

平成30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31年3月22日

国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産工学研究所
国立研究開発法人水産研究・教育機構 西海区水産研究所

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 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補足調査等
- ② 当該水産生物の成長段階毎の好適な生息環境条件の解析及びその結果を踏まえた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の検討
- ③ ②の検討結果を踏まえた「水産環境整備マスタープラン」(案)(別添様式参照)の作成
- ④ 対象海域ごとの報告書等の作成

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
主任研究員	井上誠章
研究員	佐藤允昭
研究員	古市尚基

西海区水産研究所有明海・八代海漁場環境研究センター環境保全グループ

主任研究員	杉松宏一
-------	------

三重県

水産研究所鈴鹿水産研究室

主査研究員	辻 将治
主査研究員	羽生和弘
主幹研究員	清水康弘
総括研究員	倉田恵吉
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

浅海増殖課長

宮本博和

主任技師

俵積田貴彦

技師

黒川皓平

大分県

農林水産部水産振興課

課長補佐

日高悦久

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

濱田真悠子

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

専門研究員

馬場俊典

愛媛県

農林水産部水産局水産課

係長

薬師寺房憲

専門員

板野公一

水産研究センター栽培資源研究所

浅海調査室長

石田 稔

増殖技術室長

坂口秀雄

主任研究員

関谷真一

主任研究員

武智昭彦

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

白井雅一

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。

このため、平成 29 年度水産基盤整備調査委託事業「広域漁場整備実証調査」（以下「平成 29 年度委託事業」という。）では、伊勢湾・三河湾海域におけるアサリ及び伊予灘・周防灘海域のマコガレイについて、生息場所等の生活史を調査し、それぞれの成長段階における好適な生息環境を統計モデル化した上で、適切な水産環境整備手法を検討し、その結果を踏まえた「水産環境整備マスタープラン」を策定したところである。

本事業では、平成 29 年度委託事業の成果を踏まえつつ、最終的な「水産環境整備マスタープラン」の取りまとめにあたり必要な補足調査を行い、その結果を踏まえて、「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 3 項目の研究開発等を行う。

(1) 対象海域におけるアサリおよびマコガレイの生活史の補足調査

ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリについて、「母貝場、稚貝場におけるアサリ分布状況等の調査等」、「秋期発生個体群の着底場所等の推定」、「複数年における産卵海域及び着底した海域の推定」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、「稚魚の分布状況に係る調査」「流動数値解析による浮遊仔魚の着底場等の推定」「複数年における産卵海域及び着底した海域の推定」「産卵場の調査」「標識放流の再捕報告に係るとりまとめ」について実施する。

(2) 成長段階ごとの好適な生息環境条件の解析及び効果的な水産環境整備手法の検討

ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリについて、成 29 年度の成果に本年度実施する調査結果を加えて、線型モデルや確率分布モデルによる解析によって、当該海域におけるアサリ成長段階毎の良好な生息環境の条件を示す。また、解析結果を基に生息の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、平成 29 年度委託事業の成果に本年度実施する調査結果を加えて、線型・非線形モデルや確率分布モデルによる解析によって、当該海域におけるマコガレイの稚魚の生息場及び産卵場の良好な生息環境の条件を示す。また、解析結果を基に生息の制限要因の抽出を行う。

(3) 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、平成 29 年度委託事業において作成した水産環境整備マスタープラン(案)をもとに関係県と協議の上、「水産環境整

備マスタープラン（案）（暫定版）」の変更案を平成 31 年 1 月末までに作成する。

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) 現地調査および解析結果に基づいて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、平成 29 年度委託事業において作成した水産環境整備マスタープラン（案）をもとに関係県と協議の上、「水産環境整備マスタープラン（案）（暫定版）」の変更案を平成 31 年 1 月末までに作成する。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) 対象海域におけるアサリおよびマコガレイの生活史の補足調査

細部課題 (1) -ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリ

a) 母貝場、稚貝場におけるアサリ分布状況等の調査

○伊勢湾

【方法】

平成 30 年度の伊勢湾におけるアサリの分布調査は、名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港の 3 海域で実施した。調査地点は、各海域の 20ha につき 1 地点を設定し、名古屋港で 76 地点、四日市港で 74 地点、木曾三川河口域（桑名）で 85 地点とした（図 1-ア-a-1）。底生生物は、軽量簡易グラブ採泥器を用いて各地点で 2 回ずつ（0.05 m²/回）、深さ 0.2 m で海底堆積物を採取し、目合 2mm のフルイに残ったアサリを採取して個数、殻長、殻高、殻幅、湿重量、軟体部重量を計測した。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¹⁾の手法を用いて組織学的成熟度判定を行った。また、各調査地点で海底堆積物の表層約 2cm を採取し、乾燥粉碎後、強熱減量（IL）を測定した。以上の調査を、3 海域で原則 6 月から 2 月まで隔月で 5 回ずつ実施した。なお、三重県では、アサリ母貝（成貝）の大きさは殻長 20mm 以上の個体とし、稚貝の大きさは殻長 10mm 未満の個体とした。

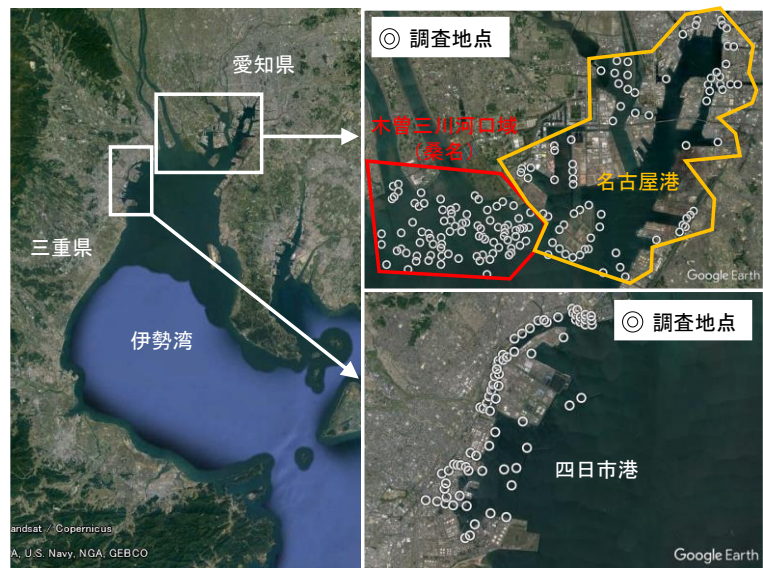


図 1-ア-a-1 名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港の調査地点

【結果と考察】

名古屋港と木曾三川河口域（桑名）、四日市港のアサリ分布調査で確認された、全てのアサリの分布状況と推定資源量の推移について、それぞれ図 1-ア-a-2、図 1-ア-a-3 に示す。アサリの資源量は、名古屋港で約 1,385 トン（6 月）、1,869 トン（8 月）、1,522 トン（10 月）、853 トン（12 月）、木曾三川河口域（桑名）では、約 270 トン（6 月）、36 トン（8 月）、2 トン（10 月）、1 トン（12 月）と推定された。また、四日市港におけるアサリの資源量は、約 1,387 トン（6 月）、947 トン（8 月）、751 トン（10 月）、353 トン（12 月）と推定

された。アサリの資源量は、夏季から秋季以降に各海域で減少する傾向にあり、特に木曾三川河口域（桑名）では資源がほぼ壊滅した。平成30年7月豪雨により、木曾三川上流域の岐阜県で記録的な大雨、出水が発生しており、この影響を強く受けた木曾三川河口域（桑名）でアサリが激減したと考えられた。一方、名古屋港と四日市港では、アサリの資源量が夏季から秋季以降に減少したが、アサリは、昨年度から周年を通して水深5m以浅のエリアを中心に数百～千トン規模で生存していることが確認された。この理由としては、アサリが確認された調査地点の底層の溶存酸素濃度が、底生生物が生存可能とされている 2.0mL/L ($=2.86\text{mg/L}$)²⁾以上に周年維持されたほか、港内に大河川がないため、出水による塩分低下で死亡するアサリが少ないこと、港内が堤防や防波堤で囲まれているため、波浪の影響が少ないこと、採貝漁業が営まれていないことが推測された。なお、各海域で確認されたアサリの最大生息密度は、名古屋港で $8,910$ 個/ m^2 （9月）、木曾三川河口域（桑名）で 390 個/ m^2 （6月）、四日市港で $7,590$ 個/ m^2 （10月）であった。

名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港における、アサリの殻長頻度分布および稚貝と母貝（成貝）の推定資源量の推移について、それぞれ図1-ア-a-4、図1-ア-a-5、図1-ア-a-6に示す。母貝（成貝）の資源量は、名古屋港で約604トン（6月）、1,080トン（9月）、641トン（10月）、393トン（12月）、木曾三川河口域（桑名）で約190トン（6月）、15トン（8月）、0トン（10月）、0トン（12月）、四日市港で約750トン（6月）、385トン（8月）、30トン（10月）、47トン（12月）と推定された。また、アサリ稚貝の資源量は、名古屋港で約163トン（6月）、234トン（9月）、326トン（10月）、69トン（12月）、木曾三川河口域（桑名）で約36トン（6月）、2トン（8月）、0.3トン（10月）、1トン（12月）、四日市港で約186トン（6月）、300トン（8月）、401トン（10月）、113トン（12月）と推定された。アサリの母貝（成貝）は名古屋港と四日市港で多く、特に名古屋港は、昨年度から周年200トン以上の母貝（成貝）が生存していることから、伊勢湾における貴重な母貝場であると考えられた。一方、木曾三川河口域（桑名）では、アサリ稚貝は確認されるが夏季にアサリが激減しており、母貝場としては不安定な海域と考えられた。

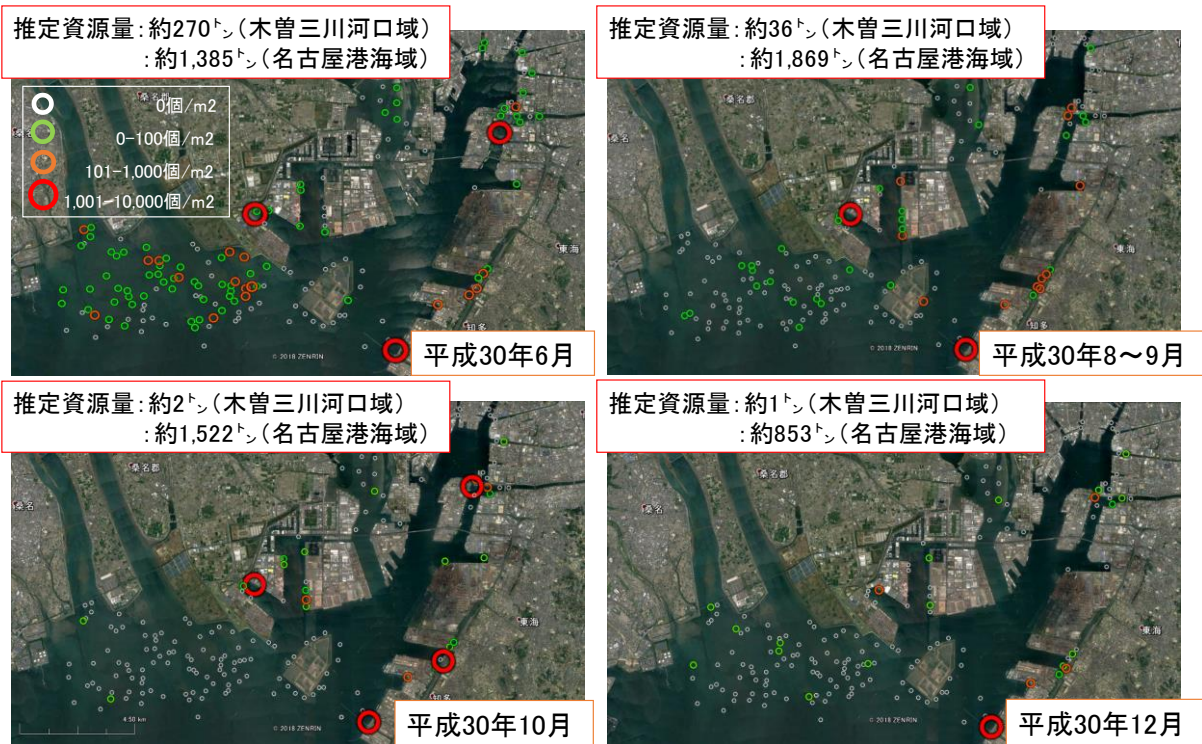


図 1-ア-a-2 名古屋港海域、木曾三川河口域（桑名）におけるアサリの分布状況と推定資源量の推移（平成30年6~12月）



図 1-ア-a-3 四日市港におけるアサリの分布状況と推定資源量の推移（平成30年6~12月）

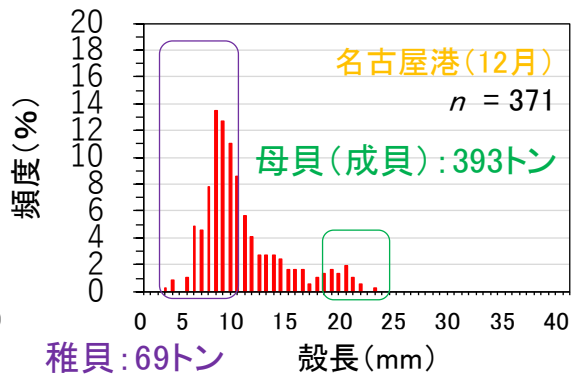
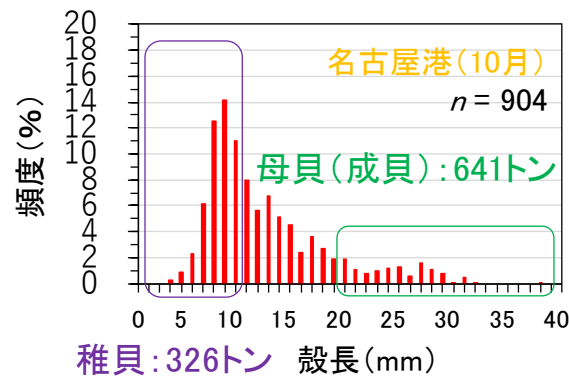
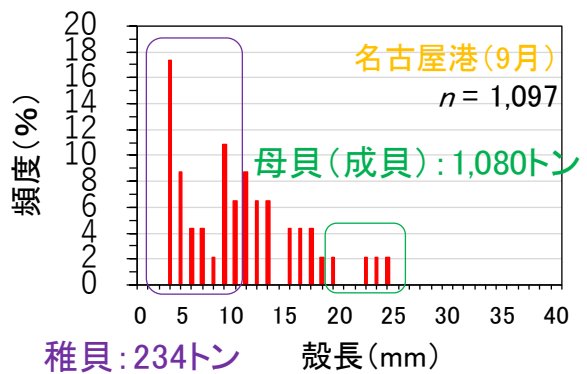
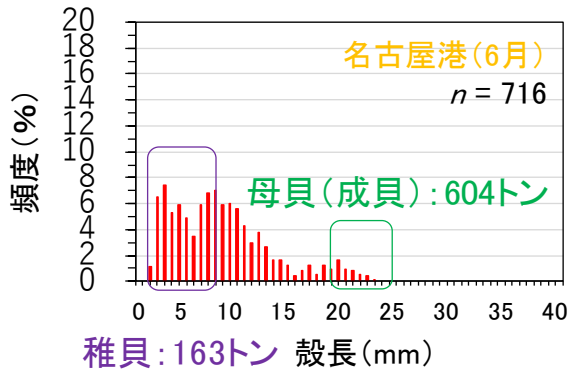


図 1-ア-a-4 名古屋港におけるアサリの殻長頻度分布および稚貝と母貝(成貝)の推定資源量の推移(平成30年6~12月)

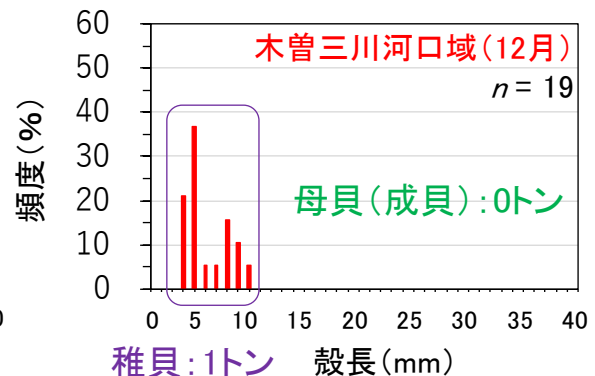
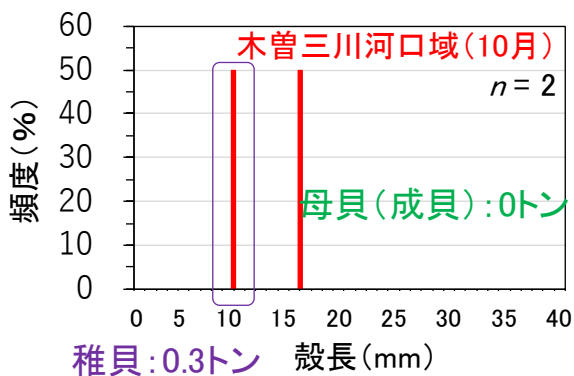
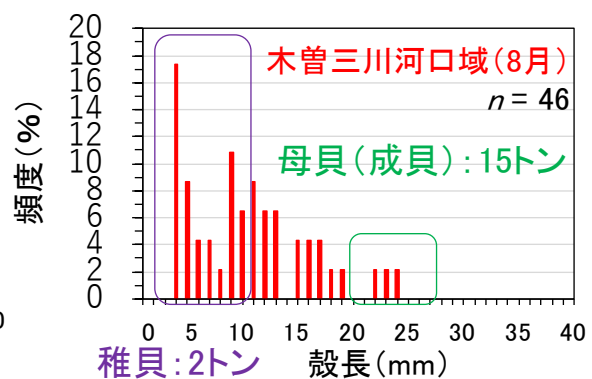
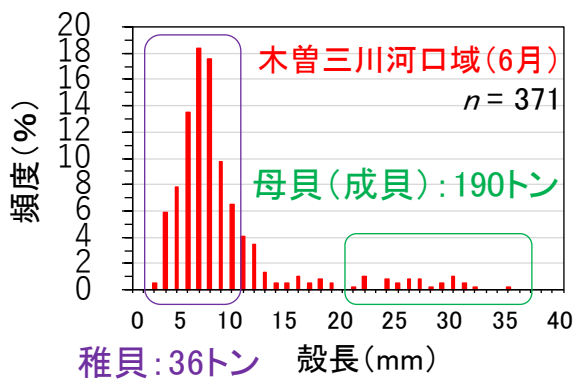


図 1-ア-a-5 木曾三川河口域(桑名)におけるアサリの殻長頻度分布および稚貝と母貝(成貝)の推定資源量の推移(平成30年6~12月)

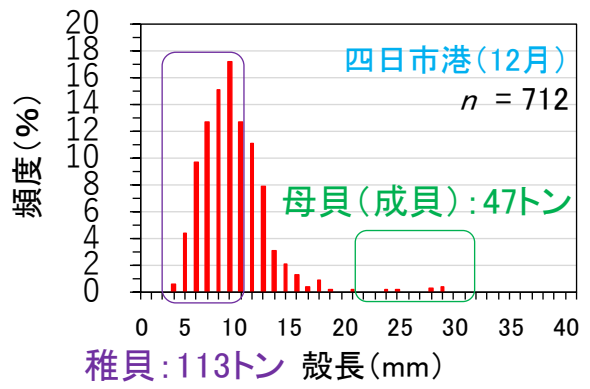
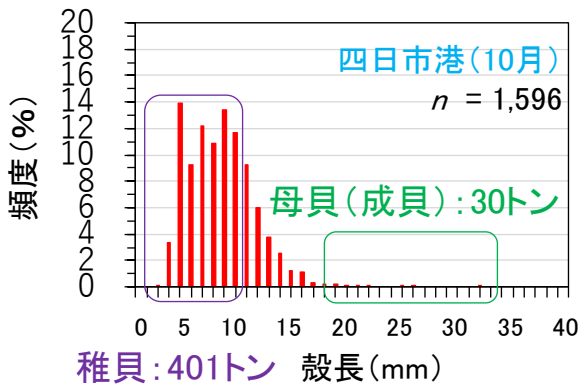
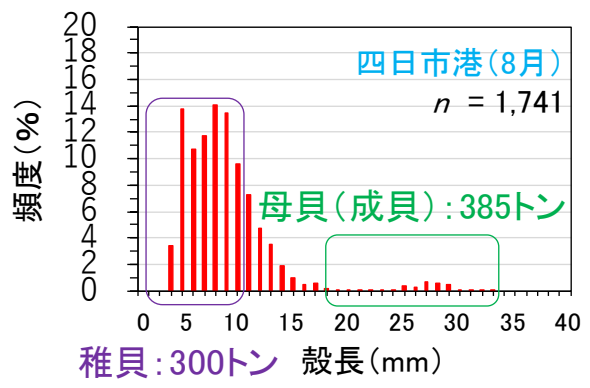
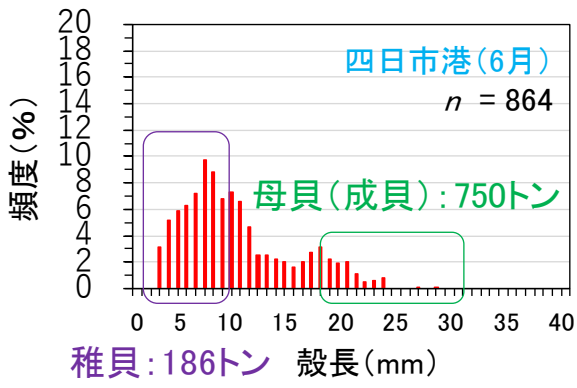


