

## 第6章 漁場環境に関する試験研究

### 1 水質汚濁調査研究

#### (1) 水産生物被害防止基礎研究

漁網・船底の防汚剤として用いられてきた有機スズ化合物や農地から流出する農薬による水産生物への影響が懸念されていることから、水産公害基礎研究（～平成8年度）もしくは水産生物被害防止基礎研究（平成9～20年度）として、「水産生物に対する有機スズ化合物の毒性試験」（平成6年度）、「有機スズ化合物実態調査」（平成6～8年度）、「バカガイの有機スズ化合物の蓄積調査」（平成7年度）、「有害物質動態調査（アサリの有機スズ化合物の蓄積調査）」（平成8～20年度）、「沿岸海域への農薬流出実態調査」（平成6年度）を実施した。その結果、アサリ発生初期に与える有機スズの影響濃度は非常に小さく、有機スズ化合物は近年海中からはほぼ検出されないことが明らかとなった。また、海域への農薬の流出は、流域の農業活動の変動や天候に大きく左右されていた。

#### (2) 水質監視調査

水質汚濁防止法第15条（常時監視）の規定に基づき、同法第16条（測定計画）により作成された公共用水域水質測定計画に従い、海域について実施した。一般項目、生活環境項目、健康項目、特殊項目、その他の項目について、水質調査船「しらなみ」（～平成21年度）、漁業取締・水質調査兼用船「へいわ」（平成22年度～）により測定を実施した。通年調査は4月から翌年3月まで月1回各調査点で行い、通日調査は年1回（平成6,7年度は年2回）、調査点A-5で行った。なお、調査地点については平成8年度にA-14, K-8, N-13の3地点が、平成25年度にはN-15地点が追加された。測定項目についても、この20年間で一部が変更された。調査結果については、環境部から報告されている。

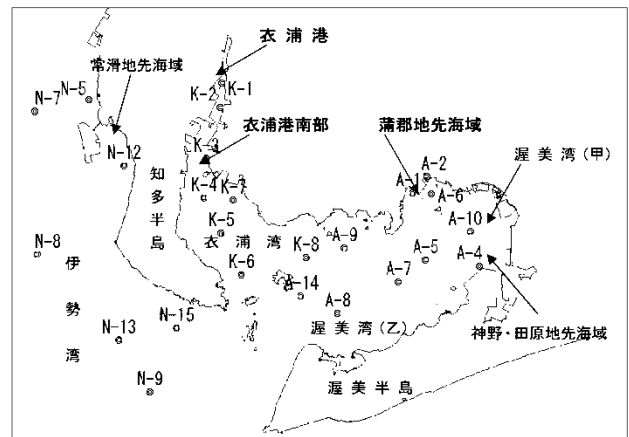


図 I-6-1 水産試験場の公共用水域水質調査担当地点

#### (3) 伊勢湾広域総合水質調査

伊勢湾、三河湾における水質の状況を的確に把握し、水質汚濁防止対策の効果を総合的に検討するための資料として、伊勢湾広域総合水質調査実施要領に基づき、春季、夏季、秋季、冬季の年4回調査を行った。水質調査地点は伊勢湾、三河湾合計20地点（平成24年度の春季・秋季は三河湾12地点のみ実施）で行い、底質調査は3地点、プランクトン調査は7地点で実施し、平成19年度からは3地点で底生生物調査が追加された。なお、底質、底生生物調査は夏季と冬季に行った。調査項目のうち、イオン状シリカは平成21年度に追加された。また、この調査は三重県と同時に実施しているため、調査結果については、「伊勢湾広域総合水質調査結果」として環境省から報告されている。

