

## 5. 房総沖における津波の波源

—延宝 (1677 年)・元祿 (1703 年)・1953 年房総沖  
津波の規模と波源域の推定—

地震研究所 羽 鳥 徳太郎

(昭和 49 年 12 月 3 日受理)

### 1. はじめに

1972 年 2 月および 12 月、八丈島東方沖の津波を伴った地震につづき、1973 年 9 月銚子沖地震、1974 年 3 月と 6 月の銚子沖、三宅島近海地震など最近、房総沖周辺の地震活動が目立って活発になつてきた。これは 1953 年 9 月房総沖地震以来の活動で、社会の関心を高めている。1900 年以降、房総沖の比較的大きい地震を振り返ると、1953 年地震のほかに 1909 年 3 月と 1927 年 8 月の地震があり、1927 年地震では小津波が観測された。また、房総沖の歴史的大地震としては慶長 (1605 年)、延宝 (1677 年)、元祿 (1703 年) 地震があげられ、1923 年関東地震の津波とともに房総周辺の沿岸に大被害を与えてきた。

房総沖の海溝の会合点付近における地震活動は、首都圏に重大な影響を与えるのみならず、テクトノ・フィジクスの立場からも興味深く、海底地震計で微小地震の観測が試みられてきた (島村・浅田, 1971; 笠原・南雲・是沢, 1973)。また一方において、1972 年八丈島沖地震の調査研究をはじめ、1953 年房総沖地震については波源域 (Hatori, 1966)、断層モデル (安藤, 1971) の解析がある。また、南関東の津波データもかなり整理されてきた (渡辺, 1970; 羽鳥・相田・梶浦, 1973)。

本稿では、まず 1953 年房総沖津波の検潮記録から津波の押し引き初動分布を調べ、波源を再考してみる。また 1927 年津波の波源域を推定した。さらに延宝・元祿大地震の津波について、日本地震史料 (文部省震災予防評議会, 1943) とその他のデータを加え、波源域の推定を試みた。このような各種の津波データを総合し、最近 300 年間の房総沖津波の波源を考える。

### 2. 1953 年房総沖津波

この地震は気象庁地震課 (1954) から詳細に報告され、筆者らも津波の発生当時、検潮記録の収集を行なつた。Fig. 1 に波源周辺の記録の 1 部を示す。これによると、神湊 (八丈島)、布良で明瞭な引き波初動を記録し、波崎では押し波初動になつている。そのほか、引き波初動を記録した地点に岡田 (伊豆大島)、伊東があり、那珂湊、小名浜、鮎川では押し波初動が記録された。Fig. 1 にはこれらの記録の津波初動の時間をもとに、各地からの逆伝播図の最終波面を示す。ここで実線の波面は押し波初動、点線のは引き波初動を表わし、それぞれ観測点の伝播時間 (分) を示してある。

押し引き初動分布は東西の観測点できれいに分かれ、波源域の海底変動は西側で沈降、東側で隆起が考えられる。一方、地震長周期波の解析 (安藤, 1971) から得られた正断層

