

水質が魚類生息環境に与える影響に関する基礎的研究 ～アユを例として～

山口大学工学部 学生員○平野一暢

山口大学工学部 学生員 松尾光郎

山口大学工学部 正会員 関根雅彦

山口大学工学部 正会員 浮田正夫

1. 序論

著者らは、多自然型河川改修による環境変化が魚類生息環境に与える影響を評価する基礎的情報とするため、魚類の環境因子毎の選好曲線について実験的研究を行ってきた。昨年度までは、物理的条件(流速、水深、遮蔽など)における魚類の選好性実験を行ってきたが、水質などの化学的条件と魚類との関係については、DO、pH などごく少数の項目を除いては未だ明確でない部分が多い。本研究では、魚類への影響がようやく注目されはじめた化学物質のうち、特に一般的で人間活動との関係の深いアンモニアをとりあげ、アユを用いて選好性実験を行った。あわせて水温、濁度についても選好曲線を作成して、魚類と水質の関係を定量的に明らかにすることを目的とした。

アンモニアは水中で pH、水温の変化に応じて一定割合の遊離アンモニアを解離し、 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ と変化する。 NH_3 は毒性があるが、 NH_4^+ は無毒である。水温と pH が上昇すると反応が左にずれて NH_3 が増加し、生物に悪影響を与える。

2. 実験条件

2. 1. 実験装置

実験装置の概略を図 1 に示す。装置は透明アクリル製で、2 本の水路(試験水路・対照水路)が平行している。実験区間は水路中央のネットで仕切った縦 25cm、横 20cm、高 30cm の区間で、魚を所定数ここに入れて実験を行った。実験区間の一部で 2 本の水路が接合されており、魚は左右の水路を自由に選択し、行き来することができる。実験水路の周りは灰色の暗幕で覆い、視覚的に刺激となるものを極力少なくし、内部を、昼は日光の波長に近いハロゲンランプ 300W で照明した。

2. 2. 実験方法

- アンモニア: 塩化アンモニウムを使用し、試験水路を NH_4^+ 濃度 2mg/l, 4mg/l, 6mg/l (pH8.0 水温 20℃: 遊離アンモニア NH_3 濃度 0.180mg/l, 0.350mg/l, 0.530mg/l) に調節した。
- 水温: 対照水路を水温 21℃に固定して、試験水路を 17℃, 19℃, 23℃, 25℃に調節した。
- 濁度: カオリンを使用し、試験水路を濃度 100ppm, 200ppm に調節した。

個体差や再現性を考慮して、異なる供試魚を用いて、同一環境因子の各実験条件に対し少なくとも 2～3 回ずつ実験を行った。実験開始時刻は 12:00～14:00 の間で、実験開始前に飼育水槽から実験水路に供試魚を移動させ、アンモニア実験で 2 時間半、水温、濁度実験で 30 分間の馴致時間をとった。その後実験中の通水時間は、流量により若干変動するが、30～40 分間であった。蓄養中は無給餌とした。

2. 3. 解析方法

ビデオカメラで自動撮影したアユの挙動から 1 分毎のアユの左右分布を計数して、環境条件を変化させた水路側の存在率を求めた。

3. 実験結果及び考察

3. 1. アンモニアに対する選好性

アンモニア実験に関しては、自動撮影と同時に、開始後 0, 2, 5, 10, 30 分の試験水路の排水を採水した。この排水をインドフェノール変法によって測定し、アンモニア性窒素濃度の変化を見た。その結果、試験水

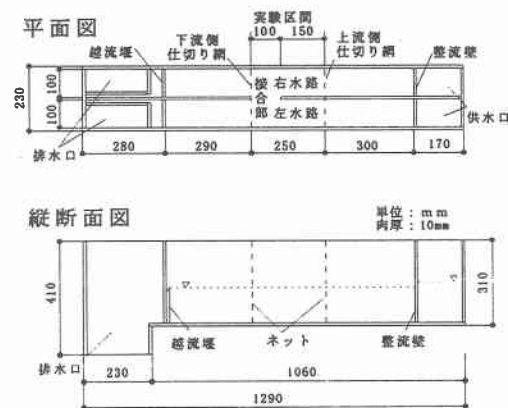


図 1. 実験水路

路内のアンモニア性窒素濃度が通水開始後 5 分で安定すると判断したため、開始後 5 分から通水終了までのアユの存在率を平均し、濃度毎の選好曲線を作成した。この結果及び近似曲線を図 2 に示す。 NH_3 濃度 0.180mg/l では実験毎のバラツキが大きく、 NH_3 濃度が分布に影響していないと考え、選好値を 1 とした。

