

令和 4 年 5 月 13 日現在

機関番号：23201

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K15095

研究課題名（和文）流路形態に応じた河道内樹林化の不可逆的進行特性の解明

研究課題名（英文）Characteristics of floodplain vegetation invading on different channel morphology and its effects on long-term channel dynamics

研究代表者

久加 朋子（Tomoko, Kyuka）

富山県立大学・工学部・准教授

研究者番号：50751236

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）：本研究では河道内樹林化の進行特性とそれに伴う河床・流路変動特性の把握を目的とし、航空写真、UAV、衛星画像を用いた植生分布変化、水路実験による植生種子定着特性と植生侵入に伴う流路変動特性の変化、数値解析を用いた植生侵入特性の把握を実施した。結果、新規植生侵入および植生域の分布拡大は、流量や水深といった流れの物理パラメーターのみで説明できなかった。植生種子は、流路形態や種子の比重・サイズの違いに関わらず、流量減衰と共に砂州前縁に取り残された。これを支配する物理パラメーターは、流量低下時の水深に加えて、砂州前縁直上で流量低下時に生じる河床高の上昇であり、土砂の輸送特性の影響が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

植生が河床・流路変動に与える影響に関する報告は多数存在するものの、動的に変化する植生群落を対象とし、出水や流路形態に起因する長期変化を物理パラメーターから説明した報告は非常に限られている。本研究では、複数のアプローチより、河道内樹林化が進行する際の物理パラメーターを明らかとし、植生の新規侵入や分布は流れの物理パラメーターのみでは説明できず、出水時の土砂移動に伴う河床形状を考慮する必要があることが示された。得られた成果（前半時期の結果、後半はこれから）は国内学会や国際会議、論文（国内、国際誌）として報告しており、河道内樹林化が河川管理上課題となる諸外国においても、十分なインパクトが期待できる。

研究成果の概要（英文）：To understand the characteristics of floodplain forestation, and the accompanying channel morphodynamics, first, using aerial photographs, UAVs and satellite images, long-term changes in land classification was determined. Second, several laboratory flume experiments were conducted to identify the seed dispersal and settlement property, and morphodynamics associated with vegetation growth rate. Third, to estimate the physical parameters governing the relationship between flow and seed establishment, two-dimensional analysis was performed with the addition of a seed model and a vegetation growth model. The results showed that new vegetation invasion and expansion could not be explained only by physical flow parameters such as discharge and water depth. Vegetation seeds were left behind on the sandbar edge during the discharge decreasing stage, regardless of the difference in channel morphologies, seed's density, and size.

研究分野：河川工学

キーワード：河道内樹木 種子 河床・流路変動 植生流失

1. 研究開始当初の背景

近年、全国各地の河川において河道内樹林化の問題が深刻化している。河道内樹林化の背景には、ダムによる流量ピークカットや土砂流出量減少、流路の直線化、堤防や横断工作物による流路横方向移動の減少など、複数の要因が挙げられる。これまで、こうした構造物は洪水時の災害リスクを低減し、我々の生活水準を向上させてきた。しかしながら近年、それに相反する効果として、長期的な出水特性の変化や構造物による河道安定化が河道内樹林化の進行を助長するといった新たな課題が生じている。河道内樹林化は河積を減少させ、洪水時の災害リスクを増大させる。このため、河川管理現場では「河道内へ侵入する樹木を如何に制御し、治水安全性と河川環境との両立を実現するか」が解決すべき喫緊の課題となっている。

植生(樹木)が河床・流路変動に与える影響は多数報告されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾など。これらの報告では植生の主な影響として、(1) 植生は網状河川の流路本数を減らす、(2) 植生は河岸浸食の速度を遅くする、(3) 植生は流路の縦断方向移動を抑制し、横方向移動を励起する、(4) 植生は蛇行発達を促すと共に流路のショートカットを抑制する、(5) 砂州上の初期植生侵入特性は一樣ではなく、縦断方向に列をなして侵入する等が報告されている。さらに近年では、植生の成長・死亡まで考慮した植生消長モデルを用いた検討⁶⁾⁷⁾も増えつつあり、(6) 植生の消長の考慮により認められる河床・流路変動特性は、植生消長を考慮しない場合に比べ、固定砂州の縦断方向勾配が緩やかになるなど、実河川で認められる現象に近い河床・流路変動が認められる等が指摘されている。しかしながら、実河川において認められる長期的な出水特性の変化が動的な樹木侵入特性に与える影響について比較検討した報告は非常に限られており⁸⁾⁹⁾、なかでも河川管理と直結するような流路形態ごとの河道内樹林化の違いの把握や、不可逆的な植生侵入と物理現象(流れと河床変動)との対応関係を比較検討した報告は非常に不足している。

