

## 日本海で発生した津波のソ連と韓国における波高分布

羽鳥 徳太郎\*

(平成3年4月23日受理)

### 要 旨

1940年積丹沖津波、1964年新潟津波および1983年日本海中部津波など、ソ連と韓国での検潮記録を用い、日本海で発生した津波の各沿岸域における波高分布の特徴を詳しく調べた。韓国での津波の波高は、そのマグニチュードを約2階級ほど上回るものに対応する。同じく沿海州テチュヘ付近での津波の波高は、そのマグニチュードの割に大きくなる傾向がある。逆にテチュヘ以北の沿海州およびサハリンの沿海域での波高は、小さくなることが多い。

さらに過去250年間(1741~1990)に、日本海で発生した津波の各沿岸域における波高の2乗累積値分布を調べた。その結果によれば、この期間に全津波エネルギーの約69%が日本の沿岸に、約20%が朝鮮半島の沿岸域に、そして約11%がソ連の沿岸域に到達したことになる。

### 1. はじめに

1983年日本海中部地震による津波が、日本沿岸をはじめ、韓国東海岸に多大な被害を及ぼしたことは記憶に新しい。この津波において、ソ連側でも沿海州で死傷者のでたことが報道されたが、検潮記録などその挙動に関する情報が著しく不足していた。今回、この日本海中部地震津波をはじめ、1940年積丹沖津波、1964年新潟津波など、沿海州とサハリンにおける検潮記録が多数入手できたので、韓国での検潮記録(都司・他、1984、1985a)とあわせて、日本海周辺沿岸域における津波の伝播時間・波高分布を詳しく解析した。また、これら韓国、ソ連で観測された津波の波高が、これまで日本の観測データからのみ見積もられていたその津波マグニチュードに、実際相当したものであったかどうかを調べてみる。

いっぽう、日本海で発生した大規模な歴史津波には、1741年(寛保1年)北海道渡島大島津波(羽鳥、1984b)と1833年(天保4年)山形沖津波(羽鳥、1990)などがあげられる。このうち韓国では、1741年津波による被災記録が見出されている(都司・他、1984、1985a)。また、1833年津波もその規模からみて、韓国・ソ連に被害を及ぼした可能性が高い。これら歴史津波の高さの推定値を補足し、過去250年間(1741~1990)に、日本海で発生した津波の日本、韓国およびソ連の各沿岸域における最大波高の2乗累積値を求め、これら沿岸域にどのような割合で分布したのかを考察した。波高の2乗値は、日本沿岸を対象とした解析(相田、1988)で示されたように、津波のエネルギーに近似的に比例する量であり、その累積値はある期間の津波危険度の指標になる、と考えられるからである。

\* 元地震研究所所属、現在 埼玉県川口市末広 2-3-13 〒332

## 2. 検潮記録

Fig. 1 に、今回解析の対象とした津波の波源域、その発生年、地震と津波のマグニチュード ( $M/m$ )、およびソ連の検潮所分布を示す。以下に示す検潮記録は、ユジノ・サハリンスクの海洋地質地球物理研究所 (IMGG) Dr. Khen Sen KIM (金 賢善博士) から提供されたものの一部である。

Fig. 2 は、サハリン (左側) および沿海州 (右側) における 1983 年日本海中部地震の検潮記録である。振幅はみな同一スケールで示され、また時刻は日本時間で表わされている。いずれの記録にも、周期 10 分前後の高周波成分がみられる。とくにドナヤ・プリスタン (テチュヘ) では、全振幅 138 cm にも達する最大波が観測されているのが特徴的である。

Fig. 3 は、1940 年積丹沖津波、1964 年新潟津波および日本海中部地震の余震 (6 月 21 日)

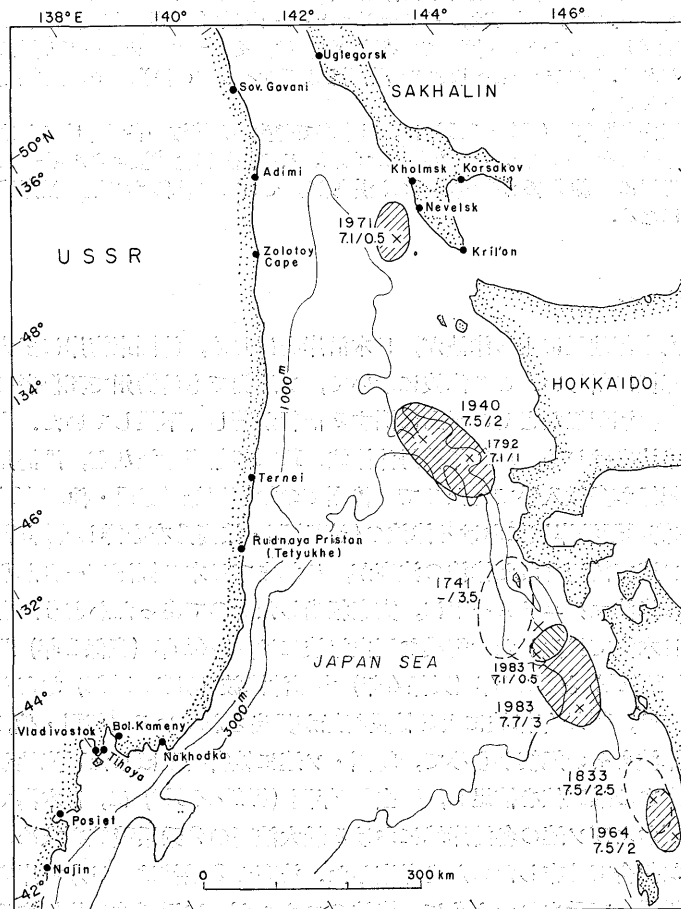


Fig. 1. Distributions of the tsunami sources and tide-gauge stations in the USSR. The generating years, earthquake magnitudes,  $M$ , and tsunami magnitudes on the Imamura-Iida scale,  $m$ , are also indicated.

