

令和 5 年 6 月 17 日現在

機関番号：54501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04628

研究課題名（和文）周辺河道条件を複合的に考慮した河川合流部地形の合理的維持管理技術の体系化

研究課題名（英文）Systematization of rational maintenance and management methods that take into account the river channel conditions in the vicinity of river confluence topography.

研究代表者

神田 佳一（KANDA, KEIICHI）

明石工業高等専門学校・都市システム工学科・教授

研究者番号：60214722

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：兵庫県に加古川では、加古川大堰の建設以降、その上流区間である左支川的美濃川の合流部において、それまで左岸に形成されていた砂州が、右岸に移動して肥大化し、疎通能の低下等の課題が生じている。本研究では、加古川と美濃川合流部周辺の河川地形の変遷とその形成要因を明らかにすることを目的として、現地観測と堰の湛水及び上流河道の弯曲の影響を考慮した模型実験及び数値解析を行い、河川地形に影響を及ぼす合流部の流れ特性について考察するとともに、合流部における砂州の制御法としての水制工の水理機能とその効果について検証し、周辺河道条件を複合的に考慮した河川合流部地形の合理的な維持管理手法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に合流部では、合流角の増大に伴って合流直下での剥離域の増大と堆砂が生じて砂州が形成されるが、加古川・美濃川合流部のような合流部対岸に砂州が形成されるケースはまれであり、河川管理上その形成メカニズムの解明が求められている。本研究では、上流河道の弯曲や下流部の堰による湛水効果など周辺河道の特性を考慮した河川合流部の流れ及び河床変動特性を明らかにするとともに、合流部における砂州の制御法としての水制工の水理機能を評価するが、このような合流部への水制の適用例は少なく、その河床変動に及ぼす効果を解明することは、水制による河川地形の制御効果を検証する上でも、学術的・社会的に非常に重要であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In the Kako River in Hyogo Prefecture, since the construction of the Kako River weir, sandbars that had been formed on the left bank of the Kako River have moved to the right bank and become enlarged at the confluence of the left tributary river, which is the upstream section of the weir, resulting in problems such as reduced communication capacity. This study aims to clarify the changes in river morphology around the confluence of the Kako River and the Mino River and the factors that influence the formation of sandbars. The hydraulic function and effectiveness of water control works as a control method for sandbars at the confluence were also verified, and a rational maintenance and management method for the confluence topography was proposed, taking into account the surrounding river channel conditions.

研究分野：水工学

キーワード：河川合流 河床変動 模型実験 数値解析 水制

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

大規模な地形改変やダム・井堰建設をともなう河川整備は、流れと土砂動態に及ぼす影響が大きい。みお筋・砂州が固定化して河川地形の二極化が進み樹林が繁茂するなど、治水・環境上の障害が多く河川で顕在化しており、特に、計画規模の異なる支川が合流する河川合流部では、急激な水位の上昇や合流直後の死水域の形成などによって、複雑な河川地形が発達している。その一例として、兵庫県の粟鹿山(962m)を水源として南流する加古川は、河口より17.5km地点で右に約90度大きく弯曲した後、15.8km地点で流域内最大支川である美囊川が左から合流している。さらにその4km下流には、治水安全度の向上と水需要への対応を目的とした加古川大堰が建設され、1987年から湛水が開始されており、美囊川合流点は、平水時の大堰湛水区間の上流端となっている。このため、洪水時に形成される合流点近傍の河川地形は、美囊川合流の影響のみならず、上流部の弯曲と大堰による背水の影響を受け、合流部右岸下流での砂州の肥大化、濬筋の左岸への偏向・固定化が進行し、それに伴う水面利用域の浅水化、アユ産卵床の消失、樹林化等の治水・河川環境上の諸課題を如何に学術的・合理的に解決するかが問われている。

