

長良川における砂州掘削後の地形変化と瀬淵の物理環境に関する研究

岐阜大学 学生会員 ○北野 陽資

岐阜大学 正会員 原田 守啓

1. 背景と目的

近年増加する豪雨災害を受けて全国の河川において河道の流下能力の向上を目的とした河道掘削や樹木伐採が行われている。既往研究¹⁾により、扇状地・谷底平野部の砂州河道においては、砂州が掘削されることで砂州波高が減少し、それに伴い瀬淵といった特徴的な地形の生態的機能が低下することが示唆されている。さらに、河床を形成する土砂の粒径が比較的大きいセグメント1区間においては掘削直後の河床形状が長期間残存することが想定されるため、河道掘削を行う際には環境への影響が少ない掘削形状を設定すべきである。

ここで、砂州掘削後に掘削地にはどのような地形の変化が生じるか、またその地形変化が数値計算により予測可能であるかが明らかになれば、実際に掘削を行う前に計算によって掘削後の状態を知ることが可能になると考えた。そして、掘削の影響は砂州を基盤とする瀬淵にどのような形で現れるのかが明らかになれば、それを踏まえて再現計算を行うことでよりよい形状を模索することができるように考えた。以上のことから本研究の1つ目の目的としては、掘削が瀬淵の生態的機能に及ぼす影響について調査・分析をすることとする。そして2つ目は長良川扇状地区間の河道掘削地において掘削後に生じる地形、瀬淵の変化について調査・分析することを目的とし、掘削地のモニタリング調査とiRIC Nays2DHを用いた河床変動解析による再現計算を行うこととする。

2. 手法

2.1 調査対象地

1つ目の調査地は長良川の扇状地区間である金華橋上流部(51.5kp 付近)、大縄場大橋下流部(49kp 付近)とした。これらの地点は砂州波高が異なり、大縄場大橋下流部のほうが大きい。2つ目の調査地については大縄場大橋下流部(49kp 付近)、金華橋下流部(51.5kp 付近)とした。これらの地点は掘削地の付近の瀬淵である。

2.2 瀬淵の生態的機能

2.2.1 物理環境調査

調査地について河床高、地形、水温、水深、流速、河床材料を測定する。これらの測定結果から、砂州波高の違いによる物理環境の違いについて分析を行う。また、それらと瀬淵の生態的機能との関係性について考察を行う。

2.3 砂州掘削後の地形変化

2.3.1 現地調査

選定した調査地において現地調査として UAV 空中写真撮影、VRS 測量、河床材料のサンプリングを行った。UAV 空中写真撮影については調査地の地形変化を把握するために航空写真のオルソ画像データを画像解析ソフトウェアにより作成し、QGIS 上にまとめる。令和4年度には6/23, 8/8, 10/4, 11/18の4度撮影を行っている。また、VRS 測量については掘削地付近の淵を除いた部分において座標の計測を行った。河床材料のサンプリングについては瀬頭から瀬尻にかけて3箇所サンプリングを行い、同様の作業を3測線行った。

2.3.2 モニタリング調査

掘削地における掘削後の地形変化を明らかにするために、実際に行われた掘削工事について工事図面をQGIS上でまとめることで掘削された地点やどの程度の掘削が行われたかについて把握する。そして掘削地の外観上の変化については、UAV 空中写真撮影やGoogle Earth Proを用いた過去の航空写真によりどのような変化が起きたか調べる。またVRS 測量により砂州掘削直後から河床がどのように変化したかを調査する。

2.3.3 平面二次元河床変動解析による再現計算

掘削が行われた直後の地形をiRIC Nays2DH上で再現し、その後実際の洪水波形を与えることで、現実の地形変化を再現可能か、また瀬淵はどのように変化しているのかについて調査する。計算は条件を変えたいくつかのケースについて行う。ケース分けは流量、地形、用いる粒度分布の3つについて行った。再現時に用いた河床材料は基本的にH26年度の河道特性調査による粒度分布を用いたが、現地調査によって粒度分布調査をした地点に関しては現地調査結果を用いたものと、河道特性調査結果を用いたものの2パターンに分けて計算を行った。そして、地形については砂州掘削が行われた地形と行われなかった場合の地形の2つを用いた。

流量ハイドログラフを設定するにあたり、掘削後の流量変動のうち実際に河床変動に寄与する流量の範囲を特定するために、予備計算として固定床条件での多段階流量による計算を行う。

計算する流量については長良川忠節における2020年の平水流量である $61.18\text{m}^3/\text{s}$ を下限とし、上限は2022年度の最大流量と同程度の $2000\text{m}^3/\text{s}$ とした。この間を $100\text{m}^3/\text{s}$ ずつ流量を段階的に引き上げる形で予備計算を行った。各流量についての継続時間は5時間とした。また、計算を行う前に助走として平水流量を5時間流してから計算を行った。

キーワード 河川, 瀬淵, 砂州
TEL 080-1466-1071

連絡先 〒501-1132 岐阜市折立 358-1
ルミエール 358 201 号室

予備計算によって得られた掃流力をもとに動き出す土砂の粒径を算出する．予備計算において土砂粒径の算定に使用する式は以下のとおりである．

$$d = \frac{\tau}{\tau_* \rho s g}$$

(1)

