

II-107

大船渡湾におけるクロロフィル a 濃度分布と制限因子分布の観測

東北大学大学院 学生会員 ○佐藤博信
 東北大学大学院 学生会員 高橋研也
 東北大学大学院 フェロー 沢本正樹

1. はじめに

閉鎖性内湾域では、外洋水が内湾の同一密度層に進入する密度貫入による海水交換が発生する。この海水交換による底層の DO 濃度への影響が確認されているが¹⁾、他の水質に関しても、同様に影響があると考えられる。特に、密度貫入がクロロフィル a（以下、Ch.a と略す）分布に与える影響は、富栄養化を論じる上でも重要である。

そこで、本論では、閉鎖性内湾域の Ch.a 分布とそれを支配している因子の影響を考察した。

2. 実測の概要

研究対象地の大船渡湾（39° 02′ N, 141° 44′ E）は、岩手県南部の三陸リアス式海岸に位置し、全長 6km、内湾面積 7.89km² の南北に細長い湾である（図-1）。津波防波堤の設置で開口部は 0.2km と狭く、閉鎖度指標(E.I.)は 14.04 と極めて高い。

実測は、図-1 に示す、St.1~St.12 の 12 地点で、7~11 月に月 1 回ずつ（9 月のみ 2 回）行った。クロロテック（ALEC 電子社製）により、塩分、 σ_t 、電気伝導度、水温、Ch.a、濁度を鉛直方向に測定した。併せて栄養塩を、上層（水面下 1m）、中層（水深 2）、下層（底層上 1m）で採水し分析した。盛川河口に位置する St.1 においては上層と下層のみ採水した。

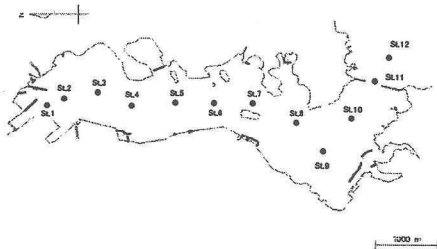


図-1 大船渡湾

国土技術政策総合研究所(2003): 港湾環境情報

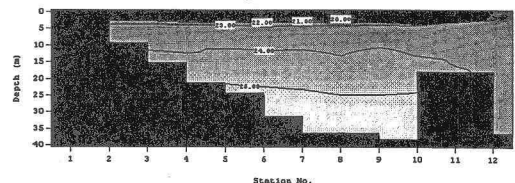
WWW 公開データ <http://www.nilim.go.jp/>を一部改変

3. 湾内の σ_t 分布と Ch.a 分布の関連

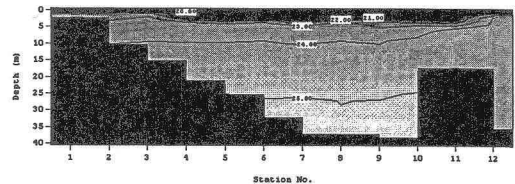
8 月、9 月いずれも密度成層が形成されている様子が見て取れる。外洋の σ_t と同等の層は、8 月は水深

5~10m であるが 9 月は 10~25m と、時期によって変化している（図-2）。一方、通常は密度躍層付近に、Ch.a の亜極大層が形成されるが、9 月は確認ができなかった（図-3）。

8 月の Ch.a 分布は、水深 5~10m の部分で濃度が低く、Ch.a 亜極大層と σ_t が 24kg・m⁻³ の層が一致している。



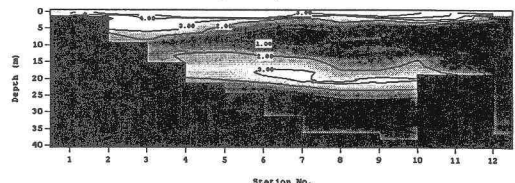
(a) 2003/08/29



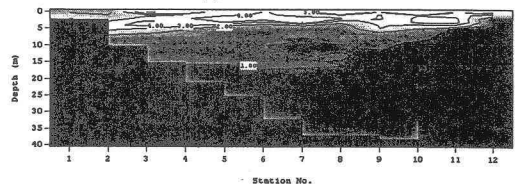
(b) 2003/09/14



図-2 上潮時の σ_t 分布 (kg・m⁻³)



(a) 2003/08/29



(b) 2003/09/14



図-3 上潮時の Ch.a 濃度分布 (mg・m⁻³)

