

II-223

ストリーム型魚道の水理特性と遡上量に関する研究

岐阜工業高専 建設工学専攻科 学生員 真田 誠至

岐阜工業高専 環境都市工学科 正会員 和田 清

豊橋技術科学大学 建設工学系 正会員 東 信行

1. まえがき

デニール式やスティーブパス式などのストリーム型魚道は、小型で容易に設置できるために低落差の堰の魚道として用いられる事例が増えている。しかしながら、この形式がもつ水理特性をアユなどの小型魚類との関連で詳細に調査した事例はきわめて少ないのが現状である。本研究は、現地河川に両形式の魚道を設置して稚アユの遡上量について調査するとともに魚道内の流れ場の計測を行い、デニール式とスティーブパス式魚道におけるそれらの差異を吟味しながら、稚アユの遡上行動について考察したものである。

2. 実験の概要 (1) 稚アユの遡上量に関する現地実験 (1995年6月23日)

魚道を仮設した堰堤は、静岡県興津川の大向堰（上下流水位差 2.8m）である。設置状況は、図-1のようであり、デニール式とスティーブパス式の2種類の魚道が並列して配置され、途中の休憩プール（中間および下流プール）に接続されている。ただし、中間プールより上流側の勾配は1/8、下流側は1/5である。遡上量実験では、下流プール内に放した稚アユの群れがどちらの魚道をより多く利用するかを確認するために、中間プールから各魚道の出口周辺を眺める位置に水中ビデオカメラを2台設置して稚アユの遡上状況を撮影した。実験に使用した稚アユは、琵琶湖安曇川産の約500尾である。

(2) 魚道の水理実験： 実験室内において現地実験に使用した各魚道ユニット（幅30cm×高さ30cm×全長90cm）を、勾配1/5、全長4.5mに並列設置してより詳細な水理計測を行った。流速測定には3次元電磁流速計（ALEC ACM-300P）を用いて2cm×2cmのメッシュで底面に垂直な断面内の計測を行った。水面変動測定にはサーボ式水位計を使用した。サンプリングタイムは20Hz、計測時間は90sであり、時間平均流についてはローパスフィルター処理（5s）を行った。なお、両魚道を合わせた流量 Q_{D+S} は44000および18000 cm^3/s の2通りである。

3. 結果および考察 (1) 稚アユの遡上量の時間変化

図-2はビデオ解析によって得られた稚アユの遡上量の時間変化（15:30~16:30）を示したものである。下流プールに放流した直後の数分間は両魚道とも中間プールまでの遡上量は大きく変化しないが、その後、スティーブパス式では1~2尾程度の間欠的な遡上が観察されるのに対して、デニール式では数尾以上の継続的な遡上が見られる点が大きく異なっている。さらに、デニール式では20~30分おきに遡上量が増加するピークが存在するように見受けられる。約1時間の観察では、デニール式：187尾、スティーブパス式：31尾となり、デニール式の遡上量はスティーブパス式のほぼ6倍に達したことがわかる。トラップを用いた別の遡上量実験結果（5/27、人工産稚アユを使用）¹⁾によれば、最上流端まで遡上した稚アユは全体の平均サイズよりも大型のものであり、しかも、デニール式よりもスティーブパス式を利用した稚アユのサイズは大きい傾向にある

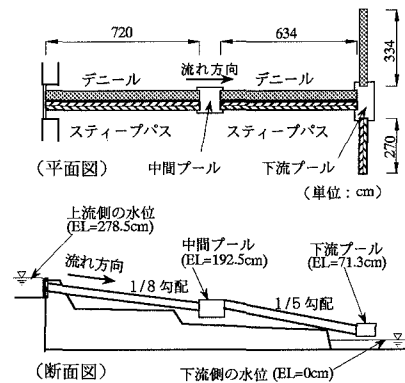


図-1 仮設魚道の設置状況

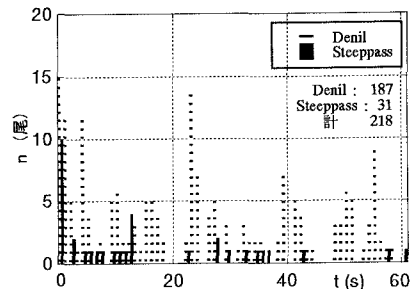


図-2 稚アユの遡上量 (6/23, 1995)

