
山口県海岸保全基本計画の変更に係る技術検討会

第1回【説明資料】

令和6年7月18日

山口県

1	本日議論していただきたい内容	・・・・・・・・ P2
2	気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について	・・・・・・・・ P4
3	山口県の海岸の概要	・・・・・・・・ P10
4	外力(潮位・潮位偏差・波浪)の実態把握	・・・・・・・・ P17
5	外力(潮位・潮位偏差・波浪)の変化傾向の把握	・・・・・・・・ P24
6	気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)	・・・・・・・・ P29

1. 本日議論していただきたい内容

本日議論していただきたい内容

■ 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)について

➤ 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)について

- ① P33: 気候変動の検討時点の設定(目標とする年)
- ② P34-P36: 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定
- ③ P37-46: 気候変動を踏まえた潮位偏差・波浪の設定に向けた検討方針
- ④ P47: 気候変動を踏まえた設計津波の設定に向けた検討方針

2. 気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

■海岸保全基本計画の見直しまでの流れ

➤ IPCC第5次評価報告書の公表以降、「海岸保全基本方針の変更」、「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令改正」が変更され、令和7年度までに気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画の見直しを行うこととした。

世界の気候変動に関する動き

- UNFCCC(気候変動に関する国際連合枠組条約)の採択(H4.5)
目的:温暖化防止のため待機中の温室効果ガスの濃度を安定させること
内容:地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくことに合意
- 京都議定書に合意(国連気候変動枠組条約第3回締約国会議:COP3)(H9.12)
先進国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数値約束を各国ごとに設定
- IPCC(気候変動に関する政府間パネル)が第4次評価報告書を公表(H19.11)
世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)により昭和63年設立された政府組織
195か国・地域が参加
内容:気候システムの温暖化には疑う余地がないと断言
- パリ協定(国連気候変動枠組条約第21回締約国会議:COP21)(H25.12.13)
内容:世界共通の長期目標として2°C目標の設定
先進国、途上国を問わず初めて全ての国が国情に応じて自主的に参加することを実現
- IPCCが第5次評価報告書を公表(H25~H26)
内容:2081年~2100年の世界平均気温の変化は0.3~4.8°Cの範囲に入る可能性が高い
2081年~2100年の海面上昇量は0.26m(RCP2.6)~0.82m(RCP8.5)の範囲に入る可能性が高い
- IPCCがSROCC(海洋・雪氷圏特別報告書)を公表(R1.9.24)
内容:2081年~2100年の海面水位の上昇は0.26m~0.92mの範囲に入る可能性が高く、
2100年には0.29m~1.10mの範囲に入る可能性が高い
- 文科省と気象庁が将来予測をまとめた「日本の気候変動2020」を公表(R2.12.4)
内容:日本では2度上昇シナリオで1.4°C、4度上昇シナリオで4.5°C年平均気温が上昇する
日本への台風の接近数、上陸数には、長期的な変化傾向はみられない
日本近海の21世紀末の年平均海面水温は1.14°C~3.58°C上昇する
平均海面水位は日本沿岸で0.39m~0.71mと世界平均と同等程度で上昇する
- IPCCが第6次評価報告書を公表(R5.3.20)
内容:2081年~2100年の海面上昇量0.32m(SSP1-2.6)~1.01m(SSP5-8.5)の範囲に入る
可能性が高い

海岸保全基本計画の見直しの経緯

- 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会の設立(R01.10)
設置期間:R1.10~R2.6
- 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言(R2.7.8)
内容: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考慮した対策へ転換。
パリ協定の目的と整合するRCP2.6を前提に方針や計画に反映し、整備等を推進。
悲観的な予測(RCP8.5)も考慮し、適用できる技術開発や取組体制を構築
- 国土交通省が海岸保全基本方針の変更(R2.11.20)
変更内容: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、所要の安全を適切に確保
- 第5次社会資本整備重点計画(R3.5.28)
目標値:気候変動影響防護目標に取り込んだ海岸の数39沿岸(R7年度まで)
- 海岸保全施設の技術上の基準を定める省令改正(R3.7.30)
設計高潮位:気象の状況及び将来の見直しを勘定して必要と認められる値を加えるよう変更
設計波:気象の状況及び将来の見通しを勘定して設定するよう変更
- 気候変動を踏まえた計画外力の設定方法に関する技術的助言(R3.8.2)
内容:RCP2.6シナリオにおける将来予測の平均的な値を前提
RCP8.5シナリオは整備メニューの点検や減災対策のリスク評価、施設の効率的な運用検討
将来的な施設改良を考慮した工夫等の参考として活用するよう努める
- 海岸保全基本計画の見直し(~R7度まで)

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

■気候変動を踏まえた海岸保全基本計画変更までの流れ

- ▶ 令和2年7月の「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」の提言において、今後の海岸保全対策は、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方針が示された。
- ▶ 令和3年7月に海岸保全施設の技術上の基準を定める省令が一部改正されるとともに、令和3年8月に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関する技術的な助言や参考資料等が国から発出された。

気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

○ 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。

- ▶ バリ協定の目標と整合するRCP2.6(2℃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℃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℃上昇に相当)で0.29-0.59m、RCP8.5(4℃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

- 波長の長期変化等の影響
- 波高の長期変化
- 平均海面水位の上昇量
- 海岸線の後退
- 現在の設計 < 変化する外力 >

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事が想定される。

・ 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展望平均満潮位に、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。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ため、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。

3農振第1203号
3水港第1463号
国海第25号
国港海第113号
令和3年8月2日

各地方整備局河川部長 等
各都道府県土木主幹部長 等 宛

農林水産省 農村振興局 整備部 防災課長
(公印省略)

農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課長
(公印省略)

国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室長
(公印省略)

国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
(公印省略)

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

本通知は、「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令」(平成16年3月23日農林水産省・国土交通省令第1号。以下、「省令」という。)第2条第1号及び第2号の改正並びに「海岸保全施設の技術上の基準について」(平成16年4月12日15農振第2574号、15水港第3168号、国海第69号、国港海第556号)2.2及び2.3が変更されたことに伴い、その適用に関し、下記のとおり気候変動を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等を示すことにより、気候変動による影響を明示的に考慮した海岸保全対策への転換に資することを目的とするものである。今後、気候変動を踏まえた海岸保全施設の計画外力を設定し、又は見直す場合には、留意されたい。

また、各都道府県農林水産主幹部長及び土木主幹部長には別途通知したので申し添える。

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

出典：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基本計画の変更について

■海岸保全基本計画の概要

▶ 海岸保全基本方針の変更に伴い、気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言や海岸保全施設の計画外力の設定方法の通知を参考に、これらの内容を海岸保全基本計画に反映する。

【山口北・南沿岸海岸保全基本計画 目次（平成29年3月改定）】

第1編 海岸の保全に関する基本的な事項

第1章 海岸の現況及び保全の方向に関する事項
(海岸の概要、海岸事業の経緯、長期的な在り方)

第2章 海岸の防護に関する事項
(防護の目標、防護の施策)

第3章 海岸環境の整備及び保全に関する事項
(環境の目標、環境の施策)

第4章 海岸における公衆の適正な利用に関する事項
(利用の目標、利用の施策)

第2編 海岸保全施設の整備及び維持・修繕に関する基本的な事項

第1章 海岸保全施設を整備しようとする区域

第2章 海岸保全施設の種類、規模及び配置等
(施設の種類、施設の規模、施設の配置)

第3章 海岸保全による受益の地域及びその状況
(防護される地域、土地利用の状況)

第4章 海岸保全施設の維持・修繕の方法



反映

気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言(R2.7.8)

- 将来の気候変動に伴う海面上昇等を考慮した海岸保全への転換
- パリ協定の目標と整合するRCP2.6(2℃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
<気候変動による影響評価(朔望平均満潮位、潮位偏差、波浪、津波)>
- 2100年に1m程度上昇する悲観的予測RCP8.5(4℃上昇に相当)も考慮し、これに適応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

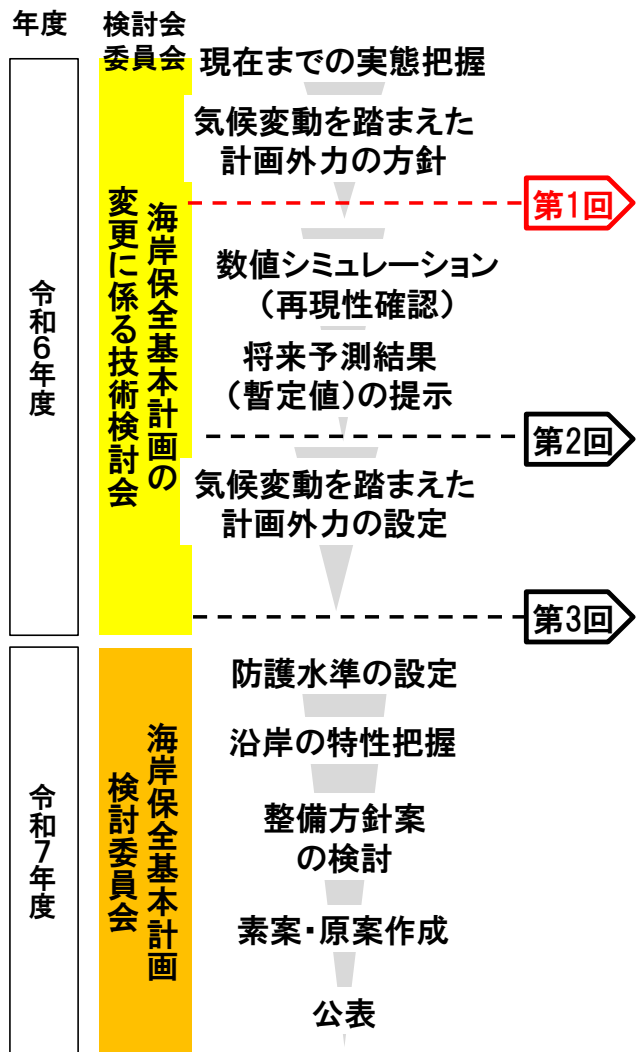
気候変動の影響を踏まえた海岸保全施設の計画外力の設定方法等について(国通知、R3.8.2)

- 設計潮位及び設計波は、2℃上昇の平均的な値を前提することを基本とし、4℃上昇も参考として活用するよう努める。
- 海岸管理者が気候変動予測の不確実性や施設整備の効率性等に留意したうえで必要と認められる値等を決定することを基本とする。
- 土地利用やまちづくり等の都市計画との調整等のソフト面の対策も組み合わせた広域的・総合的な対策を長期的な視点から検討する。
- 堤防等の設計において津波を対象とする場合も平均海面水位の上昇を考慮する。

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

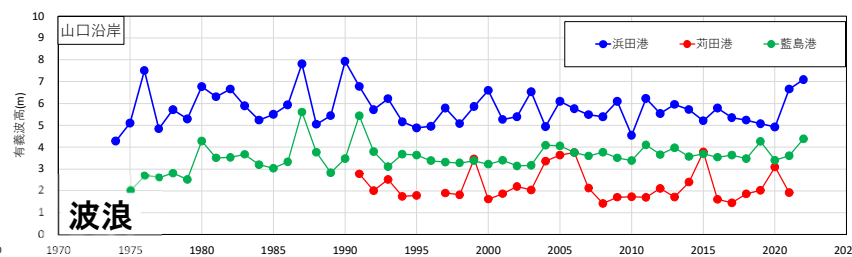
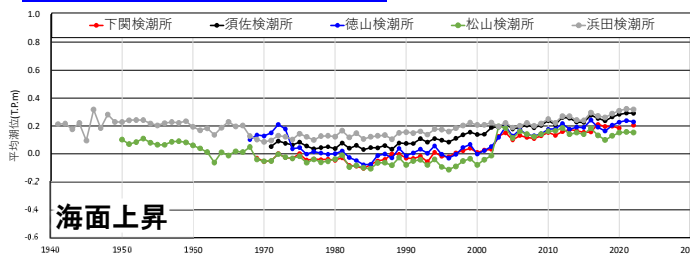
■海岸保全基本計画変更までの流れ

▶ 海岸保全基本計画変更に向けて、「気候変動の実態把握」、「外力の将来予測」等の検討を行い、気候変動の影響を踏まえた海岸保全基本計画を作成する。



気候変動の実態把握

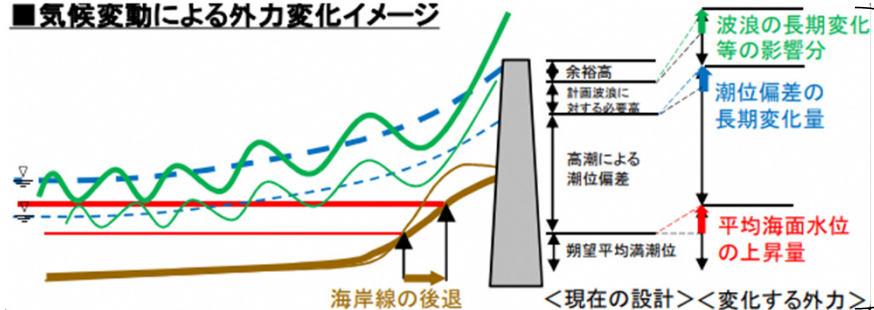
山口沿岸における気候変動の実態把握



外力の将来予測

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針の整理
気候変動を踏まえた計画外力、防護水準の設定

■気候変動による外力変化イメージ



- ・気候変動を踏まえた計画外力
- ・防護水準の設定

海岸保全基本計画変更

気候変動の影響を踏まえ、山口沿岸の海岸保全に向け、基本計画の変更を行う地域リスクを共有し、関係機関、まちづくり関係者と連携



- 海岸保全に気候変動影響を適切に見込む
- 防護に加え環境や利用も含め総合的な対策を検討し、将来における山口沿岸の望ましい姿を盛り込む

気候変動を踏まえた海岸保全基本計画の変更について

■海岸保全基本計画変更までの検討スケジュール(案)

実施項目	2023(R5)年度		2024(R6)年度				2025(R7)年度			
	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月	4月～6月	7月～9月	10月～12月	1月～3月
海岸の概要 気候変動の現状の整理		■								
気候変動を踏まえた計画 外力の検討方針の整理			■							
気候変動を踏まえた計画 外力の検討				■	■	■				
防護水準(案)の算定						■				
海岸保全基本計画の改定							■	■	■	■
委員会	海岸保全基本計画変更 に係る技術検討会			● 第1回 7/18	● 第2回	● 第3回				
	海岸保全基本計画検討 委員会						● 第1回	● 第2回	● 第3回	

パブリック
コメント

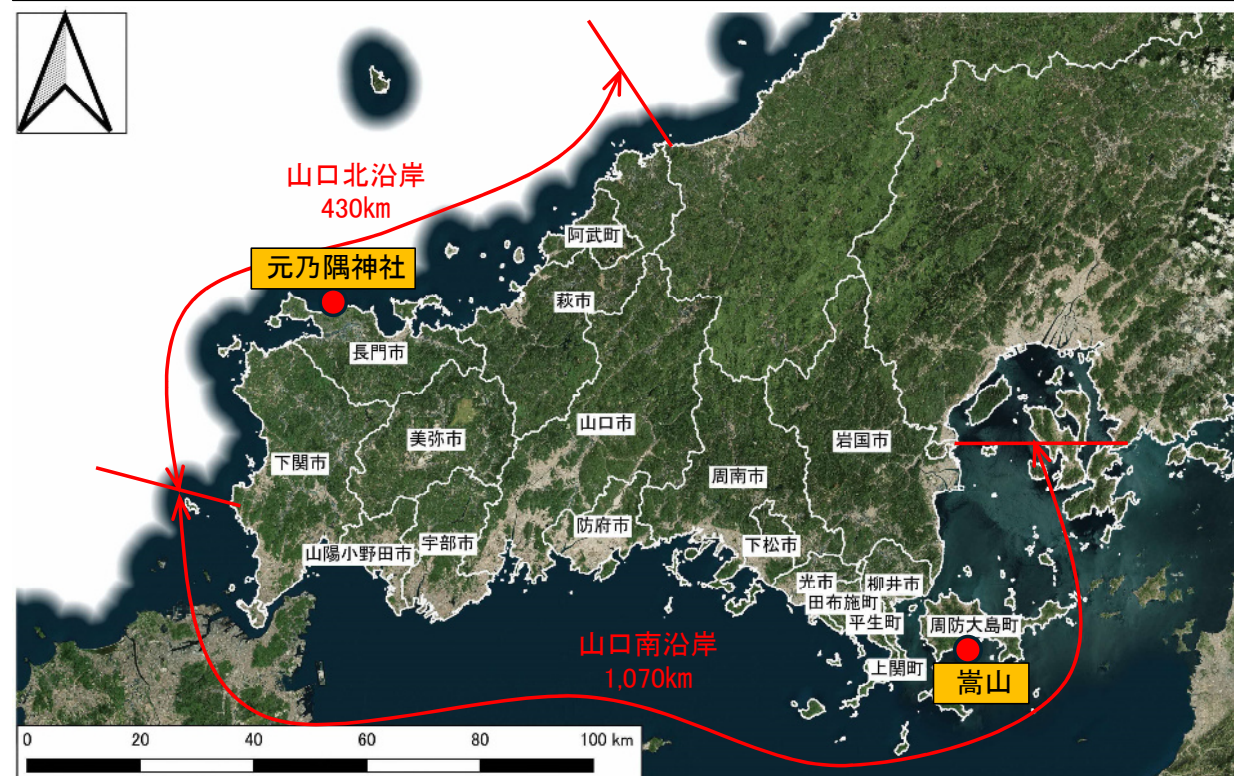
公表

3. 山口県の海岸の概要

山口県の海岸の概要

■山口県の海岸の概要

- ▶ 山口県沿岸の海岸総延長は約1,500km(北沿岸430km、南沿岸1,070km)であり、そのうち約440km(山口北沿岸76km、山口南沿岸364km)が海岸保全区域として指定されている。
- ▶ 山口北沿岸は日本海に面し、冬季風浪に厳しく、長年の風浪により形成された奇岩海崖の名勝に富み、特に青海島の周辺は青く澄んだ海とともに海岸景観美を誇り、下関市の一部(旧豊浦郡豊浦町の沿岸線)を除き北長門海岸国立公園に指定されている。
- ▶ 山口南沿岸は、大小の多様な島々や砂浜が点在する典型的な瀬戸内の景観を呈し風光明媚な沿岸であり、下関市の一部及び沿岸域の東半分は瀬戸内海国立公園に指定されている。



