

伊勢湾における津波・高潮の波高分布

羽鳥徳太郎*

§1. はじめに

伊勢湾沿岸では、1707年宝永、1854年安政東海地震および1944年東南海地震で震度6に達し、家屋の倒壊など甚大な被害に見舞われた。これらの地震は大規模な津波を伴い、伊勢湾内の波高は志摩・熊野灘岸より大幅に下回ったが湾内各地に遡上して死者を出した。それらに比べ、東南海津波の被害は軽微であった。南米チリで発生した1960年チリ津波も湾岸域に浸水被害をもたらした。

一方、1959年伊勢湾台風に伴う高潮は、名古屋とその周辺域で5,098人にのぼる犠牲者を出し、最悪の高潮災害として知られている。

伊勢湾における津波の特性は、飯田(1975, 1981)によって詳しく調べられ、筆者(羽鳥, 1992)は駿河湾の状況と比較検討した。本稿では津波と高潮のデータを整理し、伊勢湾内における波高分布の形態を再検討してみる。

§2. 津波の検潮記録

伊勢湾内で観測された主な津波の検潮記録を以下に示す。Fig. 1には、1944年12月7日東南海津波における4箇所(桑名、松阪、師崎、福江)を示す。全振幅は1m以内に記録され、熊野灘沿岸で波高4~6mと比べて著しく小さい。そのほか、名古屋と鳥羽の検潮器は地震動で破壊し、四日市では故障中であった(中央気象台, 1945)。

*元東大地震研究所

現在 〒332-0006 埼玉県川口市末広2-3-13

1960年5月23日のチリ津波は、環太平洋やハワイなどを襲い、20世紀最大級の規模(津波マグニチュード、 $m=4.5$)であった。日本には、地震から23時間後の24日未明に到達し、死者行方不明139人にのぼる代表的な遠地津波であった。津波の周期が40~60分と、異例な長周期波であったことが特徴的である。Fig. 2には、伊勢湾内の検潮記録を示す(チリ津波合同調査班, 1961)が、各記録には数10分の長周期波が卓越している。幸い、干潮時に向っての津波であったので、陸上での影響はかなり軽減された。

1996年2月17日インドネシアのイリアンジャヤ(ニューギニア西部)で発生した津波も、大規模な遠地津波($m=3$)であった。検潮記録の全振幅値は、小笠原父島200cm、串本170cmなどが観測され、津波の周期は20分前後であった(羽鳥, 1997)。Fig. 3には、湾内で得られた検潮記録を示す。鳥羽の振幅と比べ、名古屋と四日市では著しく減衰している。

§3. 津波波高の分布

伊勢湾と三河湾における4津波の波高(平均海面上)分布をFig. 4に示す。ここで宝永、安政東海津波の湾内の波高は、主として飯田(1981)の調査から得たものであり、湾外の志摩沿岸の波高値は羽鳥(1978)と都司ら(1991)の調査による。湾内で宝永、安政津波とも3~4m、局地的に5mに達した。被害の状況は、2m程度の地域で田畑に溢れ、床下浸水があった。

3 mを超えたところでは床上浸水し、流出家屋が出ている。例えば、津市内では安政東海津波は河川を遡上して橋が落ち、広域に床上浸水して4人の水死者を出した。新収日本地震史料5巻(東大地震研究所, 1987)には、市内各地で具体的な浸水状況が収録されている。

一方、東南海津波の波高は鳥羽付近で2~3 mに達したが、湾内では0.5~1 mにとどまった。千り津波は1.3~2 mであり、浸水被害が出ている。

以上、伊勢湾内における近地津波の波高分布はFig. 5のようになる。湾口において宝永、安政東海津波の波高は8 mに達したが、湾奥では1/4近くに減衰しており、東南海津波も同様な減衰パターンを示している。各津波マグニチュードと比べ、宝永、安政東海津波(津波マグニチュードは共に $m=3$)の波高値は、熊野灘・志摩沿岸で上回っているが、伊勢湾内は標準的な高さになっている(羽鳥, 1998)。しかし、東南海津波($m=2.5$)では志摩沿岸の波高値は標準的であり、湾内では著しく下回った。

