

(II - 28)

電源開発(株)茅ヶ崎研究センター

正会員 喜多村雄一

"

11

○正会員 加藤 孝弘

1. 研究の目的

通常、貯水池の環境影響予測では、貯水池の鉛直一次元水温、流動予測に基づいて水質、動植物プランクトン動向について予測を行うのが一般的である。しかしながら、こうした手法を発電所などの取水口からの小魚の取込み現象や取込みによる小魚の生息数変化、あるいは小魚の減少による食物連鎖の変化といった現象に適用することは難しい。本研究の目的は、こうした現象をモデル化するために人工生命（A-life）の手法を適用し、魚の群れ行動・遊泳などの適応行動のモデル化について検討を行うことにある。このモデルは、魚を一種の粒子と考え、これに行動特性と量的特性を与え適応行動を解析的に表現するものである。

以下では、魚の適応行動パラメータおよび遊泳行動解析結果について示した。

2. 適応行動予測モデル

ここでは、流れ場のモデルおよび粒子の適応行動に係わる基本的法則について簡単に述べる。

流れ場および粒子の行動予測は、三次元直交差分メッシュ空間で数値シミュレーション化する。流れの解析は、連続式、三次元流動の方程式（NS方程式）等で構成される。粒子は、流体の流れの中で質量を持つものとして、流体抵抗により移動する。さらに、各粒子は粒子自身に属性（例えば固体種の区別、魚の行動特性）を持っている。粒子行動は、至近の粒子と粒子のグループとの相互位置関係で決まる。その行動は、移動速度の増減、向きの変更等、基本的に以下の3項目の法則に従う。

(1) 游泳速度の調整

流水中における粒子間の最適遊泳距離の保持，衝突回避のための移動速度調整，最大限界速度等.

(2) 游泳ベクトルの調整

至近粒子との並進移動，他の粒子グループ（群れ）の重心への移動，流れ方向への移動，障害物の回避移動等．

(3) 適応行動の決定領域等

衝突回避領域，並進行動領域，求心
行動領域，探索（視認）領域，死角
領域等。

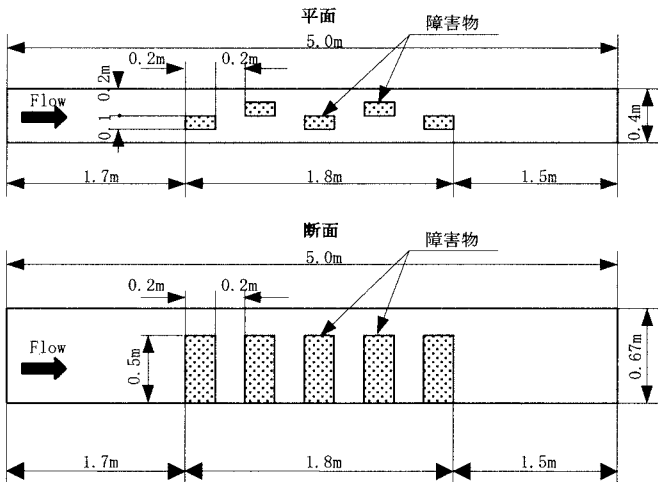


図1 実験水路

3. 実験設備

魚の遊泳行動に関する実験は、図1および写真1に示すような幅40cm、高さ67cmの直線水路を使用した。実験水路は、透明アクリル板で製作し水路内には適宜障害物を設置した。実験においては、魚の遊泳行動を目視またはビデオカメラ等によって撮影し、流量条件の違いによる魚の遊泳行動または水路内の遡上経路などを分析した。また、実験魚としては体長11-15cm程度のフナを使用した。

キーワード：人工生命理論、大型実験水路、魚の生態行動

連絡先：電源開発㈱茅ヶ崎研究センター環境水理G 0467-87-1211（代表）

表1 適応行動パラメータ

No.	パラメータ	パラメータ(文献)	アカヒレ ^{(*)2} (実験値)	イワナ ^{(*)3}	
				パラメータ(推定値) ^{(*)4}	パラメータ(実験値)
1	Cruising speed	2 - 4 BL/s ^{(*)1}	2-13.3 BL/s	2-13.3 BL	—
2	Maximum speed	10 BL/s	16.5-30.0 BL	16.5-30.0 BL	—
3	Judging speed For upstream moving	—	6.0 cm/s	6.0 cm/s	—
4	Visual limit distance	—	21.0 BL	21.0 BL	—
5	Optimum Cruising distance	Optimum Distance: 1.0 BL Minimum Distance: 0.3 BL	1.8 BL	0.3 BL	—
6	Collision avoidance distance	—	3.6 BL	—	3.0 BL

