

# Q 魚が水際部にできる流れの遅い場所を必要とするのは、どんな時でしょうか？



# A 周りの流れが速い時で、泳ぐ力の弱い小さな魚には特に必要とされます。

## ■ 背景と目的

水際部には流心部と比較して流れの遅い場所が形成され、泳ぐ力の弱い小さな魚の生息場所となっています。たとえば、川に潜って注意深く観察すると、小さな魚が流れの遅い水際部に集まっているのを確認できます(写真1)。しかし、このような水際部の重要性は流心部の流れが速い場合と遅い場合では異なるのでしょうか？この疑問に答えるために、流心部の流れの速さを変えた時に、水際部に見立てた流れの遅い場所の利用割合が変化するかを実験的に調べました。



写真1 水際で見られる小さな魚

## ■ 方法

実験には、水辺共生体験館の大型実験水路を利用しました。実験水路の片側の底に流れを弱める装置(鉄製のはしご状構造物)を設置し(図1)、その直上の流れが遅くなるようにしました。観察のために実験水路の横断面を上下左右3等分し合計9つの区画を用意しました。そのうえで、流心部の流れの速さを変化させ、放流した魚が流れの遅い区画の利用頻度を変化させるかを観察しました。実験対象魚には、実際の河川で一般的にみられるオイカワを用いました(写真2)。観察は、体サイズ(大・小)に分けて行いましたが、今回は観察例数が多かった小さいサイズの結果について紹介します。

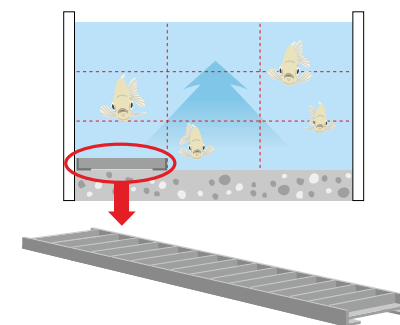


図1 実験イメージ(上)と流れを弱める装置(下)

## ■ 結果と考察

流心部の流れの速さによって、オイカワによる利用区画は顕著に変化しました(図2)。流心部の流れが遅い時には、流れが最も遅いのはしご状構造物の直上の区画をあまり利用しませんでした(図2上段)。一方、流心部の流れが速い時には、その流れが最も遅い区画を多く利用するようになりました(図2下段)。この利用区画の変化は、普段耐えられる流れの速さが体サイズの2~3倍であるという一般則でよく説明できるので、流れの速い区画から遅い区画への避難の結果と考えられます。このように、流れの遅い場所は周りの流れが速い時に、より利用されたことから、水際部にできる流れの遅い場所の重要性も周りの流れによって変化すると考えられます。



写真2 実験対象のオイカワ

8	10	9	5	5	1
6	10	9	14	53	7
2	8	7	1	0	0
17	24	19	0	0	0
17	26	24	25	8	3
3	21	17	56	11	9

流速 (cm/s)                      オイカワの観察例数

図2 流れの速さの変化による魚の利用場所の変化

担当：小野田 幸生、佐川 志朗、上野 公彦、尾崎 正樹、久米 学、相川 隆生、森 照貴、豊場 祐一





# 濁水が付着藻類に及ぼす影響は、流速によって異なるのでしょうか？



# 流速によって、付着藻類だけでなく、堆積する無機物量も変化していました。

## ■ 背景と目的

貯水ダムは多くは、ダム湖に水を貯めると同時に、土砂をその場で堰止めてしまいます。そのため、ダム湖に多くの土砂が堆積することで、貯水できる水量が減少するなど様々な問題が生じます。近年、この問題に対処するため、ダム湖の上下流をつなぐバイパスの建設が検討されています(図1)。これは、洪水時にダム湖へ運ばれる大量の土砂を、バイパスを通すことでダム湖を迂回させるものです。バイパスによって、ダム下流部に土砂を直接送り込むことが可能となり、問題となっていたダム湖への土砂堆積を未然に防ぐことができます。しかし、バイパスを通り、ダム下流部へ流れ出る土砂は、同時に河川水中の土砂濃度の上昇を引き起こし、濁水となり、ダム下流の生態系に様々な影響を及ぼす可能性があります。さらに、洪水時の流量は多く、土砂は非常に速いスピードでダム下流部を流れます。そこで、本研究では、ダム下流部で観察される非常に速い流速を再現可能な管路型回転水路を作成し、高濃度の濁水が付着藻類に及ぼす影響について検討しました。

