

# 防災教育モデル実践事業

大分県立津久見高等学校

総合的な探求の時間 防災学習「2つの未来」

1時間目 「津波災害の実例について」

令和3年10月15日(金)

講師:大分県教育庁学校安全・安心支援課 主幹(総括) 井上 哲一

# 東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)

- ・平成23年(2011)3月11日 14時46分に発生
- ・震源 三陸沖海底の深さ約24km
- ・地震の強さ マグニチュード9.0  
※国内観測史上最大
- ・最大震度 7(宮城県栗原市)
- ・地震発生後、20~30分で津波が沿岸部に襲来  
※東北地方から関東地方の沿岸部の約500km  
の広い範囲  
※平野部では内陸へ数kmまで浸水
- ・死者・行方不明者 22,252人



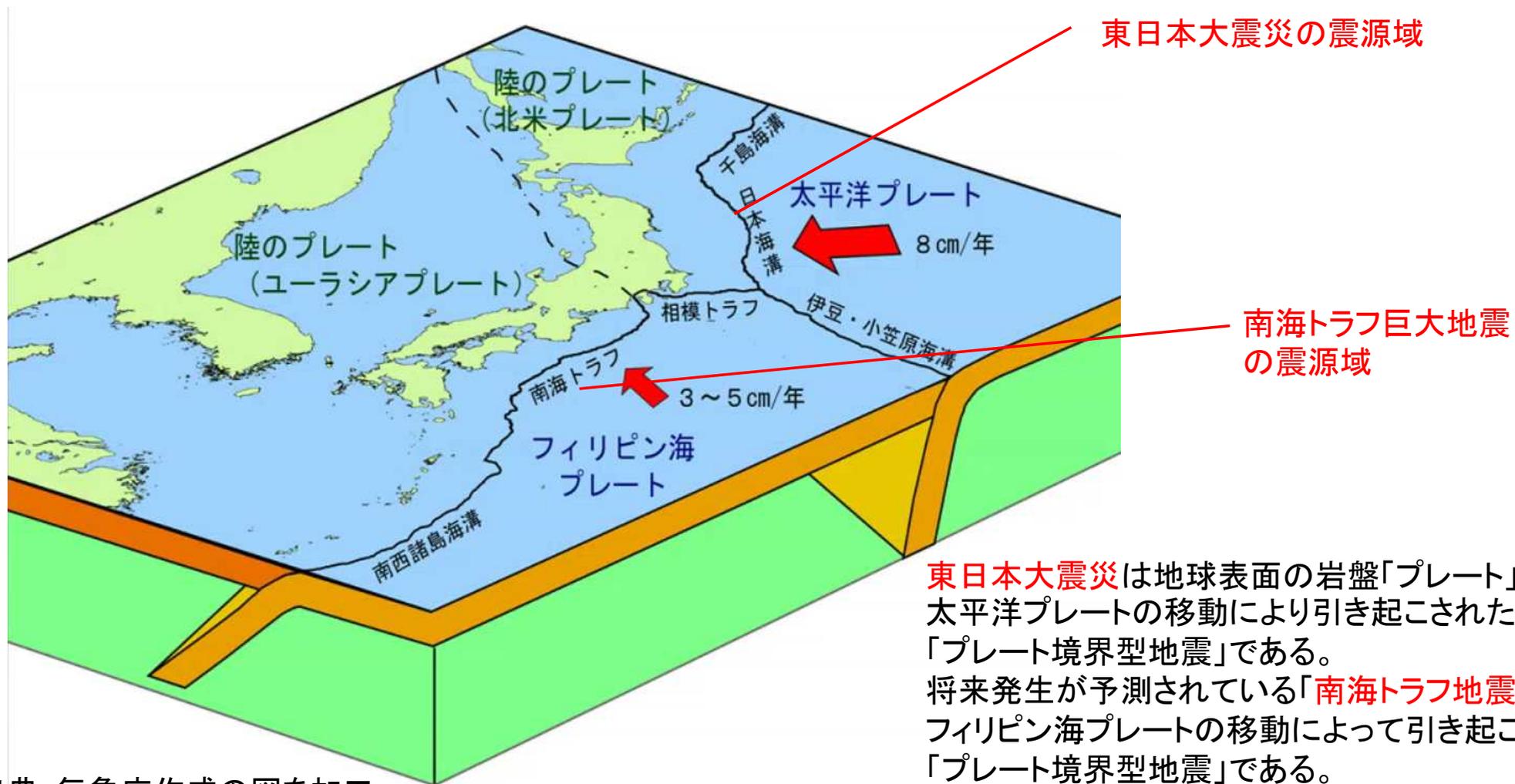
出典:「逆流する津波」今村文彦 著 成山堂書店(2020)

ここで

2011年東北地方太平洋沖地震  
(東日本大震災)

