



第3回

気候変動を考慮した愛媛県沿岸の 海岸保全施設の計画外力検討専門部会

－気候変動を考慮した高潮の解析－

日時： 令和5年11月30日 13:30～15:30

場所： 愛媛県庁第1別館5階第13会議室

目次

- 1. 主な確認事項**
- 2. 設計高潮位の設定方針**
- 3. 将来の設計高潮位の設定結果**
- 4. 参考資料**

1. 主な確認事項

主な確認事項

①設計高潮位の設定方法の変更

- 現行の設計高潮位は既往最高潮位によって設定されている。しかし、既往最高潮位の性質上、気候変動の影響を取り込むことは難しい。そのため、総合的な判断から、設計高潮位は、朔望平均満潮位H.W.L.に推算の最大潮位偏差を加算する方法に見直す方針にする。この方針について確認したい。

②朔望平均満潮位H.W.L.の整理方法

- 宇和島、松山、来島航路(今治)、東予港、三島川之江港の各年の朔望平均満潮位を整理した。
- 設計高潮位に用いる朔望平均満潮位については、平均海面水位の上昇傾向の解析とは異なり、短期間のデータであることから、地盤の経年変動は除去しない方針にする。この方針について確認したい。

③任意年の設計高潮位の設定

- 各年の潮位偏差の将来変化比や平均海面水位上昇量を整理し、任意年(目標年)に設定した将来の設計高潮位を算出できる考え方を整理した。この方針について確認したい。

2. 設計高潮位の設定方針

設計高潮位における天文潮成分の考え方

□ 海岸保全施設の基準・同解説によると、設計高潮位の設定方法は以下のように説明される。

設計高潮位の設定に当たっては、

赤字：技術基準一部改訂の通知文による補足(R03)

- (1) 既往最高潮位
- (2) 朔望平均満潮位に既往の潮位偏差の最大値を加えたもの
- (3) 朔望平均満潮位に推算の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する。

また、必要に応じて、当該満潮位の時に当該潮位偏差及び設計波が発生する可能性を考慮して、当該潮位偏差の最大値の範囲内において下方補正や、平均海水面変動を考慮して上方補正することもできるものとする。

□ したがって、将来の設計高潮位は下式のように表現できる。

□ ここで、下式における天文潮位成分は、基準・同解説における(1)に対しては、既往最高潮位発生時の天文潮位とし、(2)、(3)に対しては朔望平均満潮位として解釈できる。

<将来の設計高潮位>

将来の設計高潮位 = (天文潮位成分 + 平均海面水位の上昇量) + 将来の潮位偏差※

※施設天端高の設定に用いる潮位偏差であり、高潮浸水想定のようなL2高潮とは異なる

愛媛県における設計高潮位の設定方針

- 第2回専門部会の審議内容を踏まえると、基準・同解説による考え方の「(1) 既往最高潮位」または「(3) 朔望平均満潮位に推算の潮位偏差の最大値を加えたもの」のいずれかによって設計高潮位を設定する。
- その場合の設計高潮位の天文潮成分は、以下の第1候補～第3候補が考えられる。
- ここで、従来の設計高潮位の算出方法である第3候補を踏襲すると受け入れやすいメリットがある。しかし、燧灘における既往最高潮位来襲時の天文潮位が入手できないことや平均海面水位の上昇の始まる年代が整合しないことから気候変動を影響を取り込むことが困難である。
- そのため、**最新の潮位状況を考慮しつつ、将来の平均海面水位の上昇量も取り込みやすい第1候補の方法を採用案として検討する。**

第1候補：朔望平均満潮位(最新：直近5年程度)

- 最新のH.W.L.は、将来の設計高潮位に取り込むときに平均海面水位の上昇が始まる年代と一致しないものの、現代までに既にある程度上昇量が含まれていると考えることができる(例えば、 $4\text{mm/year} \times \text{年数}$ による上昇量を考慮)。
- 最新の潮位状況が考慮されているメリットがある。

第2候補：朔望平均満潮位(20世紀末：1986～2005年)

- 20世紀末のH.W.L.は、将来の設計高潮位に取り込むときに、平均海面水位の上昇が始まる年代と一致するため、扱いやすい。ただし、20世紀末のH.W.L.は近年の潮位の変化傾向と異なっている可能性がある。

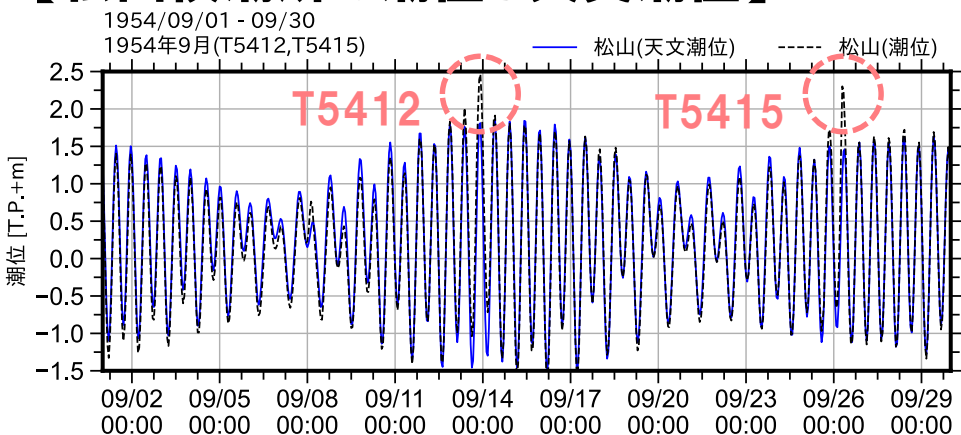
第3候補：既往最高潮位来襲時の天文潮位

- 既往最高潮位を採用すれば現行の設計高潮位の考え方と一致するため、受け入れやすい。一方、燧灘における1950年代の観測潮位の入手ができない問題がある。
- さらに将来の設計高潮位に取り込むときに、平均海面水位の上昇が始まる年代と整合しない問題もある。20世紀末と現在では潮位の変化傾向が異なるため、上昇量を外挿で扱うことも困難である。

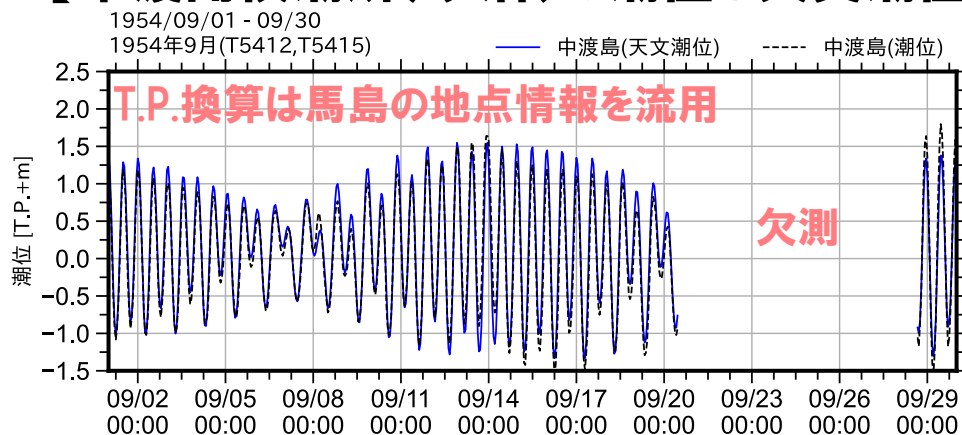
【補足】T5412,T5415来襲時の潮位

- T5412来襲時の松山検潮所と中渡島の天文潮位は、0.20m程度の差異がある。T5415来襲時には中渡島の観測潮位は欠測であった。
- 燧灘における東予港等では、差異がさらに広がる可能性が高く、**燧灘の潮位を松山検潮所で代用することは困難と判断される。**

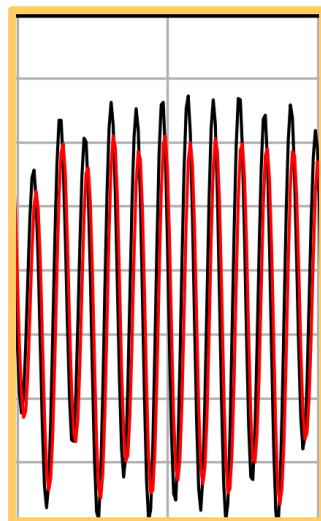
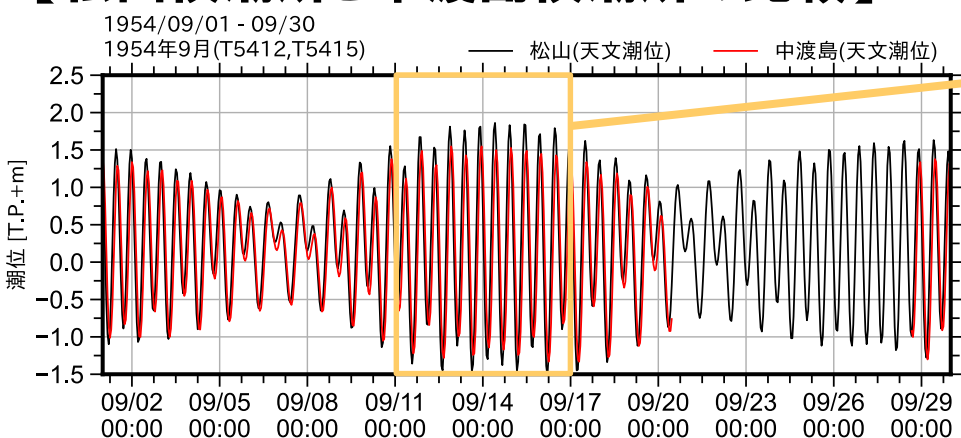
【松山検潮所の潮位と天文潮位】



【中渡島検潮所(今治)の潮位と天文潮位】



【松山検潮所と中渡島検潮所の比較】



※松山と中渡島の天文潮位は
0.20m程度の差異がある

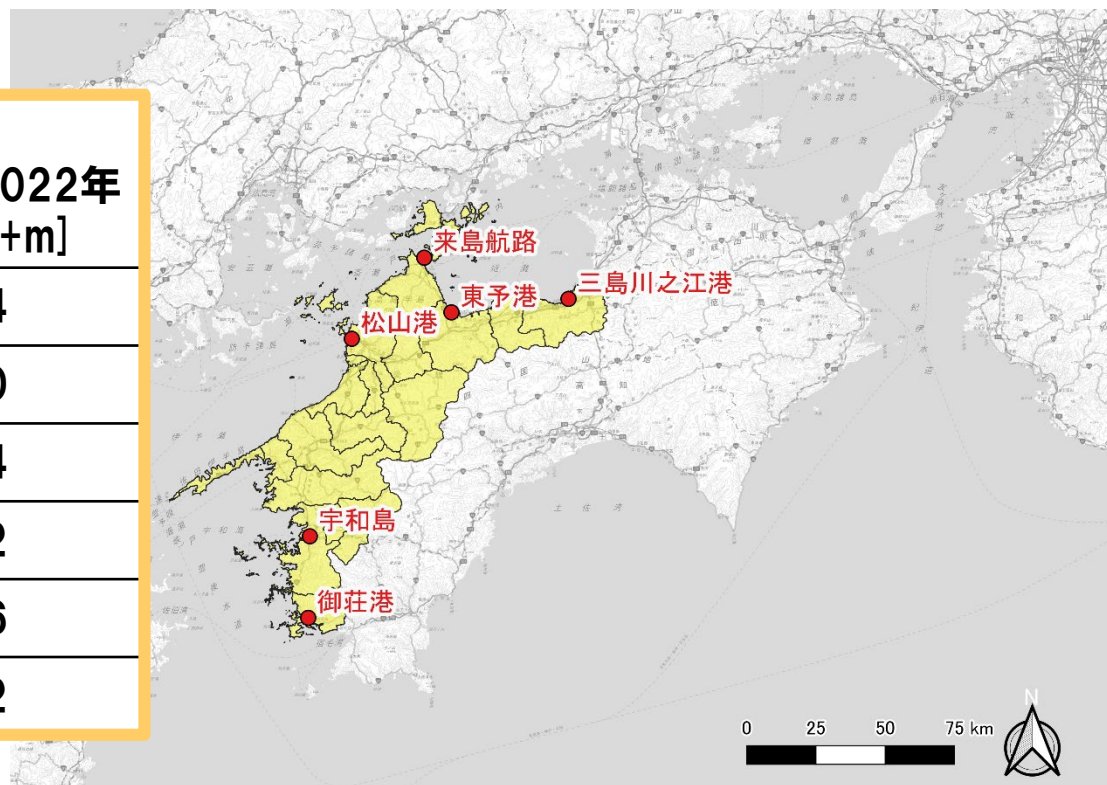
3. 設計高潮位の設定結果

各年の朔望平均満潮位の整理 (1)

- 御荘港、宇和島、松山、来島航路(今治)、東予港、三島川之江港の各年の朔望平均満潮位を整理した。
- 宇和島と松山においては、20世紀末(1986~2005年平均)と最新(2018~2022年平均)の差が0.15m程度であった。
- 設計高潮位に用いる朔望平均満潮位については、平均海面水位の上昇傾向の解析とは異なり、短期間のデータであることから、地盤の経年変動は除去しない。ただし、気候変動に関する知見の収集やモニタリングを続け、必要に応じて見直していく方針とする。

