

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：10106

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04044

研究課題名(和文) 節腹連続河道の形成機構の解明

研究課題名(英文) Study on Formation Process of Gourd Type channel

研究代表者

渡邊 康玄 (Watanabe, Yasuharu)

北見工業大学・工学部・教授

研究者番号：00344424

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：河川中上流域の河川では、しばしば河道幅が狭く流れが集中している箇所(節)と河道幅が広く流れが分散している箇所(腹)が交互に出現する節腹連続河道となっている。この形成機構を明らかにするとともに、その特性を利用して河道管理を行う手法の開発を行った。用いた手法は、現地調査、水理実験および数値実験である。その結果、節腹連続河道の特性である流路の交番現象を利用し、旧流路の維持を行うことで河川環境復元のための河道攪乱を生じさせることが可能であることを明らかにした。また、周期的に形成される節腹の波長に合わせた床固工の設置により、過度の河道の移動を抑制するコットが可能であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In rivers which formed multi-row bars or braided rivers, riverbanks often have wavy shape on a scale of several times of river width. In such rivers, a wide width part (anti-node) and a narrow part (node) appear by turns in the longitudinal direction (gourd type channel). The elucidation of this phenomenon accompanied by bank erosion is very important on river management works. The hydraulic experiments, the numerical simulations and the field observations on the gourd type channels were conducted in this study. The results of this study as follows. It is possible to produce the river channel disturbance for river environmental restoration by maintenance of the old channel being performed using the alternating mainstream change which is the characteristic of a gourd type channel river. The excessive movement of a river channel is controlled by installing ground skills with the interval which is the equal to the wavelength of gourd type shape of a channel.

研究分野：河川工学，土砂水理学

キーワード：節腹連続河道 河道維持 礫河原再生 床固工群 扇状地河川 中規模フラッシュ放流 水理実験 数値実験

### 1. 研究開始当初の背景

近年、局地的集中豪雨により河川の中上流域において、きわめて甚大な河川災害が多発している。2003年の厚別川出水の詳細な調査によって、防災上谷底平野における大規模洪水時には氾濫流が過去の大規模出水時に氾濫原に形成された中規模河床波の影響を受け8の字状に流下することを考慮する必要があることが明らかになってきている<sup>1,2)</sup>。その後、2012年に生じた音更川の河道の移動に伴う破堤や札内川における低水路の大規模な移動における調査では、通常河道内に収まる中規模出水においても、河道の移動に伴う河岸浸食が発生する現象を確認している<sup>3)</sup>。これらの河川の形状を詳細に見てみると、河道幅が狭く流れが集中している箇所(節)と河道幅が広く流れが分散している箇所(腹)が交互に出現しており、その位置がほぼ固定されていることが確認された。このことは、出水時に形成される節腹の位置と周期の予測が可能となれば、ハード的な対策の効率的な配置計画策定や、地域住民へのスムーズな危険情報の発信につながることを意味し、現在深刻な洪水被害が多発している扇状地河川や谷底平野河川における防災・減災の飛躍的な前進につながる判断される。一方で、このような河川では、治水のための洪水調節が実施されている河川が多く、樹林化が進行して礫河原が減少し、河川環境の悪化も懸念されている。節腹連続構造の形成機構が解明されれば、腹部における河道攪乱を計画的に生じさせることが可能となり、河川環境の保全の立場からも、その解明は必要不可欠なものとなっている。

### 2. 研究の目的

河川中上流域では、地形的に氾濫流が与えるインパクトは非常に大きいとともに、水位上昇が極めて早いため、避難までの時間が非常に短い特徴を持っている。このことから、河道の特性を踏まえた防災・減災対策の立案が喫緊の課題となっている。一方で、これらの区間では礫河原の樹林化が著しく河川環境の変化も課題となっている。これらの治水および自然環境に関する課題を解決するため、河川中上流域に見られる節腹連続河道の形成機構を解明し、(1)節腹連続河道の特性を利用した治水対策手法の開発および(2)節腹連続河道の特性を利用した河川環境再生手法の開発を最終的な目的としている。

