

河川砂防技術研究開発【成果概要】

①研究代表者		氏 名（ふりがな）	所 属	役 職
		久加 朋子（きゅうかともこ）		富山県立大学
②研究テーマ	名称	富山県急流河川における降雨特性変化を考慮した流路変動・被災リスクの検討		
③研究経費 （単位：万円） ※端数切り捨て。		令和 5 年度	令和 6 年度	合 計
		197 万円	394 万円	591 万円
④研究者氏名 （研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏 名		所属機関 役職（※令和7年3月31日現在）		
呉修一		富山県立大学工学部 教授		
⑤技術研究開発の目的・目標 （様式河堤地-2、河堤地-3に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）				
（背景・課題）河川の急勾配区間では、出水時、土砂移動に伴う大規模流路変動により、河川水位が計画高水位を超えずとも河岸・堤防が侵食され、<u>越水なき破堤に至ることが知られている</u>。近年、こうした越水なき破堤は、<u>出水時の流量規模のみでなく、流量ハイドログラフ形状および樹木分布状況から影響を受けることが指摘</u>され始めている。しかし、これらの検討は北海道内河川を対象とした報告が大半を占め、河道形状や樹種、降雨特性の異なる北陸地域急流河川の河道計画に対してどの程度反映させることが可能か、十分に一般性が確認されていない状況にある。 （目的）本研究は、富山県一級河川（主に庄川・常願寺川）を対象とし、流出解析と非定常 2 次元流れ・河床変動解析を行い、富山県河川の地質や降雨特性、河道内樹木を考慮した上で、<u>将来の降雨特性変化が流域内での土砂移動、流路変動および河岸・堤防侵食リスクに与える影響を明らかにすることを目的とする</u>。 （1 年目：R5 の達成目標）1 年目は、富山県内有数の急流河川である<u>庄川河川区間を対象</u>とし、既往降雨・出水に関する水文データおよび流路変動、被災データ等の整理・分析を行う（呉、久加）。ならびに、既往降雨を対象とした降雨・流出解析より流量ハイドログラフの再現検証を行う（呉）と共に、既往出水を対象とした非定常 2 次元河床変動解析による<u>流路変動と河岸・堤防被災の再現検証</u>を行う（久加）。再現検証には H16 年既往最大洪水時の流量ハイドログラフを用い、痕跡水位より計算精度の検証を行うものとする。 （2 年目：R6 の達成目標）2 年目の研究では、1 年目の庄川に加えて、洪水継続時間や土砂供給特性の異なる<u>常願寺川</u>の検討も実施する。既往降雨・出水に関する水文データおよび流路変動、被災データ等の整理・分析を行う（呉、久加）。ならびに、既往最大出水を対象とした非定常 2 次元河床変動解析による<u>流路変動と河岸・堤防被災の再現検証</u>を行う（久加・呉）。再現検証には S44 年既往最大洪水時の流量ハイドログラフを用い、痕跡水位より計算精度の検証を行うものとする。加えて、常願寺川では S44 から現在にかけて河床材料構成が大きく変化しており、これの影響についての検討を行う。これらの結果を用い、<u>庄川と常願寺川における流路変動・被災リスクの検討</u>までを実施する。増額部分については、<u>河道内樹木</u>の影響を検討に加える。庄川および常願寺川では、近年、以前に比べて河道内への樹木侵入が増えている。経年変化について、衛星画像・航空写真から把握するとともに、得られた値を平面 2 次元河床変動計算へと取り込み、樹林化の影響を評価する。また、ヒアリングにて指摘された<u>霞堤</u>についての検討も実施する。成果は富山河川国道事務所と共有するほか、県内で定期開催している<u>富山河川研究会</u>にて県内の建設コンサルタント企業や行政関係者等とも情報共有を行う。				

⑥研究成果 (具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

1. 庄川：

庄川を対象とし、(1) 既往降雨・出水に関する水文データおよび流路変動、被災データ等の整理・分析、航空写真と衛星画像を用いた長期的な樹林化動態の把握、(2) 2004年既往最大出水時(3,396m³/s)の流量ハイドログラフを用いた平面2次元河床変動解析と複数シナリオ下での平面2次元河床変動解析、樹木動態モデル開発と庄川への適応、霞堤を考慮した出水シナリオでの数値計算を実施した。

(1) 護岸・堤防被災箇所および回数等の整理には、令和3年庄川現況平面図(富山県河川国道事務所提供)等を用いた。結果、近年の河岸侵食による被災は中・下流域(昔の被災箇所が多い)よりも上流側のとなみ野大橋18.7kから雄神大橋21.6k付近で生じていることを確認した。

