

2022 年度 S-18 プロジェクト研究成果報告

テーマ番号	S-18-3
研究課題名	自然災害・水資源分野を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価
研究代表者氏名	茨城大学／大学院理工学研究科 横木裕宗

本テーマでは、流域および沿岸域における気候変動による水災害の影響予測と将来の社会動態の変化を含めた総合的な予測手法の開発や高度化、適応評価を行う。影響予測ではテーマ1が用意する共通シナリオ（気候シナリオ及び社会経済シナリオ）などを活用して、海面上昇・高潮、河川・内水氾濫による浸水の影響を予測する。また、渇水に伴う水需要・供給への影響予測を行う。浸水影響予測では、物理的な浸水範囲のみならず被害額を推計する。渇水影響予測では、農業・工業・飲料水の確保にかかる経済評価を行う。適応評価では、様々な適応オプションの提示を目標とするとともに、適応費用・適応効果の経済評価も目指す。マクロ経済への影響評価手法はテーマ5と連携して開発するが、サブテーマ間でも連携して直接的な経済評価を実施する。

【サブテーマ1】○気候変動による氾濫・浸水災害の統合影響予測と適応策の経済評価

サブテマリーダー：横木裕宗（茨城大学大学院理工学研究科（工学野））

研究分担者：田村誠（茨城大学地球・地域環境共創機構）

外岡秀行（茨城大学大学院理工学研究科（工学野））

柴田傑（茨城大学大学院理工学研究科（工学野））

増永英治（茨城大学地球・地域環境共創機構）

今村航平（茨城大学地球・地域環境共創機構）

佐藤大作（摂南大学理工学部）

熊野直子（愛媛大学農学研究科）

1-1 海面上昇による影響予測と被害額推計

日本沿岸域を対象として、海面上昇と潮汐による潜在的浸水面積、影響人口、浸水被害額といった浸水影響の定量化を試みた。児玉他(2022)は、日本版 SSP の 3 次メッシュ人口シナリオ、土地利用シナリオに基づいて約 1km 解像度の影響人口等を全国一律で求め、治水経済調査マニュアル（案）による被害額評価を行った。さらに、RCP8.5-SSP5 および RCP2.6-SSP1 のシナリオ比較による不確実性評価を実施した。主要な解析結果は、次の通りである。

全国の潜在的浸水面積は、2050 年に約 2,111-2,127km²、2100 年に約 2,261-2,598km²になると推計された。浸水面積は現在から 2100 年まで愛知県、佐賀県が大きい、これらは潮汐による浸水影響が大きい。海面上昇による浸水面積の増加割合が大きいのは、2050 年では大阪府、2100 年では東京都であった（図 1、図 2）。影響人口は 2050 年には約 445-470 万人、2100 年には約 376-492 万人となり、浸水被害額は 2050 年に約 143-170 兆円、2100 年に 229-430 兆

円と推計された。RCP2.6-SSP1 は潜在的浸水面積、影響人口、被害額のいずれも RCP8.5-SSP5 よりも小さくなり、緩和策の重要性が示唆された。

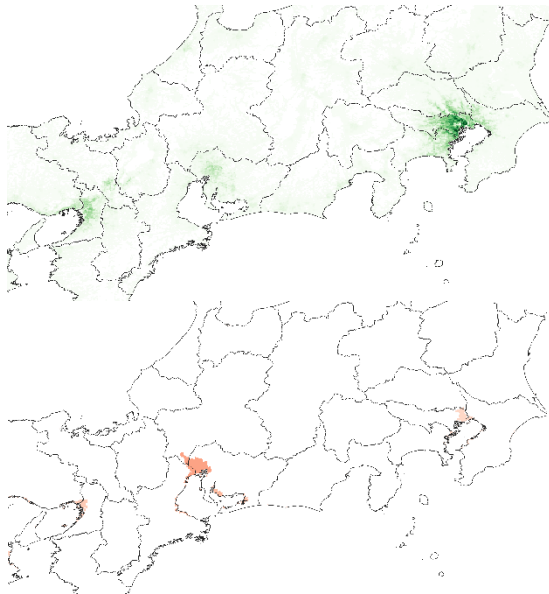


図1 2100年における SSP5-8.5 の潜在的浸水域（上）と SSP5 の人口分布（下）
（児玉他, 2022）

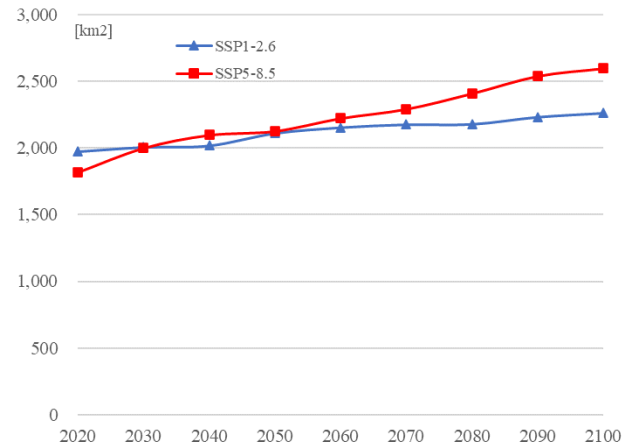


図2 潜在的浸水面積（児玉他, 2022）

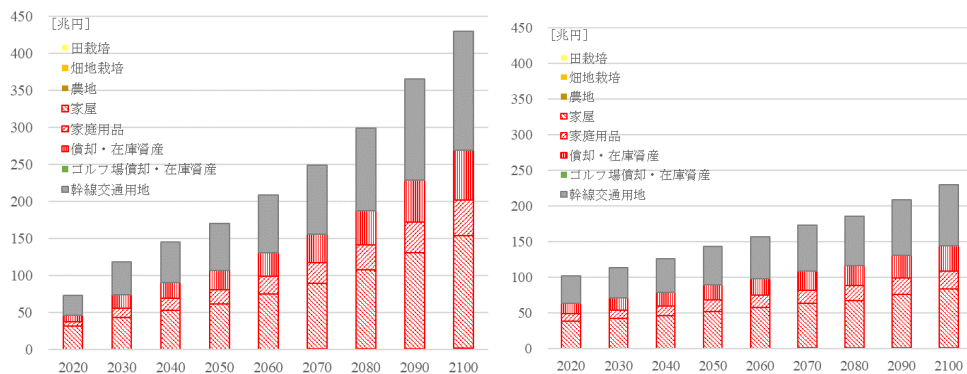


図3 治水経済調査マニュアルによる浸水被害額
（左：RCP8.5-SSP5、右：RCP2.6-SSP1；児玉他, 2022）

1-2 防護費用の推計

1-2-1 日本の堤防費用推計

海面上昇への適応策は防護、順応、撤退に大別される。ここでは防護として、傾斜型、直立型、混成型といった各型式の堤防建設単価を推計し、海面上昇に対する総防護費用を算出した(宮本・横木, 2022)。堤防建設単価(円/km)は、下記の方法で推計した。1)積算書は港湾土木請負工事積算基準を使用、2)人件費は各都道府県での単価を使用、機械類は最小規格として各地方での単価を使用、3)施工にかかる雑費は除く、4)市場単価は各都道府県での単価を使用、5)方式が分かれる場合には安価な方式を採用、6)鉄筋量はコンクリートの 1/18 程度、7)金額は現状固定で SSP による変化はなし。

その結果、最も堤防建設単価が高い混成型で 1km あたり約 10 億円、傾斜型が約 4 億円、直立型が 3 億円と推計された。茨城県における型式別の堤防建設単価の構成割合によると、傾斜型と直立型は波返工と表のり被覆工で総費用の約 4 割を占めるが、混成型は基礎工と基礎

ブロック工が総費用の約 4 割を占めている。次に、海面上昇に対する適応策となる堤防の分嵩上げを行うこととして、その総防護費用を求めた。すなわち、海岸グリッドの標高値と隣接する海域グリッドの海面水位を比較し、防護に必要な堤防の天端高を計算し、上記の建設単価を乗じて総防護費用を求めた。RCP2.6 と RCP8.5 の 2100 年時点での総防護費用を比較した（金額は現状固定で SSP による将来変化なし）。最も高い混成型の場合、2100 年において RCP8.5 では約 2 兆 9600 億円、RCP2.6 では約 2 兆 8400 億円と推計された。

1-2-2 グレー・グリーンインフラの費用推計

熊野他(2020)、Kumano et al. (2021)、Pham et al. (2020)は、グレー・グリーンインフラによる防護評価を行った。特に、Kumano et al. (2021)は、マングローブが分布する 112 カ国・地域の沿岸域を対象にして、海岸堤防とマングローブを活用した適応策の有効性と費用効率性を評価した。そこで①海面上昇の予測、②海岸地形、③将来の社会シナリオ（人口、GDP の変化）、④海岸防護シナリオを組み合わせた解析手法を開発し、緯度経度 2.5 分の空間解像度で世界規模の浸水リスクと防護費用の解析を行った。海岸防護シナリオとして、堤防のみ、及び堤防、マングローブ、養浜を組み合わせた多重防護を含む 3 つの防護方式を想定して、国別の浸水面積及び対策効果を推定した。そして、堤防のみと比べて堤防とマングローブを組み合わせた多重防護の費用便益比が 1.5 倍程度高くなることを示した。