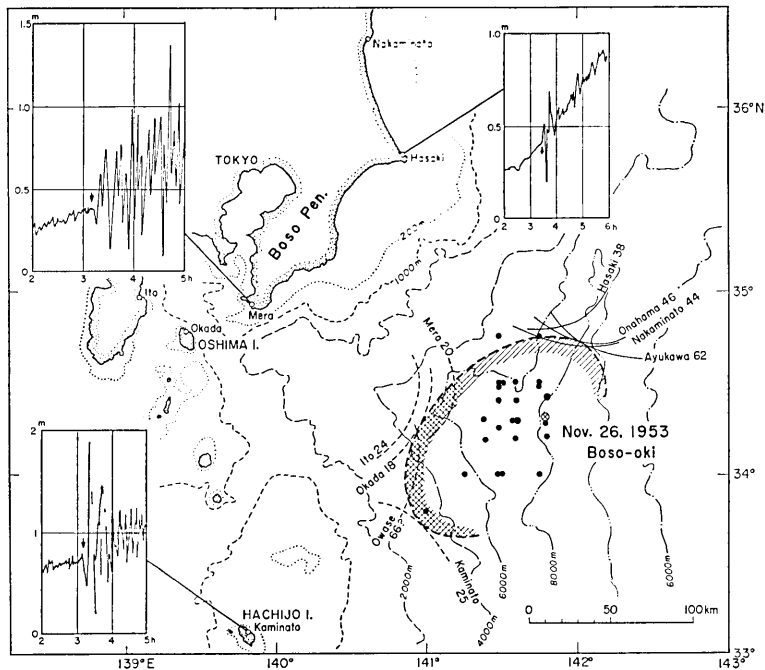


Fig. 1. Estimated source area of the 1953 Boso-oki tsunami, distribution of aftershocks (closed circles), and the principal tide gauge records. The last wave fronts of the inverse refraction diagram are shown with the names of the tide stations and the travel times (min). The sences, up and down, of the initial motion of the tsunami are indicated by solid and broken lines respectively.

モデルも、津波データからみた海底変動パターンと調和的である。また、波源域は余震域 (Fig. 1 の黒丸は地震月報から引用した余震の震央分布を示す) と調和し、海溝の会合点付近から日本海溝に沿って長さ 150 km、面積にして  $9.5 \times 10^3 \text{ km}^2$  と推定される。この結果は、筆者 (1966) がさきに示した波源領域とほとんど変っていない。なお津波の規模は、広域の検潮記録の振幅から、今村・飯田スケールで  $m=1.5$  と格付けされる。

### 3. 房総沖の微小津波

1927年8月19日の地震は多くの余震を伴ったが (Iida, 1956), 目立つた震度は記録されなかった (Fig. 2)。この地震で布良と銚子で Fig. 3 のような全振幅 20~30 cm の短周期の津波が観測された。これら押し波初動の記録から、波源域は1953年房総沖津波の波源域の北東側に推定され (Fig. 3), 長さ 50 km, 面積にして  $1.7 \times 10^3 \text{ km}^2$  である。波源域の大きさからみて、本震のマグニチュード  $M$  は 7 に近いであろう。この推定波源域は和達 (1928) がきめた震央 ( $34^\circ\text{N}$ ,  $142^\circ\text{E}$ ) と著しく違った位置になる (地震月報には震央とマグニチュードはきめられていない)。これは、銚子の津波初動はかなり明瞭に記録され、時刻の誤差がないとすると伝播時間は 34 分であるが、1953年房総沖津波の場合、銚子対岸の波崎で 38 分であった。この差を有意とすれば、1927年津波の波源は 1953年

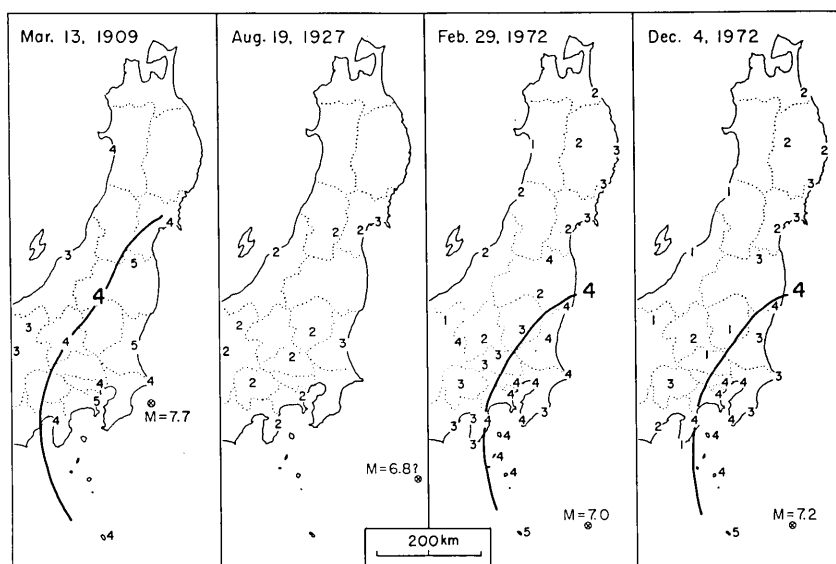


Fig. 2. Distributions of seismic intensity (JMA scale) of the tsunamigenic earthquakes occurring off Boso peninsula, where the March 13, 1909 earthquake has no tsunami records.