庄川における流路変動の経年変化の把握には、航空写真(2003, 2004, 2007年)および衛星画像

(2014, 2017, 2018, 2020年)を用いた。図-1より、現況の庄川は18.0k付近を境に流路形態が変わり、7.6~18.6k付近は多列砂州であるが、18.0kより上流側は低水路幅が狭く単列化傾向にあると分かる。図-2より2007と2021年の平面形状を比較すると、近年は流路が堤防際に寄る箇所(断面3など)が増加すると共に、以前に比べて中・上流域での流路単列化が進行しているようである。つまり、近年の河岸侵食被災は、比較的流れが蛇行化しやすい状況のもとで生じていると考えられる。

庄川河床材料の平均粒径は、図-3より18.0k付近を境界に変化する傾向にあると分かる。H16年の平均粒径は、5.0~18.0kで約50mm、18.0~24.0kで約75mmであった。この急な粒径変化は、前述のとおり、低水路幅拡幅に伴う流路形態の変化によるものと考えられる。

続いて、庄川における長期的な樹木分布の変化を把握するため、4.0k~26.0kの区間を対象に衛星画像解析(Landsat5, 8, 9, Sentinel-2A, 2B)を実施した。衛星画像の選定・解析にはGoogle Earth Engineを用い、画像選定には5~10月の期間における被雲率30%以下(河川の上の被雲なし)を選定した。画像解析は庄川堤外地内のみを対象とし、NDVI値を算出し、 $NDVI \geq 0.45$ と樹木域と判定し(WorldView2画像との精度比較より決定)、樹林化状況の可視化と面積を求めた。結果、図-4より、樹木は2004年の既往最大洪水により一度流失したものの、2010年には出水前よりも繁茂域が広がったと分かる。これは、高水敷・砂州上への種子や枝・根等の供給により、新規発芽や再萌芽が広域で生じたためと考えられる。樹種は、河川水辺の国勢調査および現地踏査(2024年実施)より、上流側でスルデ高木林、下流側でヤナギの低木林(再萌芽も多数)が優占種と判断された。

(2) 平面2次元河床変動解析 (CaseS1~S7, CaseV1~V2, CaseK1~K4: 庄川霞堤計算は省略)

数値解析には、オープンソース・フリーソフトのiRIC Nays2DHを用いた。ただし、超過洪水および河岸侵食を伴う河床変動計算を実施するため、低水護岸(固定床)を安息角にて崩落させると共に崩落時に移動床へ戻る修正を追加した。また、動的植生モデルとして樹木侵入・流出モデル追加を行った。樹木侵入は冠水判定モデルと粒子(種子)追跡モデルの2つを検討したが、今回は水位判定モデル結果を報告する。侵入直後の樹高は0mとし、樹木成長速度と成長上限を1m/年、10mと与えた。樹木流失は河床侵食深と樹根との比較で判定し、樹根には成長速度と上限0.4mを与えた。計算格子のサイズは約5×5mとし、初期河床にはR3年度グリーンレーザ測量でのLPデータ(富山河川国道事務所提供)を与えた。検討区間は5.0~24.0kとするが、本検討では計算精度を重視した一様粒径での数値解析と、霞堤効果を考慮するための混合粒径モデルでの数値解析と2タイプを実施した。一様粒径を用いての数値解析では、中・下流域(5k~17k)と上流域(15.6k~23.4k)との2区間に分け、河床材料には各々55mmと75mmを与えた。混合粒径の計算では上流から下流までを一貫で計算区間とし、河

