

令和 5 年 度

漁 場 環 境 調 査 報 告 書

漁場環境調査事業（養殖へい死対策研究）

三 重 県 水 産 研 究 所

（志摩市委託）

令和５年度 漁場環境調査報告書
漁場環境調査事業（養殖へい死対策研究）

目 次

目 的	1
【Ⅰ 英虞湾漁場環境調査（定期観測、長期変動、季節変動）】	
方法	1
結果	2-7
【Ⅱ 的矢湾漁場環境調査（定期観測、季節変動）】	
方法	8-9
結果	9-12
【Ⅲ ポリドラ浮遊幼生調査】	
目的	12
方法	12
結果	12
【Ⅳ カキ養殖漁場環境モニタリング調査】	
目的	13
方法	13
結果	13-14
【Ⅴ 参 考】	
語句説明	14-16
図表	17-58

この報告書についてのお問い合わせ先

三重県水産研究所 養殖・環境研究課

〒517-0404 志摩市浜島町浜島 3564-3

電話 0599-53-0130、FAX 0599-53-2225

目 的

英虞湾は真珠養殖発祥の地であり、現在も真珠養殖業は観光産業と並んで志摩地域の基幹産業となっている。しかし、真珠養殖の生産性は年々低下しており、その一因として、長年にわたる漁場行使や生活廃水の流入などによる環境悪化の影響が考えられる。また、カキやアオノリの養殖漁場が多い的矢湾においても定期的なモニタリングが重要になってきている。

本調査は、英虞湾と的矢湾における漁場環境の現状を記録し、長期的な環境監視に役立てることを目的に実施する。

【I 英虞湾漁場環境調査（定期観測、長期変動、季節変動）】

方 法

1. 定期観測調査

水産研究所による英虞湾定期観測の結果をもとに、今年度の海象およびプランクトンの出現状況を取りまとめた。

1) 調査期間、調査地点（図1（P17））

調査期間：令和5年4月～令和6年3月、調査地点：4測点（図1、St. A～St. D）
（プランクトンについては、赤潮発生時は臨時調査を実施）

2) 調査項目および測定機器、分析方法

水質（水温（℃）、塩分（psu）、クロロフィル *a* 量（μg/L）、溶存酸素量（mg/L）、濁度）は JFE アドバンテック社 AAQ-RINKO を使用。北原式採水器を用いて採水。

栄養塩（NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、DIN、PO₄-P（ppm））は、試水を Merck 社製 Millipore 0.45 μm メンブレンフィルターで濾過後、BLTEC 社 QuAAtro39 で分析。

試水 1ml に含まれるプランクトン数（細胞数/mL）を光学顕微鏡下で計数。

2. 長期変動調査（夏季・冬季）

1) 夏季全湾調査

（1）水質、底質

①調査月日、調査地点

調査月日：令和5年8月21日（水質）、令和5年8月22日（底質）

調査地点：20測点（図1、St. 1～20）

②調査項目および測定機器、分析方法

水質は定期観測調査に準ずる。

底質は次の通り。

エクマンバージ式採泥器を用いて採泥し、表層 3cm を試料とした。

酸化還元電位及び pH は堀場製作所 HORIBA D-52 で計測。

水分含量 (%) はドライオーブンで 105℃、24 時間乾燥した後に計測。

COD (mg/g 乾泥) はアルカリ法、AVS (mg/g 乾泥) は検知管法で測定。

2) 冬季全湾調査

(1) 水質

①調査月日、調査地点

調査月日：令和 5 年 12 月 18 日、調査地点：20 測点（図 1、St. 1～20）

②調査項目および測定機器、分析方法

定期観測調査に準ずる。

3. 季節変動調査（春季・夏季・秋季・冬季）

1) 底質

(1) 調査月日、調査地点

調査月日：春季：令和 5 年 4 月 25 日（春季）、令和 5 年 7 月 26 日（夏季）、令和 5 年 11 月 8 日（秋季）、令和 6 年 2 月 5 日（冬季）

調査地点：2 測点（図 1、St. A 立神、St. C タコノボリ）

(2) 調査項目および測定機器、分析方法

横山式採泥器で採泥し、コア内（内径 4.3cm）の表層 1cm を試料とした。

AVS (mg/g 乾泥) は検知管法で測定。

2) 底生生物

(1) 調査月日、調査地点

底質調査に準ずる。

(2) 調査項目および測定機器、分析方法

エクマンバージ式採泥器（採泥面積 0.04m²）を用いて、1 地点につき 1 回採泥。

底生生物は、目合い 1mm のフルイ上のマクロベントスを試料とし、個体数、種数、湿重量、多様度指数を求めた。

結 果

1. 定期観測調査

1) 水温

英虞湾内 4 測点（St. A～D）における水温を図 2-1（P18）に、水温の平年偏差（2m、B-1m）を図 2-2（P19）に示した。平年偏差のうち、St. D は R4 年度に御座からイカ浦

