

# 第2回

## 秋田沿岸検討委員会

—秋田沿岸海岸保全基本計画変更について—

令和7年1月28日(火)

1	検討方針	・ ・ ・ ・ ・	P2
2	第1回検討委員会における主な意見と対応	・ ・ ・ ・ ・	P6
3	秋田沿岸について	・ ・ ・ ・ ・	P10
4	将来的に予測される高潮・波浪の推定	・ ・ ・ ・ ・	P13
5	推定結果の妥当性の検証	・ ・ ・ ・ ・	P32
7	気候変動を考慮した設計津波水位の推定	・ ・ ・ ・ ・	P37
6	防護水準の設定方針	・ ・ ・ ・ ・	P51
8	今後の予定	・ ・ ・ ・ ・	P53

# 1. 検討方針

## ■気候変動を踏まえた計画外力の検討方針について

第1回検討委員会資料再掲

▶「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」等を踏まえ、本沿岸における計画外力の検討方針を設定する。

項目	「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」内容	検討方針（案）
海岸保全の目標	<p><b>気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針（本文P12, 4.）</b>                      海岸保全の目標は、2℃上昇相当（RCP2.6）を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する予測（4℃上昇相当（RCP8.5））も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SSP1-2.6(2℃上昇相当)とする。</li> <li>・SSP5-8.5(4℃上昇相当)も考慮する。</li> </ul>
評価時点		<ul style="list-style-type: none"> <li>・2100年（21世紀末）</li> </ul>
対象海岸		<ul style="list-style-type: none"> <li>・秋田沿岸：7海岸 （第2回検討委員会までは代表1海岸を対象とする。）</li> </ul>
海面水位	<p><b>高潮対策・津波対策（本文P15, (1)）</b>                      平均海面水位は徐々に上昇し、その影響は継続して作用し、計画高潮位にも設計津波の水位にも影響する。長期的に、平均海面水位は上昇し、数百年単位で元に戻ることがないと予測されることから、ハード対策とソフト対策を組み合わせ、今後整備・更新していく海岸保全施設（堤防、護岸、離岸堤等）については、手戻りのないように整備・更新時点における最新の朔望平均満潮位に、施設の耐用年数の間に将来的に予測される平均海面水位の上昇量を加味すべきである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の朔望平均満潮位に、2100年に予測される平均海面水位の上昇量を加える。</li> </ul>
潮位偏差	<p><b>高潮対策・津波対策（本文P15, (1)）</b>                      潮位偏差や高波は、台風や低気圧が発生した場合に顕著に影響が現れるため、いつ想定した極値が生起するかはわからない。また、現時点では、将来の潮位偏差や波浪の長期変化量の予測は平均海面水位の上昇量に比べて不確実性が高いが施設設計への影響は大きい。今後、研究成果の蓄積を踏まえ、最新の研究成果やd4PDF等による気候予測結果を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を推算し対策を検討すべきである。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気候変動の影響を考慮した大規模アンサンブル気候予測データベース（d4PDF等）を活用して、将来的に予測される変動量を推算する。</li> <li>※現行計画の水準（安全度）を下回らないよう留意する。</li> </ul>
波浪		

## ■気候変動シナリオ(海岸保全の目標)

第1回検討委員会資料再掲

- ▶「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」において、「海岸保全の目標は、2°C上昇相当を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する予測(4°C上昇相当)も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。」とも記載されている。
- ▶秋田県では2°C上昇相当を前提に検討を実施することとし、今後、異常潮位や異常波浪が観測された場合や予測シナリオと大きく異なる新たな知見が発表された場合などには、適宜シナリオを見直しすることとする。

### 4. 気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針

- 気候変動による平均海面水位の上昇や常時波浪の長期変化の程度、今後の台風や低気圧の強大化、強い台風等の頻発化の程度については、温室効果ガスの排出抑制政策の動向や気候変動予測の不確実性などから大きな幅が存在していることを考慮して海岸保全を進める必要がある。海岸保全基本計画や施設設計等の検討にあたっては、平均海面水位の上昇量等の外力の変化を現在の計画や設計の考え方に直接反映するとともに、外力の変化に対応するための追加コストなども考慮しながら、必要に応じてさらなる外力の増加にも配慮することが考えられる。
- 海岸保全の目標は、2°C上昇相当(RCP2.6)を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が2100年に1m程度上昇する予測(4°C上昇相当(RCP8.5))も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である。海岸保全の前提とする平均海面水位の上昇量予測が2100年以降に1m程度を超えることとなった場合には、改めて、その時点における社会経済情勢等を考慮し、従来の海岸保全の考え方による対応の限界も意識し、多様な選択肢を含めて長期的視点から適応策を検討することが考えられる。

出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言, R2, 7

IPCC 第6次評価報告書における SSPシナリオとは

シナリオ	シナリオの概要	近い RCPシナリオ*
 <b>SSP1-1.9</b>	持続可能な発展の下で 気温上昇を 1.5°C以下におさえるシナリオ 21 世紀末までの気温上昇(工業化前基準)を 1.5°C以下に抑える政策を導入 21 世紀半ばに CO <sub>2</sub> 排出正味ゼロの見込み	該当なし
 <b>SSP1-2.6</b>	持続可能な発展の下で 気温上昇を 2°C未満におさえるシナリオ 21 世紀末までの気温上昇(工業化前基準)を 2°C未満に抑える政策を導入 21 世紀後半に CO <sub>2</sub> 排出正味ゼロの見込み	<b>RCP 2.6</b>
 <b>SSP2-4.5</b>	中道的な発展の下で気候政策を導入するシナリオ 2030 年までの各国の国別削減目標(NDC)を集計した排出量上限にほぼ位置する	<b>RCP 4.5</b> (2050 年までは RCP6.0にも近い)
 <b>SSP3-7.0</b>	地域対立的な発展の下で 気候政策を導入しないシナリオ	<b>RCP6.0</b> と <b>RCP8.5</b> の間
 <b>SSP5-8.5</b>	化石燃料依存型の発展の下で 気候政策を導入しない最大排出量シナリオ	<b>RCP 8.5</b>

出典: IPCC第6次評価報告書および環境省資料をもとにJCCCA作成

出典：全国地球温暖化防止活動推進センター（JCCCA）HP

## ■海面水位の評価

第1回検討委員会資料再掲

- ▶「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」において、将来想定される海面上昇量の設定については、以下の①～③に示す対応方針が示されている。
- ▶秋田県では、最新の朔望平均満潮位に海面上昇量を加えた水位、最新の朔望平均満潮位に科学的な予測値を加えた水位を比較し、妥当な水位を設定する。

### (1-3) 平均海面水位への今後の対応方針

○(1-1) (1-2) を踏まえ、気候変動による平均海面水位の上昇量について

は、今後以下のように対応することが考えられる。

#### <前提条件>

- ① 施設で防ぎきれぬ高さには限界があり、ハード・ソフト施策を組み合わせ、災害を防止・軽減する。
- ② 現行計画の作成当時と比べ、すでに気候変動の影響による外力増加が含まれている可能性がある。
- ③ 予測の不確実性については十分考慮すべき。

#### <対応方針>

- ① 近年の観測データには気候変動の影響が含まれている可能性があるため、最新の観測データも含めた統計データを用いて朔望平均満潮位を設定する。
- ② 観測結果の傾向の外挿及び予測データを用いて、将来予測される平均海面水位の上昇量を考慮する。
- ③ 2050年以降など中長期の適応を考える場合には、最新の観測データをベースに将来へ外挿するだけでは精度に不安があるため、気象庁等による科学的な予測値を考慮する。

### <秋田県の対応方針>

① 観測データから最新の朔望平均満潮位を設定する。

② 観測結果の傾向の外挿から、将来予測される平均海面水位の上昇量を算出する。

③ 「日本の気候変動2020」および「IPCC AR6」の予測値を整理する。

⇒ ①に②を加えた水位と①に③を加えた水位を比較し、妥当な水位を設定する。

## 2. 第1回検討委員会における主な意見と対応

## 【第1回検討委員会でいただいた意見】

- 海面上昇量0.5mは大きい印象を受ける。一般に言われるのは、日本の気候変動2020の0.4m程度がよく使われている。2℃上昇の上限値があり、さらにそれを切り上げるのは妥当なのか。
- 4℃上昇も考慮することは海岸4省庁からも言われているが、基本は2℃上昇でよいと考えている。将来について予測できない中で、海面水位上昇量の切り上げは珍しいのではないか。

## 平均海面水位の上昇量の設定

9

### ■海面水位上昇量の設定方法について

第1回検討委員会資料再掲

- IPCC AR6による2100年時点の海面水位上昇量は、2℃上昇シナリオで、上限値0.42m、平均値0.23mであった。
- 日本の気候変動2020による2100年時点の海面水位上昇量は、2℃上昇シナリオで、上限値0.44m、平均値0.31mであった。
- 観測結果の傾向の外挿による海面水位上昇量は最大で4.0mm/年であり、日本の気候変動2020の2℃上昇平均値と同程度であることから、これを上回る海面水位上昇量を設定する。
- したがって、IPCC AR6、日本の気候変動2020の2℃上昇上限値を採用し、2100年までの海面水位上昇量を**0.5m**と設定する。

#### (1) IPCC AR6

シナリオ		上昇量 (2014~2100年：86年間)	1年あたりの 海面上昇量	2100年までの海面上昇量 (2024~2100年=76年間)
2℃上昇	上限値	0.47m	+5.5mm/年	<b>0.42m</b>
	平均値	0.26m	+3.0mm/年	<b>0.23m</b>
4℃上昇	上限値	0.96m	+11.2mm/年	<b>0.86m</b>
	平均値	0.65m	+7.6mm/年	<b>0.58m</b>

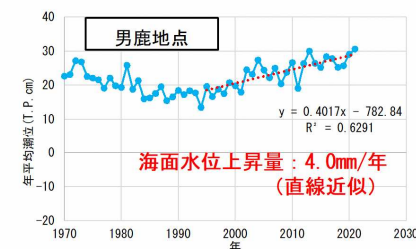


図 観測結果の傾向の外挿による海面水位上昇量

#### (2) 日本の気候変動2020

シナリオ		上昇量 (2005~2100年：95年間)	1年あたりの 海面上昇量	2100年までの海面上昇量 (2024~2100年=76年間)
2℃上昇	上限値	0.55m	+5.8mm/年	<b>0.44m</b>
	平均値	0.38m	+4.0mm/年	<b>0.31m</b>
4℃上昇	上限値	0.95m	+10.0mm/年	<b>0.76m</b>
	平均値	0.70m	+7.4mm/年	<b>0.57m</b>

表 各検潮所における気候変動を考慮した将来の期望平均満潮位

検潮所	期望平均満潮位 (T.P.)	
	最新	将来 (気候変動考慮)
男鹿	0.53m	<b>1.03m</b>
秋田	0.53m	<b>1.03m</b>
能代港	0.43m	<b>0.93m</b>
飛島	0.35m	<b>0.85m</b>

※NASA JetPropulsionLaboratory (JPL)の海面上昇量の貢献度再構築データを用いて、SARIMAモデルによる将来予測を行ったところ、2100年までの海面上昇量は1mとなった。これは、気候変動に対して無対策のシナリオであることから、IPCC AR6および日本の気候変動2020の4℃上昇上限値が妥当な値であると考えられる。検証結果は参考資料参照。

## ■海面水位上昇量の設定方法について【意見に対する対応】

- 秋田沿岸における2100年時点の海面水位上昇量は、IPCC AR6と日本の気候変動2020を基に設定する。**海面水位上昇量は2°C上昇シナリオを基本とし、4°C上昇シナリオも考慮したうえで設定する。**
- IPCC AR6による海面水位上昇量は、SSP1-2.6(2°C上昇相当)では平均0.26m、SSP5-8.5(4°C上昇相当)では平均0.65m(表2-1、図2-1)である。日本の気候変動2020による領域Ⅰにおける海面水位上昇量は、2°C上昇シナリオでは平均0.38m、4°C上昇シナリオでは平均0.70m(表2-2)である。

(1) **IPCC AR6** 表2-1 1995~2014年を基準とした2100年の海面水位上昇量予測 (男鹿地点)

シナリオ	海面水位の上昇量
SSP1-1.9	0.18m (0.04~0.38)
SSP1-2.6 (2°C上昇相当)	0.26m (0.11~0.47)
SSP2-4.5	0.39m (0.23~0.63)
SSP3-7.0	0.53m (0.35~0.80)
SSP5-8.5 (4°C上昇相当)	0.65m (0.45~0.96)

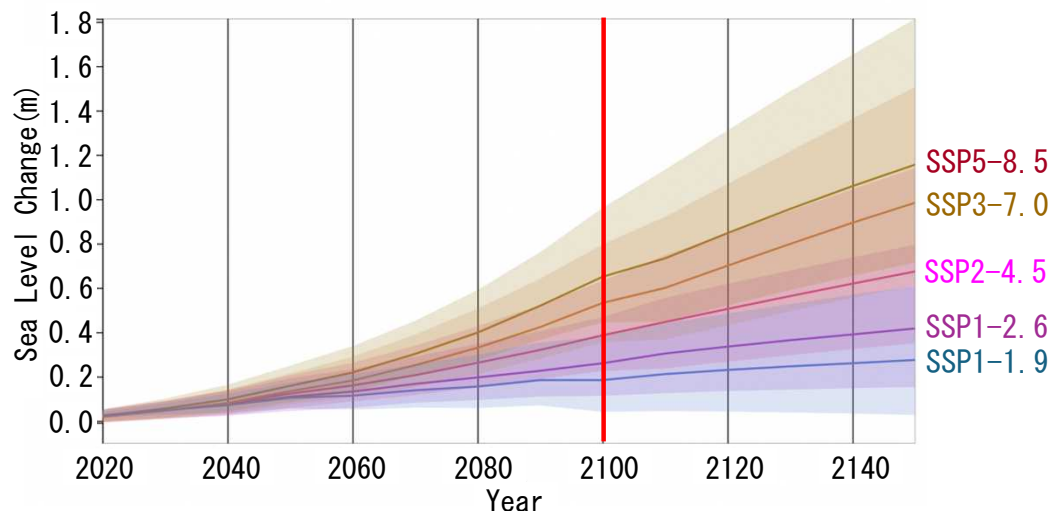
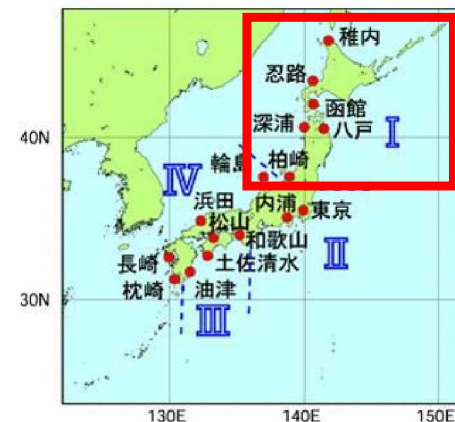


図2-1 各SSPシナリオにおける海面水位上昇量予測 (男鹿地点)  
出典: ipcc NASA Sea Level Projection Tool

(2) **日本の気候変動2020**

表2-2 20世紀末(1986~2005年)の平均海面水位を基準とした21世紀末の日本沿岸の海面水位上昇量

時期	20世紀末 (1986~2005年平均) ~ 21世紀末 (2081~2100年平均)			
	日本沿岸の平均海面水位の上昇量			
	領域Ⅰ 北海道・東北地方の沿岸	領域Ⅱ 関東・東海地方の沿岸	領域Ⅲ 近畿~九州地方の太平洋側沿岸	領域Ⅳ 北陸地方から九州地方の東シナ海側沿岸
2°C上昇シナリオ (SSP1-2.6)	0.38m (0.22~0.55m)	0.38m (0.21~0.55m)	0.39m (0.23~0.56m)	0.39m (0.22~0.55m)
4°C上昇シナリオ (SSP5-8.5)	0.70m (0.45~0.95m)	0.70m (0.45~0.95m)	0.74m (0.47~0.98m)	0.73m (0.46~0.97m)



出典: 日本の気候変動2020, R2. 2

## ■海面水位上昇量の設定結果について【意見に対する対応】

▶秋田沿岸における2100年までの海面水位上昇量は、**0.4m** と設定する。

### 【根拠】

- ・潮位観測結果(図2-2)の1年あたりの海面水位上昇量は最大で4.0mm/年である。これをもとに2100年までの海面水位上昇量を求めると0.31mとなる。海面水位上昇量の設定にあたっては0.31mを上回る値とする必要がある。
- ・さらに、IPCC AR6と日本の気候変動2020の4°C上昇シナリオの下限値(IPCC AR6:0.40m(表2-3)、日本の気候変動2020:0.36m(表2-4))を満足する値とする。4°C上昇シナリオの下限値以上の値とすることにより、4°C上昇シナリオも考慮した海面水位上昇量とする。

### (1) IPCC AR6

表2-3 IPCC AR6による2100年までの海面水位上昇量

シナリオ		上昇量 (2014~2100年:86年間)	1年あたりの 海面上昇量	2100年までの海面上昇量 (2024~2100年=76年間)
2°C上昇	上限値	0.47m	+5.5mm/年	0.42m
	平均値	0.26m	+3.0mm/年	0.23m
4°C上昇	上限値	0.96m	+11.2mm/年	0.86m
	平均値	0.65m	+7.6mm/年	0.58m
	下限値	0.45m	+5.2mm/年	0.40m

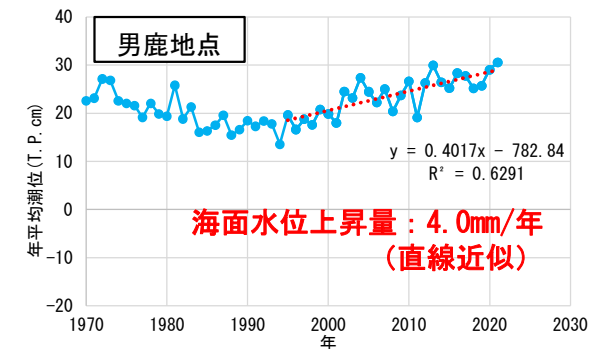


図2-2 潮位観測結果の海面水位上昇量

### (2) 日本の気候変動2020

表2-4 日本の気候変動2020による2100年までの海面水位上昇量

シナリオ		上昇量 (2005~2100年:95年間)	1年あたりの 海面上昇量	2100年までの海面上昇量 (2024~2100年=76年間)
2°C上昇	上限値	0.55m	+5.8mm/年	0.44m
	平均値	0.38m	+4.0mm/年	0.31m
4°C上昇	上限値	0.95m	+10.0mm/年	0.76m
	平均値	0.70m	+7.4mm/年	0.57m
	下限値	0.45m	+4.7mm/年	0.36m

表2-5 各検潮所における気候変動を考慮した将来の期望平均満潮位

検潮所	期望平均満潮位(T.P.)	
	最新	将来 (気候変動考慮)
能代港	0.43m	0.83m
男鹿	0.53m	0.93m
秋田	0.53m	0.93m

※最新の期望平均満潮位は、男鹿：2017~2021年の平均、秋田・能代港：2018~2022年平均。

### 3. 秋田沿岸について

## ■秋田沿岸の地域区分および設計水位

- 秋田沿岸は、延長約264kmである。
- 青森県境から山形県境まで7つの地域海岸に区分されている。

表3-1 秋田沿岸の設計水位

地域海岸名 ※1	対象地震	地区名	設計津波 の水位 (T.P.+m)	高潮・波浪 防護高 (T.P.+m)	津波、高潮 のチェック	計画 天端高 (T.P.+m)
八森地域海岸	庄内沖地震(1833)	八森地域海岸	4.7	5.5	高潮	5.5
能代地域海岸	北海道南西沖地震(1993)	能代地域海岸	4.1	5.5	高潮	5.5~6.8※2
男鹿地域海岸	庄内沖地震(1833)	北浦~畠漁港	3.0	5.5	高潮	5.5
		戸賀	4.0	4.0	高潮	4.0
		加茂青砂~台島	4.8	5.5	高潮	5.5
秋田・船川港地域海岸	庄内沖地震(1833)	船川港	5.7	3.5	津波	4.5~6.0
		脇本漁港~脇本船越	4.7	5.5	高潮	5.5
		天王~秋田港(北)	5.4	5.5~6.0	高潮	5.5~6.0
新屋・下浜地域海岸	日本海中部地震(1983)	秋田港(南)	6.0	6.0	高潮	6.0
		新屋・下浜	5.3	5.5	高潮	5.5
由利地域海岸	日本海中部地震(1983)	由利地域海岸	4.5	5.5	高潮	5.5
鳥海地域海岸	日本海中部地震(1983)	鳥海地域海岸	4.0	5.5	高潮	5.5

出典：秋田沿岸海岸保全基本計画，H28.2

第1回検討委員会資料再掲



出典：秋田沿岸海岸保全基本計画，H28.2

## ■秋田沿岸の現行計画外力

- 秋田沿岸の計画潮位は、昭和38年(1963年)の資料から、朔望平均満潮位に最大偏差を加えた潮位が採用されている。
- 計画沖波は、1976年10月29日に船川港沖で観測された既往最大値で設定されている。気象擾乱を調べると、「爆弾低気圧」による波浪であることがわかった。

表3-2 現行の計画外力

現行外力	設定値	設定方法
計画潮位	T. P. +1.5m	朔望平均満潮位:T. P. +0.629m+最大偏差:+0.83m =T. P. +1.459m≒T. P. +1.5m
計画沖波	8.5m	1976年10月29日に船川港沖で観測された波 水深-21m、有義波高8.09m、周期13sec

