

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

- 徳島県全沿岸を対象に、気候変動を踏まえた防護水準を見直し、気候変動への適応策を検討。
- 気候変動を踏まえた徳島県沿岸の防護水準は、RCP2.6(2℃上昇相当)における2100年時点の予測結果に基づき設定することとし、計画高潮位、波浪、設計津波（避難時間の確保のため）の水位を推算。
- 気候変動には不確実性があることから将来の予測結果が変わる可能性があること、対策範囲は広範囲にわたり長期間を要することから段階的な防護水準を設定し、段階的に整備を実施。
- なお、防護水準や整備等については、今後の新たな知見や観測データ等の蓄積等に基づき、適宜、見直し。

【1】気候変動を踏まえた計画外力

- ✓ 対象とする計画外力の外力の将来予測については、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方・提言」に基づき、気候変動シナリオとしてRCP2.6(2℃上昇相当)とし、「日本の気候変動2020」等で想定されている21世紀末(2100年)時点のものとする。

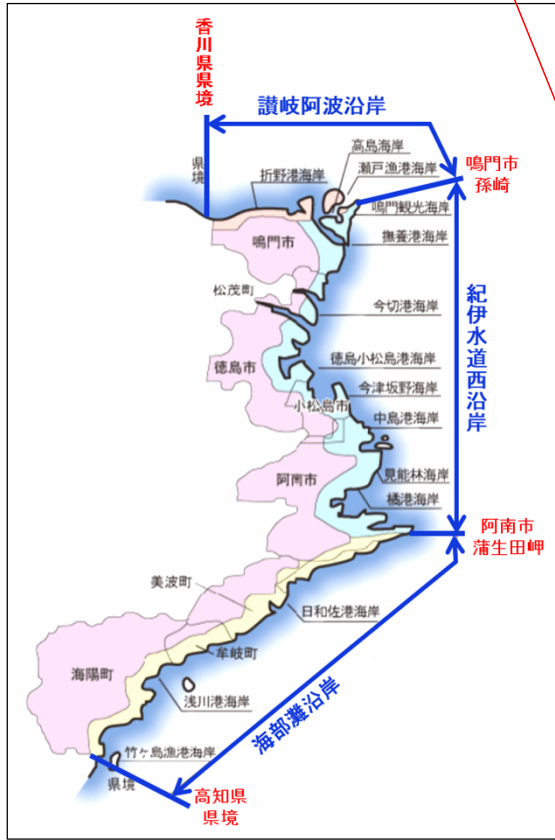
計画外力	計画外力の設定の考え方	検討結果(2100年時点の計画外力)
朔望平均満潮位	・近傍検潮所の最新朔望平均満潮位に、2100年までの平均海面水位の上昇量(「日本の気候変動2020」に示される領域Ⅲの平均値を基に設定)を加算。	●各検潮所の近5ヵ年の朔望平均満潮位(2021年)に、2100年までの平均海面水位の上昇量0.32m(79年間分)を加算。
計画高潮位	・d4/d2PDFを活用して、「A-1 パラメトリックモデル台風」の手法により、「小松島検潮所」における現在気候(過去実験)と将来気候(2℃上昇実験)の中心気圧を推算し、現行計画と同じ安全度における中心気圧の低下率を求め、高潮シミュレーションを実施。	●気候変動下における第二室戸台風(再現期間:75年)による小松島検潮所の中心気圧の低下率は1.06倍(低下量5hpa) ●経路は第二室戸台風と同一とし、中心気圧の低下量を実績値に対し1.06倍低下させて、計画高潮位を推算。 (930.25hpa → 925.27hpa)
波浪	・d4/d2PDFを活用して、「B-1 全球気候モデル台風」の手法により、本県に影響を及ぼしうる経路をたどった全台風(過去実験、2℃上昇実験)を対象に、SWANによる波浪推算を実施。	●既往の設定地点及び新たに設定した地点を対象に、波浪の確率評価を実施した結果、過去実験に対する2℃上昇時の波浪の変化率は、30年確率、50年確率とも0.99~1.02倍。 ●気候変動下における計画波浪は、現行計画の値に対し将来においても変化量はわずか。
設計津波の水位	・現行の2地震を対象に、初期潮位を2100年時点の朔望平均満潮位に変更し、津波シミュレーションを実施。	●初期潮位を変更した気候変動後の設計津波の水位は、最大で61cm上昇。 ●避難時間(35分)の確保のための水位は、最大で42cm上昇。

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

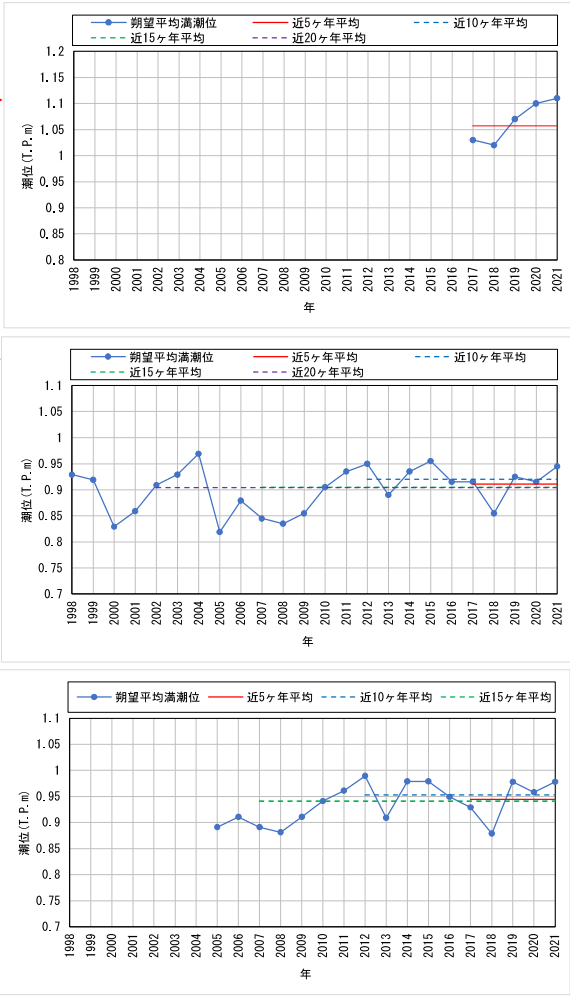
[2] 朔望平均満潮位



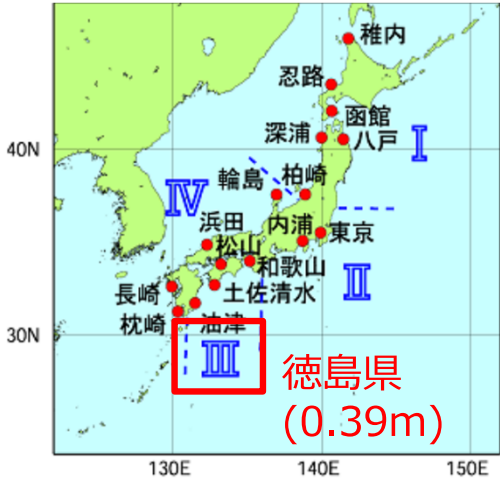
図：徳島県近傍の検潮所



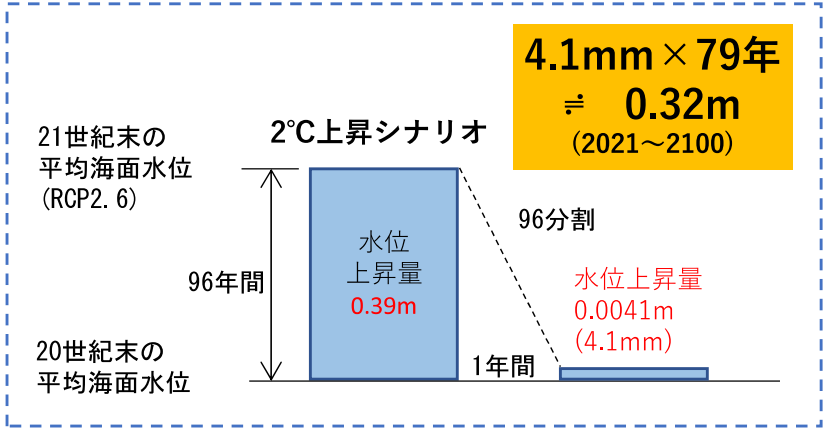
図：徳島県の沿岸



図：朔望平均満潮位



「日本の気候変動2020」より



図：1年あたりの水位上昇量の考え方

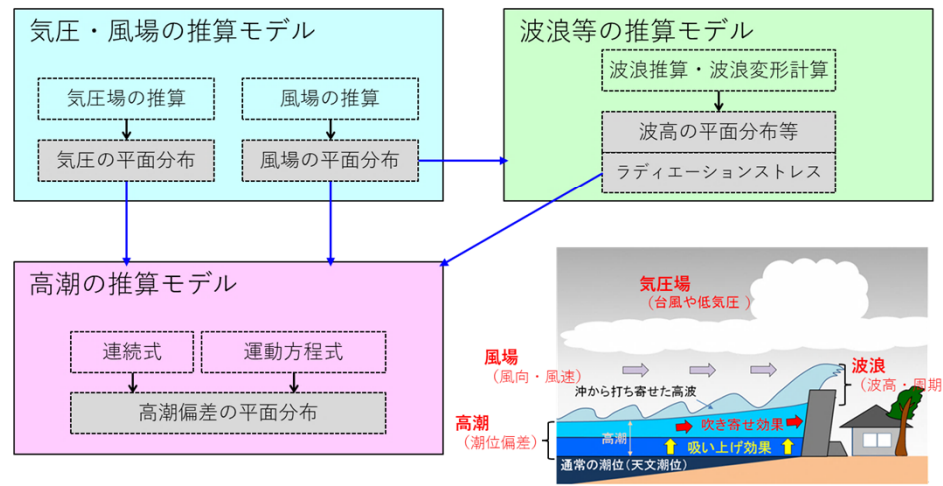
表：朔望平均満潮位(2021年時点, 2100年時点)

沿岸	検潮所	朔望平均満潮位 2021時点	海面水位上昇量 2100年時点	朔望平均満潮位 2100年時点
讃岐阿波	三本松	T. P. +1. 066m	0. 32m	T. P. +1. 386m
紀伊水道西	小松島	T. P. +0. 911m	0. 32m	T. P. +1. 231m
海部灘	阿波由岐	T. P. +0. 944m	0. 32m	T. P. +1. 264m

