

土佐湾沿岸海岸保全施設における 気候変動への対策方針

令和5年9月5日

国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所
高知県 土木部 港湾・海岸課

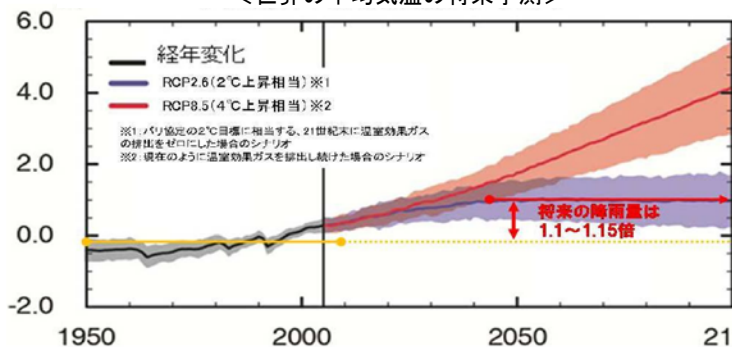
気候変動適応策の考え方

- 土佐湾沿岸中央部の気候変動を踏まえた防護水準(案)を基に、現状の施設機能や今後の施設の整備・更新時期を踏まえ、ハード対策やソフト対策を適切に組み合わせた気候変動適応策を講じる。
- ハード対策については、現行計画と同じ安全度を確保することを基本的な考え方とするが、将来の背後地の利用状況等にも留意して、適宜必要な見直しを行っていく。

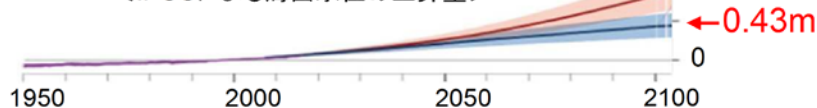
■IPCC 海洋・雪水圏特別報告書(SROCC)(令和元年9月)

1986~2005年に対する2100年までの平均海面水位の上昇範囲は、RCP2.6では0.29-0.59mと予測。

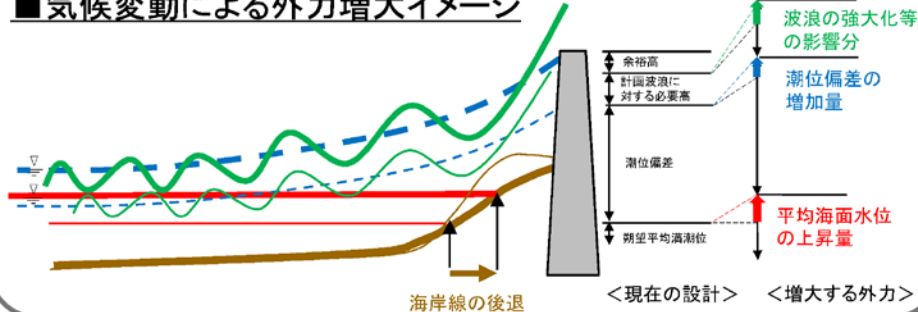
<世界の平均気温の将来予測>



<IPCCによる海面水位の上昇量>



■気候変動による外力増大イメージ



ハード対策

面的防護

- ・砂浜保全
- ・沖合施設

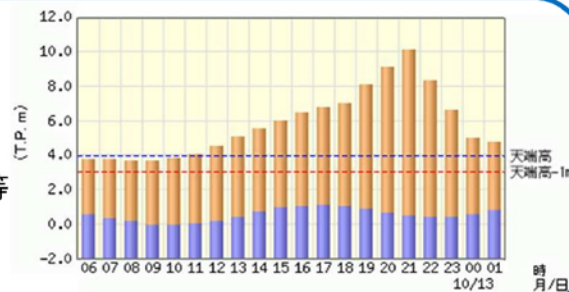
線的防護

- ・越流防止
- ・越波抑制



ソフト対策

- ・高潮の予測技術の高度化
- ・浸水予測
- ・タイムライン等



ハード・ソフトを組み合わせた地域づくり

- ・浸水想定区域の指定
- ・リスクに応じた土地利用規制等



取り得る気候変動適応策(例)

気候変動の沿岸部(海岸)に与える影響に対して取り得る適応策を例示。個々の場所の特性や気候変動の影響の発現動向に応じ適切な施策を適切なタイミングで講じていくことが肝要。