§ 4. 津波の伝播時間

伊勢湾は、30 m等深線が湾の中ほどまで伸びる浅海湾である。東南海、千り、イリアン・ジャヤの各津波の検潮記録(Fig. 1~3)によれば、湾内での伝播時間の分布はFig. 6のようになる。ここで、各観測点の伝播時間は湾口の鳥羽を基準にとり、曲線は長波理論から期待される伝播速度を示す。その結果、各観測点の伝播時間はほぼ理論通りになり、湾奥の名古屋までの伝播時間は約100分になる。なお、最大波は東南海津波の場合、師崎では第1波目であるが、他地点では3波目になっている。千り

津波では2~3波目が最大であり、イリアン・ジャヤ津波は小振幅帯のものは、より少ない。

§ 5. 伊勢湾台風による高潮

1959年9月26日、紀伊半島南部に上陸した伊勢湾台風(上陸時の気圧: 929.5 mb)は、湾西部を北上する最悪のコースをとった。それに伴う高潮により、名古屋市と周辺湾岸全体で建物被害は1,197,576戸, 5,098人にのぼる犠牲者を出した。Fig. 7には、調査報告による伊勢湾岸の高潮の検潮記録を示す。記録は風浪を除き平滑化したものであり、T.P.(東京湾平均海面)を基準に示してある。名古屋港での潮位の偏差は、T.P.上3.89 mに達した。

被災直後に、東大・気象庁合同調査班(東大, 1960; 気象庁, 1961)が結成されて現地調査が行われた。筆者ら地震研チームは、名古屋、知多半島西岸、篠島間を担当した。

Fig. 8左図には、痕跡調査で得られた各地の最高潮位(T.P.基準, 単位:m)と浸水域を示す。Fig. 8右図には、湾内における高潮の潮位と千り津波の波高分布との比較を示す。東海・東南海津波の波高分布(Fig. 5)は湾内で著しく減衰したが、千り津波は40~60分の長周期波が卓越し、1.5 m前後の波高ではほぼ平坦に分布する形になる。高潮の場合は対照的に湾口付近で2.5 mの潮位偏差が湾内に向かって上昇し、湾奥では4 mに達した。これは、低気圧の通過で海面が吸い上げられ、湾のセイシュとの共振作用に加えて、強風による吹き寄せ効果ももたらしたものである。

§ 6. むすび

伊勢湾岸における各津波と、伊勢湾台風の高潮の調査データをもとに、波高分布と

再検討した。湾岸では東南海津波による影響は小さかった。しかし、宝永、安政東海津波の波高は、湾内で湾口の1/2以下に減衰したが、各地で3~4mに達して床上浸水被害を出した。千り津波では、1.5m程度の波高が湾内と平坦に分布し、津波の周期によって湾水のレスポンスが異なった。津波の伝播時間は、長波の伝播速度に対応し、鳥羽から名古屋までの伝播時間は約100分である。

一方、伊勢湾台風の高潮は、津波とは対照的に湾奥に向かって潮位が約2倍に上昇している。名古屋でT.P.上4mに達し、市街地に長期間冠水した。湾岸の都市は海拔1.5m程度の低地にあり、1m程度の波高でも影響をうける環境下にあるので、防災面にあたって留意したい。

文献

千り津波合同調査班(代表:東大地震研, 高橋龍太郎), 1961, 1960年5月24日千り地震津波に関する論文及び報告, 丸善, 東京, 397pp.

中央气象台, 1945, 昭和19年12月7日東南海大地震調査概報, 94pp.

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, Vol.53, pp.1191-1225.

羽鳥徳太郎, 1992, 伊勢湾と駿河湾における津波高の比較, 津波工学研究報告, 東北工学部, No.9, pp.159-169.

羽鳥徳太郎, 1997, インドネシア・マリヒン津波の規模特性—日本沿岸における波高分布, 津波工学研究報告, 東北工学部, No.14, pp.61-72.

羽鳥徳太郎, 1998, 瀬東・東海沿岸における津波波高の地域性, 歴史地震, No.14, pp.69-81.