一方、東播磨地域では、健全な森林管理の面から杉や檜などの良質な間伐材が産出されており、造園芸用資材や公園等の遊具・橋梁材料としての利用が図られているが、防災上の強度不足や腐食などの維持管理上の問題から、河川での土木用構造資材としての利用実績は少なく、合理的な設計基準や管理手法も確立されているとはいえない。これらの間伐材が護岸や水制などの河川構造材料として有効利用されれば、河川流域の環境保全や林業による地域の活性化に繋がる。このため、間伐材を用いた河川構造物の治水防災機能及び環境機能を工学的に評価することは、間伐材の利用価値を高めるための緊急かつ重要な研究課題である。

### 2. 研究の目的

本研究では、近隣の東播磨地域で産出される良質な間伐材を用いた木杭列水制による河川合流部の合理的な管理手法の構築・体系化と、その治水防災機能及び生態環境機能を評価することを目的とする。砂州の肥大・固定化が著しい加古川と美囊川合流部周辺の河川地形の変遷とその形成要因を明らかにするとともに、下流部の堰の湛水及び上流河道の弯曲の影響を考慮した合流水路を用いた模型実験及び数値解析を行う。合流部における砂州の制御法としての木杭列水制工の水理機能とその効果について検証し、周辺河道条件を複合的に考慮した河川合流部地形の合理的な維持管理技術の体系化を目指す。これにより、間伐材の有効利用を促進して健全な森林の維持と環境に優しい川づくりの創出を図りつつ、防災機能の向上と地域の活性化に繋げる。



図1 加古川・美囊川合流部

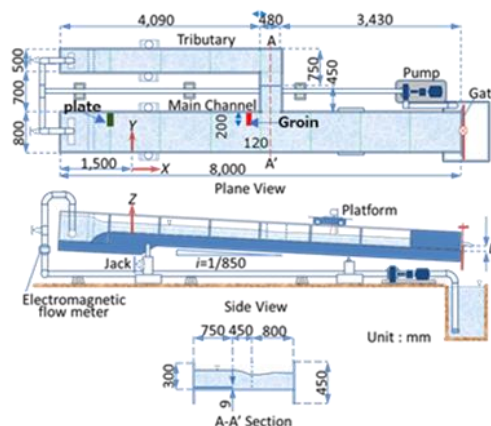


図2 実験水路の概要

### 3. 研究の方法

(1) 加古川大堰建設後の水文諸量、河川横断測量結果、河床材料資料等を収集・整理するとともに、図1に示す研究対象領域において現況の河川測量を行う。これらの成果は、模型実験を行うための合流部の地形条件、上・下流端条件、流量条件等を設定する根拠とするとともに模型実験及び数値解析結果の検証に用いる。また、河川管理者及び間伐材生産関連企業と連携して、東播磨地域の松、杉、檜などの間伐材の産出状況、水制や護岸や堰堤などの構造材料としての使用実績等について調査することにより、経済性の検討も含めてその適用の可能性と範囲を明確にする。

(2) 移動床模型実験水路を用いて合流部地形を再現し、移動床実験を行う。実験水路は、図2に示すような長さ8m、幅0.8mの本川水路に幅0.48mの左支川が直角に合流するもので、本川・