に測点を変更したため、St. A～Cのみ示した（以下、塩分、溶存酸素量、クロロフィル *a* 量の平年偏差も同様）。2m 層の水温は、St. A（立神）で 10.5℃（2 月 5 日）～30.9℃（8 月 28 日、9 月 4 日）、St. B（間崎）で 12.0℃（3 月 4 日）～30.5℃（7 月 31 日）、St. C（タコノボリ）で 13.9℃（3 月 4 日）～29.9℃（8 月 21 日）、St. D（イカ浦）で 15.1℃（2 月 5 日）～28.7℃（8 月 21 日）の範囲で推移した。一方、B-1m 層では、St. A（立神）で 10.7℃（2 月 5 日）～28.7℃（8 月 28 日）、St. B（間崎）で 12.5℃（2 月 5 日）～27.8℃（9 月 11 日）、St. C（タコノボリ）で 13.1℃（1 月 22 日）～27.8℃（9 月 11 日）、St. D（イカ浦）で 13.7℃（2 月 5 日）～28.0℃（9 月 11 日）の範囲で推移した。いずれの測点も、年間を通じ概ね平年値を上回った（図 2-2 (P17)）。

2) 塩分

英虞湾内 4 測点（St. A～D）における塩分を図 3-1（P20）に、塩分の平年偏差（2m、B-1m）を図 3-2（P21）に示した。2m 層の塩分は、St. A（立神）で 31.2（6 月 5 日）～34.5 psu（1 月 9 日）、St. B（間崎）で 31.2（6 月 5 日）～34.5 psu（1 月 9 日）、St. C（タコノボリ）で 31.7（8 月 28 日）～34.5 psu（2 月 5 日）、St. D（イカ浦）で 31.0（10 月 10 日）～34.6 psu（2 月 5 日）の範囲で推移した。一方、B-1m 層では、St. A（立神）で 32.9（9 月 11 日）～34.4 psu（1 月 9 日）、St. B（間崎）で 28.0（12 月 18 日）～34.4 psu（1 月 22 日）、St. C（タコノボリ）で 33.1（9 月 11 日）～34.5 psu（5 月 9 日）、St. D（イカ浦）で 33.0（9 月 11 日）～34.5 psu（1 月 9 日）の範囲で推移した。

平年と比較すると、St. D（イカ浦）を除いた測点では、6 月上旬に線状降水帯による影響で 2m 層の塩分が低くなった。8 月中旬は台風による影響で、各測点の 2m 層、B-1m 層ともに低くなった。それ以外では、概ね平年と同様に推移した。（図 3-2 (P19)）

3) 溶存酸素量

英虞湾内 4 測点（St. A～D）における溶存酸素量を図 4-1（P22）に、溶存酸素量の平年偏差を図 4-2（P23）に示した。底層の溶存酸素量は、St. A（立神）で 0.7mg/L（8 月 28 日）～9.3mg/L（3 月 4 日）、St. B（間崎）で 2.2mg/L（8 月 28 日）～8.9mg/L（3 月 4 日）、St. C（タコノボリ）で 3.1mg/L（8 月 16 日）～9.0mg/L（3 月 4 日）、St. D（御座）で 3.7mg/L（8 月 28 日）～8.9mg/L（3 月 4 日）の範囲で推移した。3mg/L 以下の貧酸素状態は、St. A（立神）で 8 月下旬～9 月上旬に観測された。

各測点とも概ね平年と同様に推移したが、B-1m 層は 8 月下旬に平年を下回った（図 4-2（P23））。夏季の成層期であることや、7 月下旬～8 月下旬に赤潮を形成した *K. mikimotoi* が分解される際に溶存酸素を消費した影響が考えられた。

4) クロロフィル *a* 量

英虞湾内 4 測点 (St. A~D) におけるクロロフィル *a* 量を図 5-1 (P24) に、クロロフィル *a* 量の平年偏差 (2m、B-1m) を図 5-2 (P25) に示した。今年度の傾向として、湾奥の St. A (立神) では、5 月下旬に B-1 m 層で $7.9 \mu\text{g/L}$ 、6 月下旬に B-1 m 層で $12.2 \mu\text{g/L}$ 、7 月下旬に B-1 m 層で $11.4 \mu\text{g/L}$ と高い値が観測され、8 月中旬は *K. mikimotoi* 赤潮の影響で、2m 層で $17.9 \mu\text{g/L}$ と高くなった。そのほかの地点では概ね平年並みから低めで推移した (図 5-2 (P25))。

5) 濁度

英虞湾内 4 測点 (St. A~D) における濁度を図 6 (P26) に示した。各測点で、6 月 5 日に 0.5m 層で $1.0 \sim 2.0 \text{ppm}$ と比較的高い値が観測され、6 月上旬の大雨の影響が考えられた。

6) DIN および $\text{PO}_4\text{-P}$

英虞湾内 4 測点 (St. A~D) における DIN 濃度を図 7 (P27) に、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を図 8 (P28) に示した。DIN 濃度は、各測点において、6 月中旬~7 月上旬は 0.020ppm を上回っていたが、7 月中旬には減少が確認された。8 月下旬に湾奥の St. B (間崎) と St. C (タコノボリ) の B-1m 層で増加し、9 月上旬には湾奥の St. A (立神) の B-1m 層で増加した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度も DIN 濃度と似た傾向を示した。

