

新潟・山形県沿岸・佐渡における津波の波高増幅度

羽鳥 徳太郎*

1. はじめに

日本海東縁で発生した地震 (M 7.3-7.8) に伴う津波は、沿岸各地に大きな災害をもたらした。主なものに 1964 年新潟, 1983 年日本海中部, 1993 年北海道南西沖津波がある。歴史的には 1741 年北海道渡島沖, 1804 年秋田県象潟, 1833 年山形県沖津波があげられる。筆者は、これらの津波の規模 (マグニチュード) を震央距離一波高関係図で、広範囲の波高値から判定してきた。1741 年渡島沖津波以降、沿岸での波高累積値の推移から、山形県・新潟県中部沿岸では津波危険度が高い可能性がある (羽鳥, 2001, 2012)。

本稿では、各津波マグニチュードを基準に新潟・山形県沿岸および佐渡を対象に、各地の波高偏差を比較検討する。

2. 波高分布と津波規模

まず、新潟・山形県沿岸における各津波の波高分布を概観し、津波の規模を表すマグニチュード m 値を示す。図 1 に 3 例の津波を取り上げ (1964 年 6 月 16 日新潟, 1983 年 5 月 26 日日本海中部, 1993 年 7 月 12 日北海道南西沖), 沿岸 20km 区間の平均波高の分布を示す (羽鳥, 2012)。

波高は、新潟県沿岸で 2-4m であった。柱状グラフは、各区間での波高 2 乗値を示す。これは遡上する津波エネルギーに近似的に比例し、危険度の指標になる。新潟県東部沿岸が大きく、佐渡の北東部と両津が突出している。

図 2 には、1833 年 (天保 4) 10 月 25 日山形県沖津波の波高分布を示す (羽鳥, 1990)。

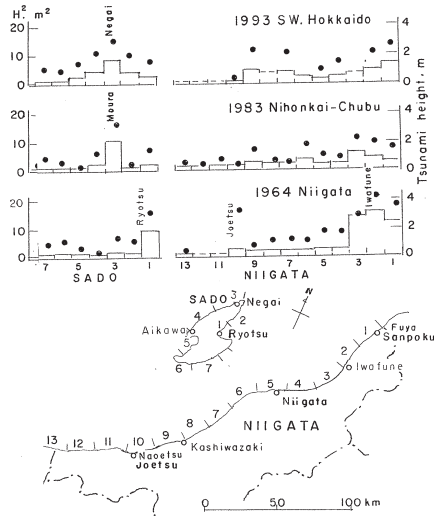


図 1 新潟県沿岸の波高と波高 2 乗値分布 (1964 年新潟, 1983 年日本海中部, 1993 年北海道南西沖津波)

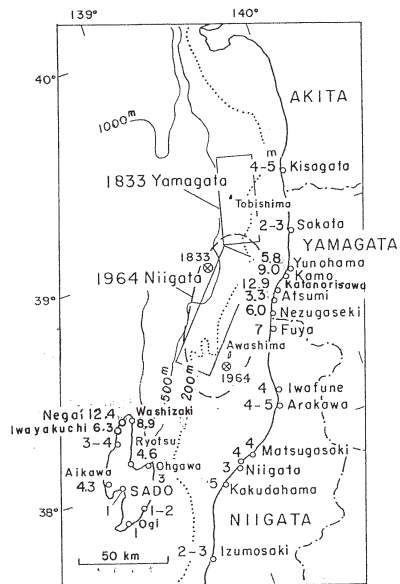


図 2 1833 年天保山形県沖津波の波高分布 (単位: m)