2. 研究の目的

上述の背景より、本研究では河川における河道内樹林化の不可逆的進行特性の解明とそれに伴う長期的な河床・流路変動特性の変化を把握することを目的とし、航空写真および衛星画像等を用いた植生の新規侵入状況の把握、水路実験による新規植生種子の定着特性の把握、および植生侵入に伴う流路変動特性の変化、および数値解析を用いた植生侵入特性についての検討を実施した。

3. 研究の方法

(1) 航空写真および衛星画像を用いた長期的な植生侵入状況の把握

経年的な現地写真、航空写真および衛星写真等を利用し、実河川における洪水履歴と河道内樹木侵入状況との比較、および経年的な樹木侵入箇所の変化を整理し、植生分布特性が変化するタイミングを把握した。対象河川には北海道旭川管内を流れる忠別川、帯広管内を流れる美生川、富山県内の庄川とした。いずれの河川も以前は多列砂州を有する網状流路であるが、① 忠別川は植生侵入が著しく現況では交互砂州を有する流路形態に変化した河道、② 美生川は植生侵入と多列砂州が比較的共存するが、2016年北海道豪雨災害によって大多数の植生が流失することで新規植生侵入を検討しやすい状況に変化した河道、③ 庄川は最も急勾配河川であり、植生侵入が認められるものの多列砂州が維持されている河道と位置付けられる。なお、現地河川の航空写真データは協力体制のある北海道開発局および富山県河川国道事務所から提供いただいた。衛星画像は無償のLandsat、Google Earth等を用いた他、WorldView2およびWorldView3による撮影画像の購入を行った。UAVを用いた低空での高解像度オルソモザイク画像は、後処理方式GNSSを搭載したUAV(Inspire 2, DJI社製)を用いて飛行ルートプログラムを作成し、現地にて対象区間を垂直直下方向に撮像した画像(地上画素寸法3cm)を、Agisoft Metashape(Agisoft社製)を用いて作成した。画像整理・解析にはQGIS(URL <http://qgis.org>)、およびGoogle Earth Engine¹⁰⁾を用いた。

(2) 水路実験による新規植生種子の定着特性および流路変動特性の把握

交互砂州、蛇行流路、および網状流路への植生侵入特性および侵入後の継続的な流路変動特性を把握するため、大型水路実験を行った。実験水路は、交互砂州と蛇行流路は北大所有水路、網状流路は国立開発研究法人寒地土木研究所所有の可傾斜水路(全長25m、幅3m)を利用して頂いた。実験では、① 植生種子の定着特性の把握に加え、② 実験途中にて高水敷河岸における植生成長状況の違いが流路拡幅特性に大きく影響することが明らかとなったため、植生なし、植生根の短いケース(道内帯広区間のヤナギ等が該当¹¹⁾¹²⁾)、植生根の長いケースの3条件について、同じ水理条件のもとで流路変動特性の比較を実施した。②については、初期流路形状の影響を把握するため、網状流路の場合(3ケース×1回)、蛇行流路の場合(3ケース×2回)、直線水路の場合(2ケース×1回)の、計11ケース実施した。なお、①の実験では、植生種子は水路上流端から供給土砂に混ぜて与え続けた。種子の定着場所は、種子の一部を流砂蛍光塗料にて着色し、ブラックライト照射により把握した。植生繁茂後、再度実験を行い、植生の影響下におけ

