



ミジンコの採餌能力

—水浄化に果たす役割

■実験のねらいと特徴

緑藻類で緑色に濁った水にミジンコを入れ、一定時間おいた後に水の濁り具合を測定する。ミジンコを入れた水と入れなかった水で比較し、ミジンコの採餌能力（浄水能力）を調べることで、生態系における1次消費者の役割を考察する。

- ・ 準備 1) 材料、試薬、器具の準備
- ・ 前説明 1) ミジンコについて
2) 生態系ピラミッドについて
3) マイクロピペッターの使用法
4) 分光光度計の原理と使用法
- ・ 実験中 1) ミジンコを緑藻類の入った溶液にセット
2) 溶液の濁度を分光光度計で計測
- ・ 実験後 1) レポートの作成・提出
2) ミジンコの回収・片付け

■はじめに

生物は、生態系内での働きに応じて、「生産者」「消費者」「分解者」にわけることができる。「生産者」は、光エネルギーなどを原動力に二酸化炭素や窒素を材料にして有機物を生産し、「消費者」は、生産者が合成した有機物を利用する。「分解者」は、これらの生物の排泄物や死骸を無機物に分解する（図1）。ミジンコは、主に植物性プランクトンやバクテリアを食物とする消費者で、小型魚類等（二次消費者）の餌になる生物である。生産者によって作られた大量の有機物を高次の消費者へ受け渡していく「架け橋」的存在で、生態系の中でも重要な位置にいる（図2）。

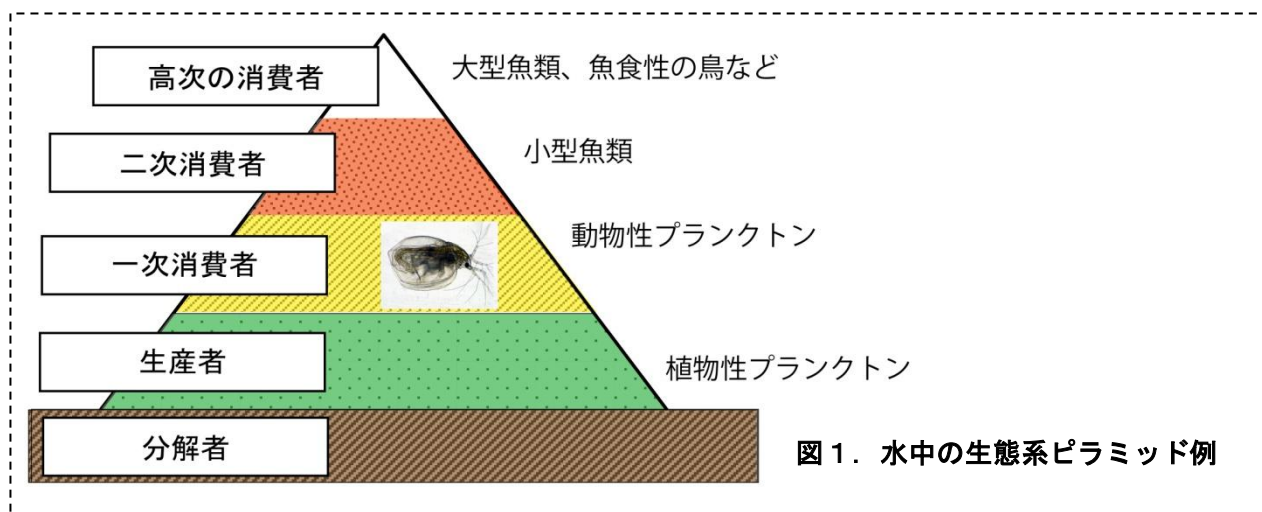


図1. 水中の生態系ピラミッド例



図2. 微生物ループと食物連鎖

微生物ループの中のみジンコやワムシが小型の魚に捕食される。より高次の消費者へエネルギーの橋渡しをしているように見える。

魚画像は、情報処理推進機構 教育用画像素材集

<http://www2.edu.ipa.go.jp/gz/>より改変

アオサギ写真は、東京都立大学 動物生態学研究室

白井剛氏提供より改変

ミジンコは、第2触角で遊泳し、肢を活発に動かすことにより水流を作る。この水流により、緑藻類などの餌は、体前面の割れ目から直接体内に流れ込み、頭部下付近で濃縮され、大鰓付近から飲み込まれる（図3参照）。飲み込まれた餌は、腸で消化吸収される。緑藻類によって濁った水にミジンコを投入すると、ミジンコの採餌に伴って、次第に透明度の高い水になっていくのが観察できる。

