

長良川河口堰せせらぎ魚道における塩水遡上と貝類の生息分布

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 専攻科 学生会員 ○安藤 雅大

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 和田 清

1. はじめに

河川の感潮域は、複雑な流れや物質分散を通して独特な生態系が維持されている。1995 年から運用が開始された長良川河口堰の右岸側に位置する「せせらぎ魚道」では、魚道流量を管理し、全長 320m、幅 15m の区間に塩水の遡上を許容して感潮域の機能を維持している。著者らは、せせらぎ魚道において、甲殻類モクズガニ（通し回遊性）の幼生であるゾエアやメガロパが、塩水遡上を受動的な輸送過程として利用するなどの継続性を確認している¹⁾。一方、せせらぎ魚道を対象とした物理環境調査は少なく、塩水遡上の実態が把握されていない現状である。本研究では、せせらぎ魚道において物理環境調査を行い、塩水遡上の実態（流速分布・密度分布）の把握、また、貝類を対象とした生息域と塩水の侵入状況を塩分濃度および塩水冠水頻度（滞留時間）の観点から考察することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 長良川河口堰せせらぎ魚道における物理環境調査

物理環境調査は大潮から小潮を含む潮位を基本とし、2011 年 1 月 23 日（大潮）から 4 月 10 日（小潮）の約 2.5 ヶ月間断続的な自動観測を行った。使用機器は、塩水遡上状況（潮位、流速、密度）を計測するため、超音波多層流向流速計（ADCP）、3 次元電磁流速計、水質計（CTD）を用いて、塩水が侵入しやすい魚道下流部および中流部を対象とし定点観測を行った。また、ADCP、3 次元電磁流速計、CTD より取得したデータは AquaPro、WinCEM、CTDProv2.45 などのソフトウェアを用いて解析を行った。せせらぎ魚道の概略および観測機器設置地点を図-1、観測期間、設置高（T.P.）、設置位置などの詳細な観測機器の設置条件を表-1 に示す。

(2) 貝類のサンプリング調査

せせらぎ魚道を対象とした魚類や甲殻類の生物調査は詳細に実施されたものの、魚道内に比較的長期間生息する貝類の知見は少ない。そこで、貝類の生息域と塩水の侵入状況の関係性を調査するために、2011 年 4 月 3 日（大潮）干潮時においてせせらぎ魚道内に生息する貝類や固着生物を対象としたサンプリング調査を行った。サンプリング地点は観測機器（ADCP、CTD）の設置場所を含めて、高塩分水が遡上する魚道最下流部（汽水域、ADCP 設置場所 A2）から河川水が流入する魚道最上流部（淡水域、ラバーゲート設置場所）にかけて 27 地点で行った。なお、サンプリングは 50cm×50cm のコドラートを設定し、1 地点あたり約 15～20 個体の貝類を採取、種類の同定を行った。

3. 結果および考察

(1) 塩水遡上に伴う魚道流況の変化

図-2 は、せせらぎ魚道下流部 A2（T.P. -1.246m）に設置した ADCP における下層（セル 1、セル厚：20cm）の一潮汐周期における上げ潮時の潮流軌跡を示したものである。セル 1 は T.P. -1.146m～T.P. -0.946m 間の流れを示している。同図は、魚道流量の有無による流況の変化を示し、魚道流量がない場合では原点を中心に北西方向への流れ（遡上流）と南東方向に流下（魚道からの流出）が生じ、往復流が卓越する。一方、魚道流量がある場合（平水時：0.6m³/s）では、定常的に魚道流量が卓越し、塩水の遡上が抑制され南東方向に偏向して流下していることがわかる。以上のことから、魚道流量は塩水遡上をはじめとする魚道内の流況に大きく影響することが確認された。

(2) 魚道に侵入する最大塩分濃度および塩水冠水頻度

せせらぎ魚道に遡上・侵入する塩水の地点ごとの塩分濃度を比較するため最大塩分濃度を用いた。その結果、魚道下流部 C3（T.P. -1.203m）において最大 24‰、中流部 C1（T.P. -0.035m）では最大 18‰の高塩分水が遡上し、中流部 C2（T.P. +0.158m）では魚道流量がない場合、最大 7‰の塩水が遡上したが、魚道流量がある場合、塩水の遡上は確認されなかった。以上のことから、魚道下流から上流にかけて塩分濃度が魚道流などの影響を受けて減衰していることが確認された。

次に、中・低濃度を含む塩水の持続的な停滞時間を表す指標として塩水冠水頻度を用いた。塩水冠水頻度は、一潮汐周期中において塩水が侵入停滞した時間的割合と定義した。なお、本研究では、汽水の定義である塩分濃度 0.5‰以上

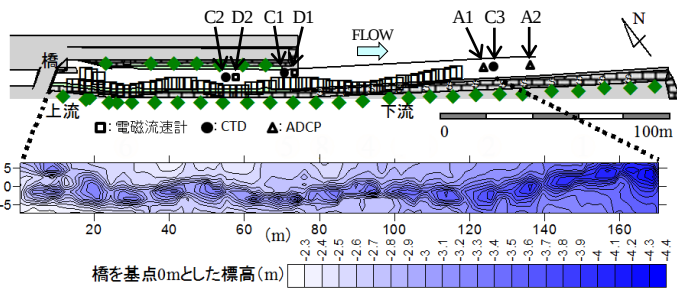


図-1 せせらぎ魚道の概略¹⁾

表-1 観測機器の設置条件 (図-1 と対応, X: 橋を基準)

