

平成29年度
水産庁水産基盤整備調査委託事業
「広域漁場整備実証調査」
成果報告書

平成30年3月23日

国立研究開発法人水産研究・教育機構水産工学研究所

愛知県

三重県

福岡県

大分県

山口県

愛媛県

株式会社東京久栄

株式会社日本海洋生物研究所

a. 課題名

広域漁場整備実証調査

【調査項目】

- ①伊勢湾・三河湾海域及び伊予灘・周防灘海域（以下「対象海域」という）の概要について、文献等による既往知見の収集、整理
- ②広域的な海域を生活史とする伊勢湾・三河湾海域におけるアサリ、伊予灘・周防灘海域におけるマコガレイの生活史の調査等
- ③当該水産生物の成長段階毎の良好な生息環境のための条件の把握
- ④当該水産生物の資源の回復・増大に向けた効果的な水産環境整備手法を検討し、その検討結果を踏まえて「水産環境整備マスタープラン」（案）の作成
- ⑤対象海域毎の報告書等の作成

b. 実施機関及び担当者

国立研究開発法人水産研究・教育機構

水産工学研究所水産土木工学部

部長

桑原久実

主任研究員

南部亮元

研究員

佐藤允昭

研究員

井上誠章

研究員

杉松宏一

研究員

古市尚基

三重県

水産研究所鈴鹿水産研究室

主査研究員

国分秀樹

主査研究員

羽生和弘

主幹研究員

清水康弘

主幹研究員

林 茂幸

研究員

山田大貴

主幹

橋本 篤

愛知県

農林水産部水産課

主任

曾根亮太

水産試験場本場

漁場環境研究部長

蒲原 聡

主任研究員

石田俊朗

主任研究員

宮脇 大

技師

鈴木智博

水産試験場漁業生産研究所

主任研究員

二ノ方圭介

主任研究員

松村貴晴

主任

服部宏勇

技師

宮川泰輝

福岡県

農林水産部水産局水産振興課

主任技師

大形拓路

水産海洋技術センター豊前海研究所

専門研究員

佐藤利幸

技師

黒川皓平

大分県

農林水産部水産振興課

課長補佐

田村勇司

農林水産研究指導センター水産研究部

主幹研究員

木村聡一郎

研究員

山本宗一郎

山口県

農林水産部漁港漁場整備課

主査

宮内 聡

水産研究センター内海研究部

専門研究員

秦 紳介

専門研究員

國森拓也

愛媛県

農林水産部水産局水産課

係長

薬師寺房憲

専門員

山下亜純

水産研究センター栽培資源研究所

浅海調査室長

和田有二

増殖技術室長

坂口秀雄

主任研究員

高島 景

主任研究員

成田公義

主任研究員

富士 泰

主任研究員

中村翠珠

株式会社日本海洋生物研究所

中部支店

支店長

宮向智興

副支店長

栗田貴代

株式会社東京久栄

技術本部環境部

部長

森重輝政

副部長

中尾 毅

技術本部環境部技術課

研究員

帯津直彦

研究員

臼井雅一

研究員

坪田正勝

c. 本事業の概要

1. 目的

現在、水産動植物にとって産卵・育成の場となる藻場・干潟の減少や磯焼け等により水産動植物の生息環境が悪化しており、我が国周辺水域の主な水産資源の半数程度が低水準となっている。このような状況の中、海域における生態系全体の生産力の底上げを目指し、水産生物の動態及び生活史に対応した良好な生息環境空間を創出する整備として「水産環境整備」が積極的に取り組まれてきた。しかしながら、複数都道府県にまたがる広域的な海域において、水産環境の変化や広範囲に移動する魚種の生態について広域的かつ的確に把握することは難しく、十分な科学的知見に基づく対策の立案・計画策定や実施が困難であった。

本事業では、複数の都道府県をまたがる海域を生活史とする水産生物について、それぞれの成長段階における生息場所、移動分散経路等の生活史を調査し、その結果に基づき生活史の循環を阻害する要因の解明、その要因の影響を除去、緩和するための水産環境整備手法を検討の上、その検討結果を踏まえた「水産環境整備マスタープラン」を策定することにより、効率的かつ効果的な水産環境整備を推進する。

2. 全体計画

上記の目的を達成するための研究開発として、下記4項目の研究開発等を行う。

- (1) 伊勢湾・三河湾海域および伊予灘・周防灘における既往知見の収集整理
 - ア) 伊勢湾・三河湾海域において、アサリのそれぞれの成長段階における生息場所を把握するために必要な海域の地形、底質、水質、流況などの概要について、文献等により既往の知見を収集し、整理する。
 - イ) 伊予灘・周防灘海域において、マコガレイのそれぞれの成長段階における生息場所を把握するために必要な海域の地形、底質、水質、流況などの概要について、文献等により既往の知見を収集し、整理する。
- (2) 対象海域におけるアサリおよびマコガレイの生活史調査
 - ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリについて、「浮遊幼生の分布調査」、「数値計算によるアサリ浮遊幼生の産卵場および着底場の推定」「母貝場、稚貝場におけるアサリ分布状況調査」について実施する。
 - イ) 伊予灘・周防灘におけるマコガレイについて、「流動数値解析による浮遊仔魚の着底海域の推定」「稚魚の分布状況に係る調査」「産卵場の調査」「浮遊仔魚の分布調査」「標識放流等による移動経路の把握」について実施する。
- (3) 当該水産生物の成長段階別の良好な生息環境条件の把握
 - ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリについて、現地調査および既存資料で整理された情報を利用し、統計解析を利用して、伊勢湾・三河湾におけるアサリの成長段階別の良好な生息環境条件を示す。また、解析結果をもとに、生息に関わる制限要因の抽出を行う。
 - イ) 伊予灘・周防灘におけるマコガレイについて、現地調査および既存資料で整理された情報を利用し、統計解析を利用して、伊予灘・周防灘におけるマコガレイの成長段階別の良好な生息環境条件を示す。また、解析結果をもとに、生息に関わる制限要因の抽出を行う。
- (4) 水産環境整備マスタープラン(案)の作成
 - ア) 伊勢湾・三河湾海域において、現地調査および解析結果に基づいて、関係県と協

議して水産環境整備マスタープランの素案を検討する。素案をもとに、アサリの資源の回復・増大に向けた水産環境整備手法を検討し、関係県と協議の上、「水産環境整備マスタープラン（案）（暫定版）」を作成する。また、同プランに基づく今後の具体的な取組内容についてとりまとめることとする。

イ) 伊予灘・周防灘海域において、現地調査および解析結果に基づいて、関係県と協議して水産環境整備マスタープランの素案を検討する。素案をもとに、マコガレイの資源の回復・増大に向けた水産環境整備手法を検討し、関係県と協議の上、「水産環境整備マスタープラン（案）（暫定版）」を作成する。また、同プランに基づく今後の具体的な取組内容についてとりまとめることとする。

3. 方法・結果・考察

(1) 伊勢湾・三河湾海域および伊予灘・周防灘における既往知見の収集整理
細部課題 (1) -ア) 伊勢湾・三河湾海域の概要

(面積、地形、水深の情報)

伊勢湾（三河湾を除く）は、大王崎と伊良湖岬を結ぶ北側の海域であり、面積は約 1,738 km²、平均水深は約 20m、最大水深は約 100m である。海岸延長が約825kmに対して約 20km の狭い湾口部に島嶼が存在する特性を持つ閉鎖性海域である。また流域面積は約18,000 km²と広く、伊勢湾へ流入する主要河川は、木曾川をはじめ 10 河川におよび、その河口域を中心に広大な干潟域が形成されている。底質は湾中央部から湾奥部にかけては水深10m以浅で砂泥質、それ以深で泥質となり、湾口部では砂礫質となっている。

三河湾は愛知県南東部に位置し、知多半島と渥美半島に囲まれた面積約600km²、平均水深約9mの非常に浅い湾であり、その湾口は伊勢湾、伊良湖水道を経て渥美外海に通じている。湾内には流入河川の河口域を中心に全国有数の干潟が形成されている。

この自然条件を受け、内湾域には内湾性の魚介類が豊富に生息し、豊かな漁場として古くから多種多様な沿岸漁業が営まれてきた。また、外海域に生息する魚介類のなかには幼稚仔魚期を内湾で過ごし、成長とともに湾口部、外海域へ移動するものも多く、内湾域は両県の水産資源を支える重要な海域となっている。しかし、埋め立て等に伴う干潟や浅場の消失によって赤潮や貧酸素水塊・苦潮が発生し、漁場環境の悪化や漁業生産の低下だけでなく、生息生物の多様性や海洋性レクリエーション活動等にも大きな影響を及ぼしている。

1) 流況 伊勢湾では、南部で反時計回りの還流、北部で時計回りの還流がみられる(図1-ア-1)。三河湾では、上層で岸に沿って西向きの流れが発達、下層で東向きの流入となっており、東西方向の鉛直循環流が伺える(図1-ア-2)。伊勢湾では湾奥部の木曾三川、三河湾では矢作川や豊川などからの豊富な河川水の流入により、湾内にエスチュアリー循環が発生し、外海からの海水の流入も促進されている¹⁾⁻²⁾。

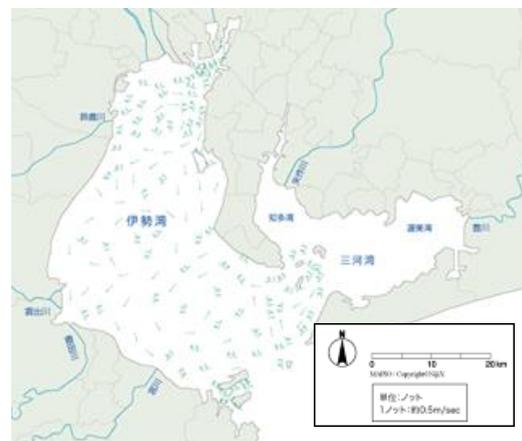


図1-ア-1 伊勢湾の夏季の残差流（恒流）の状況¹⁾⁻²⁾

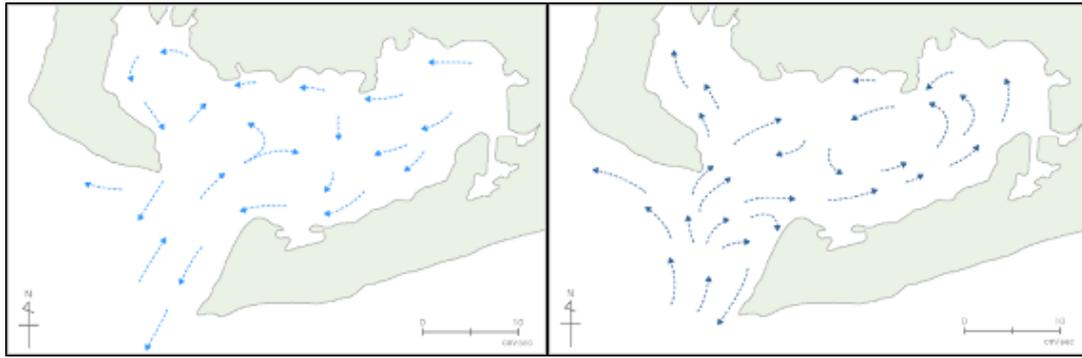


図1-ア-2 三河湾の夏季の残差流（恒流）の状況（左：上層、右：下層）¹⁾⁻²⁾

2) 水質 (COD, TN, TP) 伊勢湾の水質のCODは湾奥で高く、湾口に向かうにつれて低くなっている。近年の変化は概ね横ばいで大きく改善は見られず、平成20年度から24年度の5カ年平均では3～4mg/lの間で推移している(図1-ア-3)。三河湾のCODについても、調査を開始した昭和48年以降、陸域からの負荷削減が進んでいるにも関わらず、大きく改善は見られず、平成20年度から24年度の5カ年平均では3～4mg/lの間で推移している(図1-ア-4)³⁾。TN(全窒素)及びTP(全リン)共に、伊勢・三河湾では減少傾向にあり、伊勢湾では近年35年間の減少率はそれぞれ33%と23%、三河湾ではそれぞれ23%と20%となっている(図1-ア-5, 6)⁴⁾。

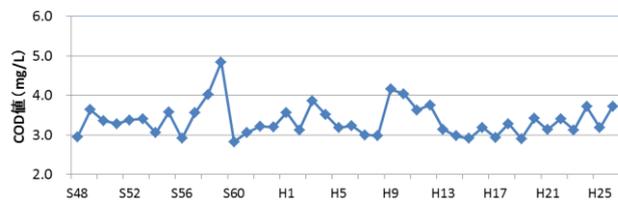


図1-ア-3 伊勢湾におけるCODの推移

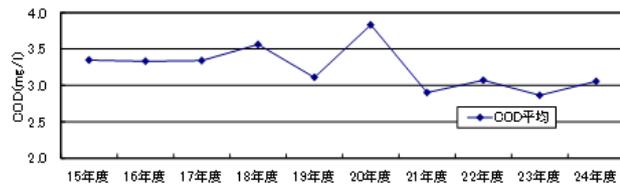


図1-ア-4 三河湾におけるCODの推移³⁾

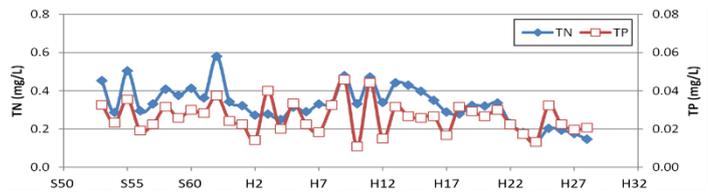


図1-ア-5 伊勢湾におけるTN、TPの推移

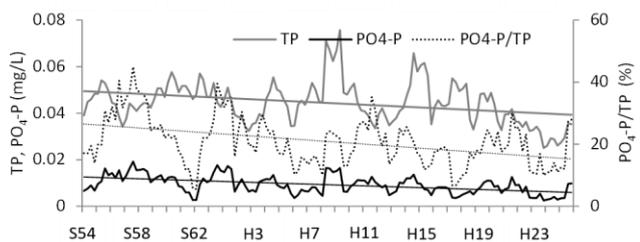
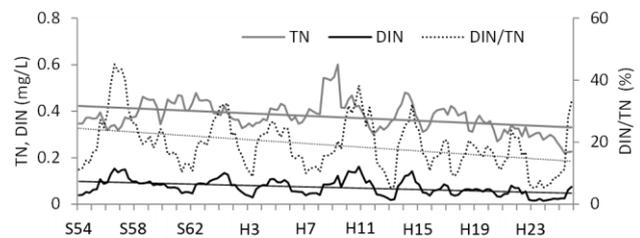


図1-ア-6 三河湾におけるTN、TPの推移⁴⁾

3) 赤潮 伊勢湾の赤潮の発生件数は、昭和54年をピークに減少傾向を示しているが、現在でも依然として湾奥部を中心に赤潮が発生する状況にある(図1-ア-7)⁵⁾。三河湾では恒常的に赤潮が発生している。近年、発生件数は増減があるものの横ばい傾向にあり、発生延べ日数は平成20年度から24年度の5カ年平均では135日を超えている(図1-ア-8)。

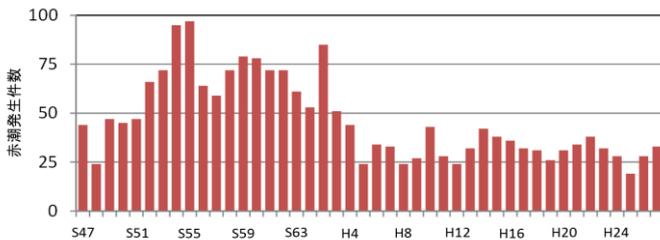


図1-ア-7 伊勢湾における赤潮発生状況の推移⁵⁾

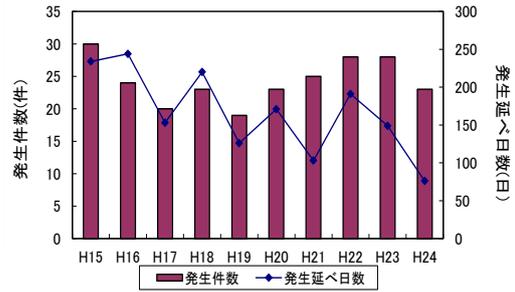


図1-ア-8 三河湾における赤潮発生状況の推移(愛知県水産試験場)

4) 貧酸素水塊及び苦潮(青潮)

伊勢・三河湾では毎年夏季になると、湾中央部を中心に大規模な貧酸素水塊が発生し、時には湧昇して苦潮(青潮)となり、甚大な漁業被害をもたらしている。伊勢湾では、鈴鹿～津・白塚地区の沿岸域において、夏期から秋期にかけて、北西風による貧酸素水塊の接岸により、ほぼ毎年大量のアサリ母貝がへい死する。また、三河湾では、平成23年8月下旬には豊川河口六条潟で苦潮が発生し、約2,000トンのアサリ稚貝がへい死した(表1-ア-1)。伊勢・三河湾における貧酸素水塊の面積は、それぞれの湾の面積の2分の1に達する。長期的には、伊勢湾で増加傾向、三河湾では大きな年変動はあるものの横ばいまたは微増となっている(図1-ア-9, 10)⁴⁾。

このように伊勢・三河湾では、陸域からの負荷量の削減により栄養塩類(窒素、リン)は減少しているにもかかわらず、貧酸素面積の縮小傾向は見られず生物の生息環境は改善されていない。

表1-ア-1 苦潮によるアサリ稚貝の被害状況(愛知県水産試験場)

年度	時期	魚種	場所	へい死量
H13	9月上旬	アサリ稚貝	豊川河口	約2,400t
H14	8月下旬	アサリ稚貝	豊川河口	約4,000t
H19	9月上旬	アサリ稚貝	豊川河口	約5,000t
H20	9月中下旬	アサリ稚貝	豊川河口	約5,000t
H23	8月下旬	アサリ稚貝	豊川河口	約2,000t

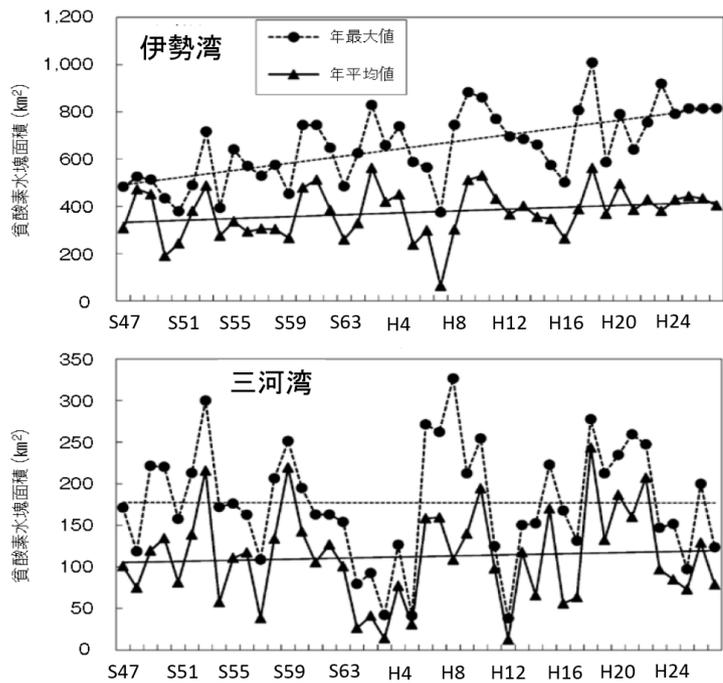


図1-ア-9 伊勢湾・三河湾における貧酸素水塊(D0飽和度30%以下)面積の推移⁴⁾

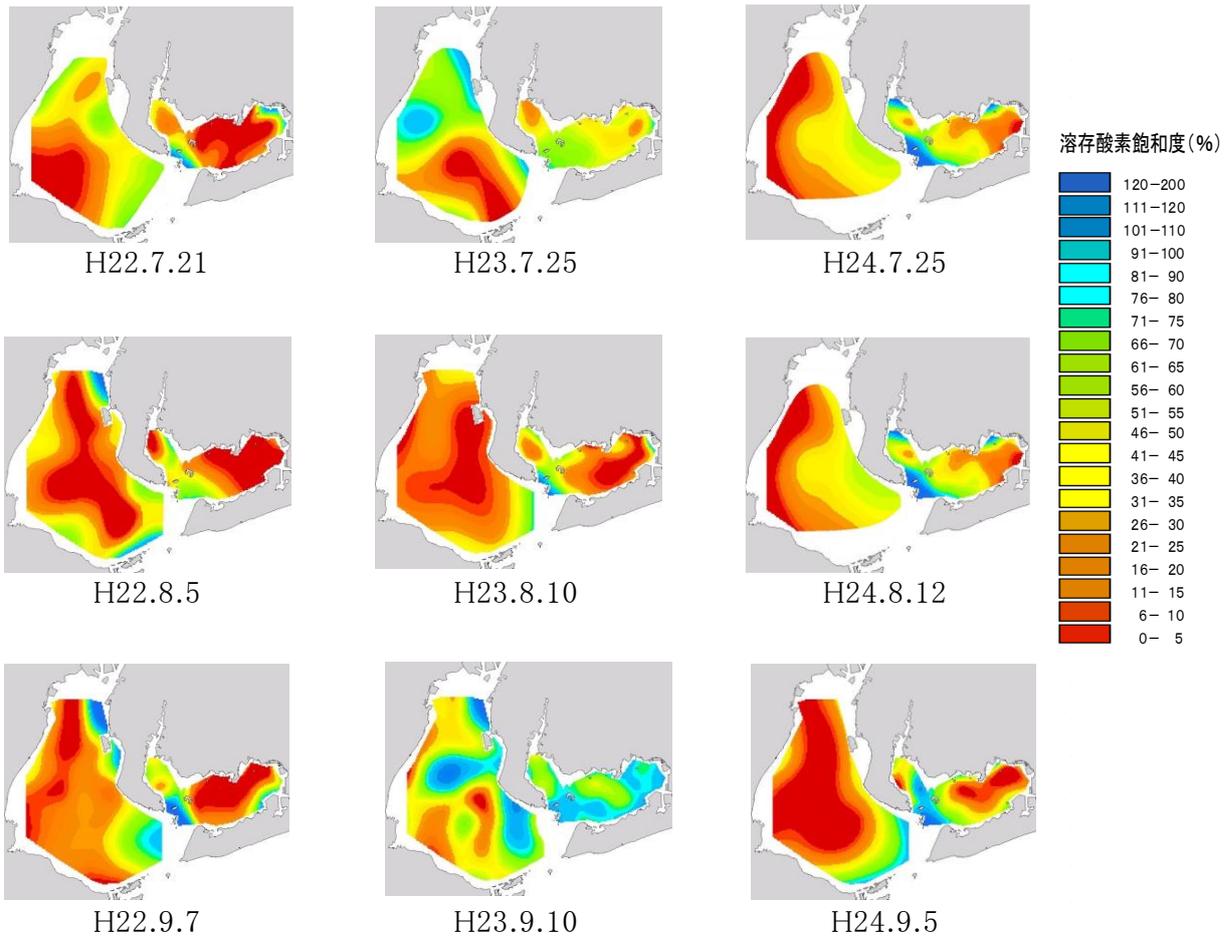


図1-ア-10 夏期（7～9月）の伊勢・三河湾底層（底上1m）の溶存酸素飽和度の経年変化（H22～H24）^{6) -14)}

5) 底質 伊勢湾における海底地質は、湾奥部ではほとんどが泥やシルトで形成されており、河口域周辺には砂が、湾口部付近や島しょ部には礫や岩が分布している。三河湾（知多湾及び渥美湾）の底質は泥・シルトが大部分を占め、沿岸域や湾口部付近は砂となっている。また、湾口部から外海は一部の礫を除き、砂が広がっている（図1-ア-11）¹⁵⁾。

