

4 漁場環境調査試験

(1) 人工生態系機能高度化技術開発試験

干潟・藻場の造成条件解明試験

曾根亮太・和久光靖・石田俊朗

キーワード；六条潟，コアマモ，ソリネット，クルマエビ

目的

大規模開発事業による海面埋立や深掘の進行により劣化した漁場環境を改善するためには、人工干潟等の生態系による水質浄化機能や生物生産機能を高度化し、それらを積極的に展開する必要がある。そのためには、残存する干潟・藻場が有する生態系機能を評価するとともに、その発現機構を解明することが求められる。平成27年度は天然の干潟・藻場が持つ高い生態系機能の基礎的知見を集積することを目的として、六条潟におけるコアマモ分布調査及び魚介類幼稚仔の分布実態調査を実施した。

材料及び方法

(1) コアマモ分布調査

平成27年9月30日に六条潟（図1及び図2）においてコアマモ分布調査を実施した。まず、船外機船（総トン数1.14トン）による目視調査によりおおよその分布域を特定し、続いて、干潮時に踏査してコアマモの分布域を確認して分布面積を求めた。また、コアマモはパッチ状に分布が見られたため、GPS（Garmin社製eTrex）による位置情報とともに各パッチの大きさを記録し、コアマモの群落構造を把握した。

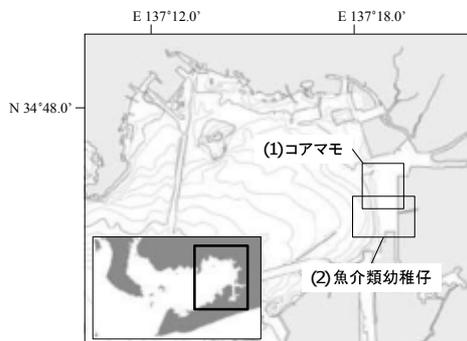


図1 調査水域

LM2, IS-0, IS-2；図1及び図3）において魚介類幼稚仔を採捕した。採捕は船外機船を用いたソリネット（網口幅2m 網口高30cm ソリ幅10cm 網長6m 追い込み部網目幅9.0mm 採集袋部網目幅3.0mm）により行い、1地点につき200mを目安に曳網し、実際の距離はGPSの航跡記録から算出した。得られたサンプルは可能な限り下位の分類群まで同定した後、計数し、湿重量を測定した。クルマエビについては体長を測定した。

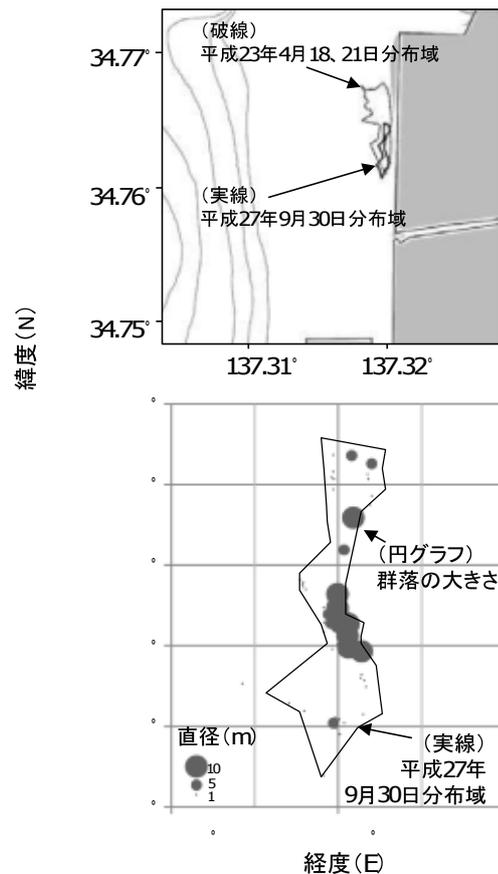


図2 六条潟コアマモの分布域及び群落構造

(2) 魚介類幼稚仔調査

平成27年12月8日に六条潟（図1）の4地点（LM0,

結果及び考察

(1) コアマモ分布調査

図2にコアマモの分布域を平成23年調査時の分布域¹⁾とともに示し、また本調査時の群落構造を示した。コアマモの分布面積は1.5haであり、群落構造を見ると、南北方向の岸沿いに狭く帯状に分布しており、密生域は分布中央部に限られていた。また、調査時期が異なるため一様に比較することは出来ないが、分布面積は平成23年の分布域(7.6ha)と比べて大幅に縮小していた。コアマモの分布域は干潟上の砂面変動により変化すると考えられるが、六条潟における分布変化の実態及びその変動要因は明らかにされておらず、今後の課題である。

(2) 魚介類幼稚仔調査

表に採捕された主要種の個体数及び湿重量を示した。水産有用種であるクルマエビの稚エビが多数採捕され(図3)、その体長組成を見ると10.3~53.2mmであった(図4)。これらの個体群は倉田²⁾の成長曲線によると8月下旬以降に発生した晩期発生群であると考えられ、体長20mm以下の個体については着底後間もないことが考えられた。昭和48年に三河湾一色干潟や福江湾で行われた稚エビ調査の生息密度は5~60個体/100m²であった。³⁾採集漁具や年代が異なり、一様な比較は行えないが、六条潟は他の干潟と同様にクルマエビの着底場として十分な機能を有していると考えられた。また、着底初期の主要な減耗要因である食害については、食害魚となるヒメハゼの個体数は春季から夏季の小鈴谷干潟における分布密度(平成22年6~9月平均11.5個体/100m²,平成23年度4~8月平均17.8個体/100m²)⁴⁾と比較して著しく少なく、この時期の六条潟は着底初期のクルマエビにとって好適な環境であると考えられた。六条潟の沖合では5~6月に前年の晩期発生個体と考えられるクルマエビの若齢個体が採捕されることから、⁵⁾六条潟がクルマエビの重要な越冬場として機能していることが推測された。

引用文献

- 1) 和久光靖・山田 智・蒲原 聡(2012)アマモ場造成条件解明試験.平成23年度愛知県水産試験場業務報告,77-78.
- 2) 倉田 博(1986)クルマエビの生活,「さいばい叢書クルマエビ栽培漁業の手引き」(クルマエビ栽培漁業の手引き検討委員会編).日本栽培漁業協会,東京,1-33.
- 3) 静岡県・愛知県・三重県(1975)太平洋中区栽培漁業漁場資源生態調査結果概要クルマエビ.太平洋中区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書(昭和47,48,49年度),1-61.
- 4) 原田 誠・野口大毅・菅谷 琢磨・山本直生・宮脇 大・川村耕平・横山文彬・小澤歳治・阿知波英明・服部克也(2015)伊勢湾・小鈴谷干潟におけるヒメハゼの資源状況から見たクルマエビの効果的な放流時期.愛知水試研報,20,1-9.
- 5) 曾根亮太・和久光靖・石田俊朗(2016)貧酸素・硫化水素に対する底生魚介類資源の応答解明.平成27年度愛知県水産試験場業務報告,82-83.

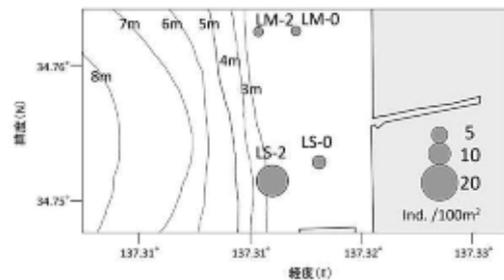


図3 六条潟におけるクルマエビの生息密度

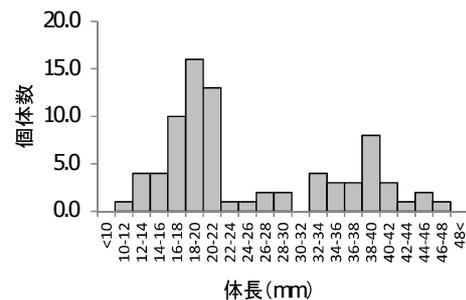


図4 クルマエビの体長組成(4測点合計)

表 採捕された主要種の100m²あたりの個体数及び湿重量

種	LM-0		LM-2		LS-0		LS-2	
	個体数	湿重量(g)	個体数	湿重量(g)	個体数	湿重量(g)	個体数	湿重量(g)
クルマエビ	1.49	0.84	1.50	1.29	3.05	1.22	17.19	3.18
エビジャコ	2.49	0.80	1.25	0.62	3.05	1.22	17.50	1.28
ヒメハゼ	1.24	1.14	0.50	0.23	1.02	0.93	1.25	1.24
ハタタテヌメリ			1.00	1.52			0.31	0.13
マゴチ					0.25	0.47	0.31	0.44

(2) 河口域資源向上技術開発試験

アサリ稚貝発生量調査

石田俊朗・和久光靖・曾根亮太

キーワード；アサリ，稚貝，豊川河口，六条潟

目 的

本県のアサリ資源を維持するためには、稚貝の安定的確保が必須である。豊川河口域は、我が国有数のアサリ稚貝大量発生海域であるが、その発生量は年により大きく変動する上、時には大量へい死が起こるなど不安定である。本調査では、豊川河口域の稚貝発生量を把握し、稚貝を漁場へ有効に移植するための情報提供及び技術開発を行った。

