

気泡の発生間隔がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○小原徳晃, 定地憲人
九州工業大学大学院 学生会員 鋸敬介, 桃谷和也
九州工業大学大学院 正会員 鬼束幸樹
九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎

1. はじめに

ダムや堰には取水口が設置されるが、放流されたアユやサケなどの稚魚が取水口に迷入し、多くの資源が失われていることが問題となっている。迷入防止の対策として電流、障害物、透過光、気泡幕などを利用した魚の行動制御がこれまで試みられてきた。鬼束ら¹⁾は実験水路の中央を境界線として、気泡混入エリアと非混入エリアを設定し気泡がアユの行動特性に及ぼす影響を解明した。しかし気泡の発生間隔を変化させて、魚の遊泳特性を解析した研究は少ない。

本研究では気泡の発生間隔を変化させ、気泡がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響を解析したものである。

2. 実験装置および実験条件

図-1 に示す全長 $L_x=2.4\text{m}$ 、幅 $L_z=0.8\text{m}$ 、高さ 0.25m の水路を実験に用いた。流下方向に x 軸、横断方向に z 軸をとる。水路上流端の中央($z/L_z=0.5$)に厚さ 0.02m で高さが 0.3m の遮蔽板を $0<x<0.6\text{m}$ の範囲に設置し、 $0<z<0.39\text{m}$ の範囲を bubble area, $0.41<z<0.8\text{m}$ の範囲を non-bubble area, 遮蔽板下端より下流側である $x>0.6\text{m}$ の部分を normal area とした。bubble area の底面には x 方向および z 方向に 55mm , 30mm ごとに構成される交点に直径 2.5mm の空気孔を設置した。表-1 に実験条件を示す。気泡混入量を $12.5(1/(\text{m}^2\cdot\text{s}))$ とし、気泡を発生させる時間は 2 秒, 4 秒, 6 秒と系統的に変化させた。また、気泡をとめる時間を 1 秒とした。

気泡を連続発生させるものを含めた 4 ケースにおいて各 30 回、合計 120 回の実験を行った。水路下流端から 0.9m の位置の水路中央に設置した直径 0.25m の金網に平均体長 70mm のオイカワ 1 尾を挿入した。体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ を $6(1/\text{s})$ 、水深を 6cm とし、オイカワを馴致させた後、金網を取り上げ、水路上部に設置したビデオカメラで撮影した。オイカワの遊泳位置を 0.2s ごとに解析した。断面平均流速とほぼ一致する $y/h=0.42$ の高さにおいて流速測定を行った。 x 軸方向に 0.28m 、 z 軸方向に 0.11m 間で構成される 8×8 の計 64 点で、3 次元電磁流速計を用いて流速成分を 0.05s 間隔で 25.6s 計測した。

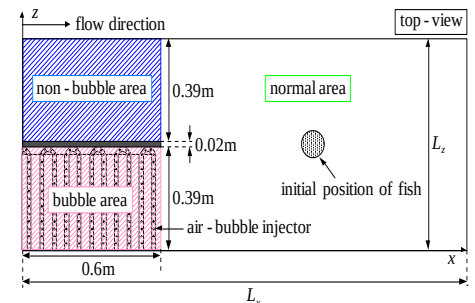


図-1 実験装置の概要

表-1 実験条件

case name	interval
i2	2
i4	4
i6	6
i60	60

3. 実験結果および考察

(1) 流速分布

図-2 に本実験における流速ベクトルを示す。non-bubble area と bubble area における流速分布に顕著な差異は観察されない。また、合流後の normal area における流速分布に偏流なども観察されない。

(2) オイカワの遊泳軌跡

図-3(a)～(d)に各ケースにおけるオイカワの遊泳軌跡を示す。いずれのケースにおいても、non-bubble area に比べ、bubble area においてオイカワが小刻みに屈折しながら遊泳している割合が高い。これはオイカワが bubble area に進入した際に、気泡と遭遇したために生じたものである。

