

第1回 香川県海岸保全基本計画変更 検討委員会

令和7年1月9日(木)
香川県



1. 海岸保全基本計画	2
2. 香川県海岸保全基本計画	5
3. 香川県沿岸における災害履歴	13
4. 海岸保全に係るこれまでの取り組み	19
5. 香川県海岸保全基本計画の変更内容	26
5-1. 香川県海岸保全基本計画の変更概要	27
5-2. 現行の計画値及び観測値の整理	33
5-3. 将来の外力変化量の検討方針	40
5-4. 高潮・波浪推算モデルの構築	54
5-5. 津波計算モデルの構築	59

1. 海岸保全基本計画

1-1. 海岸保全基本計画の体系的整理



海岸保全基本計画の作成

(海岸法第二条の三 第四項)

- 都道府県知事は、海岸保全基本計画のうち、海岸保全施設の整備に関する事項で政令で定めるものについては、関係海岸管理者が作成する案に基づいて定めるものとする。

意見の反映

(海岸法第二条の三 第二項)

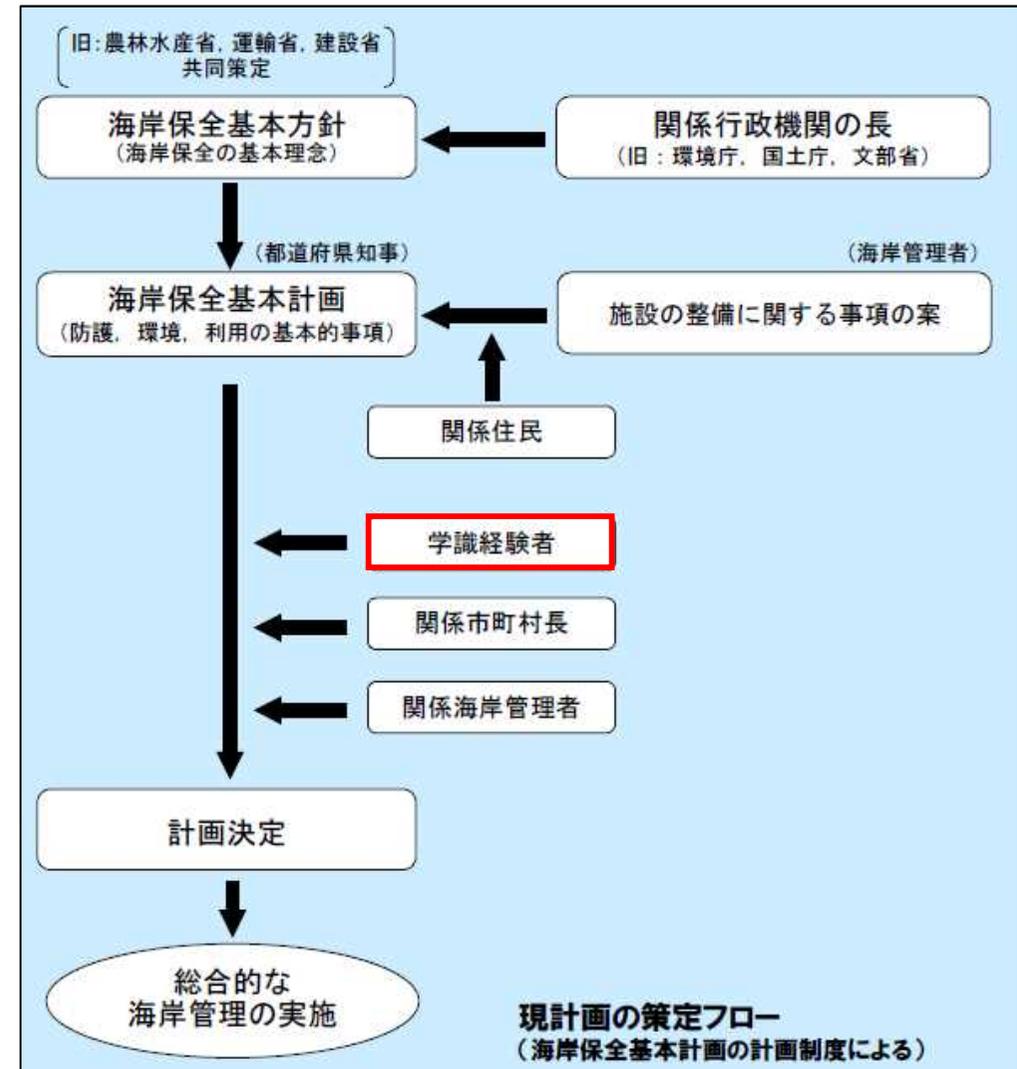
- 都道府県知事は、海岸保全基本計画を定めようとする場合において必要があると認めるときは、あらかじめ海岸に関し学識経験を有する者の意見を聴かなければならない。

(海岸法第二条の三 第三項)

- 都道府県知事は、海岸保全基本計画を定めようとするときは、あらかじめ関係市町村及び関係海岸管理者の意見を聴かなければならない。

(海岸法第二条の三 第五項)

- 関係海岸管理者は、前項の案を作成しようとする場合において必要があると認めるときは、あらかじめ公聴会の開催等関係住民の意見を反映させるために必要な措置を講じなければならない。



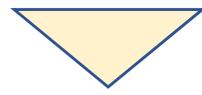
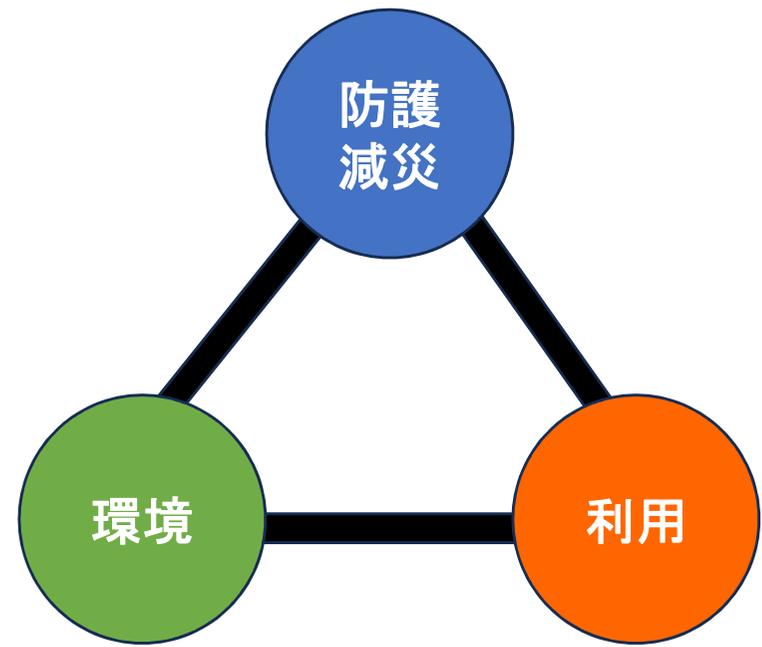
1-2. 海岸保全基本計画に定める事項



• 海岸保全基本計画とは、海岸法に基づき、「美しく、安全で、いきいきとした海岸」の継承を基本理念とする国が定めた「海岸保全基本指針」に基づいて都道府県が策定する計画で、沿岸ごとに総合的な海岸の保全を実施するために、地域の意見等を反映して作成するものである。

海岸保全基本計画に定める事項(法令上の規定)

- (海岸法施行令第一条の二)
- 一 海岸の保全に関する次に掲げる事項
 - イ 海岸の現況及び保全の方向に関する事項
 - ロ 海岸の防護に関する事項
 - ハ 海岸環境の整備及び保全に関する事項
 - ニ 海岸における公衆の適正な利用に関する事項
 - 二 海岸保全施設の整備に関する次に掲げる事項
 - イ 海岸保全施設の新設又は改良に関する次に掲げる事項
 - (1) 海岸保全施設を新設又は改良しようとする区域
 - (2) 海岸保全施設の種類、規模及び配置
 - (3) 海岸保全施設による受益の地域及びその状況
 - ロ 海岸保全施設の維持又は修繕に関する次に掲げる事項
 - (1) 海岸保全施設の存する区域
 - (2) 海岸保全施設の種類、規模及び配置
 - (3) 海岸保全施設の維持又は修繕の方法



「防護」、「環境」、「利用」
調和のとれた計画

2 . 香川県海岸保全基本計画

2-1. 香川県海岸保全基本計画で定めている事項



- 海岸保全基本計画に定める事項は海岸法施行令第一条の二に、以下のように定められており、それに対応する海岸保全基本計画の目次構成を右に示す。

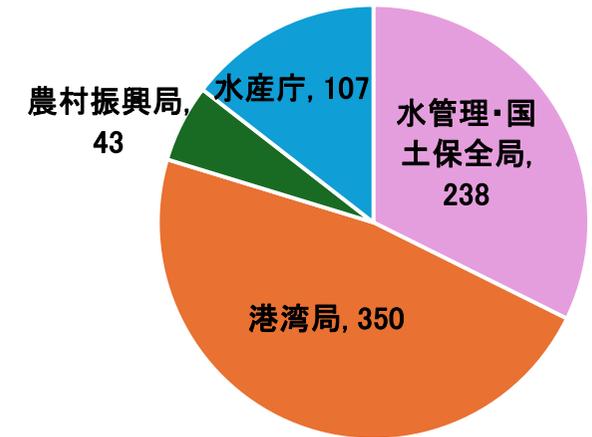
海岸保全基本計画に定める事項	香川県海岸保全基本計画の目次構成(現行計画)
<p>(海岸法施行令第一条の二)</p> <p>一 海岸の保全に関する次に掲げる事項</p> <ul style="list-style-type: none"> イ 海岸の現況及び保全の方向に関する事項 ロ 海岸の防護に関する事項 ハ 海岸環境の整備及び保全に関する事項 ニ 海岸における公衆の適正な利用に関する事項 	<p>第1章 海岸の保全に関する基本的な事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 海岸の現況 2. 沿岸の長期的な在り方 3. 海岸の防護、環境、利用に関する事項 4. ゾーン区分及びゾーン毎の方向性
<p>二 海岸保全施設の整備に関する次に掲げる事項</p> <ul style="list-style-type: none"> イ 海岸保全施設の新設又は改良に関する次に掲げる事項 <ul style="list-style-type: none"> (1) 海岸保全施設を新設又は改良しようとする区域 (2) 海岸保全施設の種類、規模及び配置 (3) 海岸保全施設による受益の地域及びその状況 	<p>第2章 海岸保全施設の整備に関する基本的な事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 海岸保全施設を新設又は改良しようとする区域 2. 海岸保全施設の種類、規模及び配置
<ul style="list-style-type: none"> ロ 海岸保全施設の維持又は修繕に関する次に掲げる事項 <ul style="list-style-type: none"> (1) 海岸保全施設の存する区域 (2) 海岸保全施設の種類、規模及び配置 (3) 海岸保全施設の維持又は修繕の方法 	<p>第3章 海岸の維持・管理に関する事項</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 日常的な管理に関する事項 2. 環境問題への対応 3. 啓発活動 4. 海岸保全施設の維持又は修繕に関する事項
	<p>第4章 海岸保全基本計画の実施にあたって</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 計画実施時に配慮すべき事項 2. 組織体制及び事務分掌

2-2. 香川県海岸保全基本計画の対象範囲

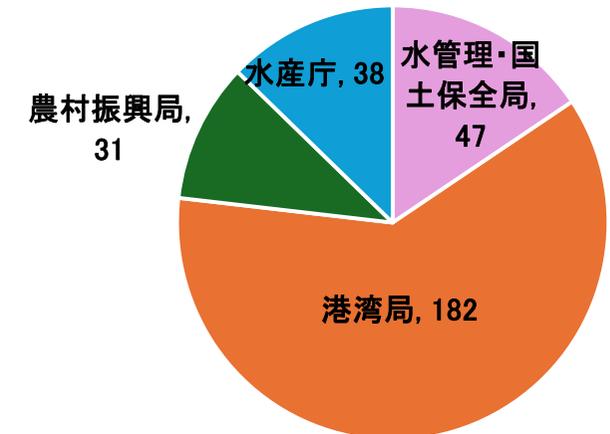


- 香川県海岸保全基本計画の対象範囲は下図に示すように、徳島県との県境から三豊市三崎までの「讃岐阿波沿岸」、三豊市三崎から愛媛県との県境までの「燧灘沿岸」である。
- 香川県の海岸線の延長は讃岐阿波沿岸が約669km、燧灘沿岸が約69kmである。

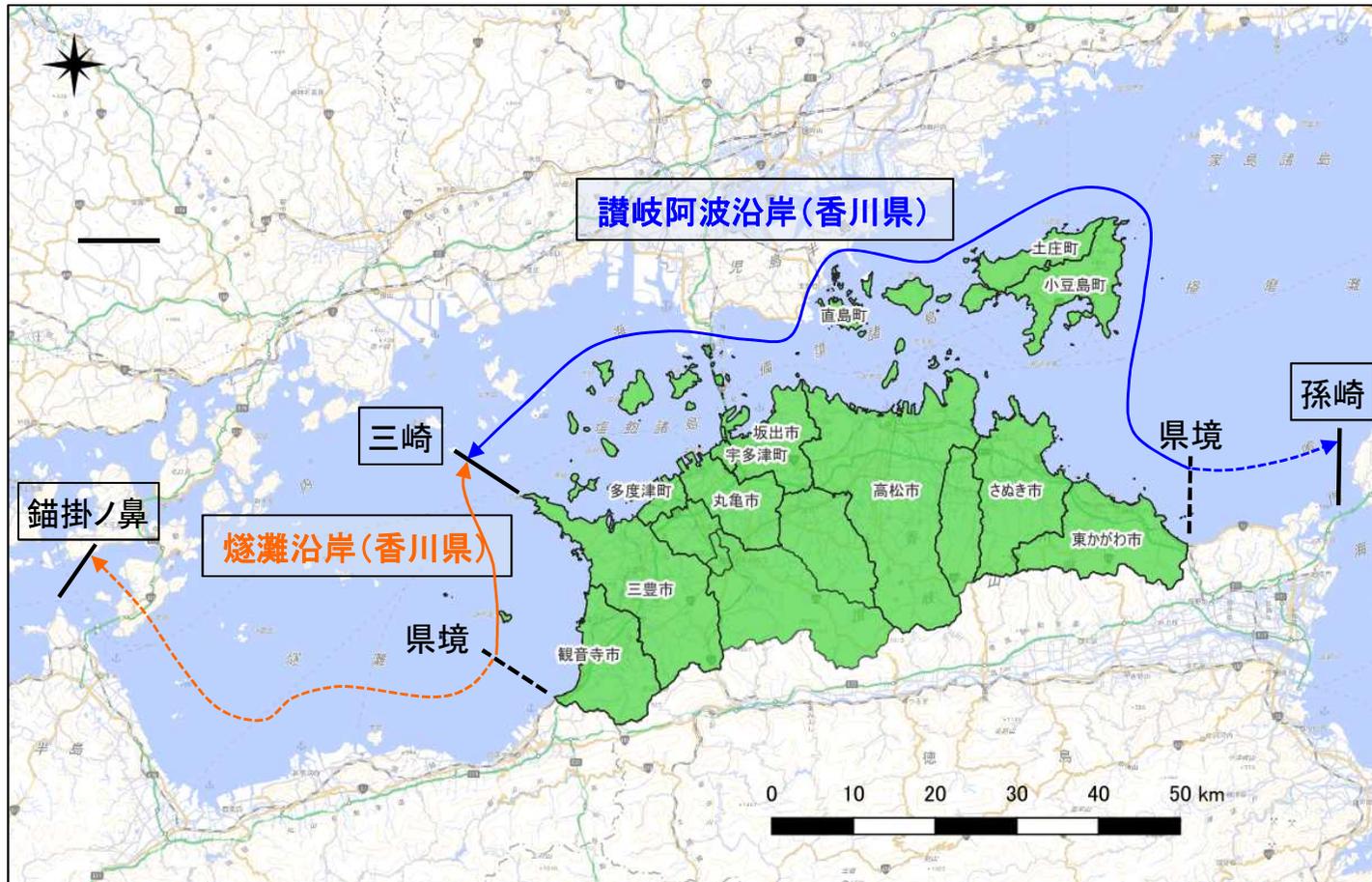
■ 海岸線延長



■ 海岸保全区域延長



出典：海岸統計（令和4年）
数値の単位は(km)



地図出典：「国土地理院電子地図」に加筆

■ 香川県海岸保全基本計画の対象範囲

2-3. 海岸保全基本計画の基本理念と基本方針



讃岐阿波沿岸

讃岐から阿波の豊かな自然と共生し、
にぎわいがあり
安全で親しみのある海岸の創出

安全で快適な海岸づくりと

南海トラフ地震に備えた防災対策の推進

- 越波対策や海岸侵食の対策かつ、砂浜や海浜植生の保全に努めるなど、景観や利便性にも考慮する。
- 南海トラフ地震の津波に対する、「事前防災・減災」の考え方にに基づき防護施設の整備を行う。

瀬戸内海の豊かな自然環境の保全と暮らしの共生

- 海岸環境に支障を及ぼす行為をできるだけ回避し、適切な保全に努める。
- 自然の生態系を守りつつ、自然と人々の暮らしが共生する海辺空間を創出する。

自然とのふれあいによる親しみのある海岸の創出

- 地域振興や観光振興に配慮するとともに、地域と連携した取り組みにより、誰もが日常生活の中で海辺に近づき、自然にふれあうことができるよう、親しみのある海岸づくりを目指す。

燧灘沿岸

安全で豊かな
ふれあいを育む海岸づくり

防護面での基本方針

- 貴重な自然砂浜が残されている地域や侵食による汀線の交代傾向が著しい地域では、現状の砂浜の保全・維持に取り組む。
- 南海トラフ地震等による地震・津波に対しては、一定の防護施設を備えつつ、安全な場所への避難等を基本に、ソフト対策と一体となって安全で安心できる海岸づくりを進める。

環境面での基本方針

- 自然環境に支障を及ぼす行為をできるだけ回避し、自然との共生を図ることで環境に配慮した海岸づくりを目指す。

利用面での基本方針

- 瀬戸内の多島美や歴史的資源等を活用した地域振興や観光振興等に配慮し、適正な海岸利用を促進する。
- 港湾機能や漁港機能との調和を図りつつ、より多くの人々が海と親しむことのできる海岸づくりに配慮する。



海岸の防護の目標

防護すべき地域

- 高潮(越波)、津波に対して、設定した潮位、波浪が発生した場合の浸水想定区域。
- 平成16年の台風16号来襲時に、越波や越流によって浸水被害が発生した地域。
- 侵食に対して、現在と同じ速度で侵食が進むと予想された地域、または現時点で海浜を復元する必要が認められた地域。
- 想定地震発生時に液状化の危険性が極めて高いと予想された地域。

高潮(越波)による浸水被害の防護

- 過去に発生した高潮の記録および平成16年台風16号で記録した最高潮位に基づく既往最高潮位に、適切に推算した波浪の影響を加えた想定外力に対し防護することを目標

津波による浸水被害の防護

- 比較的発生頻度の高い津波(L1津波)に対して、海岸の背後地を守る防護機能を高める

侵食による被害の防護

- 侵食の進行している海岸では、現状の汀線を保全・維持することを基本

地震及び液状化による被害の防護

- 想定される地震に対して海岸保全施設の耐震性を確保。また、液状化危険度が極めて高いと想定される地域においては、防護施設の重要性に応じて液状化対策工の検討や、地域住民と一体となったソフト面での対策等、総合的な防護対策を図る

2-4. 海岸保全基本計画における目標・施策



環境に関する施策

生物の生息・生育環境への配慮

- 貴重な海浜植物や、干潟や藻場等の自然環境に加え、水、緑の保護・保全及び回復によって、生態系に配慮した環境づくりに努める。

貴重な植生・景観への配慮

- 津波などで保全が難しい貴重な自然環境や植物については、復元に備えて記録を残し、良好な自然環境や景観の保護に配慮する。

海岸保全施設等の整備

- 生物との共生や自然環境・自然景観の保護・保全に十分配慮し、それぞれの海岸の有する自然特性に応じた海岸保全施設の整備を進める。

親水空間の整備

- 人と海のふれあいや環境教育の場を確保することにより、海岸環境と人間のよりよい関わり方の啓蒙に努める。

環境への人為的影響の緩和

- 必要に応じて立ち入り規制やマナー啓発等を推進する。また、海岸環境の情報を共有して関係者の共通認識を図る。

利用に関する施策

海岸利用の増進に関する施設整備

- 海岸保全施設や利便施設の整備において、周辺の土地利用等を考慮し、利用者や地域社会の利便性・生活環境の向上に配慮する。関係機関と連携し、住民の意見にも配慮し、歴史的文化遺産の活用を図りつつ、その保全にも努める。

海岸利用への配慮

- 海岸域における漁業活動や釣りや海水浴などの海洋性レクリエーション、海岸で行われる祭りなどの各種行事等の多様な利用に配慮する。

アクセス路の確保

- 海辺に近づけない海岸等においては、わかりやすいアクセス道路やルート表示等により、公衆による海辺へのアクセスの確保に努める。

ルールづくりの支援とマナー向上

- 市町、地域住民、利用者による海岸利用のルールづくりの支援とマナー向上の啓発活動を推進。

情報の発信

- 海岸でのイベント等、情報提供を積極的に行う。

安全に利用できる海岸づくり

- 津波からの避難ルートの確保や避難情報等を表示する案内板の設置。

2-5. ゾーン区分ごとの施策の方向性(讃岐阿波沿岸)



ゾーン区分毎の方向性

- ・ 讃岐阿波沿岸では6つのゾーンに区分し、それぞれ「**防護**」「**環境面**」「**利用面**」におけるゾーン毎の方向性を示す。

詫間湾・塩飽諸島ゾーン

現状の海岸線を維持するとともに、侵食の著しい海岸では継続的な保全対策を行い、砂浜の保全・回復に努める。

小豆島・直島ゾーン

沿岸域のおよそ半分程度は瀬戸内海国立公園に指定されており、自然景観資源に配慮するとともに、貴重な植生や優れた海岸景観に配慮する。

坂出・丸亀ゾーン

背後の埋立地の大半は臨海工業地帯となっており、その他沿岸域の低地には住宅地が密集しており、県道やJR線が走っているため、これらを守るために津波・高潮対策を行う。

五色台ゾーン

背後地は瀬戸内海国立公園や鳥獣保護区に指定されており、海岸景観への配慮や貴重な植生や生態系に配慮する。

高松ゾーン

高松港の背後地は高松市の中心であり、津波や高潮被害から守るために、対策を行い、生活の安全性の向上に努める。

東讃ゾーン

- ・ 津田海岸や白鳥海岸の白浜青砂等、優れた海岸景観に配慮する
- ・ 引田まつり、津田まつりなど多様な海岸利用に配慮する。



2-5. ゾーン区分ごとの施策の方向性(燧灘沿岸)



