

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 8 日現在

機関番号：23201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04372

研究課題名(和文) 心理学と水工学の融合による人の心に届く防災情報・ツールの開発

研究課題名(英文) Development of user-friendly hazard maps and information based on flood inundation analysis and local people's awareness

研究代表者

呉 修一 (Kure, Shuichi)

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：00646995

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、洪水氾濫計算などの従来からの工学の取り組みのみではなく、地域住民や行政組織へのヒアリング、アンケート調査や計算結果の可視化での工夫など、文理融合の取り組みを実施することで、洪水時に人々を事前避難させる防災ツールを開発する事である。

本研究で提案した新しいタイプのハザード情報では、浸水域のリスクランクを水平避難が必要な赤ゾーンと、浸水はするが家屋流失までの危険はない青ゾーンに分けたものである。このような明示方法は、地域住民にも理解しやすいというアンケート結果も出ており、赤ゾーンの住民に注意を直接明示し、水害時の市町村や水防団の対応の労力を地域をしぼり大幅に減らせる可能性が高い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では最悪シナリオとして可能最大洪水をも考慮した氾濫解析を実施することで、リスクの明示を安全側で実施している。これにより、過小評価による被害の発生を抑えることが可能となり、2色のハザードマップの作成が成立する。この2色のハザードマップは住民アンケートからも望ましいものと選定されており、また、市町での防災活動地域の限定にも大きく寄与する。

最後にこれらの結果の明示方法として、一例としてVRを用いて明示する手法を開発した。このような3次元での洪水氾濫の可視化は、ダイナミックな地形と洪水氾濫の恐ろしさを直接的に訴えることが可能となり、今後の防災教育などでは極めて有効なツールであると確信している。

研究成果の概要(英文)：Severe water-related disasters occur in Japan almost yearly due to typhoons and frontal rains; these events often entail evacuation problems. In this research, a questionnaire survey was conducted among local people of Miyagi and Toyama Prefectures to evaluate their awareness of disaster-related information. We also conducted an oral survey encompassing several city hall meetings to investigate problems that have occurred during past disaster responses. As a result of this analysis, we determined that many people do not fully understand locally distributed disaster information. City halls are responsible for many difficult tasks during disaster responses. Therefore, to overcome the evacuation problems investigated in this study, we proposed the distribution of a new hazard information based on probable maximum flood inundation to identify high-risk zones where early evacuation will be required.

研究分野：水工学

キーワード：洪水氾濫解析 ハザードマップ 防災情報 VR 堤防決壊リスク

1. 研究開始当初の背景

洪水災害の頻発が止まらない。平成 27 年関東・東北豪雨では鬼怒川や宮城県大崎市の渋井川で甚大な洪水氾濫が生じ、避難情報発令の遅れなどが問題となった。平成 28 年岩手豪雨では小本川で洪水氾濫が生じ、高齢者グループホームで避難準備情報の意味が理解できなかった 9 名が死亡する事態が生じた（呉ら、日本自然災害科学、2020）。

このような洪水災害の増加を受け、人的被害を軽減するための取組がなされている。ハザードマップに関して、2015 年 7 月に水防法が一部改正され、想定し得る最大規模の洪水を対象としたハザードマップの作成や、水平避難が必要な家屋倒壊等想定区域を明示する試みが始まった。防災情報に関して、気象庁は高解像度降水ナウキャストや土砂災害警戒判定メッシュ情報の運用のみならず、大雨警報（浸水害）の危険度分布、洪水警報の危険度分布などの発表を新たに始めるなど、多くの防災情報の公表に取り組んでいる。また、既存の避難情報（避難指示、避難勧告、避難準備情報）の意味が、一般の人には良く伝わらないという課題から、避難指示（緊急）、避難準備・高齢者等避難開始へと名称が変更された。R3 年度にはより明確とするために、避難勧告が廃止され、避難指示に一本化されるという極めて大きな変化が生じた。

