

伊勢・三河湾における水質変動と富栄養化について

石田基雄・原保

Changes in water quality and eutrophication in Ise and Mikawa Bays

ISHIDA Motoo and HARA Tamotsu

Abstract

Long-term investigation results of water quality items (Transparency, COD, T-N, and T-P), red tides, and oxygen depleted water mass were analyzed to assess the process of the eutrophication in Ise and Mikawa Bays.

It was shown that there was no clear relationship among yearly changes of the each water quality items. For example, despite an increase of T-N, a temporal decrease of COD was caused by the feeding pressure of large-sized organisms such as sardines and macrobenthos. Accordingly, we can't argue the value of each water quality directly connected to the eutrophication.

A rapid increase of frequency of red tides and expansion of the oxygen depleted water mass occurred about 10 years after the worsening of water quality due to the increase of pollution load. It was considered that these process was caused by the loss of clarifying function by macrobenthos accompanied the loss of tidal flat where they inhabited. Therefore, maintaining the natural tidal flat and developing the artificial tidal flat would be a good way for reducing red tides and oxygen depleted water mass.

キーワード；富栄養化，水質，赤潮，貧酸素水塊，伊勢・三河湾，干潟

三河湾は、これまで富栄養化が進んだ内湾として、様々な観点から研究が進められてきた。その結果、東京湾や大阪湾など汚濁が進んだ代表的な内湾に比べて汚濁負荷が小さい割に富栄養化が著しいこと、¹⁾ 夏季の渥美湾（三河湾東部域）では海水が湾外水と入れ替わるのに20～40日かかること、²⁾ 海水交換を主に担っているのは密度流であること、³⁾ 夏季表層の赤潮発生と下層の貧酸素化は密接に関連していること³⁾ などが明らかにされてきた。

一方、赤潮や苦潮などが三河湾の景観を著しく損なうこと、悪臭の発生や汚れが地域住民の健康に影響を及ぼす懸念がでてきたことから、1971年に水質汚濁防止法が制定されるとともに、公共用水域の水質基準が設定され、定期的に水質監視が実施されるようになった。

さらに、漁業生産への影響が大きいことから、水産部局でも浅海定線調査、赤潮調査、貧酸素水塊調査などが実施されてきた。

これらの調査データはそれぞれに様々な形で公表され

ているが、長期間のデータを総合的に取りまとめた研究は意外に少ない。

富栄養化は人間の社会活動の活発化にともなって発生した問題であり、赤潮や貧酸素化が症状として現れる異常な海の状態といえる。したがって、富栄養化研究の目的は異常な海をできるだけ早く正常な状態に戻す処方をつくることであり、そのためには、水質、赤潮、貧酸素化などがどのような過程を経て今日に至っているのかを明らかにすることが極めて重要である。本報告ではこのような観点から、伊勢・三河湾における水質、赤潮、貧酸素化を総合的に取りまとめた。

材料と方法

本報告の取りまとめ項目及び、使用した資料を表1に示した。

COD, T-N(総窒素), T-P(総リン)については表層の調査結果を用い、長期的な変動を評価するためそれぞれ

表1 取りまとめた水質等の項目と使用した資料

水質等項目	使用した資料	報告年	調査機関等
透明度, COD, T-N, T-P	公共用水域水質監視調査結果報告	1973～1994年度	愛知県環境部
赤潮	伊勢湾, 三河湾の赤潮発生状況	1994年	愛知県水産試験場
貧酸素水塊	赤潮対策技術開発試験報告書 漁場環境改善基礎基礎研究調査	1984～1988年度 1989～1994年度	愛知県水産試験場 愛知県水産試験場
苦潮	三河湾における赤潮および無酸素水塊に関する調査報告(第1, 2報) 愛知県水試業務報告	1973, 1974年 1975～1994年度	愛知県水産試験場 愛知県水産試験場

3年間分を平均した。また、これら水質項目と透明度については海域による違いを明らかにするため、6海域に分けて整理した。図1にその海域区分と調査点を示した。

透明度については愛知県環境部⁴⁾の図にその後の結果を描き足して現在までの一連の経過図とした。

伊勢湾, 三河湾の赤潮発生状況については1978年以降毎年報告書が出されているが、本報告では最新の平成6年版から赤潮発生件数, 延べ日数を転載した。赤潮については主に目視による報告を整理しているため定量的な取り扱いには注意を要する。赤潮の件数, 延べ日数については図6に示した3海域別に記録しており, 合計は3海域の数値を単純に足したものである。また, 伊勢湾については愛知県側で発生したものだけを記載してある。

貧酸素水塊の発生状況については1971年以降定期的に調査してきており, その結果を図とした。底層貧酸素水塊分布図は, これまで海底上1mの溶存酸素飽和度を段階区分し, それぞれの段階の境界となる等値線を描き, 陸線と等値線で囲まれた海域をそれぞれの段階の水塊として表示してきた。しかし, 三河湾の貧酸素化は夏季の躍層下で進み, その躍層は平均的には水深5mの付近にあるので, 陸に接している浅海域は普段は十分な酸素がある表層海水におおわれている。このことから, 貧酸素水塊については水深5m線以浅の海域を除いて表示した。

また, 貧酸素水塊については平面分布図から, それぞれの飽和度段階毎の水塊の面積を求め, 三河湾に対するそれぞれの比を年変化の図とした。

貧酸素水が沿岸域で湧昇して起こる苦潮については, 伊勢・三河湾における合計を年変化の図とした。

結 果

① 透明度の変化

図2にそれぞれの海域における透明度の変動を示した。

1950年代には伊勢湾奥部を除いた伊勢・三河湾では年平均値がおおむね5mを越えており, 海が良好な状況であったことをうかがわせる。主に名古屋港が占める伊勢湾奥部だけが当時から低い透明度であり, この海域だけが, 局部的に富栄養化していたことが推定される。

透明度は主に1950年代半ばから1970年代半ばにかけて低下しているが海域によって低下の時期, 傾きに差がある。

伊勢湾奥部では, 調査開始以降一貫して低下し続けているが, この海域の透明度はすでに出発点で低いため, 低下の傾きもゆるやかである。

伊勢湾中央奥, 渥美湾, 知多湾の3海域の変化は良く似ており, 1950年代末から1970年代半ばまでに急激に低下した。3海域の中では渥美湾が最も短期間で急激な低下をしている。この3海域は71-73年以降86-88年まで, はほぼ同じ値で横ばいもしくはやや高くなる傾向を見せている。

伊勢湾中央口, 伊勢湾湾口については1960年代末に急激な低下を見せたが, その後はやや高くなる傾向にある。

さらに, 透明度は渥美湾, 伊勢湾中央口を除いた海域で89-91年に大きく低下した後92-94年にはやや高くなった。

② COD, T-N, T-Pの変化

図3～5にCOD, T-N, T-Pの変動を示した。

これらの項目については富栄養化の問題が顕在化してから調査が開始されたため, 透明度にみられる1950年代後半から1960年代の急激な悪化時期が欠落している。

CODについては1971年に水質汚濁防止法が施行され, 様々な排水規制が実施されてきたにもかかわらず湾全体で83-85年までゆるやかに高くなり続けている。86-88年には全海域で極めて大きな低下を示したが, 89-91年以降は再び以前のレベルに戻った。

