

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

第二部 神鷹丸航海調査報告 10月調査航海報告 期間
平成9年10月 海域 北西部北太平洋

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-04-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/260

2.3. 1997年10月の本州南方沖における植物プランクトンの分布

An overview on biological oceanographic survey off the south coast of Honsyu Island,
Japan in October 1997

堀本奈穂*・石丸 隆*・山口征矢*・林 敏史**・萩田隆一**・栗田嘉宥**・高須康介**

*東京水産大学海洋環境学科

**東京水産大学練習船

1. はじめに

植物プランクトンは、海洋生態系における基礎生産者であり、太陽エネルギーと栄養塩から有機物を生産し捕食者に供給する役割を担っており、その細胞の大きさおよび組成は食物連鎖における栄養段階の数に強く影響することが知られている(Ryther, 1969). 本研究では、外洋における植物プランクトン群集の構造を分布構造と環境要素との関係、および出現種と現存量の把握から明らかにすることを目的として行った。

2. 調査法

調査は本学研究練習船神鷹丸により1997年10月17日から19日にかけてFig. 1に示した伊豆諸島より西側の測点において行った。

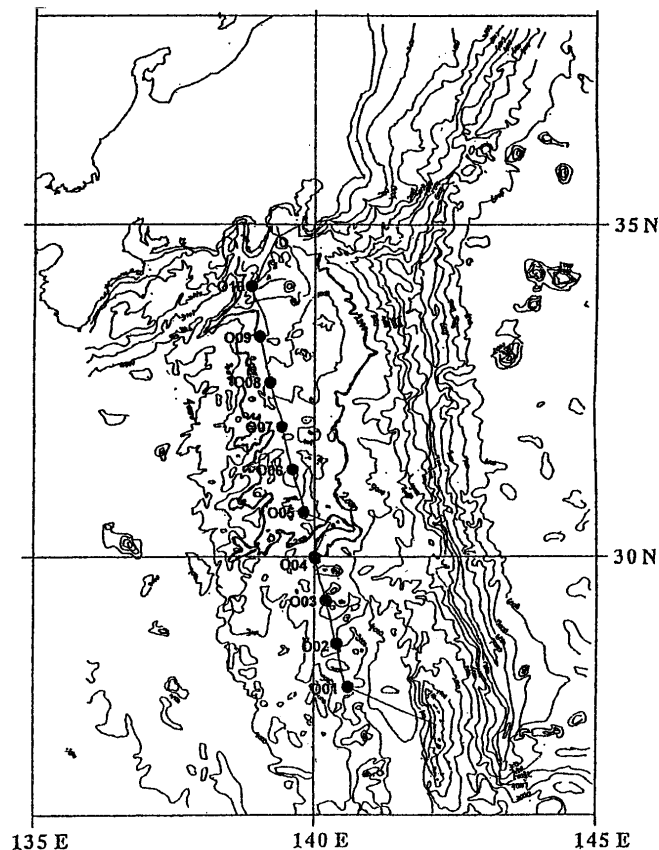


Fig. 1 観測点の位置

海洋観測はOCTOPUSにより水温、塩分、溶存酸素、濁度およびクロロフィル蛍光を水深1000m (O06, O08, O10 はそれぞれ 850, 550, 450m)まで測定した。各センサーの鉛直プロファイルと分光放射計による相対照度の鉛直プロファイルから採水層を決定し(0m, 混合層底部, Chl 極大, 1%相対照度, 0.1%相対照度, 200m の6層), 1.7l のニスキン採水器を取り付けたロゼットマルチサンプラーと 40l 遮光型バンドン採水器を用いて海水を採取した。採水試料は塩分、溶存酸素および各栄養塩類の測定, および Chl a と植物プランクトン現存量の測定に使用した。

栄養塩測定試料は, ニスキン採水器から 100ml 程度を採水した後速やかに冷凍して研究室に持ち帰り保存した。測定は試水を 4°Cで解凍した後に行った。

亜硝酸は Technicon のマニュアル(1978)に従って, 硝酸は銅-カドミウム還元カラムを用いて還元した後亜硝酸と同じ方法で, オートアナライザーを用いて分析した。珪酸とリン酸は, Murphy and Riley (1962)と Koroleff(1976)により分析した。