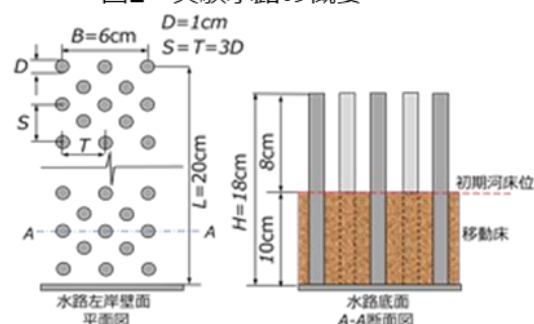


図3 木杭列水制模型の基本形状

支川いずれも両面ガラス張りの鋼製桁長方形断面水路である。現地の本川幅が約200mであることから模型縮尺は1/250とし、河床勾配は現地と同様の1/850である。本川水路の下流端には加古川大堰を模した昇降式の可動堰を設置し、水位の調節を行う。現地の合流部上流河道の弯曲による影響を考慮するため、水路上流端の左岸に水路の1/4幅の板を設置し、弯曲後の流れの横断分布特性を模擬する。河床材料については、現地の河床材料（平均粒径 $d=40\text{mm}$ ）を縮尺1/250で縮小すると0.2mm以下となり、河床波の影響が卓越すると予測されるため、密度 $1.47\text{g/cm}^3$ 、平均粒径1.3mmの様な石炭粉を用い、10cmの厚さで本川水路及び支川水路に敷き詰めた移動床とする。本・支川の流量、下流端水位及び上流部の境界条件については、これまでに行った計画流量規模の流量条件に加えて、年最大及び10年確率程度の洪水を対象として、現地の水文特性に基づいて設定した。

(3) 合流部における砂州の肥大化を抑制するための方策として、合流部直上流の右岸側に不透水制及び木杭列水制工を設置した場合の移動床実験を行い、洪水時の流れと砂州形状の変化について考察するとともに、その水理機能と砂州抑制効果について検証する。木杭水制模型は、図3に示すような、長さ $H=18\text{cm}$ の丸棒を千鳥状に配列したものを基本形状として、合流点直上流( $X=2.35\text{m}$ )左岸に流下方向に対して直角に配置する。丸棒の直径 $D$ は河床材料の粒径との関係から $D=1.0\text{cm}$ とし、水制の設置範囲は河川管理者が計画中の施工範囲を想定して $L=20\text{cm}$ 、 $B=6\text{cm}$ とする。さらに、水制の高さや設置間隔(S及びT)を変化させた場合についても検討を行い、水制の水浸状態や設置密度が合流部の河床形状に及ぼす影響について考察する。

(4) 研究代表者らが開発した2次元浅水流解析モデルを用いて移動床実験の再現計算を行い、その有用性を検討するとともに、地形形成の支配的要因と考えられる大堰による湛水や支川合流等の個別の影響について感度分析を行う。また、2次流の卓越する水制近傍については、公開解析ツール(iRIC)の3次元解析ソルバー(Nays-Cube)を用いて解析を行い、実験結果との比較から水制近傍の詳細な河床形状の評価及び予測を行う。

以上の結果を総合し、周辺河道条件を複合的に考慮した合流部周辺の河川地形の変遷と形成要因を明らかにするとともに、木杭列水制を用いた河川合流部の合理的な維持管理技術の体系化を図る。

#### 4. 研究成果

(1) 加古川・美囊川合流点における河川地形の形成要因に関する模型実験

洪水時を想定した本川流量 $Q_M=5.01\text{/s}$ で、支川流量を変化させた場合の通水後の河床変動量のコンター図を図4に示す。支川流量が $Q_T=1.01\text{/s}$ の場合(a)では、上流河道の弯曲を模した板の遮蔽効果によって流れが右岸側に偏寄し、河床位は右岸側では低下、左岸側では上昇している。一方、合流部では、支川の流入によって大きなエネルギー損失が生じ、混合域上流の水路中心線に沿って主流部の流れが減速されることから、上流からの流砂が堆積して舌状の河床上昇域が生じている。これらの河床変動特性は、下流水位が大きい程より顕著であって、大堰建設後の現地河道でみられたような、大きな砂州状の堆積地形が発達している。

また、支川流量が大きくなると、(b)の結果にみるように、支川合流による混合域の河床低下量は増大するが、その上流域の堆砂量はほとんど変化していない。これらのことから、合流部水路中央から対岸にかけての砂州の形成要因としては、本川上流部の弯曲等の河道形状による影響が最も支配的であって、かつ下流水位の大きい程（堰による湛水効果が大きい程）、砂州の形成領域は拡大するものと考えられる。

