

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

第三部 青鷹丸航海調査報告 平成10年度 期間
平成10年4月～平成11年3月 海域 東京湾及び相模湾

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/222

2.3. 東京湾調査報告(Tokyo Bay Research Report)

東京湾における 1998 年度のクロロフィルの周年変動

松村 剛¹⁾・石丸 隆¹⁾・浜田浩明²⁾・野田 明²⁾・峰 雄二²⁾

(¹⁾東京水産大学海洋環境学科, ²⁾東京水産大学練習船)

Diurnal variation of Chl *a* in the Bay of Tokyo in 1998

(¹⁾Tokyo University of Fisheries, Dep. of Ocean Sciences)

(²⁾Tokyo University of Fisheries, Research and Training Vessels)

1. はじめに

東京湾は日本で最も富栄養化した内湾の一つである。富栄養化は過剰な栄養塩の供給によるアンバランスな生産構造に起因すると考えられ、植物プランクトンの動態を知ることは富栄養化について考える上で重要であると考えられる。

東京湾における植物プランクトンの変遷については、Chl *a* (野村, 1995), 基礎生産 (山口・有賀, 1988), 群集 (野村, 1998)に関する報告があるが、このような研究は多くの基礎的なデータの蓄積によって成り立っているものである。本報告では東京湾における植物プランクトンの今後の変遷を知る上での基礎資料となる Chl *a* について、1998 年度の周年変動をまとめた。

2. 方法

観測は 1998 年 4 月から 1999 年 2 月にかけて毎月 1 回, Fig. 1 に示す 5 ないし 8 測点で,

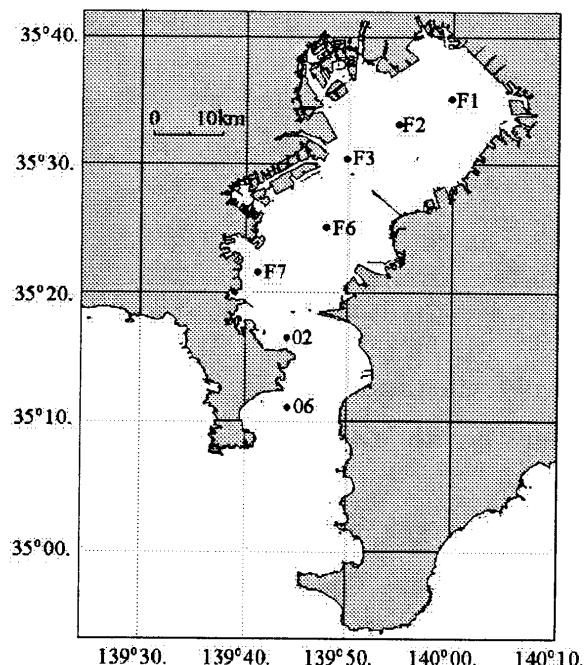


Fig. 1 Observation points in 1998 by RT/V Seijo Maru in the Bay of Tokyo.

全点を2日間以内に行った。また、1999年3月には海況と航海のスケジュールとの関係で4測点を6日間で観測した。各測点でCTDを用いて水温・塩分の計測を行い、同時にCTDに取りつけたロゼットマルチサンプラーで、3ないし7層で採水を行った。Chl *a*は、船上で直ちに試水50-100mlをグラスファイバーフィルター(Whatman社製GF/F)で濾過し懸濁粒子を捕集し、フィルターを6mlのN,N-Dimethylformamidに浸漬し抽出した(Suzuki and Ishimaru, 1990)。サンプルは遮光して冷凍庫で保存し、測定は研究室にてTurner Design社製10R型蛍光光度計を用いて蛍光法(Strickland and Parsons, 1972)で行った。

