

Ⅱ - 113 大船渡湾における海水交換と植物プランクトン分布の関連性

東北大学大学院工学研究科 学生会員 佐藤博信
 東北大学大学院工学研究科 学生会員 高橋研也
 東北大学大学院工学研究科 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

閉鎖性内湾域において、高密度の湾外水が湾内に突発的に流入し、湾内水質を変化させることが確認されている。この現象は、湾外を通る海流の勢力の変化などによることが知られている。特に三陸沖は、親潮、黒潮、津軽暖流が会う混合水域であるために、湾外密度の変動が激しく、大船渡湾などの三陸沿岸の閉鎖性内湾域では、水質急変現象が観測されている¹⁾。本論では、これら既存の知見をもとに、2004年夏季の成層期に見られた海水交換と植物プランクトン濃度変化の関連性に関して報告を行う。

2. 研究対象水域の概要

岩手県南部に位置する大船渡湾を研究対象水域とした(図-1)。本水域は、水域面積7.89km²と比較的狭く、単純な構造であり、湾外水の影響を把握しやすい水域である。湾奥部には二級河川盛川が流入している一方で、湾口幅はSillおよび津波防波堤の存在により200mと狭くなっており、水質が悪化しやすい水域である。

筆者らは、2004年度に湾内部のStn.A、Stn.Bおよび防波堤外側のStn.Cにおいて、10分間隔で水温および塩分の連続観測を行った。また、Stn.A中層およびStn.B表層では、Chl.aの連続観測も行った。

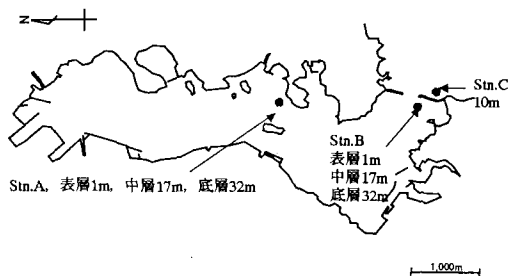


図-1 研究対象領域（大船渡湾）

3. 実測結果

図-2に、Stn.B表層およびStn.A中層におけるChl.a濃度、降水量および平均気温を示す。通常、表層部分

の方がChl.a濃度としては高いことが予想されるが、予想に反して中層が高くなっている様子が見て取れる。しかも、興味深いことに、8月8日に濃度が急激に低下しているのがわかる。

このとき、降水量および平均気温など、特徴的な気象条件の変化は見られない。雨が無いために盛川からの突発的な流入も考えられない。したがって、湾外水の影響が示唆される。

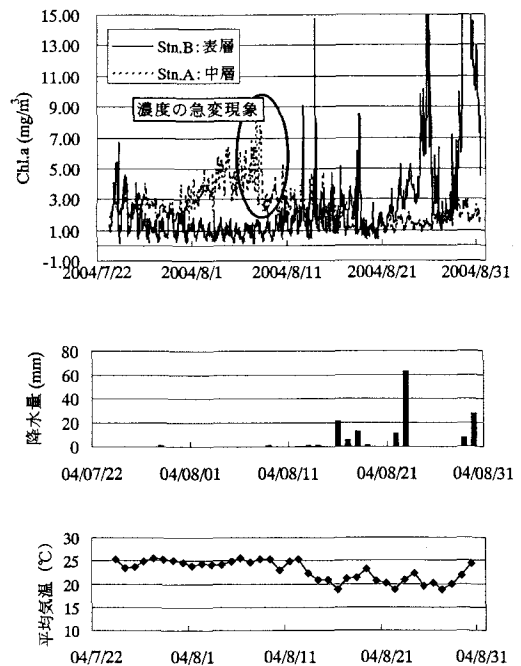


図-2 Chl.a濃度および気象条件

4. 解析に用いたモデル

Chl.a濃度急変現象を再現するために、生態系モデルを構築した。大船渡湾は単純な地形であるため、植物プランクトンに関しては、通常の拡散項に、光、温度、栄養塩類による生産項、植物の死滅、沈降、捕食の3項を与えた。また、通常の沿岸域ではリン制限であることを考慮し、窒素の分布は考えない。また、通常、

光合成の補償深度は透明度の約3倍である。大船渡湾の透明度は実測を通じて10mもないことがわかっていて、したがって、底層でリンの溶出が進んでいても光が届いていないために、植物プランクトンの増殖には影響しないと考えられるため、ここでは底泥からのリンの溶出は考えない。