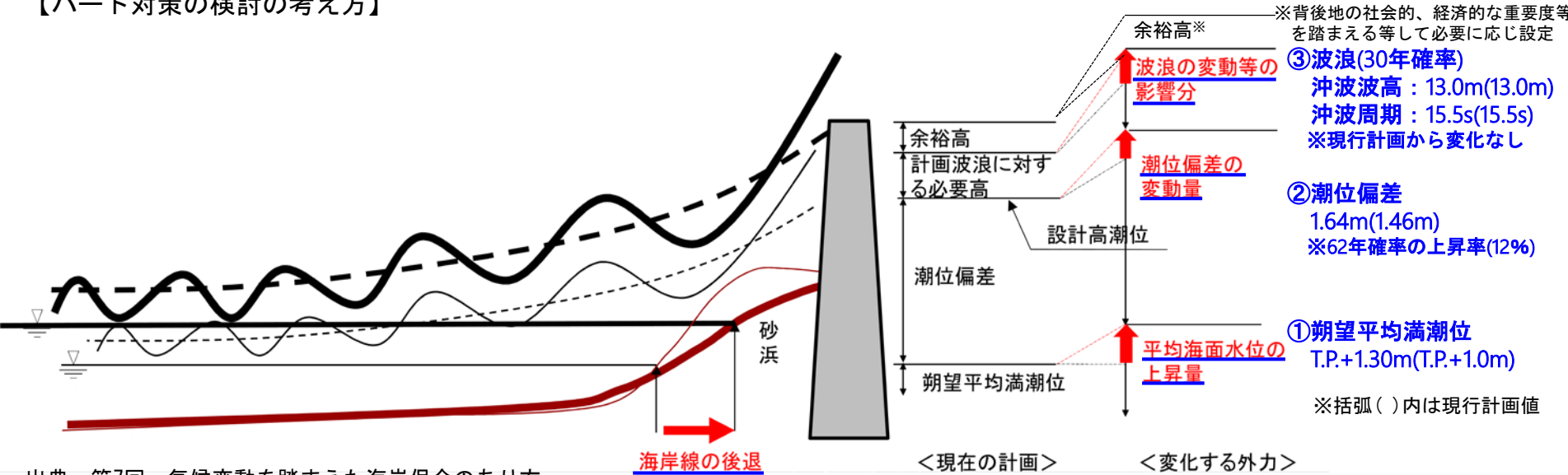
主な項目	影響	適応策(△:ソフト対策、□:ハード対策)
砂浜・国土保全への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○海岸保全施設前面の汀線の後退による防護機能の低下 ○砂浜を有する景観の変化・悪化 ○海水浴場の減少などレジャーへの影響など、観光資源としての価値の減少 	<ul style="list-style-type: none"> △総合土砂管理計画の作成 □総合土砂管理計画に基づく対策の実施 □養浜・侵食対策の実施 △海岸侵食対策にかかる新技術の開発等 △防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化
生態系への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○砂浜植生の減少・消滅の危険性 ○藻場の磯焼け、二枚貝などの生息環境の変化 ○干潟の減少・消滅の危険性 	<ul style="list-style-type: none"> △環境に配慮した整備や新工法等に関する調査研究 □環境に配慮した整備の実施
堤防・護岸等への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○堤体の滑動、転倒、倒壊 ○被覆工、上部工の被災 ○越波、越流に伴う洗掘による堤体の被災、破堤 ○汀線の後退による防護機能の低下 	<ul style="list-style-type: none"> △海象のモニタリング △最新の予測技術に基づいた設計外力の定期的な見直し △施設の健全度評価 △超過外力が作用する場合の海岸保全施設への影響の把握 □粘り強い構造の堤防等の整備 △ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討 □養浜・侵食対策の実施
背後地への影響	<ul style="list-style-type: none"> ○越波・越流による浸水被害の増加 ○破堤による海水の流入に伴う浸水被害の増加 	<ul style="list-style-type: none"> △海岸保全施設の防護機能の把握 △ライフサイクルコストを考慮した最適な更新等の考え方の検討 □被災リスクの高い箇所及び更新時期を踏まえた海岸保全施設の戦略的な整備 △海象のモニタリング □関係機関と連携した排水機能の確保 □高潮位時の逆流防止対策 △市町村によるハザードマップ作成の支援 △避難判断に資する情報の分析・提供 △避難計画策定・訓練実施の促進(操作規則との整合確保を含む) △防護ラインのセットバックや都市機能の移転・集約の機会等を捉えた土地利用の適正化
<p>※「沿岸部(海岸)における気候変動の影響及び適応の方向性(平成27年7月)」を基に海岸室作成</p>		

出典：第7回 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6月）資料5 p.73

高潮・高波に対するハード対策の検討

■土佐湾沿岸中央部の気候変動を踏まえた防護水準(案)を対象に、波のうちあげ高を算定し、現状の施設機能(防護機能)を評価したうえで、海岸毎に想定されるハード対策(堤防の嵩上げ、順応的な砂浜管理等)を検討する。

【ハード対策の検討の考え方】



出典：第7回 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6月）資料5 p. 50に加筆

④「①海面上昇」による汀線後退（海岸侵食）
 ※海浜地形は台風等の極端現象(高波浪等)だけでなく、平常時の波浪(波高・周期・波向等)の影響を受けるため、常時波浪の将来変化やその影響についても将来検討していく必要がある

- 検討の考え方(前提条件)
 - ✓ RCP2.6(2°C上昇)を設定
 - ✓ 2100年での計画外力を設定
- 検討方法
 - ✓ 改良仮想勾配法により、外力毎の波のうちあげ高を算定
 - ✓ Bruun則により、2100年に予測される平均海面水位の上昇を想定した汀線後退量を算定
 - ✓ 上記より、将来の必要天端高を試算し、現状の施設機能(防護機能)を評価

- ハード対策の方針の検討
 - ✓ 堤防の嵩上げ、順応的な砂浜管理、既存施設の機能強化など、海岸毎に想定されるハード対策を検討
 - ✓ 各施設の整備・更新状況を基に、今後の施設更新時期を整理し、段階的な対応方針を検討
- ※本検討の考え方や方法を土佐湾沿岸全体へ展開

気候変動を踏まえた波のうちあげ高の算定(条件・方法)

■土佐湾沿岸中央部における気候変動後の現状の施設機能(防護機能)を評価するため、以下に示す条件・方法に基づき、波のうちあげ高を算定した。

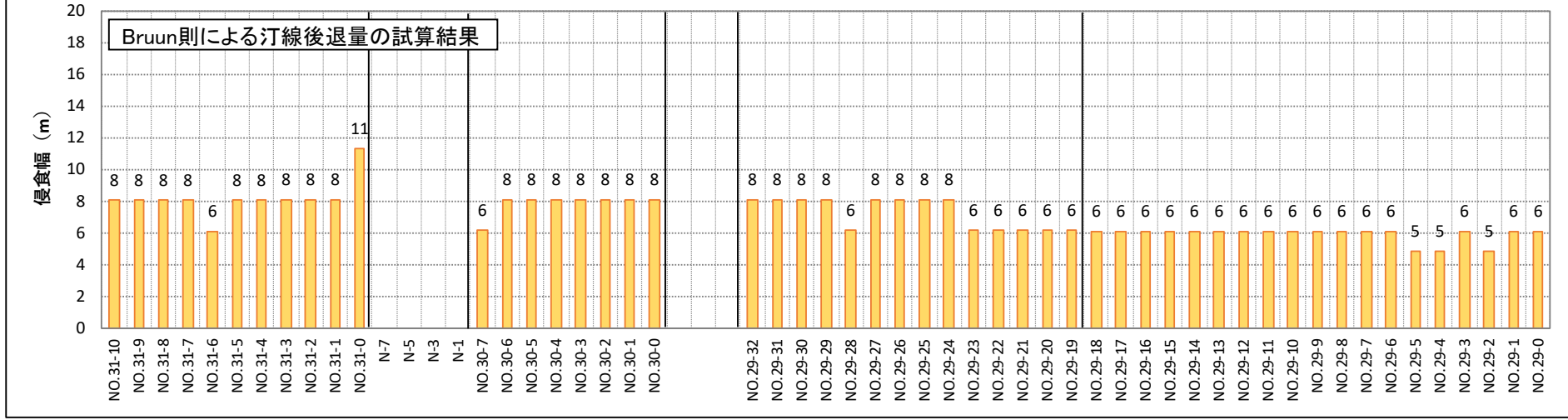
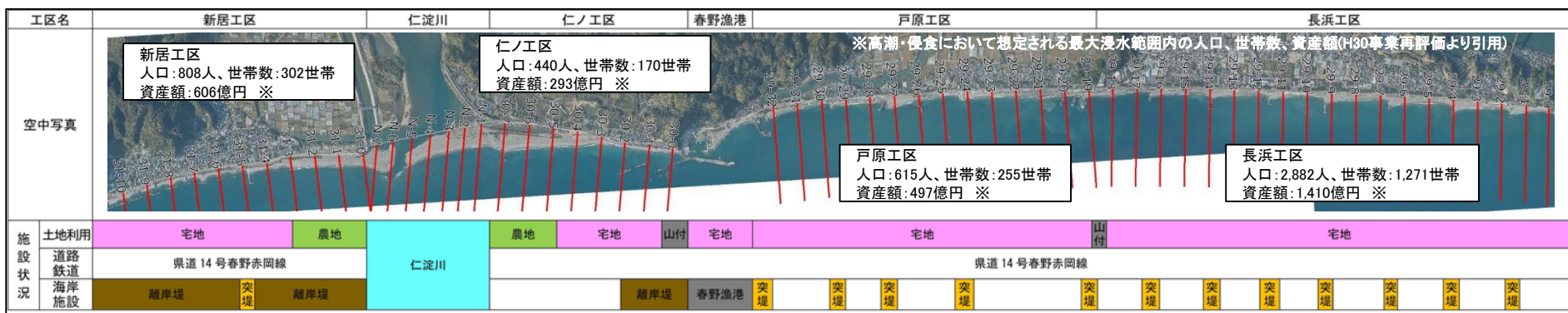
■波のうちあげ高の算定は、各外力の変化が施設機能に与える影響を段階的に評価するため、①海面上昇、②①+潮位偏差の増加、③②+海面上昇による汀線後退を考慮した場合の3ケースで実施した。