3. 結果

3-1. 湾奥から浦賀水道にかけての水温、塩分、密度およびChl *a*の分布

3-1-1. 夏季

Fig. 2に夏季(1998年7月)における湾奥から浦賀水道にかけての水温、塩分、密度およびChl *a*の鉛直断面を示す。

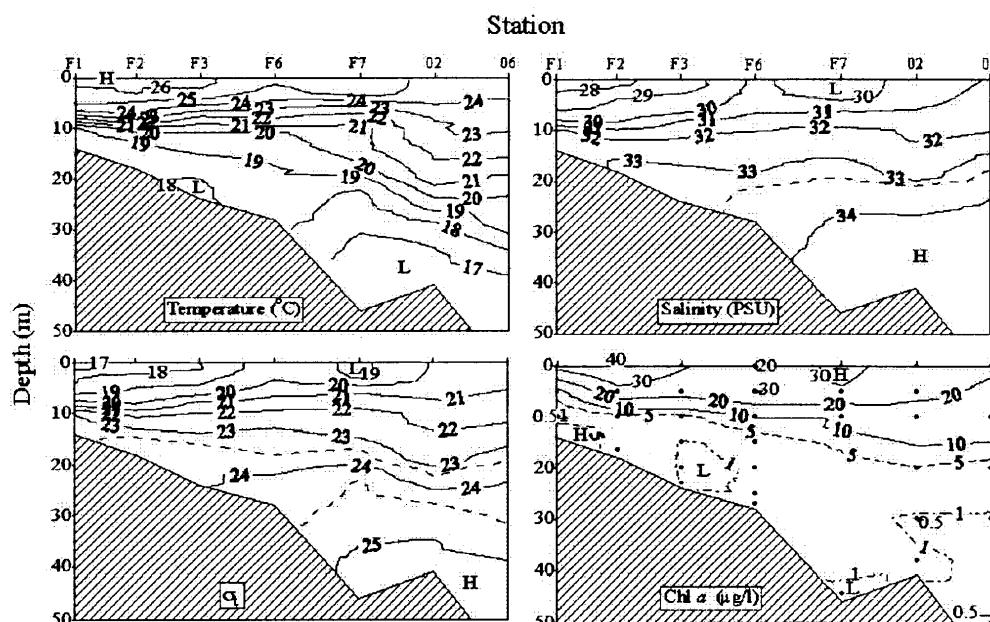


Fig. 2 Vertical sections of temperature, salinity, density(σ_t) and Chl *a* from the Bay head to the Bay mouth in July 1998.

表層の水温は湾奥で26°C、浦賀水道で25°Cで水平的な変化は小さかった。内湾部では約5m層以深に水温躍層がみられ、底層の水温は湾奥部では約18°C、Sta. F7より湾口側では約16°Cであった。浦賀水道のSta. 06では表層から40m層付近にかけて水温は緩やかに低下した。塩分は河川水の流入の多い湾奥の表層で約27psuと低く、湾口へ向かって徐々に上昇し、Sta. 06では31.1psuであった。内湾部では5-10m層に躍層がみられ、Sta. 06で

は表層から約 25m 層付近にかけて塩分は緩やかに上昇した。底層の塩分は湾奥部では約 32psu で湾央に向かってやや上昇し、Sta. F7 より湾口側では約 34psu であった。以上のような水温、塩分の分布を反映して表層の σ_t は湾奥で約 17, 浦賀水道で 20.4 で、湾全域にわたり密度躍層が存在していた。湾奥底層の σ_t は約 23, Sta. F7 より湾口側では約 25 であった。Chl *a* は湾全体にわたり表層で高濃度で、密度躍層付近を境に底層にむかって低濃度になる傾向にあった。湾奥の Sta. F2 の表層で最も高濃度であり、40.4 $\mu\text{g/l}$ であった。湾口へ向かって濃度は減少するが、浦賀水道においても Chl *a* は表層で 20.9 $\mu\text{g/l}$ の高濃度であった。

