

真珠養殖を兼ねた淡水二枚貝による 霞ヶ浦の水質浄化に関する基礎的研究

土浦第一高等学校 2年 小野双葉 笹 菜穂 松田奈々
指導教員：増子勝男 臼井健司 高田亜紀

要旨

霞ヶ浦では水中の窒素やリンなどの栄養塩類が増殖して富栄養化が進行し、1970年頃からミクロキスティス属を中心としたラン藻類が大量に発生する現象（アオコ）がしばしば見られるようになった。現在ではアオコが発生する頻度は減少したものの、富栄養化は依然として大きな課題であり、霞ヶ浦周辺の環境や、景観、私たちの生活にも影響を与えている。

本研究では、富栄養化を改善する取り組みとして、霞ヶ浦に生息する淡水二枚貝による真珠養殖に着目した。淡水二枚貝は濾過摂食者であり、珪藻類などの植物プランクトンの捕食を通して富栄養化の原因となる栄養塩類を体内に吸収する。真珠養殖においては、イケチョウガイやマルドブガイが使われ、真珠核を入れたそれらは最終的に陸揚げされ、取り込んだ栄養塩類は霞ヶ浦の外へ取り出される。

本研究では、宍塚大池でマルドブガイとイケチョウガイの養殖をし、その成長を確認した。さらに、それらの貝を用いて霞ヶ浦の水の浄化実験を行い、水中の窒素、リン、CODの量の変化を調べた。その結果、淡水二枚貝は懸濁態として存在する物質を吸収し、窒素やリンを減少させる働きがあることがわかった。また、その働きには真珠核の有無による違いは見られなかった。よって、霞ヶ浦での淡水真珠養殖は霞ヶ浦の富栄養化の改善に有効であると考えた。

真珠の販売は地域経済の振興に役立つと考え、海外フィールドワークでは、外国での真珠の認知度についてや、水資源を取り巻く環境を調査し、真珠のもたらす経済効果や世界的な水質問題への解決の糸口を探った。

Abstract

In Lake Kasumigaura, the eutrophication was caused by water which was used for social-economy activity. This has caused a mass generation water bloom since 1970s. “Water bloom” is the phenomena that blue-green algae which mainly consists of microcystis i. Now, though frequency of it is decreasing, it is still affecting not only the environment around Kasumigaura, but also landscape, our lives.

In order to solve this problem, we focused on pearl cultured by fresh water clams, which live in Kasumigaura. They eat phytoplankton by filter feeding, and absorb nutrition in water, and at last they are caught out of Kasumigaura to take pearls. This means that the nutrition they absorbed are gotten rid of from L. Kasumigaura. In this study, we first grow Chinese pond mussels (*Anodonta callipygos*) and pearly freshwater mussels (*Hyriopsis schlegelii*) in Shishitsuka pond in Tsuchiura city. we measure the length, height and depth of shell in regular basis. Then, we used them as a part of some experiment to purify water in L. Kasumigaura. In the experiment, we analyzed change of the amount of N, P, and COD.

As the result, clams decreased the amount of suspended nutrition, and there was no difference according to whether clams have pearl nucleus or not. Therefore, we considered that culturing pearls by fresh water clams help us to solve the eutrophication.

What is more, in this project, we can sell pearls, dynamizing the economy in Ibaraki. During our fieldwork abroad, we made Japanese cultured pearls recognition surveys.

はじめに

1-1. 研究背景

1960年代後半より、霞ヶ浦の西浦では富栄養化が顕著になり、その後、ラン藻類を中心とする植物プランクトンが大量に発生するアオコが頻繁に見られるようになった。茨城県は1980年代から本格的に富栄養化対策を行い、西浦のアオコ大発生は2000年代に収まるが、富栄養化の原因である窒素やリンなどは人間の社会経済活動によって供給され続けている。

従来の富栄養化の対策としては、湖底泥を浚渫することでリンや窒素などの栄養塩類を除去する方法がとられている。しかし、山室真澄(1997)は、以下のような「食物連鎖を利用した水質浄化技術」によって栄養塩類を湖外に持ち出すことにより、効果的な富栄養化の対策方法を提唱している。(1) 富栄養化の原因物質となる栄養塩類は、“邪魔もの”扱いをされることが多いが湖内の一次生産者である植物プランクトンにとっては必要不可欠な物質であり、それが豊富にあること自体は問題ではない。問題なのは、栄養塩類よりも植物プランクトンの異常増殖である。

(2) 植物プランクトンの異常増殖を抑えるには、植物プランクトンを摂食する一次消費者で濾過摂食者の二枚貝が有効であり、宍道湖においては植物プランクトンが大量発生する夏季に活動が活発化するヤマトシジミの存在が重要である。(3) 植物プランクトンを摂食することで間接的に窒素やリンを吸収したヤマトシジミが、漁獲により湖の外に持ち出されることによって、水中の栄養塩類の除去につながる。(4) しかし、霞ヶ浦ではヤマトシジミが生息せず、植物プランクトンを食べる濾過摂食者のユスリカの幼虫は夏季に休眠するため、植物プランクトンの増殖を抑制することは期待できない。そのため、植物プランクトンの年間増殖量が宍道湖と同程度である霞ヶ浦では食物連鎖を利用した水質浄化は不可能である。

そこで、私たちは淡水二枚貝による水質浄化を提唱する。淡水二枚貝はヤマトシジミと同様に植物プランクトンを直接食べ、夏季に活発化するため、植物プランクトンの増殖をおさえることができる。また、真珠の養殖により淡水二枚貝が漁獲対象となり、水中の栄養塩の除去に役立つ。

