

令和 2 年 5 月 20 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14728

研究課題名（和文）超過洪水の被害軽減のためのデータ同化による高精度・高空間分解能の水位予測技術

研究課題名（英文）High precision and high spatial resolution water level prediction method for flood damage reduction

研究代表者

星野 剛 (Hoshino, Tsuyoshi)

北海道大学・工学研究院・博士研究員

研究者番号：40750625

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000 円

研究成果の概要（和文）：近年、頻発している豪雨災害の被害を軽減するために必要と考えられる高精度・高分解能の水位予測の実現性を河川の特徴および降雨の特徴からの把握を試みた。過去に発生した洪水から流量パターンが変動した際にピーク水位およびピーク流量が変動する箇所を把握することで、予測の難易度の分布を把握した。また、大量アンサンブル気候データの力学的ダウンスケーリングを実施し、数千年分の年最大降雨イベントの時空間パターンの考慮が可能となった。これにより、生じうる様々な降雨パターンの頻度・強度を考慮可能となり、それらに対する洪水予測の可能性を議論することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでに流量パターンに対するピーク流量、ピーク水位の応答特性は明らかとなっておらず、本研究で明らかとしたそれらの特徴は予測の難易度を空間的に示した初めての事例であり、観測点の決定に関しても重要な知見となると考えられる。大量アンサンブル気候データの力学的ダウンスケーリングにより、これまでの数十年の観測では十分に把握できない流域内の降雨の時空間パターンを数千事例から把握可能となり、そのような時空間パターンを考慮した洪水の予測可能性および洪水リスクの評価が初めて実現した。

研究成果の概要（英文）：The heavy flood events frequently occurred in recent years in Japan. This study tried to elucidate water level predictability for heavy flood events in terms of characteristic of rivers and rainfall pattern. This study conducted simulations assuming many rainfall patterns which based on actual flood event. The result show spatial distribution of changes of peak discharge and peak water level affected by uncertainty of upstream discharge. Those are correspond to difficulty of prediction. This study used the large ensemble climate dataset (d4PDF) with 5 km grid spacing for analysis of rainfall pattern. By using the thousands of rainfall events from the dataset enables to be consider spatiotemporal rainfall pattern for evaluation of water level predictability.

研究分野：河川工学

キーワード：大量アンサンブル気候データ 洪水リスク 台風 d4PDF データ同化 気候変動 適応策 洪水予測

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

2015年関東・東北豪雨や2016年の北海道・東北における豪雨災害などのように近年、大規模な水害が頻発している。また、気候変動による洪水リスクの上昇も危惧されており、洪水による被害をいかに軽減するかが重要な課題となっている。円滑な避難活動や水防活動の実現のためにはリアルタイムでの河川水位の予測が重要となる。河川流モデルを用いた河川水位予測に必要な河川の流下能力の推定には近年では高密度での河川水位の把握が実現されてきており、観測情報と物理モデルをデータ同化により結合した水位予測手法により高い精度での水位予測が可能になると考えられる。また、このような水位予測手法の入力データとして降雨情報が重要となるが事前にどのような降雨パターンが生じるのかを把握・整理していくことは洪水の危険箇所や起こりうる被害パターンの事前の想定に重要であると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究ではまず河川において洪水による危険性の把握が難しい場所を明らかにすることにより、洪水予測が困難となる箇所が河川のどこに位置するのかを整理する。また、洪水外力として大雨がどのような状況で発生するかを整理し、事前の降雨予測の可能性も明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 過去に生じた大雨事例から降雨パターンが変化した場合にピーク水位がどのように変化するかを河川流モデルを用いた感度分析により把握する。これにより、降雨パターンの影響を受けやすい箇所を明らかにする。

(2) 水位予測の入力情報となる降雨の時空間分布データを大量アンサンブル気候データの力学的ダウンスケーリングにより作成し、自己組織化マップにより大雨をもたらす気象場および各気象場の降雨の特徴を分類する。これにより過去の気候で発生した大雨イベントに占める気象要因の頻度および各気象要因の降雨の時空間的な特徴を把握する。また、温暖化進行後の気候においても同様の分析を実施することで、気候変動後における大雨要因の変化および降雨の変化を把握する。

(3) 大量アンサンブルデータを用いて台風の位置と流域での降雨強度の関係性を明らかにする。このような関係性は過去数十年の観測からではサンプル数の不足により把握が難しいが5kmに力学的ダウンスケーリングした大量アンサンブルデータを用いることでより信頼性の高い把握が可能となる。