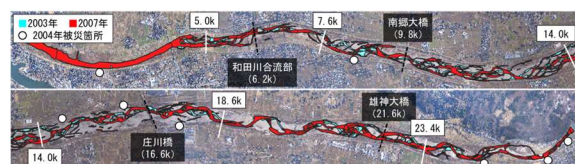


図-1 既往最大出水(2004)前後の流路位置変化



図-2 2007年と2021年の流路位置の変化

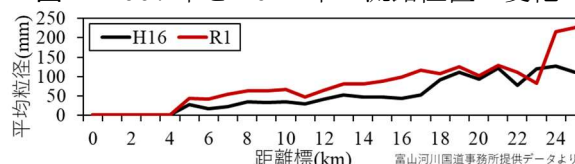


図-3 庄川における平均粒径の縦断変化

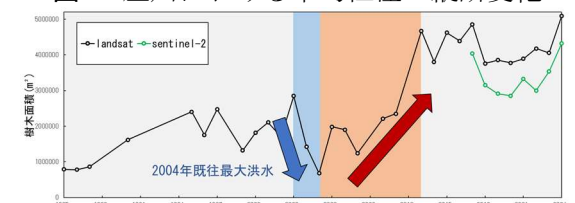


図-4 庄川における樹木面積の経年変化

床材料はR1庄川粒度分布データを参考に与えた。粗度係数は痕跡水位との精度比較の結果、低水路を0.03、高水敷を0.035と決定した。表-1に計算ケースを、図-4に流量ハイドログラフを示す。CaseS1は2004年既往最大洪水の流量ハイドログラフを用いた河床変動の再現計算である。計算結果は痕跡水位等と比較して精度検証の後、流路変動および堤防越水・側方侵食リスクについて考察した。CaseS2～CaseS4は、流量規模増加に伴う越水危険箇所の評価のみを目的とし、流量一定条件で流れのみ計算した。CaseS5～CaseS7は、流量増加に伴う流路変動・河岸侵食リスクを考慮するため、河床変動解析計算を実施した。CaseV1はCaseS-1に樹木を考慮したケースである。CaseV2は2022～2024年を対象に樹木の新規侵入・成長・流出の影響までの考慮を試みたケースである。他、CaseK1, K5, K6として霞堤まで考慮したケースも実施した。

図-6に、CaseS1 (2004年既往最大洪水) の水深、河床変動量と掃流砂量コンター図を示す。上流区間 (図-6上段) では、中・下流区間に比べて流路の蛇行形状と水衝部とが明瞭に形成され、計算終了時、左岸19.4kおよび左岸22.4～22.8kで堤防護岸一部欠損が確認された。いずれも出水前から水衝部であった場所である。中・下流区間 (図-6下段) では、7.6kより上流側にて河床変動が活発であり、13.0k～16.6k区間では多列砂州の移動を伴う流路変動が認められた。多列化して流れるため、上流に比べて水衝部への流れの集中は少ない。流量規模の異なるCaseS5～S7 (図-7) では、破堤は確認されなかったが、流量規模に応じて堤防欠損箇所が変化した。計画高水流量規模であるCaseS5では、堤防欠損箇所として左岸12.2k (砂州移動による新規水衝部)、左岸19.4k (出水前から水衝部)、左岸22.0k付近 (砂州移動による新規水衝部)、左岸22.4～22.6k (出水前から水衝部) が確認された。続いて、超過洪水であるCaseS6とCaseS7では右岸6.6k付近にて越水、新たな侵食箇所には左岸13.0k付近、左岸19.4k付近と左岸22.4k付近の侵食範囲の下流方向への延伸が見られた。

図-8に、CaseS1とCaseSV1の上流域での計算終了時の水深コンター図を示す。現況の庄川樹木を考慮した場合、上流域では図の2か所 (黄枠左岸、橙丸) の2か所を除き、樹木の影響は小さかった。これは、現況の庄川では樹木よりも砂州比高等の地形的影響が支配的であることを示すと考えられる。ただし、黄枠の箇所ではCaseS1に比べてCaseSV1では水衝部の下流への移動が抑制され、減水期にかけて局所洗堀が生じることで流路の側方移動量が増加した。今後、植生密生度の再検討も含め、樹木の影響が出やすい場所の精査を行う。

表-1 計算ケース (V:植生有, K:霞堤考慮)

ケース	計算条件
Case S1,SV1,K1	河床変動計算, 2004 出水再現計算
Case S2	流れのみ, 計画高水 5,800 m ³ /s
Case S3	流れのみ, 超過洪水 7,000 m ³ /s
Case S4	流れのみ, 超過洪水 9,800 m ³ /s (検討 3)
Case S5,K5	河床変動計算, 計画高水流量 5,800 m ³ /s
Case S6,K6	河床変動計算, 超過洪水 7,000 m ³ /s
Case S7	河床変動計算, 超過洪水 9,800 m ³ /s
Case SV2	2022～2024 出水, 河床変動+動的樹木

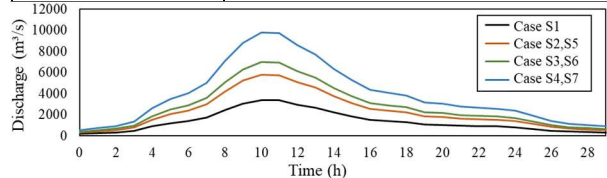


図-5 流量ハイドログラフ (CaseS1～CaseS7)

