

1. はじめに

日本は地形的性質から洪水による被害が多い．よって治水対策が昔からの重要な課題となっている．これまでの治水事業は自然を改変して人口構造物をつくり，ある意味で自然を押さえつける事業でもあった．自然再生の声が高まる現代では，自然と共生することのできる伝統的河川工法が治水対策の一つの方向を示している．そこで本研究では聖牛を配置した場合の河床変動制御効果について検討した．

2. 実験条件および実験方法

実験水路は，全長 13m，幅 B=59.3cm，高さ 30cm の勾配可変型長方形断面開水路固定床で使用し，上流側より 4m50cm から 10m50cm の 6m を移動床区間とし，平均粒径 0.08cm の砂を厚さ 11cm に平らに敷き詰めて，通水 3 時間後の河床高を計測した．実験条件を表 - 1 に示す．計測断面位置は G-3,G-2,K-3,K-2,E-3,M-3 では $x=-90\text{cm} \sim x=300\text{cm}$ であり，G6-3,G6-2,K6-3,K6-2,E6-3,M6-3 では $x=-90\text{cm} \sim x=400\text{cm}$ である．聖牛を複数群配置する場合は $x=0\text{cm}$ に第 1 聖牛群を配置し，その後 90cm 間隔で第 4 群配置した．聖牛を通常の使用とは逆向きに設置すると河床変動が抑制されるとの報告があることから，K-3,K-2,M-3 は全て逆向きに，K6-3,K6-2,M6-3 は最前列にある第 1 聖牛群だけを逆向きにした．

表 - 1 実験条件

ケース名	粗度群数	1群あたりの粗度個数	水路勾配	流量 (lit/s)	ケース名	粗度群数	1群あたりの粗度個数	水路勾配	流量 (lit/s)
G-3	1	3	1/1000	15.0	K-3	1	3	1/1000	15.0
G-2	1	2	1/1000	15.0	K-2	1	2	1/1000	15.0
G6-3	4	3	1/1000	15.0	K6-3	4	3	1/1000	15.0
G6-2	4	2	1/1000	15.0	K6-2	4	2	1/1000	15.0
E-3	1	3	1/300	19.5	M-3	1	3	1/300	19.5
E6-3	4	3	1/300	19.5	M6-3	4	3	1/300	19.5

3. 結果および考察

図 - 1 に通水 3 時間後の河床コンターを示す．G-3 では聖牛の後方を長く堆積している．K-2 も聖牛の後方を堆積しているものの，G-3 ほどの堆積範囲は見受けられない．聖牛配置数の増加が堆積範囲の増加を促していると考えられる．これは 3 基配置が 2 基配置よりも水流にとって抵抗となるために，聖牛後方において穏やかな流れとなり，堆積が増加しているものと考えられる．G6-3 において聖牛後方の堆積範囲がさらに大きくなっていることから，聖牛増加数が後方の堆積を促していることがわかる．M6-3 の場合では全体的に洗掘が他に比べて大きいことがわかる．これは勾配が急なため，掃流力が大きくなり砂の移動が激しいことによる．第 1 群と第 2 群の間，第 2 群と第 3 群の間では聖牛側壁付近の河床では堆積が発生している．

図 - 2 に聖牛配置側の側壁から 2cm 離れた場所の縦断分布図を示す．一群配置，複数群配置の両方とも聖牛配置の前方に大きな洗掘がみられるが，これは固定床と移動床の境界にあるために生じる洗掘である．一群配置では $x=0\text{cm}$ を過ぎた直後に大きな洗掘がみられる．また複数群では $x=0\text{cm}$ の後方に大きな洗掘が 4 箇所発生している．この場所は聖牛の配置箇所であり，聖牛が沈んでいることがわかる．

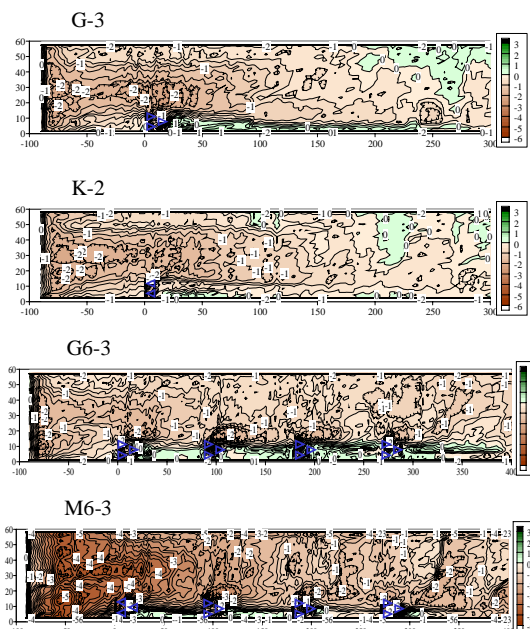


図 - 1 河床コンター

図 - 3 に $x=2.5\text{cm}$ と $x=25\text{cm}$ における河床横断面図を示す。 $x=2.5\text{cm}$ において $y=10\sim 20\text{cm}$ の間に一番大きな洗掘が発生している。これは聖牛の抵抗によって、流れが主流域へと流入することにより、掃流力が増大したために発生したと考えられる。また $x=25\text{cm}$ においても $y=10\sim 20\text{cm}$ で一番大きな洗掘が発生していることから、前方からの洗掘が後方にわたっていることがわかる。