T-Nは89-91年までは全般にゆるやかに増加し続け, 92-94年にはやや減少した。透明度, COD程急激な増減

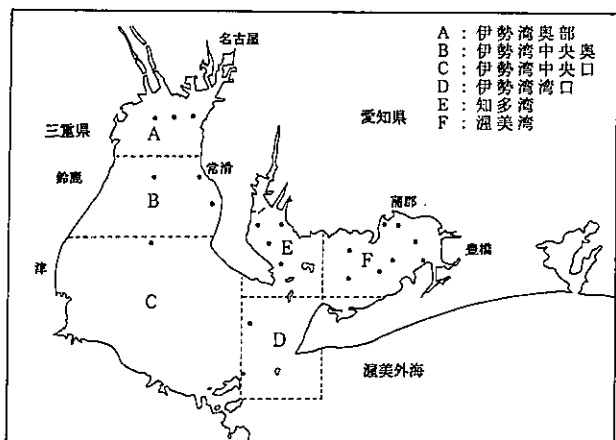


図1 伊勢・三河湾の海域区分
(点は調査点を表す)

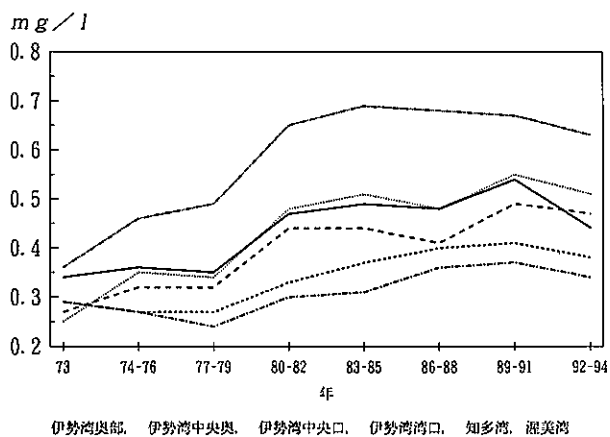


図4 伊勢・三河湾におけるT-Nの変動

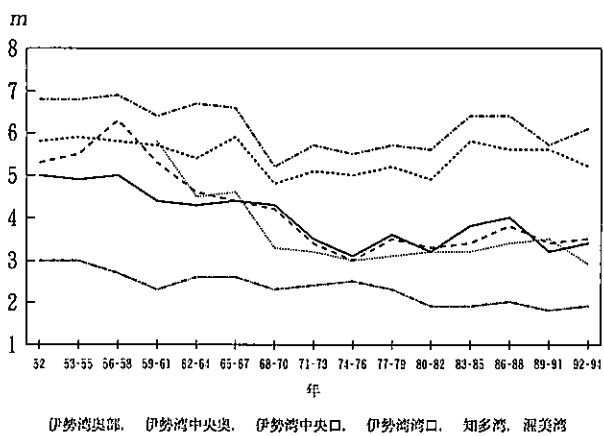


図2 伊勢・三河湾における透明度の変動
(愛知研環境部⁴⁾に1972年以降を描き足した)

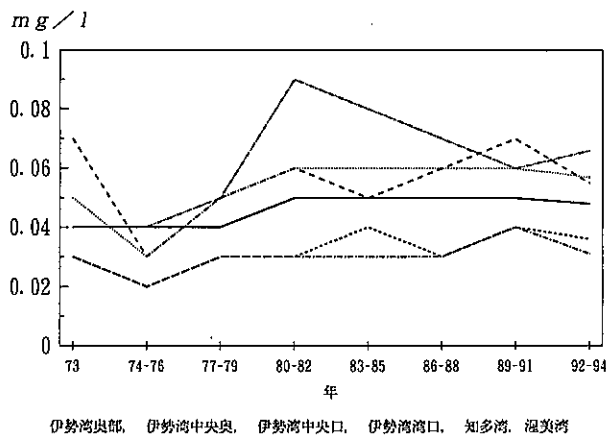


図5 伊勢・三河湾におけるT-Pの変動

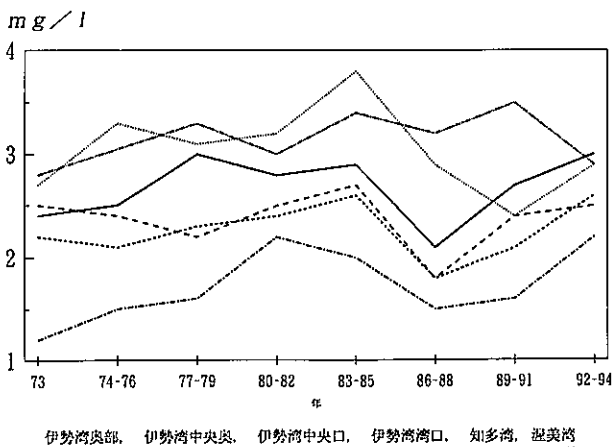


図3 伊勢・三河湾におけるCODの変動

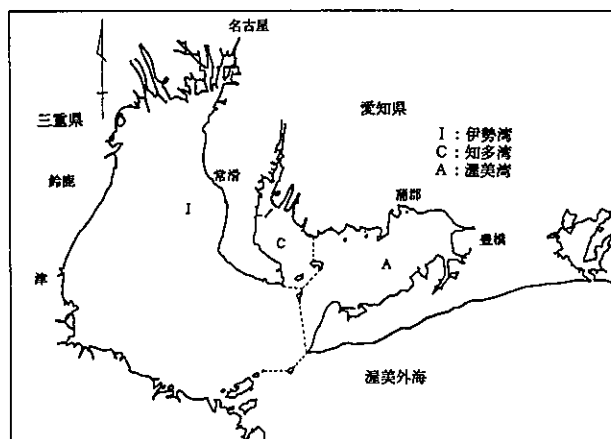


図6 愛知県における赤潮発生モニタリングの海域区分
(伊勢湾については愛知県側のみ計数)

はしてない。

T-P は伊勢湾中央口、伊勢湾湾口、知多湾では74-76年以降89-91年までゆるやかに増加し、伊勢湾中央奥、渥美湾では80-82年まで増加して後横ばいになり、伊勢湾奥部では80-82年までの急激な増加後大きく減少した。

③ 赤潮発生の変化

図7、8に伊勢・三河湾における赤潮の発生状況を示した。赤潮については1970年代に件数、延べ日数ともに急増しており、この図に示した最初の年である1978年にはすでに頻繁に発生している。発生件数では1980年に最大となっており、その後減少傾向となっている。特に1990年以降は急激に減少した。一方、延べ日数は1983年に急激に増加して最初のピークをむかえ、その後多い状態が続いて1990年に最大となった後減少傾向を示している。

1990年までの件数の減少傾向については、延べ日数がむしろ増加傾向にあることから1件当たり日数の増加、すなわち赤潮の長期化を表している。赤潮の増減を評価するとすれば延べ日数により重きをおくべきである。