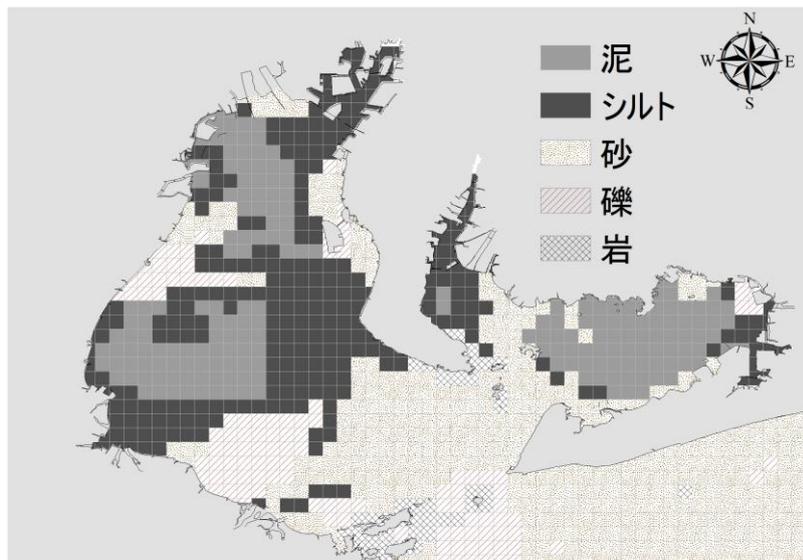


図1-ア-11 伊勢湾・三河湾における海底地質の分布¹⁵⁾

6) 干潟・浅場の状況 干潟・浅場は貝類、甲殻類、魚類、藻類など多種多様な水産生物の生息の場であるとともに、産卵・育成の場でもある。また、水質浄化機能を有しており、漁業にとって重要な場所となっているが、伊勢・三河湾ではこれまでに埋立等によって大きく失われている。

○干潟・浅場

干潟に多く生息するアサリ等の二枚貝類は、植物プランクトンを餌にするため海水中の有機物をろ過する機能があり、海の水質浄化の役割を果たしている。1945(S20)年にそれぞれ約2,939ha、約2,627ha存在した伊勢湾、三河湾の干潟は、沿岸域の開発に伴う埋め立て等によって平成8年にはそれぞれ約1,375ha、約1,526haと約4割減少している(表1-ア-2, 3、図1-ア-12)^{17) -19)}。また、水深5m以浅のアサリ等の二枚貝類による水質浄化の役割を果たしている浅場についても、沿岸域の開発に伴う埋め立てにより昭和25年から平成12年までに0~5mの海域が伊勢湾、三河湾でそれぞれ約6,200ha、1,480ha減少している(表1-ア-4, 5)^{20) -21)}。

表1-ア-2 伊勢湾における干潟面積の推移^{16) -18)}

年度	1945 (S20) 年度	1978 (S53) 年度		1989 (H元) 年度		1996 (H8) 年度
		消滅	現存	消滅	現存	
干潟面積 (ha)	2,939	1,786	1,153	1,544	1,395	1,375

※各調査回により干潟の定義が異なることがあるため、必ずしも単純比較できない

表1-ア-3 三河湾における干潟面積の推移^{16) -18)}

年度	1945 (S20) 年度	1978 (S53) 年度		1989 (H元) 年度		1996 (H8) 年度
		消滅	現存	消滅	現存	
干潟面積 (ha)	2,627	1,260	1,367	176	1,549	1,526

※各調査回により干潟の定義が異なることがあるため、必ずしも単純比較できない

表1-ア-4 伊勢湾における水深別面積の推移²⁰⁾

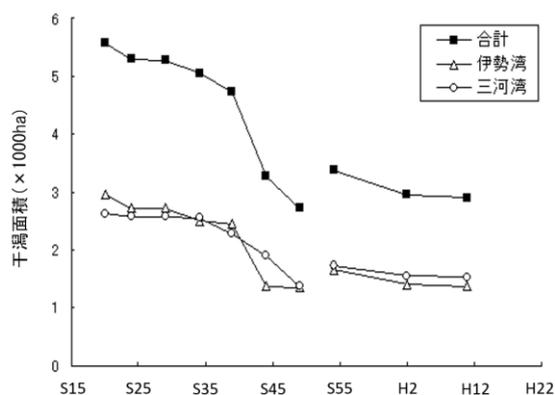


図1-ア-12 伊勢湾・三河湾における干潟面積の推移¹⁹⁾

年	0-5m面積 (ha)
M23(1890)年	29,400
S30(1955)年	24,500
H12(2000)年	18,300

7) 漁業活動(漁業種類、資源管理などの概要) 伊勢・三河湾では、海面に近い表層や中層にいる多獲性魚類(イカナゴやイワシ等)を対象とした船びき網漁業、底棲魚介類(アナゴ、シャコ、エビ、カニ類)を対象とした小型底びき網漁業が行われている。また三重県沿岸部において、木曾川河口域ではアサリ、ハマグリ、シジミ、四日市～津沿岸域でアサリ、バカガイ、トリガイ、松阪・伊勢方面ではアサリ・バカガイ等二枚貝類を対象とした採貝漁業が盛んに行われている。また、愛知県では伊勢湾の知多半島西岸、三河湾の一色干潟や福江湾などをはじめとした沿岸域においてアサリ等二枚貝を対象とした採貝漁業が盛んに行われている。さらに、河川からの栄養塩の供給と遠浅で平穏な漁場環境を生かし、両湾内の沿岸一帯で黒のり養殖業が行われている²²⁾⁻²³⁾(図1-ア-13)。

表1-ア-5 三河湾における水深別面積の推移²¹⁾

	0～5m	5～10m	10m以深	計
1957 (S32) 年	12,290	18,570	23,900	54,760
1981 (S56) 年	11,630	18,510	24,130	54,270
1999 (H11) 年	10,810	17,850	23,780	52,440

単位：
ha



図1-ア-13 伊勢湾・三河湾沿岸域の漁業²²⁾⁻²³⁾
(図左：三重県の漁業、図右：愛知県の漁業)

【引用文献】

- 1) 伊勢湾環境データベース <http://www.isewan-db.go.jp/ise-gaiyo/A3d.asp>
- 2) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会(1985) 日本全国沿岸海洋誌
- 3) 愛知県環境部 公共水域の水質調査
<http://www.pref.aichi.jp/soshiki/mizu/0000063715.html>
- 4) 曾根亮太ら(2016)：内湾環境の現状とより豊かな海とするための課題-海から見た下水道整備の在り方-。月間下水道，39(8)：22-28.
- 5) 環境省環境管理局水環境部水環境管理課閉鎖性海域対策室資料
- 6) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H22-5)。愛知県水産試験場，2010.
- 7) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H22-7)。愛知県水産試験場，2010.
- 8) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H22-10)。愛知県水産試験場，2010.
- 9) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H23-6)。愛知県水産試験場，2011.
- 10) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H23-8)。愛知県水産試験場，2011.
- 11) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H23-10)。愛知県水産試験場，2011.
- 12) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H24-6)。愛知県水産試験場，2012.
- 13) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H24-7)。愛知県水産試験場，2012.
- 14) 伊勢・三河湾貧酸素情報(H24-10)。愛知県水産試験場，2012.
- 15) 漁場環境の分布 底質(2008)：平成19年度漁場環境評価メッシュ図ー伊勢湾及びその周辺海域ー，水産庁・社団法人日本水産資源保護協会編著。p16.
- 16) 第2回自然環境保全基礎調査・海域調査報告書(S55 環境省)
- 17) 第4回自然環境保全基礎調査・第1巻干潟(H6 環境省)
- 18) 第5回自然環境保全基礎調査・海辺調査(H10 環境省)
- 19) 伊勢湾再生行動計画(伊勢湾再生推進会議，平成19年3月)
- 20) 伊勢湾の生態系回復に関する研究報告書(2005)
- 21) 愛知県水産試験場研究報告第7号(2000)
- 22) 伊勢湾地区の漁業の概要
- 23) 「愛知県の水産業」(愛知県農林水産部水産課)

細部課題（1）－イ）伊予灘・周防灘海域の概要

1) 海底地形

伊予灘・周防灘の海底地形は図1-イ-1に示したとおりである。

伊予灘は大半が70m以浅の海域であるが、豊予海峡の北側に最大水深454mの海釜地形があり、ここが瀬戸内海の最大水深となっている¹⁾。また、豊後水道、紀伊水道を除けば、水深60m以上の海域を持つのは伊予灘のみであり、瀬戸内海でもっとも深い海域と言える。海域の広い範囲で水深50～70mの平坦面が発達し、平坦面上には砂浪地形が広く分布する。とりわけ、佐田岬沿岸は海底勾配が大きく、距岸数百mで水深60mを超える。周防灘は水深50m以浅の海域が広く分布し、水深10～20mの平坦面がよく発達している¹⁾。灘の中央部には東西方向の溝状地形がある。姫島の東と西には海釜状の凹地形がある。別府湾には東西方向に伸びている凹地形があり、湾口部から西に向かって深くなる。最深部(最大水深80m)は別府湾西奥の凹地中にある。

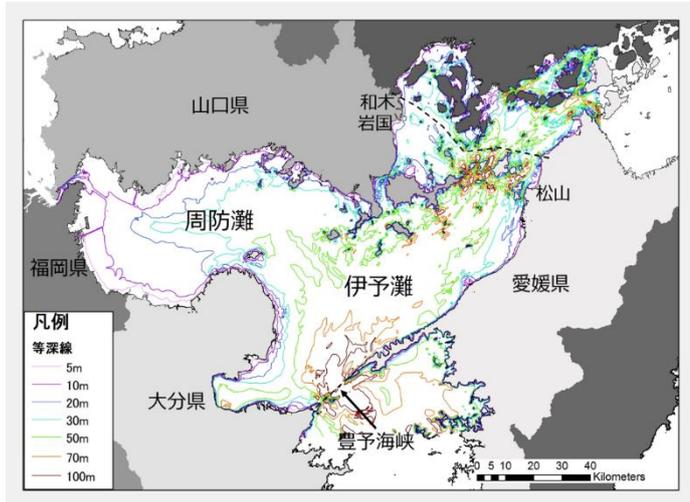


図1-イ-1 伊予灘・周防灘海域の範囲（点線及び陸地で囲まれている海域）及び海底地形

2) 底質

伊予灘・周防灘の底質粒度分布は図1-イ-2-aの通りである¹⁾。瀬戸内海の底質は潮流によって大きく支配されており、豊後水道からの流れの影響を強く受ける海域では、微細な堆積物が溜まりにくい。砂・シルト・粘土の3成分比による堆積物区分に拠れば、伊予灘の大部分の海域は砂であり、伊予灘東部には混合物およびシルト質砂が、西部には混合物が、北部にはシルト質砂が分布する。別府湾では中央部南岸付近にシルト質粘土が、その周辺に粘土質シルトが分布し、後者が広い面積を占めている。また別府湾口部にはシルト質砂が分布するが、南部の一部に混合物が分布し、それらの外側は砂となっている。

周防灘の東南部海域は砂で占められ、砂分布域の北部および西部にはシルト質砂が分布する。砂とシルト質砂の境界部には粘土質砂が1箇所だけ分布している。シルト質砂分布域の北部および西部は、砂・シルト・粘土がほぼ等量ずつまじりあった混合物が占めている。当海域の北東部で混合分布域の北にあたる海域には、

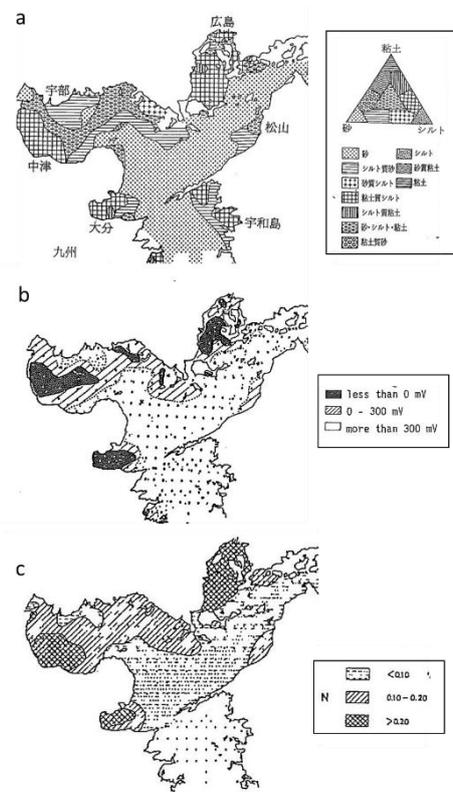


図1-イ-2 伊予灘・周防灘海域の(a)底質粒度分布、(b)底質酸化還元電位、(c)底質窒素濃度（日本全国沿岸海洋誌¹⁾より）

砂質シルトが分布する。混合分布域の西側の周防灘南西部には粘土質シルトが、北西部には砂・シルト質砂が分布する。海域北西部の関門海峡入り口付近の底質は砂である。

底質の汚濁についてみると、伊予灘の広い範囲で酸化還元電位が300mV以上、窒素濃度は0.1%以下であり、多くの底生魚介類の生息に好適な環境にある(図2b, c)。一方、周防灘、別府湾では酸化還元電位が0mV以下の嫌気的な環境や窒素濃度が0.1%以上の地域も多くみられる。これらの酸化還元電位・窒素濃度の分布は底質粒度分布との間で空間的な相関がみられる。

3) 潮流

大潮上げ潮最強時の潮流流速は豊予海峡で200cm/sを超え、徐々に弱まりながら北上する¹⁾。当海域では周防灘、伊予灘中央部や別府湾などが比較的潮流の緩やかな場所であるが、それでも大潮時最強時の流速は40cm/s程ある(図1-イ-3)。このように、伊予灘・周防灘の潮通しは極めて良好であり、活発な海水交流により、水質、底質は広い範囲で健全に維持されている。

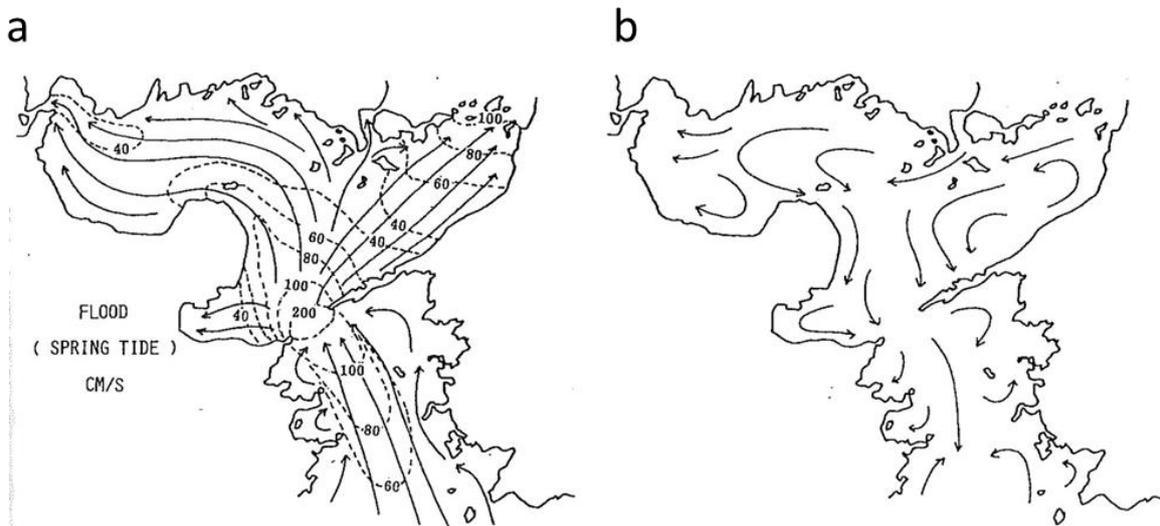


図1-イ-3 (a)大潮上げ潮最強時の潮流方向と流速および(b)表層の恒流模式図(日本全国沿岸海洋誌¹⁾)

4) 海上気象・波浪

伊予灘・周防灘では冬季に西～北西の季節風が、夏季には東寄りの風が卓越する。伊予灘東部の愛媛県の沿岸は冬季西北西の季節風に対しては吹送距離が100kmにもなるため、波高2mを超える浪の発生も珍しくない。なお、周期10秒を超えるうねりは豊後水道ではよくみられるが、豊予海峡通過時に急激に減衰し、直進経路にあたる周防灘光市沿岸を除いて、伊予灘・周防灘内部では卓越しない。

5) 水質

瀬戸内海では1970年代(昭和50年代)の瀬戸内海環境保全特別措置法(いわゆる瀬戸内法)の施行以降、水質は改善傾向にあり、海水中の栄養塩濃度の低下や透明度の回復が進んだ²⁾⁻⁴⁾。伊予灘・周防灘海域をみると、この期間以降、特に周防灘西部で全窒素や

全リンの濃度の低下が認められる（図1-イ-4）。近年（平成23年以降）では、全リン、化学的酸素要求量（COD）、クロロフィルaは伊予灘海域に比べて、周防灘海域で高い傾向にあるが、全窒素では明瞭な地理的な傾向はみられない（図1-イ-4）。対象海域では全窒素、全リンとも環境基準イ-II（全窒素0.3mg/L以下、全リン0.02mg/L以下）を満たしており、底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く漁獲されると想定される（図4）⁵⁾。また、化学的酸素要求量（COD）は環境基準ア-A（2mg/L以下）を、溶存酸素濃度はエ-生物1（4.0mg/L以上）を満たしており、水産生物の生息に適していると考えられる。マコガレイの生存に不可欠な底層の溶存酸素濃度は3mg/L以上であり⁶⁾、伊予灘・周防灘のほぼ全域でこの基準が達成されている。

当該海域は、水産生物の生息および再生産に良好な水質環境が維持されていることから、対象生物の生活史に即した水産環境整備を行うために適した状態にある。

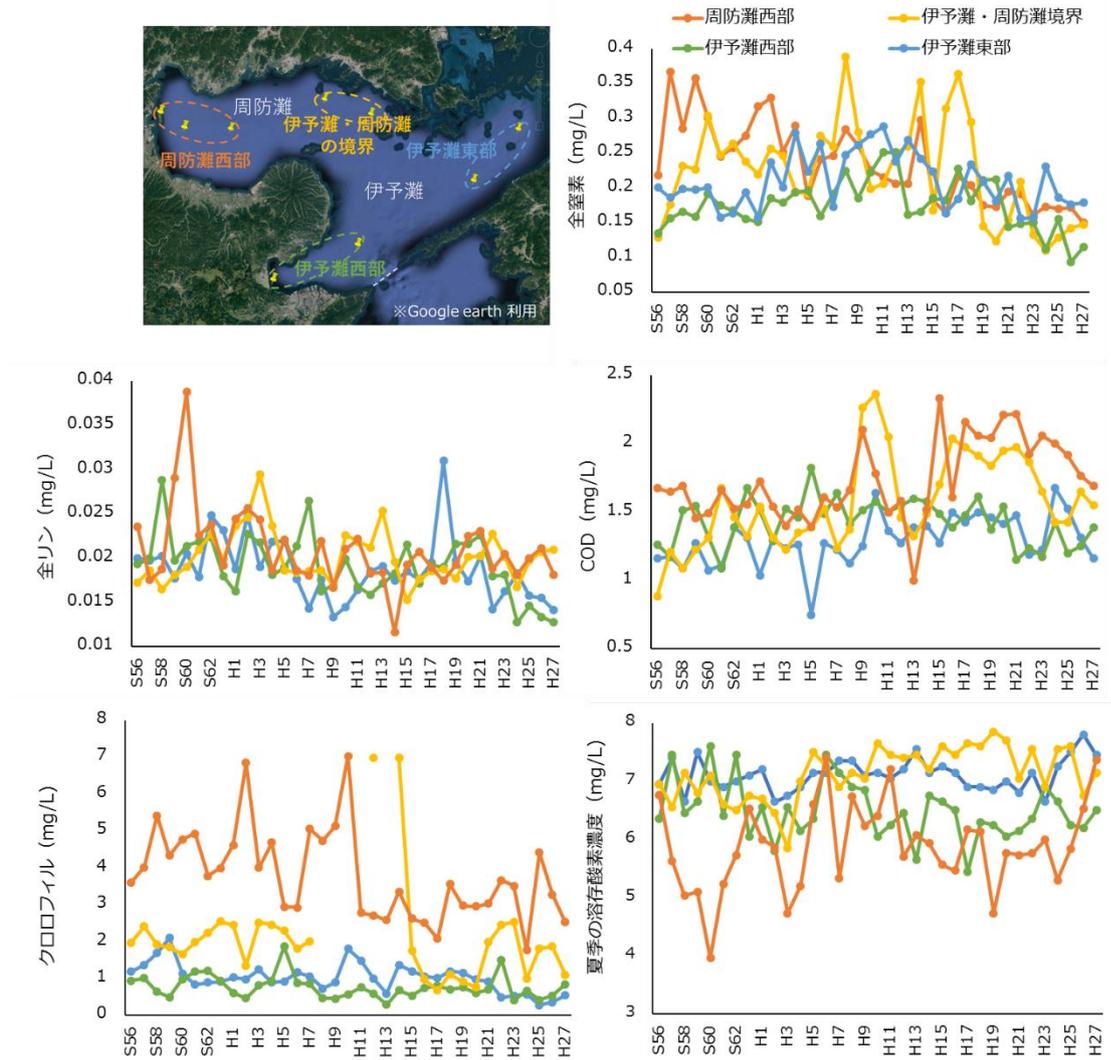


図1-イ-4. 伊予灘・周防灘海域の水質計測地点および水質（下層における全窒素、全リン、化学的酸素要求量（COD）、クロロフィルa、夏季の溶存酸素濃度）の経年変化（環境省・広域総合水質測定データ⁷⁾）