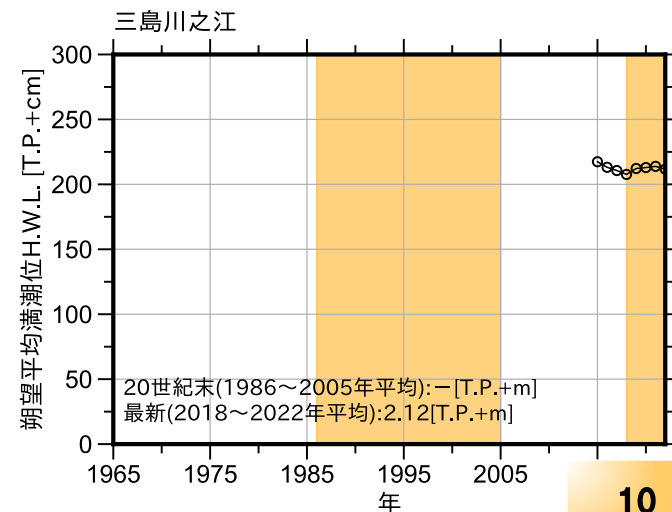
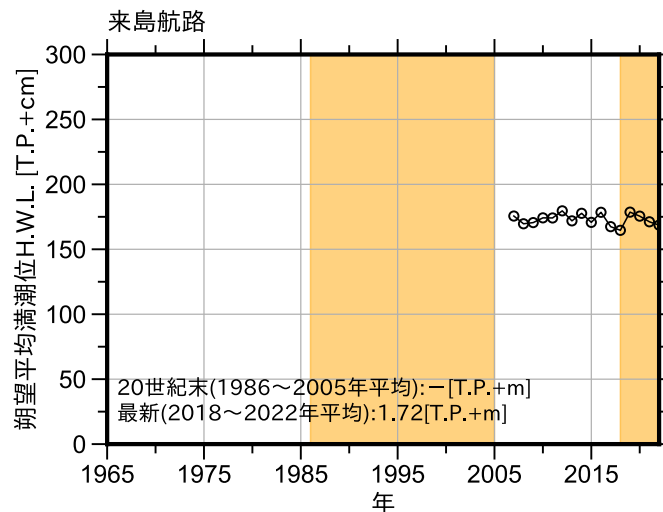
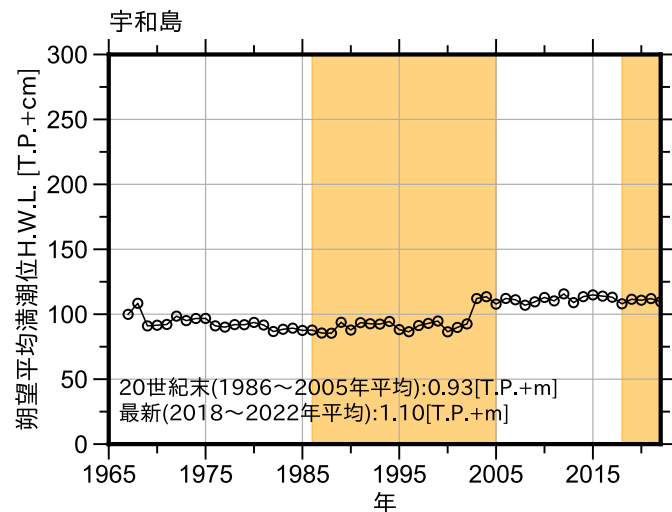
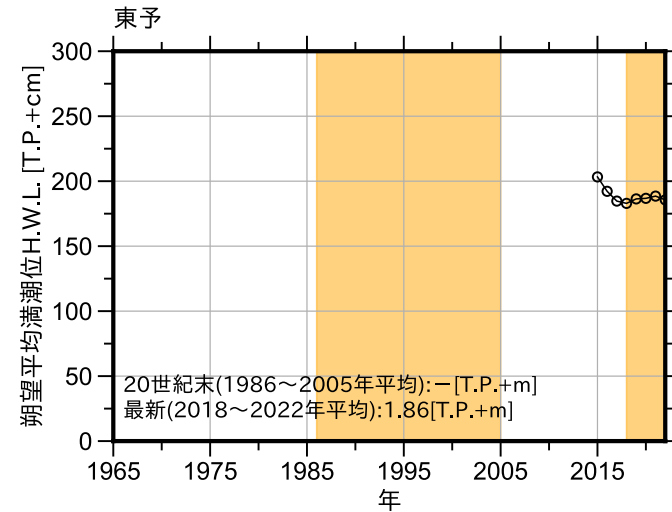
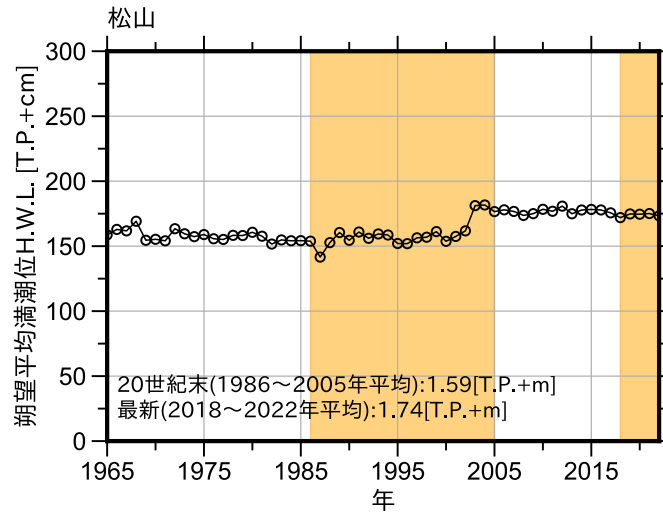
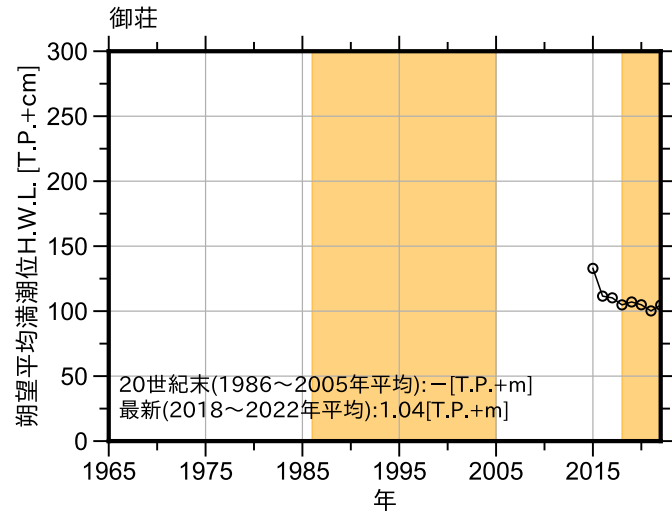
【朔望平均満潮位の整理】

| 検証所 | 20世紀末 (1986~2005年 平均) [T.P.+m] | 最新 (2018~2022年 平均) [T.P.+m] |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 御荘港 | — | 1.04 |
| 宇和島 | 0.93 | 1.10 |
| 松山 | 1.59 | 1.74 |
| 来島航路(今治) | — | 1.72 |
| 東予港 | — | 1.86 |
| 三島川之江港 | — | 2.12 |



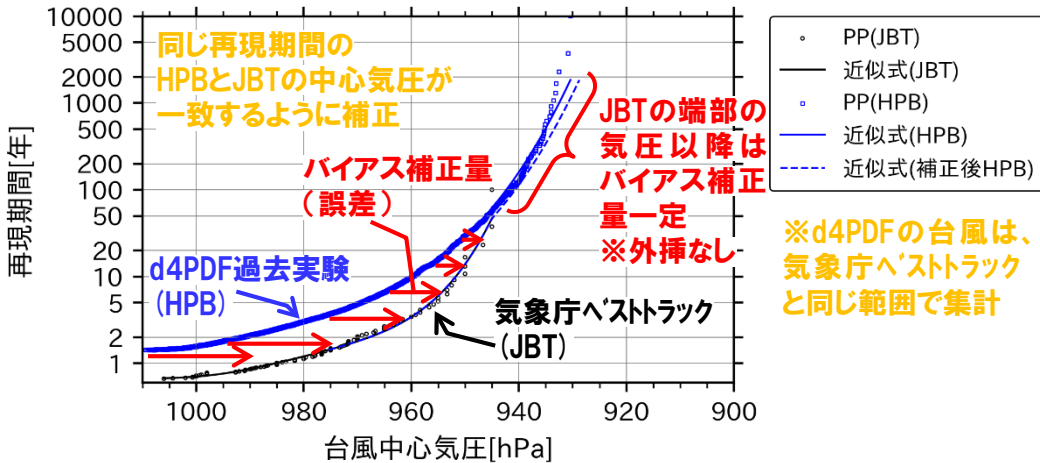
各年の朔望平均満潮位の整理 (2)

□ いずれの観測地点においても潮位の観測データが入手でき、近年の潮位の変化傾向が考慮されている最新(2018~2022年平均)の朔望平均満潮位H.W.L.を採用する。



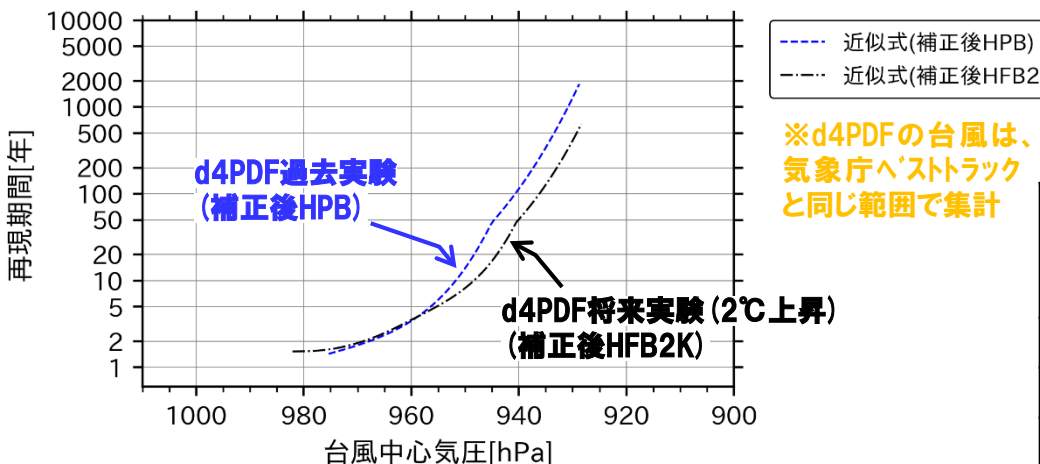
d4PDFのバイアス補正結果および分析

【d4PDF過去実験のバイアス補正結果】



- 各再現期間におけるd4PDF過去実験の中心気圧を観測に基づく気象庁ベストトラックに一致するように補正した。
- ここで得られたバイアス補正量はd4PDF将来実験にも適用する。将来実験は2℃上昇を対象とする。
- T9119以外の台風中心気圧は将来に増加する傾向である。将来においては台風の来襲頻度が減り、これまで数年に1度来襲していた規模の台風も低頻度な扱いとなるため、2,3年確率の中心気圧に対しては現在と将来で逆転する(台風の低頻度化と強大化のバランス)。
- 一方、もともと低頻度であったT9119は、再現期間が約50年程度であり、台風の強大化の影響により中心気圧が現在よりも将来で減少傾向である。

【d4PDF過去・将来実験のバイアス補正結果】



【バイアス補正後の中心気圧・再現期間】

| 台風 | 検討領域内の中心気圧 [hPa] | 再現期間 [年] | 2K上昇の中心気圧 [hPa] | 4K上昇の中心気圧 [hPa] |
|-------|------------------|----------|-----------------|-----------------|
| T5412 | 962.5 | 2.8 | 963.3 | 972.4 |
| T5415 | 965.0 | 2.3 | 965.9 | 976.7 |
| T9119 | 945.0 | 46.9 | 940.5 | 937.8 |

※d4PDF将来実験 (HFB2K:2℃上昇) は6種類のSST(海水温)データを統合して分析

※赤字: 将来増大、青字: 将来減少

現在気候および将来気候の台風条件の設定

<中心気圧> ※条件をわかりやすくするため、いずれの台風も同様な条件に設定

- 最も勢力が強いT9119の中心気圧が約50年確率かつ供用期間が50年間の施設が多いことから**現在気候および将来気候の中心気圧(接近時)は50年確率を設定**する。
- T5412,T5415の中心気圧を参照すれば将来には気候変動の影響を受けないといった考え方もできる。しかしながら、これらの台風は再現期間が短く、台風の低頻度化の影響を強く受けている。**気候変動の不確実性から評価が難しい位置付け**であるため、台風の強大化の影響を明確に受けている50年確率の中心気圧を参照する方が望ましいと考える。

<最大旋衡風速半径>

- 最大旋衡風速半径は、経験的台風モデルにおいて台風の中心位置からの同心円状の気圧勾配や強風が吹く位置を決定づけるパラメータであり、中心気圧と相関がある。そのため、**最大旋衡風速半径は一意に定まる河合らの式を用いて、中心気圧毎に推定**する。

<移動速度>

- **移動速度は、実績台風や高潮浸水想定による設定を踏襲**する。

【現在および将来の再現期間毎の中心気圧】

| 再現期間 [年] | 補正後の台風中心気圧 [hPa] | | | 差分(将来－過去) [hPa] | |
|-------------|------------------|-------|-------|-----------------|------|
| | 過去実験 | 2K上昇 | 4K上昇 | 2K上昇 | 4K上昇 |
| 2 | 967.8 | 968.9 | 986.0 | 1.1 | 18.2 |
| 5 | 956.4 | 955.3 | 959.9 | -1.1 | 3.5 |
| 10 | 951.7 | 948.4 | 947.6 | -3.4 | -4.1 |
| 20 | 948.3 | 944.1 | 941.9 | -4.2 | -6.4 |
| 50 | 944.6 | 940.1 | 937.4 | -4.5 | -7.2 |
| 100 | 940.7 | 936.2 | 933.3 | -4.5 | -7.4 |

※T5412, T5415, T9119は**現行の設計高潮位の根拠となる既往最高潮位をもたらした台風**

現在気候および将来気候の高潮推算

- 第2回専門部会で構築した高潮推算モデルを用いた現在気候および将来気候の高潮推算結果を再整理する。
- 現在気候および将来気候の潮位偏差について、各沿岸に影響する台風を考慮するために、各台風による推算の潮位偏差を空間的に最大包絡を取る対応が良いと判断した。
- ただし、汀線においても最大包絡を取るのは過剰と考え、各沿岸における代表値は汀線において平均した値を整理する。

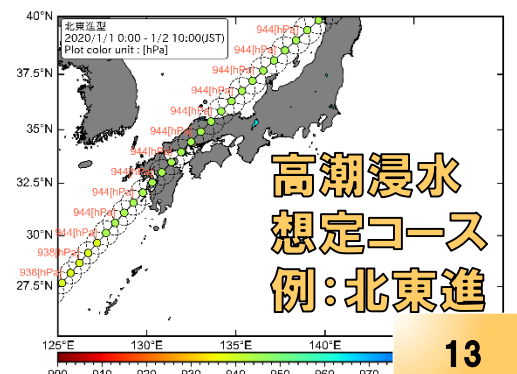
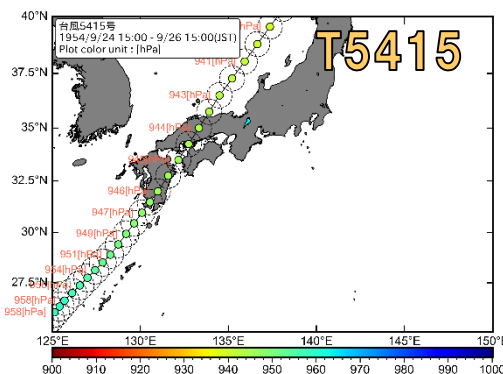
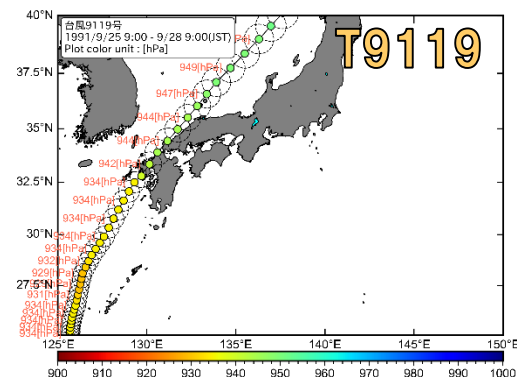
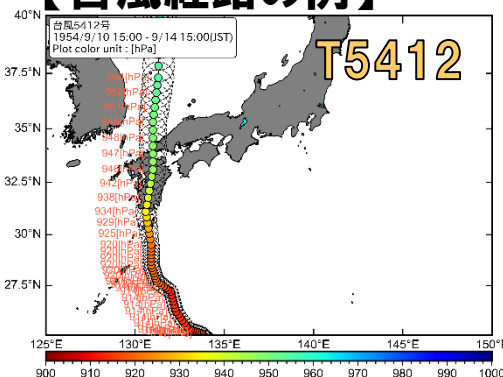
※T5412, T5415, T9119は現行の設計高潮位の根拠となる既往最高潮位をもたらした台風

※中心気圧は前述の通り、50年確率を設定(現在:944.6hPa, 将来:940.1hPa)

【現在・将来気候の計算条件】

| 項目 | 設定 |
|--------------|---|
| 格子領域 | 5,400m格子~150m格子まで5領域のネスティング |
| 座標系 | 平面直角座標系 |
| 計算時間間隔 | CFL条件から設定 |
| 基礎方程式 | 非線形長波式 |
| 海面抵抗係数 | 本多・光易(1980)モデル |
| ラディエーションストレス | 考慮なし ※再現計算の予備検討から波浪の効果(SWANを利用)はほぼ影響しないことを確認済み |
| 層分割 | 単層モデル(1層) |
| 海底粗度係数 | $n = 0.025$ |
| 沖側境界条件 | 他領域と水位・流量を接続(第1領域は自由透過) |
| 陸側境界条件 | 完全反射(浸水計算は実施しない) |
| 計算潮位 | 各海岸のM.S.L.の平均値(T.P.+0.0m) |
| 対象とする台風 | T5412, T5415, T9119の現在気候および将来気候 高潮浸水想定コース(北東進、東北東進、東進、西進、北北西進)の現在気候および将来気候 |

