

伊勢湾と三河湾の貧酸素水塊の短期変動及び長期変動の比較

黒田伸郎・藤田弘一

Comparison of long term and short term fluctuation of hypoxia between Ise Bay and Mikawa Bay

KURODA Nobuo^{*1} and FUJITA Koichi^{*2}

Abstract : To compare the long- and short-term fluctuation of hypoxia between Ise Bay and Mikawa Bay, each hypoxia area of the bottom layer was calculated from the long-term monthly data set obtained by Mie Fisheries Technology Center and Aichi Fisheries Research Institute. The results revealed that, in Ise Bay, hypoxia are maintained from June to October almost every year, whereas in Mikawa Bay, they are formed in August almost every year but the size largely fluctuate during the summer season. From a long-term viewpoint, hypoxia area is increasing and its lasting duration is elongated in Ise Bay, whereas the interannual changes in its magnitude is becoming larger in Mikawa Bay. These short-term and long-term differences in hypoxia between the Bays seem to be attributable to following factors. Bowl-like bottom shape and much deeper geographical characteristics hardly induce turbulence of sea water mass in Ise Bay, but vertical circulation of sea water mass and horizontal water exchange with outer sea easily occur in shallower Mikawa Bay. Effect of recent huge constructions in the coastal area of Ise Bay should be estimated.

キーワード: 貧酸素水塊, 伊勢湾, 三河湾, 底生魚介類, 物質循環機能, 海水交換

伊勢湾・三河湾の底層には夏季に毎年のように貧酸素水塊が形成され、底びき網や貝けた、底はえ縄等の漁場の縮小、底生魚介類資源の減少といった極めて深刻な漁業被害が発生することが問題となっている。¹⁾

三河湾の貧酸素水塊の動向については、石田・原が1971年～1995年の経過をまとめて報告しており、²⁾形成時期は例年夏季の7～9月の期間であること、はじめ湾奥部の渥美湾東部に出現し、湾中央部へ波及する場合が多いこと、年によっては湾の底層の大部分が貧酸素化すること等が明らかにされている。しかし、1996年以降の動向については、まとまった報告はなされていない。

一方、伊勢湾の貧酸素水塊の出現状況は、三重県水産試験場(現・科学技術振興センター水産研究部)が1972年から継続している浅海定線観測³⁾によって把握することができる。これによれば、例年夏季の6～10月に形成されること、はじめ湾中央部の最深部に出現し、周辺部

へ拡大する場合が多いことが明らかにされている。また浅海定線観測データを解析することによって、伊勢湾の貧酸素水塊の発達規模に与える外海水の影響についての詳細な研究例もみられる。⁴⁻⁶⁾しかし経年的動向について検討した報告例はなく、貧酸素水塊が近年拡大傾向にあるのか、縮小傾向にあるのかは不明である。そこで今回、浅海定線観測結果を用いて、伊勢湾の貧酸素水塊の面積を求め、その経年変化を三河湾と同様にまとめた。

また、三河湾の1996年以降の動向を加えて、両湾の貧酸素水塊の毎年の発生時期やその後の経過、経年的な変動を比較し、両湾での特徴やその相違がみられる原因について検討したので報告する。

方法

1 貧酸素水塊面積の算定

三河湾は、愛知県水産試験場が1971年から現在まで、

^{*1} 愛知県水産試験場 (Aichi Fisheries Research Institute, Miya, Gamagori, Aichi 443-0021, Japan)

^{*2} 三重県科学技術振興センター水産研究部鈴鹿水産研究室 (Suzuka Laboratory, Fisheries Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center, Shiroko, Suzuka, Mie 510-0243, Japan)

夏季に実施した底層（海底上 1m）の酸素飽和度の測定データを使用した。調査時期は原則として毎月の初旬であり、観測地点は数回の変更があったが、1998 年以降は 22 地点である（図 1）。伊勢湾は、三重県水産試験場（現・科学技術振興センター水産研究部）が 1972 年から実施している浅海定線観測³⁾の底層（海底上 1m）のデータを使用した。調査時期は原則として毎月の初旬であり、観測地点は 16 地点である（図 1）。

