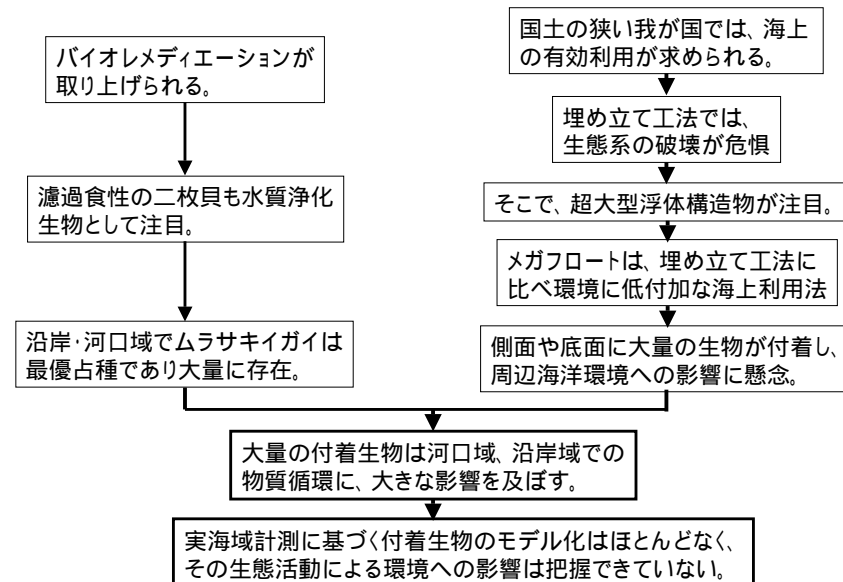


研究背景



ムラサキガイの生態活動に関する現地計測と 数値モデルの改良

指導教官

藤野 正隆 教授

多部田 茂 助教授

環境システムコース・海洋環境工学

16645 佐々木啓

ムラサキガイ

- ・約殻長10cm、殻高5cm。青黒く細長い形態
- ・寿命は約2年で、1個体あたり2.5～4.6L/hの水を濾過
- ・海水中の懸濁物を摂取、排泄によって栄養塩を放出
- ・欧米では、食用として盛んに養殖
- ・海水導入管内に付着するため、汚損生物としても知られる。



図1 採取したムラサキガイ



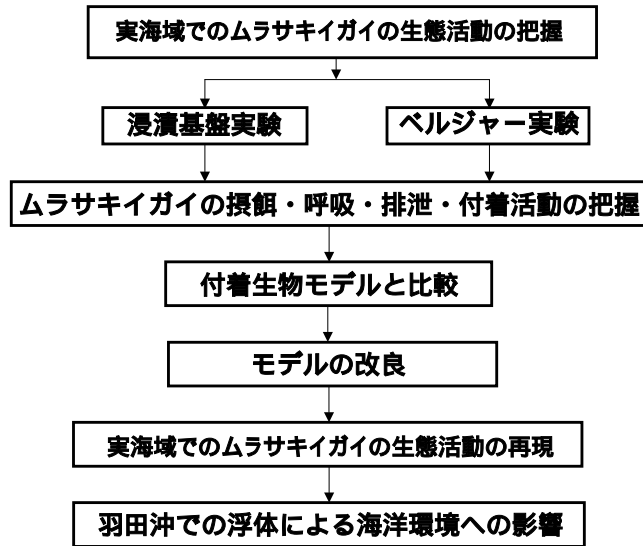
図2 付着しているムラサキガイ

目的

ムラサキガイの生態を現地計測を基に明らかにし、周辺海洋環境への影響について検討する

1. ムラサキガイの摂餌・呼吸・排泄活動による
溶存酸素・クロロフィルa消費の把握
2. ムラサキガイの付着および成長過程の把握
3. 沿岸・河口付近での付着生物による海洋環境に
与える影響評価

研究の手順



実験概要

1. 浸漬基盤実験 …… 付着生物量の変動と周辺的环境条件との関連性を調べる。

・連続計測

計測項目: クロロフィルa、溶存酸素、水温、塩分

・浸漬基盤上の付着生物の計測

計測項目: 生物の付着量、1個体の平均湿重量、平均殻長



図3 浸漬基盤(全12枚)