### 4. 研究成果

(1) 上流端での境界条件として対象流域における流量ハイドログラフを支川それぞれで時間方向に6パターンを設定し、合計216パターンのシミュレーションを実施した。その結果、支川と本川での洪水ピークが重なる事例においては過去の洪水の再現計算で見られる水位よりも高くなることが明らかとなった。そのような危険性の高まる位置はハイドログラフのパターンごとに異なることから、本研究で実施した膨大な数の条件設定による危険度の算出の有効性は高いと考えられる。また、そのような影響の生じ方は支川特性によって異なり、洪水ピークの時間的な一致が危険性にもたらす影響は支川ごとに評価すべきであることがわかった。得られた結果は水位予測の難易度および予測における観測位置の重要性とも結びつくと考えられる。

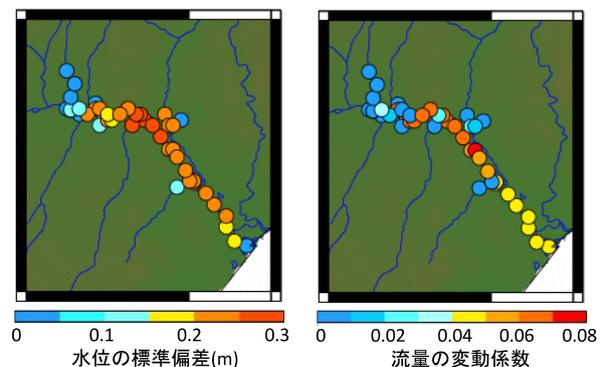


図1 流量ハイドログラフの時間差によるピーク水位とピーク流量の変動係数①

(2) 大量アンサンブルデータの5kmへの力学的ダウンスケーリングにより、これまでに観測された大雨の特徴をよく表すことが確認された。このデータを用いることで数千年の年最大降雨パターンを考慮することが可能となり、これまでの数十年では観測されていないが発生しうる大雨パターンを考慮することが可能となった。また、温暖化進行後の気候における降雨量の増大の定量化や降雨の時空間パターンの変化を把握した。大雨をもたらすパターンの分類結果から、降雨量の増大は大雨をもたらす気象場の出現頻度の違いではなく、各気象場の降雨量の増大が支配的であることもわかった。

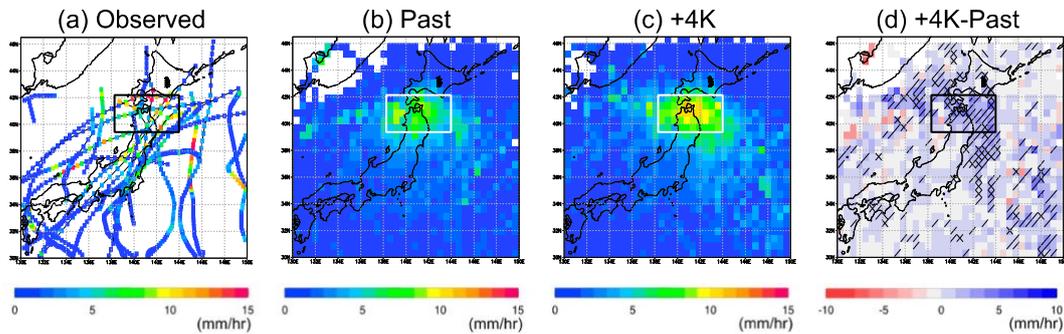


図 2 熱帯低気圧の中心位置における流域での 1 時間降雨強度 (左から、観測値、d4PDF 過去実験、d4PDF 4°C 上昇実験、4°C 実験と過去実験の差) ②

(3) 5km へ力学的ダウンスケーリングを実施した大量アンサンブルデータを用いて台風の位置と対象流域にもたらされる降雨強度の関係を把握した。この結果、台風が位置することで大雨となる領域が明瞭となり、台風の進路予測を踏まえた洪水予測および最悪な降雨をもたらす台風のパターン把握へとつながると考えられる。また、台風により大雨となりやすい支川流域も明らかとなった。温暖化進行後の気候における台風がもたらす降雨量の増加量も把握可能となり、地形の影響で大雨となりやすい流域においてはより降雨が増大しやすいことが示唆された。このような起こりうる降雨イベントの事前の把握と(1)で述べた洪水パターンの影響を組み合わせることで擬似的な洪水予測性能の検証が可能となる上、将来の気候における水位予測性能の変化を評価できる可能性が示された。

