

参考資料

令和4年9月7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

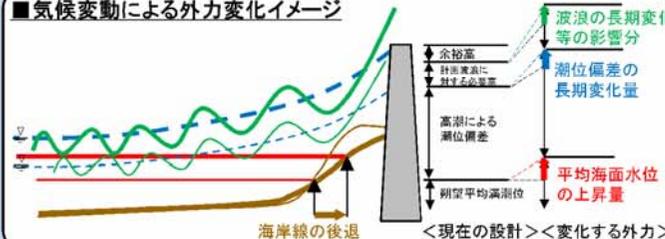
気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言【概要】

- 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。
 - 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。
 - 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。

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



<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。
- ・ 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。

観測データに基づく高知県の主な検潮場における「年平均潮位」の変化状況の整理

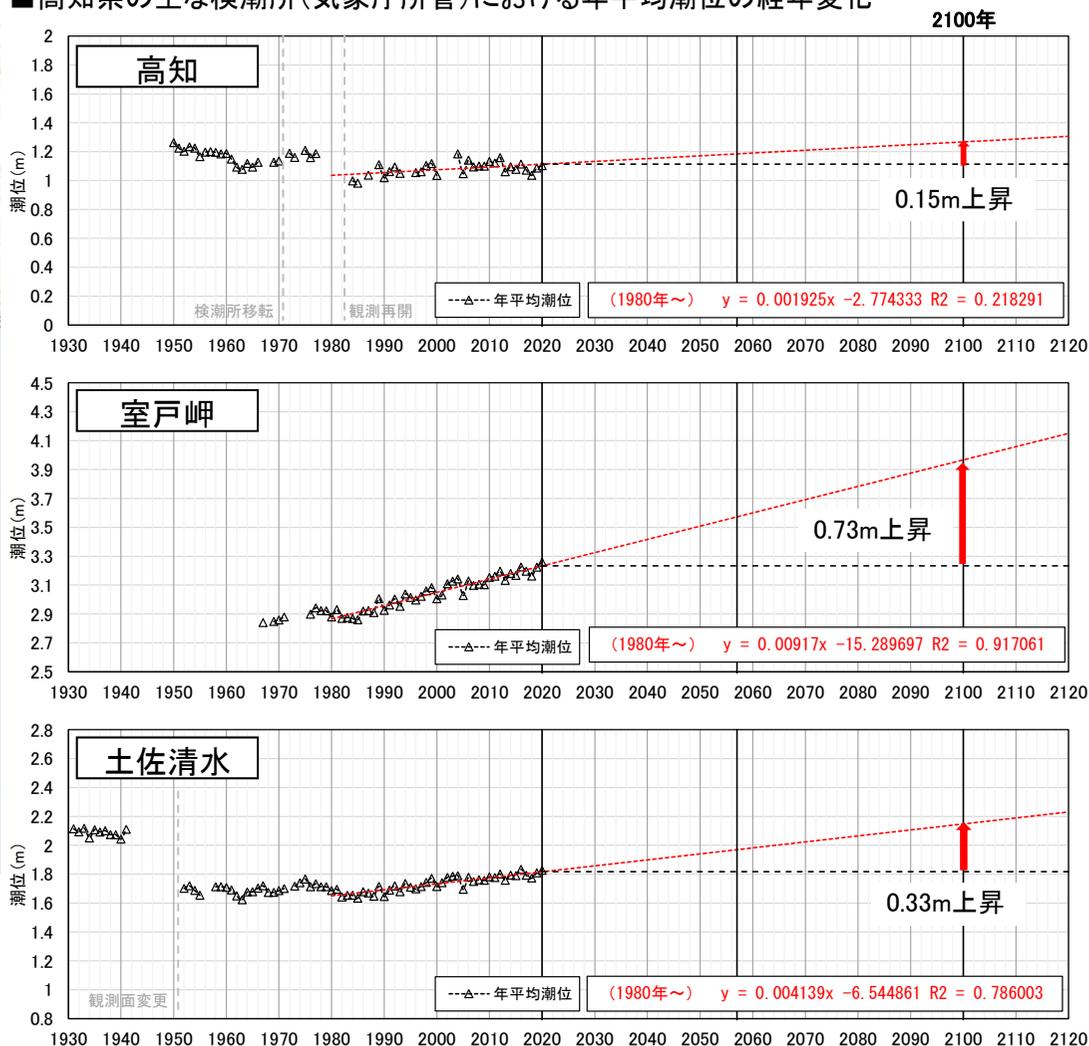
- 高知県の主な検潮所(気象庁所管)において、1980年～2020年の観測値を基に算定した年平均潮位の変化は、高知1.9mm/年、室戸岬9.2mm/年、土佐清水4.1mm/年の上昇傾向にあることが確認できる。
- 年平均潮位のトレンドより、21世紀末(2100年)では、0.15～0.73mの海面上昇が想定される。