このような事前避難を促す多くの対策がなされているが、今後も洪水被害は頻発するものと危惧されている。それは一般住民の知識と専門家（河川管理者・行政担当者、技術者や学識者）が推進する対策や公表される防災情報には極めて大きなギャップがあり、未だに殆どの住民は水害を我が事と考えていないためである（例えば、Sato・Kure et al. (JDR, 2017) や平成 27 年関東・東北豪雨調査報告書）。これは洪水被害が発生する市長村が毎年異なるとともに、洪水災害の多くは 2 級河川や支川などで生じるため、住民にとっては「対岸の火事」なのが実情である。このような問題は「人の危機意識」と密接に関連し、工学の観点のみでの解決は難しい。

よって、人々を洪水災害から守るため、早め早めの避難をさせるには、どのような対応が必要なのか？これが毎年の悩みであり、本研究の背景であった。この課題と背景は R3 年度の現在もまだまだ変わらないと考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、洪水氾濫計算などの従来からの工学の取り組みのみではなく、地域住民や行政組織へのヒアリング、アンケート調査や、計算結果の可視化での工夫など、文理融合の取り組みを実施することで、洪水時に人々を事前避難させる防災ツール（新しいハザードマップ等）を開発する事である。文理融合の取り組みを通じて『人の心に届く』防災情報・ツールの新展開に挑戦することで、人々を洪水災害から守るため、早め早めの避難をさせるための対応を提案することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では、①洪水氾濫モデルの富山県河川への適用を通じて、最悪を含む複数洪水シナリオを想定した場合の浸水状況を算定する。次に②アンケート・ヒアリング調査を実施し、既存の防災情報・ツールの問題点を整理する。さらに算定した複数洪水シナリオの計算結果を通じて③災害リスクランク評価を通じた水平避難ゾーンの提案や④堤防の決壊リスクマップの提案を実施し、複数の新しいハザードマップの提案を行う。最後に⑤計算結果の可視化に関して複数の案を検討することで、有用な防災情報の見せ方に関して検討を行う。

①の洪水氾濫解析は、申請者が従来から使用している降雨流出・洪水氾濫解析を富山県の 5 つの 1 級河川（神通川、常願寺川、黒部川、庄川、小矢部川）を主に、2 級河川も複数を選定して適用する。過去の出水を十分に再現できることを検証したうえで、各河川での洪水の算定を行う。氾濫解析に関しては富山市内を対象とするために、神通川および常願寺川を対象として複数堤防決壊シナリオを用いて実施している。計算条件の詳細は、八木・呉（土木学会論文集 B1(水工学)、2020) や石川・呉（土木学会論文集 B1(水工学)、2020) に詳しいので、そちらを参照されたい。これらの計算結果（最大浸水深、流速の空間分布）に基づき、③、④、⑤の結果の可視化方法が議論されている。

②のアンケート・ヒアリング調査は、富山県および宮城県の住民を対象としたアンケート調査を実施し、住民の防災情報の理解度などを調査した。さらに、複数市役所を対象とし、水害時に住民の避難を促進するための行政側の課題に関して、ヒアリング調査を行った。アンケート・ヒアリング方法の詳細は呉ら（自然災害科学、2020）を参照されたい。

4. 研究成果

(1) 降雨流出・洪水氾濫シミュレーションの実施

富山県を流れる5つの1級河川（神通川、常願寺川、黒部川、庄川、小矢部川）に2級河川を含め、降雨流出・洪水氾濫モデルを適用した。まず既往出水イベントを対象にモデルパラメータのキャリブレーションを実施したのちに、他の出水イベントの水位・流量データを用いてモデル検証を行った。多くの水位・流量観測所でNash指標や相関係数などの統計指標で評価した結果、水位・流量ともに良好な再現計算結果を得ることが出来た。

