

4 漁場環境調査試験

(1) 沿岸漁場調査

沿岸漁場調査

石元伸一・阿知波英明

中村富夫・藤崎 洸右

目的

知多半島沿岸漁場海域の気象・水質を定期的に定点観測し、赤潮発生・水質環境等の長期的変化を把握する。

方法

平成元年9月から平成2年3月にかけて、知多半島沿岸の11測点(図1)で月1回の観測を行った。各測点においての採水および環境分析は昨年度と同様の方法で行った。

結果

11カ所の測定を栄養塩類の相関により、伊勢湾海域(St. 1~4)、南知多海域(St. 5~7)、知多湾海域(St. 8~11)にまとめ、水温、塩素量、COD、無機三態窒素合計(DIN)、リン酸態リン、ケイ酸態ケイ素の6項目について各海域毎の海表面における平均値を過去14年間の平均値と比較し図2に示した。

観測結果の詳細は月報としてすでに報告してあるので、ここでは調査期間を通して特徴的だったことについて以下に述べる。

- ・降雨による大量の河川水の流入の影響のため9月調査時の塩素量は各海域とも非常に低い値であった。
- ・ケイ酸態ケイ素についても河川水の影響で9月観測時は各海域とも過去平均に比べかなり高い値であった。
- ・知多湾海域の9月調査時をのぞいてCODは過去平均より低い値で推移した。
- ・9月調査時の伊勢湾海域の無機三態窒素合計(DIN; $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)は過去平均の5倍以上の値であった。逆に、知多湾海域の10月、南知多海域の2月調査時には過去平均を大きく下回った。
- ・リン酸態リンは3月を除いて各海域とも過去平均にくらべ低い値で推移し、特に2月観測時には非常に低い値であった。

