

ヌマエビを用いることによる流れ藻の削減効果と生態系への影響

環境計画研究室 大竹智子

1. はじめに

近年、湖沼の富栄養化に伴う水質悪化の改善策として既存生態系への負荷が少ない方法が考えられており、中でも自然の浄化機能を活用した水質改善が目ざされている。例として、水生植物の一種である沈水植物（以降水草と呼ぶ）による湖内の栄養塩吸収が挙げられる。しかし、湖沼の水質浄化が進み透明度が上昇する一方で、水草の異常繁茂が流れ藻を生じさせ、漁船の航行、景観等に悪影響を及ぼし始めている。琵琶湖南湖では水草の分布範囲が拡大し、流れ藻が大量に発生している。鳥取県の東郷池においても湖岸に流れ藻が漂着し悪臭を放っている現状にある。

流れ藻を減らす方法として、ソウギョやワタカ等の草食動物を用いた水草摂食による削減が挙げられる。しかしこれらの魚類は水草を食べ尽くしてしまう恐れがある。そこで本研究では、新たな流れ藻の削減策としてヌマエビに着目し、水草摂食実験を行った。水温や水草の種類等、実験条件の違いによる摂食量の変化を把握し、これらの結果からヌマエビを用いた流れ藻削減効果を導くことを目的とした。さらに、ヌマエビを湖沼に導入した場合に考えられる生態系への影響についてシミュレーションモデルを用いて評価した。

2. 研究方法

2.1 研究概要

本研究は水草摂食実験、底質実験、生態系シミュレーションモデル構築の3つに構成される。水草摂食実験は、ヌマエビが1週間でのどの程度水草を摂食するか把握するために行った。底質実験はヌマエビによる水質や底質の変化を把握するために行った。これらの実験結果を用いて生態系シミュレーションモデルを構築し、ヌマエビによる流れ藻削減効果と生態系への影響を評価した。

2.2 水草摂食実験

本研究ではマツモ、ホザキノフサモ、エビモの3種類の水草を用いて摂食実験を行った。実験で使用する水は、淡水湖を再現したカルキ抜き水道水を使用した。深さの浅い容器に水道水を入れ、エアレーションをかけてカルキ（塩素）を除去した。エアレーションは夏場には3日間、冬場には6日間施した。図2のように1Lビーカーに水1000mL、水草約1.0g-wet、ヌマエビ1匹（約0.1g-wet）を入れた小規模の実験装置を作成し、インキュベータに設置して1週間の水草摂食実験を行った。水温の違いによる水草摂食量の変化を調べるために実験条件を18℃、25℃、28℃に設定した。また、水草の状態で摂食量に変化があるか調べるために、浮遊状態と固定状態のビーカーを作成した。バクテリアによる水

草の分解も考えられるので、ヌマエビを入れないブランク実験も行った。



図2 摂食実験の実験装置概略図

2.3 底質実験

実験を始める前に湖山池湖岸付近で底質を採取し、カルキ抜き水道水を用いて塩分を除去する操作を数回行った。塩分除去後は底質をよくかき混ぜ、バケツに入れて常温で保管した。摂食実験で使用する実験水は、摂食実験と同様の淡水湖を再現したカルキ抜き水道水を使用した。図3のように1Lビーカーに底質約200g-wet、水800mL、ヌマエビ1匹（約0.1g-wet）を入れた小規模の実験装置を作成し、インキュベータに設置して1週間の底質実験を行った。水温は18℃、25℃、28℃に設定した。また、バクテリアの水草分解による減少を考慮して、ヌマエビを入れないブランク実験も行った。さらに、水草による巻き上げ抑制も考えられたので、水草を沈めたビーカーも作成して実験を行った。

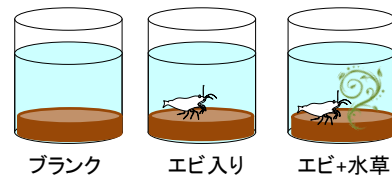


図3 底質実験の実験装置概略図

2.4 生態系シミュレーションモデルの構築

本研究では、ヌマエビが生態系に与える影響に着目し、栄養塩、植物プランクトン、水草、底質を構成要素とした数値シミュレーションモデルを構築した。図4にシミュレーションモデルの概念図を、図5にモデル式と係数を示す。

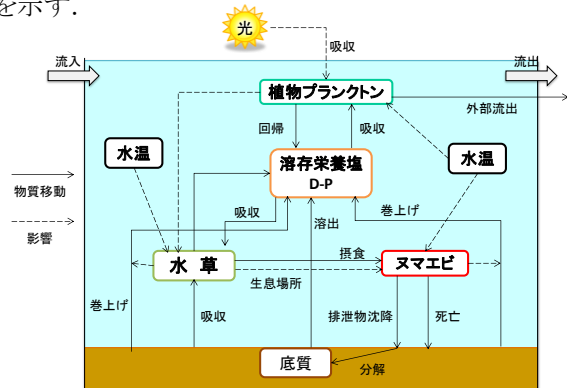


図4 シミュレーションの概念図

$$\frac{dN}{dt} = m_n(P, B, S) - r_n(N, P, B, I, T) + L_{in} - L_{out} + j(B, S) + u(B)$$

$$\frac{dP}{dt} = r_p(N, P, I, T) - m_p(P) - e(P)$$

$$\frac{dB}{dt} = r_b(N, P, B, I, T) - m_b(B) + h(B) - u(B) - f(S, T)$$

$$\frac{dS}{dt} = f(S, T) - m_s(S)$$

- N: 水中の栄養塩量(リン) (mg-P/L)
- P: 植物プランクトン量(リン換算) (mg-P/L)
- B: 水草量(リン換算) (mg-P/L)
- S: スマエビ量(リン換算) (mg-P/L)
- I: 光強度 (cal/cm²/day)
- T: 水温 (°C)
- L_{in}: 流入負荷量(リン) (mg-P/L/day)
- r_{p,b}: 増加項(植物プランクトン, 水草) (mg-P/L/day)
- m_{p,b,s}: 回帰・死亡項(植物プランクトン, 水草, スマエビ) (mg-P/L/day)
- L_{out}: 流出負荷量(リン) (mg-P/L/day)
- h(B): 根からの吸収速度(リン) (mg-P/L/day)
- j(B,S): 底質からの巻き上げ量(リン) (mg-P/m²/day)
- u(B): 非吸収項 (mg-P/L/day)
- e(P): プランクトンの外部への流出項 (mg-P/L/day)
- f(S,T): スマエビの摂食量(リン) (mg-P/L/day)

