

揖斐川・長良川の高水敷掘削後の土砂再堆積傾向の違いとその要因の分析

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 学生会員 富田 浩生

1. はじめに

自然堤防帯河道において洪水流下能力の向上を目的とした高水敷掘削が全国的に実施されている。しかし、掘削後の比較的短期間に土砂の再堆積が進行した事例も報告されており、掘削後の堆積傾向に河川毎の違いが生じる要因を解明することは河川管理上重要な課題である。この要因の一つとして、木曾川水系の揖斐川と長良川を対象とした研究²⁾から、揖斐川と長良川の出水時に流下するウォッシュロード濃度が異なる可能性が示唆された。

本研究では、木曾川水系揖斐川・長良川を対象河川とし、2河川における高水敷掘削地の土砂再堆積傾向を定期横断測量結果に基づいて分析しなおすとともに、各河川の現地調査により堆積土砂の内容を把握した。そして、洪水時に輸送されるウォッシュロード濃度の違いが土砂再堆積傾向に影響している可能性や低水路の河床材料粒度分布、流況の違いなどに着目し、簡易浮遊砂モデル²⁾の改良を行い、現地調査結果とモデルの計算結果を用いて高水敷掘削後の土砂再堆積傾向の違いが生じる要因を解明することを目的とする。

2. 研究手法

2.1. 高水敷掘削サイトの土砂堆積状況の把握

本研究では、まず2河川の定期横断測量成果に基づき三次元地形モデルを作成し、その差分より各工区の堆積速度〔m/year〕を計算した。その結果をふまえて掘削高さや堆積速度が異なる調査地を抽出し、揖斐川ではO・D・F地区、長良川ではC・G・S地区を対象に、現地状況や堆積土砂について現地調査を行った。

2.2. 2河川のウォッシュロード濃度の分析

出水時の流水に含まれるウォッシュロード量の把握を目的に、2018年度出水期では高水流量観測時に低水路中央の水面付近から採水を行った。吸引ろ過により表層採水サンプルに含まれている細粒分土砂の質量を求めた後、砂の密度で除して推定した土砂の体積を採水試料の体積で除することにより、体積濃度としてウォッシュロード濃度を算出した。2018年度出水期において揖斐川では5出水分、長良川では1出水分の採水を実施した。また、低水路付近と掘削地付近の濃度差を把握するため、今年度出水期では、低水路中央・右岸・左岸の3地点で採水を行った。

2.3. 高水敷掘削サイトの現地調査と室内分析

2.1. で決定した各モニタリング地点の堆積土砂をサンプリングし、室内土質実験により掘削後に堆積した土砂及び低水路河床材料の粒度組成と鉛直構造の把握を行った。また、ドローンによるUAV空中写真撮影やVRS測量を用いてモニタリング地点の地形変化の目視、3次元地形モデルによる今年度の土砂堆積量の把握を行った。

2.4. 物理的現象からの土砂動態解析

2河川の低水路河床材料と高水敷に堆積している土砂の関係性を把握するために、低水路河床材料を粒径集団の集団ごとに分け、低水路河床材料がどのような土砂動態をして高水敷へと堆積しているのか解析を行った。

2.5. 簡易浮遊砂モデルの改良

改良された簡易浮遊砂モデルを2河川の調査地に適用し、各工区の掘削後の状況を想定したモデル計算により、土砂の堆積状況の再現を試みた。掘削直後からの堆積状況を再現するために、簡易浮遊砂モデルはいくつかの改良を行った。従来のモデルは、単一粒径の土砂の浮遊砂フラックスを計算する際に、浮遊砂が平衡濃度で低水路及び掘削地を流れるという仮定にしていたため、現地調査結果をうまく表現することができなかった。しかし、今回のモデルは、浮遊砂の供給源となる河床材料の粒度分布と2河川を流れるウォッシュロード濃度を考慮可能なモデルにすることで、堆積状況の表現を試みた。また、使用するパラメータを掘削直後直近に計測されたものへ変更、水位変動によるエネルギー勾配の変化を考慮できるよう拡張した。

3. 研究結果・考察

3.1. 揖斐川・長良川の土砂堆積状況

掘削直後直近に行われたH20年と次に調査が行われたH25年の定期横断測量結果に基づき三次元地形モデルを作成し、その差分より算出した各地区における揖斐川の堆積速度〔m/year〕と既往研究結果¹⁾を図-1.に、掘削直後からH27年定期横断測量結果・H30年VRS測量結果より得られたデータを用いて作成した三次元地形モデルの差分より算出した長良川の土砂堆積速度を図-2.に示す。

図-1.より、H20~H25年の揖斐川は、相対比高が低いほど堆積速度が大きく、高いほど堆積速度は小さい傾向にある。図-2.より、掘削直後~H27年の長良川は、全体的に堆積しない傾向にあった。