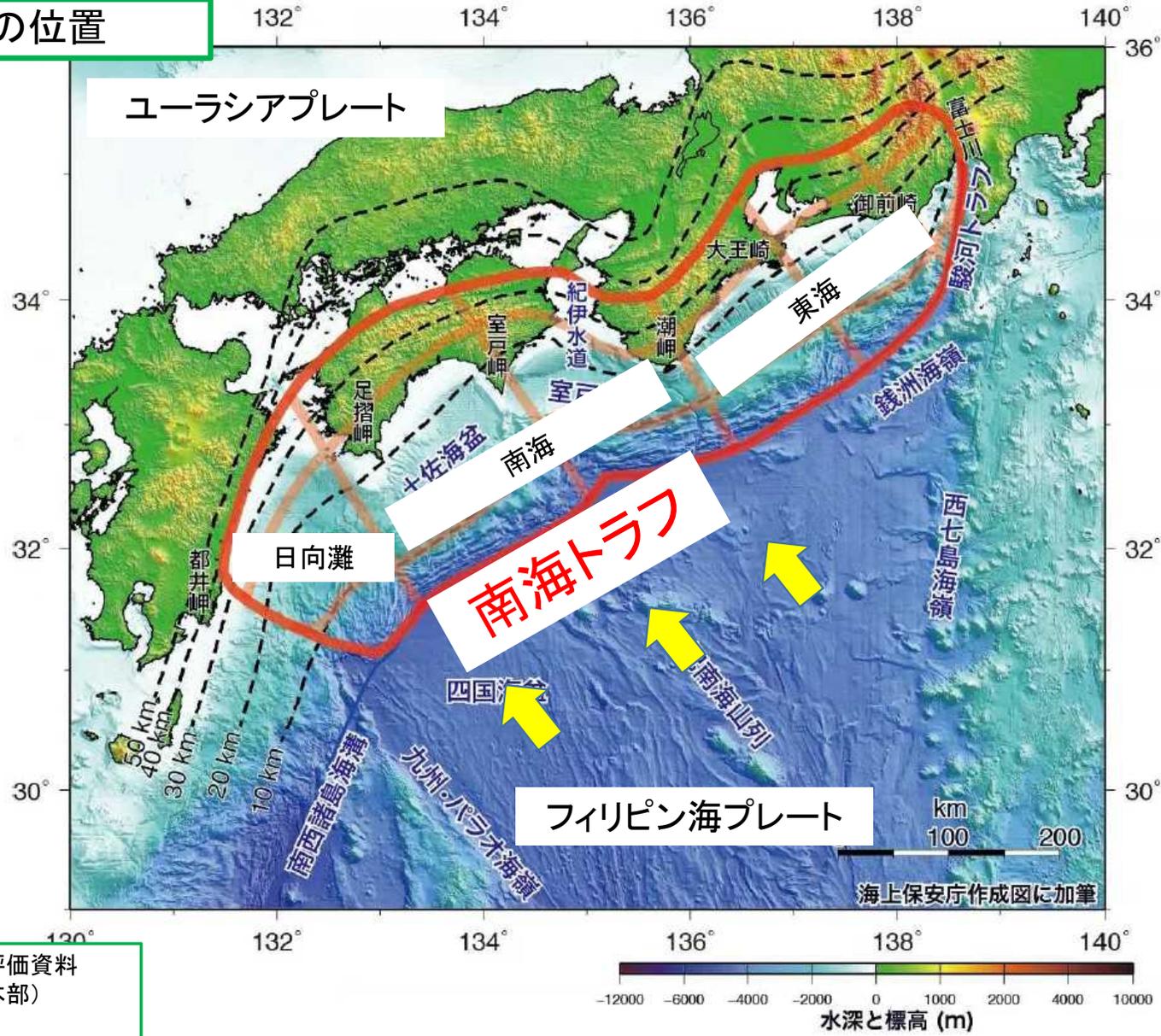
における地震と津波の動画を見てみましょう

# 日本付近のプレートと地震



出典: 気象庁作成の図を加工

# 南海トラフの位置





## 地震の震度と被害

★震度5強以上で  
建物内で家具が  
転倒したり  
屋外でブロック塀  
などが転倒する  
被害が出てくる

★震度6強以上で  
大規模な土砂災害  
が発生することがある

出典：気象庁ホームページ



### 【震度4】

- ほとんどの人が驚く。
- 電灯などのつり下げ物は大きく揺れる。
- 座りの悪い置物が、倒れることがある。



### 【震度5弱】

- 大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。
- 棚にある食器類や本が落ちることがある。
- 固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。



### 【震度5強】

- 物につかまらなさと歩くことが難しい。
- 棚にある食器類や本で落ちるものが多くなる。
- 固定していない家具が倒れることがある。
- 補強されていないブロック塀が崩れることがある。



### 【震度6弱】

- 立っていることが困難になる。
- 固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。
- 壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。
- 耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。



### 【震度6強】

- はわないと動くことができない。飛ばされることもある。
- 固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる。
- 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる。
- 大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。



### 【震度7】

- 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。
- 耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある。
- 耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが増える。

この表は、ある震度が観測された時に、その周辺で発生するゆれなどの現象や被害の目安を示したものです。

詳しい解説は以下の気象庁ホームページに掲載しています。

## 地震の揺れによる住宅被害の事例(熊本地震(2016))



### ★住宅1階が崩壊

住宅の1階は、南側にリビングなど広い部屋を設けるため、「壁」が少なく、揺れで躯体がねじれが生じやすい

2階以上の重さは約18t(総2階の場合)になるため、1階の柱などが弱れば、2階以上の重さで1階が崩壊

### ★屋根の被害

瓦屋根が地震の揺れで剥がれてしまい地表に落下するため、避難するときは注意する

## 地震の揺れによる工作物被害の事例

出典：災害写真データベース(消防科学総合センター)の写真を一部加工



新潟県中越地震(2007)



能登半島地震(2007)



熊本地震(2016)