ここでは、オカメミジンコを使った実験を紹介する。

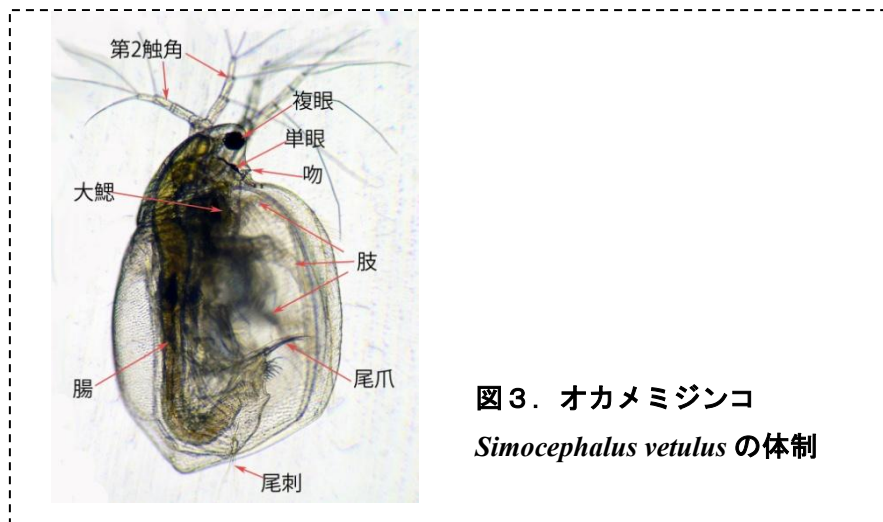


図3. オカメミジンコ

Simocephalus vetulus の体制

■ 目的と課題

(目的1) 緑藻を含んだ水の濁度と吸光度 (光学濃度 0.D (Optical Density)) の関係を理解する。

課題1 : 緑藻を含んだ水の吸光度を測定し、濃度との関係を表1に記録し、グラフに表し、検量線を引く。

(目的2) オカメミジンコの採餌能力 (水浄化能力) を測定する。

課題2 : 緑藻を含んだ水 100 μ l にミジンコ 3 匹を 30 分間入れ、吸光度の変化を調べる。

課題3 : 緑藻を含んだ水 100 μ l の濁りを半分に浄化するには、オカメミジンコ 3 匹で何分かかかるか。また、同じ水 1 リットルを半分の濃度に 24 時間で浄化するには、何匹のオカメミジンコが必要かを計算によって求める。

課題 4 : 1 次消費者の役割を考察する。

■材料

オカメミジンコ (*Simocephalus vetulus*) (3 匹/2 人) : 飼育法は、片田真一 (2009) に詳細に記載、下記 URL 参照 http://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/listitem.php?index_id=37

■試薬

緑藻を含んだ水 : 大型培養瓶 (9 リットル) に水 8 リットル、野外水槽で採取した濃緑色の水 10ml、ハイポネックス 1ml、鶏糞一つまみを入れ、蛍光灯を一日中当てながらエアレーションする。2 週間程度で濃い緑色の水となる。この緑色の水からはクロレラ様の緑藻、ゴレンキニア属 (*Golenkinia*) に似た緑藻および同大の鞭毛虫類が多数認められた。

■器具 (図 3)

- ・シャーレ (1 個/2 人)
- ・PCR チューブ (2 本/2 人)
- ・ピペット (1 本/2 人)
- ・P200 マイクロピペッター (1 本/2 人)
- ・分光光度計とセル (1 台)

今回分光光度計は GE Healthcare 社 GENE QUANT 100 を、セルには 80 μ l 用使い捨てプラスチックセルを使用した。

- ・時計 (1 台/2 人)
- ・グラフ用紙



図 3. 器具

左 : ピペット、マイクロピペッター、ミジンコ、PCR チューブ 右 : 分光光度計

■実験手順

(1) 緑藻を含んだ水の吸光度

- ①「緑藻を含んだ水」を「ミジンコ飼育水」(図 4) で倍々に希釈して、濃度の異なる「緑藻を含んだ水」を用意する。濃度は、原液、1/2 倍、1/4 倍、1/8 倍の 4 種類。

- ② 600nm の波長の光を用いて、濁度を測定する。「ミジンコ飼育水」での値が0になるように補正した後に、測定を行う。
- ③ 結果を表1とグラフ1にまとめ、検量線を引く。