表 I-6-1 伊勢湾広域総合水質調査の測定項目

| 調査区分   | 調査項目  |
|--------|---|
| 水質     | 一般項目：水温、色相、透明度、塩分、pH、DO、COD、DCOD、TOC、POC<br>栄養塩類等：NH <sub>4</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NO <sub>3</sub> -N、PO <sub>4</sub> -P、T-N、T-P、イオン状シリカ、クロロフィルa |
| 底質     | 粒度、pH、酸化還元電位、乾燥減量、強熱減量、COD、全窒素、全りん、TOC、硫化物  |
| 底生生物   | マクロベントス（種類数、種類別個体数、種類別湿重量）  |
| プランクトン | 沈殿量、同定、計数   |

## 2 赤潮の調査研究

### (1) 赤潮について

伊勢・三河湾は閉鎖的で富栄養化が進行しやすい海域の一つである。特に三河湾（知多湾+渥美湾）は面積 604km<sup>2</sup>、平均水深 9.2m の浅い湾であり、三河湾に流入する一級河川の矢作川、豊川の年間淡水流入量は三河湾の容積の約 8 割に達する。三河湾は陸域からの流入負荷の影響を受けやすく基礎生産が高く、潜在的に赤潮が発生しやすい湾である。

愛知県水産試験場では、環境指標や各種施策の基礎資料とするため、赤潮発生のモニタリングを中心に事業を実施してきた。

### (2) 赤潮のモニタリング

愛知県水産試験場による赤潮のモニタリングは昭和 53 年(1978 年)以降から今日まで「伊勢湾・三河湾の赤潮発生状況」として暦年でとりまとめられている。なお、この調査は平成 5 年(1993 年)にモニタリング体制が変更され、港内の船溜まりなどで発生、消滅した赤潮は計数されなくなった。また、水産庁の補助事業として平成 5 年度から 10 年度まで「赤潮貝毒監視事業」として赤潮発生の基礎資料の収集やメカニズム等の解明を目的とした事業を行ってきた。

モニタリング体制が変更された平成 5 年(1993 年)から平成 25 年(2013 年)までの赤潮発生件数(図 I-6-2)及び赤潮発生延べ日数の経年変化(図 I-6-3)について赤潮の発生を海域別にみると、おおよそ渥美湾、知多湾、伊勢湾の順で発生が多く、特に渥美湾奥部での発生が多い。近年の全体の発生件数は横這いであるが、発生延べ日数は減少傾向である。発生延べ日数の減少は鞭毛藻類による赤潮発生延べ日数の減少が原因である。

赤潮の原因となる主な植物プランクトンは、珪藻類では *Skeletonema* spp., *Chaetoceros* spp., *Eucampia zodiacus*, 鞭毛藻類では *Prorocentrum* spp., *Noctiluca scintillans*, *Heterosigma akashiwo* である。

### (3) 赤潮による漁業被害

赤潮による漁業被害は、「伊勢湾・三河湾の赤潮

発生状況」により暦年でとりまとめられている。また、*Heterocapsa circularisquama* などの有害種(図 I-6-4)による赤潮については、水産庁の委託事業として平成 18 年度から 19 年度まで赤潮等被害防止対策事業、その後、平成 20 年度からは赤潮・貧酸素水塊防止対策事業として調査が行われている。

赤潮による漁業被害のほとんどは冬期のノリの色落ちである。ノリの色落ち被害の原因種は珪藻類がほとんどである。被害が多かった種は *E.zodiacus*, *Skeletonema* spp., *Chaetoceros* spp. である。その他、赤潮による漁業被害は、平成 12 年 8 月に *H.circularisquama* によるアサリ等の二枚貝類のへい死被害、平成 22 年 4 月に *Pseudochattonella verruculosa* による魚類のへい死被害が発生している。