材料及び方法

(1) アサリ稚貝発生量調査

平成 27 年 4 月から平成 28 年 3 月の 1~3 回/月、10×10cm のコドラート (3 回/地点) による調査を、1mm 目開きの篩で採取されるアサリを対象に 3 定点で、また、6 月 30 日及び 8 月 18 日に腰マンガ (幅: 54cm、曳網面積: 約 1m²、調査測点: 10 地点) 及び水流噴射式貝桁網 (幅: 150cm、曳網面積: 約 270m²、調査測点: 5 地点) による資源量調査を行った。これら調査における主要な調査点を図 1 に示した。

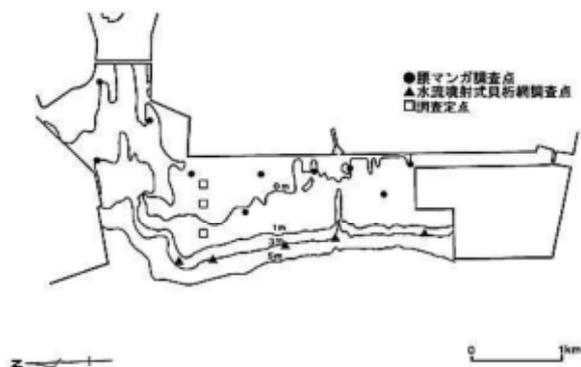


図 1 豊川河口域調査地点

(2) アサリ稚貝発生域環境調査

平成 13 年、14 年における豊川河口域アサリ稚貝の大量へい死要因とされた苦潮の発生源である大塚沖及び御津沖の浚渫窪地 (図 2) は、国土交通省三河港湾事務所及び県港湾課によって埋め戻しがほぼ終了した。この修

復による水質改善を確認するため、漁業取締・水質調査兼用船「へいわ」を用いて、図 2 に示す浚渫窪地跡の大塚沖と御津沖において溶存酸素飽和度 (DO) の調査を 6~10 月の期間に 2~3 回/月実施した。



図 2 測定位置図 (○: 大塚沖, ●: 御津沖)

結果及び考察

(1) アサリ稚貝発生量調査

定点調査の 3 地点平均殻長及び密度の推移を図 3 に、また殻長組成を図 4 にそれぞれ示した。平均殻長は 4 月下旬で 2.7 mm と前年度調査結果よりも 1mm 小さかった。¹⁾ その後 10 月下旬の 10.7mm までは順調に成長したが、それ以降は成長が鈍化した。殻長組成を見ると、10 月下旬までは 10mm 以上の稚貝の割合が増加していったが、その後は 3 月下旬を除き 10mm 以上の稚貝の割合は 30~40% 程度となった。1m² 当たりの平均密度は 4 月下旬が 3.5 万個体であり、前年度の 2 倍以上であった。¹⁾ その後、10 月下旬に 2.8 万個体となるまで 3 万個体以上の密度が

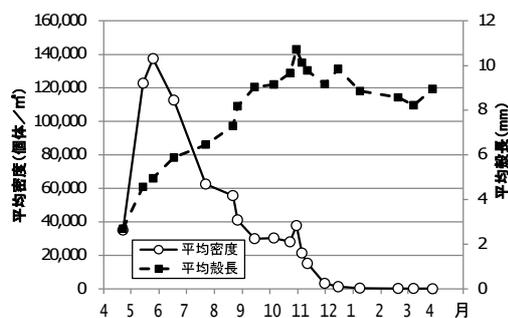


図 3 3 地点平均殻長及び平均密度の推移

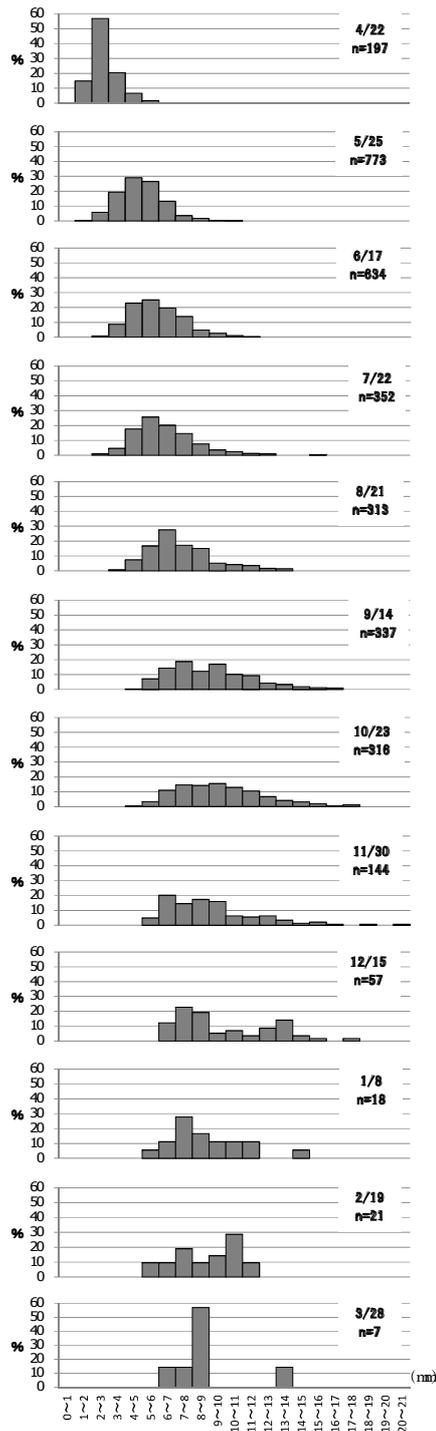


図4 殻長組成(3地点合計)の推移

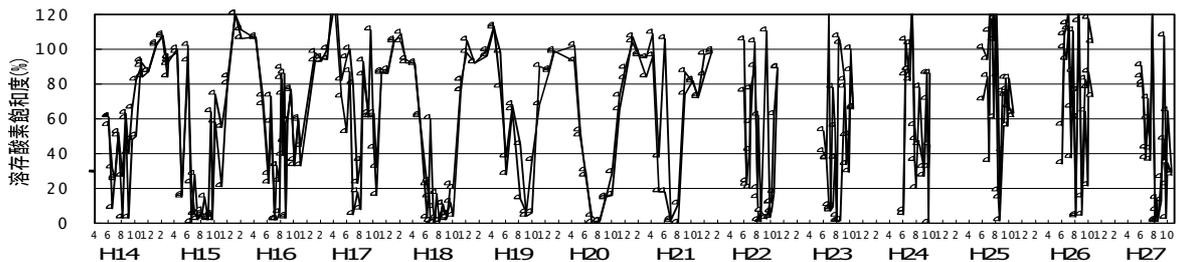


図5 大塚沖(○)と御津沖(●)の浚渫底層における溶存酸素飽和度の推移(破線はDO=30%)

続き、特に5、6月には10万個体以上と非常に高かった。10月下旬以降、密度は低下を続け、11月下旬には大きく低下して3千個体となり、1月～3月は400個体以下まで低下した。

6月30日及び8月18日の資源量調査では、六条潟全体のアサリ稚貝資源量はそれぞれ1,500トン及び4,000トンと推定された。これを受けて、第1回目の特別採捕が7月9日～8月31日、第2回目が9月1日～10月31日の期間に行われ、合計3,890トンのアサリ稚貝が採捕された。

平成27年度も六条潟には2～3万個体/㎡の密度でアサリ稚貝が発生し、約4,000トンの稚貝が採捕され、資源の有効活用が図られたが、11月にはアサリ稚貝が激減した。別事業²⁾で調査したアサリ初期着底稚貝は、11月下旬には大量の着底が確認され、1月にも非常に多く着底しており、前年度¹⁾と同様に冬季に減耗することなく、生残・成長していた。今後、漁場環境の調査等により稚貝大量減耗の要因を解明し、稚貝の安定した供給とともにアサリ資源の増大を図る必要がある。

(2) アサリ稚貝発生域環境調査

底層DO調査の結果、酸素飽和度が30%を下回ったのは8月上旬～10月中旬の2地点合計12回で、直近の10年間では平成18・22年に次ぐ多さであった。また、10月中旬という時期に貧酸素が確認されたのは、平成22年以後のことであった。

引用文献

- 1) 山田 智・和久光靖・曾根亮太(2015)河口域資源向上技術開発試験ーアサリ稚貝発生量調査ー.平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 72-73.
- 2) 石田俊朗・和久光靖・曾根亮太(2016)六条潟アサリ稚貝大量発生機構解明試験.平成27年度愛知県水産試験場業務報告, 77-78.

