

秋田県南部～山形県沿岸の津波危険度

羽鳥 徳太郎*

1. はじめに

1964年新潟地震以来、日本海東縁での地震活動が顕著であり、1983年日本海中部地震と1993年北海道南西沖地震に伴う津波災害は記憶に新しい。歴史的には大規模な1741年寛保渡島沖津波と1833年天保山形沖津波が知られている。また、青森・秋田県沿岸域には、津波と顕著な地殻変動を伴う地震の被災歴が多数ある。

過去約400年間に、日本海沿岸で受けた津波のエネルギー累積値(波高の2乗累積値)は、渡島半島～津軽間が最大であった(相田、1988;羽鳥、1995)。北海道南西沖地震後、秋田県南部沖が地震の空白域という見方がある(大竹、1993;石川、1994)。本稿では、秋田県南部～新潟県北部間を分割し、歴史津波(1804～1899)と最近101年間(1900～2000)における津波の波高2乗累積値を比べてみる。波高の2乗値は、到来した津波エネルギーに近似的に比例し、累積値分布のパターンは津波危険度の指標になる。沿岸域で受けた津波エネルギーの推移から、危険度の地域差を考察する。

2. 地震と津波の概況

Fig. 1には、1644年本荘地震以降の被害地震と津波を対象に、推定震源と津波波源域の分布を示す。ここで、斜線のものは1900年以降の津波波源域を示し、発生年および地震と津波のマグニチュード M/m を付記した。なお、震央と地震マグニチュード M は主として宇佐美(1996)の地震カタログから引用したが、一部の地震では震度分布の広がりから、筆者が推定した値を示した。例えば、1793年鰯ヶ沢地震のマグニチュードは $M6.9\sim7.1$ とされていたのを $M7.2$ とし(羽鳥、1987)、1804年象潟地震の $M7.0\pm0.1$ は $M7.3$ とした(羽鳥、1986)。

そのほか、震源域が内陸に広がり、津波記録がな

い4個の地震(1644年羽後本荘地震、1780年酒田地震、1894年庄内地震、1914年秋田仙北地震)については震度6の範囲を考慮して推定震源域を示した。このうち、1894年(明治27年)10月22日の庄内地震($M7.0$)は、山形県内で最大の地震災害をもたらし、死者726人にのぼっている。

さて、1804年7月10日(文化元年六月四日)の象潟地震は、象潟海岸で地盤が1.5～2m隆起し、「裏松島」と呼ばれていた景勝地が一夜で干潟に変わったことは知られている。秋田・山形県境付近で地震による死者は400人にのぼり、さらに津波が遡上して複合災害に見舞われた。一方、1833年12月7日(天保四年十月二六日)の山形沖地震は、 $M7.5$ と推定される(羽鳥、1990)大きな規模であった。各地の地震史料から推定すると、両地震の震度分布はFig. 2のようになる。震度6の範囲は、沿岸ぞいに70～80kmにおよぶ。

1833年津波の波源域は、1964年新潟地震の震度・津波分布より北部に片寄っていることから、新潟地震の北側に推定されたが(羽鳥・片山、1977)津波シミュレーションによれば(相田、1989)、波源域はさらに北へ25kmほど伸びている。

Fig. 3には、1833年津波と1983年日本海中部地震津波の死者数分布を示す。1983年津波は死者100人を出し、1833年津波では全体で150人を数える。異例なことは、能登半島の輪島の市街地に遡上して47人にのぼる死者を出した(大長、1989;羽鳥、1999)。また、両津波は遠く隠岐諸島にも浸水被害をもたらしている(都司、1987)。

3. 波高2乗値の分布

男鹿半島南部から新潟北部に至る沿岸を15km間隔で18区画に分け、各区画の平均波高(平均海

* 元東大地震研究所

現在 〒322-0006 埼玉県川口市末広 2-3-13

面上)を遡上高から見積った、波高 2 乗値の分布を以下に示す。

a) 歴史津波 (1800~1899)

Fig.4(左図)には、1804 年象潟地震と 1833 年山形沖地震による津波の波高分布と、各区画の波高 2 乗値の分布(柱状グラフ)を示す。1804 年津波は象潟で 300 軒が流失し、奈曾川河口、付近の関で水田に津波が溢れたとあり、波高が 4~5m に達した。また、酒田では市内に浸水して 3~3.5m と推定された。これらの記録から、津波マグニチュードは $m=1.5$ と格付けられている(羽鳥、1986)。

