

長良川・揖斐川の高水敷掘削地における土砂再堆積モニタリング

岐阜大学 学生会員 ○角田 美佳

岐阜大学 正会員 原田 守啓

岐阜大学 アマノウラ サイトリ

1. はじめに

全国の河川の多くで、出水時における洪水流下能力向上のための河道掘削が計画・実施されており、自然堤防帯においては、高水敷掘削が行われている。しかし、掘削後の比較的短期間に土砂の再堆積が進行していることが報告されている。また、水系・河川によって再堆積プロセスの違いが生じる要因についても未解明な点が多いことも判明している¹⁾。

本研究では、河川を流下する土砂の粒度組成や量の違い、流況の違いなどに着目し、それらが異なる木曽川水系揖斐川、長良川を対象河川として分析・比較し、再堆積土砂の違いが生じる要因の解明や、河川管理上重要な情報となる土砂再堆積速度を、今後の長良川ではどのくらいになるのか予測することを目的とする。

2. 研究手法

2.1. 水系スケール・水文観測データ解析

扇状地（セグメント 1）から自然堤防帯（セグメント 2）に移行した場所に立地している 2 河川の高水敷掘削サイトに調査地を設定した。河床高及び河床高の縦断分布特性の把握のため、国土交通省木曽川上流事務所より貸与を受けた河床断面形と河床材料縦断分布の解析を行う。流況特性の把握は、調査地近傍の国土交通省水位流量観測所のデータを用いて解析を行う。

2.2. 高水敷掘削サイトの現地調査と室内分析

各調査地の再堆積土砂をサンプリングし、室内土質実験により粒度組成と鉛直構造を把握する。また、ドローンによる航空写真や VRS 測量を用いて三次元的な地形変化の把握を行う。

2.3. 簡易流砂モデルによる再堆積傾向の分析

現地調査やデータ解析から得た土砂の粒径、水位を与条件とした土砂濃度の解析により、各調査地の堆積土砂がどの程度の流量の条件で堆積したかを推定する簡易流砂モデルを作成し、土砂再堆積傾向の分析を行う。簡易流砂モデルは、実河川の複雑な河床断面形を、高水敷・掘削地・低水路の 3 部分に分割して単純化した断面形で表現し、隣接した掘削地と低水路を流れる浮遊砂フラックス間の交換量を検討することによって、土砂堆積傾向の分析を行う。

3. 研究結果・考察

3.1. 揖斐川・長良川の位況の特徴

各河川の位況の経年変化を観測所の水位データ（1979 年～2016 年）から解析したところ、水位の頻度分布には 2 河川で異なる傾向がみられた。長良

川墨俣観測所では、1979 年から豊平低渇水位が徐々に低下し続け、河口堰開始（1995 年）の 10 年後から安定した挙動をみせていた。これは、下流から進められていた河道浚渫の影響によるものだと考えられる。一方、揖斐川万石観測所では、徳山ダムの供用開始年（2008 年）から渇水位が上昇傾向にあることが確認できた。

3.2. 現地調査及び再堆積土砂の粒度分布

3.2.1. 今年の出水について

2017 年 5 月 31 日、7 月 21 日、9 月 6 日、11 月 28 日の 4 回に亘って現地調査を行った。2017 年 4 月 1 日～11 月 28 日の長良川の出水状況を図-1.に、揖斐川の出水状況を図-2.に示す。

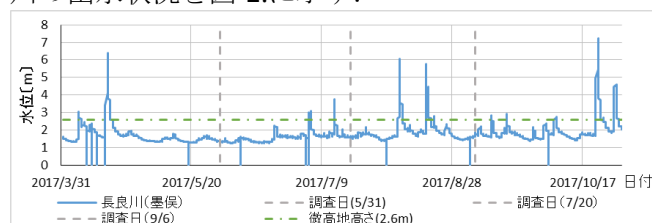


図-1. 長良川の出水状況(2017 年 4 月 1～11 月 28 日)

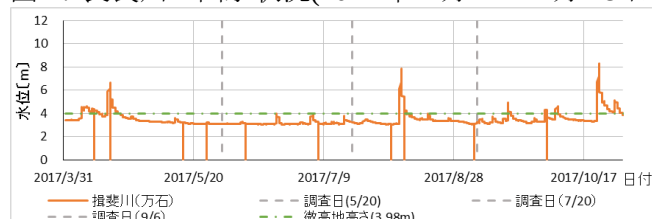


図-2. 揖斐川の出水状況(2017 年 4 月 1～11 月 28 日)

5 月 31 日を基準とした今年の土砂の堆積量を知るため、調査期間中に掘削地がどれだけ冠水したか（土砂が堆積しうる状況だったか）を把握する必要がある。そこで、2017 年 6 月 1 日から 11 月 27 日の期間内の時刻水位データのヒストグラム解析を行った。しかし、どちらの調査地点も、低水路と掘削地の間に自然堤防状の微高地があり、微高地を乗り越える水位でないと、低水路一掘削地間の浮遊砂フラックスの交換は起こらない。したがって、微高地を超える水位の頻度を求めたところ、長良川では約 5.5%(約 320 時間)、揖斐川では約 8.3%(約 481 時間)であった。

3.2.2 長良川での現地調査結果

長良川では、三次元的な地形変化の把握のために、現地調査地点一帯の VRS 測量を 5 月 31 日の現地調査開始日と 11 月 28 日の現地調査最終日の 2 回行った。これらの座標データを処理して堆積浸食量を求めたところ、堆積分が 199.9m³、浸食分が 324.7m³