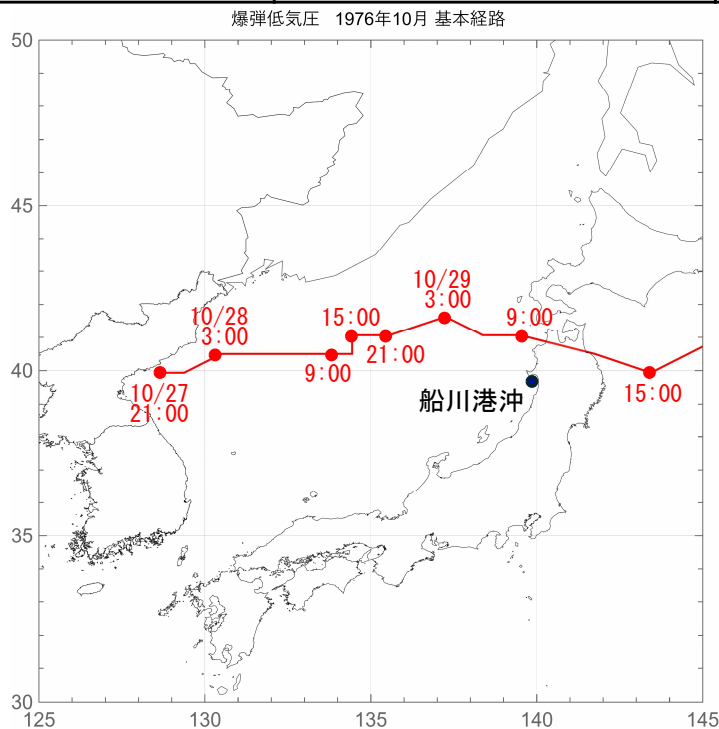


図3-1 1976年10月爆弾低気圧の経路図

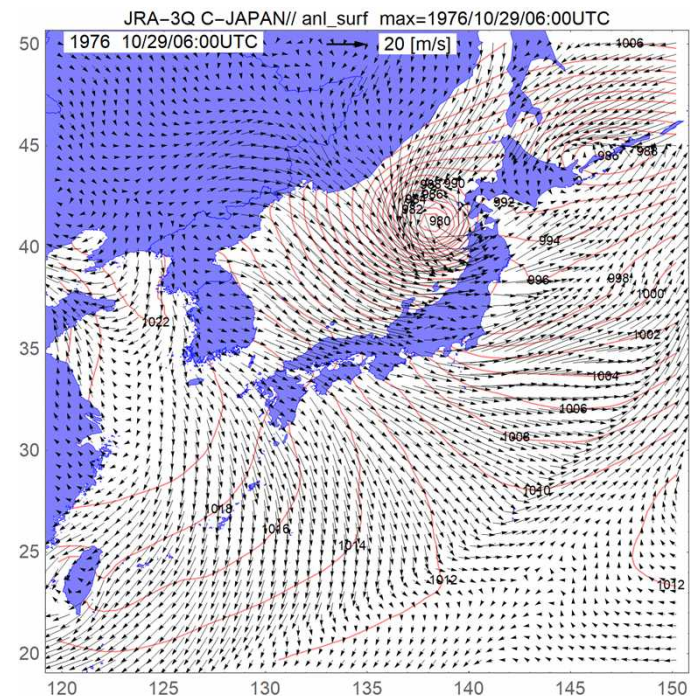


図3-2 昭和51年10月爆弾低気圧の風域場(10月29日6時時点)

## 4. 将来的に予測される高潮・波浪の推定

## ■高潮・高波外力の設定に向けた検討方針

- 対象とする外力の将来予測は、d4PDFで公表されている知見を前提として行うこととする。
- 将来の潮位偏差・波浪の変化量を推定する方法は、下表のとおり「A. 想定台風」か「B. 不特定多数の台風」から選定できるが、秋田沿岸では爆弾低気圧による影響も顕著であることから、台風に加えて爆弾低気圧も対象として検討する。
- また、日本海側は、冬季風浪により高潮・高波が生じることが特徴であることから、冬季風浪も対象として検討する。

第1回検討委員会資料再掲

対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性	対象台風	考え方	地球温暖化の影響	適用性
A. 想定台風	伊勢湾台風や室戸台風等の規模を想定した特定事例			B. 不特定多数の台風	数多くのサンプルを確保できれば確率評価が可能		
A-1. パラメトリック台風モデル	例えば、Myers モデル等経験的台風モデル <sup>4)</sup>	・ d2PDF、d4PDF 等の計算結果に基づく中心気圧の低下量で簡易的に考慮	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。 ・ B-1 の多数アンサンブルデータセットと組み合わせることで確率評価が可能。	B-1. 全球気候モデル台風領域気候モデル台風	d2PDF、d4PDF 等全域もしくはダウンスケール領域気候モデルで気候計算される台風を利用	・ d2PDF、d4PDF 等に温暖化の影響は含まれているが、バイアス補正が必要 <sup>6)</sup>	・ 多数のサンプルが確保可能であり、外力が発生確率で設定されている沿岸で適用性がある。
A-2. 領域気象モデルを用いた力学的計算	WRF 等の領域気象モデル	・ d2PDF、d4PDF 等の計算結果から将来変化を現在の気候場に上乗せして仮想的に考慮（擬似温暖化手法） <sup>5)</sup>	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸では適用性があるが、同一条件であっても過去の高潮推算とは異なる結果になることに留意が必要。	B-2. 気候学的アプローチ	台風の熱力学的最大発達強度(MPI)を考慮し、環境場から最大クラスの台風を推定	・ MPI の理論を応用して、d2PDF、d4PDF 等の気候値から気候的 <sup>7)</sup> 最大高潮偏差をシームレスに推定する手法等 <sup>7)</sup>	・ 従来、想定台風で外力を設定してきた沿岸で適用性がある。
				B-3. 確率台風モデル	台風属性の統計的特性をもとにモンテカルロシミュレーションにより人工的に台風を発生させる統計的手法	・ d4PDF 台風トラックデータ（バイアス補正）を用いた確率台風モデルの作成事例あり <sup>8)</sup>	・ 多数のサンプルが確保可能であり、外力が確率年で設定されている沿岸で適用性がある。

※(引用)気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等について(R3年8月2日課長補佐事務連絡)

## ■高潮・高波外力の将来予測手法

表4-1 各将来予測手法

対象※1	A. 想定台風・低気圧		B. 不特定多数の台風・低気圧		C. その他（冬季風浪・爆弾低気圧）			
手法	A①：実績台風・低気圧解析	A②：想定台風・低気圧解析	B①：台風抽出解析	B②：高潮波浪推定式	C①：高潮波浪推定式	C②：SMB法+海面上昇考慮	C③：爆弾低気圧抽出解析（参考検証）	
概要	過去に発生した実績台風・低気圧について波浪・高潮解析	コース、中心気圧等の想定台風・低気圧について波浪・高潮解析	確率評価に必要なケース数の波浪・高潮解析により算定	波浪・高潮解析から任意地点の推定式を構築しd4PDF外力により算定	風域場から任意地点の推定式を構築し、d4PDF外力により算定	波浪の発達・減衰を風域場から推算するSMB法により波浪を算定。吸い上げ効果およびWave setupを考慮し、潮位偏差を算定	d4PDFから爆弾低気圧を抽出し、波浪・高潮解析	
検討の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>数ケースの台風・低気圧を想定し、波浪・高潮シミュレーションを実施</li> <li>シミュレーションのケース数が少なく検討が比較的容易</li> <li>設定した外力の確率評価を行うことができない</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>d4PDFのデータから抽出した全台風を対象に波浪・高潮シミュレーションを実施</li> <li>計画値を発生確率で評価する場合は適用性が高い</li> <li>シミュレーションのケース数は条件を設定して絞っても、数十～数千ケースと膨大な数となる</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>観測データと長期再解析データから推定式を構築</li> <li>説明変数の地点を面的に設定することで面的な変化を捉えることが可能</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>一方向からの風によって波浪を推定</li> <li>Wave setupを考慮することにより、外洋に面する海岸に適用性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>d4PDFのデータから、秋田沿岸において高潮・高波をもたらす冬季の爆弾低気圧を抽出</li> <li>冬季の移動性低気圧が発達する日本海に適用性あり</li> </ul>
将来外力 (d4PDF)	中心気圧低下量	中心気圧低下量	過去と将来の台風を直接解析	過去と将来の台風を直接解析	過去と将来の風域場を直接解析	過去と将来の風域場を直接解析	過去と将来の爆弾低気圧を直接解析	
検討事例 (潮位偏差)	千葉東沿岸 愛知県	東京都、千葉県東京湾、徳島県		石川県				
検討事例 (波浪)	千葉東沿岸	東京都 千葉県東京湾	徳島県	愛知県	石川県			
主な論文			五十嵐ら (2022)※2	五十嵐ら (2022)※3	中園ら (2023)※4	野村ら (2022)※5	高ら (2018)※6	

※1：手法A, Bは、気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等について、R3. 8. 2, 「事務連絡」より。

Cは事務連絡には記載されていないが、日本海沿岸では冬季風浪や爆弾低気圧を考慮する必要があるため追加。

※2：五十嵐ら：大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を活用した設計外力相当の高潮・波浪に対する気候変動の影響評価の効率化手法の検討，土論B2, Vol. 78, No. 2, I\_967-I\_972, 2022

※3：五十嵐ら：大規模アンサンブル気候予測データベース (d4PDF) を用いた高潮・波浪に対する気候変動の影響評価の効率化手法の検討，土論B2, Vol. 78, No. 2, I\_973-I\_978, 2022

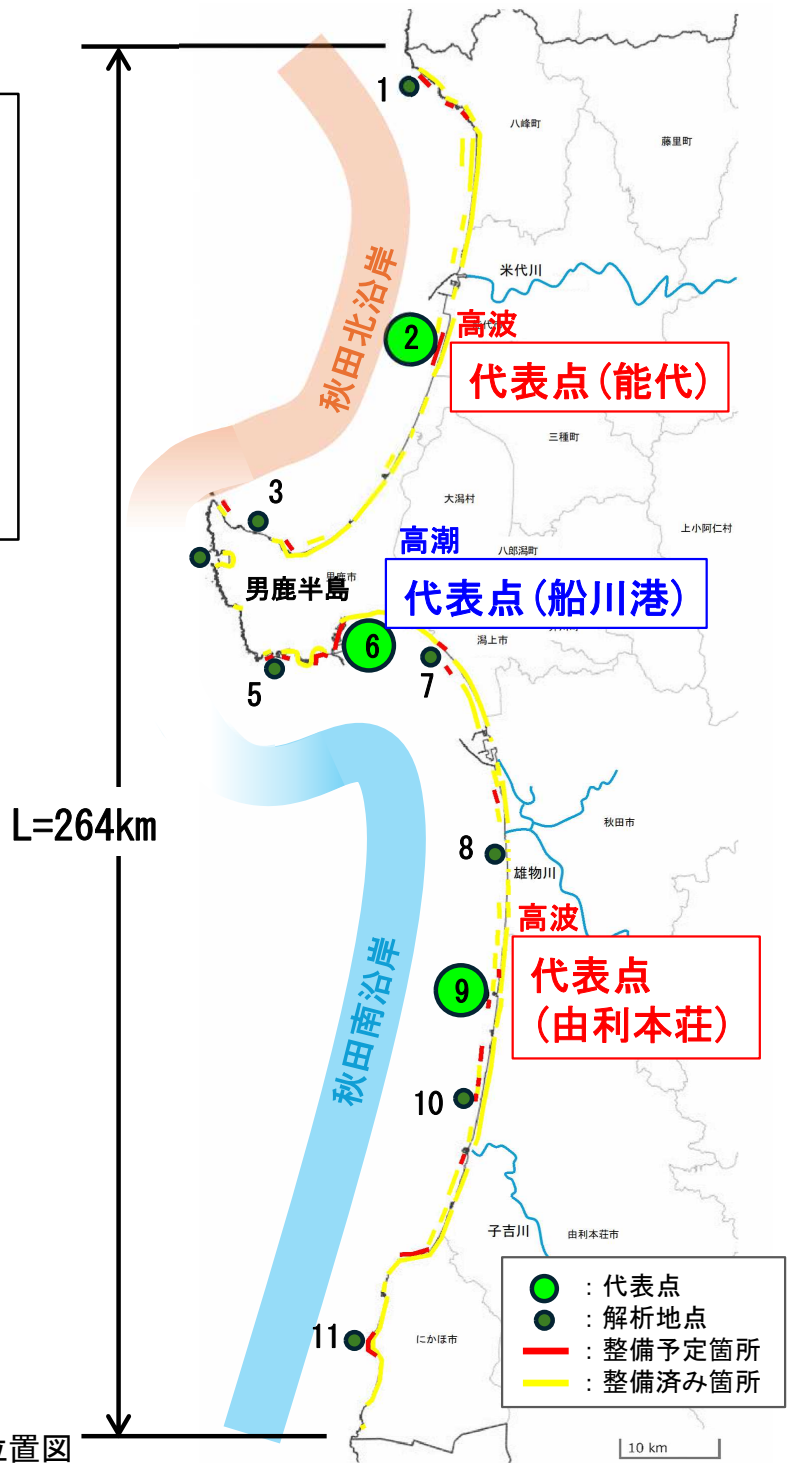
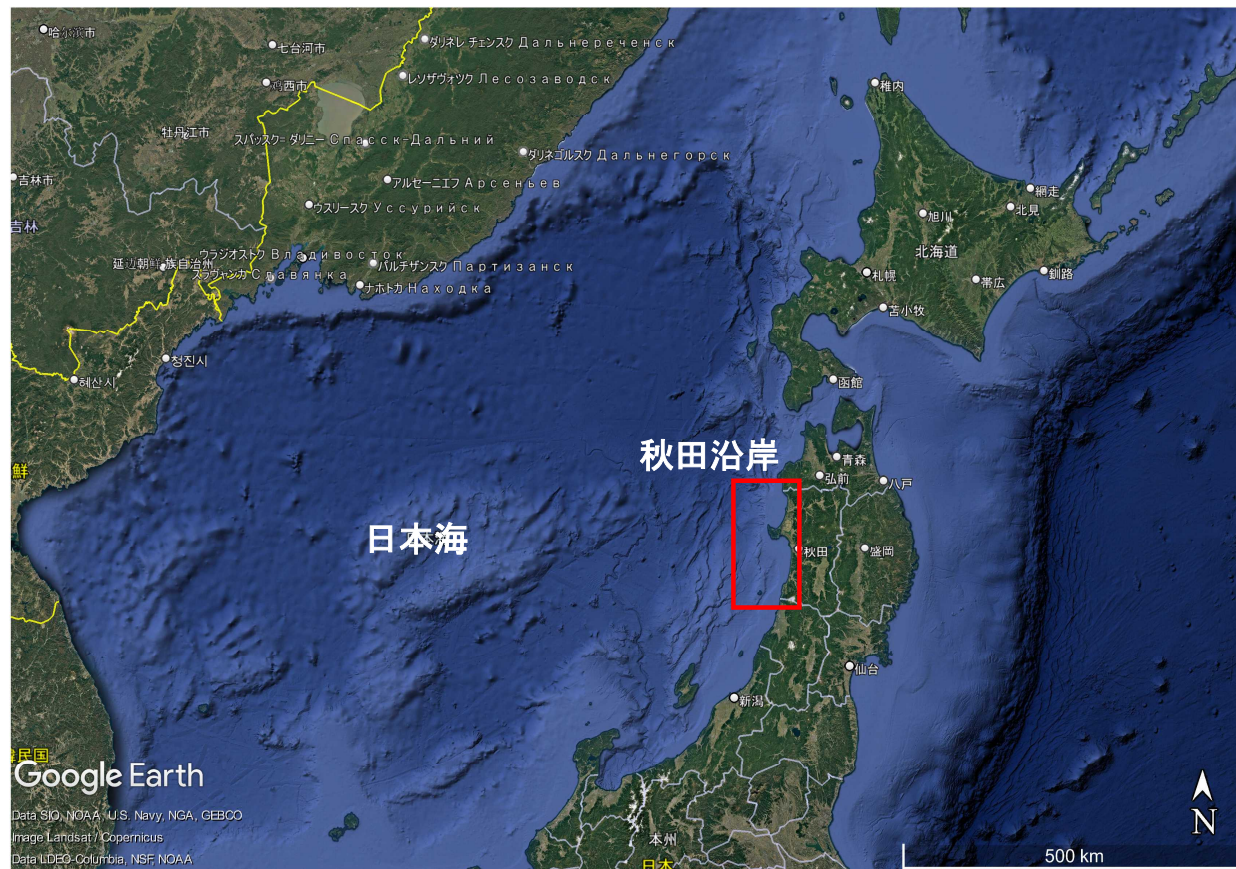
※4：中園ら：石川海岸における気候変動による外力変化量の推定，土論, Vol. 79, No. 17, 23-17068, 2023

※5：野村ら：d4PDFを用いた設計波高の将来変化の効率的な推定手法，土論B2, Vol. 78, No. 2, I\_937-I\_942, 2022

※6：高ら：大規模アンサンブル気候予測データベースを用いた爆弾低気圧の将来変化，土論B1, No. 4, I\_175-I\_180, 2018

## ■ 解析地点

- ▶ 秋田沿岸は、海岸線延長約264kmの海岸であり、中央の男鹿半島が海岸を南北に2分している。
- ▶ 本検討では、男鹿半島以北を秋田北沿岸、男鹿半島以南を秋田南沿岸とする。
- ▶ 本検討では11地点について解析を実施するが、本委員会では各沿岸の代表点について結果を評価する。
  - ・高波解析代表点：能代（秋田北沿岸）、由利本荘（秋田南沿岸）
  - ・高潮解析代表点：船川港（秋田沿岸全域）



## ■秋田沿岸で高波を発生させた気象擾乱

- 秋田沿岸において高波を発生させた気象擾乱について、NCEP波浪再解析データ(1980～2018年)から整理した。
- 最大波浪を発生させた気象擾乱は、台風8712号であった。
- しかし、上位20位のうち13ストームが爆弾低気圧であり、秋田沿岸は爆弾低気圧による影響が大きいことがわかった。

表4-2 秋田沿岸で高波を発生させた気象擾乱(1980～2018年) (NCEPデータより)

NO.	最大波浪 発生年月日	形態	NO.	最大波浪 発生年月日	形態
①	1987/8/31	台風 (T8712)	⑪	2010/12/15	爆弾低気圧
②	2004/11/26	爆弾低気圧	⑫	2007/1/7	爆弾低気圧
③	1995/11/6	爆弾低気圧	⑬	2014/12/17	爆弾低気圧
④	1980/10/26	爆弾低気圧	⑭	1990/11/10	爆弾低気圧
⑤	2008/2/23	爆弾低気圧	⑮	2018/8/24	台風 (T1820)
⑥	2014/12/16	爆弾低気圧	⑯	2004/2/23	爆弾低気圧
⑦	2009/11/15	爆弾低気圧	⑰	2015/3/11	爆弾低気圧
⑧	2004/9/7	台風 (T0418)	⑱	1990/12/2	台風通過後強風
⑨	2016/4/17	爆弾低気圧	⑲	2007/2/15	二つ玉低気圧
⑩	1994/10/12	台風 (T9429)	⑳	1985/9/1	台風 (T8513)

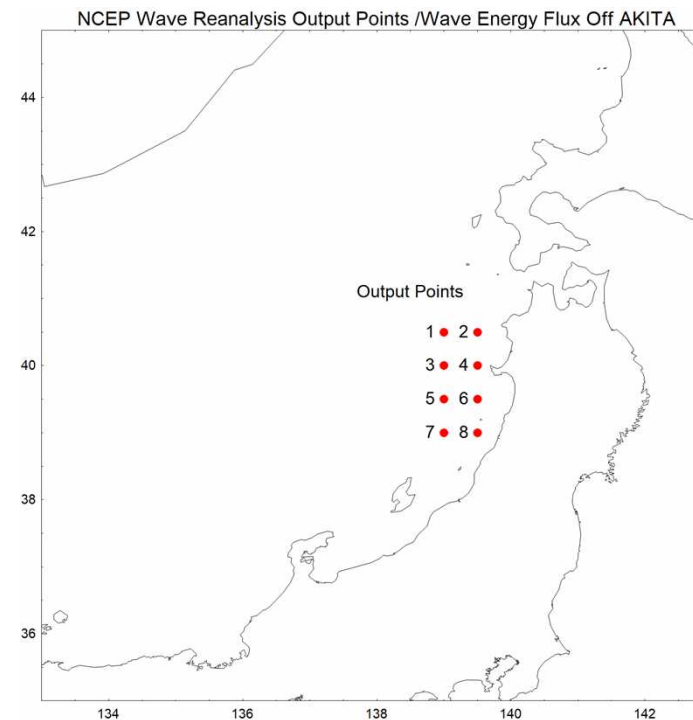


図4-2 出力地点

※経度139度、139.5度の2測線上、北緯40.5、40、39.5、39度の計8点で出力。  
 ※結果は、地点1の結果を表示。

## ■秋田沿岸で高波を発生させた気象擾乱

- NCEP波浪再解析データ(1980~2018年) をエネルギーフラックスについて整理すると、エネルギーフラックスが大きくなる気象擾乱は、台風と爆弾低気圧であった。
- エネルギーフラックスが小さく、高頻度に発生している気象擾乱は、主に冬季風浪であった。
- このことから、冬季風浪は頻発しているが、秋田沿岸に高波を発生させる気象擾乱は台風か爆弾低気圧であることがわかる。
- したがって、「A. 想定台風・低気圧」では、**台風と爆弾低気圧**を対象として波浪・高潮解析を実施する。