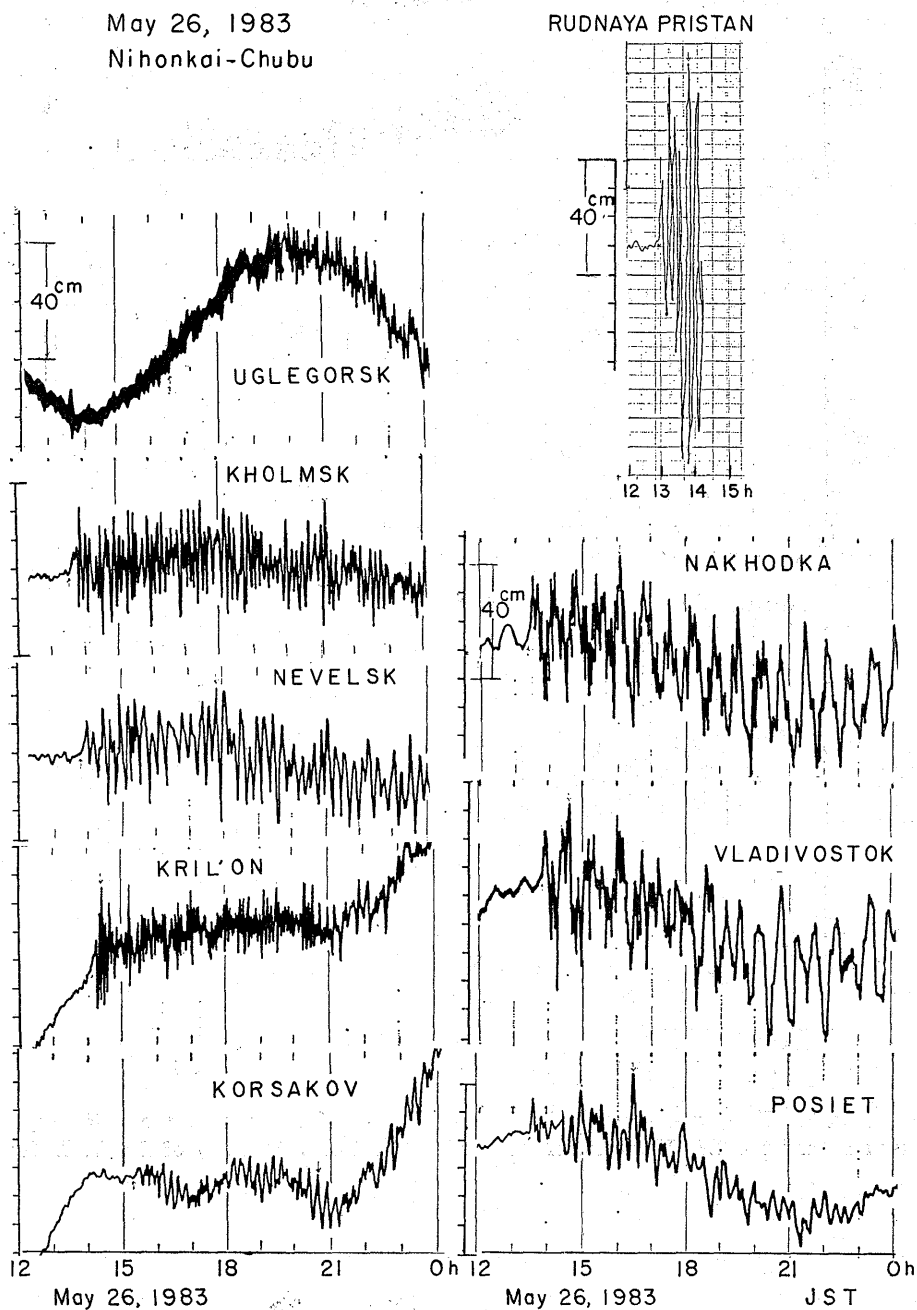


Fig. 2. Tide-gauge records of the 1983 Nihonkai-Chubu tsunami in the USSR (Courtesy of Dr. K. S. Kim).