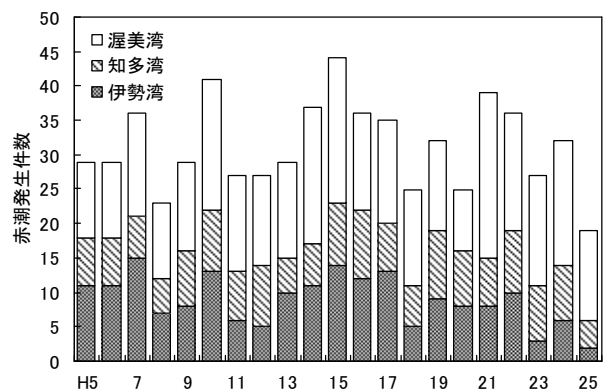


図 I-6-2 赤潮発生件数

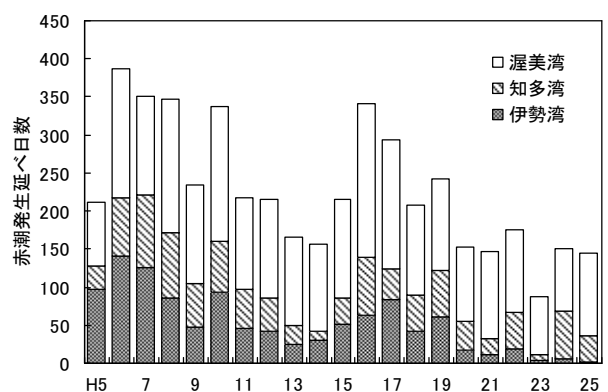


図 I-6-3 赤潮発生延べ日数



図 I-6-4 有害プランクトン

### 3 貧酸素水塊，苦潮の調査研究

#### (1) 漁場環境改善基礎試験

漁場環境基礎研究（平成 5～8 年度）は，貧酸素水塊発生予察実用化開発試験（昭和 59～63 年度）によって開発された物質循環モデルを試験運用して，モデルの実用性を検討するものである。平成 5 年からは，夏季漁業生産の妨げとなっている貧酸素水塊を解消する手法（夏季の成層解消手法等）を開発することを目的とした「漁場環境制御技術開発試験」で，生態系シミュレーションを使って，貧酸素化した下層へ暖かい表層水を送水した場合の効果等を判定した。

#### (2) 貧酸素水塊状況調査

貧酸素水塊の発生時期である 6 月から 11 月にかけて伊勢湾，三河湾において水質調査船により溶存酸素飽和度（以下 D0）と水温・塩分の測定を行っている。これらのデータから伊勢・三河湾の D0 分布の等値線図を作成し，関係機関に情報提供するとともに，水試 Web サイトで公開した。また，等値線図から底層の D0 が 10% 以下，10～30% の面積を算出するとともに，蒲郡沖の三河湾海況自動観測ブイ（1 号）の水温，塩分，底層 D0 の数値を用いて貧酸素水塊の消長を明らかにした。

伊勢湾（6-10 月）及び三河湾（7-9 月）における貧酸素水塊面積（海底上 1m の D0 が 30% 以下の水域面積）の月平均値の推移を図 I-6-5 に示す。貧酸素水塊の調査は伊勢湾については三重県水産研究センターが月 1 回の調査を継続しているほか，愛知県水産試験場が月 2～3 回実施している。伊勢湾における貧酸素化は，6 月から 11 月に及び，水深が深いことから比較的安定している。7，8，9 月の貧酸素水塊面積（D030% 以下）は湾の 2 分の 1 に及び，年変動は比較的小さい。一方，三河湾の貧酸素水塊は 6 月から 10 月に発達し，年変動が大きい。また，拡大すると湾の面積の 2 分の 1 に及ぶが，台風による風の影響で海底付近まで酸素が供給され，解消することもある。長期的にみると伊勢湾の貧酸