## ■ 方法

あらかじめ付着藻類を定着させたタイルを管路の中に入れ、平水時の流速を想定した0.5m/sと洪水時の流速を想定した4.0m/sの流速で水路内の水を回転させました。この水路内の水を三段階の土砂濃度に調整し(SS濃度: 10mg/L、1000mg/L、10000mg/L)、24時間、水路を動かし続けました(写真1)。実験後、付着藻類に含まれている無機物量およびクロロフィルa量を測定しました。

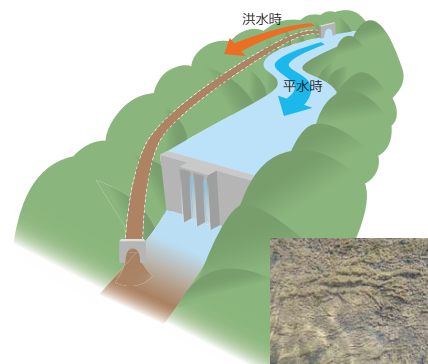


図1 バイパス排砂の概念図(左)とダム下流部で観察される土砂の堆積した付着藻類(右)

## ■ 結果と考察

土砂濃度(SS濃度)が高い濁水を通した水路ほど、付着藻類に含まれる無機物量は多くなっていました(図2)。一方、流速が遅いほど、無機物量の堆積が多くなっていましたが、これは流速が遅いほど土砂(無機物)が沈殿しやすいためと考えられます。一方、クロロフィルa量に対するSS濃度の影響は、流速によって違っていました。流速が遅い実験条件下では、クロロフィルa量に対してSS濃度は影響していませんでした。しかし、流速が速い条件下ではSS濃度が高いほどクロロフィルa量は多くなっていました。これは、付着藻類の表面を無機物が覆うように堆積したことで、速い流水による剥離を防いだためと考えられました。ただし、この無機物による剥離の防止は、付着藻類に到達する光量を減少させてしまうことが予想されるため、一次生産の極端な低下とその後に生じる付着藻類自体の劣化をもたらすことが予想されます。今後、一次生産の変化に焦点を当て、河川生態系にとって健全な濁水のあり方について検討していく予定です。



写真1 実験で用いた管路を流れる各濃度の濁水

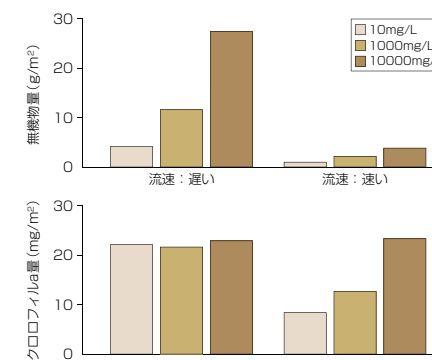


図2 各濁水濃度条件下での付着藻類に含まれる無機物量(上)およびクロロフィルa量(下)

担当: 森 照貴、小野田 幸生、萱場 祐一



Q

1年を通して魚が棲める水路の条件とは？



A

水路底面を覆う土砂と水際の植生、水量が大切です。

■ 背景と目的

川が増水すると水に浸かる氾濫原内の水域は魚類にとって大切な棲家ですが、現在急速に失われています。一方で、本来は氾濫原の水域に依存して生活していたと考えられる魚類が、農業用の水路や水田を利用していることが知られています。しかし、現代的な圃場整備に伴う水路のコンクリート化や用水ー水田ー排水の分離が進むにつれ、水田や水路もまた魚類の棲家としての機能を失いつつあります。ここでは、調査地において水路を利用して複数の魚類の生息条件から、農業用の水路が通年にわたる魚類生息場として機能するための水路環境について考察します。