1990年以降1993年までの間は件数、延べ日数ともに急激な低下を示した。しかし、1994年には延べ日数が再び大きく増加した。

④ 三河湾における貧酸素水塊発生の変化

図9に三河湾における貧酸素水塊の年次別の分布を示

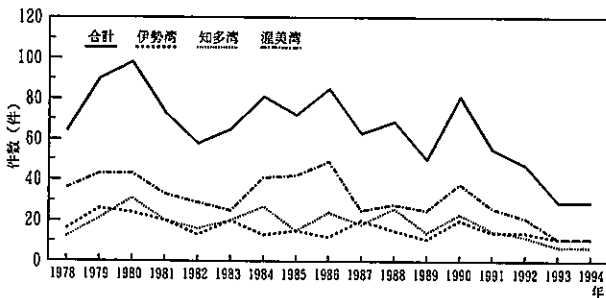


図7 愛知県における赤潮発生件数の変動

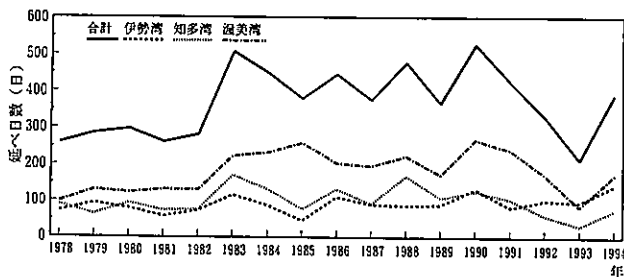


図8 愛知県における赤潮発生延べ日数の変動

した。また、図10には年次別分布図から得られた貧酸素域の段階別の面積割合を示した。

1971年に貧酸素水塊のモニターを開始しているが、この年には軽度ながら貧酸素水塊の発達が見られる。それ以前では1969、1970年に伊勢湾、三河湾水底質調査⁵⁾が実施されているが、その調査結果でも底層の貧酸素化はそれほど進んでいない。これらの図から貧酸素水塊については1970年代に次第に規模が拡大するようになった様子が見えてくる。1980年代半ばまで年による差はあるものの比較的大きく発達し、その後縮小傾向にあったが、1994、1995年と再び大きく発達した。

三河湾における貧酸素化は主に渥美湾で起こっており、貧酸素水塊の発達が著しい時に知多湾でもみられるようになる。ともに分布の中心はほとんどの場合湾奥で、まれに湾口に近い海域に分布することがある。

貧酸素水が沿岸で湧昇して起こる苦潮の発生状況については図11に示した。苦潮の発生状況は貧酸素水塊の発達状況とよく一致している。

考 察

① 透明度の変動

日比野⁶⁾は1960年から1975年にかけて三河湾への汚濁負荷が急激に増加したことを示している。渥美湾、知多湾、伊勢湾中央奥での透明度はこの汚濁負荷の増加時期と一致して低下しており、これらの海域で汚濁物質の増加にともない基礎生産が増えたことを示している。

この1975年頃までの長期的な透明度の変化については西条⁷⁾が海域による差も考慮して以下のように考察している。

①水深が浅いこと、地形的に外洋水との交換が悪く水が停滞しやすいことなどのため三河湾のほうが伊勢湾より植物プランクトンの生産効率がよい。

②そのことが原因となって単位水量当たりの汚濁負荷量が少ない三河湾のほうが伊勢湾より急速に富栄養化した。

③同じことが渥美湾と知多湾の間でも成立する。

1975年以降透明度は全般的に横ばいしないしはやや高くなっており、富栄養化の進行が止まったように見えるが、COD、T-Nはむしろ増加しており、安易に判断できない。