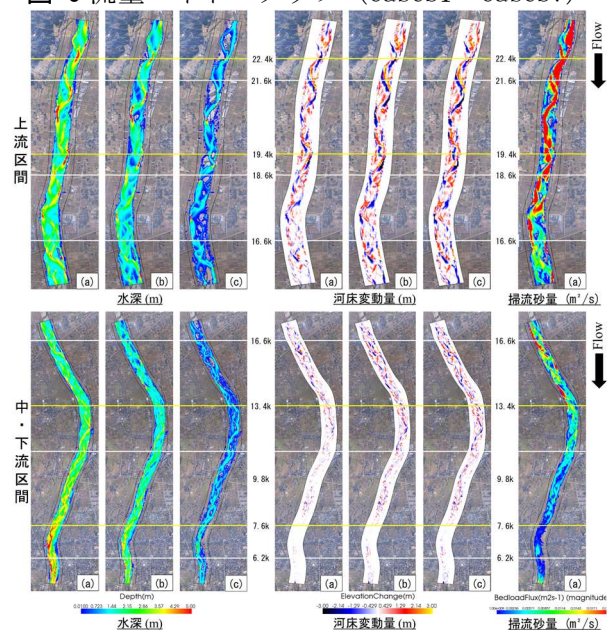


図-6 CaseS1 結果, 上) 上流域, 下) 中・下流域

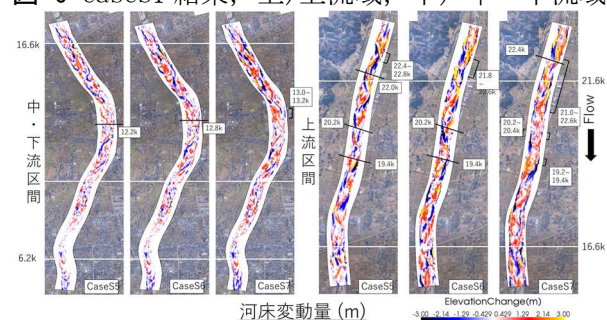


図-7 CaseS2～S4, 左) 中・下流域, 右) 上流域

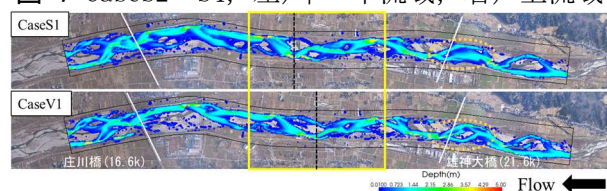


図-8 CaseS1 と V1, 計算終了時水深コンター図

2. 常願寺川：常願寺川（図-9）を対象とし、庄川と同様の検討を実施した。

(1) 護岸・堤防被災箇所および回数の整理には、令和3年常願寺川河川現況平面図等を用いた。結果、近年の河岸侵食による被災は上流域よりも7.0k～14.0k付近の中流域で生じていることを確認した。

これは、常願寺川航空写真より流路変動の経年変化を確認すると、近年の上流域は河床低下傾向で流路蛇行角が小さく、護岸付近に水衝部が位置しない反面、中流域の流路は複列砂州だが以前より蛇行角が大きく、護岸付近に流路水衝部が形成されるためと考えられる。ただし、常願寺川では2005年に1700m³/s出水を記録しているものの、近年の地形条件での既往最大規模出水（3975m³/s）での流路変動や河岸侵食リスクを航空写真等のみから考察することは以下の理由から難しい。

常願寺川では10.0k（大日橋）付近を境に上流側で河床低下、下流側で河床上昇傾向にあるが、この変化は1991年以降、比較的安定している。これに伴う河床材料の変化（図-10）を確認すると、河道掘削が活発であった1990年以前は全区間で粒径が小さく、とくに1969年既往最大出水後は全川に渡って細粒化が認められる。一方、砂利採取量が減る1990年以降は急激な粗粒化が認められる他、現地調査（2024）より大粒径の間に多量の細粒成分（450～850μm程度）が存在するような河床材料構成（図-11）であることを確認した。

続いて、常願寺川における長期的な樹木分布の変化を把握するため、3.0k～18.0kの区間を対象に庄川と同様の方法で衛星画像解析（Landsat5,7,8）を実施した。結果、図-12より、河道内樹木面積は1985年～2010年の期間は大きな変化がない一方で、2010年から2014年の短期間で急激に面積増加したことが分かる。この急激な樹木面積の増加は、常願寺川の時間流量の経年変化から考察すると、2005年に1,720m³/sと比較的大きな出水が生じた後、2010年～2014年の期間の流量が他の年と比べて400m³/s程度と比較的低い値を示しており、大出水で砂州や高水敷上に種子や枝等が新規定着し、それらが安定して成長する環境が続いたためと推察される。

