

平成 30 年度

水産基盤整備調査委託事業

大水深域の漁場整備における効果評価と整備技術の開発

報告書

平成 31 年 3 月

国立研究開発法人 水産研究・教育機構
国立大学法人 三重大学
一般社団法人 水産土木建設技術センター
一般社団法人 漁港漁場新技術研究会
一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

目次

a. 課題名	1
b. 実施機関及び担当者名	1
c. ねらい	1
d. 方法	2
(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発	2
1) 国及び地方公共団体が整備した漁獲成績報告書等の漁業情報のデータベース化	2
1) -1 日本海西部海域の漁業情報 DB の作成	3
1) -2 長崎県海域の漁業情報 DB の作成	4
2) 定量的効果評価のための統計モデルの作成	5
2) -1 努力量および資源密度予測モデルの推定	5
3) 現地調査計画検討及び現地調査	6
3) -1 日本海西部海域の現地調査	6
3) -2 長崎海域の現地調査	10
(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討	12
1) 調査項目	14
1) -1 海況条件の整理	14
1) -2 TAC・TAE 対象種などの資源状況と生態の整理	14
1) -3 大水深域での漁場整備に適用する土木技術の整理	15
1) -4 浮魚礁の増殖効果検証（文献調査及び高知沖調査）	15
1) -5 大水深域における新たな漁場整備の方向性の課題・検討方針の整理	18
2) 検討会の設置	18
2) -1 資源・生態 WG 及び整備技術・効果 WG の開催	18
2) -2 検討会の開催	19
e. 結果	20
(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発	20
1) 漁業情報データベースを使用した漁業実体の把握	20
1) -1 日本海西部海域の漁業実体	20
1) -2 長崎県海域の漁業実体	31

2) 定量的効果評価のための統計モデルの作成	35
2) -1 努力量および資源密度予測モデルの推定	35
2) -2 整備効果推定	36
3) 現地調査計画検討及び現地調査	39
3) -1 日本海西部海域の現地調査	49
3) -2 長崎海域の現地調査	44
(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討	66
1) -1 海況条件の整理	66
1) -2 TAC・TAE 対象種などの資源状況と生態の整理	66
1) -3 大水深域での漁場整備に適用する土木技術の整理	70
1) -4 浮魚礁の増殖効果検証（文献調査及び高知沖調査）	111
1) -5 大水深域における新たな漁場整備の方向性の課題・検討方針の整理 ..	138
2) 検討会の設置	210
2) -1 資源・生態 WG 及び整備技術・効果 WG の開催	210
2) -2 検討会の開催	211
f. 今後の課題	212
(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発	212
(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討	212
g. 引用文献（課題 2）	213

<課題 2 資料 別冊>

a. 課題名

大水深域の漁場整備における効果評価と整備技術の開発

- (1) 整備効果の定量的な評価手法の開発
- (2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討

b. 実施機関及び担当者名

- (1) 整備効果の定量的な評価手法の開発

国立研究開発法人水産研究・教育機構

井上 誠章・古市 尚基・南部 亮元・三上信雄・桑原久実・上田 祐司

国立大学法人 三重大学

金岩稔・増淵 隆仁

一般社団法人 水産土木建設技術センター

桑本 淳二・石丸 聡・橋本研吾

一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所

伊藤 靖・三浦 浩

- (2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討

国立研究開発法人水産研究・教育機構

井上 誠章・古市 尚基・南部 亮元・三上信雄・桑原久実・上田 祐司

一般社団法人漁港漁場新技術研究会

間辺本文・高柳和史・岡部克顕・原田浩二・渡邊真由子・熊谷仁志

c. ねらい

新たな漁港漁場整備長期計画においては、重点課題の一つとして「豊かな生態系の創造と海域の生産力の向上」が掲げられている。具体的には、「沖合域においては、漁場整備による効果を的確に把握しつつ、新たな知見や技術を活かし、資源管理と合わせて効率的に整備を展開していく」ことが目標の一つとされている。

しかしながら、沖合域（大水深）で造成された漁場における効果の発現状態などの知見は十分に把握されていない状況にある。そのため、今後、大水深域へ漁場整備を展開していくためには、これまで整備された保護育成礁やマウンド礁等により造成された増殖漁場において、漁場環境や漁業操業等の利用状況、対象魚種の資源状況、生態等に関する知見を収集・分析し、大水深域における漁場整備の効果を客観的に把握するとともに、今後の漁場整備を効果的に進めるため、その方向性を整理する必要がある。

これらの効果把握及び整備方針のとりまとめを行い、上記重点課題の目標を実現させ、今後の大水深域における漁場整備を着実に展開していくためには、既存の大水深域における漁場整備の効果について定量的な評価手法を開発すること、また大水深域における今後の漁場整備について、想定される整備手法を客観的に提示するとともに、魚種、海域及び施設の特性を十分に考慮した技術開発を行う必要がある。

そこで、本研究では大水深域で行われた漁場整備について、魚礁に注目しその

(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発を行うとともに、(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討を行うことを目的とする。以下、調査項目 (1)、(2) 別に記載する。

d. 方法

(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発

沿岸漁場整備事業の開始以降、魚礁に関する研究は数多くなされている。しかし、国内外を問わず、現在までの研究は魚礁が持つ機能を定性的に捉えたものであり、大水深（水深 100 m 以上）における魚礁整備等の漁場整備が実際の漁業に与える効果を定量的に評価した例は少ない。本研究ではフロンティア漁場整備事業により保護育成礁が整備されている日本海西部海域を主対象海域とするが

(図 d-(1)-1)、今後の研究対象である長崎県海域においても調査を行う(図 d-(1)-2)。調査事項

(1) を通じての研究の流れを図 d-(1)-3 に示した。

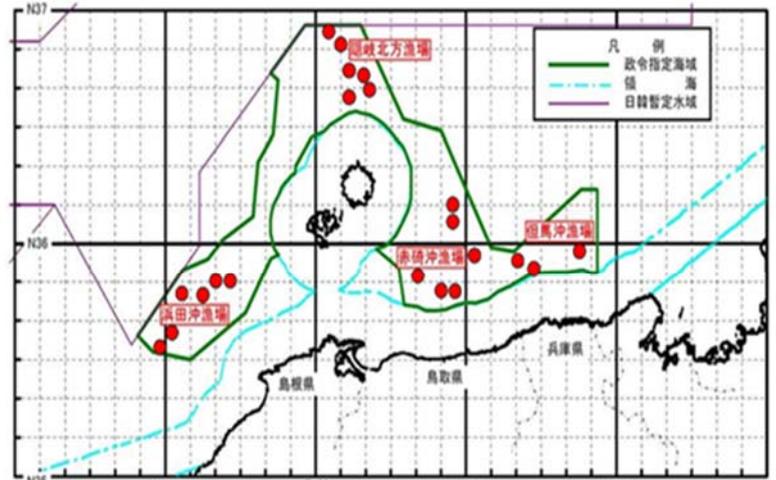


図 d-(1)-1 日本海西部海域 (2017 年)

1) 国及び地方公共団体が整備した漁獲成績報告書等の漁業情報のデータベース化

実際の漁業に与える魚礁の整備効果を推定するためには、解析の対象海域において、整備されている魚礁の整備年、種類、位置等が記録された「魚礁データ」と、漁業の操業や漁獲情報が記録された「漁業情報データ」のデータベース化が必要である。

本研究では、日本海西部海域および長崎県海域について、魚礁データと漁業情報データを集計する

とともに、これらに加えて操業時の水温、塩分、流向・流速および底質を収集し、これらを統合して統計モデル作成のための漁業情報データベース（以下、漁業情報 DB）を構築した。

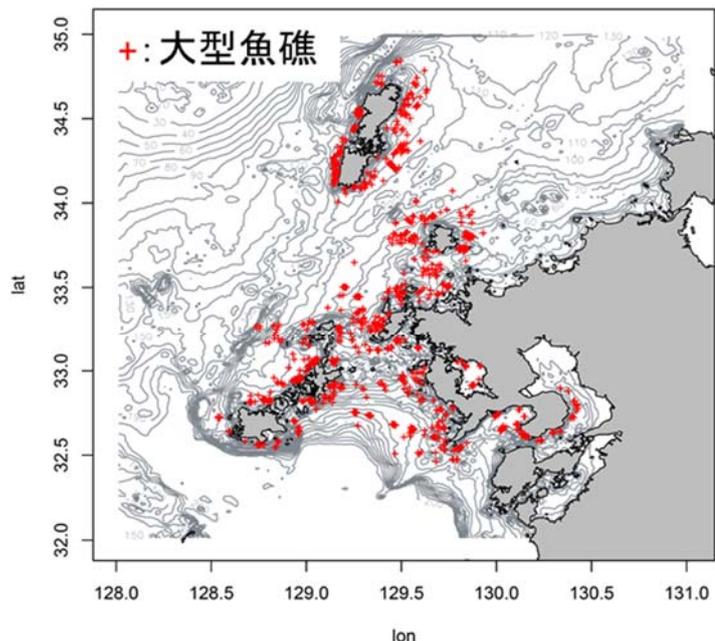


図 d-(1)-2 長崎県海域

1) -1 日本海西部海域の漁業情報 DB の作成

以下のデータを漁業情報 DB (約 23 万記録) の作成に使用した。

魚礁データおよび時空間別・魚種別漁獲量、努力量データ

魚礁データは、フロンティア漁場整備事業により記録されている魚礁の整備年、設置位置を漁業情報 DB に収録した。

日本海の沖合底曳き網漁業（以降、沖底漁業）の漁獲成績報告書（以下、漁績）は、操業日、操業船、操業漁区、漁法及び曳網回数等と合わせてズワイガニおよびアカガレイを含む全 32 種の魚種別漁獲量が漁船ごとに日・小漁区（18 kmメッシュ）単位でまとめて記録されている。本研究では、漁獲情報として 2005 年から 2016 年までの漁績を用いた。また、漁績の操業場所は、小漁区単位で記録されており、緯度経度情報は直接的には記録されていない。そこで、後述の環境データと関連付けやすくするため、小漁区を中心緯度経度を $1/6^\circ$ ごとに集約し、操業場所の緯度経度とした。

水深データ

水深データは、一般財団法人 日本水路協会 の水深・等深線データ (M7011_佐渡, M7012_若狭湾, M7013_隠岐, M7014_対馬海峡) を使用し、小漁区ごとの平均水深を算出し、漁業情報 DB に収録した。

時空間別、水温、塩分、流向・流速データ

時空間別、水温、塩分、流向・流速データは、国立研究開発法人水産研究・教育機構が提供する JADE2 (<http://jade2.dc.affrc.go.jp/jade2/>) から日本海海況予測図のデジタルデータをダウンロードし、使用した。水温、塩分は、水深 200m、100m、50m、1m ごとの水平断面情報として予測されている。小漁区ごとに平均水深と最も近い水深帯の平均値を算出し、漁業情報 DB に収録した。また、流速・流向データに関しては、同じく JADE2 からダウンロードした緯度・経度方向の流速ベクトル (m/s) から算出し、小漁区ごとに平均水深と最も近い水深帯の平均値を算出し、漁業情報 DB に収録した。

底質データ

底質データは、一般財団法人日本水路協会海洋情報研究センターの北西太平洋底質メッシュデジタルデータを使用した。底質データは、15 分メッシュごとに陸域、岩、礫、粗粒砂、中粒砂、細粒砂、砂泥（砂の重量比 50%）、砂泥（砂の重量比 25%）、

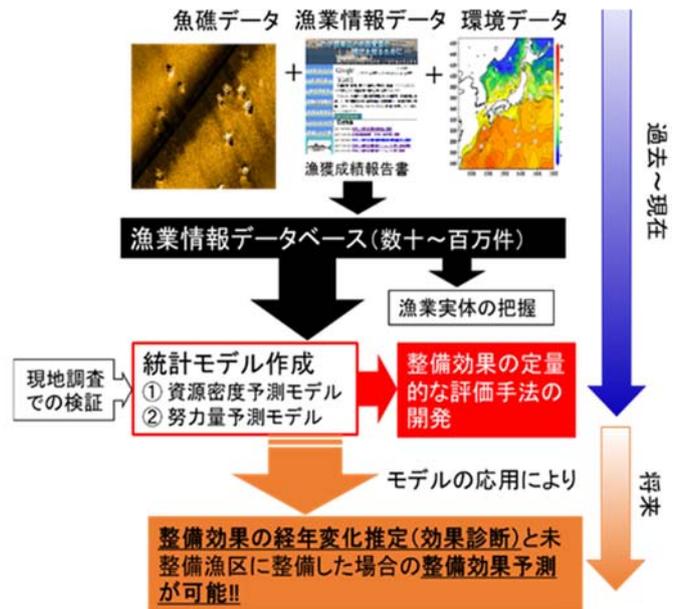


図 d-(1)-3 調査事項 (1) の研究の流れ

泥、粘土、サンゴ、貝殻の割合が収録されている。本件では、一般化加法モデル（GAM）を用いて、小漁区ごと底質割合を推定し、最も高い割合の底質を代表底質として漁業情報 DB に収録した。なお、一般化加法モデルの応答変数は各底質の割合、説明変数は、平滑化した緯度、平滑化した経度、平滑化した緯度経度とし、誤差項は多項分布とした。

1) -2 長崎県海域の漁業情報 DB の作成

以下のデータを漁業情報 DB（約 4.2 万件）の作成に使用した。

魚礁データおよび時空間別・魚種別漁獲量、努力量データ

長崎県による「大型魚礁整備工事」事業によって得られた、平成 26・27 年漁期の五島、壱岐、長崎県北部海域、長崎県南部海域で操業する合計 30 隻の標本船の操業記録（約 4.2 万件）を使用し、後述の環境データと関連付けることにより漁業情報 DB とした。

本研究が対象とした標本船は 3.5–9.1 トンの小型漁船であり、航海はすべて日帰りで行われる。また大部分の航海では、複数の地点で操業を行う。各標本船の魚種別漁獲量および漁獲金額は「水揚精算仕切書」に基づき、魚種別に航海ごとに記録されている。また GPS データロガーによって得られた標本船の航跡情報に基づき、操業ごとに操業位置、操業時間とともに、人工魚礁の設置中心から半径 200m 以内の操業を人工魚礁での操業、それ以外を天然礁での操業と区別し、各操業がどちらの海域での操業であったのかが記録されている。

長崎県海域に設置されている大型魚礁については、設置されている各魚礁の位置、魚礁タイプおよび規模（空^m）が土木センターによってデータベース化（魚礁台帳）されている（図 d-(1)-2）。本研究では、操業位置と最も近い魚礁を特定し、その魚礁タイプ、規模（空^m）および操業位置から魚礁までの距離を算出し、漁業情報 DB に収録した。

水深データ

水深データは、日本海洋データセンター（JODC）が提供しているデータ（http://www.jodc.go.jp/jodcweb/index_j.html）を使用し、操業位置と最も近い予測点の水深を操業水深とし、漁業情報 DB に収録した。

時空間別、水温、塩分、流向・流速データ

時空間別の水温、塩分、流向・流速データは、国立研究開発法人 水産研究・教育機構の海況予測システム（FRA-ROMS；<http://fm.dc.affrc.go.jp/fra-roms/>）を使用した。水温、塩分、流向・流速は各層の水平断面情報として予測されている。本研究では、時空間的（日時・位置）に各操業と最も近い予測点の水深別（1 m、50 m、100 m）データを操業時の値とし、漁業情報 DB に収録した。

底質データ

底質データは、一般財団法人日本水路協会海洋情報研究センターの北西太平洋底質メッシュデジタルデータを使用した。底質データは、15 分メッシュごとに陸域、岩、礫、粗粒砂、中粒砂、細粒砂、砂泥（砂の重量比 50%）、砂泥（砂の重量比 25%）、

泥、粘土、サンゴ、貝殻の割合が記録されている。本調査では操業位置と最も近い地点の底質を操業位置の底質とし、漁業情報 DB に収録した。

2) 定量的効果評価のための統計モデルの作成

2) -1 努力量および資源密度予測モデルの推定

日本海西部海域の漁業情報 DB を用いて、対象魚種（ズワイガニ雄・雌、アカガレイ）の資源量（年変動）、操業する漁船能力の違い（総トン数）、季節変化、対象魚種の分布の濃淡や、操業時の環境条件などの影響を取り除いたなるべく純粋な魚礁効果を推定するために資源密度予測モデルを作成する。あわせて、魚礁設置による操業形態の変化を推定する努力量予測モデルを作成することを目標とする。

今年度は、ズワイガニ雄・雌、アカガレイ漁獲量の多くを占める兵庫県および鳥取県の 11 月と 12 月を対象に努力量予測モデルと資源密度予測モデルを構築し、魚礁の整備効果の推定を行った。

一般化加法モデル（GAM）を用いて両モデルを作成した。努力量予測モデル（式 1）の応答変数は曳網回数、資源密度予測モデル（式 2）の応答変数は CPUE とし、説明変数にはどちらも平滑化した緯度・経度、操業年、操業月、県、船のトン数、魚礁の有無とした（式 1、2）。また、努力量予測モデルの誤差項にはポアソン分布、資源密度予測モデルの誤差項には正規分布を使用した。次年度は、水温、塩分、流向・流速等の海洋環境情報を入れた精密なモデルの作成を予定しているが、本年はまずは上記のような単純なモデルによる魚礁効果の試算を行った。

努力量予測モデル

努力量 \sim s(緯度・経度)+操業年(資源水準)+操業月+県+船のトン数+魚礁の有無 (式 1)

資源密度予測モデル

$\log(\text{CPUE})\sim$ s(緯度・経度)+操業年(資源水準)+操業月+県+船のトン数+魚礁の有無
(式 2)

一般的に、(式 2) の統計モデルから推定された CPUE は標準化 CPUE と呼ばれ、資源密度の指標であるとみなされる。たとえば推定された操業年の効果は、毎年の資源量水準の変化を表す。ここで、緯度・経度、操業年、操業月、県、船のトン数を一定と見なし、魚礁がある場合の CPUE の推定値から、魚礁がない場合の CPUE の推定値を引き算することで (式 3)、資源水準、操業月、操業船、海域の違い等の影響を取り除いた魚礁設置の効果（予測整備効果）を算出することができる。

予測整備効果の算出

予測整備効果＝魚礁設置ありの場合の CPUE - 魚礁設置なしの場合の CPUE (式 3)

3) 現地調査計画検討及び現地調査

3) -1 日本海西部海域の現地調査

「(1) 定量的効果評価のための統計モデルの作成」において使用する漁業情報 DB は漁績を使用し作成するため、実際に沖底漁業が行われている海域におけるデータに基づき各種統計モデルを作成して魚礁効果を推定することになる。ただし、漁績に記録されている操業場所の位置情報は 1/6 度単位でその日の主な操業場所を記録するという、解像度の粗い情報である。そのため、作成モデルからの推定結果と魚礁周辺海域での実際の効果には偏りを持った誤差がある可能性がある。そこで、実際に日本海西部海域においてより詳細な魚礁効果の計測を行い、その結果と統計モデルによる推定結果とを比較する必要がある。

上記より、現地調査により日本海西部地区で整備されている保護育成礁近傍においてズワイガニ、アカガレイの分布状況等の確認を行った。調査方法としては、ズワイガニ、アカガレイの両種の入網が期待されるトロール調査により実施した。調査の考え方を以下に示す。

- ・調査海域を魚礁からの距離により、保護育成礁等の魚礁が設置された漁区（保護礁区）、その一つ隣の海域である保護隣接区、さらにその一つ隣の一般海区により分類する。
- ・このうち、保護礁区については漁獲成績報告書の調査では、1 メッシュが 18km 四方と広いため、保護礁（2km×2km）からしみ出し効果が高いとされる 3 マイル（5.4km）以内の地点でのデータを現地調査により把握する。
- ・現地調査地点としては、保護育成礁設置後、5 年～9 年が経過し、フロンティア調査において保護効果が確認されている 3 地点を選定する。

調査地点の選定にあたっては、日本海西部地区漁場整備事業において平成 19 年度以降整備中の保護育成礁 32 群のうち、保護育成礁の設置完了後 5 年以上が経過し、かつ保護育成礁内の分布密度が高い地点のうち、赤碕沖漁場、隠岐北方漁場、浜田沖漁場から各 1 点を選定し、計 3 地点で実施した。トロールの調査場所は、それぞれ保護育成礁から「しみ出し効果の高い」とされる 3 マイル（5.4km）以内の場所において曳網を行い、保護礁区としての分布状況を把握し、統計モデルの整合性を判断する基礎資料とした。

トロール調査は鳥取県水産試験場所属の「第一鳥取丸」が 8 月 7 日～10 月 17 日に実施した。船舶要目を表 d-(1)-1 に、表 d-(1)-2 に各調査点の調査日を、トロールの曳網場所を表 d-(1)-3、図 d-(1)-5 に示した。

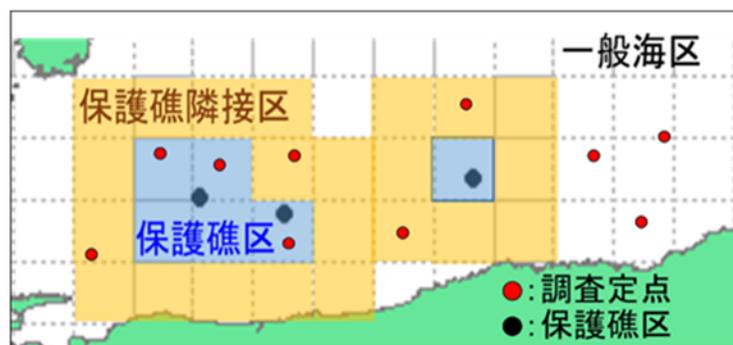


図 d-(1)-4 日本海西部地区における調査点の考え方

表 d-(1)-1 船舶要目

船名	第一鳥取丸
所有者	鳥取県鳥取市東町1丁目220番地, 鳥取県
漁船登録番号	TT1-11
船舶番号	131797
船名符字	JFCM
船籍港	鳥取県鳥取市
船質	鋼
進水年月日	平成9年1月10日
トン数	総トン数 199トン
主要寸法	L 43.05m B 7.60m D 3.30/3.00m
機関	ディーゼル1基 500ps
速力	最大 14.61ノット 航海 13.00ノット
無線設備	船舶用電話 ファックス
燃油倉	84.80 m ³
清水倉	19.82 m ³
航海設備	GPS レーダー
漁労機器	魚群探知機 潮流計
漁労設備	底びき網操業設備一式
最大搭載人員	17名
船名	島根丸
所有者	島根県松江市殿町1番地, 島根県
漁船登録番号	SN1-1
船舶番号	133670
船名符字	7LN0
船籍港	島根県松江市
船質	鋼
進水年月日	平成4年12月15日
トン数	142トン
主要寸法	全長39.25m 登録長32.21m 幅6.90m 深さ2.90m
機関	ディーゼル1基 1200ps×750rPm
速力	最大 13.6ノット
無線設備	VHF無線電話、船舶用電話・ファックス
燃油倉	69.42 m ³
魚倉	19.46 m ³
冷凍冷蔵設備	RKS2F 1台
航海設備	GPS レーダー
漁労機器	魚群探知機 潮流計 スキャニングソナー
漁労設備	底びき網操業設備一式
最大搭載人員	17名

表 d-(1)-2 各調査点の調査日

漁場名	調査点名	調査日	調査船名
赤碕沖	第2保護育成礁	平成30年8月7日	第一鳥取丸
隠岐北方	第5保護育成礁	平成30年8月8日	〃
浜田沖	第1保護育成礁	平成30年10月17日	〃

表 d-(1)-3 トロール調査実施箇所

漁場名	調査点名	緯度経度 (WGS84系)
赤碕沖	第2保護育成礁	N35° 49' 52" E133° 54' 34"
隠岐北方	第5保護育成礁	N36° 39' 14" E133° 15' 41"
浜田沖	第1保護育成礁	N36° 52' 27" E132° 25' 38"

注) 調査点の緯度経度は曳網開始時の地点を示す。

□: フロント調査実施箇所(籠・トロール) □: 調査実施箇所(トロール)

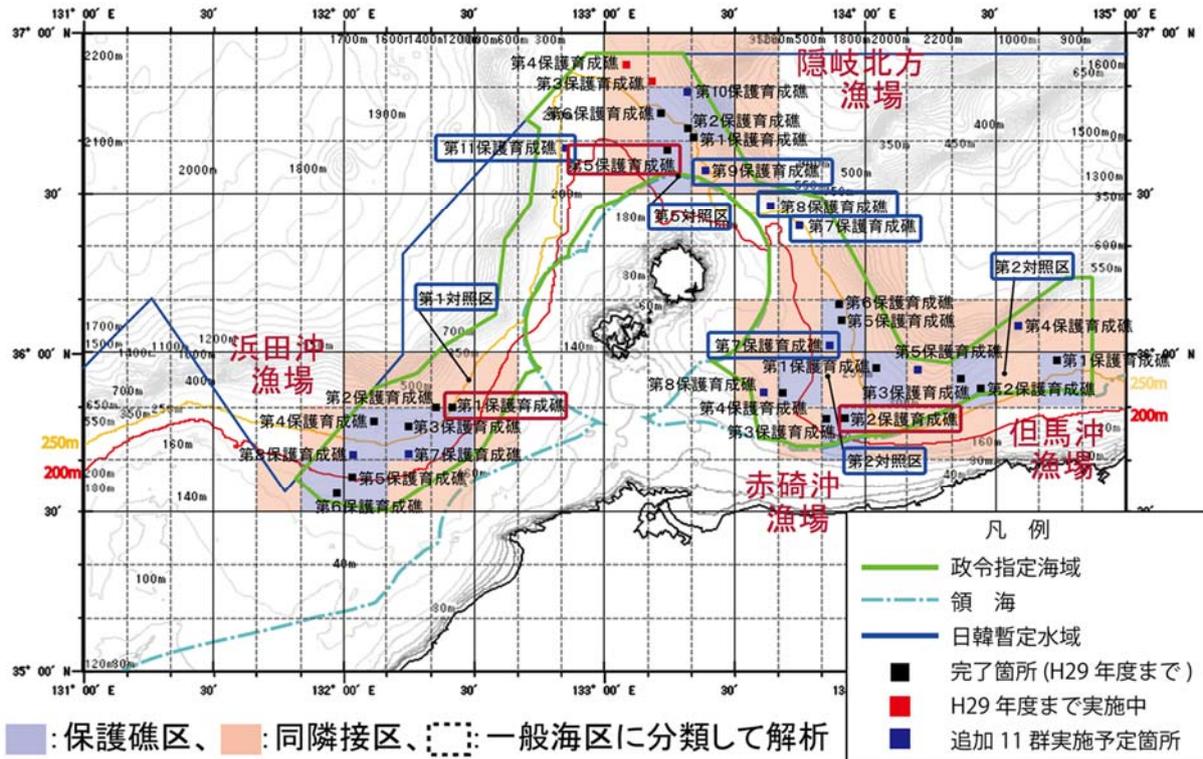


図 d-(1)-5 調査実施場所

調査は速度3ノット、曳網時間30分、曳網掃過面積約50,000 m²を標準とし、調査漁具についてコッドエンドの目合い45 mmとした。ズワイガニ及びアカガレイについては、漁獲尾数確認、雌雄選別、体長測定を行った。漁獲物の処理は基本的には全量を対象に行ったが、多量に漁獲された場合は無作為に一部を抽出し、測定に供した。具体的な計測等の内容としては、まず、漁獲物を船上で種別に分類し、ズワイガニは雌雄別に分け、甲幅を測定するとともに、雌では成熟度の判定、雄では鉗脚幅¹を測定した。アカガレイは雌雄別に、尾数を計数した後、100尾を上限に体長を測定した。

¹ ズワイガニには最終脱皮が存在する。雌の場合、10歳から11歳への脱皮が最終脱皮で、外卵を抱くための腹節の相対成長が他の部位よりも大きく、また最終脱皮直後に交尾と産卵を行うので外見から容易に識別できる。なお、ここでの産卵とは、体内の卵巣卵を受精させて、腹節に抱くまでを示す。

一方、雄の最終脱皮は、鉗脚(ハサミ)の相対成長が大きいため、甲幅と鉗脚を計測して両者の比から最終脱皮か否か識別を行う。最終脱皮する年齢は雌と異なり、雄では個体は9歳への脱皮から一部の個体で最終脱皮が始まり、12歳から13歳へ脱皮する時には全てが最終脱皮を行う。雄の最終脱皮個体の判別式は以下を用いた。

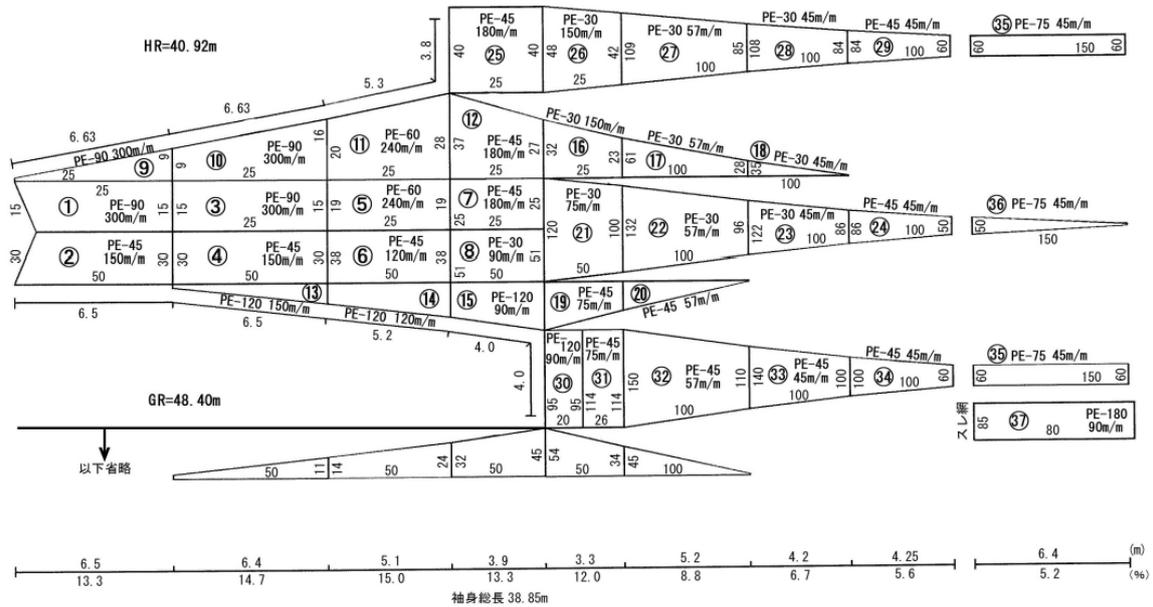
$$Z = 1.327 \log(CW) - \log(CH) - 1.3696$$

ここに CW: 甲幅 (mm) CH: 鉗脚幅 (mm)

最終脱皮個体: $CW \geq 130$ または $Z \leq 0$

最終脱皮前個体: $CW < 60$ または $Z > 0$

実際の曳網面積は、漁網監視センサーにより、網の広がり（袖間距離）を測定した結果から平均距離を求め、プロッターによる曳網距離を乗じることにより求めた（図 d-(1)-6）。



注意：○で囲った数字は、別表(部分網)の名称を示す番号

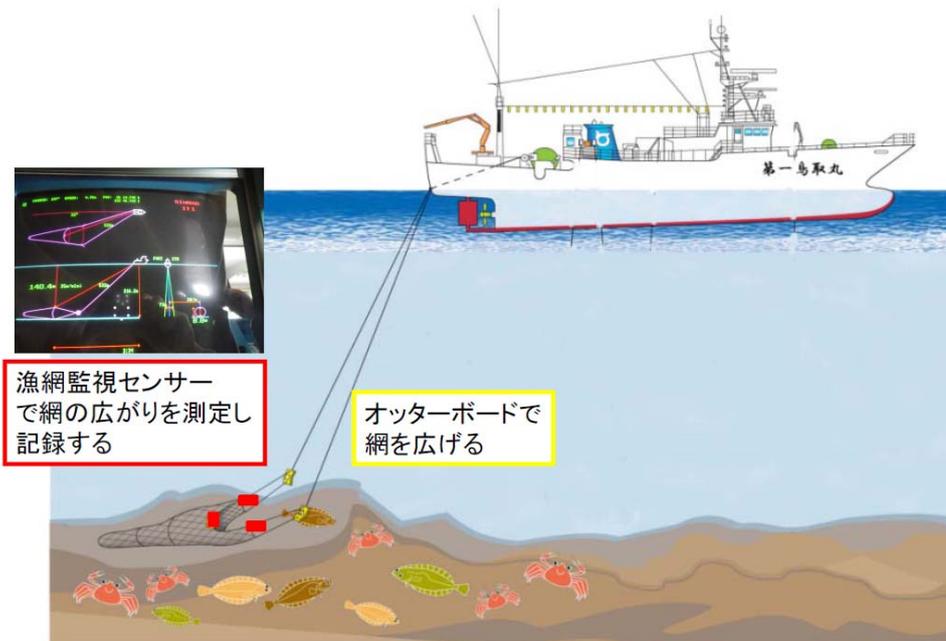


図 d-(1)-6 調査で使用したトロール網の漁具図及び調査イメージ

3) -2 長崎海域の現地調査

長崎県海域の場合、既に人工魚礁の設置位置の代表点の緯度・経度が得られており、この情報をもとに漁業情報 DB を作成した。しかし実際には、設置された魚礁は点ではなく面としての広がりをもつ。また GPS 等の測位技術が確立していない年代に設置された魚礁については正確な設置位置が知られていないものも多い。次年度では、本年度作成した漁業情報 DB を使用して統計モデルを作成し、これを用いて標準化 CPUE を効果評価の指標として推定し、魚礁の有無によってどのような CPUE 増減効果があるか解析する。また、魚礁の設置海域ごとに、どのような要因が効果の増減に影響するか把握する必要がある。すなわち、魚礁海域の海洋環境が魚礁効果に与える影響を把握する。また、魚礁からの距離が CPUE に与える影響を推定することで、魚礁の効果範囲を評価する。

統計モデルにより得られた魚礁の効果または効果範囲の妥当性を検証するためには、海底探査による正確な魚礁設置位置の情報が必要である。しかし本事業において、長崎県全海域の海底探査を行うことはできない。そこで、次年度以降、統計モデルの効果範囲等の妥当性を検証するため、過去の操業モニタリング調査（長崎県）により高い魚礁利用実態が確認されており、17 基の魚礁設置がある長崎県対馬市豆碓崎西沖をモデル地区に選定し（図 d-(1)-7）、海底探査、魚探調査、海洋環境調査を実施した。次年度以降、漁業情報 DB により作成された統計モデル（通常モデル）と、本年度得られた設置の詳細情報を組み入れた統計モデル（詳細モデル）を作成し、両者から推定された効果範囲等を比較することで通常モデルの妥当性を検証する。

海底探査

サイドスキャンソナー (Sytem3000) を用いて、区域内に設置されているすべての魚礁および天然礁の詳細分布の把握を目的とした海底探査を、平成 30 年 7 月 25～27 日に実施した。

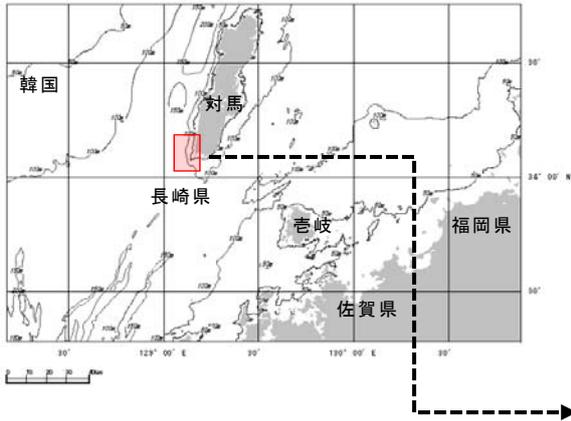
対象区域一帯での魚礁設置の歴史は古く昭和 40 年代まで溯り、この間の継続的な魚礁事業の実施により良好な魚礁漁場が形成されている。対象区域にはコンクリート礁、高層魚礁、マウンド礁など複数タイプの魚礁が分布しており、それらの正確な分布範囲、魚礁単体個別緯度経度を特定した。

魚探調査

カラー魚群探知機 (LowranceHDS10) を用いて、各魚礁および天然礁における魚群形成状況の把握を目的とした調査を平成 30 年 10 月 25 日に実施した。

海洋環境調査

同日に併せて、多項目水質計 (Detasonde5) による主要地点における水質観測を行った。観測項目は水温、塩分、DO、光量子とした。



標本船の主たる漁業種類

- ◎ 「一本釣り」 (撒き落とし釣)
- 「ひき縄」 (ブリ・サワラひき縄等)

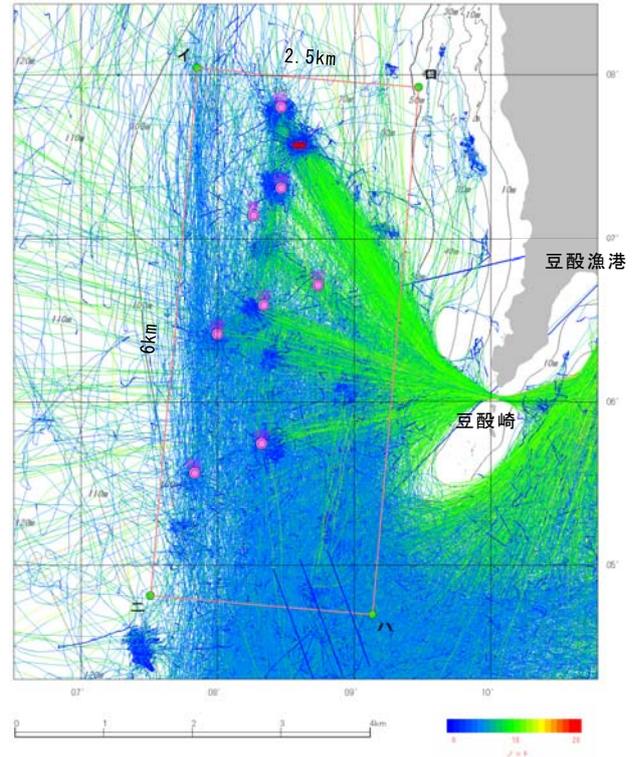


図 d-(1)-7 調査場所および一本釣り標本船の操業航跡 (2隻×4年間)

(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討

大水深域における漁場整備の方向性は、対象魚種の系群ごとに成長段階の課題と対策を増殖シナリオとして整理し、既存の漁場整備技術の活用による整備手法を検討した。本課題を進めるにあたり、2つのワーキンググループ（以下「WG」とする）、資源・生態 WG、整備技術・効果 WG を組織し、資源増殖シナリオに適用できる整備技術のマッチングを行った。これらを統合して検討委員会による議論を経て、今後の漁場整備の方向性を提示した。本課題の業務フローを図 d-(2)-1 に、平成 30 年度の業務工程を表 d-(2)-1 に示す。

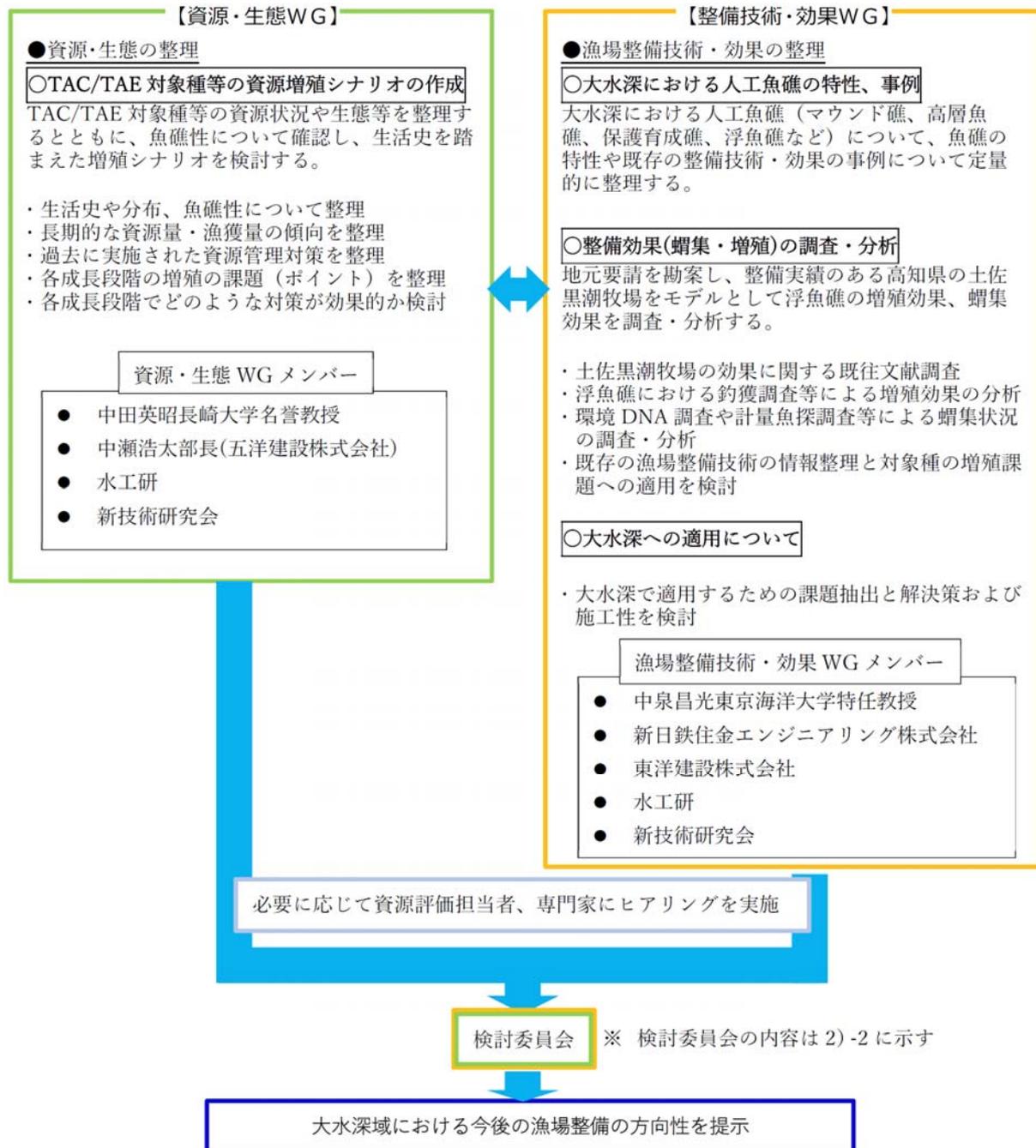


図 d-(2)-1 業務フロー

表d-(2)-1 業務工程(平成30年度)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討												
1) 関係者からのヒヤリング及び海域ごとの知見・課題整理(資源・生態・海象条件の整理)												
a) 既存知見・デジタルデータ取りまとめ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
b) 入手可能な既存情報及びデジタルデータのリスト化			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2) 漁場整備技術の整理												
a) 既存知見取りまとめ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
b) 浮魚礁の増殖効果検証 ①文献調査・ヒアリング			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
②試料分析・解析							■	■	■	■	■	■
3) 検討委員会の設置・運営												
a) 漁場整備方針の検討			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
b) 検討会の設置			■									
c) 検討会開催								■			■	
d) WGの開催			■							■		

1) 調査項目

1) -1 海況条件の整理

本年度の検討対象魚種や既存の人工魚礁について、既往文献や有識者ヒアリングにより海況条件（流況、海底地形、栄養塩動態等）を整理し、とりまとめた。

1) -2 TAC・TAE 対象種などの資源状況と生態の整理

TAC・TAE 対象種などの資源状況や魚礁性、増殖の考え方等について、既往文献・関連産学会の動向調査を基に、最新の知見を系群ごとに整理し、次年度以降の増殖シナリオ作成に資する資料を作成した。課題(2)のフローを図 d-(2)-2 に、対象種を表 d-(2)-2 に示す。

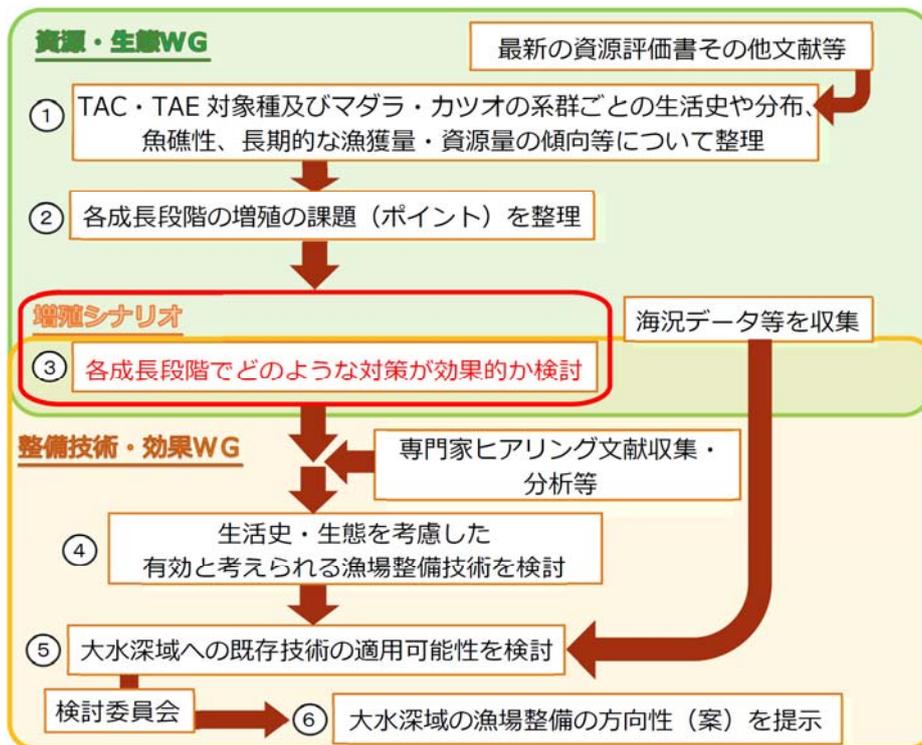


図 d-(2)-2 課題(2)フロー図

表 d-(2)-2 対象種一覧

TAC対象種	系群	TAC対象種	系群	TAE対象種	系群
サンマ	北太平洋系群	ズワイガニ	オホーツク海系群	アカガレイ	日本海系群
スケトウダラ	日本海北部系群		太平洋北部系群	イカナゴ	伊勢・三河湾系群
	根室海峡系群		日本海系群A海域	瀬戸内海東部系群	
	オホーツク海南部系群		日本海系群B海域	サメガレイ	太平洋北部系群
マアジ	太平洋系群		北海道西部系群	サワラ	東シナ海系群
	対馬暖流系群	太平洋系群	トラフグ	瀬戸内海系群	
マイワシ	太平洋系群	クロマグロ	日本海系群	イ勢・三河湾系群	
	対馬暖流系群		北海道北部系群		
マサバおよびゴマサバ (マサバ)	太平洋系群	マダラ	日本海系群	マガレイ	北海道北部系群
	対馬暖流系群		北海道系群	日本海系群	
マサバおよびゴマサバ (ゴマサバ)	太平洋系群	太平洋北部系群	マコガレイ	—	
	東シナ海系群	日本海系群	ヤナギムシガレイ	太平洋北部系群	
スルメイカ	冬季発生系群	カツオ	太平洋系群	ヤリイカ	太平洋系群
	夏季発生系群		太平洋東部系群	対馬暖流系群	

※赤枠は平成30年度業務にて増殖シナリオを提示した系群を示した

※マコガレイは資源評価報告書がなく、資源動向調査報告書からも系群情報が読み取れないため、“—”で示した

1) -3 大水深域での漁場整備に適用する土木技術の整理

大水深域での漁場整備に適用可能な土木技術について、既往文献や整備事例等から、最新の知見・課題を整理した。また、既存のマウンド礁について、各県に問い合わせ情報を入手し、効果の比較を行った。

1) -4 浮魚礁の増殖効果検証（文献調査及び高知沖調査）

浮魚礁の増殖効果について既存資料を収集し整理を行った。また、高知県沖の浮魚礁（黒潮牧場）を対象に、浮魚礁の採餌場機能、餌料増大機能や育成機能などの増殖効果の検証を行うための基礎資料として、現場海域における採水・試料検体の分析を行った。

①調査場所

高知県沖合の黒潮牧場 第13ブイ、第18号ブイ周辺海域（図 d-(2)-3 参照）。

②調査内容

調査内容は、表 d-(2)-3 に示す。

表 d-(2)-3 調査内容

工種名称	調査内容			摘要
	設計仕様	単位	数量	
調査準備	調査準備 機材運搬	式	1	
		式	1	
環境DNA調査	採水 試料運搬 分析試験	検体	2	2地点×1層 2検体 2検体
		式	1	
		式	1	
水質調査	蛍光強度鉛直測定 記録解析	地点	2	2地点
		式	1	
植物プランクトン調査	採水 試料運搬 分析試験	検体	4	2地点×2層 4検体 4検体
		式	1	
		式	1	
動物プランクトン調査	ネット鉛直曳き 試料運搬 分析試験	検体	4	2地点×2層 4検体 4検体
		式	1	
		式	1	

③調査位置

本調査を実施するに当り、安全かつ確実・正確な作業方法・工程等を計画立案し、調査に必要な準備（調査機器の手配・関係機関との調整を含む）を行った。また、調査地点の選定に当たっては、黒潮牧場ブイの漁獲金額の推移（表 d-(2)-4 参照）を参考に、漁獲量が多い2地点（13号ブイ、18号ブイ）を調査箇所を選定した。

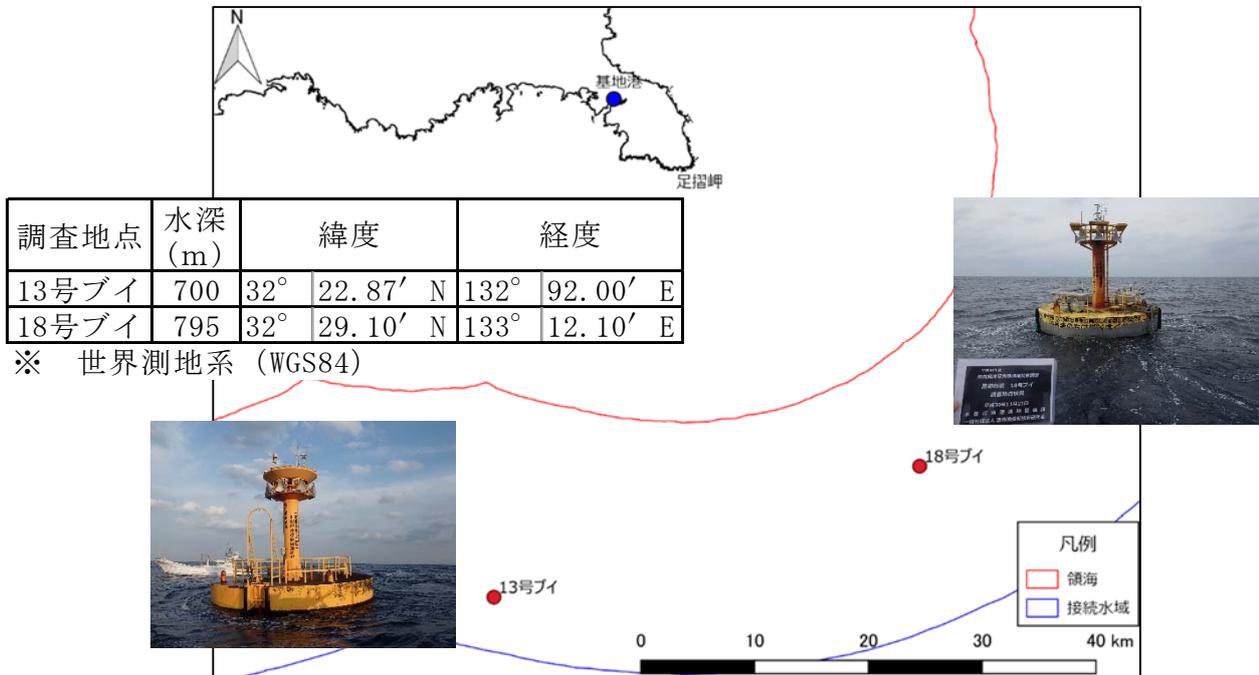


図 d-(2)-3 調査場所

表 d-(2)-4 黒潮牧場ブイの漁獲金額の推移

表2 黒牧ブイの設置状況と漁獲金額の推移 (単位: 百万円)

年	高知沖 1号	足摺沖 9(2)号 [※]	高知沖 12(3)号 [※]	室戸沖 10(4)号 [※]	足摺沖 13(5)号 [※]	足摺沖 6号	室戸沖 16(7)号 [※]	興津沖 8号	沖ノ島沖 11号	安芸沖 14号	芸東沖 15号	中芸沖 17号	足摺沖 18号	窪川沖 20号	大月沖 21号	甲斐沖 19号	漁獲金額 合計	黒潮ブイ 設置基数	年平均 漁獲高	
S59 (1984)	S59.12設置																			
S60 (1985)	0																			
S61 (1986)	21	S62.3設置	S63.3設置																	
S62 (1987)	S61.12回収 S63.3再設置	57	H9.3更新 H19.4更新	H1.3設置														57	1	57
S63 (1988)	0	8	0	H8.3更新 H25.3更新	H2.2設置													8	2	4
S64 (1989)	0	0	18	60	H9.3更新													78	3	26
H2 (1990)	0	0	130	41	7	H4.2設置												178	4	44
H3 (1991)	0	0	3	60	140	H18.1更新												203	4	51
H4 (1992)	0	101	0	129	331	148	H5.3設置											709	5	142
H5 (1993)	0	17	0	50	75	4	0											146	6	24
H6 (1994)	0	H7.2更新 H17.2更新	0	25	178	27	38	H7.2設置 H18.1更新										268	5	54
H7 (1995)	1	24	1	3	83	11	2	H8.2設置										126	7	18
H8 (1996)	0	7	10	13	171	6	1	44	1	H10.3設置								253	8	32
H9 (1997)	0	0	0	8	185	8	7	0	8	H20.3更新	H10.12設置							217	8	27
H10 (1998)	H10.3回収	81	0	20	221	36	69	0	45	6	H24.5更新							479	9	53
H11 (1999)		15	39	21	298	50	H10.12回収 H11.12設置	9	11	79	35	H11.12設置	H13.3設置					556	9	62
H12 (2000)		2	54	0	103	44	19	2	66	14	H12.3回収 H13.4回収	25	H23.11更新					330	10	33
H13 (2001)		4	74	H13.6回収 H15.3回収	181	13	3	33	117	7	6	12	62					512	11	47
H14 (2002)		44	20	H17.8回収 H17.10回収	254	31	20	78	41	6	14	8	88					605	11	55
H15 (2003)		33	1	8	H15.1回収 H16.4回収	3	27	1	24	6	13	26	82					223	11	20
H16 (2004)		43	29	61	240	128	95	15	137	25	40	200	291					1,305	12	109
H17 (2005)		1	2	6	150	0	41	0	H16.10回収	3	94	2	20					319	11	29
H18 (2006)		2	0	25	268	2	12	0	H19.2回収	7	16	H17.9回収	191					523	10	52
H19 (2007)		3	7	7	365	29	5	6	112	3	90	H20.8回収	43					670	11	61
H20 (2008)		22	8	12	260	18	H20.3回収	5	37	5	11	1	95					474	10	47
H21 (2009)		0	1	3	175	1	H22.3回収	1	27	21	9	69	35					342	11	31
H22 (2010)		5	44	19	375	2	0	0	7	9	42	0	59	H2.10設置	H22.11設置	H3.3設置		562	12	47
H23 (2011)		2	63	4	380	12	10	0	57	7	47	0	47	0	5	1		635	15	42
H24 (2012)		1	3	0	277	5	3	0	46	7	2	1	46	7	18	20		436	15	29
H25 (2013)		0	4	0	338	5	0	0	8	3	54	0	10	1	49	58		530	15	35
H26 (2014)		20	59	4	208	32	24	7	7	2	6	11	25	24	80	62		571	15	38
H27 (2015)		H27.3 設置	0	8	0	409	13	23	0	8	2	46	14	13	1	139	3	679	15	45
累計	22	492	578	578	5,672	630	401	204	759	212	525	368	1,107	33	291	144		11,995	266	45
年平均	2	18	21	23	227	26	20	10	42	12	33	28	74	7	58	29		※括弧内は旧ブイ番号		

出典) : 杉本 (2015) 浮魚礁モニタリング調査 平成 27 年度浮魚礁効果調査. 高知県 HP.

1) -5 大水深域における新たな漁場整備の方向性の課題・検討方針の整理

1) -1 及び 1) -2 の資源状況と生活史を含む生態等について、既往文献・関連産学会の動向調査、必要に応じて関係者からヒアリングを行い、最新の知見・課題を系群ごとに整理した。また、1) -3 の大水深域での既往の漁場整備技術と掛け合わせ、総合的に評価し、今後の大水深域における新たな漁場整備の方向性について課題・検討方針を整理し、とりまとめた。平成 30 年度は、マアジ、マダラ（2 種 5 系群）をモデルケースの対象とし、系群ごとに増殖シナリオとして漁場整備の方向性を示した。

2) 検討会の設置

2) -1 資源・生態 WG 及び整備技術・効果 WG の開催

有識者及び専門家による 2 つの WG（資源・生態 WG、整備技術・効果 WG）を組織し、1) の検討方法や検討結果、調査結果等について、課題や問題点を整理した。WG メンバーを表 d-(2)-5 に示す。

表 d-(2)-5 WG メンバー一覧

ワーキンググループ	役職	氏名	所属
資源・生態 WG	WG 長	中田 英昭	長崎大学名誉教授
	メンバー	中瀬 浩太	五洋建設株式会社
整備技術・効果 WG	WG 長	中泉 昌光	東京海洋大学 先端科学技術研究センター 特任教授
	メンバー	小松 英則	東洋建設株式会社
	メンバー	五十嵐 武	新日鉄住金エンジニアリング株式会社
	メンバー	笠原 宏紹	新日鉄住金エンジニアリング株式会社

2) -2 検討会の開催

WGメンバー及び発注者を含む検討委員による検討会を開催し、WGにより抽出された本課題の課題や問題点について解決策を提示し、検討委員会での議論を経て成果に反映した。

検討委員を表 d-(2)-6 に示す。

検討委員会では、主に以下の内容を確認した。

- ① 対象種の特徴
TAC/TAE 対象種等について、生活史や生態等の整理結果の妥当性
- ② 対象種の魚礁性
既存資料から、魚種ごとの考えられる魚礁性の整理結果の妥当性
- ③ 資源増殖シナリオ
各成長段階の増殖の考え方および対策の検討結果の妥当性
- ④ 漁場整備技術・効果
魚礁性を踏まえた増殖効果をもたらす整備技術の検討結果の妥当性
増殖効果に対する知見の少ない浮魚礁については、環境 DNA 調査及び増殖効果把握調査手法及び調査結果（増殖効果の潜在性）の考察の妥当性
- ⑤ 今後の方向性
増殖シナリオへの適用に向け、今後必要となるその他の整備技術について

表 d-(2)-6 検討委員会委員一覧

役職	氏名	所属	専門分野
委員長	中田 英昭	長崎大学名誉教授	水産海洋
委員	橋本 明彦	全国遠洋沖合漁業信用基金協会専務理事 (前日本海・九州西広域漁業調整委員会会長)	水産行政
委員	八木 宏	防衛大学校 システム工学群建設環境工学科 教授	水産工学
委員	岩田 繁英	東京海洋大学 海洋生命科学部海洋生物資源学科 助教	水産資源

e. 結果

(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発

1) 漁業情報データベースを使用した漁業実体の把握

1) -1 日本海西部海域の漁業実体

本調査では、方法部での記述に基づき、約 23 万件の操業記録とそれに関連づけられた環境データ（水温、塩分、流向・流速および底質）を含む漁業情報 DB を作成した。これを用いて日本海西部海域を含む日本海の漁業実体を把握した。日本海の沖底の全努力量（曳網回数）は 2005 年の 14.6 万回から 2016 年の 12.7 万回へ漸減した。鳥取・兵庫船の努力量は 2.9 万回から 2.4 万回間を維持していた。また鳥取・兵庫船の努力量のうち魚礁設置のある小漁区に投下された努力量は設置の始まった 2010 年に約 2600 回であったが増加し、2012 年以降は 5000 回程度となった（図 e-(1)-1）。

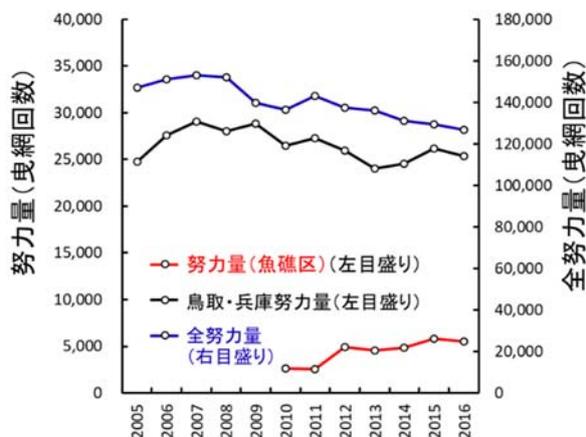


図 e-(1)-1 努力量の経年変化

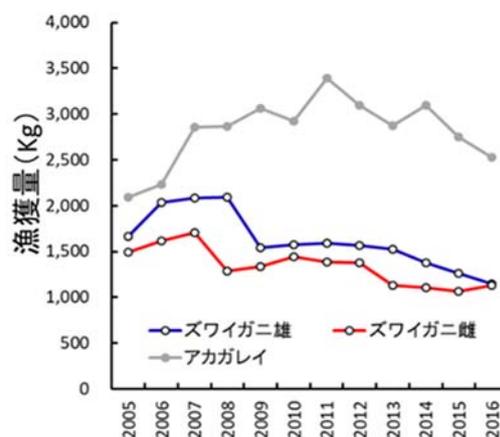


図 e-(1)-2 漁獲量の経年変化

ズワイガニ雄の漁獲量を見ると、2006 年から 2008 年は 2000 t 以上の高位を維持したが、2009 年に 1500 t 近くまで急減少し、その後も漸減しながら 2016 年には約 1150 t となった（図 e-(1)-2）。ズワイガニ雌の漁獲量は、漁業情報 DB 収録期間（2005～2016 年）の中では 2007 年が最大漁獲量の約 1700 t であったがその後減少し、2016 年には約 1130 t となった（図 e-(1)-2）。アカガレイの漁獲量を見ると、2005 年以降増加し 2011 年には最大の約 3400 t となったがその後に漸減し、2016 年には約 2530 t となった。日本海全体の CPUE（総漁獲量/全曳網回数）の経年変化は、各魚種ともに漁獲量と同様の傾向であった。

漁獲努力量とズワイガニ雄・雌およびアカガレイの漁獲量の分布傾向を示すため、2005 年～2016 年の小漁区ごとの努力量と（図 e-(1)-3）、各魚種の漁獲量の分布をそれぞれ示した（図 e-(1)-4～6）。

水深 200～500m の沖底漁場が形成される水深帯に沿って、努力量は浜田沖から隠岐に向かって北東に、また隠岐西側を但馬沖に向かって南東に帯状に広がって分布しており、特に隠岐北方海域から浜田沖海域にかけて大きい傾向が見られた（図 e-(1)-3）。またズワイガニ雄・雌ともに漁獲量は、隠岐周辺海域で大きく、特に隠岐北方および西方海域において大きくなる傾向が見られた（図 e-(1)-4、5）。アカガレイの場合、隠岐西方海域でも漁獲されるものの、特に但馬沖で大きくなる傾向が見られた

(図 e-(1)-6)。2005 年から 2016 年の全期間平均によると、兵庫・鳥取県船籍の船によりズワイガニ雄・雌 (80 %以上) およびアカガレイ (約 76 %) とともに大部分が漁獲されていた。また、ズワイガニ雄・雌ともに冬季の 11 月・12 月期間中に約 36 %以上が漁獲されていた。また、アカガレイの 11 月・12 月の漁獲量は全体の約 24 %であった。

なお、漁業情報 DB に収録された水温、塩分、流向・流速および底質データについては、努力量、各魚種漁獲量および CPUE と合わせて、必要に応じて年、月、表示海域を任意に変化させて作図できるよう、コンピュータプログラムを作成した。例として、漁業情報 DB により作成した海底地形図 (図 e-(1)-7) および 2016 年の底層の流向 (図 e-(1)-8) および水温・塩分の分布図を示す (図 e-(1)-9)。

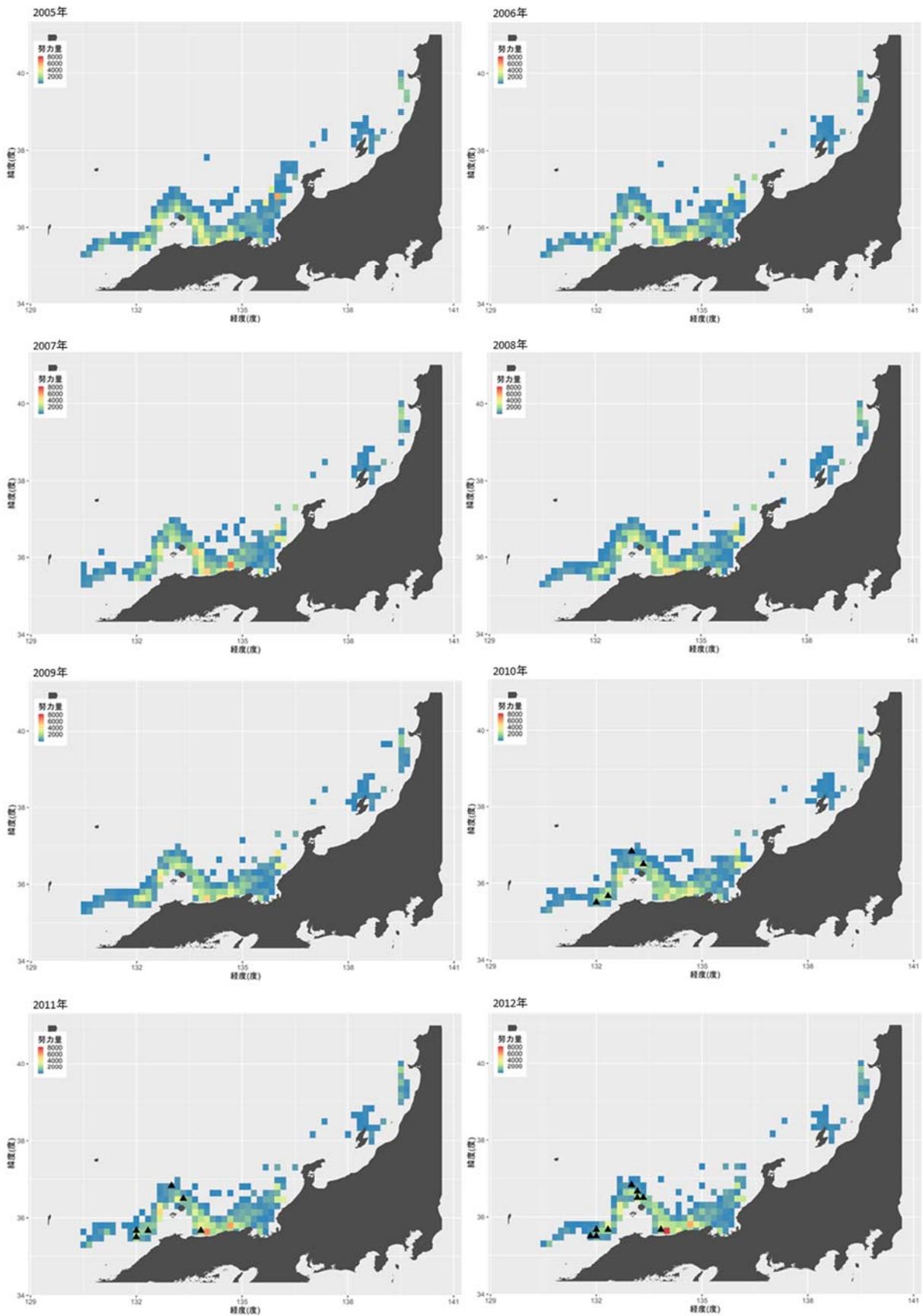


図 e-(1)-3 年別の努力量分布 (2005~2012)

▲ : 魚礁設置区

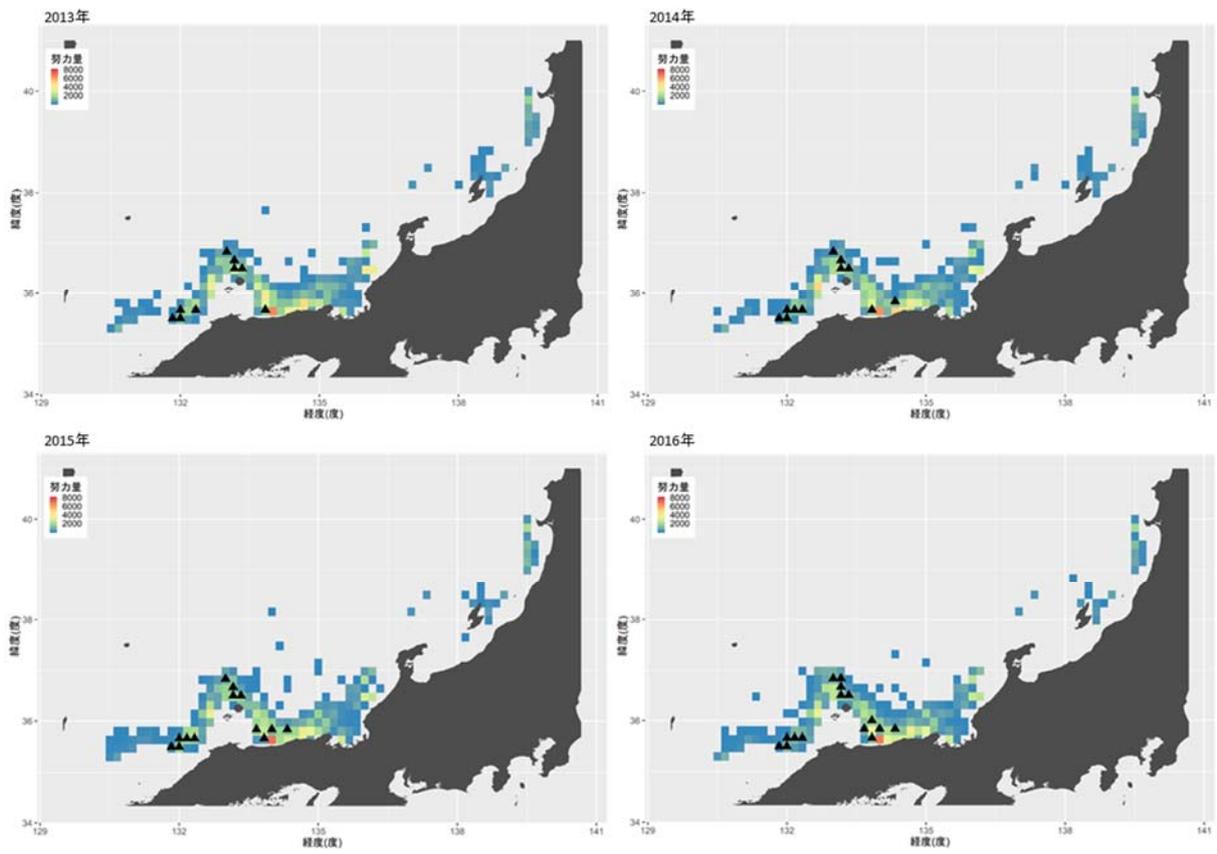


図 e-(1)-3 年別の努力量分布 (2011~2016 年)

▲ : 魚礁設置区

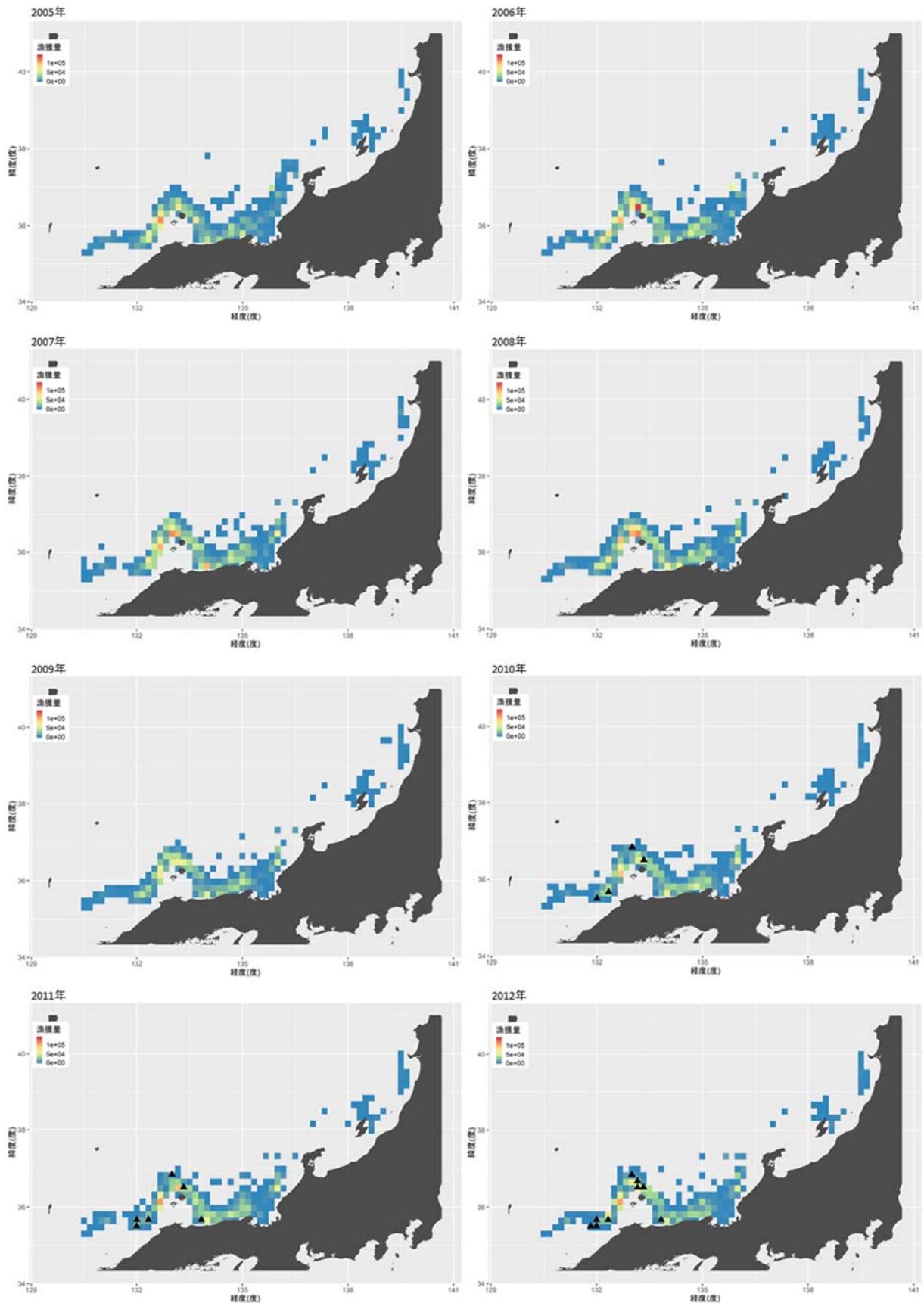


図 e-(1)-4 ズワイガニニ雄の漁獲量分布 (2005~2012)
 ▲ : 魚礁設置区

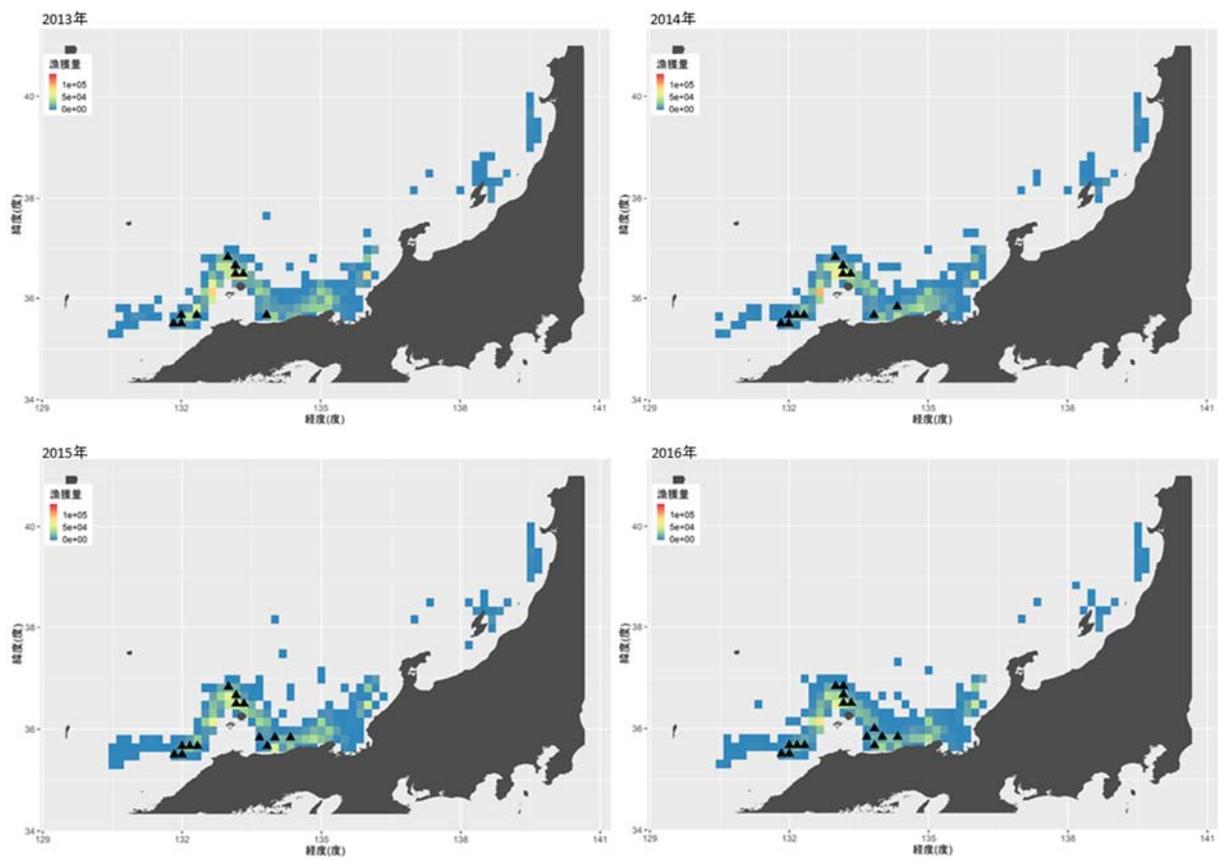


図 e-(1)-4 ズワイガニ雄の漁獲量分布 (2013~2016)

