

# 英虞湾漁場環境調査－I モニタリング情報活用

中西尚文・藤原正嗣・畑 直亜・坂口研一・西川次寿

## 目 的

ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマ (*Heterocapsa circularisquama*) 等の有害赤潮や貧酸素、冬季の低水温などに起因する漁業被害を未然に防止する上で、水温、塩分、酸素量やプランクトン出現状況等の環境情報は不可欠である。本事業では、真珠養殖業者らと協働し、英虞湾や的矢湾における環境のモニタリングを行うとともに、得られた結果をプランクトン速報としてとりまとめ、WEBを通じてリアルタイムで広報することを目的とする。

本年度からの的矢湾の定期観測を開始し、データを蓄積していく。

## 方 法

### 1. 英虞湾における環境のモニタリング

英虞湾内の4測点(図1)において、周年にわたり水温、塩分、溶存酸素量およびクロロフィルa量の観測を行った。観測にはアレック電子AAQ1183を用いた。6~10月には1回/週、その他の月には2回/月の頻度で観測した。また、英観測毎に各測点において0.5m、2m、5m、10m(St.Aを除く)、20m(St.Cのみ実施)、B-1m層で採水を行い、実験室に持ち帰って直ちに光学顕微鏡下でプランクトンの同定および計数を行った。

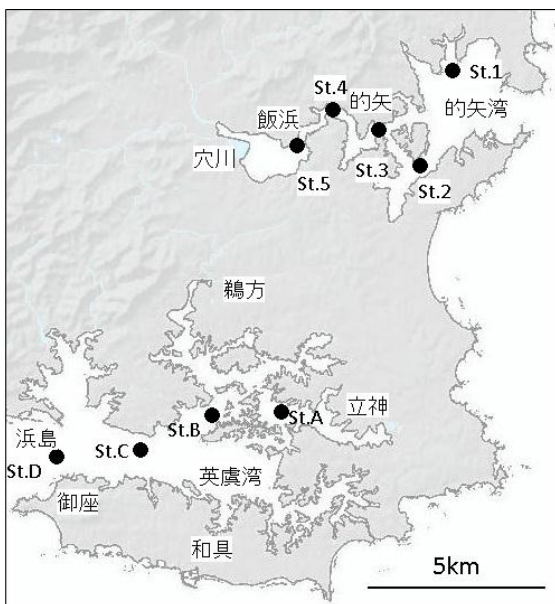


図1. 調査測点図

### 2. 的矢湾における環境のモニタリング

的矢湾内の5測点(図1)において、周年にわたり水温、塩分、溶存酸素量およびクロロフィルa量の観測を行った。1回/月の頻度で観測した。観測にはJFEアドバンテック社のAAQ1183あるいはYSI・ナノテック社のMODEL185を用いた。また、観測毎に各測点の0.5m、St.3では2m、5m、B-1m層で採水を行い、実験室に持ち帰って直ちに光学顕微鏡下でプランクトンの同定および計数を行った。

### 3. プランクトン速報の発行

英虞湾を中心とした県中南部の内湾水域では、真珠養殖漁業協同組合、関係市町等13の機関がモニタリングを実施している。水産研究所では、これらの情報および前述のモニタリング結果をもとにプランクトン速報を作成し、WEBを通じて広く提供した。プランクトン速報は、原則週1回の発行とした。

## 結果の概要

### 1. 英虞湾における環境のモニタリング

#### 1) 水温

図2にSt.A(立神、湾奥部)、St.C(タコノボリ、湾中央部)、St.D(御座、湾口部)における2m層およびB-1mの水温年間偏差の推移を示した。各定点とも、5月中旬頃から水温差が大きくなり、夏季を中心に成層化が顕著となった後、9月中旬には上下層が混合し、成層が崩壊した。成層の形成は前年とほぼ同じ、消滅時期は前年より1旬ほど早めであったが、水温の季節変動様式は各測点でおおむね類似していた。

表層域(2m層)の水温は、5月下旬から9月上旬まで高め基調で推移した。この期間の年間差は湾奥部ほど大きかった。それ以降は時おり、平年以下になる時もあったが、湾口部では12月上旬まで、湾中央部・湾奥部は11月中旬まで平年よりやや高め基調で推移した。湾奥部で11月下旬に、湾中央部で12月上旬に、湾口部で12月中旬には平年以下になり、2月上旬の一時回復まで低めで推移した。2月中旬にきわめて低めになったが、短期間で高めに反転した。この低水温の継続は、熊野灘沿岸に黒潮系暖水の波及がなかったことに加え、晩秋から冬季の気温がやや低めだったことの影響と考えられる。2月下旬の急激な水温上昇は、強い黒潮系暖水によるもので湾奥部の全層まで影響を与えた。晩秋から冬季にかけての低水温は、昨

年度に比べ期間が短く、水温差も大きくなかった。

## 2) 溶存酸素量

図3にSt.A~Dの各層における溶存酸素量を示した。全域において平年並みで推移した。湾奥部のSt.Aにおける夏季の貧酸素化とその解消は昨年とほぼ同様であった。8月中旬から9月上旬には湾中央部と湾口部(St.A~C)の5m層やそれ以浅で急激な低下がみられた。この頃には湾奥部や湾口部ではカレニア・ミキモトイ(*Karenia mikimotoi*)の赤潮が発生しており、本種の高密度化により発生した貧酸素水塊の影響と推測される。

## 3) 英虞湾内における赤潮発生状況

平成25年の発生件数は前年と同じ計4件で、うち2件は2種の複合赤潮となった。いずれも漁業被害は無く、それぞれの概要は以下のとおりである。

なお、シャットネラ・マリーナは10細胞/ml以上、ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマとカレニア・ミキモトイは100細胞/ml以上を赤潮とした。

- ①2種の複合赤潮。6月17日に湾奥部の立神浦でヘテロカプサ・サーキュラリスカーマによる赤潮を確認。6月27日に解消した。6月17日に鵜方浦でシャットネラ・マリーナ(*Chattonella marina antiqua*型を含む)による赤潮を確認。この赤潮は8月5日に解消した。同所的に2種の複合赤潮となったのは6月27日の立神浦だけであった。
- ②2種の複合赤潮。7月9日のみ湾奥部の鵜方浦でヘテロシグマ・アカシオ(*Heterosigma akashiwo*)による赤潮が確認された。同日のみ6月17日から発生していたシャットネラ・マリーナによる赤潮(①)と複合赤潮となった。
- ③8月5日に湾奥部の立神浦でヘテロカプサ・サーキュラリスカーマによる赤潮が確認された。8月12日には解消が確認された。なお、同時期の立神浦の底層ではヘテロカプサ・サーキュラリスカーマに類似した渦鞭毛藻類も確認されている。
- ④8月12日に湾奥部の神明浦と鵜方浦でカレニア・ミキモトイによる赤潮が確認された。拡大・縮小を繰り返した後、9月23日には赤潮の解消が確認された。

## 2. 的矢湾における環境のモニタリング

### 1) 水温

図4に3測点(St.1,3,5)における水温の季節変化を示した。ごく浅く底層まで干満の影響を強く受けるSt.5を除く4定点では、5月下旬頃から水温差が大きくなり、夏季を中心に成層化が顕著となった後、9月中旬頃には上下層

が混合し、成層が崩壊した。

## 2) 的矢湾内における赤潮発生状況

平成25年の発生件数は1件で、前年より増加した。漁業被害は無かった。

- ①6月28日に的矢湾大橋の東側の的矢湾でヘシャットネラ・マリーナ(*antiqua*型を含む)による赤潮が確認された。この日以外は確認できなかった。

## 2. プランクトン速報の発行

例年同様、水温、塩分、溶存酸素量、有害プランクトンや珪藻等の出現状況をWEBプランクトン速報

(<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/kankyo/psokuho.htm>)に掲載した。本年度は計56回発行した。