(2) 平面2次元河床変動解析（CaseJ1～J3, CaseJV1:常願寺川植生, CaseJK1霞堤考慮計算）

数値解析には、修正したiRIC Nays2DHを用いた。初期河床にはR3年度グリーンレーザー測量でのLPデータ（富山河川国道事務所提供）を与え、検討区間は12.7k～19.7kを対象とした（12.7kより下流域の検討は中規模出水まで実施：紙面上省略）。表-2に計算ケースを、図-13に流量ハイドログラフを示す。CaseJ1は1961年既往最大洪水の流量ハイドログラフを用いた河床変動の再現計算である。計算結果は痕跡水位および破堤箇所・流況と比較して精度検証の後、流路変動および側方侵食リスクについて考察した。CaseJ2～CaseJ3は、近年の地形や河床材料の条件下における既往最大出水下での流路変動特性や側方侵食リスクを検討したケースである。CaseJV1はCaseJ2に樹木を考慮、CaseJK1はCaseJ2に霞堤を考慮したケースである。なお、CaseJ1では当時の河床材料に細粒成分が多いため、数値振動を交換層に1968年粒度分布（14.0k）、堆積層に1993年（18.0k）の粒度分布を与え、河床侵食に伴い粗い粒径が現れるようにした。CaseJ2とCaseJ3は各々2013年と1993年の粒度分布を交換層・堆積層ともに与えている。交換層厚、堆積層厚は最大粒径を考慮してCaseJ1では0.3m、0.7mとし、CaseJ2とCaseJ3では0.7m、0.7mとした。

表-2 計算ケース（JV:植生有）

ケース	計算条件（河床変動計算）
Case J1	1964 出水再現計算, 1968 地形, 1968 河床材料
Case J2	1964 出水, 2022 地形, 2013 河床材料
Case J3	1964 出水, 2022 地形, 1993 河床材料
Case JV1	1964 出水, CaseJ2 に植生考慮
Case JK1	1964 出水, CaseJ2 に霞堤考慮



図-9 既往最大出水(1969)前後の流路位置変化

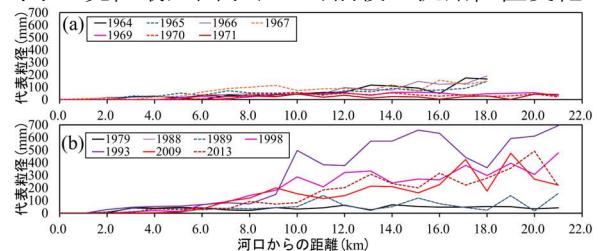


図-10 常願寺川における平均粒径の縦断変化



図-11 常願寺川の河床材料調査(2024)

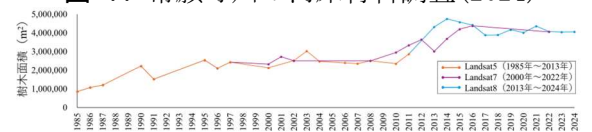


図-12 常願寺川における樹木面積の経年変化

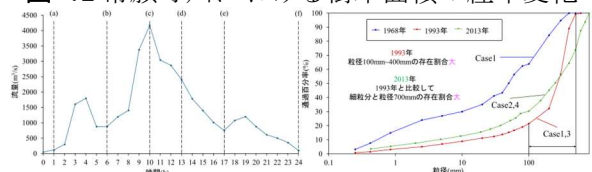


図-13 流量ハイドログラフ（1964）・混合粒径

図-14に、CaseJ1（1964年既往最大洪水）の水深と河床変動量コンター図を示す。本計算では破堤には至らなかったものの、17.7k右岸側にて堤防欠損の再現を行うことができた。流量ピーク前（図-14b）と計算終了時刻（図-14f）での流路位置を確認すると、1969年の河床材料と既往最大流量のもとではほぼ全範囲で流路変動が確認される。特に越水なき破堤が生じた17.7k右岸付近を詳細に確認すると、時刻(b)からピーク流量時刻(c)，さらに減水時刻にかけて水衝部が破堤箇所へと次第に移動していることが分かる。この流れが1969年8月出水の破堤につながったと考えられる。

次に、図-15にCaseJ1～J3の流量ピーク時の平均流速コンター図を示す。近年地形と河床材料を用いたCaseJ2では、上滝床固右岸側への強い流れの偏流が生じず、堤防欠損まで至らない状況が確認された。これは左岸側への土砂体積量がCaseJ1よりも小規模であったためである。また、上滝床固より下流では初期地形が河床低下傾向であるため、流路は比較的直線的となる傾向が確認された。次いで、CaseJ2に対し、河床材料のみを1993年に戻したCaseJ3では、出水ピークから減水期にかけて右岸側へと流れが偏向し、堤防欠損が生じた。これは、2022年の地形であっても、河床材料構成に細粒分が多く含まれるほど流路変動特性が変化する可能性を示すものであり、今後、出水時に土砂が局所的に堆積しやすい領域などを抽出することで留意する箇所を抽出したいと考えている。図-16には、CaseJ3にて護岸・堤防欠損した場所を示す。図より、既往最大出水規模の出水下に置いて、複数地点での被災リスクが確認された。なお、混合粒径モデルにはモデル自体に未だ精度的課題が内在するため、代表粒径での計算結果との比較等も行いリスク評価を整理する。