NCEP 30-year Hindcast Phase 2: EF(Hs<sup>2</sup>\*Tp) @Off Akita No.1

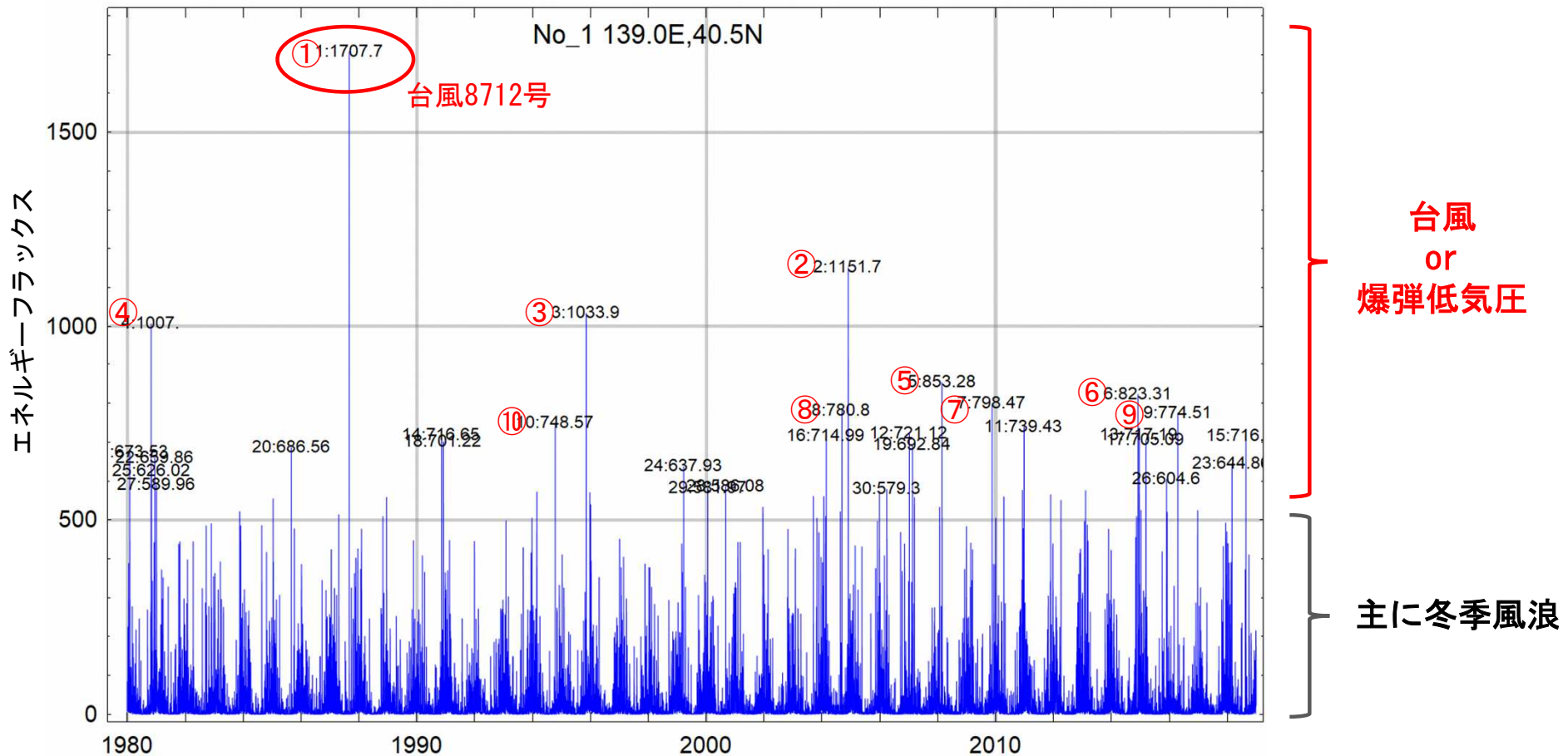


図4-3 1980~2018年に発生した気象擾乱のエネルギーフラックス整理結果 (NCEPデータより)

## ■【想定台風】風域場・気圧場モデルの構築

- ▶秋田沿岸において高波を発生させた台風のうち最大の台風8712号を対象に、風域場・気圧場モデルの検証を行った。
- ▶構築したモデルは、NOWPHASの観測値(深浦)と比較することにより検証を行い、精度を確認した。

表4-3 解析条件

解析条件	
解析モデル	風域場・気圧場【Myers Model】 波浪場【SWAN※1】
対象気象擾乱	T8712号 (1987年8月30日～9月1日)
解析範囲	緯度：33～49, 経度：126～143
格子サイズ	$\Delta X = \Delta Y = 0.1^\circ$
台風経路・気圧	IBTrACSデータベース実測値
減衰率 ( $C_1, C_2$ )	0.65
モデル検証	NOWPHAS観測値 (深浦※2)

※1：SWAN：第3世代波浪推算モデル(Simulating WAVes Nearshore)

※2：T8712号(1987年)については当時秋田沿岸に観測地点がなかったため、近傍の青森県深浦の観測値を採用した。

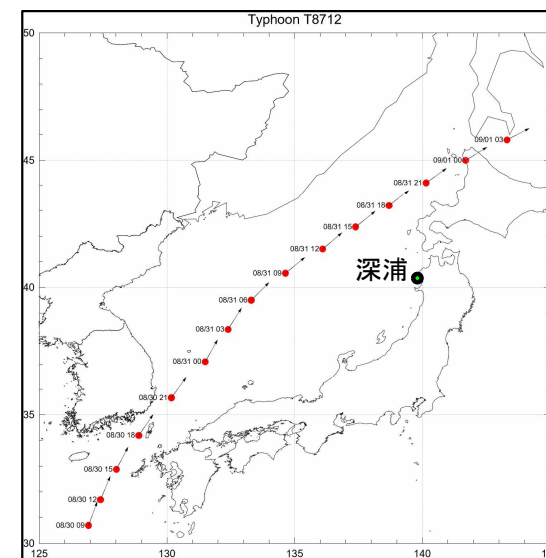


図4-4 T8712号の経路図

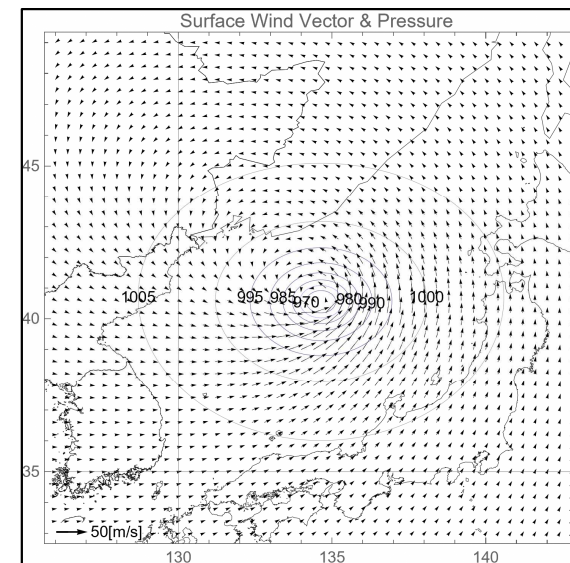


図4-5 T8712号の風域場

## ■ 【想定台風】風域場・気圧場モデルの検証

- 構築したモデルの検証を行った結果、減衰率を0.65とした場合、深浦地点の波高観測値の再現度が最も高かった。
- したがって、減衰率は0.65としたモデルを台風モデルとして採用することとした。

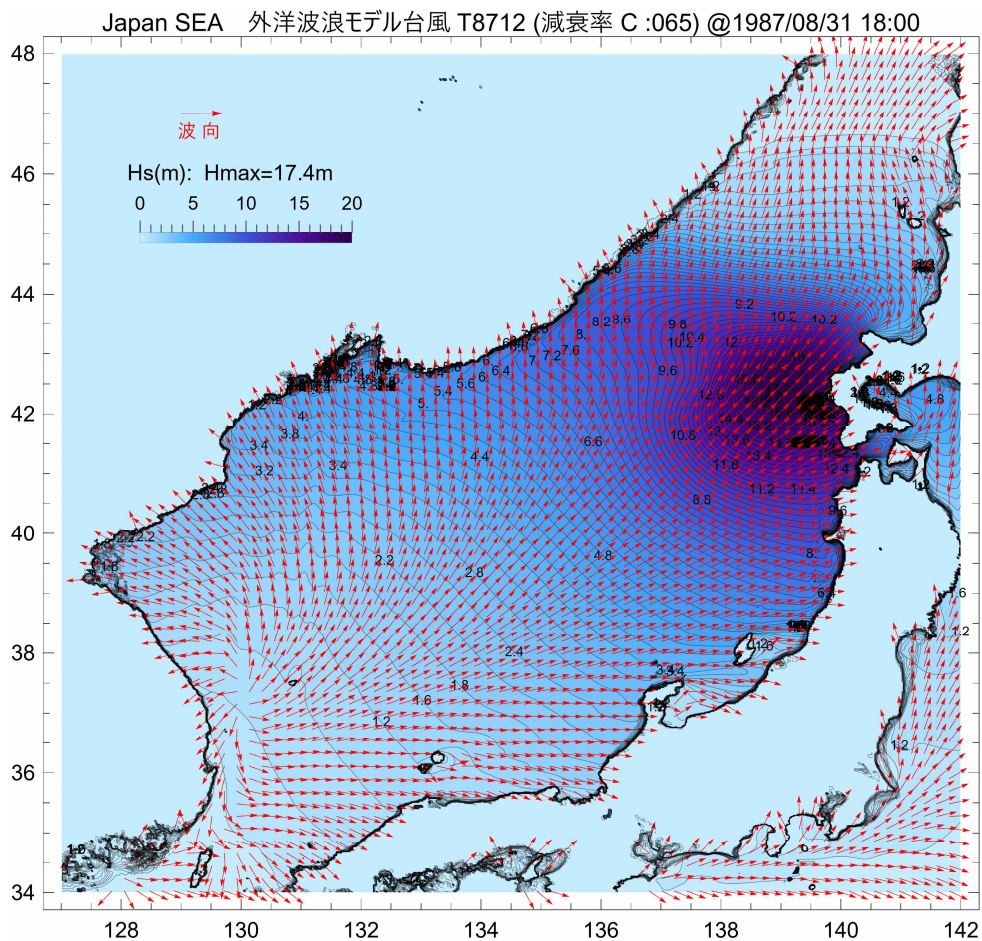


図4-6 波高分布図

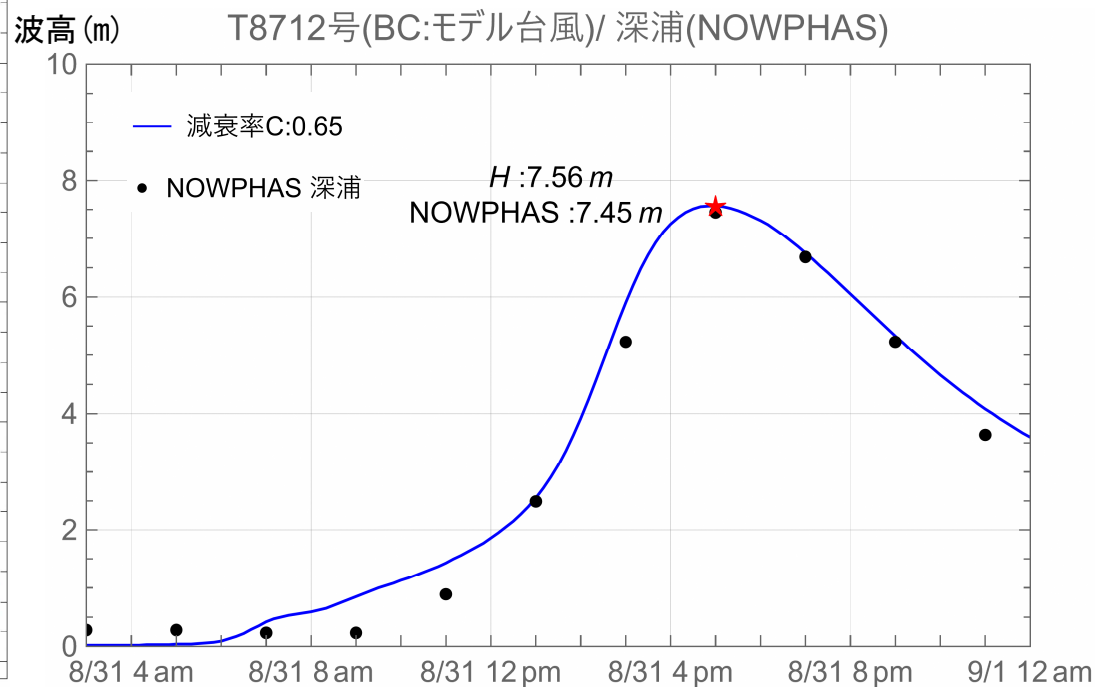


図4-7 NOWPHAS観測値との比較図

## ■【想定爆弾低気圧】風域場・気圧場モデルの適用性の確認

- ▶想定爆弾低気圧解析では、風域場・気圧場にMyers Modelを採用する。
- ▶Myers Modelを爆弾低気圧に適用するにあたり、適用性の確認を行った。
- ▶1976年10月の爆弾低気圧(計画沖波算定時の外力)を対象に検証した結果、船川港沖における波浪観測値と同程度の結果が得られた。
- ▶したがって、本モデルを爆弾低気圧モデルとして採用することとした。

表4-4 解析条件

解 析 条 件	
解析モデル	風域場・気圧場【Myers Model】 波浪場【SWAN】
対象気象擾乱	1976年10月爆弾低気圧 (1976年10月29日UTC)
解析範囲	緯度:33~49, 経度:126~143
格子サイズ	$\Delta X = \Delta Y = 0.1^\circ$
台風経路・気圧	JRA-3Q 再解析データ
減衰率(C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> )	0.65
モデル検証	船川港沖における観測値 (1976年10月29日)

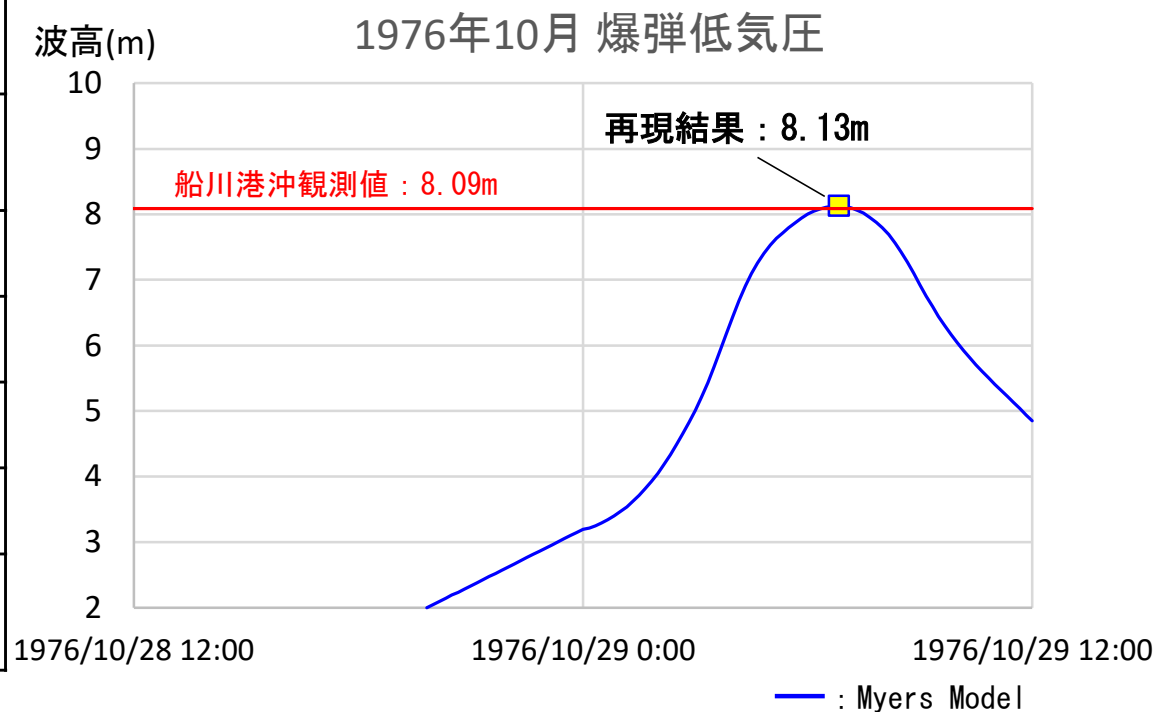


図4-8 船川港沖における観測値との比較図

## ■【想定台風】解析条件

- ▶想定台風は、風域場・気圧場モデル:Myers Model、波浪モデル:SWAN、潮流モデルPOMを用いて解析を実施する。
- ▶中心気圧は970hPa、経路は秋田沿岸において、高波を発生させる気象擾乱(台風8712号)、高潮を発生させる気象擾乱(台風0012号、台風0415号)を対象に数十km平行移動させた経路について検討した。
- ▶d4PDFの将来実験と過去実験の中心気圧変化量(約20hPa)を想定台風の中心気圧から低下させることにより、気候変動を考慮した将来予測を行った。

表4-5 想定台風解析条件

	想定台風	備考
解析モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風域場・気圧場モデル：Myers Model</li> <li>・ 波浪モデル：SWAN</li> <li>・ 潮流モデル：POM</li> </ul>	
中心気圧	970hPa	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 秋田沿岸において高波を発生させた最大の台風8712号の中心気圧</li> </ul>
経路	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高波：T8712号経路+(-50km ~ +150km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 秋田沿岸の代表2地点で高波を発生させる経路</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高潮：T0012号経路+(+20km ~ +90km) T0415号経路+(-40km ~ +40km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高潮浸水想定区域図作成時の想定経路9経路</li> </ul>
初期海面水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平均海面+海面水位上昇量(0.4m)</li> </ul>	
中心気圧低下量	<p style="text-align: center;">-20hPa (970hPa - 20hPa = 950hPa)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第4回気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会資料「資料4 d4PDFの活用による気候変動の影響評価」, R2.3</li> </ul>

## ■ 【想定台風】経路

- ▶秋田沿岸において、高波を発生させる台風と高潮を発生させる経路は異なる。
- ▶したがって、想定経路は、高波を発生させる台風経路と高潮を発生させる台風経路を設定した。
- ▶高波を発生させる台風経路は、秋田沿岸で高波を発生させた台風8712号を基本経路とし、数十km平行移動させトライアル計算を行うことにより、秋田沿岸代表2地点に最も危険となる経路を選定した。
- ▶高潮を発生させる台風経路は、高潮浸水想定区域図作成時の想定経路を採用した。

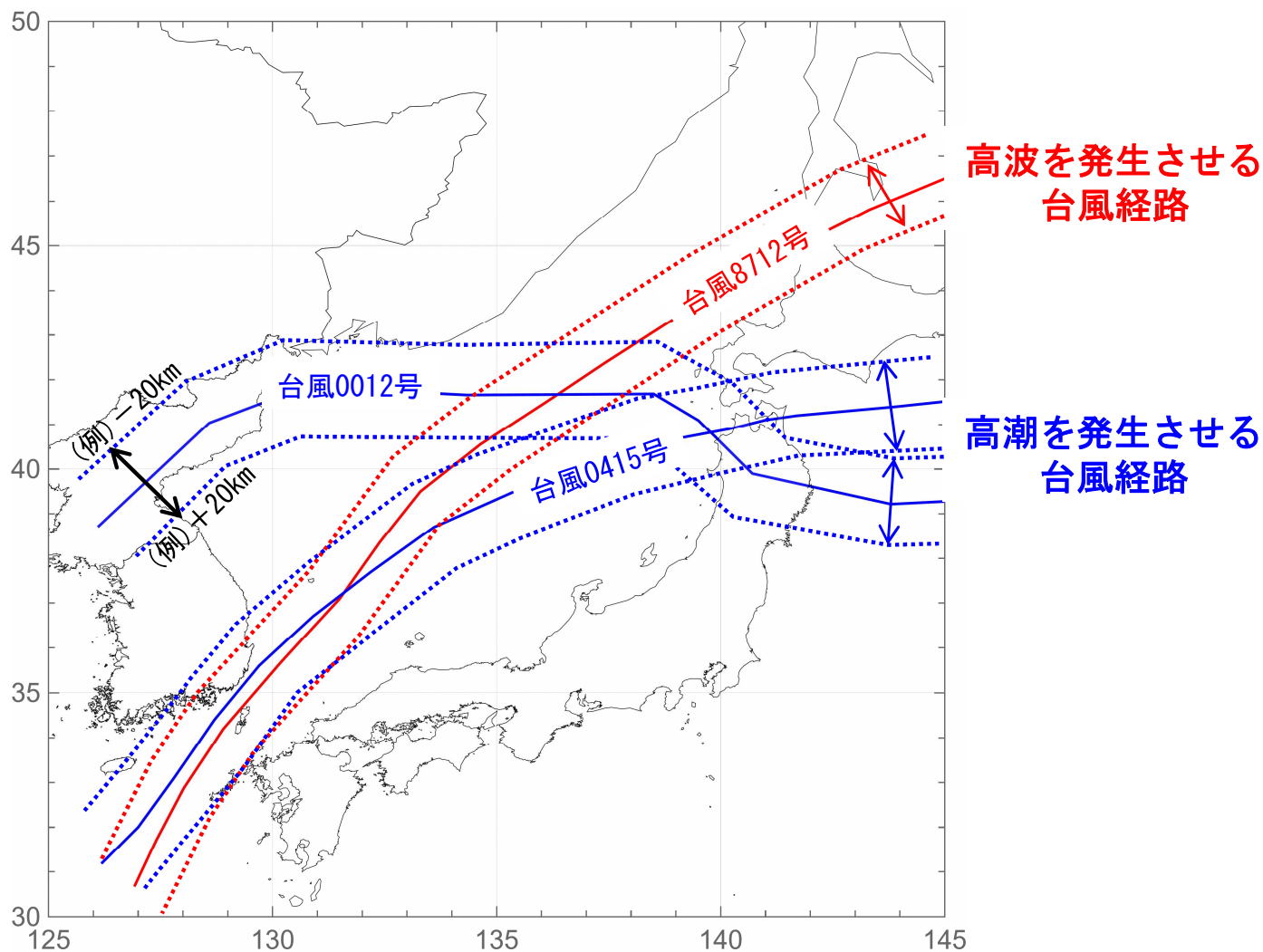
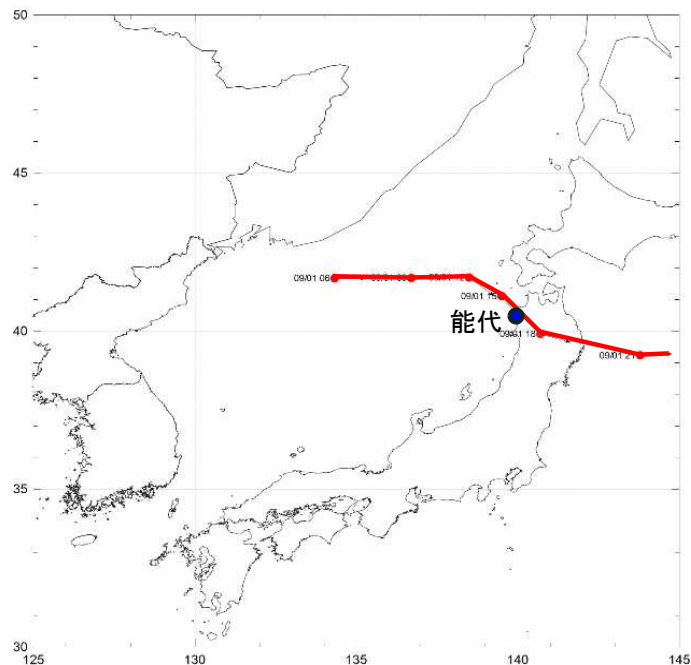


