

水田域魚類の遊泳運動負荷に着目した魚道内流況の分析

香川高等専門学校専攻科 学生会員 ○小林圭 香川高等専門学校 正会員 高橋直己
香川高等専門学校 正会員 柳川竜一 香川高等専門学校 正会員 多川正

1. はじめに

水田は魚類の貴重な生息環境である。圃場整備が進み、落差部などの移動障害箇所が複数存在するようになり、生息環境が分断された。そのような生息環境の断点を修復するために設置される魚道の機能は、遡上個体数や遡上率によって評価される場合が多い。一方で、遡上のし易さ、すなわち過大な負荷を負うことなく遡上できているかという視点も重要である¹⁾が、この点に着目した魚道の評価が行われた事例は少ない。高橋らにより水生動物の移動環境を創出できる可搬魚道（以降、提案魚道と称す）が提案され、遊泳力の小さな魚種が遡上できることが明らかにされている²⁾が、遡上時の負荷に関する評価・検討は十分ではない。本研究では、提案魚道をより良く機能させるため、水生動物の遡上実績がある実験条件での魚道内流速分布について、遡上への負荷の観点から評価し、課題の抽出と構造改良の検討を行う。

2. 研究方法

2-1 遊泳速度

図-1 に示す提案魚道においては、移動経路部での遊泳は突進速度（突進遊泳相）が、魚道プール部での休憩及び長時間の遊泳に必要な流速の目安としては臨界遊泳速度（維持遊泳相）が一指標となる。既往研究において、ミナミメダカの突進速度は 14～24 Body Length（以降 BL と表す）/s、臨界遊泳速度は 5.5 BL/s と報告されている^{3), 4)}。

2-2 実験条件

魚道内流量 $Q=3.7$ L/s、隔壁高 $H=4.5$ cm、魚道設置角 $\theta=7^\circ$ （既往研究²⁾で対象とした遡上障害箇所での実験条件）の条件における魚道内流速分布を、分析対象とする。流速測定には 3 次元電磁流速計（KENEK VP3500）を用いた。流速は、移動経路となる区間、休憩場所となるプール区間に着目し、計測を実施した。図-1 に流速の測点を示す。なお、図中の z は魚道床を基準とする高さを示す。

3. 結果をと考察

3-1 魚道移動経路部の分析結果・考察

x - y 平面（ $z=6$ cm），移動経路部での合成流速を図-2 に示す。移動経路部での遊泳は主に突進速度が用いられる。ミナミメダカの突進速度は魚体長³⁾（平均 2.1 cm）の 14～24 倍であるため、33～58 cm/s 以下の流速値であれば遡上可能な流れであると考えられる。図-2 より、測点 $x=47.5$ y=12.5 において、30 cm/s 以下の流速値となっていることがわかる。同様に測点 $x=12.5$ y=12.5 でもおよそ 40 cm/s の流速値であることからブロック間で流速を減勢できていると考えられる。移動経路部の流速はおよそ 40～60 cm/s であることから、ミナミメダカの突進速度で対応可能な流速範囲となっており、遡上可能な流れの創出ができていると考えられる。泉らはミナミメダカが突進速度で遊泳するとき、その速度を持続してどの程度前進できるかについて実験を実施している³⁾。平均管内代表流速 20～30 cm/s 間の流速条件では、65%以上の個体が 30 cm までの距離を遊泳し、50 cm を超えると到達率が 50 %以下に低下する傾向があることが報告されている。今回分析を行った移動経路部の距離は

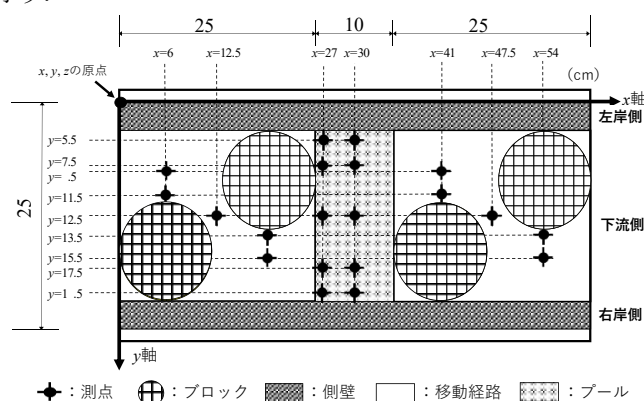


図-1 魚道平面図と流速の測点

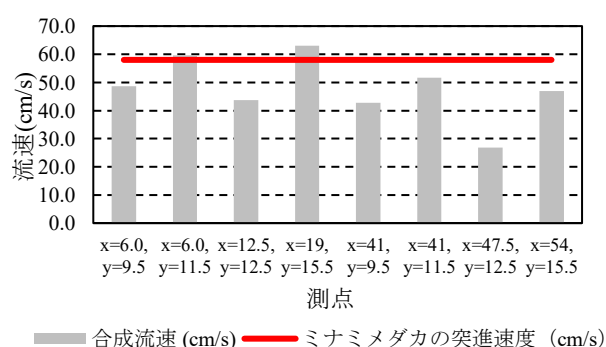


図-2 魚道移動経路部における合成流速 ($z=6$ cm)

25 cm であるため、到達率の高い範囲内である。また移動経路部を通過すると、その後にプール部区間が存在するため、移動経路部で負荷が生じてでもプール部で休憩又は力を使わず長時間遊泳できると考えられる。

