

1. はじめに 近年，自然環境問題に多くの関心，注目が集まっている．河川においては，治水・利水だけではなく，自然環境にも配慮した多自然型川づくりが求められてきている．多自然型川づくりの1つに，河床形態の多様性創出がある．そこで本実験は，単調化した河道に瀬と淵を有する変化に富む河床形態を創出することを目的とした，複数設置された水制群が河床形態に与える影響を明らかにする実験を行った．また，水制の設置角度に注目し，角度の違いが河床変動に与える影響を検討することとした．

2. 実験条件 本実験は兩岸複数群配置，水制設置角度の違いによる影響を明らかにすることを目的とするため，全ケースの水理条件やその他の水制特有の条件を一致させた．本実験の水理条件は，通水時間は1時間，砂の平均粒径は0.04cmとした．表-1に水理条件表を示す．水制条件としては，幅 $b=1.8\text{cm}$ の矩形形状，不透過型，越流型であり，水制間隔 s は22.5cmとした．表-2にケース名及び水制形状と配置の条件を示す．実験水路は，全長13m，幅 $B=59.3\text{cm}$ ，高さ30cmの勾配可変型長方形断面開水路を用いた．1群配置では右岸に第3水制まで設置し，4群配置では，1群配置からさらに第1水制群を基準として左岸と右岸に交互に第2から第4水制群まで設置した．

河床変動の計測は，通水後水を排除し，初期河床面を基準に河床高計測器を用いて行った．計測点は $X=90$ からそれぞれのケースで必要と考えられる X の位置まで計測を行った．DGu4では河床変動途中の流速の計測も行った．断面流速計測にはI型2成分電磁流速計を用いた．計測断面は13断面とした．横断方向には11~15点，鉛直方向には5段で計測した．ただし，計測に支障が生じる水深のポイントは計測していない．

表 - 1 水理条件表

$q(\text{lit/s})$	$h(\text{cm})$	$B(\text{cm})$	l	$V(\text{cm/s})$	Fr	Re
12.5	8	59.3	1/1000	23.4	0.265	14413

表 - 2 ケース名と水制条件表

ケース名	水制長 L (cm)	水制高 d (cm)	水制向き	水制群数 g	流速計測
DGu1	21	4	上向き(45°)	1	×
DGd1	21	4	下向き(45°)	1	×
DGr1	15	4	直角	1	×
DGu4	21	4	上向き(45°)	4	
DGd4	21	4	下向き(45°)	4	×
DGr4	15	4	直角	4	×

3. 実験結果と考察 図-1に1群配置の河床コンターを，図-2に4群配置の河床コンターを示す．まず直角水制では第1水制前面全体が洗掘していることがわかる．次に上向き水制では水制根元から斜めに伸びる堆積が特徴的である．最後に下向き水制では水制後方の河岸付近に洗掘が見られる．DGr4, DGu4については，どちらの第2, 第3, 第4水制群先端での縦断方向の河床形態が似ていることから，右岸側と左岸側での違いが少なく，この設置間隔では，流下方向にほぼ定常な河床形態が形成されているといえる．また，4群水制のケースの先頭水制群の洗掘・堆積形状は，1群水制の場合と異なる．これは第2水制群による影響が上流にも及んだものと考えられる．図-2より，それぞれのケースについて，第1水制群周辺に比べて下流にあるその他の水制群周辺は，洗掘・堆積の規模が大きくなっている．これは，第1水制群の影響で水はねなどにより流れに変化が起きた結果だと考えられる．また，護岸にもっとも適しているのは，河岸に堆積を促すDGu4つまり上向き水制といえる．逆に河岸の洗掘を促したいのであれば下向き水制を用いるのがよい．図-3に第7水制前面におけるZの横断図を示す．洗掘は上向きと直角が同程度になるが，堆積は上向きが多くなっている．下向きは上向き，直角に比べると河床の変化は少ない．図-1, 2, 3からもわかるように，洗掘量・堆積量が多いことから，河床変動をよりダイナミックにしたいのであれば，上向き水制を用いればよいことがわかる．その上向き水制群DGu4についての流速ベクトルを図-4, 5に示す．水制周辺の水面