1-3 撤退(移転)費用の推計

今村他(2022)は、海面上昇による浸水域から住居を内陸へ移転する場合の費用を、国土交通省の防災集団移転促進事業に基づき推計した。RCP2.6-SSP1 と RCP8.5-SSP5 について、2020 年から 2100 年まで 10 年毎に推計した。各時点の移転費用は、各都道府県の移転戸数に一戸当たりの移転費用を乗じて求めた。移転戸数は、浸水影響人口を世帯数に変換した値である。つまり、各時点の移転費用とはその時点で浸水している全世帯の移転に必要な費用を指す。一戸当たりの移転費用は、防災集団移転促進事業で規定された費目である「用地取得・造成費」「公共施設整備費」「農地・宅地買取費」「土地購入・住宅購入・住宅建設に対する補助」「住居の移転に対する補助」それぞれを推計および合算して求めた。各費目の推計では、国の各種統計資料、宮城県石巻市および宮城県気仙沼市において実施された防災集団移転の事業内容を適宜参照した。図 4 は、全ての移転を同一県内で行った場合の都道府県別の移転費用総額を表す。東京都、愛知県、大阪府が特に高い値を示した。これらの都府県は、移転戸数が多く、住宅地の買取費用が高いため、移転費用総額も高く推計された。他に千葉県、神奈川県、三重県、兵庫県、岡山県、広島県、福岡県なども移転費用が比較的高かった。既往研究や 1-2 の防護費用と比較すると、移転費用の方が高い値を示した。

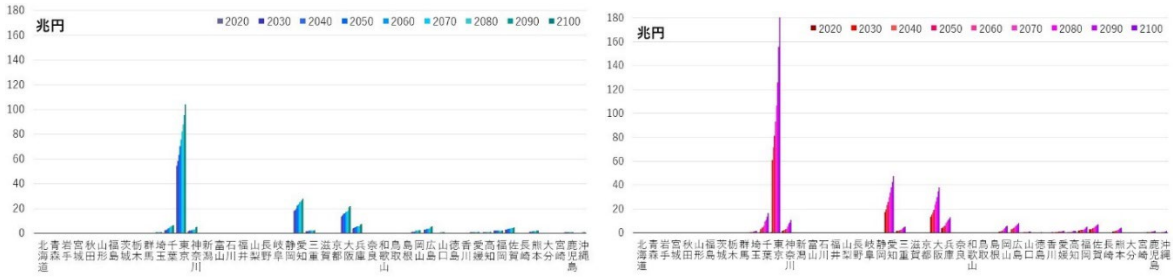


図4 都道府県別の移転費用総額(左：RCP2.6-SSP1，右：RCP8.5-SSP5，今村他，2022)

1-4 高潮浸水解析の評価

高潮浸水シミュレーションでは、標高、堤防高、粗度係数、潮位等の入力データの妥当性が重要であることから、これらのデータがシミュレーションに及ぼす影響を評価した。標高については、国内のシミュレーションで標準的に使用される国土地理院 5m 数値標高モデル (DEM) について、堤防周辺での妥当性を評価するため、茨城県・那珂川の河口域・中流域や日立市の海岸をテストサイトとしてドローンによる観測を実施し、3次元解析ソフト Pix4Dmapper によって数 cm 程度の精度で数値表層モデル (DSM) を生成した。図5の左図は那珂川河口域で得られた DSM から作成した3次元モデルの例である。これらのドローン DSM と現地での直接計測値、また高分解能衛星観測による AW3D 高精細地形データ (1m 解像度の DSM 及び DEM) を用いて、国土地理院 5mDEM を評価した結果、土堤においてはいずれの DEM、DSM にも差異が見られなかった一方、コンクリート護岸構造物はドローン DSM 以外の DSM 及び DEM には十分に反映されていないことを確認した (図5の右)。粗度係数については、土地被覆の経年変化の影響に着目し、JAXA の高解像度土地利用土地被覆図と基盤地図情報の建築物データを組み合わせることで妥当性の高いデータの生成を試みた。そして那珂川河口域を対象として、現地実測値や AW3D 高精細版地形データの補間によって堤防高を考慮した標高データ、ならびに上記で生成した粗度係数データを洪水シミュレーションソフト DioVISTA/Flood に入力し高潮浸水を解析した結果、標準的な入力データを使用する場合と比較して、浸水の到達時間や浸水深に有意な差が見られた (図6)。また、入力潮位データについては、台風と、台風とは別の急速に発達する低気圧を考慮して作成した2種類の潮位時系列データを比較した結果、台風では水の到達速度がより速くなること、台風とは別の急速に発達する低気圧では浸水深の増加時間がより継続することなども確認している。以上の結果は、入力データの改良が浸水被害予測や避難経路の策定に影響することを示唆するが、今後の課題は、上記以外の入力データ (降雨量や流量など) の評価、粗度係数のさらなる最適化 (建物特徴の反映、植生の時間変動への対応等)、妥当性の高い堤防データの広域整備などが挙げられる。

一方、上述の高潮浸水シミュレーションに加え、Google Earth Engine (GEE) を利用したレベル湛水法に基づく全国スケールの高潮浸水リスク解析を行った。図7は那珂川河口域において、GEE による浸水域と DioVISTA/Flood による浸水域を比較した例である。この地域では比較的高い整合性が得られた。GEE を用いたレベル湛水法による解析はまだ改善の余地があるが、さらに妥当性を高めて日本全域の高潮浸水リスク域の簡易抽出に活用できるものと考えられる。

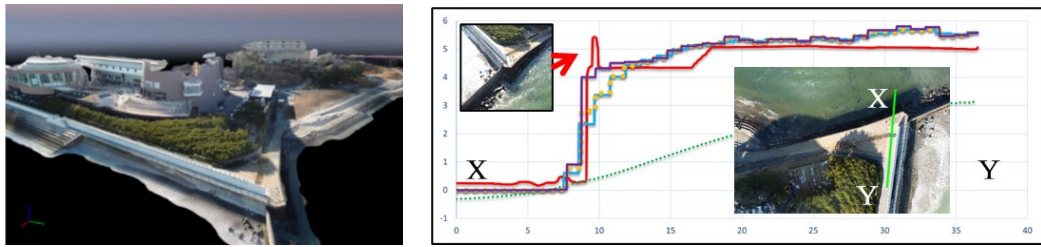


図5 那珂川河口域におけるドローンによる3次元モデル例(左)と各種DEM/DSMのラインプロファイルの比較例(右)

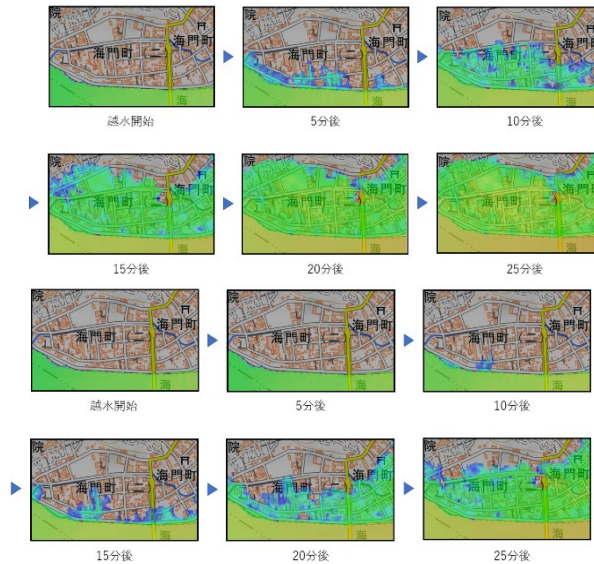


図6 標準的なDEM及び粗度係数による浸水域(左)と堤防高を考慮したDEM及び改良した粗度係数による浸水域(右)の比較例

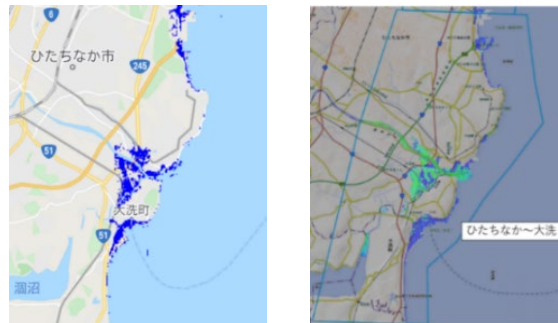


図7 GEEによる浸水域(左)とDioVISTAによる浸水域(右)の比較例

1-5 地理情報システムの開発・評価

高潮浸水域などの地理情報を共有・可視化するシステムの開発・評価結果を報告する。まず、地理情報をWeb上で共有するシステムの開発について述べる。本システムはJavaScriptライブラリのLeafletを用いて開発したもので、地理データをアップロードするモジュールと地図上に重ね合わせる可視化モジュールから構成される。様々なプラットフォームで動作するとともに、非同期通信によって操作性の向上を図っている。現状では地理データのサイズが大きい場合に操作性が低下するが、これを改善することでより使いやすいシステムになると思われる。図8に表示画面の一例を示す。

次に、地理情報の可視化システムについて、仮想現実(VR)ツールによる可視化と3次元可視化ツールによる可視化を評価した。前者については、VR空間構築用ソフトウェアVizard