## 関連報文

志摩市・三重県水産研究所(2014):平成25年度英虞湾汚染対策調査報告書

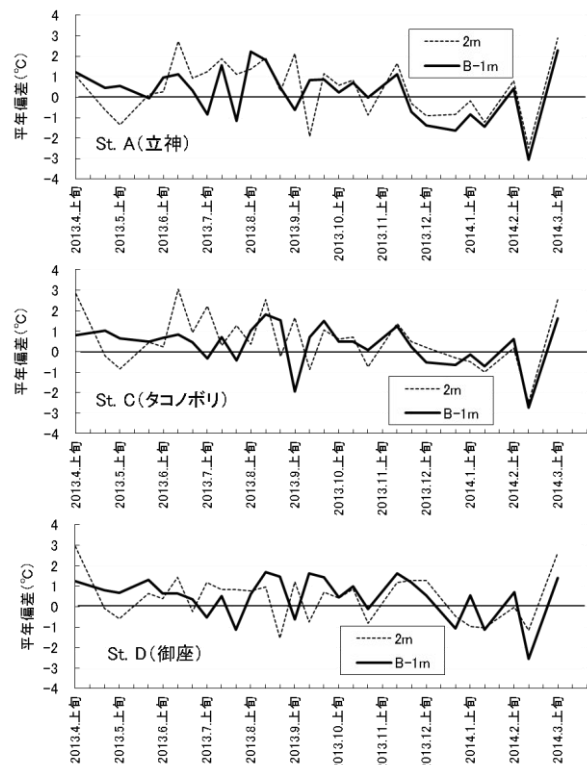


図2. 英虞湾における水温年偏差の推移  
(平年値: 1993~2012年度までの20年間平均値)

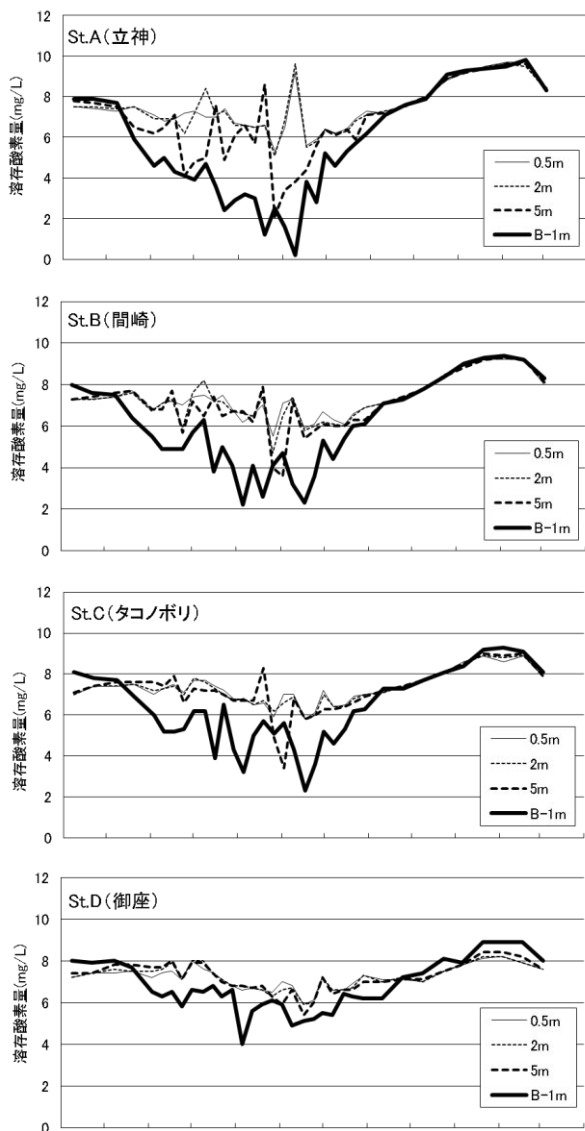


図3. 英虞湾における溶存酸素量の変化

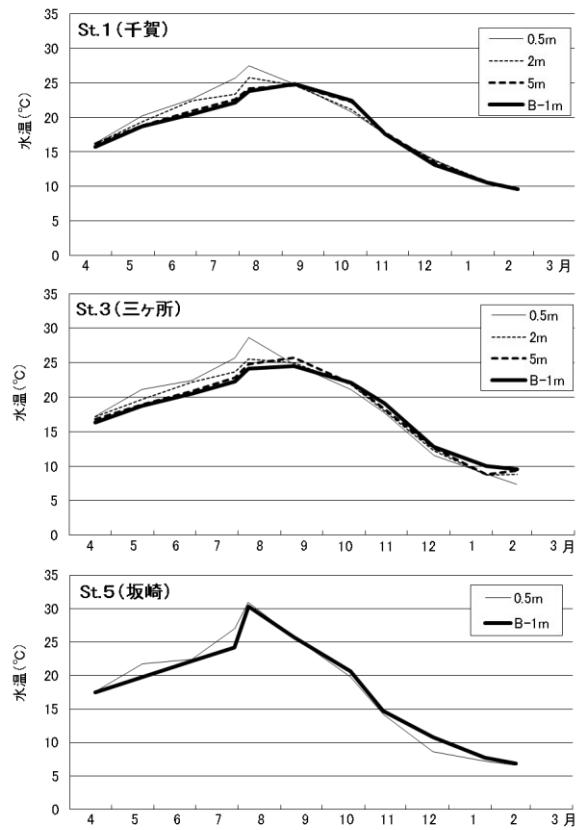


図4. 的矢湾における水温の変化

# 英虞湾漁場環境調査－Ⅱ

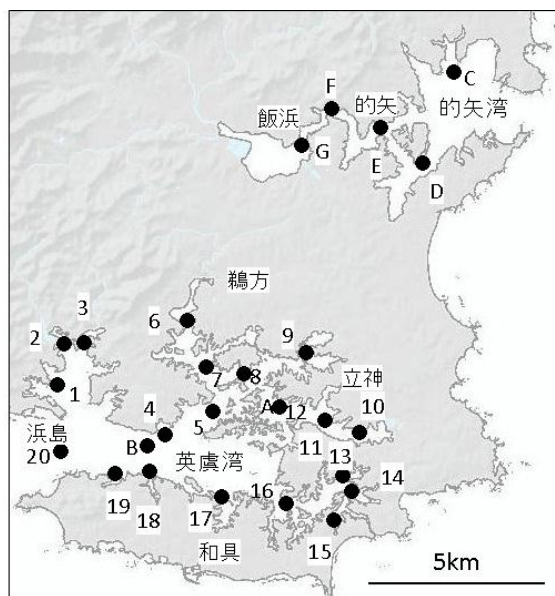
## 英虞湾汚染対策調査

中西尚文・藤原正嗣・畑 直亜・坂口研一・西川次寿

### 目 的

英虞湾や的矢湾は真珠やアオノリ（ヒトエグサ）などの養殖漁場として産業上重要な海域である。当海域を永続的に利用していくために、水質および底質調査を実施するとともに環境の現状を記録し、長期的な汚染監視を行う。

なお、本年度からの的矢湾の調査を開始し、データを蓄積していく。



英虞湾:  
1田杭 2塩屋 3迫子 4タコノボリ 5間崎 6ヒオウギ荘前 7鵜方  
8宝生苑前 9神明奥 10宮ヶ崎 11大明神前 12立神  
13半女 14船越 15片田 16布施田 17和具 18越賀  
19伊浦 20御座 A立神 Bタコノボリ  
的矢湾:  
C千賀 D国府 E三ヶ所 F的矢湾大橋 G坂崎

図 1. 調査測点

### 方 法

#### 1. 長期モニタリング

##### 1) 夏季全湾調査

##### (1)水質調査

平成 25 年 8 月 6 日に、英虞湾の 20 測点（図 1）において、クロロテック（アレック電子社製：AAQ1183）を用いて水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル a 量を測定するとともに、透明度を測定した。また、所定層（0.5m, 2m, 5m, B-1m）において採水を行い、実験室に持ち帰って COD および栄養塩量を分析した。

##### (2)底質調査

平成 25 年 8 月 7 日に、水質調査と同じ測点（図 1）において底質調査を実施した。エクマンバージ式採泥器を用いて底泥を採取し、船上で直ちに泥中温度、pH、酸化還元電位を測定した。さらに底泥の一部（表層 3cm）を実験室に持ち帰り、水分、COD、AVS、TN、TOC を分析した。

