

長良川河口堰の魚道における稚アユの遡上行動に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○大堀文彦 正会員 和田 清
(独)水資源機構 長良川河口堰管理所 正会員 嶋田啓一 正会員 笹 浩司

1. はじめに

長良川河口堰には、異なるタイプの魚道（3 種類）が両岸に設置され、各魚道の稚アユの遡上状況については、1995 年からモニタリング調査が実施された。従来の研究では、統計解析による各魚道の遡上量の比較から、呼び水式魚道に比較してせせらぎ魚道では、ある時間帯に集中して遡上量が増加することが報告されている¹⁾。感潮域に設置された魚道の機能を評価することは、魚道の性能設計や沿岸域の生態系保全策を考える上で重要である。本研究では、モニタリング資料の解析を通して、①各魚道における経時的な遡上量の変動特性から、遡上量の時間波形の分類および遡上ピーク値の特性、②呼び水式魚道における設置位置とその利用頻度の関係、③稚アユの体サイズおよびこれらの遡上行動に及ぼす環境要因との関連性などを明らかにしようとするものである。

2. 解析方法の概要

本研究では、1996～1999 年に実施された稚アユの目視計測、堰諸量データ（流量、水温、濁度、塩分濃度など）を使用した。せせらぎ魚道（右岸）および呼び水式魚道（両岸）における遡上量（10 分～1 時間間隔）の時間波形から、稚アユの魚群としての行動パターンを分類した。具体的には、1 日の遡上量分布について重心（時刻）を求め、N 次のモーメントを算出した。この重心と N 次のモーメントの時系列から、稚アユの日周行動パターンの分類を行った。また、呼び水式魚道は、両岸に呼び水水路を挟んで 2 連（陸・川側）設置されている。この同じタイプの呼び水式魚道における設置位置と遡上量の関係について把握するとともに、異なったタイプ（せせらぎ魚道と呼び水式魚道）の設置位置との差異を吟味した。

3. 解析結果および考察

(1) せせらぎ魚道における稚アユの遡上特性

図-1 は、一例として 1999 年におけるせせらぎ魚道と呼び水式魚道（両岸）の稚アユの遡上量の時系列データを示したものである。同図から、4/21（第 1 ピーク）、5/8～10（第 2 ピーク）において双方型となっていること、右岸呼び水式魚道に比べてせせらぎ魚道の遡上量がかなり多いこと、ピーク時ではせせらぎ魚道の遡上量が最も多く、それ以外では左岸呼び水式魚道が上回っていることなどがうかがえる。このように、遡上量は魚道別に大きく異なり、せせらぎ魚道では小潮時（T.P.±0～0.6m）に、呼び水式魚道は大潮、中潮時（T.P.-1.4～+0.8m）の潮位で遡上量が多いことが指摘されている¹⁾。

図-2 は、せせらぎ魚道における稚アユの魚群としての行動パターンを示したものである。魚類の日周行動については、日出・日入の照度較差の著しい時間帯（6 時、18 時）に特に活発となり、自律的な日周リズムがあることが指摘されている²⁾。同図のように、(a) 朝型、(b) 昼型、(c) 晩型、(d) 朝晩混合型に大別され、第 1 次ピーク（4/21）では朝型、第 2 次ピーク（5/8～10）では昼型となっている。また、第 1 次ピークでは、せせらぎ魚道で朝型、左岸呼び水式魚道で昼型という両岸で魚群の遡上行動パターンが異なる場合もみられる。なお、第 2 次ピーク（5/8～10）では両魚道とも同じ昼型であった。

図-3 は、せせらぎ魚道における 1 日の遡上量分布から求めた重心（時刻）と 2 次モーメントを時系列表示したものである。同図から、重心（時刻）は昼 12 時を中心に±4 時間（8 時～16 時）の範囲で大きく変動していること、遡上分布の 2 次モーメントの最大値は第 2 ピークの発生後に生じていることなどがわかる。また、第 1 次ピーク（4/21）では重心が朝に移行するので 2 次モーメントの値は大きい。逆に、第 2 次ピーク（5/8～10）では、重心が昼となり 2 次モーメントは小さくなる。

稚アユの遡上行動の解発をスムーズに引き起こす引き金効果は生物学的な性質が強いと考えられる。つまり、日齢・サイズ、浸透圧調整能や塩分選択性に関する内分泌要因が整い、環境要因が遡上行動のトリガーとなる。一般に、刺激（落水・音・水流など）を強くすると、反応（遡上行動・飛び跳ね行動）は増大し、水温上昇、密度増加、水深減少、照度変化などの条件を魚道入口において与えれば、遡上の動因が増すこと

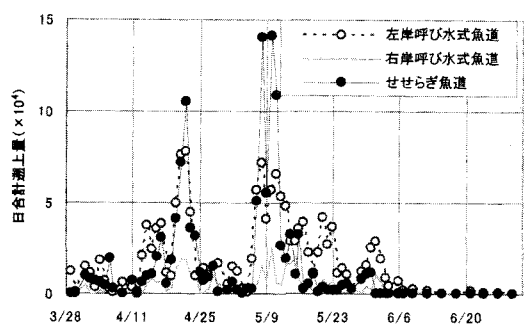


図-1 稚アユの遡上量の時系列データ (1999)