津波のより北側になる。

1909年3月13日の地震が最近話題になった (Kanamori, 1974; 茂木, 1974). その震度分布 (Fig. 2) は 1953年房総沖地震 (Fig. 6) とよく似ており, 横浜で小被害があった. 気象庁 (1973) の再調査によると, 震央は九十九里浜沖で  $M$  7.7 と定められ, 群発地震域の長さは約 90 km である (Fig. 8). これほどの地震規模になると当然, 津波の発生が考えられるが, 津波の報告は見当たらない. この地震はやや深いらしいが, 恐らく社会的には問題にならない小振幅の津波が伴ったことであろう.

1972年2月29日と同年12月4日

の2回の八丈島東方沖地震により, 東北地方から九州に至る沿岸各地で全振幅 20~40 cm の津波が観測された. 筆者 (1972, 1973) の解析によれば, 推定波源域は 1953年房総沖津波波源域の南西端に位置し (Fig. 8), 大きさはそれぞれ 60 km と 80 km である. 津波の押し引き初動分布は両津波とも波源域の東側の観測点では押し波, 西側では引き波の記録が得られた. これは, 1953年房総沖津波と同様な初動分布である.

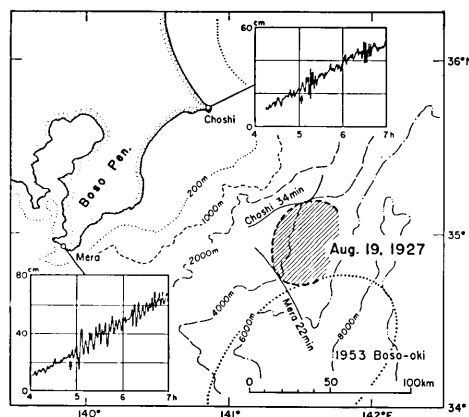


Fig. 3. Tide gauge records of the tsunami on Aug. 19, 1927, and the estimated tsunami source.

## 4. 元禄 (1703 年 12 月 31 日) 津波

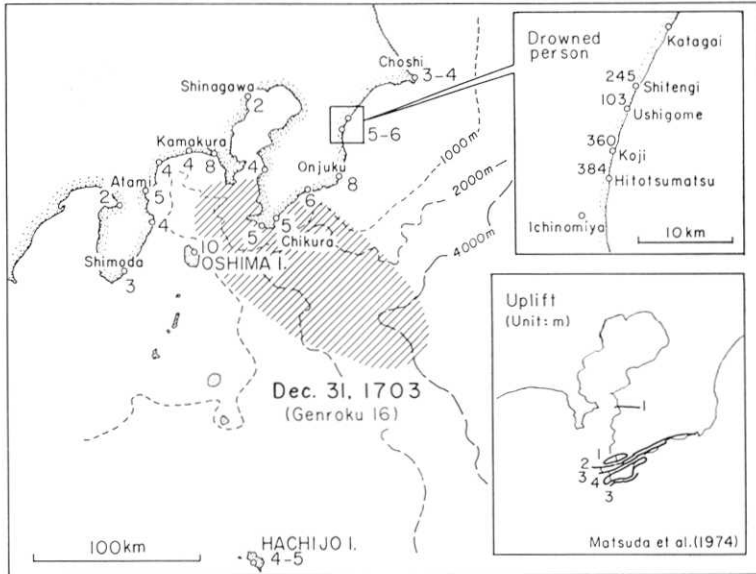


Fig. 4. Distribution of the inundation heights (unit: m) inferred from old documents and the hypothetical source area of the 1703 tsunami. Right upper figure: Drowned person at Kujukuri-hama. Right lower figure: Seismic crustal deformation (unit: m).



Fig. 5. Religious monument of the 1703 tsunami at Mobara, Chiba prefecture.

