

十勝沖～千島列島間の津波による三陸沿岸の波高偏差

羽鳥 徳太郎*

Irregular Height Deviation of the Tokachi-Kurils Tsunamis along the Sanriku Coast, NE. Japan

Tokutaro HATORI

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

The Sanriku coast has suffered moderate damage from the Tokachi-Oki (E. Hokkaido) and Kurils tsunamis (tsunami magnitudes, $m=2-3$) generated along the Kuril Trench. For seven tsunamis (1952-2006) observed along the Sanriku coast, the deviation of tsunami heights from the average tsunami magnitude is investigated using the diagrams of wave-height attenuation with distance. The tsunami heights in 1952 (Tokachi-Oki), 1963 (Etorofu) and 1994 (E. Hokkaido) reached 1.0-2.5 m along the Sanriku coast. These tsunami heights are more than twice larger than ones expected from the average tsunami magnitudes. It suggests that the magnification of tsunami heights may be excited by the seiche period of bays, adding to the edge waves propagating on the shelf. Tsunami heights at the Oshika Peninsula are relatively large by the refraction effect.

Key words: East Hokkaido-Kuril tsunamis, Tsunami heights, Tsunami attenuation diagrams.

§1. はじめに

三陸沿岸域では、十勝沖～千島列島間の海溝沿いで発生した津波により、水産養殖関係や海岸に遡上する被害に見舞われてきた。波高が、震央距離の割りに大きくなっている。さきに筆者(羽鳥, 1996)は、港湾セイシュの共振作用と、陸棚を伝わるエッジ波効果の両面から検討した。また津波シミュレーションの解析から(Namegaya and Tsuji, 2005), 下北半島へ入射した波がエッジ波に変わって三陸沿岸を南下し、初期波から 2.6 時間遅れて宮古に達することが示された。

津波の規模を表す津波マグニチュードは、広域で観測された波高値をもとに、震央距離 波高の関係図から判定されてきた(羽鳥, 1986)。本稿では、2003 年十勝沖津波、2006 年千島列島津波などの新データを追加し、千島海溝沿いの 7 例の津波について、同じ方法で得た平均津波マグニチュード値を基準に、三陸沿岸における波高偏差の地理的分布を考察する。

§2. 波源域・津波波高

図 1 に、解析の対象とする 7 例の津波の波源域分布を示す(2003 年、2006 年の波源を追加: 羽鳥, 2004, 2008)。それぞれ発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を付記した。津波は大規模な地震($M7.4 \sim 8.2$)に伴ったものであり、津波マグニチュードも大きく $m=2 \sim 3$ に格付けられている。

さきに筆者(羽鳥, 1996)は、三陸沿岸(青森・岩手・

宮城県)における主な地点の遡上高(平均海面上)を、各調査報告から集めて示したが、表 1 には事例と観測点を追加して示す。なお、検潮記録が得られた地点では、最大波の全振幅値で示す。ここで H の欄で、 H は平均津波マグニチュードと比べて波高偏差が大きい地点、 N は平均的な波高、 L は波高が下回ることを表す。その判定基準は後述する。

八戸(湊)において、1952 年十勝沖津波の最大波の全振幅値が 2.5 m を超えて注目された。図 2 には、気象庁の観測による八戸の 7 例の津波(十勝沖、根室沖、北海道東方沖、エトロフ島沖、シムシル島沖)の検潮記録を集めて示す。振幅スケールはほぼそろえてあるが、タイムスケールは異なる。例えば、1952 年十勝沖津波の記録はタイムスケールが縮小されて短周期波に見えるが、スペクトル解析によると 30 分周期が卓越しており(高橋・相田, 1963)、2003 年十勝沖津波の周期と同程度である。

§3. 津波マグニチュード

筆者(羽鳥, 1986)による津波マグニチュードの判定方法は、震央距離 波高図($\log H$ 図)で横軸に震央から観測点までの距離、縦軸には波高値(全振幅値または遡上高)をとる。津波マグニチュードのスケールは、波高が震央距離⁻¹で減衰するとみなし、波高を 2.24 倍の刻み(エネルギーにして 5 倍、1 階級変わる間隔)で区分してある。データは主に三陸沿岸の代表的な津波高さをを用いてプロットし、検潮記録を重視して津波マグニチュードを推定した。ここで波高は三