次に洪水氾濫解析は富山市を対象に実施するため、神通川右岸と常願寺川左岸の様々な地点で堤防決壊を生じさせ、氾濫解析を実施した。氾濫解析を実施することで、富山市およびその周辺の浸水深・流速などの空間分布を得る事が出来た。洪水氾濫の外力は、計画規模、超過洪水規模および可能最大洪水規模と、最悪シナリオを含む複数シナリオから算定される最大流量を用いて検討を行っている。このように本研究では、最悪シナリオとして可能最大洪水や超過洪水をも考慮した氾濫解析を実施することで、リスクの明示を安全側で実施している。これにより、後述するような2色のハザードマップでの過小評価による被害の発生を抑えることが可能となると考えている。結果の一例として、**図-1**に算定した富山市周辺での最大浸水深の空間分布を示す。これら計算結果の詳細に関しては、八木ら（土木学会論文集 B1(水工学)、2020)、石川・呉（土木学会論文集 B1(水工学)、2020）に詳しいので、これらを参照されたい。

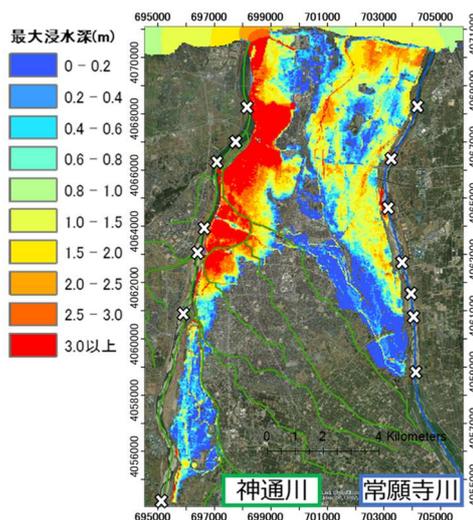


図-1 最大浸水深 (m) の空間分布

(2) アンケート・ヒアリング調査結果

地域住民を対象とした洪水災害に対するアンケート調査より、地域住民の知識や理解度と、現在利用可能な気象・防災情報などのギャップは極めて大きいことが明らかとなった。災害時の気象情報などを有効に利用するには情報に対するある程度のリテラシーが必要であり、地域住民が理解することは不可能に近いと考えるべきである。これらの情報は市町村の避難指示等の発令時の材料として考えるべきであり、住民の自助や共助をサポートできるとは考えないほうが良いことが明らかとなった。またハザードマップの見せ方としては、2色などの簡単で単純なハザードマップが望ましく、現在の複雑なハザードマップは多くの住民が、理解が難しいと考えていることが明らかとなった。

次に、3つの市役所を対象としたヒアリング調査を実施した。今後市町村が取り組むべき課題は、土砂災害に関する避難情報の発令基準の整理と、洪水災害に関する避難情報の発令エリア、重点水害対応地域の選定等であることが明らかとなった。また、常日ごろの自主防災組織や気象台との連携、水害時の対応要員の確保など重要ということも確認された。これらアンケート・ヒアリングの調査結果の詳細は呉ら（自然災害科学、2020）を参照されたい。

本研究では、上記のアンケート・ヒアリング調査結果を踏まえ、今後の防災に向けた防災対応区域の限定およびハザードマップの単純化（2色化）を提案した。このようなわかりやすいハザードマップの明示方法は、地域住民にも理解しやすく、危険ゾーンの住民の注意を直接的に明示するとともに、水害時の市町村や水防団の対応の労力を、活動地域を危険ゾーンだけに集中することで大幅に減らすことを考えている。

(3) 新しいハザードマップの提案

住民にとってわかりやすいハザードマップを新しく開発するため、(1)で実施した洪水氾濫計算結果を用いた。洪水氾濫計算結果の見せ方として、浸水深、流速に基づくリスクランク（**図-2**）を新しく提案し、これに浸水継続時間、水位上昇速度を付加して水平避難・垂直避難に2分したハザードマップ（**図-3**）を提案することが出来た（八木ら、土木学会論文集 B1(水工学)、2020）。本リスクランクの作成では、令和元年の台風19号により長野県千曲川で発生した洪水氾濫による家屋被害の調査結果（八木ら、河川技術論文集、2020）が反映された最新かつ分かりやすいものとなっている。

