



気候変動による災害激甚化に関する影響評価 勢力を増す台風～我々はどのようなリスクに直面しているのか～

令和5年9月27日

気候変動適応関東広域協議会 気候変動適応セミナー

地球環境局 総務課 気候変動適応室



気候変動による災害激甚化に係る適応の強化学業 (R2年度～)



平成30年 台風21号

非常に強い勢力で四国・関西地域に上陸
大阪府田尻町関空島（関西空港）では最大風速46.5メートル
大阪府大阪市で最高潮位 329cm

関西国際空港の滑走路の浸水・閉鎖、航空機や船舶の欠航、鉄道の運休等の交通障害、断水や停電、電話の不通等ライフインへの被害が発生

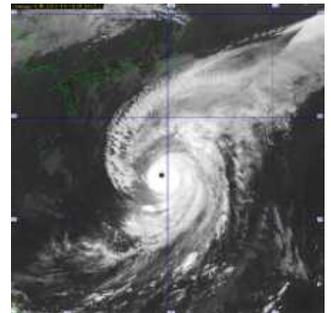


平成30年台風21号 大阪府咲洲庁舎周辺の車両被害（写真撮影：大阪府職員）

令和元年 台風19号

大型で強い勢力で関東地域に上陸
東京都江戸川臨海では最大瞬間風速43.8メートル
箱根町では、総雨量が1000ミリを超える
関東地域を中心に、堤防決壊140カ所、土砂災害発生962件（2019年1月29日現在）

半日の間に13都県に対して大雨特別警報が発表される（過去最多）



令和元年台風19号（ひまわり8号赤外画像、気象庁提供）

気候変動により、気象災害のさらなる激甚化が懸念されている 適応策の強化は喫緊の課題



イメージ（台風情報の表示例、気象庁HPより）

海水温の上昇

台風の強大化

災害リスクの増加

各分野への影響

農林水産業

自然生態系

健康

国民生活

経済活動

など

- スーパーコンピュータ等を用いて将来の気候変動をふまえた台風の影響評価
- 国、自治体、企業等が適切な適応策を実施するために必要となるデータを整備

台風による影響が、温暖化によりどのように変化するのか
令和元年東日本台風および平成30年台風第21号を例に検証。
今後は、平成30年7月豪雨を対象として検証予定。



勢力を増す台風 2023 我々はどうなリスクに直面しているのか

- 環境省「気候変動による災害激甚化に係る適応の強化事業」の成果を2023年7月に公表。
- 地球温暖化が進行した世界では、台風がより発達した状態で上陸する可能性が示された。また、中心気圧が実際の台風に比べて低下するとともに、降水量が増加し河川での氾濫のリスクが高まることや、風が強まることで風害や沿岸や河川の河口付近での高潮による浸水のリスクが高まること示された。



気候変動への適応策を考えるきっかけに

近年、台風や大雨による気象災害が毎年のように発生し、生活環境や企業活動に大きな影響をもたらしています。その原因の一つとして地球温暖化があると言われています。地球温暖化に伴い、強度の強い熱帯低気圧の割合は現在よりも増すことが、IPCC報告書でも指摘されています。環境省では、甚大な被害をもたらした令和元年東日本台風や平成30年台風第21号を例に、地球温暖化が進行し、世界平均気温が工業化以前に比べて2、4 上昇した場合にどのような影響をもたらすようになるのか、スーパーコンピュータを活用して予測しました。気候変動の身近なリスクを知っていただき、今後の気象災害対策や気候変動への適応策を考えるきっかけとしていただければ幸いです。

ダウンロードは
こちらから

https://www.env.go.jp/press/press_01913.html

<https://www.env.go.jp/content/000147982.pdf>

環境省HP 2023年07月21日 報道発表

「気候変動による災害激甚化に関する影響評価結果について ～地球温暖化が進行した将来の台風の姿～」

行政機関や企業において、本事業で行ったシミュレーション結果（各モデルのローデータ等）を、気候変動影響分析・評価と適応策の検討に活用したいとお考えの方は、環境省までご一報ください。 2



台風発達のメカニズム

- 気温が上昇することで、大気が保持できる水蒸気量が増加するため降水が強まり、海面水温上昇などにより、熱帯低気圧がより強い強度まで発達できると考えられています。

台風とは

熱帯低気圧のうち、北西太平洋または南シナ海に存在し、なおかつ低気圧域内の最大風速（10分間平均）がおおよそ17m/s以上のものを「台風」と呼びます。台風は暖かい海面から供給された水蒸気が凝結して雲粒になるときに放出される熱をエネルギーとして発達します。上陸した台風が急速に衰えるのは水蒸気の供給が絶たれ、さらに陸地の摩擦によりエネルギーが失われるためです。