* 〒332-0006 埼玉県川口市末広 2-3-13

陸沿岸の観測点(黒丸で示す)の遡上高(平均海面上)を基本とし、検潮記録によるものは最大波の全振幅値で示した。以下に波源を南西から北東の順に、7例の津波の -H 図を示す。なお観測点の八戸 Hc、鮎川 Ay の記号で示す。

図3には、1952年と2003年の十勝沖津波の例を示す。両津波のマグニチュードは $m=2.5$ と推定されている。1952年津波では、三陸沿岸で遡上高が2mを超えた地点が多数あり(中央气象台, 1953)、浸水被害を受けている。それに対して、2003年津波では現地調査によると(今村・他, 2004; Tanioka et al., 2004)遡上高が50cmほど下回り、陸上での影響は少なかった。

図4には、1973年根室半島沖津波と1969年北海道東方沖(色丹島沖)津波のケースを示す。両津波とも検潮記録による全振幅値で示した(羽鳥, 1974; Hatori, 1970)。津波マグニチュードはそれぞれ $m=2$ と $m=2.5$ と推定される。三陸沿岸の波高は0.5-1mであり、八戸が大きい。

図5には、1994年北海道東方沖津波と1963年エトロフ津波のケースを示す。観測値はばらついているが、両津波のマグニチュードは $m=3$ と推定された。1994年津波の遡上高は東北大・他(首藤・卯花, 1995)で調査されており、宮古湾奥の津軽石で2.8mに突出した。湾のセイシュ周期と波高2乗値のグラフによれば(羽鳥, 1996)、周期40分あたりで共振現象があった。1963年エトロフ津波も三陸沿岸に遡上し、仙台管区气象台(1963)の現地調査によると、岩手県北部の羅賀で2.0mに達した。

§4. 波高偏差の分布

以上 -H 図に示すように、各津波の波高は震央距離⁻¹で減衰している。しかし、三陸沿岸では港湾セイシュとの共振など地形条件で津波高がばらつく。そこで広域の観測値から判定した平均津波マグニチュード m 値を基準に、波高値がマグニチュード ± 0.5 範囲内の地点を標準的 N、上回る地点を H、下回る地点を L と取り扱う。

図6には、1952年と2003年の十勝沖津波(両津波とも $m=2.5$)による遡上高(単位:m)と波高偏差分布を示す。1952年津波では、岩手県沿岸で偏差が大きい地点が多数分布する。また、宮城県では牡鹿半島で偏差が大きい。それと比べ、2003年津波では広い範囲で波高値が標準的な高さであり、下北半島先端付近で局地的に突出している。

図7には、1973年根室半島沖津波($m=2$)と1969年北海道東方沖津波($m=2.5$)のケースを示す。両津波とも広い範囲で波高値が標準的であり、八戸と釜石が大きい。図8には、大規模な($m=3$)1994年北海道東方沖津波、1963年エトロフ沖津波および2006年千島列島(シムシル島沖)津波のケースを示す。なお

2006年津波では、検潮記録による最大波の全振幅値(気象庁, 2007)を示し、津波の規模に見合っている。1963年、1994年津波では岩手県沿岸で、波高偏差の大きな地点が多く分布し、八戸の偏差が大きい。1994年津波による偏差は、牡鹿半島・仙台湾岸で大きくなっている。

§5. むすび

千島海溝沿いに発生した7例の津波を対象に、平均津波マグニチュード値を基準に、三陸沿岸での波高偏差の地域性を検討した。その結果、岩手県沿岸では1952年十勝沖津波・1963年エトロフ津波・1994年北海道東方沖津波の遡上高1.0-2.5mになり、震央距離と比べて2~3倍上回る地点が多い。牡鹿半島での偏差が顕著であり、屈折効果を示唆する。そのほか、宮古湾でセイシュ周期と共振現象があった。八戸では各津波とも偏差が大きく、波源の位置にあまり左右されていない。防災面で、波高偏差の地域性に留意したい。