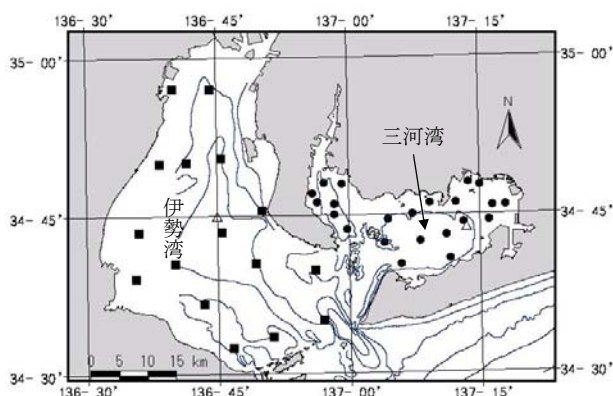


図 1 調査海域と調査地点

- ：三重県浅海定線調査地点
- ：愛知県貧酸素水塊調査地点
- △：底層水温調査地点

浅海定線観測の測定項目は溶存酸素濃度であるため、同じ層の水温・塩分から、これを酸素飽和度に換算した。これらの定点の酸素飽和度データを用いて、過去の全観測期間について、伊勢湾では 6～10 月、三河湾では 7～9 月の底層（底上 1m）の酸素飽和度の等値線図を作成した。愛知県水産試験場では、貝類や底生魚類の生存が困難な酸素飽和度 30%以下⁷⁾の水塊を、「貧酸素水塊」と定義している。また酸素飽和度 10%以下では全ての底生生物の

生存が困難であることから、⁸⁾上記で得られた酸素飽和度の等値線図を用いて、各観測時に三河湾、伊勢湾の底層に形成されていた飽和度 30%以下および 10%以下の水塊が占める面積を求めて、以降の解析を行った。なお、夏季の伊勢・三河湾の密度躍層の平均的な深さを考慮すると、ほとんど貧酸素化することがないと考えられる水深 5m 以浅の海域、²⁾及び夏季以外にも長期間にわたって底層が貧酸素化していると考えられる港湾内は、面積計算から除外した。したがって計算対象面積は、伊勢湾は 1026km²、三河湾は 345km²である。

2 環境要因の解析

海水の流動や負荷量の変動に関係する要因として流入河川水量、貧酸素水塊形成の直接的な原因である植物プランクトン量の指標としてクロロフィル a 濃度、酸素の消費速度に関係する要因として気温及び底層水温、外海水の流入過程に関係する要因として熊野灘から遠州灘にかけての黒潮の流路に着目し、それぞれの要因と貧酸素水塊面積との関係を調べた。

各要因のデータの出典、データの取扱方法、取扱期間、観測地点を表 1 にまとめた。河川流量は流量年表⁹⁾によった。底層水温、クロロフィル a 濃度は愛知県公共用水域水質調査¹⁰⁾の月 1 回の観測値を用いた。底層水温の観測が継続的に行われているのは、伊勢湾では湾中央部の地点 N-8、三河湾では湾奥部の地点 A-5 のみであるため、これら 1 地点のデータを用いた（図 1）。クロロフィルは両湾の港湾部を除く沖合部の地点の表層の観測値を用いた。黒潮の流路は、気象庁のホームページに掲載されている旬ごとの南限緯度から各年の夏季期間の最南下緯度を抽出した。最南下緯度が高い年は、黒潮が接岸傾向にあったと解釈できる。

表 1 各環境要因の出典、データの取扱方法、取扱期間、観測地点

項目	出典	データの取扱	データ期間	観測地点
河川流入量	国土交通省・流量年表	日平均流量の年間積算値の総和	1971～2001*	伊勢湾 犬山(木曾川)・万石(揖斐川)・墨俣(長良川)
				三河湾 当古(豊川)・米津(矢作川)
気温	気象庁・アメダスデータ	5～9月の月平均気温の積算値	1979～2005	伊勢湾 四日市
				三河湾 蒲郡
底層水温	愛知県・公共用水域水質調査データ	5～9月の観測値の積算値	1980～2005	伊勢湾 N-8
				三河湾 A-5
クロロフィル濃度	愛知県・公共用水域水質調査データ	各地点の平均値の期間積算値**	1978～2005	伊勢湾 N-5, N-7, N-8, N-9, N-12
				三河湾 A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10
黒潮流路	気象庁・ホームページ公開データ	5～9月の南限緯度	1971～2005	東経 136～138° の海域