図4-9 対象とする経路

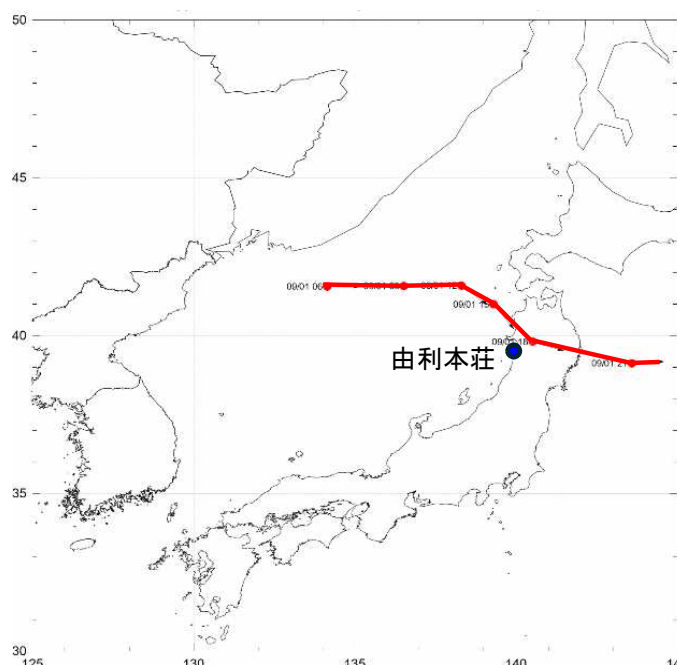
## ■ 【想定台風】経路

- ▶ トライアル計算の結果、高波を発生させる台風経路は、能代地点では**台風0012号+20km**、由利本荘地点では**台風0012号+40km**となった。
- ▶ 高潮を発生させる台風経路は、船川港地点で**台風0012号+20km**となった。
- ▶ 台風8712号は高波浪を発生させた気象擾乱ではあったが、台風0012号を上回る結果とはならなかった。

能代地点：台風0012号+20km



由利本荘地点：台風0012号+40km



船川港地点：台風0012号+20km

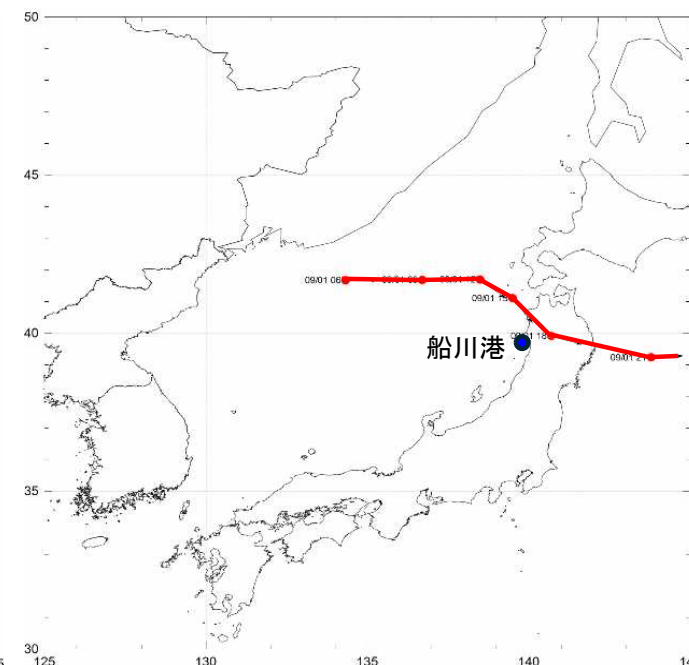


図4-10 対象とする経路

## ■【想定台風】中心気圧低下量

- 想定台風の中心気圧低下量は、国土交通省のd4PDFデータ分析結果を採用する。
- 秋田沿岸の位置する北緯39~40度の地点における将来実験と過去実験の差分は、約20hPaである。
- したがって、想定台風の中心気圧低下量は、**-20hPa**とする。

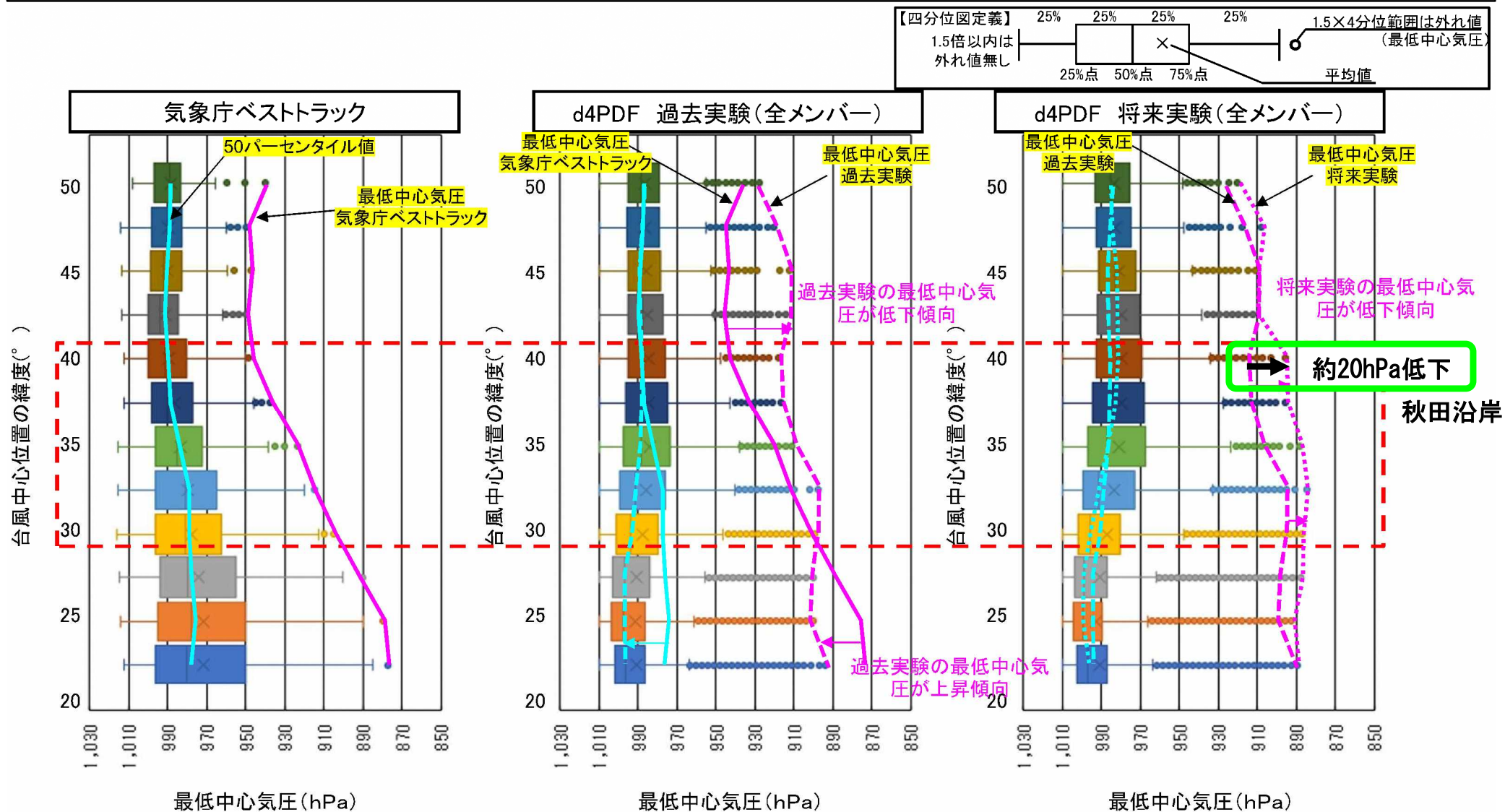


図4-11 最低中心気圧の分布状況

出典：資料4 d4PDFの活用による気候変動の影響評価, 第4回気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会資料, R2.3 に加筆

## ■【想定台風】解析結果

- ▶ 想定台風を対象として、代表地点について気候変動を考慮した将来予測を行った。
- ▶ 沖波波高については、能代地点で13.24m、由利本荘地点で12.55mとなった。
- ▶ 潮位偏差については、船川港地点で0.83mとなった。

表4-6 想定台風解析結果

項目		高波解析代表点		高潮解析代表点
代表点		能代	由利本荘	船川港
結果	沖波波高	13.24m	12.55m	—
	潮位偏差	—	—	0.83m

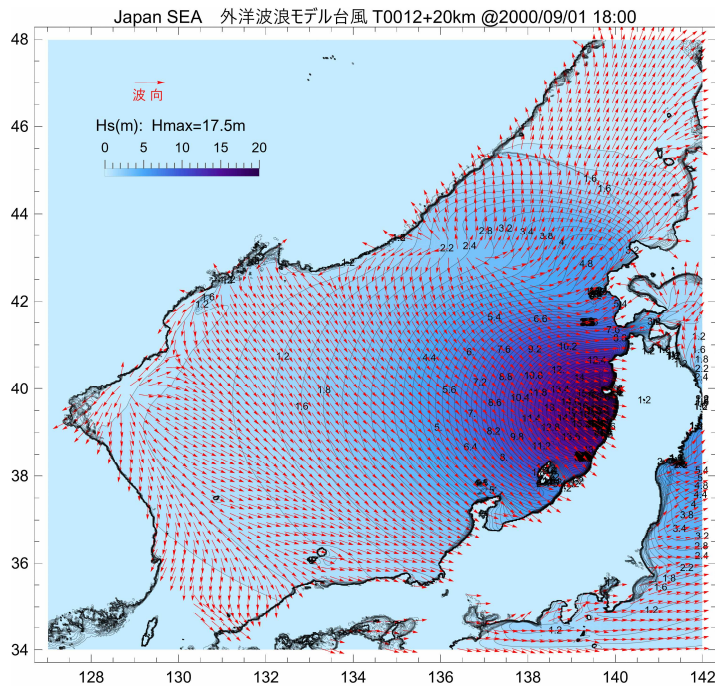


図4-12 波高分布図（日本海域）

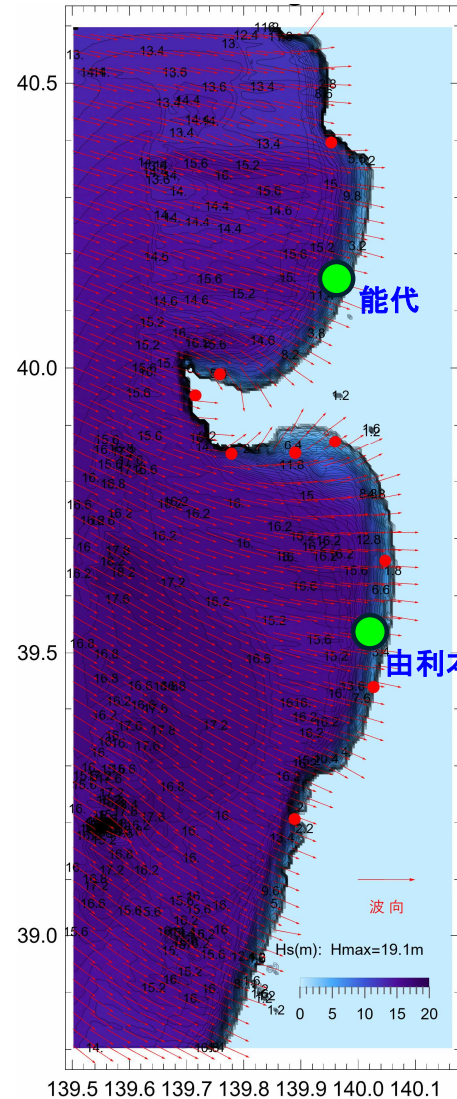


図4-13 波高分布図（秋田沿岸域）

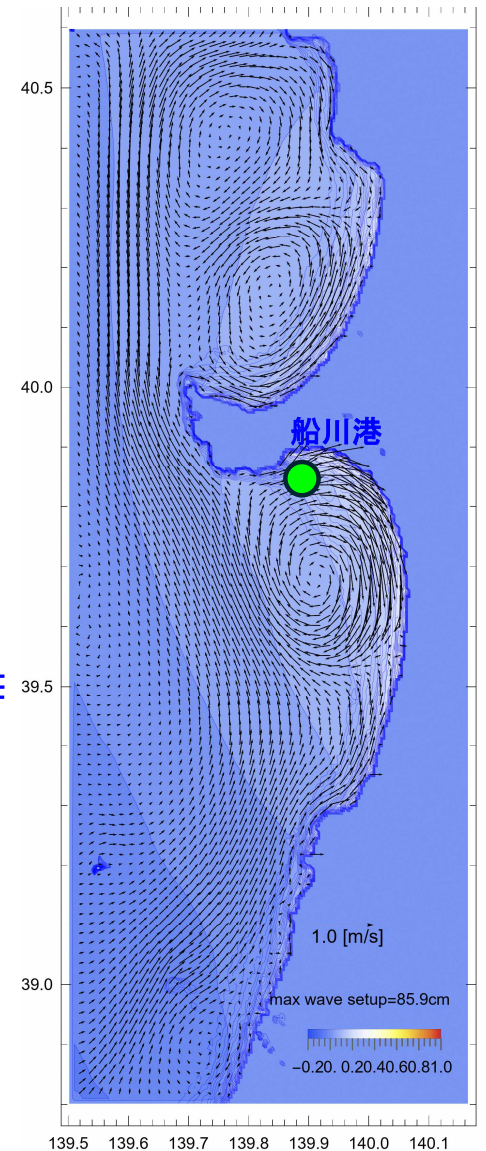


図4-14 高潮分布図

## ■【想定爆弾低気圧】解析条件

- 想定爆弾低気圧は、風域場・気圧場モデル:Myers Model、波浪モデル:SWAN、潮流モデルPOMIにより解析を実施した。
- 中心気圧は970hPa、経路は計画沖波算定時の外力を対象に数十km平行移動させた経路を選定する。
- d4PDFの将来実験と過去実験から算出された波高の変化倍率を、想定爆弾低気圧解析結果に乗じることにより、気候変動を考慮した将来予測を行う。爆弾低気圧については、将来実験と過去実験の中心気圧の明確な低下量は示されていないことから、高ら(2018)による波高の変化倍率を採用した。
- d4PDFデータは実測値とのバイアスを含んだものであるが、バイアス補正がなされていない将来実験と過去実験から算出された波高の変化倍率を用いることによりバイアスを除外した。

表4-7 想定爆弾低気圧解析条件

	想定爆弾低気圧	備考
解析モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 風域場・気圧場モデル：Myers Model</li> <li>・ 波浪モデル：SWAN</li> <li>・ 潮流モデル：POM</li> </ul>	
中心気圧	970hPa	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1976年10月の爆弾低気圧(計画沖波算定時の外力)の中心気圧</li> </ul>
経路	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1976年10月爆弾低気圧 +(-100km ~ +100km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 秋田沿岸代表2地点で高波を発生させる経路</li> </ul>
初期海面水位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平均海面+海面水位上昇量 (0.4m)</li> </ul>	
将来の変化倍率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 能代：9.1%増</li> <li>・ 由利本荘：10.7%増</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高ら(2018), d4PDFを用いた北海道周辺域で停滞する爆弾低気圧による高波の将来変化, 土論B2, Vol. 74, No2, I_1327-I_1332</li> </ul>

## ■【想定爆弾低気圧】経路

▶トライアル計算の結果、高波を発生させる台風経路は、能代地点では1976年10月爆弾低気圧 **-50km**、由利本荘地点では1976年10月爆弾低気圧 **+50km** となった。

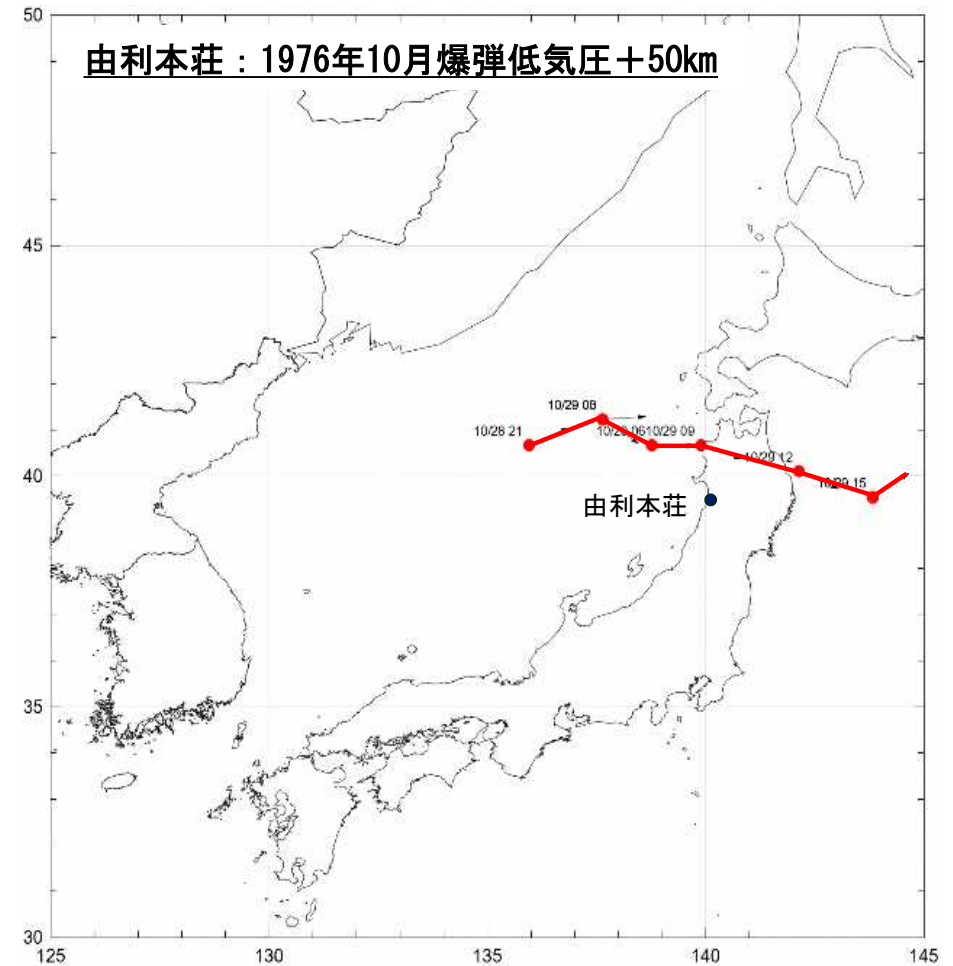


図4-15 対象とする経路

## ■【想定爆弾低気圧】将来の変化倍率(波高)

- ▶ 想定爆弾低気圧による気候変動を考慮した将来予測については、d4PDFの将来実験と過去実験から算出された波高の変化倍率を、想定爆弾低気圧解析結果に乘じることにより行う。
- ▶ 高ら(2018)※は、d4PDFの日本海を通過する爆弾低気圧を対象に、波高の将来変化を算出している。
- ▶ 各ケースの最大有義波高の平均値をみると、秋田沿岸では0.5~0.75m(9.1~10.7%)上昇していた。
- ▶ したがって、能代における変化倍率を9.1%増、由利本荘における変化倍率を10.7%増と設定する。