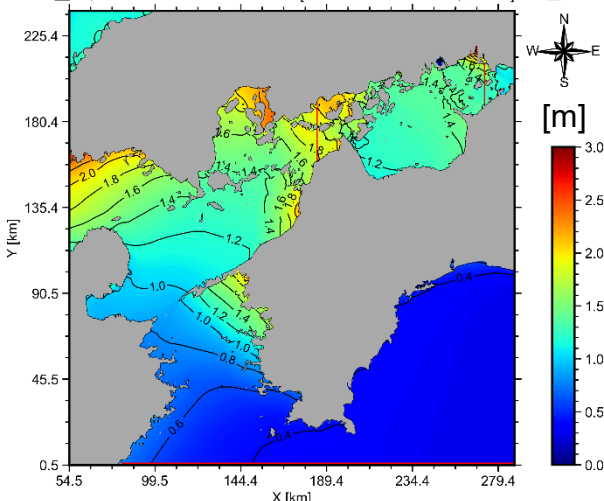
【台風経路の例】



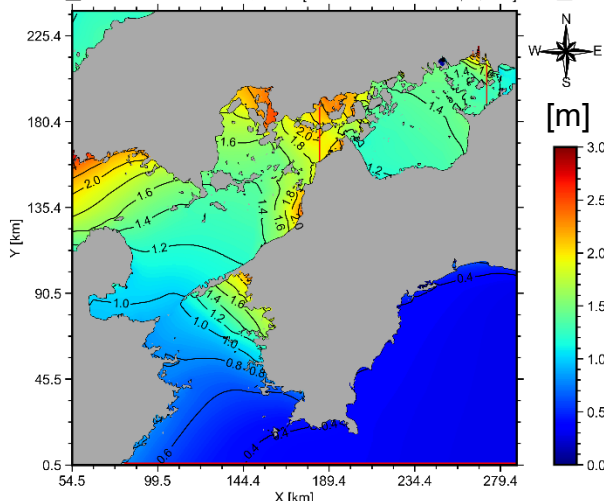
最大潮位偏差の平面分布の最大包絡

□ 3コース(T5412,T5415,T9119)および8コース(T5412,T5415,T9119+高潮浸水想定5コース)で空間的に最大包絡を取った潮位偏差を整理した。8コースによる整理は参考とする。

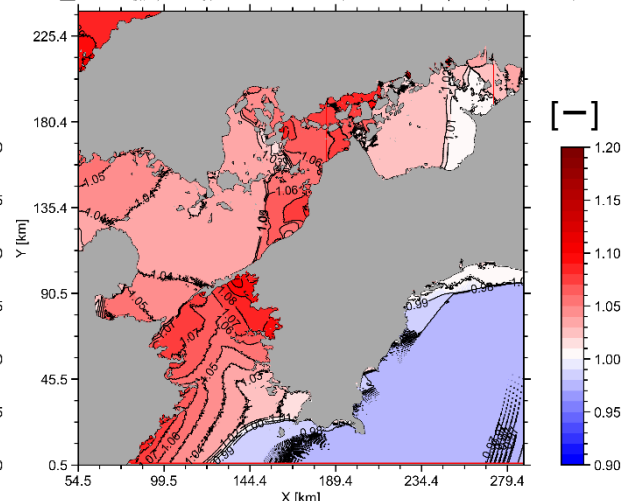
【現在気候:3コース最大】



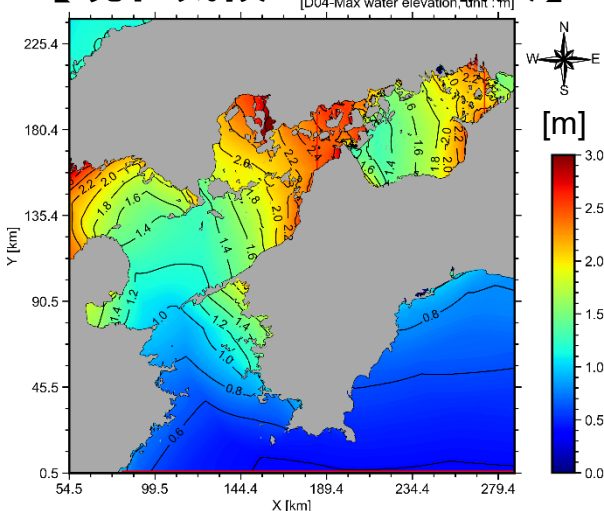
【将来気候:3コース最大】



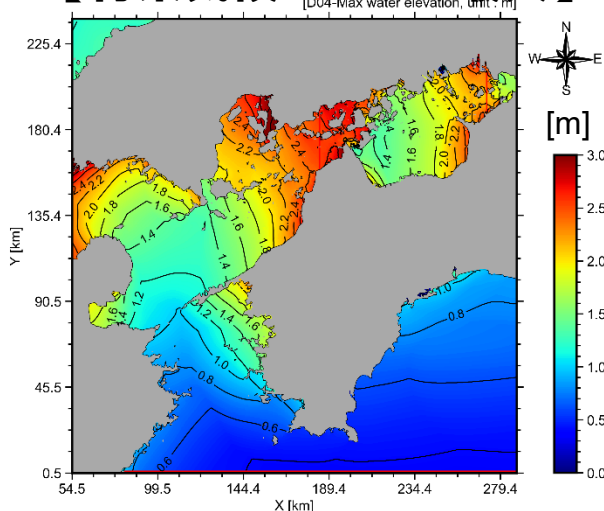
【将来変化比(将来/現在):3コース】



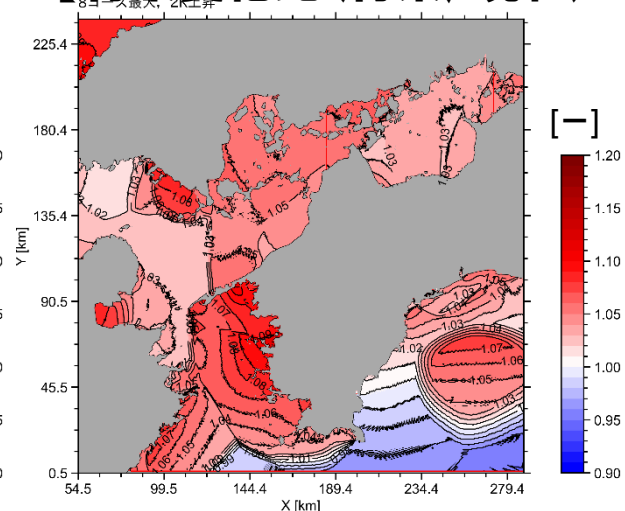
【現在気候:8コース最大】



【将来気候:8コース最大】

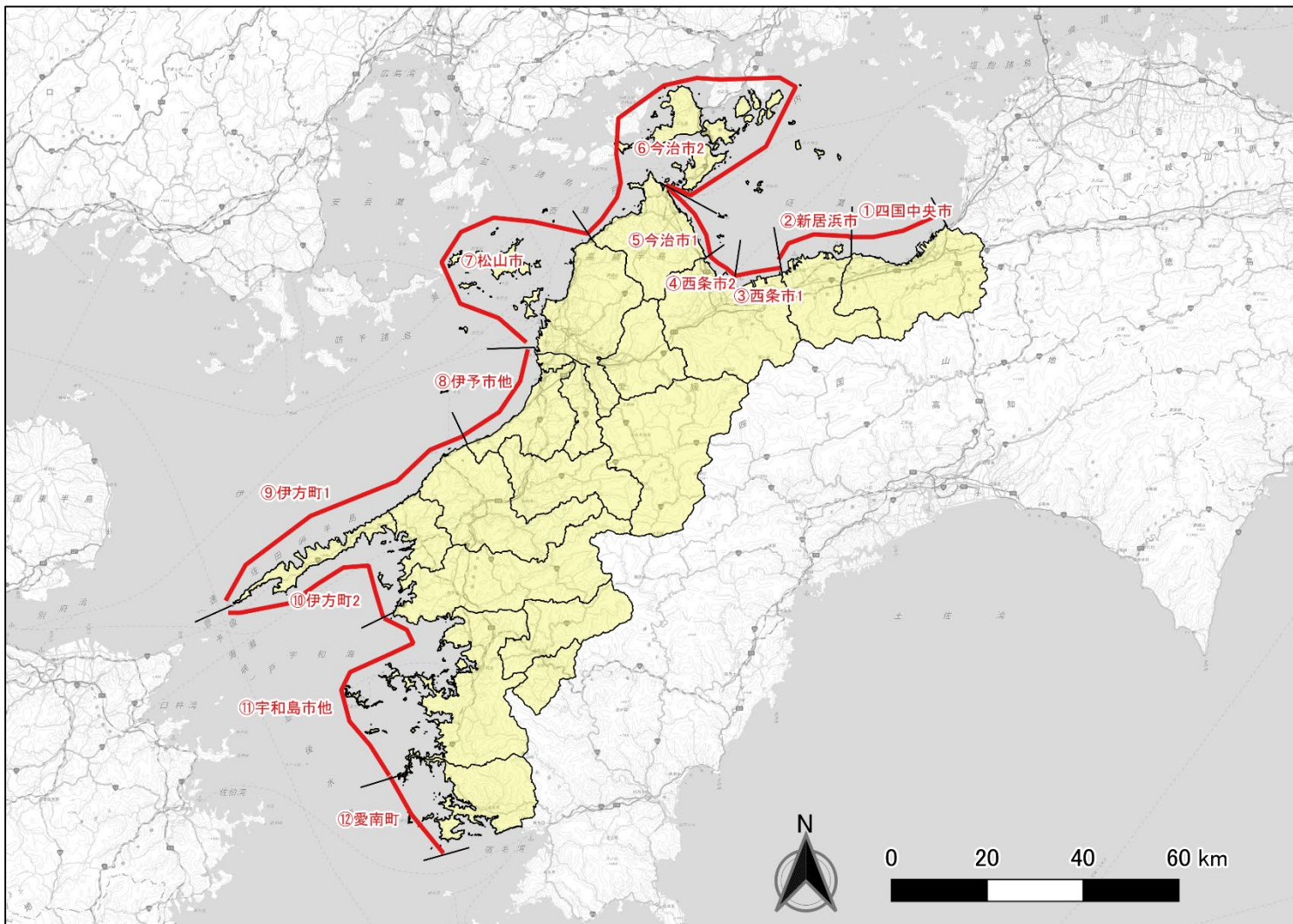


【将来変化比(将来/現在):8コース】



設計高潮位の算出区間の整理

【設計高潮位の算出区間(全12区間)】



- 現行の設計高潮位は平成29年度に変更されている。
- 設定する設計高潮位は、現行の設計高潮位の算出区間と同様な区間を設定する。

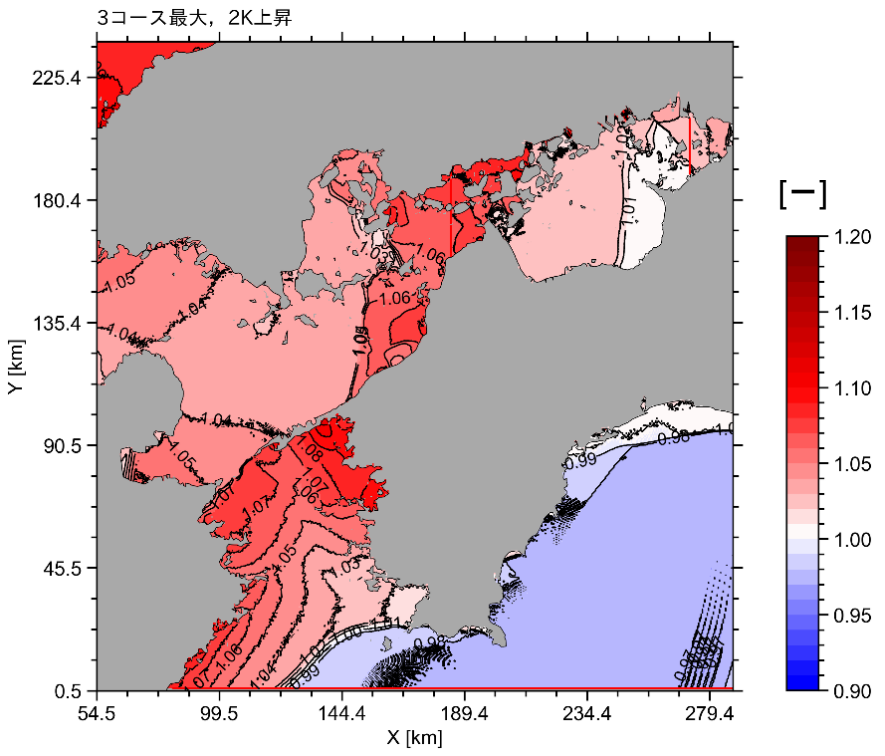
- ①: 四国中央市
- ②: 新居浜市
- ③: 西条市禎瑞～船屋
- ④: 西条市河原津～今在家
- ⑤: 今治市砂場町～桜井
- ⑥: 今治市菊間町～小浦町、島嶼部
- ⑦: 松山市
- ⑧: 伊予市、松前町
- ⑨: 伊方町(伊予灘側)、八幡浜市(伊予灘側)、大洲市
- ⑩: 伊方町(宇和島側)、八幡浜市(宇和島側)、西予市三瓶町
- ⑪: 宇和島市、西予市明浜町
- ⑫: 愛南町

潮位偏差の将来変化比の算出

□ 各沿岸での潮位偏差の将来変化比を算出する。

【各沿岸での将来変化比】

| 区間 | 現在気候の潮位偏差 [m] | 将来気候の潮位偏差 [m] | 将来変化比 [将来/現在] |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| 現行政区分 | | | |
| ① 四国中央市 | 1.31 | 1.32 | 1.007 |
| ② 新居浜市 | 1.21 | 1.25 | 1.026 |
| ③ 西条市1 | 1.14 | 1.17 | 1.026 |
| ④ 西条市2 | 1.13 | 1.16 | 1.026 |
| ⑤ 今治市1 | 1.21 | 1.24 | 1.023 |
| ⑥ 今治市2 | 1.37 | 1.41 | 1.027 |
| ⑦ 松山市 | 1.59 | 1.69 | 1.059 |
| ⑧ 伊予市等 | 1.87 | 2.00 | 1.068 |
| ⑨ 伊方町1 | 1.11 | 1.15 | 1.040 |
| ⑩ 伊方町2 | 1.62 | 1.77 | 1.089 |
| ⑪ 宇和島市等 | 1.29 | 1.39 | 1.078 |
| ⑫ 愛南町 | 0.70 | 0.71 | 1.026 |



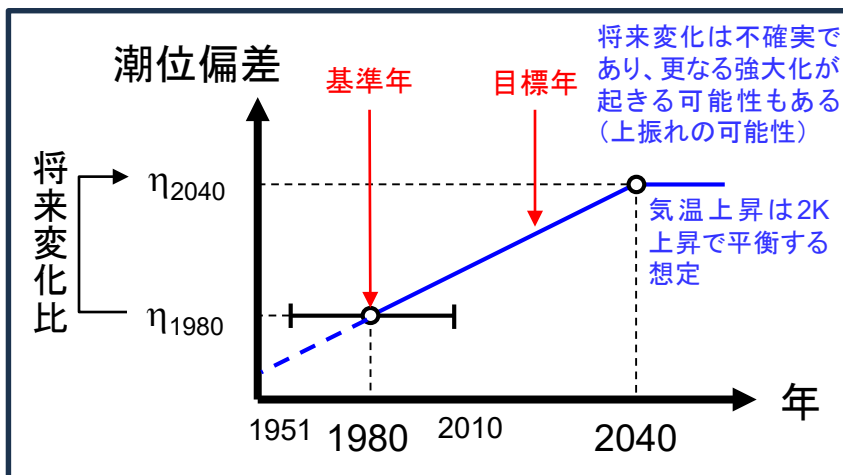
潮位偏差の将来予測(2K上昇シナリオ)

- 50年確率の中心気圧を用いた愛媛県沿岸の潮位偏差は、燧灘の①～⑤区間で1～3%程度、安芸灘・伊予灘の⑥～⑨区間で3～7%、豊後水道の⑩～⑫区間で3～9%程度の増加が予測される。
- ただし、将来予測シナリオや台風コースの違いによる変動が大きくことが推察され、確信度は低い。

