【Ⅶ－７】

# ムラサキイガイの群集形成を考慮した摂餌活性の評価について

(株)石垣　正会員　○松本秀政　　徳島大学大学院　正会員　山中亮一
徳島大学大学院　正会員　上月康則　　徳島文理大学　正会員　三好真千
徳島大学大学院　正会員　石田達憲

## １．はじめに

直立護岸の壁面には，ムラサキイガイが優占して群集で付着し，植物プランクトンを摂餌し，懸濁物食者としての役割を果たしている．一方，夏季には大量の排泄物，個体そのものが海底に脱落するため，貧酸素化を助長する一因といわれている．しかし，これらによる長期的な物質収支は明らかになっていない．そこで本研究では直立護岸壁面のムラサキイガイの物質循環を定量的に示すことを目的とし，ムラサキイガイが群集を形成した場合の物質循環機能のモデル化について検討した．本研究はとくに物質循環モデルの結果と現地調査の結果を比較し，ムラサキイガイが群体で生息することによる活性の低下について考察した．

## ２．方法

### ２．１　水質調査

2007 年 4 月から 9 月まで，**図１**に示す尼崎港において水温ロガー,塩分計を用いてＤＬ-0.5m,-2m で経時変化を測定した．また毎月 1 回の頻度で，直立護岸の前方と 50m沖合にて多項目水質計(Hydrolab DS5X ， ALEC AAQ1186)を用いてクロロフィル a 濃度,溶存酸素量の鉛直分布を測定した．

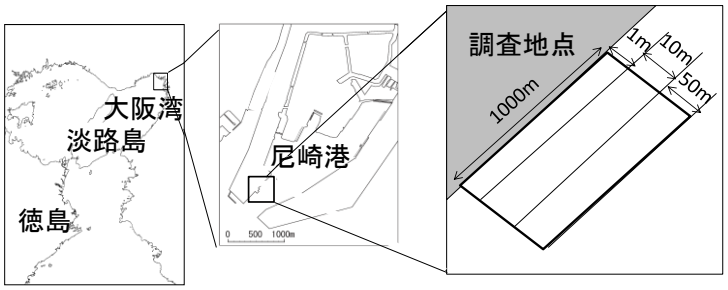


**図１　調査地点と計算格子**

### ２．２　付着生物現存量調査

付着生物調査は水質調査と同様の期間，頻度で行った．潜水作業によって DL+0.3～±0.0 m，DL-0.2～-0.5 m，DL-0.7～-1.0 m 水深にて，スクレイパーを用いてコドラート内（30×30 cm）の付着生物を剥ぎ取った．剥ぎ取った生物の軟体部の有機炭素量を分析した.なお,有機炭素量は CN コーダ(ThermoFinnigan 製,NC Soil Analyzer)を用いて分析した.

### ２．３　流動モデル

尼崎港における流速と水位変動は準 3 次元流動モデル(山中ら,2010)による計算値を用いた.本研究では，護岸近傍の水質解析を行うため流動モデルによる流速を基に壁面近傍での流速分布を算出し，潮流と潮汐による海水交換を考慮した.

### ２．４　浮遊系生物モデル

本研究では，炭素収支に着目し林ら(2001)の浮遊系モデルを採用した．植物プランクトン(PHY)(mgC/m$^3$)の生物作用による時間変化量は式(1)のように増殖 $A_1$ と細胞外分泌 $A_2$・枯死 $A_3$・ムラサキイガイの摂餌 $A_4$ による減少によって表現した．動物プランクトン(ZOO) (mgC/m$^3$)は式(2)のように摂餌 $A_5$，死亡 $A_6$，排尿 $A_7$，排泄 $A_8$ によって表現した．デトリタス(DET) (mgC/m$^3$)は式(3)のように生物の死亡 $A_3$，$A_6$，排泄 $A_7$ とバクテリアによる分解 $A_9$，$A_{10}$，ムラサキイガイの摂餌 $A_4$ による減少によって表現した．なお，海面上での光量は 2007 年に気象庁が大阪で観測した結果を用い，栄養塩，植物プランクトン量は 2007 年の西宮防波堤周辺の公共用水域水質測定調査結果(兵庫県)を用いた．計算格子は護岸近傍の水質変化を表現するため**図１**に示すように設定した．水深方向には 3 層(DL±0m，1.5m，3m)とした．

$$\frac{\partial \mathrm{PHY}}{\partial \mathrm{t}} = \mathrm{A_1PHY} - \mathrm{A_1A_2PHY} - \mathrm{A_3PHY^2} - \mathrm{A_4PHY} \qquad (1)$$

$$\frac{\partial ZOO}{\partial t} = A_5 ZOO - A_6 ZOO^2 - A_7 ZOO - A_8 ZOO \quad (2)$$

$$\frac{\partial DET}{\partial t} = A_3 PHY^2 + A_6 ZOO^2 + A_8 ZOO - A_5 ZOO - A_9 DET - A_{10} DET - A_4 PHY \quad (3)$$