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

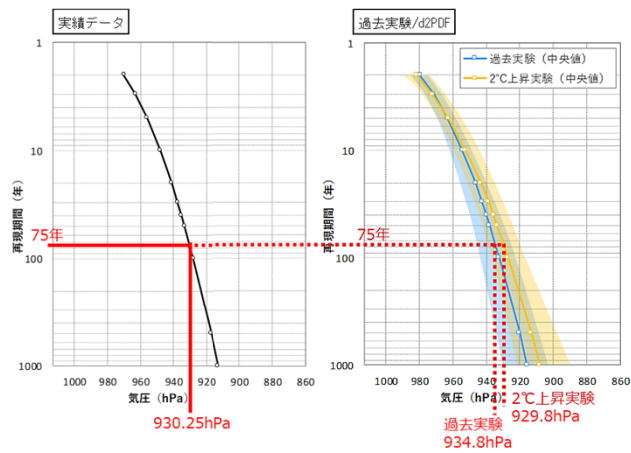
[3]計画高潮位

○台風による高潮シミュレーションのモデル構成（イメージ図）



表：解析条件

項目	モデルの再現性検証のための解析条件
解析対象範囲	南北方向: 約2,500km、東西方向: 約2,800km (7,290mメッシュの解析領域)
解析格子サイズ	$\Delta x = \Delta y = 7,290m \rightarrow 2,430m \rightarrow 810m \rightarrow 270m \rightarrow 90m \rightarrow 30m \rightarrow 10m$ ネステイング
地形データ	現況地形(令和2年1月公表の高潮浸水想定区域検討で使用したデータ)
台風諸元	中心気圧、台風経路、移動速度: 各台風の実績値(気象庁ベストトラック) ①第二室戸台風、②T0423、③T0514、④T1411、⑤T1511、⑥T1821 ※徳島沿岸で潮位偏差・波浪が大きい代表台風を選定し実績諸元を設定
初期潮位	検証期間の天文潮位(小松島観測所)の最大値
河川流量	河川流量は考慮しない
気圧・風場推算	気圧場モデル: Myersの式 風場モデル: 傾度風の式 計算条件: 風速変換係数C1.02は再現性の高い値を比較の上設定 傾度風の風向: 30° ※高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver2.10(R3.7)に準拠 最大旋風風速半径: 加藤の式
波浪推算	モデル: スペクトル法(第三世代波浪推算モデル: SWAN) 計算条件: 地形条件: 現況地形(令和4年度末時点) メッシュ分割: 上記の「解析格子サイズ」参照(最小メッシュサイズ10m)
高潮推算	モデル: 非線形長波方程式モデル(コリオリ力、気圧変動、海面摩擦を考慮) 計算条件: 地形条件: 現況地形(令和4年度末時点) メッシュ分割: 上記の「解析格子サイズ」参照(最小メッシュサイズ10m) 粗度係数: 水域は一律、マングの粗度係数 $n=0.025$ 本検討では陸域への浸水は考慮しないため、陸域は未設定 海面抵抗係数: 本多・光易(1980)式を基本に風速45m/sで上限設定 計算時間間隔: CFL条件を満たすように設定



想定台風規模(再現期間75年)の気圧低下量の変化率

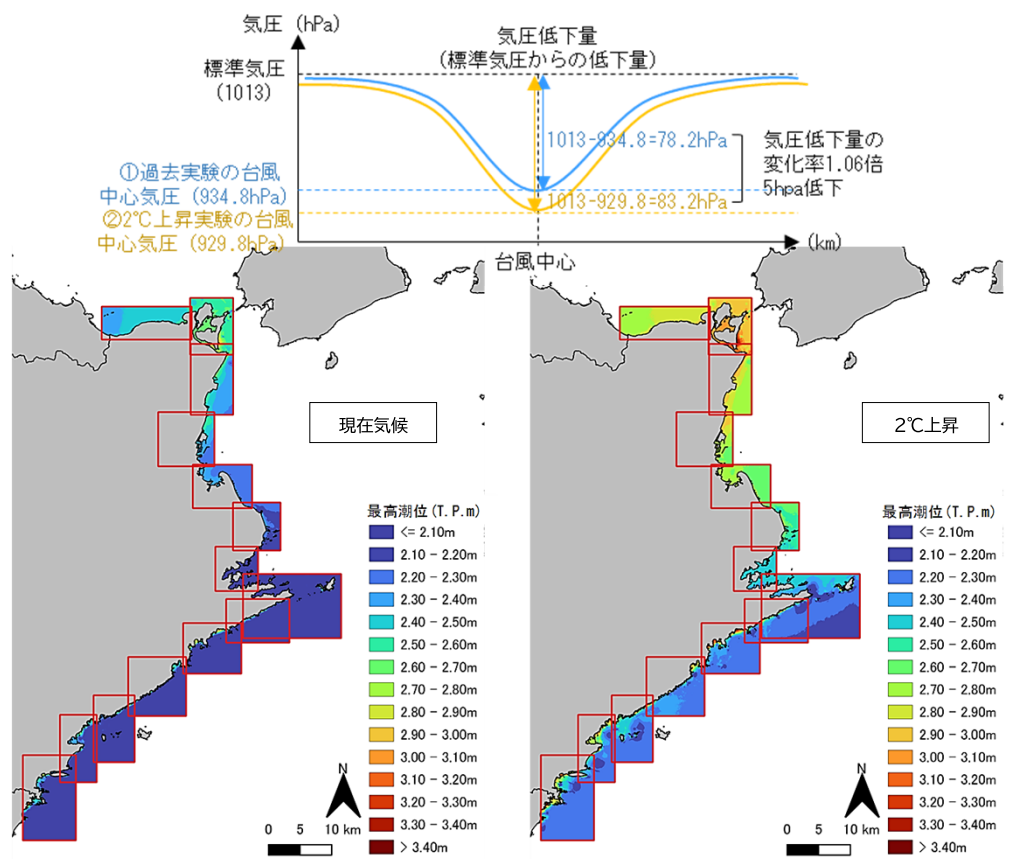
	台風中心気圧	気圧低下量
過去実験	934.8hPa	1013.25-934.8 =78.45hPa
2°C上昇実験	929.8hPa	1013.25-929.8 =83.45hPa

※これを第二室戸台風規模に適用し将来気候下における台風条件を設定
1.06倍※5hpa低下

解析に用いる台風中心気圧の設定(最低気圧時)

	気圧低下量	台風中心気圧
現在気候	83.0hPa	930.25hPa
2°C上昇実験	$83.0 \times 1.06 = 87.98hPa$	$1013.25 - 87.98 = 925.27hPa$

【気圧低下量の算定イメージ】

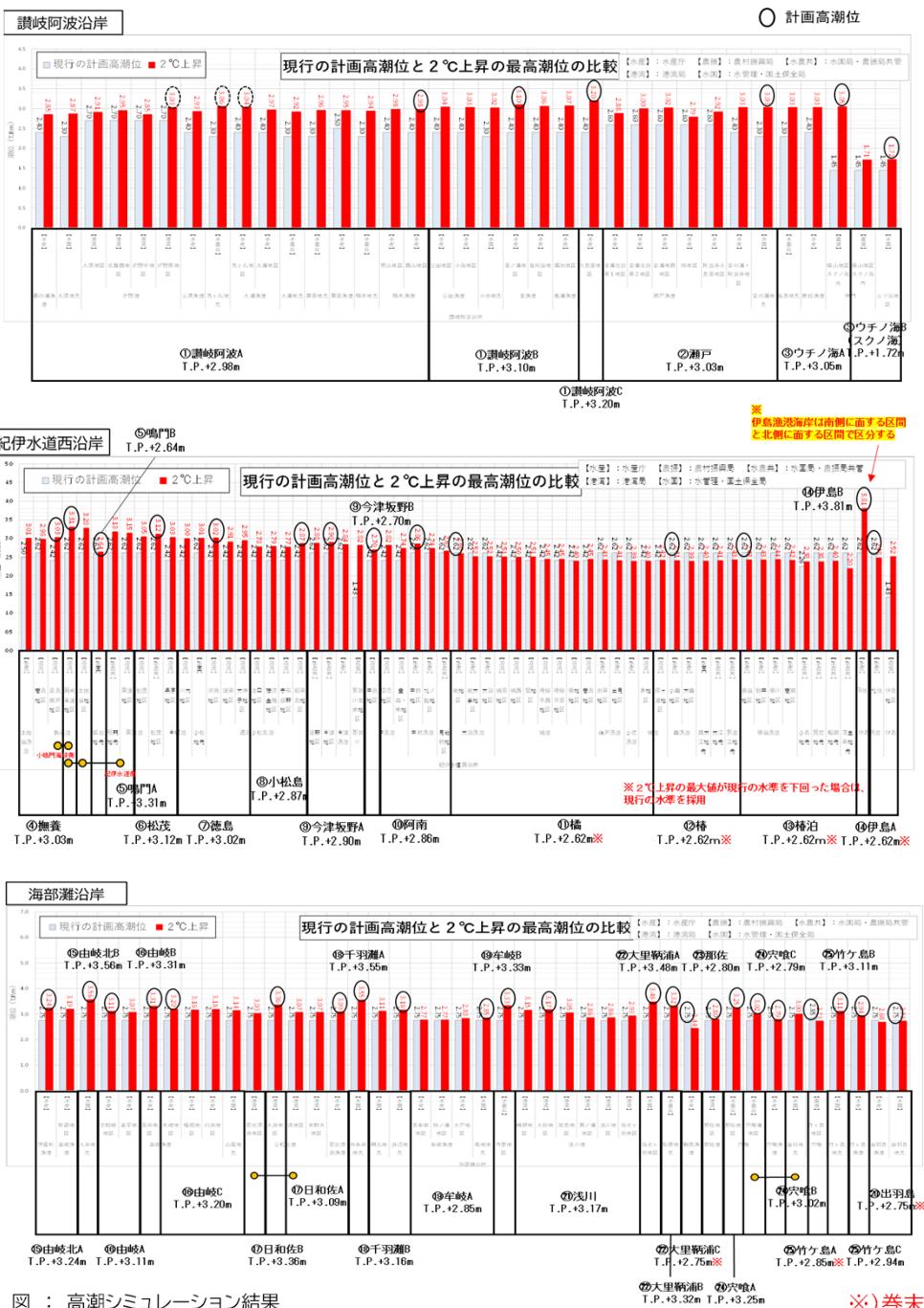


図：高潮シミュレーション結果(平面分布)

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[3]計画高潮位

※ 巻末参照



[3]計画高潮位

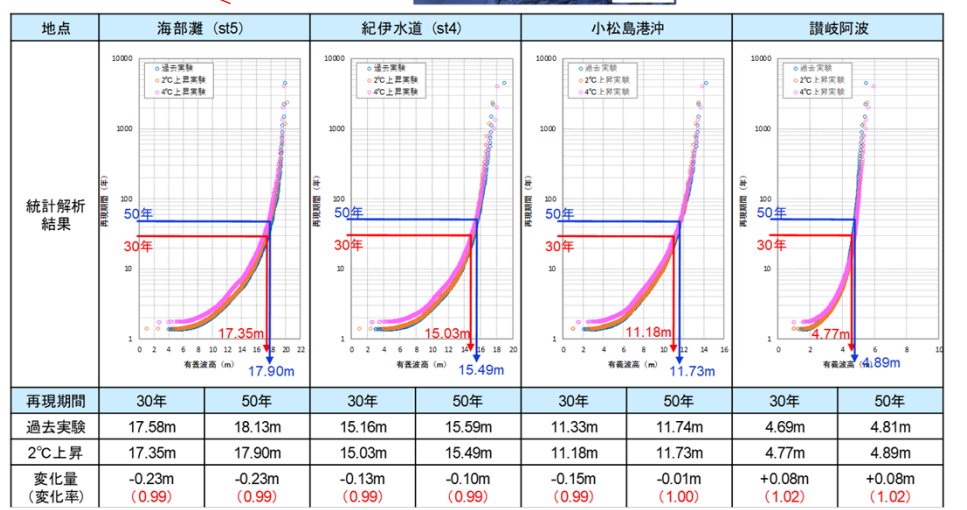
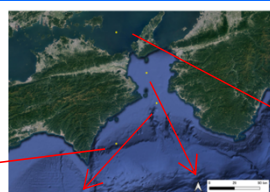
表：結果一覧