* 元東京大学地震研究所

山形・新潟県境付近の湯野浜～府屋間で、波高は4-8mに推定した。最近、都司・他(2014a)が山形県沿岸の津波高を現地調査したので、主な測定値を示す。例えば、鶴岡市堅苔沢(かたのりざわ)では、当時の津波到達地点に石碑がある。地盤高から津波高は12.9mと信頼度の高い測定値が得られ、突出している。そのほか加茂9.0m、金沢(加茂の北隣)で7.3mが高い。新潟県角田浜では、砂丘の鞍部に遡上して5mとある(大長, 1989)。佐渡北東部では、願(ねがい)で12.4m、鷲崎8.9mが局地的に高い。1741年渡島沖津波では、鷲崎で10.4mに突出している(都司・他, 2014b)。

一方、波源域の断層モデルの解析から(相田, 1989), 1964年新潟津波の波源域(相田・他, 1964)と北部を合わせ、二つの震源面に推定された。最近、断層モデルが再検討された(今井・都司, 2014)。

1面の震源域、長さ160kmを沿岸そいにとり、大きな初期水位の上昇が象潟から鶴岡沖に分布している。地震規模はMw 7.8～8.0と推定された。

1804年(文化1)7月10日の象潟地震は、象潟の湖沼が隆起して干潟になったことが知られている。地震は津波を伴い、地震と津波の複合災害をもたらした。図3には、現地調査による波高分布を示す(羽鳥, 1986)。秋田・山形県境の三森～宮野浦間で、波高は3-5mに達した。震度・津波分布から、波源域は沿岸に沿い60kmと推定される。左上図に、活断層分布を参考に付記した。

以上、各津波マグニチュードは、広域の波高データをもとに $\Delta-H$ 図(図4)から、次のように判定されている。1804年象潟津波 $m = 1.5$, 1833年山形県沖津波 $m = 2.5$, 1964年新潟津波 $m = 2$, 1983年日本海中部津波 $m = 3$, 1993年北海道南西沖津波 $m = 3$ (羽鳥, 1983, 1994)。そのほか、1741年渡島沖津波は $m = 3.5$ と判定され(羽鳥, 1984), 日本海側では最大規模である。

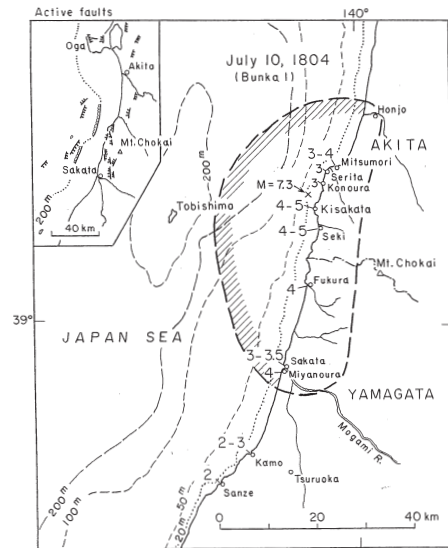


図3 1804年象潟地震津波の波高分布(単位:m)

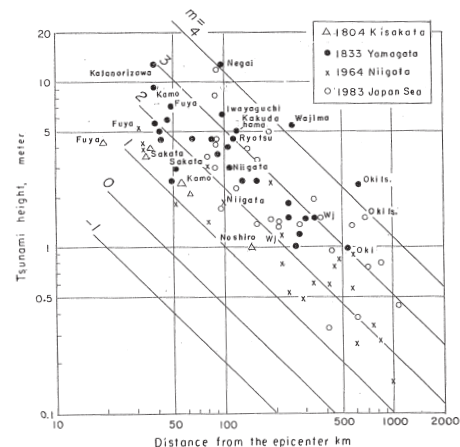


図4 震央距離と波高の関係図・津波マグニチュードで区分

3. 各地の波高偏差

$\Delta-H$ 図において、各津波マグニチュード m 値を基準に、新潟・山形県沿岸の主な地点での波高偏差を図5に示す。ここで波高偏差が m 値の ± 0.5 の範囲内を標準値とみなし、それより大小を区分(波高大一実線, 波高小一破線)して示した。