2. ベルジャー実験 …… 付着生物による摂餌・呼吸・排泄活動によるDO、クロロフィルa消費の計測

計測項目: DO、クロロフィルa

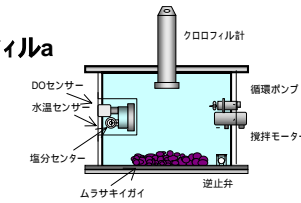


図4 ベルジャー実験装置(概略図) 図5 ベルジャー実験装置

計測場所



隅田川河口付近
東京商船大学汐路丸係留
浮き桟橋上にて実施

計測間隔:
週に一度計測



連続計測結果

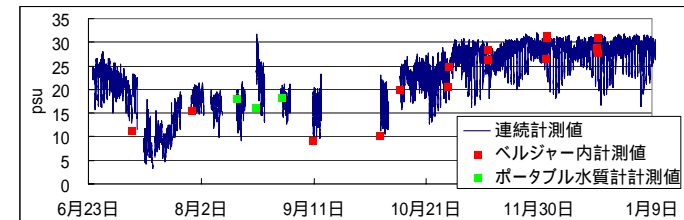


図6 塩分の連続計測

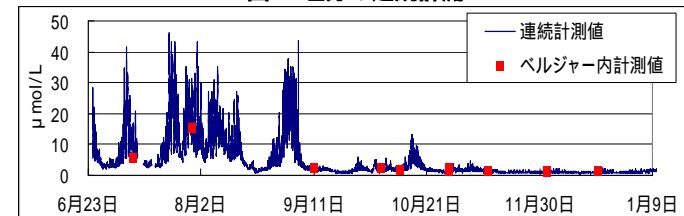


図7 クロロフィルaの連続計測

低塩分や高クロロフィルaなど環境変動の激しい海域であることがわかった。

生物量把握実験結果

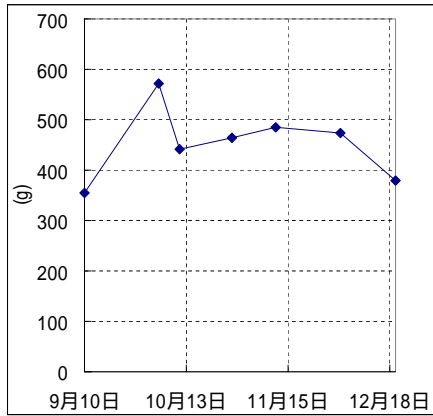


図8 基盤一枚当りの総湿重量

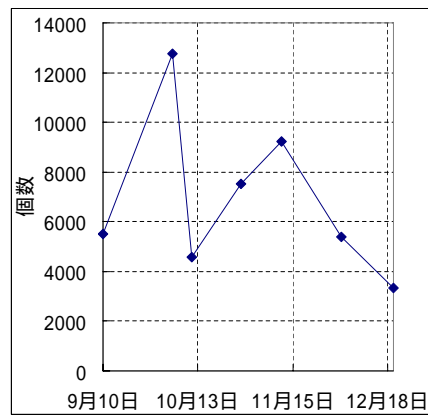


図9 基盤一枚当りの総個体数

生物量把握実験結果

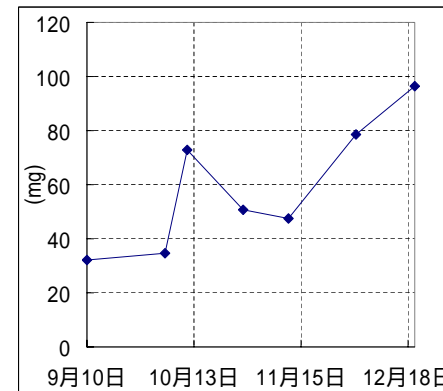


図10 一個体当りの平均湿重量

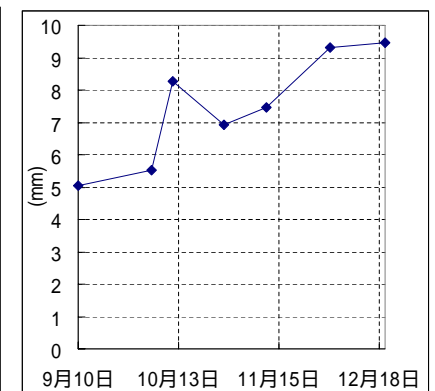
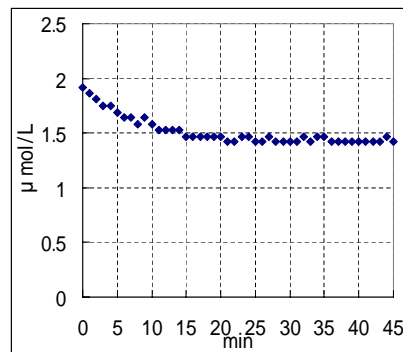
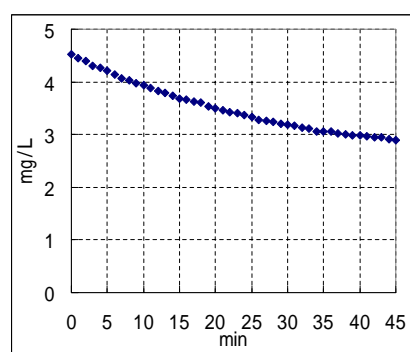