### ★ブロック塀の転倒

透かしブロックは鉄筋が入っていないが、破断面を見ると透かしブロックがない部分でも鉄筋が入っていないことがわかる

転倒するときは、ブロックがバラバラではなく、ある面から上が一体となって倒れるため、重量が重く危険である

### ★コンクリート擁壁の転倒

地震の揺れにより斜面が崩壊し、土圧でコンクリート擁壁が転倒したもの

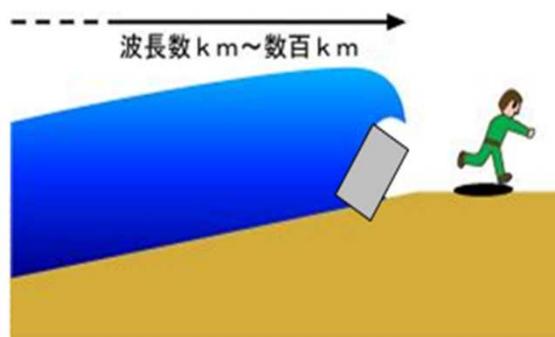
宅地造成に伴う人工的な盛土の擁壁の被害が多かった

# 津波の特徴

## 津波と普通の波の違い

### 津波

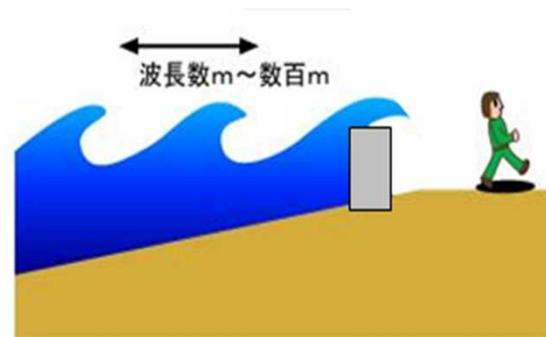
地震などにより海底地形が変形することで、**海の表面から海底までの海水全体が動いて伝わる**現象。波長は数km～数百kmに及ぶこともある。



巨大な水の壁となって長時間力が加わる津波は、陸上のものを破壊しながら内陸まで一気に浸水する

### 普通の波

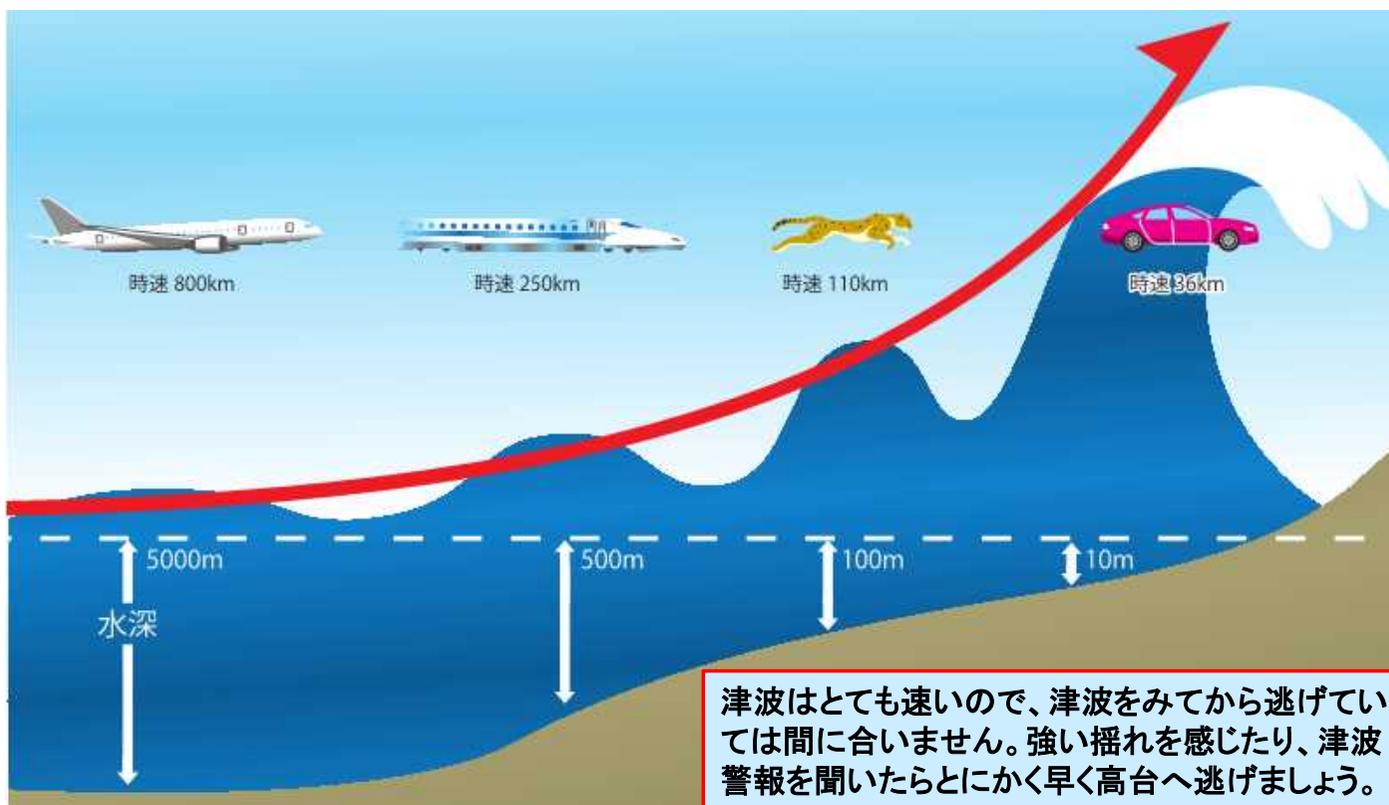
海域で吹いている風によって生じ、**海の表面近くの海水が動く**現象。波長は数m～数百m程度。