## ２．４　ムラサキイガイモデル

ムラサキイガイの付着生物量（ADH）（mgC/m$^2$）は毎月の実測値を用いた．また，ムラサキイガイの摂餌量 $A_4$ と排泄量 $A_{11}$ は北澤ら(2004)の提案式を用いた．ただし，群集形成による摂餌活性の低下を表現するため，群集係数 R を乗じた．既存のモデルでは R=1 とされている．

$$A_4 = \alpha adh \times \mu adh1 \times \mu adh2 \times zoxadh \times ADH \times FOOD \times R \quad (4)$$

$$A_{11} = A_4 \times 0.2 \quad (5)$$

ここで，$\alpha$ adh（m$^3$/mgC/s）は相対濾過速度，$\mu$ adh1(-)は餌料濃度の低下による制限を表す関数，$\mu$ adh2(-)は粒子密度に依存し，餌料の飽和による濾過量の制限を表す関数，zoxadh(-)は酸素応答関数である．

## ３．結果

現地調査結果より，沖合と護岸前の Chl.*a* 濃度には差異があり，護岸前の方が 2 割程度低くなっていた．この原因を評価するため，ムラサキイガイの群集形成を考慮したシミュレーションを実施し，現地調査結果と比較した．また群集係数の推定方法を評価するため，**表 1** のケースを想定したシミュレーションを実施した．これらの結果を**図 2** に示す．

**表 1　各計算ケース**

| Case | 条件 | R |
|---|---|---|
| 0 | ムラサキイガイが生息しない(沖合モデル)． | — |
| 1 | ムラサキイガイの群集形成による活性低下は考慮しない． | 1 |
| 2 | 森ら(2010)の室内実験によって求めた定数を用いた． | 0.14 |
| 3 | ムラサキイガイ群集の表面に生息するムラサキイガイのみ摂餌を行う． | 平均殻長÷平均付着厚 |

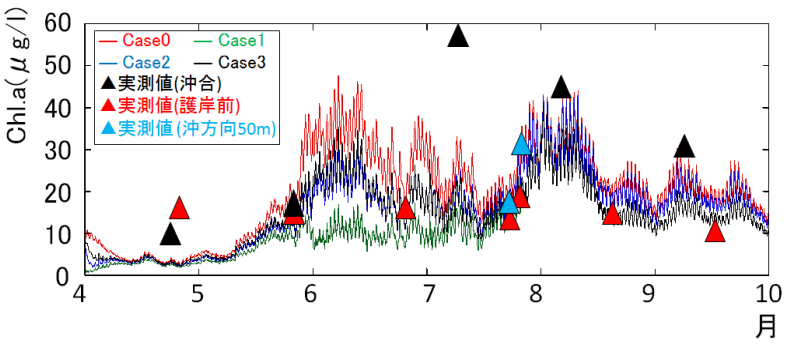


**図 2　実測値とシミュレーション結果の比較(DL±0m)**

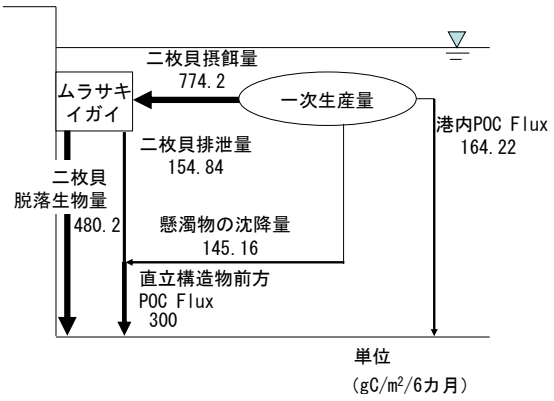


**図 3　炭素循環図(2007/4～9)**

## ４．考察

実測値と各計算ケースによる結果を比較すると，6 月下旬のムラサキイガイの群集が形成される時期において，Case1 は実測値より 10 $\mu$ g/l 程度低く，摂餌量を過大評価していた．また 8 月中旬のムラサキイガイ現存量の少ない時期においては Case2 より Case3 の方が実測値の再現性が高かった．これは Case2 では摂餌量を過小評価していたためと考えられ，脱落によって群集が形成されていない時期においては Case2 の手法では精度が低下することがわかった．以上より本研究で提案する Case3 の方法が最も現象を再現できることがわかった．Case3 では沈降物量の再現性も高かった．**図 3** に Case3 のシミュレーション結果の炭素循環図を示す．海底への負荷量はムラサキイガイの排泄，脱落によって護岸前は沖合より 4.75 倍高い値を示した．


[参考文献]

1) 林　美鶴, 柳　哲雄(2001)：数値生態系モデルによる大阪湾奥部のリン循環過程の解析, 海の研究, 10(3), 203-217

2) 北澤　大輔, 多部田　茂, 木下　嗣基, 藤野　正隆, 加藤　孝義, 佐々木　啓, 井梅　俊行(2004)：浮体式構造物に付着するムラサキイガイのモデルに関する研究，日本造船学会論文集，第 195 号