

四国西部・九州東部沿岸における

宝永(1707), 安政(1854), 昭和(1946)南海津波の波高増幅度

羽鳥 徳太郎*

Magnification of Inundation Heights

due to the 1707 Hoei, 1854 Ansei, and 1946 Showa Nankai Tsunamis along the Coasts of West Shikoku and East Kyushu

Tokutaro HATORI

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

The west Shikoku facing the Bungo Channel and east Kyushu coasts have been moderately suffered from the 1707 Hoei, 1854 Ansei, and 1946 Showa Nankai tsunamis. According to the old documents, the 1707 Hoei tsunami reached 4-5.5 m at the Ehime coast, W. Shikoku, and 3-4 m at the Oita-Miyazaki coast, E. Kyushu. The 104 persons drowned in the Kyushu region by the 1707 tsunami. Inundation heights of the 1854 Ansei tsunami were 3-5 m at the Ehime coast and 2-3.5 m at the Miyazaki coast. Based on the refraction diagrams and the shoaling-refraction factors along the coasts, the amplifications factors estimated by the Green's formula are 1.0 or less at the Ehime and Oita coasts, and 1-2 at the Miyazaki-Kagoshima coast. The distribution pattern of the calculated factors nearly agrees with inundation heights. However, the heights in the bays having seiche periods of 20 min (Yawatahama, Komame, Tosa-Shimizu, Totoro and Aburatsu) and 50 min (Sukumo, Wajima, Usuki and Saiki) are large, suggesting the exciting seiches.

§ 1. はじめに

四国西部, 九州東部沿岸における宝永四年(1707年10月28日), 安政元年(1854年12月24日)南海地震津波の遡上高は, 高知・徳島・和歌山県沿岸域より下回ったが, 両域も浸水被害を受け, 九州東岸域では宝永津波で死者104人と新収日本地震史料(東大地震研究所編, 1983)にある. 1946年の昭和南海津波においても, 愛媛・大分・宮崎県沿岸は船舶, 木材の流失や浸水被害に見舞われた(中央气象台, 1947).

宝永・安政南海津波の史料は, 新収日本地震史料(東大地震研究所編, 1983, 1987)に多数収録されており, 近年現地調査から各地で確度ある波高値が得られた(羽鳥, 1981, 1985; 村上・他, 1996). さきに筆者(羽鳥, 1988)は豊後水道における波高分布を示したが, 津波シミュレーション解析によれば(村上・他, 2001), この海域では屈折などの変形を受けることはなく, 津波エネルギーは減衰せず沿岸部に到達するという. 本稿では, 四国西部, 九州東岸の宝永・安政南海津波の波高データを近年の調査報告から集め, 津波伝播図をもとに屈折効果を調べた. また, 各港湾のセイシュ周期との関係をあわせて, 各地域での波高増幅度を考察する.

§ 2. 津波高の分布

まず筆者(羽鳥, 1990)の解析から, 宝永・安政南海津波の規模, 波源域を概観してみよう. 津波マグニチュードは宝永津波: $m = 3.5$, 安政津波: $m = 3.5$, 1946年津波: $m = 3$ と判定された. 図1には, 各津波の推定波源域(海底の隆起域)を示す. それぞれ南海トラフ沿いに潮岬から足摺岬沖に伸びている. なお, 宝永・安政地震の震央は南紀沖とされているが, 震度・津波分布が四国南西域に片寄っていることから, それぞれ足摺岬沖と室戸岬沖に推定した. 宝永津波の波源域は津波シミュレーションによれば(相田, 1981), 1946年津波のものより50-60 km西方に拡大している.

被災域の津波記録は新収日本地震史料(東大地震研究所編, 1983, 1987)から引用し, 表1に豊後水道, 日向灘沿岸における安政南海津波の主な記事を示す. また, 現地調査から得られた津波高(平均海面上)を付記した. 図2には, 各津波の波高分布を示す. ここで高知・愛媛県の宝永・安政津波の高さの文献は, 羽鳥(1981, 1988), 日野・加藤(1993), 村上・他(1996), 山本・他(2001)から, 大分・宮崎県の津波高は羽鳥(1985), 1946年津波のものは中央气象台(1947)と水路部(1948)の調査報告から引用した.