の利用性を評価した。図9は1-4のGEEを用いたレベル湛水法による浸水域をVR空間内に構築したもので、視点を低高度から見渡す位置に配置し、浸水域をポールで囲まれた範囲として可視化している。このようなVR環境での可視化により、利用者は全域と特定域の効果的な認識が可能になり、地表視点でのシームレスな可視化が可能になると思われる。なお、ここでは浸水域の例を示したが、本ソフトウェアでは他の地理情報についても同様に可視化することが可能である。一方、後者（3次元可視化ツールによる可視化）については、3次元可視化ソフトウェアAVS/Expressの利用性を評価した。図10は那珂川河口域における高潮浸水シミュレーションによって得られた時系列浸水域データを入力し、アニメーション化した動画のスクリーンショット例である。本ソフトウェアはシェーダ等の設定がないため、浸水の様子をよりリアルに表現することは難しいが、浸水域を始めとする地理情報の時間変動を効果的に可視化することが可能である。なお、今回、評価したVRソフトウェアや3次元可視化ソフトウェアによる地理情報の可視化は、研究者やステークホルダーの利用者間での情報共有や共通認識の醸成を図る際に有用であると考えられる。



図8 地理情報 Web 共有システムの画面例

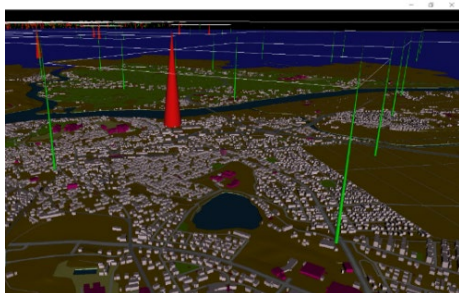


図9 VizardによるVR空間における浸水解析。データの可視化例

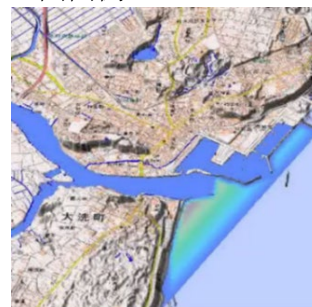


図10 AVS/Expressによる時系列浸水解析データの可視化例（スナップショット）

【サブテーマ2】高潮・高波等を対象とした沿岸域への気候変動影響予測と適応策の評価

サブテーマリーダー：森 信人（京都大学）

研究分担者：二宮順一（金沢大学）

志村智也・宮下卓也・Ho Tungcheng・今井優樹（京都大学）

加藤史訓・本多和彦（国土技術政策総合研究所）

サブテーマ2では、海面上昇と高潮沿岸の将来予測をもとに、日本全国の高解像度地形および人口データを解析し、標高毎の影響面積および影響人口分布について評価を行った。SSP585シナリオに従うと、東京湾、大阪湾、伊勢湾については、海面上昇のみの影響と比較して、高潮の影響を考慮すると影響面積および人口は2倍以上に拡大することが分かった。

自然海岸については、全国砂浜データベースをアップデートするとともに、力学的海浜変形モデルの開発を進め、2次元場における汀線変化に加えて、沖合のバーの長期変化の過去再現計算を実施した。人工海岸については、全国の代表港湾域を取り上げ、適応オプションバリエーションと必要な対策費用について推計した。

沿岸ハザード影響予測では、IPCC(2021)の海面上昇データを解析し、日本周辺の将来変化の把握を行った。高潮については、文部科学省・統合的気候モデル高度化研究プログラムで実施された太平洋沿岸を対象とした可能最大高潮モデルを用いた高潮の予測将来データ(森ら、2021)を解析した。さらに、地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)の台風トラックデータ解析し、確率台風モデル(梅田ら、2019)に組み込み、東京湾、大阪湾、伊勢湾の3大湾における台風の評価を行い、力学モデルによる高潮の将来予測計算を実施した。

全国47都道府県を対象に、海面上昇量による影響面積および影響人口の評価を実施した。曝露データとして、国土数値情報5次メッシュ(解像度10m)の標高データ、ZENRIN人口メッシュデータ2019(解像度100m)を用い、影響面積と影響人口の将来変化を解析した。高潮については、太平洋沿岸を対象に海面上昇と高潮偏差を加えた海面水位に対する影響面積と影響人口の評価を行った。図11は、例として東京湾を対象とした海面上昇および高潮にともなう影響面積の将来変化である。図11(a)は海面上昇による海拔0m以下の面積、(b)は海面上昇+高潮による影響面積の将来変化である。用いたシナリオはSSP1-RCP2.6(ssp126)、SSP2-RCP4.5(ssp245)およびSSP5-RCP8.5(ssp585)である。東京湾の場合、最も影響が大きいののは東京都(特に江東区)であり、海面上昇に伴い、現在の約32km²からssp126でも約66km²と大幅に増加する。海面上昇に高潮偏差を加えた水位の影響面積は、現在気候で焼く約160km²と0m以下の面積に比べて影響が約5倍である。海面上昇に高潮偏差を加えた水位の影響面積は、ssp585では約200km²と40km²増加する。図12は、図11と同様に東京湾を対象とした海面上昇および高潮にともなう影響人口の将来変化である。影響人口についての将来変化は影響面積とほぼ同様の傾向を示し、ssp126程度の将来変化でも影響人口が大幅に増加すること、海面上昇の影響人口に対して、高潮の影響人口が数倍となることが分かった。大阪湾、伊勢湾についても同様な結果を得ている。

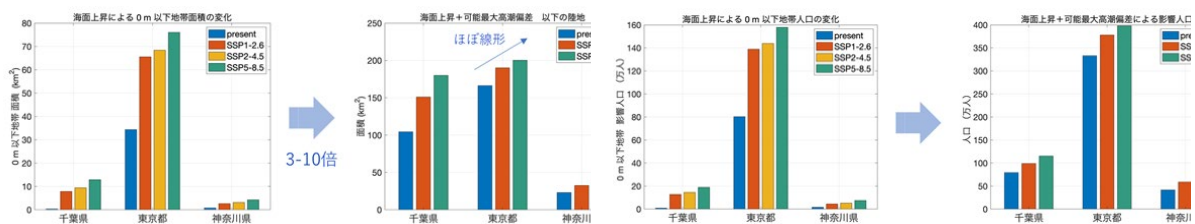


図11 海面上昇および高潮にともなう影響面積の将来変化

- (a)海面上昇による海拔0m以下の面積
- (b)海面上昇+高潮による影響面積

図12 海面上昇および高潮にともなう影響人口の将来変化

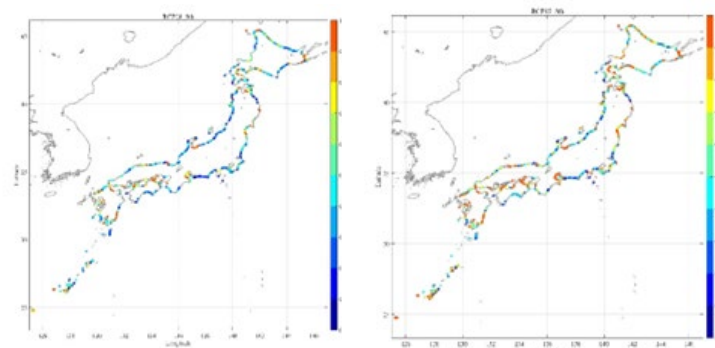
- (a)海面上昇による海拔0m以下の人口
- (b)海面上昇+高潮による人口

自然海岸については、全国砂浜データベース(京都大学・国総研開発)をアップデートし、

マクロ的な砂浜の将来変化予測を実施するとともに、力学的海浜変形モデルの開発を進め、ミクロ的な検討として汀線等の長期変化の過去再現計算を実施した。マクロ的な砂浜の将来変化予測では、国土数値情報 5 次メッシュ（解像度 10m）の標高データと Google Earth データを組み合わせた全国砂浜データベースを用い、長さ 1km 以上の全国 806 海岸を評価対象とした。海面上昇量は項目 2-1 で解析した、IPCC AR6 日本周辺海面上昇量を用いた。図 13 は、2100 年における砂浜面積の将来変化割合である。暖色系になるほど面積変化割合が大きい海岸であるが、地域差は見られない。これは砂浜海岸の勾配の差が地域ごとに決まっていないためである。ssp585 の予測は、8 割以上の面積を失う海岸が多くなることを示している。表 1 は、806 海岸すべてを対象とした砂浜面積の将来変化の全国平均値である。ssp585 では 39 もしくは 66%の砂浜の面積の消失が予測され、海面上昇の砂浜海岸への影響が大きいことがわかった。

さらに砂浜海岸については、海面上昇等が汀線変化に与える力学的効果についての評価モデルの開発を行った。できるだけ簡易な平衡勾配を導入した等深線変化モデルと 3 次元の海浜変形をシミュレートするプロセスモデル（XBeach モデル）のチューニングを実施した。図 14 は、平衡勾配を導入した等深線変化モデルによる数値実験の結果である。海面上昇に加えて、波浪の将来変化についても考慮した。等深線変化モデルに平衡勾配を導入することで Bruun 則と同等の汀線後退を予測可能とした。等深線変化モデルを用いることにより、移動限界水深周辺の地形変化も計算可能なことを確認した。一方、プロセスモデルを用いた海浜変形については、XBeach モデルを用い、静岡県浜松篠原海岸を対象とした半年の長期積分を行い、観測値を比較対象にチューニングを実施した。モデルの主要パラメータによる感度分析と重回帰分析による評価を行い、汀線位置の変化量と断面地形の再現性が最も良い組み合わせを見出した。

人工海岸については、全国の主要な港湾域の防波堤の位置・高さの DB 化、適応オプションのための港湾域の類型化を進めた。全国の主要な港湾域の防波堤の位置・高さについては整備中であるが、適応オプションのための港湾域の類型化は完了した。港湾施設への気候変動による影響メニューも整備した。