飯田淑事, 1975, 伊勢湾における津波の特性, 名古屋市防災会議:地震対策専門委員会, 30pp.

飯田淑事, 1981, 愛知県被害津波史, 愛知県防災会議 地震部会, 119pp.

気象庁, 1961, 伊勢湾台風調査報告 高潮・波浪・脈動, 気象庁技術報告, No.7, pp.323-490.

東大・気象庁高潮合同調査班, 1960, 1959年9月26日伊勢湾台風に伴った高潮の踏査報告, 106pp.

東大地震研究所編, 1987, 新収日本地震史料, 第5巻 別巻5-1, (社)日本電気協会.

都司嘉直・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)の浸水高の精密調査, 歴史地震, No.7, pp.43-55.

Wave-height Distribution of Tsunamis and Storm Surge
in the Ise Bay, Central Japan

Tokutaro HATORI

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

Wave-heights of the Tokai tsunamis and the storm surge of the 1959 Ise-Wan typhoon in the Ise Bay are re-examined by using tide-gauge records and the field surveyed data. Inundation heights of the 1707 Hoei and 1854 Ansei Tokai tsunamis (tsunami magnitude, $m=3$) reached 3-4 m above M.S.L. (the mean sea level) in the coastal area, and many towns suffered damage. Wave-heights of the 1944 Tonankai tsunami ($m=2.5$) were 0.5-1 m. For these near-field tsunamis, wave-heights in the bay decreased the mouth to the head. The 1960 Chilean tsunami having the long-period 40-60 min were 1.5 m, and the height distribution was nearly constant in the bay. Travel times of the tsunamis were approximately observed with the theoretical velocity of long-waves. It takes about 100 min from Toba to Nagoya.

The huge storm surge accompanying the Ise-Wan typhoon on Sept. 26, 1959, hitting the Ise Bay, damaged 1,197,576 houses, and killed 5,098 persons. The sea elevation increased toward the head of bay, and reached 3.9 m (above M.S.L.) at Nagoya. The sea disturbance pattern of storm surge was different from the tsunamis.

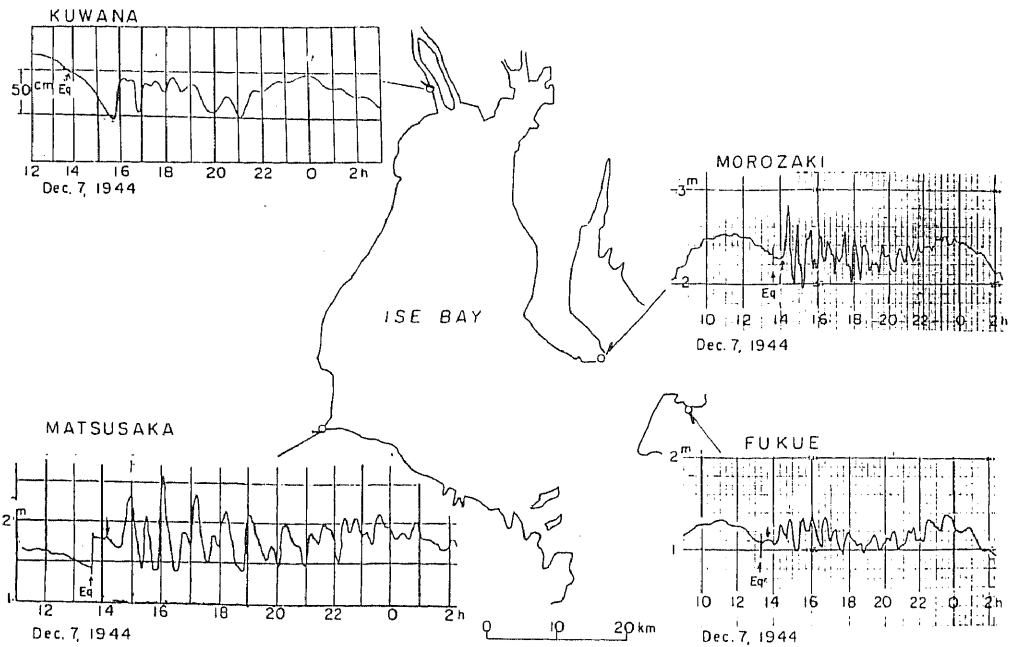


Fig. 1. Tide-gauge records of the Tonankai tsunami on Dec. 7, 1944.

