

令和元年6月22日現在

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06509

研究課題名(和文) アンサンブル気候変動実験に基づく高精度・高確実・高効率な高潮将来予測

研究課題名(英文) High precision, high certainty, and high efficiency future storm surge projection based on ensemble climate change experiment

研究代表者

安田 誠宏 (Yasuda, Tomohiro)

関西大学・環境都市工学部・准教授

研究者番号：60378916

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：地球温暖化シナリオ下における高潮の精度・確度の高い将来予測を行うことは、人口・資産の集積した沿岸部の減災にとって重要な課題である。本研究では、1) 気候変動予測における台風の再現精度とアンサンブル数の相反する関係、2) 多数アンサンブル実験に対応した効率的な高潮モデルの構築、3) 巨大台風による低頻度高潮災害の集積リスク評価を研究のターゲットとした。

(1) 全球気候モデル出力のバイアス補正方法、(2) 確率台風モデルを用いたニューラルネットワーク(NN)高潮予測モデルの構築とNN予測モデルによるアンサンブル高潮将来予測、(3) 複数エリア同時被災による集積リスク評価の3つを検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

解像度の高い全球気候モデルGCMによる気候実験は、その計算負荷の大きさから限られたシナリオ数しか実施されなかった。アンサンブル数を増やすために、解像度をやや落とした実験が行われたが、台風スケールの擾乱の再現は困難であった。高潮のような台風強度に大きく左右される気象現象を評価する場合には、GCMの過小バイアスを補正することは不可欠である。また、多数アンサンブル将来予測の結果を高潮予測に用いるためには、効率的な手法が望ましく、ニューラルネットワーク高潮予測モデルはそれに相応しい。気候変動による高潮の将来変化について信頼性と確実性を高めた予測により、沿岸域の適応策立案に生かされることが期待される。

研究成果の概要(英文)：To project accurate and certain future change in storm surges under global warming scenarios is an important issue for reduction of coastal areas where populations and assets are concentrated. This study targets, 1) contradictory relationship between typhoon reproduction accuracy and ensemble number in climate change prediction, 2) construction of efficient storm surge model corresponding to large ensemble experiment, 3) aggregate risk of low frequency storm surge disaster by super typhoon.

Following three items were evaluated: (1) Bias correction method of global climate model output, (2) Construction of neural network (NN) storm surge prediction model using stochastic typhoon model, and ensemble future projection of storm surge by NN model, (3) Aggregate risk assessments due to multiple area disasters by storm surges.

研究分野：海岸工学

キーワード：高潮 気候変動 将来予測 確率台風モデル ニューラルネットワーク バイアス補正 集積リスク 氾濫解析

1. 研究開始当初の背景

近年、気候変動に伴う台風特性の変化に着目した研究がなされており、気候変動に関する政府間パネルの第5次報告書 (IPCC AR5) においても、全世界での熱帯低気圧の発生数は減少傾向にあるが、強度は増大し、最大風速や降水強度も増大する可能性が高いと報告されている。2013年にフィリピンを襲った台風30号ハイアンは最低中心気圧 895hPa、最大風速 64m/s、2015年にバヌアツに襲ったサイクロン・パムは中心気圧 896hPa、最大風速 70m/s と、いずれもスーパー台風と呼ばれる強大なものであった。日本沿岸においても台風の接近頻度は少なくなるが、強度は増大すると予測されており、それに伴い、台風が上陸した場合の高潮による浸水被害の拡大が懸念され、沿岸災害リスクは高まる。このため、地球温暖化シナリオ下における高潮の精度・確度の高い将来予測を行うことは、人口および資産が集積した沿岸部の減災にとって重要な課題である。

気候モデル研究グループでは、空間解像度 TL959L60 (20km) の全球気候モデル GCM20、およびダウンスケージングモデルである水平解像度 5km の非静力学地域気候モデル RCM5 の予測実験がされている。しかし、これらはマルチ GCM モデルで予測された将来の海面水温 (SST) のアンサンブル平均値を境界条件とした実験による、限られた条件下での将来予測であるため、将来予測において欠かせない不確実性について議論することができない点に問題がある。一方で、水平解像度 60km の全球気候モデル GCM60 を用いて、SST の将来変化トレンドと摂動を変えた多数アンサンブル実験が計画されており、それらの膨大な出力に対応できる効率的な高潮予測方法を事前に準備しておくことは、沿岸災害リスク評価において重要である。