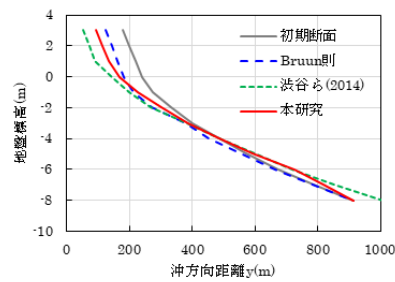
(a) RCP2.6-SSP1

(b) RCP8.5-SSP5

図 13 砂浜面積の将来変化：全国平均・2100 年

表 1 砂浜面積の将来変化の全国平均

	2100	2150
ssp126	-27%	-35%
	-51%	-69%
ssp585	-39%	-87%
	-66%	-96%



(上段：平均勾配 q_{mean} ，下段：5 次メッシュ勾配 $\langle q \rangle$)

図 14 砂浜地形変化の予測モデルの開発 (黒：初期断面、青：Bruun 則、緑：渋谷ら(2014)、赤：本研究)

【サブテーマ 3】 河川洪水・内水氾濫による気候変動影響予測と適応策の評価

(1) 洪水氾濫適応策の評価

風間聡 (東北大学工学研究科)

SSP を考慮した 21 世紀末のシナリオのいずれの場合も洪水の被害額を減少させる (図-15)。土地利用規制、ピロティ建築、治水水準の向上、田んぼダムによる洪水被害軽減効果の評価について洪水氾濫と内水氾濫を併せたものを表-2 に載せている。21 世紀末に洪水の被害額を 20 世紀末水準以下に抑制するために緩和策も同程度の効果がある。

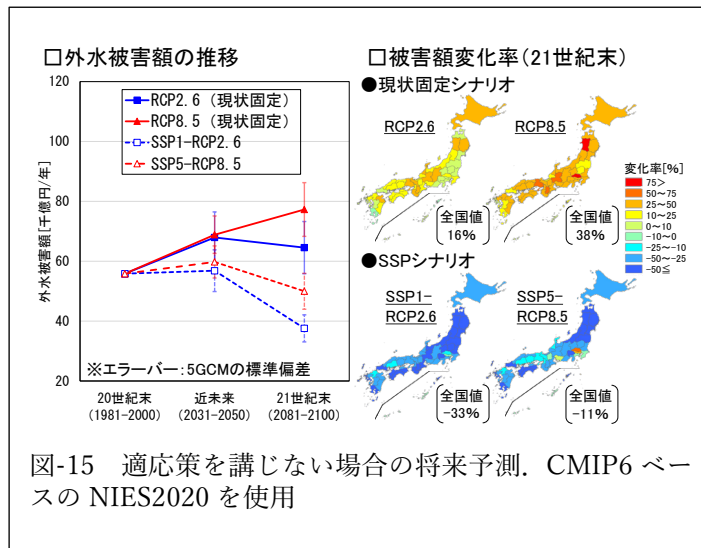


図-15 適応策を講じない場合の将来予測. CMIP6 ベースの NIES2020 を使用

表-2 21 世紀末 RCP8.5 適応無に対する各適応策の被害額軽減率. SSP は RCP8.5 と SSP5 の組み合わせ. 治水安全度は内水を、排水能力向上は外水を含まず

適応オプション	被害額軽減率	
	現状固定	SSPシナリオ
緩和策	22%減	30%減
治水安全度向上	14%減	17%減
排水能力向上	26%減	26%減
土地利用規制	24%減	19%減
ピロティ建築	68%減	68%減
田んぼダム	7%減	5%減

(2) 内水氾濫適応策の評価

川越清樹 (福島大学)

貯水ポテンシャルとして効果が大きいものは水田貯留 ($V=36.8$ 億 m^3) であり、特に関東・北陸地方以北で特に効果大という結果を得た。その一方で、公園貯留 ($V=3.4$ 億 m^3)、学校貯留 ($V=0.5$ 億 m^3) は効果が少ないものの、公園は大都市圏、学校貯留は全国で満遍なく貯水の効果が期待できる結果を得た (図 16)。

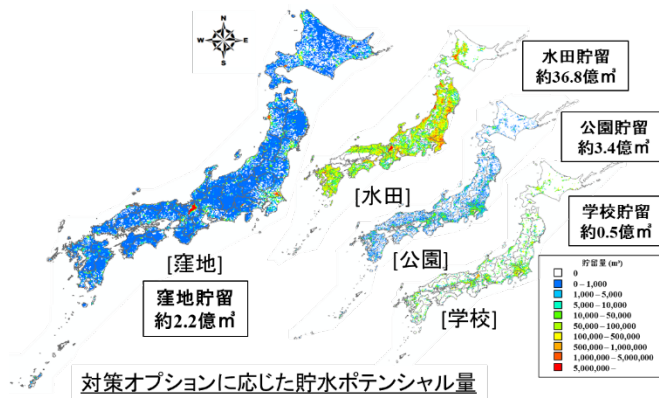


図 16 洪水対策の貯水ポテンシャル量

(3) 河川植生バイオマスの被害額推定

桑原祐史 (茨城大学)

「那珂川、久慈川、阿武隈川(一部)」のバイオマス推定から、「利根川、相模川、四万十川、吉野川、球磨川」へとフィールドを広げ、バイオマス量の計算を進めている。堤外地を対象としたバイオマス推定のための樹林地を抽出法として、草地と樹林では光学衛星画像の反射特性が異なることを利用し、正規化植生指標-頻度の2次元グラフを用いて、樹林と草地の分布域をよりクリアに分ける方法を検討した。

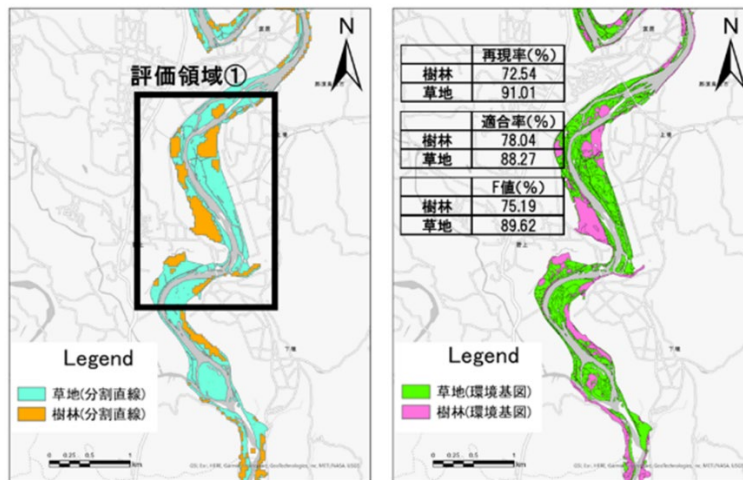


図-17 河道植生の草地と樹林地分布

(4) 河道植生モデルの開発と河道粗度マップの作成

呉修一 (富山県立大学)

河道水理モデル上の粗度係数推定のための、粗度係数 = $0.087 \times \text{NDVI} + 0.017$ の式を得た。この式より算定した富山県内河川高水敷の粗度係数の空間分布を図-18a に示し、NDVIのみから河道粗度マップの作成を行うことが出来た。また、樹木伐採により洪水水位を0.1~0.9 m 程度低下することが理解された (図-18b)。

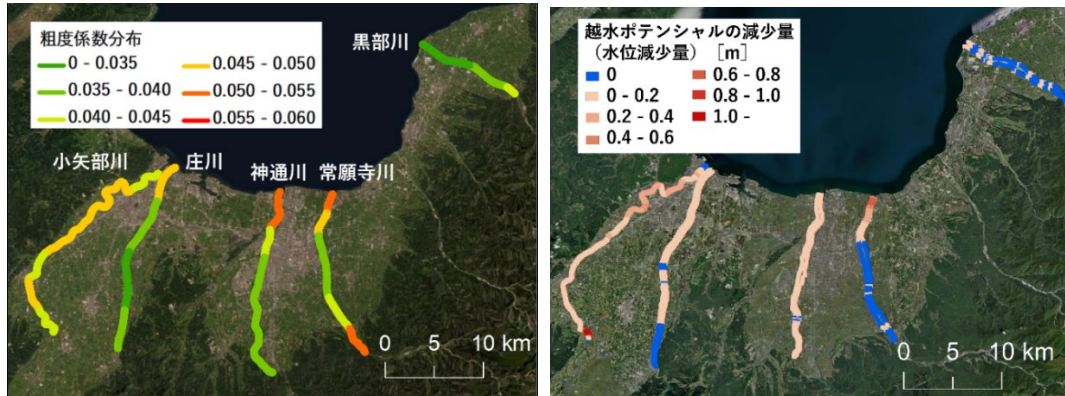


図-18 a 富山県で算定した河道粗度係数マップ 図-18 b 樹木伐採に伴う水位減少量[m]

