

## 歴史的構造物（百間荒籠）の水力・生態学的機能の再検討

福岡大学工学部 正会員 渡辺亮一 正会員 山崎惟義  
九州大学大学院 学生員 浜田晃規

## 1. はじめに

河川はその周辺の生態系を構成する重要な要素であるが、戦後から高度経済成長期にかけて行われてきた河川管理は、主に水理学的な視点に基づいていたため、生態系や景観等、自然に対する配慮が欠けたものであった。近年、各地で多自然型川づくりが推進され、水生生物の居住空間確保が重要視されるようになってきた。そこで本研究ではワンドの形成に効果のある水制（荒籠）に着目し、なかでも歴史的河川構造物が生態系に対してどのような機能を有するかを実験により検討した。本研究の目的は、模型水路での水制設置前後の流速分布の測定及び金魚を放流した時の行動様式の変化を観察することで、歴史的構造物の水力・生態学的機能を再評価することにある。

## 2. 実験概要

## 2.1 実験対象構造物

実験対象とした歴史的構造物の百間荒籠は筑後川下流域の昇開橋付近に300年以前から存在する水制であり、全体が石で覆われている。その寸法は全長約60m、幅約5mであり、現存する荒籠の中では最も長大なものである。また、その形状は特異であり、河岸から直角に突き出した後、河心に近づくにつれて下流方向に湾曲している。

## 2.2 実験装置

図2-1、2-2は対象とした百間荒籠の模型を表している<sup>4)</sup>。この他に筑後川に多く存在する一般的荒籠、そして百間荒籠を直線化した物の4種類の模型を用意した。実験は1/50スケール模型水路の水路直線部で行った。このため、荒籠の模型も1/50スケールで作製し、直線区間の右岸側に設置した。これらの設置角度は現地と同じく90°とした。

## 2.3 実験方法

実験は上述の3種類の他に何も設置しない場合を含めた4パターンをそれぞれ水深4.7cm、5.7cmの条件で計8パターン行った。流速の計測には2成分電磁流速計を用い、流速の流下方向成分及び横断方向成分の測定を行った。計測高さは水路床から1.5cmの高さから水面まで1cm間隔で測定した。水深4.7cmの場合4段階、5.7cmでは5段階測定した。座標軸は下流方向にX軸を水路横断方向（右岸から左岸に向かって正）にY軸を、水路床から上向きにZ軸を設定し、座標の原点を荒籠付根部的上流側とした。