3-1-2. 冬季

Fig. 3 に Fig. 2 と同じ断面における冬季（1999年2月）の水温、塩分、密度および Chl *a* のを示す。

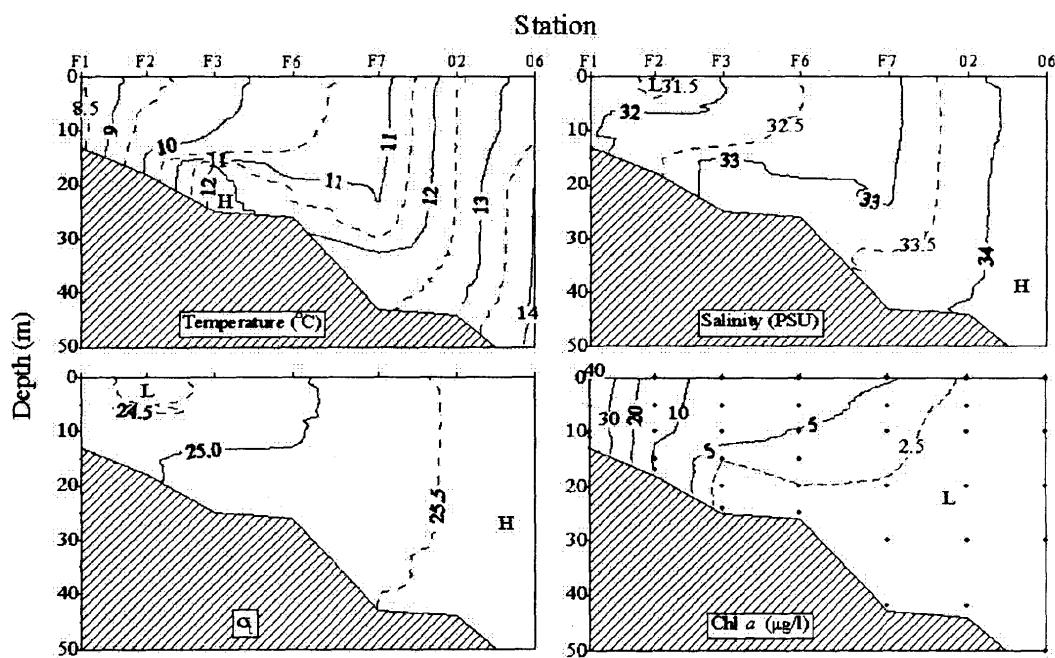


Fig. 3 Same as in Fig. 2, but for February 1999.

水温は湾奥で低く、Sta. F1 で全層にわたり約 8.5°C であった。Sta. F1 から F7 にかけては水温は徐々に、F7 から浦賀水道にかけては比較的急激に上昇し、Sta. 06 表層では 13.3°C であった。Sta. F1 を除いて内湾部では表層より底層の方が水温がやや高く、鉛直的な分布は夏季とは逆であった。塩分は湾奥の Sta. F2 の表層を中心に 31.5psu と低く、湾口へと向かって緩やかに上昇し、浦賀水道表層では約 34psu であった。湾全域にわたり底層の方が塩分が高いが、夏季にみられたような大きな鉛直的な塩分差は認められなかった。明瞭な水温・塩分の躍層は認められないため、湾全域にわたり鉛直的な密度差は小さく、水柱は比較的よく混合していたと考えられる。Chl *a* 濃度は湾奥の Sta. F1 で約 40 $\mu\text{g/l}$ の高濃度で、

F1 から F3 にかけては急激に、F3 から湾口へ向かってゆるやかに低下した。Sta. 06 では 1.6 $\mu\text{g/l}$ 以下で夏季に比べて非常に低濃度であった。水柱が比較的混合していることを反映して Chl *a* の鉛直的な濃度差は大きくなく、特に Sta. F1, 06 では全層にわたり Chl *a* 濃度はほぼ均一であった。

3-2. 湾内における水温、塩分、密度および Chl *a* の周年変動

3-2-1. 湾奥部

Fig. 4 に湾奥部 Sta. F3 (水深約 23m)における 1998 年 4 月から 1999 年 3 月にかけての水温、塩分、密度および Chl *a* の変動を示す。