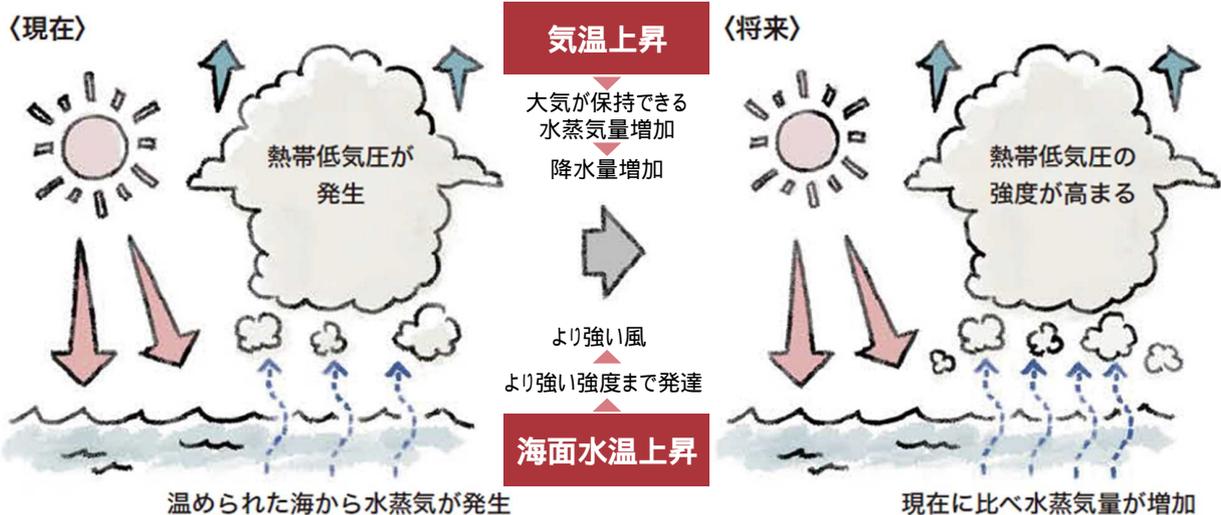


図 台風の発生イメージ / 将来変化イメージ

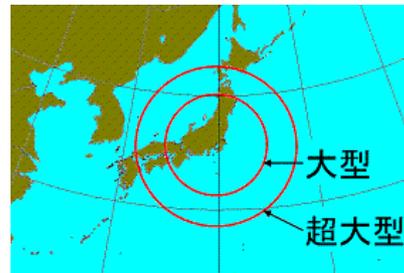


台風の強さと大きさ

台風は、その大きさと強さによって、例えば「大型で非常に強い」台風などと表現されます。強風域の半径が500km未満の場合には大きさを表現せず、最大風速が33m/s未満の場合には強さを表現しません。例えば「強い台風」と発表している場合、その台風は、強風域の半径が500km未満で、中心付近の最大風速は33～43m/sで暴風域を伴っていることを表します。

台風の大きさ 強風域（風速15m/s以上の風が吹いているか、吹く可能性がある範囲）の半径

階級	風速15m/s以上の半径
大型（大きい）	500km以上～800km未満
超大型（非常に大きい）	800km以上



台風の強さ 最大風速で区分

階級	最大風速
強い	33m/s（64ノット）以上～44m/s（85ノット）未満
非常に強い	44m/s（85ノット）以上～54m/s（105ノット）未満
猛烈な	54m/s（105ノット）以上

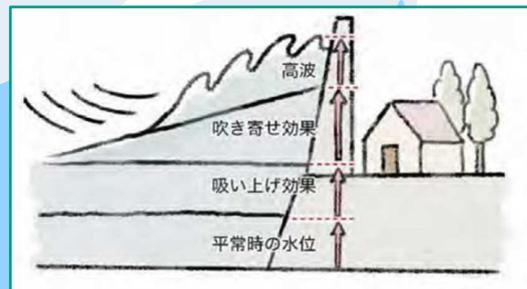
出典：気象庁HPより



高潮と高波

高波

強風が吹くことによって海面に生じる短周期（周期5～20秒）の波のことです。数十分～数時間かけて海面が上昇する高潮とは異なる現象を指します。風が強いほど、長時間吹くほど、また発達する距離が長いほど、波は高くなる傾向があり、台風の時には極端な高波が発生しやすくなります。高潮による水位上昇と合わさることで、沿岸部での水位がより高くなるのが考えられます。



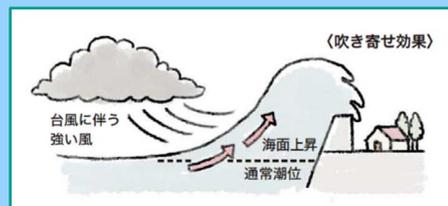
高潮

台風や発達した低気圧が通過するとき、潮位が大きく上昇すること。

高潮によって水位が上昇している時は、高波も同時に発生し、数メートルから10メートルを超える高さまで発達します。高波により、高潮だけでは到達しない高さまで水が押し寄せ、被害が拡大することがあります。

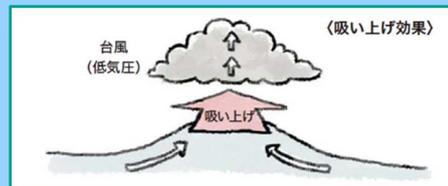
吹き寄せ効果

台風や低気圧に伴う強い風が沖から海岸に向かって吹くと、海水は海岸に吹き寄せられ、海岸付近の海面が上昇します。これを「吹き寄せ効果」といいます。この効果による潮位の上昇は風速の2乗に比例し、風速が2倍になれば上昇する海面水位は4倍になります。顕著な高潮被害はこの「吹き寄せ効果」で発生することが多いと考えられます。



吸い上げ効果

台風や低気圧の中心では気圧が周辺より低いため、気圧の高い周辺の空気は海水を押し下げ、中心付近の空気が海水を吸い上げるように作用する結果、短時間で海面が上昇します。これを「吸い上げ効果」といいます。気圧が1ヘクトパスカル（hPa）下がると、潮位は約1センチメートル上昇すると言われています。



平常時の水位



地球温暖化によって勢力を増す台風の影響

- 台風による降水や強風、それに伴う河川氾濫や土石流・斜面崩壊、高潮・高波により、人的被害、経済被害、建物への被害、農作物への被害、ライフラインの停止など、台風による影響が連鎖することで多くの甚大な被害が発生しています。
- 地球温暖化がさらに進行すると、このような被害のリスクがより高まる可能性がります。

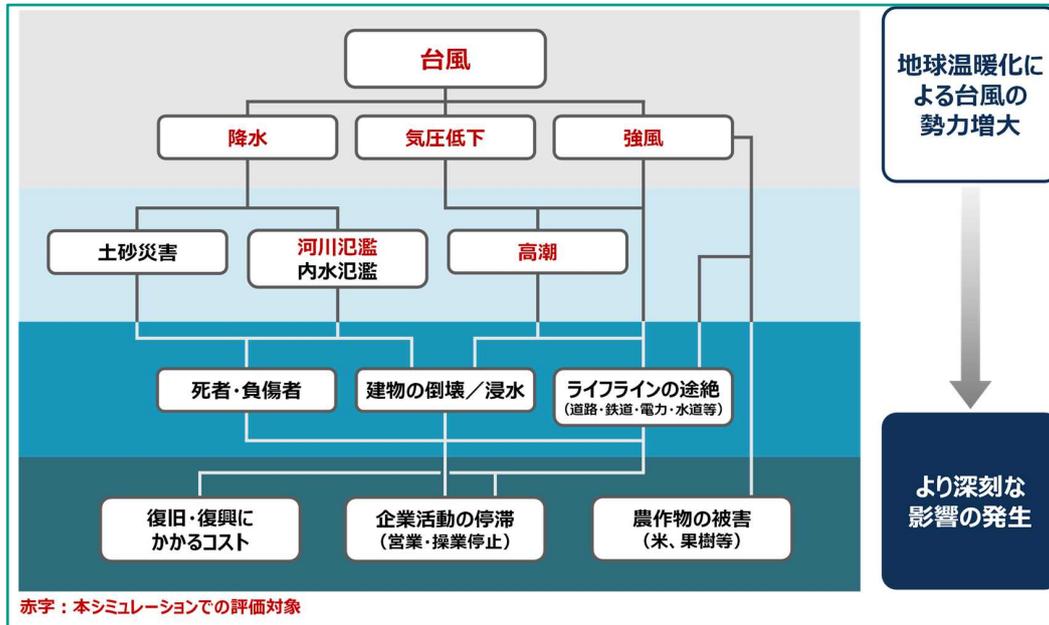


図 台風による影響の連鎖



気候変動に伴って変化する台風の影響に「適応」しよう

- 気候変動による影響は、自然災害に関するものだけでなく、気温上昇による農作物の品質低下、熱中症による救急搬送人員の増加など、身近なものも含め様々なものがあります。こうした気候変動の影響による被害を回避・軽減することを一般に「気候変動適応」といいます。