Chl a 測定試料は, ニスキン採水器を用いて採水した。採水直後に試水 200ml を Whatmann 社製グラスファイバーフィルター(GF/F)を用いて約 50mmHg で吸引濾過し, フィルターを直ちに 6ml の DMF に浸し-20°Cで保存した(Suzuki and Ishimaru 1990)。抽出した試料は, 研究室に持ち帰り Turner Designs 社の蛍光光度計(10R)を用い蛍光法によって測定した。

航走中の流向流速データは, 神鷹丸の船底に設置した RD 社の 150kHz のブロードバンド ADCP により測定した。ADCP の有効測定水深は約 200m であった。

3. 結果

3-1. 海洋構造

Sta.O01 から O10 における水深 200m までの水温および塩分の鉛直断面を Fig. 2 に, 0.5° N 毎に移動平均し ADCP による流速の東西および南北成分の鉛直断面を Fig. 3 に示す。

水温と塩分の鉛直断面, ADCP による流向流速の鉛直断面および表面水温の分布から, 調査海域は黒潮域, 黒潮反流域および北赤道海流域に分けられた。最も北側の測点である Sta.O10 は銭洲北西部に位置し, 水深が 450m と浅く表面水温は約 23°Cであった。黒潮の強流帯は, OCTOPUS 観測による黒潮指標水(水深 200m, 15°C), 流向流速分布の東向き強流域と表面水温分布の傾向より, Sta.O09 と O08(33° 40'N~32° 40'N)の間を約 50cm/s で通過していたと考えられる。流向分布から黒潮域よりも沖合いでは, Sta.O07 から O05(32° 40'N~30° 40'N)において南南東方向の流れをもつ黒潮反流を, Sta.O04 から O01(30° 40'N~28° N 付近)において北西方向の流れをもつ北赤道海流を確認した。北赤道海流の指標を水温 15°C等値線とした場合(Yoshida et.al 1993)より, 28~29° N 付近の流速は 0.63m/km であり, 29~30° N では 0.23m/km と弱くなっていた。また北赤道海流の北端と黒潮反流の境界に位置する Sta.O04 と O05 の水温および塩分の分布を比較すると, 水温 25°Cの等値線は水深 68m から 83m と深くなり, 塩分 34.7PSU の等値線は Sta.O04 では表面から分布していたが Sta.O05 では水深 118m まで出現しなかった。観測点付近の海底地形を見ると, Sta.O01 から O04 間の水深は 3000m よりも深い。Sta.O05 より北側の測点は水深 2000m よりも浅い。七島・硫黄島海嶺

に位置していた. したがってこれら 2 つの海流の境界は, 北赤道海流北端が Sta.O04 付近の北斜面に近づくと流速が弱まり, それに対して約 25cm/s の強い南東流である黒潮反流が南下するために形成されたと考えられる. 北赤道海流と黒潮反流の境界は, 1995 年の青鷹丸における観測でも 140° E 上の 30~31° N 付近において確認され, 海底地形が大きく影響すると考えられた.

