

## 北海道東部・南千島津波による三陸港湾の波高増幅度

羽 鳥 徳太郎\*

## 1. はじめに

三陸沿岸域では、北海道東部・南千島で発生する津波の波高が波源からの伝播距離の割に高く、津波マグニチュードが平均値より大きくなり(羽鳥, 1993), しばしば津波災害に見舞われてきた。1994年北海道東方沖津波も、水産養殖施設に損害を与え、局地的に海岸へ遡上している(首藤, 1995)。その原因は、港湾のセイシュ周期との共振作用、海底地形による伝播の屈折効果および波源からの直接波と陸棚に沿って伝わるエッジ波との合成作用が考えられる。

三陸沖で発生する近地津波の場合、セイシュ周期15分前後の港湾で波高が大きく、チリ津波のような長周期波成分が卓越した遠地津波では、周期40分前後の大型湾奥で著しい共振作用がみられた(例えば, 羽鳥, 1965)。一方、1963年エトロフ津波のとき、宮城江ノ島で観測された津波波形にエッジ波が検知された(Hatori and Takahasi, 1964)。また各種の津波について、湾水のレスポンスと陸棚との関連が数値モデルで議論された(相田, 1982)。

本稿では1952年十勝沖津波、1963年エトロフ津波および1994年北海道東方沖津波の観測データを対象に、三陸港湾のセイシュ周期と波高の関係および最大波の出現時間について考察する。そのほか、津波発生時に検潮記録の振幅値が速報されているが、遡上の痕跡高との対応を検討してみる。

## 2. セイシュ周期と津波波高

1952年十勝沖津波(中央气象台, 1953)、1963年エトロフ津波(仙台管区气象台, 1963)および1994年北海道東方沖津波(首藤・卯花, 1995)の調査報告をもとに、三陸沿岸の波高分布を図-1に示す。なお各地震と津波のマグニチュードは、十勝沖地震  $M=8.2$ ,  $m=2.5$ , エトロフ地震と北海道東方沖地震は同じ規模で  $M=8.1$ ,  $m=3$  と格付けられた(羽鳥, 1995)。三陸沿岸での波高は、北海道東方沖津波が最大であり、宮古湾・山田湾奥では3 m前後に達した。また、志津川湾・女川湾など大型湾の波高が比較的高く、分布パターンは十勝沖津波と共通している。エトロフ津波は局地的に海岸へ遡上し、1~2 mの波高であった。被害状況をみると、1 m程度の波高から水産養殖施設と漁船に被害を生じ、2 mで港付近では床上浸水、2.5 mに達すると床上浸水が出ている。

北海道東方沖津波の検潮記録には、短周期波と重なって40分前後の長周期波が卓越した。図-2で宮古湾と山田湾の波高分布の例をみると、湾奥での波高は湾口より2倍ほど高くなり、長周期波特有の分布パターンを示した。十勝沖津波・エトロフ津波も同じ傾向が出ている。

次に、三陸沿岸での各港湾のセイシュ周期と津波波高を整理して表-1に示す。大船渡湾など湾口防波堤の建設でセイシュ周期が多少変動したところもあるが、波高の2乗値との関係は図-3のようになる。波高の増幅度は、セイシュ周期45分の宮古湾が最大になり、15分周期のところもやや高い。特に、北海道東方沖津波の場合は、長周期波成分との共振作用が顕著であり、水産養殖施設の被害