### 3. 研究の方法

現地データの分析を実施し、節腹連続河道の形状や変動等の時空間的な特性と水理条件との関係把握を行う。その結果を踏まえて、水理模型実験、数値実験により、解明を進める。この結果を基に節腹連続河道形成機構の解明を行い、その特性を利用した治水対策手法ならびに河川環境生成手法の開発を実施する。

### 4. 研究成果

#### (1)側岸浸食性水路による実験

##### ① 実験概要および実験条件

全幅3m延長26mの実験水路を使用した。河床勾配は1/100とし、河床材料には東北珪砂4号(平均粒径0.765m)を使用した。実験水路全体に厚さ0.1mになるように河床材料を敷設した後、水路中央に幅0.45m高さ0.02mの低水路を整形し、これを初期河床とした。上下流端では初期河床形が変化しないように固定堰と固定壁をそれぞれ設けた。ただし、上流端では水路幅を徐々に拡幅させるための固定床部を両岸に設置した。実験は、異なる二つの流量下において、それぞれ一定流量を10時間通水した。Case1は初期の掃流力が限界掃流力の2倍程度(初期水深14mm)、Case2は初期の掃流力が限界掃流力を少しだけ上回るような(水深7mm)水理条件である。中規模河床形態の区分では、初期水路幅0.45mにおいてCase1は交互砂州、Case2は複列砂州の発生条件下である。

##### ② 実験結果

通水後の河床形状計測の結果を図-1に示す。Case1を見ると、深い洗掘の箇所が縦断方向に約4.5~5mの間隔で水路中心付近に並んで生じている。これらの洗掘箇所でも複数の流路が合流している。また、これらの下流側には水路中央に比較的大規模な堆積域が見られ、その両側に流路が形成されている。これらの流路は、いずれも水路中心部に形成された深い洗掘箇所のやや下流側で分岐している。このように、上述の洗掘箇所でも節、その下流の堆積箇所でも腹となるような平面形状がほぼ流下方向に等間隔で連続して現れる結果となった。一方、Case2の河床形状にはCase1のような明確な節腹の平面形状は見られない。砂州や流路が不規則に乱れて発生している。

##### ③ 節腹連続河道の形成過程

水理実験における河道形状の観察から以下の事項が判明した。

- ・連続した節腹の平面形状は最終形状だけでなく、平面形の発達過程で何度も現れる形状である。
- ・一度形成された節腹の平面形が乱れた後に新たな節腹の平面形状が現れる。新たに形成される節腹の平面形状が旧形状と異なる位相で現れる。その際には、流路の交番現象を伴う。
- ・節腹の平面形状が発達する過程で連続した

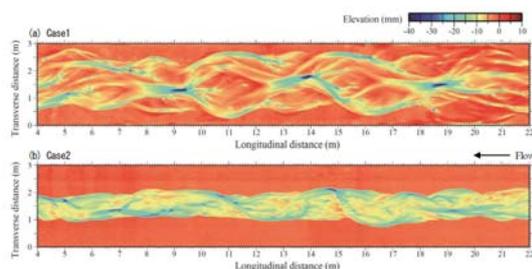


図-1 河床形状計測結果

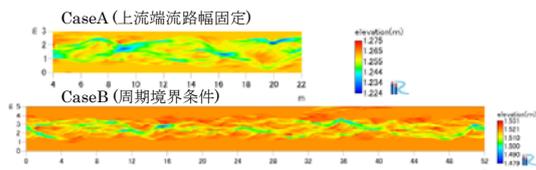


図-2 CaseA および B の計算結果

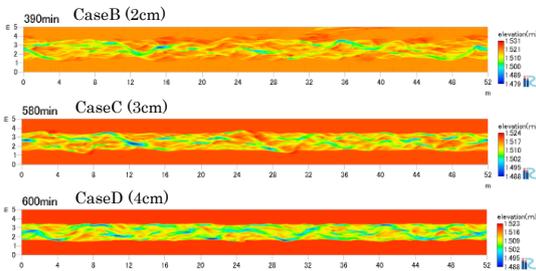


図-3 河岸高による河道形状の違い

瀬淵が形成される。

## (2) 節腹連続河道形成における種々の影響

前項で行った水理実験の Case1 と同じ水理条件で、流入部の条件、河岸高さおよび初期流路幅を変えた数値実験を行い、それぞれの影響について検討を行った。数値シミュレーションモデルは、IRIC3.0 Nays2DH (<http://i-ric.org>) を使用した。

