

伊勢湾における水質の年度変化の計測概要

○中部電力(株) 正員 杉山 陽一
(株)テクノ中部 原田 一利

1 はじめに

発電所の冷却水取放水が閉鎖的な湾の水質改善に寄与することは古くから知られている。この効用の評価手段としては松梨らが示すように水質(生態系)シミュレーションが有効であり、すでに類似したいくつかのモデルが発表されている。これらのモデルは水質諸量の変化過程を精度よい空間分解能で計算することが可能である。一方で、現地の水質諸量の時間的変動や空間分布特性は地域的な特徴も強いので十分な知見が蓄積されていない。このような背景から、我々は水質諸量の時空間的分布の概況を把握することを目的として伊勢湾奥部海域を対象に現地観測を開始することにした。観測は当面 10 年間を目標に継続して実施したいと考えている。観測内容は次章に示すとおりであるが年度毎に適宜修正を加えていく予定である。本稿では観測概要とともに 1996 年 7 月から 1997 年 6 月までの一年間に実施して得た結果の一部について報告する。

2 調査方法および測定機器

観測の対象海域の地形と測点を図-1 に示す。観測は月 1 回の小型船舶による移動観測と伊勢湾シーバース(測点 5 近傍)での水温・塩分の鉛直分布と海上気象の連続観測を基本とする。移動観測ではクロロテック(アレック電子社製)を用いて、水温、塩分、クロロフィル a、水中光量子、溶存酸素の鉛直分布を測定している。また測点 5 では海面下 2m と 20m で採水調査を実施しクロロフィル a 濃度および硝酸・亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸態リン、COD の分析、およびプランクトン種の同定を行っている。それぞれの分析方法を表-1 に示す。また初年度は補足的に季節毎に計 4 回、全点での採水調査も実施した。なお、伊勢湾シーバースへの水温塩分計と気象計の設置は伊勢湾シーバース(株)のご好意により実施している。

3 水質諸量の経月変化(測点5)

(水温・塩分) 水温場は通常この海域で見られる変化とほぼ一致している。すなわち、水温は 5, 6, 7, 8 月に強い成層を形成して、10 月以降は上層水温が下層より低くなる逆転成層が形成されていた。塩分成層は通常通り一年を通して存在し、特に 8 月下旬の大雨の影響を受けて 9 月は表層塩分が特別に低くなっていた。4, 5 月は例年に比べ降雨が多かったため強い塩分成層が 6 月まで形成されていた。

(溶存酸素と pH) 海面下 2m 層の溶存酸素は 10mg/L の前後を変動しており、おおむね十分な濃度に保たれていた。一方、海面下 10m 層と 20m 層はよく似た変化を示し、12 月から 4 月までは上層との差が小さく十分な溶存酸素量であるが、気温が暖かい時期では低い値を示していた。特に 8, 9 月と翌年の 6 月はほとんど無酸素に近い値を示している。海洋生物の生息に必要な最低の溶存酸素濃度はおよそ 2mg/L といわれているが、この時期は湾中央部で海底水深の半分まで生息が困難な状況になっているようである。また、pH の変化は DO の変化とよく似ていて冬季は上層と下層で値はほぼ同じであるが、夏季を中心に 20m 層では小さめの値を示している。夏季の下層では貧酸素化が進み嫌気性の分解が生じていたためと推察される。またこの時期の表層は逆にアルカリ性が強くなっており、光合成が盛んであったことが推察される。

(栄養塩) 海面下 2m では無機態窒素(硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素)、無機態リンの変動傾向は比較的よく似ている。海面下 2m では 7~9 月と翌年 5 月に定量限界値(窒素: 0.02mg/L; リン: 0.003mg/L)以下であり、それぞれ pH の増大期と一致しており光合成による消費が推察される。3 月にも濃

度が一旦下がるがこの理由はよくわからない。一方、海面下 20m 層では 8、9 月に増加し増加傾向を示した。特にリンは変化が激しく、観測期間中の最大値 0.071mg/L を記録した。これは夏季の無酸素状態で嫌気性の分解が進んだ結果と推察される。その後リン濃度は現象するが窒素はその値を維持して推移している。

低次生産段階の植物プランクトンの細胞を構成する有機物の元素組成は平均的に C : N : P = 106 : 16 : 1 という比になるとされ、レッドフィールド比と呼ばれる。植物プランクトンにより吸収、利用される窒素やリンの比もこれに準ずると考えられる。観測された無機態の N/P 比 (図-3) をみると冬季は窒素が相対的に多くリンが生産制限因子になっており、夏季は逆にリンが制限因子になっていることが伺われる。