対象地震: 1952年十勝沖, 1963年エトロフ, 1969年北海道東方沖, 1973年根室沖, 1994年北海道東方沖, 2003年十勝沖

文献

- 中央气象台, 1953, 昭和27年3月十勝沖地震調査報告, 験震時報, **17**, 135p.
- Hatori, T., 1970, An investigation of the tsunami generated by the east Hokkaido earthquake of August, 1969, Bull. Earthq. Res. Inst., **48**, 399-412.
- 羽鳥徳太郎, 1974, 1973年根室半島沖津波の波源域と1894年津波との比較, 地震研究所研究速報, **13**, 67-76.
- 羽鳥徳太郎, 1986, 津波の規模階級の区分, 地震研究所彙報, **61**, 503-515.
- 羽鳥徳太郎, 1995, 1994年北海道東方沖津波と南千島津波の波高分布, 地震, **48**, 307-314.
- 羽鳥徳太郎, 1996, 北海道東部・南千島津波による三陸港湾の波高増幅度, 津波工学研究報告, **13**, 27-31.
- 羽鳥徳太郎, 2004, 2003年十勝沖地震津波の規模と波源域, 津波工学研究報告, **21**, 93-98.
- 羽鳥徳太郎, 2008, 2006年11月, 2007年1月千島列島地震津波の規模と伝播の様相, 津波工学研究報告, **25**, 9-14.
- 今村彦彦(代表), 2004, 2003年十勝沖地震津波調査報告, 津波工学研究報告, **21**, 1-235.
- 気象庁, 2007, 2006年11月15日千島列島東方の

地震及び, 2007 年1月13日千島列島東方の地震により国内の検潮所で観測された津波, 津波工学研究報告, 24, 39-64.

Namegaya, Y. and Y. Tsuji, 2005, Delayed peaks of tsunami waveforms at Miyako from earthquakes east off Hokkaido, K. Satake (ed.), Tsunamis: Case studies and recent developments, 115-134, 2005 Springer, Netherlands.

仙台管区気象台, 1963, 1963 年エトロフ沖地震津波調査報告, 地震津波調査報告, 1, 32.

首藤伸夫・卯花政孝, 1995, 1994 年北海道東方沖地震津波の痕跡高(調査資料), 津波工学研究報告, 12, 1-156.

高橋龍太郎・相田 勇, 1963, 日本沿岸で観測された数箇の津波のスペクトルについて, 地震研究所彙報, 41, 299-314.

Tanioka, Y. et al., 2004, Tsunami run-up heights of the 2003 Tokachi-oki earthquake, Earth Planets Space, 56, 359-365.

表1 十勝沖～エトロフ沖津波による三陸沿岸の波高偏差

地名	1952年 ¹⁾ 十勝沖 m2.5 津波高 δH		1963年 ²⁾ エトロフ m3 津波高 δH		1969年 ³⁾ 北海道東 m2.5 津波高* δH		1973年 ⁴⁾ 根室沖 m2 津波高* δH		1994年 ⁵⁾ 北海道東 m3 津波高 δH		2003年 ^{6), 7)} 十勝沖m2.5 津波高 δH	
	m		m		m		m		m		m	
尻労											2.6 m	H
むつ小川原									1.0	N	1.0*	N
三沢	1.5	N							1.3	N		
八戸	2.5*	H	1.3*	H	1.1	H	0.8	N	1.6*	H	1.8*	N
小舟渡		H	1.0	N					1.4	N		
八木	2.7	H							1.4	N		
久慈	2.0	H	0.6*	N			0.8	N	0.9	N		
野田	2.2	H							2.5	H		
普代	2.5	H							0.7	N	1.0*	N
羅賀	2.5	H	2.0	H					1.7	H		
島ノ越					0.5	N	0.7	N			1.4*	N
田老	1.0	N	1.4	H			0.8	H	1.2	N	0.9*	N
宮古	1.1*	N			0.6	N	0.7	N	1.3	N	1.1*	N
津軽石	2.0	H	1.8	H					2.8	H	1.5	N
山田	1.8	H	1.3	H					2.2	H	1.4	N
船越	2.0	H							1.1	N		
大槌	1.5	N	1.2	H					1.5	H		
両石	1.7	H							1.4	H	1.2	N
釜石	1.4	N	1.6	H	0.3	L	0.8	H	1.8	H	1.3	N
唐丹	0.9	N							1.4	H		
吉浜	1.2	N							2.1	H		
越喜来	1.1	N	1.3	H					1.5	H		
綾里港	2.0	H							1.5	H		
大船渡	1.7	H	1.2*	H	0.9	N			0.9	N	0.9	N
門之浜									1.0	N	0.6	L
陸前高田	1.0	N	1.5	H					1.0	N	1.2	N
気仙沼	1.2	N	1.7	H	0.9	N	0.5	N	1.2	N		
志津川	1.6	N	1.2	H					1.0	N		
月浜	0.8	N	0.7	N							0.5*	L
雄勝	1.9	H							1.3	N		
女川	1.7*	H	0.8*	N	0.5	N			1.3	N	0.8*	N
鮫ノ浦	1.4	H							1.7	H		
鮎川	0.9*	N	0.6*	N	0.7	N	0.3	N	0.9*	N	0.5*	L
石巻	0.8	N	0.7	N							0.5*	N
塩釜	0.4	L	0.6*	N					1.2	H	0.6*	N

