

における調査点の測定値の平均を求め、これをその漁場の値とした。

次いで水質の経年変動を把握するにあたって、周年変動を除くために、各漁場の12カ月の移動平均を求めた（1月から12月までの平均の場合、その値はグラフ上で6月の位置に表した）。

用いた水質項目は水温、塩分、アンモニア態窒素、硝酸+亜硝酸態窒素、リン酸態リンの5項目とした。各項目は、海洋観測指針⁵⁾、水質汚濁調査指針⁶⁾に基づいて測定、分析されたものである。

結果および考察

水温

水温の変動は3漁場の表層、および底層とも昭和59年、61年に低く、昭和62年、平成2年に高い傾向がみられた（図2）。年平均気温の変動をみると、ほぼ同様の傾向で推移していた。また一都三県漁海況速報⁸⁾によると昭和62年と平成2年は、東京湾が黒潮の影響を受けやすい蛇行型の流路で推移したとされている。これらのことから水温の変動は、結果的には気温の影響を受けているものの、黒潮の影響が、特に冬季の内房北部にあったのではないかと考えられる。

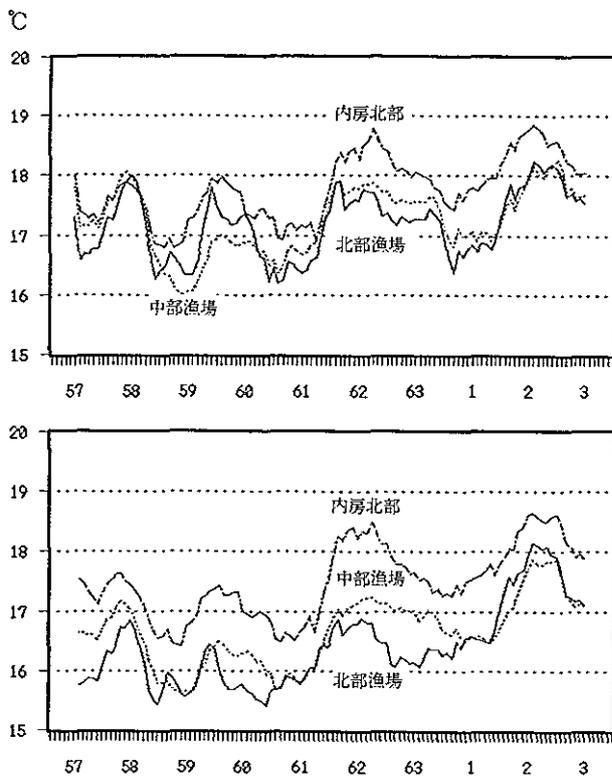


図2 水温の変動

12ヶ月の移動平均による昭和57年から平成3年にかけての水温の変動（上図；表層，下図；底層）

塩分

表層の塩分は3漁場とも昭和59年に高く、平成元年に低かった。昭和59年の変動は湾奥の北部漁場よりも湾口に近い内房北部や、中部漁場でより顕著であった。逆に平成元年の変動は北部漁場でより顕著となっていた。底層の塩分は昭和59年に内房北部と中部漁場で高く、平成元年の北部漁場で低かった。変動は表層ほど大きくないが、経年変動の傾向は表層と同様であった（図3）。

