

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04625

研究課題名（和文）マルチスケールにおける細粒土砂動態の非平衡性がもたらす土砂堆積現象の解明

研究課題名（英文）Study on mechanisms of fine sediment deposition in middle reaches of gravel bed rivers due to non-equilibrium state of sediment dynamics on multi-scale spatial regions

研究代表者

赤堀 良介（AKAHORI, Ryosuke）

愛知工業大学・工学部・准教授

研究者番号：50452503

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）：期間全体を通し、礫床河川中流域における自然堤防帯を対象とし、河道掘削後の細粒土砂堆積による河幅の急激な減少における、その要因としての土砂供給の非平衡性について、観測、実験、解析を通じた検討が実施された。流域スケールの特性に応じたウォッシュロード形態による細粒分の堆積、リーチスケールの物理機構に応じた砂分の堆積について、その機構を記述し得る数理的モデルを作成し、さらに微細な植生周辺の局所スケールにおける物理機構の把握に向けた基礎的知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、流域スケールから、草本群落などの植生域のスケールまでの階層的な対象にわたって、砂分および細粒分を含む細粒土の土砂動態が河川景観の変遷に与える影響を解明し、その定量的評価手法について数値解析モデルを基礎として構築した。従来、河道内の細粒土については、河川管理上の取り扱いが確立していなかったが、上記モデルを適用することで水理学的考察に基づく理解が可能となり、河道の植生管理についても物理的知見に基づく工学的な対応が可能となることが期待される。

研究成果の概要（英文）：In some natural levee zones in the middle reaches of gravel bed rivers in Japan, the relatively rapid decrease of river width due to deposition of fine sediment materials after channel excavation was frequently observed. The non-equilibrium state of sediment supply was assumed to be a factor of that rapid decrease of channel width, and it was investigated through observation, experiment and numerical analysis. Numerical models were developed to describe the mechanisms of fine-grained sediment deposition, which were caused by the wash-load transport according to the characteristics of the watershed scale and the sand deposition according to the physical mechanisms of the reach and local scales. The basic knowledge was obtained for understanding the physical mechanisms at the micro scale around micro scale vegetated regions.

研究分野：水理学

キーワード：マルチスケール 非平衡性 浮遊砂 ウォッシュロード 土砂水理学

1. 研究開始当初の背景

近年、「樹林化」と呼ばれる河道内への植生の過剰な進出が顕在化し、流路の固定化が進むことによる環境や治水上の問題が懸念されている。既往研究では、樹林化の要因を人為的な攪乱頻度の低下に置き、進行過程のモデル化に際しては中小規模出水の継続期間での数理生態学的表現を用いる場合が多かった。一方で、その初期過程での植生進出の機構に興味の対象を限定すると、土砂水理学的考察に基づいた決定論的な記述で説明可能と推測される現象が存在する。一例として、河川改修による拡幅等の後に、浮遊砂やウォッシュロードが中小規模の出水が継続した数年のオーダーの期間で堆積し、低水路幅が縮小する事例が挙げられる。細粒土中の砂分や細粒分の局所的な堆積がその要因であることが示されており、河道に進出した植生(主に草本)がそれらの捕捉を促進することから、上記現象で観察される川幅の縮小が、樹林化の初期段階(清水ら、**1999**)と機構的に共通すると推測される。藤田ら(**1996**)は、このような川幅の縮小をもたらす細粒土がウォッシュロードに由来するものである事を示しており、通常は河床材料として認識されない細粒土が、河道地形の形成に影響を与え得ることを物理的考察に基づくアプローチで示した。また原田ら(**2015**)は木曾川水系の揖斐川中流域のセグメント 2 区間(自然堤防帯)において、高水敷の掘削後に急速に細粒土が堆積し、川幅が縮小している箇所が存在することを報告している。この現象に対し原田ら(**2018**)は鉛直方向に分布を有する細粒土の濃度フラックスを与え、高水敷と低水路でのそれらの差分が高水敷での細粒土砂堆積現象を代表し得ると仮定し、揖斐川での現象を粒度分布の面で概ね説明し得るという結果を得た。さらに、上記では、セグメント M~1(山間地~扇状地)などの上流域の地質学的条件の異なる長良川では同様の改修後も川幅の縮小が見られないことが示され、上流域からの細粒土の供給量の差異も、堆積の支配的要因となることが推測されている。また、空間スケールを小さく取って該当の領域を注視すると、草本植生群落が局所的に存在しており、このような領域は裸地から空間的に徐々に変遷するものでなく、数 m の規模で両者が入れ替わっていることが観察される。冠水した草本を想定した赤堀ら(**2018**)の実験からは、植生域上流側と植生域内部における細粒土の土砂濃度フラックスの鉛直方向分布が著しく異なることが示されており、このような微地形スケールの流れの構造に基づく土砂動態の空間的な非均一性が地形形成のプロセスに局所的な影響を与えている可能性も推測された。