る流路変動特性を把握した。全ケース、測定には、実験中に複数台の高解像度の SONY 4K ビデオカメラにて水路上部からの撮影を行うと共に、実験前後（助成後半時期の 3 ケースのみ 30 分ごとに通水を止めて測定）に本助成にて新規購入した 3 次元計測システム超高速インラインプロファイラ（Keyence LJ-X8000 シリーズヘッド）を用いて河床高を計測した。

(3) 数値解析を用いた植生侵入特性、極端降雨時における樹林化と流路変動特性に関する検討
 実河川の複雑な地形や流路形状に応じたヤナギ等の流水散布に由来する植生・樹木侵入特性およびそれに伴う流路変動特性を検討するには、数値解析を用いることが適当である。そこで、ここでは上述した実験データを用い、未解明な部分の多い流水性種子の初期定着特性について、植生定着モデルを開発すると共に、その精度検証を試みた。河道内樹木の時空間的な定着特性と流路変動に与える影響を検討するため、非定常 2 次元流れ・河床変動解析モデル iRIC Nays2D に、融雪出水時時に輸送されるヤナギ種子を想定した種子分散と定着モデル、植生消長モデルを追加し、水路実験等にて確認された流路形態ごとに異なる河道内樹木の定着特性について検討を行った。モデル概要は次の通りである。種子散布・定着モデルでは、種子に見立てた粒子を任意の場所から任意のタイミングで継続的に与えるようにした。粒子の移動ベクトルは、粒子の近傍格子点における流速ベクトルからの線形補完で与えている。また、粒子は実スケールで 1mm 以下程度の種子を想定しているため、流れには影響を与えない one-way モデルとしている。種子は、移動が停止した場合に加え、設定した水深以下になった場合に定着したと判定する。植生の発芽・成長モデルは、出水後の平水状態の時期に各計算セル内の定着粒子数に応じて設定できるようにしている。発芽後の植生は、次の出水時の計算において、運動方程式の中に抗力の形で考慮される。植生流出モデルでは、発芽時の河床高を初期値とし、そこから事前に設定可能とした根長の深さまで洗掘が発生した場合、植生が流失するとしている。計算は、上述の水路実験を参考とし、直線水路および網状水路における種子定着特性および流路変動の検討を実施した。

4. 研究成果

(1) 航空写真および衛星画像を用いた長期的な植生侵入状況の把握

本研究では、北海道旭川管内を流れる忠別川、帯広管内を流れる美生川、および富山県内を流れる急勾配河川である庄川を対象とし、経年的な土地区分の変化を QGIS 上にてポリゴンにて整理し（図-1 に美生川の結果を例として示す）、区分ごとの面積計算を行った。ここでは美生川での結果を抜粋して示す。図-1（およびその他検討結果）によると、高木に該当する植生は 2006 年から 2016 年 8 月北海道豪雨災害前にかけて増加しており、その増加速度は植生割合が増加するほど速くなる。一方で、砂州（植生なし）および水域の占める割合と植生割合とは相反する関係であり、2006 年から 2016 年にかけて減少している。その後、2016 年 8 月北海道豪雨災害では、高木の植生域は大きく減少すると共に、砂州（植生無し）が大幅に増大した。しかしながら、豪雨災害より 2 年経過後からは低木の進出が急速に進んでおり、砂州（植生無し）は急速に減少している。植生面積について比較すると、出水 5 年後の 2021 年時点では高木の植生域は出水前の状態には戻っていないものの、高木と低木域との面積を合計すると、低木（若い樹木）が数年以内に流失しない限り、ほぼ出水前の状況に戻りつつある。これら新規植生侵入状況と、美生川における経年流量データを比較すると、2016 年豪雨災害後は比較的規模の大きな出水が続いて