② COD、T-N、T-Pの変化

環境部局では1971年の水質汚濁防止法の公布以来海の汚濁指標としてCODが使われてきた。海水中の溶存

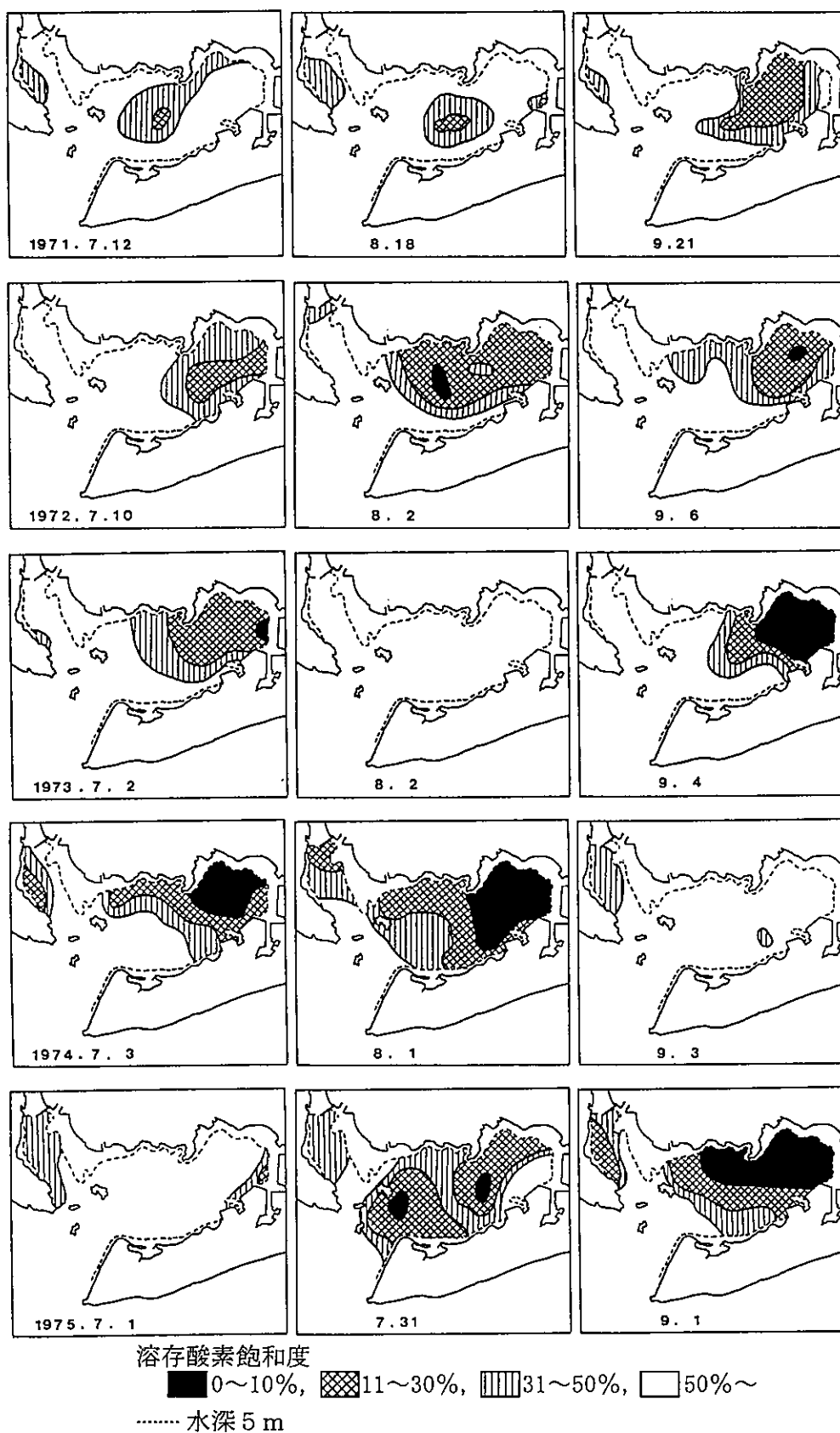
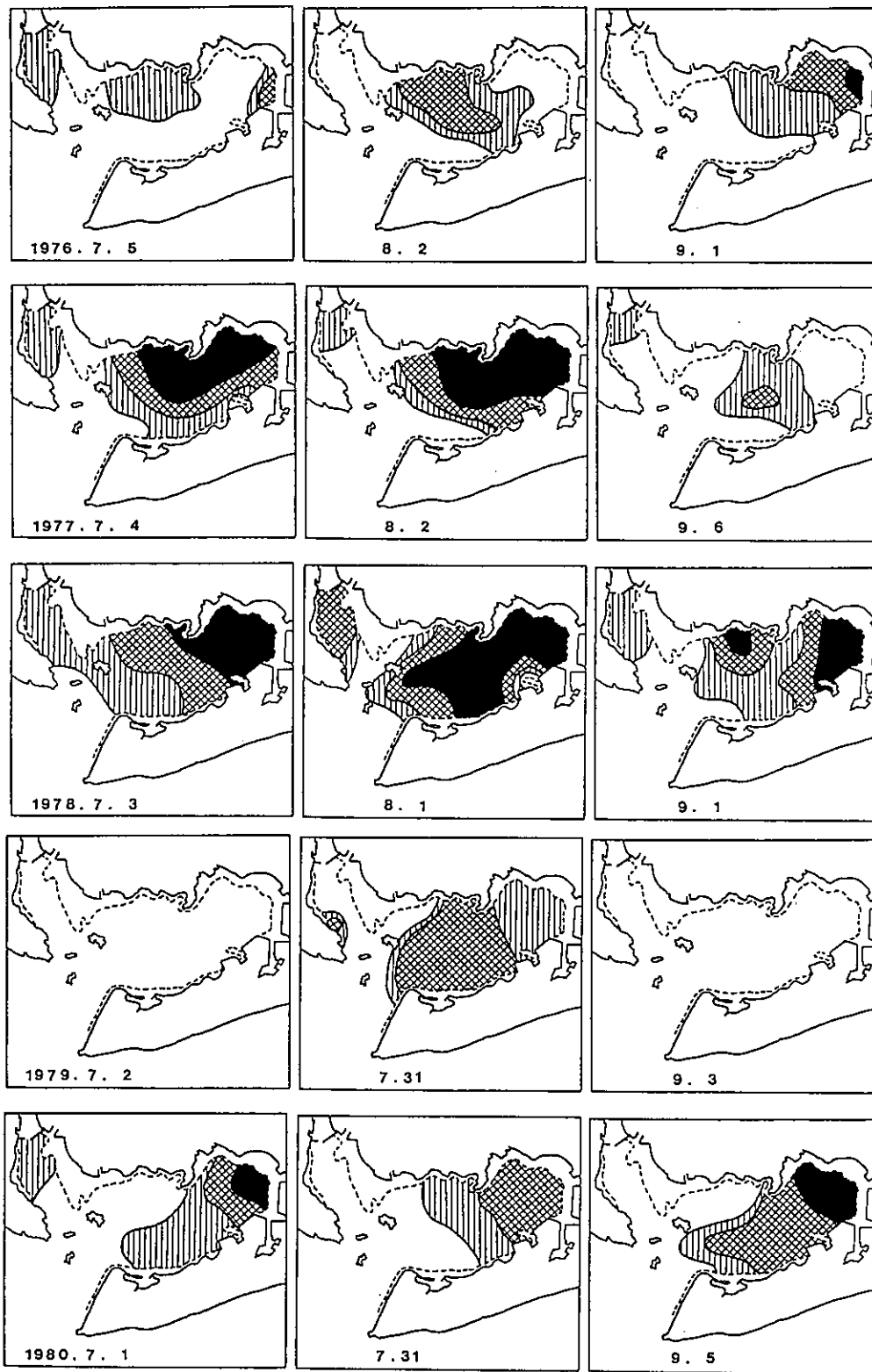


図9-1 三河湾の貧酸素水塊発生状況 (1971~1975)



溶存酸素飽和度
 ■ 0~10%, ⊞ 11~30%, ▨ 31~50%, □ 50%~
 水深 5 m

図9-2 三河湾の貧酸素水塊発生の状況 (1976~1980)