項目	算定条件	適用基準・考え方等
波のうちあげ高	<p>以下の条件を基に、改良仮想勾配法により波のうちあげ高を算定</p> <ul style="list-style-type: none"> 断面:新居～長浜海岸(H20.1測量)、十市前浜海岸(南国・旧南国工区、H23.11測量)、吉川～岸本海岸(R3.1測量)を基に砂浜幅を10m間隔で増加または減少させたモデル断面地形を設定 ※現行計画(現在実施中)の海岸保全施設整備事業の完了を想定した断面(既往委員会での等深線変化モデルによる事業完了後の砂浜幅の予測値)を採用 波浪:設計沖波(30年確率)より算定される換算沖波波高・周期を設定(現行計画を設定) <ul style="list-style-type: none"> ※新居～長浜:Ho'=11.8m,To=15.5s、南国～岸本:Ho'=12.0m,To=15.5s 潮位:計画高潮位を設定(現行計画:T.P.+2.46m) <ul style="list-style-type: none"> ※①海面上昇 : T.P.+2.76m(T.P.2.46m+0.3m) ※②①+潮位偏差の増加: T.P.+2.94m(T.P.2.46m+0.3m+0.18m) ※③②+汀線後退を考慮 	<p>平成29年度高知海岸保全技術検討委員会の検討条件・方法に準拠</p>
汀線後退	<p>以下の条件を基に、Bruun則により2100年に予測される平均海面水位の上昇を想定した汀線後退量を算定。(算定結果はP.5～6)</p> <ul style="list-style-type: none"> 有義波諸元:戸原波浪観測所(H9～R4)の年最大及び年平均の有義波高・周期 平均海面水位の上昇量:0.30m(朔望平均満潮位の上昇量を設定) 海浜勾配、海浜断面係数:既往研究事例を基に、波のうちあげ高で使用した各海岸の測量断面を対象に測線毎に設定 	<p>Bruun, P. (1962): Sea-level rise as a cause of shore erosion, J. Waterways and Harbors Div., ASCE, 88 (WW1), pp. 117-130. 須川ら(2011):海面上昇に伴う全国砂浜侵食量の推定, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 67, No.2, 2011, I_1196-I_1200.</p>

Bruun則による海面上昇を考慮した汀線後退量(新居～長浜)

■Bruun則により海面上昇を考慮した汀線後退量を試算した結果、新居工区では6～11m、仁ノ工区では6～8m、戸原工区では6～8m、長浜工区では5～6m程度の汀線後退が発生すると想定される。

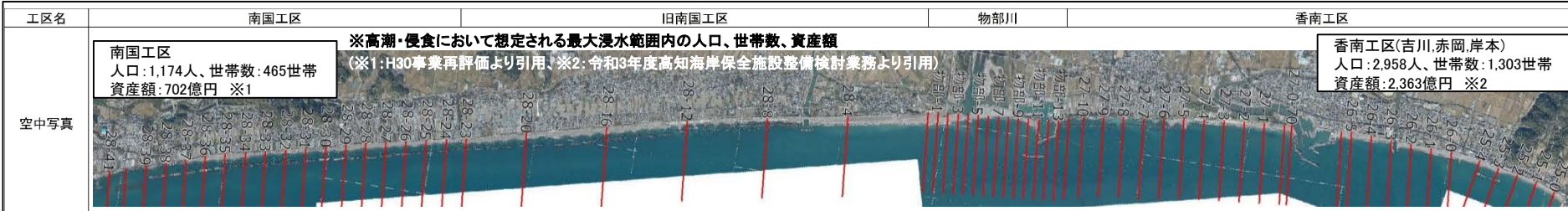
新居～長浜



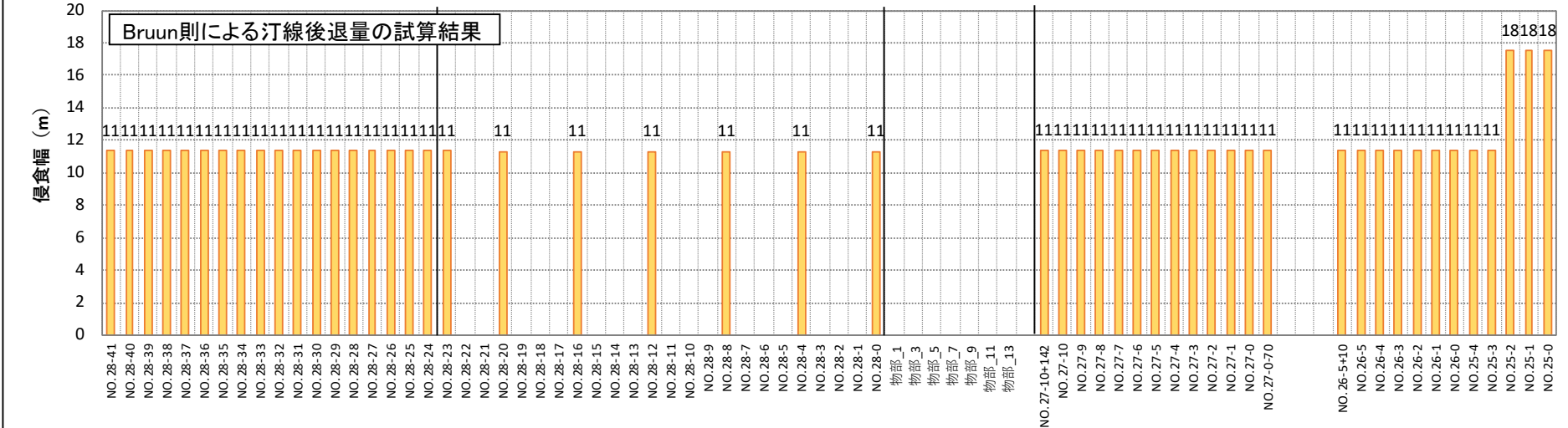
Bruun則による海面上昇を考慮した汀線後退量(南国～香南海岸)