■ 検潮場位置図



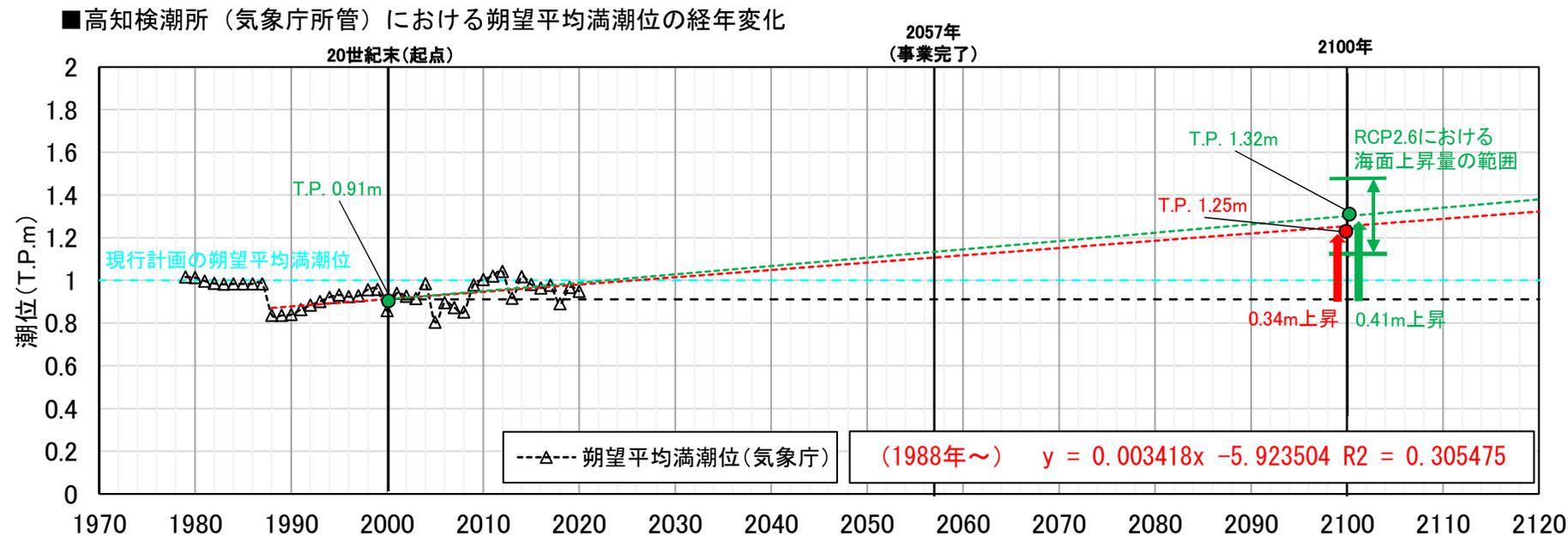
出典: 海岸昇降検知センターHP

■ 高知県の主な検潮所(気象庁所管)における年平均潮位の経年変化

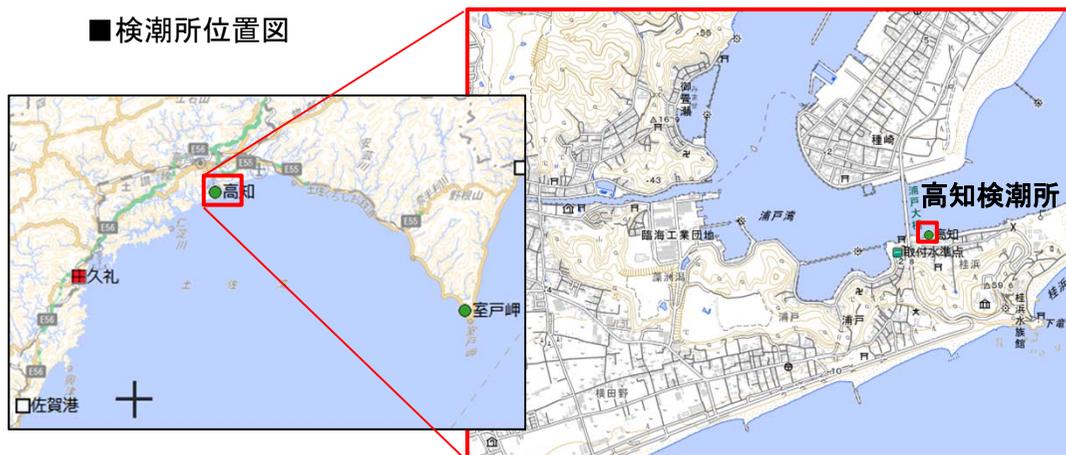


観測データに基づく高知観測所における「朔望平均満潮位」の変化状況の整理

- 高知検潮所の朔望平均満潮位は、3.4mm/年(1988年～2020年の観測値を基に算定)の上昇傾向にあり、21世紀末(2100年)では、0.34m上昇(2000年を起点)すると想定される。
- 2000年を起点とした場合、2100年までの平均海面水位上昇量は0.41m(1996～2091年の上昇量0.39m×100年