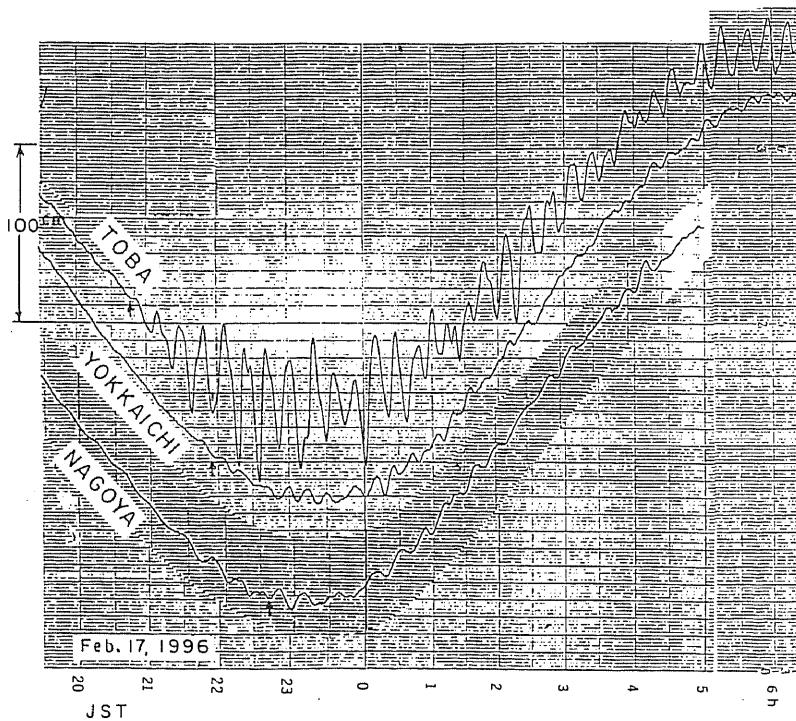


Fig. 3. Tide-gauge records of the Irian Jaya (West New Guinea) tsunami on Feb. 17, 1996.