* 〒332-0006 埼玉県川口市末広 2-3-13

宝永津波では、愛媛県沿岸で 4-5.5 m, 大分県沿岸 1.5-4 m, 宮崎県沿岸 2-4.5 m である。安政津波では、大分県沿岸 1.5-3 m, 宮崎県沿岸 2-3.5 m であるが、愛媛県側では 3-5 m と大きい。一方 1946 年津波では、両域とも差がなく 1-1.5 m 程度であった。高知県南西部の足摺岬～宿毛間で、宝永津波は 10 m に達し、安政津波よりも 2 倍ほど高い。しかし 1946 年津波では、2-3 m にとどまった。宝永津波は、種子島で 5-6 m に達して大隈海峡を回りこみ、熊本・長崎県沿岸で浸水家屋が出ている(羽鳥, 1985)。また宮崎県沿岸では、宝永津波は 2-4.5 m, 安政津波では 2-3.5 m であった。1946 年津波は宮崎県沿岸で 1-1.9 m にとどまったが、土々呂, 油津などで浸水家屋があった。

§ 3. 伝播の屈折効果

波源から四方に伝播する津波は、海底地形に左右されて屈折し、各沿岸域で津波高が変化する。つぎに津波伝播図をもとに、伝播の状況を検討してみよう。図 3 には、安政南海津波の波源域西端から作図した伝播図(波面は 10 分間隔)を示す。各地の伝播時間は、地震の発生時から宮崎県・愛媛県南部沿岸で 30 分、豊後水道の通過には 30 分ほど要し、瀬戸内海には 60 分後になる。

波線は波源縁を 10 km 間隔に分割した地点から描き、波線の幅が広がる場所では細区分して示した。波線を描き始めたところの水位が水深 50 m の沿岸へ伝わる時、近似的にグリーンの法則で変化するとみなして、沿岸域の浅水(Shoaling)・屈折(Refraction)係数を計算した。ここで波源の波高は一律な高さとして仮定し、沿岸での水深比が 1/4 乗、波線の幅比は 1/2 乗で波高が変化すると取り扱う。

九州東岸域での計算結果は図 4 のようになり、S. R 係数(柱状グラフ)と 3 津波の波高分布と重ねて示す(波高:上の目盛り, S. R 係数:下の目盛り)。その結果、大分県沿岸での S. R 係数は 1.0 に求まる。別府湾での宝永・安政津波の高さは 1.5-2 m であり、大分県南部沿岸では 3 m 前後、豊後水道であまり減衰していない。宮崎県沿岸での S. R 係数は、延岡と宮崎付近で 2.0 前後になり、津波高も周辺より大きい。そのほか宮崎県沿岸の係数は 1-2 程度であるが、鹿児島県側で大きく 2.0 となる。

一方、高知県南西部・愛媛県側での S. R 係数と波高分布を図 5 に示す。係数は古満目付近で最大 2.8, 北部に向かって 1.0 以下になり、各津波の高さはゆるやかに減衰している。以上、柱状図で示した S. R 係数は、3 津波の波高分布パターンと調和し、増幅度を裏付ける。

§ 4. 港湾のセイシュと津波高の関係

豊後水道に面した愛媛・大分県両域はリアス式海

岸で港湾が入り組み、津波の入射波は地形の影響を受ける可能性がある。図 6 には、港湾のセイシュ周期(例えば Nakano and Unoki, 1962; 阿部, 2010)と各南海津波による波高 2 乗値との関係を示す。その結果によれば、各津波とも周期 20 分前後(八幡浜, 古満目, 土佐清水, 土々呂, 油津)と 50 分前後(宿毛, 宇和島, 臼杵, 佐伯)にピークがある。これは、愛媛・大分県両域港湾で、セイシュ周期との共振作用が大きいことを示唆する。

§ 5. むすび

四国西部、九州東岸域を対象に、宝永・安政・昭和南海津波の波高を、屈折効果と港湾のセイシュ周期との両面から検討した。解析の結果、波高の増幅度に対応する浅水・屈折係数は、豊後水道では高知県南西部の宿毛～古満目間で 1.8-2.8 と大きく、愛媛県沿岸では 1.0 またはそれ以下になる。大分県側では 1.0 前後であり、宮崎県の延岡・宮崎付近と鹿児島県沿岸で 2.0 となり、各津波の波高分布パターンと調和する。また豊後水道両岸では、港湾のセイシュ周期 20 分と 50 分前後の地点の津波高が大きく、共振現象も作用している。

