

頭部水制がわんど内の生息基盤形成に及ぼす影響について

徳島大学大学院 学生会員 ○林田大樹 徳島大学大学院 学生会員 田添慧
徳島大学 正会員 武藤裕則 徳島大学 正会員 田村隆雄

1. **研究背景と目的**：水制はその配置や形状によって流速や水深などの生息基盤に多様性を与えることから、独自の生態系を有して生息場としての機能を果たすわんどを形成することができる。過去の研究では水制の形状がわんど内の生息基盤に与える影響に着目したものは少なく、その水理特性はまだ明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では複数の水制を設置し、水制形状の違いによるわんど内の河床変動特性を実験により明らかにした。さらに局所河床勾および水深を大きさと多様性の面から評価し、わんど内の生息基盤形成について考察を行った。図1は水制形状の例である。

2. **実験装置及び方法**：長さ 14m、幅 0.8m、河床勾配 1/200 の水路に粒径 1mm の砂を下流端より 9m 区間に敷き詰めた。実験条件は非越流と越流(水制高水深比 0.8)の両者を対象とした(表1)。水制は不透過で幹部水制の長さを 10cm、水制間距離を 20cm に固定して頭部水制の形状により L 型、J 型、T 型とし、さらに幹部水制のみ (I 型) を加えた 4 形状とした。頭部水制長を 5,10,15cm と変化させ、全 10 パターン(表2)とした。実験では河床変動計測と表面流速分布計測を行った。計測は平衡状態の確認後に行い、非越流では通水 90 分後、越流では 120 分後とした。河床変動はレーザー変位計、流速分布は PIV 解析によって計測した。また越流条件では河床変動と流れの関係性を把握するため、別途条件を変えて電磁流速計にて内部の流速分布を計測した。

3. **河床変動と流速分布の計測結果**：図2,図3に Case I、Case LD-10、Case LU-10 の河床変動と流速分布の計測結果を示す。河床変動は最上流より水制 1~5 基目までの区間、流速分布は水制 3~6 基目までの区間のものである。図2より水制形状が異なると河床変動特性も大きく異なることが分かる。また頭部水制を有する形状の方がわんど内で大きな洗掘を生じており、LU 型の方がその程度は大きい。図3より頭部水制があることで頭部水制背後の領域では流速が非常に小さく、それ以外の領域では入口幅大の渦が生じていることが分かる。この渦によって Case LU-10 では頭部水制先端付近で山状の堆積部が形成されている。しかし、この傾向は Case LD-10 では見られない。Case I と比べ、全体的な流速も小さくなっている様子から頭部水制設置はわんど内の流速低減効果があると言える。また LU 型よりも LD 型の方がその効果は大きい様子が伺える。越流条件では河床変動量は異なるが、水制形状が同じならばわんど内の河床形状は似通ったものとなることが確認された。しかし、表面流速分布は一様で鉛直方向流速計測により、水制による下降流や馬蹄渦が作用し、洗掘・堆積が行われていることが分かった。

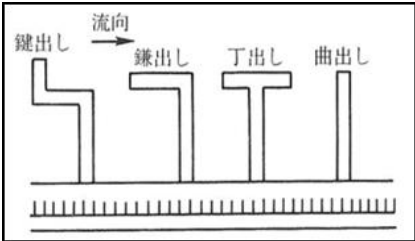


図1 水制形状

表1 実験条件

	非越流	越流
流量(l/s)	13.90	19.00
水深h (cm)	3.25	5.08
流速(cm/s)	51.22	44.79
τ^*/τ^*_c	2.69	4.03

表2 実験パターン

形状名	水制形状	Case (Sは越流)	頭部水制長(cm)	
			上流向き	下流向き
I型		I-(S)	0	
LD型		LD-5(S)	0	5
		LD-10(S)		10
		LD-15(S)		15
LU型		LU-5(S)	5	0
		LU-10(S)	10	
		LU-15(S)	15	
T型		T-(5,5)(S)	5	5
		T-(5,10)(S)	5	10
		T-(10,5)(S)	10	5