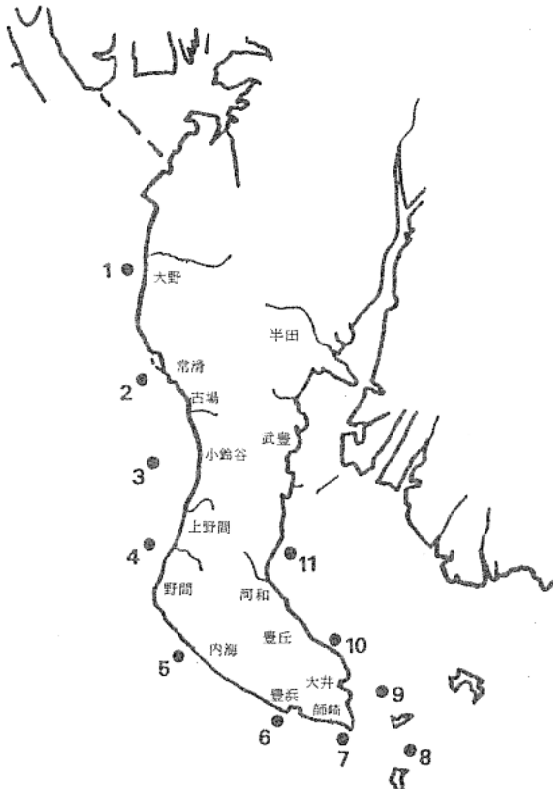


図1 観測地点

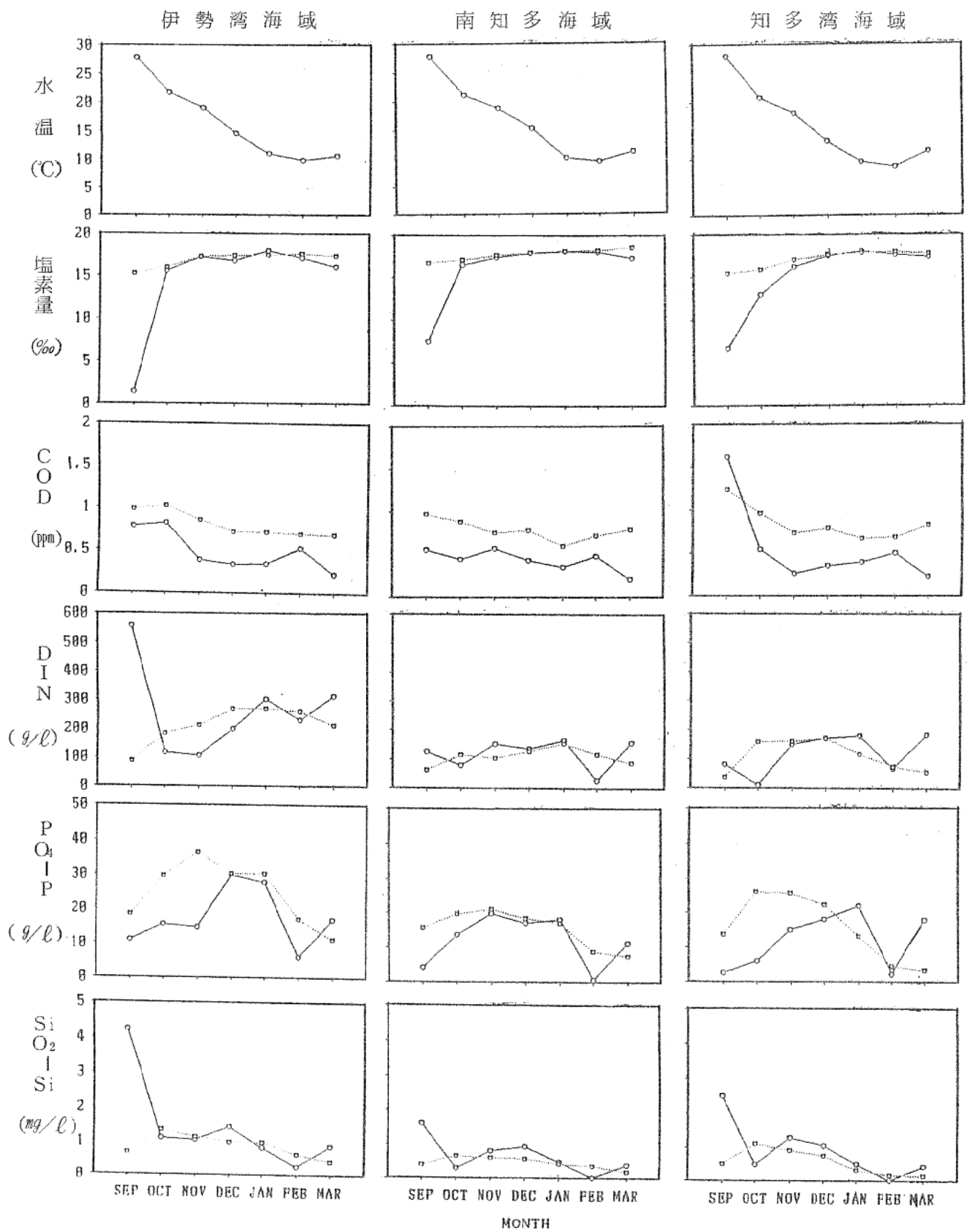


図2 各海域表層における水温・水質の変動
 (—○— 本年度, …□… 過去14年の平均)

浅海漁場環境調査

石元伸一・阿知波英明
中村富夫・藤崎 洸右

目 的

変動の激しい沿岸ノリ漁場の環境を的確にとらえ、ノリ養殖指導に資するため、知多事務所および知多ノリ研究会と協力して栄養塩類等の調査を実施した。

方 法

平成元年10月から平成2年1月の期間において、伊勢湾・知多湾沿岸漁場調査の行われた週を除き、週1回の調査を実施した。

知多半島周辺のノリ漁場区域から28測点（図1）を選び海水面より採水し、昨年度と同一の方法で $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ およびクロロフィル a 量、光合成活性を測定した。

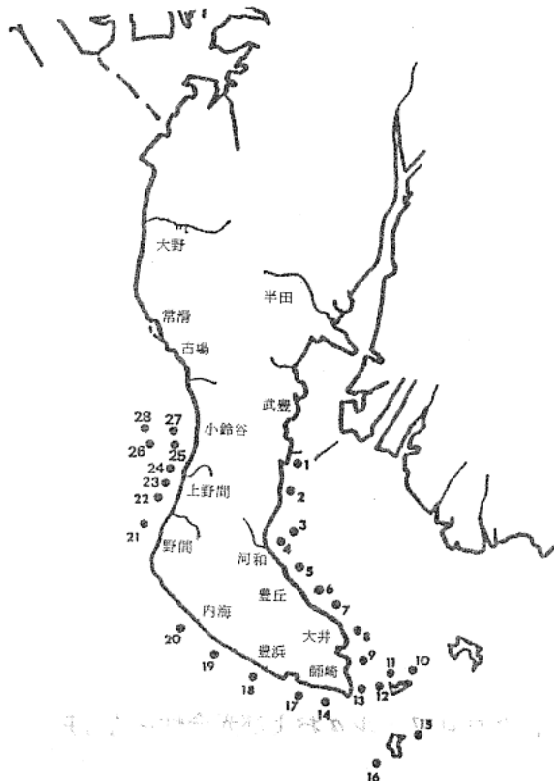


図1 調査地点

結 果

調査結果については、即日ノリ養殖関係者に提供した。

知多半島沿岸のノリ漁場を知多湾海域、南知多海域、伊勢湾海域の3海域に区別して考え、それぞれ比較的欠測の少ない測点（知多湾海域；St. 2, 南知多海域；St. 14, 伊勢湾海域；St. 28）を選び、調査結果を図2.に示した。また、この3測点は伊勢湾・知多湾沿岸漁場調査の測点と一致しているため、その調査結果も一部引用した。

今年度の栄養塩類及びクロロフィル a 量の変動について特徴的であったことを述べると、10月2日および10月31日の調査では、全海域でクロロフィルの値が高く、逆に栄養塩類は非常に低い状態で、無機三態窒素合計（DIN； $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ）も $100 \mu\text{g}/\ell$ を大きく下回った。