(3) 水産生物被害防止基礎試験

有毒プランクトン増殖機構解明試験

柴田晋作・湯口真実・二ノ方圭介

キーワード ; *Alexandrium* 属, 麻痺性貝毒, シスト

目 的

有毒渦鞭毛藻類の一種である *Alexandrium tamarense* が増加し, これを貝類が摂食することで, 貝類の毒化が起こる。平成 26 年 3 月にはアサリ等に国の規制値を超える麻痺性貝毒が検出されたところである。

A. tamarense は, 増殖に適さない環境下ではシストを形成し, 増殖に適した環境になると発芽し栄養細胞となることが知られている。シストは栄養細胞の増殖の発生源として重要な働きをしている。そのため, 平成 23 年度からシストのモニタリング調査を行っている。平成 27 年度は, 26 年度¹⁾に引き続き三河湾 7 地点についてシストの分布調査を行った。

材料及び方法

平成 27 年 9 月 15 日に三河湾の 7 定点で底泥を採取した。底泥の採取には, エクマンバージ採泥器を用い, 採泥した泥の表層 3cm を回収し, シストの計数まで 4°C の貯蔵庫で保存した。シストの計数は常法²⁾により行った。計数したシストは, サンプル泥の見かけの比重から, 1cm³あたりの密度に換算した。

結果及び考察

平成 27 年度の計数結果を図 1 に示した。*Alexandrium* 属のシストは, 全ての調査点で確認され, 湾の中央部と東部にシストが多く, その密度は 3~527 cysts/cm³ (平均 208 cysts/cm³) であった。前年の平成 26 年度のシスト数は 10~329 cysts/cm³ (平均 209 cysts/cm³) で, 平均シスト数はほぼ同じであった。

地点別のシスト数は, 例年同様に渥美湾の方が知多湾よりかなり多い結果となり, 渥美湾の中でも東寄りの A7 や A10 のシスト量が多いのも例年同様の傾向であった (図 2)。

このモニタリング調査は平成 23 年度から実施しているが, 今後も栄養細胞増殖の発生源となるシスト現存量をモニタリングしてデータを蓄積し, 貝毒発生の危険性との関係を明らかにする必要があると思われる。

引用文献

- 1) 柴田晋作・戸田有泉・二ノ方圭介(2014)有毒プランクトン増殖機構解明試験. 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 74.
- 2) 有毒・有害種のシストの観察手法と分類. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京, pp103.

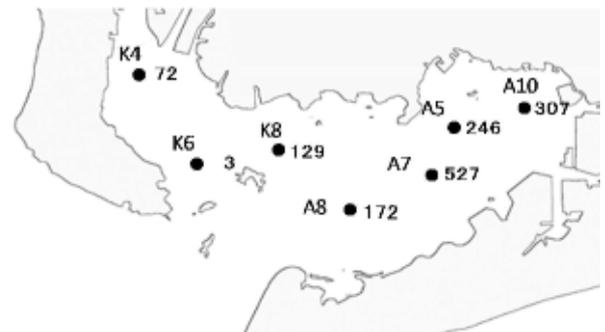


図 1 平成 27 年の三河湾における *Alexandrium* 属のシストの分布 (cysts/cm³)

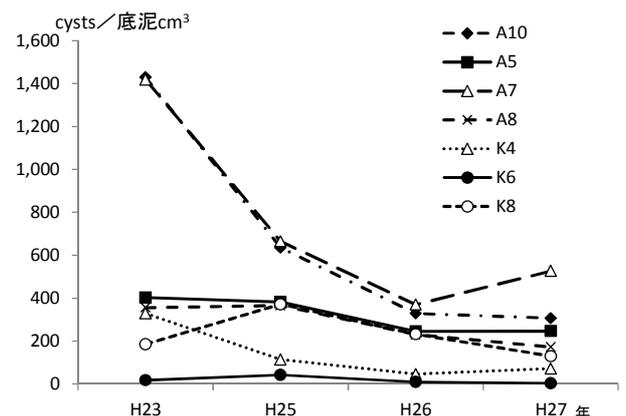


図 2 地点別のシスト数の推移

貧酸素水塊状況調査

二ノ方圭介・柴田晋作・湯口真実・天野禎也
大澤 博・島田昌樹・袴田浩友・清水大貴

キーワード；貧酸素水塊，面積

目 的

夏季に伊勢湾，三河湾の底生生物の生息に大きな影響を与える貧酸素水塊の形成状況をモニタリングし，貧酸素化に伴う漁業被害を軽減することを目的に，関係機関への情報提供を行った。

方 法

貧酸素水塊の発生時期である平成 27 年 6 月から 10 月にかけて伊勢湾の 12 点と三河湾の 25 点において，漁業取締・水質調査兼用船「へいわ」により，各層の溶存酸素飽和度（以下 DO）と水温・塩分の測定を行った。また，伊勢湾については，海洋資源グループと三重県水産研究所鈴鹿水産研究室から水温・塩分・DO の調査データの提供を受けた。これらのデータから伊勢・三河湾底層の DO 分布の等値線図を作成し，貧酸素情報としてまとめ，関係機関に提供するとともに，水試ウェブページで公開した。また，等値線図から底層の DO が 10% 以下，10~30% の水域の面積を算出するとともに，1 号ブイの水温，塩分，底層 DO の数値を用いて，貧酸素水塊の消長を明らかにした。

結果及び考察

三河湾では渥美湾奥部で 6 月 2 日に貧酸素水塊が確認されたが，その後 7 月 2 日までは貧酸素水塊は確認されないか，規模が小さかった。7 月 13 日には広く貧酸素水塊が確認され，8 月中旬に最大（201km²）に達した。8 月下旬は台風の影響により，海況自動観測ブイ 1 号で底層の貧酸素水塊が解消している様子が観測され，その後の調査では貧酸素水塊が確認されたが，規模は順次縮小した（図 1, 2）。

伊勢湾では，6 月 1 日に貧酸素水塊が確認され（グラフなし。），6 月 22 日には湾中央部を中心に発達し最大（695km²）となった。8 月 3, 5 日に外海水の底層への侵入により，湾南東部で貧酸素水塊の中層への持ち上がりや解消がみられた。また，台風直後の 8 月 27 日の調査では貧酸素水塊は確認されなかった（図 3, 4）。

貧酸素水塊面積の最大値は三河湾が 26 年度並み，伊勢湾では 26 年度より小さかった。

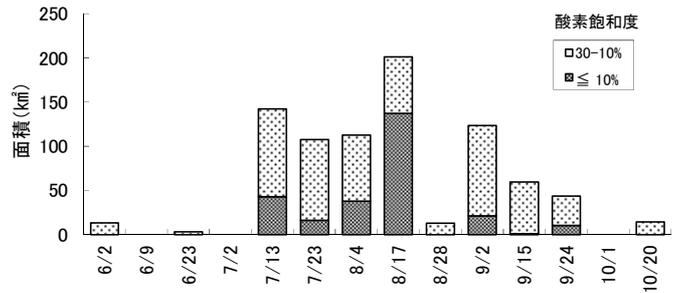


図 1 平成 27 年三河湾の貧酸素水塊面積の推移

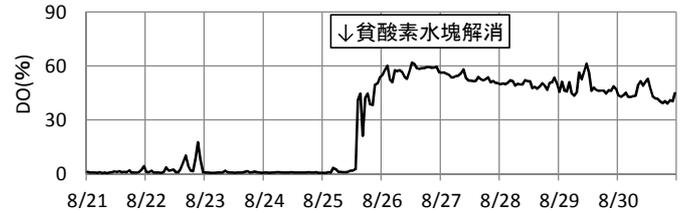


図 2 8 月下旬の 1 号ブイ底層 DO の推移

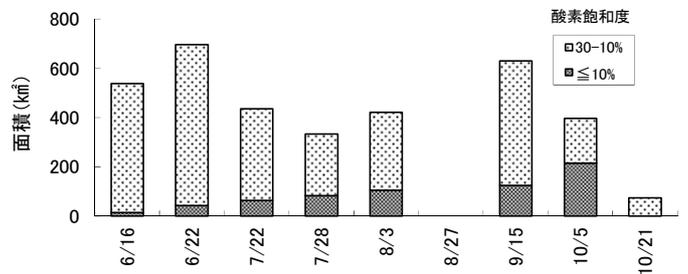


図 3 平成 27 年伊勢湾の貧酸素水塊面積の推移

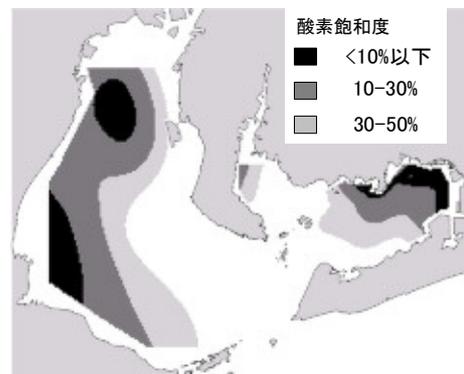


図 4 伊勢湾（8 月 3, 5 日）三河湾（8 月 4, 5 日）の底層 DO の水平分布

注：図 1, 3 の日付は調査が複数日にまたがる場合，調査初日を記載。

(4) 海域情報施設維持管理

海況自動観測調査

二ノ方圭介・柴田晋作・湯口真実・天野禎也
大澤 博・島田昌樹・袴田浩友・清水大貴

キーワード；三河湾，海況変動，自動観測ブイ

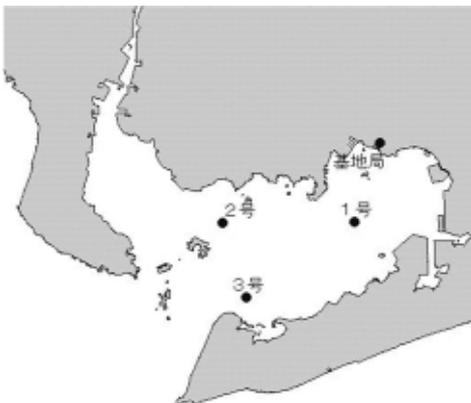
目 的

貧酸素，赤潮による漁業被害を軽減することを目的として，図表化した海況自動観測ブイデータを関係機関に提供するとともに，貧酸素予報，赤潮予報の基礎データとする。

方 法

三河湾内の3カ所（図1）に設置した海況自動観測ブイ（以下「ブイ」）の保守管理，観測値のクロスチェックを行って信頼性の高いデータ取得に努めるとともに，毎正時に得たデータを水試ウェブページ，県公式携帯情報ページへ掲載した。