津波と高さが同じでも、波は波長が短いため、一つ一つの波により加わる力は小さく、沿岸で砕け散る

## 津波の伝わる速さと高さ

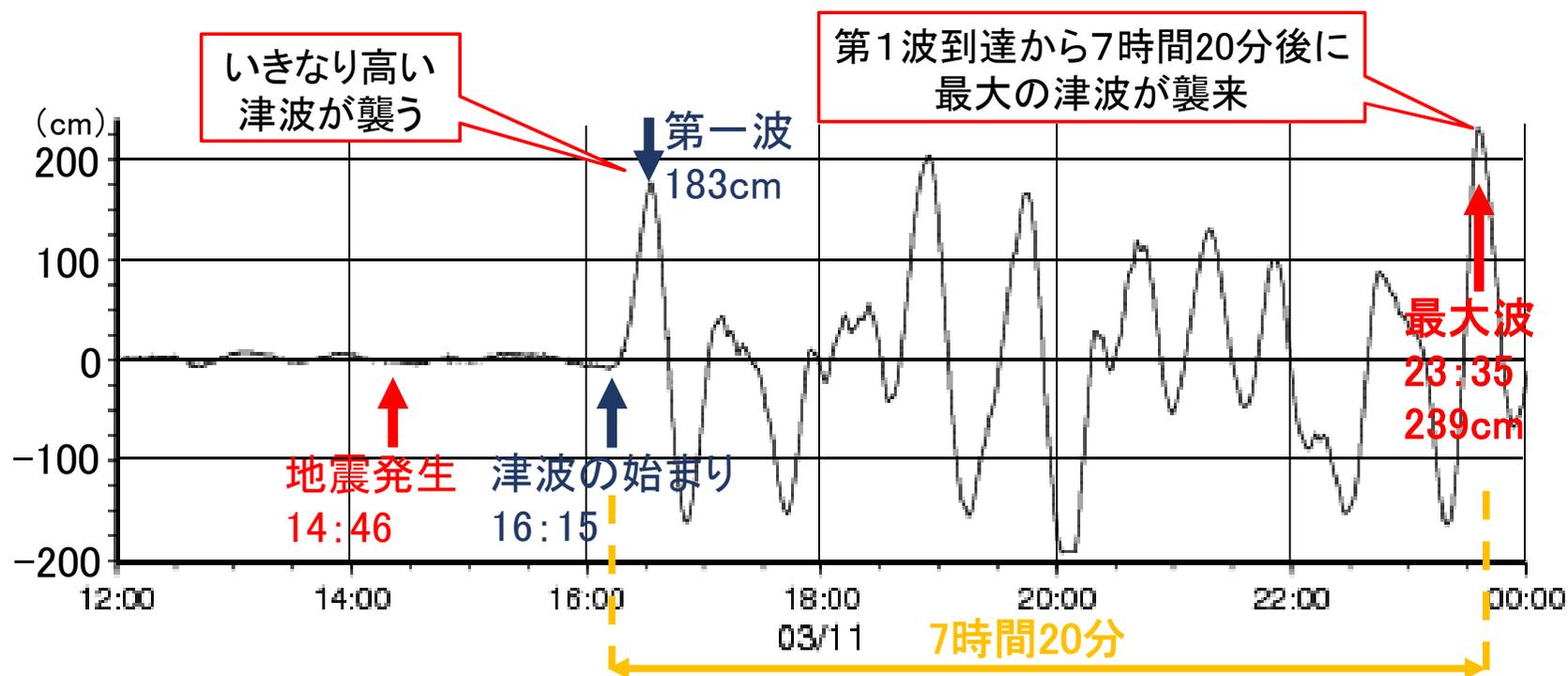
津波は、海が深いほど速く伝わる性質があり、沖合ではジェット機に匹敵する速さで伝わります。逆に、水深が浅くなるほど速度が遅くなるため、津波が陸地に近づくにつれ、減速した波の前方部に後方部が追いつくことで、波高が高くなります。



大分地方気象台  
から提供

## 繰り返し襲ってくる、引き波から始まるとは限らない

- 津波は長い場合は1日以上にもわたって何度も繰り返し襲来する
- 第1波よりもその後繰り返しやってくる波の方が高くなることもある
- 津波は引き波から始まるとは限らない



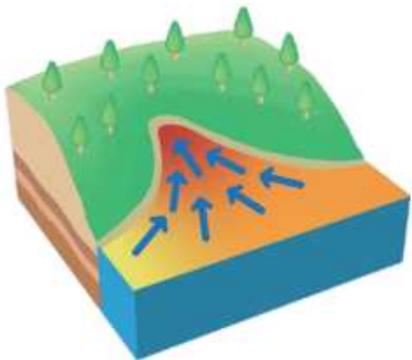
「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」による津波の観測(函館検潮所)