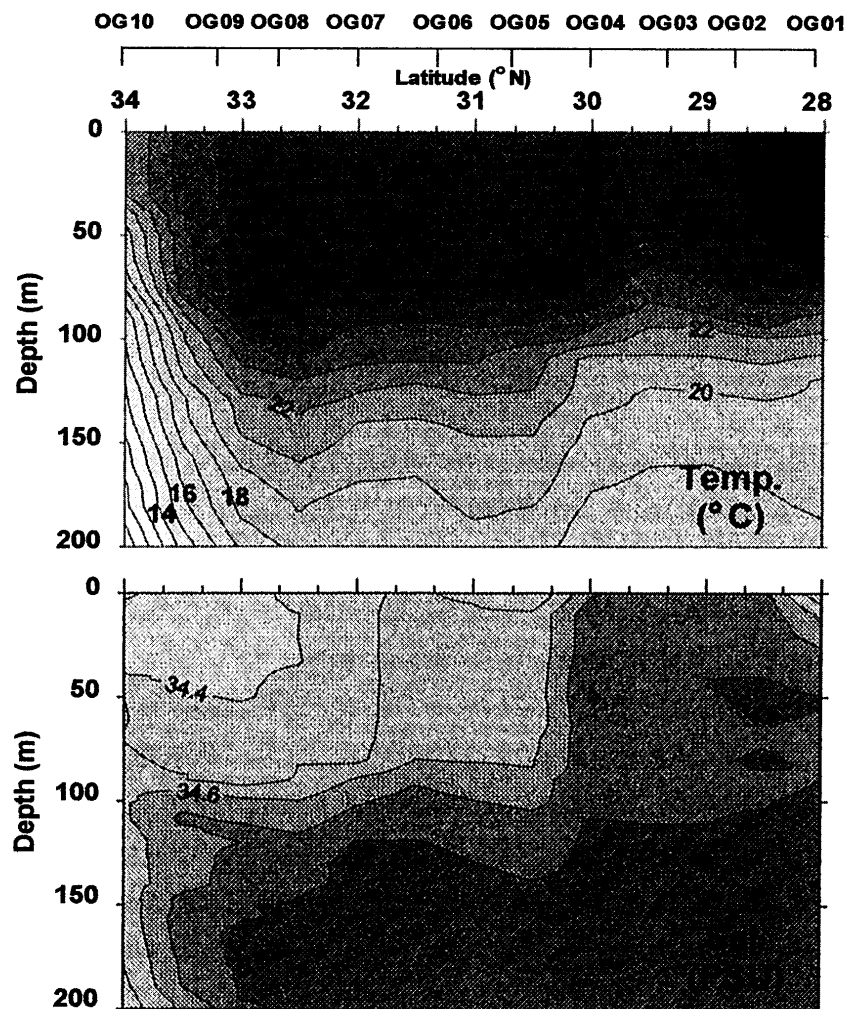


Fig. 2 水温および塩分の鉛直断面図

3-2. 海洋環境要素

Sta. O01からO10における水深200mまでの栄養塩濃度(硝酸, 亜硝酸, リン酸および珪酸)の鉛直断面図をFig. 4に示した.

Sta.O10の硝酸塩の分布は, 表面においても約 $0.4\mu\text{M}$ と高濃度であり, 表面水温が低いことから湧昇域と考えられた. 黒潮域の硝酸塩の分布は, 表面から水温躍層の始まる水深まで $0.1\mu\text{M}$ 以下であり黒潮反流域および北赤道海流域では混合層底部から約25m深い水深まで $0.1\mu\text{M}$ 以下であった. 亜硝酸塩は硝酸塩と同様の分布傾向を示し, Sta.O10の表面は約 $0.1\mu\text{M}$ であったが, 黒潮流軸よりも外側のChi極大水深以浅では $0.05\mu\text{M}$ 以下と枯渇していた. リン酸塩と珪酸塩濃度は, 黒潮流軸とその内側の測点では水深200mにおいてそれぞれ $0.2\mu\text{M}$ 以上および $5\mu\text{M}$ 以上存在していたが, 黒潮流軸よりも外側の観測点では水柱を通して $0.2\mu\text{M}$ 以下および $5\mu\text{M}$ 以下と低濃度であった.

硝酸, 亜硝酸, リン酸と珪酸の各鉛直プロファイルと比較すると, リン酸と硝酸は有光層下部から水深200mにおいて増加しているのに対し, 亜硝酸は硝酸躍層付近に極大を形成し, 珪酸はより深い水深まで枯渇していることが明らかになった. これは生物体に含まれているリンと窒素は再生される水深がほぼ等しいために分布傾向が似るが, 珪素は主に珪藻の珪酸塩の殻が溶解することにより再生されるため珪藻の活性が低下する有光層下で増加すると考えられた.