上記に示した申請者らの既往研究に共通する視点として、浮遊砂やウォッシュロードのような河川管理における明示的な管理対象となり難い要素が、数年のオーダーの期間でリーチスケールの河道形状の形成に大きく影響を与え得るという認識があった。前述の通り、ごく短い期間における細粒土砂の著しい堆積に関しては、流域スケールから微地形スケールに至るまで、その空間的なフラックスの非平衡性が重要であると推測される。しかしながら、これまでの細粒土の堆積の機構解明に関しては解析時の単純化のため流下方向に平衡状況を仮定する例が多かった。本研究の対象に関しては、上記の理由からこの前提は適しておらず、マルチスケールにおける細粒土の土砂濃度フラックスの非平衡性の研究を進展させる必要性に至った。

2. 研究の目的

細粒土砂成分の急速な堆積による地形変化が生じ得た現象の解明を目的として、その要因が流域から微地形までの異なる空間スケールにおけるウォッシュロードおよび浮遊砂動態の空間的な非平衡性に由来すると仮定し、以下の検証を進めた。

(1) 植生域のスケールにおける細粒土の濃度フラックスの非平衡性に基づく堆積量の定量化: 草本を主体とした植生の影響下にある微地形スケールにおいて、細粒土の堆積機構を局所的な濃度フラックスの非平衡性から説明し、定量的評価を可能とする数値モデルを構築した。また、植生域における微視的な流れの構造と土砂堆積の機構の関連を検討するため、乱流構造が浮遊砂堆積に与える影響について水理実験を基に検討した。

(2) リーチスケールにおける細粒土の濃度フラックスの非平衡性に基づく堆積量の定量化: 細粒土の急速な堆積の機構について、川幅程度の空間スケールにおいて、河道地形に由来する流れの影響を受けた濃度フラックス分布の非平衡性(主として横断方向)から説明し、定量的評価を可能とする数値モデルを構築した。

(3) 流域の地質的特性に由来するセグメントスケールの細粒土の動態の非平衡性の解明: セグメント M~1 における地質学的条件や、セグメント間での大局的な土砂動態(特にウォッシュロードに由来する細粒分)の変化を検討し、下位の空間スケールの事象に対する入力条件部分の影響を精査した上で、その一般化を試みた。

(4) これらの知見を用いた予測検討手段としての基礎的モデルの構築: 上記を統一した方法論を構築し、補助となるツールを基礎的モデルとして整備することを試みた。

3. 研究の方法

空間的スケールの違いに基づき、研究計画を以下の 3 つのタスクに還元した。すなわち、(1) 植生群落を解像した空間スケール、(2) リーチスケールの構成要素を解像した空間スケール、さ

らに**(3)**セグメント間の差異を含んだ流域を包括する空間スケール、以上の**3**つである。それぞれ項目ごと現地観測に関連する手法を示し、また**(1)**については水理実験に関連する手法を示した。加えて、**(1)**および**(2)**に関しては、横断方向の土砂濃度フラックスの差に着目した形で堆積速度を定量化するための数値モデルの構築を実施した。