任意年の設計高潮位への反映

□ 気候変動の時間スケールを考慮する場合について、外力の設定方針(案)を示す。

【潮位偏差の時間変化の考え方】



□ 潮位偏差の将来変化比は、1980年と2040年の比率とする。

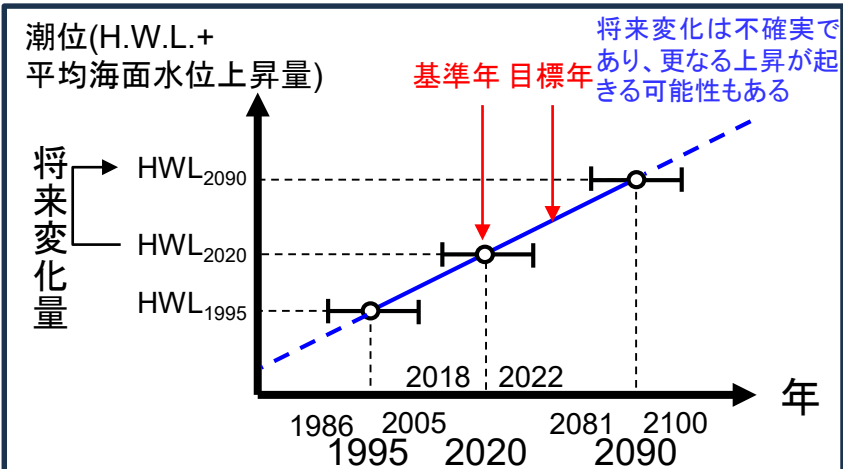
□ d4PDFの過去実験は1951～2010年であり、平均すると1980年相当となる。

□ 気温上昇は2040年から一定値(2K上昇)になると想定されており、2040年までは線形増加とする。

□ 目標年(設計供用期間末の年)が2040年以前であれば、左図をもとに算定する。

□ 基準年(現況の設計外力の算定年)は、1980年とする。

【潮位の時間変化の考え方】



□ 潮位の将来変化量(朔望平均満潮位H.W.L.+平均海面水位の上昇量)は、2020年～2090年の増分とする。

□ 「日本の気候変動2020」では1986～2005年(20世紀末)を基準とし、2081～2100年(21世紀末)までの水位上昇を想定しているため、これらの平均年を採用し、将来変化量は線形増加(0.41cm/year)として扱う。

□ 目標年(設計供用期間末の年)が2090年以前であれば、左図をもとに算定する。

□ 朔望平均満潮位H.W.L.は2018～2022年で算定したため、基準年は、平均の2020年とする。

任意年の設計高潮位への反映

- 前述の時間スケールの考え方を踏まえた潮位偏差の将来変化比と各年の平均海面水位上昇量を整理する。

【各年の潮位偏差の将来変化比】

【各年の平均海面水位の上昇量】

| 西暦 | 区間 | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 四国中央市 | 新居浜市 | 西条市1 | 西条市2 | 今治市1 | 今治市2 | 松山市 | 伊予市等 | 伊方町1 | 伊方町2 | 宇和島市等 | 愛南町 |
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ |
| 2020年 | 1.005 | 1.017 | 1.018 | 1.017 | 1.015 | 1.018 | 1.040 | 1.045 | 1.027 | 1.059 | 1.052 | 1.018 |
| 2025年 | 1.005 | 1.019 | 1.020 | 1.019 | 1.017 | 1.021 | 1.045 | 1.051 | 1.030 | 1.067 | 1.059 | 1.020 |
| 2030年 | 1.006 | 1.022 | 1.022 | 1.021 | 1.019 | 1.023 | 1.050 | 1.056 | 1.034 | 1.074 | 1.065 | 1.022 |
| 2035年 | 1.006 | 1.024 | 1.024 | 1.023 | 1.021 | 1.025 | 1.054 | 1.062 | 1.037 | 1.082 | 1.072 | 1.024 |
| 2040年 ～ | 1.007 | 1.026 | 1.026 | 1.026 | 1.023 | 1.027 | 1.059 | 1.068 | 1.040 | 1.089 | 1.078 | 1.026 |

| 西暦 | 区間共通 | |
|-------|-------------|-------------|
| | 1995年基準 [m] | 2020年基準 [m] |
| 2020年 | 0.103 | 0.000 |
| 2025年 | 0.123 | 0.021 |
| 2030年 | 0.144 | 0.041 |
| 2035年 | 0.164 | 0.062 |
| 2040年 | 0.185 | 0.082 |
| 2045年 | 0.205 | 0.103 |
| 2050年 | 0.226 | 0.123 |
| 2055年 | 0.246 | 0.144 |
| 2060年 | 0.267 | 0.164 |
| 2065年 | 0.287 | 0.185 |
| 2070年 | 0.308 | 0.205 |
| 2075年 | 0.328 | 0.226 |
| 2080年 | 0.349 | 0.246 |
| 2085年 | 0.369 | 0.267 |
| 2090年 | 0.390 | 0.287 |

- 潮位偏差の将来変化比は、1980年から2040年にかけて、線形増加する考え方とする。
- 平均海面水位上昇量は、1995年から2090年にかけて0.39m上昇する考え方に基づいている。
- ただし、整理した期望平均満潮位H.W.L.は2020年相当(2018～2022年平均)であるため、2020年における0.103mの上昇量は既に含まれていると考える。そのため、2020年から0.41cm/year (=0.0041m/year) ずつ線形増加する考え方とする。

現在(2025年)の設計高潮位の見直し

- 各年の潮位偏差の将来変化比や平均海面水位上昇量を用いることで、任意年の設計高潮位を算定できる。
- この考え方をを用いて、基本計画の改訂時期を見据え、2025年を現在時点として設計高潮位を見直した。
- 設計高潮位は算出方法の変更によって、0.15~0.65m程度大きくなる傾向である。愛南町のみ0.10m低くなる。

<任意年の設計高潮位>

$$\text{任意年の設計高潮位 [C]} = \text{任意年のH.W.L. [A]} + \text{任意年の潮位偏差 [B]}$$

<任意年のH.W.L.>

$$\text{任意年のH.W.L. [A]} = \text{2020年基準のH.W.L. [a]} + \text{任意年の平均海面水位の上昇量 [a']}$$

<任意年の潮位偏差>

$$\text{任意年の潮位偏差 [B]} = \text{1980年基準の潮位偏差 [b]} \times \text{任意年の将来変化比 [b']}$$

※設計高潮位は0.05m端数処理
 ※従来の既往最高潮位から朔望平均満潮位+推算の潮位偏差に変更することの影響を確認

| 区間 | | 現行 | 現在の防護基準 | | | | | | [現在]設計高潮位 [T.P.:m] | 差分 [現在2025-現行] | |
|-------|-------|--------------------|---------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|
| 現行政区分 | | [現行]設計高潮位 [T.P.:m] | 検潮所 | [2020年基準] H.W.L. [T.P.:m] | [2025年基準] 上昇量 [m] | [現在] H.W.L. [T.P.:m] | [1980年基準] 潮位偏差 [m] | [2025年基準] 将来変化比 [-] | | | [現在] 潮位偏差 [m] |
| | | | | a | a' | A | b | b' | B | C (=A+B) | |
| ① | 四国中央市 | 2.85 | 三島川之江 | 2.120 | 0.021 | 2.141 | 1.31 | 1.005 | 1.32 | 3.50 | 0.65 |
| ② | 新居浜市 | 2.75 | 東予 | 1.860 | 0.021 | 1.881 | 1.21 | 1.019 | 1.24 | 3.15 | 0.40 |
| ③ | 西条市1 | 2.75 | 東予 | 1.860 | 0.021 | 1.881 | 1.14 | 1.020 | 1.16 | 3.05 | 0.30 |
| ④ | 西条市2 | 2.70 | 東予 | 1.860 | 0.021 | 1.881 | 1.13 | 1.019 | 1.15 | 3.05 | 0.35 |
| ⑤ | 今治市1 | 2.80 | 来島航路 | 1.720 | 0.021 | 1.741 | 1.21 | 1.017 | 1.23 | 3.00 | 0.20 |
| ⑥ | 今治市2 | 3.00 | 来島航路 | 1.720 | 0.021 | 1.741 | 1.37 | 1.021 | 1.40 | 3.15 | 0.15 |
| ⑦ | 松山市 | 3.00 | 松山 | 1.740 | 0.021 | 1.761 | 1.59 | 1.045 | 1.66 | 3.45 | 0.45 |
| ⑧ | 伊予市等 | 3.25 | 松山 | 1.740 | 0.021 | 1.761 | 1.87 | 1.051 | 1.97 | 3.75 | 0.50 |
| ⑨ | 伊方町1 | - | 松山 | 1.740 | 0.021 | 1.761 | 1.11 | 1.030 | 1.14 | 2.95 | - |
| ⑩ | 伊方町2 | 2.35 | 宇和島 | 1.100 | 0.021 | 1.121 | 1.62 | 1.067 | 1.73 | 2.85 | 0.50 |
| ⑪ | 宇和島市等 | 1.95 | 宇和島 | 1.100 | 0.021 | 1.121 | 1.29 | 1.059 | 1.37 | 2.50 | 0.55 |
| ⑫ | 愛南町 | 1.90 | 御荘 | 1.040 | 0.021 | 1.061 | 0.70 | 1.020 | 0.71 | 1.80 | -0.10 |

将来の設計高潮位（2075年の算出例：耐用年数50年を想定）

- 前述の通り、平均海面水位の上昇量は2090年まで、潮位偏差の将来変化比は2040年までを按分して求めることができる。
- ここでは潮位偏差の将来変化比は2040年以降は一定と仮定する(2K上昇が平衡状態)。将来のH.W.L.および将来の潮位偏差を用いた2075年時点の設計高潮位は現在(2025年)に比べ、気候変動の影響によって0.20~0.25m程度大きくなる。

<任意年の設計高潮位>

$$\text{任意年の設計高潮位 [C]} = \text{任意年のH.W.L. [A]} + \text{任意年の潮位偏差 [B]}$$

<任意年のH.W.L.>

$$\text{任意年のH.W.L. [A]} = \text{2020年基準のH.W.L. [a]} + \text{任意年の平均海面水位の上昇量 [a']}$$

<任意年の潮位偏差>

$$\text{任意年の潮位偏差 [B]} = \text{1980年基準の潮位偏差 [b]} \times \text{任意年の将来変化比 [b']}$$

※設計高潮位は0.05m端数処理
 ※気候変動による影響を確認
 ※2030年や2055年は参考資料に掲載

| 区間 | | 見直し後 | 将来の防護基準 | | | | | | [将来]設計高潮位 [T.P.:m] | 差分 [将来2075-現在2025] | |
|-------|-------|---------------------------|---------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 現行政区分 | | [現在(2025年)]設計高潮位 [T.P.:m] | 検潮所 | [2020年基準] H.W.L. [T.P.:m] | [2075年基準] 上昇量 [m] | [将来] H.W.L. [T.P.:m] | [1980年基準] 潮位偏差 [m] | [2075年基準] 将来変化比 [-] | | | [将来] 潮位偏差 [m] |
| | | | | a | a' | A | b | b' | B | C (=A+B) | |
| ① | 四国中央市 | 3.50 | 三島川之江 | 2.120 | 0.226 | 2.346 | 1.31 | 1.007 | 1.32 | 3.70 | 0.20 |
| ② | 新居浜市 | 3.15 | 東予 | 1.860 | 0.226 | 2.086 | 1.21 | 1.026 | 1.25 | 3.35 | 0.20 |
| ③ | 西条市1 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.226 | 2.086 | 1.14 | 1.026 | 1.17 | 3.30 | 0.25 |
| ④ | 西条市2 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.226 | 2.086 | 1.13 | 1.026 | 1.16 | 3.25 | 0.20 |
| ⑤ | 今治市1 | 3.00 | 来島航路 | 1.720 | 0.226 | 1.946 | 1.21 | 1.023 | 1.24 | 3.20 | 0.20 |
| ⑥ | 今治市2 | 3.15 | 来島航路 | 1.720 | 0.226 | 1.946 | 1.37 | 1.027 | 1.41 | 3.40 | 0.25 |
| ⑦ | 松山市 | 3.45 | 松山 | 1.740 | 0.226 | 1.966 | 1.59 | 1.059 | 1.69 | 3.70 | 0.25 |
| ⑧ | 伊予市等 | 3.75 | 松山 | 1.740 | 0.226 | 1.966 | 1.87 | 1.068 | 2.00 | 4.00 | 0.25 |
| ⑨ | 伊方町1 | 2.95 | 松山 | 1.740 | 0.226 | 1.966 | 1.11 | 1.040 | 1.15 | 3.15 | 0.20 |
| ⑩ | 伊方町2 | 2.85 | 宇和島 | 1.100 | 0.226 | 1.326 | 1.62 | 1.089 | 1.77 | 3.10 | 0.25 |
| ⑪ | 宇和島市等 | 2.50 | 宇和島 | 1.100 | 0.226 | 1.326 | 1.29 | 1.078 | 1.39 | 2.75 | 0.25 |
| ⑫ | 愛南町 | 1.80 | 御荘 | 1.040 | 0.226 | 1.266 | 0.70 | 1.026 | 0.71 | 2.00 | 0.20 |

設計高潮位のまとめ

- 本資料では、各年の潮位偏差の将来変化比や平均海面水位上昇量を用いることで、任意年の設計高潮位を算定できる仕組みを検討した。
- しかし、将来の気温上昇量や平均海面水位の上昇量、潮位偏差の増大は不確実である。そのため、観測潮位のモニタリングや気候変動に関する知見の収集、気象庁等の動向に注視し、柔軟に見直していく必要がある。
- 本資料では、下式のような任意年の設計高潮位の求め方を整理した。気候変動に関する新たな知見が蓄積し、将来的に設計高潮位を見直す場合には、任意年のH.W.L. [A] や任意年の潮位偏差 [B] の全てを見直す方法と、平均海面水位の上昇量 [a']、潮位偏差の将来変化比 [b'] のみを部分的に見直す方法が考えられ、柔軟な対応が望ましい。

<任意年の設計高潮位>

$$\text{任意年の設計高潮位 [C]} = \text{任意年のH.W.L. [A]} + \text{任意年の潮位偏差 [B]}$$

<任意年のH.W.L.>

$$\text{任意年のH.W.L. [A]} = \text{2020年基準のH.W.L. [a]} + \text{任意年の平均海面水位の上昇量 [a']}$$

<任意年の潮位偏差>

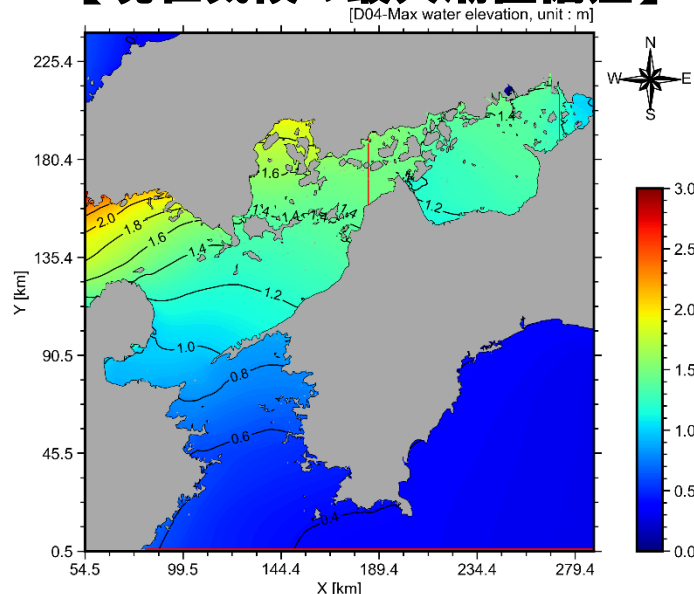
$$\text{任意年の潮位偏差 [B]} = \text{1980年基準の潮位偏差 [b]} \times \text{任意年の将来変化比 [b']}$$

