

不確実性をもつ将来予測を、 どう現場に適用するか？

国土交通省 四国地方整備局
高知河川国道事務所 渡邊国広

科学的知見の進展と不確実性

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 南海トラフのM8～9クラス地震の30年以内発生確率が改訂
- 発生確率のばらつきを定量評価できるようになった
- 計算方法の信頼性に優劣をつけられないため、2結果を併記

M8～9の地震	本文（主文）に記載した計算方法	用いたデータ	ランク (2025/1/1時点の今後30年以内の発生確率)
第二版 (2025/1/1時点)	時間予測モデル <small>*1 : p. 9 の「時間予測モデル」を参照</small>	・隆起量データ ・地震発生履歴	IIIランク (80%程度)
第二版 一部改訂 (2025/1/1時点)	すべり量依存 BPTモデル	・隆起量データ ・地震発生履歴	IIIランク (60%～90%程度以上)
	BPTモデル	・地震発生履歴	IIIランク (20%～50%)

[出典]南海トラフの地震活動の長期評価（第二版一部改訂）について 概要資料
(地震調査研究推進本部事務局、令和7年9月26日)

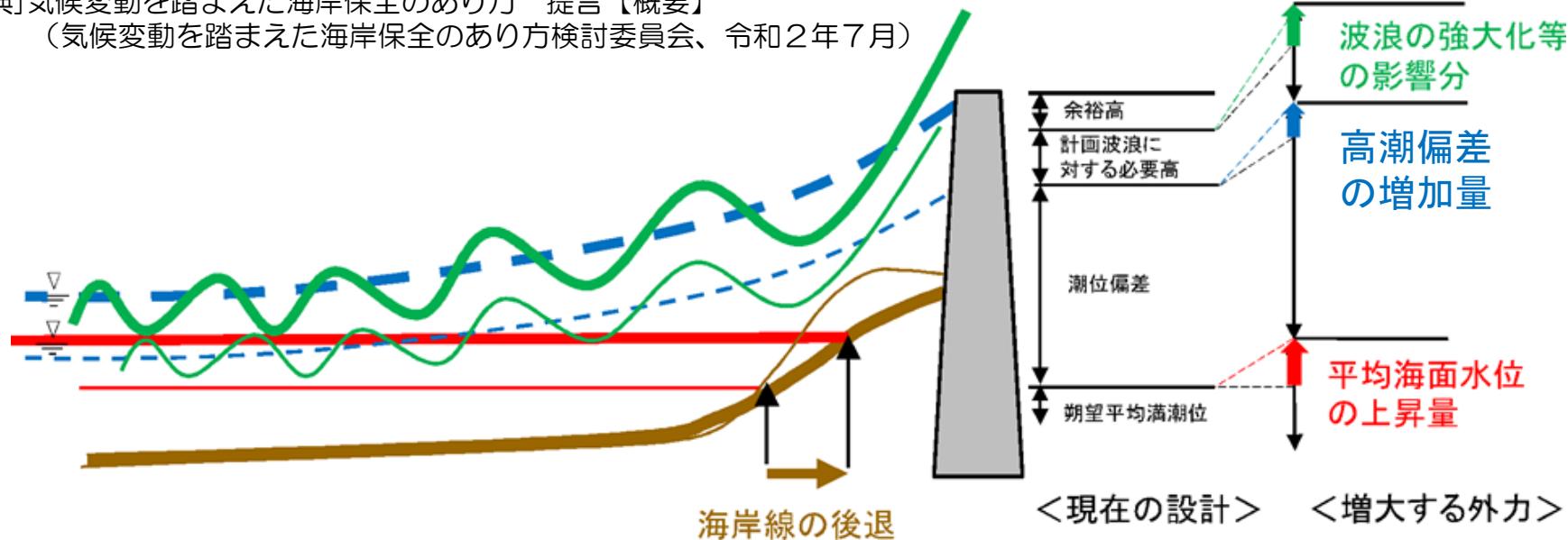
気候変動の将来予測についても同様であり、
不確実性も踏まえて、いかに現場で対応していくかが課題

気候変動の影響による外力変化と不確実性

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

[出典]気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

(気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会、令和2年7月)



	将来予測	確信度 ¹
平均海面水位	上昇する	高い
高潮時の潮位偏差	極値は上がる	中程度から低い ²
波浪	波高の平均は下がるが、 極値は上がる 波向きが変わる	中程度 低い ³ 記載なし
海岸侵食	砂浜の6割～8割が消失	記載なし