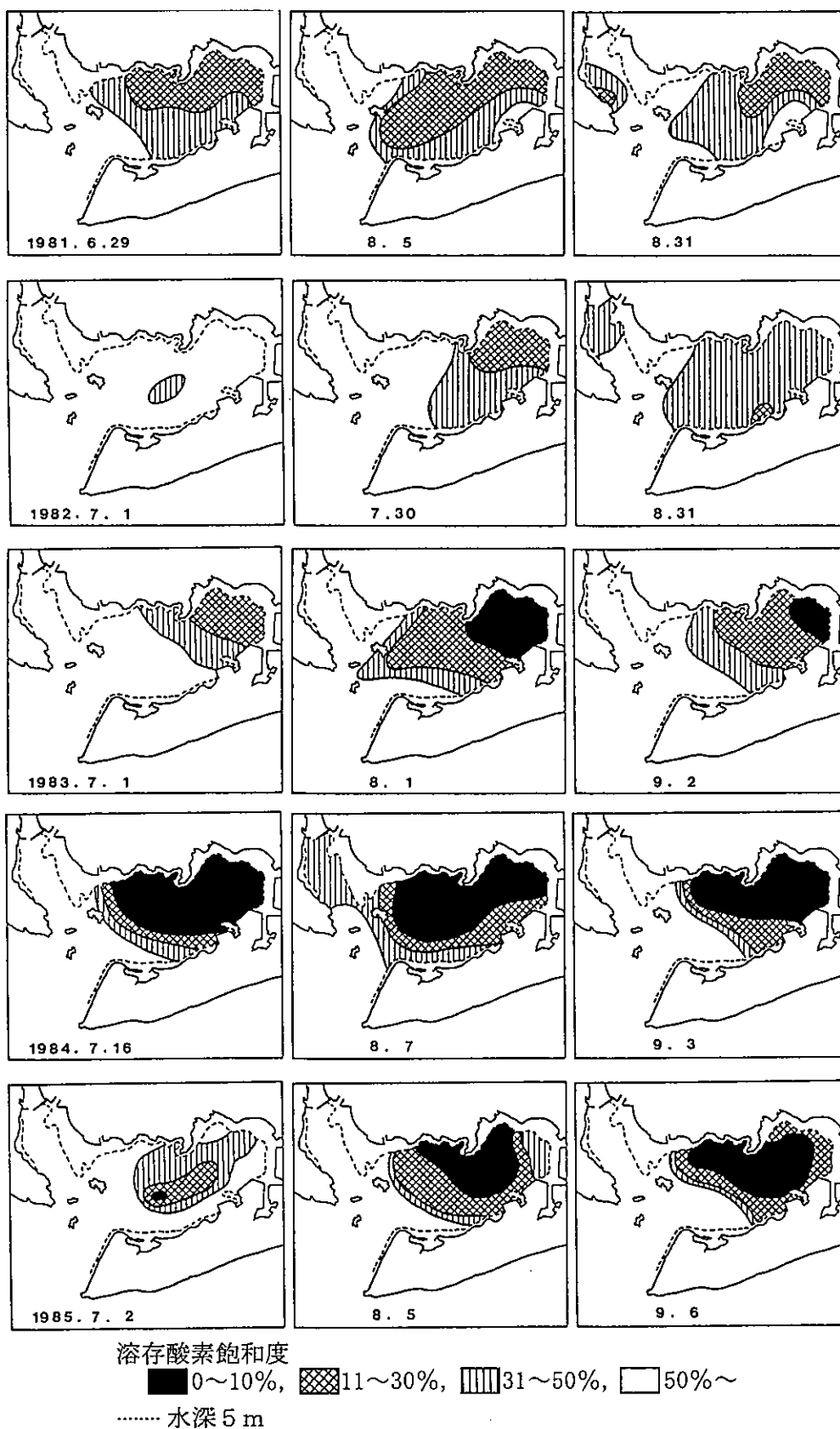


図9-3 三河湾の貧酸素水塊発生状況 (1981~1985)