*：三河湾流入河川は 2002 年までのデータを使用

**：春季は 3～6 月、年間は 1～12 月

結 果

1 伊勢湾・三河湾における貧酸素水塊の形成・発達過程

伊勢湾, 三河湾の各月の貧酸素水塊の面積の経年変動を, 酸素飽和度 0~10%, 10~30%に分けて示した(図 2, 3)。

伊勢湾ではほとんど毎年 6 月には貧酸素水塊が出現し,

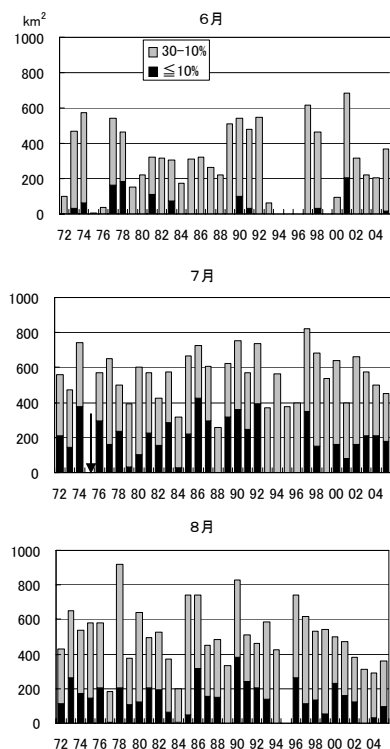


図 2 伊勢湾の月別貧酸素水塊面積の経年変動
↓は欠測。

両湾の夏季期間中の貧酸素水塊の発達過程をさらに詳しく把握するために, それぞれの湾ごとの各月間の貧酸素水塊の面積の相関を調べた(表 2)。伊勢湾では, 酸素飽和度 30%以下の貧酸素水塊面積でみると, 6月と7月と高い正の相関があり($p < 0.01$), 9月とも有意な正の相関がみられた($p < 0.05$)。7月は9月と高い正の相関がみられ, 8月も9月と高い正の相関がみられた。9月は10月と有意な正の相関がみられた。このことは, 伊勢湾では7月と8月の間を除き, 各月の貧酸素水塊の発達規模は前の月の規模をほぼ反映することを示しており, 貧酸素水塊が発達する年は, 6月に形成された貧酸素水塊が10月まで大きな変動をせずに維持されることがわかる。さらに, 9月の貧酸素水塊面積と他のすべての月の貧酸素水塊面積の間に高い正の相関がみられたことは, 貧酸素水塊が発達する年は, 少なくとも9月までは継続することが多く, 発達しない年は少なくとも9月にはかなり小規模化していることが多いことを示している。

一方, 三河湾では各月の酸素飽和度 30%以下の貧酸素

継続的に10月まで維持された。三河湾では7月には貧酸素水塊が出現していない年もあるが, 8月にはほぼ毎年貧酸素水塊が形成され, 9月にも解消しない年が多かった。

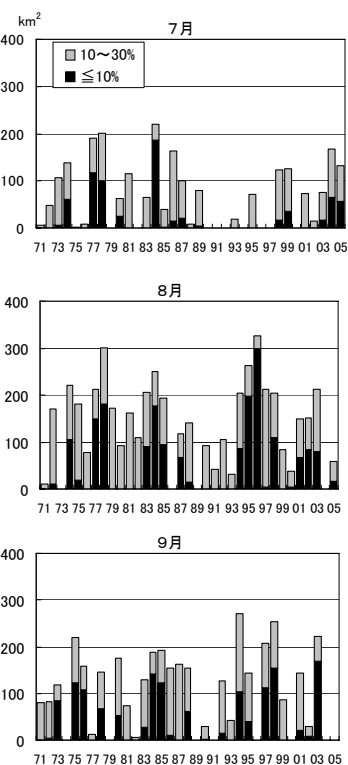


図 3 三河湾の月別貧酸素水塊面積の経年変動

水塊面積の間にはいずれも有意な相関はみられなかった。このことは, 前の月の貧酸素水塊の発達規模が翌月の規模に反映されないことを示しており, 三河湾では伊勢湾に比べて貧酸素水塊の消長が短期間で起こることがわかる。ただし, 各月の酸素飽和度 10%以下の水塊面積に着目すると, 三河湾においても7月と8月の10%以下面積の間, 及び9月の10%以下面積と8月の貧酸素水塊面積との間に有意な正の相関がみられた。このことから, 貧酸素水塊の規模は比較的短期間に変動するとしても, そのうち10%以下の極めて酸素濃度が低い水塊は, 7月に一度形成された年には比較的安定して夏季中維持されることがわかる。

また, 伊勢湾・三河湾ともに各月の貧酸素水塊面積と, 同じ月の10%以下面積の間にはいずれも高い正の相関が認められた(表 2, $p < 0.01$)。このことは, 貧酸素水塊の面積が拡大するときには, そのうち全ての底生生物が生存できない無生物海域の範囲も拡大することを示している。このように酸素飽和度 10%以下の面積の変動は, 貧

表 2-1 伊勢湾における各月の貧酸素水塊面積の相関計数

		6月	7月		8月		9月		10月	
		≦30%	≦10%	≦30%	≦10%	≦30%	≦10%	≦30%	≦10%	≦30%
6月	≦10%	0.56**	0.11	0.11	0.17	0.15	0.08	0.07	0.14	0.09
	≦30%	-	0.58**	0.46**	0.23	0.17	0.13	0.40*	0.06	0.14
7月	≦10%	-	-	0.77**	0.37*	0.29	0.26	0.41*	0.07	0.01
	≦30%	-	-	-	0.20	0.28	0.45**	0.51**	0.05	0.16
8月	≦10%	-	-	-	-	0.71**	0.37*	0.44**	0.09	0.02
	≦30%	-	-	-	-	-	0.37*	0.51**	0.03	0.16
9月	≦10%	-	-	-	-	-	-	0.77**	0.27	0.36*
	≦30%	-	-	-	-	-	-	-	0.27	0.34*
10月	≦10%	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80**