2. 研究の目的

本研究では、1) 気候変動予測における台風の再現精度とアンサンブル数の相反する関係、2) 多数アンサンブル実験に対応した効率的な高潮モデルの構築、3) 巨大台風による低頻度高潮災害の集積リスク評価を研究のターゲットとする。

1) では、相反する命題の実験のアンサンブル数不足による予測不確実性の問題と GCM の低解像度による台風再現の過小バイアスの問題を解決することを目的とし、解像度は十分でないがアンサンブル数が複数ある GCM60 による気候変動予測台風のバイアスを補正する最適な方法を検討する。2) では、今後増加する多数のアンサンブル実験結果を効率的に利用するために、ニューラルネットワーク NN 高潮予測モデルを構築する。3) では、複数エリアを同時に通過する台風の再現期間と集積損失との関係から、広域集積リスクについて分析し、単事象損失だけを考えた場合との比較を通じて、重要性を議論する。

3. 研究の方法

(1) 全球気候モデル GCM 出力値のバイアス分析と補正方法の検討、(2) 確率台風モデルを用いたニューラルネットワーク (NN) 高潮予測モデルの構築と高潮のアンサンブル将来予測、(3) 複数エリア同時被災による集積リスク評価の4つを行う。(1)では、GCMとRCMを比較し台風の気圧場と風速場のバイアスを補正する。(2)では、確率台風モデルから得られる多数の台風経路およびパラメータを入力値としてNNの学習を行い、NN高潮予測モデルを構築し、アンサンブルGCMデータを入力して、NNモデルで高潮の将来変化を予測する。(3)では、5つの湾を対象にし、複数湾を同時に通過する台風の頻度(再現期間)および高潮浸水による被害損失について調べ、集積リスク評価の必要性について考察する。

4. 研究成果

(1) 全球気候モデル GCM 出力値のバイアス分析と補正方法の検討

全球気候モデル (GCM) で計算された台風に対して、台風のベストトラックデータ IBTrACS を真値とみなした累積確率分布をもとにした極端台風に対する新しいバイアス補正方法を開発する。開発した手法では、まず台風中心の補正を行い、ついで補正値を台風場全体に適用する。

(a) 台風中心に対するバイアス補正値の決定

アンサンブル機構再現実験結果から台風経路を抽出し、台風再発達時の台風強度特性について解析した。GCM60は観測に比べ台風強度を過小評価し、また雲物理スキーム毎に異なる台風強度の累積分布特性を示した。そこで、強度のパーセンタイル分布をもとに、スキーム毎に気候変動実験結果の確率分布が観測 IBTrACS の分布と一致するように補正値を求め、台風中心に対する台風強度の補正値とした。平均値を基準にバイアス補正を行った場合、非線形にバイアスが分布する場合には、累積分布の裾における補正が十分ではなかった。3次多項式近似を用いた結果、特に、強い台風の気圧と風速のバイアスが改善された。気圧・風速それぞれ独立に補正を行ったが、両者について補正後も観測値との整合性が取れていることを確認した。

(b) 台風場全体に対する補正

得られた台風中心に対する補正値を、空間的な構造を持つ台風場全体に適用する必要がある。台風場全体の補正にあたっては、台風の気圧構造が Myers 式に従うと仮定し、重み付けした。さらに、気圧の微分が風速であるという関係から、Myers 式の第二項を微分して、耐風構造の風速についての関係を得た。これら二式を用いて台風構造を考慮した空間補正係数を決定した。