(1) 植生群落を解像した空間スケール： 庄内川の中流区間（**28km** 付近） およびその**2**次支川である香流川（比較的上流の長久手市管理区間）を対象に、継続的な観測を実施し、**Structure from Motion - Multi View Stereo** を適用した植生域周辺の微地形の表面標高モデル（**Digital Surface Model**）の作成、堆積土砂のサンプリング、粒度分析を実施した。さらに香流川では近年の周辺地域の開発と並行した河道改修により、河床の裸地形成が河道内の一定区間ごとに断続的に実施されたことから、平坦な礫床の形成とそこからの植生進出および微高地形成を初期から詳細に把握可能であり、実河川スケールの実験水路的な観察が可能であった。この利点を踏まえ、出水期間中の濁度観測および採水等から細粒分の土砂濃度を複数箇所でも測定し、想定される水理量から濃度フラックスを算出して流下方向の変化を把握したほか、市販の人工芝などを用いて作成した模擬植生パネルを河道内に設置し、出水ごとの堆積土砂サンプルを取得した上で、その粒度分布について時空間的な傾向を把握した。加えて連続的な水位計測を実施し、水位ハイドログラフから想定される流量を条件とした数値計算により得られた水理量との関連性を検討した。草本を想定した植生域の上下流での土砂濃度フラックスの差が実際に植生内での堆積状況に与える影響を定量化することを目的として、現地観測で用いたものと同様の模擬植生パネルを実験水路に設置して、浮遊砂を流下させた通水実験を行った。模擬植生パネル前後での土砂濃度フラックスの計測およびパネルへの堆積量を計測した。さらに植生群落周辺の微視的な土砂堆積機構を把握するため、土砂堆積への乱流構造への寄与を解明することを目的として水路実験を実施した。実験では**PIV** 計測から乱流の詳細構造を検討した。模擬植生として剛体植生模型を用いて、植生域周辺での浮遊砂堆積状況を乱流構造から説明することを試みたほか、さらに柔軟な植生模型を用いて植生の剛性に応じた浮遊砂の堆積状況の差を検討した。

(2) リーチスケールの構成要素を解像した空間スケール： 揖斐川、長良川の自然堤区間において、砂州切り下げによる河道改修が実施された領域を対象として、リーチスケールでの地形変化の把握、堆積土砂のサンプリングおよび粒度分析などを実施した。定期横断測量結果に基づき地理情報システムにより差分値を検討した他、横断方向に複数の観測点を設けて、出水期間後の堆積土砂量や粒度分布を分析し、それらの空間的特性を把握した。また表面状況の異なるパネル（平坦な表面や、模擬植生等）を該地点の複数個所に設置することで出水期間における細粒分の堆積土砂のサンプリングを実施し、切り下げ実施後に生じた被覆状況の差（横断方向における水際からの空間的な位置関係に依存）が堆積土砂の粒度分布の傾向に与える影響を考察した。

また異なる視点からの浮遊砂輸送と河床変動の数値解析モデルに対する知見を得るため、北海道の河川を対象とした現地観測および数値解析を実施した。解析では、非平衡状態で輸送される細粒土砂を浮遊砂として表現するため、粒子流動層モデルの基礎的発想を取り入れた。

(3) セグメント間の差異を含んだ流域を包括する空間スケール： 濁度等の既往観測データの収集や精査を実施し、流域スケールでの土砂動態特性を把握した。加えて、揖斐川、長良川のウォッシュロード濃度と堆積量との関係性を把握するため、高水流量観測時の簡易な表面採水により、出水期におけるウォッシュロード濃度を計測した。