地域海岸	現況堤防高	計画高潮位(現行)	地域海岸	計画高潮位(2100年)
①讃岐阿波	1.5~5.4	2.30~2.70	①讃岐阿波A	2.38
②瀬戸	0.8~4.3	2.30~2.60	①讃岐阿波B	3.10
③ウチノ海	1.0~3.4	1.45~2.40	①讃岐阿波C	3.20
④撫養	1.1~4.9	2.42~2.62	②ウチノ海A	3.03
⑤鳴門	3.3~6.7	2.62	②ウチノ海B	3.05
⑥松茂	4.1~11.3	2.42~2.62	③鳴門A	3.31
⑦徳島	3.7~6.3	2.42	③鳴門B	2.64
⑧小松島	1.7~7.7	2.42	④松茂A	3.12
⑨今津坂野	3.0~7.9	1.43~2.62	④松茂B	3.02
⑩阿南	4.0~6.1	2.42~2.62	⑤鳴門A	2.90
⑪橋	1.9~4.6	2.42~2.62	⑤鳴門B	2.70
⑫徳島	2.0~3.7	2.62	⑥阿南A	2.86
⑬徳島	2.3~8.0	2.26~2.62	⑥阿南B	2.62
⑭伊島	6.1~9.5	1.43~2.62	⑥伊島A	2.62
⑮由岐北	3.3~8.7	2.75	⑥伊島B	2.52
⑯由岐	2.1~8.1	2.75	⑦由岐北A	3.31
⑰日和佐	1.3~9.2	2.75	⑦由岐北B	3.11
⑱千羽灘	2.7~5.7	2.75	⑦由岐北C	3.31
⑲半岐	1.7~7.0	2.75	⑧日和佐A	3.09
⑳出羽島	4.4~7.6	2.75	⑧日和佐B	3.35
㉑徳島	1.2~7.2	2.75	⑧千羽灘A	3.35
㉒大里新浦	1.7~10.0	2.75	⑧千羽灘B	3.16
㉓那佐	1.2~5.4	2.75	⑨半岐A	3.33
㉔穴吹	1.4~8.5	2.75	⑨半岐B	2.75
㉕竹ヶ島	1.7~9.0	2.75~2.85	⑩徳川A	3.17
			⑩徳川B	3.48
			⑩徳川C	3.32
			⑪大里新浦A	2.75
			⑪大里新浦B	2.80
			⑪大里新浦C	2.80
			⑫穴吹A	3.25
			⑫穴吹B	3.02
			⑫穴吹C	2.75
			⑬竹ヶ島A	2.85
			⑬竹ヶ島B	3.11
			⑬竹ヶ島C	2.94

図：地区海岸

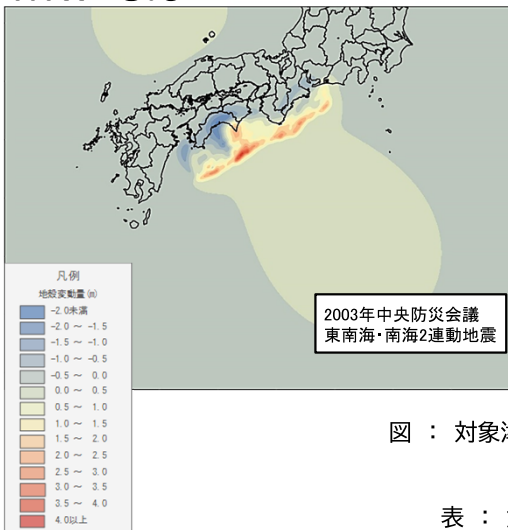
[4]波浪

図：確率評価地点

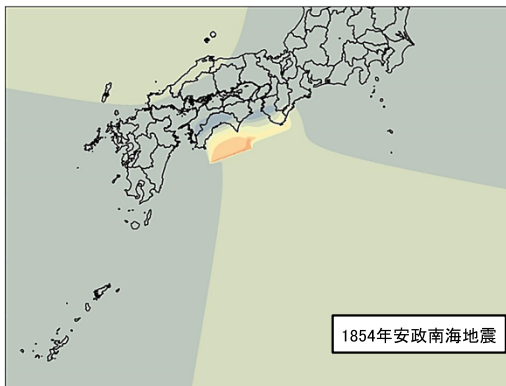


[5]設計津波の水位(避難時間の確保のための水位)

Mw=8.6



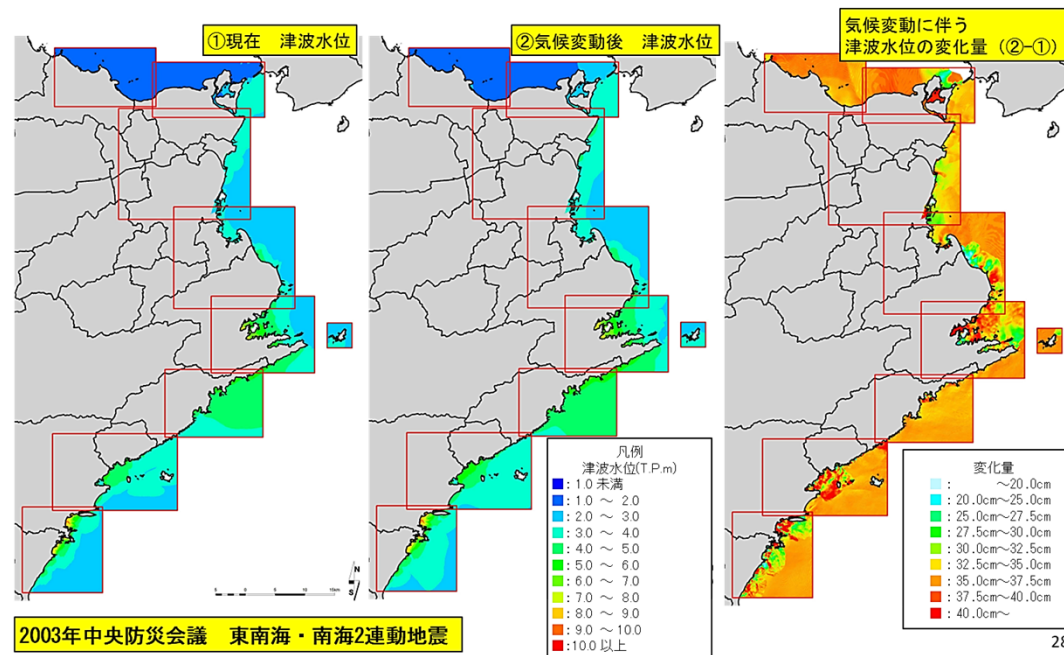
Mw=8.4



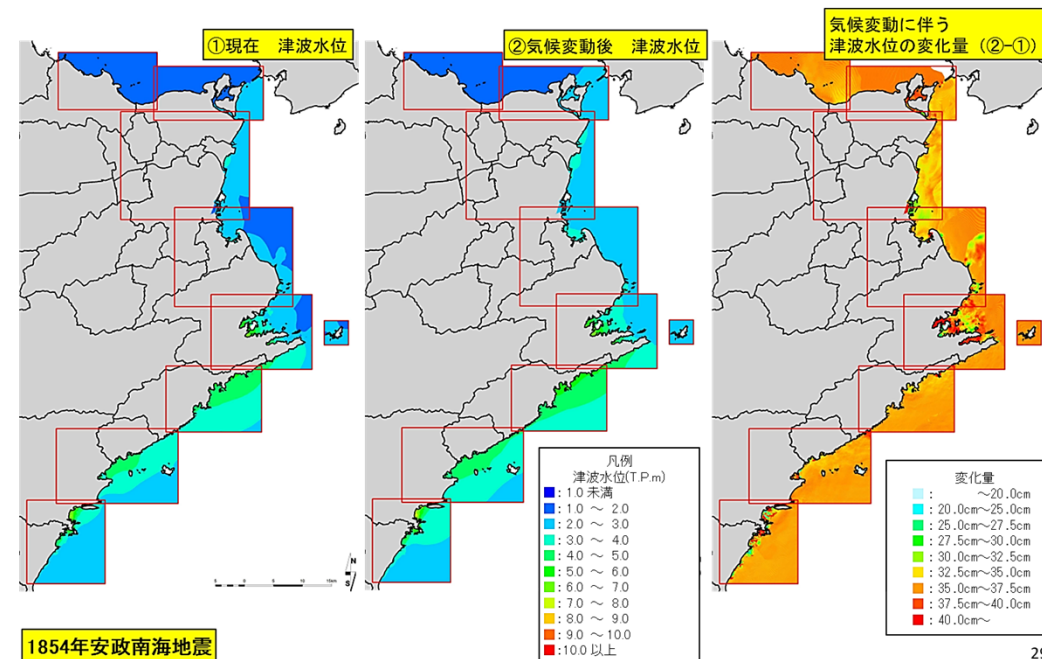
図：対象津波の地殻変動量

表：解析条件

項目	条件
支配方程式	非線形長波方程式
計算格子間隔	波源域から沿岸まで順にネスティング 2,430m→810m→270m→90m→30m→10m
海底地形条件	現況地形(H25.3公表時の条件に準拠)
計算時間	6時間(時間間隔:0.1秒)
堤防条件	防護ラインで壁立
初期潮位	気候変動後(2100年時点)の朔望平均満潮位 讃岐阿波沿岸 : T.P.+1.386m 紀伊水道西沿岸 : T.P.+1.231m 海部灘沿岸 : T.P.+1.264m ※2℃上昇シナリオ 第1回技術検討会設定値
対象津波	・2003年中央防災会議 東南海・南海2連動地震 ・1854年安政南海地震