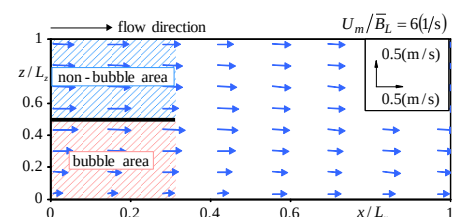


図-2 実験装置内の流速分布の例

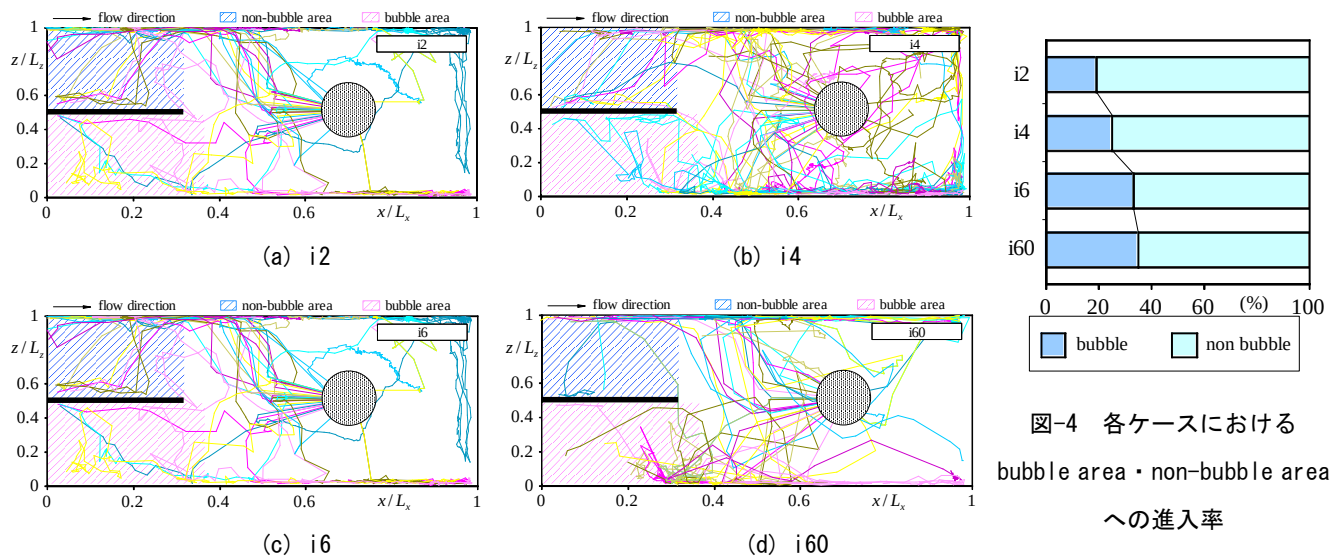


図-3 オイカワの遊泳軌跡

(3) bubble area・non-bubble area 進入率

図-4 に各ケースにおける normal area から bubble area・non-bubble area への進入率を示す。すべてのケースにおいて non-bubble area よりも bubble area への進入回数が少ないことがわかる。このことからオイカワは気泡を忌避することが判明した。一方、全ケースにおいて進入率は大きな変化は見られない。したがって、気泡の発生間隔は、オイカワの bubble area への進入に対して影響を与えていないことを示唆している。

(4) bubble area での平均滞在時間

図-5 に各ケースにおける bubble area 内の平均滞在時間(t)を示す。i60 と比べその他のケースでは bubble area における平均滞在時間(t)が短くなっている。このことから気泡を連続で発生させたケースに比べ、断続的に発生させたケースがオイカワを bubble area 内に留まりにくくすることが理解される。これは気泡を断続的に発生させたことにより、オイカワが急に発生した気泡に忌避反応を示し bubble area から退避しようとするためだと考えられる。

(5) bubble area からの降下率

図-6 に各ケースにおける bubble area からの降下率を示す。bubble area からの降下率は全ケース差異がないことがわかる。これより bubble area からの降下率に対して、気泡の発生間隔が与える影響はないことが判明した。

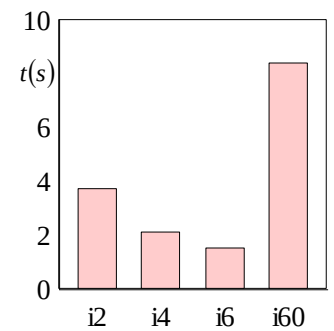


図-5 各ケースにおける bubble area での平均滞在時間

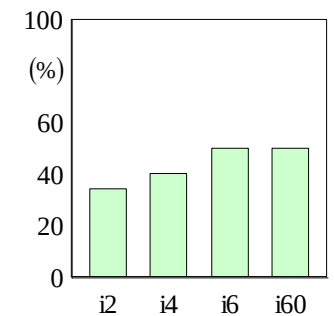


図-6 各ケースにおける bubble area からの降下率

4. おわりに

本研究は気泡の発生間隔を変化させ、気泡がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響を解析したものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) オイカワは遡上する際に、気泡が存在するエリアを忌避する傾向がある。
- (2) 気泡を連続発生させるのに比べ、気泡を断続的に発生させるとオイカワは bubble area から退避する傾向があると判明した。

参考文献

- 1) 鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 平野陽一, 鏑敬介, 古里佳子, 桃谷和也: 開水路流中の気泡に対するアユの忌避行動, 水工学論文集, 第59巻, pp.1093-1098, 2015.