観測項目は，気温，風向風速，表層から底層の水温，塩分，溶存酸素飽和度（以下D0），クロロフィル蛍光強度（JFEアドバンテック社製，以下クロロフィル），濁度，流向流速である。



ブイ番号	設置位置
1号	34° 44.6' N, 137° 13.2' E
2号	34° 44.7' N, 137° 4.3' E
3号	34° 40.5' N, 137° 5.8' E

図1 海況自動観測ブイ設置位置

結 果

平成27年度の各ブイの水温・塩分・D0・クロロフィル・気温の日平均値の変動を図2に示した。水質データ

は表層から底層まで鉛直的に観測データを取得しているが，過去データとの比較のため，25年度まで設置されていた旧自動観測ブイの観測層（上層：3.5m，下層：海底直上2m）のデータを抽出して日平均を求めグラフ化した。各項目の特徴は以下のとおりであった。

(1) 水温

上層水温は，1号ブイでみると4月下旬から5月下旬は平年（過去24カ年平均）より高め，6月上旬から7月中旬まで平年並みから低めとなった。7月下旬は高めであったが，8月上旬に台風の影響により一時的に低めとなった。9，10月は平年並みから低めとなり，11月から3月にかけては平年並みから高めで推移した。2，3号も概ね1号と同様の傾向であった。下層水温は，各ブイとも4月から9月まで平年に比べて顕著な差はなく，10月以降は上層の推移と同様の傾向であった。

(2) 塩分

上層塩分は，各ブイとも4月下旬に平年より低めとなり，その後6月まで上昇傾向となった。7月下旬及び9月中旬に降雨の影響により塩分の低下が著しかった。下層塩分は，3号ブイでは外海水の影響による塩分の上昇がみられ，特に5月上旬，5月下旬及び6月上旬に高くなった。また，台風の影響により上下混合が生じ9月に塩分の低下がみられた。

(3) 下層D0

1，2号ブイでみると6月上旬から7月上旬までは平年より高めで推移したが，1号ブイでは7月中旬，2号ブイでは7月下旬に日平均で30%以下となった。8月下旬の強風と9月上旬の台風の影響により海水が上下混合し貧酸素水塊が一旦解消したが，その後も貧酸素水塊の発生があり，1号ブイでは9月下旬まで30%を下回ることがあった。

(4) 上層クロロフィル

各ブイとも4月下旬から5月上旬にかけて高い値で推移した。1号ブイでは11月上旬及び2月下旬から3月上旬にかけて特に低い値となった。

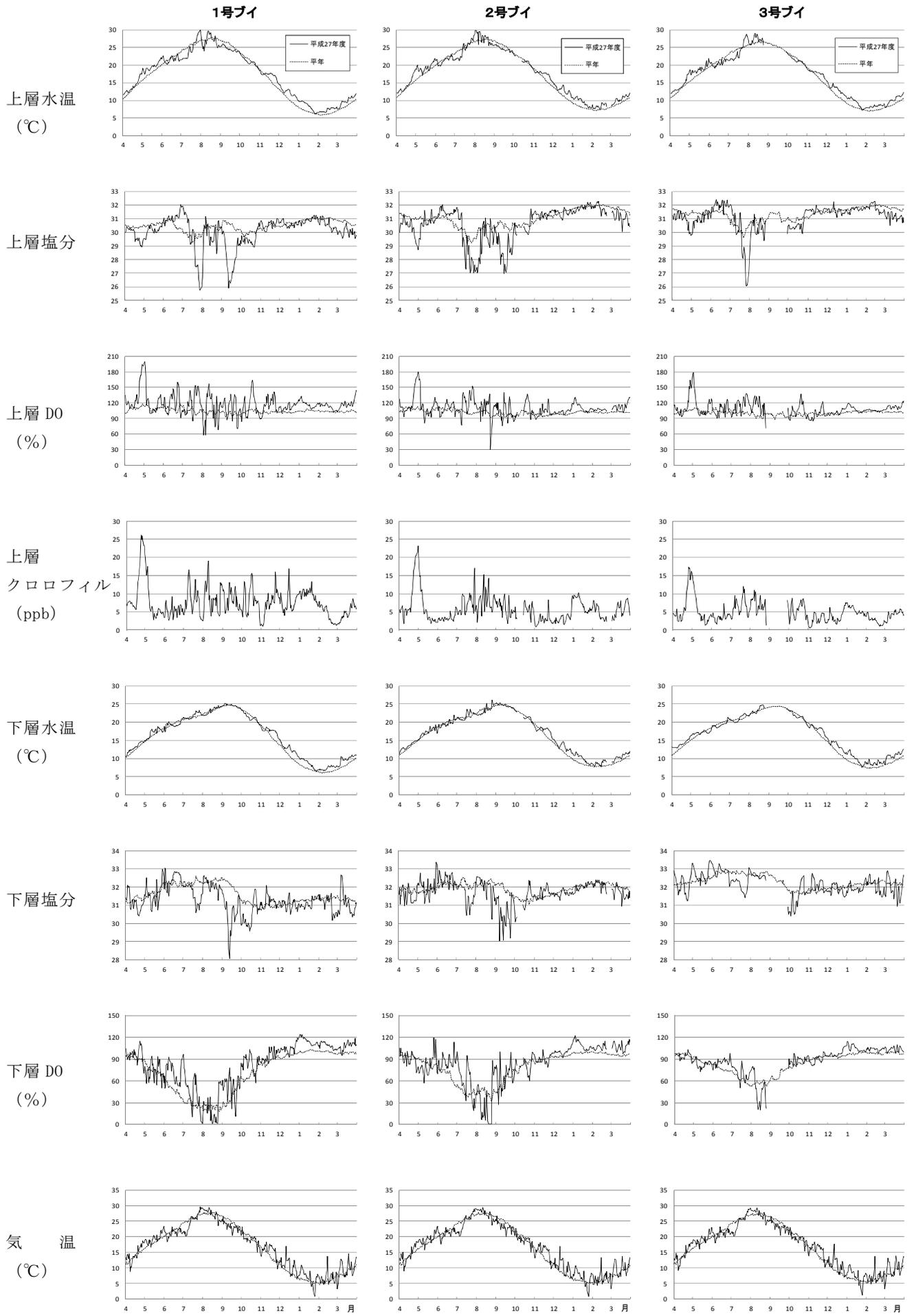


図2 平成27年度の各ブイの水温・塩分・D0・クロロフィル・気温の日平均値の推移

(5) 六条潟アサリ稚貝大量発生機構解明試験

石田俊朗・和久光靖・曾根亮太

キーワード；六条潟，アサリ，浮遊幼生，着底稚貝，稚貝，大量発生機構

目 的

六条潟では貧酸素水塊によってアサリ稚貝が大量へい死する事例が頻発し，移植放流量が不安定な状況である。その危険分散及びさらなるアサリ資源の確保のためには，新たなアサリ稚貝大量発生干潟を造成する必要がある。本研究は，六条潟の稚貝大量発生機構を明らかにし，新たな稚貝発生干潟を造成するための候補地の選定や設計の基礎資料とするために行った。

材料及び方法

(1) 浮遊幼生調査

六条潟干潟上の 3 定点 (A~C と沖合 1 定点 (D) において，上げ・下げ潮時にノルバックネット (口径 45cm 網目 50 μ m) による層別の水平びき調査 (D は表・中・底層。A~C は表・底層とし，水深が浅くて層別採取が不可能な場合は 1 層を採取) を平成 27 年 10~11 月の期間に 4 回行った (図 1 左)。また，A 及び C では期間中，底層に流向流速計 (JFE アドバンティック社製 Infinity-EM) を設置し，連続観測を行った。

(2) 着底稚貝調査

豊川河口に近い六条潟北部の干潟上に東西方向 (岸~沖方向) に 3 測線，南北方向に 4 測線を設け，測線上に 12 定点を設定した (図 1 右)。最も沖側の定点は，干潟縁辺の斜面域となる。着底稚貝の採取は，平成 27 年 4~6 月及び平成 27 年 10 月~平成 28 年 3 月の期間に各月 1~2 回行い，直径 44mm のコアによる 2 回採泥分を 1 検体として計数及び殻長を測定した。

結果及び考察

(1) 浮遊幼生調査

調査日・定点別の採取数 (潮の上げ下げ・各採取層の合計) を図 2 に示した。沖合の D ではコンスタントに幼生が出現し，昨年度の調査結果¹⁾と同様に浮遊幼生の出現が確認された。また，干潟上の 3 定点では豊川河口に近い A で幼生数が多く，特に 11 月 5 日には干潟上の定点で幼生数に大きな差があった。11 月 5 日の採取前の底層の流れは，幼生数が多かった A では

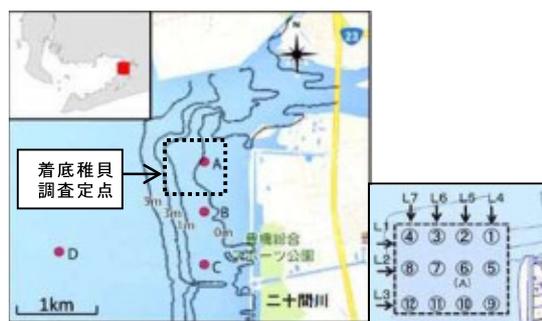


図 1 浮遊幼生調査定点 (左) 及び着底稚貝調査定点 (右)