ゾーン区分毎の方向性

- 燧灘沿岸では2つのゾーンに区分し、それぞれ「**防護**」「**環境面**」「**利用面**」からゾーン毎の方向性を示す。

北部ゾーン

【防護】

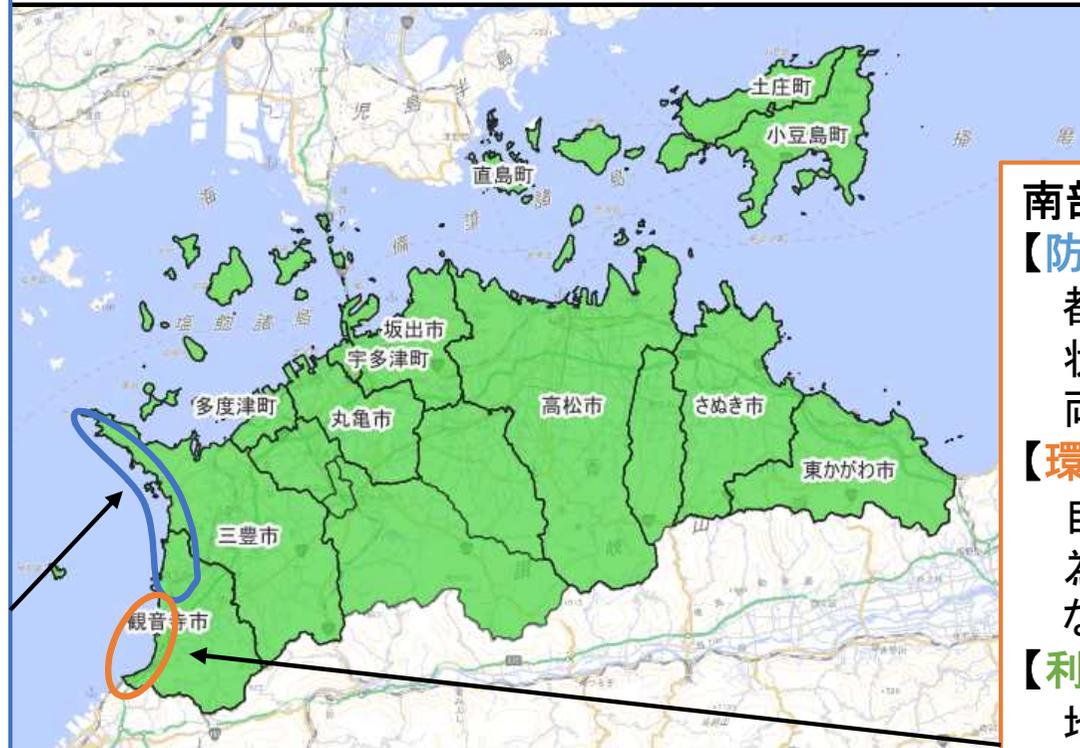
良好な砂浜、干潟の保護・保全対策と津波・高潮対策を行う。

【環境面】

全海域が瀬戸内海国立公園(普通地域)に指定されており、海岸景観への配慮や有明浜の海浜植物に代表される貴重な自然環境の保護・保全に努める。

【利用面】

風光明媚な自然海岸を保全しながら点在する漁港等を活かした水産支援、観光レクリエーション、海辺におけるイベントなど地域振興を支援できる整備に努める。



地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆

南部ゾーン

【防護】

都市部において、津波や液状化対策をソフトとハードの両面から行う。

【環境面】

自然環境に影響を及ぼす行為をできるだけ回避し、良好な環境の創造に配慮する。

【利用面】

地域住民の安らぎの場としての親水型の空間づくりに努める。

3. 香川県沿岸における災害履歴

3-1. 過去の台風による主な風水害



- 香川県沿岸において過去に発生した台風による主な風水害を下記に示す。
- 平成16年の台風16号の来襲時には県下一円において甚大な高潮による浸水被害が発生した。

■過去の台風による主な風水害

発生年	発生日	災害名	死者 (人)	負傷者 (人)	家屋(棟)		床上浸水 (戸)	床下浸水 (戸)	気象状況 (高松)
					全壊	半壊			
1945年 (昭和20年)	10.8~ 10.13	阿久根台風	5	1	5	23	1,051	6,914	321mm —
1951年 (昭和26年)	10.14~ 10.15	ルース台風	1	2	58	83	—	278	43mm 1.60m
1954年 (昭和29年)	9.13~ 9.14	台風12号	1	8	30	65	477	5,428	44mm 1.65m
1954年 (昭和29年)	9.24~ 9.27	洞爺丸台風	8	57	275	430	626	5,096	55mm 1.78m
1961年 (昭和36年)	9.14~ 9.16	第二室戸台風		36	88	123	1,503	10,503	162mm 1.83m
1965年 (昭和40年)	9.9~ 9.10	台風23号	3	18	95		703	6,041	182mm 1.64m
1976年 (昭和51年)	9.8~ 9.14	台風17号	50	127	274	317	4,477	15,224	1403mm 1.64m
1983年 (昭和58年)	9.28	台風10号	1	2	8	7	342	6,832	257mm 1.44m
2004年 (平成16年)	8.30~ 8.31	台風16号	3	6	1	9	5,946	15,643	48mm 2.46m
2004年 (平成16年)	10.19~ 10.20	台風23号	11	30	50	52	4,4119	12,390	285mm 1.82m

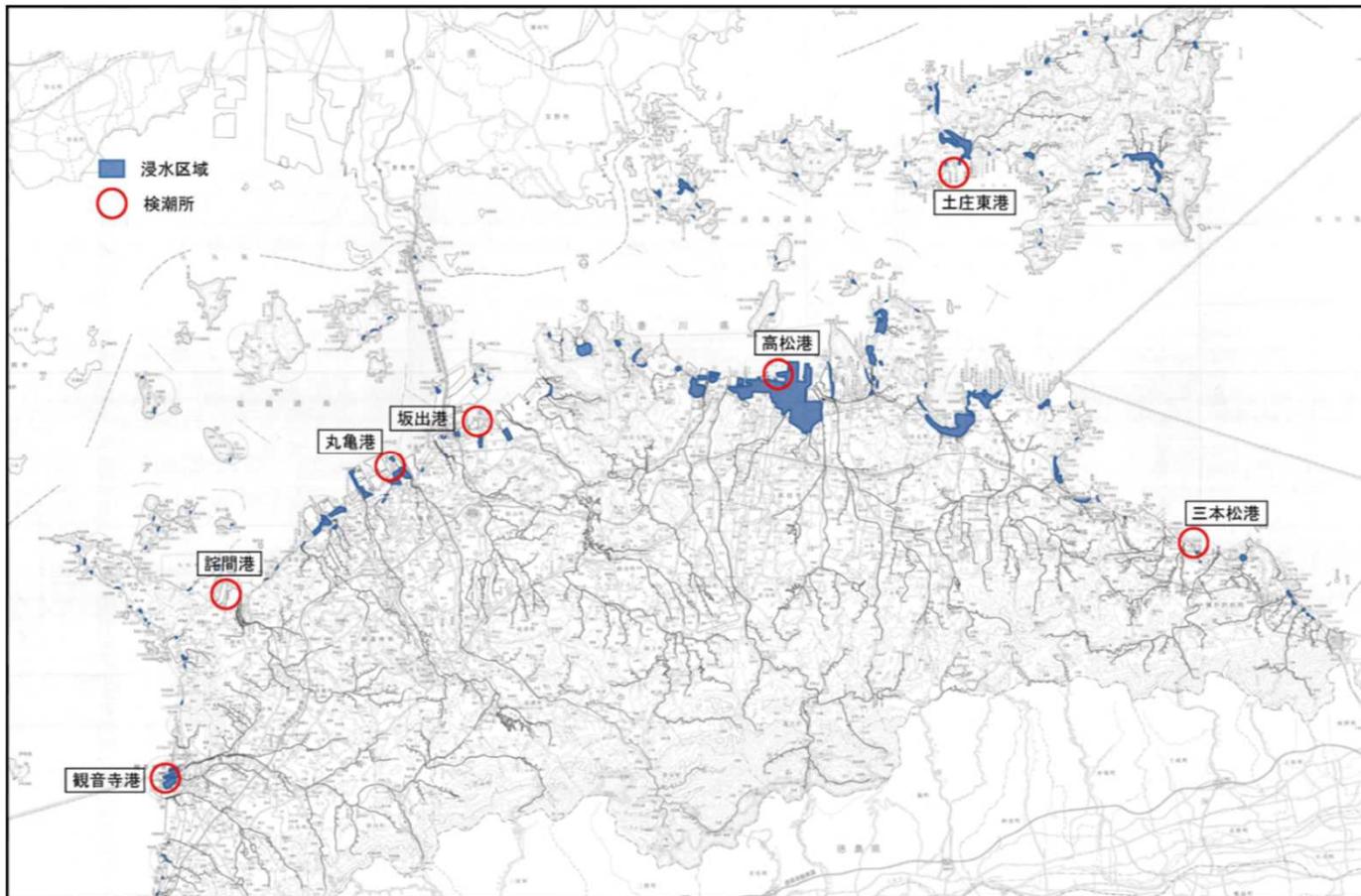
出典: 香川県HP「過去の主な風水害等一覧表」より作成。なお、気象状況の上段は期間中の総降水量、下段は最高潮位を示す。

3-2. 平成16年台風16号来襲時における被害

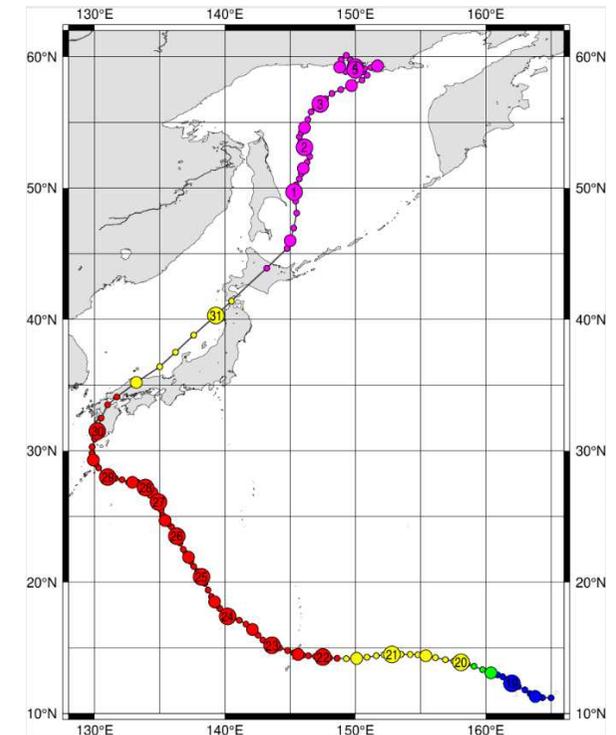


- 平成16年(2004年)の台風16号の来襲時における浸水範囲を下記の図に示す。特に、低平地の多い高松市、さぬき市などにおいては高潮による浸水が広範囲に及んだ。
- 台風16号による甚大な高潮被害を受け、「津波・高潮対策整備推進アクションプログラム」を平成18年3月に策定(H22年3月改訂)し、海岸保全施設の整備を進めてきた。※

※現在は香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画に移行している



■台風0416号来襲時における浸水範囲



■台風0416号の台風経路

出典:「デジタル台風」より引用。
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/1/200416.html#ja>

3-2. 平成16年台風16号来襲時における被害(浸水)



- 平成16年(2004年)の台風16号の来襲時における浸水被害の状況を下記に示す。浸水は8月30日深夜に開始したが、低地の地域では台風通過後の翌朝になっても海水は湛水したままで、浸水は長時間継続していた。

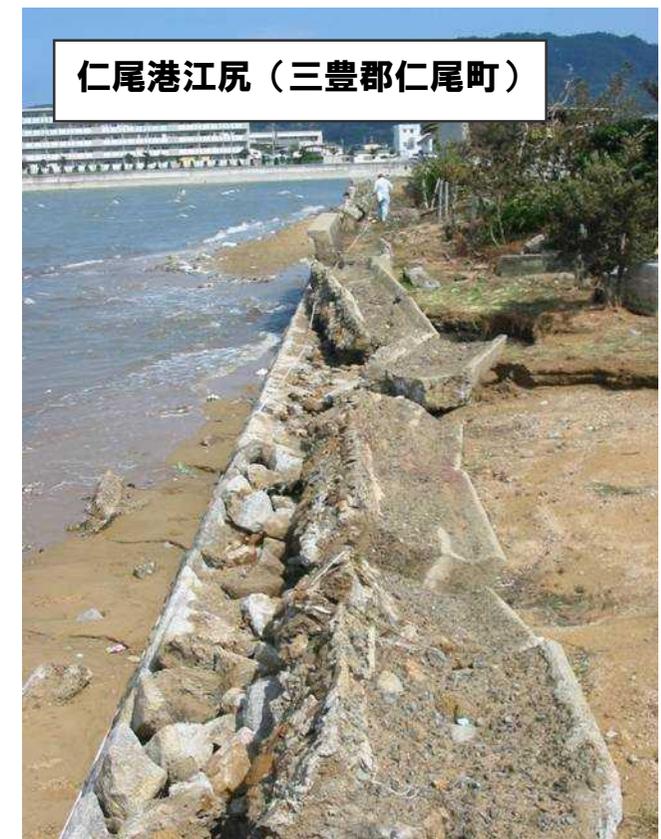


■台風0416号来襲時における浸水被害の状況

3-2. 平成16年台風16号来襲時における被害(構造物)



- 平成16年の台風16号の来襲時における構造物の被害状況を下記に示す。台風が香川県の北側を通過した時間帯では、中讃地区から西讃地区の海岸には西寄りの強風が作用しており、また満潮と重なり潮位も高かったことから相当量の越波が作用したものと推測される。



■ 台風0416号来襲時における構造物の被害状況

3-3. 香川県沿岸に顕著な被害をもたらした地震災害



- 香川県沿岸に顕著な被害をもたらした海溝型地震による被害状況を下記に示す。特に、宝永地震、安政南海地震では、津波は香川県沿岸にも来襲しており、被害が発生したことが記録されている。
- 平成23年3月11日に発生した「東北地方太平洋沖地震」を契機として、「香川県 地震・津波対策海岸堤防等整備計画」(平成27年3月)が策定され、地震・津波対策が進められている。

■香川県における過去の主な地震災害

発生年月日	地震名	規模(M)	被害状況
1707年(宝永4年)10月28日 14時	宝永地震	8.6	我が国最大級の地震の一つ。全体で死者5,000人余、潰家約 59,000軒、家屋の倒壊範囲は東海道・近畿・中国・四国・九州と中部地方の一部に及ぶ。香川県では、死者28人、倒壊家屋929軒、丸亀城破損。また、五剣山の1峰崩落。余震は、12月まで続く。 5~6尺(2m弱)の津波で相当の被害 があった。
1854年(安政1年)12月24日 16時	安政南海地震	8.4	被害は、中部から九州に及ぶ。地震や津波による全体の被害は、近畿地方やその周辺で、この地震の32時間前に発生した安政東海地震と区別できないものが多い。香川県では、死者5人、負傷者19人、倒壊家屋2,961軒、土蔵被害 157箇所、塩浜石垣崩れ3,769間、塩浜堤大破7,226間、川堤崩れ 6,456間、せき崩れ491箇所、池大破264箇所、橋被害126箇所であった。この地震による津波の高さは、 香西(高松市西部)で1尺(30cm 余)であったが、満潮と重なり、志度浦と津田浦(共に県東部沿岸)で被害 があった。
1946年(昭和21年)12月21日 4時19分	南海地震	8.0	香川県では、死者52人、負傷者 273人、家屋全壊608戸、半壊2,409戸、道路損壊238箇所、橋梁破損78 箇所。また、堤防決潰・亀裂154箇所による塩田の浸水被害、地盤沈下による無形の被害も多い。

4. 海岸保全に係るこれまでの取り組み

4-1. 海岸保全基本計画の関連計画



香川県では、「讃岐から阿波の豊かな自然と共生し、にぎわいがあり安全で親しみのある海岸の創出」、「瀬戸内海の豊かな自然を保全し、にぎわいのある安全で親しめる海岸の創出」を基本理念として、海岸の防護(防護・減災)に加え、海岸環境の整備と保全(環境)、公衆の海岸の適正な利用の確保(利用)の3面から、総合的な海岸の管理を行っている。

【香川県における主な関連計画】

	策定年月	計画名
防護 減災	令和3年10月	香川県国土強靱化地域計画(改定版)
	令和6年3月	香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画(第4回変更)
環境	令和5年3月	瀬戸内海の環境の保全に関する香川県計画
利用	令和2年4月	香川せとうちアート観光圏整備計画

4-1. 海岸保全基本計画の関連計画



香川県国土強靱化地域計画(改定版)(防護・減災)

- 平成25年に公布された「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法」第13条の規定により、国土強靱化に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、県における国土強靱化に係る他の計画等の指針となるべきものとして、平成27年12月に香川県国土強靱化地域計画を策定した。

【プログラムごとの脆弱性評価結果】

<広域にわたる大規模津波等による多数の死者の発生>

- 河川や海岸堤防等について、「香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画」に基づき、優先度の高い箇所から堤防の嵩上げや液状化対策など地震・津波対策を計画的に行うとともに、新設に当たっては耐震性に配慮して整備する必要がある。
- 水門、樋門等の自動化、遠隔操作化の検討を進めて、操作従事者の安全確保を最優先とする効果的な管理運用を推進する必要がある。

<突発的又は広域かつ長期的な市街地の浸水による多数の死傷者の発生>

- 施設整備については、コスト縮減を図りながら、投資効果の高い箇所に重点的・集中的に行う必要があるとともに、気候変動や少子高齢化等の自然・社会状況の変化に対応しつつ被害を最小化する「減災」を図るよう、多様な整備手法の導入や既存施設の有効活用、危機管理体制の強化を進める必要がある。
- 近年の気候変動に伴い、頻発化・激甚化する風水害の課題を踏まえ、住民の避難行動を促し、人的被害をなくすためには、洪水ハザードマップや避難場所、避難経路などを分かりやすい地図情報として確認できる環境を整備し、県民の防災意識の向上を図る必要がある。

4-1. 海岸保全基本計画の関連計画



香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画(防護・減災)

- 平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を踏まえ、南海トラフ地震を想定した「香川県地震・津波被害想定調査報告書」を平成26年6月に作成した。
- 地震・津波対策を効果的、効率的に推進するため、平成27年3月に「香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画」を策定した。

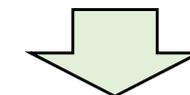
【高松港(生島地区)】



【地震・津波対策海岸堤防等整備計画(第4回変更)】

令和6年3月

事業区分	全体計画		Ⅰ期 (H27~R6)		Ⅱ期 (R7~R16)		Ⅲ期 (R17~)	
	整 延 (km)	概 算 業 費 (億円)	整 延 (km)	概 算 業 費 (億円)	整 延 (km)	概 算 業 費 (億円)	整 延 (km)	概 算 業 費 (億円)
県管理海岸堤防	72	288	29	132	30	111	13	45
市町管理海岸堤防	40	236	7	27	16	99	17	110
県管理河川堤防	36	210	20	87	9	66	7	57
合計	148	734	55	247	55	276	37	212



※ 端数処理の関係で合計が合わないことがある。

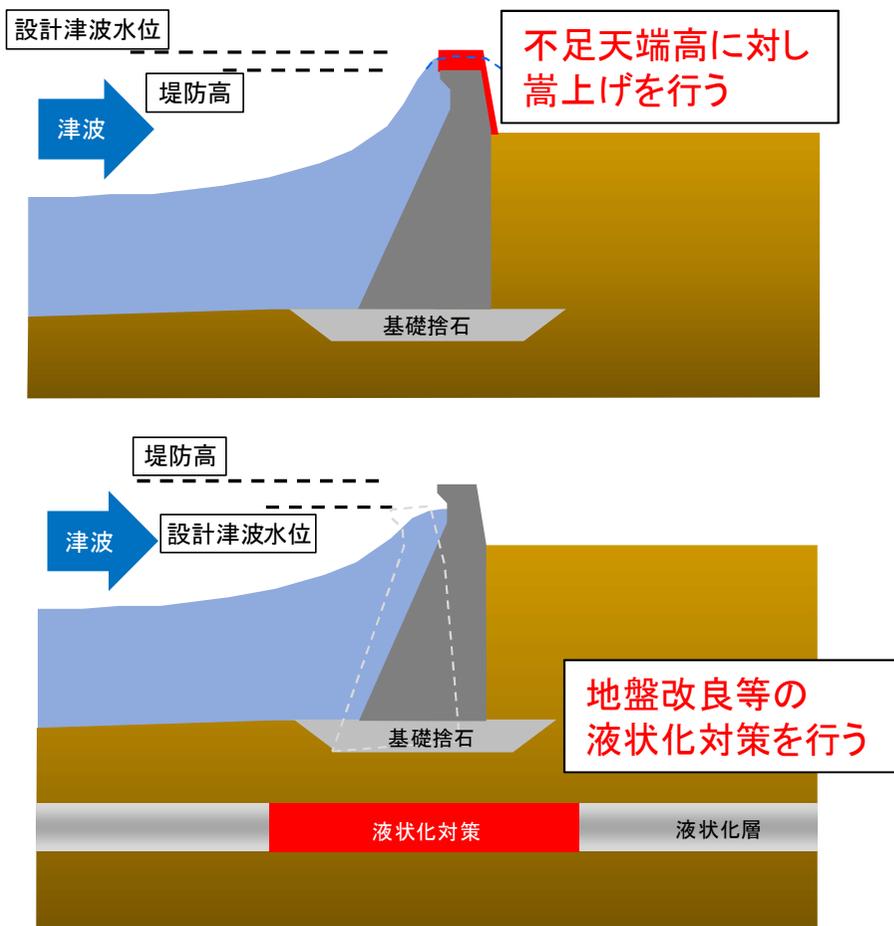
4-1. 海岸保全基本計画の関連計画



香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画(防護・減災)