4. 研究成果

引き続き「**2. 研究の目的**」で示した項目ごとに成果について記載する。

(1) 庄内川 28km 付近における河道改修後の砂州を対象とした高頻度の観測に対して SfM-MVS 解析を適用し、微地形の変遷と草本群落に見られる微高地の維持機構を検討した。 草本群落が礫を主体とする河床材料の被覆を受けずに維持されている領域（**図-1** 左）において、特に平水時の水際付近で平均年最大値規模の出水後に砂分を多く含む土砂が堆積する現象が確認されたことから、数値解析を併用してその水理的な条件を検討した。解析では、簡易な植生内の流速算出法を用いることで、粒子沈降速度との比較から浮遊砂としての連行条件を推定し、対象地点の草本群落内では対象とした出水規模の際に浮遊砂としての連行条件を満たしておらず、そのような領域において砂分の堆積が多く見られたことを確認した（**図-1** 中、右）。

一方で上記の手法は草本域での細粒分の堆積を記述するものではなく、砂分と細粒分のそれぞれについて、異なる堆積機構を踏まえた定量化手法が必要とされた。このため、庄内川の二次支川である香流川を対象として、河道整備後の裸地の変遷をモニタリングすることで、実河川スケールの実験水路の対象として観測を実施し、同種の現象の機構を検討した。庄内川での現象と同様に、砂州上における相対的な位置の違いに応じた粒度分布の違いが観察され、リーチスケールの流れの構造に応じて植生の影響下で砂分の堆積する自然堤防帯的地形と、局所的に密生した植生がごく低速の流速下で細粒分を堆積させる後背湿地的な地形とに分類が可能であった。この領域の違いに応じた植生域における土砂堆積の機構を詳細に検討するため、模擬植生パネル設置による出水時土砂堆積状況の計測等を実施した（**図-2**）。植生パネルに堆積した土砂粒径と、同時に実施した水位の観測値より推測した水理量の関係から、植生域に堆積する土砂において、そのボリュームの多くを占める砂分の輸送が、掃流形態ではなく浮遊砂の形態に依存することが示された（**図-3**）。また模擬植生パネルを実験水路に設置し、砂分の浮遊砂濃度フラックスの分布とパネル上の堆積土砂量との関係を定量的に評価した。その結果、植生域を挟んだ上下流で

の流速差(水平方向成分)に基づく同フラックス収支により記述された堆積量のモデル化が合理性を有することを確認した。この結果を踏まえ、流速が植生内で減速することによって生じる浮遊砂濃度フラックスの収支を用いた砂分の土砂堆積速度の計算モデルを作成し、実測値との比較を行った結果、比較的良好な再現結果を得た。なお同種の計算モデルを用いた場合、ウォッシュロードに依存する細粒分の堆積速度に関しては過大評価となった。揖斐川、長良川を対象とした(2)で示すリーチスケール対象の知見により、細粒分に関しては水平方向の濃度フラックスの変化に依存させず、植生域内で鉛直方向の巻き上がりが生じない前提を与えた場合に、堆積速度が妥当な値を示すことを確認した。

また、植生群落内部での土砂堆積機構のミクロなスケールでの確認として、堆積機構への乱流構造の寄与について検討するため水路実験を実施した。剛体植生周辺での流れに対して PIV 計測から乱流の詳細構造を検討し、乱流構造が最も発達する最適な植生長/水深比を明らかにした。また植生群落内部での浮遊砂堆積状況について検討した結果、群落上流側には堆積が見られず、下流側で土砂堆積が見られた。鉛直方向の乱流構造が発達しているケースほど土砂堆積が顕著であり、乱流構造が土砂堆積に寄与していることが示唆された。さらに草本周辺での現実的な土砂堆積状況を検討するために、柔軟な植生模型を用いて浮遊砂の堆積実験を行った。結果より水流によって撓まない剛体植生と比較して、柔軟植生は折れ曲がることで乱れ構造が発達し組織的に揺動することがわかった。また剛体植生より柔軟植生の群落内部で浮遊砂が多く堆積した。