【サブテーマ 4】

サブテーマリーダー：吉田武郎（農研機構農村工学研究部門）

研究分担者：角哲也（京都大学防災研究所）

堀智晴（京都大学防災研究所）

佐藤嘉展（愛媛大学農学部）

丸山篤志（農研機構農業環境研究部門）

皆川裕樹（農研機構農村工学研究部門）

高田亜沙里（農研機構農村工学研究部門）

工藤亮治（岡山大学環境理工学部）

土原健雄（農研機構農村工学研究部門）

吉本周平（農研機構農村工学研究部門）

4-1 全国高解像度の影響評価モデルの構築

水資源への気候変動影響を予測するために、河川の自然的な水循環と人為的な水利用系を一体的に解析するモデルを日本全域で構築した。本研究で用いる分布型水循環モデル（吉田ら、2012）は、流域を分割する矩形メッシュ（3次メッシュ：解像度約1km）ごとに降水量、気温、風速、短長波放射量等の気象データを日単位で与え、各メッシュでの河川流量を算定する。さらに、モデル上に貯水池や水利施設を配置し、その運用ルールをアルゴリズム化することにより、各施設での運用が河川流量に与える変化や、気候変動時の取水可能量の評価を行う。

これらの自然的なハザード（水供給・水資源）を人為的なリスク影響（水利用・渇水）に変換するため、CMIP6シナリオ群により各河川での水需給バランスの変化を月ごとに評価した。ここで、77の一級河川の利水基準点に設定された正常流量（河川管理上、利水基準点で満足すべき流量）を参考に、渇水流量の変化率を示す（図19）。ここでの渇水流量とは、灌漑期間（5-9月）の流量の3%タイル値とした。これは、灌漑期間150日のうちおよそ5日発生する流量に相当する。さらに、30年の渇水流量から3番目に小さい量を10年確率渇水量とし、現在期間（1980~2009年）の10年確率渇水量からの各期間の変化率を示す。2010~39年の期間には全国的に統一的な傾向はみられず、中央値が減少する5地域（北海道、東北、関東、信越、東海）と増加する4地域（関西、中国、四国、九州）に二分される。しかし、2040年以降は全ての地域の中央値が現在より減少する（図19）。

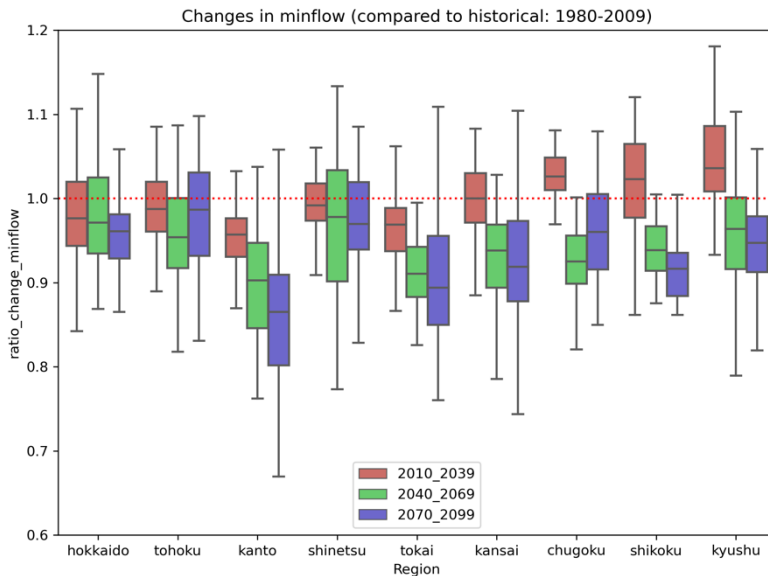


図 19 灌漑期間（5～9月）の湧水流量の変化（現在期間の湧水流量に対する変化率）

4-2 適応策の評価手法の開発：有効性と実現可能性の観点から

本課題では、サブテーマ 2-1 と連携し、水稲生産における適応策である移植日の変更の有効性や、現場の制約条件の中での実現可能性を評価する。ある分野での気候変動への適応を考える時、適応策が有効ではあるが、他の要因で適応が妨げられている状況を「ソフトな」適応限界という。一方、阻害要因がなくても、適応できない状態を「ハードな」適応限界という（IPCC WGII, 2022）。農業用水と水資源は密接に関わりがあり、両者の適応策が有効かつ相互に便益をもたらす状況であれば実現可能性は高まるが、それぞれが有効な適応策であっても互いに競合的な関係にあれば、ソフトな適応限界に直面する。

ここでは、比較的温暖な豪雪域にあり、かつ、農業用水利用が卓越している典型的な河川である信濃川において、適応策の有効性・実現可能性を評価する新たな枠組みを構築した。水稲の高温障害は、出穂期や登熟期の高温により外観品質が低下する現象で、新潟県では 2000 年代に入ってから高温障害が発生し、一等米比率の低下や農家収入の減少等の被害が生じるようになった。出穂時の高温を避けるため、水稲の移植日を 2 週間遅らせる要望が強く、現在、水利用を変更する協議が河川管理者と農業水利者の間で進められている。

構築した評価の枠組みは、分布型水循環モデル（吉田ら、2012）と水稲生育／品質推定モデル（Ishigooka et al., 2017）という二つの物理プロセスモデルから構築される。前者は水資源量・湧水指標（累積湧水量、湧水日数）、後者は収量および外観品質が良好なコメの収量を算出する。信濃川での適用においては、現在・将来気候下における水文過程および水稲の生育過程を 3 次メッシュ単位で計算する。この枠組みでは、水稲移植日（分布型水循環モデルでは取水開始日）をパラメータとして両モデルに与え、同じ移植日と気候シナリオで計算した時の累積湧水量および外観品質が高いコメの収量（以下、外観品質良好米収量）を結合することにより、農業者（有効性）および水資源管理者（実現可能性）の両者の観点から適応策を評価する。ここでは、現行の移植日から 1 週間ごとに前後 5 週間まで移動させる適応策を、現在期間（1981-2000）、将来の 2 期間（2011-2030、2031-2050）で検証した。

気候変動のみが渇水リスクに及ぼす影響をみるため、田植え日を基準日のままとした場合（適応策を実施しない場合）において、historical シナリオ（1980～2014 年）に対する、気候変動シナリオ（2015～2050 年）の渇水リスクの変化率を示す（図 20）。各利水基準点における 10 年確率渇水量のアンサンブル平均値をシナリオ毎に算出し、気候変動シナリオの値を historical シナリオの値で除したものを変化率とした。適応策を実施しない場合には、SSP1-RCP2.6 シナリオでは北陸や九州の一部の地域で渇水リスクが減少する傾向が見られたが、その他の地域では渇水リスクが増加していた。SSP2-RCP4.5 と SSP5-RCP8.5 シナリオでは、ほとんどすべての地域で渇水リスクが増加しており、特に北海道東部、東北南部、関東、近畿、中国において顕著な増加傾向が見られた。各気候変動シナリオで、降水量に関しては明確な変化が見られなかったことから、蒸発散量の増加が渇水リスクの増大に寄与したことが推察される。

水稲生産の気候変動適応策が渇水リスクに及ぼす影響を見るため、各作柄表示地帯で収量が最多となる田植え日を選択した場合の渇水リスクを計算した。水稲生育収量モデルによる計算では、田植え日の早期化による増収傾向が全国の多くの地域で見られたが、東北や北陸の一部の地域では減収傾向

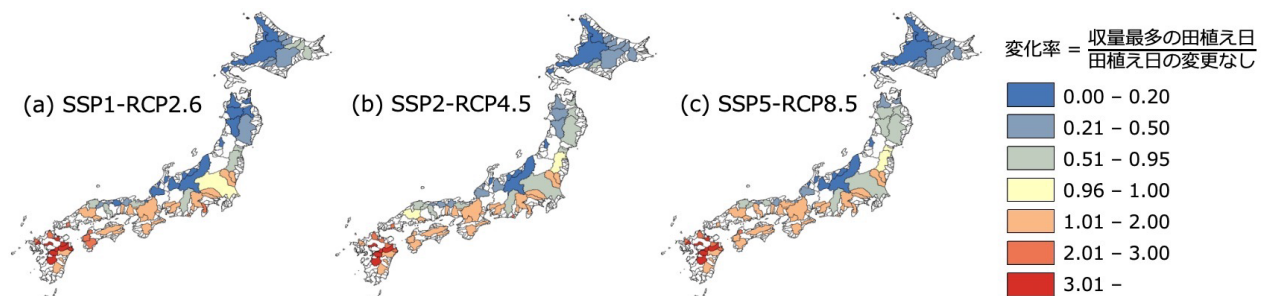


図 21 気候変動シナリオ（2015～2050 年）において、適応策を実施しない場合（田植え日の変更なし）に対する、適応策を実施した場合（各地点で収量最多となる田植え日を選択した場合）の渇水リスクの変化率が確認された。一方で、田植え日を晩期化すると全ての地域で減収傾向が見られた。図 21 には、2015～2050 年の気候変動シナリオにおいて、適応策を実施しない場合（田植え日の変更なし）に対する、適応策を実施した場合（各作柄表示地帯で収量最多となる田植え日を選択した場合）の渇水リスクの変化率を示している。いずれのシナリオとも、北海道、東北、北陸、近畿と中国の日本海側では減少傾向、関東、中部、近畿、中国の瀬戸内海側、四国、九州では増加傾向が見られた。