図 1-ア-a-6 四日市港におけるアサリの殻長頻度分布および稚貝と母貝(成貝)の推定資源量の推移

名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港で実施したアサリの成熟度調査結果を図 1-ア-a-7 に示す。成熟度調査には、アサリの分布調査で採取した殻長 7.2~45.2mm のアサリを用いた。なお、周年を通じたアサリの成熟過程を把握するため、ここでは平成 29 年度と 30 年度の結果を併せて考察した。名古屋港の平成 29 年 6 月の調査では、ほとんどの個体で成熟が進行しており、成熟期と放出期の個体で占められた。8 月には、多くの個体が放出終了期にあったことから、6~8 月頃に放卵、放精が行われたと考えられる。10 月には再び成熟期と放出期の個体で占められたのち、12 月と平成 30 年 2 月はほとんどの個体が放出終了期に退行したことを確認した。その後、平成 30 年 6 月には放出期の個体が増加し、9 月には再び成熟期と放出期の個体で占められたのち、10 月以降は退行した。この結果から、名古屋港のアサリは、春季と秋季に 2 回の産卵期を持つと推測された。木曾三川河口域（桑名）と四日市港のデータは少ないため、成熟周期を明確に把握することはできなかったが、未分化期から放出終了期までの一連の成熟過程が確認されたことから、これらの海域でもアサリは産卵していると推測された。

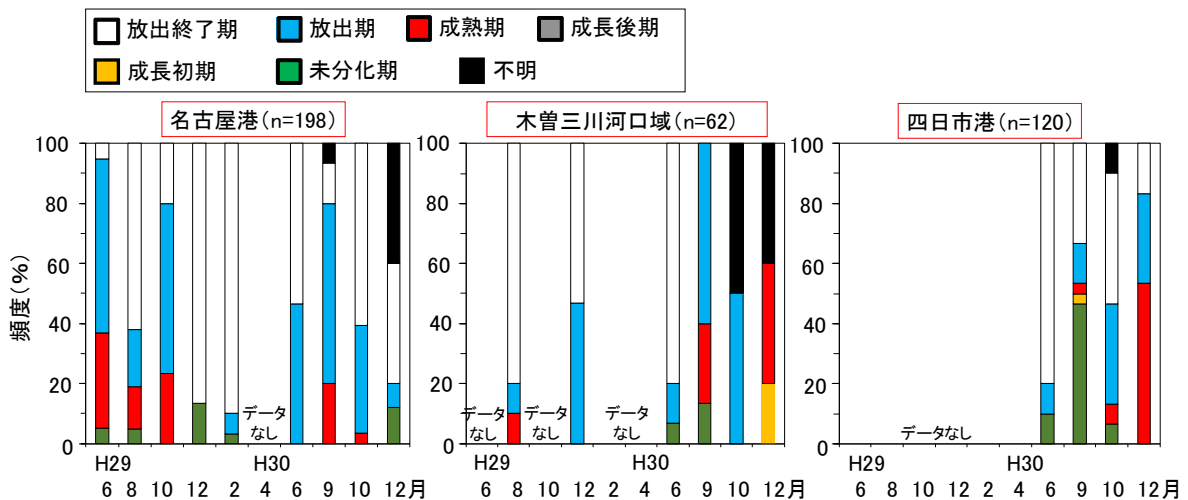


図 1-ア-a-7 名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港におけるアサリ（殻長 7.2~45.2mm）の成熟度調査結果（平成 29 年 6 月~平成 30 年 12 月）

名古屋港、木曾三川河口域（桑名）、四日市港における各調査地点の海底堆積物の強熱減量とアサリの生息密度の関係を記す。名古屋港の強熱減量は 0.2~27.1% の範囲にあり、アサリは強熱減量 0.8~20.9% の範囲で生息が確認された。アサリの生息密度は、9 月に強熱減量 1.5% で極大値 (10,360 個/m²) を示した。木曾三川河口域（桑名）の強熱減量は 0.2~35.1% の範囲にあり、アサリは強熱減量 1.3~9.0% の範囲で生息が確認された。アサリの生息密度は、6 月に強熱減量 11.4% で極大値 (420 個/m²) を示した。四日市港の強熱減量は 0.1~21.8% の範囲にあり、アサリはこの範囲で生息が確認された。アサリの生息密度は、8 月に強熱減量 5.3% で極大値 (9,000 個/m²) を示した。

【参考文献】

- 1) 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.
- 2) 公益社団法人日本水産資源保護協会 (2018) 水産用水基準 第 8 版 (2018 年版)

○三河湾

【方法】

三河湾主要 4 漁場(西三河、幡豆、蒲郡、福江)(図 1-ア-a-8)において、調査点を 40～41 点設定し、軽量簡易グラブ採泥器により各地点で 2 回(0.05 m²/回)底質を採取し、目合い 2 mm のフルイに残ったアサリについて、個体数、殻長、殻高、殻幅、湿重量を計測した。調査は、西三河地区は 6 月 7 日、9 月 5 日、幡豆地区は 6 月 8 日、9 月 3 日及び 21 日、蒲郡地区は 6 月 4 日、9 月 6 日、福江地区は 6 月 5 日、9 月 18 日に行った。なお、稚貝は殻長 10 mm 未満、未成貝は殻長 10 mm 以上 20 mm 未満、成貝・母貝は殻長 20 mm 以上の個体とした。

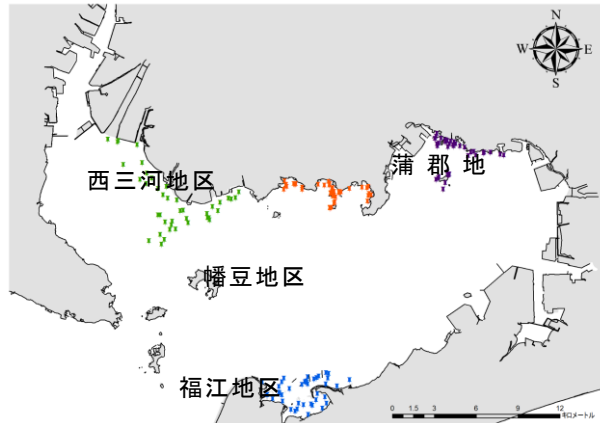


図 1-ア-a-8 三河湾主要 4 漁場

【結果及び考察】

○ アサリ殻長組成

各漁場におけるアサリの殻長組成を図 1-ア-a-9 に示した。

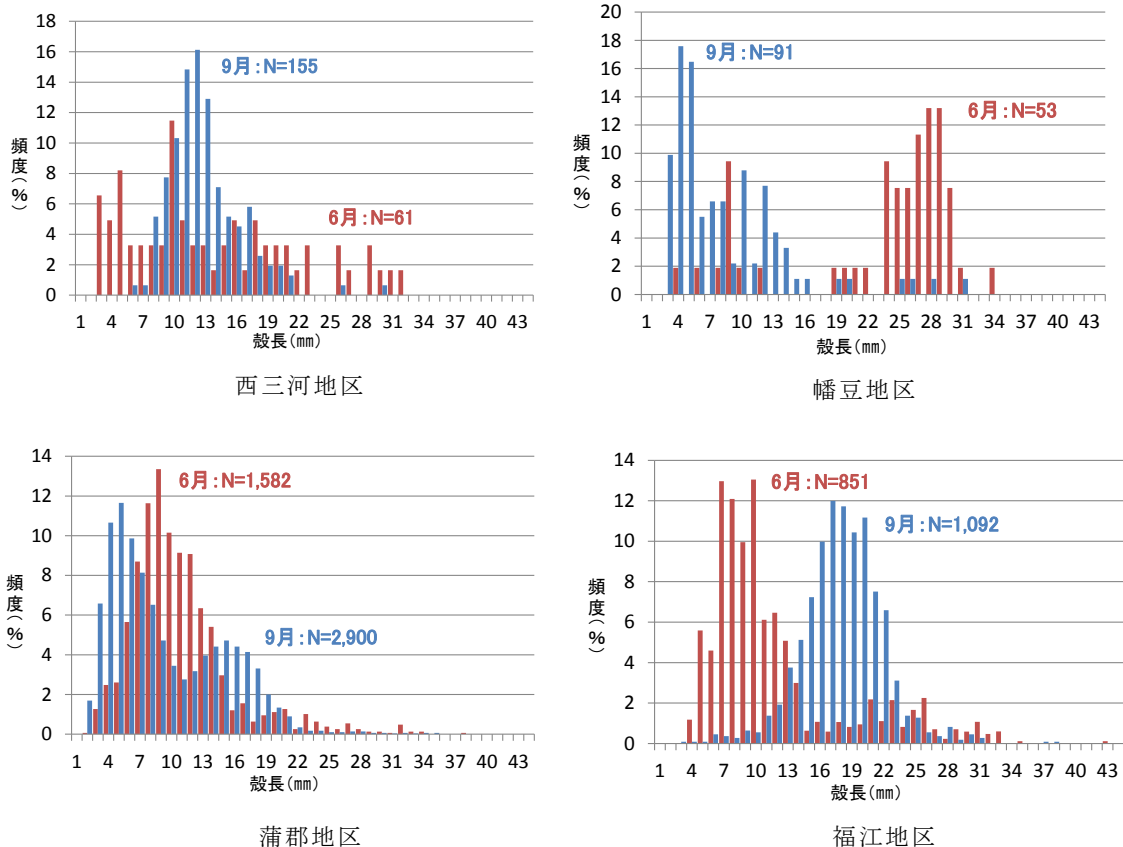


図 1-ア-a-9 各漁場におけるアサリの殻長分布

○ 稚貝

図1-ア-a-10に稚貝の分布調査結果を示した。

西三河地区:6月調査では殻長3~6mmの稚貝を中心として、7調査点で採取総個体数20個体の稚貝が確認され、生息密度は10~70個体/m²であった。9月調査では殻長8~9mmの稚貝を中心に8調査点で採取総個体数22個体、生息密度10~100個体/m²の稚貝が確認されたが、殻長3~4mm程度の小型稚貝の新規加入は確認されなかった。

幡豆地区:6月調査では殻長9~10mmの稚貝を中心に4調査点で確認され、採取総個体数は8個体、生息密度は10~20個体/m²であった。9月調査では殻長4~6mmの稚貝を中心に9調査点で採取総個体数59個体、生息密度10~430個体/m²の稚貝が確認され、殻長4~5mm程度の小型稚貝の新規加入が確認された。稚貝の分布域は東幡豆、西浦(蒲郡市)であった。

蒲郡地区:6月調査では殻長7~10mmの稚貝を中心に14調査点で確認され、採取総個体数は724個体、生息密度は10~5,050個体/m²であった。9月調査では殻長4~8mmの稚貝を中心に25調査点で採取総個体数は1,612個体、生息密度10~7,660個体/m²の稚貝が確認され、殻長4~6mm程度の小型稚貝の新規加入が確認された。稚貝の分布域は6月調査、9月調査とも竹島周辺が特に多かった。

福江地区:6月調査では殻長7~9mmの稚貝を中心に14調査点で確認され、採取総個体数は395個体、生息密度は10~2,460個体/m²であった。9月調査では殻長6~10mmの稚貝を中心に6調査点で採取総個体数が22個体、生息密度10~80個体/m²の稚貝が確認され、殻長3~5mm程度の稚貝がわずかに確認されたものの、小型稚貝の新規加入はほとんど確認されなかった。稚貝の分布域は6月調査では福江湾中央部が特に多かった。

○ 未成貝

図1-ア-a-11に未成貝の分布調査結果を示した。

西三河地区:6月調査では未成貝は11調査点で確認され、採取総個体数は26個体、生息密度は10~70個体/m²であった。9月調査では14調査点で確認され、採取総個体数は126個体、生息密度は10~390個体/m²となり、未成貝は増加傾向であった。

幡豆河地区:6月調査では未成貝は3調査点で確認され、採取総個体数は3個体、生息密度は10~20個体/m²であった。9月調査では7調査点で確認され、採取総個体数は27個体、生息密度は10~110個体/m²となり、未成貝は増加傾向であった。

蒲郡地区:6月調査では未成貝は11調査点で確認され、採取総個体数は749個体、生息密度は10~4,590個体/m²であった。9月調査では12調査点で確認され、採取総個体数は1,121個体、生息密度は20~5,940個体/m²となり、未成貝は増加傾向であった。

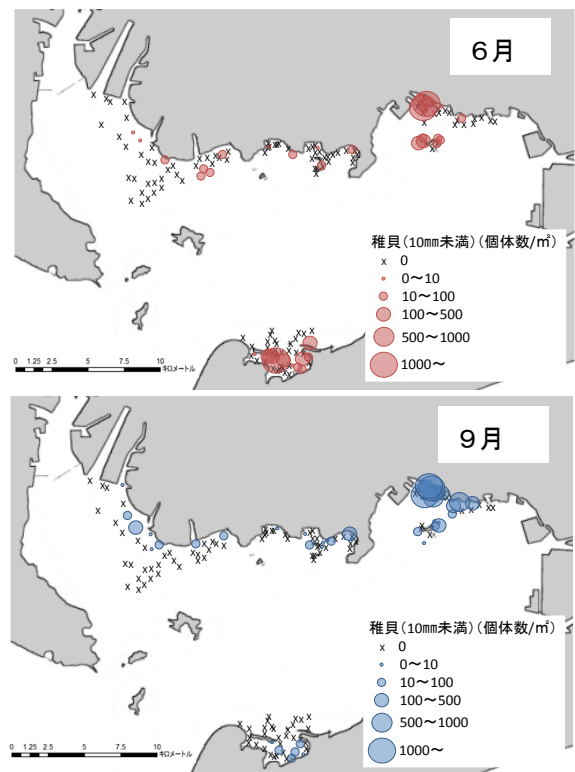


図1-ア-a-10 稚貝の分布(上段6月、下段9月)

福江地区:6月調査では未成貝は11調査点で確認され、採取総個体数は322個体、生息密度は10~1,450個体/m²であったが、9月調査では10調査点で確認され、採取総個体数は700個体、生息密度は10~3,310個体/m²となり、未成貝は増加傾向であった。

○ 成貝

図1-ア-a-12に成貝・母貝の分布調査結果を示した。

西三河地区:6月調査では成貝・母貝は6調査点で確認され、採取総個体数は15個体、生息密度は10~50個体/m²であった。9月調査では5調査点で確認されたが、採取総個体数は7個体、生息密度は10~20個体/m²となり、成貝・母貝は減少傾向であった。

幡豆地区:6月調査では成貝・母貝は8調査点で確認され、採取総個体数は42個体、生息密度は10~110個体/m²であった。9月調査では4調査点で確認されたが、採取総個体数は5個体、生息密度は10~20個体/m²となり、成貝・母貝は大幅に減少した。

蒲郡地区:6月調査では成貝・母貝は7調査点で確認され、採取総個体数は109個体、生息密度は10~720個体/m²であった。9月調査では9調査点で確認され、採取総個体数は167個体、生息密度は10~820個体/m²であった。6月調査時には、成貝・母貝の分布域は大島及び竹島周辺であったが、9月調査時には、大島周辺はほとんど確認されず、竹島周辺に集中していた。

福江地区:6月調査では成貝・母貝は11調査点で確認され、採取総個体数は134個体、生息密度は10~550個体/m²であった。9月調査では9調査点で確認され、採取総個体数は370個体、生息密度は10~1,800個体/m²であった。成貝・母貝の分布域は6月調査時、9月調査時とも福江湾中央部に集中しており、6月調査時に確認された未成貝が9月調査時には成貝・母貝サイズに成長したと考えられた。

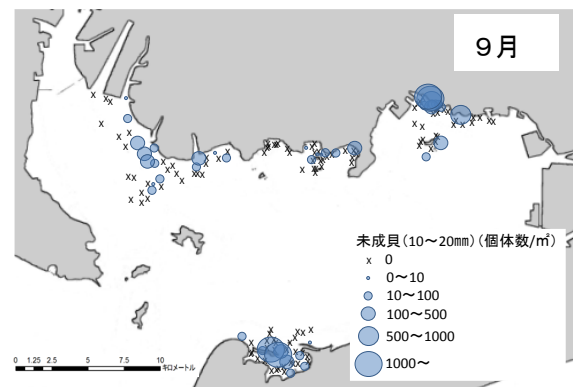
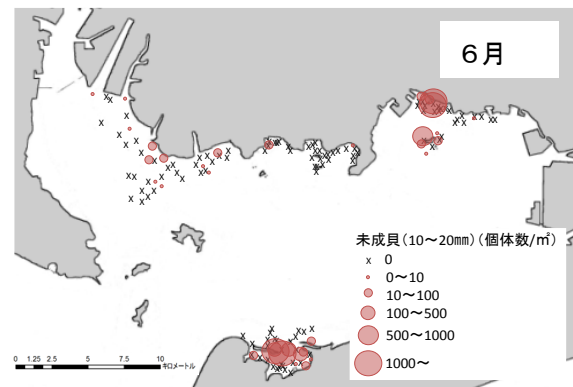


図1-ア-a-11 未成貝の分布(上段6月、下段9月)

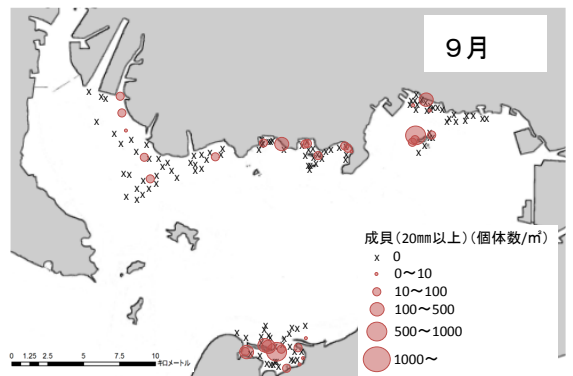
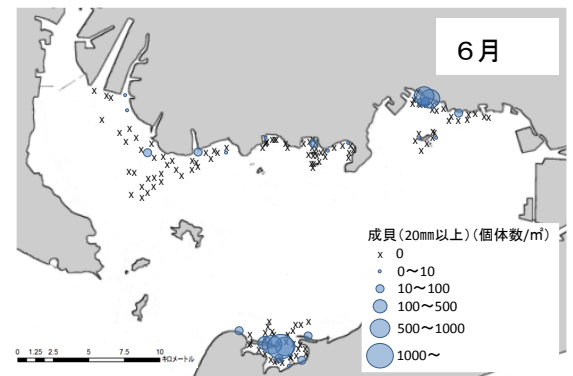


図1-ア-a-12 成貝の分布(上段6月、下段9月)

b) 数値計算による秋期発生個体群の着底場所等の推定、および、複数年における産卵海域及び着底した海域の推定

【方法】

○流動モデル

平成 29 年度に引き続き、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。計算領域を図 1-ア-b-1 に、計算条件一覧を表 1-ア-b-1 に整理する。計算期間は計算初期の数値的な攪乱を可能な限り除去するため、4 月 1 日から 5 月 31 日までを助走期間とし、解析の対象は 6 月 1 日以降とした。伊勢湾・三河湾の平均的な流動場を把握するため、平成 27 年 (2015 年)、平成 28 年 (2016 年) および平成 29 年 (2017 年) の 3 年度分の計算を行った。

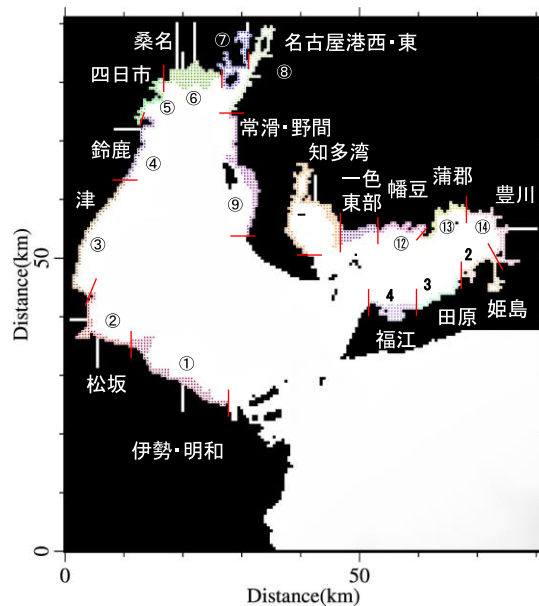


図 1-ア-b-1 計算領域および粒子の放出・着底区域。

○粒子追跡計算

流動モデル計算で得られた流速場データを用いて、粒子をアサリ浮遊幼生にみたてた追跡数値計算を行った。粒子は流れに対して受動的に輸送されるものとし、計算は春および秋の産卵期を網羅するように各年度の 6 月 1 日から 12 月 31 日までを対象とした。図 1-ア-b-1 に示すように伊勢湾・三河湾沿岸全域を 17 区 (伊勢湾 9 区、三河湾 8 区) に分画した各区域から、放出時刻の差による着底箇所の変化を考慮し、毎正時に 1 格子あたり 1 個の粒子を放出した。浮遊幼生の着底については、計算結果の不確実性考察の目的も兼ねて、①春季幼生を想定して 10 日経過後水深 5 m 以浅に位置した場合、もしくは 14 日経過後に沈降すると仮定したケースと②秋季幼生を想定して 17 日経過後水深 5 m 以浅に位置した場合、もしくは 21 日経過後に沈降すると仮定したケースの 2 種類の条件で判定した。このようにして得られた計算結果を用いて、春季 (6 月～8 月) および秋季 (9 月～12 月) における浮遊幼生の各放出区一着底区間の輸送特性 (「潜在ネットワーク」) を推定した。