南東向き，少なかった C では北東向きの流れがいずれも 10 時間程度連続しており，幼生の干潟への出現には流向が大きく関係していると推察された (図 3)。

調査日・潮の上げ下げ・採取層・幼生サイズ別 (200 μ m で区分) の調査結果について，A の結果を図 4 に示した。幼生サイズについては，発生初期の D 型幼生から着底間際の 200 μ m 以上の幼生まで確認されたが，200 μ m 以上の個体の割合は全個体中 1% と非常に少なく，また，着底稚貝が多かったのが 11 月 8 日だったこともあり (後述)，着底間際の幼生の動態についてはわからなかった。200 μ m 未満の幼生数が 1,000 個体/m³以上確認された 10 月 23 日及び 11 月 5 日でみると，上げ下げとも底層より表層に多く確認されたため，200 μ m 未満の幼生は表層に多く分布している傾向が示された。

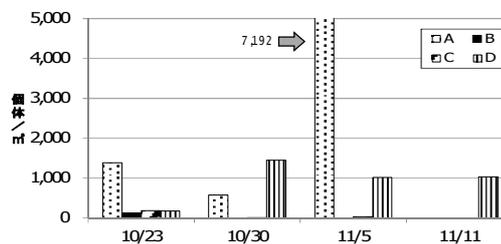


図 2 浮遊幼生採取調査結果

(2) 着底稚貝調査

調査結果については，移植放流稚貝の中心となる秋季生まれ稚貝の結果 (平成 27 年 10 月~平成 28 年 3 月) について報告する。図 5 に各調査日の定点別の個体密度・殻長組成割合 (左) 及び 12 定

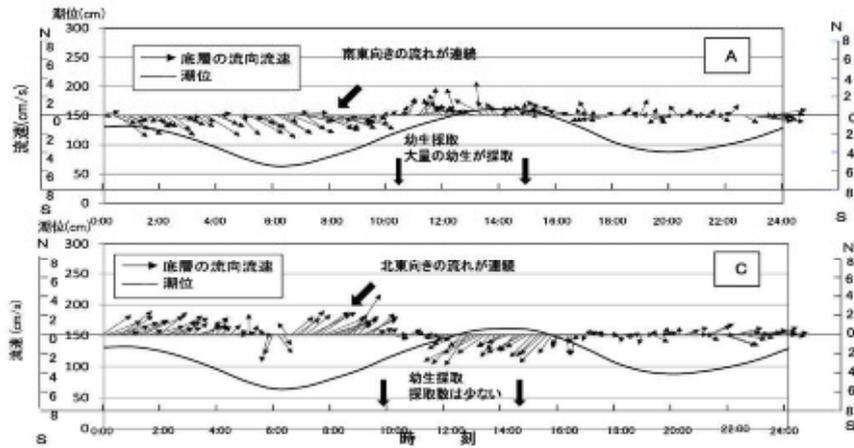


図3 11月5日のA・Cの底層の流向流速

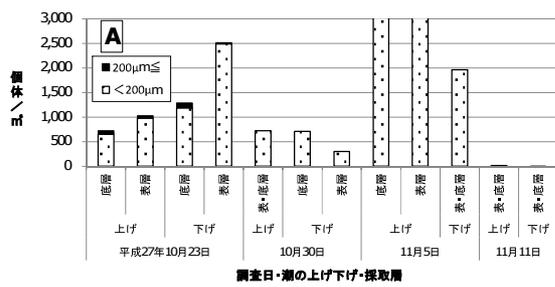


図4 定点Aの浮遊幼生採取調査結果

点分を合計した殻長別個体数(右)を示した。

定点別の密度は、東西方向の測線ではL3でやや低いものの他の2測線と大きな差はなかった。南北方向では、II-L0.6mであるL6で高く、I4で低い結果であった。蒲原ら²⁾は、11月に0.4mm以上の着底稚貝が多く、成長に伴い岸方向へ移動する傾向を報告しているが、本調査では1月8日に0.2~0.4mmの稚貝が多く、移動の傾向は明確でなかった。このことは冬季の低水温により成長が遅く、稚貝の成長に伴う移動が明確ではなかったか、もしくは、着底時期の違いにより稚貝の移動パターンが異なる可能性が考えられた。

殻長組成別個体数については、1月8日に最多の着底稚貝が採取されたが、0.2~0.3mmの初期稚貝が多かったことから、産卵が平年より遅い時期に行われた可能性が考えられた。また、3月28日には各殻長の個体数が増加しており、調査区域外から運ばれてきた可能性が考えられたが詳細は不明であり、今後の課題である。

本研究は三井物産環境基金により実施した。

引用文献

- 1) 山田 智・和久光靖・曾根亮太 (2015) 六条潟アサリ稚貝大量発生機構解明試験. 平成26年度愛知県水産試験場業務報告, 78-79.
- 2) 蒲原 聡・山田 智・和久光靖・曾根亮太・岩田

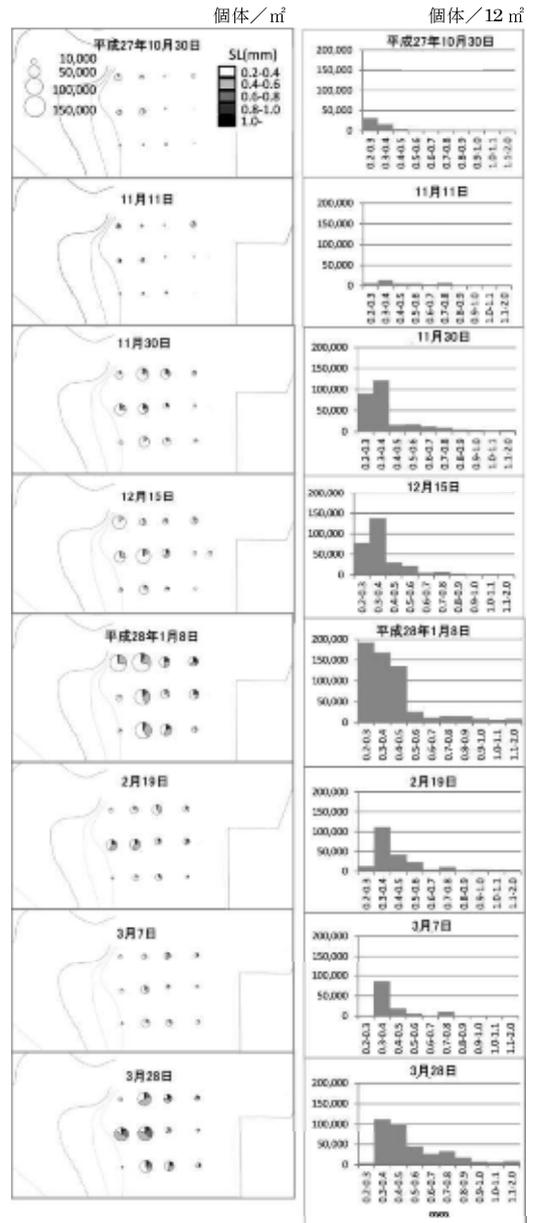


図5 着底稚貝調査結果
定点別の稚貝密度・殻長組成割合(左)及び12点分を合計した殻長別個体数(右)

靖宏 (2013) 三河湾六条潟におけるアサリ着底初期稚貝の動態. 愛知県水産試験場研究報告, 18, 13-20.

(6) 沿岸域生物被害予察手法開発試験

湾奥の干潟・藻場における貧酸素・硫化水素被害回避策の検討・評価

和久光靖・曾根亮太・石田俊朗

キーワード；干潟・藻場，流れ，貧酸素水塊，デッドゾーン

目 的

三河湾では1970年代を中心に、大規模な埋め立てにより広範な干潟・藻場が消失した。しかし、湾奥部には六条潟を始めとした干潟や藻場が残存し、水産有用種や野鳥など多様な生物の生息場所を提供するだけでなく、湾全体の水質浄化機能を担っている。その一方で、湾奥部には浚渫や埋立地による閉塞化により極度に環境が悪化している水域、いわゆるデッドゾーンが集中し、そこで発生した硫化水素水や貧酸素水塊が周辺の干潟・藻場生態系へ大きな打撃を与えていることが明らかとなっている。¹⁾ 本研究は、湾奥部において時空間的に高密度な観測を実施し、デッドゾーンに起因する周辺の干潟・藻場の生物被害に対する対策を検討することを目的とした。

材料及び方法

三河湾湾奥の干潟・藻場及び隣接する航路・泊地近傍に設定したSt. 6, 7において平成27年6月19日から10月13日までの間、海底直上層の流向流速（JFEアドバンテック社製Infinity-EM）、水温・塩分（JFEアドバンテック社製Infinity-CTW）及びDO（JFEアドバンテック社製RINKO-W）の連続観測を行い10分間隔で値を記録した（図1）。