大分地方気象台  
から提供

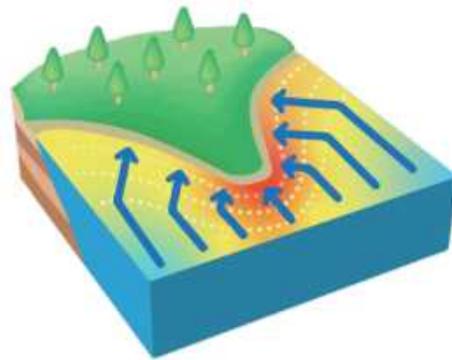
## 津波災害への地形の影響

津波の高さは海岸付近の地形によって大きく変化します。さらに、津波が陸地を駆け上がる(遡上する)こともあります。

岬の先端やV字型の湾の奥などの特殊な地形の場所では、波が集中するので、特に注意が必要です。



**奥が狭いV字型の湾**  
(リアス式海岸など)  
湾の奥にエネルギーが集中し、波高が高くなる。



**岬の先端**  
津波が海岸線に対し平行になろうとしてエネルギーが集中し、波高が高くなる。



**川沿い**  
河川は海につながっており、周囲よりも標高が低いいため津波が数kmも遡上することがある。



**沖積平野**  
標高が低い平野には津波が海から数km離れた場所まで到達し浸水することがある。

# 南海トラフ地震における県内の被害想定

出典:大分県ホームページ

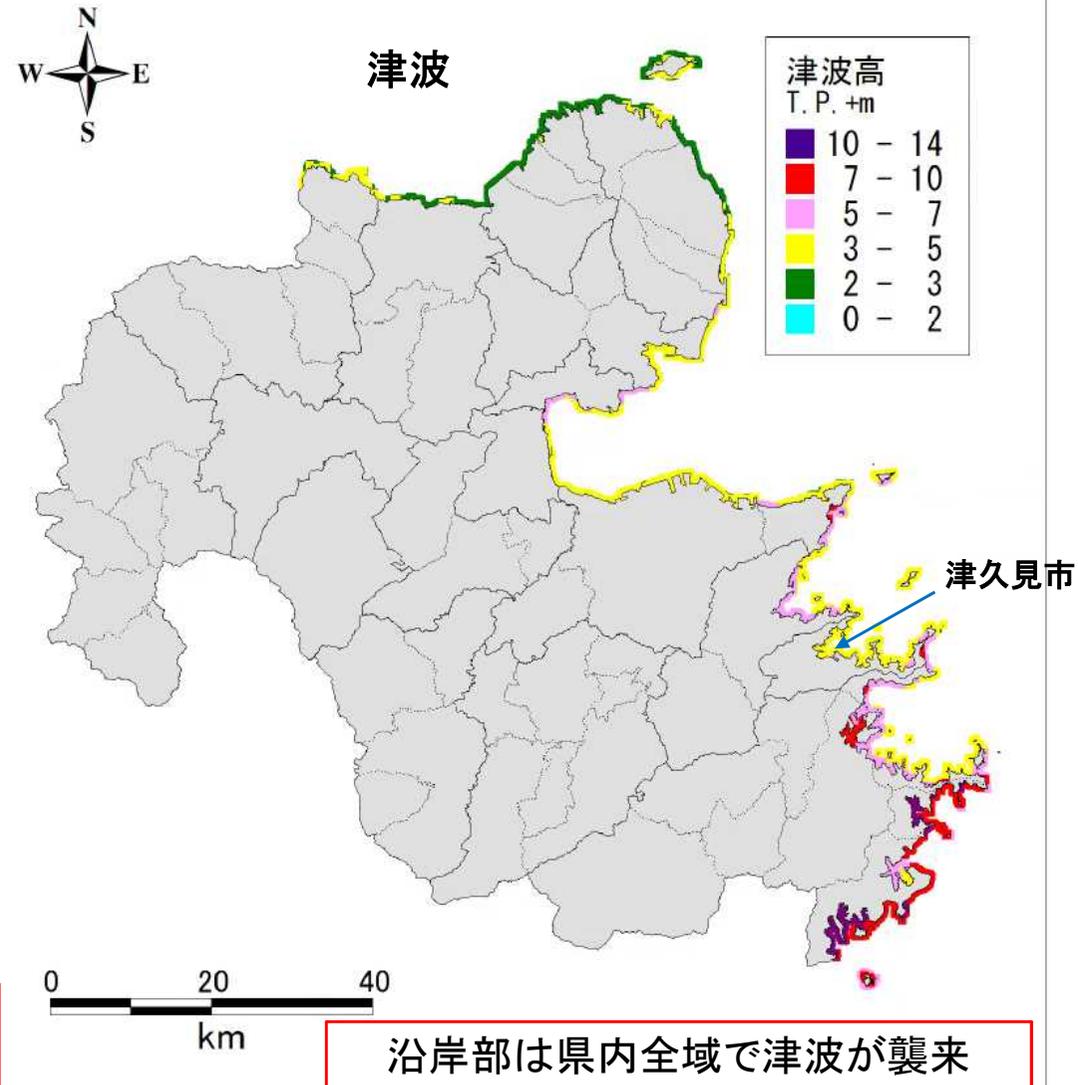
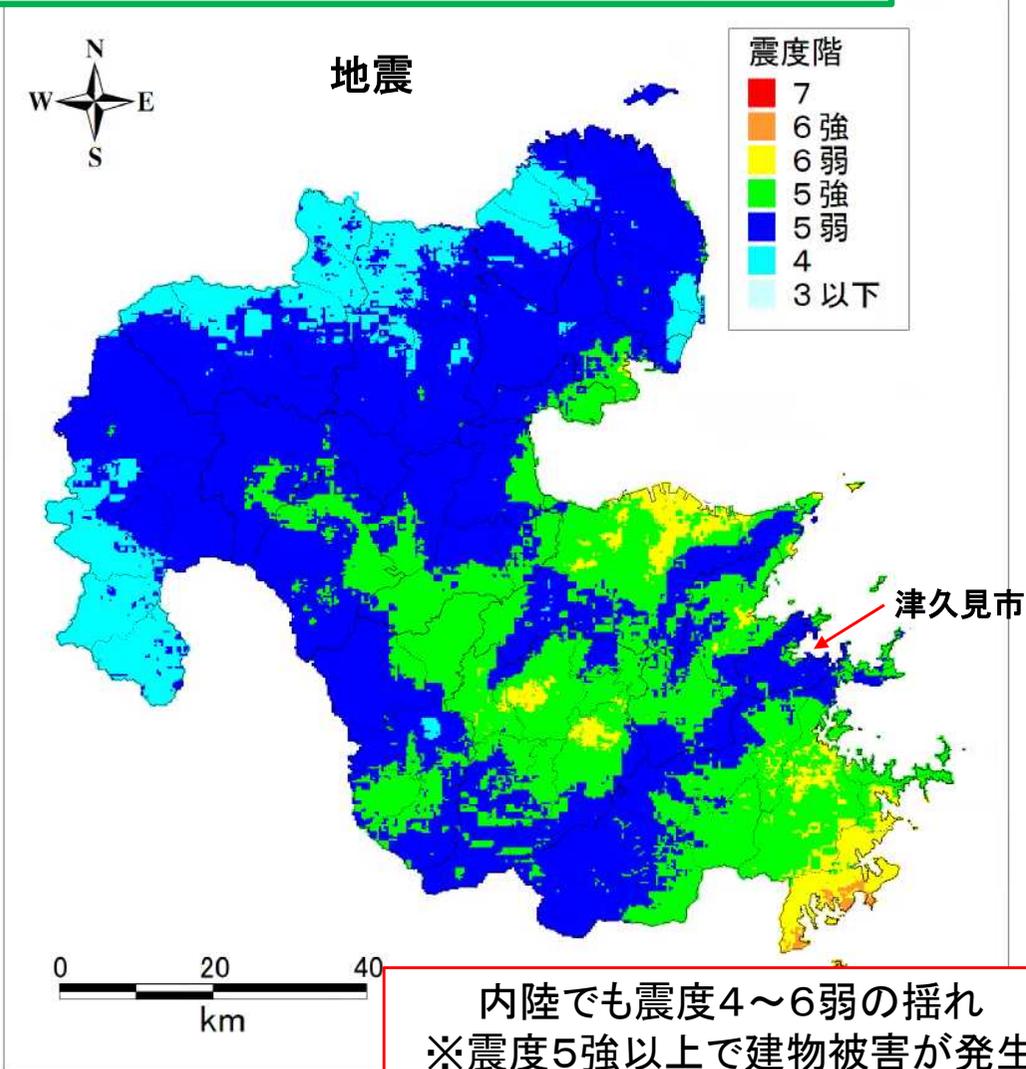
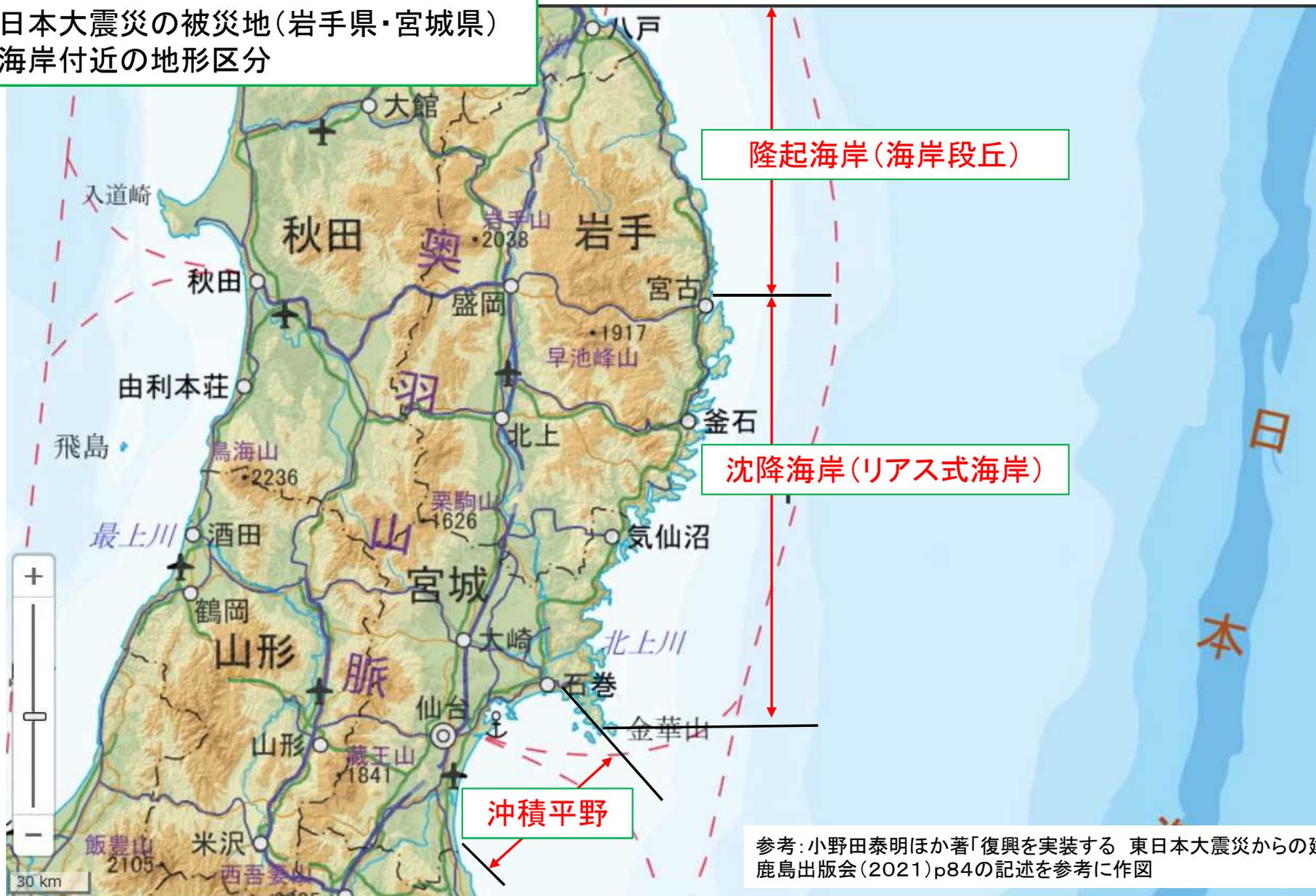


