

函館における津波の波高増幅度

羽 鳥 徳太郎*

1. はじめに

1800 年代から、函館では山形県沖、青森県八戸沖津波（羽鳥，1973，1990）やチリ津波（Hatori，1968）の遡上が記録されてきた。渡島半島西岸域には、1741 年渡島沖津波で死者 2 千人にのぼる被災歴がある（羽鳥，1984）。最近 100 年間に、函館で多数の津波が観測されている。さきに筆者（羽鳥，1996a，2009）は、十勝沖～千島列島間の津波について、津波マグニチュードを基準に、三陸沿岸各地の波高偏差や港湾の副振動周期（セイシュ）との関係を示した。

本稿では函館を対象に、北海道周辺の近地津波と、環太平洋で発生した巨大地震による遠地津波の観測記録を集め、波高増幅度の地域性を比較検討してみる。

2. 津波波源

図 1 には、約 100 年間の北海道周辺の津波に数例の歴史津波を加え、波源域分布を示す（羽鳥，1994，2007）。発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を付記した（羽鳥，1996b）。解析には、津波マグニチュード $m > 2$ を取り上げる。

1968 年十勝沖津波は津軽海峡へ入射し、渡島西岸・津軽沿岸で全振幅 10-20 cm であった。しかし、50 分前後の長周期波の 1952 年カムチャツカ津波、1960 年チリ津波は日本海側で全振幅 40-150 cm が観測され、北海道西岸域が大きい（羽鳥，1992）。

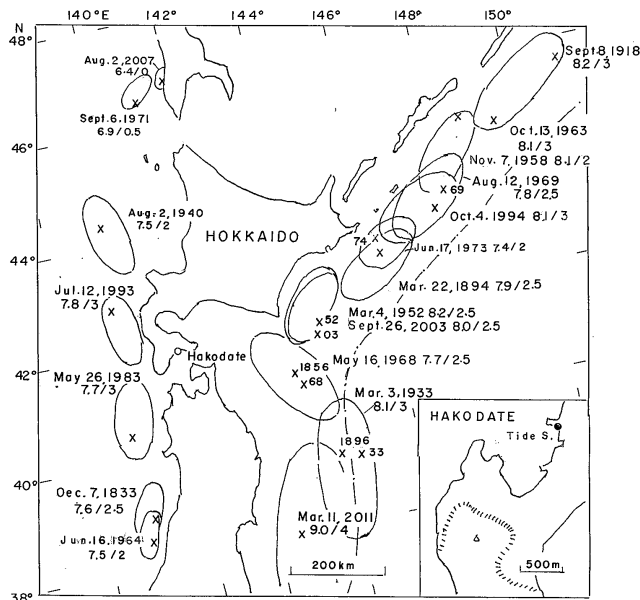


図 1 北海道周辺の津波波源域分布 . 発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を示す

*元東京大学地震研究所

3. 北海道の波高分布

まず、北海道沿岸における太平洋と日本海側で発生した津波 ($m > 2$) について、波高分布のパターンを概観しよう。ここで波高 2 m 以下の地点では、渡辺 (1998) の津波カタログを参照して全振幅値で示す。

図 2 には、1952 年・2003 年の十勝沖津波 ($m = 2.5$) と 1994 年北海道東方沖津波 ($m = 3$) の波高分布を示す。波高は 2-3 m で東方に向かって高く、1952 年津波では厚岸付近で遡上高が 6 m を超え、1994 年津波は色丹島で 10 m に達した (Gusiakov, 1995)。渡島半島では 3 津波とも 1 m 程度にとどまった。下図には 1933 年三陸津波 ($m = 3$)、1968 年十勝沖津波 ($m = 2.5$) および 2011 年東日本津波 ($m = 4$) の波高分布を示す。波高は 1-4 m、1933 年津波は襟裳岬付近で 4-6 m に達した。渡島半島では 1-2 m である。

図 3 には、日本海側の 1940 年積丹半島沖津波 ($m = 2$)、1983 年日本海中部津波 ($m = 3$) および 1993 年北海道南西沖津波 ($m = 3$) の波高分布を示す。北海道西岸域では 1-2 m、1993 年津波が大きい。奥尻島で遡上高 10-30 m に達し、青苗地区では壊滅的な被害を出した。

