

魚類の遊泳能力を考慮した小規模水田魚道の設置諸元の検討

Examination of specifications of a small scale fishway considering swimming ability of fishes

加藤宗英* 水谷正一** 後藤章** 鈴木正貴***

KATO Munehide, MIZUTANI Masakazu, GOTO Akira, SUZUKI Masaki

1.研究の背景 水田水域に生息する魚種の一部は水田・水路などの一時的水域を産卵、生育の場として利用しており（斉藤ら 1988）、その生活環境の構築には河川（恒久的水域）- 小水路 - 水田（一時的水域）といった水系ネットワークを考慮する必要がある（藤咲 2000）。しかし、圃場整備により水尻や小水路に落差が生じ、水系ネットワークが分断されたことが原因で、近年、水田水域に生息する魚類の個体数、種数ともに減少している。そこで、圃場整備による恩恵を受けつつ、水系ネットワークの再構築を可能にする工学的な手法の一つとして、水田の水尻と水路の落差や、水路の落差工に設置する小規模な魚道が提案されている（例えば、端 1999）。

2.既存の研究 2-1 小規模水田魚道について 本研究室では、室内実験により 2 種類の小規模水田魚道（千鳥 X 型魚道、カスケード M 型魚道）（図 1）を試作した（鈴木 2001）。2000 年、2001 年には魚道を栃木県河内町西鬼怒川地区の水路、水尻に設置して現場実証試験を行った。千鳥 X 型魚道は、室内実験、現場実証試験から、遊泳魚、底生魚の遡上、降下が保証されている。遡上形態は、底生魚、遊泳魚ともに遊泳型である。さらに、魚道内の水理特性をシミュレートすることにより、設置諸元を検討する試みがなされている。カスケード M 型魚道は、室内実験、現場実証試験からドジョウの遡上・降下が保証された。ドジョウは小流量の時、斜面に設置した粗度に体を引っかけるように匍匐型で遡上した。粗度を休憩場所としても使用した。また、流量増に伴って遡上形態が匍匐型から遊泳型に変わり、遡上速度が増した。さらに現場実証試験では、開発時想定していなかった遊泳魚であるフナ類の遡上が確認された。

2-2 魚類の遊泳速度について 魚道の設置諸元を検討する際、魚道内流速と対象魚の遊泳速度とを比較することは特に重要である。魚類の遊泳速度は、普通時の巡航速度と呼ばれるものと、攻撃・逃避・急流遡上時の突進速度と呼ばれるものの二つに大きく分かれる。一般的に、体長をもとに突進速度 = $10 \times BL$ （標準体長）、巡航速度 = $2 \sim 3 \times BL$ 程度であるといわれている（塚本ら 1973）。しかし、この式はサケ・マスなどの体の大きい魚類に対して用いられてきたものであり、水田水域に生息するような体の小さい魚類に適用できるかわからない。そこで、小規模水田魚道の開発には、水田水域に生息する魚類の遊泳速度の検討が必要であると考えた。

3.研究の目的 フナ類の遡上を確認されたことにより、カスケード M 型魚道の対象魚の範囲が広がった。したがって、改めてカスケード M 型魚道の設置諸元について検討する必要がある。そこで本研究では、まず、対象魚の代表として、ドジョウ（底生魚）、フナ類（遊泳魚）の遊泳速度について検討する。次に、室内実験によりカスケード M 型魚道の水理特

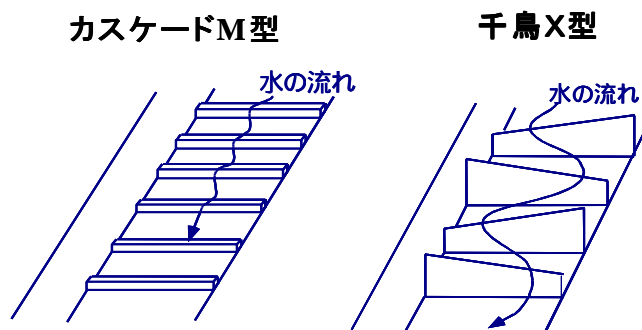


図 1 小規模水田魚道

*宇都宮大学大学院(Graduate School of Utsunomiya Univ.) **宇都宮大学(Utsunomiya Univ.) ***東京農工大学連合大学院(United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo Univ. of Aguri. and Tech.)