図 - 4 に各ケースにおける堆積量を表した図を示す。一群配置においては K-3 が最も大きく、E-3 が最も小さい。また 3 基配置が 2 基配置を上回った。全体の洗掘が大きい勾配 $1/300$ の M-3 においても G-2, K-2 を上回った。複数群配置において合計をみると K6-3 が最も大きく、E6-3 が最も小さい。大きい順番に緩勾配 ($1/1000$) において聖牛を 3 基配置したケース、緩勾配において聖牛を 2 基配置したケース、急勾配 ($1/300$) となった。よって同じ勾配においては聖牛の増加数に伴い、堆積も増加する傾向にあることがいえる。向きの比較をすると 3 基配置では逆向きが大きく、2 基配置では通常の向きに配置した方が大きくなった。

図 - 5 に各ケースにおける洗掘量を表した図を示す。洗掘量は一群配置、複数群配置ともに急勾配が緩勾配に比べてかなり大きいことがわかる。一群配置では緩勾配において聖牛の配置数による洗掘量の変化はみられないが、複数群にすると変化が表れ、3 基配置が 2 基配置よりも洗掘量が大きくなった。3 基配置では逆向きが、2 基配置では通常の向きがそれぞれ洗掘軽減の傾向が示されている。

4. おわりに

実験を通し聖牛を配置することによって河床に及ぼす影響を、聖牛の配置数、聖牛の配置した向き、勾配、一群と複数群の違いなどについて比較した。聖牛を配置することによって、後方の堆積を発生させるが、この堆積量は配置数の変化や配置した向きによって変化することを確認できた。聖牛が実際の河川において効果をあげるためにもより多くの実験を重ねることが必要である。そして伝統的河川工法の良さを後世にまで伝えられることを願う。

指導教官 富永 晃宏 教授

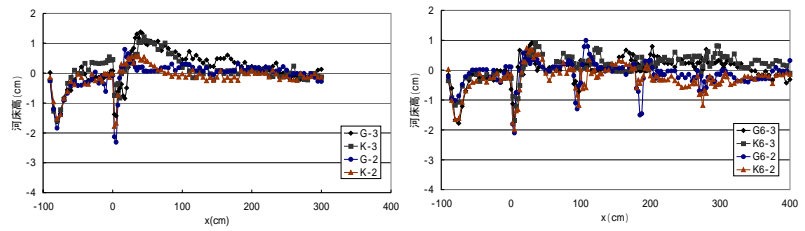


図 - 2 河床縦断面図 (左：一群配置, 右：複数群配置)

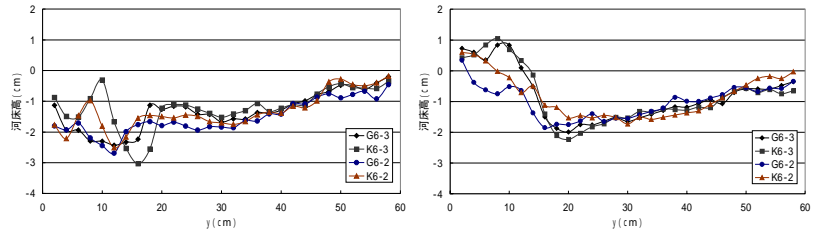


図 - 3 河床横断面図 (左： $x=2.5\text{cm}$, 右： $x=25\text{cm}$)

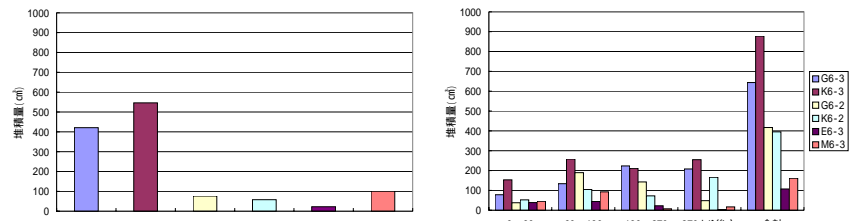


図 - 4 堆積量 (左：一群配置, 右：複数群配置)

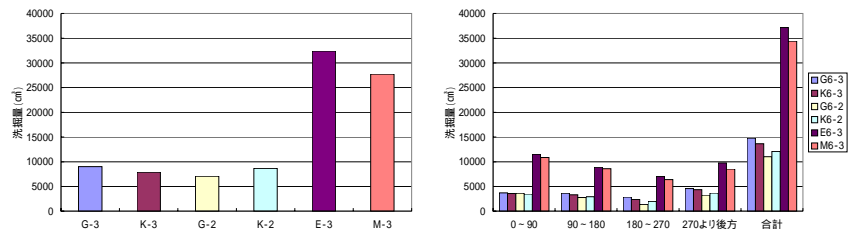


図 - 5 洗掘量 (左：一群配置, 右：複数群配置)