安田ら(2015)が開発したバイアス補正方法では、1) 台風の移動を追跡しつつ時間解像度を補間する時空間補間、2) 空間解像度の粗さから過小傾向にある風速及び気圧に対して出現確率分布を近づける補正、3) 陸上における風速低減を考慮する補正の3手法を適用した。また、補正する領域を台風の中心座標から東西南北に500kmの範囲を台風影響領域として、その領域内に対してのみ補正を行っていた図-1のように、新しく開発した手法では、元の台風構造を維持しつつ、整合的に気候値を補正できることを確認した。さ

らに、台風期間全体に適用した結果、気圧・風速ともに台風中心周りにのみ補正が行われ、空間的連続性を保った補正をすることができた。

(c) 日本周辺における高潮の将来変化予測

GCM を用いたアンサンブル予測計算にバイアス補正を適用した台風データを用いて、日本周辺における高潮計算を行った。また、得られた計算結果から各台風の最大高潮偏差を求め、これを極大値資料とした極値統計解析を行った。極値分布関数には Gumbel 分布、プロットングポジション公式には Gringorten 式を使用し、再現期間は 25 年とした。

現在気候・将来気候のアンサンブル毎に極値統計解析を行い、高潮偏差の空間分布を求めた。また、現在と将来の差をとることによって、高潮偏差の将来変化量を求めた。図-2 は将来気候について 25 年間の気候計算結果を用いて算出した高潮の将来変化量の平均値と分散値を示したものである。安芸灘～周防灘においては、高潮は全体的に 0.5m 程度増加し、大阪湾においては 0.5m 程度減少という結果になった。また、分散値については、湾奥部において高い値を示しており、予測の不確実性が高いことがわかった。

図-2 における等高線は、最低気圧が 970hPa 以下の勢力の強い台風の通過回数を示している。これより、大阪湾における強い台風の通過回数は多く、分散の値は高いが、ある程度のサンプル数が多いため、信頼性は高いといえる。しかし、瀬戸内海の中央部などでは、分散の値は低いものの、強い台風の通過回数が非常に少なく、信頼性は高いとはいえない結果となった。将来の高潮分布作成における不確実性の定量化を行う上で、台風のサンプル数を増加させることは重要であり、今後の課題である。

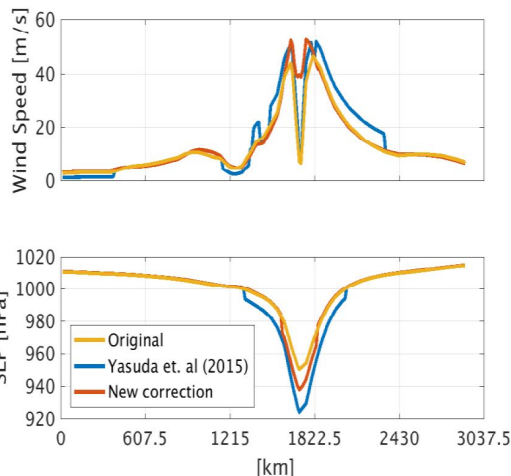


図-1 再発達時における台風強度（上：風速，下：気圧）の東西断面の比較（黄線：補正前の GCM 出力，青線：安田ら(2015)の補正手法適用後，赤線：本研究の補正手法適用後）

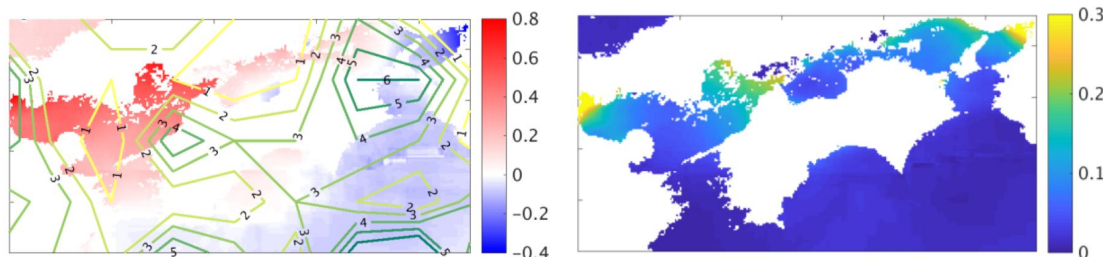


図-2 再現期間 25 年の高潮偏差の将来変化量の平均値（左）と分散値（右）（単位: m）
（上図内の等高線は、最低気圧 970hPa 以下の強い台風の通過回数）