©NTTインフラネット, Maxar Technologies.、一部加筆

【北長門海岸国立公園】
龍宮の潮吹きと元乃隅神社



【瀬戸内海国立公園】
嵩山からの眺め



出典：山口県内の自然公園について, 山口県HP

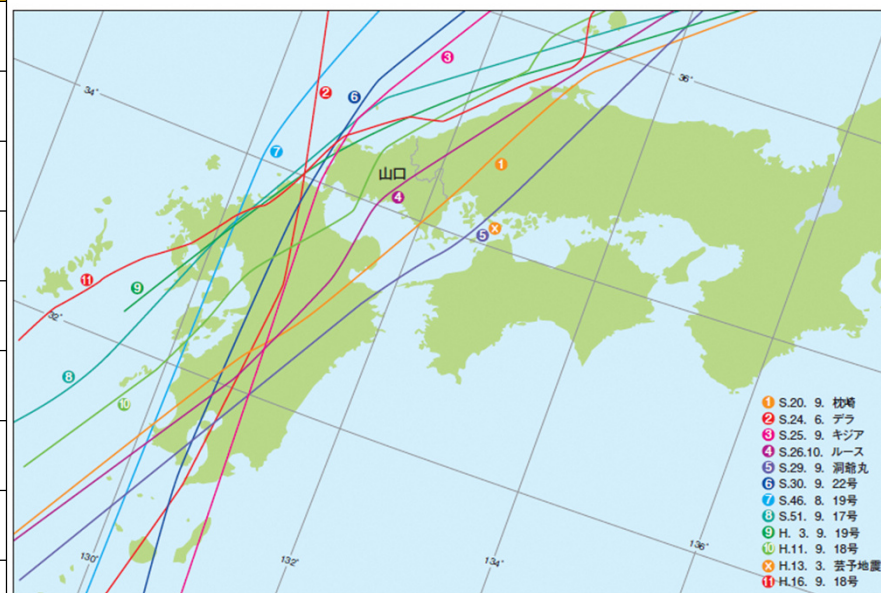
山口県の海岸の概要

■山口県の港湾災害

▶ 山口県に甚大な被害を与えた台風としては、戦前では周防灘台風(1942年)、戦後ではキジア台風(1950年)、ルース台風(1951年)等があり、最近では平成11年の台風18号によって、甚大な高潮被害が発生している。また、平成13年3月の芸予地震において被害が発生している。

過去の主な被害状況

No	発生時年月日	災害原因	気象概要	主な被災地域
1	1945(S20)年9月16日～18日	枕崎台風	最低気圧969.8hPa(下関)、最大風速N23.2m/s(下関)、雨量200～300mm(県内)	県東部、大津郡
2	1949(S24)年6月20日～21日	デラ台風	最低気圧979.9hPa(下関)、最大風速ESE22.0m/s(防府)、雨量150～200mm、(県下)300mm(北西部)	全域
3	1950(S25)年9月13日～14日	キジア台風	最低気圧980.7hPa(下関)、最大風速ENE29.5m/s(下関)、雨量200～400mm(県内)	全域、特に中部、東部
4	1951(S26)年10月14日～15日	ルース台風	最低気圧930.0hPa(下関)、最大風速35m/sに達する所あり、雨量480mm、1時間100mm(東部)	全域、特に錦川流域
5	1954(S29)年9月25日～26日	洞爺丸台風	日雨量436mm(西市)、最大風速32.1m/s(萩)、満潮高潮	全域、特に大津、内海部
6	1955(S30)年9月29日～30日	台風22号	風水害、高潮、最低気圧973.6hPa(下関)、最大風速33.4m/s(防府)	全域、特に内海沿岸
7	1971(S46)年8月4日～6日	台風19号	最低気圧972.7hPa(下関)、最大風速ESE28.8m/s(山口)、雨量223.0mm(山口)、406mm(馬糞岳)	全域
8	1976(S51)年9月8日～13日	台風17号	最低気圧978.6hPa(下関)、最大風速ESE21.0m/s(山口)、雨量343mm(羅漢山)	全域
9	1991(H3)年9月27日～28日	台風19号	最低気圧947.0hPa(下関)、953.0hPa(萩)、957.3hPa(山口)、最大瞬間風速SE53.1 m/s(山口)、WNW45.6m/s(萩)、ESE45.3 m/s(下関)	全域
10	1999(H11)年9月23日～24日	台風18号	最低気圧950hPa、最大瞬間風速E41.9m/s(下関)、SE57.0m/s(防府)、SE60.0m/s(安下庄)	全域
※	2001(H13)年3月24日	芸予地震	震央 安芸灘、深さ51km、マグニチュード6.4、震度5強(和木町他)、5弱(下松市他)	県東部、中部
11	2004(H16)年9月7日	台風18号	最低気圧945hPa(豊北)、最大風速SSE29.2m/s(柳井)、最大偏差203cm(小野田)、最大潮位477cm(小野田)	全域



台風経路図及び震源地(番号は左表のNo.と一致)

出典：PORTS OF YAMAGUCHI(パンフレット)

山口県の海岸の概要

■山口沿岸における高潮被害

- ▶ 山口北沿岸は日本海に面し、冬季風浪が厳しいために波浪による侵食被害や一部の沿岸域では高潮による浸水被害等が発生している。
- ▶ 山口南沿岸は、九州に上陸する台風の通過コース上に位置すること、瀬戸内海は干満の差が大きく、沿岸域は南側に面していることから高潮が発生しやすく、一旦被害が生じるとその影響は低地に沿って広範囲に広がる傾向にあるため、これまで、周防灘台風、キジア台風、ルース台風、洞爺丸台風、リンゴ台風によって高潮被害が発生しており、特に1999年9月台風18号では全壊80棟、半壊1,309棟、一部損壊10,554棟、床上浸水2,506棟、床下浸水7,372棟の多大な被害が発生している。

	宇賀漁港海岸	仙崎漁港海岸	宇田郷漁港	江崎漁港海岸
北沿岸	 <p>R02.09.03 (台風9号)</p>	 <p>R02.09.03 (台風9号)</p>	 <p>R04.09.06 (台風9号)</p>	 <p>H22.8.11 (台風4号)</p>
	埴生港海岸	宇部港	山口宇部空港 駐車場	柳井港海岸
南沿岸	 <p>H11年 (台風18号)</p>	 <p>H11年 (台風18号)</p>	 <p>H11年 (台風18号)</p>	 <p>H16年 (台風18号)</p>

出典：発注者提供資料

山口県の海岸の概要

■山口沿岸における高潮・侵食対策事業

➤ このため、山口県沿岸では侵食対策事業及び高潮対策事業として、各地区海岸に堤防、護岸、離岸堤、突堤、水門等の他、潜堤、人工リーフ及び緩傾斜護岸等の面的防護施設を進めている。

1.高潮対策事業

高潮、波浪、津波等により被害が発生するおそれのある地域については、堤防・護岸・離岸堤・突堤等の海岸保全施設の新設又は改良を実施する事業。

2.侵食対策事業

海岸侵食により被害が発生するおそれのある地域については、堤防・護岸・離岸堤・突堤等の海岸保全施設の新設又は改良を実施する事業。



徳山下松港高潮対策事業①



徳山下松港高潮対策事業②



萩港侵食対策事業

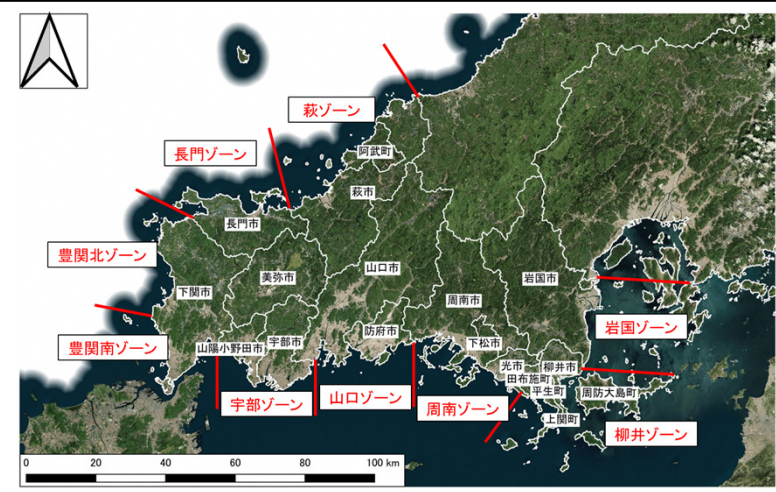
山口県の海岸の概要

■計画外力の概要

▶ 山口県沿岸における計画外力は、以下のように設定されている。

山口沿岸における現行計画外力の設定値

項目	設計沖波 (m) 平成12年度設定	設計高潮位 (T.P.m) 平成19年度見直し設定	L1津波水位 (T.P.m) 平成26・28年度設定
北沿岸	萩 : 9.00~9.60 長門 : 1.10~9.60 豊関(北) : 7.30~9.60	萩 : 1.18~1.68 長門 : 1.45~1.50 豊関(北) : 1.25~1.45	萩 : 1.35~2.52 長門 : 1.35~1.97 豊関(北) : 1.35~1.80
南沿岸	豊関(南) : 0.95~8.10 宇部 : 2.70~4.80 山口 : 2.30~5.40 周南 : 0.64~6.00 柳井 : 1.10~5.50 岩国 : 2.03~3.17	豊関(南) : 1.46~4.97 宇部 : 3.72~4.44 山口 : 3.74~4.14 周南 : 3.40~3.90 柳井 : 2.88~3.93 岩国 : 3.31~3.70	豊関(南) : 1.64~2.76 宇部 : 2.35~2.76 山口 : 2.23~2.56 周南 : 2.31~2.43 柳井 : 2.23~2.60 岩国 : 2.33



山口沿岸における現行計画外力の設定方法

項目	沿岸	設定方法
設計高潮位	北沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計高潮位＝朔望平均満潮位＋高潮偏差で設定。 ■ 山口県の日本海沿岸に過去高潮被害が発生した台風の中から、数値計算により最大潮位偏差となった1987年台風12号の値を採用（ただし、見島は1991年台風19号の値を採用）。既往台風の実績ルートを採用。
	南沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計高潮位＝朔望平均満潮位＋高潮偏差で設定。 ■ 山口県に顕著な高潮被害をもたらした1999年台風18号をモデル台風として、数値計算により、台風経路を0.25度毎に変化させて、各沿岸における高潮偏差の最大値を計画外力として設定。
設計沖波	北沿岸	■ SMB法やスペクトル法で設定した30年確率波。
	南沿岸	■ SMB法で使用する風速は、30年確率風速として25m/sを使用。
L1津波水位	北沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 「1983年日本海中部地震津波」、「1993年北海道南西沖地震津波」モデルによる推計値に対して、地域海岸毎に最大となるL1津波水位を設定。 ■ 山口県地震・津波防災対策検討委員会報告書参照
	南沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 中央防災会議(2003年)において検討された東南海・南海地震モデルに対して、地域海岸毎に最大となるL1津波水位を設定。 ■ 山口県地震・津波防災対策検討委員会報告書参照

山口県の海岸の概要

■防護、環境、利用の目標設定

▶ 山口県沿岸の海岸保全基本計画 (H29年3月改訂) では、防護・環境・利用の目標を以下の通り定めている。

1) 防護の目標

沿岸名	海岸侵食に対する防護水準	高潮・波浪に対する防護水準	津波に対する防護水準	老朽化に対する防護水準
北沿岸	現状の汀線を維持・保全することを基本的な防護水準とする。	【高潮】 計画高潮位(朔望平均満潮位+潮位偏差)に対して、家屋等の浸水被害を防ぐ。 【波浪】 30年確率波とし、越波被害から生命・財産を守る。	比較的発生頻度の高い津波(L1津波)を防護水準とする。	施設の機能が適切に発揮できるように維持・修繕等を行い、耐久性の向上を図る。
南海岸				

2) 海岸保全の目標

海岸は、多種多様な生物を育む貴重な空間であるとともに、砂浜や岩場等独特な自然環境を有し、地域の文化・歴史・風土を形成してきたが、沿岸部の開発等に伴い、自然海岸が減少してきていることから、地域文化の継承に資する白砂青松等の復元・創造に努める。

3) 海岸利用の目標

公衆の適正な利用を確保していくため、誰もがいつでも安全に快適に利用できるよう、ユニバーサルデザインに配慮した質の高い快適海岸の施設整備等を推進するとともに、景観や利便性を著しく損なう施設の汚損等に適切に対処する。

出典：山口北沿岸海岸保全基本計画

出典：山口南沿岸海岸保全基本計画

4. 外力（潮位・潮位偏差・波浪の実態）

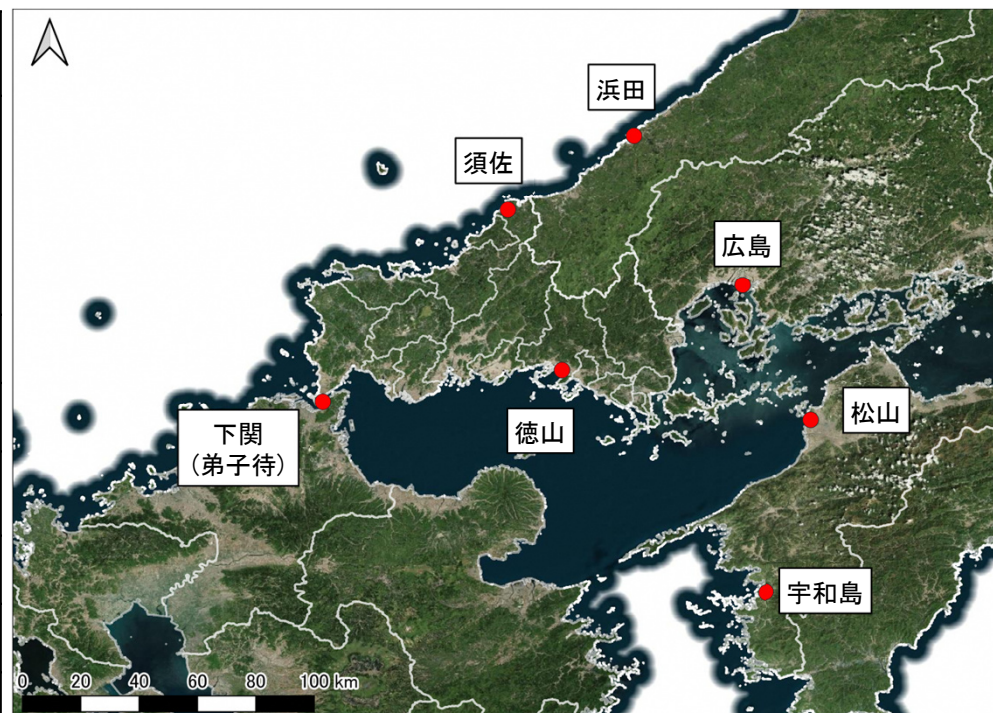
外力（潮位）の実態

■山口県周辺の検潮所

▶ 山口県沿岸周辺において長期間潮位観測が行われている以下の7地点について、潮位の変化傾向を整理した。

山口県周辺の検潮所一覧

都道府県	地点	所管	データ提供期間	備考
山口	下関 (弟子待)	気象庁 (港湾局)	1963年～2012年 2011年～2022年	1993年7月まで下関壇ノ浦検潮所で観測。 1993年7月から2012年4月まで気象庁下関検潮所で観測。 2012年4月から港湾局弟子待検潮所で観測。
	徳山	海上保安庁	1950年～2022年	
	須佐	国土地理院	1970年～2022年	
島根	浜田	気象庁	1984年～2022年	1925年まで外の浦検潮所で観測し、1984年に浜田に移設
広島	広島	海上保安庁	1952年～2022年	
愛媛	宇和島	気象庁	1950年～2022年	
	松山	気象庁	1961年～2022年	

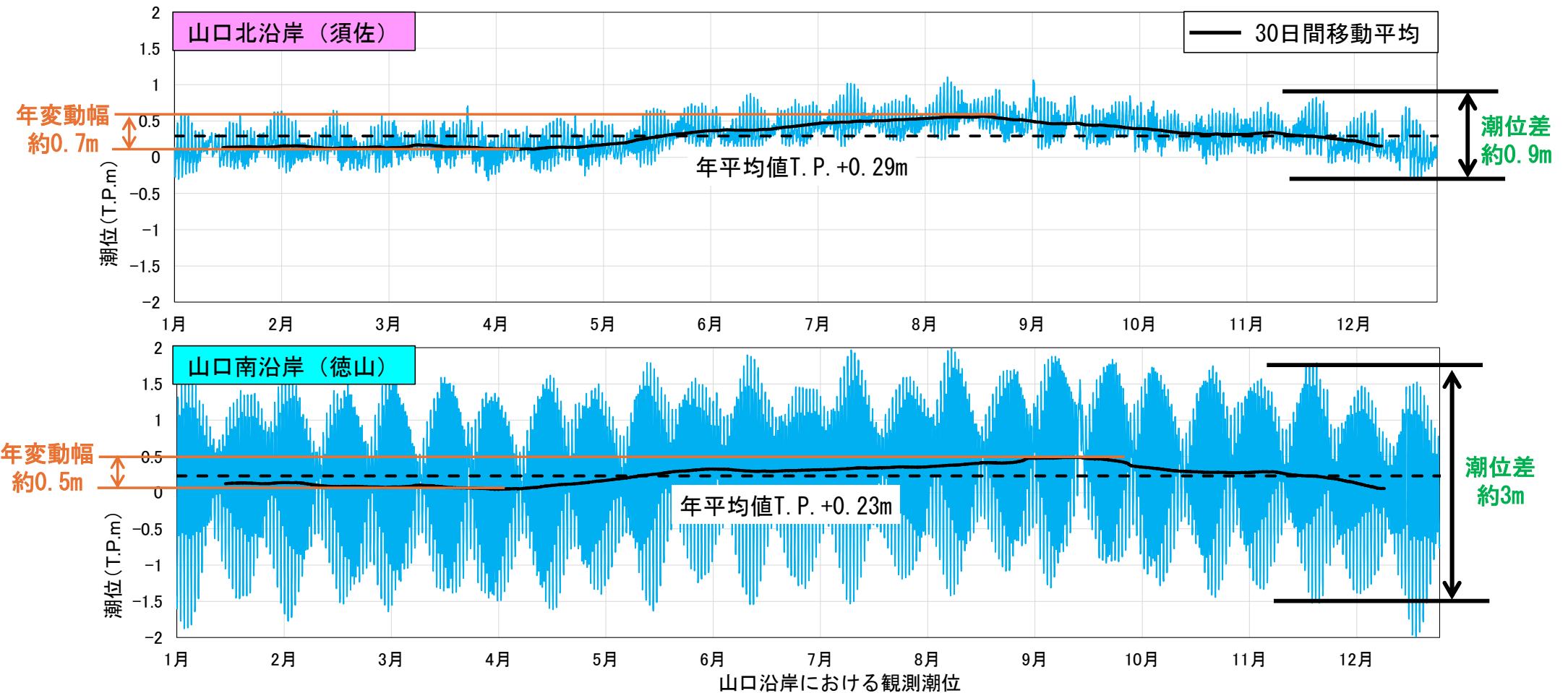


(c) NTTインフラネット, Maxar Technologies.一部加筆
観測地点位置図

外力（潮位）の実態

■潮位（山口沿岸の潮位の特性）

- ▶ 山口県沿岸の潮位特性を把握するために、潮位の年変動を整理した。
- ▶ 山口北沿岸（須佐）では、年変動幅（年較差）は0.7m程度であり、潮位は夏季7～9月が高く、3～5月が低い傾向にある。
- ▶ 山口南沿岸（徳山）では、年変動幅（年較差）は0.5m程度であり、瀬戸内海のため干満の差が大きく、潮位差が3m程度である。