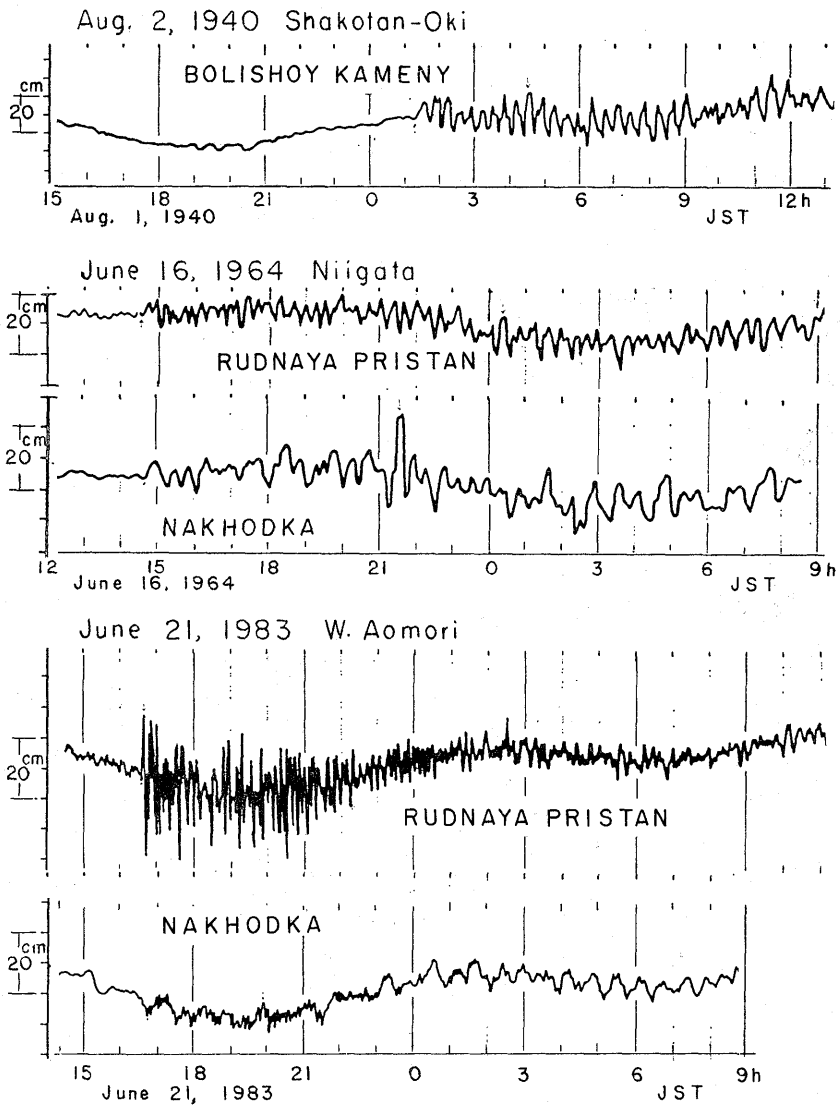


Fig. 3. Tide-gauge records of the 1940 Shakotan-Oki tsunami, the 1964 Niigata tsunami and the 1983 West Aomori tsunami in the USSR (Courtesy of Dr. K. S. KIM).

Table 1. The Nihonkai-Chubu (Japan Sea) tsunami ( $m=3$ ) of 12:00 (JST), May 26, 1983, as recorded by tide-gauges of the USSR and Korea.

| Tide station                  | Initial wave |     |      | Maximum wave |        |    |              |     |
|-------------------------------|--------------|-----|------|--------------|--------|----|--------------|-----|
|                               | Travel time  |     | Rise | Period       | $\tau$ |    | Double ampl. | $H$ |
|                               | h            | m   | cm   | min          | h      | m  | cm           | cm  |
| <b>USSR</b>                   |              |     |      |              |        |    |              |     |
| Sakhalin:                     |              |     |      |              |        |    |              |     |
| Korsakov                      | 3            | 15  | 4    | 12           | 5      | 20 | 19           | 10  |
| Kril'on                       | 2            | 08  | 12   | 10           | 0      | 15 | 41           | 24  |
| Nevelsk                       | 1            | 48  | 11   | 10           | 4      | 10 | 47           | 22  |
| Kholmsk                       | 1            | 35  | 9    | 8            | 7      | 30 | 43           | 22  |
| Ulegorsk                      | 4            | 30? | 7    | 20           | 9      | 10 | 21           | 15  |
| Primorskiy:                   |              |     |      |              |        |    |              |     |
| Zolotoy Cape                  | 2            | 30  | 6    | 8            | 1      | 00 | 20           | 8   |
| Rudnaya Pristan<br>(Tetyukhe) | 0            | 55  | 21   | 10           | 0      | 50 | 138          | 61  |
| Nakhodka                      | 1            | 20  | 20   | 10           | 2      | 40 | 59           | 33  |
| Tihaya Harbor                 | 1            | 45  | 25   |              |        |    |              |     |
| Vladivostok                   | 1            | 50  | 16   | 18           | 0      | 50 | 65           | 26  |
| Posiet                        | 1            | 30  | 11   | 15           | 3      | 00 | 31           | 23  |
| <b>Korea</b>                  |              |     |      |              |        |    |              |     |
| Ullung-Do                     | 1            | 17  | 10   | 8            | 0      | 20 | 126          | 54  |
| Sogcho                        | 1            | 43  | 24   | 10           | 2      | 19 | 158          | 97  |
| Mugho                         | Scale out    |     |      |              |        |    | >250         | 170 |
| Pohang                        | 2            | 20  | 5    | 18           | 3      | 40 | 57           | 30  |
| Ulsan                         | 2            | 20  | 11   | 45           | 3      | 10 | 42           | 21  |

$H$ : Tsunami height above ordinary tides.

$\tau$ : Time interval between the arrival of front and maximum wave.

による津波記録である。この余震による津波の波高は、日本では渡島半島の吉岡で最大となり、全振幅 98 cm に達した (羽鳥, 1984a)。

Table 1 に、日本海中部地震津波のソ連と韓国での検潮記録からの読み取り値を示す。なお、韓国の記録はすでに報告されているが、(気象庁, 1984; 都司・他, 1984), ここでは筆者が原寸の記録であらたに読み直した値である。また Table 2 には、そのほか 4 津波の記録読み取り値を示す。1940年積丹沖津波に関しては北海道、ネベルスク (本斗), ナチン (羅津) の記録が報告されているが (宮部, 1941), ここではそれに加えてムクホ (墨湖) とボリショイ・カメニでの記録を示す。なお、テチュヘでの記録は目視によるもの (SOLOVIEV and Go, 1985) である。1964年新潟津波に関しては、ここで示した記録のほかにも多数得られており (SOLOVIEV and MILITEEV, 1968), その読み取り値をあわせて示す。そのほか、1971年サハリン南西沖津波に関してもソ連の報告がある (SOLOVIEV, 1978)。日本側でのこの津波の波高は、北海道の岩内での 60 cm が最大全振幅値であった (羽鳥, 1972)。

Table 2. The element data of the initial and the maximum waves of tsunamis, as recorded by tide-gauges of the USSR and Korea.