##### 2) 冬季全湾調査

平成 25 年 12 月 2 日に水質調査のみ実施した。調査測点および調査項目は夏季全湾調査に準じた。

#### 2. 底質および底生生物の季節変動調査

##### 1) 英虞湾

平成 25 年 4 月 23 日、7 月 23 日、10 月 22 日、平成 26 年 1 月 22 日に、St.A（立神）と St.B（タコノボリ）において（図 1）、底質・底生生物調査を実施した。エクマンバージ式採泥器を用いて底泥を採取し、底泥の一部（表層 1cm）を実験室に持ち帰り、AVS、TN、TOC を分析した。底生生物調査については、1 回の採泥面積が 0.04m<sup>2</sup> の採泥を 1 地点につき 3 回行い（合計 0.12 m<sup>2</sup>）、目合い 1mm の篩上に残ったマクロベントスを対象に種別個体数、湿重量を計数、計測するとともに、多様度指数（H'）を求めた。

##### 2) 的矢湾

平成 25 年 8 月 21 日、平成 26 年 2 月 4 日に St.C（千賀）～St.G（坂崎）において（図 1）、底質・底生生物調査を実施した。方法および項目は英虞湾に準じた。

### 結果および考察

#### 1. 長期モニタリング

##### 1) 夏季全湾調査

##### (1)水質

夏季全湾調査時（8月6日）における水温の全測点平均値は、2m層で29.1±0.8（標準偏差）℃、B-1m層で26.7±2.5℃であった。前年調査時に比べ、2m層で0.9℃高め、B-1m層で1.6℃高めを示した。溶存酸素量の全測点平均値は、2m層で6.4±0.1mg/L、B-1m層で4.5±1.0mg/Lであ



った。前年調査時に比べ、2m層ともB-1m層ともほぼ同じ値を示した。B-1m層において、3.0mg/L以下の貧酸素状態にあった測点は前年と同じくみられず、3年前（3測点）や4年前（5測点）より良好な状態を保っている。

CODの全測点平均値は2m層で $0.6 \pm 0.1 \text{mg/L}$ 、B-1m層では $0.7 \pm 0.2 \text{mg/L}$ であり、前年調査時（2m層： $0.7 \pm 0.3 \text{mg/L}$ 、B-1m層： $0.8 \pm 0.4 \text{mg/L}$ ）よりわずかに低い値であった。図2に英虞湾における水中（0m層）のCODの年変動を示した。1980年代は増加傾向にあったが、1990年代初頭にピークに達した後は減少傾向に転じた。2000年代に入ってから増加に転じたが、2009年以降は連続して減少している。

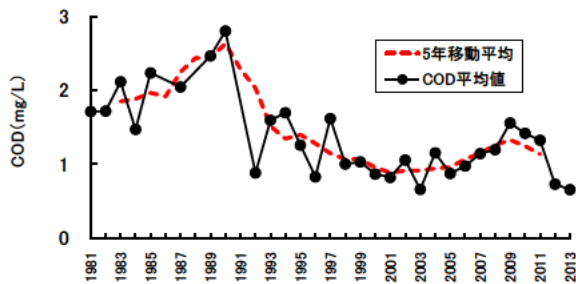


図2. 夏季の英虞湾における水中（0m層）CODの年変動（20測点平均値）

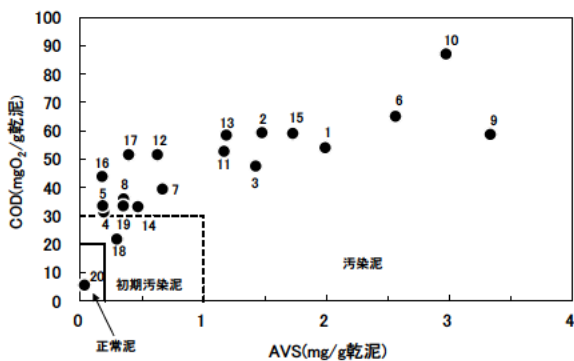


図3. 水産用水基準（改訂版）\*にもとづく平成25年の底質汚染度の評価  
マーカー付近の数値はSt.番号。

\*：水産用水基準（日本水産資源保護協会，1995）では、 $AVS \leq 0.2$ かつ $COD \leq 20$ を「正常泥」、 $AVS \leq 1.0$ かつ $COD \leq 30$ で「正常泥」にあてはまらないものを「初期汚染泥」、 $AVS > 1.0$ または $COD > 30$ を「汚染泥」としているため、それに基づいた。

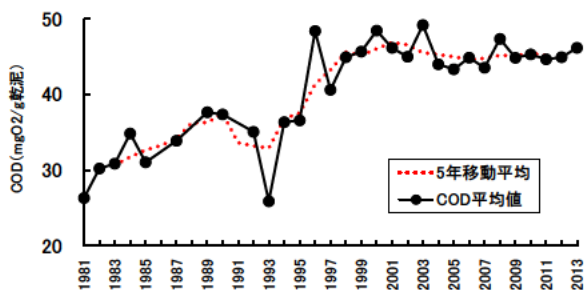


図4. 夏季の英虞湾における底泥のCODの年変動（20測点平均値）

## (2)底質

全湾調査時（8月7日）における底質CODの全測点平均

値は $46.2 \pm 17.7 \text{mgO}_2/\text{g}$ 乾泥であり、前年調査時（ $44.9 \pm 18.8 \text{mgO}_2/\text{g}$ 乾泥）よりわずかに増加した。

例年同様、水産用水基準（1995年，日本水産資源保護協会）に従い、 $AVS (TS) \leq 0.2 (\text{mg}/\text{g}$ 乾泥)かつ $COD \leq 20 (\text{mgO}_2/\text{g}$ 乾泥)を「正常泥」、 $AVS \leq 1.0$ かつ $COD \leq 30$ で正常泥にあてはまらないものを「初期汚染泥」、 $AVS > 1.0$ または $COD > 30$ を「汚染泥」と区分し、今期の結果をこれに当てはめた（図3）。例年同様、「正常泥」と評価されたのは湾口部のSt.20（御座）のみであった。一方、「初期汚染泥」と評価されたのは湾中央部のSt.18（越賀）の1地点で昨年より3地点減った。湾内測点の多くが「汚染泥」に属する点は近年においてほとんど変化していない。図4に底泥中におけるCODの年変動を示した。改善傾向がみられる水中のCOD（図2）とは対照的に、1980年代から1990年代後半にかけて、底泥のCODは増加の一途をたどった。2000年代に入り、増加傾向に歯止めがかかったものの、高い水準で停滞しており、近年において目立った改善傾向は認められていない。

## 2) 冬季全湾調査

冬季全湾調査時（12月2日）における水温の全測点平均値は、2m層で $14.6 \pm 1.3$ （標準偏差） $^{\circ}\text{C}$ 、B-1m層で $14.5 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ であった。厳冬であった前年調査時（12月11日）と比べ、2m層で $3.1^{\circ}\text{C}$ 、B-1m層で $2.9^{\circ}\text{C}$ 高めであった。塩分の全測点平均値は、2m層で $33.5 \pm 0.4$ 、B-1m層で $33.6 \pm 0.4$ であり、2m層で前年調査時に比べ1.0高め、B-1m層で前年並みの値を示した。溶存酸素量の全測点平均値は、2m層で $7.7 \pm 0.2 \text{mg/L}$ 、B-1m層で $7.8 \pm 0.2 \text{mg/L}$ であった。DINの全測点平均値は、2m層で $0.96 \pm 0.62 \mu\text{M}$ 、B-1m層で $0.90 \pm 0.53 \mu\text{M}$ であり、両層とも前年調査時（2m層： $1.41 \pm 0.96 \mu\text{M}$ 、B-1m層： $1.36 \pm 0.77 \mu\text{M}$ ）より低い値を示した。一方、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の全測点平均値は、2m層で $0.13 \pm 0.06 \mu\text{M}$ 、B-1m層で $0.14 \pm 0.04 \mu\text{M}$ であり、DIN同様、両層とも前年調査時（2m層： $0.12 \pm 0.05 \mu\text{M}$ 、B-1m層： $0.12 \pm 0.06 \mu\text{M}$ ）よりわずかに高い値を示した。CODの全測点平均値は2m層で $0.6 \pm 0.2 \text{mg/L}$ 、B-1m層では $0.6 \pm 0.2 \text{mg/L}$ であり、前年調査時（2m層： $0.6 \pm 0.1$ 、B-1m層： $0.5 \pm 0.1 \text{mg/L}$ ）と大きな変化はなかった。