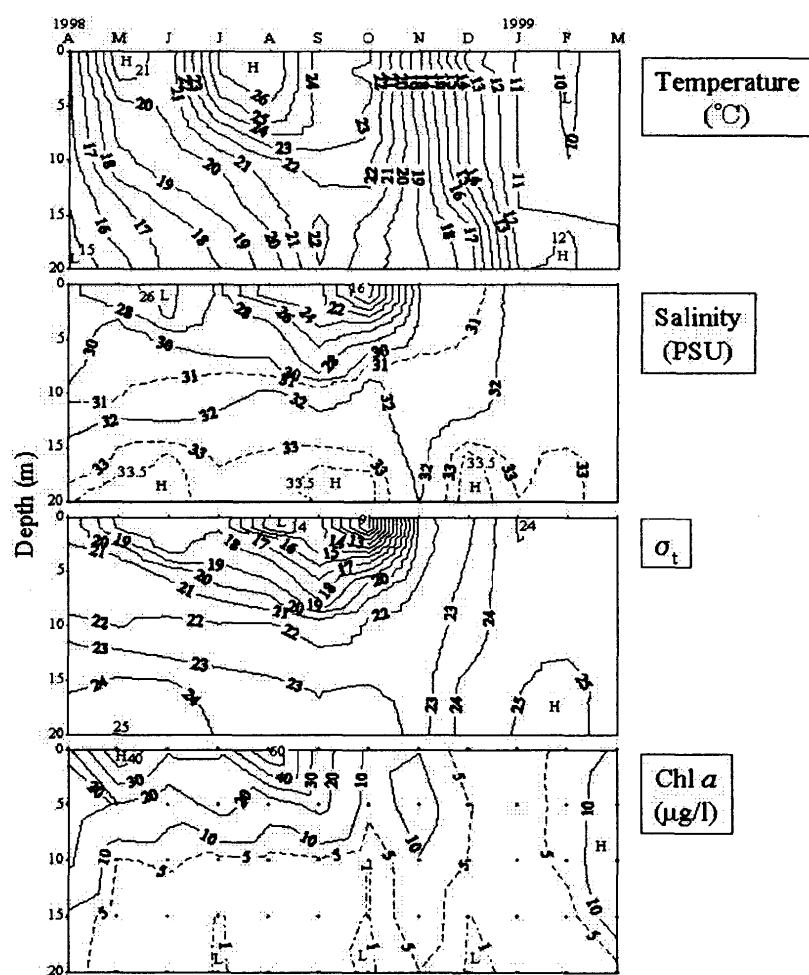


Fig. 4 Diurnal variation of temperature, salinity(σ_t) and Chl *a* from April 1998 to March 1999 at St. F3.

水温は表層では 8 月に 27.0°C で最も高く、2 月に 9.8°C で最も低くなかった。底層では 9 月に 21.9°C で最高を、3 月に 11.1°C で最低を示した。塩分は表層では 4 月から 10 月にかけて 30psu 以下と低く、10 月に最低値 (15.1psu) を示した。1 月に表層の塩分は最も高く、32.8psu であった。底層の塩分は 5・6・9・10・12 月に 33.5psu 以上と高く、12 月に最高値を

示した (33.9psu). 最低値は 11 月の 32.0psu であった. 水温・塩分躍層は 4 月から 10 月にかけて顕著にみられ, 11 月以降は衰退または解消されており, それら反映して, 密度躍層も同様の変動を示した. 表層の σ_t は 10 月に最も低く (8.9), 1 月に最も高かった (25.1). Chl *a* は 4 月から 10 月にかけては躍層以浅で濃密になり, 成層化の弱まる 11 月以降は全層にわたり濃度が比較的低濃度で均一になる傾向にあった. これは山口・有賀 (1988)が, Chl *a* の濃度分布は基本的に水温等の物理的パラメーターに対応して, 夏季の成層期には表層で著しく高く, 冬季は比較的低濃度で上下一様の分布様式を示すと述べていることに一致する. Chl *a* の最高値は 8 月に表層でみられ, 61.0 $\mu\text{g/l}$ であった. 最低値は, 1 月にみられ, 全層で 3.2 $\mu\text{g/l}$ 以下であった.