また、知多湾海域から南知多海域において年明け後、例年見られる栄養塩類の急激な減少は本年度は多少遅く1月23日調査時以降にみられた。

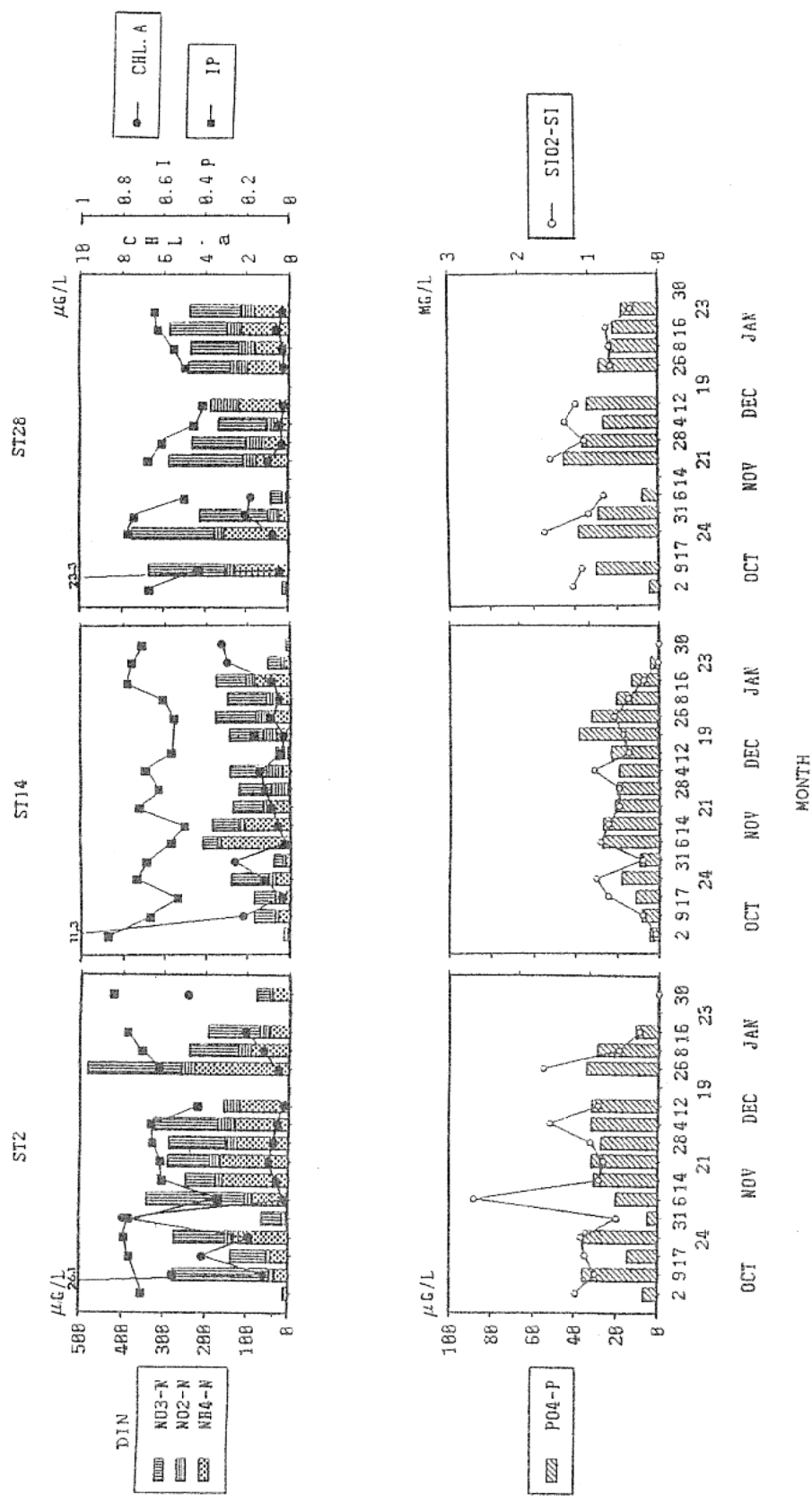


図2 St. 2, 14および28における栄養塩類, クロロフィルaおよび光合活性性IPの変動

苦 潮 発 生 状 況

山本民次・土屋晴彦

目 的

苦潮の発生状況を把握し，その原因究明と水質浄化のための基礎資料とする。

結 果

本年度の苦潮の発生は渥美湾と知多湾にみられ，発生件数は8件で，前年度より5件少なかった（表1，表2）。

方 法

伊勢湾，知多湾及び渥美湾における，平成元年4月～平成2年3月の苦潮発生の規模や水産被害などを観測調査するとともに，県事務所や各漁協からの連絡をとりまとめた。

表1 平成元年度苦潮発生状況

発生件数	水 域 区 分			漁 業 被 害
	渥美湾	知多湾	伊勢湾	
8 (6)	7 (5)	1 (1)	0 (0)	アサリ，バカガイ，キス等

()は漁業被害をともなった件数

表2 昭和56年度～平成元年度の苦潮発生件数

年 度	S 56	57	58	59	60	61	62	63	H 1
件 数	13	10	16	17	25	20	18	13	8

(2) 水産公害基礎研究

水産生物に対する農薬の体内濃縮試験

岡田 元・井野川仲男・蒲原 聡
しらなみ乗組員

目 的

農薬による水産生物への影響は、奇形やへい死等の直接視認できるものの他に、体内濃縮や生物濃縮等の直接視認できないものがあり、特に後者は生態系全体の問題として重要である。また、除草剤系の農薬は、近年、ゴルフ場や休耕田等で大量に使用され、社会問題になっている。

そこで、除草剤の一種であるCNPについてアサリに対する短期間の体内濃縮試験を行い、水産生物への影響を検討した。

方 法

CNPに対するアサリの96時間半数致死濃度（以下「96hrLC₅₀」）は12~14mg/lと考えられる。CNP浸漬濃度は96hrLC₅₀の5,000分の1に相当する2.5μg/lとした。サンプリングは、試験開始後0, 3, 6, 24, 48, 96時間毎に5個体ずつ行い、分析に供した。