図11 一個体当りの平均殻長

総湿重量は横ばいであるが、一個体当りでは成長し続けている傾向がある。

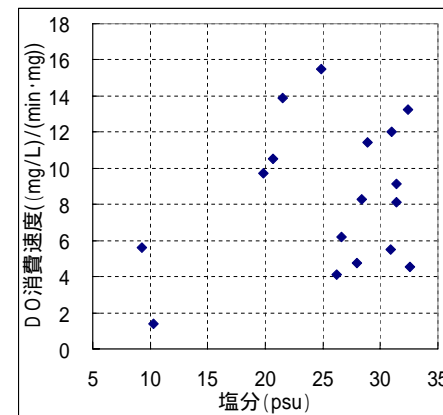
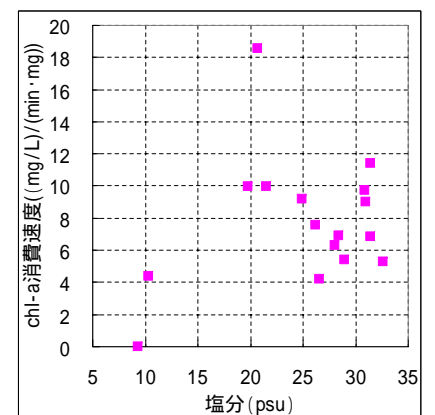
ベルジャー実験結果

(ベルジャー実験は計15回実施。)

図12 ベルジャー内のDOの時間変化
(実験日:10月11日2回目)図13 ベルジャー内のchl-aの時間変化
(実験日:10月11日2回目)

