

環境保全型ブロックと自然河岸の魚類保全効果の定量的比較

大鉄工業株式会社 正会員 ○金山幸司 山口大学大学院 正会員 関根雅彦
山口大学大学院 正会員 今井 剛 山口大学大学院 正会員 樋口隆哉
極東技エコンサルタント株式会社 正会員 橋口麻美

1.研究背景及び目的

近年「多自然川づくり」として、治水機能や利水機能だけでなく自然環境の保全・創出にも重点を置く河川管理が各地で行われている。その一環として環境保全型ブロックをはじめとした様々な護岸工法が提案されているが、工学的な観点からはその効果についてほとんど検証されていない。そこで本研究では、大型循環水路を有した護岸材評価試験装置を用いて、水路内で実スケールの植生系、自然石系、カゴ系の護岸模型と環境保全型ブロック模型を対向させ、魚の分布を相対的に比較することで、環境保全型ブロックと自然河岸の機能を相対評価する。また、流速、照度、乱れに対する選好性を定量化することで、環境保全型ブロックや自然河岸の魚類保全効果の定量評価を試みる。

2.環境保全型ブロックと自然河岸模型の相対比較実験

実験方法: 実験に用いる水路を図-1 に示す。水路は回流式で、パソコンの操作でプロペラの回転数を調節することにより流速を変化させることが可能である。本実験では流速 50cm/s に設定し、水路左岸側半分に設置した自然河岸模型の部分は流速 20cm/s となるよう、水路上流にコンクリートブロックを置いて調節した。右岸ブロックには穴のサイズ 20×50cm のパネルを取り付け、環境保全型ブロックを模した。左岸ブロックは穴なしパネルで封鎖した。また、水路の周辺を遮光カーテンで覆うことにより、水路外からの聴覚的・視覚的刺激の影響を低減した。供試魚には日本の河川で一般的な魚であるオイカワ(サイズ中:体長約 8cm、サイズ小:体長約 5cm)、カワムツ(サイズ大:体長約 15cm)、コイ・フナ(体長約 25~30cm)、カマツカ(体長約 15~16cm)の各 2 尾ずつ計 10 尾を用いた。水路上部に設置したビデオカメラで魚の挙動を観察し、12 時間の連続撮影により記録された映像から 10 分ごとに魚の位置を計数・記録した。水路上部からのビデオ撮影が困難なものについては図-1 に示すように3台の水中カメラを死角がないように水路内に設置し、撮影した。

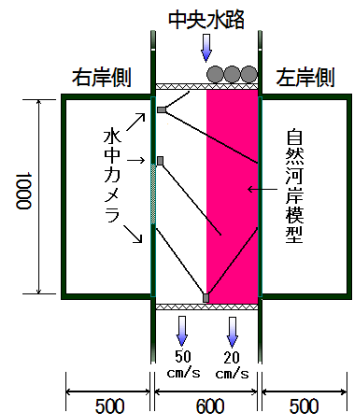


図-1 実験水路図 [mm]

結果及び考察: 実験結果を図-2 に示す。流速 50cm/s で行った今回の実験ではどの条件でも環境保全型ブロックの分布率が高く、実際の河川でも魚がブロックを避難場所として利用することが示唆された。しかしカマツカはブロックをほとんど利用しない結果となった。カマツカは水草模型、オーバーハング模型、かごマットの条件で中央水路の分布率が高いことから、明るい場所を好んでいると考えられる。また、ヨシ模型の分布が他よりも高く、自然河岸の中では抽水植物の植生が魚にとって重要であることが判明した。

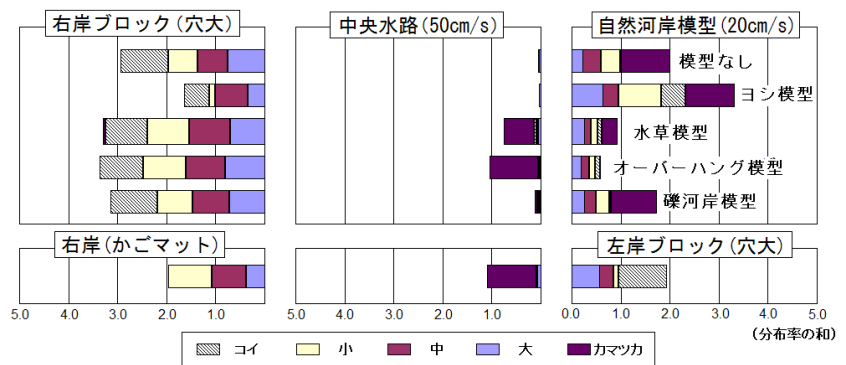


図-2 ブロックと自然河岸模型との対向実験

3.流速・照度・乱れの選好性の定量化

実験方法: 前章で使用した実験水路の左右魚巣ブロック部分を穴なしパネルで塞ぎ、中央水路内に種々の流速条件、乱れ条件、照度条件を作り出した。水温 18±1℃においてカワムツ(体長約 15cm)、オイカワ(体長約 5cm~8cm)、フナ(体長約 25~30cm)、カマツカ(体長約 10~15cm)を用いて実験を行った。1 回の実験での試験魚数はそれぞれ 3 尾とし、水