/96年)と予測されており、高知検潮所における観測値の上昇傾向から想定される海面上昇量と同程度である。



■ 検潮所位置図



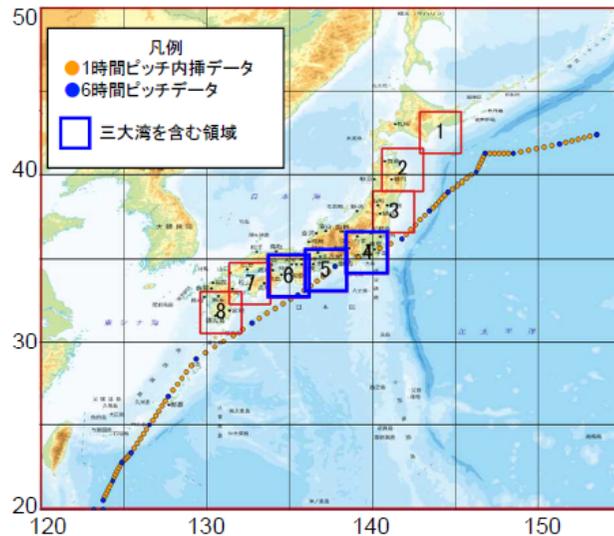
△ : 1979年から2020年の高知検潮所の朔望平均満潮位
 赤線 : 1988年から2020年までの朔望平均潮位の線形近似直線
 緑線 : 「日本の気候変動2020」に示される20世紀末(1986～2005年の平均)から21世紀末(2081～2100年の平均)までの平均海面水位の上昇量(96年間で0.39m(RCP2.6))を基にした、+4.1mm/年となる直線(1988年から2020年までの朔望平均潮位の線形近似直線上の2000年の値T.P. 0.91mを起点)

