

津波数値解析と伝播特徴

サッパシー アナワット, 鄭安棋
越村俊一, 今村文彦

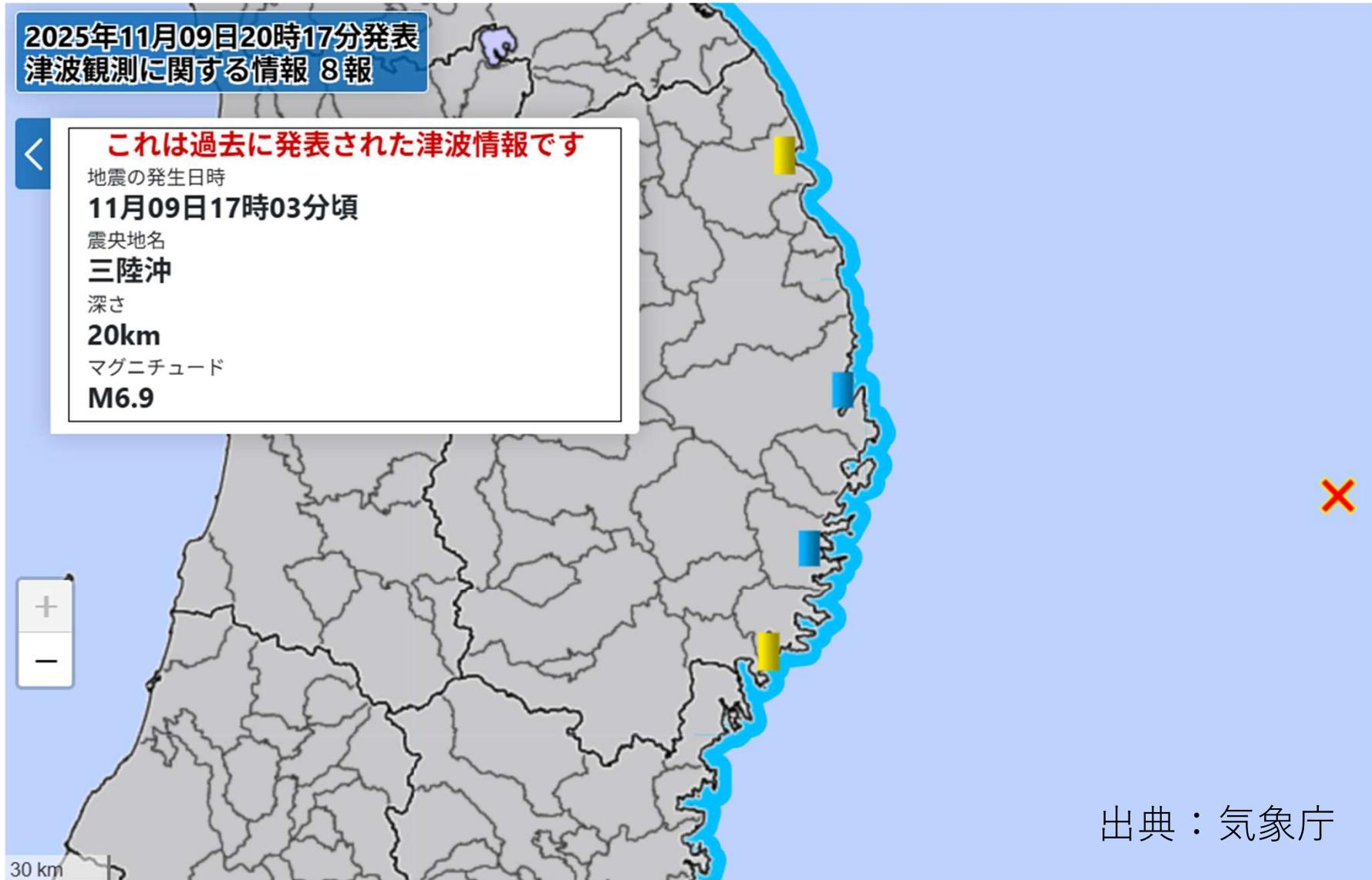
東北大学 災害科学国際研究所 災害評価・低減研究部門



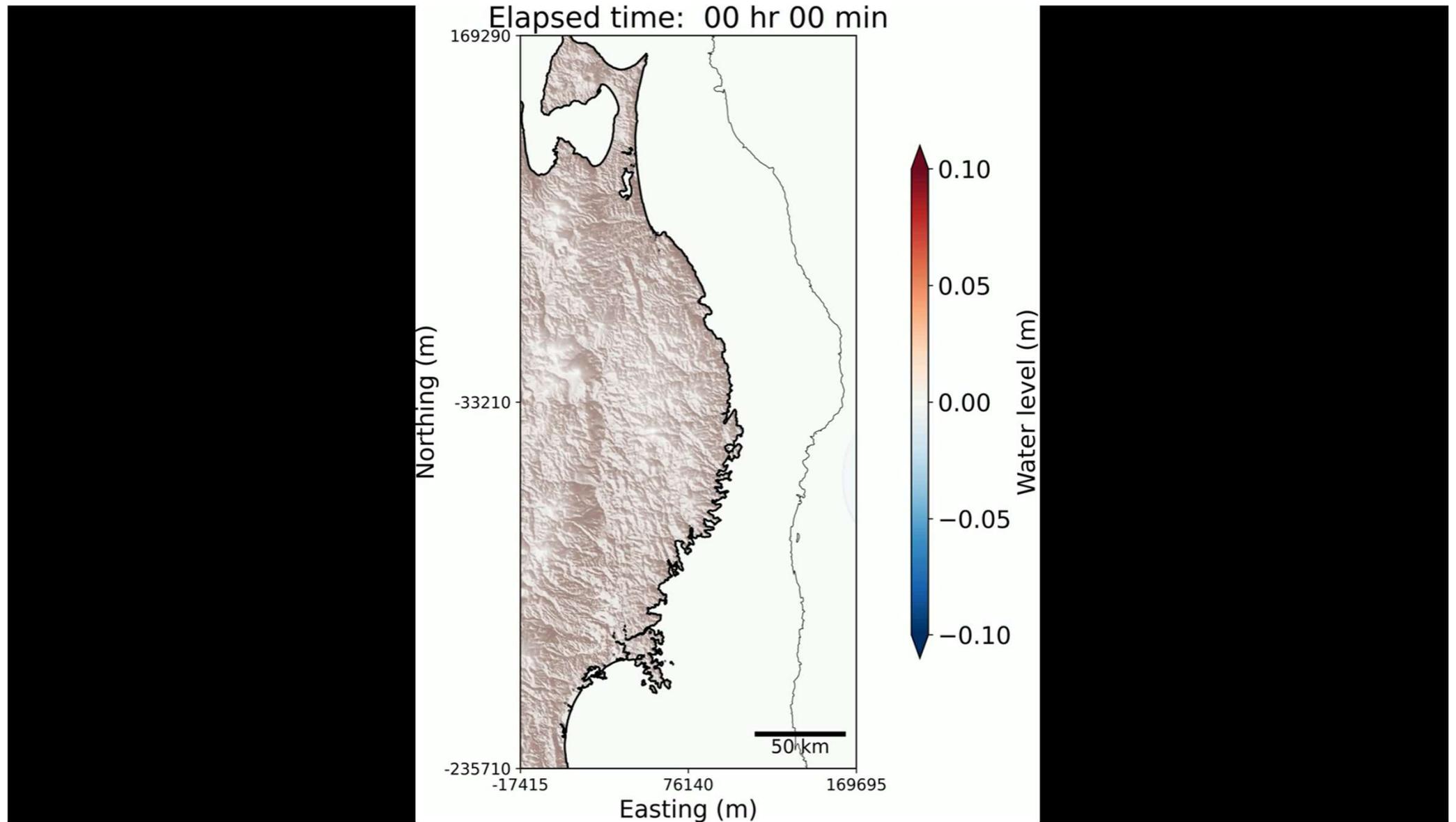
青森県東方沖地震速報会 2025年12月10日



2025年11月9日に発生したM6.9の三陸沖地震



2025年11月9日に発生したM6.9の三陸沖地震



津波警報・津波注意報の発表状況

