

アラメ生長モデルの構築と 藻場が水質に与える影響に関する研究

環境システムコース 海洋環境工学分野

指導教官 藤野正隆教授 多部田茂助教授

16657 山口 剛

【研究の背景1】 藻場

藻場とは？

海底で大型水生植物が群落状に生育する場所

藻場の効用

産卵場機能 幼稚子育成機能 餌料供給機能 消波堤機能

環境保全機能 (水質浄化、栄養塩固定、底質安定化) など

藻場の減少要因

沿岸開発に伴う、埋め立てや港湾施設の設置によるもの

水質・底質の悪化(環境条件の変化)によるもの

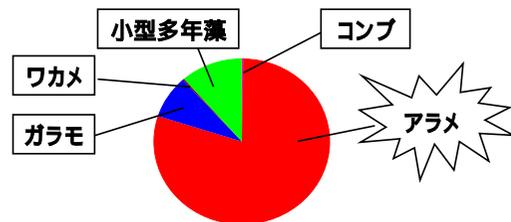
生態系のバランスが崩れることによるもの (例 磯焼け)

【研究の背景2】 コンブ科アラメ

•三陸南部から九州南端までの太平洋沿岸、瀬戸内海および九州西岸から日本海西部沿岸まで広く分布する。東京湾内でも最優占種として藻場を形成している。

•アワビやサザエの餌料になるなど、水産上においても重要な海藻である。

•寿命は約5年と推定されているが、年齢別の季節的な生長の様子などは明らかになっていない。



東京湾を含む太平洋中区の海藻分布



【研究目的】

1. 久里浜湾での現地計測により、季節変動に伴ったアラメの生育について把握する

2. アラメの生長モデルを構築する

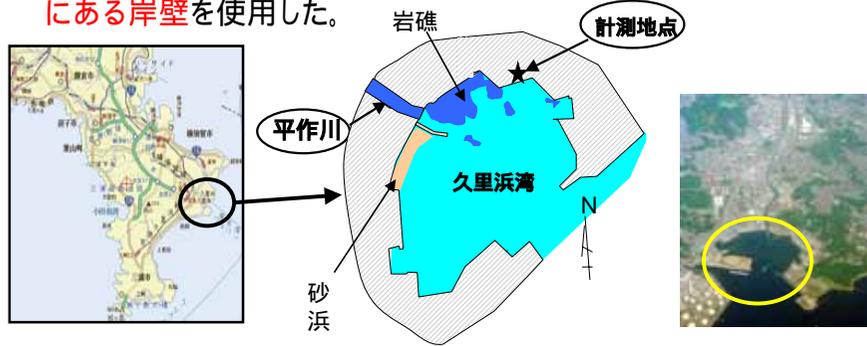
成熟期を迎えた平均的なアラメに限定した上で、久里浜湾での計測データと既往の研究成果をもとに、藻場群落モデルに変更を加え、アラメの季節変動(生長)を的確に表現できるモデルを構築する。

3. 久里浜湾の水質へアラメ藻場が与える影響を検討する

当研究室で開発した水質予測モデルにアラメの生長モデルを組み込んで計算を行い、アラメ藻場が久里浜湾に与える影響について、一次生産による栄養塩吸収という面から検討を行う。

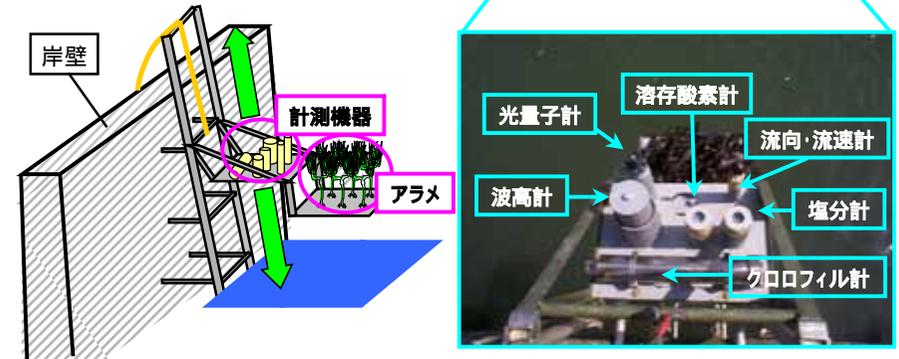
【計測場所：神奈川県久里浜湾】

- 北東方向に約1.1km、南東方向に約0.7kmである。
- 北西方向から平作川が流れ込む。
- 平作川と湾口を結んだ北東側では岩礁が発達、アラメなどの大型海藻類が多く生息している。
- 機器設置場所として国土交通省国土技術政策総合研究所内にある岸壁を使用した。