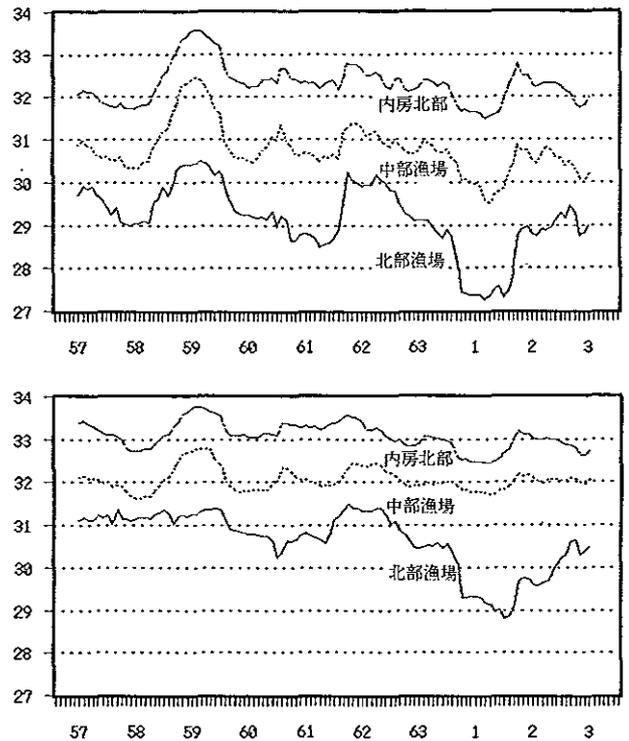


図3 塩分の変動

12ヶ月の移動平均による昭和57年から平成3年にかけての塩分の変動（上図；表層，下図；底層）

塩分の変動要因としては淡水の流入と、外海からの高塩分水の浸入が考えられる。銚子地方気象台千葉測候所の観測によると、塩分が高い昭和59年には降水量が少なく、塩分の低い平成元年には降水量が多い（図4）。一方、外海からの高塩分水の影響は明確ではない。そこで塩分の変動には、降水量の増減に伴う淡水の流入量の多少が、大きな要因として考えられる。

なお、平成3年には平成元年を上回る降水量が観測されたが、塩分の低下には結びついていない。これは平成3年の降雨が10月に集中し、1年間の平均値には影響しなかったためと推定される。

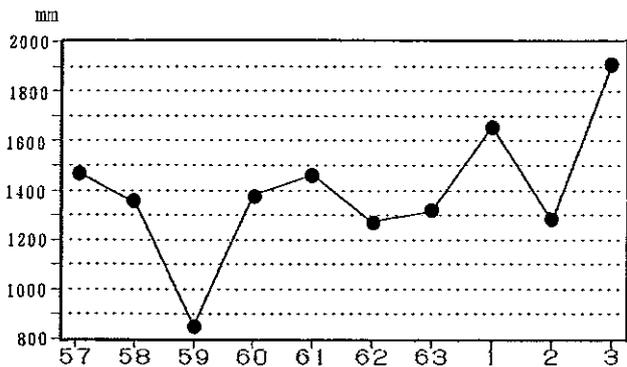


図4 降水量の変動

銚子地方気象台千葉測候所の観測による、昭和57年～平成3年にかけての年間降水量の変動

アンモニア態窒素

アンモニア態窒素は3漁場の表層、底層とも昭和62年から増加し、昭和63年と平成元年にかけて極大を示した。しかしその後は減少し、平成3年には増加前の水準に戻った。なお北部漁場の表層の極大値は、増加前の約5倍に達していた(図5)。