津波警報

北海道太平洋沿岸中部 青森県太平洋沿岸 岩手県

津波注意報

北海道太平洋沿岸東部 北海道太平洋沿岸西部

青森県日本海沿岸 宮城県 福島県

発生時刻：2025年12月8日23時15分

地震規模：M7.6（気象庁速報値）

Mw7.56（USGS）

発生場所：青森県東方沖

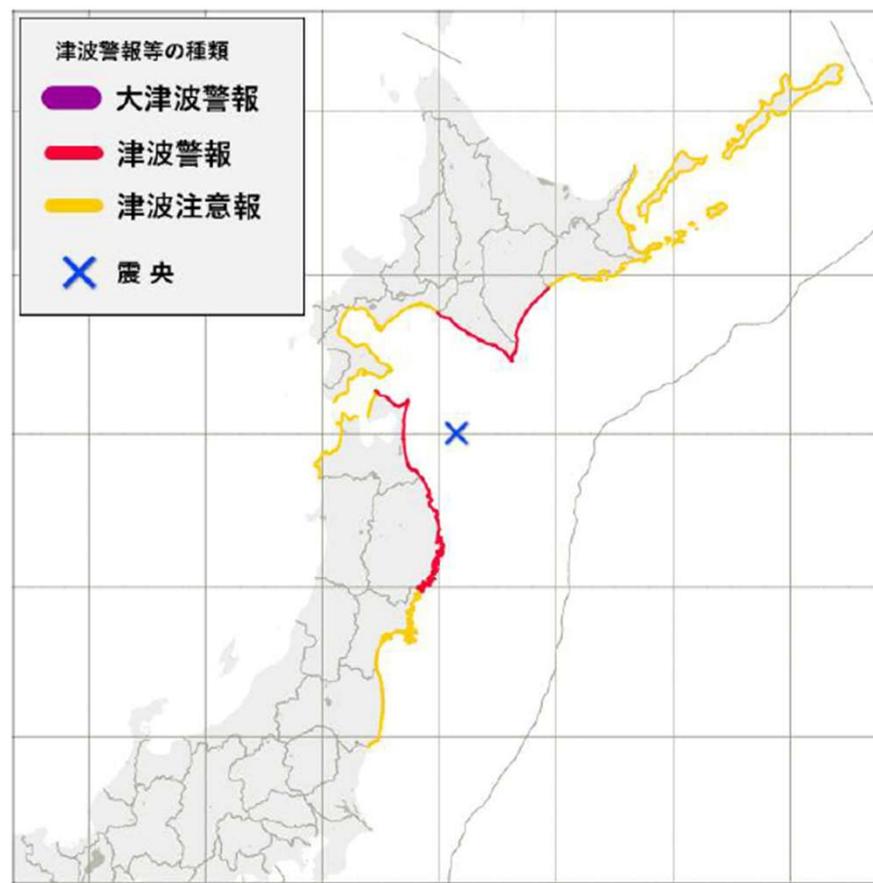
（八戸の東北東80km付近）

深さ約 50km

津波警報→津波注意報：12月9日2時45分

津波注意報解除：12月9日6時20分