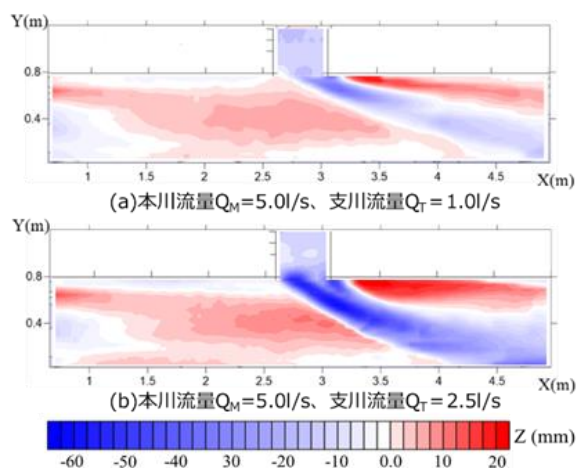


図4 上流の弯曲を模した場合の河床変動量

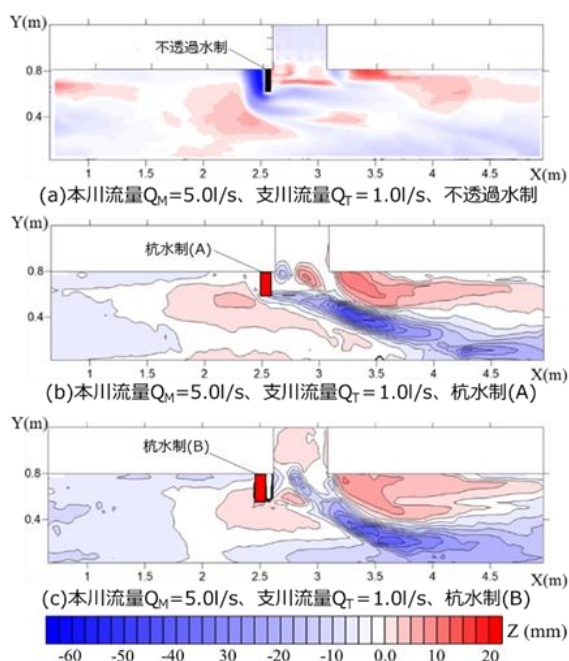


図5 水制を設置した場合の河床変動量

(2) 水制による合流部の河床変動制御に関する模型実験

図5は、図4(a)と同様の水力条件で不透水水制及び図3の杭水制(A)、設置間隔を $S=6D$ とした水制(B)を設置した場合の通水後の河床形状を示したものである。このときの本川流量 $Q_M = 5.01/s$ は、現地では計画規模に相当するもので、水位は水制天端より高く、越流条件となっている。不透水水制を設置した場合(a)の河床変動量を見ると、水制を設置しない場合(図4(a))に比べて、その水刎効果によって水制の先端から下流の右岸方向に発達していた砂州はほぼ完全に消失し、水制の延長線上では水路中央部で最大2.5cmの洗掘が生じている。支川流入による混合域も右岸側にシフトし、合流部下流の右岸側壁に沿って河床が低下している。流失した河床砂は水路下流付近で堆積しており、その影響で水制を設置しない場合よりも水位が高くなっているものと考えられる。また、水制の上流側面及び先端では、既往の研究にみられるような馬蹄形の局所洗掘穴が発達しており、その安定性を確保するには転倒防止等の対策が必要である。一方、杭水制(A)を設置した場合には、杭列によるスリット効果により、水制周辺の河床変動は見られず、不透水水制の背面に生じる支川を閉塞するような堆積土砂もフラッシュされている。また、水制を設置しない場合(図4(a))と比較すると、支川との混合域において右岸方向に発達する洗掘形状は同様な特性を示しているが、合流点上流域の砂州の高さや堆積域はともに減少しており、水制の効果が認められる。杭の設置間隔が大きい杭水制(B)では、水制周辺の堆積形状はさらに縮小するとともに、合流部右岸の洗掘域が増大している。

(3) 合流点における河川地形の形成要因及び水制の効果に関する数値解析

合流部の流れ及び河床変動に関する実験結果を検証するため、平面二次元流の数値解析を行った。基礎式は、以下に示す平面2次元の連続式と運動方程式及び流砂の連続式である。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D_x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D_y \quad (3)$$

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{1-\lambda} \left( \frac{\partial q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by}}{\partial y} \right) = 0 \quad (4)$$