地震史料から筆者ら (1973) は、各地の津波の高さ (単位: m) を Fig. 4 のように推定した。その結果、相模・伊豆沿岸の元禄津波の高さは 1923 年関東地震津波と大体同程度であるが、外房沿岸では元禄津波の方が 3 倍近く大きいことを指摘した。

九十九里浜の津波については、地震史料の記事はきわめて簡単であるが、銚子測候所 (1956) がまとめた地方誌には比較的詳しい記録がある。この記録から九十九里浜各部落の水死者を图示すると、Fig. 4 右上図のようになる。これは当時の人口からみて大変な犠牲者数であり、九十九里浜で元禄津波がいかに激しかったかを如実に物語る。現在も九十九里浜の片貝〜上総一宮間の各所に津波供養碑が残り、Fig. 5 は 1 例として茂原市鷺巢の鷺山寺の津波供養碑を示す。

一方、萩原 (1972) は元禄地震における

各地の震度を推定したが、Fig. 6 に示す震度分布は地震史料から筆者の推定したものを2~3点加えてある。また、震央は宇佐美(1973)の推定を示す。一方では、松田ら(1974)は房総半島先端付近の海岸段丘の調査を行ない、元禄地震で3~4mの隆起(Fig.4右下図)が確かめられた。これらのデータから、笠原ら(1973)は1923年関東地震の断層モデルと房総の野島崎から太東崎に沿う二つの断層面を合成した断層モデルを発表した。しかし、このモデルでは九十九里浜の津波をはじめ、地震史料にある八丈島の津波被害、三陸・紀伊沿岸にまで広範囲の津波挙動を説明するのは、むずかしいように思える。波高分布からみて、元禄津波の波源域は1923年関東地震津波のものより南部の沖合で、Fig.4の斜線で示す房総半島先端付近から南東方向に、相模トラフに沿う走向が考えやすい。

5. 延宝(1677年11月4日)津波

この地震の震央はそれぞれ福島沖(宇佐美, 1973)と房総沖(神田, 1962)とに推定され、はつきりしていない。そこで地震史料からこの地震の記事を抜萃し、整理してみたのがTable 1である。なお、銚子付近の記事は千葉県気象災害史(銚子測候所, 1956)から引用した。これによると、まず地震被害は茨城沿岸と千葉県下の東浪見~勝浦間に目立ち、この地域の震度は6程度と思われる。震度分布(Fig. 6)は南北方向に伸び、このパ

Table 1. 延宝5年津波(1677年11月4日)における各地の津波の高さ

地名	記事	推定津波の高さ(m)
宮城県 岩沼海岸	流失家490余, 水死123. (海岸付近の三角点1.3m, 1933年三陸津波, 1960年チリ津波1.8m程度).	3~4
福島県 小名浜・神白・永崎	80余人押流される。(1960年チリ津波では, 2.3m, 浸水家屋あり).	3~4
茨城県 茨城海岸	潰家189, 破損流船353, 水死36. (大津~那珂湊間では, 1938年福島沖津波で40~60cmの高さ, 1960年チリ津波で1.5m, 陸上に30~40cm溢れる).	2~3
千葉県 高神・外川(銚子)	津波で1万余の樹木倒れる。家・漁船大被害, 人畜の死傷多し。(1953年房総沖津波で大若2~3m, 名洗1.2m).	4~5
東浪見	倒家50, 水死97.	5
和泉浦	倒家多数, 田畑浸水, 水死13.	4
小浜(大原)	倒家25, 水死9.	4
矢差戸	倒家25, 水死13.	6
岩船	倒家40, 水死57.	7
御宿	倒家30, 水死36. (町はずれのB.M. 4.06m, 1953年房総沖津波では被害なし. 1960年チリ津波で1.7m).	6
新宮	倒家17, 水死9. (付近のB.M. 5.94m)	8
沢倉	倒家11, 水死7.	7
川津	倒家19, 水死3 (勝浦では1953年房総沖津波0.7m, 1960年チリ津波2.2m).	6
その他 八丈島	谷ヶ里まで波上る.	3~4
青ヶ島	漁船10余流失, 死1.	3
伊豆東岸	船4破損, 田畑浸水, 水死3.	1~2
尾張	大潮上り漁船破損.	
紀伊	津波あり.	