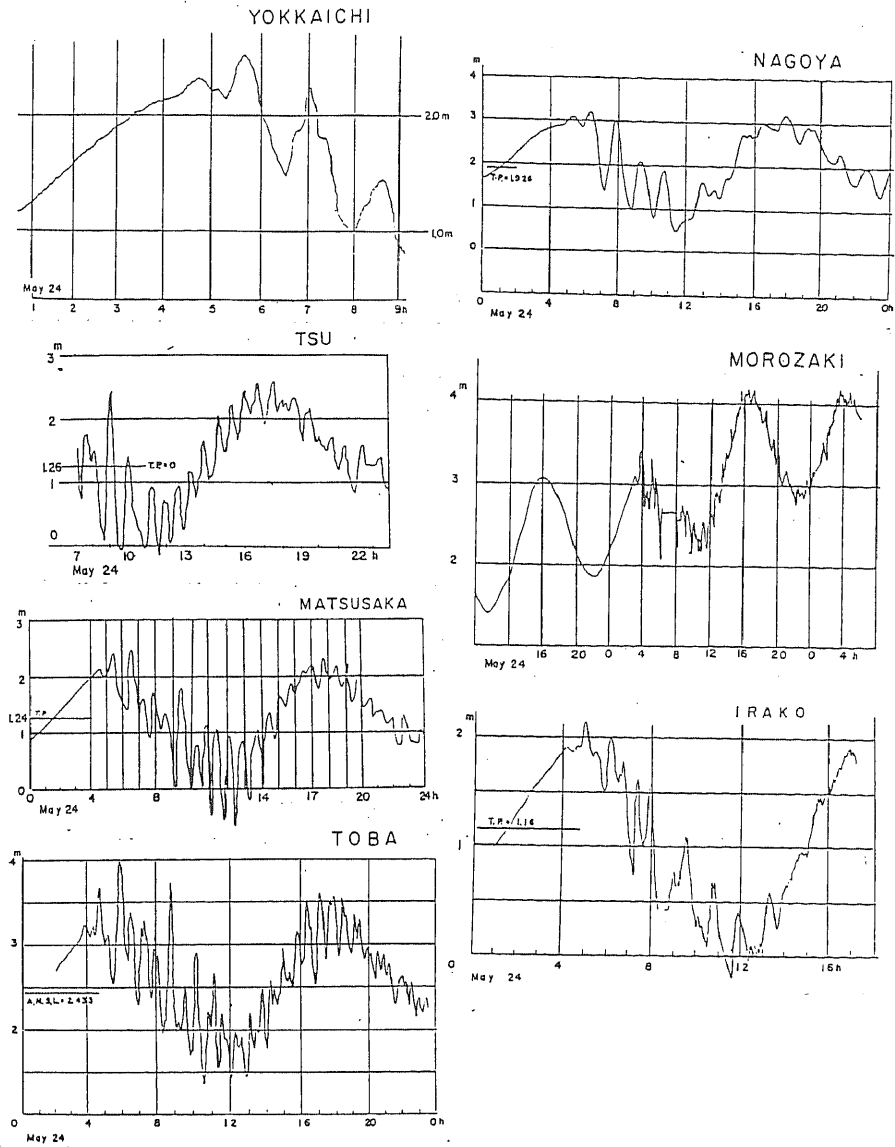


Fig. 2. Tide-gauge records of the Chilean tsunami on May 24, 1960.

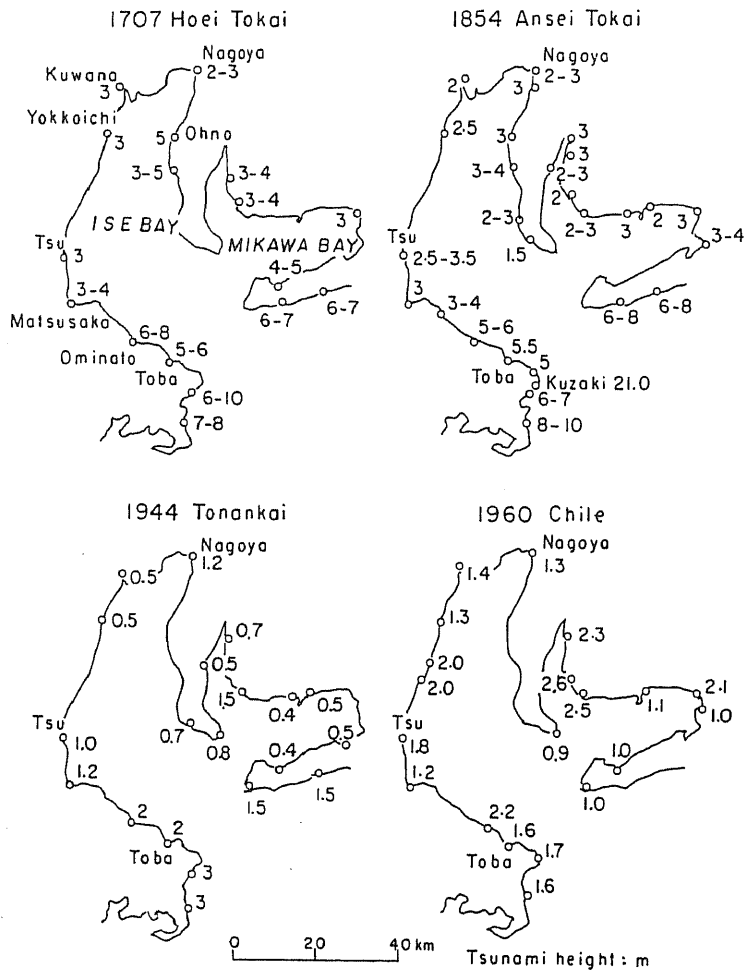


Fig. 4. Distributions of inundation heights (above M.S.L.) of various tsunamis in the Ise and Mikawa bays.