28



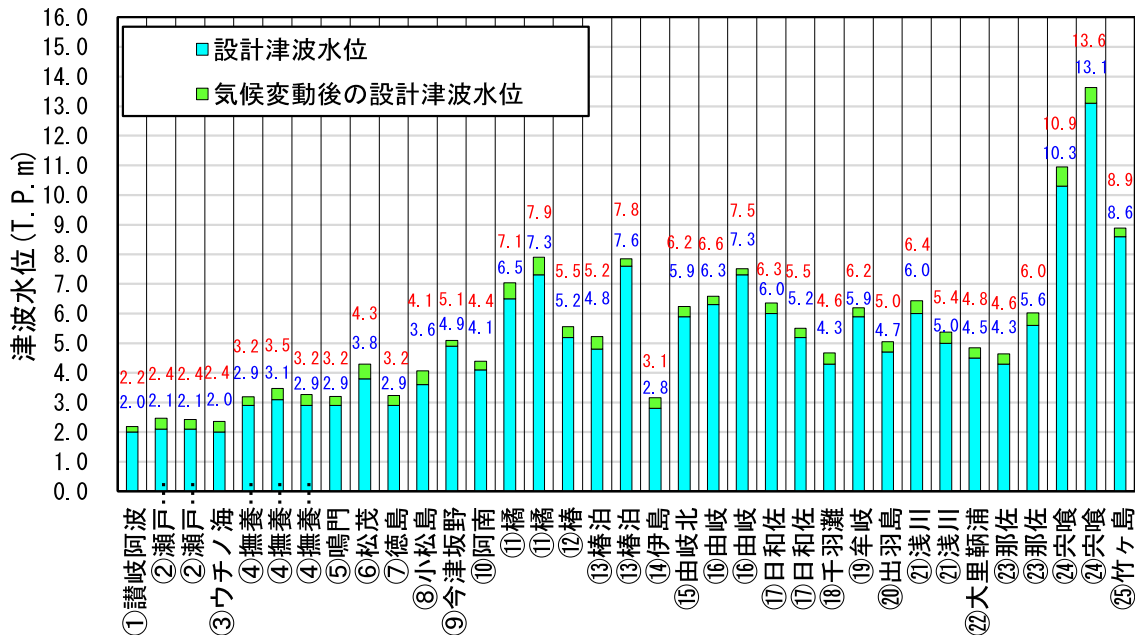
29

図：津波シミュレーション結果(平面分布)

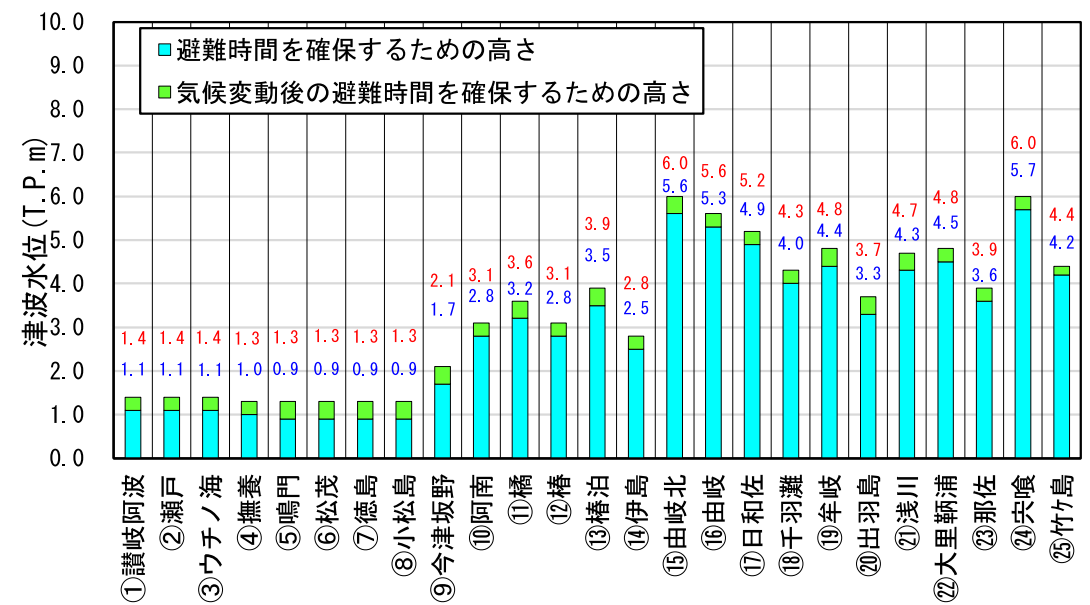
気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[5]設計津波の水位(避難時間の確保のための水位)

※ 巻末参照

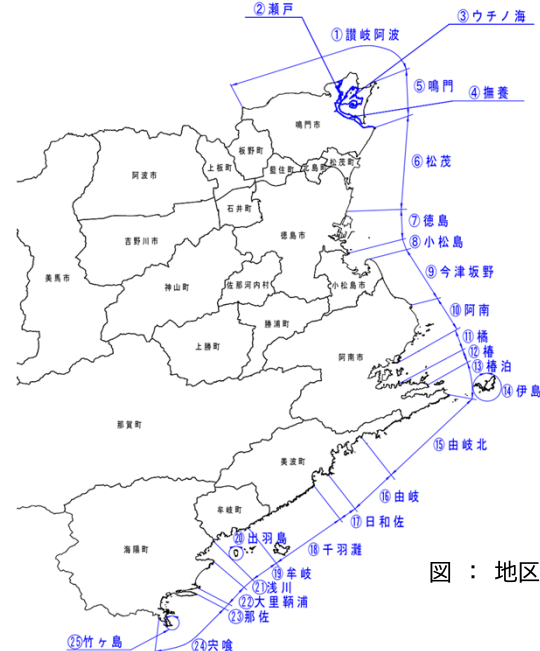


図：地区海岸における設計津波の水位(東南海・南海2連動地震)



図：地区海岸における避難時間の確保のための水位 (東南海・南海2連動地震) 避難時間:35分

※ 巻末参照



図：地区海岸

表：結果一覧

地域海岸	現況堤防高	設計津波水位 (現行)	避難時間の確保に必要な高さ※ (現行)	設計津波水位 (2100年)	避難時間の確保に必要な高さ※ (2100年)
①讃岐阿波	1.5～5.4	2.0	1.1	2.2	1.4
②瀬戸	0.8～4.3	2.1	1.1	2.4	1.4
③ウチノ海	1.0～3.4	2.0	1.1	2.4	1.4
④撫養	1.1～4.9	2.9 (3.1)	1.0	3.2 (3.5)	1.3
⑤鳴門	3.3～6.7	2.9	0.9	3.2	1.3
⑥松茂	4.1～11.3	3.8	0.9	4.3	1.3
⑦徳島	3.7～6.3	2.9	0.9	3.2	1.3
⑧小松島	1.7～7.7	3.6	0.9	4.1	1.3
⑨今津坂野	3.0～7.9	4.9	1.7	5.1	2.1
⑩阿南	4.0～6.1	4.1	2.8	4.4	3.1
⑪橋	1.9～4.6	7.3 (6.5)	3.2	7.9 (7.1)	3.6
⑫椿泊	2.0～3.7	5.2	2.8	5.5	3.1
⑬椿泊	2.3～8.0	4.8 (7.6)	3.5	5.2 (7.8)	3.9
⑭伊島	6.1～9.5	2.8	2.5	3.1	2.8
⑮由岐北	3.3～8.7	5.9	5.6	6.2	6.0
⑯由岐	2.1～8.1	6.3 (7.3)	5.3	6.6 (7.5)	5.6
⑰日和佐	1.3～9.2	6.0 (5.2)	4.9	6.3 (5.5)	5.2
⑱千羽灘	2.7～5.7	4.3	4.0	4.6	4.3
⑲牟岐	1.7～7.0	5.9	4.4	6.2	4.8
⑳出羽島	4.4～7.6	4.7	3.3	5.0	3.7
㉑浅川	1.2～7.2	6.0 (5.0)	4.3	6.4 (5.4)	4.7
㉒大里瀬浦	1.7～10.0	4.5	4.5	4.8	4.8
㉓那佐	1.2～5.4	5.6 (4.3)	3.6	6.0 (4.6)	3.9
㉔穴喰	1.4～8.5	10.3 (13.1)	5.7	10.9 (13.6)	6.0
㉕竹ヶ島	1.7～9.0	8.6	4.2	8.9	4.4

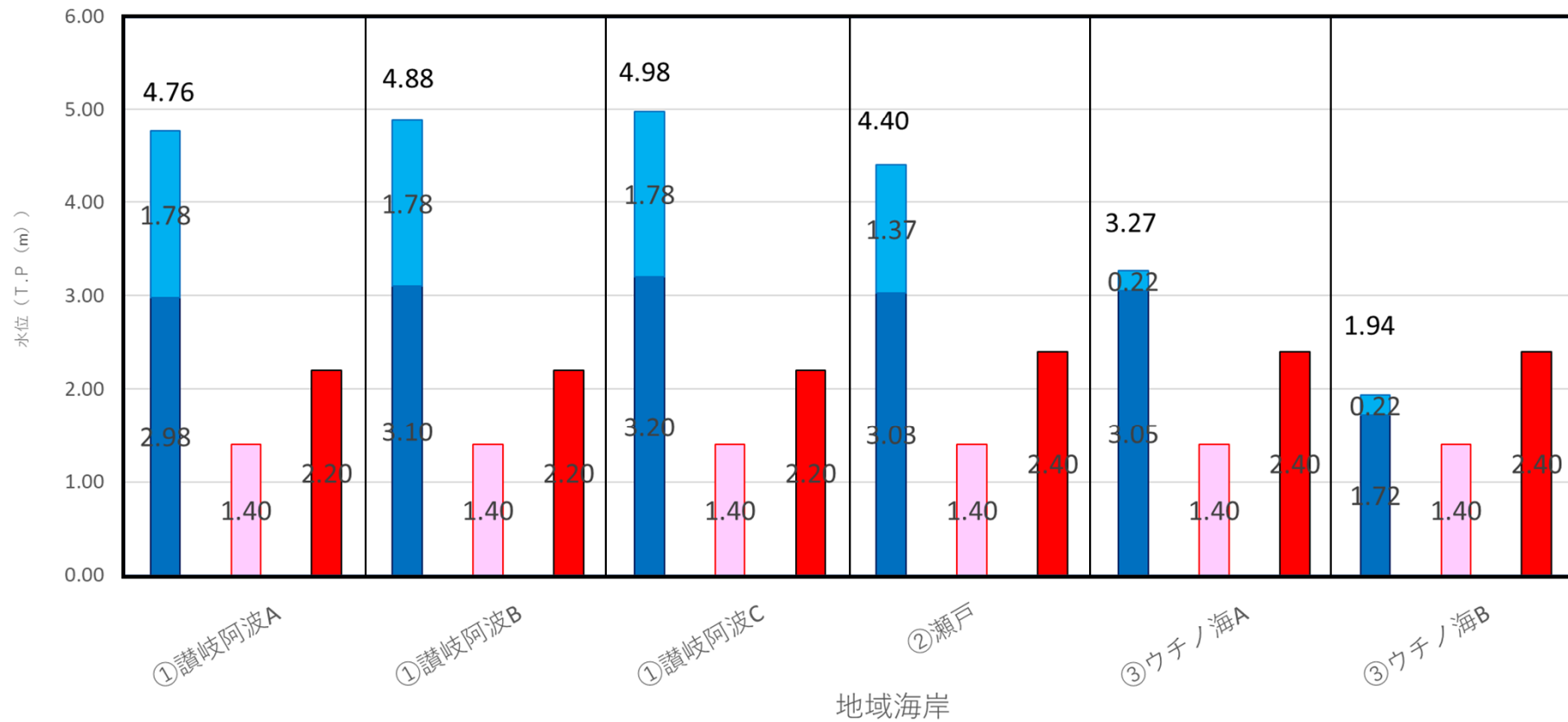
気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[6]防護水準(讃岐阿波沿岸)