12月8日23時23分発表

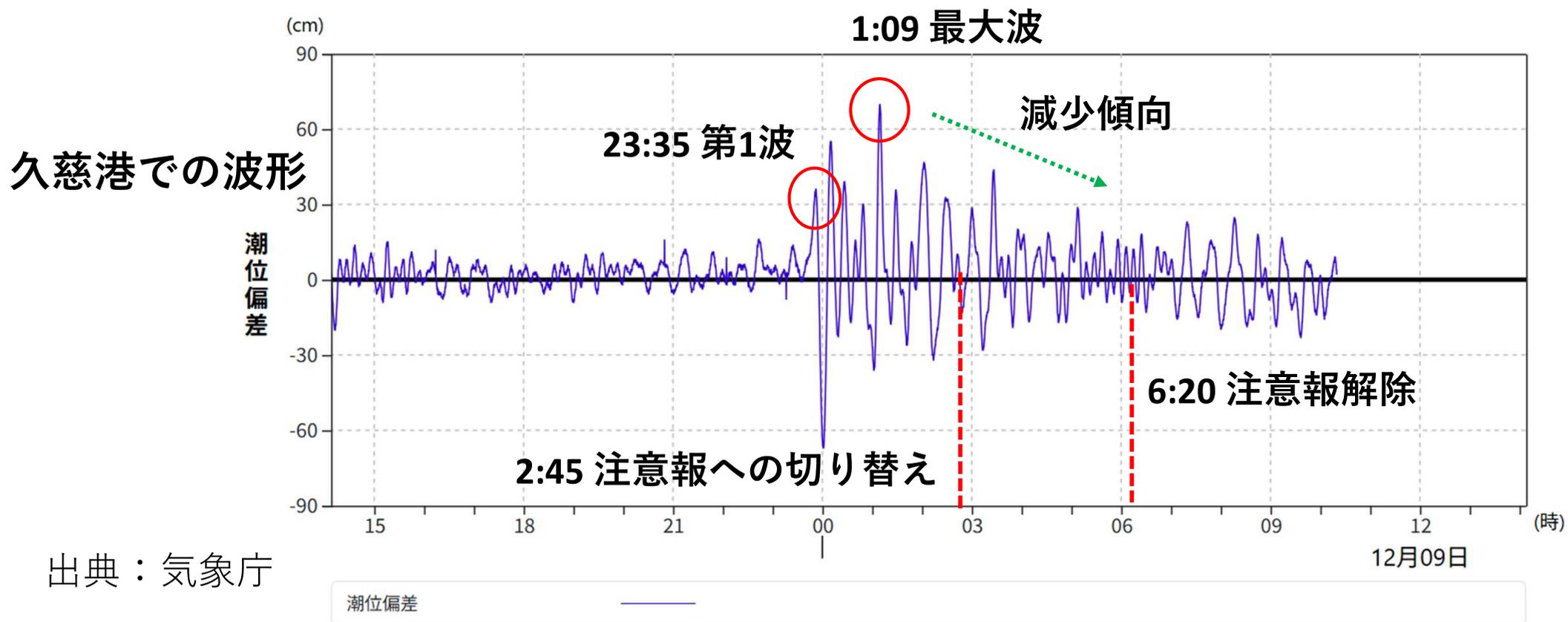


出典：気象庁

津波観測状況



津波警報発表概要：観測波形・注意報の解除



出典：気象庁

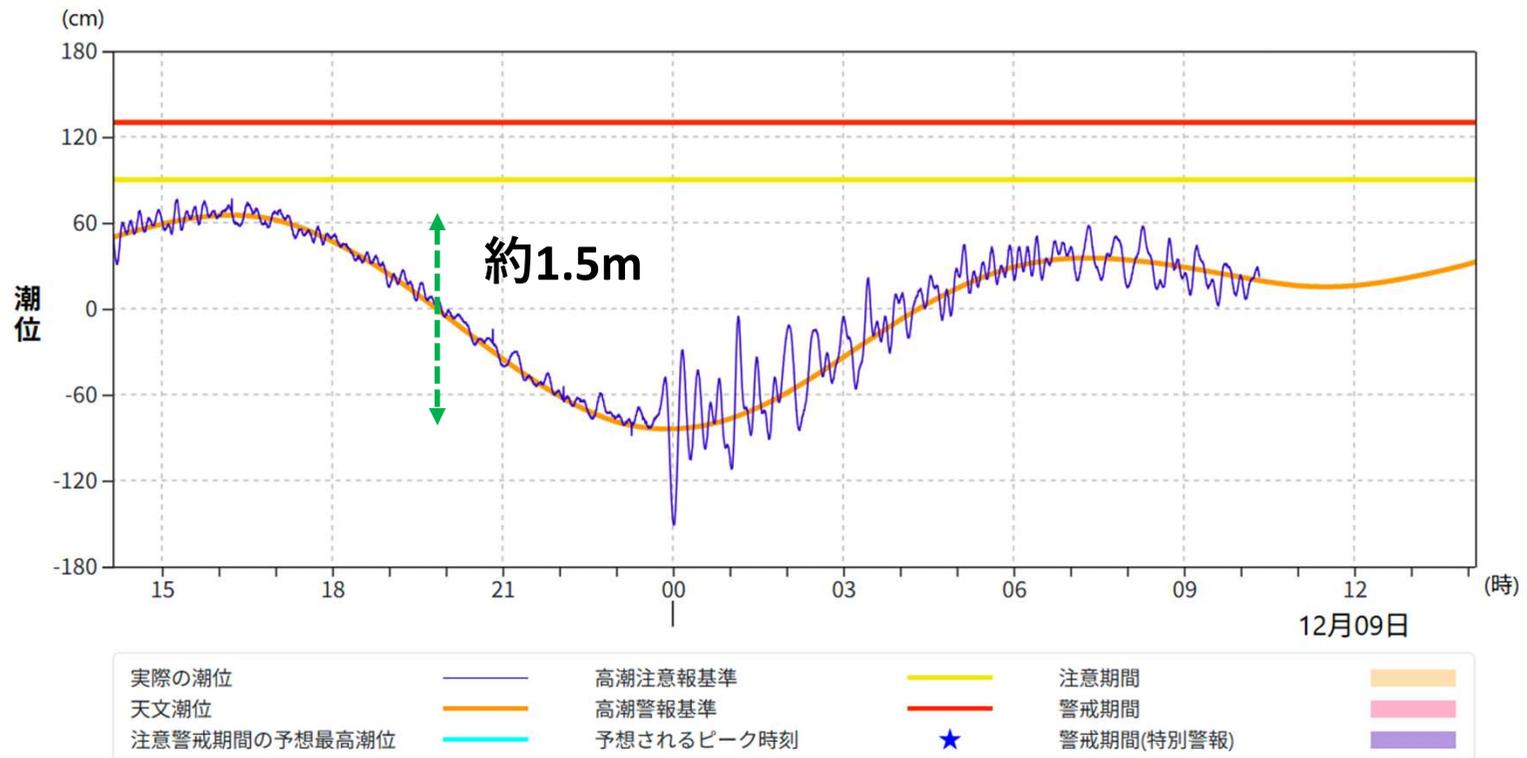
- 岩手県久慈で最大0.7mの津波が観測された。
- 第1波到達から1.5時間後に最大波（5波目）
- カムチャツカ地震津波でも最大水位が観測された。
- 朝6時20分頃に津波注意報が解除された。