| Tide station   | Initial wave |      |      | Maximum wave |        |    | Ref.   |              |        |
|--|--------------|------|------|--------------|--------|----|--------|--------------|--------|
|  | Travel time  |      | Rise | Period       | $\tau$ |    |        | Double ampl. | $H$    |
|  | h            | m    | cm   | min          | h      | m  |        | cm           | cm     |
| <b>Shakotan-Oki Tsunami (<math>m=2</math>), 0: 08 (JST), Aug. 2, 1940</b>    |              |      |      |              |        |    |        |              |        |
| Nevelsk  | 1            | 09   | 24   | 18           | 0      | 45 | 110    | 35           | 1)     |
| Tetyukhe   | (0           | 43)* |      |              |        |    | (350)* |              | 2)     |
| Bolshoy Kameny   | 1            | 10   | 8    | 20           | 3      | 00 | 25     | 18           | 3)     |
| Najin  | 1            | 32   | 8    | 20           | 7      | 30 | 48     | 32           | 1)     |
| Mugho  | 1            | 45   |      | 7~8          |        |    | 120    |              | 4)     |
| <b>Niigata Tsunami (<math>m=2</math>), 13: 01 (JST), June 16, 1964</b>       |              |      |      |              |        |    |        |              |        |
| Korsakov   |              |      |      |              |        |    | (4)    |              | 5)     |
| Kril'on  |              |      |      |              |        |    | (4)    |              | 5)     |
| Nevelsk  |              |      |      |              |        |    | 6      |              | 5)     |
| Kholmsk  |              |      |      |              |        |    | 7      |              | 5)     |
| Adimi  | 2            | 16   | 2    | (80)         | 6      | 53 | 6      | 3            | 5)     |
| Ternei   |              |      |      |              |        |    | 12     | 6            | 5)     |
| Rudnaya Pristan<br>(Tetyukhe)  | 1            | 30   | 4    | 10           | 9      | 50 | 13     | 7            | 3), 5) |
| Nakhodka   | 1            | 40   | 5    | 30           | 6      | 45 | 29     | 20           | 3), 5) |
| Vladivostok  | 2            | 30   | 3    | 30           | 8      | 50 | 40     | 22           | 5)     |
| Posiet   | 2            | 10   | 3    | 20           | 5      | 10 | 12     | 6            | 5)     |
| <b>Sakhalin Tsunami (<math>m=0.5</math>), 3: 35 (JST), Sept. 6, 1971</b>     |              |      |      |              |        |    |        |              |        |
| Korsakov   | 2            | 27   |      | 7~10         |        |    | 40     |              | 6), 7) |
| Kril'on  | 0            | 42   |      | 8            |        |    |        | 20           | 7)     |
| Nevelsk  | 0            | 13   |      | 10~18        |        |    | 80     |              | 6), 7) |
| Kholmsk  | 0            | 17   |      | 7~12         |        |    | 73     |              | 6), 7) |
| Sov. Gavani  | 1            | 12   |      | 10           |        |    |        | 4            | 7)     |
| Adimi  | 0            | 45   |      | 5            |        |    |        | 4            | 7)     |
| <b>West Aomori Tsunami (<math>m=0.5</math>), 15: 25 (JST), June 21, 1983</b> |              |      |      |              |        |    |        |              |        |
| Rudnaya Pristan<br>(Tetyukhe)  | 1            | 05   | 19   | 10           | 0      | 04 | 45     | 19           | 3)     |
| Nakhodka   | 1            | 15   | 4    | 35           | 3      | 00 | 10     | 5            | 3)     |

$m$ : Tsunami magnitude of Imamura-Iida scale.  $H$ : Tsunami height above ordinary tides.  $\tau$ : Time interval between the arrival of front and maximum wave.

\* Visual observation.

Ref: 1) 宮部 (1941). 2) SOLOVIEV and Go (1985). 3) Present paper. 4) 都司・他 (1984, 1985a). 5) SOLOVIEV and MILITEEV (1968). 6) 羽鳥 (1972). 7) SOLOVIEV (1978).

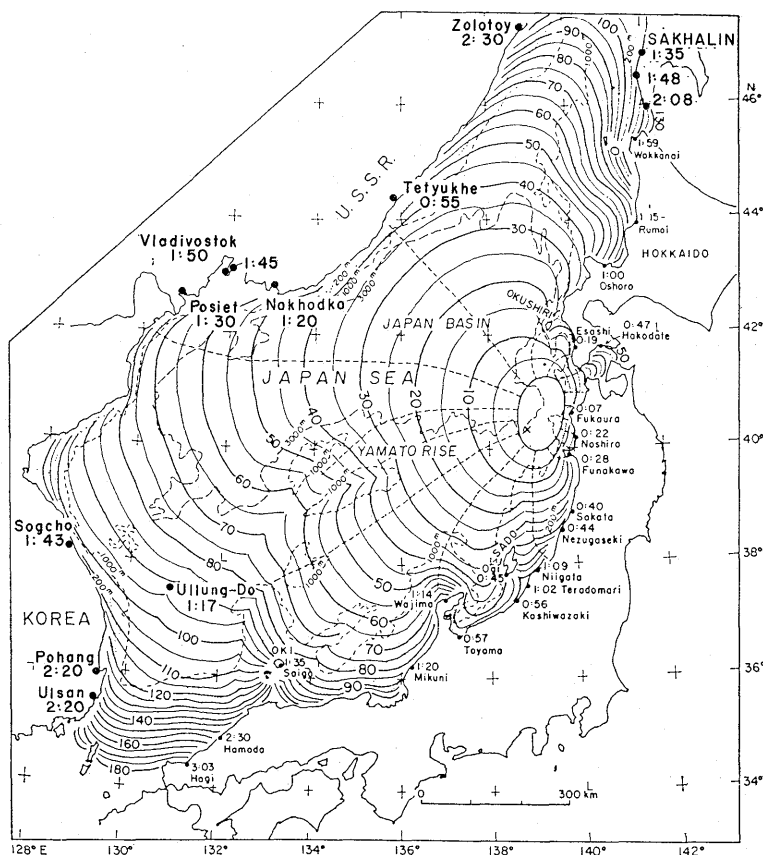


Fig. 4. Refraction diagram of the 1983 Nihonkai-Chubu tsunami. Travel times (h, m) to the USSR and Korean coasts are also shown.