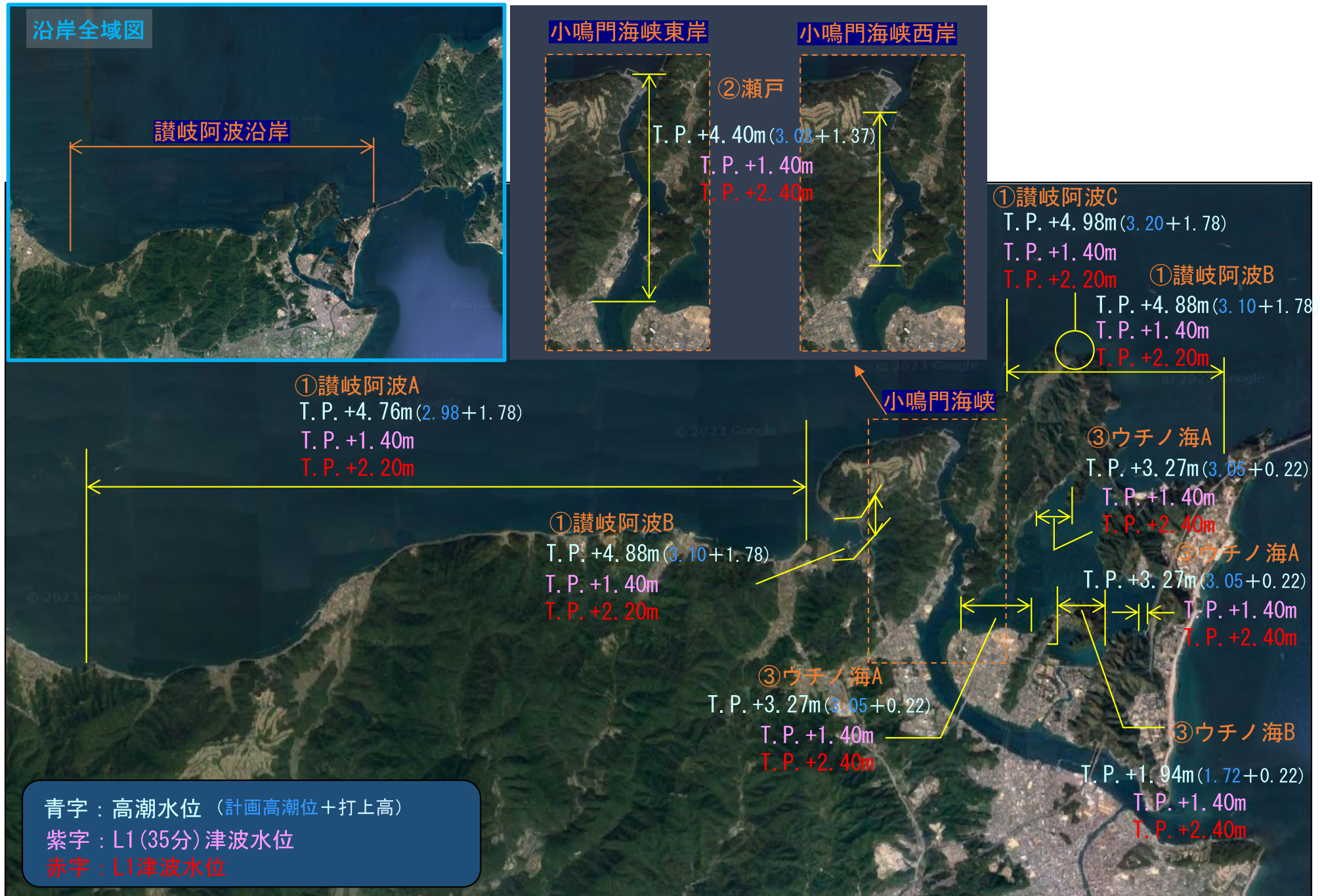


打上高：換算沖波波高から「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定
H24阿土 阿南・橘他 防潮堤概略検討業務 ※海岸保全基本計画への反映にあたっては、精査が必要

■ 計画高潮位 ■ 打上高 ■ 津波 ■ 津波
L1(35分) L1



[6]防護水準(讃岐阿波沿岸)



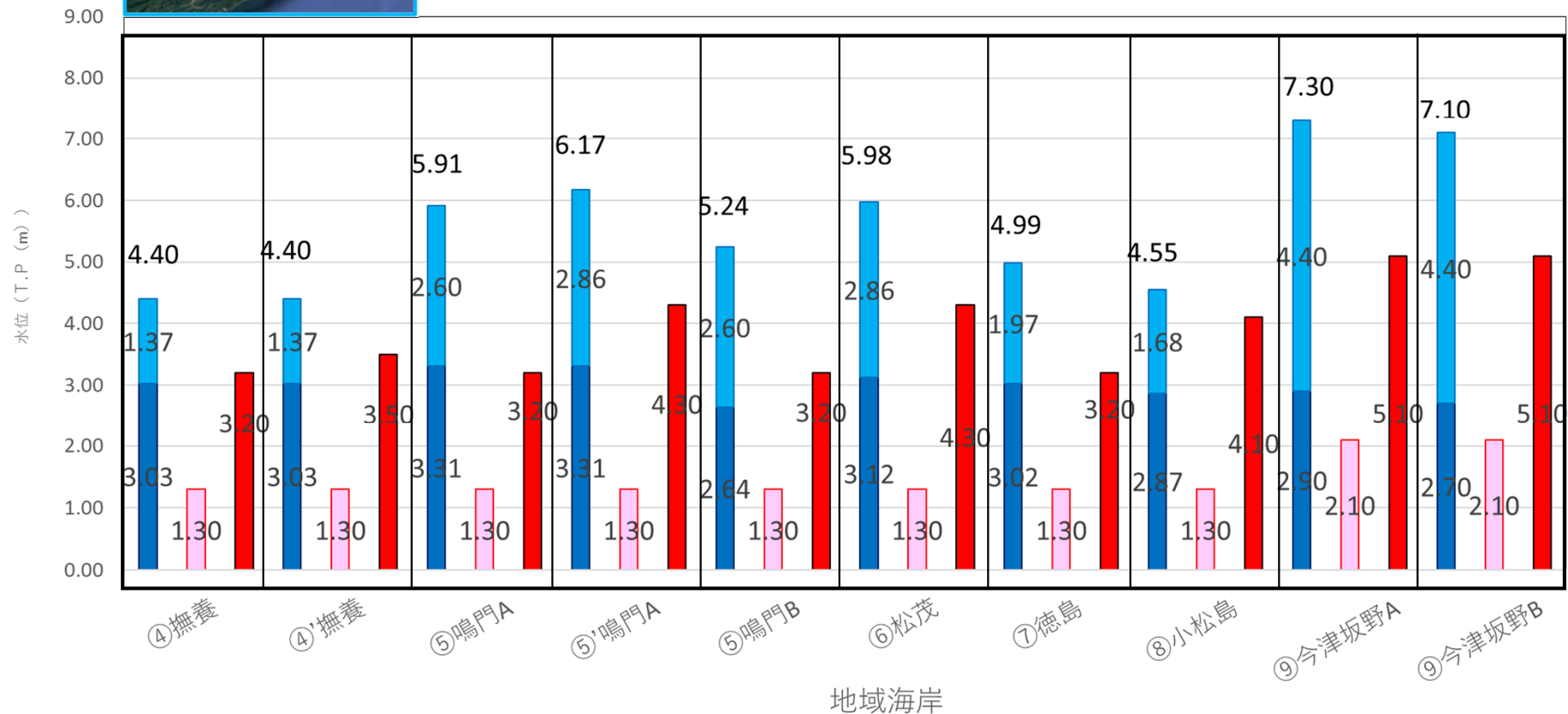
気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[6]防護水準(紀伊水道西沿岸①)



打上高：換算沖波波高から「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定
H24阿土 阿南・橘他 防潮堤概略検討業務 ※海岸保全基本計画への反映にあたっては、精査が必要

■ 計画高潮位 ■ 打上高 ■ 津波 ■ 津波
L1(35分) L1



[6]防護水準(紀伊水道西沿岸①)

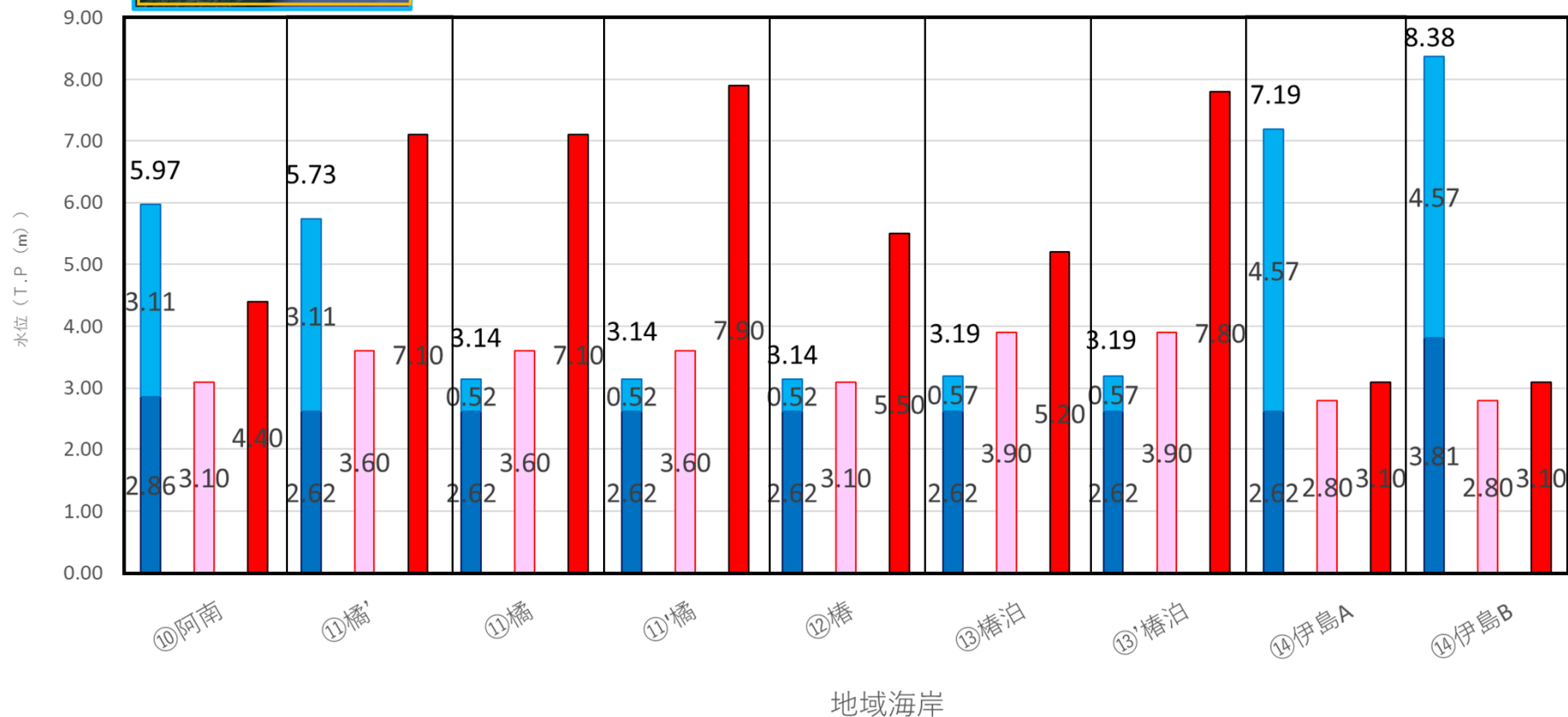


[6]防護水準(紀伊水道西沿岸②)