■Bruun則により海面上昇を考慮した汀線後退量を試算した結果、南国工区(直轄管理区間)～旧南国工区(県管理区間)では11m、香南海岸(吉川、赤岡、岸本海岸)では11～18m程度の汀線後退が発生すると想定される。

南国～香南海岸



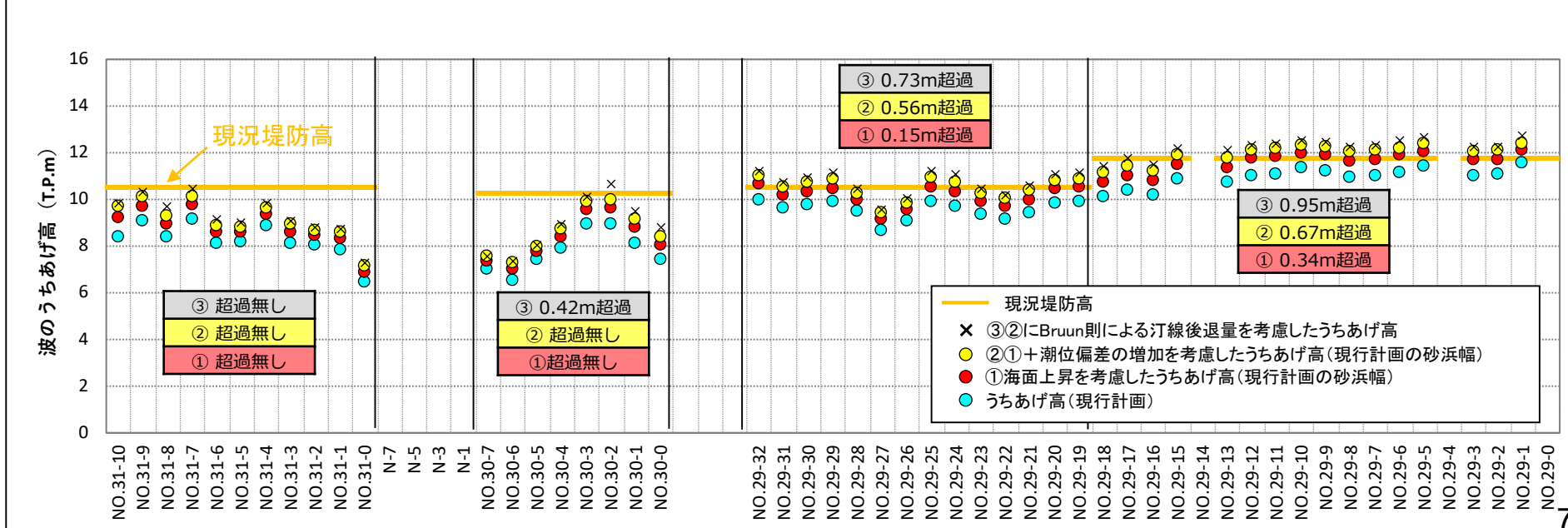
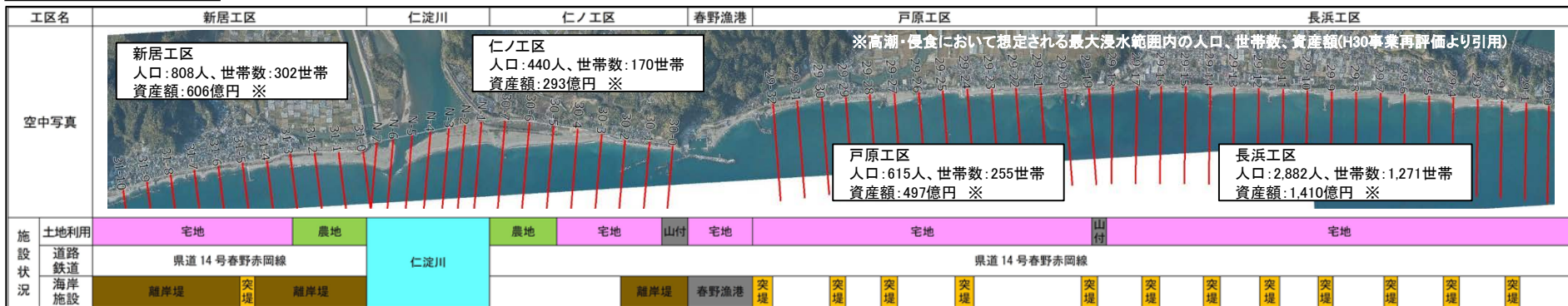
工区名	南国工区	旧南国工区	物部川	香南工区
空中写真	※高潮・侵食において想定される最大浸水範囲内の人口、世帯数、資産額 (※1:H30事業再評価より引用、※2:令和3年度高知海岸保全施設整備検討業務より引用) 南国工区 人口:1,174人、世帯数:465世帯 資産額:702億円 ※1 香南工区(吉川,赤岡,岸本) 人口:2,958人、世帯数:1,303世帯 資産額:2,363億円 ※2			
施設状況	背後地	農地	後川 農地	宅地
道路	県道 14号 春野赤岡線			
鉄道	国道 55号線・土佐くろしお鉄道			
海岸施設	突堤	離岸堤	物部川	赤岡漁港
	人工		吉川漁港	離岸堤



波のうちあげ高の算定結果と現況堤防高の比較(新居～長浜)