気候変動によって影響の増大が懸念される台風への適応に向けた行動

- ① 地球温暖化の影響は既に現れ始めていることを知る
- ② 完全な防御は無いことを知る
- ③ 今すぐ実行する
- ④ リスク情報を適切に発信・理解する
- ⑤ 自助共助によって被害を回避・最小化する
- ⑥ 最悪のシナリオを想定する



今田 由紀子	東京大学 大気海洋研究所 准教授	五十音順 敬称略 役職等は令和5年6月現在
金田 幸恵	国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 附属統合データサイエンスセンター 特任助教	
川瀬 宏明	気象庁気象研究所 応用気象研究部 第二研究室 主任研究官	
佐山 敬洋	京都大学防災研究所 社会防災研究部門 防災技術政策研究分野 教授	
塩竈 秀夫	国立研究開発法人国立環境研究所 地球システム領域 (地球システムリスク解析研究室) 室長	
高藪 出 (座長)	気象庁気象研究所 気候・環境研究部 第一研究室 主任研究官	
竹見 哲也	京都大学防災研究所 気象・水象災害研究部門長 暴風雨・気象環境研究分野 教授	
多々納 裕一	京都大学防災研究所 社会防災研究部門長 防災社会システム研究分野 教授	
立川 康人	京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 教授	
仲江川 敏之	気象庁気象研究所 応用気象研究部 第二研究室 室長	
中北 英一	京都大学防災研究所 所長 気象・水象災害研究部門 水文気象災害研究分野 教授	
脇岡 靖明	国立研究開発法人国立環境研究所 気候変動適応センター センター長	
村田 昭彦	気象庁気象研究所 応用気象研究部 第一研究室 室長	
森 信人	京都大学防災研究所 副所長 気象・水象災害研究部門 沿岸災害研究分野 教授	
山田 朋人	北海道大学大学院工学研究院 土木工学部門 河川・流域工学研究室 教授	
若月 泰孝	茨城大学 理工学研究科 (理学野) 地球環境科学領域 准教授	

文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」(平成29年度～令和3年度)及び「気候変動予測先端研究プログラム」(令和4年度～)、気象庁気象研究所より気象モデルの貸与及び関連データの提供を受けました。シミュレーションの実行のための計算機については、国立研究開発法人国立環境研究所より同機関が保有するスーパーコンピュータの計算機リソースの提供を受けました。さらに、国土交通省より関連データの提供及び助言を受けました。

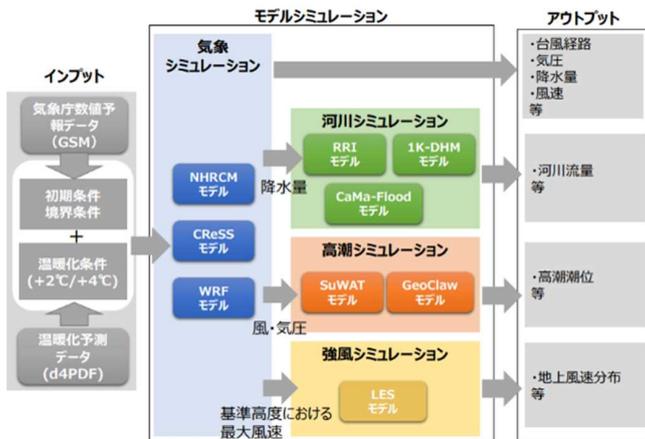
また、本業務においては、気象庁気象研究所、国立環境研究所、京都大学、北海道大学、名古屋大学、茨城大学のメンバー(下表)から構成される「気候変動による災害激甚化に関する影響評価検討委員会」を設置し、調査の方針や結果の検証等に関して助言を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

調査方法の概要

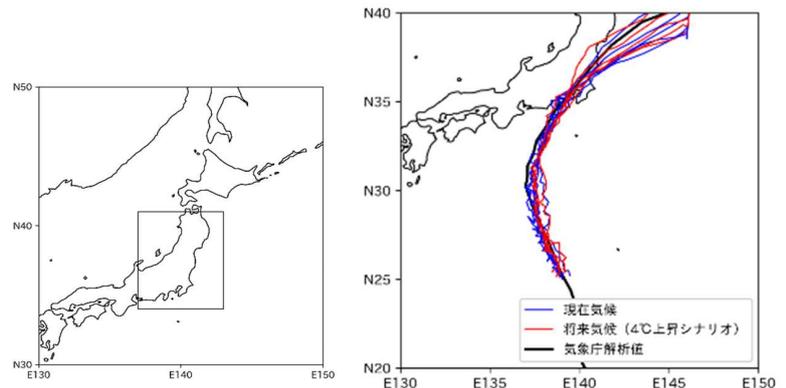
令和元年東日本台風および平成30年台風第21号を対象とし、地球温暖化が進行した将来の気候下で同様の台風が襲来した場合の中心気圧や雨量、風速などの変化、洪水や高潮への影響について、スーパーコンピュータを用いたシミュレーションを実施。

1. 気象モデル3つ(NHRCM, CReSS, WRF)を用いて、各台風が発生した当時の気象の状態を表す入力データをもとに、各台風発生時の気象の状態をコンピュータ上に再現し、対象となる台風の経路、中心気圧、雨量、風速などを、27ケースについてシミュレーション。そのうち対象となる台風の経路と近いケースを選択。
2. 気候変動に関する予測データ(d4PDF)から、地球温暖化が進行した場合(2 上昇シナリオ、4 上昇シナリオ)の海面水温や気温の変化を、各台風が発生した当時の気象条件に足し合わせ、再度シミュレーションを行うことによって、温暖化が進行した状況において各台風が発生した場合の気象の状態を計算。(疑似温暖化実験)
3. 気象モデルのシミュレーション結果をもとに、河川モデル3つ(RRI, 1K-DHM, CaMa-Flood)を用いて河川流量等を、高潮モデル2つ(SuWAT, GeoClaw)を用いて東京湾及び大阪湾における水位上昇量を各々シミュレーション。