試験期間：平成2年3月6日~3月9日

供試生物：西浦漁業協同組合より入手したアサリ（殻重6~10g, 殻長3~3.5cm）

供試薬剤：残留農薬試験用CNP標準品を少量のアセトンに溶かし、試験当日希釈したもの

試験水：蒲郡市三谷町地先で取水し、ろ過貯蔵したもの（比重21~22）

飼育条件：15ℓ水槽に2.5μg/l試験水10ℓを入れ、アサリ50個体を収容した。

換水は24時間毎に行い、無通気、無給餌で試験を行った。水温は、7.9~11.3℃であった。

分析方法：サンプリングしたアサリは、殻を取り除き、常法により有機溶媒で抽出、クリーンアップ、定容後、ガスクロマト分析した。

結果および考察

アサリ体内のCNP濃度の経時変化を図1に示した。

アサリ体内のCNP濃度は、3時間後に0.58μg/gとなったが一時的なもので、12時間後に0.177μg/gと下がり、その後は直線的に濃度が上がり96時間後には1.173μg/gになった。

金沢や平澤らは魚類で濃度平衡に至る時間を約48時間としているが、アサリは96時間後においても濃度平衡に至らなかった。この違いは水温条件あるいは魚類と貝類の違いによるものか不明である。

アサリの生物濃縮係数（環境水と体内濃度の比、以下「BCF」）は、24, 48, 96時間後において、それぞれ141, 214, 469であった。平澤らはCNPに対するクロダイのBCFを48時間後6820, 196時間後7420としている。このことから、アサリはクロダイよりも短期間の濃縮性が弱いことが考えられるが、濃度平衡時におけるアサリのBCFが求められなかったため厳密な比較はできない。

本県の重要水産資源であるアサリは、内湾

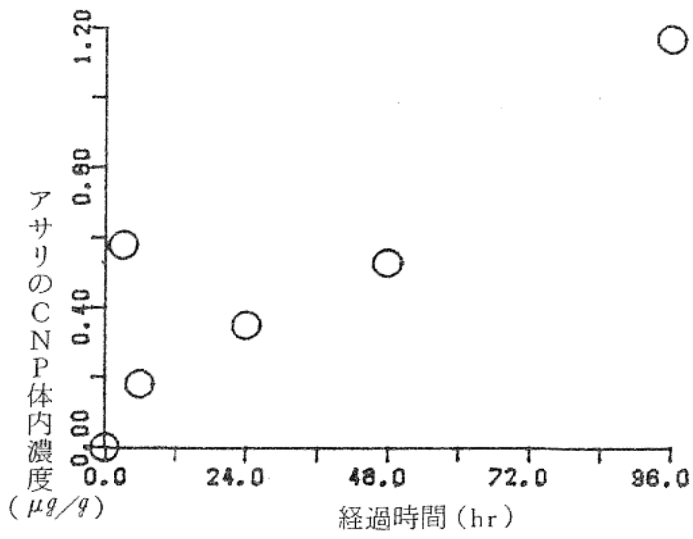


図1 アサリに対するCNPの体内濃縮の経時変化

○ の浅海域に棲息するため陸水の影響を受け易く、モニタリングによる監視を行うとともに、生物試験による資料の積み重ねが必要であろう。

文 献

- 1) 金沢 純 (1980) : 生態科学, 2, 4, 29 - 34
- 2) 平澤康弘ら (1988) : 昭和62年度愛知県水産試験場業務報告, 133 - 139

水産生物に対する農薬の毒性試験—VI

岡田 元・井野川仲男・蒲原 聡
しらなみ乗組員

目 的

近年、農薬の使用量は、全体的には若干減少する傾向が見られるものの、魚毒性が高いものあるいは劇物に分類されるものは減っていない。このため、農薬が海域に流出した場合に、水産生物に対する影響が懸念されている。

そこで、ダイアジノン（殺虫剤）、IBP（殺菌剤）及びCNP（除草剤）についてアサリに対する複合毒性を調べ、水産生物に与える影響を検討した。

方 法

予め、予備試験として、アサリに対するダイアジノン、IBP及びCNP各々の96時間半数致死濃度（以下「96hrLC₅₀」）を求め、複合毒性試験における濃度設定の基礎資料とした。

複合毒性試験は、上記の3種類の農薬について2種類ずつを組み合わせて行い、96hrLCを求めた。試験区は、各農薬とも5段階の濃度を設定し、計25区（5×5）とした。設定濃度は、ダイアジノンが0～20mg/l、IBPが0～8.4mg/l、CNPが0～14mg/lの範囲とした。

試験期間：平成元年11月29日～2年3月27日

供試生物：竹島漁業協同組合及び西浦漁業協同組合より入手したアサリ（殻重6～10g、殻長3～3.5mm）

供試農薬：市販されているダイアジノン、IBP及びCNPの乳剤を用い、試験当日蒸留水で希釈した。

飼育水：蒲都市三谷町地先で取水し、ろ過貯蔵したもの（比重21～22）。

飼育条件：2ℓビーカーに試験水2ℓを入れ、24時間毎に換水した。供試個体数5個体を、無給餌、無通気で飼育した。水温は、IBP×CNPが7.9×11.3℃、CNP×ダイアジノンが10.8～12.8℃、ダイアジノン×IBPが11.0～14.0℃であった。