一方、1833 年山形沖津波は、山形県沿岸で波高が 1964 年新潟地震津波より上回り、湯ノ浜~温海間で最大 7~8m に達した。また、新潟県北部沿岸で 4m あり、各地に浸水被害をもたらした(羽鳥・片山、1977; 大長、1989)。津波マグニチュードは $m=2.5$ と格付けられ、山形県沖で発生した最大規模の津波である。なお、両津波とも秋田~本荘間の史料がないので波高値は推定した。津波シミュレーションによれば(樋渡、他、2001)、1804 年津波の波高は、男鹿半島つけ根(A2 地区)が周辺より大きい。また、1833 年津波の場合も屈折効果で、波線が男鹿南部に集まる(羽鳥、2001)。

以上の取り扱いから、両津波の波高 2 乗値分布は、柱状グラフで示す形になる。2 乗値のピークは、1804 年津波は A7 地区(象潟付近)で 16 m^2 、1833 年津波では Y4 地区(湯ノ浜~温海間)で 36 m^2 となる。

b) 近年の津波 (1900~2000)

Fig. 4(右図)には、各調査報告から引用して 1964 年新潟津波(相田・他、1964)、1983 年日本海中部津波(首藤、1984)、1993 年北海道南西沖津波(首藤、1994)の波高分布を示す。1964 年津波では山北(N1 地区)と岩船(N3 地区)で 4m、局地的に 5m に達し、2 乗値は両地区でピークになる。山形県沿岸の波高は、1.5~2.2m にとどまった。一方、1983 年と 1993 年の津波は 1.5~2m であり、2 乗値の分布パターンにあまり変化はない。

4. 津波エネルギーの累積値分布

秋田県南部~新潟県北部間において、1804 年象潟地震から現在に至る 197 年間(1804~2000)と最近 101 年間(1900~2000)に分け、各区画(15km 間隔)における波高 2 乗値を合計すると Fig. 5 のようになる。197 年間の ΣH^2 は、Y4~N1 区間(山形~新潟県境付近)が大きく、 50 m^2 となり、A3~A5 区間(秋

田~本荘間)は 15 m^2 前後と小さい。

一方、最近 100 年間では(斜線の棒グラフ)、N1 区間(山北付近)がピークで 25 m^2 となり、新潟県側の値が大きい。それに対し、山形県~秋田県南部間は 10 m^2 以下にとどまる。ここで相田(1988)の手法を引用し、波高 2 乗値が一定の速度で増加すると仮定し、最近 100 年間の期待値を計算すると(白抜き棒グラフの 51%)、白丸を点線で結ぶ分布になる。これと、実測値から求めた 100 年間の累積値(斜線の棒グラフ)と比べると、A7~Y5 区間(象潟以南の山形県沿岸)での期待値が、実測値より約 2 倍ほど大きい。半面、新潟県北部沿岸の期待値は、1964 年津波を反映して実測値とほぼ同値になっている。また、A2~A5 区間(秋田県南部)も、実測値との差は小さい。

5. むすび

1804 年象潟地震から現在に至る 197 年間に日本海側で発生した津波を対象に、秋田県南部~新潟県北部間を 15km 区画に分けて、波高の 2 乗累積値分布を示した。

その結果によれば、波高の累積値は山形~新潟県境付近の湯ノ浜~山北間が大きい。一方、最近 100 年間の累積値は新潟県側をピークに、全期間の 1/2 以下にとどまっている。今後地震活動が繰り返されるならば、象潟以南の山形県沿岸では、累積期待値が実測値より 2 倍ほど上回っており、津波危険度が高いことを示唆する。

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、42、741~780。
相田 勇、1988、日本沿岸における津波長期危険度としてのエネルギー累積値分布、地震 2、41、573~581。
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、204~212。
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、165~199。
羽鳥徳太郎・片山通子、1977、日本海沿岸における歴史津波の挙動とその波源域、地震研究所彙報、52、49~70。
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、61、143~157。