(2) 確率台風モデルを用いたニューラルネットワーク(NN) 高潮予測モデルの構築と高潮のアンサンブル将来予測

ニューラルネットワーク（以下 NN）を用いて、台風情報のみから高潮の長期評価を行う。NN 構築のためには多量の台風・高潮データが必要であるが、実際の観測数は少ない。本研究では中條ら(2013)の全球確率台風モデル（以下 GSTM）を用いてシミュレーションで人工的に台風を発生させる。GSTM から伊勢湾周辺を通る台風を抽出し、Kim ら(2008)の非線形長波モデル（以下 SuWAT）で高潮シミュレーションを行う。得られた台風・高潮データから NN を構築し、d4PDF (database for Policy Decision making for climate change) (Mizuta, 2017) に適用して高潮の長期評価を行う。教師データの偏りや台風強度の時間変化を考慮した複数の学習方法の違いや、学習データ数が予測結果に及ぼす影響についても検討する。

(a) 入力データと教師データ、NN フレームワークの概要

NN 構築点は名古屋港（北緯 35.0°，東経 135.8°）とした。入力条件として台風パラメータ、NN 予測値は高潮偏差とした。GSTM の人工台風トラックから、対象年数 1000 年の中で名古屋港を中心に半径 1° 以内を通過する台風を入力データとした。リードタイム毎（NN 構築点との最接近時，12, 6, 3, 2, 1 時間前，最接近時，1, 2 時間後が対象），台風パラメータ毎に入力条件をまとめた。使用するデータ数は学習割合を 50%～80%と変化させ、残りのデータを検証とテストに同じ割合で用いた。台風パラメータは、各リードタイムでの NN 構築点までの距離，中心気圧，移動速度，進入角度，最大風速半径とした。

すべての台風のリードタイム時のデータを用いた方法 (Stationary)，弱い台風を省いて教師データの偏りを減らした入力方法 (Conditional) と、台風の時間変化を考慮した入力方法 (Time Line) を組み合わせた 4 種類の入力方法で NN を構築した。以下では、それぞれ SI, TLI, CSI, CTLI と表記する。

(b) 最適な教師データ・ネットワークの組合せの検討

入力条件や教師データの範囲を変えながら NN を構築，精度検証し，最適な教師データ・ネットワークの組み合わせの検討を行った。検証割合とされた台風データを用いて，相関係数(R)と 2 乗平均誤差(RMSE)を分析した。学習割合を変えても R や RMSE の関係には定性的な変化はなく，台風の最接近時から 2 時間前から 2 時間後の精度が良いことがわかった。以降の解析では，中間層の個数や学習割合の最適な組み合わせの検討は，2 時間前 (m2hr)，1 時間前 (m1hr)，最接近時 (closest)，1 時間後 (p1hr)，2 時間後 (p2hr)

のリードタイムを対象とする。

図-3 は最適な組み合わせをまとめた図である。全体的な誤差や相関係数は、SI や TLI のような学習データ数が多い学習方法が、CSI や CTLI より良いことがわかる。しかし、高潮の高さごとの予測精度については不明であるので、次項で検証する。

(c) 推定最大水位の誤差評価

各入力条件の最適な組み合わせを確認し、水位推定の誤差を検討した。検討の結果、NN への入力台風パラメータの個数や教師水位データとして用いる海域の範囲を比較し、最適な組み合わせを決定した。入力パラメータは 4 つ、教師データは地域海岸の組み合わせのときに最も精度が良いことがわかった。

水位毎の NN 予測値の誤差を調べた結果、0~1m 程の高潮についてはどの入力方法でも精度は良いが、3m 以上の高潮では全体的に予測精度が下がることがわかった。一方 CSI、CTLI は SI、TLI よりも大きな高潮に対する精度が良い。全体的な精度としては教師データ数を増やすと精度が良くなるが、大きな高潮の推定精度に対する影響は小さい。全体的に大きい高潮に対する予測は過小評価で誤差が大きく、この傾向はどの入力方法、学習割合でも同じであった。