であった。合計堆積量は -124.8m^3 となり、調査範囲の面積で割って堆積速度を求めたところ、 -0.02m という結果になった。部分的にみても、上流側（常に水に浸っている地点）で浸食が生じ、マウンド状に土砂堆積していた下流側に、より一層の堆積が起こっている結果であった。掘削地内で土砂の移動があり、下流から流失した結果と考えられる。

長良川の調査地でサンプリングした再堆積土砂の粒度分布(5月31日と7月21日分)を図-3.に示す。

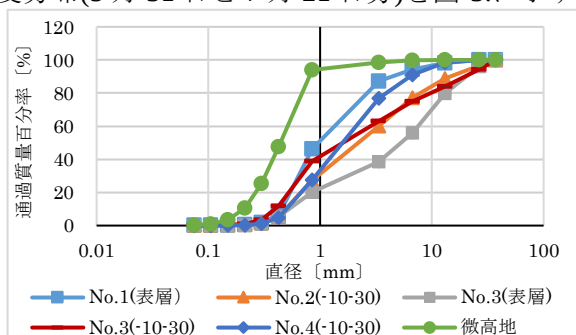


図-3. 長良川の再堆積土砂の粒度分布

長良川掘削サイトの再堆積土砂は中砂～細礫が主体であった。長良川は揖斐川に比べ深く掘削しているため、より粗い粒度の土砂が堆積される傾向にある。しかし、原田ら¹⁾によると、揖斐川掘削サイトの掘削水位より掘削した区間は、掘削直後からシルトや細砂の堆積が生じていた。したがって、再堆積土砂の違いについては掘削高のみに依存する訳ではないと考えられる。

3.2.3 揖斐川での現地調査結果

揖斐川の掘削地では、モニタリングを2地点(No.5, No.6)設置し、局所的なモニタリングを行った。モニタリング地点に鋼尺を設置し、地表に出ている分の値を読んで堆積量を把握した。5月31日と11月28日の現地調査での堆積量の結果を表-1.に示す。

表-1. 揖斐川での堆積量

[m]	2017/5/31	2017/11/28	差
No.5	0.50	0.48	0.02
No.6	0.40	0.45	-0.05

“たまり”の水中の粘土床にある No.6 地点は、地表に出ている分が 0.05m 増加し、浸食されているという結果であった。土砂が堆積した微高地にある No.5 は、 0.02m 堆積が生じていた。また、No.5 付近で表層を掘削すると、地表から 2cm ほどフレッシュな層（有機物片が混ざっていない層）が確認できた。これは、今年のお水イベントで堆積したものと考えられるため、揖斐川高水敷掘削サイトでは掘削後10年程度が経過しているにも関わらず堆積傾向が継続していると考えられた。フレッシュな層を1層として、手で剥がすことのできる層を探したところ4層目まで確認できた。揖斐川 No.5 付近の表層堆積土砂の層序の様子を図-4.に示す。



図-4. 揖斐川 No.5 地点付近の表層堆積土砂の層序

3.3 簡易流砂モデルの計算例

長良川の掘削サイトを想定したモデル計算例を記載する。河床勾配： $I_b=1/2000$ ，水位： $W.L.=3.35$ [m]，掘削地の河床高： $\Delta z=2.440$ [m]，低水路の河床高： $z_b=1.792$ [m]，粒径： $d=0.0001$ [m]，粗度高さ： $k_s=0.036$ [m] としたときの、掘削地の浮遊砂フラックスは 0.049 [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$]，低水路の浮遊砂フラックスのうち掘削地より高い位置のフラックスは 0.083 [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$] であった。また、掘削地と低水路の浮遊砂フラックス量と土砂濃度、流速分布を図-5.に示す。ここに、 $C(z)$ ：土砂濃度， $u(z)$ ：流速 [m/s]， $F_s(z)$ ：浮遊砂フラックス [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$] である。

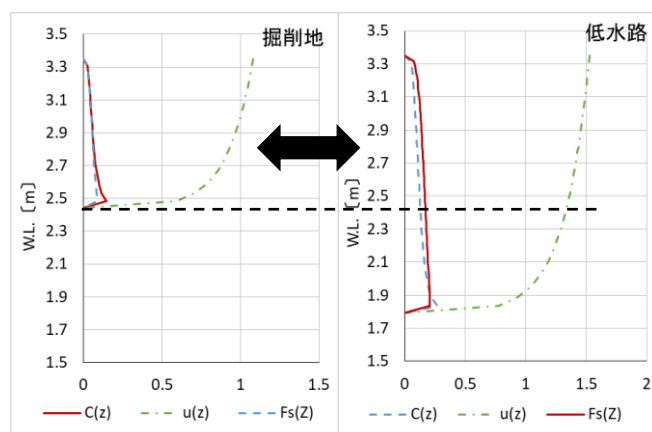


図-5. 掘削地と低水路の浮遊砂フラックス

図-5.に示す結果では、低水路の高い位置を流下する浮遊砂フラックスは掘削地の浮遊砂フラックスより大きい場合、水平混合が生じれば、掘削地に浮遊砂が堆積する状況であると判断される。今後、このモデルに、自然堤防状の微高地を遮蔽物として導入した上で、水位を変化させた際の堆積傾向について検討していく。

4. 今後の予定

長良川と揖斐川における高水敷掘削地の堆積傾向の違いが生じる要因について検討するため、引き続き現地調査を行い、経年的なデータ取得を行っていく。また、堆積土砂の違いを説明するために、掘削地における断面を想定した簡易モデルに留まらず、上流区間から掘削地までを含むモデリングを検討していく。

参考文献

- 1) 原田，永山，大石，萱場：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，pp.1171-1176，2015。