- 羽鳥徳太郎、1987、西津軽・男鹿間における歴史地震(1694~1810)の震度・津波調査、62、133-147.
- 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、43、227-232.
- 羽鳥徳太郎、1995、日本海沿岸における津波のエネルギー分布、地震 2、48、229-233.
- 羽鳥徳太郎、1999、能登半島における津波の屈折効果、地震 2、52、43-50.
- 羽鳥徳太郎、2001、男鹿半島における津波の屈折効果、東北大津波工学研究報告、18、105-112.
- 樋渡康子・佐藤魂夫、今村文彦 2001、東北地方日本海沿岸に発生した地震津波の波源と伝播の特徴、第18回歴史地震研究会講演要旨集、25.
- 石川有三、1994、残された空白域、月刊海洋、号外 No. 7 102-107.
- 大竹政和、1993、日本海東縁の大地震の発生系列、日本地震学会講演予稿集、No. 2、p. 37.
- 首藤信夫(代表)、1984、1983年日本海中部地震津波の痕跡高、東北大津波防災実験所報告、1、88-267.
- 首藤信夫(代表)1994、1993年北海道南西沖地震津波の痕跡高、東北大津波工学研究報告、11、1-120.
- 都司嘉宣、1987、隠岐諸島の津波の歴史、月刊地球、9(4)、229-234.
- 宇佐美龍夫、1996、新編日本被害地震総覧、東京大学出版会、493p.

An Estimation of Tsunami Hazard Rate along the South Akita to Yamagata Coasts, the Japan Sea

Tokutaro HATORI

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

In recent years, the Akita to Yamagata coasts have been suffered from the 1983 Nihonkai-Chubu and 1993 SW. Hokkaido tsunamis originated along the eastern margin of the Japan Sea. According to the old documents, the 1804 Kusakata tsunamigenic earthquake(M 7.3) hit the Akita-Yamagata region, and about 400 persons were killed. The tsunami heights were 3-5m (above M. S.L.). The tsunami associated with the 1833 Yamagata-Oki earthquake(M 7.5) ran up 4-8m on the Yamagata coast, and killed about 150 persons. In the present paper, the distribution of cumulative energy, the sum of tsunami mean height squares, for each 15km segment from the South Akita to North Niigata coasts is investigated for the periods from 1900-2000 and 1804-1899.

The result shows that the largest cumulative value, ΣH^2 , during the whole period in neighboring boundary between Yamagata and Niigata Prefectures. For the recent 100-year, the observed value in the Niigata and South Akita coasts reached the expected value calculated from the mean rate of energy accumulation. On the contrary, the expected value on the Yamagata coast is about twice larger than the observed value, suggesting the relatively high tsunami risk.

Key words: Tsunami height distributions along the S. Akita to Yamagata coasts.
Cumulative tsunami energy.