津波警報発表概要：観測波形・注意報の解除

久慈市 観測所：久慈[港湾局]

3日分 1日分

久慈港での波形

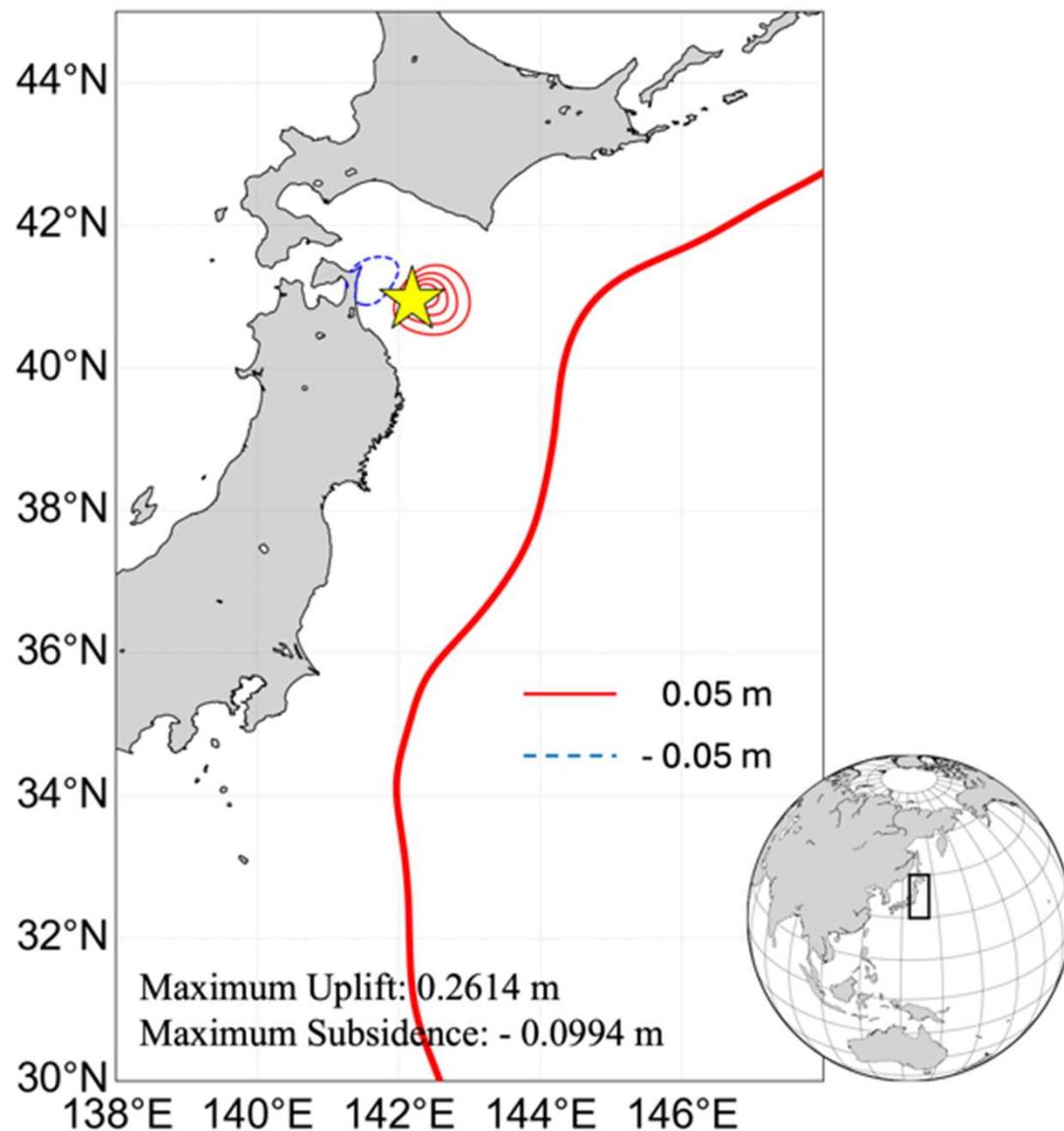


- ・干潮時に津波の最大波が到達した。
- ・干潮と満潮の差は約1.5m。

出典：気象庁

津波数値解析：地震断層パラメータ・計算条件