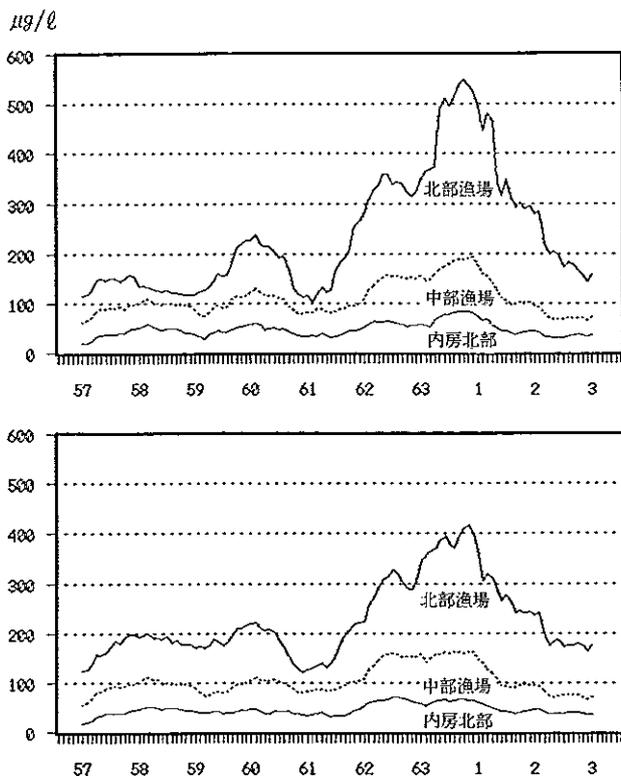


図5 アンモニア態窒素の変動

12ヶ月の移動平均による昭和57年から平成3年にかけてのアンモニア態窒素の変動(上図;表層,下図;底層)

硝酸+亜硝酸態窒素

硝酸+亜硝酸態窒素は3漁場の表層、底層とも昭和59年に減少したが、その後増加し、平成元年には極大を示した。その後アンモニア態窒素と同様に減少し、平成3年にはほぼ増加前の水準に戻った。平成元年の増加は、湾奥の北部漁場で特に顕著であった(図6)。

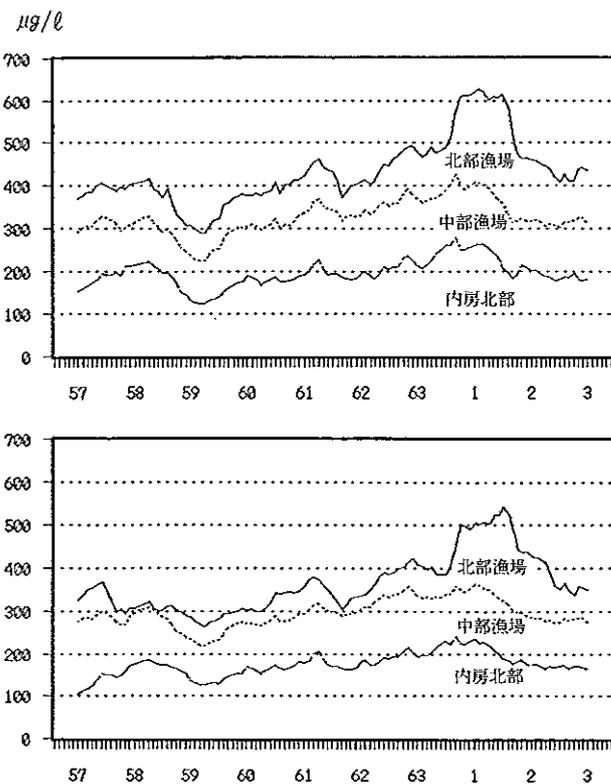


図6 硝酸+亜硝酸態窒素の変動

12ヶ月の移動平均による昭和57年から平成3年にかけての硝酸+亜硝酸態窒素の変動(上図;表層,下図;底層)

リン酸態リン

表層のリン酸態リンは3漁場とも、昭和60年と平成元年に増加、極大を示した。また、この変動は窒素同様、湾奥の北部漁場において特に著しかった。底層のリン酸態リンは表層と異なり、漁場によってそれぞれ異なった変動を示した。北部漁場においては、昭和58年、60年、平成元年に極大を、昭和59年、61年に極小を示し、年変動が大きかった。中部漁場は昭和59年から60年にかけて変動が大きいものの、ほぼ横ばいで推移した。内房北部は小変動を示しながら増加傾向にあった(図7)。