■ ①海面上昇、② ①+潮位偏差の増加、③ ②+汀線後退 を考慮した3ケースの波のうちあげ高の算定結果と現況堤防高を比較した結果は、以下のとおり。

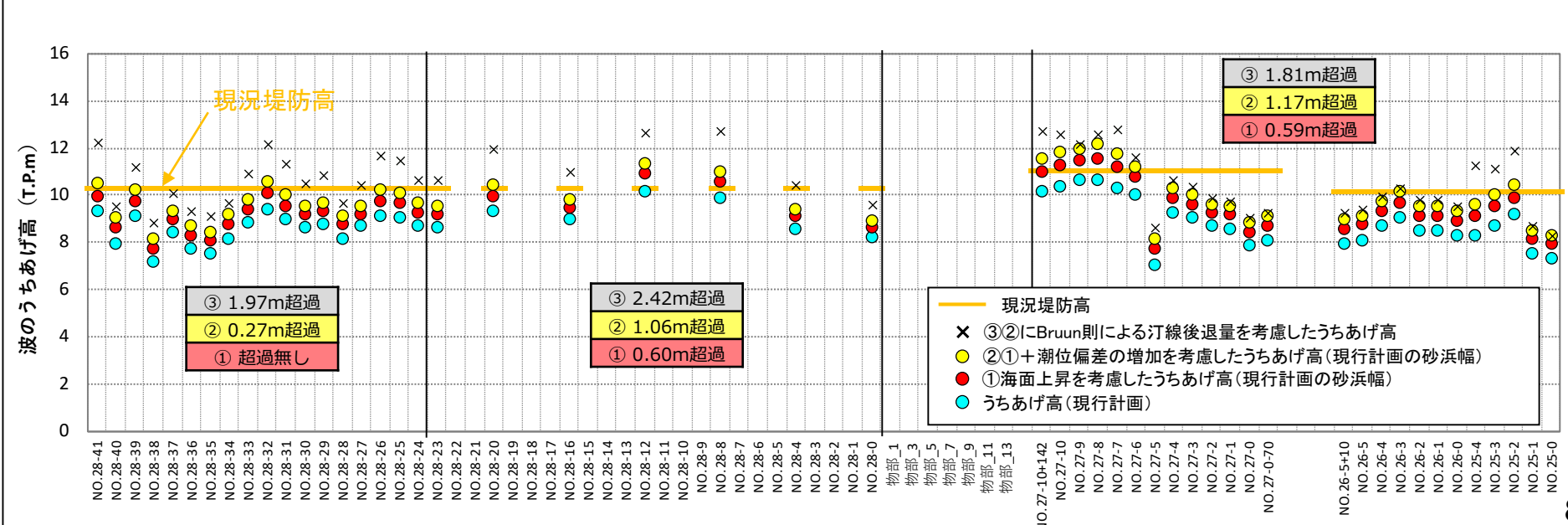
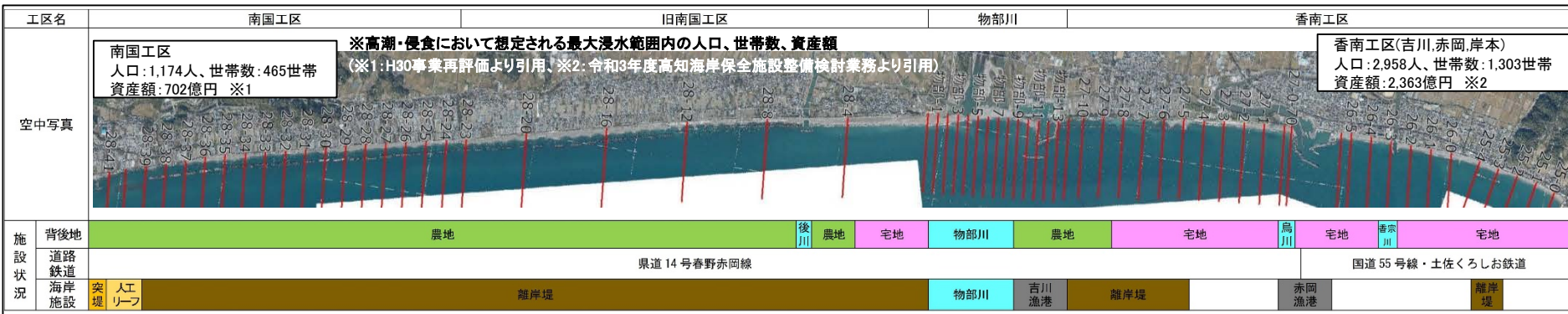
- ・新居工区では、いずれのケースでも、うちあげ高は現況堤防高を超過しない。
- ・仁ノ工区では、③汀線後退までを考慮すると、うちあげ高が現況堤防高を超過する箇所が発生。
- ・戸原・長浜工区では、①海面上昇を考慮した段階で、うちあげ高が現況堤防高を超過する箇所が発生。
- ・②海面上昇+潮位偏差の増加に対して不足する堤防高は、戸原工区で最大0.56m、長浜工区で最大0.67m。



波のうちあげ高の算定結果と現況堤防高の比較(南国～香南)

■ ①海面上昇、② ①+潮位偏差の増加、③ ②+汀線後退 を考慮した3ケースの波のうちあげ高の算定結果と現況堤防高を比較した結果は、以下のとおり。

- ・南国工区では、②潮位偏差の増加までを考慮すると、うちあげ高が現況堤防高を超過する箇所が発生。
- ・旧南国工区及び香南工区では、①海面上昇を考慮した段階で、うちあげ高が現況堤防高を超過する箇所が発生。
- ・②海面上昇+潮位偏差の増加に対して不足する堤防高は、南国工区で最大0.27m、旧南国工区で最大1.06m、香南工区で最大1.17m。



現況堤防高の評価結果と想定されるハード対策(案)