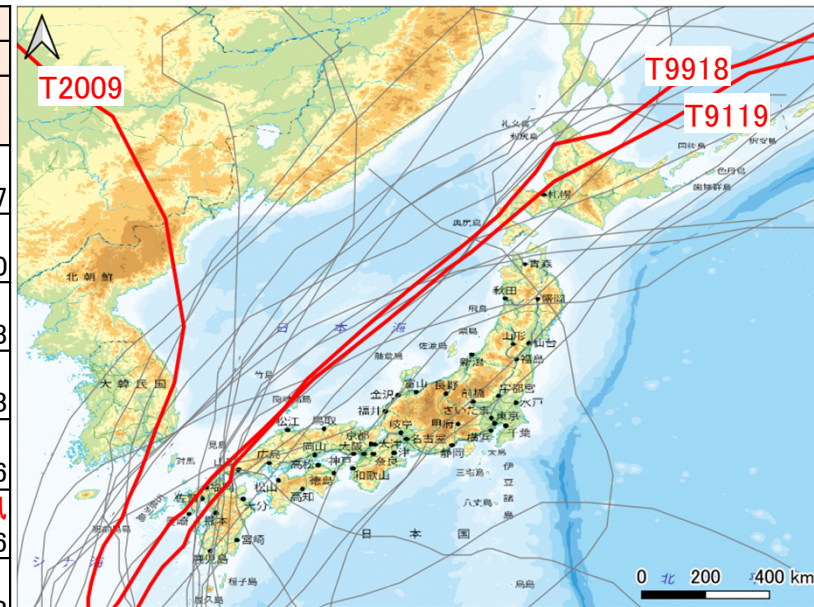
外力（潮位）の実態

■潮位（最高潮位の発生状況）

- ▶ 山口県周辺の検潮所における最大潮位上位10位の気象要因毎にみると、主に台風襲来時に最大潮位が発生する頻度が高い。
- ▶ 上位の台風経路は、いずれも九州南西から北東に進んでおり、南沿岸では九州を上陸した台風経路となり、北沿岸では対馬付近を通過した台風となった。

山口県周辺の検潮所における最大潮位上位10位

順位	山口県				島根県		広島県		愛媛県			
	弟子待(下関)※1		徳山		須佐		浜田(外ノ浦)※2		松山			
	潮位 TP.cm	要因 (起日)	潮位 TP.cm	要因 (起日)	潮位 TP.cm	要因 (起日)	潮位 TP.cm	要因 (起日)	潮位 TP.cm	要因 (起日)		
1	178	台風18号 1999/09/24	233	台風18号 1999/09/24	124	台風9号 2020/09/03	122	台風9号 2020/09/03	280	台風19号 1991/09/27	275	台風19号 1991/09/27
2	150	前線 2021/09/03	232	台風14号 2005/09/06	115	台風15号 2004/08/19	120	台風15号 2004/08/19	270	台風16号 2004/08/30	259	台風16号 2004/08/30
3	148	台風6号 1975/09/06	222	台風5号 2007/08/03	111	前線 2022/08/12	116	台風11号 2022/09/06	264	台風14号 2005/09/06	250	台風12号 1954/09/13
4	146	台風4号 2010/08/11	220	台風16号 2004/09/18	108	台風14号 2003/09/13	115	台風15号 2002/09/01	252	台風18号 1999/09/24	249	台風29号 1950/09/13
5	146	台風18号 2013/09/17	215	台風16号 2012/09/17	107	台風15号 2002/09/01	110	台風14号 1959/09/18	247	台風5号 2007/08/03	234	台風14号 2005/09/06
6	145	前線 1972/08/10	212	台風10号 2004/07/31	107	台風11号 2022/09/06	108	台風14号 2003/09/13	245	台風10号 2004/07/31	234	洞爺丸台風 1954/09/26
7	145	台風14号 2003/09/13	211	台風16号 2004/08/30	106	台風4号 2010/08/11	105	前線 2022/08/12	243	台風18号 1978/09/15	232	台風5号 2007/08/02
8	144	台風10号 2004/08/01	208	台風15号 2011/09/29	106	台風16号 2012/09/18	104	台風16号 2012/09/18	240	台風18号 2004/09/07	230	台風18号 2004/09/07
9	140	前線 1971/09/05	206	台風13号 1980/09/11	103	台風10号 2016/08/31	103	台風19号 1991/09/27	239	台風15号 2011/09/29	229	台風22号 1955/09/30
10	140	台風14号 2003/09/13	205	台風19号 1971/08/05	102	前線 2022/07/14	103	台風13号 1986/08/29	239	台風16号 2012/09/17	226	台風10号 2004/07/31



台風経路図(1位のみ赤実線)

※1: 弟子待検潮所に関しては、2012年以前は下関検潮所のデータを使用している。
 ※2: 浜田検潮所に関しては、1984年以前外之浦検潮所のデータを使用している。

外力（潮位偏差）の実態

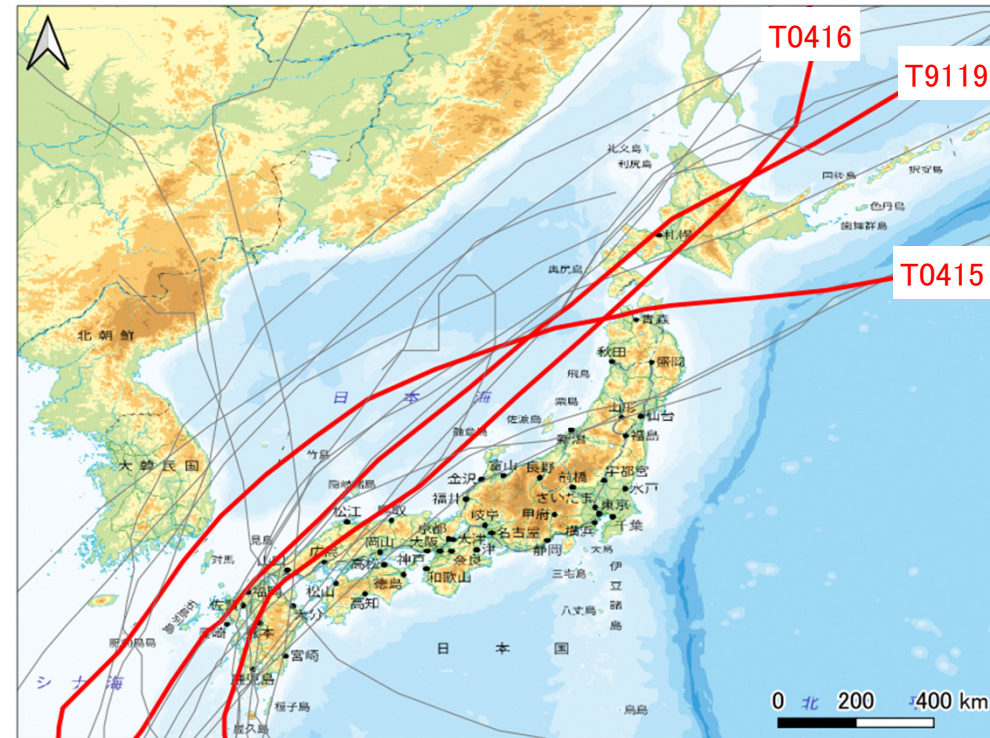
■潮位偏差

- ▶ 山口県周辺の検潮所における最大潮位上位10位の気象要因毎にみると、浜田を除き、主に台風襲来時に最大潮位偏差が発生する頻度が高い。
- ▶ 上位の台風経路は、いずれも九州南西から北東に進んでおり、南沿岸では九州に上陸した台風経路となり、北沿岸では対馬付近を通過した台風となった。

山口県周辺の検潮所における最大潮位偏差上位10位

順位	山口県【参考】		島根県		愛媛県			
	下関※1		浜田(外ノ浦)		宇和島		松山	
	潮位偏差 cm	要因 (起日)	潮位偏差 cm	要因 (起日)	潮位偏差 cm	要因 (起日)	潮位偏差 cm	要因 (起日)
1	107	台風16号 2004/08/30	74	台風15号 2004/08/19	86	台風16号 2004/08/30	145	台風19号 1991/09/27
2	88	台風18号 2004/09/07	70	低気圧 2012/04/03	82	台風14号 1951/10/15	134	台風18号 2004/09/07
3	86	台風18号 1999/09/24	70	低気圧 2020/01/08	82	洞爺丸台風 1954/09/26	133	台風16号 2004/08/30
4	75	台風12号 1996/08/14	68	台風9号 2020/09/03	77	台風14号 2022/09/18	132	台風14号 1951/10/15
5	51	台風15号 2004/08/19	67	台風14号 2003/09/13	73	台風20号 1964/09/25	128	台風18号 1999/09/24
6	51	台風14号 2005/09/06	67	低気圧 2016/04/17	73	台風9号 1972/07/24	120	洞爺丸台風 1954/09/26
7	50	台風15号 2002/09/01	66	低気圧及び 冬型気圧配置 2017/02/20	69	台風18号 1999/09/24	95	台風13号 2006/09/18
8	47	低気圧 2011/11/19	64	台風15号 2002/09/01	68	台風14号 2005/09/06	91	台風9号 1972/07/24
9	46	台風14号 2003/09/13	62	低気圧 1998/03/20	67	台風13号 1982/08/27	90	台風12号 1996/08/14
10	43	台風29号 1994/10/12	61	低気圧 2009/02/14	65	台風13号 1993/09/03	88	台風22号 1955/09/30

※1: 下関検潮所は、観測期間(1993年～2012年:10年間)が短いため参考とした。



台風経路図(1位のみ赤実線)

外力（波浪）の実態

■収集した波浪データとデータ期間

▶ 山口県沿岸周辺において、長期間波浪観測を実施しているNOWPHAS浜田港、NOWPHAS藍島港、NOWPHAS苅田港の3地点における波浪観測について整理した。

山口県周辺の波浪データ一覧

地点	機関	観測期間	観測水深	備考
浜田港	港湾局	1974年～2022年	51.8m	2時間間隔で観測 2021年から浜田へ移設 2021年より20分間隔で観測開始
苅田港		1991年～2022年	9.6m	2時間間隔で観測 2006年4月より20分間隔で観測開始
藍島港		1975年～2022年	20.7m	2時間間隔で観測 2007年3月より20分間隔で観測開始



(c) NTTインフラネット, Maxar Technologies. 一部加筆
波浪観測地点位置図

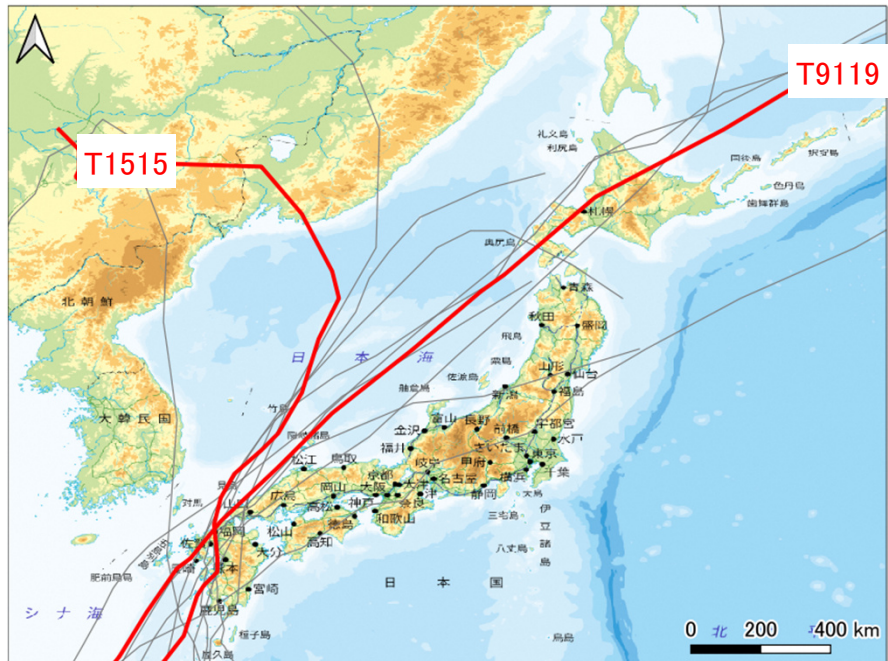
外力（波浪）の実態

■波浪（高波浪の発生状況）

- ▶ 山口県周辺の観測所における最大有義波高上位10位の気象要因毎にみると、北沿岸では冬型の気圧配置や温帯低気圧と擾乱時に高波浪となり、南沿岸では、台風時に高波浪となることが多い。
- ▶ 最も有義波高が高くなった台風経路は、潮位・潮位偏差と同様に九州南西から北東に進んでいる台風となった。

山口県周辺の観測所における最大有義波高上位10位

順位	NOWPHAS浜田港		NOWPHAS藍島港		NOWPHAS苅田港	
	波高m 周期s	要因 (起日)	波高m 周期s	要因 (起日)	波高m 周期s	要因 (起日)
1	7.93 11.2	日本海低気圧及び 冬型気圧配置 (1990/12/11)	5.61 12.10	冬型気圧配置 (1987/2/3)	3.78 5.90	台風15号 (2015/8/25)
2	7.81 11.9	冬型気圧配置 (1987/02/03)	5.44 10.80	台風19号 (1991/9/27)	3.76 6.90	台風13号 (2006/9/17)
3	7.51 10.5	冬型気圧配置 (1976/02/05)	4.38 10.40	台風14号 (2022/9/19)	3.64 7.60	台風14号 (2005/9/6)
4	6.78 10.5	台風19号 (1991/09/28)	4.28 9.20	冬型気圧配置 (1980/12/24)	3.46 8.10	台風18号 (1999/9/24)
5	6.77 10.4	温帯低気圧 (1980/12/24)	4.26 9.40	台風17号 (2019/9/23)	3.36 7.90	台風5号 (2004/9/7)
6	6.66 9.6	温帯低気圧 (1982/04/09)	4.23 9.20	台風13号 (1980/9/11)	3.09 6.70	台風10号 (2020/9/7)
7	6.60 10.9	冬型気圧配置 (2000/02/09)	4.10 9.00	日本海低気圧 (2011/10/22)	2.92 7.40	台風16号 (2004/8/30)
8	6.53 9.7	冬型気圧配置 (2003/01/29)	4.09 8.90	台風16号 (2004/8/30)	2.78 6.60	台風19号 (1991/9/27)
9	6.47 10.6	二つ玉低気圧及び 冬型気圧配置 (1991/02/16)	4.06 8.40	冬型気圧配置 (2005/2/1)	2.52 5.90	台風6号 (1993/7/30)
10	6.31 10.6	冬型気圧配置 (1981/12/02)	4.03 9.10	二つ玉低気圧 (2005/1/16)	2.40 6.40	台風19号 (2014/10/13)

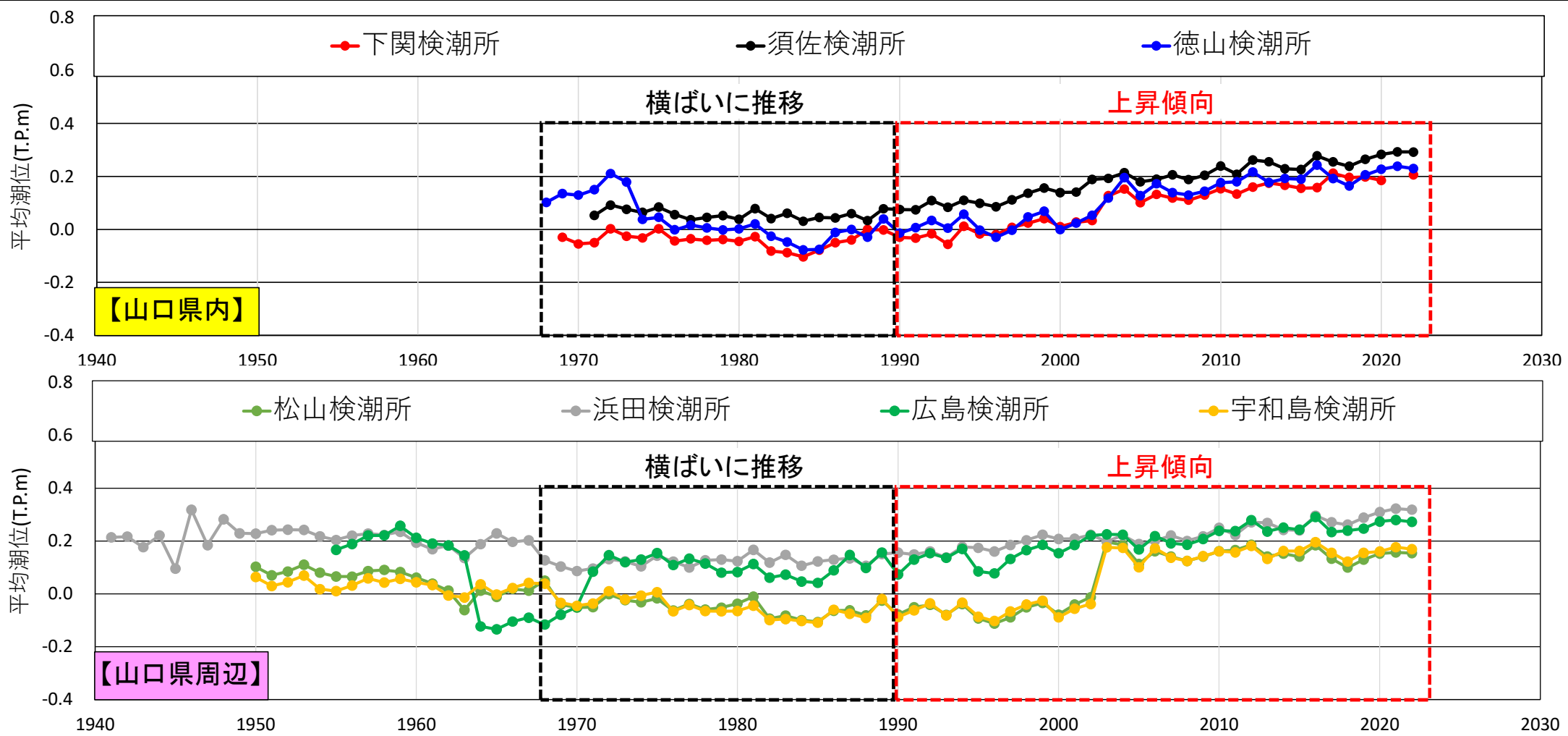


台風経路図(台風の中で1位のみ赤実線)