図 1-3 南海トラフ（陸側）による震度分布

図 1-4 南海トラフ（Case11）による沿岸部の最大津波高分布

東日本大震災の被災地(岩手県・宮城県)  
の海岸付近の地形区分





けせんぬま

はじかみ

気仙沼市  
について

波路上地区(杉の下高台・気仙沼向洋高校)

## 波路上地区における津波災害の被害と背景

### 学校が立地する地域の地形の特徴

#### ★地形

#### ★標高

- ・波路上地区
- ・杉の下高台
- ・階上中学校



考えられる災害リスク

### 震災前の学校や住民の対応

#### ★共通

以前から繰り返し津波の被害を受けた地区であり、明治三陸大津波(1896)では全滅した集落もあった。

#### ★学校

学校の避難計画では火災時は校庭に集合し、地福寺に避難すること。地震時にはいったん校庭に集まり、津波が想定される場合は校舎4階に避難することになっていた。震災当日は校舎の工事中であった。

#### ★地域

防災意識が高く、多くの住民が参加する避難訓練が毎年行われていた。避難場所となっていた杉の下高台は明治三陸大津波でも浸水しなかったが実は、ぎりぎりのところまで津波が来ていた(津波高11m)。また杉の下高台は地形的に他の地域から孤立する可能性があるが、気づいていなかった