**:1%有意, *:5%有意

表 2-2 三河湾における各月の貧酸素水塊面積の相関係数

		7月	8月		9月	
		≦30%	≦10%	≦30%	≦10%	≦30%
7月	≦10%	0.80**	0.41*	0.27	0.15	0.01
	≦30%	-	0.30	0.11	0.06	0.04
8月	≦10%	-	-	0.80**	0.21	0.13
	≦30%	-	-	-	0.38*	0.33
9月	≦10%	-	-	-	-	0.82**

**:1%有意, *:5%有意

酸素水塊の面積の変動と極めて類似していることから、以降の解析は酸素飽和度 30%以下の貧酸素水塊の面積のみに着目して、進めることとした。

2 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊面積の経年変動

前項でみたように、三河湾では貧酸素水塊の面積の変動が短期間で起こるため、月1回の観測では、その年の発達規模が確実に捉えられていない可能性がある。しかし、両湾において、各年の貧酸素水塊面積の最大値と、その年の各月の貧酸素水塊の面積の平均値の間には、極めて高い正の相関がみられた(伊勢湾: $r=0.77, p<0.001$, 三河湾: $r=0.86, p<0.001$)。したがって、三河湾においても、月ごとの変動はあるものの、夏季を通じた貧酸素水塊の発達規模が、そのうちの最大値にも反映されると考えられた。そこで、両湾の貧酸素水塊の経年変動の傾向をみるために、各年の貧酸素水塊面積の最大値を抽出して、その年の発達規模の指標とすることにした。図4に伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊面積の年間最大値の変動を示した。両湾とも経年変動の幅は大きい、それぞれの湾の長期変動には異なる傾向がみられた。まず、伊勢湾では、1978, 1990, 1997, 1998年に最大面積が800km²を超える大規模な貧酸素水塊が形成されたが、1970年代より近年の方が大規模な年が継続する傾向があり、長期的には貧酸素水塊の規模がやや拡大化する傾向にある。これに対し、三河湾では最大面積が250km²を超える大規模な

貧酸素水塊は1978, 1984, 1994-96, 1998年に記録されたが、1970年代には貧酸素水塊が形成されない年はほとんどなく、面積の変動が小さかったのに対し、近年は大規模化する年と、ほとんど形成されない年が交代して現れ、変動幅が大きい傾向にある。また、両湾の変動パターンを比べると、貧酸素水塊が発達する年と発達しない年はほとんど一致せず、両湾の貧酸素水塊最大面積の間には全く相関は認められなかった($r=0.04, p>0.8$)。このことは、伊勢湾と三河湾では貧酸素水塊の発達過程や規模に影響する要因が異なることを示唆する。

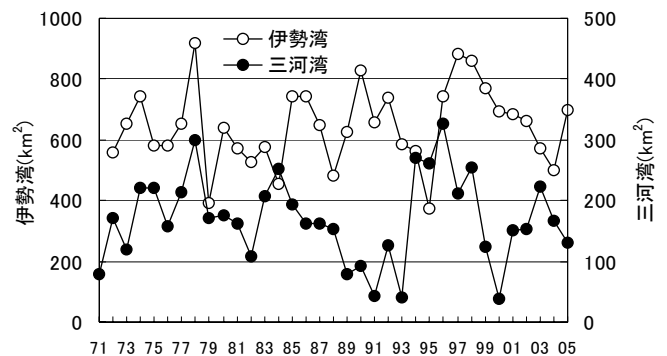


図4 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊最大面積の経年変動
両湾の相関係数は $r=0.04$