6) 藻場の状況

アマモ場面積は、どの年代で比較しても伊予灘で周防灘よりも多い傾向にある（図1-イ-5）。また、S53-S54年及びH1-H3年と比較し、H21-H23年では伊予灘・周防灘と

もに増加が確認できる。これはS53-S54年・H1-H3年とH21-H23年では、聞き取り調査と衛星画像解析という手法の違いや、2000年(H12年)以降に瀬戸内海の水質改善が進んだことによりアマモ場が回復に向かったことなどが関与していると考えられる⁸⁾。

また、海藻藻場面積はS53-S54年及びH1-H3年では、伊予灘で周防灘よりも大きい。H21-H23年では伊予灘と周防灘で同程度となっている(図1-イ-5)。海藻藻場においてもS53-S54年及びH1-H3年とH21-H23年では解析手法の違いの影響を考慮する必要があるが、2000年(H12年)以降の瀬戸内海の水質改善などにより特に周防灘では海藻藻場面積が増加したと考えられる⁹⁾。

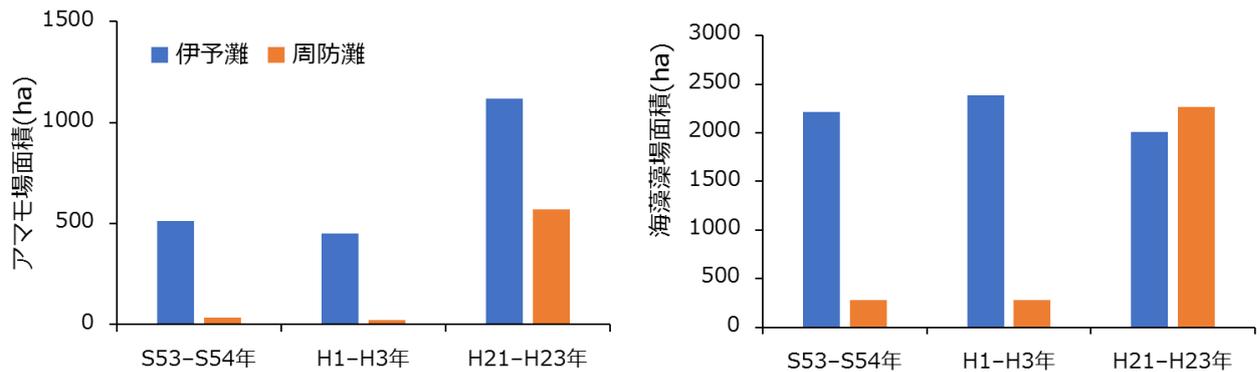


図1-イ-5. アマモ場と海藻藻場(アラメ・カジメ・ガラモ場)の面積の変遷^{8), 9)}

7) 漁業活動

伊予灘で操業される主な漁業は、小型機船底びき網、船びき網、刺網、釣り、はえなわ、採貝・採藻等である。小型底びき網ではカレイ類、ヒラメ、マダイ、クルマエビ、その他エビ等を、船びき網ではシラス、カタクチイワシ等を、刺網ではマダイ、カレイ類、ヒラメ、メバル・カサゴ等を、釣りではマダイ、アジ、サバ、ブリ、タチウオ等を、はえなわではトラフグ、マダイ、ヒラメ、アナゴ、カサゴ等を、採貝・採藻ではサザエ、ウニ、ナマコ、ヒジキ等を漁獲している。

周防灘で操業される主な漁業は、小型機船底びき網、刺網、釣り、カゴ漁業、採貝・採藻等である。小型底びき網ではカレイ類、ヒラメ、スズキ、ガザミ、クルマエビ、ヨシエビ、その他エビ等を、刺網ではサワラ、クロダイ、カレイ類、ガザミ、クルマエビ、ヨシエビ、その他エビ等を、釣りではスズキ、クロダイ等を、カゴ漁業ではガザミ、イカなどを、採貝・採藻ではアサリ、ナマコ、ヒジキ等を漁獲している。

各県の伊予灘・周防灘におけるH27年(2015年)の海面漁業の漁獲量は、全体で29,250 t、山口県8,091 t、愛媛県10,762 t、大分県8,857 t、福岡県1,540 tであり、10年前と比べて30~40%減少している(図1-イ-6)。伊予灘・周防灘では、カレイ類、メバル・カサゴ、マアジ、クルマエビ等の多くの魚種で漁獲量の低下がみられる。

このため、対象海域では愛媛県伊予灘マコガレイ資源回復計画、周防灘では小型機船底びき網対象種の資源回復計画が策定され、各県において本事業の対象水産生物であるマコガレイをはじめとした重要魚種の資源水準維持のため、休漁期の設定、小型魚の水揚げ制限、種苗生産放流、および増殖場の整備に取り組んでいる¹⁰⁾⁻¹¹⁾。

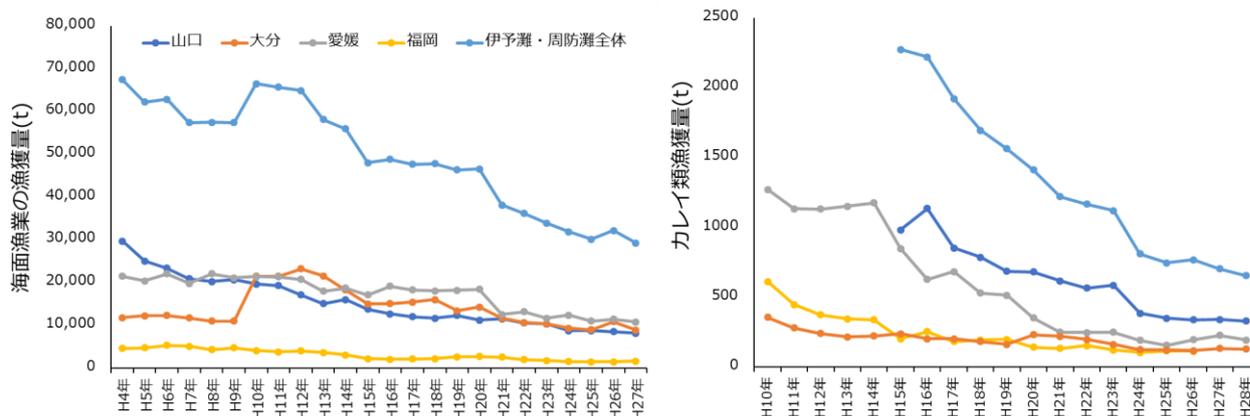


図1-イ-6. 伊予灘・周防灘の海面漁業及びカレイ類の漁獲量 (t) の推移 (農林水産統計より)

【引用文献】

- 1) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会. 日本全国沿岸海洋誌. (1985).
- 2) 樽谷賢治. 瀬戸内海の環境の30年間の変化—水産の環境モニタリング ‘浅海定線観測調査’ のとりまとめ—, 日本ベントス学会誌 62, 52-56 (2007).
- 3) 反田實ら. 瀬戸内海の栄養塩環境と漁業. 水産技術 7, 37-46 (2014).
- 4) 山本民次. 瀬戸内海の水底質環境と生態系修復技術. 環境と安全 5, 199-203 (2014).
- 5) 環境省. 水質汚濁に係る環境基準—生活環境の保全に関する環境基準 (海域) —. <http://www.env.go.jp/kijun/wt2-2.html> (2017).
- 6) 環境省. 底層DO目標値について[基本的な考え方及び設定結果]. (2010).
- 7) 環境省. 広域総合水質測定データ. <https://water-pub.env.go.jp/water-pub/mizu-site/> (2015).
- 8) 独立行政法人水産総合研究センター, 国立大学法人東京大学大気・海洋研究所 & 国立大学法人北海道大学・北方圏生物フィールドセンター. 平成23年度地球温暖化対策推進費のうち「藻場・干潟等の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」委託事業報告書. (2011).
- 9) 独立行政法人水産総合研究センター, 国立大学法人東京大学大気・海洋研究所 & 国立大学法人北海道大学・北方圏生物フィールドセンター. 平成24年度地球温暖化対策推進費のうち「藻場・干潟等の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」委託事業報告書. (2012).
- 10) 水産庁. 愛媛県伊予灘マコガレイ資源回復計画. (2009).
- 11) 水産庁. 周防灘小型機船底びき網漁業対象種(カレイ類、ヒラメ、クルマエビ、ジャコ、ガザミ) 資源回復計画の取組 (平成24年度). (2012).

(2) 対象海域におけるアサリおよびマコガレイの生活史調査
 細部課題(2)ーア)伊勢湾・三河湾におけるアサリ
 a) 浮遊幼生の分布調査

○伊勢湾

【方法】

調査は伊勢湾内の全31地点で実施した(図2-ア-a-1)。伊勢湾を6区画(名古屋桑名地区、四日市鈴鹿地区、津松阪地区、伊勢明和地区、常滑小鈴谷地区、湾央地区)に区分けし、できる限り同日にそれぞれ大潮の最満時前後1時間で観測を行った。観測は、春産卵期(平成29年5月29(一部30)日、6月25日、7月25日)と秋産卵期(平成29年10月7日、11月7日、12月5(一部7日))に実施した。また、補足調査として、上記の浮遊幼生調査地点近傍の沿岸域の3地点(名古屋港、鈴鹿、伊勢)において、2017年5月末から2018年3月末まで隔週で同様の浮遊幼生の採取を行った。調査は船上より目合いが50 μ mのプランクトンネットを用いて表層(0~5m)と底層(0~12m)の海水柱をろ過し、濃縮後ホルマリン固定した。採取した試料は実験室でモノクロナール抗体と反応させ、蛍光顕微鏡を用いて同定計数と殻長の計測を行った。

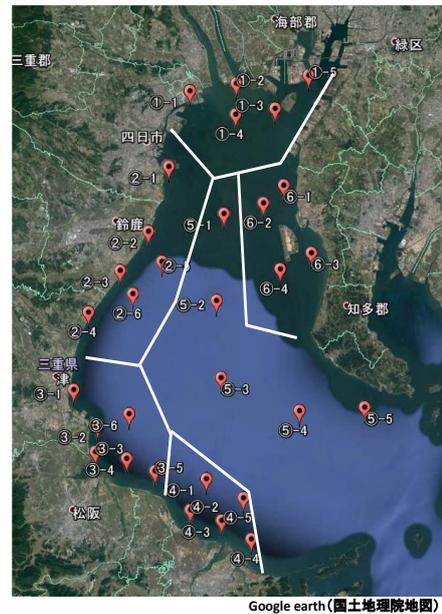


図2-ア-a-1 伊勢湾における浮遊幼生調査地点

【結果と考察】

伊勢湾奥部の表層におけるアサリ浮遊幼生密度の分布の変化を図2-ア-a-2に示す。湾奥部(名古屋港~津)の浮遊幼生密度のピークは7月下旬に確認でき、名古屋港内は最大で306個/ m^3 であった。また10月には松阪周辺で264個/ m^3 、11月には伊勢および常滑周辺域でそれぞれ最大で226個/ m^3 、128個/ m^3 の比較的高密度の浮遊幼生が確認できた。12月は湾奥部で比較的小さなピーク33個/ m^3 であった。7月は主に産卵後約1週間程度のアンゴ期、10、11、12月は産卵初期のD型の浮遊幼生であった。また、後述する名古屋港と伊勢沖の母貝場調査で採取されたアサリ成貝の肥満度の変化と浮遊幼生密度との関係を

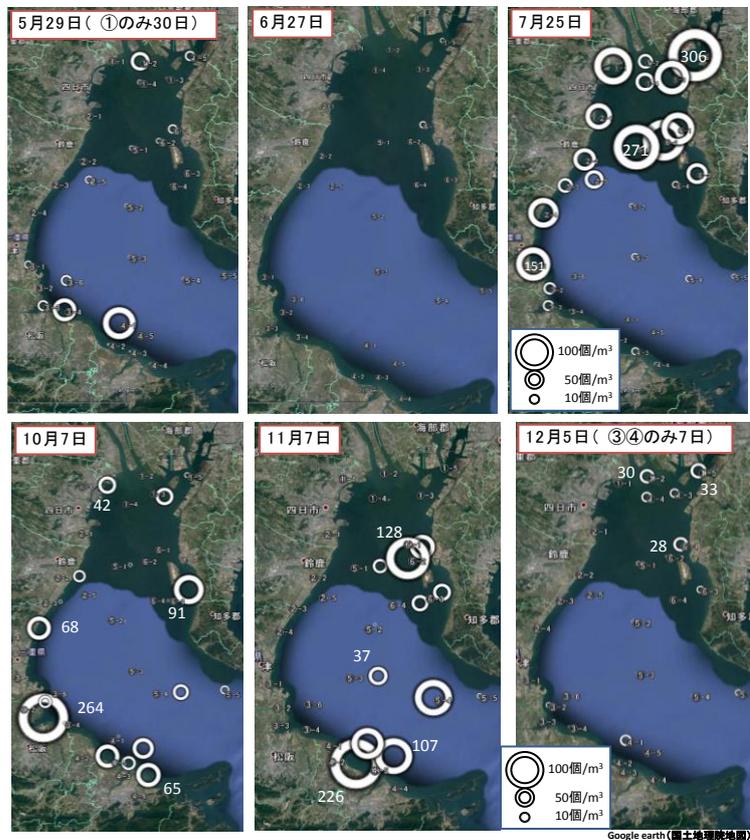


図2-ア-a-2 伊勢湾における浮遊幼生の分布

図2-ア-a-3に、各海域の成員の成熟度の変化を図2-ア-a-4に示した。湾奥部の7月と伊勢沖の11月の浮遊幼生密度の増加の前後において、アサリ成員の肥満度の低下が確認でき、併せて生殖細胞の成熟から退行が確認できたことから、周辺域のアサリ成員が産卵していることが推測された。

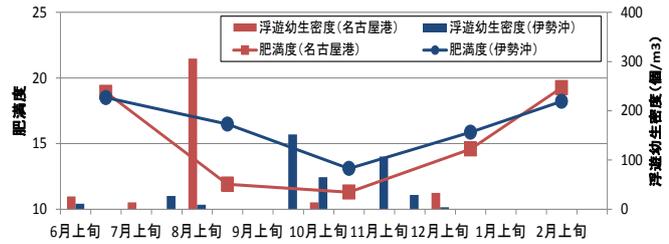


図2-ア-a-3 伊勢湾奥部と伊勢沖海域の浮遊幼生密度と成員の肥満度の変化

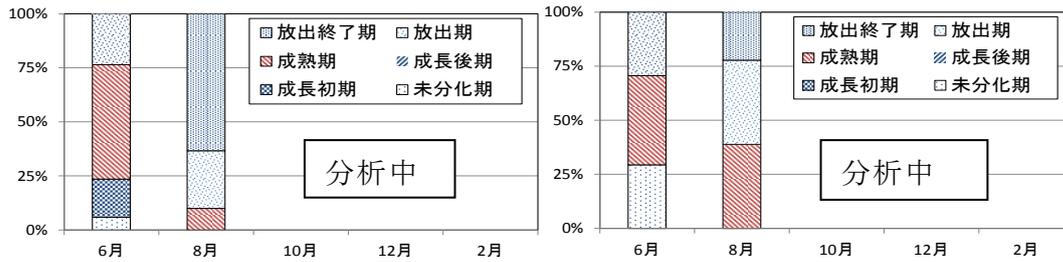


図2-ア-a-4 伊勢湾奥部と伊勢沖海域の成員の成熟度の変化

○三河湾

【方法】

図2-ア-a-5に示した①～⑬の地点で、①～⑫は4～12月に毎月1～2回、⑬～⑯は5～7月と10～12月に毎月1回、50 μ m目合いの北原式定量閉鎖ネットを鉛直びきして幼生を採取した。採取層は、水深10m以深の地点では表層（水深0～5m）と底層（水深5～海底上2m）の2層、水深10m以浅の地点では表層のみとした。幼生の分析については、蛍光抗体法によりアサリ浮遊幼生を識別した後、計数及び殻長測定を行った。

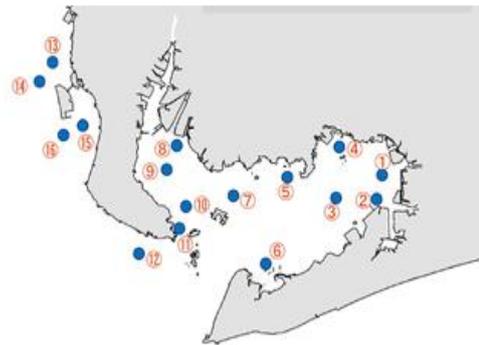


図2-ア-a-5 浮遊幼生調査地点

【結果と考察】

結果を図2-ア-a-6に示した。4月調査では、①～⑫の全てで幼生密度は0であった（図の掲載なし）。いずれの地点でも5、6月の密度は50個体/m³以下と低かったが、7月には高くなり、②、⑬、⑭の表層ではアンボ期幼生を主体として150個体/m³以上、⑩の表層ではD型幼生主体で200個体/m³以上となった。⑬～⑯では、フルグロウン幼生の割合が高い傾向であった。9月には⑩の表層で密度が高く、D型幼生主体で400個体/m³以上であった。10月には三河湾東部で密度が高く、⑤の表層、⑦の底層で1,000個体/m³以上、③、⑥の表層で4,000個体/m³以上、②、⑦の表層で7,000個体/m³以上であった。これらはほとんどがD型幼生であった。11月には密度が低下したが、②の表層ではアンボ期幼生主体で250個体/m³であった。一方、⑬～⑯では三河湾よりも低いものの最高で130個体/m³であり、これらはD型幼生が主体であった。12月にも③や⑦では400～1,000個体/m³の密度であったが、アンボ期幼生の割合が高い結果であった。これら

の結果を、平成12～16, 18～20年度の黒田らの調査結果¹⁾と比べると、平成29年度春季の幼生密度は低く、秋季はほぼ平年並みと思われた。また、10月に②、③、⑥、⑦でD型幼生が高密度で確認されたことから、この付近に母貝集団（産卵場）が存在する可能性が示唆された。

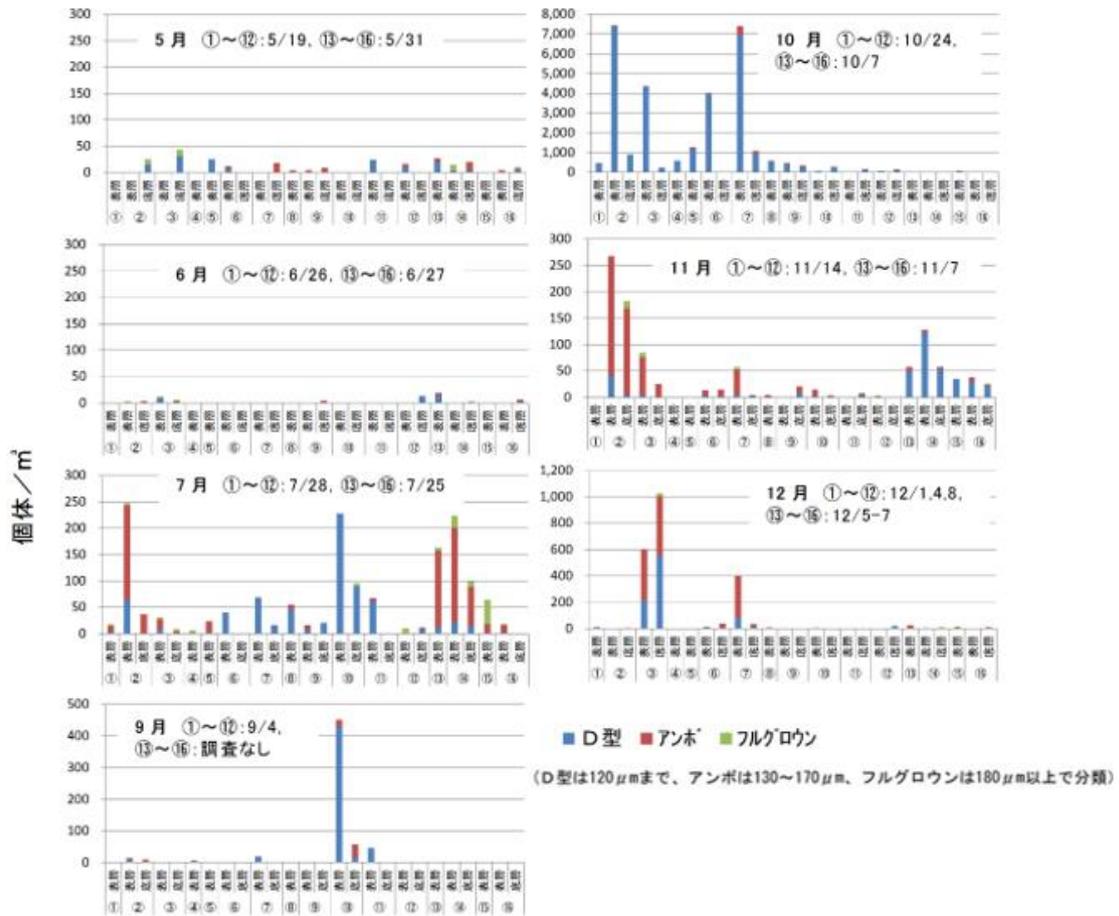


図2-ア-a-6 浮遊幼生調査結果

【参考文献】

- 1) 黒田伸郎・岡本俊治・松村貴晴(2017)三河湾のアサリ漁場周辺における浮遊幼生の出現密度. 愛知水試研報, 22, 14-21.

b) 数値計算によるアサリ浮遊幼生の産卵場および着底場の推定

【方法】

流動モデルは、Princeton Ocean Model (Mellor (1998) ¹⁾ をベースとした中山ら (2009) ²⁾ のモデルを、伊勢湾・三河湾に適用した。計算領域および海底地形を図2-ア-b-1に、計算条件一覧を表2-ア-b-1に整理する。