この他、CaseJV1では樹木、CaseJK1では霞堤の影響を評価した。結果、本対象区間は比較的河床低下の進む領域であり、樹木密度が高い場合、流路固定化をより促す傾向が示された。霞堤は本対象区間ではほぼ利用されなかった。

3. 超過洪水ハイドログラフの算定

地球温暖化の影響による将来降雨の想定および流出解析を実施することで超過洪水ハイドログラフの算定を実施した。将来降雨はd4PDFデータの20 kmと5 km解像度の2つを使用し、気温上昇の想定には20 km解像度で1.5°C、2°C、4°C上昇を、5 km解像度で2°C、4°C上昇を想定した。まず、データバイアス補正にはピアニの手法等を用い、真値とする再解析雨量とd4PDFデータを比較した。次いで、降雨流出解析を研究者らの開発する分布型水文流出モデルを用いて実施し、相関係数やNASH指標などで良好な計算結果を得た。結果、20 kmと5 kmとの空間解像度の違い、バイアス補正手法の違い、流出モデルの改善の違いが、150年確率および超過確率に与える影響を評価した。また、5 kmの空間解像度では、150年確率の流量増加割合を得た。

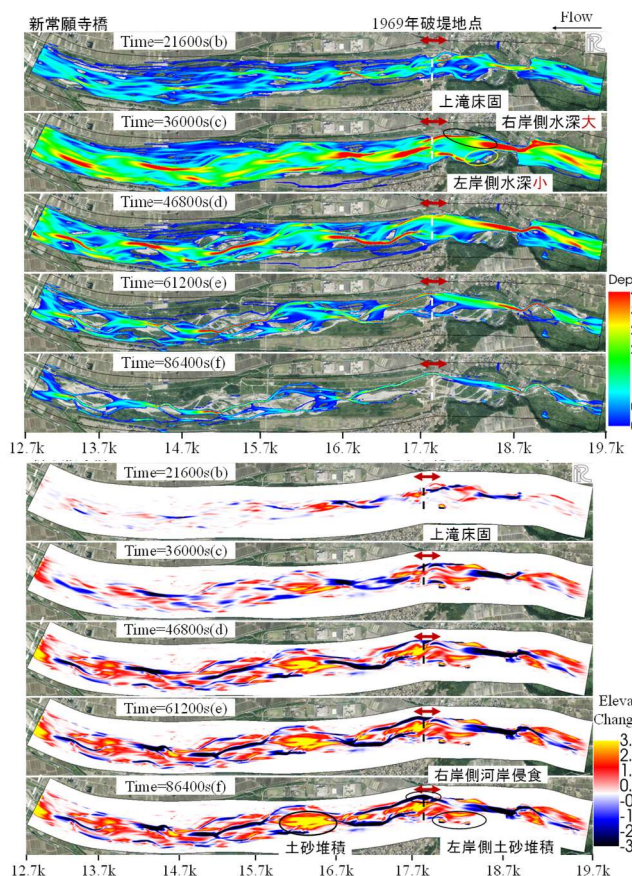


図-14 CaseJ1 の水深・河床変動量コンター図、
図番号は図-13 の時刻に相当

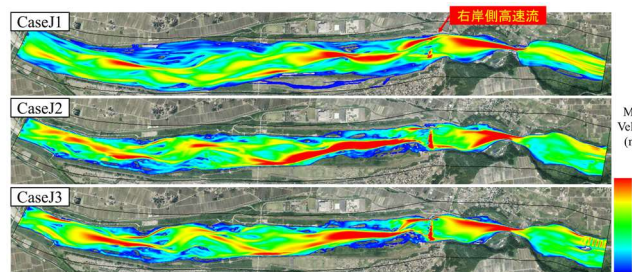


図-15 CaseJ1～J3 の流速コンター図（ピーク時）

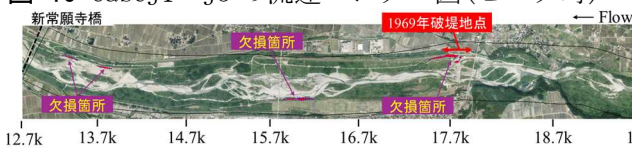


図-16 CaseJ3 の推定被災箇所（計算終了時）

⑦研究成果の発表状況・予定

[学術論文]

- (1) 山本悠賀・久加朋子・藤田正治：常願寺川扇状地における河道物理特性の長期変化の把握と近年の流量規模への応答，土木学会論文集，Vol.80, No.16, 2024.
- (2) 藤下龍澄・呉修一：地球温暖化による1.5℃上昇と各種適応策が富山県河川の洪水・侵食リスクに与える影響評価，土木学会論文集G（環境），Vol.79, No.5, 2024.
- (3) 沼澤蓮音・呉修一：データの不足した中小河川での洪水氾濫解析に向けたLP データの検証，土木学会論文集，Vol.80, No.27, 24-27029, 2024.