3 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊面積と影響要因の関係

両湾の貧酸素水塊最大面積と河川流入量、夏季積算気

温および積算底層水温, 春季積算クロロフィル量および前年積算クロロフィル量の経年変動を図5にあわせて示

した。また, 黒潮の最南下緯度と貧酸素水塊最大面積については, 両者の相関を図6に示した。

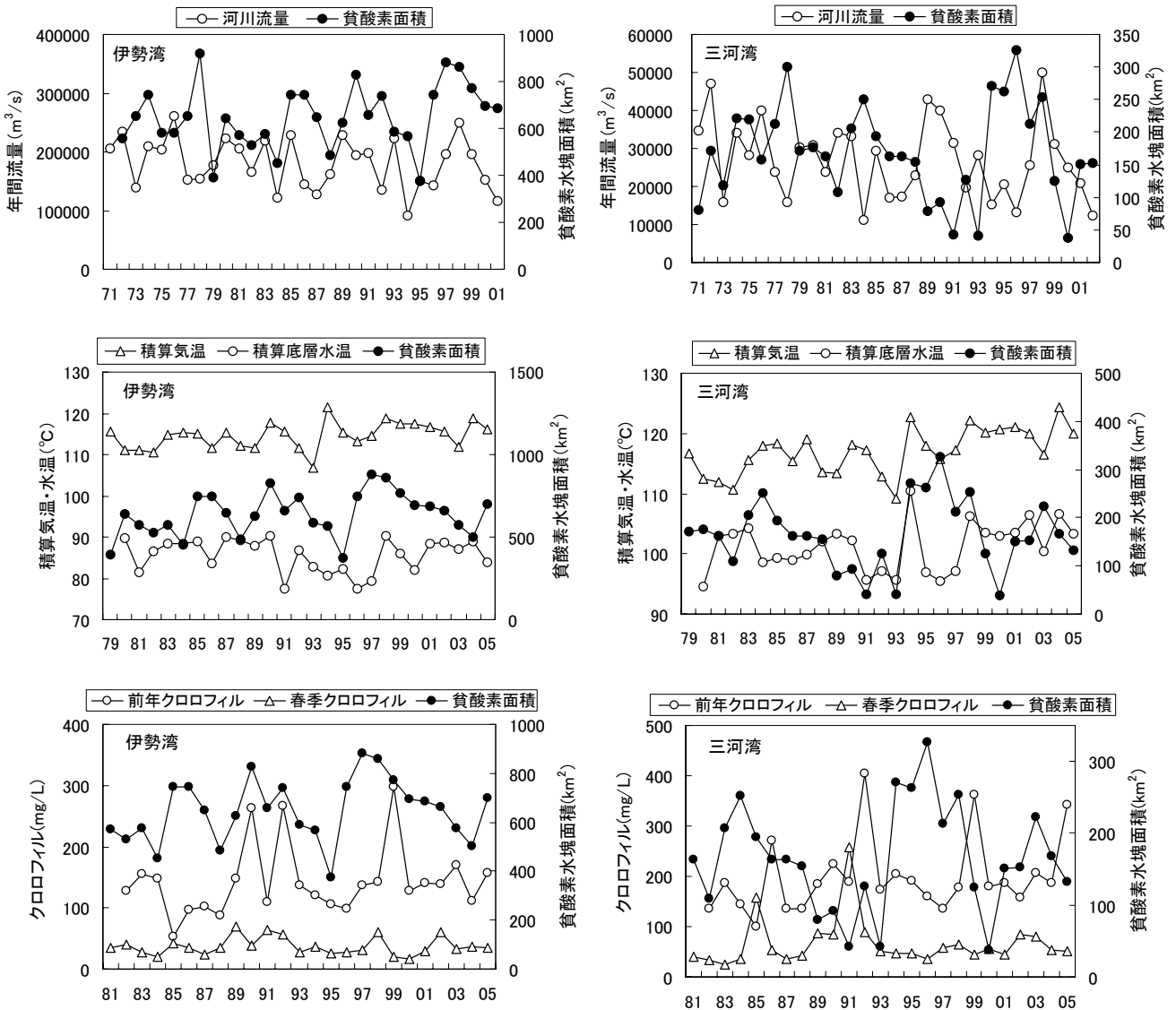


図5 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊最大面積と年間積算河川流入量, 夏季積算気温及び積算底層水温, 前年積算クロロフィル量および春季積算クロロフィル量の経年変動

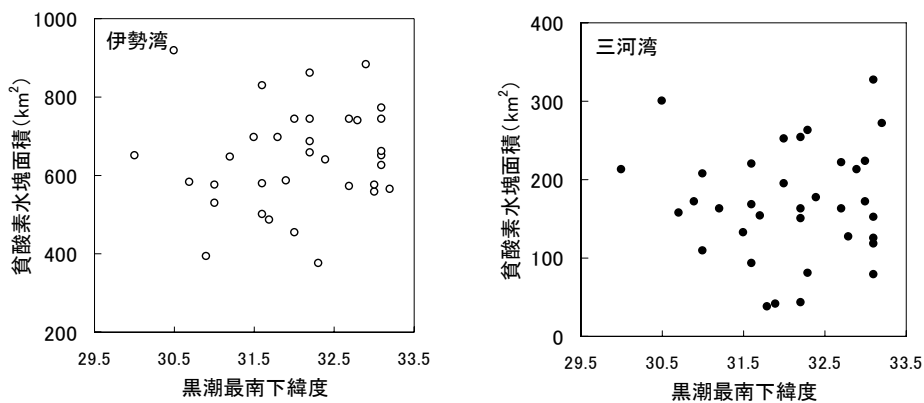


図6 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊最大面積と黒潮最南下緯度との相関

伊勢湾では貧酸素水塊最大面積と河川流入量、前年積算クロロフィル量との間に類似した変動パターンがみられたのに対し、三河湾では積算底層水温との間に類似した変動パターンがみられる一方、河川流入量や前年積算クロロフィル量とは逆の変動傾向が認められた。両湾とも気温との間には明瞭な関係はみられなかった。黒潮の最南下緯度との関係を見ると、両湾とも貧酸素水塊が発達しなかった年には、黒潮の最南下緯度は中程度であったが、同様に中程度の年に、貧酸素水塊が発達するケースもみられた。また、黒潮が極端な離岸傾向のときには、両湾の貧酸素水塊は発達する傾向が認められた。