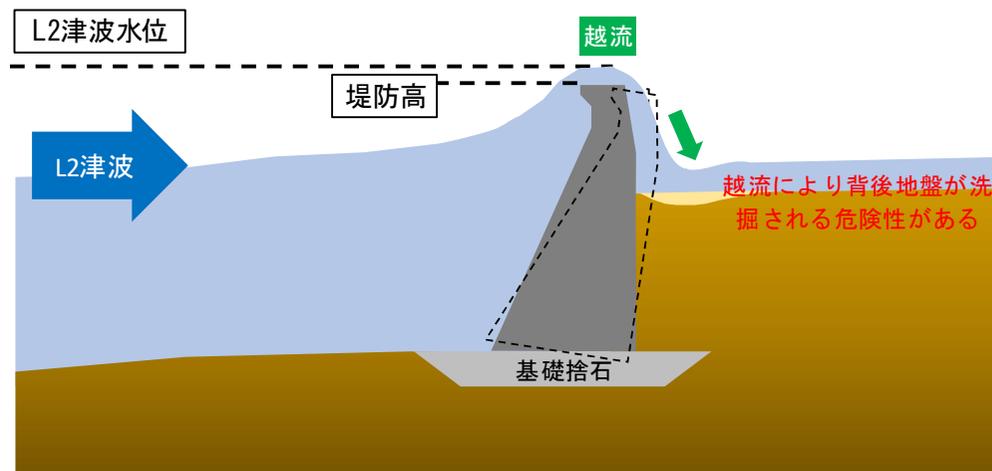
- L1津波に対して、津波波圧に抵抗できる対策に加えて、L1津波に先行して発生する地震動に対して海岸堤防や河川堤防が液状化沈下や地震動により倒壊することがないように合わせて対策を講じる。

【海岸堤防の対策概要】



【粘り強い構造の考え方】

- L1津波を超える津波に対して①津波波力②越流時の洗堀等の外力に対して粘り強く耐え、施設の機能を維持できるように構造物に改良する。



4-1. 海岸保全基本計画の関連計画

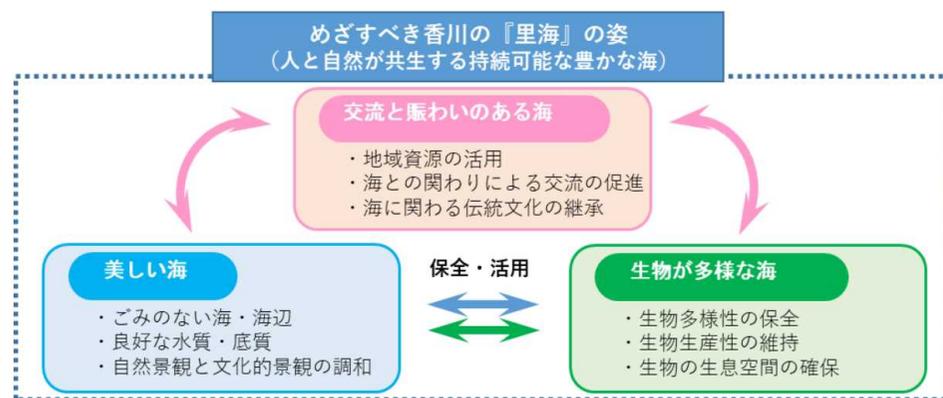


瀬戸内海の環境の保全に関する香川県計画(環境)

- 山・川・里(まち)・海をつなげた総合的な施策を通じて「里海づくり」を推進し、豊かな海の環境を確保し維持すること及びこれまでの開発などに伴い失われた良好な環境を回復することを目途として、瀬戸内海の環境保全に係る施策を総合的かつ計画的に推進するため、本県の区域における総合的な計画を昭和56年7月に策定した。

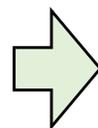
【計画の目標】

「美しい海」「生物が多様な海」「交流と賑わいのある海」の3つを兼ね備えた「人と海が共生する持続可能な海」を目指す



【香川県海域の課題】

- ①改善傾向が見られない「有機汚濁」
- ②栄養塩類に関する問題
- ③増加傾向ではあるが、依然として少ない「藻場」
- ④対応が急がれる海ごみ問題
- ⑤「人と海の関り」の希薄化



【目標達成のための基本的な施策】

<自然海浜の保全等>

- 海面及び沿岸部等において、施設を設置する場合においても、**景観の保全について十分配慮**するものとする。
- 海藻類の着生等を促進する機能を有する構造物**や、底生生物や幼稚魚などの**水生生物を引き寄せる構造物**の設置が有効な場合もあることから、これらの積極的な活用を検討する必要がある。

4-1. 海岸保全基本計画の関連計画



香川せとうちアート観光圏整備計画(利用)

- 香川せとうちアート観光圏(香川県内全域9市8町)
- 圏域内の多様な主体が連携して、「香川せとうちアート観光圏」を整備することにより、瀬戸内海という地域資源と、アートや文化資源を本圏内独自のブランドとして確立し、積極的な情報発信や誘客活動などにより、旅行・宿泊先として選ばれ続ける地域となることを目指す。

【コンセプト】

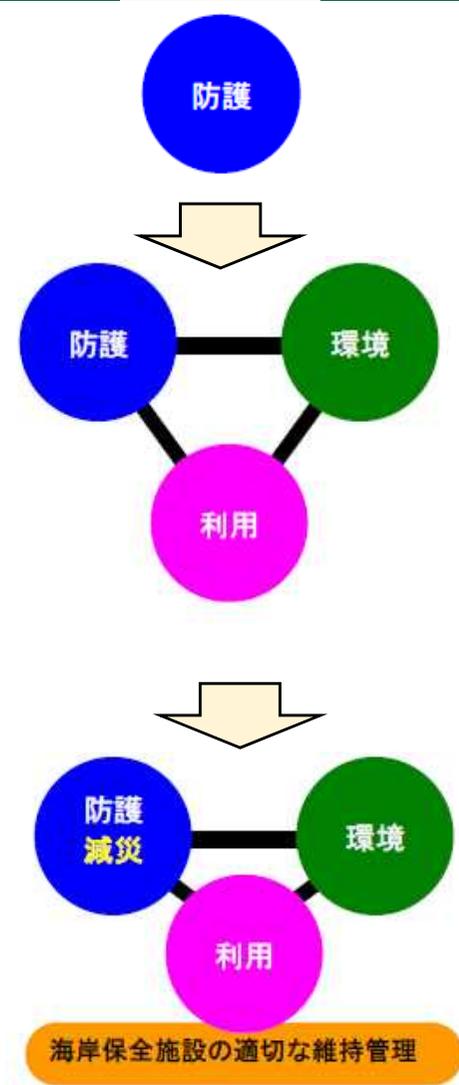
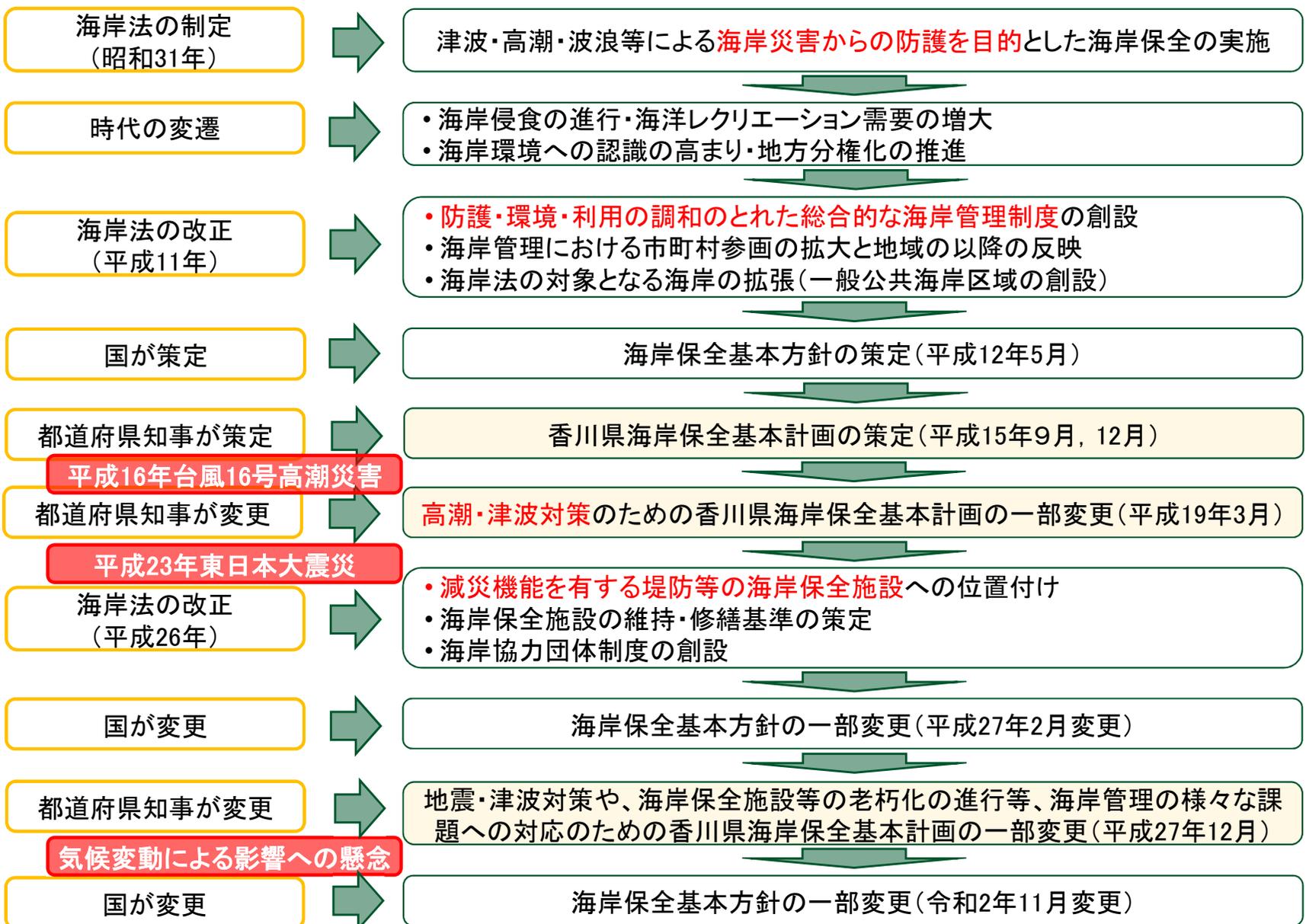
「瀬戸の恵み さぬきの旅」～せと、人、アートで おもてなし～

Strengths(強み)	Weaknesses(弱み)
<ul style="list-style-type: none">○瀬戸内海など美しい自然○狭い圏域に集積するアート○伝統に育まれた和の文化○“瀬戸芸”ブランド○高速道路網の充実○国際定期航空路線の充実○まち歩きプログラムの実績	<ul style="list-style-type: none">○うどんのイメージが強すぎる○圏域内の各地域が相互に連携する基盤が弱い○圏域内の2次交通網が十分とはいえない○外国人観光客の受入環境が十分とはいえない
Opportunities(機会)	Threats(脅威)
<ul style="list-style-type: none">○内需回復による旅行需要の増大○円安等による外国人観光客の増加○台風など自然災害の少なさ	<ul style="list-style-type: none">○価値観の多様化による観光と競合する選択肢の増加○観光誘客での地域間競争○圏域内の人口減少と高齢化

5. 香川県海岸保全基本計画の変更内容

5-1. 海岸保全基本計画の変更概要

5-1-1. 香川県海岸保全基本計画の策定・変更経緯



「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言(令和2年7月)を踏まえ、令和2年11月に海岸保全基本方針が変更されたことから、今回、香川県海岸保全基本計画を変更する。

5-1-2. 海岸保全基本方針の主な変更箇所



- 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言(令和2年7月_気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会)を踏まえ、海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換するために、令和2年11月20日に海岸保全基本方針を変更した。(国土交通省HPより)

平成27年2月変更(第1回) (策定時からの変更箇所)	令和2年11月変更(第2回) (平成27年変更時からの変更箇所)
<ul style="list-style-type: none">▶ 背後地の状況等を考慮して、設計の対象を超える津波、高潮等の作用に対して施設の損傷等を軽減するため、粘り強い構造の堤防、胸壁及び津波防波堤の整備を推進する。その際、粘り強い構造の堤防等について、樹林と盛土が一体となって堤防の洗掘や被覆工の流出を抑制する「緑の防潮堤」など多様な構造を含めて検討する。水門・陸閘等については、統廃合又は常時閉鎖を進めるとともに、現場操作員の安全又は利用者の利便性を確保するため必要があるときは、自動化・遠隔操作化の取組を計画的に進める。▶ 海岸保全施設の機能や背後地の重要度等を考慮して必要に応じて耐震性の強化を推進する。	<ul style="list-style-type: none">▶ 各々の海岸において、気象、海象、地形等の自然条件及び過去の災害発生状況を分析するとともに、気候変動の影響による外力の長期変化量を適切に推算し、背後の人口・資産の集積状況や土地利用の状況などを勘案して、所要の安全を適切に確保する水準を定める。▶ 今後は、気候変動の影響による平均海面水位の上昇などの外力の長期変化にも対応していく必要がある。

5-1-3. 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言

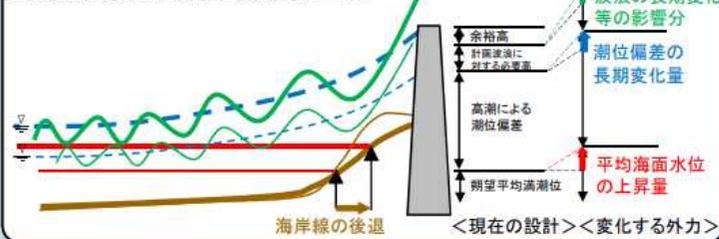


- 海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換。
 - パリ協定の目標と整合するRCP2.6(2°C上昇に相当)を前提に、影響予測を海岸保全の方針や計画に反映し、整備等を推進。
 - 平均海面水位が2100年に1m程度上昇する悲観的予測(RCP8.5(4°C上昇に相当))も考慮し、これに適應できる海岸保全技術の開発を推進、社会全体で取り組む体制を構築。

I 海岸保全に影響する気候変動の現状と予測

- ・ IPCCのレポートでは「気候システムの温暖化には疑う余地はない」とされ、SROCCによれば、2100年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6(2°C上昇に相当)で0.29-0.59m、RCP8.5(4°C上昇に相当)で0.61-1.10m。

■ 気候変動による外力変化イメージ



<気候変動影響の将来予測>

	将来予測
平均海面水位	・ 上昇する
高潮時の潮位偏差	・ 極値は上がる
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
海岸侵食	・ 砂浜の6割～8割が消失

II 海岸保全に影響する外力の将来変化予測

- ・ 潮位偏差や波浪の長期変化量の定量化に向けて、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)の台風データ及び爆弾低気圧データを対象にした現在気候と将来気候の比較を実施。
- ・ d4PDFが活用できることを確認。

<現在気候と将来気候の比較>

	台風トラックデータ	爆弾低気圧トラックデータ
最低中心気圧	極端事象は将来気候の最低中心気圧が低下傾向	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度
高潮時の潮位偏差	極端事象は将来気候の方が相対的に上昇	再現期間100年以上を除いて現在気候と将来気候は同程度

<今後の課題>

- ・ 適切なバイアス補正方法を含めた将来変化の定量化
- ・ 日本各地の海岸の将来変化の定量化
- ・ 波浪の長期変化量の定量化

III 今後の海岸保全対策

- ・ 気候変動の影響を踏まえれば、将来的に現行と同じ安全度を確保するためには、必要となる防護水準が上がるのが想定される。
- ・ 高潮と洪水氾濫の同時生起など新たな形態の大規模災害の発生も懸念される。
- ・ 悲観的シナリオでの海面上昇量では、沿岸地域のみならず、社会構造全体に深刻な影響をもたらす可能性がある。

⇒ 海岸保全を、過去のデータに基づきつつ気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換

III-1 高潮対策・津波対策

- ・ 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、高潮にも津波にも影響。ハード対策とソフト対策を適切に組み合わせ、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、整備・更新時点における最新の期望平均満潮位に、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る。
- ・ 潮位偏差や波浪は、平均海面水位の予測より不確実性が大きいものの、極値が上がると予測される。最新の研究成果やd4PDF等による分析を活用し、将来的に予測される潮位偏差や波浪を適切に推算し対策を検討する。

<海岸保全における対策>

- ・ 地域の実情や背後地の土地利用や環境にも配慮しつつ、将来の外力変化の予測に応じた堤防等のかさ上げや面的防護方式による整備の推進
- ・ 堤防の粘り強い構造や排水対策等の被害軽減策の促進
- ・ 将来的な外力変化とライフサイクルコストをともに考慮した最適な更新及び戦略的な維持管理
- ・ 海象や地形、海岸環境のモニタリングの強化及び海岸保全施設の健全度評価の強化

<他分野との連携が必要な対策>

- ・ 高潮浸水想定区域の指定促進等、リスク情報や避難判断に資する情報提供の強化
- ・ 高潮と洪水の同時生起も想定し、堤防等のハード整備の充実を目指すとともに、水害リスクを考慮した土地利用やまちづくりと一体となった対策の推進
- ・ 沿岸地域における水害にも配慮したBCPの作成

III-2 侵食対策

- ・ 海浜地形の予測はさらに不確実性が大きいので、モニタリングを充実するとともに予測モデルの信頼度を高める。
- ・ 沿岸漂砂による長期的な地形変化に対しては、全国的な気候変動の影響予測を実施する。
- ・ 高波時に問題となる岸沖漂砂による急激な侵食については、機動的なモニタリングを充実する。
- ・ 30～50年先を見据えた「予測を重視した順応的砂浜管理」を実施する。防護だけでなく環境・利用上の砂浜の機能も評価する。
- ・ 総合土砂管理計画の作成及び河川管理者やダム管理者等とも協力した対策の実施など、流域との連携を強化する。

IV 今後5～10年の間に着手・実施すべき事項

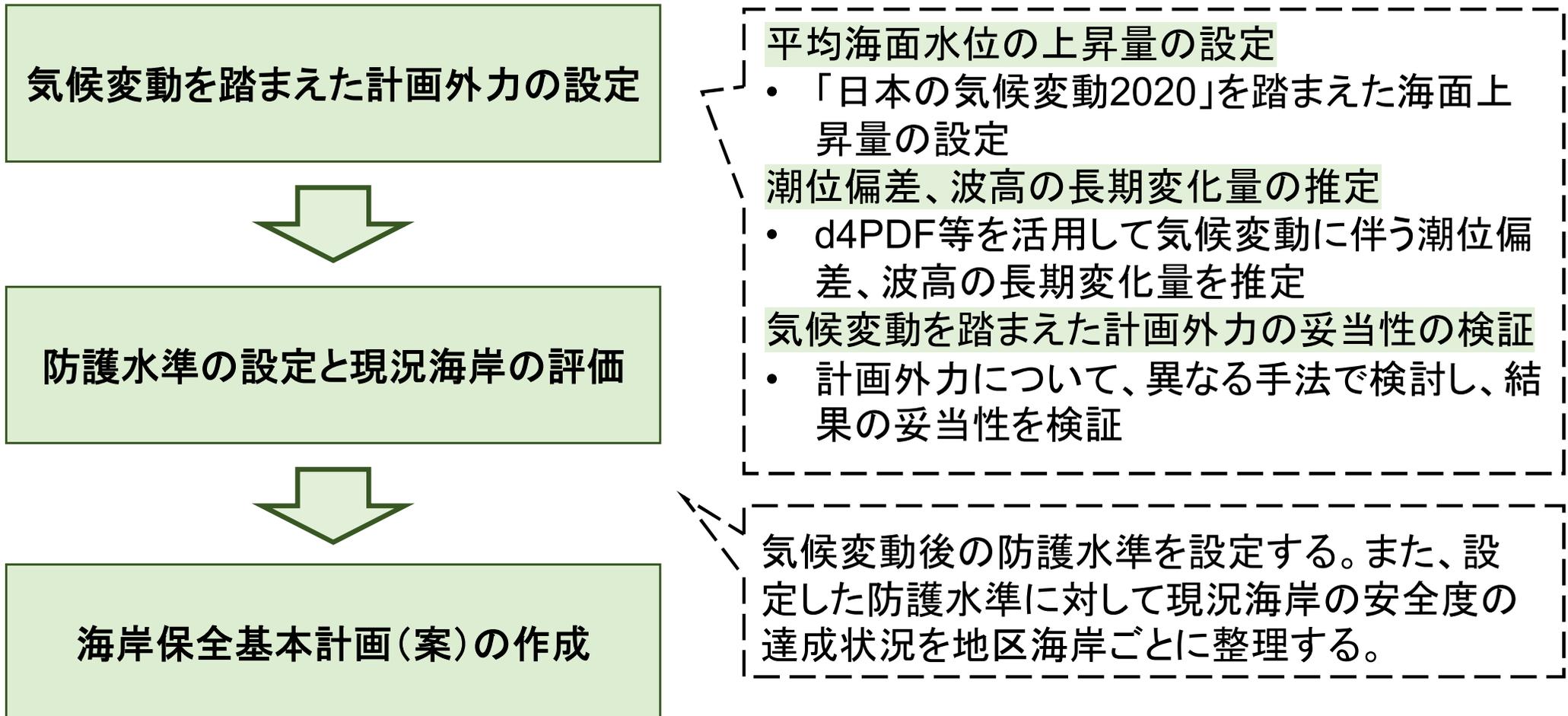
- ・ 海象や海岸地形等のモニタリングやその将来予測、さらに影響評価、適応といった、海岸保全における気候変動の予測・影響評価・適応サイクルを確立し、継続的・定期的に対応を見直す仕組み・体制を構築。
- ・ 地域のリスクの将来変化について、防護だけでなく環境や利用の観点も含め、定量的かつわかりやすく地域に情報提供するとともに、地域住民やまちづくり関係者等とも連携して取り組む体制を構築。



検討方針

- 気候変動を踏まえた計画外力の設定では、「潮位偏差、波高の長期変化量の設定」「気候変動を踏まえた計画外力の妥当性の検証」について、算定方法の検討及び再現検証を行う。