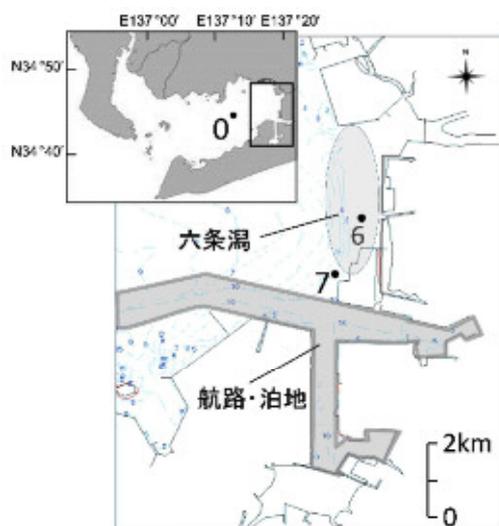


図1 測点図

結果及び考察

図2上段に六条潟南部の測点St. 6の海底直上におけるDO、塩分、流向流速を、DOの顕著な低下が認められた期間について示す。DOの低下は塩分の上昇を伴っていることから、St. 6におけるDOの低下は、深場からの高塩分、低DO水の湧昇によるものと考えられる。8月20日から8月21日にかけてDOが断続的に低下した期間に着目すると、潮時に関係なく、北東向きの流れが持続していた。このときの六条潟南部縁辺部のSt. 7の底層の状況を見ると、高塩分の貧酸素水に占められ、南西向き、北東向きの流れが交互に認められた（図2下段）。北東向きの流れの2~4時間後にSt. 6のDOが低下した。これらのことから、この期間のSt. 6におけるDOの低下は南部の深場、すなわち航路・泊地由来の貧酸素水の湧昇によって引き起こされたと考えられる。また、8月25日にもDOの低下が認められたが、このときSt. 6底層では顕著な東向きの流れが持続していた。三河湾湾奥にある愛知県水産試験場自動観測1号ブイ（図1中St. 0）の観測記録によると、8月24日から8月26日にかけて、強い東風の連吹が捉えられており、St. 6底層の顕著な東向きの流れはこれによって引き起こされたと考えられる。8月19日には渥美湾の広範囲で貧酸素水塊の形成が観測されており²⁾、8月24~26日のDO低下は、この六条潟前面に形成されていた貧酸素水塊の湧昇によるものと考えられる。このように、三河湾湾奥部に位置する六条潟におけるDOの低下は、南に隣接する航路・泊地底層と、湾奥部底層に形成された貧酸素水塊、それぞれからの湧昇によりもたらされていることが明らかとなった。

引用文献

- 1) 和久光靖・金子健司・鈴木輝明・高倍昭洋（2012）沿岸域におけるデッドゾーンの分布-三河湾の事例-。水産海洋研究，76，1-10。
- 2) 曾根亮太・和久光靖・石田俊朗（2016）貧酸素・硫化水素に対する底生魚介類資源の応答解明。平成27年度愛知県水産試験場業務報告，81-82。

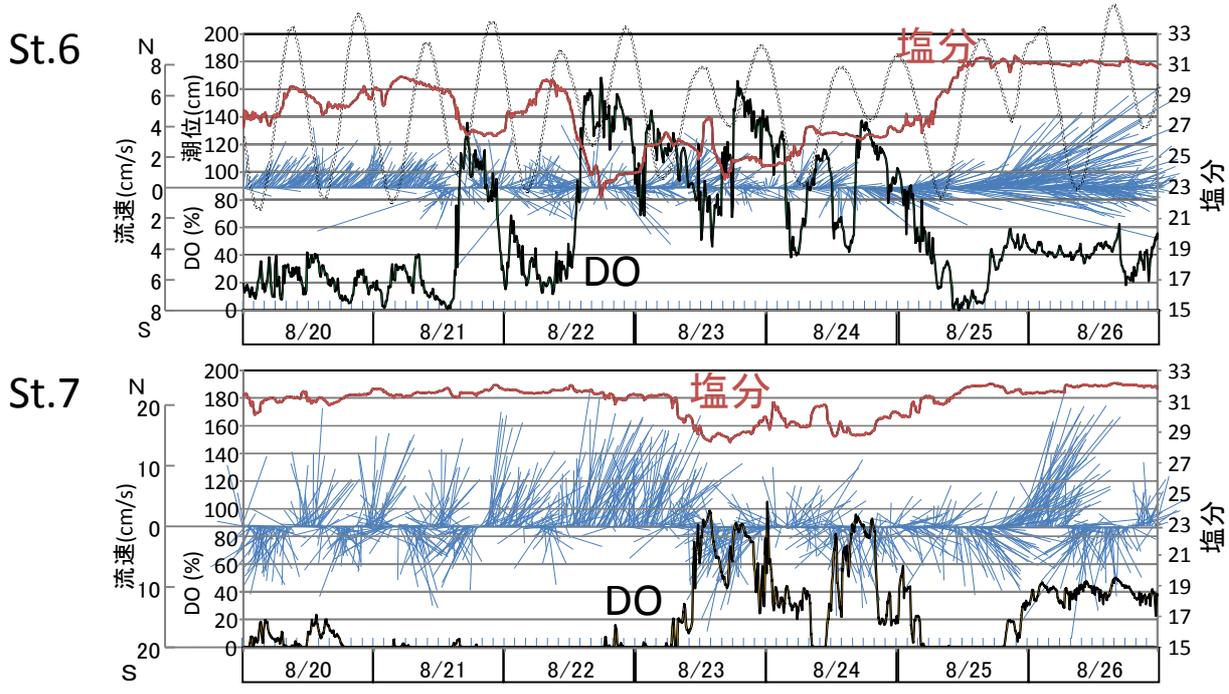


図2 St.6 (上段) と St.7 (下段) における海底直上の溶存酸素飽和度 (DO) , 塩分及び流向流速の推移
 上段破線は三河港の実測潮位を示す

貧酸素・硫化水素に対する底生魚介類資源の応答解明

曾根亮太・和久光靖・石田俊朗

キーワード；貧酸素水塊，底生魚介類，カレイ類，ガザミ，クルマエビ，シヤコ

目的

夏季の貧酸素水塊は底生魚介類の生息を困難にし、これらを漁獲対象種とする底びき網漁業に大きな影響を与えている。そこで、貧酸素水塊及び貧酸素化に伴い生成される溶存硫化物が底生魚介類資源に与える影響を評価するために、三河湾東部海域（渥美湾）において春季から夏季の貧酸素化の進行過程にかけて、水質観測とともに底びき網調査を行った。

材料及び方法

調査は渥美湾に 11 測点設定し（図 1）、平成 27 年 5 月～8 月にかけて毎月 1～2 回の合計 6 回実施した。魚介類の採捕は小型機船底びき網（えびけた網，総トン数 5.5 トン）により行い，けた幅は 5.0 m，袋網は 7 節（目合い約 5.0 cm）を用いた。1 回の曳網は約 500m を目安とし，実際の曳網距離は GPS（Garmin 社製 eTrex）の航跡記録から算出した。投網前及び揚網後に表層（水面下-0.5m）及び底層（底上+0.5m）について多項目水質計（JFE アレック社製 AAQ1182s-H）を用いて，水温，塩分及び DO を測定した。また，北原式採水器を用いて海底直上水（底上+0.5m）を採取し，ヨウ素滴定法（JIS K0102）により硫化物イオン濃度を測定し，溶存硫化物濃度とした。採捕された魚介類サンプルは可能な限り下位の分類群まで同定を行った後，個体数を計数し，分類群ごとの総湿重量を測定した。ここでは，個体数及び湿重量において優

占し，かつ水産有用種であるカレイ類（イシガレイ・メイタガレイ・マコガレイ），ガザミ，クルマエビ及びシヤコを主要魚介類として取り扱った。

結果及び考察

5 月から 8 月における底層 DO の推移を溶存硫化物濃度または主要魚介類の個体数密度とともに図 2 に示した。底層 DO は 5 月 20 日から 6 月 23 日までは局所的に DO 2 mg/L 以下となる水域も見られたが，顕著な貧酸素化の進行は見られなかった。7 月 7 日になると湾北部において貧酸素化が進行し，低 DO 水域が拡大した。7 月 29 日には湾北部の DO は回復したが，他の水域で DO が極度に低下し，St. 6 では 0.4 mg/L の溶存硫化物が確認された。8 月 19 日には水域のほとんど全てが DO 1 mg/L 以下となり，湾北部を中心に溶存硫化物濃度が上昇し，St. 2 で最大の 3.6 mg/L となった。主要魚介類についてはカレイ類やシヤコは 5 月 20 日から出現し，広く分布していたが，St. 1, 2, 6 などの湾北部や湾南部の St. 9 では少ない傾向にあった。クルマエビは 5 月 20 日にはほとんど出現が見られなかったが，6 月 9 日に六条潟周辺の St. 3, 4 において出現し，その後は沿岸域（St. 1, 3, 4, 5, 7, 9）で分布が見られた。ガザミは 6 月 23 日までは出現がわずかであったが，7 月 7 日以降は St. 1～5, 7, 9 の沿岸部で分布が見られた。一方で，極度に DO が低下し，貧酸素化が拡大した 7 月 29 日には主要魚介類の分布域は縮小し，個体数は大きく減少した。また，ほぼ全ての水域で無酸素化した 8 月 19 日には主要魚介類の分布はほとんど見られなかった。St. 8 における水試 1 号ブイの DO 連続観測値と主要魚介類の出現状況を対比したところ，各種が応答する底層 DO に差異が見られた（図 3）。St. 8 の DO 連続観測値は大きく変動を伴うものの 6 月末までは 3 mg/L 以上を維持していたが，その後貧酸素化が進行した。これに対して各種の個体数の減少時期には多少のずれがあり，クルマエビ，ガザミ，イシガレイ，シヤコの順番で早期に個体数が減少した。この時の DO 推移状況から出現閾値を推察すると，クルマエビでは約 4.0 mg/L，ガザミ及びイシガレイでは約 3.0～4.0 mg/L，シヤコでは約 2.0 mg/L であると考えられた。