1964年新潟津波では、府屋・新潟・直江津の波高は標準値に近いが、岩船・酒田は

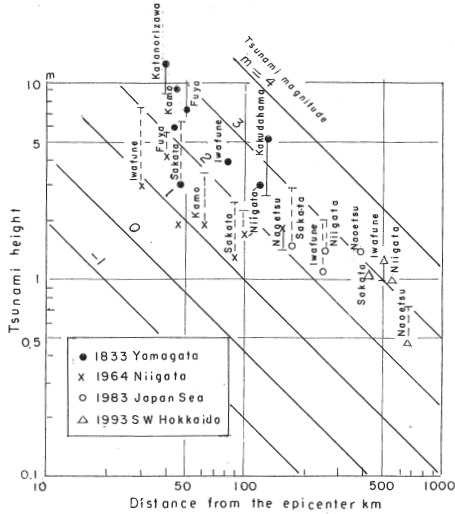


図5 新潟・山形県沿岸各津波の波高偏差

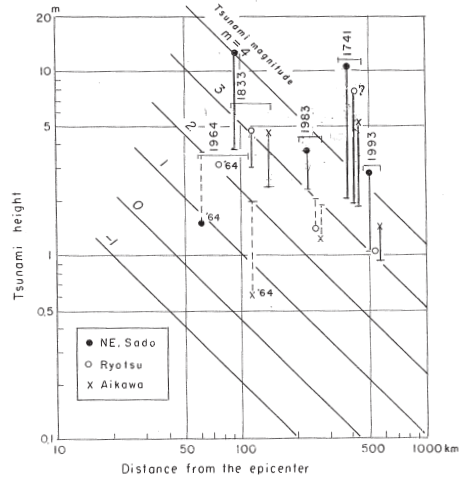


図6 佐渡における各津波の波高偏差

大幅に下回る。1983年日本海中部津波では、直江津の波高は標準的、酒田・岩船は1階級（波高にして約1/2）小さい。1993年北海道南西沖津波では、新潟の波高は標準的、直江津が下回る。1833年山形県沖津波では、鶴岡市堅苔沢が大きい。新潟県岩船・新潟の波高は標準的だが、角田浜では1階級ほど突出している。1804年象潟津波は、酒田・加茂・能代などが標準値である（図4）。

一方、佐渡では1741年渡島沖津波をはじめ、歴史津波の記録が多数収録されている。筆者

（羽鳥，2002）は近年の津波記録を加えて、波高分布を検討してきた。佐渡の現地調査によれば（都司・他，2014b），北東部の岬付近で、1833年山形県沖津波の遡上高は願12.4m、鷲崎8.9mに達し、目立って高い。

図6には、佐渡北東部の願、両津、相川の3地点を対象に、5例の津波の波高偏差を示す。佐渡北東部では、1964年新潟津波を除き、波高値が突出している。波源域が遠方の1741年渡島沖、1993年北海道南西沖では波高が1階級（波高にして約2倍）以上も大きく、屈折作用が顕著である。両津の波高はほぼ標

表1 新潟・山形県沿岸における津波の波高偏差

地名	1741年		1804年		1833年		1964年		1983年		1993年	
	津波高	δH	津波高	δH	津波高	δH	津波高	δH	津波高	δH	津波高	δH
	m		m		m		m		m		m	
山形県												
酒田			3	N	3	L	1.3	L	1.4	L	1.0	N
加茂			2.5	N	9.0	N	1.9	L				
堅苔沢					12.9	H						
鼠ヶ関					5.9	N	1.9	L	0.2	L	0.3	L
新潟県												
府屋			4	L	7	N	4.3	N				
岩船					4	N	3	L	1.1	L	1.3	N
新潟					3	N	1.8	N	1.4	N	1.0	N
角田浜					5	H						
直江津							1.9	N			0.5	L
佐渡												
両津	8?	H			4.6	H	3.1	N	1.4	L	1.1	N
願					12.4	H	1.5	L	3.9	H	3.0	H
相川	5.8	H			4.3	H	0.6	L	1.2	L	1.5	H