No.	観測機器	設置位置X	設置高T.P.	観測期間(2011年)
		(m)	(m)	
A1	ADCP	190	-1.035	1月23日～2月6日
D1	電磁流速計	113	0.234	
C1	CTD	113	-0.035	
A2	ADCP	217	-1.246	3月21日～4月3日
D2	電磁流速計	77	0.307	
C2	CTD	77	0.158	4月3日～4月10日
C3	CTD	190	-1.203	

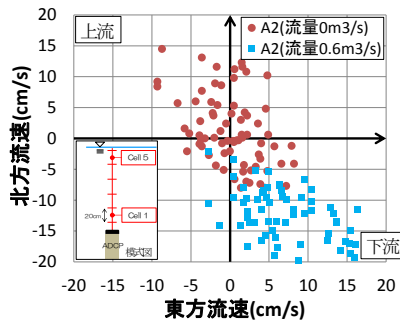


図-2 魚道流量による潮流流の変化

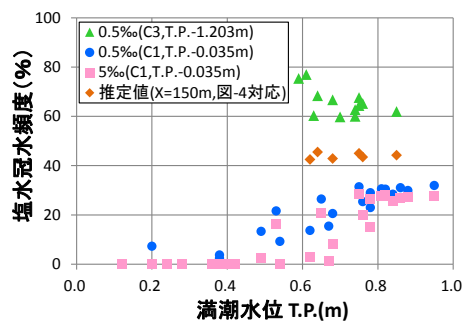


図-3 塩水冠水頻度と満潮水位

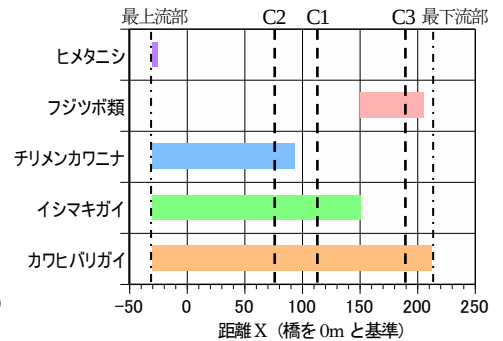


図-4 貝類の生息分布 (図-1 と対応)

を基準とし冠水頻度を算定した。図-3は、魚道下流部C3 (T.P. -1.203m) および中流部C1 (T.P. -0.035m) における塩水冠水頻度と満潮水位 (H.W.L.) の関係を示したものである。同図から、魚道下流部C3 (T.P. -1.203m) ではH.W.L.が0.6m以上において塩水冠水頻度が60%前後、魚道中流部C1 (T.P. -0.035m) では塩水冠水頻度は最大約30%であり、H.W.L.が0.5m以下では塩水は遡上しないことが確認できる。以上の結果から、魚道に侵入する塩水は最大塩分濃度に加えて、冠水頻度においても地点ごとの明確な差異が確認され、魚道上流ほど魚道流 (河川水) が卓越する傾向が示された。

また、同図には魚道中流部C1 (T.P. -0.035m) を対象として塩水と判断する基準値を0.5‰から5‰に引き上げた結果が併記されている。同図より塩水冠水頻度に大きな減少は見られず、淡水から塩水への濃度変化が極めて早いことから、魚道中流部C1 (T.P. -0.035m) では高塩分水が急激に侵入・流下していることが確認された。

(3) 塩水遡上と貝類の生息分布の関連性

せせらぎ魚道における貝類のサンプリング結果を図-4に示す。同図から、せせらぎ魚道には主にカワヒバリガイ、イシマキガイ、フジツボ類、チリメンカワニナ、ヒメタニシが生息し、塩水遡上域を棲み分けていることが推定された²⁾。なお、カワヒバリガイおよびイシマキガイは汽水域・淡水域で生息が可能であり、チリメンカワニナ、ヒメタニシは主に淡水域に生息、フジツボ類は汽水域に生息する貝類である。

貝類の生息域から淡水域と汽水域の境界領域の目安としてチリメンカワニナおよびイシマキガイを用いた。淡水性のチリメンカワニナが生息する限界生息地点は、C2-C1地点の間でありC1地点の最大塩分濃度18‰以上、または塩水冠水頻度30%以上では生息できないものと推定される。次に、淡水域と汽水域を生息場とするイシマキガイは、C1-C3地点間を限界生息地点としていることからC3地点の最大塩分濃度24‰以上、または塩水冠水頻度60%以上では生息できないものと推定される。また、図-3に併記したように、C1およびC3地点の塩水冠水頻度を用いて推定したイシマキガイ限界生息地点 (X=150m) の塩水冠水頻度は45%程度と推定され、イシマキガイの塩水への耐性度が推察された。

4. おわりに

以上、せせらぎ魚道における塩水遡上のADCPおよびCTDによる連続観測結果、ならびに魚道内に生息する貝類を対象としたサンプリング結果から、せせらぎ魚道では、魚道流量に応じて塩水遡上を含む流況が大きく変化し最大24‰の高塩分水が遡上していること、貝類の生息域は最大塩分濃度と塩水冠水頻度に応じて棲み分けしていることが本調査より明らかになった。今後は、せせらぎ魚道における淡水と塩水の混合過程について数値モデルを適用する予定である。

【謝辞】 本調査では、(独)水資源機構長良川河口堰管理所環境課にご協力いただいた。最後に記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 和田・小出水・今村・志村：土木学会河川技術論文集，第9巻，pp.493-498，2003。

2) 和田・安藤・田上・岡辺：第39回環境システム研究論文発表会講演集，pp.43-48，2011。