(d) 過去の高潮イベントによる検証

構築した NN を用いて、過去に観測された高潮イベントを対象に NN の予測精度を検証した。気象庁の歴史的潮位資料をもとに、伊勢湾における高潮イベントとして 17 個の台風を選定した。実績台風と高潮偏差の観測値を対象にして、NN による精度検証を行った。CTLI、学習割合 80% の結果が、 $R=0.72$ 、 $RMSE=0.42$ で全体的な精度が比較的良く、伊勢湾台風の誤差も+0.24m で他の組み合わせと比べて小さいことから、この組み合わせが最適であることがわかった。

(e) d4PDF を用いた高潮の長期評価

d4PDF は産業革命以降、全球平均気温が 4 上昇した将来の気候条件と現在の気候条件を対象に、過去実験 6,000 年 (60 年 \times 100)、4 上昇実験 5,400 年 (60 年 \times 90) のアンサンブルから成り立つ。「過去実験」、「4 上昇実験」の台風データを用いて、構築した NN で高潮の長期評価を行った。NN による評価の対象は伊勢湾を通過する台風とし、現在気候 6,000 年で 881 個、将来気候 5,400 年で 479 個であった。

現在気候の高潮の極値分布は、再現期間 100 年程度まで単調に上昇し、その後、上昇傾向は減少する。一方、将来気候の高潮の極値分布は、再現期間 700 年程度まで緩やかに上昇し、その後、上昇率は下がるが、再現期間 5,000 年まで単調に上昇する。このため、80 年以下の再現期間では将来気候の高潮が現在気候の高潮より小さく、再現期間が 80 年より長くなると現在気候の高潮を上回ることが確認された。図-4 に長期評価予測の比を示す。再現期間 60 年から 70 年で高潮の比が同程度になり、それ以上の再現期間でも 1.3 倍ほどで飽和することがわかった。

(3) 複数エリア同時被災による集積リスク評価

集積リスクに関する研究事例は少なく、方法が確立されていないため、全国に散在する資産に対して集積リスクの評価を系統的に行うのは困難であり、保険会社は複数地点で被災した際の集積被害額を把握できていないのが現状である。伊勢湾と三河湾を対象に、台風により発生する高潮災害に焦点を当て、複数地点での被災を考慮した集積リスクの評価を行う。

(a) 確率台風モデルによる仮想台風の抽出

確率台風モデル GSTM で計算された 1000 年分の仮想台風データから、名古屋港と三河港を中心座標にし、半径 1° の範囲を設定し、伊勢湾のみを通過する台風と、伊勢湾と三河湾の 2 地点を通過する台風を抽出した。伊勢湾のみは 192、2 地点を通過するのは 805 であった。

(b) 高潮・浸水シミュレーション

伊勢湾のみを通過する台風については、気圧と風の効果を考えた気象庁の経験式を使用して高潮推算を行う。三河湾については経験式のパラメータがないため、伊勢湾と三河湾を通過する台風については、SuWAT を使用し、高潮の解析を行う。SuWAT の結果をもとに、LISFLOOD-FP (Bates et al., 2005) を使用し、三河湾奥部での浸水シミュレーションを行った。

(c) 資産データの作成

被害額の算定を行うため、国土数値情報から三河湾の一般資産額データを作成した。一般資産額には、家屋資産額、家庭用品資産額、事務所償却資産額、事務所在庫資産額、農漁家償却資産額、農漁家在庫資産額、農作物資産額の 7 種類が存在する。家屋資産額については、階級値とその世帯数を乗じることで住