へい死の判定：開殻していたり、殻より足を出していたりするもので、外部からの刺激に対して反応を示さないものをへい死と判定した。

結果および考察

アサリに対するIBPとCNPの混合液の96hrLC₅₀を図1に示した。

IBP 0, 0.33, 0.48, 2.4, 4.8, 8.4mg/lにおけるCNPの96hrLC₅₀は、それぞれ12, 10, 3, 0.63, 0.63, 0mg/lで、この関係は双曲線様になることから、CNPとIBPの間に毒性の相乗効果があると考えられる。

アサリに対するCNPとダイアジノンの混合液の96hrLC₅₀を図2に示した。

ダイアジノン 0, 0.64, 4, 10, 20, 20におけるCNPの96hrLC₅₀は、14, 10, 8, 4.6, 4, 0mg/lになる。この関係は直線的で、回帰直線式は次のようになる。

$$C_c + 0.490C_d = 11.2 \quad (r = 0.907)$$

ここで、C_cはCNP濃度、C_dはダイアジノン濃度、rは相関係数を示し、相関係数が

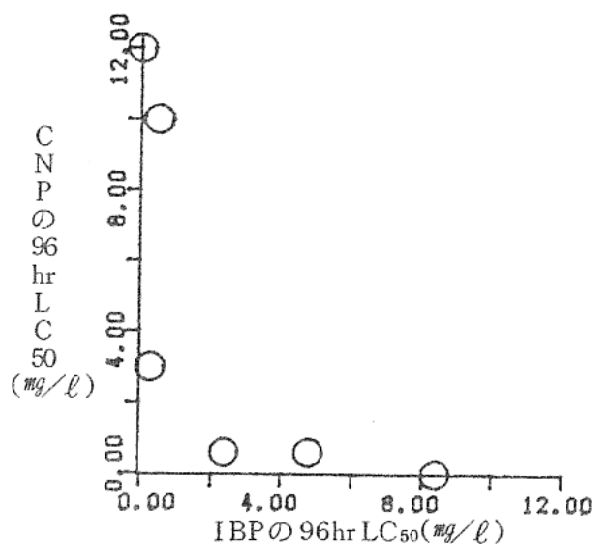


図1 アサリに対するIBP×CNP
混合液の96hrLC₅₀

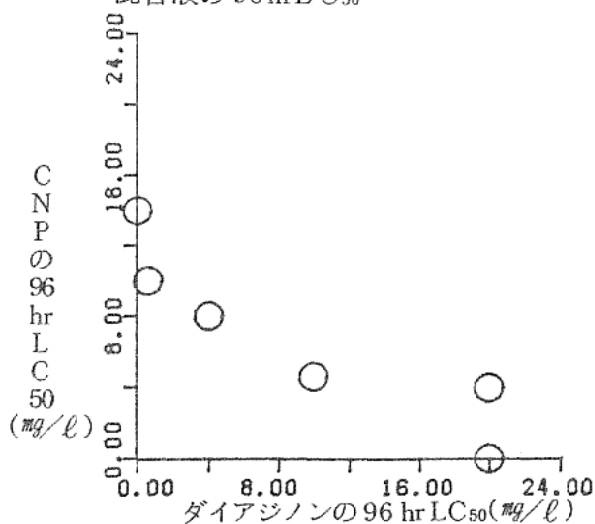


図2 アサリに対するCNP×ダイアジノン
混合液の96hrLC₅₀

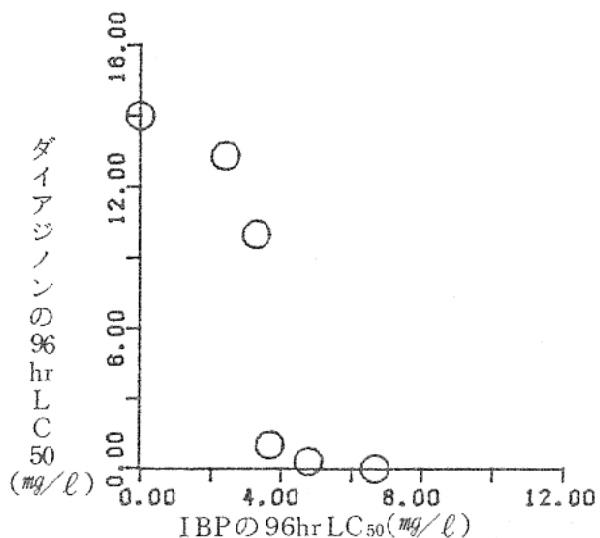


図3 アサリに対するIBP×ダイアジノン
混合液の96hrLC₅₀

高いことからCNPとダイアジノンの間には
毒性の相加効果が認められた。

アサリに対するIBPとダイアジノンの混
合液の96hrLC₅₀を図3に示した。

IBP 0, 2.4, 3.3, 3.7, 4.8, 6.7にお
けるダイアジノンの96hrLC₅₀は, 15, 13.3,
10, 1, 0.32, 0mg/lになり, ダイアジノン
とIBPの間には, 相乗効果や相加効果等の
一定した傾向が見られなかった。なお, クロ
ダイ, クルマエビ及びヒメダカの場合, これ
ら2種の農薬の間に毒性の相加効果が認めら
れている。