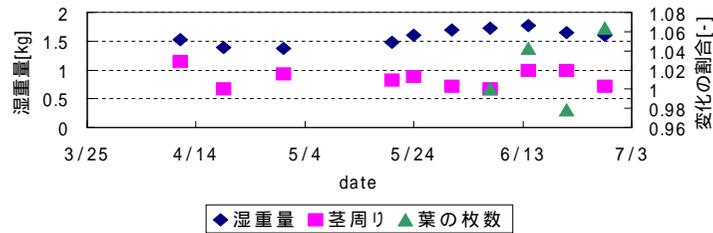
【計測方法】

- はしご式昇降装置を使用した。
- アラメを接着させた基盤と6つの計測機器を設置する。
- アラメは湿重量、葉数、茎径を計測する。

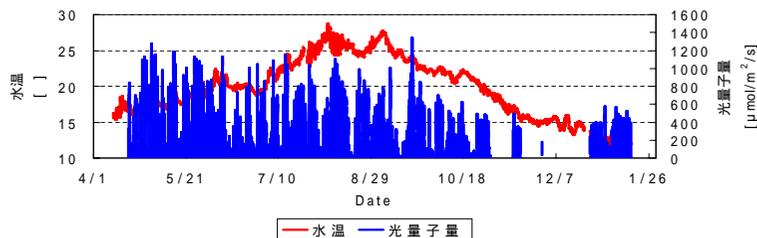


【計測データ】

アラメの変動



水温・光量子量



【既存の藻場群落モデル】

$$dP/dt = \text{光合成} B_{101} - \text{細胞外分泌} B_{102} - \text{呼吸} B_{103} - \text{枯死} B_{104}$$

P:藻場の現存量[gC/m²]

$$B_{101} (\text{光合成}) = v_{101}(T) \cdot \mu_a(PO_4, NH_4) \cdot \mu_b(I) \cdot P$$

$$B_{102} (\text{細胞外分泌}) = V \cdot B_{101}$$

$$B_{103} (\text{呼吸}) = R \cdot \exp(K_R \cdot T) \cdot P$$

$$B_{104} (\text{枯死}) = M \cdot \exp(K_M \cdot T) \cdot P$$

【生長モデルの変更1】 葉部と茎・根部の分割

久里浜湾現地計測より

- 同じ重量のアラメでも、葉の多いもの少ないものなどで変動の度合いが異なる。
- 葉の数は湿重量と共に減少しているが、茎の太さはほとんど変化していない。

葉部と茎・根部を分割して取り扱う

れない。



【生長モデルの変更2】 葉部先枯れ現象

既存のモデル

- 枯死を日常の新陳代謝のみと考え、水温にのみ比例するものとして与えている

葉部の先枯れ現象を考慮する

- 先枯れ現象は、7月初めより翌年の4月下旬頃まで確認される。



- 枯死 : 日常の新陳代謝によって消費されるもの
- 先枯れ現象 : 地上植物でいう落葉

【アラメの生長モデル】

$$P = \text{葉部重量 } P_1 + \text{茎・根部重量 } P_2$$

$$dP_1/dt = B_{101} - B_{102} - B_{103} - B_{104} - \text{茎・根部へ養分供給 } B_{105} - \text{先枯れ現象 } B_{106}$$

$$dP_2/dt = B_{105} - \text{茎・根部呼吸 } B_{107} - \text{茎・根部枯死 } B_{108} = 0$$

P: アラメの湿重量[kgwet]

$$B_{101} (\text{光合成}) = V_{101}(T) \cdot \mu_a(PO_4, NH_4) \cdot \mu_b(I) \cdot P_1$$

$$B_{105} (\text{茎・根部への養分供給}) = B_{107} + B_{108}$$

$$B_{102} (\text{細胞外分泌}) = V \cdot B_{101}$$

$$B_{106} (\text{葉部先枯れ現象}) = P_3 \cdot 0.8 \cdot MM \cdot \frac{(f(t))^2}{\exp(f(t))}$$