図 4 には、函館で観測された主な検潮記録例 (気象庁による) を示す。50 分の長周期波が卓越した 1960 年チリ津波 (高橋・八鍬, 1982) や 1952 年カムチャツカ津波の振幅が顕著に大きい。カムチャツカ津波は、満潮時に函館市街地へ約 150 m 遡上した (気象庁, 1953)。チリ津波では、路面上に 1-1.5 m 浸水し、道路に渦を巻き流れ、車が流された。倉庫などが冠水して、霧多布について函館が北海道第 2 の被害額 (4 億 5 千万円) を出した (気象庁, 1961; チリ津波合同調査班 1961)。

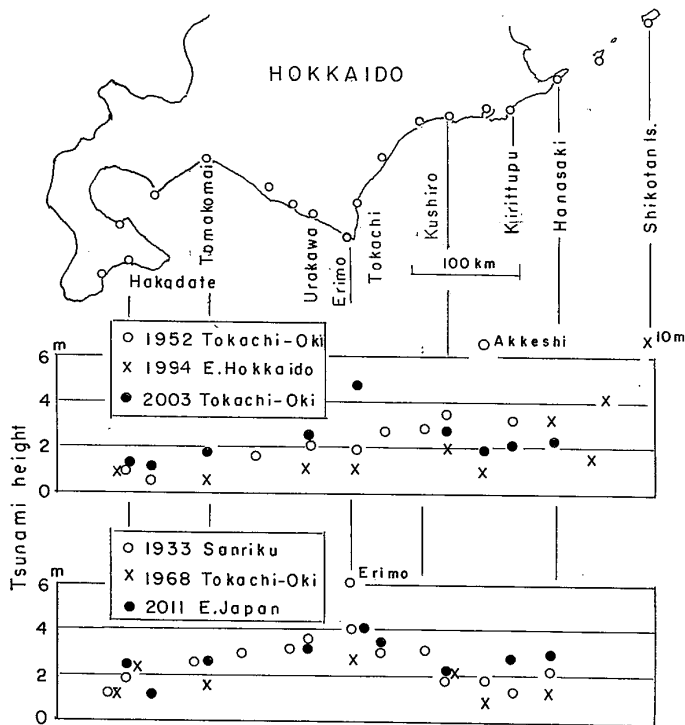


図 2 十勝沖、北海道東方沖、三陸沖津波による波高分布

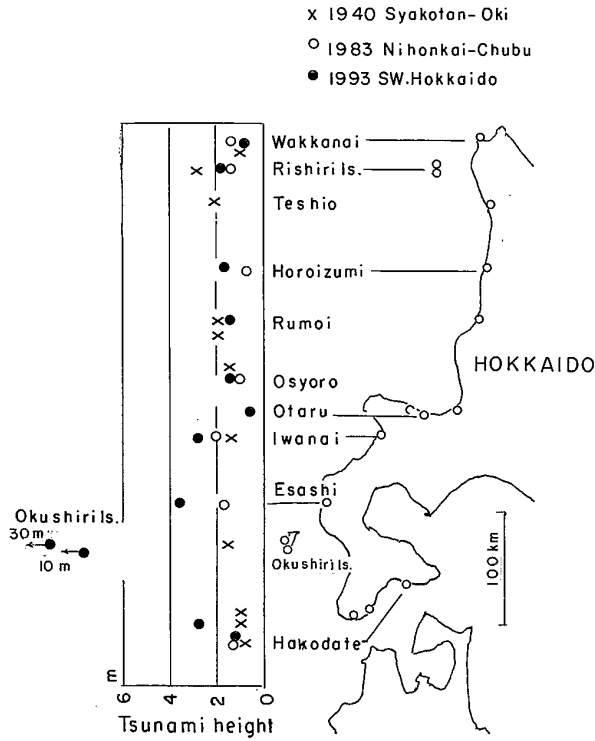


図3 日本海側の津波による波高分布

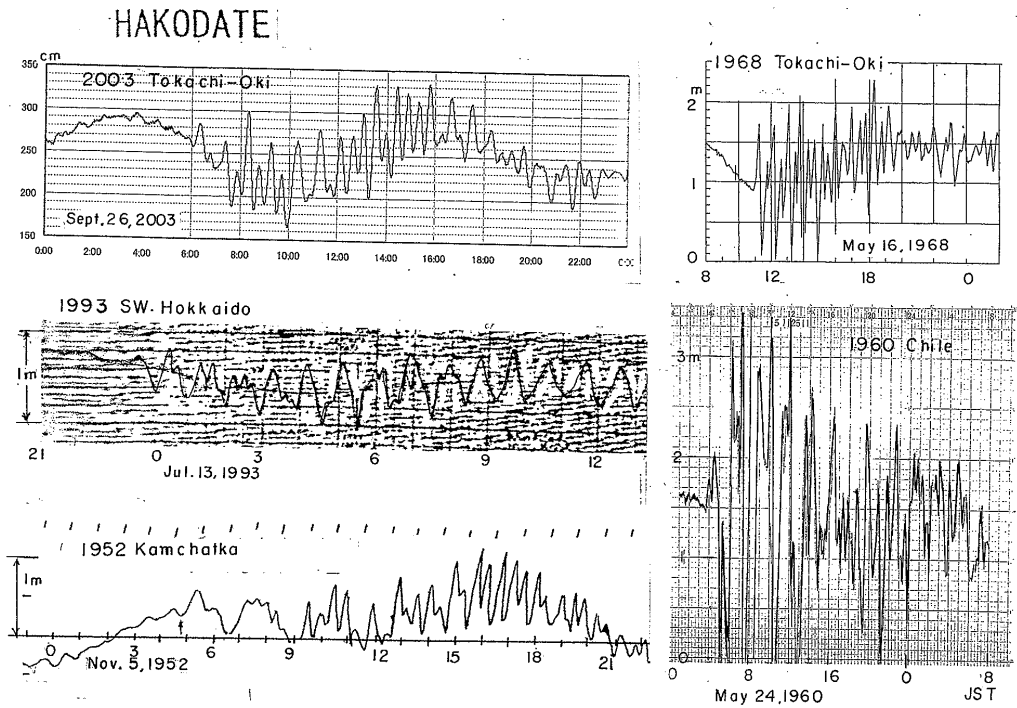


図4 函館における主な津波の検潮記録

4. 函館の波高偏差

津波マグニチュードの判定方法は、震央距離一波高図 (図 5, Δ -H 図) で横軸に震央から観測点までの距離, 縦軸には最大波の全振幅値をとる。規模スケールは, 波高が震央距離 Δ^{-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) で区分する。さきに筆者 (羽鳥, 2007) は, 広域の波高観測値をもとに, 十勝沖~千島列島間の津波のマグニチュード値を判定してきた。つぎに各津波のマグニチュード値を基準に, 函館での波高偏差を示す。ここで波高偏差が m 値の ± 0.5 範囲内を標準値とみなし, それより上下の偏差を大小に区分してみる (波高大一実線, 波高小一破線)。