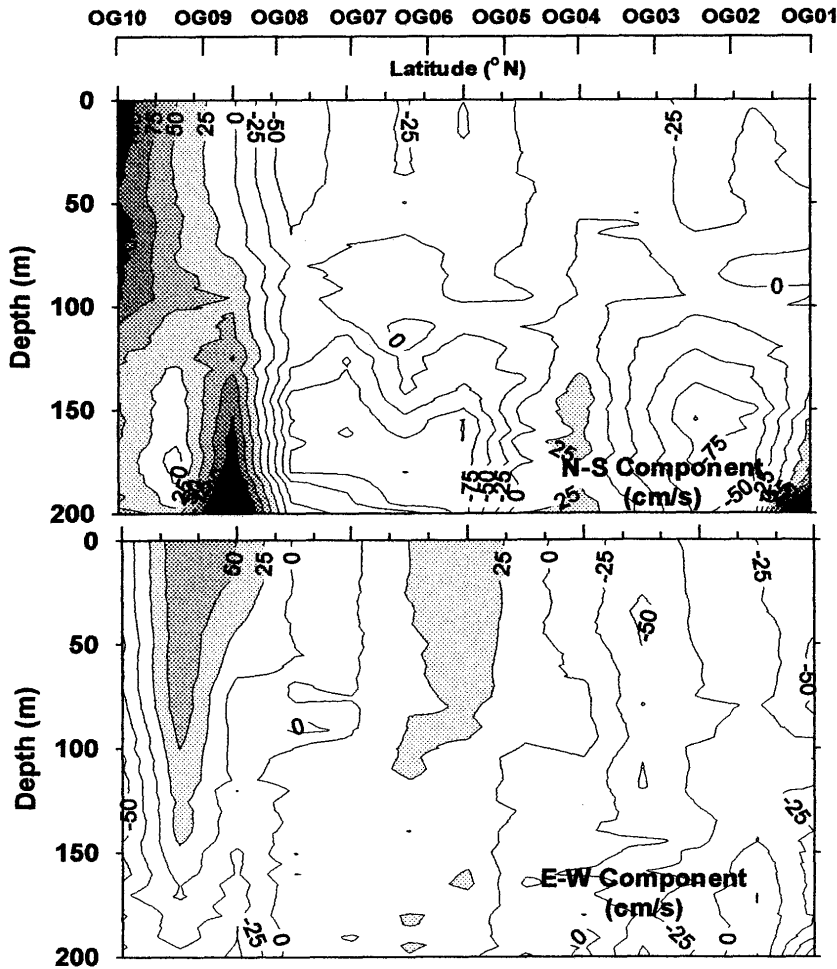


Fig. 3 ADCPによる流向および流速の鉛直断面図

Fig. 5にSta.001から010における溶存酸素とAOU(Apparent Oxygen Utility)の分布を示す。

溶存酸素量は何れの海域においても約4ml/l以下で、1995年青鷹丸によって同海域で行った調査と比較して、北赤道海流域においては2/3程度、黒潮域では3/5程度低い値であった。AOUは、何れの海域においても約1ml/l以上であり、酸素飽和度は低かった。この低酸素水は高水温による酸素溶解度の低下によって形成されたと考えられた。またAOUの分布は、Sta.004を除いて硝酸塩分布とよく対応していた。