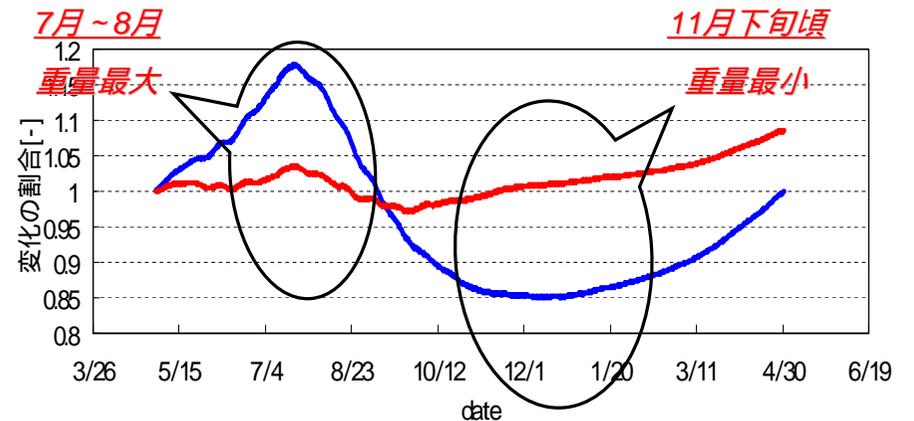
$$B_{103} (\text{呼吸}) = R \cdot \exp(K_R \cdot T) \cdot P_1$$

$$B_{107} (\text{茎根部呼吸}) = R \cdot \exp(K_R \cdot T) \cdot P_2$$

$$B_{104} (\text{枯死}) = M \cdot \exp(K_M \cdot T) \cdot P_1^2$$

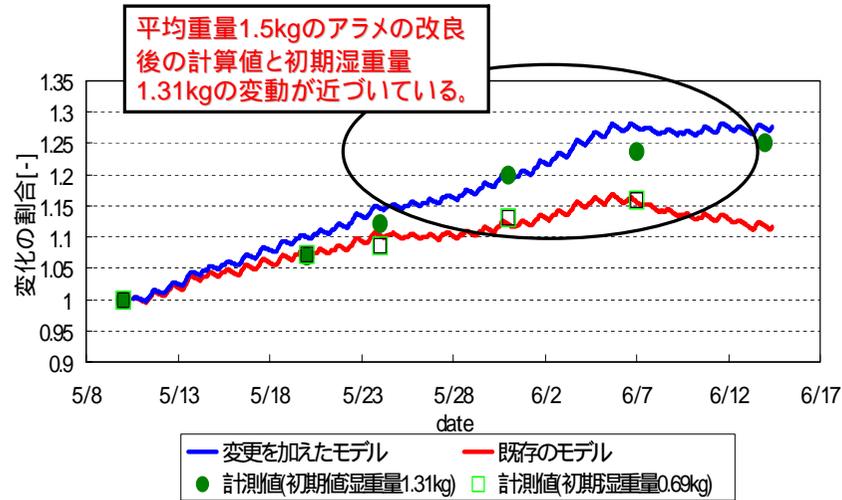
$$B_{108} (\text{茎根部枯死}) = M \cdot \exp(K_M \cdot T) \cdot P_2^2$$