図 5 左図には, 5 例の三陸津波について函館の波高偏差を示す。1856 年 (安政 3) 八戸沖津波 ($m = 2.5$) は函館で床上浸水の記録があり (羽鳥, 1973; 都司・上田, 1995),

1896 年明治三陸津波 ($m = 3.5$) と 1968 年津波 ($m = 2.5$) も波高偏差が大きい。1933 年昭和三陸津波 ($m = 3$), 2011 年東日本津波 ($m = 4$) の波高は標準値である。右図には, 十勝沖・色丹島沖津波および千島列島津波の波高偏差を示す。1894 年根室沖津波 ($m = 2.5$) は偏差が大きく, 1952 年十勝沖津波 ($m = 2.5$) は 2 階級も下回る。1918 年ウルップ津波 ($m = 3$) は 1 階級 (波高にして約 2 倍) 上回る。そのほか 1963 年エトロフ津波 ($m = 3$), 2006 年シムシル津波 ($m = 3$) の波高は標準値である。

一方, 日本海側の津波では (図 6), 1833 年天保山形県津波 ($m = 2.5$) と 1964 年新潟津波 ($m = 2$) の波高はやや大きく, 陸棚を伝わる長周期波が卓越したのであろう。半面, 波源が比較的近い 1983 年日本海中部, 1993 年北海道南西沖津波 (ともに $m = 3$) の全振幅値は 80-100 cm で 1 階級も下回り, 津軽海峡で顕著に減衰している。