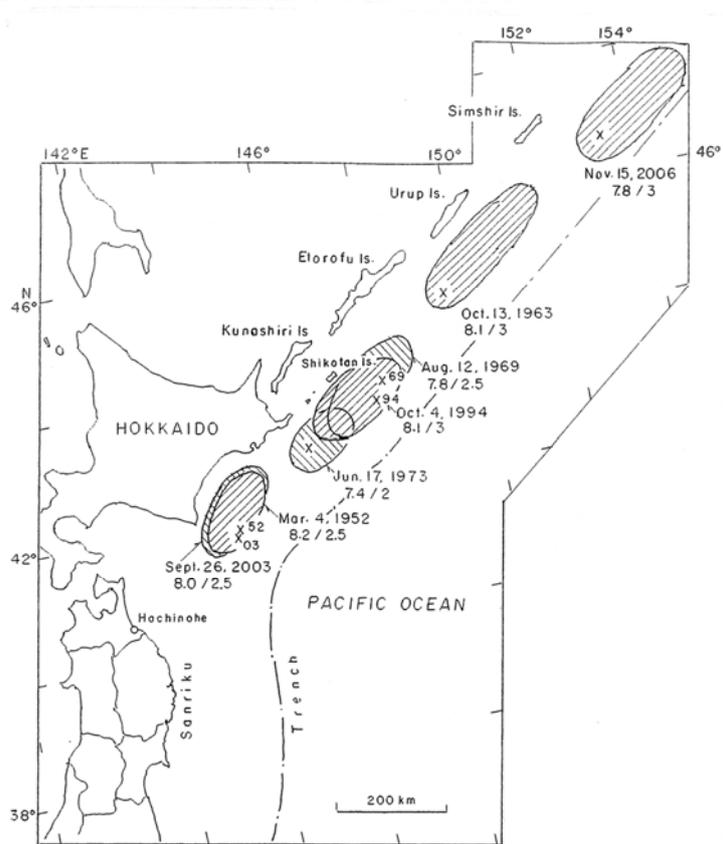


図1 津波波源域分布. 発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を示す.

Figure 1 Location of the source areas of the Tokachi-Kurils tsunamis. The generating years, earthquake and tsunami magnitudes, M/m , are also indicated.

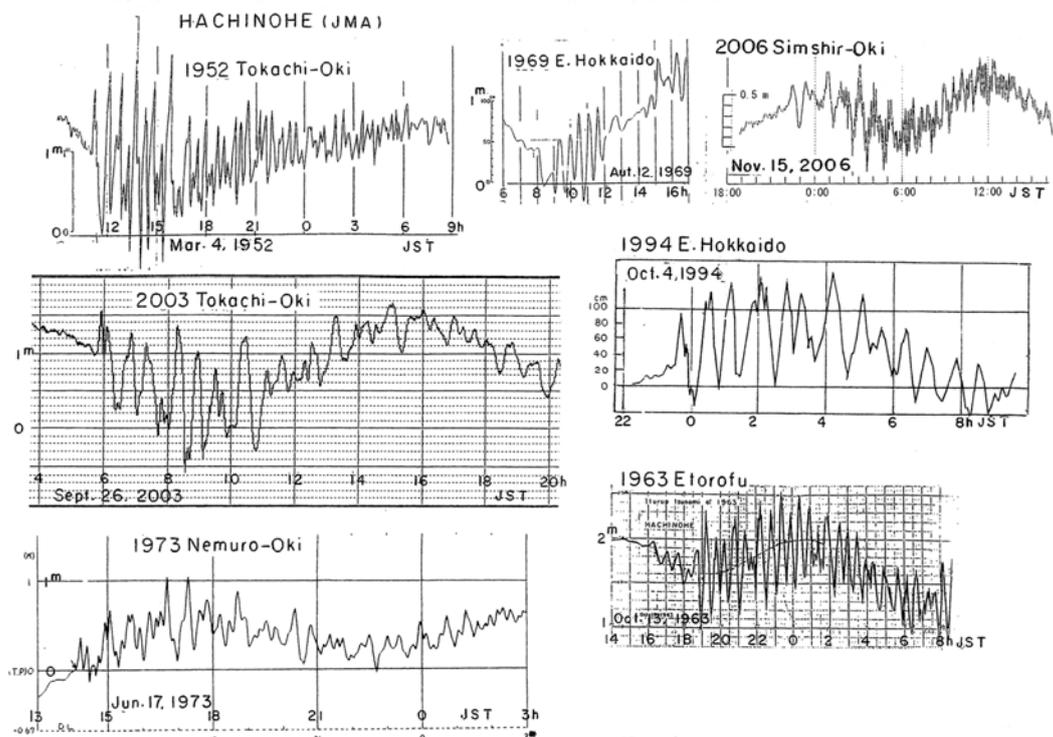


図2 八戸における各津波の検潮記録.