▲ : 魚礁設置区

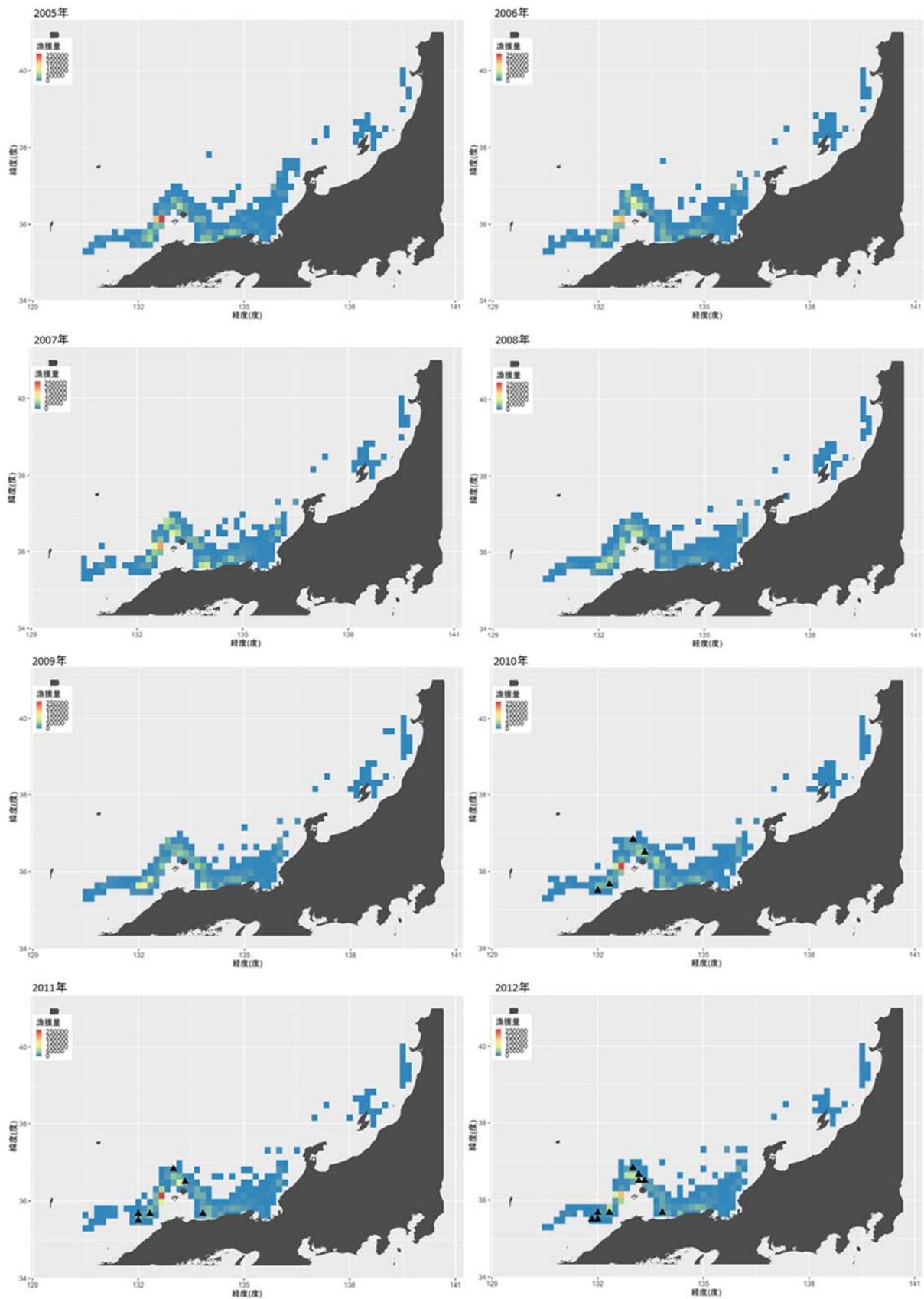


図 e-(1)-5 ズワイガニ雌の漁獲量分布 (2005~2012)
▲ : 魚礁設置区

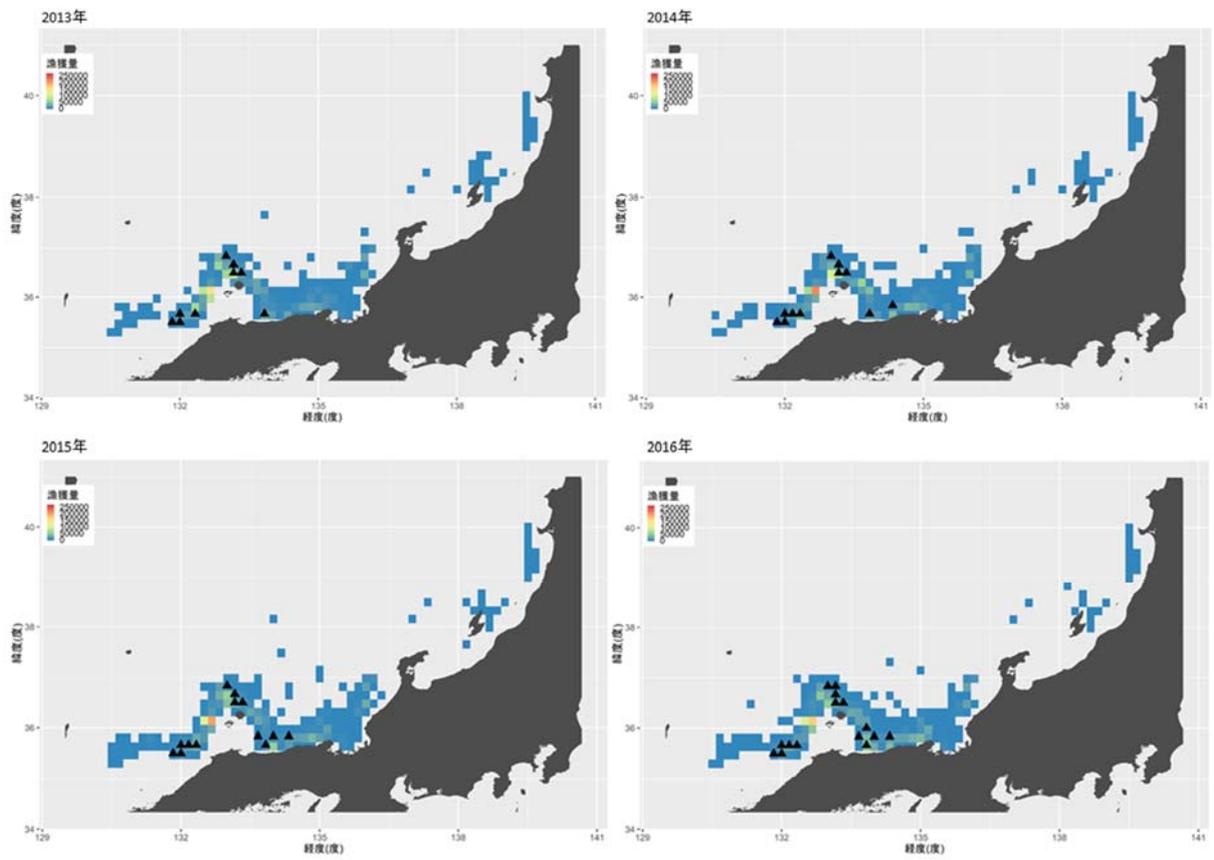


図 e-(1)-5 ズワイガニ雌の漁獲量分布 (2012~2016)
 ▲ : 魚礁設置区

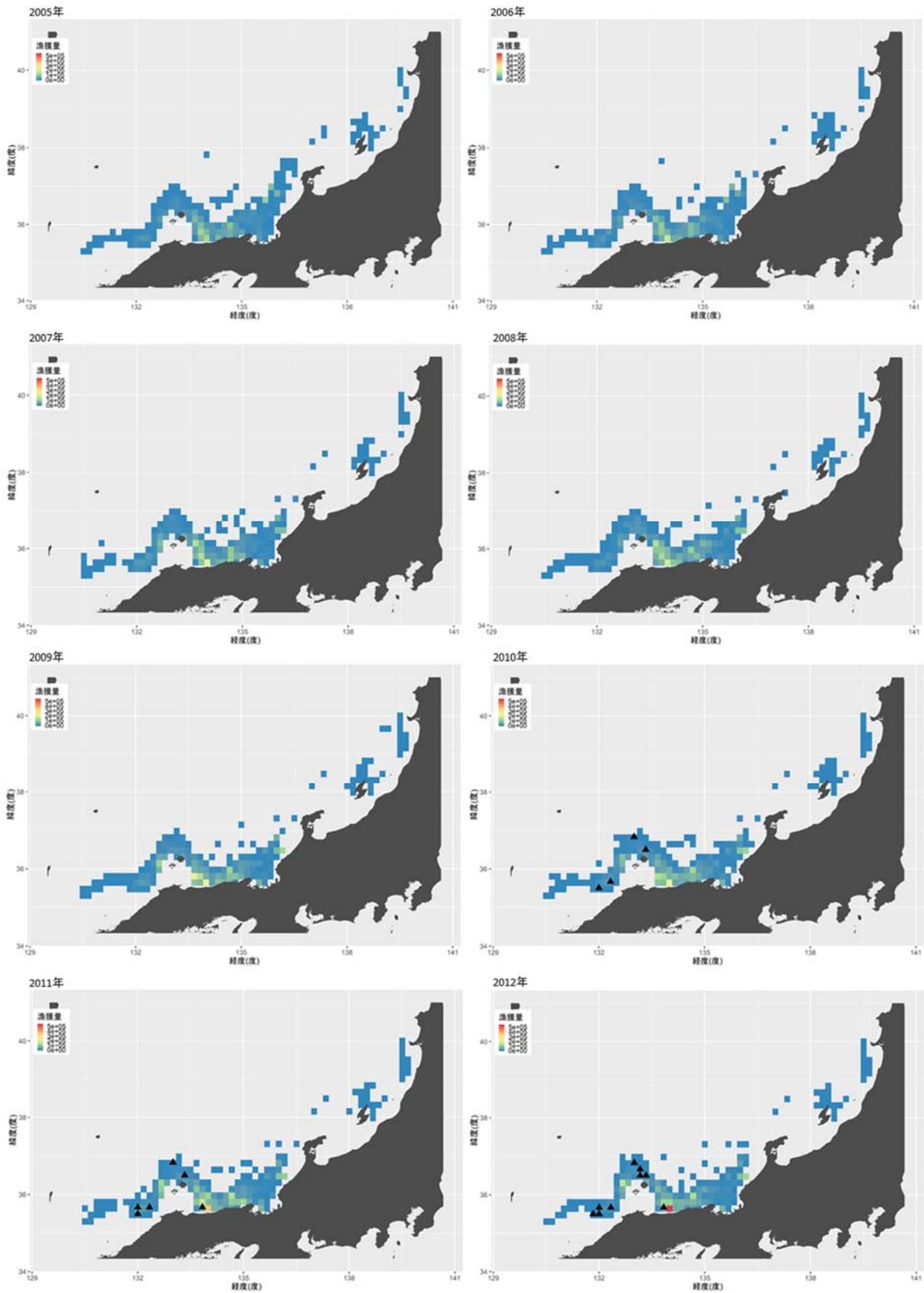


図 e-(1)-6 アカガレイの漁獲量分布 (2005~2012)
▲ : 魚礁設置区

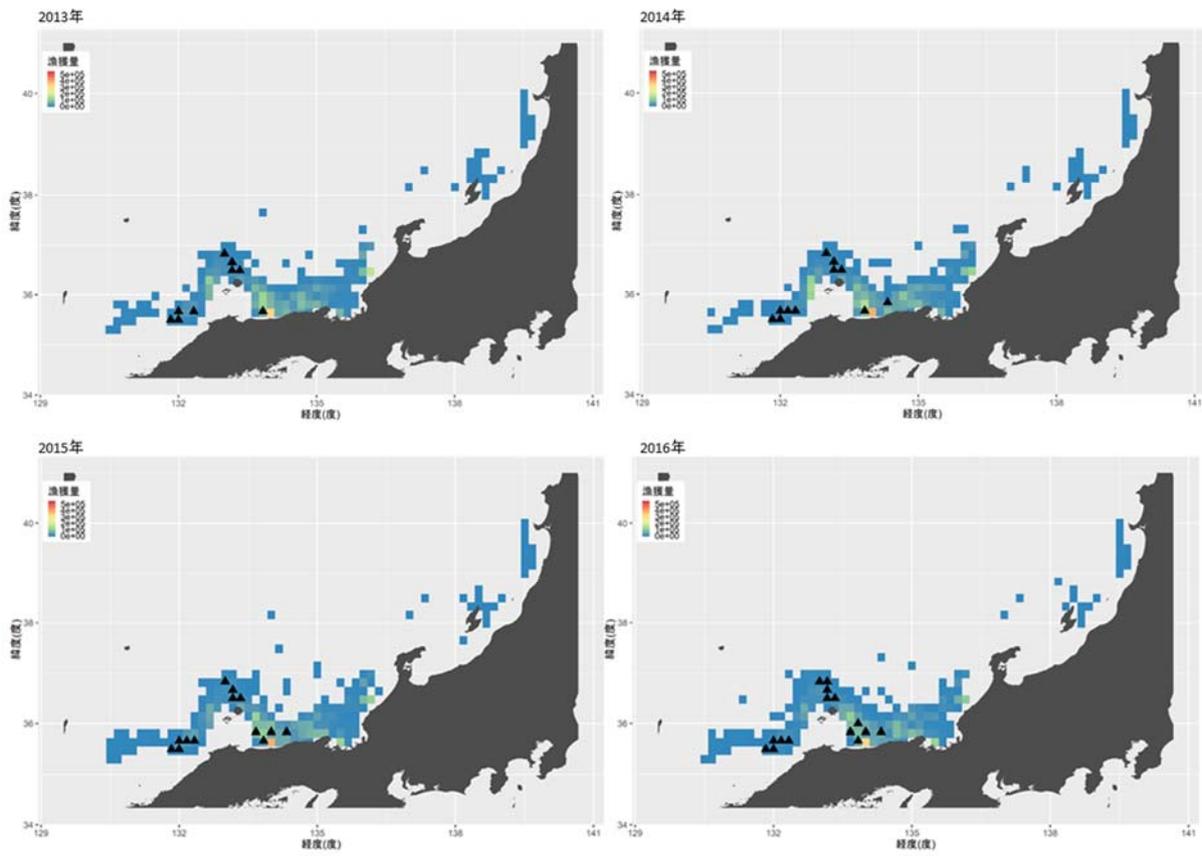


図 e-(1)-6 アカガレイの漁獲量分布 (2012~2016)
▲ : 魚礁設置区

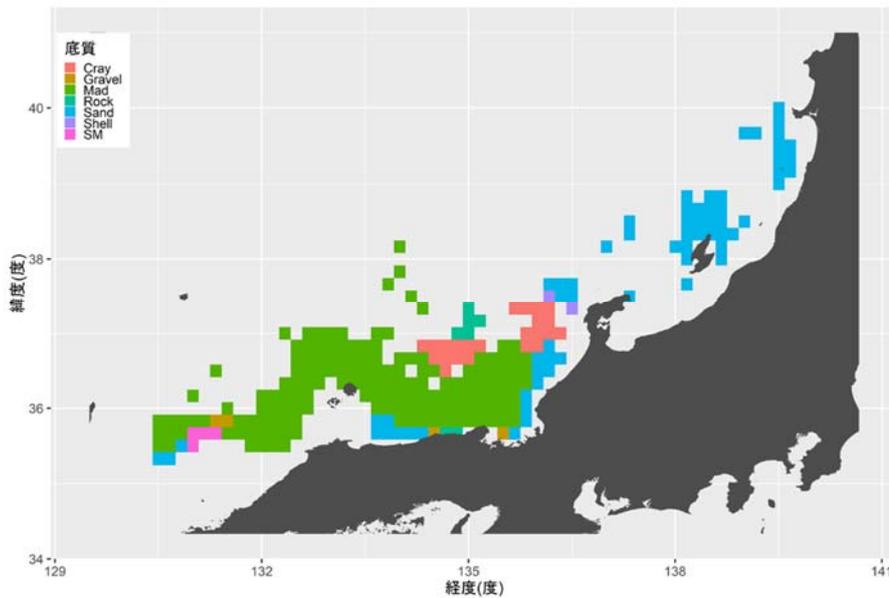


図 e-(1)-7 小漁区別の代表底質
Cray:粘土、Gravel:礫、Mad:泥、Rock:岩、Sand:砂、Shell:貝殻、SM:砂泥

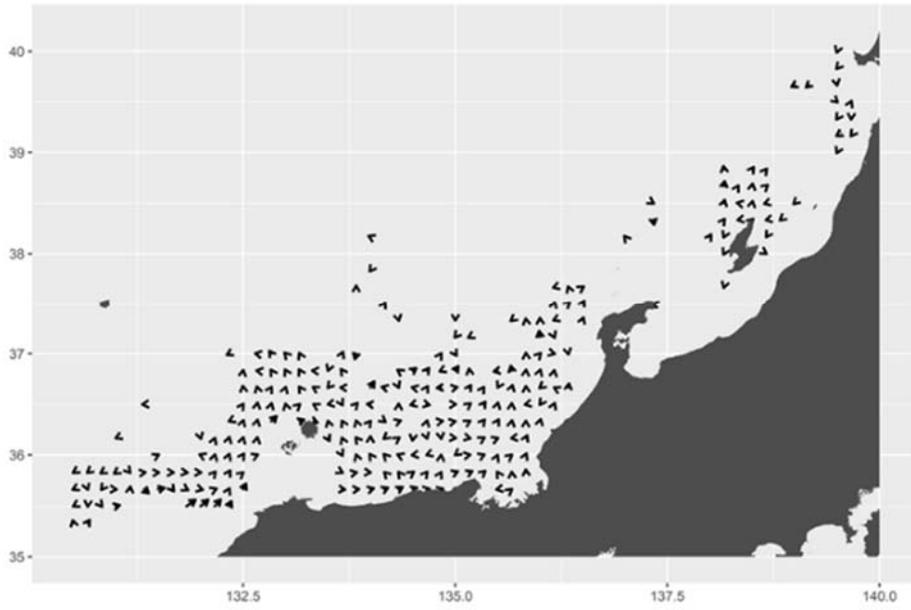


図 e-(1)-8 底層の平均流向分布 (2016 年例)

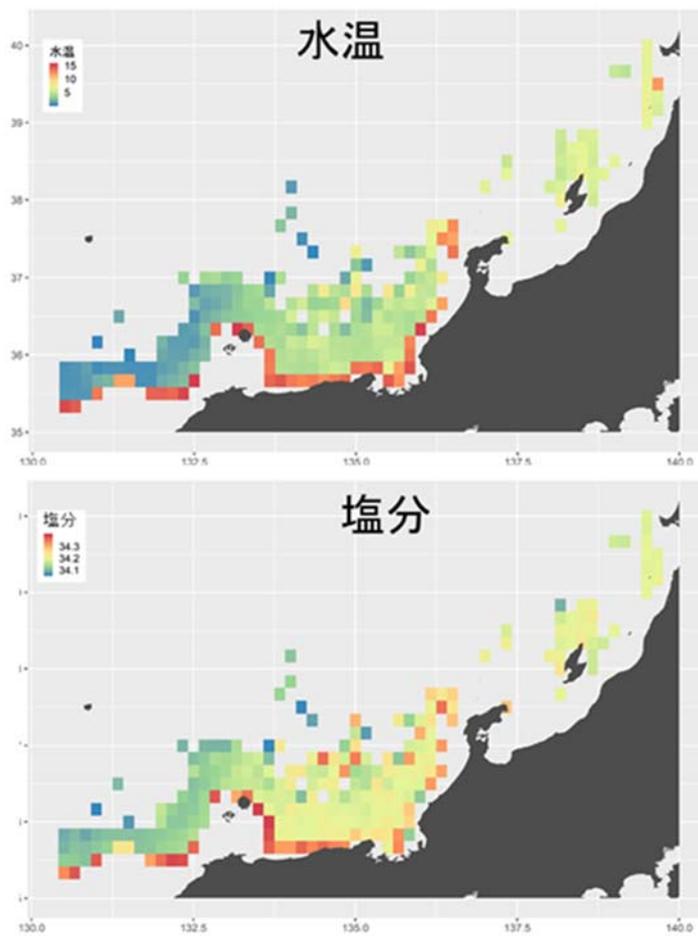


図 e-(1)-9 底層の水温・塩分分布 (2016 年例)

1) -1 長崎県海域の漁業実体

本調査では、上記において構築された漁業情報 DB を用いて長崎県海域の漁業実体を把握した。長崎県全域の標本船 30 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 4946

（4832）航海がなされ、合計操業数は 19,151（22,591）操業であった（図 e-(1)-10）。また、人工魚礁から 200m 以内の操業が行われた割合は、全船平均で 23.5

（22.0）%であった（図 e-(1)-10）。以降、海域別に記載するが、特に魚礁利用率が最も大きかった壱岐海域については詳細に記述する。

五島海域

五島海域では、標本船 6 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 856（893）航海がなされ、合計操業数は 3337（4804）操業であり、人工魚礁での操業割合は 15.8（18.6）%であった。（表 e-(1)-1）。

五島海域の平成 26 年の総漁獲量は 18,782 kg であった。魚種別にみると、マグロ類が最も多く 5,655 kg（30.1%）、次いでサワラ類 3,264 kg、カツオ類 2,832 kg、マダイ 1,806 kg、ブリ 1,038 kg の順であった。五島海域の平成 27 年の総漁獲量は 12,692 kg であった。魚種別にみると、サワラ類が最も多く 4,740 kg（37.3%）、次いでメダイ 1,577 kg、ブリ 1,101 kg、カツオ類 934 kg、マダイ 907 kg、イカ類 845 kg の順であった。

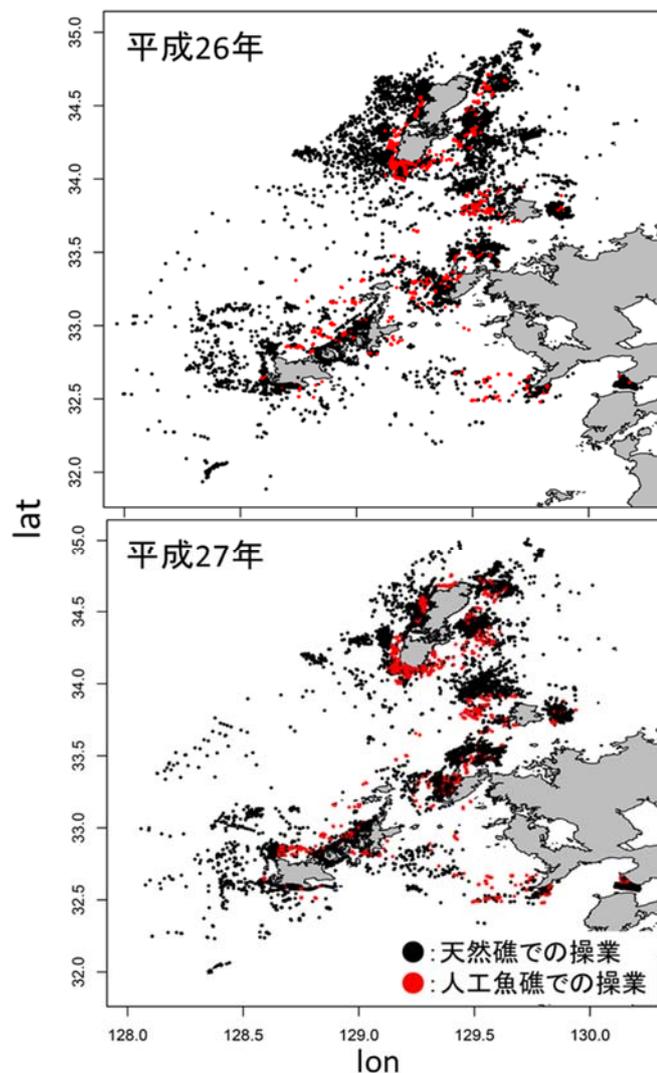


図 e-(1)-10 平成 26・27 年漁期の操業位置

表 e-(1)-1 海域別航海

地域	標本船数	年	航海数		操業数		人工魚礁操業数		(%)
			全航海	全航海/船数	全操業	全操業/船数	全操業	全操業/船数	
五島	6	26	856	143	3337	556	521	87	15.6
		27	893	149	4804	801	895	149	18.6
壱岐	5	26	621	124	2334	467	1069	214	45.8
		27	705	141	3132	626	1098	220	35.1
長崎県北部	5	26	960	192	3373	675	1009	202	29.9
		27	966	193	4927	985	1228	246	24.9
長崎県南部	6	26	867	145	3108	518	734	122	23.6
		27	733	122	3355	559	881	147	26.3
対馬	8	26	1642	205	6999	875	1178	147	16.8
		27	1535	192	6373	797	867	108	13.6

長崎県北部海域

長崎県北部海域では、標本船 5 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 960（966）航海がなされ、合計操業数は 3337（4927）操業であり、人工魚礁での操業割合は 29.9（24.9）%であった（表 e-(1)-1）。

長崎県北部海域の平成 26 年の総漁獲量は 33,534 kg であった。魚種別にみると、メダイが最も多く 14,949 kg（44.6%）、次いでイカ類 9,178 kg、ブリ 1,248 kg、サワラ 1,216 kg の順であった。長崎県北部海域の平成 26 年の総漁獲量は 34,911 kg であった。魚種別にみると、イカ類が最も多く 18,007 kg（51.6%）と過半を占めた。次いでメダイ 9,264 kg、ブリ 2,936 kg、サワラ 1,371 kg の順であった。

長崎南部海域

長崎県南部海域では、標本船 6 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 867（733）航海がなされ、合計操業数は 3108（3353）操業であり、人工魚礁での操業割合は 23.6（26.3）%であった（表 e-(1)-1）。

長崎県南部海域の平成 26 年の総漁獲量は 9,345 kg であった。魚種別にみると、マアジが最も多く 5,466 kg（58.5%）、次いでカワハギ類 1,643 kg、マダイ 780 kg の順であった。長崎県南部海域の平成 27 年の総漁獲量は 6,016 kg であった。魚種別にみると、マアジが最も多く 4,683 kg（77.8%）と大半を占めた。次いでマダイ 626 kg、カサゴ 330 kg、キントキダイ類 148 kg の順であった。

対馬海域

対馬海域では、標本船 8 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 1642（1535）航海がなされ、合計操業数は 6999（6373）操業であり、人工魚礁での操業割合は 16.8（13.6）%であった（表 e-(1)-1）。

対馬海域の平成 26 年の総漁獲量は 85,204 kg であった。魚種別にみると、マグロ類が最も多く 16,352 kg（19.2%）、次いでブリ 12,690 kg、マダイ 6,920 kg、イカ類 6,525 kg、サバ類 6,255 kg、アカムツ 4,797 kg の順であった。平成 27 年の総漁獲量は 67,847 kg であった。魚種別にみると、ブリが最も多く 19,985 kg（29.5%）、次いでアカムツ 8,850 kg、マダイ 6,292 kg、イカ類 5,677 kg、サバ類 3,845 kg、サワラ 3,742 kg の順であった。

壱岐海域

壱岐海域では、標本船 5 隻合計で平成 26 年（平成 27 年）は 621（705）航海がなされ、合計操業数は 2334（3132）操業であり、人工魚礁での操業割合は 45.8（35.1）%と 5 海域中最大であった（表 e-(1)-1）。

標本船 5 隻のうち、ある 1 隻は航海数および航海当たり合計漁獲量が他 4 船と比べ極端に低い（1/3 程度）ことから、以後の解析は標本船 4 隻を対象として行うこととした。

平成 26 年および平成 27 年の壱岐 4 隻の合計航海数は 520 および 567 航海であり、それぞれ 1940 地点（人工魚礁：1033、天然礁：907）および 2364 地点（人工魚礁：979、天然礁：1385）で操業されていた（図 e-(1)-11）。人工魚礁での操業（人工魚礁の設置中心から半径 200 m 以内の操業）の多くは壱岐西沖において行われていた。一方で、天然魚礁での操業（人工魚礁の設置中心から半径 200m 以外の操業）の多くは、人工魚礁での操業の大部分が行われた海域より北側の、壱岐北西沖に位置する七里ヶ曾根（中心緯度経度：33.95 度、129.50 度）の周辺海域で行われていた。

平成 26 年および平成 27 年の 4 隻合計の漁獲量は 15,496 および 18,537 kg であり、両年ともに、メダイ（両年平均 27.5%）、ブリ（28.2%）、クロマグロ（11.8%）およびマダイ（9.7%）の漁獲量が多かった。平成 26 年および平成 27 年の 4 隻合計の漁獲額は 1,550 および 1,854 万円であり、メダイ漁獲額の割合は両年ともに約 44%と漁獲魚種中で最も大きかった。

各航海の人工魚礁での操業時間割

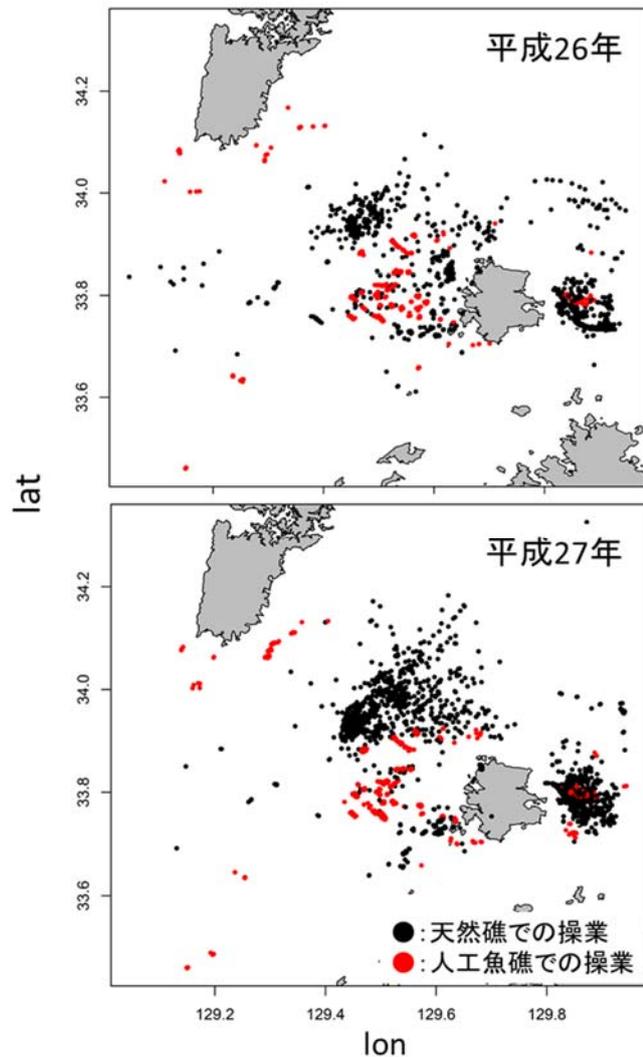


図 e-(1)-11 平成 26・27 年漁期の壱岐海域の操業位置

合の頻度分布を（図 e-(1)-12）に示した。多くの航海が人工魚礁（36.2%）または天然礁（47.1%）のみでの操業であったが、両海域で操業が行われた航海（16.7%）も見られた（図 e-(1)-11）。天然礁でのみ、あるいは人工魚礁でのみ操業が行われた航海において、主要魚種の漁獲組成は大きく異なった（カイ2乗検定， $p<0.01$ ）（図 e-(1)-13）。天然礁のみで操業が行われた航海では、ブリ（40.5%）とクロマグロ（16.5%）の漁獲が過半を占めた。一方、人工魚礁のみで操業が行われた航海では、漁獲量の70.0%をメダイが占めた。

上記から、壱岐の漁船漁業者にとって人工魚礁は重要な漁場として利用されていることが分かり、特にメダイの漁獲は人工魚礁に負っているところが大きいと言えよう。

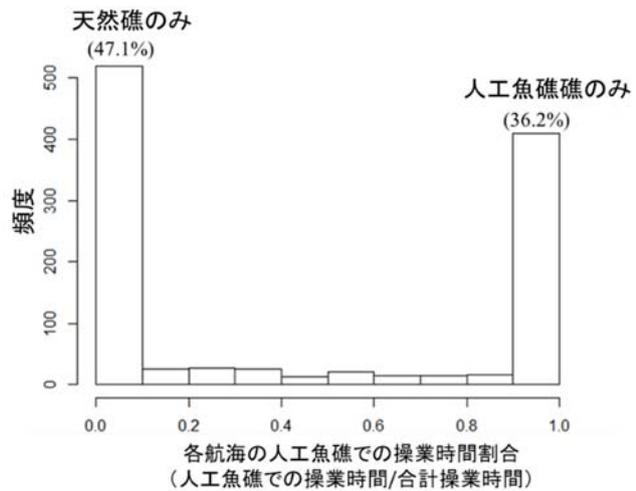


図 e-(1)-12 各航海の人工魚礁での操業時間割合の頻度分布

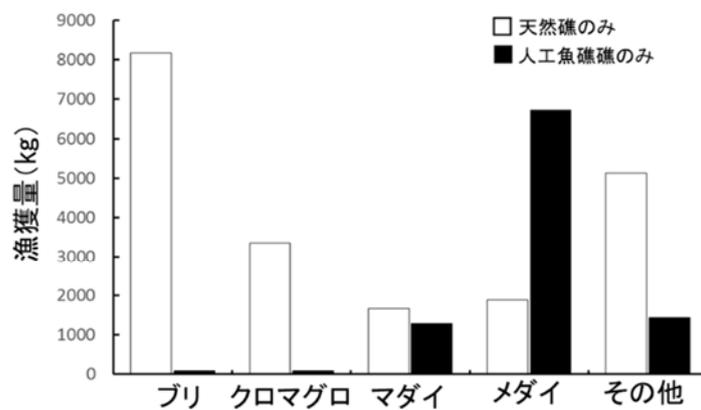


図 e-(1)-13 天然礁あるいは人工魚礁でのみ操業が行われた航海における漁獲魚種組成

2) 定量的効果評価のための統計モデルの作成

2) -1 努力量および資源密度予測モデルの推定

例として、努力量予測モデルから推定した最近年(2016年11月)の努力量の分布を図 e-(1)-14 に示した。努力量は浜田沖から隠岐に向かって北東に、また隠岐西側を但馬沖に向かって南東に帯状に広がって分布しており、特に隠岐北方海域で大きい傾向が見られた。また、努力量予測モデルより、魚礁設置により設置区では平均1% (sd=0.4) の努力量の増大が推定された。

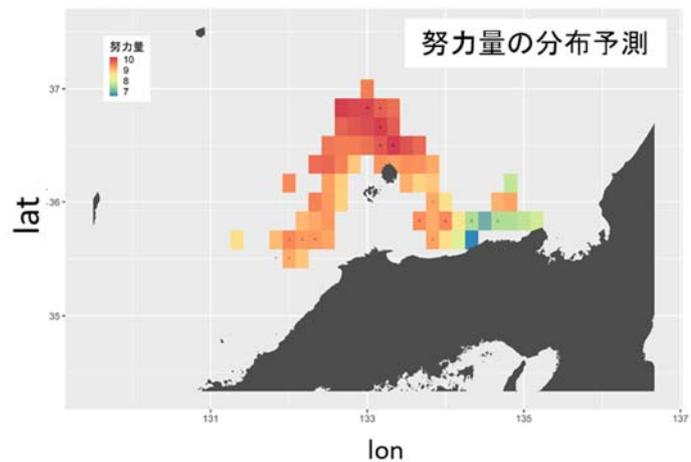


図 e-(1)-14 努力予測モデルから推定した努力量分布

一般的に、統計モデルから算出された CPUE (標準化 CPUE) は資源密度の指標と考えられている。資源密度予測モデルから推定した最近年(2016年11月)のズワイガニ雄・雌とアカガレイの CPUE の分布を図 e-(1)-15 に示した。

11月の資源密度の分布をみるとズワイガニ雄は隠岐北方で、ズワイガニ雌は隠岐西方海域に多く分布する傾向がみられた。一方でアカガレイは但馬沖に多く分布する傾向が捉えられている。また12月も類似の傾向であった。

本年度作成した資源密度予測モデルからは魚種のうち、ズワイガニ雄とアカガレイについて魚礁設置による資源量の増大効果が検出された。そこで2)-2 ではズワイガニ雄とアカガレイに注目し整備効果の推定結果を記述する。

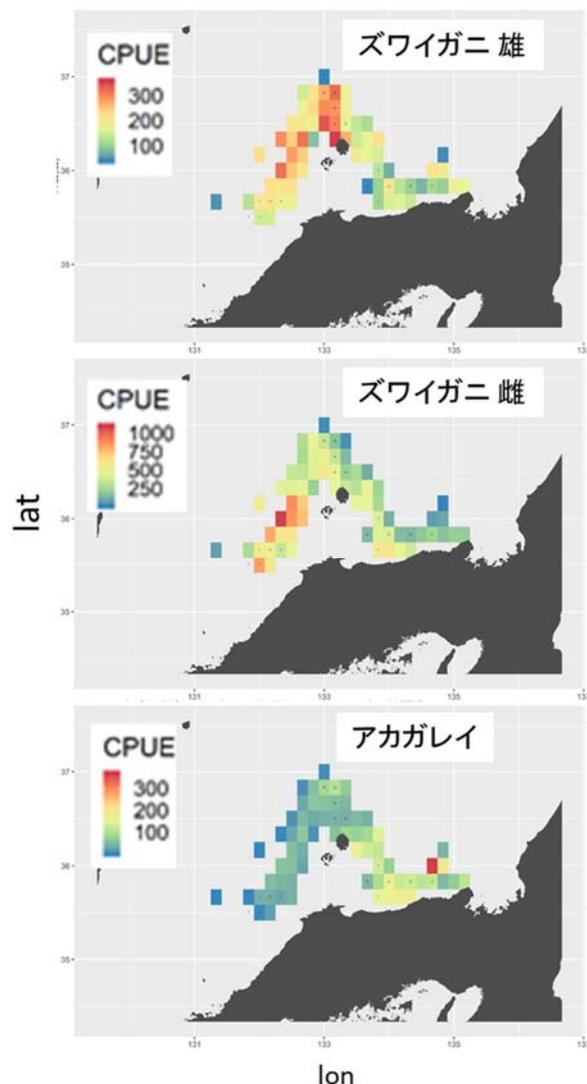


図 e-(1)-15 資源密度予測モデルから推定した CPUE

2) -2 整備効果推定

2010年から段階的に保護育成礁が設置されてきたが、毎年の設置状況を考慮し、得られた資源密度予測モデルより以下の方法で、11・12月の二ヶ月間の魚礁設置によるズワイガニ雄およびアカガレイの資源密度への増大効果を算出した。すなわち、魚礁が設置されている小海区のデータのみを使用し、統計モデルを用いて、魚礁がある場合のCPUEの推定値を算出する。また同様に統計モデルにより魚礁がない場合のCPUEの推定値を算出し、これらを引き算することで予測整備効果を推定した(式3)。さらに、統計モデルから推定した現状の魚礁設置状況でのCPUE推定値に現状の努力量をかけて合算した現状漁獲量推定値から、同様に統計モデルから推定した魚礁が無い場合のCPUE推定値に現状の努力量をかけて合算した魚礁なし漁獲量推定値を引くことで、現状の魚礁により増大している漁獲量の推定値である漁獲量の増大効果(以降、漁獲量増大効果)を算出した(式4)。また、式4で得られた漁獲量増大効果を、総漁獲量で割り算することで漁獲量増大率(%)を求めた(式5)。

漁獲量増大効果の算出

$$\text{漁獲量増大効果} = T_t - N_t$$

$$= \sum \text{現状の魚礁状況の CPUE 推定値} \cdot \text{現状の努力量} - \sum \text{魚礁のない場合の CPUE 推定値} \cdot \text{現状の努力量} \quad (\text{式 4})$$

ただし、 T_t および N_t の算出方法は以下の通りである。

$C_{i,t}$: t 年の魚礁がない場合の i 漁区の単位漁区当たりの推定漁獲量

$H_{i,t}$: t 年の魚礁がある場合の i 漁区の単位漁区当たりの推定漁獲量

bbt, cct, aat : それぞれ、魚礁がある小漁区数、魚礁なし小漁区数、全小漁区数

F_t, N_t : それぞれ、 t 年の現状の漁獲量の推定値、魚礁がない場合の漁獲量の推定値

$$T_t = \sum_{i=1}^{bbt} H_{i,t} + \sum_{i=1}^{cct} C_{i,t}$$

$$N_t = \sum_{i=1}^{bbt+cct} C_{i,t}$$

漁獲量増大率の算出

$$\text{漁獲量増大率} = \text{漁獲量増大効果} / \text{総漁獲量} \times 100 \quad (\text{式 5})$$

ズワイガニ雄

ズワイガニ雄への漁獲量増大効果は魚礁設置の開始後2年目になる2012年から増加し始め、その後は高水準を保っており、近年では兵庫・鳥取船の11月・12月の二ヶ月間の操業で、約2500kgの増大効果が見積もられた(図e-(1)-16)。魚礁が設置されている小漁区内の漁獲量増大効果はモデルより2.06%と算出された。小漁区の大きさは18km×18km(324km²)である。それに対して、魚礁設置面積は1基あたり2km×2km(4km²)と小漁区の約1%に過ぎないことを考慮すれば、魚礁設置は漁獲量(資源量)の増大に有効であ

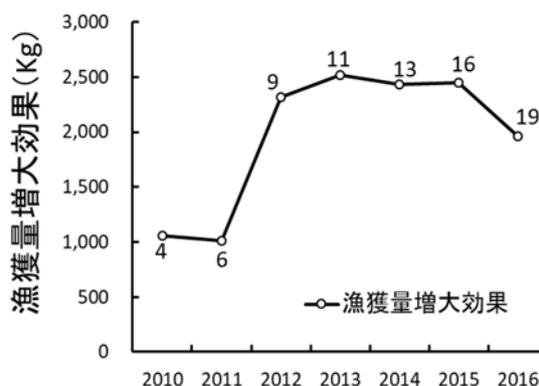


図 e-(1)-16 資源密度予測モデルより推定した漁獲量増大効果(kg)
グラフ上の数字は魚礁設置数

ると判断できる。また魚礁設置による漁獲量増大率を総漁獲量に対する比(%)として表したものが図 e-(1)-17 である。この結果より魚礁設置により、11月・12月の兵庫・鳥取船の総漁獲量の 0.2~0.5%を増大させる効果があると推定できた。

本調査において、統計モデルを用いて、式 4 より推定される漁獲量増大効果は、各年の漁獲量と魚礁設置漁区内の努力量、および魚礁設置漁区数によって決定される。2012 年以降、漁獲量増大効果は 2500 kg 前後の横ばいとなっている。この理由として、漁獲量の減少効果と、魚礁の設置区数の増加する効果が相殺し、漁獲量増大効果が一定となっていることが推察された。

資源密度予測モデルより、小漁区ごとに、魚礁がある場合の CPUE の推定値から魚礁がない場合の CPUE の推定値を引き算することで(式 3)、各小漁区に魚礁設置した場合の CPUE の増大効果である予測整備効果を推定できる(図 e-(1)-18)。この海域での 2016 年のズワイガニ雄の CPUE は 3.7~26.3 kg/網であり、主漁場である隠岐北方漁場と浜田沖漁場に挟まれた隠岐西方の海域の予測整備効果は 0.5 kg/網以上であった。

アカガレイ

アカガレイの漁獲量増大効果は魚礁設置開始から増加し始め 2016 年に最大となり、兵庫・鳥取船の 11 月・12 月の二ヶ月間の操業で、約 500 kg の増大効果が見積もられた(図 e-(1)-19)。また魚礁が設置されている小漁区内の漁獲量増大効果は 7.31%と算出された。ズワイガニ雄同様、小漁区に対する魚礁設置面積の比を考慮すれば、魚礁設置は漁獲量(資源量)の増大に有効であると判断できる。またズワイガニ雄同様、漁獲量増大率を総漁獲量に対する比(%)として表したものが図 e-(1)-20 である。この結果より魚礁設置された場合、小漁区全体の漁獲量(資源量)を 0.05~0.2%増大させる効果があると推定できた。

ズワイガニ雄と同様に、式 4 より推定される漁獲量増大効果は、各年の漁獲量と魚礁設置漁区内の操業数および魚礁設置漁区数によって決定される。アカガレイの場合、ズワイガニ雄と比較して、魚礁設置区の各年の漁獲量変動が少ないために、魚礁設置区数の増加により、漁獲量増大効果も増大していると推察できる。

またズワイガニ雄同様に資源密度予測モデルより、予測整備効果を地図上に示した(図 e-(1)-21)。この海域での 2016 年のアカガレイの CPUE は 3.0~16.8 kg/網であり、主漁場である但馬沖海域の予測整備効果は 0.4 kg/網以上であった。



図 e-(1)-17 資源密度予測モデルより推定した漁獲量増大率(%)

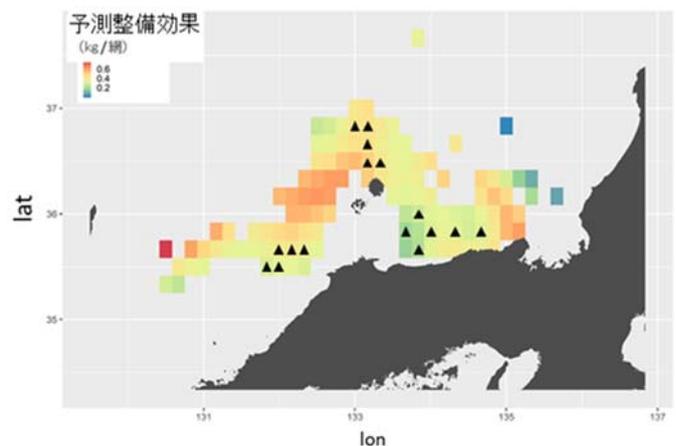


図 e-(1)-18 資源密度予測モデルより推定したズワイガニ雄に対する予測整備効果
▲: 魚礁設置小漁区

ズワイガニ雄、アカガレイ共に、魚礁の設置により小漁区の漁獲量をそれぞれ2.06%及び7.31%増大させることがモデルより推定された。一方で、総漁獲量に対する漁獲量増大率は最大で約0.5%および0.2%であった。漁獲量増大率は、漁獲量増大効果を除する分母、すなわち増大させる漁獲量（資源量）の分布範囲（＝魚礁の効果範囲）の設定に依存する。本研究で使用した漁績は小漁区（18 km×18 km）を集計単位としている。そのため、解析の最小単位は小漁区となり、それよりも詳細な解析は行うことができない。また、小漁区内での詳細な資源分布の状況確認はこれらの問題解決につながる情報と言える。小漁区単位よりも小さいと考えられる魚礁の効果範囲を考慮した漁獲量増大率の推定は将来的な課題である。また、設置された魚礁効果の経年変化については、統計モデルの改良が必要であり、来年度以降の課題である。

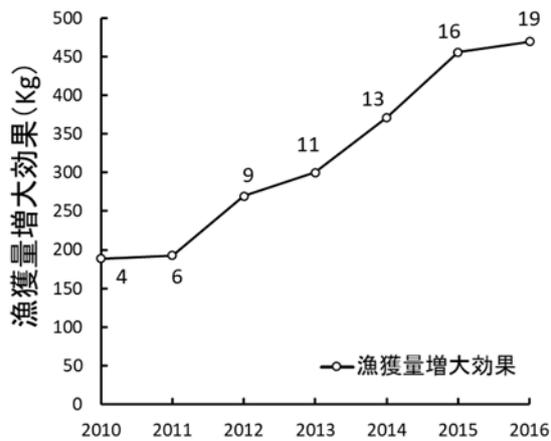


図 e-(1)-19 資源密度予測モデルより推定した漁獲量増大効果 (kg)
グラフ上の数字は魚礁設置数

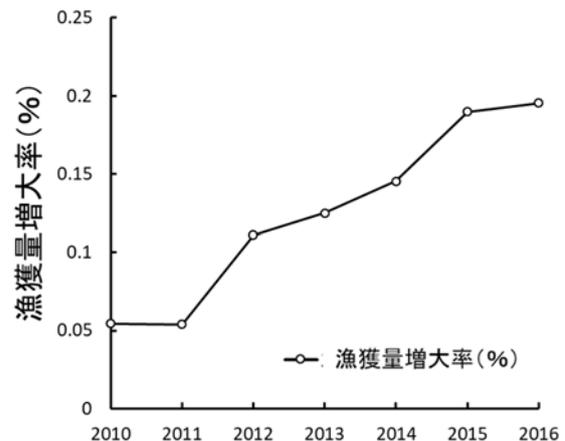
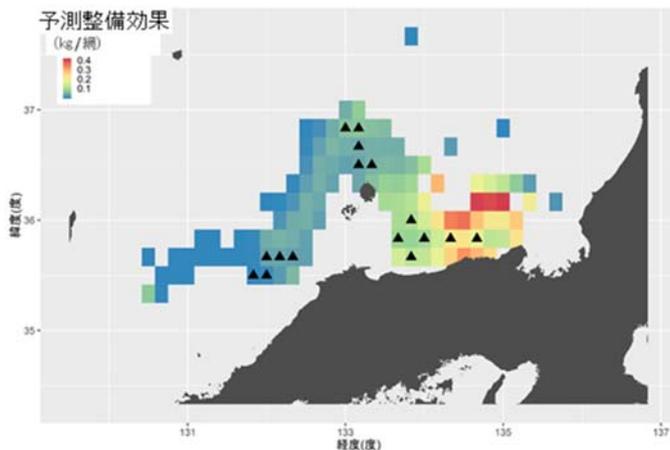


図 e-(1)-20 資源密度予測モデルより推定した漁獲量増大率 (%)



図e-(1)-21資源密度予測モデルより推定したアカガレイに対する予測整備効果
▲：魚礁設置小漁区

3) 現地調査計画検討及び現地調査

3) -1 日本海西部海域の現地調査

トロール調査の記録を表 e-(1)-2 に、曳網面積当たりのズワイガニとアカガレイの採集尾数と密度を表 e-(1)-3 に示す。

漁獲されたズワイガニは計 1,023 尾、アカガレイは計 397 尾であった。ズワイガニの出現状況について 3 調査点で比較すると浜田沖第 1 調査点で雌雄あわせて 135.9 尾/ha で最多であり、雄が多数を占めた。次いで赤碕沖第 2 調査点では、18.6 尾/ha であり、雌の出現が多かった。隠岐北方第 5 調査点では、雌雄あわせて 10.0 尾/ha で最小であった。

一方、アカガレイの出現状況について 3 調査点で比較すると赤碕沖第 2 調査点で雌雄あわせて 41.5 尾/ha で最多であり、雄が雌の 2 倍程度の出現状況であった。次いで隠岐北方第 5 調査点では 14.2 尾/ha で雌が雄を上回った。次いで浜田沖第 1 調査点では、8.5 尾/ha であった。

表 e-(1)-2 トロール調査記録

	赤碕沖	隠岐北方	浜田沖
調査日	2018/8/7	2018/8/8	2018/10/17
操業番号	A2	O5	26
調査点	赤碕沖 第2保護育成礁	隠岐北方 第5保護育成礁	浜田沖 第1保護育成礁
天候	bc	bc	bc
風向/風力	NE(52°)/5.2	NNE(12°)/6.0	ENE(58°)/5.5
気温/水温(°C)	26.1/27.2	26.9/27.3	-
流向/流速(表層)	204°/0.1kt	126°/0.1kt	-
投網開始	時刻	12:19	12:58
	水深(m)	226	225
	緯度	35° 50.0333	36° 39.9164
	経度	133° 55.7893	133° 14.5602
曳網開始	時刻	12:36	13:15
	水深(m)	223	227
	緯度	35° 49.8784	36° 39.2461
	経度	133° 54.5667	133° 15.6856
曳網終了	時刻	13:06	13:45
	水深(m)	219	230
	緯度	35° 49.6046	36° 38.3957
	経度	133° 52.7258	133° 17.2359
揚網終了	時刻	13:20	13:59
	水深(m)	218	231
	緯度	35° 49.3950	36° 38.0443
	経度	133° 52.2889	133° 17.5872
曳網時間(分)	30	30	30
曳網針路	258°	124°	32°
曳網速力(kt,対地)	3.0-3.1	3.0	2.9-3.1
曳網距離(mile)	1.52	1.5	1.53
ワープ長(m)	右610/左627	右620/左640	730
袖網の平均間隔(m)	22.0	22.0	22.0

表 e-(1)-3 調査点別のズワイガニとアカガレイの採集尾数と密度

調査点名	水深 (m)	曳網面積 (ha)	採集尾数				密度(尾/ha)			
			ズワイガニ		アカガレイ		ズワイガニ		アカガレイ	
			雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌
赤碕沖 第2保護育成礁	223	6.19	14	101	176	81	2.3	16.3	28.4	13.1
隠岐北方 第5保護育成礁	227	6.11	31	30	18	69	5.1	4.9	2.9	11.3
浜田沖 第1保護育成礁	273	6.23	672	175		53	107.8	28.1		8.5
合計		18.54	717	306	-	-	38.7	16.5	-	-
			1,023		397		55.2		64.2	

注) 浜田沖第1のアカガレイの雌雄は未選別

ズワイガニの分布

調査で採集されたズワイガニの地点別・甲幅組成を図 e-(1)-22 に、脱皮齢と甲幅の関係を図 e-(1)-23 に示した。

雄の出現状況に着目すると、赤碕沖では、水深 223m の第 2 調査点で調査が行われ、脱皮齢 10 齢以上に相当する甲幅 78~124mm が出現した。また、最終脱皮前と最終脱皮後の両方が出現したが、最終脱皮前の占める割合が高かった。同様に、隠岐北方では水深 227m の第 5 調査点で調査が行われ、8 齢以上に相当する甲幅 34~140mm が出現し、最終脱皮前と最終脱皮後の両方が出現したが、いずれも低密度であった。浜田沖水深 273m の第 1 調査点で調査が行われ、10 齢以上に相当する甲幅 58~134mm が出現し、最終脱皮前の個体が多くを占めた。

同様に、雌については、赤碕沖第 2 調査点で、8 齢以上に相当する甲幅 36~90mm が出現し、成熟個体が 94% を占めた。隠岐北方第 5 調査点では、10 齢以上に相当する甲幅 58~80mm が出現し、成熟個体が 87% を占めた。浜田沖第 1 調査点では、10 齢~11 齢に相当する甲幅 48~84mm が出現し、成熟個体が 96% を占めた。

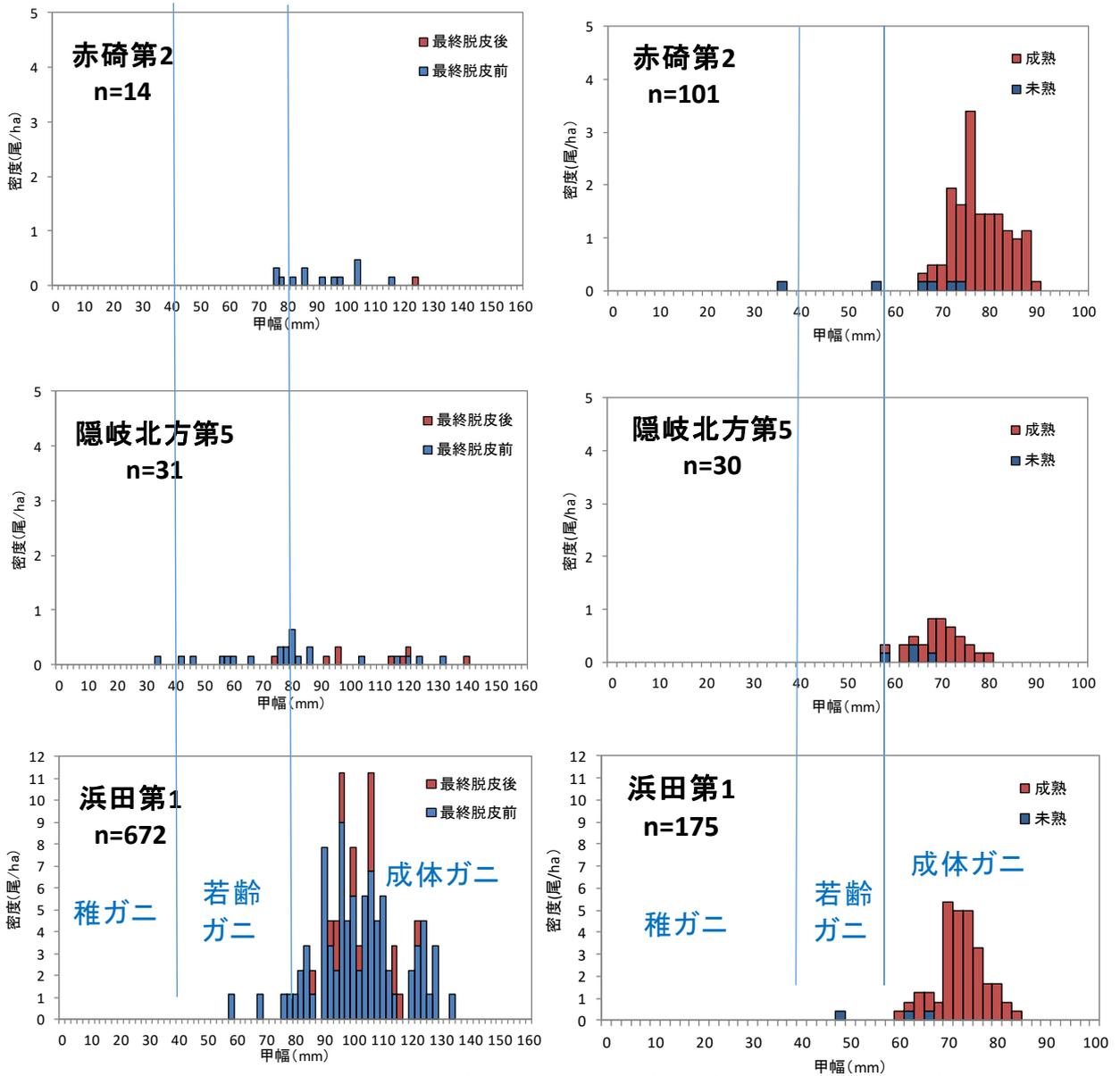


図 e-(1)-22 ズワイガニの地点別・雌雄別甲幅組成 (左：雄、右：雌)

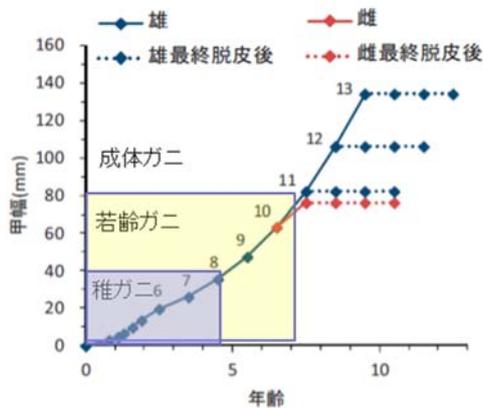


図 e-(1)-23 ズワイガニの成長段階、年齢、脱皮齢期および甲幅の関係
(出典：平成 24 年度ズワイガニ 日本海系群の資源評価を改変)

アカガレイの分布

調査で採集されたアカガレイの地点別・雌雄別体長組成を図 e-(1)-24 に示した。また、既往の知見では、アカガレイの半数成熟体長は雄 16.9 cm、雌 24.6cm であり、それぞれ図中に示した。

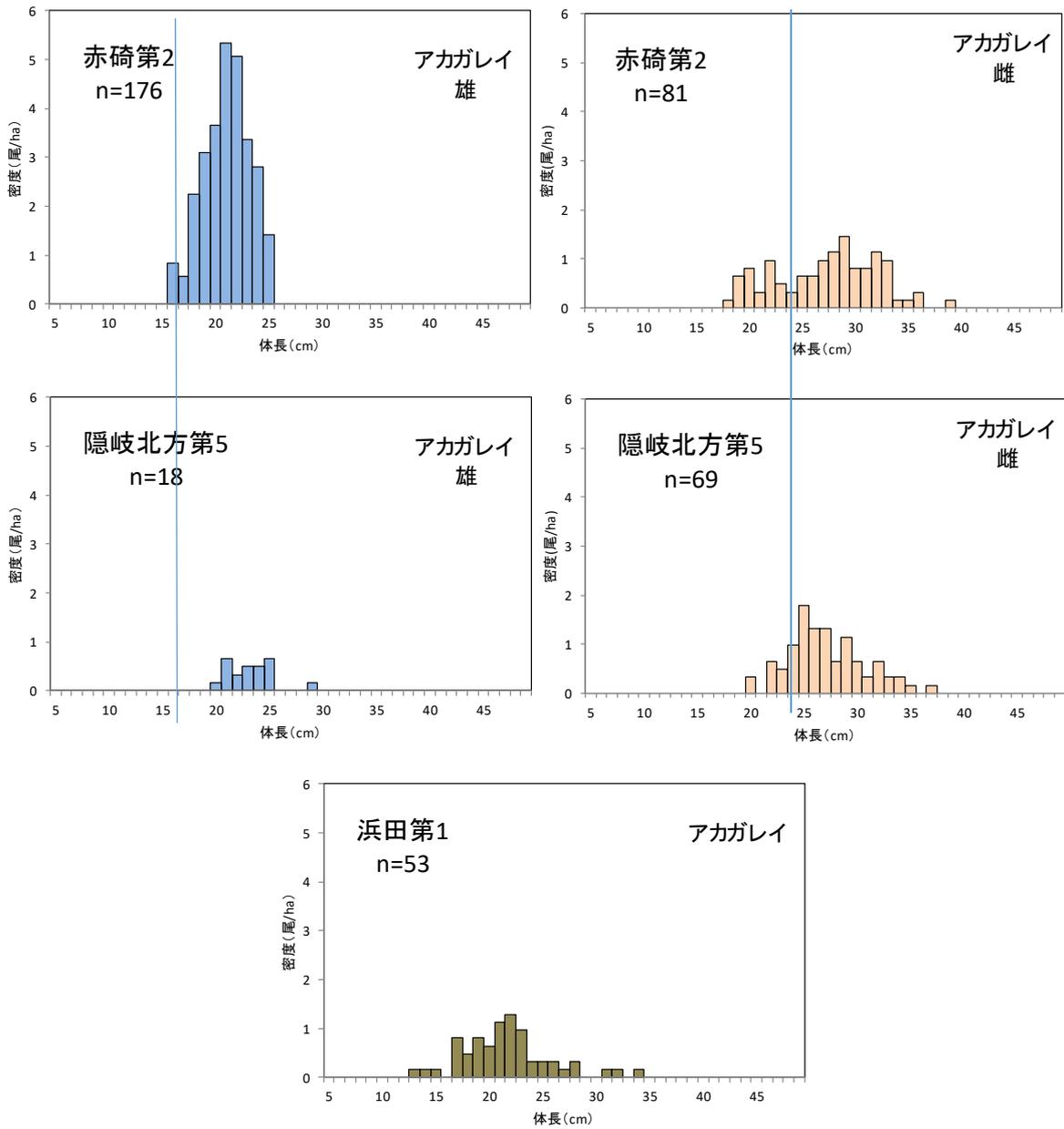
雄の入網状況を地点別にみると、赤碕沖第 2 調査点では体長 16～25cm の未成魚～成魚が入網し、成魚が多数を占めた。隠岐北方第 5 調査点で体長 20～29cm の成魚が入網した。

雌の入網状況を地点別にみると、赤碕沖第 2 調査点において体長 18～39cm の未成魚～成魚が入網した。隠岐北方第 5 調査点では、体長 20～37cm の未成魚～成魚が出現した。

浜田沖第 1 調査点では雌雄別の区別が行われていないものの、体長 13～34cm の未成魚～成魚が出現した。

アカガレイは 2～4 月に水深 180～200m に産卵場を形成し、産卵期終了もしばらくは産卵場付近に留まるが、6 月下旬頃より深場への移動をはじめ（廣瀬・南 2003）。赤碕沖を中心とする隠岐諸島周辺は、産卵場と考えられる。調査を実施した 8～10 月は、産卵期が終了し、索餌回遊のために移動を開始する時期にあたる。調査点による入網結果は、立地や雌雄による行動特性の違いを反映しているものと考えられる。

本年度は、現地調査計画を検討し、現地調査を行った。しかし過去の現地調査のデータの集約や漁業情報 DB の作成に想定よりも多くの時間を必要とした。そのため来年度以降、本年度作成した統計モデルを高精度化するとともに、妥当性の検証を行う予定としている。具体的には、ズワイガニおよびアカガレイ等を対象として、得られたモデルから推定される資源密度と本年の調査、および既存情報から得られている各魚種の資源密度の比較を行うことが必要であろう。また、モデルによる推定値と観測データとの差異がどのような要因によって起こるか評価することは、モデルに取り込むべき環境要因や漁業情報を考察するために有用であろう。



注) 図中の線は雌雄の50%成熟体長を示す。

図 e-(1)-24 アカガレイの地点別・雌雄別体長組成 (左: 雄、右: 雌 中: 雌雄計)

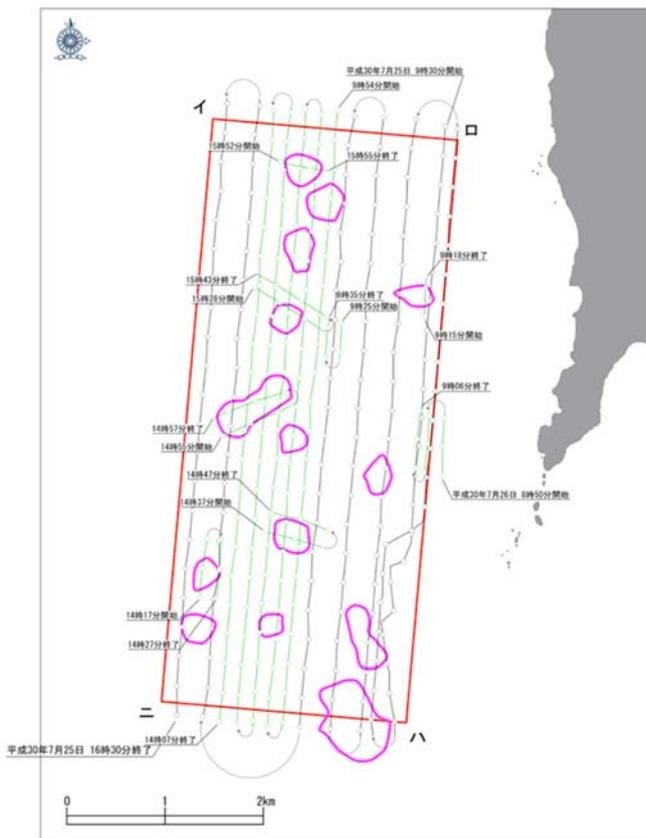
3) -2 長崎海域の現地調査

海底探査

サイドスキャンソナーによる探査航跡を図 e-(1)-25、探査画像モザイク図を図 e-(1)-26、底質図を図 e-(1)-27、魚礁分布特定図を図 e-(1)-28、特定された魚礁の諸元を表 e-(1)-4 に示した。また作業状況を記録写真 1 に添付した。

対象区域は南北 6km、東西 2.5km の範囲である。区域内には 17 箇所に魚礁が設置されており、今回の探査ですべての箇所の分布範囲と魚礁単体個々の種類・緯度経度が特定された。また、岸側付近から延びる天然礁の分布状況も把握された。水深は岸側 20m、沖合 110m の範囲にあった。底質は岸側には岩盤や粗砂が分布するが、大半は砂あるいは岩盤上に砂礫であった。魚礁の分布はほとんどが 75～95m の水深帯、底質は砂であった。

図 e-(1)-28 および表 e-(1)-4 に示されるとおり、区域内には様々な種類の魚礁が設置されている。コンクリート製の 1.5m 角型魚礁、2m 角型魚礁、4m 角型魚礁、FP3.25 型魚礁、ハニカム魚礁、ハイブリット製(コンクリートと鋼材)のスーパーSK1300S 型魚礁が代表的な魚礁であり、その他に石材からなるマウンド礁や沈船も確認された。



○ 過去の調査資料で一本釣り操作が認められた範囲

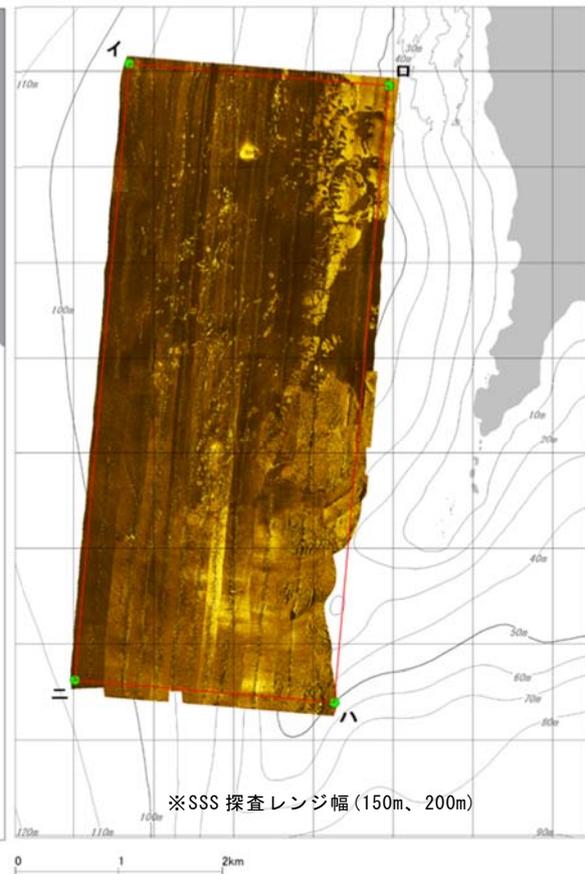


図 e-(1)-25 海底探査航跡図

図 e-(1)-26 探査画像モザイク図

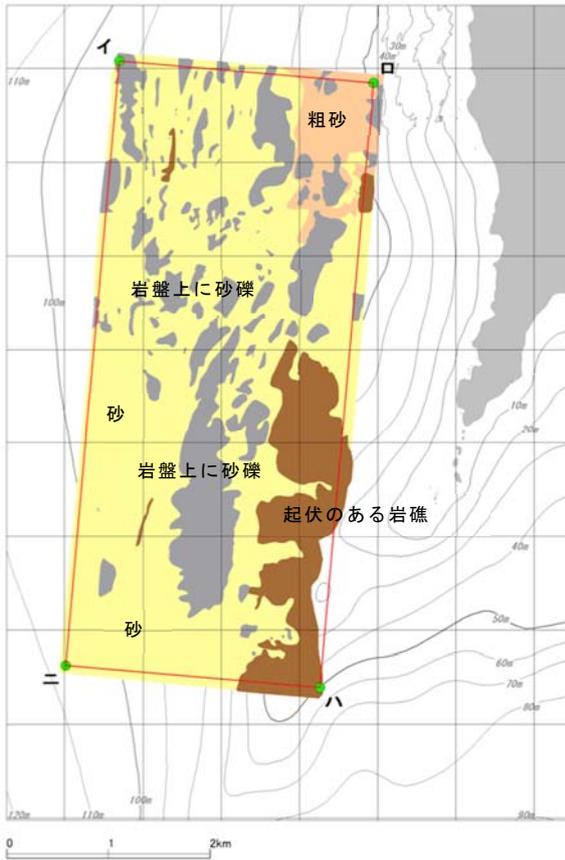
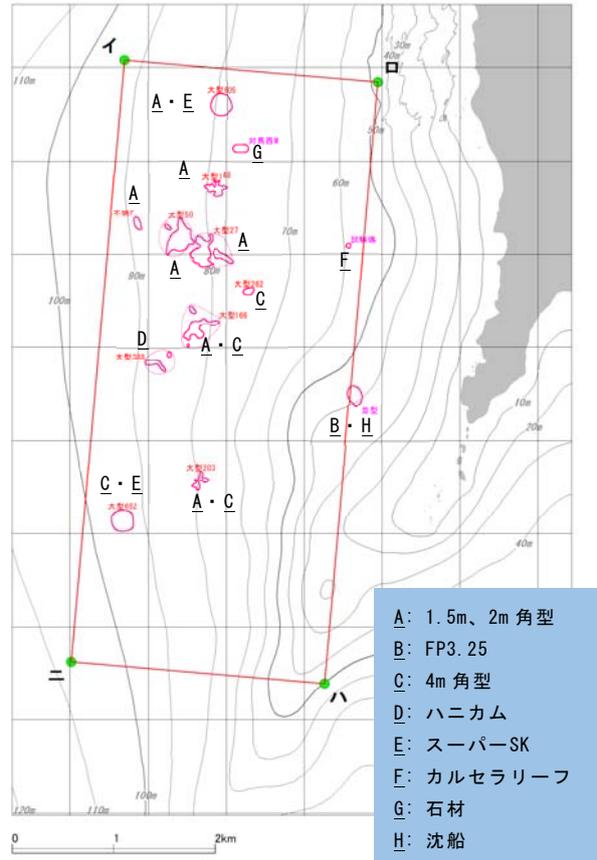


図 e-(1)-27 底質図



- A: 1.5m、2m 角型
- B: FP3.25
- C: 4m 角型
- D: ハニカム
- E: スーパーSK
- F: カルセラリーフ
- G: 石材
- H: 沈船

図 e-(1)-28 魚礁分布特定図 (13箇所)

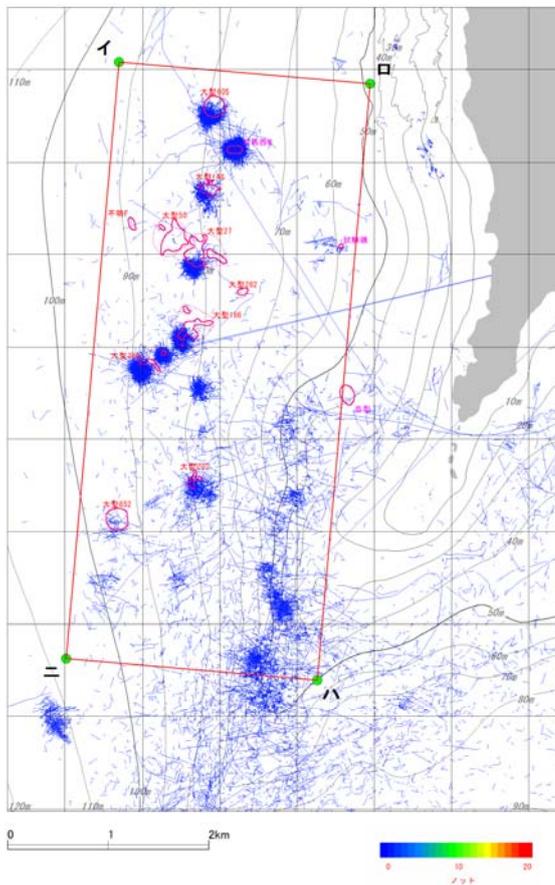


図 e-(1)-28'
同上と操業航跡の照合図
(但し、1ノット未満のみ表示)