検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例①:「B-1全球気候モデル台風」の活用事例>

d4PDFによる気候変動に伴う将来変化の影響評価【試算結果】

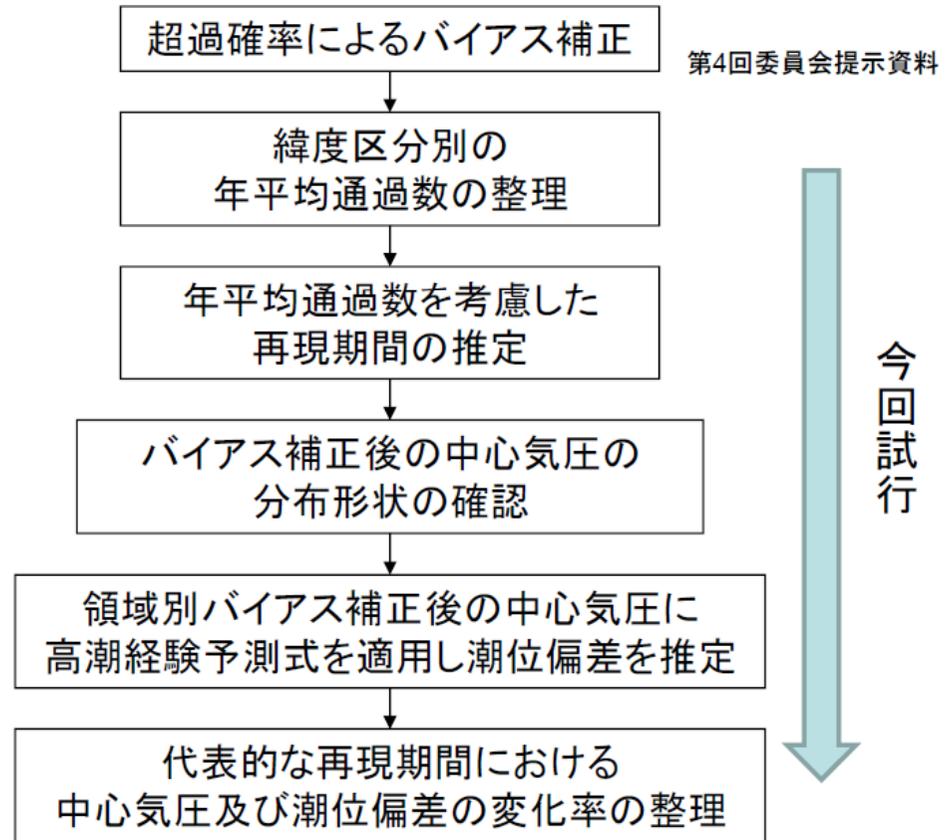
○ 三大湾(東京湾・伊勢湾・大阪湾)を対象に、d4PDFの過去実験と将来実験のバイアス補正後の中心気圧から高潮経験予測式を適用した潮位偏差を算出し、気候変動に伴う将来変化の傾向を分析した。



領域内を通過する台風の最低中心気圧と風速の定義

出典:「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23日開催) 資料5 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方(参考資料) p.68 国土交通省水管理・国土保全局海岸室」

検討フロー※



※算定方法及び変化率等の具体は参考資料を参照

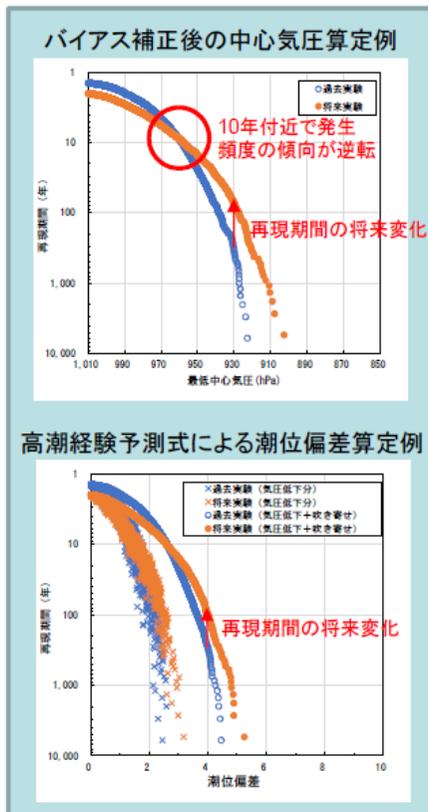
検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例①:「B-1 全球気候モデル台風」の活用事例>