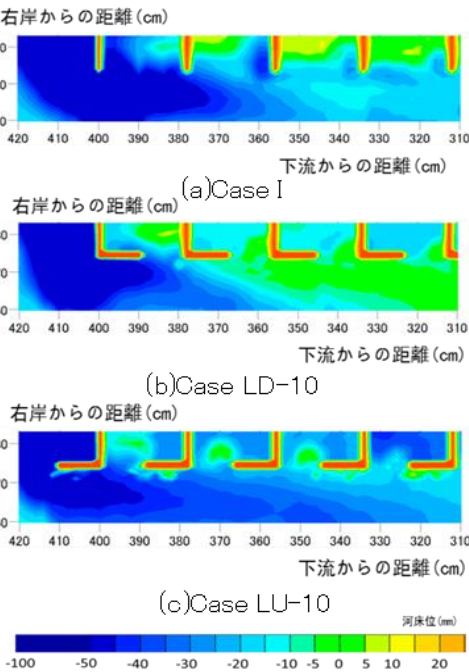


図2 河床変動量

4. わんど内の生息基盤形成の考察：河床変動計測結果より，上流より 4 基目から下流の区間における各わんどの河床形状や最浅河床位，最深河床位はほぼ一様であることが分かった．そこで，わんど内の生息基盤形成の考察をするにあたり，平衡状態の確認されたわんど 4 より下流の区間について平均をとったものを対象とした．また，多様性は各数値指標のばらつきと捉え，変動係数(標準偏差を平均値で割ったもの)で表すこととした．図 4 は Case LU-10 での局所河床勾配分布である．図より，比較的大きな局所河床勾配の範囲は入口あたりで広がっていることが分かる．同様の現象が頭部水制を有する水制形状では非越流・越流条件に関わらず見られた．局所河床勾配が 10 度以下の範囲がわんどの大半を占めることから，局所河床勾配が 10 度以上の範囲に着目した．その分布率(局所急傾斜率)を図 5 に示す．非越流条件では，Case I，Case LU-10 において 20 度以上の局所河床勾配が多く見られることが分かる．Case LU-5 では局所急傾斜率は最も高いが 30 度以上の勾配を有していない．形状ごとに平均的に見ると，LU 型で局所急傾斜率が最も大きいことが分かる．越流条件では，LU 型において I 型より局所急傾斜率が大きくなっており，その度合いは頭部水制が長い方が大きいことが分かる．非越流・越流条件間を比較すると，I 型においては非越流時の方が局所急傾斜率は高くなるが，LU 型では越流時の方が大きくなり，入口広さとの関係も逆になっている．図 6 に Case I を基準とした水深の多様性を示す．図より非越流条件では，頭部水制があることで水深の多様性は低くなることが分かる．形状ごとに平均的に見ると，LU 型で水深の多様性は最も高く，T 型は顕著に低いことが分かる．越流条件では，Case LU-10S，Case LU-15S が顕著に高い水深の多様性を示した．その他は頭部水制があることで水深の多様性は低くなることが分かる．形状ごとに平均的に見ると，LU 型が最も大きく，LD 型，T 型ではほぼ差異がないことが分かる．非越流・越流条件間を比較すると Case LU-10S，Case LU-15S を除いて水深の多様性は非越流時の方が高いことが分かる．

5. まとめ：わんど内の生息基盤形成に関して，局所急傾斜率，水深の多様性の面から判断すると LU 型が最も優れている結果となった．特に頭部水制長/水制間距離=0.5 以上でより良い結果を期待できる．

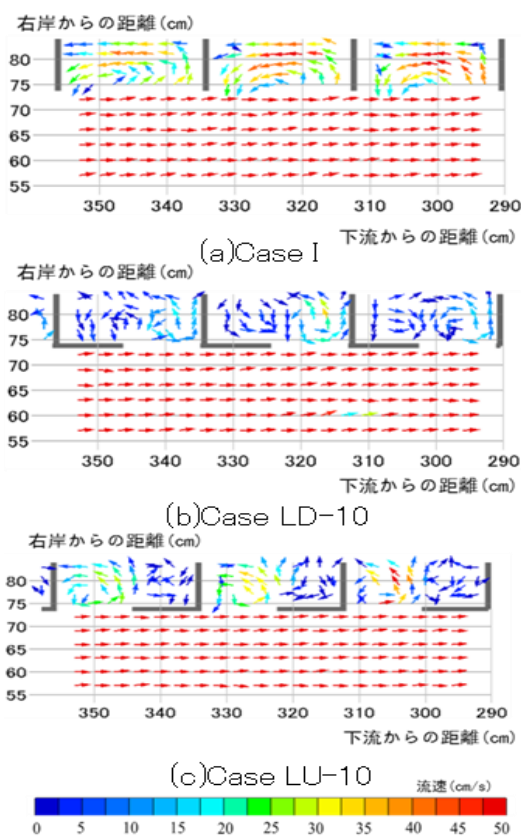


図3 流速分布

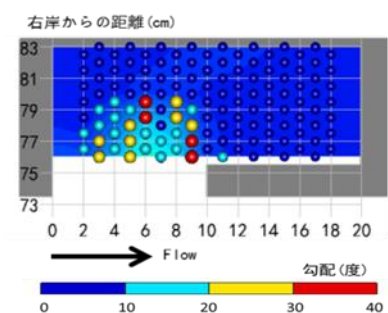


図4 局所河床勾配

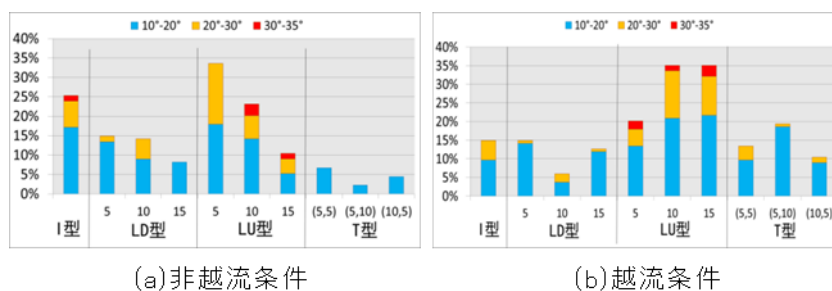


図5 局所急傾斜率



図6 Case Iを基準とした水深の多様性