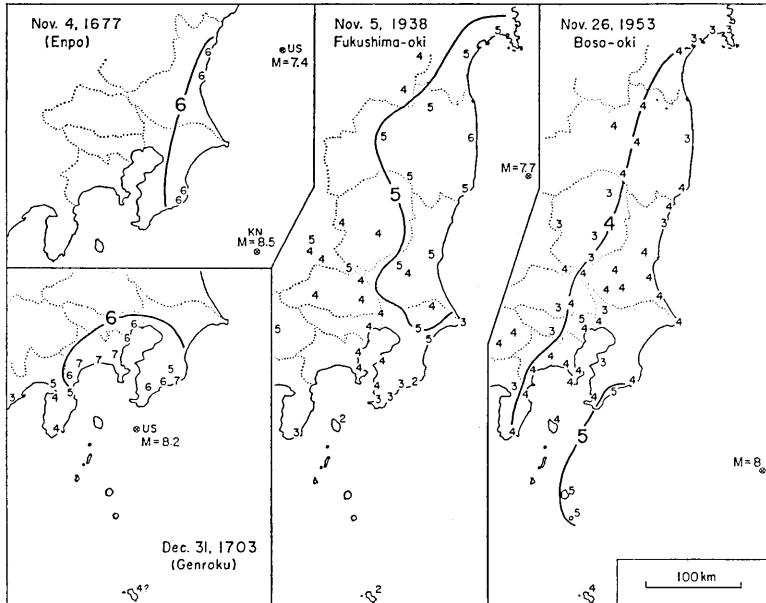


Fig. 6. Distributions of seismic intensity (JMA scale) of the great earthquakes which occurred off Boso and Fukushima. For the earthquakes in 1677 and 1703, the epicenters (closed circles) according to Usami and Kanda are indicated by US and KN respectively.

ターンから延宝地震の震央は 1938 年福島沖地震より南側，1953 年房総沖地震より北側を考えさせよう。

一方、津波は岩沼～房総沿岸に大被害を与え、八丈島、青ヶ島、尾張および紀伊にも津波が記録されている。Fig. 7 には地震史料から、各地の水死者数および地震による家屋倒壊数を示す。なお、岩沼沿岸における家屋被害数は津波により流失したものである。このような各地の被害記録から、最近の津波や地形を参照して (Table 1), 各地の津波の高さ (単位: m) をごく大ざっぱに推定してみると Fig. 7 のようになる。外房沿岸では 4～8 の津波の高さが考えられ、津波の最も激しかった地域のようなのである。延宝地震の震央を福島沖と推測したのは恐らく宮城岩沼、茨城沿岸の被害を重視してのことであろうが、福島沖説では震度分布および広域に亘る津波挙動を説明するのはむずかしい。ちなみに 1938 年 11 月福島沖群発地震 (最大のもの  $M=7.7$ ) では、震度 6 の地域は福島沿岸に限られ、津波も片振幅 70 cm 以下であった (例えば鷺坂・伊藤, 1940)。

そのほか地震史料には房総先端付近、相模、伊豆大島の記録はないが、伊豆東岸の記事がある。この記事によれば、伊豆東岸の津波は元祿津波のときよりも小さい。なお、地震史料には延宝地震の地殻変動の記事はない。震度・津波分布のパターンも元祿地震と比べて、著しく北東側にずれているのが見られる。

以上、史料から総合判断して延宝津波の波源域は Fig. 7 の斜線で示すような、1953 年房総沖津波波源域の北東側に隣り合せ、日本海溝に沿って並ぶ位置が妥当であろう。なお、震度・津波分布から、本震は  $M=8$ 、津波マグニチュードは  $m=2.5$  と推定される。