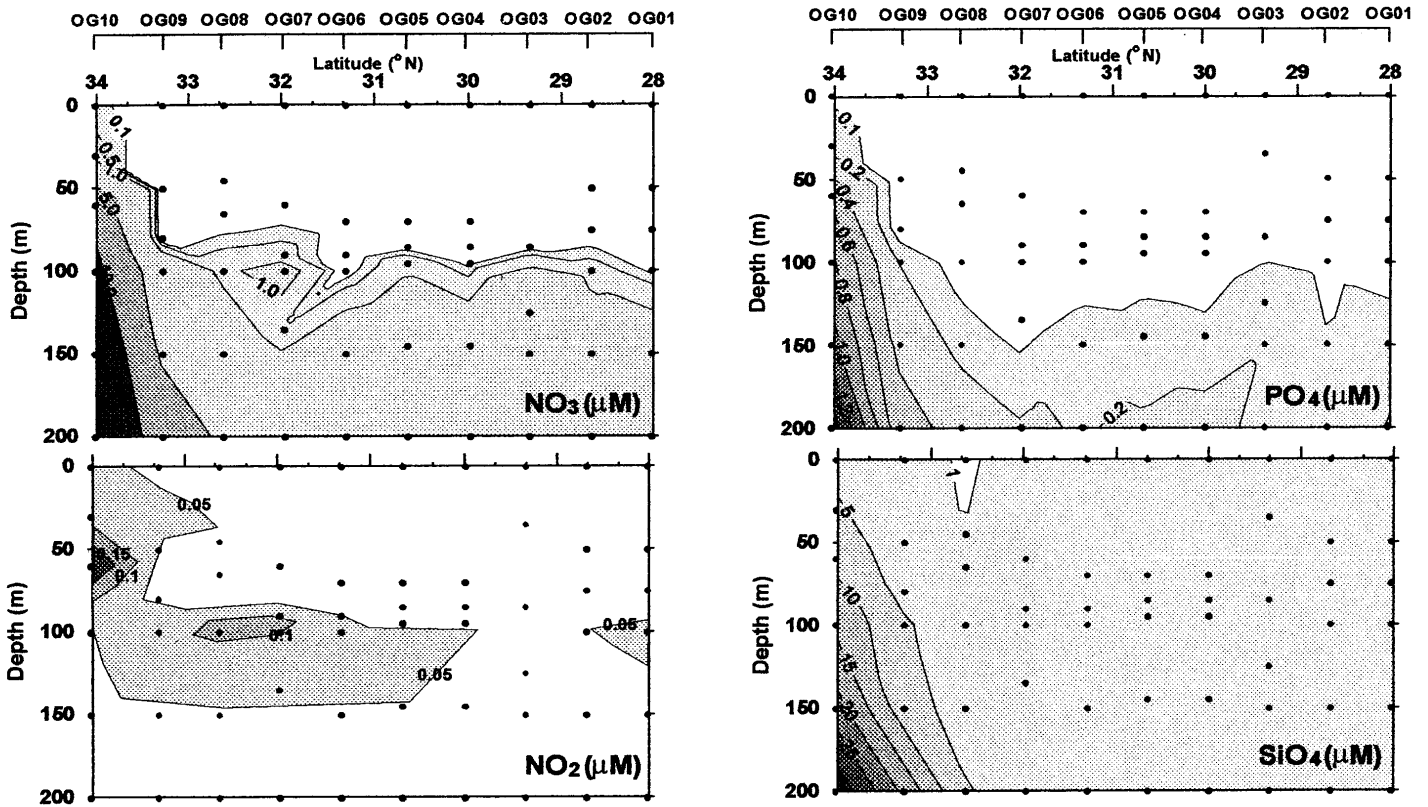


Fig. 4 各栄養塩濃度の鉛直断面図

3-3. Chl aの分布

Sta. O01からO10における水深200mまでのChl a濃度の鉛直断面図をFig. 6に示した。

Chl a濃度は、湧昇域の表層では0.9 $\mu\text{g/l}$ 程度、黒潮域では表面から75m付近まで0.25-0.3 $\mu\text{g/l}$ 程度であった。黒潮反流域は水深100m付近に0.25~0.3 $\mu\text{g/l}$ 程度の極大が見られ、北赤道海流域のSta.O04とO01は、水深100m付近に約0.25 $\mu\text{g/l}$ の亜表層極大を形成していたが、Sta.O02とO03は極大を形成せず何れの水深でも0.2 $\mu\text{g/l}$ 以下であった。