### 地震発生から津波到達までの学校と住民の対応

よかった点や問題点を考えてみよう

#### ★学校の対応

#### ★波路上地区住民の対応

## 気仙沼市波路上地区の位置図

気仙沼向洋高校が立地していた  
気仙沼市波路上地区はリアス式海岸  
である気仙沼湾の湾口付近にあり太平洋に  
向かって突き出す「半島状」の地形である



# 波路上地区の地形図



階上中学校

地福寺

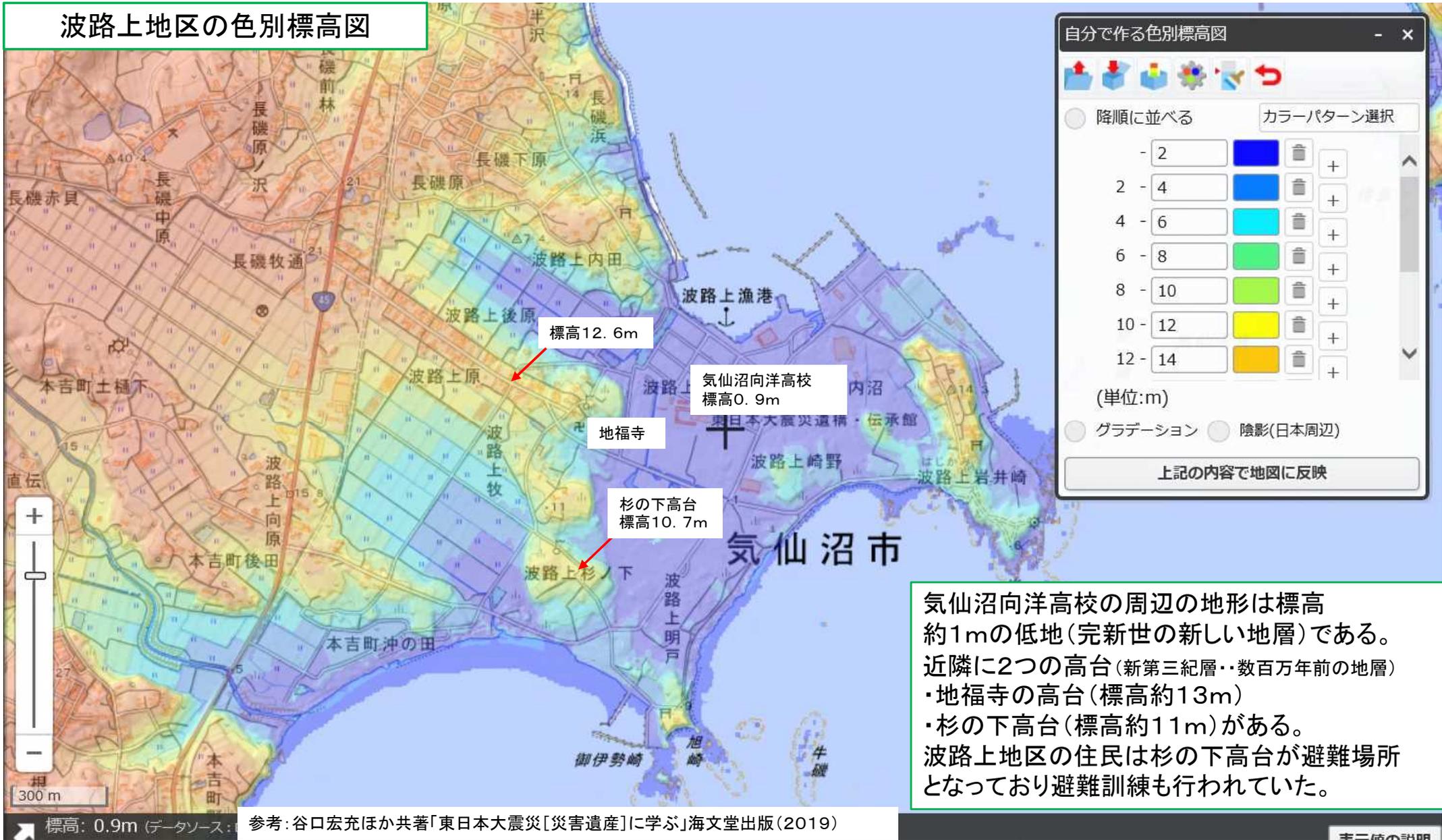
気仙沼向洋高校

杉の下高台

300 m

標高: 0.3m (データソース: DEM5A)

## 波路上地区の色別標高図



気仙沼向洋高校の周辺の地形は標高約1mの低地(完新世の新しい地層)である。近隣に2つの高台(新第三紀層・数百万年前の地層)・地福寺の高台(標高約13m)・杉の下高台(標高約11m)がある。波路上地区の住民は杉の下高台が避難場所となっており避難訓練も行われていた。

気仙沼向洋高校生徒の避難経路(赤色)と波路上地区住民の避難経路(オレンジ色)



自分で作る色別標高図

降順に並べる  カラーパターン選択

- 2			+
2 - 4			+
4 - 6			+
6 - 8			+
8 - 10			+
10 - 12			+
12 - 14			+

(単位:m)

グラデーション  陰影(日本周辺)

上記の内容で地図に反映

気仙沼向洋高校の生徒は校舎が工事中であったことからマニュアルのとおり垂直避難せず、地福寺の高台に登った。この時点で高さ10m以上の「大津波警報」が出たことを知って、さらに標高が高い階上中学校まで避難した..

波路上地区の住民約60人は日頃の訓練のとおり、杉の下高台に避難した..

海に向かって突き出た半島状の地形(岬の先端)のため波路上地区を3方向から津波が襲った..

気仙沼向洋高校生徒の避難経路(赤色)と波路上地区住民の避難経路(オレンジ色)



- ・杉の下高台に2方向から高い津波が押し寄せた
- ・双方から来た津波は高台の上で激突し、渦を巻いた
- ・津波の高さは13.7mと推定され高台にいた人は逃げ場を失った
- ・15時28分ごろ高台は完全に水没
- ・集落に残った人などを含めて杉の下集落で93名が死亡した

気仙沼向洋高校の生徒は校舎が工事中であったことからマニュアルのとおり垂直避難せず、地福寺の高台に登った。この時点で高さ10m以上の「大津波警報」が出たことを知って、さらに標高が高い階上中学校まで避難し、約200名の生徒・教職員は全員助かった。

自分で作る色別標高図

降順に並べる    カラーパターン選択

- 2			+
2 - 4			+
4 - 6			+
6 - 8			+
8 - 10			+
10 - 12			+
12 - 14			+

(単位:m)

グラデーション     陰影(日本周辺)

上記の内容で地図に反映

## 現在の波路上地区



杉の下高台に建立された慰霊碑

「この悲劇を繰り返すな 大地が揺れたら  
すぐ逃げろ より遠くへ より高台へ」



旧 気仙沼向洋高校  
「東日本大震災遺構・伝承館」

津波により被災した校舎を保存するとともに  
防災学習ができる施設に生まれ変わった

## 波路上地区における津波災害の被害と背景

### 学校が立地する地域の地形の特徴

#### ★地形

海に向かって突き出した半島(岬)の先端。高台と低地から形成

#### ★標高

・波路上地区 2m以下の低地

・杉の下高台 11~13m

・階上中学校 31m



### 考えられる災害リスク

岬の先端なので津波が海岸線に対し平行になろうとしてエネルギーが集中し、波高が高くなる。低地は浸水する。

### 震災前の学校や住民の対応

#### ★共通

以前から繰り返し津波の被害を受けた地区であり、明治三陸大津波(1896)では全滅した集落もあった。

#### ★学校

学校の避難計画では火災時は校庭に集合し、地福寺に避難すること。地震時にはいったん校庭に集まり、津波が想定される場合は校舎4階に避難することになっていた。震災当日は校舎の工事中であった。

#### ★地域

防災意識が高く、多くの住民が参加する避難訓練が毎年行われていた。避難場所となっていた杉の下高台は明治三陸大津波でも浸水しなかったが実は、ぎりぎりのところまで津波が来ていた(津波高11m)。また杉の下高台は地形的に他の地域から孤立する可能性があるが、気づいていなかった

### 地震発生から津波到達までの学校と住民の対応

よかった点や問題点を考えてみよう

#### ★学校の対応

ラジオにより「大津波警報」という情報を入手できた  
学校のマニュアルで決められた避難場所からさらに標高が高い中学校に2次避難することができた。

#### ★波路上地区住民の対応

杉の下高台は大津波に対しては標高の高さが十分ではなかった  
杉の下高台は孤立した高台でさらに高い場所に2次避難することができない場所だった  
→ 避難場所としては危険だった