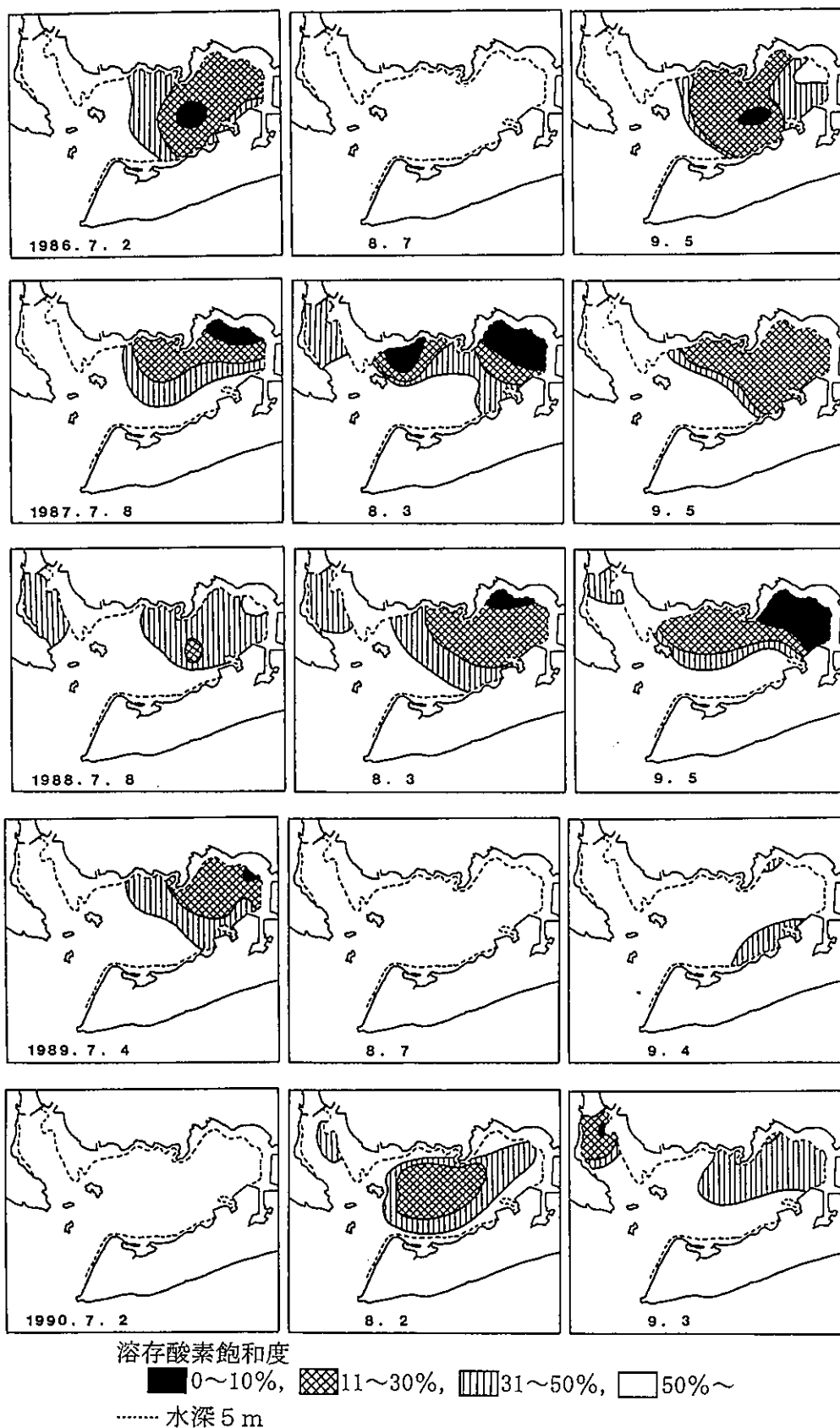
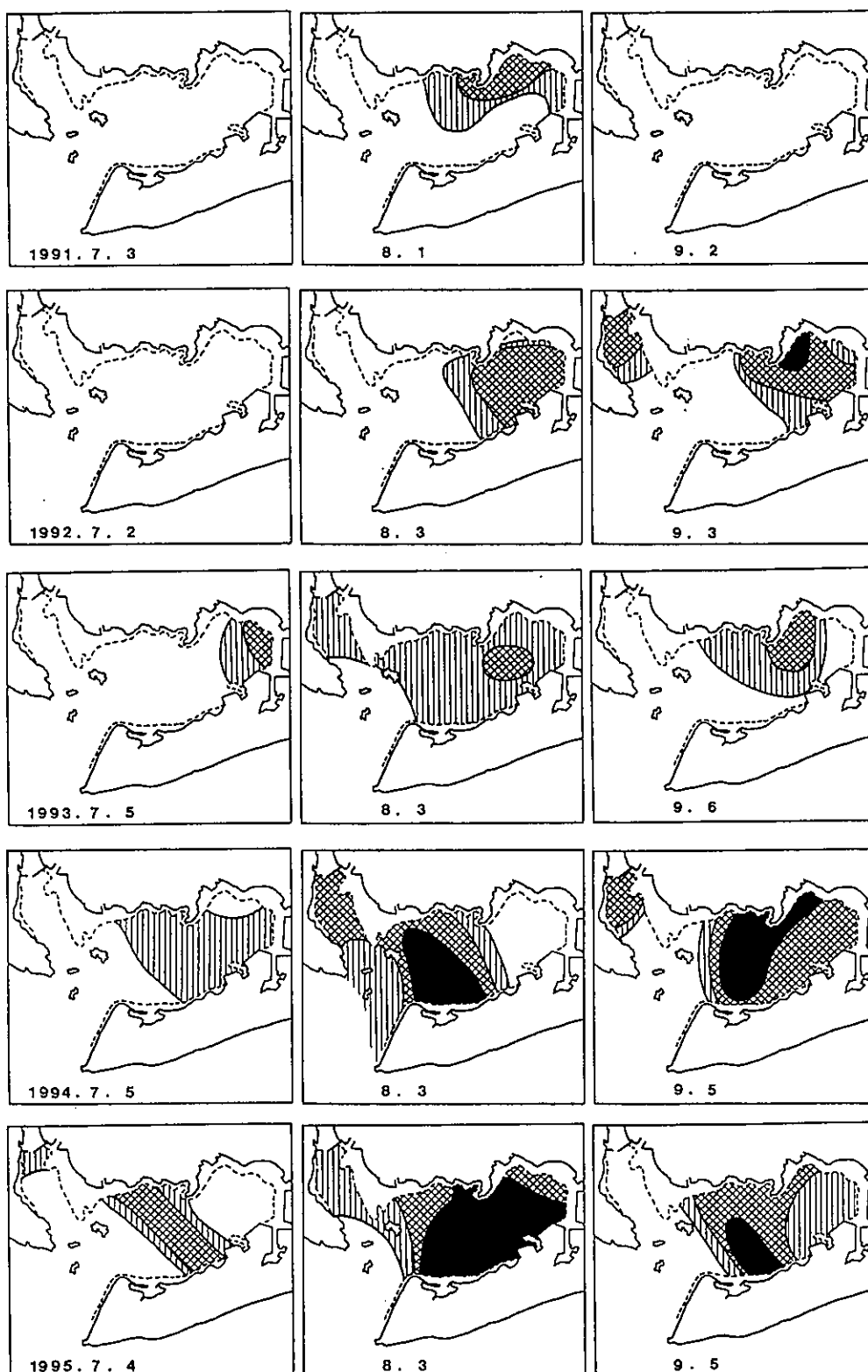
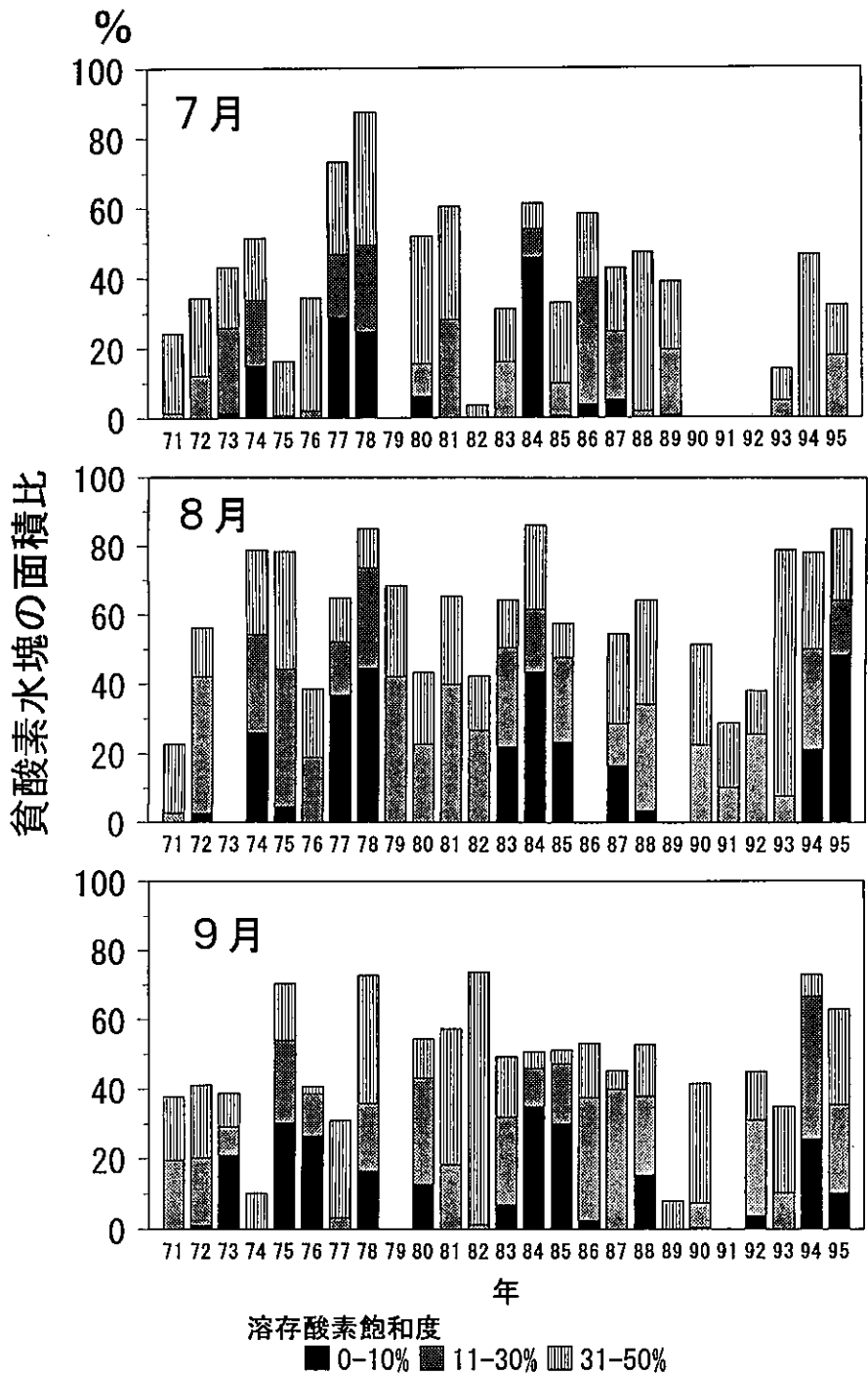


図9-4 三河湾の貧酸素水塊発生の状況 (1986~1990)



溶解酸素飽和度
 ■ 0~10%, ▨ 11~30%, ▩ 31~50%, □ 50%~
 水深 5 m

図9-5 三河湾の貧酸素水塊発生の状況 (1991~1995)