(2) 木曽川水系揖斐川及び長良川の自然堤防帯区間の高水敷掘削地におけるウォッシュロードの堆積速度を対象とした簡易なモデル計算手法を開発した。モデルの特徴として、細粒分の濃度 C を対象区間で一律の値として取り扱い、堆積速度そのものは鉛直方向の沈降と巻き上げのフラックス差に依存する形としたが、この際に濃度 C を流量 Q に応じて直接与えるものとした。これより掘削地における堆積速度を求め、冠水が生じる水位流量の時間頻度をもって積分することにより、年間の堆積速度を予測可能であることを示した。ただし、地表を覆う植物などの微環境が細粒分の巻き上がりを抑制するなどの条件が伴わない場合、ウォッシュロードの堆積は

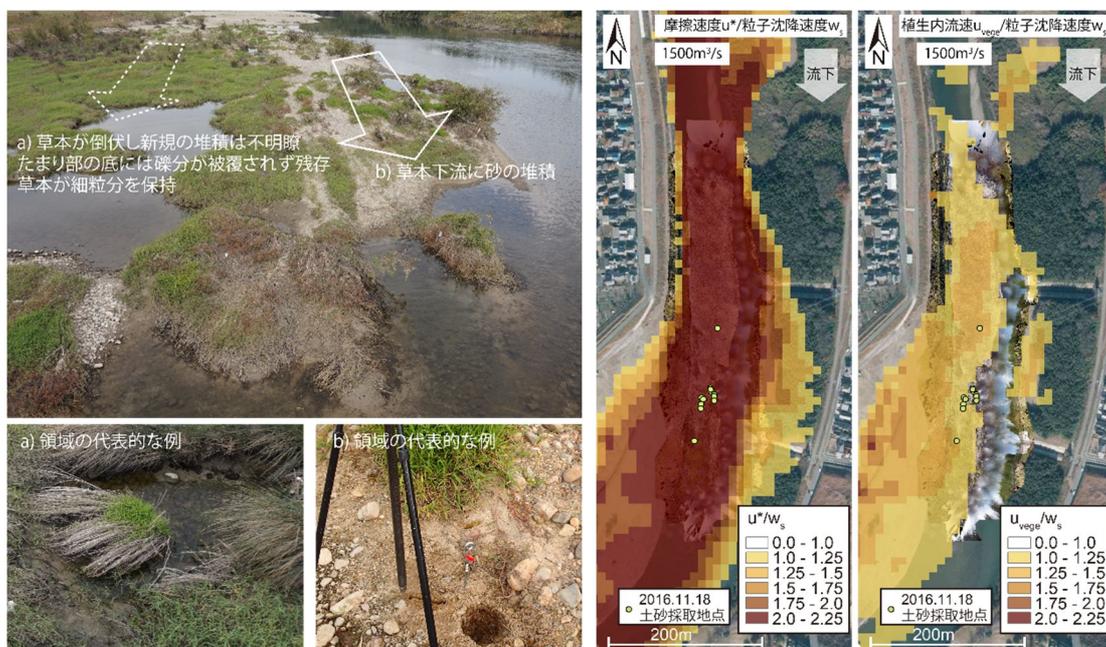


図-1 左：庄内川 28km 右岸付近の砂州切り下げ箇所における土砂堆積と草本進出の状況，研究対象区間広域図（香流川の長久手市内区間），中、右：1mm 粒径浮遊砂の連行条件の比較模，中：植生を考慮しない，右：植生を考量，植生を考慮した場合に連行条件を超える箇所（着色部）が砂州水際で減少