路内で 10 分間馴致した。実験開始後、水路上部に設置したビデオカメラで魚の挙動を撮影し、50 分間の記録映像から、1 分ごとの魚の位置を計数・記録した。

流速実験では、水路上部に板とコンクリートを設置し、水路内に流速分布を発生させ、水路平面を流下方向4区画(25 cm)× 横断方向3区画(20 cm)の12分割し、各実験の魚の分布率を求めた。

乱れ実験では、水路上部にコンクリートを設置し、水の乱れを発生させた。また、本研究では水の乱れ具合を[1]式の乱れエネルギー(K)で表現した。

$$K = \frac{1}{2} \cdot (\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{z'^2}) \quad [1]$$

ここに、 $\overline{u'^2}, \overline{v'^2}, \overline{z'^2}$ はそれぞれx,y,z 方向の流速の分散(乱れ強度)である。水路平面を流下方向3区画(25 cm)× 横断方向3区画(20 cm)の9分割し、各エリアの魚の分布率を求めた。

照度実験では、試験区間を横断方向に3区画(20 cm)に分割し、水路にかぶせる寒冷紗の枚数によって水路の照度を変更した。実験時の流速は5cm/sとした。水路平面を流下方向3区画(約33 cm)× 横断方向3区画(20 cm)の9分割し、各エリアの魚の分布率を求めた。

ウエイト算出では複合実験を行い、[2]式で計算した。

$$R = \frac{D_{右}}{D_{左}} = \frac{(P_{因子A、右})^{\frac{W_{因子A}}{W_{max}}}(P_{因子B、右})^{\frac{W_{因子B}}{W_{max}}}}{(P_{因子A、左})^{\frac{W_{因子A}}{W_{max}}}(P_{因子B、左})^{\frac{W_{因子B}}{W_{max}}}} \quad [2]$$

ここに、Rは水路左右の魚の個体比である。Dは複合実験の結果から、Pは各選好性実験の結果より求めた選好曲線から値が決まる。 $W_{max}=W_{因子A}$ あるいは $W_{max}=W_{因子B}$ と仮定することでウエイトが求まる。どちらが正しいかは、計算結果から判断され、得られた値が0～1 の範囲内のものをウエイトとして採用する。

実験結果: 実験で得られた分布率から選好曲線を求めた。オイカワの選好曲線を図-3 に示す。算出したウエイトの結果を表 1 に示す。

4. 計算された選好値と観察された分布率の比較

実験装置内の流速・照度・乱れエネルギーを測定し、前章で求めた選好曲線から魚種ごとのブロック内、中央水路内、模型内の選好値を求めた。かごマツ、礫勾配の流速・乱れは測定できなかったため比較は行っていない。オイカワの選好値と実際の分布との比較を表 4 に示す。選好値と分布傾向が一致したものには色をつけた。選好値と分布の間に厳密な一致は見られておらず、環境因子の選択や実験条件の設定に課題が残されたものの、オイカワ、カワムツ、フナは流速の高選好値と高分布が一致するものが多く、流速のウエイトが高いことが確かめられた。

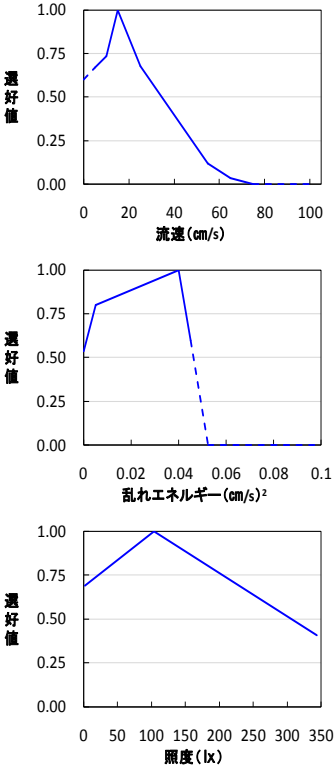


図-3 オイカワの選好曲線

表-1 流速、照度、乱れエネルギーのウエイト値

	流速	照度	乱れ
オイカワ	1.00	0.83	0.17
カワムツ	1.00	0.10	0.02
フナ	1.00	0.29	0.19
カマツカ	0.30	0.27	1.00

表-2 選好値と分布の比較 (オイカワ)

		模型なし			ヨシ模型			水草模型			オーバーハング模型		
		ブロック内	水路内	模型内	ブロック内	水路内	模型内	ブロック内	水路内	模型内	ブロック内	水路内	模型内
流速	選好値	0.49	0.05	0.46	0.51	0.11	0.38	0.57	0.00	0.43			
	分布	0.61	0.01	0.39	0.40	0.00	0.60	0.84	0.02	0.14			
乱れ	選好値	0.38	0.31	0.31	0.37	0.32	0.31	0.82	0.83	0.58			
	分布	0.61	0.01	0.39	0.40	0.00	0.60	0.84	0.02	0.14			
照度	選好値	0.31	0.32	0.37	0.30	0.33	0.37	0.31	0.32	0.37	0.31	0.30	0.39
	分布	0.61	0.01	0.39	0.40	0.00	0.60	0.84	0.02	0.14	0.84	0.01	0.15

5. まとめ

カマツカ以外の魚種は流速 50 cm/s 時は自然要素よりも環境保全型ブロック利用すること、自然河岸要素の中では抽水植物の植生が魚にとって重要であること、オイカワ、カワムツの室内実験で求めた選好値は有効であるとがわかった。今後はフナ、カマツカの選好性やパラメーターの組み合わせ方、他の環境因子についても検討する必要がある。