実験には体長約2～3cmの金魚を用いた。この金魚を8パターンの条件で水路に放流し、泳ぎ方をビデオカメラで3分間撮影した。撮影後、

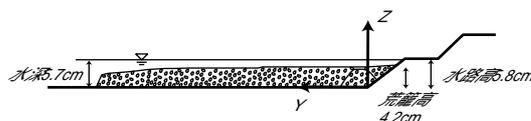


図2-1 荒籠設置図上流から見た図

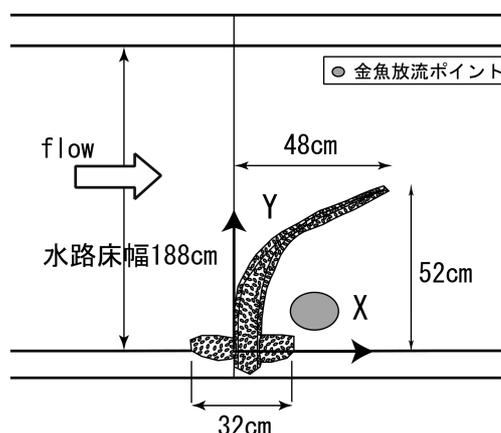


図2-2 荒籠設置図上から見た図

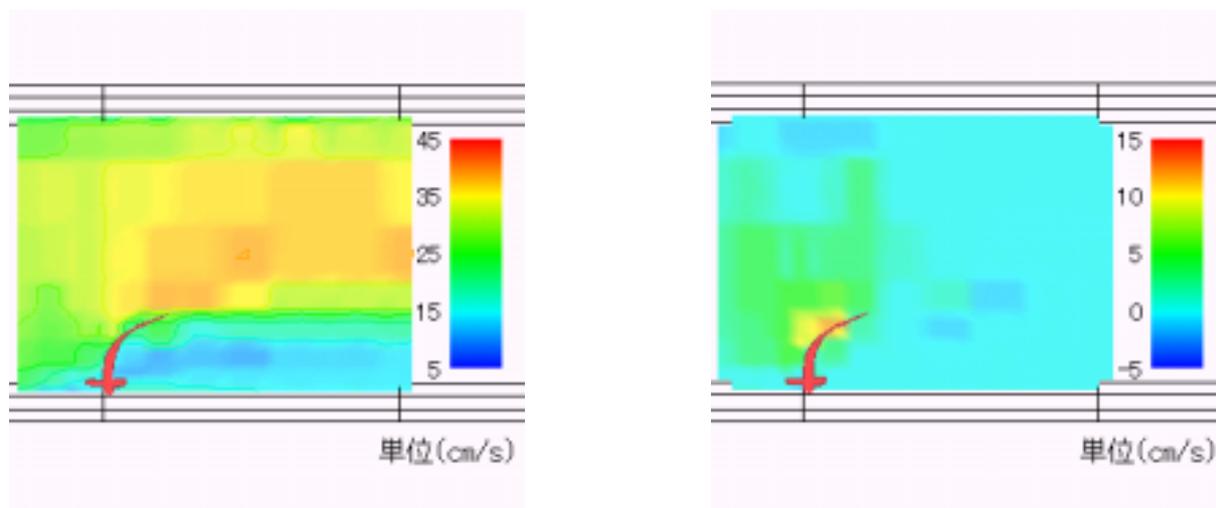


図3-1 流速分布（左：X成分、右：Y成分）河床から1.5cm

キーワード：水制、生態系、生態学的機能、水理学的機能、歴史的構造物

連絡先：〒814 - 0180 福岡市城南区七隈8 - 19 - 1 福岡大学工学部土木工学科水圏システム研究室

TEL 092-871-6631 (ex6462) FAX 092-865-9460

パソコン画面上で10匹のうちで3分間流されずに残った体長の小さい1匹に着目し、3分間の撮影時間中1分間に注目し、2秒毎の静止画像を作成した。これから金魚の位置と向きを記録し、遊泳方向と移動距離を求めた。

3. 実験結果

3-1 流速分布

図3-1に測定結果の一例として、百間荒籠、水深4.7cm、水路床から1.5cm平面の流速の流下方向成分(X成分)、河心方向成分(Y成分)の分布を示す。この図から、百間荒籠による死水域内での流速の流下方向成分は8cm/sから20cm/sの範囲にあり、流心での平均流下方向成分約36cm/sと比べると非常に遅くなっていることがわかる。流速の河心方向(横断方向)成分は百間荒籠湾曲部において最大16cm/sの変化が生じた。しかし死水域内では対流効果のため河心方向への変化は小さい。百間荒籠が生む死水域は流速を減少させる効果が他の荒籠に比べ大きいことがわかった。

3-2 金魚を用いた生態学的実験

3-2-1 実験の評価方法

図3-2は流れに対する金魚の行動様式の評価基準を示している。遊泳中の金魚の向く方向が図中において、赤色が濃い部分であるほど流れによって行動が制限されていると評価される。これは、一般的な魚類の流れに対する習性を利用したもので、魚類は流れが速くなると体勢を安定させるために流れの方向に頭を向けるようになる。評価基準は具体的に、流れに直面する方向を0方向とし、45°で等分して区分けを行った。このうち流れに制限を受けるのが0,1方向をまとめたA方向、それ以外の2,3,4方向をまとめたB方向が流れに制限を受けない方向である。また、制限された行動は2秒毎の静止画像から、時系列的にA方向からA方向となるものとし、それに対し制限されない行動はB方向からB方向となるものと考えた。

3-2-2 金魚の向きについて

図3-3(上)は、3つの荒籠を設置した場合と何も設置しない場合での、遊泳時間内(1分間)での総遊泳方向の割合を時間比で表している。荒籠なしの場合では両水深とも0,1方向を合わせたA方向が大部分を占め、流れによる制限を大きく受けているといえる。一方、3種類の荒籠の中では、A方向を向く割合が最小なのは両水深とも百間荒籠であった。その割合は水深4.7、5.7cmでそれぞれ9%、22%であり、流れによる制限を受けていないといえる。また、水深の増加に伴い全体的に設置効果は下がるが、百間荒籠は他の荒籠に比べその減少は小さく洪水時において避難場所となりうると考えられる。