Figure 2 Tide-gauge records of various tsunamis at Hachinohe.

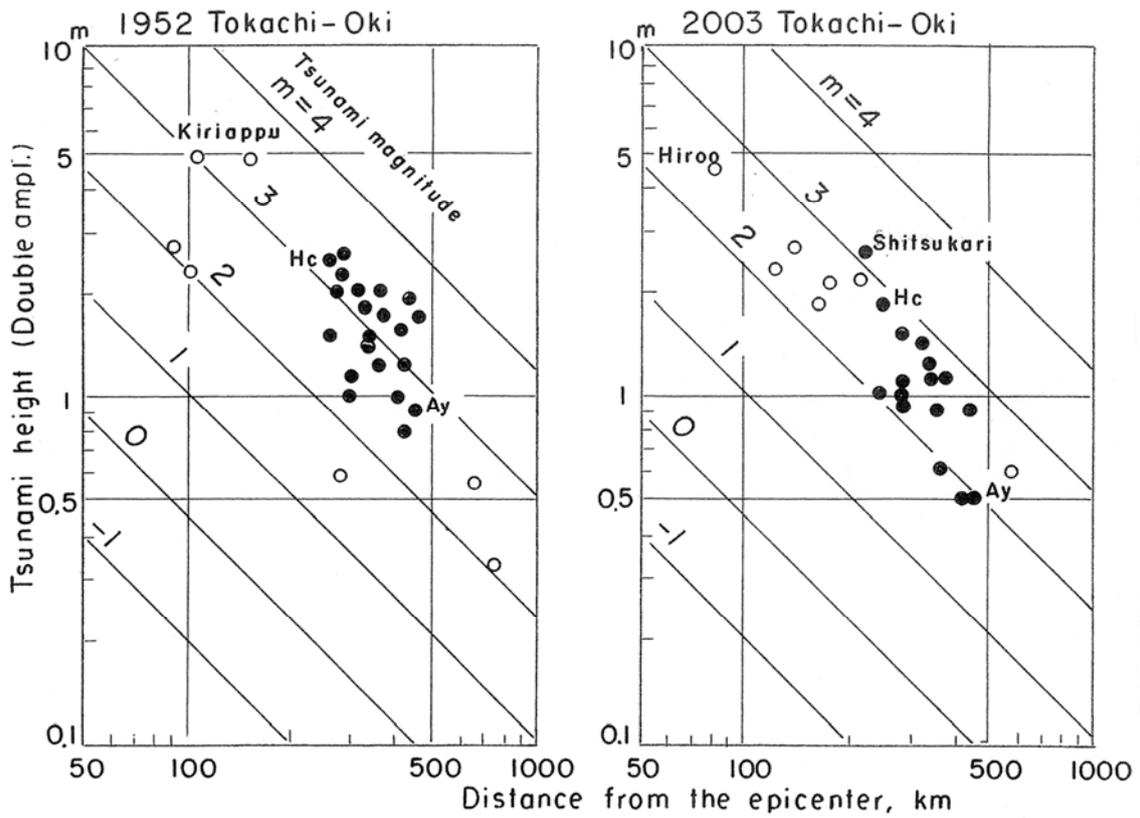


図3 津波マグニチュード判定図(1952年・2003年十勝沖津波)。

Figure 3 Diagrams of the tsunami attenuation with distance (closed circle: Sanriku coast, open circle: other locations). Cases of the Tokachi-Oki tsunamis in 1952 and 2003.