またChl極大が形成されていた水深は、Sta.O10では硝酸塩濃度が約0.5 μM 存在する水深であったが、黒潮域におけるChl極大は硝酸塩が枯渇している水深において、黒潮反流域および北赤道海流域においては硝酸塩が0.1 μM 程度しか存在しない水深に形成されていた。またSta.O03からO09の水深100m以浅では、硝酸塩濃度が検出限界であるにもかかわらずChl aは表面からChl極大水深まで0.2 $\mu\text{g/l}$ 程度であり、秋季北太平洋中緯度域におけるChl aの分布は硝酸塩分布とあまり対応しなかった。また、亜硝酸塩濃度もChl極大水深とあまり対応しなかった。一般に、植物プランクトンが速やかに利用できる窒素は、アンモニア態>亜硝酸態>硝酸態である(Dugdale and Goering, 1967)と報告されている。有光層における窒素の再生は、硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素の形で再生され(才野 1995)、アンモニアや亜硝酸や尿素などの還元態窒素の分布は、植物プランクトンによる吸収と細菌による硝化の度合いによって決定される。貧栄養海域におけるアンモニア態窒素は非常に低濃度であるため測定が難しく、本研究においても採水時のコンタミと考えられる濃度のアンモニア態窒素が検出されたことから、今後は採水方法や分析方法を改善することにより栄養塩の正確な定量を行わなければならない。

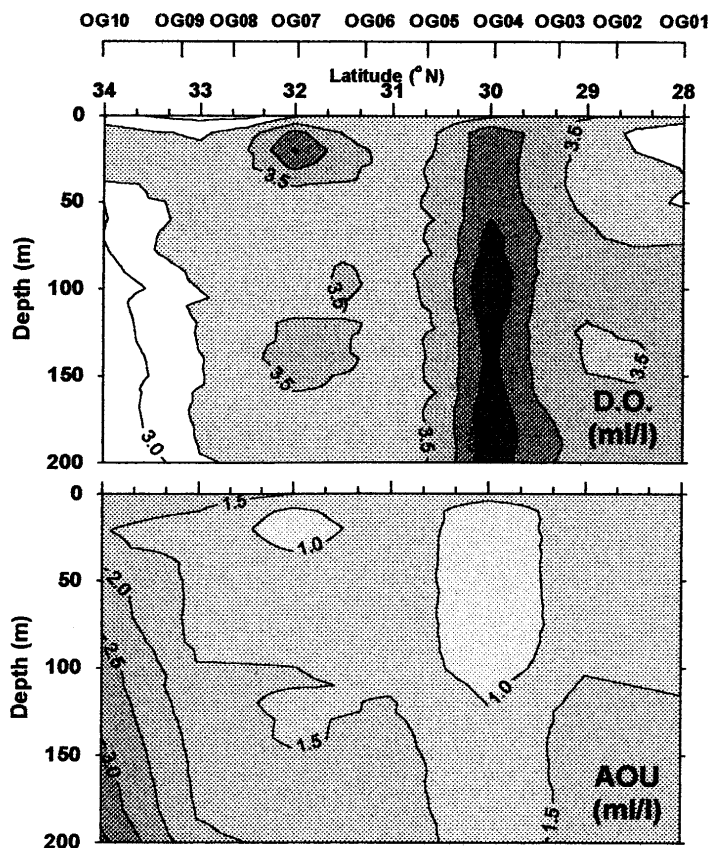


Fig. 5 溶存酸素濃度とAOUの鉛直断面図

植物プランクトンの生体内窒素, リン比は, 比増殖速度と最大増殖速度の比が1程度であるときにはレッドフィールド比(N:P=16:1, 元素比)に従うと言われている(Goldman et al., 1979). またNやPがほとんどの植物プランクトンにとって不可欠であるのに対して, Siは珪藻や珪質鞭毛藻などの一部のプランクトンの殻を形成するに限られるため, 湧昇域やブルーム時のように珪藻が主体となる群集ではSiはそれらの増殖を制限し, 珪藻類から鞭毛藻類への種の遷移の原因になる可能性がある. そこで, (硝酸+亜硝酸)態窒素とリン酸態リンのモル比および(硝酸+亜硝酸)態窒素と珪酸態珪素のモル比の鉛直断面とChl極大水深との関係をFig. 7に示した.

