

魚類の移動環境からみた河道内低落差構造物に関する一考察

(独) 土木研究所 正会員 ○村岡 敬子
 (独) 土木研究所 正会員 中西 哲
 (独) 土木研究所 正会員 萱場 祐一

1. 目的

河川には、治水や利水を目的とした様々な河道を横断する構造物が設置されており、これらによる魚類の遡上環境を改善するため「魚ののぼりやすい川づくり」等を通じ積極的に魚道が整備されている。これら構造物の中には落差が小さく魚の移動の阻害となっていないと考えられている構造物や、下流水位が高くなった際に魚が移動できると判断されている構造物もある。しかしながら、底生魚や小型の魚種、あるいは幼魚など移動能力が小さい魚が、このような低落差の構造物を移動できるかについて十分な検討がなされていない。本研究では、国土交通省管理区間における低落差の構造物を対象に構造物の現状を整理するとともに、実物大模型実験の結果に基づき低落差の構造物における魚類の移動環境について考察した。

2. 河道を横断する構造物の現状

構造物の現状は、平成 21 年度に国土交通省が直轄管理区間の堰堤実施した「河川の連続性実態調査」のうち、河川の上下流の水面落差、越流水深等が明らかな 1074 施設のデータを使用した。構造物上下流の水面落差（以下水面落差）は 1.23 ± 1.62m、2m 未満の施設が 83%、0.5m 未満の施設が 31% を占めるとともに、水面落差が小さくなるほど魚道の整備率は低くなる傾向を示した（図-1）。水面落差が 1m 未満の構造物における越流水深は 0.2-0.3m をピークに、幅広く分布していた（図-2）。魚の遊泳能力や跳躍力高の情報に基づき、アユでは落差 0.3m 以下、マス類では 0.5m 以下の構造物であれば、移動が可能と判断されている¹⁾。これらのことから、本研究では水面落差 0.5m 未満の構造物を低落差構造物と定義するとともに、越流水深 30cm 未満の場合の魚類の移動環境に焦点を当て検討を行った。

3. 低落差構造物周辺における魚類の遡上行動および流況

3.1 実験方法

魚類の遊泳行動と低落差構造物の流れの情報を得るために、幅 40 cm の実物大低落差構造物の二次元模型を用いた実験を行った（図-3）。魚類の遊泳行動に関する実験では、構造物頂部付近および頂部に向かうプール内のイwana・アユ・カジカの遊泳行動を高速ビデオカメラを用いて観察した。実験は、工作物の下流面が 45° 傾斜したケースを中心に、5 断面形状の工作物を対象とし、越流水深 5~30cm、水面落差 5~25cm の範囲で水理条件を設定した。流況解析では高速ビデオカメラ 1 台およびレーザーシート光源を用い、トレーサーに天ぷら粉を用いた流況撮影を行い、PIV 解析を実施した。また、PIV 解析では正確な値を得ることが困難な構造物沿いの流速は、電磁流速計を用いて計測した。

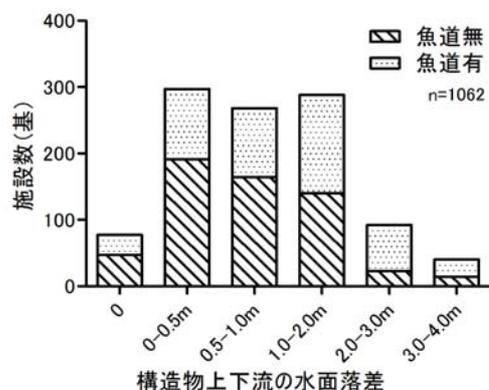


図-1 構造物上下流の水面落差の分布

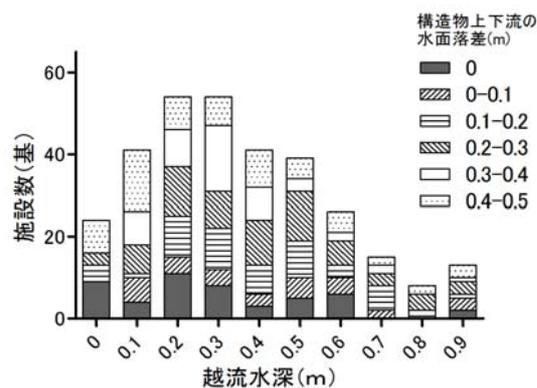


図-2 構造物越流水深の分布

キーワード 河道横断工作物, 底生魚, 床止工, 魚道, 遊泳能力, 移動阻害

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独立行政法人)土木研究所 TEL029-879-6775

3.2 流況の変化と魚類の遡上行動

構造物下流側が斜面となっている模型 4・5 では、水面落差が越流水深より大きい場合には頂部からの主流は構造物に沿って流下する(図-4 破線)。この時、浮遊魚であるイワナやアユは主流を避けた領域 A 周辺に定位するとともに、主流付近の流れに沿って、あるいは水表面付近から頂部に向かって遡上した。一方底生魚であるカジカは領域 B あるいは主流の影響を受けないさらに下流域の底面に定位し構造物下流斜面に沿って遡上するが、遡上個体の大部分は頂部付近の流れの境界部においてバランスを崩した後、下流に流された。