表 e-(1)-4 特定された魚礁の諸元表

魚礁No (表記)	地区	施設区分	工区名	水深 (m)	魚礁の型式	魚礁材質	設置形態	設置個数	魚礁規模 (空m3)	高さ (最大m)	設置年	経過年数	今回SSS確認中心位置 世界測地系(N, E)			SSS 確認個数	SSS 確認率	備考
27	対馬	大型魚礁	対馬下島西方海域	78	1.5m角型	A	b	947	3,196	5	S46	47	34° 7.058'	129° 8.378'	676	71.4%		
50	対馬	大型魚礁	対馬下島西方海域	80	1.5m角型	A	b	786	2,652	5	S49	44	34° 7.103'	129° 8.216'	568	72.3%		
148	対馬	大型魚礁	豆股地区	81	2m角型	A	b	332	2,656	4	S61	32	34° 7.378'	129° 8.443'	327	98.5%		
166	対馬	大型魚礁	豆股地区	85	2m角型	A	b	339	2,712	4	S63	30	34° 6.627'	129° 8.339'	264	77.9%		
203	対馬	大型魚礁	豆股地区	81	2m角型	A	bd	164	1,312	6	H3	27	34° 5.747'	129° 8.322'	128	78.0%		
203	対馬	大型魚礁	豆股地区	81	4m角型	A	bd	20	1,280	8	H3	27	34° 5.747'	129° 8.322'	16	80.0%		
262	対馬	大型魚礁	豆股地区	78	4m角型	A	b	46	2,944	12	H7	23	34° 6.798'	129° 8.641'	46	100.0%		
388	対馬	大型魚礁	厳原南地区	89	△H6333311U型	A	c	19	2,850	11	H13	17	34° 6.413'	129° 7.999'	19	100.0%		
605	対馬	大型魚礁	厳原豆股崎北西工区	79	ス-P-SK1300S型	AB	d	2	2,764	20	H22	8	34° 7.800'	129° 8.465'	2	100.0%		
605	対馬	大型魚礁	厳原豆股崎北西工区	79	4m角型	A	d	27	1,728	4	H22	8	34° 7.800'	129° 8.465'	27	100.0%		
652	対馬	大型魚礁	厳原豆股崎南西	97	ス-P-SK1300S型	AB	d	2	2,764	20	H23	7	34° 5.567'	129° 7.833'	2	100.0%		
652	対馬	大型魚礁	厳原豆股崎南西	97	4m角型	A	d	34	2,176	4	H23	7	34° 5.567'	129° 7.833'	34	100.0%		
並型	対馬	大型魚礁	豆股地区並型	43	FP3_25	A	d	41	1,406	6	H12	18	34° 6.257'	129° 9.326'	41	100.0%		
並型	対馬	並型魚礁	※同上区域内	43	沈船	D	d	1			H12	18	34° 6.257'	129° 9.326'	1	100.0%		
試験礁	対馬	試験魚礁	※スカー試験礁	60	加付リ-71600S型	B	a	1	1,589	20	H29	1	34° 7.043'	129° 9.285'	1	100.0%		
不明F	対馬	不明	※No.27or50の可能性大	89	1.5m角型	A	c						34° 7.179'	129° 7.927'	45			
対馬西M	対馬	マウンド礁	対馬西地区人工海底山脈 (対馬西地区マウンド礁)	78	石材(1t内外)	G	c		44,000	15	H25	5	34° 7.568'	129° 8.599'		100.0%	L=150m B=75m H=15m	

A:コンクリート
B:鋼製
C:FRP
D:沈船
E:貝殻
F:木材
G:石材
H:その他

a:単体
b:乱積
c:まどまり
d:併設

※基準年:H20年度末時点(1年度集積り上げ)



< 調査船 >



< サイドスキャナー System3000 >
曳航体(テイルレッサ装着)



< 曳航状況 >



< データ取得状況 >



< 制御用 PC >



< DGNNs 受信機 >

記録写真1 サイドスキャナーによる海底探査の作業写真

以下、魚礁区域毎に魚礁単体分布図、操業航跡との照合図、魚礁影響範囲(漁獲範囲)の検討図等を記載する。

◎大型魚礁 No. 605

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-29、魚礁影響範囲(漁獲範囲)の検討図を図 e-(1)-30、魚礁単体の緯度経度を表 e-(1)-5 に示した。なお、これ以後の魚礁区域では魚礁単体の緯度経度は割愛する。

高層魚礁と4m角型魚礁が設置されている平成22年度設置大型魚礁 No. 605 では、魚

礁分布範囲と操業範囲の中心点間の距離は約 120m であった。これは設置水深の 1.5 倍に相当し、魚礁縁辺部からの魚礁影響範囲の距離は潮上約 80m であった。このように操業は施設の潮上 150m 程度に限られる点は他の大型魚礁にも共通してみられる現象であった。

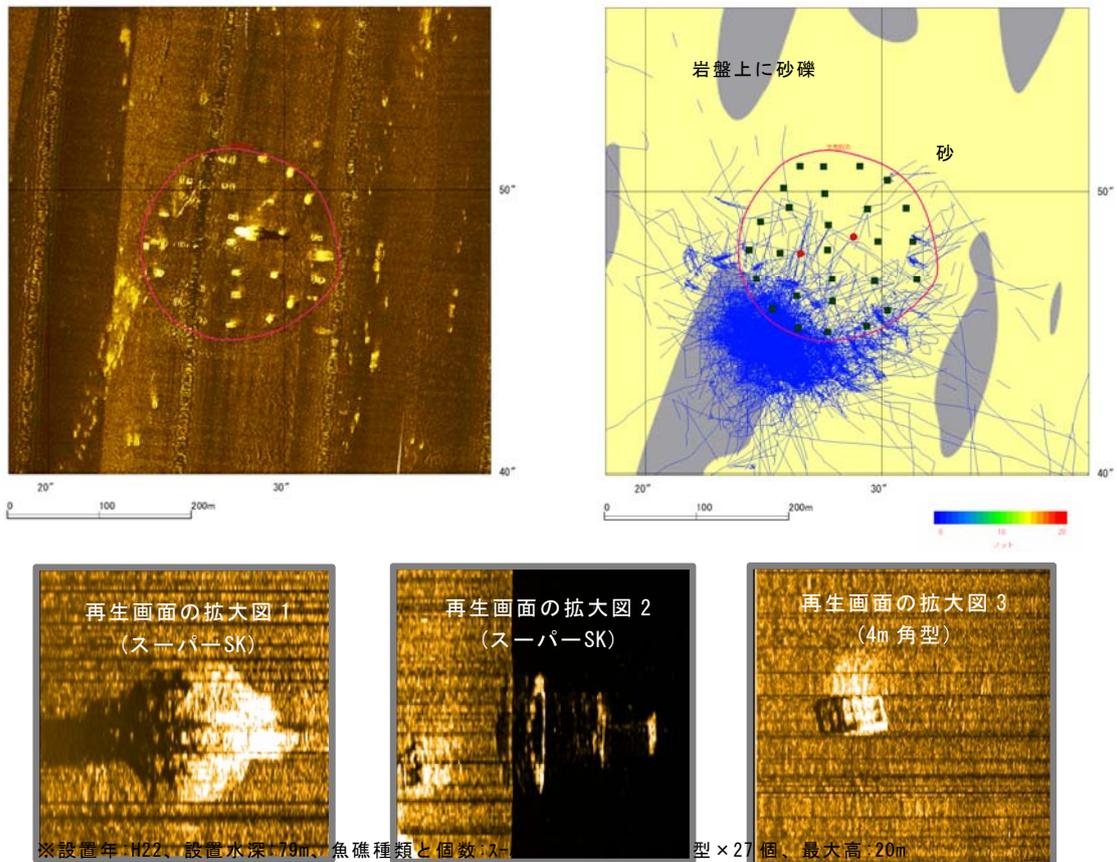


図 e-(1)-29 大型魚礁 No. 605 の魚礁単体分布と操業航跡との照合図

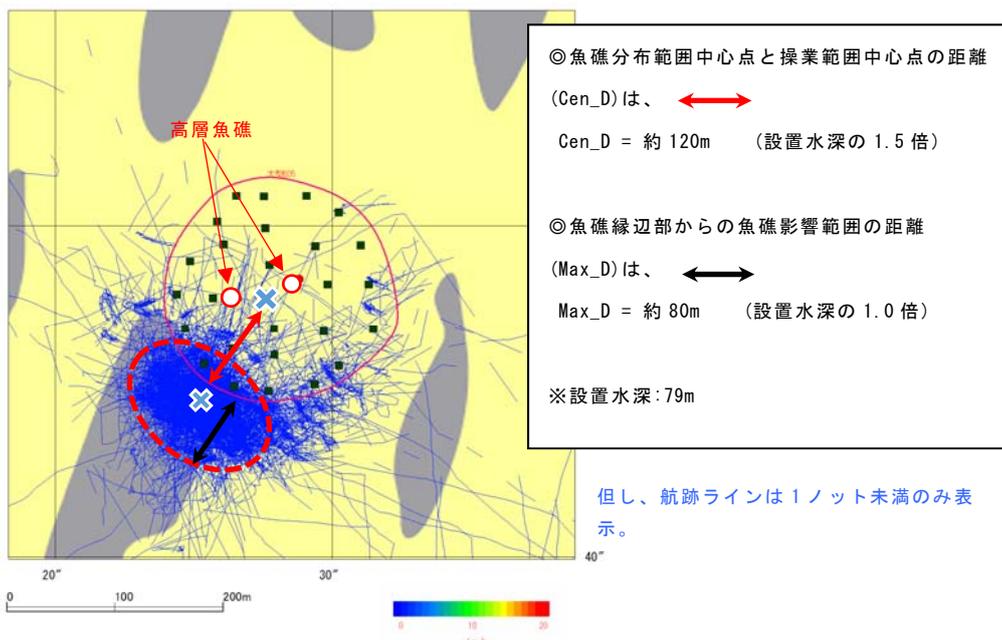


図 e-(1)-30 魚礁単体分布と操業航跡の照合からみた魚礁影響範囲の検討図

表 e-(1)-5 大型魚礁 No. 605 における魚礁単体の緯度経度

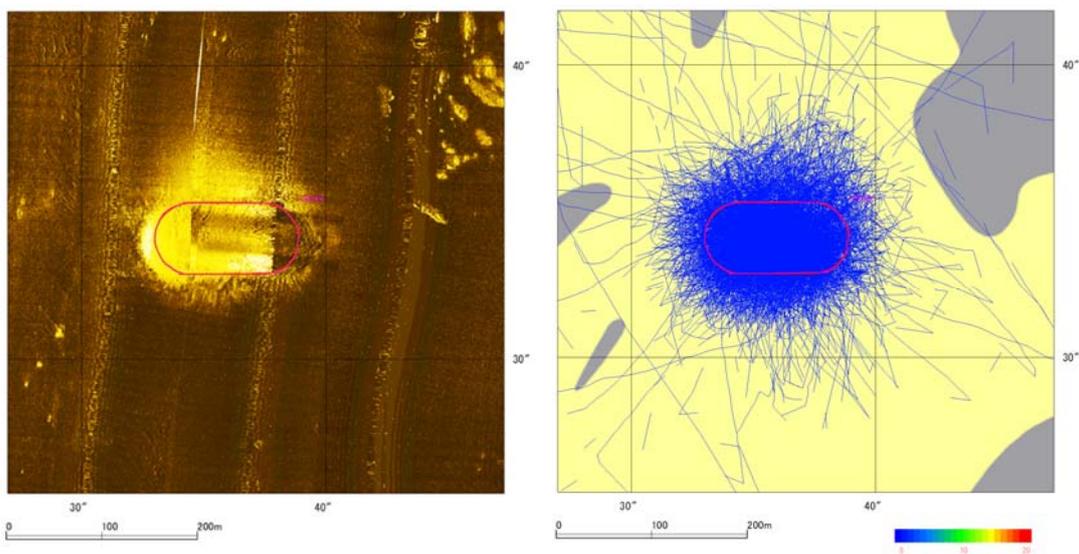
魚礁番号	魚礁型式	個数番号	緯度	経度
605	4m	1	34.12995	129.1405
605	4m	2	34.1308	129.141
605	4m	3	34.1308	129.1414
605	4m	4	34.13066	129.1417
605	4m	5	34.13039	129.142
605	4m	6	34.13038	129.1415
605	4m	7	34.13053	129.141
605	4m	8	34.13059	129.1405
605	4m	9	34.13025	129.1402
605	4m	10	34.12998	129.141
605	4m	11	34.13023	129.141
605	4m	12	34.13006	129.1416
605	4m	13	34.13006	129.142
605	4m	14	34.12968	129.1421
605	4m	15	34.12966	129.1416
605	4m	16	34.12969	129.1411
605	4m	17	34.12998	129.1401
605	4m	18	34.12969	129.1402
605	4m	19	34.12952	129.1407
605	4m	20	34.12939	129.1404
605	4m	21	34.1292	129.1407
605	4m	22	34.12947	129.1411
605	4m	23	34.12938	129.1417
605	4m	24	34.12922	129.1415
605	4m	25	34.12916	129.141
605	4m	26	34.1304	129.1406
605	4m	27	34.1308	129.1407

魚礁番号	魚礁型式	個数番号	緯度	経度
605	HB	1	34.12995	129.1407
605	HB	2	34.13011	129.1413

◎対馬西マウンド礁

探査画像と操業航跡の照合図を図 e-(1)-31 に示した。

石材からなるマウンド礁での操業範囲は、施設のほぼ真上を中心としており、影響範囲は他の魚礁施設と異なっていた。



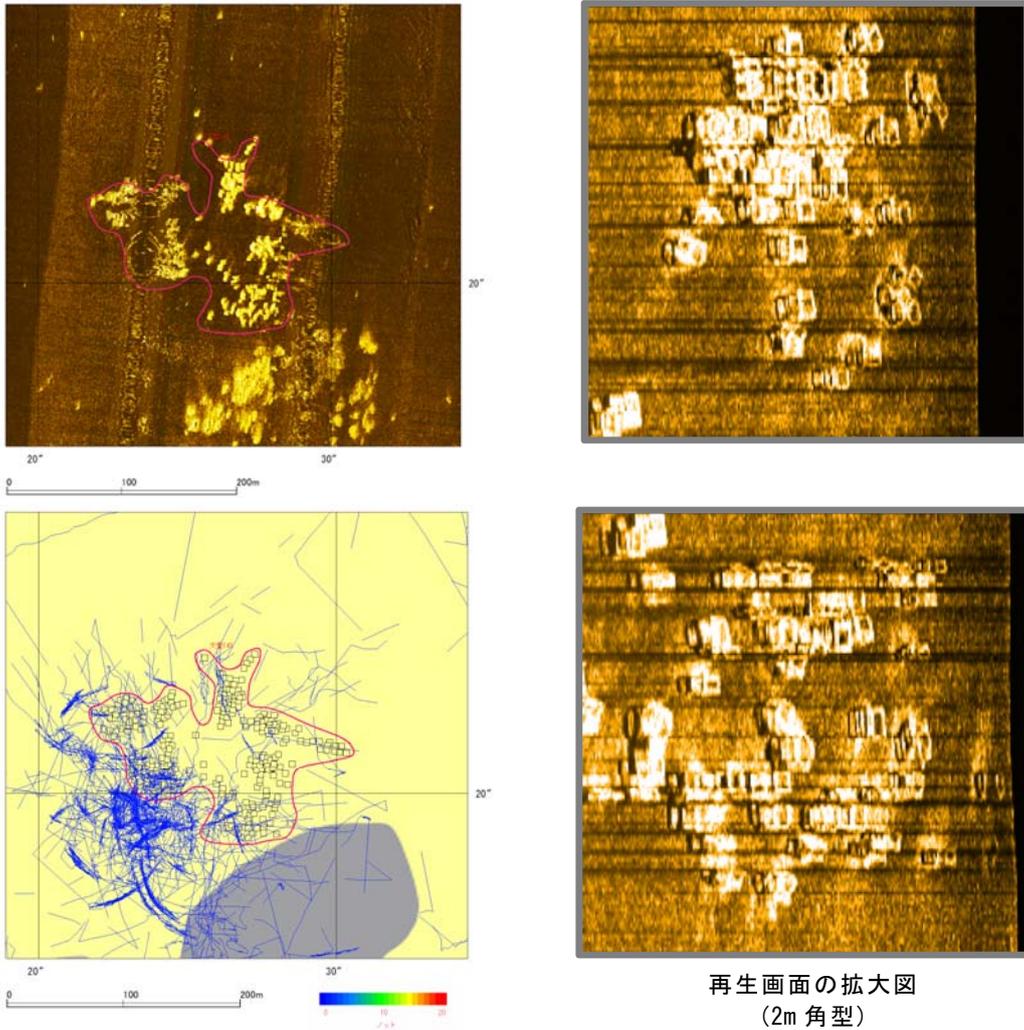
※設置年:H25、設置水深:78m、構造物の種類と規模:自然石×約 44,000 空 m3、最大高:15m

図 e-(1)-31 対馬西マウンド礁の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 148

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-32 に示した。

2m 角型魚礁が設置(乱積み)されている昭和 61 年度設置大型魚礁 No. 148 では、他の大型魚礁同様に、魚礁分布範囲と操業範囲の中心点は離れており、操業は魚礁縁辺部からの距離は最大 200m 程度であった。

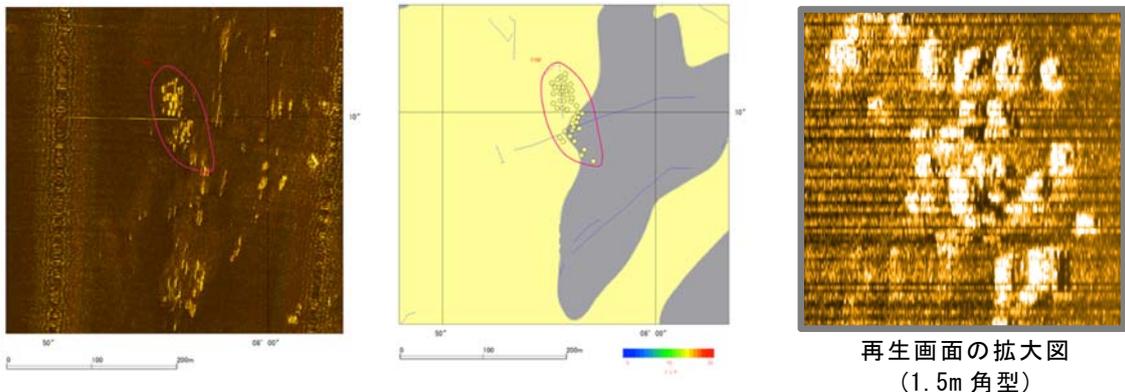


※設置年:S61、設置水深:81m、魚礁種類と個数:2m角型×332個、最大高:4m

図 e-(1)-32 大型魚礁 No. 148 の施設分布と操業航跡との照合図

◎不明 F 魚礁

近接する昭和 49 年度設置魚礁の一部と思われるが、詳細不詳の魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-33 に示した。1.5m 角型魚礁が設置(乱積み)されている当該魚礁は、今回の探査で初めて確認された施設である。操業航跡は認められない。



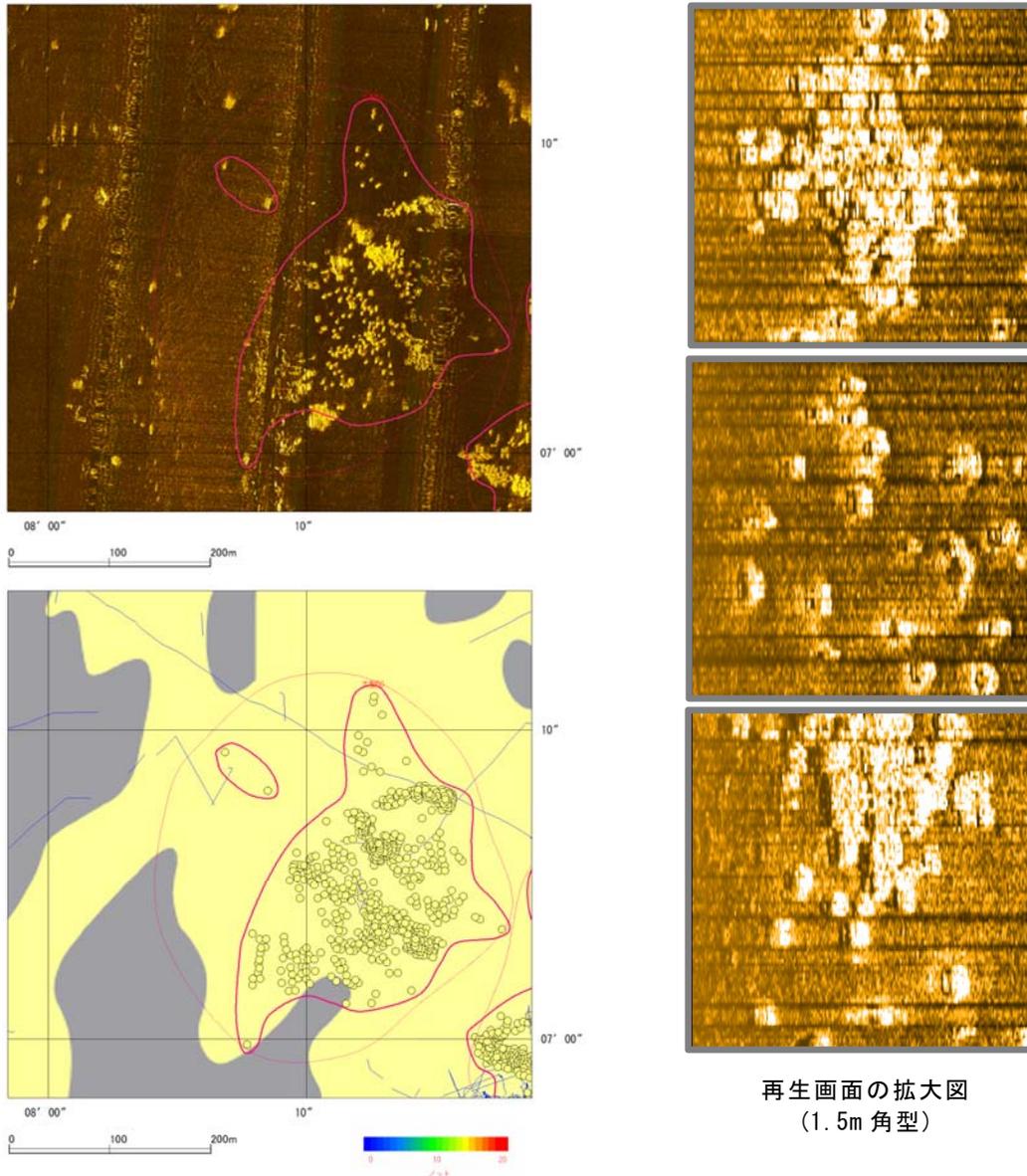
※設置年度不詳、設置水深:89m、魚礁種類と個数:1.5m角型×45個、最大高:-

図 e-(1)-33 不明 F 魚礁の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 50

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-34 に示した。

1.5m 角型魚礁が設置(乱積み)されている昭和 49 年度設置大型魚礁 No. 50 の分布範囲は半径 200m に及びかなり分散していることが確認された。但し、調査船による操業はほとんど認められない。



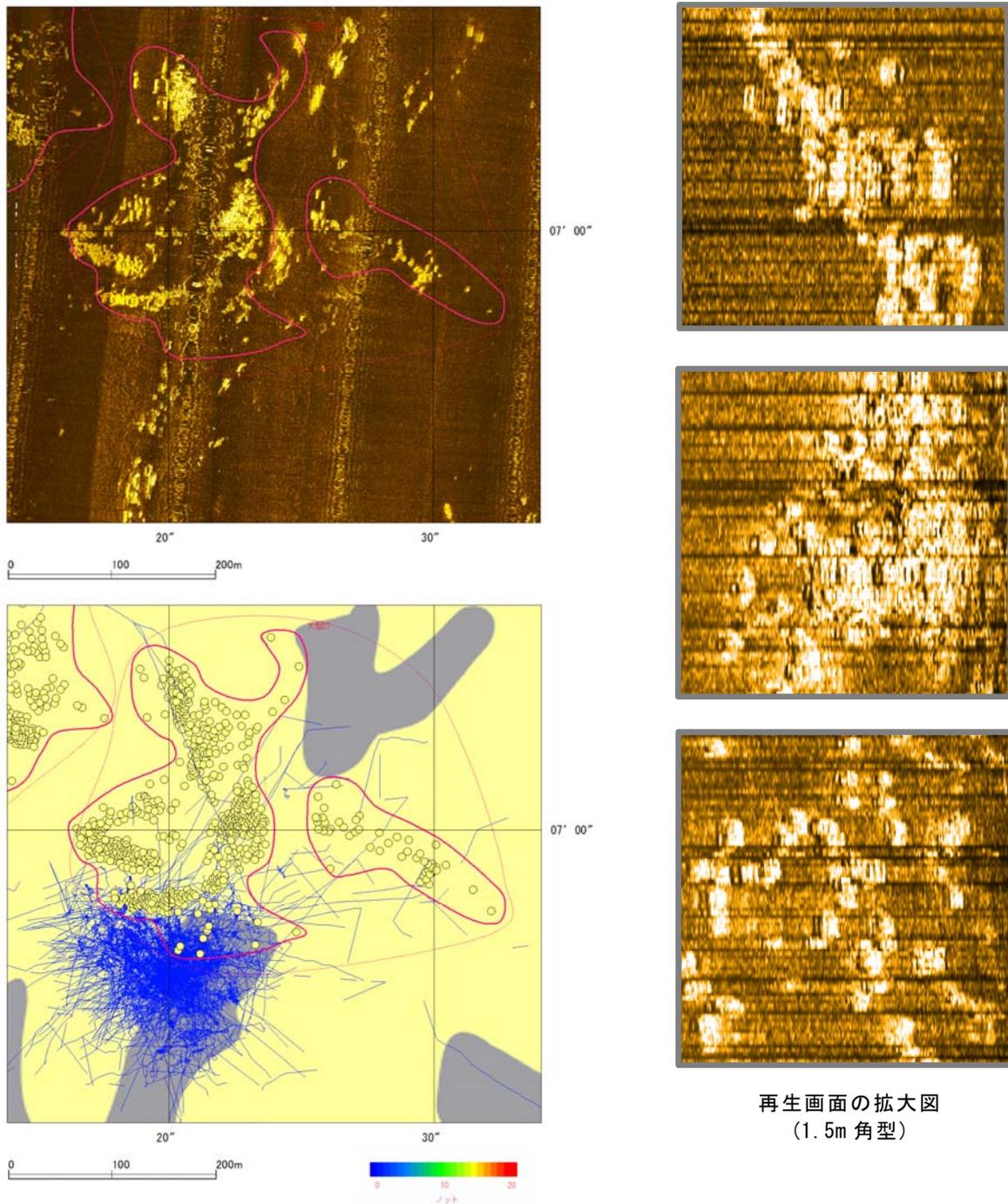
※設置年:S49、設置水深:80m、魚礁種類と個数:1.5m 角型×786 個、最大高:5m

図 e-(1)-34 大型魚礁 No. 50 の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 27

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-35 に示した。

1.5m 角型魚礁が設置(乱積み)されている昭和 51 年度設置大型魚礁 No. 27 の分布範囲は、大型魚礁 No. 50 同様に半径 200m にも及びかなり分散していることが確認された。操業航跡は潮上に限られ、魚礁縁辺部からの距離は最大 150m 程度であった。



再生画面の拡大図
(1.5m 角型)

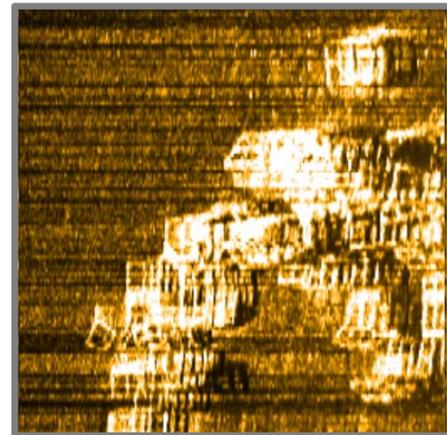
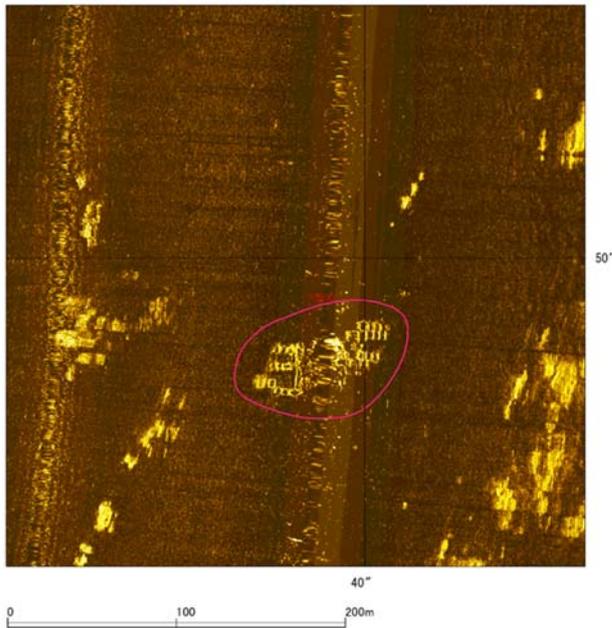
※設置年:S46、設置水深:78m、魚礁種類と個数:1.5m 角型×947 個、最大高:5m

図 e-(1)-35 大型魚礁 No. 27 の施設分布と操業航跡との照合図

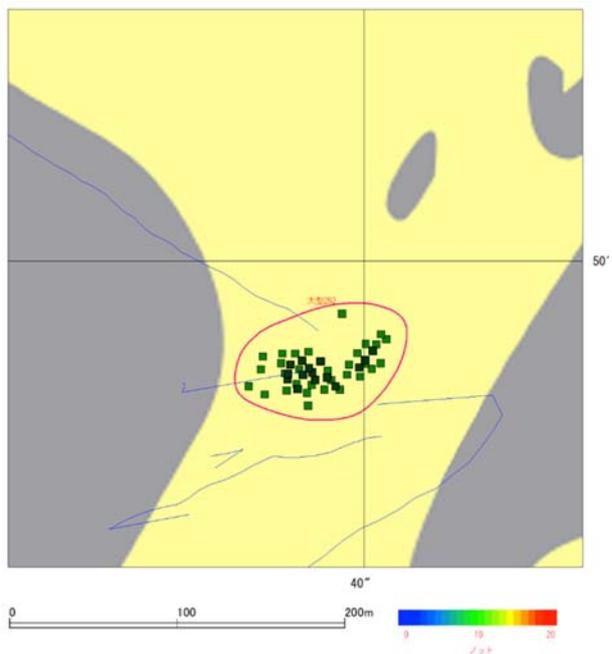
◎大型魚礁 No. 262

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-36 に示した。

4m 角型魚礁が設置されている平成 7 年度設置大型魚礁 No. 262 は比較的まとまり良く半径 50m に分布していることが確認された。但し、調査船による操業はほとんど認められない。



再生画面の拡大図
(4m 角型)



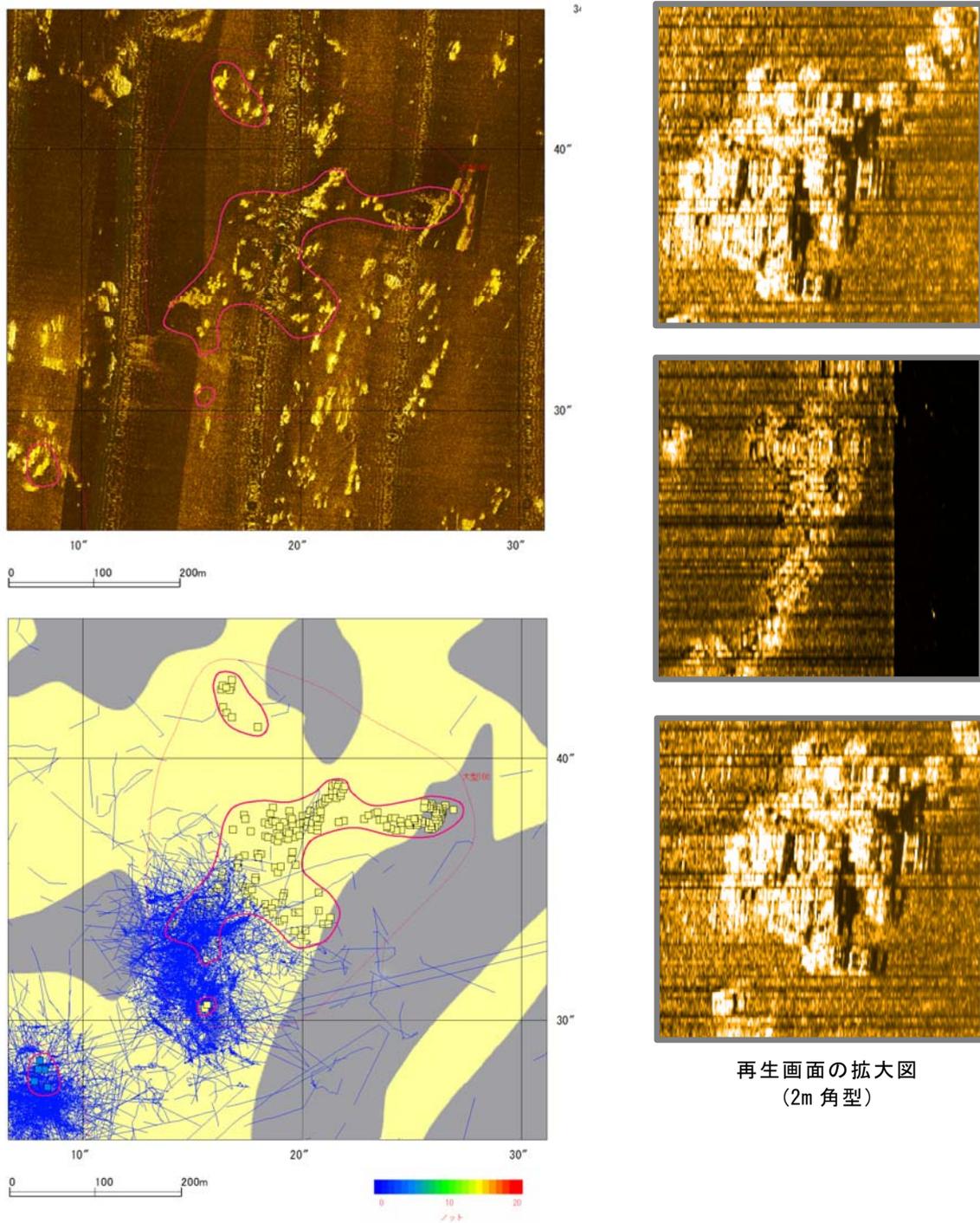
※設置年:H7、設置水深:78m、魚礁種類と個数:4m 角型×46 個、最大高:12m

図 e-(1)-36 大型魚礁 No. 262 の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 166

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-37 に示した。

2m 角型魚礁が設置(乱積み)されている昭和 63 年度設置大型魚礁 No. 166 の分布範囲は東西方向約 200m であることが確認された。操業航跡は潮上に限られ、魚礁縁辺部からの距離は最大 150m 程度であった。



再生画面の拡大図
(2m 角型)

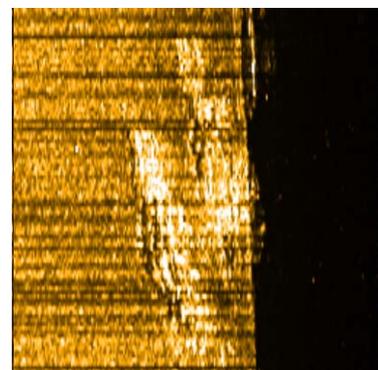
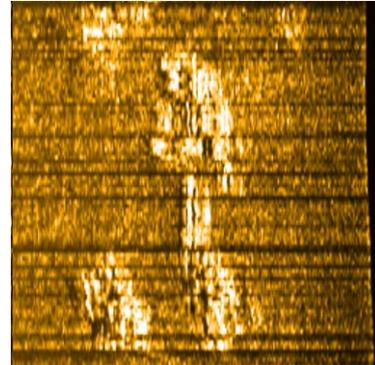
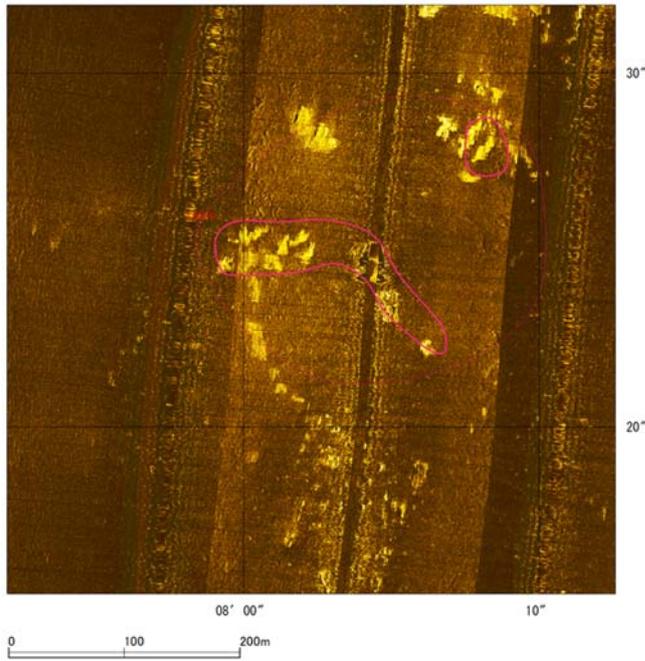
※設置年:S63、設置水深:85m、魚礁種類と個数:2m 角型×339 個、最大高:4m

図 e-(1)-37 No. 166 の施設分布と操業航跡との照合図

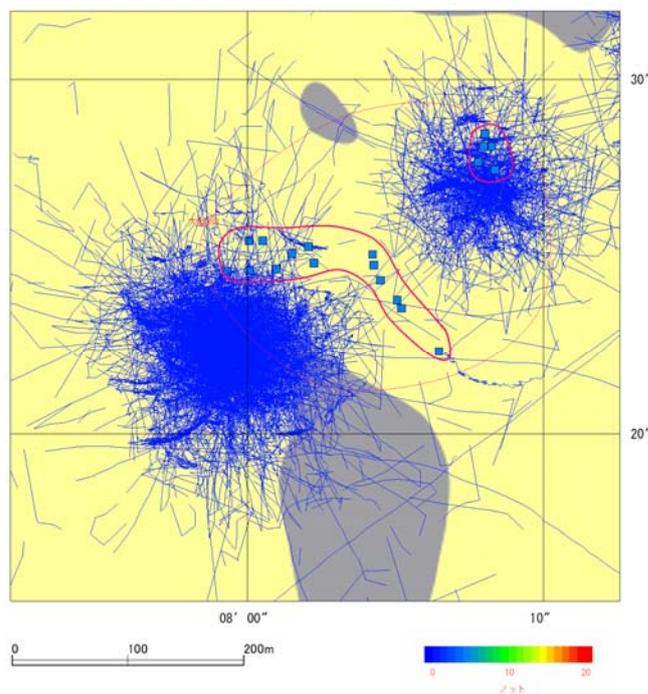
◎大型魚礁 No. 388

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-38 に示した。

礁高 11m のハニカム魚礁が 19 個設置されている平成 13 年度設置大型魚礁 No. 388 は 2 群に分かれ設置されていることが確認された。操業はほぼ潮上に限られ、魚礁縁辺部からの距離は岸側の群で最大 100m、沖側の群で最大 200m 程度であった。



再生画面の拡大図
(ハニカム魚礁)



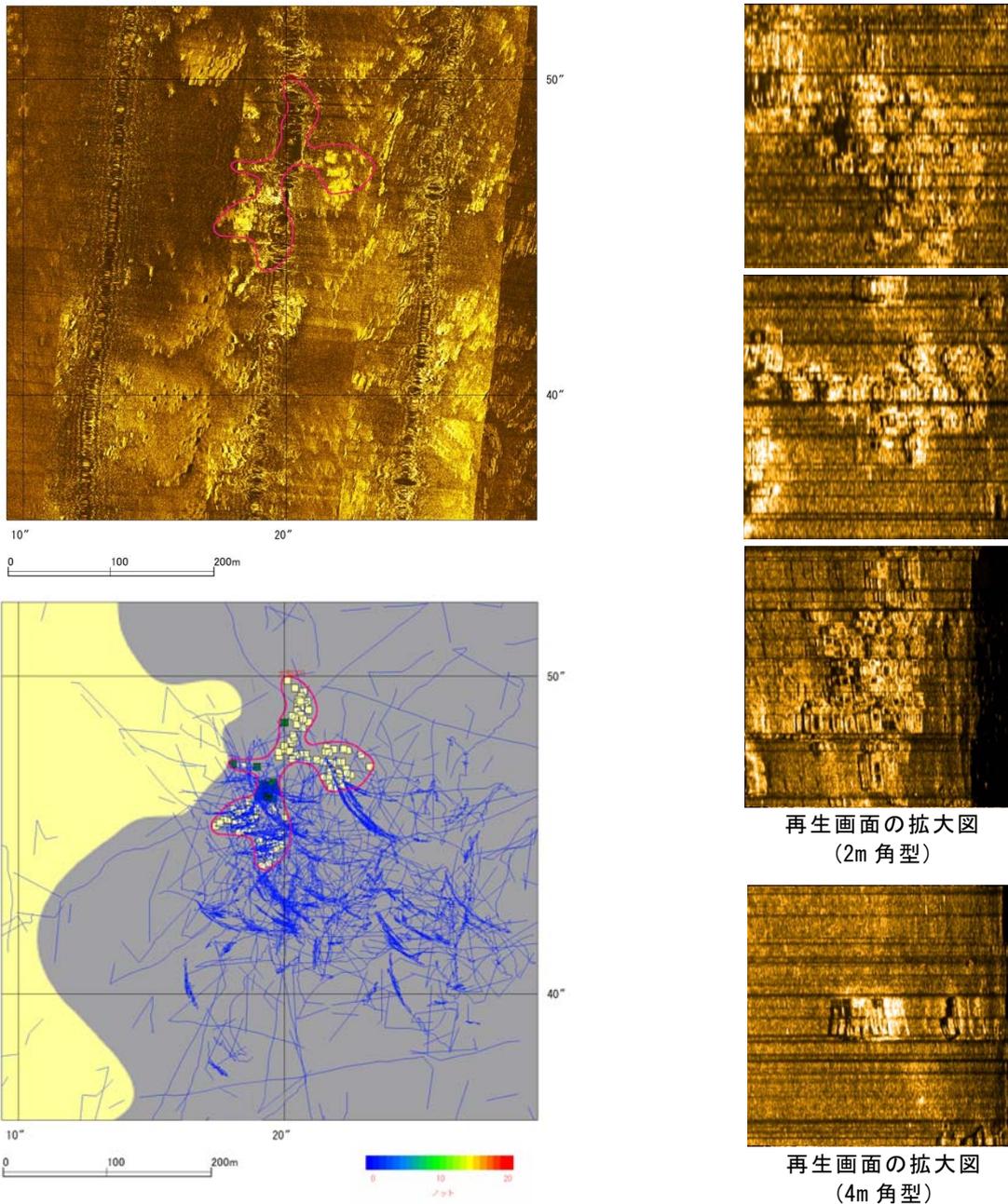
※設置年:H13、設置水深:89m、魚礁種類と個数:ハニカム魚礁×19個、最大高:11m

図 e-(1)-38 大型魚礁 No. 388 の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 203

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-39 に示した。

2m 角型魚礁と 4m 角型魚礁が設置されている平成 3 年度設置大型魚礁 No. 203 は南北方向にやや細長く分布範囲は半径 100m 程度であることが確認された。中心付近に 4m 角型魚礁が設置され、それを取り囲むように 2m 角型魚礁が分布している。操業は比較的広範囲に及ぶが、操業頻度が高いのは中心 4m 角型魚礁付近である。



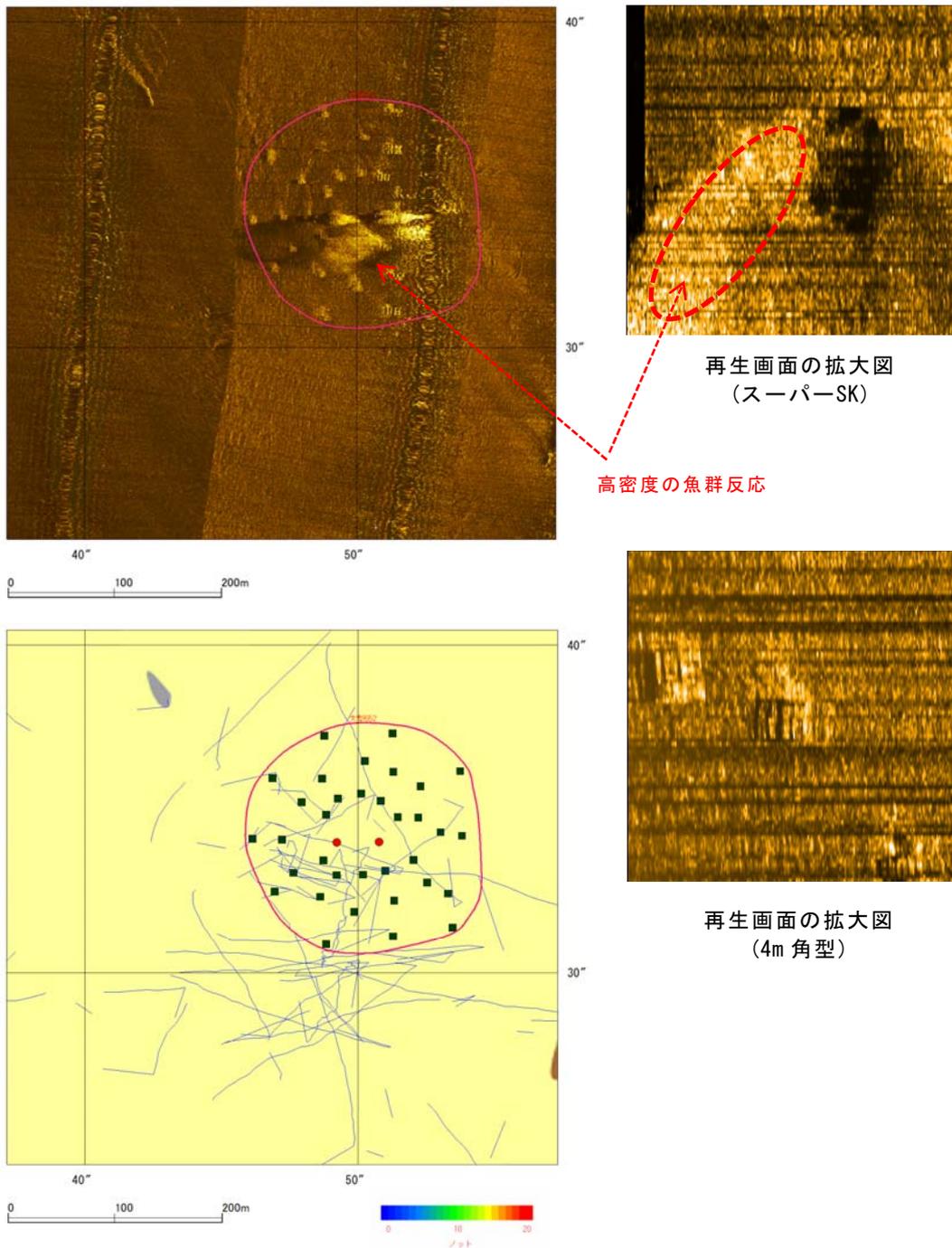
※設置年:H3、設置水深:81m、魚礁種類と個数:2m角型×164個、4m角型20個、最大高:8m

図 e-(1)-39 大型魚礁 No. 203 の施設分布と操業航跡との照合図

◎大型魚礁 No. 652

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-40 に示した。

スーパーSK1300S 型魚礁 2 個と 4m 角型魚礁 34 個が設置されている平成 23 年度設置大型魚礁 No. 652 は、半径 100m の範囲内にまとまり良く設置されていることが確認された。中心付近にスーパーSK 魚礁 2 個、それを取り囲むように 4m 角型魚礁が配置されている。調査標本船の操業はほとんどないが、サイドスキャンソナー探査記録をみると、スーパーSK 魚礁の潮上付近にピンポイント的な魚群が蟻集している状況がうかがえる。



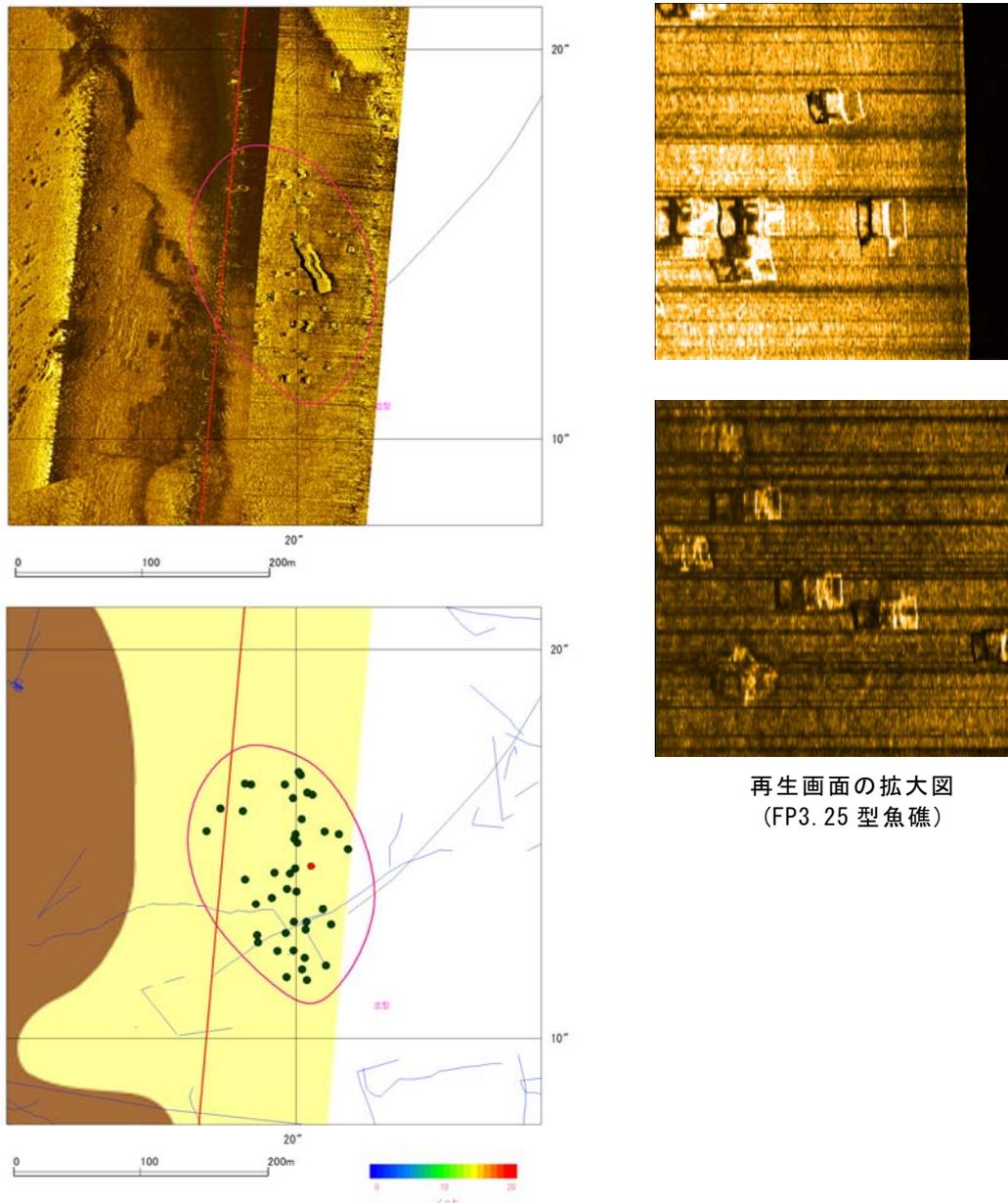
※設置年:H23、設置水深:97m、魚礁種類と個数:スハ^o-SK×2 個、4m 角型 34 個、最大高:20m

図 e-(1)-40 大型魚礁 No. 652 の施設分布と操業航跡との照合図

◎並型魚礁

魚礁単体分布と操業航跡の照合図を図 e-(1)-41 に示した。

FP3.25 型魚礁と沈船が設置されている平成 12 年度設置並型魚礁の分布範囲は半径 150m であることが確認された。但し、調査船による操業はほとんど認められない。



再生画面の拡大図
(FP3.25 型魚礁)

※設置年:H12、設置水深:43m、魚礁種類と個数:FP3.25 型×41 個、沈船 1 隻、最大高:6m

図 e-(1)-41 並型魚礁の施設分布と操業航跡との照合図

◎サイドスキャンソナー記録の解析からみた魚群形成状況 (参考)

サイドスキャンソナーには、魚群形成を把握できる機能がある。面的に感知できる点においてはカラー魚群探知機を上回る機能なので、この機能を利用して 7 月 25～27 日の間(夏季)の魚群形成状況を読み取った。解析結果を図 e-(1)-42 に示した。

これによると魚礁区域では、特に高層魚礁が設置されている大型魚礁 No. 605、No. 652、での魚群形成が良好であり、区域南部の天然礁一帯での魚群形成も良好であった。

また、この解析の元となる代表的な再生画面を図 e-(1)-43～45 に添付した。

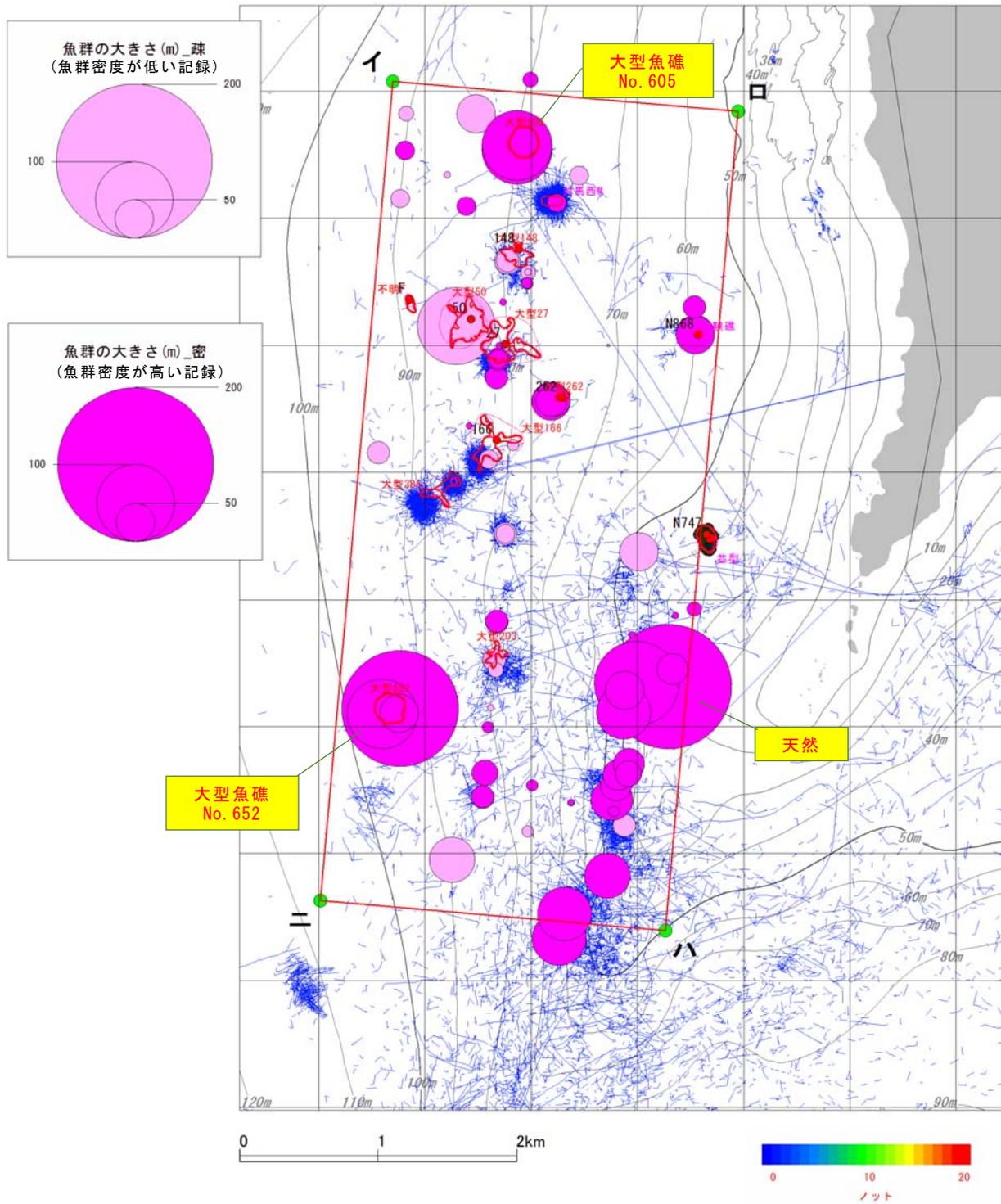


図 e-(1)-42 サイドスキャンソナー探査記録からの魚群形成解析図(参考)

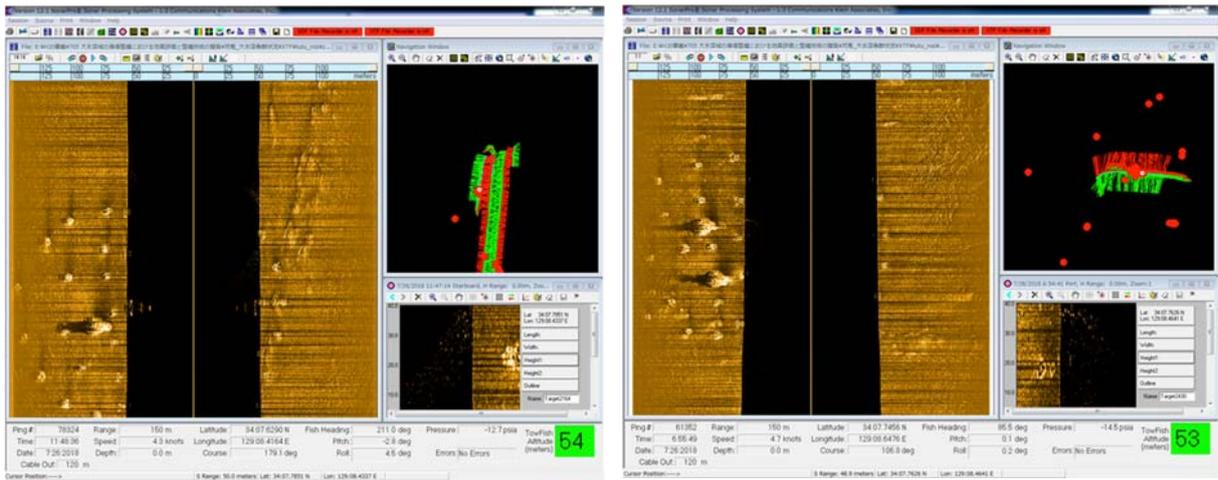


図 e-(1)-43 大型魚礁 No. 605 での魚群感知記録

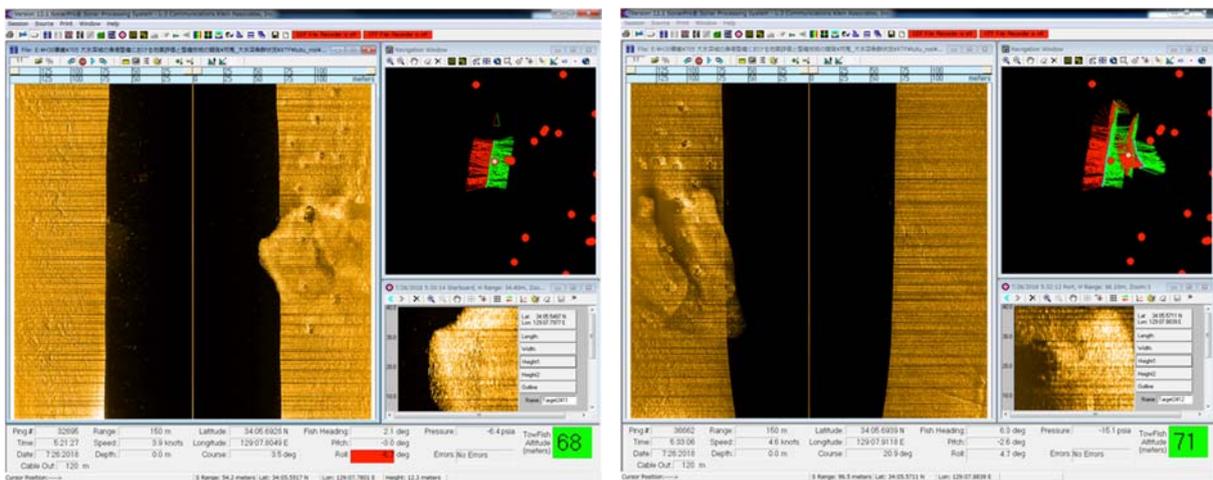


図 e-(1)-44 大型魚礁 No. 652 での魚群感知記録

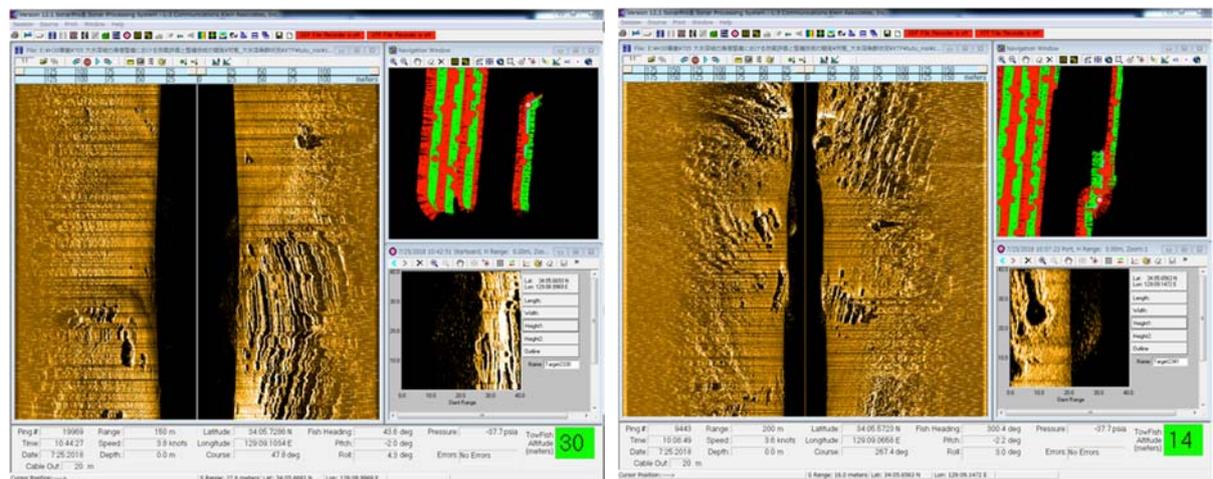


図 e-(1)-45 天然礁での魚群感知記録

魚探調査

カラー魚群探知機による魚群形成状況の調査は図 e-(1)-46 に示す測線(緑色ライン)を設定して 10 月 25 日に実施した。魚礁別に魚群の形成状況を述べる。

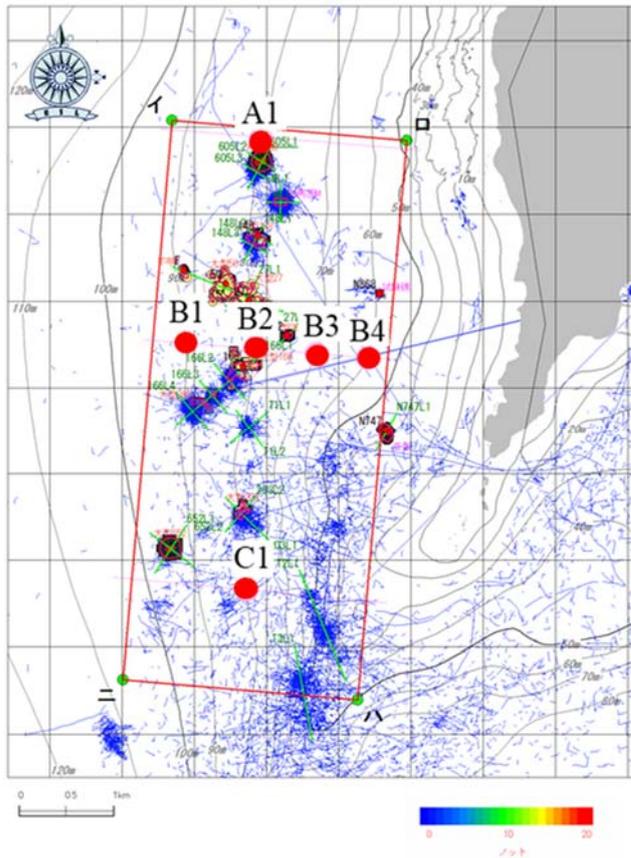


図 e-(1)-46

魚探測線および水質観測点位置

◎魚礁 No. 605 (※スーパーSK1300S 型、4m角型：設置水深 79m)

反射強度の強い魚群反応が高層魚礁スーパーSK1300S 型の頂部付近に直径約 100m、層厚 20~30m 程度の範囲でみられたほか、比較的強い魚群反応が魚礁群南西側の縁辺から南西側方向に直径約 160m、海底付近から層厚 10~20m 程度の範囲で確認された。このうち南西側の魚群反応の位置は操業航跡ライン集中部とよく一致していた。また直径 10~30m、層厚 10m 未満の小さな魚群が魚礁群縁辺を主体に 4 箇所確認された。

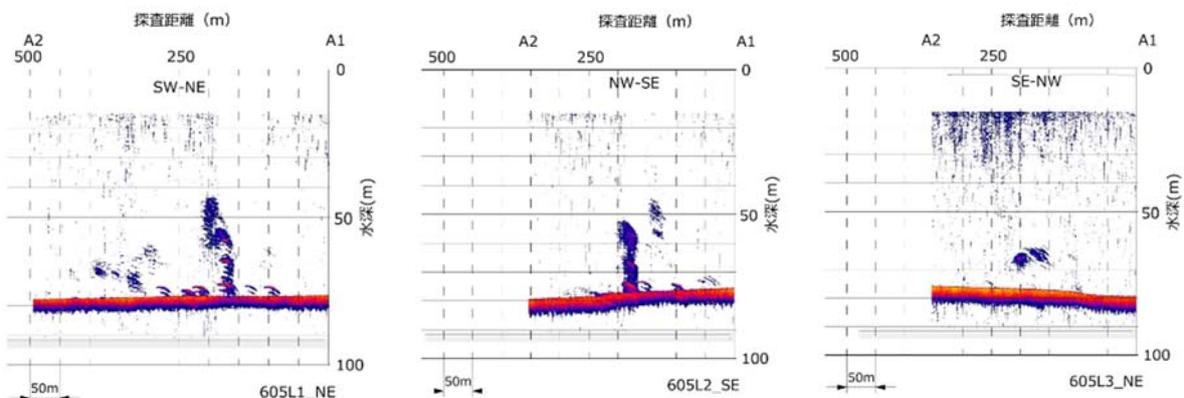


図 e-(1)-47 魚探反応記録(魚礁 No. 605)

◎マウンド礁（※石材：設置水深 78m）

反射強度の強い魚群反応がマウンド礁頂部付近に東西約 180m、南北約 60m、層厚 20～30m 程度の範囲でみられ、そのうち頂部から南西側で層厚が高い傾向が認められた。当該施設を利用している漁業者からの聞き取りによると、石材が 15m の高さで密に積み上げられているマウンド礁の場合、一般魚礁とは異なり、施設を包み込むような魚群形成は日常的な現象とのことである。

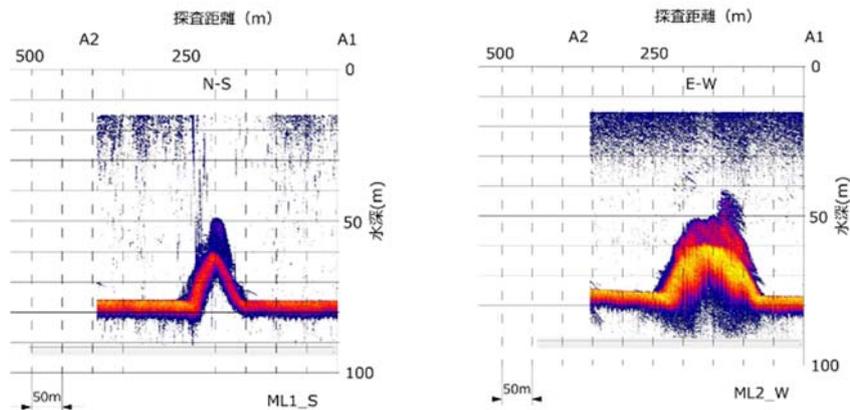


図 e-(1)-48 魚探反応記録(マウンド礁)

◎魚礁 No. 148（※2m 角型：設置水深 81m）

反射強度の強い魚群反応が魚礁群北東側集積部と南西側縁辺から南西側方向の 2 箇所で見られ、このうち北東側の反応は魚礁群直上で直径約 140m、層厚 5m 前後の範囲、南西側の反応は直径 40～70m、海底付近から層厚 10～20m 程度の範囲で確認された。南西側の魚群反応の位置は操業航跡ライン集中部とよく一致していた。そのほか魚礁群の縁辺や魚礁と天然礁との間付近で直径 30m 前後、層厚 5m 前後の比較的小さな魚群が 6 箇所確認された。

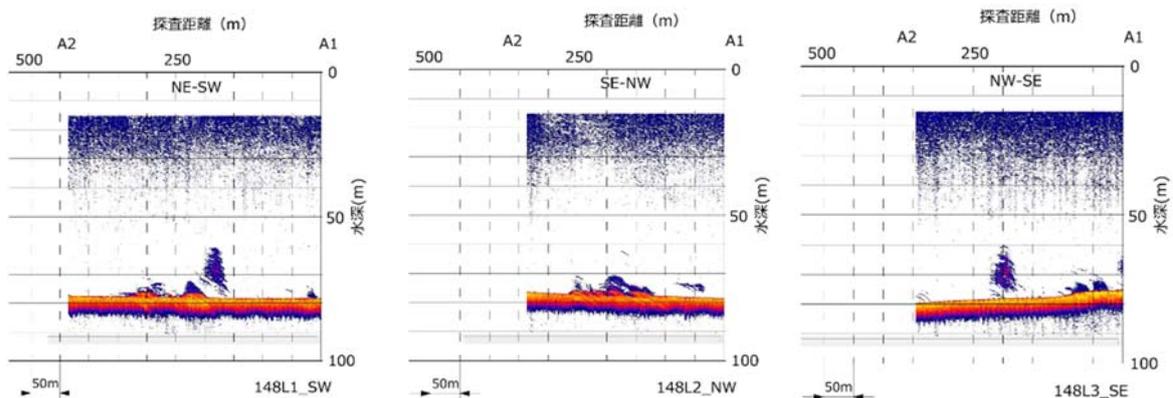


図 e-(1)-49 魚探反応記録(魚礁 No. 148)

◎魚礁 No. 27（※1.5m 角型：設置水深 78m）

反射強度の強い魚群反応が魚礁群南西側縁辺部から南西方向に 200m 程度離れた箇所に直径約 50m 程度、層厚 10m 前後の範囲で見られたほか、比較的強い魚群反応が魚礁群中央集積部から東側及び魚礁群南西側縁辺部に直径約 30～180m、層厚 10～20m の範囲で 3 群確認された。このうち南西側縁辺部の反応の位置は操業航跡ライン集中部

とよく一致していた。そのほか魚礁縁辺部を主体に直径約 20m 前後、層厚 5m 程度の小さな魚群反応が 3 箇所確認された。

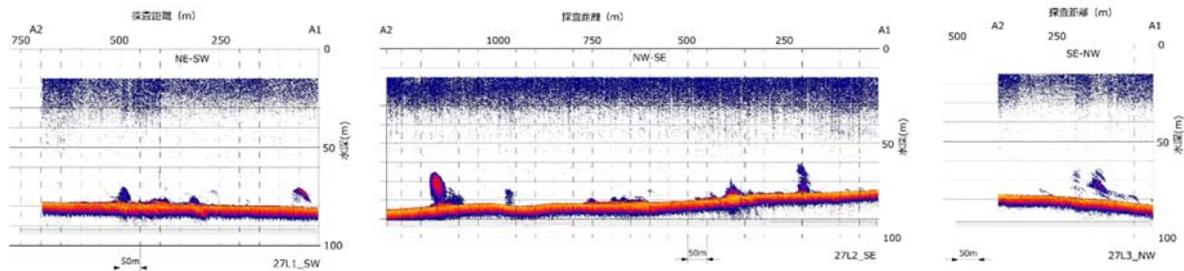


図 e-(1)-50 魚探反応記録(魚礁 No. 605)

◎魚礁 No. 50 (※1.5m 角型：設置水深 80m)、魚礁 No. F (※1.5m 角型：設置水深 89m)

魚礁 No. 50 では反射強度の弱い魚群反応が魚礁群の直上で直径約 140m、層厚 5m 前後の範囲で確認された。魚礁 No. F では反射強度の強い魚群反応が魚礁群の直上で直径約 90m、層厚 20m 前後の範囲で確認された。

◎魚礁 No. 262 (※4m 角型：設置水深 78m)

反射強度の強い魚群反応が魚礁群中央集積部から南西側に直径約 120m、層厚 10～20m の範囲で確認された。

◎魚礁 No. 166 (※2m 角型：設置水深 85m)

反射強度の比較的強い魚群反応が魚礁群南西側縁辺部と魚礁南側縁辺から南方向に 200m 程度離れた箇所の 2 箇所でみられ、両群とも直径約 50m、層厚 20m 前後の範囲で確認された。このうち南西側縁辺部の反応については操業航跡ライン集中部とよく一致していた。

◎並型魚礁 (※沈船、FP 魚礁 3.25 型：設置水深 43m)

反射強度の比較的強い魚群反応が沈船の直上及び魚礁群北側縁辺から 100m 程度北側に離れた箇所の 2 箇所でみられ、このうち沈船については直径約 30m、層厚 10m 未満の範囲で確認された。

◎魚礁 No. 203 (※2m 角型魚礁、4m 角型魚礁：設置水深 81m)

反射強度の比較的強い魚群反応が魚礁群中央集積部の直上及び魚礁群縁辺部から 150m 程度離れた箇所でみられ、操業航跡ライン集中部と一致していた。このうち中央集積部については直径約 100m、層厚 5～15m の範囲でみられたほか、魚礁群から 20m 程度上層付近にも魚群反応が確認された。

◎魚礁 No. 652 (※スーパー-SK1300S 型、4m 角型魚礁：設置水深 97m)

反射強度の強い魚群反応がスーパー-SK1300S 型の頂部付近及び周囲でみられ、直径約 70～90m、層厚 20～30m 程度で確認された。そのほか小さな魚群反応が 4m 角型魚礁上で確認された。

◎天然礁 No. T1 (※比高 1~2m 程度：水深 75m 前後)、天然礁 No. T2 (※比高 10m 程度：水深 30~65m)

天然礁 T1 では反射強度の比較的強い魚群反応が探査範囲中央付近で直径約 30~100m、層厚 20m 程度の範囲で数群みられ、操業航跡ライン集中部とよく一致していた。天然礁 T2 では反射強度の強い魚群反応が比高のある岩礁部を主体に数群みられ、操業航跡ラインと一致していた。このうち最も大きな群については直径約 150m、層厚 20~30m の範囲で確認された。

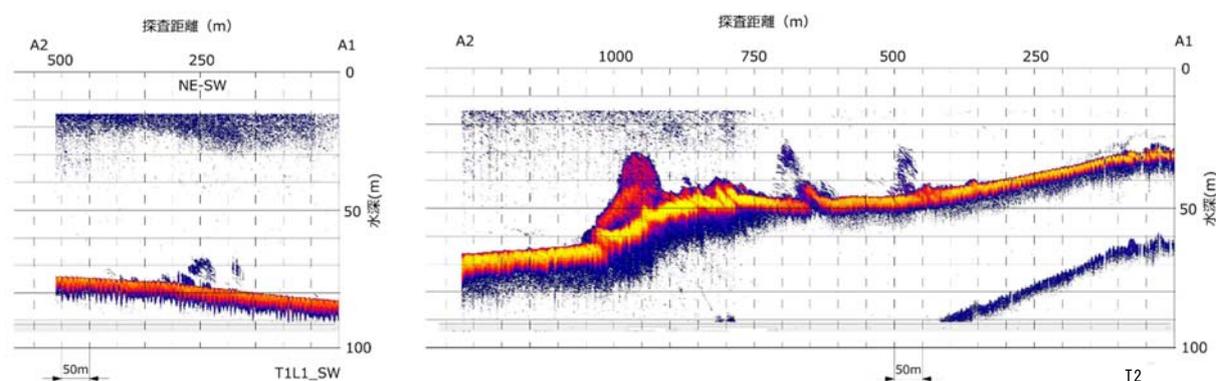


図 e-(1)-51 魚探反応記録(天然礁)

以上の魚探調査結果から、魚礁周辺での魚群形成の多くは魚礁の南西方向、つまり潮上に認められ、特に高層魚礁において良好なことが明らかとなった。そして、その多くは漁業者の操業場所とよく一致しており、操業に際しては漁業者が魚群形成を魚群探知機により事前にしっかり把握して操業している実態がうかがわれた。

水質観測

多項目水質計を用いた水質観測は前出の図 e-(1)-46 の 6 地点 (A1、B1~4、C1) で実施した。魚礁設置箇所数が多い区域中央部付近に 4 点、区域の北側に 1 点、南側に 1 点とした。