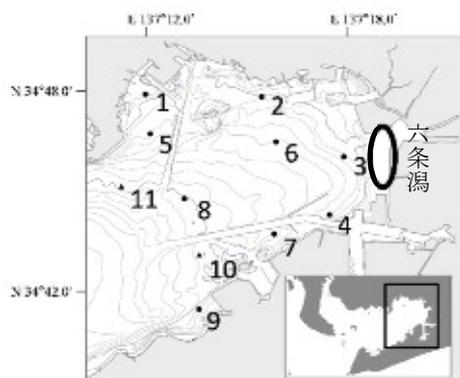


図 1 調査測点（St. 1～9：水質観測及び底生魚介類調査，St. 10，11：水質観測のみ）

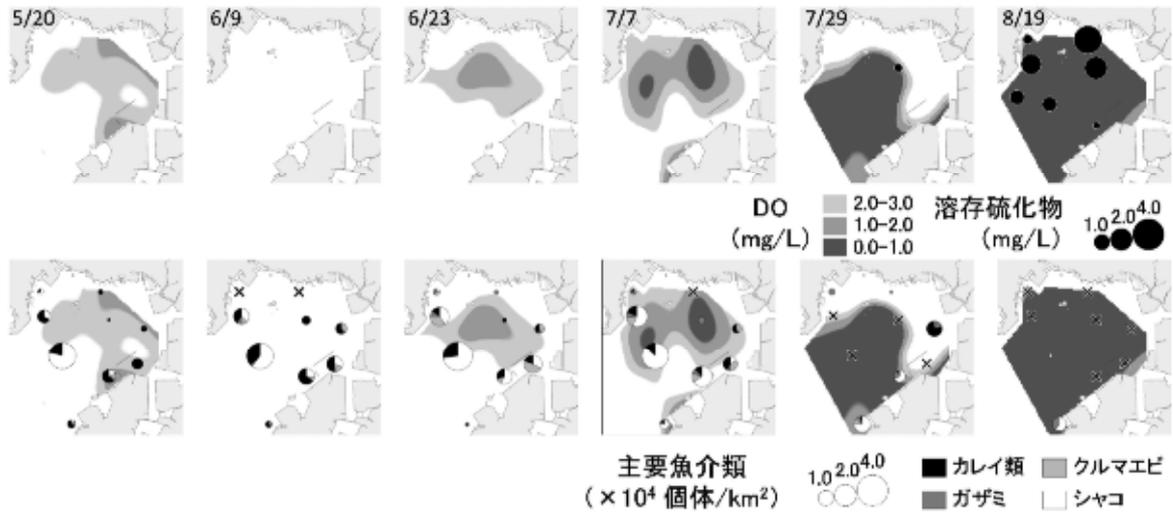


図2 底層 DO 及び溶存硫化物（上段）と主要魚介類（下段）の時空間変化

平成 26 年度に行った三河湾全域を対象とした底生魚介類調査では、¹⁾ 貧酸素化が本格化する前の渥美湾奥部には底生魚介類が豊富に分布し、特にクルマエビやイシガレイなどの重要水産資源が若齢期の生育場として高度に利用していることが明らかとなった。一方で、貧酸素化の進行した夏季にはその分布域は消滅していた。平成 27 年度はその渥美湾奥部における底生魚介類の減耗過程を明らかにするために時間的に詳細な観測を行った。5 月から 6 月に採捕されたイシガレイはその体長組成から前年 12 月から当年 1 月の発生個体、クルマエビは前年の秋季発生個体（晩期発生群）が主体であると考えられ、渥美湾奥部が若齢個体の生育場であることが改めて示された。しかし、7 月中旬以降の急速な貧酸素化の進行により、各種の個体数が急減した。また、St. 8 における DO 連続観測と各種の出現分布状況から従来の室内実験により導かれる貧酸素耐性値²⁻⁴⁾よりも高い濃度で応答していることが明らかとなった。一方で、貧酸素化の進行に伴う浅場への目立った逃避は見られなかったことから、多くの個体が死亡により減耗したと考えられた。

渥美湾奥部ではわずかに残された周辺の干潟域が魚介類の初期生活史の場として機能し、沖合を含めて若齢期の生育場となるが、沿岸開発に伴う直立護岸や大規模な航路・泊地が数多く存在し、かつ逃避場として機能する有効な浅海域が少ないことにより、貧酸素化の進行に伴って多くの魚介類が逃避できずに死滅し、生活史が遮断されているものと考えられた。

引用文献

- 1) 曾根亮太・和久光靖・山田 智 (2015) 貧酸素・硫化水素に対する底生魚介類資源の応答解明. 平成 26 年度愛知県水産試験場業務報告, 82-83.

- 2) 矢持 進・有山啓之・佐野雅基 (1998) 大阪湾湾奥沿岸域の環境修復：境泉北港干潟造成予定地周辺の水質・底質ならびに底生動物相とマコガレイの貧酸素に対する応答. 海の研究, 7 (5), 293-303.
- 3) Yamochi, S., Ariyama, H., and Sano, M. (1995) Occurrence and Hypoxic Tolerance of the Juvenile *Metapenaeus ensis* at the Mouth of the Yodo River, Osaka. Fisheries science, 61(3), 391-395.
- 4) 浜野龍夫・山元憲一 (2005) 漁場におけるシャコの分布に影響する 2 つの要因、走流性と貧酸素耐性、に関する研究. 水産大学校研究報告, 53 (3), 117-129.

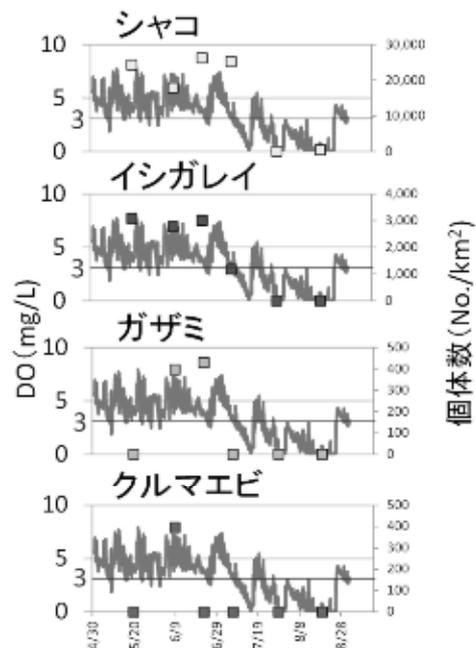


図3 St. 8 (水試 1 号ブイ) における底層 DO 連続観測値 (実線) と主要魚介類 (四角) の出現状況

(7) 内湾環境調査技術開発試験費

航路・泊地における溶存硫化物発生抑制に関する技術開発

和久光靖・曾根亮太・石田俊朗

キーワード；干潟・藻場，溶存硫化物，貧酸素水塊

目 的

航路・泊地等，人為的環境改変水域においては，局所的環境悪化に伴い，底質から溶存硫化物が溶出し，底層水が極度に無酸素化することが明らかになっている。これら溶存硫化物を含む無酸素水の湧昇現象により，周辺浅場生態系が頻繁に大きな打撃を受け，漁業被害も頻発していることから，その対策が喫緊の課題となっている。この問題に対して，底質中に鉄などの金属が存在することによって，水中への溶存硫化物の溶出が抑制できる可能性が指摘されている。本研究では，底層における硫黄と鉄の物質循環に着目した実海域の観測を通じて，底層における溶存硫化物発生機構を定量し，得られた情報をもとに鉄添加による硫化物発生抑制効果について検証を行うことを目的とした。

材料及び方法

図1に示す4測点（St. 0, St. 8, St. 9, St. 10）において平成27年4月から平成28年3月にかけて毎月1回，潜水により柱状採泥を行った。試料は表面から層別（0～1, 1～2, 2～3, 3～4, 4～5, 5～6, 9～10, 15～16 cm層）に切り，各層における溶存硫化物，硫化鉄，溶存態鉄を分析した。

結果及び考察

溶存硫化物は各測点とも，春季から夏季にかけて分布深度が上昇し，航路のSt. 8, 9, 10では8月10日に底泥表面に溶存硫化物が到達した（図2）。その後，冬季にかけて表面付近の溶存硫化物が消失し，分布深度が低くなった。溶存態鉄は春季には表面付近に分布していたが，7, 8月には全層で枯渇した。その後，10月以降は各測点とも表面付近の濃度が再び上昇した。硫化鉄は，いずれの測点においても，溶存態鉄の枯渇とともに夏季に表面付近の濃度が高くなったが，10月以降は表面付近の濃度が低下した。

このように，春季から夏季にかけて，底泥中で発生した溶存硫化物の一部は溶存態鉄により硫化鉄として捕捉され，溶存態鉄による発生抑制効果が認められたものの，

溶存態鉄の枯渇に伴い，底層水中へ溶出していることが明らかとなった。また，秋季から冬季にかけては，硫化鉄は徐々に酸化され溶存態鉄となり，翌夏再び溶存硫化物の発生抑制に寄与することが示唆された。