4. 参考資料

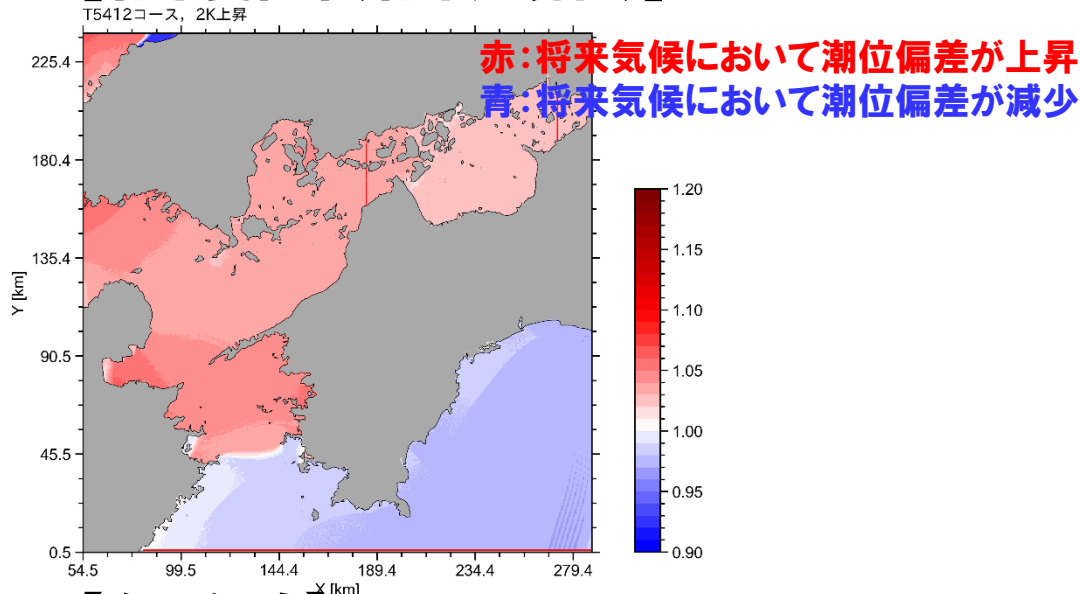
4-1. T5412, T5415, T9119の潮位偏差の将来変化率

気候変動を考慮した高潮推算結果 (T5412コース)

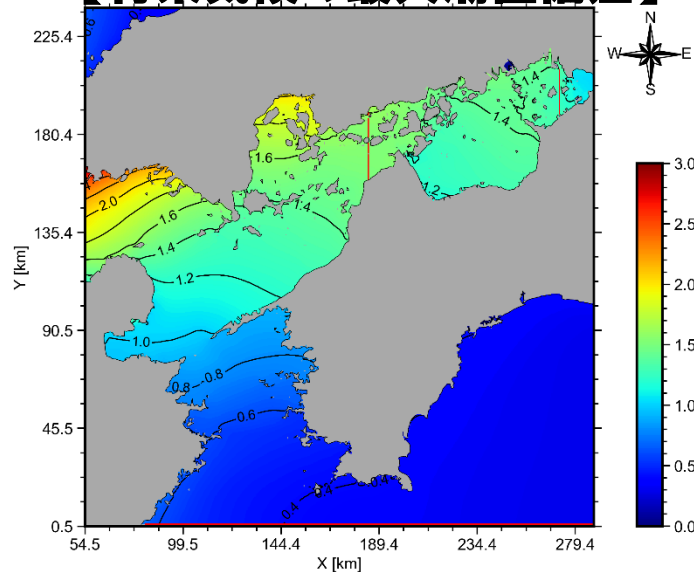
【現在気候の最大潮位偏差】



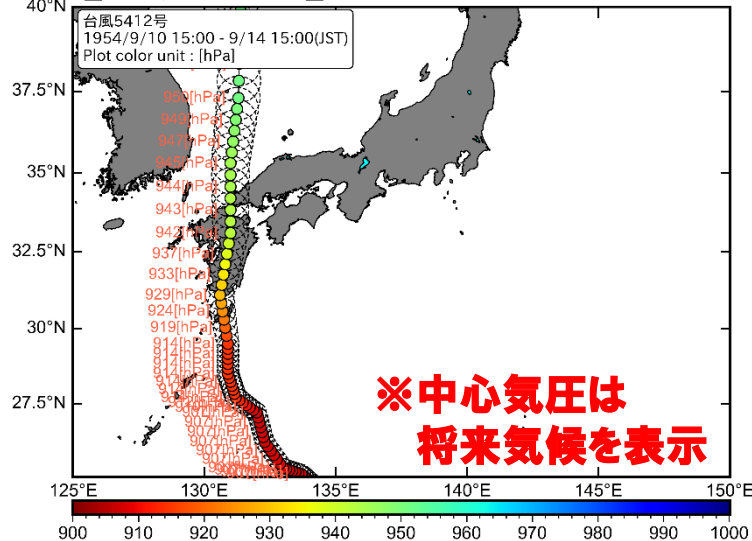
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

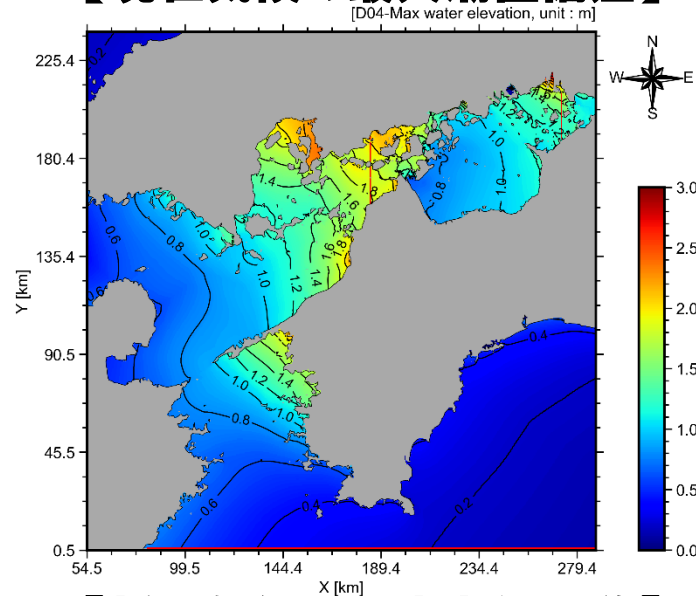


【台風経路】

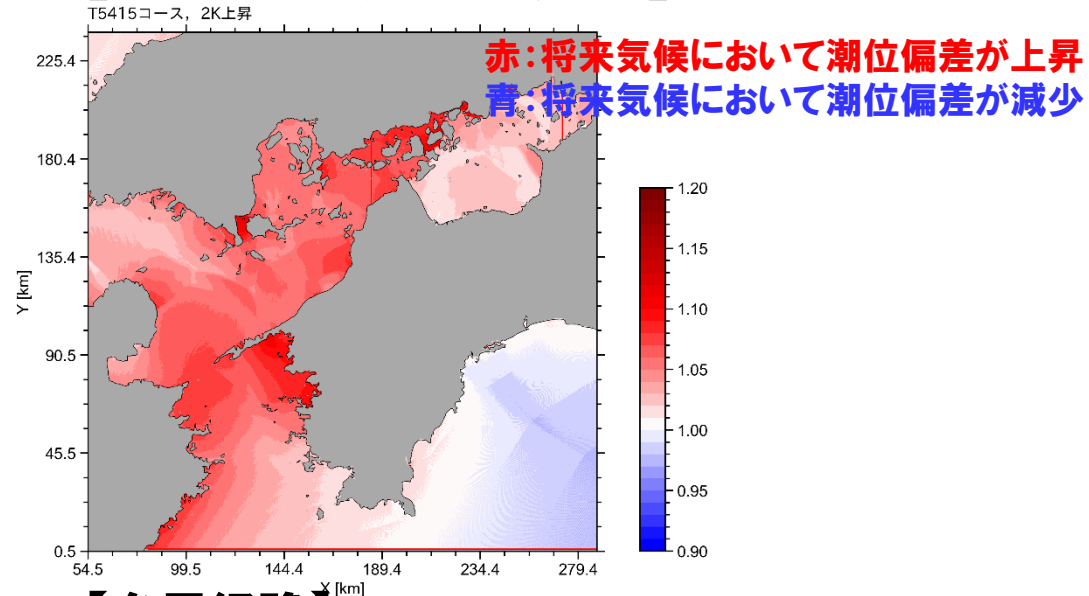


気候変動を考慮した高潮推算結果 (T5415コース)

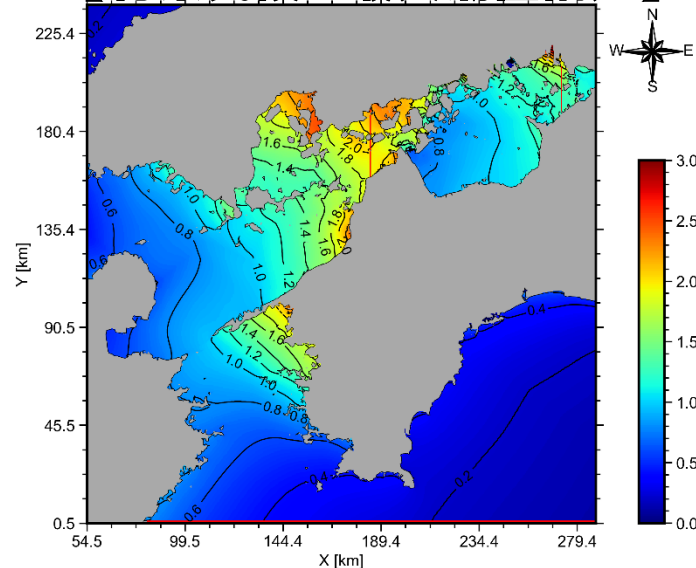
【現在気候の最大潮位偏差】



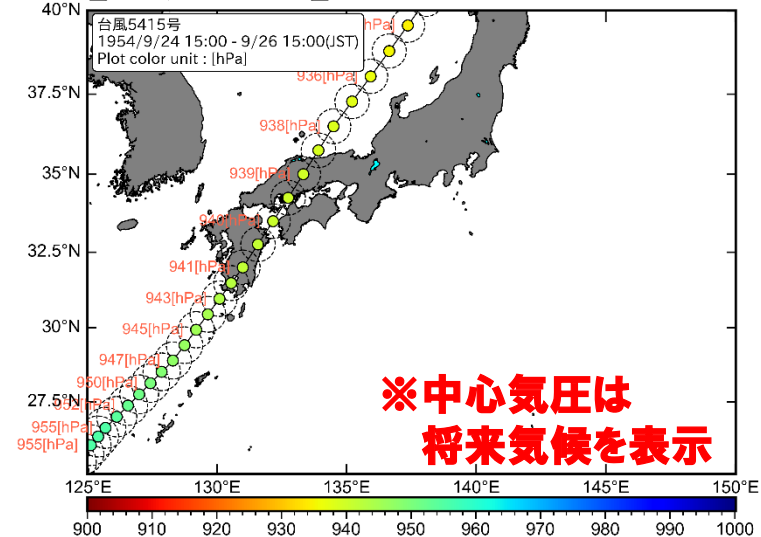
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

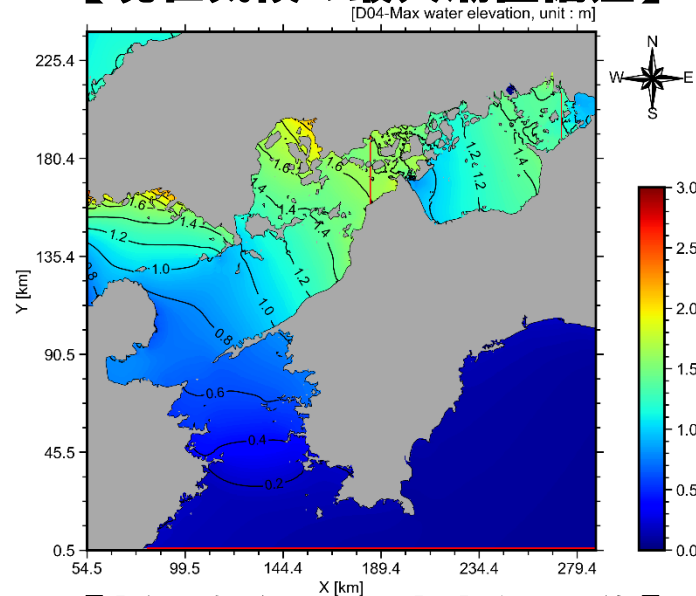


【台風経路】

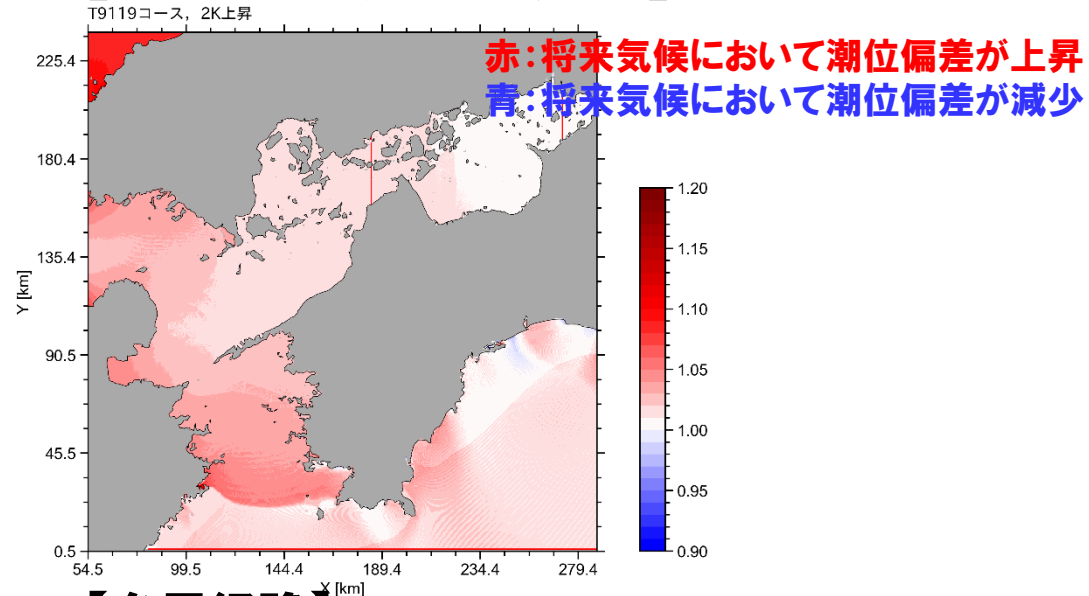


気候変動を考慮した高潮推算結果 (T9119コース)

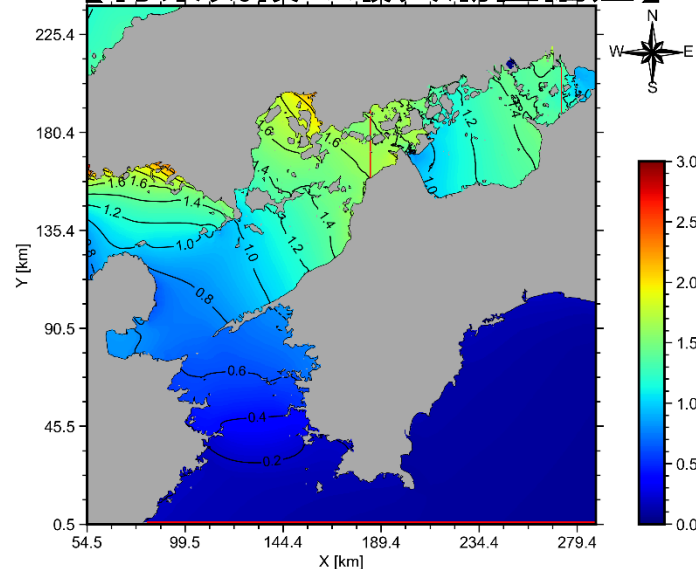
【現在気候の最大潮位偏差】



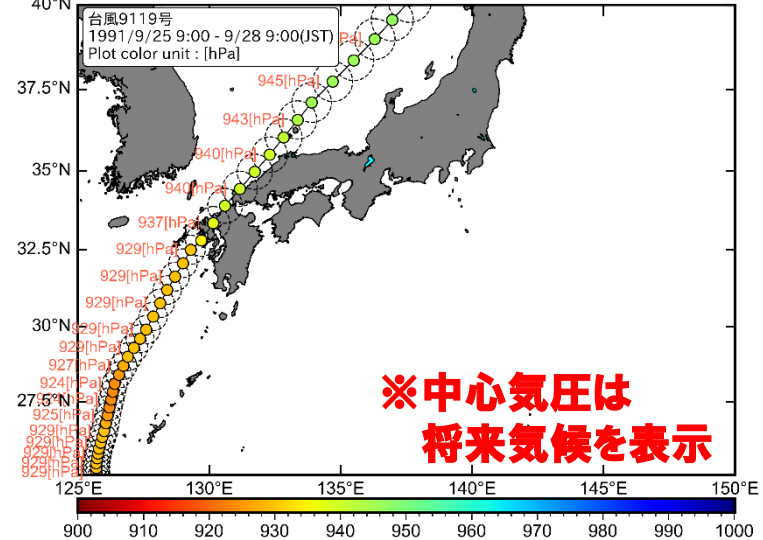
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】