三河湾は、水深5m以深及び羽豆岬-篠島（南風ヶ埼）-伊良湖岬を結ぶ線より内側とする（406.8平方キロメートル）。ただし、衣浦港防波堤内は除く。

図10 三河湾における貧酸素水塊の面積比の変動
 （図9から算定した面積の比率）

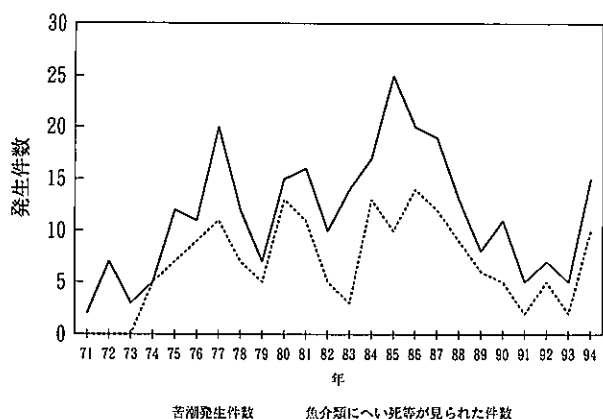


図11 伊勢・三河湾における苦潮の発生状況

態有機物量はそれほど変動しないことから、CODは懸濁態有機物量を反映しており、透明度とは負の相関にあることが想定される。しかし、1973年から83-85年までの間はCOD、透明度とも伊勢湾奥部を除いて、ゆるやかに高くなっており、上記想定に矛盾している。CODと透明度のこのような関係は伊勢・三河湾において富栄養化が進行する過程で、懸濁態有機物に粒子径が大きくなるなどの質的变化があったことを示唆している。

86-88年以降の透明度、CODの変動については比較的良好な負の相関が成り立っている。

CODの86-88年の低下は、それ以前と比べて極めて大きな変化である。CODが汚濁の指標とされてきたことから、その原因を追求することはたいへん重要である。

この時期にはT-Nはむしろやや増えていることから、水質が改善されたわけではなく、懸濁態有機物量が減少し、その分無機態の栄養塩類が多かったと解釈される。

一般的に有機物の無機化はバクテリアによる分解が主体であり、有機化は植物プランクトンの生産によるとされている。したがって、無機態の栄養塩類の比率があがるためには、バクテリアによる分解が活発化すること、もしくは植物プランクトンの生産が減少することが必要となる。

しかし、長期的な気象異変がなかった時期にバクテリアによる分解、植物プランクトンの生産が3年間の平均値をこれほど変化させるとは考え難い。

船越⁷⁾によれば伊勢・三河湾のマクロプランクトン量は1987年に大きく落ち込んでいる。これはその年に来遊したマイワシが極めて多く、その摂食圧が大きかったことによると推定している。また、マイワシが微小なプランクトンを含め優占種を無選択的に摂餌していたことも報告している。この年のマイワシの漁獲量は約8万トン

だったが、漁獲率が3割⁷⁾でほとんどが湾内で育ったとすると、この年伊勢・三河湾では約27万トンのマイワシが生産されたことになる。転換効率を10分の1とすればマイワシはおよそ5~11月の210日間に270万トンの餌を食べたことになる。これを1日当たりに換算すると約12,900トンとなる。

一方、西条ら⁸⁾によれば伊勢・三河湾における単位面積当たりの基礎生産量はおよそ1.4 gC/m²/dayなのでこれに佐々木³⁾による植物プランクトン乾重とCの比2.8をかけてやると1.4 gC/m²/day×2.8=3.92 g·dry/m²/dayとなる。これを10倍して植物プランクトンの湿重量になおし、面積2.3×10⁹ m²をかけてやると90,160トン/dayとなる。つまり、伊勢・三河湾における植物プランクトン日生産量は平均的には90,160トンと見積もられる。

マイワシの摂食量12,900トンはこの植物プランクトン生産量の約14%にあたる極めて多い量である。

したがって、このマイワシの存在が懸濁態有機物量を減らし、排泄によって無機態の窒素を増やすことは十分にありうる。しかし、マイワシは1980年にも多く、CODの変動を完全には説明できない。

また、青山ら⁹⁾は一色干潟におけるろ過性マクロベントスの現存量を6.4 gN/m²としている。これに伊勢・三河湾の水深5m以浅の海域の面積2.68×10⁸ m²をかけると6.4×2.68=17.15×10⁸ gNとなる。これに生産量と現存量の比(P/B比)¹⁰⁾の2.3をかけると39.4×10⁸ gNの年生産量が得られる。転換効率を15%としてこれを0.15で割ると、263×10⁸ gNとなる。つまり、伊勢・三河湾のマクロベントスは年間263×10⁸ gNの懸濁物をろ過していることになる。これをさらに、佐々木³⁾に基づいて植物プランクトン湿重量に換算すると263×10⁸ gN×167=43,921×10⁸ gとなり、365日で割ると12,000トンとなる。

このマクロベントスによる懸濁物ろ過量12,000トンは伊勢・三河湾における植物プランクトンの平均日生産量の約13%に相当する極めて多い量である。

したがって、このマクロベントスの現存量が変化することによって、懸濁態有機物量と無機態の窒素量の比が変化することは十分にありうる。

いずれにしても、CODは汚濁負荷を反映せず低下する場合があります、指標としてみる場合変動要因を明らかにすることが重要である。

T-Nの89-91年までの一貫した増加は、他の項目では認められず特徴的である。海水中のT-N現存量が増え続けていることは、外海への流出、底泥中への埋没、脱

窒、漁業による取り上げなどによって失われる量以上が陸上から流入し続けていることを意味する。

92-94年にやや減少したのは、これらの収支がマイナスへ変わったことによるとみられるが、何が寄与しているかは個々の要因を量的に検討しなければ明らかにならない。

T-Pの増減はT-Nと異なり、海域によってパターンが異なっている。リンの負荷量については洗剤の無リン化によって1970年代半ばに減少へ転じた。¹¹⁾しかし、その効果は伊勢湾奥部でしかみられず、その他の海域では海水中のT-Pは減っていない。

リンについてはもともと河口域で化学的な作用で懸濁物質に吸着され、沈降するとされている。また、吸着されて一旦は堆積物中に取り込まれたリンは底泥の表面が酸化状態であれば、水中に回帰する事なく底泥中に保持される。¹²⁾

しかし、伊勢湾、三河湾では夏季に貧酸素水塊が大きく広がり、底泥の表面は還元状態となっている。このような状況下では底泥中のリンは再び水中に溶出する。つまり、貧酸素水塊の存在が過去流入して蓄積されていたリンを水中に回帰させることになる。このことはリンの流入負荷量が今すぐに減ったとしても貧酸素水塊の発生がある以上、ただちに水中のリンの減少にはつながらないことを意味する。T-Pが伊勢湾奥部では減少しているのに伊勢湾中央奥、渥美湾では横ばい、伊勢湾中央口、伊勢湾湾口、知多湾ではやや増加しているのはこのためと考えられる。

③ 赤潮及び貧酸素水塊の変動

赤潮、貧酸素水塊は陸上からの汚濁負荷の増加と同時に発生するようになったと理解されがちである。しかし、三河湾では汚濁負荷の増加にともなう透明度の低下が56-58年から74-76年であるのに、赤潮の急増及び貧酸素水塊の規模の拡大は1970年以降で進行が10年程度遅れている。

このことは、三河湾で赤潮、貧酸素水塊が発生するようになった要因が、陸上からの汚濁負荷の増大のみではないことを示唆している。

三河港は1964年に重要港湾に指定され、この後浅海域の埋め立てが本格化し、さらに1970年代に梅田川河口域の大崎地区から田原町沿岸一帯の干潟を含む浅海域が急速に埋め立てられた。¹³⁾赤潮の急増及び貧酸素水塊の規模の拡大は、この埋め立てと時を同じくして進行している。