δH 波高偏差 H: 波高大, N: 平均的な波高, L: 波高小

準的だが、加茂湖北部の標高 8m 付近に船が
 遡上し、「三艘舟」の地名で呼ばれる伝承（両
 津市教育委員会、1741 年の津波か）がある。
 相川も 1833 年山形県沖と 1741 年渡島沖津波
 の波高偏差が大きい。以上、各地の波高偏差
 を整理して表 1 に示す。

4. むすび

日本海東縁で発生した 5 例の津波を取り上
 げ、津波マグニチュード値を基準に、新潟・
 山形県沿岸および佐渡の主な地点での波高偏
 差を検討した。その結果、1964 年新潟、1983
 年日本海中部、1993 年北海道南西沖津波の
 波高は津波規模にほぼ見合う標準値である。
 しかし、1833 年山形県沖津波では、堅苔沢、
 角田浜と佐渡の願・鷲崎が局地的に突出して
 いる。また、遠方の 1741 年渡島沖、1993 年
 北海道南西沖の津波では、佐渡北東部の波高
 が屈折作用で大きく増幅しており、要注意で
 ある。

参考文献

- 相田 勇・梶浦欣二郎・羽鳥徳太郎・桃井高夫、
 1964、1964 年 6 月 16 日新潟地震にともな
 う津波の調査、地震研究所彙報、Vol.42、
 pp.741-780.
- 相田 勇、1989、天保 4 年の庄内地震による
 津波に関する数値実験、萩原尊礼編著：続
 古地震、東京大学出版会
- 羽鳥徳太郎、1983、1983 年日本海中部地震
 津波の規模および波源域、地震研究所彙報、
 Vol.58、pp.723-734.
- 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、1986、文化元年（1804 年）象潟
 地震の震度および津波調査、地震研究所彙
 報、Vol.61、pp.143-157.
- 羽鳥徳太郎、1990、天保 4 年（1833）山形県
 沖地震とその津波の規模、地震 2、Vol.43、
 pp.227-232.
- 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、2001、秋田県南部～山形県沿岸
 の津波危険度、歴史地震、Vol.17、pp.162-
 168.
- 羽鳥徳太郎、2002、佐渡における津波の屈折
 効果、歴史地震、Vol.18、pp.190-199.
- 羽鳥徳太郎、2012、新潟県～石川県沿岸の津
 波累積エネルギー分布、歴史地震、Vol.27、
 pp.9-14.
- 今井健太郎・都司嘉宣、2014、津波痕跡高分
 布に基づく 1833 年天保出羽沖地震の波源
 再評価、歴史地震研究会（名古屋）講演要
 旨集、p.22.
- 大長昭雄、1989、天保 4 年（1833）の庄内沖
 地震、萩原尊礼編著：続古地震、東京大学
 出版会
- 都司嘉宣・今井健太郎・馬淵幸雄・岡田清宏・
 畔柳陽介・大家隆行・栗本・昌志・木南孝博・
 松岡祐也・佐藤雅美・芳賀弥生・今村文彦、
 2014a、天保 4 年 11 月 26 日（1833 年 12
 月 7 日）出羽沖地震津波の山形県沿岸で
 の津波高分布、津波工学研究報告、Vol.31、
 pp.253-275.
- 都司嘉宣・岩瀬浩之・原 信彦・久保田徹・
 吉田剛次郎・松岡祐也・佐藤雅美・芳賀弥生・
 今村文彦、2014b、寛保元年（1741）渡島
 大島噴火、宝暦 12 年（1762）佐渡近海地震、
 および天保 4 年（1833）出羽沖地震に伴う
 津波の佐渡での浸水標高、津波工学研究報
 告、Vol.31、pp.215-252.