7) プランクトン出現状況

英虞湾内 4 測点 (St. A~D) における植物プランクトンの出現状況を図 9-1~図 9-4 (P29~P32) に示した。珪藻類は 5 月上旬~5 月下旬、7 月上旬にキートセロス (*Chaetoceros sp.*) の増加が確認された。渦鞭毛藻は、7 月下旬~8 月下旬にカレニア (*Karenia mikimotoi*) が、8 月下旬~10 月上旬にヘテロカプサ (*H. circularisquama*) が確認された。

(1) 赤潮発生状況

英虞湾における赤潮発生、漁業被害発生件数を表 1 (P33) に示した。今年度は *Karenia mikimotoi* 赤潮が 1 件、*H. circularisquama* 赤潮が 1 件発生したが、漁業被害は発生しなかった。

Karenia mikimotoi 赤潮は、7 月 24 日~8 月 28 日にイカ浦、間崎、横山、立神、大明神前、浅間、浜島、迫子で確認され、最高細胞数は $10,260 \text{細胞/mL}$ (8 月 21 日、迫子) であった。カレニアは 7 月 10 日に湾奥の間崎 (0.5m) で 2細胞/mL が初認さ

れ、7月24日に湾奥の大明神前(B-1m層)で171細胞/mLが確認され、赤潮発生となった。8月7日に湾奥から湾央の中層～底層で2～271細胞/mL、8月10日には間崎で本種による着色が見られ、水深4.5mで1,150細胞/mLと細胞密度が増加した。台風通過後の8月16日には湾奥の立神、湾口の浜島でも着色が見られ、立神(0.5m)で8,920細胞/mL、浜島(1.5m)で2,200細胞/mLと、顕著に細胞密度が増加した。8月21日には、迫子(5m)で10,260細胞/mLと、本赤潮における最高密度が確認されたが、他地点の多くで1～305細胞/mLまで細胞密度が減少した。8月25日には湾奥の大明神前(4.5m)で1,790細胞/mL、赤崎(5m)で2,580細胞/mLと、再度、細胞密度は増加したものの、8月28日にはすべての地点で赤潮基準値以下となった。

H. circularisquama 赤潮は、9月25日～10月2日に湾奥の立神(赤崎)、大明神前で確認され、最高細胞数は149細胞/mL(9月25日、立神(赤崎))であった。本種についての詳細は後述する。

(2) ヘテロカプサ (*Hetrocapsa circularisquama*) の発生状況

英虞湾におけるヘテロカプサ・サーキュラリスカーマの発生状況を表2(P34)に示した。今年度は、8月16日に湾奥の立神付近で同種が初認された。8月下旬から9月中旬は、湾奥から湾央にかけて1mLあたり1細胞～45細胞程度と低密度で確認され、9月25日に湾奥の立神(赤崎)で149細胞/mLが確認され、本種の赤潮基準値100細胞/mLを上回った。9月27日～10月2日に、湾奥の立神(赤崎)および大明神前で12～122細胞/mLが確認されたが、10月6日には赤潮基準値を下回り、10月16日にはすべての地点で本種が確認されなくなり、赤潮終息となった。英虞湾で本種の赤潮が最後に確認されたのは2016年10月上旬であり、7年ぶりの赤潮発生となった。

2. 長期変動調査(夏季・冬季)

1) 夏季全湾調査

(1) 水質

英虞湾における夏季全湾調査結果(水質)を表3(P36～37)に示した。水温の全測点平均値(±標準偏差)は、2m層で $30.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、B-1m層で $27.6 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ であった。塩分の全測点平均値は、2m層で 32.5 ± 0.1 、B-1m層で 33.3 ± 0.3 であった。溶存酸素量の全測点平均値は、2m層で $7.1 \pm 0.37\text{g/L}$ 、B-1m層で $3.8 \pm 1.5\text{mg/L}$ であった。St. 1、St. 7、St. 8、St. 9、St. 11 および St. 12 の B-1m 層では溶存酸素量が貧酸素状態の指標となる 3.0mg/L を下回った。

DINの全測点平均値は、2m層で $0.240 \pm 0.132\text{ppm}$ 、B-1m層で $1.536 \pm 1.545\text{ppm}$ であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の全測点平均値は、2m層で $0.000 \pm 0.000\text{ppm}$ 、B-1m層で $0.110 \pm 0.110\text{ppm}$

であった。

COD の全測点平均値は 2m 層で $0.89 \pm 0.30 \text{ mg O}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $0.84 \pm 0.21 \text{ mg O}_2/\text{L}$ であった。迫子 5m 層では $7.28 \text{ mg O}_2/\text{L}$ と高い値となり（表 3-1（P36））、該当海水に高密度の *K. mikimotoi*（10,260 細胞/mL）が存在していた影響が考えられた。

英虞湾の表層海水（0.5m 層）における COD の年変動を図 10（P38）に示した。20 測点における平均値は、2012～2021 年度は $0.76 \sim 1.24 \text{ mg O}_2/\text{L}$ の範囲で推移し、昨年 2022 年度は $1.56 \text{ mg O}_2/\text{L}$ とやや増加したものの、今年度は $0.88 \text{ mg O}_2/\text{L}$ と減少した。1980 年代は $2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ 前後と比較的高い値で推移していたが、1990 年以降は減少傾向であり、2000 年以降は、 $1 \text{ mg O}_2/\text{L}$ 前後でほぼ横ばいとなっている。