5. 外力（潮位・潮位偏差・波浪）の変化傾向の把握

■潮位の変化傾向の把握

▶ 山口県周辺の平均潮位は、1970年から1990年頃まで横ばいに推移しており、1990年以降は、上昇傾向がみられる。

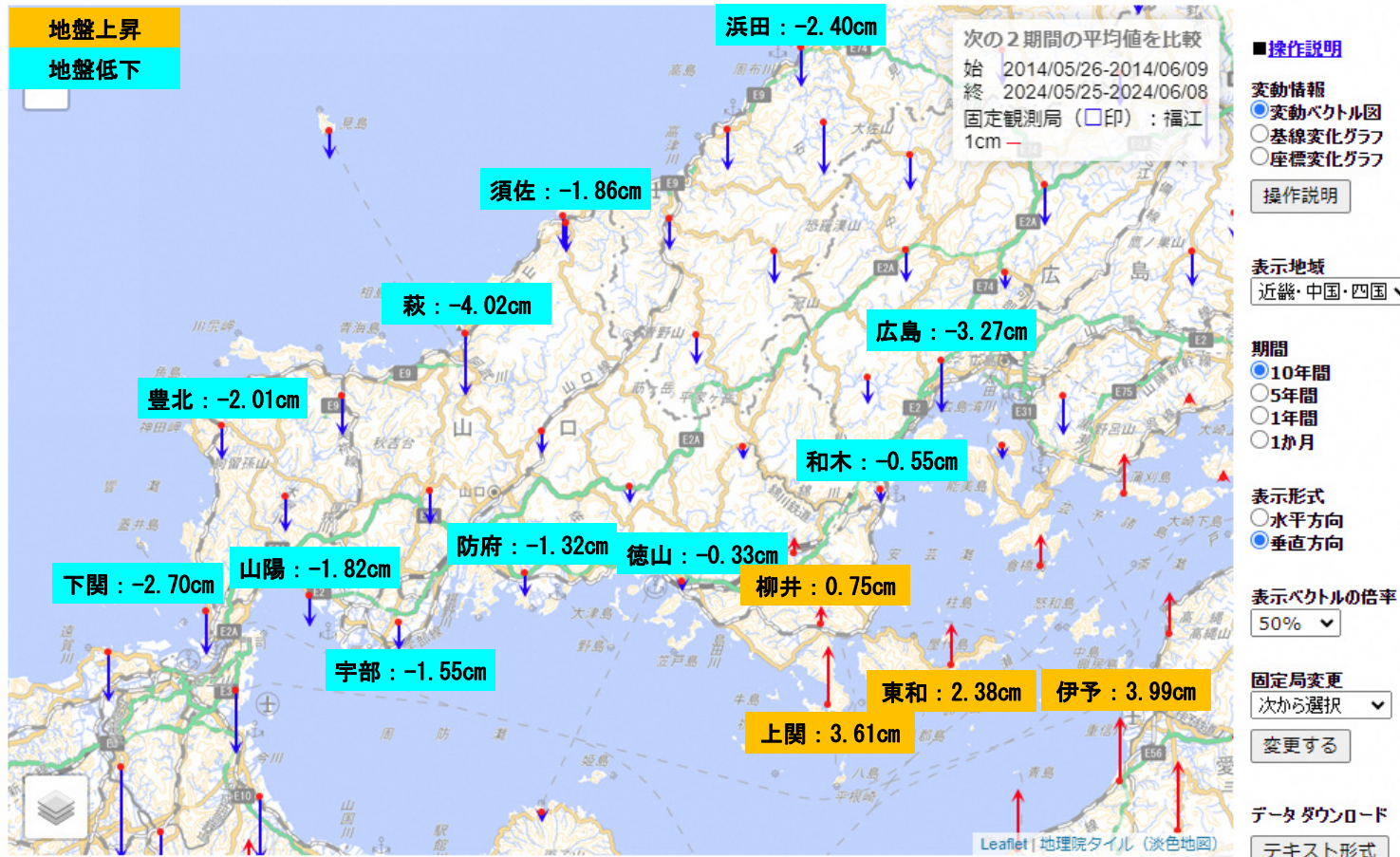


山口沿岸における平均潮位の経年変化

検潮所周辺の地盤変動の把握

■ 検潮所周辺の地盤変動

- 2014年～2024年の10年間で、国土地理院が経年的に観測している電子基準点の地盤変動量を整理した。
- 山口沿岸では、瀬戸内海東部に位置する柳井・上関・東和・伊予を除き、地盤が低下している傾向がみられるが、最大4cm程度と影響は小さいと考えられる。

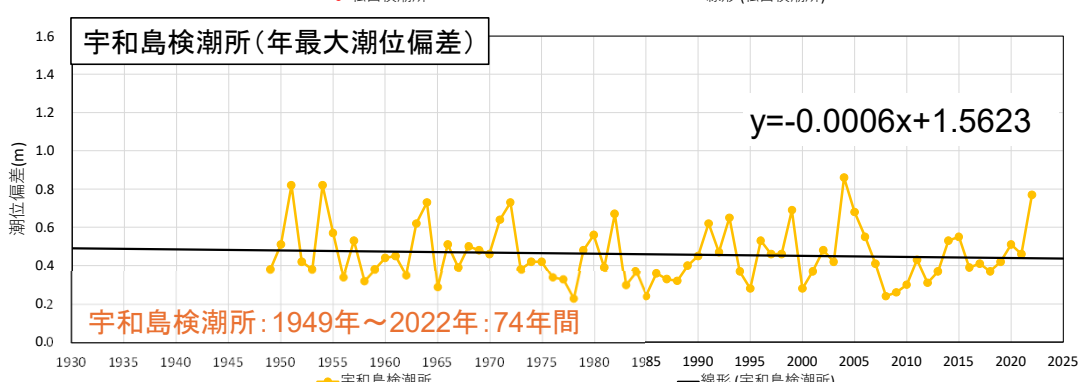
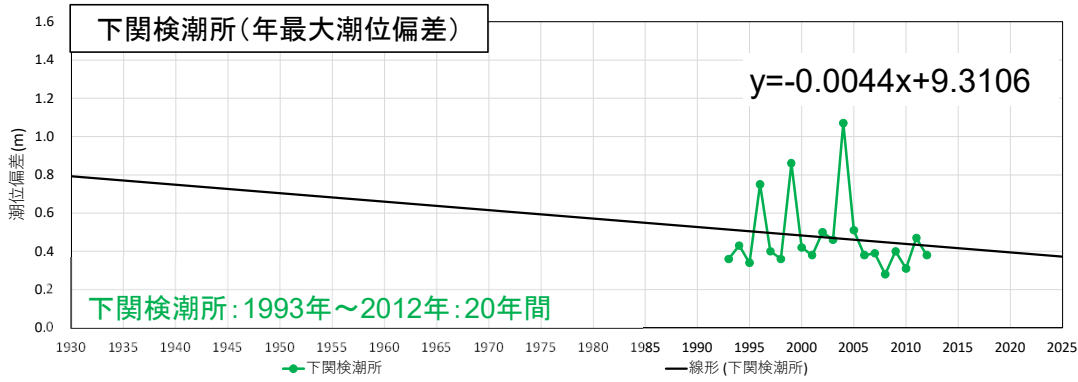
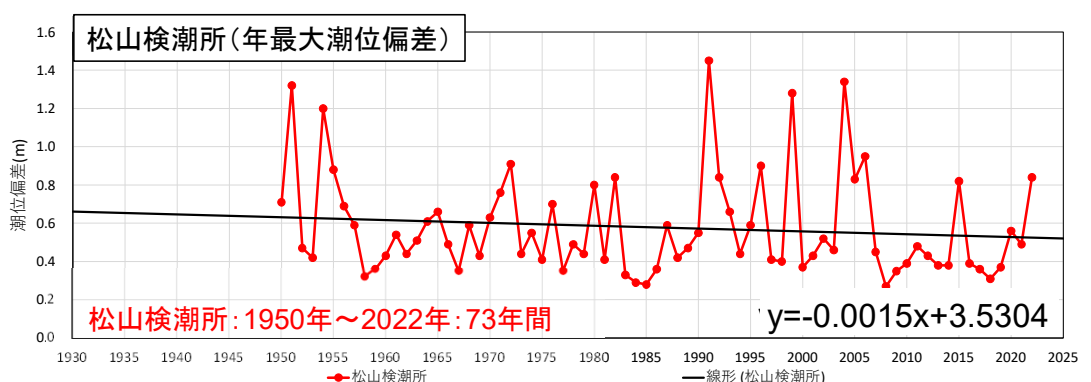
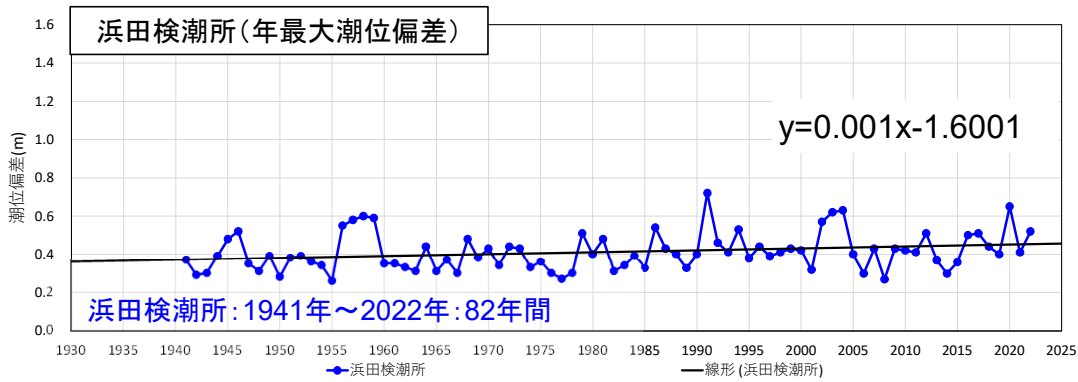


出典：国土地理院 地盤変動情報表示図に加筆

検潮所付近の電子基準点の地盤変動量（2014年～2024年）

■潮位偏差の変化傾向の把握

- 山口県周辺において、気象庁が管理している下関・浜田・松山・宇和島検潮所の年最大潮位偏差の経年変化について整理した。
- 年最大潮位偏差は、年度ごとに変動はあるものの、概ね横ばいに推移しており、潮位変化のように経年的な上昇傾向はみられない。

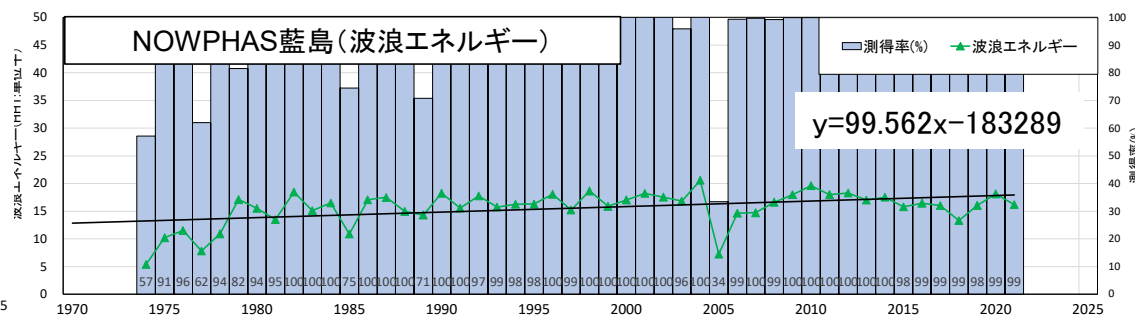
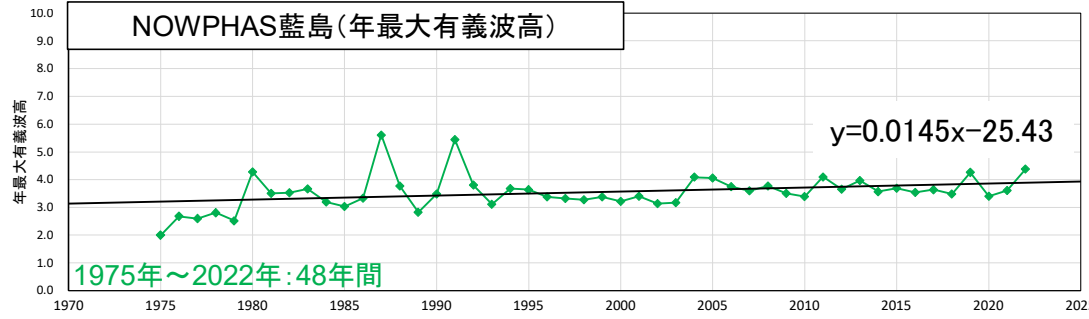
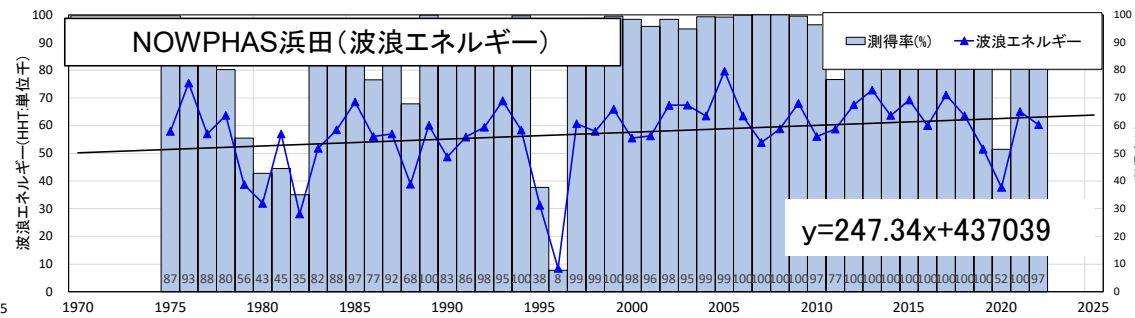
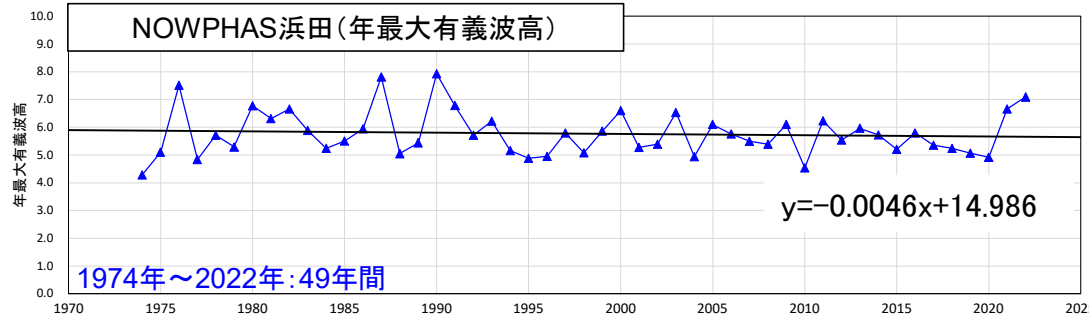
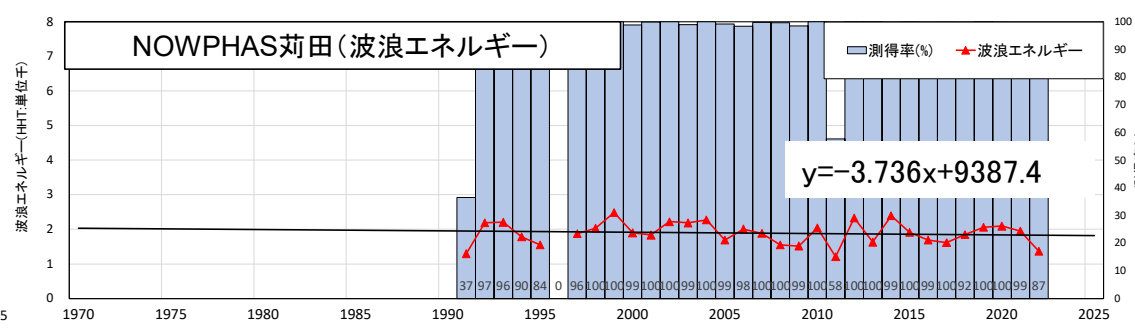
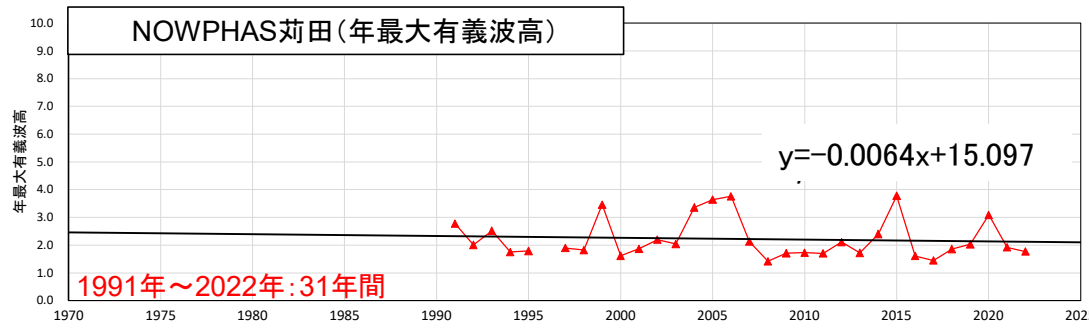


※ 下関検潮所は、1993年から2012年3月まで気象庁で管理、その後港湾局へ移管
年最大潮位偏差の経年変化

外力（波浪）の変化傾向の把握

■ 波浪の変化傾向の把握(年最大有義波高・波浪エネルギー)

- NOWPHAS浜田港、藍島港、荇田港の3地点の年最大有義波高・波浪エネルギーの経年変化について整理した。
- 年最大有義波高・波浪エネルギーは、年度ごとに変動はあるものの、概ね横ばいに推移しており、潮位変化のように経年的な上昇傾向はみられない。



