

流砂の粒度構成が河床地形に与える影響について

徳島大学大学院 学生会員 ○笹尾彰宏 徳島大学大学院 正会員 武藤裕則
徳島大学大学院 正会員 田村隆雄

1.研究背景・目的：近年，河川開発事業によってもたらされた河床低下や深掘れなどの河川環境の悪化に対して，河川環境を改善するような技術が求められている．土砂供給を通じた環境改善の技術は人工浚渫やフラッシングなど既に開発され適用されている．しかしながら，これらによって流砂の粒度構成が大きく変化するにも関わらず，河床地形がどのように変化していくかが明らかにされていない．そこで，本研究では流砂の粒度構成が河道地形に与える影響を把握することを目的として水理実験を行った．ここでは，流砂の粒度構成と河床形状の関係性について考察する．

2.実験方法：実験は長さ 15m，幅 0.8cm，河床勾配 1/200 の長方形断面水路で行われ，中央粒径 0.22mm，1.2mm，2.5mm を一様に混ぜた中央粒径 1.1mm の混合砂を上流から 2.8m～14m まで高さ 10cm に敷き詰めた移動床を形成した．実験条件は表 1 で示すように給砂の粒度構成を変更した．水理条件を表 2 で示す．実験は 6 時間通水し初期河床を形成後，給砂の条件を変更しさらに 6 時間通水し，平衡河床形成後，水位をポイントゲージ，河床形状をレーザ変位計で計測した以下，小粒径を 0.425mm 未満，中粒径を 0.425mm 以上 2mm 未満，大粒径を 2mm 以上とする．

3.流砂の粒度構成が河床へ及ぼす影響：初期からの河床変動量を図 1 に示す．

表 1 実験条件

ケース	給砂の粒度構成の割合(%)			給砂の中央粒径(mm)
	2.5mm	1.22mm	0.22mm	
LMS	33	33	33	1.1
1-L	100			2.9
1-M		100		1.54
1-S			100	0.22
2-LM	50	50		2.0
2-LS	50		50	1.07
2-MS		50	50	0.44
3-L50	50	25	25	2.23
3-M50	25	50	25	1.34
3-S50	25	25	50	0.95
3-S20	40	40	20	2.04
3-M20	40	20	40	1.05
3-L20	20	40	40	0.95

表 2 水理条件

流量： Q_w (l/sec)	15
水深： h (cm)	4.07
給砂量： $Q_{B\text{ in}}$ (g/min)	200
掃流力/限界掃流力： τ_*/τ_{*c}	2.68
通水時間： T (min)	720