アサリの春産卵群である7月を対象として、上述の流動モデルで計算された流動場を用いて、粒子追跡法による産卵場の推定を試みた。ここでは、アサリ浮遊幼生の移動の流れに対して受動的なトレーサーとみなしている。粒子は、図2-ア-b-1に示す粒子配置図のように伊勢湾・三河湾沿岸全域を14区（伊勢湾7区、三河湾7区）に分画し、毎正時に1格子あたり1個の粒子を放出することとした。浮遊時の鉛直移動については、各粒子の放出後14日間は流れに受動的輸送され、14日以降は沈降（鉛直下向きに移動）する条件とした。ただし、10～14日の間に水深5 mの浅場に位置していた場合にも沈降（鉛直下向きに移動）するものとした。

【結果と考察】

アサリの春産卵群である7月を対象とした粒子追跡解析結果より、伊勢湾・三河湾におけるアサリ浮遊幼生のコネクティビティマップを図2-ア-b-2に示す。ただし、ここでは潜在的なコネクティビティ検討のため、着底時水深が5 m以浅とする制限を設けず、各シンクパッチ内のすべての着底稚貝を対象として解析を行った。

2017年7月を対象とした場合、伊勢湾で発生した浮遊幼生は伊勢湾に、三河湾で発生したものは三河湾へ供給されやすいものと推定された。供給率が高い地区は、四日市 (Area4)、常滑・野間 (Area6)、名古屋港 (Area7)、および三河湾であった。また、幼生が来遊しやすい地区は、伊勢・明和 (Area1)、松坂・香良洲 (Area2)、津・白塚 (Area3)、および三河湾北部 (Area8-11) であることが推測された。

伊勢湾および三河湾において2017年7月25日に実施された浮遊幼生の分布結果 (図2-ア-b-3) を用い、同日の粒子追跡計算結果と精緻に比較し各粒子放出区における産卵数を推定すると、伊勢湾ではArea3、4、7、三河湾ではArea13、14が主要な産卵場となっていたことが示唆される (図2-ア-b-4)。

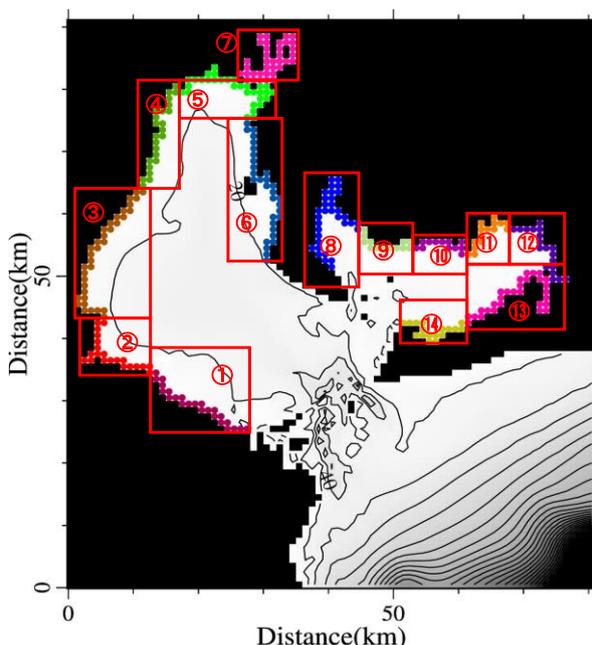


図2-ア-b-1 計算領域、海底地形、粒子配置および粒子の着底領域 (シンクパッチ、図中赤枠)

表2-ア-b-1 流動モデルの計算

項目	内容	
計算期間	2016/10/01~2017/07/31の10ヶ月間	
計算領域	伊勢湾・三河湾 東西81 km、南北91 km	
水深	最小：5 m 最大：500 m	
計算格子	水平方向	直交座標 1000 m
	鉛直方向	σ座標 10層
計算分割時間	60 sec (外部モード4 sec)	
開境界条件	潮汐	数値潮汐モデルNAO.99jb (Matsumotoら (2000))
	水温・塩分・流速	JCOPE2.1再解析データ
気象条件	風、気温、気圧	気象庁GPV-MSM
	相対湿度	
	全天日射量	気象観測所データ (気象庁) 名古屋地方気象台
河川	一級河川 (10河川)	
	流量	H-Q式から推算
	水温	気温・水温の相関式から推算

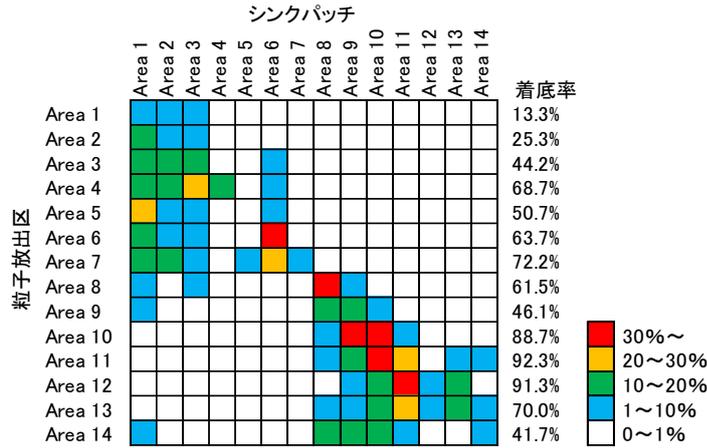


図2-ア-b-2 2017年7月を対象とした、数値計算による各地区の母貝場(粒子放出区)からの供給率、および稚貝場(シンクパッチ)への来遊率の「潜在力」の概要。

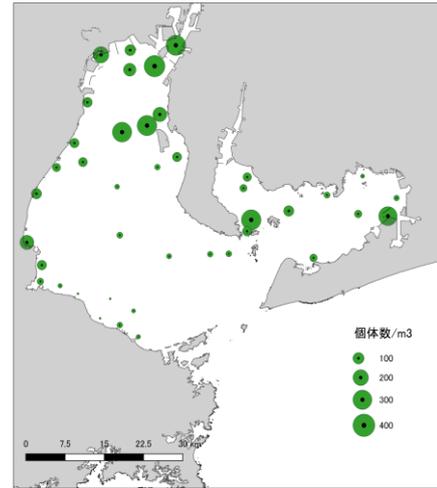


図2-ア-b-3 2017年7月25日における浮遊幼生分布調査結果

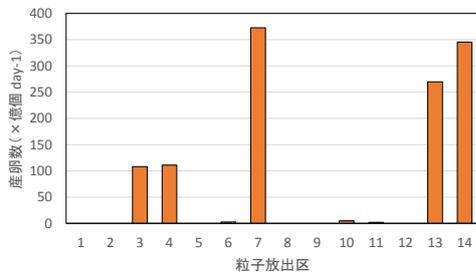


図2-ア-b-4 各粒子放出区における推定産卵数

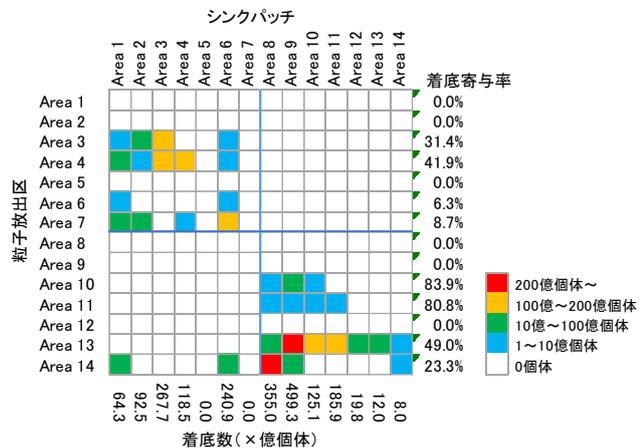


図2-ア-b-5 2017年7月25日における浮遊幼生分布調査データを利用した各地区の産卵場からの供給率(着底寄与率)および着底場への来遊量(着定数)の貢献度の概要

各粒子放出区における産卵量を加味したコネクティビティマップ(稚貝場・母貝場の「貢献度」)を図2-ア-b-5に示す。「潜在力」と同様に、伊勢湾で発生した浮遊幼生は伊勢湾内に、三河湾で発生した浮遊幼生は主に三河湾へ供給されている。現状の浮遊幼生量から推定した母貝場(粒子放出区)として貢献度の高い地区は、伊勢湾では津・白塚(Area3)、鈴鹿・四日市(Area4)、三河湾では幡豆(Area10)、蒲郡(Area11)、田原(Area13)、福江(Area14)であった。稚貝場として浮遊幼生の来遊が高いと推定される地区は、伊勢湾では津・白塚(Area3)、常滑・野間(Area6)、三河湾では三河湾北部(Area8~11)と推測された。

本結果は2017年7月を対象とした結果であり、計算条件もさまざまな過程に基づくものである。実海域における浮遊幼生調査では、浮遊幼生は7月以降、12月にも確認されており、今後も現地調査により実データの蓄積を行い、比較・検証を継続して行う必要がある。

c) 母貝場・稚貝場におけるアサリ分布状況調査

○三重県

【方法】

伊勢湾内の湾奥部港湾区域（木曾三川河口～名古屋港）と伊勢沖を調査対象とした（図2-ア-c-1）。図2-ア-c-1に示す湾奥部港湾区域の160地点と伊勢沖の120地点において、アサリ

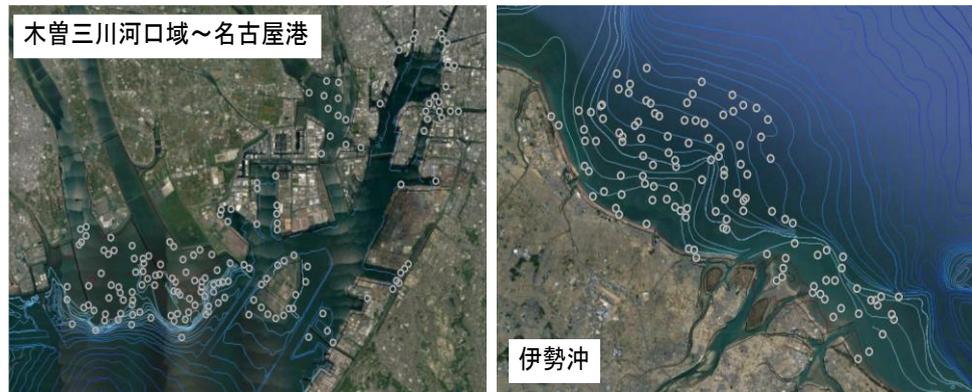


図2-ア-c-1 伊勢湾における母貝場調査地点

(国土地理院地図)

と堆積物の試料採取を行った。底生生物は1点/20haになるように調査地点を設定し、グラブ型採泥器を用いて各点で2回ずつ0.05m²、深さ0.2mで底質を採取し、2mm目合のフルイに残ったものからアサリを採取し、殻長、殻幅、殻高、湿重量、軟体部重量を計測した。さらに軟体部はパラフィン包埋処理を行い、組織切片作成後、松本ら（2014）の手法を用いて成熟度判定を行った。また、堆積物は表層約2cmを採取し、乾燥粉碎後、中央粒径と強熱減量を計測した。以上の調査を2017年6月より2018年2月まで隔月実施した。

【結果と考察】

伊勢湾奥部港湾区域および伊勢沖海域のアサリ密度の分布の変化をそれぞれ、図2-ア-c-2、図2-ア-c-3に示した。湾奥部の港湾区域では、木曾三川河口域から名古屋港内でアサリの成育が確認でき、最大密度は12,120個/m²であった。木曾三川河口域では、潮間帯から最大水深10m

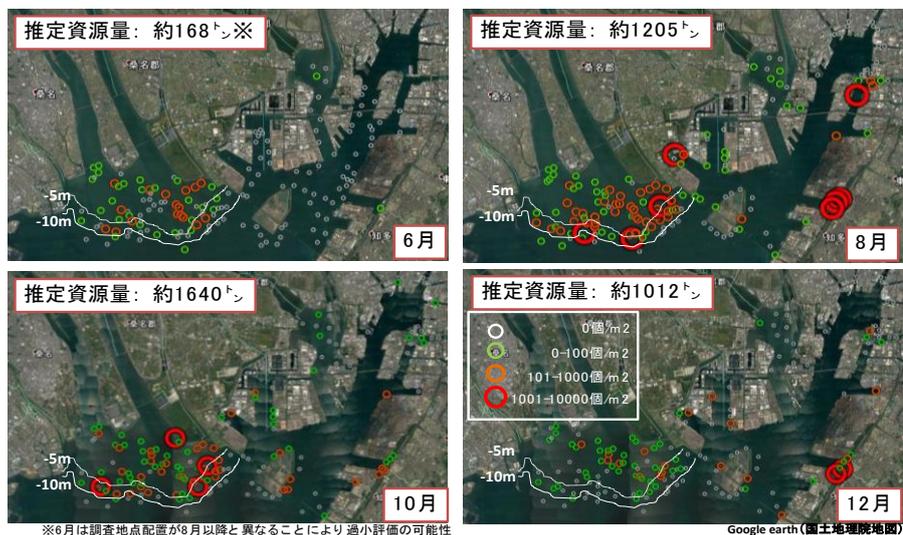


図2-ア-c-2 伊勢湾における母貝場調査地点

Google earth (国土地理院地図)

のエリアで主に殻長20mm以下の稚貝が、名古屋港内では貧酸素水塊の影響を受けない水深5m以浅のエリアに殻長20mm以下の稚貝と20mm以上の成貝共に確認できた。2017年に来襲した台風18、21号の出水の前後で、木曾三川河口域の稚貝は減少したが、名古屋港内の水深5m以浅のアサリは、出水や貧酸素の解消後も大きく減少することなく生残成長した。調査範

圏内の推定資源量は2017年6、8、10、12月にそれぞれ約168、1205、1640、1012トンであった。

(ただし、初回調査6月は調査地点の配置が8月以降とは異なったため、資源量が過小評価になっている可能性がある) 一方伊勢沖では、宮川河口域において殻長20mm以下の稚貝が、村松大淀地先の水深5m以浅

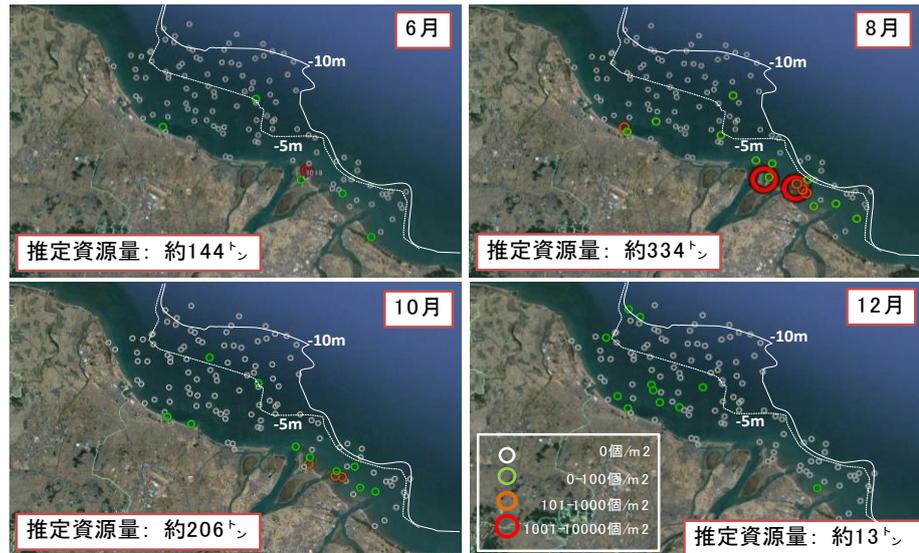


図2-ア-c-3 伊勢湾における母貝場調査地点

Google earth(国土地理院地図)

の浅海域において殻長20mm以上の成貝の生息が確認できたが、5m以深の深場での生育はほとんど確認できなかった。また宮川河口域の稚貝は、10月以降激減し、12月にはほとんど見られなくなった。調査範囲内の推定資源量は2017年6、8、10、12月にそれぞれ約144、334、206、13トンとなり、台風の出水の影響で伊勢沖の資源量は激減した。

以上より、木曾三川河口域と宮川河口域は、大量の稚貝が発生する稚貝場である可能性が推測された。また、名古屋港内のアサリ資源は、通年安定して約1000トン規模の資源量が維持されており、それらの産卵によって伊勢湾中南部へ浮遊幼生を供給する母貝場となっていることが推測された。

ただし、本調査は単年度の調査であることから、今後稚貝や成貝の分布調査を継続して行ることが必要である。

【参考文献】

松本才絵, 淡路雅彦, 日向野純也, 長谷川夏樹, 山本敏博, 柴田玲奈, 秦安史, 櫻井泉, 宮脇大, 平井玲, 程川和宏, 羽生和弘, 生嶋登, 内川純一, 張成年, 日本国内6地点におけるアサリの生殖周期(2014), 日本水産学会誌, 80巻4号 p. 548-560.

○愛知県

【方法】

図2-ア-c-4に示した①～⑨の地点で、表2-ア-c-4の調査月日に母貝・稚貝と着底稚貝の調査を行った。母貝・稚貝については、①～⑧では20×20×15cmの方形枠で3回、⑨では軽量簡易グラブ型採泥器で2回(採泥面積0.1㎡)採泥した試料を2mm目合いのふるいにかけ、ふるいに残ったものの計数及び殻長測定を行った。さらに、鳥羽・深山¹⁾及び清水ら²⁾の方法により、各地点10個体の生殖腺の発達段階(成熟度)を調べた。着底稚貝については、①～⑧はφ50mmのコアで3回採泥した試料を、⑨ではφ76mmのコアで2回採泥した試料を1mm目合いのふるいにかけ、ふるいを通したものの計数を行った。

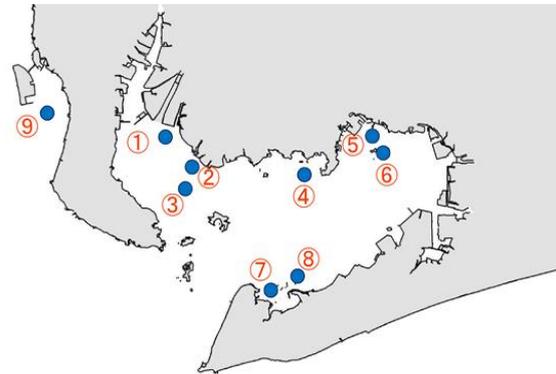


図2-ア-c-4 母貝場・稚貝場調査地点

表2-ア-c-1 母貝場・稚貝場調査月日

	6月分	7月分	8月分	9月分	10月分	11月分
①～⑧	6/19,20,28	7/19,20,27	8/30,31	9/26,27	10/31,11/1	11/28,29
⑨	6/28	7/27	8/30	10/5	10/31	12/7

【結果と考察】

母貝・稚貝の地点別の密度の推移を図2-ア-c-5に、母貝・稚貝の地点別の殻長の推移を図2-ア-c-6に示した。①～④、⑨では6、7月には母貝・稚貝が採取されなかった。①～④では8月以降に放流稚貝と思われる殻長15～17mm程度のアサリが確認されるようになったが、②以外では低い密度であった。⑨でも8月以降に稚貝サイズのアサリが確認されるようになった。⑤、⑥では6、7月に殻長30mm以上の母貝サイズの分布が確認された。⑤では8、9月に稚貝の放流を行ったためか、殻長20mm程度のアサリを主体に密度が急激に高くなったが、10、11月には密度は低下した。⑥では母貝サイズが8月以降にはみられなくなり、9月以降は殻長15～20mmのアサリが低密度で分布していた。⑦では7月と10月に密度が高くなったが、放流稚貝が主

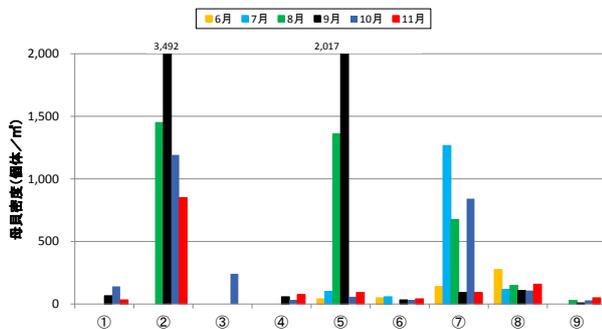


図2-ア-c-5 母貝・稚貝の地点別の密度の推移

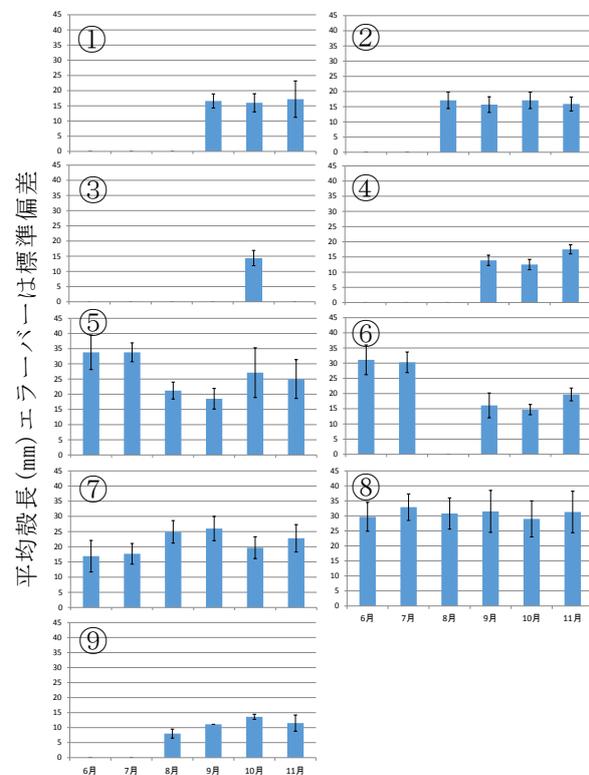


図2-ア-c-6 母貝・稚貝の地点別の殻長の推移

体と思われた。これらも11月には減耗し、低い密度となった。⑧は他の地点とは異なり、6～11月の調査期間中、平均殻長は30mm程度で推移し、密度はほぼ100～150個体/m²で大きな変動はなかった。

これらのことから、年間を通して母貝サイズが確認された⑧では、産卵場として機能している可能性があると考えられた。

母貝の成熟度について、6～8月分の結果を図2-ア-c-7に示した。明らかな傾向は見当たらないが、④、⑥、⑦、⑧では8月に成熟期の個体の割合が高く、放出終了期の個体がみられなかったことから、秋季の産卵に向け成熟が進む時期であった可能性が考えられた。

着底稚貝の地点別密度を図2-ア-c-8に示した。①、③、⑨では稚貝の着底がほとんどなかった。②、④、⑤では、11月以外には目立った着底はなかったが、11月にはそれぞれ8,000、26,000、7,000個体/m²の密度で稚貝の着底が確認された。⑥では6、11月に20,000個体/m²以上の稚貝の着底が確認された。⑦、⑧は密度は高くはないものの10月を除いて着底が確認された。②、④、⑤については11月に、⑥については6、11月に大量の稚貝の着底が確認されたことから、稚貝場としての潜在力を有する可能性があると考えられた。⑦、⑧については、コンスタントな着底が確認され、母貝場・稚貝場調査でも母貝・稚貝が確認されたことから、稚貝場としての潜在力、貢献度が高い地点である可能性が考えられた。

【参考文献】

- 1) 鳥羽光晴・深山義文(1991) 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発. 日本水産学会誌, 57(7), 1269-1275
- 2) 清水洋平・大津秀夫・蛭子 彰・多田匡秀(2006) : 上磯町茂辺地地区におけるアサリの産卵期について. 北海道水産試験場研究年報, 70, 99-104.