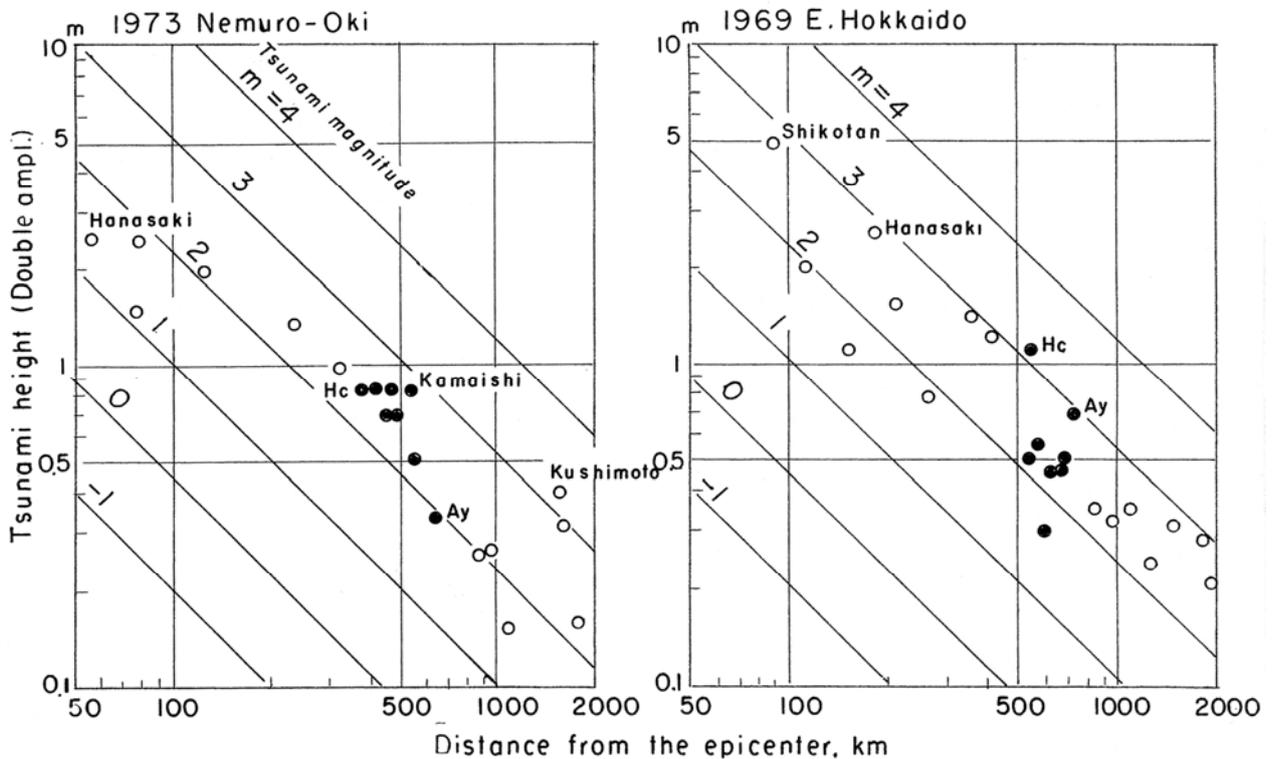


図4 津波マグニチュード判定図(1973年根室半島沖津波, 1969年北海道東方沖津波)。

Figure 4 Cases of the 1973 Nemuro-Oki and the 1969 E. Hokkaido tsunamis.

