

B - 33

水質汚濁がアユの行動に与える影響の定量解析

(株)エース 正員 ○松尾光郎、山口大学大学院 学生員 武下明義、山口大学大学院 正員 関根雅彦
(株)ランデス 正員 中島美行、山口大学大学院 正員 浮田正夫

1. はじめに

水質と魚の関係は、DO、pH、水温などのごく限られた項目以外には、一般に考えられているほど明らかになっていない。実河川の魚の生息状況と水質を関係づけて説明できた例はほとんどない。

このような状況の中、河川水量の約 8 割が下水処理場からの放流水である東京都の神田川で、1992 年、初めてアユの遡上が確認された。その背景として、下水処理場の施設運営上の改善や硝化促進運転によるアンモニア性窒素濃度の著しい低下があると報告されている⁷⁾。また、山口県豊北町の大田川では、護岸工事に伴って高濃度の濁水が発生しており、アユに与える影響が懸念されている。漁業者によれば、アユは濁水が発生するとただちに支川の清水に逃げ込むということであった。これらは、水質が魚に及ぼす影響が顕在化した数少ない例である。

本研究では、これまでに積み重ねてきた魚の物理環境に対する選好性の定式化の研究を水質汚濁にまで拡張することを目標に、その第一歩として、上述のように水質と魚の関係が顕在化しているアンモニアと濁水を取りあげ、アユを対象魚として選好曲線の作成を試みた。また、その結果を用いて、実河川におけるアユの行動が水質に対する選好曲線で説明できるかどうか検討した。

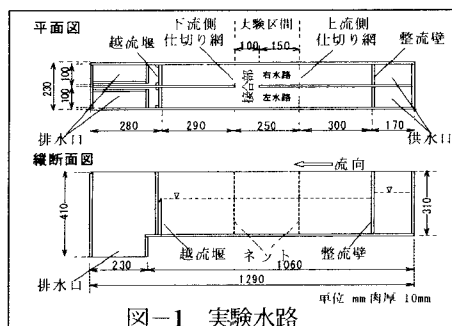


図-1 実験水路

2. U字型実験水路による室内実験

実験水路を図-1に示す。実験区間にアユ(成魚:17cm $\pm$ 1、稚魚:9cm $\pm$ 1)を成魚の時は1尾、稚魚の時は3尾入れ、2時間馴致させた後、両水路を所定の水質に調整し、40分間魚の挙動を観察した。左右の水路の流速は2cm/s、水深は10cmである。

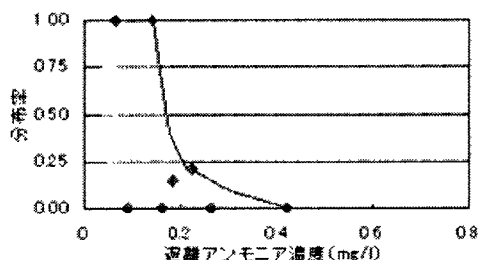


図-2 アンモニア忌避実験結果(成魚)

2.1 アンモニア忌避実験

実験開始と同時にマイクロチューブポンプを用いて塩化アンモニウム水溶液を注入し、右水路を通過する実験水に混合した。成魚の実験結果を図-2 に示す。成魚では、遊離アンモニアが0.18mg/lを超えると忌避する傾向が見て取れる。成魚の方が稚魚より敏感に反応していた。

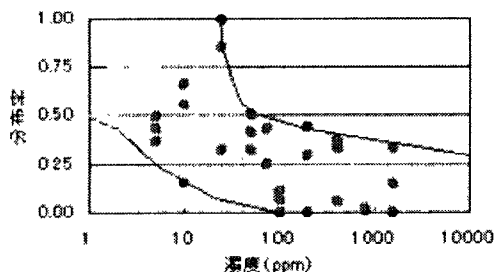


図-3 濁水（カオリン）実験結果（稚魚）

2.2 濁水忌避實驗

カオリンによる濁水と、工事による濁水が発生して

いる河川より持ち帰った濁水の2種類の実験を行った。稚魚のカオリン実験の結果を図-3に示す。数10ppm以上では忌避することがわかる。成魚は稚魚よりも濁りに対する忌避が小さい傾向であった。実河川の濁水についても同様の結果となった。文献²⁾によると、アユ稚魚が濁水を忌避する濁度の閾値は22mg/l、水産用水基準では懸濁物質は25mg/l以下となっており、本実験結果もこれに近い結果となった。