1-2. 真珠養殖に使われる淡水二枚貝を用いた水質浄化システムとその構築

マルドブガイ(学名: *Anodonta calipygos* Kobelt)、イケチヨウガイ(学名: *Hyriopsis schlegeli*)などの淡水二枚貝は幼生が他の魚類に寄生する時期があり水生生物と共存とのかかわりが大きい。更に水を浄化する能力を持ち、真珠養殖の母貝となることもできる。また、貝は一次消費者(図1)、つまり栄養物質を取り込んだ植物プランクトンを直接食べる動物である。富栄養塩類を減少させるには水中の窒素、リンを削減するには水中からそれらを持ち出さなければいけない。貝は食べたものの一部を同化するため魚獲することによって、二次消費者以上を魚獲するよりも多くの窒素やリンを水中から引き揚げるのが可能となり除去効率も高くなる。また魚獲後、食品に加工するなどの有効利用も可能となる。また、貝は植物プランクトンの増殖が活発になる夏期に同時に増殖するため、植物プランクトンが異常増殖を防ぐことができる。例として、ヤマトシジミの漁獲量が日本一の島根県の宍道湖では、一次総生産量(植物プランクトンの単位面積当たりの年間増殖量 $730\sim 1100\text{ g C/m}^2$)が霞ヶ浦(750 g C/m^2)と同程度にもかかわらず、富栄養化を引き起こしていない(山室 1997)。これは、ヤマトシジミが植物プランクトンを摂食し、食用に漁獲されることで、植物プランクトンのもとより、栄養物質が湖外に持ち出されているからだ。また、ヤマトシジミ一頭あたり(殻長約 2.5 cm 質量約 6.0 g)のろ過速度は、濁度の減少は 0.46 mg/L/h/個 、CODの減少は 14 ppm/h/個 であることが確認されている(平川・大島 2001)。

以上を踏まえ、私たちは富栄養化により水質汚濁を起している湖水の水質浄化ビジネスを考えた。具体的には以下の3つの要素から成り立っている。(図2)まず、淡水二枚貝を霞ヶ浦で生育し水質浄化に貢献する。同時にそれらの貝によって真珠を養殖し販売することで資金を調達する。そしてその水質改善は、生物多様性の維持につながる。この計画の画期的な点は、真珠を生産しアクセサリーなどの製品に加工し需要を作り出すことで、地域への経済効果が見込めるところだ。

湖沼の富栄養化は霞ヶ浦だけではなく、世界各地の湖沼で起きている。湖沼の水を飲用することにより生命を脅かしかねない。またマイクロキスクスなどの異常発生は景観を悪くする。このような事態が深刻になる前に、この計画を世界でも応用できるビジネスにしたいと考えている。

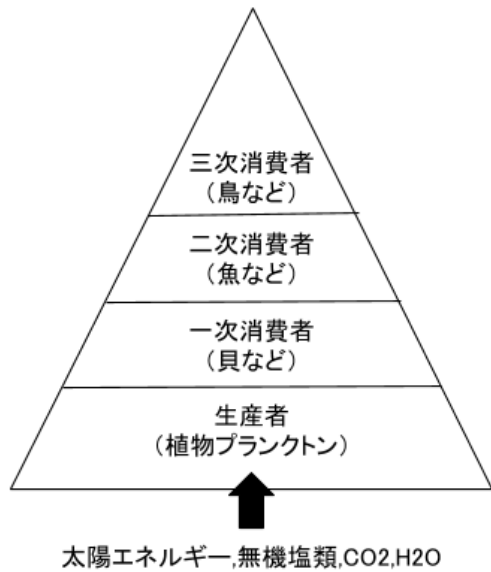


図 1：湖沼における食物連鎖を示す概念図



図 2：淡水真珠養殖を利用した水質浄化の概念図

材料と方法

1-1 穴塚大池での飼育と成長

貝の成長と真珠核の影響に関する基礎的データを取ることを目的に、実験に使用する貝を育てるために、土浦市穴塚にある穴塚大池（面積 0.033 km²）でマルドブガイ、イケチョウガイを飼育した。

マルドブガイ、イケチョウガイは以下のように分類した。（表 1）

表 1：飼育した貝の分類

貝番号	貝の種類	飼育期間	真珠核の有無	場所
A001~010	マルドブガイ	2015年11月～	真珠核を入れた	湖心に配置
A101~110	マルドブガイ	2015年11月～	真珠核を入れていない	湖心に配置
B001~010	マルドブガイ	2015年11月～	真珠核を入れた	養殖当初は谷津に配置 途中から湖心に 移し替えた
B101~110	マルドブガイ	2015年11月から 飼育を始めた	真珠核を入れて いない	養殖当初は谷津に配置 途中から湖心に 移し替えた。
E001~003 (付録参照)	マルドブガイ	2017年7月～	真珠核を入れて いない	湖心に配置
F001~006	イケチョウガイ	2017年7月～	真珠核を入れて いない	湖心に配置

計測は、2015 年は 11 月 18 日（A,B を養殖開始）、11 月 23 日（A を湖心、B を谷津に移動）、12 月 12 日、2016 年 1 月 17 日、1 月 30 日（計測項目に湿重量追加）、2 月 25 日、4 月 30 日、7 月 3 日、8 月 6 日、10 月 23 日、12 月 11 日、2017 年 4 月 30 日、5 月 28 日、6 月 17 日、7 月 22 日（E,F を湖心で養殖開始）、8 月 26 日（水面に植物が大量に繁茂していたため、B001~010 の籠しか見つからず）、10 月 16 日（生き残っていた貝のみの計測）に、スケールで殻長、殻高、厚さを 0.1 mm 単位で、電子ばかりで湿重量（許容重量である 200g を超えた個体については別のはかりを使用）を 0.1g 単位で計測した。その他、土浦市の気温、計測開始時の空模様を記録し、湖心における湖面と湖底の水温を測定した。