干潟を含む浅海域には大きな海水ろ過能力を有するマ

クロベントス⁹⁾が豊富に存在し、海水中の懸濁物を濾しとっている。

透明度が急速に低下した1960年代には浅海域のマクロベントスが海水中の植物プランクトンを大量にろ過して赤潮を抑制するとともに、陸から流入する汚濁物質及び海水中の有機懸濁物の相当量を常に空気中から酸素が供給されている浅海域で分解させることで貧酸素水塊の発達を抑制していたと考えられる。そして、浅海域が失われると同時に赤潮が急増し、貧酸素水塊の規模が拡大したと考えられる。

このことは過去の埋め立てが行われていなければ渥美湾では貧酸素化は免れたか、少なくとも今よりはかなり軽減されていたとする松川の指摘¹⁴⁾を裏付けるものである。

貧酸素水塊の発達についてはこれまでに、夏季の北ないし東方向からの風が渥美湾の貧酸素化を軽減すること、^{15),16),17),18)}陸上からの負荷が冬季に分散、つまり3月頃までの降水量が多いと翌夏の貧酸素化が軽減されること^{19),20)}などが明らかにされている。

1980年代以降、貧酸素水塊の発達程度が年によって異なるのは、これら自然現象の影響と考えられる。

④ 富栄養化の改善

本報告では水質項目相互間の関連あるいは水質項目と貧酸素水塊、赤潮との関連について長期的な変動の面から検討してきた。その結果、①それぞれの水質項目の長期変動は大きく異なること、②CODの大きな低下に大型生物が関わっている可能性があること、③三河湾における赤潮の急増及び貧酸素水塊の規模の拡大が汚濁負荷の増大にともなう水質変化より10年程度遅れて起きていること、④さらに三河湾における赤潮の急増及び貧酸素水塊の規模の拡大は渥美湾奥の浅海域の埋立と同時期に起こっていること、が明らかになった。

これまで富栄養化の指標として、環境部局では透明度、COD、T-N、T-Pの水質項目が使われている。しかし、①~④として指摘したように個々の水質項目は複数の要因によって長期的に異なる変動を示しているため、これらを十分に考慮したうえで環境の変動要因を総合的に判断する必要がある。

一方、漁業にとっては漁場を狭めるうえ直接魚介類のへい死をもたらす貧酸素水塊、及びノリ養殖に被害を与える赤潮の軽減が直接の目標である。

したがって、長期変動から見いだされた赤潮、貧酸素水塊を抑制する浅海域の水質浄化能力は海環境改善の直接的な手法としての可能性をしめすものとして注目され

る。

青山ら⁹⁾は一色干潟の生物によるろ過水量を実測値から140.3リットル/m²/hourとしている。一方、1970年代に埋め立てられた渥美湾奥部の浅海域は1,200ha余である。¹³⁾この浅海域が一色干潟並のろ水能力を持っていたとすれば

$$140.3 \times 24 \times 1.2 \times 10^7 = 4.04 \times 10^{10} \text{ リットル/day}$$

となる。この数値で福江と西幡豆を結んだ線より東側の渥美湾の水量 $1.95 \times 10^9 \text{ m}^3$ ²⁾を割ると48.3となる。つまり、かつて渥美湾奥部にあった浅海域は渥美湾の海水を48日間でろ過する能力を有していたことになる。これは渥美湾が有する夏期の海水交換能20~40日/1回転に匹敵する量であり、極めて大きな浄化力といえる。

しかも、浅海域はアサリなどの漁業生産、汐干狩りなどのレクリエーションが副次的に期待できる。

近年、汚濁負荷の削減が容易でないことから、外海水の導入などによる三河湾の環境改善が検討されているが、干潟などの浅海域を造成、保全することによって海域の浄化能力を高めることが、より有効かつ現実的な改善方法として認識されるべきだろう。

文 献

- 1) 西條八東(1984)内湾の富栄養化. 内湾の環境科学, 上巻, 1-36.
- 2) 松村卓月, 松川康夫(1981)I地形と水理. 三河湾・環境と漁業, 東海区水産研究所業績C集 さかな, 26, 31-44.
- 3) 佐々木克之(1983)総論——渥美湾における窒素およびリンの循環と生物の役割——,「内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究報告書」五年間の研究成果, 東海水研, 5-19.
- 4) 愛知県環境部(1978)伊勢湾, 三河湾の赤潮. 140 pp.
- 5) 三重県・愛知県(1972)伊勢湾・三河湾水底質調査報告. 599 pp.
- 6) 日比野雅俊(1984)三河湾集水域における地域変化と汚濁負荷. 内湾の環境科学, 上巻, 西条八東編, 培風館, 38-62.
- 7) 船越茂雄(1995)伊勢・三河湾における動物プランクトンの変動. 月刊海洋, 28(2), 142-149.
- 8) 西条八東・八木明彦・三田村緒佐武(1978)伊勢湾・三河湾の水質と基礎生産. 沿岸海洋研究ノート, 16, 57-64.
- 9) 青山裕晃・今尾和正・鈴木輝明(1996)干潟域の水質浄化機能. 月刊海洋, 28(3), 1-11.
- 10) 堀越増典・菊池泰二(1976)ベントス. 海藻・ベントス, 元田茂編, 東海大学出版会, 249-255.
- 11) 石井吉夫(1981)III 有害物汚染. 三河湾・環境と漁業, 東海区水産研究所業績C集 さかな, 26, 71-82.
- 12) 才野敏郎(1985)河口・沿岸海域における栄養塩類の動態. 沿岸海洋研究ノート, 23, 88-103.
- 13) 大坂健(1995)戦後東三河の沿岸域開発——過去と現在——. 伊勢湾研究会編 伊勢・三河湾再生のシナリオ, 八千代出版, 65-86.
- 14) 松川康夫(1990)II. 水域別の検討, 三河湾・東京湾. 水産学シリーズ87, 平野敏行編, 漁場環境容量, 37-48.
- 15) 鈴木輝明・平澤康弘・瀬古幸郎(1986)昭和60年度赤潮対策技術開発試験報告書, 32 pp.
- 16) 財団法人日本水産資源保護協会(1989)II. 三河湾の漁場環境容量策定事業報告書(第1分冊), 167-303.
- 17) 佐伯有常・安田治三郎(1951)昭和18~19年の渥美湾の海況と苦潮. 日本海洋学会誌, 17, 14-19.
- 18) 愛知県水産試験場(1995)平成6年夏季におけるアサリの大量へい死について. 愛知水試研究業績C-16, 21 pp.
- 19) 井野川仲男・平澤康弘・土屋晴彦・山本民次・中野堅司(1988)昭和62年度赤潮対策技術開発試験報告書. 愛知県水産試験場, 52 pp.
- 20) 井野川仲男・蒲原聰・岡田元(1989)昭和63年度赤潮対策技術開発試験報告書. 愛知県水産試験場, 32 pp.

