

# 甲殻類の遡上・降河可能な魚道の提案

## Proposal of Fishway for Upstream and Downstream Migration of Crustacea

日本大学理工学部 正員 安田陽一 日本大学理工学部 正員 大津岩夫  
 日本大学理工学部 正員 高橋正行 農水省水産大学校 濱野龍夫  
 長崎大学環境科学部 三矢泰彦

日本国内の河川に生息するエビ・カニ類の多くは「通し回遊性」の生活史を持つ。通し回遊性の動物は、一生の間に一度は海に降りなければ繁殖できない。日本の河川には、このような生活史を持つエビ・カニ類が多く生息しているが、ダムや砂防堤が建設され、その回遊経路が遮断されたことにより、流域の個体群(局所個体群)は衰退の危機にある<sup>1)</sup>。また、堰、落差工、砂防ダムなどの河川横断構造物に設置されている魚道の多くは遊泳力や跳躍力の強い魚類を対象としており、歩行しながら遡上するエビ・カニ類には適していないことが多い。エビやカニから生まれてくる幼生や稚エビ・稚ガニは魚類などにとっての餌となり、様々な水生生物のつくる食物網の結び目の1つとなっている。横断構造物による遡上経路の遮断は、エビ・カニ類の個体群の衰退あるいは絶滅への1歩となり、さらに食物網の変化を通じて、川の生態系に大きな影響を与えている。ここでは、既設の構造物に設けるエビ・カニ類に適した遡上水路を提案した。また、提案した遡上水路下流部における流れの特性を示した。さらに、ヤマトヌマエビおよびモクズガニを対象として、24時間内の時間変化による遡上数の変化を示し、提案した遡上水路の効果を明らかにした。

### モクズガニ・エビ類の遡上行動

黒崎川(長崎県外海町)の頭首工(落差 1.5 m)および多摩川(東京都と神奈川県との県境付近)の取水堰(落差 2.5 m)で、夜間にエビ・カニ類の遡上行動を観察した。また、モクズガニの遡上に関する室内実験を実施した。以上の要点をつぎに示す。

- 1) モクズガニの若齢個体やエビ類には正の走流性(流下する流れに対して上流へ向かおうとする性質)がある。
- 2) モクズガニは、水温や増水時の条件が良ければ昼夜にかかわらず遡上する。また、エビ類はふつう夜間に遡上する。
- 3) モクズガニは水際ばかりでなく流心を歩き、ときには水から出て飛沫のかからないようなところも歩行する。また、エビ類は越流する射流の水際を歩いて遡上する。
- 4) エビ類は、堰頂では流れの勢いが弱まっている箇所を見つけて水中に進入する。また、堰を遡上する直前では水際または側壁に沿って堰越流部に接近する。モクズガニでは、この傾向は顕著ではない。
- 5) モクズガニやエビ類は勾配が小さいほど遡上しやすい。上限はおおむね 50°である。
- 6) モクズガニもエビ類も、脚先がひっかかりやすい基質の場合には、遡上が容易になる。
- 7) モクズガニの遡河能力はエビ類より高く、エビ類に適した水路であればモクズガニには十分に遡上可能である。



### エビ・カニ類の遡上水路の提案

上記の要点から、次のような条件の遡上水路を提案した(図-1)。

- 1) 基本構造は台形断面の階段状水路とする。この形状は流量が変化しても水勢を適度に弱め、水際近くでは遡上に適した流速を維持する効果が期待できる点で水理学的に優れている<sup>2)</sup>。また、水路から越流する流れの速さを弱め、かつ越流した流れが落ち込む際に水面の振動を誘起させることができることから、遡上水路の入口をエビやモクズガニが見つけやすくなると考えられる。さらに、水路上の水面の乱れから、側壁を常に濡れた状態に保つ。
- 2) 水際を遡上する個体が多いことから、登りやすく、かつ水際を広くとれるように台形断面の側壁勾配を定めた。また、この形状は水際を遡上したエビ・カニ類が堰頂部で再び水中に進入しやすくしている。
- 3) 水際のある側壁部に脚がひっかかりやすい素材を使用する。今回は100番の耐水性サンドペーパーを敷設した。なお、実設計の場合は、コンクリート表面を粗く仕上げた状態とする。