（2）底質

英虞湾における夏季全湾調査結果（底質）を表 4（P39）に示した。底質 COD の全測点平均値は $37.5 \pm 13.8 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥で、前年度調査時（ $37.4 \pm 12.4 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥）とほぼ同じであった。

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） $\leq 0.2 (\text{mg/g}$ 乾泥)かつ $\text{COD} \leq 20 (\text{mgO}_2/\text{g}$ 乾泥)を「正常泥」、AVS ≤ 1.0 かつ $\text{COD} \leq 30$ 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 $\text{COD} > 30$ を「汚染泥」と区分し、底質汚染度の評価を行い、図 11（P40）に示した。「正常泥」と評価されたのは St. 14（船越）、St. 18（越賀）、St. 20（御座）の 3 測点、「初期汚染泥」と評価されたのは St. 4（タコノボリ）、St. 19（イカ浦）の 2 測点であった。他の 16 測点は「汚染泥」と評価された。昨年度は St. 14、St. 18 の 2 測点が「初期汚染泥」と評価されたが、今年度は COD 値が減少し「正常泥」となった。

1981 年以降の底泥 COD の湾内 20 測点平均値を算出し、図 12（P40）に示した。1980 年代から 1990 年代後半は、底泥 COD 値は増加傾向であったが、2000 年代に入り増加に歯止めがかかり、その後は $45 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥前後の高い水準で停滞していた。令和 2 年度には近年では低い値（ $35 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥）となり、令和 3 年度は $37 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥、令和 4 年度は $39 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥 と令和 2 年度よりやや増加したものの、令和 5 年度は $37.4 \text{ mgO}_2/\text{g}$ 乾泥 となり昨年度からやや減少した。

2) 冬季全湾調査

英虞湾における冬季全湾調査結果（水質）を表 5（P42～43）に示した。水温の全測点平均値（±標準偏差）は、2m 層で $15.2 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、B-1m 層で $14.3 \pm 3.6^\circ\text{C}$ であった。塩分の全測点平均値（±標準偏差）は、2m 層で $33.9 \pm 0.4 \text{ psu}$ 、B-1m 層で $31.9 \pm 7.6 \text{ psu}$ であった。溶存酸素量の全測点平均値（±標準偏差）は、2m 層で $7.8 \pm 0.3 \text{ mg/L}$ 、B-1m

層で $7.4 \pm 1.8 \text{ mg/L}$ であった。

DIN の全測点平均値 (±標準偏差) は、2m 層で $0.831 \pm 0.608 \text{ ppm}$ 、B-1m 層で $0.770 \pm 0.389 \text{ ppm}$ であった。 $\text{P0}_4\text{-P}$ の全測点平均値 (±標準偏差) は、2m 層で $0.088 \pm 0.042 \text{ ppm}$ 、B-1m 層で $0.082 \pm 0.025 \text{ ppm}$ であった。COD の全測点平均値は 2m 層で $0.55 \pm 0.16 \text{ mgO}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $0.57 \pm 0.15 \text{ mgO}_2/\text{L}$ であった。

3. 季節変動調査

St. A (立神) と St. C (タコノボリ) における底質および底生生物の多様度指数について表 6 (P44) に示した。また、底生生物の種類数、個体数、湿重量および多様度指数の季節変化を図 13 (P45) に、底生生物の組成変化を図 14 (P45) に、調査時における両測点の底層 (B-1m) の溶存酸素量および底泥の AVS を図 15 (P45) に、両測点における底生生物の多様度指数の年変動を図 16 (P46) に示した。

両測点ともに、個体数は春季 (4 月 25 日) が最も多く、多毛類が優占していた (図 14 (P45))。春季の底生生物の個体数は St. A の方が St. C よりも多かったが、種類数、湿重量、および多様度指数は St. C の方が大きくなった (図 13 (P45))。

底層 (B-1m) の溶存酸素量は、両測点とも春季～冬季に 6.0 mg/L 以上であった (図 15 (P45))。例年、夏季の立神では溶存酸素量が低い傾向があったが、今年度は夏季も高い値を維持していた。底泥の AVS は、St. C (タコノボリ) よりも St. A (立神) で高い傾向があり、夏季は St. A (立神) では 0.52 mg/乾泥 g 、St. C (タコノボリ) では 0.07 mg/乾泥 g であった。

【Ⅱ 的矢湾漁場環境調査（定期観測、季節変動）】

方 法

1. 定期観測調査

志摩市、鳥羽市、伊勢水産室、水産研究所が共同で実施する「的矢湾定期観測」のデータをもとに、今年度の海象をとりまとめた。

1) 調査期間、調査地点

調査期間：令和5年4月～令和6年3月、調査地点：5測点（図1、St.1～St.5）

2) 調査項目および測定機器、分析方法

水質（水温（℃）、塩分、クロロフィル *a* 量（μg/L）、溶存酸素量（mg/L）、濁度）は JFE アドバンテック社 AAQ-RINKO で測定。北原式採水器を用いて採水。