## 2. 底質および底生生物の季節変動調査

### 1) 英虞湾

St.A（立神）とSt.B（タコノボリ）における底生生物の種類数、個体数、湿重量および生物の多様度指数（ $H'$ ）の季節変化を図5に示した。

St.A（立神）では、夏季（7月）さらに秋季（10月）に種類数が減少した。個体数は春季（4月）から夏季に著しく減少した。春季から夏季にかけての減少率は、種類数

で49%、個体数で15%と、前年同期（種類数で75%、個体数で41%の減少）に比べいずれも大きく下回った。個体数が激減したのは、春季の優占種である筈虫類のホウキムシ (*Phoronis* sp.) が夏季には春季の13%にまで減少していたためである。なお、夏季の優占種もホウキムシで個体数の39%を占めた。なお、汚濁指標種であり、夏・秋季を中心に同測点で出現するものの、近年は減少傾向にあったシノブハネエラスピオ（多毛綱、旧和名：ヨツバナスピオA型）は秋季を除き複数個体出現した。

一方、St.C（タコノポリ）では前年に比べ、夏季の種類数と個体数が多いのが目立った。生物多様度指数はSt.A（立神）に比べ周年にわたって安定していた。例年同様、いずれの季節も多毛類が優占し、アンボンギボシイソメ (*Lumbrineris amboinensis*)、タマフシゴカイルイ類等が出現した。シノブハネエラスピオは確認されなかった。

生物多様度指数の年変動については、2010年以降のSt.A（立神）では減少傾向にあったが、本年度は夏季がわずかに減少したのみであった。

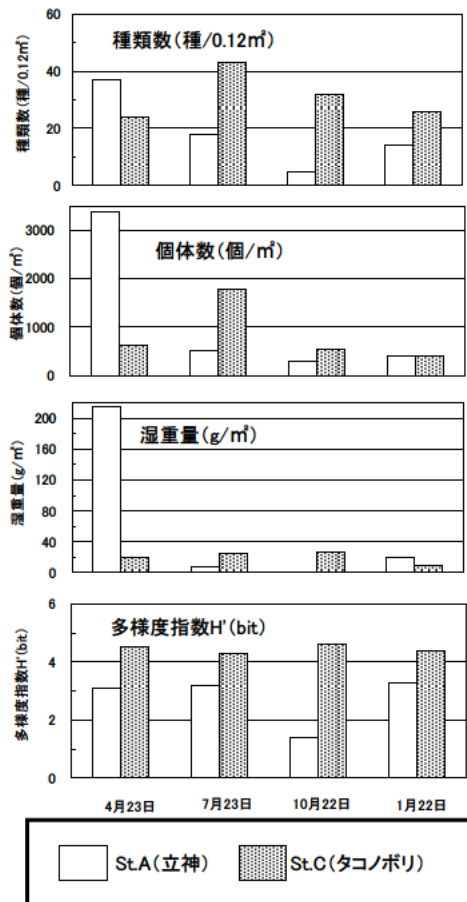


図5. St.A（立神）とSt.C（タコノポリ）における底生生物の種類数、個体数、湿重量、多様度指数H'の変化

## 2)的矢湾

St.1（千賀）～St.5（坂崎）における底生生物の種類数、個体数、湿重量および生物の多様度指数（H'）の季節変化を図6に示した。

種類数・個体数ともにSt.1（千賀）が夏季（8月）および冬季（2月）とも多かった。

St.1（千賀）とSt.2（三ヶ所）、St.3（坂崎）では、冬季は夏季より種類数・個体数が減少した（図19）。St.1（千賀）の個体数が激減した理由は、夏季の優占種である多毛類のミズヒキゴカイ類やフサゴカイ類が冬季に確認できなかったことが大きい。なお、汚濁指標種のシノブハネエラスピオは夏季・冬季ともSt.1（千賀）でのみ確認された。

## 関連報文

志摩市・三重県水産研究所(2014)：平成25年度英虞湾汚染対策調査報告書

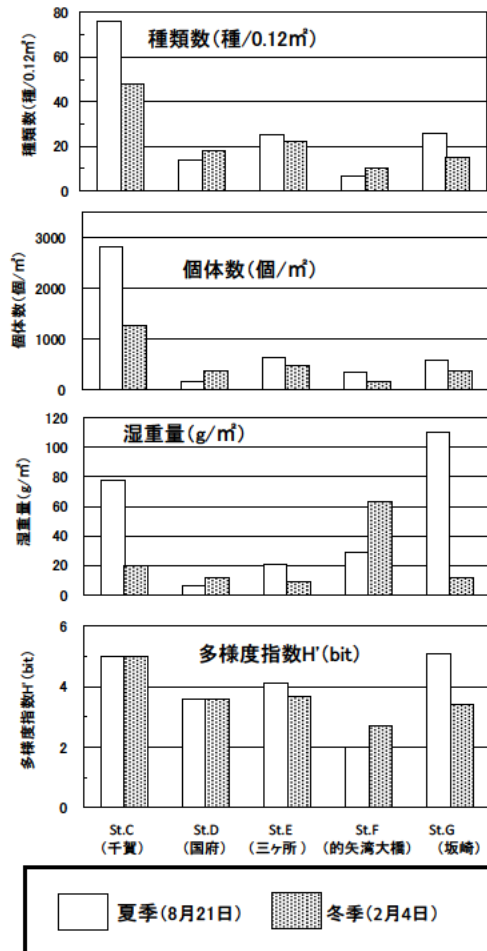


図6.的矢湾の定点における底生生物の種類数、個体数、湿重量、多様度指数H'の変化

# 熊野灘沿岸域における有害プランクトン優占化機構に関する研究

畑 直垂・藤原正嗣・中西尚文・坂口研一・岩出将英

## 目的

伊勢湾・三河湾・英虞湾海域において三重県と愛知県が連携して広範な調査を実施し、有害赤潮プランクトンならびにノリ色落ち原因珪藻の発生状況および海洋環境を監視するとともに、既存データも含めたデータ解析によって当該海域における有害赤潮およびノリ色落ち原因珪藻の発生シナリオを構築し、赤潮発生予察や漁業被害軽減に資することを目的とする。なお、この調査は水産庁委託事業として、愛知県水産試験場と共同で行った。

## 方法

### 1. 伊勢湾調査

伊勢湾内 St.I1~I6 (図1) の6定点において、平成25年4月~平成26年3月に月1回の頻度で調査を行った。調査水深は0m層とし、プランクトン出現密度、水温、塩分、溶存酸素量について調査した。なお、伊勢湾の東部3点については愛知県が調査を実施した。

### 2. 伊勢湾口調査

#### 1)沿岸調査

伊勢湾口沿岸 St.T1 (図1) において、平成25年4月~10月にかけて週1回~月2回の頻度で調査を行った。調査水深は、0.5m、2m、5mとし、プランクトン出現密度(有害種は濃縮サンプルも検鏡)、水温、塩分、溶存酸素量について調査した。なお、現場調査は、鳥羽市水産研究所の協力により実施した。

#### 2)沖合調査

鳥羽から志摩半島の沖合 St.T2 および St.T3 (図1) において、調査頻度は週1回~月2回とし、プランクトン出現密度、水温、塩分、溶存酸素量について調査した。

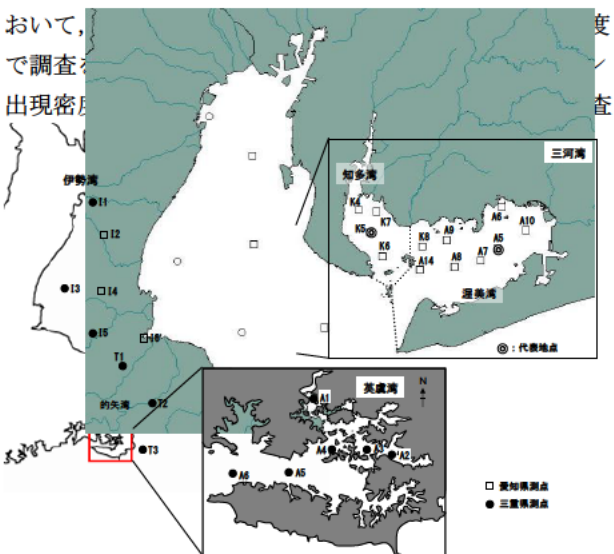


図1 調査側点図(伊勢湾・三河湾・伊勢湾口調査)