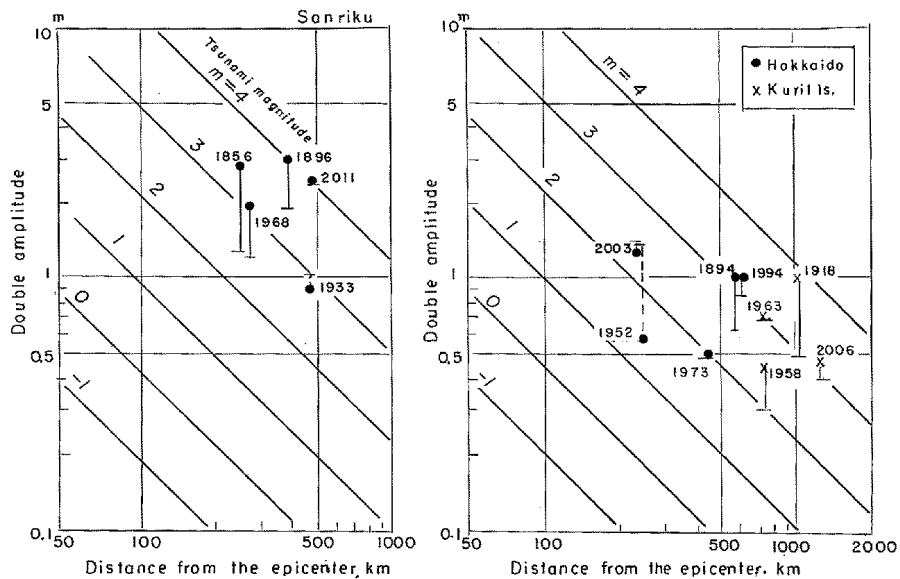


図 5 津波マグニチュードを基準にした函館の波高偏差 (三陸, 十勝沖, 南千島津波)

5. 遠地津波

1960年チリ津波は全国に大被害をもたらし、全壊家屋1500余、死者142人にのぼり、その半数は三陸沿岸域に出した。函館も波高が大きく、片振幅2.1mであった(図4)。そのほかチリで発生した1877年津波2.4m、2010年津波53cmが大きい。図7左図には、函館で津波が観測された主な地震の震央分布を示す。発生年に地震と津波のマグニチュードM/mを付記した。

図7右図には、遠距離の波高観測値を対象とする津波マグニチュードの判定図を示す。横軸に震央から観測点までの距離をとる。縦軸には近地津波の判定図と異なり、最大波の片振幅値をとり、震央距離 $\Delta^{-1/2}$ で減衰すると取り扱う。規模スケールは前法と同様に振幅値を2.24倍の刻みで区分し、函館の波高偏差を示した。

その結果、3例のチリ津波の振幅値は2階級突出する(全国の振幅値も指向性と屈折効果が顕著であった)。1952年カムチャツカ津波、1964年アラスカ津波、2001年ペルー南部津波の振幅は標準値である。1957年・1965年アリューシャン津波の振幅値は下回

る。また、南方から伝播する1996年イリアンジャン津波(インドネシア)の振幅値も小さく、1993年グアム津波は2階級も小さい。震央分布図には、震央に函館の波高偏差を区分して示す。各チリ津波による振幅値が突出している。

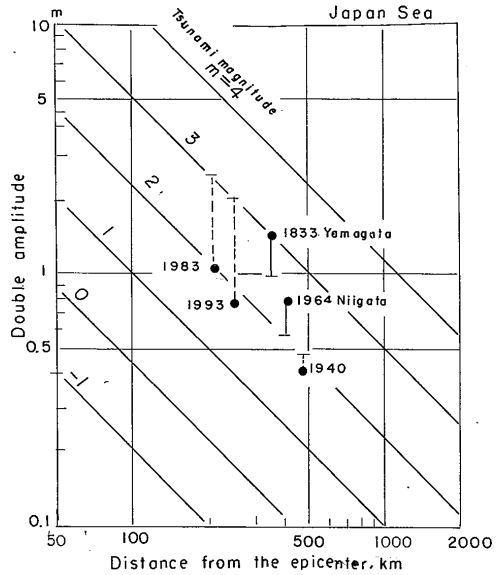


図6 津波マグニチュードを基準にした函館の波高偏差(日本海側の津波)