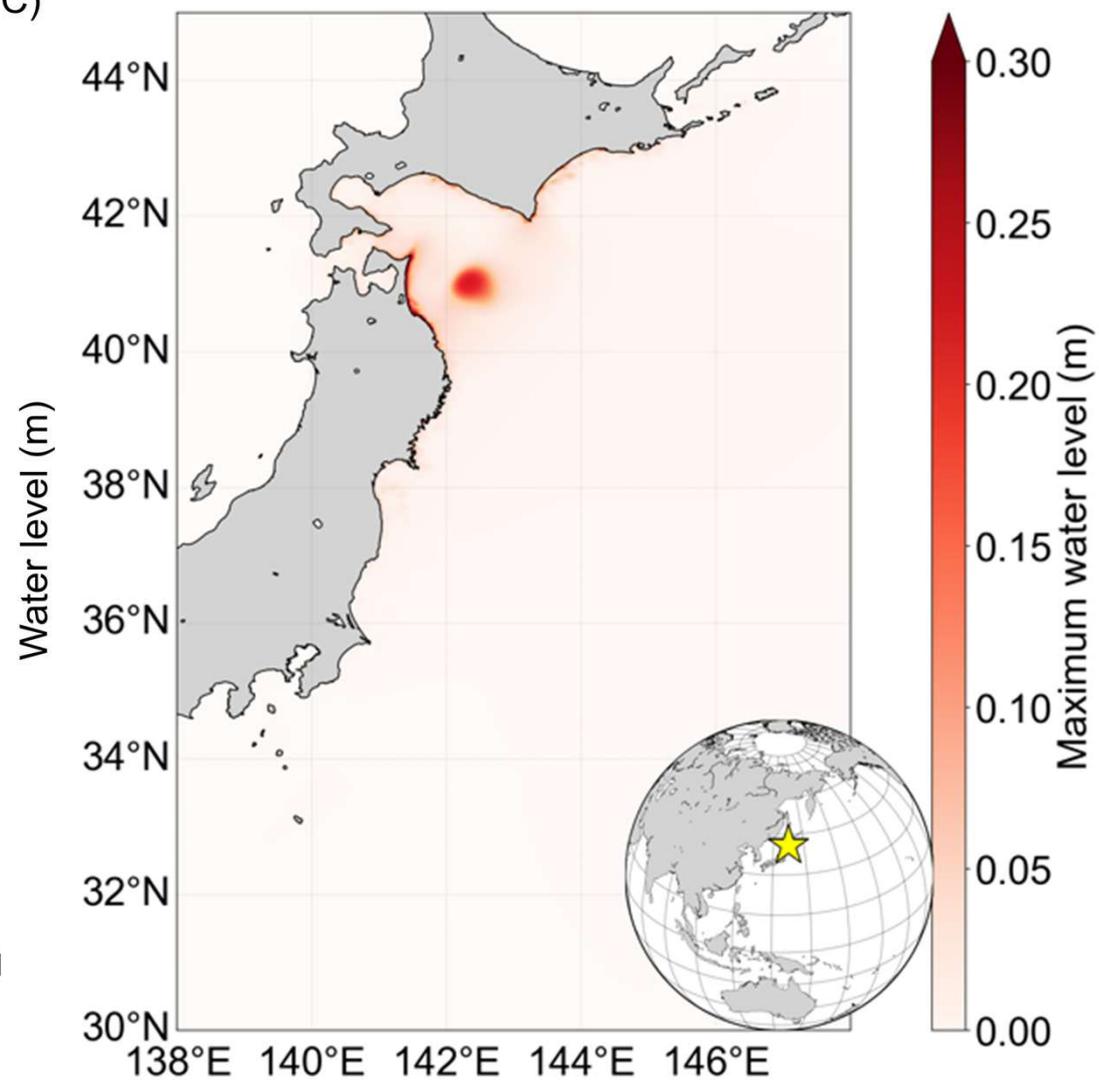
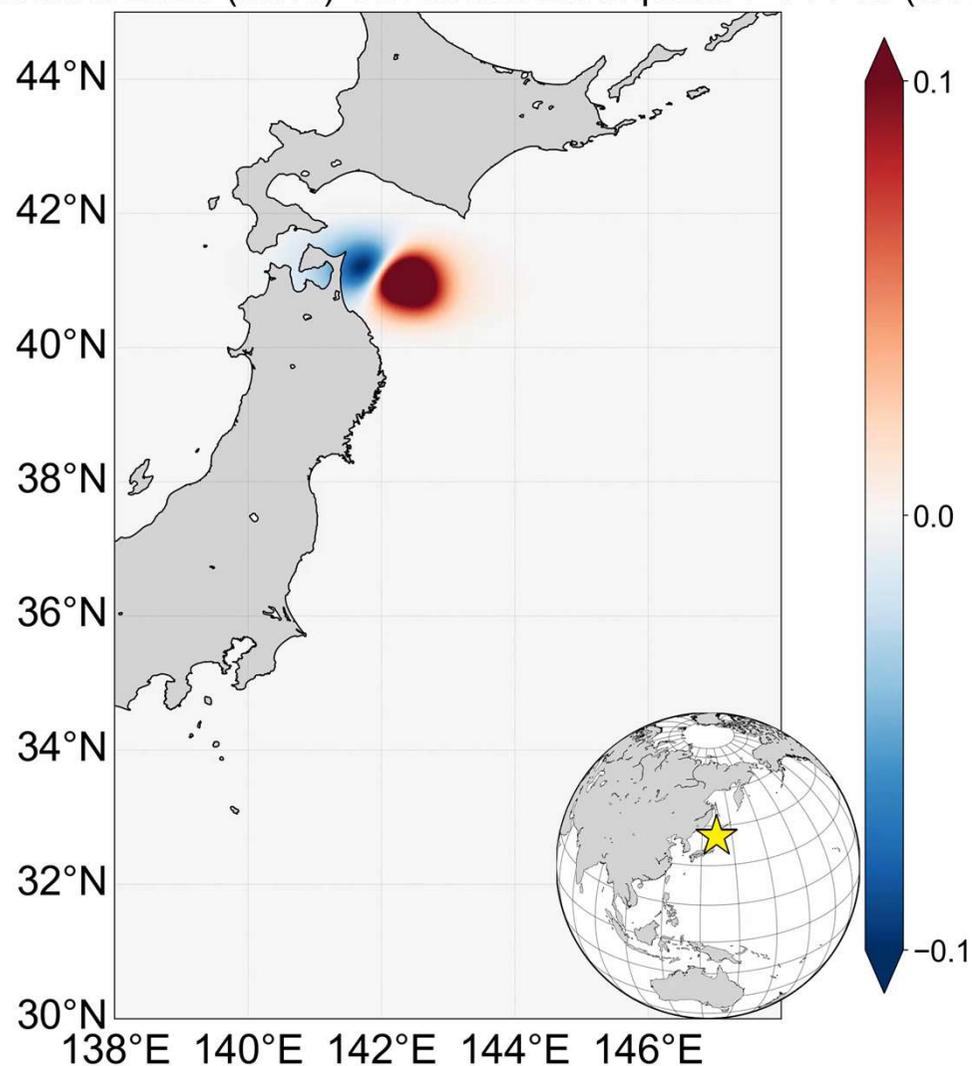
計算条件	
地震断層パラメータ	USGS Finite Fault
初期水位モデル	Okada, 1985の理論による計算
津波伝播	非線形長波理論による計算
再現時間	4時間
地形データ	GEBCO (15 arc-sec)