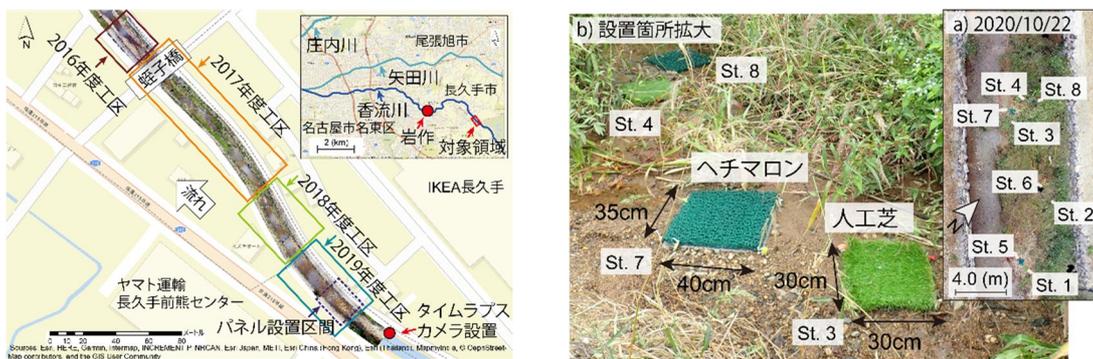


図-2 左：研究対象区間広域図（香流川の長久手市内区間），および右：模擬植生パネルの設置状況

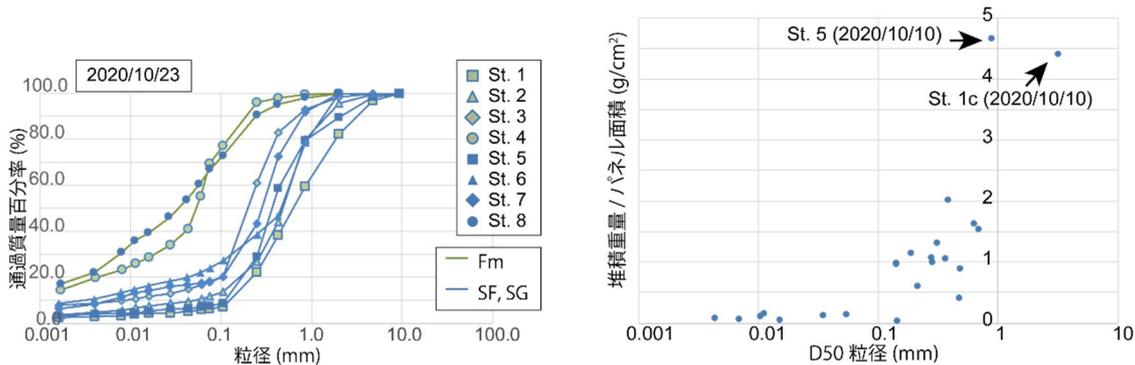


図-3 左：香流川裸地区間に設置したパネル堆積土砂粒度分布の例（主に細粒分，砂分が堆積），右：各サンプルの **D50** と単位面積当たりの堆積重量との関係を散布図に示す（浮遊砂の粒径の堆積が主体）

生じ得ないことも示唆された。この知見を確認するため、対象地点に **4** 種の被覆状況が異なるパネルを設置し、出水期における土砂の堆積厚及び粒度分布を分析した。夏季に継続した出水による堆積量は、ヤナギの繁茂のために平均年堆積速度を大きく上回った。再現計算では**(3)**の項目での検討結果を踏まえて修正した **Q-C** 式を与え、かつ草本域での細粒分の巻き上げを考慮しない条件下で、現地の土砂堆積厚をほぼ再現する結果が得られた。また、河道の横断方向の低水路水際からの相対的な距離に応じた土砂堆積状況を検討した。現地では調査地点ごとの堆積厚の変化と粒度分布を観測した。結果では、低水路に近い高水敷の自然堤防的の微高地では細砂の堆積の割合が多く、低水路から離れた後背地においては細粒分の堆積が卓越した。砂分の堆積領域が、おおむね低水路化からの浮遊砂の湧昇が到達する範囲内に収まると推測されたことから、この違いは複断面内に生じる流れの大規模構造に依存すると考えられた。