¹日本の気候変動2025（詳細編）（文部科学省、気象庁、2025年3月）における記載に基づき、発表者が追加

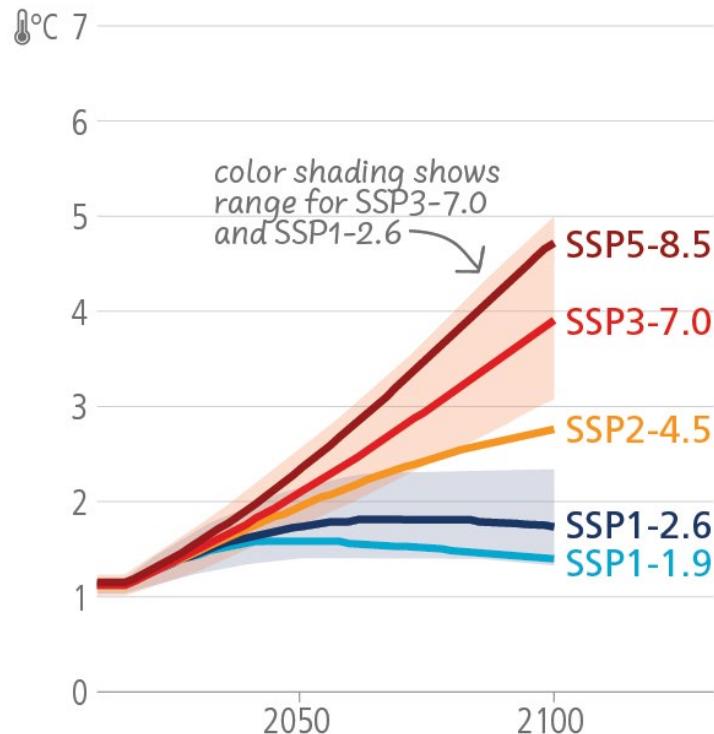
²高潮予測の確信度として記載

³10年当たり一回の確率で発生する波高の確信度として記載

【気候予測に含まれる不確実性】

- 気候システムの内部変動
(internal variability of climate system)
- モデルの不確実性
- シナリオの不確実性

Hawkins and Sutton (2009) The Potential to Narrow Uncertainty in Regional Climate Predictions. Bull. Amer. Meteor. Soc., 90, 1095–1108,
<https://doi.org/10.1175/2009BAMS2607.1>.



【設計外力を算定する際に生じるバイアス】

- 観測結果と過去実験（モデル）の違い
- 気象擾乱（台風等）の抽出
- 高潮・波浪推算 など

高知海岸における検討例

高知海岸の概要

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 土佐湾沿岸の中央部に位置する延長約30kmの海岸
- 堤防高は、高潮・高波による波のうちあげ高で決定
- 気候変動による将来変化の予測を踏まえて海岸保全基本計画を変更済