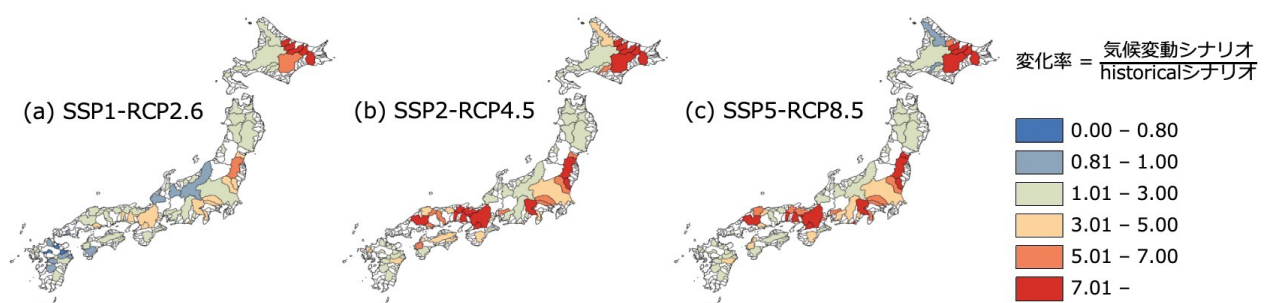


図 20 適応策を実施しない場合（田植え日の変更なし）において、historical（1980～2014 年）に対する、気候変動シナリオ（2015～2050 年）の渇水リスクの変化率

4-3 貯水池の管理/運用による適応策の検討

全国の多目的ダムの堆砂の現況データの整備を行うとともに、将来の流況変化および堆砂進行を考慮した上で、ハード的対策を実施すべきダム候補を検討した。研究対象として、1)三重県中部の安濃川流域(安濃ダム:異常堆砂が進行する湯水河川での適応策の考え方、利水専用ダムでの治水のあり方を検討)、2)栃木県の鬼怒川流域(国交省4ダム:複数の利水者(農水・発電)が存在する場合の適応策の考え方、農業水利用が卓越・湯水河川・発電・堆砂の進行による影響を検討)の二つの流域を対象とし、インパクトの精緻化(利水者ごとにCriticalな時期・量)、及び、適応策の精緻化(供給側:ハード・ダム連携運用、需要側:高度な用水管理、作付時期・品種の変更など)を検討した。

安濃ダムへの流入量・貯留量の将来変化をMRI-AGCM3.2Sによる150年シームレスデータを利用して予測した。その結果、ダムからの給水制限日数および給水停止日数は、今世紀中頃に最も多くなることがわかった。ダム流入・放流量の実績値の差分から計算した貯水量と、実績貯水量(堆砂を考慮したHVにより作成)を比較し、ダム堆砂進行量の推定を行った結果、過去10年間で有効容量が約80万 m^3 減少し、大規模な出水ごとに堆砂が進行することが明らかになった。一定規模以上の出水発生頻度は、今後も引き続き一定の頻度で発生すると予想されたため、何らかの堆砂対策を実施しなければ、利用可能な水資源量は大幅に減少する可能性があることが示唆された。

稲の成長を考慮して灌漑需要量を推定するモデルとダムから農業用水を補給するモデルを組み合わせた利水需給シミュレーションモデルを構築し、安濃ダムからの補給に依存する稲作灌漑域(中勢用水地区)において、気候変動に伴い生じうる水資源利用に関するリスク評価を試みた。RCP8.5シナリオに基づく灌漑配水シミュレーションを行った結果、対象とした中勢用水地区では冬季のうちにダムの貯水量は十分に回復することが確認でき、前年度の湯水が翌年度の灌漑操作に大きな影響を及ぼさないことが示された。将来気候下ではダムの貯水量が十分でない日が増加することが予測された一方で、田植日を適切に選択することで湯水リスクを減少させることができる可能性が見いだされた。

4-4 地下水の管理による適応策の検討

水田に地下水を利用する代表的地域として、農業用地下水利用量が全国二位の那須野ヶ原扇状地(栃木県)を選定した。水収支を再現するために、地形・地質条件を考慮して対象地を小ブロックに分割し、各ブロックの地下水流動部を連結したモデルを構築した。計算された地下水位と観測された地下水位はおおむね一致しており、良好な再現性能が確認された。また、地下水位と先行降水量の関係を整理することにより、水需要が大きく地下水の湯水リスクが高い灌漑期初期の水位には約3~5ヶ月前、つまり秋~冬季の非灌漑期の降水量が影響することを示した。将来気候下の水収支の評価のために、非灌漑期の降水量が減少した場合の灌漑期初期(4月)の地下水位低下量を推定した。11~3月の降水量が5~30%減少した場合の4月の地下水位の低下量は12~73cmと推定され、年間降水量や直近の降水ではなく非灌漑期の一定期間の降水量が少ない年に地下水の湯水リスクが高まることを明らかにした。

離島や沿岸部の地下水を利用する代表的地域として、米須地下ダムの流域(沖縄県)を選定した。南西諸島の地下ダムについては、帯水層が琉球石灰岩であるため流域にカルスト地形がみられ、洞窟を通過する速い地下水の流れ(パイプフロー)が発生している。このため、大雨時には、雨水がドリーネなどから地下に吸い込まれ、洞窟を通過して湧水から流出するが、このような地下水は地下ダムに貯留

されず海へ直接放出される。将来の気候変動によって降水が極端化すれば、パイプフローによる無効流出が増えることが予想されることから、パイプフローを考慮した貯留型モデルを構築して地下ダム流域の水収支を計算し、降水の極端化がパイプフロー流出量に与える影響を見積った。著しい降水集中化を模擬した降水パターンの計算結果では、パイプフロー流出量の増大量が有効降水量の 1 割超に相当になる年もあったことから、降水極端化に伴うパイプフロー流出量の増加が地下ダム水資源に与える影響は無視できないと考えられた。

【2022 年度成果一覧】

○学術論文（国内誌 12 件、国際誌 7 件）

< 査読あり >

【ST1】

- 1) 今村航平・田村誠・横木裕宗: 土木学会論文集 G (環境), 78(5), pp. I_359-I_370, (2022)
日本の沿岸域の海面上昇に対する住宅移転策の費用推計
- 2) 児玉康希・横木裕宗・田村誠: 土木学会論文集 G (環境), 78(5), pp. I_349-I_357, (2022)
人口・土地利用シナリオに基づく日本沿岸域の海面上昇の社会経済影響評価
- 3) 宮本諄也・横木裕宗: 土木学会論文集 G (環境), 78(5), pp. I_329-I_336, (2022) 海岸
構造物を対象とした海面上昇に対する適応費用の推計
- 4) S.Hikosaka and H.Tonooka: Remote Sens., 14, 21 (2022) Image-to-Image Subpixel
Registration Based on Template Matching of Road Network Extracted by Deep
Learning.
- 5) E.Masunaga, S.Ito and T.Kitamura: Limnology, 24, pp.95-109, (2023), Vertical
mixing and oxygen flux caused by daily sea breezes in a shallow stratified lake.

【ST2】

- 6) Mori, N., T. Shimura (2023) Tropical cyclone-induced coastal sea level
projection and the adaptation to changing climate, Cambridge Prisms: Coastal
Futures, Vol.1, e4
<https://doi.org/10.1017/cft.2022.6>
- 7) 鈴木 樹, 大家 隆行, 辻尾 大樹, 熊谷 健蔵, 加藤 史訓, 森 信人 (2021) 浜松篠原海
岸を対象とした XBeach による海浜変形予測に与える係数最適法の検討, 土木学会論文
集 B2 (海岸工学), Vol. 77, No. 2, I_631—I_636, 2021.
- 8) 鈴木 樹, 大家 隆行, 辻尾 大樹, 熊谷 健蔵, 加藤 史訓, 森 信人 (2023) XBeach を用
いた海面上昇 に伴う海浜地形への長期的 影響予測と平面二次元モデルへの拡張, 土木
学会論文集 B2 (海岸工学), 印刷中

【ST3】

- 9) 池本敦哉・風間聡・吉田武郎・柳原駿太・峠嘉哉 (2022) 「ため池の治水活用の潜在的効
果と県別の洪水被害軽減の評価」『土木学会論文集 B1 (水工学)』, 78(2), pp. I_265-I_270.
- 10) 菊地大智・呉修一 (2022) 「富山県河川における洪水氾濫解析を通じた各種適応策の洪水
被害低減額の評価」『土木学会論文集 B1 (水工学)』, 78(2), pp. I_787-I_792.
- 11) 柳原駿太・風間聡・多田毅・山本道・峠嘉哉 (2022) 「共有社会経済経路 (SSP) を用いた
気候変動と土地利用変化による日本全国の洪水被害の変化」『土木学会論文集 G(環境)』,
78(5), pp. I_387-I_396.
- 12) 石川彰真・呉修一・菊地大智・武田尚樹・青木明日香 (2022) 「富山県河川における地球
温暖化の影響評価と各種適応策の定量評価」『土木学会論文集 G (環境)』, 78(5), pp.
I_51-I_61.
- 13) 笠原雅人・桑原祐史 (2023) 衛星画像を用いた堤外地バイオマス量推定に対する簡易な

植生分類方法の提案, 土木学会論文集, 79(22), 22-22010.

- 14) Koma, T., T. Kono, S. Kazama (2022) “How should river embankments be spatially developed from the upstream section or the downstream section?” Journal of Flood Risk Management, e12870, pp.1-14.
- 15) Yanagihara, H., T. Yamamoto, S. Kazama (2022) “Estimation of Inland Flood Damage Based on Extreme Precipitation in Japan” Proceedings of the 39th IAHR World Congress, pp.6303-6308.
- 16) Yanagihara, H., S. Kazama, T. Tada, Y. Touge (2022) “Estimation of the effect of future changes in precipitation in Japan on pluvial flood damage and the damage reduction effect of mitigation/adaptation measures” PLOS Climate, 1(7), e0000039, pp.1-18.
- 17) Yanagisawa, H., S. Kazama, Y. Touge (2022) “Spatial frequency analysis of annual extreme daily precipitation across Japan” Journal of Hydrology: Regional Studies, 42, 101131, pp.1-11.