また、異なるアプローチに基づく計算手法として、流水中を非平衡状態で輸送される細粒土砂を浮遊砂として表現するため、粒子流動層モデル (**Egashira & Ashida, 1992**) の考え方を非定常 **2** 次元流れおよび河床変動モデル (**iRIC Nays2DH**) に取り入れることで数値解析モデルを構築した。**2019** 年の北海道胆振東部地震時に広範囲で山地崩壊が発生したことで細粒土砂の流出が懸念されている厚真川に適用したところ、細粒土砂の主な堆積場所は、河岸沿いであり、低水路内への堆積は極めて少ないことが示された。

(3) 木曾川水系揖斐川及び長良川の自然堤防帯区間における高水敷掘削地における土砂再堆積傾向の違いと、両河川のウォッシュロード濃度の関係性を把握するため、高水流量観測時の簡易な表面採水により **2018** 年と **2019** 年の出水期におけるウォッシュロード濃度を計測し、揖斐川は長良川よりも濃度が高いことを示した。また細粒土砂堆積速度予測モデルの高度化のため、揖斐川を対象に、中小出水時から高水時における土砂濃度観測、掘削地の土砂堆積現地実験、改良モデルによる **2020** 年出水期の再現計算を行った。観測の結果、データが不足していた流量 **100 ~ 1000m³/s** での土砂濃度計測値が多く得られ、流量 **Q** と土砂濃度 **C** の関係を修正した。

(4) 上記の知見を整理し、礫床河川中流部の自然堤防帯における砂州切り下げ後の土砂堆積に関して以下の手順に基づく予測的数値モデルの作成が達成された。空間スケールの大きい現象から順に、流域スケール：出水時観測により対象流域ごとの **Q-C** の関係を求め、ウォッシュロード由来の細粒分堆積の計算のための前提条件を取得、リーチスケール：流量規模に応じた水理量に応じて、巻き上げりを考慮しない条件下での細粒分堆積量を積分し、その堆積速度を算出、リーチスケールから植生域スケール：微地形による局所的な水理量の変化を浮遊砂の土砂濃度フラックスの水平方向変化に反映、その差分から砂分の堆積速度を算出、という手法である。

研究全体を通して：期間全体を通し、河道掘削後の細粒土砂堆積による河幅の急激な減少における、その要因としての土砂供給の非平衡性について、観測、実験、解析を通じた検討が実施された。流域スケールの特性に応じたウォッシュロード形態による細粒分の堆積、リーチスケールの物理機構に応じた砂分の堆積について、その機構を記述し得る数理的モデルを作成し、さらに微細な植生周辺の局所スケールにおける物理機構の把握に向けた基礎的知見を得た。

<参考文献>

- 藤田光一, **MOODY, J.A.**, 宇多高明, 藤井政人: ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小, 土木学会論文集, **No. 551 /II-37**, pp.47-62, **1996** .
 原田守啓, 永山滋也, 大石哲也, 萱場祐一: 揖斐川高水敷掘削後の微地形形成過程, 土木学会論文集 **B1(水工学)**, **Vol.71, No.4**, **I_1171-I_1176**, **2015** .
 原田守啓, 角田美佳, 赤堀良介, 永山滋也: 自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂再堆積 ~ 揖斐川と長良川の相違点とその要因 ~, 河川技術論文集, 第 **24** 巻, pp.173-178, **2018** .
 赤堀良介, 山口里美, 佐藤大介: 冠水した植生域における浮遊砂の鉛直方向濃度分布の検討, 土木学会論文集 **B1(水工学)** **Vol.75**, **I_949-I_954**, **2018** .
Egashira, S., and Ashida, M.: Unified view of the mechanics of debris flow and bed-load, Advances in Micromechanics of Granular Materials, pp.391-400, 1992.