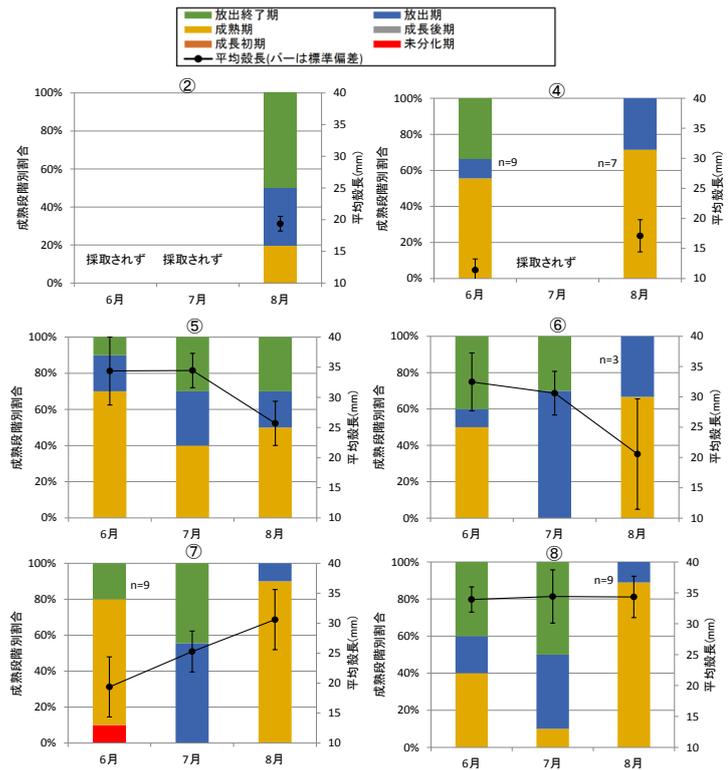


図2-ア-c-7 地点別の母貝の成熟度及び供試個体の殻長分析個体数が10個体に足りない場合は個体数を付記した。

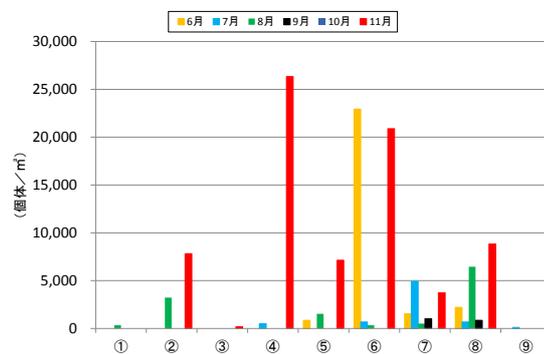


図2-ア-c-8 地点別の着底稚貝数の推移

○三河湾主要4漁場におけるアサリ分布調査

【方法】

調査は三河湾蒲郡地区、幡豆地区、一色地区、福江地区の4地区で平成29年10月24日～27日に実施した(図2-ア-c-9)。調査は軽量簡易グラブ型採泥器(0.05m²)を用いて、各地区で40～41地点、地点あたり2回の採泥を実施した。採泥後、表層から粒度組成分析用の試料を採集し、残りの底土を目合い2mmのふるいにかけて、ふるいに残ったものを研究室に持ち帰り、アサリおよびその他二枚貝を選別し、アサリについては殻長、重量の計測を行った。なお本調査では、殻長10mm未満を稚貝、殻長10mm～20mmを未成貝、殻長20mm以上を成貝と定義した。

アサリを採集した同じ地点で採泥した底土の一部を採取し、粒度組成分析の試料に供した。粒度組成分析にはレーザー回折式粒度分析装置(SALD-3100, 島津理化)を用い、中央粒径およびシルト含量を計測した。

【結果と考察】

稚貝は、各地区での密度は低く、また採集できた地点も少なかった。最大密度は、蒲郡地区の440個体/m²であった。未成貝は、一色地区および福江地区では広く分布しており、1000個体/m²を超える調査地点はそれぞれ2地点および3地点確認できた。蒲郡地区では、平均密度は上記2つの地区より低かったが、局所的に3000個体/m²を超える場所が確認された。一方、幡豆地区では最大密度は150個体/m²であった。成貝は、蒲郡地区と福江地区で1000個体/m²を超える地点が確認された。一色地区では最大密度が550個体/m²、幡豆地区では10個体/m²と上記2地区より密度は低かった。

三河湾では6月～10月にかけて、豊川河口で発生した稚貝の移殖放流を行っている。今回の調査した地区にも未成貝に相当する殻長のアサリを放流しており、放流密度や範囲の実態をある程度把握できたと考える。一方、天然発生を多く含む稚貝の分布密度は最大で

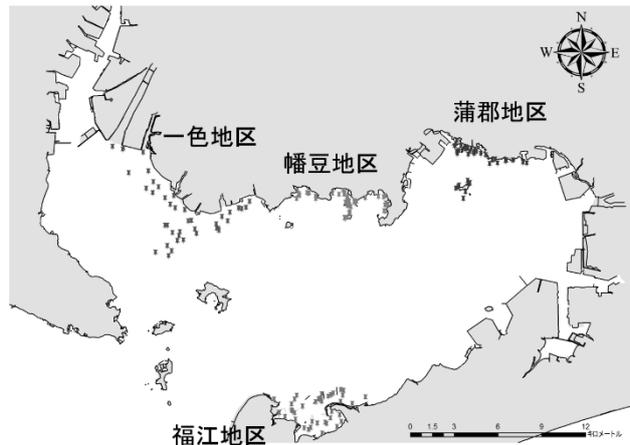


図2-ア-c-9 三河湾4地区における調査地点の概要

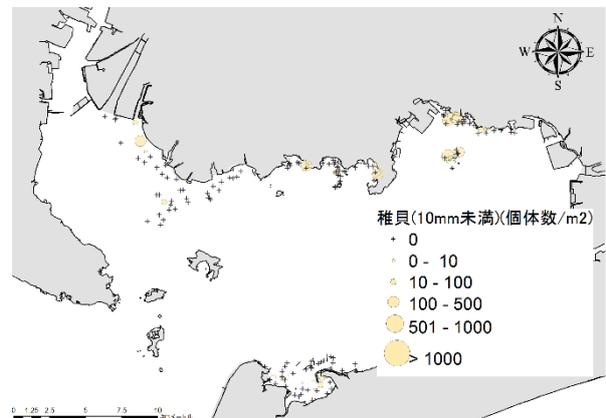


図2-ア-c-10 三河湾4地区における稚貝の分布

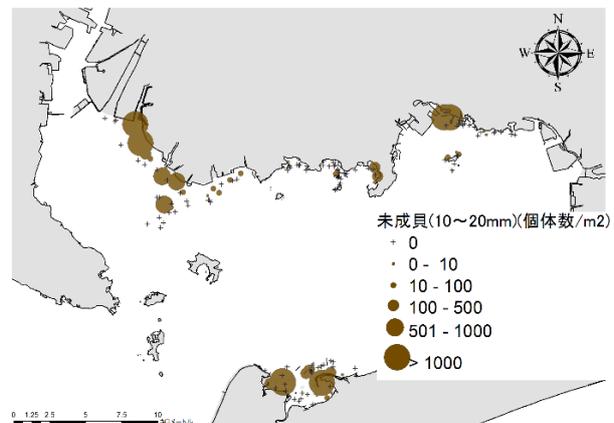


図2-ア-c-11 三河湾4地区における未成貝の分布

440個体と低く、浮遊幼生の供給あるいは着底直後の生残の低さが原因と考えられる。成貝は福江地区では未成貝と成貝が採集された地点はほぼ一致しており、生息場として機能していると考えられる。また、それぞれの地区で採集されたアサリの殻長頻度を比較すると、すべての地区で異なっており、稚貝場や成育場としての環境条件が異なると推定される。今後、成貝が生息できる環境条件を把握するために、稚貝や未成貝の分布調査を継続して行くことが必要である。

中央粒径について、三河湾北部に位置する蒲郡地区、幡豆地区、一色地区では、250 μm ～1000 μm の底土が広がっており、シルト分が多くなる125 μm 未満の底土は幡豆地区の一部に見られた。福江地区では、入江付近の底質は、125 μm ～250 μm の底土が広がっていた。また、欠測となっている地点の多くは、礫帯であった(図2-ア-c-13)。アサリの分布と合わせると、中央粒径としては250 μm ～1000 μm がアサリの分布と関係していると考えられる。

シルト含量について、蒲郡地区と幡豆地区では、50%を超える地点が多くみられた。一色地区や福江地区では10%以下の地点が多くみられた。アサリの分布と合わせると、シルト含量としては、50%を超えないことがアサリの分布と関係していると考えられる。

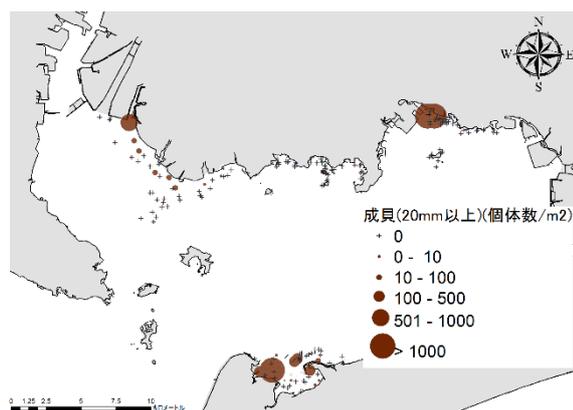


図2-ア-c-12 三河湾4地区における成貝の分布

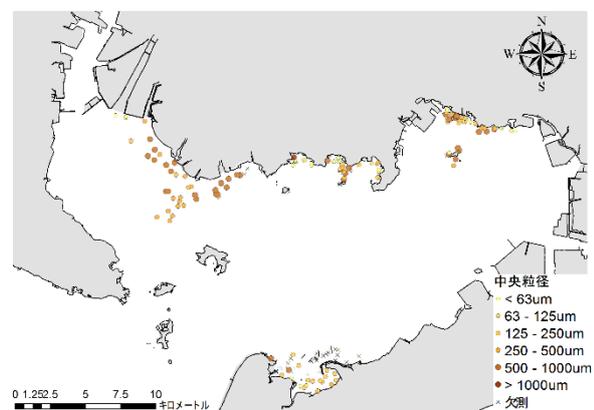


図2-ア-c-13 三河湾4地区における中央粒径の分布

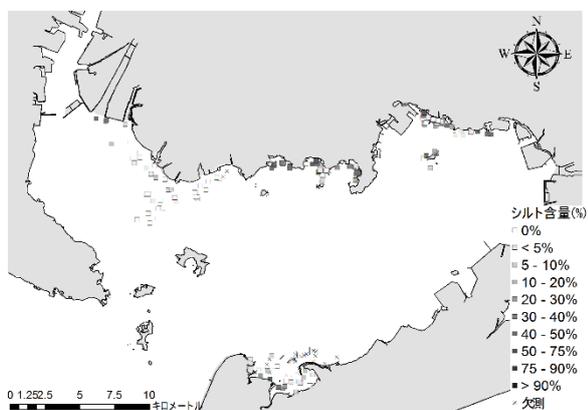


図2-ア-c-14 三河湾4地区におけるシルトの分布

細部課題 (2) -イ) 伊予灘・周防灘におけるマコガレイ

a) 数値計算による浮遊仔魚の着底海域の推定

担当：水工研

【方法】

流動モデルは、Princeton Ocean Model (Mellor (1998)¹⁾をベースとした中山ら(2009)²⁾のモデルを使用した。計算領域および海底地形を図2-イ-a-1に、計算条件一覧を表2-イ-a-1に整理する。

マコガレイ稚魚の浮遊期を12月から1月までと仮定して、上述の流動モデルで計算された流動場を用いて、粒子追跡法による移動・分散シミュレーションを実施した。産卵場となりうる範囲において、水深30m以浅はすべて産卵場であると仮定し、豊後水道から燧灘にかけて18海域に区分し粒子を配置した(図2-イ-a-2)。マコガレイ卵は粘着性沈着卵であり、海底でふ化後に浮遊期に入ることが知られている。ここでは、マコガレイ浮遊稚魚は受動的なトレーサーとみなし、各粒子を海底から放出後12日間は流れに受動的輸送され、12-16日間に水深10m以浅または陸付近に粒子が到達したら着底し、16日以降経過したものはその場に着底する条件を付与した。

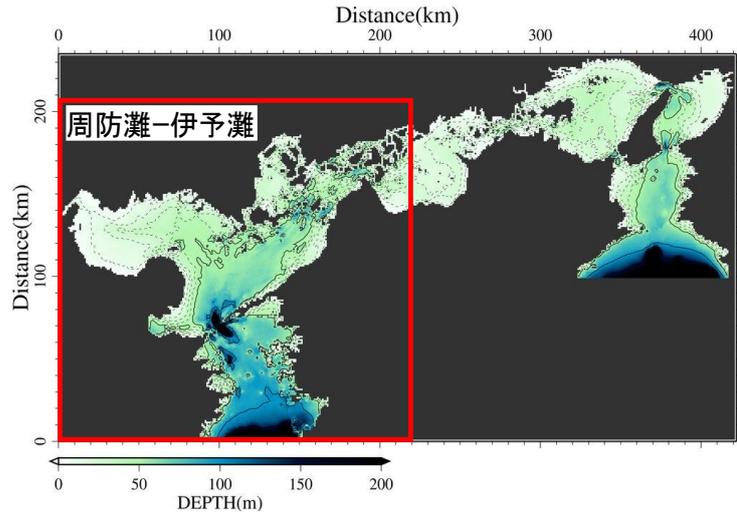


図2-イ-a-1 計算領域、および海底地形

表2-イ-a-1 流動モデルの計算条件一覧

項目	内容	
計算期間	2016/12/01~2017/03/1の3ヶ月間	
計算領域	瀬戸内海 東西421 km、南北234 km	
水深	最小: 5 m 最大: 500 m	
計算格子	水平方向	直交座標 1000 m
	鉛直方向	σ 座標 10層
計算分割時間	30 sec (外部モード3 sec)	
開境界条件	潮汐	数値潮汐モデルNAO.99jb (Matsumotoら (2000))
	水温・塩分・水位	JCOPE2.1再解析データ
気象条件	風、気温、気圧	気象庁GPV-MSM
	相対湿度	
	全天日射量	気象観測所データ (気象庁)
河川	1級、2級河川 (243河川)	
	流量	H-Q式から推算
	水温	気温・水温の相関式から推算

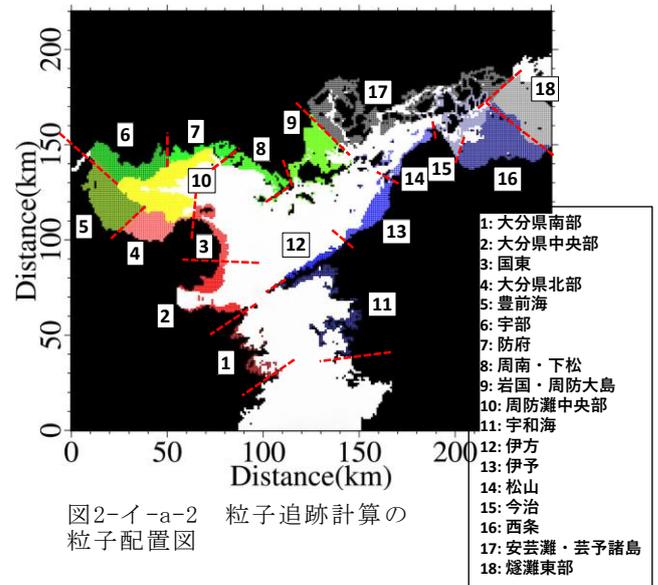


図2-イ-a-2 粒子追跡計算の粒子配置図

【結果と考察】

2017年1月におけるマコガレイ稚魚の着底ポテンシャルを図2-イ-a-3に示す。またコネクティビティマップを図2-イ-a-4に示す。平成29年冬季の産卵を対象とした数値計算の結果は図2-イ-a-4および下記の通りとなる。対象とする周防灘・伊予灘以外の海域 (Area1、11、および15から18まで) を除くと、産卵場として着底場への潜在的な供給率が高い地区は、Area5:豊前海、Area9:岩国・周防大島を始め、Area4:大分県北部、Area6:宇部、Area10:周防灘中央、Area13:伊予となった (図2-イ-a-4)。着底場として浮遊仔魚の潜在的な来遊率が高い地区は③大分県北部、Area2:大分県中央部となり、それらに続き、Area3:国東、Area9:岩国・周防大島、Area12:伊方、Area13:伊予が続く

た。

本結果は2017年1月を対象とした結果であり、計算条件もさまざまな過程に基づくものである。実海域におけるマコガレイの産卵親魚は1月以外にも確認されており、今後も現地調査により実データの蓄積を行い、比較・検証を継続して行う必要がある。

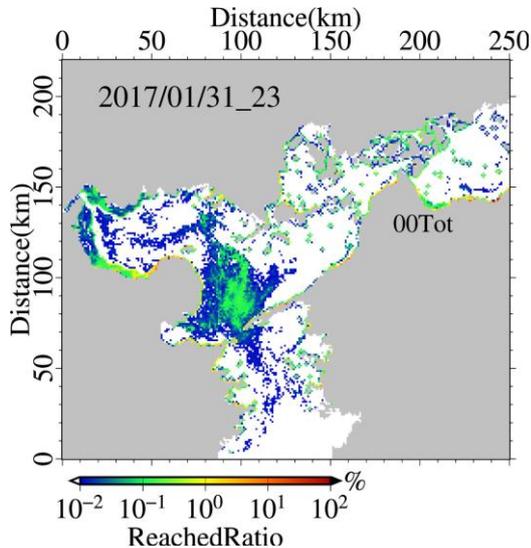


図2-イ-a-3 2017年1月を対象とした、粒子追跡計算によるマコガレイ稚魚の着底ポテンシャル

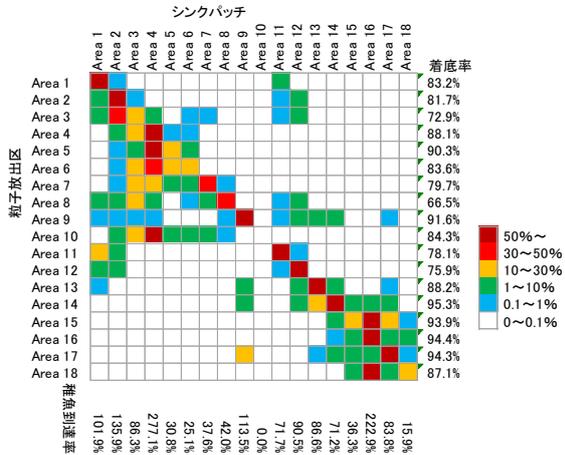


図2-イ-a-4 2017年冬季のマコガレイ産卵群を対象に、海洋環境のみにより推定した潜在的な各地区の産卵場(粒子放出区)からの供給率及び着底場(シンクパッチ)への来遊率の概要。図中Area1~18は、図2-イ-a-2の海域番号を意味する。

b) 稚魚分布調査

○福岡県

【方法】

平成29年5月31日及び6月14日の2日間、計10点を調査した(図2-イ-b-1)。ソリネット調査は大分県が所有するソリネット(間口0.6 m×0.4 m、目合い3 mm)を使用して各点2回ずつ行い、船速2ノットで1回目は2分間、2回目は5分間曳網後、採集物の分類を行った。ベントス調査としてスミスマッキン型採泥器1杯分の底質を1 mmのふるいで濾し、残ったベントスを100%エタノールで固定した後、分類を行った。水質調査はJFEアドバンテック社製のCTDを用いて調査点における水温、塩分を測定した。

【結果と考察】

全ての調査点でマコガレイ稚魚は確認できなかった。

調査期間中の底層水温は20.0~22.8℃の範囲で、多毛類や二枚貝類など各点で2~6種類のベ

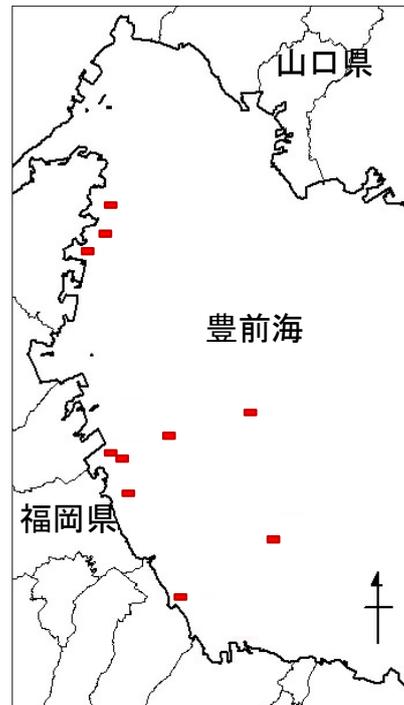


図2-イ-b-1 着底稚魚調査点

ントスを確認した。

今調査では、福岡県海域でマコガレイ稚魚を確認できなかったが、調査時の底層水温が20℃を上回ったことから、マコガレイ稚魚が着底後、底層水温の上昇とともに本県海域外へ移動した可能性が考えられた。