1-2 マルドブガイ、イケチョウガイを用いた霞ヶ浦の水質浄化

淡水二枚貝の水質浄化能力、及びその排泄物などが水質に与える負荷について調べるため、実験を行った。特に、水質における有機物の量を重視し、家庭排水の汚染に対して、どれ程の効力を持つのかを調べた。

1) 実験装置及び実験条件

3つの水槽(45.0 cm×30.0 cm×30.0 cm)に、其々真珠核を入れたマルドブガイ 2 個体、核を入れていないマルドブガイ 2 個体、核を入れていないイケチョウガイ 2 個体を入れた。この水槽を順に水槽 1、水槽 2、水槽 3 とする。水槽に一つずつエアレーションを取り付けて常時稼働させ、対照実験として、エアレーションのみを入れた水槽も用意した。この水槽は水槽 4 とする。（図 3）

実験では、霞ヶ浦の水を使用し、実験初日に霞ヶ浦ドックにてくみ上げた水を各水槽に22.8ℓずつ入れた。9月13日の実験においてはそれまで貝を飼育していた穴塚大池の水を使用した。しかし、後日穴塚大池の蓮の増殖と水質の急激な悪化により、飼育していた貝が大量死したため、急遽、霞ヶ浦の水に変更した。以後、霞ヶ浦で貝を飼育し、霞ヶ浦の水を実験で使った。水そのものの動きを明確にするため、底質は使用しなかった。

水温は調節せず、実験期間中℃から℃の間で変化した。温度計で、採水時に、水槽1の水温を測った。分析用水の採水は実験開始直後、24時間後、48時間後、72時間後の計4回行い、駒込ピペットで水槽中心部から約500ml採取し、分析を行う日まで冷蔵庫で保管した。保管期間は1,2週間前後である。また、採水時に分析用水mlをガラス繊維濾紙(ワットマンGF/B)で濾過し、濾紙は乾燥機内で保存した。濾液は、濾過前の分析用水と同様に、分析日まで冷蔵庫で保管した。

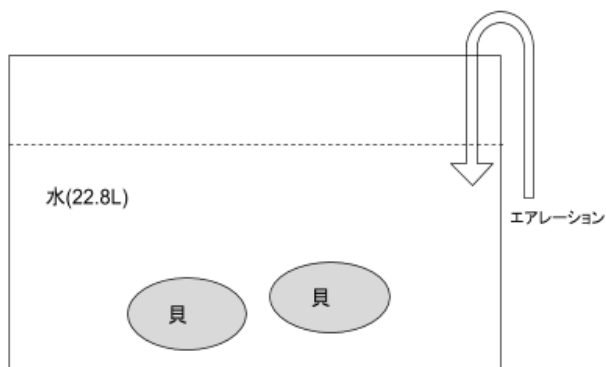


図3：水槽の模式図

2) 実験期間

- 第1回：2017年9月13日～9月16日
(この時のみ、船溜で採水)
- 第2回：9月19日～9月22日
- 第3回：10月11日～10月14日
- 第4回：10月16日～10月19日
- 第5回：11月8日～11月11日
- 第6回：11月14日～11月17日

3) 予備実験

2017年7月9日に霞ヶ浦環境センターで実験予定であるCOD,SS,全窒素,全リンにおいて予備実験で採取したサンプルの水質検査をした。実験の練度が低かったため、使えるに足る信頼性のあるデータの採集はできなかった。

3-3-3 測定方法

濾過前、濾過後の分析用水それぞれと濾紙でSS,COD,溶存態リン,全リン,溶存態窒素,全窒素を調べた。

1) COD

以下の手順により過マンガン酸カリウム法(日本工業規格K0102工場排水試験法)で測定した。

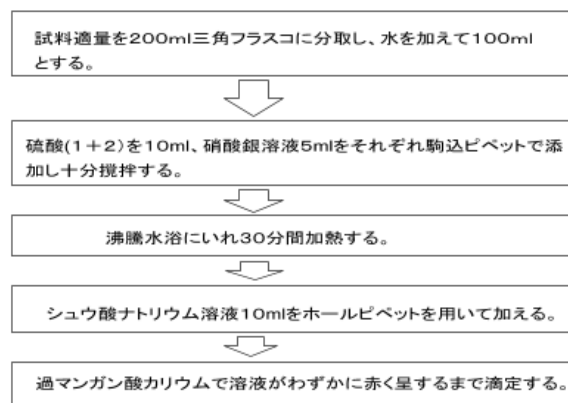


図4：COD操作方法

$$\text{COD (mg/l)} = 2 \times f \times (a-b) \times 100/c$$

f: 過マンガン酸カリウムのファクター
a: 滴定量(ml)
b: 空試験の滴定量(ml)
c: 試料分取量(ml)

