

水田域魚類の遊泳速度に着目した可搬魚道内流況の分析 Analysis of the flow conditions in the portable fishway focusing on the swimming speed of paddy fish

○小林 圭*, 高橋 直己**, 多川 正**, 柳川 竜一**, 竹村 武士***, 中田 和義****

○Kobayashi,K., Takahashi,N., Tagawa,T., Yanagawa,R., Takemura,T., Nakata,K.

1. はじめに 水田は魚類の貴重な生息環境であるが、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、生息域が分断された。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、すなわち魚類が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が¹⁾、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²⁾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が、遡上のし易さに関する評価・検討は十分ではない。また遡上障害箇所の中には、既往研究以上の魚道設置角 θ での運用が求められる地点も多い。本研究では、水生動物の遡上実績がある実験条件および θ が約2倍となる条件において、魚道内流速分布について、遡上への観点から評価し、課題の抽出を行う。

2. 研究方法

1) 遊泳速度 Fig.1 に示す提案魚道において、ここでは移動経路部での遊泳には突進速度を、プール部での休憩には臨界遊泳速度を目安とする。ミナミメダカの場合、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という報告がある³⁾、⁴⁾。また、タモロコの場合、臨界遊泳速度は3.5BL/sと報告されている。

1) 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（以降、Case 1と称す）と既往研究以上の魚道設置角 $\theta=15^\circ$ での条件（以降、Case 2と称す）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。Fig.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. 結果と考察

1) 魚道移動経路部の分析結果・考察 x - y 平面 ($z=6$ cm)、移動経路部での流速 v （ここでは、 xyz の流速成分を合成した値を示す）をFig.2 に示す。水田域魚類の中でも遊泳力の低い魚種として、ミナミメダカの場合、33~58 cm/s以下の流速値（図中赤線表示）であ

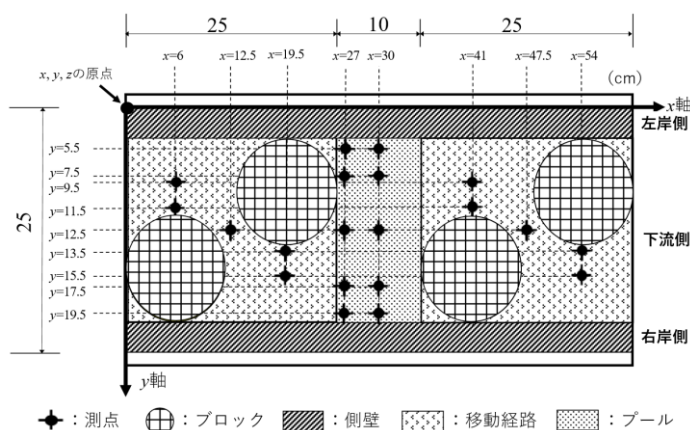


Fig.1 魚道平面図と流速の測点
Plane view of the proposed fishway

*国立高専機構 香川高等専門学校専攻科 創造工学専攻 (National Institute of Technology, Kagawa College, Advanced Course) **国立高専機構 香川高等専門学校 (National Institute of Technology, Kagawa College) ***農研機構 農村工学研究部門 (Institute for Rural Engineering, NARO), ****岡山大学学術研究院環境生命科学学域 (Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University) キーワード：遊泳速度，魚道，生態系保全

ば遡上可能な流れであると考えられる。Fig.2より、Case 1 の v 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、遡上可能な流れ創出ができていていると考えられる。一方で、Case 2 はCase 1 と比較して v が大きくなっていることがわかる。Case 2 の v_{max} は90 cm/sを示しており大幅にミナミメダカの突進速度を上回る値となっている。以上より、Case 2 の突進速度以上の流れの箇所は、遡上は困難と考えられる。

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、プール部での流速 v をFig.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 (図中緑線表示) であることが、プール部として機能するためには必要と考えられる。Fig.3より、Case 1は4つの測点 ($x=27$ $y=5.5$, $x=30$ $y=5.5$, $x=30$ $y=7.5$, $x=30$ $y=12.5$) 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ていると考えられる。Case 2 は移動経路部と同様にCase 1と比較して v が大きくなっており、臨界遊泳速度以上の測点が増え、休憩は困難と考えられる。今後、Case 1 は左岸側の流れの改善、Case 2 は臨界遊泳速度と同等程度の流速に低減させる構造改良が必要であると考えられる。

4. まとめ 本研究では水生動物の遡上実績がある魚道と既往研究以上の魚道設置角での条件を遡上への観点から分析し、課題や改善点の抽出を行った。Case 1 の移動経路部では、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り、移動および遡上可能な流れであることが示唆された。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となっており、プール部として機能するために必要な流れの創出ができていていると示唆された。一方でCase 2 は移動経路部、プール部共に遡上が困難な流れであることが示唆された。以上よりCase 2 は突進速度、臨界遊泳速度と同等程度の流速に低減させる構造改良が必要であると示唆された。

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, 2019.
- 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.
- 5) 小林圭, 竹村武士, 高橋直己, 多川正, 柳川竜一: タモロコの臨界遊泳速度と酸素消費量に関する研究, 第69回農業農村工学会大会講演会, 2020.

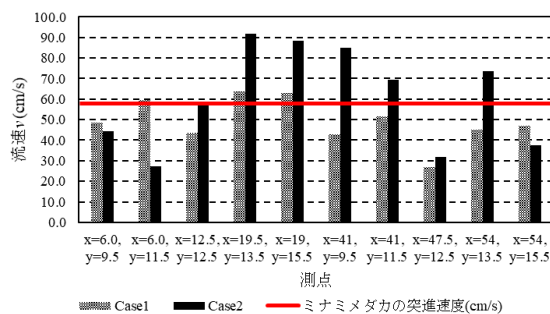


Fig.2 移動経路部における流速分布 ($z=1.5$ cm)
Flow velocity distribution on migration routes of the fishway

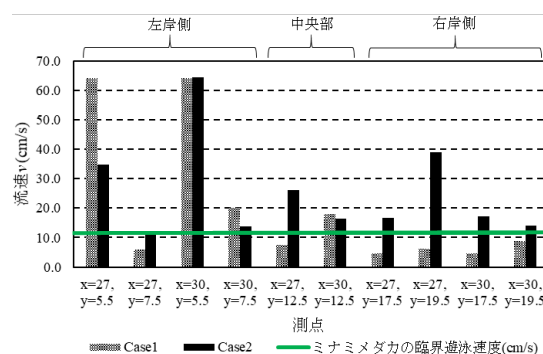


Fig.3 プール部における流速分布 ($z=1.5$ cm)
Flow velocity distribution on pools of the fishway