貧酸素水塊最大面積と各環境要因との相関を表3にまとめた。伊勢湾の貧酸素水塊の最大面積は、前年の年間積算クロロフィル量と有意ではないものの高い正の相関を示したが、他の要因とはほとんど相関が認められなかった。三河湾の貧酸素水塊の最大面積は、前年積算河川流入量、同年積算河川流入量、同年春季積算クロロフィル量とは有意ではないが高い負の相関を示した。

表 3. 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊最大面積と各環境要因との相関係数

	伊勢湾	三河湾
前年流入河川流量	0.10	-0.31
同年流入河川流量	0.12	-0.30
夏季積算気温	0.14	0.27
夏季積算底層水温	-0.06	0.04
前年年間積算クロロフィル量	0.33	-0.20
同年春季積算クロロフィル量	0.23	-0.35

考 察

貧酸素水塊の発達規模を正確に評価するには、貧酸素水塊の厚み、すなわち体積や、継続期間を考慮しなければならない。しかし、伊勢湾・三河湾で長期間にわたって利用できるのは月1回の観測データに限られた上、三河湾については水塊の体積の情報は得られなかった。そこで、本報では毎月の各湾の底層の貧酸素水塊面積を用いて、貧酸素水塊の発達過程を比較した。その結果、伊勢湾ではほとんど例年のように6月に貧酸素水塊が出現し、夏季中維持されることが見いだされた。一方三河湾では8月にはほとんどの年で貧酸素水塊が出現したが、7,9月にはみられない年も多く、伊勢湾に比べて形成時期が遅く、消滅時期が早いこと、消長が激しいことが示された。このように、両湾では、夏季の貧酸素水塊の形成時期や発達過程に相違があることがまず明らかになった。なお、三河湾については経験的に6月、10月に貧酸素水塊が形成されることが稀であったため、これらの月

の貧酸素水塊の発生状況について詳細な記録は残されていないが、²⁾愛知県水産試験場の3基の海況観測ブイのうち、最も湾奥に位置する1号ブイの底層溶存酸素飽和度の日平均値が例年はじめて30%以下に低下するのは7月7日、はじめて30%以上に回復するのは9月12日であることから(1991~2005年の平均)、近年も三河湾で6月から貧酸素水塊が発達したり、10月まで維持されることは極めて少ないと考えられる。

次に本報では、両湾の貧酸素水塊の経年変動の傾向を比較するために、夏季期間中の月1回の観測結果から、底層の貧酸素水塊の面積が最大となった月の面積値を抽出して、その年の発達規模の指標とした。両湾において、各年の貧酸素水塊最大面積と、毎月の面積の平均値の間にはいずれも有意な正の相関が見られたこと、前の月の貧酸素水塊の規模が翌月の規模に反映されるケースが多くみられたことから、今回のこのような評価のしかたは概ね妥当であると判断した。さらに、貧酸素水塊の最大面積を指標とすることは、底びき網漁業や貝類漁業等の対象となる底生魚介類の生息場所がその年に少なくともどのくらい狭められたか、その結果これらの漁業で本来揚げられるべき漁獲がどれだけ減少したのかを評価することになり、漁業生産の立場からも非常に重要な意味を持つと考えられる。

以上のような考え方で、両湾の貧酸素水塊の経年変化を比較したところ、伊勢湾では近年大規模発生が長期化しているのに対し、三河湾では1970年代には大規模発生が継続していたが、近年は大規模発生年とほとんど発生しない年が交代して現れるという際だった相違点が見いだされた。

また、伊勢湾では、月別の経年変化にも注目する必要がある。月別の経年変動を改めてみると、いずれも統計的に有意ではないものの、8月の貧酸素水塊面積は長期的に減少傾向にあるのに対し、9月は増加傾向にある。7,10月もわずかであるが増加傾向がみられる(図7)。したがって、伊勢湾の貧酸素水塊は近年単に大規模化しているというだけでなく、大規模な貧酸素水塊が7月から9,10月まで長期間維持されるようになってきたと言える。このことは、伊勢湾において、近年底びき網漁場が狭い期間が以前より長くなった、底はえ縄漁業では以前に比べ内湾で操業が可能になる時期が遅くなった、という漁業者の実感とよく一致しており、伊勢湾の貧酸素水塊が抱える近年の最大の問題であろう。ただし、8月の貧酸素水塊の規模が減少傾向にあることは、これらの全般的な傾向とは合致しない特異的な現象であるが、その要因は今回の検討の中では明らかにできなかった。