性を把握し、対象魚の遊泳速度と比較すること、また実際に遡上実験を行うことにより底生魚、遊泳魚が遡上可能なカスケード M 型魚道の設置諸元を明らかにする。

4. 研究の方法 4-1 ドジョウ・フナ類の遊泳能力の検討 宇都宮大学内の水理実験室の実験水路にチャンバーを固定して、その中に供試魚（体長 60～100 mm）を遊泳させる。ある流速（チャンバー内の断面平均流速）の流れに向かって、どれだけの時間遊泳し続けることが可能かを計測する（図 2）。本研究では、突進速度は 5 秒間持続可能な速度、巡航速度は 60 分間持続可能な速度とし、実験結果よりドジョウ・フナ類の体長と突進速度・遊泳速度との関係式を示す。

4-2 カスケード M 型魚道の設置諸元の検討 カスケード M 型魚道の設置諸元は、粗度の形状・間隔、魚道内流速、設置勾配の 4 つである。以下に示す順で、それぞれの諸元の値を替えて、遡上実験、水理特性の把握を行う。実験では、鈴木らが魚道の試作に使用した装置（図 3）を使用する。水中ポンプを使用した水の循環構造、弁による流量調節、勾配の可変などが本装置の特徴である。遡上実験では、トラップによる遡上個体の採捕、ビデオ撮影により遡上を確認する。また、魚道側面に透明な箇所を設け、遡上の様子を撮影する。水理特性については、魚道の上、中、下流の各一断面において、水深と断面流速を計測する。

4-2-1 粗度の形状・間隔の検討 遡上時に粗度を利用するのはドジョウの匍匐型の遡上のみである。よって、粗度の形状・間隔の決定には、小流量のもとでドジョウを用いて実験する。水深が浅いため、流速については表面流速を計測する。粗度の間隔の検討 間隔を 3, 6, 9 (cm) と変えて実験する。粗度の形状の検討 形状は断面が一辺 5 (mm) の正方形の物と、半径が 5 (mm) の 1/4 円の物の 2 通りを考えている。なお、粗度の高さと幅については、ドジョウの体長、体高、遡上形態から 5 (mm) とする。

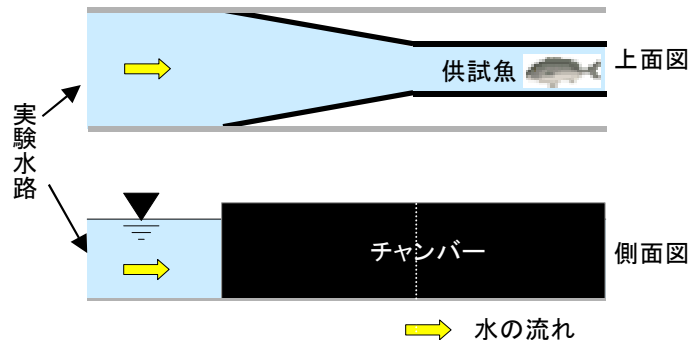


図 2 遊泳速度実験概念図

4-2-2 流速、魚道勾配の検討 決定された粗度の形状・間隔で製作した魚道を使用して実験する。魚道勾配は 10, 20, 30 (°) を考えている。流速は対象魚の遊泳速度を把握した上で検討する。双方のパターンを組み合わせる実験する。

5. 結果・考察 本実験は、今春、夏に行う。結果・考察は発表時に提示する。また、実験結果より、遡上途中の魚類が休憩するためのプールの設置間隔についても、同時に提言できると考える。

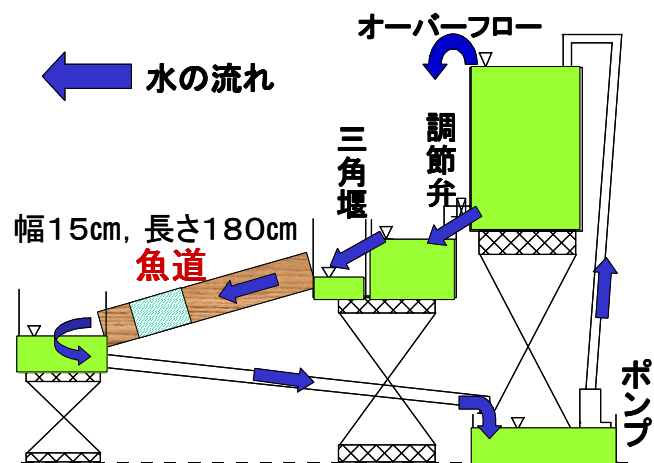


図 3 小規模水田魚道実験装置

【引用文献】

- 1) 藤咲雅明 (2000) 「小河川・農業用水路・水田系における魚類の生息とその環境条件に関する研究」平成 11 年度東京農工大学連合農学研究科博士学位論文
- 2) 端憲二 (1999) 「小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験」農業土木学会誌 67(5): 497-502.
- 3) 斎藤憲治他・片野修・小泉顕雄 (1988) 「淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵」日生態誌, 38:35-47
- 4) 鈴木正貴 (2001) 「水田水域における淡水魚の双方向移動を保障する小規模魚道の試作と実験」応用生態工学
- 5) 塚本勝巳・梶原武 (1973) 「魚類の遊泳速度と遊泳能力」水産土木 10(1): 31-36.