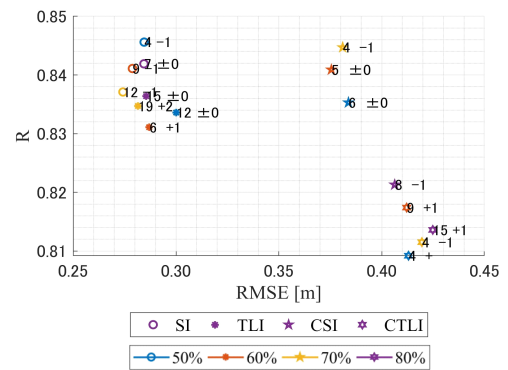


図-3 入力方法・学習割合毎の最適な中間層数とリードタイムの組み合わせ (異なる記号は NN ケースの違い、色の違いは学習割合を示す)

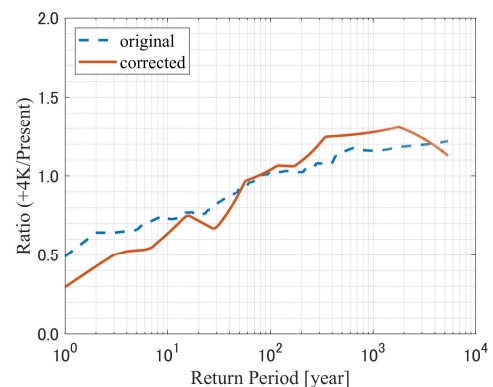


図-4 d4PDF にもとづく NN 長期予測による高潮偏差の比 (実線: バイアス補正, 破線: 元データ)

宅の延べ床面積とし、その値と家屋 1m² 当り単価の積を家屋資産額として求めた。また、愛知県と三重県の農林水産省の作物統計を用いて、県単位での作物別の面積当り収穫量に単価を乗じて面積当り価格を算出し、各作物の作付面積で重み付けして畑の平均価格を算出し、この単価に畑の面積を乗じることによって農作物資産額とした。

(d) 被害率算定方法および被害額算定結果

「治水経済調査マニュアル(案)」の被害率表に、イギリスの海水による被害係数を乗じた高潮浸水被害の各資産被害率から算定する。被害率は浸水深に応じて決定されるため、浸水シミュレーションで算定した浸水深を代入し、被害率を算定する。農作物資産額に対する被害率は、海水冠水の場合は浸水深によらず被害率を1として定められている。

三河湾奥部での被害額を算定する。このとき、高潮偏差と被害額の関係を示した三河湾の損失関数を作成した。損失関数を図-5に示す。

(e) イベントカーブの作成

被害額の発生がポアソン分布に従うと考え、年超過確率 P を求める。最終的なリスク評価には、合計被害額と年超過確率の関係を表したイベントカーブを作成する。津波時のような地震による大規模な被災も起き難いことから、防潮堤高以下の高潮偏差の場合は被災しないものとして被害額を0とし、高潮偏差が堤防高以上になって越流すると破堤が起こるとした。

(f) 期待被害額の算定結果

リスクは損失の大きさと発生確率で表されることから、イベントカーブの下側の面積が、1つの台風が発生した際の期待被害額を表している。作成したイベントカーブからそれぞれの場合で期待被害額を算定した。両方の湾を通る台風による高潮のイベントカーブを図-6に示す。伊勢湾だけを見た被害を赤、三河湾だけを見た被害を青、2地点の集積被害を見た場合を黒でプロットしている。ここで、伊勢湾での被害額が12.8兆円の台風をみると、伊勢湾だけの被害額を見ると全体で5番目に大きい台風であるが、三河湾での被害額も考慮すると被害額が3番目に大きい台風となる。伊勢湾と三河湾は距離が近く、同じ台風で2箇所に被害が発生することがあるため、集積被害を考えると合計被害額が大きくなる。よって、これらの地域では、個別に被害想定を考えるのではなく、総合的に被災リスクを考える必要があるといえる。