ここで、 d ：土砂の粒径(mm)， τ ：掃流力(N/m²)， τ_* ：無次元掃流力， s ：土砂の水中比重
表 2.3.1 に再現計算のケース一覧を示す．

表 2.3.1 再現計算ケースの一覧

ケース 111	流量 500m ³ /s 砂州掘削有 現地粒度分布適用	ケース 211	流量 1000m ³ /s 砂州掘削有 現地粒度分布適用
ケース 112	流量 500m ³ /s 砂州掘削有 H26 年度河道特性 調査のみ	ケース 212	流量 1000m ³ /s 砂州掘削有 H26 年度河道特性 調査のみ
ケース 121	流量 500m ³ /s 砂州掘削無 現地粒度分布適用	ケース 221	流量 1000m ³ /s 砂州掘削無 現地粒度分布適用
ケース 122	流量 500m ³ /s 砂州掘削無 H26 年度河道特性 調査のみ	ケース 222	流量 1000m ³ /s 砂州掘削無 H26 年度河道特性 調査のみ

3. 結果・考察

3.1 物理環境調査結果

大縄場大橋下流部における縦断形およびエネルギー勾配を図 3.1.1 に、水温計測結果を図 3.1.2 に示す．

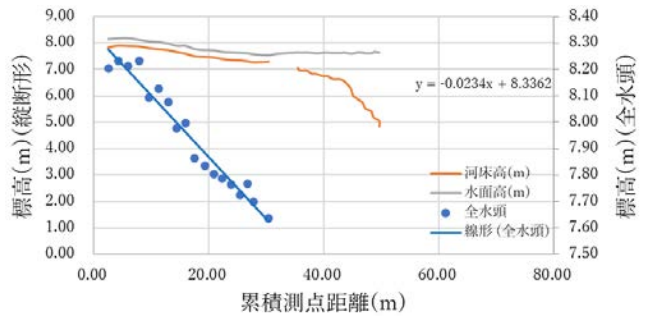


図 3.1.1 大縄場大橋下流部の縦断形及びエネルギー勾配

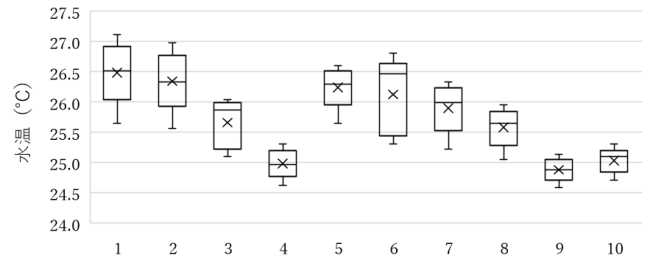


図 3.1.2 大縄場大橋下流部の水温計測結果

図 3.1.1 から大縄場大橋下流部では縦断形から淵部で水深が深くなっており、地形の変化が大きいことがわかる．水温については時間による変動が見られ

計測場所の違いによる水温の差も大きい．また、淵部では比較的水温が低くなっており、水温の低い部分では水温の変動が小さくなっている．この要因については、動水勾配がつくことで水が地下に伏流し、地下水との交換が行われていることが考えられる．そのため動水勾配が小さかった金華橋上流部では、このような水温差は見られなかった．

3.2 平面二次元河床変動解析による再現計算結果

再現計算の結果より、それぞれの調査地における標高の計算値と実測値の関係を大縄場大橋下流部は図 3.2.1 に、金華橋下流部は図 3.2.2 に示す．図に示したものはどちらの調査地においても最も高い相関が得られたケース 211 の計算結果である．

それぞれの相関係数は大縄場大橋下流部では

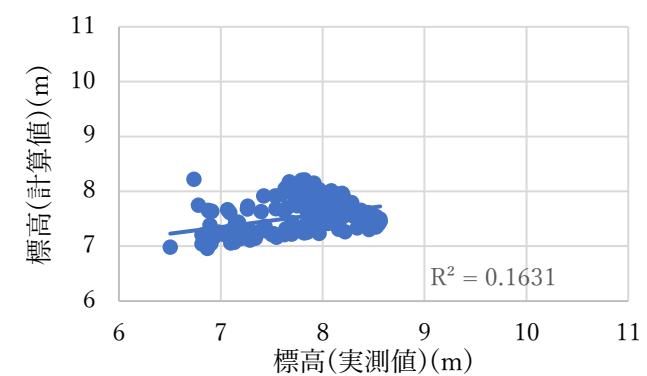


図 3.2.1 標高の計算値と実測値の関係

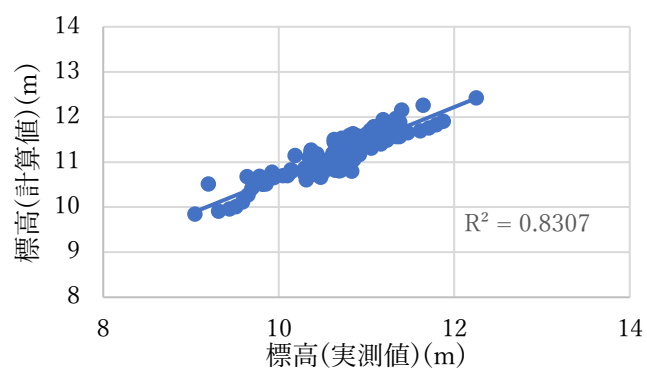


図 3.2.2 標高の計算値と実測値の関係

0.40、金華橋下流部は 0.91 でありどちらも計算値と実測値に関係があることが分かった．しかし、大縄場大橋下流部についてはやや相関がある程度であったがこれについてはモデルに入っている橋脚が影響していると考えられる．このモデル上では橋脚は長方形で表現されており実際よりもかなり抵抗が大きい．この調査地はどちらも橋の下流部にあるが、橋脚の数が大縄場大橋の方が多いため、この影響が大きく出ており、実際よりも上流側で土砂が堆積した可能性が考えられる．

4. まとめ

物理環境調査により砂州の掘削が瀬淵の生態的機能に影響を及ぼす可能性が示唆された．また、再現計算では場所により高い相関がみられる場所があったが、一部であるので掘削前に掘削後の地形を予測するにはケースを増やして再度計算を行うなど検討を続けていく必要がある．