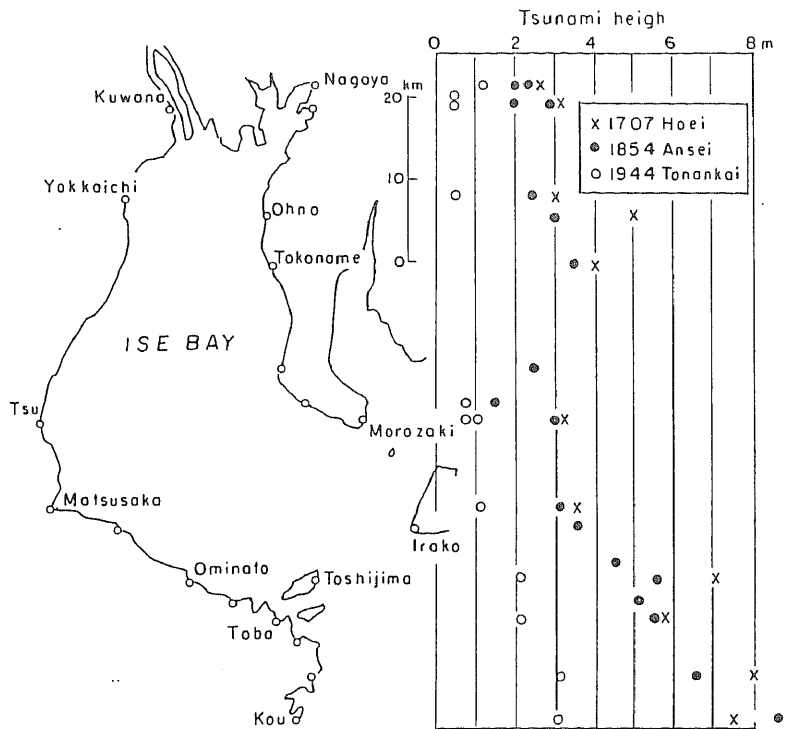


Fig. 5. Distribution of tsunami heights in Ise Bay.

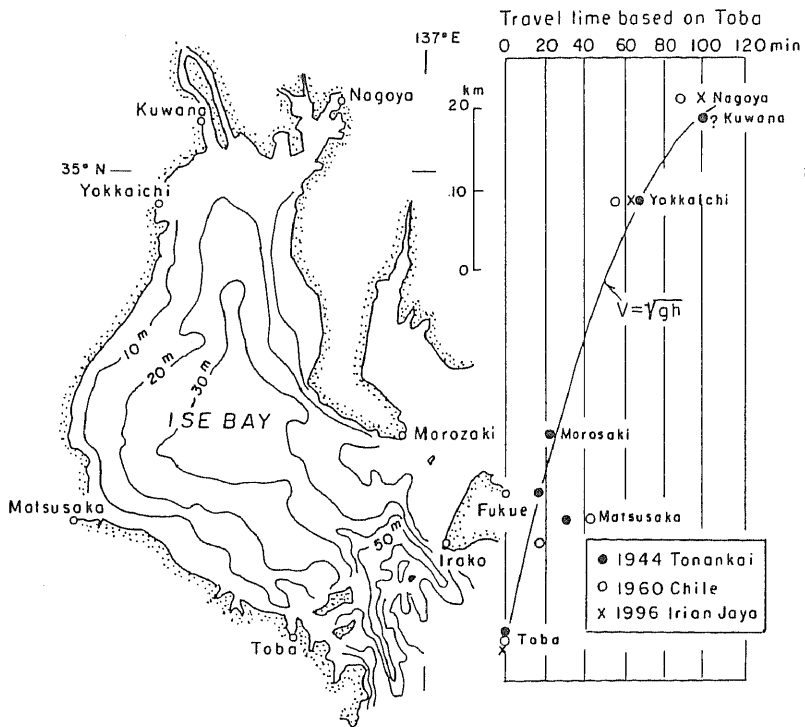


Fig. 6. Travel times of tsunamis refer to Toba.