ここで、 $x, y$ : 平面直交座標、 $u, v$ :  $x, y$  方向の水深平均流速(m/s)、 $t$ : 時間(sec)、 $h$ : 水深、 $H$ : 水位、 $g$ : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)、 $\rho$ : 水の密度、 $\tau_x, \tau_y$ :  $x, y$  方向のせん断力(kg/m<sup>2</sup>)、 $D_x, D_y$ : 拡散項、 $z$ : 河床高、 $\lambda$ : 空隙率、 $q_{bx}, q_{by}$ :  $x, y$  方向の掃流砂量(m<sup>2</sup>/s)である。

以上の基礎式を一般座標系に変換してプログラムが構築されている。移流項の離散化にはCIP法、乱流場では $k-\epsilon$ モデルを適用し、掃流砂量式として芦田・道上式に長谷川による斜面勾配の補正を考慮した式を用いた。本解析モデルを用いて、実験水路と同様のスケールで、横断方向233分割、縦断方向54分割として格子を生成した。境界条件としては、本川及び支川の上流端で流量を与え、給砂量はともに0とした。本川下流端の水位は、堰高と限界水深の和で与えている。また、粗度係数は $n=0.018m^{-1/3}$ とし、河床材料は、実験と同じ石炭粉としている。

図6は、図4(a)と同じ流量条件で行った数値解析の結果から、水制の有無による合流部の河床変動量の変化を示したものである、水制を設置しない場合では、図4(a)の実験結果と比較する

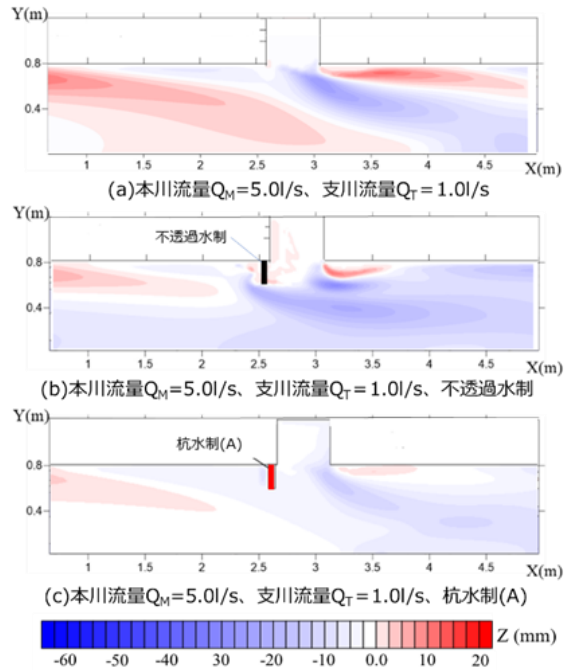


図6 合流部の河床変動に関する解析結果

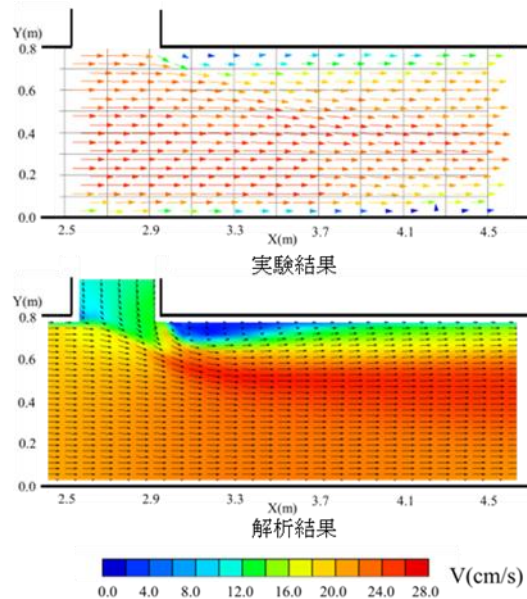


図7 合流点部下流域の流速ベクトル分布

と、合流点上流部では一様に河床が低下しており、実験結果とは異なっているが、合流点下流部の河床形状は、実験結果を再現できている。特に混合域での河床低下量及びその位置については、良好に一致している。これは、図7に見られるように、合流部の流速ベクトル分布の解析結果が、流速値及び流向ともに実験結果によく対応していることから推察できる。