<引用文献>

- ① 安藤麻衣、星野剛、山田朋人、十勝川を対象とした支川の流量の不確かさが本川のピーク水位・流量に及ぼす影響、土木学会論文集 B1(水工学)、第 74 巻、2018、I\_115-I\_120
- ② Hoshino, T., Yamada, T. J., & Kawase, H. Evaluation for Characteristics of Tropical Cyclone Induced Heavy Rainfall over the Sub-basins in The Central Hokkaido, Northern Japan by 5-km Large Ensemble Experiments. Atmosphere, 11(435), 2020, 1-11.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 星野剛, 山田朋人	4. 巻 74
2. 論文標題 大量アンサンブル気候予測データを用いた年最大降雨の時空間特性の将来変化の把握-十勝川流域を対象として-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集G(環境)	6. 最初と最後の頁 I_25 ~ I_31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 星野剛, 山田朋人, 稲津将, 佐藤友徳, 川瀬宏明, 杉本 志織	4. 巻 74
2. 論文標題 大量アンサンブル気候予測データを用いた大雨の時空間特性とその将来変化の分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_13 ~ I_18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人	4. 巻 74
2. 論文標題 十勝川を対象とした支川の流量の不確かさが本川のピーク水位・流量に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学)	6. 最初と最後の頁 I_115 ~ I_120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 洪水時における支川の流量ハイドログラフの時間差が河道内の水理に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会平成30年度全国大会第73回年次学術講演会 要項集	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hoshino Tsuyoshi、Yamada Tomohito J.、Kawase Hiroaki	4. 巻 11
2. 論文標題 Evaluation for Characteristics of Tropical Cyclone Induced Heavy Rainfall over the Sub-basins in The Central Hokkaido, Northern Japan by 5-km Large Ensemble Experiments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 435 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos11050435	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 山田朋人, 星野剛, 舩屋繁和, 植村郁彦, 吉田隆年, 大村宣明, 山本太郎, 千葉学, 戸村翔, 時岡真治, 佐々木博文, 濱田悠貴, 中津川誠
2. 発表標題 北海道における気候変動に伴う洪水外力の変化
3. 学会等名 土木学会2018年度河川技術に関するシンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 大量アンサンブルデータを用いた北海道における年最大降雨の時空間特性の将来変化の把握
3. 学会等名 土木学会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 洪水時における支川の流量ハイドログラフの時間差が河道内の水理に与える影響
3. 学会等名 土木学会第73回年次学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 十勝川流域において洪水ピークの時間差が河川水位および流量に与える影響
3. 学会等名 水文・水資源学会2018年度研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 大量アンサンブル気候予測データを用いた年最大降雨の時空間特性の将来変化の把握-十勝川流域を対象として-
3. 学会等名 土木学会第26回地球環境シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野剛, 山田朋人, 稲津將, 佐藤友徳, 川瀬宏明, 杉本 志織
2. 発表標題 大量アンサンブル気候予測データを用いた大雨の時空間特性とその将来変化の分析
3. 学会等名 土木学会第63回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 舩屋繁和, 植村郁彦, 吉田隆年, 大村宣明, 千葉学, 戸村翔, 山本太郎, 時岡真治, 佐々木博文, 濱田悠貴, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 実河川流域における大量アンサンブル気候予測データに基づく不確実性を考慮した将来気候下での確率雨量
3. 学会等名 土木学会第63回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 植村郁彦, 舩屋繁和, 吉田隆年, 大村宣明, 千葉学, 戸村翔, 山本太郎, 時岡真治, 佐々木博文, 濱田悠貴, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 実河川流域における大量アンサンブル気候予測データに基づく年最大流域平均雨量の算定
3. 学会等名 土木学会第63回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 十勝川を対象とした支川の流量の不確かさが本川のピーク水位・流量に及ぼす影響
3. 学会等名 土木学会第63回水工学講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 温暖化の進行度合いに着目した北海道内の一級水系の年最大降雨量
3. 学会等名 土木学会北海道支部平成30年度年次技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安藤麻衣, 星野剛, 山田朋人
2. 発表標題 十勝川流域において上流の流量の不確か性が下流に与える影響
3. 学会等名 土木学会北海道支部平成30年度年次技術研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----