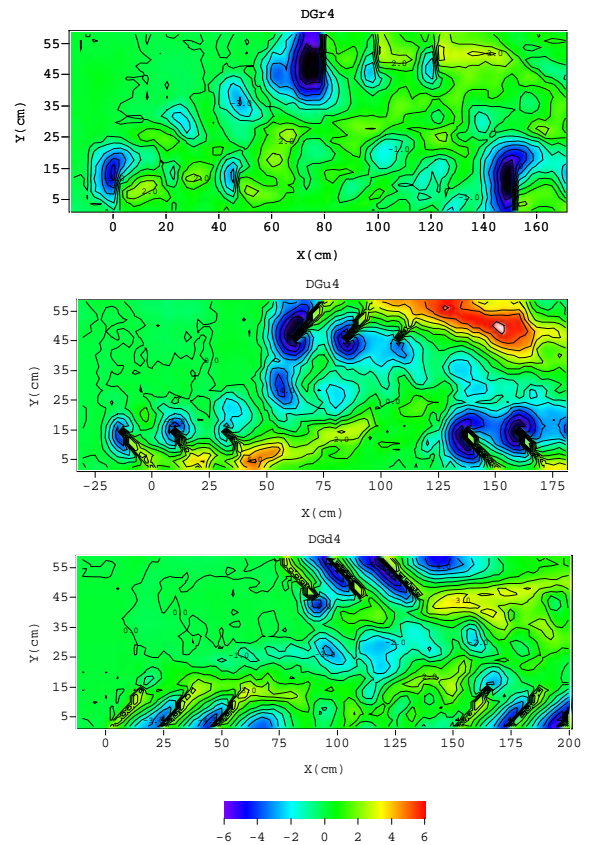


図 - 2 4群配置の河床コンター

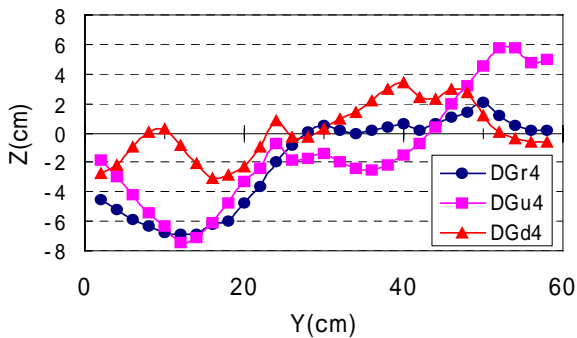


図 - 3 第7水制前面におけるZの横断面図

付近では、水制を超えた後に河道中心方向への流れが見られた。特に第3水制付近ではこの流れが強い。また、河床付近では、水制の後方に回り込む流れが見られる。この流れによって河岸近くの堆積が進み、多様な河床が形成されると考えられる。

4. おわりに

以上の実験の結果をまとめると、河床の堆積、洗掘を促すことによる多様性の創造は、1群配置よりも複数群配置の方が効果は大きい。角度で比べると、最も適しているのは上向き水制である。また、蛇行、護岸の観点からみても上向き水制が最も優れている。水制を有する開水路流の複雑なメカニズムをさらに解明し、水制のあらゆる機能を明らかにするには、今後水制の形状、材料、水理条件を変えた多くの実験を行う必要があると考える。

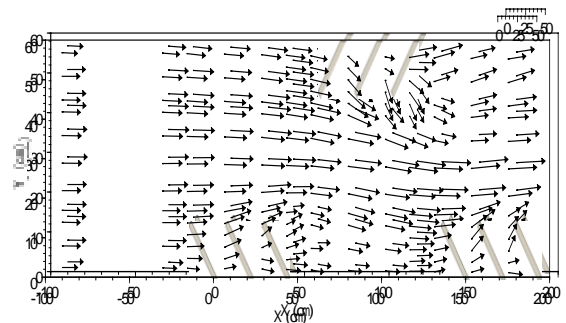


図 - 4 DGu4のU-V流速ベクトル(Z=6.5cm)

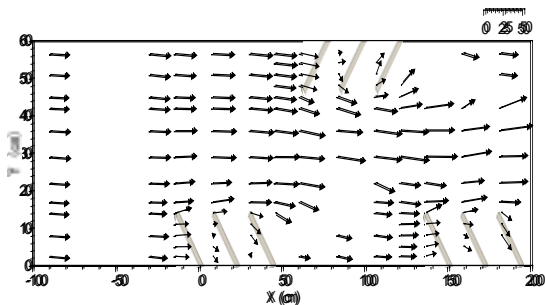


図 - 5 DGu4のU-V流速ベクトル(Z=1.5cm)