以上が昭和57年から平成3年にかけての東京湾千葉県沿岸部における水質変動の概要である。この中で特徴的なのは、平成元年に窒素、リンが北部漁場を中心

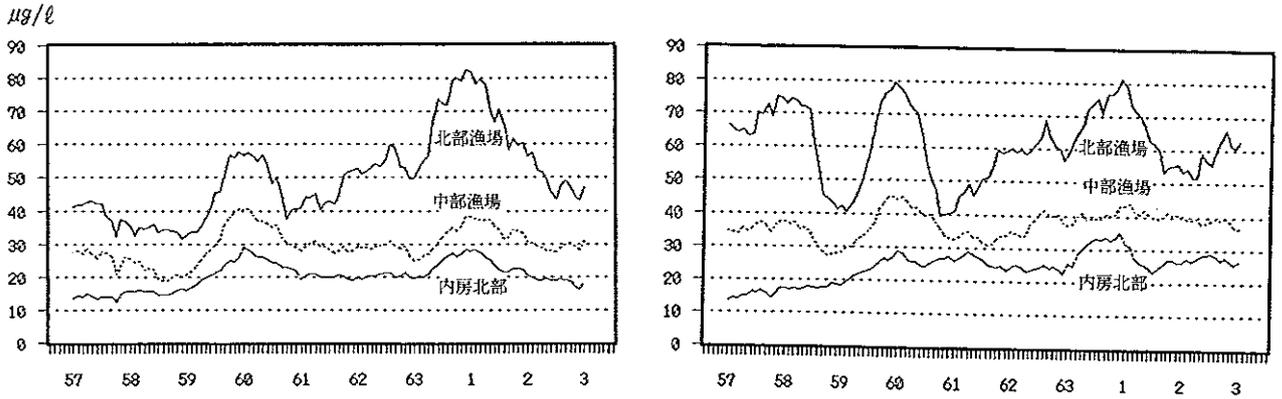


図7 リン酸態リンの変動

12ヶ月の移動平均による昭和57年から平成3年にかけてのリン酸態リンの変動(左図; 表層, 右図; 底層)