素水塊の規模は横這い，三河湾は，平成 18 年（2006 年）に急激に拡大した後，近年では減少傾向にある。

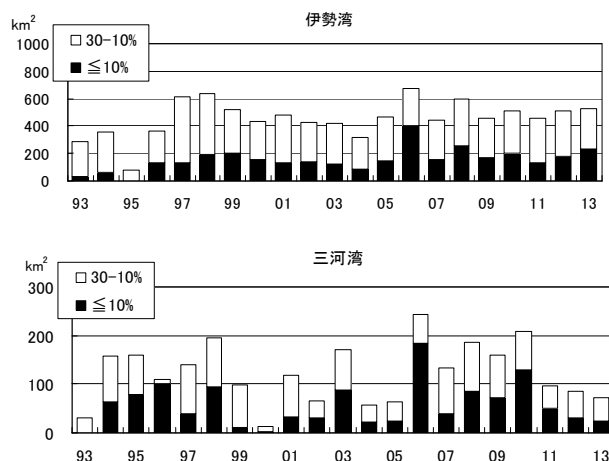


図 I-6-5 伊勢湾・三河湾の貧酸素水塊面積の推移

#### (3) 苦潮発生状況

苦潮の調査は，赤潮調査の一環として昭和 46 年（1971 年）6 月から開始された。各湾で発生した苦潮について，可能なものは現場調査を行うとともに，漁協からの情報，県農林水産事務所等からの情報をとりまとめた。結果については，発生ごとに県水産課へ報告した。

平成 5 年度から 25 年度の伊勢湾・三河湾の苦潮発生件数と被害件数は，ここ数年は減少傾向にあるが（図 I-6-6），平成 6 年（1994 年）に発生した苦潮は県内全域に被害をもたらした。また，平成 14 年（2002 年），平成 20 年（2008 年）及び平成 23 年（2011 年）に発生した苦潮は豊川河口域（六条瀨）のアサリに大きな被害をもたらした。

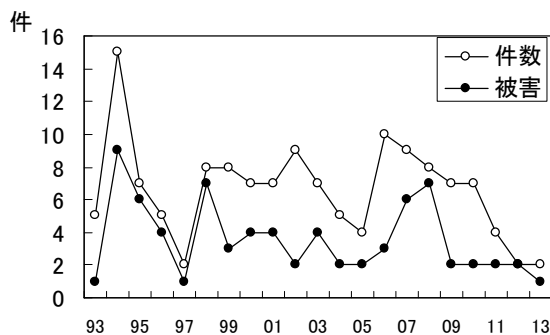


図 I-6-6 苦潮発生件数の推移

#### 4 ノリ色落ちに関する調査研究（平成19年度～23年度）

近年、伊勢・三河湾においては、ほぼ毎年ノリの色落ち被害がみられ、ノリ養殖漁家に深刻な打撃を与えている。ノリの色落ちには、①陸域からの栄養塩流入量の減少、②競合関係にある植物プランクトンの増加、③アサリ資源の減少に伴う植物プランクトン捕食と栄養塩排出の低下、④貧栄養である沖合水との交換の活発化など、いくつかの原因が関与していると考えられるが、具体的、定量的に明らかにされていない。平成19年度から水産庁により「新たなノリ色落ち技術開発委託事業のうち二枚貝増殖技術の開発」が創設され、色落ちによってノリ養殖の生産が不安定となっている東京湾、伊勢・三河湾、瀬戸内海、八代・有明海を対象として、各地の海域環境に適合したノリ色落ち対策に効果的な二枚貝増殖技術の開発を行うことを目的に平成23年度まで調査研究が実施された。

主な内容と成果は以下のとおり。

##### (1) 色落ち原因プランクトンの発生と栄養塩濃度、ノリ色落ち過程のモニタリング

- ① 外海から伊勢・三河湾にかけての栄養塩、クロロフィル a 量、植物プランクトン (*Eucampia zodiacus* 等) の季節変化を明らかにした。さらに、明らかとなった各ノリ漁場のノリ漁期における栄養塩動態から、ノリ色落ち過程を明らかにした。
- ② デジタルカメラとフリーの画像解析ソフト (Lia32) を用いたノリ葉体色調 (G 値) 解析法を開発した。