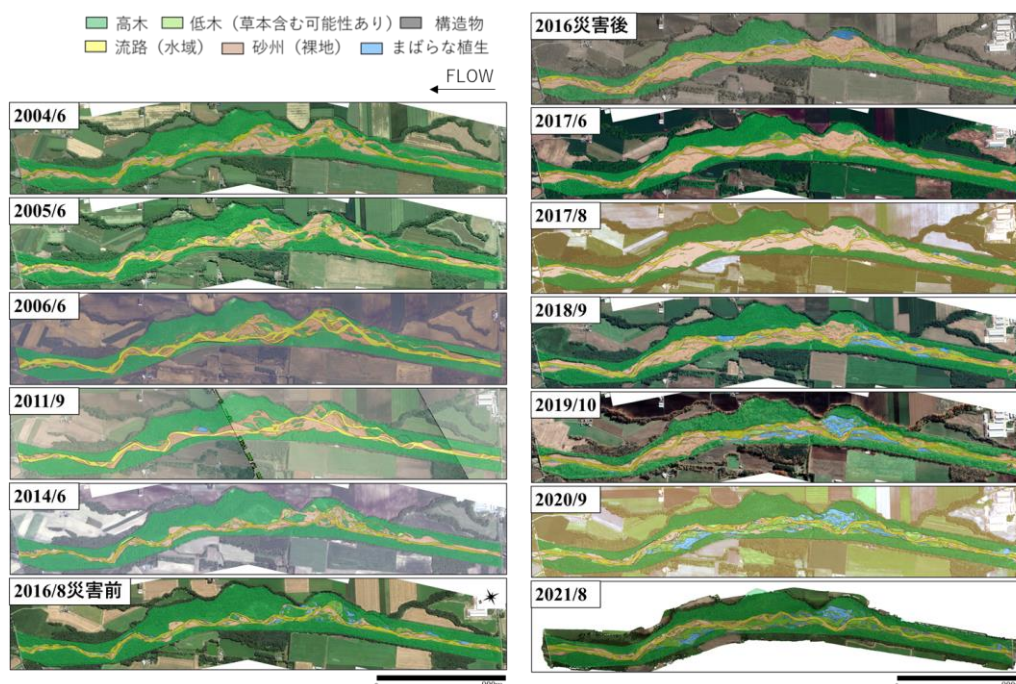


図-1 美生大橋～中美生橋（約 4 km 区間）における土地区分の経年変化

いるにもかかわらず、植生侵入が進んでいることが示された。これは、流量パラメーターのみでは植生侵入および分布拡大特性を説明できないことを示すものであり、大規模出水後に形成される比高差の大きい砂州によるものと推察された。豪雨災害後の美生川では、一度侵入した植生が流失する流量規模が変化しており、以前に比べて植生侵入が生じやすい状況となっている。

(2) 水路実験による新規植生種子の定着特性（交互砂州，蛇行流路，網状流路）

交互砂州の実験は、全長 11 m，幅 30 cm，勾配 1/100 の長方形矩形水路を用いた。水路内の河床材料は粒径 0.765 mm の一様砂とし、初期河床として平坦河床を整形した。水路下流端には流れの抵抗となる固定堰を設け、出来る限り低下排水を抑制した。実験流量は定常給水 ($Q=0.0026 \text{ m}^3/\text{s}$) とし（ただし、実験終了時の減水期を除く）、初期条件が単列砂州形成条件¹³⁾となるように設定した。通水時間は 35 分とし、水路上流端から平衡掃流砂量を供給しつづけ、交互砂州を形成した。ならびに、通水 30 分経過以降は水路上流端から給砂と共に着色した中性粒子を供給した。中性粒子のサイズは、0.9 mm，1.1 mm，2.0 mm の 3 種類とし、各々、黄色、赤色、青色に着色した。実験開始から 35 分に通水終了後、水路内の水位は 3 分ほどかけて減衰させた。本実験より、流れに追従する中性粒子は、砂州の上に水が流れるような出水時には殆ど停止しないことが確認された。また、通水終了時には砂州前縁にのみ集中して停止した。これは、申請者らによる既往報告⁷⁾による alfalfa の種子（掃流形態で輸送される）の定着場所とほぼ同じ結果であった。つまり、交互砂州が形成される場では、流水で輸送される植生種子は比重やサイズの違いに関わらず、流量減衰と共に砂州前縁に取り残されやすい状況が形成されると示された。