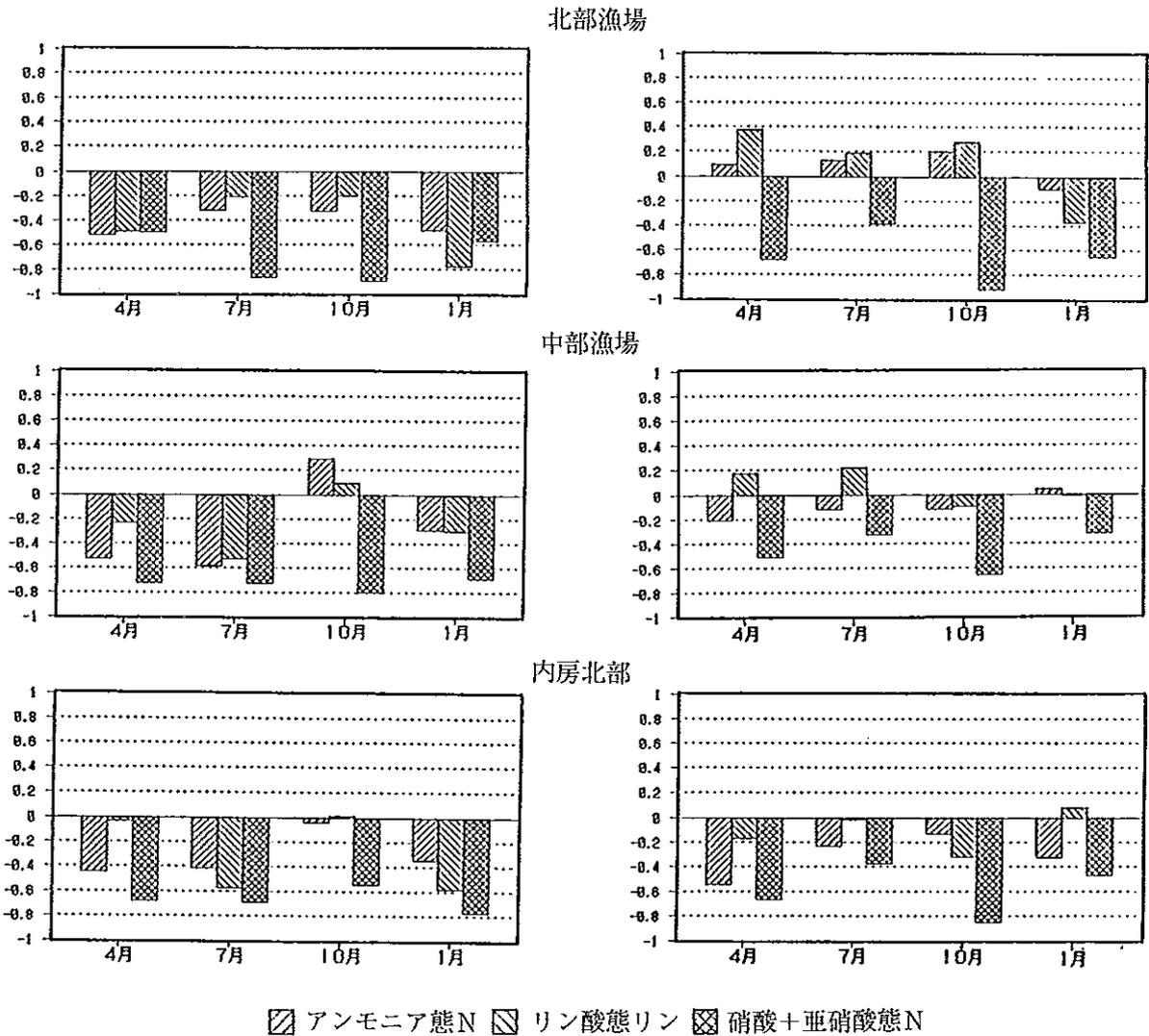


図8 塩分と栄養塩類の相関関係

塩分とアンモニア態窒素, リン酸態リン, 硝酸+亜硝酸態窒素の関係を各漁場の四季別に相関関係で表した。
 左図; 表層 (上図; 北部漁場, 中図; 中部漁場, 下図; 内房北部)
 右図; 底層 (上図; 北部漁場, 中図; 中部漁場, 下図; 内房北部)

に著しく増加している点である。平成元年には、栄養塩類の増加と同時に塩分の低下がみられている。

塩分の変動は、先に降水量が深く関係していると考えたが、一般に東京湾の栄養塩類は河川から供給され、海水の動きにともなって移流拡散するといわれている。¹⁰⁾このため河川の影響の強い低塩分域では栄養塩類の濃度が高くなり、塩分と栄養塩類との間には負の相関があるものと考えられる。

そこで栄養塩類と塩分の関係を検討するため、塩分とアンモニア態窒素、硝酸+亜硝酸態窒素、およびリン酸態リンの相関関係を、各3漁場について季節別に求めた。

硝酸+亜硝酸態窒素は、四季を通じて3漁場の、特に表層において塩分と負の相関が認められた。しかしアンモニア態窒素やリン酸態リンとの間では、特に相関関係は認められなかった(図8)。

アンモニア態窒素は東京湾の植物プランクトンの生産を支える主な窒素源¹¹⁾といわれている。また加瀬・柿野¹²⁾は東京内湾の調査で、赤潮の多発期では植物プランクトン量の指標となる懸濁有機態窒素(PON)が高く、DINは消費されて減少すると報告している。すなわち窒素・リンの総量は大きく変わらないが、プランクトンが摂取した分だけ、無機態の栄養塩が減少することを示唆している。また東京都環境保全局が東京港付近で調査を行っているが、栄養塩類が共に極大を示した昭和63年から平成元年は、赤潮の発生が例年より少ないと報告している。¹³⁾

