

II-219

並列螺旋流と魚類生息環境に関する基礎的研究

金沢大学大学院 学生員 山本 貴章

金沢大学大学院 学生員 永禮 大

金沢大学工学部 正 員 辻本 哲郎

1. はじめに

魚類生息環境についての研究が進められている¹⁾が、その手法のほとんどは実河川において魚類を採取し、その個体数と採取した場所を統計処理するか、あるいは平面流や地形に関する魚類の選好性を解析したもので、断面内2次流への着目はほとんどされていない。本研究では、魚類が砂・礫河川の縦筋河床部で砂の縦筋に比較的多くみられることに着目、そこでは2次流の影響が強いことから、魚類の上昇流あるいは下降流の選考性について検討した。実験は水路で棧をM型、W型に配置し強制的に螺旋流を発生させ、上昇流及び下降流が卓越する流れの領域を作り出し、アブラハヤを用いた実験によって2次流と魚類生息環境について考察する。

2. 実験1の概要

実験1は、幅40cm、長さ12mの水路で水深を10cmとし図-1、図-2に示す水路の実験区間120cmの上下端に網を張り、体長10cm程度のアブラハヤを8尾放流してその挙動を調べた。照明は、陰ができないように上部から行った。実験区間に、高さ1cm、角度45度の棧を10cmピッチで設置し、上昇流域:A、下降流域:B、側壁域:Xとした。なお、路床には直径約5mmの礫を敷き詰め、少しでも自然に近い状態とした。初めに断面内の流れの構造を概略的に把握するために数値計算を行った（図-3、図-4）。次に電磁流速計を用い、実際に各地点での流下方向、横断方向及び鉛直方向の流速を計測した（図-5、図-6、図-7、図-8）。観察は魚を放流してから20分間水路の実験区域の環境に慣れさせた後、無人でビデオカメラで30分間撮影して行った。アブラハヤの分布は、2秒毎に各領域の個体数を記録し、1分間に30回これを行い平均することにより各分単位の個体数とした。

3. 実験1の結果と考察

図-9はM型、図-10はW型の評価グラフである。実験の目的は、この3領域のアブラハヤの分布率によって上昇流あるいは下降流のどちらを好むかを考察することである。しかし、図-1をM型、図-2をW型とするとM型には上昇流域が、下降流域と側壁域の占有面積のそれぞれ2倍となり、公平な評価はできないと予測された。

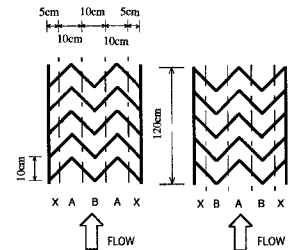


図-1 M型配置 図-2 W型配置

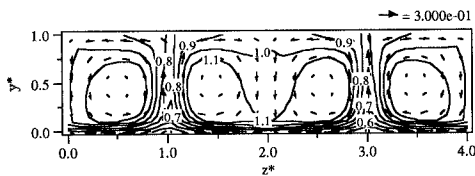


図-3 M型断面内流況（計算）

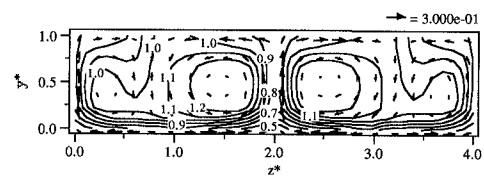


図-4 W型断面内流況（計算）

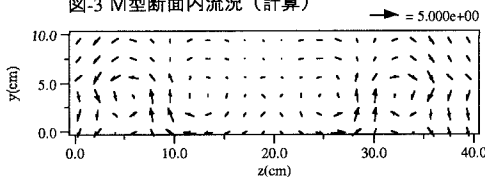


図-5 M型2次流ベクトル（実測）

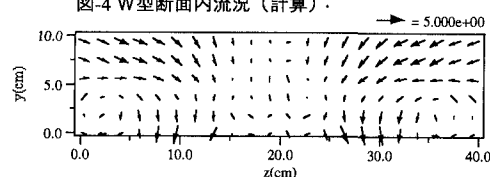


図-6 W型2次流ベクトル（実測）

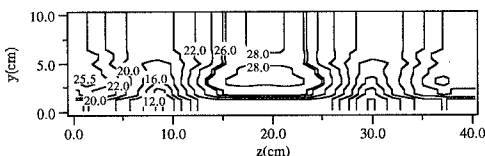


図-7 M型主流速コンター（実測）

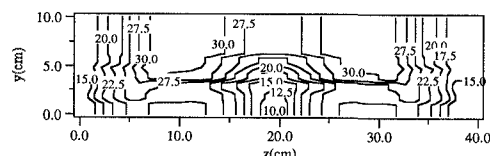


図-8 W型主流速コンター（実測）

そこで、逆の要素を持つW型の実験値との平均を評価値とすることとした。図-9、10のグラフを重ね合わせるこ

により各領域の面積の重みを公平に評価できると仮定し図-11を得た。その結果、魚の30分間の分布率は、上昇流域：下降流域：側壁域の比が34.6%：12.5%：52.9%であった。このことから、アブラハヤは下降流よりも上昇流を好む可能性があると考えられる。しかし、問題は魚の分布率と流速との関係である。側壁域は52.9%の分布率を示しているが、これは、側壁での摩擦による流速の低下のためとも考えられる。しかし、この側壁付近が図-7、図-8に示されるように、最も流速の小さい領域というわけでもなくアブラハヤが流速の小さい域を好むと断定することもできない。同じことが上昇流域と下降流域の比較に関しても考えられる。水路内の断面上昇流域があれば下降流域が存在し、下降流域の流速が上昇流域の流速より大きくなる。よって、この実験では流速の大きさの違いに関して公平に評価されなかった可能性も否定できない。アブラハヤは、ほんとうに上昇流域を好むのか、流速の違いにとらわれず評価するために実験2を行った。