【検討の流れ】

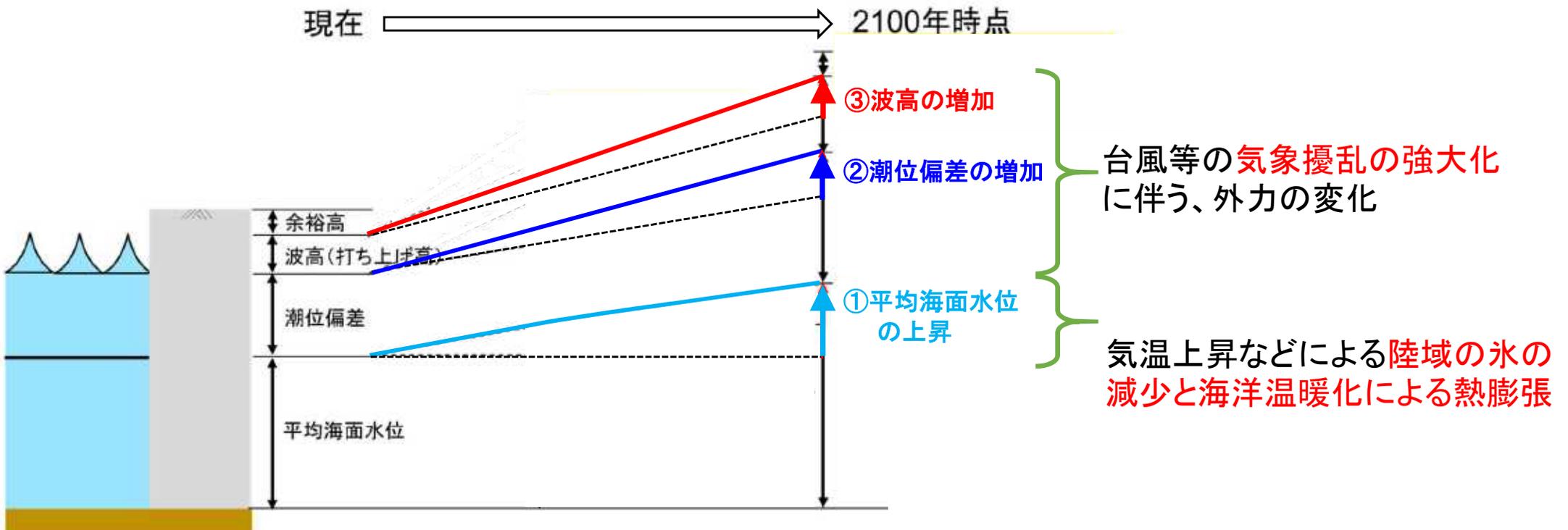


5-1-5. 気候変動に伴う将来の外力変化の考え方



- 堤防・護岸等の海岸保全施設の天端高は一般的に下記の図に示すように、「平均海面水位」、「潮位偏差」、「計画波高に対する必要高」に余裕高を加味して設定されることが多い。
- 2100年(21世紀末)における①平均海面水位②潮位偏差③波高の変化量を考慮して将来の外力を設定する。

【気候変動に伴う外力変化のイメージ】



5-2. 現行の計画値及び観測値の整理

(潮位、潮位偏差、波高、津波)

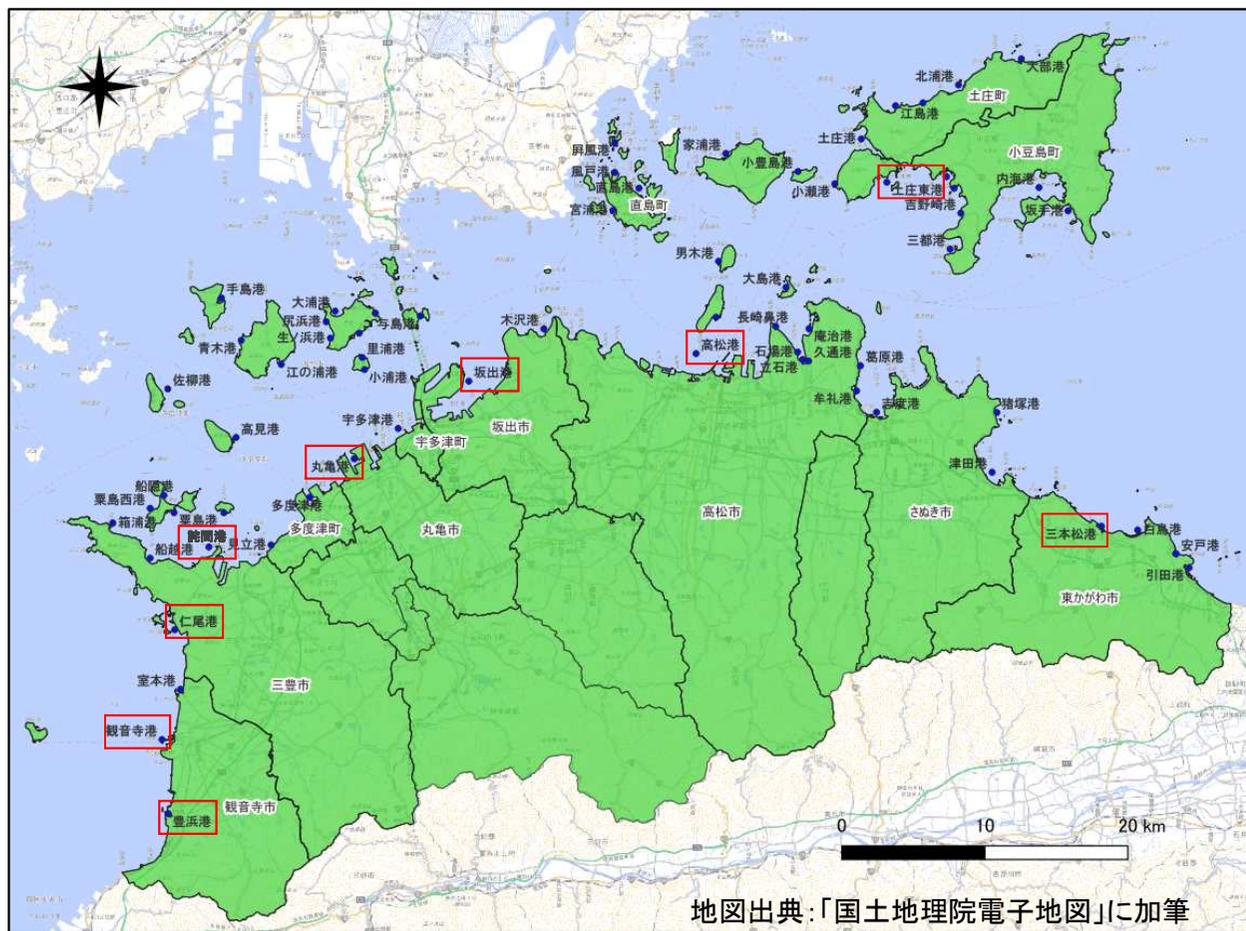
5-2-1. 現行の計画値及び観測値の整理(潮位)



- 香川県では既往最高潮位を設計高潮位としており、現行の讃岐阿波沿岸及び燧灘沿岸の海岸保全基本計画に示されている既往最高潮位は、下記の表のとおりで、昭和36年(1961年)の第二室戸台風もしくは平成16年(2004年)の台風16号において記録されている。

■ 主要港湾における計画潮位の諸元

	既往最高潮位 (H.H.W.L.)	朔望平均満潮位(H.W.L.)
三本松港	T.P.+2.30m*	T.P.+0.87m
高松港	T.P.+2.46m*	T.P.+1.09m
土庄東港	T.P.+2.51m*	T.P.+1.05m
坂出港	T.P.+2.70m*	T.P.+1.51m
丸亀港	T.P.+2.75m**	T.P.+1.74m
詫間港	T.P.+2.91m**	T.P.+1.78m
仁尾港	T.P.+3.00m*	T.P.+1.90m
観音寺港	T.P.+3.06m**	T.P.+1.95m
豊浜港	T.P.+3.13m*	T.P.+2.02m



出典:「海岸保全基本計画」より引用

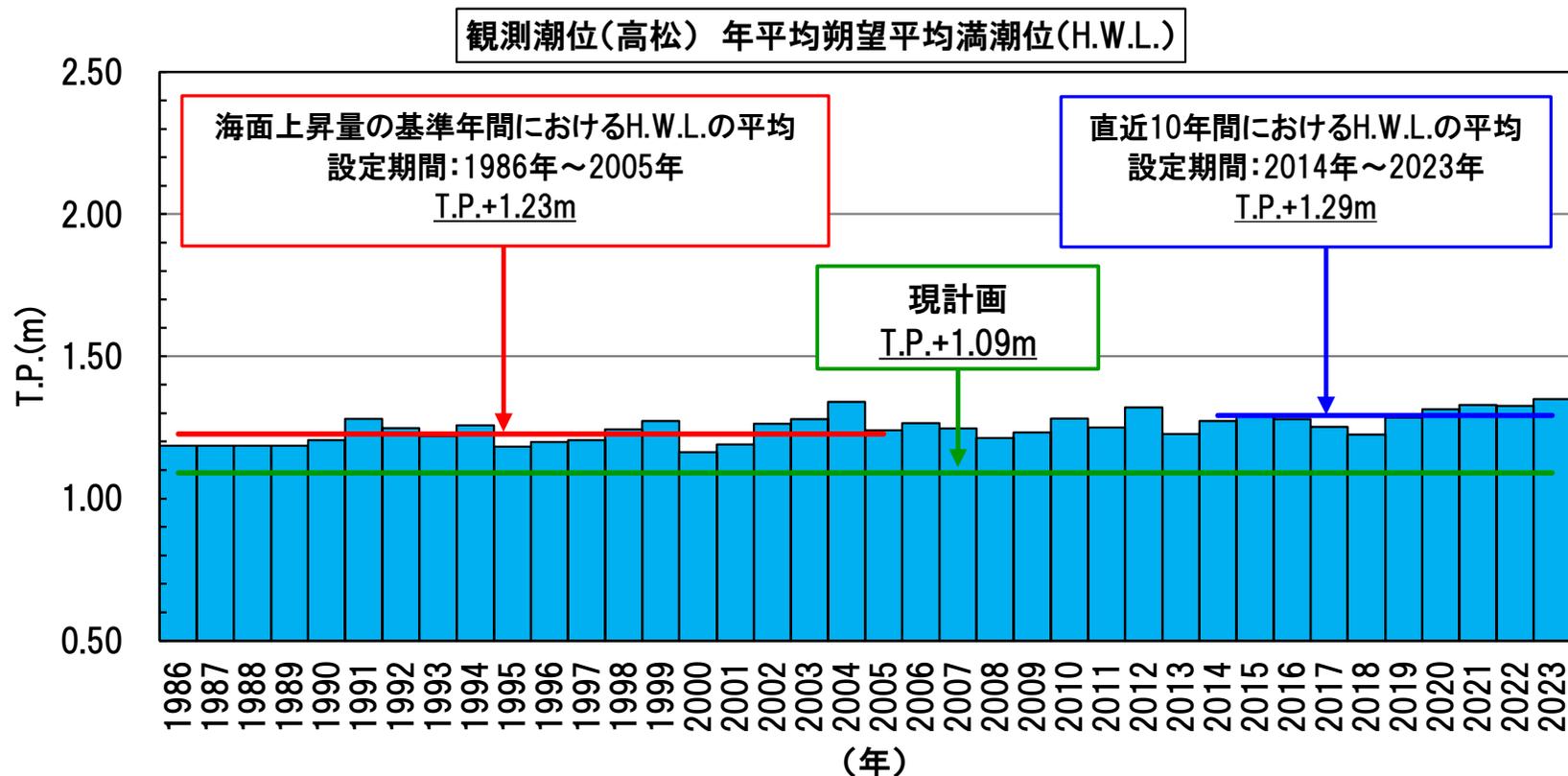
注:※印は、平成16年の台風16号による既往最高潮位
 ※※印は、昭和36年の第二室戸台風による既往最高潮位

■ 港湾位置図

5-2-1. 現行の計画値及び観測値の整理(潮位)



- 高松検潮所における朔望平均満潮位の経年変化をみると、海面上昇量の基準年間(1986年～2005年)の平均値と直近10年間の平均値を比較すると、6cm程度直近10年間の平均値が高くなっている。2019年以降、若干の上昇傾向が確認できる。



■ 高松検潮所における朔望平均満潮位の経年変化

注: 1998年以降のデータは気象庁HP「各年の潮汐」より引用。また、1997年以前については毎時の潮位を使用して算出している。
なお、潮位高をT.P.基準とするため取付水準点と観測基準面との高低差の変更履歴を考慮して作成している。

5-2-2. 現行の計画値及び観測値の整理(潮位偏差)



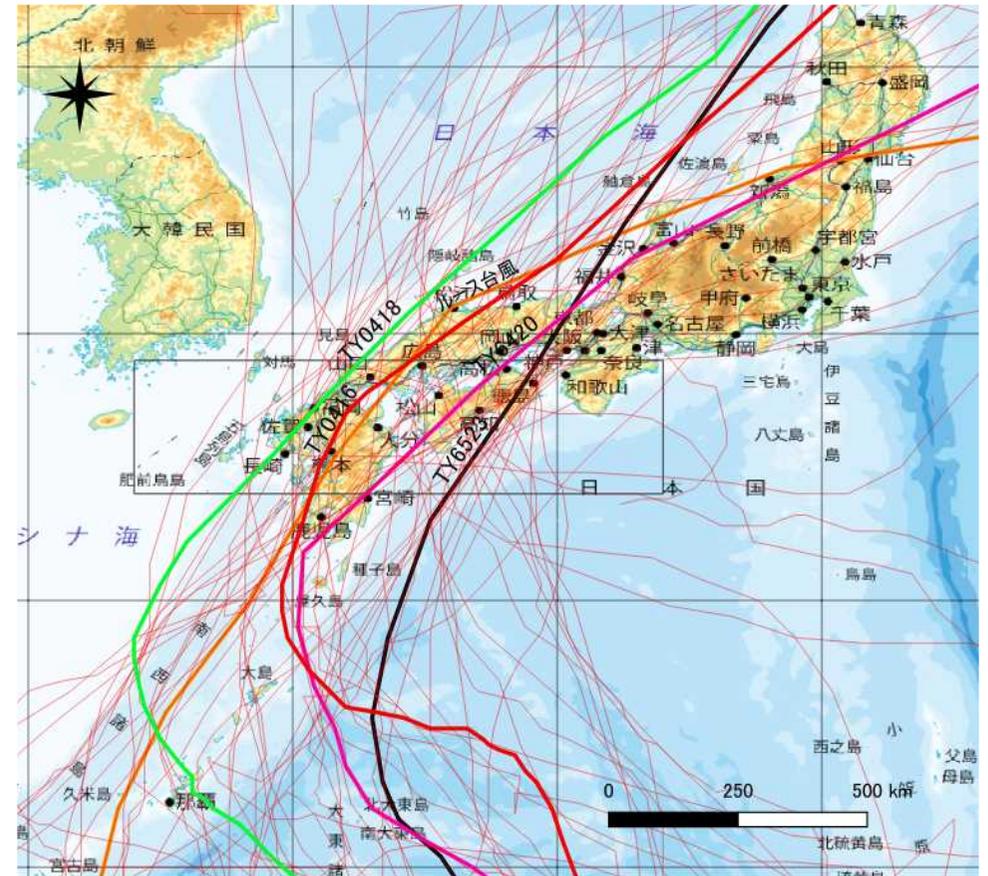
- 高松検潮所における最大潮位偏差は、昭和26年(1951年)のルース台風と平成16年(2004年)の台風16号が来襲した時に記録した1.24mである。下記の左表に上位5位の台風を示す。
- 下記の右図に上位5位の台風経路と潮位偏差が50cm以上を記録した台風経路を示す。顕著な潮位偏差が発生した台風経路は九州北部を通過後中国地方に上陸し、北東進する場合と、四国上陸後北東進し、香川県を通過する場合が多い。

■ 高松検潮所において記録した上位5位の潮位偏差

	潮位偏差	発生日	発生要因
1位	1.24m	1951年10月15日	<u>ルース台風</u>
1位	1.24m	2004年8月30日	<u>台風200416号</u>
3位	1.11m	1965年9月10日	<u>台風196523号</u>
4位	1.09m	1964年9月25日	<u>台風196420号</u>
5位	1.01m	2004年9月7日	<u>台風200418号</u>

出典: 気象庁HP「歴史的潮位資料(平滑値)」より作成。台風経路は気象庁ベストトラックより作成。

地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆



■ 潮位偏差が50cm以上を記録した台風経路

5-2-2. 現行の計画値及び観測値の整理(潮位偏差)

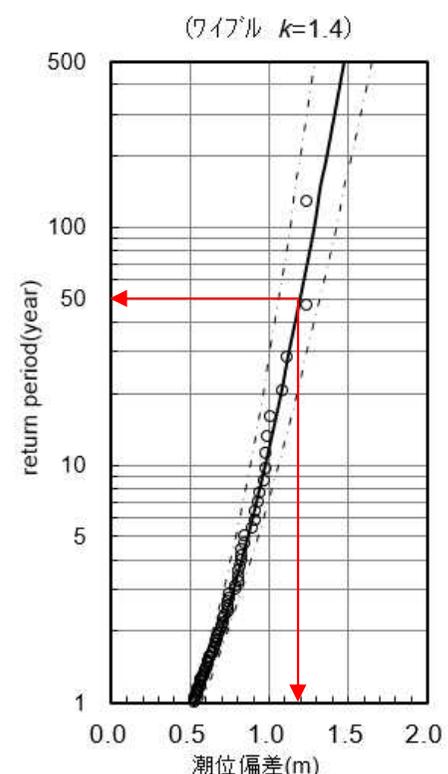


・高松検潮所における上位30位の潮位偏差を下記の表に示す。また、極値統計解析結果を右図に示す。50年確率の潮位偏差は1.19mとなっている。

No.	擾乱開始日	擾乱終了日	擾乱日数	最大潮位偏差出現時刻(JST)	期間内最大	発生要因
					潮位偏差(m)	
1	1951年10月14日	1951年10月15日	2	1951年10月15日 6時0分	1.24	ルース台風
2	2004年8月29日	2004年8月31日	3	2004年8月30日 23時0分	1.24	台風200416号
3	1965年9月10日	1965年9月11日	2	1965年9月10日 13時0分	1.11	台風196523号
4	1964年9月25日	1964年9月25日	1	1964年9月25日 8時0分	1.09	台風196420号
5	2004年9月7日	2004年9月8日	2	2004年9月7日 18時0分	1.01	台風200418号
6	1954年9月26日	1954年9月27日	2	1954年9月26日 9時0分	0.99	洞爺丸台風
7	1996年8月14日	1996年8月15日	2	1996年8月14日 20時0分	0.98	台風199612号
8	1997年7月26日	1997年7月28日	3	1997年7月26日 22時0分	0.98	台風199709号
9	1991年9月27日	1991年9月28日	2	1991年9月27日 23時0分	0.97	台風199119号
10	1987年10月16日	1987年10月17日	2	1987年10月17日 3時0分	0.94	台風198719号
11	2018年8月23日	2018年8月24日	2	2018年8月24日 2時0分	0.93	台風201820号
12	1960年8月29日	1960年8月30日	2	1960年8月29日 20時0分	0.91	台風196016号
13	1998年10月17日	1998年10月18日	2	1998年10月18日 3時0分	0.91	台風199810号
14	2003年8月8日	2003年8月9日	2	2003年8月9日 3時0分	0.89	台風200310号
15	2004年6月21日	2004年6月22日	2	2004年6月21日 15時0分	0.85	台風200406号
16	2006年9月17日	2006年9月18日	2	2006年9月18日 3時0分	0.85	台風200613号
17	1961年9月16日	1961年9月17日	2	1961年9月16日 15時0分	0.83	第二室戸台風
18	1982年8月27日	1982年8月28日	2	1982年8月27日 14時0分	0.83	台風198213号
19	2015年7月16日	2015年7月18日	3	2015年7月17日 6時0分	0.83	台風201511号
20	2022年9月17日	2022年9月20日	4	2022年9月19日 2時0分	0.82	台風202214号
21	1993年9月4日	1993年9月4日	1	1993年9月4日 6時0分	0.81	台風199313号
22	1999年9月24日	1999年9月25日	2	1999年9月24日 14時0分	0.81	台風199918号
23	2014年8月10日	2014年8月11日	2	2014年8月10日 9時0分	0.81	台風201411号
24	1968年8月28日	1968年8月30日	3	1968年8月29日 15時0分	0.79	台風196810号
25	1975年8月21日	1975年8月24日	4	1975年8月23日 6時0分	0.79	台風197506号
26	2004年10月20日	2004年10月21日	2	2004年10月20日 19時0分	0.75	台風200423号
27	2005年9月6日	2005年9月7日	2	2005年9月7日 1時0分	0.75	台風200514号
28	1954年9月13日	1954年9月14日	2	1954年9月14日 6時0分	0.74	台風195412号
29	1956年8月17日	1956年8月18日	2	1956年8月17日 13時0分	0.74	台風195609号
30	2011年9月2日	2011年9月5日	4	2011年9月3日 9時0分	0.74	台風201112号
30	2021年8月8日	2021年8月10日	3	2021年8月9日 9時0分	0.74	台風202109号

	高松
50年確率	1.19m
既往最大潮位偏差	1.24m
既往最大再現期間	128年

REC: ○ 下向DOL: ○ 上向DOL: ○
MIR: 0.577 相関係数: 0.995



■ 潮位偏差のプロット分布図 37

出典: 気象庁HP「歴史的潮位資料(平滑値)」より作成。

5-2-3. 現行の計画値及び観測値の整理(波高)



- 県の港湾・海岸構造物の設計に用いる設計波高は、設計風速(全方位25m/s:50年確率)を用いてSMB法により波浪推算を実施することとしている。
- 漁港の設計では「中瀬戸海域沖波推算委託業務(設計波推算マニュアル)」((一財)漁港漁場漁村総合研究所、平成29年3月)に基づき、30年確率波高・周期を使用し算出している。

SMB法による波浪推算

- 風波の発生、発達、伝播、減衰といった一連の現象をまとめて扱い、**風速 U_{10}** (海面上10mにおける風速、m/s)、**吹送距離 F** (m)等をパラメータとして有義波の波高 $H_{1/3}$ (m)と周期 $T_{1/3}$ (s)を推定する方法で、有義波法と呼ばれている。
- 現在では、下記に示す Wilson IV式が用いられており、右図に示すグラフからも求めることが可能である。

$$gH_{1/3}/U_{10}^2 = 0.30 \left[1 - \left\{ 1 + 0.004(gF/U_{10}^2)^{1/2} \right\}^{-2} \right]$$