実験日によって、消費速度が大きく異なることがわかった。

ベルジャー実験結果

図14 ベルジャー実験でのDO消費
速度と塩分の関係図15 ベルジャー実験でのchl-a消費
速度と塩分との関係

ベルジャー実験結果

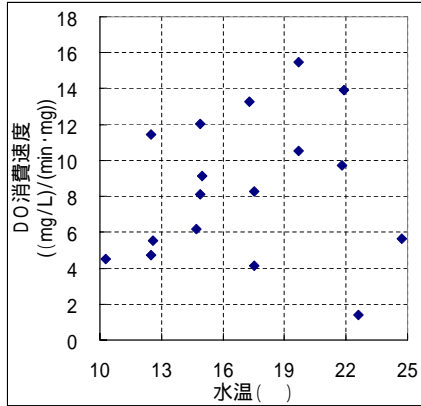


図16 ベルジャー実験でのDO消費速度と水温の関係

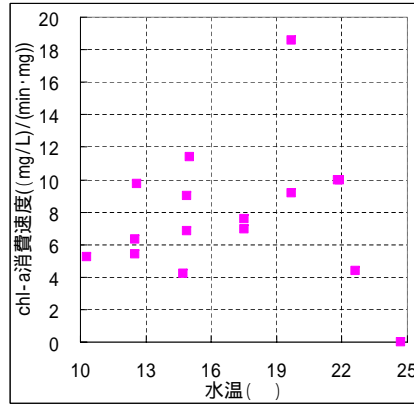


図17 ベルジャー実験でのchl-a消費速度と水温の関係

水温、塩分によって、大きく影響を受けている。

本研究で用いる付着生物モデル

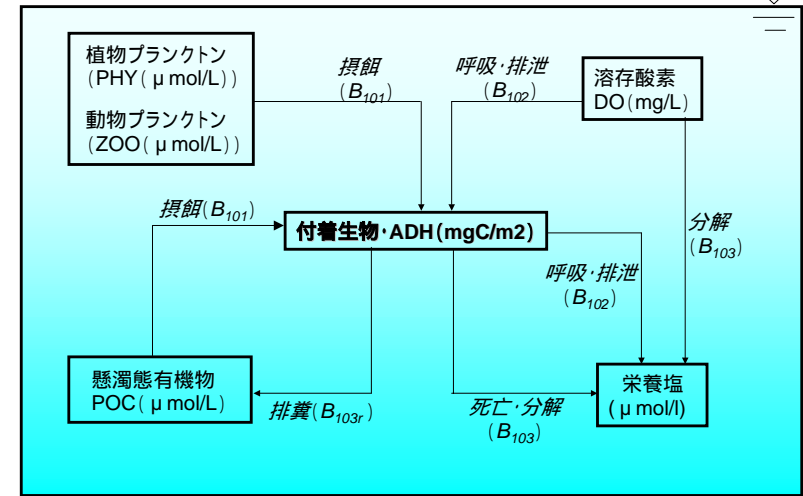


図18 付着生物モデルの概要

付着生物モデルの定式化

$$\frac{\partial ADH}{\partial t} = B_{101} - B_{102a} - B_{102r} - B_{103a} - B_{103r} \quad (1)$$

飼料の摂取 $B_{101} = FIL \cdot FOOD_{adh} \quad (FIL: 濾過する水の体積(m/s))$

呼吸・排泄 $B_{102} = \alpha_{102a} \cdot (1 - \alpha_{103a}) \cdot B_{101} + \alpha_{102r} \cdot ADH$

基礎代謝活動 $B_{102a} = \alpha_{102r} \cdot ADH$

排糞・自然死亡 $B_{103} = \alpha_{103a} \cdot B_{101} + \alpha_{103r} \cdot ADH^2$

$$+ \alpha_{103o} \cdot (1 - zox_{adh}) \cdot ADH^2$$

擬糞 $B_{103r} = \alpha_{103r} \cdot ADH^2$

$$+ \alpha_{103o} \cdot (1 - zox_{adh}) \cdot ADH^2$$

溶存酸素 $\frac{\partial DO}{\partial t} = - \frac{[TOD : C]_{adh} \cdot (B_{102} + B_{103r})}{h_s}$

クロロフィルa $\frac{\partial PHY}{\partial t} = - \frac{B_{101}}{FOOD_{adh} \cdot h_s} \cdot PHY$