■ 方法

岐阜県関市の4地域12水路を調査対象としました。各水路に6~16mの調査サイトを2つずつ設定し、魚類の採捕、物理環境(水深、流速、河床材料、カバー率(河岸・水中植生の被覆率))の測定を行いました。農業用の水路を通年の魚類生息場と考える場合、温暖で水量の豊富な灌漑期だけではなく、水量や水温が低下し、魚類の生存条件が厳しくなる非灌漑期(特に冬)も考慮しなければなりません。そこで、調査は灌漑期にあたる6月(春)と8月(夏)、そして非灌漑期にあたる9月(秋)と2月(冬)にわたって行いました。各季節で採捕された魚類の総生息量について、水路底が土砂の水路(土砂水路)とコンクリートの水路(コンクリート水路)との間で比較しました。また、優占種について、各季節で物理環境との関係を検討しました。

■ 結果と考察

8月(夏)を除く3季節において、土砂水路における魚類の生息量はコンクリート水路よりも有意に高いことが分かりました(図1)。これは、少なくとも水路底が土砂で維持されていれば、農業用の水路が多くの魚類の通年にわたる生息場として機能することを示しています。8月に差が見られなかったのは、魚類の移動が活発なため、特定の水路環境への依存性が低下していたためと考えられます。温暖な時期(6月、8月、9月)において、優占種のうち4種は泥、砂、小礫のいずれかと正の関係性を示しましたが、寒冷な冬(2月)においては、4種がカバー率と、1種が水深と正の関係を示しました(図2)。以上のことから、農業用の水路が1年を通して多様な魚類の生息場として機能するためには、①水路底の土砂、②水際の植生、③特に非灌漑期における水深を維持するための水量が必要であることが分かりました。

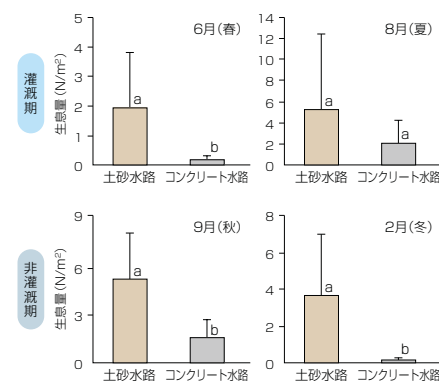


図1 土砂水路とコンクリート水路における季節ごとの総魚類生息量の比較 (バーの上の異なる文字は統計的有意差があることを示す)

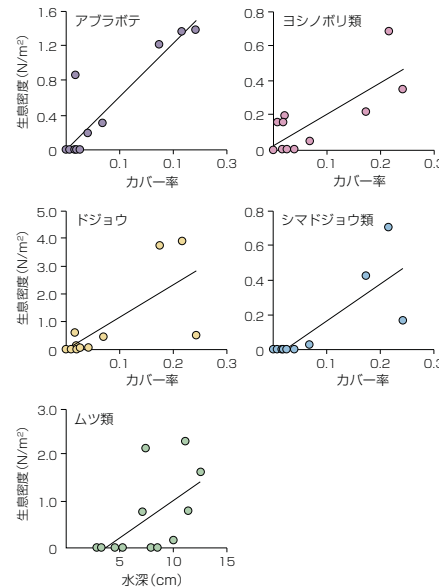


図2 2月(冬)における優占種5種の生息量とカバー率もしくは水深との関係

担当：永山 滋也



# Q 人工水草を入ると池の透明度が向上するのですか？

# A 動物プランクトンに棲家を提供し、これらが植物プランクトンを食べることで水の透明度を高めます。

## ■ 背景と目的

湖沼や池では、夏になると水が緑色に濁る場所を見かけます。水の濁りがひどくなると、水草が無くなり、水草に依存する小魚などの生息場も減少し、親水性のみならず水界の生態系バランスが崩れてしまいます。ここでは、水草とこれに代わる人工水草がもつ水質の安定化機能について簡単な実験結果を紹介しましょう。