○大分県

【方法】2017年5月17日～6月9日にかけて大分県別府湾以北の各海域(図2-イ-b-2, A～I)においてソリネット(口幅1.3 m 目合8mm)による試験操業を行った。調査には船外機または小型底曳網漁船を使用し、2ノットで2～5分操業し、曳網距離から曳網面積を算出した。採捕されたマコガレイ稚魚は、全長、体長、体重の測定を行った。また、試験操業時には採泥器(軽量簡易グラブ採泥器, 東京久栄社製)を用いて底泥サンプルを採取し、表層泥0～2 cm層の粒度組成、強熱減量(550℃, 6時間)の分析を行った。

【結果と考察】

マコガレイ稚魚採捕を目的としたソリネットによる試験操業結果を表1に示す。マコガレイ稚魚は海域A, D, G, Hで確認され、海域Aの定点8で最大1.14尾/100m²となった。稚魚が確認された定点の環境は水深3.8～13.9 m、中央粒径21.3～895.8 μm、強熱減量1.03～10.51 %の範囲にあり、特定の環境に稚魚がみられる傾向はみられなかった。

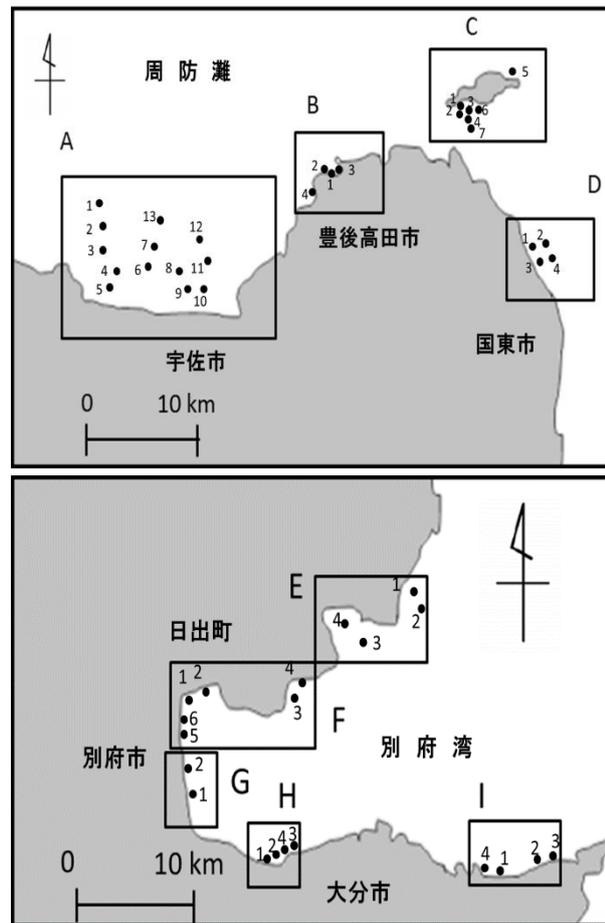


図2-イ-b-2 稚魚調査定点

表2-イ-b-1 各定点の稚魚密度、環境データ

海域	調査日	定点	曳網面積 (m ²)	尾数	全長(mm)	密度 (尾/100m ²)	水深 (m)	中央粒径 (μ m)	強熱減量 (%)
A	5/17	1	499.2	0	-	0.00	14.4	-	-
		2	586.3	0	-	0.00	12.8	-	-
		3	694.2	0	-	0.00	10.0	-	-
		4	503.1	0	-	0.00	6.5	-	-
		5	565.5	0	-	0.00	5.3	-	-
	5/27	6	313.3	1	70	0.32	9.0	21.3	4.93
		7	323.7	0	-	0.00	11.5	715.3	2.58
		8	262.6	3	71, 80, 89	1.14	9.1	895.8	3.84
		9	548.6	1	59	0.18	8.8	666.2	2.67
	6/9	10	774.8	0	-	0.00	8.1	35.1	5.70
		11	847.6	0	-	0.00	13.0	13.4	7.29
		12	799.5	1	70	0.13	13.9	13.7	10.51
		13	820.3	0	-	0.00	14.0	13.1	9.45
B	5/24	1	507.0	0	-	0.00	4.1	192.4	1.43
		2	357.5	0	-	0.00	9.1	17.7	42.45
		3	1337.7	0	-	0.00	4.7	162.3	6.74
		4	742.3	0	-	0.00	4.4	161.7	13.68
C	5/25	1	328.9	0	-	0.00	6.4	356.6	1.17
		2	514.8	0	-	0.00	7.1	533.6	0.83
		3	569.4	0	-	0.00	7.6	572.5	1.03
		4	174.2	0	-	0.00	10.0	748.5	1.76
		5	158.6	0	-	0.00	4.5	306.6	0.23
		6	351.0	0	-	0.00	5.4	561.3	1.02
		7	319.8	0	-	0.00	14.1	733.6	2.32
D	6/4	1	1424.8	1	65	0.07	6.9	178.4	2.76
		2	582.4	0	-	0.00	10.5	126.6	3.72
		3	837.2	0	-	0.00	6.1	147.4	2.39
		4	773.5	0	-	0.00	9.9	108.0	3.44
E	6/8	1	657.8	0	-	0.00	9.9	213.6	2.30
		2	803.4	0	-	0.00	12.5	343.5	2.48
		3	852.8	0	-	0.00	7.3	15.3	8.72
		4	832.0	0	-	0.00	3.5	34.4	7.02
F	5/26	1	292.5	0	-	0.00	4.4	142.7	10.50
		2	218.4	0	-	0.00	7.3	197.3	3.60
		3	288.6	0	-	0.00	3.5	202.4	3.72
		4	666.9	0	-	0.00	3.7	194.1	4.88
	6/6	5	548.6	0	-	0.00	5.4	203.9	2.48
		6	556.4	0	-	0.00	11.8	107.6	3.59
G	6/6	1	282.1	0	-	0.00	12.7	59.9	3.53
		2	547.3	1	47	0.18	11.0	511.1	1.03
H	6/7	1	304.2	1	61	0.33	3.8	240.7	1.16
		2	310.7	1	71	0.32	6.7	340.0	2.03
		3	296.4	0	-	0.00	8.9	37.4	11.54
		4	547.3	0	-	0.00	7.2	329.4	1.48
I	6/5	1	813.8	0	-	0.00	2.4	229.4	2.66
		2	325.0	0	-	0.00	5.5	1178.1	1.13
		3	572.0	0	-	0.00	7.1	1445.9	0.69
		4	581.1	0	-	0.00	7.3	196.1	2.63

○山口県

【方法】

平成29年5月29日に周南市仙島東岸を、30日に下関市王喜地先の木屋川東岸から河口域にかけて、6月12日に5月29日に調査した場所から南方へ向かって周南市仙島から黒髪島、さらには海峡を隔てた大津島東側の帝岬周辺を、6月13日には下関市王喜地先の木屋川東側の航空自衛隊小月航空基地の沿岸部から南方（沖合い）に向かって、大分県所有のソリネット（網口開口部80cm×20cm）を用い、船速2ノットで2分間の曳網を行い、網に入った動植物を分類し、マコガレイ稚魚のほか海域の海域環境を把握するため、生物調査、CTDによる環境調査を行うとともに、サンプルを水工研に送り底泥の粒度組成及び強熱減量測定を行った。



図2-イ-b-3 木屋川地区調査点



図2-イ-b-4 周南地区調査点

【結果と考察】

稚魚が見つかったのは、5月29日の仙島東岸の調査点2ヶ所のほか、6月12日の仙島南端付近、黒髪島東岸、大津島帝岬付近の3ヶ所で確認された。一方、木屋川河口域周辺の調査点では5月30日には発見されなかったものの6月13日の調査では小月航空基地の護岸の沖合い200m付近に護岸と並行して密生しているアマモ場帯の側で確認された。

なお、確認された稚魚は延べ11尾で、そのサイズは全長54mm～86mm（平均68.45mm）体長43mm～70mm（平均56.55mm）、体重0.6g～4.1g（平均1.96g）であった。

各調査点ではCTDによる環境データのほか、底泥の粒度組成分析や強熱減量測定を行った。

採集した生物の調査や底泥の分析結果は、表2-イ-b-2に示した。なお、現段階では、稚魚が生息するための環境要件の精査は行っていない。

表2-イ-b-3 稚魚分布調査結果

年月日	場所	水温 (°C)	水深 (m)	密度 (尾/100m ²)	平均全長 (mm)
2017/4/27	磯崎	14.1	11.0	5.4	24.7
2017/4/27	喜木津	14.0	10.0	0.3	22.5
2017/5/26	下灘	17.3	6.2	0.7	43.2
2017/5/26	上灘	17.3	5.0	0.2	43.2
2017/5/26	磯崎	17.5	11.0	0	—
2017/5/26	喜木津	17.6	10.0	0.6	—
2017/6/12	磯崎	18.1	11.0	1.5	—
2017/6/19	怒和島	19.5	5.4	0.1	67.3
2017/6/19	興居島	20.0	3.8	6.6	48.9

※捕獲魚は、6/19怒和島1尾がイシガレイ。その他は全てマコガレイ。

表2-イ-b-4 粒度分布および餌生物

年月日	場所	強熱減量 (%)	中央粒径値 (μ m)	シルト分 (%)	多毛類 (個体数 /m ²)
2017/5/26	下灘	1.88	327	0.21	1,358
2017/5/26	上灘	2.88	717	0	3,169
2017/5/26	磯崎	2.76	324	0	2,264
2017/5/26	喜々津	2.33	514	0.06	2,716
2017/6/12	磯崎	2.98	315	0	453
2017/6/12	怒和島	1.27	1,040	0.21	6,111
2017/6/19	興居島	3.00	404	0	6,338

c) 産卵場調査

○福岡県

【方法】

図2-イ-c-1に示すとおり、平成29年12月20日に行橋市沖で2点、12月22日に行橋市及び築上町沖で3点、1月5日に北九州門司沖から豊前市沖まで広域に7点計12点調査を行った。卵の採集には千葉県が開発した卵採集用の漁具(間口30 cm×20 cm、目合い0.55 mm×0.75 mm)を使用し、約2.25 m² (赤：①は4.5 m²) の海底表面を曳網して行った。同時に稚魚分布調査と同方法で水温、塩分を測定するとともに、スミスマッキンタイヤ型採泥器を用いて各調査点の底質を採取し、分析を行った。

さらに、行橋市魚市場に水揚げされたマコガレイの全長、体重、生殖腺重量を測定し、GSI(成熟度)を算出した。

【結果と考察】

産卵場調査の結果、12月20日に調査した行橋市沖の2点(赤：①、②)でマコガレイ卵を計5個確認した。その後、12月22日の調査では卵は確認できなかった。しかし、1月5日の調査では、築上町沖の1点(緑：⑤)でマコガレイ卵を3個確認した(図2-イ-c-1)。また、卵が確認された海域の底質はシルト・粘土分の割合が83~97%と高く、砂分は3~17%、礫分は0%だった。

行橋魚市場に水揚げされたマコガレイのGSIは、12月上旬に最も高い値を示し、1月の中旬にかけて低下した(図2-イ-c-2)。

このことから、福岡県海域にマコガレイの産卵場があり、産卵は12月中旬から1月の中旬にかけて行われていると推察された。

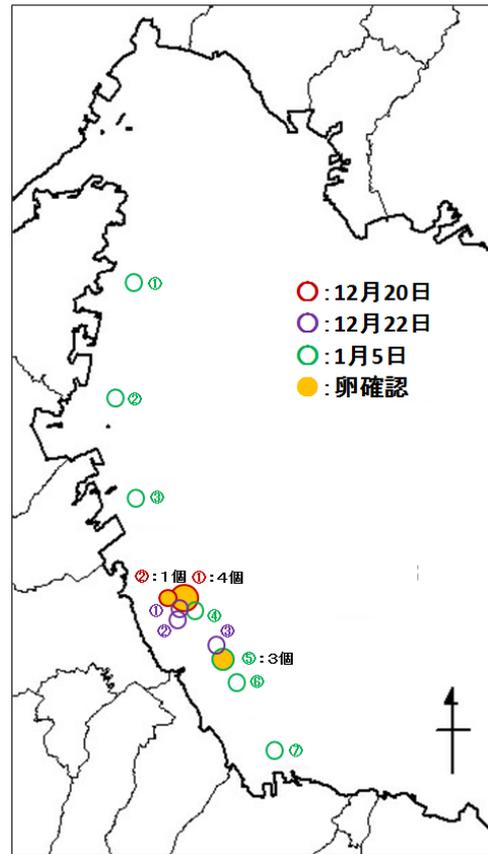


図2-イ-c-1 産卵場調査結果

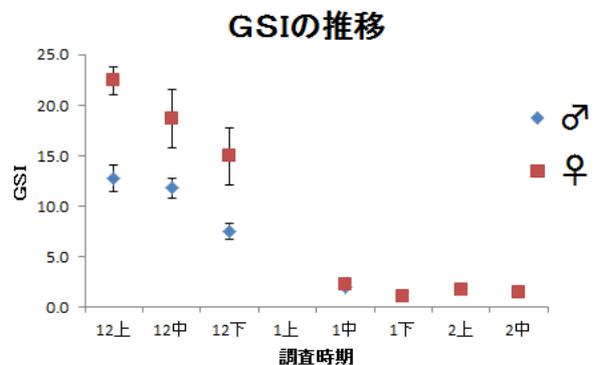


図2-イ-c-2 GSIの推移

○大分県

【方法】

2016年12月20日に県が実施した調査でマコガレイ卵が発見された豊後高田市見目長崎鼻にて、本種の産卵期における行動把握を目的としたバイオテレメトリー調査を実施した。調査対象海域は長崎鼻東岸をとし、2017年11月28, 29日にVemco 社製の受信器 (VR2W) を15台 (No. 1~No. 15) 配置した (図2-イ-c-3)。また、長崎鼻周辺で漁獲されたマコガレイ20尾に同社製のピンガー (V9) を外部装着し、2017年11月29日にNo. 6~10付近に放流し、翌年1月21日の間の受信データを回収した。VR2Wの受信範囲は事前テストにより水深7 mでは半径約150m、水深約20 mでは半径約400 mとなった。

また、当該海域において2017年12月20日に軽量簡易グラブ採泥器 (東京久栄社製) を用いて底泥を採取し、マコガレイ卵の有無を確認し、底泥の粒度組成と強熱減量 (550℃, 6時間) の測定を行った。卵の同定は反田・長井 (2007) の方法に従い①無脂球形卵である、②卵膜の外側は粘着層に覆われている、③卵径が0.7 mm前後である、によった。

【結果と考察】

発信器を装着したマコガレイの雌雄、全長、最終受信日、データが得られた受信番号を表2-イ-c-1に示す。20尾中5尾が11月末、13尾が12月中旬、2尾が1月中旬まで調査海域内に滞留していた。当該海域の産卵期は12月中旬~1月下旬であると考えられることから (大分県 1974; 山本 未公表)、大部分の個体は産卵期前に当該海域から逸散したことになる。なお、本調査海域において受信回数が最も多かった受信機はNo. 8であり受信回数は78,508回となった (図2-イ-c-5)。また、No. 8周辺のNo. 6, 7, 9~11は受信回数が30,000回以上と他の受信機より多かった。

底質は、長崎鼻から300 mほど沖合に位置する定点2, 5の中央粒径は15 μm前後の粒径の小さな底質であったが、長崎鼻の岸際の定点1, 3, 4, 6の中央粒径は390 μm以上

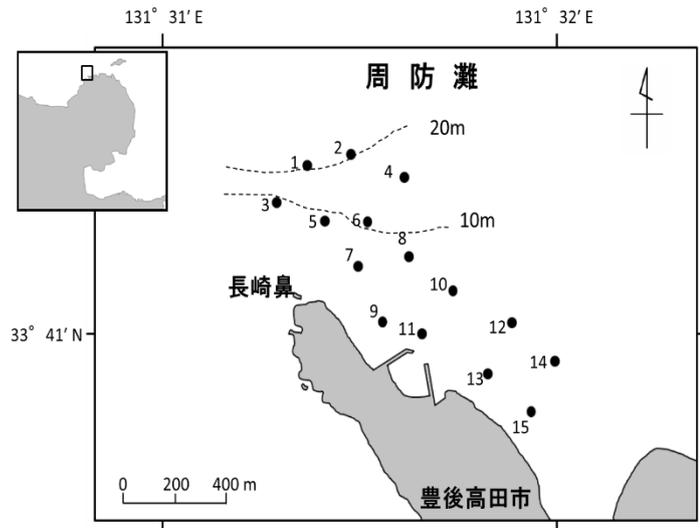


図2-イ-c-3 受信機の設置位置 (No. 1~15)

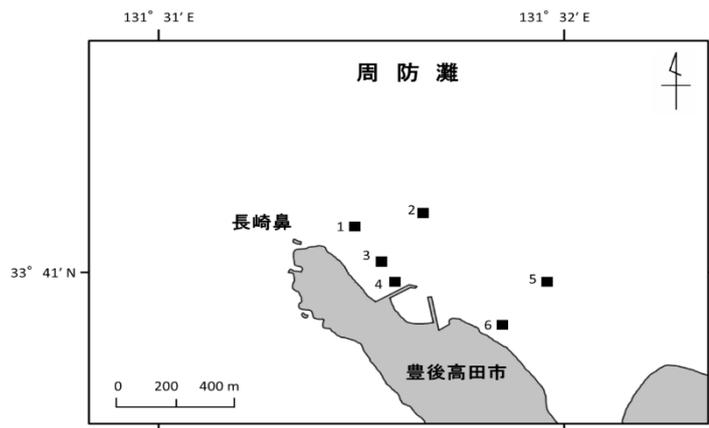


図2-イ-c-4 採泥調査定点

であり、鼻の先端に位置する地点ほど大きくなる傾向がみられた(表2-イ-c-2)。また、底泥サンプルからマコガレイ卵を発見することはできなかった。

表2-イ-c-1 発信器を装着したマコガレイの性別、全長、データの受信状況

個体番号	雌雄	全長mm	最終受信日	受信回数	データが得られた 受信機番号(No.)	備考
1	雄	372	2017/11/30	644	1~2, 5~8	
2	雄	284	2017/12/5	534	7~15	
3	雌	320	2018/1/21	141,377	2, 4~15	
4	雌	441	2017/12/5	975	1~15	
5	雌	439	2017/12/5	47	4, 6, 12~14	山口県沿岸で再捕
6	雌	408	2017/11/29	186	1~6	
7	雄	264	2017/12/15	22,520	1~2, 4~15	
8	雄	302	2017/12/7	1,188	1~15	
9	雌	314	2017/11/29	584	6~15	
10	雌	364	2017/12/5	7,553	1, 3~15	
11	雌	453	2017/12/5	4,180	4, 8~15	
12	雄	294	2017/12/20	12,706	1~15	12/10に採捕され、12/20に当該海域へ再放流された
13	雄	270	2017/12/11	644	4, 6~15	
14	雌	316	2017/12/4	534	1~7	
15	雄	289	2017/12/5	141,377	2~11	
16	雄	265	2017/11/29	975	2~6	
17	雄	280	2017/11/30	47	1~7	
18	雄	254	2017/12/5	186	1~8, 10	
19	雌	356	2017/12/3	2,135	1~8	福岡県沿岸で再捕
20	雄	289	2018/1/14	169,343	1~15	

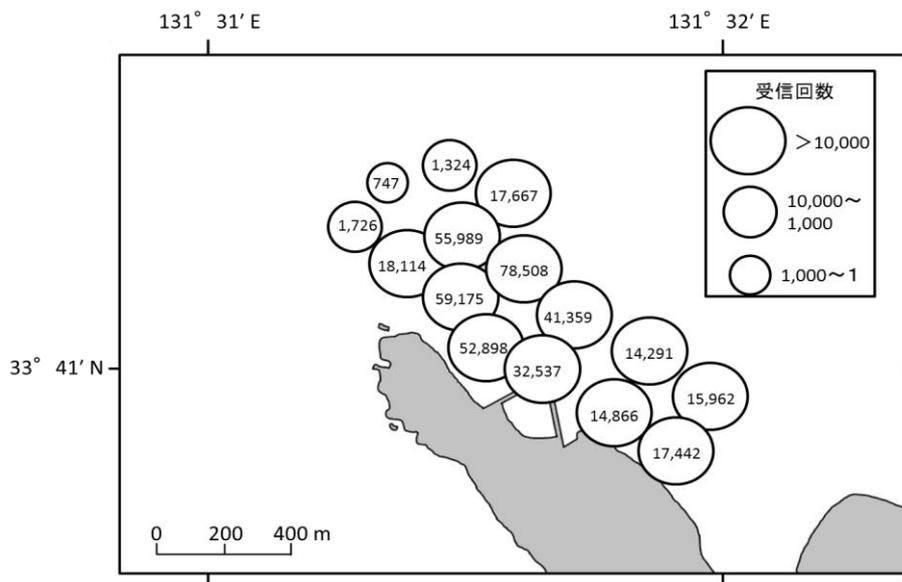


図2-イ-c-5 11月29日~1月21日にかけての受信回数

表2-イ-c-2 採泥調査点の水深と底質

定点	水深 (m)	中央粒径 (μm)	粒度組成(%)						強熱減量 (%)
			<63(μm)	63~125	125~250	250~500	500~1000	1000<	
1	10	1366.1	0.0	0.0	1.2	13.9	37.1	47.7	2.6
2	11	15.9	71.6	19.7	5.6	0.0	0.0	3.1	5.5
3	5	822.2	0.5	2.5	13.7	55.2	26.6	1.6	2.8
4	6	590.0	0.0	0.2	25.5	70.6	3.7	0.0	1.3
5	8	16.1	88.7	10.7	0.6	0.0	0.0	0.0	3.8
6	8	394.2	2.2	13.9	41.6	34.6	7.6	0.1	2.7

【参考文献】

反田 實・長井隆一（2007）播磨灘北部海域におけるマコガレイの産卵場．水産海洋研究，71，39-37

大分県浅海漁業試験場（1974）昭和46・47年度大分県浅海漁業試験場事業報告，大分県浅海漁業試験場，37-59.