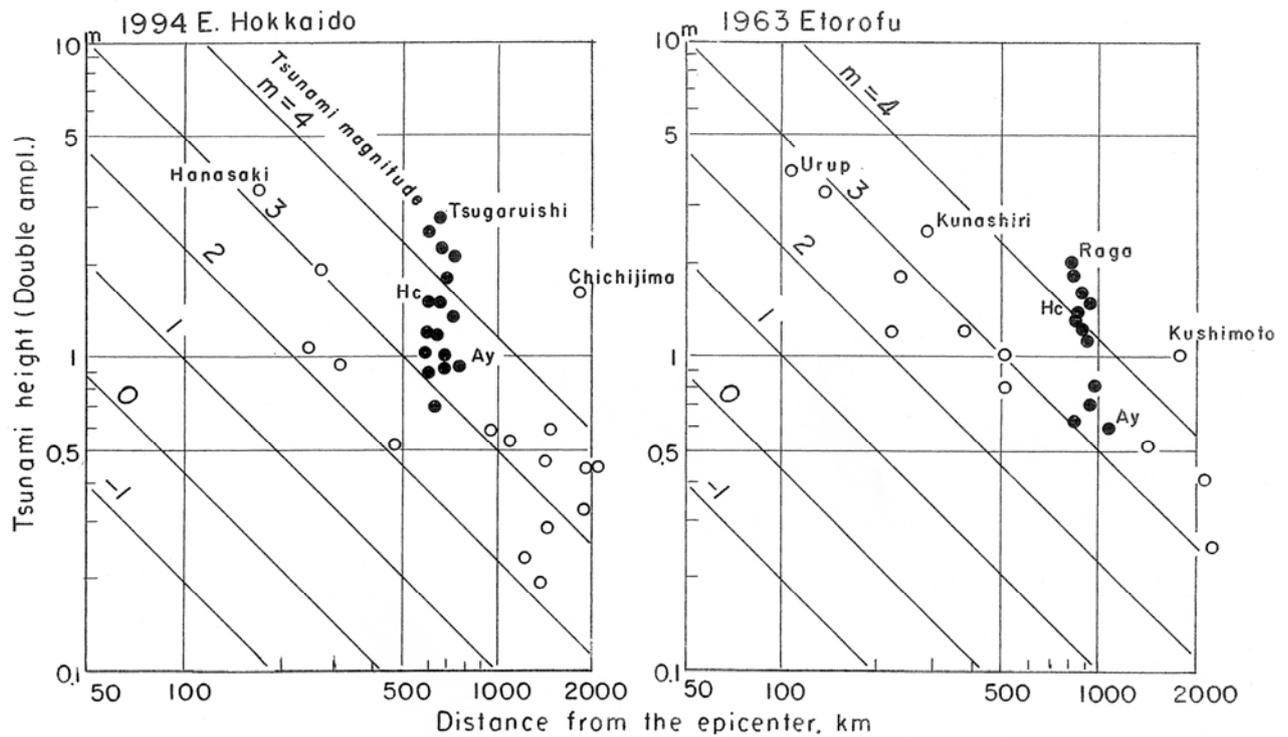


図5 津波マグニチュード判定図(1994年北海道東方沖津波, 1963年エトロフ津波).
 Figure 5 Cases of the 1994 E. Hokkaido and the 1963 Etorofu tsunamis.

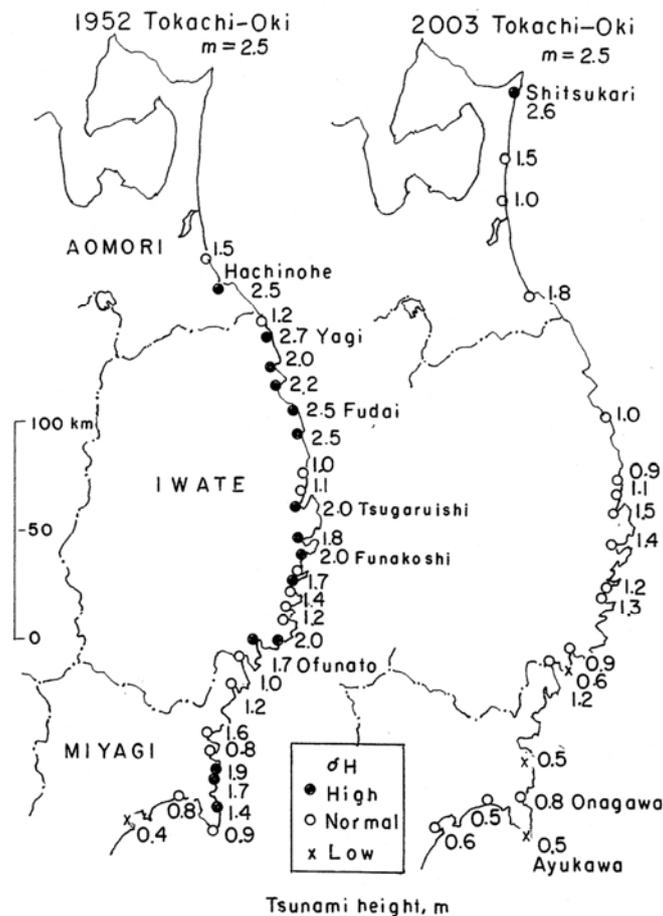


図6 津波波高と偏差分布(1952年・2003年十勝沖津波).
 Figure 6 Distributions of wave-heights of the Tokachi-Oki tsunamis in 1952 and 2003. Deviations of tsunami heights are classified by the mean tsunami magnitude.