年最大有義波高の経年変化

波浪エネルギーの経年変化と測得率

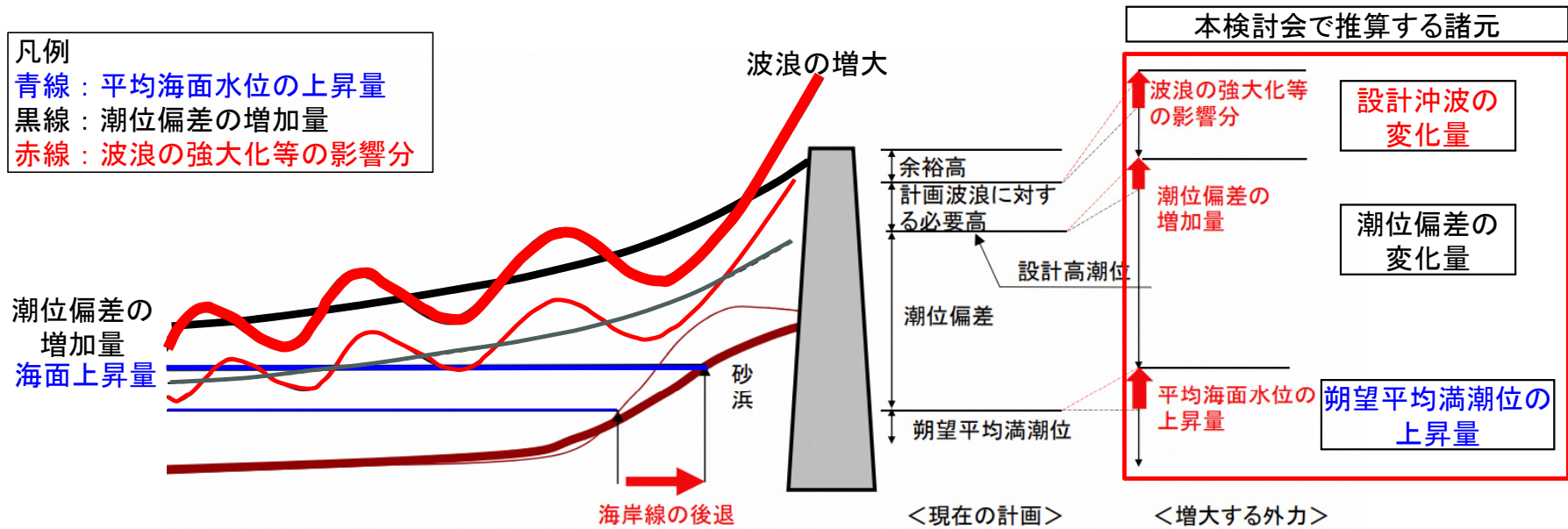
※NOWPHAS:2時間データで整理

6. 気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)

本検討会で推算する諸元

- 取り扱う計画外力について
- 海岸保全施設の天端高は、「朔望平均満潮位」、「潮位偏差」、「計画波浪に対する必要高」に余裕高を加味して設定されることが多い。
 - 本検討会では、「計画波浪に対する必要高」の代替として「設計沖波」を推算※。
 - 本検討会では、「朔望平均満潮位」「潮位偏差」「設計沖波」について、気候変動の影響を加味して推算。

※「計画波浪に対する必要高」で使用する各施設の計画波浪は、**設計沖波**から波浪変形計算を実施して算出されるため、施設毎に異なる。このため、本委員会では、各施設の計画波浪の元となる**設計沖波**について推算する。



出典：気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言、令和2年7月に一部加筆
 本検討会で取り扱う計画外力について

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)

- ▶ 「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」等を踏まえて、山口県沿岸における気候変動を踏まえた計画外力の検討方針(案)を設定する。
- ▶ 各検討項目の内容については、次頁以降に詳細を掲載する。

項目	「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」本文の抜粋内容	外力設定に関する方針(案)
気候変動シナリオ (海岸保全の目標)	気候変動を踏まえた海岸保全の基本的な方針(本文P12, 4.)	<ul style="list-style-type: none"> • 2℃上昇相当を基本とする。 • 2100年を目標とする。
目標とする年	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。	
海面水位 (朔望平均満潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(1)) 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るべきである。	<ul style="list-style-type: none"> • 現行計画値に将来予測される平均海面水位の上昇量を加える。 • 朔望平均満潮位は、現行計画値を踏襲する。 • 海面上昇量は、「日本の気候変動2020」の2℃上昇シナリオの平均値0.39mとする。
潮位偏差 (計画高潮位)	高潮対策・津波対策(本文P.15,(1)) 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。	
波浪 (設計波)	今後は気候変動を踏まえた高潮・津波に係る海岸保全及び他分野との連携について、具体的な対応を図るべきである。	
津波		<ul style="list-style-type: none"> • 想定台風(パラメトリック台風モデル)を対象にした手法を採用 • 過去から近年まで含んだ長期間の波浪推算結果の統計値から設定。 • 潮位偏差の設定に用いる想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当か確認。 • 山口県地震・津波防災対策検討委員会報告書のL1津波水位に、目標とする2100年の平均海面水位の上昇量を加算して設定

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動シナリオ(海岸保全の目標)

- ▶ 「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℃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℃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。
- ▶ 山口県では、パリ協定の2℃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℃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。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、令和2年7月

IPCC 第5次評価報告書における
RCPシナリオとは

RCP...Representative Concentration Pathways (代表濃度経路シナリオ)

略称	シナリオ (予測) のタイプ
 RCP 2.6	低位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 2.6W/m ²) 将来の気温上昇を 2℃以下に抑えるという目標のもとに開発された排出量の最も低いシナリオ
 RCP 4.5	中位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 4.5W/m ²)
 RCP 6.0	高位安定化シナリオ (世紀末の放射強制力 6.0W/m ²)
 RCP 8.5	高位参照シナリオ (世紀末の放射強制力 8.5W/m ²) 2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ

出典：IPCC第5次評価報告書および(独)国立環境研究所 地球環境研究センターニュースVol.18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

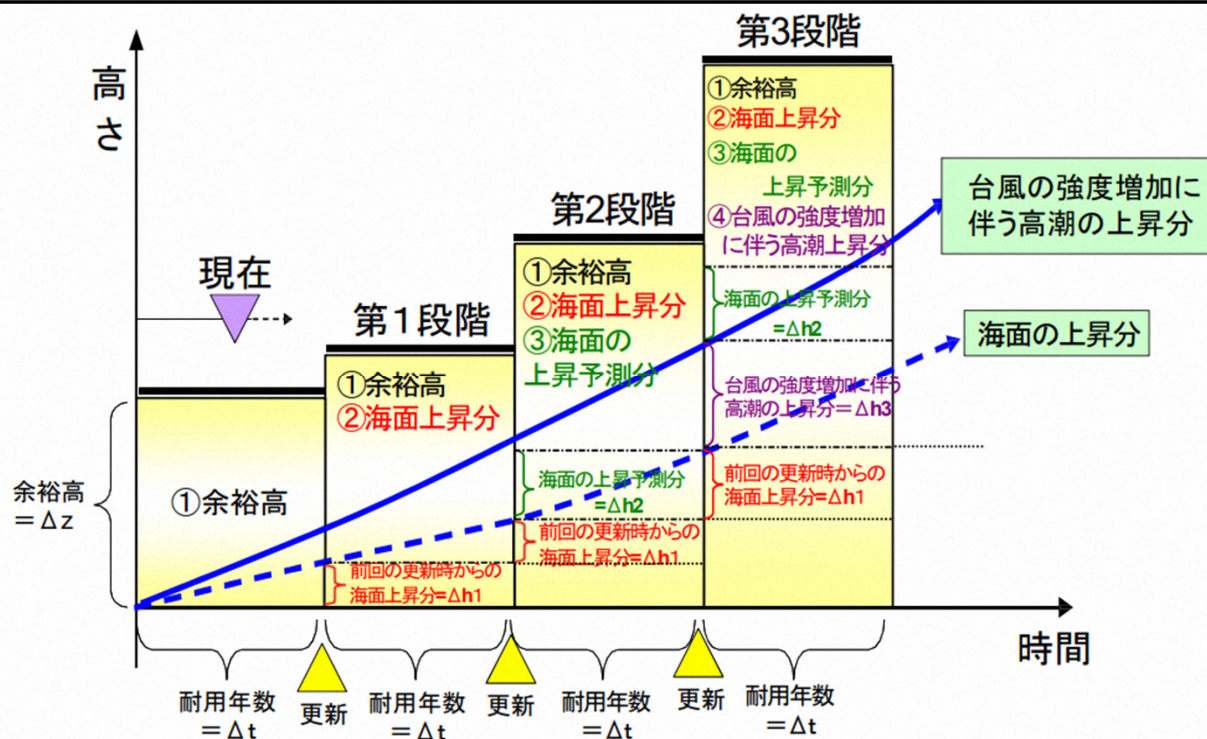
■気候変動の検討時点の設定(目標とする年)

- 気候変動の検討時点は、2100年とする。
- ただし、海面上昇や高潮・波浪の変化は長い期間をかけて進んでいくことから、海岸保全施設の耐用年数や気候変動予測の変化等に柔軟に対応できるよう、段階的な施設整備・更新を行う。

第一段階:既に上昇した海面上昇分を見込む

第二段階:既に上昇した海面上昇分に構造物の耐用年数を考え、海面上昇のトレンドや予測計算による海面上昇分を見込む

第三段階:第二段階での考え方に加え、台風の強度増加に伴う高潮上昇分を見込む



出典:気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会 (R1. 10. 2)

施設整備目標の検討 (施設の耐用年数を考慮した整備・更新の計画)

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた朔望平均満潮位の設定の考え方

▶「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方提言」において、将来想定される海岸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。このことから、山口県では、次のとおり朔望平均満潮位を設定する【設定値については、第2回検討会で提示】。

- ①朔望平均満潮位は、山口県沿岸の検潮所における潮位観測データから変動傾向を確認した上で設定する。
- ②平均海面上昇量は、「日本の気候変動2020」が公表している20世紀末から21世紀末までの平均海面水位上昇量の予測値をベースに山口沿岸の検潮所における平均潮位の上昇トレンドを比較したうえで設定する。
- ③気候変動を踏まえた朔望平均満潮位は、上記の朔望平均満潮位に目標とする年までの平均海面上昇量を加えて設定する。

(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。

①朔望平均満潮位

- ・山口県沿岸の検潮所における潮位観測データから変動傾向を確認した上で設定する。

②海面上昇量

- ・観測結果のトレンド(外挿)から設定
- ・気象庁等による予測値から設定

出典：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計画外力の検討方針（案）

■ 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定（日本の気候変動2020）

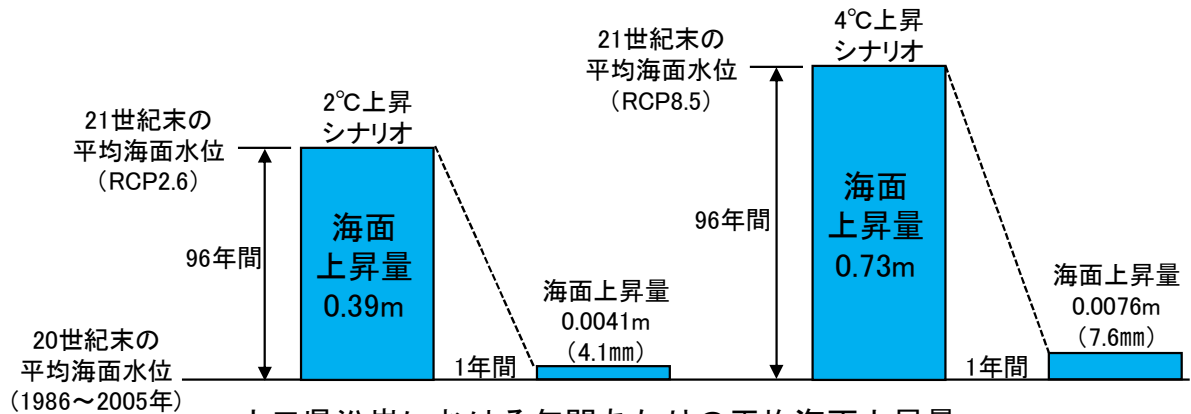
▶ 「日本の気候変動2020」では、山口県を含む領域Ⅲ・Ⅳの平均海面上昇量の平均値は、2℃上昇シナリオでは0.39m、4℃上昇シナリオでは南沿岸で0.74m、北沿岸で0.73mと予測されている。1年あたりの平均海面上昇量は、0.004m(4.1mm)/年(2℃上昇シナリオ)、0.0076m(7.6mm)/年(4℃上昇シナリオ)となる。

1986年～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上昇量

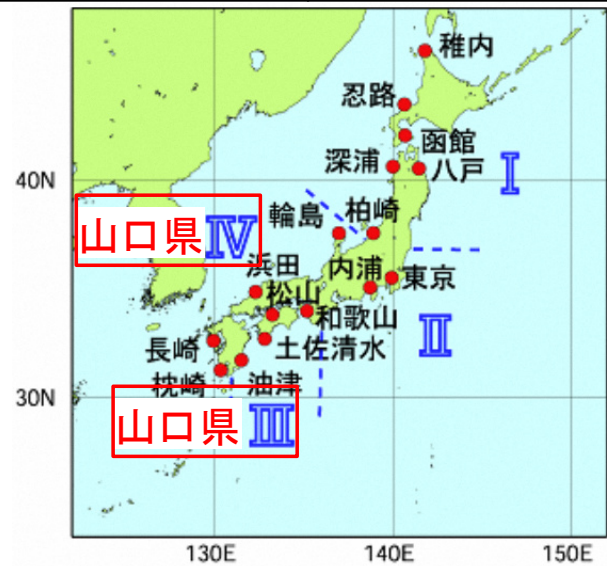
時期 シナリオ	1986～2005年(20世紀末)の平均海面水位を基準とした2081～2100年平均(21世紀末)				検潮所16地点の 平均値
	日本沿岸の平均海面水位の上昇量		山口南沿岸	山口北沿岸	
	領域Ⅰ	領域Ⅱ	領域Ⅲ	領域Ⅳ	
2℃上昇シナリオ (RCP2.6)	0.38m (0.22～0.55m)	0.38m (0.21～0.55m)	0.39m (0.22～0.56m)	0.39m (0.23～0.56m)	0.39m (0.22～0.55m)
4℃上昇シナリオ (RCP8.5)	0.70m (0.45～0.95m)	0.70m (0.45～0.95m)	0.74m (0.47～1.00m)	0.73m (0.47～0.98m)	0.71m (0.46～0.97m)

出典：日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—
表中の数値は平均値。()内に95%信頼区間を記載

日本の気候変動2020の平均海面水位上昇量



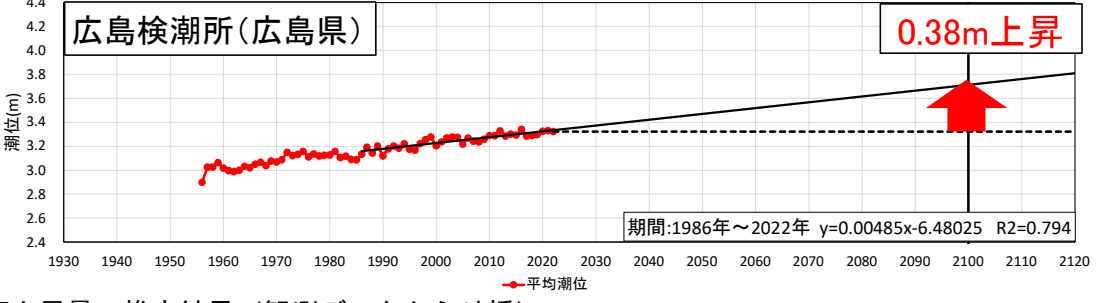
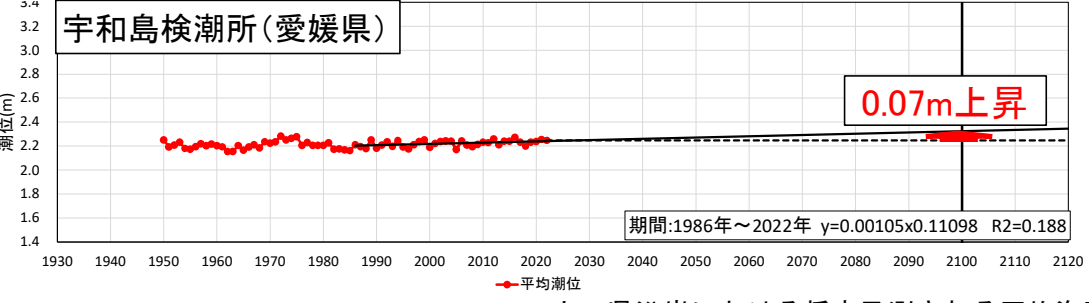
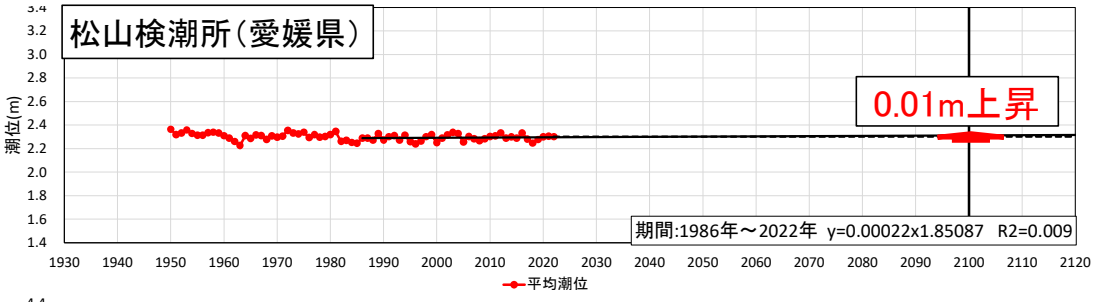
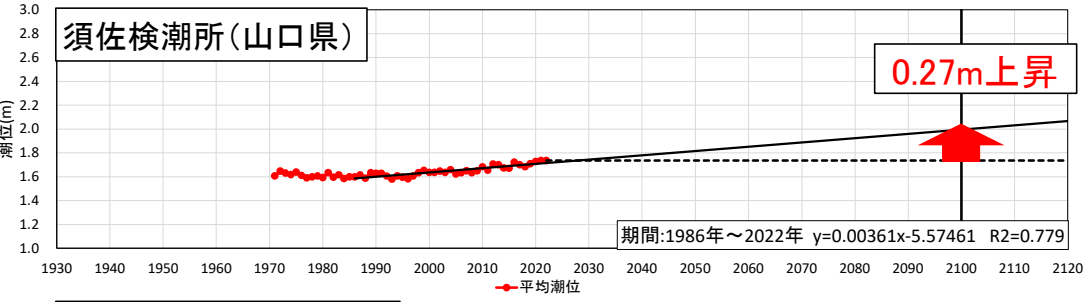
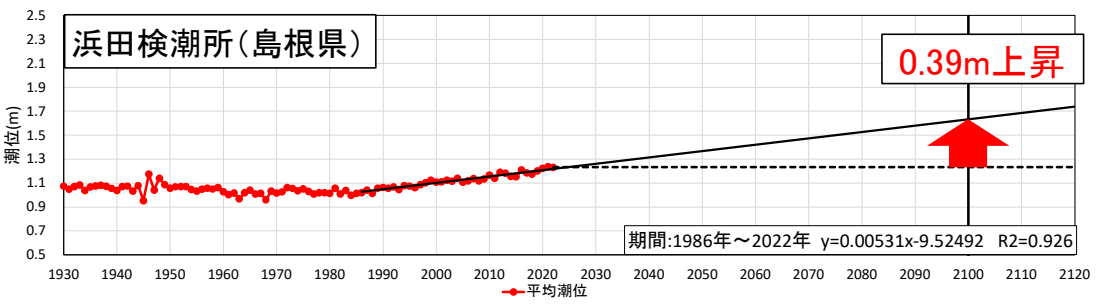
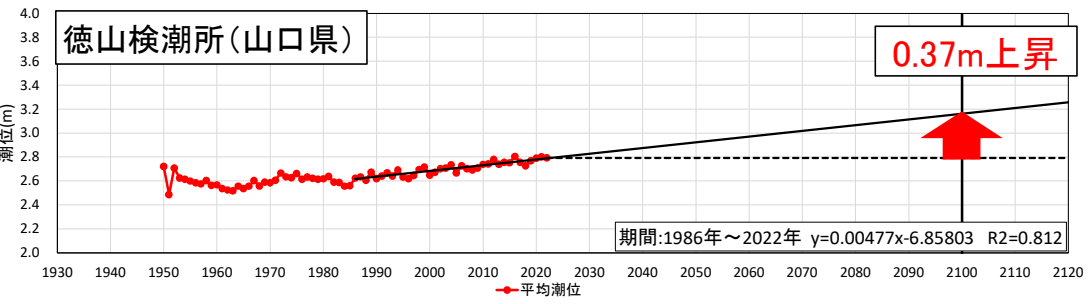
山口県沿岸における年間あたりの平均海面上昇量