一般に, 貝類は農薬に対する耐性が強いと
されているが, この試験結果においても, ア
サリは前年度実施したクロダイの結果に比べ
数倍の耐性を持つことがわかり, 従来報告
に沿ったものとなっている。

文 献

- 1) 日本植物防疫協会(1988): 農薬要覧,
1988年版
- 2) 平澤康弘ら(1988): 昭和62年度愛知県
水産試験場業務報告, 133-139
- 3) 岡田 元ら(1989): 昭和63年度愛知県
水産試験場業務報告, 132-133
- 4) 平澤康弘ら(1985): 昭和59年度愛知県
水産試験場業務報告, 107-110
- 5) 田中二良(1978): 水産科学シリーズ,
水産生物と農薬, サイエンティスト社

(3) 漁場環境改善基礎研究調査

低次栄養段階における窒素の収支

井野川仲男・蒲原 聡・岡田 元
しらなみ乗組員

目 的

生態系における低次栄養段階（植物プランクトン，動物プランクトン，デトリタス及び栄養塩）の窒素の収支を明らかにして，貧酸素化数値予測を行う物質循環モデルの改良の一助とする。

方 法

調査測点：図1に示す三河湾14地点

調査期間：平成元年6月～10月

調査項目：水温，塩分，DO，PON，DTN，クロロフィル a ，フェオ色素

植物プランクトン態PON(以下「P. PON」)，動物プランクトン態PON(以下「Z. PON」)及びデトリタス態PON(以下「D. PON」)の分画法：PONを3態に分画する簡単な手法はない。ここでは，粒子径350 μm 以上をZ. PONとし，P. PON及びD. PONは，PONからZ. PONを差し引いて，クロロフィル a 及びフェオ色素の比から求めた。

よって，Z. PONには350 μm 以上のP. PON及びD. PONの混入があり，逆に，微細な線虫等が含まれない等誤差を内包している。

収支計算方法：松川のボックスモデルによった。ボックスの位置を図1に，ボックスの諸元を表1に示した。なお，P. PON及びD. PONの沈降速度は，*Skeletonema costatum* の生及び死細胞の文献値を用いた。

表1 ボックスの諸元

項目 \ ボックス	BOX 1	BOX 2
上層縦断面積(cm^2)	0.890×10^9	0.630×10^9
下層縦断面積(cm^2)	0.850×10^9	0.670×10^9
横断面積(cm^2)	0.185×10^{13}	0.118×10^{13}
上層体積(cm^3)	0.133×10^{16}	0.800×10^{15}
下層体積(cm^3)	0.910×10^{15}	0.840×10^{15}

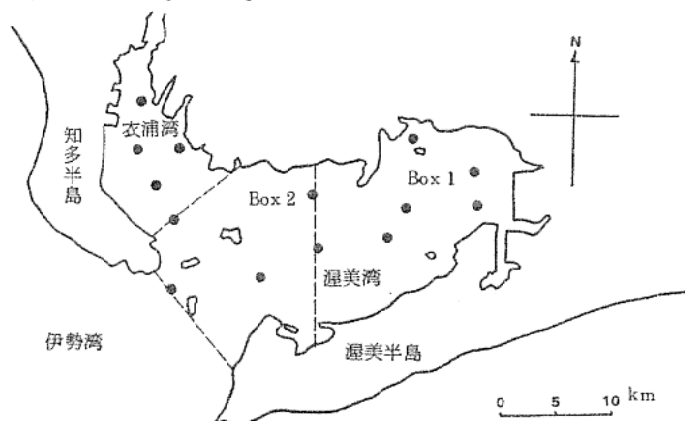


図1 測点およびボックスの位置

結果および考察

渥美湾における7月中旬～9月上旬のN収支を図2に示した。

P. PON生産速度は、植物プランクトンのネットの生産速度を表し、湾奥部上層が高く $26.8 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ で、湾口部上層は低く $1.0 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ であった。下層では、負(枯死等)で $-9.1 \sim -1.4 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ であった。このことから、渥美湾における植物プランクトンの増殖は、その殆どが湾奥部海域で起きていることが示唆される。

この生産速度を文献値と比較すると、光合成速度は約 $0.89 \text{ C/m}^2 \cdot \text{day}$ とされるが、これを植物プランクトンのC/N比からN換算すると約 $100 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ となり、高い生産速度をもつ湾奥部でも文献値の約1/4で、D. PON生産速度を加えても1/2以下とかなり低い。

D. PON生産速度は、湾口部上層次いで湾奥部上層が高く、それぞれ $28.5, 18.2 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、P. PON生産速度と対応していない。このことは、植物プランクトンの増殖と枯死が空間的に異なることを示唆し、植物プランクトンの枯死は、生産の場である湾奥部よりも湾口部でより多く起きていることが考えられる。

一方、下層のD. PON生産速度は、湾奥部 $1.9 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ 、湾口部 $0.4 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ で、生産速度が消失速度をわずかに上回っている。これらの海域のDTN生産速度は $10.0, 37.2 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ で、D. PON生産速度と一見対応していない。これは、DTN生産速度にD. PON消失速度と底泥からのDTN溶出速度が含まれることを考慮すれば説明がつく。夏季における底泥からのN溶出速度は、 $50 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ 前後とされるため、計算されたDTN生産速度は、底泥からの溶出が主で、水柱のD. PONの分解が関与していないことになる。すなわち、下層におけるD. PON収支は、生産と分解がほぼ同レベルのため相殺され、大きなウェートを占めているのは、底泥への沈