### 3. 津波の伝播時間と波高分布

Fig. 4 は、さきに筆者 (羽鳥, 1983) が作製した日本海中部地震津波の伝播図に、ソ連と韓国における実際の津波の伝播時間を書き加えたものである。伝播図と観測値とを比べると、ウルルン島 (ウツリョウ島) 付近でかなり違いがあるが、その他の地点ではよい一致を示している。1940年積丹沖津波と1964年新潟津波についても、実際の津波伝播時間は、伝播図 (HATORI, 1965, 1969) によるものとよく一致した。Fig. 5 は、各津波の伝播時間の分布を示す。沿海州の伝播時間は、地震後早いところで1時間以内、韓国では1時間以後になる。

遼上高のデータを加え、各津波の波高分布を Fig. 6 に示す。韓国に次いで、沿海州チチュヘ付近の波高が特に大きい。また、1940年積丹沖津波の波高と比べ、1964年新潟津波の波高は、沿海州で著しく小さい。なお、韓国での新潟津波の検潮記録は、釜山で 30 cm の波高があったが (都司・他, 1985a), 他地点の報告はない。サハリンでは、1940年積丹沖津波と1971年サハリン南西沖津波が 1~2 m に達して局地的に遼上したが、そのほか

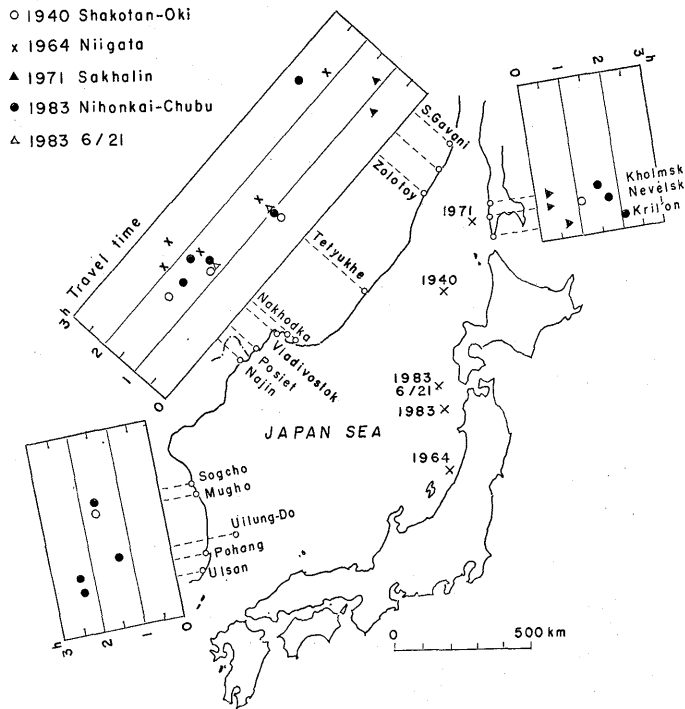


Fig. 5. Travel times to the USSR and Korean coasts for each of the Japan Sea tsunamis.

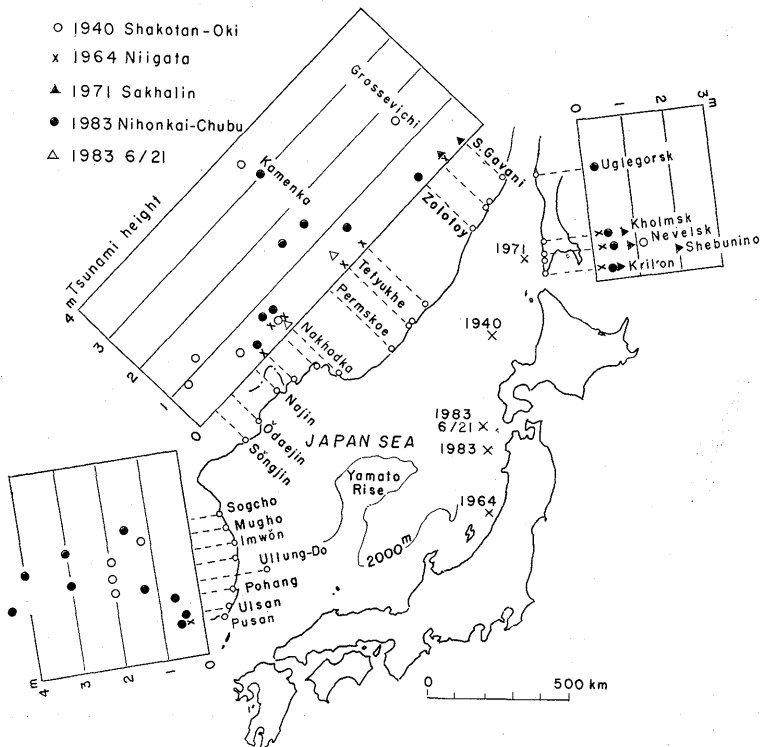


Fig. 6. Distribution of tsunami heights for each of the Japan Sea tsunamis.



の津波はいずれも 1 m 以下の波高にとどまった。

4. 津波マグニチュードからの偏差

つぎにソ連と韓国で観測された各津波の波高が、日本側の観測データだけから見積もられていた(羽鳥, 1986), その津波マグニチュード(今村・飯田スケール)に実際相当するものであったか、どうかを調べてみよう。Fig. 7 の横軸は、震央から各観測点までの海洋上の最短距離、縦軸は各検潮記録上の津波の最大全振幅値である。また、図中の縦線は、