対象地震:1707 年宝永, 1854 年安政, 1946 年昭和の各南海地震

文 献

- 阿部邦昭, 2010, 九州沿岸で観測した静振のスペクトルとその卓越周期の意義, 津波工学研究報告, 27, 51-57.
- 相田 勇, 1981, 南海道沖の津波の数値実験, 地震研究所彙報, 56, 713-730.
- 中央气象台, 1947, 昭和 21 年 12 月 21 日南海道大地震調査概報, 84p.
- 羽鳥徳太郎, 1981, 高知県南西部の宝永・安政南海道津波の調査一久礼, 入野, 土佐清水の津波の高さ, 地震研究所彙報, 56, 547-570.
- 羽鳥徳太郎, 1985, 九州東部沿岸における歴史津波の現地調査—1662 年寛文・1769 年明和日向灘および 1707 年宝永・1854 年安政南海道津波, 地震研究所彙報, 60, 439-459.
- 羽鳥徳太郎, 1988, 瀬戸内海・豊後水道における宝永(1707)・安政(1854)・昭和(1946)南海道津波の挙動, 地震 2, 41, 215-221.
- 羽鳥徳太郎, 1990, 南海道地震津波(1707, 1854, 1946 年)の規模と震央の検討, 津波防災実験所研究報告, 東北大工学部, 7, 45-55.
- 日野貴之・加藤健二, 1993, 高知県南西部海岸における安政南海・宝永の両津波の高さ, 歴史地震, 9, 173-176.

海上保安庁水路部, 1948, 昭和 21 年南海大地震報告, 津波篇, 水路要報, 増刊号, 39p.

村上仁士・島田富美男・伊藤禎彦・山本尚明・石塚淳一, 1996, 四国における歴史津波(1605 慶長, 1707 宝永, 1854 安政)の津波高の再検討, 自然災害科学, 15, 39-52.

村上仁士・上月康則・倉田健吾・杉本卓司・吉田和郎, 2001, 紀伊水道・豊後水道における安政南海地震津波の進入特性, 歴史地震, 17, 110-116.

Nakano M. and S. Unoki, 1962, On the seiches

(the secondary undulations of tides) along the coasts of Japan, Rec. Oceang. Works, Japan, Special No. 6, 169-214.

東大地震研究所編, 新収日本地震史料, 第3巻別巻(1983), 第5巻別巻 5-2(1987), (社)日本電気協会

山本尚明・村上仁士・島田富美男・上月康則・左藤広章, 2001, 記録に基づく四国4県の歴史地震津波に関する被害状況, 歴史地震, 17, 117-126.