### ① 流入部の条件

水理実験では、水路の上流端の川幅は流水の浸食を受けず通水中、常に一定の川幅が維持されている狭窄部が存在していることになる。この狭窄部の存在が節腹形状に与える影響は確認されていないことから、数値実験を用いて節腹連続河道の形成について検討を行うにあたり、まずこの影響を確認することとした。上流端の境界条件として次の2ケースを設定した。水理実験と同様に上流端の川幅を通水開始から終了まで変化させないようにしたものを CaseA とし、上流端の川幅が自由に変動し流路変動に影響を与えないように周期境界条件としたものを CaseB とする。各ケースともに水理実験と同じ10時間通水した。計算結果を図-2 に示す。両ケースとも節腹連続河道が確認できるが、周期境界条件にした場合、やや不明瞭になることが確認できる。

### ② 河岸高さの影響

河岸浸食により河床に供給された土塊が下流に掃流され、河岸浸食は進行する。そのため、河岸浸食現象は浸食速度と崩落した土砂の掃流速度との関係で決定される。したがって一般的には河岸浸食速度は河岸の高さが影響されていると言われている。このことから、本研究では、水路中央に設ける流路の河岸の高さを3ケース設定した。CaseC は3cm、CaseD は4cmである。なお、河岸の高さが2cmのケースは CaseB である。図-3 に、各ケースにおいて節腹連続河道が明瞭に出現した時刻の河床コンター図を示す。なお、CaseD は、通水後10時間では形成されなかったが、14.5時間後に形成されることを確認し

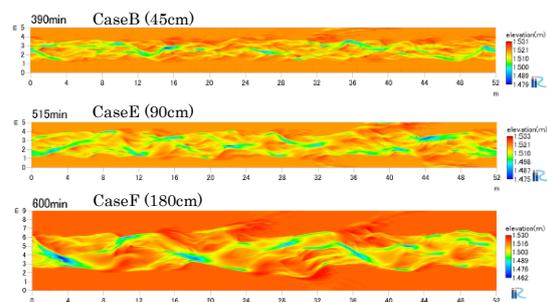


図-4 初期流路幅による河道形状の違い

た。砂州の形成開始は3つのケースで一致していたが、河岸浸食が生じ始める時間、砂州の形成に伴い形成された蛇行流路が崩れ始める時間および節腹形状の出現時間には大きな違いが認められ、河岸高が高くなるにつれて出現時間が遅くなる傾向がみられた。

### ③ 初期流路幅の影響

水理実験で、初期に形成される中規模河床形態の違いにより現象が異なることが確認されたことから、ここでは初期流路幅を変化させたケースで比較することとする。なお、与える流量は単位幅流量が CaseB と同一のものとし、初期流路幅を2倍としたもの(CaseE)と4倍にしたもの(CaseF)について計算を行った。図-4 に、各ケースにおいて節腹連続河道が明瞭に出現した時刻の河床コンター図を示す。通水初期の河床形態は、CaseB が単列砂州、CaseE が2列砂州、CaseF が4列砂州であったが、いずれも最終的には節腹連続河道が形成されている。しかしながら、CaseB および CaseF では、やや不明瞭な形状である。また、節腹の波長は初期流路幅が広がるにつれて長くなっている。