実施日の 10 月下旬は夏季の成層期から循環期への移行期にあたるが、水温の鉛直分布をみると、水深 50m 前後に躍層が存在し、それより下層では急激に低水温化しており、表低層間の水温較差は約 6℃であった(図 e-(1)-52)。塩分は全層を通じて概ね 34.0~34.5PSU の範囲にあり、水深 50m 以深では乱れが大きかった(図 e-(1)-53)。DO に関しても同様に 50m 以深では乱れが大きかった(図 e-(1)-54)。これら分布の乱れは周辺域の地形的な影響によるものと推察される。光量子の分布についても図 e-(1)-55 に示す。

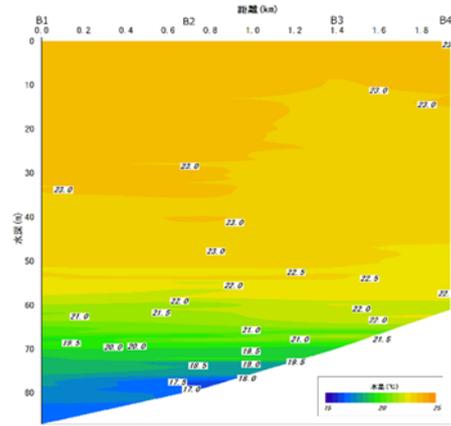
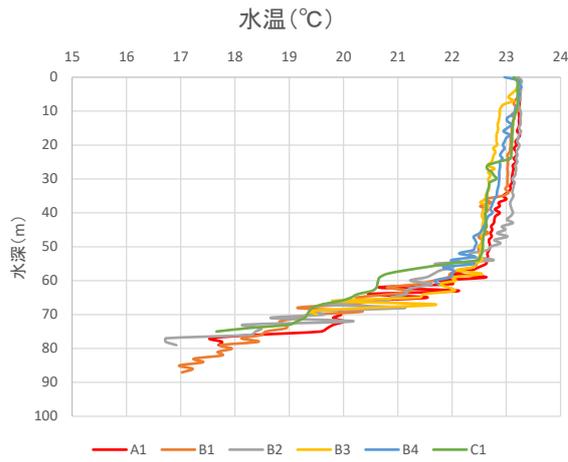


図 e-(1)-52 水温の鉛直分布図

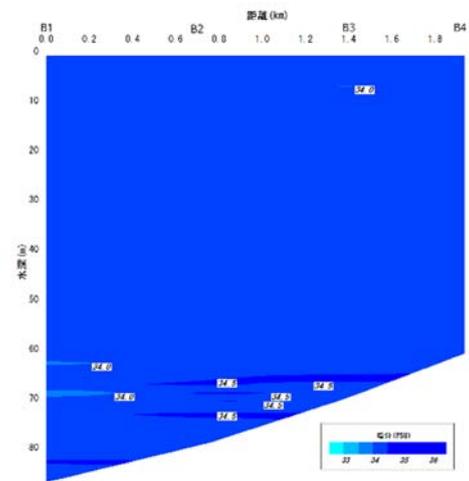
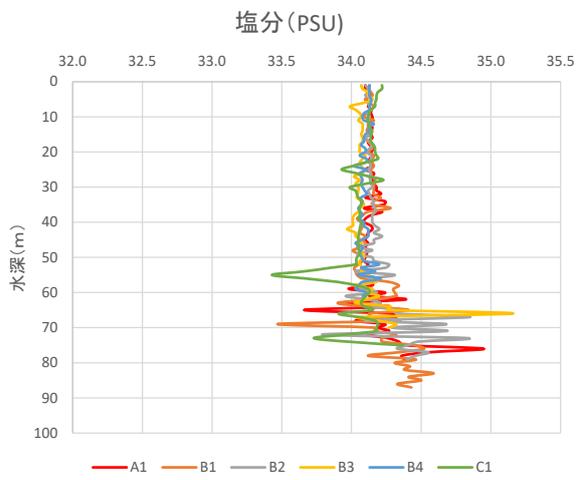


図 e-(1)-53 塩分の鉛直分布図

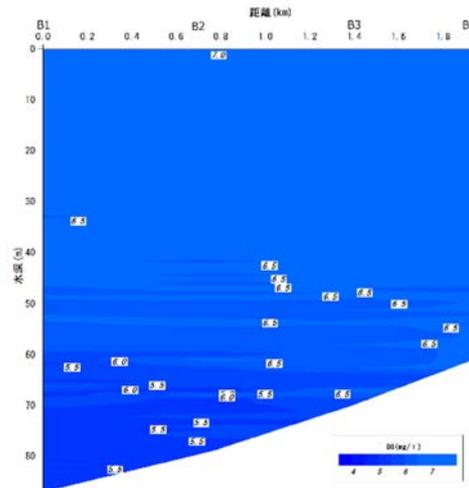
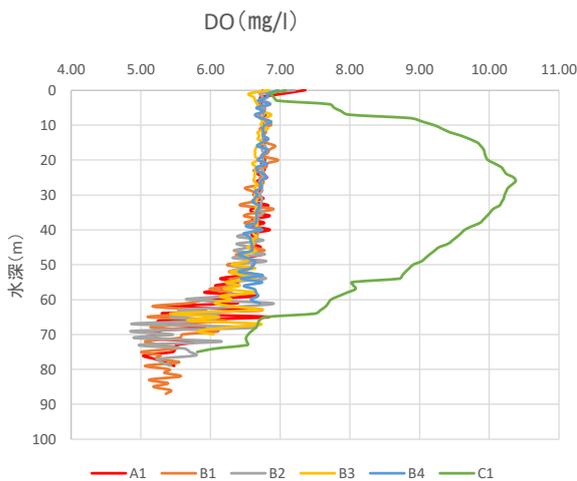


図 e-(1)-54 DO の鉛直分布図

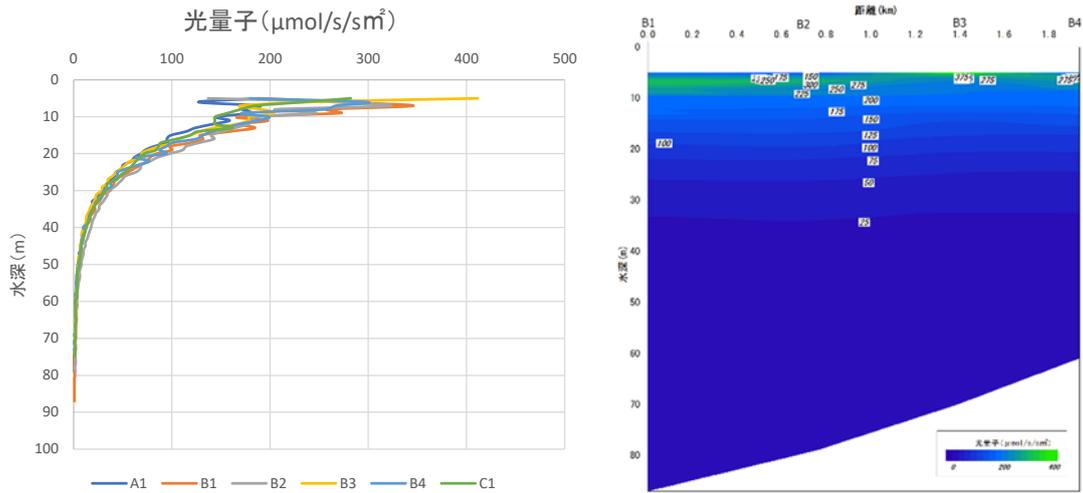


図 e-(1)-55 光量子の鉛直分布図

現地調査結果のまとめ

今回の現地調査により、モデル地区における魚礁個々レベルの詳細分布、魚群形成状況、概略的な海域環境構造等が把握できた。魚礁の詳細分布と漁積データ、航跡データを照合すれば、漁獲効果の様々な発現状況の細部解析が可能である。また適正な設置水深や魚礁種類、礁高、配置などが明らかにできるものと考えられる。

来年度以降、長崎県海域の漁業情報 DB を対象に魚礁効果を推定する統計モデルを作成する。統計モデルでは、CPUE を応答変数にして、それを年、月、船、海洋環境（塩分、水温、流向・流速）および人工魚礁での作業時間または人工魚礁からの距離等を説明変数とすることを想定している。このモデルの検証には、本年度得られた正確な魚礁からの距離（海底探査）や、実際の魚群形成状況（魚探調査）および、魚礁周辺の海洋環境（海洋環境調査）が必要となる可能性が高い。

(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討

1) -1 海況条件の整理

本年度の検討対象魚種であるマアジ（対馬暖流系群、太平洋系群）とマダラ（北海道系群、太平洋北部系群、日本海系群）について、資源評価書や既往文献等からそれぞれの生活史に影響を与える海況条件（黒潮や対馬暖流の影響、水温の影響等）を整理し、後述の増殖シナリオへ反映した。また、既存の人工魚礁については、既往文献や有識者ヒアリングにより海況条件に対する施工上の留意点を整理し、高知沖の浮魚礁増殖効果調査では、現地調査時の海況条件を整理してとりまとめた。

1) -2 TAC・TAE 対象種などの資源状況と生態の整理

対象種に関して、各魚種の系群ごとに、資源状況、増殖の考え方（目的）及び大水深における漁場整備の適用性、魚礁性について表 e-(2)-1 にとりまとめた。また、作成の際には、資源評価報告書及び、国際資源の現況、資源動向調査を用いた。その他参考にした文献は注釈にて示した。なお、マアジ・マダラ以外の大水深における漁場整備の適用性に関しては、次年度以降に整理を行う。

表 e-(2)-1 ① 対象種の資源増殖の考え方及び適用性と魚礁性について

魚種名	系群	水準・ 動向*1234	増殖の考え方(目的)*1234	大水深	魚礁性*5
				漁場整備の適用性	
サンマ	北太平洋	中位・減少	—		△ ⁹
スケトウダラ	日本海北部	低位・横ばい	・産卵海域の増加		△ ⁶
	根室海峡	低位・減少	・産卵親魚の個体数増加		△ ⁶
	オホーツク海南部	中位・減少	・加入状況の改善		△ ⁶
	太平洋	中位・減少	・共食いや他の魚による捕食圧の低減		△ ⁶
マアジ	太平洋	低位・減少	・基礎生産力の底上げ ・餌環境の改善	○仔稚魚期にマウンド礁 ○未成魚期・成魚期にマウンド礁、高層魚礁	○
	対馬暖流	中位・増加	・基礎生産力の底上げ ・餌環境の改善	○仔稚魚期にマウンド礁 ○未成魚期・成魚期にマウンド礁、高層魚礁	○
マイワシ	太平洋	中位・増加	・中水準での維持を目標とする ・漁獲圧調整による、親魚量の維持 ・成魚の肥満度の上昇 ・卵質の向上		○
	対馬暖流	中位・横ばい	・再生産成功率の増加 ・漁獲圧の低減		○
マサバ	太平洋	中位・増加	・餌料環境の好転 ・マイワシ太平洋系群との餌の競合の低減 ・産卵親魚の状態(産卵経験、栄養状態、産卵前経験水温)による卵質の向上による、生残率の上昇 ・4月ふ化個体の生残率向上による加入量の増加		○
	対馬暖流	低位・増加	・親魚量の増加		○
ゴマサバ	太平洋	中位・減少	・加入量の増加 ・漁獲圧の低減		○
	東シナ海	中位・横ばい	—		○
スルメイカ	冬季発生	低位・減少	・再生産可能海域の拡大 ・親魚の漁獲圧の減少		○
	夏季発生	中位・減少	—		○
ズワイガニ	オホーツク海	中位・減少	・マダラやカジカ類などからの被食の影響を低減		○
	太平洋北部	中位・横ばい	・捕食圧の減少(マダラ等の高次捕食者) ・浮遊期幼生の生残率の増加		○
	日本海A海域	中位・横ばい	・ズワイガニ幼生の孵出海域への帰還率の向上 ・漁獲圧の低減		○
	日本海B海域	高位・横ばい	—		○
	北海道西部	中位・横ばい	—		○
クロマグロ	太平洋	低位・横ばい	・高齢の大型成魚(100kg以上)の漁獲圧の低減(はえ縄) ・30～50kg程度の成魚の漁獲圧の低減(まき網) ・加入量の増加 ・未成魚の漁獲圧の低減(まき網・ひき縄) ・30kg未満の未成魚の漁獲圧の低減		△ ⁷

T A C 対象種

表 e-(2)-1 ② 対象種の資源増殖の考え方及び適用性と魚礁性について

	魚種名	系群	水準・ 動向*1234	増殖の考え方（目的）*1234	大水深 漁場整備の適用性	魚礁性*5
他の重要種	マダラ	北海道	高位・増加	<ul style="list-style-type: none"> ・分布域の特定 ・産卵場の保全・拡張 ・基礎生産力の底上げ ・餌環境の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ○仔稚魚期にマウンド礁 ○未成魚期・成魚期に高層魚礁及び従来型沈設魚礁 	○
		太平洋北部	高位・減少	<ul style="list-style-type: none"> ・分布域の特定 ・産卵場の保全・拡張 ・基礎生産力の底上げ ・餌環境の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ○仔稚魚期にマウンド礁 ○未成魚期・成魚期に高層魚礁及び従来型沈設魚礁 	○
		日本海	高位・横ばい	<ul style="list-style-type: none"> ・分布域の特定 ・産卵場の保全・拡張 ・基礎生産力の底上げ ・餌環境の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ○仔稚魚期にマウンド礁 ○未成魚期・成魚期に高層魚礁及び従来型沈設魚礁 	○
	カツオ	中西部太平洋	高位・一	—		○
T A E 対 象 種	アカガレイ	日本海	中位・横ばい	<ul style="list-style-type: none"> ・過度な漁獲圧に低減 ・保護区域の拡大 ・保護礁の増設 ・休漁期間の設定 ・生息環境整備のための海底清掃、海底耕耘 ・網目拡大や改良漁具の導入 		○
	イカナゴ	伊勢・三河湾	低位・減少	<ul style="list-style-type: none"> ・終漁時残存資源尾数の確保（20億尾以上） ・保護区、保護育成期間の設置 ・親魚保護を目的とした禁漁 ・加入乱獲抑制、成長乱獲抑制 ・成長管理 ・仮眠中減耗の低減 		—
		瀬戸内海東部	低位・減少	<ul style="list-style-type: none"> ・生息場所の確保（海砂採取や浚渫による荒廃・減少が影響） ・親魚量の確保 ・加入量変動の影響の緩和 		—
	サメガレイ	太平洋北部	低位・横ばい	<ul style="list-style-type: none"> ・産卵親魚の保護 ・加入量の増加 		○
	サワラ	東シナ海	中位・増加	<ul style="list-style-type: none"> ・休漁期間の設定 ・人工種苗の放流 ・流し刺網の目合い制限 ・年齢組成の若齢への偏り防止 ・加入量の減少防止 ・大型魚を狙って漁獲する 		○*8
		瀬戸内海	高位・横ばい	<ul style="list-style-type: none"> ・資源量指標値の変動に合わせて漁獲 		○*8
	トラフグ	日本海	低位・増加	<ul style="list-style-type: none"> ・加入量の安定 ・1歳魚までの未成魚の漁獲量の低減 		○
		伊勢・三河湾	低位・減少	<ul style="list-style-type: none"> ・漁獲圧の削減 ・加入量の安定 ・再生産成功率の上昇 ・親魚量の増加 ・産卵場及び生育場の保護 		○

表 e-(2)-1 ③ 対象種の資源増殖の考え方及び適用性と魚礁性について

魚種名	系群	水準・ 動向 ^{*1234}	増殖の考え方（目的） ^{*1234}	大水深 漁場整備の適用性	魚礁性 ¹⁵
マガレイ	北海道北部	中位・横ばい	・未成魚の保護		○
	日本海	低位・減少	・未成魚や小型個体の保護・再放流 ・親魚量の確保 ・産卵期や産卵海域に着目した親魚の保護		○
マコガレイ	岩手県	中位・横ばい	・漁獲年齢の上げを目的とした小型魚（全長20cm未満）の再放流		○
	宮城県	—・増加	・保護区の設定 ・産卵親魚の再放流 ・刺網目合いの規制		○
	福島県	低位・減少 ^{※3}	・産卵後の親魚の再放流		○
	茨城県	低位・減少	・小型魚の保護 ・卓越年級が確認された際の持続的な利用を計画		○
	山口県	低位 ・やや増加	・小型魚の保護（全長15cm以下の再放流） ・投棄魚の生存率向上のため、シャワー装置 設備や改良漁具の導入 ・休漁期間の設定		○
	福岡県	低位・横ばい	・小型魚の再放流 ・シャワー装置活用の徹底		○
	大分県	低位・横ばい	・稚魚の混獲の低減 ・底網の目合い7節以下網目拡大の漁具の導入		○
ヤナギムシ ガレイ	太平洋北部	高位・増加	・若齢魚の漁獲量の低減 ・親魚量の確保(次世代の加入阻害を回避)		○
ヤリイカ	太平洋	中位・減少	・努力量規制の管理 ・海域ごとの資源管理		○
	対馬暖流	低位・増加	・資源水準及び変動傾向に合わせた漁獲 ・親魚量の確保 ・海域ごとの資源管理		○

※1 水準・動向及び増殖の考え方（ポイント）は、平成30年度及び平成29年度資源評価報告書^{*1*2}、平成29年度国際漁業資源の現況^{*3}、平成29年度資源評価調査報告書（資源動向調査）^{*4}から確認し、資料から読み取れないものは“—”で示した

※2 マアジ及びマダラの増殖の考え方（ポイント）は、別紙増殖シナリオで考えられるものも含む

※3 マコガレイの福島県での資源の動向は、平成18年から平成22年にかけての傾向を示す（平成23年の震災後は沿岸漁業の操業自粛、国による出荷制限により水揚げがなく不明）

※魚礁性に関しては、平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針及びその他文献から確認した

○：魚礁性が確認されている、△：魚礁性があると推測されている、—：魚礁性不明

※4 “—”直接の魚礁性が見られていない魚種についても、総合的な検討を行う（事業の対象）

*1 水産庁、平成30（2018）年度年度各魚種の資源評価報告書。我が国周辺の水産資源の現状を知るために。http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html

*2 水産庁、平成29（2017）年度年度各魚種の資源評価報告書。我が国周辺の水産資源の現状を知るために。http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html

*3 水産庁、平成29年度国際漁業資源の現況。http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html

*4 平成29年度資源評価調査報告書（資源動向調査）。我が国周辺の水産資源の現状を知るために。http://abchan.fra.go.jp/resource_trends_report/index.html

*5 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会。沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針。平成12年度版。社団法人全国沿岸漁業振興開発協会。2000

*6 伊藤靖。費用対効果分析手法検討調査—漁場整備事業の事後評価事例調査—。マリノフォーラム21。http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp.2003

*7 金田佳久。浮魚礁漁場モニタリング調査事業。徳島県平成8年度水産試験場事業報告書。1996

*8 森脇晋平。島根県浜田沖に沈設された高層魚礁に集まる魚類の経年変動。島水試研報。2005。vol.12。p1-6。

*9 多部田修。塚原博島。サンマの卵、仔稚魚の打上げ斃死。Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries 1968, vol. 34, No. 2, p123.

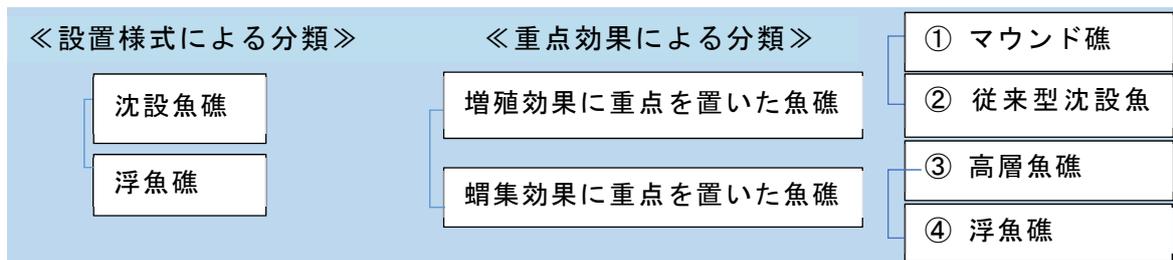
1) -3 大水深域での漁場整備に適用する土木技術の整理

大水深域における漁場整備においては、各対象魚種の生活史や生息場所、環境条件による増殖シナリオと既存の魚礁整備技術と機能による整備検討を行う必要がある。

水産庁監修の「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版」では、漁場整備として魚礁、増殖場、養殖場、漁場環境保全施設の整備が挙げられる。

魚礁は、設置様式から沈設魚礁と浮魚礁に大別され、これ以外に材質（鋼製、コンクリート、石など）や構造（ブロック、高層構造物、浮体）、機能（保護、育成、産卵場）などの視点や目的によって、それぞれ異なった分類で示されている。

このうち、大水深域における漁場整備技術として、増殖効果に重点を置いたものにマウンド礁と従来型沈設魚礁があり、蝸集効果に重点を置いたものに浮魚礁や高さ20m以上の大型魚礁である高層魚礁などの整備がある。



本資料では、大水深域で実績のある ①マウンド礁 ②従来型沈設魚礁 ③高層魚礁 ④浮魚礁を対象に公開資料を基に主な機能や整備実績を収集・整理した。

1) -3-1 人工魚礁の機能

人工魚礁の基本機能は、以下に示す4つの機能に分類できる。

- | |
|--|
| ① 隠場機能：天敵生物や操業に対する隠れる場となること |
| ② 休息場機能：流れ等に対して緩流部で休息、魚礁内部で睡眠状態になるなどの休息場となること |
| ③ 摂餌場機能：餌生物の分布が多くそれらを捕食できる機会が多いこと
・貧栄養の有光層に下層より栄養塩を補給
・海域の基礎生産力を増強する（マウンド礁類） |
| ④ 産卵場機能：種によっては、卵や孵化仔魚の保護・成育に適していること |

（人工魚礁漁場造成計画指針 平成12年度版から）

基本機能以外の特徴として、マウンド礁では、2次的には摂餌場機能に相当すると思われる鉛直混合による上層への栄養塩供給機能があり、従来型沈設魚礁では魚が隠れる為の隠場機能以外に操業行為自体を抑制する漁獲制御機能がある。浮魚礁については、大型回遊魚の蝸集効果が確認されている。

魚礁は、対象魚種に対して特定の効果が発揮されるよう選択され設置されているが、対象種以外の魚類によって様々な活用がされている。大水深域で実績のある魚礁について、既存文献によって特定魚種について確認されている魚礁機能について表 e-(2)-2 に示した。

表 e-(2)-2 特定魚種について既存文献で明記されている魚礁機能

	マウンド礁	従来型沈設魚礁	高層魚礁	浮魚礁
① 隠場機能	○	○	○	
② 休息場機能		○	○	
③ 摂餌場機能	○	○	○	
④ 産卵場機能	○	○		
⑤ その他機能	海水鉛直混合	漁獲制御効果		蛸集効果

1) -3-2 漁場整備の事例

① マウンド礁

【概要】

魚礁ブロック等の設置により海底に山脈状の大規模なマウンドを造成し、内部波により鉛直混合を起こし、栄養が豊富な海底付近の海水を植物プランクtonの光合成が活発に行われる有光層に供給することでプランクtonを増殖させ、それを捕食するマアジ等の増殖を図る。また、周辺海域における底質環境の改善（有機物の堆積）による、底生生物の増加も期待される（図 e-(2)-1）。

ブロックあるいは石材で造成される構造物は魚礁としての機能も併せ持ち、有用水産物の蛸集や岩礁性生物の産卵・成育の場として機能する。平成7年度から長崎県生月島沖で実証試験が始まり、現在は国の直轄事業や、水産基盤整備事業として整備が進んでいる。

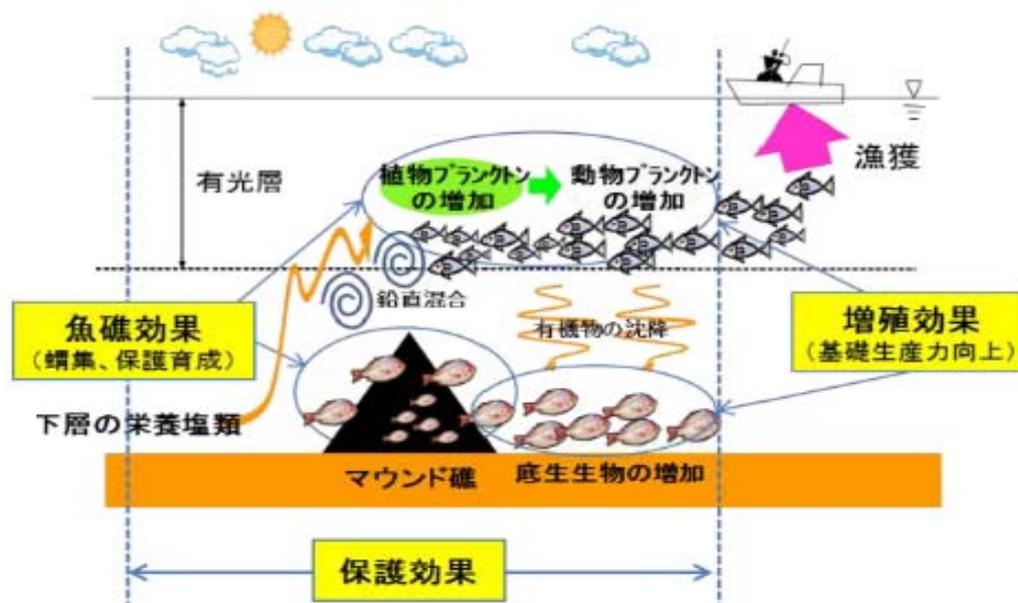


図 e-(2)-1 マウンド礁による栄養塩の循環と増殖効果²⁶⁾

【効果】

< 栄養塩類の鉛直混合と密度躍層 >

人工湧昇流構造物としてのマウンド礁は、下層の栄養塩を有光層に届けることで、植物プランクトン（基礎生産）を増大させ、順次、動物プランクトンから魚介類に至る高次消費者の生産への転換を促す。それぞれの段階の転換効率は、1/5～1/10とされている。

対象魚の生産量の増大には、補償深度以深から補償深度以浅（有光層）へ湧昇し、滞留する栄養塩フラックス量を必要量確保することが必要である。これらは、水理模型や数値シミュレーション、生態系モデルなどによる算定が望ましいとされている。

マウンド礁による鉛直混合について、現地観測の結果と数値シミュレーション事例（図 e-(2)-2）では、以下の内容が確認、推察されている。³⁾

- ① 構造物直上や下流側の表層混合層下端以深において、鉛直混合現象を示すと考えられる密度逆転や密度一様となる層が出現する。
- ② ①の箇所では、エネルギー散逸率が大きくなっており、鉛直混合が生じている。
- ③ 構造物直上や下流側において鉛直混合の発生要因と考えられる逆流域や乱れ域が生じている。
- ④ 成層中にある構造物に流れが作用することで地形性の内部波が発生し、上方及び下流に伝搬すると推察される。
- ⑤ 表層混合層下端が内部波の臨界層となり、反射や砕波によって乱れと混合が生じると推察される。

以上のことから、構造物により内部波が発生しても成層の不安定化が生じなければ、鉛直混合は小さく、成層が不安定になった場合に大規模な鉛直混合が見込める。このため、成層の形成や躍層の水深などによって、鉛直混合の状況が異なる。

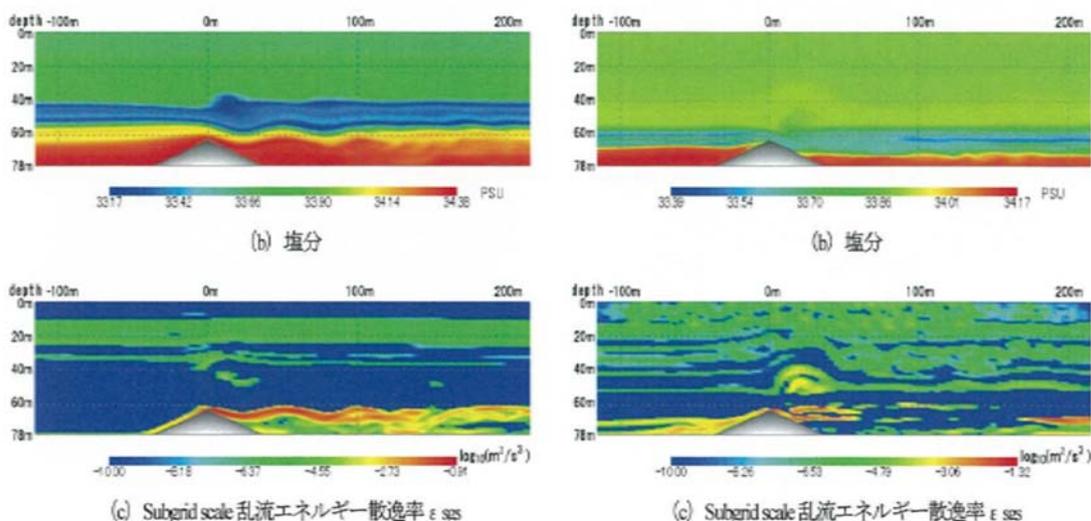


図 e-(2)-2 再現計算結果³⁾

<餌料環境改善>

マウンド礁では、植物プランクトン、動物プランクトンの増殖効果がある。

長崎県生月島沖の事例では、衛星画像解析で湧昇マウンド礁の造成前後でクロロフィル a 濃度が 1.5 倍増加していた。⁸⁾

他の事例では、対馬東で 1.155 倍、阿久根で 1.026 倍、五島西で 1.089 倍高いという結果であった。これにより資源増加量は、対馬東では 2,141t、阿久根では 258t、五島沖では 3,206t という結果であった。⁹⁾

マウンド礁周辺海域に蟄集するカイアシ類の単位水柱あたりの分布密度は、他の周辺海域と比べて 90 倍の 2.53 個体/m²で卓越していると報告されている。¹⁰⁾

<成育場機能>

マウンド礁付近で採捕された稚魚の胃内容物から、マウンド礁で出現した同種のカイアシ類が確認された事例¹⁰⁾があり、稚魚の成育場として機能、増重効果があると考えられる。

<間隙の活用と餌場機能>

マウンド礁には、長径 20~40cm の間隙があり、メバルやカサゴ、スズメダイ、マアジなどが利用している。これらの間隙には、フジツボ類や軟体動物などが生息し、これに比例して選好性餌料動物も生息する³⁵⁾。選好性餌料動物による餌料環境の改善と餌場機能も見込める。

<産卵場機能>

採捕されたキダイの 7 割程度で卵巣の成熟状態が認められ、産卵場として機能していることが窺える。¹⁰⁾

<蟄集効果>

マウンド礁には鉛直混合によって下層水と上層水を混合する効果、基礎生産力を増大させる効果、動物プランクトンから浮魚・根付魚等魚類の蟄集効果及び増殖効果があると考えられる。五島西方沖のマウンド礁では、礁体下層部でキダイ、マエソ、アナハゼ類、中層部でマハタ、ムツ、マトウダイ、シキシマハナダイ、上層部で多数のマアジが確認され、マウンド礁には浮魚、根付魚等様々な魚類が蟄集していた。¹⁰⁾

マウンド礁の魚類蟄集状況模式図を図 e-(2)-3 に示す。

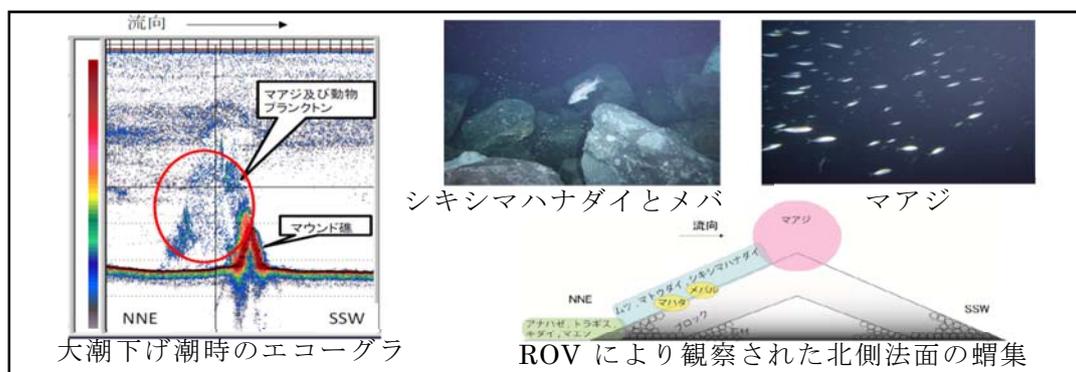


図 e-(2)-3 五島西方沖マウンド礁の魚類蟄集状

<マウンド礁毎の効果の比較>

現在設置されているマウンド礁について、設置後の生産力や蛸集状況について情報収集整理と比較を行った。

効果比較を行ったマウンド礁を以下に示す。

マウンド礁の種類としては、直轄で水深 155m に実施されている峰高さ 31m の五島西方沖マウンド礁に対し、長崎県、宮崎県で水深 100m 以浅に設置されている峰高さ 15m のマウンド礁がある。また形式として 2 山マウンド型とマウンド型があり、造成材料として、ブロック、石材、混成の 3 種類を整理した。

表 e-(2)-3 効果比較対象マウンド礁

事業主体	場所	設置水深 D (m)	構造物諸元			造成材料
			型	峰高さ H (m)	底面幅 (m)	
長崎県	対馬東	89	2 山マウンド型	15	120	軽量コンクリートブロック (6t)
	宇久北	85	2 山マウンド型	15	120	軽量コンクリートブロック (6t)
	五島西	85	マウンド型	15	150	石材 (1t 内外)
	長崎西	76	マウンド型	15	150	石材 (1t 内外)
	壱岐西	95	マウンド型	15	150	石材
	対馬西	78	マウンド型	15	150	石材
宮崎県	宮之浦沖	80	マウンド型	15	135	石材
水産庁	五島西方沖	155	2 山マウンド型	31	248	混成 (ブロック, 石材)

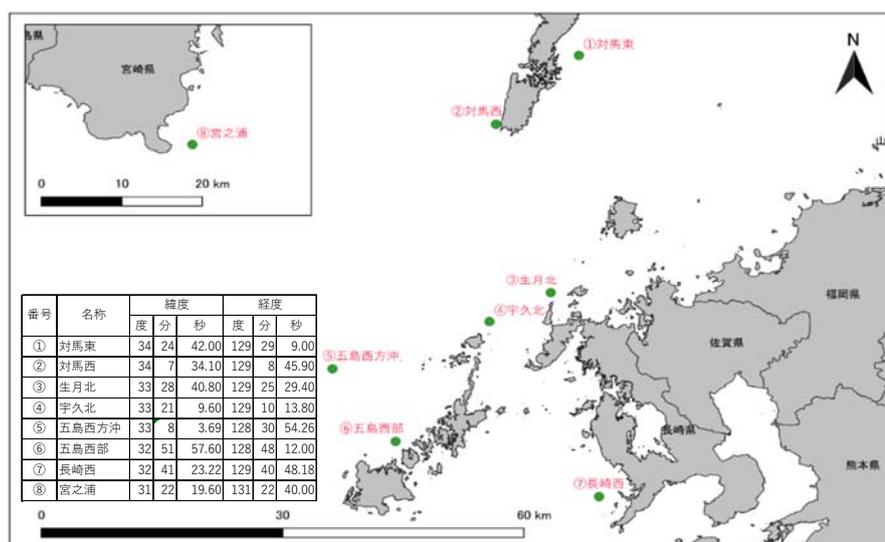


図 e-(2)-4 マウンド礁設置箇所

<クロロフィルの極大層の比較>

マウンド礁による栄養塩類の鉛直混合については、各マウンド礁で現地観測やシミュレーション、衛星画層による解析、検証が行われている。現地観測時の鉛直混合は、観測時の潮時や干満、流速や流向、躍層などの条件により状況が異なる。本比較では、限られた情報から各所で実施されているクロロフィルの鉛直観測結果の極大層が出現している情報について、マウンド礁の設置水深や設置場所の流速条件、密度鉛直分布とともに整理を行った。

整理したものを表 e-(2)-4 に、鉛直データとマウンド設置水深との関係を図 e-(2)-5 に示した。

76～95m に設置されたマウンド礁のクロロフィル極大層は、水深 20m～60m の範囲で出現していた。クロロフィルの極大層の濃度は 1～6 μg/L であったが、ほとんどが 3 μg/L 以下であった。同じマウンド礁でも観測日によって極大層の出現水深は大きく異なっていた。対馬西と壱岐西については、設置前後の鉛直分布の比較も行っており、対馬西では設置後のクロロフィル量が全体的に大きくなっていたが、壱岐西については、設置前に比べ設置後は 0.08 μg/L 以下の低い鉛直分布傾向になっていた。

以上の結果は、観測条件等の影響が大きく、マウンド礁設置による効果を直接評価するものではないが、マウンド礁付近のクロロフィルの現況を示すものである。

表 e-(2)-4 各マウンド礁設置後のクロロフィル極大層の状況

事業主体	場所	設置水深 D (m)	峰高さ H (m)	時期	流速	躍層と栄養塩類、クロロフィル等の分布
長崎県	対馬東	89	15	H18.6	17～28cm/s の南北往復流	水深 60m 付近に密度躍層あり、クロロフィルは、水深 40m 付近で極大 (1～3 μg/L 程度)
				H18.8		水深 20m 付近に密度変化あり、クロロフィルは、水深 30m 付近で極大 (1.5～6 μg/L 程度)
				H18.10		水深 60m 付近に密度躍層あり、クロロフィルは、水深 20m 付近で極大 (1～1.5 μg/L 程度)
				H21.9	-	クロロフィルは、水深 30m 付近で極大 (1.5 μg/L 程度)
	宇久北	85	15	H18.6	17～28cm/s (モデル計算)	水深 60m 付近で弱い密度変化あり、クロロフィルは、水深 40m 付近に極大 (2～3 μg/L 程度)
				H18.8		水深 50m 付近に密度変化あり、クロロフィルは、水深 50m 付近で極大 (2～3 μg/L 程度)
				H18.10		水深 60m 付近に密度躍層あり クロロフィルは、水深 15m 付近で極大 (2 μg/L 程度)
	五島西	85	15	H24.9, H24.10	13～27cm/s	水深 20～35m 付近及び 65m 付近に密度躍層あり クロロフィルは、水深 30m 付近で極大 (1～2 μg/L 程度)
	壱岐西	95	15	H24.9, H24.10	22.1～29.4cm/s	クロロフィルは、事前調査時は 1.3 μg/L 程度合ったが、施工後は、45～60m 付近に極大層があり、0.08 μg/L 程度と事前より低い
	対馬西	78	15	H24.9, H24.10	17.7～12.5cm/s	クロロフィルは、マウンド北側で水深 50m 付近で極大 (1 μg/L 程度) マウンド南側で水深 40～60m で極大 (1～1.5 μg/L 程度)
宮崎県	宮之浦沖	80	15	H27.8	22.3～34.8cm/s	水深 30～40m に密度躍層あり クロロフィルは、20～60m に極大層 (1.5 μg/L 程度)
				H27.11	19.9～26.1cm/s	混合期のため水深 50m 程度まで一様の水温塩分分布 クロロフィルの明確な極大層は無く、水深 40m で 0.5 μg/L 程度

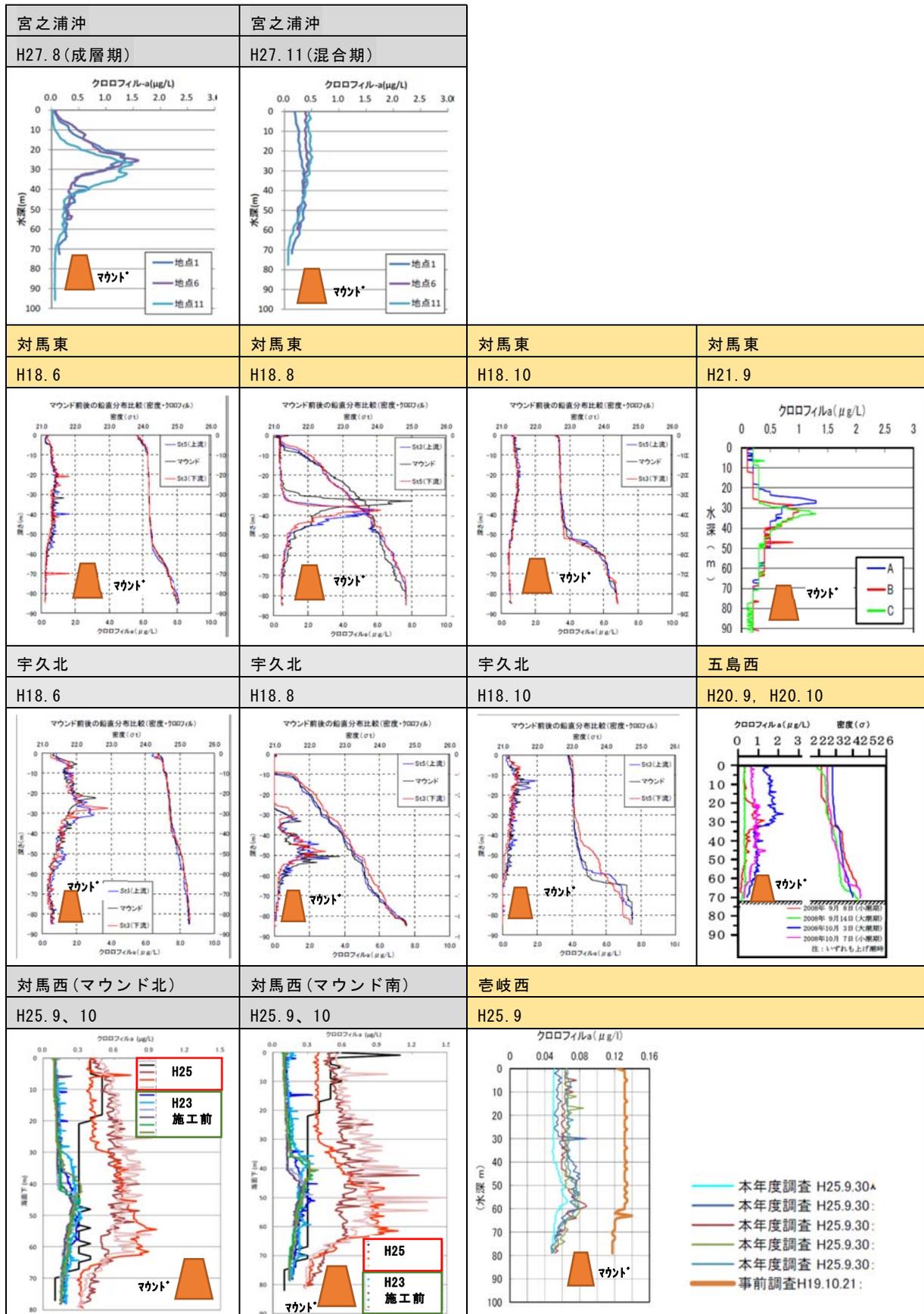


図 e-(2)-5 マウンド礁の設置水深とクロロフィル、関連項目（透過率、密度）の鉛直分布

< 蛸集状況と推定重量の比較 >

各マウンド礁では、ROV や計量魚探を用いてマウンド礁周辺の魚類の蛸集状況並びに尾数及び重量の推定を行っている。ROV では、確認された体長から各魚種の体長と体重の関係式により推定重量へ換算し、計量魚探では、漁獲調査で得られた全長・体長・体重を用いてTS^{注)}(ターゲットストレングス)を求め、推定重量へ換算している。表 e-(2)-5 に各マウンド礁の調査時期毎の推定蛸集量を整理した。魚礁に対する蛸集魚の区分を表 e-(2)-6 に示した。また、図 e-(2)-6 に調査月別の推定蛸集量、図 e-(2)-7 に地点別空 m³ あたり推定重量密度グラフを示した。^{38)~45)}

表 e-(2)-5 マウンド礁周辺の魚類の蛸集状況並びに尾数及び重量の推定^{38)~45)}

事業主体	場所	確認調査による推定蛸集量						蛸集主要魚種(重量順) 蛸集類型: I 型、II 型、III 型、IV 型	
		体積 (万空 m ³)	調査時期	手法	種数	尾数	推定重量 (kg)		重量密度 (kg/万空 m ³)
長崎県	対馬東	4.4	H18.5	ROV	7	3,500	2,667	606	マアジ>メダイ>ハナダイ類>ヒラマサ>マトウダイ>アカアマダイ>ウマツラハギ
			H18.8	ROV	12	3,100	1,967	447	ムツ>ハナダイ類>メダイ>マアジ>ネンブツダイ>ウマツラハギ>イシダイ>マトウダイ>ヒラメ等
			H18.10	ROV	9	2,500	4,175	949	メダイ>ムツ>マダイ>ウマツラハギ>イシダイ>ヒラマサ等
			H21.10	ROV	16	4,403	1,691	384	メダイ>ブリ>ウマツラハギ>ハナダイ>イシダイ等
			H21.11	ROV	13	1,441	742	169	ブリ>メダイ>ハナダイ等
	宇久北	4.4	H18.6	ROV	15	328,000	8,300	1886	ネンブツダイ>マアジ>ハナダイ類>メダイ>イシダイ>ヒラメ>マハタ>ブリ>マトウダイ等
			H18.8	ROV	14	211,000	5,500	1250	ネンブツダイ>マアジ>タイ類>ハナダイ類>ヒラマサ>イシダイ>マハタ>ウマツラハギ等
			H18.10	ROV	16	4,300	1,700	386	ネンブツダイ>キダイ>イサキ>ハナダイ類>ヒラマサ>イシダイ>アオハタ>マハタ>ウマツラハギ>ヒラメ>アカヤガラ等
			H20.9	ROV	21	231,467	11,122	2528	ハナダイ類>ヒラマサ>キダイ>ウマツラハギ>マハタ>イサキ>イシダイ>ヒラメ等
	五島西※	6.4	H20.8 (上げ潮)	ROV	20	180,500	4,740	741	ネンブツダイ>マアジ>ヒラマサ>イシダイ>マハタ等
			H20.8 (下げ潮)	ROV	15	110,400	3,370	527	マアジ>ネンブツダイ>ヒラマサ>イシダイ等
			H20.10 (下げ潮)	ROV	16	65,600	2,770	433	マアジ>ヒラマサ>ネンブツダイ>イサキ>カンパチ等
			H20.10 (上げ潮)	ROV	17	58,300	2,600	406	マアジ>ヒラマサ>イサキ>ネンブツダイ等
	長崎西	6.4	H21.9	ROV	21	3,828	474	74	メダイ>イシダイ>ネンブツダイ>ウマツラハギ>ヒラマサ>アカヤガラ>オオモンハタ等
			H21.10	ROV	17	5,710	481	75	メダイ>ネンブツダイ>カンパチ>アカヤガラ>トビハタ>オオモンハタ等
			H22.2	ROV	21	5,317	207	32	ネンブツダイ>メダイ>ヒラマサ>イシダイ>ミノカサゴ>ウマツラハギ等
	壱岐西	6.4	H25.11	ROV	22	15,702	1,502	235	イサキ>ヒラマサ>アオハタ>キジハタ>ハナダイ類等
	対馬西	6.4	H25.11	ROV	12	10,742	3,751	586	イサキ>ヒラマサ>メダイ>ハタ類等
宮崎県	宮之浦沖	5.6	H27.8	計量魚探	5	54,375	11,976	2139	チダイ>マアジ>メダイ>ハガツオ
			H27.9	計量魚探	5	72,524	23,653	4224	メダイ>チダイ>マアジ>クロムツ>アカヤガラ
			H27.11	計量魚探	5	3,876	2,365	422	メダイ>チダイ>キビレカワハギ>アカヤガラ
			H28.1	計量魚探	5	12,963	1,410	252	マアジ>メダイ>チダイ>ウスバハギ>アカヤガラ
水産庁	五島西方沖	31.9	H29	計量魚探	10	マアジのみ 2,798,521	マアジのみ 730,400	22897	マアジ、マハタ、ムツ、マトウダイ、シキシマハナダイ等

※五島西は別途計量魚探による推定結果もあり。

※不等号は推定重量の大小を示す。

注) TS: 魚の一尾当たりの散乱強度。

表 e-(2)-6 魚礁に対する蛸集魚の分布類型区分

類型	内容	魚種
I型	魚礁に体の大部分、もしくは一部を接触させている種	アイナメ、カサゴ、キジハタ、マハタ、クジメ、オコゼ、マダコなど
II型	体を魚礁に接触させることは少ないが、魚礁に極く近い所に位置する種	マダイ、クロダイ、イシダイ、イシガキダイ、ヒゲソリダイ、メバル、クロソイ、ウスメバル、イサキ、カワハギ、ウマヅラハギ、メジナなど
III型	主として魚礁から離れた表中層に位置する種	マアジ、マサバ、ブリ、ヒラマサ、カンパチ、クロマグロ、カツオ、シマアジ、サクラマス、シイラなど
IV型	主として魚礁周辺の海底に位置する種	ヒラメ、ムシガレイ、アマダイ、シロギス、カジカなど

資料：人工魚礁、(財)漁港漁場漁村技術研究所、2004

ROV や計量魚探による推定尾数や推定重量は時期や調査時間、推計方法が統一されていないが、各調査の確認種類数は5~22種であった。推定重量は100m以浅のマウンド礁で207kg~23,000kgであり、155mの五島西方沖はマアジのみで730,000kgと大水深の五島西方沖で非常に多い結果であった。

五島西方沖を除く月別推定重量では、6月~8月の蛸集量が多く、地点では長崎西の推定重量が小さく宮之浦や宇久北は比較的推定重量が多い傾向であった。

空m³あたりの蛸集重量密度でも、五島西方沖が非常に高く、空m³あたりでも宇久北や宮之浦の蛸集密度が高い結果であった。

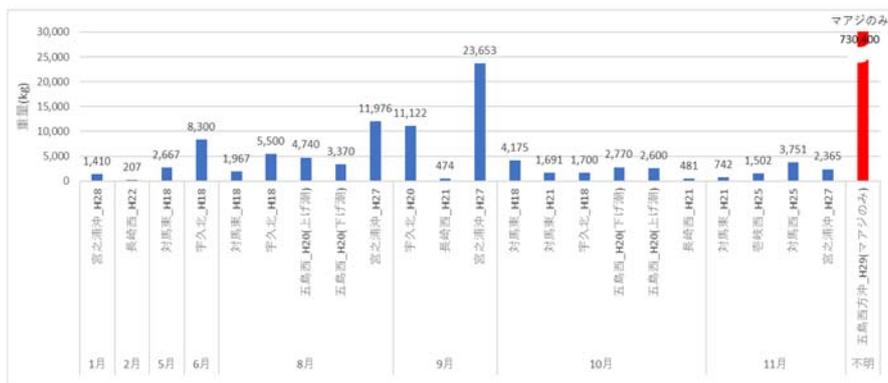


図 e-(2)-6 月別推定重量^{38)~45)}

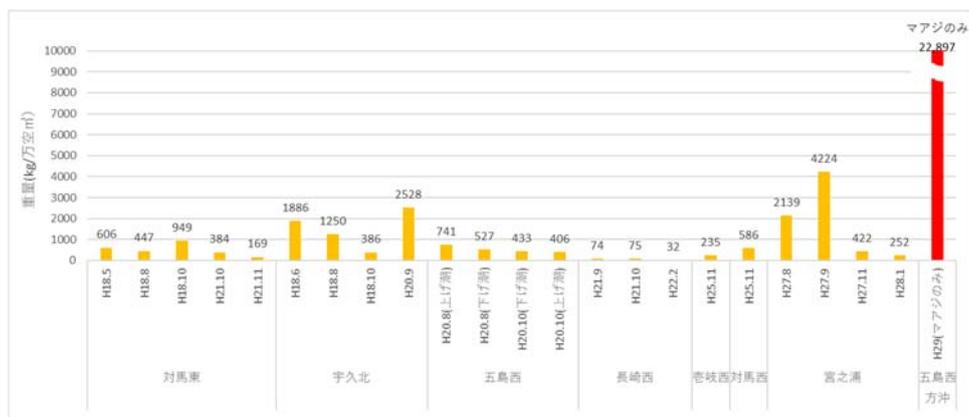


図 e-(2)-7 地点別空 m³ あたり推定重量密度^{38)~45)}

表 e-(2)-5 の蛸集魚種では、魚礁毎や季節毎に出現魚種に違いが見られるが、概ねマアジ、ヒラマサを主とするⅡ型（体の接触は少ないが魚礁近くに位置する種）やマダイ、チダイなどのⅢ型（魚礁から離れた表中層に位置する魚種）が多く分布していた。Ⅰ型のハタ類やⅣ型のアカヤガラ等も比較的多く出現していた。

表 e-(2)-7～表 e-(2)-9 に計量魚探による蛸集状況を示した。いずれの魚礁も蛸集類型に従って魚類が分布しており、マウンド礁から流れの上流側の少し離れた箇所Ⅲ型魚類が蛸集し、天端から斜面にかけてⅡ型魚類が蛸集する。Ⅰ型、Ⅳ型の魚類の蛸集も見られるが、比較的個体数は少ない。ただし、Ⅰ型、Ⅳ型の魚類は、ハタやアイナメ、ヒラメなど大型の魚類が多いため、出現した場合、推定重量としては大きい。

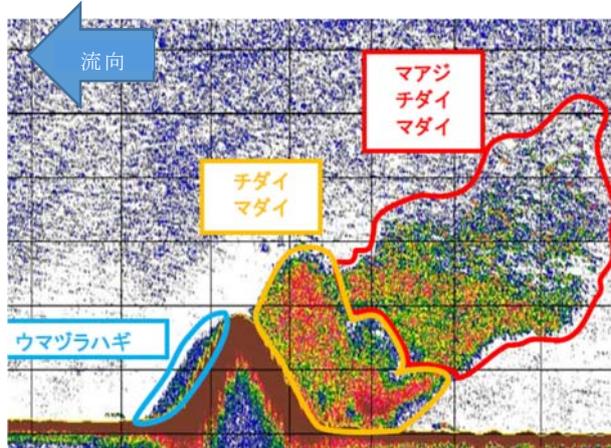
このことから、マウンド礁は設置場所や水深によって蛸集魚種は異なるが、蛸集魚種の類型としては、Ⅰ～Ⅳ型までの魚種で活用されており、特にⅡ型（体の接触は少ないが魚礁近くに位置する種）やⅢ型（魚礁から離れた表中層に位置する魚種）の魚類の蛸集が多い結果であった。

マウンド礁の設置水深と規模による蛸集量の違いでは、水深 155m で峰高さが 30m 他の 2 倍ある最も大きい規模の五島西方沖のマアジ推定蛸集量だけで、他の 100m 以浅のマウンド礁に比べて 1 桁以上大きい結果であった。

表 e-(2)-7 計量魚探によるマウンド礁への鯖集状況^{38)~45)}

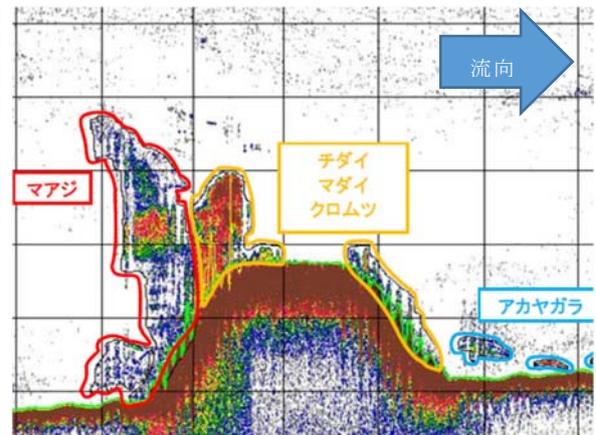
宮之浦沖

H27. 8



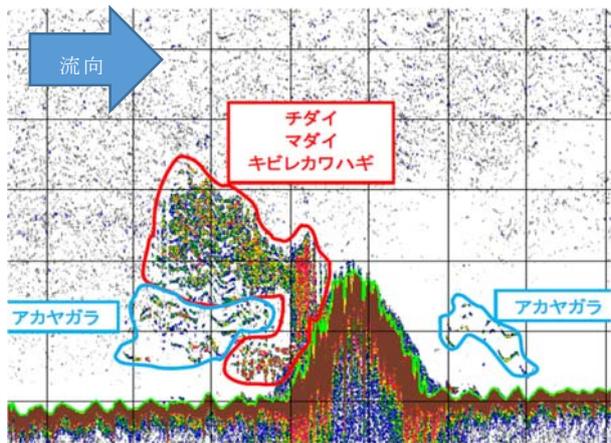
宮之浦沖

H27. 9



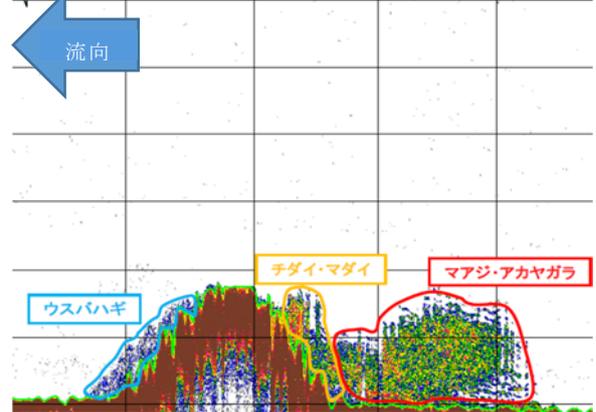
宮之浦沖

27. 11



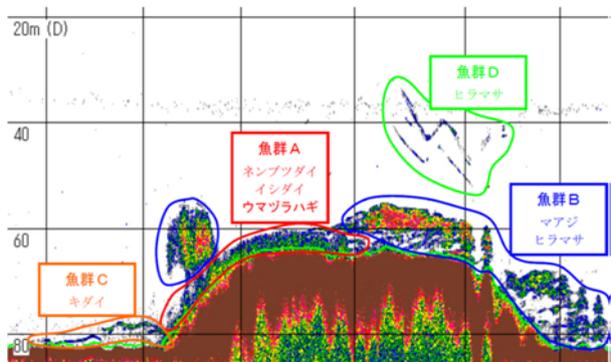
宮之浦沖

H28. 1



五島西

H20. 8



五島西

H20. 10

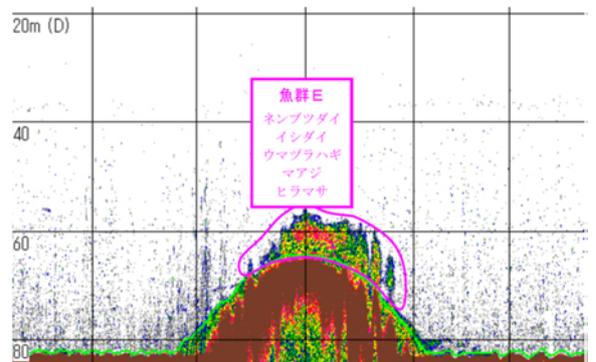
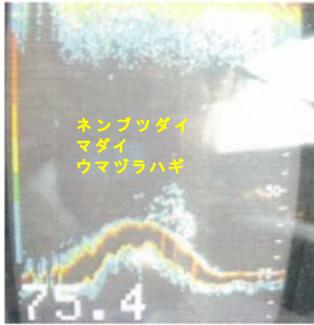


表 e-(2)-8 計量魚探によるマウンド礁への鯖集状況^{38)~45)}

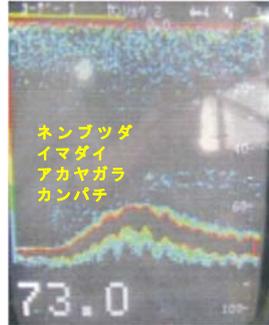
長崎西

H21. 9 (S→N 方向)



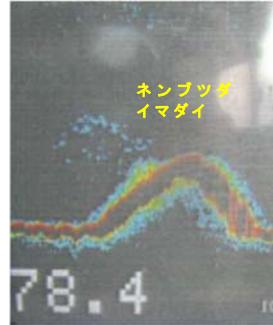
長崎西

H21.10 (S→N 方向)



長崎西

H22. 2 (S→N 方向)



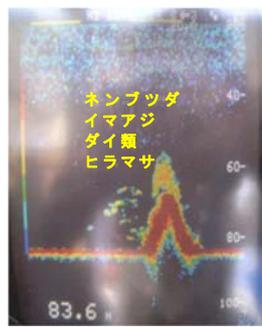
宇久北

H18. 6 (SE→NW 方向)



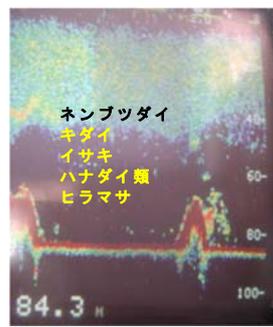
宇久北

H18. 8 (NW→SE 方向)



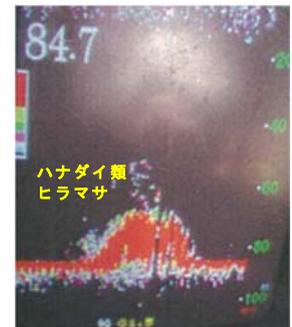
宇久北

H18.10 (SE→NW 方向)



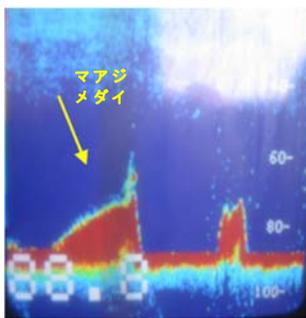
宇久北

H20. 9 (E→W 方向)



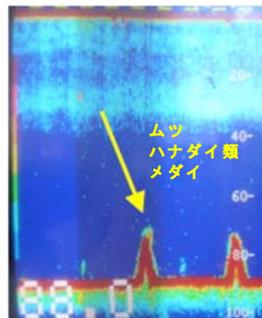
対馬東

H18. 5 (E→W 方向)



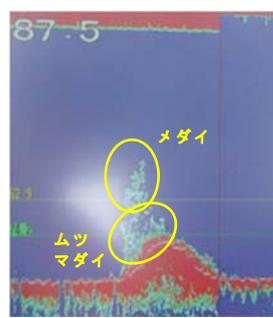
対馬東

H18. 8



対馬東

H18.10



対馬東

H21. 10



対馬東

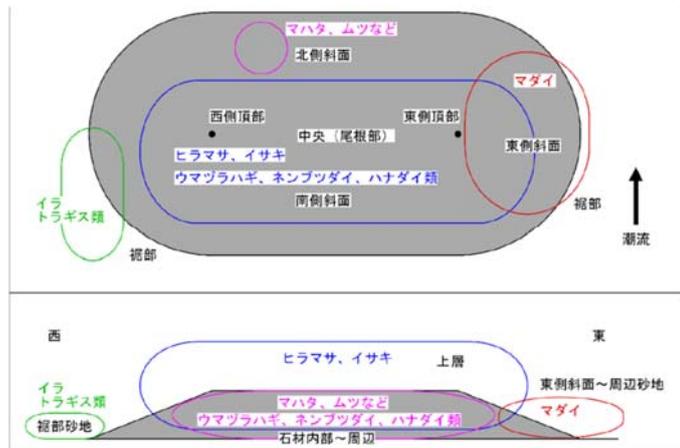
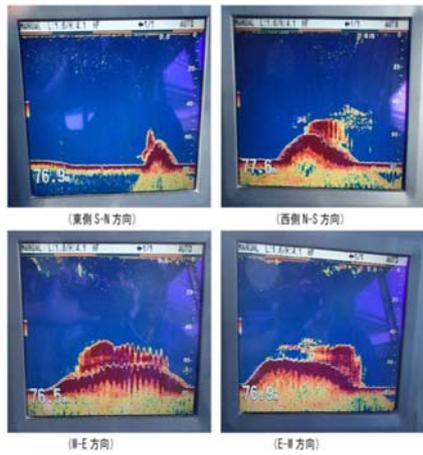
H21. 11



表 e-(2)-9 計量魚探によるマウンド礁への蛸集状況^{38)~45)}

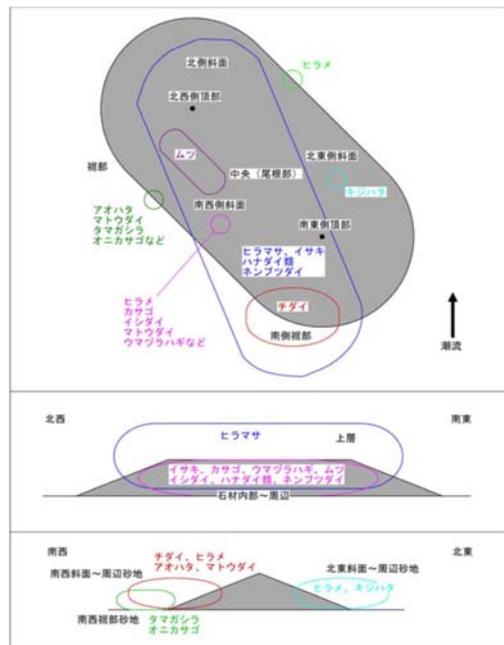
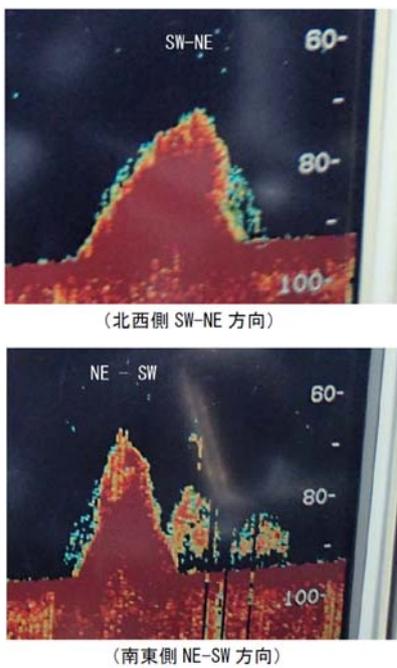
対馬西

H25. 11



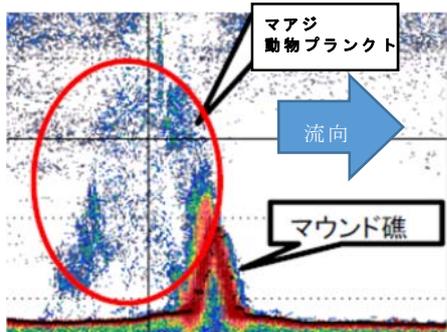
壱岐西

H25. 11



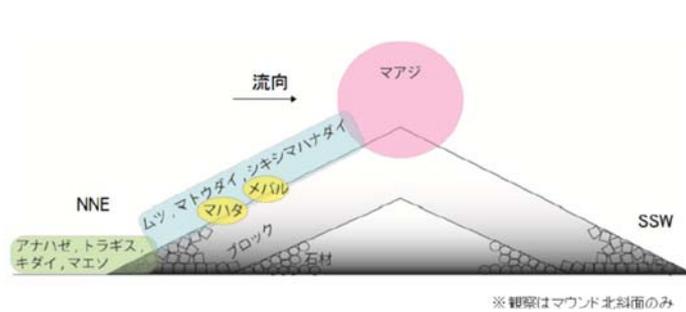
五島西方沖

H25. 8 (計量魚探)



五島西方沖

H25. 8 (ROV)



【主な実績（施工箇所、構造、配置、費用等）】

人工マウンド礁の主な形状を図 e-(2)-8 に示す。

ブロックあるいは石材を投入し、マウンドを造成する。マウンド形状は、主に標準型と2山マウンド型がある。海域の主流向に対してマウンドの稜線が直行するように配置される。ブロックあるいは石材の投入は、底開バージ船による投入が行われている。

設置実績では、設置水深 63～155m で、峰高さ(H)11～31m、峰間距離 60～124m の規模であった。

設計においては、現地観測データを基に数値シミュレーションを用いて、有光層に供給する栄養塩が最大になるよう検討する必要がある。

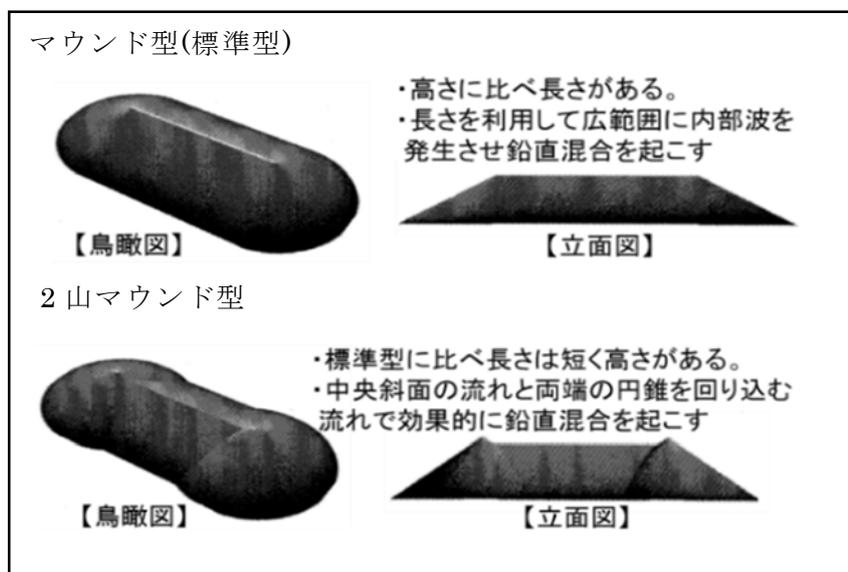


図 e-(2)-8 マウンド礁のタイプ²⁵⁾

直轄フロンティア事業における整備箇所を図 e-(2)-9 に、主な設置実績（直轄事業含む）を表 e-(2)-10 に示す。

- ① 五島西方沖地区（マアジ・マサバ・マイワシ）
総事業費：9,200 百万円 平成 22 年～27 年
平成 27 年 10 月完成
- ② 隠岐海峡地区（マイワシ・マサバ・マアジ）
総事業費：5,500 百万円 平成 25 年～32 年
- ③ 対馬海峡地区（マアジ・マサバ・マイワシ）
総事業費：4,200 百万円 平成 29 年～33 年
- ④ 大隅海峡地区（マサバ・マアジ・マイワシ）
総事業費：3,700 百万円 平成 29 年～33 年

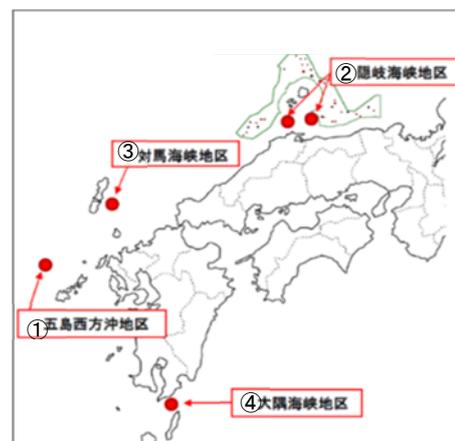


図 e-(2)-9 フロンティア事業の整備箇所²⁷⁾

表 e-(2)-10 エマウンド礁の設置実績事例

事業主体	場所	設置水深 D(m)	構造物諸元			造成材料	対象魚種	出典	
			型	峰高さH (m)	底面幅 (m)				
MF21	生月	82	2山マウンド型	11.5	130	ブロック	ブリ、ヤズ(ブリの未成魚)、ヒラマサ	城戸ら(2012)沿岸域学会誌・伊藤ら(2012)H23水産基盤整備調査委託事業	
長崎県	対馬東	89	2山マウンド型	15	120	ブロック	メダイ、ヨコワ、カサゴ、メバル、レンコダイ		
	宇久北	85	2山マウンド型	15	120	ブロック	ブリ、ヤズ(ブリの未成魚)、ヒラマサがメインアジ、チダイ、タカバ イサキ(夜間のみ蛸集)		
	五島西	85	マウンド型	15	150	石材	ヒラマサ、タカバ(マハタ)カサゴ、レンコダイ(春)		伊藤ら(2012)H23水産基盤整備調査委託事業・長崎県水産地図
	長崎西	76	マウンド型	15	150	石材	マアジ、ヒラマサ、イサキ		
	志岐西	95	マウンド型	15	150	石材	イサキ、チダイ、ヒラマサ		武田ら(2014)土木学会論文集B3
対馬西	78	マウンド型	15	150	石材	イサキ、メダイ、ヒラマサ			
鹿児島県	阿久根	63	マウンド型	14	190	石材	マアジ、ウルメイワシ	伊藤ら(2012)H23水産基盤整備調査委託事業	
静岡県	舞阪沖	75	マウンド型	15	135	石材		坂本ら(2011)	
宮崎県	いるか岬沖	100	マウンド型	15	150	石材		みやぎきの漁港・漁場(2016) https://www.pref.miyazaki.lg.jp/gyokogyojo/shigoto/suisangyo/miyazaki-no-gyoko.html	
	宮之浦沖	80	マウンド型	15	135	石材	マアジ、メダイ、チダイ、ウマヅラハギ		
水産庁	五島西方沖	155	2山マウンド型	31	248	混成 (ブロック,石材)	マアジ、マサバ、マイワシ	吉野ら(2015)土木学会論文集	
	隠岐海峡(西)	113	マウンド型	17	178	混成 (ブロック,石材)	マイワシ、マサバ、マアジ	水産庁(2015)平成27年度事業説明資料(事後評価)	
	隠岐海峡(東)	80	マウンド型	14	150	混成 (ブロック,石材)	マイワシ、マサバ、マアジ	水産庁(2016)平成28年度公共事業の事後評価書	
	対馬海峡	110	マウンド型	20	170	混成 (ブロック,石材)	マアジ、マサバ、マイワシ	水産庁(2016)平成28年度公共事業の事前評価書	
	大隅海峡	100	マウンド型	19	160		マサバ、マアジ、マイワシ	水産庁(2016)平成28年度公共事業の事前評価書	

出典一覧：

城戸誠司・高原裕一・浅見能章・松本弘・栗原史良・稲田勉(2012)排他的経済水域における湧昇マウンド礁造成技術_沿岸域学会誌25_65-74¹⁾

伊藤靖・松本卓也・三浦浩・田中浩生・吉田司・中村憲司・芝修一・當舎親典・吉川彰(2012)平成23年度水産基盤整備調査委託事業 湧昇マウンド礁整備による漁業生産活動に及ぼす影響把握調査²⁾

武田真典・吉塚靖浩・岡野崇裕・高野聖之・岡野隆行・本田陽一・鈴木達雄(2014)人工海底山脈による鉛直混合現象の実態把握_土木学会論文集B3, 72: 1_169-1_174³⁾

坂本守・黒台昌弘・黒澤慎太郎・山口芳範_人工海底山脈構築における施工管理2011-0258⁴⁾

みやぎきの漁港・漁場(2016)<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/gyokogyojo/shigoto/suisangyo/miyazaki-no-gyoko.html>⁵⁾

吉野真史・伊藤靖・菅崇・八木宏・山本潤・中山哲蔵(2015)マウンド礁周辺における流動及び水塊構造に関する現地観測_土木学会論文集B2, 71: 1_445-1_450⁶⁾

水産庁(2015)平成27年度事業説明資料(事後評価) http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/gizyutu/pdf/270805_jigohyoukasyo_kityuunohyouka_nihonkaiseibuokikaikyou.pdf⁷⁾

水産庁(2016)平成28年度公共事業の事後評価書 http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/attach/pdf/160901_1-5.pdf³⁸⁾

水産庁(2016)平成28年度公共事業の事前評価書 <http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/160901.html>³⁹⁾

【施工上の基準と課題】

湧昇流発生構造物であるマウンド礁は、海域特性や漁場特性を考慮した適地に設置する必要がある。適地選定の条件として以下が挙げられる。※漁港・漁場の施設の設計参考図書(2015、公社)全国漁港漁場協会)

《適地選定》

- ・ 堆、海脚、海嶺などの地形変化に富み、流動環境が多様な場所に隣接し、設置位置として起伏のない平坦な海底面の海域
- ・ 波、流れにより洗掘、埋没、転倒、移動が生じない地盤
- ・ 湧昇効果が期待できる程度の流れがある海域
- ・ 密度躍層が比較的弱い海域

《設置水深》

- ・ 対象海域の成層深度、有光層、栄養塩鉛直分布を考慮して、湧昇流発生機能が効果的に発揮できる水深を設定する。

《安全性》

- ・ マウンド型構造物については、自重、浮力、波及び流れなどの作用に対して、マウンド材料が所用質量を満足している必要がある。

《施工上の課題》

- ・ マウンド礁は、設置水深が深く、比較的流速の速い箇所に設置される。このため、施工に当たっては、潮止まりを狙った投入を基準とした施工サイクルの計画や施工精度を確保するための石材落下挙動解析などが必要になる。
- ・ 石材落下挙動解析においては、海域の流向流速の鉛直分布測定などの情報が必要であり、これらの解析や状況把握が施工精度に影響する。

静岡県が実施した舞阪沖の人工海底山脈の施工においては、測量船で ADCP による 1m ピッチの流向流速鉛直観測を行うとともに、石材落下挙動解析を船上で行いながら土運船の投入位置を決定する施工を行っていた。⁴⁰⁾