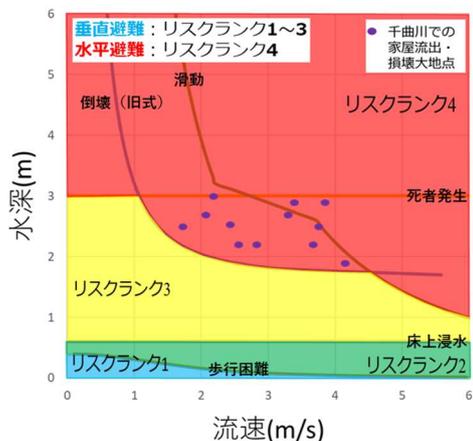


図-2 浸水深と流速によるリスクランク

本研究で提案した新しいタイプのハザード情報では、浸水域のリスクランクを水平避難が必要な赤ゾーンと、浸水はするが家屋流失までの危険はない青ゾーンに分けたものである。このようなハザードの明示方法は、地域住民にも理解しやすいというアンケート結果も出ており、赤ゾーンの住民の注意を直接的に明示するとともに、水害時の市町村や水防団の対応の労力を、地域をしぼることで大幅に減らせる可能性が高い。本研究では最悪シナリオとして可能最大洪水や超過洪水をも考慮した氾濫解析を実施することで、リスクの明示を安全側で実施することで過小評価による被害の発生を抑えられ、2色のハザードマップの作成が成立している。

上記の情報に加えて、堤防の決壊危険度をも明示することができれば、対象とする地域を大幅に限定できる可能性がある。よって、富山県を流れる1級河川の全てを対象として、越水、侵食、浸透ポテンシャルの評価を行った(図-4)。これにより、今後はこの堤防が破堤の危機がありどの地域が危険なのか、この点に関しても住民にわかりやすい情報を提案していける手法が確立された。この情報は特に日本屈指の急流河川を有する富山県では重要になりえる。従来のハザードマップでは記載のなかった、堤防の侵食がどこで起こりえるのか?、これを今後はしっかりと記載していくことが住民のリスクの認識、避難の促進に向けて重要となる。