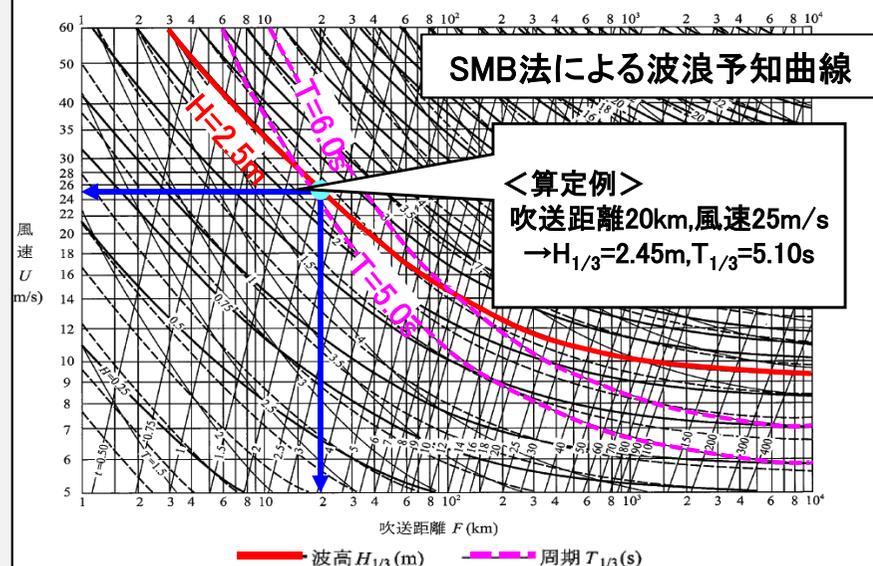
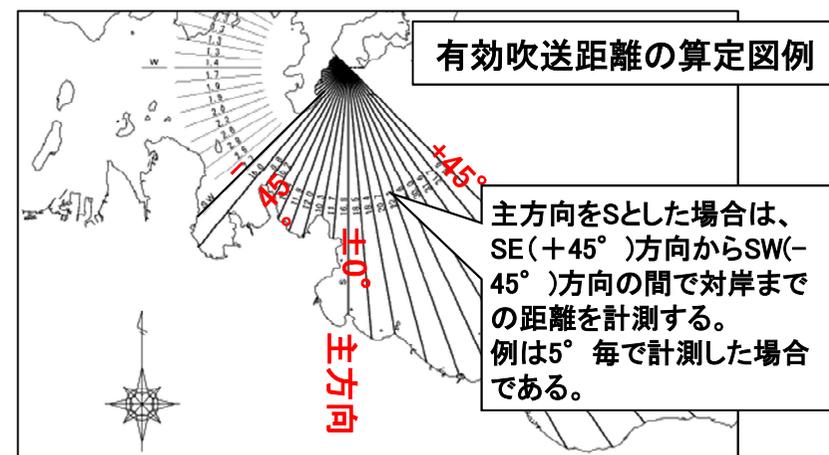
$$gT_{1/3}/(2\pi U_{10}) = 1.37 \left[1 - \left\{ 1 + 0.008(gF/U_{10}^2)^{1/3} \right\}^{-5} \right]$$

$H_{1/3}$: 有義波高 (m), $T_{1/3}$: 有義波周期 (s),

U_{10} : 海面上10mでの風速 (m/s),

F : 吹送距離 (m), g : 重力加速度 (m/s²)

- 吹送距離は右図に示すように、主方向に対して±45° 方向の間で対岸までの距離を計測し、加重平均した距離を用いることが多い。



5-2-4. 現行の計画値及び観測値の整理(津波)



- 香川県沿岸においては、発生頻度の高い地震(L1)が発生した場合、四国沿岸域から、紀伊水道、豊後水道を通じて瀬戸内海に侵入し、地震発生後約90分で第1波が鳴門海峡を通過し、東かがわ市に到達するとされている。
- 「香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画」では沿岸を下記の左図に示す9つの地域海岸に区分し、下記の右図に示すように、各地域海岸における設計津波を設定している。

■ 堤防等整備高一覧

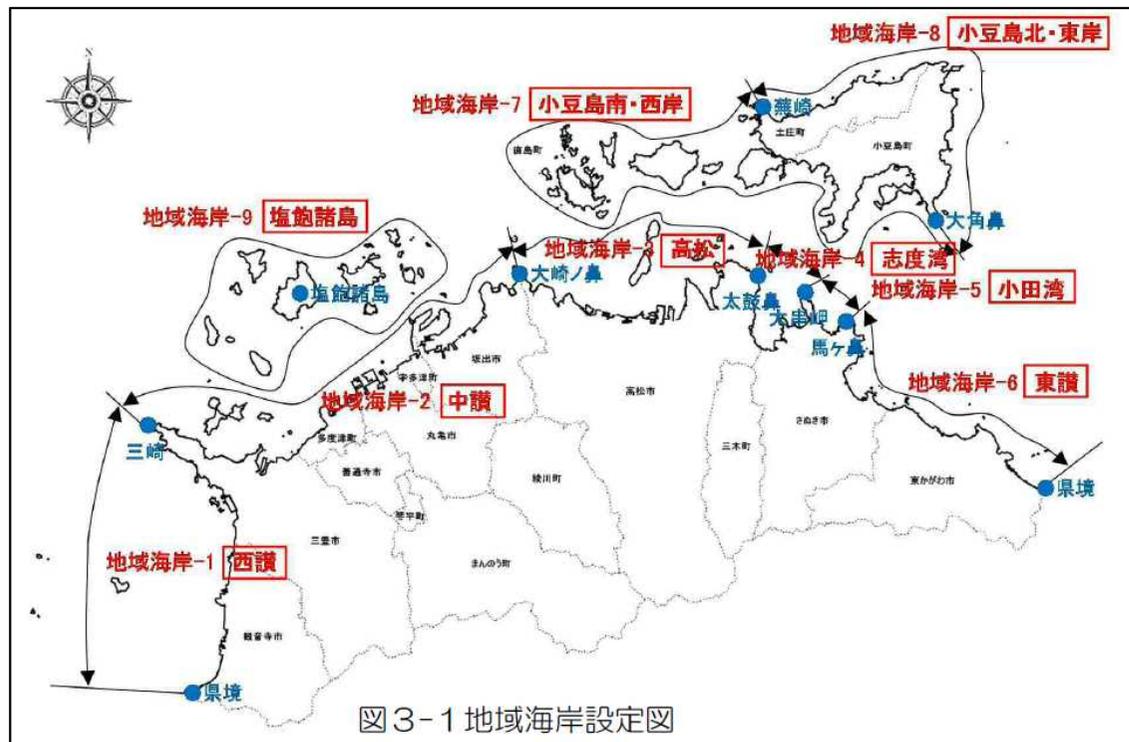


図3-1 地域海岸設定図

■ 地域海岸設定図

地域海岸名	市町名	代表港湾名	① 期望平均満潮位 (T.P. +m)	② 津波波高 (m)	③ 津波水位 ①+② (T.P. +m)	④ せり上がり (m)	⑤ 設計津波水位 ③+④ (T.P. +m) 少数2位切上	⑥ 広域地盤沈下量 (m)	⑦ 余裕高 (m)	堤防等整備高 ⑤+⑥+⑦ (T.P. +m)
1 西 讃	観音寺市	豊浜港	2.02	0.44	2.46	0.06	2.6	0.81		3.5
	三豊市	仁尾港								
2 中 讃	三豊市	詫間港	1.78	0.60	2.37	0.14	2.6	0.34		3.0
	多度津町	多度津港								
	丸亀市	丸亀港								
	宇多津町	宇多津港								
3 高 松	坂出市	坂出港	1.09	1.09	2.18	0.01	2.2	0.26		2.5
4 志 度 湾	高松市	牟礼港	1.10	1.63	2.73	0.07	2.8	0.29	0.1m以内で丸める	3.1
5 小 田 湾	さぬき市	志度港	1.02	0.68	1.7	0.17	1.9	0.29		2.2
6 東 讃	さぬき市	津田港	0.86	1.05	1.91	0.13	2.1	0.58		2.7
7 小豆島南・西岸	東かがわ市	引田港	1.00	1.34	2.34	0.17	2.6	0.19		2.8
	土庄町	土庄港								
	小豆島町	内海港								
8 小豆島北・東岸	直島町	宮浦港	1.07	1.14	2.21	0.07	2.3	0.2		2.5
	小豆島町	福田漁港								
9 塩飽諸島	丸亀市	-	1.67	0.52	2.19	0.02	2.3	0.22		2.6

※期望平均満潮位及び津波波高は地域海岸毎での代表値である。

※広域地盤沈下量及び堤防等整備高は、地域海岸毎での最大値である。

出典:「香川県地震・津波対策海岸堤防等整備計画(令和6年3月)」より引用

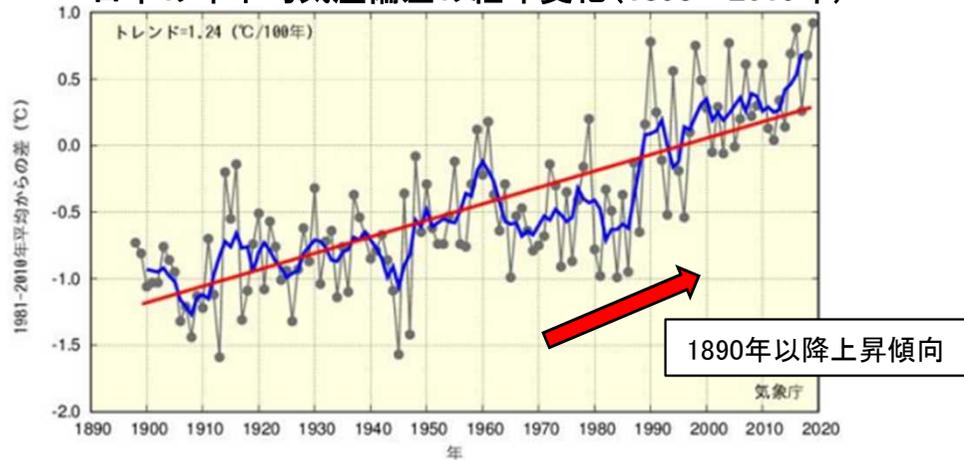
5-3. 将来の外力変化量の検討方針

5-3-1. 気候変動シナリオの設定



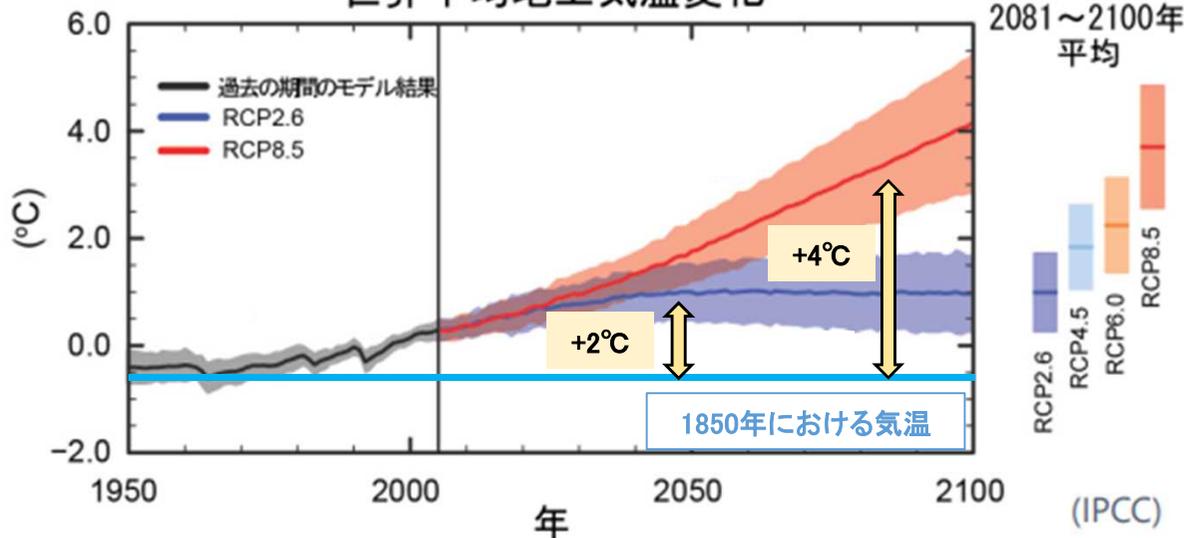
- 対象とする外力の将来予測は、「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について(海岸4省庁)」を踏まえ、IPCC第5次評価のRCP2.6シナリオ(2°C上昇相当)における将来予測の平均的な値を前提とします。

日本の年平均気温偏差の経年変化(1898~2019年)



出典:「日本の気候変動2020(文部科学省・気象庁 令和2年12月)」

世界平均地上気温変化



出典: IPCC第5次評価報告書

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方法等について

- 規定する設計高潮位及び設計波を今後、設定及び見直しをするに当たっては、気候変動の影響による平均海面水位の上昇、台風の強化等を考慮する必要がある。
- 対象とする外力の将来予測は、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方」提言(令和2年7月)を踏まえ、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)シナリオのうち、RCP2.6シナリオ(2°C上昇相当)における将来予測の平均的な値を前提とすることを基本とする。

出典: 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方法等について(海岸4省庁通知、令和3年8月)

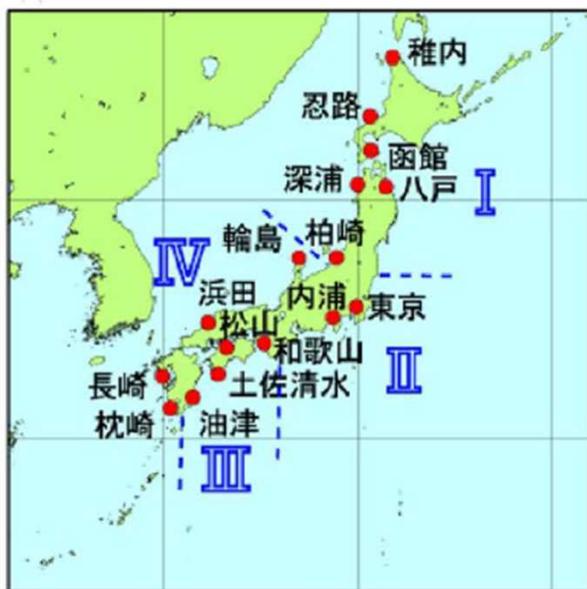
5-3-2. 将来の海面上昇量



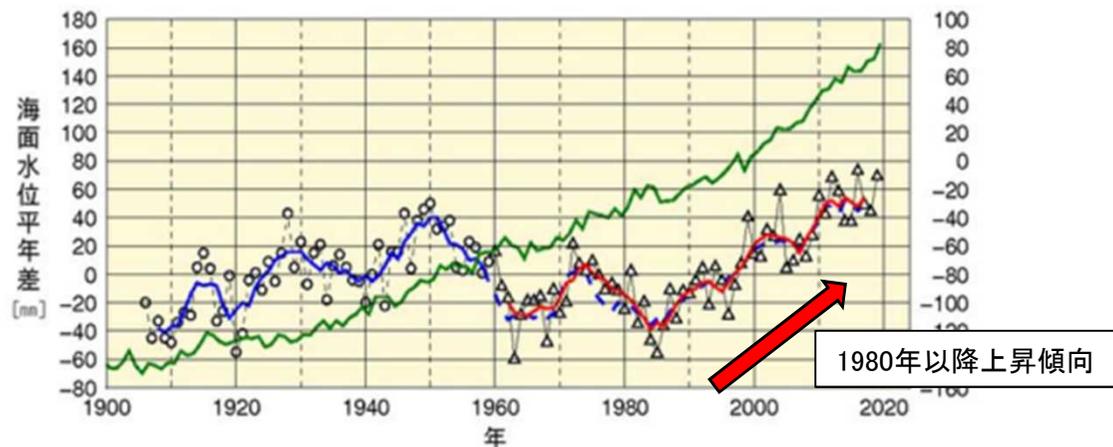
- 「気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定に関する参考資料等について(海岸4省庁)」において提示されている「日本の気候変動2020(文部科学省・気象庁、令和2年12月)」に基づき、気候変動を踏まえた将来の海面上昇量を設定。
- 香川県沿岸が属する領域Ⅲの2°C上昇シナリオでは、**海面上昇量+0.39m(+4.1mm/year)**が設定されている。

■ 20世紀末(1986~2005年平均)と比べた21世紀末(2081~2100年平均)における海面上昇量

シナリオ	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	領域Ⅱ 関東・東海地方	領域Ⅲ 近畿~九州地方 太平洋側沿岸	領域Ⅳ 北陸地方から九州地方 日本海側沿岸
2°C上昇シナリオ (RCP2.6)	0.38m (0.22~0.55m)	0.38m (0.21~0.55m)	0.39m (0.22~0.56m)	0.39m (0.23~0.55m)
4°C上昇シナリオ (RCP8.5)	0.70m (0.45~0.95m)	0.70m (0.45~0.95m)	0.74m (0.47~1.00m)	0.73m (0.47~0.98m)



■ 日本沿岸の海面水位の推移(1906年~2019年)

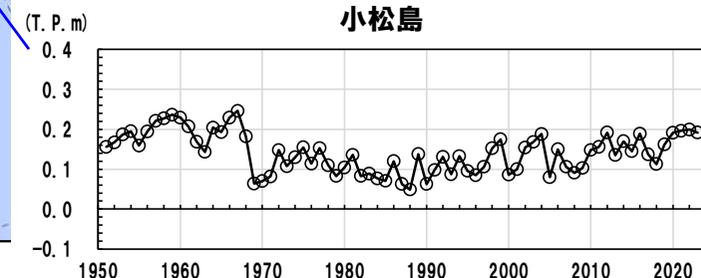
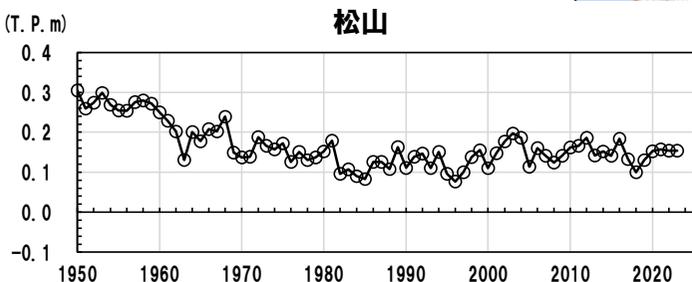
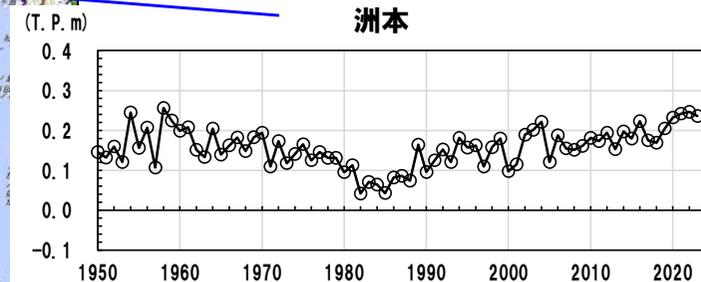
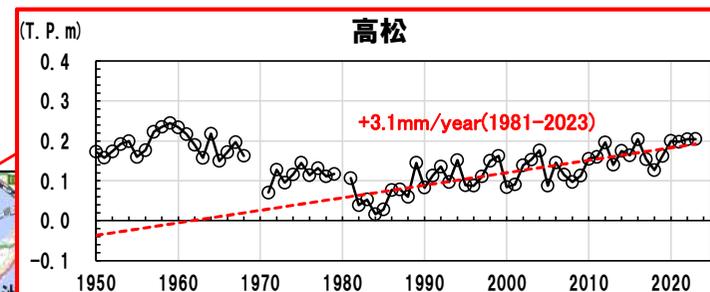
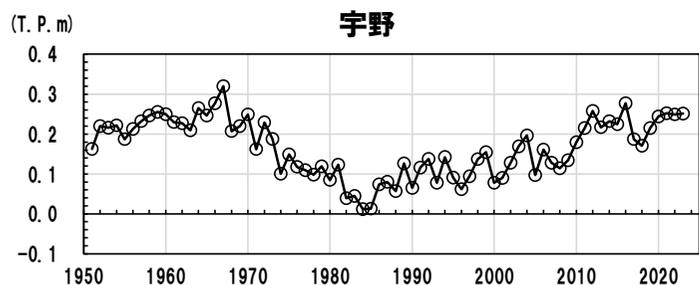


出典: 「日本の気候変動2020(文部科学省・気象庁 令和2年12月)」

5-3-3. 年平均海面水位の経年変化実績



- 長期間の観測が行われている気象庁所管の検潮所の年平均海面水位の経年変化を下記に示す。松山を除いた検潮所では1980年以降、年平均海面水位が上昇していることが確認できる。
- 高松検潮所での1981年（検潮所移設後）以降の海面上昇量をみると年平均+3.1mmとなっており、平均海面水位の上昇量は概ね「日本の気候変動2020」で示されている範囲内であることから、**2100年時点での平均海面水位の上昇量は+39cmを用いることとする。**