越流水深に対する水面落差が小さくなると越流水脈の突入角度は徐々に浅くなり(図-4 実線)、イワナ・アユの定位地は A-1 から A-2 へと変化する。A-2 ではイワナ・アユは模型の下流に頭部を向け定位するが、主流の流れに近づき向きを変えて遡上する個体も観察された。一方、カジカは、A-2 の領域が形成された全てのケースにおいて、領域 B に模型下流向きに定位し、構造物下流斜面を遡上しようとする行動は観察されなかった。

3.3 堰上げと頂部付近の流速分布

越流水深が 25 cm の時の構造物に沿った流速を図-5 に示す。水面落差 25cm のケース以外では構造物の高さ以上に下流の水位が高い状態であるにもかかわらず、水面落差が 5cm のケースを除き頂部付近($X=0\sim30\text{cm}$)では、流速値に変化がみられなかった。

4. 考察

今回の実験では、底生魚であるカジカの遡上は確認できなかった。その理由として、①水面落差が小さい場合に生じる底面沿いの逆流がカジカを下流向きに定位させ、構造物下流斜面沿いの移動経路が見つけにくくなること、②構造物斜面を遡上した場合であっても、頂部の流れの境界部で遡上に失敗するが、この部分の流速値は下流の堰上げがあった場合においても減少せず、遡上環境は改善されないこと、の2点が推察された。一方、イワナやアユといった浮遊魚は高い遊泳能力と水深方向への移動能力を有するため、完全に遡上行動が妨げられる状態では無かった。これまで上下流の水面落差が小さい構造物や出水時に堰上げが期待できる構造物に対しては、魚類の移動障害とならないと考えられてきたが、そのような場合であっても底生魚にとっては移動の妨げとなっている可能性が高いことが示唆された。カジカ等移動能力の低い魚種の移動環境を確保するためには、低落差の構造物に対しても、これまで以上の配慮が必要と考えられる。

参考文献：1)魚ののぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル(案)，平成5年1月，建設省河川局 治水課

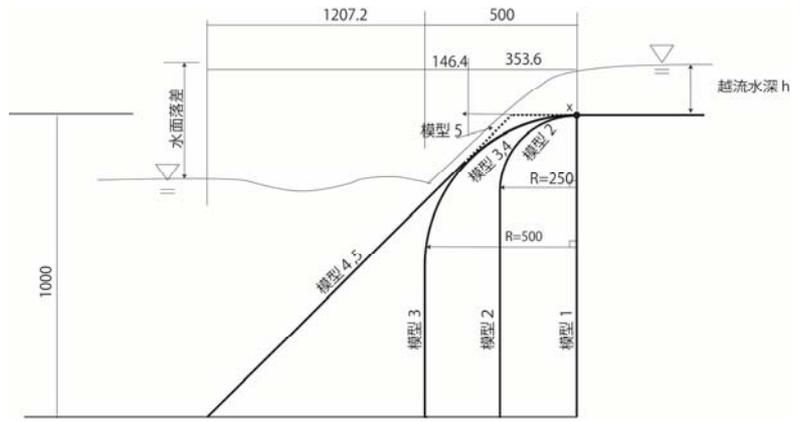


図-3 実験模型断面図

遡上実験は模型 1 (イワナ・カジカ), 4 (アユ・イワナ), 5 (イワナ・アユ・カジカ) 流況観察は模型 1~4 で実施

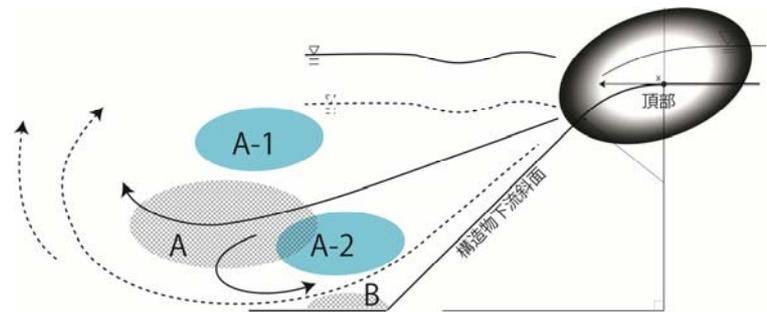


図-4 流況の変化と魚類の定位位置

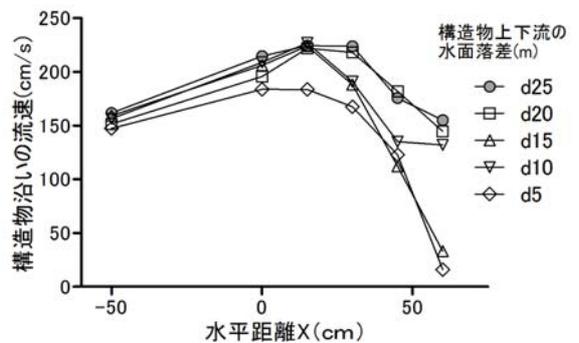


図-5 底生魚の遡上経路上の流速値の比較

模型 4 越流水深 25cm