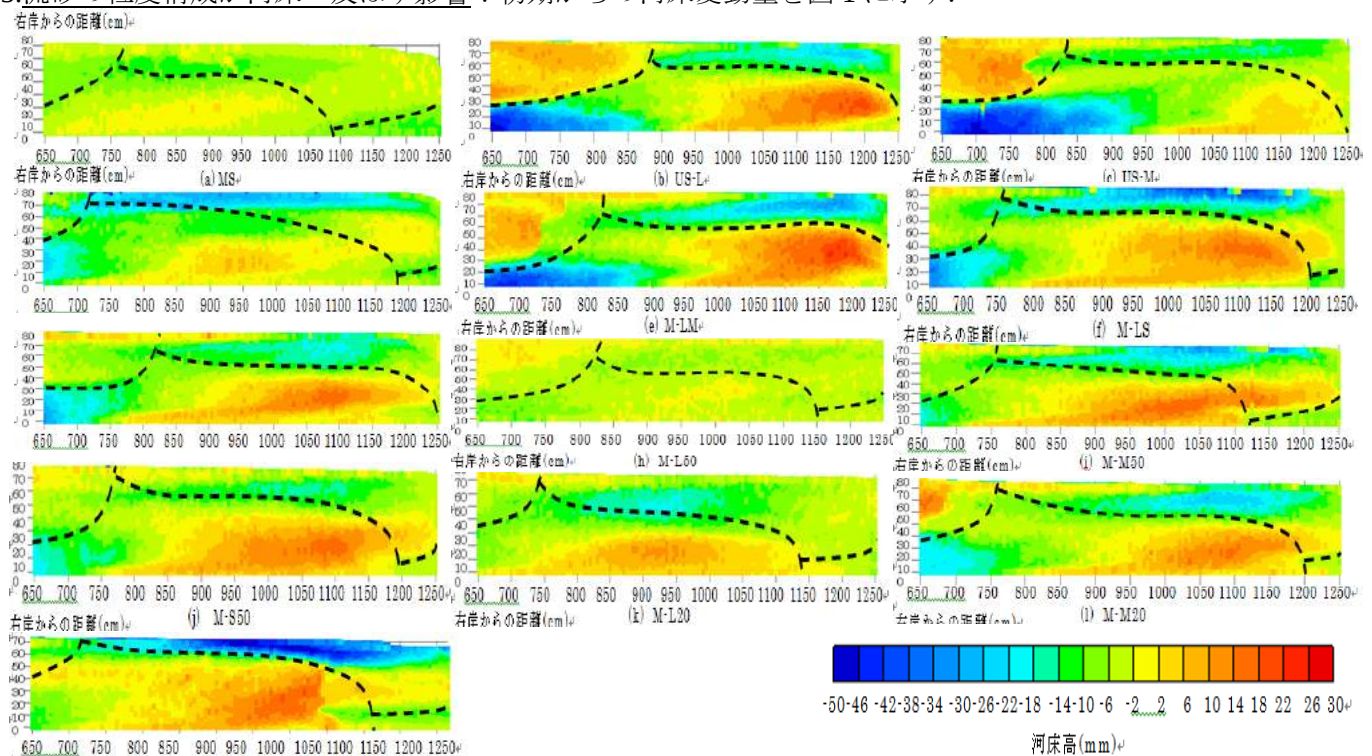


図 1 河床変動量

ここから、砂州波長等の情報を読み取った。まず砂州波長と小粒径の割合の相関を図 2 に示す。小粒径の割合が 50%以下で一次関数の相関を取ると弱い正の相関 $R^2=0.3598$ があった。そのため、小粒径の含まれる割合が 50%までは砂州波長は増加するがそれ以上含まれている場合には変わらないことを示している。治水面に関しては砂州波長が長くなることによって水衝部が変更されることや出水時における抵抗の増大が考えられ、疎通能に悪影響を及ぼすことが考えられる。環境面に関しては砂州波長が長くなることによって瀬淵環境が減少し、生物の多様性が低下する可能性がある。

次に、平均河床高と小粒径の割合の相関を図 3 に示す。ここでは正の相関 $R^2=0.4448$ を示した。このことから、主としてより小さな粒径を給砂することの多い、バイパスやフラッシングは下流の河床高を低下させる可能性のあることが示唆された。治水面としては平均河床位が低下することで堤防の安全性の低下だけでなく、橋脚の露出や魚道の浮き上がりなど河川構造物が本来発揮すべき能力を発揮できなくなることが考えられる。環境面に関しては河床低下することによって河床の砂礫が流出し、水生生物の生息場所の喪失や魚類の産卵場所の喪失などの可能性がある。

次に、砂州比高と中小粒径の割合の相関図を図 4 に示す。単一粒径では 1-M, 1-L, 1-S と大きくなっている。二粒径、三粒径に着目すると一次関数の弱い負の相関 $R^2=0.3948$ があった。このことから、混合粒径では比高は小中粒径の割合が増えることで小さくなることが示された。しかしながら、LMS より小さくなっているケースは 3-L50 だけであるため、大粒径も比高を小さくする可能性がある。治水面では小中粒径の割合を増加させることによって比高が小さくなるため、砂州の固定化を緩和することができると考えられる。それによって砂州の樹林化などを抑えることができ、疎通能を維持することができる。環境面では砂州の比高を小さくすることによって流速や水深に差ができ、生物によって異なる流速や水深に対応することができるために、生物の多様性が回復することができると考えられる。