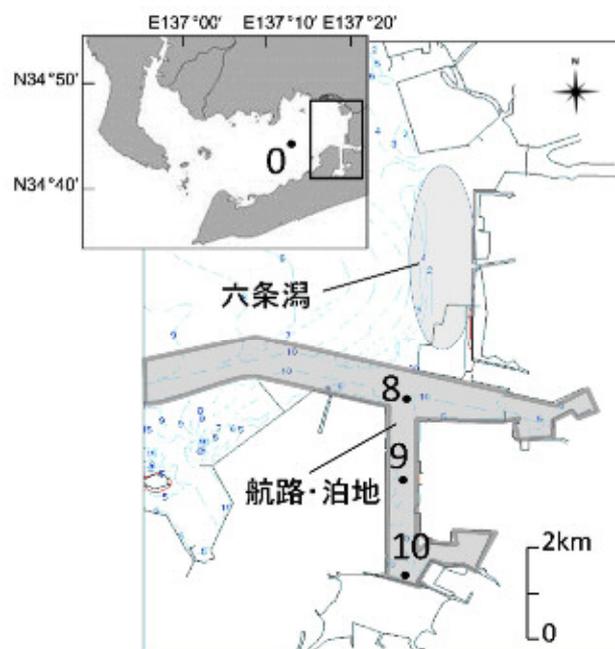


図1 測点図

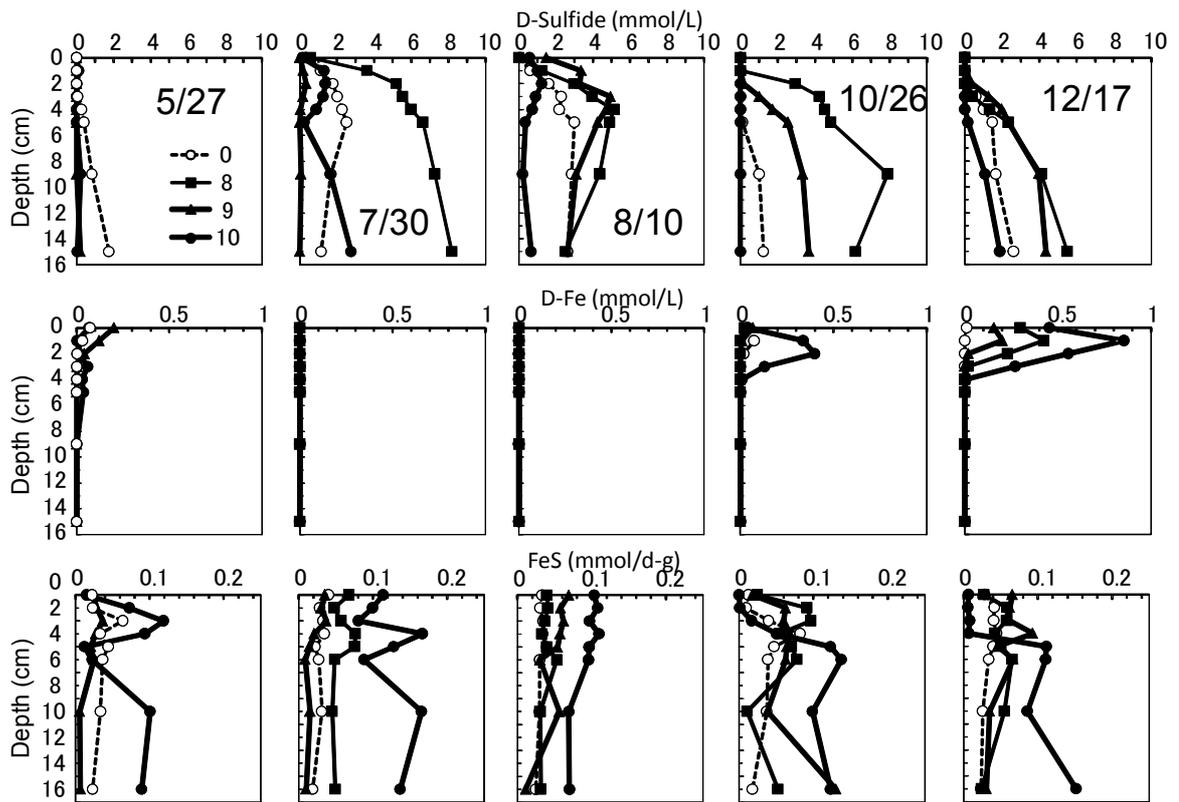


図2 各測点 (○ : St. 0, ■ : St. 8, ▲ : St. 9, ● : St. 10) における溶存硫化物 (上段), 溶存態鉄 (中段), 硫化鉄 (下段) の鉛直分布。

1 漁業者等研修

岩瀬重元・柳澤豊重・中嶋康生・武田和也

表 平成 27 年度愛知県漁民研修実績

研修項目	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	計
研究グループ研修	回数	1	6	6	1	6	7	6	3	3	1	2	2	44
	日数	1	6	6	1	6	7	6	3	3	1	2	2	44
	延人数	5	65	113	4	72	167	114	13	53	34	36	46	722
少年少女水産教室	回数				1									1
	日数				1									1
	延人数				16									16
水産技術交流研究	回数				1				1			1	1	4
	日数				1				1			1	1	4
	延人数				99				13			85	21	218
小中学校等総合学習	回数		1	2	3		1	1			1			9
	日数		1	2	3		1	1			1			9
	延人数		40	114	145		19	69			110			497
水産業普及指導員研修	回数	1	1		1			1	2		1		1	8
	日数	1	1		1			1	2		1		1	8
	延人数	16	6		16			12	44		18		16	128
その他研修	回数	4	3	1	6	5	3	2	4	6			2	36
	日数	4	3	1	6	5	3	2	4	6			2	36
	延人数	111	117	36	207	222	87	11	40	143			76	1,050
合計	回数	6	11	9	13	11	11	10	10	9	3	3	6	102
	日数	6	11	9	13	11	11	10	10	9	3	3	6	102
	延人数	132	228	263	487	294	273	206	110	196	162	121	159	2,631

2 漁業者等相談

岩瀬重元・柳澤豊重・武田和也・中嶋康生

目 的

近年、漁業や養殖業に関する相談や漁場環境に関する問い合わせが増加しており、その内容も年々多様化していることから、水産試験場の研究課題だけでは対応しきれないこともある。

このため、漁民相談員（非常勤職員）を水産試験場本場及び漁業生産研究所に各一名配置し、広く内外の情報、資料を収集し、各種相談に対応した。

表 平成 27 年度月別相談件数及び人数

項 目	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
漁船漁業	件数	1	6	2	3	2	2	1	4	2	5	11	3	42	
	人数	1	6	2	3	2	2	3	58	31	5	210	108	431	
増養殖	藻類養殖	件数	3	2	3	1	0	4	2	1	0	1	0	1	18
		人数	3	21	22	1	0	28	27	1	0	1	0	3	107
	海産養殖	件数	0	6	1	0	2	1	4	3	1	2	0	4	24
		人数	0	6	1	0	2	1	4	3	1	3	0	4	25
	淡水養殖	件数	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6
		人数	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6
栽培漁業	件数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	人数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
流通加工	件数	3	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9	
	人数	3	2	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	9	
水質公害	件数	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
	人数	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
気象海況	件数	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
	人数	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
教育関係	件数	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	5	
	人数	0	0	0	3	0	19	70	0	0	110	0	0	202	
講習見学	件数	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4	
	人数	0	0	0	0	11	0	631	0	0	0	0	0	642	
その他	件数	3	3	1	2	3	0	4	0	0	0	1	1	18	
	人数	12	101	1	2	3	0	4	0	0	0	1	2	126	
合 計	件数	11	19	11	8	12	13	14	8	3	10	12	9	130	
	人数	20	136	30	10	20	55	739	62	32	120	211	117	1,552	

[相談相手]

通 信	件数	7	16	9	5	7	3	5	3	2	6	7	5	75
	人数	7	16	9	5	7	3	5	3	2	6	7	5	75
来 場	件数	4	6	2	3	5	6	5	2	1	4	2	2	42
	人数	13	120	21	5	13	48	731	14	30	114	34	5	1,148
巡 回	件数	0	0	0	0	0	4	1	3	0	0	3	2	13
	人数	0	0	0	0	0	4	3	45	0	0	170	107	329

項 目	主な相談内容	
漁船漁業	シラスの動向予測・網への付着物対策・網目規制の効果について、今期のコウナゴ資源状況	
増養殖	藻類養殖	ワカメの付着物、海苔糸状体の状態と培養方針・海苔貝殻糸状体培養対策・芽付きの把握と対策
	海産養殖	アサリ資源の動向、海水魚の飼育、魚介類の名称、貝類の養殖法
	淡水養殖	マス類増養殖相談、河川漁業等(巡回指導)
栽培漁業		
流通加工	シラス・干物等に混入・付着した異物、アナゴ干物の異物	
水質公害	伊勢、三河湾の貧酸素状況について、苦潮	
気象海況	赤潮の原因、赤潮の色	
教育関係	愛知の漁業、愛知の海の特徴、総合学習指導	
講習見学	水試公開デー、水試見学、水産研究の現状	
その他	報道関係、漁業就業者問い合わせ、文献照会等	