2) 全窒素

以下の手順により紫外線吸光度法で測定した。

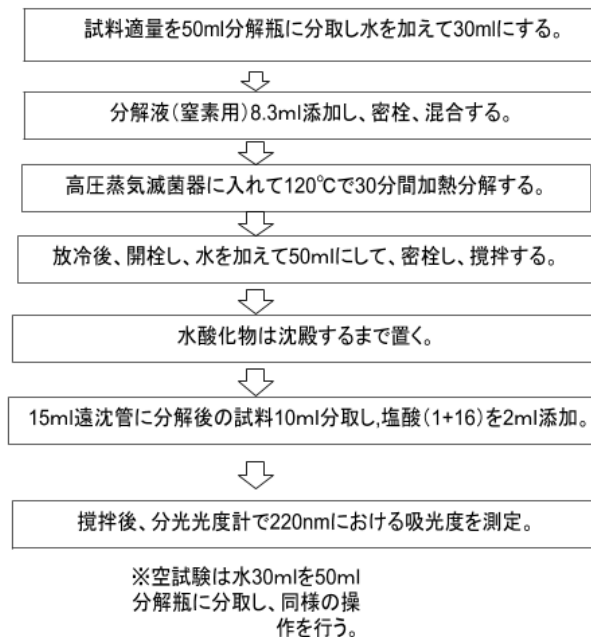


図5：全窒素の測定方法

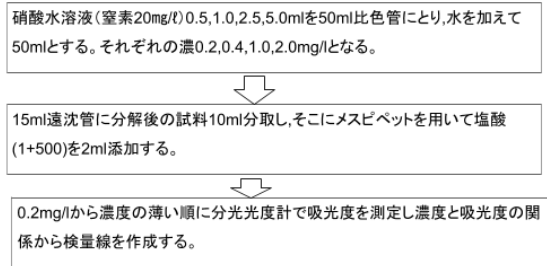


図6：検量線（全窒素用）の作り方

$$\text{全窒素 (mg/l)} = (a-b) \times 50 / c$$

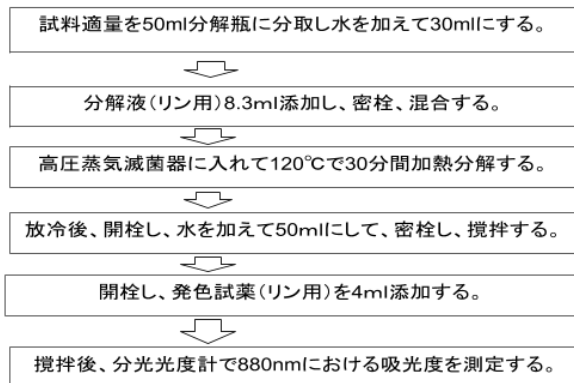
a:検量線から算出した試料の濃度 (mg/l)

b:検量線から算出した空試験での濃度 (mg/l)

c:試料の分取量 (ml)

3) 全リン

以下の手順によりモリブデン青吸光度法で測定した。



※空試験は水30mlを50ml分解瓶に分取し同様の操作を行う。

図7：全リンの測定方法

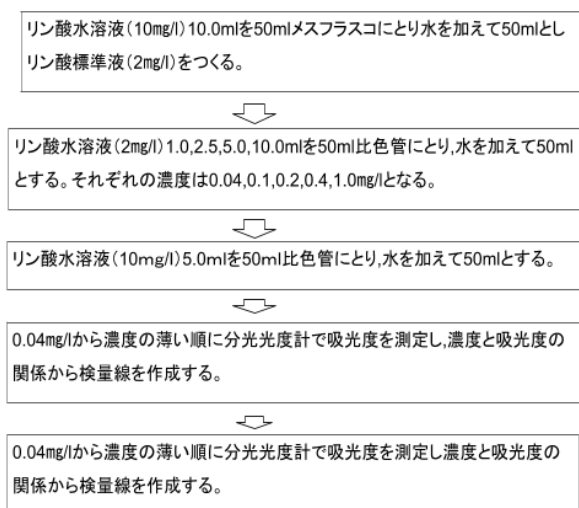


図8：検量線（全リン）の作り方

$$\text{全リン} = (a-b) \times 50 / c$$

a:検量線から算出した試料の濃度 (mg/l)

b:検量線から算出した空試験での濃度 (mg/l)

c:試料の分取量 (ml)

4) SS

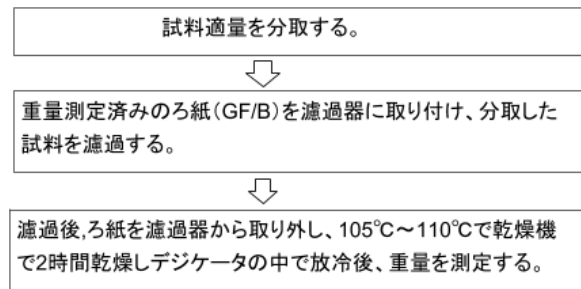


図9：SSの測定方法

$$\text{SS (mg/l)} = (a-b) \times 1000 / c$$

a:濾過後のろ紙の重量 (mg)

b:濾過前のろ紙の重量 (mg)

c:試料の分取量 (ml)

結果

1-1 穴塚大池での飼育と成長の計測

各グループの成長の様子はほぼ同じであり,大きな差異はなかった。以下の計算式により肥満度を計算した。 肥満度(g/mm³) = 湿重量(g) / 殻長(mm) × 殻高(mm) × 殻厚(mm) × 100

肥満度は実験期間を通して大きな変動は見られず,体調不良は起こしていなかったと考えられる(図1-A)。但し,湿重量には殻の重量も含まれていることを考慮する必要がある。

2017年8月頃に植物が大量発生し,8月に計測を行うことができなかった。そして同年9月上旬に,A002,004,005,A102,A103,A105,B003,B007,B008,B106,F001~F006以外の死亡を確認した。また,2017年9月頃にはほとんどのグループで,殻高,殻長,厚さ,質重量の夫々で減少傾向にあるが,これらは植物の繁茂による水中の酸素不足の影響だと思われる。その後,生き残った貝は霞ヶ浦にある柳瀬氏の養殖場で預かっていただいた。また,B101~110において,2017年5月28日から2017年6月11日間で急成長しているが,その原因については,さらなる調査が必要である。