4.まとめ：河床低下を緩和することを再優先とした場合には小粒径の割合を減らすことで解消することができる可能性がある。しかしながら、小粒径の割合を減らすことによって中小粒径の割合が減少し、比高が大きくなる可能性がある。このように、流砂の粒度構成を調節することで河床地形を改善する可能性だけではなく、それによって新たに生じる可能性のある問題を把握できる可能性のあることが示された。

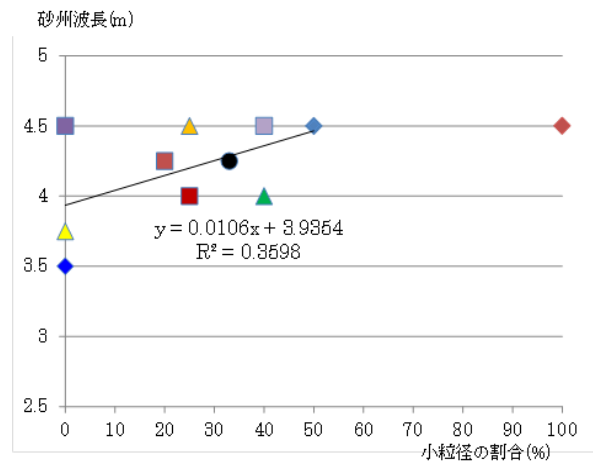


図 2 砂州波長と小粒径の割合の相関図

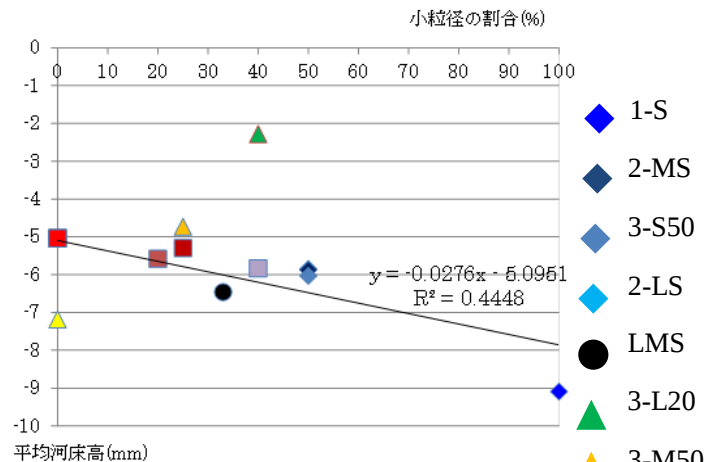


図 3 平均河床高と小粒径の割合の相関図

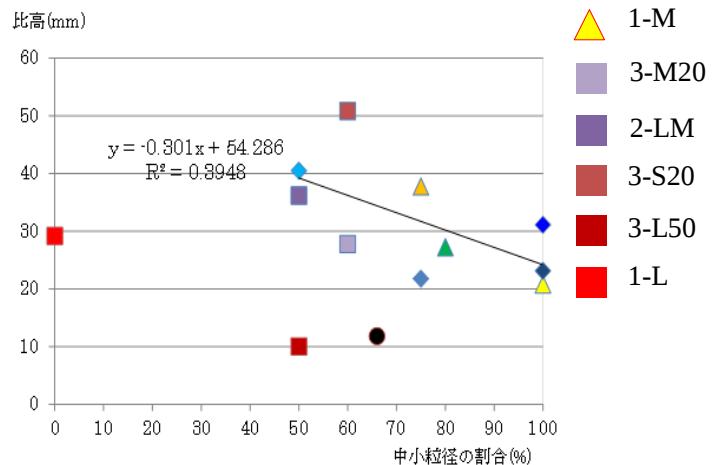


図 4 砂州比高と小中粒径の割合の相関

- ◆ 1-S
- ◆ 2-MS
- ◆ 3-S50
- ◆ 2-LS
- LMS
- ▲ 3-L20
- ▲ 3-M50
- ▲ 1-M
- 3-M20
- 2-LM
- 3-S20
- 3-L50
- 1-L