【マウンド礁の留意点】

- マウンド礁の設置については、密度躍層の層厚、強度、水深、海流が主要目的である栄養塩の鉛直混合に大きく作用する。季節変動により効果発現状況が変わるため、これらの状況を十分把握した配置計画が必要である。
- 施工に関して、天候や潮流による施工時間の制約に留意する必要がある。
- 出来形精度確保のために、リアルタイムの石材落下挙動解析が有効である。
- 保護や増殖効果については、浮魚だけでなく、底生魚類等にも効果があり、マウンド自体に餌場、隠場などの機能があることも副次的な機能として考慮できる。（蛸集類型のⅡ型、Ⅲ型が中心だが、Ⅰ～Ⅳ型のいずれも利用している）
- 大水深に設置した大型のマウンド礁の方が、他のマウンド礁より蛸集効果が大きい可能性が高い。

②従来型沈設魚礁

【概要】

従来型沈設魚礁は、増殖を目的として設置され、さらに底曳き網漁船などの操業を抑制し、対象種を保護する機能を有する。保護育成を目的とした場合（以下、保護育成礁と称す）、単体魚礁を一定間隔で設置した魚礁群を構成し、特定範囲における対象種の保護と周辺への滲み出し効果による漁獲量の増加を図る。

従来型沈設魚礁は、構造形式としては、コンクリート製や鋼製の人工構造物である増殖礁と自然石による投石礁に大別される。また、産卵場や隠れ場、餌場などの機能部材を組み込んだものがある。

大水深域では、保護育成礁としてアカガレイ及びズワイガニの増大を図るため、これらの魚種の生息場や産卵場となっている沖合海域において、国と自治体が連携して漁場整備を実施している。排他的経済水域においては国が事業主体となり、領海においては兵庫県及び鳥取県、島根県が事業主体となって、アカガレイ及びズワイガニの分布域において、保護育成礁として従来型沈設魚礁の整備による資源増大を図るための総合的な漁場整備を実施している。

国及び自治体は、整備した漁場について、整備後に保護措置（保護育成礁内でのアカガレイ及びズワイガニの漁獲禁止）を講じることより、アカガレイ及びズワイガニ資源を増大し、沖合底曳き網漁業の生産量の維持増大を図るとともに、国民への水産物の安定供給の確保を図ることを目的としている。

【効果】

＜蛸集効果＞

ズワイガニ、アカガレイの事例では、保護区内で成体のみならず未成体が多数生息し、ズワイガニについては、保護区周辺の CPUE が高く好漁場になっていた（図 e-(2)-10、図 e-(2)-11）。¹⁶⁾

ズワイガニとアカガレイの平均生息密度の調査では、対照区と比較し保護区の方が密度は高い結果が得られている。¹⁷⁾

群としての保護育成の機能だけではなく、従来型沈設魚礁単体へ接するなどの蛸集効果も見られる。

＜産卵場機能＞

保護区では魚礁直下でズワイガニの産卵が確認されており、保護区内において籠網で採捕された雌ガニは、すべてが抱卵個体であったことにより、産卵礁としての機能も確認されている。⁴⁶⁾

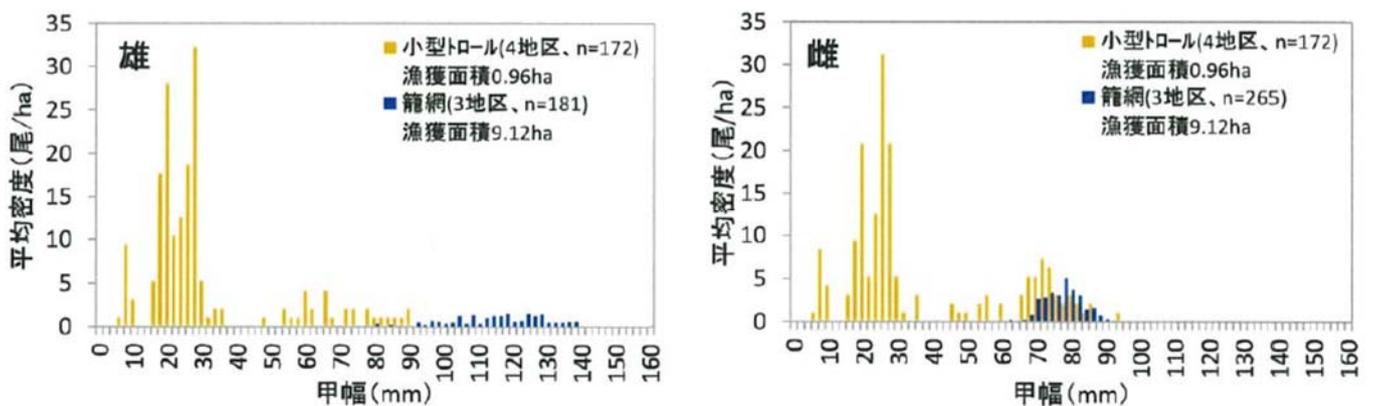


図 e-(2)-10 籠網及び小型トロール網により保護区で採捕されたズワイガニの甲幅別平均密度（赤碕及び浜田沖）¹⁶⁾

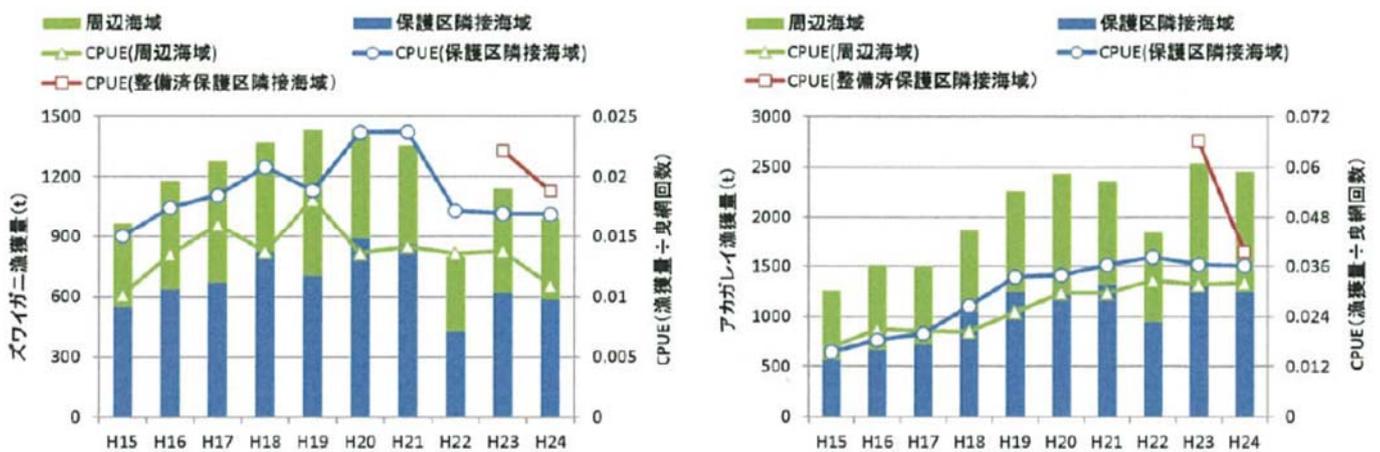


図 e-(2)-11 保護区周辺海域における漁獲量と CPUE（隠岐北方地区を除く）¹⁶⁾

< 成育場機能 >

保護区によって創出された空間には、多様な生物が生息し、食物連鎖を通じて保護区を中心に新たな生態系が形成されていると推察される。また、保護区内の底質は、有機物 (COD 23.8mg/g 乾泥、強熱減量 12.0%) に富み、クロロフィル a (9.37 μg/g 乾泥) も高いことから、底質の有機物を起点とした食物連鎖上の動物にとって、餌料環境が良好と考えられる (図 e-(2)-12)。¹⁵⁾

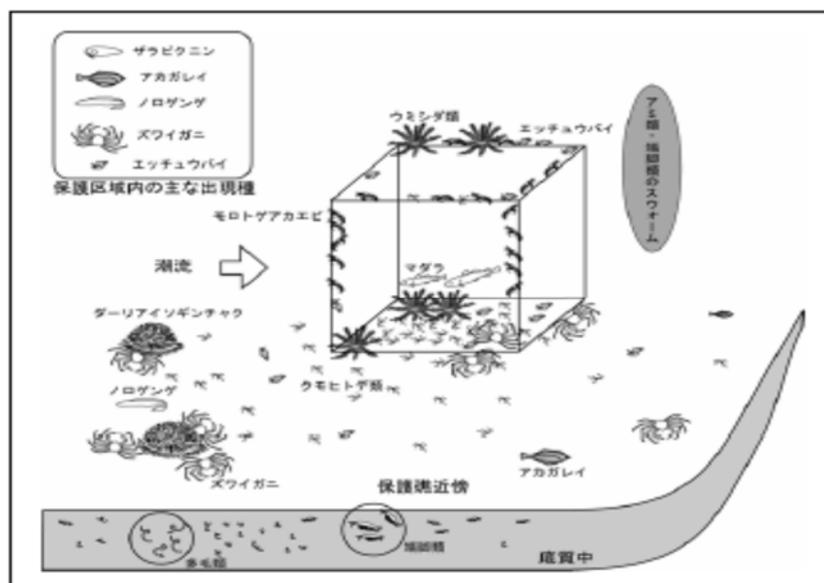


図 e-(2)-12 ズワイガニと礁との関係 (構造物近傍の生物生息状況) ¹⁷⁾

【主な実績 (施工箇所、構造、配置、費用等)】

水産基盤整備事業の実績を表 e-(2)-11 に示す。
直轄事業費は平成 19 年～33 年度で 13,700 百万円。
設置水深帯は水深 178～326m。

表 e-(2)-11 大水深域における保護育成礁設置実績 ²⁵⁾

事業主体	場所	設置水深 D(m)	構造物諸元				対象魚種	出典	
			型	高さ H (m)	頭頂部幅 (m)	底面幅 (m)			奥行 (m)
北海道	石狩後志地区 (島牧沖合)	200	ピラミット魚礁 FP魚礁	10800		6900	6900	マダラ、ホッケ、カレイ、ソイ、スケトウダラ	第2回海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方検討会資料 ²⁻³⁾
水産庁	但馬沖	178～326	単体魚礁 (4m 又は5m) 立方	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	ズワイガニ、アカガレイ	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁 (日本海西部地区) の効果 ²⁻⁰⁷⁾
水産庁	赤碓沖		単体魚礁 (4m 又は5m) 立方	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	ズワイガニ、アカガレイ	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁 (日本海西部地区) の効果 ²⁻⁰⁷⁾
水産庁	隠岐北方		単体魚礁 (4m 又は5m) 立方	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	ズワイガニ、アカガレイ	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁 (日本海西部地区) の効果 ²⁻⁰⁷⁾
水産庁	浜田沖		単体魚礁 (4m 又は5m) 立方	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	5.0 3.8	ズワイガニ、アカガレイ	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁 (日本海西部地区) の効果 ²⁻⁰⁷⁾
鳥取県	広域型増殖場造成事業	250	FP3.25型					ズワイガニ等	大水深における魚礁ブロック検出・誘導システムの開発
福井県	広域型増殖場造成事業	200～250	FP3.25型					ズワイガニ等	

※ 但馬沖・赤碓沖・隠岐北方・浜田沖の計 21 地区 (水深 178～326m)

【施工上の基準と課題】

＜造成位置＞

アカガレイ及びズワイガニの保護育成を目的とした従来型沈設魚礁の事例について以下に示す。

設置箇所（図 e-(2)-13）の選定については、両種が成長段階に応じて生息水深を変えることがわかっているため、両種の生活史を考慮し、増殖対象とする成長段階を踏まえた上で、以下の観点で設定している。

- ア．保護対象とするアカガレイ及びズワイガニの成長段階の生息水深
- イ．造成に適した海底地形（平坦で傾斜の緩やかな位置）
- ウ．底質

なお、アカガレイ及びズワイガニの生息環境改善効果を併せて期待する場合は、餌料環境も位置決定の条件として考慮している。

また、造成のための自然環境や操業状況等の調査結果を踏まえ、適切な条件設定を行うとともに、その条件に適合する適正な造成規模、構造物の配置等を決定し、単体構造等の選定を行う。

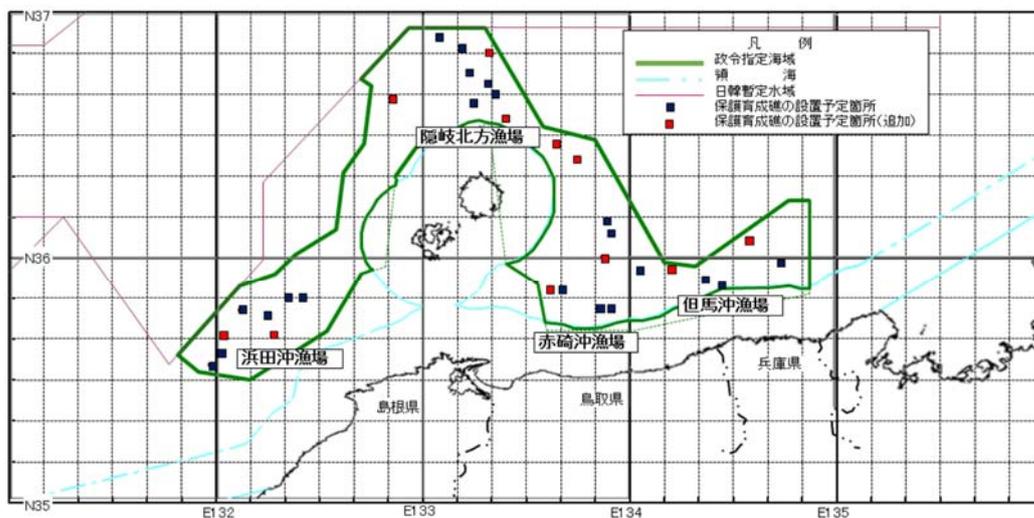


図 e-(2)-13 保護育成礁設置位置 ²⁵⁾

<造成規模・配置>

造成規模は、対象種の分布範囲を考慮して決定する。造成された保護育成礁の周辺で行われる漁業は、漁法によって操業に必要となる漁場の広さが異なるほか、保護育成礁の造成により、現在利用されている漁場に禁漁区が設けられることになる。したがって、保護育成礁の造成規模は、関係する漁業者との十分な協議を経た上で、決定することが求められる。

ズワイガニの場合は、「群れ」は概ね2km四方程度の広がりであることから、2km四方のエリアを保護育成礁の1群とし、従来型沈設魚礁単体の配置間隔は、物理的に底曳き網漁船の侵入を防止する間隔で漁船が魚群探知機等で明確に礁の位置を認識できることとして、200～300m間隔の配置が多く適用されている（図e-(2)-14）。

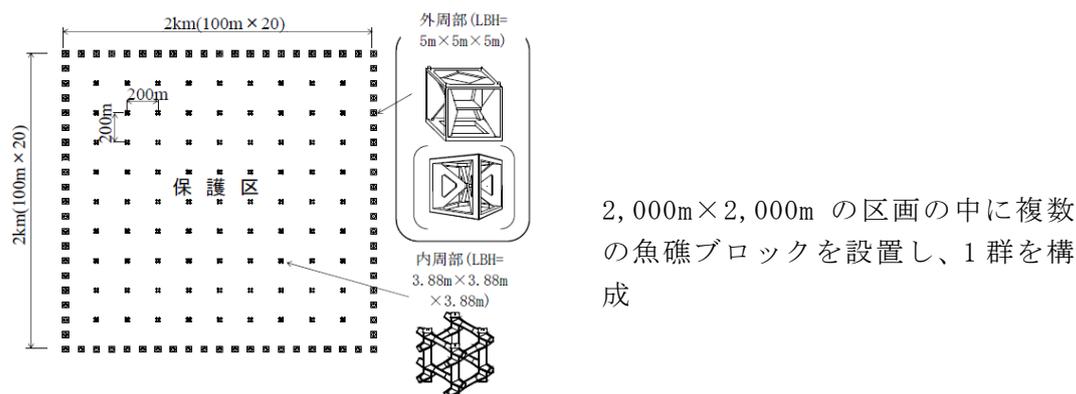


図 e-(2)-14 保護育成礁のイメージ及び使用した魚礁の構造図¹⁶⁾

<施工>

施工の詳細については、「直轄漁場整備マニュアル（案）～ズワイガニ・アカガレイ増殖場編～平成20年1月31日 水産庁 漁港漁場整備部」に整理されている。以下に要件を示す。

- ・ 増殖場の造成位置は、平坦で傾斜の緩やかな位置が望ましい。
- ・ 設置した礁が沈下・埋没・洗掘する等の可能性がないこと。
- ・ 沈下を防ぐためには、造成位置の地盤支持力が礁重量を上回ること。
- ・ 埋没・洗掘を防ぐためには、海底地質調査や流況調査等の結果に基づいて可能性が低いことの確認が必要。
- ・ 滑動や転倒を防ぐために、波や流れ、海底地形等の現地観測結果を十分に参考にして造成位置を決定することが必要。

<性能規定>

性能規定は、「沈設魚礁」、「藻場礁」の基準を準拠するが、対象生物を漁獲から保護するため以下の規定が必要である。

- ・ 対象生物の漁獲を制御できるように適切に配置されていること。
- ・ 保護育成礁の位置を容易に特定できるように魚群探知機等で視認できる諸元を有すること。
- ・ 漁具による牽引等の作用に対して移動しない構造であること。

【従来型沈設魚礁の留意点】

- 対象生物を漁獲から保護するために、対象生物の漁獲を制御できるように適切に配置されていることが必要。
- 操業に配慮し、魚礁の位置を容易に特定できるように魚群探知機等で視認できる諸元を有すること。
- 餌料培養効果や生息空間の創出効果を発揮し、増殖機能がある。
- 増殖機能の強化を目的とする場合には、底層の流れを乱す機能や付着基質としての機能が強化され、生息場の創出、餌料培養等の効果が得られやすい構造の礁単体を選定することが望ましい。
- 育成礁として産卵場、隠れ場、餌場などの機能を発揮するためには、これらに適した機能部材の選択や適切な設置場所の検討が必要になる。
- 機能部材は、強度や耐久性不足、付着生物による機能低下などが生じ易く、これらに対処した照査が必要である。

③高層魚礁

【概要】

高層魚礁は、一般的に高さが20mを超える大型の魚礁を指す。高層魚礁は主に鋼材で構成されるが、構造の一部に小型のコンクリートブロックやコンクリート製魚礁を部材として組み入れているハイブリッド形式のものもある。³⁷⁾

複雑な陰影効果や乱気流を発生させることで、回遊性魚類の蝟集を高めることを目的とする。中・底層魚類には生息場、幼魚・小魚には逃避場となるため、大型魚類の餌料環境の改善ともなる。¹³⁾

【効果】

高層魚礁の魚類の利用は、水平方向より比較的鉛直方向に分布する。このため、回遊魚から底棲魚まで有用魚類が蝟集する。既存資料における効果を以下に示す。

新潟県佐渡市羽茂町の平成18年春季調査結果¹²⁾を表e-(2)-13に、蝟集状況模式図を図e-(2)-15に示す。この事例から、高層魚礁には、ウスメバルやマアジ、スズメダイ、メバル、オキタナゴ等が蝟集すると考えられる。

- ・事例¹²⁾では、ウスメバルに着目しており、他魚種と比較して蝟集期間は長く、蝟集量も多く見られた。また、着底直後と考えられるウスメバル幼稚魚が確認された。このため、高層魚礁による餌料改善効果や増殖効果があると考えられる。¹¹⁾

表 e-(2)-12 蛸集魚の個体数 (H18年新潟県 春季調査) ¹²⁾

単位：個体

類型	種名	TL (cm)	第1回			電池交換	第2回			第3回			
			5/25	5/26	5/27	6/11	6/23	6/24	6/25	7/23	7/24	7/25	
			潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	潜水	
I 型	アイナメ	25-30	1	1	2								
	ウスメバル	2-3 3-5 5-8 20	100	300	300	3,100	6,400	4,800	5,000	17,000	21,000	25,700	
	メバル	15-22	300	300	250	200	300	200	200	150	100	150	
	クロソイ	25			1								
	キツネメバル	15-30	6	8	10	12	10	10	8	5	5	8	
	ホツケ	25-30	3	2	2								
	マハタ	40							1	1	1		
	キジハタ	30					2	1	1	2	1	2	
	イシダイ	15-20	150	200	200	100	150	100	100	20	15	20	
	オキタナコ	25-30								1	2	0	
II 型	オキタナコ	10-15						20	20	250	250	200	
	スズメダイ	10-13	360	430	380	750	690	650	450	790	1,300	1,070	
	コブダイ	25				1					1	1	
	ササノハベラ	5-10	5	8	10	8	20	10	10	15	15	15	
	キュウセン	10-15	5	5	5	3	10	10	10	25	15	15	
	ウマツラハギ	15-20				1					1	1	
	マアジ	20-30	3	10	10	30	30	30	30	200	150	200	
	III 型	マアジ	25-35	55,500	58,900	31,400	12,600	8,800	5,300	6,300	670	790	530
	IV 型	ヒラメ	50-60								2		
		ヒラメ	60						1				
	ババガレイ	30						2	1				

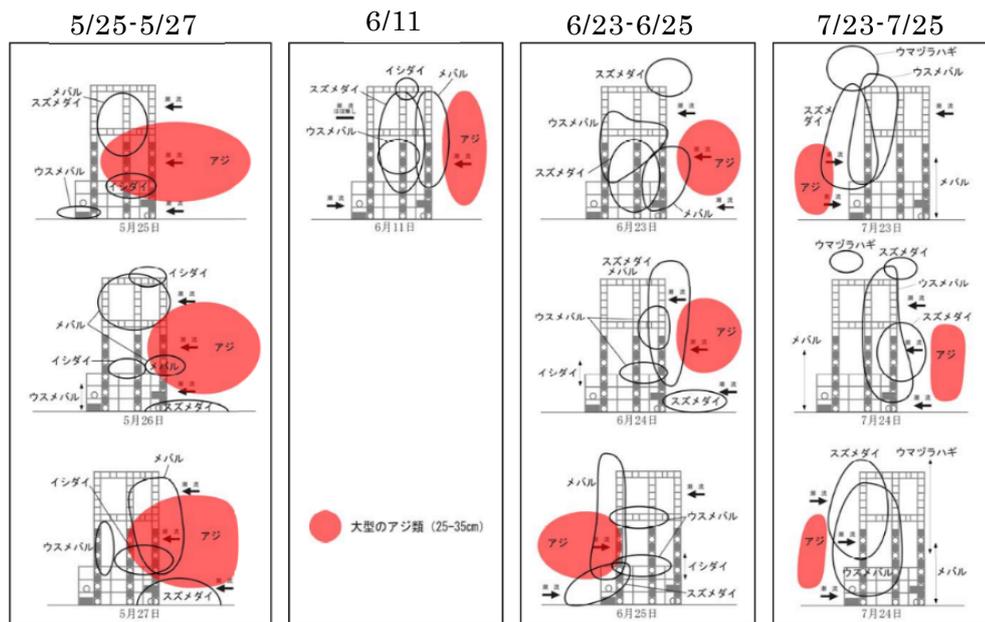


図 e-(2)-15 魚類蛸集状況模式図 (H18年新潟県 春季調査)

- 山口県や長崎県の調査では、高層魚礁設置後の比較的早い時期にIII型魚類のアジ類やII型魚類のネンブツダイが蛸集し、これらを餌料とするブリやカンパチなどの大型回遊魚が確認されている。³¹⁾ 消化管内容物の調査結果から、マアジについては昼間に魚礁の潮上側に蛸集し、浮遊している動物プランクトンを餌生物として積極的に利用しており、高層魚礁が餌場として機能していると考えられる。¹⁵⁾
- 日周期行動における調査結果と既存情報から、回遊性魚種は魚礁に対して日々入れ替わっている可能性があるとされる。魚群の回転数は、同一魚群が同一魚礁に滞在する期間の日数と言え、魚類が魚礁に1ヶ月滞留していた場合、最大で30回/月となるとも考えられる。

<ハイブリッド魚礁>

ネンブツダイやカンパチ、アジ類等のⅢ型魚とイサキ・ヨコスジフエダイ等のⅡ型魚種が確認され増加傾向を示している。また、下段部にあるコンクリート内部空間に、イサキ、アジ類の幼稚魚が大量に蝟集し「隠れ場」としての利用が考えられている。

¹¹⁾

<天然礁と高層魚礁の関係>

① 天然礁と離れた海域

天然礁の影響を受けない海域では、季節変動や海域環境の影響は受けるものの、Ⅲ型魚類を中心に、Ⅱ型魚類にも効果があると考えられ、新たな漁場の創造が期待できる。

② 天然礁に近接する海域

天然礁の影響が大きい海域では、天然礁に依存しているⅡ型魚類を中心とし、Ⅲ型魚類にも効果があると考えられる。さらに、大分県保戸島の結果ではイサキの親魚サイズが比較的長期間蝟集した¹¹⁾ことから、魚類の成長に対して増殖機能を果たしていると考えられる。

<高層魚礁周辺での漁業>

① 底生魚類～浮魚まで有用魚類が蝟集すること。

② 水平的な広がりも見られるが、基本的には鉛直的な分布を示すこと。

これらの特徴から高層魚礁は、特に鉛直方向を有効に利用できる漁法がよいと判断され、一本釣、たて縄、曳き縄、まき網などに有効である。さらに沖合域の漁場造成では、まき網に対して有効である。¹¹⁾

【主な実績（施工箇所、構造、配置、費用等）】

高層魚礁の施工実績を表 e-(2)-13 に示す。

表 e-(2)-13 高層魚礁の設置実績事例

事業主体	場所	設置水深 D(m)	構造物諸元			造成材料	対象魚種	出典
			型	高さ H (m)	底面幅 (m)			
青森県	今別	55~110		20.0			アイナメ,ウスメバル,キツネメバル	H28年青森県事業報告書 http://www.aomori- itc.or.jp/assets/files/rif/jigyou houkoku/h28/h28houkoku- all.pdf
	長後	70~85		20.0			アイナメ,ウスメバル,キツネメバル	
	深浦			20.0			アイナメ,ウスメバル,キツネメバル	
新潟県	佐渡市 羽茂町沖	45		21.0	13	鋼	マアジ	伊藤・吉田(2013)
山形県	温海町沖	65	汎用型	35.0	17.5	ハイブリッド (鋼材,コンクリート)	ウスメバル,ホッケ,マアジ,ウマヅ ラハギ,キツネメバル,ネンブツダイ	伊藤・寺島(不明)
島根県	浜田漁港沖	100	振り子式	40.0	16.8	鋼	アジ,サバ	伊藤ら(2005)
山口県	阿武町奈古沖	70	汎用型	30.0	14	鋼	アジ,マアジ,ネンブツダイ	
大分県	津久見市 保戸島沖	50	汎用型	20.0	15.5	ハイブリッド (鋼材,コンクリート)	イサキ,アジ,ブリ	
	大分市関沖	65	汎用型	20.0	15.5	ハイブリッド (鋼材,コンクリート)	マアジ,トゴットメバル,ヒラメ,スズ キ,イシダイ,ウマヅラハギ,カワハギ	伊藤ら(不明)
長崎県	長崎市野母崎 町権現山西沖	60	汎用型	20.0	15.05	ハイブリッド (鋼材,コンクリート)	ネンブツダイ,カンバチ,アジ,イサ キ,ヨコスジフェダイ イサキ・アジの幼稚魚	伊藤ら(2005)
	対馬市峰東沖	85					,ヒラマサ, ヒラメ,マハタ,ウマヅラハギ,カワハ ギ,クロソイナ	伊藤ら(不明)
	壱岐市勝本北 西沖	100					ウマヅラハギ,ヒラマサ,マダイ,アカ イサキ,イシダイ	

H28青森県事業報告書 <http://www.aomori-itc.or.jp/assets/files/rif/jigyouhoukoku/h28/h28houkoku-all.pdf>²⁹⁾

伊藤靖・吉田司(2013)人工魚礁における魚類持動研究への超音波バイオテレメトリー技術の適用とその課題_水産工学49:187-197³⁰⁾

伊藤靖・寺島知己 マウンド漁場高層魚礁による沖合漁場の開発¹¹⁾

伊藤靖・大塚浩二・櫻井謙・寺島知己(2005)高層魚礁による沖合漁場の開発 海岸工学論文集21:719-724³¹⁾

伊藤靖・櫻井謙・寺島知己 高層魚礁を用いた娯楽機能に関する一考察³²⁾

<構造>

高層魚礁は鋼材を主体とした骨組構造のものが多く、その構造や材料により、振り子式高層魚礁、ハイブリッド高層魚礁などがある。

まき網漁業等を対象とする沖合漁場造成においては、より高く大規模な魚礁構造物が望まれている。

図e-(2)-16の高層魚礁は高さ35m、底面幅17.5m×奥行17.5m、総重量は約90トン有する。

このタイプの大きな特長は、図e-(2)-16にあるように中段部を「コの字型」の形状としており、起重機台船への積み込みの際、魚礁とクレーンブームとの接触を防止し、起重機の吊り能力不足を解消している。

これにより、特殊な起重機船を使用しなくても十分施工できる構造としている。¹¹⁾

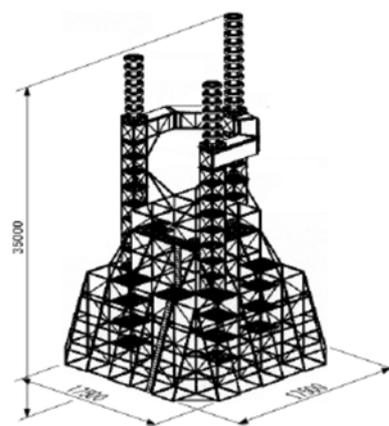


図 e-(2)-16 山形県温海町沖に設置された高層魚礁¹¹⁾

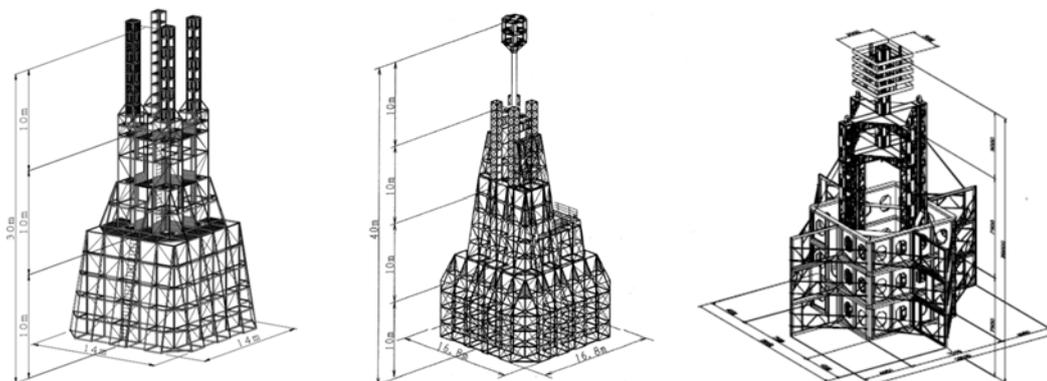
<振り子式高層魚礁>

高さ30mまでを従来の高層魚礁と同じ一体型とし、30m以上の部分を振り子状に可動できる構造である。通常の高層魚礁では、30m以上の施工を行う場合、現地で施工能力の高いクレーンを調達することが非常に困難であった。このような問題を解決するため、図e-(2)-18に示す振り子式組立方法が考案された。(図e-(2)-17、図e-(2)-18)

実際に組立を行った結果、振り子式組立方法の有効性が認められ、低コストで安全性、施工性に優れた高層魚礁の製作が可能となった。

<ハイブリッド魚礁>

ハイブリッド魚礁は、人工魚礁の主な材料である「コンクリート」と「鋼材」を組み合わせることで、「高層化」と「高密度化」を備えた人工魚礁を開発することを目的としている。この魚礁は、互いの材料特性を合理的に発揮することで、多様性に富んだ複雑な空間が容易に創出できる。(図e-(2)-17)



高層魚礁 (山口県)³¹⁾ 振り子式高層魚礁 (島根県)³¹⁾ ハイブリッド魚礁 (大分県)³²⁾

図 e-(2)-17 各高層魚礁の構造図

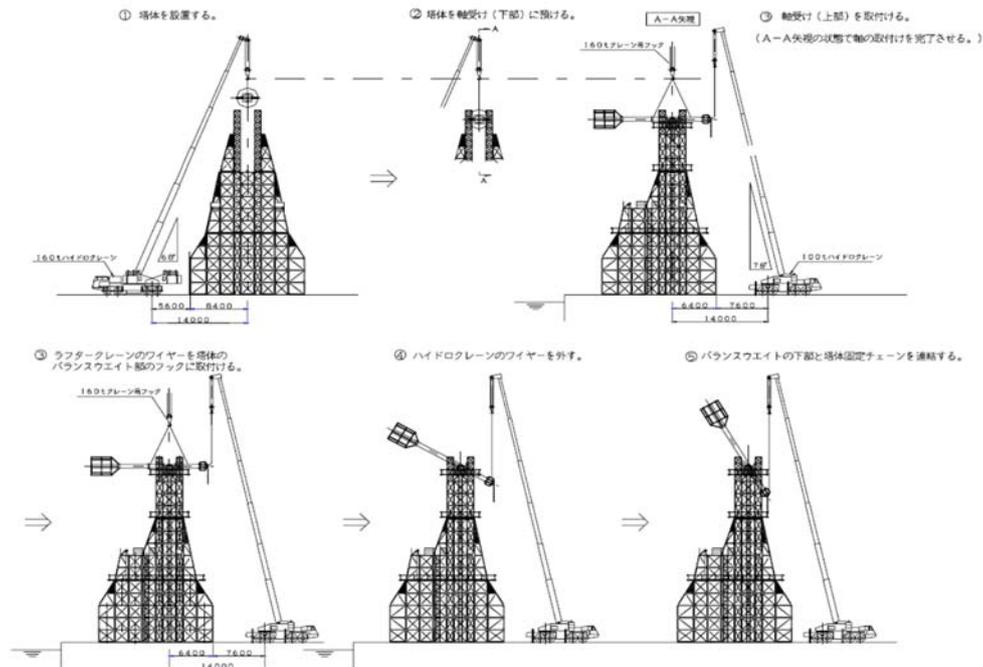


図 e-(2)-18 搭体部の現地組立

【施工上の基準と課題】

＜造成計画＞

伊藤らの「高層魚礁による沖合漁場の開発」によると、高層魚礁の配置計画については、以下の内容に注意が必要となる。

- 事前調査による海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要。
- 対象魚種の生態的特性や既存の人工魚礁との関係についても十分効果が得られるように考慮が必要である。
- 利用する漁法と海象の関係を検討して必要な漁場面積を確保し、操業性を高める必要がある。
- 配置間隔については、漁場面積の確保よりも漁獲対象種と操業形態に視点を置く必要がある。

<性能規定>

高層魚礁については、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版 水産庁」に基づき、沈設魚礁として以下の性能要求・性能規定を満たす必要がある。

【沈設魚礁の要求性能】

沈設魚礁の要求性能は、構造型式に応じて、以下の要件を満たしていることとする。

1. 生物に対して蝸集効果を発揮できるよう、対象生物の生理・生態に合わせて、餌場、産卵場、生息場等として機能できるよう適切なものとする。
2. 波、流れ等の作用に対して構造上安全なものとする。
3. 洗堀、埋没又は沈下により設計対象施設の機能が低下しないように考慮する。

【沈設魚礁の性能規定】

沈設魚礁の性能規定は、以下に定めるとおりとする。

1. 対象生物に対して蝸集効果を発揮できるよう、対象生物の生理・生態に合わせて、餌場、産卵場、生息場等として適切に配置され、かつ、所要の諸元を有すること。
2. 波、流れ等の作用に対して、沈設魚礁の滑動及び転倒等、構造の安全性が満足されること。
3. 制作時の吊荷重、設置時の着底衝撃力等の作用に対して沈設魚礁を構成する部材に生じる応力等が許容値以下であること。

【高層魚礁の留意点】

- 高層魚礁は、水深方向に空間をうまく利用することで、底生魚類～浮魚まで広く活用させることができ、鉛直方向を有効に活用できる一本釣、たて縄、曳き縄、まき網漁法などに有効である。
- 主に鋼製であり、鋼材の腐食による重量減少や強度低下に注意が必要。
- 大型化、高層化することで、単位体積（空 m^3 ）当たりのコストが低減されるが、クレーンによる設置を行うため、高さ 30m 以上の高層魚礁を設置する場合は、特殊クレーンの用意や高層魚礁の構造に工夫が必要である。
- 振子式高層魚礁の頂部を工夫することで、通常のクレーンを使った 30m 以上の高層魚礁も設置可能となり、より深い水深帯を有効に活用できる可能性がある。¹¹⁾

④浮魚礁

【概要】

「浮魚礁は、水産生物の蛸集、滞留、誘導を目的として、海面上あるいは海中に設置される浮体式漁場施設」と定義されている³⁶⁾。

マグロ、カツオ、シイラなどの大型回遊魚は、海洋の漂着物に集まる習性があることが知られており、この習性を利用し、海面または海面下に人工の浮体構造物を係留し、魚類の蛸集・滞留・誘導を図ろうとするものである。³⁷⁾

【効果】

<滞留期間>

キハダやメバチはカツオに比べて浮魚礁への滞在期間が長く、移動性が低いと考えられる。滞留期間は概ね1～数週間であるが、長いもので5ヶ月程度滞留したという報告もある。また、観測点の流速と滞在期間には負の相関が認められている。流速の速い状況においては、滞留のためのエネルギー消費を回避するため、滞留期間が短くなることの指摘がある。²⁰⁾

アジ・サバについては、水深100mで50m付近に設置された中層魚礁でマアジの蛸集が報告⁴⁷⁾されているが、滞留期間については明確ではない。

<漁業資源に関する効果>

① 餌場としての効果

浮魚礁周辺で漁獲されるキハダに空胃個体が多いことから、カツオ・マグロ類が浮魚礁に集まる餌生物を求めて蛸集するという仮説には否定的な報告が多い。^{13), 20)}一方で、矢野・小菅¹⁴⁾は、マグロ類の食性に関する過去の研究はその標本の多くが日中漁獲されたものであり、標本そのものに潜在的な偏りがあることを指摘している。

彼らの調査報告では、浮魚礁に蛸集するマグロ類の胃内容物について、夜間採取した標本からは主にヨコエソ科、ハダカイワシ科、頭足類がみられた一方、日中採取した標本は空胃が多いことが示されている。これはマグロ類の夜間の索餌行動を示唆するものであり、浮魚礁周辺域でのマグロ類の索餌行動について新たな事実が生まれる可能性を与えている。

② 産卵場としての効果

西海区水産研究所¹³⁾の調査では、浮魚礁周辺域でキハダとクロカジキの仔魚が採取されたことから、浮魚礁の産卵場効果の可能性が示されたが、その他の研究報告では肯定的な見解を得ることはできなかった。また、カツオが浮魚礁を産卵場として利用しているとの報告は収集できなかった。

③ 隠れ場・休息場としての効果

カツオ・マグロ類は群れをつくって回遊することが知られているが、こうした行動は自身の生残率を向上させるためという説がある。Dagorn L.³³⁾は浮魚礁がミーティングポイントとして利用されていることを指摘している。

<浮魚礁に蛸集する魚類>

浮魚礁に蛸集する魚類を図 e-(2)-19 に示す。

I 大型浮魚礁近傍	a 浮体～人工海底	オキビッチャ ツバメウオ ソウシハキ イシタイ
	b 浮体～連結部	テンジクイサク ミナミイスマミ ノイスズミ ヒレナガカンパチ ウスバハキ クロヒラアシ
	c 連結部～水深30m	メジロサメ科 フリモトキ
II 大型浮魚礁近傍 ～周辺	a 表層	シイラ カマスサワラ
	b 表層～連結部	クサヤモロ ツムブリ アミノガラ
	c 表層から水深30m	キハダ カツオ クロカジキ

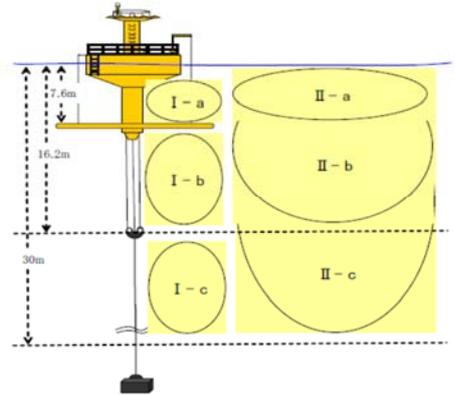


図 e-(2)-19 浮魚礁に蜻集する魚種²⁰⁾

【主な実績（施工箇所、構造、配置、費用等）】

平成6年度から国庫補助対象化され、主に水深500～1000mに設置されている。

平成20年度までに全国での実施数は184基設置されている。

高知県では、これまでに設置した15基を維持しながら順次更新を行っており、平成30年度には第14号、17号の更新が予定されている（図e-(2)-22）。

- ・海面に設置するタイプ。水深500～1000mの海域に設置。
土佐黒潮牧場、簡易浮魚礁（パヤオ）、しいら漬けなど
- ・海中に設置するタイプ（中層型浮魚礁）
水深20m～100mに浮体（耐圧ブイ製）を設置

浮魚礁の種類は主に、図e-(2)-20に示す3種である。
表層型浮魚礁を表e-(2)-14に示す。

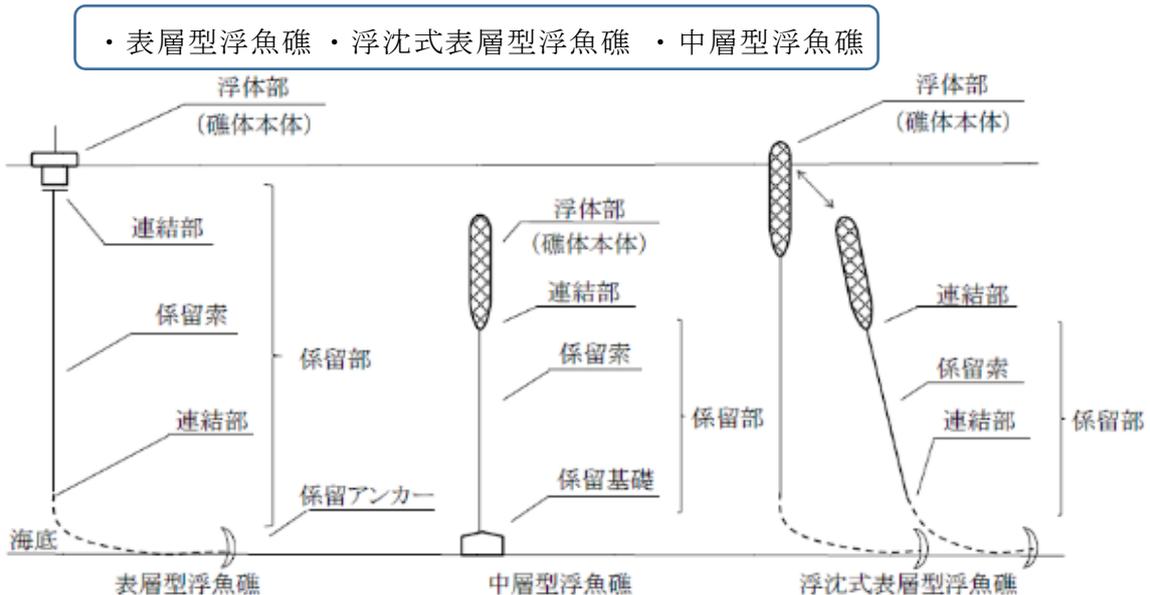


図 e-(2)-20 浮魚礁の種類³⁷⁾

【施工上の基準と課題】

浮魚礁については、「漁港・漁場の施設の設計参考図書 2015年版 水産庁」に基づき、以下の性能要求・性能規定を満たす必要がある。

【浮魚礁の要求性能】

浮魚礁の要求性能は、構造型式に応じて、以下の要件を満たしていることとする。

1. 対象生物を蝟集することができるよう適切なものとする。
2. 波、流れ等及び設置・回収時に想定される作用に対して構造上安全なものとする。
3. 供用期間を満了した施設を技術的に可能かつ妥当な方法で撤去できるよう適切なものとする。

【浮魚礁の性能規定】

浮魚礁の性能規定は、以下に定めるとおりとする。

1. 対象生物に対して蝟集、滞留及び誘導する効果を発揮できるように適切に配置され、かつ所要の諸元を有すること。
2. 給餌、散水、発光、流出警報発信機、漁場環境観測装置等の付加機能がある場合は、それらの機能を満足できるように適切に配置され、かつ、所要の諸元を有すること。
3. 自重、浮力、波、流れ、風、生物の付着荷重等の作用に対して、浮体が静的かつ動的に安定した構造であること。
4. 波、流れ、風等の作用によって係留索に生じる応力が許容値以下であること。
5. 係留索に生じる最大引張力に対して、係留基礎（アンカー）の滑動（移動）等、構造の安定性が満足されること。
6. 漁船等の船舶の航行に影響を及ぼさないよう、適切に配置又は配慮されていること。
7. 浮魚礁の部材は供用期間が満了した後、撤去できるよう配慮されているとともに、撤去時の作用に対して、所要の耐久性を有すること。

<施工箇所>

以下の観点で、施工箇所を選定することが望ましい。

- 海底地形が平坦であること・海底ケーブルなどの障害物がないこと。
- 魚類のより高い蝟集効果が見込める海域であること。
- 中層型浮魚礁の場合、潮の流れが穏やかな海域に設置すること。

海底ケーブルについては、ケーブルのメンテナンスに必要な一定距離が確保されているかについて、電力・通信会社に確認を行う必要がある。

浮魚礁の設置は、経験的にカツオ・マグロ類が来遊する場所に設置されるが、結果的に魚礁毎に漁獲成績に差が生じている。

代表的な各地の表層型浮魚礁設置箇所を図e-(2)-21に示す。高知県沖の施工箇所(図e-(2)-22)では、流速と漁獲量の関係は流向によって異なっており、流速のみが漁獲量に影響を及ぼすとはいえず、黒潮との相対位置による違いが影響している可能性が高い。カツオの群れは海底山脈の山肌に移動していると言われており、その通り道に設置した黒潮ブイは利用度が高く、漁獲量が多いとされるが、海底地形との効果的な設置位置の関係はまだ明らかではない。²⁰⁾

水深2,000m以浅に設置した中層型魚礁と2,000m以深に設置した中層型魚礁を比べると、魚種構成や主要魚種の尾叉長、操業1回あたりの漁獲量に顕著な違いは確認されおらず、設置水深が魚類の蝟集に及ぼす影響は小さいと考えられている。²⁰⁾

他の海域の浮魚礁設置状況を図e-(2)-22に示す。

<配置>

浮魚礁の効果的な設置間隔については1,000m以上離すというのが一般的な考え方である。魚礁の効果範囲は、表層型で800m以内、中層型で500m以内とされ、これより狭い間隔で設置した場合には、相乗効果が生まれ、群体全体としてより多くの魚が蝟集するとも考えられている。

海洋水産資源開発センターが南西諸島で調査した結果では、中層型浮魚礁の影響範囲を2海里と仮定し、6基の浮魚礁をそれぞれ2海里(魚礁群G:互いの影響範囲が重なる間隔)、6海里(魚礁群H:互いの影響範囲が重ならない間隔)の間隔で正三角形に配置した浮魚礁群の漁獲量を比較した結果、設置間隔については魚類の蝟集効果に影響を及ぼさないと結論づけている。

研究者の間では、設置間隔が小さすぎると、蝟集した魚が分散してしまうことから、魚礁群全体として漁獲量の増大にはつながらない可能性もあり、魚礁の設置間隔については10マイル以上が望ましいとの考えが主流である。一方で、宮崎県の漁業者へのヒアリングなどでは、移動時間などの操業効率から、5マイル程度が好ましいとの意見が確認されている。

このため、現状では、設置の容易さや操業効率等に留意して中層型浮魚礁の設置間隔を選定することが重要である。

<潮流条件>

黒潮を北上するカツオなどを対象とする浮魚礁は、ルート付近に設置されるなど大水深においては、特に流速が早い海域に設置されていることが多い。一方、流速の早い海域では、キハダやメバチは滞留期間が短くなるなどの報告もあり、これはエネルギー消費回避のためではないかと指摘されている。

流速が早い海域に設置される浮魚礁は、作用する流水力が大きくなる分、係留索や浮体サイズが大きくなる。中層型浮魚礁の場合は、流速の変化により礁体水深が不安定になり、水深1,500m以上の海域に設置された場合、1ktで水平距離150m、3ktでは水平距離480mと流され、礁体位置を把握することも困難となる。そのため、浮魚礁の設置においては、潮流の早い海流の中心部に設置することは避け、海流縁辺部に設置することが多い。²⁰⁾

中層型浮魚礁の場合、1箇所に複数基を設置することもあるが、その場合、海流にの

って移動する魚がいずれかの魚礁に遭遇するように、海流や等深線に直交する方向になるように設置されることが多い。²⁰⁾

<保守・維持管理>

旗旒漁具による係留索の腐食対策として、係留索表面の樹脂加工なども実施されている。

また、夜間の航行船舶の安全のために標識灯の設置がされており、電力供給が必要となり、これらの維持管理に費用がかかる。

流失警報発信機などの機器は、劣化や付着生物による故障が懸念され、これらの保守点検が必要となる。

供用年数経過後の撤去も義務づけられているため、これらの撤去費用なども必要となる。

<関係者との関係>

浮魚礁は操業する船舶が多いため、承認制度などを設けて漁業種類毎に操業ルールや優先順位等が調整されている。

県が単独で設置した浮魚礁については、レジャー船を排除しやすいが、国費、県費で設置した浮魚礁については、漁業者以外を排除する法的根拠が乏しい。しかし、漁業振興を目的とした施設であるため、県漁業取締船などがレジャー船に適宜呼びかけを行い、理解を求めている。

浮魚礁は、海洋観測機器を搭載しているものがあり、漁業者に海象情報を提供するなど操業の安全に寄与している。

<安全性>

操業の安全性に関して、中層型浮魚礁は、操業前に魚群探知機により魚礁の位置確認を行う必要があるが、礁体位置の把握が難しく、かなりの経験が求められる。

また、浮沈式表層型浮魚礁は中層に沈礁した浮体が浮上する際、船上からはいつどこから浮上するのか状況把握が困難であることなどから、人工魚礁漁場造成指針では、浮魚礁については航行安全のための安全灯の設置が性能照査に規定されており、海上保安庁においても標識灯の規定（ただし、中層型浮魚礁を除く）がある。このため、常時海面に浮かぶ補助ブイの設置等の対策が必要である。

【海上保安庁ガイドラインによる浮魚礁の標識灯の規定】

イ 浮魚礁

1 目的

船舶の衝突防止及び施設を保護するため。

2 明示方法

施設灯を設置。

3 施設灯の要件

【位置】

できる限り高所に設置すること。

【灯質】

モールス符号白光U（・・ー） 周期8秒以上15秒以下

【光力】

付近船舶が施設へ接近する針路で航行するとき、当該船舶が十分に余裕ある時期に施設への衝突を回避するための動作をとることができる位置において、灯光を視認することができる有効な光達距離を有すること。

4 施設塗色の要件

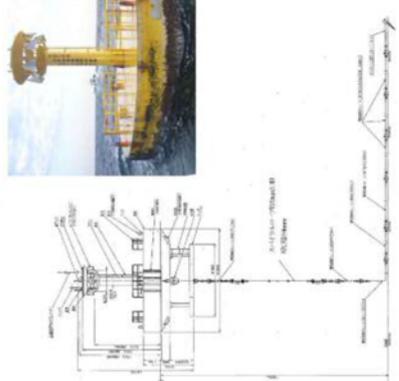
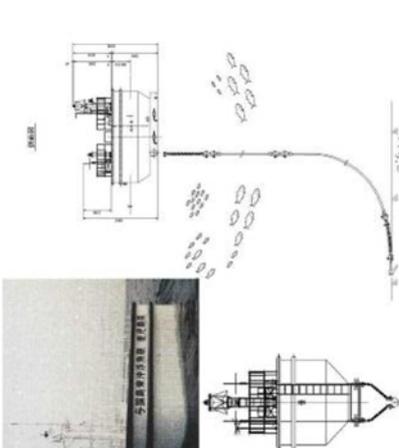
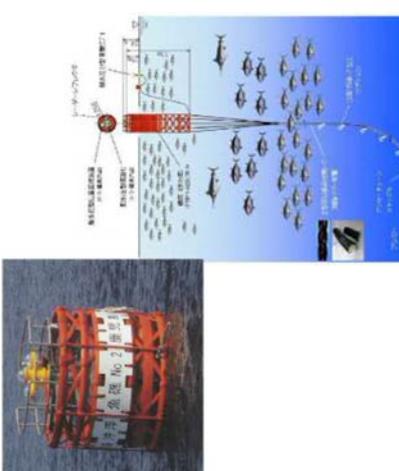
ブイ構造の施設は、当該施設の塗色を緑色又は赤色としないこと。

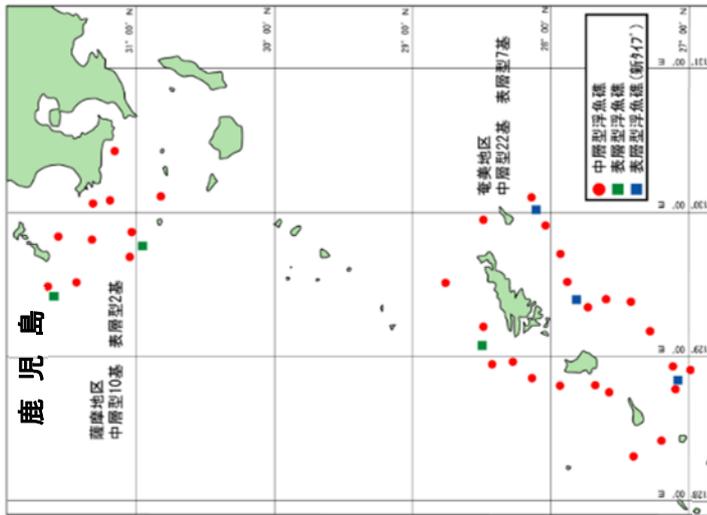
【例】



出典) 航路標識の設置及び管理に関するガイドライン (平成 30 年 8 月 1 日改訂) 海上保安庁

表 e-(2)-14 表層型浮魚礁の種類と特徴 (永岩¹⁸⁾の資料を基に一部事務局で加筆)

浮魚礁型式	鋼製浮魚礁	FRP鋼ハイブリット製浮魚礁	浮沈式浮魚礁
概要図			
型式概要	<p>浮体本体は、鋼製の円盤型で浮体中央にマストが取り付けられ、レーダーレフレクター、標識灯、灯火用電源などが搭載されている。</p> <p>浮体寸法は設計によって決定されるが、これまでの実績では、外形寸法は7m~10mが採用されている。</p> <p>浮体重量は約25t~45tである。</p>	<p>FRP鋼ハイブリット製で長円型、浮体は鋼材で製作されており、FRPで被覆されており、標識灯、レーダーレフレクター、流出監視装置などが搭載されている。</p> <p>主仕様は長さ：7.5m、幅：3.9m、高さ：3.5m、重量：24.5tの1サイズである。</p>	<p>浮体は網目状になったFRPユニットの中にABS樹脂のプロットを入れることで浮きの調整をしている。</p> <p>上端部には緩衝ゴムが装備されており、流出警報発信機や警報灯が取り付けられている。</p> <p>基本的な寸法は浮体平面寸法：φ2140、浮体全高：8.0m、浮体本体高：7.5mの1サイズである。</p>
	<p>一点緩係留方式。係留索は上部鎖、上部索(ワイヤー外装タイプ)またはワイヤーケーブル、下部鎖で連結されており、ダンフォース型アンカーとはスタッドリンクチェーンで連結されている。</p>	<p>二点緩係留方式。係留索は上部鎖、上部索(ワイヤー外装タイプ)とクロックロースロープ)、下部索(ダンラインスーパーバークロースロープ)下部鎖で構成されており、ダンフォース型アンカーとはスタッドリンクチェーンで連結されている。</p>	<p>一点緩係留方式。係留索は上部索(ワイヤー外装タイプ)とクロックロースロープ)、下部索(ダンラインスーパーバークロースロープ)下部鎖で連結されており、ダンフォース型アンカーとはスタッドリンクチェーンで連結されている。</p>
施工実績	<p>主な事業主体 高知県、宮崎県、徳島県</p> <p>設計流速 3.0Knot~4.7Knot</p> <p>設計波高、周期 波高：12.5m、周期：16.0sec</p> <p>水深 245m~1300m</p>	<p>愛媛県、鹿児島県</p> <p>1.6Knot~3.3Knot</p> <p>波高：10.2m~16.0m、周期：12.9sec~17.2sec</p> <p>550m~1650m</p>	<p>三重県、鹿児島県、沖縄県</p> <p>2.1Knot~5.6Knot</p> <p>波高：12.1m~17.2m、周期：15.6sec~16.4sec</p> <p>675m~2030m</p>
	特徴	<ul style="list-style-type: none"> 円盤型は他方向からの波力や衝撃力に一定の耐久力があり、安定性、復元性に優れ、動揺が小さい。 浮体は鋼材を使用しているため、塗装、アノード、およびステンレス版の併用等、腐食対策が必要となる。 鋼製ロープは、小径で高強度を有するため、係留索径を小さくできるが、被覆やアノードによる腐食対策が必要となる。 高知県での採用実績は豊富である。 現在の漁港・漁場の施設設計参考図書³⁷⁾の規定では、耐用年数10年が標準とされているが、設置年数が10年を超えるものもある。 投影面積の漁獲への効果は不明だが、50.24~78.50m²と3型式の中では最も大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 船型は、潮流速や波高の変化に敏感であり、潮流や風速などの外力を緩和する効果がある。 浮体部は、FRP-鋼ハイブリット構造のため、腐食対策は不要であり、軽量で耐摩耗性に優れる。 化繊ロープは経年的な劣化により強度が低下していくため、太径ロープとなるが、腐食対策は不要である。 愛媛県や鹿児島県での採用実績は豊富である。 現在の漁港・漁場の施設設計参考図書³⁷⁾の規定では、耐用年数10年が標準とされているが、設置年数が10年を超えるものもある。 投影面積の漁獲への効果は不明だが、約29.0m²と3型式の中では中間である。



沖繩県

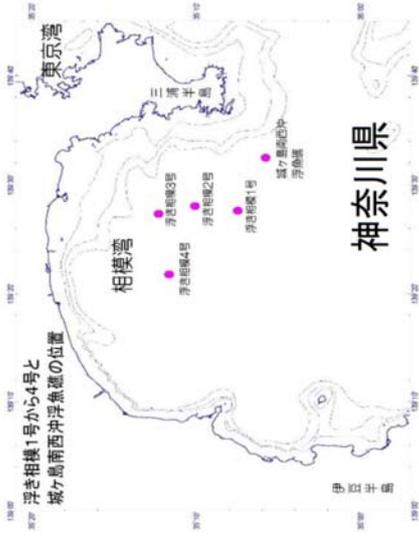
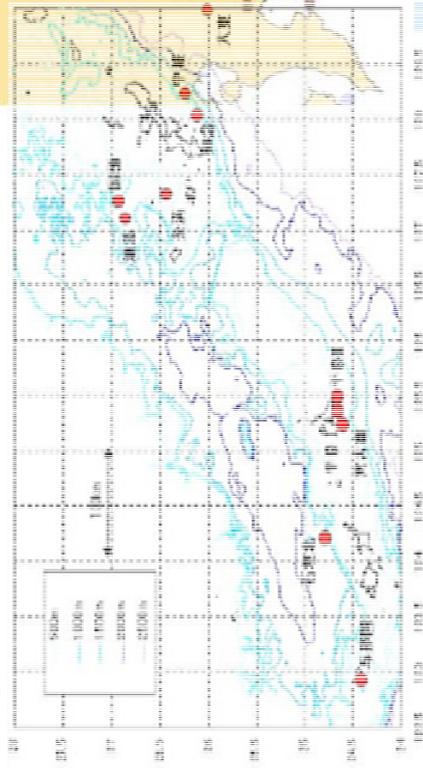


図 e-(2)-21 各地の表層型浮魚礁設置箇所（鹿兒島、沖縄、宮崎、和歌山、三重、神奈川）
20) ~24、39)

【浮魚礁の留意点】

<増殖効果>

- 浮魚礁周辺におけるカツオ・マグロ類のこれまでの行動調査からは、浮魚礁周辺での摂餌行動や産卵行動を裏付ける十分な調査結果は得られておらず、浮魚礁の増殖効果を確認するまでには至っていない。
- 浮魚礁周辺における植物プランクトンや動物プランクトンの分布状況、大型魚類の餌料となる小魚などの餌生物の蟄集状況などを調査し、餌場としての機能についての確認を行うなど増殖機能を解明するための現地調査を積み重ねて実施することにより、餌料効果等を把握することが必要。

<礁体水深の維持>

- 中層型浮魚礁では礁体の水深が魚の蟄集を規定するため、礁体が一定の水深を維持することが重要。
- 沖縄県では礁体水深30m、その他海域では20m以深でかつ100m以浅が蟄集効果の一つの目安。²⁰⁾
- 現在の技術では潮流に逆らって礁体水深を維持することは難しく、大水深に設置された中層型浮魚礁の場合、礁体が予想外の位置にある可能性があり、ソナーが搭載されていない漁船では、礁体位置の把握はかなり困難な場合がある。

<礁体の維持管理>

- 浮魚礁は係留索など腐食や劣化を生じやすい資材が多く、礁体の流出の危険性がある。
- 標識灯や流出警報発信機などメンテナンスを必要とする装備が多く、メンテナンスに費用がかかる。
- 自然要因や人為的要因等による故障も懸念され、これらの維持管理が流出予防や流出時の安全管理に重要であることから、メンテナンスを減らしつつ確実に機能させるための検討が必要。

<浮沈式表層型・中層型浮魚礁の視認性>

- 水中に没するこれらの魚礁は、設置位置の確認が困難であり、操業時や航行時の安全性に課題が生じることから、魚礁位置を確認しやすくするための検討が必要。

<関係機関との調整>

- 漁獲効率がよく、多くの操業やレジャー利用が想定されることから、当初目的である漁業振興を優先するため、操業ルールの調整やレジャー利用者へ理解を求めるための方策検討が必要。
- 海底ケーブル敷設箇所付近では、これらケーブルのメンテナンス性確保のため、通信等のケーブル管理主体との協議の上での配置計画が必要。

1) -3-3 まとめ

マウンド礁や高層魚礁は、鉛直方向に比較的幅広い水深帯で有効であるが、従来型沈設魚礁は底層、浮魚礁は表層や中層、表中層など礁体の位置に選択的に機能する。これらを有効に活用するために以下の項目に注意して選定する必要がある。

- ① 対象とする魚類の生活史に合わせて必要な水深帯や機能を選択
- ② 効果予定範囲
- ③ 設置場所の海象条件や底質性状（施工条件にも影響）
- ④ 周辺漁業の実態（漁業調整の必要性）
- ⑤ 目標とする耐用年数と規模、事業費

必要な効果や機能については、従来目的としている効果に対して、副次的な効果（マウンド礁の間隙効果や保護育成礁の蛸集効果など）があることやそれぞれの魚礁に機能付加（浮魚礁の人工海藻など）すること、魚礁同士の組み合わせによる空間的な相乗効果も考慮して計画することが有効である（表 e-(2)-15）。

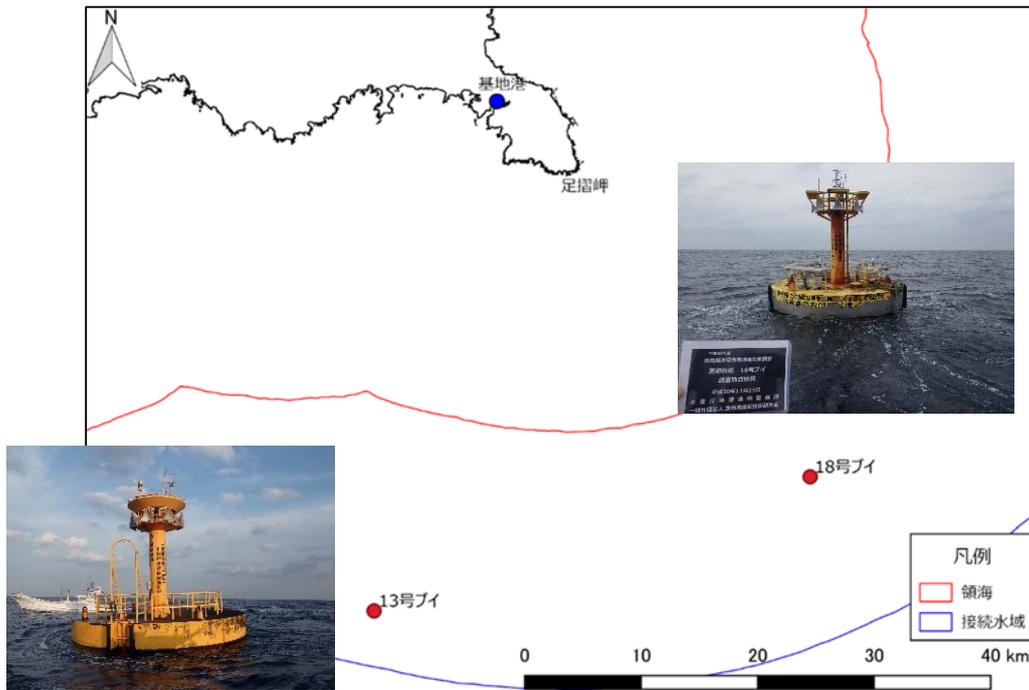
表 e-(2)-15 各魚礁の情報

魚礁種	水深帯	適用水深	備考
① マウンド礁	63～155m 程度 規模 峰高さ(H) 11～31m 峰間距離 60～124m	主に有光層 底層も 効果あり	<ul style="list-style-type: none"> ● 底層水の鉛直混合による餌料機能の向上 ● 付着基板、餌場・隠場効果による底層蛸集状況の改善 ● 材料によるが耐用年数が高い ● 密度躍層の層厚、強度、水深、海流が栄養塩の鉛直混合に大きく作用 ● 石材落下挙動解析が必要
② 従来型沈設魚礁	178～326m (大水深域における実績)	底層	<ul style="list-style-type: none"> ● 対象生物の漁獲を制御するための配置が重要 ● 魚群探知機等で視認できる諸元を有すること ● 漁具による牽引等の作用に対して移動しない構造 ● 保護効果に加えて、餌料培養効果や生息空間の創出効果等の増殖機能が備わっている（機能部材の付加）
③ 高層魚礁	約 30～120m	底層～上層	<ul style="list-style-type: none"> ● 陸上施工後、海域運搬設置が可能 ● 水深方向に空間を有効に活用できる一本釣りやたて網、曳き網、まき網漁法に有効 ● 鋼材の腐食による重量減少や強度低下に注意が必要 ● 大型化、高層化は、特殊クレーンや高層魚礁の構造に工夫が必要（振り式高層魚礁は通常のクレーンで 30m 以上の高層魚礁も設置可能）
④ 浮魚礁	水深 500～1000m	表層、中層、 表中層	<ul style="list-style-type: none"> ● 回遊魚の蛸集が主要（主に表層利用） ● 古くから蛸集効果が認められているが、要因は不明増殖効果については不明（餌料効果等を把握することが必要） ● 礁体の水深が魚の蛸集を規定するため、礁体が一定の水深を維持することが重要 ● 腐食や劣化による礁体の流出の危険性がある ● 標識灯や流出警報発信機などのメンテナンスに費用がかかる ● 中層型魚礁、表中層型魚礁は、設置位置の確認が困難で、安全確保のため魚礁位置の把握が必要 ● 利用関係機関との調整が必要

1) -4 浮魚礁の増殖効果検証（文献調査及び高知沖調査）

1) -4-1 調査位置

本調査を実施するに当たり、安全かつ確実・正確な作業方法・工程等を計画立案し、調査に必要な準備（調査機器の手配・関係機関との調整を含む）を行った。また、調査地点の選定に当たっては、黒潮牧場ブイの漁獲金額の推移（表 e-(2)-16 参照）を参考に、漁獲量が多い2地点（13号ブイ、18号ブイ）を選定した。



調査地点	水深 (m)	緯度		経度	
13号ブイ	700	32°	22.87' N	132°	92.00' E
18号ブイ	795	32°	29.10' N	133°	12.10' E

※ 世界測地系（WGS84）

図 e-(2)-23 調査場所（再掲 図 d-(2)-3）

表 e-(2)-16 黒潮牧場ブイの漁獲金額の推移 (再掲 表 d-(2)-4)

(単位: 百万円)

ブイ 年	高知沖 1号	足摺沖 9(2)号*	高知沖 12(3)号*	室戸沖 10(4)号*	足摺沖 13(5)号*	足摺沖 6号	室戸沖 16(7)号*	興津沖 8号	沖ノ島沖 11号	安芸沖 14号	芸東沖 15号	中芸沖 17号	足摺沖 18号	窪川沖 20号	大月沖 21号	甲浦沖 19号	漁獲金額 合計	漁獲ブイ 基数	1基平均 漁獲高		
S59 (1984)	S59. 12設置																				
S60 (1985)	0																				
S61 (1986)	21	S62. 3設置	S63. 3設置																		
S62 (1987)	S61. 12回収 S63. 3再設置	57	H9. 3更新 H19. 4更新	H1. 3設置														57	1	57	
S63 (1988)	0	8	0	H8. 3更新 H25. 3更新	H2. 2設置														8	2	4
S64 (1989)	0	0	18	60	H9. 3更新														78	3	26
H2 (1990)	0	0	130	41	7	H4. 2設置													178	4	44
H3 (1991)	0	0	3	60	140	H18. 1更新													203	4	51
H4 (1992)	0	101	0	129	331	148		H5. 3設置											709	5	142
H5 (1993)	0	17	0	50	75	4		0											146	6	24
H6 (1994)	0	H7. 2更新 H17. 2更新	0	25	178	27		38	H7. 2設置 H18. 1更新										268	5	54
H7 (1995)	1	24	1	3	83	11	2	2		H8. 2設置									126	7	18
H8 (1996)	0	7	10	13	171	6	1	44	1	H10. 3設置									253	8	32
H9 (1997)	0	0	0	8	185	8	7	0	8	H20. 3更新	H10. 12設置								217	8	27
H10 (1998)	H10. 3回収	81	0	20	221	36	69	0	45	6	H24. 5更新								479	9	53
H11 (1999)		15	39	21	298	50	H19. 12回収 H11. 12設置	9	11	79	35	H11. 12設置	H13. 3設置						556	9	62
H12 (2000)		2	54	0	103	44	19	2	66	14	H12. 3回収 H13. 4回収	25	H23. 11更新						330	10	33
H13 (2001)		4	74	H13. 6回収 H15. 3回収	181	13	3	33	117	7	6	12	62						512	11	47
H14 (2002)		44	20	H17. 8回収 H17. 10回収	254	31	20	78	41	6	14	8	88						605	11	55
H15 (2003)		33	1	8	H15. 1回収 H16. 4回収	3	27	1	24	6	13	26	82						223	11	20
H16 (2004)		43	29	61	240	128	95	15	137	25	40	200	291						1,305	12	109
H17 (2005)		1	2	6	150	0	41	0	H16. 10回収	3	94	2	20						319	11	29
H18 (2006)		2	0	25	268	2	12	0	H19. 2回収	7	16	16	H17. 9回収	191					523	10	52
H19 (2007)		3	7	7	365	29	5	6	112	3	90	H20. 8回収	43						670	11	61
H20 (2008)		22	8	12	260	18	H20. 3回収	5	37	5	11	1	95						474	10	47
H21 (2009)		0	1	3	175	1	H22. 3回収	1	27	21	9	69	35						342	11	31
H22 (2010)		5	44	19	375	2	0	0	7	9	42	0	59	H2. 10設置	H22. 11設置	H3. 3設置			562	12	47
H23 (2011)		2	63	4	380	12	10	0	57	7	47	0	47	0	5	1			635	15	42
H24 (2012)		1	3	0	277	5	3	0	46	7	2	1	46	7	18	20			436	15	29
H25 (2013)		0	4	0	338	5	0	0	8	3	54	0	10	1	49	58			530	15	35
H26 (2014)		20	59	4	208	32	24	7	7	2	6	11	25	24	80	62			571	15	38
H27 (2015)		H27. 3 設置	0	8	0	409	13	23	0	8	2	46	14	13	1	139	3		679	15	45
累計	22	492	578	578	5,672	630	401	204	759	212	525	368	1,107	33	291	144			11,995	266	45
年平均	2	18	21	23	227	26	20	10	42	12	33	28	74	7	58	29			※括弧内は旧ブイ番号		

出典) : 杉本 (2015) 浮魚礁モニタリング調査 平成 27 年度浮魚礁効果調査. 高知県 HP.