【ST4】

- 18) 高田亜沙里, 吉田武郎, 石郷岡康史, 丸山篤志, 工藤亮治: 農業農村工学会誌, 91, 5 (2023) 水稻生産者の気候変動への適応戦略と水資源の相互影響評価.
- 19) 吉本周平, 白旗克志, 土原健雄, 中里裕臣, 石田 聡 (2023). 少降雨強度の変化が地下ダム水資源に与える影響の評価—洞窟性パイプフローを考慮した水収支モデルによる検討—, 雨水資源化システム学会誌 28(2)、41-48.

<査読なし>

【ST1】

- 1) 神白貴章・横木裕宗 (2022) 「標高データの解像度が海面上昇による浸水解析結果に及ぼす影響」『第 30 回土木学会地球環境シンポジウム講演集』, 30, pp. 29-32.

【ST2】

- 1) 加藤史訓 (2022) : 海岸の将来ビジョンと技術政策課題, 2022 年度 (第 58 回) 水工学に関する夏期研修会講義集, pp. B-2-1~B-2-18.
- 2) 森信人(2022) Future changes and adaptation to coastal hazards due to climate change, International Symposium on Prevention and Mitigation of Disasters as Climate Change Adaptation(第 25 回東アジア工学アカデミー円卓会議), The Engineering Academy of Japan(日本工学アカデミー), ハイブリッド
- 3) 森信人(2022) 大阪高潮防潮水門設計における気候変動予測の役割, 適応策につながる気候変動予測情報の創出と共有, 国立環境研究所

【ST3】

- 2) 菊地大智・呉修一 (2022) 「富山県河川を対象とした各種適応策における洪水被害額の評価」『第 30 回土木学会地球環境シンポジウム講演集』, 30, pp. 93-97.
- 3) 丸田大空・川越清樹(2022) 「日最大降水量と暖候期平均気温の関係性と地域性の検証」

『土木学会地球環境シンポジウム講演集』, 30, pp. 113-117.

- 4) 渡部隼・川越清樹・梶田颯斗(2022)「監視カメラを活用した住民目線での避難判断基準の検討」『土木学会地球環境シンポジウム講演集』, 30, pp. 175-178.
- 5) 藤下龍澄・呉修一・菊地大智・石川彰真 (2022)「急流河川における広域での河川侵食ポテンシャルの評価手法の検討」『第 30 回土木学会地球環境シンポジウム講演集』, 30, pp. 187-191.

【ST4】

○学会・シンポジウム等における発表 (国内 24 件、国外 6 件)

<口頭発表>

【ST1】

- 1) 田村誠・横木裕宗 : JpGU2022 オンライン, 2022 年 6 月 1 日, (2022) SSP 人口・土地利用シナリオに基づく日本沿岸域の海面上昇に伴う浸水影響評価
- 2) 神白貴章・横木裕宗 : 第 30 回地球環境シンポジウム, 2022 年 9 月 2 日, (2022) 標高データの解像度が海面上昇による浸水解析結果に及ぼす影響
- 3) 松本大樹・増永英治・横木裕宗 : 霞ヶ浦流域研究 2023, 2023 年 3 月 5 日, (2023) 地球温暖化による成層の発達に及ぼす霞ヶ浦への影響の評価
- 4) M. Safabakhsh pachehkenari, H. Tonooka, 日本リモートセンシング学会第 73 回学術講演会 (2022) Fuzzy overlay-based optimization technique for machine learning algorithms to model urban land use change and its application to Moriya City, Ibaraki, Japan
- 5) Tamura, M., H. Yokoki, K. Imamura: WCRP Sea Level Conference 2022, Singapore, Online, July 13, 2022, (2022) Assessing impacts and adaptations against sea level rise in Japanese coastal areas

【ST2】

- 1) 加藤史訓 (2022) : 海岸の将来ビジョンと技術政策課題, 2022 年度 (第 58 回) 水工学に関する夏期研修会講義集, pp. B-2-1~B-2-18.
- 2) 森信人(2022) Future changes and adaptation to coastal hazards due to climate change, International Symposium on Prevention and Mitigation of Disasters as Climate Change Adaptation(第 25 回東アジア工学アカデミー円卓会議), The Engineering Academy of Japan(日本工学アカデミー), ハイブリッド
- 3) 森信人(2022)大阪高潮防潮水門設計における気候変動予測の役割, 適応策につながる気候変動予測情報の創出と共有, 国立環境研究所

【ST3】

- 6) 柳原駿太・風間聡・多田毅・山本道・峠嘉哉, 人口変動に伴う土地利用変化を考慮した将来の洪水被害の全国評価, 水文・水資源学会, OP-5-04, 宇治, 2022 年 9 月 5 日.
- 7) 菊地大智・呉修一, 富山県を対象とした地球温暖化に伴う洪水氾濫に対する各種適応策の定量評価, 土木学会第 77 回年次学術講演会, CS15-08, 吉田, 2022 年 9 月 16 日.

- 8) 渡辺隼, 川越清樹, 梶田颯人, 住民視点による河川監視カメラを用いた流域モニタリングの検討, 第41回日本自然災害学会学術講演会, I-3-3, 立命館大学びわこキャンパス, 2022年9月18日.
- 9) 丸田大空, 川越清樹, 日本列島における河道外貯留ポテンシャルの推計, 第41回日本自然災害学会学術講演会, III-3-1, 立命館大学びわこキャンパス, 2022年9月18日.
- 10) 藤下龍澄・呉修一, 地球温暖化による富山県河川への影響評価と新たな侵食危険度評価手法の提案, 土木学会中部支部技術研究発表会, II-59, 野々市, 2023年3月3日.
- 11) 菊地大智・呉修一, 富山県における緩和効果を考慮した各種適応策の洪水被害額評価, 土木学会中部支部技術研究発表会, II-60, 野々市, 2023年3月3日.
- 12) 岡本彩果・風間聡・柳原駿太・平賀優介, 洪水被害による市区町村の人口動態と地域特性, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-57, オンライン, 2023年3月4日.
- 13) 池本敦哉・風間聡, 吉田武郎, ため池における水力発電による二酸化炭素抑制効果の一考察, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-59, オンライン, 2023年3月4日.
- 14) 柳原駿太・風間聡・山本道, 日本全国109の一級水系を対象とした衛星画像による河道内植生の評価, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-60, オンライン, 2023年3月4日.
- 15) 梶田颯斗, 渡部隼, 川越清樹, 中小河川の河川可視化技術の検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-30, オンライン, 2023年3月4日.
- 16) 西村歩夢, 藤田香菜, 川越清樹, 阿武隈川流域における河川環境場の比較検証, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-65, オンライン, 2023年3月4日.
- 17) 星野倅治, 渡部隼, 川越清樹, 河道変形・植生繁茂に考慮した堤防決壊ポテンシャルに関する研究, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-66, オンライン, 2023年3月4日.
- 18) 渡辺隼, 梶田颯人, 川越清樹, 住民視点による河川監視カメラを活用した避難情報加工の検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-67, オンライン, 2023年3月4日.
- 19) 丸田大空, 川越清樹, 日本全国における河道貯留効果の検討, 土木学会東北支部技術研究発表会, II-74, オンライン, 2023年3月4日.
- 20) Yanagihara, H., S. Kazama, Y. Touge, Nationwide Evaluation of the Damage-mitigation Effect of Adaptation Measures to Pluvial Flooding in Japan, HS07-A003, AOGS, 2022.8.3. Online.
- 21) Maruta, S., and Kawagoe, S., Assessing the Utility of Inland Water Storage Potential in the Context of Population Change, HS07-A023, AOGS, 2022.8.3. Online.
- 22) Kazama, S., H. Yanagisawa, Spatial Frequency Analysis of Extreme Precipitation Using d4PDF in Whole Japan, HS07-A007, AOGS, Online, 2022.8.3.
- 23) Kikuchi, D., S. Kure, Evaluation of Climate Change Adaptation Options in Rivers in Toyama Prefecture, Japan, HS07-A019, AOGS, Online, 2022.8.3.
- 24) Fujishita, R., S. Kure, D. Kikuchi, S. Ishikawa, Projection of Regional Climate Change Impacts on Rivers in Toyama Prefecture and Evaluation of Adaptation Options for River Flood Disaster, HS07-A020, AOGS, Online, 2022.8.3.