実験 遡上水路模型を幅 2.5m、流下長さ 2mのプールに接続した。遡上水路は 4cm の段差を有する階段状水路とし、その水路の鉛直落差高さは 88cm とした。また、水路の傾斜角度は 19 度(約 34%勾配)および 45 度とした。階段状水路となっている幅 B については 60cm とし、側壁の傾斜角度は 45 度とした。なお、側壁面は粗面とし、耐水性のサンドペーパー100 番のものを使用した。遡上実験で用いたエビおよびカニはヤマトヌマエビおよびモクズガニであり、ヤマトヌマエビの場合、550 匹を放流し、モクズガニの場合、190 匹を放流した。また、遡上状況をデジタルビデオ(夜間は赤外線ライトを併用)を用いて 24 時間の遡上観察を行った。さらに、遡上水路下流部の流速および空気混入率を調べるため、電磁流速計(計測技研製)および透過光式ボイド率計(東京計測製)を用いた。

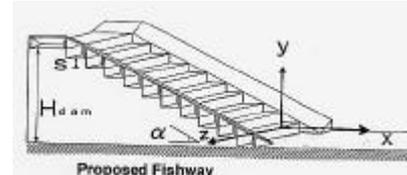


図-1 提案した魚道模型

キーワード：魚道・階段状水路・通し回遊性・甲殻類・底生魚類

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8 Tel.&Fax.03-3259-0409 E-mail:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

遡上水路周辺の流れの流況特性

遡上水路の中央部は階段状となっているため(図-1)、遡上水路から流下する流れの水面は流下するにしたがって大きく乱れる(図-2)。これによって、空気混入した流れとなり、側壁は常に濡れた状態となる。ここでは、遡上水路下流端で遡上水路から流下する流れが潜り込む流況を対象としている。遡上水路下流側での流速ベクトルを図-3に示す。壁面近くの流速が水路中央部と比較して小さな値を示す。この場合、流入断面が台形断面であるため、側壁近くの運動量が小さくなり、また遡上水路から潜り込んだ流れが、気泡の影響により、上昇し易くなる。遡上水路下流側での空気混入の分布を図

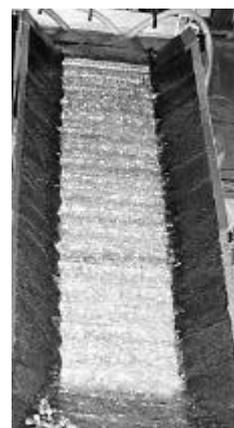


図-2 魚道上の流況

4に示す。側壁近くでは空気混入はほとんど見られない。また、遡上水路下流端近く(X = -20 ~ 0 cm)では、空気の混入が水深の半分程度まで認められる。さらに、気泡は短区間で上昇し、X = 0cm より下流側では、空気混入が水面近くしか見られなくなった。これらのことから、提案した遡上水路からの流れによって甲殻類にとって遡上水路入口が見つかりやすく、水際の水面から浮上しやすい状態をつくりだすことが可能であると考えられる。

遡上実験

24時間内の時間変化によるヤマトヌマエビおよびモクズガニの遡上数の変化を図-5(a),(b)示す。図-5(a)に示されるように、ヤマトヌマエビの場合、日の入り直後から21時ごろにかけて遡上数のピークが認められる。また、日の出の時刻を迎えた段階で遡上数が認められなくなる。このことは徳島県志和岐川での遡上観測結果<sup>3)</sup>と同様な結果となる。すなわち、河川横断構造物に提案した魚道を設置したことによって甲殻類の遡上が可能となることを示すことができた。なおモクズガニの場合、図-5(b)に示されるように、日没前(16時ごろ)から遡上することが確認され、遡上のピークがヤマトヌマエビの場合と異なる。

謝辞 本研究を進めるにあたり、長崎県大瀬戸土木事務所ならびに大瀬戸町役場の多大なる協力を得た。ここに記して謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 安田陽一、大津岩夫、浜野龍夫、三矢泰彦：エビ・カニ類に適した遡上水路の提案,第6回河川技術に関する論文集土木学会水理委員会河川部会,pp.149~154,1998.
- 2) Yasuda, Y., and Ohtsu, I.: Flow Resistance of Skimming Flows in Stepped Channels, Proc. 28<sup>th</sup> IA HR Congress, Graz, Austria, Session B14 (CD-ROM), 1999.
- 3) 浜野龍夫、林健一：徳島県志和岐川に遡上するヤマトヌマエビの生態,甲殻類の研究,日本甲殻類学会誌, No.21, pp.1-13, 1992.
- 4) Yasuda, Y., Ohtsu, I., Hamano, T., and Miya, Y.: A Proposed Fishway to Facilitate The Upstream and Downstream Migration of Freshwater Shrimps and Crabs, Proc. 29<sup>th</sup> IA HR Congress, Theme B3, September, Beijing (accepted paper)