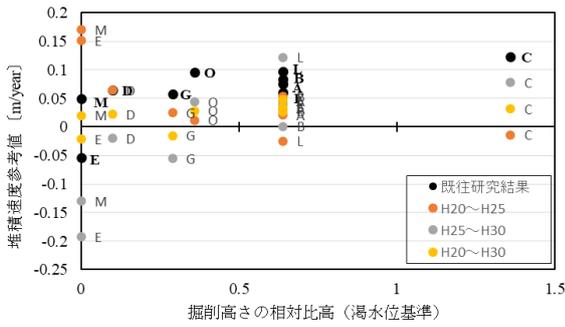


図-1. 揖斐川の土砂堆積速度¹⁾を含む

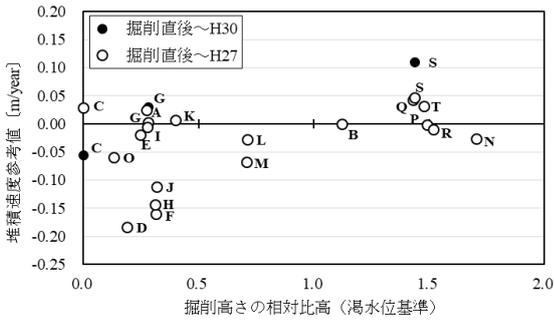


図-2. 長良川の土砂堆積速度

3.2.2 河川のウォッシュロード濃度の分析

2018 年度出水期と今年度出水期の採水結果より、流量の増加に伴い流水中に含まれる浮遊砂量の割合も増加するといった一般的な現象を 2 河川で確認することができた。2 河川の流量と浮遊砂濃度の関係性に着目すると、揖斐川は長良川に比べ同程度の流量であっても浮遊砂濃度が 1 オーダー程度高いことから、出水時に流下している浮遊砂濃度が大きいことが判明した。

3.3.2 河川の堆積土砂及び低水路河床材料の粒度分布

2017 年～2019 年の現地調査結果により、長良川的主要な堆積土砂は粗砂～細砂、揖斐川的主要な堆積土砂はシルト～粘土であった。現地調査 3 年目になっても、堆積している土砂の粒径にほとんど変化はないことから、鉛直構造も変化がないと言える。しかし、長良川 G 地区においては、2019 年の調査で 0.1mm 以下の粒径の土砂が堆積していた。これは、G 地区に繁茂する植生がウォッシュロード程度の細粒土砂を捕捉した可能性が考えられる。

3.4.2 河川における土砂動態

揖斐川の低水路河床材料と掘削地に堆積している土砂の関係をみると、低水路由来の浮遊砂が低水路との際の自然堤防状の微高地を形成しており、上流からのウォッシュロードが低水路から離れた後背湿地的な場所の大部分に堆積していることがわかった。一方長良川は、堆積してない C 地区では低水路と掘削地の土砂が同じ粒度分布であった。また、S 地区では、低水路由来の浮遊砂が主に堆積しており、G 地区は加えて上流からのウォッシュロードが少し堆積していた。このことから、低水路由来の浮

遊砂と上流からのウォッシュロードをわけてモデルで表現することが重要ということがわかった。

3.5. 改良した簡易浮遊砂モデルによる堆積傾向の分析

改良した簡易浮遊砂モデルにより算出した粒度分布と掘削地の堆積土砂の粒度分布の揖斐川の結果を図-3. に、長良川の結果を図-4. に示す。

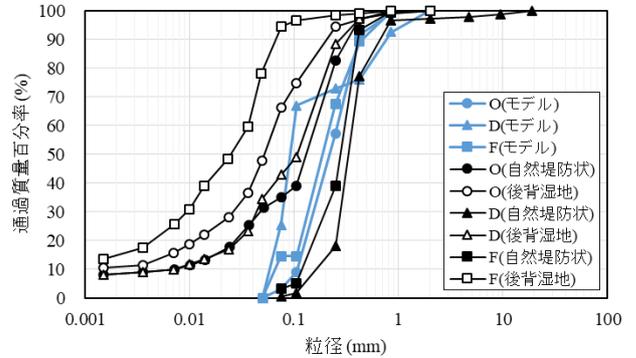


図-3. 揖斐川堆積土砂の計算結果と現地結果

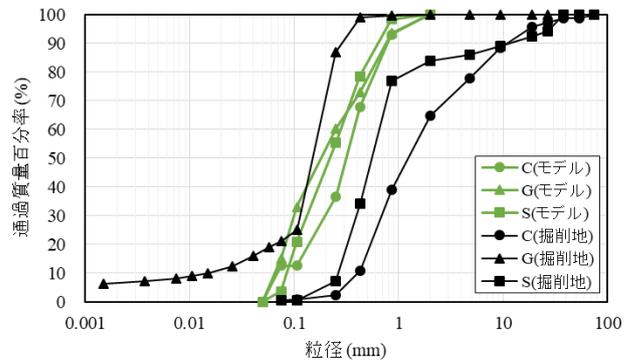


図-4. 長良川堆積土砂の計算結果と現地結果

図-3. 図-4. より、掘削地に堆積する低水路由来の浮遊砂はモデルでも表現することができた。しかし、ウォッシュロードはどちらでも堆積しうる結果となった。このことから、2 河川の掘削地におけるウォッシュロードの捕捉しやすさが影響していると考えられる。流れてくるウォッシュロード濃度が薄く捕捉率も低ければ堆積しえない状況であると考えられる。したがって、捕捉率による補正をすることで現地の状況をより再現できるのではないかと。

4. おわりに

現地の粒度分布をモデルで再現しようとしたところ、低水路由来の浮遊砂はモデルでも表現することができた。しかし、ウォッシュロードは 2 河川とも堆積しうる結果となった。このことから、ウォッシュロードの捕捉されやすい状況にあることや濃度の違いが、2 河川の高水敷掘削後の土砂堆積傾向の違いを生じさせるのではないかと考えられる。

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.
- 2) 原田, 角田, 赤堀, 永山: 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, Vol.24, pp.173-178, 2018.