【台風経路】

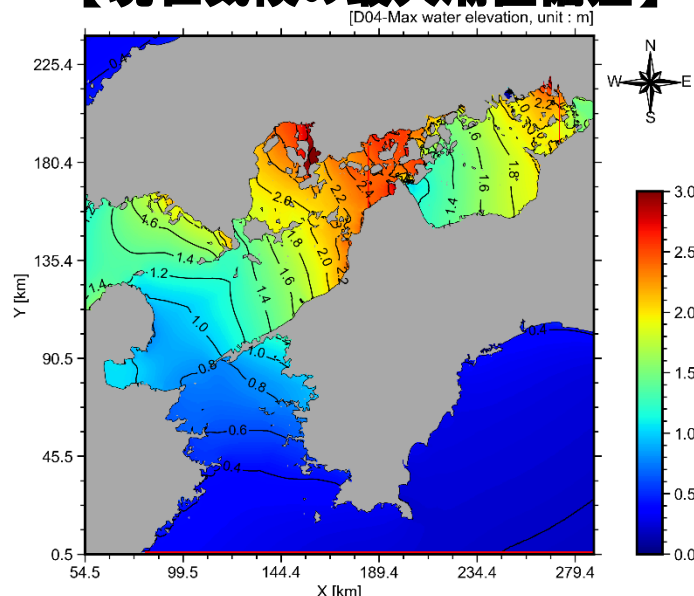


4. 参考資料

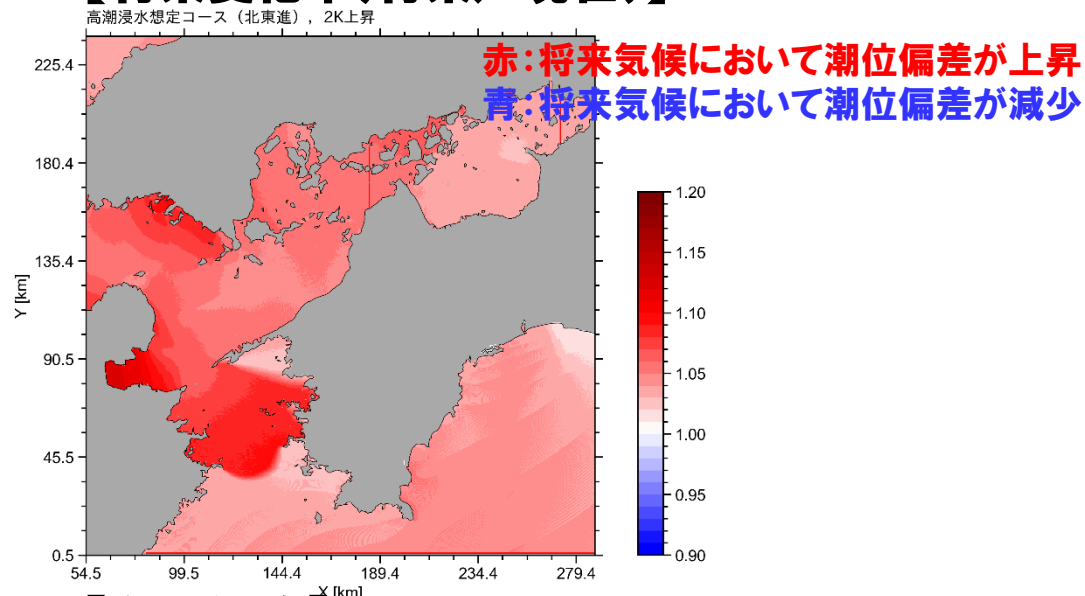
4-2. 高潮浸水想定コースの潮位偏差の将来変化率

気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 北東進)

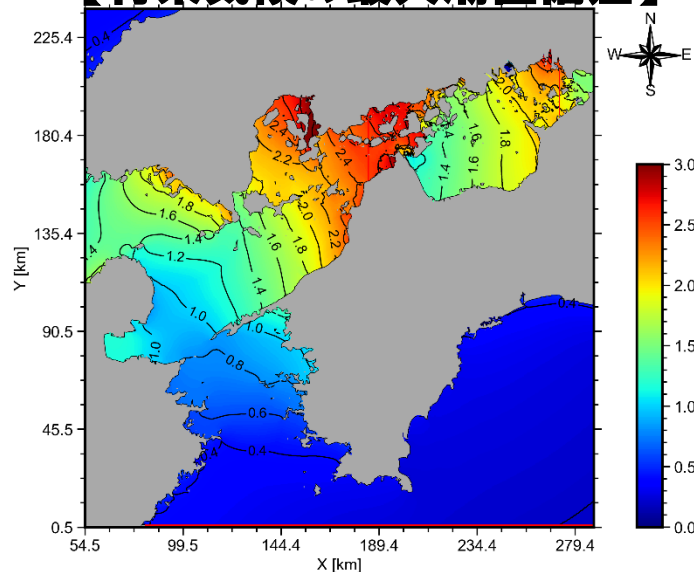
【現在気候の最大潮位偏差】



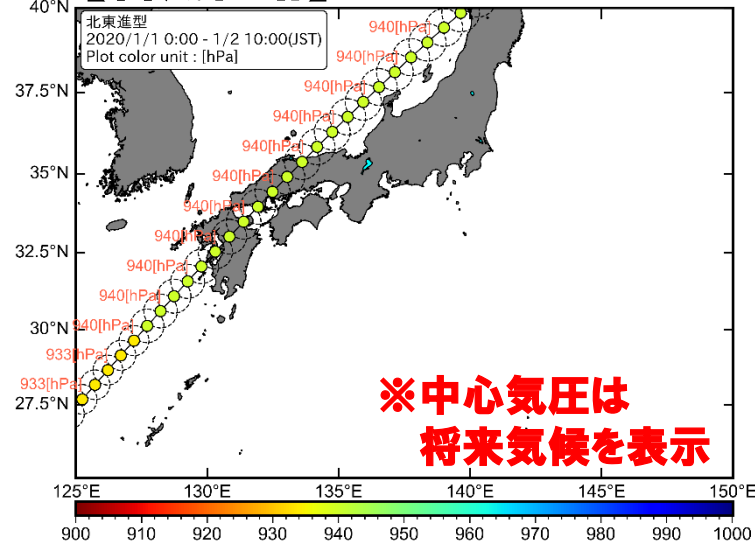
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

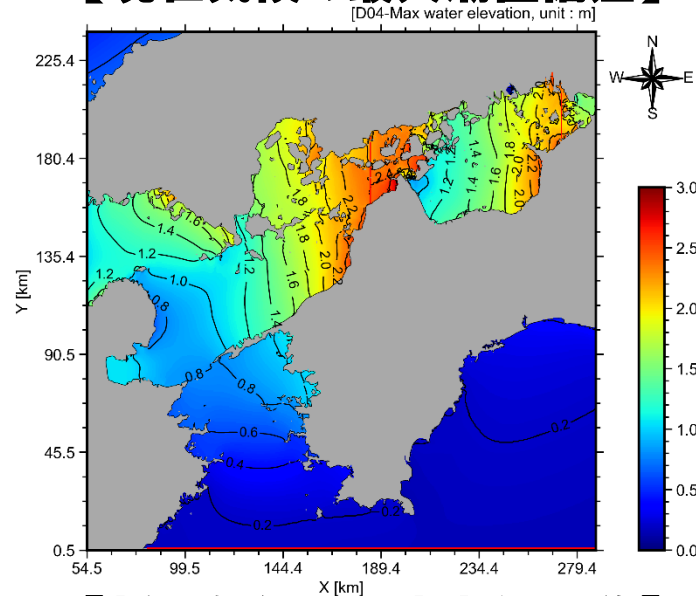


【台風経路】

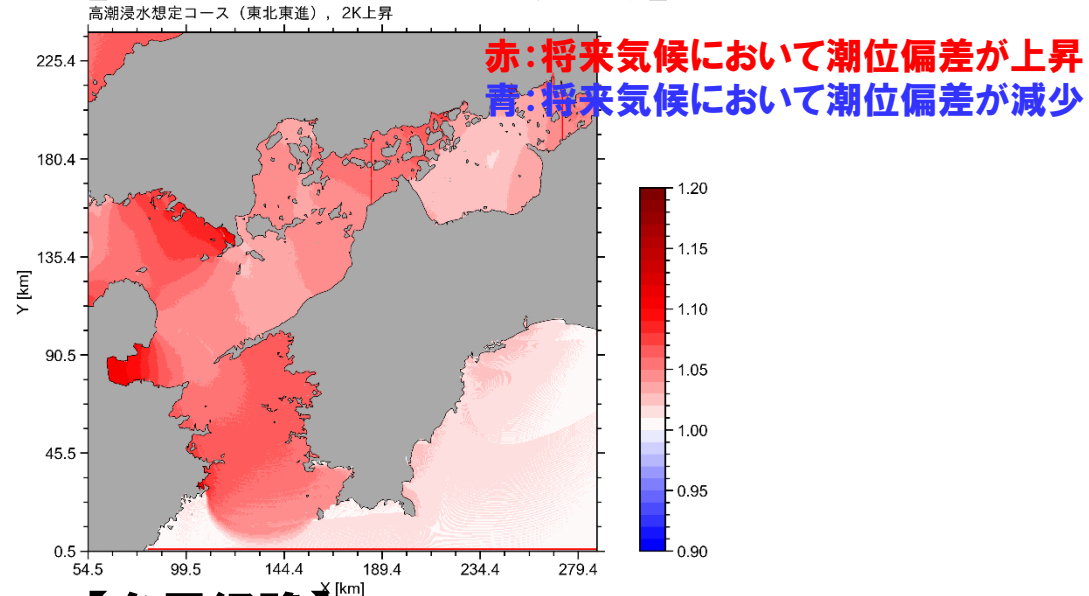


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 東北東進)

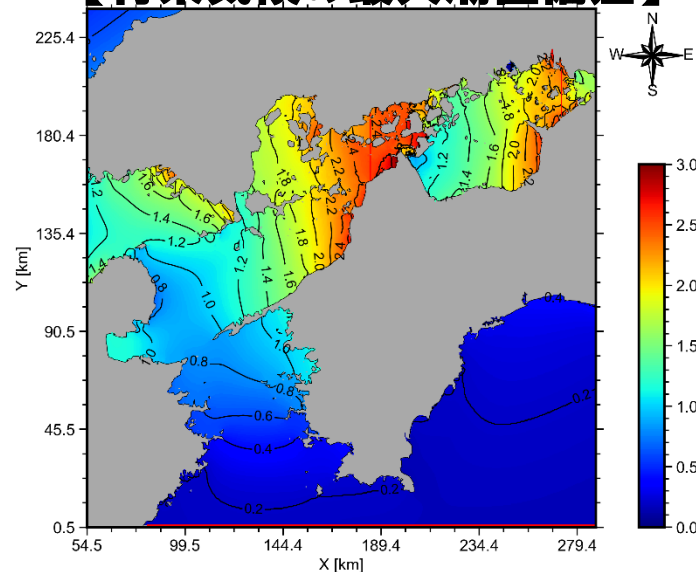
【現在気候の最大潮位偏差】



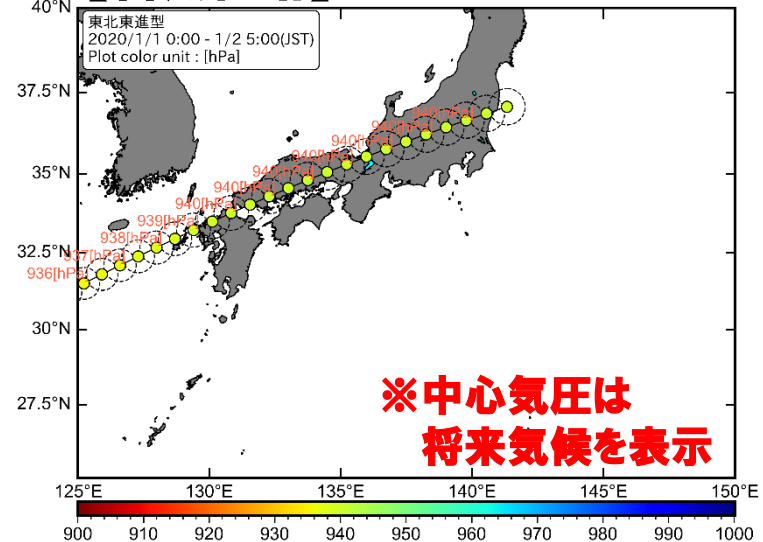
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

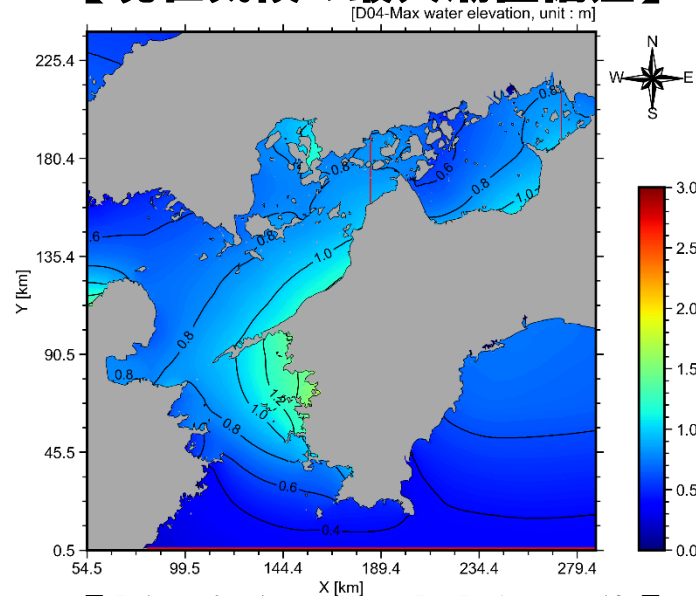


【台風経路】

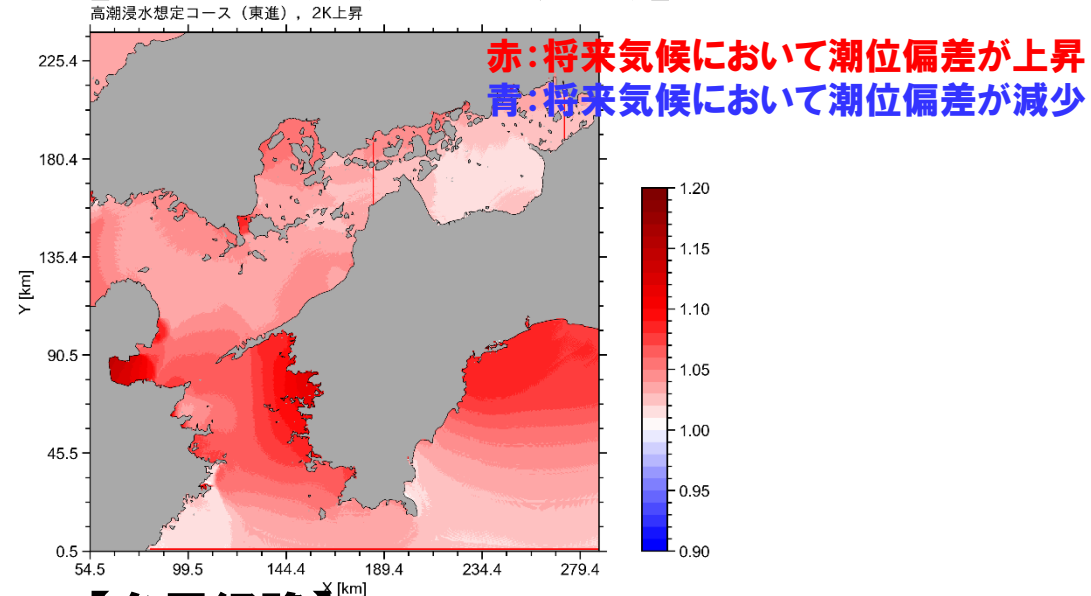


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 東進)