これは、 $23\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ の層で密度貫入が発生しているために、Ch.a 濃度が薄まり、相対的に $24\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ の層で Ch.a 濃度が高くなった結果であると考えられる。一方、9月の Ch.a 亜極大層消滅は、湾内の中層、底層に渡る密度貫入の影響によると考えられる。

次に Ch.a 増殖の栄養塩制限項に関して考察する。(1)~(3)式に示すとおり、Michaelis-Menten 式により窒素、リンの制限項、 F_N 、 F_P をそれぞれ求め、小さい方を栄養塩制限項 F_n とした。

$$F_N = \text{DIN} / (K_N + \text{DIN})^{-1} \quad (1)$$

$$F_P = \text{DIP} / (K_P + \text{DIP})^{-1} \quad (2)$$

$$F_n = \min(F_N, F_P) \quad (3)$$

DIN：溶存態無機窒素，DIP：溶存態無機リン，

K_N ：窒素の半飽和定数， K_P ：リンの半飽和定数

なお、 K_N と K_P の値としては、藤原ら²⁾が伊勢湾の一次生産量分布算定に用いた $0.0024\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ 、 $0.0006\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を用いた。St.4~St.12の各地点の Ch.a 亜極大層における、栄養塩類による Ch.a 増殖制限項の分布を図-4に示す。

これより、9月の方が栄養塩制限項は大きい。このため、この後に密度貫入が発生する深さが8月と同じ水深に変化した場合、条件によっては Ch.a 亜極大層が再発達する可能性が示唆される。

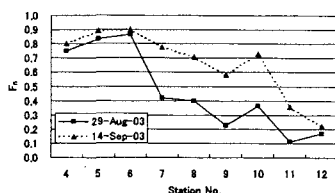


図-4 Ch.a 亜極大層における栄養塩類による Ch.a 増殖制限項分布

4. 流況変化が湾外の密度変動に与える影響

大船渡湾では、黒潮、親潮、津軽暖流が湾内水質に影響を与えていることが指摘されているため³⁾、次に実測日に近い8月10日と9月16日の流況を NOAA/AVHRR から得られた海面温度により図-5に示す。

日本海側を北上する対馬暖流は津軽海峡を越え津軽暖流となるが、9月は8月より海峡越えが活発な様子が見て取れる。また、寒流の親潮も南下している。一方、大船渡湾外中層の塩分と σ_t は、7月から9月にかけて上昇傾向である(表-1)。温度よりも塩分の変化が σ_t 変動に大きく影響するため、9月の σ_t 上昇は、南

下してきた高塩分の津軽暖流によると見られる。水温上昇にあまり変化がみられないのは、津軽暖流が親潮に冷やされたためであると見られる。



(a) 2003/08/10 (b) 2003/09/16



図-5 東日本の海面温度(°C)

表-1 湾外中層の塩分、温度、 σ_t の変化

	Salinity (PSU)	Temperature (°C)	σ_t ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
7/28	32.8	15.12	24.26
8/29	33.24	18.16	23.89
9/14	33.6	18.06	24.19
9/30	33.55	17.98	24.17
10/17	33.65	17.14	24.45
11/17	33.6	15.47	24.79

5. まとめ

今回の実測で、湾外の密度変化により、時期によって異なった水深で密度貫入が発生し、それが Ch.a 分布にも影響を及ぼしていることが確認できた。また、津軽暖流の影響で、湾外の密度が変化し、Ch.a 亜極大層の消滅に影響を与えていることが示唆された。

今後は、津軽暖流と親潮が湾外の密度変動に与える影響に関して検証し、富栄養化と海流の流況パターンとの関連性を明らかにする予定である。

謝辞

本研究は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)」の一環として実施した。また、科学研究費補助金基盤 A (代表:澤本正樹)の援助を得た。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 岡田知也, 中山恵介, 日比野忠史, 細川恭史, 古川恵太: 大船渡湾における底層 DO 濃度の変動に及ぼす湾外の影響, 海岸工学論文集, 第 47(2)巻, pp.1041-1045, 2000.
- 藤原建紀, 山尾理, 高橋鉄哉, 笠井亮秀, 杉山陽一, 原田一利: 一次生産量の時空間分布の算定手法, 海岸工学論文集, 第 46(2)巻, pp.1211-1215, 1999.
- 日比野忠史, 豊田政史, 西守男雄, 細川恭史, 鶴谷広一: 海面水位の変動が内湾域への水環境に及ぼす影響-大船渡湾での貧酸素水塊の形成と消滅機構-, 港湾技術研究所報告, 第 38(3)巻, pp.91-124, 1999.