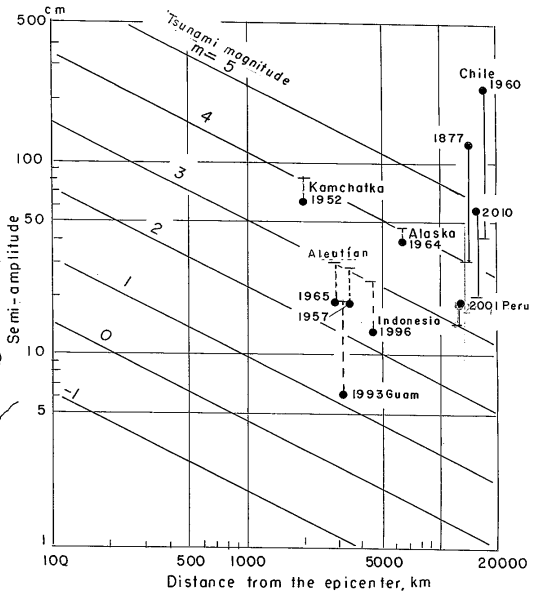
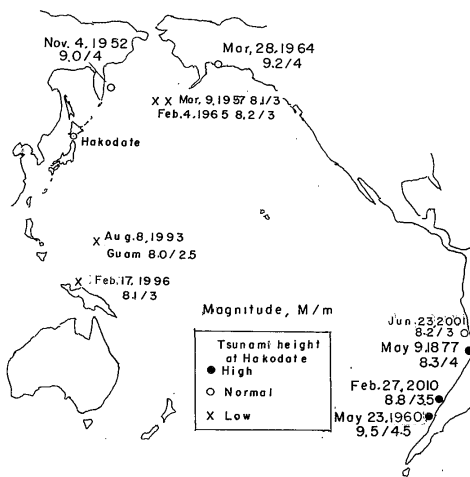


図7 環太平洋の主な地震の震央分布と函館の波高偏差

6. むすび

函館における津波観測値について、近地・遠地津波の両面から、津波マグニチュードを基準に波高偏差を比較検討した。その結果、1856 年安政八戸沖、1968 年十勝沖（八戸沖）津波の波高は顕著に増幅しており、今後の警戒域である。一方、遠地津波では 1960 年など南米チリ沿岸で発生した津波と、1952 年カムチャツカ津波の波高値が大きい。これらは、約 50 分の長周期波であり、函館港湾との共振作用に注目したい。

参考文献

チリ津波合同調査班（代表：高橋龍太郎），1961，1960 年 5 月 24 日チリ地震津波に関する論文及び報告，東大地震研究所

Gusiakov, V.K., 1995, Tsunami run-up values in Russia, tsunami of 4 October 1994, ITIC Tsunami Newsletter, 27 (1) .

Hatori T., 1968, Study on distance tsunamis along the coast of Japan. Part 2, Tsunamis of South American origin, Bull.Earthq.Res.Inst., Vol.46, pp.345-359.

羽鳥徳太郎，1973，安政 3 年（1856 年 8 月 23 日）八戸沖津波の規模と波源域の推定，地震 2，Vol.26，pp.204-205.

羽鳥徳太郎，1984，北海道渡島沖津波（1741 年）の挙動の再検討，地震研究所彙報，Vol.59，pp.115-125.

羽鳥徳太郎，1990，天保 4 年（1833）山形沖地震とその津波の規模，地震 2，Vol.43，pp.227-232.

羽鳥徳太郎，1992，津軽海峡から日本

海に伝播する津波の様相，地震 2，Vol.45，pp.169-176.

羽鳥徳太郎，1994，1993 年北海道南西沖地震津波の規模および波源域，地震 2，Vol.47，pp.1-9.

羽鳥徳太郎，1996a，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，No.13，pp.27-31.

羽鳥徳太郎，1996b，日本近海における津波マグニチュードの特性，津波工学研究報告，No.13，pp.17-26.

羽鳥徳太郎，2003，2001 年 6 月 23 日ペルー南部地震津波の規模，津波工学研究報告，No.20，pp.47-52.

羽鳥徳太郎，2007，南千島～北海道東部間の歴史津波の規模と波源域，歴史地震，No.22，pp.151-155.

羽鳥徳太郎，2009，十勝沖～千島列島間の津波による三陸沿岸の波高偏差，歴史地震，No.24，pp.33-39.

気象庁，1953，カムチャツカ地震調査報告，験震時報，Vol.18，No.1，pp.1-48.

気象庁，1961，昭和 35 年 5 月 24 日チリ地震津波調査報告，気象庁技術報告，8 号

高橋 将・八鍬 功，1982，北海道太平洋岸のスペクトルにみられる特徴について，自然災害資料解析，No.9，pp.27-36.

都司嘉宣・上田和枝，1995，慶長 16 年（1611），延宝 5 年（1677），宝暦 12 年（1763），寛政 5 年（1793）および安政 3 年（1856）の各三陸津波の検証，歴史地震，No.11，pp.75-111.

渡辺偉夫，1998，日本被害津波総覧（2 版），東京大学出版会，236p.