表4-8 代表点における将来変化量

項目	能代	由利本荘
波高 変化量	+0.5m	+0.75m
変化倍率	9.1%増	10.7%増

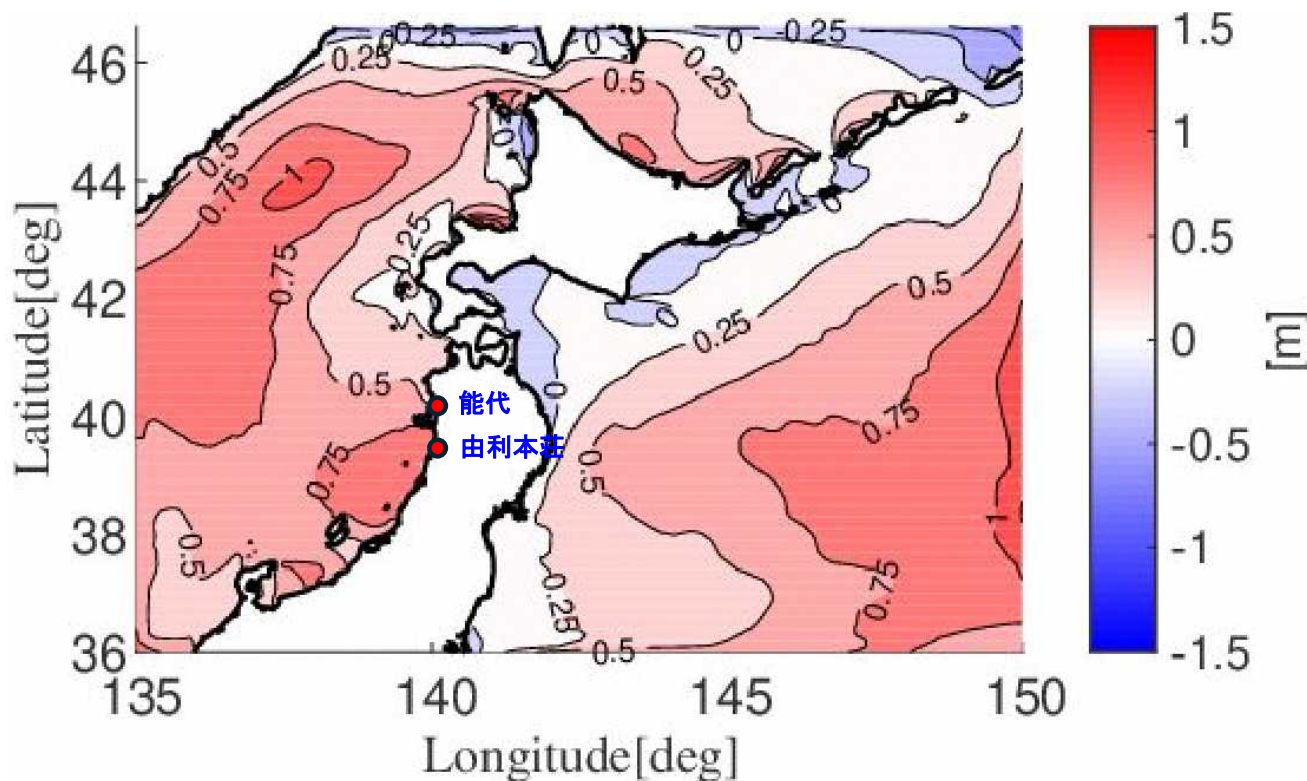


図4-16 最大有義波高の将来変化平均値※  
(将来-現在、コンターは0.25刻み)

※高 裕也・二宮順一・森信人(2018), d4PDFを用いた北海道周辺域で停滞する爆弾低気圧による高波の将来変化, 土論B2, Vol. 74, No2, I\_1327-I\_1332

## ■【想定爆弾低気圧】解析結果

- ▶ 想定爆弾低気圧を対象として、各代表地点について気候変動を考慮した将来予測を行った。
- ▶ 沖波波高については、能代地点で13.71m、由利本荘地点で12.74mとなった。

表4-9 想定爆弾低気圧解析結果

項目	高波解析代表点	
代表点	能代	由利本荘
解析値	12.56m	11.50m
変化倍率	1.091 (9.1%増)	1.107 (10.7%増)
沖波波高	13.71m	12.74m

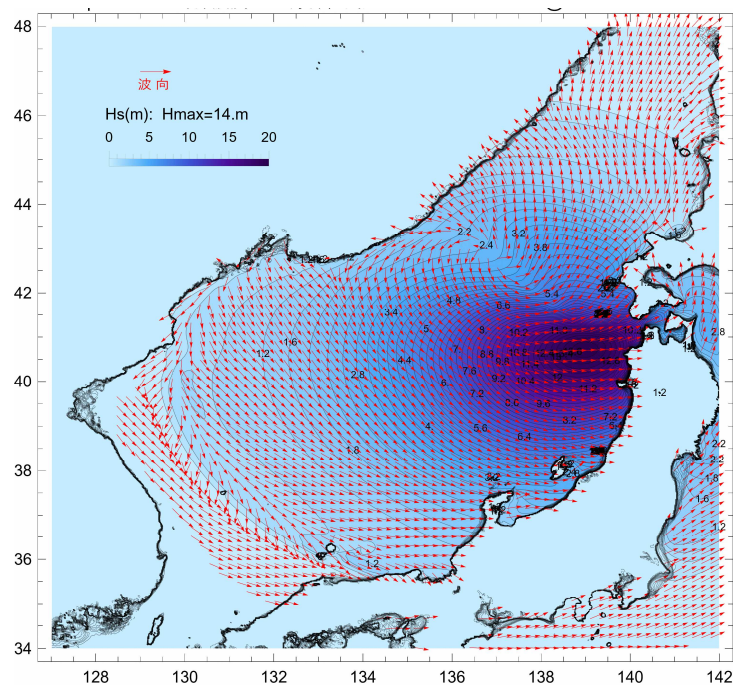


図4-17 波高分布図（日本海域）

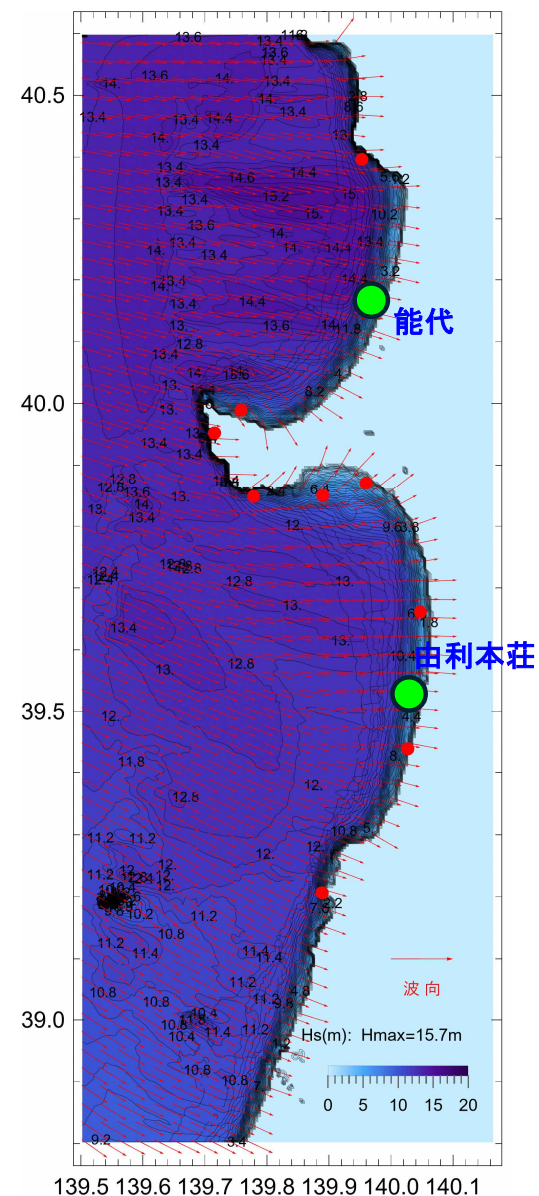


図4-18 波高分布図（秋田沿岸域）

## ■解析結果まとめ

- ▶想定台風を対象とした将来予測結果と想定爆弾低気圧を対象とした将来予測結果を比較した。
- ▶沖波波高については、想定爆弾低気圧を対象とした将来予測結果13.71mが最も高かった。
- ▶将来の気候変動を考慮すると、現行の計画沖波波高(8.5m)から約5.2m高くなることがわかった。
- ▶潮位偏差については、想定台風を対象とした将来予測結果0.83mが最も高かった。

表4-10 想定台風、想定爆弾低気圧の解析結果比較

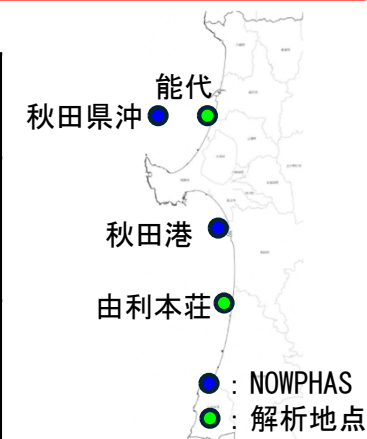
項目	沖波波高, 周期				潮位偏差
	想定台風		想定爆弾低気圧		
対象	想定台風		想定爆弾低気圧		想定台風
気象擾乱	台風0012号		1976年10月爆弾低気圧		台風0012号
中心気圧	950hPa		970hPa		950hPa
代表点	能代	由利本荘	能代	由利本荘	船川港
経路	基本経路 +20km	基本経路 +40km	基本経路 -50km	基本経路 +50km	基本経路 +20km
結果	波高 : 13.24m 周期 : 15.5s	波高 : 12.55m 周期 : 15.4s	波高 : 13.71m 周期 : 15.4s	波高 : 12.74m 周期 : 14.9s	潮位偏差 : 0.83m

表4-11 現行計画と将来予測の結果比較

項目	現行計画	将来予測結果	
		秋田北沿岸	秋田南沿岸
沖波波高	8.5m	13.8m	12.8m
周期	13s	15s	15s
潮位偏差	0.83m	0.83m	

表4-12 観測値と将来予測の結果比較

沿岸域	観測値 (NOWPHAS)	将来予測
秋田北沿岸	11.3m (秋田県沖) 1991~2021年最大値	13.8m (能代)
秋田南沿岸	12.3m (秋田港) 2011~2020年最大値	12.8m (由利本荘)

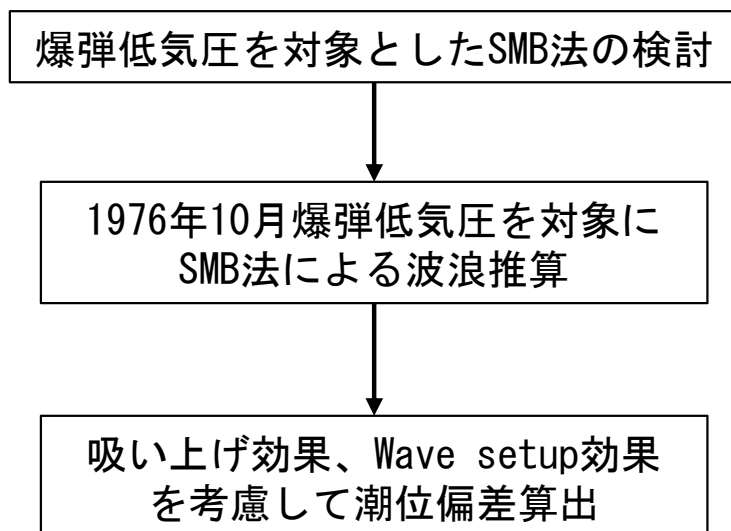


## 5. 結果の妥当性の検証

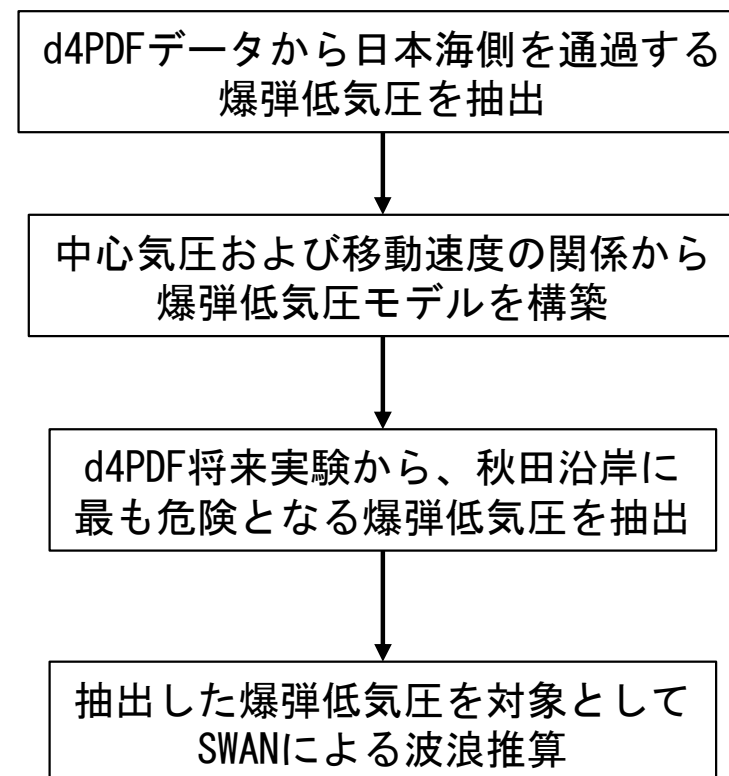
## ■ 検証方法

▶「A. 想定台風・低気圧」(表4-1)の結果の妥当性を検証するため、「C②:SMB法」、「C③:爆弾低気圧抽出解析(参考検証)」により波浪・高潮推算を実施した。

### C② : SMB法



### C③ : 爆弾低気圧抽出解析 (参考検証)



## ■SMB法による波浪推算(方法の検証)

- まず、SMB法による波浪推算方法の検証のため、秋田沿岸における計画沖波(船川港沖地点)の設定根拠である「1976年10月29日の爆弾低気圧」を対象にSMB法による波浪推算を実施した。
- 爆弾低気圧の特性を反映させるため、海上風は気圧傾度風と場の風をベクトル合成したものとした。
- フェッチ(吹送距離)ライン上の最大風速を算出した結果、船川港沖から180kmの地点で最大風速21.2m/secとなった。
- SMB法による船川港沖での波浪推算の結果、波高は8.28mとなった。波浪観測値8.09mと同程度の結果となったことから、本計算は妥当と判断し、この方法を用いて冬季風浪を対象とした波浪推算を実施することとした。

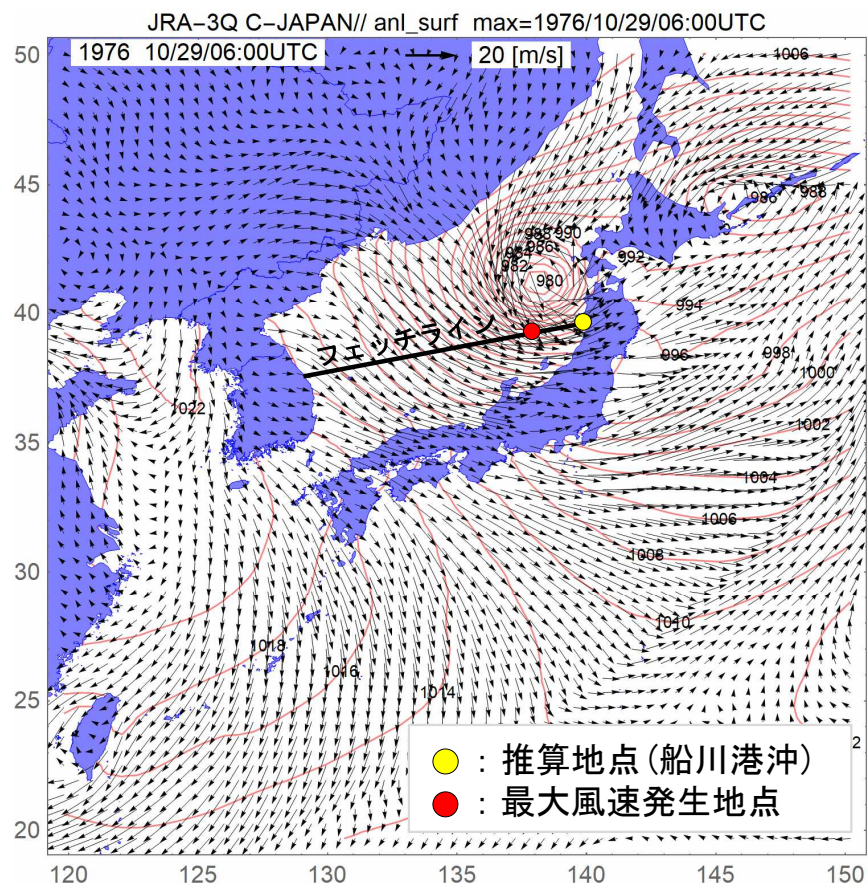


図5-1 1976年10月29日爆弾低気圧の気圧・風速状況図

表5-1 SMB法チェック結果

項目	計画沖波算定時の波 (船川港沖)	チェック結果
波高	8.09m	8.28m
周期	13s	12s

## ■SMB法による波浪推算+潮位偏差算出

- ▶ 想定爆弾低気圧の条件(気象擾乱:1976年10月の爆弾低気圧)を対象に、SMB法による波浪推算を実施した。
- ▶ その結果、能代地点では波高12.67m、由利本荘地点では波高11.89mとなった。
- ▶ 吸い上げ効果およびWave setup量を考慮し潮位偏差を算出した結果、能代地点では1.04m、由利本荘地点では0.97mとなった。
- ▶ 「A. 想定台風・低気圧」を対象とした高波・高潮解析による結果と同程度であることを確認したことから、「A. 想定台風・低気圧」手法の結果は妥当であると考えられる。

【波高：SMB法】

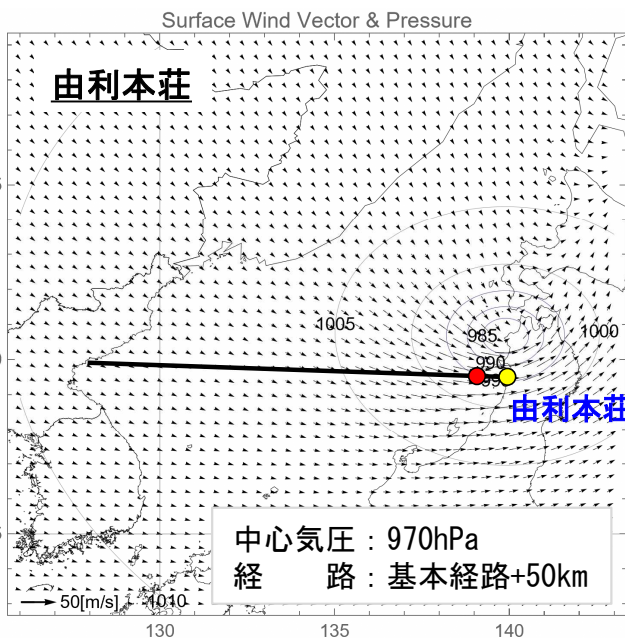
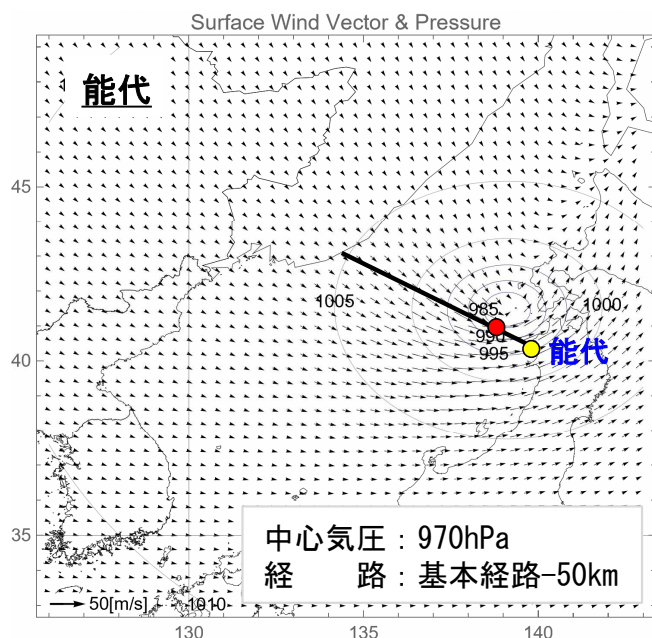


図5-2 最大風速発生時の気圧・風速状況図(●:推算地点, ●:最大風速発生地点)

表5-3 波高比較

項目		A. 想定台風・低気圧	SMB法
波高	能代	12.56m	12.67m
	由利本荘	11.50m	11.89m

【潮位偏差】

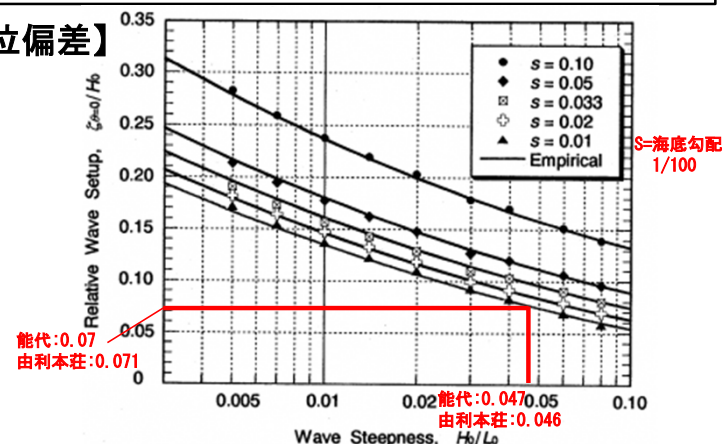


図5-3 Wave-setup算定図\*

表5-2 潮位偏差算出結果

項目	能代	由利本荘
Wave-setup量	0.887m	0.844m
吸い上げ量	0.15m	0.13m
潮位偏差	1.04m	0.97m

表5-4 潮位偏差比較

項目	A. 想定台風・低気圧	Wave-setup+吸い上げ
潮位偏差	0.83m	1.04m(能代) 0.97m(由利本荘)