植物プランクトン濃度 P は式(1)に示すとおり、拡散項に純生産項 G と死滅項 B の差からなる生産項から表すことが出来る。

$$V_i \frac{\partial P_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(A_i K_{zi} \frac{\partial P_i}{\partial z} \right) + (G_i - B_i) P_i + \lambda_i Q (P_o - P_i) \quad (1)$$

$$\sigma_{ii} = \sigma_{io} \text{ のとき, } \alpha_i \neq 0$$

$$G_i = \alpha_1 \exp(\beta_1 T_i) \cdot \frac{I_i}{I_{opt}} \exp \left(1 - \frac{I_i}{I_{opt}} \right) \cdot \frac{DIP}{K_{DIP} + DIP} \quad (2)$$

$$B_i = \alpha_2 \exp(\beta_2 T_i) \times C_{zoo} + \alpha_3 \exp(\beta_3 T_i) + S_p \quad (3)$$

ここで、 $P_i(\text{mg/m}^3)$: 植物プランクトン濃度、 $V_i(\text{m}^3)$: 容積、 $z(\text{m})$: 水深、 $A_i(\text{m}^2)$: 面積、 $K_{zi}(\text{m}^2/\text{s})$: 鉛直渦動粘性係数、 $\sigma_{ii}(\text{kg/m}^3)$: 湾内 σ 、 $\sigma_{io}(\text{kg/m}^3)$: 湾外 σ 、 $P_o(0.01\text{mg/m}^3)$: 湾外植物プランクトン濃度、 $I_i(\text{W/m}^2)$: 光合成有効放射(PAR)、 $S_p(0.1\text{day}^{-1})$: 沈降速度、 $Q(\text{m}^3)$: 潮汐プリズム、 $I_{opt}(=100\text{W/m}^2)$: 最適 PAR、 $DIP(=0.01\text{mg/l})$: 溶存態無機リン、 K_{DIP} : リンの半飽和定数、 λ_i : 海水交換率、 $T_i(^{\circ}\text{C})$: 水温、 $C_{zoo}(=0.001\text{mg/l})$: 動物プランクトン濃度である。また、植物プランクトンの比重が1.025と仮定し、 σ_i が25kg/m³以深では沈降しないととした。

K_{DIP} 、 S_p および純生産項、死滅項の係数 α 、 β については堀口らが東京湾で用いた値を用いた²⁾。また、密度の推定には、高橋らが大船渡で用いた鉛直一次元の水温、塩分モデルにより算出した³⁾。

5. 計算結果

図-3に、Chl.aの実測値と計算値(海水交換の影響を考慮したものとししないもの)の比較を示す。海水交換を考慮しない場合、Chl.aは8月9日以降も上昇しているが、海水交換を考慮した場合、急変する時期は実測値と多少ずれるが、実測値と同じく5mg/m³以上は増加しないことがわかる。このとき、密度貫入は16-18mとStn.A中層に相当する深度で発生しており、密度貫入による海水交換が湾内での中層におけるChl.aの増加を抑制していることがわかる(図-4)。

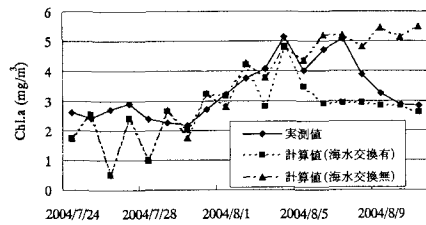


図-3 植物プランクトン濃度の再現計算結果

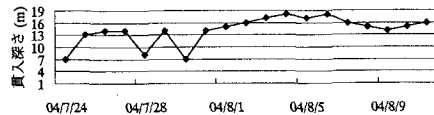


図-4 密度貫入の深さ

6. まとめ

本論では、夏季における中層の植物プランクトン分布と密度貫入による海水交換の関連性について考察した。以下に主要な結論を示す。

- (1) 夏季の中層において、表層よりも高濃度の Chl.a が分布していることが観測された。
- (2) 密度貫入は、中層 Chl.a 増殖を抑制する働きがあることが考えられる。

今後は、栄養塩類、動物プランクトン分布も考慮した、より確度の高いモデルにより、海水交換現象と水質分布の関連性に関しての検討が必要と考えられる。

謝辞: 本研究を進めるにあたり、科学研究費補助金基盤 A (代表: 澤本正樹)、文部科学省学術フロンティア推進事業(日本大学工学部): 研究課題「中山間地及び地方都市における環境共生とそれを支える情報通信技術に関する研究(研究代表: 小野沢元久)」の援助を得た。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 日比野忠史, 豊田政史, 深和岳人: 大船渡湾での貧酸素水塊の形成と消滅機構, 水工学論文集, Vol.43, pp.1073-1078, 1999.
- 2) 堀口文男, 中田喜三郎: 東京湾の水質のモデル解析, J. Advanced Marine Science and Technology Society, Vol.1, pp.71-92, 1995.
- 3) 高橋研也, 佐藤博信, 沢本正樹: 大船渡湾における水質構造生成に関する現地観測, 土木学会第59回東北支部発表会講演概要集, pp.330-331, 2004.