【一般の知見と改良したモデルの検証】

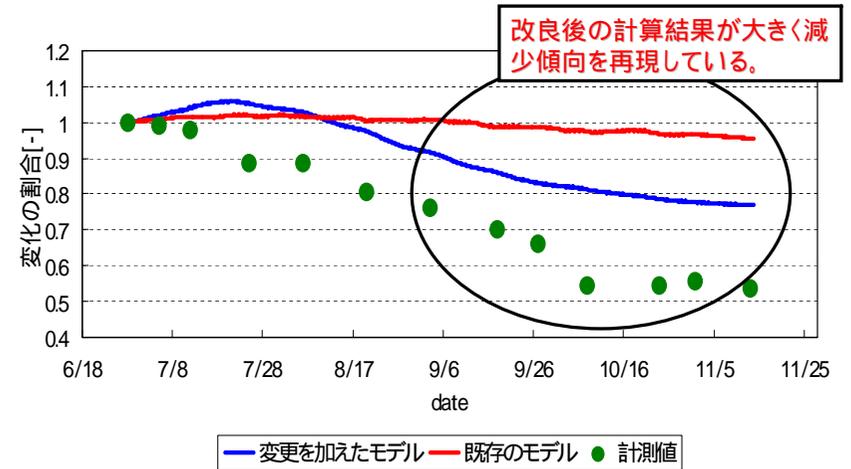


— 変更を加えた生長モデル — 既存のモデル

【計測値と改良したモデルの検証】



【計測値と改良したモデルの検証】



【水質予測モデルの使用】

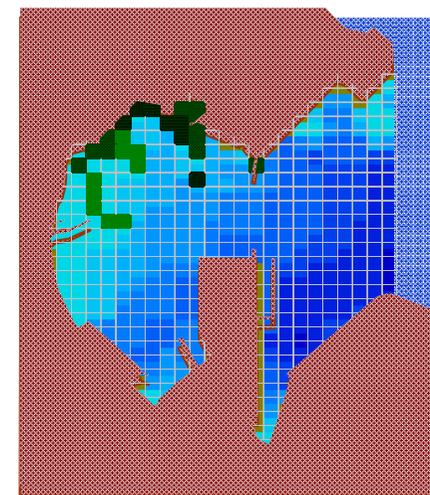
本研究室で開発した水質予測モデル
(物理モデル + 浮遊系モデル)

+

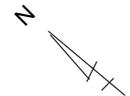
季節変動を考慮できるアラメ生長モデル

- 計算対象期間: 2002年5月1日 ~ 2002年12月31日
- 気象条件: 2002年5月1日から2003年4月30日の時間値データ
(ただし風に関しては、海面摩擦をゼロとし、風速のみを与えた。)
- 河川条件(平作川): 1990年より10年間分の平均値
- アラメの初期状態: 全ての株を久里浜湾での平均的なアラメに統一
(重量は1.5kgであり、そのうち茎・根部の重量は500gとする。)