地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆

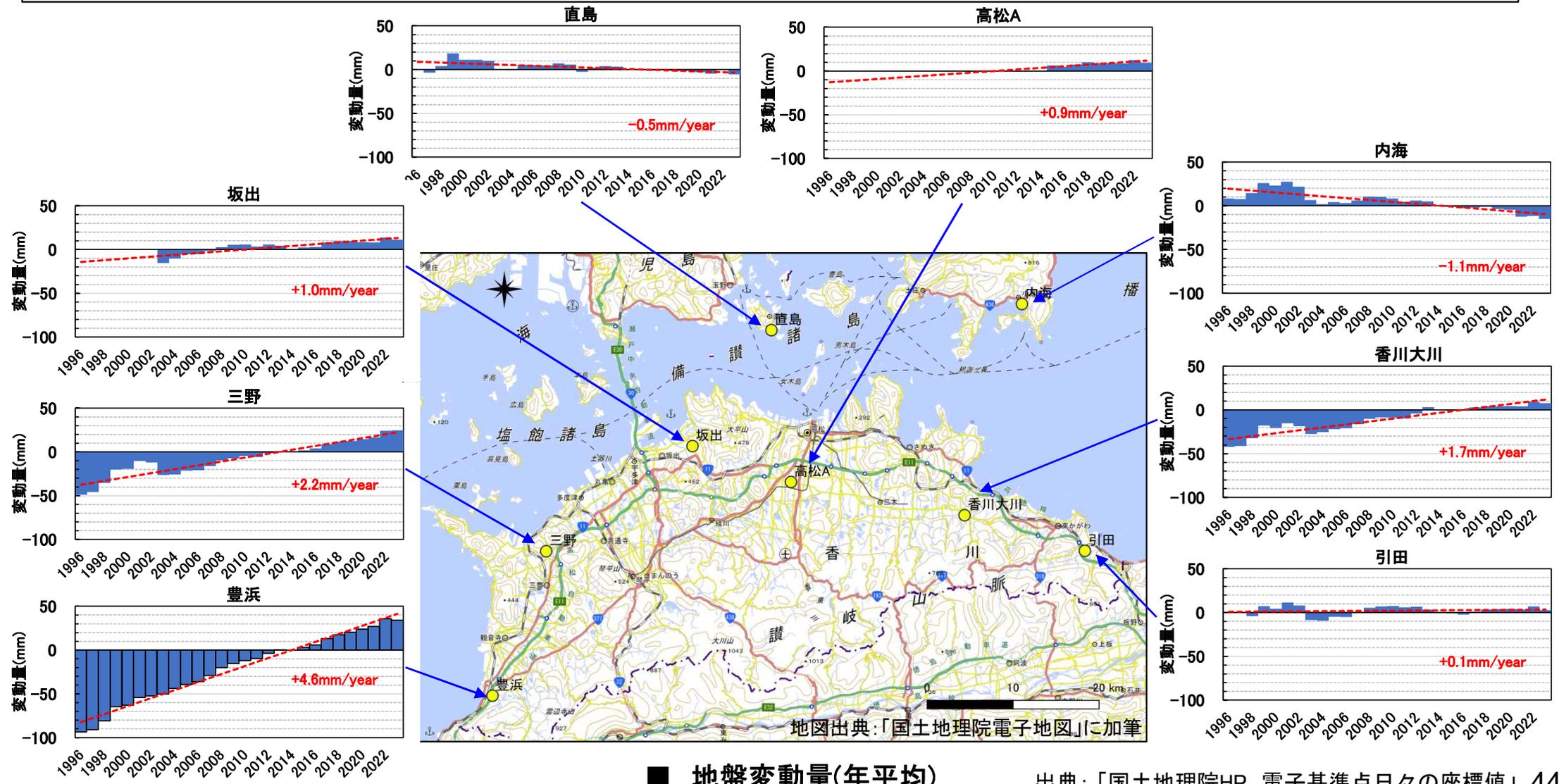
■ 各検潮所における年平均海面水位の経年変化

出典:気象庁HP「各年の潮汐」より引用。なお、潮位高をT.P.基準とするため取付水準点と観測基準面との高低差の変更履歴を考慮して作成している。

5-3-4. 地盤変動量の補正



- 香川県沿岸の電子基準点の地盤高データを収集し、年別平均の時系列変化を整理した。
- 地盤変動量は沈下傾向の箇所では概ね年間1mm前後とそれほど顕著な変動ではないことから、潮位について地盤変動量の補正は行わないこととする。



■ 地盤変動量(年平均)



潮位偏差・波浪の検討方針

- 「気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等について(水管理・国土保全局、令和6年1月)」では、2種類の手法(想定台風、不特定多数の台風)による検討が望ましいと記載されている。

(別紙) 気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等

一 気候変動の影響を踏まえた潮位偏差や波浪の推算方法

気候変動の影響を踏まえた潮位偏差や波浪の推算方法については、「令和3年度課長補佐通知」にて、主に2つの手法を提示しつつ、その適用性等を整理している。各都道府県においては、現行計画における計画外力の設定方法を踏まえて、適切な手法で検討いただいているところ、検討結果の妥当性の検証の観点から、片方の手法で外力を検討した後、もう一方の手法にて検討することが望ましい。

《参考》「令和3年度課長補佐通知」における提示手法

A：想定台風

d4PDF等を用いて、想定台風の中心気圧について生起確率(当該外力が何年に一回発生するかを表す確率)を求め、気候変動後に同等の生起確率となる中心気圧を有する想定台風を設定し、高潮シミュレーション等により潮位偏差や波浪を算出する手法

B：不特定多数の台風

d4PDF等による不特定多数の台風から、現行計画における潮位偏差や波浪の生起確率を求め、気候変動後に同等の生起確率となる潮位偏差や波浪を算出する手法

出典：「気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の検討に関する留意事項等について(水管理・国土保全局、令和6年1月)」

5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法



台風強大化の予測手法

- 国の「気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の計画外力の設定に関する参考資料等について（海岸4省庁通知、令和3年8月）」によって提案された下表の手法Aは想定台風を対象にした方法、手法Bは多くのサンプルを確保した確率評価による手法である。

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	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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 多数のサンプル確保可能であり、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乘せして仮想的に考慮（疑似温暖化手法）	<ul style="list-style-type: none"> 従来、想定台風で外力を想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台風を推定	<ul style="list-style-type: none"> MPIの理論を応用して、d2PDF/d4PDF等の気候値から気候的 maximum 高潮偏差をシームレスに推定する手法等 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 多数のサンプル確保可能であり、外力が確率年で設定されている沿岸で適用性がある

出典：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（都道府県宛事務連絡、令和3年8月）

5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法



潮位偏差・波高の将来変化の予測手法の選定

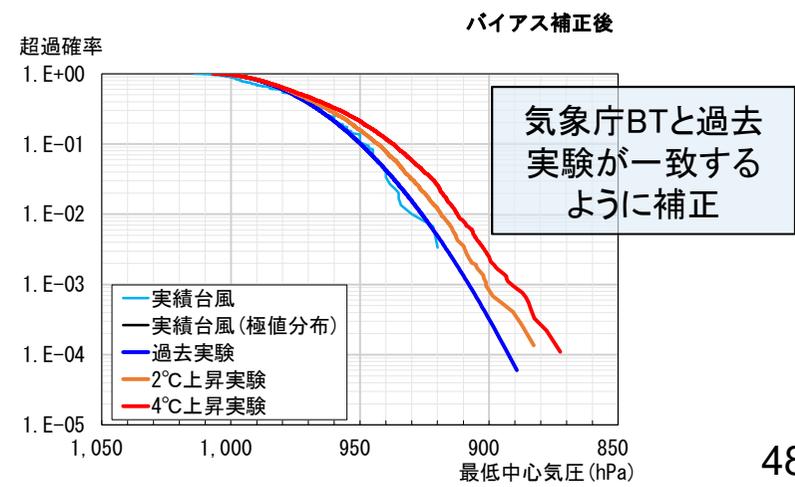
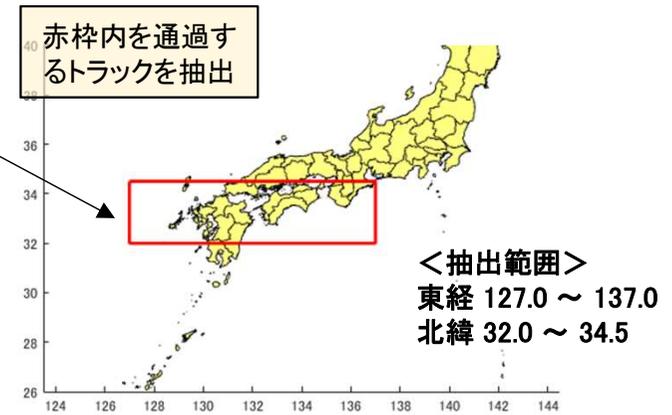
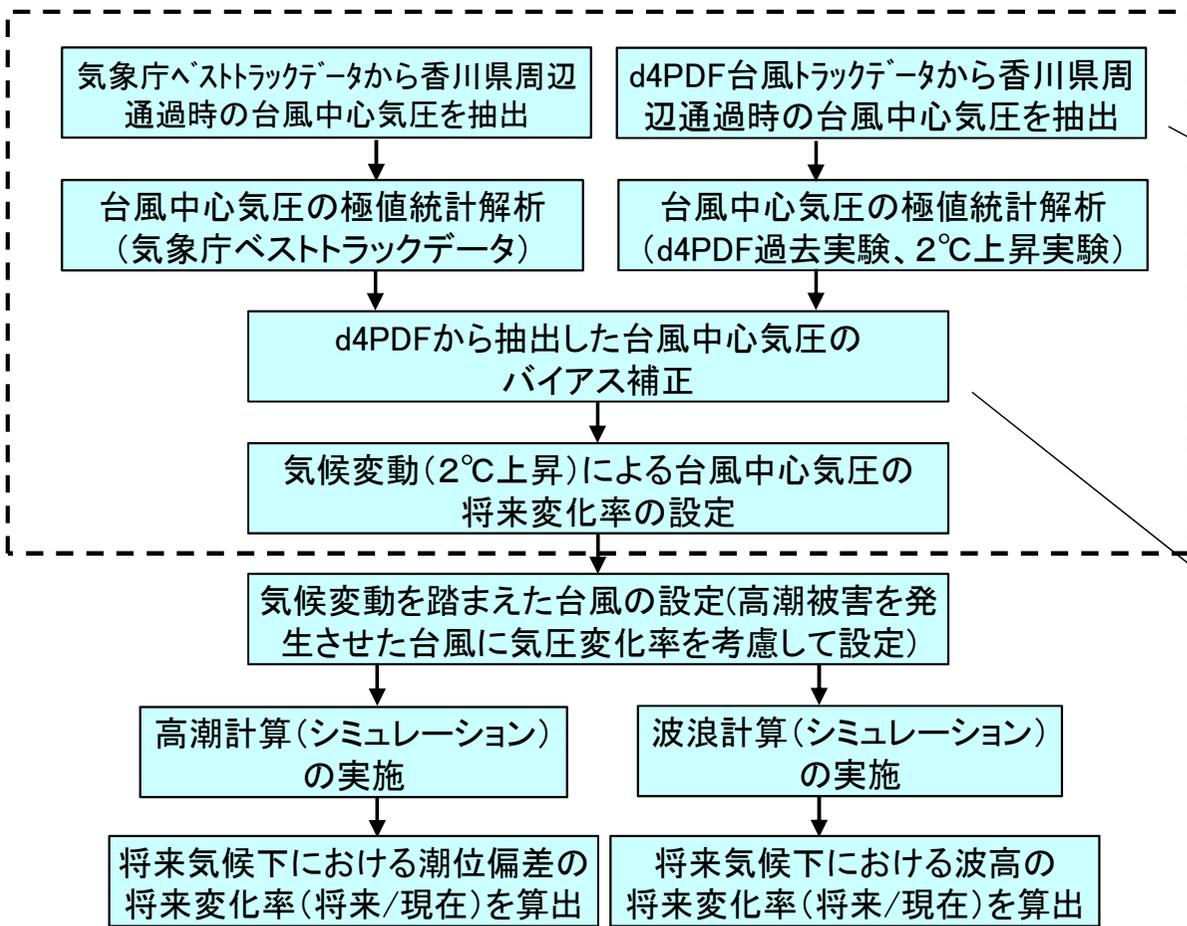
- **潮位偏差については**、現行計画では設計高潮位に既往最高潮位を採用しており考え方は手法Aに近いこと、また、手法Bで計算する場合、d4PDFの数万ケースに対してモデルを組んで高潮計算(県全域のシミュレーション)することになり現実的でないことから、**A-1(想定台風解析)のみ採用し計算する。**
- 一方、**波高については**、手法AにおいてはSWAN等推算方法が確立されていること、手法BにおいてはSMB法を適用できることから、**A-1(想定台風解析)を基本手法とし、B-1(d4PDF抽出解析)を補足手法として計算を行う。**

手法	A: 想定台風	B: 不特定多数の台風
	A-1: 想定台風解析	B-1: d4PDF抽出解析
特徴	・想定台風の諸元(中心気圧等)に気候変動影響を反映	・d4PDFの台風から本沿岸に影響ある台風を解析
メリット	・B-1と比較して、台風抽出時の偏りが少ない ・計算負荷が低い	・数多くの計算の実施によって、様々な台風情報(経路、気圧等)の変化を考慮した確率評価が可能
デメリット	・単一の台風では確率評価ができない	・計算ケース数が少ないと台風抽出時の偏りが増大し、外力変化を正しく評価できない可能性がある
本沿岸への適用性	・設計高潮位については第二室戸、平成16年台風16号の実績台風に基づいて設定されており、適用性は高い	・計算負荷の低い計算モデルを採用することによって計算負荷を低減できる可能性が高い

5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法(手法A)



- 気候変動を踏まえた潮位偏差・設計波高の設定に向けた検討方針(A-1(想定台風解析))
- 将来気候下において、設定する想定台風と同等の生起確率となる台風中心気圧を設定し、現在気候と将来気候の高潮及び波浪のシミュレーションを実施する。
 - 推算結果からそれぞれの将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の潮位偏差及び設計波浪に将来変化率を乗じて将来気候下における値を算出する。



■ 潮位偏差・設計波高の設定に向けた検討フロー

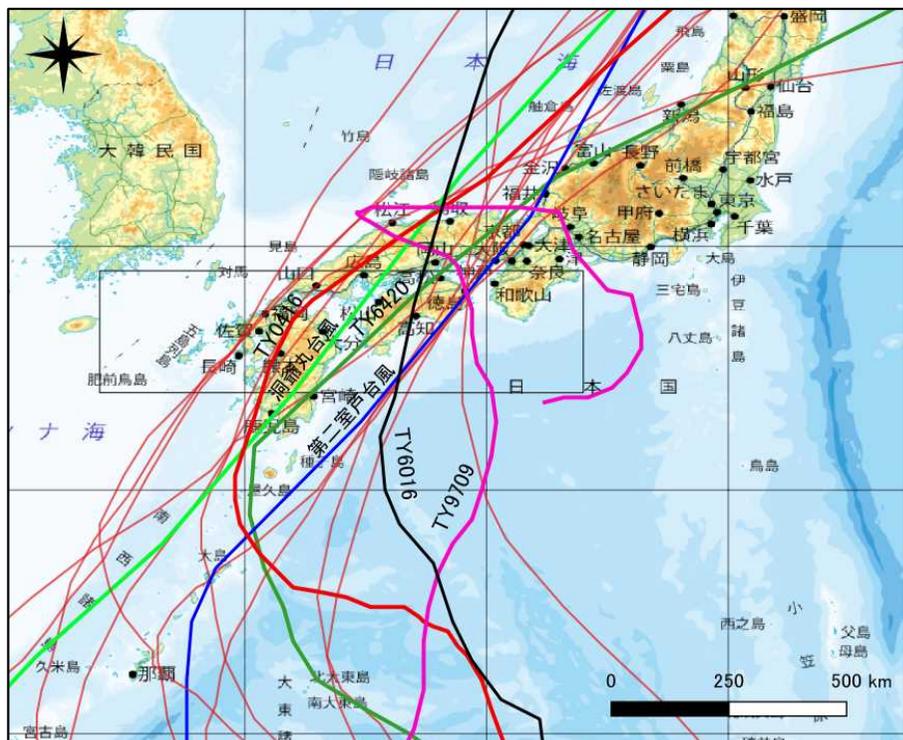
5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法(手法A)



検討する想定台風の設定(A-1(想定台風解析))

- 現行の讃岐阿波沿岸及び燧灘沿岸の海岸保全基本計画では、設計高潮位は既往の最高潮位(第二室戸台風または平成16年の台風16号来襲時の潮位)を基準としていることから、**検討する想定台風については、第二室戸台風及び平成16年台風16号を基本とする。**
- 一方、香川県沿岸は瀬戸内海東部に位置しており、これまでも周防灘、燧灘、播磨灘を通過する台風によって顕著な高潮が発生していることから、これらの台風についても経路が重ならないように**想定台風として選定する。**

地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆



■ 検討する特定台風の経路

■ 検討する特定台風の選定

	台風名	潮位偏差 (順位)	選定理由
1	<u>洞爺丸台風</u>	0.99m(6位)	顕著な高潮災害が発生
2	<u>台風196016号</u>	0.91m(12位)	香川県西部を北上した台風
3	<u>第二室戸台風</u>	0.83m(17位)	既往最高潮位を記録(丸亀、宅間、観音寺)
4	<u>台風196420号</u>	1.09m(第4位)	高潮浸水想定区域図の危険コースに近い台風の一つ
5	<u>台風199709号</u>	0.98m(第8位)	香川県東部を北上した台風、播磨灘を通過
6	<u>台風200416号</u>	1.24m(第1位)	既往最高潮位を記録(丸亀、宅間、観音寺以外の主要港)

5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法(AB共通)

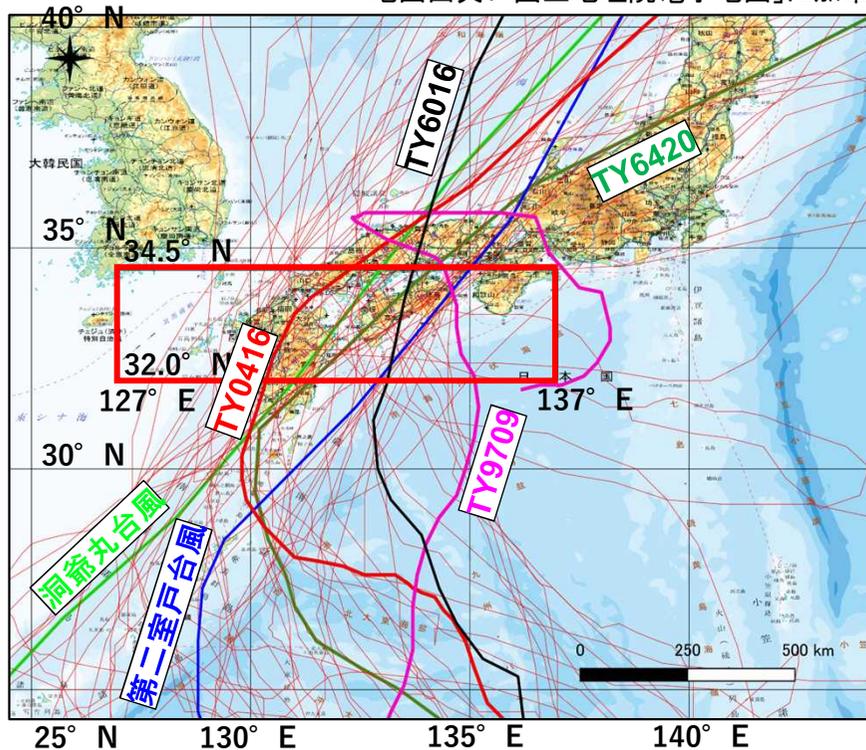


台風抽出範囲の検討

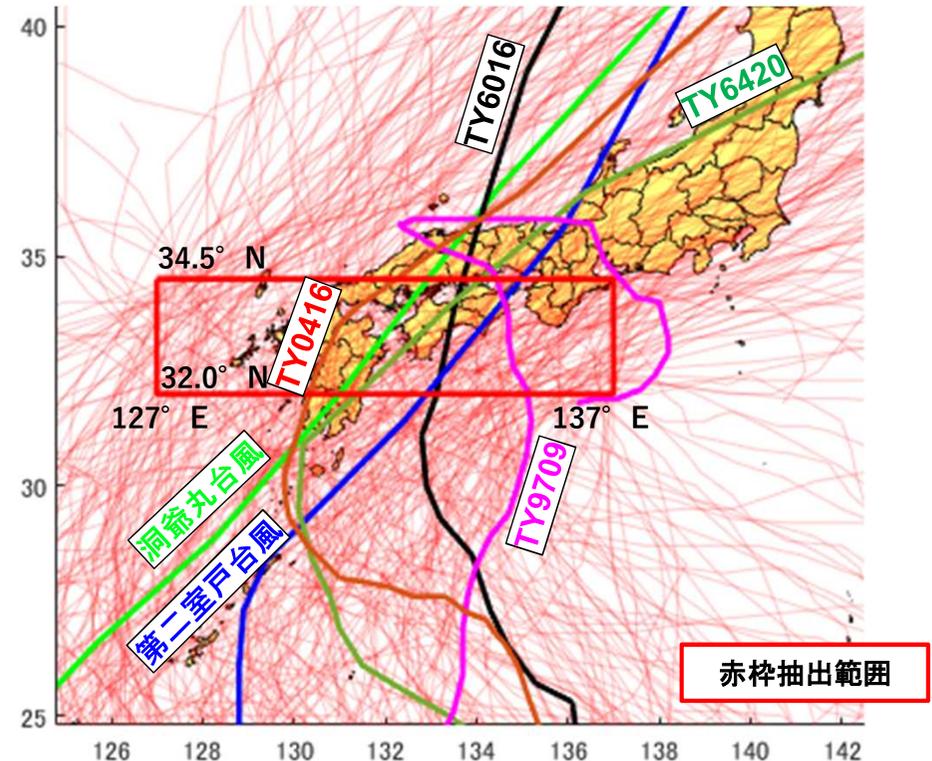
- 香川県沿岸部に顕著な高潮を生じうる台風経路を抽出し、範囲を設定することとする。
- 抽出する台風は、高松検潮所において0.5m以上の潮位偏差を発生させた台風とした。(左図)
- 抽出した台風は、下図に示す赤枠で囲んだ範囲を通過することが確認できた。
- d4PDFのトラックデータの抽出範囲は、実績台風の最大包絡とし、以下のように設定する。

東経 127.0° ~ 137.0° 北緯 32.0° ~ 34.5°

地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆



■ 顕著な高潮が発生した台風経路



■ 最大包絡の赤枠内を通過する全台風経路

5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法(AB共通)

