

ウナギ用魚道の入口形状が遡上行動に及ぼす影響

九州工業大学 学生会員

○白坂 雄一

九州工業大学大学院 正会員

鬼束幸樹

1. はじめに

近年、河川におけるニホンウナギ(*Anguilla japonica*)の個体数は激減しており、絶滅の一途を辿っている。ウナギなどの通し回遊魚にとって、取水堰や落差工等の河川横断構造物による不連続な水位落差は種の存続に大きな影響を与えるため、魚道の併設が望まれる。松井ら(1967)はウナギの遡上力について調査し、ニホンウナギが壁面をよじ登ることを確認した。このことから入口形状がウナギの遡上率に影響することが予想される。階段式魚道の切り欠き形状が遊泳魚の遡上に及ぼす影響についての研究例はあるものの、魚道の入口形状が底生魚の遡上に及ぼす影響についての研究はまだなく、ニホンウナギの遡上に効果的な魚道について、明確な指針は未だ存在しない。

本研究では、ウナギ用魚道の入口形状と流量を系統的に変化させ、ウナギの遡上特性に及ぼす影響を解明した。

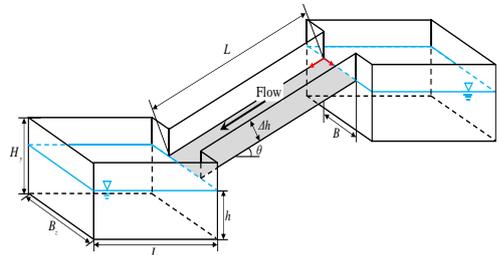


図-1 実験に用いたウナギ用魚道の概要

2. 実験装置および実験条件

図-1 に実験装置の概要を示す。長さ $L_x=0.3\text{m}$ 、幅 $B_x=0.5\text{m}$ 、高さ $H_y=0.5\text{m}$ の 2 つの水槽が、魚道幅 $B=0.3\text{m}$ 、魚道長 $L=1.0\text{m}$ 、側壁高さ $\Delta H=0.3\text{m}$ の木製魚道によって連結されている。水深は $h=0.30\text{m}$ に設定した。図-2 に本実験で用いた入口形状の断面図を示す。従来のウナギ用魚道の入口形状を既設型とした。半径 $r=0.02\text{m}$ 、中心角 90° の扇形断面を持つ入口形状を円弧型とした。傾斜角 $\phi=45^\circ$ の直角二等辺三角形断面を持つ入口形状を斜面型とした。

表-1 に実験条件を示す。ウナギ用魚道の入口形状を既設型、円弧型、斜面型の 3 通りに変化させると共に、流量を $Q=230, 440, 670, 900$ および $1165(\text{ml/s})$ の 5 通りに変化させ、合計 15 通りの実験を行った。また、実験時の水温を 20°C とした。

下流側水槽に平均体長 $\bar{L}_f=200\text{mm}$ のウナギ未成魚 20 尾 ($N=20$) を挿入し、30 分間の遡上実験を行った。実験の様子を魚道上部に設置した画素数 1440×1080 、撮影速度 30fps のビデオカメラを用いて撮影した。撮影後、 1.0s ごとに分割した画像を基にウナギの遊泳位置を解析し、遡上数をカウントした。

3. 実験結果および考察

(1) ウナギの遡上率

下流側水槽から上流側水槽に到達したウナギの尾数をウナギの遡上数 n_m とし、実験に用いたウナギの尾数 N で除すことにより遡上率 n_m/N を算出した。図-3 に流量 Q とウナギの遡上率 n_m/N との関係を入力形状別に示す。既設型および円弧型を用いた場合、どちらも流量 Q の増加に伴い遡上率 n_m/N に増加傾向が見られる。しかし、斜面型においては、流量 Q の増加に伴う遡上率 n_m/N の顕著な変化は見られなかった。入口形状別に着目すると円弧型を用いた場合にウナギの遡上率が最も高くなっている。斜面型用いた場合は他のケースに比べ遡上率 n_m/N の著しい減少傾向が見られた。