網状流路の実験は、寒地土木研究所所有の可傾斜水路（全長 25m，幅 3m）を用いた。水路内の河床材料等は上記条件と同様であり、初期は直線形状の低水路幅 45cm，平坦河床から開始した。実験流量は定常給水 ($Q = 0.00276 \text{ m}^3/\text{s}$) とし、平坦河床から網状流路が形成されるまで 10 時間の通水を行った。実験開始より 4.5 時間経過後より、種子を供給する。本実験より、網状流路では植生種子は流路全域にわたって広域に分布するものの、流路単位で確認すると、植生密度が小さい状況では網状流路への植生侵入は砂州上にて縦断方向に局所的な分布を持ち、定常流条件下においても流路の切り替わり等に生じて減水する水際などで主に生じることが確認された。つまり、交互砂州も網状流路も種子定着の活発な場所は水際であり、定着位置は異なっても、プロセスは同様であるとの結論を得た。

(3) 水路実験による植生分布に伴う流路変動特性

実験途中にて、高水敷河岸における植生成長状況の違いが流路拡幅特性に大きく影響することが明らかとなったため、植生なし、植生根の短いケース（道内帯広区間のヤナギ等が該当）、植生根の長いケースの 3 条件について、同じ水理条件のもとで流路変動特性を比較するための実験計 11 ケース実施した。実験の結果、初期の流路形態に関わらず、いずれのケースにおいても出水中の局所的な流路幅拡幅量は、植生根の短いケース（植生が出水中に局所的に流失）>植生なし>植生根の長いケース（植生が流失しにくい場合）の順で大きくなることが示された。一例を図-2 に示す。図から分かる通り、高水敷に繁茂する樹木は一般的に河岸侵食を抑制するように考えられるが、樹木が時空間的に局所的流失するような大規模出水条件下では、植生がない場合よりも堤防付近まで流路変動をもたらす可能性があることが確認された。