○山口県

【方法】

親魚が移動し謂集する場所（産卵場）を見つけるため、2018年1月10日に（公益財団法人）下松市水産振興基金協会が種苗生産に供するために地元漁業者から買い集めた親魚の一部（雌7尾、雄3尾の計10尾）を購入し、VEMCO社製ピンガー発信機を親魚の背面部にインシュロックで装着した。



図2-イ-c-6 ピンガー発信機を装着した親魚

ピンガーを装着した親魚は、雌が全長315mm~431mm、体重440g~1,070g、雄が全長326mm~376mm、体重420g~580gであった。

1月15日に下松市笠戸島中部の東岸に放流後、ピンガーの電波をVR2W受信機4台を用いた追跡調査を図2-イ-c-7の調査点で15、17、19、22、24、28日の計6回行った。

受精卵を採集するため、⑤の付近で3ヶ所（St.1~3）、⑦の付近で2ヶ所（St.4,5）、⑧の付近で3ヶ所（St.6~8）、⑨の付近で2ヶ所（St.9,10）で採泥を行った（図2-イ-c-8）。卵の分析は当所が、底泥の粒度分析は水工研が行った。

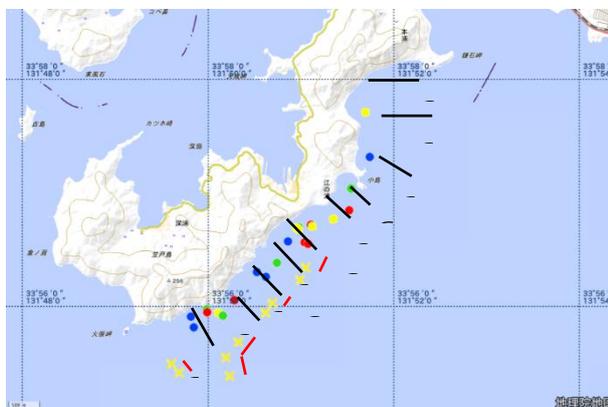


図2-イ-c-7 ピンガー追跡調査の調査点（6回分）

【結果と考察】

6回の追跡調査結果により、親魚の出現頻度が高かったのは放流場所を含め、放流場所以南の沿岸沿いであった。また、沖合い1000m付近に天然礁が連なる海域でも受信テストを行ったが反応はなかった。

この結果から、放流場所から南方の沿岸寄りに産卵場があるものと推察され

たため、採泥の結果、St.8とSt.9でマコガレイ卵が確認されたので、この付近が産卵場と史料された。採泥地点の底泥分析結果を表2-イ-c-4に示した。



図2-イ-c-8 採泥（受精卵採取）位置

表2-イ-c-3 調査海域ごとの受信結果表

No	受信場所	調査日					
		1月15日	1月17日	1月19日	1月22日	1月24日	1月28日
①	小島より北1200						
②	小島より北500						
③	放流場所より北900						
④	放流場所より北600		1				
⑤	放流場所付近	10	4	1			
⑥	放流場所より南600		2	2			
⑦	放流場所より南900		1				1
⑧	放流場所より南1200			2	1		
⑨	原田定置周辺			2	2		2
⑩	笠戸島東沖約1000						
	のべ個体数	10	8	7	3	0	3
	実個体数	10	4	4	2	0	3

※ 表中の空欄は、受信機を設置したものの反応が全くなかったこと

表2-イ-c-4 採泥地点の底泥分析結果

調査点	粒度組成分析		強熱減量測定結果		
	メディアン径(μm)	モード径(μm)	強熱重量(g)	強熱減量(g)	強熱減量(%)
St.1	117.70	191.68	8.919	0.284	3.08
St.2	174.99	297.65	9.913	0.304	2.98
St.3	37.82	238.86	8.649	0.292	3.27
St.4	188.03	370.91	8.386	0.278	3.21
St.5	28.03	17.04	7.935	0.369	4.45
St.6	18.96	17.04	7.418	0.338	4.36
St.7	675.62		10.213	0.226	2.17
St.8	3,195.57		10.382	0.231	2.18
St.9	704.38	717.73	10.097	0.286	2.75
St.10	360.98		10.038	0.254	2.47

○愛媛県

【方法】

平成30年2月9日に八幡浜市保内町磯崎沖の「ほぼろ瀬」周辺の12定点（図2-イ-c-9、表2-イ-c-5）において、SM型採泥器により、底泥を採取した。

採取したサンプルは船上でホルマリン及びローズベンガルで固定・染色の後、研究所に持ち帰った。卵の同定は反田・長井（2007）の方法に従い①無脂球形卵である、②卵膜の外側は粘着層に覆われている、③卵径が0.7mm前後である、によった。

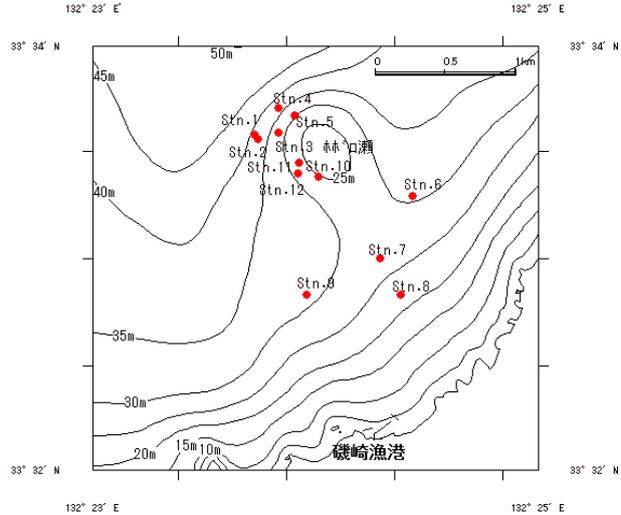


図2-イ-c-9 採泥調査定点図

表2-イ-c-5 採泥調査点座標

場所(Stn.)	北緯(度)	北緯(分)	東経(度)	東経(分)	備考(水深)
1	33	33.815	132	24.349	42
2	33	33.801	132	24.361	40.1
3	33	33.826	132	24.460	35.3
4	33	33.919	132	24.459	40.4
5	33	33.890	132	24.532	34.7
6	33	33.579	132	25.079	31.2
7	33	33.340	132	24.930	31.5
8	33	33.197	132	25.025	24.5
9	33	33.196	132	24.588	31.7
10	33	33.656	132	24.642	29
11	33	33.707	132	24.552	32
12	33	33.666	132	24.550	34

表2-イ-c-6 産卵場調査結果

【結果と考察】

12定点のうち4定点からマコガレイと推測される卵が確認された(表2-イ-c-6)。

特に、ほぼろ瀬の近傍であるStn. 11では705個/0.1m²のまとまった卵が検出された。

この時期に、ほぼろ瀬周辺の建て網で産卵親魚が多獲されることなどから、ほぼろ瀬がマコガレイの産卵場として利用されていることが示唆された。

場所(Stn.)	時刻	天候	波浪・波向	水深	水温(表層)	卵数(個/0.1m ²)	備考
1	9:55	b	1 SE	42	11.45	45	
2	10:02	b	1 SE	40	11.45	0	
3	10:08	b	1 SE	35.3	11.46	8	
4	10:22	b	-	34.4	11.47	0	
5	10:29	b	-	34.7	11.51	0	
6	10:47	bc	-	31.2	11.45	0	
7	10:53	bc	-	31.6	11.52	0	
8	11:00	bc	1 N	24.5	11.54	0	
9	11:06	bc	1 N	31.8	11.63	1	
10	11:28	c	1 N	29	11.5	0	
11	11:40	c	2 N	32	11.6	705	
12	11:50	c	2 N	32	11.6	8	

d) 浮遊仔魚分布調査

○福岡県

【方法】

平成30年2月8日に丸稚ネット（口径1.3 m、側長4.5 m、目合い 0.335 mm）を用いて図2-イ-d-1に示したSt. 1、St. 3及び産卵場調査においてマコガレイ卵が確認されたSt. Aの3調査点で行った。St. 1及びSt. 3は水深10 m層を、St. Aは水深7m層を各々2ノット5分間曳網して浮遊仔魚を採集した。さらにSt. 3については、別に丸稚ネットを底上5 mから海面まで鉛直曳きし、上記した水平曳きとの差を確認した。採集されたサンプルは100%エタノールで固定し、研究所に持ち帰り測定を行った。また同時に「b) 稚魚分布調査」と同方法で水温、塩分の測定を行った。

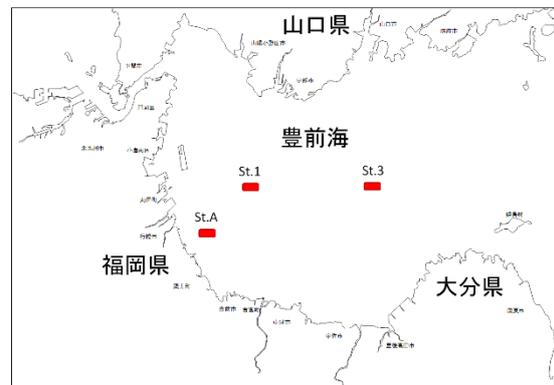


図2-イ-d-1 浮遊仔魚調査点

【結果と考察】

平成30年2月8日に調査を行ったが、3調査点ともマコガレイ浮遊仔魚は確認できなかった。2月8日の水深10 m層の水温はSt. 1で5.7℃、St. 3で8.4℃、St. Aで6.2℃であった。マコガレイは一般的に産卵後7日程度で孵化し、その後2～3週間程度の浮遊期を経て着底することが知られており、前述したc) 産卵場調査結果から想定して、当初は1月中旬に浮遊仔魚調査を計画したが、時化等の悪天候の影響で延期され2月8日調査となった。そのためマコガレイ浮遊仔魚が着底した後に当調査を行った可能性があり、今後検討する必要がある。

○大分県

【方法】

マコガレイ仔魚の出現状況を把握するために2018年1～2月にかけて大分県別府湾以北の10定点(図2-イ-d-2)にて仔魚ネットを用いた試験操業を行うとともに、水温、塩分、DO等を測定した。なお、試験操業で得られた試料は5%ホルマリンで固定後、保管した。調査定点の調査日、使用道具、操業方法を表2-イ-d-1に示す。

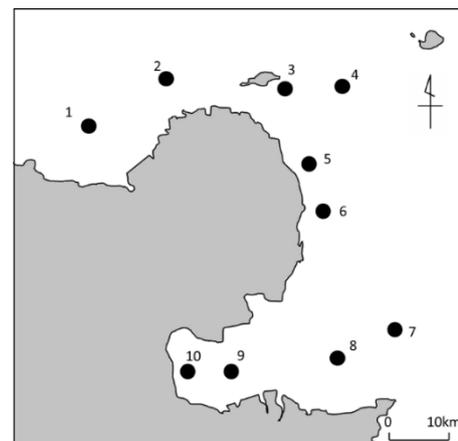


図2-イ-d-2 浮遊仔魚調査点

表2-イ-d-1 各調査点の調査日程、使用道具、操業方法

調査点	調査日	使用道具	操業方法
1	1/23, 2/27	マルチネット,	鉛直曳き、 海底5 m直上の水平曳き
2	2/8	マル特Bネット	鉛直曳き
3	1/11, 2/8	改良型ノルパックネット	〃
4	1/11, 2/8	〃	〃
5	1/10, 2/8	〃	〃
6	1/10, 2/8	〃	〃
7	1/10, 2/7	〃	〃
8	1/9, 2/7	〃	〃
9	1/9, 2/7	〃	〃
10	1/9, 2/7	〃	〃

* 水平曳きは2ノットで5分間の操業

表2-イ-d-2 各調査点の調査日、水深、表層水温、表層塩分

調査日	調査点	水深(m)	表層水温(°C)	表層塩分(psu)
1/23	1	15.3	8.9	33.1
-	2	-	-	-
1/11	3	58.9	9.9	33.0
	4	50.5	11.6	33.0
	5	22.8	10.5	32.9
1/10	6	25.2	10.5	32.9
	7	83.4	14.6	34.1
1/9	8	42.9	14.0	33.8
	9	53.0	13.1	34.3
	10	56.6	13.1	33.3
2/27	1	16.3	7.6	33.3
2/8	2	34.6	8.2	33.2
	3	62.5	8.3	33.2
	4	51.1	9.7	33.3
	5	22.1	7.0	33.2
	6	24.5	7.3	33.2
2/7	7	83.0	12.2	34.2
	8	43.5	11.7	34.1
	9	52.0	10.3	33.6
	10	56.4	10.4	33.6

【結果と考察】

表2-イ-d-2に各調査点の調査日、水深、表層水温、表層塩分を示す。調査点の水深は15.3 m～83.4 m、表層水温は7.0°C～14.6°C、塩分は33.1～34.3 psuであった。特に表層水温は国東半島沿岸の定点1～6で低く、別府湾の定点7～10で高い傾向にあった。採取したサンプルについては魚類の仔魚を選別し、サンプル瓶に保存した。

○山口県

【方法】

平成30年2月23、24日に山口県瀬戸内海の7点(図2-イ-d-3及び表2-イ-d-3)において、浮遊仔魚調査のためのマルチネットによる仔魚採集とCTDによる環境調査を行った。なお、マルチネットの仕様は直径130cm、目合い約300μmのもの(㈱東京久栄所有)を用いた。曳網方法(図2-イ-d-4)は、斜め曳きをすべての調査点で行い、鉛直曳きを調査点7番、12番、15番で行った。



図2-イ-d-3 浮遊幼生調査海域と調査日ごとの調査点

表2-イ-d-3 浮遊仔魚調査に係る調査点の座標軸

実施日	調査点No.	緯度	経度
2月22日	2	33° 55' 56.325"N	131° 21' 23.851"E
	5	33° 56' 25.220"N	131° 36' 44.348"E
	7	33° 52' 58.680"N	131° 50' 1.113"E
2月23日	12	33° 46' 17.450"N	132° 06' 17.100"E
	13	33° 40' 37.600"N	132° 01' 19.750"E
	15	33° 48' 57.320"N	132° 19' 17.265"E
	16	33° 42' 7.651"N	132° 12' 20.845"E

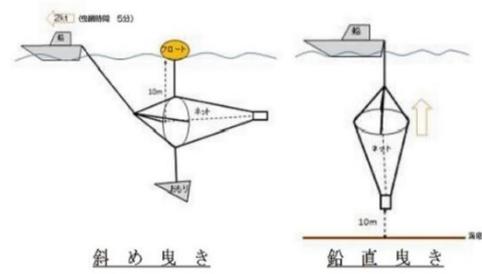


図2-イ-d-4 マルチネットの曳網方法

【結果と考察】

St. 2（水深10m：斜め曳き）で2尾、St. 15（水深57m：斜め曳き）で1尾のマコガレイ浮遊仔魚が確認された。他の地点では浮遊仔魚は確認されなかった。

○愛媛県

【方法】

伊予灘の13定点(図2-イ-d-5、表2-イ-d-3)において、稚魚ネット（口径1m、網目0.5mm、側長4m）をネットローラのロープに結び、50m出し、水深10m層を5分間曳網して仔魚を採取した。また、Stn12では海底からの垂直曳きも併せて実施した。

調査はこれまで、平成30年1月31日、2月8日、2月20日の計3回実施しており、マコガレイ仔魚の採取とともに、水温・塩分の環境データも収集した(表2-イ-d-4)。

採取したサンプルは、研究所内でソーティングして、発生ステージ・日齢を確認する。平成29年度は当該調査を合計5回程度実施した。

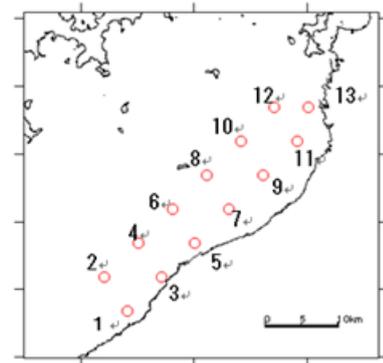


図2-イ-d-5 浮遊仔魚調査定点図

表2-イ-d-3 浮遊仔魚調査定点 緯度・経度

場所(Stn.)	北緯(度)	北緯(分)	東経(度)	東経(分)	備考
1	33	33.500	132	24.000	陸側ライン
3	33	36.000	132	27.000	陸側ライン
5	33	38.500	132	30.000	陸側ライン
7	33	41.000	132	33.000	陸側ライン
9	33	43.500	132	36.000	陸側ライン
11	33	46.000	132	39.000	陸側ライン
2	33	36.000	132	22.000	沖側ライン
4	33	38.500	132	25.000	沖側ライン
6	33	41.000	132	28.000	沖側ライン
8	33	43.500	132	31.000	沖側ライン
10	33	46.000	132	34.000	沖側ライン
12	33	48.500	132	37.000	沖側ライン
13	33	48.500	132	40.000	沖側ライン

※ 垂下ロープ なし 水深 <10m
10m >20m
5m 10~20m

【結果と考察】

採取したサンプルは現在ソーティングを行っている。途中経過ではあるが、これまでに、2月20日に実施した調査のStn. 3においてマコガレイの仔魚計5尾を確認した。

Stn. 3は、愛媛県の伊予灘海域において産卵場と推測される八幡浜市保内町磯崎沖にある「ほぼろ瀬」の近傍の定点であり、ここで発生した仔魚が採取された可能性もある。

今後は、継続して調査を実施するとともに、産卵親魚の成熟状況や、漁獲状況等とも併せて解析を進めることが必要と考える。

表2-イ-d-4 浮遊仔魚調査観測表

年月日	定点	時刻	天候	波浪	水深	表層 水温	10m層 水温	ろ水計 回転数 (4111)	曳網 水深	ロー プ長
2018/1/31	1	11:59	c	2	44.4	11.81	11.86	2,640	10m	50m
	2	11:39	c	2	52.2	12.00	11.94	2,230	10m	50m
	3	13:30	c	3	22.8	11.56	11.77	2,900	10m	50m
	4	11:17	c	2	44.4	11.82	11.80	3,120	10m	50m
	5	13:52	bc	3	24.3	11.49	11.59	2,870	10m	50m
	6	10:57	c	2	41.0	11.91	11.91	3,580	10m	50m
	7	14:15	bc	2	28.9	11.56	11.42	2,630	10m	50m
	8	10:34	bc	2	56.7	11.62	11.62	3,540	10m	50m
	9	14:40	bc	2	24.4	11.02	10.85	1,660	10m	50m
	10	10:18	b	2	45.4	11.34	11.32	4,110	10m	50m
	11	8:59	b	2	22.8	10.70	10.71	2,510	10m	50m
	12	9:36	b	3	31.6	11.43	11.41	3,020	10m	50m
	13	9:20	b	2	29.8	10.41	10.44	3,370	10m	50m
	計	13				11.44	11.43			
2018/2/8	1	11:52	b	2	42.5	11.60	11.49	3,370	10m	50m
	2	11:34	b	1	53.2	11.43	11.31	3,250	10m	50m
	3	13:45	b	2	23.5	11.10	10.90	3,130	10m	50m
	4	11:11	b	1	44.8	11.06	11.01	3,290	10m	50m
	5	14:06	b	1	25.7	10.79	10.82	2,980	10m	50m
	6	10:51	bc	1	41.6	10.69	10.66	3,100	10m	50m
	7	14:24	b	2	30.3	10.89	10.57	2,840	10m	50m
	8	10:30	bc	2	52.2	10.74	10.64	3,060	10m	50m
	9	14:43	b	1	25.8	10.71	10.33	2,820	10m	50m
	10	10:12	b	2	43.4	10.68	10.67	2,750	10m	50m
	11	8:55	b	1	21.0	10.09	10.09	3,230	10m	50m
	12	9:33	b	3	29.6	9.79	9.79	2,040	10m	50m
	13	9:15	b	2	29.3	9.95	9.87	3,480	10m	50m
	計	13回				10.7	10.63			
2018/2/20	1	11:53	b	4	43.9	11.120	11.110	3,190	10m	50m
	2	11:33	b	4	53.6	10.460	10.450	3,510	10m	50m
	3	13:23	b	3	23.2	10.570	10.370	2,100	10m	50m
	4	11:10	b	4	44.4	10.180	10.160	3,830	10m	50m
	5	13:45	b	2	25.0	10.600	10.240	3,930	10m	50m
	6	10:50	b	4	42.5	10.240	10.220	4,070	10m	50m
	7	14:07	b	2	31.4	10.620	10.230	2,300	10m	50m
	8	10:31	b	4	51.5	10.300	10.290	4,460	10m	50m
	9	14:27	b	2	25.6	10.420	10.290	2,440	10m	50m
	10	10:09	b	4	44.9	10.320	10.310	4,230	10m	50m
	11	8:58	b	3	21.7	10.030	10.080	3,530	10m	50m
	12	9:35	b	4	30.7	10.040	10.030	4,290	10m	50m
	13	9:16	b	3	28.9	10.040	10.060	3,850	10m	50m
	計	13回				10.4	10.3			

e) 標識放流等による移動経路の把握

○福岡県

【方法】

山口県産のマコガレイ人工種苗（平均全長119 mm）120尾に「フクオカ-電話番号-通し番号」を記載したスパゲッティタグ（ピンク色）で標識を取り付け（図2-イ-e-1）、平成30年11月9日に福岡県豊前市宇島地先に放流し、移動経路の把握を行った（図2-イ-e-2）。

【結果と考察】

平成30年2月26日現在、これまで再捕報告は無い。



図2-イ-e-1 標識稚魚



図2-イ-e-2 放流風景

○大分県

【方法】2017年11月21日に日出町中間育成施設で飼育された稚魚890尾の全長と体重を全数測定し、スパゲティタグを装着し放流を行った。放流場所を図2-イ-e-3に示す。

【結果と考察】稚魚の平均全長は95.3 mm、平均体重は15.2 gであった。現時点で、採捕報告はない。

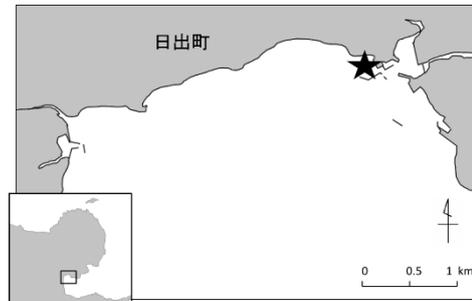


図2-イ-e-3 放流場所(★印)

○山口県

【方法】

（公益社団法人）下松市水産振興基金協会で育成された大型マコガレイ種苗（放流時サイズ：平均全長127mm、平均体重32.9g）にグリーン色のスパゲティ・タグ標識を装着し、周南市櫛ヶ浜地先に350尾、下関市才川地先に120尾（うち山口県のグリーン色のタグ付きのもの50尾、福岡県のピンク色のタグ付きのもの70尾）