\*元東京大学地震研究所

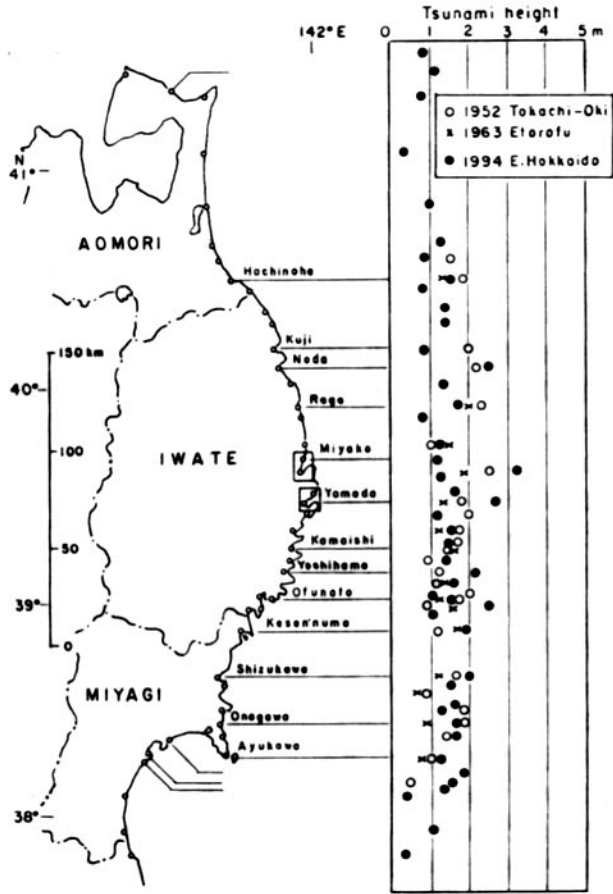


図-1 三陸沿岸における各津波の波高分布

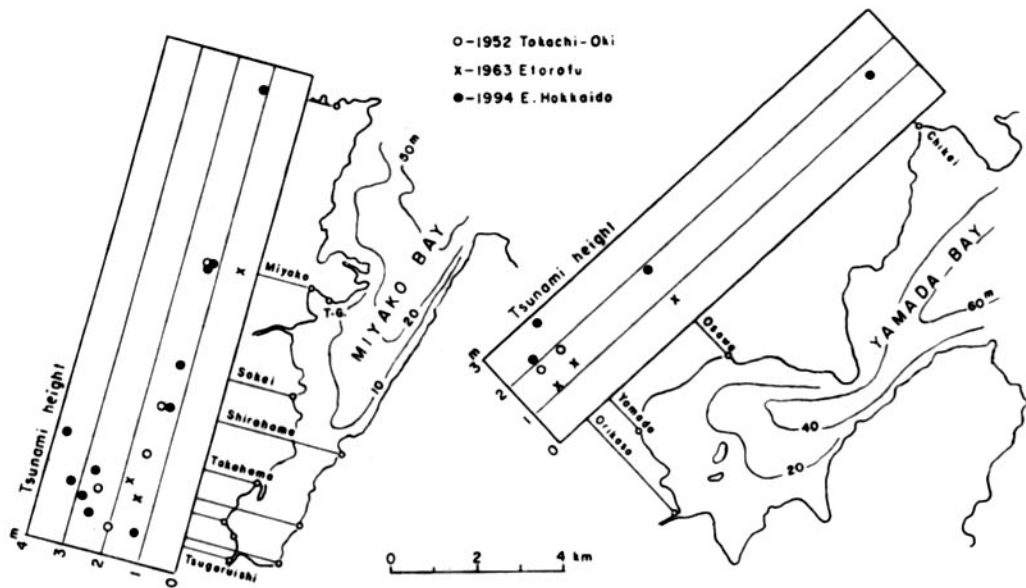


図-2 宮古湾と山田湾の波高分布

表-1 三陸港湾のセイシュ周期と津波波高

港湾名		セイシュ 周期	1952年 <sup>1)</sup> 十勝沖	1963年 <sup>2)</sup> エトロフ	1994年 <sup>3)</sup> 北海道東方沖
八戸	戸	30分	1.9m	1.3m	1.5m
久慈	慈	20	2.0	0.6	0.9
野田	田	35	2.2	—	1.7
羅賀	賀	10	2.3	2.0	1.7
田老	老	12	1.0	1.4	1.2
宮古	古	45	2.5	1.8	3.1
山田	田	36	1.8	1.3	2.2
船越	越	16	2.0	—	1.1
大槌	槌	32	1.5	1.2	1.5
両石	石	20	1.7	—	1.4
釜石	石	22	1.4	1.6	1.8
唐丹	丹	27	0.9	—	1.4
吉浜	浜	21	1.2	—	2.1
越来	来	27	1.1	1.3	1.5
綾里	里	10	2.0	—	1.5
綾大	大	40	1.7	1.2	0.9
大門	門	13	—	—	1.0
広田	田	48	1.0	1.5	2.5
気仙	仙	54	1.2	1.7	1.8
志津	津	41	1.6	1.2	2.0
追波	波	25	0.8	0.7	1.3
雄勝	勝	33	1.9	—	1.3
女川	川	40	1.8	0.8	1.8
蛟ノ	ノ	20	1.4	—	1.7
鮎川	川	8	0.8	0.8	1.3