2.3 水温実験

成魚では両水路に21℃、稚魚では20℃の状態から、実験開始と同時に右水路に所定の水温の水を流した。成魚の実験結果を図-4に示す。

2.4 アンモニア・濁水（カオリン）複合実験（稚魚のみ）

この実験はアンモニアと濁水の選好強度のウェイト³⁾を求めるためのものである。濁水を右水路に、アンモニアを左水路に流した。実験結果を図-5に示す。

2.5 水温・濁水（カオリン）複合実験（稚魚のみ）

魚にとって重要な因子である事がわかっている水温と濁水の選好強度のウェイトを求めて比較し、濁水の影響の大きさをみる実験である。実験結果を図-6に示す。

3. 環境選好性の定式化

実験結果のばらつきが大きい為、分布率の平均および下限の2通りの選好曲線を作成した。水温の選好曲線は分布率の平均より求めた。それぞれの選好曲線を図-7に示す。また、環境因子に対する選好度（忌避度）の大きさを示すウェイトを著者らが提案した選好強度式³⁾を用いて

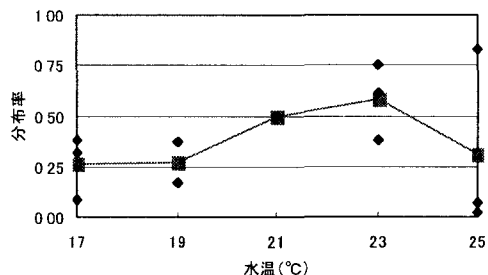


図-4 水温実験結果（成魚）

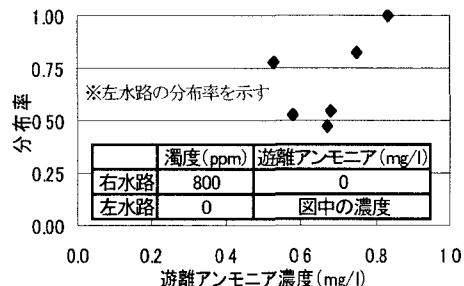


図-5 アンモニア・濁水複合実験

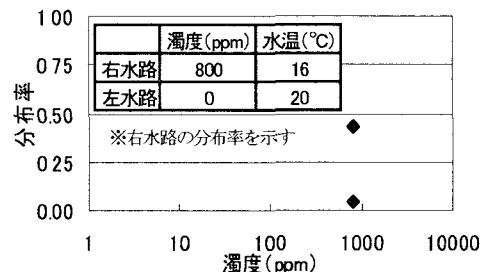


図-6 水温・濁水複合実験

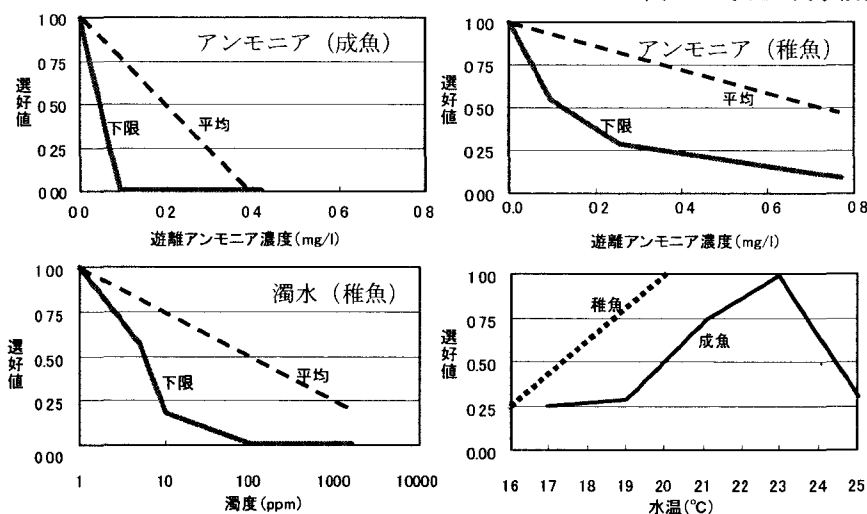


図-7 得られた選好曲線

計算した。算出したウェイト比は〔濁水：アンモニア：水温 = 1.00 : 0.85 : 0.09〕となった。濁水の影響が最も大きく、次いで、アンモニア、水温の順となった。水温の2度の変化は人間では気温10度の変化に相当すると言われている。濁水やアンモニアの影響の大きさがわかる。