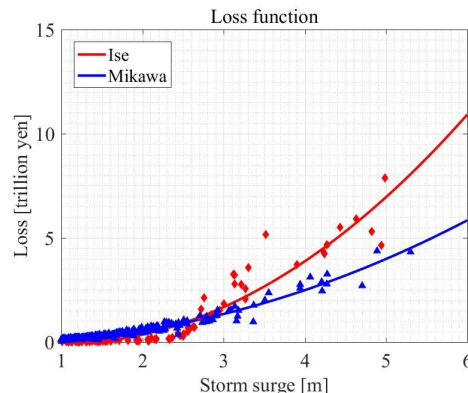


図-5 伊勢湾と三河湾の高潮浸水深に対する損失関数

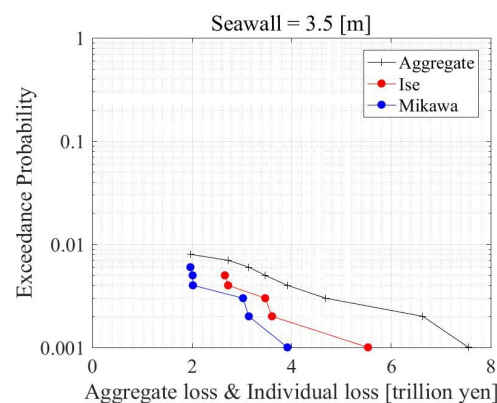


図-6 伊勢湾と三河湾の合計被害額と年超過確率(防潮堤 3.5 m の場合)(黒:集積被害額,赤:伊勢湾のみ,青:三河湾のみ)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計15件)

- 1) 荒木裕次, 安田誠宏, 森 信人: ニューラルネットワークを用いた高潮の長期評価—伊勢湾を対象とした検討—, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, pp.I_601-I_606, 2018.
- 2) 山本耀介, 森 信人, Marc KJERLAND: 全球気候モデル台風的最発達強度に着目したバイアス補正手法の開発と解適合格子モデルを用いた高潮の将来変化予測, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, pp.I_607-I_612, 2018.
- 3) 金 洙列, 千代延啓之朗, 中條壮大, 太田隆夫, 安田誠宏: 気候変動が日本海沿岸における台風および波浪に及ぼす影響評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.74, No.2, pp.I_673-I_678, 2018.
- 4) 安田誠宏, 横山彼杜, 平井翔太, 中條壮大, 金 洙列: 確率台風モデルを援用した安芸灘・伊予灘における高潮簡易予測式の提案, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.74, No.2, pp.I_581-I_586, 2018.
- 5) 安田誠宏, 平井翔太, 岩原克仁, 辻尾大樹: 伊勢湾と三河湾を対象とした高潮災害の集積リスク評価に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.73, No.2, pp.I_241-I_246, 2017.
- 6) 安田誠宏, 岩原克仁, 平井翔太, 中條壮大, 金 洙列: 確率台風モデルを援用した駿河湾における高潮の確率論的評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.73, No.2, pp.I_253-I_258, 2017.
- 7) Yamamoto Y., Yasuda, T., Mor, N., Mase, H., Projection of Future Change in Storm Surge Using MRI-AGCM3.2H Ensemble Experiment, Proceedings of Coastal Dynamics 2017, Helsingør, Denmark, pp.148-157, 2017.
- 8) 中條壮大, 山口龍太, 外村隆臣, 金 洙列: ニューラルネットワークモデルを用いた九州西岸域のあびき予測に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_181-I_186, 2016.
- 9) 澁谷容子, 中條壮大, 金 洙列, 森 信人, 間瀬 肇: 第二室戸台風にもとづく大阪湾の高潮と浸水範囲におよぼす気候変動の感度評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_217-I_222, 2016.
- 10) 森 信人, 志村智也, 吉田康平, 水田 亮, 岡田靖子, Khujanazarov TEMUR, 石井正好, 木本昌秀, 高藪 出, 中北英一: 全球 60kmAGCM を用いた大規模アンサンブル気候予測実験とこれを用いた高潮