表 1-ア-b-1 流動モデルの計算条件一覧。

項目	内容	
計算期間	2015, 2016, 2017 の 04/01～翌年 01/31 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：3 m 最大：500 m	
計算格子	水平方向	直交座標 500 m
	鉛直方向	σ 座標 10 層
計算間隔	30 sec (外部モード 2 sec)	
開境界条件	潮汐	数値潮汐モデル NAO.99jb ³⁾
	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 (名古屋)
河川条件	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

○現状の産卵量推定

上述の粒子追跡計算の結果と平成 29 年度委託事業で実施された浮遊幼生分布の現地調査結果とを組み合わせることで、各粒子放出区域における産卵量を推定した。平成 29 年度事業での検討と同様に、粒子追跡計算から得られた粒子の時空間分布のうち、各現地調査地点を中心に半径 2,000m 以内に位置する粒子を計数し、非負拘束最小二乗法を用いて各区域からの粒子放出量（産卵量）を推定した。ここで、以下の 2 種類の仮定「浮遊幼生調査では、孵化後 24 時間～7 日（浮遊条件 a）もしくは孵化後 24 時間～10 日（浮遊条件 b）の幼生を採集したものとする。」「各調査地点における浮遊幼生数密度は、調査の実施された月内で一定であるとする（現地調査の実施日が 2 週間程度異なるケースがあったため）」に基づいて解析を行った。

さらに、このようにして推定された各放出区画の産卵数を粒子追跡の解析結果に反映させることで、春季（6 月、7 月）および秋季（10 月、11 月）の浮遊幼生の「現状のネットワーク」および着底場の推定を行った。

【結果と考察】

○流動場

図 1-ア-b-2 に、平成 29 年度委託事業の現場調査結果より比較的多くの春季・秋季の浮遊幼生が採集された平成 29 年 7 月および同年 10 月の表層流速の月平均値を、観測結果（伊勢湾海洋短波レーダー⁴⁾）と合わせて示す。

7 月において、計算と観測結果の双方で平均流速は 0.1～0.2m/s と同程度であった。計算結果では伊勢湾北部から南西部に向かう流れ、および、湾中央に反時計回りの渦状の流れが見られ、同様の傾向が観測結果においても確認できた。三河湾において、計算結果では湾全体として時計回りに循環する流れもみられたものの、計算と観測結果の双方において湾口に向かう流れがみられた。10 月において、計算と観測結果の双方で平均流速は 0.2～0.3m/s と同程度であった。計算と観測の双方で、伊勢湾の北部から南西部に向かう流れや伊勢湾南西部における沿岸に沿って南北に向かう流れ、三河湾の湾内から湾口に向かう流れがみられた。他の月の比較も、上記の 2 ヶ月と同様であった。以上より、7 月中についてはおそらくは期間中の流速が小さいことも一因として詳細分布に差異がみられたものの、計算結果は観測値を概ね再現していると判断し、粒子追跡計算を実施した。

○粒子追跡計算の再現性の確認

粒子追跡計算の再現性の確認は、稚貝の現地調査結果と後述の「現状ネットワーク」で算定した平成 29 年 7 月の着底量とを比較し、「計算による浮遊幼生の着底結果と現地調査による稚貝の有無の関係」および「計算による浮遊幼生の着底結果と現地調査による稚貝数との量的な関係」の 2 つの観点から検証することとした。再現対象は浮遊幼生の調査時期と調査範囲を勘案し、7 月に着底した浮遊幼生が成長し、現地調査の稚貝数に反映されていると推察され、かつ網羅的な広域調査を実施している三河湾の 10 月の稚貝調査結果を対象とした。比較には現地調査結果の調査点に該当する計算格子の結果を用いた。粒子追跡計算の計算格子は 500m×500m であるため、計算格子内に複数の調査点が存在する場合、調査結果の平均値と比較した。

着底粒子数と稚貝の有無の関係性について、稚貝の有無を応答変数、着底粒子数を説明変数とした一般化線形モデルにより検討した。応答変数は二項分布に従うと仮定した。説明変数は「現状のネットワーク：浮遊期間 14 日の着底量」、「現状のネットワーク：浮遊期

間 21 日の着底量」とした。モデルの当てはまりのよさは AIC によって比較した。検証結果を表 1-ア-b-2 に示す。検証結果より、10 月の三河湾の稚貝の有無は、説明変数「浮遊期間 21 日の着底量」と関係があり、着底する浮遊幼生が多い程、稚貝の分布確率が高いことが示唆された。これらの結果のうち、現地調査結果とよりよく合致した「現状のネットワーク：浮遊期間 21 日の粒子数」を説明変数としたモデルを用いて、現地調査の稚貝の有無と粒子追跡計算結果の着底量の関係を図 1-ア-b-3 に示した。

図 1-ア-b-4 に各調査地区に該当する計算結果の平均着底量（現状ネットワーク、浮遊期間 21 日の結果）と現地調査結果の平均稚貝数の関係を示す。計算結果と調査結果の間には正の相関が見られ、計算において粒子が多く到達する場所では、現地調査で採捕された稚貝数も多い傾向が示唆された。

以上より、現地調査と粒子追跡計算結果を比較し、稚貝の有無および着底量の量的な傾向が概ね一致することを確認した。前述の「流動場」と合わせて、本検討に用いる数値モデルは伊勢湾・三河湾の流動場および、稚貝の分布特性を概ね再現できていると判断した。

○産卵場・着底場の潜在ネットワークの推定

粒子追跡の計算結果の一例として図 1-ア-b-5（左図）に、平成 29 年 2017 年 7 月における粒子の空間分布を示す。ここで粒子の各色は図 1-ア-b-1 の放出区の色と対応している。粒子が伊勢湾内での南向き流れや三河湾での湾口向き流れを反映して伊勢湾の南側に輸送されていること、伊勢湾での反時計回り循環を反映して伊勢湾内の西側海域に輸送されている様子等がみてとれる。

このようにして得られた粒子追跡計算の結果を用いて、まず、各放出区からの粒子放出量を同一（100）とした場合の粒子の各シンクパッチへの着底量を見積もった（「潜在ネットワーク」）。図 1-ア-b-6 は、平成 27～29 年の 7 月および 10 月の潜在ネットワークを示す。図 1-ア-b-6 からは、ネットワークのパターンには年変化がほとんどみられないことがわかる。また図には示さないが、着底条件①②間でも顕著な差異はみられなかった。また、伊勢湾と三河湾のそれぞれの湾内でネットワークが構築されており、伊勢湾と三河湾の間での強いネットワークはみられなかった。

図 1-ア-b-7 は、平成 27～29 年の各年の春季（6 月～8 月）および秋季（9 月～12 月）における潜在ネットワークの平均値を示す。ここで、各セルにおけるネットワーク値の横方向の合計値を右端に（粒子の「供給率」）、各ネットワーク値の縦方向の平均値を下端に（粒子の「来遊率」）示す。各々の季節において以下の特徴が確認できる。

（春季）伊勢湾において、浮遊幼生の供給率が比較的高い区域は③津、④鈴鹿、⑤四日市、⑥桑名、⑧名古屋港東であり、流動特性に基づいた観点からは、これらの区域は母貝場として潜在的に機能すると考えられる。また、浮遊幼生の来遊率が比較的高い区域は、①伊勢・明和、②松阪、③津、④鈴鹿、⑧名古屋港東、⑨常滑・野間であり、稚貝場として機能すると考えられる。三河湾において浮遊幼生の平均供給率が高い区域は⑰福江を除く全区域であり、流動特性に基づいた観点から、多くの区域が浮遊幼生の供給機能を潜在的に有すると考えられる。浮遊幼生の平均来遊率の高く稚貝場としての機能を有する区域は⑩知多湾、⑪一色東部、⑫幡豆、⑬蒲郡の三河湾北西部に多く、南東部においては⑰福江が比較的、来遊率の高い区域であった。

（秋季）伊勢湾において、浮遊幼生の平均供給率が高い区域は③津、⑧名古屋港東であり、流動特性に基づいた観点からは、これらの区域が母貝場として潜在的に機能すると考えられる。また、浮遊幼生の平均来遊率が高い区域は、①伊勢・明和、②松阪、③津、④

鈴鹿、⑧名古屋港東、⑨常滑・野間であり、稚貝場として機能すると考えられる。三河湾において、浮遊幼生の平均供給率が高い区域は、⑩知多湾、⑪一色東部を除く全区域であり、流動特性に基づいた観点から、多くの区域が浮遊幼生の供給機能を潜在的に有すると考えられる。浮遊幼生の平均来遊率の高い区域は⑬蒲郡、⑭豊川を除く区域であり、稚貝場として機能すると考えられる。

○産卵場・着底場の現状ネットワークの推定

図 1-ア-b-8 に、現地調査および浮遊条件 a の粒子追跡の解析結果に基づいて推定された平成 29 年の各月、各放出区画の産卵量の推定値を示す。また、この産卵量と粒子追跡計算結果とを掛け合わせた一例として、7 月 25 日における浮遊幼生分布の推定値を図 1-ア-b-5 (右図) に示す。7 月に高い産卵量と推定された⑥桑名⑦名古屋港東や⑮姫島⑯田原の周辺で比較的高値の浮遊幼生分布が確認できる。なお、図 1-ア-b-8 における主な特徴として 7 月の伊勢湾奥部 (⑥桑名⑦名古屋港東) や三河湾南部側 (⑮姫島⑯田原)、10 月の伊勢湾南西部 (②松坂) および三河湾南部 (⑮姫島⑯田原) で高い産卵量が推定されたこと等が確認できるが、これらは浮遊条件 b の結果においても同様だった。

図 1-ア-b-9 に潜在ネットワークの結果と産卵量の推定値を組み合わせることで得られた、各放出区一着底区間の「現状のネットワーク」の春季 (6 月、7 月) および秋季 (10 月、11 月) における平均値を示す。ただし、着底条件 A・B の違いによる現状ネットワークのパターンについての顕著な差がみられなかったため、両着底条件を分けずに平均処理をした。各々の現状のネットワーク推定図からは以下の特徴を確認できる。

(春季) 伊勢湾において比較的供給数が大きく、有効に機能していると考えられるネットワークは「③津→③津」、「⑥桑名→①伊勢・明和、③津」、「⑦名古屋港西→①伊勢・明和、②松阪、⑨常滑・野間」である。三河湾において有効に機能していると考えられるネットワークは「⑮姫島→⑪一色東部、⑫幡豆、⑬蒲郡、⑮姫島」、「⑯田原→⑩知多湾、⑪一色東部、⑫幡豆、⑬蒲郡」である。

(秋季) 伊勢湾において比較的供給数が大きく、有効に機能していると考えられるネットワークは、「②松阪→①伊勢・明和、③津」である。三河湾において有効に機能していると考えられるネットワークは、「⑮姫島→①伊勢・明和、②松阪、⑩～⑰三河湾全域」、「⑯田原→①伊勢・明和、②松阪、⑩知多湾、⑪一色東部、⑫幡豆、⑯田原、⑰福江」である。

【引用文献】

- 1) Mellor, G.L.: User's guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Program in Atmospheric and Oceanographic Sciences Report, Princeton University, Princeton, 41p, 1998.
- 2) 中山哲巖, 八木 宏, 藤井良昭, 伊藤 靖, 三浦 浩, 安信秀樹, 杉野博之, 山田達夫: 瀬戸内海全域を対象とした流動・低次生産モデルの開発及びマコガレイ幼稚仔分散過程への適用, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 65, No. 1, pp.1126-1130, 2009.
- 3) Matsumoto, K., T. Takanezawa and M. Ooe: Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model around Japan, Journal of Oceanography, 56, pp.567-581, 2000.
- 4) 伊勢湾環境データベース <http://www.isewan-db.go.jp/>

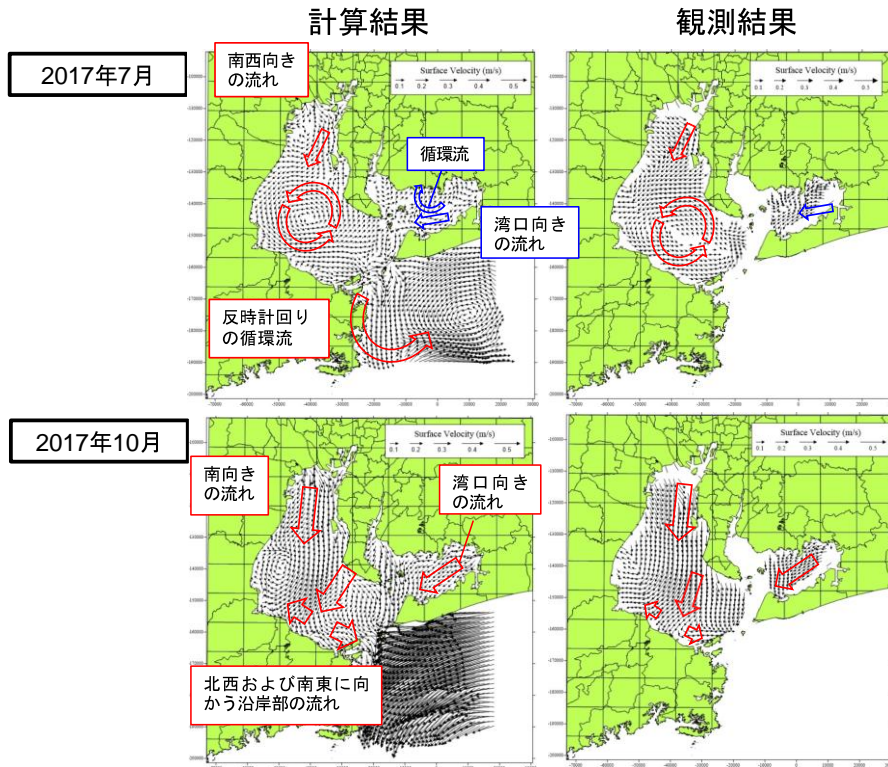


図 1-ア-b-2 海面水平流速場の平成 29 年（2017 年）7 月・10 月の平均値。（左）計算結果（右）観測結果

表 1-ア-b-2 調査結果の稚貝数と計算結果の関係

説明変数	係数	$p(> z)$	AIC
現状のネットワーク： 浮遊期間 21 日の着底量	9.65E-05	0.0617	122.08
現状のネットワーク： 浮遊期間 14 日の着底量	3.487E-05	0.278	125.24
説明変数なし	-	-	124.45

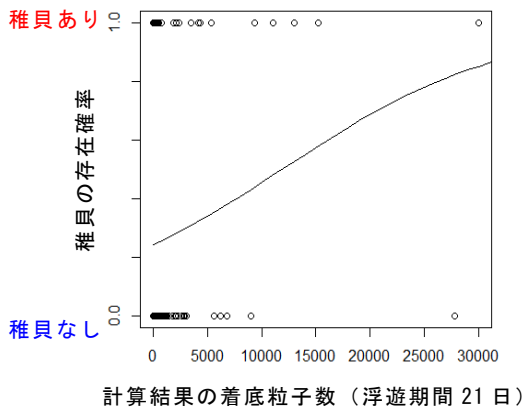


図 1-ア-b-3 浮遊幼生の来遊の有無の検証結果

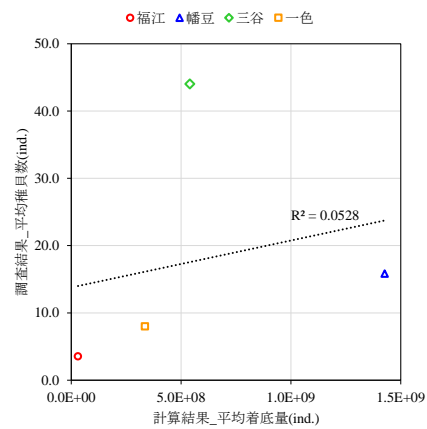


図 1-ア-b-4 計算結果の着底量と各調査地区の平均稚貝数の関係

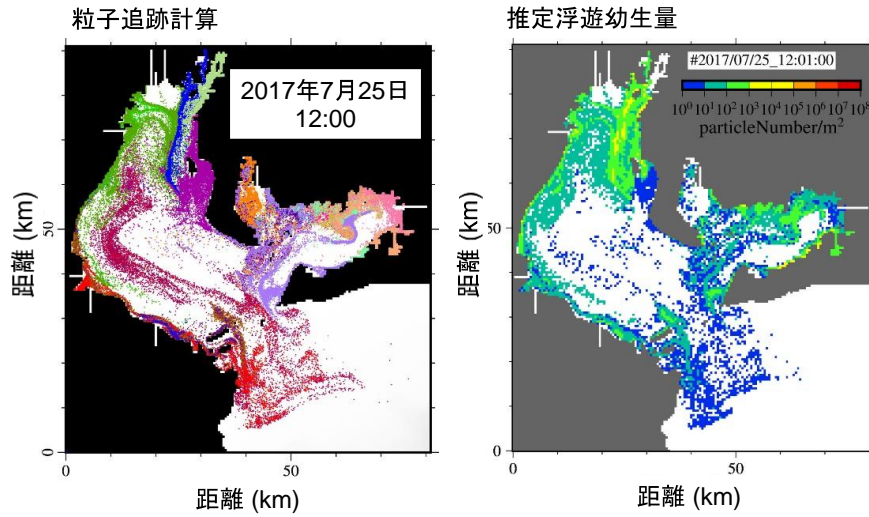


図 1-ア-b-5 粒子追跡計算結果の例。(左)平成 29 年 7 月 25 日の粒子分布 (右)現場調査による浮遊幼生の現場調査結果を反映させた同時刻での浮遊幼生の推定分布量

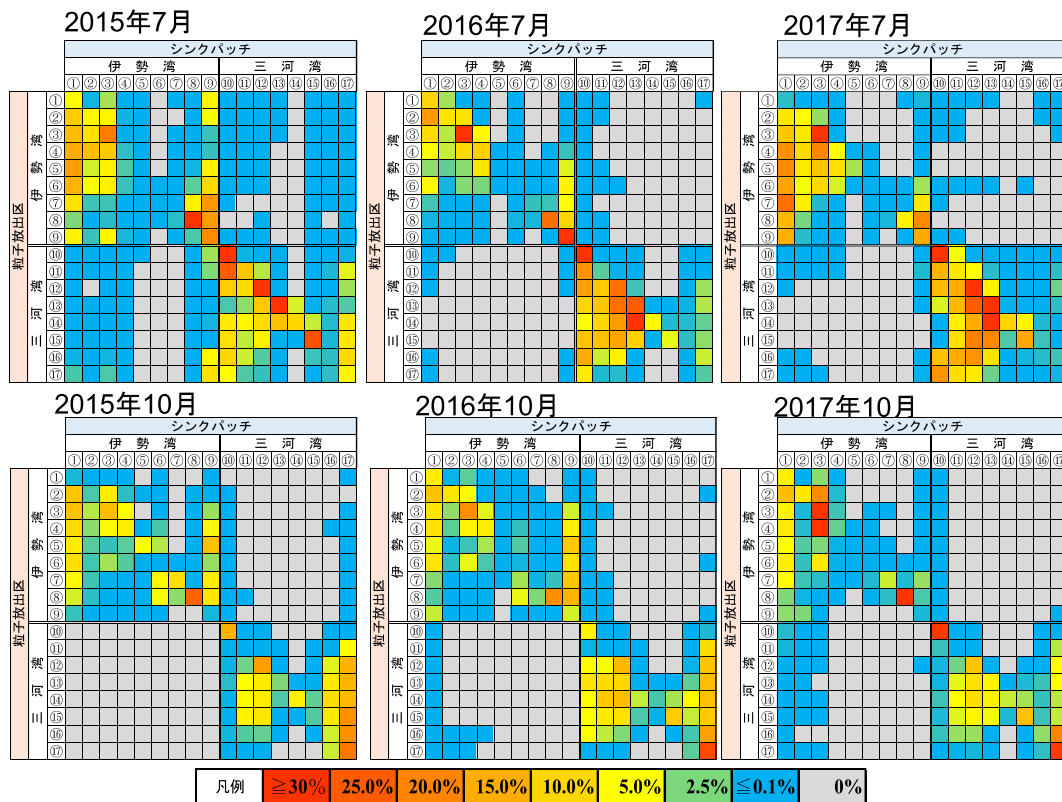


図 1-ア-b-6 各放出区からの粒子供給量を 100 とした場合の各年度の 7 月および 10 月における各シンクパッチ (着底区) への着底量 (潜在ネットワーク)

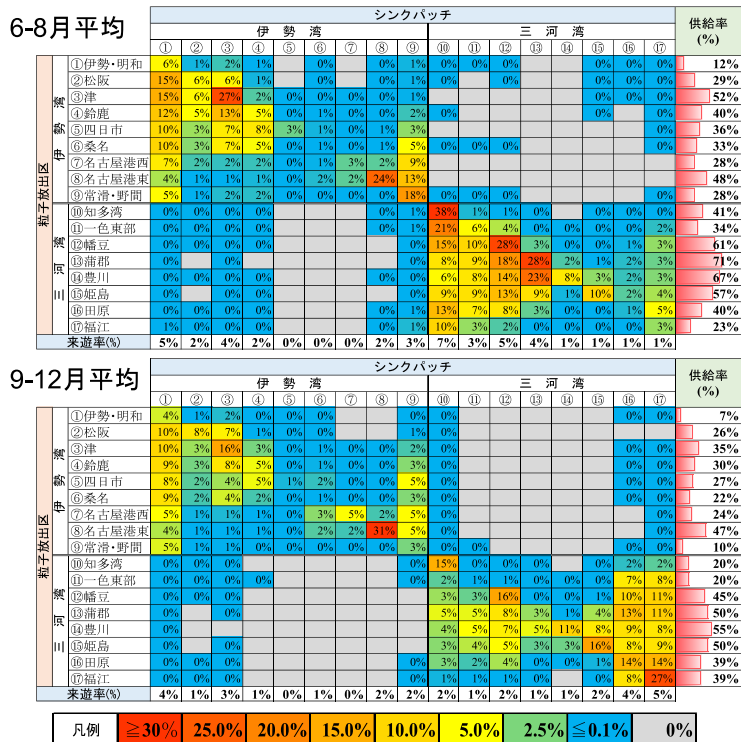


図 1-ア-b-7 各年度の 6 月から 8 月（9 ヶ月分、春産卵を想定）および 9 月から 12 月（12 ヶ月分、秋産卵）における潜在ネットワークの平均値。ここで右端の供給率は各セルの値の横方向の合計値、下端の来遊率は各セルの値の縦方向の平均値を示す