(図10参照)

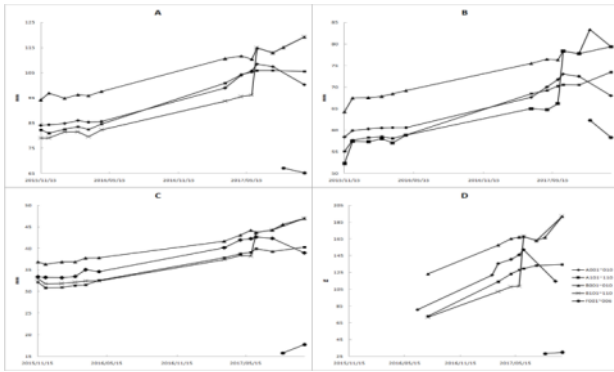


図 10：宍塚大池で飼育したマルドブガイとイケチョウガイの殻長(A),殻高(B),殻厚(C),湿重量(D),肥満度(E)の変化

1-2 マルドブガイ,イケチョウガイを用いた霞ヶ浦の水質浄化実験

1) COD

図 11,図 12 から溶存態 COD はどの水槽も実験期間において変化が小さい一方で,懸濁態は特に最初の 24 時間で著しく減少しており,結果として全体的な COD の量は減少している。また,水槽 1 と水槽 2 での変化の仕方が類似している傾向にある。

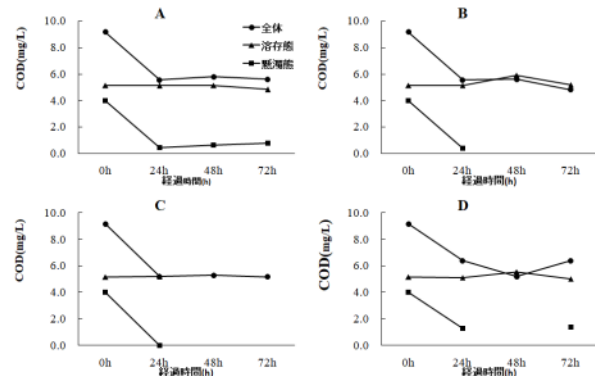


図 11：第 5 回実験における水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)の COD の変動

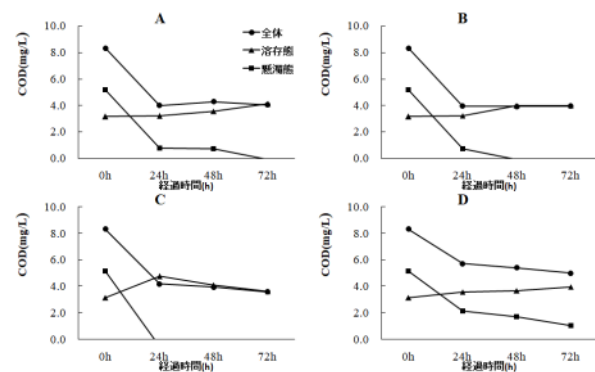


図 12：第 6 回実験における水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)の COD の変動

2) 全窒素の変動

図 13 から,水槽 4 の溶存態 N の変化は小さい一方で,その他の水槽の溶存の増加率は大きい傾向にある。逆に,水槽 4 と比べ,他の水槽は最初の 24 時間での懸濁態 N の減少率が大きい傾向にある。貝の種類の違いや核の有無による溶存,懸濁態 N の変化において大きな違いは見られない。

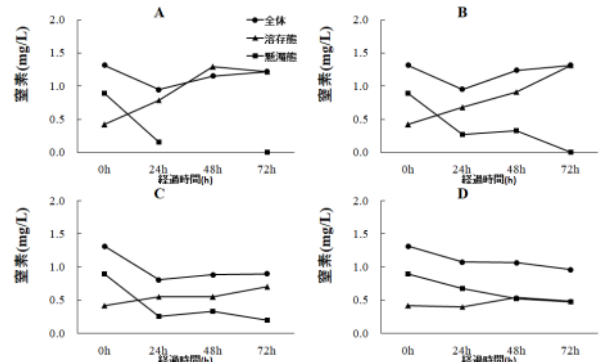


図 13：第 3 回実験における 24 時間毎の水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)の窒素の変動

3) リンの変動

2) 窒素の変動における結果とほとんど同じ結果が得られた。図 14,図 15,図 16,図 17 から水槽 4 の溶存態 P の変化は小さく,その他の水槽の溶存の増加率は大きい傾向にある。逆に,水槽 4 と比べ,他の水槽は最初の 24 時間での懸濁態 P の減少率が大きい傾向にある。また,貝の種類の違いや核の有無による溶存,懸濁態 P の変化において大きな違いは見られない。

下図 15 のように,10 月 11 日において極めて著しく溶存 P のグラフが増加している。その原因は,水温が高く(10/11 では 20℃台)水槽内の植物プランクトンの活性化,或いは人為的ミスにあると考えられる。この月に関しては全体 P においても同じことが考えられる。また,水槽 4 は他の水槽と比べて,折れ線グラフの変化が小さい。ここから,水槽 1, 2, 3 においては貝の液体排出物の影響があることが考えられる。