した。

### 3. 英虞湾調査

英虞湾内 St.A1~A6 (図1) の6定点において、平成25年4月~平成26年3月に週1回~月2回の頻度で調査を行った。調査水深は0.5m、2m、5m、10m、20mおよびB-1m層とし、プランクトン出現密度、水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィルa濃度、栄養塩(DIN, PO<sub>4</sub>-Pを4地点, Si, DOPを1地点)について調査した。

### 4. 伊勢湾ノリ漁場調査

伊勢湾ノリ漁場 St.N1~N20 (図2) の20定点において、平成25年10月~平成26年3月にかけて月2回~週1回の頻度で調査を行った。調査水深は0m層とし、珪藻類の出現密度、水温、塩分、溶存酸素量、栄養塩(DIN, PO<sub>4</sub>-P)について調査した。

## 結果および考察

### 1. 有害赤潮プランクトンの出現状況

有害赤潮プランクトンのうち、特記種は以下の3種であった。

#### 1) *Heterocapsa circularisquama*

伊勢湾、三河湾、英虞湾の3海域で確認された。伊勢湾と三河湾では11月にそれぞれ0.01 cells/mLおよび8 cells/mLが確認され、いずれも秋季の発生であった。英虞湾では、過去の事例で最も早い5月8日に1 cells/mLが初認された後、赤潮を6月と8月の2回形成し、最高密度はそれぞれ1,580 cells/mLおよび135 cells/mLであった(100 cells/mL以上を赤潮とした)。例年、本種は、高水温期には中層~底層を中心に分布する傾向があるが、6月今年

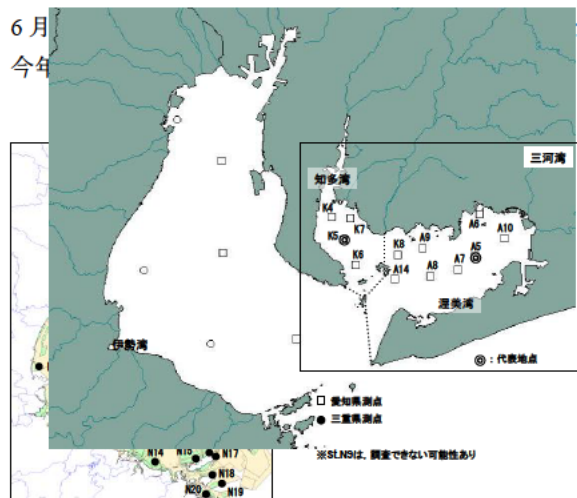


図2 調査測点図(伊勢湾ノリ漁場・三河湾調査)



## 2) *Karenia mikimotoi*

伊勢湾、伊勢湾口、英虞湾の3海域で確認された。英虞湾では8月中旬～9月中旬にかけて約1ヶ月に亘って赤潮が継続し、最高密度も205,000 cells/mLと極めて高かった。伊勢湾および伊勢湾口では最高密度はそれぞれ1 cells/mLおよび0.03 cells/mLと低かった。英虞湾では漁業被害は発生しなかったが、近隣の五ヶ所湾において養殖ヒラメが斃死する被害(15,000尾、800万円)が発生した。

## 3) *Chattonella marina*

伊勢湾、三河湾、伊勢湾口、英虞湾の4海域で確認された。いずれの海域においても7月を中心に細胞密度が増加し、広域的な発生が認められた。最高密度は、伊勢湾で10,220 cells/mL、三河湾で82 cells/mL、伊勢湾口で143 cells/mL、英虞湾で3,710 cells/mLであった。

### 2. ノリ色落ち原因珪藻の出現状況

ノリ色落ち原因珪藻のうち、特記種は以下の4種であった。

#### 1) *Skeletonema* spp.

伊勢湾ノリ漁場および三河湾で1月下旬に高密度の赤潮が発生し、最高密度はそれぞれ49,800 cells/mLおよび25,000 cells/mLであった。1月下旬の赤潮により、伊勢湾北部～南部(鈴鹿市～伊勢市)、伊勢湾口(鳥羽市)および三河湾西部(知多半島東岸)でノリの色落ち被害が発生した。赤潮は2月上旬には終息していたが、伊勢湾では色落ち被害は2月上旬まで継続した。一方、三河湾での色落ちには大きな被害にはならなかった。

#### 2) *Chaetoceros* spp.

伊勢湾ノリ漁場では10月～12月および1月に、三河湾では10月～1月に発生したが、最高密度はそれぞれ710 cells/mLおよび760 cells/mLと低かった。

#### 4) *Eucampia zodiacus*

三河湾で11月上旬～12月中旬に発生したが、最高密度は120 cells/mLと低かった。

#### 3) *Ditylum brightwellii*

伊勢湾では11月～12月、三河湾では10月～1月に発生したが、最高密度はそれぞれ60 cells/mLおよび13 cells/mLと低かった。

### 3. *C. marina* の広域的な水平分布の変化

*C. marina* は6月10日～7月3日にかけて英虞湾の湾奥部を中心に細胞密度が増加していたが、7月5日に伊勢湾南部(有滝町地先)で着色域(最高密度10,220 cells/mL)が確認されたため、7月8日～9日に伊勢湾～英虞湾口にかけて広域調査を実施した結果、伊勢湾内の野間一津を結んだライン辺りを境界とし、北部では *Skeletonema* spp.による濃い着色域が、南部では *C. marina* が英虞湾口まで分布していた。また、英虞湾口では *C. ma*

*rina* によるパッチ状の濃い着色域が確認された(最高密度3,710 cells/mL)。英虞湾における *Chattonella* 赤潮のシードポピュレーションには、湾奥部由来と伊勢湾由来の2つのパターンがあるものと推察された(図3)。

### 4. 英虞湾における *K. mikimotoi* の水平分布の変化

*K. mikimotoi* の水平分布の変化をタイドグラフと併せて図4に示した。本種は7月22日に初認後、8月19日まで湾奥部を中心に細胞密度が増加し、その後、湾全域で高密度化と拡散を繰り返した。タイドグラフの変化からは、小潮回り(図中の番号3, 5, 7)に高密度化し、大潮回り(図中番号4, 6, 8)に拡散する傾向が認められた。8月下旬～9月上旬には大潮回りに湾奥部から拡散した個体群の一部が湾口付近にある浜島浦に流入し、その後最高205,000 cells/mLまで高密度化した。一方、次の大潮回りには、浜島浦から湾奥部へと赤潮が拡散し、その後湾奥部で再び高密度の赤潮が発生した。今回の *K. mikimotoi* 赤潮の水平分布の変化から、英虞湾における有害赤潮の動態を予測するうえで、潮回りも重要な要因の一つであることが明らかになった。

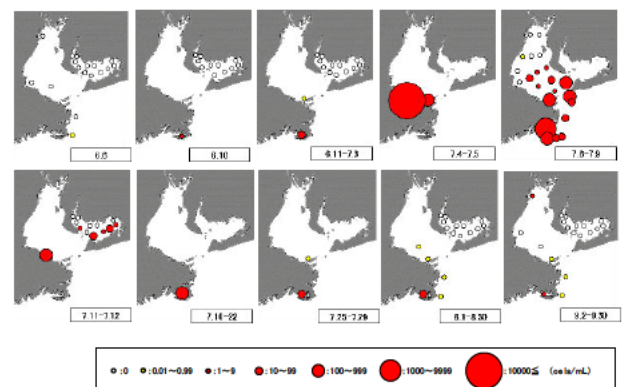


図3 *C. marina* の広域的な水平分布の変化

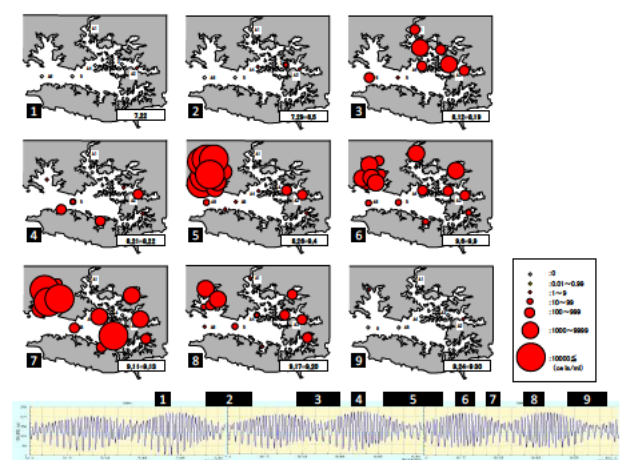


図4 *K. mikimotoi* の水平分布とタイドグラフの変化



# 生産者による自主管理型の貝毒モニタリング体制の構築

畑 直亜・坂口研一・中西尚文・藤原正嗣・保健環境研究所

## 目的

生産者への普及に適した簡易なプランクトン採集法の実用化とプランクトン密度を指標とした二枚貝の毒化予測手法の確立に取り組む。また、貝毒簡易測定法（ELISA法）のマウス試験のスクリーニング法としての実用化を目的とし、ELISA法のスクリーニング基準値の設定に取り組む。これらの技術開発により、生産者と連携した効率的な貝毒監視体制の構築に資する。