- 2 上昇シナリオ: 世界平均気温が工業化以前(18世紀半ば頃)より2 上昇(積極的な緩和策により将来の温暖化をかなりの程度抑制した場合)すると仮定
 - 4 上昇シナリオ: 世界平均気温が工業化以前(18世紀半ば頃)より4 上昇(現状を超える緩和策が行われず、温暖化の抑制ができなかった場合)すると仮定
- 現在気候: 対象となる台風が発生した際の気象条件において、同台風をモデル再現するためのシミュレーション結果



シミュレーションモデルを用いた評価の全体図



令和元年東日本台風の評価において対象とした関東・東北地方の領域(陸域のみ)

令和元年東日本台風の評価においてNHRCMモデルの結果から選択した5ケースの台風経路

令和元年東日本台風

環境省 勢力を増す台風～我々はどうのようリスクに直面しているのか～ 令和5年7月

令和元年東日本台風（令和元年台風第19号）



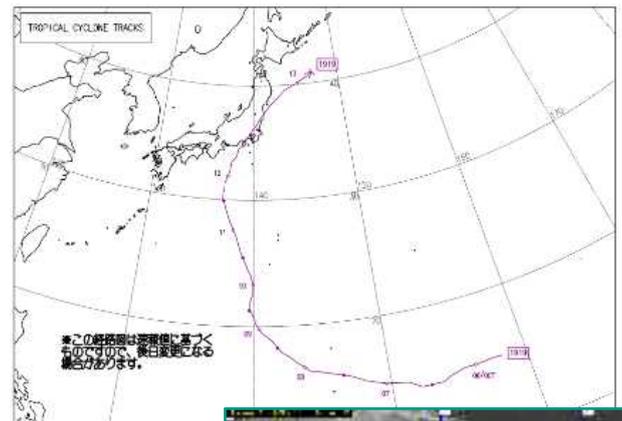
令和元年10月12日夜、大型で強い勢力で伊豆半島に上陸。

神奈川県箱根町では、**期間総雨量が1000ミリ超**(観測史上1位)
東京都江戸川臨海では、**最大風速32.6 m/s、最大瞬間風速43.8 m/s**(観測史上1位)
東京の**最高潮位は161センチを記録**

国・都道府県管理河川合わせて**142か所で決壊**。
関東甲信越、東北地方を中心に、
広範にわたって浸水被害が発生。

20都府県にわたり950件を超える土砂災害
13都県に対して大雨特別警報発令（過去最多）

(内閣府 令和2年度版防災白書より <http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/r2.html>)



気象庁ホームページより
(速報値)



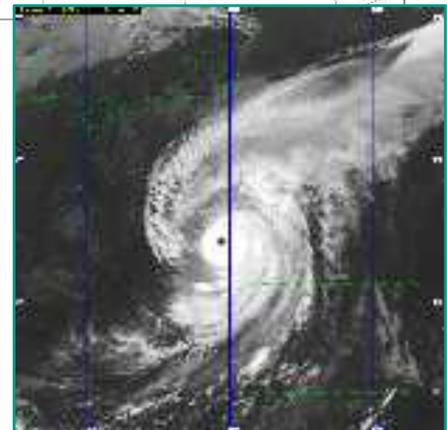
東京都世田谷区
これまで被災したことのない、都市部の市街地にも浸水被害を及ぼした。(画像：環境省)



長野県上田市
橋梁が倒壊し、鉄道が不通となった。
(画像：国土交通省)



栃木県佐野市
台風が去った後は大量の災害廃棄物が発生した。
(画像：環境省)



ひまわり8号赤外画像、気象庁提供



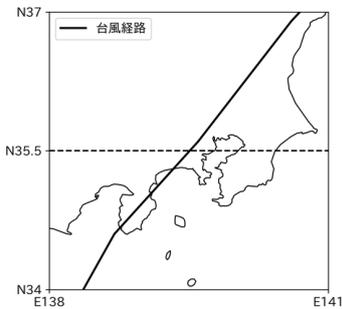
温暖化が進行した将来の令和元年東日本台風の姿

気圧 台風の勢力はどうなる？

実際の台風は・・・

東京湾接近時の中心気圧
965hPa

台風は勢力を増すほど、中心気圧が低くなる傾向があります。
地球温暖化が進むと、台風がより発達した状態で上陸する可能性を示しています。



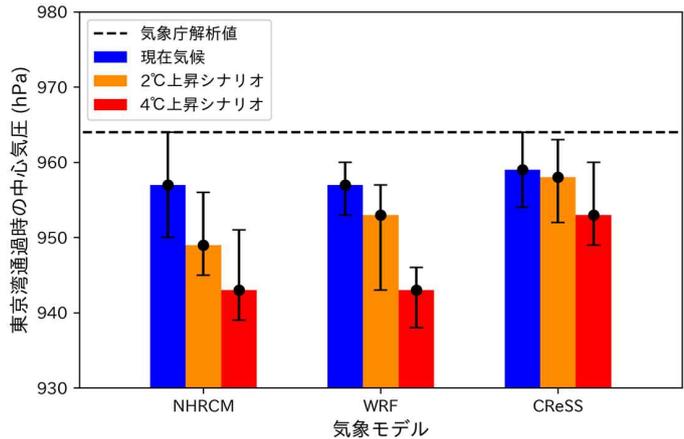
北緯35.5度通過時を東京湾接近時と定義して中心気圧や最大風速を計算

地球温暖化が進むと・・・

東京湾接近時の中心気圧が低下します

東京湾接近時の気圧（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均4.3hPa低下 (-3.6 13.1hPa)
- 4 上昇シナリオ：平均11.3hPa低下(3.9 22.0hPa)