3-2-2. 湾央部

Fig. 5 に Fig. 4 と同じ期間における湾央部 Sta. F6 (水深約 25m) の水温, 塩分, 密度

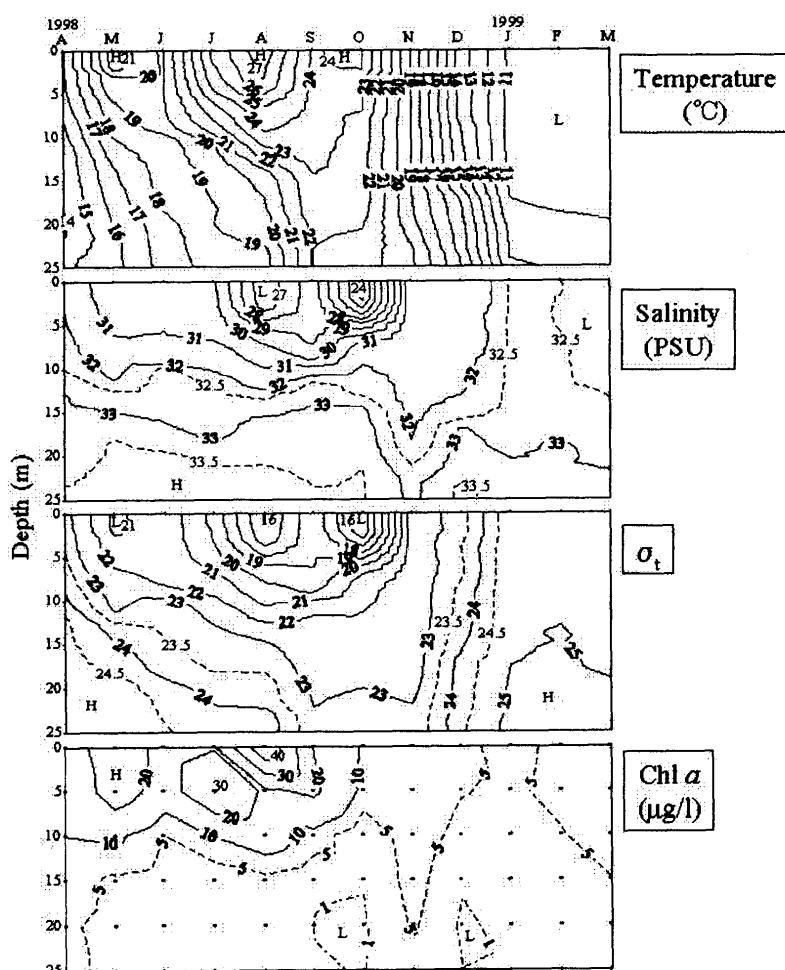


Fig. 5 Same as in Fig. 4 but at St. F6.

および Chl *a* の変動を示す. 変動の傾向は Sta. F3 と同様であった. 表層の水温は 8 月に最も高く (27.8°C), 2 月に最も低かった (10.3°C). 底層では 9 月に最高を (22.0°C), 2 月に

最低を示した (11.8°C)。塩分は表層では 1 月に最高に (32.5psu), 10 月に最低になった (23.8psu)。底層では 33.5psu 以上の高塩分は 4-10 月と 12 月にみられ, 8 月に最高になった (34.0psu)。最低値は 11 月にみられた (32.9psu)。密度 (σ_t) は表層では 2 月に最も高く (25.0), 10 月に最も低かった (15.1)。底層では 3 月に最高を示し (25.3), 11 月に最低を示した (23.1)。Chl *a* は 4 月から 9 月にかけての約 10m 層以浅で $10\mu\text{g/l}$ 以上の高濃度で, 最高値は 8 月に表層で見られ, $48.5\mu\text{g/l}$ であった。最低値は 1 月にみられ, 全層で $4.0\mu\text{g/l}$ 以下であった。

3-3-3. 浦賀水道

Fig. 6 に Fig.4 と同じ期間における浦賀水道の Sta. 06 (水深約 290m) の水温, 塩分, 密度および Chl *a* の 50m 層までの変動を示す。