1) -4-2 調査方法

【環境 DNA 調査】

① 調査地点

図 e-(2)-23 に示した 2 地点（13 号ブイ、18 号ブイ）

② 調査日

平成 30 年 11 月 21 日

③ 観測機器

計器名	機種名	仕様
バンドーン型採水器	離合社製	図 e-(2)-29 参照

④ 調査方法

調査船の魚群探知機を用いて、調査地点周辺（ブイの潮下側）で魚群が確認できる水深の中間層（水深 5m）において、希釈ハイターで洗浄したバンドーン型採水器を図 e-(2)-24 に示す方法で調査船より垂下し採水を行った。採取した試料は、オスバン S を添加して固定し、冷暗所に保存して分析室に持ち帰り分析を行った。分析方法は、メタバーコーディング法を用いて種の同定を行った。

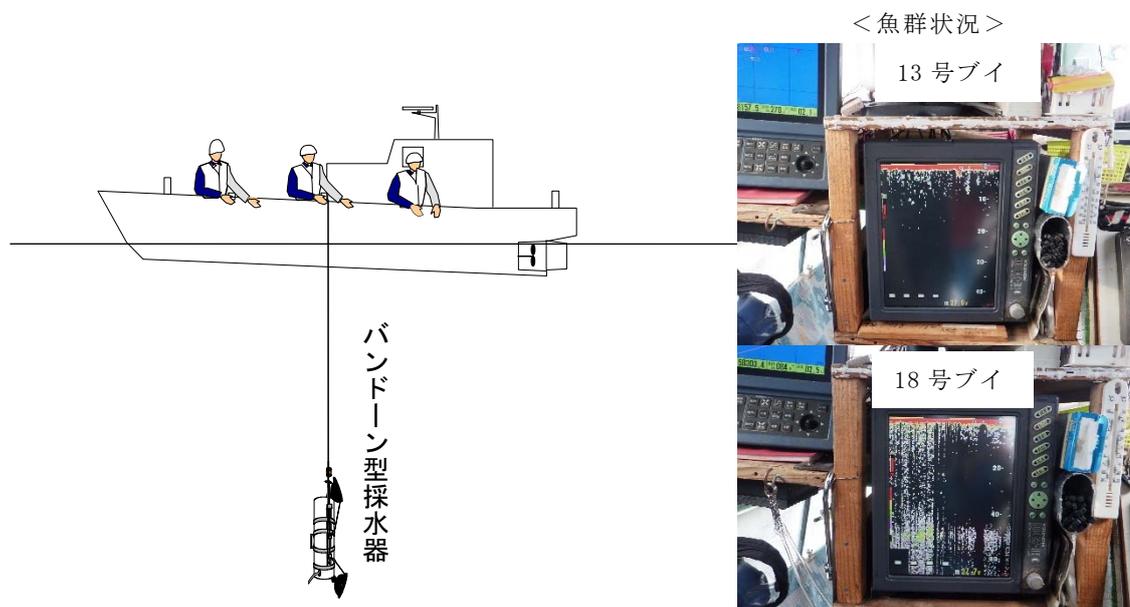


図 e-(2)-24 環境 DNA 調査方法の概要

※ 環境 DNA：環境中に放出された生物由来の DNA
試料に含まれる生物の DNA 情報（塩基配列）を解析することにより、生物種を特定する。
分析方法は、メタバーコーディング法による種の同定と、リアルタイム PCR 法に

【水質調査】

① 調査地点

図 e-(2)-23 に示した 2 地点（13 号ブイ、18 号ブイ）

② 調査日

平成 30 年 11 月 21 日

③ 観測機器

計器名	機種名	仕様
メモリー式総合水質計	JFE アドバンテック社製 ASTD151	図 e-(2)-30 参 照

④ 調査方法

メモリー式総合水質計を図 e-(2)-25 に示す方法で調査船より垂下し、海面から水深 100m 程度まで 0.5m 毎に水温・塩分・蛍光強度・濁度を計測した。

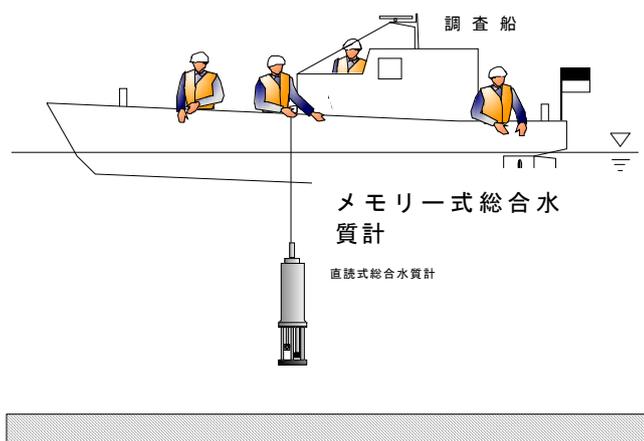


図 e-(2)-25 水質調査方法の概要

【植物プランクトン調査】

① 調査地点

図 e-(2)-23 に示した 2 地点 (13 号ブイ、18 号ブイ)

② 調査日

平成 30 年 11 月 21 日

③ 観測機器

計器名	機種名	仕様
バンドーン型採水器	離合社製	図 e-(2)-29 参照

④ 調査方法

水質調査の現地測定結果で蛍光強度が大きい水深を中層とし、表層と中層 (水深 10m) において、バンドーン型採水器を図 e-(2)-26 に示す方法で調査船より垂下し採水を行った。採取した試料は、中性ホルマリンを添加して固定し、冷暗所に保存して分析室に持ち帰り分析を行った。

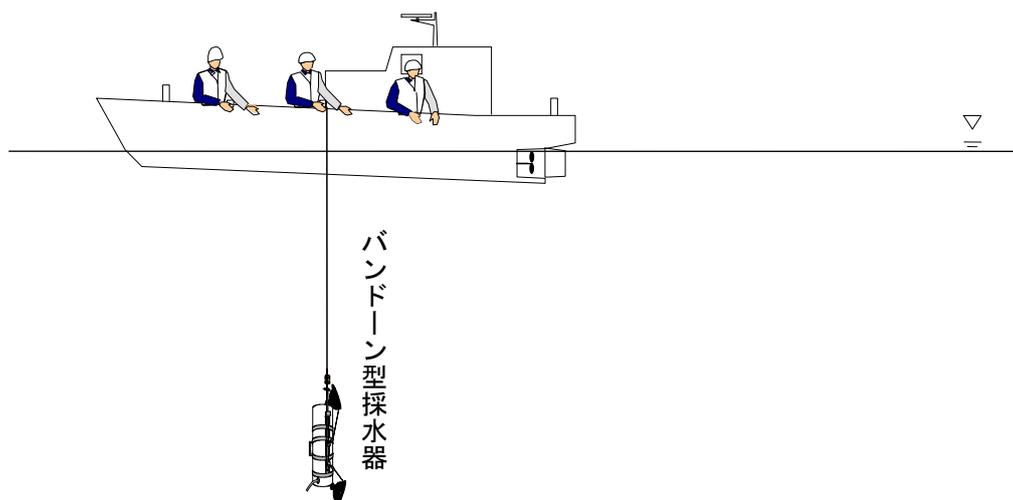


図 e-(2)-26 植物プランクトン調査方法の概要

【動物プランクトン調査】

① 調査地点

図 e-(2)-23 に示した 2 地点 (13 号ブイ、18 号ブイ)

② 調査日

平成 30 年 11 月 21 日

③ 観測機器

計器名	機種名	仕様
北原式プランクトンネット	離合社製	図 e-(2)-31 参照

④ 調査方法

調査船の魚群探知機を用いて、調査地点周辺 (ブイの潮下側) で魚群が確認できる水深帯を中層とし、表層 (海面～水深 10m) と中層 (水深 10～20m) において、北原式プランクトンネットを図 e-(2)-27 に示す方法で調査船より垂下し所定的水深帯で鉛直曳きを行った。採取した試料は、中性ホルマリンを添加して固定し、冷暗所に保存して分析室に持ち帰り分析を行った。

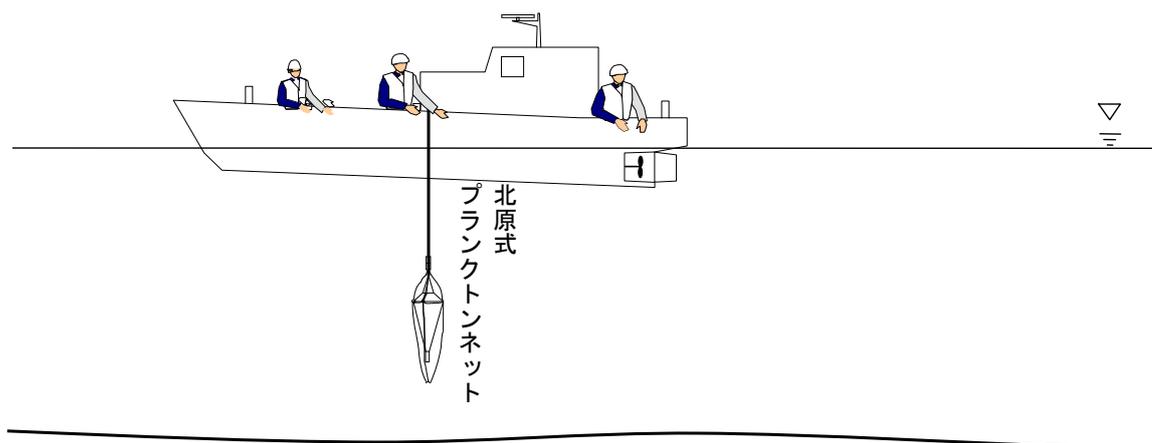


図 e-(2)-27 動物プランクトン調査方法の概要

1) -4-3 主要機器

以下に使用した主な機器を示す。



名称	GPS航法装置 (GP33)
製造	古野電気株式会社
アンテナ	GPS : 12チャンネル・WAAS : 2チャンネル
測位	オールインビジュアル、8ステートカルマンフィルタ
測位精度	GPS 10m以下 (2drms)
	MSAS 7m以下 (2drms)
	WAAS 3m以下 (2drms)
追尾速度	999.9kt
ビーム周波数範囲	1575.42kHz
表示部	4.3型カラー液晶
表示モード	プロッタ、ハイウェイ、航法データ、ユーザー画面
航跡・目的地登録	航跡 3000点
	目的地 10000点
	ルート 100ルート (目的地各30点)
防水	受信演算部 (IP56)、アンテナ (IPx6)
電源	DC12V-24V、240~120mA (照明最大時)

図 e-(2)-28 GNSS の仕様



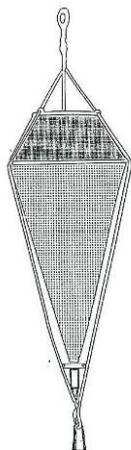
図 e-(2)-29 バンドーン型採水器の仕様

採水量	6L、10L
全長	60cm
材質	ポリエチレン
蓋	ゴム



名 称		RINKO-Profiler (ASTD151)			
製 造		JFEアドバンテック株式会社			
測定項目	タイプ	測定レンジ	分解能	精度	時定数
深度	半導体圧力センサ	0~600m	0.01m	0.3%FS	0.2秒
水温	サーミスタ	-5~40℃	0.001℃	±0.01℃	0.2秒
塩分	実用塩分式 電極式	0~40	0.001	±0.01	0.2秒
濁度	後方散乱方式	0~1000FTU ホルマジン基準	0.03FTU	測定値の±2%	0.2秒
クロロフィル	蛍光測定	0~400 p p b ウラニン基準	0.01 p p b	±0.1%FS	0.2秒

図 e-(2)-30 メモリー式総合水質計 (ASTD151) の仕様

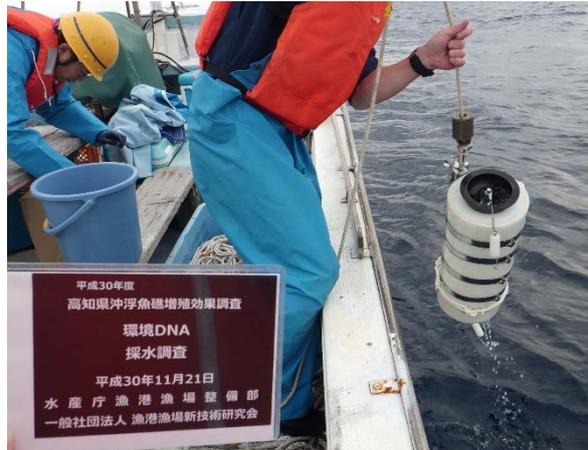


口 径	上部リング 約24cm 中部リング 約48cm
全 長	約110cm
ネット地	頭錐部 キャンバス地
	ろ過部 NXX13 (100 μ m)
付属品	おもり (1.5kg)

図 e-(2)-31 北原式プランクトンネットの仕様

1) -4-4 作業状況

作業状況を以下に示す。

 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 使用船舶 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>	 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 環境DNA 採水調査 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>
<p>使用船舶</p>	<p>作業状況（環境 DNA 採水）</p>
 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 水質鉛直観測 クロロフィル鉛直測定 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>	 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 植物プランクトン 採水調査 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>
<p>作業状況（水質鉛直測定）</p>	<p>作業状況（植物プランクトン採水）</p>
 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 動物プランクトン ネット鉛直曳き 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>	 <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 環境DNA サンプル式 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p> <p>平成30年度 高知県沖浮魚礁増殖効果調査 植物プランクトン サンプル式 平成30年11月21日 水産庁漁港漁場整備部 一般社団法人 漁港漁場新技術研究会</p>
<p>作業状況（動物プランクトン採取）</p>	<p>サンプル式</p>

1) -4-5 調査結果

①環境 DNA 調査

メタバーコーディング法により同定された、魚類の種の一覧を表 e-(2)-17 及び表 e-(2)-18 に示す。

表 e-(2)-17 環境 DNA 出現種一覧 (13 号ブイ)

調査期日：平成30年11月21日					
番号	目	科	属	学名	和名
1	ツノザメ	ツノザメ	ツノザメ	<i>Squalus formosus</i>	ヒレタカツノザメ
2	ニシン	カタクチイワシ	タイワンアイノコイワシ	<i>Encrasicholina punctifer</i>	タイワンアイノコイワシ
3	ボラ	ボラ	ボラ	<i>Mugil</i> sp.	ボラ属
4	スズキ	メバル	メバル	<i>Sebastes</i> sp.	メバル属
5		サバ	ソウダガツオ	<i>Auxis rochei rochei</i>	マルソウダ
6			マグロ	<i>Thunnus obesus</i>	メバチ
7			カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	カツオ
8	フグ	フグ	モヨウフグ	<i>Arothron firmamentum</i>	ホシフグ

表 e-(2)-18 環境 DNA 出現種一覧 (18 号ブイ)

調査期日：平成30年11月21日					
番号	目	科	属	学名	和名
1	ネズミザメ	オナガザメ	オナガザメ	<i>Alopias superciliosus</i>	ハチワレ
2	ハダカイワシ	ハダカイワシ	トンガリハダカ	<i>Hygophum reinhardtii</i>	ドングリハダカ
3			スズキハダカ	<i>Myctophum</i> sp.	ススキハダカ属
4	ボラ	ボラ	ボラ	<i>Mugil</i> sp.	ボラ属
5	スズキ	アジ	ツムブリ	<i>Elagatis bipinnulata</i>	ツムブリ
6		タイ	キダイ	<i>Dentex hypselosomus</i>	キダイ
7		スズメダイ	オヤビッチャ	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	オヤビッチャ
8		サバ	サバ	<i>Scomber japonicus</i>	マサバ
9			ソウダガツオ	<i>Auxis rochei rochei</i>	マルソウダ
10			カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>	カツオ

【13 号ブイ】

- スズキ目 4 種、ツノザメ目、ニシン目、ボラ目、フグ目が各 1 種で、計 8 種が確認された。
- いずれも沖合の海域で見られる種であった。

【18 号ブイ】

- スズキ目 6 種、ハダカイワシ目 2 種、ネズミザメ目、ボラ目が各 1 種で、計 10 種が確認された。
- 13 号ブイと同様にいずれも沖合の海域で見られる種であった。

②水質調査

水質調査結果を図 e-(2)-32 に示す。

<魚群状況>

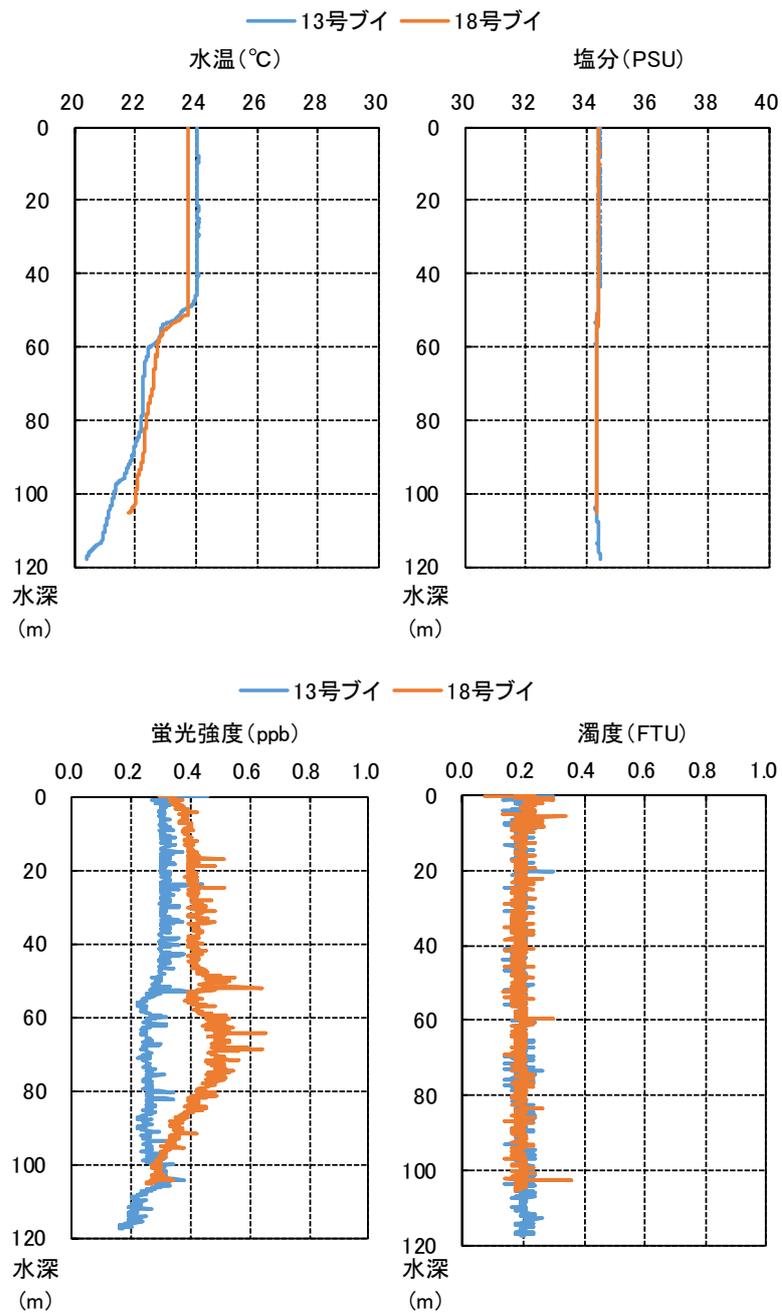


図 e-(2)-32 水質鉛直測定結果

【13号ブイ】

- 水温は、水深0～50m程度まで約24℃と一様で、水深50～60m付近に水温躍層がみられ、22℃強まで急激に低下していた。また、水深60m以深は徐々に水温が低くなる傾向がみられた。
- 塩分は、水深0～120m程度まで34.3～34.4PSUとほぼ一様であった。
- 蛍光強度は、水温躍層がみられた水深50～60m付近でやや小さくなり、水深0～50mと水深60～100mを比較すると、水深0～50mの方が蛍光強度は大きい傾向がみられた。
- 濁度は、水深0～120m程度まで0.2FTU前後でほぼ一様であった。

【18号ブイ】

- 水温は、13号ブイと同様に水深0～50m程度まで約23.7℃と一様で、水深50～60m付近に水温躍層がみられ、22℃強まで急激に低下していた。また、水深60m以深は徐々に水温が低くなる傾向がみられた。
- 塩分は、13号ブイと同様に水深0～100m程度まで34.3～34.4PSUとほぼ一様であった。
- 蛍光強度は、水温躍層がみられた水深50～60mより下層でやや大きくなり、水深60～70m付近が最も大きかった。
- 濁度は、13号ブイと同様に水深0～100m程度まで0.2FTU前後でほぼ一様であった。

③植物プランクトン調査

植物プランクトン調査結果を、表 e-(2)-19、表 e-(2)-20、図 e-(2)-33 に示す。

表 e-(2)-19 植物プランクトン分析結果一覧

調査期日：平成30年11月21日

調査方法：バンドーン型採水器による採水

単 位：細胞/L

番号	門	綱	学名	13号パイ		18号パイ		合 計		
				表層	中層	表層	中層	表層	中層	全層
1	クリプト植物	クリプト藻	CRYPTOPHYCEAE		25		75		100	100
2	渦鞭毛植物	渦鞭毛藻	<i>Prorocentrum compressum</i>	25	25			25	25	50
3			<i>Prorocentrum dentatum</i>	25				25		25
4			<i>Prorocentrum minimum</i>			25		25		25
5			<i>Prorocentrum</i> sp.	25				25		25
6			<i>Karenia mikimotoi</i>		25				25	25
7			<i>Gymnodinium</i> spp.	75	25	25	100	100	125	225
8			<i>Gyrodinium falcatum</i>	25	25			25	25	50
9			<i>Gyrodinium</i> sp.				50		50	50
10			<i>Torodinium</i> sp.		75		25		100	100
11			Gymnodiniales	50	75	75	75	125	150	275
12			<i>Ceratium lineatum</i>				25		25	25
13			<i>Gonyaulax</i> sp.		25				25	25
14			<i>Oxytoxum</i> sp.		25		25		50	50
15			<i>Protoperdinium pellucidum</i>		50	50		50	50	100
16			<i>Protoperdinium</i> spp.	50			25	50	25	75
17			不等毛植物	黄金色藻 珪藻	<i>Dictyocha fibula</i>				25	
18	<i>Skeletonema</i> sp.					250		250		250
19	<i>Thalassiosira</i> spp.	75			150	100	25	175	175	350
20	Thalassiosiraceae	300			175	75	75	375	250	625
21	<i>Leptocylindrus danicus</i>						25		25	25
22	<i>Proboscia alata</i>				25				25	25
23	<i>Proboscia indica</i>				25				25	25
24	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	25			50			25	50	75
25	<i>Rhizosolenia imbricata</i>				25		50		75	75
26	<i>Rhizosolenia setigera</i>				25				25	25
27	<i>Rhizosolenia striata</i>						50	50		50
28	<i>Hemiaulus sinensis</i>						25	25		25
29	<i>Bacteriastrium</i> sp.	50			50	325	50	375	100	475
30	<i>Chaetoceros atlanticus</i>	75					50	75	50	125
31	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	50				75	50	125	50	175
32	<i>Chaetoceros peruvianus</i>					25		25		25
33	<i>Chaetoceros</i> spp.	175			175	200	25	375	200	575
34	<i>Odontella</i> sp.	25					50	25	50	75
35	<i>Licmophora</i> sp.				25				25	25
36	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	50			150	50		100	150	250
37	<i>Thalassiothrix</i> spp.	50			25	100	25	150	50	200
38	<i>Meuniera membranacea</i>					50		50		50
39	<i>Navicula</i> sp.	50			50		50	50	100	150
40	<i>Pleurosigma</i> sp.	25			25	25	25	50	50	100
41	<i>Nitzschia</i> spp.	200			75	50	175	250	250	500
42	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>					25		25		25
43	ハプト植物	ハプト藻	HAPTOPHYCEAE	25	50		75	25	125	150
44	ミドリムシ植物	ミドリムシ	EUGLENOPHYCEAE			25		25		25
45	不明		UNIDENTIFIED FLAGELLATA	25	25	25		50	25	75
種類数				22	27	21	23	31	35	45
合 計				1,475	1,500	1,650	1,175	3,125	2,675	5,800

表 e-(2)-20 植物プランクトン分析結果概要

調査日 : 平成30年11月21日

調査方法 : バンドーン型採水器による採水

項目	分類	13号ブイ	
		表層	中層
種類数	クリプト藻綱	0 (0.0)	1 (3.7)
	渦鞭毛藻綱	7 (31.8)	9 (33.3)
	珪藻綱	13 (59.1)	15 (55.6)
	その他	2 (9.1)	2 (7.4)
	総種類数	22	27
細胞数 (細胞/L)	クリプト藻綱	0 (0.0)	25 (1.7)
	渦鞭毛藻綱	275 (18.6)	350 (23.3)
	珪藻綱	1,150 (78.0)	1,050 (70.0)
	その他	50 (3.4)	75 (5.0)
	総細胞数	1,475	1,500
主な 出現種 細胞/L (%)	珪藻綱	<i>Thalassiosiraceae</i> 300 (20.3) <i>Nitzschia</i> spp. 200 (13.6) <i>Chaetoceros</i> spp. 175 (11.9)	<i>Thalassiosiraceae</i> 175 (11.7) <i>Chaetoceros</i> spp. 175 (11.7) <i>Thalassiosira</i> spp. 150 (10.0) <i>Thalassionema nitzschioides</i> 150 (10.0)

項目	分類	18号ブイ	
		表層	中層
種類数	クリプト藻綱	0 (0.0)	1 (4.3)
	渦鞭毛藻綱	4 (19.0)	7 (30.4)
	珪藻綱	15 (71.4)	13 (56.5)
	その他	2 (9.5)	2 (8.7)
	総種類数	21	23
細胞数 (細胞/L)	クリプト藻綱	0 (0.0)	75 (6.4)
	渦鞭毛藻綱	175 (10.6)	325 (27.7)
	珪藻綱	1,425 (86.4)	675 (57.4)
	その他	50 (3.0)	100 (8.5)
	総細胞数	1,650	1,175
主な 出現種 細胞/L (%)	珪藻綱	<i>Bacteriastrum</i> sp. 325 (19.7) <i>Skeletonema</i> sp. 250 (15.2) <i>Chaetoceros</i> spp. 200 (12.1)	<i>Nitzschia</i> spp. 175 (14.9)

注 : 1. () 内の数値は、総種類数、総細胞数に対する組成比率 (%) を示す。

2. 種類数、細胞数の組成比率は、四捨五入の関係で合計値が100%にならない場合がある。

3. 主な出現種は各調査点の出現量の上位3種(ただし、種別組成比が10%以上)を示す。

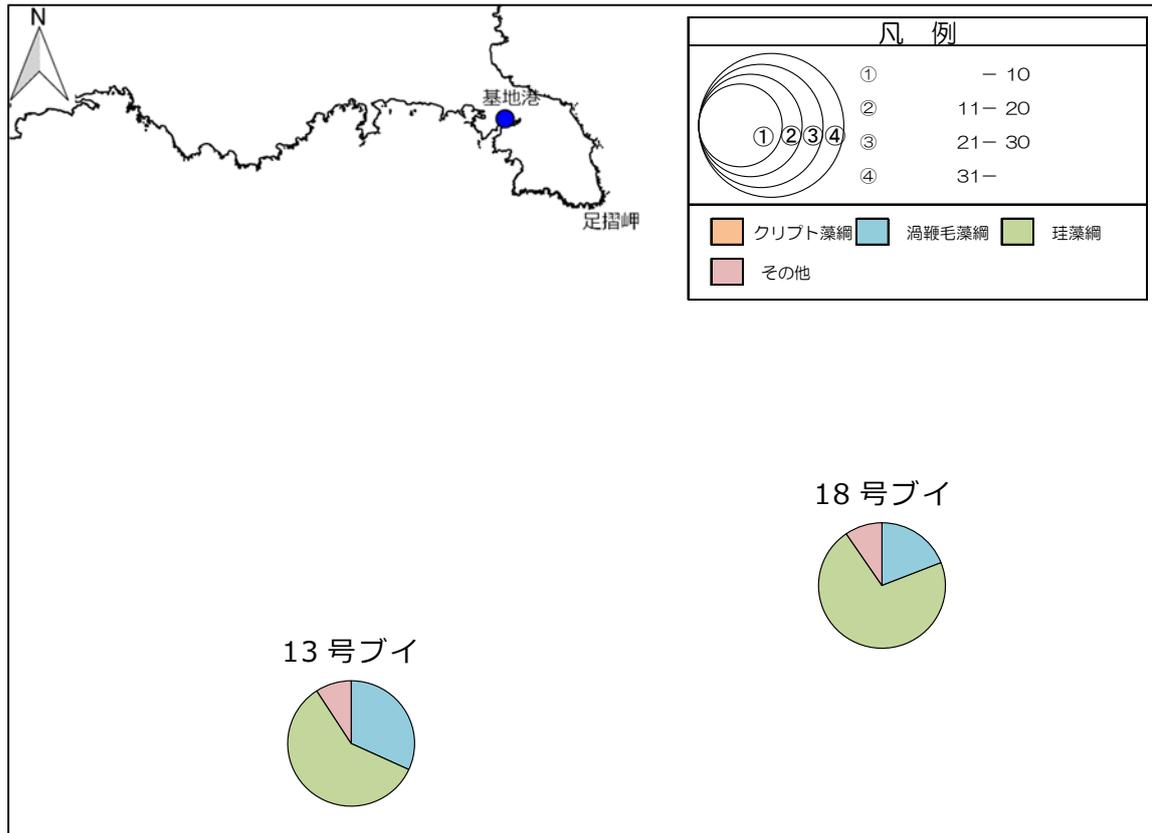


図 e-(2)-33(1) 植物プランクトン調査結果 (種類数: 表層)

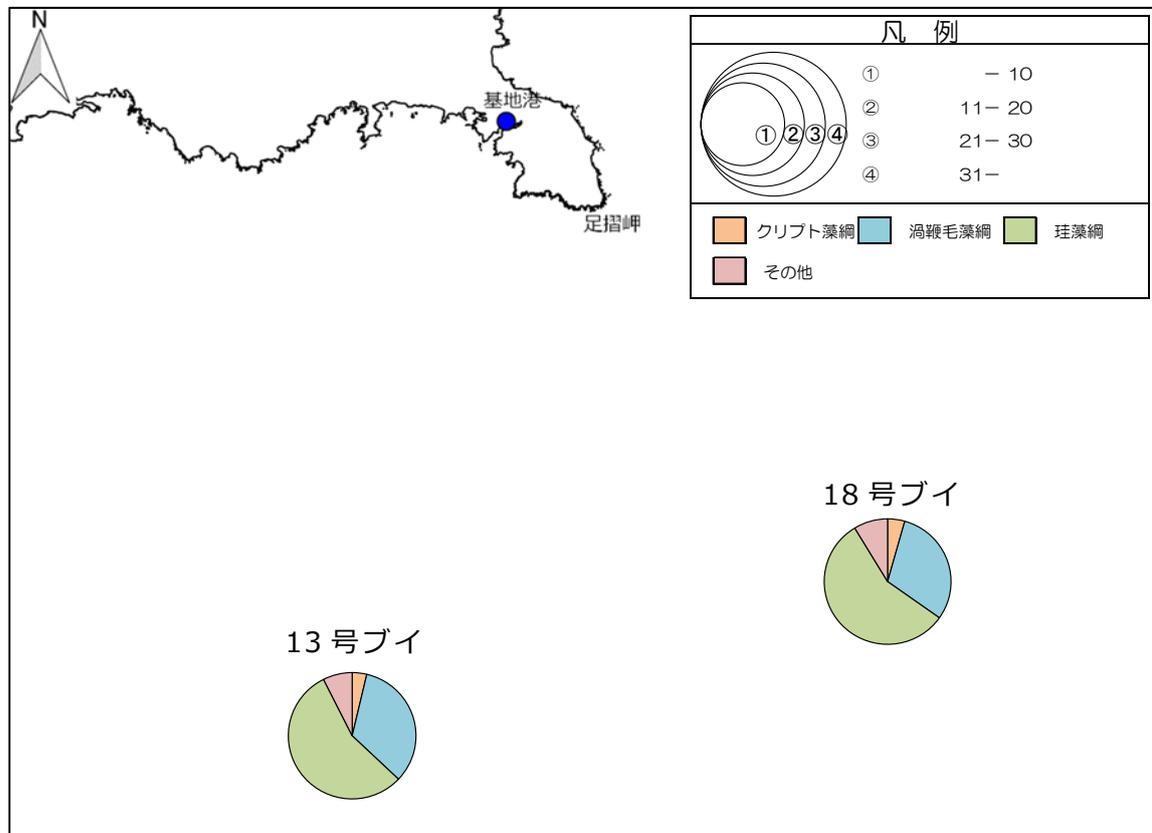


図 e-(2)-33(2) 植物プランクトン調査結果 (種類数: 中層)

単位：細胞/L

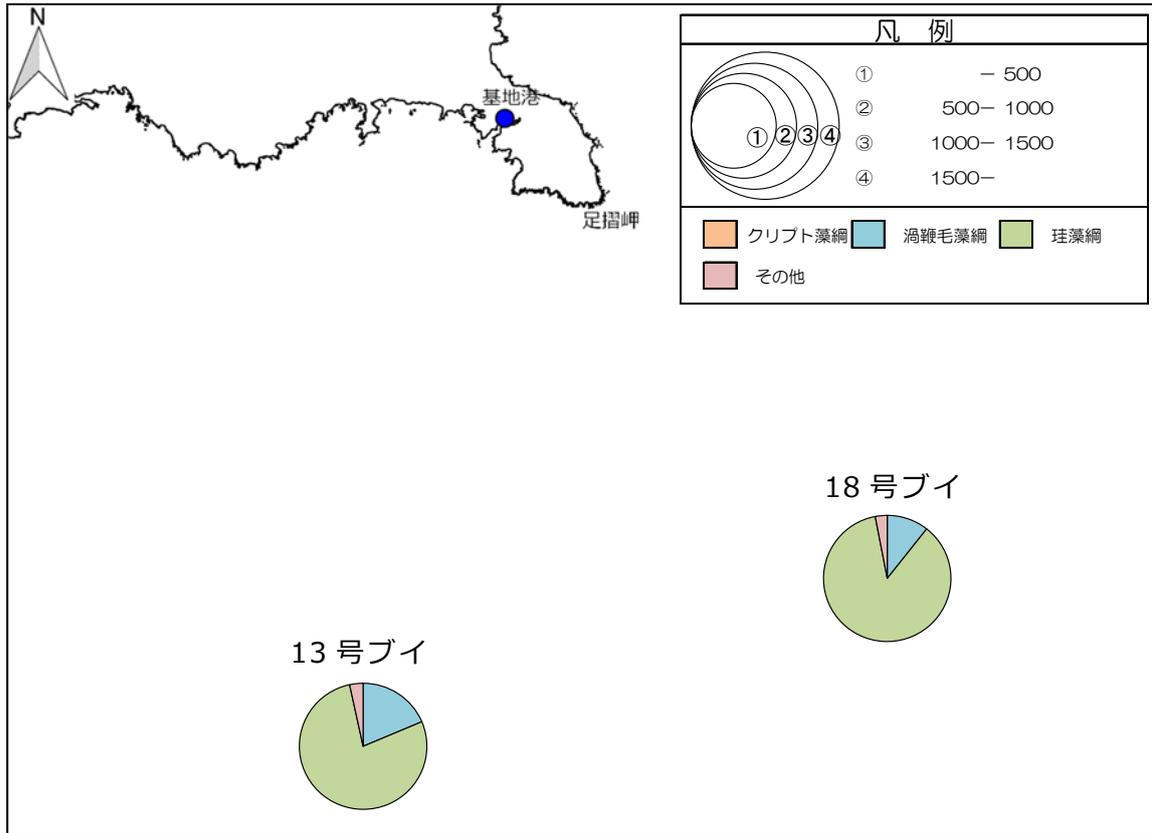


図 e-(2)-33 (3) 植物プランクトン調査結果（細胞数：表層）

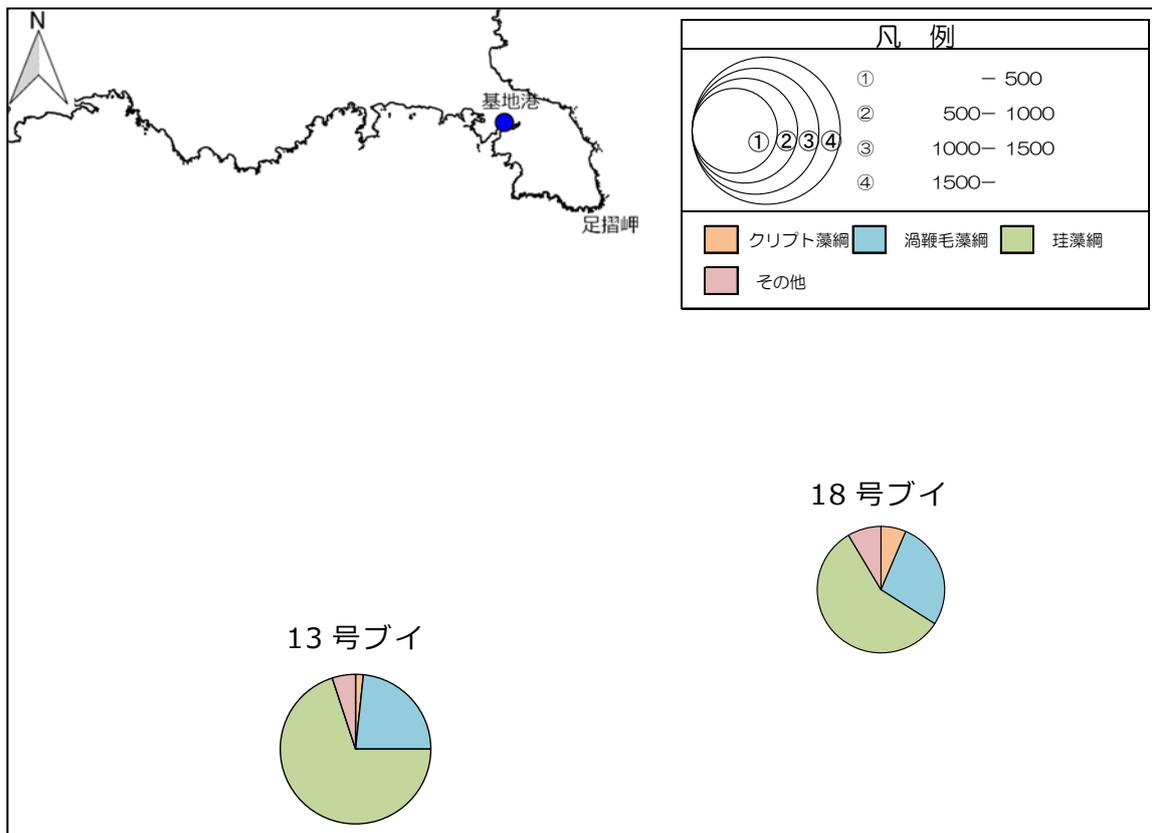


図 e-(2)-33 (4) 植物プランクトン調査結果（細胞数：中層）

【13号ブイ】

- 出現種は、表層が珪藻綱 13 種、渦鞭毛藻綱 7 種、その他 2 種で、計 22 種が確認され、珪藻綱が最も多かった。また、中層は、珪藻綱 15 種、渦鞭毛藻綱 9 種、クリプト藻綱 1 種、その他 2 種で、計 27 種が確認され、表層と同様に珪藻綱が最も多かった。
- 細胞数は、表層が珪藻綱 1,150 細胞/L、渦鞭毛藻綱 275 細胞/L、その他 50 細胞/L で、珪藻綱が最も多かった。また、中層は、珪藻綱 1,050 細胞/L、渦鞭毛藻綱 350 細胞/L、クリプト藻綱 25 細胞/L、その他 75 細胞/L で、表層と同様に珪藻綱が最も多かった。

【18号ブイ】

- 出現種は、表層が珪藻綱 15 種、渦鞭毛藻綱 4 種、その他 2 種で、計 21 種が確認され、珪藻綱が最も多かった。また、中層は、珪藻綱 13 種、渦鞭毛藻綱 7 種、クリプト藻綱 1 種、その他 2 種で、計 23 種が確認され、表層と同様に珪藻綱が最も多かった。
- 細胞数は、表層が珪藻綱 1,425 細胞/L、渦鞭毛藻綱 175 細胞/L、その他 50 細胞/L で、珪藻綱が最も多かった。また、中層は、珪藻綱 675 細胞/L、渦鞭毛藻綱 325 細胞/L、クリプト藻綱 75 細胞/L、その他 100 細胞/L で、表層と同様に珪藻綱が最も多かった。

④動物プランクトン調査

動物プランクトン調査結果を表 e-(2)-21、図 e-(2)-34 に示す。

表 e-(2)-21 動物プランクトン分析結果一覧

調査期日：平成30年11月21日

調査方法：北原式プランクトンネットによる鉛直曳き

単位：個体/m³

番号	門	綱	学名	13号パイ		18号パイ		合計		
				表層	中層	表層	中層	表層	中層	全層
1	原生動物	アcantハリア	Acantharea		33	200	42	200	75	275
2		ホリスチナ	Polycystinea			50	21	50	21	71
3		フェオガリア	Phaeodarea		17	50		50	17	67
4		根足虫	Globigerinidae	267	50	500	208	767	258	1,025
5		有軸仮足虫	<i>Gazellita hexanema</i>	33				33		33
6	刺胞動物	ヒトコ虫	Hydrozoa	33	17		21	33	38	71
7	軟体動物	腹足	Gastropoda (Larva)	33	17	350	63	383	80	463
8	環形動物	多毛	Polychaeta (Larva)	67	33	50		117	33	150
9	節足動物	甲殻 (貝形下綱)	Ostracoda	100	17		21	100	38	138
10		甲殻 (カイアシ下綱)	<i>Acartia negligens</i>		17				17	17
11			Calanidae (Copepodite)	67	33		21	67	54	121
12			<i>Calocalanus pavo</i>				21		21	21
13			<i>Calocalanus plumulosus</i>				21		21	21
14			<i>Calocalanus</i> sp.	67			42	67	42	109
15			<i>Calocalanus</i> spp.(Copepodite)	367	67	350	125	717	192	909
16			<i>Clausocalanus arcuicornis</i>			50		50		50
17			<i>Clausocalanus furcatus</i>	33	67	150	83	183	150	333
18			<i>Clausocalanus minor</i>			50	21	50	21	71
19			<i>Clausocalanus</i> sp.			50		50		50
20			Clausocalanidae (Copepodite)	633	283	550	313	1,183	596	1,779
21			Euchaetidae (Copepodite)	33	17	100		133	17	150
22			<i>Delius nudus</i>		17				17	17
23			<i>Paracalanus crassirostris</i>		17				17	17
24			<i>Paracalanus denudatus</i>			50	63	50	63	113
25			<i>Paracalanus elegans</i>	67		50		117		117
26			<i>Paracalanus parvus</i>			50	21	50	21	71
27			Paracalanidae (Copepodite)	300	83	500	458	800	541	1,341
28			Scolecitrichidae (Copepodite)			50	42	50	42	92
29			<i>Oithona attenuata</i>				21		21	21
30			<i>Oithona decipiens</i>	67				67		67
31			<i>Oithona fallax</i>	33	17	50	42	83	59	142
32			<i>Oithona nana</i>	133	33	250	229	383	262	645
33			<i>Oithona plumifera</i>	33	17	50		83	17	100
34			<i>Oithona simplex</i>	67	17			67	17	84
35			<i>Oithona</i> sp.	33		50		83		83
36			<i>Paroithona pulla</i>	67	67	50		117	67	184
37			Oithonidae (Copepodite)	1,067	250	1,300	542	2,367	792	3,159
38			<i>Microsetella norvegica</i>	200	50	300	188	500	238	738
39			<i>Corycaeus</i> sp.		17		21		38	38
40			<i>Farranula concinna</i>				21		21	21
41			<i>Farranula</i> sp.		33				33	33
42			Corycaeidae (Copepodite)	33	67	150	63	183	130	313
43			<i>Oncaea media</i>	100	17	50		150	17	167
44			<i>Oncaea scottodiarloii</i>		17				17	17
45			<i>Oncaea venusta</i>		33	150	63	150	96	246
46			<i>Oncaea</i> sp.	133	67	150	63	283	130	413
47			<i>Oncaea</i> spp.(Copepodite)	433	83	400	188	833	271	1,104
48			Poecilostomatoidea (Copepodite)	33				33		33
49			Copepoda (Nauplius)	1,200	467	2,400	1,063	3,600	1,530	5,130
50		甲殻 (軟甲亜綱)	Euphausiacea (Calyptopis)			50		50		50
51	毛顎動物	現生矢虫	<i>Sagitta pacifica</i>				21		21	21
52			<i>Sagitta regularis</i>			50		50		50
53			<i>Sagitta</i> sp.	33			21	33	21	54
54			<i>Krohnia pacifica</i>				21		21	21
55	棘皮動物	ヒトデ	Asterioidea (Bipinnaria)		17				17	17
56		クモヒトデ	Ophiuroidea (Ophiopluteus)				21		21	21
57	脊索動物	カリア	Doliolidae	33				33		33
58		尾虫	<i>Oikopleura fusiformis</i>				21		21	21
59			<i>Oikopleura longicauda</i>	100	17	250	104	350	121	471
60			<i>Oikopleura</i> sp.	167	33	100	146	267	179	446
61			<i>Fritillaria formica</i>				21		21	21
62			<i>Fritillaria</i> sp.	133		50	83	183	83	266
種類数				34	35	36	39	46	52	62
合計				6,198	2,104	9,050	4,570	15,248	6,674	21,922

表 e-(2)-22 動物プランクトン分析結果概要

調査日 : 平成30年11月21日

調査方法 : 北原式プランクトンネットによる鉛直曳き

項目	分類	13号パイ	
		表層	中層
種類数	原生動物門	2 (5.9)	3 (8.6)
	節足動物門	24 (70.6)	26 (74.3)
	脊索動物門	4 (11.8)	2 (5.7)
	その他	4 (11.8)	4 (11.4)
	総種類数	34	35
個体数 (個体/m ³)	原生動物門	300 (4.8)	100 (4.8)
	節足動物門	5,299 (85.5)	1,870 (88.9)
	脊索動物門	433 (7.0)	50 (2.4)
	その他	166 (2.7)	84 (4.0)
	総個体数	6,198	2,104
沈殿量 (mL/m ³)		1.27	0.43
主な 出現種 個体/m ³ (%)	節足動物門	Copepoda (Nauplius) 1,200 (19.4)	Copepoda (Nauplius) 467 (22.2)
		Oithonidae (Copepodite) 1,067 (17.2)	Clausocalanidae (Copepodite) 283 (13.5)
		Clausocalanidae (Copepodite) 633 (10.2)	Oithonidae (Copepodite) 250 (11.9)

項目	分類	18号パイ	
		表層	中層
種類数	原生動物門	4 (11.1)	3 (7.7)
	節足動物門	26 (72.2)	25 (64.1)
	脊索動物門	3 (8.3)	5 (12.8)
	その他	3 (8.3)	6 (15.4)
	総種類数	36	39
個体数 (個体/m ³)	原生動物門	800 (8.8)	271 (5.9)
	節足動物門	7,400 (81.8)	3,756 (82.2)
	脊索動物門	400 (4.4)	375 (8.2)
	その他	450 (5.0)	168 (3.7)
	総個体数	9,050	4,570
沈殿量 (mL/m ³)		0.95	1.05
主な 出現種 個体/m ³ (%)	節足動物門	Copepoda (Nauplius) 2,400 (26.5)	Copepoda (Nauplius) 1,063 (23.3)
		Oithonidae (Copepodite) 1,300 (14.4)	Oithonidae (Copepodite) 542 (11.9)
			Paracalanidae (Copepodite) 458 (10.0)

注 : 1. () 内の数値は、総種類数、総個体数に対する組成比率 (%) を示す。

2. 種類数、個体数、湿重量の組成比率は、四捨五入の関係で合計値が100%にならない場合がある。

3. 主な出現種は各調査点の出現量の上位3種 (ただし、種別組成比が10%以上) を示す。

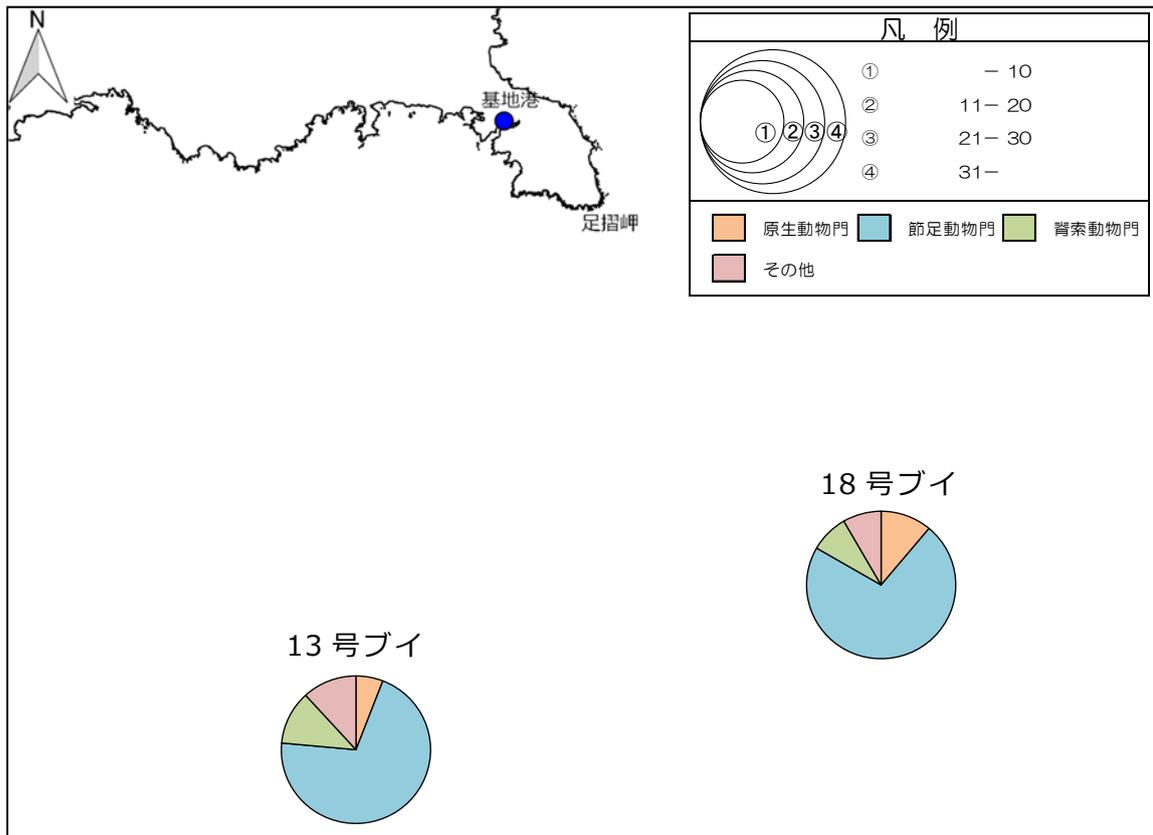


図 e-(2)-34(1) 動物プランクトン調査結果 (種類数 : 表層)

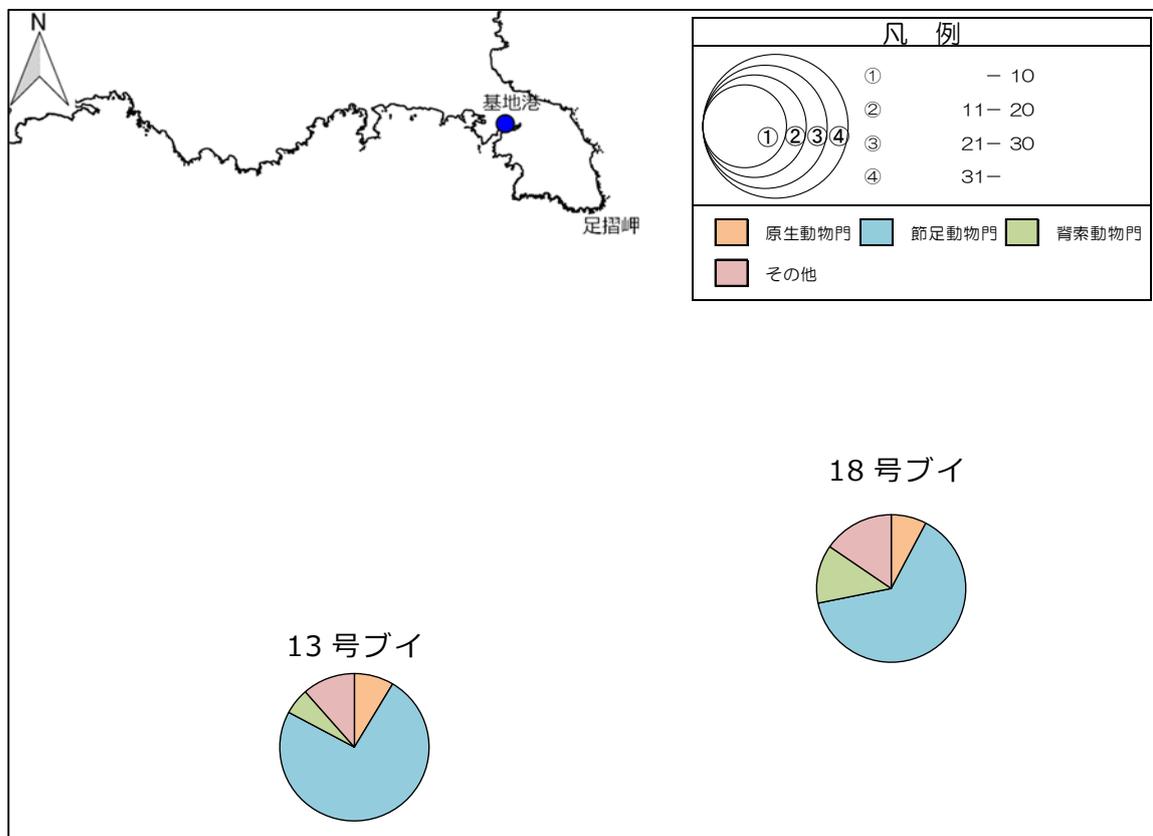


図 e-(2)-34(2) 動物プランクトン調査結果 (種類数 : 中層)

単位：個体/m³

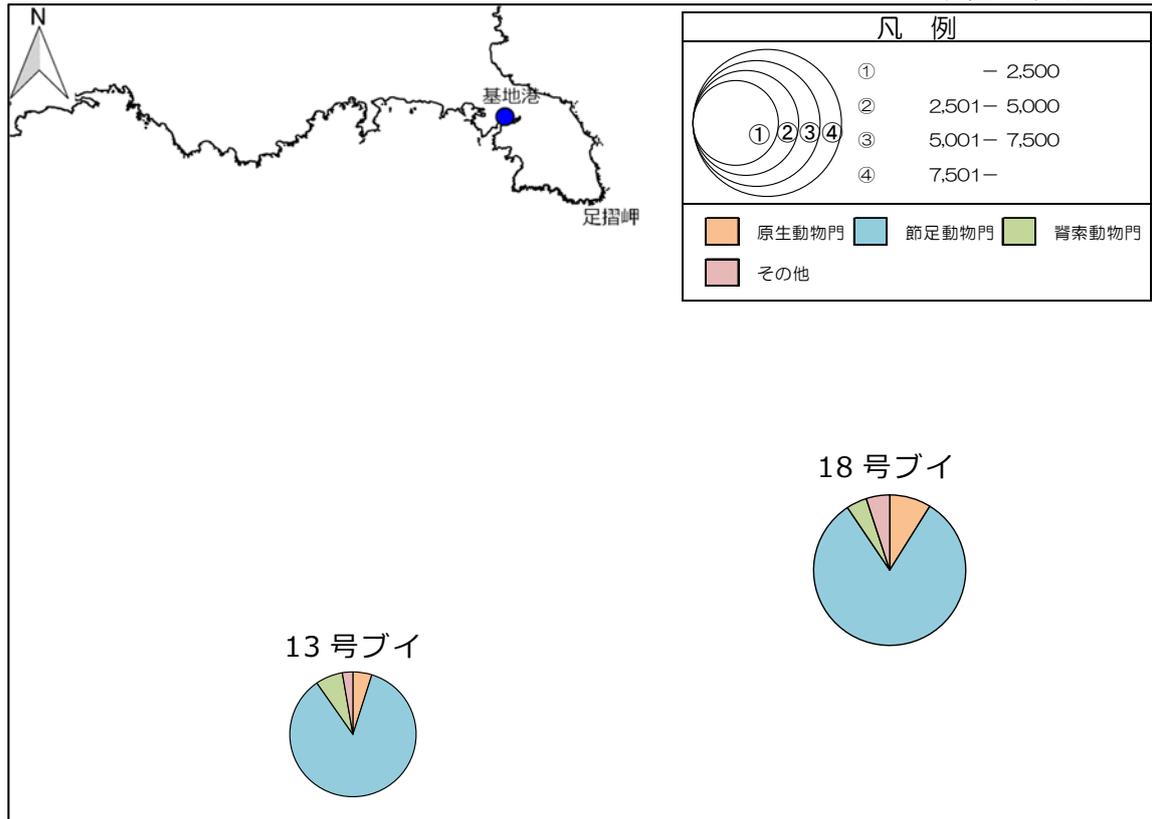


図 e-(2)-34(3) 動物プランクトン調査結果（個体数：表層）

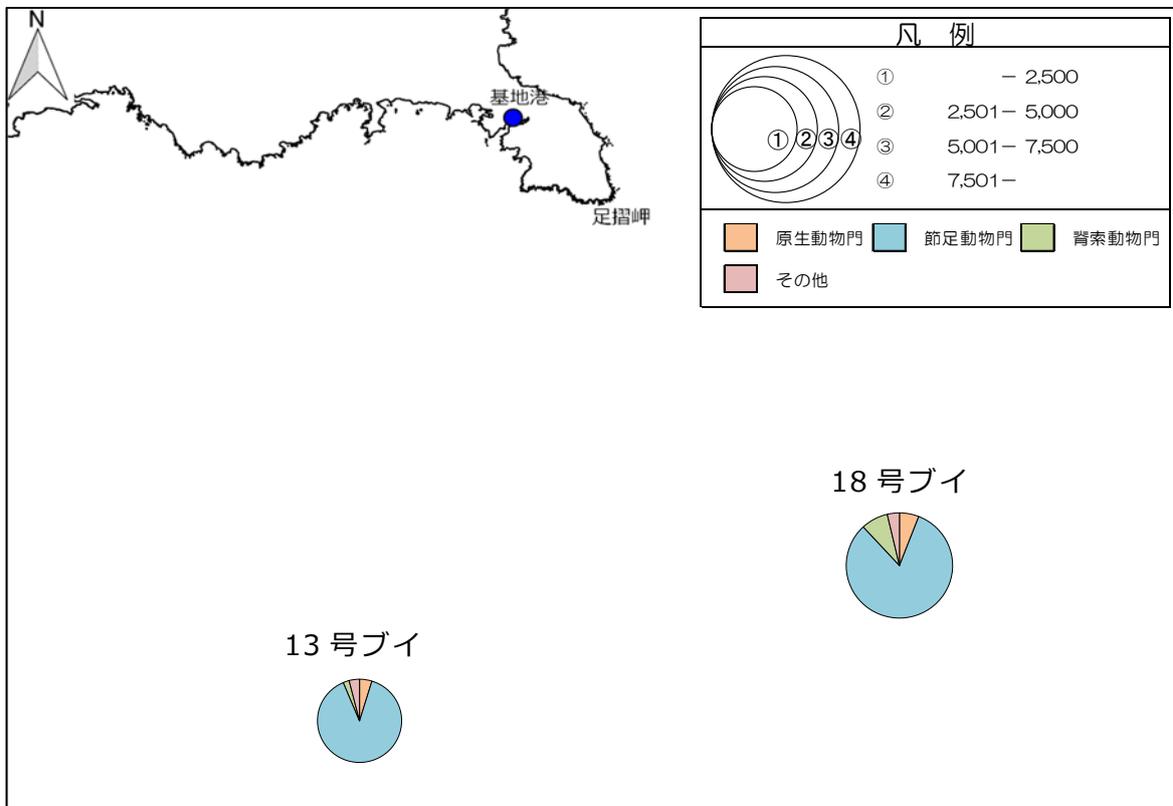


図 e-(2)-34(4) 動物プランクトン調査結果（個体数：中層）

【13号ブイ】

- 出現種は、表層が節足動物門 24 種、脊索動物門 4 種、原生動物門 2 種、その他 4 種で、計 34 種が確認され、節足動物門が最も多かった。また、中層は、節足動物門 26 種、原生動物門 3 種、脊索動物門 2 種、その他 4 種で、計 35 種が確認され、表層と同様に節足動物門が最も多かった。
- 個体数は、表層が節足動物門 5,299 個体/m³、脊索動物門 433 個体/m³、原生動物門 300 個体/m³、その他 166 個体/m³で、節足動物門が最も多かった。また、中層は、節足動物門 1,870 個体/m³、原生動物門 100 個体/m³、脊索動物門 50 個体/m³、その他 84 個体/m³で、表層と同様に節足動物門が最も多かった。

【18号ブイ】

- 出現種は、表層が節足動物門 26 種、原生動物門 4 種、脊索動物門 3 種、その他 3 種で、計 36 種が確認され、節足動物門が最も多かった。また、中層は、節足動物門 25 種、脊索動物門 5 種、原生動物門 3 種、その他 6 種で、計 39 種が確認され、表層と同様に節足動物門が最も多かった。
- 個体数は、表層が節足動物門 7,400 個体/m³、原生動物門 800 個体/m³、脊索動物門 400 個体/m³、その他 450 個体/m³で、節足動物門が最も多かった。また、中層は、節足動物門 3,756 個体/m³、脊索動物門 375 個体/m³、原生動物門 271 個体/m³、その他 168 個体/m³で、表層と同様に節足動物門が最も多かった。

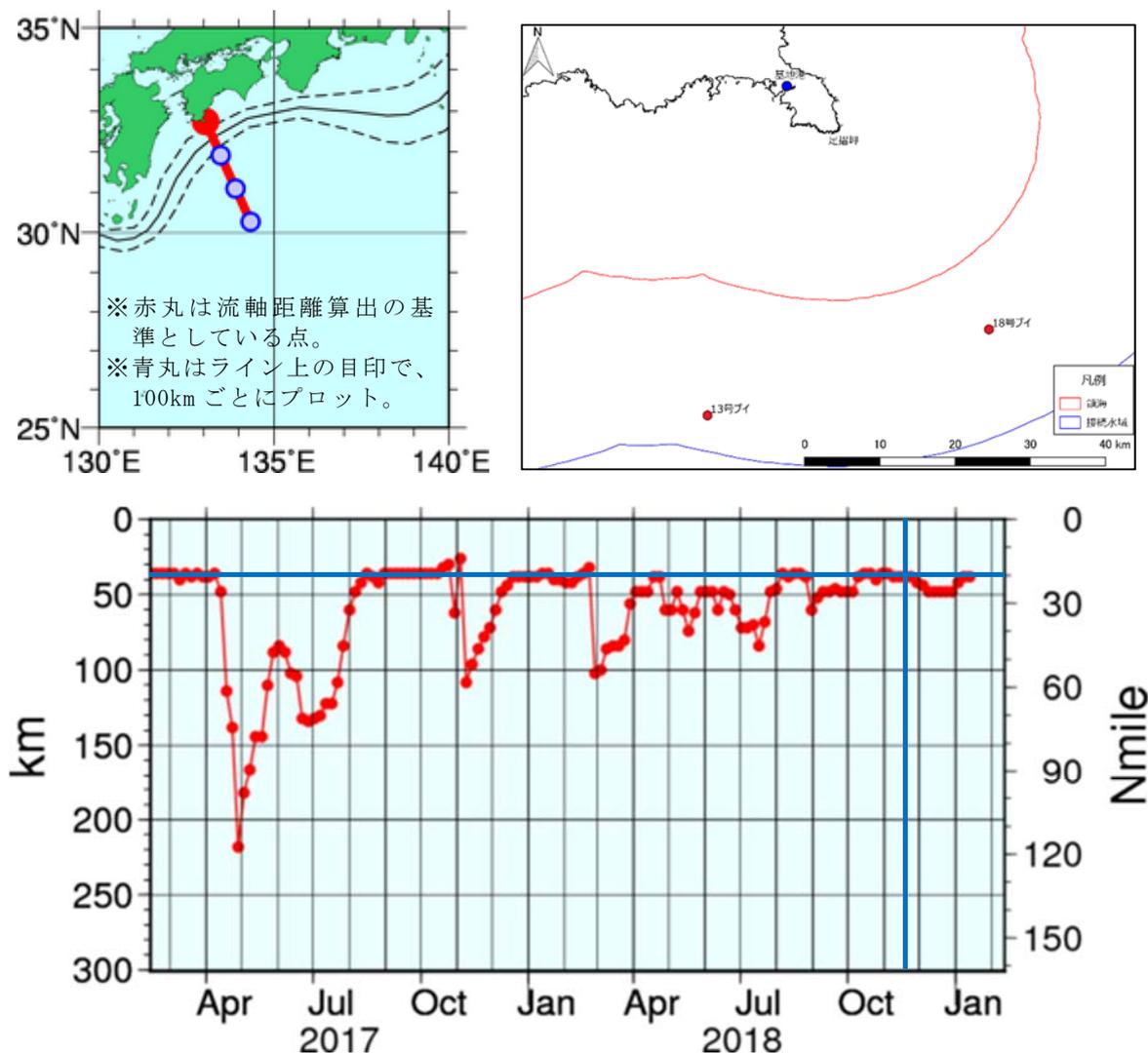
⑤まとめ

全ての調査項目において、13号ブイと18号ブイは概ね同様の傾向を示しており、大きな差はみられなかった。

【既存データとの比較】

足摺岬から黒潮までの距離を図 e-(2)-35 に示す。図 e-(2)-35 より、本調査を実施した2018年11月21日頃は、足摺岬から黒潮まで約40kmの距離であり、13号ブイ及び18号ブイ付近を黒潮が通過している時期であった。

本調査は、黒潮の影響を受けた状況下での調査結果であると考えられた。



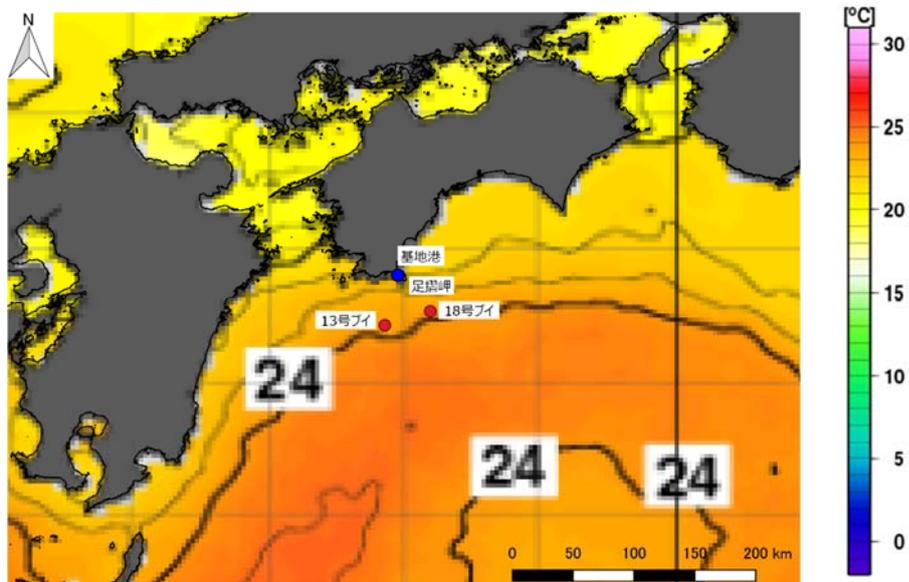
※左上図の実線および破線は、1985年から2007年までの平均的な黒潮流軸の位置、および黒潮流軸の標準的な変動幅(流軸距離の標準偏差を平均値からのずれで表したものを)をそれぞれ示す。

図 e-(2)-35 足摺岬から黒潮までの距離

【水温】

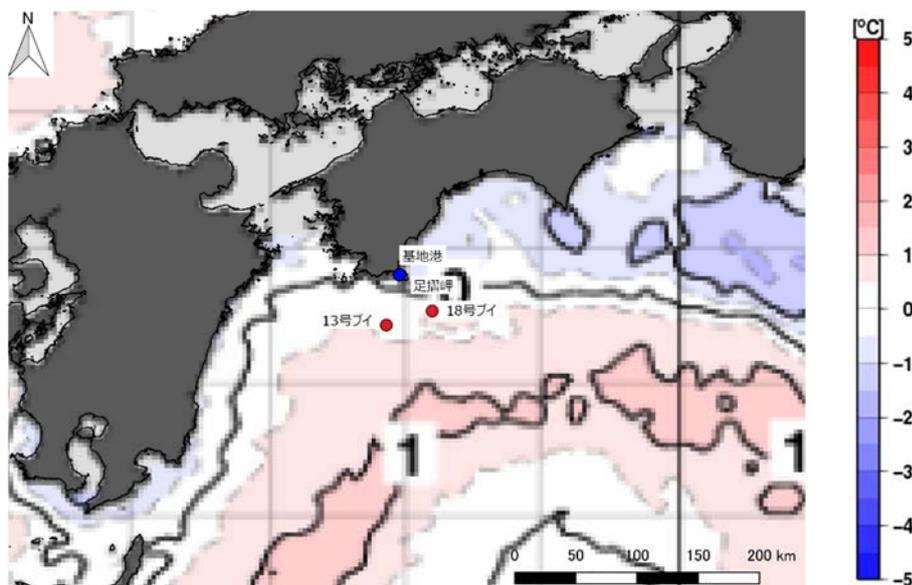
調査当日の海面水温を図 e-(2)-36 に、海面水温の平年差を図 e-(2)-37 に示す。13号ブイ及び18号ブイ周辺を水温 24℃弱で、平年より 0.5℃前後高い状況であった。

本調査の水質調査における水温は、13号ブイ及び18号ブイともに 24℃前後であり、調査結果は妥当であると考えられた。



出典)「気象庁 HP 日別海面水温」を事務局で編集

図 e-(2)-36 海面水温分布図 (2018 年 11 月 21 日)



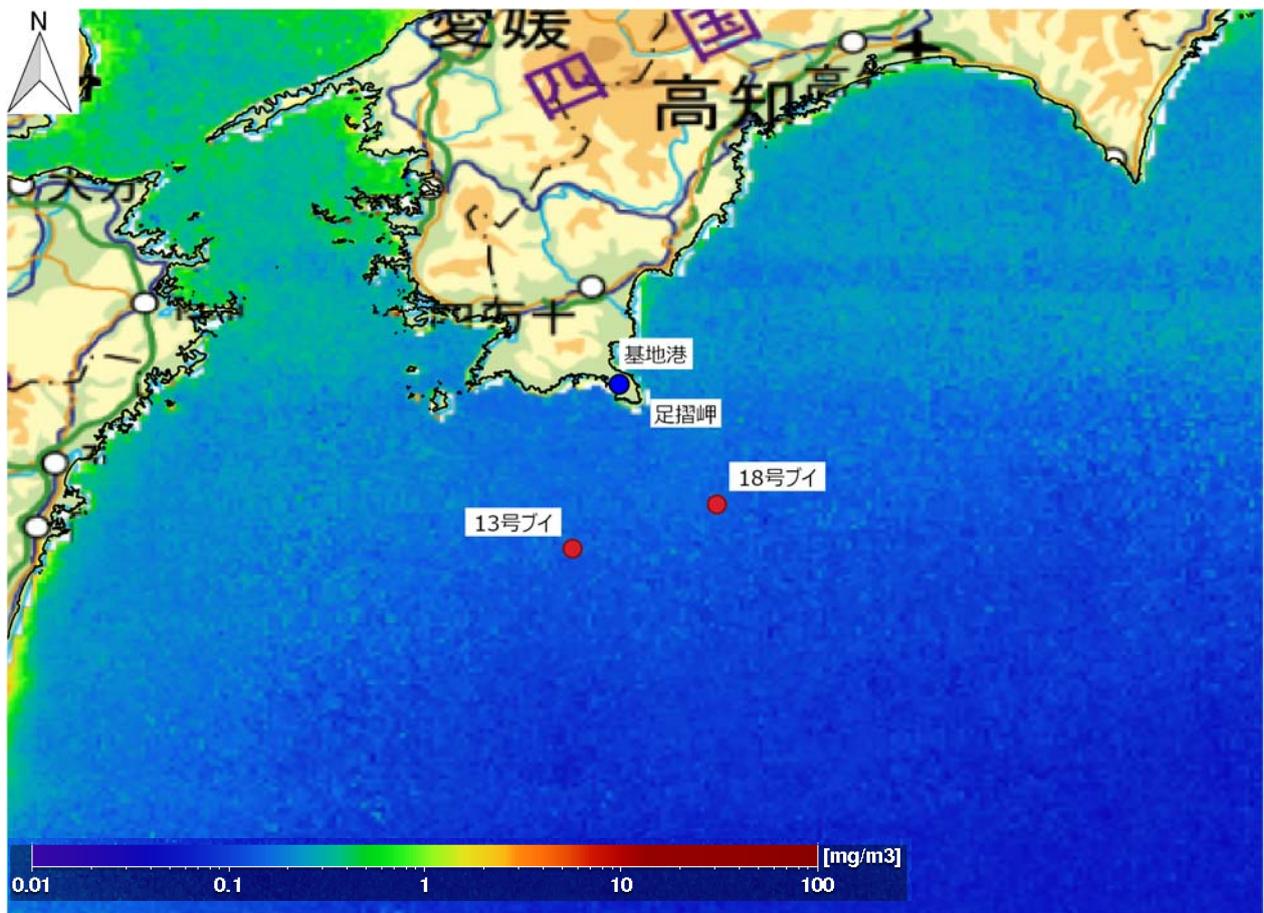
出典)「気象庁 HP 日別海面水温」を事務局で編集

図 e-(2)-37 海面水温分布図 (2018 年 11 月 21 日の平年差)

【クロロフィルa濃度】

調査地点周辺の植物プランクトンに関する既存データがないため、参考として衛星画像（JAXA ひまわりモニタ HP より）のクロロフィル a 濃度（表層）を図 e-(2)-38 に示す。2018 年 11 月のクロロフィル a 濃度（月平均値）は、黒潮流域では $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 前後のオーダーで非常に少なく、植物プランクトン量も少ない状況であったと推測された。

本調査の水質調査における蛍光強度は、13号ブイ及び18号ブイともに表層で $0.2\sim 0.4\text{ppb}$ 程度であり、植物プランクトン量が少ないことから、概ね整合していると考えられた。



出典)「JAXA ひまわりモニタ HP」を事務局で編集

図 e-(2)-38 ひまわり衛星画像によるクロロフィル a 濃度（2018 年 11 月平均）

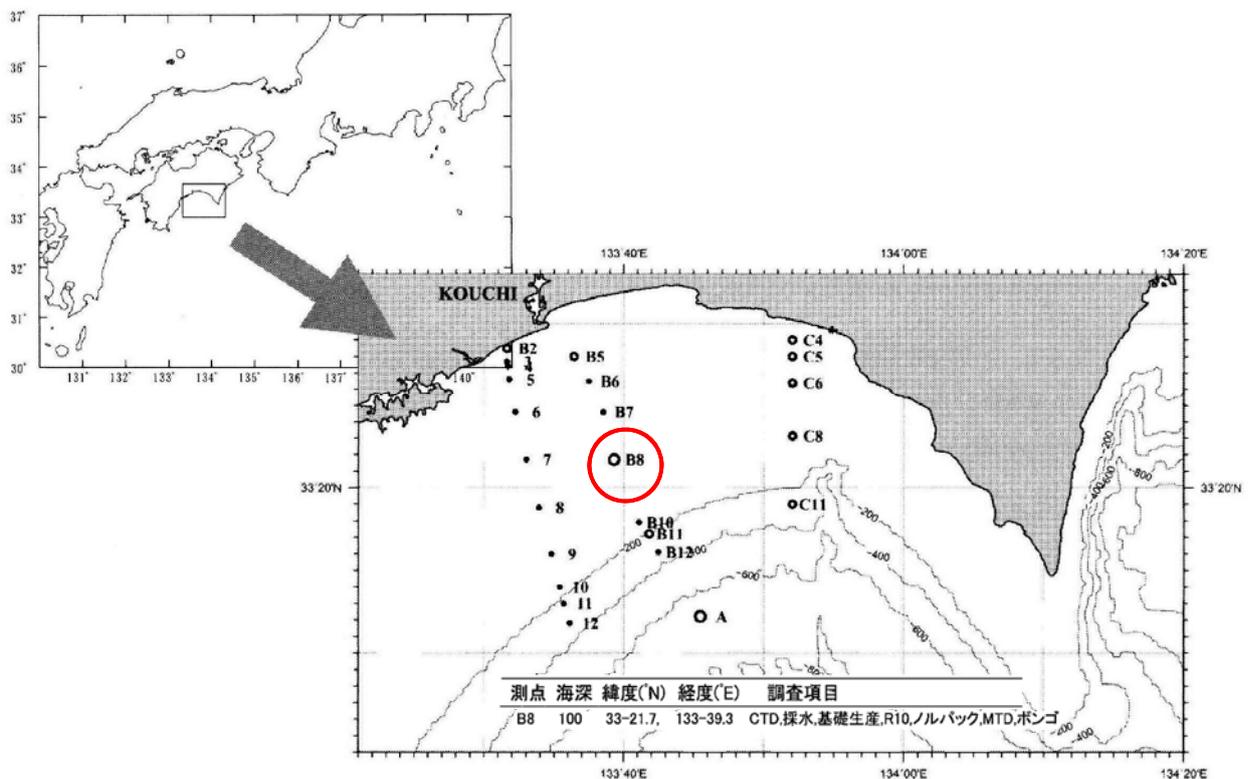
【動物プランクトン】

調査地点周辺の動物プランクトンに関する既存データは少なく、データも古いため、参考として1991～2012年にかけて土佐湾で行われた餌料環境に関する調査結果と比較を行った。

土佐湾で実施された餌料環境の調査位置を図 e-(2)-39 に示す。図 e-(2)-39 の調査地点の中で、プランクトン類の調査結果が公開されている調査地点 B 8 の動物プランクトン調査結果を表 e-(2)-23 (11月のみ抜粋) に示す。

表 e-(2)-23 より土佐湾の調査地点 B 8 では、無殻の繊毛虫類を除くと節足動物門のかいあし類ノープリウスが多く確認されている傾向がみられる。

本調査の動物プランクトン調査においては、13号ブイ及び18号ブイの表層・中層ともに節足動物門のかいあし類のコペポダノープリウスが最も個体数が多く、傾向は類似していると考えられた。