## ■d4PDFから爆弾低気圧抽出(参考検証)

- ▶d4PDFのデータは、DIAS※<sup>1</sup>に公開されている二宮ら(2022)※<sup>2</sup>が作成したd4PDF爆弾低気圧トラックデータを使用した。
- ▶d4PDF爆弾低気圧トラックデータは、将来実験90ケース(SST6モデル×15ケース)であり、最低気圧Pcは緯度に関する特性を持っていることから、海域を2度メッシュ毎に区切り、19に区分して検討する。
- ▶秋田沿岸に最も危険となる爆弾低気圧を対象に波浪推算を実施する。

※現在精査中であるが、「SMB法による波浪推算+潮位偏差算出」で妥当性が得られているため、あくまでも参考程度で実施する。

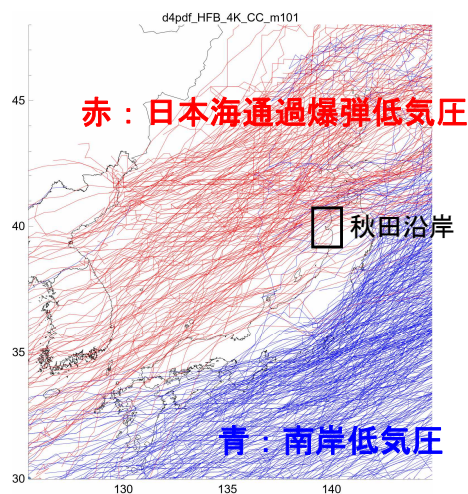


図5-3 d4PDFから抽出した爆弾低気圧

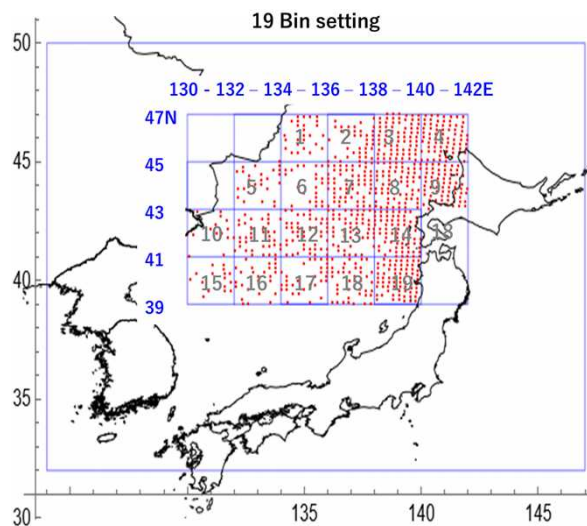


図5-4 2度メッシュ毎の区分図  
(赤点：区分内を通過した爆弾低気圧の最低気圧発生位置)

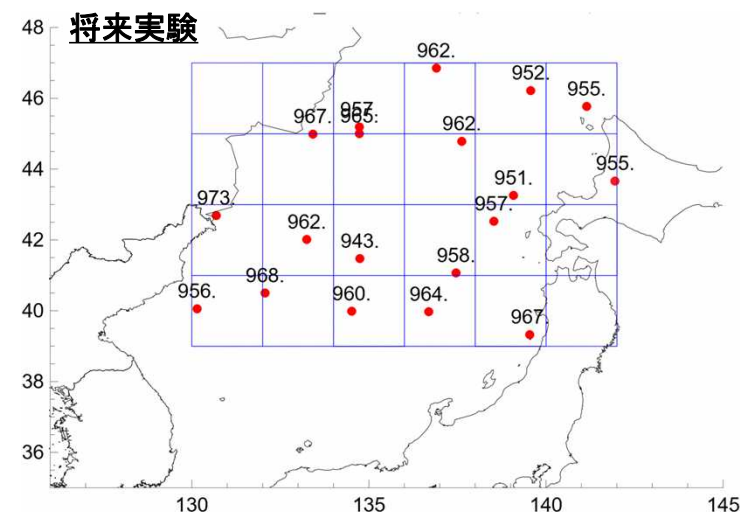


図5-5 各区分内の最低気圧と発生位置

※1：データ統合・解析システム(Data Integration & Analysis System)

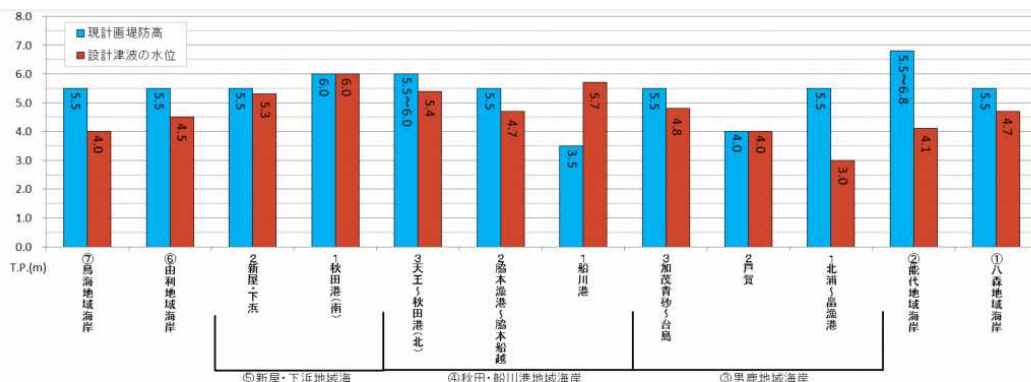
※2：二宮順一。(2022). d4PDF爆弾低気圧トラックデータ [Data set]. データ統合・解析システム(DIAS). <https://doi.org/10.20783/DIAS.641>

## 6. 気候変動を考慮した設計津波水位の推定

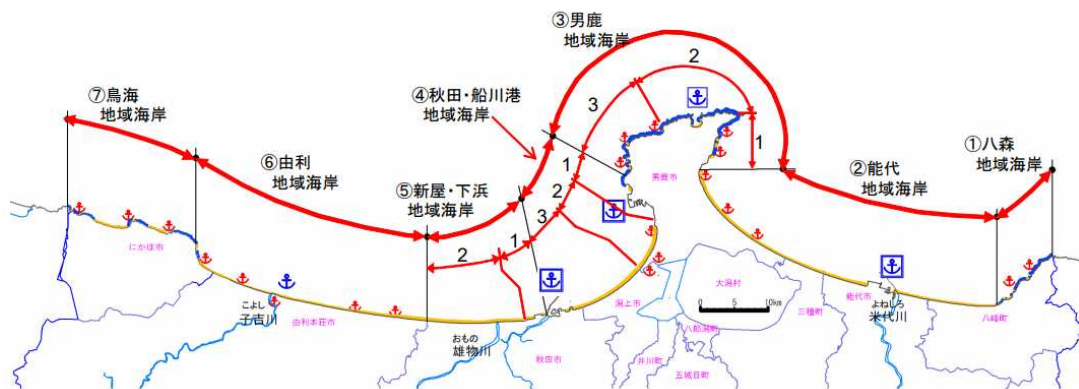
## ■背景

▶平成25年度秋田県沿岸における設計津波の水位の設定

秋田県沿岸における設計津波の水位設定は平成25年に設定されており、この設定を基に「秋田沿岸海岸保全計画」が平成27年度に一部変更され、海岸保全施設等の施設整備が実施されている。



設計津波の水位



▶平成27年度秋田沿岸海岸保全基本計画の一部変更

### (2) 海岸の防護に関する事項

安全な海岸の創出に向けて

#### ① 防護の目標

下記3つの災害発生要因から、背後地の人命、資産、そしてわが国の国土を守ることを防護の目標とする。

- a) 冬季季節風による波浪
- b) 台風来襲時などの高潮、高波
- c) 地震及びそれに伴う津波

#### ② 防護水準と防護すべき地域

以下に示す防護水準を満たしていない地域を“防護すべき地域”とする。なお、防護水準は、自然条件及び過去の災害発生状況と背後の重要性から定める。

##### <高潮に対する防護水準>

各海岸における計画高潮位、計画波浪に対して、海岸背後の人命、財産の安全性が確保できる水準とする。

##### <海岸侵食に対する防護水準>

現況の砂浜及びその背後の防砂林（飛砂防備林）が一体となって天然の防災施設として機能していることから、現在の砂浜幅を確保できる水準とする。

ただし、既に侵食により必要な砂浜幅が確保されていない区域については、原則として設計外力に対して背後の人命、財産の安全性が確保できる砂浜幅を確保できる水準とする。なお、このとき、消波構造物などの効果も加味し、面的防護の観点から必要となる砂浜幅について検討する。

##### <津波に対する防護水準>

レベル1津波に対しては、新たに設定した設計津波（レベル1津波）の水位に対する施設の整備（ハード対策）を基本とする。

レベル2津波に対しては、防波堤・防潮堤による「一線防御」からハード対策とソフト対策を組み合わせた「多重防御」による総合的防災対策を構築し、人的被害を防止できる水準とする。

## 目的

▶気候変動による水位上昇の設計津波高さへ与える影響を把握することを目的とし、秋田県沿岸で設計津波水位で防護高が設定されている、秋田・船川港地域海岸で気候変動を考慮した設計津波水位を算定する。

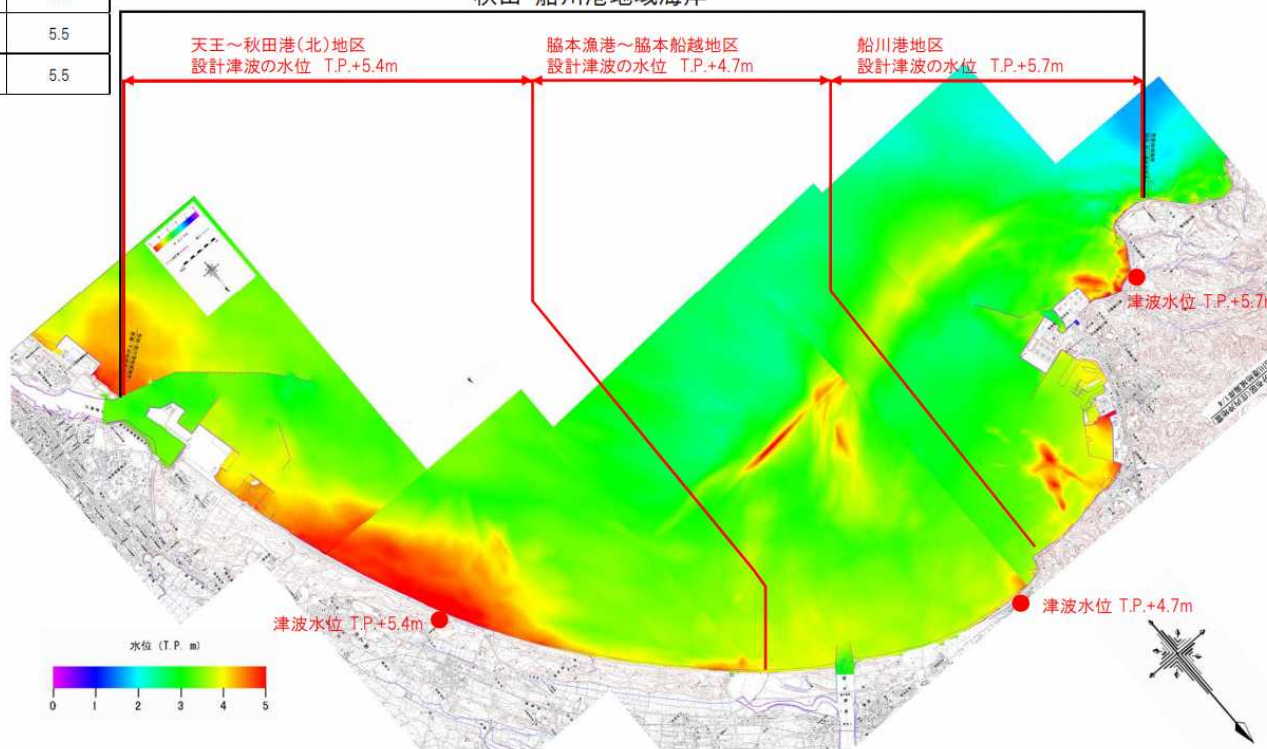
地域海岸名 ※1	対象地震	地区名	設計津波 の水位 (T.P.+m)	高潮・波浪 防護高 (T.P.+m)	津波、高潮 のチェック	計画 天端高 (T.P.+m)
八森地域海岸	庄内沖地震(1833)	八森地域海岸	4.7	5.5	高潮	5.5
能代地域海岸	北海道南西沖地震(1993)	能代地域海岸	4.1	5.5	高潮	5.5~6.8※2
男鹿地域海岸	庄内沖地震(1833)	北浦～畠漁港	3.0	5.5	高潮	5.5
		戸賀	4.0	4.0	高潮	4.0
		加茂青砂～台島	4.8	5.5	高潮	5.5
秋田・船川港地域海岸	庄内沖地震(1833)	船川港	5.7	3.5	津波	4.5~6.0
		脇本漁港～脇本船越	4.7	5.5	高潮	5.5
		天王～秋田港(北)	5.4	5.5~6.0	高潮	5.5~6.0
新屋・下浜地域海岸	日本海中部地震(1983)	秋田港(南)	6.0	6.0	高潮	6.0
		新屋・下浜	5.3	5.5	高潮	5.5
由利地域海岸	日本海中部地震(1983)	由利地域海岸	4.5	5.5	高潮	5.5
鳥海地域海岸	日本海中部地震(1983)	鳥海地域海岸	4.0	5.5	高潮	5.5

参考：平成27年度秋田沿岸海岸保全基本計画修正検討業務

最大津波水位分布図(庄内沖地震)

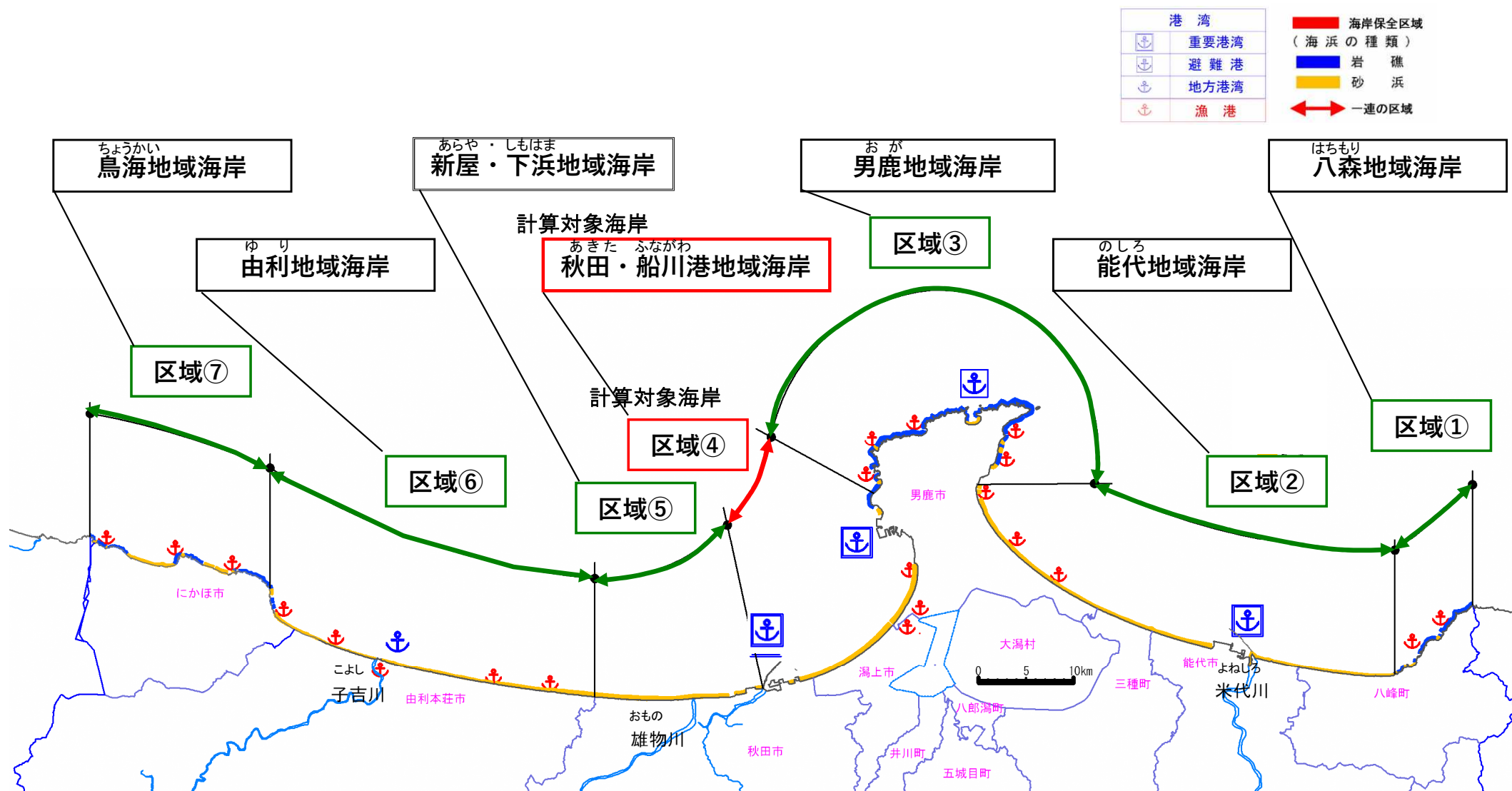


秋田・船川港地域海岸



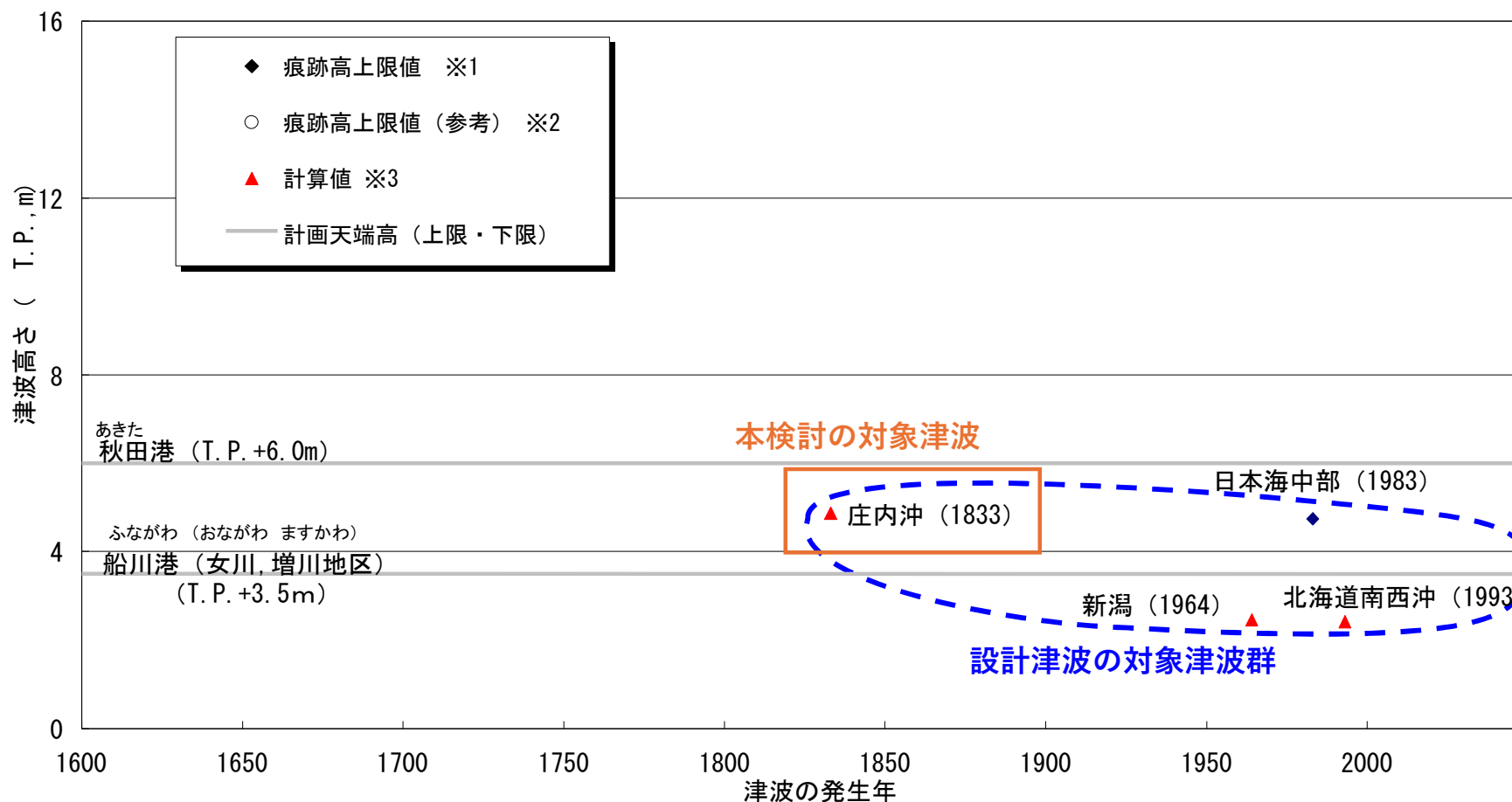
## ■ 地域海岸の設定

▶ 秋田県沿岸で設計津波水位で防護高が設定されている、秋田・船川港地域海岸を設定する。



## ■設計津波(L1地震津波)の設定

▶秋田・船川港地域海岸の設計津波(L1地震津波)である庄内沖地震(1833年)を対象とした



※1 東北大学津波痕跡データベースのうち信頼度A,Bの浸水高データ。ただし、A,Bのデータがない場合、C以下のデータを記載

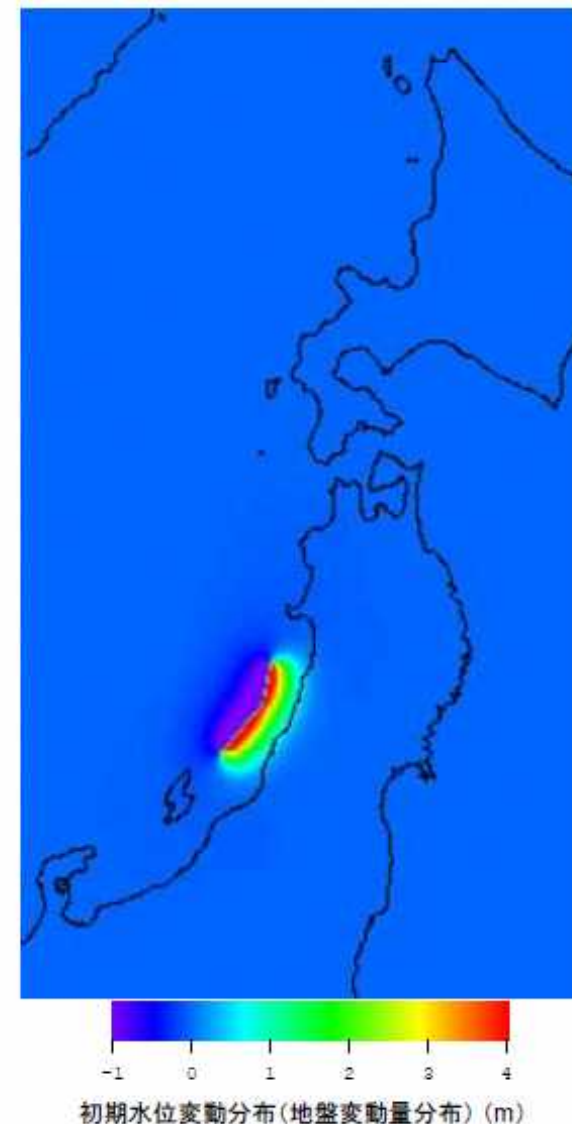
※2 高さの基準が明確でないデータ(参考)

