

PHABSIM を用いた洪水時における魚類の退避場所に関する解析

福岡大学大学院 学生員 ○梶谷 憲靖 福岡大学工学部 正会員 山崎 惟義
福岡大学工学部 正会員 渡辺 亮一 シエスタクラブ 正会員 中山 比佐雄

1. はじめに

平成9年の河川法の改正、平成15年1月の自然再生推進法の施行により、従来からの治水・利水機能にかたよった河川整備から河川環境に配慮した河川改修事業が進められるようになってきた。このため、河川改修事業を行う際には、事前に十分な環境調査を行い河川に多様性を持たせることが必要とされている。これに伴って、我が国においては、魚類の生息場所を保全するための様々な研究が全国でなされている¹⁾。そのなかで、中小河川における洪水時の魚の退避場所に関してはまだ明らかになっていない。

そこで本研究では、縮尺1/50の河川模型装置を用いて洪水時の流れを想定した流量を与え、金魚の退避場所をPHABSIM(Physical Habitat Simulation Model)の手法²⁾により解析した。また、この手法により得られる退避場所の水表面積から、水制構造物の設置数・形状について考察する。

2. 実験方法

図1は、対象区間の平面図を示している。対象区間は、河川模型装置内の川幅約1m、縦断距離約9m区間を設定した。障害物のない河道に水制を設置し、退避場所になると予想できる死水域を作り出した。水制の設置条件について、一基設置はAに、二基設置はA、Bに設置した。また、越流タイプは高さ4.5cm、非越流タイプは高さ6cmとし、ともに長さ23.5cm、幅11cmのものを使用した。表1は、今回行った実験条件である。洪水時の流れを想定し流量0.0110、0.0187m³/sを各RUNに与え、流速を2次元電磁流速計を用いて測定した。流速データのまとめ方は、参考文献3)を参照していただきたい。

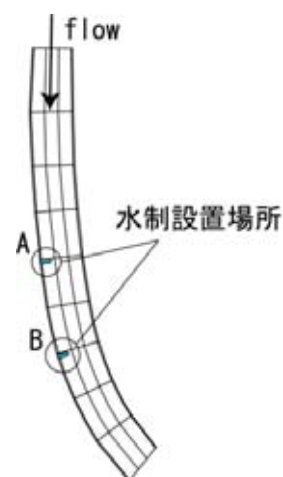


図1 対象区間の平面図

3. 解析手法

解析手法として、マイクロ生息場計算モデルのPHABSIMにより退避場所を予測した。対象区間内において、物理環境が均一とみなせることを一つのセルとし、いくつか分割した。各セルごとに流速に関する金魚の適正基準から計測データを適正値に変換し、重みつき利用可能面積 (Weighted Usable Area : WUA) を計算した。

$$WUA = \sum [a_i \times SI(v_i)]$$

ここで、 a_i : 各セルの水表面積 $SI(v_i)$: 流速に関する適性値

このWUAの値が退避場所の水表面積となる。図2は、流速に関する適正基準である。巡航速度 (長時間続けて出せる速度) = $2 \sim 3 \times$ 体長 / 秒 (Blaxter, 1967) の式⁴⁾ から作成したものを適用した。対象とした金魚の体長は2.5 ~ 3.5cmであるので巡航速度は、5 ~ 10.5cm/sとなる。この図から、金魚は流速10.5cm/sより速い流れでは生息不可能であることを意味している。また、実際に金魚を対象区間上流部から放流し5分後に区間内に滞留している個体数を生存個体数としてカウントした。1セット10尾を放流し、各実験条件につき5セット行った。対象区間の上流端からの上流部への移動ができないようにし、5分以内に下流端から流出した金魚は、その時点ですくい上げた。