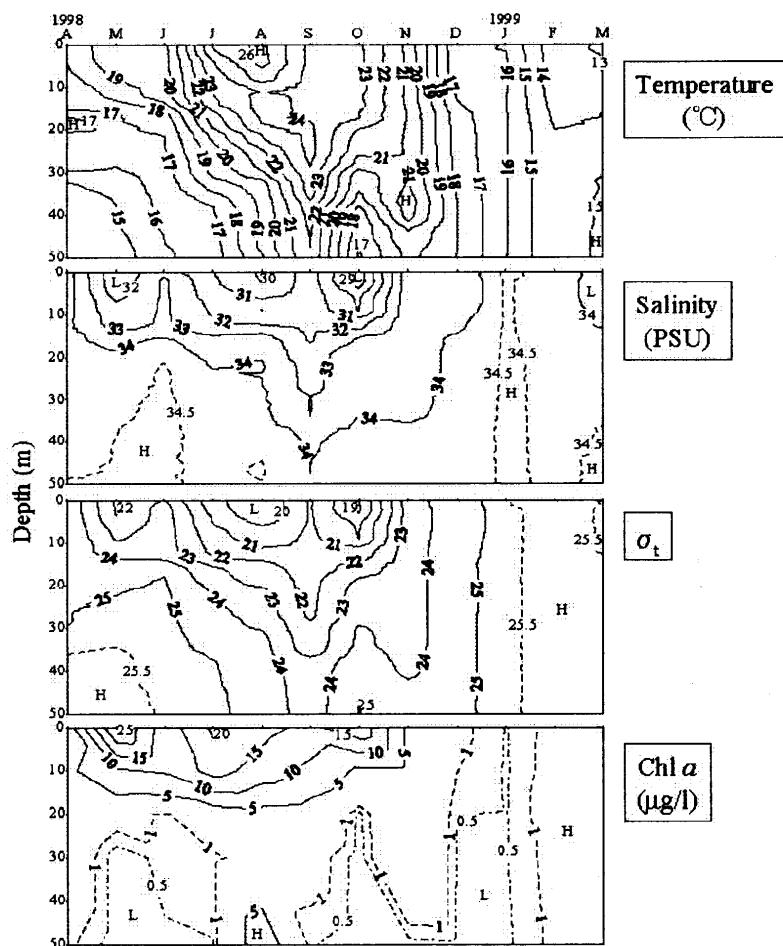


Fig. 6 Same as in Fig.4 but at St. 06.

表層の水温は 8 月に 26.3°C と最も高く, 2 月に 13.3°C と最も低かった。表層の塩分は 1 月に 34.6psu と最も高く, 10 月に 28.4psu と最も低かった。密度躍層は 5 月から 10 月にかけて形成され, 11 月以降は解消されていた。以上のような水温・塩分・密度の変動は内湾部

と同様であったが、水深が浅く河川流入や海面加熱・冷却の影響を受けやすい内湾部ほどの大きな変動は示さなかった。Chl *a*は内湾部と同様の変動を示した。Chl *a*は躍層の発達する5月から10月にかけての10-20m層以浅で10 $\mu\text{g/l}$ 以上の比較的高濃度であり、最高値は5月の表層で見られ、25.5 $\mu\text{g/l}$ に達した。11月以降、Chl *a*は低濃度になり、最低値は1月にみられ、全層で0.5 $\mu\text{g/l}$ 以下の非常に低濃度になった。

4. 考察

4-1. 内湾部における Chl *a* の分布

山口・柴田(1979)および山口・有賀(1988)は、1970年代以降、東京湾内湾部のChl *a*濃度は全域において高く、水平的な分布傾向は認められないと述べている。本調査期間中、10 $\mu\text{g/l}$ 以上の高濃度のChl *a*が内湾域全体に広がるFig. 2のような分布パターンは、観測点の少ない3月を除くと、4-11月(図は示さない)にみられた。