*1) BL: Body Length (cm)

*2) アカヒレ BL=2.8-3.0cm

*3) イワナ BL=11-15cm

*4) アカヒレによって得られた行動パラメータを適用した。

4. 適応行動パラメータ

一方、水路内の魚の遊泳行動解析に適用した主なパラメータを表1に示した(表中のハッチング部)。パラメータNo. 1-3は魚の遊泳速度を、No.4-6はその他の適応行動を規定するパラメータである。今回対象とした魚はイワナであるが、表中の各パラメータには2種類の魚(アカヒレ、イワナ)の実験値および文献値を示してある。実験で使用したイワナは体長11-15cmであり、一般にこれらについて実験により遊泳速度に関するパラメータを取得する場合、直線水路などの設備は大きなものが必要となる。したがって、本研究では、以前実施したアカヒレの適応行動パラメータを体長(BL=Body Length)で表記してイワナに適用することを試みた。

5. 遊泳行動解析結果

図2に解析結果例を示す。水路実験は、水路の大きさおよびポンプ供給能力から $Q=0-700\text{l/min}$ の流量条件で実施した。解析では水路内の水理条件を実験に合わせ、表1の行動パラメータを適用した。実験におけるイワナの遊泳行動では、流量が大きくなるにしたがって水路内の障害物背後に滞留しつつ遡上するような動きが見られた。解析結果においてもイワナの水路内遡上経路がほぼ再現されていると考えられる。

5. 結論

本論文のまとめは、以下のとおりである。

- (1) 人工生命(A-life)手法を適用して魚(イワナ)の遊泳行動解析を行った。
- (2) 解析に適用したパラメータのうち、遊泳速度に関するパラメータはアカヒレの実験による適応行動パラメータである。
- (3) 解析結果は、実験水路におけるイワナの遡上経路などを比較的良く再現できる。
- (4) 本手法を行動予測モデルとして適用するための課題として、今後は粒子の量的特性に関する検討が必要と考えられる。

【参考文献】

- 1) 伊熊直子, 喜多村雄一: 平成12年度第28回関東支部技術研究発表会 講演概要集, pp164-165
- 2) T. Kato, Y. Kitamura: Numerical modeling for fish adaptive behavior in stream, ICHE2000 in Korea
- 3) Y. Kitamura, T. Kato, Petek Kitamura: Numerical modeling for fish adaptive behavior in a current, ISEH2001 in Arizona

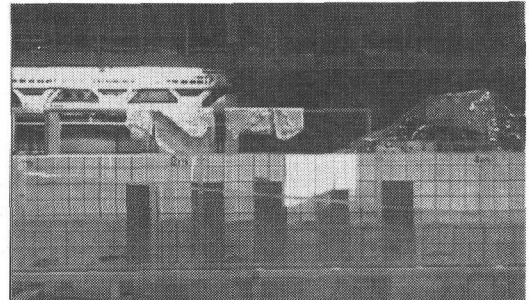
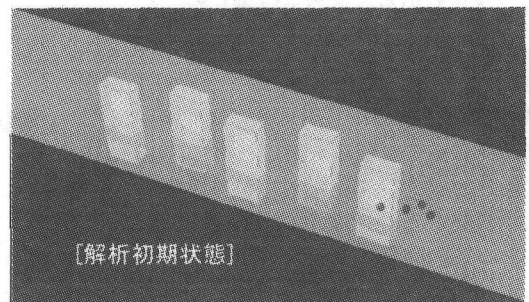
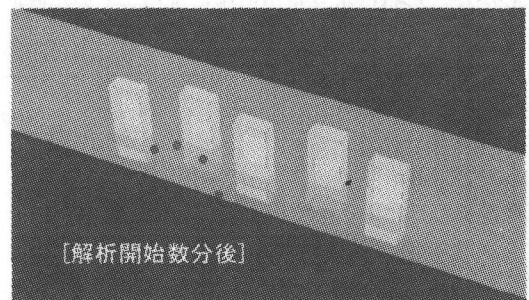


写真1 実験水路および遊泳実験状況



[解析初期状態]



[解析開始数分後]

図2 解析結果例