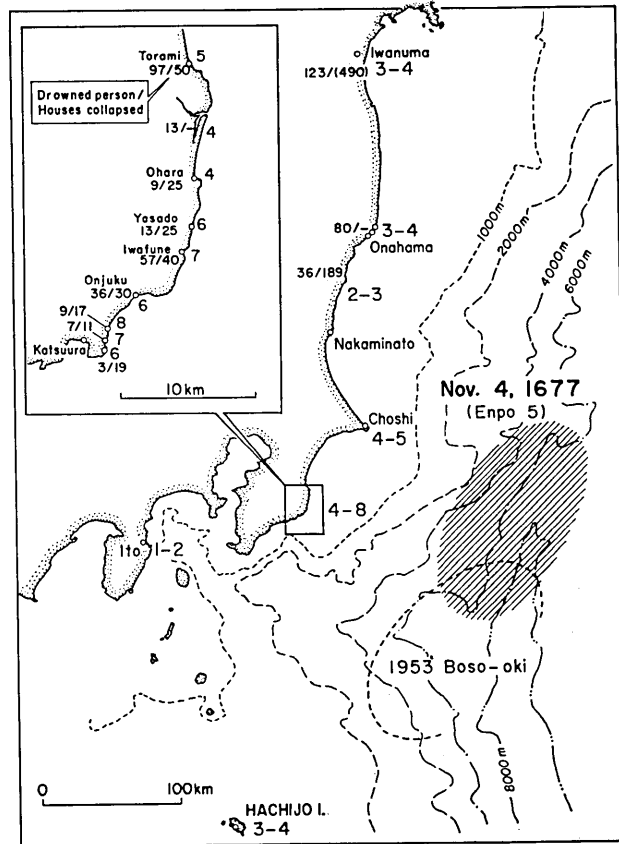


Fig. 7. Distribution of the inundation heights (unit: m) inferred from old documents and the hypothetical source area of the 1677 tsunami. Left upper figure: Estimated inundation height (unit: m), drowned person, and number of houses which collapsed.

## 6. むすび

1677年の延宝津波以降、最近300年間の房総沖津波について、古い津波は地震史料から、近年の津波は検潮記録をもとに波源域を推定した。Fig. 8はこれらの推定波源域を1図にまとめたものである。延宝・元祿の巨大地震による津波の波源域は、震度・津波分布から、それぞれ日本海溝と相模トラフ沿いに走向する位置が最も考えやすい。1953年房総沖津波の波源域は、これら巨大地震の津波波源域に挟まれた海溝の会合点付近にある。古い小津波は記録に残っていないが、1927年と1972年津波の波源域は大型波源域の周辺に分布している。1927年津波の波源域付近には、1973年1月(気象庁地震活動検測センター, 1973)と1974年5月(地震研究所, 1974)に群発地震があり、いまなお地震活動が顕著である。今後とも、この海域での地震活動の推移に注目したい。

九十九里浜には元祿津波の供養碑がいまも各所に立ち、当時の津波の激しさを偲ばせている。これらの津波碑については稿を改めて紹介したい。さらに時代をさかのぼり、慶長

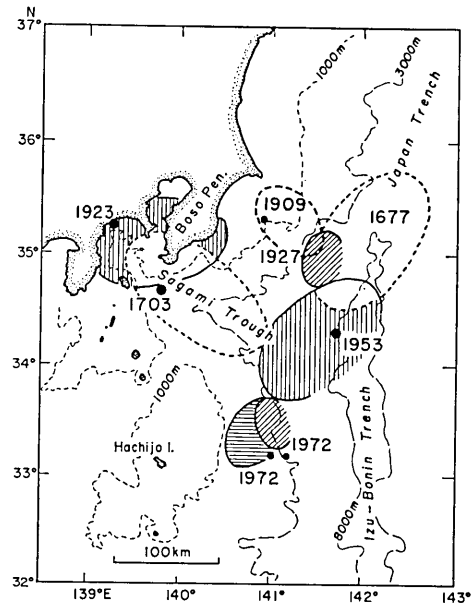


Fig. 8. Geographic distribution of the estimated source areas of tsunamis which have occurred during the last 300 years in the sea adjacent to the Boso peninsula.

(1605年) 大津波も房総沿岸に甚大な被害を与えた記録がある。この波源域は史料を収集整理して考えたいと思う。

終りに、有益な助言をいただいた梶浦欣二郎教授に厚くお礼申し上げます。

#### 文 献

- 銚子測候所, 1956, 千葉県気象災害史, 千葉県気象災害連絡協議会, 1-113.  
 中央気象台地震課, 1954, 房総沖地震調査報告, 験震時報, 19, 42-70.  
 気象庁地震活動検測センター, 1973, 1973年1月~2月の房総南東沖の群発地震について, 地震予知連絡会会報, 10, 30-32.  
 文部省震災予防評議会, 1943, 増訂大日本地震史料, 1-2巻.  
 地震研究所, 1974, 1974年4月の房総半島南岸および5月の南東沖の地震活動, 地震予知連絡会会報, 12, 23-26.  
 安藤雅孝, 1971, 房総沖地震(1953)の断層モデル, 地震学会秋季大会講演予稿集, 49.  
 萩原尊礼, 1972, 明治27年東京地震, 安政2年江戸地震, 元禄16年関東地震の震度分布, 地震予知連絡会会報, 7, 27-31.  
 HATORI, T., 1966, Vertical displacement in a tsunami source area and the topography of the sea bottom, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 44, 1449-1464.  
 羽鳥徳太郎, 1972, 1971年8月2日襟裳岬沖と1972年2月29日八丈島沖の津波——波源域と津波初動方向の分布, 地震 [ii], 25, 362-370.  
 羽鳥徳太郎, 1973, 1972年12月4日の八丈島東方沖津波, 地震 [ii], 26, 285-293.  
 羽鳥徳太郎・相田 勇・梶浦欣二郎, 1973, 南関東周辺における地震津波, 関東大地震50周年論文集, 地震研究所, 57-66.  
 IDA, K., 1956, Earthquakes accompanied by tsunamis occurring under the sea off the islands of Japan, *J. Earth Sci., Nagoya Univ.*, 4, 1-43.