今後その要因を明らかにする必要がある。

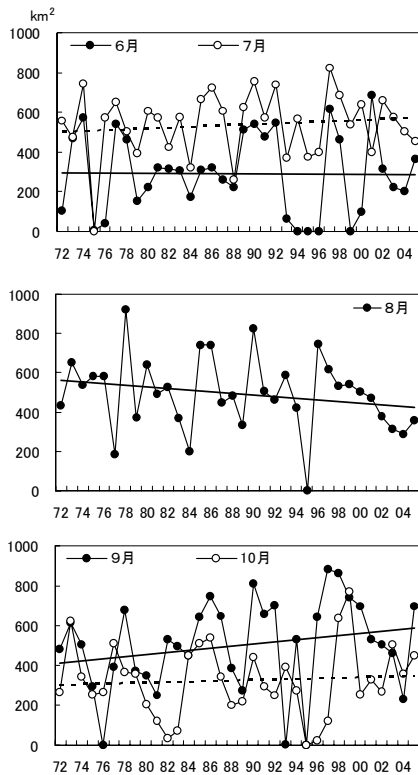


図7 伊勢湾の月別貧酸素水塊面積の変動傾向
各図中の直線は月別経年変動の一次回帰直線
(実線は6, 8, 9月, 点線は7, 10月)

伊勢湾では夏季に湾外系水が中層に進入すると貧酸素水塊が大規模化する、との解析結果から、黒潮流路との関連性が指摘されている。^{4,5)} 今回の検討でも、黒潮が極端に離岸傾向にあった年には貧酸素水塊が発達すること、中間的な流路の時には発達しない例があることから、外海水の進入強度が貧酸素水塊の発達規模に影響するケースがあることは認められたが、同じように外海水が進入すると考えられる、中間的な流路の年に貧酸素水塊が発達するケースもみられ、両者の関係は明瞭であるとは言えなかった。むしろ、前年積算河川流入量や積算クロロフィル量と類似の変動パターンがみられ、積算クロロフィル量とは有意ではないが高い正の相関がみられたことは、伊勢湾では前年の湾内への流入負荷量やその結果として生産される有機物量が貧酸素水塊の規模に単純に反映されることを示している。さらに、陸上からの汚濁負荷の削減努力がなされてきたにも関わらず、近年になって貧酸素水塊が大規模化、長期化する傾向にあることは、伊勢湾の物質循環機能が1970年代に比べさらに低下してきていることを示唆している。三河湾においては、1970

年代に急激に進んだ湾奥部の埋め立てにより干潟・浅海域の浄化機能が失われたことが、湾全体の赤潮・貧酸素の頻発を招いたことが明らかにされている。¹¹⁾ また、埋め立てによる海面面積の縮小が海水交換速度を低下させ、湾内の富栄養化を促進させるという指摘もある。¹²⁾ 伊勢湾においては、名古屋港湾部を代表とする湾奥部の大規模な開発による浄化能力の喪失は三河湾より先行していた上、近年になっても1990年代に長良川河口堰、2000年代に中部国際空港などの巨大な構築物が相次いで建設された。しかし、これら長期間にわたって続けられてきた沿岸の大規模開発が内湾の物質循環系に与えた影響を検証する試みは伊勢湾だけでなく、他の海域でもほとんどなされていない。¹³⁾ 今後はこれらの大規模開発が伊勢湾の物質循環機能、ひいては貧酸素水塊の大規模化、長期化に与えた影響を科学的に明らかにするとともに、抜本的な環境改善対策を展開することが求められよう。

一方、三河湾では貧酸素水塊の経年変動と、前年や同年の積算河川流入量、同年春季積算クロロフィル量との間に有意ではないものの高い負の相関がみられた。このことは、三河湾は伊勢湾と異なり、前年からその年にかけての負荷量やそれに伴う有機物生産量ではなく、むしろ淡水流入量の変動に伴う湾内外の海水交換量が貧酸素水塊の発達規模に影響を与えていることを示している。夏季に北東風が卓越するときには貧酸素水塊が発達しないことがすでに指摘されていることから、²⁾ 富栄養化が著しい三河湾では、常に貧酸素水塊を形成させる条件を内在しているため、気象による攪乱や、海水交換量のような物理的要因が貧酸素水塊の発達規模に影響を与えることが理解できよう。ただし、近年の傾向をみると、貧酸素水塊が大規模化する年もあるものの、ほとんど形成されない年も出現している。このことは1970年代にはみられなかったことであり、近年は物理的な条件が良好な年は貧酸素水塊が形成されにくくなっていることを示しており、伊勢湾と異なり、三河湾では1970年代から講じられてきた負荷量削減などの環境施策がある程度効果を発揮してきていることが考えられる。しかし、近年でも物理的条件が悪い年には貧酸素水塊は大きく発達することから、三河湾の物質循環機能はいまだ脆弱であると言わざるを得ない。¹⁴⁾ 2000年代になってはじまった干潟浅場の修復を中心にした環境再生への新たな取り組みの効果が期待されるとともに、¹⁵⁾ 今後も積極的な取り組みを継続していかなければ、三河湾の貧酸素水塊の解消、豊かな漁場の回復は望めないであろう。