出典)「土佐湾における水産資源の餌料環境 (2013年3月,中央水産研究所,広田ら)」

図 e-(2)-39 土佐湾における水産資源の餌料環境調査位置図

表 e-(2)-23 調査地点 B 8 における基礎生産実験時の微小動物プランクトン計測結果

年月日	採集深度 (m)	個体数 (x1000/m ³)							体積 (mm ³ /m ³)												
		有錐類		無殻の繊毛虫類		かいあし類 ノープリウス		かいあし類 コペポダイト		その他		有錐類		無殻の繊毛虫類		かいあし類 ノープリウス		かいあし類 コペポダイト		その他	
		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)		体積 (μm)	
		<100	<100	100<	100<	<100	100<	<100	100<	<100	100<	<100	100<	100<	<100	100<	<100	100<	<100	100<	<100
2000/11/15	0	18	198	0	72	0	6	0	24	0	0.54	3.79	0.00	16.13	0.00	2.85	0.00	0.42	0.00		
2000/11/15	3	40	144	0	36	0	0	0	12	0	2.41	2.85	0.00	9.35	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00		
2000/11/15	13	20	172	0	24	4	0	0	0	0	0.58	3.62	0.00	7.18	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00		
2000/11/15	25	36	104	0	32	0	0	0	4	0	0.69	1.21	0.00	7.11	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00		
2000/11/15	60	4	20	0	4	0	0	0	4	0	0.07	0.54	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00		
2001/11/20	0	8	344	0	28	0	0	0	8	0	0.07	5.07	0.00	6.88	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00		
2001/11/20	4	28	280	0	32	0	0	0	20	0	0.77	4.80	0.00	7.03	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00		
2001/11/20	13	56	408	0	16	0	4	0	8	0	2.26	6.47	0.00	2.54	0.00	2.22	0.00	0.43	0.00		
2001/11/20	21	0	68	0	26	2	0	0	2	0	0.00	1.84	0.00	5.71	2.84	0.00	0.00	0.02	0.00		
2001/11/20	50	2	6	0	14	0	0	0	4	0	0.03	0.06	0.00	1.36	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00		
2002/11/21	0	20	356	0	20	0	0	0	20	0	0.70	5.63	0.00	2.89	0.00	0.00	0.00	1.99	0.00		
2002/11/21	3	8	780	0	64	0	8	0	0	0	0.03	12.46	0.00	14.27	0.00	3.97	0.00	0.00	0.00		
2002/11/21	18	24	380	0	40	0	0	0	16	0	1.39	4.09	0.00	9.06	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00		
2002/11/21	27	16	392	0	16	0	0	0	8	0	0.75	4.92	0.00	3.24	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00		
2002/11/21	56	24	144	0	16	0	8	0	16	0	0.85	1.30	0.00	2.39	0.00	6.08	0.00	0.70	0.00		
2003/11/20	0	52	108	0	16	0	0	0	16	0	2.87	1.38	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00		
2003/11/20	3	60	196	0	20	0	0	0	12	0	3.79	1.73	0.00	6.44	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00		
2003/11/20	22	24	70	0	14	0	0	0	8	0	1.30	0.75	0.00	1.79	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00		
2003/11/20	35	14	98	0	20	0	2	0	8	0	0.46	1.11	0.00	2.88	0.00	1.13	0.00	0.28	0.00		
2003/11/20	61	12	10	0	4	0	0	0	0	0	0.43	0.14	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2004/11/17	0	2	134	0	28	0	2	0	10	0	0.09	2.06	0.00	6.64	0.00	1.37	0.00	0.39	0.00		
2004/11/17	3	2	88	0	30	0	0	0	16	0	0.03	1.28	0.00	5.71	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00		
2004/11/17	11	12	204	0	64	0	0	0	36	0	0.64	2.38	0.00	7.70	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00		
2004/11/17	19	2	96	0	14	0	2	0	18	0	0.13	1.37	0.00	2.91	0.00	0.60	0.00	0.87	0.00		
2004/11/17	45	4	88	0	18	0	0	0	4	0	0.20	0.88	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00		
2005/11/15	0	22	118	0	22	0	2	2	18	0	0.69	1.29	0.00	5.48	0.00	0.95	3.27	0.99	0.00		
2005/11/15	5	25	42	0	50	0	4	0	10	0	1.01	0.63	0.00	9.58	0.00	2.17	0.00	0.81	0.00		
2005/11/15	15	34	120	0	36	0	0	0	20	0	0.95	1.11	0.00	6.91	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00		
2005/11/15	23	28	80	0	26	0	0	0	12	0	1.10	1.28	0.00	7.41	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00		
2005/11/15	50	22	62	0	30	0	0	0	14	0	0.78	0.92	0.00	4.91	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00		
2006/11/16	0	8	30	0	34	0	2	0	12	0	0.18	0.59	0.00	8.12	0.00	1.28	0.00	1.48	0.00		
2006/11/16	3	12	168	0	16	0	0	0	16	0	0.25	1.63	0.00	2.55	0.00	0.00	0.00	1.96	0.00		
2006/11/16	9	24	84	0	36	0	0	0	4	0	0.56	0.86	0.00	7.27	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00		
2006/11/16	24	44	188	0	24	0	0	0	8	0	1.29	4.04	0.00	6.66	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00		
2006/11/16	55	16	168	0	36	0	0	0	32	0	0.27	1.59	0.00	7.14	0.00	0.00	0.00	2.47	0.00		
2007/11/14	0	30	42	0	16	0	2	0	2	0	1.43	0.46	0.00	3.31	0.00	1.22	0.00	0.05	0.00		
2007/11/14	3	40	52	0	22	0	0	0	14	0	1.81	0.76	0.00	4.18	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00		
2007/11/14	18	72	34	0	22	0	2	0	6	0	4.39	0.40	0.00	3.66	0.00	0.69	0.00	0.69	0.00		
2007/11/14	28	12	20	0	4	0	0	0	10	0	0.44	0.20	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00		
2007/11/14	62	20	14	0	12	0	0	0	8	0	0.33	0.20	0.00	1.71	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00		
2008/11/13	0	8	48	0	32	0	0	0	6	0	0.50	1.05	0.00	5.21	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00		
2008/11/13	4	6	24	0	16	0	0	0	6	0	0.40	1.06	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00		
2008/11/13	10	20	82	0	56	0	4	0	16	0	1.24	1.03	0.00	9.47	0.00	1.75	0.00	0.66	0.00		
2008/11/13	24	6	24	0	12	0	0	0	8	4	0.07	0.49	0.00	2.83	0.00	0.00	0.00	1.16	2.61		
2008/11/13	51	10	32	0	20	0	4	0	6	0	0.35	0.71	0.00	2.92	0.00	2.08	0.00	0.27	0.00		
2009/11/14	0	4	224	0	16	0	0	0	12	0	0.11	2.87	0.00	3.35	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00		
2009/11/14	3	4	120	0	12	0	0	0	0	0	0.05	0.71	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2009/11/14	14	16	96	0	20	0	0	0	16	0	1.13	1.36	0.00	2.66	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00		
2009/11/14	22	12	196	0	12	0	0	0	0	0	0.23	2.18	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2009/11/14	52	8	68	0	4	0	0	0	8	0	0.14	1.04	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00		
2010/11/12	0	30	8	0	30	0	0	0	4	0	2.37	0.16	0.00	7.88	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00		
2010/11/12	3	88	68	0	28	0	0	0	12	0	4.86	0.89	0.00	5.91	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00		
2010/11/12	13	26	18	0	40	0	0	0	0	0	1.86	0.46	0.00	6.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2010/11/12	22	56	84	0	32	0	0	0	4	0	2.49	3.73	0.00	4.92	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00		
2010/11/12	56	6	14	0	12	0	0	0	4	0	0.21	0.24	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00		
2011/11/13	0	24	104	0	52	0	8	0	0	0	0.63	1.16	0.00	9.24	0.00	5.38	0.00	0.00	0.00		
2011/11/13	4	8	44	0	36	0	4	0	8	0	0.06	0.38	0.00	5.16	0.00	2.11	0.00	0.35	0.00		
2011/11/13	16	4	18	0	34	0	0	0	0	0	0.16	0.92	0.00	7.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2011/11/13	27	2	20	0	34	0	4	0	0	0	0.07	0.36	0.00	6.50	0.00	1.82	0.00	0.00	0.00		
2011/11/13	60	14	26	0	8	0	0	0	6	0	1.08	0.82	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00		

出典) 「土佐湾における水産資源の餌料環境 (2013年3月, 中央水産研究所, 広田ら)」より抜粋

1) -5 大水深域における新たな漁場整備の方向性の課題・検討方針の整理

大水深域における漁場整備の方向性は、対象魚種の系群ごとに成長段階の課題と対策を増殖シナリオとして整理し、既存の漁場整備技術の活用による整備手法を検討した。図 e-(2)-40（再掲）に課題(2)のフローを示す。

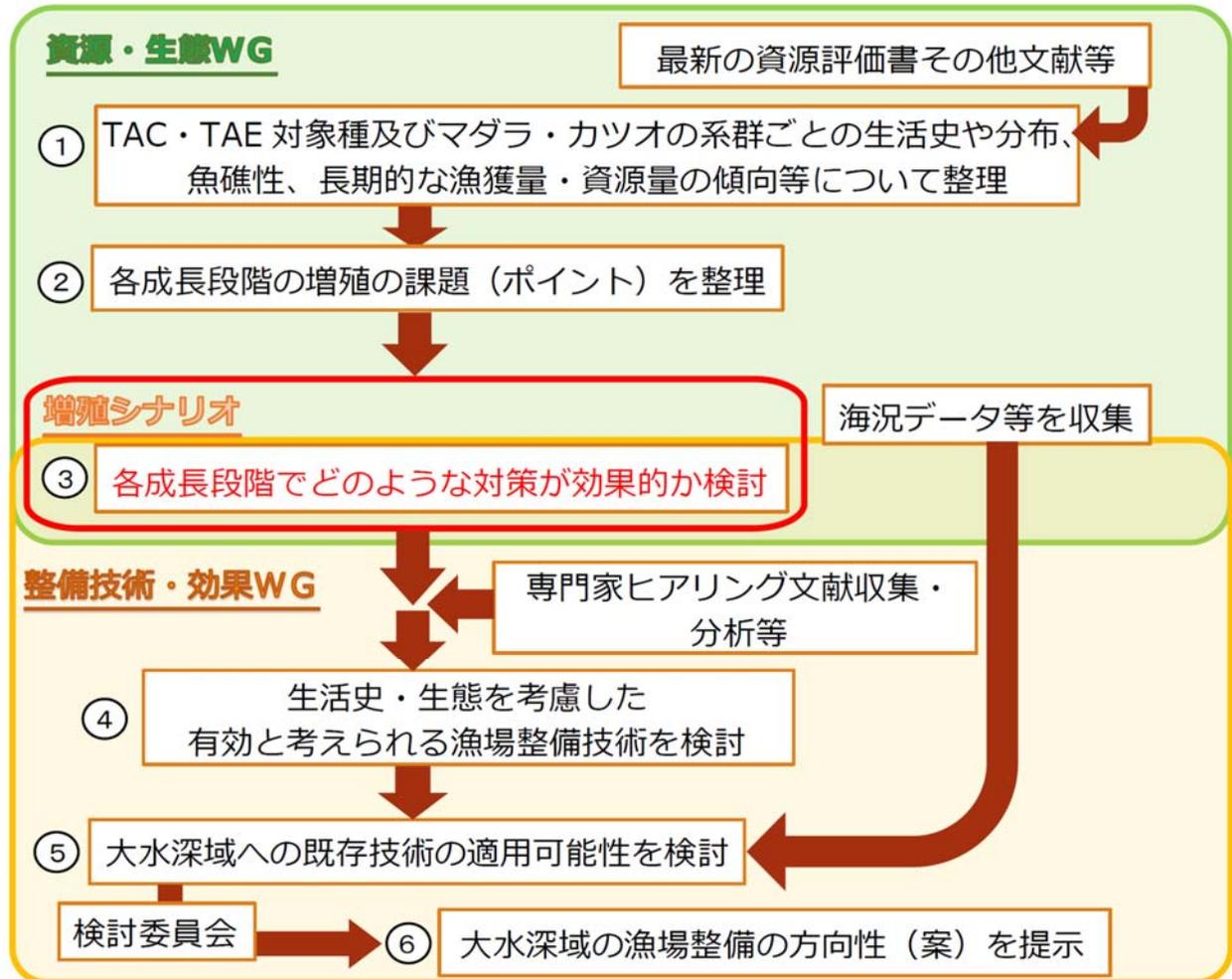


図 e-(2)-40 課題(2)フロー図（再掲 図 d-(2)-2）

【増殖シナリオ】

平成 30 年度は、マアジ、マダラ（2 種 5 系群）をモデルケースの対象とし、系群ごとに増殖シナリオとして漁場整備方向性を示した。各系群の増殖シナリオの系群を以降に示す。

1) -5-1 マアジ太平洋系群 増殖シナリオ

【マアジ太平洋系群について】

マアジはスズキ目アジ科に属する魚類

学名：*Trachurus japonicus*

英名：Japanese horse mackerel

(1)生活史や分布、魚礁性等について整理(図 e-(2)-40 の①)

【調査手法】

○公表資料の整理

⇒資源評価報告書を中心に、資源動向、魚礁性、生活史、生息域・分布状況、食性、増殖の課題（ポイント）等についてとりまとめを行った。

○必要に応じ専門家へのヒアリングを実施

(1)-1. 生活史について

○年齢・成長

- ・1歳で尾叉長 18cm、2歳で 24cm 程度に成長する。
- ・寿命は 5 歳前後と考えられているが、4 歳以上の漁獲は少ない。

○産卵生態

- ・東シナ海を主産卵場とする群と九州～本州中部沿岸で産卵する地先群があると考えられている。
- ・産卵期は南部ほど早く、豊後水道、紀伊水道外域などでは冬から初夏であり、相模湾では春から初夏である。
- ・1歳で 50%程度、2歳以上で 100%が成熟する。
- ・太平洋沿岸の中部以東の海域では加入時期が異なる群が見られ、2月～4月に東シナ海で生まれたものと 5月以降に太平洋沿岸域で生まれたものが分布すると考えられている。

○適水温

- ・卵：18～24℃、仔稚魚：12～30℃、未成魚：20～25℃、成魚：19～23℃

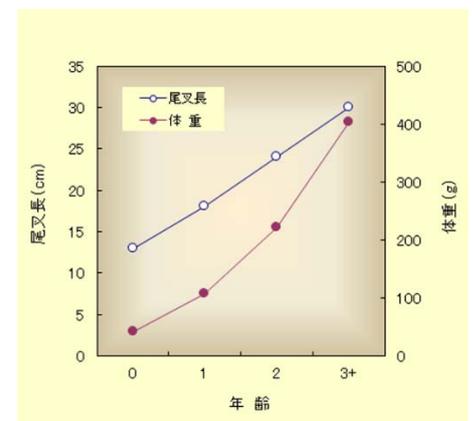
○被食、捕食

- ・仔稚魚は成長するにつれて大型の動物プランクトンを摂餌し、幼魚以降では魚食性が強くなる。
- ・大型の魚類等に捕食される。



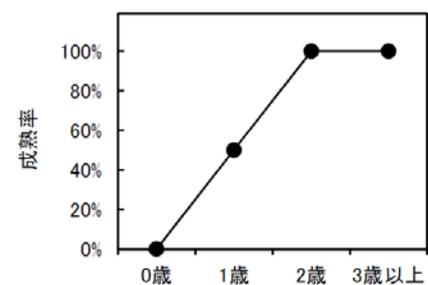
(出典：平成 30 年度マアジ太平洋系群資源評価報告書(ダイジェスト版))¹⁾

図 e-(2)-41 マアジ太平洋系群



(出典：平成 30 年度マアジ太平洋系群資源評価報告書(ダイジェスト版))¹⁾

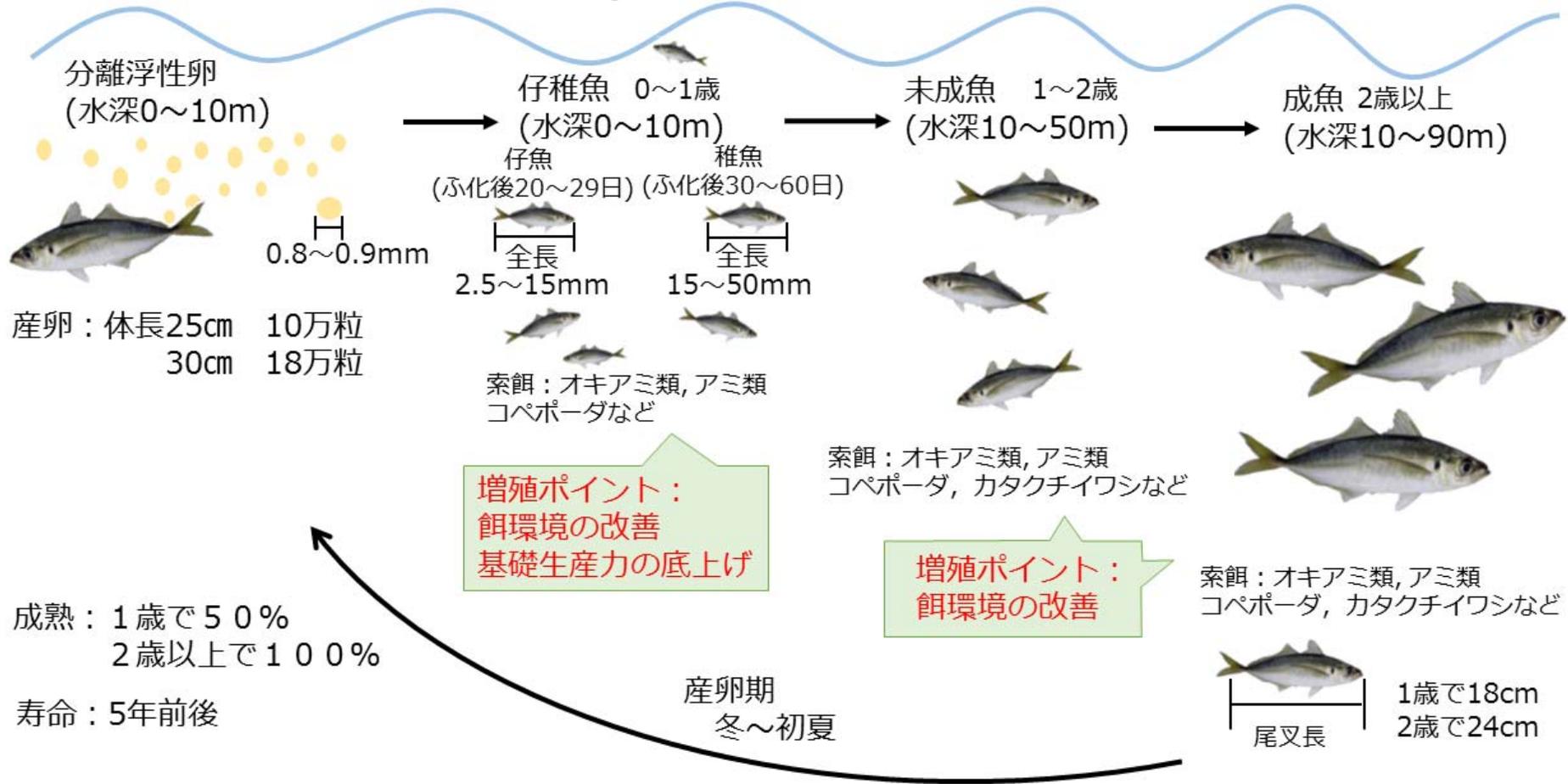
図 e-(2)-42 マアジ年齢と成長



(出典：平成 29 年度マアジ太平洋系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-43 マアジ年齢と成熟率

マアジ(太平洋系群) 生活史 概略図



(出典：平成 29 年度マアジ太平洋系群の資源評価²⁾、平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針³⁾を基に事務局で作成)

図 e-(2)-44 マアジ生活史概略図

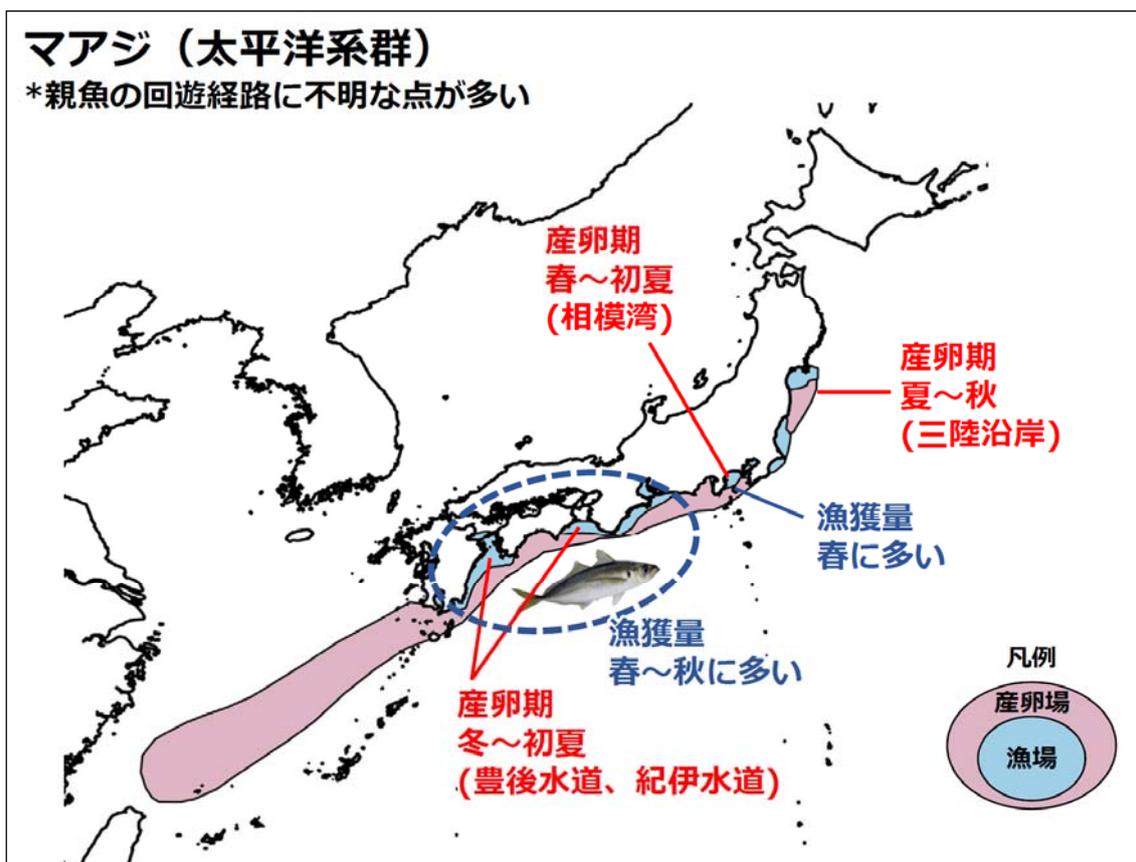
(1)-2. 分布状況

○分布・回遊

- ・本系群は、九州南岸から東北地方太平洋岸を回遊する⁷⁻¹⁸⁾。

○その他

- ・東シナ海に本系群と対馬暖流系群共通の産卵場があると考えられている。
- ・東シナ海への加入群の多寡が資源水準を左右するとも考えられている。
- ・黒潮の影響をより強く受ける西方（黒潮上流域）・外海で東シナ海由来の個体が多く分布していることが示唆されている⁹⁾。



(出典：平成 29 年度マアジ太平洋系群の資源評価²⁾ を基に事務局で作成)

図 e-(2)-45 マアジ太平洋系群分布域

(1)-3. 魚礁性について

マアジは東シナ海南部から九州、日本海沿岸域の表・中層を広域に回遊する魚であり、その魚礁性については、図 e-(2)-47 及び既往文献により Type-II ~ III に分類される。

○平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針によると、マアジは魚礁から離れた表中層に位置する種 (Type-III) とされている (図 e-(2)-47)。

○鹿児島県指宿沖 (水深約 29m) の K 礁 (松丸太 10 本を三角柱状の屋根型に組み合わせ、その下部をコンクリート方塊に埋め込んだ構造を持つ鹿児島県の考案した魚礁) での調査結果によれば、K 礁の上層部にマアジ群の蛸集が確認されたと報告されている (肥後、1997) ⁴⁾。

⇒ Type-III

○千葉県九十九里沖の角型コンクリートブロック礁 (水深 26~27m) での調査結果によれば、魚礁内部や上部にマアジの蛸集が確認されたと報告されている (庄司、1986) ⁵⁾。

⇒ Type-II または Type-III

○三重県 (水深 10.9m) や和歌山県 (水深 16~17m)、愛媛県 (水深 10m、23m)、大分県 (水深 9.5~12m、28~32m)、鹿児島県 (水深 36m) のシェルナース型魚礁 (貝殻を充填したメッシュパイプを組み立てて作られた魚礁) での調査結果で、マアジの蛸集が確認されている (図 e-(2)-46)。

⇒ Type-II または Type-III

○福島県 (水深 43m) や千葉県 (水深 27~288m)、静岡県 (水深 65~72m)、愛知県 (水深 32~35m)、三重県 (水深 29~31m)、徳島県 (水深 54~79m)、愛媛県 (水深 80m)、高知県 (水深 52m)、大分県 (水深 45~50m)、宮崎県 (水深 55m)、鹿児島県 (水深 29~44m) の FP 魚礁 (コンクリート) での調査結果で、マアジの蛸集が確認されている ⁶⁾。

⇒ Type-II または Type-III

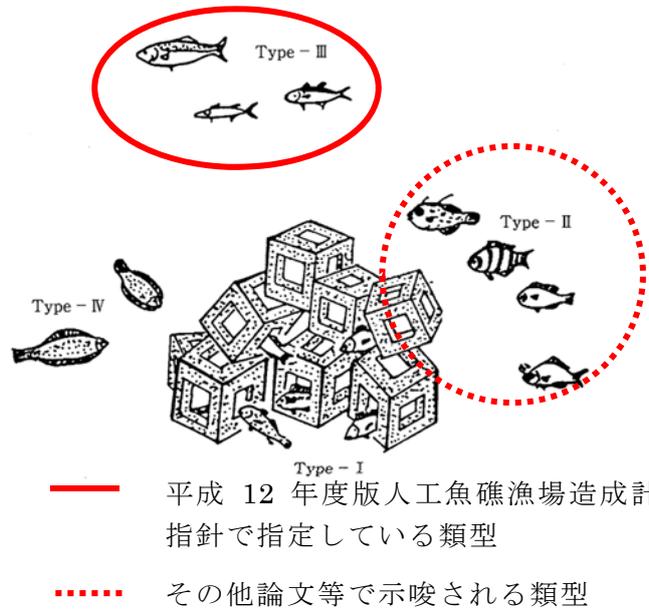


(出典：海洋建設株式会社ホームページ；シェルナース 6.0 型)

図 e-(2)-46 魚礁に蛸集するマアジ (大分県：水深 28~32m)

I型：魚礁に体の大部分，もしくは一部を接触させている種 アイナメ，カサゴ，クジメ，オコゼ，マダコ等
II型：体を魚礁に接触させることは少ないが，魚礁に極く近い所に位置する種 マダイ，チダイ，イシダイ，メバル，クロソイ，イサキ，メジナ等
III型：主として魚礁から離れた表中層に位置する種 ブリ類，マグロ類，カツオ類，アジ類，サバ類，シイラ等
IV型：主として魚礁周辺の海底に位置する種 ヒラメ，カレイ類，アマダイ，シロギス，カジカ等

	魚種名	北海道区	太平洋北區	太平洋中區	太平洋南區	瀬戸内海區	東シナ海區	日本海西區	日本海北區
I型	カサゴ			○	○	○	○	○	○
	クロソイ	○	○					○	○
	アイナメ	○	○			○		○	○
	アラ			○	○				
	イシナギ			○					○
	ハタ類			○	○	○	○	○	
	タコ類	○	○		○	○	○	○	○
II型	マダラ	○	○						○
	メバル	○	○	○		○	○	○	○
	スズキ			○	○	○	○	○	
	ムツ			○	○	○	○	○	
	クロダイ			○	○	○	○	○	
	イサキ			○	○	○	○	○	
	マダイ		○	○	○	○	○	○	○
	チダイ			○	○	○	○	○	
	キダイ			○	○	○	○	○	○
	イシダイ			○	○	○	○	○	○
	イトヨリ			○	○	○	○	○	
	カマス			○	○	○	○	○	
	イカ類		○	○	○	○	○	○	○
III型	イワシ類			○	○	○	○	○	○
	アジ類			○	○	○	○	○	○
	ブリ類			○	○	○	○	○	○
	ボラ類			○	○	○	○	○	○
	サバ類			○	○	○	○	○	○
	カツオ類			○	○	○	○	○	○
IV型	マグロ類								○
	アナゴ類		○		○	○	○		
	ホウボウ			○	○	○	○		○
	アマダイ類			○	○	○	○		○
	ヒラメ	○	○	○	○	○	○	○	
	カレイ類	○	○	○	○	○	○	○	

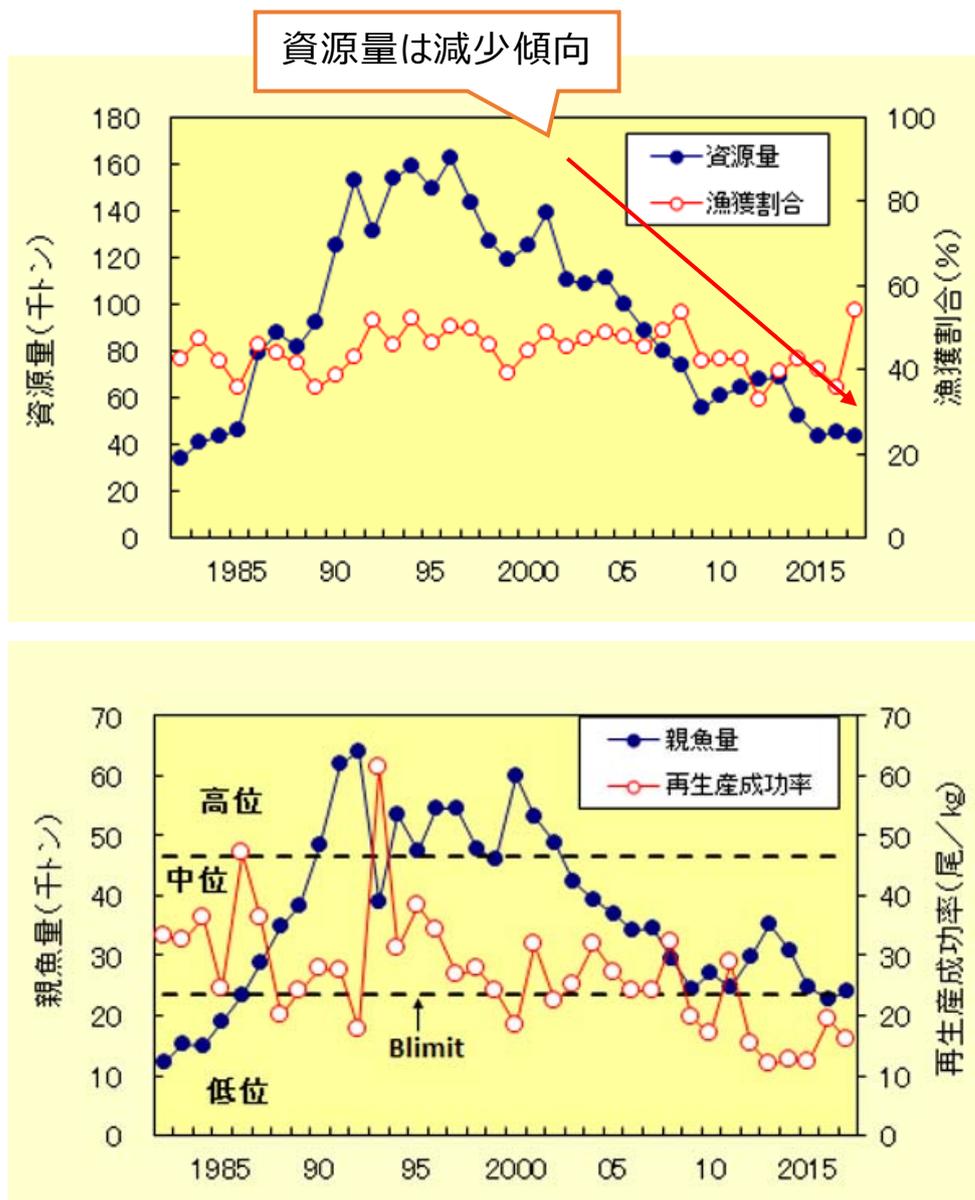


(出典：平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針)³⁾

図 e-(2)-47 魚礁における魚群分布様式の類型

(1)-4. 長期的な漁獲量・資源量の傾向

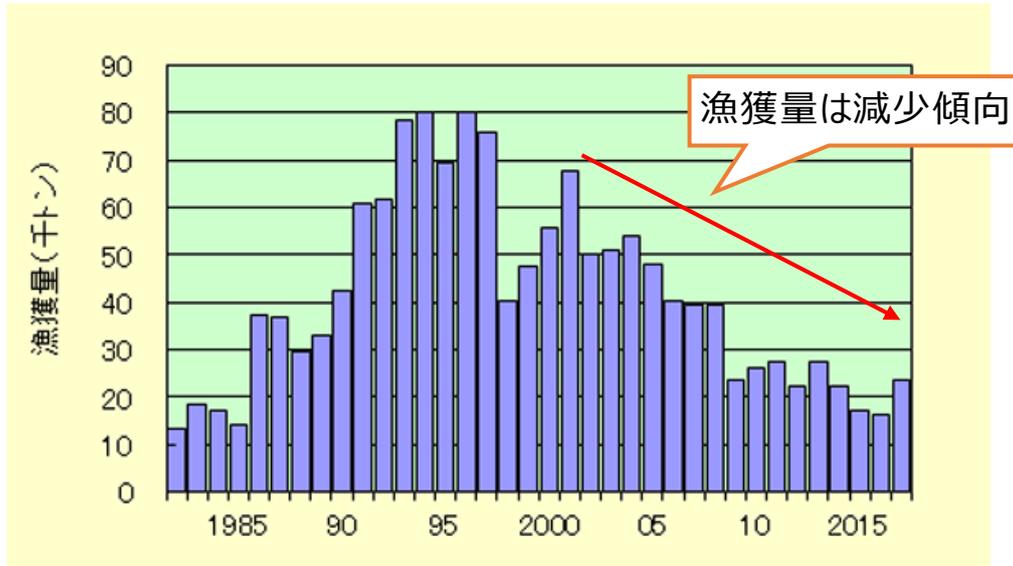
- 資源量は 1996 年の 16.2 万トン（千トン）を頂点として減少傾向であり、資源動向は過去 5 年間（2013～2017 年）の資源量の推移から減少と判断した。
- 親魚量は減少傾向にあるが、2017 年の親魚量は 2.4 万トン（千トン）でわずかに Blimit（2001 年の親魚量 2.4 万トン）を上回ったことから水準は中位である。2016 年の加入が比較的良好であったため、低位水準から中位水準に移行したと考えられる。



(出典：平成 30 年度マアジ太平洋系群資源評価結果(ダイジェスト版))¹⁾

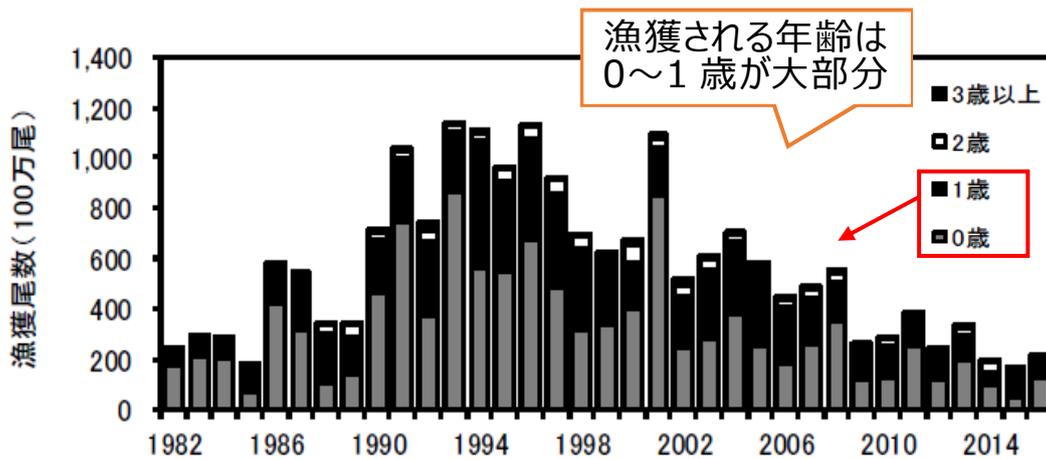
図 e-(2)-48 マアジ太平洋系群資源量の推移

- 漁獲量は1990年代後半から減少傾向にある（図 e-(2)-49）。
- 漁獲量の6割はまき網漁法で、3割は定置網による漁獲である。
- 漁獲の特徴として、漁獲される大部分が0～1歳魚で2歳魚以上の割合は10%以下であり、漁獲変動は0～1歳魚漁獲の多寡に左右されている（図 e-(2)-50）。
- 北西太平洋における小型浮魚類の資源は、気候変動に伴って数十年規模で周期的かつ劇的な変動を繰り返しており、マアジの資源変動様式は、太平洋十年規模変動指数（PDOindex）が負偏差の期間に高水準となる。
- 本系群は外国漁船による漁獲はない。



（出典：平成30年度マアジ太平洋系群の資源評価報告書(ダイジェスト版)）¹⁾

図 e-(2)-49 マアジ太平洋系群漁獲量の推移



（出典：平成29年度マアジ太平洋系群の資源評価）²⁾

図 e-(2)-50 マアジ太平洋系群年齢別漁獲尾数の推移

(1)-5. これまでに実施されてきた資源管理対策

マアジ太平洋系群については、以下の方針が実施されてきた。

- TAC（漁獲可能量）対象種であり、農林水産大臣が設定する TAC の範囲内に漁獲量が制限されている⁷⁾。
- 大中型まき網漁業は大臣許可を必要とする指定漁業であり、許可条件・制限を通じて漁具・漁法、漁船サイズ、操業海域、操業時期などの規制を行っている⁷⁾。
- 沿岸漁業との漁業調整の円滑化や政府による漁業取締りの効率化を図るため、ほかの漁業に先駆けて 2011 年よりすべての網船に衛星船位測定送信機（Vessel Monitoring System）の設置を開始⁷⁾。
- 政府（水産庁）による公的管理と漁業者組織（主に北部太平洋まき網漁業協同組合連合会）による自主的管理を組み合わせた、高度な共同管理体制が構築されている⁷⁾。
- 会員である各漁業者からほぼ毎日報告される漁獲量を集計し、政府により設定・分配される TAC を超えないように操業を管理するとともに、水揚げの集中によって加工・流通業への安定的な供給が阻害されることのないよう、操業海域や水揚げ港に関する情報提供・指導等を行っている⁷⁾。
- 産卵場が存在する沿岸域では大中型まき網の操業が禁止されているが、漁獲サイズの規制は行われていない⁷⁾。

(2)各成長段階の増殖の考え方（図 e-(2)-40 の②、③）

【調査手法】

公表資料を基に課題の抽出及び対策の検討

⇒H29 年度マアジ太平洋系群の資源評価報告書及び平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針からマアジ増殖に関わる課題を抽出し、とりまとめを行った。

⇒資源評価報告書やフロンティア整備事業の事例、水産環境整備マスタープランの事例等から課題達成のための対策を検討し、とりまとめを行った。なお、水温等の海洋環境を制御するのは難しいため、漁獲圧抑制や餌環境の改善等について検討した。

【卵】

産卵数を増加させるため、産卵親魚を保護することが課題と考えられる。

親魚量と加入量に正の相関関係が認められ ($p < 0.01$)、持続的な資源利用のために親魚量を一定以上に維持することは有効と考えられる。

⇒浮性卵であるため、卵の保護は難しいが、産卵親魚を保護し産卵数を増加させることは効果的と考えられる。

【仔稚魚】

仔稚魚期の餌密度の増加により現存量が増大する¹⁰⁾ ことから、餌密度を増加させることが課題と考えられる。なお、東シナ海では、餌密度は水温への依存が強いとされている。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-II または III と推測される。そのため、生残率改善のためには、魚礁の設置により、栄養塩類の増加、さらに動植物プランクトンを増加させ、餌環境を改善することが効果的と考えられる。

【未成魚】

マアジ太平洋系群は、漁獲される大部分が未成魚と考えられ、その約 6 割程度がまき網漁法であることから、未成魚への漁獲圧を低減させることが課題と考えられる。また、増殖効果を考慮すると餌密度の増加も課題と考えられる。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-II または III と推測される。そのため、仔稚魚期と同様に、魚礁設置に伴う動植物プランクトン増加による餌環境の改善が効果的と考えられる。また、漁獲圧が最も高いステージであるため、漁獲努力量の低減の効果が高いと考えられる。

【成魚】

未成魚と同様に、漁獲圧の低減と餌密度の増加が課題と考えられる。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-II または III と推測される。そのため、未成魚期と同様に、魚礁設置に伴う動植物プランクトン増加による餌環境の改善が効果的と考えられる。また、成魚はイワシ類、イカ類を捕食することから、魚礁の設置を行うことで、餌となる魚介類の増集（イワシ類は魚礁性 Type-III、イカ類は Type-II）により餌環境の改善も効果的と考えられる。また、漁獲圧の低減による産卵親魚の保護も効果的と考えられる。

(3)適用可能な漁場整備技術を検討（図 e-(2)-40 の④、⑤）

【調査手法】

○既存の整備技術情報の収集

⇒フロンティア整備事業に関する公表資料や土佐黒潮牧場に関する公表資料、その他論文等を収集整理し、とりまとめを行った。

○必要に応じ専門家からのヒアリング

⇒魚礁メーカー等民間企業からヒアリングを実施。

(3)-1. 大水深域への既存技術の適用事例

○マアジを対象としたマウンド礁は、水深 63～155m に整備された実績がある。

○マアジを対象とした高層魚礁は、水深 45～100m に整備された実績がある。

○マアジを対象とした浮魚礁の実績はない。

(3)-2. 成長段階ごとに適用可能な漁場整備技術

マアジ太平洋系群の成長段階ごとの生息環境と、それに合わせた増殖の考え方の概略を表 e-(2)-24 に、適用可能な漁場整備を表 e-(2)-25 示す。

なお、マウンド礁・高層魚礁の既存事例では、水深 100～150m 程度の海底への設置が最大であることから、これを超える水深については、新しい発想や検討が求められる。

表 e-(2)-24 マアジ太平洋系群の特徴と対策

魚種	マアジ				
系群	太平洋系群				
発達段階	卵	仔魚	稚魚	未成魚	成魚
分布域	太平洋及び隣接海域に分布*1				
大きさ	径：*2 0.8~0.9mm 分離浮性卵*3	全長：*2 2.5~15mm	全長：*2 1.5~5.0cm	尾叉長：*1 1歳 18cm 2歳 24cm	
成長	40時間 (20℃) *2	ふ化後 20~29日*2	ふ化後 30日~60日*3	西日本春生まれ群の場合：*3 4~6月 5cm 年末 12~15cm 翌年5月 15~18cm	成熟：1歳魚で50%、2歳以上で100%の個体が成熟*1 寿命：5歳前後*1
餌料	—	オキアミ類、アミ類 コペポーダなど*4		オキアミ類・アミ類 コペポーダ・カタクチイワシなど*4	オキアミ類・アミ類 コペポーダ・カタクチイワシなど*4
水温	好適値：18~24℃ 限界値：16~25℃ *2	東北海区：12~27℃ 和歌山沿岸：15~28℃ 日向灘：16~30℃*3		好適値：20~25℃ 限界値：15~26℃*2	好適値：19~23℃ 限界値：18~27℃*2
塩分 好適値	比重 1.020~1.025*2	31.9~34.8psu*2		33.6~34.3psu*2	33.3~34.3psu*2
酸素消費量	—	—	—	—	444 (ml/kg/時) *2 (137 g 21.5℃)
水深 好適値/限界値	0~10m*2	0~10m*2		10~50m/5~150m*2	10~90m/20~200m*2
最大遊泳速度	—	—	—	—	体長の2.5倍相当 (cm/秒) *2
移動・回遊	—	浮遊生活*2	内湾から成長とともに沿岸、沖合へ移動*2		春夏：北上 秋冬：南下*2
魚礁との関連	コンクリート魚礁の上層に蛸集し、他魚種の魚群と空間的に棲み分けする現象が確認された事例あり*5 人工礁設置後、約3年経過して魚礁域内の上部に蛸集が確認された事例あり*6 魚礁に付く度合（魚礁度）は低い*6				
産卵場	東シナ海、日向灘、豊後水道、紀伊水道~熊野灘、相模湾*1 産卵親魚分布域の水温：15~25℃の広範囲、東シナ海では6・11月では表面水温25℃を超えても分布がみられる。 *7				
産卵期	豊後水道、紀伊水道外域など：冬~初夏 相模湾：春~初夏*1				
産卵行動	産卵数：2万粒（体長15cm）、5万粒（体長20cm）、10万粒（体長25cm）、18万粒（体長30cm）*3				
漁獲	主漁場：日向灘、豊後水道、紀伊水道~熊野灘、相模湾 0~1歳魚が主に漁獲される 千葉県以北の海域では1歳魚以上の漁獲が多い*1				
漁法	まき網漁業による漁獲が約60%、定置網が30%を占めている。*8				
増殖ポイント	—	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ		餌環境の改善	
対策（魚礁）	浮性卵であるため 漁場整備による対策は難しい	マウンド礁		マウンド礁 高層魚礁	

*1 平成29（2017）年度マアジ太平洋系群の資源評価報告書
*2 水産庁監修 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針 平成12年度版
*3 (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告
*4 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nプロジェクト評価結果 マアジ太平洋系群 Ver.1.0.2
*5 肥後(1997)松材魚礁に関する研究-I 初期の集魚効果について
*6 庄司(1986)魚礁と魚類の関係-I 九十九里人工礁の魚類とその位置
*7 依田ら (2004) 漁獲統計と生物測定によるマアジ産卵場の特定
*8 平成30（2018）年度マアジ太平洋系群の資源評価報告書

表 e-(2)-25 マアジ太平洋系群の増殖の考え方（案）

成長段階	考え方（案）	漁場整備による対策
卵	—	・水深0～10mに浮遊する浮性卵のため、卵そのものに対する対策は難しい。
仔稚魚	餌環境の改善 基礎生産力の 底上げ	・仔稚魚期は、水深0～10mで浮遊生活をしており・餌密度の増加により現存量が増大することから、この水深帯の餌環境の改善に資する漁場整備を図る。この時期の餌は、オキアミ類やアミ類、コペポータ等であることから、これらの増殖効果が期待できるマウンド礁が有効である。
未成魚	餌環境の改善	・未成魚期は、水深5～150mで生息している。この時期は、魚礁性があることから、この水深帯への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁・マウンド礁等）が有効である。
成魚		・成魚期は、水深10～200mで生息している。この時期は、魚礁性があることから、この水深帯への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁・マウンド礁等）が有効である。

(4)大水深域の漁場整備の方向性（案）（図 e-(2)-40 の⑥）

(1)～(3)の整理・検討により、マアジの増殖を目的とした漁場の整備に当たっては、ターゲットとする成長段階に応じて、必要な効果を発現できる漁場の施設の構造を選定することが重要である。

具体的には、仔稚魚段階～成魚段階のマアジ増殖のためには、餌環境の改善が有効であると考えられることから、成長段階に応じた餌を増殖できる施設を選定する。

この際、基礎生産力の底上げを目的とする場合はマウンド礁が、また、魚礁性が認められる段階では魚礁の整備が有効である。

また、施設構造の選定に当たっては、魚礁（高層魚礁を含む）の効果発現が局所的であるのに対し、マウンド礁の効果範囲が比較的広域であること、また、150mを超える水深帯での漁場整備の事例が少ないこと等に留意する。

表 e-(2)-26 漁場整備の優先度（案）

対策	成長段階	効果	優先度
マウンド礁	仔稚魚期	○	高
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
高層魚礁	仔稚魚期	△	中
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
マウンド礁 + 高層魚礁	仔稚魚期	○	低
	未成魚期	○	
	成魚期	○	

- マウンド礁の設置
 - ⇒ 乱流が発生
 - ⇒ 栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げ
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 全ての成長段階（卵を除く）で増殖効果が期待

- 高層魚礁の設置
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待

- マウンド礁と高層魚礁の設置
 - ⇒ マウンド礁で栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げと餌環境が改善
 - ⇒ 全ての成長段階（卵を除く）で増殖効果が期待

(5)大水深域での漁場整備の課題

- マウンド礁の設置に関しては、乱流を起こし、下層栄養塩を有光層へ供給することになるため、ある程度の流れが必要であり、適地選定の際には流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効と考えられる。一方、水深が深くなるほど造成規模が大きくなるため、施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- 高層魚礁の設置に関しては、海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要であり、適地選定の際にはその海域での漁法や流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、まき網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域で高層魚礁の適用が有効と考えられる。また、マウンド礁との組合せを想定すると、マウンド礁と同様に施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- マアジ太平洋系群は黒潮による流動や水温変動の影響を受けると考えられるため、マウンド礁或いは高層魚礁を適用する海域は、流況や水温等の海域環境の変動が少ない安定した海域が有効と考えられる。流況、水温分布情報についてはFRA-ROMSやJADE2のデータ利用、海底地形や海底面底質については公開されている地図情報の利用が考えられる。
- 魚礁を設置することにより、蛸集、餌環境の改善、漁獲からの保護が期待できる反面、マアジ、特に仔稚魚を餌とする捕食者も増えてしまう可能性が考えられる。

1) -5-2 マアジ対馬暖流系群 増殖シナリオ

【マアジ対馬暖流系群について】

マアジはスズキ目アジ科に属する魚類

学名：*Trachurus japonicus*

英名：Japanese horse mackerel

(1)生活史や分布、魚礁性等について整理 (図 e-(2)-40 の①)

【調査手法】

○公表資料の整理

⇒資源評価報告書を中心に、資源動向、魚礁性、生活史、生息域・分布状況、食性、増殖の課題（ポイント）等についてとりまとめを行った。

○必要に応じ専門家へのヒアリングを実施

(1)-1. 生活史について

○年齢・成長

- ・1歳で尾叉長 16～18cm、2歳で 22～24cm、3歳で 26～28cm 成長する。
- ・寿命は5歳前後と考えられている。
- ・九州北西沖から日本海西部では、仔稚魚の成長速度の年変動は水温の影響を強く受ける⁹⁾

○産卵生態

- ・産卵場は東シナ海南部、九州・山陰沿岸から日本海北部沿岸（主域は九州沿海）と考えられている。
- ・産卵期は南部ほど早く（1～3月）、北部は遅い（5～6月）。

- ・1歳で50%程度、2歳でほぼ成熟する。
- ・東シナ海南部では、2～3月に仔稚魚の濃密な分布がみられる。

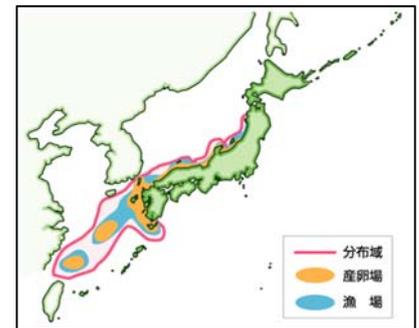
○適水温

- ・卵：18～24℃、仔稚魚：15～20℃、未成魚：20～25℃、成魚：19～23℃

○被食、捕食

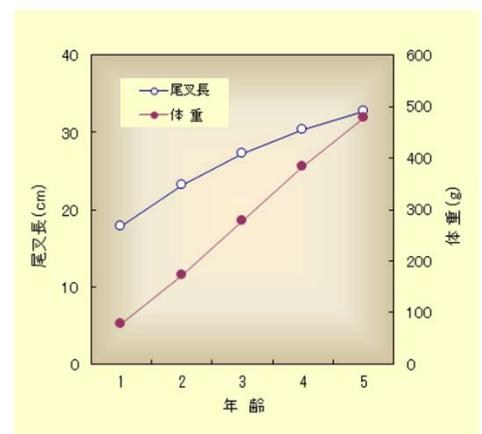
- ・代表的な餌生物はオキアミ類、アミ類、カイアシ類等の動物プランクトン、小型魚類である。
- ・稚幼魚は、ブリなどの魚食性魚類に捕食される。

※ 出典は巻末の引用文献を参照



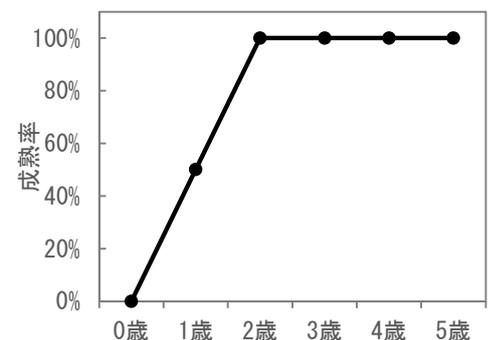
(出典：平成30年度マアジ対馬暖流系群資源評価報告書(ダイジェスト版))¹⁾

図 e-(2)-51 マアジ対馬暖流系群分布域



(出典：平成30年度マアジ対馬暖流系群資源評価報告書(ダイジェスト版))¹⁾

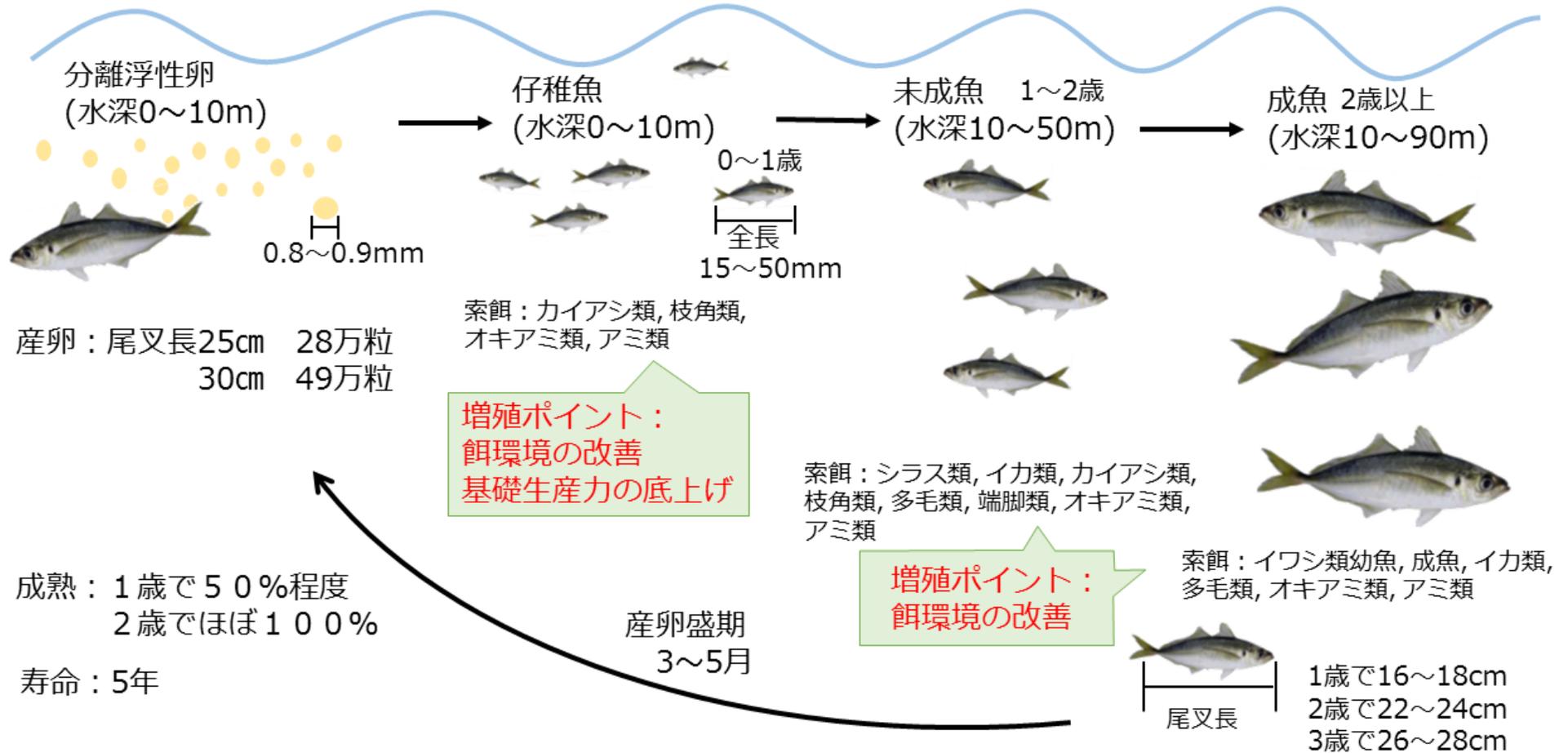
図 e-(2)-52 マアジ年齢と成長



(出典：平成29年度マアジ対馬暖流系群の資源評価)²⁾を基に事務局で作成

図 e-(2)-53 マアジ年齢と成熟率

マアジ(対馬暖流系群) 生活史 概略図



(出典：H29年度マアジ対馬暖流系群の資源評価²⁾、平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針³⁾を基に事務局で作成)

図 e-(2)-54 マアジ生活史概略図

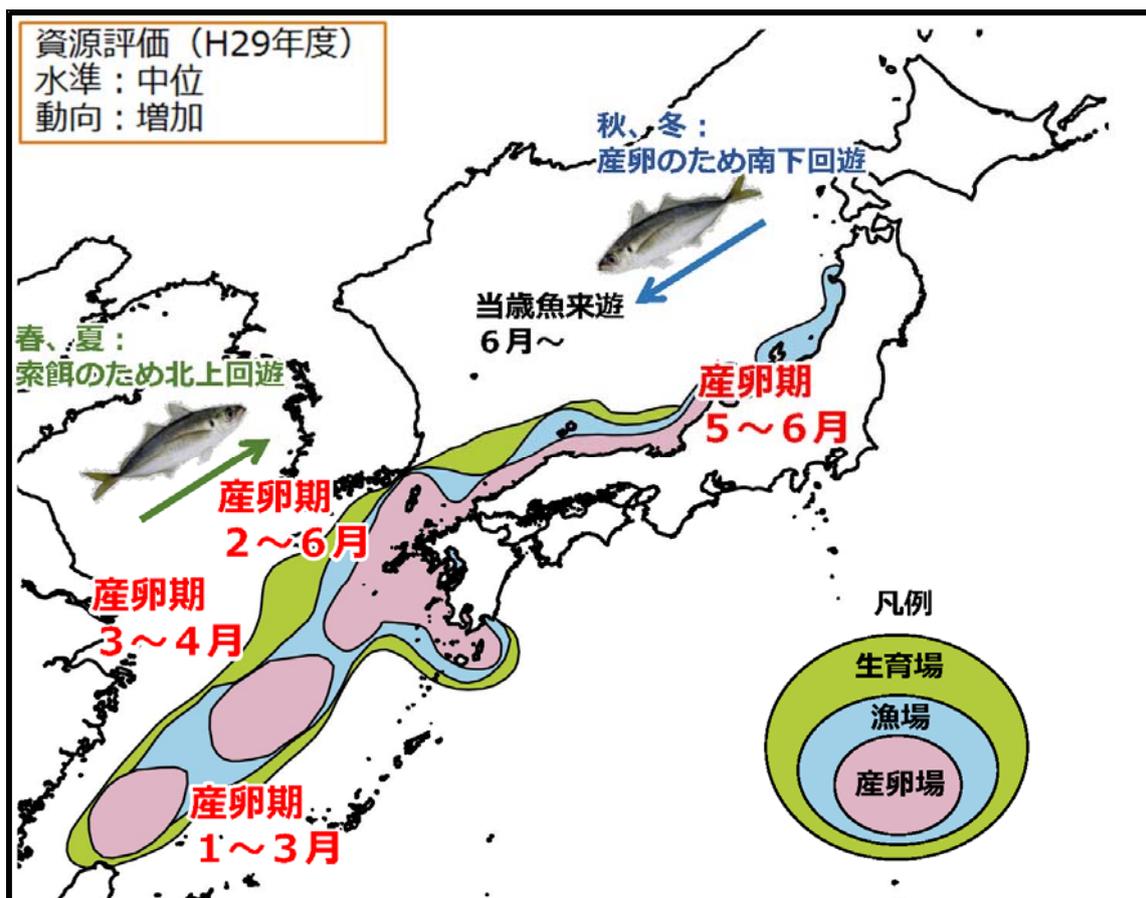
(1)-2. 分布状況

○分布・回遊

- ・本系群は、東シナ海南部から九州、日本海沿岸域に広く分布している。
- ・春夏に索餌のため北上回遊、秋冬に越冬・産卵のため南下回遊すると考えられている。

○その他

- ・東シナ海～九州南岸は太平洋系群と分布が重複している。
- ・主に東シナ海南部と九州北西沖合域の2つの発生群が存在し、初期成長が海域別の加入量変動に関与している¹⁰⁾。



(出典：H29年度マアジ対馬暖流系群の資源評価²⁾を基に事務局で作成)

図 e-(2)-55 マアジ対馬暖流系群分布域

(1)-3. 魚礁性について

マアジは東シナ海南部から九州、日本海沿岸域の表・中層を広域に回遊する魚であり、その魚礁性については、図 e-(2)-57 及び既往文献により Type-II ~ III に分類される。

○平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針によると、マアジは魚礁から離れた表中層に位置する種 (Type-III) とされている (図 e-(2)-57)。

○五島西方沖 (水深約 155m) のマウンド礁での調査結果によればマウンド頂上部にマアジ及び餌生物であるカイアシ類動物プランクトンの蝟集が確認され、稚魚の胃内容物にも同種のカイアシ類が多数確認されたと報告されている (吉野ら、2014) ⁴⁾。

⇒ Type-II または Type-III

○五島西方沖のマウンド礁での調査結果によれば、マウンド礁周辺で漁獲されたマアジ 1 歳魚の体重は、対照区で漁獲されたマアジ 1 歳魚の 1.6 倍であったと報告されている (H28 年度水産白書) ⁵⁾。

⇒ Type-II または Type-III

○佐渡島羽茂町地先 (水深約 45m) の鋼製高層魚礁での調査結果では、マアジの蝟集が確認されている。特に昼間の滞留時間が長いことが報告されている (伊藤、2014) ⁶⁾。

⇒ Type-II または Type-III

○長崎県平戸市沖 (水深約 38m) での沈設コンクリート魚礁にマアジが蝟集することが確認されている (図 e-(2)-56)。

⇒ Type-II



(出典：海洋土木株式会社ホームページ FP 魚礁)

図 e-(2)-56 魚礁に蝟集するマアジ

I型：魚礁に体の大部分、もしくは一部を接触させている種

アイナメ、カサゴ、クジメ、オコゼ、マダコ等

II型：体を魚礁に接触させることは少ないが、魚礁に極く近い所に位置する種

マダイ、チダイ、イシダイ、メバル、クロソイ、イサキ、メジナ等

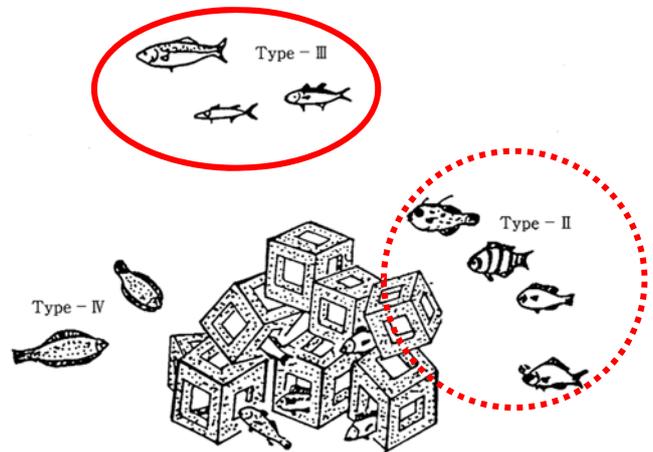
III型：主として魚礁から離れた表中層に位置する種

ブリ類、マグロ類、カツオ類、アジ類、サバ類、シイラ等

IV型：主として魚礁周辺の海底に位置する種

ヒラメ、カレイ類、アマダイ、シロギス、カジカ等

	魚種名	北海道区	太平洋北区	太平洋中区	太平洋南区	瀬戸内海区	東シナ海区	日本海西区	日本海北区
I型	カサゴ			○	○	○	○	○	○
	クロソイ	○	○					○	○
	アイナメ	○	○	○		○		○	○
	アラ			○	○				
	イシナギ			○					○
	ハタ類			○	○	○	○	○	○
	タコ類	○	○		○	○	○	○	○
II型	マダラ	○	○						○
	メバル	○	○						○
	スズキ			○	○	○	○	○	○
	ムツ			○	○	○	○	○	○
	クロダイ			○	○	○	○	○	○
	イサキ			○	○	○	○	○	○
	マダイ		○	○	○	○	○	○	○
	チダイ			○	○	○	○	○	○
	キダイ			○	○	○	○	○	○
	イシダイ			○	○	○	○	○	○
	イトヨリ			○	○	○	○	○	○
	カマス			○	○	○	○	○	○
	イカ類		○	○	○	○	○	○	○
III型	イワシ類			○	○	○	○	○	○
	アジ類			○	○	○	○	○	○
	ブリ類			○	○	○	○	○	○
	ボラ類			○	○	○	○	○	○
	サバ類			○	○	○	○	○	○
	カツオ類			○	○	○	○	○	○
IV型	マグロ類								○
	アナゴ類		○		○	○	○		○
	ホウボウ			○	○	○	○		○
	アマダイ類			○	○	○	○	○	○
	ヒラメ	○	○	○	○	○	○	○	
	カレイ類	○	○	○	○	○	○	○	



— 平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針で指定している類型

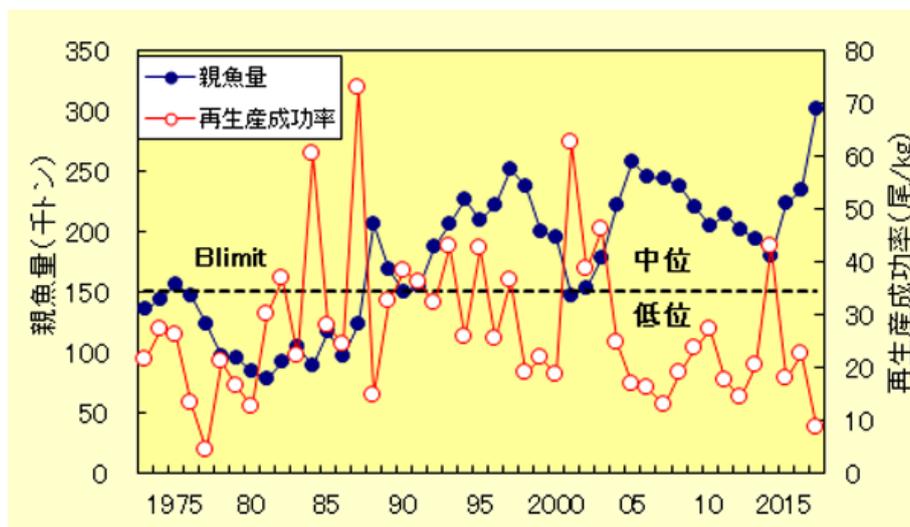
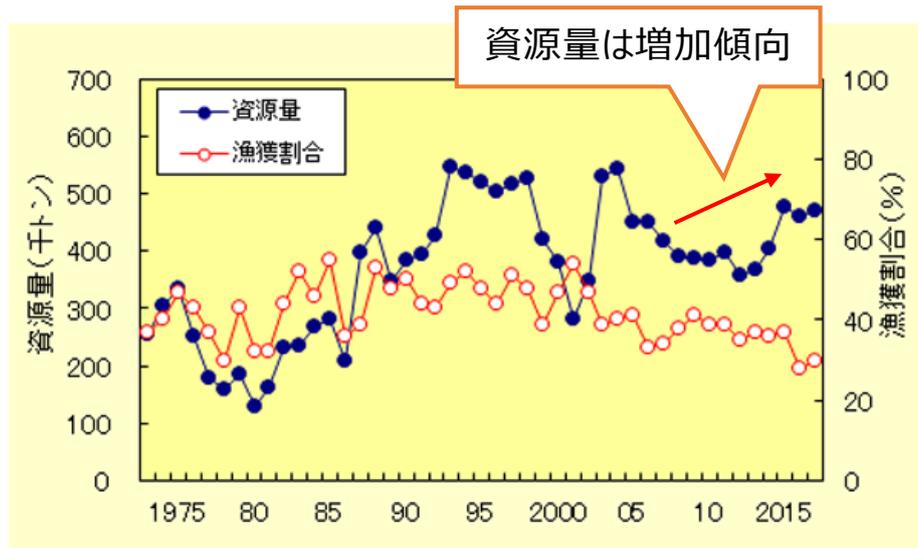
..... その他論文等で示唆される類型

(出典：平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針)³⁾

図 e-(2)-57 魚礁における魚群分布様式の類型

(1)-4. 長期的な漁獲量・資源量の傾向

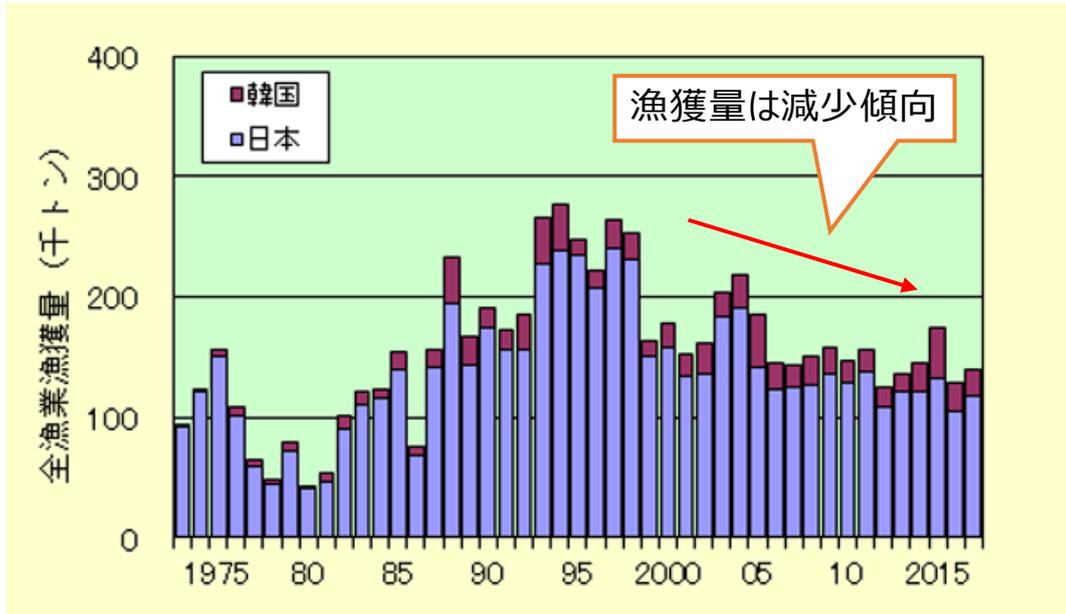
- 資源量は 2000 年代後半の落ち込みから回復して増加傾向で、水準は中位である（図 e-(2)-58）。
- 再生産成功率と親魚量には相関関係はみられず、表面水温と再生産成功率には負の相関関係がみられることから、再生産成功率の変動は海洋環境に深く関係していると考えられている。
- 親魚量については 2010 年以降 20 万トン前後で推移しており、Blimit（2001 年の親魚量 15 万トン）を上回っていることから、現状の漁獲圧は Blimit を維持できる可能性が高く、持続的に利用可能な水準と考えられる。



(出典：平成 30 年度マアジ対馬暖流系群資源評価書報告書(ダイジェスト版))¹⁾

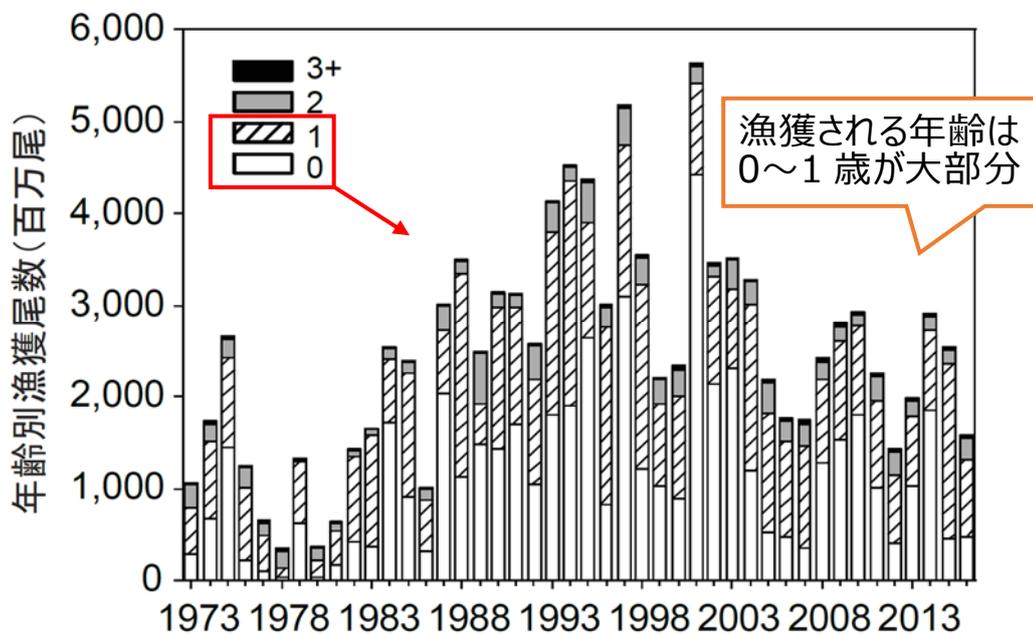
図 e-(2)-58 マアジ対馬暖流系群資源量の推移

- 漁獲量は1990年代後半から減少傾向にある（図 e-(2)-59）
- 漁獲量の8割はまき網漁法である。
- 漁獲の特徴として、漁獲される大部分が0～1歳魚で2歳魚以上の割合は10%以下であり、漁獲変動は0～1歳魚漁獲の多寡に左右されている（図 e-(2)-60）。



（出典：平成30年度マアジ対馬暖流系群資源評価書報告書(ダイジェスト版)）¹⁾

図 e-(2)-59 マアジ対馬暖流系群漁獲量の推移



（出典：平成29年度マアジ対馬暖流系群の資源評価）²⁾

図 e-(2)-60 マアジ対馬暖流系群年齢別漁獲尾数の推移

(1)-5. これまでに実施されてきた資源管理対策

マアジ対馬暖流系群については、平成 29 年度マアジ対馬暖流系群資源評価書によれば、以下の方針が実施されてきた。

- 1997 年から TAC（漁獲可能量）による資源管理を実施。
- 従来から、大中型まき網漁業の漁場（海区制）内の許可隻数を制限するなど努力量管理の形で実施。
- 平成 21（2009）年度から平成 23（2011）年度の間、「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画」⁸⁾を実施。⇒小型魚への漁獲圧を低減する取組を実施。大中型まき網漁業は小型魚を主体とする漁獲があった場合に、以降、集中的な漁獲圧をかけないように速やかに漁場移動及び一定日数の休漁を行う。中・小型まき網漁業では、団体毎に一定日数の休漁及び水揚げ日数制限等の漁獲制限を行う。
- 「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画」で実施された措置は、平成 24（2012）年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・資源管理計画の下、継続して実施。
- 「日本海西部・九州西部海域マアジ（マサバ・マイワシ）広域資源管理方針」に基づき、五島西方沖地区では平成 27 年度から、隠岐海峡地区では平成 29 年度から湧昇流漁場（マウンド礁）の中心から半径 1 マイル以内において、マアジ・マサバ・マイワシの採捕を目的とする操業を行わない保護措置を実施。

(2) 各成長段階の増殖の考え方（図 e-(2)-40 の②、③）

【調査手法】

公表資料を基に課題の抽出及び対策の検討

⇒H29 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書及び平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針からマアジ増殖に関わる課題を抽出し、とりまとめを行った。

⇒資源評価報告書やフロンティア整備事業の事例、水産環境整備マスタープランの事例等から課題達成のための対策を検討し、とりまとめを行った。なお、水温等の海洋環境を制御するのは難しいため、漁獲圧抑制や餌環境の改善等について検討した。

【卵】

産卵数を増加させるため、産卵親魚を保護することが課題と考えられる。

親魚量と加入量に正の相関関係が認められ（1%有意水準）、高い加入量を得るためには親魚量を低い水準にしないように維持することが有効と考えられる。ただし、親魚量と再生産成功率は相関関係が無く、海洋環境（主に水温）の影響が強いとされている。

⇒浮性卵であるため、卵の保護は難しいが、産卵親魚を保護し産卵数を増加させることは効果的と考えられる。

【仔稚魚】

仔稚魚期は餌密度の増加により現存量が増大する¹⁾ことから、餌密度を増加させることが課題と考えられる。なお、東シナ海では、餌密度は水温への依存が強いとされている。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-II または III と推測される。そのため、生残率改善のためには、魚礁の設置により、栄養塩類の増加、さらに動植物プランクトンを増加させ、餌環境を改善することが効果的と考えられる。

【未成魚】

マアジ対馬暖流系群は、漁獲される大部分が未成魚と考えられ、その80%程度がまき網漁法であることから、未成魚への漁獲圧を低減させることが課題と考えられる。また、増殖効果を考慮すると餌密度の増加も課題と考えられる。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-IIまたはIIIと推測される。そのため、仔稚魚期と同様に、魚礁設置に伴う動植物プランクトン増加による餌環境の改善が効果的と考えられる。また、漁獲圧が最も高いステージであるため、漁獲努力量の低減の効果が高いと考えられる。

【成魚】

未成魚と同様に、漁獲圧の低減と餌密度の増加が課題と考えられる。

⇒このステージは魚礁性があり、Type-IIまたはIIIと推測される。そのため、未成魚期と同様に、魚礁設置に伴う動植物プランクトン増加による餌環境の改善が効果的と考えられる。また、成魚はイワシ類、イカ類を捕食することから、魚礁の設置を行うことで、餌となる魚介類の増集（イワシ類は魚礁性Type-III、イカ類はType-II）により餌環境の改善も効果的と考えられる。また、漁獲圧の低減による産卵親魚の保護も効果的と考えられる。