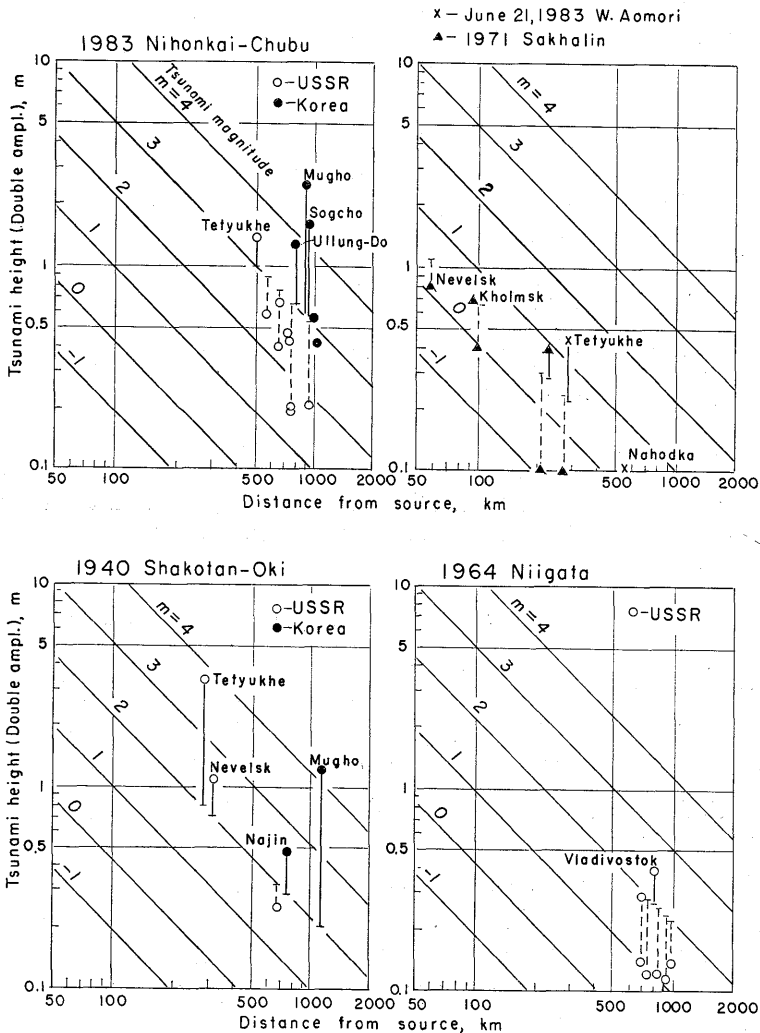


Fig. 7. Tsunami heights (double amplitude of the maximum wave) versus distance between station and epicenter are plotted on the diagram of tsunami magnitude scale (HATORI, 1986). The bars show tsunami height deviations from the average tsunami magnitudes (solid lines: up, broken lines: down).

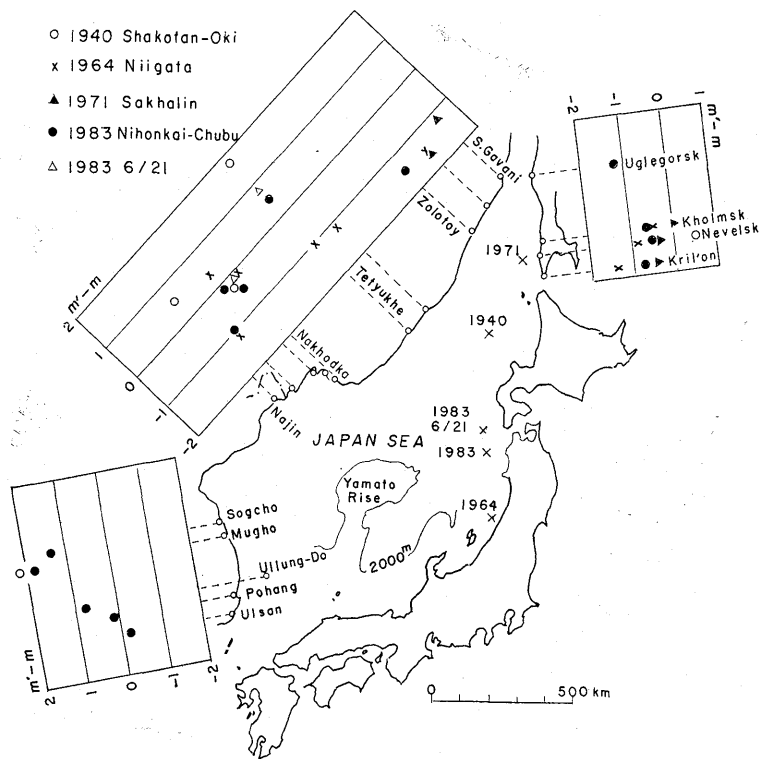


Fig. 8. Distribution of  $m' - m$ , where  $m'$  is the tsunami magnitude estimated for the observation station and  $m$  is the average magnitude.

各観測点での津波の波高が、そのマグニチュードから予想されるものと比べ、どれだけ上回ったか（実線）、あるいは下回ったか（破線）を示している。

Fig. 8 は、各津波に対するマグニチュードの地理的偏差値  $m' - m$  の分布を示す。ここで  $m'$  は、韓国とソ連の各検潮所で観測された津波の波高から、Fig. 7 を用いて求めた津波マグニチュード値、 $m$  は日本側のデータで見積もられた津波のマグニチュードである。この結果によれば、韓国においてはムクホ（墨湖）付近での  $m'$  が  $m$  を 2 階級（波高にして 4.5 倍）ほど上回るが、南部に向ってその差は小さくなる。沿海州においては、ナトカ付近で  $m' \approx m$ 、テチュヘ付近で  $m' > m$ 、それ以北では  $m' < m$  となる。またサハリンでは、 $m' < m$  となる場合が多い。

韓国の臨院（イムオン）付近（ムクホの南部）で津波が高くなる理由は、日本海中央部に横たわる大和堆が「レンズ効果」のためとする見方が一般的である。しかし、大和堆付近の海域を平らな、深さ 3000 m の海域に置換えた数値実験によれば、朝鮮半島と山陰地方の波高が、大和堆がある場合よりむしろ高くなるとの指摘がある（都司・小西，1985b）。この現象は、日本海が湖のように閉ざされた形状であること、また津波の指向性の効果が考えられるが、定量的な検証が必要であろう。

## 5. 沿岸域の波高の2乗累積値

日本海で発生した津波のうち、最大級の1741年(寛保1年)渡島大島津波は、渡島半島西岸で2,000人にのぼる水死者を出した。熊石で9mの波高に達し、その津波マグニチュードは $m=3.5$ と推定されている(羽鳥, 1984b)。また、最近見出された被災記録によると、このとき韓国東海岸では3~4mの波高があったという(都司・他, 1984, 1985a)。