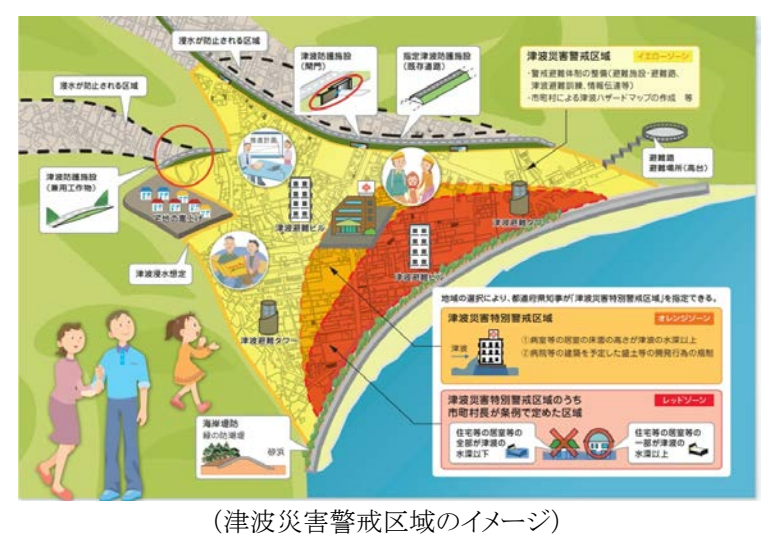
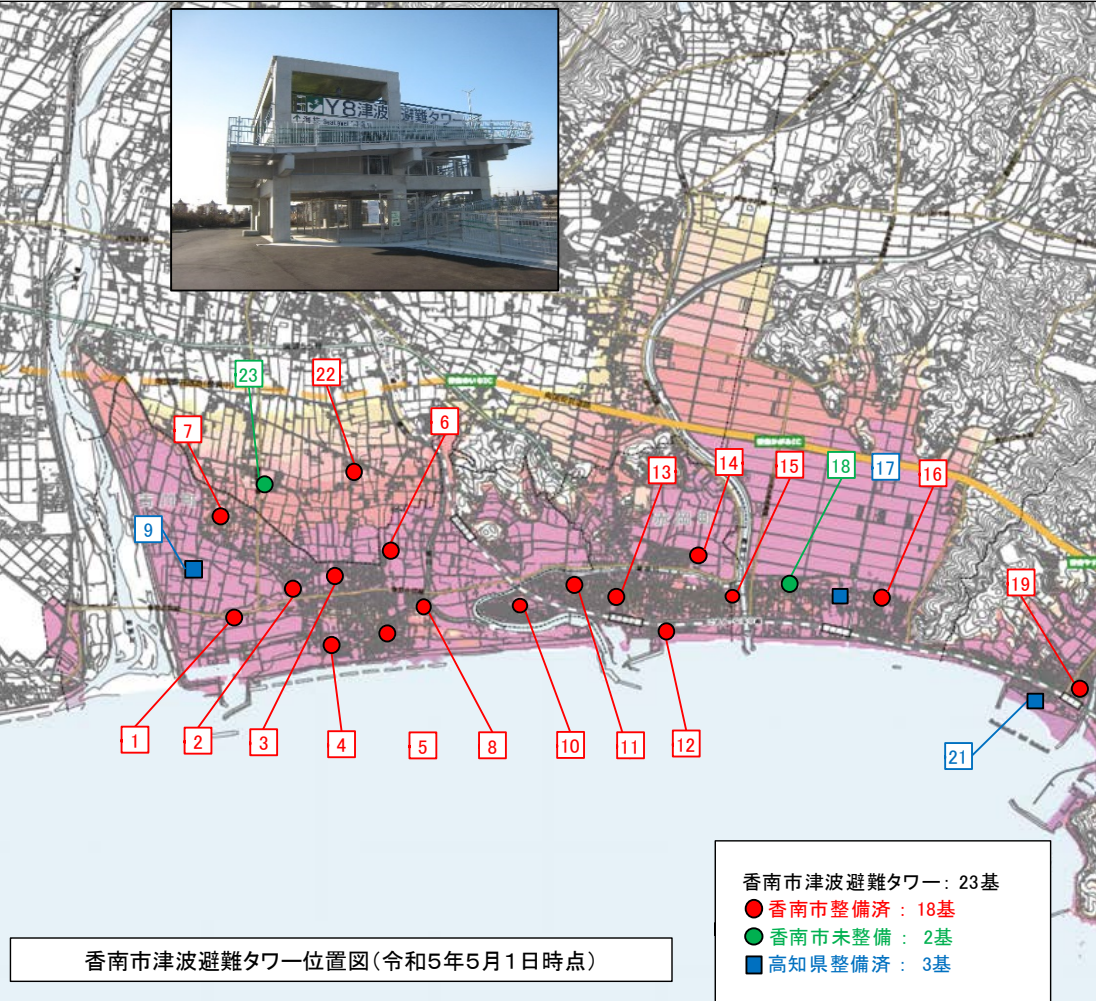
■気候変動を踏まえた波のうちあげ高に対しては、多くの工区で現況堤防高では堤防高が不足する結果となった。
 ※波のうちあげ高の算定は、現行計画の海岸保全施設整備事業の完了を想定した断面を採用。
 ■よって、2100年までには、堤防の嵩上げ、離岸堤の嵩上げ、ヘッドランドの改良、順応的な砂浜管理等のハード対策が必要となる。

海岸	波のうちあげ高に対する現況堤防高の評価結果			2100年までに想定されるハード対策(案)
	① 海面上昇 を考慮した場合	② ①+潮位偏差の増加 を考慮した場合	③ ②+汀線後退 を考慮した場合	
新居 (国管理)	堤防高満足	堤防高満足	堤防高満足	・順応的な砂浜管理(養浜等)
仁ノ (国管理)	堤防高満足	堤防高満足	堤防高不足 (最大0.42m)	・堤防嵩上げ ・離岸堤の嵩上げ等 ・順応的な砂浜管理(養浜等)
戸原 (国管理)	堤防高不足 (最大0.15m)	堤防高不足 (最大0.56m)	堤防高不足 (最大0.73m)	・堤防嵩上げ ・ヘッドランドの改良等 ・順応的な砂浜管理(養浜等)
長浜 (国管理)	堤防高不足 (最大0.34m)	堤防高不足 (最大0.67m)	堤防高不足 (最大0.95m)	・堤防嵩上げ ・ヘッドランドの改良等 ・順応的な砂浜管理(養浜等)
南国 (国管理)	堤防高満足	堤防高不足 (最大0.27m)	堤防高不足 (最大1.97m)	・堤防嵩上げ ・離岸堤の嵩上げ等 ・順応的な砂浜管理(養浜、総合土砂管理等)
旧南国 (県管理)	堤防高不足 (最大0.60m)	堤防高不足 (最大1.06m)	堤防高不足 (最大2.42m)	・堤防嵩上げ ・離岸堤の嵩上げ等 ・順応的な砂浜管理(養浜、総合土砂管理等)
香南 (市・県管理)	堤防高不足 (最大0.59m)	堤防高不足 (最大1.17m)	堤防高不足 (最大1.81m)	・堤防嵩上げ ・離岸堤の嵩上げ等 ・順応的な砂浜管理(養浜、総合土砂管理等)

※想定よりも砂浜が減少する場合や将来波浪変化(波向等)も想定されるため、モニタリングを実施し適切(順応的)な対応が必要。

沿岸部におけるソフト対策の事例(香南市での取組事例)