d4PDFによる気候変動に伴う将来変化の影響評価【試算結果】

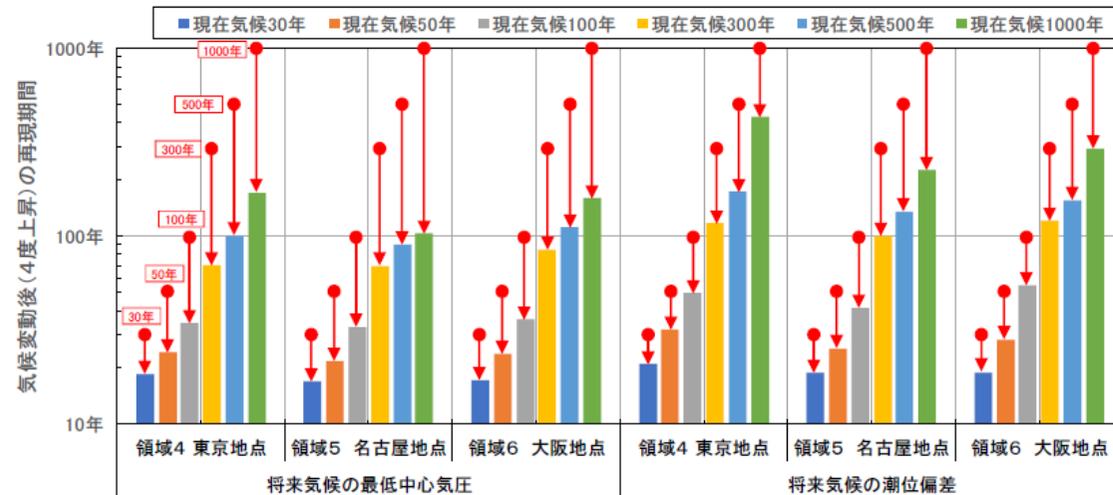
- 海岸防護の目標規模となる再現期間30年～100年、想定最大クラスとなる再現期間300年～1000年について、現在気候(d4PDF過去実験)と将来気候(d4PDF将来実験)の再現期間の変化傾向を分析した。
- 中心気圧と潮位偏差の再現期間の将来変化についてそれぞれ50年→約20年、50年→約30年まで短くなる。また、それぞれ1000年→200年以下、1000年→500年以下まで短くなる。

■再現期間の将来変化算出方法 ■再現期間の将来変化の整理



再現期間	将来気候の最低中心気圧			将来気候の潮位偏差		
	領域4 東京地点	領域5 名古屋地点	領域6 大阪地点	領域4 東京地点	領域5 名古屋地点	領域6 大阪地点
現在気候30年	18年	17年	17年	21年	19年	19年
現在気候50年	24年	21年	24年	32年	25年	28年
現在気候100年	34年	33年	36年	50年	41年	55年
現在気候300年	70年	69年	84年	117年	100年	121年
現在気候500年	100年	90年	113年	173年	135年	156年
現在気候1000年	169年	104年	159年	433年	225年	295年

■現在気候と将来気候の再現期間の変化傾向



検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例②:「A-1パラメトリック台風モデル」の活用事例>

将来気候における潮位偏差の算定方法(将来気候における気圧・風向風速の算定方法)

- 将来気候台風(気圧・風向風速)の設定は、気候変動予測データを直接活用する場合(方法1)と、想定台風に将来の気候変動を考慮する場合(方法2)が考えられる。

■方法1:気候変動予測データを直接活用する場合

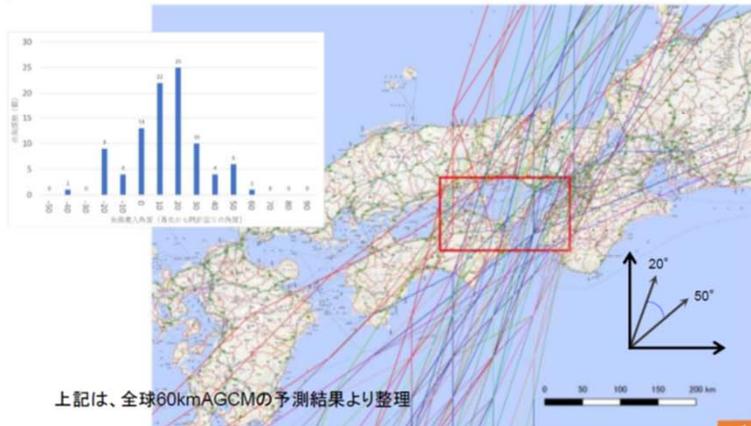
- ① 気候変動予測データより、将来気候について大阪湾周辺を通過する台風を抽出(なお、大阪府の高潮浸水想定区域図検討において約700台風が抽出されている。下図参照)
- ② 抽出された台風の気圧・風向風速を用いて高潮シミュレーションを実施

■方法2:想定台風に将来の気候変動を考慮する場合

- ① 気候変動予測データより、現在気候及び将来気候について、大阪湾周辺を通過する台風を抽出
- ② 現在気候と将来気候における台風の中心気圧を比較して、現在気候に対する将来気候の中心気圧の変化量(比率)を整理
- ③ 現行計画決定台風の各種諸元に②で整理した変化比率を考慮した気候変動を考慮した想定台風モデルを設定(「気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言」における将来雨量の設定方法と同様の考え方)
- ④ ③で設定した台風について、複数経路で高潮シミュレーションを実施し、河川河口部において最大潮位偏差となる経路を採用