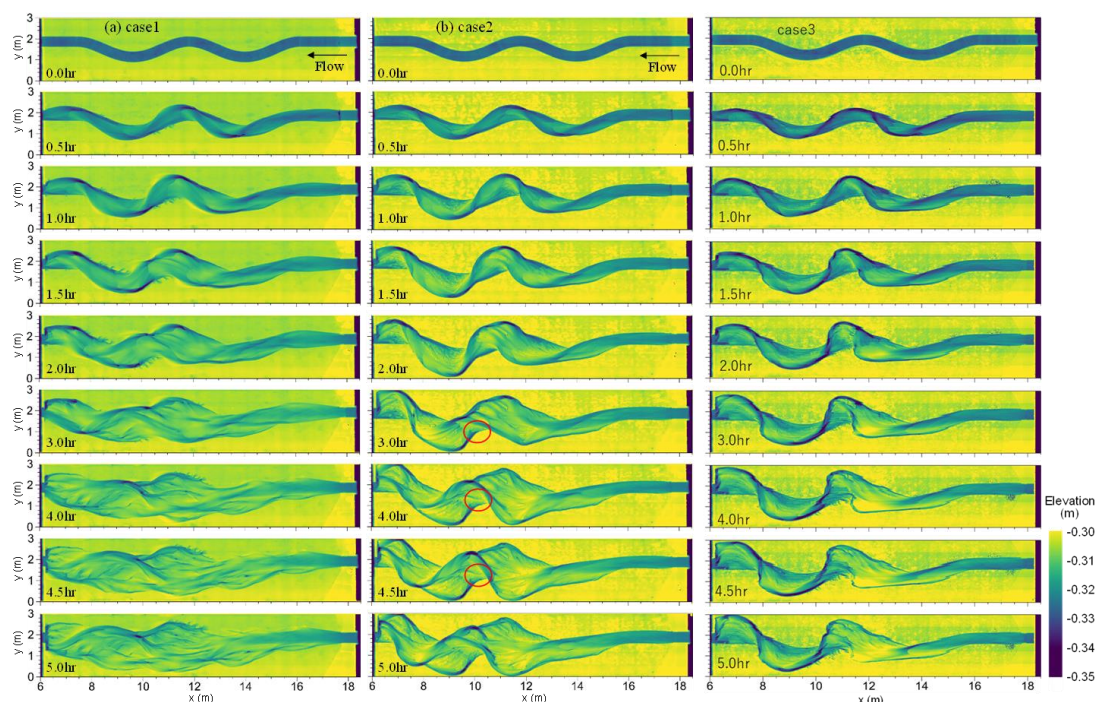


図-2 河床変動量コンター図，植生なし（左），根長短い植生（中央），根長い植生（右）

(4) 数値解析を用いた植生侵入特性についての検討

上述した交互砂州および網状流路の実験を対象とし、2次元河床変動解析モデルを用いた種子定着特性および長期変動の検討を行った。ただし、直線水路のみ、計算では水路幅を40cmに変更している。図-3に、交互砂州および網状流路への種子定着の再現計算結果を示す。図より、追加した種子定着モデルは、流水で輸送される比重の軽い粒子が定着する場所を概ね再現できていることが分かる。交互砂州への新規の粒子の定着は、流量が減衰し、砂州の上の水深がかなり小さくなってから急速に増加した。計算結果によると、種子定着を支配する物理パラメータは、水深のみでなく(粒子の比重は軽くて流れに追従しやすいため、かなり水深が浅く流れが弱くなるまで停止しない)、砂州前縁付近の河床変動特性による影響が確認された。出水時、流れの集中する砂州前縁直上では、流量低下が始まった後も河床変動が続き、河床高が上昇する。これは、流量低下に伴い、それまで移動していた掃流砂が砂州前縁に停止して堆積するためである。これに伴い、種子の堆積が最も生じる流量低下時の水位は砂州前縁に近づくほど浅くなる。比重の軽い粒子は、掃流砂が移動した停止した後も流れに追従して輸送されるため、更なる水位低下に伴い砂州前縁を乗り越えることのできなかつた浮遊粒子が砂州と低水路との境界である砂州前縁直上に集中して停止・堆積したと考えられた。網状流路についても、同様の現象が砂州移動や流路の切り替わる時に生じており、植生の分布域が拡大し、砂州の移動や流路変動特性が単調化するほど、植生侵入領域は集中しやすくなると共に、植生による浮遊砂の捕捉によって砂州と低水路との比高差を短期間で大きくさせやすくなることが確認された。

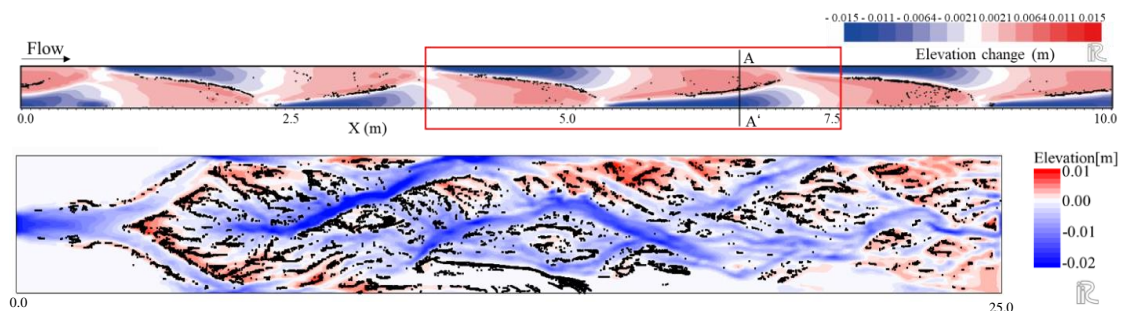


図-3 河床変動量コンター図と種子定着(黒点)の計算結果, 交互砂州(上), 網状流路(下)