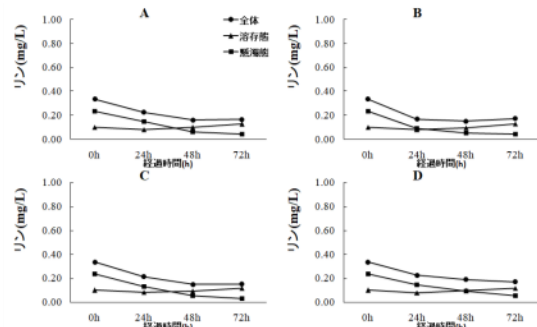


図 14：第 1 回実験における水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)のリンの変動

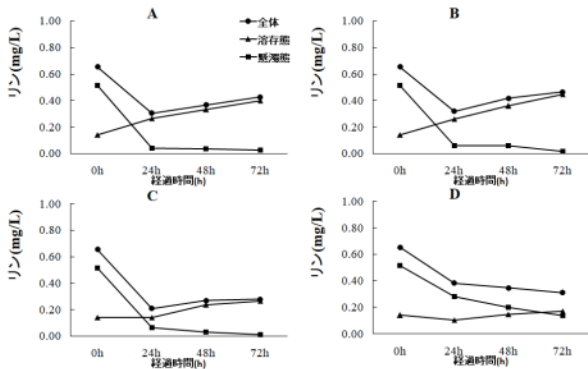


図 15：第 3 回実験における 24 時間毎の水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)の COD の変動

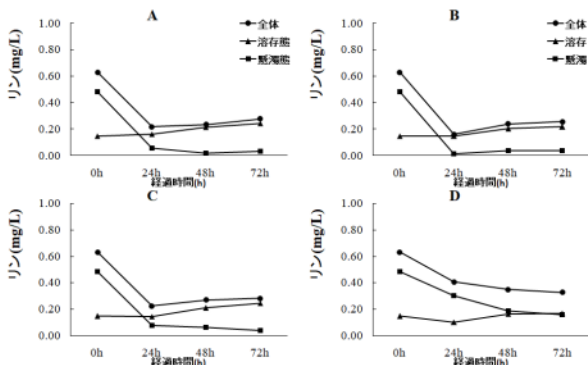


図 16：第 5 回実験における 24 時間毎の水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)のリンの変動

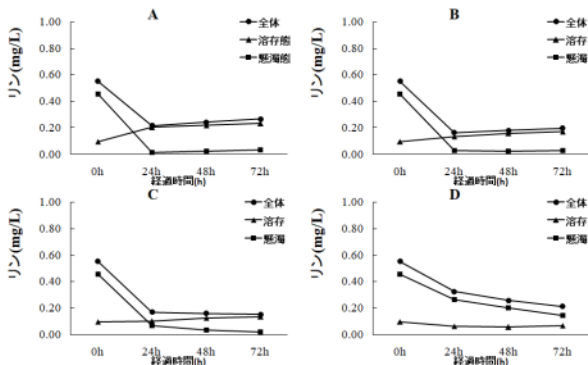


図 17：第 6 回実験における 24 時間毎の水槽 1(A),水槽 2(B),水槽 3(C),水槽 4(D)のリンの変動

5) 水槽の透明度の視覚的变化

霞ヶ浦から採水した水は、実験初日は濁っており、水槽に入ると、水槽の奥の壁や、水槽内の貝は目視できないほどだった。しかし、いずれの実験回においても、水槽 1, 2, 3 では 24 時間後には水槽内の様子がはっきりと目視できるようになった。一方水槽 4 では、濁りの度合いは和らぐが、他の水槽と比べると透明度は低かった。