一方、不透水水制を配した場合(b)では、合流点下流部の水制先端から右岸方向に延びる河床洗堀についてはある程度表現できているが、最深部の位置が実験より水路中央部にあることや、水制周辺の洗堀が表現できていない。このため、3次元解析ソルバー (Nays-Cube) を用いて水制周辺部について局所的に解析した結果、図8に示すように、実験で見られた水制前面の洗堀形状を概ね再現できている。2次元解析結果と併用することで、詳細な河床変動特性を予測できる。杭水制を設置した場合の解析結果(図6(c))についても、合流部右岸の堆積形状を除いて、概ね実験結果に対応した河床形状が得られている。このことから、2次元及び3次元解析手法を併用して用いることで合流部の河床変動特性をある程度予測することが可能であって、その合理的な管理手法を確立する上で、本解析手法は有用であると考えられる。

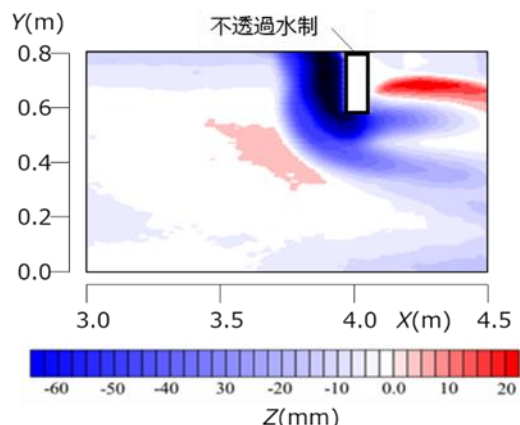


図8 3次元ソルバー (Nays-Cube) による不透水水制周辺部の河床変動量の解析結果

#### (4)まとめ

本研究では、近隣の東播磨地域で産出される良質な間伐材を用いた木杭列水制による河川合流部の合理的な管理手法の構築・体系化と、その治水防災機能及び生態環境機能を評価することを目的として、砂州の肥大・固定化が著しい加古川と美嚢川合流部周辺の河川地形の変遷とその形成要因を明らかにするとともに、下流部の堰の湛水及び上流河道の弯曲の影響を考慮した合流水路を用いた模型実験及び数値解析を行った。合流部における砂州の制御法としての木杭列水制工の水理機能とその効果について検証し、周辺河道条件を複合的に考慮した河川合流部地形の予測を行った。これにより、間伐材の有効利用を促進して健全な森林の維持と環境に優しい川づくりの創出を図りつつ、防災機能の向上と地域の活性化に繋げることができる。