栄養塩（NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、DIN、PO₄-P（ppm））は、試水を Merck 社製 Millipore 0.45 μm メンブレンフィルターで濾過後、BLTEC 社 QuAAtro39 で分析。

試水 1ml に含まれるプランクトン数（細胞数/mL）を光学顕微鏡下で計数。

2. 季節変動調査（夏季・冬季）

1) 水質

(1) 調査月日、調査地点

調査月日：令和5年9月14日、令和6年2月19日

調査地点：5測点（図1、St.1～St.5）

(2) 調査項目および測定機器、分析方法

水質（水温（℃）、塩分、クロロフィル *a* 量（μg/L）、溶存酸素量（mg/L）、濁度）、栄養塩は定期観測調査に準ずる。COD（mg/L）はアルカリ法で測定。

2) 底質

(1) 調査月日、調査地点

調査月日：令和5年9月12日、令和6年2月9日

調査地点：水質調査に準ずる。

(2) 調査項目および測定機器、分析方法

横山式採泥器で採泥し、コア内（内径 4.3cm）の表層 1cm を試料とした。

酸化還元電位及び pH は堀場製作所 HORIBA D-52 で測定。

水分含量（%）はドライオーブンで 105℃、24 時間乾燥した後に計測。

COD（mg/g 乾泥）はアルカリ法、AVS（mg/g 乾泥）は検知管法で測定。

3) 底生生物

(1) 調査月日・調査地点：底質調査に準ずる。

(2) 調査項目および測定機器、分析方法

エクマンバージ式採泥器（採泥面積 0.04m²）を用いて、1 地点につき 1 回採泥。

底生生物は、目合い 1mm のフルイ上のマクロベントスを試料とし、個体数、種類数、湿重量、多様度指数を求めた。

結 果

1. 定期観測調査

1) 水温

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) における水温を図 17 (P47) に示した。2m 層の水温は、St. 1 (千賀) で 13.4℃ (3 月 5 日) ~29.4℃ (8 月 23 日)、St. 2 (国府) で 13.2℃ (3 月 5 日) ~29.7℃ (8 月 23 日)、St. 3 (三ヶ所) で 12.9℃ (2 月 15 日) ~30.4℃ (8 月 23 日)、St. 4 (的矢湾大橋) で 11.0℃ (1 月 19 日) ~30.4℃ (8 月 23 日) の範囲で推移した。St. 5 (坂崎) については、水深が浅いため、2m 層のデータは取得できなかった。

底層 (B-1m) では、St. 1 で 14.4℃ (2 月 15 日) ~27.8℃ (8 月 23 日)、St. 2 で 12.6℃ (1 月 19 日、2 月 15 日) ~27.7℃ (9 月 13 日)、St. 3 で 13.6℃ (2 月 15 日) ~27.7℃ (9 月 13 日)、St. 4 で 11.7℃ (1 月 19 日) ~28.7℃ (8 月 23 日)、St. 5 で 10.2℃ (1 月 19 日) ~30.4℃ (8 月 23 日) の範囲で推移した。

2) 塩分

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) における塩分を図 18 (P48) に示した。2m 層の塩分は、St. 1 で 28.7 (9 月 13 日) ~34.7 (1 月 19 日)、St. 2 で 28.3 (9 月 13 日) ~34.7 (1 月 19 日)、St. 3 で 29.1 (9 月 13 日) ~34.6 (1 月 19 日)、St. 4 で 27.0 (9 月 13 日) ~33.3 (1 月 19 日) の範囲で推移した。St. 5 (坂崎) については、水深が浅いため、2m 層のデータは取得できなかった。

底層 (B-1m) では、St. 1 で 31.1 (6 月 14 日) ~34.7 (1 月 19 日)、St. 2 で 32.4 (9 月 13 日) ~34.4 (1 月 19 日)、St. 3 で 31.1 (6 月 14 日) ~34.4 (1 月 19 日)、St. 4 で 30.1 (6 月 14 日) ~33.5 (1 月 19 日、2 月 15 日)、St. 5 で 19.9 (6 月 14 日) ~33.2 (1 月 19 日) の範囲で推移した。

3) 溶存酸素量

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) における溶存酸素量を図 19 (P49) に示した。底層 (B-

1m) の溶存酸素量は、St. 1 で 4.2mg/L (8 月 23 日) ~8.2mg/L (4 月 14 日)、St. 2 で 0.5mg/L (8 月 23 日) ~8.9mg/L (2 月 15 日)、St. 3 で 3.7mg/L (8 月 23 日) ~8.5mg/L (2 月 15 日)、St. 4 で 3.8mg/L (9 月 13 日) ~8.6mg/L (2 月 15 日)、St. 5 で 3.6mg/L (8 月 23 日) ~9.4mg/L (5 月 11 日) の範囲で推移した。

4) クロロフィル *a* 量

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) におけるクロロフィル *a* 量を図 20 (P50) に示した。St. 3~St. 5 では、8 月に表層で 10 μ g/L を上回るクロロフィル *a* 量が確認された。