写真 1：11 月 14 日（実験開始後 0h,左から水槽 2, 1, 4, 3）

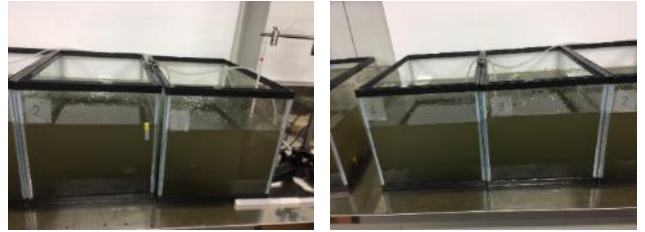


写真 2：11 月 15 日（24h,上段左から水槽 1, 2, 下段 3, 4）

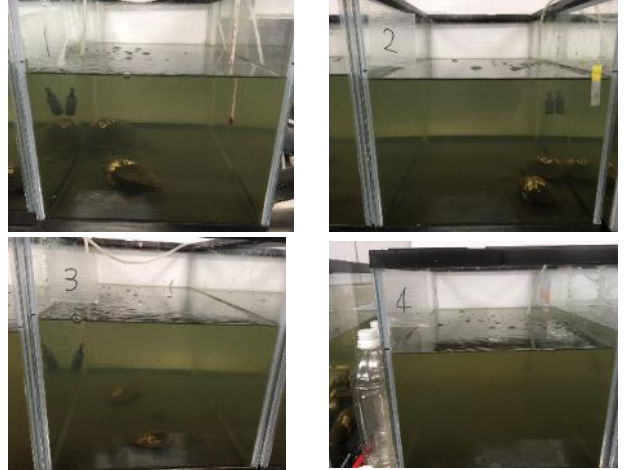


写真 3：11 月 16 日（48h,写真 2 と同順）

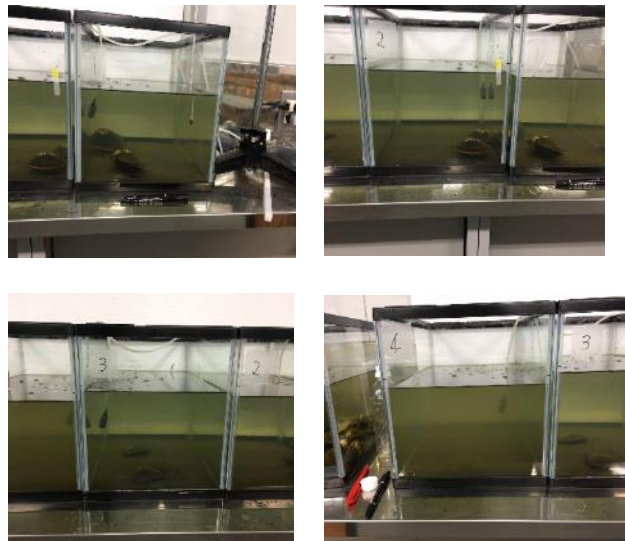
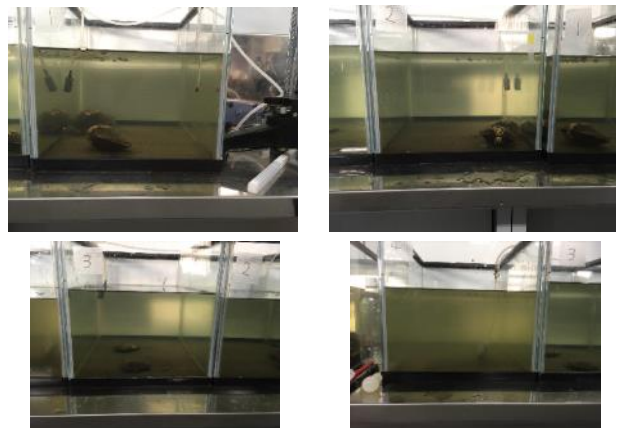


写真 4：11 月 17 日（72h,写真 2 と同順）



考察

1-1 宍塚大池での飼育と成長の計測

真珠核の有無による貝の成長について考察する。結果で述べた通り、A,B 間に成長の速さや程度の大きな差はみられなかったため、真珠核が母貝に及ぼす成長上の悪影響は少ないと考えられる。また、大量斃死の際、真珠核を入れた貝の殻の内側には真珠膜が張っていたため、真珠養殖も順調に進んでいたと考えられる。貝の有無に関する影響について考察をする。全窒素、全リンの 0 時間から 24 時間における値の急激な減少は、淡水二枚貝による貝の浄化の他に沈殿の影響も考えられるが、コントロール水槽と比較することで淡水二枚貝の濾過摂食による影響が大きいと評価できる。コントロール水槽で傾きがあるのは、水中の有機物が沈殿し、水槽中心部から採水する際に、有機物を採取できなかったためと考えられる。

次に貝の核の有無による影響について考察をする。COD、全窒素、全リンの実験で核あり水槽、核なし水槽のどちらにおいても、両者の水槽から得られた結果の差はあまりないので、真珠生産と貝の水質浄化は両立できることがわかる。

次に貝の種類の違いによる影響について考察をする。全窒素、全リンにおいて、イケチョウガイが入った水槽とマルドブガイが入った水槽の間に差は見られなかった。また、イケチョウガイの体長がマルドブガイの体長と比べて小さいことから、イケチョウガイの水質浄化が高いのだろうか、と疑問に思った。ただ、貝の大きさの指標となる質重量を各実験で量っていないため、イケチョウガイの水質浄化能力をマルドブガイと比較しても不明瞭である。ここから、イケチョウガイとマルドブガイの二種類の貝の水質浄化能力は同じ傾向にあり、どちらの貝を用いても水質浄化の効果に期待できることがわかる。

今回の実験で予期しなかった結果が溶存の傾向である。溶存はどの実験においても増加傾向にあるが、水槽の間では、コントロールの水槽よりもそれ以外の水槽の溶存の傾きが大きい。これから、貝からの液体排せつ物が与える影響があると考えられる。貝の環境に与える影響が存在することがこの実験で明らかになった。

これらのことから、貝を用いた水質浄化は可能であり、また、真珠の生産を同時に行えることがわかった。貝の種類は同じ淡水二枚貝の中では同様に水質浄化が可能であり、他地域から外来種を導入せずに、その地域固有の淡水二枚貝での水質浄化が期待できる。

実験操作において、以下の反省点があげられる。

まず、水温の測定について、水温の測り忘れが多く、実験結果に及ぼす水温の影響が不明瞭なままであった。また、水温を常に一定に保っておかなかったため、対照実験の対照性に 不十分な実験となってしまう。また、実験前後で貝の重量の変化を記録しなかったため、貝がどのくらいの有機物を吸収したのかが不明瞭になってしまった。実験計画においても、以下の反省点があげられる。アンモニアを測定しなかったため、貝の排泄物の量がわからず、水の循環の様子がはっきりしなかった。また、時間の管理において日によって実験を行う時間が異なり実験の正確さに欠けたため、時間帯による温度変化、プランクトンの活性などの影響について考慮できなかった。SS は濾過速度を求める際に必要だが、今回の実験で失敗してしまったため、求められなかった。

1-3 マレーシア、オーストラリアでのフィールドワーク

1-3-1 オーストラリア

シドニーで街の中を歩いてみると、近くの水場はきれいで澄んでいた。そのため、現地の水質に問題がないように思えた。しかし、タスマニアでの街頭調査で現地の水についての質問をすると、オーストラリアでは日本と同じように水道水を直接飲むことができるが、水道水のおいしさが気になる人がいることがわかった。そのような人は水道水を煮沸してから利用していた。水質問題は汚濁度だけでなく、匂いの問題があることに気づかされた。私たちの研究が応用されるときに水質浄化がどの程度の改善が可能なのかを明らかにする必要があると思った。また、街頭調査で、真珠の需要について質問をした。すると、真珠の認知度が低いことがわかった。真珠について知らない人が多いため、真珠の希望価格を調べることができなかった。このことから、オーストラリアは真珠の需要が低いため、私たちの研究の一環である真珠養殖で生産した真珠をそのまま売るのではなく、アクセサリとして売るなどの工夫をし、真珠需要を高める必要があると思った。その工夫にかかる金額が私たちの研究の構想である、持続可能な水質浄化とお金の創出のサイクルを保つことができるのか検討する必要もある。