1) 中央気象台 (1953), 2) 仙台管区気象台 (1963), 3) 東北大・他 (1995)

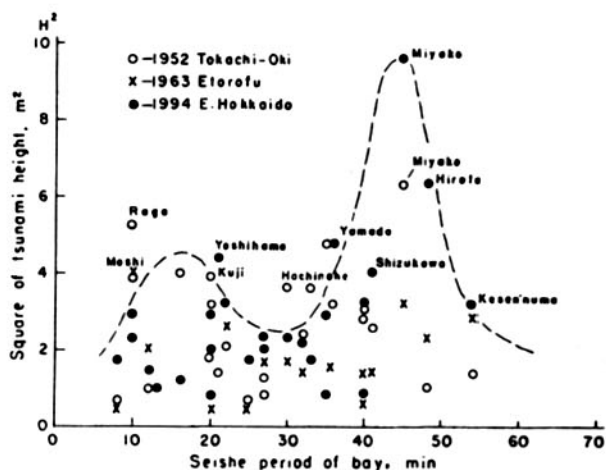


図-3 三陸港湾のセイシュ周期と波高の2乗値との関係

分布と対応する。

### 3. 最大波の出現時間

波源域が千島島弧沿いに分布していることから、三陸沿岸域に対して津波は直接波のほかに、陸棚に沿って伝わるエッジ波が期待される。図-4は横軸に震央から観測点までの距離、縦軸には第1波と最大波の伝播時間を取り、花咲から布良に至る走時曲線を示す。なお十勝沖津波の場合は、伝播距離が短い北海道沿岸の観測データは除いた。

第1波の伝播時間(小記号)は、3津波ともほぼ直線に並び、伝播速度は750km/hrになる。これは、海溝沿い水深4,500mを伝わる直接波とみなせよう。一方、最大波の出現時間(大記号)は大幅にバラつき、伝播距離が長いほど伸びている。伝播速度267km/hr(水深560mに相当する)の走時曲線を引いてみると、それより遅れるところが多い。

最大波の出現時間は、セリッシュ周期との共振作用と重なって乱れるが、直接波の伝播速度よりも遅く、エッジ波の効果を示唆する。

### 4. 痕跡高と検潮記録

痕跡高の測量値と検潮器で観測された振幅値との関係は、全振幅値が2~4mの範囲で痕跡高よりやや大きな値になる(羽鳥, 1989)。また両値は、長周期の津波ほど1:1に対応している。

ここでは3津波を対象に、花咲~小名浜間で観測された全振幅値と痕跡高(T.P.上)の関係を図-5に示す。北海道東方沖津波において、花咲と広尾の痕跡高が著しくはずれるが、十勝沖津波・エトロフ津波とも、全振幅値が痕跡高にほぼ対応している。

### 5. むすび

1952年十勝沖津波、1963年エトロフ津波および1994年北海道東方沖津波の観測データをもとに、三陸沿岸域における波高の増幅度を検討した。各津波とも長周期波成分が卓越したことを反映し、港湾のセリッシュ周期が45分前後の地域で波高の増幅度が最大になり、周期15分あたりにも弱いピークがある。また三