<引用文献>

- 1) C. L. Jang and Y. Shimizu: Vegetation effects on the morphological behavior of alluvial channels, *Journal of Hydraulic Research*, 45, pp.763-773, 2007.
- 2) M. Tal and C. Paola: Effects of vegetation on channel morphodynamics: Results and insights from laboratory experiments, *Earth Surface Processes and Landforms*, 35, pp. 1014-1028, 2010.
- 3) T. Iwasaki, Y. Shimizu and I. Kimura: Numerical simulation of bar and bank erosion in a vegetated floodplain: A case study in the Otofuke River, *Advanced in Water Resources*, 93, pp. 118-134, 2016.
- 4) W. M. van Dike, R. Teske, W. I. van de Lageweg and M. G. Kleinhans: Effects of vegetation distribution on experimental river channel dynamics, *Water Resources Research*, 49, pp. 7558-7584, 2013.
- 5) 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 B1(水工学)*, 73(4), pp. I_883- I_888, 2017.
- 6) M. V. van Oorschot, M. Kleinhans, G. Geerling and H. Middelkoop: Distinct patterns of interaction between vegetation and morphodynamics. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, pp.791-808, 2016.
- 7) 内田典子・久加朋子・木村一郎・清水康行: 裸地砂州への種子定着特性と植生分布が河床変動の応答に与える影響, *水工学論文集*, 60, pp. 1087-1092, 2016.
- 8) 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, *水工学論文集*, 60, pp.1081-1086, 2016.
- 9) N. Surian, M. Barban, L. Ziliani, G. Monegato, W. Bertoldi and F. Comiti: Vegetation turnover in a braided river: frequency and effectiveness of floods of different magnitude, *Earth Surf. Process. Landforms*, 40, pp542-558, 2015.
- 10) N. Gorelicka, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau and R. Moore: Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, *Remote Sensing of Environment*, 202, pp. 18-27, 2017.
- 11) 林田寿文・小山康吉・横山洋・佐藤圭: 北海道内におけるヤナギ種子の流下量と時期的な変化, *河川技術論文集*, 17, pp.215-221, 2011.
- 12) 傳甫潤也・堀岡和晃・米元光明・伊藤昌弘: 人為改変後の低地における河畔におけるヤナギ林の地域分布, *応用生態工学会誌*, 11, pp.13-27, 2008.
- 13) 黒木幹男・岸力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, *土木学会論文報告集*, 342, pp.87-96, 1984.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Kyuka Tomoko, Yamaguchi Satomi, Inoue Yusuke, Arnez Ferrel Kattia Rubi, Kon Hideto, Shimizu Yasuyuki | 4. 巻 46 |
| 2. 論文標題 Morphodynamic effects of vegetation life stage on experimental meandering channels | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms | 6. 最初と最後の頁 未定 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.5051 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Arnez Ferrel Kattia Rubi, Nelson Jonathan Mark, Shimizu Yasuyuki, Kyuka Tomoko | 4. 巻 46 |
| 2. 論文標題 Past, present and future of a meandering river in the Bolivian Amazon basin | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Earth Surface Processes and Landforms | 6. 最初と最後の頁 715 ~ 727 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/esp.5058 | 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 該当する |
| 1. 著者名 Kyuka Tomoko, Okabe Kazunori, Shimizu Yasuyuki, Yamaguchi Satomi, Hasegawa Kazuyoshi, Shinjo Kho | 4. 巻 31 |
| 2. 論文標題 Dominating factors influencing rapid meander shift and levee breaches caused by a record-breaking flood in the Otofuke River, Japan | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Hydro-environment Research | 6. 最初と最後の頁 76 ~ 89 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jher.2020.05.003 | 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 岡安努・久加朋子・今日出人・清水康行・加藤康充 | 4. 巻 76 |
| 2. 論文標題 非粘着性河床材料で構成される交互砂州に粘着成分を供給した場における砂州形状と河床構成材料の変化 | 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 1159-1164 |
| 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 T. Kyuka, S. Yamaguchi, K. Okabe, Y. Shimizu, H Kon | 4. 巻 22 |
| 2. 論文標題 Vegetation effects on the lateral channel migration during 2016 August floods in the Otofuke River | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd IAHR-APD Congress 2020, Sapporo (IAHR-APD 2020), Japan | 6. 最初と最後の頁 なし |