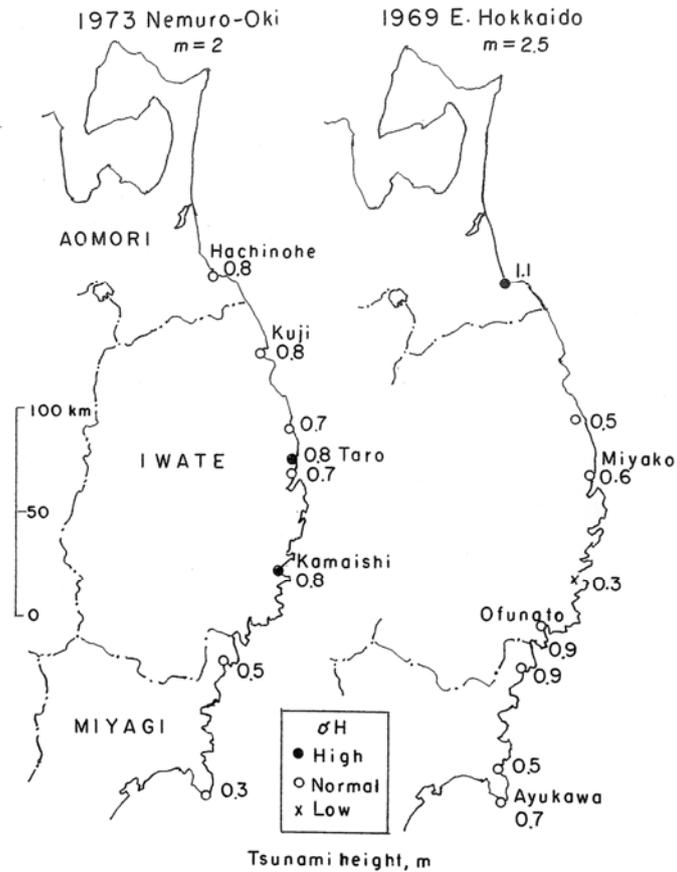


図7 津波波高と偏差分布(1973年根室半島沖津波, 1969年北海道東方沖津波).

Figure 7 Distributions of the 1973 Nemuro-Oki and the 1969 E. Hokkaido tsunamis, and the classification of height deviation.

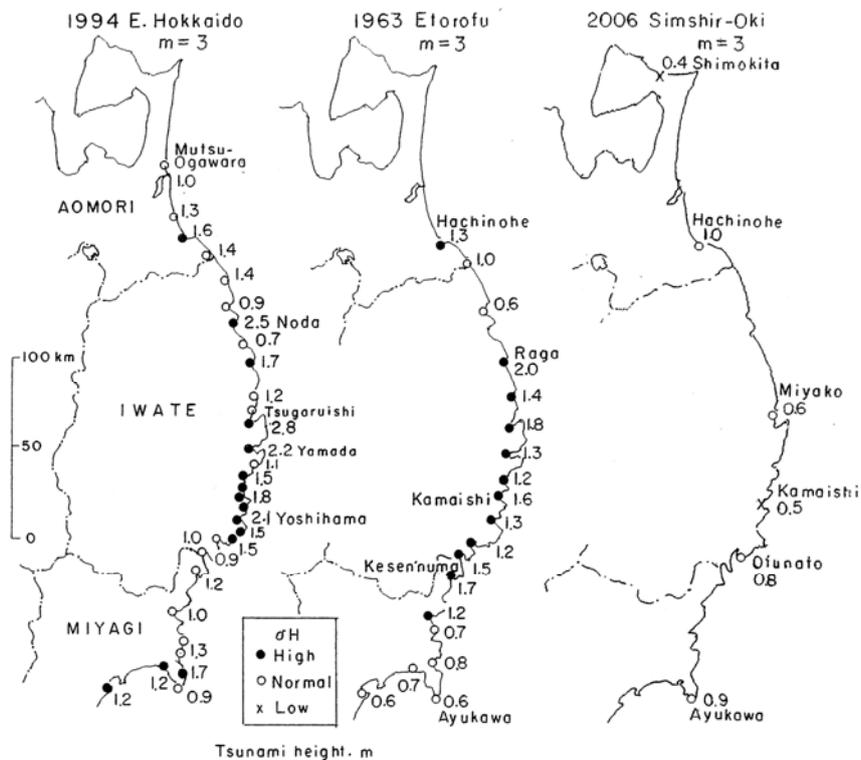


図8 津波波高と偏差分布(1994年北海道東方沖津波, 1963年エトロフ津波, 2006年シムシル島沖津波).

Figure 8 Distributions of the 1994 E. Hokkaido, the 1963 Etorofu and the 2006 Simshir-Oki tsunamis, and the classification of height deviation.