

真桑農業用水路網における魚類生息量と魚道の改善策に関する現地調査

(独) 国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 学生会員 ○久保 志緒里
同上 専攻科 学生会員 山中 貴之・正会員 和田 清
水圏環境研究会 寺町 茂

1. はじめに

近年、農業用水路網においても落差工による生態系ネットワークの連続性を確保するために、魚道が多く設置されている。根尾川水系の本巣市真桑用水路網には数十箇所の魚道が設置されているが、根尾川支川の犀川に分流し、最下流部に位置する第5号魚道は、全幅越流型階段式であり隔壁間隔が狭く越流エネルギーをプール部において十分減衰できない。そのため、流量変動に対する魚類の遡上量の低下や生態系ネットワークの不連続性が懸念されている。そこで本研究では、真桑用水路網周辺の魚類生息量を定期的に把握するとともに、対象魚道の改善を行った。具体的には、改善する前後の水利特性やタグ付け調査による魚類遡上実験等を通して、魚道機能の回復・改善策を検討することを目的としている。

2. 現地調査の概要

(1) 魚類生息調査: 対象魚道が設置される以前(2003~2004年)に魚類生息調査が行われている。調査方法はタモ網採捕(3名1時間)と投網(3回投)で統一して実施している。図-1は魚道設置前の魚類採捕種数とSimpson種多様度を示したものである。従来のデータから、魚類個体数は3~4月に川干しの影響で減少し、灌漑期の5月頃から8月をピークに種類数、個体数ともに急増することが把握されている。同図からも夏期(6月以降)に種類が急増し、本川から農業用水路網に生息域を拡大していることがわかる。2004年11月は湛水により種類数・種多様度ともに増加しているが、それ以外では種類と種多様度の変動は類似している。

(2) 魚道の改善策: 第5号魚道は、全幅3m、魚道勾配 $i=1/10$ 、カルバート(プール部)を挟み上流部に4段(全長2.4m)、下流部に7段(全長4.2m)の全幅階段式魚道である。魚道設置後の水位差は上流部で21cm、下流部で41cmである。流速分布は横断方向に一様であり、流量増大につれて流速が増加し、魚類の休息場所が確保できず遡上に影響を与えていると考えられる。そのため、上流部水路に水位データロガーを設置し、流量変化を測定するとともに、魚道区間においてプール間落差の縮小と横断方向の流速分布を変化させることを検討した。また、改善は上流部と下流部にわけて行った。

3. 魚道の改善策の検討

(1) 水位データの計測と流量推定: 魚道を設計する際に、現地用水路の水利的条件(流量、水位等)を把握することが必要となる。図-2は2007年(平成19年)7月3日から2分間毎の越流水深 $H(m)$ と降水量(mm)の時系列を示したものである。越流水深は上流部魚道最上段天端での水深、降水量は山県市平井で観測されたものを参考にした。同図から、取水ゲート調整などの影響を受けて、1日内でも越流水深は数十cm程度変動していること、台風時には用水路の満水位近くに達していることなどがわかる。なお、全幅越流堰の流量公式により、越流水深から換算した流量は、 $0.1m^3/s \sim 9.8m^3/s$ 程度(台風時を除く)である。

(2) 下流部魚道の改善: 下流部魚道の流速と水面勾配の緩和させるために、間伐材(直径 $D=20cm$)による連続的な堰上げを約10m間隔で9箇所に設置した。図-3は、間伐材の堰上げ効果による水位と流速の縦断分布を示したものである。同図(a)から、設置前は下流部魚道に水位差が40cm程度生じていたが、堰上げ効果によってそれが緩和されていることがわかる。また同図(b)から、設置前は下流部魚道の急流部で最大流速が $2m/s$ であったが、 $1m/s$ 程度にまで減速していることがわかる。なお、間伐材によってプールタイプの魚道形式となり越流エネルギーを減勢する落下流状態にすることができた。

(3) 上流部魚道の改善: 上流部魚道では、間伐材の堰上げによる水位上昇の影響が及ばないため、各魚道の左岸側に三角形の仮設堰板(流路断面形状は台形)を設置した。図-4は、仮設堰板を設置した場合において、

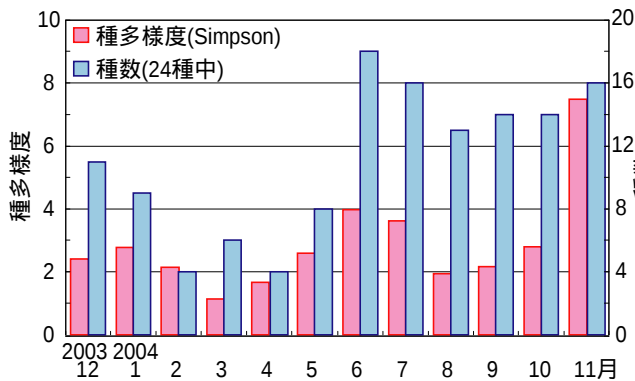


図 - 1 魚類調査データの種多様度 (Simpson)