次いで大規模なものに、1833年(天保4年)山形沖津波がある。水死者は150人を数え、山形県沿岸での波高は5~8mに達した。波源から遠く離れた能登の輪島でも津波は市内に溢れ、5.3mの波高が測定された(羽鳥, 1984c)。また隠岐でも浸水被害に見舞われ、2~2.6mの波高があった(都司, 1987)。その津波マグニチュードは $m=2.5$ と推定されているが、ソ連と韓国側での記録はまだ見出されていない。そのほか1694~1810年の間に、青森県~山形県沿岸付近で5回ほど津波が発生しているが、津波マグニチュードが $m<1$ であったことを考えると、周辺域に影響を与えた可能性は少ないものと思われる。

過去250年間(1741~1990)に、日本海で発生した津波について、周辺沿岸域の6地点

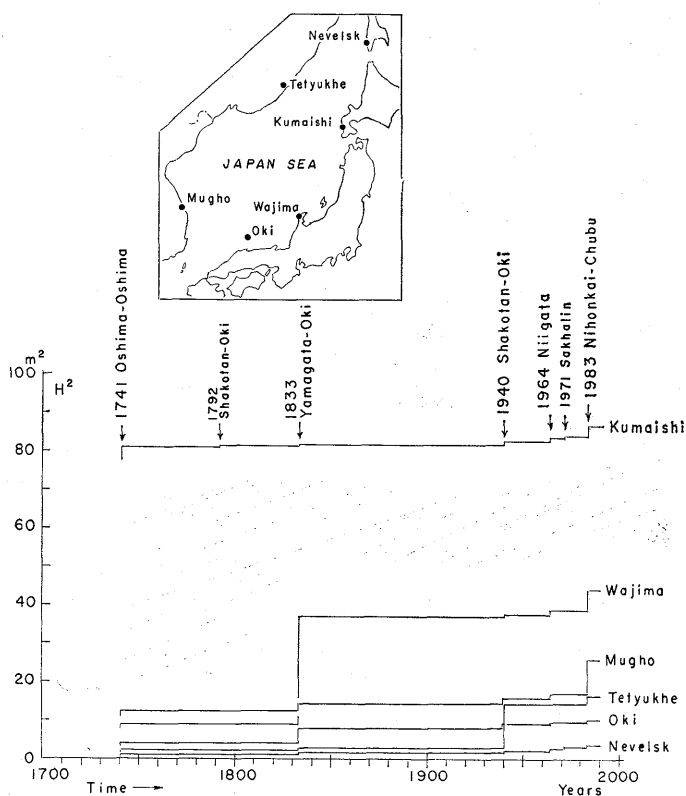


Fig. 9. Time-variation of the squares of tsunami heights at the principal stations.

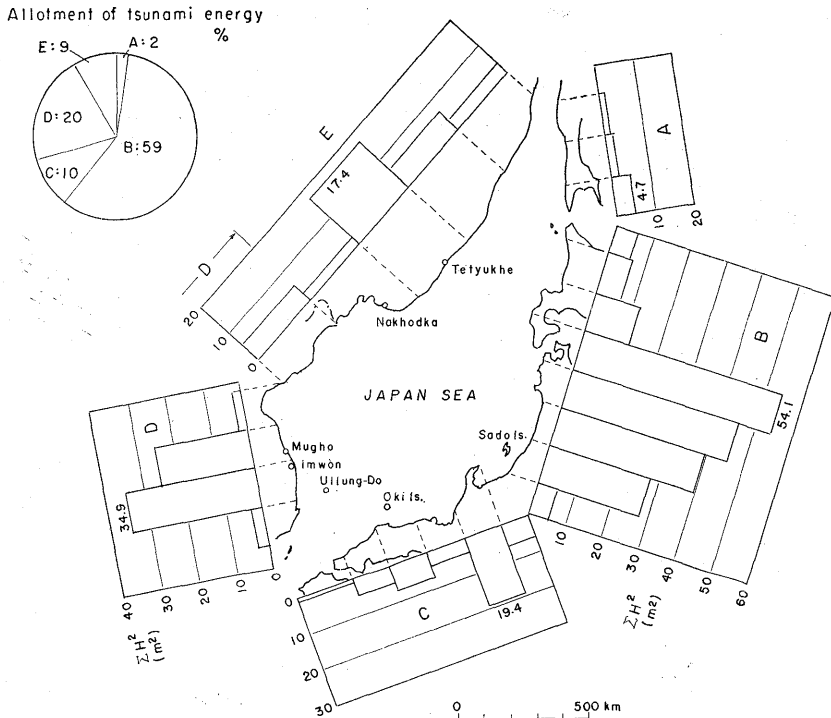


Fig. 10. Comparison of cumulative tsunami energy in Japan (AIDA, 1988, revised) and that in the USSR and Korea during the last 250 years, 1741~1990. Percentage of energy distribution (Upper left).

における波高の2乗累積値を調べてみると、Fig. 9 のようになる。図中の矢印は、各津波の発生年を示している。ここで、歴史津波の各地における波高は、近年の津波データから判断して、1741年渡島大島津波ではテチュヘで2 m、1833年山形沖津波ではムクホで1.5 m に達したと推定する。また、それ以外の沿海州・韓国沿岸域における両津波の高さは、0.5~1 m として取扱った。以上の推定値を含むが、この累積値の大きさは熊石で群を抜いており、以下輪島、ムクホ、テチュヘ、隠岐、ネベルスクの順になる。太平洋側と比べ、日本海の津波発生件数が少ないので、累積値の勾配はかなり緩いパターンになっている。

過去250年間に日本海で発生した津波を対象に、沿岸を150 kmの区間に分け(沿海州は300 kmにとる)、波高の2乗累積値分布をみると、Fig. 10 のようになる。なお、日本沿岸における波高の2乗累積は、相田(1988)のデータから150 km区間に換算して示した。図にみられるように、韓国における累積値の総量は、西日本(北陸~山陰)におけるものより大きい。また、沿海州における累積値は、テチュヘ付近で最大となる。