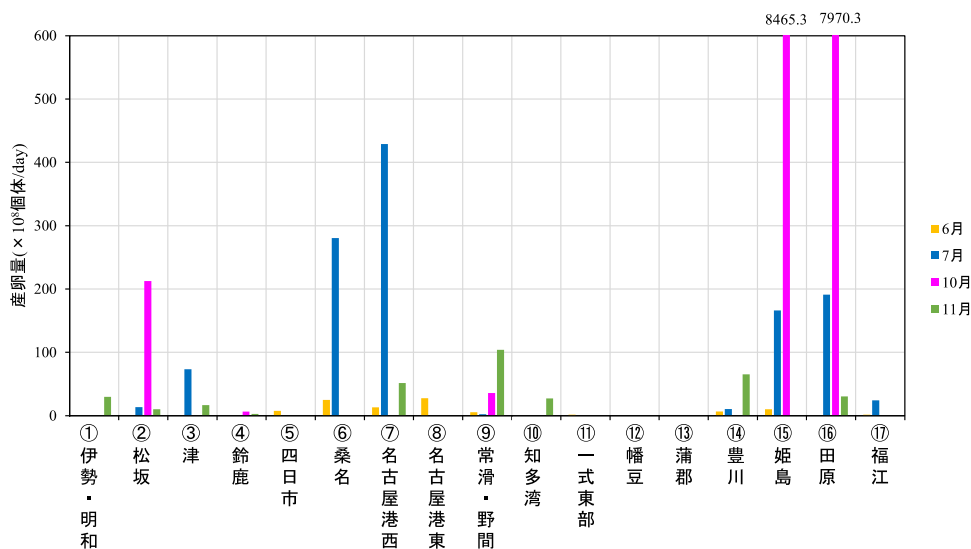


図 1-ア-b-8 孵化後 24 時間～7 日（浮遊条件 a）の粒子追跡計算の解析結果より求めた各放牧区における推定産卵量の一覧

6-7月平均

		シンクパッチ																	供給数 合計 (億個体)	
		伊勢湾									三河湾									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰		
新子放出区	伊勢湾	①伊勢・明和	0.6	0.1	0.1	0.1				0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0				1.8	
		②松阪	6.1	4.1	2.8	0.5			0.0	1.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	15.4	
		③津	55.0	37.2	179.3	2.4				0.0	2.0	0.1	0.1	0.1				0.4	276.5	
		④鈴鹿																	0.0	
		⑤四日市	2.4	0.3	1.4	5.9	1.6	0.6	0.1	0.0	2.5	0.0	0.0						14.9	
		⑥桑名	289.5	89.8	226.9	90.2	3.7	7.7	1.0	1.4	80.3	2.7	1.6	0.4	0.2			0.1	795.6	
		⑦名古屋港西	596.7	171.2	57.8	14.7	0.1	3.2	12.0	16.3	223.8	1.1	0.3	0.0					1097.3	
		⑧名古屋港東	11.7	2.3	3.3	8.4	0.1	5.2	7.2	54.9	15.7	0.1	0.0						108.8	
		⑨常滑・野間	4.9	0.6	0.5	0.9	0.0	0.6	0.1	0.1	8.8	0.2	0.0	0.0					16.7	
新子放出区	三河湾	⑩知多湾								0.1	0.7	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	3.0		
		⑪一色東部				0.0												0.3	1.8	
		⑫幡豆																	0.0	
		⑬蒲郡																	0.0	
		⑭豊川				0.0					0.0	2.6	9.0	16.2	26.9	11.0	6.2	3.2	77.8	
		⑮姫島									0.0	29.5	138.5	296.3	256.8	25.0	147.9	23.4	927.8	
		⑯田原	0.8	0.1	0.1	0.1					3.8	158.1	206.2	268.8	114.8	3.2	15.1	15.6	808.9	
		⑰福江	1.1	0.0	0.0	0.0					3.4	39.7	24.3	27.2	8.6	0.2	0.1	0.5	4.1	109.3
来遊数合計 (億個体)		968.6	305.6	472.2	123.0	5.4	17.3	20.4	72.7	342.3	235.3	380.8	609.3	407.5	39.5	169.4	42.8	40.5		

10-11月平均

		シンクパッチ																	供給数 合計 (億個体)	
		伊勢湾									三河湾									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰		
新子放出区	伊勢湾	①伊勢・明和	1.4	0.6	0.7	0.2	0.0	0.0			0.1	0.0							3.0	
		②松阪	185.9	97.8	294.2	27.9	0.0	0.1			7.1	0.2							613.2	
		③津	14.9	3.8	12.1	2.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.8	0.0							34.8	
		④鈴鹿	5.1	1.4	12.3	1.5	0.0	0.2			0.0	0.4	0.0						20.8	
		⑤四日市																	0.0	
		⑥桑名																	0.0	
		⑦名古屋港西	25.7	6.5	6.9	6.9	0.4	6.9	9.5	1.8	11.2	0.0							75.8	
		⑧名古屋港東																		0.0
		⑨常滑・野間	30.2	11.1	17.0	0.6		0.2			10.3	0.1							69.4	
新子放出区	三河湾	⑩知多湾	0.0	0.0						0.0	11.6	0.0	0.1			0.1	4.5	11.3	27.6	
		⑪一色東部		0.0								1.5	0.0	0.0	0.0	1.2	39.6	68.7	111.1	
		⑫幡豆																	0.0	
		⑬蒲郡																	0.0	
		⑭豊川										0.2	3.8	9.6	74.8	79.5	98.6	73.2	339.6	
		⑮姫島	809.3	125.1	34.4						905.9	2613.0	3176.6	3112.5	878.1	5430.5	1017.0	2747.6	20850.0	
		⑯田原	1292.9	160.5	84.8						1874.8	2343.1	1906.4	38.5	10.3	82.4	1254.0	1253.2	21579.3	
		⑰福江																		0.0
来遊数合計 (億個体)		2365	406.7	462.3	39.8	0.5	8.0	9.5	1.8	29.9	2793	4956	5088	3161	963.1	5594	2414	15432		

凡例 (億個体)	≧ 1000	750.00	500.00	250.00	100.00	75.00	50.00	≦ 1.00	0.00
-------------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	--------	------

図 1-ア-b-9 春季（6月、7月）および秋季（10月、11月）における現状ネットワークの平均値。ここで右端および下端に各セルの値の横方向および縦方向の合計値をそれぞれ示す（供給数合計、来遊数合計）

細部課題（1）ーイ）伊予灘・周防灘におけるマコガレイ

a) 稚魚の分布状況に係る調査

【方法】

平成30年度の稚魚調査では4月・5月・6月と毎月1回、福岡県、大分県、山口県の沿岸ではソリネット（大分県は横幅1.3m、目合5mmのネット、福岡県と山口県は横幅1.0m、目合5mmのネット）の3分間曳航により、愛媛県の沿岸では潜水により、マコガレイ稚魚を採集・観察した（図1-イ-a-1）。採集したマコガレイは全長、体重を計測した。また、5月に大分県の杵築の地点ではソリネット曳航と潜水観察を同時に行い、両者のマコガレイ発見効率の違いをマコガレイ密度比により検証した。加えて、山口県ではマコガレイの産卵期、孵化日を推定するため、4月及び5月に周南地区で採集された稚魚の耳石の日周輪を計数し、孵化日を推定した。

上記の調査時にマコガレイの好適環境を把握するために、各地点で水質測定機（CTD: Conductivity Temperature Depth profiler）を用いて底層の水温（度）、塩分、DO（mg/L）を観測した。加えて、採泥器を用いて底泥を採集し、粒度組成（中央粒径値）と強熱減量（%）を測定するとともに、マコガレイ稚魚の餌生物候補を底泥からソーティングし、分類群（多毛類、二枚貝類、巻き貝類、端脚類、タナイス目、カイアシ類、貝虫、クーマ目、等脚目、十脚甲殻類、その他の甲殻類、扁形動物、ヒモムシ、棘皮動物、その他）ごとに密度（個体数/0.004m²）を求めた。

【結果】

マコガレイの個体数分布

2018年4月9日から6月22日の期間において、4月は80地点、5月は82地点、6月は84地点においてマコガレイ稚魚調査を行った。ソリネット曳航では4月に674個体、5月に262個体、6月に63個体を採集した。潜水観察では4月に0個体、5月に21個体、6月に2個体を発見した。マコガレイ平均密度の時系列変化をみると、多くの地区においてマコガレイ密度は4月が最も高く、周南では平均30個体/100m²以上も採集されたが、5月、6月と時間が経つにつれて減少していった（図1-イ-a-2）。また、密度の減少率は地域により異なり、周南や松山市沖、宇佐では5月もしくは6月に大幅に減少したが、香々地や大分では緩やかな減少となった。

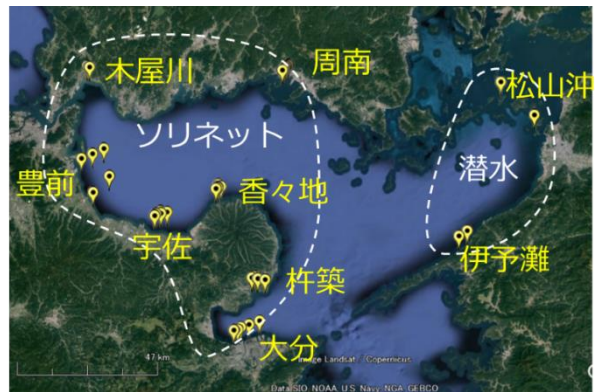


図1-イ-a-1. 平成30年度マコガレイ稚魚調査点。地図は Google Earth を利用

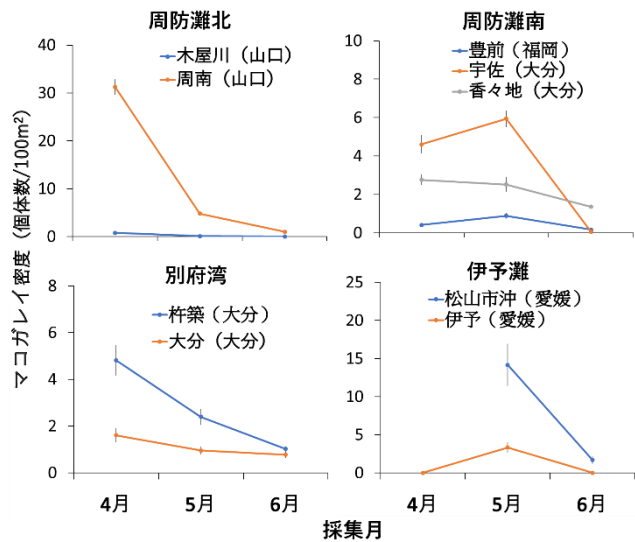


図1-イ-a-2. 各稚魚調査地区における月ごとのマコガレイ平均密度（±標準誤差）

稚魚（全長 50mm 未満）と未成魚（全長 50mm 以上）の個体数の分布パターンをみると、上記と同様に 4 月から 5 月、6 月にかけて稚魚が減少していくが、未成魚の割合が増えることがわかる（図 1-イ-a-3）。マコガレイの稚魚は被食などにより着底後に徐々に減少していくが（Nakaya et al. 2007）、成長につれて未成魚の割合が増え、沿岸域からより深場へ移動している個体も多いと予想される（反田 2008）。

潜水観察とソリネット曳航によるマコガレイの密度比（潜水観察密度／ソリネット密度）は 2.47（標準偏差±2.71）となり、潜水観察の方が、約 2.5 倍発見効率が高かった。

山口県周南地区で 4～5 月に採集したマコガレイ稚魚（各月 5 個体）を用いて耳石日周輪計数による孵化日推定を行った結果、4 月 17 日に採集した個体は日齢 59～77（孵化日は 1/30～2/17）、5 月 24 日に採集した個体は日齢 87～140（孵化日は 1/4～2/26）であった（表 1-イ-a-1）。マコガレイ卵の孵化日数に 7 日から 10 日程度かかることから、産卵期は 12 月から 2 月であると考えられる。また、推定された孵化日は 2 月中旬が 5 個体と最も多かったため（図 1-イ-a-4）、産卵のピークは 2 月初旬から中旬であった可能性が高い。

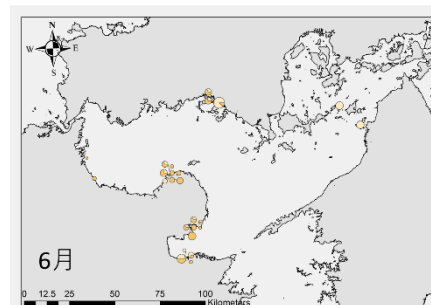
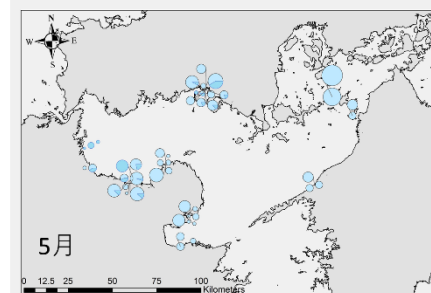
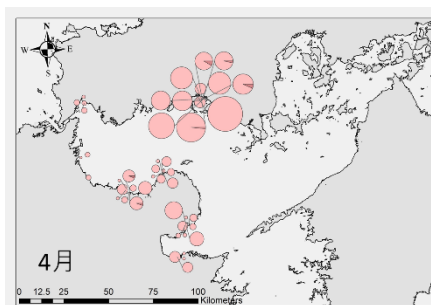


図 1-イ-a-3.各調査地点における月ごとのマコガレイ個体数円グラフ。円グラフ中の薄い色が稚魚、濃い色が未成魚の割合

表 1-イ-a-1 山口県周南地区で 4 月、5 月に採集されたマコガレイ稚魚の耳石日周輪数と推定孵化日

採集日	全長(mm)	日周輪数	日齢	推定孵化日
4月17日	32.6	65	77	1月30日
4月17日	38.6	58	70	2月6日
4月17日	36.8	53	65	2月11日
4月17日	34.0	47	59	2月17日
4月17日	29.6	46	58	2月18日

採集日	全長(mm)	日周輪数	日齢	推定孵化日
5月24日	62.2	128	140	1月4日
5月24日	50.0	100	112	2月1日
5月24日	40.8	86	98	2月15日
5月24日	36.2	82	94	2月19日
5月24日	32.9	75	87	2月26日

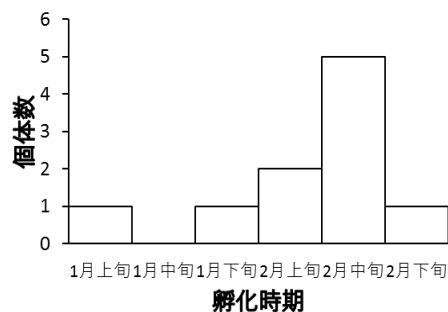


図 1-イ-a-4. 耳石日周輪数から推定されたマコガレイ稚魚の孵化時期

底層の水質、底質および餌環境

底層水温、底層塩分、底層 DO を図 1-イ-a-5 に示す。全地区で 4 月、5 月、6 月と時期がすすむにつれて、底層水温は上昇していき、6 月には周南、大分、松山市、伊予以外では 20 度以上となった。また、底層 DO は季節がすすむに連れて下降していく傾向がみられ、豊前では 6 月に底層 DO が 5.28mg/L まで下がった。一方、塩分には時系列変化はみられず、ほとんどの地区で常に 30 以上となった。

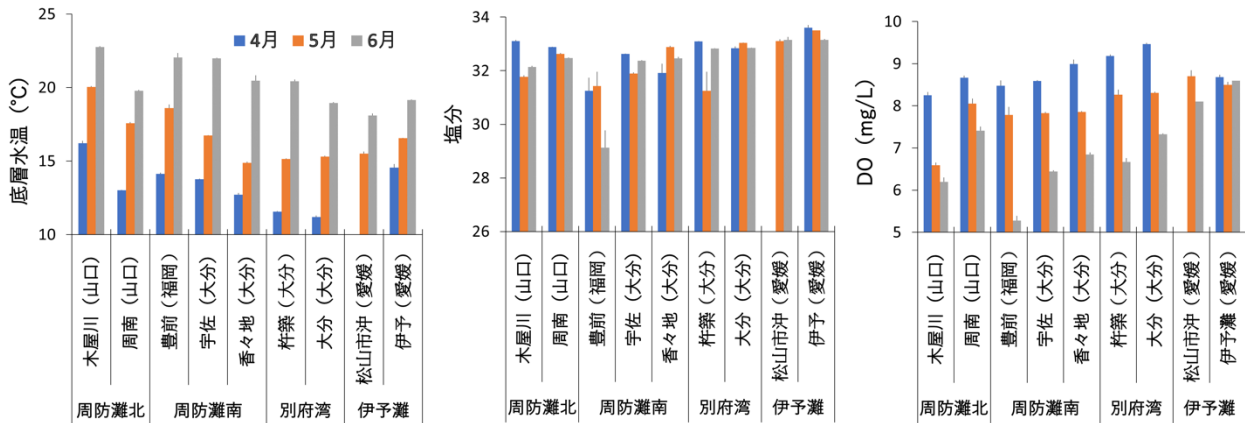


図 1-イ-a-5. 各種魚調査地区における月ごとの底層水温、底層塩分、底層 DO の平均値 (±標準誤差)

底質の中央粒径値は明瞭な時期変化はなかったが、地区によるばらつきが大きかった (図 1-イ-a-6)。周南や宇佐、伊予では 350~820 μ m と粒径が大きかったが、豊前や杵築では 150 μ m 程度であった。強熱減量においても地区によるばらつきが大きく、豊前や杵築で 4%以上と高かったが、その他の地区では 4%以下が多かった (図 1-イ-a-6)。

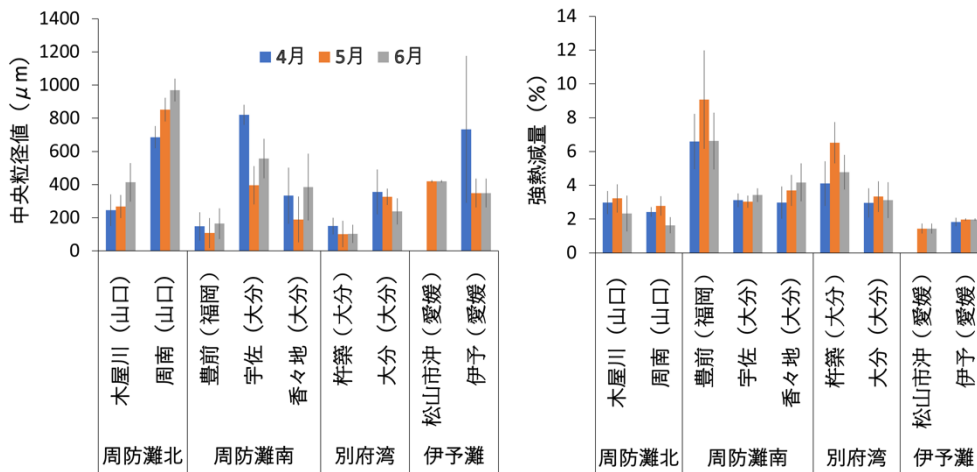


図 1-イ-a-6. 各種魚調査地区における月ごとの調査地点の中央粒径値および強熱減量の平均値 (±標準誤差)

マコガレイの主要な餌生物である多毛類及び端脚類（Hata et al. 2016；反田 2008）の密度の結果を示す（図 1-イ-a-7）。両者とも月による変化よりも、地区によるばらつきが大きかった。周南、宇佐や松山市沖で両者の密度が比較的高く、宇佐では 5 月に多毛類では 46.8 個体/0.004m²、端脚類では 36.8 個体/0.004m²の密度に達した。一方、豊前海では両者はほとんどみられず、0～0.8 個体/0.004m²程度であった。