【高波浪時の越波】



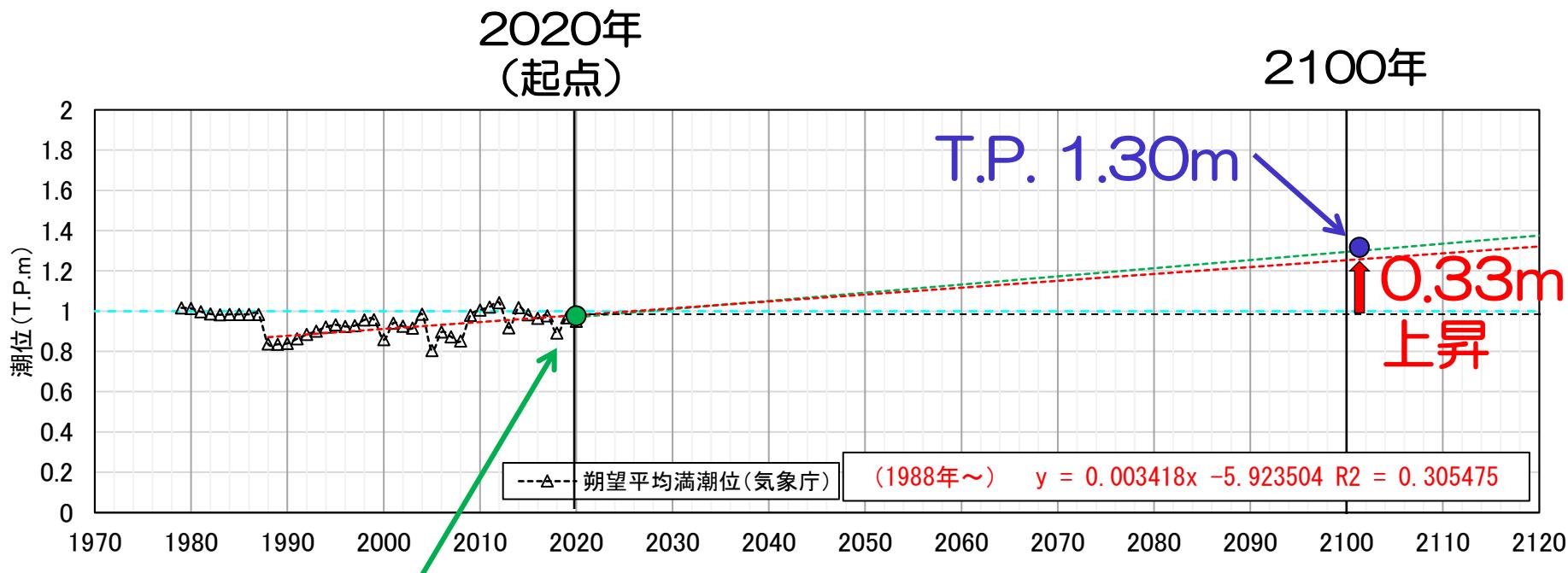
R2長浜海岸

【海岸侵食】



- 日本の気候変動2020に示された当該海域の予測値を採用
- 2100年まで線形上昇するとして、近10カ年の平均値に加算

【朔望平均満潮位の経年変化と将来予測】



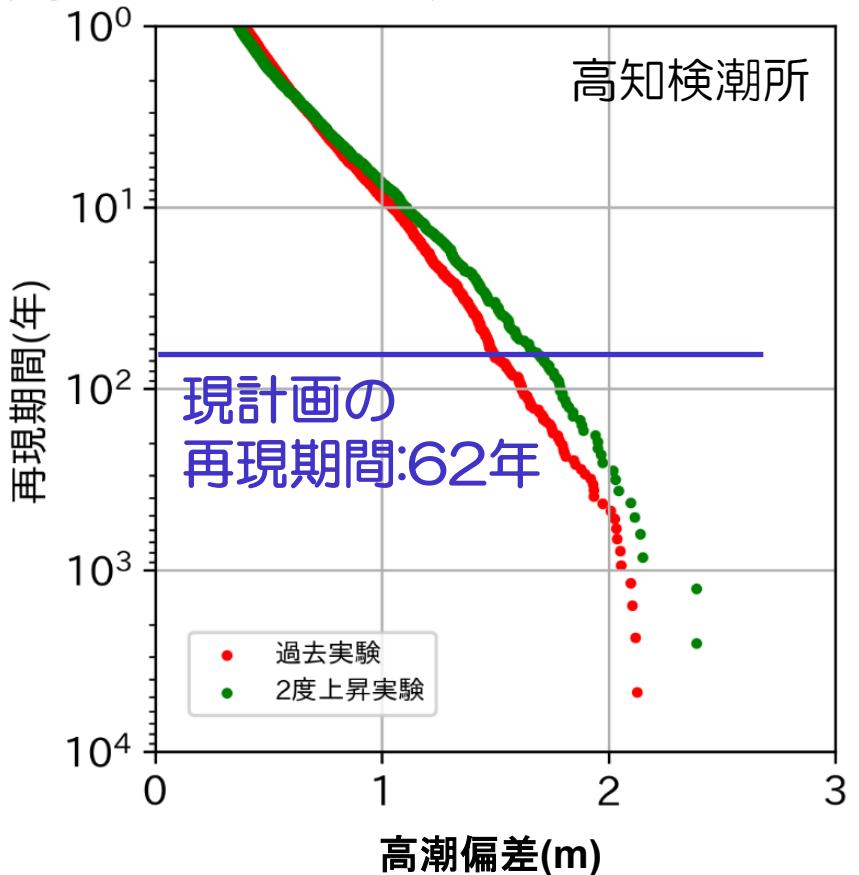
2011～2020年の
朔望平均満潮位の平均値
T.P. 0.97m

高知海岸における将来予測（高潮偏差）

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- d4PDF※の過去実験、2°C上昇実験のデータを活用
- 現計画の偏差と同じ再現期間（62年）における変化率を算定
- 変化率を現在の計画値に乗じることで将来値を算定