これらのことから赤潮プランクトンの発生は、栄養塩類の増減と深い関係にあると考えられる。赤潮の発生が少なければ、これらの栄養塩類の消費は小さい。一方赤潮の発生が多ければ栄養塩類の消費が大きくなり、漁場内の栄養塩類は減少する。

植物プランクトンは主にアンモニア態窒素を消費し、その消費の大小がこれらの変動に表れたのではないかと推察できる。さらにアンモニア態窒素とリン酸態リンには高い相関($r=0.8$)が認められる。これらのことから塩分の低下とアンモニア態窒素・リン酸態リンの相関が低かったのは、赤潮プランクトンが介在するためと示唆される。

しかし一方で底泥からの溶出、またプランクトンによる栄養塩摂取の定量的な評価も合わせて検討し、これらの裏付けを取る必要がある。

謝 辞

本報は千葉県水産試験場が行う東京湾の定期的な調

査資料をもとにまとめたものである。この貴重な資料の蓄積に努力されました水質担当の研究員、種々ご協力いただいた水産業改良普及員、調査船職員、各漁業協同組合の関係の方々に深く感謝の意を表します。

要 約

- 1) 千葉県水産試験場の東京湾水質調査結果をもとに最近10年間(昭和57年から平成3年)の東京湾千葉県沿岸部の水質変動をまとめた。
- 2) 水温は昭和62年と平成2年に高く、昭和59年と61年に低かった。
- 3) 塩分は昭和59年に高く、平成元年に低かったが、これらは降水量の変動に伴う河川水流入量の変動の影響と考えられる。
- 4) アンモニア態窒素は昭和63年から平成元年にかけて高かった。特に湾奥の北部漁場において顕著であった。
- 5) 硝酸+亜硝酸態窒素は昭和59年に低く、平成元年に高かった。
- 6) 表層のリン酸態リンは、昭和60年と平成元年に高かった。
- 7) 底層のリン酸態リンは、北部漁場では変動が大きく、昭和58、60年、および平成元年に極大を示した。中部漁場ではほぼ横ばい、内房北部では増加傾向にあった。
- 9) 塩分と硝酸+亜硝酸態窒素には、負の相関関係がみられ、硝酸+亜硝酸態窒素の変動には塩分が関連していたと考えられた。

文 献

- 1) 千葉県内湾水産試験場(1968):最近の東京内湾千葉県沿岸部における水質について、東京内湾海域の海洋調査資料 その1。
- 2) 海老原天生(1973):東京内湾の漁業と環境変化について、千葉県内湾水産試験場試験調査報告書, 14, 40-48。
- 3) 日本水産資源保護協会(1982):富栄養, 水産庁。
- 4) 千葉県環境部(1991):平成2年度公共水域水質測定結果及び地下水の水質測定結果。
- 5) 気象庁編(1985):海洋観測指針, 日本海洋学会。
- 6) 日本水産資源保護協会編(1980):新編 水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣。
- 7) 日本気象協会(1992):わかりやすい長期予報解説。
- 8) 東京都水産試験場・千葉県水産試験場・神奈川県

- 水産試験場・静岡県水産試験場 (1986~1991) :
一都三県漁海況情報, 1~1712.
- 9) 銚子地方气象台 (1981~1991) : 気象年報.
- 10) 才野敏朗 (1988) : 東京湾における栄養塩類の循環, 沿岸海洋研究ノート, 25, 114-125.
- 11) 服部明彦 (1983) : 沿岸域における汚染物質の挙動, 窒素とリンの挙動, 海の環境科学 (平野敏行編), 156-166, 恒星社厚生閣.
- 12) 加瀬信明・柿野 純 (1984) : 千葉県沿岸域の環境特性について - I, 東京湾の有機態窒素の動態と植物性色素との関係について, 千葉水試研報, 42, 33-40.
- 13) 東京都環境保全局水質保全部 (1992) : 平成2年度内湾赤潮調査報告書.