

水中音に着目したアユ遡上時の選好性に関する実験的解析

山口大学大学院 学生会員 ○川本豊 山口大学大学院 正会員 関根雅彦
山口大学大学院 正会員 今井剛 山口大学大学院 正会員 樋口隆哉

1. 研究背景及び目的

近年、魚の遡上・降河が容易な河川改修が望まれている。遡上する魚は落差を越流してくる水の着水音に反応して遡上路を発見しているのではないかということが示唆されている。このため、本研究室では、実験によりアユの水中音に対する選好性を室内実験により定量化し、水中音や純音を用いて、各周波数の選好性を評価してきた。昨年度までの研究で成アユ・稚アユに関する周波数毎の選好曲線やウエイトを導き出した。しかし、本来アユが遡上するのは稚アユ期なので、今年度は昨年度の実験で試験区間が広すぎたことにより、水路の音圧分布の低音圧が広く分布してしまい、結果、低音圧の選好値が低くなってしまった稚アユに対して改めて選好曲線・ウエイトを導く。また、実験結果が実河川でも適用できるか検討を行うため、宇部市沢波川の魚道において音に関する環境条件の違いが大きい状態を作り出し、アユを放流後、挙動を観察した。

2. 稚アユの音に対する選好性の実験的定式化

2.1 実験方法

実験水路を図1に示す。水路は透明アクリル製で両端に水中スピーカーを設置し、アンプを通してパソコンから音声ファイルを再生する。水路壁面および底面から5cm以上隔てて白色のポリエステル製吸音材を敷き詰め、音の反射や周囲の微弱振動、魚の視覚的刺激を減少させた。試験区間内の照度はほぼ一様である。無音状態における試験区間内の水中音圧は 99 ± 1 dBで、一般的な魚の聴覚閾値程度であった。試験区間に稚アユ(体長約8cm)を3尾投入し、10分間の馴致時間の後、片側のスピーカーから放音した。実験には純音(100Hz, 200Hz, 400Hz, 800Hz)とホワイトノイズ、実河川で採録した堰直下、「はやせ」魚道の音を用いた。実験時の水温は21℃、水深は20cmとした。アンプの音量を変化させることで、試験区間内の水中音圧を変化させ、各実験条件における音圧レベルに対する分布率を求めた。

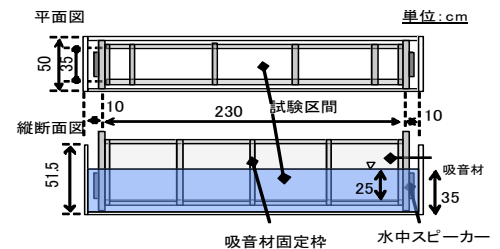


図1 実験水路

2.2 実験結果

求めた分布率を基に各純音の選好曲線を求めた。求めた選好曲線を図2に示す。今回の研究の結果より、純音100Hzに対して稚アユ選好曲線では、低音圧で選好値が高くなり、音圧が高くなるにつれて選好値が低くなっていた。このことより、稚アユは100Hzの周波数を持つ純音を忌避していると考えられる。純音200Hzの選好曲線では、音圧レベル150dBといった威嚇レベルにおいて最も高い選好値となった。このことより、稚アユは200Hzの周波数を持つ純音を好んでいると考えられる。

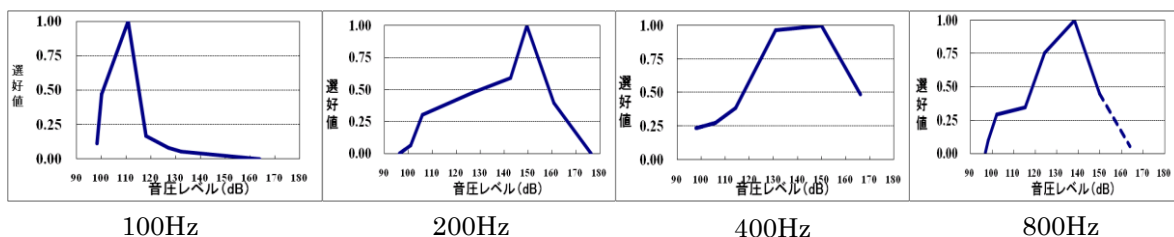


図2 稚アユ選好曲線

キーワード アユ、水中音、選好値、純音、ウエイト

● 連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学 TEL0836-85-9300

2.3 純音と遮蔽の環境因子間のウエイトの算出

実験には選好性実験に使用した水路の一部を使用した。実験装置を図3に示す。試験区間は 60 cm とし、実験区間の半分に最も高い選好値になる遮蔽率 60% の寒冷紗をかぶせた。使用した音は純音 (100Hz, 200Hz, 400Hz, 800Hz) である。試験区間に稚アユ (体長約 10cm) を 3 匹投入し、3 分間の魚の挙動を水路上部に設置した PC カメラにより 3 秒間ごとに撮影し、魚の存在位置を確認した。スピーカーからの距離の一次元方向に 10cm ずつ区分化し、それぞれの区間で音・遮蔽率の選好値、アユの分布率を求め、その結果から左、右それぞれの 3 区間の平均 ($P_{\text{音}}, P_{\text{遮蔽率}}, D$) を求めた。単一実験で求めた環境因子に対する選好度の大きさを示すウエイトを[1]式を用いて計算する。