4. 濁水中でのアユの行動調査の定量解析

別に発表した濁水中でのアユの行動の調査結果⁴⁾を、稚魚の濁水に対する選好曲線を用いて解析した。この河川では、日中は工事により高濁度となっており、その間、放流したアユは清水の流入部に留まった。夕刻の工事終了後、徐々に濁度が低下するに従ってアユの移動距離が拡大した。この行動を選好値からみた結果を図-8に示す。アユが下流に移動した19時22分以降から、選好値が急速に上昇していることがわかる。アユの移動と選好値の変化には関連性があり、アユが移動できた理由を選好曲線で説明することが可能であることがわかった。

5. 神田川水質とアユの遡上の定量解析

神田川の水量は妙正寺川合流点より下流部では水量の約8割を下水処理水が占めている。水質は、高度経済成長期に急速に悪化したが、その後、下水処理場や下水道の普及等により向上し、1992年9月には、アユが確認された。1986年～1999年の4、6月の一休橋での遊離アンモニア濃度と稚魚の遊離アンモニアに対する選好曲線から選好値を求めた。図-9に選好値の経年変化を示す。図中の縦線は1992年4月を示している。年とともに選好値が上がって行くことがわかる。特に下限の選好曲線では1992年を境に急速に選好値が上昇している。遊離アンモニア濃度の低下が、神田川にアユがかえってきた理由の1つである事は間違いない。

6. おわりに

本研究は、河川環境、特に水質汚濁と魚類の関係を念頭において、アユを対象魚種として、室内実験により、アンモニア・濁水・水温の選好曲線を作成した。その結果を用いて、実河川における濁水に対するアユの忌避行動や遊離アンモニア濃度がアユの遡上に与える影響を説明できた。得られた選好曲線を用いてモデル化を行い、水質汚濁に対するアユの反応をシミュレーションする事も可能であると考えられる。

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, No.55, p16-19, 2000.4
- 2) 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およびる影響、滋賀県水産試験場研究報告, No.46, p9-37, 1997
- 3) 関根雅彦, 浮田正夫, 中西弘, 内田唯史：河川環境管理を目的とした生態系モデルにおける生物の環境選好性の定式化, 土木学会論文集, No.503/II-29, p177-186, 1994.11
- 4) 武下明義, 関根雅彦, 浮田正夫, 今井剛, 樋口隆哉：河川工事による濁水の生物影響調査と現地処理の検討, 環境工学研究フォーラム講演集 (掲載予定), 2002

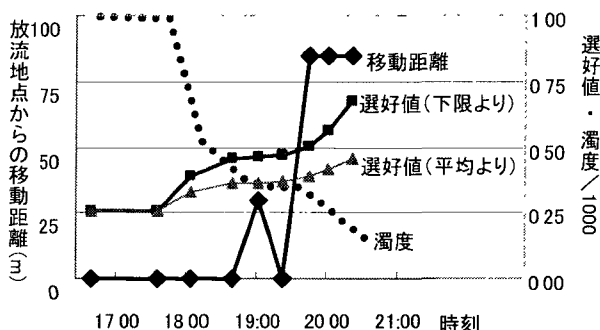


図-8 アユの行動の定量解析

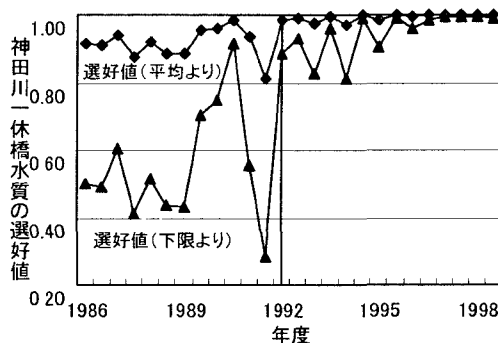


図-9 神田川水質に対する選好地