

三河湾における内部生産の動態について

名古屋工業大学大学院 前田 晃佑
 名古屋工業大学大学院 フェロー 喜岡 渉

1. まえがき

三河湾をはじめとする多くの内湾では、長年にわたる富栄養化の問題が深刻であり、太陽光や水温、流動などの環境条件によっては赤潮が発生し得るほど栄養塩が過剰に供給されている水域である。栄養塩を含む水質の評価や予測のために、三河湾でも現地観測により種々の調査結果が蓄積されつつあるが、一般に内湾における栄養塩変動の時間スケールは小さく、これまでの調査頻度や測点数では短い時間スケールで変動する現地の水質変動特性を精度よく捉えることは難しい。本研究では、三河湾における表層の植物プランクトンに対する河川水、下水処理水等の陸域からの栄養塩供給の寄与を明らかにすることを目的として、2003年5月～2006年10月までの3年半にわたる湾内一次生産の応答について現地データおよび数値計算を通して調べた。

2. クロロフィル a 濃度推定モデルの構築

本研究では、湾内の一次生産の応答を明らかにするため植物プランクトンの有する光合成色素クロロフィル a を指標とするため、三河湾のような広い範囲を同時観測可能な RS 技術を利用し、衛星バンド比によるクロロフィル a 濃度推定モデルの構築を試みた。そこで2005年11月、12月に愛知県水産試験場が行った現地観測と東京大学生研 webmodis より取得した反射輝度データをマッチアップさせ、表-1に提案モデルに対する精度検討を行った。同時に大気補正に対する検討も行い、これを大気散乱に対しエアロゾル等ミ-散乱項に有効な暗画素法、大気中の分子等によるレイリー散乱に有効とされる衛星天頂角余弦を推定モデルに取り入れるものとする。その結果、表-1に示される通り三河湾では大気補正の内湾モデルが有効であり、特にバンド比 Band14/Band9 と実測値の間に高い相関が見られることがわかった。検討データの中で Band14 は観測値との相関が最も高く、逆に Band9 は相関の見られない波長帯であり、三河湾の植物プランクトンの特徴をよく捉えた組み合わせであるといえる。これより輝度比 Band14/Band9 による、大気補正

表-1 モデルと観測値 CHLa 濃度との関係

モデル		大気補正	
		なし	あり
内湾	Band14 (678nm) /Band9 (443nm)	0.8156	0.8745
	Band14 (678nm) /Band13 (667nm)	0.7985	0.8103
外洋	Band12 (551nm) /Band9 (443nm)	0.0990	-0.0373
	既存モデル	-0.3217	-

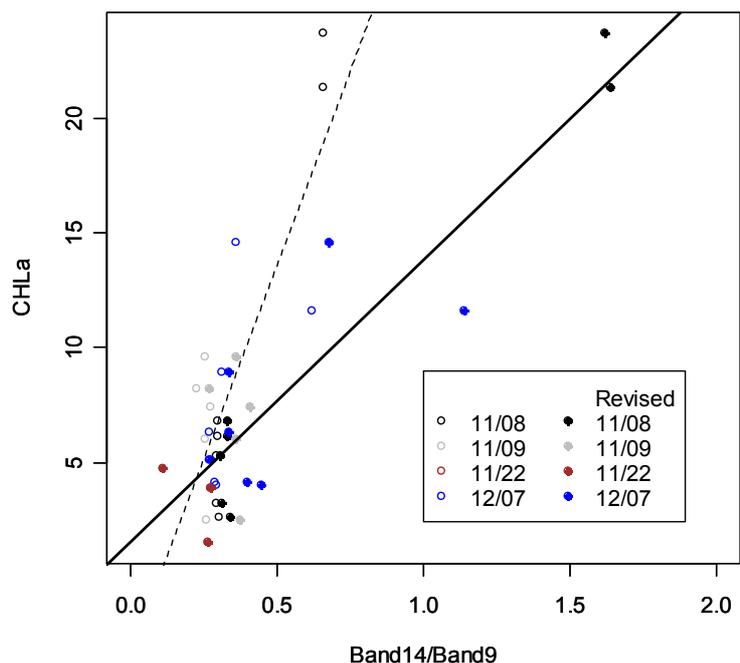


図-1 Band14/Band9(採用モデル)と実測値の関係

を加えた三河湾クロロフィル a 濃度推定モデルを以下に導いた. ここで θ とは衛星天頂角のことである.

$$CHLa[mg/m^3] = -0.881 + 1.298CHLa^*[Band_{14}/Band_9] \tag{1}$$

$$CHLa^*[Band_{14}/Band_9] = 1.708 + \frac{Band_{14} - MIN(Band_{14})}{Band_9 - MIN(Band_9)} (18.032 - \frac{7.092}{\cos \theta}) \tag{2}$$