| 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 J. Okuda, Y. Shimizu, T. Kyuka | 4. 巻 22 |
| 2. 論文標題 Flume experiments on revetment failure due to bed deformation during flood | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 22nd IAHR-APD Congress 2020, Sapporo (IAHR-APD 2020), Japan | 6. 最初と最後の頁 なし |
| 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 井上佑輔・久加朋子・山口里実・今日出人・清水康行 | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 急流河川に繁茂する植生流失特性の違いに伴う流路変動特性に関する実験 | 5. 発行年 2019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_883-I_888 |
| 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 岡部和憲・久加朋子・山口里実・清水康行・新庄 興・長谷川和義 | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 急流河川における将来洪水流量を考慮した河岸侵食特性と河道計画に関する考察 | 5. 発行年 2019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_1423-I_1428 |
| 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 赤堀良介・山口里実・久加朋子 | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 平成28年8月北海道豪雨災害における流路内の流木集積状況と水理的条件に関する検討 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 河川技術論文集 | 6. 最初と最後の頁 261-266 |
| 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12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 T.Kyuka, S.Yamaguchi, K.Okabe, Y.Shimizu, H.Kon |
| 2. 発表標題 Vegetation effects on the lateral channel migration during 2016 August floods in the Otofuke River |
| 3. 学会等名 22th Congress of the Asia Pacific Division of the International Association for Hydro Environment Engineering & Research (IAHR-APD2020), 2020.9.15,(Online) ,(Sapporo ,Japan). (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 J. Okuda, Y. Shimizu, T. Kyuka |
| 2. 発表標題 Flume experiments on revetment failure due to bed deformation during flood |
| 3. 学会等名 22th Congress of the Asia Pacific Division of the International Association for Hydro Environment Engineering & Research (IAHR-APD2020), 2020.9.15,(Online) ,(Sapporo ,Japan). (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 岡安努・久加朋子・今日出人・清水康行・加藤康充 |
| 2. 発表標題 粘着性・非粘着性河床混在場における土砂輸送と河床の鉛直構造 |
| 3. 学会等名 土木学会第64回水工学講演会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 久加朋子・山口里実・渡邊健人・今日出人・清水康行 |
| 2. 発表標題 砂州上の流れと植生種子の輸送・定着特性 |
| 3. 学会等名 令和2年環境水理部会研究集会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--------------------------------|
| 1. 発表者名 沖津宝・岩崎利樹・久加朋子・清水康行 |
| 2. 発表標題 砂州形態の流木補足効果に関する数値計算 |
| 3. 学会等名 令和2年環境水理部会研究集会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 井上佑輔・久加朋子・山口里実・今日出人・清水康行 |
| 2. 発表標題 急流河川に繁茂する植生流失特性の違いに伴う流路変動特性に関する実験 |
| 3. 学会等名 水工学講演会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岡部和憲・久加朋子・山口里実・清水康行・新庄 興・長谷川和義 |
| 2. 発表標題 急流河川における将来洪水流量を考慮した河岸侵食特性と河道計画に関する考察 |
| 3. 学会等名 水工学講演会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 天見有志・久加朋子・清水康行 |
| 2. 発表標題 土砂供給量の違いが粘性土を含む蛇行流路の発達に与える影響に関する実験的研究 |
| 3. 学会等名 土木学会北海道支部令和元年度年次技術研究発表会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 久加朋子・井上佑輔・山口里実・今日出人・清水康行 |
| 2. 発表標題 植生の河岸拘束力の違いが蛇行流路の流路変動特性に与える影響 |
| 3. 学会等名 応用生態工学会第23回研究発表会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 T.Kyuka, S.Yamaguchi, Y.Inoue, H.Kon, Y.Shimizu |
| 2. 発表標題 The effects of vegetation intensity on river morphodynamics |
| 3. 学会等名 11th River, Coastal and Estuarine Morphodynamics Symposium (RCEM2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 K.Okabe, Y,Shimizu,T.Kyuka, S.Hasegawa, K.Shinjo, S.Yamaguchi |
| 2. 発表標題 Study on Estimation of bank erosion possibility in steep slope river channel - A Case study on Otofuke River in Japan |
| 3. 学会等名 11th River, Coastal and Estuarine Morphodynamics Symposium (RCEM2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 赤堀良介・山口里実・久加朋子 |
| 2. 発表標題 平成28年8月北海道豪雨災害における流路内の流木集積状況と水理的条件に関する検討 |
| 3. 学会等名 2019 年度河川技術に関するシンポジウム |
| 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 |
|---------------------------|-----------------------|----|
| | | |

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 |
|---------|---------|
| | |