.
- 羽鳥徳太郎, 2008, 伊豆半島沿岸の津波累積エネルギー分布, *歴史地震*, **23**, 1-6.
- 羽鳥徳太郎, 2010, 2009年8月11日駿河湾地震津波の規模と波源域, *津波工学研究報告*, **27**, 15-17.
- 飯田 汲事, 1981, 愛知県被害津波史, 愛知県防災会議地震部会, pp. 119.
- Koike N, T. Takahashi, K. Imai, Y. Tanioka, Y. Nishimura, K. Harada, S. Suzuki, K. Fujima, Y. Shigihara, Y. Namegaya, and S. Koshimura, 2005, Tsunami run-up heights of the 2004 off the Kii peninsula earthquakes, *Earth Planets Space*, **57**, 157-160.
- 行谷 佑一・都司嘉宣, 2005, 宝永(1707)・安政東海(1854)地震津波の三重県における詳細津波浸水高分布, *歴史地震*, **20**, 33-56.
- 表 俊一郎, 1946, 昭和19年12月7日東南海大地震に伴った津波, *地震研究所彙報*, **24**, 31-57.
- 都司嘉宣・日野貴之・矢沼 隆・岩崎伸一・北原系子, 1991, 安政東海地震津波(1854 XII 23)浸水高の精密調査, *歴史地震*, **7**, 43-55.
- 渡辺 偉夫, 1998, 日本被害津波総覧(第2版), 東京大学出版会, pp. 238.

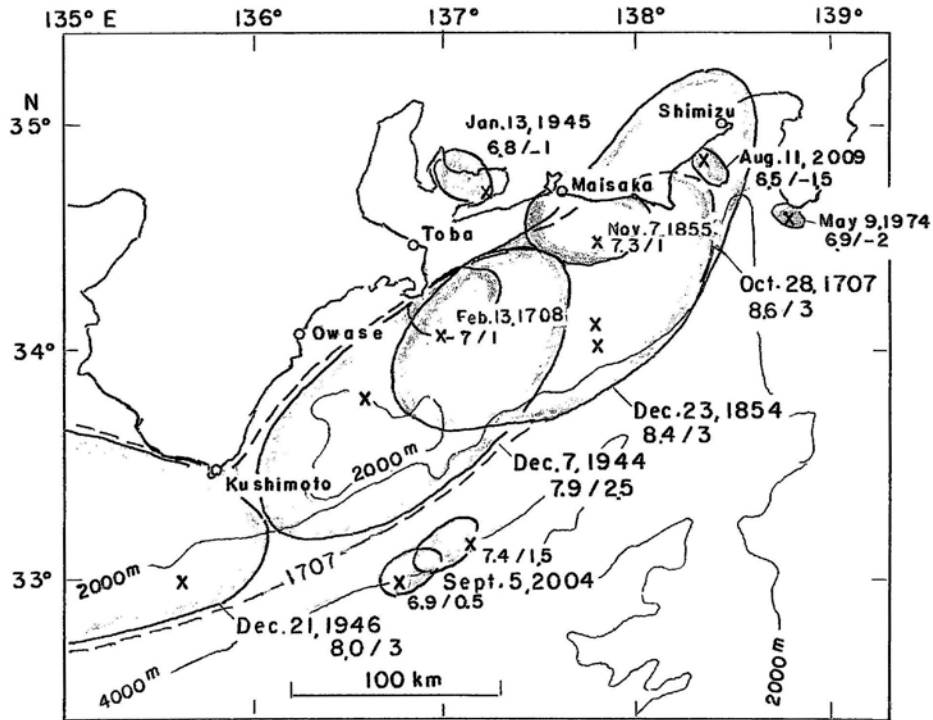


図1 東海・東南海域の津波波源域(1707-2010). 発生年に地震と津波のマグニチュードM/m を示す
 Fig. 1 Location of the tsunami source areas in the Tokai-Tonankai region during 1707-2010. Earthquake and tsunami magnitudes, M/m are shown.

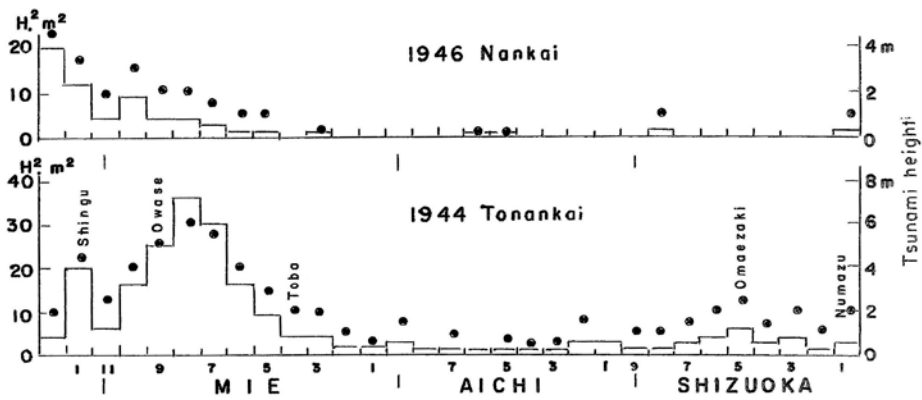


図2 波高(黒丸)と波高2乗値(柱状グラフ)の分布(1944年東南海, 1946年南海津波)
 Fig. 2 Distribution of tsunami heights (solid circles) and square of the mean height, H^2 (column) for the 1944 Tonankai and 1946 Nankai tsunamis.