表1 豊後水道, 日向灘沿岸における安政南海津波(1854年12月24日)の記録

地名	記事	津波高 m
愛媛県		
伊方	町内に潮上がったが流家なし	3
喜木	田の中へ、船3隻打ちあがる	3
八幡浜	平潮より5尺位水位上がる。怪我人、牛馬の損なし	3
三瓶	町に潮溢れたが流家、死者なし	3.5
吉田	浜一円大潮となり、夜五ツ頃、庄屋の長屋鴨居まで上がる。表通り4-5尺津波3-4回	4
宇和島	潮の差し引き甚だしく新田残らず潮入り諸所の土手決壊、須賀川筋、佐伯町、川新町潮上がる	3
岩松	急潮数度打ち寄せ、高田川へ船上がる、磯新田菅原村田地一面潮入る	3
船越浦	潮入り、船打ちあがる	3
内海	食物、衣類、諸道具流れる。外海浦より少し軽し	3
平城	5-6町も陸地へ上がり、家屋2-3軒、諸道具流れる、死者1	4
西海	下久家下の谷、全戸流失	4
深浦	船で101人死す、湾内の垣内、岩水、満倉で浸水、満倉川に500m遡上山間に漁船多数打ちあがる、屋根まで波上がり多く流れる	5
満倉	浜辺で屋根より上へ潮上がり、家屋多数流れる	5
高知県		
宿毛大島	ハヤ神社の石段7段つかる(宝永津波:上から3段下つかる)。洞泉寺障子端まで潮あがる。流家13-14軒	3.2
宿毛	市内全域浸水。河戸関の上5-6尺上がる。本町天神社上の横町潮止まる	3-4
小深浦	潮高く往来筋は2階まで潮つく	4
柏島	御役屋敷、殿町など無事。土垣すべて崩れる	3.3
古満目	大傷流失	4
土佐清水	越(こえ)と清水の両方から潮町に上がり、蓮行寺下の家で仏壇に磯魚打ち上がる	3.6
大分県		
杵築	海鳴りして六軒町より不時の潮激しく満ち来る	1.5
大分	数度満干あり	1.5
臼杵	沖鳴動津波来たり、辻井戸辺打ち上げ道洗い崩し、大手門内外も潮入 祇園洲過半同様。低地の通路出来がたし。田畑潰れ、漁船破損208	2.5
津久見	高潮にて麦作皆無となる	2
保戸島	高潮にて石垣、壁板など破損	2
佐伯	申ノ下刻、俄かに高潮川内に入りこみ、榎方大土手外水一面となり市中大騒動。潮折々急に満引きあり	3
代後浦	床上3尺程上がり品々流失	3.5
吹浦	居家10軒床下まで潮洗いこむ	2
佐伯大島	潮3-4度差し引き、平常より4-5尺程満ち上がる	2
米水津浦	五日夕七ツ半時頃地震高潮につき、村中山へ避難。溺死者あり	3
小浦	津波高9尺余、床上1尺余上がり諸所破損	3
蒲江	平常より6-7尺余満上がり、低地で床上5-6寸潮つく。浜辺の田畑浸水。人牛馬に別条なし	3
宮崎県		
延岡	会所の東方より縁下まで浪往来	2
土々呂	櫛津、塩浜、申ノ中刻より酉ノ下刻まで5度村中浪打ちこす。平潮より9尺ほど増す	3.5
門川	およそ5尺ほど増水	2
美々津	高潮湊に入り、船を破損	2-3
外浦	海水溢れる。新堤の中央7-8間決壊	2-3

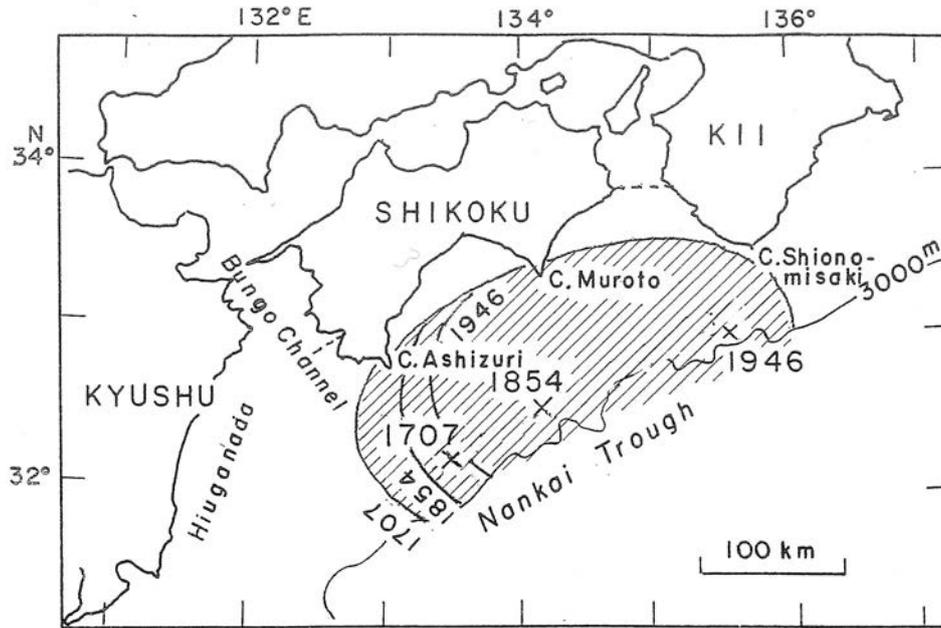


図1 宝永・安政・昭和南海津波の推定波源域

Fig. 1 Location of the estimated source areas of the Nankai tsunamis in 1707, 1854 and 1946.