図5 モデル式と係数

3. 水草摂食実験の結果と考察

1 週間の水草摂食実験を行った結果、水温、水草の種類によって摂食量に変化が見られた。図6に水草の種類、水温別に摂食量を示す。水温の変化で摂食する水草の種類が変わることが判明した。水温 25°C においてはスマエビの嗜好にほとんど変化はないが、25°C からずれると嗜好性が変化した。以上のことからスマエビを用いて水草を減らすには、嗜好に偏りがないと考えられる水温 25°C が最も適しているといえる。

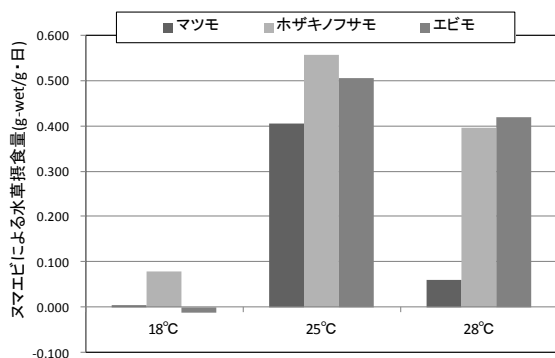


図6 水草種類別の摂食量

実験前後の水質 TOC, T-N, T-P を分析して変化量を算出した。実験終了時の水質は初期よりも悪化していた。しかし、スマエビによる悪化よりも、バクテリアの分解、水草からの溶出による影響が大きいという結果になった。

4. 底質実験の結果と考察

水温 25°C で 1 週間の底質実験を行った結果、水の TOC 量は図7のようになった。「エビ入り」の TOC 量は初期と比較してほとんど変化がなかった。「エビ入り」で水質変化が少なかったことから、スマエビの底質巻き上げや排泄物による水質悪化は少なく、バクテリアによる水草分解や水草からの溶出による水質変化の方が大きかったといえる。

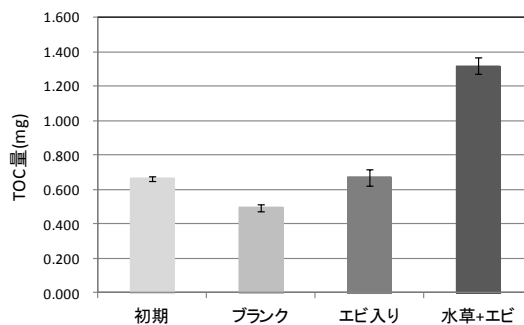


図7 底質巻き上げ実験前後の水質

底質の TOC を分析すると図8のようになった。「エビ入り」の TOC 量は、初期やブランクの TOC 量とほとんど差がなかった。このことから、スマエビによる底質悪化は少ないと考えられる。

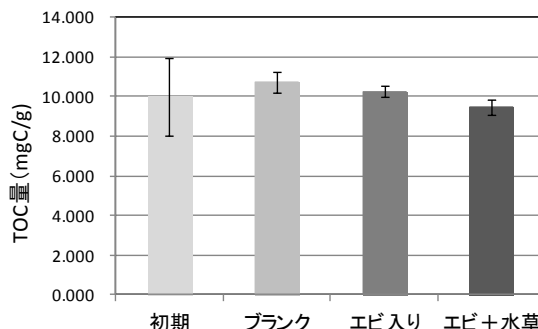


図8 底質巻き上げ実験前後の底質

5. シミュレーション結果と考察

スマエビを投入する前は、水草は増加傾向を示したが、スマエビを投入したことで水草は減少し、やがて全滅した。スマエビの導入によって、水草繁茂が抑制されることが確認できた。また、スマエビを導入しても栄養塩の増加は少ないことから、スマエビによる湖沼環境への影響は少ないと考えられる。

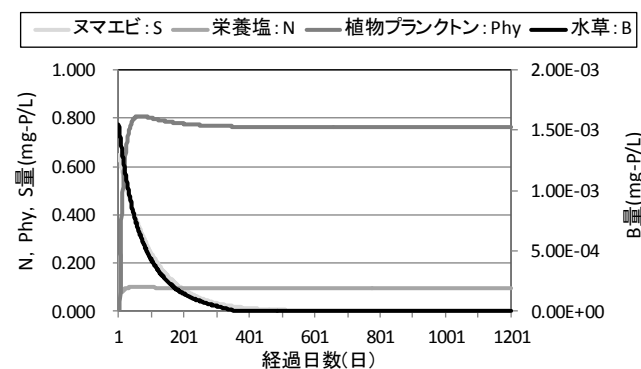


図9 スマエビの初期量 0.650(mg-P/L)の場合のシミュレーション結果

6. まとめ

本研究ではスマエビによる水草削減の効果を検討した。スマエビを用いることで魚類よりも流れ藻の削減が期待できることがわかった。また、水質・底質の悪化が懸念されたが、スマエビによる影響は少なく、バクテリアの分解や水草による影響の方が大きいと考えられる。