5) 濁度

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) における濁度を図 21 (P51) に示した。いずれの地点も B-1m 層を除くと、6ppm 以下と総じて値は小さく、観測期間を通じて目立った増減傾向はなかった。

6) DIN および P₀₄-P

図 22-1, 2 (P52) に各測点 (St. 1~5) における DIN 濃度および P₀₄-P 濃度の季節変化を示した。値の大小に違いはあるものの、全測点で概ね同傾向の増減が見られた。5 月~7 月は DIN は 0.000~0.010ppm、PIN は 0.000ppm と低い状態が続き、8 月、11 月、12 月および 3 月に増加が見られた。また、St. 4 および St. 5 が他測点と比べて高く、次いで St. 3 がやや高めなのは、降雨等による河川水の流入の影響と考えられた。

7) プランクトン出現状況

的矢湾内 5 測点 (St. 1~5) の表層 (0.5m) における植物プランクトン出現状況を図 23 (P53) に示した。珪藻類は、6 月に St. 3 を除く各測点で増加し、湾口に近い St. 1 では 2000 細胞/mL、その他の測点では 10,000 細胞/mL を上回る密度が確認された。優占種は小型の *Skeletonema* spp. であった。

8) 赤潮発生状況

的矢湾では、赤潮の発生は確認されなかった。

2. 季節変動調査 (夏季・冬季)

1) 水質調査

水質の調査結果を表 7-1 (夏季 (P54))、表 7-2 (冬季 (P54)) に示した。

① 夏季

水温の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $28.3 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、B-1m 層で $28.0 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ 、塩分の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $28.3 \pm 0.9\text{psu}$ 、B-1m 層で $29.7 \pm 5.3\text{psu}$ 、溶存酸素量の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $6.0 \pm 0.7\text{mg/L}$ 、B-1m 層で $5.2 \pm 2.3\text{mg/L}$ であった。

DIN の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $0.007 \pm 0.004\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.079 \pm 0.053\text{ppm}$ であった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $0.001 \pm 0.005\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.013 \pm 0.010\text{ppm}$ であった。

COD の全測点平均値±標準偏差は 2m 層で $1.15 \pm 0.79\text{mg O}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $1.37 \pm 0.81\text{mg O}_2/\text{L}$ であり、前年調査時の値（2m 層で $0.56 \pm 0.34\text{mg O}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $0.84 \pm 0.37\text{mg O}_2/\text{L}$ ）をともに上回った。

② 冬季

水温の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $13.2 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$ 、B-1m 層で $12.9 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ 、塩分の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $33.8 \pm 0.5\text{psu}$ 、B-1m 層で $33.8 \pm 0.6\text{psu}$ 、溶存酸素量の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $8.7 \pm 0.3\text{mg/L}$ 、B-1m 層で $8.6 \pm 0.3\text{mg/L}$ であった。

DIN の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $0.020 \pm 0.012\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.018 \pm 0.007\text{ppm}$ であり、前年調査時（2m 層： $0.009 \pm 0.005\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.010 \pm 0.003\text{ppm}$ ）に比べ高い値を示した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ の全測点平均値±標準偏差は、2m 層で $0.003 \pm 0.001\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.003 \pm 0.001\text{ppm}$ と低めで、前年調査時（2m 層： $0.003 \pm 0.001\text{ppm}$ 、B-1m 層で $0.003 \pm 0.001\text{ppm}$ ）と同様であった。

COD の全測点平均値は 2m 層で $0.99 \pm 0.57\text{mg O}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $1.38 \pm 0.22\text{mg O}_2/\text{L}$ であり、前年調査時の値（2m 層で $0.29 \pm 0.21\text{mg O}_2/\text{L}$ 、B-1m 層では $0.45 \pm 0.22\text{mg O}_2/\text{L}$ ）をともに上回った。

2) 底質および底生生物調査

底質の調査結果を表 8-1（夏季（P55））、表 8-2（冬季（P55））に示した。COD の値は夏季、冬季ともに湾口の St. 1（干賀）はそれ以外の 4 測点より低く、湾奥で高くなる傾向がみられた。5 測点平均値は夏季が $40.3 \pm 21.4\text{mg O}_2/\text{g}$ 乾泥、冬季が $42.3 \pm 19.4\text{mg O}_2/\text{g}$ 乾泥であり、昨年（夏季： $40.7 \pm 18.9\text{mg O}_2/\text{g}$ 乾泥、冬季： $44.8 \pm 23.2\text{mg O}_2/\text{g}$ 乾泥）と同様の傾向であった。

底泥の AVS の 5 測点平均値は、夏季は $0.40 \pm 0.30\text{mg/g}$ 乾泥、冬季は $0.34 \pm 0.30\text{mg/g}$ 乾泥であり、昨年（夏季： $0.27 \pm 0.17\text{mg/g}$ 乾泥、冬季： $0.30 \pm 0.26\text{mg/g}$ 乾泥）に比べ、夏季はやや高くなった。