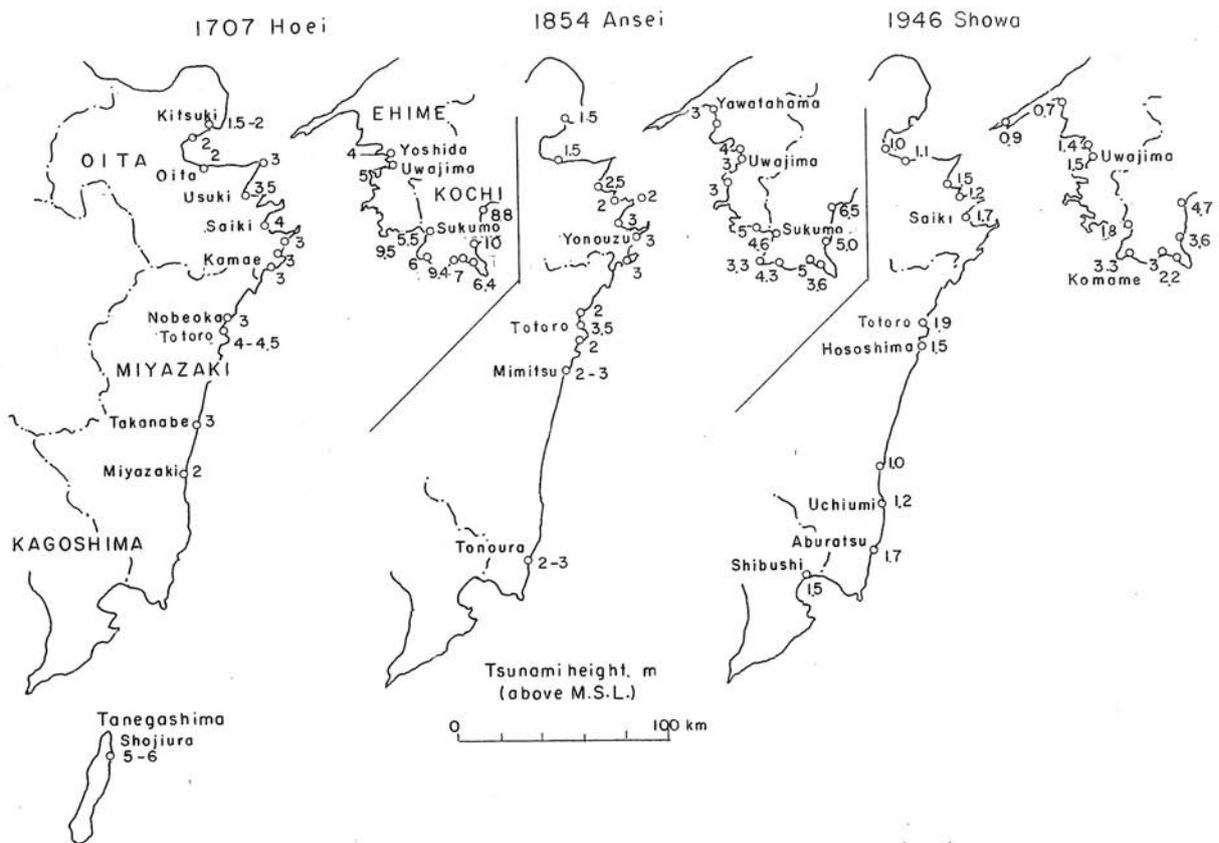


図2 宝永・安政・昭和南海津波の波高分布

Fig. 2 Distribution of inundation heights (above M. S. L.) of the Nankai tsunamis in 1707, 1854 and 1946.