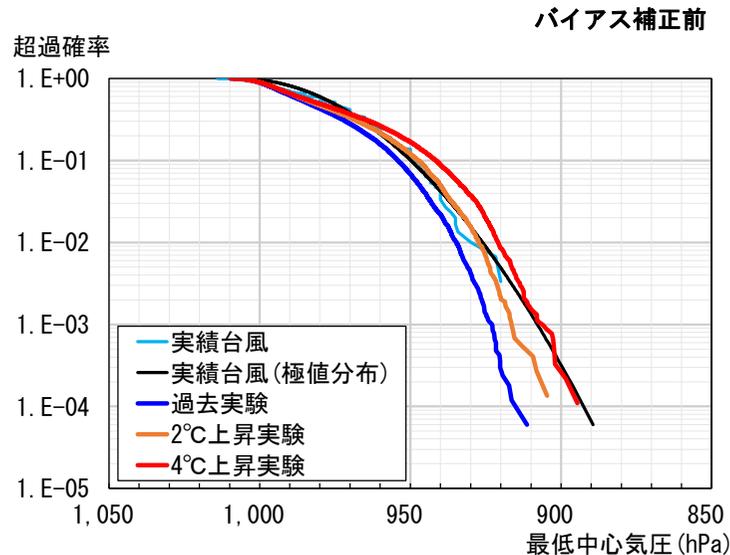


台風の最低中心気圧のバイアス補正

- d4PDFは高解像度なモデルによる数値実験結果であるものの、その格子幅よりも小さいスケールでの現象(例えば、台風の日やその中心気圧)は適切に表現できない。そのため、簡略化や近似して表現をしておき、数値実験結果から得られる気候の情報と現実の気候の情報にはズレ(バイアス)が生じる。
- バイアス補正によって、d4PDFの台風の性質を実現象(現実)に近づける。

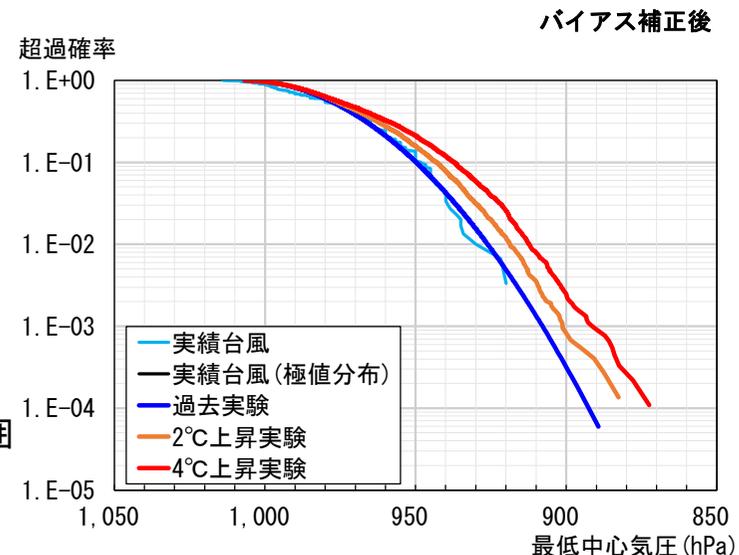
【バイアス補正】

- 抽出範囲内の台風について、最低中心気圧に対する超過確率を緯度 2.5° 毎に整理(左図)
- 実績台風(気象庁ベストトラック)と過去実験のプロットに乖離が見られるため、以下の手順①~③に基づき、最低中心気圧のバイアス補正を実施(右図)
 - ①: 実績台風*と過去実験のプロットが一致するように中心気圧を補正。
 - ②: 「①」の結果に基づき、超過確率毎の中心気圧の補正倍率を算定。
 - ③: 「②」で算定した補正倍率を、 2°C 上昇実験と 4°C 上昇実験にも乗算。



➡

バイアス補正
32.0-34.5° の範囲

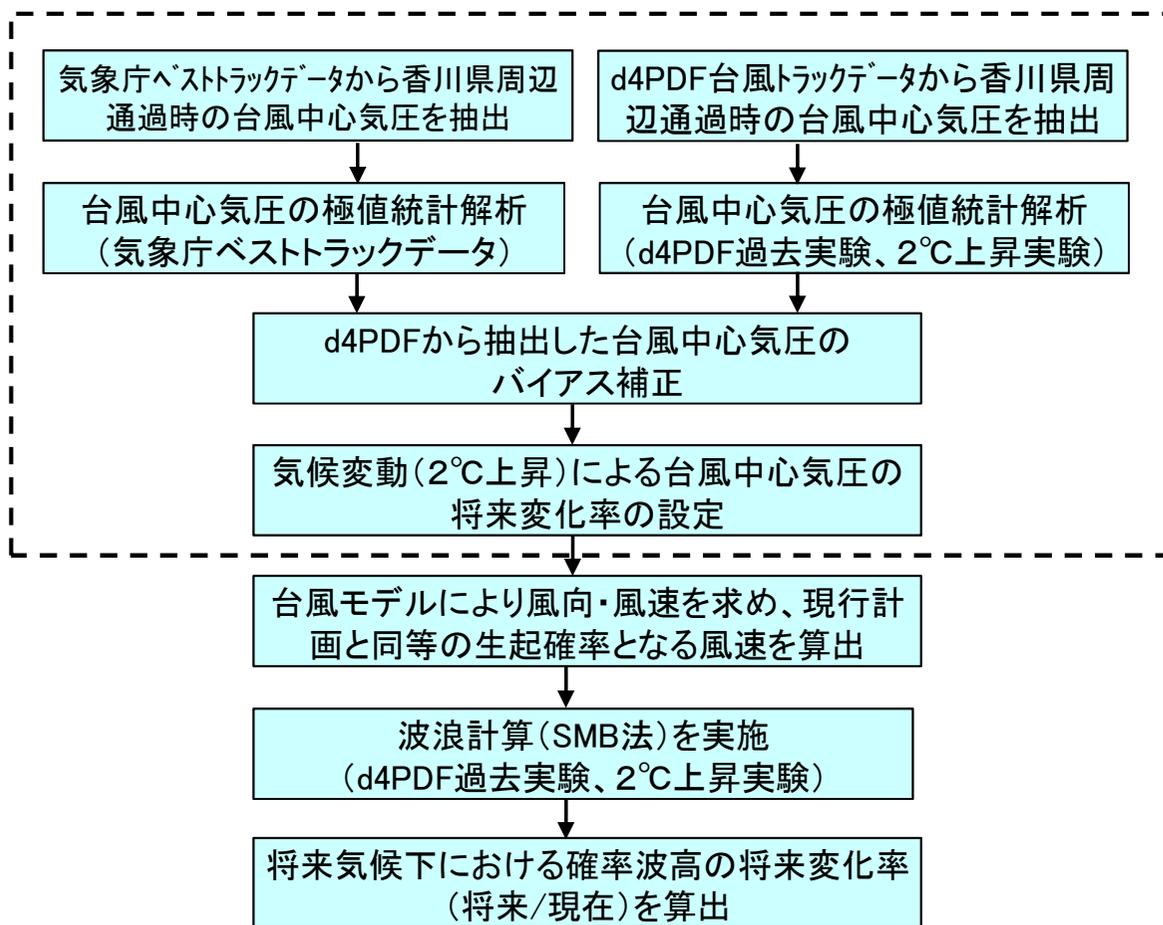


5-3-5. 将来の潮位偏差・波高増大量の算出方法(手法B)



気候変動を踏まえた設計波高の設定に向けた検討方針(B-1(d4PDF抽出解析))

- d4PDFによる不特定多数の台風を用い、台風モデルにより香川県沿岸の代表地点(下記の右図5地点)において風向・風速を求める。
- 次に、現行計画における風速の生起確率を確認し、気候変動後に同等の生起確率となる風速を算出し、それぞれの風速を用いてSMB法により波高を算出し、将来変化率を求める。



■ 設計波高の設定に向けた検討フロー



■ 波浪推算位置の設定イメージ

5-3-6. 将来の設計高潮位の設定方法



設計高潮位の設定方法（「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」）

- 設計高潮位の設定に当たっては、
 - (1) 既往最高潮位 ← 県事業における設計高潮位
 - (2) 朔望平均満潮位 (H.W.L.) に既往の潮位偏差の最大値を加えたもの
 - (3) 朔望平均満潮位 (H.W.L.) に推算した潮位偏差の最大値を加えたものに**気象の状況及び将来の見通しを勘案して必要と認められる値を加えたもの**のうちから、当該海岸保全施設の背後地の状況等を考慮して海岸管理者が総合的に判断して定めるものとされており、本県ではこれまで(1)既往最高潮位を設計高潮位としてきた。

- 将来の設計高潮位は下記の式で設定する。

$$\blacksquare \text{ 将来の設計高潮位} = (\text{H.W.L.天文潮位成分} + \text{平均海面水位の上昇量}) + \text{将来の潮位偏差}$$

ここで、潮位偏差については、上記のとおり、既往最高潮位を設計高潮位に設定しているため、下記の2通りで設定することが考えられる。

- ① 既往最高潮位から朔望平均満潮位を差し引いた値を気候変動前の潮位偏差とし、その潮位偏差に気候変動による影響を見込む → 潮位偏差 = 既往最高潮位 - 朔望平均満潮位
 - ② 既往最高潮位を記録した台風通過時において発生した最大潮位偏差を気候変動前の潮位偏差とし、その潮位偏差に気候変動による影響を見込む
- 本検討においては、**2通りの結果を踏まえ、将来の設計高潮位の設定を行う。**

5-4. 高潮・波浪推算モデルの構築

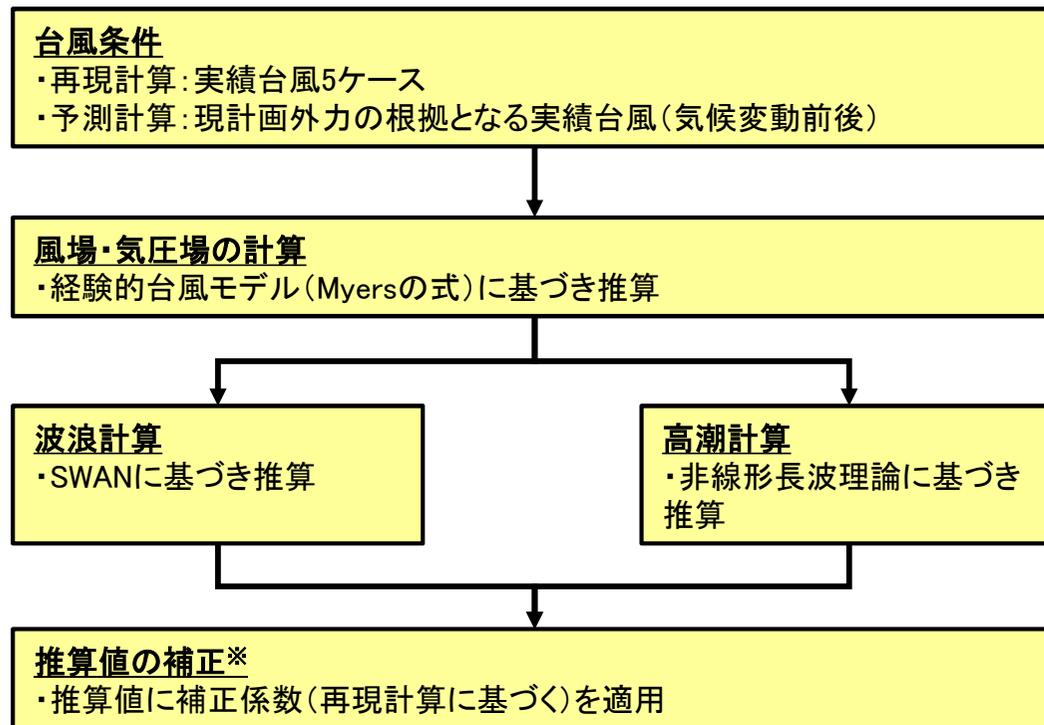
5-4-1. 高潮・波浪推算の条件設定(手法A)



高潮・波浪計算の条件設定(概要)

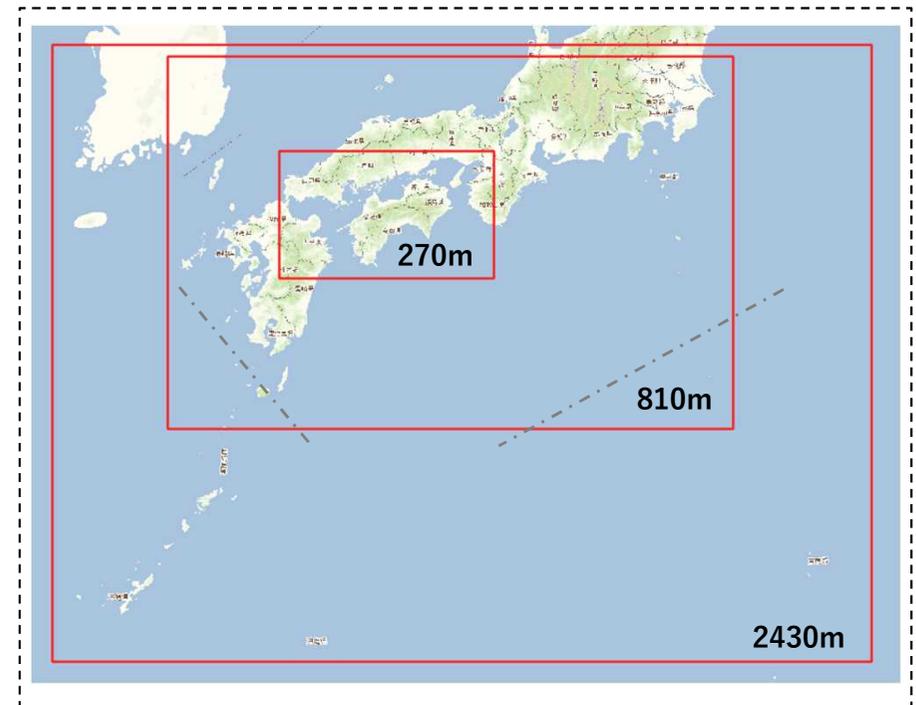
- 以下フローに基づいて、風場・気圧場計算、波浪計算、高潮計算を実施する。
- 多数の台風の計算が必要なことを踏まえ、地形の精度と計算速度の兼ね合いから下記の図に示す計算領域を構築する。
- 高潮計算においては対象沿岸が瀬戸内海であり、外洋と比べてセットアップの影響は小さいことから、ラディエーションストレスは考慮しないこととする。

■ 計算フロー



※気候変動前後の推算値(潮位偏差、波高)に一律の補正係数を乗じるため、補正の有無は外力変化率に影響しない。

■ 計算領域



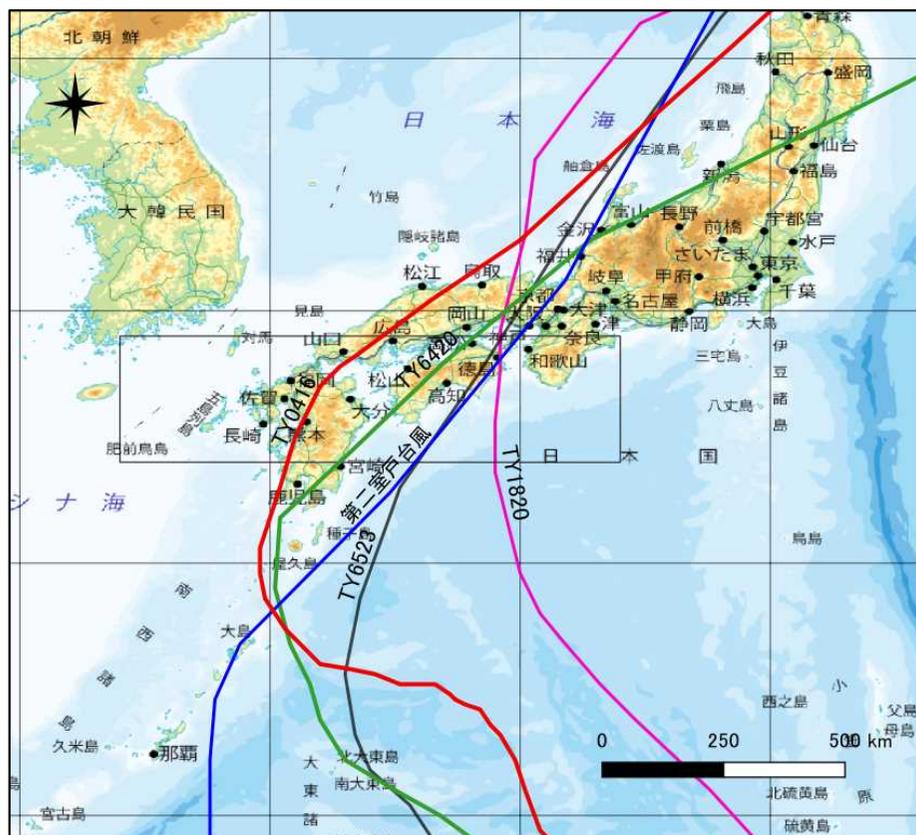
5-4-2. 高潮・波浪再現計算対象台風(手法A)



高潮・波浪再現計算対象台風

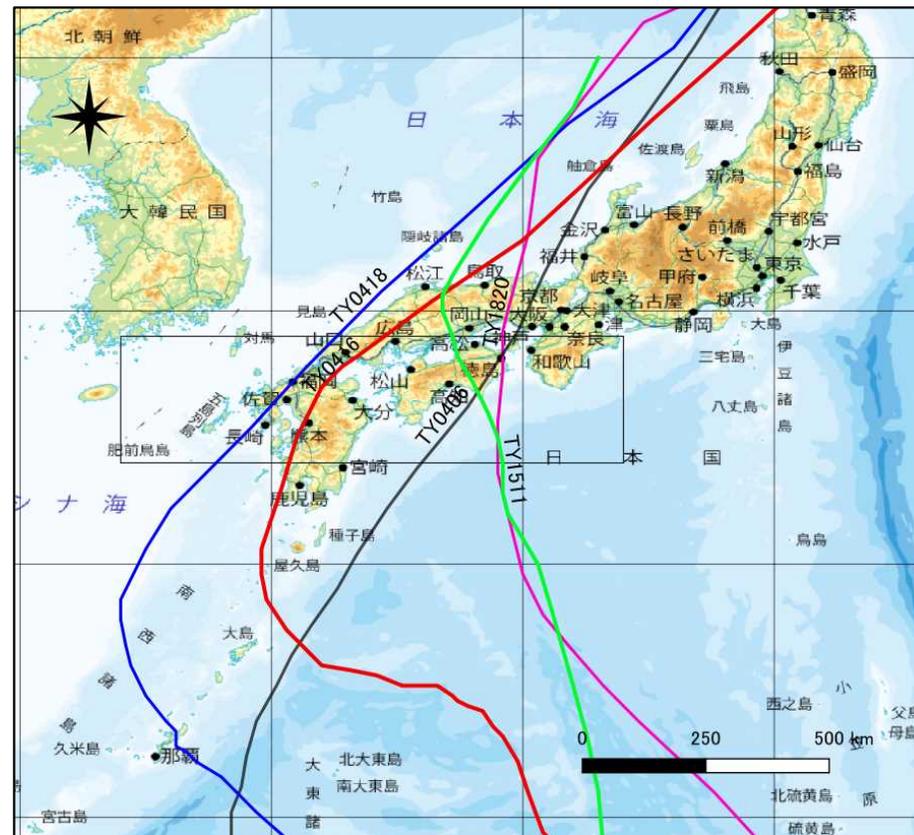
- 高潮は、観測値との比較を行うことを踏まえ、経路ができるだけ重複しないように5経路選定する。
- 波浪は、経路ができるだけ重複しないことに加え、播磨灘での波浪観測記録との再現性を確認するため、平成12年(2000年)以降の台風から5経路選定する。

地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆



■ 高潮の再現計算台風経路

地図出典:「国土地理院電子地図」に加筆



■ 波浪の再現計算台風経路

5-4-3. 高潮計算の条件設定(手法A)



高潮計算の条件設定(詳細)

- 計算手法は「高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2.11」(令和5年4月)に準拠。
- 不特定多数の台風を計算対象にすることから、気圧・風場は中心気圧に応じた経験式、風の変換係数は一定値を設定。

項目		設定	備考
台風	経路	実績台風(気象庁ベストトラック)より設定	予測計算では、気候変動前後の台風中心気圧を設定
	気圧	実績台風(気象庁ベストトラック)より設定	
	移動速度	実績台風の経路より算定	
気圧 風場	推算手法	経験的台風モデル(Myersの式)	風場は傾度風の式から算定
	最大旋衡風速半径	経験式(河合ら(2005)の提案式または本多・鮫島(2018)の提案式)から最適値を採用	
	風の変換係数(C_1, C_2)	C_1, C_2 を0.05刻みで変化させて再現計算を実施し、最適値を採用	
高潮	推算手法	非線形長波理論	層数1
	基準潮位	再現計算: 最大値の出現時刻 予測計算: 朔望平均満潮位	予測計算では、気候変動前後の朔望平均満潮位を設定
	海面の抵抗係数(C_D)	本多・光易の式	風速45m/s以上は一定値
	粗度係数	海域 0.025	
	境界条件	陸上遡上なし	陸域・海域の境界は完全反射、沖側の境界は無反射
	ラジエーションストレス	未考慮	吹送距離が短く、碎波によるセットアップは小さい
	空間解像度	2430m, 810m, 270mの3領域	ネスティングにより接続
	計算時間間隔	CFL条件を満足する値を設定	

5-4-4. 波浪計算の条件設定(手法A)



波浪計算の条件設定(詳細)

- 計算手法は「高潮浸水想定区域図作成の手引きVer.2.11」(令和5年4月)に準拠。
- 波浪計算には第三世代波浪推算モデル(SWAN version 41.31)を用いる。

項目		設定	備考
台風	経路	実績台風(気象庁ベストトラック)より設定	予測計算では、気候変動前後の台風中心気圧を設定
	気圧	実績台風(気象庁ベストトラック)より設定	
	移動速度	実績台風の経路より算定	
気圧 風場	推算手法	経験的台風モデル(Myersの式)	風場は傾度風の式から算定
	最大旋衡風速半径	経験式(河合ら(2005)の提案式または本多・鮫島(2018)の提案式)から最適値を採用	
	風の変換係数(C_1, C_2)	C_1, C_2 を0.05刻みで変化させて再現計算を実施し、最適値を採用	
波浪	海面の抵抗係数(C_D)	本多・光易の式	風速45m/s以上は一定値
	周波数帯	0.04~1.0Hz	
	周波数分割数	32	
	方向分割数	36	
	波の発達	Komen	デフォルト値
	底面摩擦	考慮	JONSWAP
	砕波	考慮	
	空間解像度	2430m, 810m, 270mの3領域	ネスティングにより接続
	計算時間間隔	300s	