[学会発表（国内学会）]

- (1) 東野愛絵・久加朋子：富山県1級河川の庄川・常願寺川における将来降雨規模を考慮した流路変動特性と被災特性の把握—霞堤と樹木動態に着目して—，令和6年度土木学会中部支部研究発表会(2025/3/7,富山).
- (2) 山本悠賀・久加朋子：常願寺川における既往最大出水条件下での河床・流路変動特性の検討，令和6年度土木学会中部支部研究発表会(2025/3/7,富山).
- (3) 沼澤蓮音・藤下龍澄・呉修一：富山県河川における気候変動および侵食ポテンシャルを考慮した地先リスクの評価，令和6年度土木学会中部支部研究発表会(2025/3/7,富山).
- (4) 藤下龍澄・呉修一：富山県河川における流域特性に適した流域治水オプション検討手法の提案，令和6年度土木学会中部支部研究発表会(2025/3/7,富山).
- (5) 佐々木慎司・脇壮健・住友慶三・渡邊健人・久加朋子・清水康行：樹木消長を考慮した河道内変化に関する基礎的研究，令和6年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会（2025/1/25,室蘭）.
- (6) 山本悠賀・久加朋子：常願寺川河川区間における河道内物理環境の長期変化を考慮した河床・流路変動特性の把握，第27回応用生態工学会（2024/9/19,埼玉）.
- (7) 佐々木慎・門脇壮健・住友慶三・渡邊健人・久加朋子・清水康行：樹木消長を考慮した河道内変化要因に関する基礎的研究,第78回土木学会全国大会（2024/9/5, 仙台）.
- (8) 松本晋太郎・呉修一：富山県河川における堤防の侵食リスクを考慮した破堤箇所選定方法の提案，第78回土木学会全国大会（2024/9/5, 仙台）.
- (9) 山本悠賀・久加朋子：常願寺川における堤防決壊リスクの検討，令和5年度土木学会中部支部研究発表会（2024/3/1,名古屋）.
- (10)伊藤なぎさ・久加朋子：富山県河川における既往最大出水下での流れ・河床変動特性の検討，令和5年度土木学会中部支部研究発表会（2024/3/1,名古屋）.
- (11)水野智仁・久加朋子：庄川における河道内樹林化プロセスに伴う流路変動特性の変化，令和5年度土木学会中部支部研究発表会（2024/3/1,名古屋）.
- (12)山本悠賀・久加朋子・藤田正治：常願寺川扇状地における河道物理特性の長期変化の把握と近年の流量規模への応答，第68回水工学講演会（2023/12/12, 大阪）.
- (13) 柘澤志寿・呉修一：地球温暖化が富山県河川の極端洪水に与える影響評価，日本陸水学会甲信越支部第49回研究発表会，P-07, 2023.

[学会発表（国際会議）]

- (1) S. Matsumoto and S. Kure: Presentation of Hazard Information Considering the Characteristics of Flooding in Rapid-flowing Rivers, Japan, AOGS 2024, HS19-A017 (2024/6/25, Pyeongchang, Korea, Poster).
- (2) Y. Yamamoto, T. Kyuka and M. Fujita: Study on the risk of levee failure due to overtopping and bank erosion during extreme flood events in the Joganji River, 9th GEWEX-OSC 2024 SAPPORO (2024/7/9, Sapporo, Poster).
- (3) T. Mizuno, T. Kyuka, S. Kure: Study of channel morphodynamics and bank failure risk in the Shogawa River under extreme flood scenarios, 9th GEWEX-OSC 2024 SAPPORO (2024/7/9, Sapporo, Poster).
- (4) T. Kyuka, S. Yamaguchi, T. Iwasaki and Y. Shimizu: Effects of flood-induced vegetation removal on channel morphodynamics in steep-gradient rivers, 9th GEWEX-OSC 2024 SAPPORO (2024/7/9, Sapporo, Poster).
- (5) H. Numazawa and S. Kure: Flood Inundation Simulations and Dataset Suitable for Poorly Gauged Small Rivers in Japan, 9th GEWEX-OSC 2024 SAPPORO (2024/7/9, Sapporo, Poster).