東京湾接近時の中心気圧（5ケースの平均値（棒グラフ））
各気象モデルで選択された5ケースの値の下限と上限（エラーバー）を示す。



温暖化が進行した将来の令和元年東日本台風の姿

降水量 雨はどうなる？

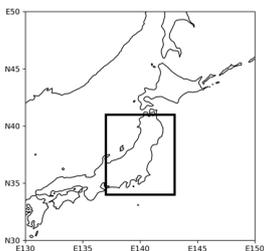
実際の台風は・・・

猛烈な雨
レベル

10月10日から13日までの総降水量は、神奈川県箱根で1,000ミリに達し、東日本を中心に17地点で500ミリ超

時間降水量の最大値95mm/h（岩手県普代）
関東地方の1時間降水量の最大値は85mm/h（神奈川県箱根）

気象庁が作成した「雨の強さと降り方」では、80mm/h以上の雨は「猛烈な雨」と分類され、「息苦しくなるような圧迫感がある。恐怖を感じる。」とされています。



本事業で降水量の評価を行った関東・東北地方の領域（陸域のみ）

地球温暖化が進むと・・・

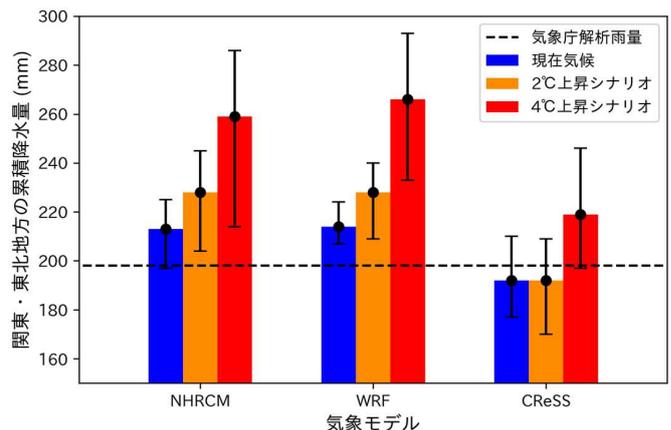
降水量が増加します

累積降水量（関東・東北地方）（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均4.4%増加(-9.1 16.1%)
- 4 上昇シナリオ：平均19.8%増加(2.2 37.2%)

時間降水量（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均17.9%増加(-28.5 48.2%)
- 4 上昇シナリオ：平均29.5%増加(-7.8 66.7%)



関東・東北地方における累積降水量（5ケースの平均値（棒グラフ））
各気象モデルで選択された5ケースの値の下限と上限（エラーバー）を示す。
累積期間：2019年10/11 00:00 10/14 00:00



温暖化が進行した将来の令和元年東日本台風の姿

河川流量 洪水はどうなる？

実際の台風は・・・

東日本全域にわたり大きな被害が発生しました。阿武隈川水系で長期的な河川整備の目標である河川整備基本方針の流量を超過しました。



長野県上田市（画像：国土交通省）
橋梁が倒壊し、鉄道が不通となりました。



東京都世田谷区（画像：環境省）
これまで被災したことがない都市部の市街地にも
浸水被害を及ぼしました

地球温暖化が進むと・・・

河川の最大流量(ピーク流量)がさらに増加します

最大流量（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均10%上昇(3 16%)
- 4 上昇シナリオ：平均23%上昇(14 34%)

4 上昇シナリオでは、特に影響を受けた8水系のうち、5水系で長期的な河川整備の目標である河川整備基本方針の流量を上回る予測となりました。

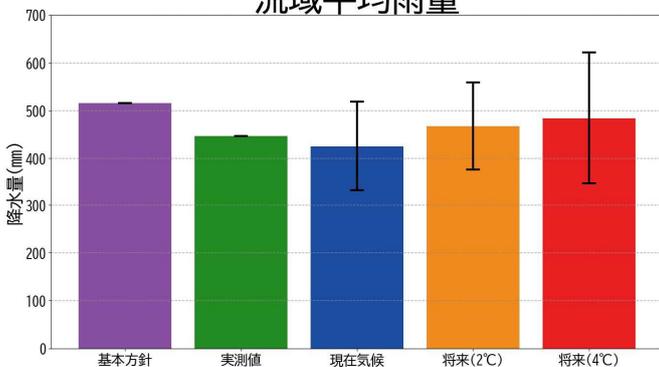
浸水被害が発生する地域がさらに広がり、 浸水の経験の少ない地域でも発生する可能性が高まります



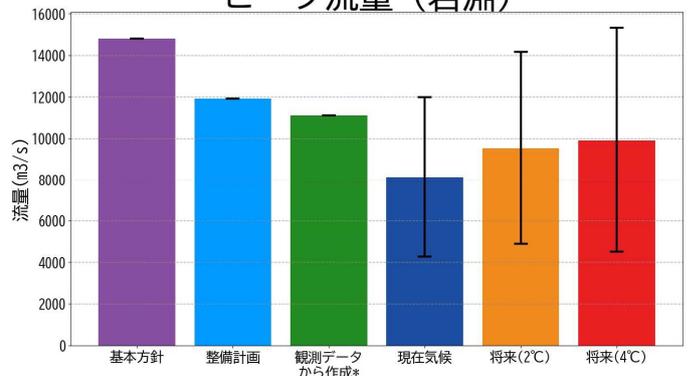
河川氾濫のリスクが増加（荒川流域の事例）

- 荒川流域では 2 上昇シナリオ、4 上昇シナリオともに流域平均雨量とピーク流量の増加が予測されました。
- 2 上昇シナリオでは河川整備計画を、4 上昇シナリオでは河川整備基本方針をも上回る流量が予測されるケースがあることが分かりました。

流域平均雨量



ピーク流量（岩淵）



荒川流域における流域平均雨量とピーク流量

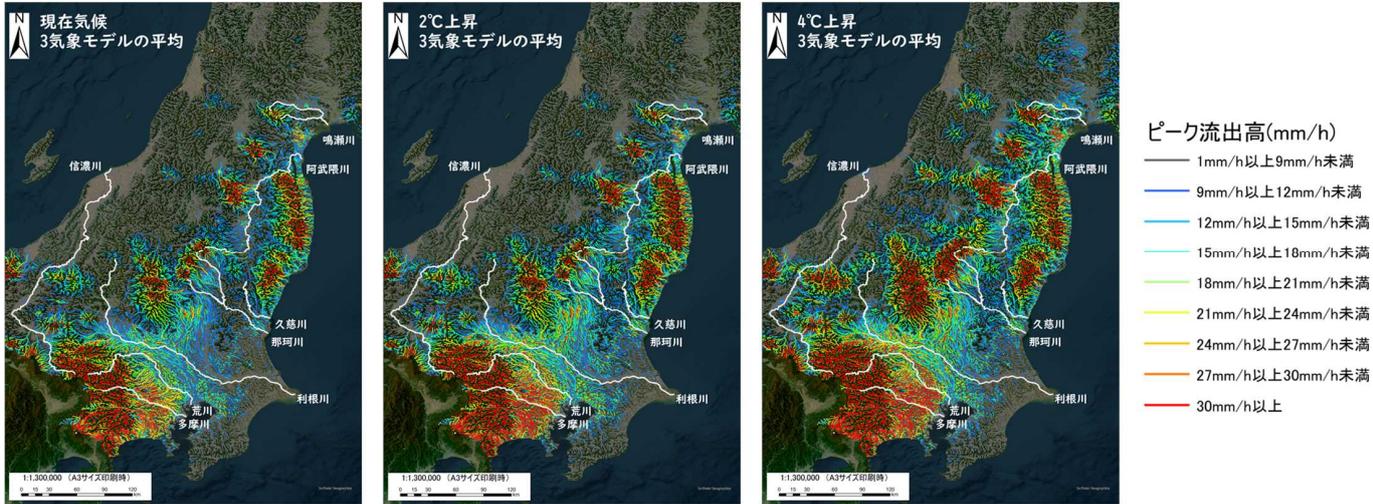
（3気象モデル×3河川モデル×5ケースの45通りの平均（棒グラフ）・標準偏差（エラーバー）を示す）
観測流量に、ダム流入量と氾濫流量を加算した「ダム・氾濫差し流量」を表示する。）