- 神田 茂, 1962, 延宝 5 年 10 月 9 日の津波地震と房総沖を震央とする大地震, 地震 [ii], 15, 143-145.
- KANAMORI, H., 1974, Long-period ground motion in the epicentral area of major earthquakes, *Tectonophysics*, 21, 341-356.
- 笠原順三・南雲昭三郎・是沢定之, 1973, 八丈島東方沖および相模湾における海底地震観測, 地震予知連絡会会報, 10, 33-36.
- 笠原慶一・山田重平・安藤雅孝, 1973, 南関東の地殻変動——展望と作業仮説, 関東大地震 50 周年論文集, 地震研究所, 103-116.
- 松田時彦・太田陽子・安藤雅孝・米倉伸之, 1974, 元禄関東地震 (1703 年) の地学的研究, 垣見俊弘・鈴木尉元編: 関東地方の地震と地殻変動, ラテイス, 179-192.
- 茂木清夫, 1974, 関東地方の地震活動——とくに大地震前後について, 地震予知連絡会会報, 11, 74-78.
- 鷺坂清信・伊藤 博, 1940, 昭和 13 年 11 月福島県東方沖地震津波の調査, 験震時報, 10, 546-558.
- 島村英紀・浅田 敏, 1971, 海底地震計による島弧・海溝系の研究, 島弧と縁海, 東海大学出版会, 187-199.
- 宇佐美龍夫, 1973, 関東地方の古い地震々央位置の範囲, 関東大地震 50 周年論文集, 地震研究所, 1-12.
- 和達清夫, 1928, 深海地震の特異性及び三種類の地震について, 気象集誌 [ii], 6, 1-43.
- 渡辺偉夫, 1970, 南関東沿岸の津波, 地学雑誌, 79, 167-174.

## 5. Sources of Tsunamis generated off Boso Peninsula.

By Tokutaro HATORI,  
Earthquake Research Institute.

Source areas of tsunamis occurring in the last 300 years off Boso Peninsula, on the Pacific side of Central Japan, are examined on the basis of instrumental observations and historical data. The newly estimated source of the 1953 Boso-oki tsunami is located at the junction of the Japan trench and Sagami trough, extending about 150 km along the Japan trench. Judging from the initial motion of the tsunami on tide-records, the subsidence of the sea-bottom may have occurred on the west side of the tsunami source, with the uplift on the east side. The source areas of small tsunamis in 1927 and 1972 are located near the edge of the source area of the 1953 tsunami.

From old documents of the 1677 tsunami, inundation heights in the range of 4 to 8 meters are inferred along the open coasts of Boso Peninsula. Judging from the distributions of the inundation height and seismic intensity, the source area of the 1677 tsunami may have been located along the Japan trench neighboring the source of the 1953 Boso-oki tsunami.

For the 1703 tsunami, inundation heights and its pattern of distribution are similar to those of the 1923 Kanto tsunami along the coasts facing Sagami bay. However, the estimated wave heights along the open coasts of Boso Peninsula differ significantly in these two tsunamis, which suggests a different source location for each tsunami. The estimated wave heights of the 1703 tsunamis are in the range of 5 to 8 meters. Taking account of the tsunami behavior and geodetic data, the source area of the 1703 tsunami seems to be located in the area from the tip of Boso Peninsula to the south-east along the Sagami trough for about 150 km. Even now, there are several religious monuments of the 1703 tsunami at Kujukuri-hama on the open coast of Boso.