降、堆積の系である。

底泥への沈降速度は、下層のP. PON + D. PONの沈降速度で表すことができ、湾奥部 $79.9 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ 、湾口部 $48.4 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ となる。この沈降速度は、底泥からの溶出速度(文献値)と比較し、同レベルあるいはそれ以上となり、底質の悪化に結びつく可能性を示唆している。なお、セジメントトラップによる実測では、ONとして $30 \sim 70 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、計算値は、実測値と良く合う。

上層のDTN生産速度は負を示し、ネットの植物プランクトンの取り込みを表している。湾奥部上層及び湾口部上層のDTN消費速度は、それぞれ $56.1, 20.1 \text{ mgN/m}^2 \cdot \text{day}$ で、P. PON + D. PON生産速度に対応したのとなっている。

Z. PON収支は、現存量が低いため方法で述べた誤差が強く現れる可能性が高い。その生産速度は、湾口部上層でわずかだが負になった。これは、この海域が好漁場であることから魚類による捕食の影響が表われた可能性もある。いずれにしろ、Z. PON測定法を再検討する必要があると、深く言及できない。

以上の結果から、夏季、渥美湾における赤潮の発生機構を考えると、主に湾奥部上層海域で発生した赤潮は、枯死、沈降しながら湾口部に移送されるが、湾口部では、バイオマスを維持する程度の増殖にとどまる。

沈降した有機物の分解は、下層ではなく、主に底泥で行われ、溶出の形で栄養塩が回帰する。栄養塩は、下層流によって湾奥部へ移送され、湧昇により上層に取り込まれ植物プランクトンに利用される。

文 献

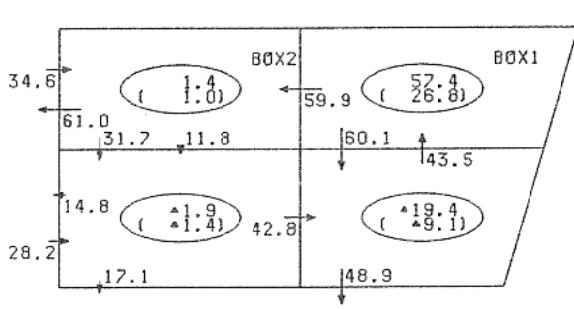
- 1) 松川康夫(1983):内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 5ヶ年の研究成果, 149-159
- 2) Theodore J. Smayda and Brenda J. Baleyn(1966):Limnol Oceanog,

Vol. 11, 18-34 (1966)

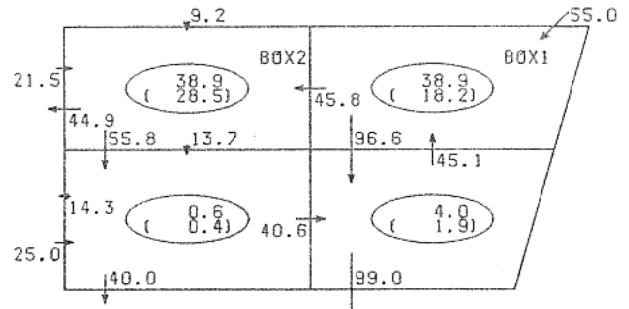
3) 林孝市郎 (1983) : 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 5ケ年の研究成果, 73-75

4) 佐藤善徳 (1983) : 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 5ケ年の研究成果, 56-59

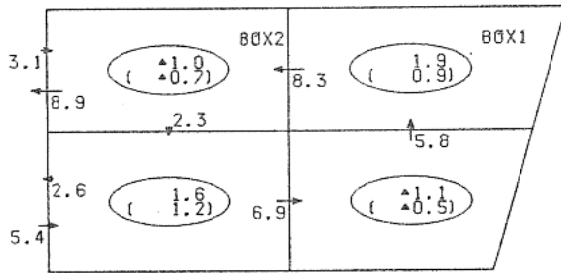
5) 松川康夫, 鈴木輝明 (1983) : 内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究, 5ケ年の研究成果, 76-89



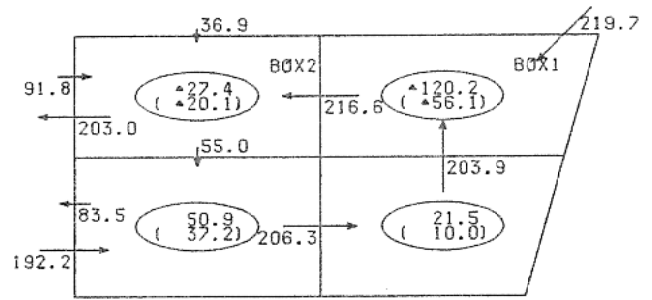
P. PON (PHYTO-PLANKTON)



D. PON (DETRITUS)



Z. PON (ZOO-PLANKTON)



DTN (NUTRIENT)