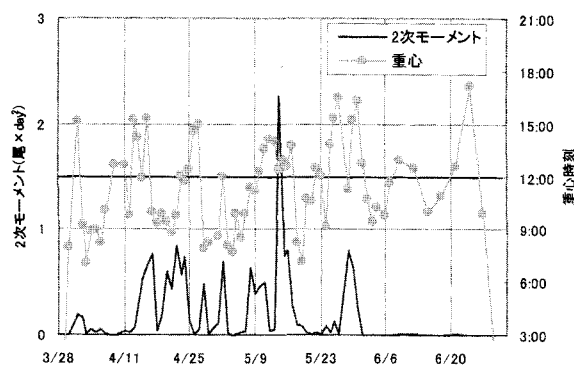


図-3 魚群行動の日周遡上分布 (1999)

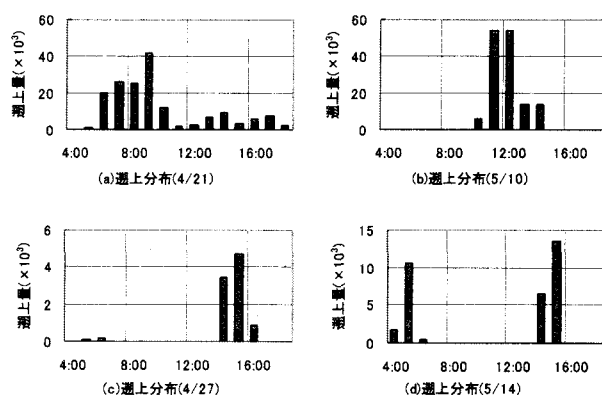


図-2 魚群行動の日周遡上分布 (1999)

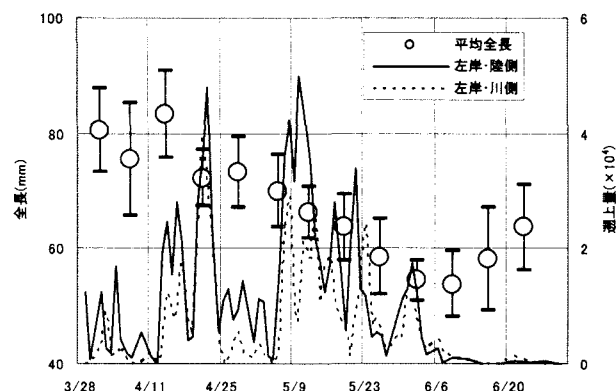


図-4 呼び水式魚道の遡上量と体サイズ (1999)

になる。刺激→動因→反応の関係において、魚群の個体間距離に依存する誘因力や反発力に関する遡上行動と感潮域の要因（潮位変動や塩分遡上など）を検討中である。

(2) 呼び水式魚道における稚アユの遡上特性： 図-4 は、左岸に設置された呼び水式魚道において、呼び水水路を挟んだ陸・川側の2連合計の遡上量と稚アユの体サイズの時系列を示したものである。同図から、第1次ピーク（4/21）では陸・川側同程度、第2次ピーク（5/8～10）では陸側が多い傾向になる。さらに、2連の内訳を見ると、第1次ピークでは、陸側左＞川側左≒川側右＞陸側右、第2次ピークでは、陸側左＞川側右＞陸側右＞川側左となっており、いずれも陸側左の遡上量が全体の半数近くを占めている。このことは、遡上の最盛期では、稚アユは河川中央の高流速部分よりも河川の平均流速より小さい部分の流れ、例えば底層や岸寄りの部分を選択して遡上している可能性を示唆しており、陸側に魚道入口が選定された呼び水式魚道ほど有利な条件と考えられる。これは、右岸の呼び水式魚道とせせらぎ魚道に対しても共通点であり、呼び水式魚道より入口がやや突出し、陸側に設置されたせせらぎ魚道は遡上効果が高い。また、遡上期の稚アユの体サイズは、海域の餌料環境や競合生物、天敵などの生物学的要因、水温・塩分などの物理化学的要因に影響を受ける。体サイズが小型化する5月下旬では、呼び水式魚道内において隔壁の遡上経路が最盛期とは異なる可能性があり、統計的な有意差を検討する必要がある。

4. おわりに

長良川河口堰の3ヶ所の魚道について、陸側に魚道入口が設置されている左岸最陸側呼び水式魚道、右岸せせらぎ魚道では遡上量が多く、また、遡上行動パターンが、朝型、昼型、晩型、朝晩混合型などに大別されること、それを重心と2次モーメントの時系列で表現することが示された。感潮域に設置された魚道としては、モニタリングデータの蓄積が充実にあり、今後、稚アユの遡上量と堰の流量、潮位・塩分濃度などの時系列データから相互相関係数や統計的な有意差を算出して、稚アユの遡上行動に及ぼす環境要因との関連性を考察するとともに、各魚道の機能を抽出して魚道の性能設計の基礎資料とする予定である。

参考文献：1) 例えば、新村安雄：長良川河口堰の呼び水式魚道とせせらぎ魚道，応用生態工学 3(2)，pp.169～178，2000。

2) 廣瀬利雄・中村中六：魚道の設計，山海堂，pp.203～208，1991。3) 塚本勝巳：魚からみた魚道設計，砂防学会論文集，No.2，pp.5～21，1991。