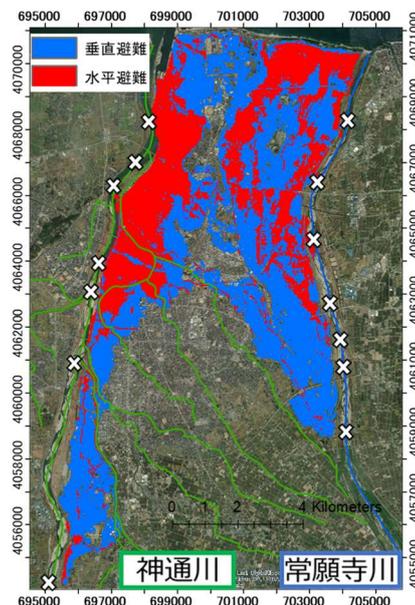


図-3 提案する2色のハザードマップ

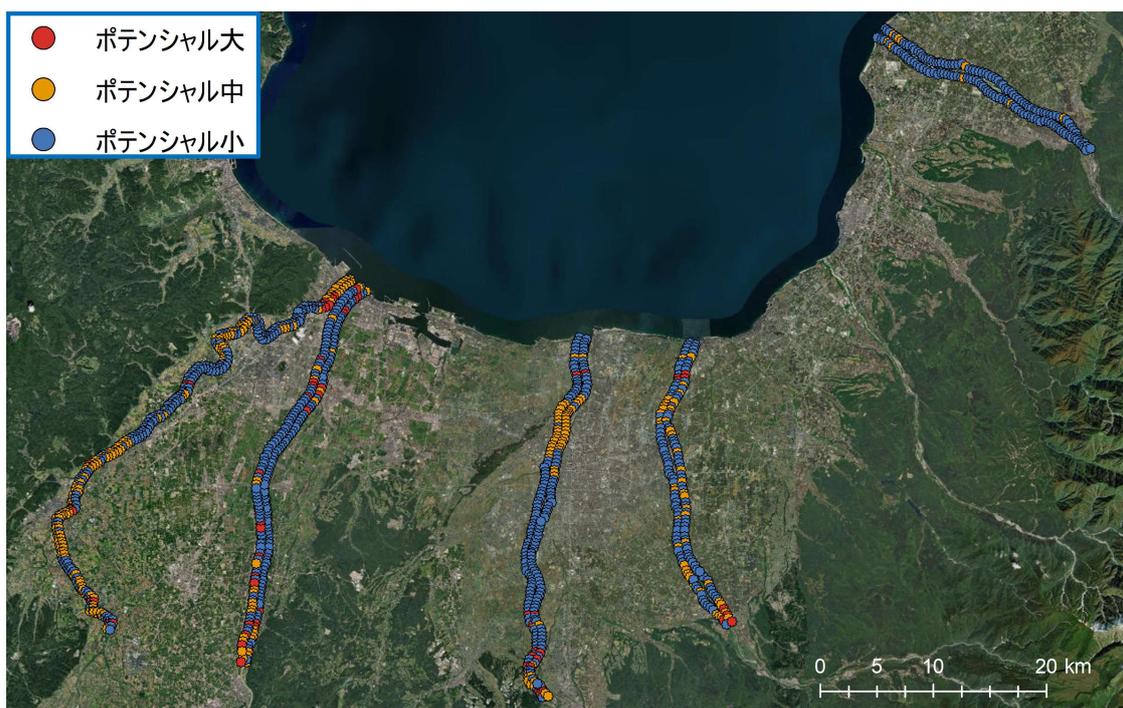


図-4 河川堤防決壊ポテンシャル

(4) 結果の可視化に関する検討

本研究では、洪水氾濫解析結果のわかり易い明示方法として、従来のマップ(浸水想定区域図、ハザードマップなど)の方法以外で、AVS-Expressを使用した動画・アニメーションの作成およびVirtual Reality (VR)で可視化することにも成功している(図-5)。新型コロナウイルスの感染拡大により当初予定での人数を対象とした視聴実験は実施することが出来なかったが、それでも60名以上と極めて多くの方にVRで3次元の地形と氾濫水の挙動を見て頂き、感想を調査することができた。VRを見て頂いた結果、多くの片から、水害リスクの認知と自分の家の立地、水害リスクなどの多くを学ぶことが出来たと高い評価を得ることが出来た。特に富山での山地



図-5 氾濫解析結果のVRでの可視化の様子

から富山湾へとダイナミックに地形が変わるような流域では、3次元での表示は極めて有益であることが確認された。このようなVRは防災・教育イベントで人を引き付けるツールとしても期待され、今後の防災・教育現場では必須となるアイテムであると確信している。

(5) 本研究のまとめ

以上、本研究では最悪シナリオとして可能最大洪水や超過洪水をも考慮した氾濫解析を実施することで、リスクの明示を安全側で実施している。これにより、過小評価による被害の発生を抑えることが可能となり、2色のハザードマップの作成が成立する。この2色のハザードマップは住民アンケートからも望ましいものと選定されており、また、市町を対象としたヒアリングで課題としてあがった防災活動地域の限定にも大きく寄与する。加えて、本研究ではリスクの明示方法として堤防決壊危険地域を明示することを提案している。侵食、越水、浸透ポテンシャルを算定することで危険な堤防の位置を明示することは今後、極めて重要な取り組みであるであろう。