【2】d4PDFでの精査】d4PDFで大阪湾を通過、接近する台風経路

- d4PDFにおいて、大阪湾の高潮に影響を及ぼす範囲(下図赤枠)を通過する台風は約700個。このうち概ね「非常に強い」以上の勢力となる、中心気圧が950hPa以下の勢力で接近する台風を抽出すると90個となる(下図の線)
- 襲来する強台風は、**進入角度-20度~50度**が多い。



※出典:大阪府河川整備審議会 第2回高潮専門部会(H31.1.9開催)資料より

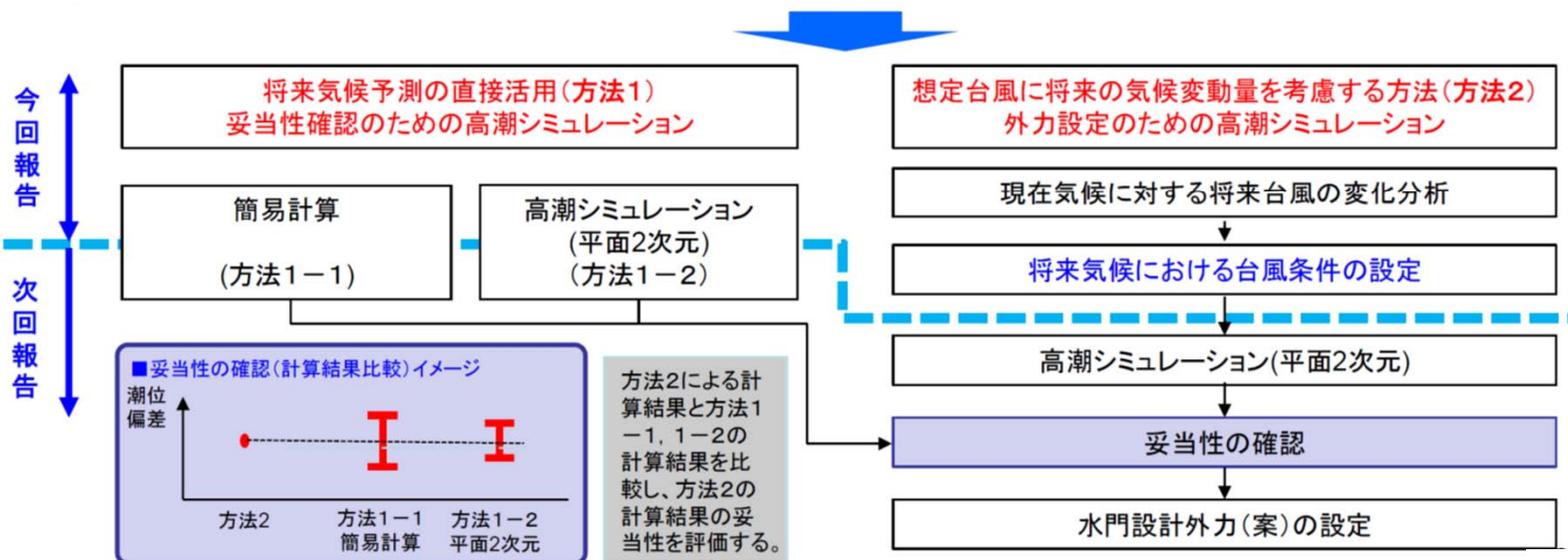
検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例②:「A-1パラメトリック台風モデル」の活用事例>

将来気候における潮位偏差の算定方法(将来気候における気圧・風向風速の算定方法)

- ・ 潮位偏差の算定方法は、現行計画との整合性や水門にとって計画上最も危険側となる条件で設計することができることから、方法2(想定台風に将来の気候変動を考慮)を採用する。
- ・ また、方法2の妥当性を確認するため、方法1(将来気候予測の直接活用)についても実施する。