・本シミュレーションでは、複数の流域をまたぐ広い領域を同時に扱っているため、個々の河川の流量の定量的な評価には不確実性が多く含まれます。また、現実には、上流で氾濫が発生することにより下流での流量が減少する場合がありますが、今回のシミュレーションでは、そのような可能性は考慮していません。
・基準地点：治水もしくは利水計画、河川管理を適正に行うために基準となる地点
・河川整備計画：基本方針に沿って定める中期的な具体的な整備の内容（計画対象期間：20～30年程度）
・河川整備基本方針（基本方針）：長期的な河川整備の最終目標



中小河川の氾濫リスクの拡大

- 中小河川において氾濫が発生する目安となる30mm/h（赤色）を超える領域が、現在気候に比べ、2 上昇シナリオおよび4 上昇シナリオで拡大しました。
- 将来の気候変動下で同様の台風が発生した場合には、被害が発生する地域が更に広がる可能性が示唆されました。



ピーク流出高の変化

(3気象モデル×5ケースの15通りの平均、河川モデルRR1で計算。左から現在気候、2 上昇、4 上昇)

ピーク流出高：ピーク流量をその上流の集水面積で除した値で、洪水氾濫の可能性を示す一つの指標。

本シミュレーションでは、複数の流域をまたぐ広い領域を同時に扱っているため、個々の河川の流量の定量的な評価には不確実性が多く含まれます。また現実には、上流で氾濫が発生することにより下流での流量が減少する場合がありますが、今回のシミュレーションでは、そのような可能性は考慮していません。本結果では、ピーク流量・ピーク流出高により洪水氾濫発生の可能性を示していますが、詳細には河川堤防や防潮堤等の整備状況等も考慮する必要があります。



温暖化が進行した将来の令和元年東日本台風の姿

潮位 高潮はどうなる？

実際の台風は・・・

最大潮位偏差+1.6m
(観測所：東京(東京都中央区))

もし満潮時に台風が最悪コースを取っていたら、浸水の可能性もありました。

台風が勢力を増すと、高潮によって海水が護岸や堤防を超えて、沿岸の低地で浸水被害が発生する可能性が高まります。

また、地球温暖化によって海面上昇が進行すると、高潮リスクをさらに強める一因となります。

基準面 T.P. (東京湾平均海面) からの高さを示しています。本シミュレーションではT.P.が+3.2mを超えると予測されており、沿岸部の浸水の可能性がさらに高まります。

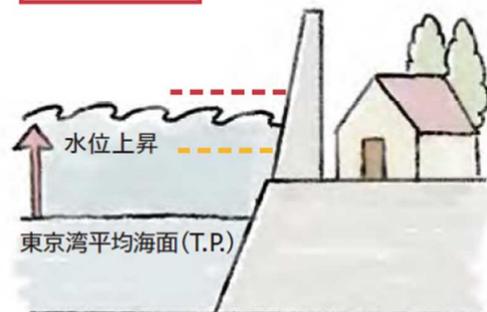
地球温暖化が進むと・・・

東京湾の高潮リスクがさらに高まります

東京湾の最大潮位偏差 (現在気候との比較)

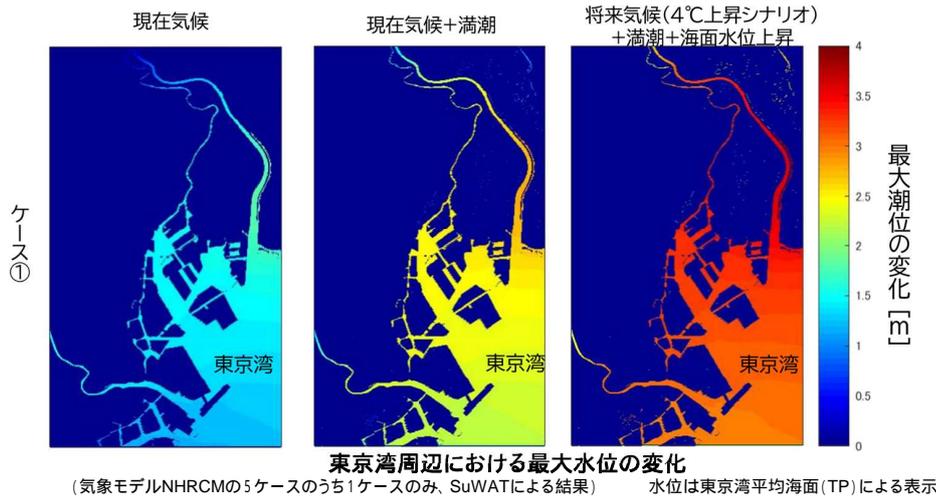
- 2 上昇シナリオ：平均1.1%上昇(-49.3 79.7%)
- 4 上昇シナリオ：平均21.4%上昇(-20.6 95.7%)

注意報基準 +2.0m など
警報基準 +4.0m など



東京湾の高潮リスクの拡大

- 令和元年東日本台風が接近した際には、干潮時に高潮が生じました。よりリスクの高い**満潮時に台風が襲来すると仮定し、満潮時の天文潮位を加えた計算を実施**しました。
- さらに、気候変動に伴う海面水位上昇を考慮するため、IPCCの海洋・雪氷圏特別報告書（SROCC）の**平均海面水位上昇量を加えた計算を行いました**。
- 4 上昇シナリオにおいては、**将来の海面水位の上昇も加味した場合、満潮時に台風が接近すると、東京湾及び河川の河口付近の最大水位が、東京湾の平均海面より3.2m以上上昇する（下図右）ことが予測され、高潮による浸水のリスクが高まる**ことが示された。