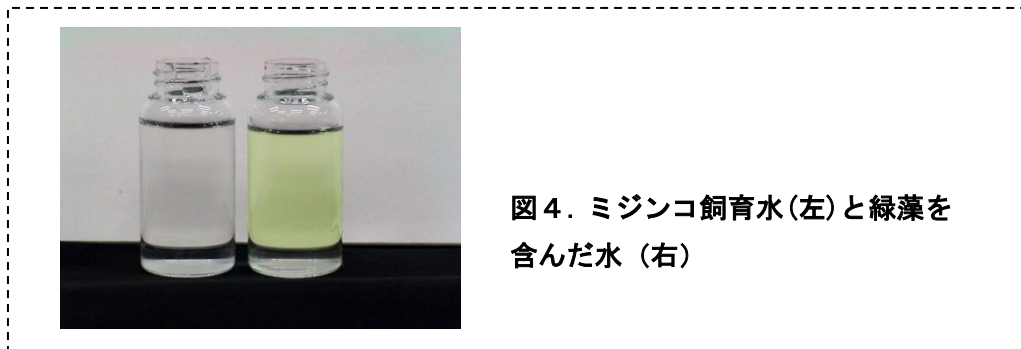
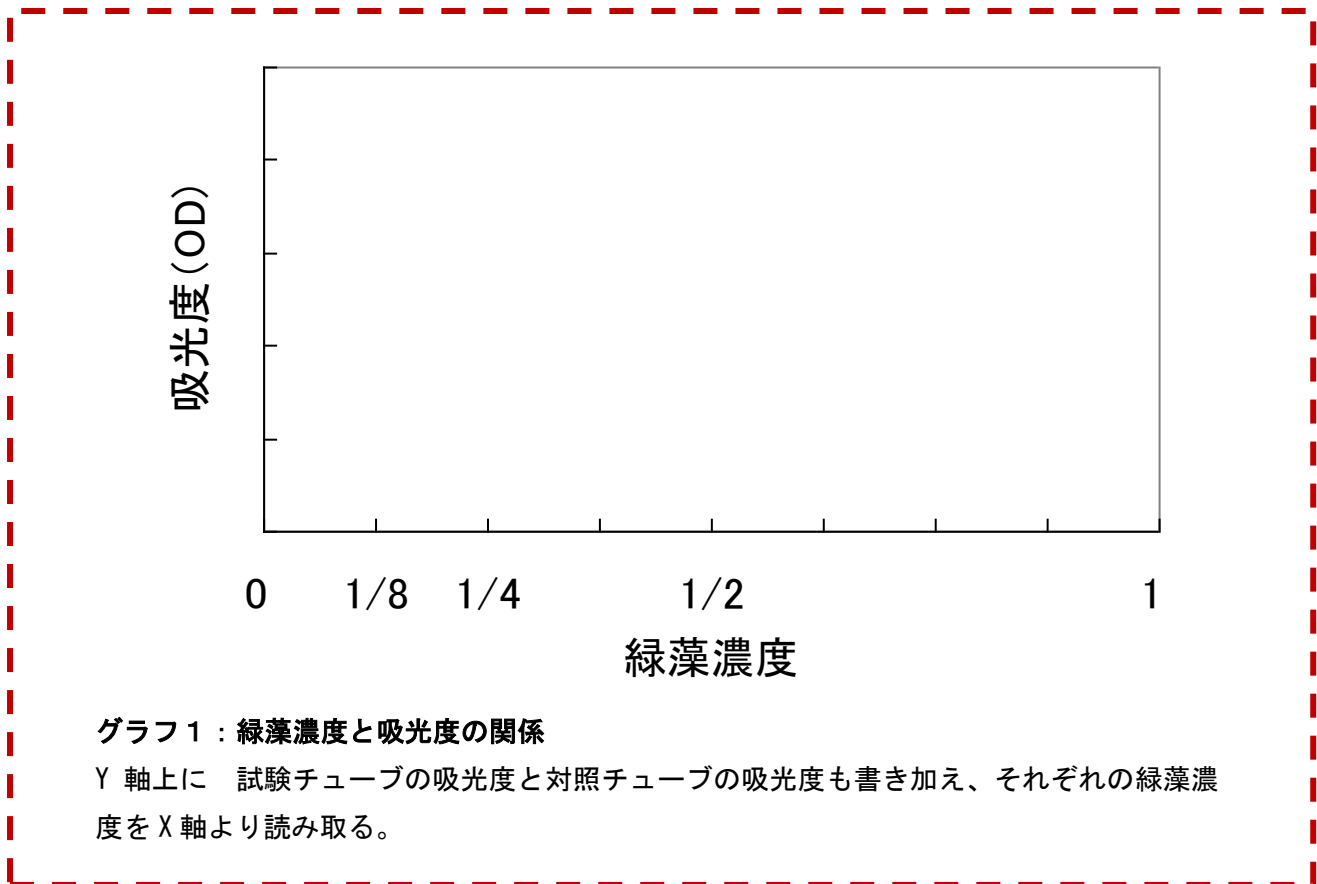


