

鉛直方向の粒度分布と河床変動に関する検討

秋田大学 学生会員 ○中川 遥
 秋田大学 学生会員 谷口隼也
 秋田大学 正会員 齋藤憲寿
 秋田大学 正会員 渡辺一也

1. はじめに

近年、日本では台風や豪雨による洪水被害が頻発しており、河道における河床材料の粒度分布は土砂管理の観点からも重要な指標である。また、粒度分布から得られる平均粒径などは数値計算を用いた河川の特性把握や河道計画にも用いられている。しかし、粒径は河床表層において考慮されることが多く、より深い位置での検討はあまり行われていない。

そこで本研究では、秋田県最大の二級河川である馬場目川の中流域から河床材料を採取し、鉛直方向における粒度分布の変化を検討した。また、得られた粒度分布から数値計算を行い、一様粒径および混合粒径で比較を行った。

2. 現地調査

図-1 に土砂の採取および横断測量箇所を示す。図-1の採取場所において、表層、深さ 30 cm、50 cm および 70 cm の 4 階層から約 50 cm 四方を目安に、各階層から約 6,000 g の土砂を採取した。そして、乾燥させた土砂の約 4,000 g を試料とし、JIS A1204 に則りふるい分け試験を行った。また、図-1 の矢印は流向を示す。

3. 粒度分析結果

図-2 に 2020 年 11 月に採取した試料の粒径加積曲線を示す。各階層の粒径加積曲線を比較すると、表層の中央粒径値は 19 mm であるが、深さ 30~70 cm では約 13~14 mm であった。深さ 30~70 cm の範囲では粒径加積曲線に差が生じなかった。そのため、深さ 30~70 cm は堆積層であり、交換層の厚さは 30 cm 未満であると考えられる。ここで、交換層の厚さについては現在、力学的に定式化するところまでは至っておらず、礫床河川においては概ね 90% 粒径 D90 の 3 倍程度と考えられている²⁾。本研究で採取した表層の D90 は約 73 mm であり、交換層は約 22 cm 程度となるため、粒度分析から考えられる条件と一致した。

図-3 に 2020 年 11 月に採取した試料の占有率を示す。粒径 0.85~2 mm では深さ 30~70 cm よりも表層の占有率は小さいが、各階層のピーク値は 14.3~23.5 mm の範囲であった。

2016 年 10 月、2020 年 10 月および 2020 年 11 月に採取した河床表層の中央粒径値 D50 と占有率のピーク値を表-1 に示す。D50 および占有率のピーク値は最大で約 10 mm の差が生じた。そこで、一様粒径の数値計算



図-1 対象領域（馬場目川）

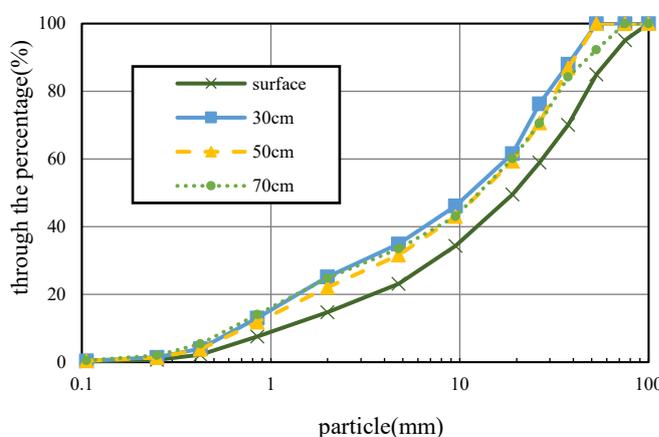


図-2 粒径加積曲線（2020/11 採取）

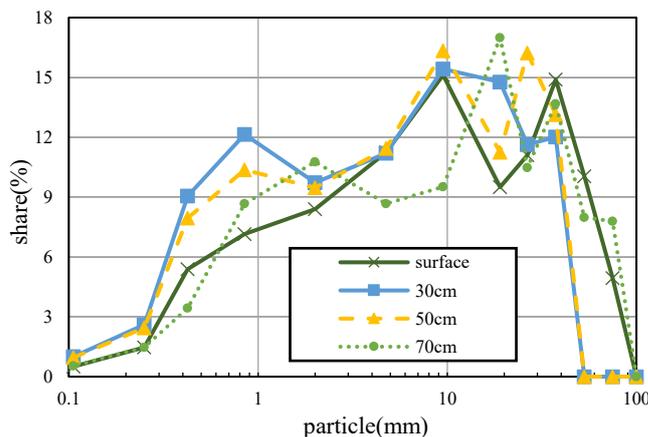


図-3 占有率（2020/11 採取）

表-1 表層の代表粒径値

	2016/10	2020/10	2020/11
中央粒径値 D50	11.2 mm	7.8 mm	19.0 mm
占有率ピーク値	19.0 mm	14.3 mm	23.5 mm

において代表粒径値は D50 を用いるのが一般的であるが、本研究では占有率のピーク値で数値計算を行い、両者を比較した。

4. 数値計算

本研究では、既往研究³⁾に基づき表-2 に示す 5 パターンの数値計算を得られた粒度分布を用いて行った。なお、入力する粒径値は、パターン a-1, 3 は表-1 における中央粒径値、a-2, 4 は占有率のピーク値、パターン b は図-2 を考慮して決定した。また、表-3 に計算条件を示す。上流端の境界条件は計算領域の数 km 下流にある久保観測所における 2018/8/24 18:00~2018/8/25 18:00 の 24 時間流量とした³⁾。