### ④ まとめ

全てのケースにおいて節腹形状が出現していることから、上流端の狭窄部の存在、河岸の高さおよび初期形成される河床形態は、形成のされやすさや形状の明確さには影響を与えるものの、節腹形状には影響しないことが明らかになった。また、節腹形状の特徴的な形状である流路の収束や分散が見られる領域において、形成されている中規模河床形態の種類を問わず通水中に蛇行した水みちが形成され、その影響で部分的な河岸浸食が見られた。その後、形成された水みちは左右に流れを切り替える、または両方の水みちに流れる動きを見せ、収束、分散に至ることが確認された。

### (3) 節腹連続河道における河道制御手法の開発

十勝川水系札内川の支川戸蔦別川では、計画規模を上回る流量が生じた2016年8月の北海道豪雨において、河道の移動を伴う大規模な災害が発生した。しかしながら、節腹連続河道が形成されている区間内、床固工群が施工されている区間では、大規模な河道の移動が生じておらず、被害も床固工袖部が被災した程度であった。このことを踏まえ、節腹連続河道における河道の移動抑制に対す

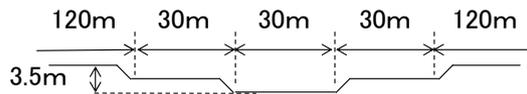


図-5 戸蔭別川床固工の計画標準断面

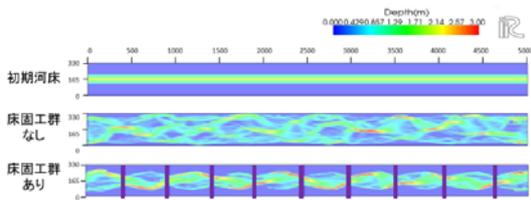


図-6 床固工の有無による河道形状の違い

る床固工の効果について数値シミュレーション手法により検討を行った。数値シミュレーションモデルは、IRIC3.0 Nays2DH (<http://i-ric.org>)を使用した。

#### ① 計算条件

単純な河道形状として、図-5に示す戸蔭別川床固工の計画標準断面図をもとに設定し、初期河道勾配は施設配置計画をもとに1/100に設定した。河床に与えるマンングの粗度係数は計画粗度係数の値である  $0.035 \text{ s/m}^{1/3}$  とし、流量は2016年の出水時の河道変化を良く再現した  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  を7日間通水することとした。CaseT-1として床固工を設置しない場合の河道変化を計算した。また、その節腹の周期の平均値(500m)の間隔で床固工を設置したものをCaseT-2として計算を行った。床固工が設置されている箇所については、河床が床固工より洗掘せず、堆積のみするよう固定床を設定した。

#### ② 計算結果

両ケースの最終的な河道変化を図-6に示す。床固工群がない場合は、節腹が周期的に形成されるものの主流路が明確でなく時間的に流路変動が見られるが、床固工群を設置した場合、時間経過に関係なく床固工を設置した位置で節が形成される明確な節腹連続河道が形成され、河道が安定した。このように、床固工群は節の位置を固定化し流路変動を抑制する働きもあるものと推定される。

#### ③ まとめ

河道が移動する規模の出水時に、過度の河道の移動を抑制する手法として、想定される流量で形成される節腹の周期で床固工群を設置することは、極めて効果的であることが明らかとなった。

#### (4) 節腹連続河道特性を利用した河道攪乱手法の開発

流路の交番現象により節腹連続河道が維持されている。もともと節腹連続河道であった区間が、出水時の流量が減少するなどにより流路の固定化が進行した場合の対策として、節腹連続河道の流路の交番現象という特性を利用することが考えられる。十勝川の一次支川である札内川は、2006~2010年の年最大流量の大幅な減少等が影響し、河道内が著しく樹林化した。これにより、流路は固定化し、礫河原の面積は急速に減少した。この状