最後にこれらの結果の明示方法として、一例としてVRを用いて明示する手法を開発した。このような3次元で動的な氾濫水の挙動の可視化は、ダイナミックな地形と洪水氾濫の恐ろしさを直接的に訴えることが可能となり、今後の防災教育などでは直接・間接的な効果を含めて極めて有効なツール・取り組みであると確信している。

参考文献：

- 1) 石川彰真，呉修一，富山県河川を対象とした洪水解析に基づく堤防の越水・浸透・侵食ポテンシャル評価，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol. 76, No. 2, pp. I_655-I_660, 2020.
- 2) 八木隆聖，呉修一，常願寺川および神通川における洪水氾濫解析とリスクランク評価による垂直・水平避難ゾーンの提案，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol. 76, No. 2, pp. I_715-I_720, 2020.
- 3) 呉修一，千村紘徳，地引泰人，佐藤翔輔，森口周二，邑本俊亮：地域住民を対象とした防災情報の理解度等に関する基礎調査と可能最大洪水を想定した防災対応の提案，自然災害科学，Vol. 38, No. 4, pp. 449-467, 2020.
- 4) 八木隆聖，呉修一，石川彰真，2019年長野県千曲川洪水氾濫を対象とした家屋被害の調査報告と水害調査ガイドライン(案)の改善の提案，河川技術論文集，Vol. 26, pp. 101-106, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 呉修一, 千村紘徳, 地引泰人, 佐藤翔輔, 森口周二, 邑本俊亮	4. 巻 38
2. 論文標題 地域住民を対象とした防災情報の理解度等に関する基礎調査と可能最大洪水を想定した防災対応の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 自然災害科学	6. 最初と最後の頁 449-467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24762/jnds.j.38.4_449	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 -

1. 著者名 尾島由利香, 呉修一, 石川彰真, B. A. Priyambodoho, 丸谷靖幸	4. 巻 75
2. 論文標題 庄川における降雨流出・洪水氾濫解析と可能最大洪水時の利賀ダムの影響評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 I_281-I_287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.g.75.I_281	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 -