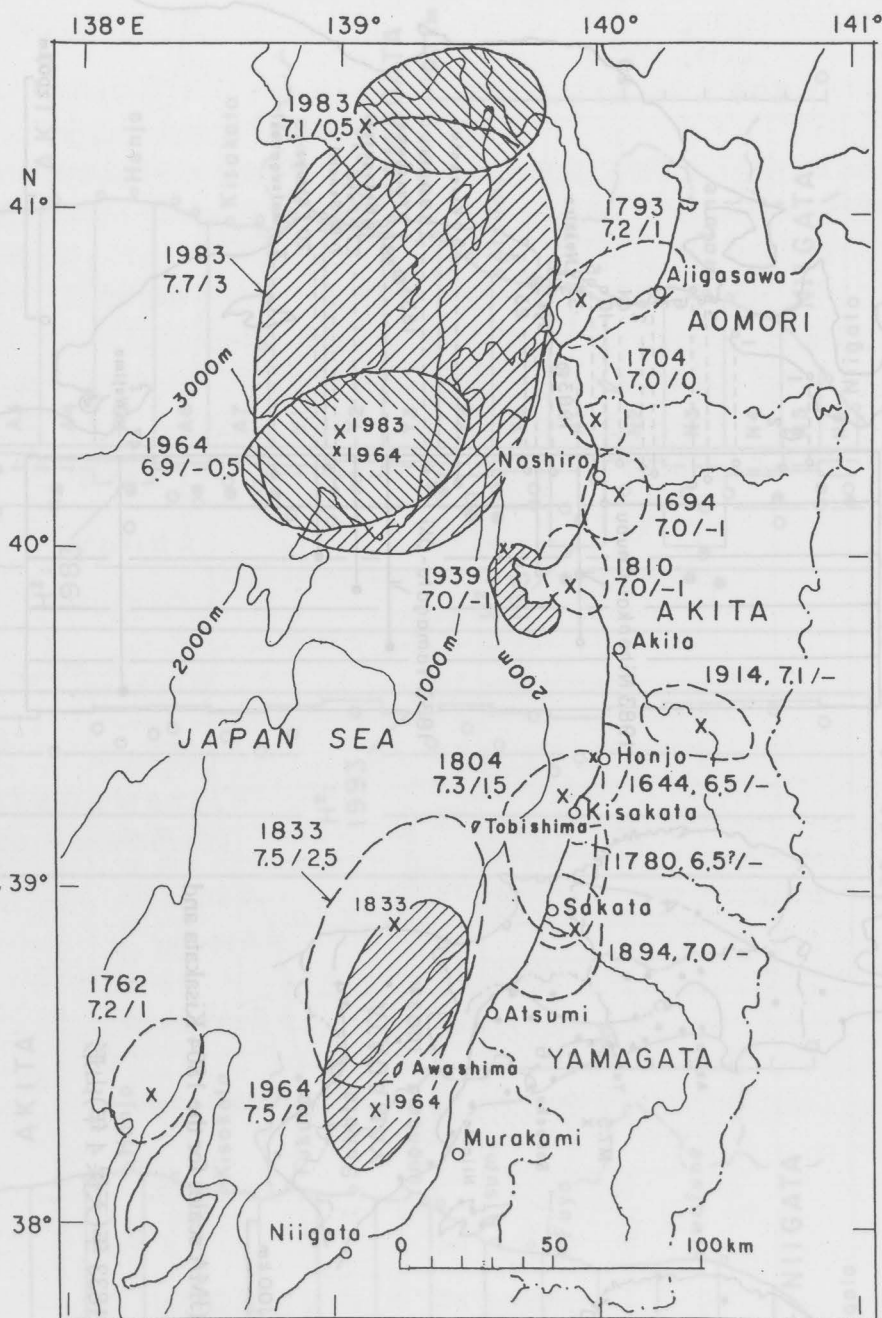


Fig.1. Location of the source areas of earthquakes and tsunamis striking Aomori to Yamagata Prefectures, during 1644-2000. The occurring years, earthquake and tsunami magnitudes, M/m are also shown. The hatching sources indicate the tsunamis generated since 1900.