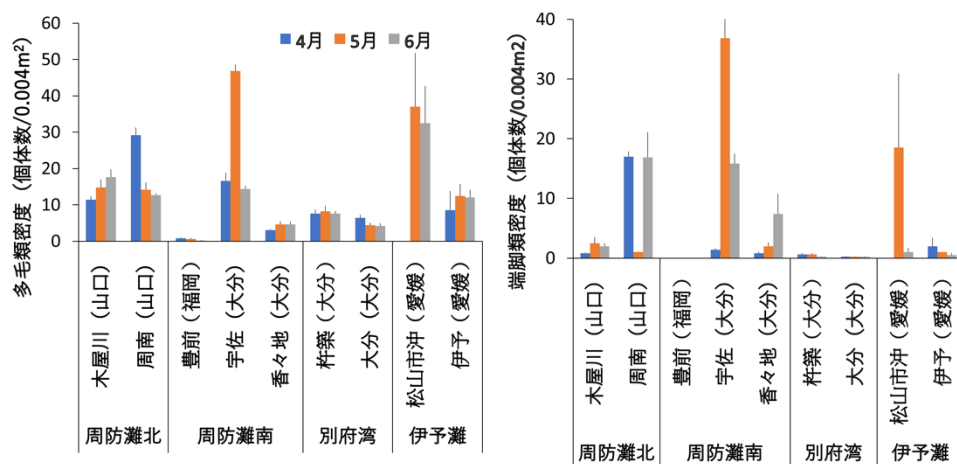


図 1-イ-a-7.マコガレイ稚魚調査地点の主要な餌生物（多毛類および端脚類）の平均密度（±標準誤差）の時系列変化

【引用文献】

- Hata M, Sugimoto R, Hori M, Tomiyama T, Shoji J (2016) Occurrence, distribution and prey items of juvenile marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* around a submarine groundwater seepage on a tidal flat in southwestern Japan. *Journal of Sea Research* 111: 47–53
- Nakaya M, Takatsu T, Joh M, Nakagami M, Takahashi T (2007) Annual variation of potential predation impacts on larval and juvenile marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* by sand shrimp *Crangon uritai* in Hakodate Bay, Hokkaido. *Fisheries Science* 73: 112–122
- 反田實 (2009) 兵庫県瀬戸内海におけるマコガレイの生態と漁業に関する研究. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 40: 1-96

b) 数値計算による浮遊仔魚の着底海域の推定

【方法】

流動モデルは、Princeton Ocean Model (Mellor (1998)) をベースとした中山ら (2009) のモデルを使用した(杉松ら、2011、2016)。計算領域および海底地形を図 1-イ-b-1 に、計算条件一覧を表 1-イ-b-1 に整理する。流動モデルによって再現された水温・塩分場は、2019年1月18～25日に現場海域において多項目水質計(JFE Advantec 社、RinkoProfiler)で採取された水温・塩分の鉛直プロファイルと比較を行った。

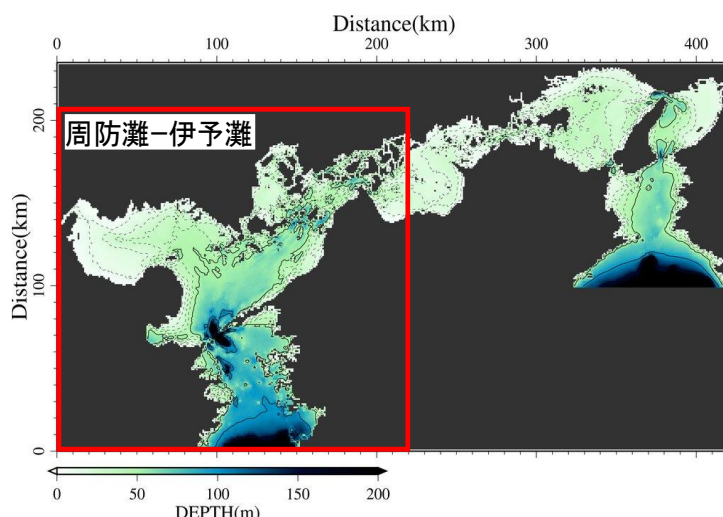


図1-イ-b-1 計算領域、および海底地形

マコガレイ仔魚の浮遊期を12月から3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21海域に区分し粒子を配置した(図1-イ-b-2)。また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、マコガレイ浮遊仔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強制的にその場に着底する条件を付与した。すなわち、粒子が着底した場所が水深10m以浅、または陸境界の隣の格子である場合は稚魚として着底して生残し、それ以外は死滅する条件とした。

表1-イ-b-1 流動モデルの計算条件一覧

項目	内容	
計算期間	2015/12/01～2016/04/30 2016/12/01～2017/04/30 2017/12/01～2018/04/30	
計算領域	瀬戸内海 東西 421 km、南北 234 km	
水深	最小：5 m 最大：1000 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・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	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

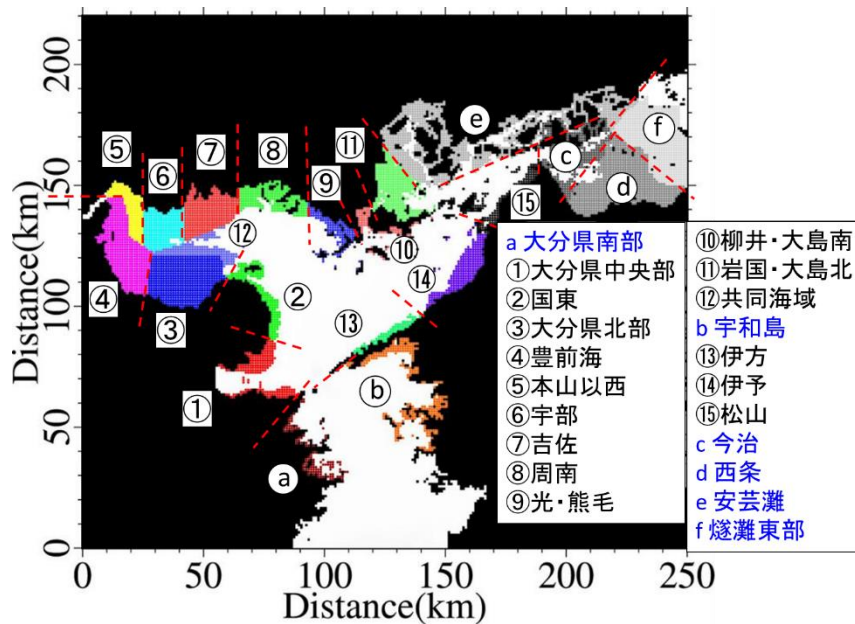


図1-イ-b-2 粒子追跡計算の粒子配置図

【結果と考察】

瀬戸内海表層における恒流模式図(柳・樋口、1979)と、流動モデルから再現された 2016-2018 年の 1 月における月平均流動場を図 1-イ-b-3 に示す。周防灘における反時計回りの循環流や豊予海峡北部の時計回りの循環流など既往知見とよく一致しており、本モデルの流動場は定性的ではあるが十分に再現されていると判断できる。

2019 年 1 月 18 日から 25 日に周防灘で行われた海洋観測の CTD 観測点を図 1-イ-b-4 に、水温および塩分の鉛直プロファイルを図 1-イ-b-5 に示す。冬季は海面冷却による鉛直混合が発達するため鉛直断面はほぼ一様である。また浅海域の Sta.1 周辺の水温が最も低く、水深が深くなる観測点ほど水温が高い。特に最も外洋に近い Sta.13 では塩分も 33.5 とその他の観測点よりも高い値を示しており、豊予海峡を通して海水交換が活発に行われていることが示唆される。また、同じ観測点上における本モデルによる水温・塩分の鉛直プロファイル(1 月下旬の平均値)も同図に合わせて示す。本モデルでは、2019 年 1 月は計算対象外であるためあくまで参考程度であるが、鉛直混合が強化されている様子や浅海域の低水温、豊予海峡周辺の高塩分など、特徴はよく一致するようである。

マコガレイ浮遊仔魚を対象とした粒子追跡計算結果のうち、2016、2017、2018 の各年の 1~3 月期において、粒子放出数が 21 海域全てで一定だと仮定した場合のマコガレイ稚魚着底ポテンシャルを図 1-イ-b-6 示す。冬場の北西からの季節風の影響を受け、3 か年を通して国東半島の北部海域、愛媛県沿岸、山口県光・熊毛海域で着底粒子が多いようである。またこの着底ポテンシャルを年別や月別でみると、わずかな差異は認められるものの、対象とする 1~3 月の冬季では上記の特徴に大きな差は認められない。

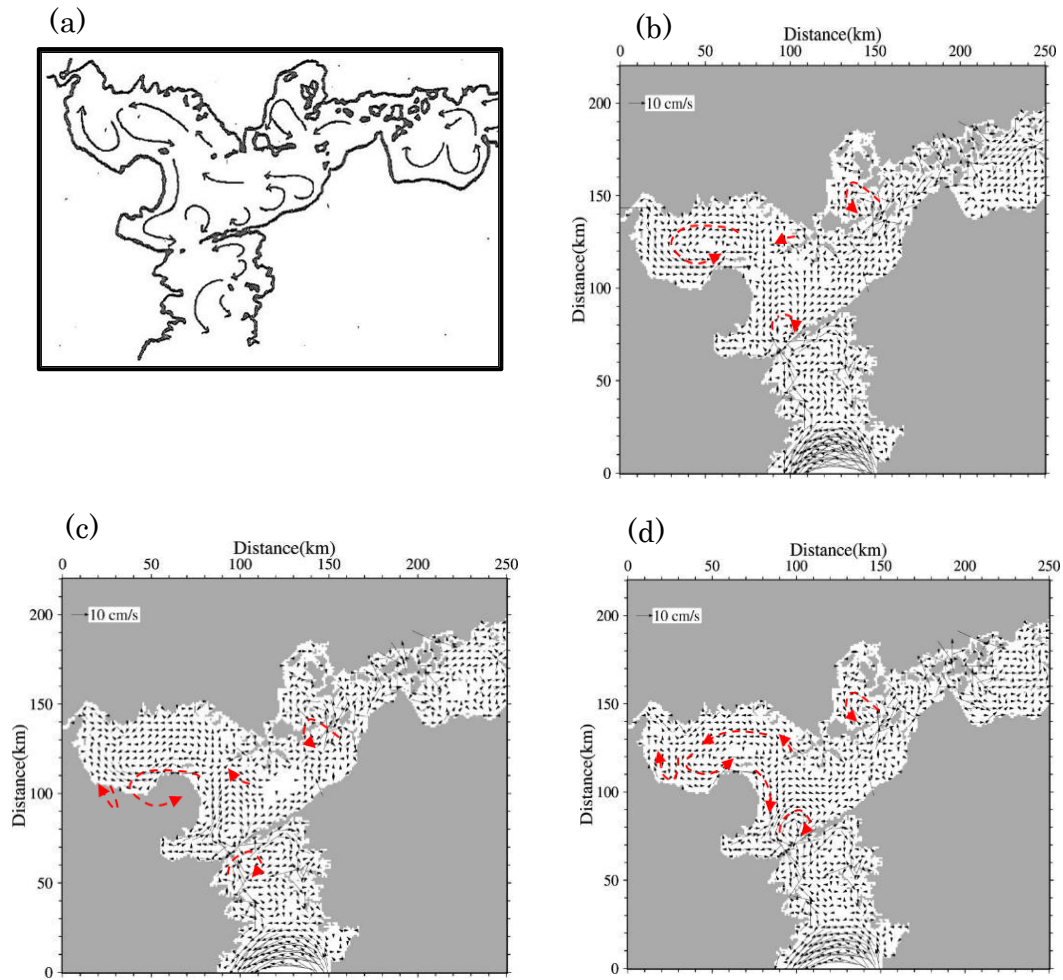


図1-I-b-3 平均流分布図。(a)瀬戸内海表層における恒流模式図(柳・樋口、1979)。(b)2016年1月、(c)2017年1月、(d)2018年1月における月平均流速分布(全層平均、モデル結果)



図1-I-b-4 海洋観測調査時のCTD観測点(2019年1月18～25日)

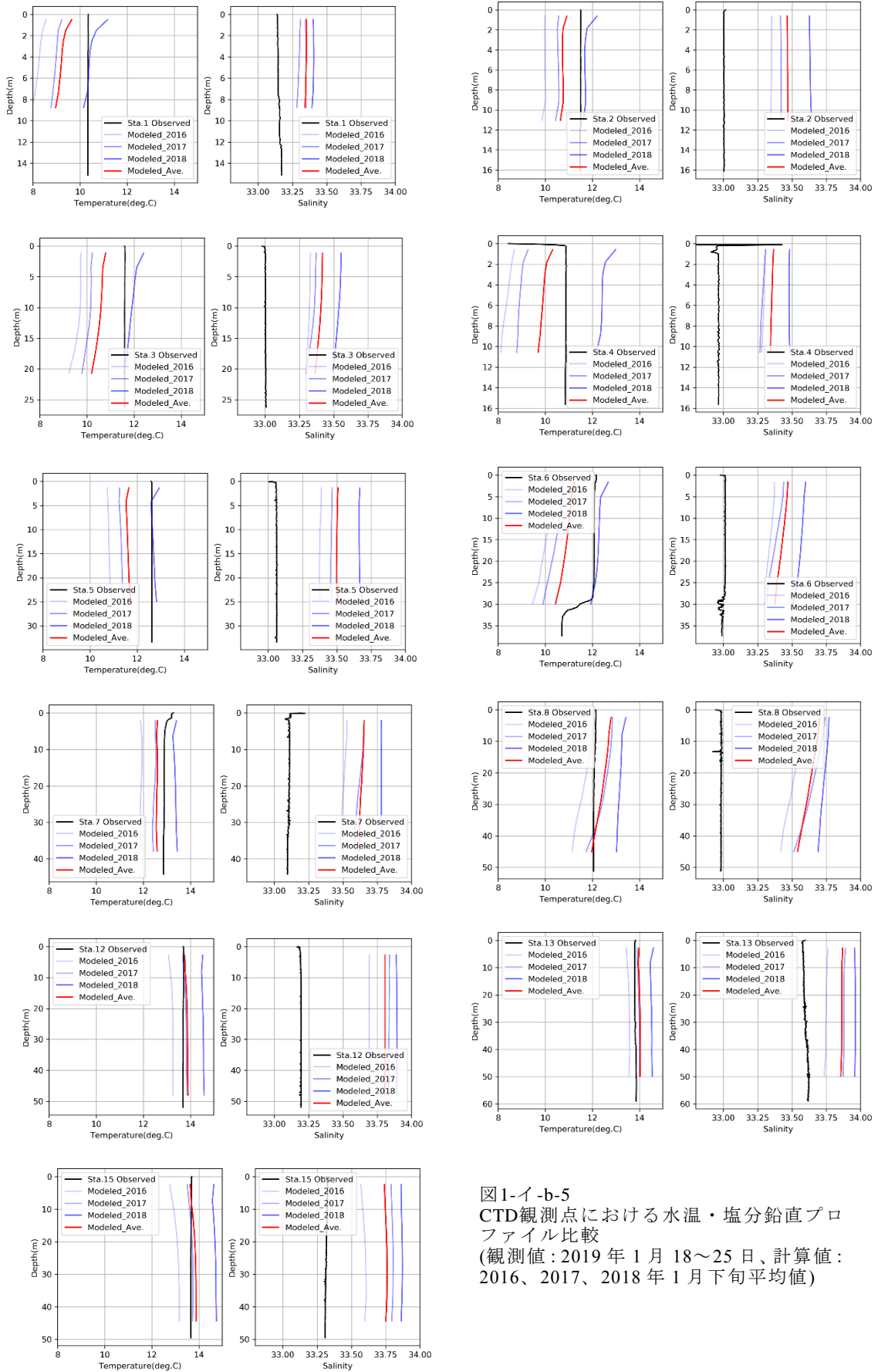


図1-イ-b-5
 CTD観測点における水温・塩分鉛直プロファイル比較
 (観測値: 2019年1月18~25日、計算値: 2016、2017、2018年1月下旬平均値)

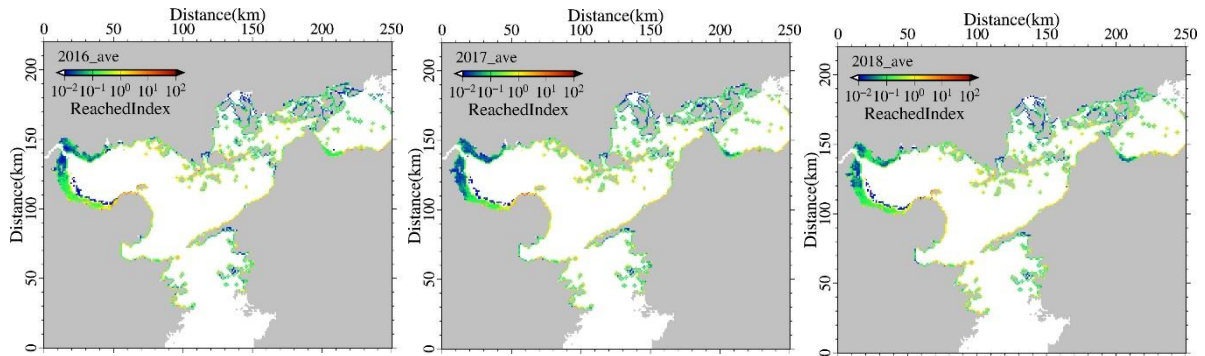


図1-I-b-6 各海域における放出粒子数が一定と仮定した場合の着底ポテンシャル指数
(左図：2016年1～3月、中図：2017年1～3月、右図：2018年1～3月)

【引用文献】

Mellor, G.L.: User's guide for a three-dimensional, primitive equation, numerical ocean model. Program in Atmospheric and Oceanographic Sciences Report, Princeton University, Princeton, 41p, 1998.

中山哲巖, 八木 宏, 藤井良昭, 伊藤 靖, 三浦 浩, 安信秀樹, 杉野博之, 山田達夫: 瀬戸内海全域を対象とした流動・低次生産モデルの開発及びマコガレイ幼稚仔分散過程への適用, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 65, No. 1, pp.1126-1130, 2009.

Matsumoto, K., T. Takanezawa and M. Ooe: Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/ POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model around Japan, Journal of Oceanography, 56, pp.567-581, 2000.

柳 哲雄, 樋口明生: 瀬戸内海の恒流, 沿岸海洋研究ノート 16(2), pp.123-127, 1979.

杉松宏一, 中山哲巖, 八木宏, 佐野朝昭, 藤井良昭, 清水学: 数値モデルにおける瀬戸内海へ進入する外洋性水塊の再現性, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 67(2), p.I_841-I_845, 2011.

杉松宏一, 大村智宏, 大美博昭, 辻村浩隆, 堀正和, 中山哲巖: 海洋数値モデルを用いた大阪湾におけるマコガレイ稚魚の生態系ネットワークの評価, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 72(2), p.I_1375-I_1380, 2016.

c) 数値計算による複数年における産卵海域及び着底した海域の推定

【方法】

前節では計算対象とした 2016、2017、2018 年の結果を別々に示してきたが、ここでは 1～3 月まで、3 年間の計算結果を平均して示す。図 1-I-b-6 で前述した粒子追跡法を用いたマコガレイ浮遊仔魚の着底ポテンシャル推定結果のうち、2016,2017,2018 年の 3 年平均した結果を図 1-I-b-7 に示す。この結果を利用し、粒子放出源(すなわち産卵場)から放出された粒子(浮遊稚魚)が、粒子着底位置(稚魚着底場)に至るまでのネットワークの強さを整理し、海域ごとの産卵数が一定と仮定した場合の産卵から稚魚着底に至るまでの潜在ネットワークの推定を行う。また、実海域では当然、海域ごとに産卵期及び産卵数が異なることが予想される。この海域ごとに異なる産卵数を推定するため、近年の各地区別漁獲データを整理した(図 1-I-b-8)。この漁獲量(地区別比率)は、各海域における産卵親魚の潜在量を反映しているものと仮定し、先に整理した潜在ネットワークと合わせることで、産卵親魚の潜在量を反映した産卵から稚魚着底に至るまでの現状のネットワーク推定を行った。

粒子追跡計算の再現性は、平成 29 年度の本事業の現地調査の浮遊仔魚尾数 (図 1-I-b-

9) と、現状ネットワークとして計算したその調査日時の粒子密度 (尾数/m³) を用いて確認した。まず数値計算上で各調査点の調査日時に調査点の周囲 1km 内に存在した粒子数をカウントした。このとき、各粒子放出区 (産卵場区) において既往知見を基に推定した孵化日 (表 1-イ-b-1) を反映した。例えば、国東では 12 月下旬から 1 月下旬が孵化日と推定されるため、12 月及び 1 月に放出された粒子だけをカウントした。そして、その粒子数を各粒子放出区 (産卵場区) からの全放出粒子数で補正し、さらに各産卵場区での漁獲量の割合 (産卵場区の漁獲量/全産卵場区の漁獲量) を乗じ、「現状ネットワークによる仔魚来遊密度」とした。

応答変数は「現地調査の浮遊仔魚尾数」(ポアソン分布に従うと仮定)、説明変数は標準化した「現状ネットワークの仔魚来遊密度」とし、オフセット項に調査時の濾水量 (m³) を入れた場合と入れない場合の一般化線形モデルを作成した。そして、AIC のモデル選択により「現状ネットワークの仔魚来遊密度」が関係するか調べた。ただし、現地データで仔魚尾数が 0 だった地点は濾水量が十分でなかった可能性があるため、解析から除いた。

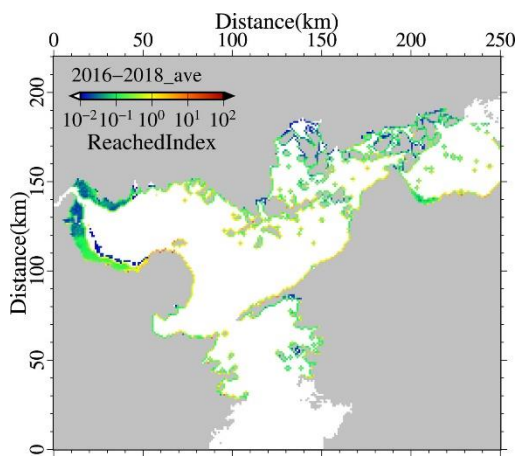


図1-イ-b-7 各海域における放出粒子数が一定と仮定した場合の着底ポテンシャル指数(1~3月、3年間平均)