- 津波避難空間の整備として、高知県内に津波避難タワーを124/126基整備(令和5年5月1日時点)
高知中央部の香南市での津波避難タワーは、21/23基整備、残る2基を整備中
- 沿岸19市町村に津波災害警戒区域(イエローゾーン)(※)を令和4年3月に指定済み
- 香南市では、津波災害警戒区域の指定により、避難促進施設(学校、病院、社会福祉施設等)を地域防災計画へ令和5年3月に反映済み。今後、避難促進施設が避難確保計画を作成し、随時、避難訓練を実施予定



(※)津波災害警戒区域は、最大クラスの津波が発生した場合でも「なんとしても命を守る」ため、津波から逃げるための体制を強化し、津波に対して安全な地域づくりを進める区域。

沿岸部におけるソフト対策の事例(事前復興まちづくり)

- 高知県では、沿岸市町村が発災後速やかに復興まちづくりに着手できるようにするため、参考とする「高知県事前復興まちづくり計画策定指針」を令和4年3月に策定
- この指針に基づいて、沿岸市町村毎に事前復興まちづくりに着手している。

1 高知県事前復興まちづくり計画策定指針の策定(R4.3)

【東日本大震災の教訓】
被災市町村では多数の職員が被災する中で応急復旧対応や被災者支援などに追われ、復興まちづくり計画の策定に長期間を要し、復興事業の着手が大幅に遅れた

【目的】被災者の生活の再建、地域の復興を早期に実現するため、市町村が事前準備として作成する事前復興まちづくり計画の策定を支援する

【基本理念】

- ①再び被災したとしても人命を守ることができる安全・安心な地域づくり
- ②日々の生活を取り戻すことができるよう、被災者に寄り添った復興
- ③地域の資源や特性を生かした復興
- ④地域に根ざした歴史や文化などの次世代への継承
- ⑤少子高齢化、担い手不足などの課題を解決する先進的なまちづくり

早期に復興に着手するためには、事前復興まちづくり計画の策定が重要

- 【指針の概要】
- ①事前の計画策定の必要性、基本理念
 - ②東日本大震災の復興の課題や取組の分析・評価
 - ③復興まちづくりの計画の基本的な考え方、津波対策の考え方、復興パターン
 - ④計画策定の進め方（行政内部での検討→地域住民の参画→事前移転への着手）

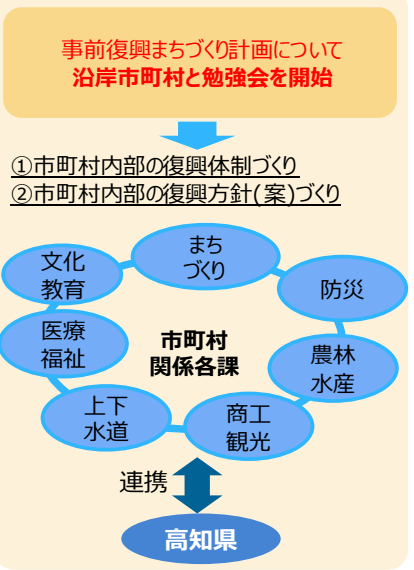
2 今後の取り組みスケジュール

【ステップ1】
沿岸19市町村の
行政内部で復興体制・方針(案)の作成

地区ごとの事前復興まちづくり計画(素案)の作成に着手

【ステップ2】
事前復興まちづくり計画策定

【ステップ3】
条件が整った場合、
事前移転への着手



復興期間の短縮を目指す → 約20%短縮 → 約30%短縮 → 約40%短縮

沿岸部におけるソフト対策の事例(高潮浸水想定区域)

■ 想定し得る最大規模(※)の高潮が発生した場合の浸水が想定される区域を高潮浸水想定区域という。

※ 想定最大規模の高潮とは、室戸台風相当の中心気圧、伊勢湾台風相当の半径・移動速度の台風が、様々なコースで接近することを想定

■ 高知県では、令和3年度から高潮浸水想定区域図の作成に着手し、令和7年度までの指定に向けて作業を行っている。

■ 市町村長は、この想定に基づいて地域防災計画やハザードマップを作成・活用することを義務づけられるとともに、要配慮者利用施設等の所有者等は、避難確保計画の作成、訓練の実施を義務づけられる。

これまでの取組状況

- ・ 令和3年度～4年度
基礎検討業務(過去の台風等の資料、地形等の資料、外力条件の設定など)
- ・ 令和4年度
予備検討業務(高潮浸水シミュレーションモデルの構築、高潮影響区間の設定など)

今後の取組

- 令和5年度
高潮浸水想定区域図作成業務(浸水想定図作成など)
- 令和6年度
高潮特別警戒水位設定業務(決壊氾濫箇所・越流氾濫開始箇所の把握)

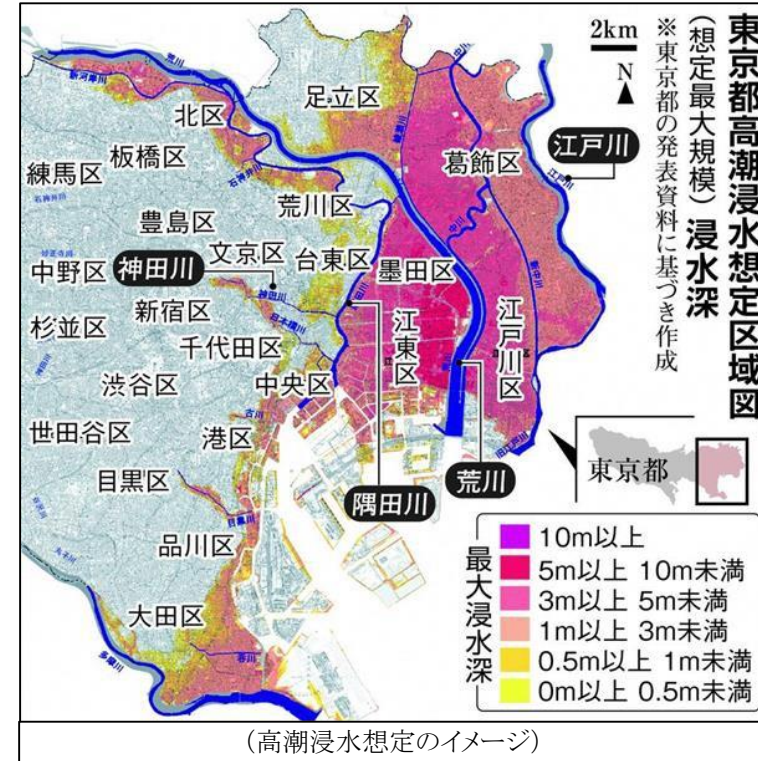
関係市町村との協議

令和7年度

高知県高潮浸水想定区域の指定

(関係市町村・要配慮者利用施設の所有者等)