■ 将来予測される平均海面水位の上昇量の設定（観測結果からの推定）

- ▶ 山口県沿岸における潮位観測所の観測結果を基に近似直線※1を作成し、将来予測される平均海面上昇量を推定した。
- ▶ 各検潮所において、このトレンドで海面が上昇し続けた場合、山口県沿岸では2022年から2100年時点（78年後）までに、0.27m～0.37m程度の海面上昇が想定され、日本の気候変動2020の値と概ね一致している。

※1：日本の気候変動2020では、1986年を基準にしていることから1986年～2022年の観測値を基に線形近似を作成



山口県沿岸における将来予測される平均海面上昇量の推定結果（観測データから外挿）

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討方針

- ▶ 潮位偏差は、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(d2PDF/d4PDF)を活用して、高潮推算を行い、将来的に予測される変動量(変化率)を推算する。
- ▶ 将来予測される潮位偏差の長期変化量を推算する方法は、以下の推算方法が示されており、「A: 想定台風」、「B: 不特定多数の台風モデル」の大きく2つに区分できる。他県の先行事例では、「A-1: パラメトリック台風モデル」、「B-1: 全球気候モデル台風」の推算手法が多く用いられている。
- ▶ A-1: パラメトリック台風モデルは、「従来、想定台風で外力設定してきた沿岸で適用性がある」とされており、山口県の現行計画外力は、想定台風(T9918等)で設定されていることから、A-1: パラメトリック台風モデル用いた推算手法を採用する。

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		
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 ⁴⁾	・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。
島根県 広島県 徳島県 福岡県 愛媛県 高知県等			
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乗せて仮想的に考慮(擬似温暖化手法) ⁵⁾	・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. 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		
B-1. 全球気候モデル台風 領域気候モデル台風 高知県 愛媛県等	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 ⁶⁾	・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。
B-2. 気候学のアプローチ	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学的最大高潮偏差をシームレスに推定する手法等 ⁷⁾	・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 ⁸⁾	・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。

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(令和3年8月 4省庁通知)
各手法のメリット・デメリット

	A-1: パラメトリック台風モデル	B-1: 全球気候モデル台風
メリット	・想定台風を用いるため、台風の条件設定が容易。 ・B-1手法と比較して計算負荷は小さい(数ケース～10ケース程度)	・不特定多数の台風を用いるため、確率評価が可能。
デメリット	・潮位偏差、波浪を直接確率評価することは困難(台風の最低中心気圧の確率評価は可能)	・確率評価の精度を確保するため、最低でも50～100ケースの高潮・波浪推算が必要なため、計算負荷が大きい ・不特定多数の台風を用いるため、特定の台風条件の設定は困難

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた潮位偏差・波高の設定に向けた検討方針

- ▶ 山口県沿岸では、顕著な高潮被害を発生させた1987年台風12号(T8712)、1991年台風19号(T9119)、1999年台風18号(T9918)を想定台風としている。
- ▶ 北沿岸では台風の実績経路、南沿岸では台風経路を東西方向に移動させ、地区海岸における高潮偏差の最大値を計画外力に設定している。
- ▶ 現行の設定方法との親和性を考慮して、想定台風(中心気圧・経路)に気候変動を考慮した気圧低下量を反映し、波浪高潮推算を実施することで、将来予測される潮位偏差の長期変化量を推算する(「A-1: 想定台風(パラメトリック台風モデル」手法)。

項目	沿岸	現行計画外力の設定方法
設計高潮位	北沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計高潮位＝期望平均満潮位＋高潮偏差で設定。 ■ 山口県の日本海沿岸に過去高潮被害が発生した台風の中から、数値計算により最大潮位偏差となった1987年台風12号の値を採用（ただし、見島は1991年台風19号の値を採用）。既往台風の実績ルートを採用。
	南沿岸	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設計高潮位＝期望平均満潮位＋高潮偏差で設定。 ■ 山口県に顕著な高潮被害をもたらした1999年台風18号をモデル台風として、数値計算により、台風経路を0.25度毎に変化させて、各沿岸における高潮偏差の最大値を計画外力として設定。

(2-2) 潮位偏差への今後の対応方針

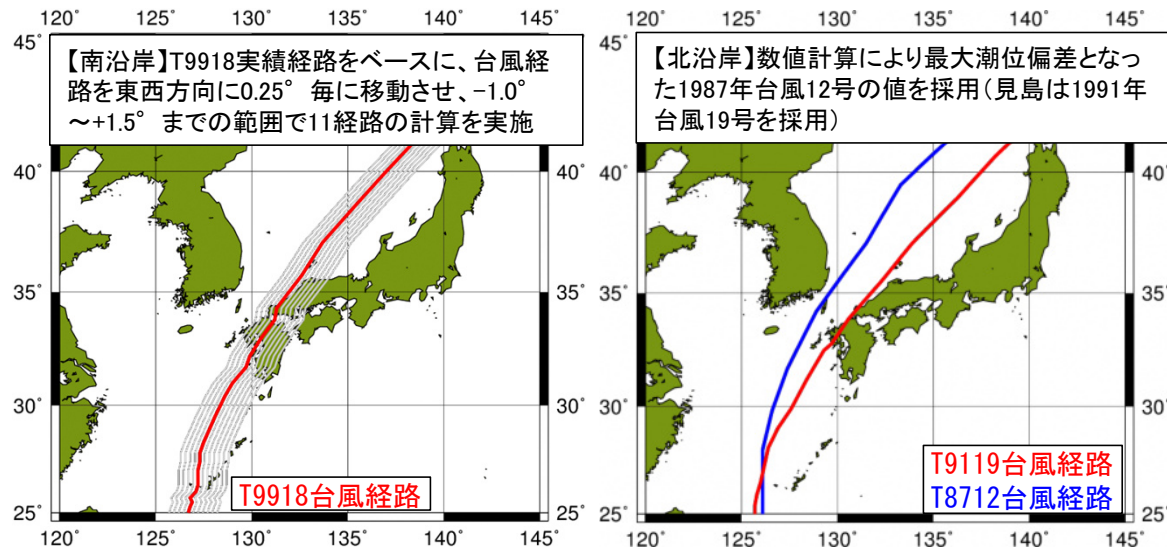
○(2-1)を踏まえ、気候変動による潮位偏差の長期変化については、今後以下のように対応することが考えられる。

<前提条件>

- ① 潮位偏差は、地域や地形等によって大きく異なる。
- ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算している地域とがある。
- ③ 気候変動影響に基づく将来予測の定量化に係る研究が一定程度進められている。
- ④ 近年の観測結果にはすでに気候変動の影響による長期変化量が含まれている可能性があり、現行計画の作成当時と比べ、想定される再現期間が短くなっている可能性がある。
- ⑤ 現時点では、潮位偏差の長期変化量の予測や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べて、不確実性が高い。

<対応方針>

- 将来予測される潮位偏差の長期変化量を推算し、適切に考慮する。

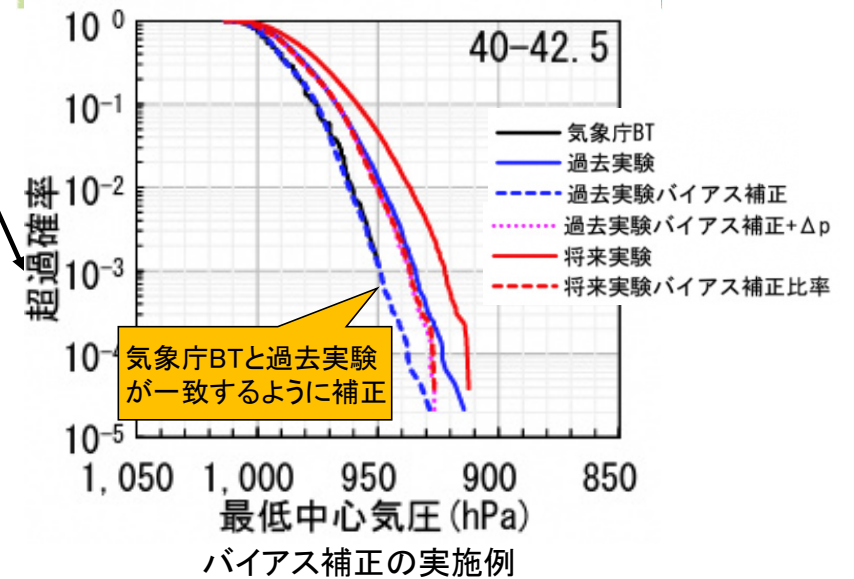
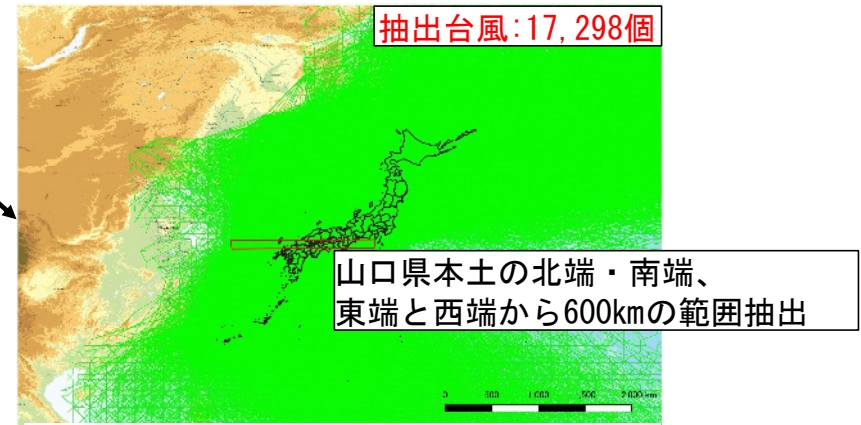
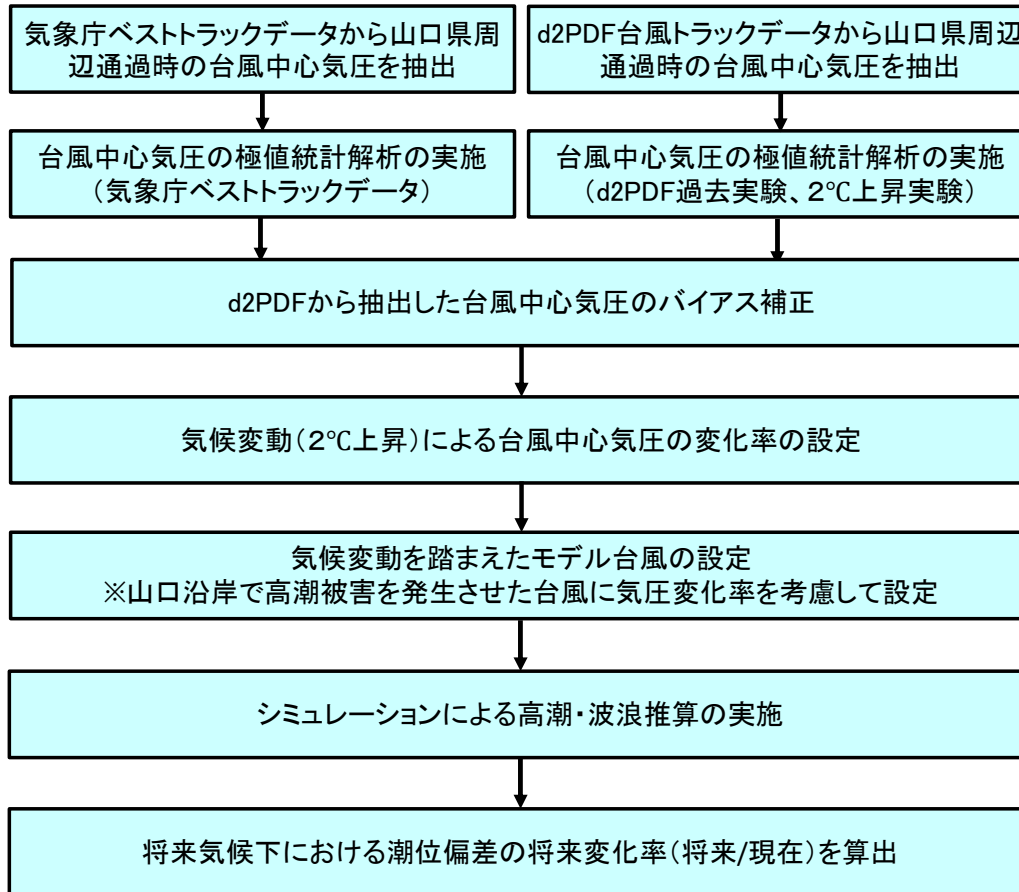


出典：高潮対策検討調査報告書（平成12年9月）を基に作図
現行計画外力に用いられている想定台風（T8712、T9918）

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■ 気候変動を踏まえた潮位偏差の設定に向けた検討方針

- 将来気候下において、設定するモデル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推算を実施する。
- 高潮推算結果から潮位偏差の将来変化率(将来/現在)を整理し、現在の潮位偏差に将来変化率を乗じて将来気候下における潮位偏差を算出する。

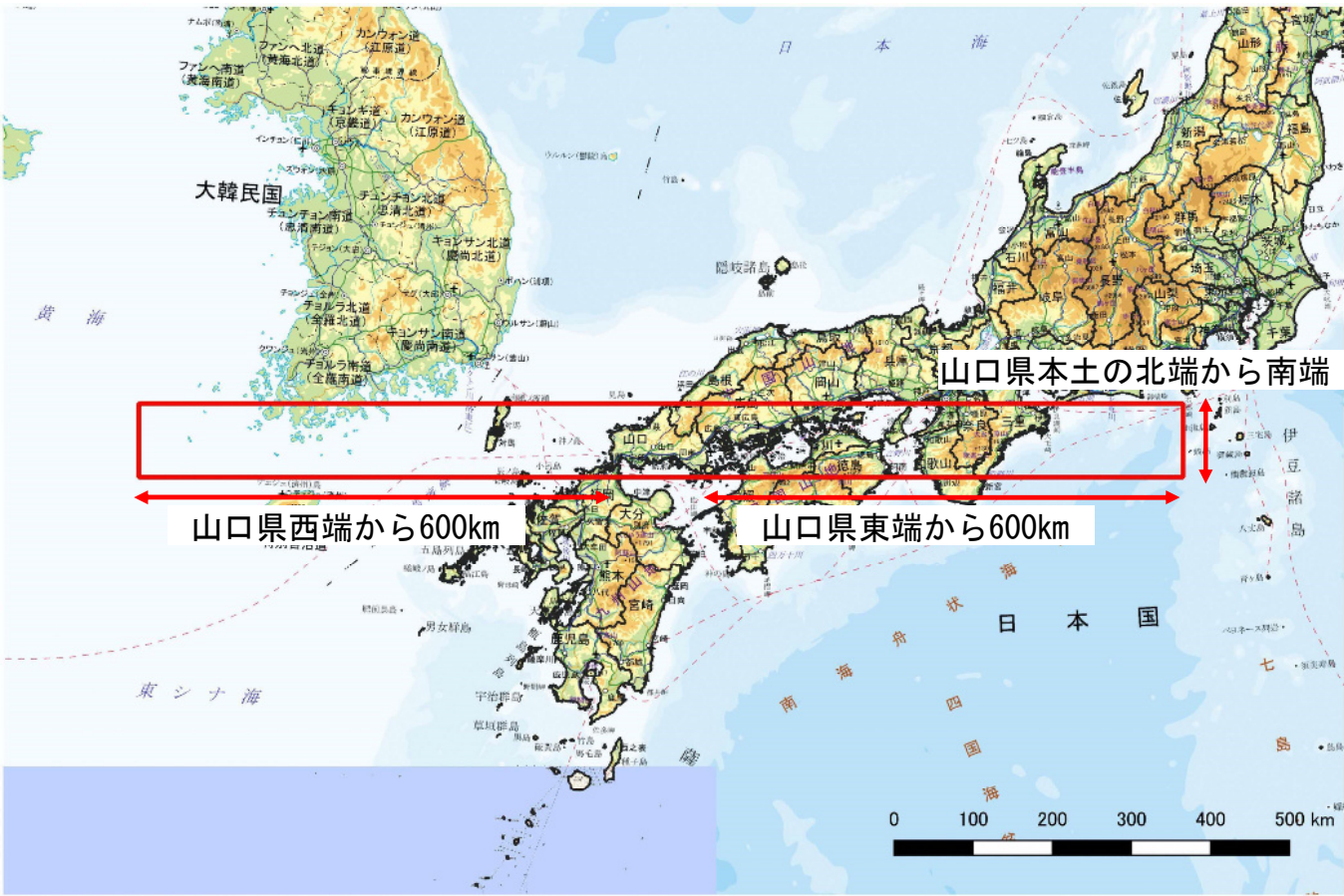


■ d2PDF台風トラックデータの抽出

- ▶ d2PDFの台風トラックデータは、京都大学防災研究所沿岸災害研究分野HPに公開されているデータを使用する。
- ▶ 台風抽出範囲は、過去最大の暴風範囲を記録したT9918号の最大暴風域半径600kmから設定した。
- ▶ 山口県本土の北端・南端、東端と西端から600kmの矩形領域範囲を通過する台風を抽出した。