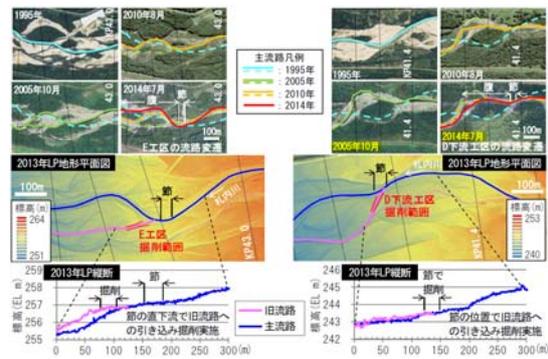


図-7 旧流路の維持が成功した工区(左)と失敗した工区(右)の違い

況を踏まえ、礫河原の再生を目的として2012年より6月末に札内川ダムから確率規模1/1の出水に相当するフラッシュ放流を実施している。2012年の放流では礫河原の再生はほとんど見られなかったことから、河道攪乱に有効な放流方法の開発が課題となっている。2011年に発生した確率規模約1/20の出水後の調査を行った結果、樹林内に旧流路がみられる箇所のうち、主流路と旧流路の分岐部の河床高が同程度の箇所では大規模な攪乱が発生し、土砂堆積により旧流路流入部が閉塞した箇所は攪乱が小規模だったことを確認した。このことから、流路固定化の解消には旧流路の維持が重要との観点で検討を行い、既に閉塞した旧流路を回復するためには、淵下流の河床勾配が急になる箇所を選定して旧流路へ接続掘削することが効率的であることが明らかとなった。

#### ① 旧流路の維持

中規模フラッシュ放流実施直前に、節腹連続河道形状を持つ旧流路流入部の堆積土砂を平水位程度で掘削して主流路から旧流路へ分岐接続した工区を6箇所設けた。6工区の掘削条件は同様としたが、その内の1工区だけはフラッシュ放流時の旧流路への分岐流入が緩やかで、変化は最も小さかった。他の5工区は旧流路への流入により河床攪乱や植物の倒伏等が確認された。この違いを明らかにするため、詳細な分析を実施した結果、図-7に示すように、維持ができた工区は節の直下流、維持ができなかった工区は節の位置で旧流路に引き込まれていたことが読み取れる。河床勾配が緩やかな場合は急な場合に比べて分岐流量配分比が著しく低下するため、D下流工区は河床勾配の影響で旧流路への流入量が少なくなったと考えられる。効率的に旧流路を回復するためには、詳細な河床縦断形を把握し、節の直下流の急勾配部で旧流路へ引き込むことが重要であることが明らかとなった。

#### ② 旧流路維持による河道攪乱の効果

2016年8月31日、札内川上流の水位観測所で観測史上最も高い水位を記録し、破堤を含む多数の被害をもたらした洪水が生じた。この出水により、節腹連続河道形状を示し旧流路を維持していた区間において、図-8に見られるような流路の交番に伴う大きな河道



図-8 旧流路を維持していた区間の  
大規模出水時の河道攪乱状況

変化が生じた。出水前に旧流路であった個所が主流路になり、主流路の交番が生じた。このように、節腹連続河道の特性である流路交番現象を利用した河道攪乱は、非常に効果的であることが示された。

### ③ まとめ

節腹連続河道区間で流路の固定化を解消するため、あるいは固定化を抑止するための方策として、節の直下流で分岐する旧流路を維持することで、大規模出水時に容易に河道攪乱を生じさせることが可能である。

### (5)結論

節腹連続河道は、河川の中上流域において流路が複列砂州が形成される領域でかつ河岸高がそれほど高くない区間で明確に形成されることが水理実験及び数値実験により明らかとなった。また、きっかけとなる狭窄部がない場合でも自律的に形成される。この節腹連続河道は、流路の交番現象を伴って形成されている特性を利用し、旧流路の維持を行うことで河川環境復元のための河道攪乱を生じさせることが可能である。また、河道の過度の移動には、節腹の波長に合わせて床固工を配置することにより抑制させることが可能であることが明らかとなった。

### <引用文献>

- 1) 平成15年台風10号北海道豪雨災害調査団報告書, 土木学会水工学委員会, 2004年
- 2) 渡邊康玄, 野上毅, 安田浩保, 長谷川和義: 谷底平野における氾濫流の挙動を規定する地形の成因, 河川技術論文集, 12, pp.49-54, 2006.
- 3) 桑村貴志, 渡邊康玄: 急流河川における長期的な流路変動特性の分析, 土木学会河川技術論文集 Vol.21, pp.259-264, 2015.

### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (査読有のみ記載; 計22件)

- ① 山口里実, 久加朋子, 清水康行, 泉典洋, 渡邊康玄, 岩崎理樹; 河道内の土砂動態と流路変動の関係, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018, I\_1153-1158.
- ② 渡邊康玄, 山口里実, 金暢大; 河岸高さから砂州による河岸浸食に与える影響, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018, I\_1129-1134.

- ③ 島田立季, 桑原正人, 片山直哉, 柏田仁, 竹林洋史; 洪水流の適性分派と土砂環境の変化に配慮した放水路分派形状の検討, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018, I\_1369-1374.
- ④ 久加朋子, 山口里実; 側岸に繁茂する植生が流路変動に与える影響, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018, I\_1135-1140.
- ⑤ 岡部和憲, 久加朋子, 清水康行, 長谷川和義, 新庄興, 山口里実; 流量低下時における河道変動の応答特性～十勝川水系音更川を事例として～, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.74, No.4, 2018, I\_1501-1506.
- ⑥ 渡邊康玄, 山口里実, 和田誠太郎, 住友慶三, 中島康博; 札内川における旧流路復元箇所における分岐部の流れの特性, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 23巻, 2017, 519-524.
- ⑦ 中村創, 竹林洋史; ハイドロバリアー水利用をういた河川横断形状の二極化の低減に関する研究, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 23巻, 2017, 133-138.
- ⑧ 石田義明, 山口里実, 久加朋子, 岩崎理樹, 清水康行, 川村育男, 泉典洋; 札内川・戸蔦別川合流地点における堤防決壊と氾濫原からの還流による被害特性の検証, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 23巻, 2017, 1-6.
- ⑨ 久加朋子, 清水康行, 宮本具征, 剣持浩高, 酒谷賢治, 泉典洋, 山口里実, 岩崎理樹, 石田義明; 2016年北海道豪雨災害におけるペケレベツ川の被災状況と流路変動特性の検証, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 23巻, 2017, 55-60.
- ⑩ 河上将尊, 渡邊康玄; 河岸浸食に及ぼす交互砂州の影響に関する水理実験, 土木学会論文集, 査読有, A2(応用力学) Vol.72, No.2, 2017, I\_593-600.
- ⑪ Ahmed ALY EL-DIEN, Heba AHMED, Hiroshi TAKEBAYASHI and Masaharu FUJITA; Failure process of bank material block in weak cohesive riverbanks, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I\_805-810.
- ⑫ TIN TIN HTWE, Hiroshi TAKEBAYASHI, Masaharu FUJITA and WIN HLAING; Effects of dikes on navigation in braided channel, the Ayeyarwady River, Myanmar, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I\_889-894.
- ⑬ 西浦潤, 竹林洋史, 藤田正治; 河床強度と間隙率の時空間分布特性が砂州を有する河道の形状特性に与える影響, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I\_907-912.
- ⑭ 永谷直昌, 上野和也, 竹林洋史, 角哲也, 竹門康弘, 加藤陽平, 岡崎慎一; 伝統的河川工法・竹蛇籠による河道内物理環境の多様性の再生, 土木学会論文集, 査読有,