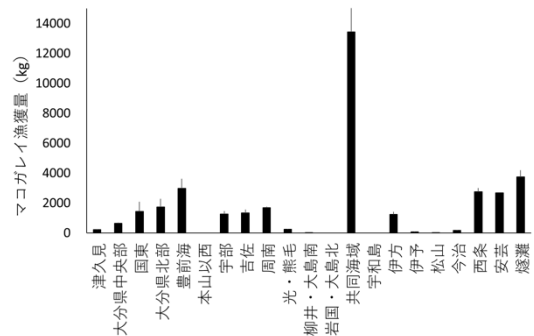


図1-イ-b-8 産卵場の海区毎のマコガレイの年平均漁獲量 (平成25年~29年)

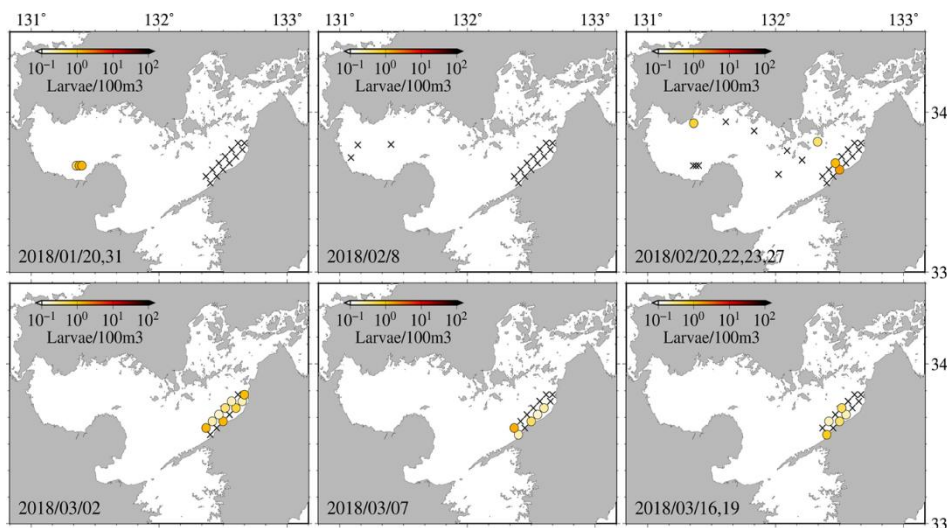


図 1-イ-b-9 平成 30 年冬季 (1 月~3 月) のマコガレイ浮遊仔魚(Larvae)の調査結果. 図中の○印は仔魚がみられた地点であり、色が濃くなるほど密度 (尾数/100m³) が高いことを示す。一方×印は仔魚が 0 の場所である。

表 1-イ-b-1 対象海域の粒子放出区において産卵情報から推定される仔魚の孵化日

地名	本事業のデータ、生態系ネットワーク事業の報告書（水研機構2018）	推定孵化日（産卵から7～10日後）
大分県南部	漁獲量のデータおよび冬季（1～3月）の水温から	2月初旬から3月上旬
大分県中央部	1月上旬から下旬にGSI高い。	1月下旬から2月下旬
国東	2018年1月上旬で抱卵個体発見。卵も12/20に大量に発見。	12月下旬から1月下旬
大分県北部	卵も12/26に発見。	12月下旬から1月中旬
豊前海	2018年1月中旬でGSI低下し、卵も12/20と1/5に発見。	12月下旬から1月中旬
本山以西	産卵漁獲ほぼなし	12月下旬から1月中旬
宇部	2014-2015年12月中旬に透明卵あり1月上旬でGSI低下し、12月終わりから1月上旬で産卵	12月下旬から1月下旬
吉佐	2014-2015年12月中旬に透明卵あり1月上旬でGSI低下し、12月終わりから1月上旬で産卵	12月下旬から1月下旬
周南	2018年1月28日に卵発見。2019年1月17日卵発見。	1月中旬から2月中旬
光・熊毛	冬季（1～3月）の水温から	1月中旬から2月中旬
柳井・大島南	冬季（1～3月）の水温から	1月中旬から2月中旬
岩国・大島北	冬季（1～3月）の水温から	1月下旬から2月中旬
共同海域	2014-2015年1月上旬で透明卵あり、1月中旬から下旬に産卵の可能性が高い。	1月下旬から2月中旬
宇和島	水温高いため産卵期の漁獲なし	NA
伊方	2018年2月9日に卵大量に発見。2019年2月12日も卵発見。	2月初旬から3月上旬
伊予	2019年2月20日から3月19日に浮遊仔魚分布	2月初旬から3月上旬
松山	冬季（1～3月）の水温から	2月初旬から3月上旬
今治	1月に漁獲が多い。冬季（1～3月）の水温から	1月中旬から2月中旬
西条	1月に漁獲が多い。冬季（1～3月）の水温から	1月中旬から2月中旬
安芸灘	1月28日終わりにメス卵あり、2月は既にメス卵なし。	1月中旬から2月中旬
燧灘東部	1月に漁獲が多い。冬季（1～3月）の水温から	1月中旬から2月中旬

【結果と考察】

各海域から放出された粒子が、どこにどれだけ着底するのか、ネットワークの強さを整理し図 1-イ-b-10(a)に示す。ここでは冬季の産卵期(1～3月)の、2016年から2018年の3年間の平均値を示す。また海域ごとの産卵数(供給数)は一定(100)とし、潜在的なネットワークの強さ、すなわち潜在推定を表している。一方、海域ごとの産卵量の差を加味(各地区の漁獲量の比率に海域数15を乗ずる)した、現状のネットワークの強さ、すなわち現状推定を図 1-イ-b-10(b)に示す。潜在的に供給指数が高い産卵場は⑩柳井・大島南(89)を始め、⑧周南、⑨光・熊毛、⑪岩国・大島北、④豊前海だが、各地区の産卵量を加味した現状推定では⑫共同海域、④豊前海、⑧周南の供給指数が高い。ただし、共同海域では実際に産卵場が確認されていないため、注意が必要である。来遊指数が潜在的に高い着底場は③大分県北部、②国東、⑨光・熊毛だが、現状推定では②国東、③大分県北部、⑧周南の来遊指数が高い。

粒子追跡計算の再現性の検証結果として、AICによるモデル選択の結果を表 1-イ-b-2に示す。検証結果より、オフセット項なし(濾水量を考慮しない)で説明変数「現状ネットワークによる仔魚来遊数」の入ったモデルのAICが最も低く、あてはまりもよかった($R^2=$

0.397)。この結果から、「現状ネットワークによる仔魚来遊数」が多い程、「現地調査の浮遊仔魚尾数」が多いことが示唆された（図 1-イ-b-10）。以上より、現地調査と粒子追跡計算結果を比較し、概ね一致することを確認した。前述の「流動場」と合わせて、本検討に用いる数値モデルは伊予灘・周防灘の流動場および、浮遊仔魚の分布特性を概ね再現できていると判断した。

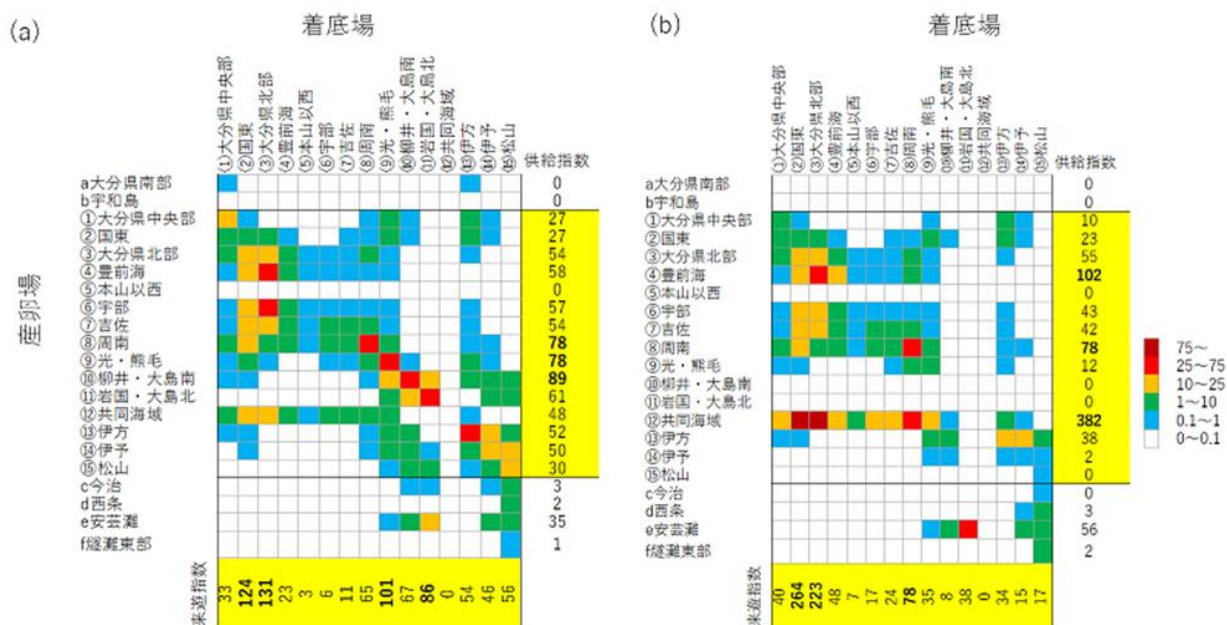


図 1-イ-b-10 平成 28～30 年冬季（1 月～3 月）のマコガレイ産卵群を対象とした、産卵場と着底場の間の仔魚ネットワークの (a) 潜在推定と (b) 現状推定。供給指数は各産卵場からの仔魚の供給の総和を、来遊指数は各着底場への仔魚の来遊の総和を示す。

表 1-イ-b-2 現地調査の浮遊仔魚尾数に対する説明変数のモデル選択の結果

説明変数	係数	P value	AIC
オフセット項なし			
現状ネットワークによる仔魚来遊	0.33	<0.001	97.92
説明変数なし	-		109
オフセット項あり			
現状ネットワークによる仔魚来遊	-46.69	<0.001	1.2E+37
説明変数なし	-		1.50E+72

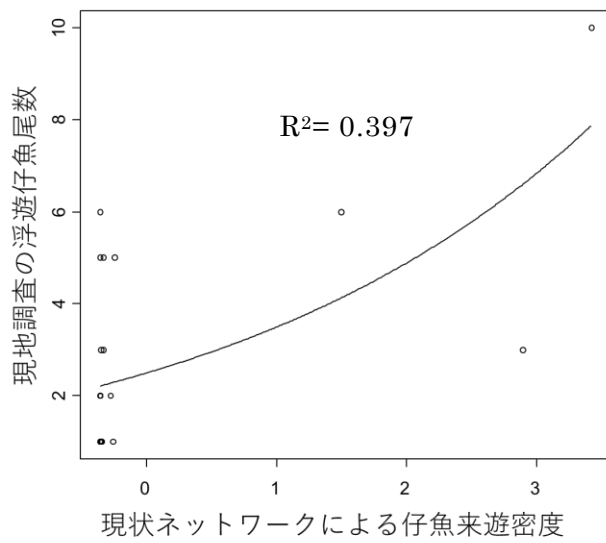


図 1-イ-b-11 現地調査の浮遊仔魚尾数と数値解析の現状ネットワークの仔魚来遊密度（尾数/m³を標準化）との関係

【引用文献】

水産研究・教育機構：農林水産技術会議委託プロジェクト研究「生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発」平成 29 年度報告書. 2018

d) 産卵場の調査

○福岡県

【方法】

図 1-イ-d-1 に示す調査点①～③において平成 30 年 11 月 28 日、12 月 4 日、12 月 26 日、平成 31 年 1 月 8 日に調査を行った。卵の採集には千葉県水産総合研究センターが開発した卵採集用ネット(間口 30cm×20cm,目合い 0.55mm×0.75mm)を使用した。採集は、船を固定し、卵採集用ネットを水深よりやや長く繰り出し、船べり沿いに歩きながら曳網して行った。曳網が終了したら、ネットを速やかに引き上げ、網内の泥を海水で濾した後、残物を容器に移して持ち帰った。採集した各サンプルにはローズベンガルを加えて卵を染色し、マコガレイ卵の特徴(油球がない沈性卵で卵径 0.8mm 前後)を確認した。なお、調査点①については、12 月 26 日、1 月 8 日の調査で海岸線方向と深淺方向に中心点から 200m 間隔で 5 点を調査し、卵密度は 5 点の平均値として算出した。また、各調査点では、スミスマッキン型採泥器を用いて底質を採取し、粒度組成及び強熱減量の分析を行った。

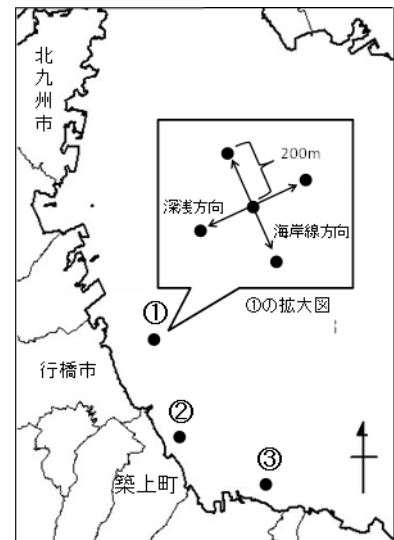


図 1-イ-d-1 福岡県豊前海沿岸の産卵場調査点(丸数字)

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。

表 1-イ-d-1 福岡県豊前海沿岸の調査点のマコガレイ卵密度と底層環境データ

日時	調査点 No.	採集面積 (m ²)	卵数	卵密度 (個体数/m ²)	水深 (m)	底層水温 (°C)	中央粒径値 (μm)	シルト含有率 (%)	強熱減量 (%)
H30.11.28	1	4.5	1	0.22	7.8	15.5	13	96.50	9.05
	2	4.5	0	0	3.7	14.8	433	0.30	13.51
H30.12.4	1	4.5	0	0	8.1	15.9	12	94.37	8.66
	2	4.5	0	0	2.3	15.9	390	0.00	1.90
H30.12.26	1	11.25	2	0.18	9.5	11.9	11	98.34	9.27
	2	2.25	0	0	3.1	11.5	415	0.00	1.91
	3	2.25	0	0	6.4	11.6	15	87.28	7.17
H31.1.8*	1	11.25	3	0.27	10	10.1	11	98.34	9.27
	2	2.25	0	0	3.1	9.2	415	0.00	1.91
	3	2.25	0	0	7.2	9.7	15	87.28	7.17

*H31.1.8の調査点はH30.12.26と同一点のため、中央粒径値、シルト含有率、強熱減量の値はH30.12.26のものを記した。

【結果と考察】

11 月 28 日、12 月 26 日及び 1 月 8 日に調査した行橋市地先の調査点 1 において、マコガレイ卵を確認した(表 1-イ-d-1)。

一方で、調査点 2、3 につ

いては、全ての調査日においてマコガレイ卵は確認できなかった。卵が確認された調査点 1 の底質は、中央粒径値 11~13μm、シルト含有率 94~98%、強熱減量は 9%であり、シルト分が多く粒径が小さかった。

行橋魚市場に水揚げされたマコガレイの GSI は、標本魚を入手できた 11 月下旬の時点で最も高い値を示し、12 月下旬から 1 月上旬にかけて急激な低下が確認された(図 1-イ-d-2)。これらのことから、マコガレイは福岡県豊前海域で 12 月中旬から 1 月上旬にかけて産卵すると推察された。

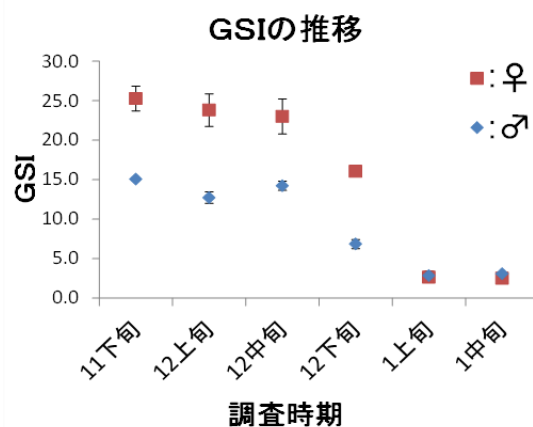


図 1-イ-d-2 福岡県行橋魚市場に水揚げされたマコガレイの雌雄別 GSI の推移

○大分県

【方法】

2018年12月26日に大分県北部海域の宇佐地先、2018年1月11日に別府湾海域の杵築地先において、それぞれ

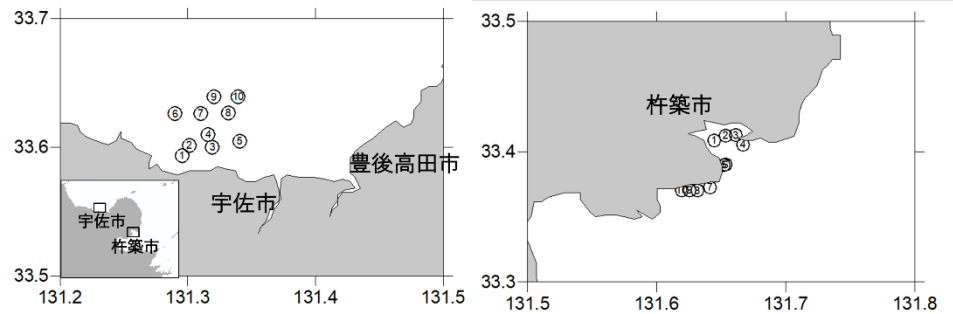


図 1-I-d-3 大分県宇佐市と杵築市沿岸の産卵場調査点（丸数字）

10 定点を設け（図 1-I-d-3）、産卵場調査を実施した。卵の採取には、千葉県水産総合研究センターが開発した卵採集用ネット（間口 30cm×20cm、網の長さ 150cm、目開き 335μm）を使用し、各定点約 20m の曳網を行った。サンプル採集後は港にて 10%ホルマリン及びローズベンガルで固定・染色を行い、実験室に持ち帰りマコガレイ卵の有無を確認した。また、産卵場の底質環境を把握するために、エクマンバージ採泥器を用いて各定点の底泥を採取し、粒度組成と強熱減量の分析を行った。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 0.7mm 前後である、によった。

また、2018年11月15日から2019年1月25日の間、県漁協香々地支店及び杵築支店所属の定置網漁業者からマコガレイの買取り調査を実施し、全長、体長、体重、生殖腺重量を測定、GSIを算出した。

【結果と考察】

産卵場調査の結果、宇佐地先の定点 2 と杵築地先の定点 10 でマコガレイ卵それぞれ 1 個（卵密度：0.167 個/m²）が確認された（表 1-I-d-2）。これらの定点における底質は宇佐

表 1-I-d-2 大分県宇佐市及び杵築市沿岸の調査点のマコガレイ卵密度と底層環境データ

日時	場所	調査点 No.	採集面積 (m ²)	卵数	卵密度 (卵数/m ²)	水深 (m)	中央粒径値 (μm)	シルト含有率 (%)	強熱減量 (%)
H30.12.26	宇佐	1	7.14	0	0	1.8	657	0.16	2.35
		2	7.23	1	0.167	3.9	391	0.91	2.25
		3	6.00	0	0	4.8	340	0.80	3.28
		4	9.00	0	0	6.2	636	0.51	4.67
		5	7.68	0	0	5.1	475	0.48	3.30
		6	6.63	0	0	7.7	494	13.81	2.01
		7	6.21	0	0	8.9	14	88.29	6.96
		8	6.69	0	0	9.1	534	0.42	2.91
		9	5.91	0	0	11.2	12	91.13	10.11
		10	8.25	0	0	11.4	13	90.57	9.09
H31.1.11	杵築	1	6.00	0	0	1.7	167	17.30	2.08
		2	4.02	0	0	2.8	49	54.05	4.58
		3	5.82	0	0	2.8	12	91.07	9.65
		4	8.55	0	0	7.4	14	90.21	8.64
		5	8.61	0	0	7.4	17	80.81	6.37
		6	8.55	0	0	8.0	15	89.20	8.30
		7	8.67	0	0	6.2	1867	0.92	2.64
		8	8.58	0	0	7.4	126	28.03	2.50
		9	8.55	0	0	7.7	48	54.64	2.11
		10	6.54	1	0.167	5.7	87	42.19	2.92

地先(定点 2)が中央粒径 391 μm 、シルト含有率 90.7%、強熱減量 2.25%、杵築地先(定点 10)が中央粒径 86.7 μm 、シルト含有率 42.2%、強熱減量 2.9%であった。

買取り調査の結果、GSI20 以上の雌個体の出現状況をみると、香々地支店購入分では 12 月中旬、杵築支店購入分では 12 月下旬から 1 月下旬に出現が確認された。これらのことから、大分県北部海域では 12 月中旬頃から、別府湾海域では 12 月下旬頃から産卵が開始されていると推察された (図 1-イ-d-4)。

○山口県

【方法】

調査海域は図 1-イ-a-5 のとおりである。平成 31 年 1 月 16 日に昨年度の調査で受精卵が採取できた下松市笠戸島南東岸付近において、潜水士によるハンドグラブ採泥器 (採集面積 0.05 m^2) での採泥を実施した。1 月 17 日には宇部市東岐波地先の三神社前に設置された定置網付近と六ヶ瀬付近において、1 月 18 日には周南市大津島西岸付近において、簡易軽量グラブ採泥器 (採集面積 0.05 m^2) による採泥を実施した。また、産卵場の底質環境を把握するために、各定点の底泥の粒度組成と強熱減量の分析を行った。なお、宇部市と周南市の調査点はそれぞれ地元の漁業者から聴取した「産卵親魚の獲れる海域」を選定した。

