

水中音に対するアユの選好性の実験的解析

山口大学工学部 学生会員 ○今中大康 山口大学工学部 正会員 関根雅彦
 山口大学工学部 正会員 今井剛 山口大学工学部 正会員 樋口隆哉
 山口大学工学部 正会員 浮田正夫

1. 研究背景及び目的

近年、魚が遡上・降河しやすい河川改修が望まれている。本研究では、アユが魚道や落差部の遡上経路の発見に利用されると考えられる水中音に対する選好性を、現地で録音した水中音や純音を用いて室内実験により定量的に評価し、水中音の工学的利用の可能性を探った。

2. 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。実験時の水温は21℃、水深は20cmとした。

無音状態における試験区間内の水中音圧は99±1dBで、一般的な魚の聴覚閾値程度であった。実験には純音(100Hz,200Hz,400Hz,800Hz)の4種類を用い、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た。

試験区間にアユ(体長約8cm(稚魚)、16cm(成魚))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。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秒ごとに撮影し、魚の位置を確認した。スピーカーからの距離を10cmずつ区分し、区間毎に分布率(Σ

区間内アユ尾数/3尾×180秒/3秒)を計算した。稚アユの無音状態のときの水路内におけるアユの分布を図2に示す。分布が両端に偏っていることから、音を流した状態での実験結果に対して、補正を施すことが必要のため、2つの解析方法を適用した。両端補正法は図2の近似曲線が平坦になるように水路内の各位置における補正係数を求め、それを実験結果である分布率に乗じる方法。両端除外法は、水路中央部の無音状態において分布率が平坦な部分の分布率のみを用いる方法である。成アユは水路の特定の箇所に偏ることなく、分布の近似曲線はほぼ平坦になった。このため、実験結果に補正を加える必要はないと判断した。