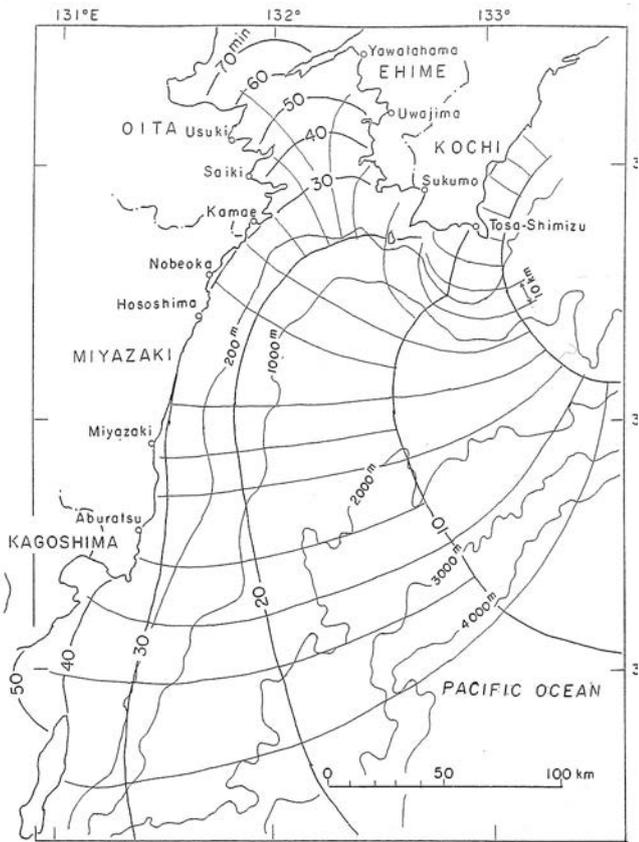


図3 安政南海津波の伝播図(波面:10分間隔)
 Fig. 3 Refraction diagram of the 1854 Ansei tsunami
 (time interval:10min).

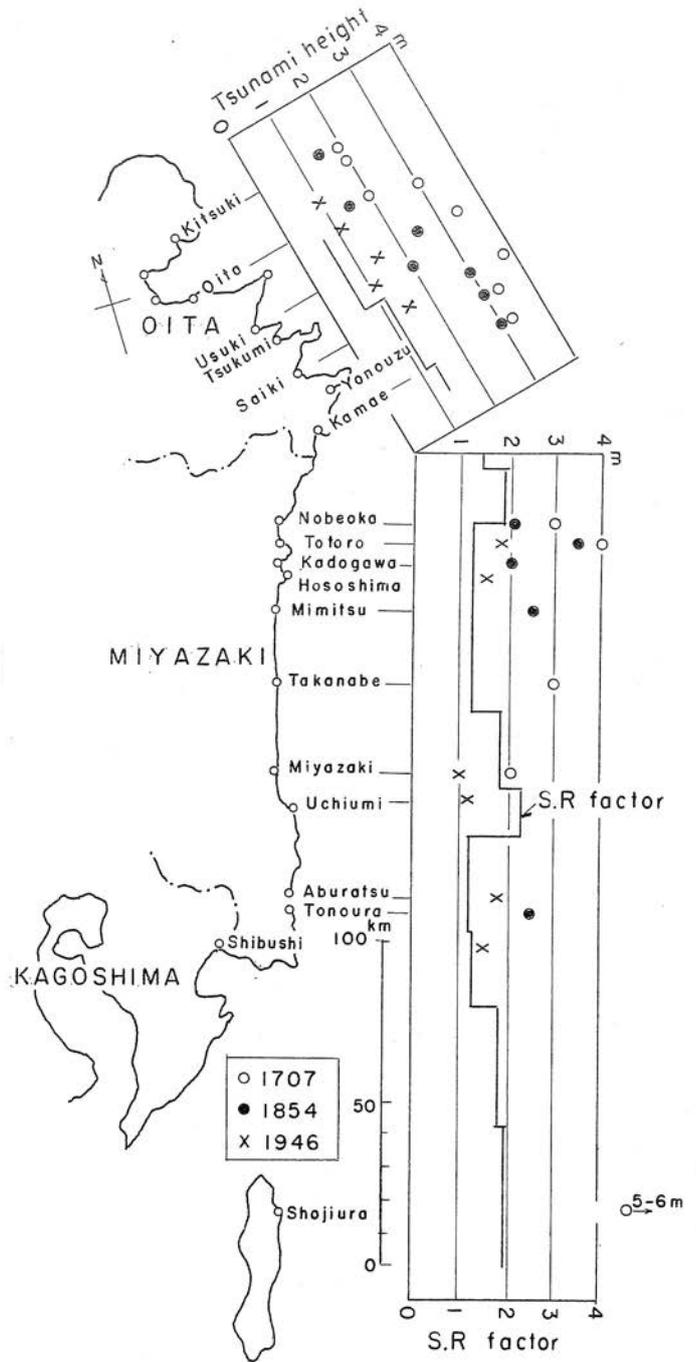


図4 九州東岸の浅水・屈折係数(柱状グラフ)と波高分布との比較
 Fig. 4 Comparison of the shoaling-refraction factor along the E. Kyushu coast (50m depth) and the distribution of tsunami heights.