Chl極大付近におけるN/PはSta.006を除く全ての海域において10以下とN不足であり, N不足は黒潮流軸よりも外側において顕著であった. 珪藻のN/Siは約1と報告されている(Brzezinski, 1985)が, 黒潮流軸より外側におけるN/Siは0.5以下でありSiは豊富であったのに対して, Sta.010の湧昇域では0.8程度とSiが不足しておりChl aが0.8 $\mu\text{g/l}$ と高濃度であったことから, 珪藻によってSiが消費されたと推察された.

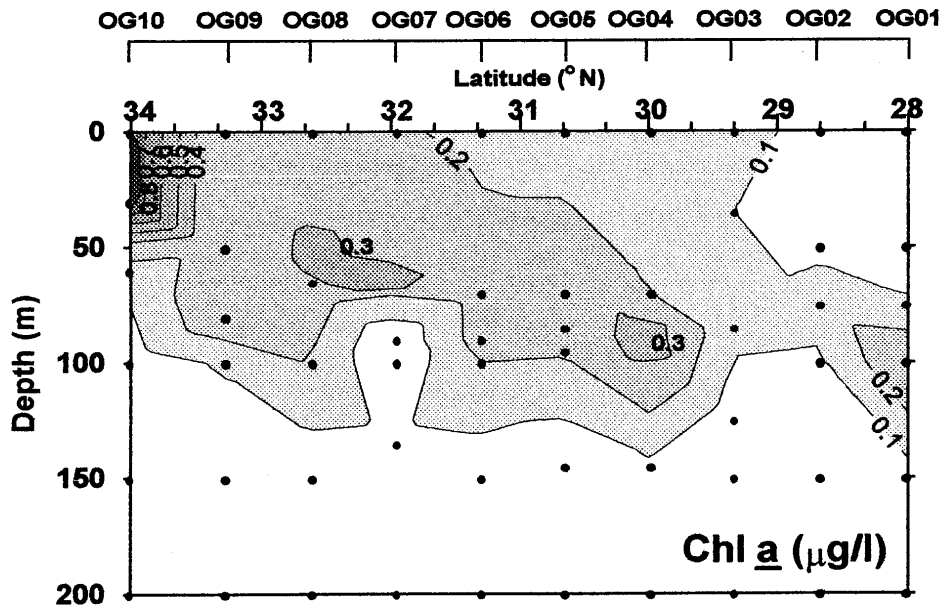


Fig. 6 Chl aの鉛直断面図

4. 文献

- Brzezinski, M. A. (1985): The Si: C: N ratio of marine diatoms: Interspecific variability and the effect of some environmental variables, *J. of Phycol.*, 21, 347-357
- Dugdale, R. C. and J. J. Goering (1967): Uptake of new and regeneration forms of nitrogen in primary productivity., *Limnol. and Oceanogr.*, 12, 235-248
- Goldman J. C., J. J. McCarthy, and D. G. Peavey (1979): Growth rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters., *Nature*, 279, 210-215
- Koroleff, F. (1983): Determination of total silicon., K. Grasshoff, M. Ehrhardt and K. Kleming.(eds), In *Methods of seawater analysis.*, 174-183
- Murphy, J. and J. P. Riley (1962): A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters., *Anal. Chem. Acta*, 27, 31-36
- Ryther J. H. (1969): Photosynthesis and fish production in the sea. The production of organic matter and its convention to higher forms of life very throughout the world ocean., *Science*, 166, 72-76
- 才野敏郎 (1995): 栄養塩と生物活動, 月刊海洋号外 No.8, 20-27
- Suzuki, R. and T. Ishimaru (1990): An improved method for the determination of phytoplankton chlorophyll using N, N-Dimethylformamide., *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 46, 190-194
- Technicon Industrial systems (1977): Nitrate and Nitrite in water and seawater, Technicon AutoAnalyzer II , Industrial method No. 158-71W/A
- Yoshida, J., H. Sudo, M. Matsuyama, Y. Kurita and Y. Mine (1993): Japan- Equator XBT sections in late November 1989 and in early December 1991., *J. Oceanogr.*, 49, 121-129