3. 実験結果及び考察

成アユの選好曲線を図3、稚アユの選好曲線を図4に示す。成アユに関しては純音100Hz、200Hzではそれぞれ105dB、

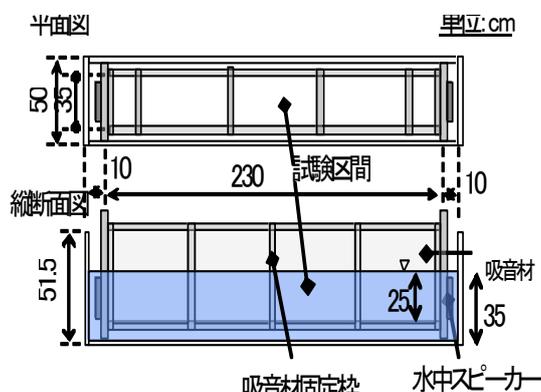


図1 実験水路

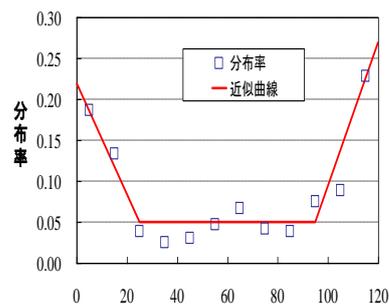


図2 無音時の稚アユの分布

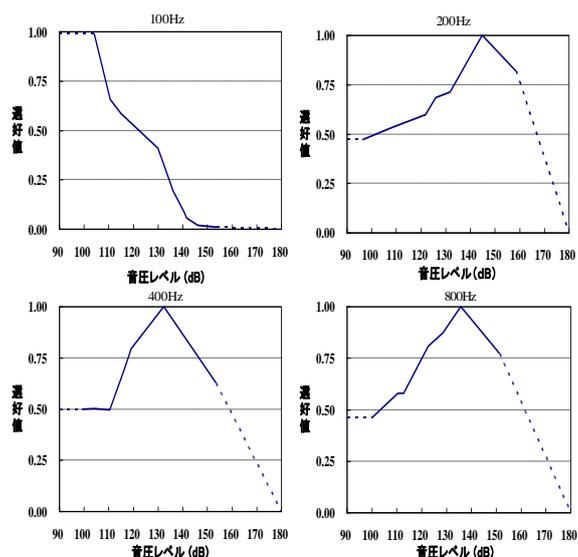


図3 成アユの選好曲線

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

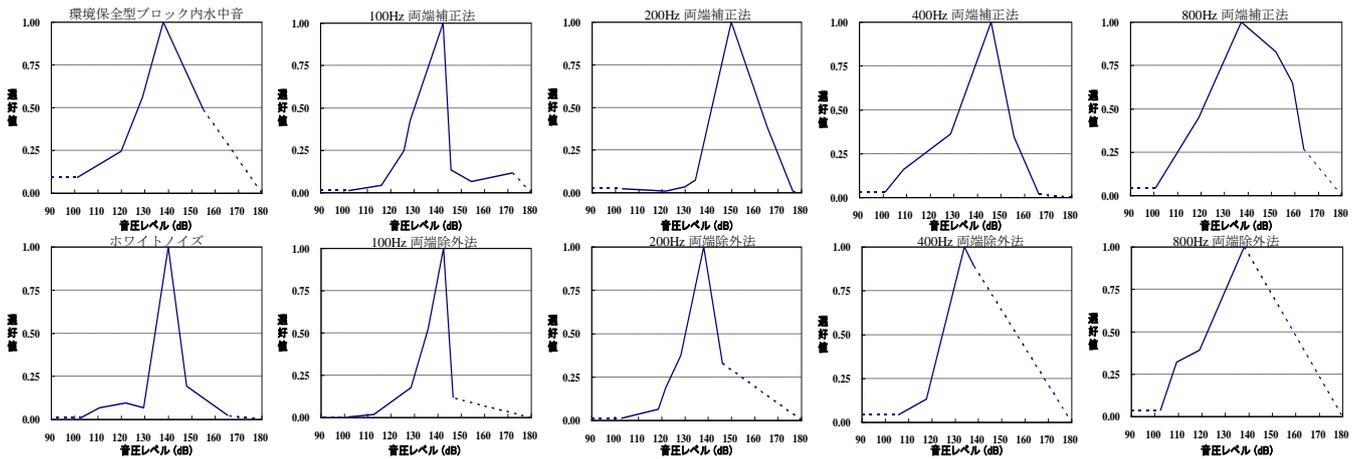


図4 稚アユの選好曲線

145dB 付近、純音 400Hz、800Hz では 135dB 付近で高い選好値となっており、各周波数で違いがみられた。成アユは 100Hz ではほとんど無音域を選好し、音圧が高くなるにつれて選好値が低くなっているため、100Hz の周波数を忌避していると考えられる。稚アユに関しては、2 つの解析方法を比較すると、ピーク音圧が両端除外法は両端補正法に比べ 10~15dB ほど低くなる、もしくは変わらないことがわかった。両端補正法には、稚アユの装置両端に対する選好性と音に対する選好性のウエイトが同じであるという未検証の仮定が含まれている。このため、稚アユにおいては両端除外法の方が信頼性は高いと考えられるので、以下では両端除外法の選好曲線を用いて比較・検討を行った。ただし、図4に参考として掲げた環境保全型ブロック内着水音、ホワイトノイズについては、両端を除外するとデータ数が少なくなるため、両端補正法を用いている。稚アユの各純音の選好曲線を見ると、どの音に対しても 130~140dB 付近で選好値のピーク音圧となっている。成アユと異なり、稚アユは周波数や音の種類が変化しても選好する音圧は変わらないことがわかった。

4.純音と遮蔽の環境因子間のウエイトの算出

実験には図5のように選好性実験に使用した水路の一部を使用した。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よう寒冷紗をかぶせて隠れ場を形成し、選好効果は隠れ場のない側、忌避効果は隠れ場のある側で放音した。成アユ 3 尾を用い、スピーカーからの距離 10cm ずつに区分化し、それぞれの区間で音・遮蔽率の選好値 ($P_{音, P_{遮蔽率}}$)、アユの分布率 (D) を求めた。ウエイトは [1]式を用いて算出する。

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

算出したウエイトの結果を表1、2に記す。各周波数の集魚効果のウエイトを比較すると、200Hzの純音が一番高く、次いで400Hz、800Hz、100Hzとなった。アユに対しても200~300Hzの音に集魚効果があることが考えられる。また、忌避効果のウエイトを100Hzの純音と堰の音に対して求めたところ、集魚効果のウエイトより高い値を示した。実河川の堰落水音の到達範囲の測定結果もわずか1m程度であったことから、音の効果を実河川において利用する場合は、集魚効果をよりも忌避効果を期待して用いた方が良いと考えられる。

表-1 集魚効果のウエイト

純音100Hz	純音200Hz	純音400Hz	純音800Hz
0.06	0.42	0.18	0.11

表-2 忌避効果のウエイト

純音100Hz	堰の音
0.68	1.00

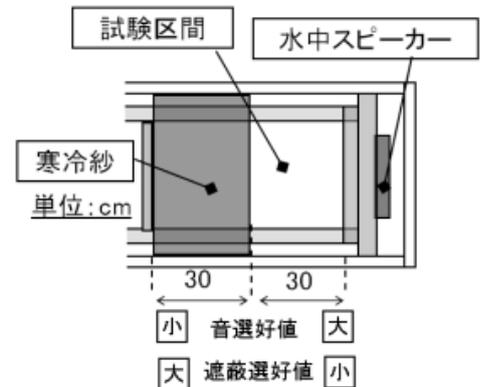


図5 ウエイト実験装置 (選好効果用)