【ST4】

- 25) 高田亜沙里, 吉田武郎, 石郷岡康史, 丸山篤志, 工藤亮治: 第 71 回農業農村工学会大会講演会 (2022) 農業水利用時期の変化を考慮した水資源影響評価: 信濃川流域を事例として
- 26) 井上湧太, 堀智晴, 令和 4 年度土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会 (2022) ダム補給に依存する稲作灌漑域の水利用リスク評価
- 27) 土原健雄, 吉本周平, 白旗克志, 福元雄也, 中里裕臣 (2022) 非灌漑期の降水量が那須野ヶ原扇状地の灌漑期地下水位に与える影響の検討, 日本雨水資源化システム学会大会研究発表会, 13-16.
- 28) 土原健雄, 吉本周平, 白旗克志, 中里裕臣, 石田聡 (2022) 水田灌漑に地下水を利用する地域における浅層地下水位と先行降雨の関係, 日本地下水学会 2022 年春季講演会, 36-39.
- 29) 吉本周平, 白旗克志, 土原健雄, 中里裕臣, 石田聡 (2022) 各種水質の測定による琉球石灰岩帯水層のパイプフロー現象の検討, 農業農村工学会大会講演会.
- 30) Asari Takada, Takeo Yoshida, Yasushi Ishigooka, Atsushi Maruyama, Ryoji Kudo: 24th International Commission on Irrigation and Drainage Congress (2022) Conflict between rice cultivation and water use under changing climate.
- 31) Asari Takada, Takeo Yoshida, Yasushi Ishigooka, Atsushi Maruyama, Ryoji Kudo: PAWEES2022 International Conference 2022 in Fukuoka (2022) Assessing the impact of changes in water use period on interactions between agricultural production and water resources.

<ポスター発表>

【ST1】

- 1) H. Xia, 外岡秀行, 日本リモートセンシング学会第 73 回学術講演会 (2022) 深層学習による高空間分解能衛星画像からの堤防抽出
- 2) 江副樹, 柴田傑, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2022 (2022) 主観と俯瞰視点を変更可能な VR 空間における KML 地理情報の可視化手法の検討

【ST2】

【ST3】

- 3) 丸田大空, 川越清樹, 日最大降水量と暖候期平均気温の関係性と地域性の検証, 土木学会地球環境シンポジウム, BP11, 北海道大学, 2022 年 8 月 31 日.
- 4) 渡辺隼, 川越清樹, 梶田颯人, 監視カメラを活用した住民目線での避難判断基準の検討, 土木学会地球環境シンポジウム, BP23, 北海道大学, 2022 年 8 月 31 日.
- 5) 菊地大智・呉修一, 富山県河川における地球温暖化適応策の洪水氾濫被害額・緩和効果からの評価, 水文・水資源学会, PP-2-33, 宇治, 2022 年 9 月 5 日.
- 6) 石川彰真・菊地大智・呉修一・藤下龍澄, 富山県における広域スケールでの河川侵食ポテンシャルの予測と低減策の評価, 水文・水資源学会, PP-1-32, 宇治, 2022 年 9 月 4 日.
- 7) Atsuya Ikemoto, Use of Irrigation reservoirs to reduce inundation depth by

flooding, The 10th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, pp.84-85, 2022.12.9. Sendai.

- 8) Ayaka Okamoto, Population Movement caused by Flood Damage at City Level, The 10th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, pp.76-77, 2022.12.9. Sendai.
- 9) Tao Yamamoto, Study of Adaptation Measures for Flood Damage Mitigation by Adopting Effect of Climate Change, The 10th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, pp.51-53, 2022.12.9. Sendai.

【ST4】

- 10) Sora Maruta, Validation of a watershed storage effects for the analysis of climate change, The 10th International Symposium on Water Environment Systems --with Perspective of Global Safety, 2022.12.9. Sendai.
- 11) Asari Takada, Takeo Yoshida, Yasushi Ishigooka, Atsushi Maruyama, Ryoji Kudo: AGU Fall Meeting 2022 (2022) Relationship between rice production and water resources: The feasibility of shifting the transplanting date as an adaptation measure under climate change.

○「国民との科学・技術対話」の実施

【S-18 全体】

- 1) IPCC 報告書連携シンポジウム「気候変動の影響はどうか？ どう対応するか？—IPCC 第6次報告書と日本の研究報告」、2022年4月26日オンライン開催（参加者1,176名）
 - 第1部 IPCC 第6次報告書の概要
 - 「WGI 報告書の概要」 WGI 7章 LA 渡部雅浩（東京大学）
 - 「WGII 報告書の概要1/気候変動の影響とリスク」 WGII 5章 CLA, SPM LA 長谷川利拡（農研機構）
 - 「WGII 報告書の概要2/気候変動への適応と Climate Resilient Development」 WGII 4章 LA, SPM LA 平林由希子（芝浦工業大学）
 - 「WGIII 報告書の概要」 WGIII 3章 LA 長谷川知子（立命館大学）
 - 第2部 日本への影響と適応策
 - 「自然災害・水資源分野の影響予測と適応策」 S-18 テーマ3 横木裕宗（茨城大学）
 - 「農林水産業への影響と適応策」 S-18 テーマ2 西森基貴（農研機構）
 - 「都市計画・まちづくり分野の気候変動適応策」 S-18 テーマ4 村山顕人（東京大学）
 - 「カーボンニュートラルと気候変動適応」 S-18 テーマ1 肱岡靖明（国立環境研究所）
 - 「気候変動に耐性のある持続可能な社会の構築」 沖 大幹（東京大学）
- 2) S-18 セミナー第5回「ビジネスと気候変動適応 ～リスク管理とビジネス機会～」、2022

年7月22日オンライン開催、三井物産戦略研究所国際情報部シニア研究フェロー 本郷尚.

- 3) S-18 セミナー第6回「気候変動に役立つ生態系管理 ー印旛沼流域での試みー」、2022年11月14日オンライン開催、国立環境研究所 西廣淳.
- 4) S-18 セミナー第7回「発電する地域の林業者：信州ウッドパワー・信州ウッドチップ」、2023年2月17日、トヨタUグループ 陰山恭男.

【ST1】

- 1) 横木裕宗、オンライン、2022、「自然災害・水資源分野の影響予測と適応策」IPCC報告書連携シンポジウム「気候変動の影響はどうか？どう対応する？IPCC第6次報告書と日本の研究報告」2022年4月26日.

【ST2】

- 4) 森信人、2023/03/20 気候変動と淀川流域や大阪湾の水害リスクの今後、琵琶湖・淀川流域シンポジウム、主催：関西広域連合、大阪国際会議場
- 5) 森信人、2022/12/15 沿岸防災・減災に関する最新の気候科学的知見、気候講演会「気候変動への対応～うみべのまちづくり～」，気象庁，一橋講堂（ハイブリッド）
- 6) 森信人、2022/08/09 気候変動の自然災害へのリスク，Life University，オンライン

【ST3】

- 2) 風間聡、オンライン、2022.5.9. 水害受容社会の可能性（水文・水資源学会），日本学術会議公開シンポジウム／防災学術連携シンポジウム.
- 3) 川越清樹，白河，2022.5.13，地球温暖化と流域治水を考える-防災のためのSDGsの実践-，白河市.
- 4) 川越清樹，矢吹，2022.11.10，流域治水と将来の課題に向けた適応，矢吹町.
- 5) 川越清樹，仙台，2022.11.17，持続可能な流域治水の実践に向けた検討について，建設コンサルタント協会東北支部.
- 6) 風間聡，大河原，2022.11.22. 異常気象と人口減に対応した住民と考える流域管理，阿武隈川流域水循環計画推進会議.
- 7) 川越清樹，仙台，2022.12.19，持続可能な流域治水の実践に向けた検討，国土交通省東北地方整備局.
- 8) 川越清樹，オンライン，2023.2.24，東北北部での線状降水帯による豪雨災害，土木学会河川災害シンポジウム，土木学会水工学委員会.
- 9) 風間聡，仙台，2023.1.24. 気候変動に応じる洪水対策，防災に関するシンポジウム，土木学会東北支部.
- 10) 桑原祐史、藤田昌史(発表)，水戸，2023.2.16. 新技術開発や人材育成の現場からの展望，土木学会茨城会第25回イブニングセミナー
- 11) 風間聡，水戸，2023.3.6. 近年の河川災害にみる問題点と適応策・対策，地域防災シンポジウム，茨城大学.

【ST4】

○新聞・雑誌記事等

- 1) 横木裕宗、田村誠「海面上昇で沈むアジアの島々」, 2022年11月8日, NHK おはよう日本, インタビュー、取材協力(海面上昇影響予測紹介).
- 2) 森信人 (2022) 台風による風水害の実態と災害リスクを減らす取り組み, 国立科学博物館 milsil, 9月号, pp.12-14.
- 3) 森信人 (2022) 潮位・波浪に係る気候変動予測技術の最先端の状況, 雑誌「港湾」, 第99巻3月号, 特別号: 港湾の気候変動対策, pp.10-11.
- 4) 森信人 (2022) 増大する沿岸災害のリスクと対策, 21世紀ひょうご, ひょうご震災記念21世紀研究機構, vol.32, pp.48-59.
- 5) 2022/11/18 NHK 首都圏, 首都圏ニュース, 「東京都温暖化対策」, 森信人
- 6) 2022/11/23 日本テレビCS, 命を守る天災学, 「高潮のリスク」, 森信人
- 7) 2022/10/28 建設通信新聞, 「気候変動の沿岸へのリスク」, 森信人

○知的財産権

特に記載すべき事項はない。

○受賞等

- 1) 令和3年度土木学会論文賞, 土木学会, 2022年5月16日, 熊野直子, 田村誠, 井上智美, 横木裕宗.
- 2) 第30回土木学会地球環境シンポジウム優秀ポスター賞, 土木学会地球環境委員会, 2022年9月1日, 菊地大智.
- 3) 令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会優秀講演者賞, 土木学会全国大会実行委員会, 2022年10月14日, 菊地大智.
- 4) 令和4年度土木学会中部支部優秀講演者賞, 土木学会中部支部, 2023年3月3日, 菊地大智.