## ■ 方法

実験池（水深は0.9m）に直径25cm高さ1mの透明なアクリル製の筒を用意し、ケース1は何も入れず（対照区）、ケース2・ケース3には鉢植えの水草（クロモ区）、人工水草（人工藻区）を入れました（図1）。各筒の中間地点に、DO・水温・クロロフィルの計器を設置し自動計測を行いました。また、実験中は約2日に1回のペースで採水し、筒内の水質変化を測定しました。実験期間は9月8日から19日とし、13日の採水後に筒内の水量に対して全窒素含有量が2ppm増加するように液体肥料（ハイポネックス液）を加え、栄養塩濃度の上昇に伴う筒内の水質変化をみました。さらに、実験前後に池と各筒で採水を行い、動物プランクトンの簡易指標として94μmの網で濾過したPOC（懸濁態有機炭素）および植物プランクトン数を分析しました。

## ■ 結果と考察

液体肥料添加後、筒内のリン酸態リンの濃度は、ケース2の水草有りのケースで低く、ケース1・3ではほぼ同等となりました（図2）。よく知られているように、水草は、成長に栄養を利用するので水中の栄養塩が低下するわけです。次に、DO (%) の変動を比較すると、ケース1で飽和度が高いですが、ケース2・3ではほぼ同様でした（図3）。表1を見るとケース1だけ植物プランクトンが1桁多いので、DO変動の違いは、植物プランクトンの光合成量の違いと考えられます。また、同表のPOCを見ると、ケース2・3ではPOCが大きく、植物プランクトンが少ないことがわかります。これは、水草・人工水草の表面に付着生物が現れ、物質収支が変化することで、植物プランクトンの増加が抑えられ、動物プランクトンが増加したものと考えられます。最後に、写真1に実験終了時の各筒の様子を示します。植物プランクトン量の多いケース1では透明度が低く、逆にケース2・3では透明度が著しく高いことがわかります。この例のように、水草や人工水草は、水の透明度を高めるとともに、水界における生態系の安定化にも寄与している可能性があります。

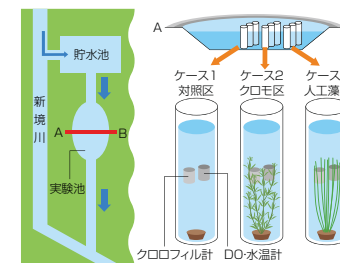


図1 実験模式図

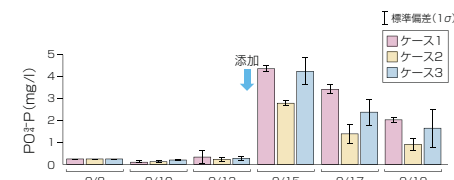


図2 リン酸態リン (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>P) の変化

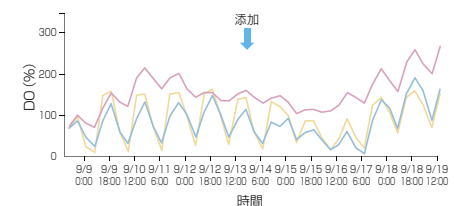


図3 DO (%) の変化(平均)

	ケース1	ケース2	ケース3	池
植物プランクトン (個数/ml)	257,000	50,000	25,000	205,000 (前:26,000)
POC (mg/l)	0.08	0.61	0.38	0.08 (前:0.05)

表1 各筒所でのプランクトン量の違い

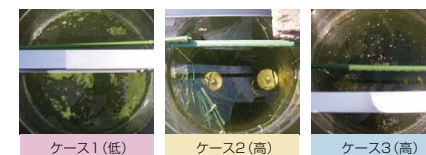


写真1 実験終了時の各筒の透明度

担当：大石 哲也、小野田 幸生