ことが指摘されており、両形式がもつ水理特性の差異が大きく関っている。

（2）魚道の主流速成分と2次流：

ストリーム型魚道は阻流板を巧みに配置し、それに起因する螺旋流を利用して流速分布を変化させ、魚類の遡上に配慮したものである。

図-3はスティーブパス式における流下方向主流速成分（U）のコンターと下流側を見た横断方向の2次流（V、W）ベクトルを示したものである。主流速は底層で速く上層で遅い傾向が見られるが、側壁の阻流板近くの分布はより複雑で上部に逆流域が生じている。また、2次流のベクトルを見ると、中央で下降流、阻流板背後で上昇流を示す一対の対称的な2次流が生じていることがわかる。この場合、横断方向の水面は水平ではなく中央で低く阻流板背後で高い顕著な水面勾配が生じており、中央の下降流領域では水面の低下が、側壁の上昇流領域では水面の上昇が安定的に形成されている。一方、デニール式については図-4に示したように、流量が多い場合には、主流速は底層で遅く上層で速い傾向が見られるもののその分布形は非対称で、2次流の分布形も反時計回りの循環流が卓越している。また流量が少ない場合（図-5参照）には、主流速の分布形はほぼ対称で、中央で上昇流、側壁側で下降流を示すスティーブパス式とは逆の対照的な2次流が生じていることがわかる。流量が少ない場合には中央の水面付近の主流速は2次流の上昇流の流速オーダーとほぼ同じなので、中央で高く側壁側で低い水面勾配が形成される。流量が多くなるとこの上昇流よりも大きな主流速が水面付近に形成されるので上昇流が拘束あるいは抑え込まれる状態になる。その結果、対称的な2次流よりは一方の2次流が卓越した状態がむしろ安定状態となり、上述の非対称な分布形を示したものと推察される。

（3）稚アユの遡上行動：ビデオ解析によれば、遡上した稚アユの魚道内の遊泳位置から、底部の流速が速いスティーブパス式においても、稚アユは魚道の底部部分を多く遡上していることが観察された。また、両形式ともに阻流板の間に生じた渦流に巻き込まれて方向を見失って阻流板の間に頭を突っ込んだりしながら遡上する個体数が多く見られた。両形式とも水深のほぼ半分より上側では気泡を巻き込んだ領域となっており、遡上に必要な視界の確保という点では底部にほとんど限定される。しかも、底部の主流速が相対的に小さいデニール式の方が稚アユにとってより有利な水理条件となっていることが考えられる。

4. あとがき

ストリーム型魚道の代表例としてデニール式とスティーブパス式を取り上げて、仮設魚道による稚アユの遡上量と魚道内の主流速成分や2次流の特性について比較検討を行った。稚アユの遡上量だけでなく遡上経路についても興味深い知見が得られつつあり、今後、小型魚の遡上行動について明らかにする所存である。

【参考文献】

- 1) 和田・東・真田：土木学会中部支部研究発表会講演概要集、II-24、pp.177-178、1996.3.

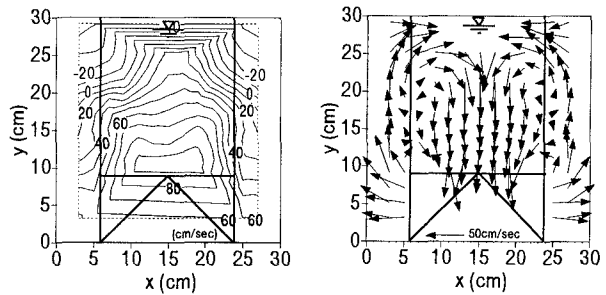


図-3 スティーブパス式の流速成分（U, V, W）

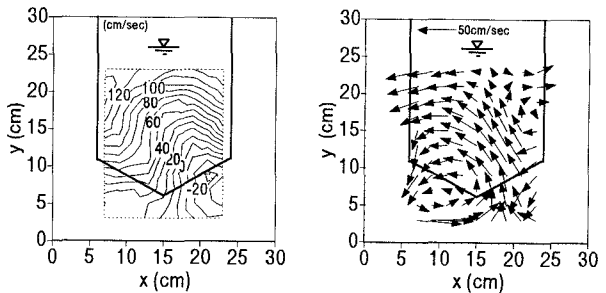


図-4 デニール式の流速成分（流量 $Q_{D+S} = 44000 \text{ cm}^2/\text{s}$ ）

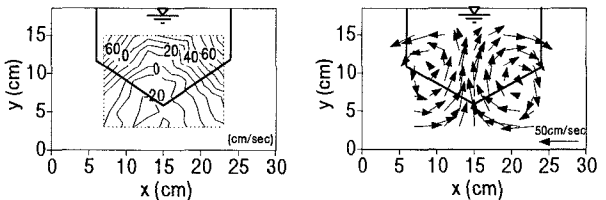


図-5 デニール式の流速成分（流量 $Q_{D+S} = 18000 \text{ cm}^2/\text{s}$ ）