USGS Finite fault モデルによる初期水位

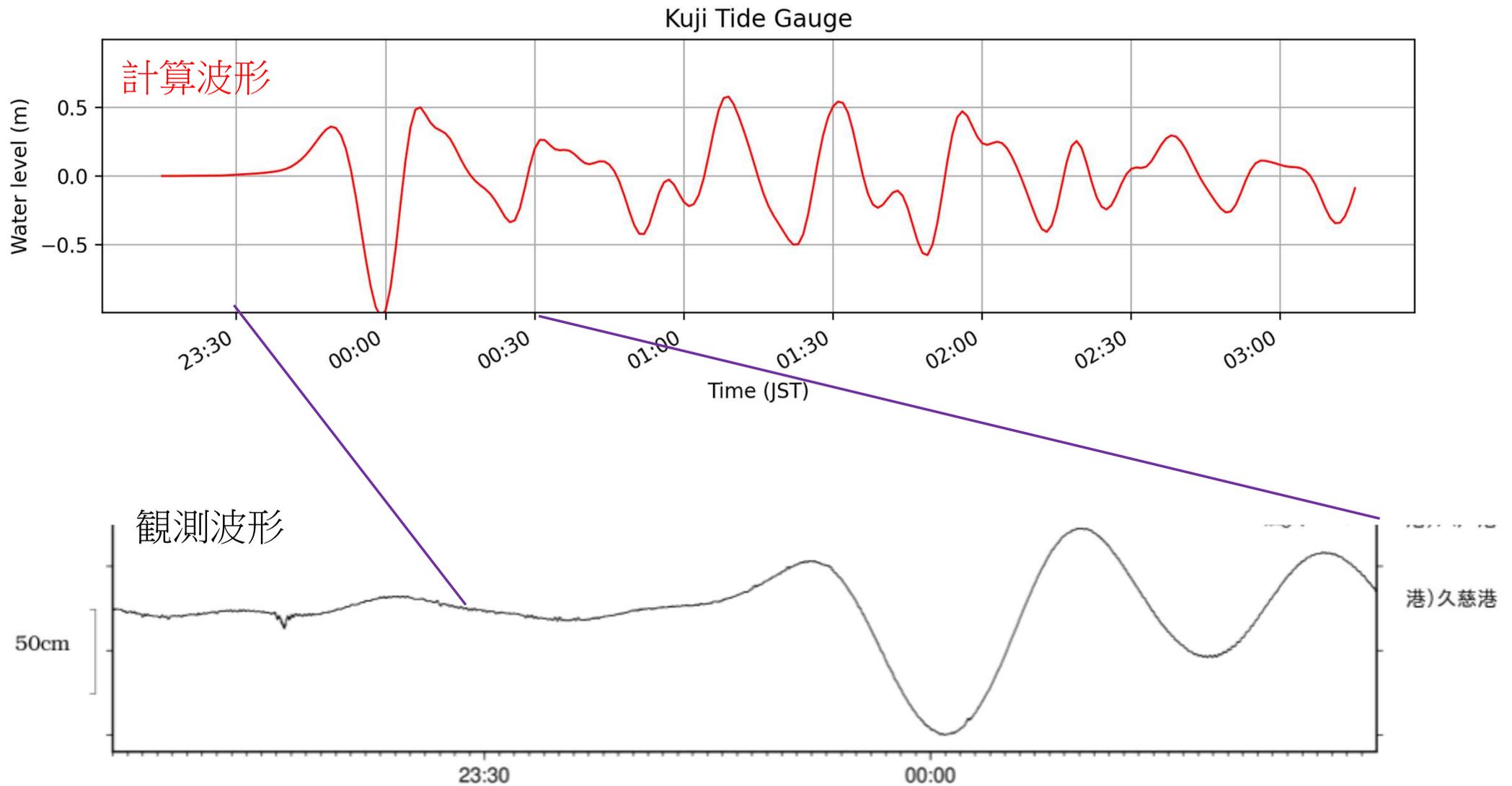
津波数値解析：津波のCG・最大水位分布

08 December 2025 (M7.6) Off Aomori Earthquake : 14 : 15 (UTC)



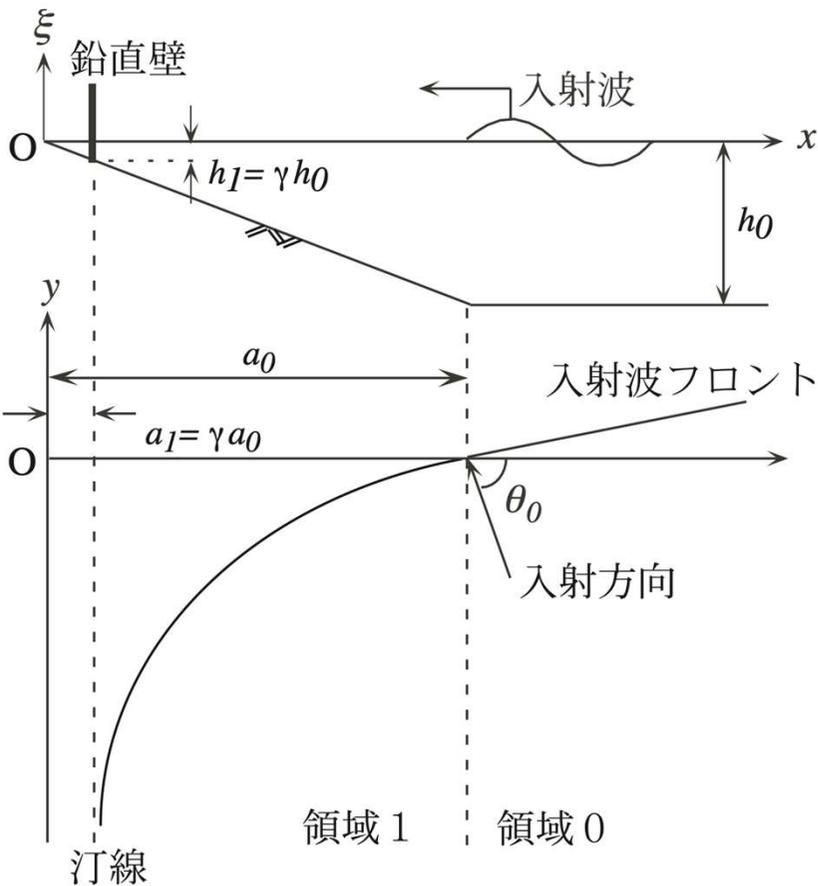
断層の走向と地形の関係で津波エネルギーが北海道南部、青森県、岩手県北部に集中

計算波形と観測波形の比較(久慈港)



出典：気象庁

理論的に計算された津波の多重反射



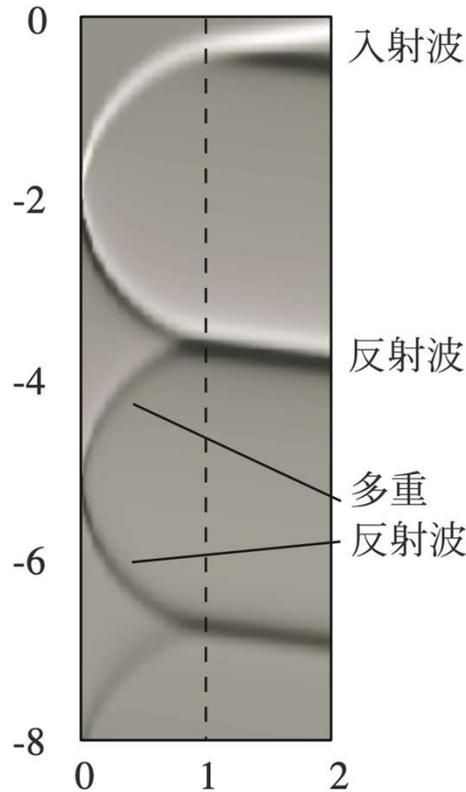
$$\xi_1(x, y, t) = \left\{ B_1 M(-\lambda, 1; 2\beta x) + B_2 U(-\lambda, 1; 2\beta x) \right\} \cdot e^{-\beta x + i(\beta y - \omega t)}$$