4. 実験2の概要

実験条件は棧の配置以外は実験1と同様である（図-12）。棧の設置は水路の半分の幅の部分にA型としピッチを10cmとした。水路の残り半分に流下方向に垂直に棧を貼り付け、この棧の中心線の流速をA型の中心線の流速と等しくするために数値解析を行って棧間隔を決定した。なお実験1では、アブラハヤは河床から2～3cmの水深でほとんどの時間遊泳していたことから、この水深での流下方向の流速を対象とする。その結果、棧のピッチはほぼ4cmと決定され、この時中心線の流速がほぼ等しくなった（図-13）。この時の流れを実際に電磁流速計で測定した断面内流れ構造は図-14、図-15に示される。領域区分は、それぞれ上昇域:A, 平常域:C, 側壁域:Xとし、実験1と同様に観察し、上昇流域と平常域の分布率を調べた。

5. 実験2の結果と考察

A型と横断方向に設置した棧により、それぞれの中心線における流速をほぼ等しくできた。結果としては、上昇流域：平常域：側壁域の比がそれぞれ44.6%：39.3%：16.1%となった。（図-16）分布率は、以外に側壁域が小さく、わずかにだが平常域より上昇流域が大きい結果となった。さらに言うことは、図-16から解るように、上昇流域の分布率が時間の経過と共に大きくなり、実験終了付近ではその域で安定してきている。理由として、アブラハヤが観察に入る前の準備期間で実験区域内の流れ場をまだ認識しておらず、実験の途中から徐々にこの流れ場を捉えてきたことが考えられる。すなわち、今回の2つの実験では観察時間は、実験時間としては十分なものではない可能性もある。そして、アブラハヤが上昇流を好むという可能性が強く示唆された。

6. おわりに

アブラハヤが上昇流を好むとの断定までには至らなかったが、その可能性が認められた。今後の実験では画像解析を精微化し局所的な流れ場でのアブラハヤの行動を時系列で捉え、その生息環境について考察してゆきたいと考える。

参考文献： 1) 頭首工の魚道設計指針，農林水産省建設部設計課，1994

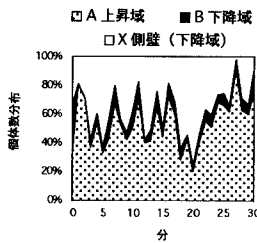


図-9 M型評価グラフ

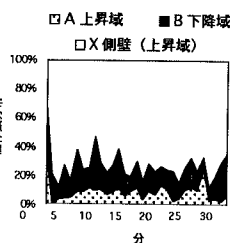


図-10 W型評価グラフ

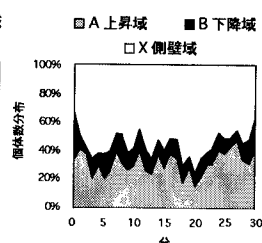


図-11 MW総合評価グラフ

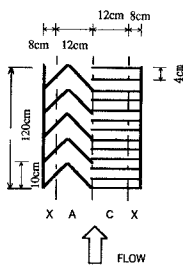


図-12 A型配置

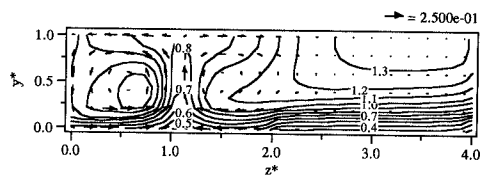


図-13 A型断面内流況（計算）

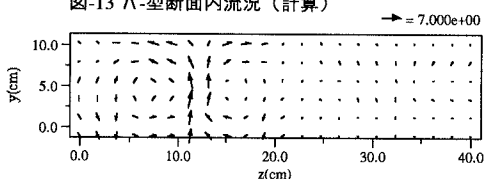


図-14 A型2次流ベクトル（実測）

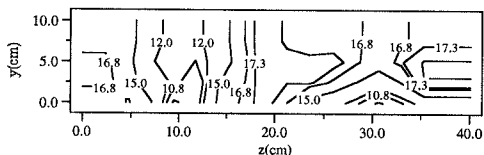


図-15 A型主流速コンター（実測）

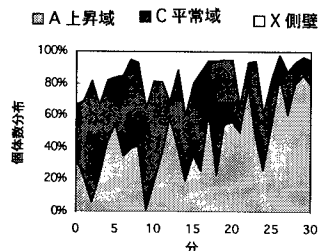


図-16 A型評価グラフ