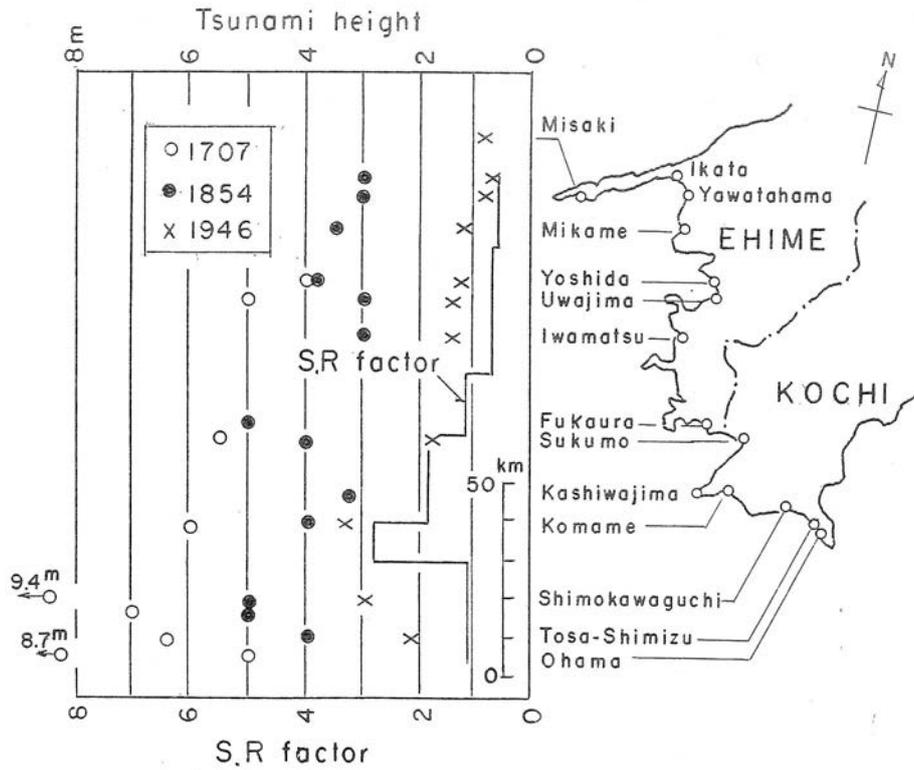


図5 四国西岸の浅水・屈折係数(柱状グラフ)と波高分布との比較

Fig. 5 Comparison of the shoaling-refraction factor along the W. Shikoku coast (50m depth) and the distribution of tsunami heights.

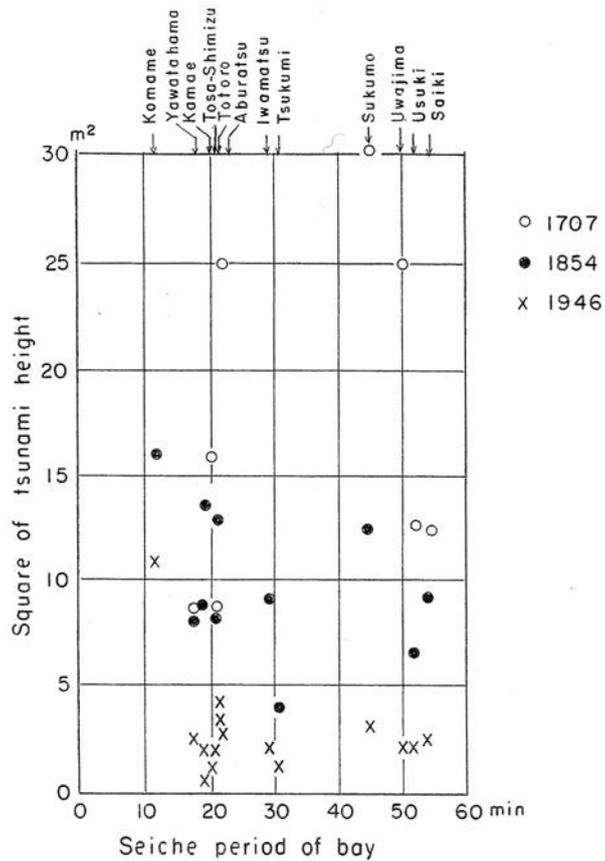


図6 港湾のセイシュ周期と波高2乗値との関係

Fig. 6 Relation between the seiche period of bays and square of height for the Nankai tsunamis.