以上の解析をまとめると、Fig. 10 左上図に示す結果を得る。これによると、過去250年間に日本海で発生した津波の全エネルギーのうち、約69%が日本沿岸域に、約20%が朝鮮半島の沿岸域に、そして約11%がソ連の沿岸域に到達したことになる。

## 6. むすび

ソ連と韓国で得られた1940年積丹沖津波、1964年新潟津波および1983年日本海中部地震津波などの検潮記録を用いて、日本海沿岸域における津波の波高分布の特徴を調べた。韓国での津波の波高は、そのマグニチュードを2階級ほど上回ったものに対応する。同じく沿海州テチュヘ付近の津波の波高は、そのマグニチュードの割に大きくなる傾向がある。逆に、テチュヘ以北の沿海州およびサハリンの沿岸域における津波の波高は、そのマグニチュードの割に小さくなることが多い。

過去250年間(1741~1990)に、日本海で発生した津波についてみると、韓国における津波の波高の2乗累積値は、北陸~山陰間におけるものより大きくなり、また沿海州における累積値はテチュヘ付近で最大となる。その結果によれば、250年間に日本海で発生した津波の全エネルギーのうち、約69%が日本の沿岸域に、約20%が朝鮮半島の沿岸域に、そして約11%がソ連の沿岸域に到達したことになる。以上のように長期間の津波データにより、韓国沿岸域と沿海州のテチュヘ付近では、津波の危険度が比較的高いことが示された。

## 謝 辞

ソ連の検潮記録は、ユジノ・サハリンスクの海洋地質地球物理研究所の金 賢善博士から地震研究所の都司嘉宣助教授に提供されたものであり、両氏のご好意で利用させて頂いた。併せて感謝の意を表する。

## 文 献

- 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 II, 41, 573-581.
- HATORI, T., 1965, On the tsunami which accompanied the Niigata earthquake of June 16, 1964—Source deformation propagation, and tsunami run-up, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 43, 129-148.
- HATORI, T., 1969, A study of the wave source of tsunami generated off West Hokkaido on Aug. 2, 1940, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 47, 1063-1072.
- 羽鳥徳太郎, 1972, 1971年9月6日サハリン南西沖の津波, 地震 II, 25, 218-224.
- 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, 地震研究所集報, 58, 723-734.
- 羽鳥徳太郎, 1984a, 1983年日本海中部地震の余震に伴った津波, 地震研究所集報, 59, 105-113.
- 羽鳥徳太郎, 1984b, 北海道渡島沖津波(1741年)の挙動の再検討—1983年日本海中部地震津波との比較, 地震研究所集報, 59, 115-125.
- 羽鳥徳太郎, 1984c, 日本海の歴史津波, 月刊海洋科学, 16(9), 538-545.
- 羽鳥徳太郎, 1986, 津波の規模階級の区分, 地震研究所集報, 61, 503-515.
- 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 II, 43, 227-232.
- 気象庁, 1984, 昭和58年(1983年)日本海中部地震調査報告, 気象庁技術報告, 106, pp. 253.
- 宮部直己, 1941, 昭和15年8月2日日本海に起った津波, 地震研究所集報, 19, 104-114.
- SOLOVIEV, S. L. and A. N. MILITEEV, 1968, The effects of the Niigata tsunami of 1964 on the coast of the USSR and some data on the source of the waves. In collection "Tsunami Problem" Nauka, Moscow, pp. 213-231 (in Russian).
- SOLOVIEV, S. L., 1978, Principal data of tsunamis at the Pacific coast of USSR, 1737-1976. Study of tsunamis in the open ocean, Nauka, Moscow, pp. 61-136 (in Russian).

- SOLOVIEV, S. L. and CH. N. Go, 1985, Catalogue of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean (Original language: Russian). Translated by Canada Institute for Scientific and Technical Information National Research Council. Ottawa, Canada, pp. 285.
- 都司嘉宣・白雲燮・秋教昇・安希洙, 1984, 韓国東海岸を襲った地震海溢, 月刊海洋科学, 16(9), 527-537.
- 都司嘉宣・白雲燮・秋教昇・安希洙, 1985a, 韓国東海岸を襲った日本海中部地震津波, 防災科学技術研究資料, 90, pp. 96.
- 都司嘉宣・小西達男, 1985b, 日本海に発生した地震津波と数値計算結果, 国立防災科学技術センター研究報告, 35, 277-297.
- 都司嘉宣, 1987, 隠岐諸島の津波の歴史, 月刊地球, 9(4), 229-234.

*Distribution of Tsunami Heights in the USSR and Korea  
for Tsunamis generated in the Japan Sea*

Tokutaro HATORI

Using tide-gauge records in the USSR and Korea, the distribution of wave-heights for the 1940 Shakotan-Oki, the 1964 Niigata and the 1983 Nihonkai-Chubu tsunamis is investigated. According to the tsunami height-distance diagram, the tsunami heights observed on the Korean coast exceed more than 4.5 times higher than the average tsunami magnitude. The tsunami heights at Tetyukhe had a relatively tendency to increase, while those in the northern Primorskiy and Sakhalin regions decreased.

On the basis of the historical documents and tide-gauge records for tsunamis generated in the Japan Sea during the last 250 years, 1741~1990, the geographic distribution of the cumulative sums of squares of tsunami heights for each 150 km segment along the coasts is shown. The cumulative value on the Korean coast is larger than that in western Japan (Hokuriku~San'in). In the Primorskiy region, the cumulative value in the vicinity of Tetyukhe is largest. For the total tsunamigenic energy, percentages of the received energy were 69% on the Japanese coast, 20% on the Korean Peninsula and 11% on the USSR coast. From the long-term tsunami data, it is seen that the probability of tsunami hazard in some parts of the Korea and Primorskiy regions is relatively high.