表1. 緑藻を含んだ水の吸光度

濃度	1 (原液)	1/2	1/4	1/8
OD (吸光度)				



(2) オカメミジンコの採食能力

- ① 吸い込み口がミジンコより大きいピペットを用い、ミジンコ 3 匹を PCR チューブに入れる^{注1}。

- ② ミジンコ入りチューブ内の水を $200\mu\text{l}$ になるように、ミジンコより吸い込み口の小さいピペットを使って調整する(図5)。



図5. PCR チューブとミジンコ

- ③ マイクロピペッターで、ミジンコ入りチューブ内の水を $100\mu\text{l}$ 取って捨てる (チューブ内の水は $100\mu\text{l}$ になる)。
- ④ 緑藻を含んだ水 $100\mu\text{l}$ をマイクロピペッターで、チューブに入れる (ミジンコ入りチューブ内の水は $200\mu\text{l}$ になる)。
- ⑤ ミジンコ入りチューブに蓋をし、タッピングで水を攪拌する^{注2}。
- ⑥ チップを新しくしたマイクロピペッターで、ミジンコ入りチューブの溶液 $200\mu\text{l}$ の内 $100\mu\text{l}$ を新しいチューブに分注する。ミジンコの入っているチューブを試験チューブ、ミジンコの入っていないチューブを対照チューブとする(この時点では両チューブの緑藻の濃度は同じはずである)。
- ⑦ 30分放置する。
- ⑧ チップを新しくしたマイクロピペッターで、試験チューブ、対照チューブのそれぞれから $80\mu\text{l}$ を取って分光光度計で吸光度を測定^{注3}し、結果を表2にまとめ、グラフ1にも書きこむ。
- ⑨ 課題の値を計算する^{注4}。

表2. ミジンコを入れた水の30分後の吸光度の変化

	試験チューブの水	対照チューブの水	差
OD (吸光度)			

■ポイントとトラブルシューティング

注1 : ミジンコは出来るだけ大きな個体を選ぶ。オカメミジンコの場合、 1mm 以上の個体が望ましい。他種ミジンコを使用する場合、これと同等の大きさのものが良い。

注2 : ミジンコが死なない程度に十分に攪拌する。

注3 : 違うチューブの水を吸引する前には新しいチップに交換する。

注4 : ミジンコの生理的な状態、ピペッティングの不慣れさなどが原因となり、必ずしも思い通りの結果が得られるとは限らない。そのため、データは班やクラスで共有し、平均値から浄化能力を計算する。

■実習を成功させるための留意点

実習前

- ・ ミジンコの準備には時間がかかる場合がある。少なくとも2週間はみておく。
- ・ ミジンコ飼育水は、できるだけ透明になるように、実験前1週間くらいは餌を与えないでおく。
- ・ 緑藻の濃度によって、実験に使用するミジンコの数や希釈濃度、実験時間を調整する。
- ・ ミジンコが吸収できる緑藻には限りがあるため、可能な限りPCRチューブ内の水を少量にした方が結果はクリアに出る。分光光度計も少量(80 μ l以下)で計測できるものを準備する必要がある。

実験中

- ・ 対照チューブに溶液をとりわけるとき、緑藻の濃度が均一になるように注意させる。

■本実験の発展

『ミジンコの形態と採食様式の観察』と合わせて行うことで、より理解を深めることができる。

■参考映像

慶應義塾大学日吉特色 GP Web ページにて公開中



■参考文献

- 上野益三 (1973) 枝角目、In: 日本淡水生物学、川村多實二原著、上野益三編修、北隆館、東京 409-430pp
- 片田真一 (2009) 新しい生物学学生実験の開発 I-仮説検証的要素をもったミジンコの観察-。Hiyoshi Review of Natural Science, Keio University No. 44
- 滋賀の理科教材研究委員会 編 (2005) 日本の淡水プランクトン、図解ハンドブック、合同出版
- 田中正明 (2002) 日本淡水動植物プランクトン図鑑、名古屋大学出版会
- 永田俊 (1993) 微生物ループと水圏物質循環-溶存有機物の生成と分解をめぐって、Bulletin of Japanese Society of Microbial Ecology 8: 149-155
- 水野壽彦 (1964) 日本淡水プランクトン図鑑、保育社