- ・ 高潮浸水想定区域の指定に基づき、地域防災計画やハザードマップを作成・活用
- ・ 要配慮者利用施設の所有者等は、避難確保計画の作成、訓練の実施

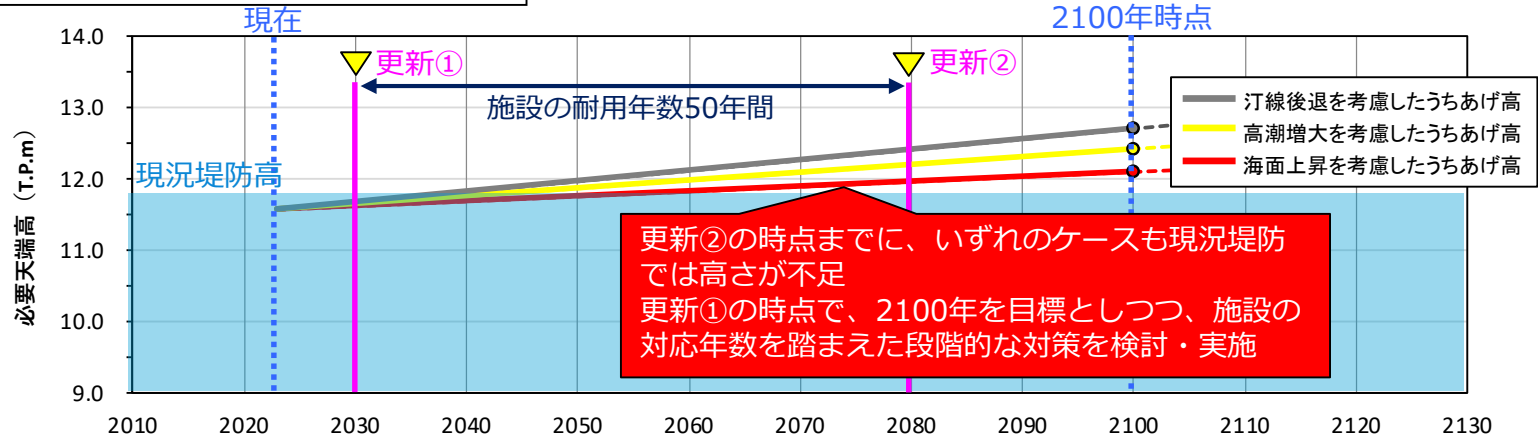


気候変動の影響を考慮した土佐湾沿岸海岸保全施設の段階的な対策

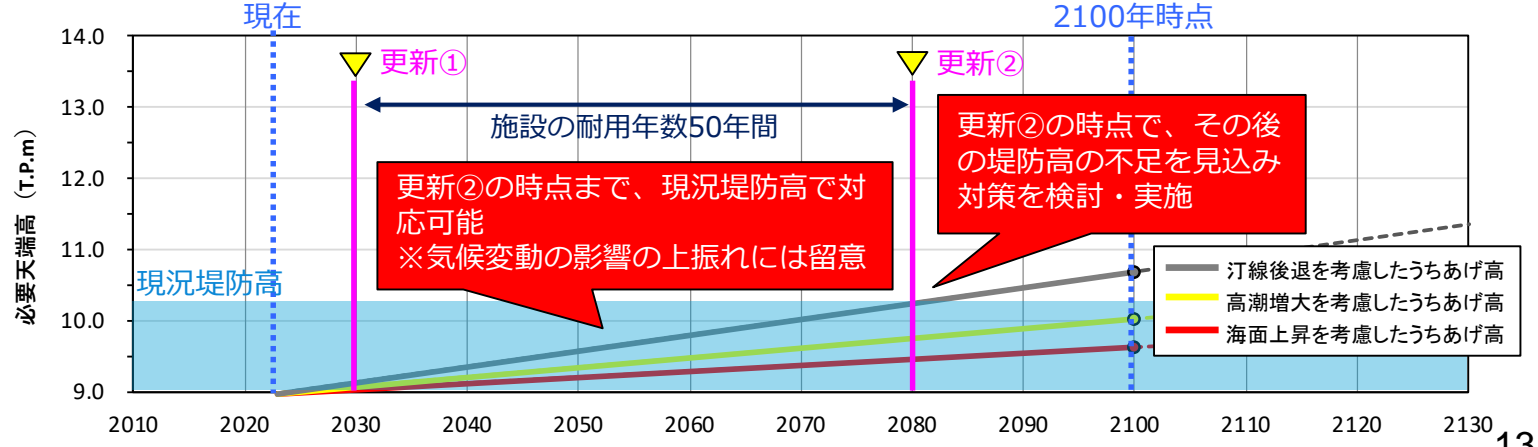
- 海岸保全施設の整備・更新は、RCP2.6(2°C上昇)シナリオに基づく2100年時点の防護水準を目標に進めるが、施設の耐用年数、気候変動の不確実性、背後地の将来変化等を考慮し、段階的な防護水準を設定し対策を実施。
- 具体的には、まずは、施設毎の更新時期を整理するとともに(耐用年数は一般的な供用期間である50年を採用)、気候変動を考慮した必要天端高を試算し(2100年まで線形的に上昇と仮定)、堤防嵩上げ等が必要となる時期を確認。
- その上で、施設の耐用年数を踏まえた段階的な防護水準を設定し、背後地の将来変化等も踏まえた対策(ハード対策・ソフト対策)を検討・実施。
- 設計着手に当たっては、その時点の新たな知見や観測データ、地域特性等を踏まえる。

施設の耐用年数を考慮した段階的な対策のイメージ

例 1 :
更新①の時点で、施設の対応年数を踏まえ段階的な対策を検討・実施



例 2 :
更新①では対策不要。更新②の時点で、その後の堤防高の不足を見込み対策を検討・実施



(参考)施設の整備・更新時期を踏まえた段階的な対策事例

■東京湾沿岸海岸保全基本計画では、計画天端高について、施設の耐用年数を考慮し、段階的な嵩上げを行うこととしている。

- ・2100年の計画天端高を目指し、第1段階としては、施設の耐用年数(例えばコンクリート構造物では50年)までを予測期間として、この間の海面水位の上昇量に余裕高(30cm)を加えた高さで整備する。
- ・第2段階以降として、将来の知見やモニタリング結果により外力の長期変化を定期的に確認した上で、状況に応じて、高潮偏差・波浪の増大分も見込み、計画天端高の見直し等を行う。

東京湾沿岸海岸保全基本計画[東京都区間](R5.3)より抜粋