(クロロフィル a と COD) クロロフィル a の変化はほとんど表層でしか見ることができない。9 月と 11 月および翌年の 5 月に極大値が見られ、植物プランクトンが大増殖したことがわかる。溶存酸素や pH、また栄養塩の変化から 7~8 月にも 2m 層では植物プランクトンの増殖が激しいと推察されたが、クロロフィル a の値にはその様子が見られない。これは植物プランクトンの分布が強い局所性を持つため海面下 2m で整理したこの図には現れなかったのである。クロロテックによる鉛直分布では 7 月には表層 50m 付近に 100mg/L を越える高い値が記録されている。一方 COD はほぼクロロフィル a と同様の傾向を示しており、COD の変動に占める内部生産の影響が大きいことが伺われる。COD が 1~3mg/L で富栄養、3~10mg/L で過栄養な海域といわれており、観測期間中は海面下 2m では富栄養から過栄養、海面下 20m では富栄養な状態であったと判断される。

(まとめ) 一般に温帯地方の植物プランクトンの季節変化には春季と秋季の 2 回の大増殖期があるとされる。秋の増殖期は夏季の安定した成層の下層で分解された栄養塩が成層の弱まる秋に表層に達するため生じる。今回の結果では栄養塩の変化はこれに従うが、植物プランクトンの増殖は夏に多く相対的に秋は目立たない。春の大増殖は冬季に分解し蓄積された栄養塩を水温上昇で活発になった植物プランクトンが消費することで生じる。今回は 5 月に大増殖が見られるが冬場の無機態リンは減少傾向で無機態窒素も不規則に変化した。今後も観測を続けて本海域の水質諸量の変化の特徴を明らかにしていきたい。

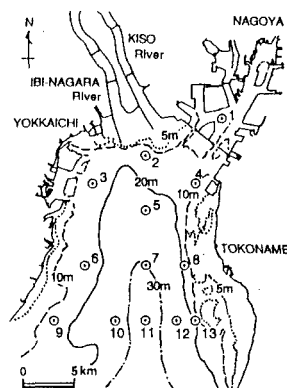


図-1 対象海域の地形と測点

表-1 水質諸量の分析方法

項目	分析方法
クロロフィル a・フェオ色素	蛍光光度法 (D.M.F 抽出) 蛍光分光光度計
アンモニウム態窒素 (NH ₄ -N)	インド・フェノール法
硝酸態窒素 (NO ₃ -N)	銅・カドミウム還元-ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
亜硝酸態窒素 (NO ₂ -N)	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法
リン酸態リン (PO ₄ -P)	モリブデン青 (アスコルビン酸還元) 吸光光度法
化学的酸素要求量 (COD)	酸性過マンガンカリウム法
植物プランクトン	光字顕微鏡 (顕光装置付)

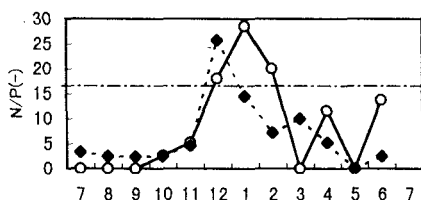


図-3 無機態及び有機体の N/P 比の経月変化

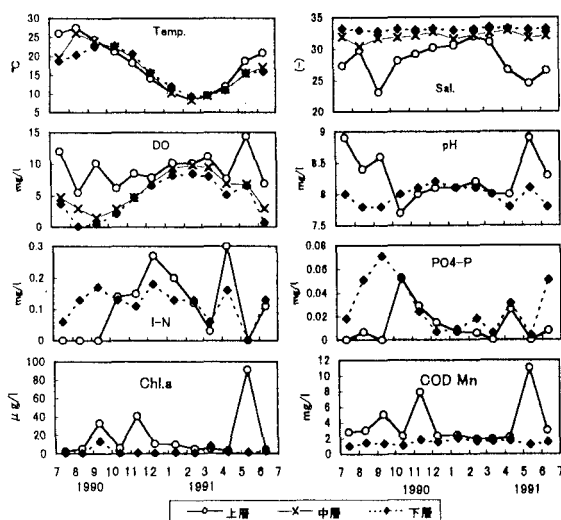


図-2 水質諸量の経月変化