	方法1: 将来気候予測の直接活用	方法2: 想定台風に将来の気候変動を考慮
長所	<ul style="list-style-type: none"> ● 膨大なデータが母数となるため、確率評価が可能である。 ● 気象モデルによる解析であるため、陸地の影響を受けて変化する風等を表現できており、実現象に近いシミュレーションが可能である。 ● 予測の不確実性を考慮した分析が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 台風モデルや経路の設定方法について現行計画との整合が図れる。 ● 台風経路を条件として設定できるため、水門にとって最も危険側となる台風諸元(経路、移動速度等)を検討することが可能である。
短所・課題	<ul style="list-style-type: none"> ● メッシュサイズにより台風の気圧および風場のピーク値の再現性が課題となる場合が想定される。 ● データ量が膨大であるため、解析量も膨大となる。 ● 最も危険側となる台風諸元(経路、移動速度)を検討できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● メッシュサイズにより台風の気圧および風場のピーク値の再現性が課題となる場合が想定される。 ● 仮想台風による設定であるため、得られる結果が過小・過大となる可能性がある。



検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例②:「A-1パラメトリック台風モデル」の活用事例>

(方法2) 外力設定のための高潮シミュレーション (現在気候に対する将来台風の変化分析)

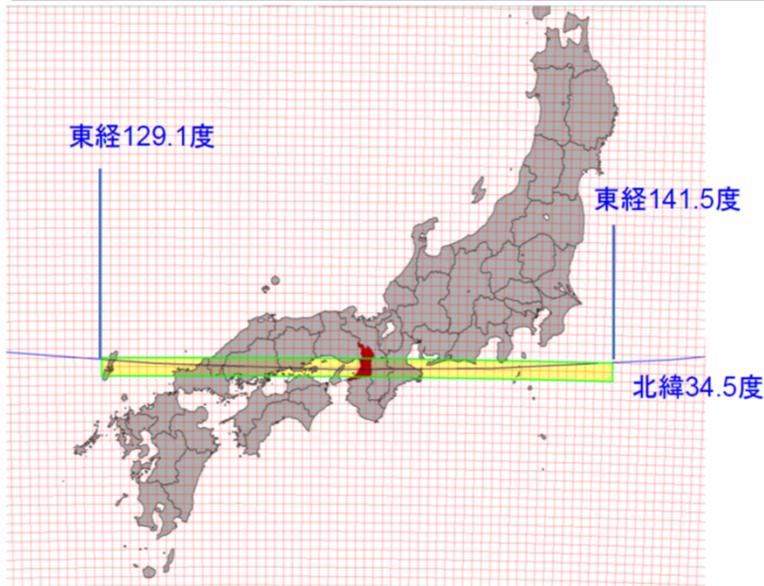
- 現在気候と将来気候の台風中心気圧の変化(比率)を整理し、これを現行計画規模(伊勢湾台風規模)に考慮することにより将来気候の台風を設定する。

■データ抽出整理方法

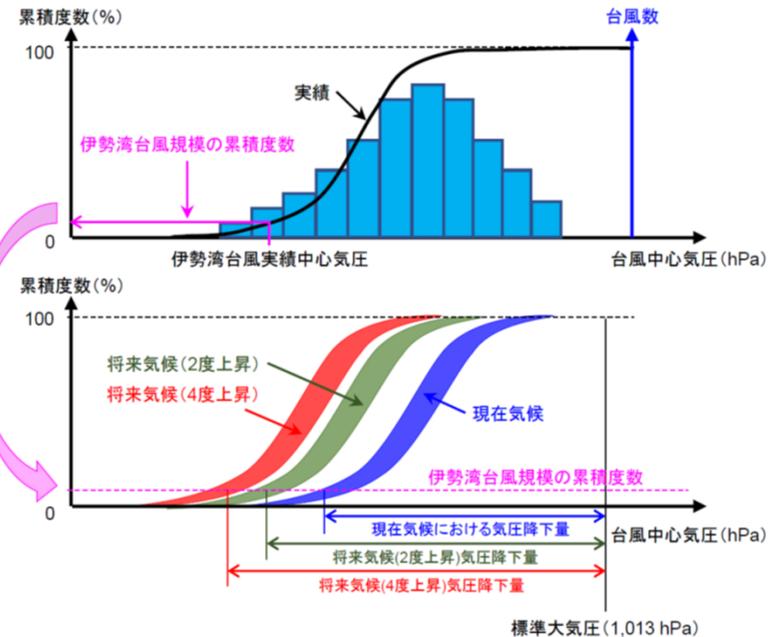
- d2PDF, d4PDFより九州～本州を含む東経129.1度～141.5度の範囲で北緯34.5度(大阪湾中心北緯)の範囲の気圧を抽出し、年最低気圧を整理
(d2PDF, d4PDFにおける台風経路データが作成されていないためここでは、年最低気圧は台風由来であると想定)
- 実績台風(気象庁台風ベストトラックデータ, 1951年～2018年)より同範囲を通過する台風を抽出し、通過時点の台風中心気圧を整理