要約

伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊の発達過程や経年変動の特徴を比較するために、三重県の浅海定線調査データ、愛知県の貧酸素水塊調査のデータを整理し、過去30年以上の夏季の底層貧酸素水塊面積を求めた。その結果、伊勢湾では貧酸素水塊がほぼ毎年6～10月まで継続的に維持されるのに対し、三河湾では8月には形成される年が多いが、形成期間である7～9月の間に大きく消長することがわかった。また、伊勢湾では近年貧酸素水塊の規模が拡大化するとともに、継続期間が長期化しているのに対し、三河湾では近年経年変動幅が大きくなっており、両湾での経年変動パターンは全く一致しなかった。このことは、伊勢湾は湾中央部が深く貧酸素水塊が解消しにくいのに対し、三河湾は平均水深が浅く比較的容易に密度成層が破壊されたり、淡水流入量に応じて変動する海水交換量の影響が現れやすい、という地理的特徴が大きく関与していると考えられた。また、伊勢湾については、近年も相次ぐ沿岸の巨大開発が、貧酸素水塊の規模に与える影響について検証する必要がある。

謝 辞

河川流量データに欠測がある場合の補完値を、木曾三川は三重県科学技術振興センター水産研究部・鈴鹿水産研究室の水野知巳博士、豊川・矢作川は愛知県環境調査センターの吉田恭司主任研究員からそれぞれ提供いただいた。ここにお礼申し上げます。また、本報をまとめるにあたり、有意義な議論、助言をいただいた名古屋女子大学の村上哲生教授に深謝致します。

文 献

- 1) 中村元彦・黒田伸郎(2005)伊勢・三河湾における漁業の推移. 総合郷土研究所紀要, 50, 239-252.
- 2) 石田基雄・原 保(1996)伊勢・三河湾における水質変動と富栄養化について. 愛知水試研報, 3, 29-41.
- 3) 三重県水産試験場(1972～1983)・三重県水産技術センター(1984～1997)・三重県科学技術振興センター水産研究部(1998～2005)浅海定線観測結果 (1972年5月～2005年10月).
- 4) 高橋鉄哉・藤原建紀・久野正博・杉山陽一(2000)伊勢湾における外洋系水の進入深度と貧酸素水塊の季節変動. 海の研究, 9, 265-270.
- 5) 笠井亮秀・川西里佳・藤原建紀(2000)伊勢湾の流動構造と貧酸素水塊. 水産海洋研究, 64, 235-243.
- 6) Fujiwara, T, A. Takahara, A. Kasai, Y. Sugiyama and M. Kuno(2002) The role of circulation in the development of hypoxia in Ise Bay, Japan. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54, 19-31.
- 7) 日本水産資源保護協会(2005)水産用水基準(2005年版), 95pp.
- 8) 風呂田利夫(1991)東京湾内湾底生動物の生き残り と 繁栄. 沿岸海洋研究ノート, 28, 160-169.
- 9) 日本河川協会(1971～2003)流量年表(昭和46年～平成15年).
- 10) 愛知県環境部(1981～2006)公共用水域等水質調査結果資料編(昭和55年度～平成17年度).
- 11) 青山裕晃(2000)三河湾における海岸線の変遷と漁場環境. 愛知水試研報, 7, 7-12.
- 12) 宇野木早苗・小西達男(1998)埋め立てに伴う潮汐・潮流の減少とそれが物質分布に及ぼす影響. 海の研究, 7, 1-10.
- 13) 柳哲雄・星加章・辻裕(2006)1982年と2003年の大阪湾における底質分布・底泥輸送方向の比較. 海の研究, 15, 335-341.
- 14) 鈴木輝明・青山裕晃・甲斐正信・畑恭子(1998)貧酸素化の進行による底生生物群集構造の変化が底泥-海水間の窒素収支に与える影響. J. Adv. Mar. Sci. Tech. Soc., 4, 65-80.
- 15) 武田和也・家田喜一・石田俊朗・石田基雄(2005)三河湾の人工干潟域に出現した大型表在動物相. 愛知水試研報, 11, 25-36.