## 方法

図1の5測点において、平成25年4～8月および平成26年2～3月に、週1回の頻度で調査を実施した。ダクトホースによる表層からB-1m層までの柱状採水（以下、簡易採集法）と、バンドーン採水器による0.5m, 2m, 5m, 10m, B-1m層からの層別採水（以下、従来法）により採水し、*Alexandrium*属と*Gymnodinium catenatum*の出現密度を調査した。また、各測点に垂下飼育した二枚貝（アサリ、ムラサキイガイ、マガキ、ヒオウギ）をサンプリングし、112検体をマウス試験とELISA法に供した。なお、今年度はSt.2（道方）の場所を毛無から養魚組合棧橋に変更した。

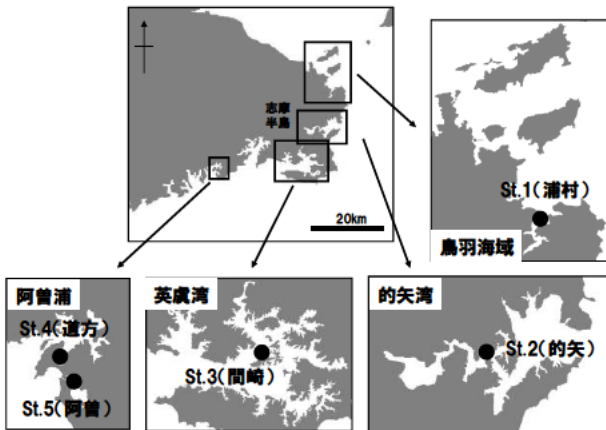


図1 調査測点

## 結果

### 1. *Alexandrium tamarense* の出現密度と二枚貝の毒化との関係

St.2（的矢）で*A. tamarense*が最高0.08 cells/mL（簡易採集法）および最高0.11 cells/mL（従来法）まで増加し、ムラサキイガイからマウス試験により3.0MU/gが検出された。一方、アサリ、マガキについては、検出限界値以

下であった。ムラサキイガイについては、本種の出現密度が0.1 cells/mL以上の際には、毒化に警戒が必要であることが明らかになり、*A. tamarense*による二枚貝の毒化予測に必要となるプランクトン密度と二枚貝のマウス試験値との対応関係データが蓄積できた。

### 2. ELISA法のスクリーニング基準値の設定

2011～2013年に得られた*A. catenella*出現時におけるアサリ、ムラサキイガイ、マガキ、ヒオウギのELISA測定値とマウス試験値との関係を図2に示した。前者3種については回帰直線の算出に十分なデータは得られていないが、ヒオウギについてはELISA測定値とマウス試験値との関係式からELISA測定値9.9 nmol/gが規制値4MU/gに相当することがわかった。また、2倍の安全係数を考慮して5.0 nmol/gをスクリーニング基準値とすることにより、マウス試験で4MU/gを超えたデータをすべてスクリーニングでき、ELISA法の安全な運用が可能と考えられた。

2013年に得られた*A. tamarense*出現時ならびに2011年に得られた*G. catenatum*出現時におけるアサリ、ムラサキイガイ、マガキ、ヒオウギのELISA測定値とマウス試験値との関係を図3および図4に示した。いずれもデータ範囲を外挿した予測ではあるが、*A. tamarense*については、ムラサキイガイにおける関係から規制値（4MU/g）に相当するELISA測定値が12.2 nmol/g、2倍の安全係数を考慮したスクリーニング基準値が6.6 nmol/g、*G. catenatum*については、ヒオウギにおける関係から規制値（4MU/g）に相当するELISA測定値が28.2 nmol/g、2倍の安全係数を考慮したスクリーニング基準値が14.2 nmol/gと求められた。ただし、後者2者のスクリーニング基準値については、統計的に十分とはいえないため、安全を考慮して*A. catenella*出現時のヒオウギで設定した、より低めの基準値5.0 MU/gを用いるのが妥当である。スクリーニング基準値を5.0 MU/gとした場合、上記以外のプランクトン種と二枚貝種の組み合わせについても規制値（4MU/g）を超えるデータは認められないことから、5.0 MU/gを暫定的なスクリーニング基準値とすることが可能と考えられた。

### 3. ELISA測定値とマウス試験値との関係に与える毒組成の影響

2011～2012年のヒオウギ毒化事例について、麻痺性貝毒成分の毒組成比（MU換算値%）を図5に示した。*A. catenella*で毒化したヒオウギの毒成分はGTX1,4が主体

であったのに対し、*G. catenatum* で毒化したヒオウギの毒成分は dcGTX2,3 が主体であり、両者の毒組成は大きく異なっていた。前述のヒオウギのスクリーニング基準値が *A. catenella* では 5.0 MU/g, *G. catenatum* では 14.2 MU/g と大きく異なったのには、こうした毒組成の違いが影響しているものと推察された。