##### (2) ノリ漁場における生態系モデルの開発と栄養塩の動態の解明

- ① *E. zodiacus* の群体培養法を開発し、アサリによる *E. zodiacus* のろ過速度を明らかにした。
- ② 三河湾最大のアサリ漁場である一色干潟のアサリ現存量を明らかにし、健全なアサリ漁場では年間漁獲量の約3倍のアサリが存在することを示した。これにより、過去の現存量が漁獲量から推定可能となっ

た。

- ③ アサリ等のろ過者による植物プランクトンの摂食、栄養塩の排泄、ノリの栄養塩吸収を再現できる栄養塩動態モデルを開発し、*E. zodiacus* の赤潮によるノリ色落ちが防止できるアサリ現存量及びその配置を検討した。そして、上記のアサリ現存量を調査した三河湾最大のアサリ漁場内のアサリ現存量を現在の1.4倍の85,000トンに設定してシミュレーション計算を行ったところ、岸寄りのノリ漁場内で栄養塩が増加することが確認された。

##### (3) アサリ漁場の持つ植物プランクトン捕食機能を高める技術の開発

- ① アサリ食害生物の種組成及び分布量には年変動があることを把握し、分布調査の結果に基づいて施設設置場所を検討する必要があることを示した。特に、ツメタガイについては、障害物に対する移動能力を室内試験により把握し、本種からの食害防除施設の規格を明らかにした。
- ② 種々条件を変えて移植した稚貝の生存及び成長を把握した。この試験によって、一色干潟吉田地先における適正な稚貝の移植密度及び移植場所を明らかにし、より高い効果が得られる稚貝移植法を提案した。

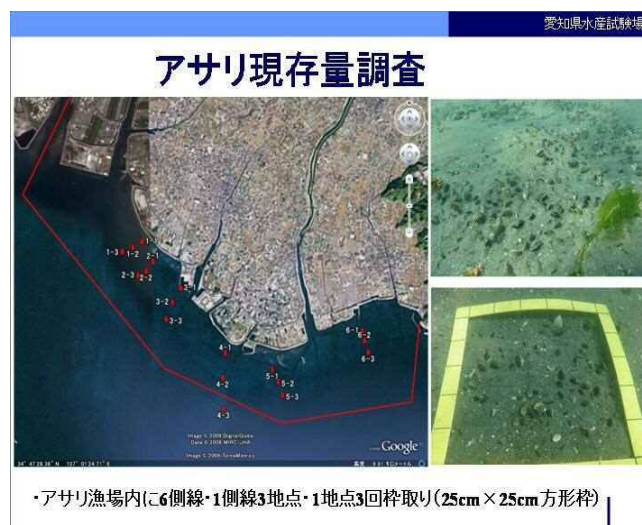


図 I-6-7 アサリ現存量調査地点



## 5 貝毒関係の調査研究

### (1) 貝毒について

日本の沿岸域では、初春から初夏を中心に麻痺性貝毒や下痢性貝毒の二枚貝への蓄積が頻繁に発生している。このような状況に鑑み、愛知県では昭和63年(1988年)3月に「愛知県貝類出荷指導要領」を定め貝毒監視体制の強化を図ってきた。その後、食の安全・安心への関心の高まり等により、要領の見直しが行われ、平成14年(2002年)2月に「愛知県貝類安全対策指導要領」が新たに制定され、愛知県産貝類の食品としての安全性の確保に寄与している。

近年の愛知県での貝毒は、平成3年(1991年)4月、平成13年(2001年)2月及び平成26年(2014年)3月に麻痺性貝毒が検出され出荷自主規制の措置がとられた。下痢性貝毒による出荷自主規制の措置がとられたことはない。

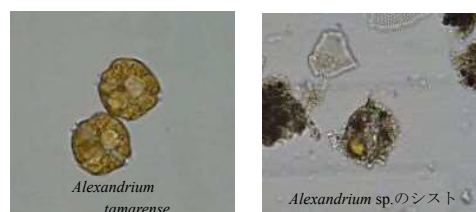
愛知県水産試験場では、貝毒の被害防止や発生予察の取り組みとして、水産庁や農林水産省消費・安全局からの補助事業等により平成元年度から20年度までは「赤潮・貝毒監視事業(毒化モニタリング)」又は「漁場環境対策事業(毒化モニタリング)」、平成21年度からは「貝毒監視対策」として、原因プランクトンのモニタリングや貝類の毒化状況の監視を行っている。