【高潮偏差の推算結果】



※地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース

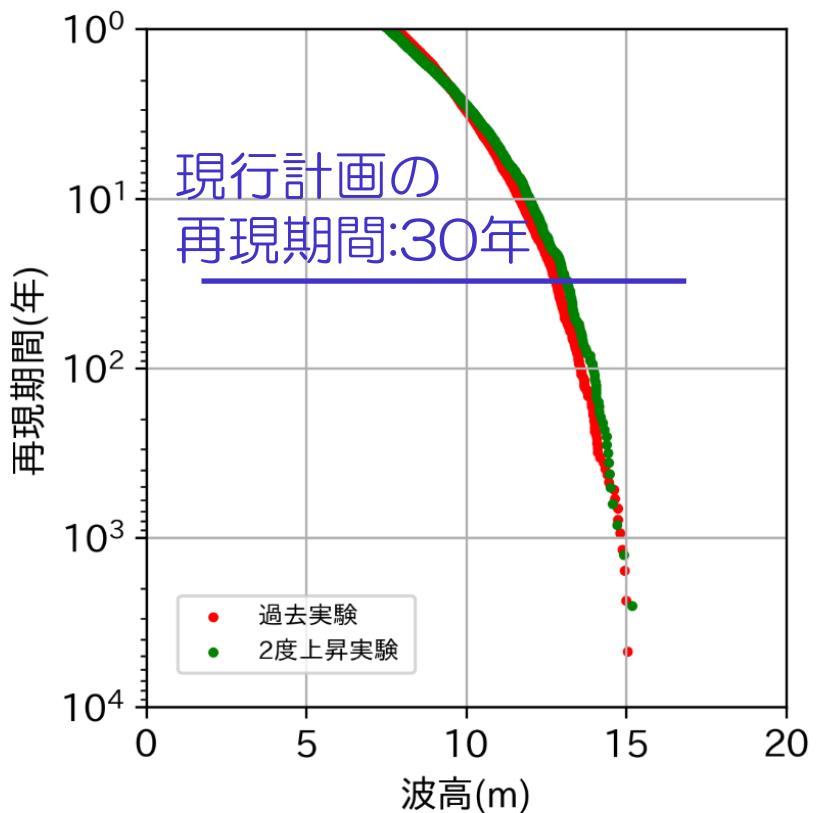
予測モデル(d4PDF)	
過去実験	1.49 m
2°C上昇	1.67 m
変化率	1.12 倍
海岸保全基本計画	
現在	1.46 m
将来 (2100年時点)	1.64 m

8

高知海岸における将来予測（波高）

- 現計画の偏差と同じ再現期間（30年）における変化率を算定
 - 変化率を現在の計画値に乗じることで将来値を算定
 - 現計画（13.0m）を上回らないため、変更せず

【波高の推算結果】



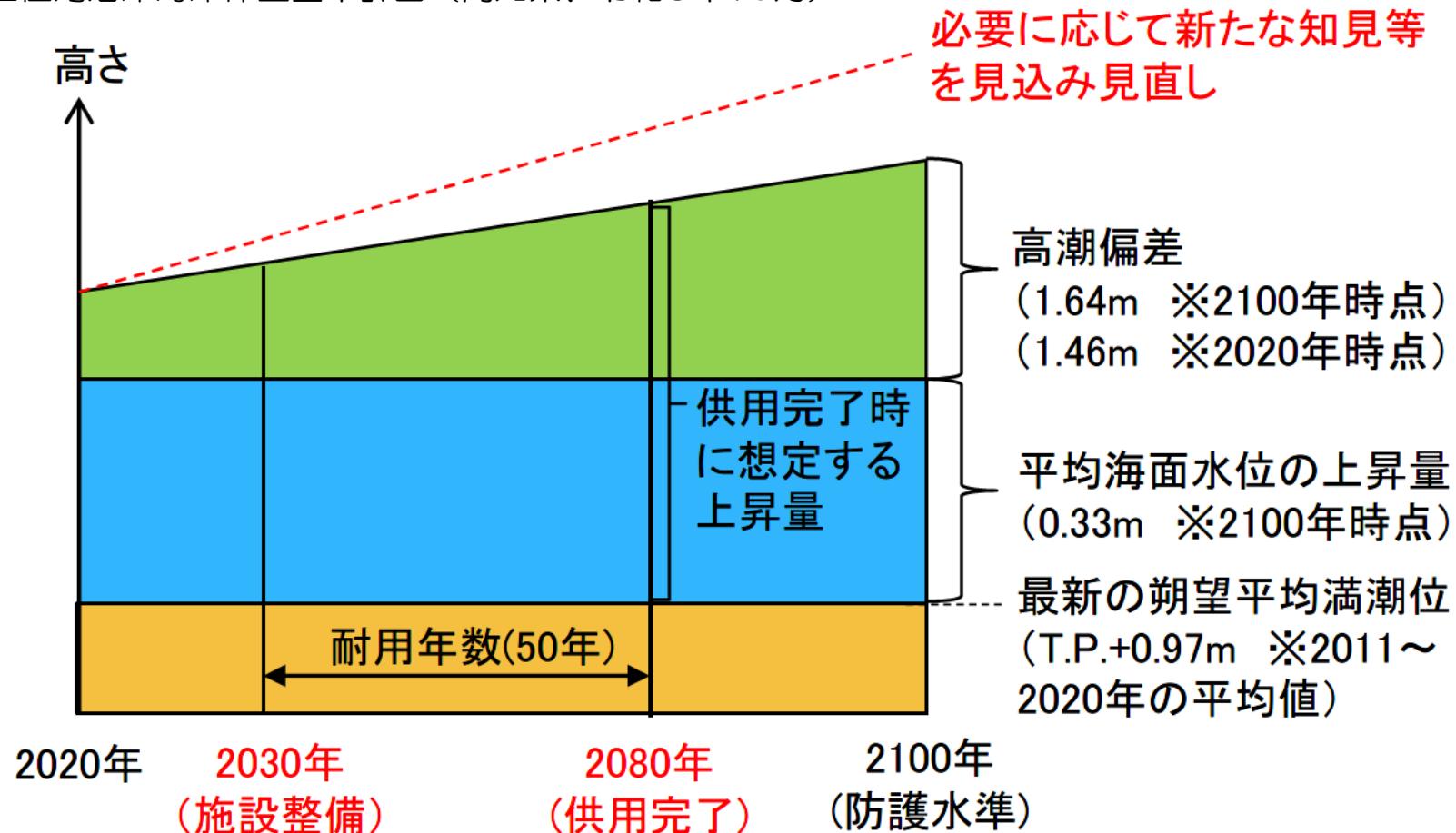
予測モデル(d4PDF)	
過去実験	12.79 m
2°C上昇	13.10 m
変化率	1.02 倍
海岸保全基本計画	
現在 (繰り上げ前)	12.6 m
将来 (2100年時点)	12.9 m $\downarrow \times 1.02$