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

- (1) 水野智仁・久加朋子：庄川における長期的な河道内樹林化プロセスと新規侵入した樹木が流路変動に及ぼす影響，第18回富山川の会（2025/2/27,富山）。
- (2) 山本悠賀・久加朋子：常願寺川における既往最大出水条件下での河床・流路変動特性の検討，第18回富山川の会（2025/2/27,富山）。
- (3) 東野愛絵・久加朋子：1級河川の庄川・常願寺川における将来降雨規模を考慮した流路変動特性と被災特性の把握-霞堤と樹木動態に着目して―，第18回富山川の会（2025/2/27,富山）。
- (4) T. Mizuno and T. Kyuka: Study on the channel morphodynamics in the steep-gradient in the Sho River, *Korea-US-Japan Joint Research Seminar on River Hydraulics* (2024/9/2, Sapporo, Oral).
- (5) Y. Yamamoto and T. Kyuka: Study on the flow scale that governs the physical environment of the Joganji River, *Korea-US-Japan Joint Research Seminar on River Hydraulics* (2024/9/2, Sapporo, Oral)。
- (6) 久加朋子：河川における流れと河床変動特性を踏まえた被災リスクの考え方，北陸・河川技術講演会・富山（2023/12/14）。

⑨表彰、受賞歴

(単なる研究成果発表は⑧⑨に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

2024 年度地球環境論文奨励賞，地球温暖化による 1.5℃上昇と各種適応策が富山県河川の洪水・侵食リスクに与える影響評価，土木学会地球環境委員会，2024 年 9 月 26 日，藤下龍澄・呉修一。

⑩技術研究開発の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、技術研究開発の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、技術研究開発の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

■技術研究開発の今後の課題

本研究では、庄川・常願寺川という急流河川を対象に、過去の地形・植生変化や既往出水に関する詳細な解析を行い、流路変動や被災リスクの把握に一定の成果を得た。しかし、急流河川特有の粒径分布や流路形態、樹木動態などを精度よく再現するためには、数値解析モデルの更なる改良が必要である。特に、混合粒径モデルについては、常願寺川のように粒径分布が二峰性を示す河川への適用に課題が残る。代表粒径による解析との比較や、モデルの感度検証を通じた補正手法の構築が求められる。また、樹木の侵入・成長・流失に関する動的モデルについても、庄川・常願寺川における実際の植生特性を反映したパラメータ設定や、空間的分布の精度向上が課題である。さらに、数値解析の妥当性を検証するためには、縮尺模型による水路実験や現地観測との比較検討が必要不可欠である。今後、水路実験に基づく検証が課題であると考えられ、これに向けた準備を行いたいと考えている。

■技術研究開発の今後の展望

今後は、これまでの研究成果を踏まえ、庄川・常願寺川における中長期的な流路変動特性や被災リスクの空間分布の整理をさらに進めるとともに、解析モデルの精度向上や適用範囲の拡張に向けた修正・開発を検討していく。また、行政機関や地元企業との連携を通じて、災害リスクや地形変化、出水中の土砂移動が流路変動に与える影響等に関する情報共有についても、順次実施していく予定である。将来降雨特性の変化を考慮した超過洪水ハイドログラフを用いた数値計算結果については、上述のとおり、混合粒径モデル自体の精度検証が必要であり、今後は水路実験との比較を通じた検討が期待される。引き続き、解析モデルの高度化とあわせて、常願寺川および庄川のもつ地形的特性を踏まえつつ、流路変動プロセスの理解と災害リスク評価に関する検討を進めていく必要があると考えている。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本技術研究開発で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

■研究成果の河川砂防行政への反映

急流河川では大出水時、流路蛇行化に伴う水衝部の移動が生じる。このため、直線的に整備されている急流区間ほど危険箇所を事前推定することが難しい。本検討では最新のR3年度取得のグリーンレーザー測量での地形データを用いた検討を行っている。このため、本研究成果は現時点の河床地形における次回の大規模洪水を見据えた破堤リスクを予測するものであり、両河川の重点水防区間と比較した河川管理への活用が可能と考えている。

本研究では、全国有数の急流河川である常願寺川と庄川を対象に、流量規模と流路変動特性との対応関係を明らかにすることを目的として、長期的な物理環境変化の整理、数値解析による流路変動評価、および将来降雨を考慮した超過洪水解析等を実施した。また、新たに動的な樹林化モデルを開発し、これを庄川に適用したことで、道内河川において多く報告されている流路変動特性とは異なり、庄川では樹木侵入が過大評価される傾向があることなど、新たな課題も明らかとなった。

今後は、関係機関との情報共有を通じて、これらの研究成果を広く共有することで、単に流量規模だけではなく、急流河川における土砂移動とそれに伴う河道内変化の実態についての理解が進むことが期待される。また、富山川の会など地域の枠組みを通じて、地元企業とも成果を共有し、数値解析を活用した現地検討の可能性や課題について相互理解を深めていくことにもつながると考えられる。これらの活動を通じて、得られた成果は重点区間のリスク評価や管理計画に資するものとして位置づけられ、将来的には河川政策の高度化や実務的活用に向けた基礎知見となることが期待される。