### (2) 麻痺性貝毒について

愛知県でアサリ等が麻痺性貝毒を持つ原因は、*Alexandrium tamarense* (図I-6-8)を摂食したアサリ等が毒化するためである。愛知県水産試験場では、アサリの毒化機構・解毒技術を解明するために、水産庁委託事業として、平成5年度から9年度までは「貝毒被害防止対策事業」、平成10年度から14年度までは「二枚貝等貝毒安全対策事業」、平成15年度は「赤潮・貝毒等被害防止対策事業」、平成16、17年度は「貝毒安全対策事業」を実施してきた。これらによるとアサリは、*A. tamarense*を摂食し、貝毒成分を取り込むが、比較的短時間で排泄することが明らかとなった。また、天然海域での単位細胞あたりの毒量は、他海域の

*A. tamarense*よりも低く、愛知県における本種は毒性が低いことがわかった。

また、*Alexandrium spp.*のシスト(図I-6-8)の現存量も平成16年度と平成22年度から25年度に調査されている。これによると三河湾東部のシスト数は依然として高いレベルにあるが、全湾的には減少していることが明らかとなった。



図I-6-8 麻痺性貝毒原因プランクトン

### (3) 下痢性貝毒について

下痢性貝毒の毒性分は構造の異なる3群の化合物である。これらのうち、下痢原性のあるものは、オカダ酸(OA)とその誘導体であるディノフィシストキシン1(DTX1)である。下痢性貝毒の原因プランクトンは*Dinophysis spp.*であり、愛知県では*D. acuminata*が最も多く確認される(図I-6-9)。

下痢性貝毒については不明な点が多く、*Dinophysis spp.*の発生がない場合にもしばしば貝の毒化が確認され、愛知県でも原因プランクトンと毒化の因果関係は明確ではなかった。この原因として、別の原因プランクトンの存在の可能性が考えられるが、毒性検査で行うマウス試験法について、マウスは遊離脂肪酸のような毒ではない物質の投与でも死亡し、誤った結果を導く場合があるとの指摘がある。また、原因プランクトンの培養・毒化が困難であり、発生機構の解明を難しくしている要因となっている。下痢性貝毒については、頻繁に毒化して漁業に重大な影響がでている東北・北海道海域での毒化機構の解明が待たれている。



図I-6-9 下痢性貝毒原因プランクトン

## 6 その他の漁場環境の保全等に関する調査研究

### (1) 藻場保護水面調査

藻場は多種多様な水産生物の生育の場として、また、有用水産生物の幼稚仔保育場として重要な機能を持っており、水産資源を維持して行くためにも藻場の保護は重要である。

愛知県では、田原市田原地先で昭和40年(1965年)に、西尾市幡豆町地先では昭和43年(1968年)に保護水面の指定を受けて以来、保護水面の水温・溶存酸素などの環境、藻場近郊の角建網から漁獲される魚介類を用いた生物等の調査を実施し、毎年「藻場保護水面調査報告書」を作成してきた。

この調査は平成13年度まで続いた。

### (2) 酸処理剤残留調査

のり漁場で使用されている酸処理剤の漁場での残留実態を把握するため、酸処理剤の主成分であるクエン酸濃度を平成6年(1994年)から8年(1996年)の3年間に渡り測定した。

知多、西三河、東三河に各1調査地点をもうけ、海水中と底泥中のクエン酸濃度をのり漁期である12月と2月に測定を実施したが、残留は確認されなかった。

### (3) その他

そのほか、水産被害調査、硫化水素の毒性試験、苦潮水の成分実態調査、貝類の大量へい死原因解明試験などの漁場環境関連の調査研究を行った。