- B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I 1195-1200.
- ⑮ 山口里実, 渡邊康玄, 竹林洋史, 久加朋子; 側岸からの土砂供給が河道内流路に与える影響について, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I 877-882.
- ⑯ 久加朋子, 山口里実, 渡邊健人, 清水康行; 植生分布を考慮した網状河川の流路変動に関する実験的検討, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.73, No.4, 2017, I 883-888.
- ⑰ 桑村貴志, 渡邊康玄; 出水時の河岸浸食を伴う流路変動の発達要因, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 22 巻, 2016, 163-168.
- ⑱ 住友慶三, 渡邊康玄, 泉典洋, 山口里実, 横濱秀明; 河道攪乱のためのフラッシュ放流による旧流路の維持に関する研究, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.72, No.4, 2016, I 751-756.
- ⑲ 山口里実, 渡邊康玄; 節腹連続河道形状の発達過程に関する実験, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.72, No.4, 2016, I 745-750.
- ⑳ 永多朋紀, 渡邊康玄, 清水康行, 井上卓也, 船木淳悟; 礫床河川における河道変化と植生動態に関する研究, 土木学会論文集, 査読有, B1(水工学) Vol.72, No.4, 2016, I 1081-1086.
- ㉑ 桑村貴志, 渡邊康玄; 急流河川における長期的な流路変動特性の分析, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 21 巻, 2015, 259-264.
- ㉒ 山口里実, 渡邊康玄, 武田淳史, 住友慶三; 流路の固定化が進行した河道における効率的な旧流路回復手法に関する検討, 土木学会河川技術論文集, 査読有, 21 巻, 2015, 217-222.

[学会発表] (計 18 件)

- ① 山口里実; 河道内の土砂動態と流路変動の関係, 第 62 回土木学会水工学講演会, 2018.
- ② 渡邊康玄; 河岸高さが砂州による河岸浸食に与える影響, 第 62 回土木学会水工学講演会, 2018.
- ③ 川村里実; 札内川における旧流路復元箇所における分岐部流れの特性, 2017 年度河川技術に関するシンポジウム, 2017.
- ④ 山口里実; 側岸の植生が流路変動に与える影響について, 土木学会第 72 回年次学術講演会, 2017.
- ⑤ Yasuharu Watanabe; Hydraulic Experiments on Influence of Bank Height to the Relationship between Bank Erosion and Bar Development, 10th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, 2017.
- ⑥ Satomi Yamaguchi; Experiments on the influence of sediment supply by the bank erosion to channel plane form, 10th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, 2017.
- ⑦ Hiroshi Takebayashi; Effect of sediment

sorting on river morphology, 10th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, 2017.

- ⑧ Satomi Yamaguchi; Observation of Bedforms in the downstream reach of the Toyohira River during flood, IAHR 2017.
- ⑨ 竹林洋史; 流砂量と流砂によるクレンジング効果との関係, 2017 年度土木学会環境水理部会研究発表会, 2017.
- ⑩ Satomi YAMAGUCHI; Experiments on the channel plane form with nodes and anti-nodes, River Sedimentation, 2016.
- ⑪ Yasuharu WATANABE; The effect to the river environmental preservation of artificial flood in Satsunai River, River Sedimentation, 2016.
- ⑫ 山口里実; 側岸侵食が河道平面形へ与える影響について, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016.
- ⑬ 山口里実; 河道の分岐特性を利用した札内川ダムの中規模フラッシュ放流による礫河原再生の試み, 第 19 回河川生態学術研究発表会, 2016.
- ⑭ 竹林洋史; 幅・水深比が 1000 以上の網状流路の数値解析, 京都大学防災研究所研究発表講演会, 2016.
- ⑮ Hiroshi Takebayashi; Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry, Gravel Bed Rivers 8, 2015.
- ⑯ Yasuharu Watanabe; Experimental Study on Influence of Bank Erosion to Bar Formation, Gravel Bed Rivers 8, 2015.
- ⑰ Yasuharu Watanabe; Experimental Study on Bar Formation and Bank Erosion using Erodible Bank Channel, 9th Symposium on River Coastal and Estuarine Morphodynamics, 2015.
- ⑱ Satomi Yamaguchi; Characteristics of meandering streams after construction of the straight low-water channel in the Otofuke River, 36th IAHR World Congress, 2015.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

渡邊 康玄 (Watanabe, Yasuharu)  
北見工業大学・工学部・教授  
研究者番号: 00344424

### (2) 研究分担者

竹林 洋史 (Takebayashi, Hiroshi)  
京都大学・防災研究所・准教授  
研究者番号: 70325249

山口 里実 (Yamaguchi, Satomi)  
国立研究開発法人土木研究所・土木研究所  
(寒地土木研究所)・主任研究員  
研究者番号: 70399583