$$B_1 = \frac{2i\alpha_0 e^{-i\alpha_0 a_0} G_{21}}{i\alpha_0 (F_{2a_0} - G_{21} F_{1a_0}) + G_{21} G_{1a_0} - G_{2a_0}}$$

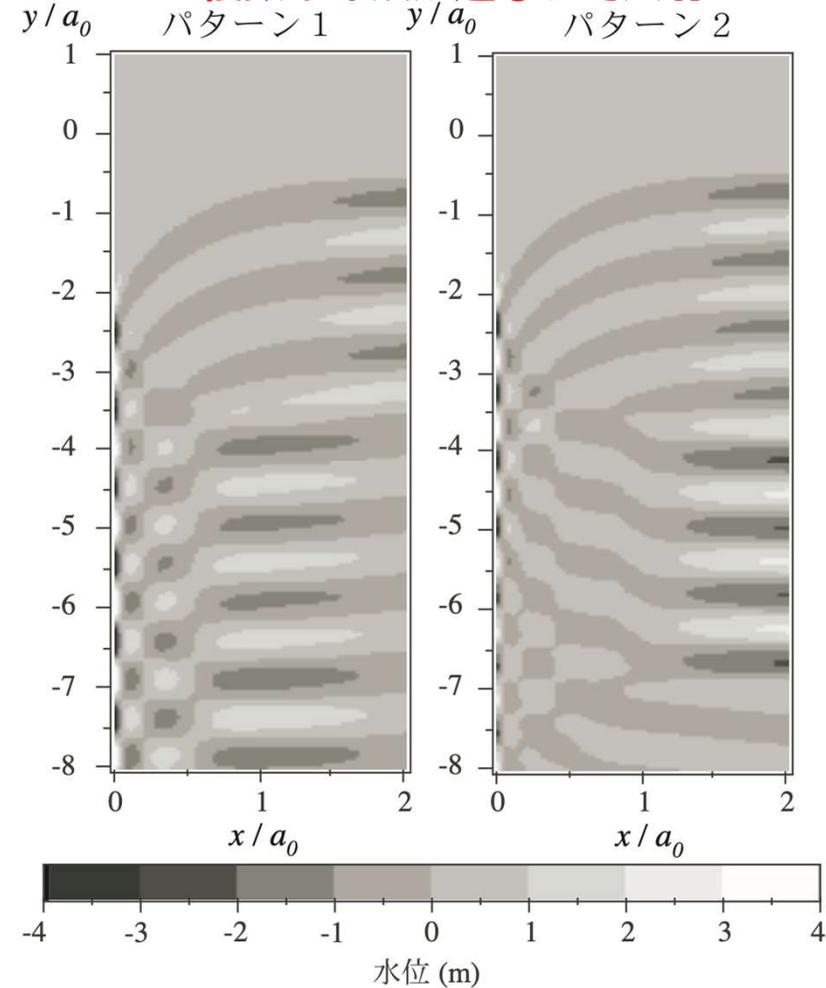
$$B_2 = \frac{2i\alpha_0 e^{-i\alpha_0 a_0}}{i\alpha_0 (F_{2a_0} - G_{21} F_{1a_0}) + G_{21} G_{1a_0} - G_{2a_0}}$$

$$A = \frac{B_1 F_{1a_0} + B_2 F_{2a_0}}{e^{i\alpha_0 a_0}} - e^{-2i\alpha_0 a_0}$$