5-5. 津波計算モデルの構築

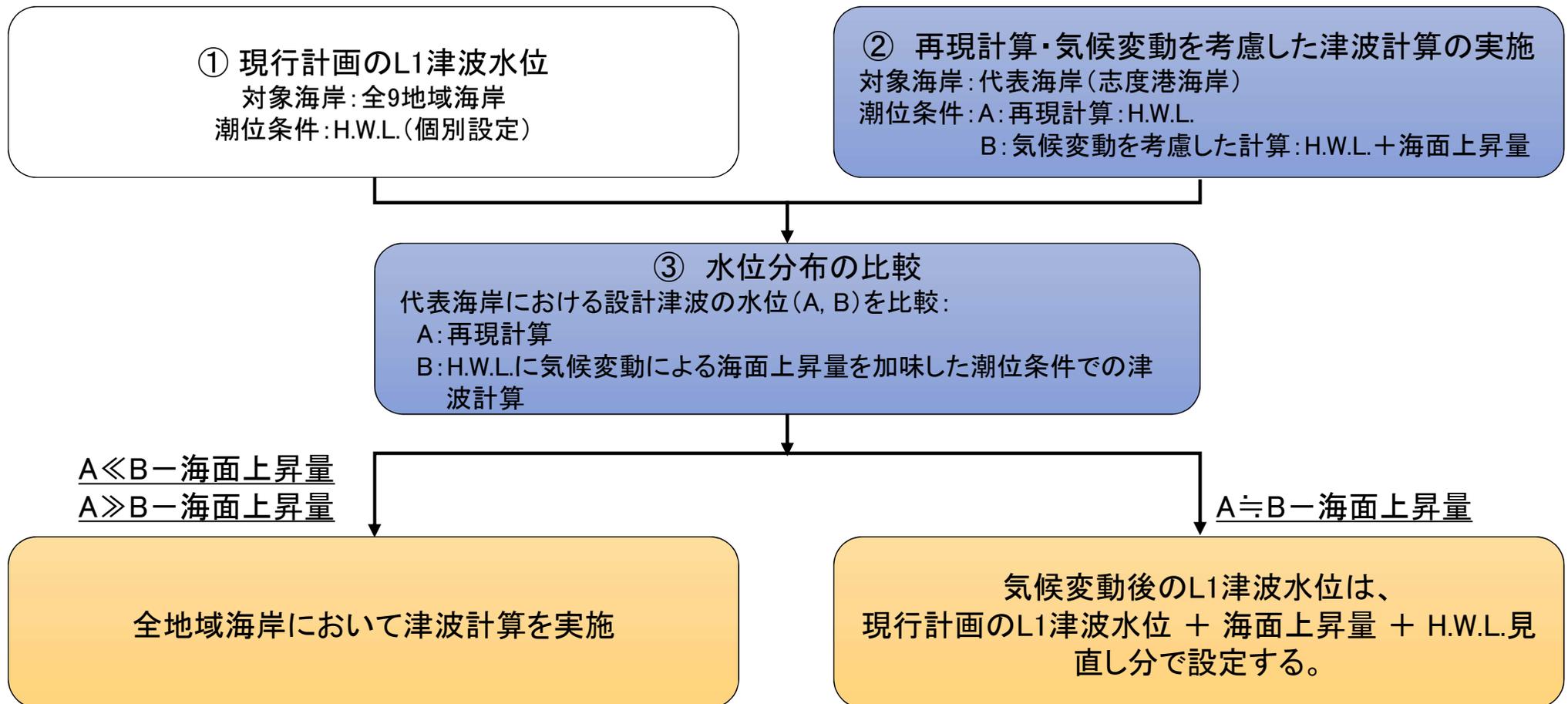
5-5-1. 津波高の検討方針



津波高の検討方針

- 代表海岸において、気候変動による津波高への影響を確認し、香川県沿岸全域での津波計算の必要性を確認する。
- 再現計算と朔望平均満潮位に海面上昇量を加味した潮位条件で津波計算を実施。

■ 津波計算の検討の流れ



5-5-2. 津波計算の条件設定



津波計算の計算手法・計算条件の設定

- ・ 計算手法は「津波浸水想定の設定の手引きVer.2.11」(2023年4月)に準拠する。
- ・ 計算条件は、下記の表に示す。

■ 計算手法・計算条件

設定項目		設定条件 本検討	設定条件 現行計画
計算手法	基礎式	非線形長波理論式	左記同様
	差分スキーム	・空間差分:スタガード格子法 ・時間差分:リーブ・フロッグ法	左記同様
	打ち切り水深	津波先端部で1cm程度	左記同様
計算条件	計算領域	地震発生源より評価対象の海岸・陸域まで	左記同様
	計算格子間隔	2430m→810m→270m→90m→30m→10m	左記同様
	計算領域	ネスティング接続で6領域	左記同様
	地形データ	現行のL1津波水位を算出時に使用された地形と同様	左記同様
	対象とする断層モデル(L1)	・宝永地震モデル (過年度成果を確認し、各海岸のL1津波水位を決定した外力が宝永地震のため)	・宝永地震モデル ・安政地震モデル ・2連動、3連動モデル
	隆起量、沈降量の考慮	・海域・河川域:隆起、沈降とも考慮する ・陸域:完全反射条件のため沈降・隆起ともに考慮しない	左記同様

5-5-2. 津波計算の条件設定



津波計算の計算手法・計算条件の設定

- ・ 計算手法は「津波浸水想定の設定の手引きVer.2.11」(2023年4月)に準拠する。
- ・ 計算条件は、下記の表に示す。

■ 計算手法・計算条件

設定項目		設定条件 本検討	設定条件 現行計画
計算条件	液状化による堤防沈下量	完全反射条件のため、考慮しない	左記同様
	津波による堤防破堤	完全反射条件のため、破堤しない	左記同様
	初期潮位	<ul style="list-style-type: none"> ・再現計算: 現行のL1津波水位を算出時に使用された値と同様 ・気候変動による影響を確認するための計算: 上記の使用値に0.39mを加算 	浸水区域や水深を危険側に想定するため、近年5カ年の朔望平均満潮位の平均値と港湾施設設計上の朔望平均満潮位を比較し、高い方を採用
	計算時間間隔	C.F.L条件に基づき設定	左記同様
	計算時間	12時間を基本とする	左記同様
	沖側境界条件	完全無反射で通過するものと仮定する	左記同様
	陸域境界条件	完全反射条件(壁立て条件)とする	左記同様
粗度係数	現行のL1津波水位を算出時に使用された値と同様(海域/水域:0.025、その他個別設定)	左記同様	

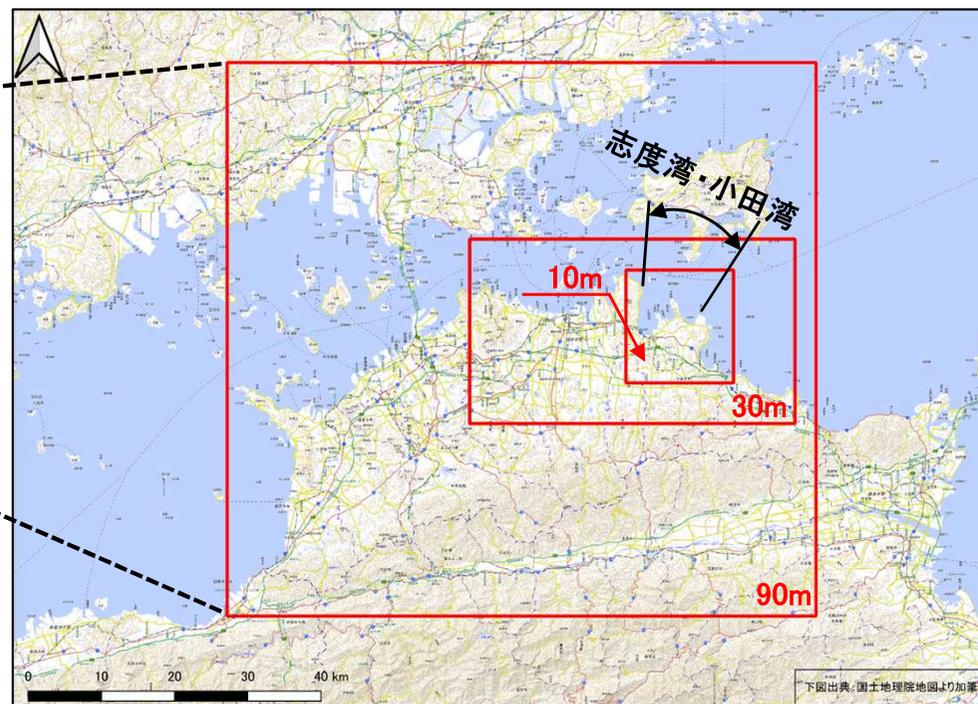
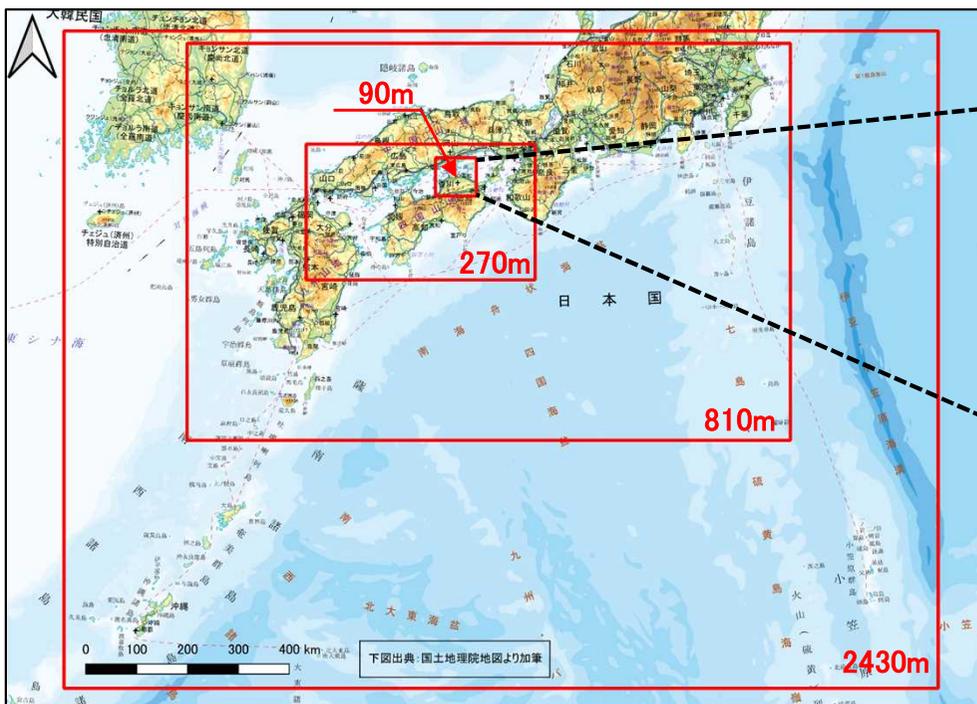
5-5-3. 津波計算の計算領域



計算領域

- 現行計画のL1津波水位と比較するために、過年度検討と同様なメッシュサイズ(最小10mメッシュ)で計算領域を構築する。
- 試算を実施する領域について、現行計画のL1津波水位が最も高い海岸(志度港海岸)を格納する10mメッシュ領域とする。

■ 計算領域





設計津波の再現計算(宝永地震)

- 現行のL1津波水位の外力である宝永地震を対象に津波の再現計算を実施した。
- 再現性を確認するために、「津波浸水想定の設定の手引き」に記載の相田指標を用いて評価し、良い再現性を確認した。

■ 相田指標の式

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i \quad \log \kappa = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right]^{1/2}$$

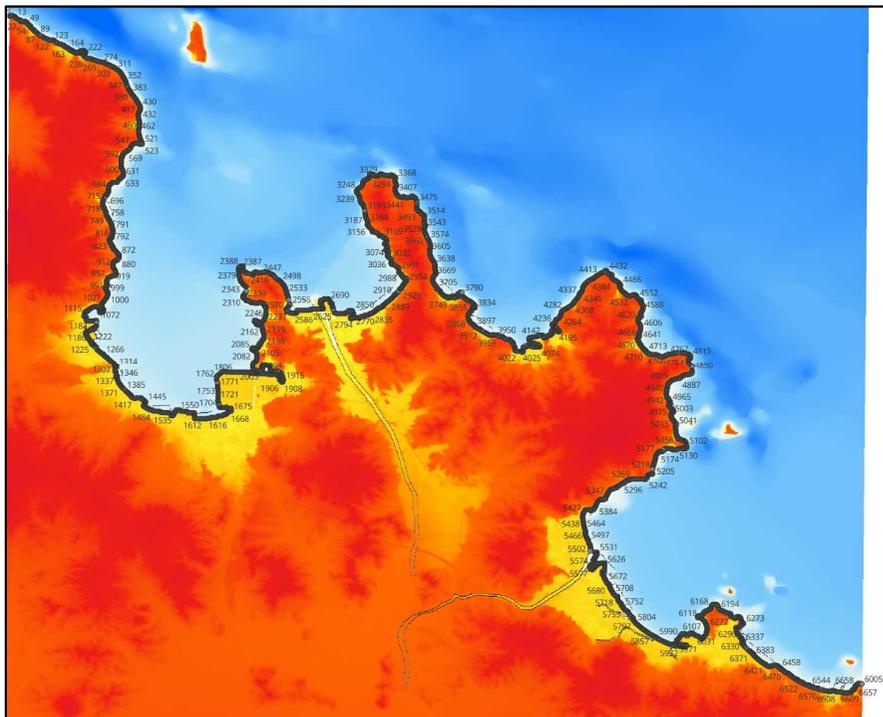
なお、 K と κ は、次の条件となることが、一般的には目安とされている¹⁷。

$$0.95 < K < 1.05 \quad \kappa < 1.45$$

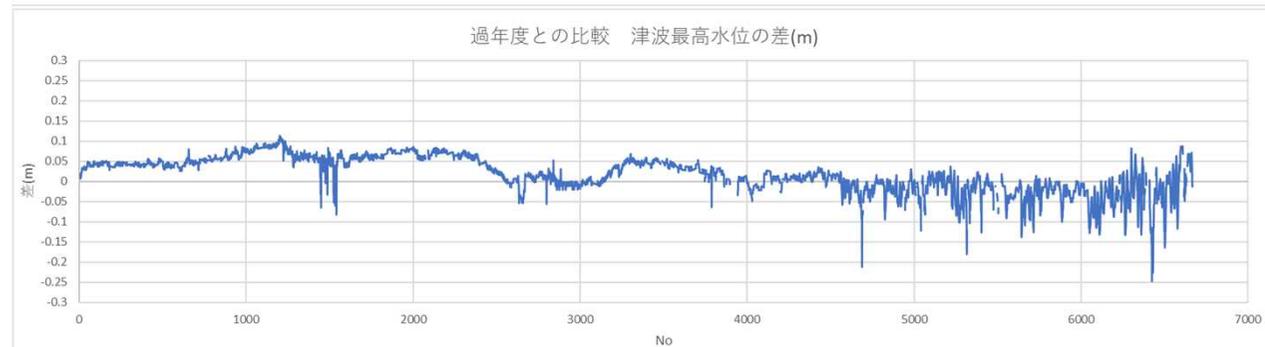
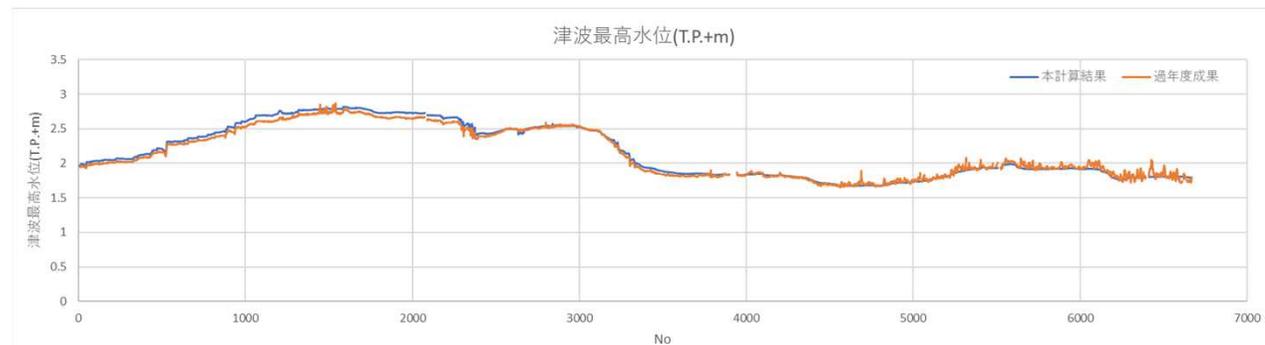
出典:「津波浸水想定の設定の手引きVer.2.11」p25、p26

■ 再現計算の相田指標値

評価項目	数値	判定
地点数n	6417	—
幾何平均K	0.988	許容範囲内
幾何標準偏差 κ	1.048	許容範囲内



■ 津波水位出力地点



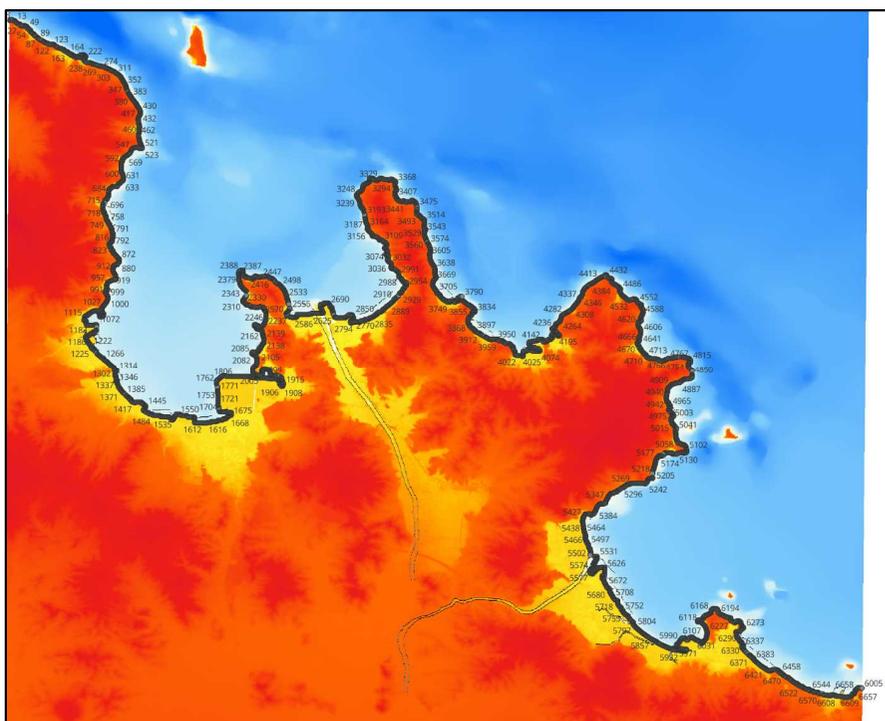
■ 沿岸津波最高水位の比較



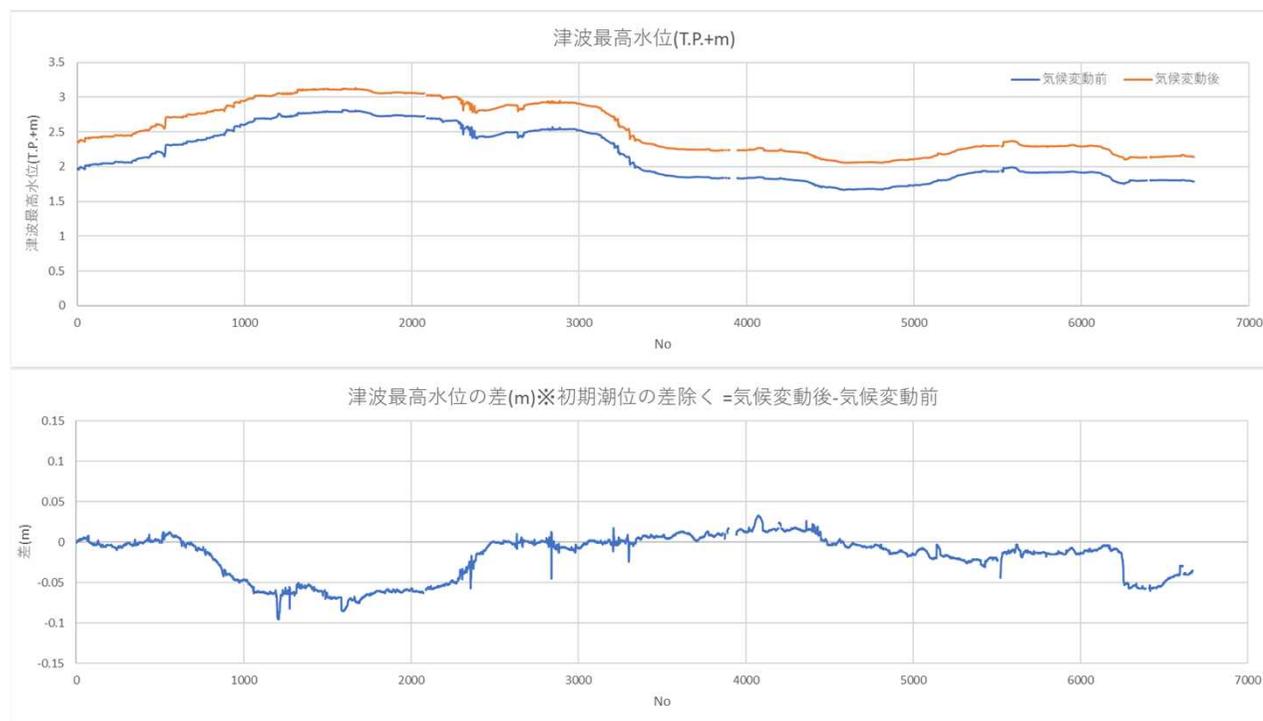
気候変動を考慮した津波計算(宝永地震)

- 朔望平均満潮位に気候変動による海面上昇量を加味した潮位条件で津波計算を実施した。
- 前節の再現計算結果と比較し、海面上昇量(0.39m)を除くと気候変動前後での水位差はおおよそ0.1m以内となったため、気候変動後のL1津波水位は、現行計画のL1津波水位+海面上昇量+朔望平均満潮位(H.W.L.)見直し分で設定する。

【気候変動前後の津波最高水位の比較】



■ 津波水位出力地点



■ 沿岸津波最高水位の比較