付着生物モデルの改良

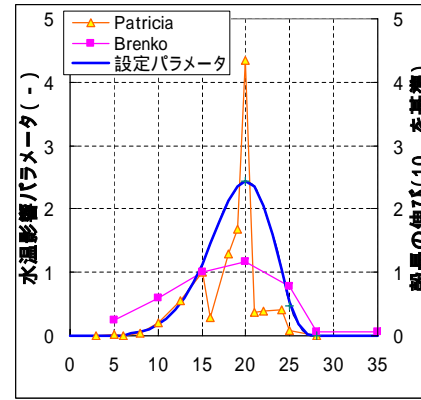


図19 ムラサキガイの摂餌・呼吸・排泄活動への水温影響パラメータ

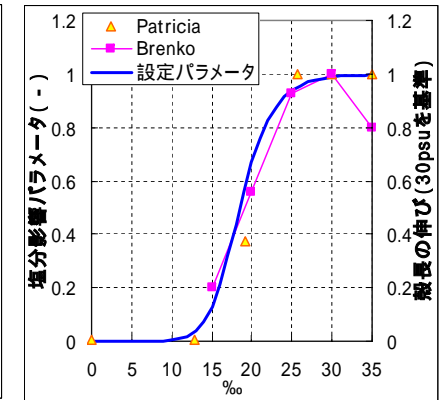


図20 ムラサキガイの摂餌・呼吸・排泄活動への水温影響パラメータ

摂餌・呼吸・排泄活動へ

付着生物モデルの改良

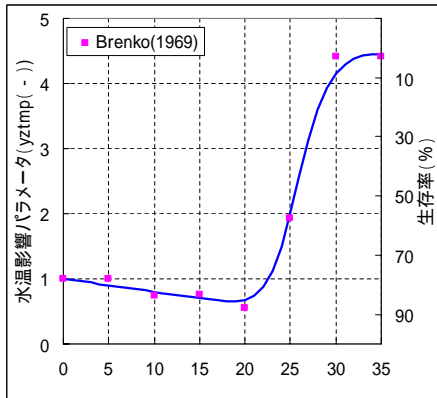


図21 ムラサキガイの死亡・排糞活動への水温影響パラメータ

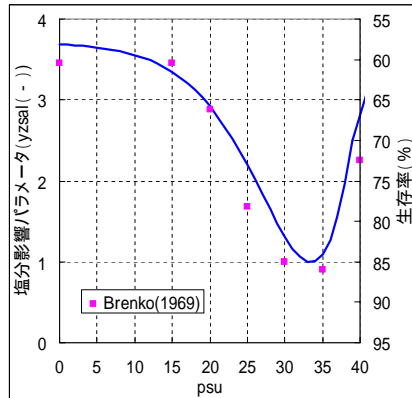


図22 ムラサキガイの死亡・排糞活動への塩分影響パラメータ

➡ 死亡・排糞活動へ

計算値と計測値との比較 (ベルジャー実験)

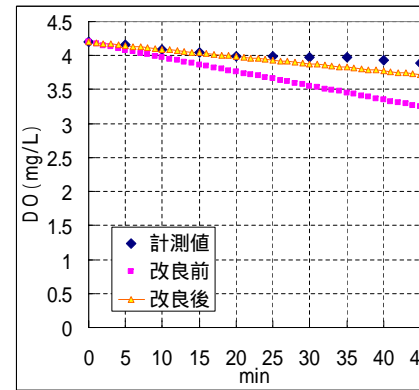


図23 DOの時間変化(10月4日)

水温: 22.6
塩分: 10.3psu

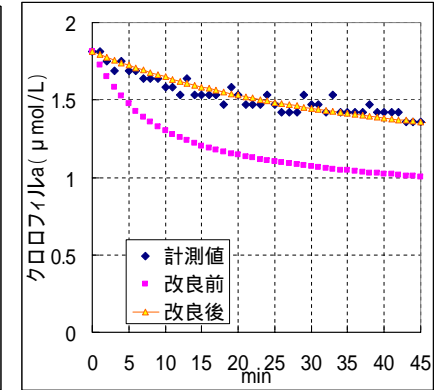


図24 chl-aの時間変化(12月20日2回目)

水温: 12.5
塩分: 28psu

計算値と計測値との比較 (ベルジャー実験)

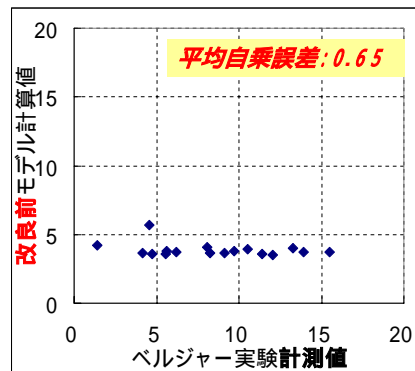


図25 ベルジャー実験のDO消費速度 (計測値 vs 改良前) (単位: (mg/L)/(min·mg))

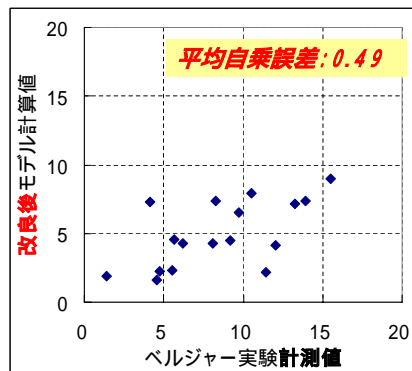


図26 ベルジャー実験のDO消費速度 (計測値 vs 改良後) (単位: (mg/L)/(min·mg))

計算値と計測値との比較 (ベルジャー実験)

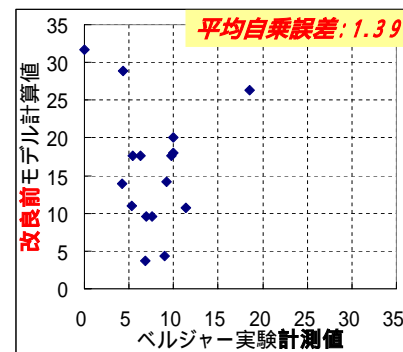


図27 ベルジャー実験のchl-a消費速度 (計測値 vs 改良前) (単位: (μmol/L)/(min·mg))

