

実際の魚体行動を考慮した複数魚周辺の流動計算

東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○小澤 喜治
東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄

1. はじめに

河川構造物の1つである魚道の設計を行う際には、魚道内における魚の動きや、魚体に対する流体力を把握することが必要となり、それらを簡便に検討することが可能な魚行動解析モデルの開発が望まれている。それに対して、二瓶・福永（2002）は、実際の魚体行動データを入力条件として、魚周りの流動シミュレーションを実施し、魚周辺の流動パターンや流体力分布について検討している。そこでは、静水中における1尾の魚周りの流動解析が行われていた。そこで本研究では、二瓶・福永（2002）の手法を用いて、静水中における2尾の魚を対象として画像解析と流動シミュレーションを行い、2尾の魚周りの流動構造や圧力分布などについて検討する。

2. 研究方法の概要

（1）室内実験

まず、静水中の魚行動を捉えるために、水深 5cm、水温 16 の水の張った水槽に 2 尾の魚を遊泳させて、その様子を水槽上方に設置されたデジタルビデオカメラ(SONY(株), DCR-TRV900)により撮影する。撮影条件としては、空間解像度を 0.0477cm、撮影時間間隔を 1/30s とした。本実験で使用した魚は、アジ型推進の遊泳法を行うタイリクバラタナゴとした。魚の寸法としては、1 尾は体長 5.7cm、体高 1.7cm、幅 0.58cm、体重 1.98g であり、もう 1 尾は、体長 5.6cm、体高 1.7cm、幅 0.64cm、体重 1.94g である。

（2）画像解析

撮影されたビデオ画像を PC に取り込み、そこでの静止画像を用いて魚体位置と速度を求める。ここでは、画像中の 2 尾を 1 尾ずつに分けて、1) 2 値化による魚体位置を求めて、2) 魚体内の 4 つの特徴点を算定し、3) 特徴点のラグランジュ追跡による特徴点上の速度を計算し、4) 空間補間操作により魚体速度の算定をする、という 4 つの画像解析手順を行う。

（3）流動計算

画像解析によって得られた魚体のデータを入力条件として、流動計算を行う。計算領域は $17.86 \times 13.16\text{cm}$ とし、格子数は 380×280 とした。また、計算格子幅は x, y 方向ともに 0.0477cm とし、計算時間間隔は 1/300s とした。なお、計算方法の詳細に関しては二瓶・福永（2002）を参照されたい。