3-2 魚道プール部の分析結果・考察

x - y 平面 ($z=6$ cm) における、プール部での合成流速 v を図-3 に示す。ミナミメダカの臨界遊泳速度は、魚体長 (平均 2.1 cm) の 5.5 倍であるため 12 cm/s 以下の流速値であれば休憩及び長時間の遊泳が可能であると考えられる。図-3 を見ると $x=27$ $y=5.5$, $x=30$ $y=5.5$, $x=27$ $y=7.5$ の測点、つまり左岸側において v が大きい値を示し、大きいものであれば臨界遊泳速度のおよそ 4 倍の流速値となっており、側壁を伝った流れがプール部左岸側に流入することにより流速が増加していることが考えられる。 x - y 平面 ($z=6$ cm) での魚道内の流速ベクトル分布を図-4、魚道平面における流速分布を図-5 に示す。図-4 より魚道プール部の流速は移動経路部の流速に比べ、大幅に減勢されていることがわかる。また図-3, 5 より 3 つの測点を除くと臨界遊泳速度以下の流速が確保されており、中央部及び右岸側では緩やかな流れの創出ができていえる。以上より移動経路部からプール部へと移動した魚類は $z=6$ cm において、中央部及び右岸側で負荷が少なく長時間遊泳が可能であると考えられる。今後は、休憩可能な空間を拡張するために、提案魚道のプールを構成する隔壁形状の検討を行う。

4. まとめ

本研究では水生動物の遡上実績がある魚道の流況を遡上への負荷の観点から分析し、課題や改善点の抽出を行った。魚道移動経路部では、ブロック間で流速が減勢されており、遊泳力が低いミナミメダカの突進速度で対応可能な流速範囲であることから、移動および遡上において負荷が小さいことが示唆された。魚道プール部では、左岸側では流速が大きな値となっているが、その他の測点では臨界遊泳速度と同等の値もしくは臨界遊泳速度以下の流速となっており、休憩場として適している流速および負荷の小さい流れの創出ができていえることが示唆された。今後プール部左岸側の流れの改善を行うことで、より休憩場として適する流れを創出できると考えられる。

参考文献

- 1) 竹村武士, 宮澤康人, 森淳, 小出水規行, 渡部恵司, 西田一也: 簡易乳酸測定器による魚類の遊泳運動負荷評価の予備検討, 農業農村工学会論文集, No.284, pp.87~pp.88, 2013.
- 2) 高橋直己, 木下兼人, 本津見桜, 柳川竜一, 多川正: 農業水路における小型水生動物の移動環境創出に適する魚道構造の検討, 第 74 回農業農村工学会中国四国支部講演会, 201.
- 3) 泉完, 清水秀成, 東信行, 丸居篤, 矢田谷健一: ミナミメダカの突進速度に関する実験, 農業農村工学会論文集, No.306(86-1), pp. II_1- II_17, 2018.
- 4) 清水秀成, 泉完, 東信行, 丸居篤, 矢田谷健一: ミナミメダカの臨界遊泳速度に関する実験, 農業農村工学会論文集, No.302(84-2), pp. II_11- II_18, 2016.

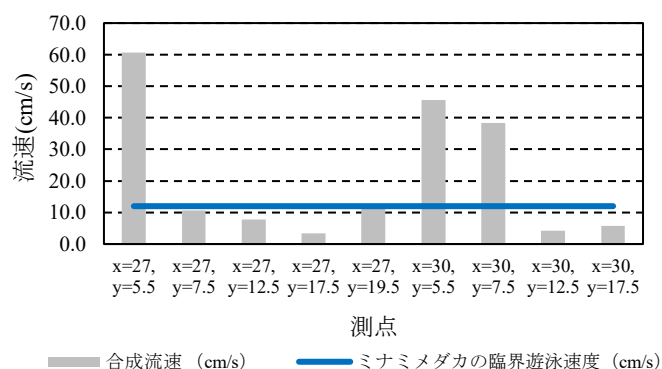


図-3 魚道プール部における合成流速 ($z=6$ cm)

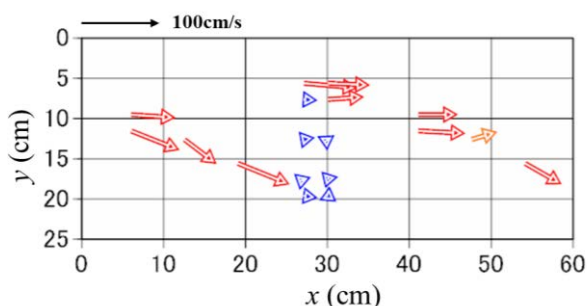


図-4 魚道内の流速ベクトル分布 ($z=6$ cm)

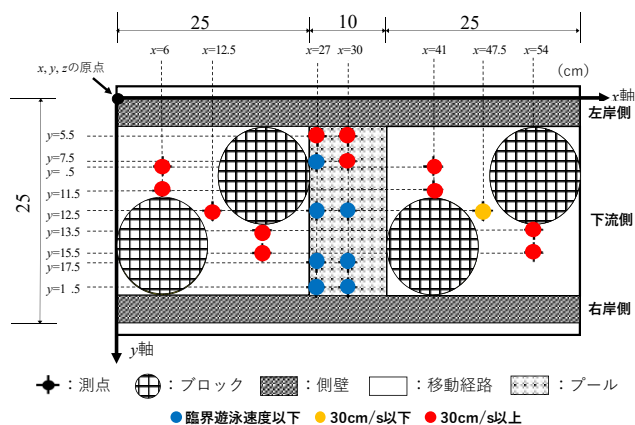


図-5 魚道内の流速分布 ($z=6$ cm)