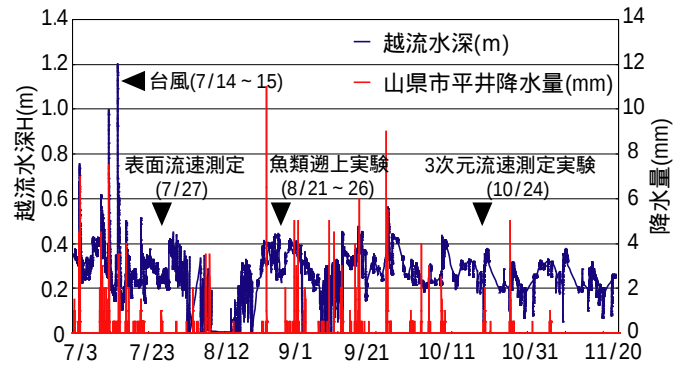


図 - 2 魚道天端からの越流水深と降水量の時系列 (2007)

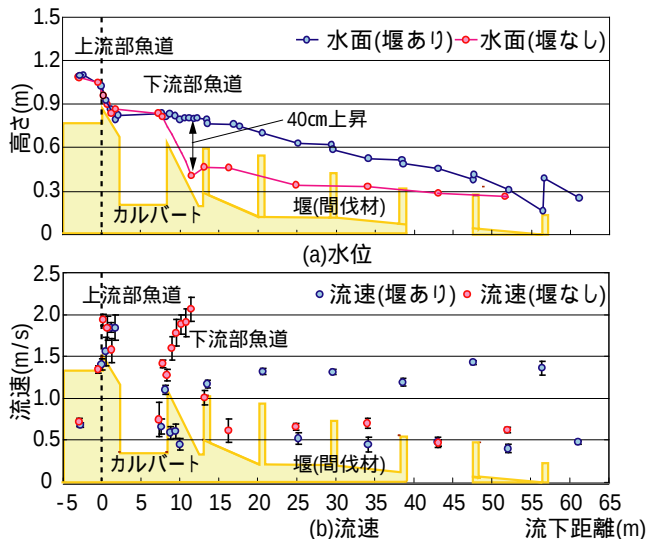


図 - 3 間伐材の設置 (水位・流速の横断分布)

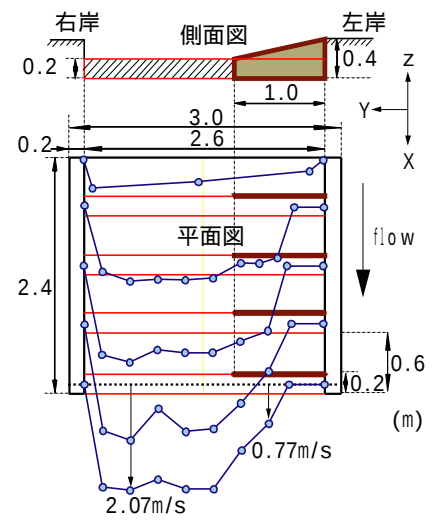


図 - 4 仮設堰板の設置と表面流速

堰天端部の表面流速分布を 30 cm 間隔で測定し、図示したものである。同図から、横断方向に流速が変化し、左岸側では非越流域によるプール部が形成され、魚類の遡上時の休息場として利用できると考えられる。

(4) 魚類タグ付けによる遡上実験：上流部魚道において、仮設堰板の有無による遡上量の違いを検討するため、リボンタグ付けした魚類（オイカワ、カワムツ、カマツカ等、体長 9.7 ± 2.0 cm：全長の平均 ± 標準偏差）をカルバート部に放流し遡上実験を行った。この実験では、魚類は種類と体長を記録し、上流部水路出口にトラップ網を設置して一昼夜放置し計 3 日間行った。その結果、タグ付けした魚類以外にも様々な種類の魚類が遡上し、ほぼ同程度の種類・個体数が採捕された。採捕された魚類の体長は、 5.1 ± 2.0 cm（全長の平均 ± 標準偏差）であった。なお、仮設堰板設置による改善の効果の有意な差異はみられていない。

(5) 3次元流速測定実験：表面流だけでなく、仮設堰板の有無による魚道内部の流れ場の変化を比較するため、電磁流速計による 3 次元流速測定を行った。測定位置は仮設堰板の影響範囲を含め、横断方向は流速分布に変化のある 3 断面（左岸から $Y=0.89\text{m}, 1.36\text{m}, 1.95\text{m}$ ）で測定した。また測定点は 1 断面につき、流下方向（x）に 6 cm 間隔で 6 点、高さ方向（z）に 8 cm 間隔で 4 点、計 24 点測定した。その結果、設置前の全幅越流型の場合は、越流形式が表面流状態で魚道隔壁プール内部のエネルギー減衰が十分でなく、流速が $0.02\text{m/s} \sim 0.7\text{m/s}$ 程度の循環流が形成されていることなどが確認できた。

4. おわりに

以上述べたように、間伐材や仮設堰板の設置により水面勾配の緩和や流速分布を変化させて魚道天端の越流エネルギーを減衰させることができた。また、表面流状態から落下流状態へ変化し、魚類遡上時の休息場として利用できるプール部を形成することができた。なお、現地魚道の流量や水位は常に変動しているため、水位計によるモニタリングを継続し、流量変動に対応可能な魚道構造形式の検討、上流部の他魚道の魚類生息データ等から生態系ネットワークの環境評価を行う予定である。