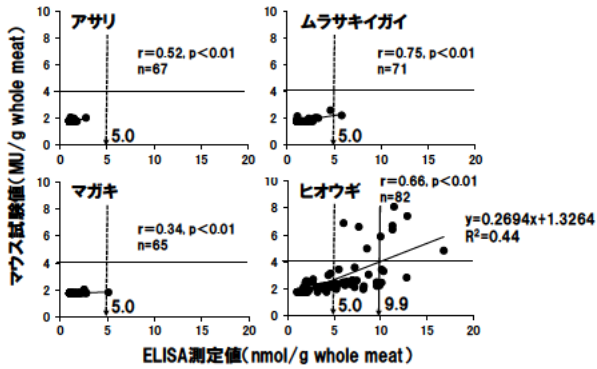


図2 *A. catenella* 出現時の二枚貝における ELISA 測定値とマウス試験値との関係

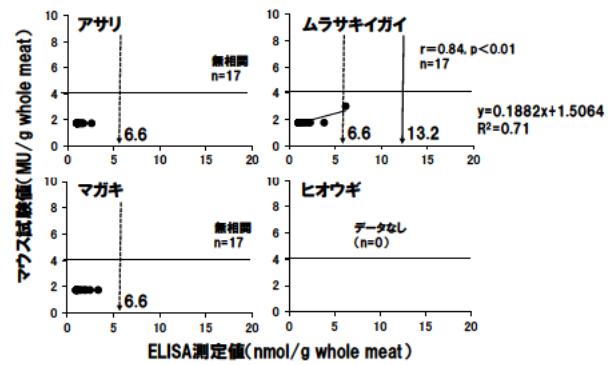


図3 *A. tamarensis* 出現時の二枚貝における ELISA 測定値とマウス試験値との関係

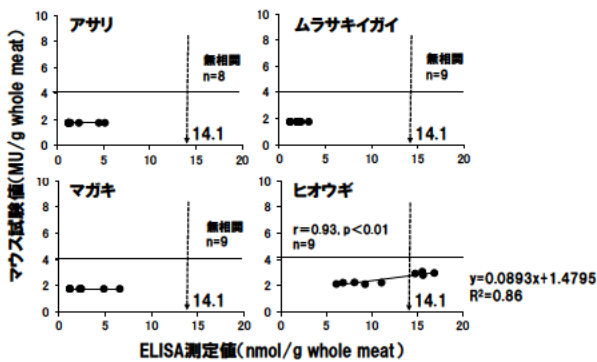


図4 *G. catenatum* 出現時の二枚貝における ELISA 測定値とマウス試験値との関係

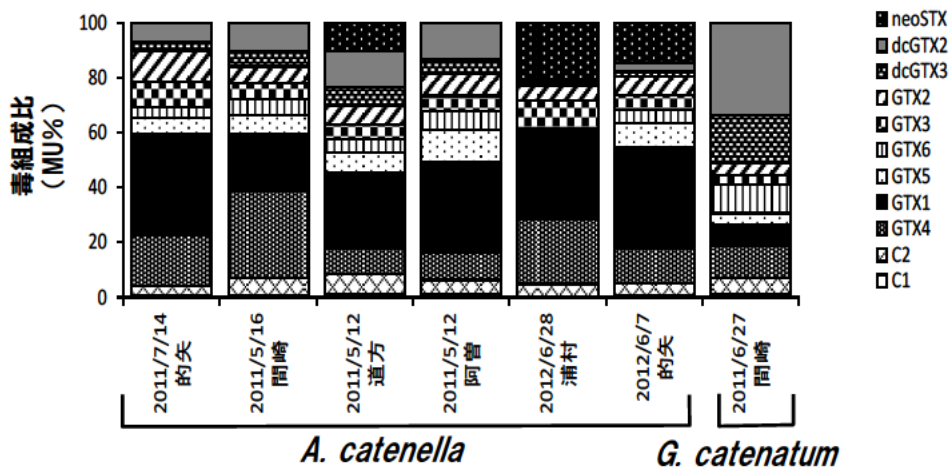


図5 *A. catenella* および *G. catenatum* で毒化したヒオウギの毒組成

# 貝毒成分等モニタリング事業

畑 直亜・坂口研一・中西尚文・藤原正嗣・宮本敦史・保健環境研究所

## 目的

三重県沿岸域における貝毒プランクトンの出現状況を調査するとともに、貝類の毒化状況を把握し、毒化した貝類の流通防止による食の安全確保を図る。

## 方法

図1の6測点において、平成25年4~8月および平成26年3月に、原則月1~2回の頻度で貝毒調査およびプランクトン調査を実施した。

### 1. 貝毒調査

St.1 (伊勢湾：松阪沖) ではアサリ, St.2 (鳥羽：浦村) および St.6 (尾鷲：白石湖) ではマガキ, St.3 (的矢湾：的矢) ではムラサキガイ, St.4 (志摩・英虞湾：鵜方) および St.5 (度会：阿曾浦) ではヒオウギを検査対象とした。なお、今年度から St.6 の検査対象を矢口浦のアサリから変更した。貝毒検査 (マウス公定法) は保健環境研究所が担当した。

### 2. プランクトン調査

採水層は0, 2, 5, 10, B-1m層を基本とし、現場水深に応じて採水した。各層において海水1Lを採水し、貝毒原因プランクトン (*Alexandrium* 属, *Gymnodinium catenatum*, *Dinophysis* 属, *Protoceratium reticulatum*) を

査定、計数した。計数は目合い20 $\mu$ mのプランクトンネットにより海水を100倍に濃縮して行った。調査時には、各採水層で水温、塩分、溶存酸素量を測定した。

## 結果

### 1. 麻痺性貝毒

度会 (阿曾浦) のヒオウギから5月21日に2.4MU/gが検出されたが、その他には毒化事例はなかった (表1)。毒化原因種は、ヒオウギの毒化時に最高2.89 cells/mlで優占していた *A. catenella* と考えられた (図2)。本種が1 cells/ml以上で出現した時の水温は18.6~18.7 $^{\circ}$ C、塩分は34.4~34.5であった。プランクトンは、*A. catenella* (最高2.89 cells/ml)のほか、*A. tamarense* (最高0.32 cells/ml), *A. pseudogonyaulax* (最高0.64 cells/ml), *A. fraterculus* (最高2.94 cells/ml), *A. affine* (最高0.07 cells/ml) が確認された (表2)。

### 2. 下痢性貝毒

毒化事例はなかった (表3)。プランクトンは、*Dinophysis acuminata* (最高0.25 cells/ml), *D. caudata* (最高0.17 cells/ml), *D. rotundata* (最高0.16 cells/ml), *D. infundibula* (最高0.03 cells/ml), *D. fortii* (最高0.13 cells/ml), *D. lenticula* (最高0.01 cells/ml), *D. mitra* (最高0.02 cells/ml) が確認された (表4)。

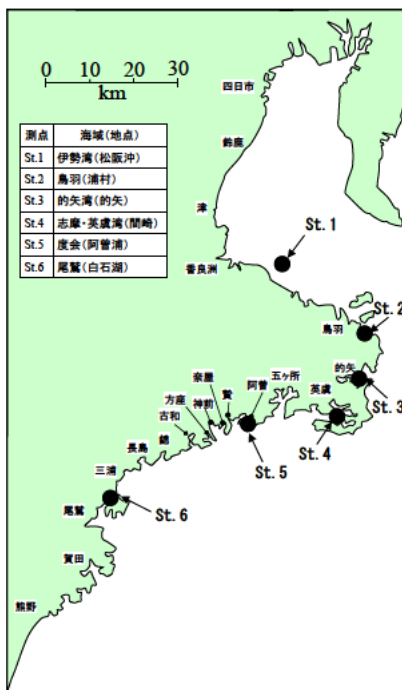


図1. 調査測点

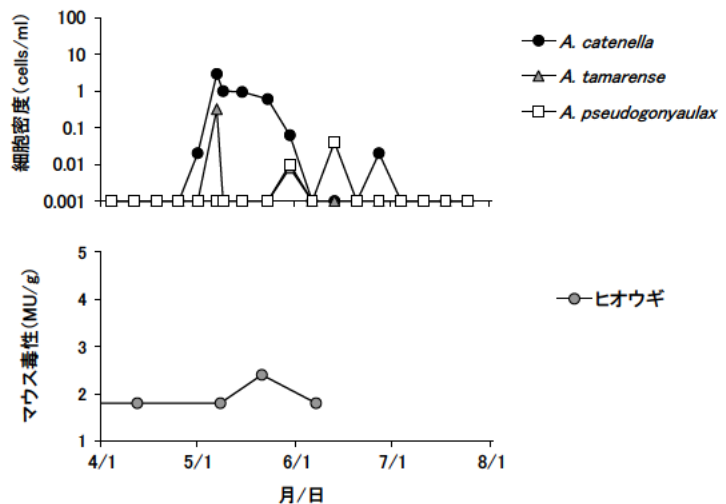


図2. St.5 (阿曾浦) における *Alexandrium* 属の細胞密度と二枚貝のマウス毒性値の変化



表 1. 麻痺性貝毒検査（マウス試験）の結果

(単位:MU/g)

測点	採取地	貝の種類	採取日 (H25年)								
			4/12	4/15	5/8	5/10	5/21	6/7	7/5	8/2	3/7
1	伊勢湾(松阪沖)	アサリ	—	ND	—	ND	—	ND	—	—	ND
2	鳥羽(浦村)	マガキ	ND	—	—	ND	—	ND	—	—	ND
3	的矢湾(的矢)	ムラサキイガイ	ND	—	—	ND	—	ND	—	—	ND
4	志摩・英虞湾(鵜方)	ヒオウギ	ND	—	—	ND	—	ND	ND	ND	—
5	度会(阿曾浦)	ヒオウギ	ND	—	ND	—	2.4	ND	—	—	ND
6	尾鷲(白石湖)	マガキ	ND	—	—	—	—	—	—	—	ND