打上高：換算沖波波高から「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定
H24阿土 阿南・橘他 防潮堤概略検討業務 ※海岸保全基本計画への反映にあたっては、精査が必要

■ 計画高潮位 ■ 打上高 ■ 津波 L1(35分) ■ 津波 L1



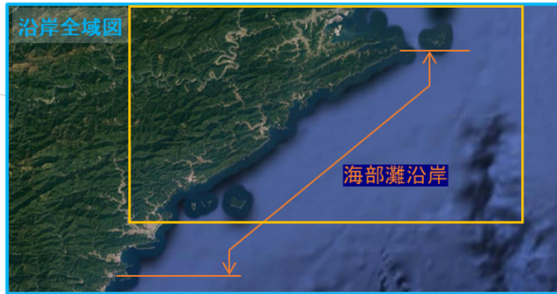
[6]防護水準(紀伊水道西沿岸②)



※ ⑪ 橋' : 大湊漁港海岸 (相地区) は波浪が異なる

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[6]防護水準(海部灘沿岸①)

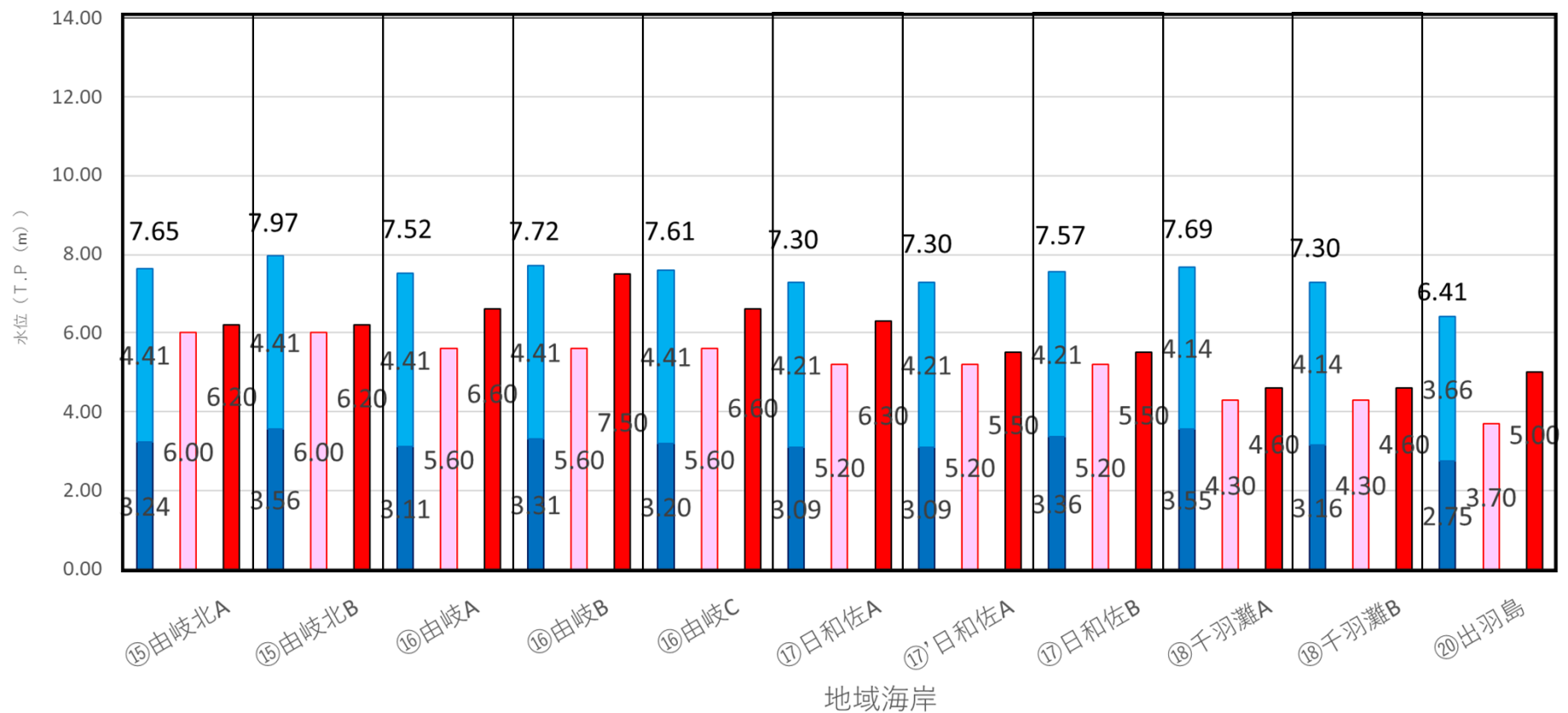


打上高：沖波諸元をもとに波浪変形計算を行い換算沖波波高を算定したもの

H24阿土 阿南・橘他 防潮堤概略検討業務

※海岸保全基本計画への反映にあたっては、精査が必要

■ 計画高潮位 ■ 打上高 ■ 津波 ■ 津波
L1(35分) L1

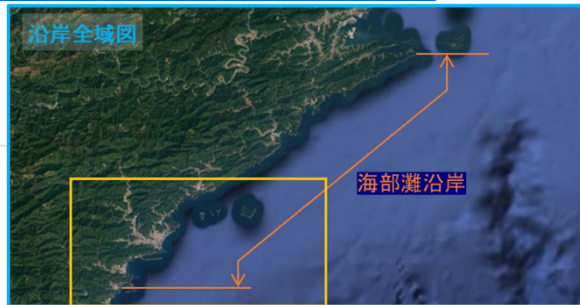


[6]防護水準(海部灘沿岸①)



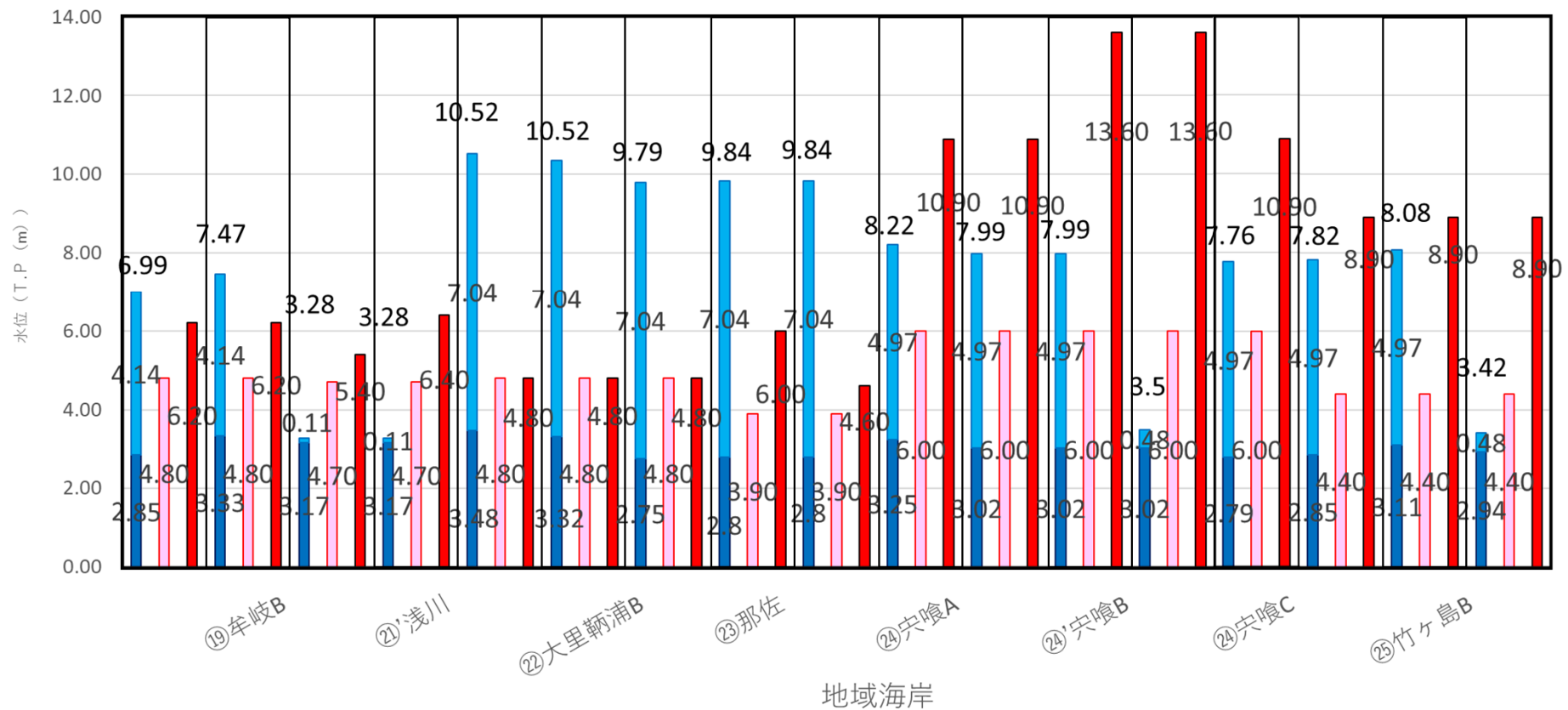
気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[6]防護水準(海部灘沿岸②)