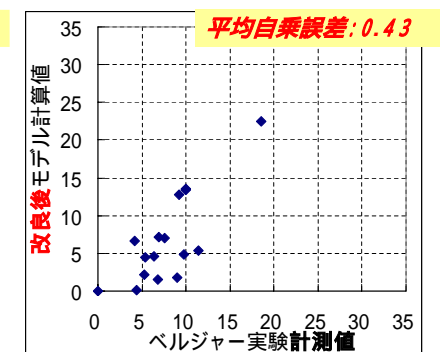


図28 ベルジャー実験のchl-a消費速度 (計測値 vs 改良前) (単位: (μmol/L)/(min·mg))

改良することで、計測値に近づきモデルの精度を向上することができた。

単位面積あたりの湿重量について

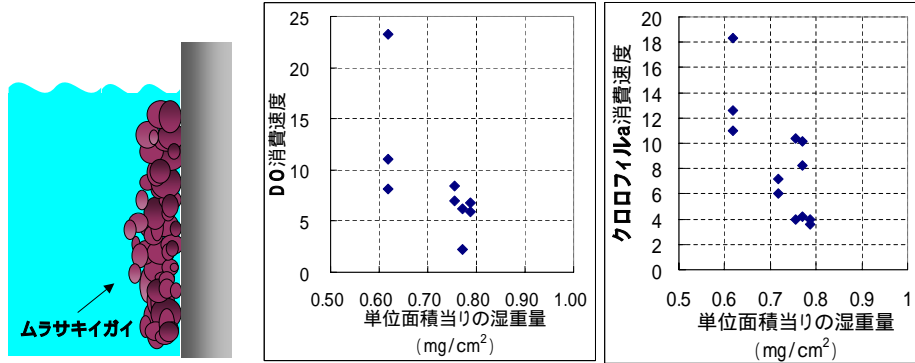


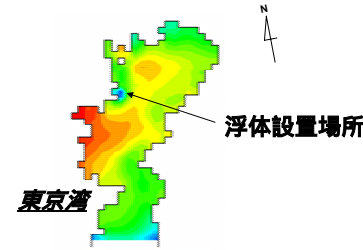
図29 何層にも重なって存在するムラサキガイ

図30 単位面積当りの生物湿重量と消費速度の関係
(基準塩分(30psu)、水温(15)に換算したときの消費速度)

単位面積あたりの湿重量が増加すると、DO、chl-a消費速度が減少する。

超大型浮体構造物による海洋環境への影響について

計算条件は、8月の表層の平均値をとっている。設置場所は、多摩川河口域の羽田沖に長さ3km、幅1km、喫水3mの仮想的な浮体構造物を設置した。
8月の平均水温2.5、平均塩分2.8psu。



付着生物のパラメータが変わることで、浮体周辺海域への影響に変化が生じる

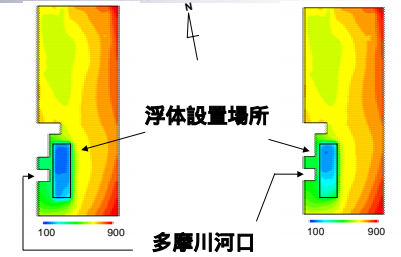


図31 表層の植物プランクトンの変化(μmol/L)
(左:改良前、右:改良後)

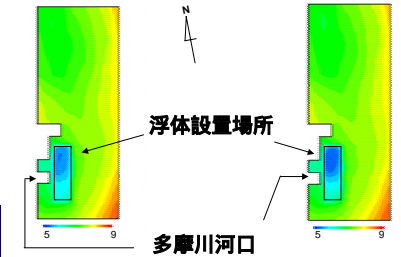


図32 表層のDOの変化(mg/L)
(左:改良前、右:改良後)

結論

1. 夏から冬にかけて、単位面積当りの湿重量は横ばいであるが、個々に関しては成長し続けていることがわかった。
2. 現地計測から、ムラサキガイの摂餌・呼吸・排泄活動によるDO、クロロフィルaの消費には、水温、塩分が関係していることが明らかとなった。
3. 付着生物のモデルに水温・塩分影響を反映させ改良し、より精度高くムラサキガイの摂餌・呼吸・排泄活動を再現することができた。
4. 実海域でのムラサキガイの活動は、単位面積あたりの湿重量に影響される。
5. 河口域に設置した浮体構造物の影響シミュレーションを行ったところ、従来のモデルと改良したモデルでは、浮体周辺など局所的な部分の水質の分布に違いがみられた。今後イベント的な現象による付着生物量や活動の変化を把握することは、重要な課題であり、水温・塩分影響を考慮した本モデルは有効な手段の一つである。