【結果と考察】

今回の調査でマコガレイ受精卵と特定できるもの

表 1-イ-d-3 山口県沿岸の調査点のマコガレイ卵密度と底層環境データ

日時	場所	調査点 No.	採集面積 (m^2)	卵数	卵密度 (個体数/ m^2)	水深 (m)	底層水温 ($^{\circ}\text{C}$)	中央粒径値 (μm)	シルト含有率 (%)	強熱減量 (%)
H31.1.16	下松市笠戸島	1	0.05	0	0	15.3	13.09	1062	0.09	1.57
		2	0.05	0	0	NA	NA	1367	0.00	1.02
		3	0.05	0	0	7.7	13.13	2142	0.05	1.56
H31.1.17	宇部市東岐波	4	0.05	1*	20*	7.4	10.59	1040	0.27	1.25
		5	0.05	0	0	3.1	8.81	395	1.59	2.05
		6	0.05	0	0	4.3	8.84	2714	0.48	2.34
		7	0.05	0	0	4.2	9.5	989	0.10	1.15
H31.1.18	周南市大津島	8	0.05	0	0	18.9	12.43	860	3.70	2.42
		9	0.05	0	0	14.5	12.36	474	8.97	2.28

* 受精卵と思しきものであったが、潰れていたため確認はできなかった。

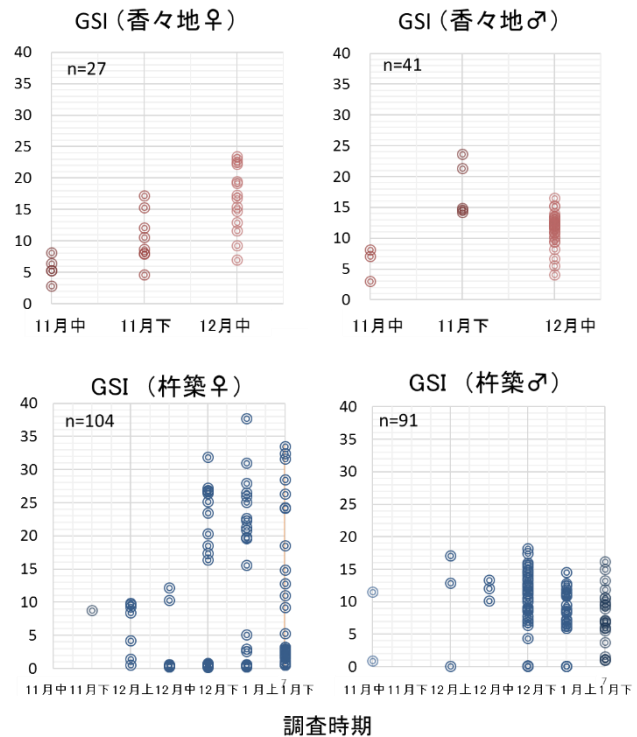


図 1-イ-d-4 大分県宇佐市及び杵築市沿岸で漁獲されたマコガレイの雌雄別 GSI の推移

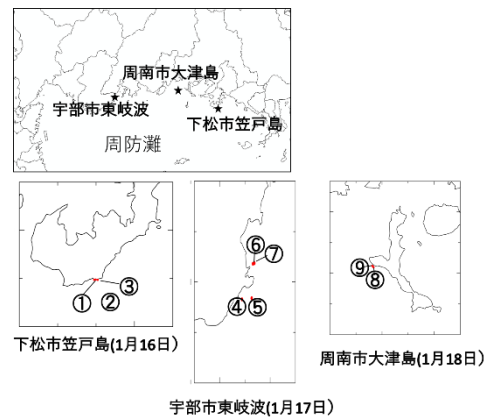


図 1-イ-d-5 山口県沿岸の産卵場調査点 (丸数字)

は採取できなかったが、東岐波の調査点4で何らかの受精卵と思われるもの1個を採取した。ただし、かなり変形しており油球は確認できなかった。

○愛媛県

【方法】

平成31年2月12日、八幡浜市保内町磯崎沖の「ほぼろ瀬」周辺の12定点(図1-イ-d-6)において調査を行った。卵の採集にはSM型採泥器で採取した底泥のうち、卵が産み付けられる上層1cm程度をスプーン等で容器に移してからホルマリン及びローズベンガルで固定・染色を行った。同定方法は反田・長井(2007)の方法に従った。また、産卵場の底質環境を把握するために、底泥の粒度組成と強熱減量を測定した。

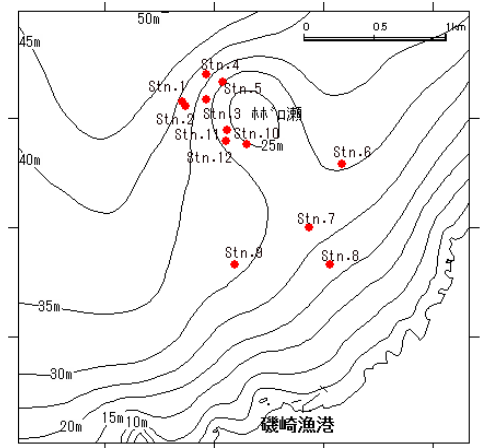


図1-イ-d-6 愛媛県八幡浜市沿岸の産卵場調査点(丸数字)

【結果と考察】

測定結果については、表1-イ-d-4のとおりである。調査点3及び10でマコガレイ卵が発見され、各点で密度は10及び30卵数/m²となった。調査点3、10ともに底質は砂(中央粒径値>500μm)だが、シルトもある程度含んでいた(シルト分26~28%)。

表1-イ-d-4 愛媛県八幡浜市沿岸の調査点のマコガレイ卵密度と底層環境データ

日時	場所	調査点 No.	採集面積 (m ²)	卵数	卵密度 (卵数/m ²)	水深 (m)	表層水温 (°C)	中央粒径値 (μm)	シルト含有率 (%)	強熱減量 (%)
H31.2.12	ほぼろ瀬	1	0.1	0	0	43.1	13.01	480	30.42	3.94
		2	0.1	0	0	41.0	13.04	601	25.27	4.51
		3	0.1	1	10	34.4	13.03	860	27.67	3.15
		4	0.1	0	0	40.6	13.04	958	1.62	3.63
		5	0.1	0	0	36.5	13.06	892	0.54	3.40
		6	0.1	0	0	31.6	12.90	407	23.55	2.72
		7	0.1	0	0	32.2	12.91	861	7.72	3.14
		8	0.1	0	0	25.0	12.84	775	17.76	4.11
		9	0.1	0	0	32.6	13.05	157	23.88	2.86
		10	0.1	3	30	29.7	13.03	595	26.25	4.05
		11	0.1	0	0	31.8	13.18	276	31.22	5.05
		12	0.1	0	0	35.0	13.10	814	21.82	3.19

【引用文献】

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, 29-37

e) 標識放流の再捕報告に係るとりまとめ

○福岡県

【方法】

マコガレイの移動経路の把握のために、山口県（公財）下松市水産振興基金協会栽培漁業センターで育成されたマコガレイ幼魚（平均全長 119 mm）120 尾にスパゲッティ・タグ（ピンク色）で標識を取り付け(図 1-イ-e-1)、平成 29 年 11 月 9 日に福岡県豊前市宇島地先に放流した（図 1-イ-e-2, 3）。

【結果と考察】

平成 31 年 2 月 20 日現在、再捕報告はない。



図 1-イ-e-1 福岡県のマコガレイ標識放流魚



図 1-イ-e-2 福岡県の放流風景

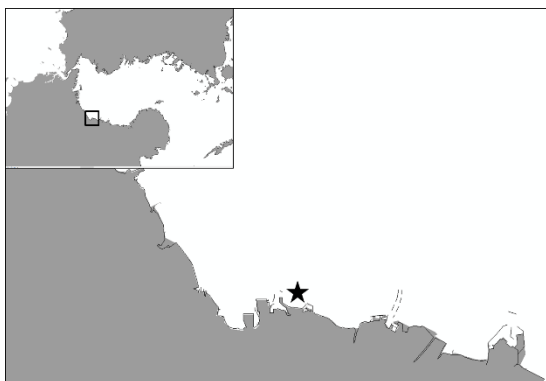


図 1-イ-e-3 福岡県豊前市地先の放流場所(★印)

○大分県

【方法】

平成 29 年 11 月 21 日に日出町中間育成施設で飼育されたマコガレイ幼魚 890 尾（平均全長 95.3mm、平均体重 15.2g）にスパゲッティ・タグ(黄色)を装着し標識放流を行った(図 1-イ-e-4)。放流場所を図 1-イ-e-5 に示す。

【結果と考察】

平成 31 年 2 月 21 日現在、再捕報告はない。



図 1-イ-e-4 大分県のマコガレイ標識放流魚

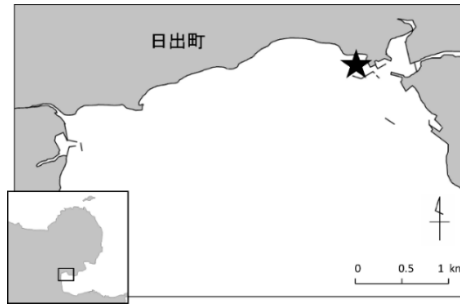


図 1-イ-e-5 大分県日出町の放流場所(★印)

○山口県

【方法】

① 幼魚の放流

平成 29 年 12 月 1 日に(公財)下松市水産振興基金協会栽培漁業センターで育成された幼魚 339 尾(平均全長 126.9mm、平均体重 32.9 g)に図 1-イ-e-6a のようにスパ

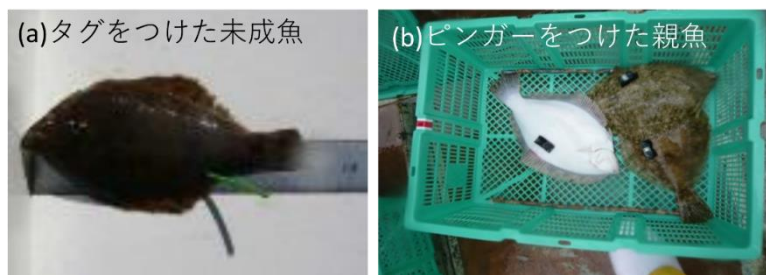


図 1-イ-e-6 山口県の平成 29 年度の標識放流において(a)スパゲッティ・タグをつけた幼魚及び(b)ビンガーをつけた親魚

ゲッティ・タグ(緑色)を装着し、周南市櫛ヶ浜漁港地先に放流した(図 1-イ-e-7)。また、

同日、下関市長府才川地先にスパゲッティ・タグ(緑色)を付けた魚(図 1-イ-e-6a)を 49 尾、タグ(ピンク色)を付けた幼魚を 69 尾放流した(図 1-イ-e-7)。

② 親魚の放流

産卵場における移動をみるためのテレメトリー調査のために図 1-イ-e-6b のようにピンガーを装着した 10 尾(全長 315~431mm、体重 420~1070g)を平成 30 年 1 月 15 日に下松市笠戸島東側の浅場に放流した(図 1-イ-e-7)。

【結果と考察】

① 幼魚の再捕結果

幼魚は放流後ほぼ 3 ヶ月経過した頃までは放流海域に留まっており、それほど成長はみられなかった(図 1-イ-e-7、表 1-イ-e-1)。しかし、およそ半年後の 6 月に再捕された個体は放流時の平均全長の 2 倍、平均体重の 8 倍と大きくなっており防府市向島沖で再捕されたことから、水温の上昇とともに沖合へと移動したものと推察された。

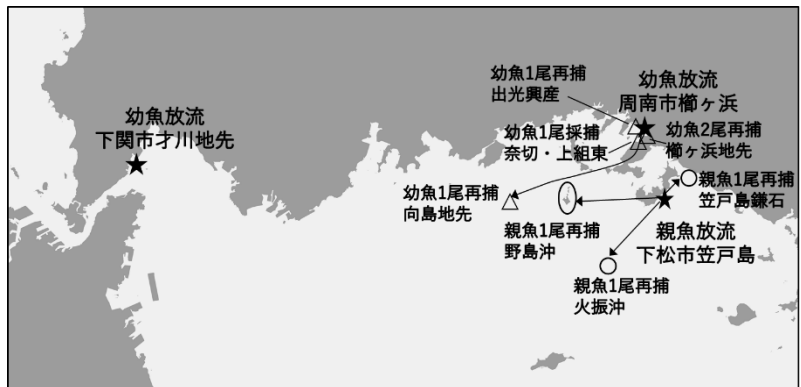


図 1-イ-e-7 平成 29 年度、山口県におけるマコガレイ放流場所(★印)と再捕場所(親魚再捕○印、幼魚再捕△印)

② 親魚の再捕結果

ピンガーが装着された親魚については、再捕された海域はテレメトリー調査が行われた笠戸島の沖側に留まらず、周防灘の本線航路筋の野島沖や笠戸島北側と海峡付近である火振沖でも再捕された（図 1-イ-e-7、表 1-イ-e-2）。

表 1-イ-e-1 山口県周南市櫛ヶ浜地先で放流された幼魚のうち再捕されたものの記録

再捕日	タグID	再捕時全長 (mm)	再捕時体重 (g)	再捕場所	漁法
2018/1/6	123	123	-	周南市奈切 上組東工場前防波堤地先	遊漁(釣り)
2018/2/10	135	182	80.5	周南市 櫛ヶ浜地先	建網
2018/2/10	-	189	94.1	周南市 櫛ヶ浜地先	建網
2018/2/25	315	175	-	周南市 出光興産製油所前	建網
2018/6/5	30	250	250	防府市 向島沖	小底2種

表 1-イ-e-2 山口県周南市笠戸島地先で放流された親魚のうち再捕されたものの記録

再捕日	ピンガーID	雌雄	再捕時全長 (mm)	再捕時体重 (g)	再捕場所	漁法	放流時全長 (mm)	放流時体重 (g)
2018/4/4	3917	メス	340	520	火振沖徳山1号ブイ付近	小底3種	342	510
2018/4/26	3922	オス	330	540	笠戸島鎌石付近(長岩)	建網	327	440
2018/3/26	3923	オス	330	-	野島沖	小底2種	326	420

○愛媛県

【方法】

平成 29 年度放流

マコガレイの移動経路の把握を行うため、平成 29 年 11 月 17 日にマコガレイ未成魚 243 尾（平均全長 120 mm）にスパゲティタグ（オレンジ色）、2 歳魚 228 尾（平均全長 222 mm）ダートタグ（黄色）をつけて愛媛県伊予市森地先において標識放流を行った（図 1-イ-e-8、9）。未成魚は（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。また、平成 30 年 1 月 23 日～2 月 21 日（計 4 回）にかけて、八幡浜漁業協同組合（磯崎支所）で水揚げされたマコガレイ産卵親魚 125 尾（平均全長 309mm）にダートタグをつけて愛媛県八幡浜市保内町磯崎地先（図 1-イ-e-9）において標識放流を行った。産卵親魚は八幡浜漁業協同組合（磯崎支所）において、主に建網で漁獲された個体であった。

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。

平成 30 年度放流

平成 31 年 1 月 25 日～2 月 12 日（計 6 回）にかけて、愛媛県伊予市森地先周辺及び八幡浜市保内町磯崎地先においてマコガレイ産卵親魚 126 尾（平均全長 340.4mm、平均体重 541.4g）にスパゲティタグ（黄色）をつけて標識放流を行った（図 1-イ-e-9）。

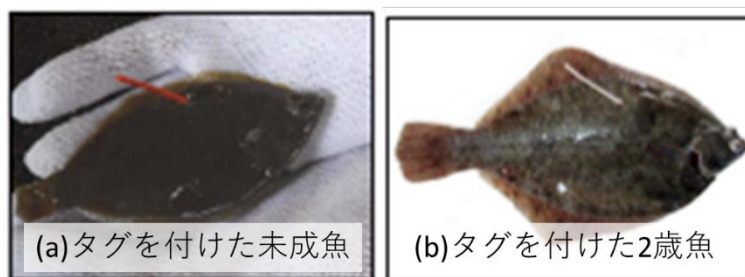


図 1-イ-e-8 愛媛県の平成 29 年度標識放流調査において(a)スパゲティ・タグをつけた未成魚及び(b)ダートタグをつけた 2 歳魚

産卵親魚は伊予漁業協同組合および八幡浜漁業協同組合（磯崎支所）より購入したものをを使用した。伊予漁業協同組合分は主に小型機船底引き網漁業、八幡浜漁業協同組合（磯崎支所）分については主に建網で漁獲された個体であった。

【結果と考察】

平成 29 年度放流

伊予市森地先において放流した山口県下松市産の未成魚、2 歳魚については再捕の報告はなかった。一方、八幡浜市磯崎地先に放流した産卵親魚については、雌 1 尾が小水無瀬島沖で、雄 6 尾が磯崎沖、雄各 1 尾が長浜町沖、青島沖で再捕された（図 1-イ-e-9、表 1-イ-e-3）。

平成 30 年度放流

平成 31 年 2 月 22 日現在、再捕報告はない。

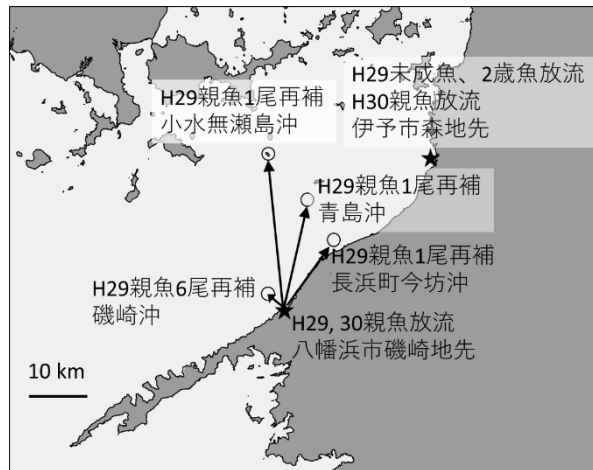


図 1-イ-e-9 平成 29, 30 年度の愛媛県におけるマコガレイ放流場所（★印）と再捕場所（○印、平成 29 年度放流魚のみ再捕された）

表 1-イ-e-3 平成 29 年度に愛媛県八幡浜市磯崎地先で放流された親魚のうち再捕されたものの記録

再捕日	雌雄	経過日数	再捕場所	漁法	放流時全長(mm)	放流時体重(g)
2018/2/8	オス	16	磯崎沖	建網	300	310
2018/2/19	オス	27	磯崎沖	建網	320	380
2018/2/22	メス	14	小水無瀬島沖	小底	420	800
2018/2/25	オス	24	磯崎沖	定置網	290	260
2018/2/26	オス	34	磯崎沖	定置網	320	390
2018/3/12	オス	48	長浜町(今坊沖)	小底	300	310
2018/4/16	オス	67	青島沖	小底	270	185
2018/4/27	オス	85	磯崎沖	定置網	275	241
2018/5/23	オス	104	磯崎沖	磯建網	175	200

(2) 成長段階ごとの好適な生息環境条件の解析及び効果的な水産環境整備手法の検討
 細部課題 (2) -ア) 伊勢湾・三河湾におけるアサリ

【方法】

平成 29 年 5～6 月、9 月、平成 30 年 5～6 月に実施したアサリ資源分布調査から、稚貝、成貝のアサリ個体数、底質として中央粒径、シルト含量、淘汰度、強熱減量、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。

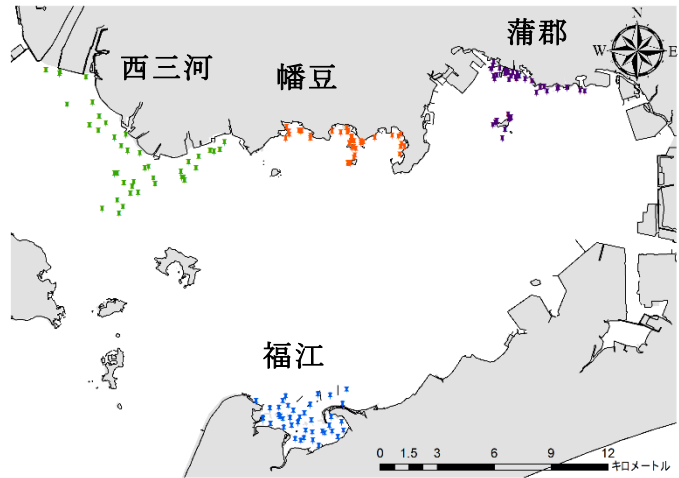


図 2-ア-1 三河湾におけるアサリ分布調査地点の概要

ソフトウェアは R3.4.4 を利用し、モデルは AIC に基づいて選択した。

【結果と考察】

○成貝・母貝

西三河地区 西三河地区では、水深が浅く、海底勾配が大きく、波あたりが弱すぎない環境でアサリが生息することが示された。分布予測では、水深 2m 以浅でアサリが生息することが示された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.15 以上)と不適(生息確率 0.05 未満)で比較すると、水深は 2m 以浅、海底勾配は 1% 未満、波あたりは 0.16～0.18m/s が好適な環境であることが示された。

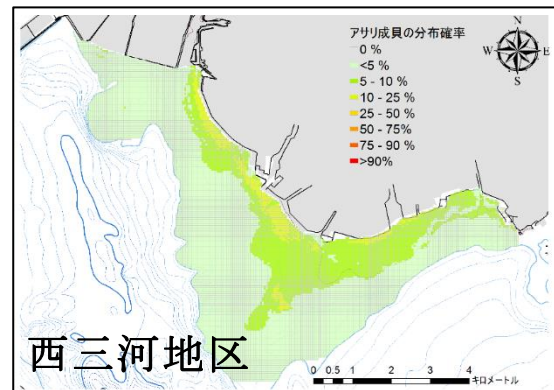


図 2-ア-2 西三河地区におけるアサリ成貝の分布予測

幡豆地区 幡豆地区では、水深が浅く、海底勾配が緩やかで、波あたりが弱すぎない環境でアサリが生息することが示された。分布予測では、ほぼ生息確率は 5% 未満であったが、前島北部に 10～25% の区域があることが示された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.15 以上)と不適(生息確率 0.05 未満)で比較すると、水深は 3m 以浅、海底勾配は 1% 未満、波あたりは 0.14～0.18m/s が好適な環境であることが示された。