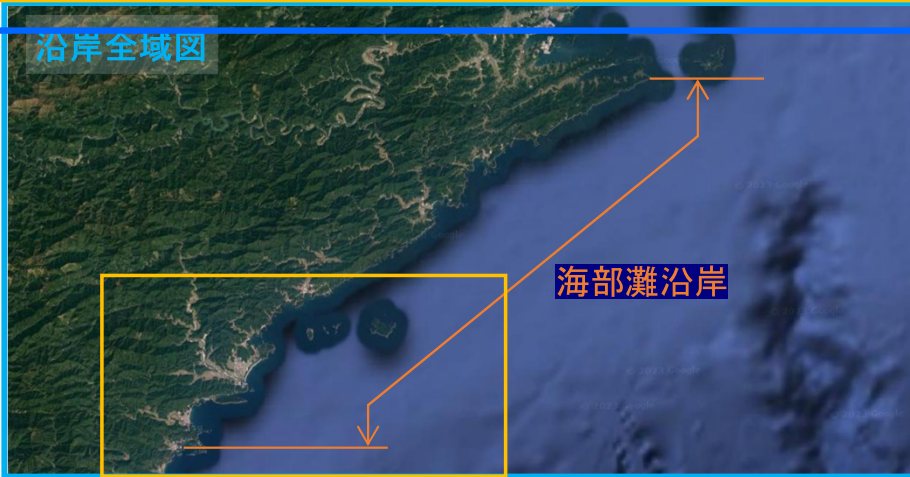
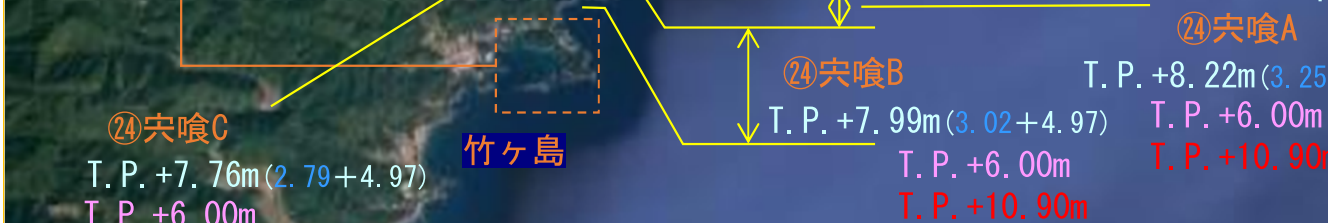
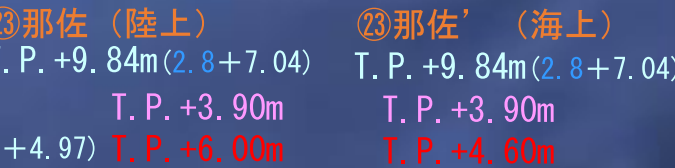
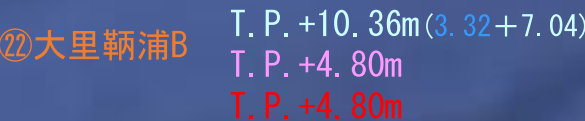
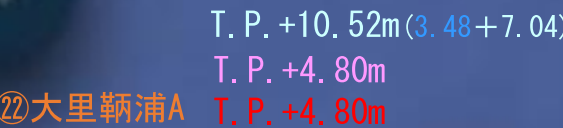
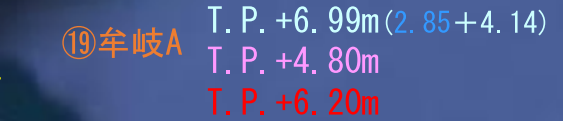
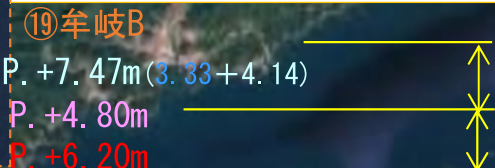
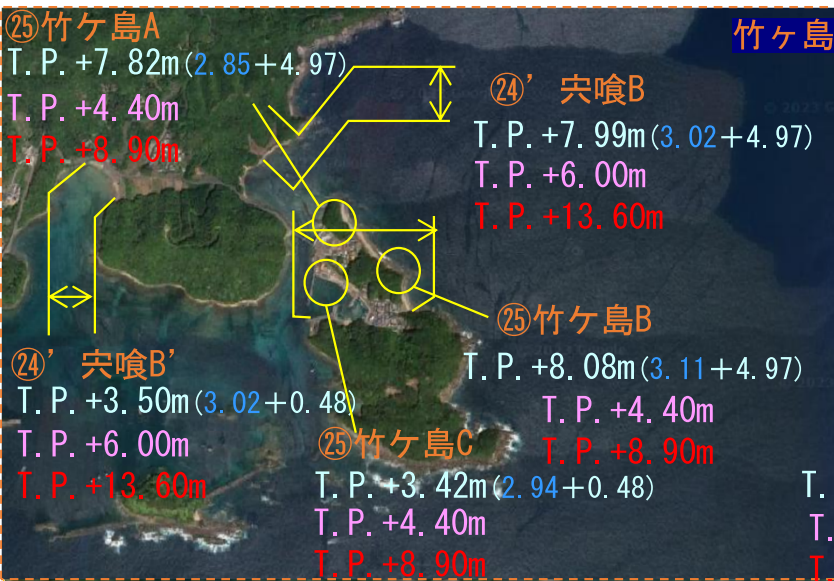


打上高：換算沖波波高から「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定
 H24阿土 阿南・橘他 防潮堤概略検討業務 ※海岸保全基本計画への反映にあたっては、精査が必要

■ 計画高潮位 ■ 打上高 ■ 津波 ■ 津波
 L1(35分) L1



[6]防護水準(海部灘沿岸②)



青字：高潮水位 (計画高潮位+打上高)
紫字：L1(35分)津波水位
赤字：L1津波水位

※ ②④穴喰B'：金目地先海岸は波浪が異なる

気候変動を踏まえた徳島県海岸保全施設技術検討会 とりまとめ【概要】

[7]段階的な防護水準

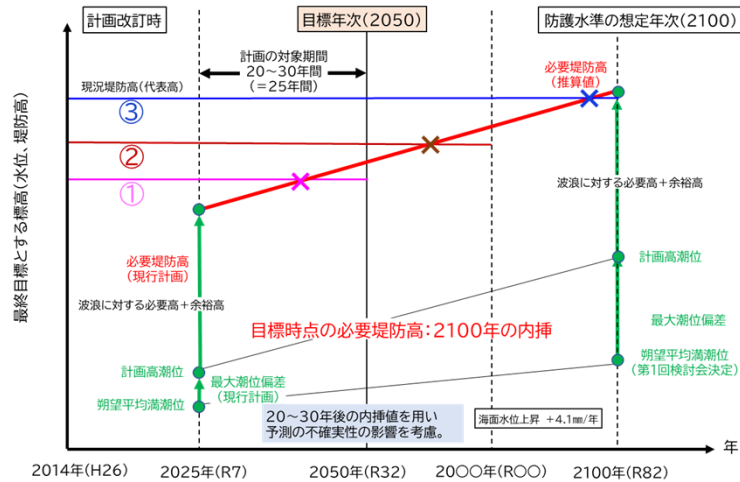


図 7: 高潮対策整備イメージ

- 海岸保全基本計画の改定を令和7(2025)年度として、20～30年後に相当する2050年を目標年次とする。
- 対象海岸毎に、海岸保全基本計画改定(平成26(2014))年時の必要堤防高とd4/d2PDFに基づく推算から得られた防護水準(2100年時点)の内挿により、目標年次で満たすべき整備水準を設定。
- 目標年次までに堤防高が不足する海岸(①)を対象に整備を実施。

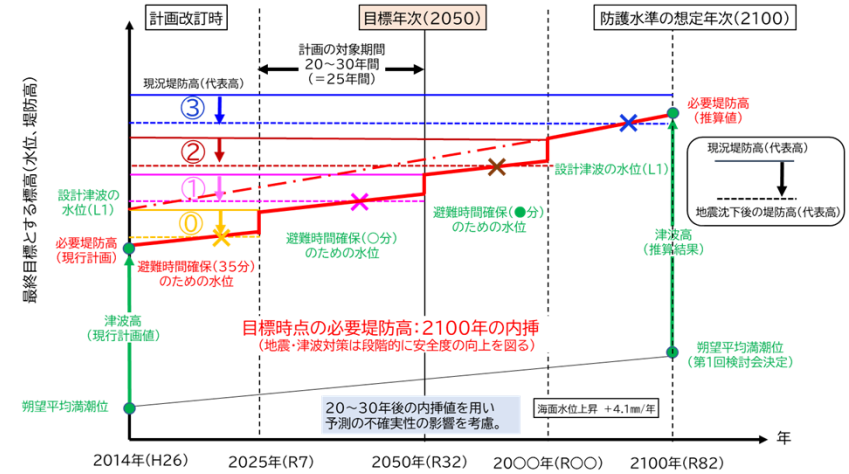


図 8: 段階的な津波対策整備イメージ

- 対象海岸毎に、現行の設計津波の水位と将来(2100年)の期望平均満潮位を初期水位とする設計津波の水位の内挿により、目標時点の必要堤防高を算定。
- 地震時の液状化に伴う沈下後の堤防高を対象に、設計津波の水位と比較を行う。
- 現況で必要堤防高を満足しない海岸(②)及び目標時点までに堤防高が不足する海岸(①)を対象に整備を実施。
- 少子高齢化社会を踏まえ、避難時間(35分)を段階的に引き延ばすことに加え、引き延ばすことに伴う津波水位上昇に対して防御する。

[8]ハード・ソフト対策を組み合わせた気候変動への適応策

ハード・ソフト対策の適切な組み合わせ

- ✓ 気候変動の影響を考慮した外力に対応するためには、ハード・ソフト対策を適切に組み合わせることが重要。
- ✓ ハード対策、ソフト対策のそれぞれの限界を認識し、避難や土地利用といったソフト対策との関係性のなかで、堤防高等のハード対策を決定。

ハード対策

- ✓ 気候変動の不確実性を考慮し、段階的なハード対策を実施。
- ✓ 将来の施設改良等を考慮した手戻りのない構造、粘り強い堤防整備等にも取り組む。
- ✓ 整備時期や整備水準、実施箇所の優先順位も検討(リアルオプション※分析も参考)。
- ✓ 予防保全の観点から長寿命化計画等に基づく適切な施設の維持管理を実施。

ソフト対策

- ✓ 施設のみで防御できるレベルには限界があり、ハード・ソフト両面から総合的に対応。
- ✓ 管理者が緊密に連携しながら、気候変動による影響の兆候を的確に捉え、ハード・ソフト施策を最適な組み合わせを検討。