図 1 地震の推定震源域と津波波源域の分布 (1644~2000 年)
発生年に地震と津波のマグニチュード M/m を示す

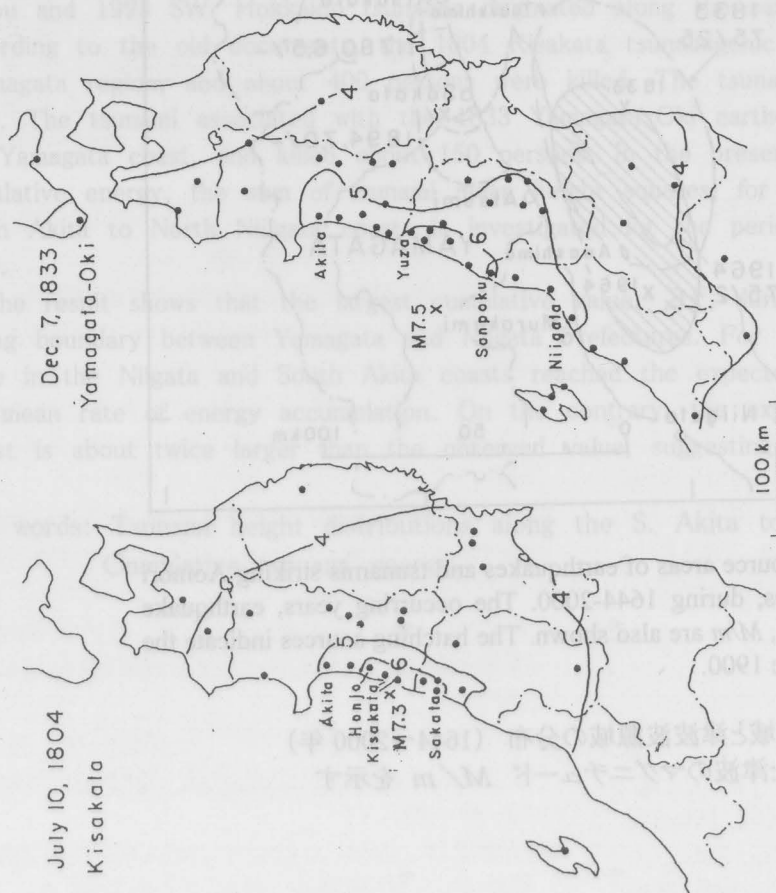


Fig. 2. Distributions of seismic intensity (JMA scale) for the 1804 Kisakata and 1833 Yamagata-Oki earthquakes.

図 2 1804 年(文化元年)象潟地震と 1833 年(天保 4 年)山形沖地震の震度分布

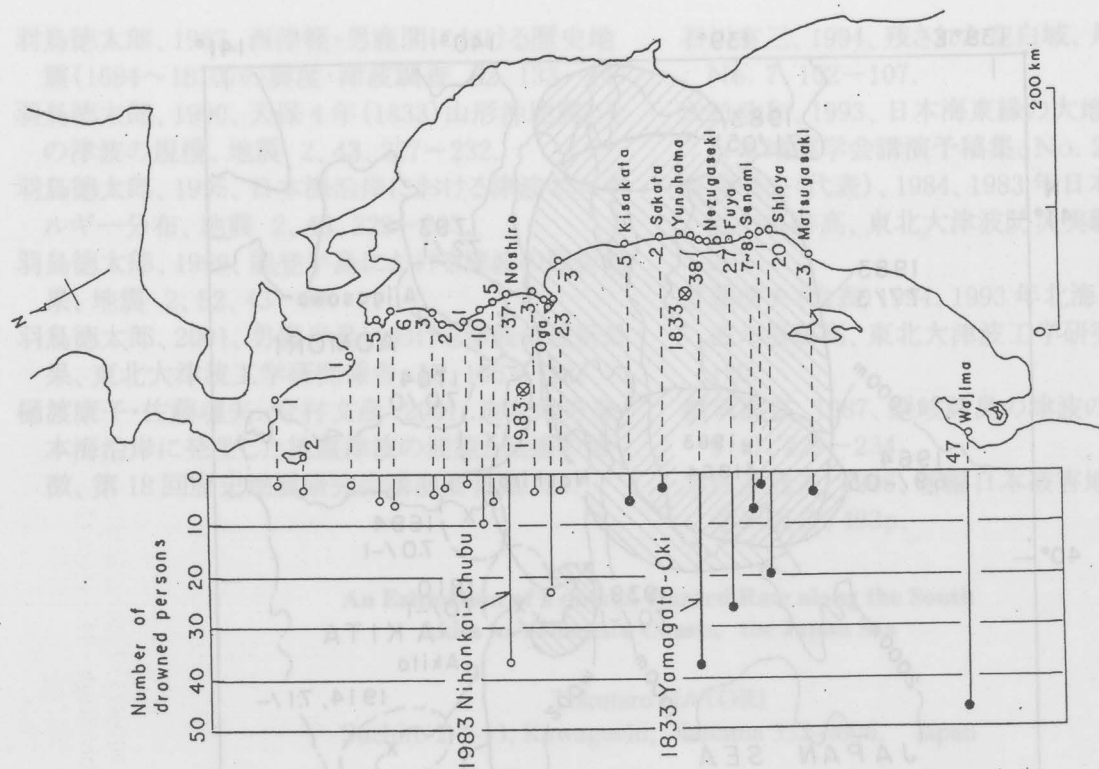


Fig. 3. Distribution of the number of persons drowned by the 1833 Yamagata-Oki and the 1883 Nihonkai-Chubu tsunamis.