1波のみ入射



複数の津波が連なって入射



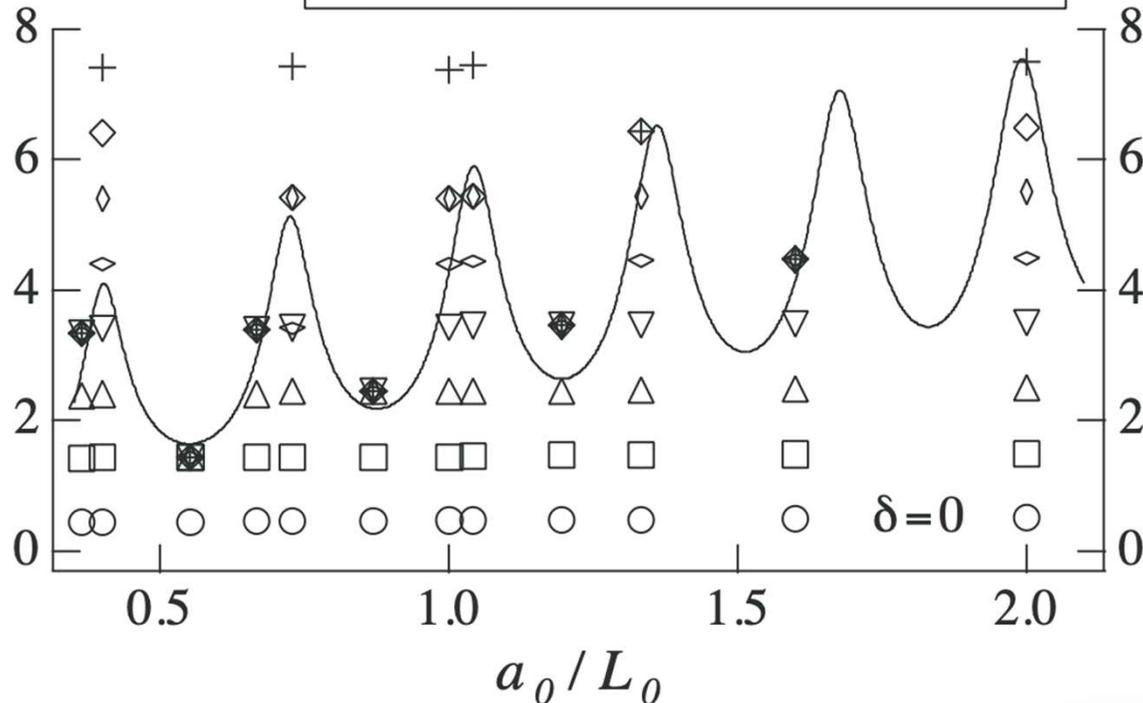
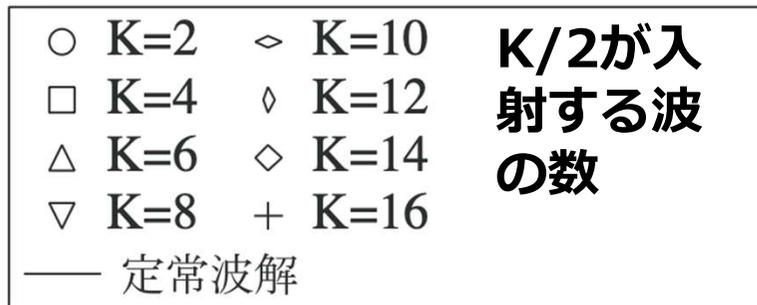
越村(2002), 土木学会論文集 https://doi.org/10.2208/jscej.2002.705_151

Koshimura et al. (2001), Springer https://doi.org/10.1007/978-94-017-3618-3_12

理論的に計算された津波の多重反射

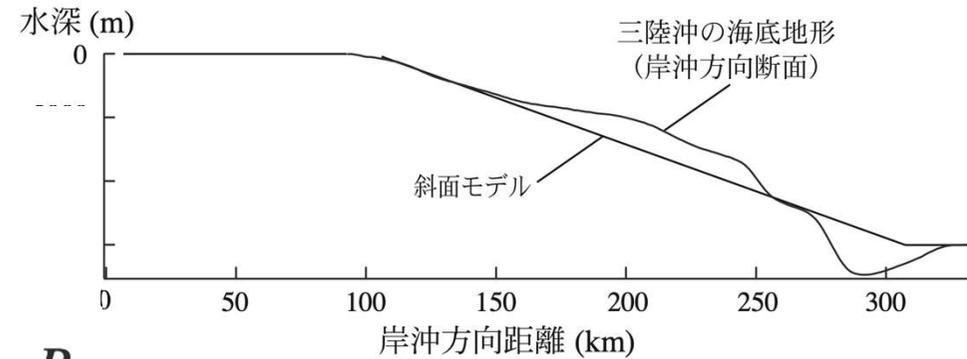
最大波の出現時間

X波目が最大



斜面の幅/入射波長

三陸沖の海底地形断面



入射する津波の波長にも依存するが、4波以上入射した時の最大波は4波目、5波目と遅れてくる。

まとめ

「津波警報・津波注意報の発表状況」

- 青森県東方沖でM7.5の地震が発生し、それに伴い津波警報・注意報が発表された。
 - 津波警報（北海道太平洋沿岸中部、青森県太平洋沿岸、岩手県）
 - 津波注意報（北海道太平洋沿岸東部・西部、青森県日本海沿岸、宮城県、福島県）
- 12月9日6時20分頃に津波注意報が解除された。

「津波数値解析と伝播特徴」

- 観測データおよび津波数値解析より津波伝播過程の確認が出来た。
- 干潮時に地震が発生し、津波の最大波が到達した。（干潮と満潮の潮位の差は約1.5m）。
- 第1波が速く到達し、多くの場所では押し波から到着した。
- 岩手県久慈で最大0.7mの津波が観測された。
- 最大波の観測は第1波から約1.5時間後（第5波目）。
- 陸棚波（エッジ波）に注意（遅れてくる最大波）。
- 久慈はカムチャツカ地震津波でも最大水位が観測された。
- 断層の走向と地形の関係で津波エネルギーが北海道南部、青森県、岩手県北部に集中した。^{9,13}