しかし、1・2月は、Fig. 3に見られるように、Sta. F2より湾口に向かってChl *a*は比較的低濃度であったが、最湾奥のSta. F1で局所的にChl *a*が高濃度になっていた。これは、1・2月のSta. F1では両月ともリン酸や珪酸の濃度が他の測点よりも低かったことから、珪藻のブルームが起きていたためと考えられる。野村・吉田(1997)は東京湾では冬季においても成層が維持され水柱の鉛直安定度が高いときには、珪藻が光の豊富な表層近くに長くとどまることができ、増殖する可能性が高いと述べている。そこで、両月の湾内の水温・塩分の鉛直分布を見たところ、野村・吉田(1997)の結果で高い珪藻密度が記録されたときほどの強い躍層は見られなかった。したがって、水柱は比較的よく混合していたと考えられ、Sta. F1以外の測点では珪藻類の増殖は抑えられていたと考えられる。しかし、Sta. F1では水深が約13mと浅いため、水柱が鉛直混合しても植物プランクトンが低照度下にさらされる時間が短いと考えられる。よって、Sta. F1では光律速となりにくく、ブルームが起きていたと考えられる。

4-2. 浦賀水道における Chl *a* の周年変動

石丸(1991)は近年東京湾では赤潮がしばしば湾奥から浦賀水道の外側まで広がることがあり、湾奥から湾口まで栄養塩が植物プランクトンの成長を制限していないことを報告している。また、野村(1998)は近年植物プランクトンの群集組成が少なくとも浦賀水道北端までよく似てきており、東京湾の水質環境が内湾部から浦賀水道まで均質化してきていると指摘している。Fig. 4に示した浦賀水道のSta. 06における表層のChl *a*の周年変動についてみると、5-10月にかけては10 $\mu\text{g/l}$ 以上の高濃度であり、5月および7月にはChl *a*は20 $\mu\text{g/l}$ 以上に達した。本調査で見られた浦賀水道における高いChl *a*濃度は、石丸(1991)や野村(1998)の報告を支持するものである。浦賀水道域における高濃度のChl *a*は、東京湾の富栄養化した水域の拡大を示していると考えられ、今後も継続して監視する必要があるだろう。

また、浦賀水道では海況の変動（たとえば Yanagi *et al.*, 1989）に伴いしばしば Chl *a* や植物プランクトン群集の分布様式が急激に変化することが知られている（武藤, 1990; 石丸, 1991）。しかし、本調査では観測は月1回のみで、浦賀水道では1点のみでしか行っていない。浦賀水道・湾口域における Chl *a* 分布の特徴を正確に把握するためには、観測点や観測の頻度を増やす必要があると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 石丸 隆 (1991): 植物プランクトンの役割. 月刊海洋, 23, 187-193.
- 2) 武藤正道 (1990): 東京湾および大阪湾における植物プランクトン群集. 東京水産大学修士学位論文, 55pp.
- 3) 野村英明 (1995): 東京湾における水域環境構成要素の経年変化. *La mer*, 33, 107-118.
- 4) 野村英明・吉田 誠 (1997): 東京湾における近年の植物プランクトンの出現状況. *La mer*, 35, 107-121.
- 5) 野村英明 (1998): 1900 年代における東京湾の赤潮と植物プランクトン群集の変遷. 海の研究, 7, 159-178.
- 6) Strickland J. D. H. and T. R. Parsons (1972): A Practical Handbook of sea Water Analysis, 2nd ed. Fish. Res. Bd. Canada Bull., 311pp.
- 7) 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.
- 8) 山口征矢・有賀祐勝 (1988): 東京湾における基礎生産の変遷. 沿岸海洋研究ノート, 25, 87-95.
- 9) 山口征矢・柴田佳明 (1979): 東京湾における基礎生産の現況. 沿岸海洋研究ノート, 16, 106-111.
- 10) Yanagi T., H. Tamaru, T. Ishimaru and T. Saino (1989): Intermittent outflow of high-turbidity bottom water from Tokyo Bay in summer. *La mer*, 27, 34-40.