英虞湾と同様に水産用水基準に従い、AVS と COD の値から「正常泥」、「初期汚染泥」および「汚染泥」に区分し、底質汚染度の評価を行い、図 24 (P55) に示した。「正常泥」と評価されたのは湾口部の St. 1 (千賀) のみであり、「初期汚染泥」は該当がなく、それ以外の 4 測点は、AVS は 1mg/g 乾泥を下回ったものの、COD が 30 mgO₂/g 乾泥を超えるため、すべて「汚染泥」と評価された。

【Ⅲ ポリドラ浮遊幼生調査】

目的

貝殻に穿孔する寄生虫であるポリドラについて、英虞湾内での同種の浮遊幼生の出現状況を調査し、駆虫処理に適した時期を明らかにして真珠養殖関係者に情報発信を行うことにより、真珠の生産性向上を目指す。

方法

1. 調査期間、調査地点

調査期間：令和 5 年 4 月～11 月（4-10 月は週 1 回、11 月は月 1 回）

調査地点：2 測点（図 1、St. 12 立神、St. 13 半女）

2. 調査方法

北原式定量プランクトンネット（72μm 目合い）を用いて水深 5m から鉛直曳きを 1 回（ろ水量約 200L）実施し、得られた試料を濃縮し、光学顕微鏡下でポリドラの個体数をサイズ別に計数。

3. 情報発信

毎週発行している「アコヤ養殖環境情報」に調査結果を掲載し、真珠養殖関係者への情報発信を行った。

結果

令和 5 年度のポリドラ浮遊幼生出現状況を図 25 (P56) に示した。

200μm 以上 500μm 未満のポリドラ幼生個体数は、立神では 5 月下旬～6 月下旬、半女では 4 月下旬～5 月上旬、7 中旬～8 月上旬に平年値をわずかに上回ったが、期間中を通しては概ね平年値を下回って推移した。500μm 以上のポリドラ幼生個体数は、立神では 5 月下旬、7 月上旬および 8 月上旬、半女では 5 月中旬に平年値を大きく上回ったが、それ以外の期間は概ね平年値を下回った。

【Ⅳ カキ養殖漁場環境モニタリング調査】

目的

的矢湾および英虞湾のカキ養殖漁場において、定期的に漁場環境をモニタリングすることで、養殖カキの大量へい死の原因究明や軽減対策等の推進を図る。

方法

1. 調査期間、調査地点

調査期間：令和5年7月～令和6年3月（7-11月は月2回、12-3月は月1回）

調査地点：3測点（図1、的矢湾：St.K 的矢、St.L 三ヶ所、英虞湾：St.J 神明）

2. 調査項目および測定機器

水質（水温（℃）、塩分、クロロフィル *a* 量（ $\mu\text{g/L}$ ）、溶存酸素量（ mg/L ）、濁度）は JFE 電子社 AAQ-RINKO で測定。

北原式採水器を用いて、的矢湾は水深 2m、5m、英虞湾は 2m、B-1m で採水。

試水 1mL に含まれる珪藻類細胞数を光学顕微鏡下で計数。

3. 情報発信

調査結果は漁協等へ FAX 送信した後、「カキ養殖漁場環境・モニタリング速報」としてとりまとめ、三重県水産研究所および志摩市水産課のホームページに掲載し、カキ養殖業関係者への情報発信を行った。

結果

調査地点の水深 2m、5m（英虞湾は海底直上 1m）の水温、塩分および溶存酸素量を図 26（P57）に示した。

水温は、的矢湾では、三ヶ所の水深 2m で 8 月下旬に 30.1°C となり、 30°C を上回った。英虞湾では、水深 2m で 8 月上旬、下旬、9 月上旬、中旬に 30°C を上回った。

塩分は、的矢湾、英虞湾ともに概ね 30～35 で推移したが、的矢湾では、的矢、三ヶ所の水深 2m で 9 月中旬に 28.8 まで低下した。

溶存酸素量は、的矢湾、英虞湾ともにおおむね $4.0 \sim 10.0\text{mg/L}$ で推移した。各調査地点の最低値は、的矢湾では、的矢の水深 5m で 9 月中旬に 4.8mg/L 、三ヶ所の水深 5m で 9 月下旬に 4.8mg/L 、英虞湾では、水深 B-1m で 9 月上旬に 4.3 mg/L が確認された。貧酸素状態の指標である溶存酸素量 3mg/L を下回る地点は無く、貧酸素に伴う養殖カキのへい死発生等の報告はなかった。

的矢湾の水深 2m および 5m、英虞湾の水深 2m に設置した自記式水温計

による水温データから算出した日平均水温を図 27 (P58) に示した。的矢湾では、的矢、三ヶ所ともに水深 2m で 8 月下旬に 30℃を上回った。英虞湾では、水深 2m で 8 月上旬、下旬に 32℃を上回った。英虞湾の水温は的矢湾に比べ 8 月下旬～10 月下旬まで高く、11 月以降は低い傾向であった。これは、英虞湾における調査地点の水深が 5m 前後と浅く、気温の影響を受けやすいことが考えられた。