私たちの行っている研究は現在水質浄化を目標としているが、水質の浄化水の匂い改善の効果があつたら、オーストラリアのような国で私たちの研究は生かされると考えた。水質問題は見た目のよし悪しだけでなく、匂いなどの問題も含めることに気づいた。私たちの研究が次の段階で悪臭の改善が可能かどうか調べてみたい。

1-3-2 マレーシア

マレーシアでは発展の進んでいる首都クアラルンプールでも水道水を直接飲むことができず、沸騰させてから飲まなければいけない。主にマレーシアの水道設備が発展途上であり、薬品使用限度の設定が日本とは違うため、生で飲むことができないのである。

そこで、マレーシア工科大学にて、マレーシアの人々の水、真珠についての意識調査を行った。水道水を飲むことができない現在の状況については、フィルターを使えば飲むことができるので、今のままでも問題を感じないと答えた人がいる一方で、その衛生状態に不安を感じる人もいた。水道設備の開発は勿論、水源を浄化することも、薬品使用量が減り、この問題の解決に貢献できるのではないかと感じた。実際に公園の人工池として親しまれているティティワンサ湖の様子や、市内を流れる川の水は濁っており、ゴミが目立った。川遊びをする人はいないし、またできる状況とも言えない。しかし、インタビューでは、工科大生は皆水を大切にすることを教育を受けており、水質については関心を持っていることがわかった。

以上のことから、マレーシアの水問題は霞ヶ浦の問題とは原因が異なる面も多く、私たちのプロジェクトが必ずしも彼らの問題解決に役立つとは言い切れないと考えた。また、真珠を知らない人はおらず、アクセサリーとして購入したいと答えた人がほとんどだった。マレーシアではサバ州やボルネオ産の真珠が特産品として親しまれているため、日本産の真珠をその特性を活かして販売することは大いに期待できる。

まとめ

淡水二枚貝による水質浄化の実験から、淡水二枚貝が真珠養殖の母貝になった際においても、水質浄化能力への影響が小さいことが分かった。この結果は、淡水二枚貝を利用したビジネスを実現していく上で有益なデータである。しかし、実験期間が3日間と長期にわたったことや、分析技能が未熟であったりしたため、1個体あたりの浄化能力についての詳細情報を得ることができなかった。今後、ビジネス化に向け実験方法を改善するなどしより詳しいデータを集める必要がある。また日本において真珠はアクセサリーなどとして需要があり、海外研修からも真珠は認知度を高めれば海外においても需要を作り出すことができると考えられる。以上より淡水二枚貝による霞ヶ浦の水質浄化と真珠養殖の融合によるビジネスは実現する価値があると考えた。

謝辞

飼育や実験に使うマルドブガイ、イケチョウガイを提供し、核入れや飼育において御指導していただいた、柳瀬パール株式会社 柳瀬和久氏に御礼申し上げます。また霞ヶ浦環境科学センター 前センター長 相崎守弘博士、同センター 松本俊一氏、中川圭太氏には試料分析の御指導や実験結果の考察において有益な助言を頂いた。穴塚大池での活動では及川ひろみ氏ご協力頂いた。この場にてお礼申し上げます。

引用文献

- 相崎守弘,盛岡美津子,木幡邦夫(1998) ヤマトシジミを利用した汽水域の水質浄化に関する基礎的研究,用水と廃水
- 相崎守弘,高橋愛,山口啓子(2001) ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究Ⅰ
- 末光健治,山口啓子,相崎守弘(2001) ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究Ⅱ
- 根岸正美,松本俊一 湖沼におけるヤマトシジミの生育環境及び水質浄化機能
- 杉万裕一(2010) 「池蝶貝を用いた湖沼の水質浄化」
- 杉万裕一(2008) 「池蝶貝を用いた水質浄化：ミクロキスティス・ヘッドロ問題に対する水質浄化効果」
- 平川晃子,大嶋和雄(2001) 「ヤマトシジミによる湖沼の水質浄化」
- 山室真澄(1997) 「食物連鎖を利用した水質浄化技術」

付録

1-1 E001~003

池の計算式により肥満度を計算した。2017年7月22日に飼育を始めたE001~003は、8月26日の計測時には見つからず、9月上旬に全て死んでいたので、成長の様子を知ることができなかったため、グラフ化、考察の対象にならなかった。

1-2 SS

実験に失敗して試料数が明らかに足りないため、この論文に載せることができない。失敗した原因は、濾過後に乾燥機でろ紙を乾燥する際に、段ボールの一部にアルミニウムで覆ってその上にろ紙をおいていたが、乾燥後に取り出してみると、ろ紙とアルミニウムがくっついてしまい、ろ紙を乾燥させる前と乾燥させた後の質量の差を正確に測定できなかったためである。その後、アルミニウムにしわを作り、その上にろ紙を載せて乾燥させるとこの課題は解決出来た。以後、SSを扱う際はこのことに留意したい。

1-3 予備実験

2017年7月9日に霞ヶ浦環境センターで実験予定であるCOD, SS, 全窒素, 全リンにおいて予備実験で採取したサンプルの水質検査をした。実験の練度が低かったため、使えるに足る信頼性のあるデータの採集はできなかった。