- 長期評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1471-I_1476, 2016.
- 11) 安田誠宏, 山本耀介, 森 信人, 間瀬 肇: MRI-AGCM3.2H アンサンブル実験を用いた高潮の将来変化予測に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1477-I_1482, 2016.
 - 12) 岩部紫織, 森 信人, 中條壯大, 安田誠宏, 間瀬 肇: 確率台風モデル, 高潮モデルおよびニューラルネットワークを用いた高潮偏差の長期評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1465-I_1470, 2016.
 - 13) 森 信人, 有吉 望, 安田誠宏, 間瀬 肇: 台風の最大潜在強度にもとづく高潮偏差の長期変動評価, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1489-I_1494, 2016.
 - 14) 二宮順一, 森 信人, 竹見哲也, 荒川 理: 伊勢湾台風の擬似温暖化実験による将来高潮の予測, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1501-I_1506, 2016.
 - 15) 辻田大揮, 安田誠宏, 篠原瑞生, 森 信人, 間瀬 肇: 複数地域での同時被災を考慮した高潮災害の集積リスク評価手法に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_1639-I_1644, 2016.

〔学会発表〕(計 12 件)

- 1) Yasuda, T., Mori, N., Nakajo, S., Kim, S.Y. Projection of Future Change in Storm Surge and Estimation of Aggregate Loss by Inundation in Coastal Cities, The 9th Conference of the International Society for Integrated Disaster Risk and Management (IDRiM 2018), Sydney, Australia, 2018.
- 2) Hirai, S., T. Yasuda, Risk Assessment of Aggregate Loss by Storm Surge Inundation in the Ise and Mikawa Bay, The 36th International Conference on Coastal Engineering (ICCE 2018), Baltimore, Maryland, 2018.
- 3) Yasuda, T., K. Iwahara, S. Hirai, Probabilistic Evaluation of Storm Surge in Suruga Bay Employing Stochastic Typhoon Model, The 36th International Conference on Coastal Engineering (ICCE 2018), Baltimore, Maryland, 2018.
- 4) Araki, Y., Yasuda, T., Mori, N., Nakajo, S. Projection of Future Change in Storm Surges by Artificial Neural Network and d4PDF, The 15th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS 2018), Honolulu, Hawaii, 2018.
- 5) 横山彼杜, 安田誠宏, 平井翔太: 確率台風モデルを援用した安芸灘・伊予灘における高潮簡易予測式の提案, 平成 30 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.II-41-1-2, 2018.
- 6) 荒木裕次, 安田誠宏, 森 信人: ニューラルネットワークを用いた高潮の長期評価 - 伊勢湾を対象とした検討 -, 平成 30 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.II-51-1-2, 2018.
- 7) 安田誠宏: 気候変動と高潮, 第 26 回海洋工学シンポジウム, OES26-019, 6p, 2017.
- 8) 平井翔太, 安田誠宏, 岩原克仁: 確率台風モデルを用いた三河湾における高潮予測経験式の提案, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, pp.II-195-1-2, 2017.
- 9) 平井翔太, 安田誠宏, 岩原克仁: 伊勢湾と三河湾を対象とした高潮災害の集積リスクの評価に関する研究, 平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.II-43-1-2, 2017.
- 10) 安田誠宏: 三大湾における高潮の将来変化予測と集積被災リスク評価, 地下空間の防災・減災セミナー, 関西大学梅田キャンパス (招待講演), 2017.12.9.
- 11) 山本耀介, 安田誠宏, 森 信人, 間瀬 肇: MRI-AGCM3.2H アンサンブル実験を用いた高潮の将来変化予測に関する研究, 平成 28 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.II-41-1-2, 2016.
- 12) 有吉 望, 森 信人, 安田誠宏, 間瀬 肇: 台風の最大潜在強度にもとづく高潮偏差の長期変動評価に関する研究, 平成 28 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.II-42-1-2, 2016.

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 森 信人
 ローマ字氏名: Nobuhito Mori
 所属研究機関名: 京都大学
 部局名: 防災研究所
 職名: 教授
 研究者番号 (8 桁): 90371476

研究分担者氏名: 中條壯大
 ローマ字氏名: Sota Nakajo
 所属研究機関名: 大阪市立大学
 部局名: 大学院工学研究科
 職名: 講師
 研究者番号 (8 桁): 20590871

(2) 研究協力者

なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。