表1 実験条件

	水制設置数 (基)	水制のタイプ
RUN 1	—	—
RUN 2	1	越流
RUN 3	1	非越流
RUN 4	2	越流
RUN 5	2	非越流

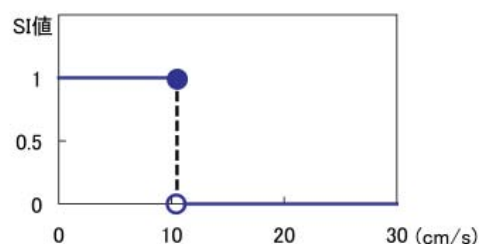


図2 流速に関する金魚の適性基準

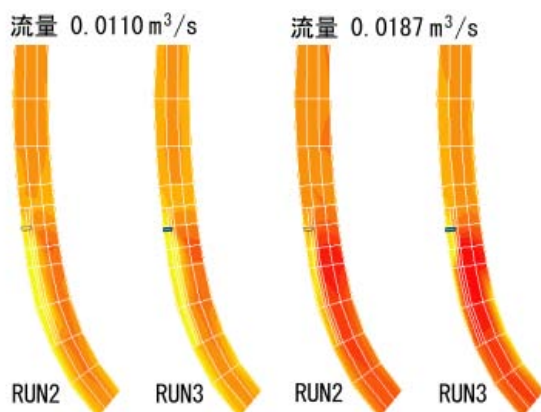


図3 水路内の流速分布

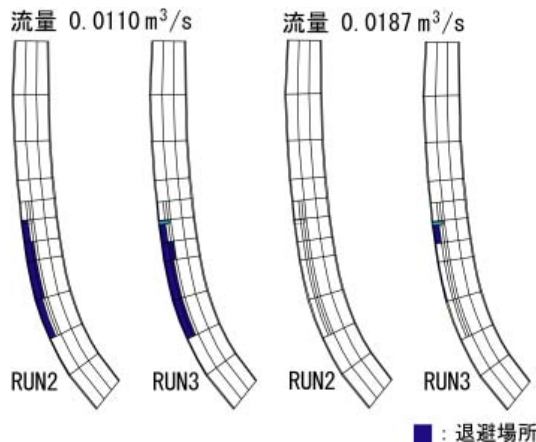


図4 PHABSIM から算出した退避場所

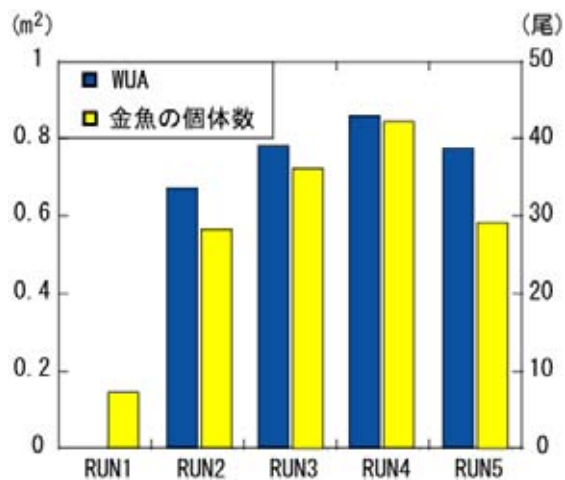
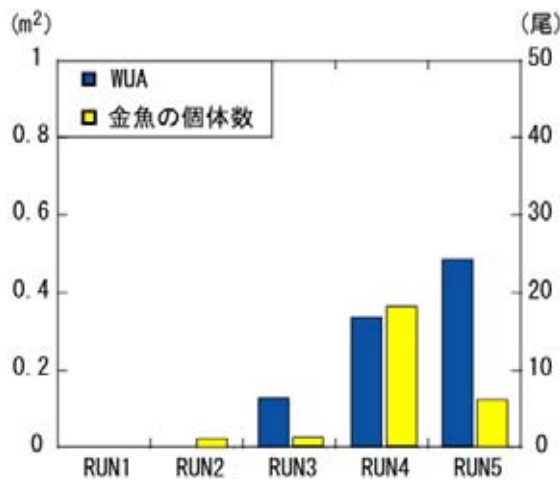
4. 実験・解析結果および考察

図3は、RUN2とRUN3（流量 0.0110 、 $0.0187\text{m}^3/\text{s}$ ）の流速分布を表している。この図から、水制の後部に流速が 10cm/s 以下の緩やかな箇所があることがわかる。次に、図4は、PHABSIMから算出した退避場所（退避可能な場所の水表面積をWUAとしている）を示している。この図から、金魚が退避可能な場所は流れが緩やかな水制の後部であることがわかる。図5は、流量 $0.0110\text{m}^3/\text{s}$ でのWUA（退避可能場所）と金魚の生存個体数の関係を表している。この図から、水制を一基設置した場合には、RUN2（越流タイプ）よりRUN3（非越流タイプ）のほうが、退避場所が広く、金魚の生存個体数も多いことがわかる。また、RUN2（一基設置：越流）よりRUN4（二基設置：越流）の方が、より退避可能場所が大きくなっている。次に、図6は、流量 $0.0187\text{m}^3/\text{s}$ でのWUA（退避可能場所）と金魚の生存個体数の関係を表している。この図から、図5と較べるとWUAの値が小さくなり、金魚の生存個体数も少なくなっていることが分かる。また、流量を増加させた場合には、水制を一基設置しただけでは魚の退避場所としてはほとんど効果が見込めないことがわかった。

5. まとめ

本研究では、PHABSIMの手法により洪水時の金魚の退避可能場所を算出し、実験値との比較を行った。その結果、WUA（退避可能場所）と金魚の生存個体数の間に相関関係が認められ、洪水時の魚の退避可能場所をPHABSIMを用いて算出可能であることを示した。今後の課題として、模型実験を再現しているような場所を実河川において見つけ出し、今回の解析結果の妥当性を検証していく必要があると考えられる。

参考文献: 1) (独)土木研究所自然共生研究センター，自然共生研究センター研究報告会2004講演集，p4, 2004. 2) 玉井信行・奥田重俊・中村俊六編：河川生態環境評価法 - 潜在自然概念を軸として - ，東京大学出版会，pp174 - 180, 2000. 3) 梶谷憲靖：PHABSIMを用いた河川の生態系評価に関する研究，福岡大学工学部卒業論文，pp18-19, 2004. 4) 玉井信行・水野信彦・中村俊六編：河川生態環境工学 - 魚類生態と河川計画 - ，東京大学出版会，pp74 - 77, 1993.

図5 流量 $0.0110\text{m}^3/\text{s}$ でのWUAと金魚の生存個体数図6 流量 $0.0187\text{m}^3/\text{s}$ でのWUAと金魚の生存個体数