## 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 2件）

1. 著者名 渡部 守義・神田 佳一・是川 悠介・椿野 翔平	4. 巻 64
2. 論文標題 河川護岸修景用木材の腐朽劣化特性に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 明石高専研究紀要	6. 最初と最後の頁 14-21
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 中村文則、Chimedtseren Otgonbileg、増田 健、神田佳一、下村 匠	4. 巻 77
2. 論文標題 北陸・東北地方の日本海沿岸部における飛来塩分の現地観測と環境作用の影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 445-450
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 Yoshihiro Okamoto, Junta Nishio, Keiichi Kanda, Koji Michioku, Fuminori Nakamura, Hiroshi Kubo	4. 巻 8
2. 論文標題 Study on Riverbed Variation Management by groin at a River Confluence Associated with the Barrage Water	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the of the International Conference on River Flow, 2020, Delft, Netherlands	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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 Hiroshi Miwa, Mio Omura, Takashi Wada, Yoshinori Kato, Keiichi Kanda	4. 巻 22
2. 論文標題 DYNAMIC STATE OF RIVER-MOUTH BAR IN YURAGAWA RIVER AND APPLICATION OF DRONE PHOTOGRAPHY IMAGE TO OBTAIN ITS TOPOGRAPHIAL DATA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd IAHR-APD Congress 2020, Sapporo, Japan	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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 Junta Nishio・Yoshihiro Okamoto・Keiichi Kanda・Fuminori Nakamura	4. 巻 Vol.11
2. 論文標題 Study on Riverbed Variation Management by Groin at the Confluence of Kakogawa and Mino River	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the of The 11th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
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 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 藤原太輝・栄翔太・神田佳一
2. 発表標題 支川の影響を受ける流れ場における杭水制による河床変動制御
3. 学会等名 第28回高専シンポジウムin米子
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栄翔太・藤原太輝・神田佳一
2. 発表標題 木杭水制による加古川・美嚢川合流部の砂州の動態制御に関する研究
3. 学会等名 栄翔太・藤原太輝・神田佳一
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原太輝・栄翔太・神田佳一
2. 発表標題 木杭水制列群による河川合流部の砂州の動態制御に関する実験的研究
3. 学会等名 日本高専学会第28回年会講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村文則・増田健・神田佳一・下村匠
2. 発表標題 仮想空間技術を利用した構造物外部の環境作用の管理システムの基礎的研究
3. 学会等名 第66回理論応用力学講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shuta Kataoka, Shoma Nakama ,Keiichi Kanda
2. 発表標題 Study on the Effect of Groin on the Capture of Sediment in the Curved Section of a Steep River Channel
3. 学会等名 令和3年度第3ブロック専攻科研究フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栄翔太・品田唯斗・神田佳一
2. 発表標題 河川合流部における砂州の形成と木杭列水制による河床変動制御に関する実験的研究
3. 学会等名 第27回高専シンポジウムinオンライン
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 品田唯斗・栄翔太・神田佳一
2. 発表標題 木杭水制による加古川・美嚢川合流部の砂州の動態制御に関する実験的研究
3. 学会等名 神戸高専産金官学技術フォーラム ' 21
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 宋翔太・品田唯斗・神田佳一
2. 発表標題 木杭水制による河川合流部の河床変動制御に関する実験的研究
3. 学会等名 日本高専学会第28回年会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲間聖真・片岡秀太・神田佳一
2. 発表標題 水制による急勾配河道の弯曲部における河床変動制御に関する研究
3. 学会等名 日本高専学会第28回年会講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川涼矢・神田佳一
2. 発表標題 透過水制による河川合流部の河床変動とその制御に関する研究
3. 学会等名 神戸高専産金官学技術フォーラム'20
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuta Kataoka, Kenta Kinoshita, Tatsuki Kurumiya and Keiichi Kanda
2. 発表標題 Study on River Bed Variation Control at a River Confluence Associated with the Barrage
3. 学会等名 The 5th International Conference of STI-Gigaku 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西尾潤太・岡本吉弘・神田佳一・中村文則
2. 発表標題 弯曲の影響を受ける河川合流部における水制による河床変動制御に関する研究
3. 学会等名 平成31年度土木学会関西支部次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾仲美祐・西尾潤太・神田佳一
2. 発表標題 水制を有する河川合流部における河床変動特性に関する実験的研究
3. 学会等名 日本高専学会第25回年会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西尾潤太・岡本吉弘・神田佳一・中村文則
2. 発表標題 支川合流部における水制による河床変動制御効果に関する研究
3. 学会等名 土木学会第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junta Nishio・Yoshihiro Okamoto・Keiichi Kanda・Fuminori Nakamura
2. 発表標題 Study on Riverbed Variation Management by Various Groin at a River Confluence Associated with the Barrage Water
3. 学会等名 The 4th International Conference of STI-Gigaku 2019 (国際学会)
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
研究 分担者	渡部 守義  (Watanabe Moriyoshi)  (00390477)	明石工業高等専門学校・都市システム工学科・教授   (54501)	
研究 分担者	中村 文則  (Nakamura Fuminori)  (70707786)	長岡技術科学大学・工学研究科・准教授   (13102)	

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
---------	---------