5. 計算結果

図-4 に流量ピーク時における河床高の変化を示す。全体としてパターン a を比較すると、粒径が大きくなるほど河床の変動量が小さくなったが、粒径に関わらず洗堀および堆積の傾向は同様であった。一方、パターン b は全体としてパターン a よりも河床変動量は小さくなった。また、測線付近ではパターン a の右岸で堆積がみられたが、パターン b では堆積がみられなかった。

図-5 に測線における a-1, a-2, b-1 の計算結果および測量結果の横断面図を示す。パターン a の計算結果では左岸での洗堀がみられるのに対し、パターン b では初期状態と河床の形状は変わらず全体的に河床が低下していた。ここで、測量結果をみると洗堀および堆積の傾向はみられず、パターン b と同様の傾向であった。さらに a-1 と a-2 で比較すると、a-1 は粒径を小さく設定しているため、洗堀も堆積も大きくみられた。

混合粒径における数値計算の場合には、河床土砂全体の体積保存則が成り立つだけでなく、粒度分布を構成する各粒径階層の土砂においても体積保存則を満たしている。そのため、河川中流域などの粒度分布にばらつきがある場所では、混合粒径の方が変動傾向の再現ができたと考えられる。

6. おわりに

本研究では、以下の結果が得られた。

- 深さ 30~70 cm の粒度分布には差が生じず、表層のみ異なる分布であるため、交換層の厚さは約 30 cm であった。
- 一般的に交換層厚は D90 の 3 倍と考えられているが、これは粒度分布から考えられる交換層厚とおおよそ一致した。
- 粒度分布にばらつきがある河川中流域では、混合粒径は一様粒径よりも変動傾向の再現ができたと考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたり科学研究費補助金（20H00256、代表：風間聡）の助成を受けた。ここに記し、謝意を表する。

表-2 粒径入力パターン

パターン	粒径設定	入力する粒径値(粒度分布)	
a	1	一様粒径	7.8 mm (2020/10 D50)
	2		14.3 mm (2020/10 占有率)
	3		19.0 mm (2020/11 D50)
	4		23.5 mm (2020/11 占有率)
b	1	混合粒径	深さ 50 cm (2020/11)

表-3 計算条件

	一様粒径	混合粒径
マンニングの粗度係数	河床 0.03 その他 0.04	河床 0.03 その他 0.04
時間ステップ	0.1 秒	0.1 秒
交換層の厚さ		30 cm
堆積層 1 層の厚さ		40 cm
考慮可能な層厚数		25
計算格子	非正方格子	非正方格子

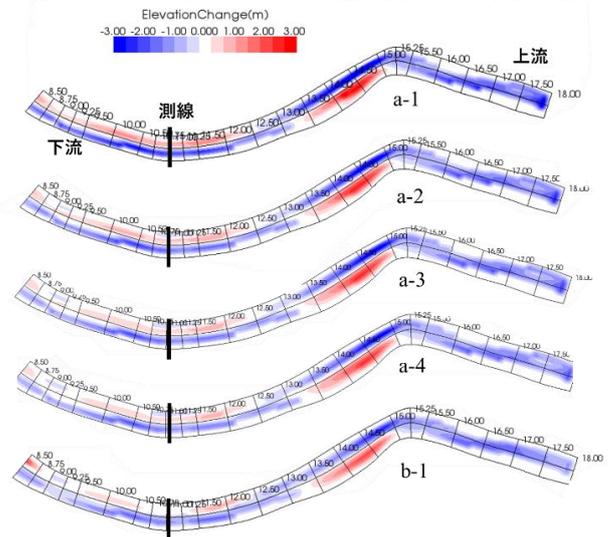


図-4 流量ピーク時の標高変化

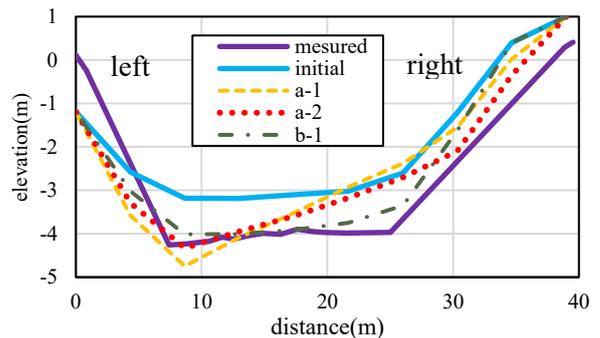


図-5 測線における横断面図

参考文献

- 1) 秋田県：二級河川馬場目川水系 河川整備基本方針，2007. <<http://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/10601>> (2020/7/5 アクセス)
- 2) 関根正人：移動床流れの水理学，共立出版株式会社，161p.，2005.
- 3) Junya Taniguchi, Kazuya Watanabe and Noritoshi Saito: STUDY ON THE BEHAVIOR OF SANDBAR IN A RIVER CHANNEL AT THE BABAMEGAWA RIVER, International Journal of GEOMATE, Vol.20, Issue 78, pp. 115-120, 2021. (in press)