段階的な防護水準の設定

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 2100年時点の平均海面水位の上昇量を予め見込む
- 高潮偏差の増大量は段階的に見込む（線形上昇を仮定）
- 概ね5年毎を目安に点検し、適宜、見直し

[出典]土佐湾沿岸海岸保全基本計画（高知県、令和6年10月）



高知海岸における優先順位

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

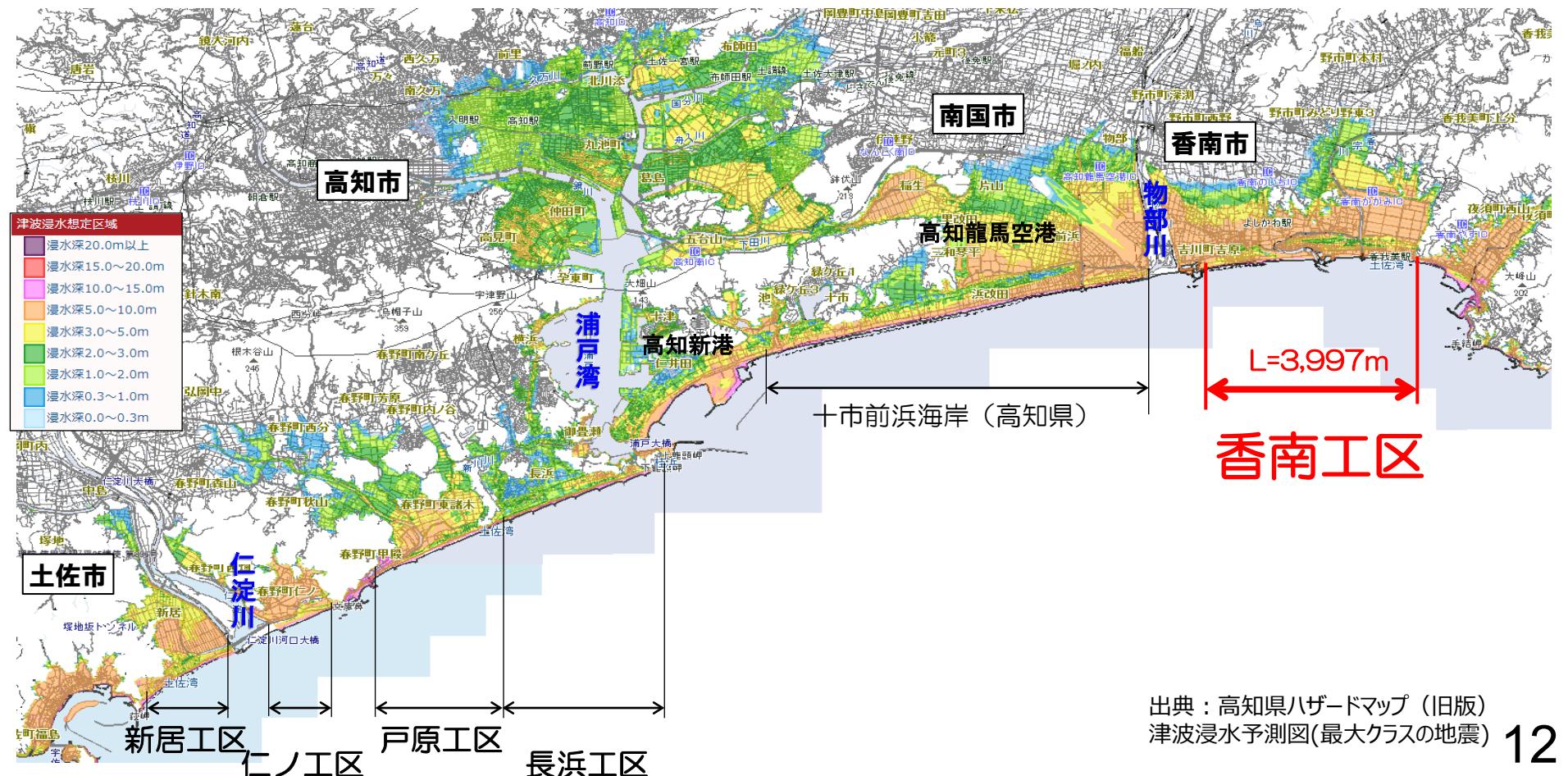
- 高潮・高波に対する堤防の必要高に着目
- 現況堤防の更新時期、堤防高が不足する時期を整理
- 土地利用、浸水想定区域内人口も踏まえて優先度を判断