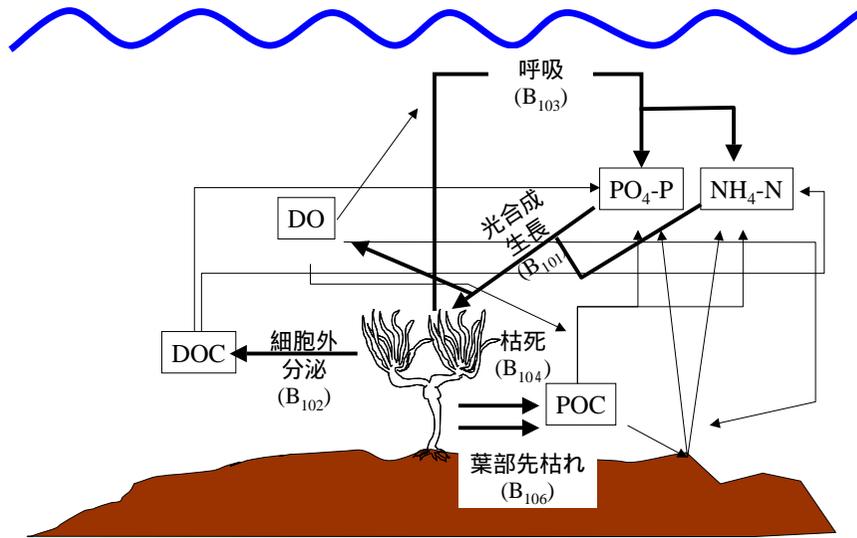
【久里浜湾でのアラメ藻場の分布】



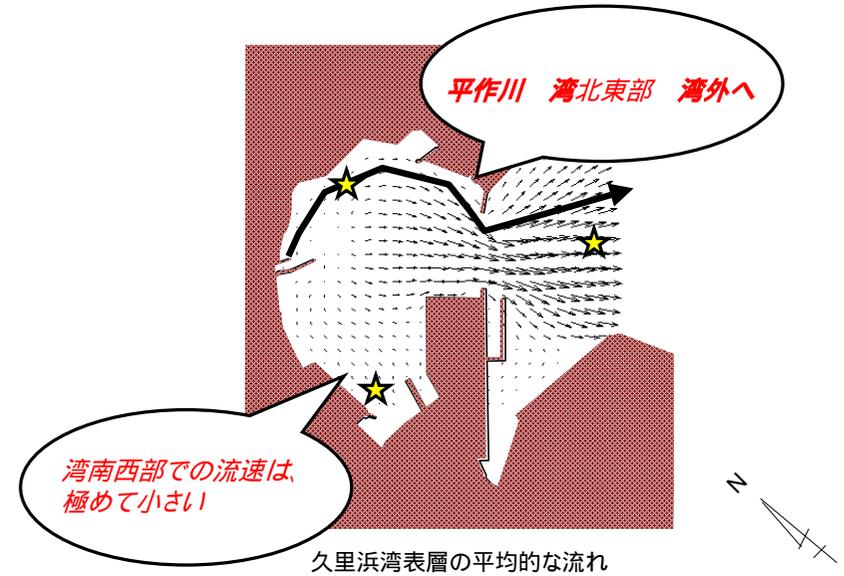
久里浜湾内のアラメ分布



【アラメに関わる物質循環】

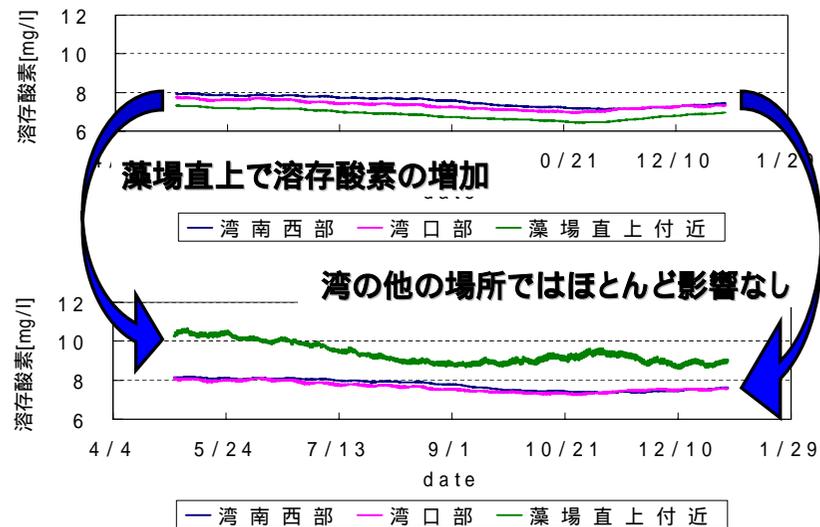


【久里浜湾表層における平均的な流れ】

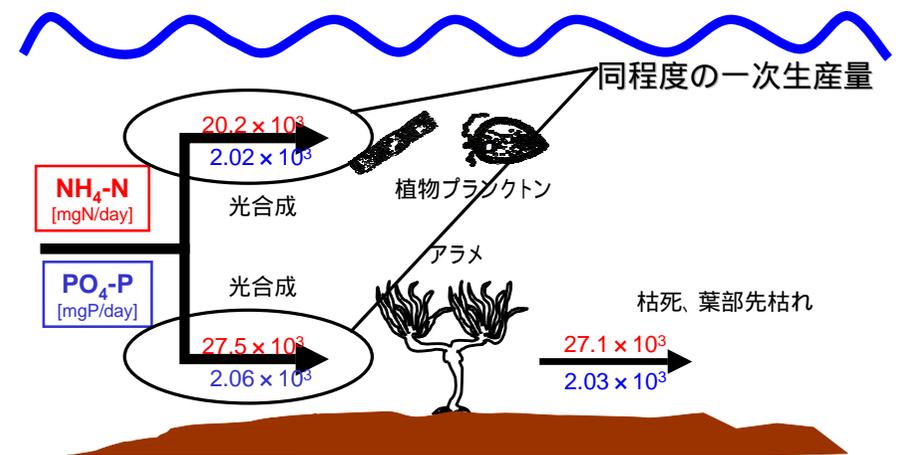


【地点別の溶存酸素時系列変化】

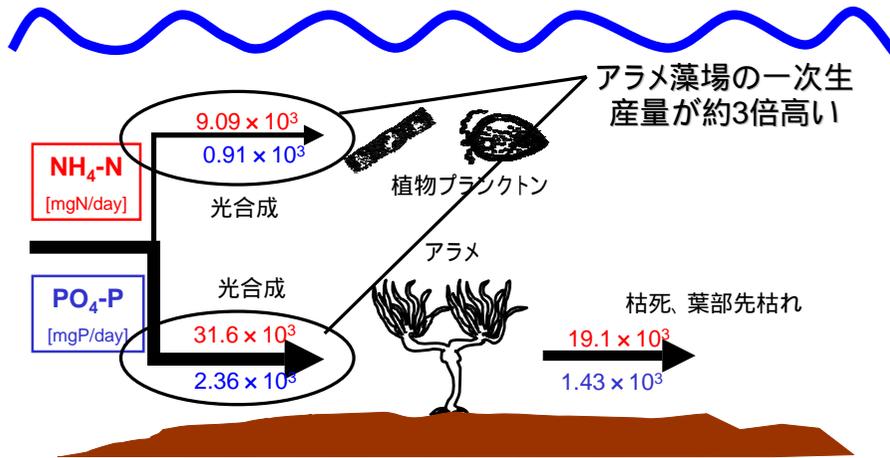
(上: 藻場なし 下: 藻場あり)



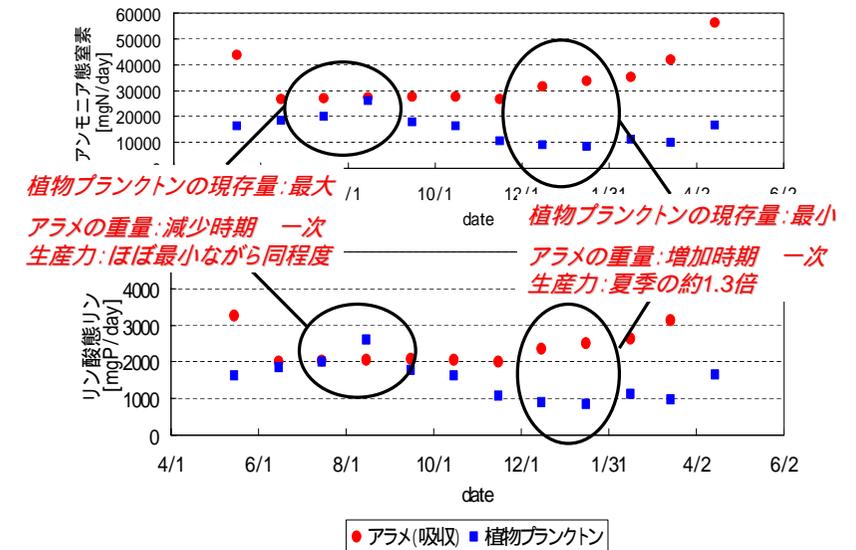
【久里浜湾での一次生産による栄養塩への影響(8月)】



【久里浜湾での一次生産による 栄養塩への影響(12月)】



【久里浜湾の一次生産者による生産力】



【まとめ1/2】

1. 現地計測により、重量が5～6月に増加し、8月以降減少するという季節変動が計測された。また、茎の変化量に比べて葉の変化量の大きいことが分かり、生長モデルでは葉部と茎・根部に分けて考えるという変更が有効であるという知見を得た。
2. 既存の藻場モデルに変更を加えることで、アラメの平均的な季節変動の表現できるモデルを構築できた。計測値との検証においてモデルの改善が確認された。

【まとめ2/2】

3. 水質予測モデルにアラメの生長モデルを組み込んで計算を行った。
- 3-1. 久里浜湾北東部にあるアラメのみを想定した藻場が、湾内全植物プランクトンによる一次生産力の年間最大値と、同程度もしくはそれ以上の能力を持っているという結果を得た。
- 3-2. アラメ及び植物プランクトンの一次生産において、それぞれ異なる季節変動が確認された。これにより、季節ごとの栄養塩吸収量の差が緩和され、藻場が植物プランクトンと共に特定時期の富栄養化を抑える役目があることが示唆された。