この結果から、 NH_3 濃度が 0.180mg/l を超えるとアユに忌避反応が現れることが確認できた。

3. 2. 水温に対する選好性

図 3 に水温実験で求めたアユの選好値を示す。 21°C におけるアユの存在率は、両水路に 21°C の水を流したときの存在率を 0.5 と想定して示した数値である。

実験結果から、 23°C の点でピークとなり、アユの温度の選好帯は $20\sim 24^\circ\text{C}$ 付近に存在すると思われた。これは、参考文献²⁾の結果とも合致している。

3. 3. 濁度に対する選好性

濁度実験の結果を図 4 に示す。濁度 0 のときの存在率を 0.5 と仮定した。濃度 100ppm の実験で濁りに対する忌避反応に再現性が見られず、アユはあまりこの濃度の濁りを気にしていないと思われた。 200ppm に対してはむしろ選好性を示した。文献³⁾ではアユ稚仔魚は 22mg/l 程度から濁りを忌避するという報告もあるが、成魚を用いた本実験ではそのような性質は確認できなかった。

4. 結論

本研究では、アユの水質に対する選好性を実験的に求め、選好曲線を作成した。その結果は以下の通りである。

- アンモニア実験では NH_4^+ 濃度 4mg/l , 6mg/l 、 NH_3 にして 0.350mg/l , 0.530mg/l のときにアユに忌避反応が見られ、 NH_3 濃度が 0.180mg/l のときには忌避反応が見られないことから、遊離アンモニアを忌避する濃度の限界が $0.180\sim 0.350\text{mg/l}$ の間にあると判断できた。国内外の環境基準でも目標とされる NH_4^+ 濃度の値が 2mg/l 前後であり、これを考慮しても、アユがアンモニアに忌避反応を示す境界となる 2mg/l という値は注視すべき値である。
- 水温実験に関して、既存の研究と同様にアユ成魚の選好温度帯が $20\sim 24^\circ\text{C}$ 付近にあることが確認できた。
- 濁度実験では既存の研究とは異なり、わずかではあるが濁りを選好する結果となった。今後、稚仔魚を含めて検討を重ねる必要がある。

今回の実験では、アンモニアと水温や濁度などの項目との選好性のウエイトを求めることができなかった。選好性のウエイトは魚にとっての化学物質の影響の大きさを知る上で重要なパラメータであり、早急に検討する必要がある。

参考文献

- 1) 風間真理：なぜ神田川にアユが遡上したか、多自然研究，55 号，pp16~19，2000-4
- 2) 小山長雄：アユの生態，中央公論社，1978
- 3) 藤原公一：濁水が琵琶湖やその周辺河川に生息する魚類へ及ぼす影響，滋賀県水産試験場研究報告，46 号，pp 9~37，1997

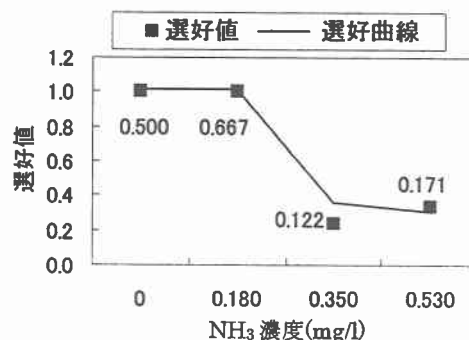


図 2. NH_3 に対する選好曲線

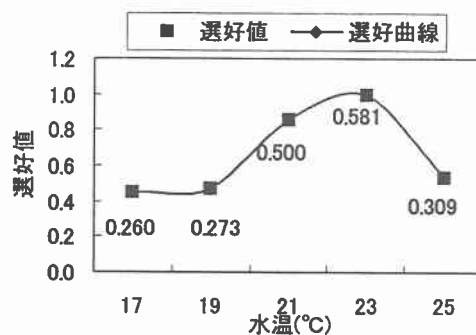


図 3. 水温に対する選好曲線

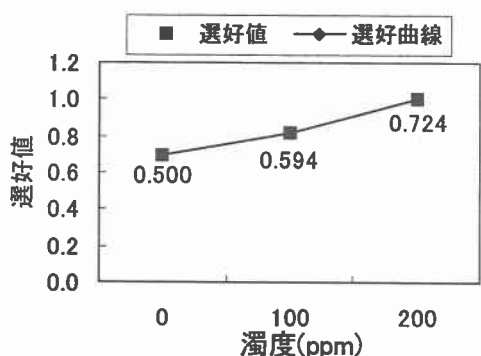


図 4. 濁度に対する選好曲線