※3 津波シミュレーション再現計算値(地震発生時推算潮位で計算)

## ■ 計算条件

▶ 計算条件一覧を下表に示す。

計算条件	本業務(設計津波水位)
測地系	新測地系(世界測地系)
座標系	日本平面直角座標系(第Ⅹ系)
基礎方程式	非線形長波理論式(運動方程式)及び連続式
差分スキーム	【空間差分】スタッガード格子法 【時間差分】リープフロッグ法
越流公式	本間公式
計算格子	1350m-450m-150m-50m-10m
地形条件	「日本海における大規模地震に関する調査検討会(平成26年)」の地形データおよび平成27年度に収集した水深標高データを反映
波源モデル	1833庄内沖地震(相田1989)の断層パラメータ 断層パラメータからOkadaの方法により地盤変動量を算出
広域地盤変位量	地殻変動による地盤沈下量を考慮
施設条件	沿岸部・河川堤防部に無限高鉛直壁を設置
計算潮位	朔望平均満潮位 <b>H.W.L.=T.P.+0.53m</b> (前回計画策定時:H.W.L.=T.P.+0.62m)
海面上昇量	<b>0.40m</b> (前回計画策定時:0.00m)
粗度係数	土地利用メッシュデータより設定
河川流量	考慮しない
時間間隔	0.1秒
計算時間	6時間
沖側境界	自由透過
陸側境界	遡上なし

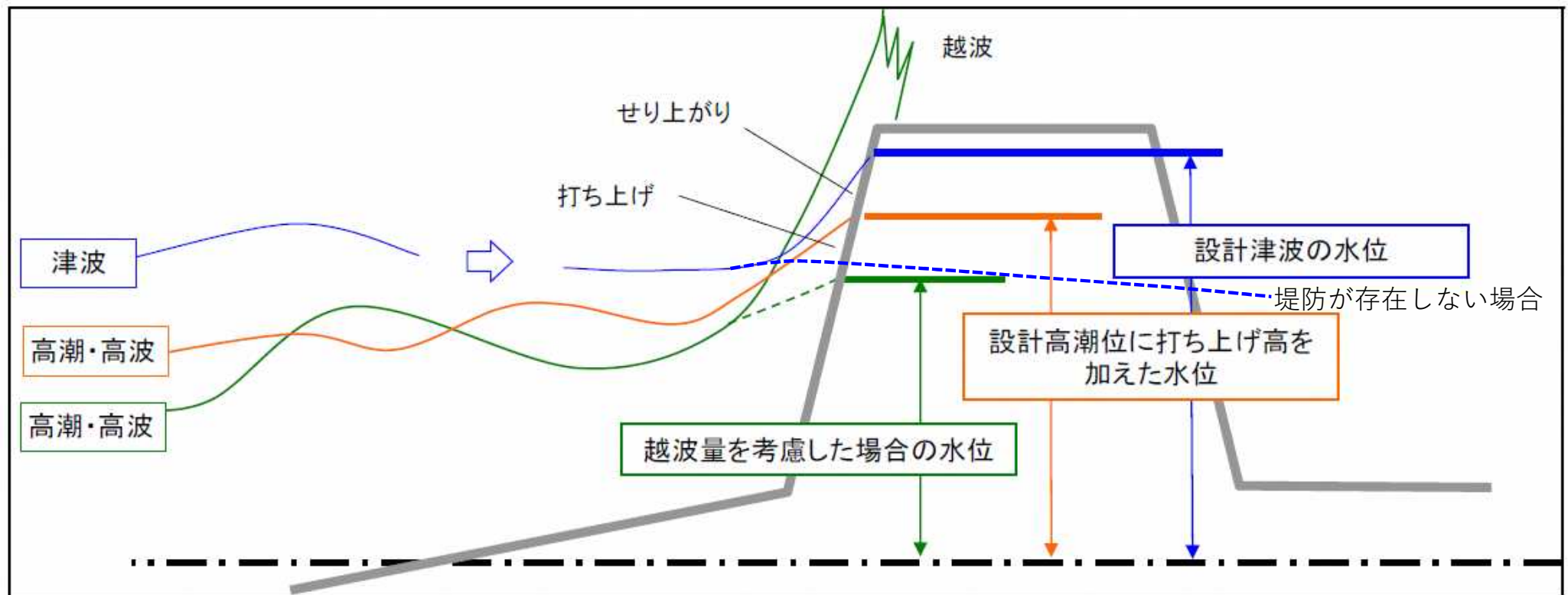


※赤字：平成28年度秋田沿岸海岸保全基本計画の策定の際の計算条件と異なる箇所

緯度(°)	経度(°)	断層長さ(km)	断層幅(km)	断層深さ(km)	走向(°)	傾斜角(°)	すべり角(°)	すべり量(m)
38.98	139.42	50.0	40.0	2	11	60	90	7.95
38.50	138.90	70.0	40.0	2	40	60	90	7.95

## ■設計津波水位の設定

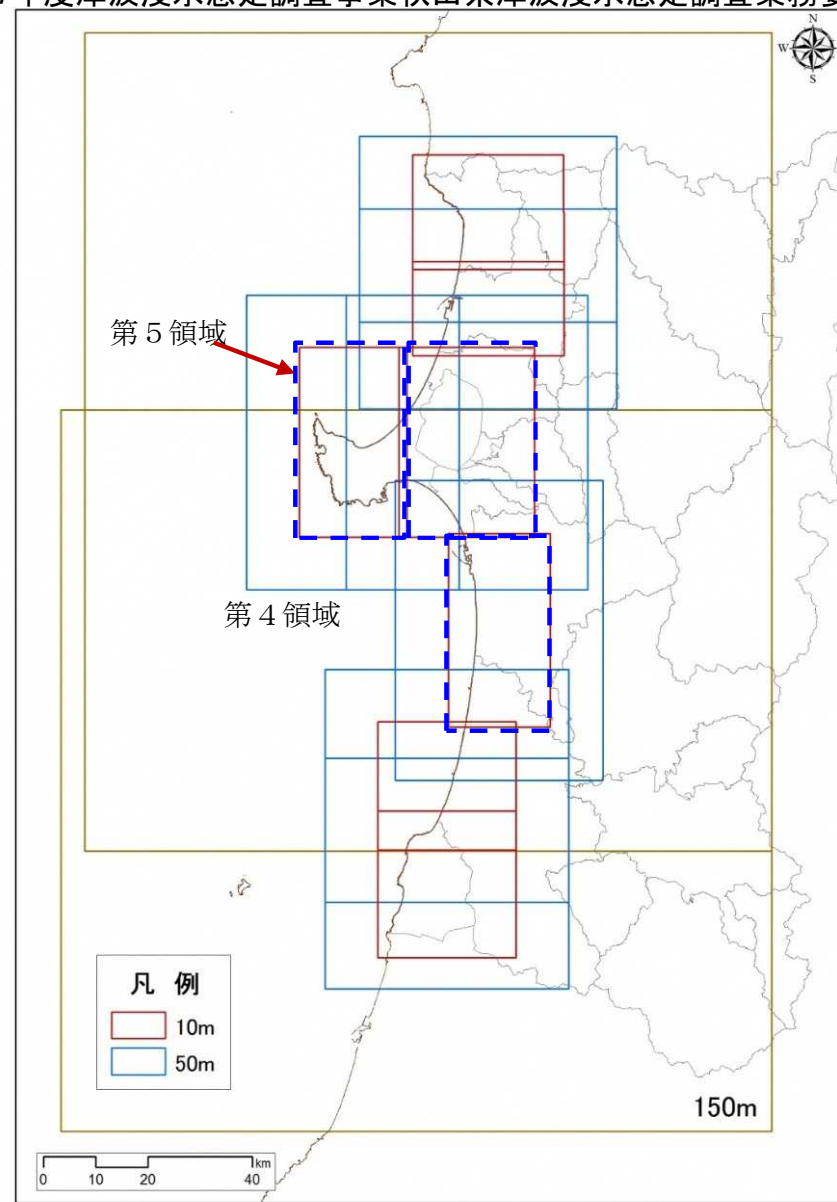
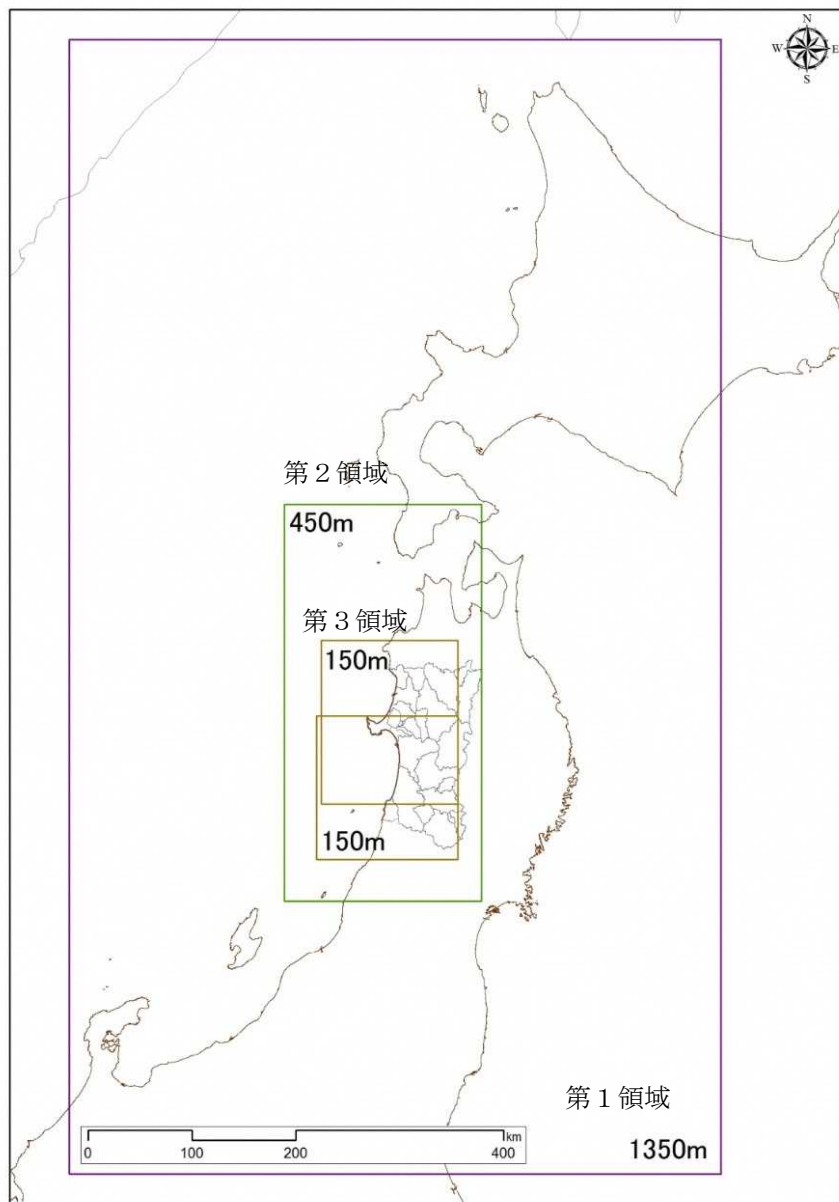
- ▶設計津波の対象津波群のうち、津波高が上位となる津波を対象に、堤防位置における津波を越流させない条件で津波シミュレーションを地域海岸毎に実施し、せり上がりを考慮した設計津波の水位を設定する。



## ■ 計算条件

▶ 計算領域は、震源を含む範囲とし、計算格子間隔は、陸域から沖に向かい10m、50m、150m、450m、1350mとした。沿岸部の計算格子間隔は、10mとした。

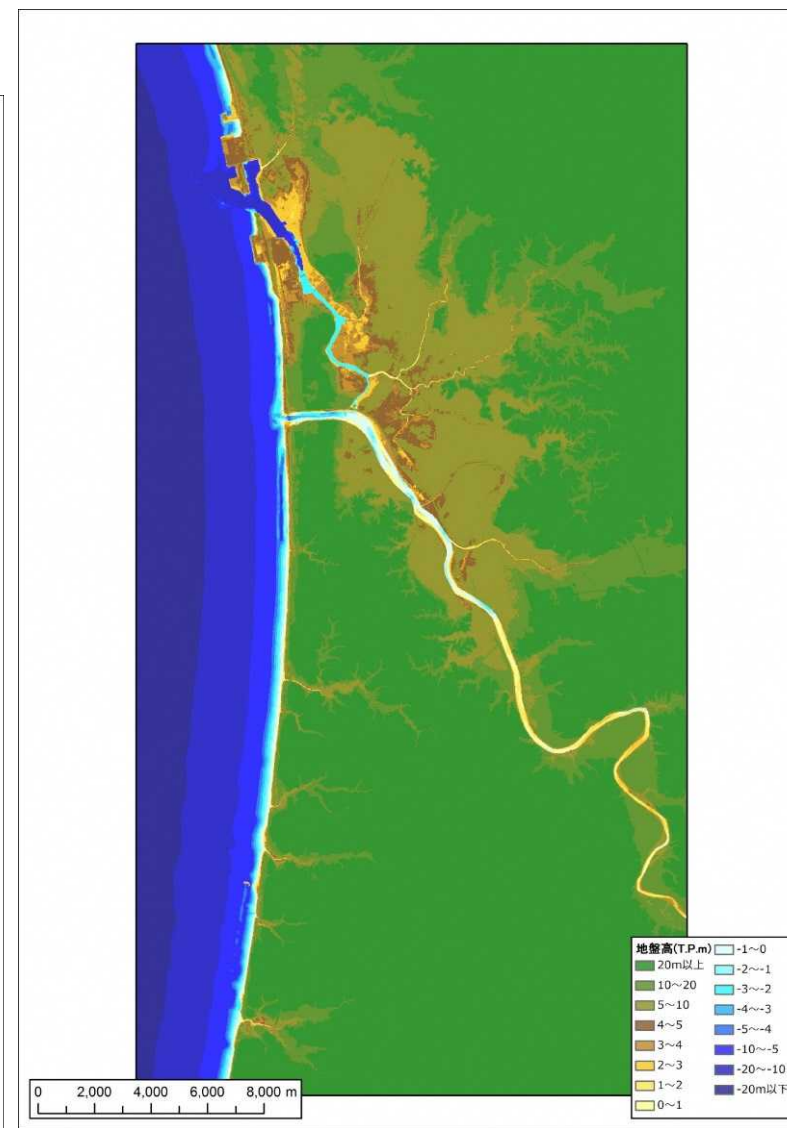
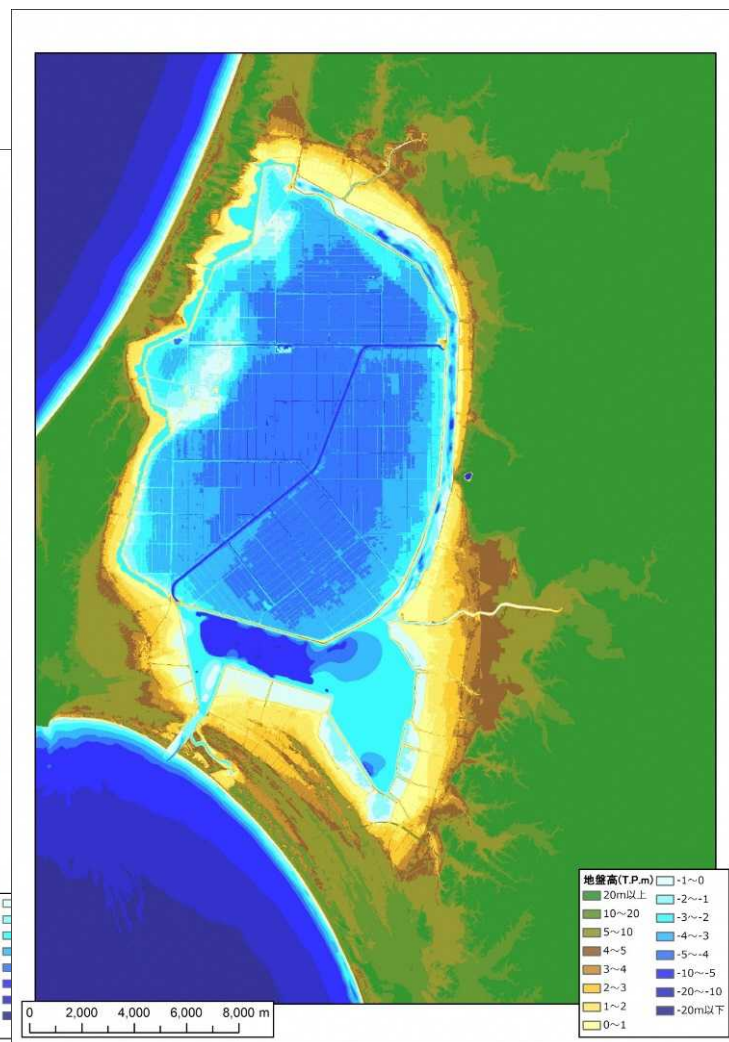
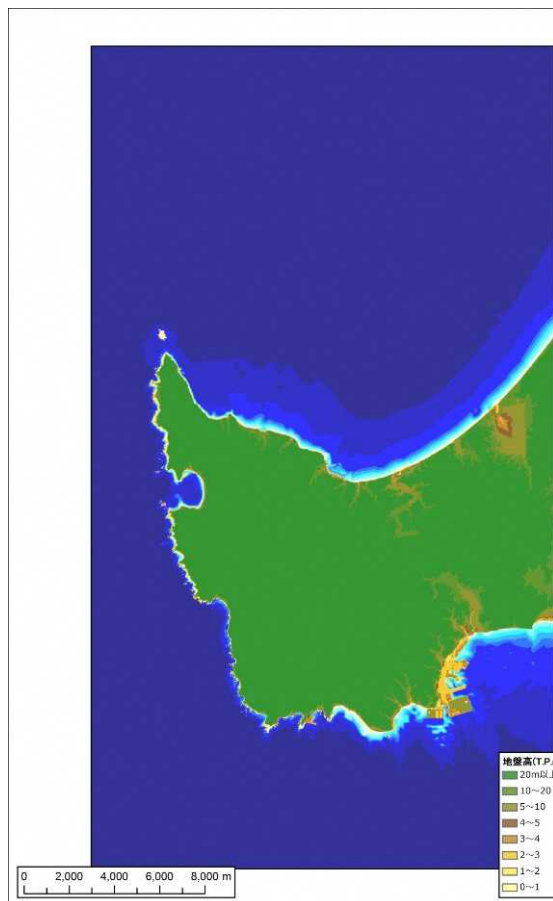
参考：平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託報告書