1. 著者名 呉修一, 八木隆聖, 石川彰真, 奥野佑太	4. 巻 56
2. 論文標題 2019年長野県千曲川洪水氾濫による家屋被害の状況	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東北地域災害論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 八木隆聖, 呉修一	4. 巻 56
2. 論文標題 洪水氾濫計算結果の見せ方に関する基礎的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東北地域災害論文集	6. 最初と最後の頁 7-12
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 呉修一	4. 巻 55
2. 論文標題 2018年7月西日本豪雨時の富山県内の気象・防災情報に関して	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 東北地域災害論文集	6. 最初と最後の頁 -
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bambang PRIYAMBODOH, 八木隆聖, 木藤あや音, 石川彰真, 呉修一	4. 巻 76
2. 論文標題 2019年長野県千曲川洪水災害における家屋被害状況と氾濫流況の関係	5. 発行年 2020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_619-I_624
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石川彰真, 呉修一	4. 巻 76
2. 論文標題 富山県河川を対象とした洪水解析に基づく堤防の越水・浸透・侵食ポテンシャル評価	5. 発行年 2020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_655-I_660
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 八木隆聖, 呉修一	4. 巻 76
2. 論文標題 常願寺川および神通川における洪水氾濫解析とリスクランク評価による垂直・水平避難ゾーンの提案	5. 発行年 2020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_715-I_720
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 八木隆聖, 呉修一, 石川彰真	4. 巻 26
2. 論文標題 2019年長野県千曲川洪水氾濫を対象とした家屋被害の調査報告と水害調査ガイドライン(案)の改善の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 河川技術論文集	6. 最初と最後の頁 101-106
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 石川彰真, 呉修一, 高橋岳, 京角和希	4. 巻 28
2. 論文標題 粗度係数の設定が富山河川の洪水・侵食危険度評価に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第28回土木学会地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 27-32
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 八木隆聖, 呉修一	4. 巻 28
2. 論文標題 常願寺・神通川における計画規模流量を用いた洪水氾濫解析に基づく垂直・水平避難の区分け	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第28回土木学会地球環境シンポジウム講演集	6. 最初と最後の頁 23-26
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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 八木隆聖, 呉修一
2. 発表標題 神通川・常願寺川を対象とした洪水氾濫計算と新しいハザードマップの提案
3. 学会等名 第4回流域圏保全研究推進セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 呉修一, 石川彰真, 丸谷靖幸
2. 発表標題 富山全河川を対象とした降雨流出解析に基づく水文特性とハザードの相互評価
3. 学会等名 第4回流域圏保全研究推進セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川彰真, 呉修一
2. 発表標題 堤防脆弱性評価に向けた富山全河川での降雨流出解析の適用
3. 学会等名 令和元年度土木学会中部支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 八木隆聖, 呉修一
2. 発表標題 地域住民の避難促進に向けた新しいリスクランク評価
3. 学会等名 令和元年度土木学会中部支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾島由利香, 呉修一
2. 発表標題 庄川における降雨流出計算と洪水氾濫解析
3. 学会等名 土木学会中部支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 R. Yagi, S. Kure, S. Ishikawa
2 . 発表標題 PROBABLE MAXIMUM FLOOD INUNDATION SIMULATION FOR RIVERS IN TOYAMA PREFECTURE, JAPAN
3 . 学会等名 22th IAHR-APD congress 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Ishikawa, S. Kure, R. Yagi, B. PRIYAMBODHO
2 . 発表標題 FLOOD HAZARD EVALUATION FOR RIVERS IN TOYAMA PREFECTURE, JAPAN
3 . 学会等名 22th IAHR-APD congress 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 R. Yagi, S. Kure, S. Ishikawa, B. PRIYAMBODHO
2 . 発表標題 Development of User-Friendly Hazard Maps and Information Based on Maximum Flood Inundation
3 . 学会等名 ASCE, EWRI congress 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Ishikawa, S. Kure, R. Yagi, B. PRIYAMBODHO
2 . 発表標題 Development of a Real Time Flood Prediction Model for Rivers in Toyama Prefecture, Japan
3 . 学会等名 ASCE, EWRI congress 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 木藤あや音, 呉修一, 八木隆聖
2. 発表標題 家屋の影響を考慮した洪水氾濫解析の提案
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八木隆聖, 呉修一
2. 発表標題 地域住民の避難促進に向けた常願寺川・神通川の洪水氾濫解析
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川彰真, 呉修一
2. 発表標題 富山県全河川を対象とした降雨流出解析に基づく水文特性と河川ハザード評価の比較
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石川彰真, 呉修一
2. 発表標題 重要水防箇所との比較による侵食危険度評価手法の課題検討
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 八木隆聖, 呉修一
2. 発表標題 地域住民の避難促進に向けた垂直・水平避難ゾーンの提案
3. 学会等名 令和2年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

富山県立大学 河海工学研究室(呉研究室) HP http://www.pu-toyama.com/ 想定外を想定する http://www.pu-toyama.com/overview.php 研究業績一覧 http://www.pu-toyama.com/publications.php?lang=jp
--

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
連携研究者	邑本 俊亮 (Muramoto Toshiaki) (80212257)	東北大学・災害科学国際研究所・教授 (11301)	
連携研究者	森口 周二 (Moriguchi Shuji) (20447527)	東北大学・災害科学国際研究所・准教授 (11301)	
連携研究者	佐藤 翔輔 (Sato Shosuke) (00614372)	東北大学・災害科学国際研究所・准教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
連携研究者	地引 泰人 (Jibiki Yasuhito) (10598866)	東北大学・災害科学国際研究所・助教 (11301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関