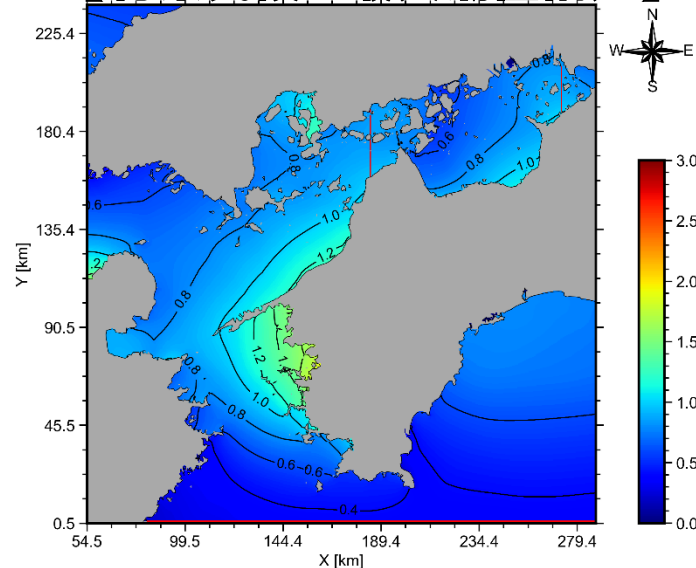
【現在気候の最大潮位偏差】



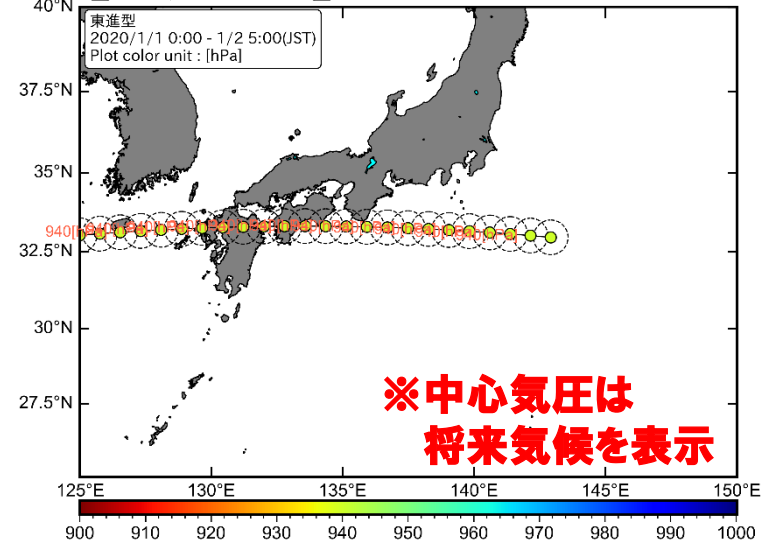
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

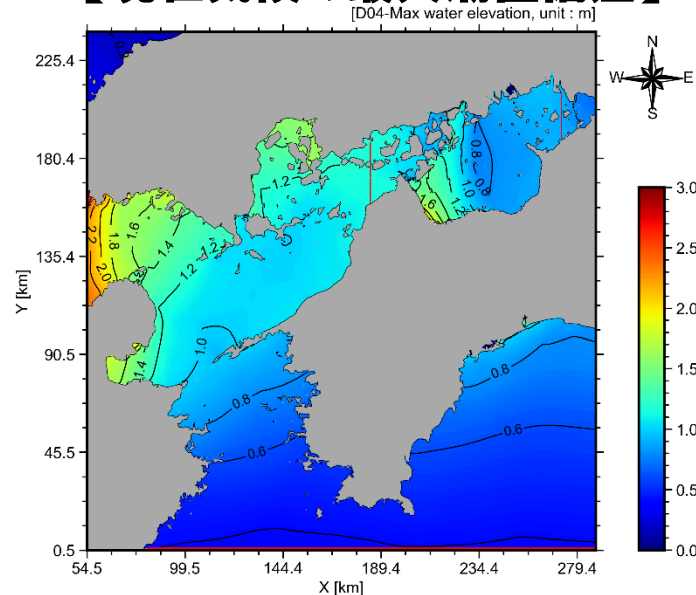


【台風経路】

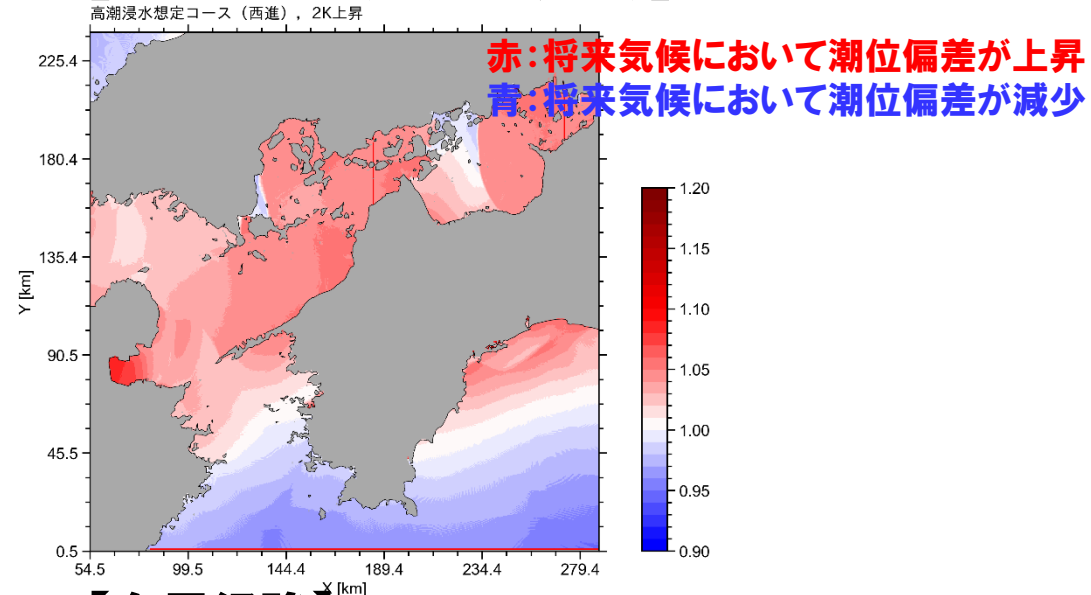


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 西進)

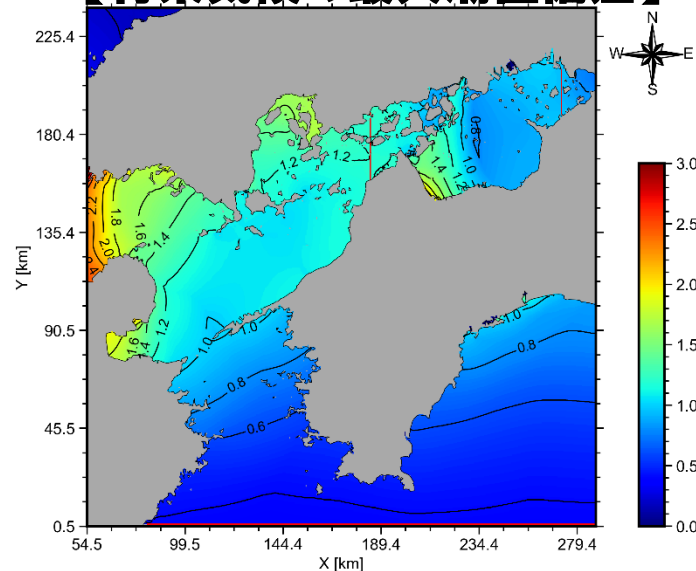
【現在気候の最大潮位偏差】



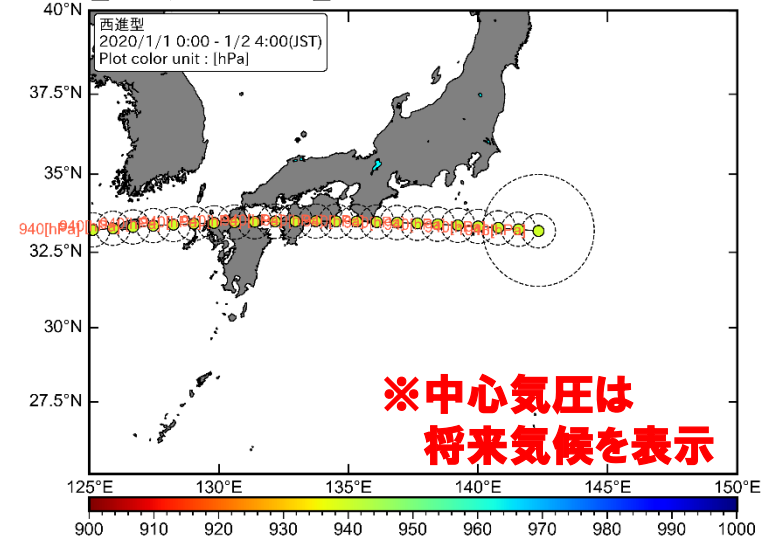
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】

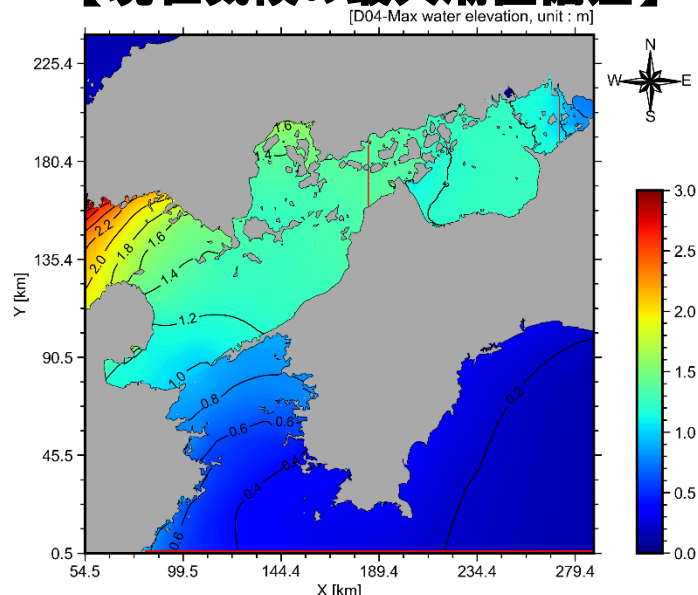


【台風経路】

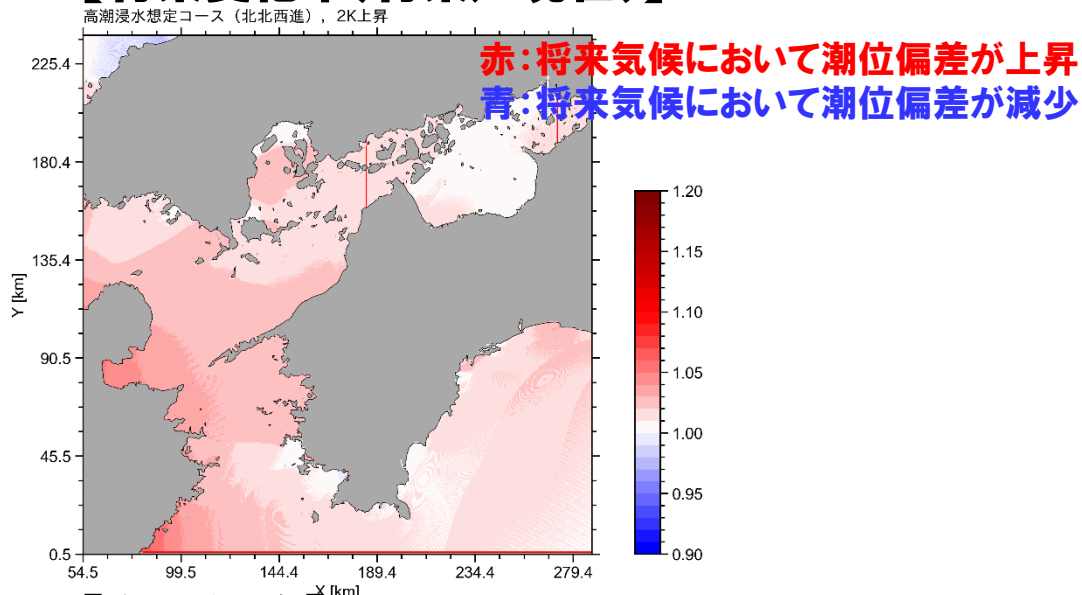


気候変動を考慮した高潮推算結果 (高潮浸水想定 北北西進)