図 3 1833 年山形沖津波と 1883 年日本海中部地震津波による死者数分布

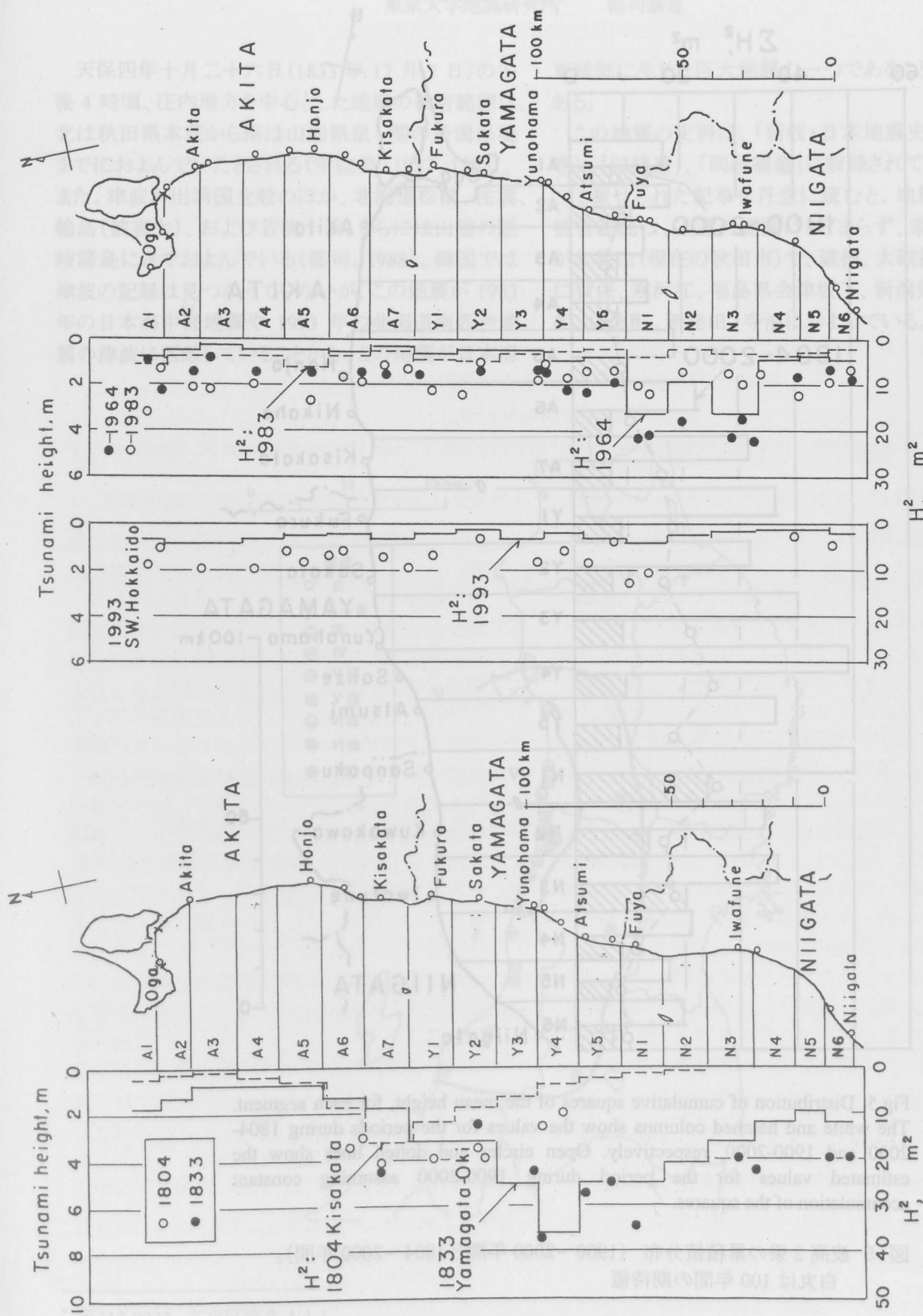


Fig.4. Distributions of tsunami heights (open and closed circles) and squares of the mean height, H^2 (columns). Left: The 1804 Kisakata and 1833 Yamagata-Oki tsunamis. Right: The 1964 Niigata, 1983 Nihonkai-Chubu and SW Hokkaido tsunamis..