計算領域及び計算格子間隔（第1領域（1350m）～第3領域（150m）） 計算領域及び計算格子間隔 {第3領域（150m）～第5領域（10m）}

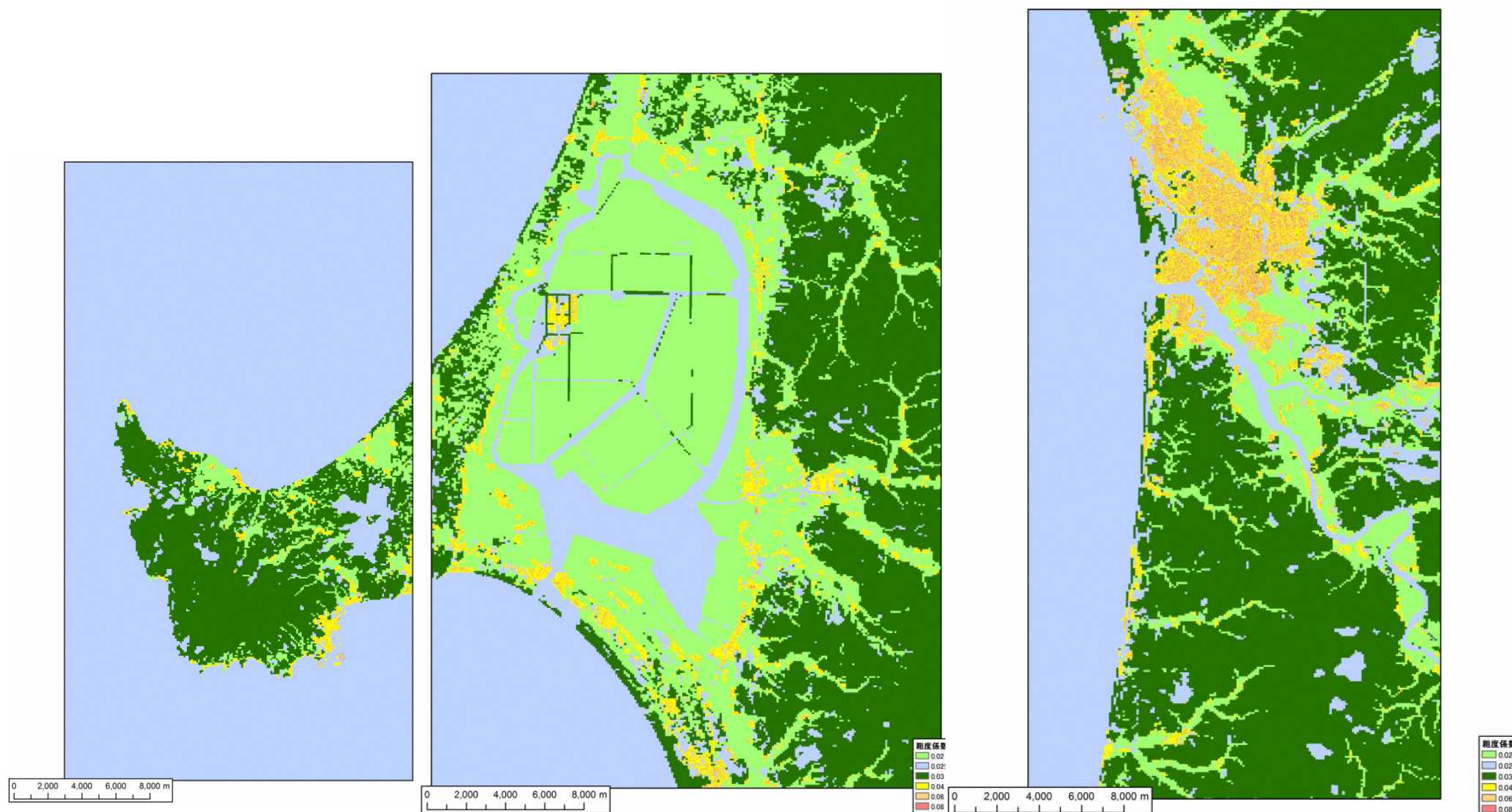
## ■計算条件

- ▶計算に使用した地形データを以下に示す。
- ▶「平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託」と同様のデータとした。



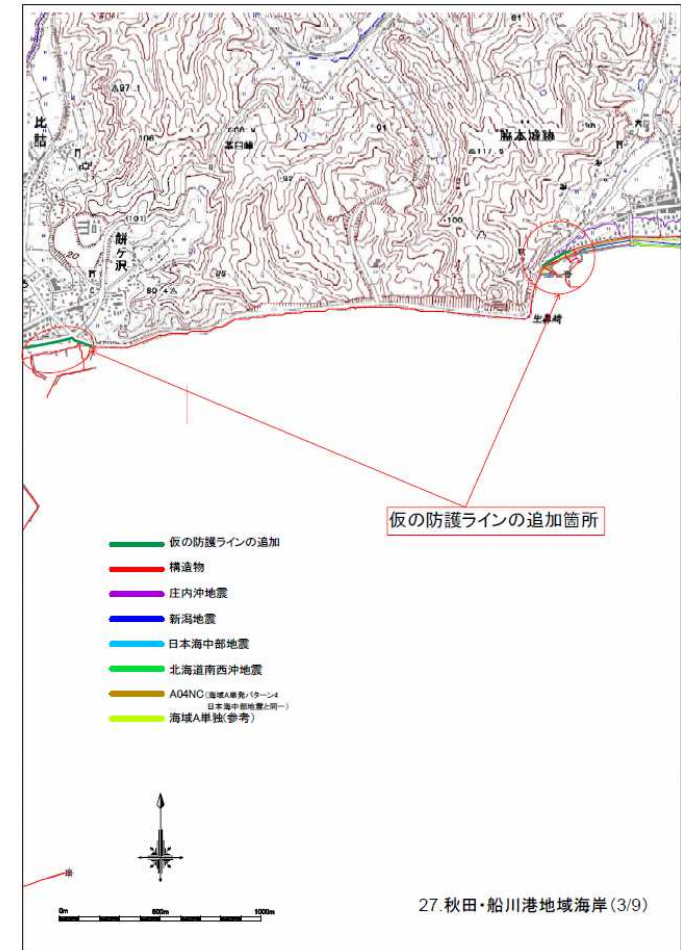
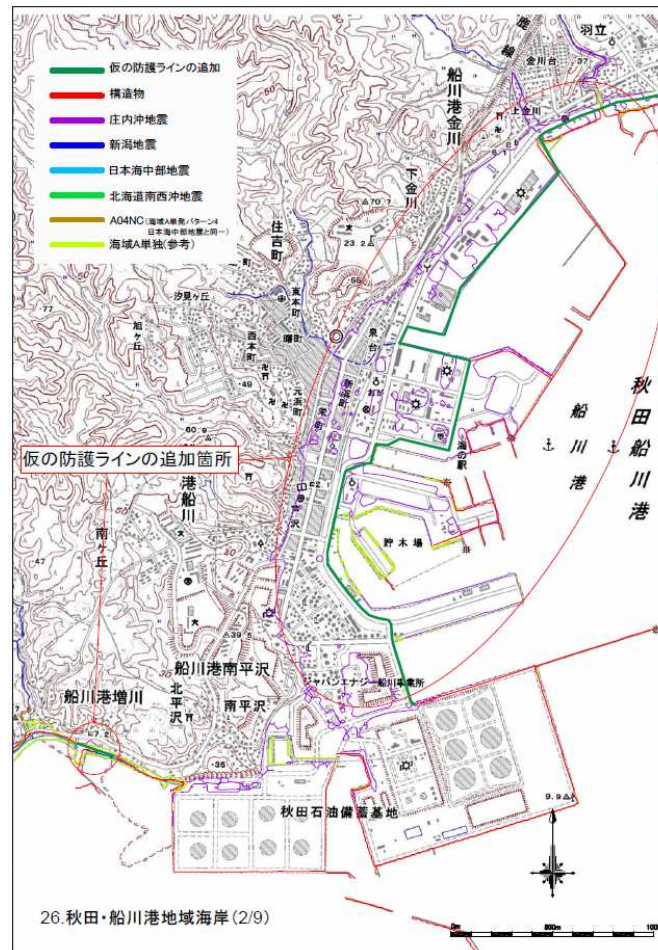
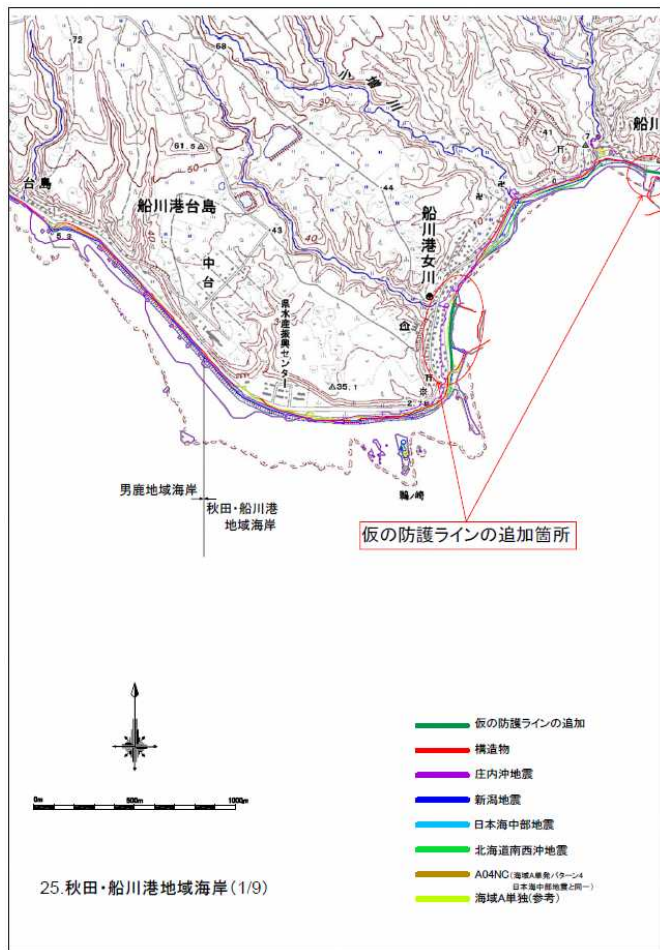
## ■ 計算条件

- ▶ 計算に使用した粗度データを以下に示す。
- ▶ 「平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託」と同様のデータとした。



## ■ 計算条件

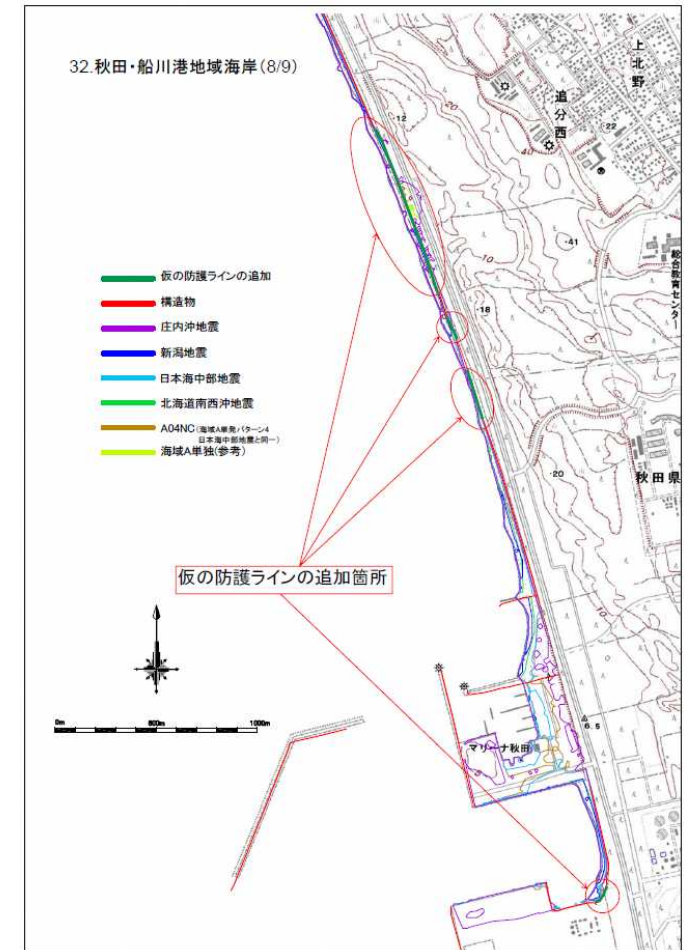
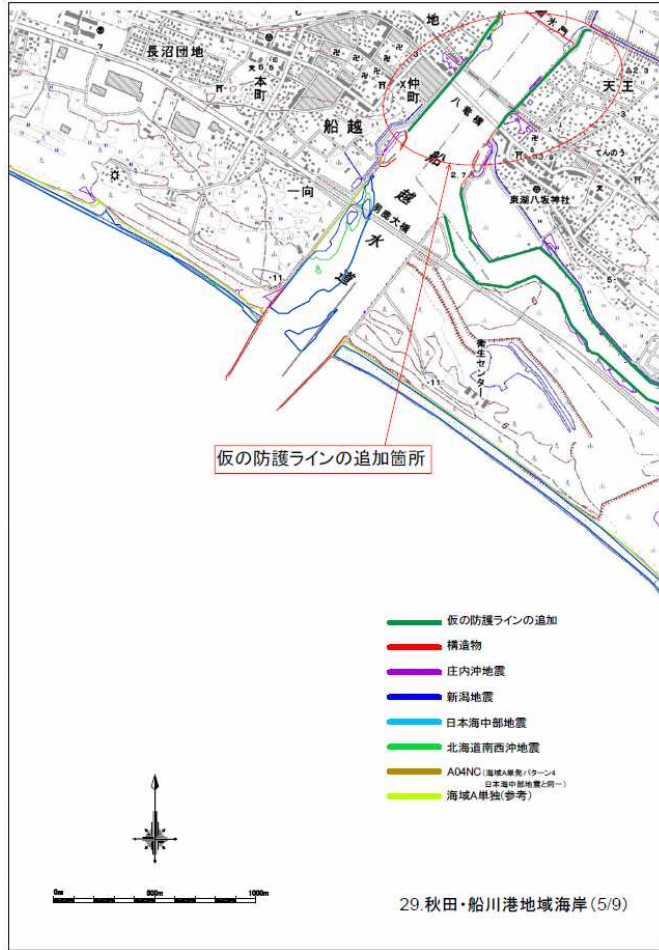
- ▶ 計算に使用した構造物データを以下に示す。
- ▶ 「平成23年度広域河川改修事業(全国防災)津波河川遡上高等検討業務委託報告書」および「平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託報告書」を基に作成した。



参考：平成23年度広域河川改修事業（全国防災）津波河川遡上高等検討業務委託報告書  
平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託報告書

## ■ 計算条件

▶ 計算に使用した構造物データを以下に示す。



参考：平成23年度広域河川改修事業（全国防災）津波河川遡上高等検討業務委託報告書  
平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託報告書

## ■計算条件

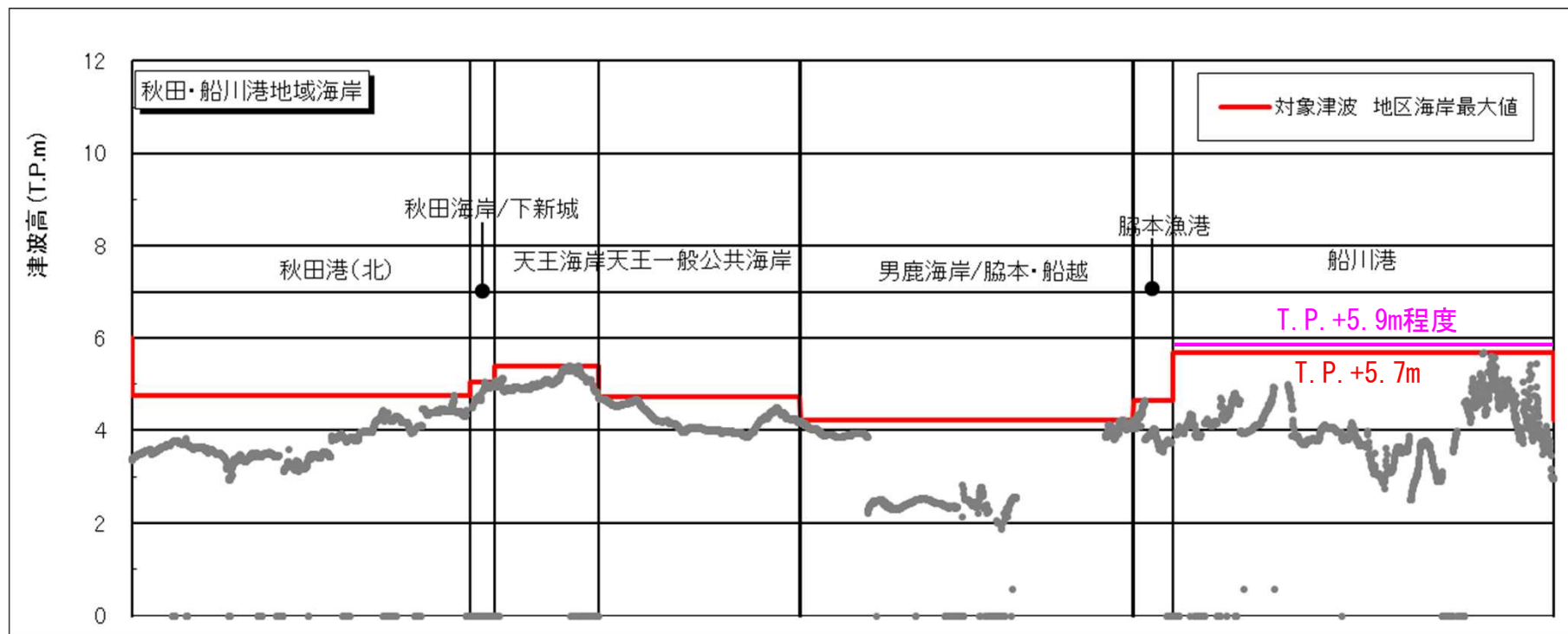
▶計算に使用した構造物データを以下に示す。



参考：平成23年度広域河川改修事業（全国防災）津波河川遡上高等検討業務委託報告書  
平成27年度津波浸水想定調査事業秋田県津波浸水想定調査業務委託報告書

## ■ 計算結果（気候変動を考慮した津波水位の算定）

▶ 現行の設計津波水位と気候変動を考慮した設計津波水位を比較した。



平成23年度広域河川改修事業（全国防災）津波河川遡上高等検討業務委託報告書

現行計画と将来予測の結果比較

項目	現行設計津波水位	気候変動を考慮した設計津波水位	差
船川港	T. P. +5. 7m	T. P. +5. 9m程度	20cm前後上昇

・設計津波で防護高が設定されている「船川港」において、気候変動を考慮した設計津波水位を算出した結果、20cm前後上昇する見込みとなった。

## 7. 防護水準の設定方針

## ■防護水準の設定にあたって

- 現在の防護高は7つの地域海岸に区分され、12の地区海岸において各々設定されている。
- 防護水準は以下の設定方針のとおり設定する。

地域海岸名 ※1	対象地震	地区名	設計津波 の水位 (T.P.+m)	高潮・波浪 防護高 (T.P.+m)	津波、高潮 のチェック	計画 天端高 (T.P.+m)
八森地域海岸	庄内沖地震(1833)	八森地域海岸	4.7	5.5	高潮	5.5
能代地域海岸	北海道南西沖地震(1993)	能代地域海岸	4.1	5.5	高潮	5.5~6.8※2
男鹿地域海岸	庄内沖地震(1833)	北浦~畠漁港	3.0	5.5	高潮	5.5
		戸賀	4.0	4.0	高潮	4.0
		加茂青砂~台島	4.8	5.5	高潮	5.5
秋田・船川港地域海岸	庄内沖地震(1833)	船川港	5.7	3.5	津波	4.5~6.0
		脇本漁港~脇本船越	4.7	5.5	高潮	5.5
		天王~秋田港(北)	5.4	5.5~6.0	高潮	5.5~6.0
新屋・下浜地域海岸	日本海中部地震(1983)	秋田港(南)	6.0	6.0	高潮	6.0
		新屋・下浜	5.3	5.5	高潮	5.5
由利地域海岸	日本海中部地震(1983)	由利地域海岸	4.5	5.5	高潮	5.5
鳥海地域海岸	日本海中部地震(1983)	鳥海地域海岸	4.0	5.5	高潮	5.5

出典：秋田沿岸海岸保全基本計画，H28.2

### 【設定方針】

- ①高潮・波浪防護高については、地域海岸毎に「海面上昇量を考慮した潮位」を設定し、波浪(波高・周期等)より各地区海岸の防護高を設定する。
- ②設計津波水位については、当初全ての地区海岸において、気候変動を考慮した設計津波水位を算出する予定だったが、気候変動を考慮した高潮・波浪防護高より明らかに低く設定される地区海岸は、今回の検討結果で算出する設計津波水位上昇量を踏襲することとし、高潮・波浪防護高との差がわずかで精査が必要な地区海岸は改めて設計津波水位を算定することとする。



## 8. 今後の予定

## ■検討委員会スケジュール(案)

時期		検討委員会内容
R6年度	第1回検討委員会 (10月11日実施)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気候変動を考慮した海面水位上昇量の設定</li> <li>・ 将来的に予測される高潮・波浪の推算</li> <li>・ 気候変動を考慮した設計津波水位の推算</li> </ul>
	第2回検討委員会 (1月28日実施)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 算出した推算結果</li> <li>・ 防護水準の設定方針</li> </ul>
R7年度	第3回検討委員会 (6月～7月実施予定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高潮波浪・津波による施設必要天端高の算出結果</li> <li>・ 将来計画天端高の設定案</li> </ul>
	第4回検討委員会 (10月～11月実施予定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気候変動を考慮した施設天端高の記載</li> <li>・ 秋田沿岸海岸保全基本計画(案)</li> </ul>