項目／海岸		新居海岸	仁ノ海岸	戸原海岸	長浜海岸	十市前浜海岸西側	十市前浜海岸東側	香南海岸 (吉川・赤岡・岸本)
2100年時点 の堤防高 の不足高	海面上昇	— (堤防高満足)	— (堤防高満足)	0.15m	0.34m	— (堤防高満足)	0.60m	0.59m
	海面上昇 +偏差増加	— (堤防高満足)	— (堤防高満足)	0.56m	0.67m	0.27m	1.06m	1.17m
施設の更新時期 (耐用年数50年を想定)		2060年代	2070年代	2070年代	2070年代	2070年代	2070年代	2010年代
堤防高が 不足する 時期	海面上昇	—	—	2080年代	2040年代	—	2030年代	2050年代
	海面上昇 +偏差増加	—	—	2050年代	2030年代	2080年代	2020年代	2030年代
背後地	土地利用	宅地・農地	宅地・農地	宅地	宅地	農地・宅地	農地・宅地	宅地
	浸水想定 区域内人口	808人	440人	615人	2882人	1174人	715人	2958人
優先度		—	—	○	◎	△	○	◎

直轄高知海岸への新規編入

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 2025年度より、香南市の海岸を新たに直轄高知海岸に編入
- 地震津波対策を実施するにあたり、気候変動による外力の将来変化を踏まえた対策を提示することも求められる



出典：高知県ハザードマップ（旧版）
津波浸水予測図(最大クラスの地震)

高知海岸香南工区の状況

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

高知海岸香南工区 (2024/7/29)



将来を想定した地震津波対策

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 将来、気候変動による堤防のかさ上げが必要となった場合にも、追加施工が可能な地震津波対策を検討中

※あくまでもイメージであり、具体的な方法は検討中

将来の必要堤防高

現在の必要堤防高

かさ上げ後の波返工が高く
なりすぎないよう、天端被
覆工の高さを上げておく

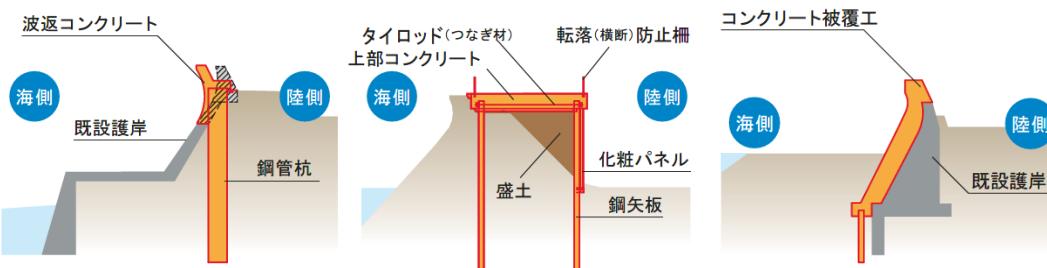
波返工をかさ上げする際
に必要となる腹付けを、
実施しておく

既設堤防

かさ上げ後も耐震性が確保できる
ような耐震・液状化対策を実施

砂浜

耐震・液状化対策の例
(従来の工法)



堤防かさ上げ以外の対策

2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 砂浜回復による波浪の低減、背後地利用の変更なども検討
- 環境・景観だけでなく、予測の上振れリスクの対策にもなる