3-2-3 金魚の向きと移動距離について

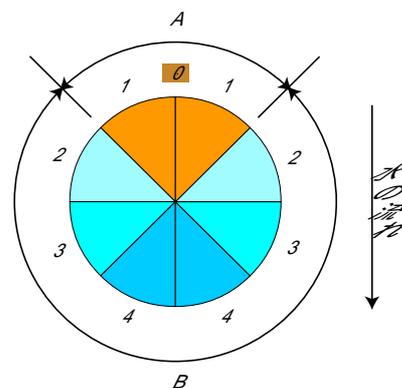
図3-3(下)は、荒籠のある場合とない場合での金魚の遊泳力に対する自由度を表現している。遊泳力に対する自由度は、遊泳時間内(1分間)2秒毎の移動距離を1分間の総移動距離で割った値で表すものと考えた。例えば、A-A上流とはある瞬間にAの向きから上流に移動し、次の瞬間(2秒後)もまたAの向きであったことを意味し、B-B上流とはある瞬間にBの向きから上流に移動し、次の瞬間もBの向きであったことを示す。つまり、AからAへの移動は流れに制限された移動、BからBへの移動は流れに制限されない自由な移動と定義する。この図から、荒籠なしの場合では両水深ともAからAへの移動が大部分を占め、流れによる制限を大きく受けていることがわかる。AからAの移動の内、A-A下流移動が大きく、このケースでは水路内の流速が大きいため、金魚がその場にとどまろうとしても遊泳力が追いつかず下流に流されていることを表している。一方、荒籠を設置した場合、百間荒籠でAからAへの移動が最小となり、流れに制限を受けていないことがわかる。特に、BからBへの移動の内B-B上流移動が水深5.7cmにおいて44%と大きいことから、このケースでは流れに対して尾を向けた状態でも上流方向への移動が可能であることがわかり、遊泳力のあまり強くない金魚にとって良い環境であるといえる。

4. おわりに

以上の結果より、百間荒籠の設置が他の荒籠に比べて、水生生物に良好な生息空間を与えることを確認することができた。百間荒籠により生じる死水域は採餌を容易にしたり、洪水時の避難場所と成り得ると考えられる。また、遊泳力の弱い水生生物は生態系の底辺を構成することが多く、これらを捕食するため様々な生物が集まることも考えられる。これらのことから、百間荒籠には水理学的効果に加えて、生態系の保全にも効果があることが明らかとなった。今後の課題としては金魚のスケールの調整が挙げられる。

参考文献

1. 端 憲二・竹村武士・本間新哉・佐藤政良：流れにおけるメダカの遊泳行動に関する実験的考察、農業土木学会誌、第69巻第9号、61-66、2001。
2. 山本 晃一：日本の水制、山海堂、433-437、1996。
3. 水野 信彦：魚にやさしい川のかたち、信山社、51-67、1995。
4. 浜田晃規・渡辺亮一・山崎惟義・細野典明：歴史的構造物(水制等)の生態学的機能の再検討、平成13年度土木学会西部支部研究発表会概要集、B416-B417、2002。



A: 制限を受ける流れ  
B: 制限を受けない流れ

図3-2 流れに対する金魚の向きの判定基準

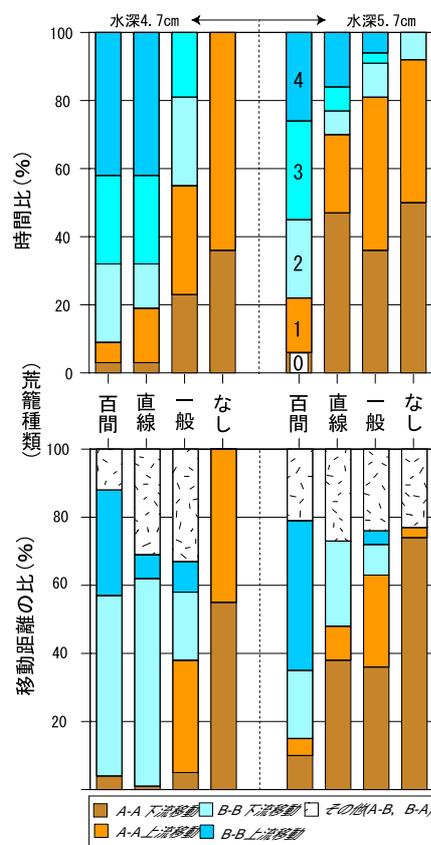


図3-3 (上)金魚の向き  
(下)向きと移動方向を区分した金魚の移動距離