■現在気候に対する将来台風の変化分析

- 実績台風の台風中心気圧の累積度数分布より、伊勢湾台風規模の累積度数を整理
- 現在気候、将来気候の累積頻度分布より実績伊勢湾台風頻度に相当する台風中心気圧を整理
- 標準大気圧からの気圧降下量を指標に現在気候と将来気候の比率を整理し、現行計画の設定値に比率を乗じて将来気候における台風条件を設定



—:20km計算メッシュ、■:抽出メッシュ



検討事例

潮位偏差・波浪の検討方針 <検討事例②:「A-1パラメトリック台風モデル」の活用事例>

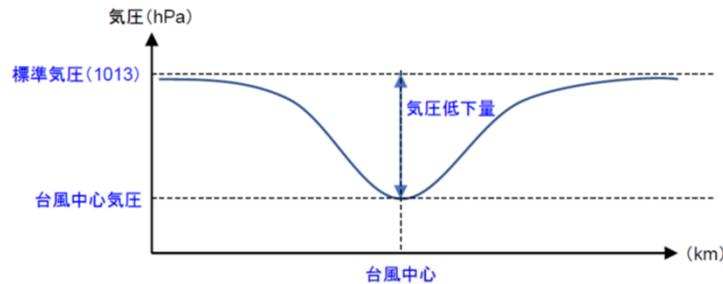
(方法2) 外力設定のための高潮シミュレーション (将来気候における台風条件の設定)

- 現在気候からの将来気候への変化を標準大気圧からの台風中心気圧の低下量を指標に整理する。
- 将来気候(2度上昇)における気圧低下量は、現在気候の1.09倍となり、台風中心気圧は、933.4hPaとなる。
- 将来気候(4度上昇)における気圧低下量は、現在気候の1.21倍となり、台風中心気圧は、924.7hPaとなる。

■現在気候から将来気候への台風の変化

- 標準気圧(1013hPa)からの台風中心気圧低下量を指標に現在気候からの比率を設定し、これを伊勢湾台風規模に適用し、将来気候における台風条件を設定する。

台風気圧断面図



- 将来気候(2度上昇)における気圧低下量は、現在気候の1.09倍となり、将来気候(4度上昇)では、現在気候の1.21倍となる。

項目	現在気候	将来気候 2度上昇	将来気候 4度上昇
台風中心気圧 (気圧低下量)	956 (57)	951 (62)	944 (69)
気圧低下量 (現在気候からの比率)	-	1.09	1.21

■将来気候における台風中心気圧の設定

- 将来気候の現在気候に対する気圧低下量の変化率を現行計画(伊勢湾台風規模)に適用すると、将来2度上昇で933.4hPa、将来4度上昇で924.7hPaとなる。

項目	実績 現行計画	将来気候 2度上昇	将来気候 4度上昇
気圧低下量 (現在気候からの比率)	-	1.09	1.21
気圧低下量	73	79.6	88.3
将来気候台風 中心気圧の設定	940 (伊勢湾台風 規模)	933.4	924.7

1°C上昇につき3.3hPa減 (940hPaから933.4hPaへ)

1°C上昇につき4.35hPa減 (933.4hPaから924.7hPaへ)

1°C上昇につき3.83hPa減 (940hPaから924.7hPaへ)

■その他の台風条件の設定

項目	設定方法
最大旋衡風半径	台風中心気圧より簡便法(例えば下式)により設定 $R_{max}=94.89 \exp((P_c-967)/61.5)$ ※1
移動速度	現行計画における設定を基本に、高潮シミュレーション感度分析により、偏差が大きくなる値を設定
台風経路	現行計画の決定経路である室戸台風経路を基本として、複数の経路についても検証して設定

※1 出典:「日本海南方海域を通過する台風の最大旋衡風半径の推定方法, 2015」