養殖カキの餌となる珪藻類について、水深 2m および 5m (英虞湾は海底直上 1m) の海水に含まれる珪藻類の細胞数を図 28 (P58) に示した。珪藻類は、的矢湾では 9 月下旬に細胞数が増加し、的矢の水深 2m で最多細胞数となる 410 cells/mL が確認された。同地点では、昨年同時期に、同水深で最多細胞数 12,080 細胞/mL が確認されており、今年の細胞数は昨年よりも少なかった。英虞湾では 7 月中旬から 8 月下旬にかけて細胞数が増加し、8 月下旬には水深 2m で最多細胞数 660 細胞/mL が確認され、9 月上旬からはおおむね 0～200 細胞/mL で推移した。

近年、養殖マガキのへい死が問題となっている。これまでの調査の結果、へい死は主に 8～9 月に発生し、水温は年間を通じて 8 月～9 月に最も高くなる。的矢湾における令和 5 年度の夏から秋にかけての珪藻類細胞数は概ね 0～400 細胞/mL と少ない細胞数で推移した。これらのことから、カキのへい死要因の一つとして、夏場の性成熟や主に 6 月～8 月の産卵によりカキが衰弱し、高水温や餌不足などのストレスによりカキが衰弱から回復できずに、へい死に至ることが考えられた。

これらの結果について、令和 6 年 2 月 22 日、的矢地区において、養殖業者を対象とした説明会を開催し、周知を図った。

【V 参考】

語句説明

【クロロフィル *a*】 植物の光合成において基本的な役割を担うクロロフィル（葉緑素）のひとつ。海中では植物プランクトンに含まれるので、植物プランクトンの総量を把握するための指標となる。単位は $\mu\text{g/L}$ 。

【酸化還元電位】 数値が正（+）ならば酸化状態、負（-）ならば還元状態であることを示す値。値が低いほど汚染が進んでいることを示している。単位は mV。

【水分含量】 泥に含まれる水分の量。有機物を多く含む、汚染の進んだ泥は水分含

量が多いため、泥の有機汚染の指標となる。単位は%。

【COD (chemical oxygen demand)】 化学的酸素要求量。泥中、あるいは水中の有機物や還元性物質を化学的に酸化し、その時の反応で消費された酸化剤の量を、等量の酸素量で表した値。海や湖沼の有機物汚濁の指標として用いられる。

【泥の COD】 数値が高い程、泥中の有機物量が多いことを示す。AVS と併せて底質汚染の指標として用いられる。単位は mgO_2/g 乾泥 (mg/g 乾泥)。

【水の COD】 数値が高い程、水中の有機物量が多いことを示す。水産用水基準（2012 年 日本水産資源保護協会）において、一般海域における海水 COD の基準値は $1\text{mgO}_2/\text{L}$ 以下であること、ノリ養殖場では $2\text{mgO}_2/\text{L}$ 以下であることが望ましいと定められている。 $1\text{mgO}_2/\text{L}$ (mg/L) = 1ppm である。

【AVS (acid volatile sulfides)】 酸揮発性硫化物量。TS と同意語である。硫化物は有機物の微生物による分解、あるいは硫酸還元バクテリアによって生成され、ときに硫化水素 (H_2S) の悪臭を伴う。底層で生成された硫化水素を含む無酸素水、あるいは貧酸素水塊が湧昇し、溶存酸素と接触して硫化水素が酸化されると単体硫黄 (S) が形成され、海水が白濁することがある。水産用水基準（1995 年、日本水産資源保護協会）では、AVS と COD の分析値を用いて底質汚染度を 3 段階に評価する手法を提案している。すなわち、 $\text{AVS} \leq 0.2$ (mg/g 乾泥) かつ $\text{COD} \leq 20$ (mg/g 乾泥) を「正常泥」、 $\text{AVS} \leq 1.0$ かつ $\text{COD} \leq 30$ で正常泥に当てはまらないものを「初期汚染泥」、 $\text{AVS} > 1.0$ または $\text{COD} > 30$ を「汚染泥」としている。単位は mg/g 乾泥。

【DO (dissolved oxygen)】 水中に溶けている酸素の量（溶存酸素量）。 $3.0\text{mgO}_2/\text{L}$ 以下に低下すると貧酸素状態とされ、水棲生物に悪影響を及ぼす。

【DIN (dissolved inorganic nitrogen)】 アンモニア ($\text{NH}_4\text{-N}$: アンモニア態窒素)、亜硝酸 ($\text{NO}_2\text{-N}$: 亜硝酸態窒素)、硝酸 ($\text{NO}_3\text{-N}$: 硝酸態窒素) を合計した溶存無機体窒素の量。一般に DIN が $1\mu\text{M}$ 以下に低下すると、プランクトンの増殖が著しく阻害されると考えられている。 μM は、 $\mu\text{mol}/\text{L}$ あるいは $\mu\text{g -at}/\text{L}$ と表されることがある。 $1\mu\text{M} = 14\mu\text{g}/\text{L} = 0.014\text{ppm}$

【 $\text{PO}_4\text{-P}$ 】 リン酸態リン。リン酸イオンは肥料や合成洗剤、食品など広範囲に含まれ

ているイオンで、この数値が高いほど富栄養化していて、赤潮などの原因になるとされる。底層が貧酸素状態の場合に底土から遊離する。 $1\ \mu\text{M}=31\ \mu\text{g/L}=0.031\text{ppm}$