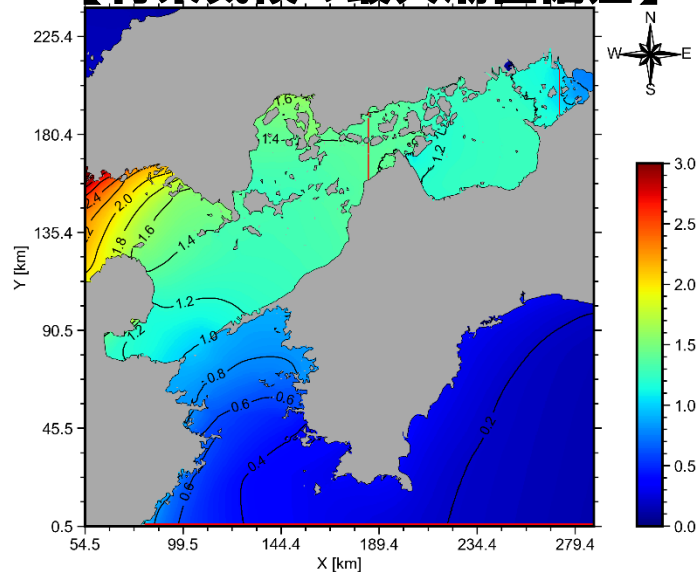
【現在気候の最大潮位偏差】



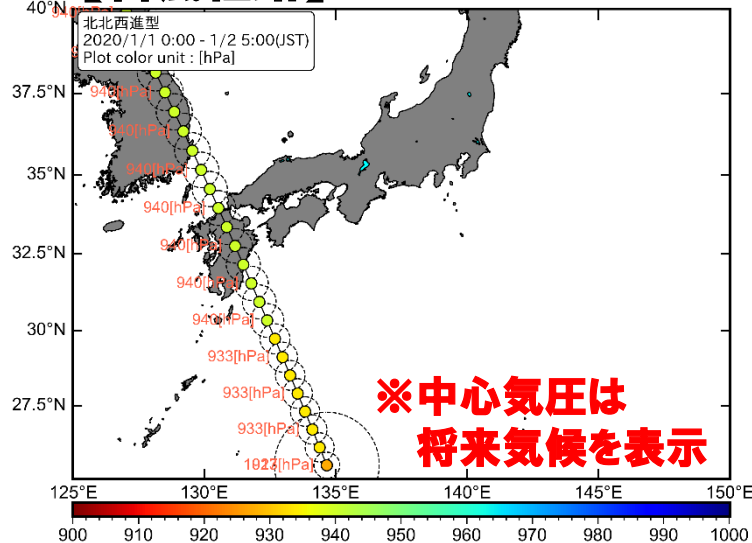
【将来変化率(将来／現在)】



【将来気候の最大潮位偏差】



【台風経路】

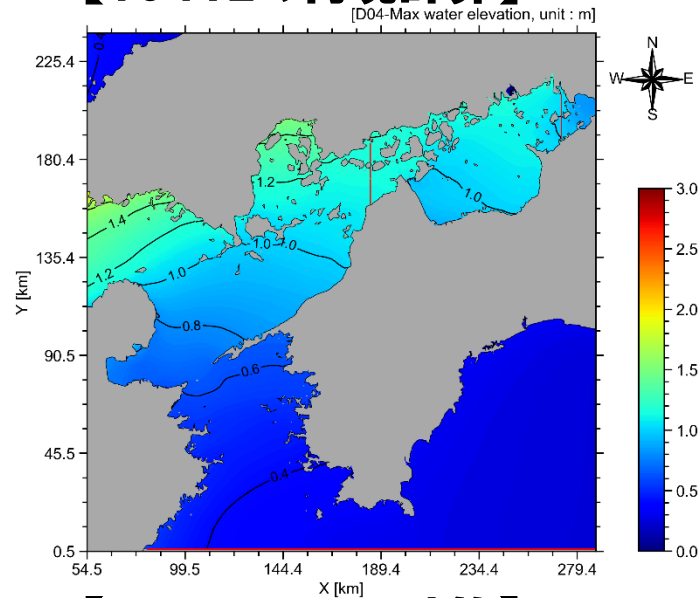


4. 参考資料

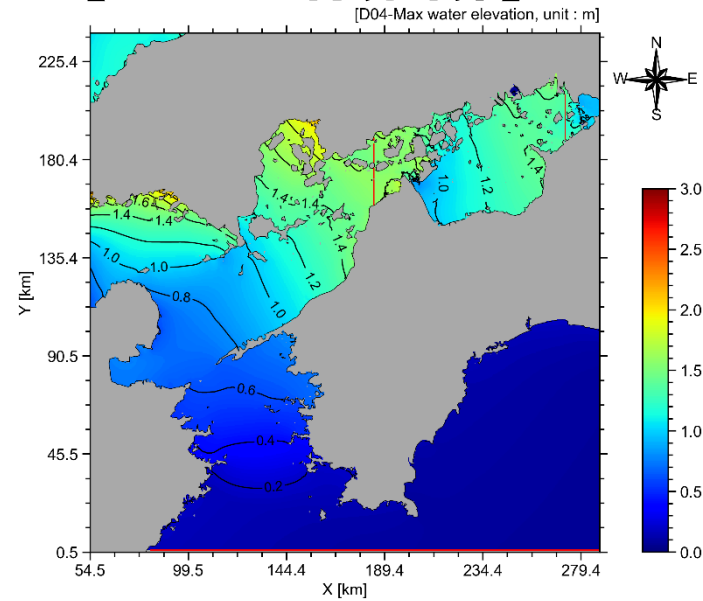
4-3. 再現計算の最大潮位偏差平面分布

再現計算の最大潮位偏差平面分布

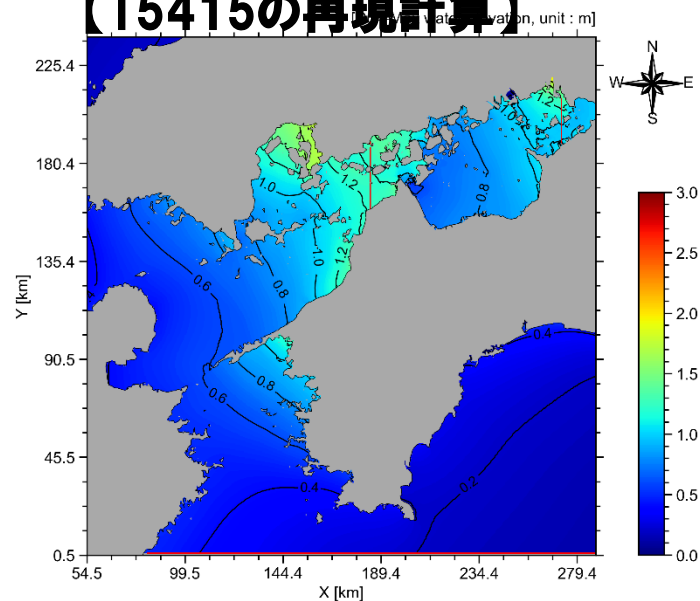
【T5412の再現計算】



【T9119の再現計算】



【T5415の再現計算】



4. 参考資料

4-4. 現行 (H29変更) の設計高潮位

現行 (H29変更) の設計高潮位

設計潮位一覧表(水管理・国土保全局所管海岸)

平成29年6月1日現在

世界測地系

単位:m

| 適用範囲 | H.H.W.L | H.W.L | M.S.L | L.W.L |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 四国中央市 | TP.+2.85 | TP.+1.85 | TP.+0.15 | TP.-1.75 |
| 新居浜市 | TP.+2.75 | TP.+1.80 | TP.+0.10 | TP.-1.75 |
| 西条市禎瑞～西条市船屋 | TP.+2.75 | TP.+1.80 | TP.+0.10 | TP.-1.75 |
| 西条市河原津～西条市今在家 | TP.+2.70 | TP.+1.90 | TP.+0.10 | TP.-1.70 |
| 今治市砂場町～今治市桜井 | TP.+2.80 | TP.+1.70 | TP.+0.10 | TP.-1.60 |
| 今治市菊間町～今治市小浦町、島嶼部 | TP.+3.00 | TP.+2.05 | TP.+0.25 | TP.-1.70 |
| 松山市 | TP.+3.00 | TP.+1.85 | TP.+0.15 | TP.-1.65 |
| 伊予市、松前町 | TP.+3.25 | TP.+1.80 | TP.+0.20 | TP.-1.55 |
| 伊方町(伊予灘側)、八幡浜市(伊予灘側)、大洲市 | — | — | — | — |
| 伊方町(宇和海側)、八幡浜市(宇和海側)、西予市三瓶町 | TP.+2.35 | TP.+1.20 | TP.+0.15 | TP.-1.05 |
| 宇和島市、西予市明浜町 | TP.+1.95 | TP.+1.10 | TP.+0.15 | TP.-1.10 |
| 愛南町 | TP.+1.90 | TP.+1.10 | TP.+0.15 | TP.-1.00 |

現行 (H29変更) の主要港湾の潮位

主要港の潮位表

世界測地系

単位:m

平成29年6月1日現在

| 潮位 港名 | 既往最高潮位 H.H.W.L | 期望平均満潮面 H.W.L | 平均潮位 M.S.L | 東京湾中等潮位 T.P | 期望平均干潮面 L.W.L | 基本水準面 C.D.L | 既往最低潮位 L.L.W.L | 摘要 |
|----------|---|------------------|---------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| 三島川之江港 | H16.8.30 +4.802 | +3.800 | +2.100 | +1.944 | +0.200 | ±0.000 | S33.2.4 -0.170 | 寒川港 |
| 新居浜港 | H16.8.30 +4.660 | +3.720 | +2.000 | +1.912 | +0.140 | ±0.000 | S26.1 -0.470 | |
| 東予港 | H16.8.30 +4.660 | +3.720 | +2.000 | +1.912 | +0.140 | ±0.000 | S33.12.10 -0.470 | 東港地区、西条地区 |
| | S29.9.13 +4.590 | +3.800 | +2.000 | +1.880 | +0.170 | ±0.000 | H17.1.11 -0.300 | 壬生川地区 |
| 今治港 | S29.9.13 +4.700 | +3.590 | +2.000 | +1.880 | +0.260 | ±0.000 | S41.1.9 -0.230 | S54年度より今治港検潮所を使用 |
| 波止浜港 | H3.9.27 +4.788 | +3.840 | +2.000 | +1.773 | +0.060 | ±0.000 | S41.1.9 -0.490 | 港、伯方港、弓削港、菊間港、越智郡内の島嶼部港湾 |
| 松山港 | H3.9.27 +4.757 | +3.567 | +1.900 | +1.741 | +0.090 | ±0.000 | H2.12.4 -0.548 | 北条港、堀江港、中島港、西中港 |
| 伊予港 | H3.9.27 +4.969 | +3.528 | +1.900 | +1.713 | +0.145 | ±0.000 | S15.1.24 -0.580 | 松前港 |
| 長浜港 | 検潮所廃止及び水準標(二等水準点1114)廃点により、世界測地系への変換が未了 | | | | | | | 三机港 |
| 三崎港 | S29.9.26 +3.500 | +2.340 | +1.300 | +1.145 | +0.082 | ±0.000 | S33.2.5 | |
| 八幡浜港 | S29.9.26 +3.500 | +2.344 | +1.300 | +1.185 | +0.082 | ±0.000 | S41.1.9 -0.610 | 伊方港、川之石港、三瓶港 |
| 宇和島港 | H16.8.30 +3.108 | +2.236 | +1.300 | +1.145 | +0.030 | ±0.000 | H2.12.4 -0.579 | 玉津港、吉田港、岩松港 |
| 御荘港 | S35.4.24 +2.910 | +2.100 | +1.190 | +1.021 | +0.020 | ±0.000 | S35.5.24 -0.640 | |

※平均潮位(M.S.L.)は平成14年海上保安庁告示第103号「平均水面、最高水面及び最低水面一覧表」による。

※東京湾中等潮位(T.P)は、各検潮所における水準測量成果(世界測地系)による。

4. 参考資料

4-5. 本委員会による設計高潮位の算出例

【参考】将来の設計高潮位（2030年の算出例：2040年までの例）

- 前述の通り、平均海面水位の上昇量は2090年まで、潮位偏差の将来変化比は2040年までを按分して求めることができる。
- それぞれを按分して求め、将来のH.W.L.および将来の潮位偏差を用いた2030年時点の設計高潮位は、現在（2025年）に比べ、気候変動の影響によって0.05m程度大きくなる。

<任意年の設計高潮位>

$$\text{任意年の設計高潮位 [C]} = \text{任意年のH.W.L. [A]} + \text{任意年の潮位偏差 [B]}$$

※設計高潮位は0.05m端数処理

※気候変動による影響を確認

<将来のH.W.L.>

$$\text{任意年のH.W.L. [A]} = \text{2020年基準のH.W.L. [a]} + \text{任意年の平均海面水位の上昇量 [a']}$$

<将来の潮位偏差>

$$\text{任意年の潮位偏差 [B]} = \text{1980年基準の潮位偏差 [b]} \times \text{任意年の将来変化比 [b']}$$

| 区間 | | 見直し後 | 将来の防護基準 | | | | | | [将来] 設計高潮位 [T.P.:m] | 差分 [将来2030-現在2025] | |
|-------|-------|-----------------------------|---------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| 現行政区分 | | [現在 (2025年)] 設計高潮位 [T.P.:m] | 検潮所 | [2020年基準] H.W.L. [T.P.:m] | [2030年基準] 上昇量 [m] | [将来] H.W.L. [T.P.:m] | [1980年基準] 潮位偏差 [m] | [2030年基準] 将来変化比 [-] | | | [将来] 潮位偏差 [m] |
| | | | | a | a' | A | b | b' | B | C (=A+B) | |
| ① | 四国中央市 | 3.50 | 三島川之江 | 2.120 | 0.041 | 2.161 | 1.31 | 1.006 | 1.32 | 3.50 | 0.00 |
| ② | 新居浜市 | 3.15 | 東予 | 1.860 | 0.041 | 1.901 | 1.21 | 1.022 | 1.24 | 3.15 | 0.00 |
| ③ | 西条市1 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.041 | 1.901 | 1.14 | 1.022 | 1.17 | 3.10 | 0.05 |
| ④ | 西条市2 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.041 | 1.901 | 1.13 | 1.021 | 1.15 | 3.10 | 0.05 |
| ⑤ | 今治市1 | 3.00 | 来島航路 | 1.720 | 0.041 | 1.761 | 1.21 | 1.019 | 1.23 | 3.00 | 0.00 |
| ⑥ | 今治市2 | 3.15 | 来島航路 | 1.720 | 0.041 | 1.761 | 1.37 | 1.023 | 1.40 | 3.20 | 0.05 |
| ⑦ | 松山市 | 3.45 | 松山 | 1.740 | 0.041 | 1.781 | 1.59 | 1.050 | 1.67 | 3.50 | 0.05 |
| ⑧ | 伊予市等 | 3.75 | 松山 | 1.740 | 0.041 | 1.781 | 1.87 | 1.056 | 1.98 | 3.80 | 0.05 |
| ⑨ | 伊方町1 | 2.95 | 松山 | 1.740 | 0.041 | 1.781 | 1.11 | 1.034 | 1.14 | 2.95 | 0.00 |
| ⑩ | 伊方町2 | 2.85 | 宇和島 | 1.100 | 0.041 | 1.141 | 1.62 | 1.074 | 1.74 | 2.90 | 0.05 |
| ⑪ | 宇和島市等 | 2.50 | 宇和島 | 1.100 | 0.041 | 1.141 | 1.29 | 1.065 | 1.38 | 2.55 | 0.05 |
| ⑫ | 愛南町 | 1.80 | 御荘 | 1.040 | 0.041 | 1.081 | 0.70 | 1.022 | 0.71 | 1.80 | 0.00 |

【参考】将来の設計高潮位（2055年の算出例：漁港施設を想定）

- 前述の通り、平均海面水位の上昇量は2090年まで、潮位偏差の将来変化比は2040年までを按分して求めることができる。
- ここでは潮位偏差の将来変化比は2040年以降は一定と仮定する(2K上昇が平衡状態)。将来のH.W.L.および将来の潮位偏差を用いた2075年時点の設計高潮位は現在(2025年)に比べ、気候変動の影響によって0.10~0.20m程度大きくなる。

＜任意年の設計高潮位＞

$$\text{任意年の設計高潮位 [C]} = \text{任意年のH.W.L. [A]} + \text{任意年の潮位偏差 [B]}$$

※設計高潮位は0.05m端数処理

※気候変動による影響を確認

＜将来のH.W.L.＞

$$\text{任意年のH.W.L. [A]} = \text{2020年基準のH.W.L. [a]} + \text{任意年の平均海面水位の上昇量 [a']}$$

＜将来の潮位偏差＞

$$\text{任意年の潮位偏差 [B]} = \text{1980年基準の潮位偏差 [b]} \times \text{任意年の将来変化比 [b']}$$

| 区間 | | 見直し後 [現在 (2025年)] 設計高潮位 [T.P.:m] | 検潮所 | 将来の防護基準 | | | | | [将来] 設計高潮位 [T.P.:m] C(=A+B) | 差分 [将来2055- 現在2025] | |
|-------|-------|--|-------|--|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 現行政区分 | | | | [2020年基 準] H.W.L. [T.P.:m] a | [2055年基 準] 上昇量 [m] a' | [将来] H.W.L. [T.P.:m] A | [1980年基 準] 潮位偏差 [m] b | [2055年基 準] 将来変化比 [-] b' | | | [将来] 潮位偏差 [m] B |
| ① | 四国中央市 | 3.50 | 三島川之江 | 2.120 | 0.144 | 2.264 | 1.31 | 1.007 | 1.32 | 3.60 | 0.10 |
| ② | 新居浜市 | 3.15 | 東予 | 1.860 | 0.144 | 2.004 | 1.21 | 1.026 | 1.25 | 3.25 | 0.10 |
| ③ | 西条市1 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.144 | 2.004 | 1.14 | 1.026 | 1.17 | 3.20 | 0.15 |
| ④ | 西条市2 | 3.05 | 東予 | 1.860 | 0.144 | 2.004 | 1.13 | 1.026 | 1.16 | 3.20 | 0.15 |
| ⑤ | 今治市1 | 3.00 | 来島航路 | 1.720 | 0.144 | 1.864 | 1.21 | 1.023 | 1.24 | 3.15 | 0.15 |
| ⑥ | 今治市2 | 3.15 | 来島航路 | 1.720 | 0.144 | 1.864 | 1.37 | 1.027 | 1.41 | 3.30 | 0.15 |
| ⑦ | 松山市 | 3.45 | 松山 | 1.740 | 0.144 | 1.884 | 1.59 | 1.059 | 1.69 | 3.60 | 0.15 |
| ⑧ | 伊予市等 | 3.75 | 松山 | 1.740 | 0.144 | 1.884 | 1.87 | 1.068 | 2.00 | 3.90 | 0.15 |
| ⑨ | 伊方町1 | 2.95 | 松山 | 1.740 | 0.144 | 1.884 | 1.11 | 1.040 | 1.15 | 3.05 | 0.10 |
| ⑩ | 伊方町2 | 2.85 | 宇和島 | 1.100 | 0.144 | 1.244 | 1.62 | 1.089 | 1.77 | 3.05 | 0.20 |
| ⑪ | 宇和島市等 | 2.50 | 宇和島 | 1.100 | 0.144 | 1.244 | 1.29 | 1.078 | 1.39 | 2.65 | 0.15 |
| ⑫ | 愛南町 | 1.80 | 御荘 | 1.040 | 0.144 | 1.184 | 0.70 | 1.026 | 0.71 | 1.90 | 0.10 |