・ 潮位偏差の算定結果

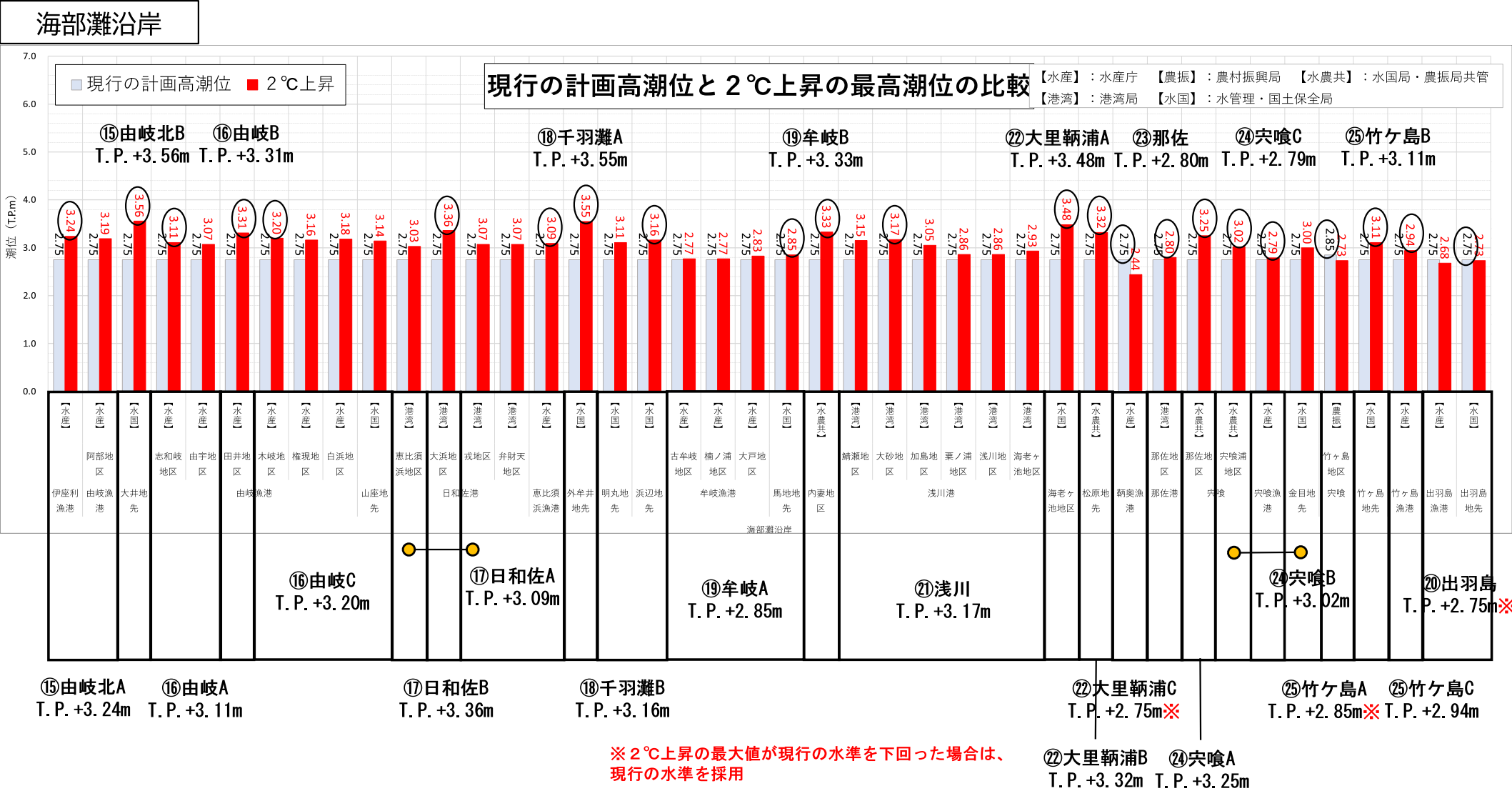
讃岐阿波沿岸



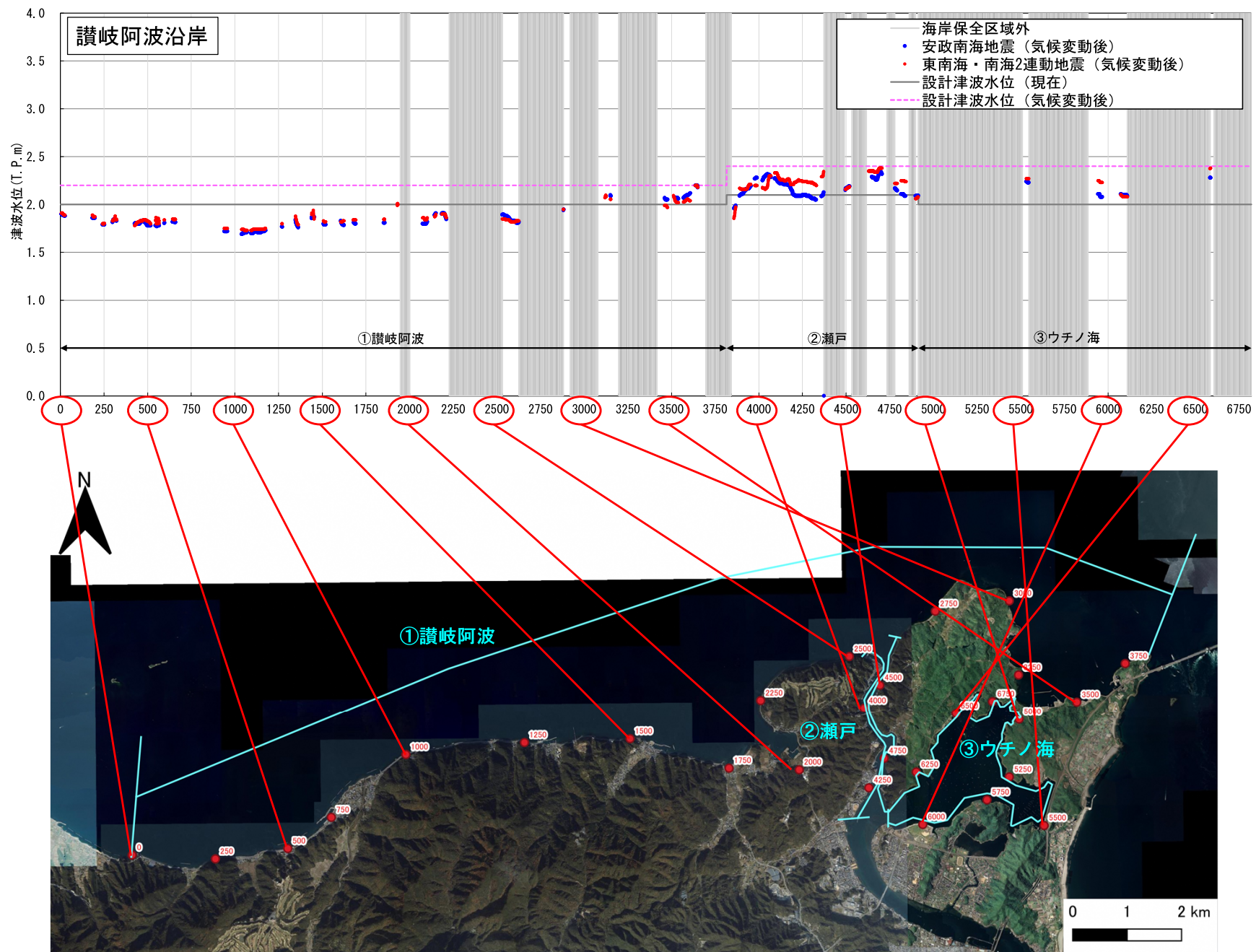
・ 潮位偏差の算定結果



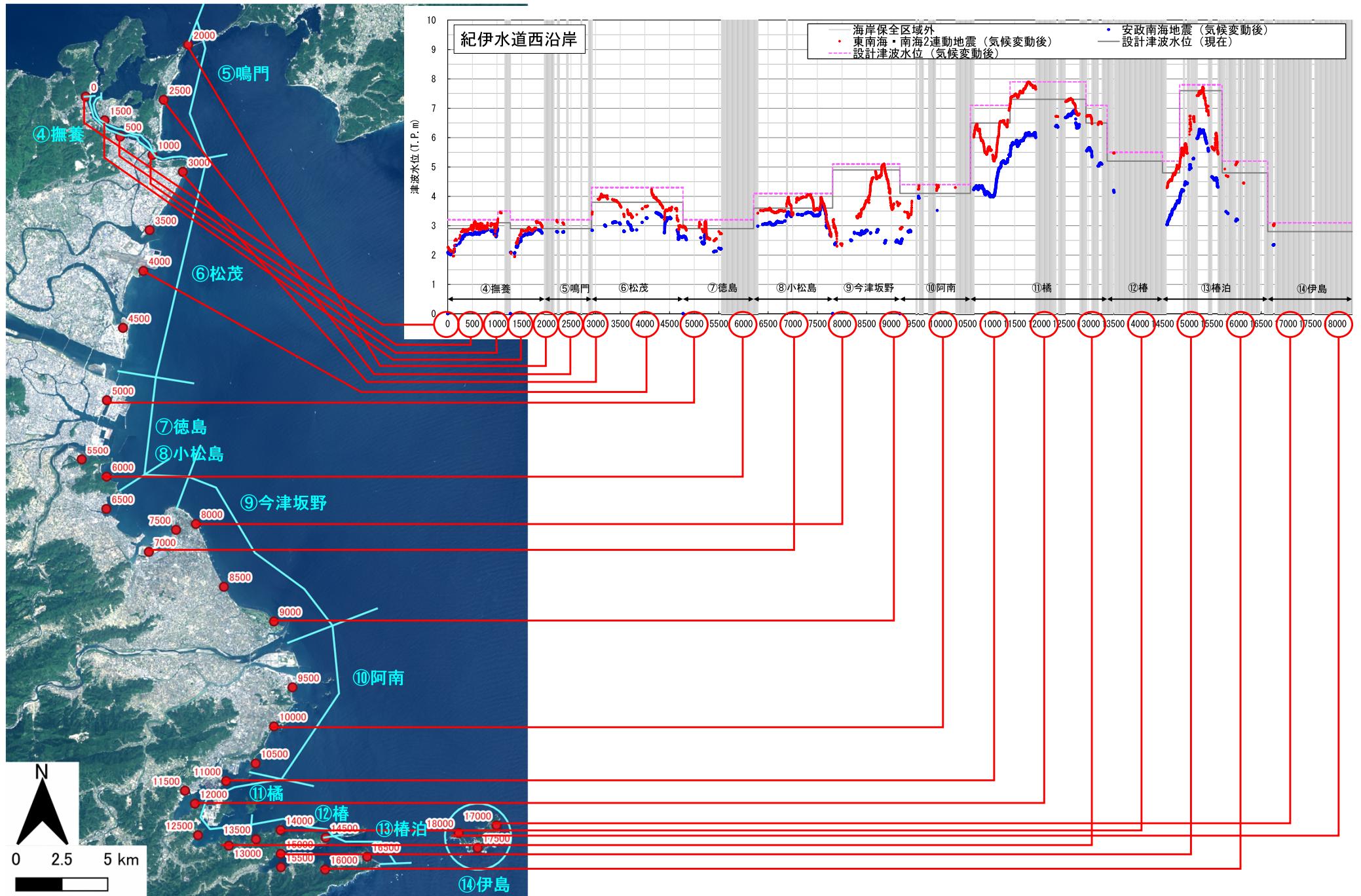
・ 潮位偏差の算定結果



巻末:設計津波水位(讃岐阿波沿岸)



巻末：設計津波水位(紀伊水道西沿岸)



卷末：設計津波水位（海部灘沿岸）