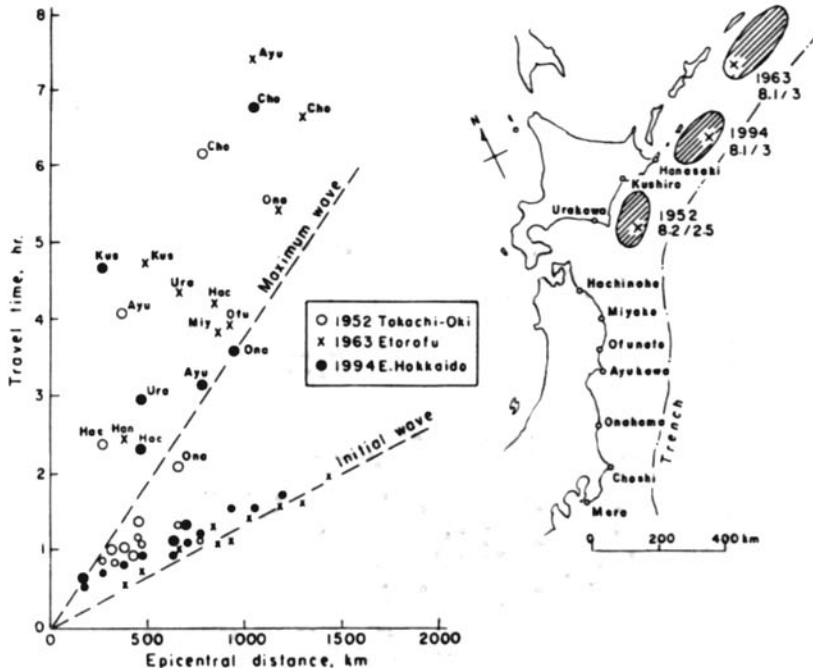


図-4 震央距離と伝播時間の関係。波源域と検潮所分布

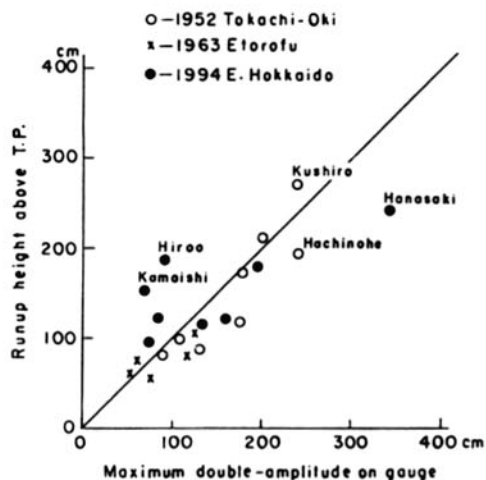


図-5 検潮記録の最大全振幅値と津波痕跡高の関係

陸沿岸には、第1波は750km/hrの伝播速度で伝わり、最大波は267km/hrよりも遅く観測されたところが多い。

検潮記録の最大全振幅は、津波痕跡高の測量値とほぼ対応する。津波の発生直後、気象庁から検潮記録の片振幅値が速報されているが、日本海中部津波・北海道南西沖津波のとき、津波の実態とかけ離れたところがあり、当初津波の規模が過少視された。津波波高を全振幅値で発表するほうが、実態に近い規模が理解されるであろう。

### 参 考 文 献

相田勇, 1982: 津波に占めるセイシュの役割, 月刊海洋科学, Vol.14(7), pp.419-

427.

中央气象台, 1953: 昭和27年3月十勝沖地震調査報告, 驗震時報, Vol.17, No.1, 2, pp.135.

羽鳥徳太郎, 1965: 湾の周期特性からみた津波の危険度, 第2回災害科学総合講演会講演集, pp.23-26.

Hatori, T. and R. Takahasi, 1964: On the Iturup tsunami of Oct. 13, 1963, as observed along the coast of Japan, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol.42, pp.543-554.

羽鳥徳太郎, 1989: 津波の遡上高と検潮記録との比較, 津波防災実験所研究報告, 東北大学工学部, No.6, pp.57-63.

羽鳥徳太郎, 1993: 北海道・三陸沿岸の震度と津波波高の地域性, 地震2, Vol.45, pp.365-371.

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2, Vol.48, pp.307-314.

仙台管区气象台, 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号, pp.32.

首藤伸夫, 1995: 1994年10月4日北海道東方沖地震による津波一津波, 津波被害及び住民避難一, 津波工学研究報告, 東北大学工学部災害制御研究センター, No.12, pp.1-18.

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, 東北大学工学部災害制御研究センター, No.12, pp.1-156.