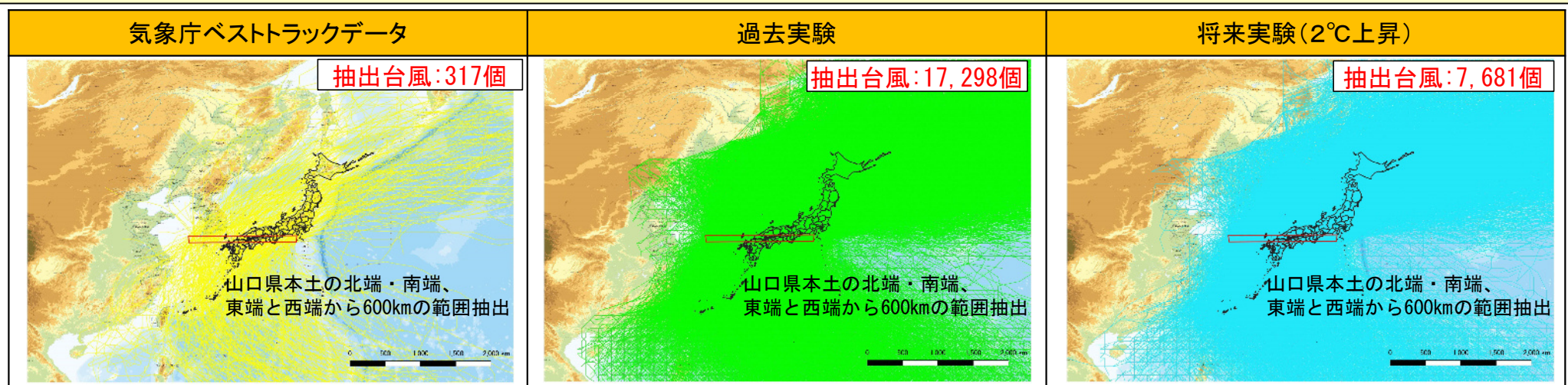
過去の主な被害状況

No	発生時年月日	災害原因	最大暴風域半径
1	1945(S20)年9月16日～18日	枕崎台風	—
2	1949(S24)年6月20日～21日	デラ台風	—
3	1950(S25)年9月13日～14日	キジア台風	—
4	1951(S26)年10月14日～15日	ルース台風	—
5	1954(S29)年9月25日～26日	洞爺丸台風	—
6	1955(S30)年9月29日～30日	台風22号	—
7	1971(S46)年8月4日～6日	台風19号	—
8	1976(S51)年9月8日～13日	台風17号	—
9	1991(H3)年9月27日～28日	台風19号	518.6km
10	1999(H11)年9月23日～24日	台風18号	601.9km
11	2004(H16)年9月7日	台風18号	555.6km



■d2PDF台風トラックデータの抽出結果

- d2PDFの台風の抽出範囲を、東西方向は山口県本土の東端と西端から600km、南北方向は山口県本土の北端と南端の矩形範囲と設定し、その領域を通過する台風を抽出した結果、過去実験は17,298個、2℃上昇実験は7,681個となった。
- 年間あたりの台風発生個数は、過去実験は2.88個/年、2℃上昇実験は2.33個/年となり、将来気候においては台風の発生個数は減少傾向にあることが想定される。



条件	年数	抽出台風	年間あたりの台風発生個数※3
気象庁ベストトラックデータ (1951年～2022年)	72年間	317個	4.40個/年
過去実験 (1951年～2010年)	100メンバ(100摂動※2) × 60年 = 6000年	17,298個	2.88個/年
将来実験(2℃) (2031年～2090年)	54メンバ(6モデル※1 × 9摂動※2) × 60年 = 3240年	7,681個	2.33個/年

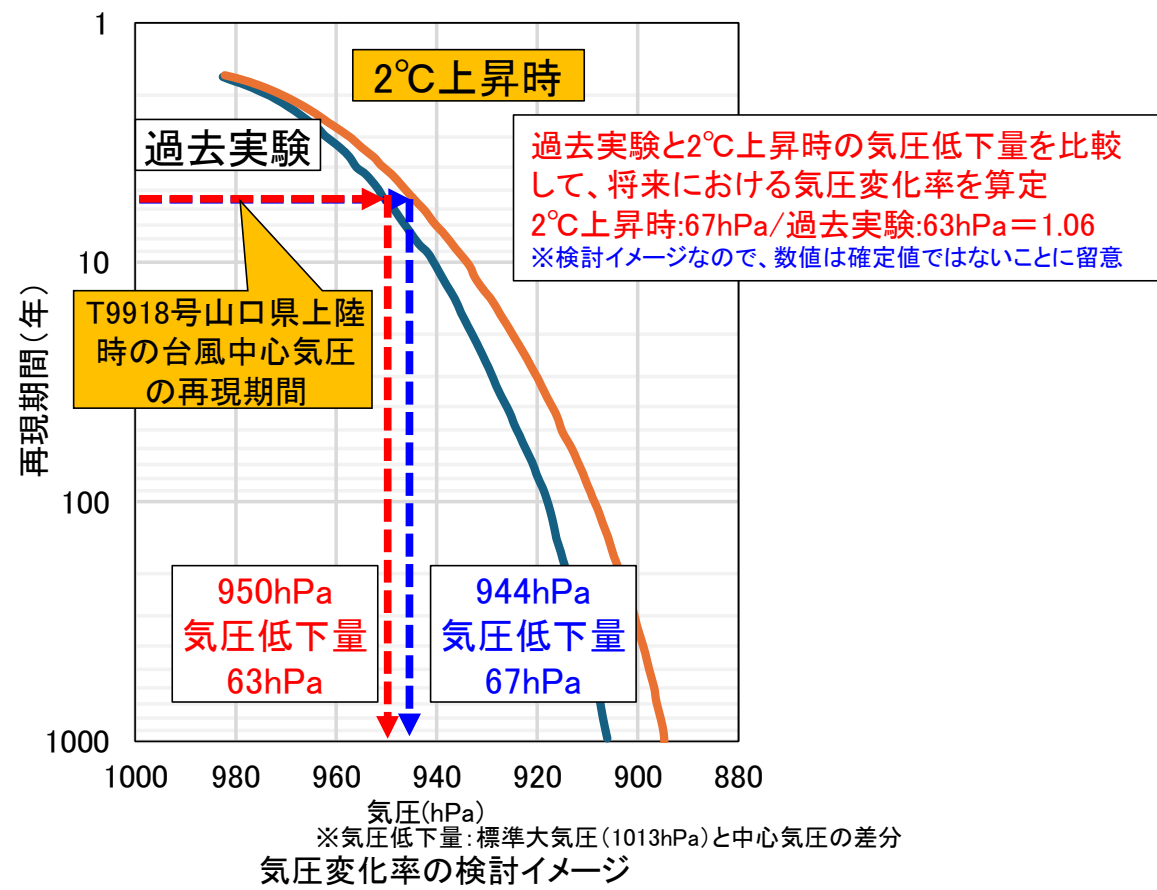
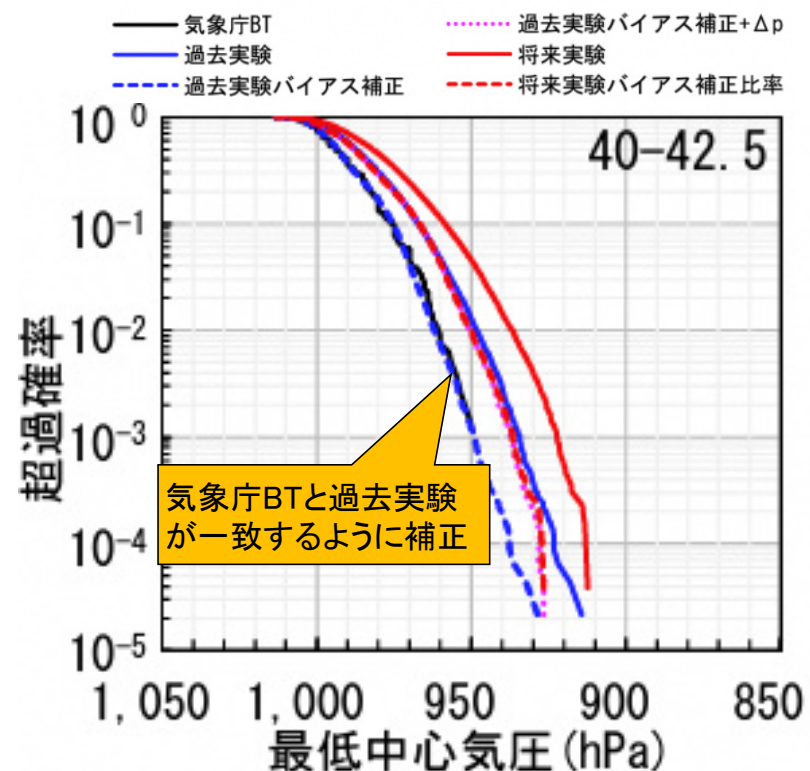
※1 将来実験において使用している主要6モデル(CCSM4、GFDL-CM3、HadGEM2-AO、MIROC5、MPI-ESM-MR、MRI-CGCM3)

※2 海面水温解析の推定誤差と同等の振幅をもつ海面水温摂動であり、2℃上昇実験は任意に選んだ9個が使用されている

■d2PDFから抽出した台風中心気圧の補正

- d2PDFは、気候モデルによる計算結果であり統計的な誤差（バイアス）が含まれるため、先行事例^{※1}を参考に、クオンタイルマッピング法を用いて、再現期間ごとに台風中心気圧の補正量を算定する。補正量は、d2PDF（過去実験）における台風中心気圧が、気象庁BTデータのものと同程度になるように設定する。
- バイアス補正後のデータを用いて、実績台風の中心気圧から再現期間を求め、2℃上昇時における同じ再現期間の中心気圧を算出し、気圧低下量の比率（2℃上昇時/過去実験）を中心気圧の将来変化倍率として、実績台風の中心気圧に乗じたものを将来予測台風とする。

※1: 大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の台風を対象としたバイアス補正手法とその将来変化予測(有村ら、2021)



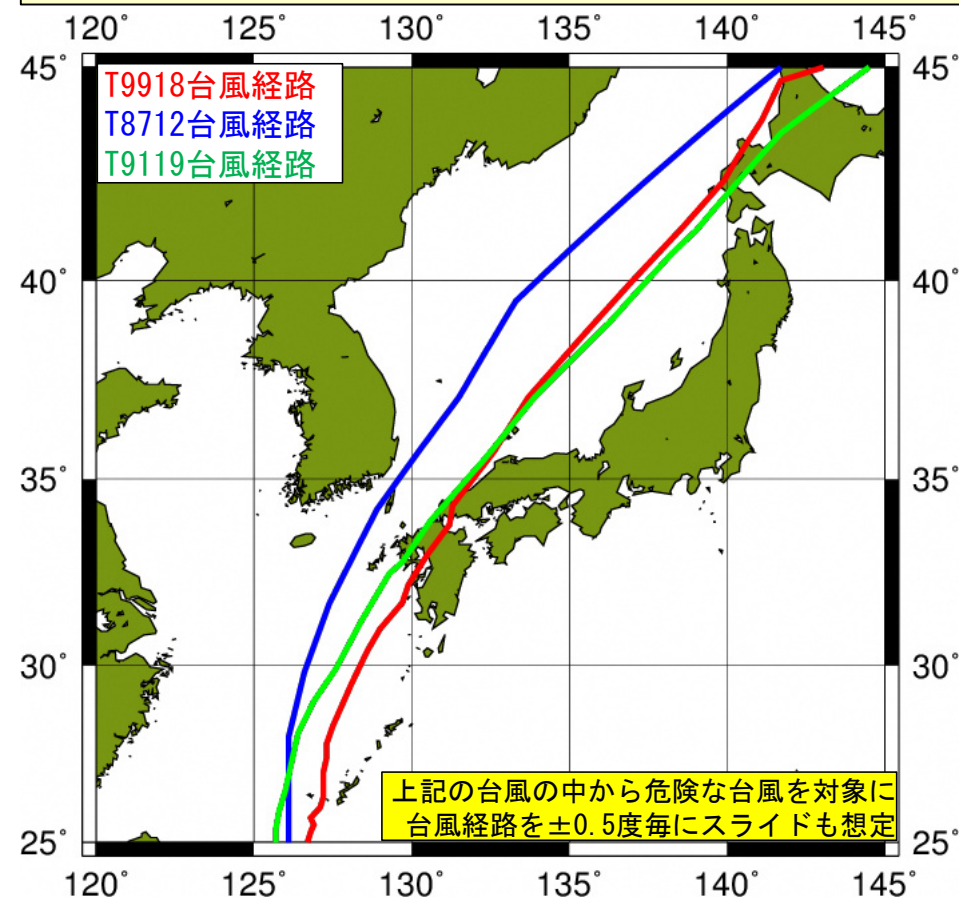
出典: 大規模アンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の台風を対象としたバイアス補正手法とその将来変化予測(有村ら、2021)

バイアス補正の実施例

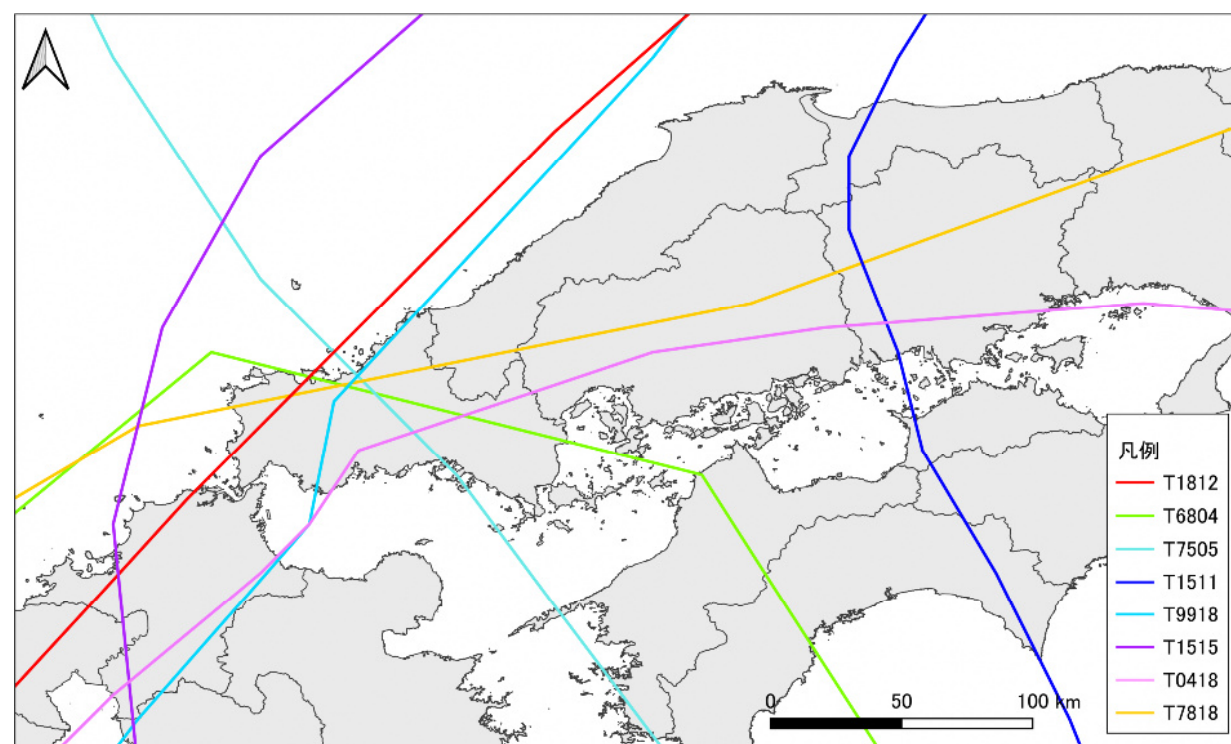
※気圧低下量: 標準大気圧(1013hPa)と中心気圧の差分
気圧変化率の検討イメージ

■気候変動を踏まえた想定台風の設定

- 山口県沿岸の計画外力は、顕著な高潮被害を発生させたT8712、T9119、T9918を想定台風とし、数値計算により高潮偏差の最大値を計画外力に設定していることから、この想定台風を用いて、気圧低下及び台風経路を変化させた高潮シミュレーションを実施する。
- 現時点では、計画外力設定に使用している3台風を想定しているが、高潮浸水想定結果等を踏まえ、追加・変更ケースを第2回検討会にて提示する。