高知海岸 桂浜2

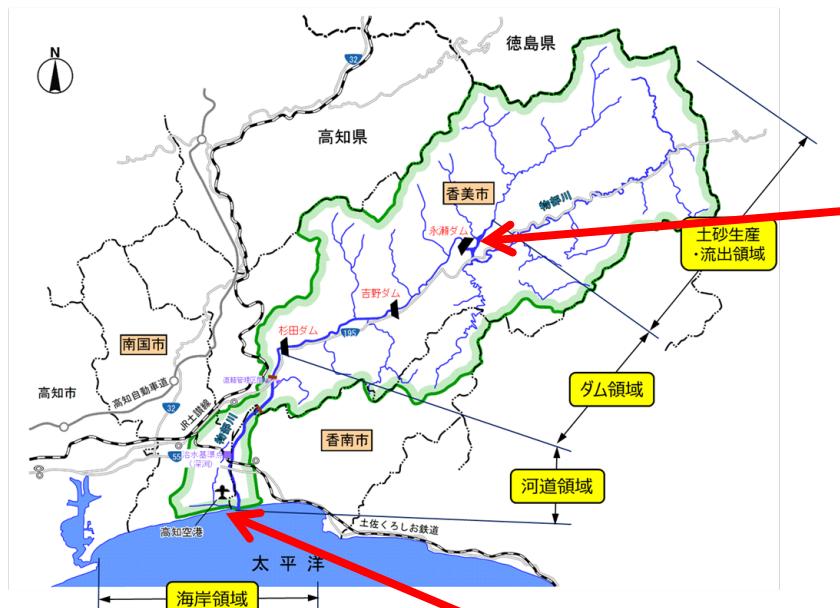


2025/9/5台風15号来襲時の波のうちあげ（長浜工区）

総合的な土砂管理の推進

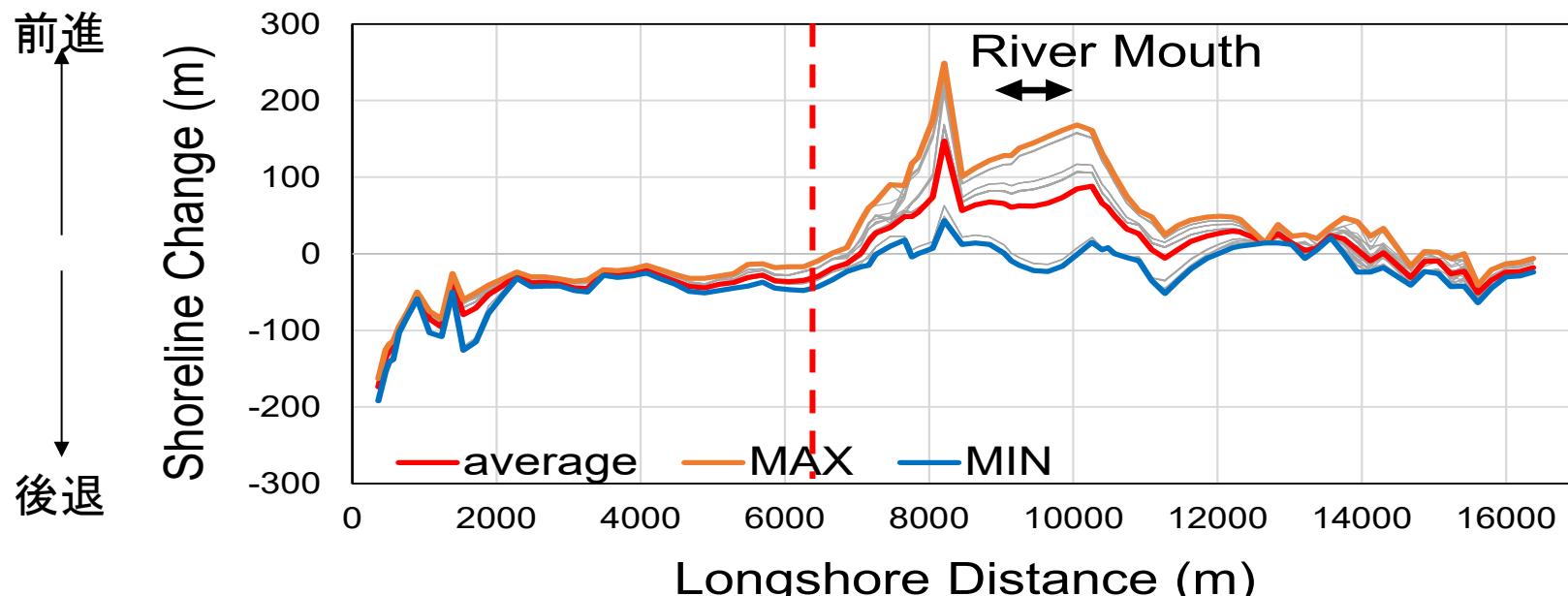
2025/11/27 第29回海岸シンポジウム@星陵会館

- 物部川には土砂供給のポテンシャルあり、上流では堆砂
- 総合土砂管理により、砂浜の回復も進めていく

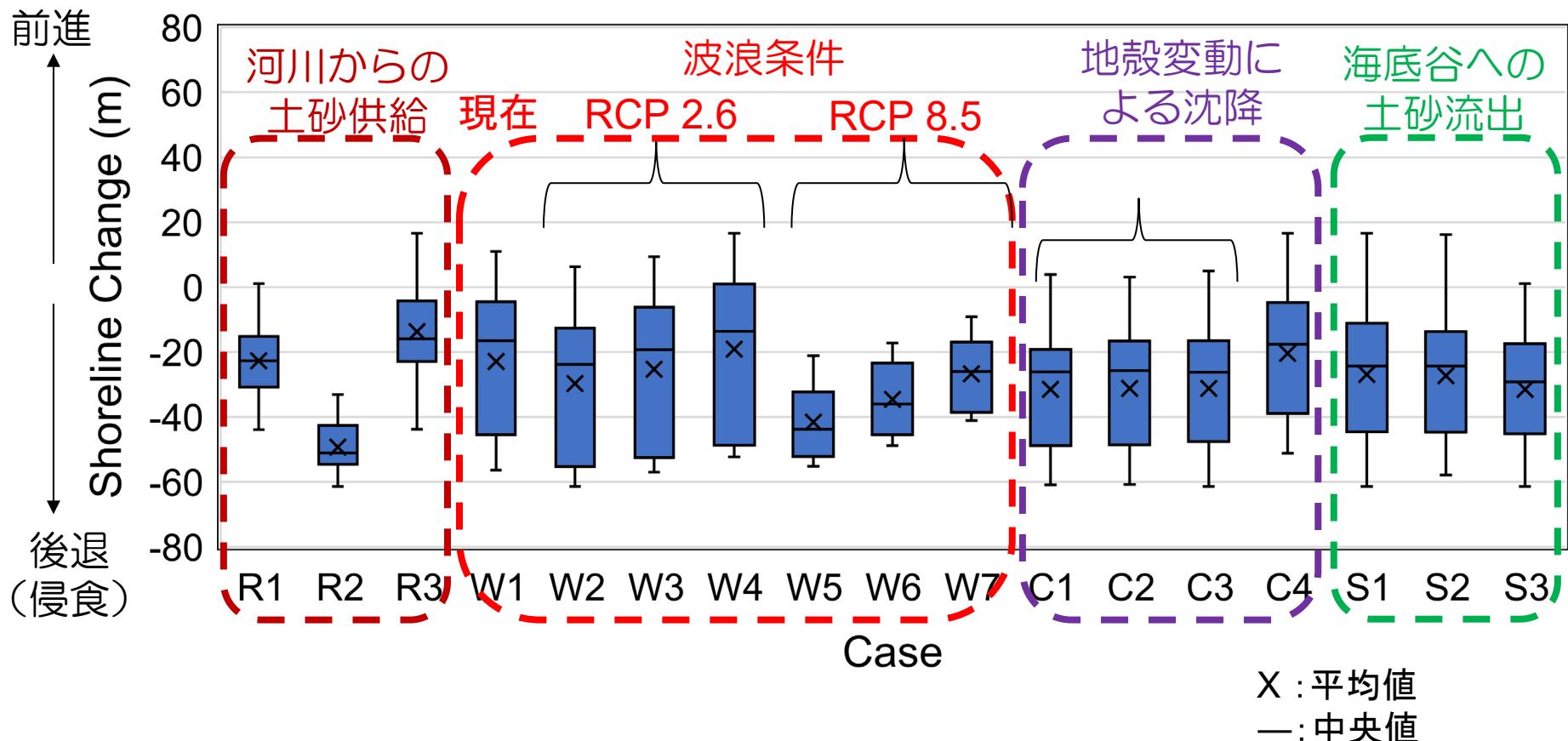


参考になる他海岸の事例 (発表者が過去に実施した研究から)

- 駿河海岸を対象に、様々な将来の不確実要素を現実的な範囲で変化させて100年後の海岸線変化を算定（感度分析）



- 海面上昇や波浪条件の変化よりも、河川からの土砂供給の変化の方が影響が大きい場合もある



- 高知海岸における、気候変動の影響を考慮した設計外力の設定、段階的な防護水準の設定の考え方、優先対策箇所の抽出例を紹介
- 外力による不確実性の違いを考慮し、今から対応すべきこと、将来的に対応できるように考慮しておくべきことを選別しておくことが重要
- 堤防のかさ上げ以外の対策も検討しておくことが、環境・景観だけでなく、予測の上振リスクへの対応としても重要