3. 三河湾の一次生産応答

本研究で構築したクロロフィル a 濃度推定モデルを基に, 三河湾の一次生産応答の解析を行った. 例として 図-2 に 2005 年の通年データを示す. 上から三河湾の表層クロロフィル a 総量 (t), 豊川河川流量 (m^3/s), 豊川流域の降雨量 (mm/h), 矢作川流量 (m^3/s), 矢作川流域の降雨量 (mm/h), 三河湾平均水温 ($^{\circ}C$), 日照時間 (h) で, 時系列に並べた. クロロフィル a 総量を計算する際, 雲等の影響で欠損値となった水域内の画素はその面積が十分に小さいとき, 補完を行った. 図-2 より降雨後に河川から湾内への流入量が増え, あわせてクロロフィル a 総量が増加する傾向が見られる. また降雨後は河川水の DIN/DIP が低くなっており, 降雨により栄養塩リンが多く湾内へ流入し, この流入負荷により Redfield 値を下回り, 増殖制限因子がシフトした結果, 三河湾の一次生産量が増加したと考えられる.

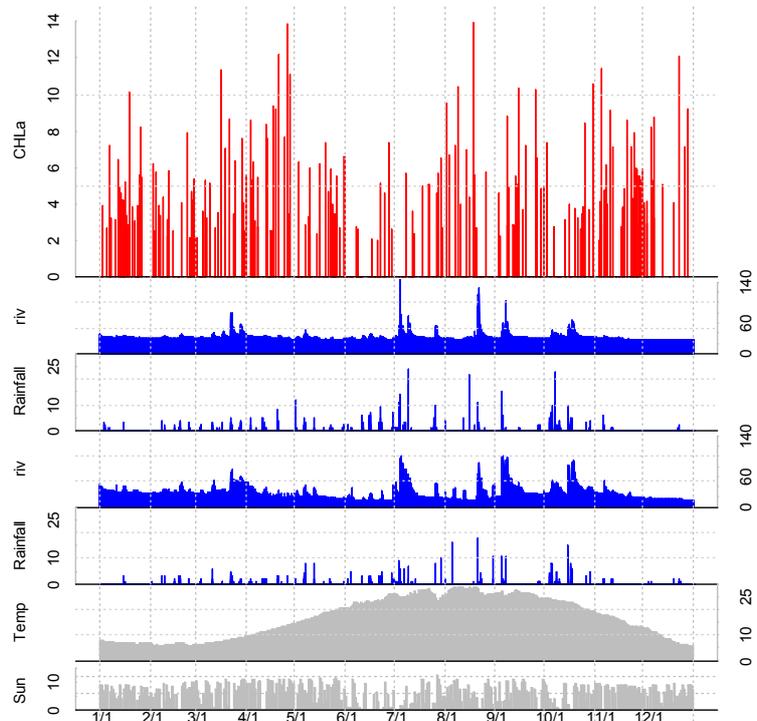


図-2 2005 年の三河湾クロロフィル a 総量変化

4. 数値計算

陸域からの栄養塩供給の寄与による湾内一次生産の応答について, 流動モデル POM を用いて生態系モデルの定式化を行い, 数値シミュレーションを行った. 各状態変数は拡散方程式によって基本的に記述できるものとし, これに移流項, 拡散項に 図-3 に示す生物・化学変化過程を加え, 式 (3) に示す. 状態変数を植物プランクトン, 栄養塩リン, デトリタスとする 3 コンパートメント生態系モデル(中田, 1993)として解析を行った. 計算結果は発表時に示すこととする.

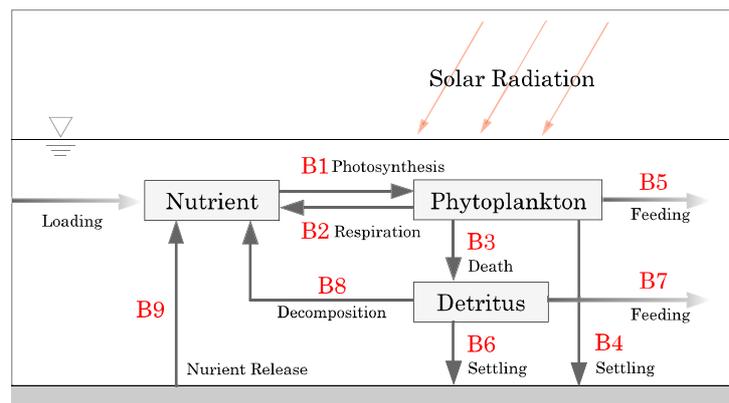


図-3 生態系モデルの生物・化学変化過程概念図

$$\frac{\partial B}{\partial t} = -u \frac{\partial B}{\partial x} - v \frac{\partial B}{\partial y} - w \frac{\partial B}{\partial z} + K_h \left(\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B}{\partial y^2} \right) + K_z \frac{\partial^2 B}{\partial z^2} + \frac{dB}{dt} \tag{3}$$

参考文献

中田喜三郎 (1993) : 生態系モデル—定式化と未知のパラメータの推定法—, J. Adv. Mar. Tech. Conf. Vol.8. 1993 pp. 99-138.