図 4 波高分布と平均波高の 2 乗値分布。左図：1804 年象潟、1833 年山形沖津波
右図：1964 年新潟、1983 年日本海中部、1993 年北海道南西沖波

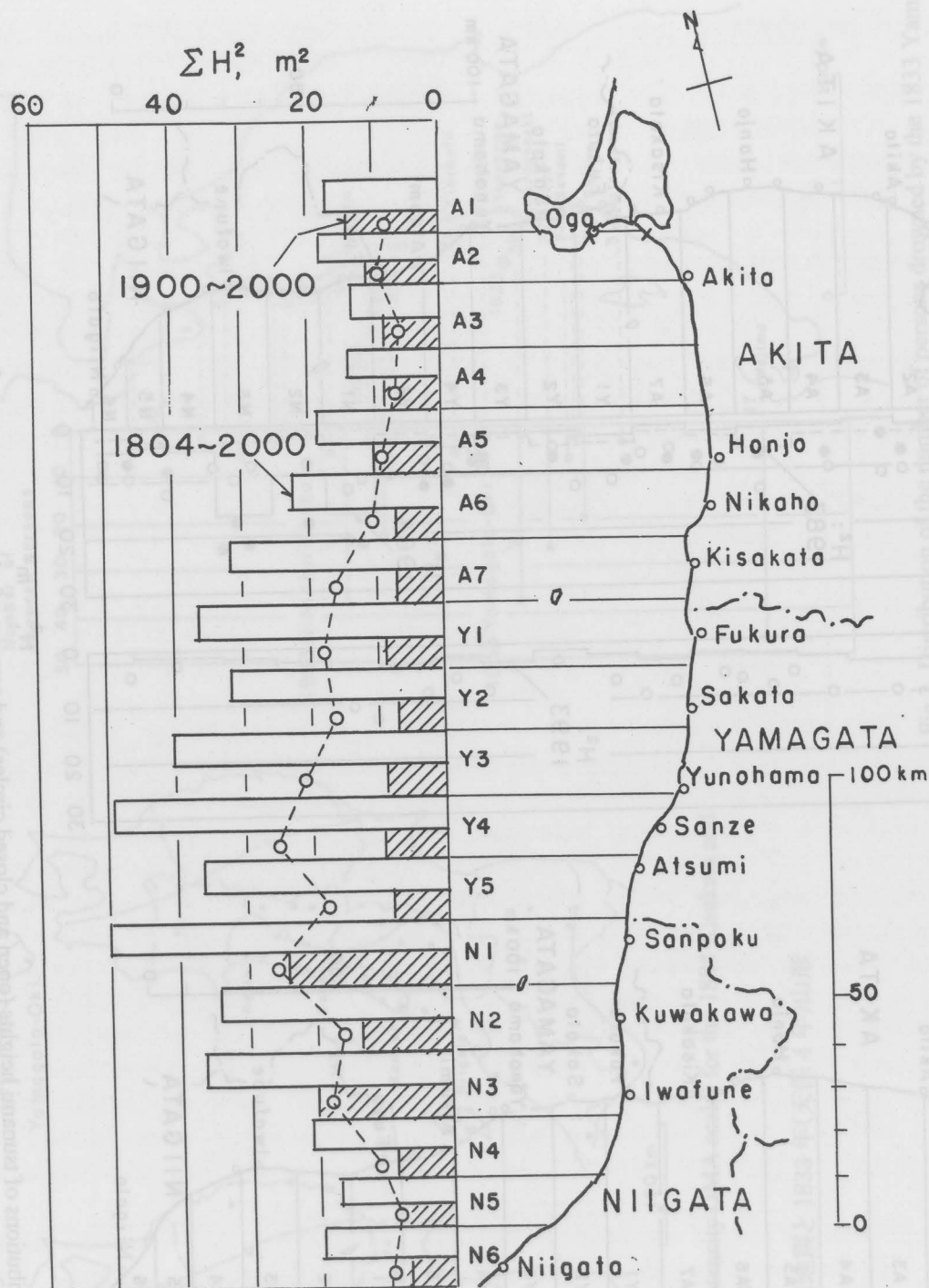


Fig.5. Distribution of cumulative squares of the mean height, for each segment. The white and hatched columns show the values for the periods during 1804-2000 and 1900-2000, respectively. Open circles and dotted lines show the estimated values for the period during 1900-2000 assuming constant accumulation of the squares.

図 5 波高 2 乗の累積値分布 (1900~2000 年間と 1804~2000 年間)。
白丸は 100 年間の期待値