想定台風経路（T8712、T9119、T9918）

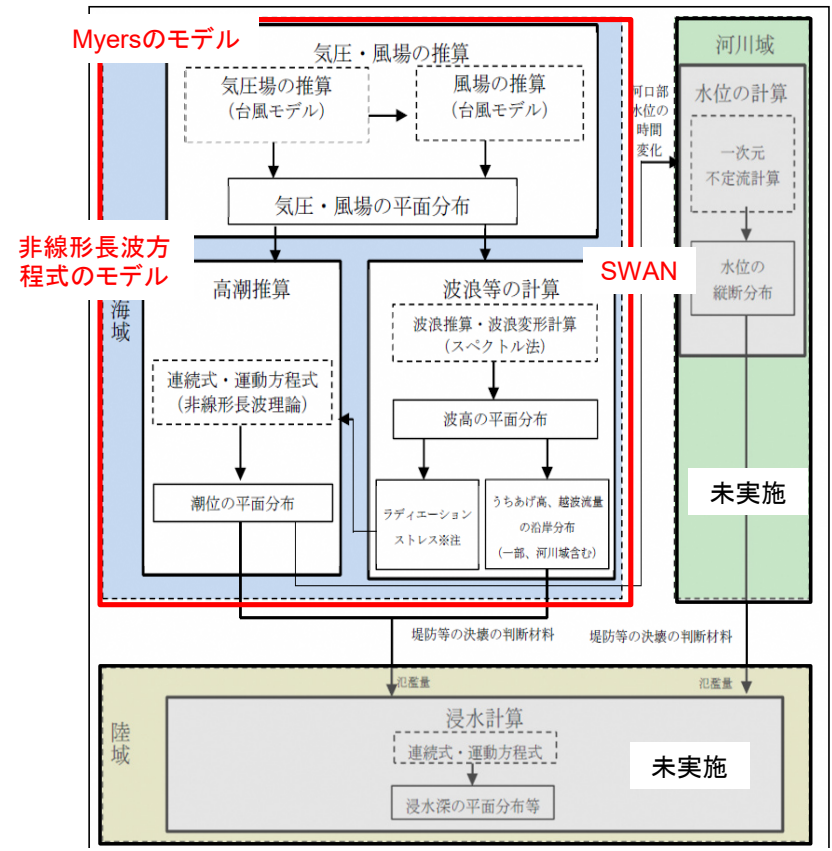


※北沿岸については現在、高潮浸水想定区域図作成中
 出典：山口南沿岸における高潮浸水想定区域図 解説書を基に作図

山口南沿岸高潮浸水想定で使用された想定台風経路

■高潮推算の計算条件(案)

- モデルの検証に用いる実績台風は、近年山口県沿岸で高潮を発生させた気象擾乱を対象に、北沿岸・南沿岸でそれぞれ2擾乱を対象に検証計算を行うことを想定している【**検証台風については、第2回検討会で提示**】。
- 計算格子間隔は、計算負荷を抑えるため、影響評価に十分な精度を確保できる計算格子間隔を感度分析で決定し、風速変換係数(C1, C2)を検証計算の結果より設定する。



設定項目	本検討での高潮推算の設定内容
計算モデル	気圧場・風場: 台風モデル(Myersの式) 波浪推算: スペクトル法(SWAN) 高潮推算: 非線形長波モデル
検証台風	T9119、T9918、T0418、T1216、T2211
計算時間	台風に応じて設定
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように設定
計算格子間隔	7290m→3240m→810m→270m→… ※最小計算格子は感度分析により設定
構造物条件	設定なし
河川流量	設定なし
台風中心気圧	実績台風の中心気圧
風速変換係数 C1,C2	検証計算の結果より設定
初期潮位	台風襲来時の平均潮位

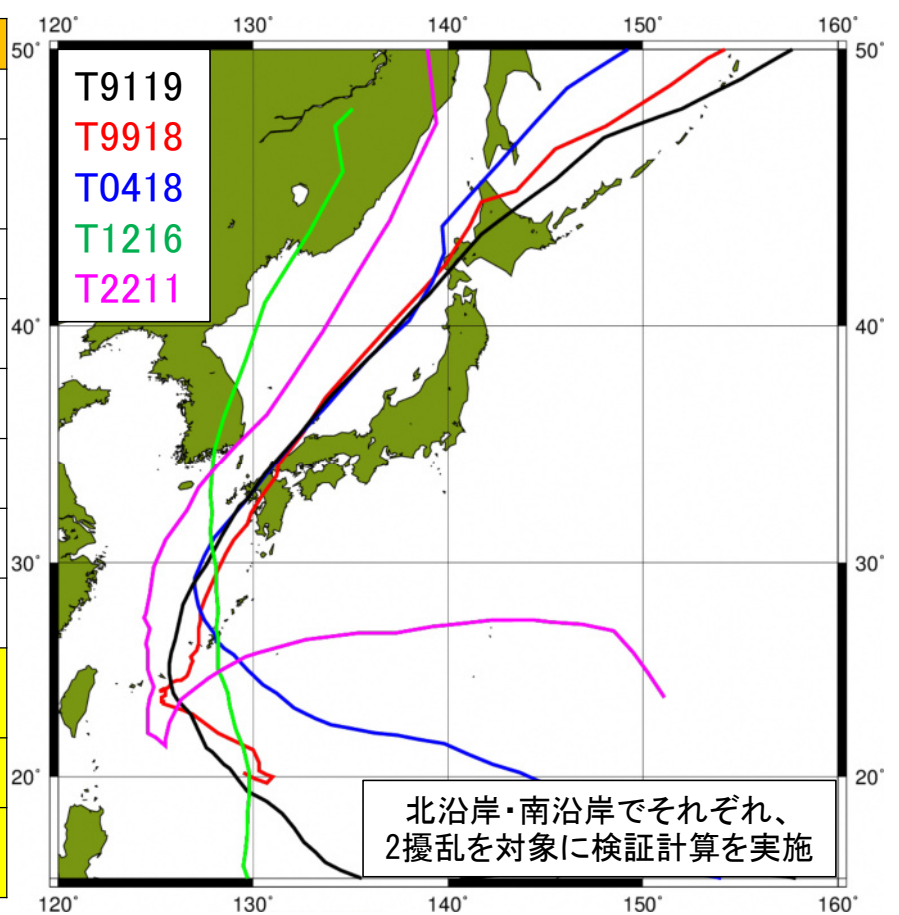
出典:「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver.2.11 令和5年4月p51
※赤字で使用モデル名を記載、赤枠内本検討対象フロー

■検証対象台風の設定根拠

➤ 再現計算の対象とした台風は、過去に山口県内に高潮被害をもたらし、かつ台風接近時の潮位偏差や風向風速の観測値データが存在している台風を対象に、モデルの再現性確認を行う。再現性の確認は、山口県沿岸の各観測所で波高・潮位・潮位偏差に着目して行う。

過去の主な被害状況

No	発生時年月日	災害原因	気象概要	主な被災地域
1	1945(S20)年9月16日～18日	枕崎台風	最低気圧969.8hPa(下関)、最大風速N23.2m/s(下関)、雨量200～300mm(県内)	県東部、大津郡
2	1949(S24)年6月20日～21日	デラ台風	最低気圧979.9hPa(下関)、最大風速ESE22.0m/s(防府)、雨量150～200mm、(県下)300mm(北西部)	全域
3	1950(S25)年9月13日～14日	キジア台風	最低気圧980.7hPa(下関)、最大風速ENE29.5m/s(下関)、雨量200～400mm(県内)	全域、特に中部、東部
4	1951(S26)年10月14日～15日	ルース台風	最低気圧930.0hPa(下関)、最大風速35m/sに達する所あり、雨量480mm、1時間100mm(東部)	全域、特に錦川流域
5	1954(S29)年9月25日～26日	洞爺丸台風	日雨量436mm(西市)、最大風速32.1m/s(萩)、満潮高潮	全域、特に大津、内海部
6	1955(S30)年9月29日～30日	台風22号	風水害、高潮、最低気圧973.6hPa(下関)、最大風速33.4m/s(防府)	全域、特に内海沿岸
7	1971(S46)年8月4日～6日	台風19号	最低気圧972.7hPa(下関)、最大風速ESE28.8m/s(山口)、雨量223.0mm(山口)、406mm(馬糞岳)	全域
8	1976(S51)年9月8日～13日	台風17号	最低気圧978.6hPa(下関)、最大風速ESE21.0m/s(山口)、雨量343mm(羅漢山)	全域
9	1991(H3)年9月27日～28日	台風19号	最低気圧947.0hPa(下関)、953.0hPa(萩)、957.3hPa(山口)、最大瞬間風速SE53.1 m/s(山口)、WNW45.6m/s(萩)、ESE45.3 m/s(下関)	全域
10	1999(H11)年9月23日～24日	台風18号	最低気圧950hPa、最大瞬間風速E41.9m/s(下関)SE57.0m/s(防府)、SE60.0m/s(安下庄)	全域
11	2004(H16)年9月7日	台風18号	最低気圧945hPa(豊北)、最大風速SSE29.2m/s(柳井)、最大偏差203cm(小野田)、最大潮位477cm(小野田)	全域



再現計算の対象とした台風経路

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた波浪の設定に向けた検討方針

▶ 山口県での設計波高は、「気候変動を踏まえた海岸のあり方提言(案)」に基づき、山口沿岸における波浪の経年的な変化を整理したうえで、長期間の波浪推算による統計値により設定する。その際、計画高潮位の設定に用いた気候変動を考慮した想定台風での波浪推算値との比較も行い、統計値が妥当なものであるか確認する(対応方針②への対応)。

項目	沿岸	現行計画外力の設定方法
設計 沖波	北沿岸	■ SMB法やスペクトル法で設定した30年確率波。
	南沿岸	■ SMB法で使用する風速は、30年確率風速として25m/sを使用。

(3-2) 波浪への今後の対応方針
 ○(3-1)を踏まえ、気候変動による波浪の長期変化については、今後以下のように対応することが考えられる。

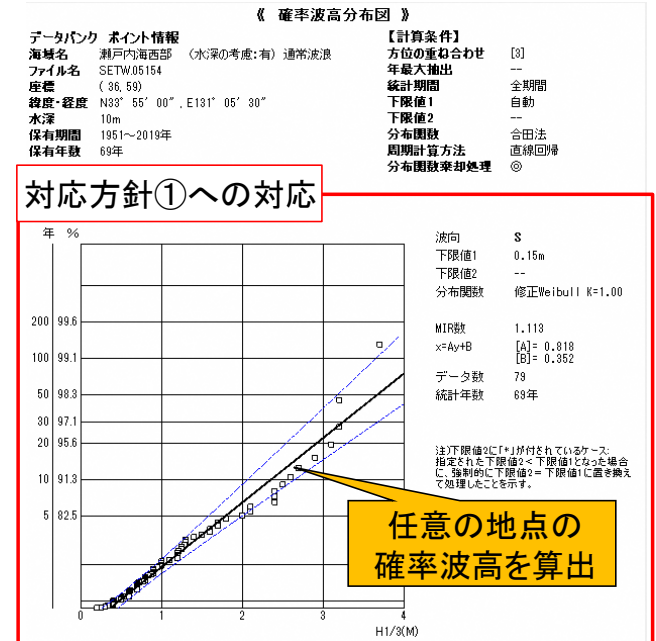
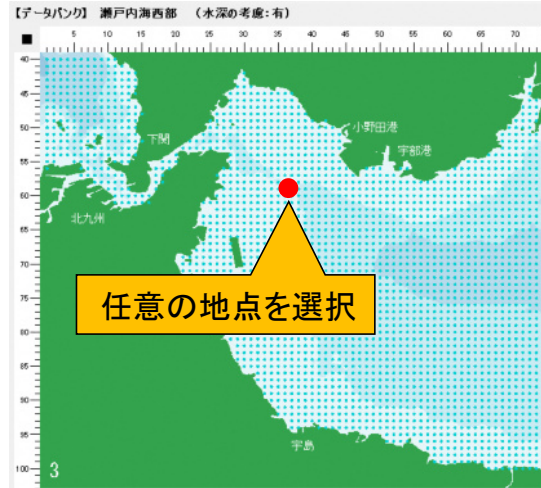
- <前提条件>
- ① 波浪は地域や地形等によって大きく異なる。
 - ② 現行計画の計画外力は、台風に基づき推算している地域と低気圧に基づき推算している地域とがある。
 - ③ 現行計画の作成当時と比べ、近年の観測結果にはすでに気候変動の影響による長期変化量が含まれている可能性がある。
 - ④ 現時点では、波浪の長期変化(沖合での波高の増加及び周期や波高の変化等)の予測や定量化は、平均海面水位の上昇量に比べて、不確実性が高い。

- <対応方針>
- ① 既に気候変動の影響が含まれている可能性があるため、できるだけ長期間(観測開始から)の観測データ又は波浪推算に基づいた統計解析によって設計波を決定する。
 - ② 将来予測される波浪の長期変化量を推算し、適切に考慮する。
 - ③ 近年の観測データには気候変動の影響が既に含まれている可能性があるため、長期間の観測データを使用する場合には、近年に観測されつつある気候変動によるトレンドに留意し、過小評価とならないよう極値統計解析を行う。

出典：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

■「確率波高計算処理システム」を活用した確率波高の算定

- 中国地方整備局では、日本海沿岸で64年間(S31~R1年)、瀬戸内海西部で69年間(S26~R1年)、瀬戸内海東部で70年間(S25~R1年)に中国地方周辺で発生した年最大波高(極大値)の異常気象時について波浪推算を実施して、計算結果をデータベース化し、任意の地点での確率波浪を抽出できるシステムを構築している。
- 山口県では、この確率波高計算処理システムで算出される長期の波浪推算での統計値を気候変動を考慮した波浪として採用する。

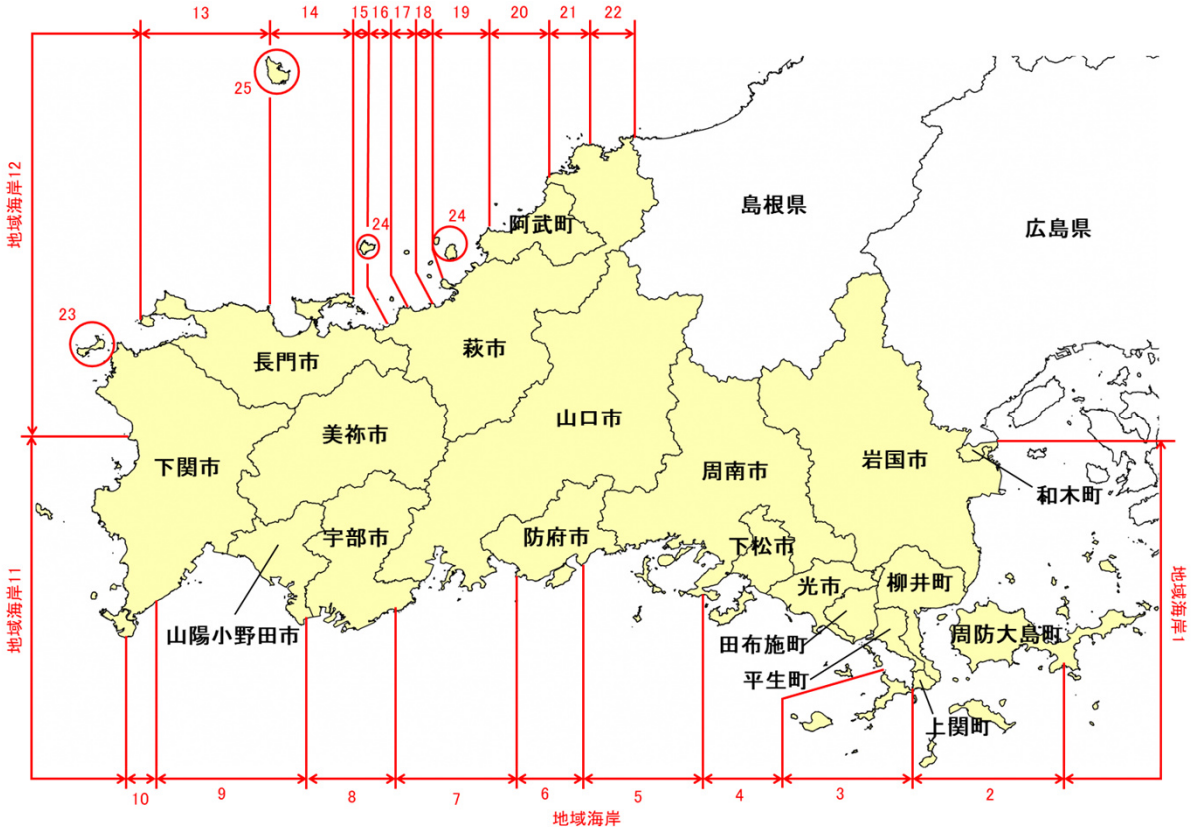


出典：確率波高計算処理システム 中国地方整備局

気候変動を踏まえた計画外力の検討方針（案）

■気候変動を踏まえた設計津波水位(L1津波水位)の設定に向けた検討方針

- ▶ 山口県沿岸では、日本海側の北沿岸の一部を除いて、堤防高は津波高ではなく高潮・高波に対する必要高から設定されている。
- ▶ そのため、気候変動を踏まえた設計津波水位の検討は、山口県地震・津波防災対策検討委員会で設定したL1津波水位に、目標とする2100年の平均海面水位の上昇量を加算して設定する。
- ▶ 平均海面上昇量を加算した設計津波高と気候変動を踏まえた設計高潮位を比較し、防護水準(案)を算定する。



出典：第11回山口県地震・津波防災対策検討委員会(資料-4)を基に作図
山口沿岸における地域海岸

地域海岸毎の最大津波水位

地域海岸	最大値 (T.P.m)	主要地点
1	2.33	岩国港, 由宇港, 久賀港, 日良居港, 油良港, 白木港, 伊保田港
2	2.60	安下庄港, 沖浦港, 沖浦西港, 小松港, 柳井港, 笠佐港, 大島港
3	2.23	上関漁港
4	2.43	室津港, 平生港, 徳山下松港(光), 徳山下松港(下松)
5	2.31	徳山下松港(徳山)
6	2.23	三田尻中関港(三田尻), 三田尻中関港(中関), 青江港
7	2.56	秋穂港, 山口東港, 山口港, 丸尾港
8	2.35	宇部港
9	2.76	小野田港, 埴生港, 下関港(長府)
10	1.64	下関港(岬之町)
11	1.65	下関港, 下関漁港, 吉母漁港, 湧田漁港, 小串港
12	1.35	二見漁港, 油谷港, 掛淵漁港, 大浦漁港(南側)
13	1.97	大浦漁港(北側), 川尻漁港, 立石漁港, 津黄漁港
14	1.62	黄波戸漁港, 深川港, 湊漁港, 仙崎漁港(西側)
15	1.67	通漁港, 仙崎港, 仙崎漁港(東側), 小島漁港, 野波瀬漁港, 飯井港
16	2.04	三見漁港
17	2.52	玉江漁港(橋本川左岸側)
18	1.92	玉江漁港(橋本川右岸側), 萩港, 萩漁港(萩地区~越ヶ浜地区)
19	2.13	萩漁港(嫁立), 大井漁港, 奈古漁港(奈古)
20	2.06	奈古漁港(木与), 田部港, 宇田郷漁港
21	1.87	須佐漁港, 須佐港
22	1.71	江崎漁港
23	1.80	【離島】角島
24	1.55	【離島】大島, 相島, 櫃島, 他
25	1.35	【離島】見島

出典：第11回山口県地震・津波防災対策検討委員会(資料-4) 参照