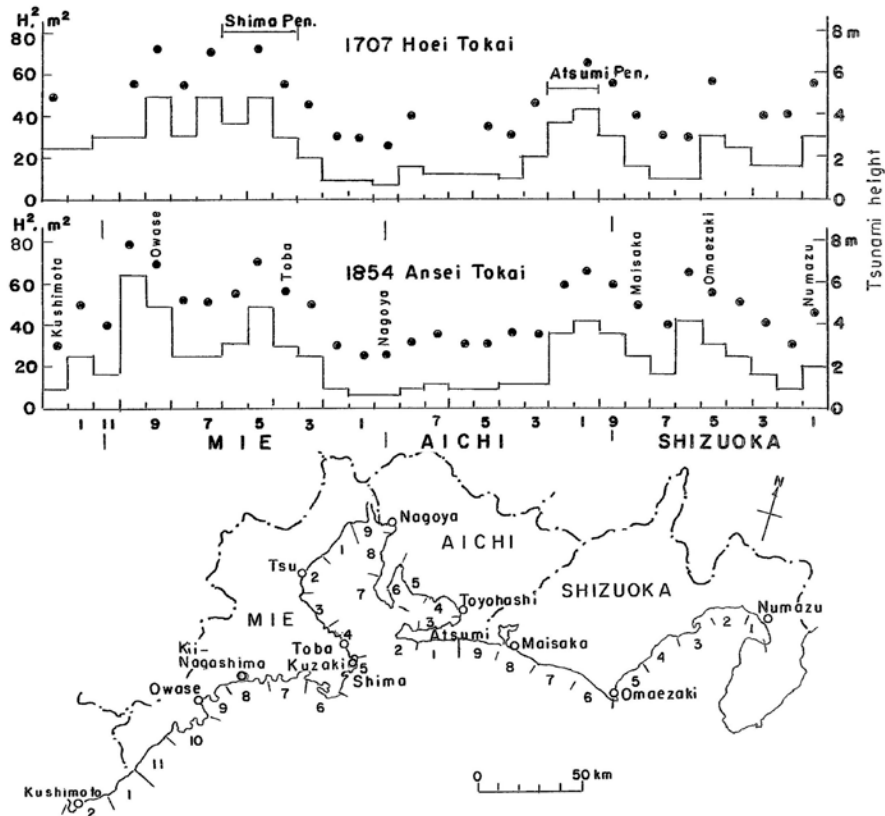


図3 波高(黒丸)と波高2乗値(柱状グラフ)の分布(1707年宝永東海, 1854年安政東海津波)
 Fig. 3 Distribution of tsunami heights (solid circles) and square of the mean height, H^2 (column) for the 1707 Hoei and 1854 Ansei Tokai tsunamis.

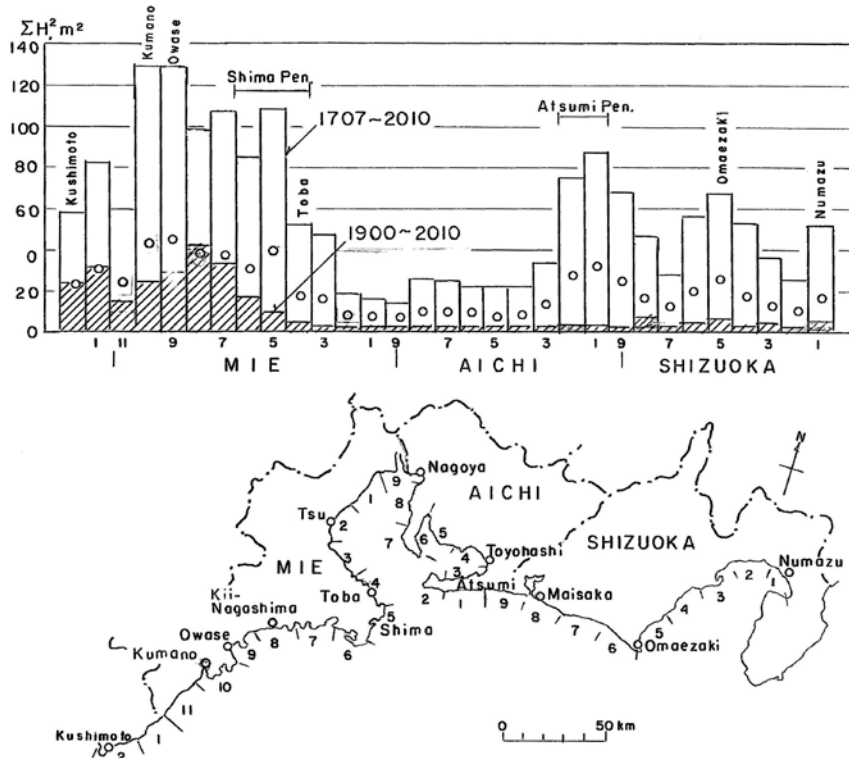


図4 波高2乗値の累積値分布(1900-2010年間と1707-2010年間). 白丸は111年間の期待値.
 Fig. 4 Distribution of cumulative squares of the mean height for each segment during 1900-2010 and 1707-2010. Open circles show the estimated values for the period during 1900-2010 assuming constant accumulation of the squares.