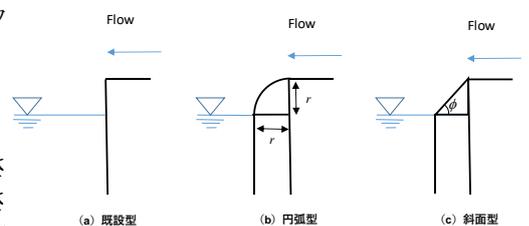


図-2 魚道入口の断面図

表-1 実験条件

The shape of fishway entrance	Discharge Q (ml/s)				
	230	440	670	900	1165
Existing type	Ex-230	Ex-440	Ex-670	Ex-900	Ex-1165
Arc type	Ar-230	Ar-440	Ar-670	Ar-900	Ar-1165
Slope type	Sl-230	Sl-440	Sl-670	Sl-900	Sl-1165

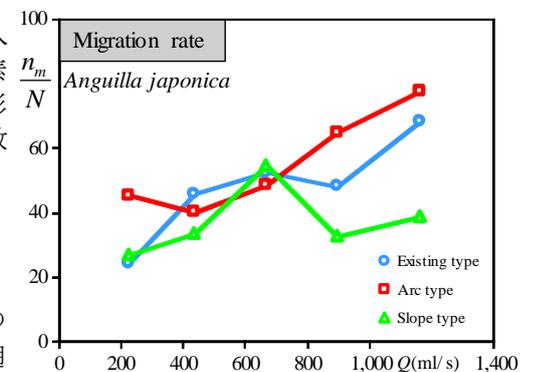


図-3 ウナギの遡上率

(2) ウナギの挑戦率

遡上を試みたウナギの尾数 n_c を実験に用いたウナギの尾数 N で除すことにより挑戦率 n_c/N を算出した。図-4 に流量 Q と挑戦率 n_c/N との関係を入力形状別に示す。流量 Q の変化に着目すると、既設型を用いた場合、流量 Q の増加に伴い挑戦率 n_c/N が増加する傾向を示した。円弧型および斜面型を用いた場合、流量 Q の増加に伴い挑戦率 n_c/N の顕著な変化は見られなかった。入口形状別に着目すると、既設型および円弧型に対して斜面型を用いた場合では挑戦率 n_c/N にわずかながら減少傾向が見られた。

(3) ウナギの振動数

魚道に進入したウナギの尾びれの振動回数 n_f を進入に要した時間 T で除した値を振動数 n_f/T として算

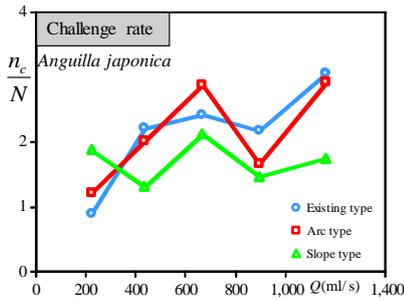


図-4 ウナギの挑戦率

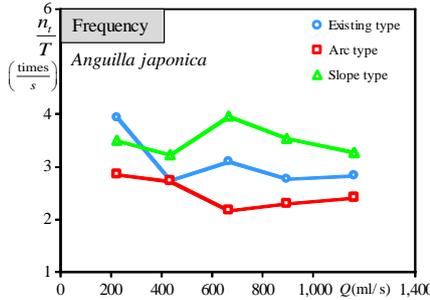


図-5 ウナギの振動数

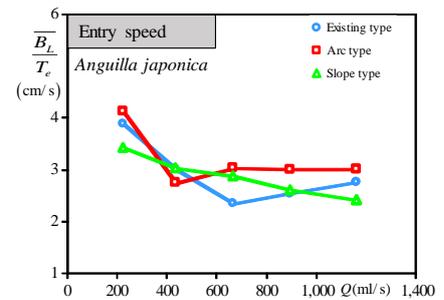


図-6 ウナギの進入速度

出した。図-5に流量 Q と振動数 n_1/T との関係を入力形状別に示す。流量 Q の変化に着目すると、いずれの形状においても流量 Q と振動数 n_1/T との間に顕著な傾向は見られなかった。入口形状別に着目すると円弧型を用いた場合においては他の形状を用いた場合よりも進入時の尾びれの振動数が小さくなることわかった。このことから、円弧型においては進入時に魚道底面と体の接地面積が増加することで魚道へ容易に進入することが可能となり、図-3に示したように遡上率が最も高くなったと考えられる。