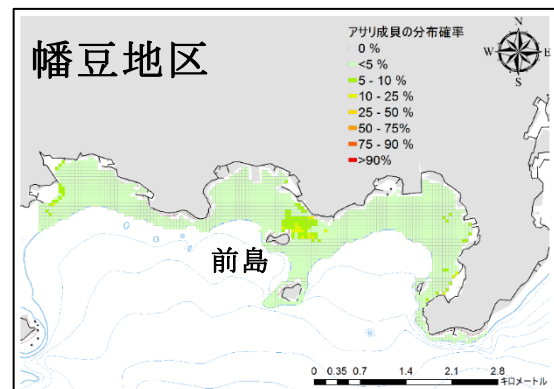


図 2-ア-3 幡豆地区におけるアサリ成貝の分布予測

蒲郡地区 蒲郡地区では、水深が浅く、海底勾配が緩やかで、波あたりが弱い環境にアサリが生息することが示された。分布予測では、水深 2m 以浅でアサリが生息することが示された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.15 以上)と不適(生息確率 0.05 未満)で比較すると、水深は 1m 以浅、海底勾配は 1.5-2%、波あたりは 0.1m/s 未満 が好適な環境であることが示された。

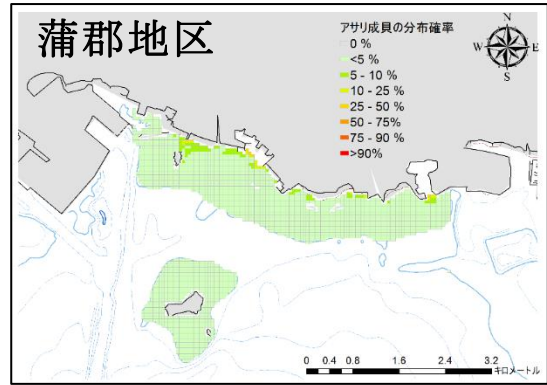


図 2-ア-4 蒲郡地区におけるアサリ成員の分布予測

福江地区 福江地区では、水深が浅く、波あたりが弱い環境にアサリが生息することが示された。分布予測では、水深 3m 以浅でアサリが生息することが示された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.3 以上)と不適(生息確率 0.1 未満)で比較すると、水深は 3m 以浅、波あたりは 0.1m/s 未満 が好適な環境であることが示された。

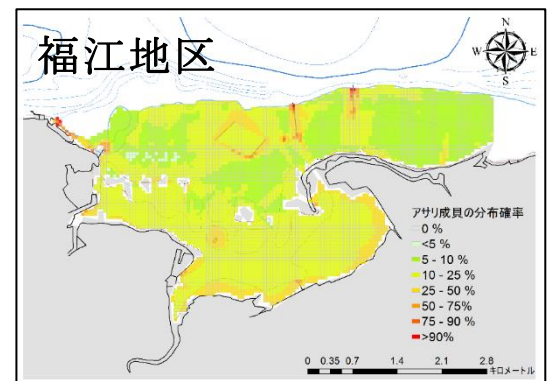


図 2-ア-5 福江地区におけるアサリ成員の分布予測

○稚貝

西三河地区 西三河地区では、成員の生息する環境条件と同様に、水深が浅く、海底勾配が大きく、波あたりが弱すぎない環境でアサリが生息することが示された。分布予測では、アサリ成員より広い範囲で 10%以上の生息確率が示され、矢作川河口に着底場が認められた。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.15 以上)と不適(生息確率 0.05 未満)で比較すると、水深は 3m 以浅、海底勾配は 0.5~1%未満、波あたりは 0.1~0.16m/s が好適な環境であることが示された。

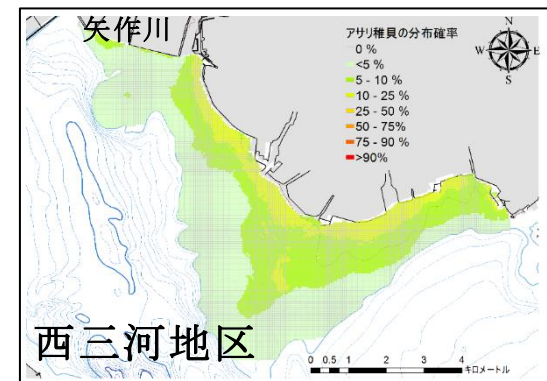


図 2-ア-6 西三河地区におけるアサリ稚貝の分布予測

幡豆地区 幡豆地区では、水深が浅く、波あたりが弱すぎない環境でアサリが生息することが示された。分布予測では、成員と同様に前島北部に稚貝場が見られ、加えて吉良から西幡豆にも着底場があることが示された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.15 以上)と不適(生息確率 0.05 未満)で比較すると、水深は 3m 以浅、波あたりは 0.12~0.18m/s が好適な環境であることが示された。

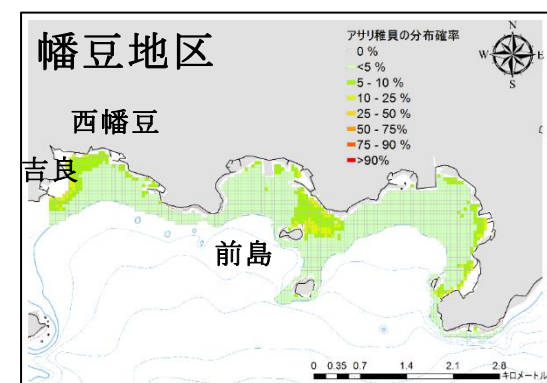


図 2-ア-7 幡豆地区におけるアサリ稚貝の分布予測

蒲郡地区 蒲郡地区では、水深が浅く、海底勾配が緩やかな環境にアサリが生息することが示された。分布予測では、蒲郡港から三谷漁港の近辺でアサリ稚貝が発生することと予測された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.3 以上)と不適(生息確率 0.1 未満)で比較すると、水深は 1 m 以浅、海底勾配は 1.5-2% が好適な環境であることが示された。

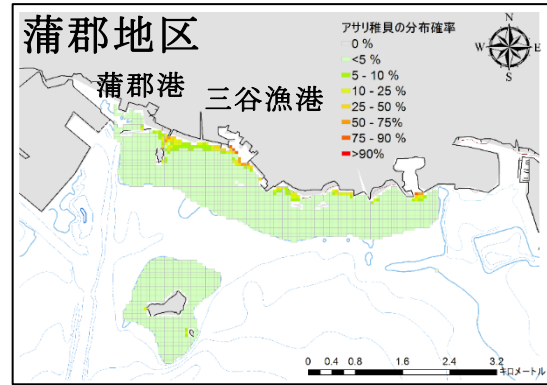


図 2-ア-8 蒲郡地区におけるアサリ稚貝の分布予測

福江地区 福江地区では、シルト含量が少なく、波あたりが弱い環境にアサリが生息することが示された。分布予測では、福江湾内や水深が 2m 以深の波浪の影響が少ない場所でアサリ稚貝が発生すると予測された。

アサリの生息と関係する環境について、好適(生息確率 0.3 以上)と不適(生息確率 0.1 未満)で比較すると、シルト含量は 0.1(10%)未満、波あたりは 0.1m/s 未満 が好適な環境であることが示された。

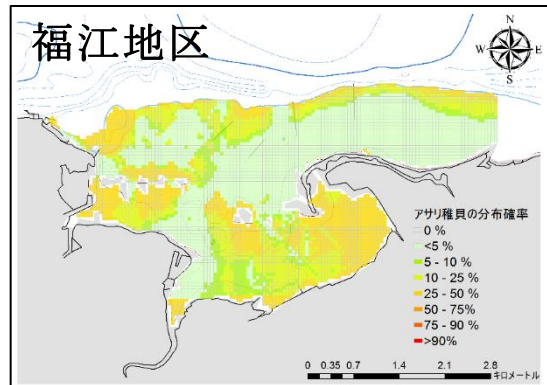


図 2-ア-9 福江地区におけるアサリ稚貝の分布予測

細部課題（2）ーイ）伊予灘・周防灘におけるマコガレイ

【方法】

産卵場の環境条件

採泥器を用いた本事業の調査結果と過去の播磨灘における産卵量と底質のデータ(山田・明石 2013; 山本ら 2018)を利用し、マコガレイの卵数と底質条件(砂分、礫分、強熱減量)のデータセットを作成した。一般加法混合モデル(General additive mixed model)を用いて、マコガレイ卵密度を応答変数、砂分(粒径 500 μm 以上、1000 μm 未満の割合)、礫分(粒径 1000 μm 以上の割合)、強熱減量(%)を説明変数として、卵密度と底質環境との関係性を推定した。マコガレイ卵密度については正規性を保つために、4乗根変換を行った。ソフトウェアはRStudio Version 1.0.153を利用し、Wald検定で有意($p < 0.05$)となった説明変数が卵密度と関係性があると判定した。

稚魚・未成魚の着底場・成育場の環境条件

平成30年4月～6月に実施したマコガレイ稚魚分布調査及び既存研究結果(水産総合研究センター2011, 2012)から、調査点の稚魚(全長 50mm 未満)と未成魚(全長 50mm 以上)の密度、水深、底層水温、底層塩分、底層 DO、底質の中央粒径値、シルト分及び強熱減量、餌生物の多毛類、端脚類、二枚貝類、ヒモムシ類の密度、周囲の海草藻場及び海藻藻場面積をデータセットとして整理した。一般加法混合モデル(General additive mixed model)を用いて、マコガレイ稚魚密度または未成魚密度を応答変数、各環境因子を説明変数として、稚魚密度または未成魚密度と各環境因子との関係性を推定した。稚魚・未成魚密度ともに正規性を保つために、4乗根変換を行った。産卵場の解析と同様にソフトウェアはRStudio Version 1.0.153を利用し、Wald検定で有意($p < 0.05$)となった説明変数が稚魚・未成魚密度と関係性があると判定した。

【結果と考察】

産卵場の環境条件

解析の結果、マコガレイ卵密度と砂分、強熱減量の間には有意な関係性はみられなかったが($p > 0.510$)、礫分が高い底質で卵密度が高い傾向がみられた($p = 0.049$ 、図 2-イ-1)。この結果はマコガレイの産卵場は礫または砂礫を含む底質が適しているという既存研究の結果と一致する(反田・長井 2007; 山田・明石 2013; 山本ら 2018)。

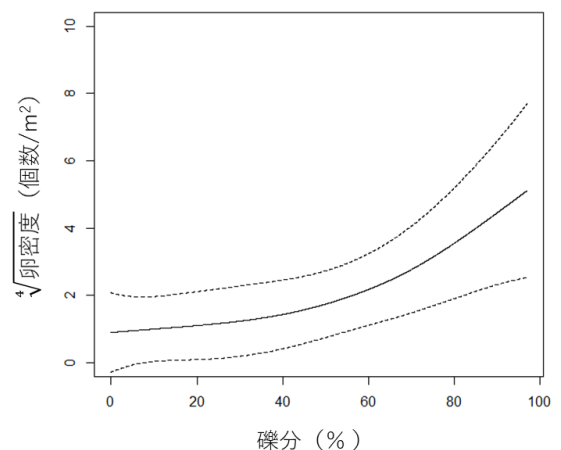


図 2-イ-1. マコガレイの卵数と礫分(粒径 1.0mm 以上)の関係。実線は卵数の推定値、点線に挟まれた領域はその推定値のばらつき範囲

稚魚・未成魚の着底場・成育場の環境条件

稚魚密度は中央粒径粒径、海藻藻場(半径 100m 以内)、アマモ場面積(半径 100m 以内)、多毛類及び端脚類密度、水深、底層水温と有意な関係があった(表 2-イ-1)。この結果を図 2-イ-2 に表すと、稚魚は粒径が小さく(粒径: $< 0.4\text{mm}$)、近接した周囲(半径 100m 以内)にアマモ場や海藻藻場があり、餌となる多毛類や端脚類が多い環境を好むことが明らかになった。また、水深は浅く、水温が 12～14 度と低い方が稚魚密度は高くなった。一方、未成魚密度は多毛類及び端脚類の密度、水深、底層水温と有意な関係があり(表 2-イ-1)、餌生物の多毛類及び端脚類が多く、水温

もより高い環境で密度が高かった (図 2-イ-3)。これらの結果は瀬戸内海の他地域においてマコガレイ稚魚・未成魚が、餌生物が多い転石帯の藻場などの環境で高密度ということを示した調査結果や、好適水温を室内実験で調べた結果と一致している (反田 2008; Hata et al. 2015; Tomiyama et al. 2018)。

表 2-イ-1. 稚魚密度または未成魚密度と各環境因子との関係性についての Wald 検定 (*は $p < 0.05$) の結果

説明変数	稚魚		未成魚	
	F値	p値	F値	p値
中央粒径値	1.825	0.004*	1.825	0.178
シルト分	2.247	0.107	2.247	0.068
強熱減量	2.862	0.645	2.862	0.092
海藻藻場面積	1.218	0.010*	1.218	0.259
アマモ場面積	0.701	0.032*	0.701	0.403
多毛類密度	3.725	<0.001*	3.725	0.007*
端脚類密度	6.356	0.049*	6.356	0.007*
水深	0.620	0.001*	0.620	0.462
底層水温	13.770	<0.001*	13.770	<0.001*
底層塩分	1.348	0.911	1.348	0.247
底層DO	2.326	0.061	2.326	0.087

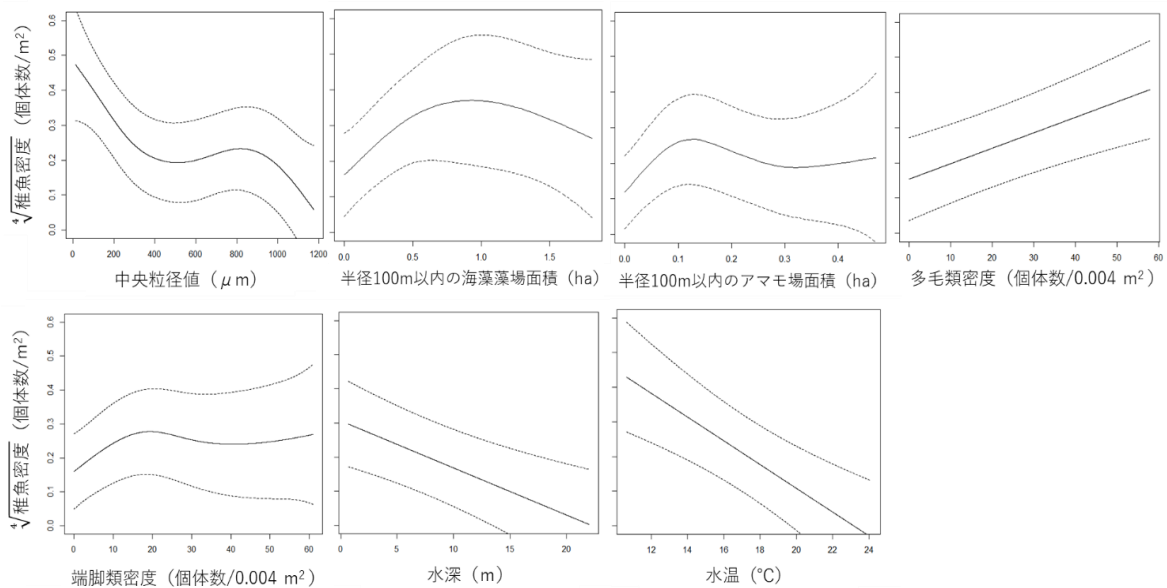


図 2-イ-2. マコガレイの稚魚密度 (全長 $\leq 50\text{mm}$) と環境要因の関係. 実線はマコガレイの稚魚個体数の推定値、点線に挟まれた領域はその推定値のばらつきの範囲

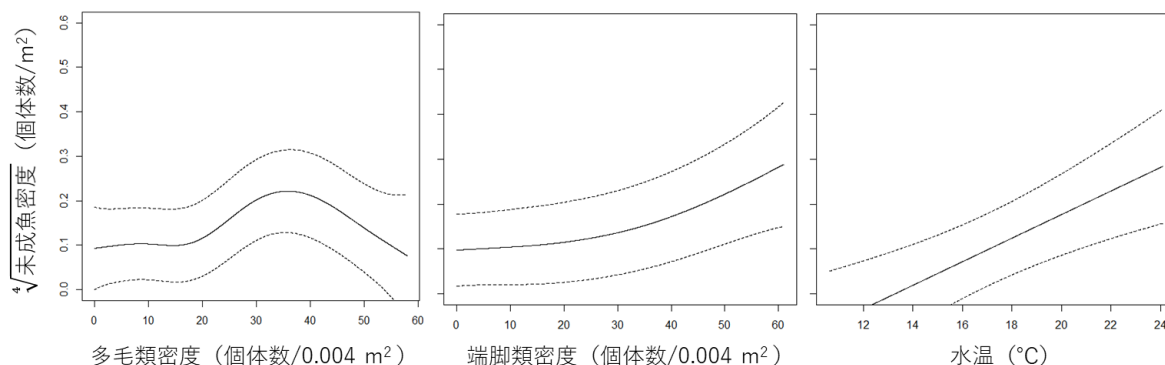


図 2-イ-3. マコガレイの未成魚密度 (全長>50mm) と環境要因の関係. 実線はマコガレイの未成魚個体数の推定値、点線に挟まれた領域はその推定値のばらつきの範囲

【引用文献】

- Hata M, Sugimoto R, Hori M, et al (2015) Occurrence, distribution and prey items of juvenile marbled sole *Pseudopleuronectes yokohamae* around a submarine groundwater seepage on a tidal flat in southwestern Japan. *Journal of Sea Research* 111:47–53
- 水産総合研究センター, 東京大学・大気海洋研究所, 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
- 水産総合研究センター, 東京大学・大気海洋研究所, 北海道大学・北方圏生物フィールドセンター (2012) 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
- 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
- 反田實 (2008) 兵庫県瀬戸内海におけるマコガレイの生態と漁業に関する研究. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 40:1–96
- Tomiyama T, Kusakabe K, Otsuki N, et al (2018) Ontogenetic changes in the optimal temperature for growth of juvenile marbled flounder *Pseudopleuronectes yokohamae*. *Journal of Sea Research* 141:14–20.
- 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: 14, 59–65
- 山本宗一郎, 伊藤龍星, 佐藤允昭(2018)周防灘南部海域におけるマコガレイの産卵場と成熟状況. *水産増殖*: 66:3

(3) 水産環境整備マスタープラン(案)の作成

細部課題(3)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(3)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：2018年4月20日

場所：水産庁

概要：本年度の水産環境整備マスタープラン(案)作成の方向性について確認した。また、事業検討会の開催時期、開催場所、議事次第について協議した。

○第2回

開催日：2018年7月24日

場所：水産庁

概要：本年度の調査の進捗状況の説明を行った。また、調査内容に関する計画変更について協議した。最後に事業検討会の開催時期の決定、議事次第について決定した。

○第3回

開催日：2018年10月3日

場所：水産庁

概要：水産環境整備マスタープラン(案)の内容について説明を行い、補足資料や参考資料を巻末資料として作成していくことで合意した。

○第4回

開催日：2019年1月11日

場所：水産庁

概要：水産環境整備マスタープラン(案)の内容について説明を行った。また、年度末報告会での発表内容について協議した。

○第5回

開催日：2019年2月14日

場所：水産庁

概要：作成した水産環境整備マスタープラン(案)の説明を行った。また、年度末報告会および関係者への説明のためにプラン(案)概要の資料作成することとした。

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：2018年10月4日

場所：愛知県自治センター

参加機関：水産庁、水産工学研究所、愛知県、三重県、日本海洋生物(株)

有識者：石田基雄委員、河合博委員

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から現地調査、数値計算、適地予測解析についての進捗状況が報告された。また、マスタープラン(案)作成に関して、昨年度の結果を踏まえたプランの構成および内容について協議した。

○伊予灘・周防灘マコガレイ

開催日：2018年10月10日

場所：山口県周南総合庁舎

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

有識者：尾上静正委員、石井光廣委員

概要：各担当機関から今年度のマコガレイ稚魚調査、数値計算、適地予測解析についての進捗状況が報告された。また、マスタープラン(案)作成に関して、昨年度の結果を踏まえたプランの構成および内容について協議した。

第2回現地検討会

○伊勢湾・三河湾アサリ

開催日：2019年1月23日

場所：三重県合同ビル

参加機関：水産工学研究所、愛知県、三重県、日本海洋生物

有識者：石田基雄委員、河合博委員

概要：今年度の実施課題に関し、各担当機関から現地調査、数値計算、適地予測解析についての進捗状況が報告された。また、マスタープラン(案)作成に関して、昨年度の結果を踏まえたプランの構成および内容について協議した。

○伊予灘・周防灘マコガレイ

開催日：2019年1月21日

場所：愛媛県水産会館

参加機関：水産庁、水産工学研究所、西海区水産研究所、山口県、大分県、福岡県、愛媛県

有識者：尾上静正委員、石井光廣委員

概要：各担当機関から今年度のマコガレイ産卵場調査、数値計算、適地予測解析についての進捗状況が報告された。また、作成中のマスタープラン(案)の内容に関して協議した。

○年度末報告会

開催日：2018年3月7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は、本年度の事業取り組み内容の説明し、評価委員をはじめ会場参加者の方々から多くの助言をいただいた。