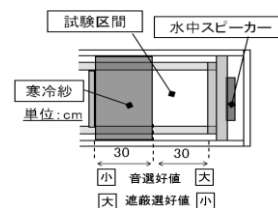


図3 実験装置

$$R = \frac{D_{\text{右}}}{D_{\text{左}}} = \frac{(P_{\text{音、右}})^{\frac{W_{\text{音}}}{W_{\text{max}}}} (P_{\text{遮蔽率、右}})^{\frac{W_{\text{遮蔽率}}}{W_{\text{max}}}}}{(P_{\text{音、左}})^{\frac{W_{\text{音}}}{W_{\text{max}}}} (P_{\text{遮蔽率、左}})^{\frac{W_{\text{遮蔽率}}}{W_{\text{max}}}}} \quad [1]$$

表1 ウエイト結果 (稚アユ)

集魚効果			
純音100Hz	純音200Hz	純音400Hz	純音800Hz
0.07	0.24	0.11	0.13
忌避効果			
純音100Hz	堰直下の音		
0.26	0.18		

各周波数の稚アユの純音の集魚効果に対するウエイトの値を比較すると、純音 200Hz が一番高い値となり、次いで純音 800Hz、純音 400Hz が同程度の値、純音 100Hz が最も低い値となった。また、忌避効果に対するウエイトを求めたところ、純音 100Hz、堰直下の音が高い値を示した。稚アユのウエイト結果と昨年度求めた成アユのウエイト結果の値を比べると、ほぼ同じ傾向が見られたが、ウエイトの値では成アユの方が高く、成長していく段階で音の選好性も変化していくのではないかと考えられた。

3. 沢波川放流実験

3.1 実験条件

実験に用いた魚道を図4に示す。魚道は二つあり、左岸側魚道は流量が多く、右岸側魚道は流量が少なくなるよう調整した。今回は三条件で実験を行った。条件1では魚道入り口に設置してある水中スピーカーから音を出さずに実験を行った。条件2では流量が多い左岸側魚道の魚道入り口に設置してある水中スピーカーから忌避効果がある 100Hz の純音を出し実験を行った。条件3では流量が少ない右岸側魚道の魚道入り口に設置してある水中スピーカーから集魚効果のある 200Hz の純音を出し実験を行った。実験で用いたアユは体長約 10cm の稚アユで、一条件の実験につき 20 匹のアユを放流した。

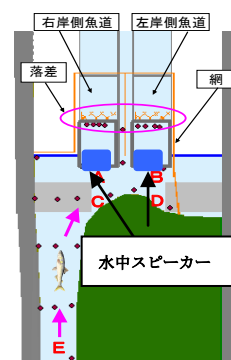
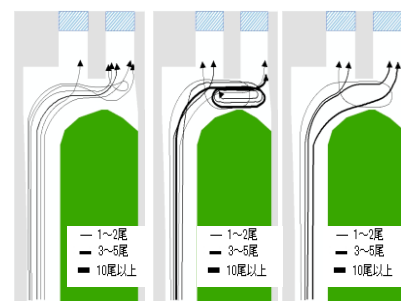


図4 実験魚道

3.2 実験結果

遡上経路を図5に示す。条件1の結果より、放音しない条件では、アユは左岸側魚道を選好していることがわかる。条件2の左岸側魚道の入り口の水中スピーカーから、忌避される純音 100Hz の音を流した時、最終的には左岸側魚道にも多くのアユが進入するものの、魚道入り口前で旋回する動きが見られた。この挙動は条件1や条件3ではあまり見られず、100Hz の周波数成分を含む音を忌避した結果と考えられた。一方、アユが強く選好すると考えられた 200Hz の純音を右岸側魚道の入り口から放音した条件3では、他の条件より多くのアユが右岸側魚道を遡上していることが観察された。



条件1 条件2 条件3

図5 遡上経路

以上より、実河川においても純音 100Hz に対する忌避効果があったと考えられた。また、集魚効果があると思われた純音 200Hz を放音した時、純音 100Hz を放音した時に比べ効果は小さかったが、実河川での誘因効果も確認できた。