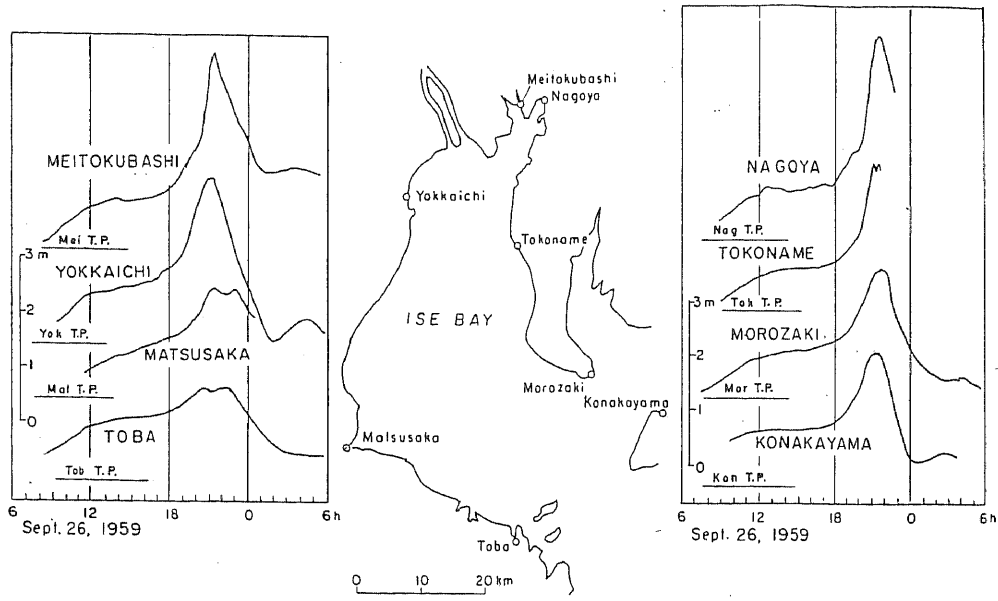


Fig. 7. Tide-gauge records of storm surge caused by the Ise-Wan typhoon on Sept. 26, 1959. Sea level T.P. (Tokyo Point) nearly corresponds to M.S.L.

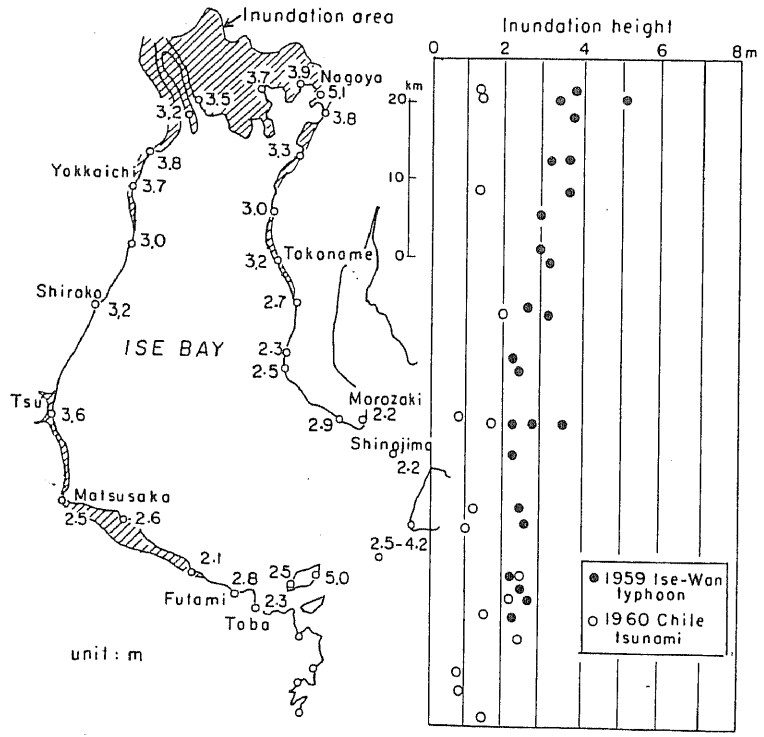


Fig. 8. Left: Sea elevation (above T.P., unit: m) due to storm surge of the 1959 Ise-Wan typhoon. Right: Comparison with inundation heights of the 1960 Chilean tsunami.