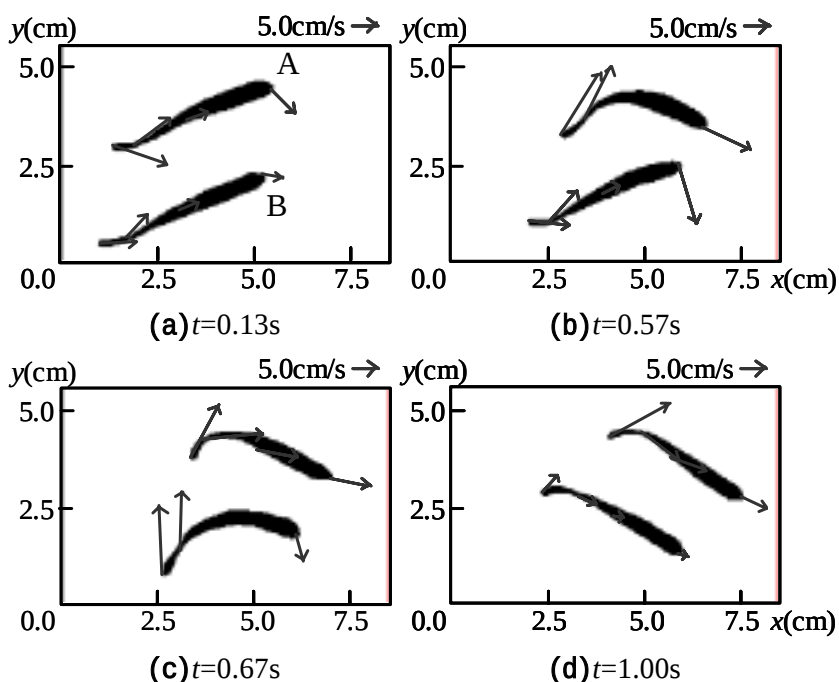


図 - 1 魚体行動の特徴

キーワード：魚体行動，画像解析，流動シミュレーション，流体力

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7125-1501 FAX04-7123-9766

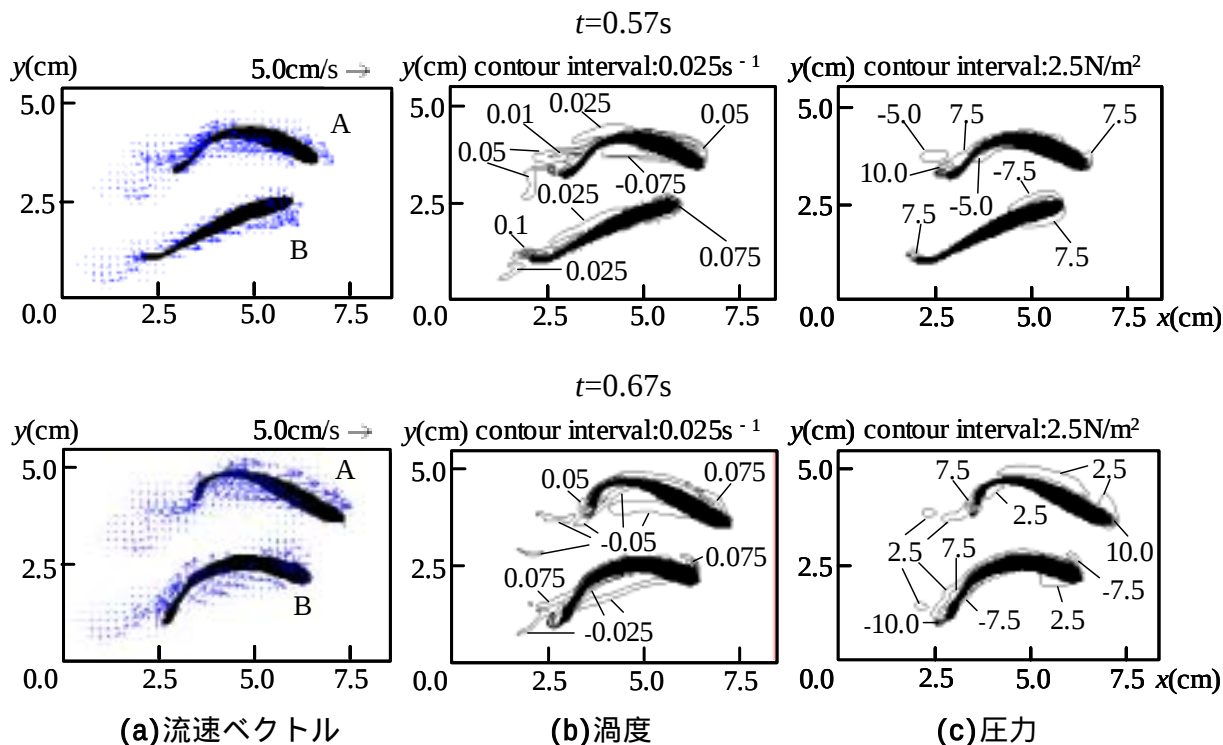


図 - 2 魚周りの流動パターンと圧力コンター

3. 結果と考察

本実験及び画像解析により得られた魚体行動を見るために、魚体位置と特徴点上の速度ベクトルを図 - 1 に示す。この結果を数値解析に用いているため、図中の時刻 t は数値計算開始からの時刻としている。また、ここでは、図中上側に位置する魚を魚 A、下側のものを魚 B と呼ぶこととする。これを見ると、 $t=0.13s$ では 2 尾共に同じ方向へ遊泳しているが、 $t=0.57s$ では魚 A が魚体の向きを下向きに変え、それに追従して、 $t=0.67s$ のときに魚 B も向きを変更している。さらに、 $t=1.00s$ の時点では、2 尾の魚ともに魚体の向きを変え終わり、再び同一方向に遊泳している。このような魚体運動を入力条件として流動シミュレーションを行った結果の一例として、計算開始 0.57s、0.67s における流速ベクトルと渦度コンター、圧力コンターを図 - 2 に示す。まず、両時刻における流速ベクトルに着目すると、魚体運動に引きずられるように、魚周辺の流速が大きくなっている。また、魚 A の後方には、尾鰭の波状運動に伴って生成された尾鰭先端からの剥離渦が存在していることが分かる。次に、渦度コンターを見てみると、魚 A、B とともに、魚体上側では正の渦度（反時計回り）、下側では負の渦度（時計回り）が形成されている。また、 $t=0.57s$ における魚 A や $t=0.67s$ における魚 A、B のように、魚体を大きくくねらせた後には、渦層は魚体周辺から剥離しており、ここでは魚下側にて生成された負の渦層が大きく拡散している様子がうかがえる。さらに、圧力コンターに注目すると、頭先端部や尾鰭上側のように、魚体の進行方向前面部において圧力値が大きくなっている。また、2 尾の魚ともに、魚が進行方向を変えるときには、体を折り曲げることに起因して、魚体全体としては下側よりも上側の圧力が大きくなっている。このような魚体周辺の圧力差により、魚の進行方向が変わったものと考えられる。

4. おわりに

二瓶・福永（2002）の手法を応用して、静水中における 2 尾の魚周辺の流動シミュレーションを行い、そこで得られた数値解析結果を用いて、魚周辺における流動特性や圧力分布について検討を行った。今後は、本研究を発展させて、魚周りの 3 次元計算や魚群運動に対する本手法の適用などを行っていく予定である。

5. 参考文献

二瓶泰雄, 福永健一: 画像解析と数値シミュレーションを用いた魚行動解析モデルの開発, 河川技術論文集, Vol.49, pp.355-358, 2002.