実際の令和元年東日本台風において、台風の接近が仮に満潮と重なっていたら昭和24年のキティ台風（台風第21号）通過時の最高潮位（東京湾の平均海面より最大2.02m上昇）を超えていた可能性が指摘されています。本結果でも、現在気候において令和元年東日本台風が東京湾に接近した際に満潮だった場合には、東京湾及び河川の河口付近の最大水位が2mを超えると予測されたケースがあるなどキティ台風を通過時の最大潮位やや上回っていた可能性が示されました。（右図中）

・本結果では高潮による浸水への影響には言及できていませんが、同影響を把握するためには、最大水位の上昇の他、河川堤防や防潮堤等の整備状況等も考慮する必要があります。また、高潮のシミュレーション結果は、台風の経路等の条件によって異なりますので、留意が必要です。

平成30年台風第21号

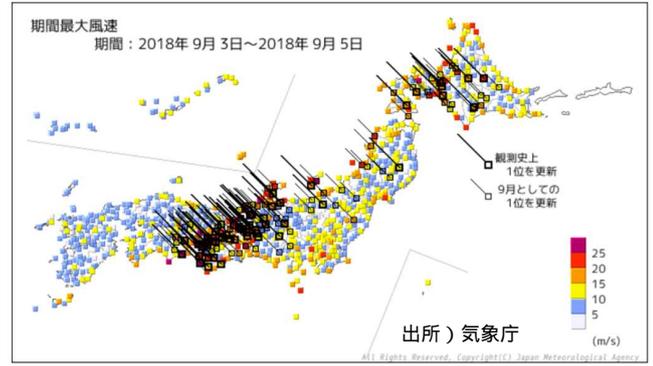


平成30年台風第21号

平成30年9月4日12時前**非常に強い勢力**で徳島県南部に上陸。

- 高知県室戸岬 **最大風速48.2 m/s**
- 大阪府田尻町関空島（関西空港） **最大風速46.5 m/s**
- 大阪府大阪市で **最高潮位 329cm** (観測史上1位)

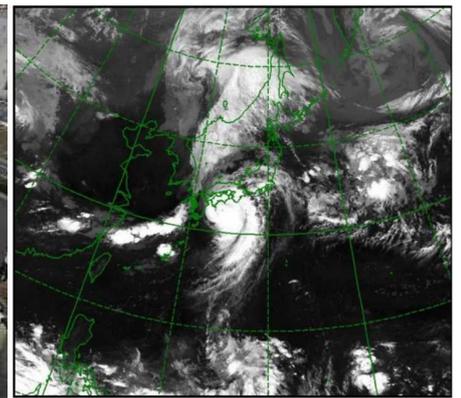
関西国際空港の滑走路の浸水・閉鎖、航空機や船舶の欠航、鉄道の運休等の**交通障害**、断水や停電、電話の不通等**ライフラインへの被害**が発生しました。



大阪府泉佐野市
関西国際空港ではタンカーが走錨して連絡橋に衝突した
(画像：国土交通省)



大阪府咲洲庁舎周辺の車両被害
(写真撮影：大阪府職員)



徳島県に上陸（平成30年9月4日09時）
(提供：気象庁)



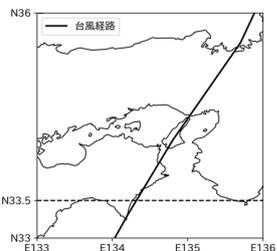
温暖化が進行した将来の平成30年台風第21号の姿

気圧 台風の勢力はどうか？

実際の台風は・・・

徳島県上陸時の中心気圧
950hPa

統計を開始した1951年以降、上陸時に最も中心気圧が低かった台風は、1961年に高知県に上陸した第二室戸台風の925hPaとされています。温暖化によって同程度以上に発達した台風が上陸する可能性が高まります。



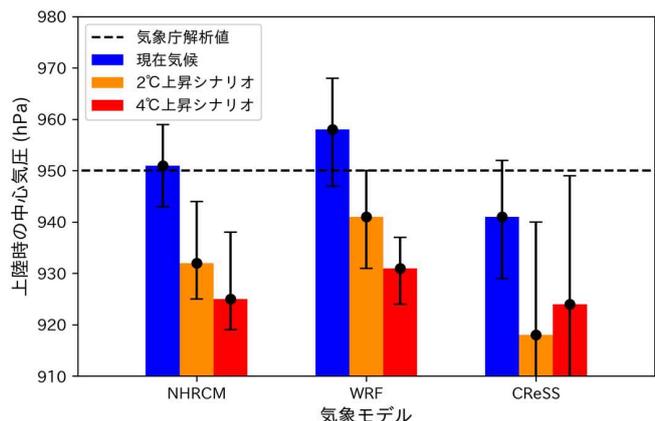
北緯33.5度通過時を上陸時と定義して中心気圧を計算

地球温暖化が進むと・・・

上陸時の中心気圧が低下します

上陸時の気圧（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均19.4hPa低下(11.3 30.8hPa)
- 4 上昇シナリオ：平均22.9hPa 低下(-1.3 38.2hPa)



上陸時の中心気圧（10ケースの平均値（棒グラフ））
各気象モデルで選択された10ケースの値の下限と上限（エラーバー）を示す。



温暖化が進行した将来の平成30年台風第21号の姿

最大風速

風速はどうなる？

実際の台風は・・・

非常に強い台風レベル

「非常に強い」勢力を保ったまま上陸した台風は、1993年以来25年ぶりのことでした。最大風速は48.2 m/s（高知県室戸岬）大阪府関西空港では46.5 m/sを記録。関西国際空港ではタンカーが連絡橋に衝突するなど事故も発生しました。

気象庁が定める台風の強さの階級では、最大風速が44 m/s以上となると“非常に強い台風”と区分されます。

最大風速が54 m/s以上となると”猛烈な台風”と区分され、米国のハリケーンの基準ではカテゴリー4以上に相当します。温暖化が進行すると、猛烈な台風が勢力を保ったまま上陸するリスクが高まります

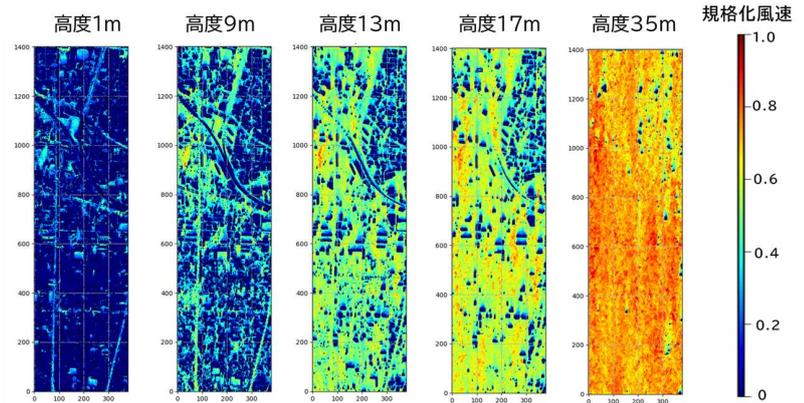
地球温暖化が進むと・・・

風がさらに強まります

最大風速（現在気候との比較）

- 2 上昇シナリオ：平均8.6m/s増加(3.0 15.5m/s)
- 4 上昇シナリオ：平均10.2m/s増加(-4.0 31.5m/s)