図2-イ-e-4 標識をつけたマコガレイ幼魚

を放流した。

【結果と考察】

平成30年2月28日現在、櫛ヶ浜で放流したもののうち4尾が再捕され、いずれも放流場所から300mの範囲内で捕獲されている。

ピンガーを装着した親魚10尾についての報告例はない。

○愛媛県(担当：愛媛県)

【方法】

平成29年11月17日に愛媛県伊予市森地先の潜堤周辺においてマコガレイ当歳魚及び2歳魚の標識放流を行った。

当歳魚は(公財)山口県下松市栽培センターより購入したもので、2歳魚は同じく下松栽培センターから2年前に当研究所が購入・飼育していたものを使用した。

放流サイズ・放流尾数については、当歳魚が平均全長120mmサイズ243尾、2歳魚が平均全長222mmサイズ228尾であった。

標識(タグ)は、当歳魚にはスパゲティタグ、2歳魚にはダートタグを使用した。スパゲティタグには標識番号・県名・電話番号を、ダートタグには標識番号・機関名・電話番号を記載して、マコガレイに装着した。

放流後、再捕の報告を呼びかけるポスターを作成して、県内の漁協や大手釣り具店に配布するとともに、研究所のHPにも掲載した。

【結果と考察】

平成29年12月28日に、伊予漁協所属の小型機船底びき網の漁業者から2歳魚の再捕報告があった。再捕場所は松山市今出沖3~4kmの地点であった。

当所では、平成23年度から伊予市や八幡浜市保内町磯崎地先において産卵親魚の標識放流を行っており、これまでに春先の4~6月を中心に、県内の島嶼部や大分県海域まで再捕報告があるなど、成魚は比較的広範囲に移動・回遊することが判ってきている。

しかしながら、稚魚・未成魚の移動・回遊については不明な点が多いため、標識(試験)放流を行うことで、今後の再捕報告による解明が期待される。



図2-イ-e-5 放流魚情報(ポスター)

(3) 当該水産生物の成長段階別の良好な生息環境条件の把握

細部課題(3)ーア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリ

担当：水工研

【方法】

水産基盤整備調査委託事業「アサリ資源回復モデルの開発と実証」(平成24～26年度)で実施した調査データを用いて、伊勢湾における稚貝、成貝(母貝)のアサリ個体数、競合生物、底質として中央粒径、シルト含量、淘汰度、強熱減量、淡水の影響として河川幅と河口距離から算出した河川(淡水)指数、地形として水深、海底勾配、波浪環境として底面波浪流速を地区別にデータセットを作成した。調査地点におけるアサリの有無を応答変数、各環境因子を説明変数として、アサリの出現確率と環境因子の関係性について、二項分布を仮定した一般化線型モデル(GLM)によって予測した。解析するにあたり、AICが改善される地区を組み合わせてモデル予測を行った。地区の組合せは次のとおりである：1.伊勢・明和地区、鈴鹿地区、2.松阪・香良洲地区、3.常滑・野間地区(愛知県地区)。AICによって選択された環境要因について、アサリ稚貝・成貝が獲れる好適な場所と獲れない不適な場所を分類した。

【結果と考察】

稚貝場の生息環境条件 稚貝の生息に関する環境要因は全ての地区で共通しており、中央粒径、地盤高(水深)、海底勾配、強熱減量であった(図3-ア-1)。中央粒径については、好適な環境では0.6mm～1.8mm、不適な環境では0.6mm未満となり、大きい粒径が稚貝に適していると推定された。地盤高(水深)については、潮間帯での頻度が高く、干潟がアサリ稚貝に適した環境であることが推定された。海底勾配については、好適な環境では0%の頻度が高く、海底勾配は緩いことがよい生息環境であると考えられる。強熱減量については、2.5%以下が好適な環境と推定され、有機物が少ない底質がアサリ稚貝の生息に適していると考えられる。

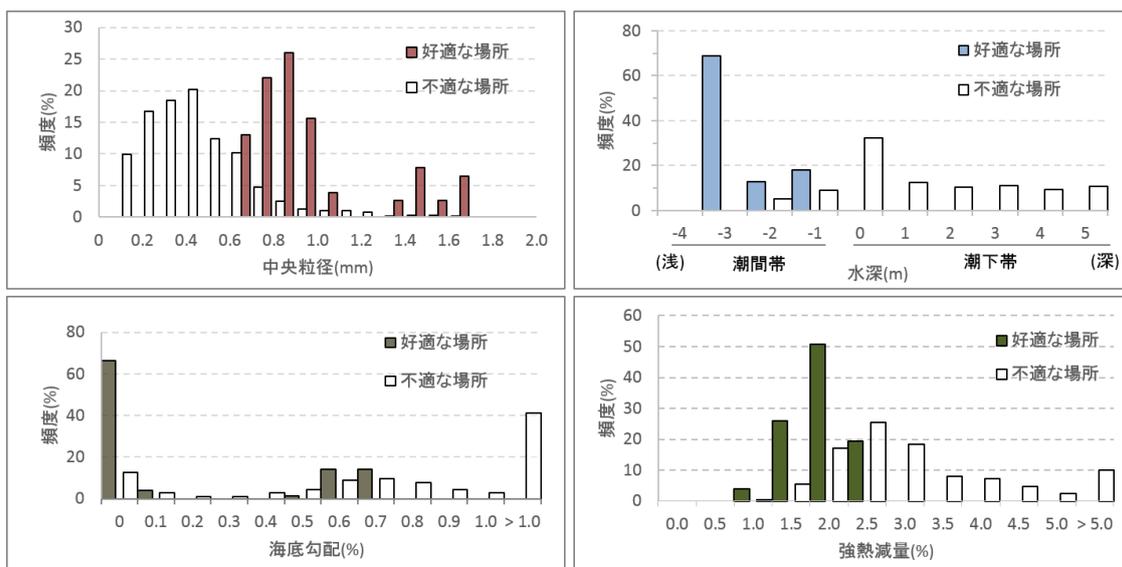


図3-ア-1 伊勢湾海域における稚貝場の好適・不適な場所における環境の比較。好適な場所：10回に8回以上の割合でアサリが取れる場所、不適な場所：10回に1回未満の割合でアサリが取れる場所を示す。

成員(母貝)の生息環境条件 成員の生息に関する環境条件は、地区ごとに異なる(表3-ア-1)。各地区で共通した環境要因について、好適な環境と不適な環境に分類すると次の通りになる(図3-ア-2)。波浪は0.6~1.0m/s、水深については1m~2m、海底勾配は緩い勾配、強熱減量は2.0%未満、中央粒径は1mm以上、淡水の影響は強い場所が好適な環境であると推定された。成員の生息環境は、稚貝と比較すると、好適・不適の境界が不明瞭になっている。これは、成員が稚貝に比べて生息できる環境が広がっていること、成員の少なさがデータのばらつきに表れたためと考えられる。

表3-ア-1 一般化線型モデルで推定されたアサリ成員の生息に関する環境要因

地区	関係する環境要因
伊勢・明和、鈴鹿	水深、強熱減量
松阪・香良洲	海底勾配、河川の影響、砂の大きさ、強熱減量、波浪、食害生物
常滑・野間	水深、泥や有機物、競合生物

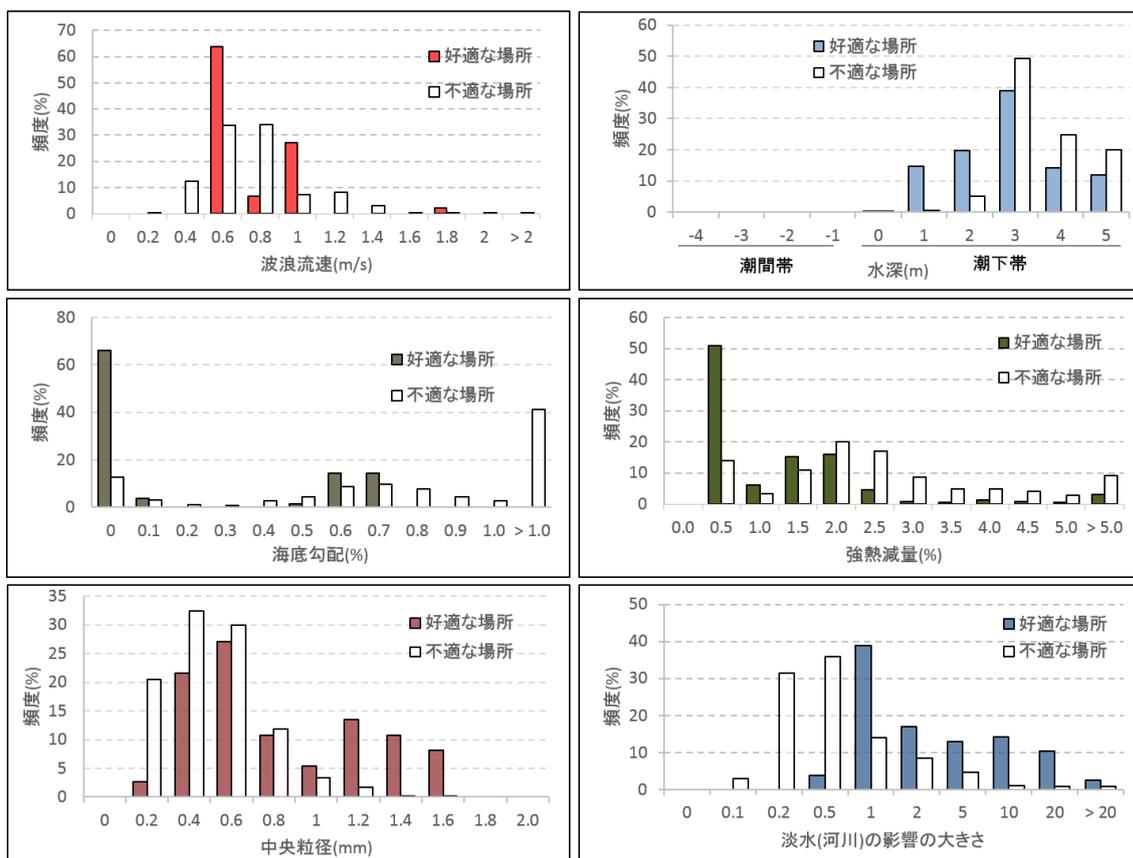


図3-ア-2 伊勢湾海域における成育場として好適・不適な場所における環境の比較。好適な場所：10回に5回以上の割合でアサリが取れる場所、不適な場所：10回に1回未満の割合でアサリが取れる場所を示す。

細部課題（3）ーイ）伊予灘・周防灘におけるマコガレイ

・産卵場の環境条件

【方法】

伊予灘・周防灘海域における産卵場のデータが不足しているため、播磨灘における産卵量と底質のデータ（ $n = 31$, [1]）を利用し、マコガレイの卵数と底質条件（砂分、礫分）との関係を一般化加法モデル（Generalized additive model: GAM）を用いて推定した。従属変数をマコガレイの卵数、説明変数に礫分、砂分、礫分と砂分の交互作用とした。サンプル数が少ないため、既往知見（[1, 2]）で関係が指摘されているこれらの説明変数に限定した。

【結果と考察】

説明変数のうち、礫分と砂分の交互作用による説明力が高く（55%）、統計的にも有意であった（ $P = 0.004$ ）。関係をみると、砂分（粒径 $63 \sim 2000 \mu\text{m}$ ）40–50%かつ礫分

（粒径 $2000 \mu\text{m}$ 以上）35–45%の範囲と、砂分50–60%かつ礫分10–20%の範囲で産卵量の多いピークが現れた（図3-イ-1）。産卵量のピークが2つに分かれたのはデータ数の少なさが起因したと考えられ、実際にはこれらの間の範囲も含めた砂分40–60%かつ礫分10–45%の範囲が産卵場の好適条件になると考えられる。今後、伊予灘・周防灘海域のデータも加えて、同様の結果が導かれるか精査していく必要がある。

・稚魚・未成魚の成育場の環境条件

【方法】

本事業の周防灘・別府湾・国東におけるソリネット調査の主に未成魚（全長 $47 \sim 91\text{mm}$ ）のデータと伊予灘の潜水観察による主に稚魚（全長 $20 \sim 59\text{mm}$ ）のデータを用いて、個体数密度と環境条件の関係を別々に解析した。周防灘・別府湾・国東の未成魚分布（ $n = 168$ ）については、予備的に個体数と環境要因の相関を確認し、GAMを用いた。従属変数をマコガレイの個体数とし、説明変数を中央粒径値、強熱減量、シルト分、半径 2km 以内の海藻藻場の面積、半径 2km 以内の海草藻場の面積、水深、多毛類重量、端脚類重量、水温、塩分、底層 D_0 、調査面積とした。伊予灘の稚魚分布（ $n = 23$ ）については、予備的に個体数と環境要因の相関を確認し、一般化線形モデル（Generalized linear model: GLM）を用いた。従属変数をマコガレイの個体数とし、説明変数を中央粒径値、強熱減量、シルト分、半径 2km 以内の海藻藻場面積、半径 2km 以内のアマモ場面積、水深とし、オフセット項に観察面積を組み入れた。伊予灘ではサンプル数が少なかったため、予備解析としていくつかの説明変数との関係をチェックし、漁場整備に関わる6つの説明変数に限定して解析した。

【結果と考察】

その結果、伊予灘の稚魚では中央粒径値と有意な関係にあり（ $P = 0.017$ ）、周防灘・別府湾・国東の未成魚では中央粒径値、海藻藻場面積、アマモ場面積、端脚類の重量と

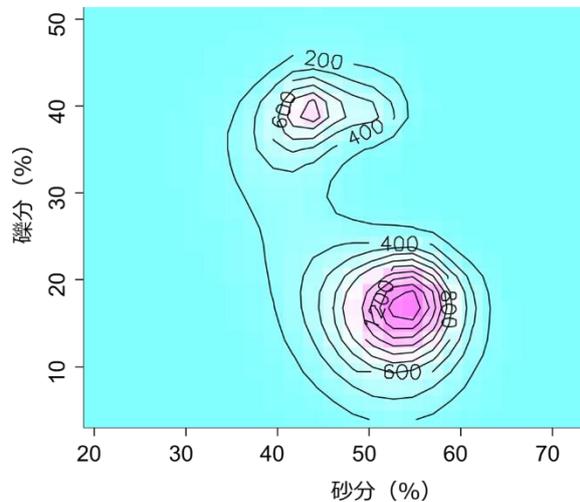


図3-イ-1 マコガレイの卵数と底質環境（砂分と礫分）の関係。図中の等値線と数字はその砂分と礫分における卵数の推定値を示す。水色、白、ピンクの順で卵数が多いことを示す。

有意な関係にあった ($P < 0.025$)。稚魚は中央粒径300~500 μm の中粒砂に出現したが、未成魚は中央粒径700~1200 μm のより粒径の大きな砂地に現われていた (図3-イ-2a, b)。過去の室内実験でも、マコガレイの稚魚と未成魚で潜砂可能な粒径範囲に違いがみられる[3]。また、解析の結果、未成魚は周囲にアマモ場があり、餌となる端脚類の量が大きい地点に現れた (図3-イ-2c, d)。一方、アマモ場の面積と端脚類

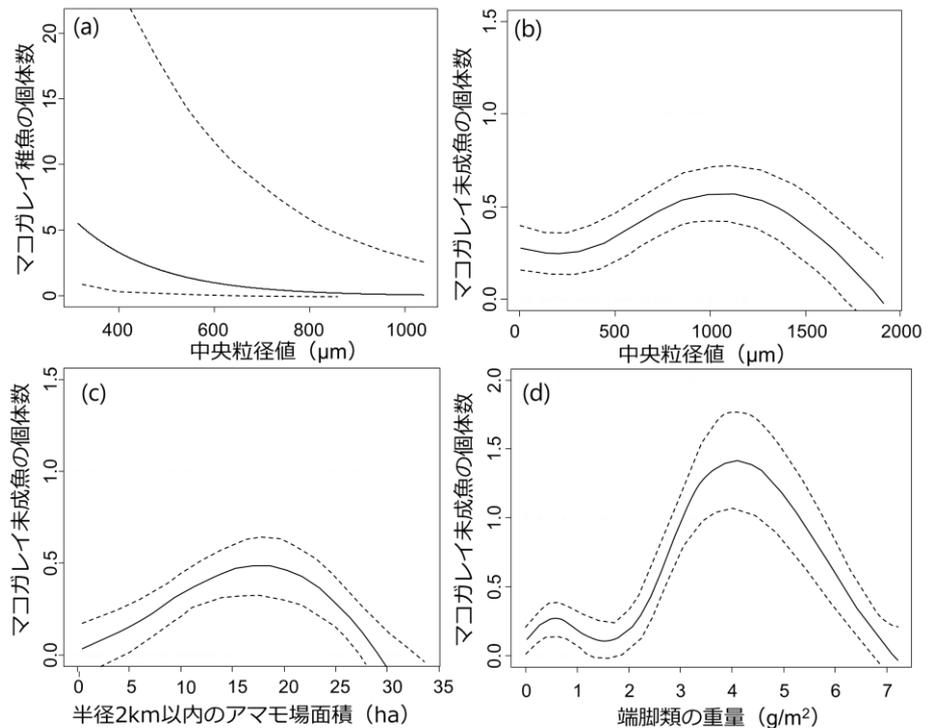


図3-イ-2 マコガレイの稚魚 (主に全長<50mm) 及び未成魚 (主に全長 \geq 50mm) の個体数と環境要因の関係 (アマモ場の分布は[4]より)。実線はマコガレイの稚魚個体数と未成魚個体数の推定値、点線に挟まれた領域はその値のばらつきを表す

の重量が一定値を超えると未成魚の個体数が減少した。前者はアマモ場が密すぎると潜砂行動の取りにくさなどから弊害が生じるためではないかと考えられる。また、後者は端脚類の重量が大きなサンプルでは、未成魚が食べられない大サイズの端脚類が含まれていたための可能性がある。この解析では、伊予灘では稚魚の、周防灘・別府湾・国東では未成魚のデータだけが利用可能だったが、今後、両海域において稚魚、未成魚のデータを補強し、成長段階と海域特性の違いを分けて、稚魚・未成魚の好適環境を検証することが必要となる。

1. 反田實, 長井隆一 (2007) 播磨灘北部海域におけるマコガレイの産卵場. 水産海洋研究 71:29-37
2. 山田達夫, 明石英幹 (2013) 小豆島北東部海域におけるマコガレイの産卵場. 香川県水産試験場研究報告 59-65
3. 反田實 (1990) マコガレイおよびヒラメ種苗の潜砂能力と底質選択. Nippon Suisan Gakkaishi 56:1543-1548
4. 独立行政法人水産総合研究センター, 国立大学法人東京大学大気・海洋研究所, 国立大学法人北海道大学・北方圏生物フィールドセンター (2011) 平成23年度地球温暖化対策推進費のうち「藻場・干潟等の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」委託事業報告書(2011) 平成23年度地球温暖化対策推進費のうち「藻場・干潟等の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」委託事業報告書

(4) 水産環境整備マスタープラン(案)の作成

細部課題(4)ーア)伊勢湾・三河湾におけるアサリ
マスタープラン(案)を使用して、別紙1のとおりとする。

細部課題(4)ーイ)伊予灘・周防灘におけるマコガレイ
マスタープラン(案)を使用して、別紙2のとおりとする。

4. 水産庁との協議

以下のとおり、実施したので報告する。

○第1回

開催日：2017年4月18日

場所：水産庁

概要：稚魚調査着手前に調査計画について、確認を行った。

○第2回

開催日：2017年8月4日

場所：水産庁

概要：稚魚調査結果について、確認を行った。

○第3回

開催日：2017年11月24日

場所：水産庁

概要：マスタープラン(案)について、記述内容および修正箇所の確認を行った。

○第4回

開催日：2017年12月26日

場所：水産庁

概要：マスタープラン(案)について、記述内容および修正箇所の確認を行った。

○第5回

開催日：2017年1月18日

場所：水産庁

概要：マスタープラン(案)について、記述内容および修正箇所の確認を行った。

5. 事業検討会の開催

以下のとおり、実施したので報告する。

第1回現地検討会

○伊勢湾・三河湾アサリ

開催日：2017年5月11日

場所：愛知県庁

参加機関：水産庁、水産工学研究所、愛知県、三重県、（株）日本海洋生物研究所

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から調査計画についての報告を行い、現地調査および現地観察の日程調整ならびに作業工程について確認した。

○伊予灘・周防灘マコガレイ

開催日：2017年5月2日

場所：福岡県庁

参加機関：水産庁、水産工学研究所、山口県、大分県、福岡県、愛媛県、（株）東京久栄

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から調査計画についての報告を行い、現地調査および現地観察の日程調整ならびに作業工程について確認した。

第2回現地検討会

○伊勢湾・三河湾アサリ

開催日：2017年10月6日

場所：愛知県水産試験場漁業生産研究所

参加機関：水産庁、水産工学研究所、愛知県、三重県、（株）日本海洋生物研究所

有識者：石田 基雄、河合 博

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から調査中間結果についての報告を行い、今後の現地調査および現地観察の日程調整ならびに作業工程について確認した。また、マスタープラン作成に関して日程を確認した。

○伊予灘・周防灘マコガレイ

開催日：2017年10月5日

場所：福岡県吉塚合同庁舎

参加機関：水産庁、水産工学研究所、山口県、大分県、福岡県、愛媛県、（株）東京久栄、

有識者：尾上 静正、石井 光廣

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から中間結果についての報告を行い、今後の現地調査および現地観察の日程調整ならびに作業工程について確認した。また、マスタープラン作成に関して日程を確認した。

第3回現地検討会

○伊勢湾・三河湾アサリ

開催日：2018年2月6日

場所：三重県合同ビル

参加機関：水産庁、水産工学研究所、愛知県、三重県、（株）日本海洋生物研究所
有識者：石田 基雄、河合 博

概要：今年度の成果の見込みについて報告し、調査や観測計画について確認を行った。
また、マスタープランの内容に関して協議した。

○伊予灘・周防灘マコガレイ

開催日：2018年2月5日

場所：福岡東総合庁舎

参加機関：水産庁、水産工学研究所、山口県、大分県、福岡県、愛媛県、（株）東京久栄、

有識者：尾上 静正、石井 光廣

概要：今年度の成果の見込みについて報告し、調査や観測計画について確認を行った。
また、マスタープランの内容に関して協議した。

○年度末報告会

開催日：2018年3月9日

場所：農林水産省共用第1会議室

概要：水産基盤調査委託事業の計画・漁場グループの研究事業合同報告会で、本年度の事業成果について報告した。