表 2. 麻痺性貝毒原因プランクトンの出現状況

種類	測点	海域(地点)	発生時期	最高細胞数	
				月日	cells/ml
<i>Alexandrium catenella</i>	2	鳥羽(浦村)	4月下旬～7月中旬	7/11	0.12
	3	的矢湾(的矢)	4月中旬～6月上旬	5/30	1.38
	4	志摩・英虞湾(間崎)	5月上旬～6月下旬	5/13	0.42
	5	度会(阿曾浦)	4月下旬～6月中旬・3月上旬	5/1	2.89
	臨時	度会(道方浦)	4月下旬～6月中旬	5/23	0.36
<i>Alexandrium tamarense</i>	1	伊勢湾(松阪沖)	4月上旬・3月下旬	4/9	0.15
	2	鳥羽(浦村)	4月上旬・2月中旬～3月上旬	2/13, 3/12	0.04
	3	的矢湾(的矢)	4月上旬～4月中旬・3月上旬～3月中旬	3/18	0.06
	5	度会(阿曾浦)	4月下旬～5月下旬	5/1	0.32
	臨時	度会(道方浦)	4月下旬	4/25	0.01
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	1	伊勢湾(松阪沖)	6月上旬	6/6	0.64
	2	鳥羽(浦村)	6月中旬～7月中旬	7/11	0.03
	3	的矢湾(的矢)	6月中旬～7月中旬	6/13, 7/11	0.02
	4	志摩・英虞湾(間崎)	6月上旬～6月上旬	6/10	0.02
	5	度会(阿曾浦)	5月下旬～6月上旬	6/6	0.04
臨時	度会(道方浦)	5月下旬～7月下旬	7/25	0.16	
<i>Alexandrium fraterculus</i>	4	志摩・英虞湾(間崎)	7月上旬～8月中旬	7/29	2.94
<i>Alexandrium affine</i>	2	鳥羽(浦村)	7月中旬～7月下旬	7/11, 7/25	0.04
	3	的矢湾(的矢)	7月上旬～7月下旬	7/4	0.07

表 3. 下痢性貝毒検査（マウス試験）の結果

(単位:MU/g)

測点	採取地	貝の種類	採取日 (H25年)								
			4/12	4/15	5/10	6/7	7/5	8/2	3/7		
1	伊勢湾(松阪沖)	アサリ	—	ND	ND	ND	—	—	—	ND	
2	鳥羽(浦村)	マガキ	ND	—	ND	ND	—	—	—	ND	
3	的矢湾(的矢)	ムラサキイガイ	ND	—	ND	ND	—	—	—	ND	
4	志摩・英虞湾(鵜方)	ヒオウギ	ND	—	ND	ND	ND	ND	—	—	
5	度会(阿曾浦)	ヒオウギ	ND	—	ND	ND	—	—	—	ND	
6	尾鷲(白石湖)	マガキ	ND	—	—	—	—	—	—	ND	

表 4. 下痢性貝毒原因プランクトンの出現状況

種類	測点	海域(地点)	発生時期	最高細胞数	
				月日	cells/ml
<i>Dinophysis acuminata</i>	1	伊勢湾(松阪沖)	4月上旬～6月上旬	4/9	0.25
	2	鳥羽(浦村)	4月上旬～5月上旬	4/4, 4/18, 4/25, 5/1	0.02
	3	的矢湾(的矢)	4月上旬～6月中旬	4/11	0.06
	4	志摩・英虞湾(間崎)	4月上旬～6月上旬	5/8	0.02
	5	度会(阿曾浦)	4月下旬～7月下旬	5/23	0.04
	6	尾鷲(白石湖)	3月上旬	3/4	0.01
臨時	度会(道方浦)	4月中旬～7月中旬	7/4	0.05	
<i>Dinophysis caudata</i>	1	伊勢湾(松阪沖)	4月上旬	4/9	0.01
	3	的矢湾(的矢)	5月上旬～7月下旬	7/25	0.02
	4	志摩・英虞湾(間崎)	4月上旬～8月中旬	4/8, 5/8	0.03
	5	度会(阿曾浦)	5月上旬	5/1	0.01
	臨時	度会(道方浦)	4月上旬～7月中旬	7/4	0.17
<i>Dinophysis rotundata</i>	1	伊勢湾(松阪沖)	4月上旬～6月上旬・3月下旬	6/6	0.16
	2	鳥羽(浦村)	3月上旬～7月下旬・2月下旬～3月上旬	5/1	0.04
	3	的矢湾(的矢)	3月上旬～7月下旬・3月中旬	5/1	0.09
	4	志摩・英虞湾(間崎)	4月下旬～7月中旬	4/30, 6/17, 7/1	0.02
	5	度会(阿曾浦)	4月中旬～6月下旬	6/6, 6/27	0.02
臨時	度会(道方浦)	4月中旬～7月下旬	7/4	0.08	
<i>Dinophysis infundibula</i>	3	的矢湾(的矢)	5月下旬	5/30	0.01
	4	志摩・英虞湾(間崎)	4月下旬～7月中旬	5/27	0.02
	5	度会(阿曾浦)	5月上旬	5/1	0.03
	臨時	度会(道方浦)	4月中旬～7月中旬	4/18, 7/18	0.01
	<i>Dinophysis fortii</i>	3	的矢湾(的矢)	7月上旬	7/4
4		志摩・英虞湾(間崎)	8月上旬～8月中旬	8/5, 8/19	0.01
5		度会(阿曾浦)	5月下旬～7月上旬	7/4	0.02
臨時		度会(道方浦)	5月下旬～7月下旬	5/30	0.13
<i>Dinophysis lenticula</i>		5	度会(阿曾浦)	7月中旬	7/18
<i>Dinophysis mitra</i>	3	的矢湾(的矢)	6月中旬	6/20	0.01
	4	志摩・英虞湾(間崎)	6月中旬～7月上旬	6/17, 7/1	0.02

# 伊雑の浦環境改善技術効果把握事業

藤原正嗣・坂口研一・中西尚文

## 目 的

的矢湾奥部の伊雑の浦ではかつて年間 300 トンのアオサ生産量があったが、現在は海水の濁りなどの環境悪化により、約 1/100 にまで落ち込んでいる。本調査では海水の濁り対策として実施されるカキ筏の設置や、アオサ網の設置による濁度抑制効果と、的矢湾の環境に適した養殖対象種として糸青ノリの採苗・養殖技術の開発することを目的とする。

## 抄 録

伊雑の浦および流入河川の 15 測点で秋季および冬季に水質（水温、塩分、DO、濁度、クロロフィル）や流速を観測した。

その結果、塩分は、平穏時には河口部で約 25 程度であるが、河口以外の地点では約 30~32 の範囲内であり、接続部の底層付近では比較的濃度の高い水塊が見られた。出水時には、河口から接続水域まで濃度の低い水が海面から水深約 1.5~2.0m まで覆っていた。特に河口部でその傾向が顕著であった。また、比較的深い水深においても平穏時と比較して低かった。荒天時には、他の調査時期よりも高く、河口部付近の地点を除いて表層から底層まで一様であった。河口部付近では下げ潮時に低かった。

濁度は、平穏時および出水時には、いずれにおいても底層付近で高い場合が多く、表層付近では低かった。荒天時にはいずれの地点においても低く、表層から底層まで一様であった。

クロロフィルは、平穏時には中層から底層付近で高く、表層で低かった。出水時には河口部から接続水域まで表層付近で高かった。荒天時には河口付近で低く、接続水域の底層付近で高い傾向であった。

SS の有機物と無機物の割合を見ると、平穏時にはいずれの地点においても有機物が約 30% であるのに対して、出水時には約 40% と高くなった。一方、荒天時には 0~40% であった。

SS の観察結果を見ると、いずれの調査地点においても、鉱物粒子、有機懸濁物、動物プランクトン、植物プランクトン（珪藻類）および植物プランクトン（渦鞭毛藻類）が見られ、伊雑の浦での濁りの発生要因として、河川からの懸濁物の流入および伊雑の浦内の堆積物の再懸濁が考えられた。

秋期から冬期については、伊雑ノ浦飯浜地区のカキの生育は、カキ養殖場である的矢湾三ヶ所地区と比較して

も差はなかったが、夏期の高水温時の生残率を調査した結果、飯浜地区は 8 月下旬以降へい死が増加しており、飯浜海域は水深が浅いために、高水温化になりやすいのが原因とひとつと考えられた。このため飯浜地区でカキ養殖を行うには 10 月以降に 1 年貝を持ってきて、出荷までの半年間飼育するのが適していると考えられた。

ヒトエグサ（アオサ）、ウスバアオノリとカオリンの濁度の影響を実験したところ、ウスバアオノリの色調は濁度による影響を受けず、いずれの濁度でも a\*値に有意な差がみられず、濃い緑色を保ったのに対し、ヒトエグサは濁度が増すにつれて明らかに緑色が薄くなり、懸濁物質に対する影響が認められた。これらのことからウスバアオノリはヒトエグサよりも濁水に対する色調および生長の耐性が大きく、濁りの生じる海域でも比較的生育しやすいことが示唆された。

## 関連報文

平成 25 年度 的矢湾漁場環境改善事業効果調査業務報告書