さらに、都市部で風害を引き起こすような局所的な強風の強さも強まります。公園や空き地等の遮蔽物が少ないエリアおよび大通りに沿って特に風速の高いエリアが存在することが確認できます。



様々な高度で評価された風速の空間分布
参考高度(475m)の平均値を1とした場合の相対値（規格化風速）で表現



温暖化が進行した将来の平成30年台風第21号の姿

潮位

高潮はどうなる？

実際の台風は・・・

警報レベル

最大潮位偏差 +2.8m
最高潮位+3.3m
(観測所：大阪(大阪府大阪市))

高波の影響もあり、関西国際空港等で浸水が発生しました。

高潮警報は、対象区域の潮位が高潮警報基準に達すると予想される場合に発表されます。大阪府大阪市や泉佐野市などでは、T.P.(東京湾平均海面)+2.2mが高潮警報基準と定められています。



大阪湾の代表地点

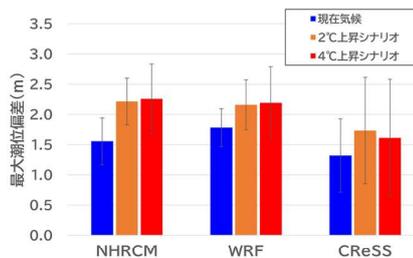
地球温暖化が進むと・・・

高潮リスクがさらに高まります

大阪湾における最大潮位偏差（現在気候との比較）

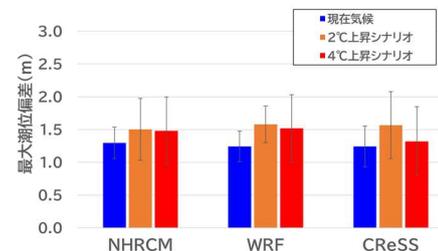
- 2 上昇シナリオ：平均27.5%上昇(-51.7 127.6%)
- 4 上昇シナリオ：平均23.0%上昇(-27.4 281.6%)

大阪湾における最大潮位偏差(GeoClaw)



現在気候と比較し、将来気候において台風の中心気圧が低下し、風速が増加したため、吸い上げ効果及び吹き寄せ効果の両者が強まり、高潮による潮位偏差が大きくなったものと考えられます

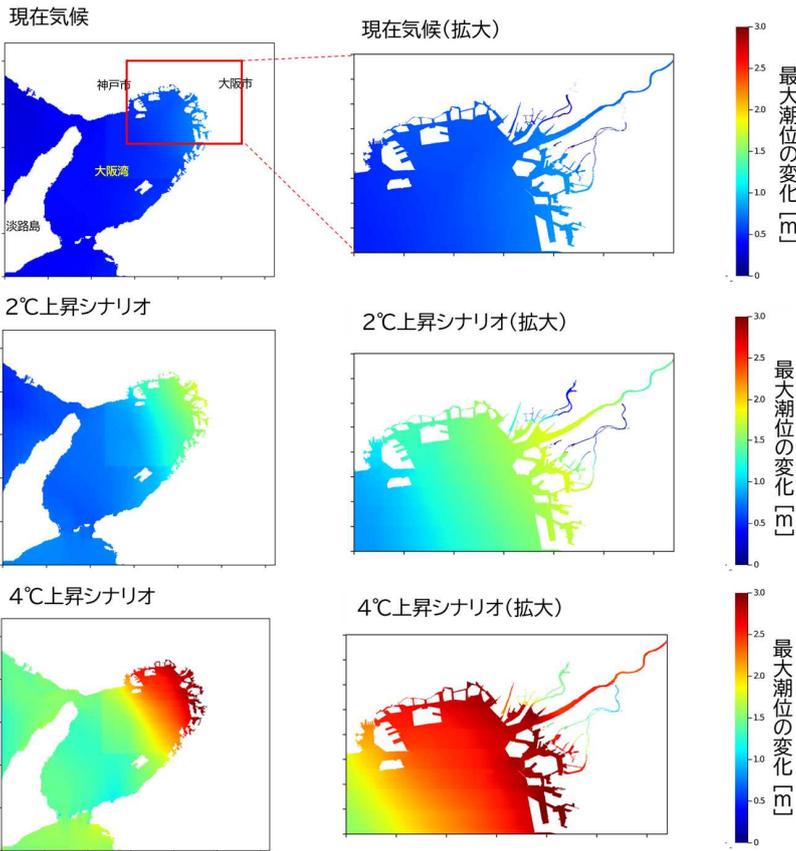
大阪湾における最大潮位偏差(SuWAT)



大阪湾最大潮位偏差の変化
(左：GeoClaw、右：SuWAT)
それぞれ10ケースの平均(棒グラフ)
標準偏差(エラーバー)を示す。

大阪湾の高潮リスクの拡大

※潮位は最大潮位偏差による表示



左の図は、最も観測された潮位に近い1ケースを選択して示しています。このケースでは現在気候よりも2 上昇シナリオの方が全体的に高潮による最大水位が高く、4 上昇シナリオではさらに大きな潮位変化となることが確認されました。

平成30年台風第21号では、大阪湾でのこれまでの最高潮位を更新 (T.P.+329cm) したものの、市街地への浸水は発生しませんでした。

将来の地球温暖化を想定した場合には、より強い台風によって高潮の被害を発生させる最大潮位の変化が確認されました。

大阪湾周辺における最大潮位偏差の変化

(気象モデルNHRCM、高潮モデルGeoClawによる結果。10ケースのうち代表的な1つのケースを示す。評価において堤防は考慮していない。)

・本結果では高潮による浸水への影響には言及できていませんが、同影響を把握するためには、最大水位の上昇の他、河川堤防や防潮堤等の整備状況等も考慮する必要があります。また、高潮のシミュレーション結果は、台風の経路等の条件によって異なりますので、留意が必要です。また、平成30年台風第21号においては満潮や海面水位上昇を考慮したシミュレーションは実施していません。