(4) ウナギの進入速度

ウナギの平均体長 \bar{B}_L を魚道への進入に要した時間 T_c で除し、進入速度 \bar{B}_L/T_c を算出した。図-6に流量 Q と進入速度 \bar{B}_L/T_c との関係を入力形状別に示す。流量 Q の変化に着目すると、いずれの入口形状においても流量 Q と進入速度 \bar{B}_L/T_c との間に顕著な傾向は見られなかった。入口形状別に着目すると、円弧型を用いた場合は流量 $Q=230(\text{ml/s})$ のケースを除き進入速度 \bar{B}_L/T_c はほぼ一定となった。斜面型を用いた場合においては、流量 Q の増加に伴い進入速度 \bar{B}_L/T_c は減少傾向を示した。

(5) ウナギの到達高さ

魚道の縦断方向 0.20m 間隔ごとの到達高さ H_c に達したウナギの尾数を算出した。図-7に流量 Q 別の到達高さ H_c を魚道全長 L で除し、入口形状別に示す。流量 Q の変化に着目すると、いずれの形状においても顕著な傾向は見られなかった。入口形状別に着目した場合も同様に顕著な傾向は見られなかった

4. おわりに

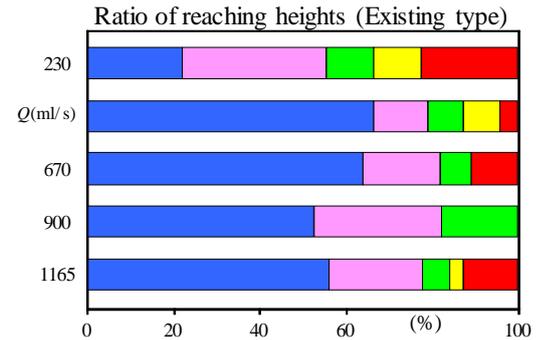
本研究は、ウナギ用魚道の入口形状と流量を系統的に変化させ、ウナギ未成魚(平均体長 $\bar{B}_L=200\text{mm}$)の遡上特性に及ぼす影響を解明したものである。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 既設型および円弧型を用いた場合において、流量の増加に伴い遡上率は増加し、特に円弧型を用いた場合、遡上率が高くなる。
- (2) 魚道入口に円弧型を用いた場合、既設型、斜面型に比べ進入時のウナギの尾びれの振動数が最小になる。
- (3) 魚道入口に円弧型を用いた場合、進入速度は流量の増加に伴いほぼ一定になる。斜面型を用いた場合、流量の増加に伴い進入速度は減少する。

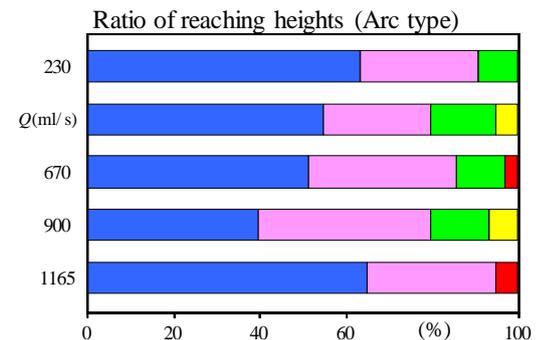
謝辞：本研究で用いた実験魚を無償提供していただいた株式会社丸翔に謝意を表す。

参考文献

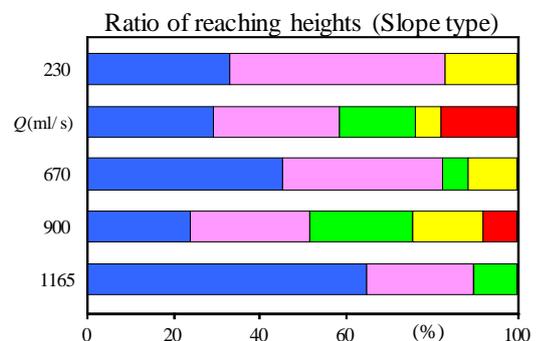
- 1) 環境省 自然環境局 野生生物課：ニホンウナギの生息地保全の考え方, pp.11-12, 2017.
- 2) 松井魁, 永井泉：鰻のそ上力, 木曾三川河口資源調査報告書第4号下, pp.1325-1330, 1967.



(a) 既設型



(b) 円弧型



(c) 斜面型



図-7 ウナギの到達高さ