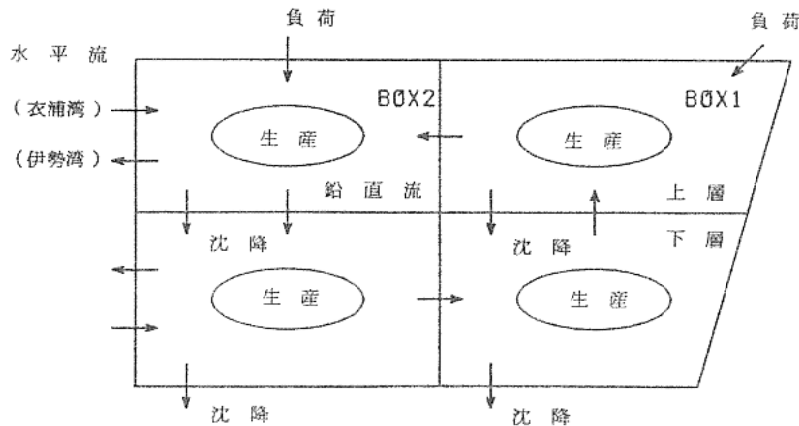


図2 N 収支計算結果

単位: g/sec 生産の ()内は $mg/m^2 \cdot day$

貧酸素水塊の発生予測

井野川仲男・蒲原 聡・岡田 元
しらなみ乗組員

目 的

貧酸素水塊発生予察技術開発試験（昭和59～63年度）において2～4週間程度先のDOを数値予測する物質循環モデルが開発された。このモデルを運用して貧酸素水塊の発生を予測するとともに、その予測精度や問題を明らかとする。

方 法

調査定点：三河湾内14定点（図1）

調査期間：平成元年6月～10月

調査項目：水温，塩分，DO，懸濁態有機窒素（以下「PON」），溶存態総窒素（以下「DTN」）

物質循環モデルの基本的な考え方：

物質循環モデルとは、窒素が制限因子となり、また、構成要素としてPONとDTNから成る生態系を考え、PON及びDTNを生物化学的、物理的過程から計算する。

DOがPONの変化に連動することから、DOの数値予測が可能となる。

計算条件：無風平水時を想定し、6～9月上旬の観測データをもとに、翌月上旬を予測した。

結 果

渥美湾奥部（西浦半島～田原町より東部海域）の下層（水深5 m以深）における予測値と実測値を表1に示した。

本年度における貧酸素水塊の発生は、8月上旬（下層DO 1.5 mg/l ）と予測されたが、実際には、台風による気象じょう乱があり、貧酸素水塊が一時的に解消していた（下層DO 9.3 mg/l ）。このことから、物質循環モデルによるシミュレーションは、ある期間において平均的な条件で行うために、台風に代表される一時的かつ急激な変動に対し無効になることが考えられる。

他の予測結果を見ると、予測値が $1.2 \sim 2.1 \text{ mg/l}$ に対し実測値が $2.6 \sim 4.5 \text{ mg/l}$ となり、予測結果は実際よりも貧酸素化を強く表している。また、誤差は $-0.5 \sim -3.3 \text{ mg/l}$ と広く分散した。

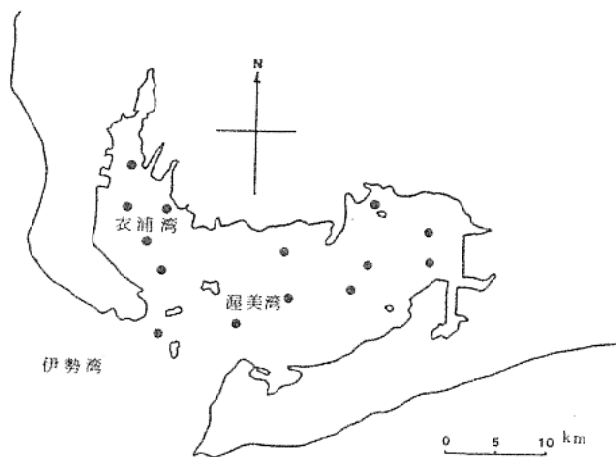


図1 調査測点

誤差の原因のうちモデルに起因するものとして、

- ① PONを植物プランクトンと仮定していること。
 - ② 生物パラメータの取り方。
 - ③ 脱窒など内湾における物質循環の重要な系が抜けている。
 - ④ 物理的過程の基本である流れが任意の条件で計算できない。
- などが考えられる。

特に、①は、PONには植物プランクトンの他に動物プランクトン及びデトリタスが含まれることから、上層PON生産速度を高く見積り、続く一連の生物化学過程（PON沈降速度、下層PON分解速度、下層DO消費速度）総てに影響したことが考えられる。

今後、生態系の構成要素を、低次栄養段階を代表する植物プランクトン、動物プランクトン、デトリタス及び栄養塩の4種として、物質循環モデルを構成するとともに、生物パラメータを逐次改善することが望まれる。

表1 渥美湾奥部における下層DOの予測値及び実測値

時 期	予測値 mg/l	実測値 mg/l	誤 差 mg/l
7月上旬	2.1	2.6	-0.5
8月上旬	1.5	9.3	-7.8
9月上旬	1.2	4.5	-3.3
10月上旬	1.7	2.6	-0.9

文 献

- 1) 愛知県水産試験場：赤潮対策技術開発試験報告書2-(1)予察モデル実用化試験(B), 1986
- 2) 愛知県水産試験場：赤潮対策技術開発試験報告書3-(4)貧酸素水塊の発生予察技術の開発, 1988