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 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 赤堀良介, 原田守啓, 角谷太一, 桂 知代, 柴本 陸	4. 巻 77巻 (2号)
2. 論文標題 土砂捕捉パネルによる浮遊砂堆積状況の観測と簡易なモデルを用いた堆積速度の検討	5. 発行年 2021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_1027- I_1032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.77.2_I_1027	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 山口里実, 久加朋子, 南郁慧, 清水康行, 岩崎理樹	4. 巻 77巻 (2号)
2. 論文標題 河岸植生が流路形態へ与える影響に関する実験 河岸高さに対して根が浅い場合	5. 発行年 2021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_721-I_726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.77.2_I_721	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 久加朋子, 加藤康充, 山口里実, 富田邦裕, 今日出人, 清水康行	4. 巻 77巻 (2号)
2. 論文標題 厚真川シシャモ産卵場特性の把握と胆振東部地震後の高濃度浮遊砂が与える影響の検討	5. 発行年 2021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_139-I_144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.77.2_I_139	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 松本知将, 岡本隆明, 赤堀良介, 山上路生	4. 巻 77巻 (2号)
2. 論文標題 植生高さによる乱流構造の遷移過程の変化およびその浮遊砂堆積への影響について	5. 発行年 2021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) 10.2208/jscejhe.77.2_I_715	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 原田守啓, 赤堀良介, 武田正太郎	4. 巻 26
2. 論文標題 洪水時のウォッシュロード濃度の簡易計測に基づく土砂再堆積予測	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 585-590
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11532/river.26.0_585	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 岡本隆明, 松本知将, 大石哲也, 山上路生, 岡崎拓海	4. 巻 Vol.76(1)
2. 論文標題 半球粗度まわりの乱流構造が種子捕捉過程に与える影響に関する実験的研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1(水工学, 通常号)	6. 最初と最後の頁 118-128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.76.1_118	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	4. 巻 Vol.75, No.2
2. 論文標題 草本域が進出した河道内微地形周辺における出水後の表層土砂堆積機構の検討	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_337-I_342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.75.2_I_337	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 山口里実, 久加朋子, 岡部和憲, 桑村貴志	4. 巻 Vol.75, No.2
2. 論文標題 急流河川における低水護岸背後の高水敷侵食特性に関する水理模型実験	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_955-I_960
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejhe.75.2_I_955	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 Satomi Yamaguchi, Tomoko Kyuka	4. 巻 38th
2. 論文標題 A hydraulic model experiment on the relationship between sediment transport characteristics and changes in watercourses around a low-water revetment or spur dikes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 E-proceedings of the 38th IAHR World Congress September 1-6, 2019, Panama City, Panama	6. 最初と最後の頁 315-320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3850/38WC092019-0245	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 -

[学会発表] 計5件(うち招待講演 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Ryosuke AKAHORI
2. 発表標題 RIPARIAN MICROTOPOGRAPHY OF SHONAI RIVER BY APPLYING POLE-CAMERA METHOD
3. 学会等名 the 22nd IAHR-APD Congress 2020, Sapporo, Japan (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田鍋颯一, 久加朋子, 山口里実, 橋場雅弘, 土田宏一, 諏訪田光浩, 岡安努, 今日出人, 清水康行
2. 発表標題 北海道胆振東部地震後の厚真川における浮遊土砂輸送量の変化
3. 学会等名 令和2年度土木学会北海道支部論文報告集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤堀良介, 俵山将伍, 永井奨
2. 発表標題 庄内川二次支川の香流川における河床整備後の微地形の変遷
3. 学会等名 令和元年度土木学会中部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川村里実, 大石哲也, 矢部浩規
2. 発表標題 2016年出水後の十勝川における流路変動および側岸侵食について
3. 学会等名 国土交通省令和元年度国土技術研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川村里実, 久加朋子, 矢部浩規
2. 発表標題 河岸の樹木が側岸侵食に与える影響について
3. 学会等名 国土交通省北海道開発局令和元年度技術研究発表会
4. 発表年 2020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	原田 守啓 (HARADA Morihiro) (00647042)	岐阜大学・流域圏科学研究センター・准教授 (13701)	
研究分担者	川村 里実 (山口里実) (KAWAMURA Satomi) (70399583)	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 (82114)	
研究分担者	岡本 隆明 (OKAMOTO Takaaki) (70599612)	京都大学・工学研究科・助教 (14301)	

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