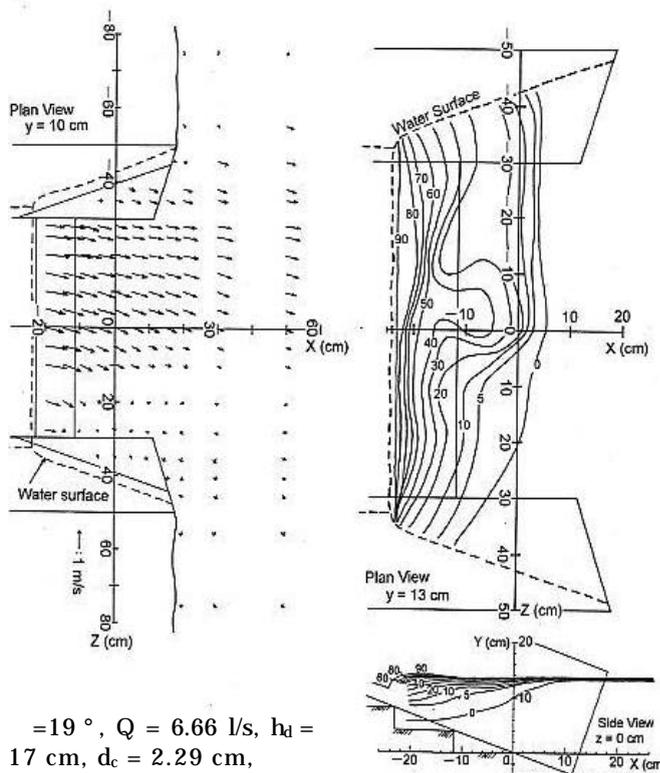
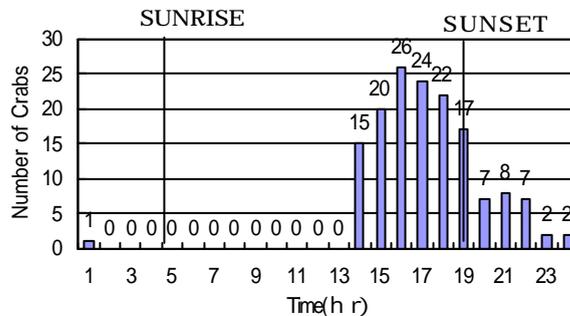
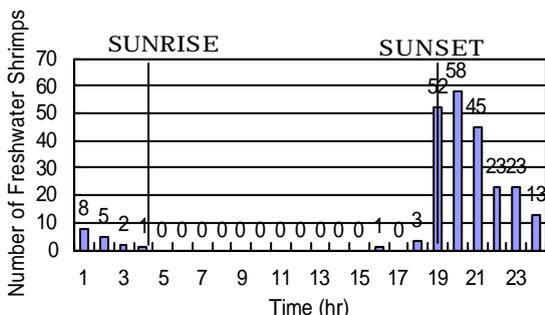


図-4 魚道下流部の空気混入分布

$\theta = 19^\circ$ ,  $Q = 6.66$  l/s,  $h_d = 17$  cm,  $d_c = 2.29$  cm,  $H_{dam} = 88$  cm,  $S = 4$  cm,  $h_d/d_c = 7.42$ ,  $H_{dam}/d_c = 38.4$ ,  $S/d_c = 1.75$

図-3 魚道下流部の流速分布 (Y = 10 cm) (水理条件は図3と同一)



2000年6月7・8日実施 晴れ 水温 24度

2000年7月3・4日実施 晴れ 水温 26-28度

(a)ヤマトヌマエビの遡上結果(19度の場合)(550尾)

(b)モクズガニの遡上結果(45度の場合)(190匹)

図-5 24時間内の時間変化によるヤマトヌマエビおよびモクズガニの遡上完了数の変化

(水理条件は遡上水路の傾斜角度を除いて図3と同一)