(3)適用可能な漁場整備技術を検討（図 e-(2)-40 の④、⑤）

【調査手法】

○既存の整備技術情報の収集

⇒フロンティア整備事業に関する公表資料や土佐黒潮牧場に関する公表資料、その他論文等を収集整理し、とりまとめを行った。

○必要に応じ専門家からのヒアリング

⇒魚礁メーカー等民間企業からヒアリングを実施。

(3)-1. 大水深域への既存技術の適用事例

○マアジを対象としたマウンド礁は、水深63～155mに整備された実績がある。

○マアジを対象とした高層魚礁は、水深45～100mに整備された実績がある。

○マアジを対象とした浮魚礁の実績はない。

(3)-2. 成長段階ごとに適用可能な漁場整備技術

マアジ対馬暖流系群の成長段階ごとの生息環境と、それに合わせた増殖の考え方の概略を表 e-(2)-27 に、適用可能な漁場整備を表 e-(2)-28 示す。

なお、マウンド礁・高層魚礁の既存事例では、水深100～150m程度の海底への設置が最大であることから、これを超える水深については、新しい発想や検討が求められる。

表 e-(2)-27 マアジ対馬暖流系群の特徴と対策

魚種	マアジ				
系群	対馬暖流系群				
発達段階	卵	仔魚	稚魚	未成魚	成魚
分布域	東シナ海南部から九州、日本海沿岸域の広域に分布*1				
大きさ	径： 0.8～0.9mm*2 分離浮性卵*3	全長： 2.5～15mm*2	全長： 13～55mm*3	尾叉長： 1歳 16～18cm 2歳 22～24cm 3歳 26～28cm *1	
成長	40時間 (20°C) *2	ふ化後 20～29日*2	ふ化後 30～45日*2	成熟：1歳魚で50%、2歳魚でほぼすべての個体が成熟 *1 寿命：5歳前後*1	
餌料	—	カイアシ類・枝角類・オキアミ類・アミ類*2		シラス類・イカ類・アミ類・オキアミ類・多毛類・カイアシ類・端脚類*2	イワシ類幼魚・成魚・イカ類・アミ類・オキアミ類・多毛類*2
水温 好適値/限界値	18～24°C /16～25°C*2	15～20°C /12～30°C*2		20～25°C /15～26°C*2	19～23°C /18～27°C*2
塩分 好適値	比重 1.020～1.025*2	31.9～34.8psu*2		33.6～34.3psu*2	33.3～34.3psu*2
酸素消費量	—	—		—	444 (ml/kg/時) *2 (137 g 21.5°C)
水深 好適値/限界値	0～10m*2	0～10m*2		10～50m /5～150m*2	10～90m /20～200m*2
最大遊泳速度	—	—		—	体長の2.5倍相当 (cm/秒) *2
移動・回遊	—	浮遊生活*2	内湾から成長とともに沿岸、沖合へ移動*2		春夏：北上 秋冬：南下*2
魚礁との関連	日中に蠕集し、夜間に離脱する 夜間は水深5～10mを遊泳し、日中は魚礁から10m程度の高さに蠕集がみられる 高層魚礁周辺100m範囲内に、16時間45分～18時間15分程度の滞留が確認されている事例もある*4				
産卵場	東シナ海南部、九州・山陰沿岸から日本海沿岸北部の広範囲 東シナ海では2～3月に仔稚魚の濃密な分布が見られる*1				
産卵期	南部ほど早く（1～3月）北部は遅い（5～6月）の傾向がある（盛期は3～5月）*1				
産卵行動	卵数：28万粒（尾叉長25cm） 49万粒（尾叉長30cm）*1				
漁獲	主漁場：東シナ海から北九州～西岸・日本海西部*5 0歳魚と1歳魚が主に漁獲される*5				
漁法	漁獲の約80%が大中小型まき網漁業及び中小型まき網漁業である*5				
増殖の課題 (ポイント)	—	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ		餌環境の改善	
対策（魚礁）	浮性卵であるため 漁場整備による対策は難しい	マウンド礁		マウンド礁 高層魚礁	

*1 平成29（2017）年度マアジ日本海系群の資源評価報告書

*2 水産庁監修 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針 平成12年度版

*3 (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告

*4 伊藤ら（2009）日本海佐渡島羽茂地先の人工魚礁における超音波バイオテレメトリーを用いたマアジの行動様式

*5 平成30（2018）年度マアジ日本海系群の資源評価報告（ダイジェスト版）

表 e-(2)-28 マアジ対馬暖流系群の増殖の考え方（案）

成長段階	考え方（案）	漁場整備による対策
卵	—	・水深0～10mに浮遊する浮性卵のため、卵そのものに対する対策は難しい。
仔稚魚	餌環境の改善 基礎生産力の 底上げ	・仔稚魚期は、水深0～10mで浮遊生活をしており、餌密度の増加により現存量が増大することから、この水深帯の餌環境の改善に資する漁場整備を図る。この時期の餌は、カイアシ類や枝角類、オキアミ類、アミ類等であることから、これらの増殖効果が期待できるマウンド礁が有効である。
未成魚	餌環境の改善	・未成魚期は、水深5～150mで生息している。この時期は、魚礁性があることから、この水深帯への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁・マウンド礁等）が有効である。
成魚		・成魚期は、水深10～200mで生息している。この時期は、魚礁性があることから、この水深帯への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁・マウンド礁等）が有効である。

(4)大水深域の漁場整備の方向性（案）（図 e-(2)-40 の⑥）

(1)～(3)の整理・検討により、マアジの増殖を目的とした漁場の整備に当たっては、ターゲットとする成長段階に応じて、必要な効果を発現できる漁場の施設の構造を選定することが重要である。

具体的には、仔稚魚段階～成魚段階のマアジ増殖のためには、餌環境の改善が有効であると考えられることから、成長段階に応じた餌を増殖できる施設を選定する。

この際、基礎生産力の底上げを目的とする場合はマウンド礁が、また、魚礁性が認められる段階では魚礁の整備が有効である。

また、施設構造の選定に当たっては、魚礁（高層魚礁を含む）の効果発現が局所的であるのに対し、マウンド礁の効果範囲が比較的広域であること、また、150mを超える水深帯での漁場整備の事例が少ないこと等に留意する。

表e-(2)-29 漁場整備の優先度（案）

対策	成長段階	効果	優先度
マウンド礁	仔稚魚期	○	高
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
高層魚礁	仔稚魚期	△	中
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
マウンド礁 + 高層魚礁	仔稚魚期	○	低
	未成魚期	○	
	成魚期	○	

- マウンド礁の設置
 - ⇒ 乱流が発生
 - ⇒ 栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げ
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 全ての成長段階（卵を除く）で増殖効果が期待

- 高層魚礁の設置
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待

- マウンド礁と高層魚礁の設置
 - ⇒ マウンド礁で栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げと餌環境が改善
 - ⇒ 全ての成長段階（卵を除く）で増殖効果が期待

(5) 大水深域での漁場整備の課題

- マウンド礁の設置に関しては、乱流を起こし、下層栄養塩を有光層へ供給することになるため、ある程度の流れが必要であり、適地選定の際には流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効と考えられる。一方、水深が深くなるほど造成規模が大きくなるため、施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- 高層魚礁の設置に関しては、海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要であり、適地選定の際にはその海域での漁法や流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、まき網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域で高層魚礁の適用が有効と考えられる。また、マウンド礁との組合せを想定すると、マウンド礁と同様に施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- マアジ対馬暖流系群は対馬暖流による流動や水温変動の影響を受けると考えられるため、マウンド礁或いは高層魚礁を適用する海域は、流況や水温等の海域環境の変動が少ない安定した海域が有効と考えられる。流況、水温分布情報については FRA-ROMS や JADE2 のデータ利用、海底地形や海底面底質については公開されている地図情報の利用が考えられる。
- 魚礁を設置することにより、蛸集、餌環境の改善、漁獲からの保護が期待できる反面、マアジ、特に仔稚魚を餌とする捕食者も増えてしまう可能性が考えられる。

【マアジ2系群（太平洋系群・対馬暖流系群）の取りまとめ表】

マアジの太平洋系群及び対馬暖流系群の増殖の考え方（ポイント）や、漁場整備の方向性を取りまとめたものを表 e-(2)-30 に示す。漁場整備に関しては、生活史を踏まえた対策を水平分布で示したものと、ソフト対策も含めた漁場整備を概略図で示した。

また、マアジは日中に人工マウンド礁、人工魚礁および天然礁に留まり、夜間は移動しながら、一定の海域に滞留することから、概略図では日周行動を含めて表した。

1) -5-3 マダラ北海道系群 増殖シナリオ

【マダラ北海道系群について】

マダラはタラ目タラ科に属する魚類

学名：*Gadus macrocephalus*

英名：Pacific cod

(1)生活史や分布、魚礁性等について整理(図 e-(2)-40 の①)

【調査手法】

○公表資料の整理

⇒資源評価報告書を中心に、資源動向、魚礁性、生活史、生息域・分布状況、食性、増殖の課題（ポイント）等についてとりまとめを行った。

○必要に応じ専門家へのヒアリングを実施



(出典：平成30年度マダラ北海道系群資源評価書ダイジェスト版)¹⁾

図 e-(2)-61 マダラ北海道系群分布域

(1)-1. 生活史について

○年齢・成長

- ・北海道太平洋では、被鱗体長が2歳で40cm、6歳で76cmに成長し、北海道日本海（武蔵堆）では被鱗体長が2歳で26cm、6歳で79cm、8歳で87cmに成長する(図 e-(2)-62)。
- ・寿命は10歳程度と考えられている。

○産卵生態

- ・産卵場は分布域全体に散在し、産卵親魚は沖合から沿岸へ移動して産卵を行う(図 e-(2)-61)。オホーツク海における産卵期は1～3月、北海道太平洋、北海道日本海、青森県陸奥湾における産卵期は12月～3月頃である。
- ・卵は粘着性の沈性卵で、海底が硬い泥質あるいは砂場の所で産卵される²⁾。
- ・ふ化に要する時間は、5度の水温で20日前後⁴⁾。
- ・成熟年齢は3～4歳。
- ・オホーツク海の成熟個体は、雄は40cm以上、雌は50cm以上で、北海道日本海では50%成熟体長は雄が50cm、雌が53cmである
- ・青森県の陸奥湾ではマダラの産卵群が形成され、その群れのほとんどの個体が産卵後に北海道太平洋沿岸に移動し、産卵期になると再び陸奥湾に戻ってくることが明らかになっている⁴⁾。
- ・飼育実験により、産卵は一回の抱卵で完了するとされている。
- ・産卵場への回帰性が強いと考えられている。

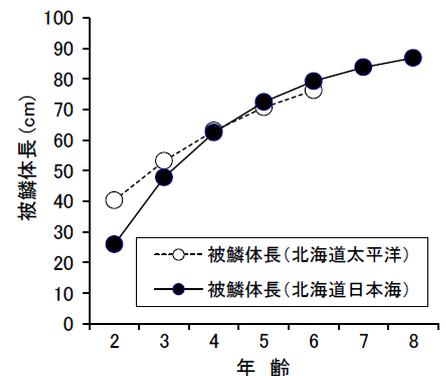
○適水温

- ・通常は3～6℃、産卵時は5～9℃、仔魚期は7～8℃⁶⁾。

○索餌

- ・仔魚期にはカイアシ類ノープリウス幼生、甲殻類の卵を⁶⁾、幼稚魚期はおもにカイアシ類を、底生生活に入ってからはおもに魚類、甲殻類、頭足類および貝類を摂餌している。オホーツク海ではズワイガニも摂餌している⁸⁾。
- ・捕食者は海獣類。
- ・大型のマダラは小型のマダラを捕食する。

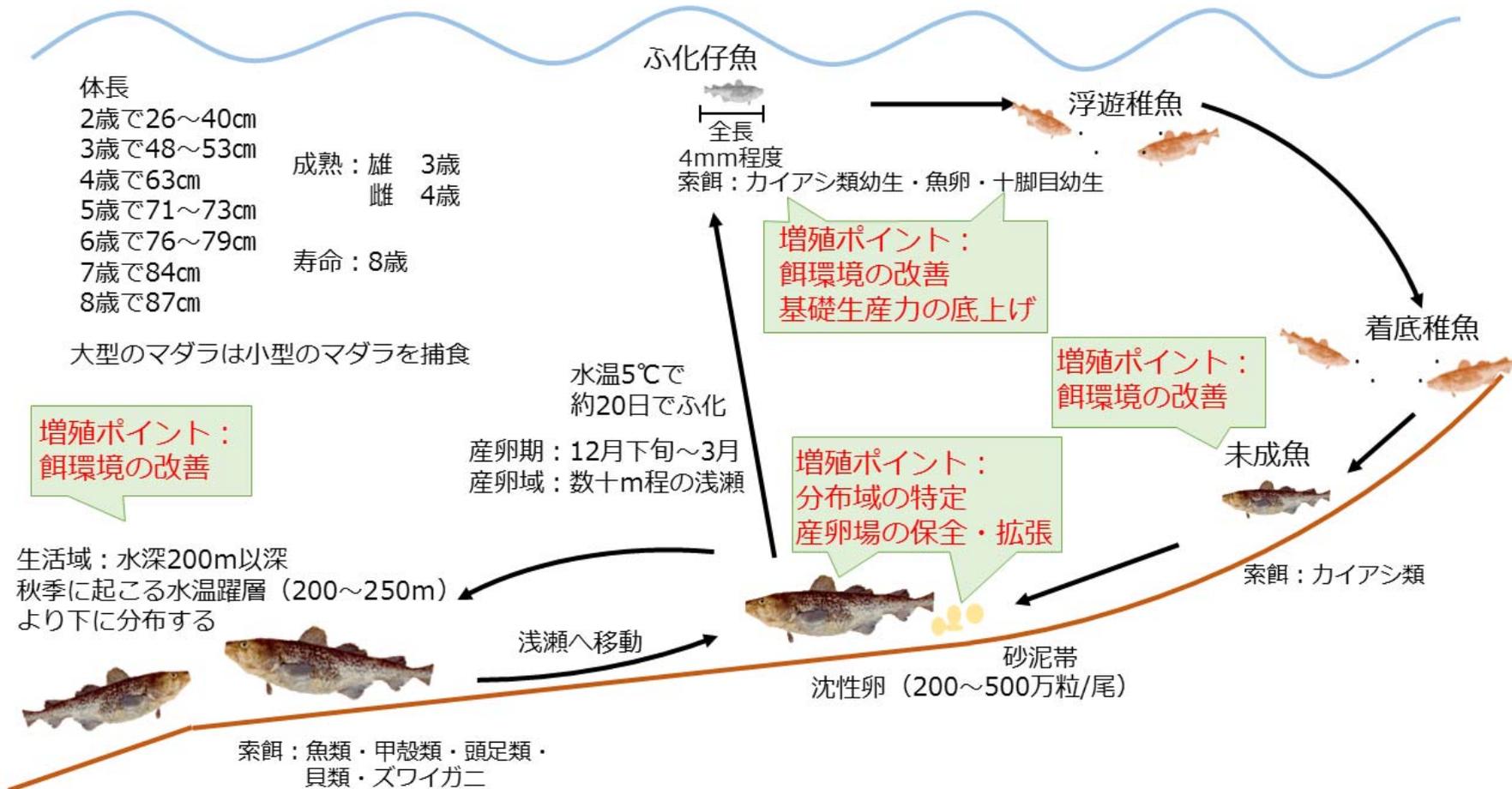
※ 出典は巻末の引用文献を参照



(出典：平成29年度マダラ北海道系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-62 マダラ年齢と成長

マダラ（北海道系群）生活史 概略図



(出典：H29年度マダラ北海道系群の資源評価²⁾を基に事務局で作成)

図 e-(2)-63 マダラ生活史概略図

(1)-2. 分布状況

○分布・回遊

- ・北緯 34 度以北の北太平洋の水深 550m 以浅の大陸棚および陸棚斜面に広く分布するが、我が国周辺海域では北ほど分布密度が高い³⁾。北海道日本海海域のマダラと太平洋海域のマダラとの交流は少ない。また、武蔵堆以北のマダラには、産卵期の異なる複数の群が存在すると考えられている³⁾。
- ・陸奥湾では仔稚魚期のマダラが水深 8~40m の範囲で分布している⁷⁾、一方稚魚期のマダラは海底直上で観察されている⁷⁾。
- ・津軽海峡では 6~9 月に稚魚が分布し、ピークは概ね 6 月中下旬であるが、陸奥湾の底層水温 (12° 以上で湾外へ移動) や餌量環境に依存する。また、海峡内を移動するスピードは極めて速い²⁰⁾。
- ・北海道周辺海域はマダラの日本近海における主要な分布域となっており、沿岸から大陸棚斜面にかけて広く生息している。
- ・回遊・集団行動に関する知見は少ないが、海外の研究事例ではマダラの水平的な移動、回遊範囲は狭いと報告がある⁹⁾。
- ・本系群の構造については不明な点が多いが、各繁殖群の回遊範囲が局所的に存在する産卵場を中心として限定されているため、産卵期や年齢と成長の関係の海域間差異が大きいと考えられる。
- ・北海道の太平洋側では襟裳岬以東群と陸奥湾・恵山沖群の 2 つの系群の存在が示唆されている。
- ・北海道の日本海側ではマダラ成魚 (4 歳以上) は、周年水深 200m 前後の陸棚縁辺部にその分布がみられ、秋~冬にかけて分布密度が高まるにつれて、浅海域にも分布を広げ、産卵を行い、その後再び深みへと回避する。
- ・産卵親魚、産卵予備群が、水深 200m 前後の岩礁に定着している⁵⁾。
- ・ふ化仔魚は全長 4mm で、5 月~6 月には 3~4cm に成長し沿岸域に生息するが、7 月頃から底生生活に入り索餌回遊を行う。
- ・北海道太平洋側海域では、産卵場から周辺海域へ放散する、いわゆる深浅回遊が主であり、南北回遊する個体は極稀れである¹⁸⁾。

(1)-3. 魚礁性について

マダラは浮遊期、産卵期以外は水深 200～400m 前後に分布する魚で、魚礁性については、図 e-(2)-65 及び既往文献により Type-I ～ II に分類される。

- マダラは魚礁に接触することは少ないが、魚礁に極近い所に位置する種 (Type-II) とされている (図 e-(2)-65)。
- 水槽実験から魚礁には密着しないが、高い構造物は回避、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告がある (全国沿岸漁業振興開発協会、1993)¹⁰⁾。
⇒ Type-II
- 北海道周辺海域での調査結果から、マダラは魚礁性指数が比較的高い魚と位置づけられている (山内ら、2010)¹¹⁾。
⇒ Type-II
- 北海道島牧沖魚礁での漁獲調査結果からは、魚礁周辺でマダラが多く漁獲されたこともあったと報告されている (全国沿岸漁業振興開発協会、1994)¹²⁾。
- 北海道網走地区 (水深 47m) や常呂地区 (水深 84～86m)、松前地区 (水深 79～92m : 図 e-(2)-64)、島牧地区 (水深 204～218m : 図 e-(2)-64)、鴛泊地区 (水深 78m) の観察で、魚礁にマダラの蝟集を確認。
⇒ Type-I または Type-II
- 北海道島牧沖魚礁での平成 28 年度生物調査結果によれば、魚礁区では対象区よりも大きいマダラが漁獲され、魚礁区ではマダラの餌生物も多く、蝟集してきた餌生物を捕食し大きくなった可能性が示唆されている (北海道庁資料)。

<松前地区>



<島牧地区>



(出典・海洋土木株式会社ホームページ FP 魚礁)

図 e-(2)-64 沈設魚礁に蝟集するマダラ

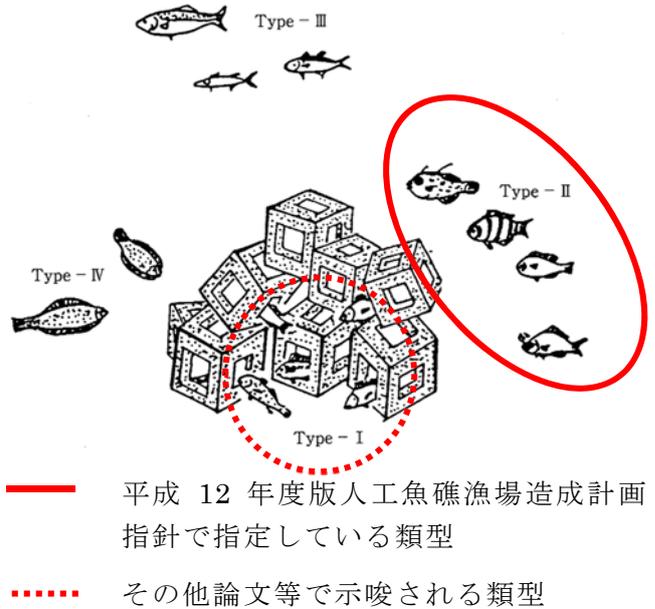
I型：魚礁に体の大部分、もしくは一部を接触させている種
 アイナメ、カサゴ、クジメ、オコゼ、マダコ等

II型：体を魚礁に接触させることは少ないが、魚礁に極く近い所に位置する種
 マダイ、チダイ、イシダイ、メバル、クロソイ、イサキ、メジナ等

III型：主として魚礁から離れた表中層に位置する種
 ブリ類、マグロ類、カツオ類、アジ類、サバ類、シイラ等

IV型：主として魚礁周辺の海底に位置する種
 ヒラメ、カレイ類、アマダイ、シロギス、カジカ等

	魚種名	北海道区	太平洋北区	太平洋中区	太平洋南区	瀬戸内海区	東シナ海区	日本海西区	日本海北区
I型	カサゴ		○	○	○	○	○	○	○
	クロソイ	○	○					○	○
	アイナメ	○	○			○		○	○
	アラ			○	○				
	イシナギ			○					○
	ハタ類			○	○	○	○	○	○
	タコ類	○	○		○	○	○	○	○
II型	マダラ	○	○						○
	メバル	○	○	○		○	○	○	○
	スズキ			○	○	○	○	○	
	ムツ			○	○	○	○	○	
	クロダイ			○	○	○	○	○	
	イサキ			○	○	○	○	○	
	マダイ		○	○	○	○	○	○	○
	チダイ			○	○	○	○	○	
	キダイ			○	○	○	○	○	○
	イシダイ			○	○	○	○	○	○
	イトヨリ			○	○	○	○	○	
	カマス			○	○	○	○	○	
	イカ類		○	○	○	○	○	○	○
III型	イワシ類			○	○	○	○	○	○
	アジ類		○	○	○	○	○	○	○
	ブリ類		○	○	○	○	○	○	○
	ボラ類			○	○	○	○	○	○
	サバ類			○	○	○	○	○	○
	カツオ類			○	○	○	○	○	
	マグロ類								○
IV型	アナゴ類		○		○	○	○		
	ホウボウ			○	○	○	○		○
	アマダイ類			○	○	○	○		○
	ヒラメ	○	○	○	○	○	○	○	○
カレイ類	○	○	○	○	○	○	○	○	

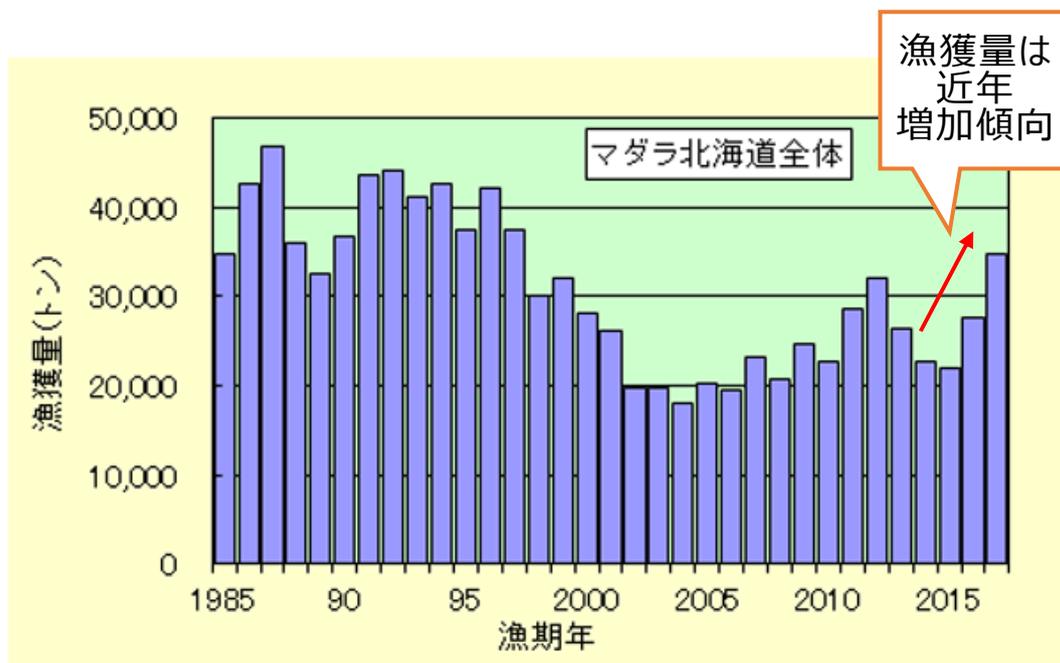


(出典：平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針) ¹³⁾

図 e-(2)-65 魚礁における魚群分布様式の類型

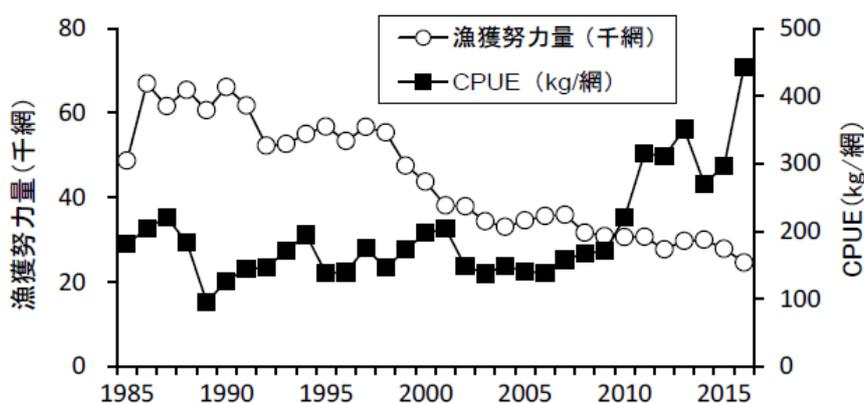
(1)-4. 長期的な漁獲量・資源量の傾向

- 漁獲量は、1987年漁期を最高に減少し、2007～2012年漁期に増加したのち減少して2016年漁期以降再び増加している（図 e-(2)-66）。
- 海域別で比較すると、北海道太平洋側での漁獲量が全体の70%ほどである。
- 資源量は沖底 CPUE の結果（図 e-(2)-67）から、海域別では、オホーツク海の資源が高位で増加、北海道太平洋の資源が高位で横ばい、北海道日本海の資源が中位で横ばいと判断されている。



（出典：平成30年度マダラ北海道系群資源評価書報告書(ダイジェスト版)）¹⁾

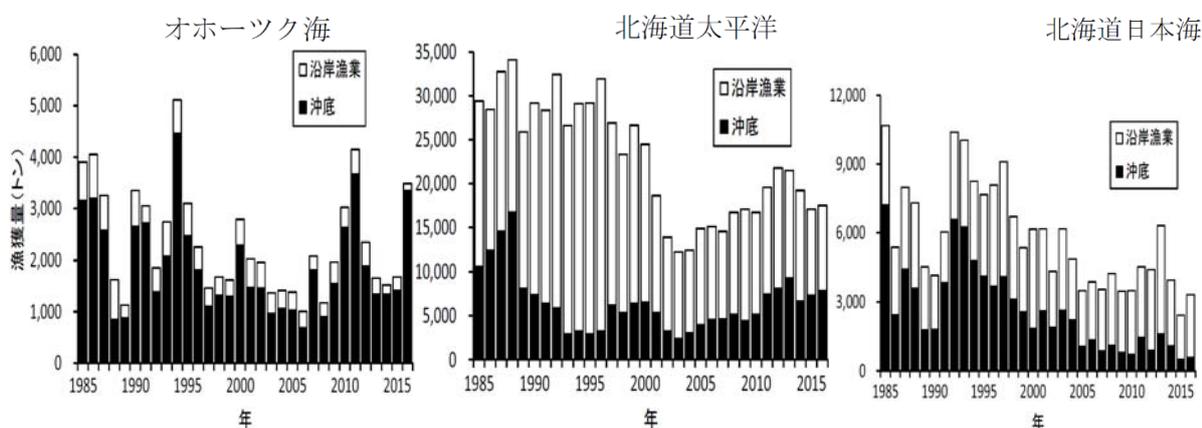
図 e-(2)-66 マダラ北海道系群の漁獲量の推移



（出典：平成29年度マダラ北海道系群の資源評価）²⁾

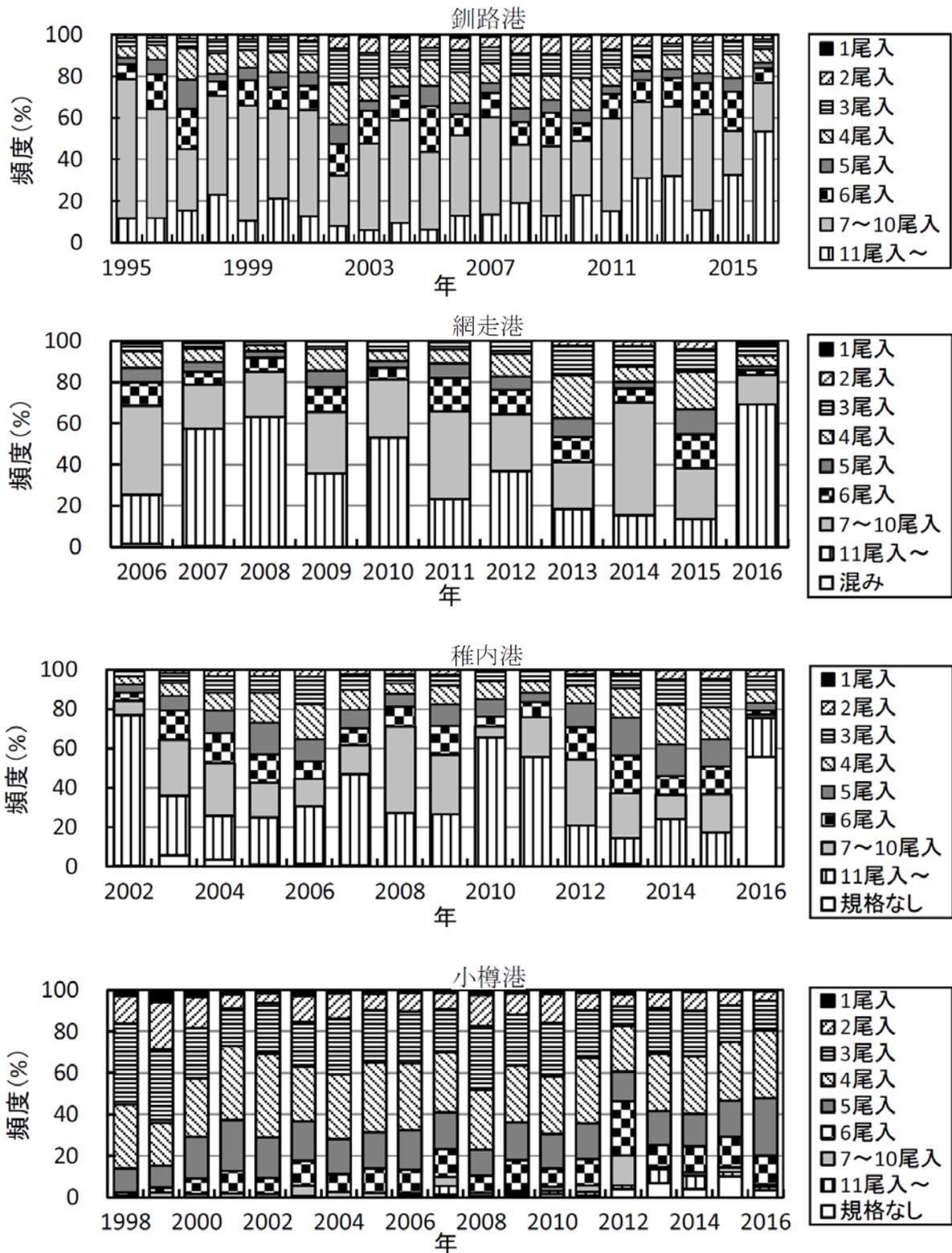
図 e-(2)-67 北海道周辺海域のマダラ（中海区千島を除く）に対する沖底（かけまわし100トン以上）の漁獲努力量とCPUE²⁾

- 北海道では沖底、沿岸漁業（刺し網、延縄等）によりマダラを漁獲している。
- 水揚漁港ごとの銘柄別調査によれば、小型の未成魚が多数漁獲されている（図 e-(2)-69）。
- 釧路港には道東海域の沖底漁獲物の大半が水揚げされる。2011 年以降は 2010 年以前に比べて全体の水揚げ量が多く、箱当たり 7 尾以上の小型魚（未成魚）の割合が 5～7 割と比較的高い（図 e-(2)-69）。道東沖底の年齢別漁獲尾数の推移から、2011 年以降の水揚げ量の増加は、1 歳と 2 歳の漁獲が増えたためと考えられている¹⁾。
- 網走港にはオホーツク海の沖底漁獲物のおよそ半分が水揚げされ、多くの年で箱当たり 7 尾以上の小型魚（未成魚）が水揚げ量全体の 6 割を超える（図 e-(2)-69）。
- 稚内港にはオホーツク海と北海道日本海の両方の沖底漁獲物が水揚げされる。2016 年は、主にオホーツク海で漁獲された規格なし銘柄の小型魚が水揚げの大半を占めた（図 e-(2)-69）。
- 小樽港には北海道日本海の沖底漁獲物が水揚げされ、箱当たり 1 尾から 6 尾の銘柄（成魚）が水揚げ量の大部分を占める（図 e-(2)-69）。



(出典：H29 年度マダラ北海道系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-68 マダラ北海道系群の海域ごとの漁業種類別漁獲量の経年変化



(出典：H29年度マダラ北海道系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-69 各拠点漁港（釧路、網走、稚内、小樽）での銘柄別水揚げ割合の推移

(1)-5. これまでに実施されてきた資源管理対策

北海道系群には以下の資源管理対策が実施されてきた。

- 北海道では魚種別資源管理の対象とされており、資源管理指針として、海面漁業調整規則、許可内容、制限又は条件、漁業権行使規則を遵守するほか、自主的措置として、たら固定式刺し網漁業及びはえなわ漁業を休漁としている。^{2,14)}
- 平成 28 年 1 月から TAC 管理導入に係る調査を実施¹⁵⁾。
- 青森県ではマダラ陸奥湾産卵群について、平成 19 年度～平成 23 年度まで広域資源回復計画に取り組み、平成 24 年度から資源管理指針等に基づく取組を実施。
⇒放卵・放精後の親魚及び小型魚を再放流
⇒資源の積極的培養措置としてマダラの種苗を放流
⇒陸奥湾地区の底建網漁業について、216 統から 176 統へ約 2 割の統数削減を実施
- 北海道南西部では産卵親魚、産卵予備群のマダラを保護するために、水深 200m の海底に従来型沈設魚礁が設置されている。

(2)各成長段階の増殖の考え方 (図 e-(2)-40 の②、③)

【調査手法】

公表資料を基に課題の抽出及び対策の検討

⇒H30 年度マダラ北海道系群の資源評価報告書(ダイジェスト版)や H29 年度マダラ日本海系群の資源評価報告書及びその他論文等から課題を抽出し、とりまとめを行った。

⇒資源評価報告書や同じ魚礁性を持つ他魚種の水産環境整備マスタープランの事例、その他論文等から対策を検討し、とりまとめを行った。

⇒水温等の海洋環境を制御するのは難しいため、0~3 歳の未成魚の保護、および産卵群の保護を検討する。また、マダラは生活史を通して表層浮遊期、浅場海域、深場海域と鉛直方向の移動を考慮することが必要である。

【卵】

卵は、直径 1mm ほどの弱粘性沈性卵であり、1 回に 200 万~500 万粒が産卵される。産卵場は局所的に分布しているとされているが、陸奥湾以外では分布域の詳細が判明していない。

⇒魚礁の設置による産卵場の保護・保全を行うことや、産卵場に適した底質(砂泥)への改善が考えられる。なお、産卵場は、陸奥湾以外の詳細が不明であるため、分布域の特定を行うことが必要である。

【仔稚魚】

仔稚魚期は餌密度の高い所で生残率が高くなる²⁰⁾ことから、餌環境を改善し、餌密度をいかに増加させるかが課題と考えられる。陸奥湾でのマダラ仔稚魚(4~22mm)胃内容物調査では、甲殻類の卵、カイアシ類カラヌス目のコペポダイト、カイアシ類ノープリウス幼生を摂餌していることが確認されている⁷⁾。

⇒このステージの魚礁性は不明であるが、生残率改善のための餌環境の改善が効果的と考えられる。特に海底への定着前の浮遊期は表・中層(陸奥湾では水深15~45m)で生息する可能性があり、表層でのプランクトン類を増加させる餌環境の改善が有効と考えられる。また、稚魚の放流による、資源の増加が考えられる。

【未成魚】

漁獲量全体に占める未成魚の割合が5~7割程度と比較的高く、生残率をより向上させるため、現状の漁獲圧を低下させるとともに、餌環境を改善させることが課題と考えられる。

⇒現状の漁獲圧低減のため、魚礁の設置により漁獲を制限させるハード対策や資源管理によるソフト対策が有効と考えられる。このステージは魚礁性Type-IまたはType-IIと考えられ、飼育水槽実験では高さのある構造物は回避、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告があることから¹⁰⁾、魚礁整備に効果があると考えられる。また、生残率改善のため海底近傍での餌料生物を増加させる餌環境の改善が効果的と考えられる。マダラは魚類、甲殻類、頭足類、貝類と幅広く摂餌することから、これらの餌生物を蝟集させることで、餌環境の改善が期待できる。特に、島牧沖の調査ではマダラ胃内容物から魚類(ホッケ、消化不明)が55個体中47個体で確認されており、ホッケの蝟集は効果的と考えられる¹²⁾。

【成魚】

未成魚と同様に餌環境の改善、及び産卵予備群の保護のため漁獲圧の低減は効果があると考えられる。

⇒未成魚と同様な対策が効果的と考えられる。

【産卵親魚】

産卵親魚を保護するためには、産卵場の保全や拡張は効果があると考えられる。

⇒陸奥湾以外では、産卵場の分布詳細は不明である。陸奥湾の場合は、水深60m前後の湾口部に産卵場があると考えられており、その場に魚礁を設置することにより産卵親魚の保護と産卵場の保全が可能であると考えられる。それ以外の海域においては、産卵場の特定を行う必要がある。特定した範囲から、産卵場周辺に魚礁を設置することにより、産卵親魚の保護及び産卵場の保全が可能であると考えられる。また、産卵場同様の底質環境(弱粘性浮性卵の定着に適した環境)を覆砂や海底耕耘により造成し拡張することで、増殖効果が期待される。

(3)適用可能な漁場整備技術を検討 (図 e-(2)-40 の④、⑤)

【調査手法】

○既存の整備技術情報の収集

⇒他系群で既に行われている、水産環境整備事業及び水産庁海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方検討会資料等を収集整理し、とりまとめを行った。

○必要に応じ専門家からのヒアリング

⇒魚礁メーカー等民間企業からヒアリングを実施した。

(3)-1. 大水深域への既存技術の適用事例

○既存のマダラを対象とした従来型沈設魚礁は、成魚期の生息水深 550m 以浅に対して北海道日本海海域で水深 200m の海底に大型の従来型沈設魚礁を 9 基、小型の魚礁を 189 基投入した実績がある^{5,22)}。マダラは夏場に水深 200m 周辺で底生生活を送り、冬場の産卵期には浅瀬へと移動することと、漁業の混獲等から保護することを考慮した、水深 200m での従来型沈設魚礁の施工実績があるため、大水深域への適用は可能と考えられる。

○マダラを対象とした実績は無いが、仔稚魚の生息水深である表・中層（陸奥湾では 15～45m）の餌環境を改善させるために、マウンド礁設置による基礎生産力の底上げは有効と考えられる。マウンド礁は水深約 150m に設置された施工実績があり、大水深への適用は可能と考えられる。

(3)-2. 成長段階ごとに適用可能な漁場整備技術

マダラ北海道系群の成長段階ごとの生息環境と、それに合わせた考え方の概略を表 e-(2)-31 に、適用可能な漁場整備を表 e-(2)-32 に示す。

なお、魚礁設置の既存事例では、水深 200m 程度の海底への設置が最大であることから、これを超える水深については、新しい発想や検討が求められる。

表 e-(2)-31 マダラ北海道系群の特徴と対策

魚種	マダラ				
系群	北海道系群				
発達段階	卵	仔稚魚	未成魚	成魚	産卵親魚
分布域	北海道周辺海域の沿岸から大陸棚斜面にかけて広く分布している。 北海道系群の中でも以下の3海域に分けられる。 オホーツク海：沖底の中海区オコック沿岸ならびに沿岸漁業の猿払村から斜里町ウトロまで 北海道太平洋：沖底の中海区襟裳以西、道東、千島（小海区中部千島沖は除く）ならびに沿岸漁業の松前町大沢から羅臼町まで（太平洋及び根室海峡）と青森県外ヶ浜町から佐井村およびむつ市脇野沢（陸奥湾）*1 北海道日本海：沖合の中海区北海道日本海ならびに沿岸漁業の松前町松前から稚内市まで				
大きさ	径1mm前後*2 弱粘性 沈性卵*2	ふ化仔稚魚 4mm前後*2	体長：*1 2歳 26～40cm 3歳 48～53cm 4歳 63cm 5歳 71～73cm 6歳 76～79cm 7歳 84cm 8歳 87cm		
成長	水温5°Cで20日前後で孵化*2	成熟：体長 雄 40cm以上 雌 50cm以上 成熟開始年齢：雄 3歳 雌 4歳 寿命：8歳*1			
餌料	—	カイアシ類幼生*1	魚類・頭足類・甲殻類・（エビ類） オホーツク海ではズワイガニも捕食する*1		
被食	海獣類*1 大型のマダラによる小型個体の捕食(太平洋北部系群・日本海系群の情報より)				
水温	ふ化適温： 3～6°C*2	7～8°C*5	通常：2～4°C（適水温） 発育段階・場所により、水点下の水温から10°C 以上の所にもいる。*2	産卵時：5～9°C*5	
水深	100m以浅 （日本海系群の情報より）	10～45m*7	40～550m*8 （太平洋北部系群の情報より）	550m以浅の大陸棚及び 大陸棚斜面部水域*1	60m*7 （日本海能登島沖の情報より）
移動・回遊	青森県の陸奥湾で産卵群が形成され、産卵後に北海道太平洋沿岸に移動し、産卵期になると再び陸奥湾に戻ってくる。*1 オホーツク海及び千島列島海域では、冬期の産卵期に産卵場が流氷で覆われるために、南北回遊を行う（通りダラ）*4 流氷の影響のない海域では産卵と索餌のための限定された深浅回遊を行う（根ダラ）*4 産卵場への回帰性が強い*2				
魚礁との関連	—		蝸集する*2		
産卵場	海底が硬い泥質もしくは砂状である。*2				
産卵期	産卵期：12～3月下旬*1				
産卵行動	1回の放卵で完了する*2 1回で200～300万粒産卵する*2				
漁獲	漁期：ほぼ周年漁獲されるが、冬季～春季に漁獲量が多い。 釧路港・網走港・稚内港では未成魚が、小樽港では成魚の水揚げ量が多い*1				
漁法	沖底に加え、刺網、はえ縄などの沿岸漁業によって漁獲されている。 1996年以降の北海道日本海では半分以上が沿岸漁業、オホーツク海ではほとんどが沖底、根室海峡ではすべてが沿岸漁業による漁獲である。*6				
増殖ポイント	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	餌環境の改善	餌環境の改善	分布域の特定 産卵場の保全・拡張
対策	沈設魚礁 底質環境改善	マウンド礁	沈設魚礁		

*1 平成29（2017）年度マダラ北海道系群の資源評価報告書
*2 (社)全国沿岸漁業振興開発協会(1993)平成4年度 特定魚種漁場整備開発調査-マダラ調査報告書-
*3 服部努（1994）マダラの成長、成熟および繁殖生態に関する研究、北海道大学学位論文
*4 菅野ら（2001）東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造
*5 (社)国産かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告
*6 平成30（2018）年度マダラ北海道系群の資源評価（ダイジェスト版）
*7 高津哲也（1998）陸奥湾におけるマダラGadus macrocephalusの初期生活史に関する研究
*8 平成29（2017）年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書

表 e-(2)-32 マダラ北海道系群の増殖の考え方（案）

成長段階	考え方（案）	漁場整備による対策
卵	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・マダラの卵は100m以浅で局所的に分布すると考えられており、産卵場への回帰性が強いことから、同様の底質環境（弱粘性浮性卵の定着に適した環境）を覆砂や海底耕耘により改善・拡張することで、増殖効果が期待できる。
仔稚魚	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	・陸奥湾では15～45mに生息しており、仔稚魚期は表・中層を浮遊していると考えられる。また、カイアシ類等プランクトン類、甲殻類の卵を索餌するため、マウンド礁を整備することにより表・中層域に栄養塩を供給し、プランクトン類を増殖させることにより餌環境の改善が期待できる。
未成魚	餌環境の改善	・未成魚期の生息水深は他海域では40～550mであり、成魚期は水深550m以浅の大陸棚及び大陸棚斜面で生活している。この時期は、魚礁性があることから、未成魚、成魚、産卵予備群の生息海域への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁）が有効である。
成魚	餌環境の改善	
産卵親魚	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・陸奥湾では水深60m程度に産卵親魚が分布していると考えられており、魚礁性があることから、産卵場周辺への魚礁の整備が有効であると考えられる。

(4) 大水深域の漁場整備の方向性（案）（図 e-(2)-40 の⑥）

(1)～(3)の整理・検討により、マダラの増殖を目的とした漁場の整備に当たっては、ターゲットとする成長段階に応じて、必要な効果を発現できる漁場の施設の構造を選定することが重要である。

具体的には、仔稚魚段階～成魚段階のマダラ増殖のためには、餌環境の改善が有効であると考えられることから、成長段階に応じた餌を増殖できる施設を選定する。

この際、基礎生産力の底上げを目的とする場合はマウンド礁が、また、魚礁性が認められる段階では魚礁の整備が有効である。

また、施設構造の選定に当たっては、魚礁の効果発現が局所的であるのに対し、マウンド礁の効果範囲が比較的広域であること、また、150mを超える水深帯での漁場整備の事例が少ないこと等に留意する。

表 e-(2)-33 漁場整備の優先度（案）

対策	成長段階	効果	優先度
従来型沈設魚礁	仔稚魚期	×	高
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
マウンド礁	仔稚魚期	○	低
	未成魚期	×	
	成魚期	×	

- 従来型沈設魚礁の設置
 - ⇒ 餌生物の蝸集
 - ⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待

- マウンド礁の設置
 - ⇒ 乱流が発生
 - ⇒ 栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げ
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 仔稚魚期で増殖効果が期待

(5)大水深域での漁場整備の課題

- 仔稚魚期の短い期間は、表・中層で浮遊生活をするため（陸奥湾では水深 10～45m）、表・中層付近への効果を考慮したマウンド礁の設置が考えられるが、効果的な整備には陸奥湾以外の仔稚魚の分布域、遊泳水深を明らかにする必要がある。
- マウンド礁の設置に関しては、乱流を起こし、下層栄養塩を有光層へ供給することになるため、ある程度の流れが必要であり、適地選定の際には流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効と考えられる。一方、水深が深くなるほど造成規模が大きくなるため、施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- 保護育成のための従来型沈設魚礁の設置に関しては、海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要であり、適地選定の際にはその海域での漁法や流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、沖合底曳網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域でこれら魚礁の適用が有効と考えられる。
- マダラは各成長段階での適水温が異なり、温度による影響が異なることが予想されるため、各成長段階の詳細な分布を把握する必要がある。特に産卵期の水温は産卵数に影響を及ぼすため、整備技術を適用する海域を選定する際には、流況や水温等の海域環境の変動が少ない安定した海域が有効と考えられる。流況、水温分布情報については FRA-ROMS や JADE2 のデータ利用、海底地形や海底面底質については公開されている地図情報の利用が考えられる。
- 魚礁を設置することにより、蝸集、餌環境の改善、漁獲からの保護が期待できる反面、マダラ、特に仔稚魚を餌とする捕食者も増えてしまう可能性が考えられる。

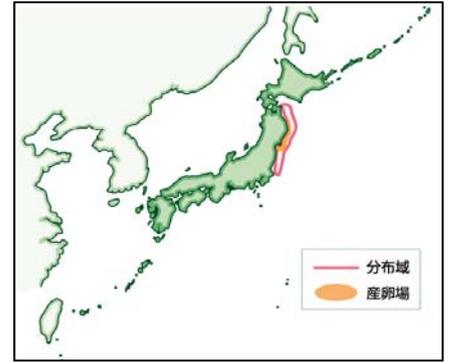
1) -5-4 マダラ太平洋北部系群 増殖シナリオ

【マダラ太平洋北部系群について】

マダラはタラ目タラ科に属する魚類

学名：*Gadus macrocephalus*

英名：Pacific cod



(出典：平成 30 年度マダラ太平洋北部系群資源評価書ダイジェスト版)¹⁾

(1)生活史や分布、魚礁性等について整理(図 e-(2)-40 の①)

【調査手法】

○公表資料の整理

⇒資源評価報告書を中心に、資源動向、魚礁性、生活史、生息域・分布状況、食性、増殖の課題(ポイント)等についてとりまとめを行った。

○必要に応じ専門家へのヒアリングを実施

図 e-(2)-70 マダラ太平洋北部系群分布域

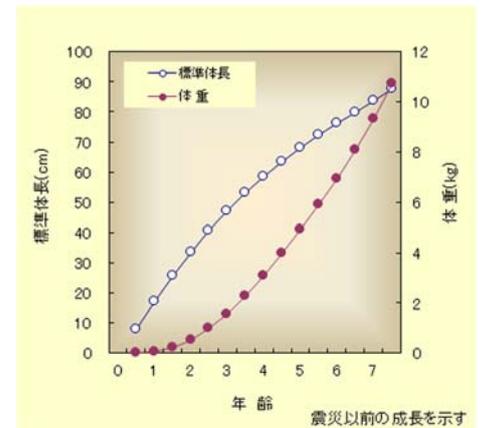
(1)-1. 生活史について

○年齢・成長

- ・これまでの年齢査定で得られた最高齢は 8 歳である。
- ・成長は年によって変化し、マダラ自体の密度や春季の親潮第一分枝の流入強度が作用していると考えられており(成松 2006、Narimatsu et al. 2010)、震災以降には成長の鈍化が認められている。
- ・成熟年齢は 3~4 歳である。

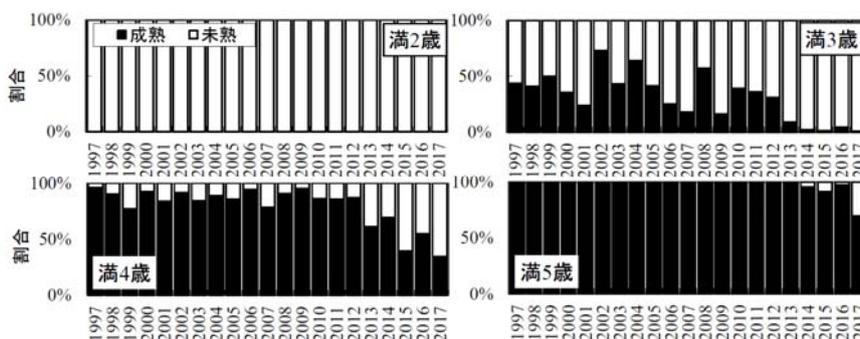
○産卵生態

- ・産卵期は 12 月~3 月である。⁷⁾
- ・1990 年代後半以降の東北北部における 50%成熟体長は雄で 46.2cm、雌で 48.3cm である。
- ・震災後には資源の増大に伴い、成長の鈍化や成熟の晩熟化の傾向が見られる。



(出典：平成 30 年度マダラ太平洋北部系群資源評価書ダイジェスト版)¹⁾

図 e-(2)-71 マダラ年齢と成長



(出典：平成 29 年度マダラ太平洋北部系群の資源評価)²⁾

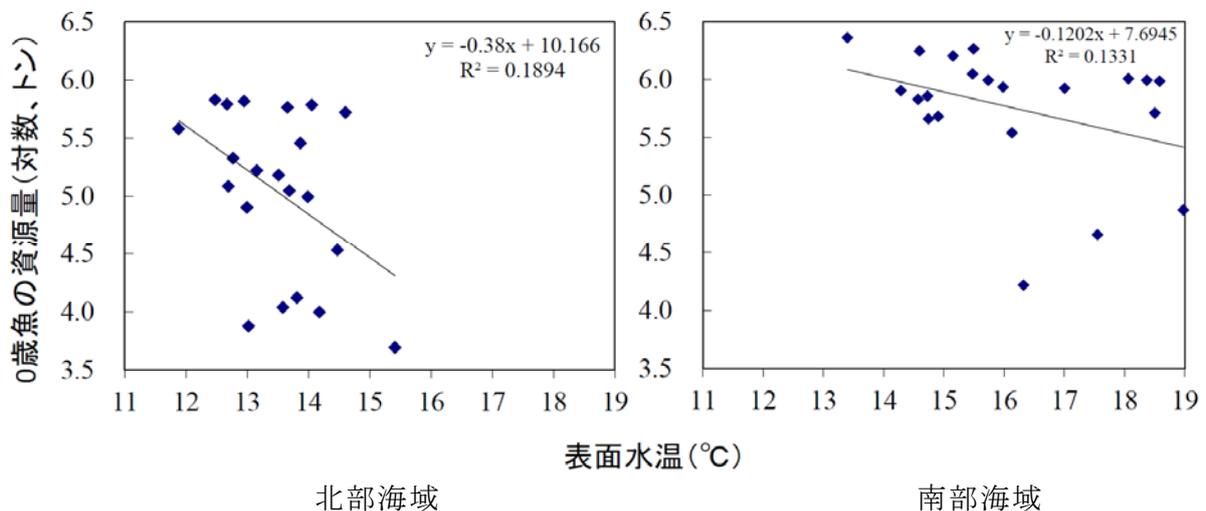
図 e-(2)-72 満 2~5 歳魚の年齢別成熟率の推移

- ・成熟後は毎年産卵すると考えられる。
- ・宮城県仙台湾や青森県八戸沖のほか、三陸沿岸各地小規模の産卵場があると考えられている（児玉他 1990、服部ほか 1999）。
- ・冬季になると産卵親魚は水深数十 m の浅瀬に移動し（Narimatsuet. al2015 b）、雌雄ペアあるいは一尾の雌に数尾の雄が群がり、砂泥帯に沈性卵を産む。
- ・雌は一繁殖期に 1 回産卵し、その産卵数は 50 万（体長 40cm 前後）～400 万粒（体長 80cm 前後）である（服部ほか、1995）。
- ・若齢あるいは初回成熟の親魚は、高齢あるいは産卵を経験した親魚に比べてさまざまな繁殖特性が劣ることが報告されており、加入量が増えない一因と考えられている。

8)

○適水温

- ・通常は 3～6℃、産卵時は 5～9℃、仔魚期は 7～8℃⁹⁾。
- ・0 歳魚の資源量は、表面水温と関係があり、北部海域では約 12～15.5℃の間、南部海域では約 13～19℃の間でみられる（図 e-(2)-73）。



（出典：平成 29 年度マダラ太平洋北部系群の資源評価）²⁾

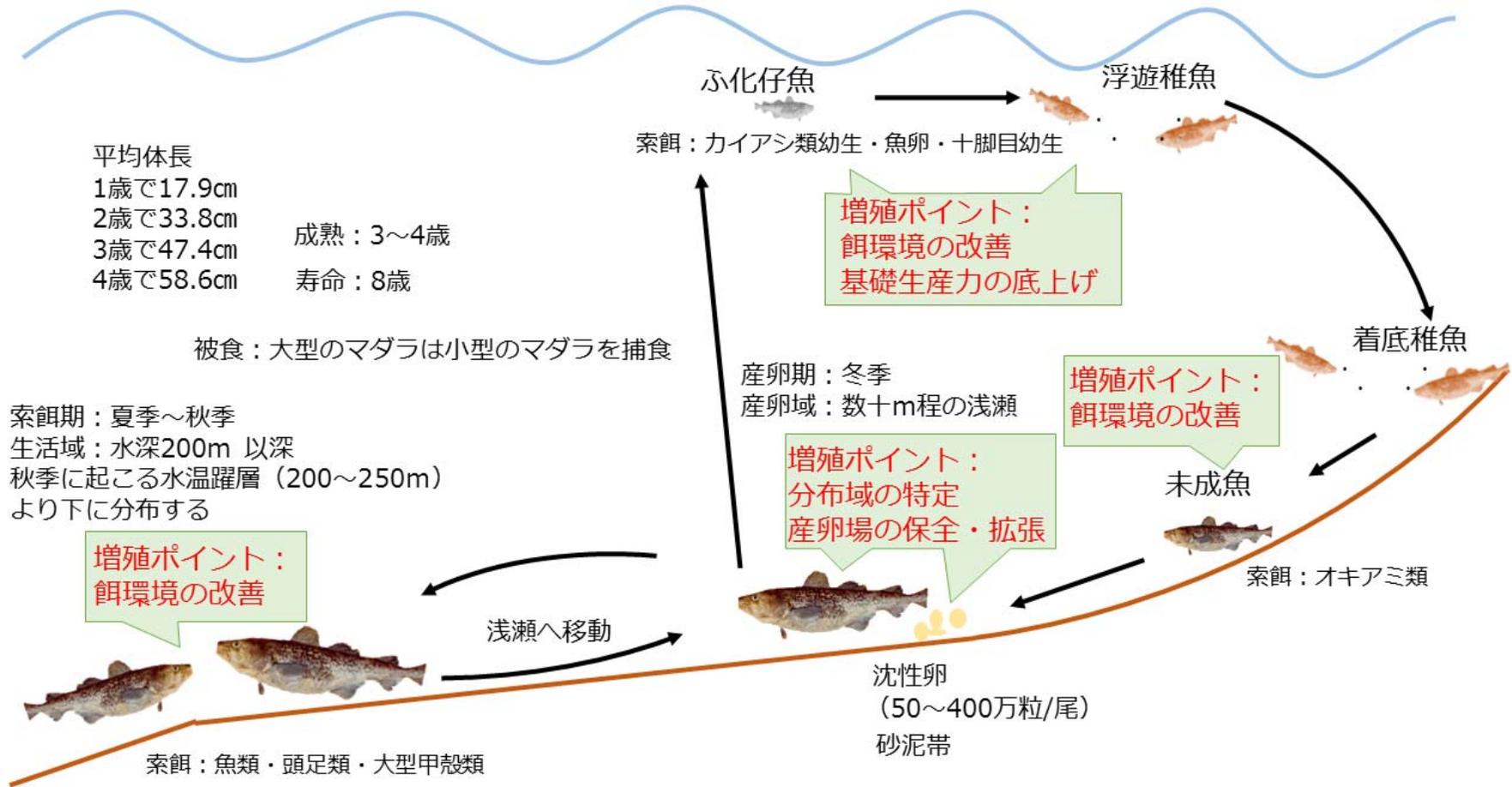
図 e-(2)-73 太平洋北部における表面水温と 0 歳魚の資源量の関係（1996～2016 年）

○索餌

- ・浮遊期はカイアシ類幼生、魚卵、十脚目幼生、若齢期はオキアミ類、成魚期は魚類、頭足類、大型甲殻類を摂餌する。
- ・大型のマダラは小型のマダラを捕食する。

※ 出典は巻末の引用文献を参照

マダラ（太平洋北部系群）生活史 概略図



(出典：H29年度マダラ太平洋北部系群の資源評価²⁾を基に事務局で作成)

図 e-(2)-74 マダラ生活史概略図

(1)-2. 分布状況

○分布・回遊

- ・日本海から東シナ海北部、北日本太平洋およびオホーツク海に分布し、太平洋における分布の南限は茨城県沖とされている²⁾。
- ・仔稚魚や産卵回遊期以外の分布水深は 40～550m で、季節的な浅深移動を行う²⁾。
- ・夏季から秋季には水深 200m 以深の海域に生息する²⁾。
- ・秋季には、水深 200m～250m に水温躍層ができ、その下方に分布する²⁾。
- ・南北移動については明らかになっていない²⁾。
- ・東北地方太平洋側海域では、産卵場から周辺海域へ放散する、いわゆる深浅回遊が主であり、南北回遊する個体は極稀れである⁶⁾。
- ・宮城県仙台湾や青森県八戸沖のほか、三陸沿岸各地に小規模な産卵場があると考えられている²⁾。
- ・回遊・集団行動に関する知見は少ないが、海外の研究事例ではマダラの水平的な移動、回遊範囲は狭いと報告がある⁷⁾

○その他

- ・陸奥湾で産卵し、北海道太平洋側に回遊する群を太平洋北部系群とは別系群であると判断し、ここでは扱っていない²⁾。
- ・アジア周辺だけでも 10 以上の系群があると考えられているが、個々の系群の移動範囲は限られており、これらの系群間の交流は少ない²⁾。
- ・国内に分布するマダラのミトコンドリア DNA 解析では、山陰地方に分布する群れ以外では明瞭な遺伝的差異は認められていない(Suda et al. 2017)²⁾。

(1)-3. 魚礁性について

マダラは浮遊期、産卵期以外は水深 40～550m に分布する魚で、魚礁性については、図 e-(2)-76 及び既往文献により Type-I ～ II に分類される。

- マダラは魚礁に接触することは少ないが、魚礁に極近い所に位置する種 (Type-II) とされている (図 e-(2)-76)。
- 沿岸域に設置された人工魚礁には少なくとも春季にマダラが蝟集すると考えられる。また、水深が深いほど蝟集効果が高くなる可能性がある⁴⁾。
⇒ Type-I または Type-II

(参考 北海道系群の魚礁性)

- 水槽実験から魚礁には密着しないが、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告がある (平成 4 年度特定漁場整備開発調査、マダラ調査報告書)⁵⁾。
⇒ Type-II
- 北海道周辺海域での調査結果から、マダラは魚礁性指数が比較的高い魚と位置づけられている (山内ら、2010)⁶⁾。
⇒ Type-II
- 北海道網走地区 (水深 47m) や常呂地区 (水深 84～86m)、松前地区 (水深 79～92m : 図 e-(2)-75)、島牧地区 (水深 204～218m : 図 e-(2)-75)、鴛泊地区 (水深 78m) の観察で、魚礁にマダラの蝟集を確認。
⇒ Type-I または Type-II

<松前地区>



<島牧地区>

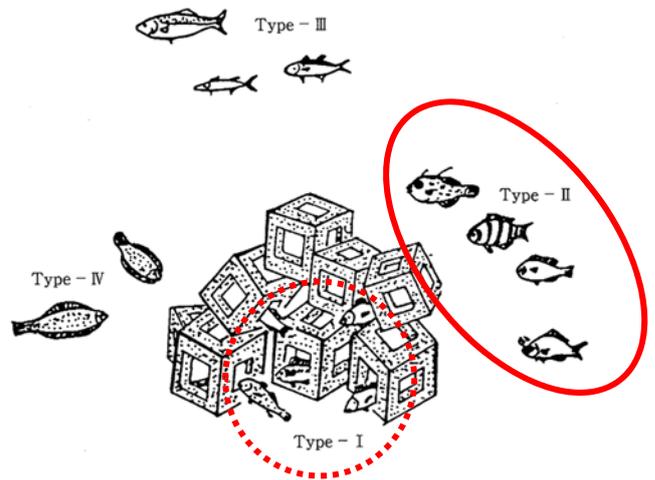


(出典・海洋土木株式会社ホームページ FP 魚礁)

図 e-(2)-75 沈設魚礁に蝟集するマダラ

I型：魚礁に体の大部分，もしくは一部を接触させている種 アイナメ，カサゴ，クジメ，オコゼ，マダコ等
II型：体を魚礁に接触させることは少ないが，魚礁に極く近い所に位置する種 マダイ，チダイ，イシダイ，メバル，クロソイ，イサキ，メジナ等
III型：主として魚礁から離れた表中層に位置する種 ブリ類，マグロ類，カツオ類，アジ類，サバ類，シイラ等
IV型：主として魚礁周辺の海底に位置する種 ヒラメ，カレイ類，アマダイ，シロギス，カジカ等

	魚種名	北海道区	太平洋北區	太平洋中區	太平洋南區	瀬戸内海區	東シナ海區	日本海西區	日本海北區
I型	カサゴ			○	○	○	○	○	○
	クロソイ	○	○					○	○
	アイナメ	○	○	○		○		○	○
	アラ			○	○				
	イシナギ			○					○
	ハタ類 タコ類	○	○	○	○	○	○	○	○
II型	マダラ	○	○						○
	メバル	○	○	○		○	○	○	○
	スズキ			○	○	○	○	○	○
	ムツ			○	○	○	○	○	○
	クロダイ			○	○	○	○	○	○
	イサキ			○	○	○	○	○	○
	マダイ		○	○	○	○	○	○	○
	チダイ			○	○	○	○	○	○
	キダイ			○	○	○	○	○	○
	イシダイ			○	○	○	○	○	○
	イトヨリ			○	○	○	○	○	○
	カマス イカ類		○	○	○	○	○	○	○
III型	イワシ類			○	○	○	○	○	○
	アジ類		○	○	○	○	○	○	○
	ブリ類		○	○	○	○	○	○	○
	ボラ類			○	○	○	○	○	○
	サバ類			○	○	○	○	○	○
	カツオ類 マグロ類			○	○	○	○	○	○
IV型	アナゴ類		○		○	○	○		○
	ホウボウ			○	○	○	○		○
	アマダイ類			○	○	○	○	○	○
	ヒラメ カレイ類	○	○	○	○	○	○	○	○



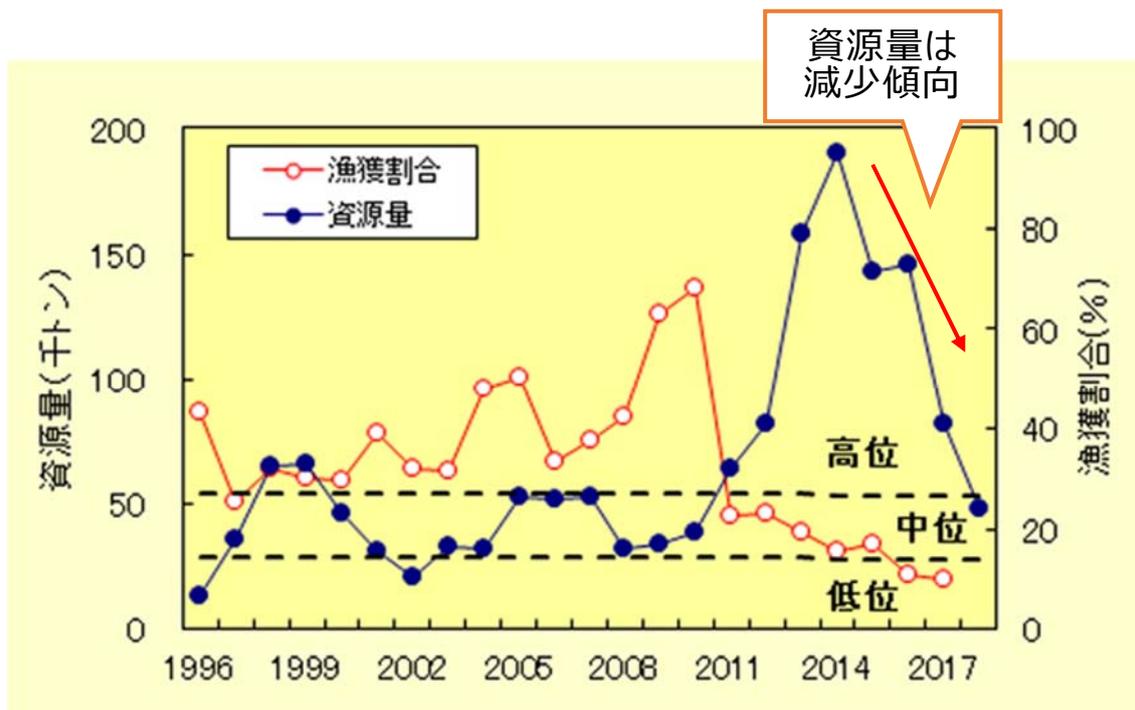
- 平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針で指定している類型
- その他論文等で示唆される類型

(出典：平成12年度版人工魚礁漁場造成計画指針)⁸⁾

図 e-(2)-76 魚礁における魚群分布様式の類型

(1)-4. 長期的な漁獲量・資源量の傾向

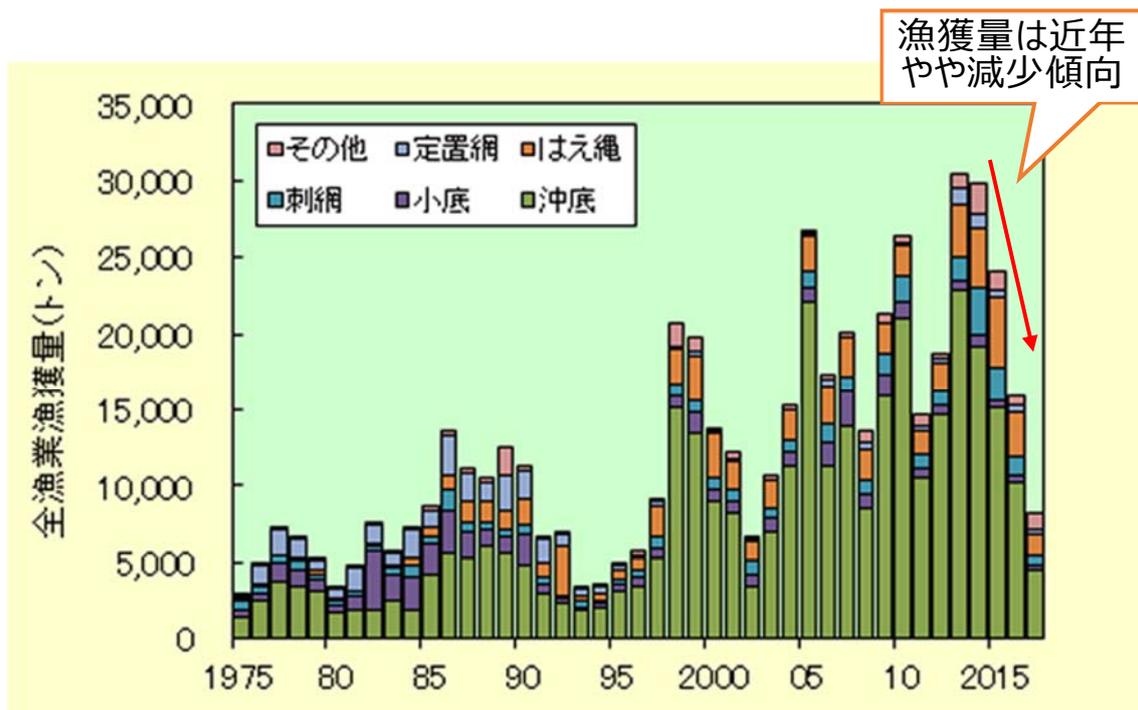
- 資源量は震災以降急増し、2014年に19万トンまで増加したが、それ以降減少し2018年には4.8万トンまで減少した(図 e-(2)-77)¹⁾。
- 震災以降の漁獲圧は低かったが、規制の解除に伴い、徐々に漁獲圧が高まっている¹⁾。
- 震災以降は資源が多様な年齢によって構成されていたが、徐々に漁獲圧が高まっていることもあり、震災以前のように若齢魚中心の資源にもどりつつある¹⁾。
- 漁獲割合は、1997年以降、震災まで徐々に増加する傾向にあり、2009年と2010年は60%を越していた(図 e-(2)-77)。震災以降には漁獲圧の低下と資源の増大によって低い状態が続いている。2016年は11%で、近年の中で最も低かった¹⁾。



(出典：H30年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書ダイジェスト版)¹⁾

図 e-(2)-77 マダラ太平洋北部系群の資源量と漁獲割合の推移

- 震災以前の漁獲量は増減を繰り返しながら長期的に増加していた（図 e-(2)-78）。
- 2011、2012 年の震災の影響により、漁獲量は減少したが、2013 年には、過去最高の 3.0 万トン記録し、2014 年にも同様の値を記録している。また、その後減少し、2017 年には 8,000 トンまで減少した（図 e-(2)-78）。
- 沖合底引き網漁業（沖底）で最も多く漁獲され、次いではえ縄、刺網、小型底引き網漁業（小底による漁獲が多く、これらは周年行われている（図 e-(2)-78）。
- 冬に接岸する個体を対象とした定置網による漁獲もある。
- 2015 年の沖底では青森県から茨城県の沖合の広い範囲で漁獲されており、特に岩手県沖から宮城県沖での漁獲が多い。沖底および小底では 7、8 月の禁漁期を除いて周年にわたり漁獲しているが、定置網や一部の刺網では産卵期に接岸する個体のみ漁獲の対象となっている。

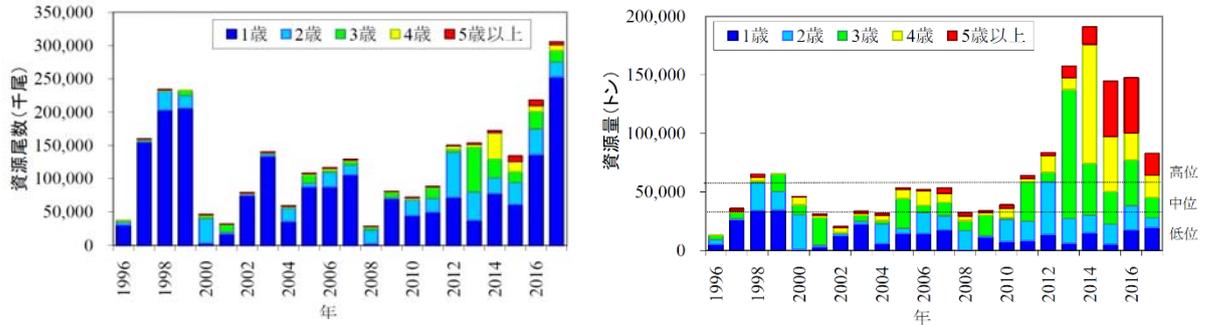


（出典：H30 年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書ダイジェスト版）¹⁾

図 e-(2)-78 マダラ太平洋北部系群の漁業種類別漁獲量の経年変化

○満1歳ごろから漁獲対象となる。

○1歳魚が非常に多く、2～5歳以上は中程度であるのが現在の資源構造の特色である(図e-(2)-79)。全体の資源尾数は増加したが、2～5歳以上の個体数がやや減少したこと、個体あたりの体重が2017年に大きく減少したことにより、2017年の資源量は8.3万トンにまで減少した(図e-(2)-79)。

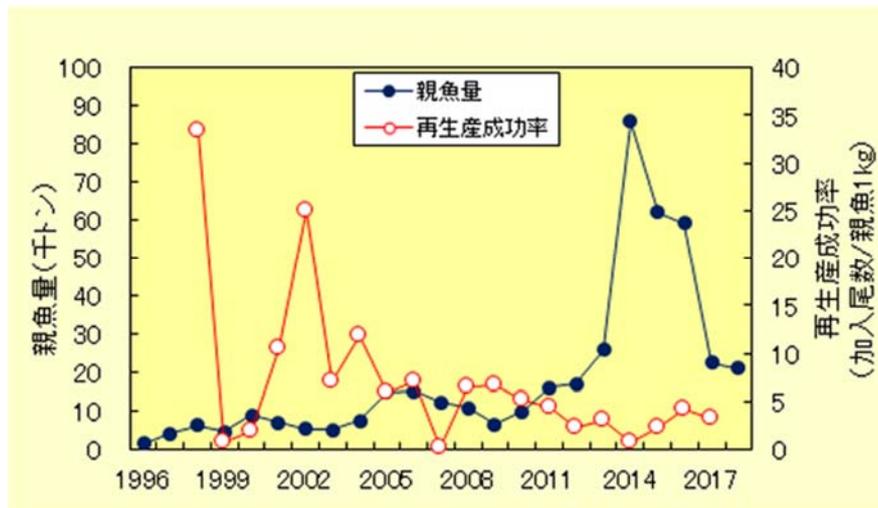


(出典：H29年度マダラ太平洋北部系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-79 年齢別資源量及び資源尾数の推移

○1998年および2002年は卓越年級であると考えられるが、これらが発生したときの親魚量は1998～2016年の中でもかなり低水準であった。逆に2007年には、比較的親魚量が多い中で過去最低の加入となった(図e-(2)-80)。

○再生産成功率にばらつきが大きく、過去19年では最大100倍以上の差が生じている。2017年は、加入尾数が過去最も多かったが、本系群の親魚となる3歳以上の成熟個体の資源量が2014年および2015年に次いで多く、再生産成功率で見ると高い水準ではない(図e-(2)-80)。



(出典：H30年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書ダイジェスト版)¹⁾

図 e-(2)-80 親魚量及び再生産成功率の推移

(1)-5. これまでに実施されてきた資源管理対策

太平洋北部系群には以下の資源管理対策が実施されてきた。

- 1995年以降、毎年10～11月に青森県沖～茨城県沖の水深150～900mで着底トロール調査を行っている（調査年ごとの定点数57～150調査点）。
- 沖底および小底では7、8月を禁漁期としており、定置網や一部の刺網では産卵期に接岸する個体のみ漁獲の対象としている¹⁾。
- 山形県では、マダラを漁業種類別資源管理の対象としている。
- 宮城県では、漁獲量の維持のため、自主的資源管理措置として、休業を行っている。
- 2011年の震災以降、操業規制を実施¹⁾。
- 平成28年1月からTAC管理導入に係る調査を実施⁵⁾。

(2)各成長段階の増殖の考え方（図 e-(2)-40 の②、③）

【調査手法】

公表資料を基に課題の抽出及び対策の検討

⇒H30年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書（ダイジェスト版）やH29年度マダラ太平洋北部群の資源評価報告書及びその他論文等から課題を抽出し、とりまとめを行った。

⇒資源評価報告書や同じ魚礁性を持つ他魚種の水産環境整備マスタープランの事例、その他論文等から対策を検討し、とりまとめを行った。

⇒水温等の海洋環境を制御するのは難しいため、0～3歳の未成魚の保護、および産卵親魚の保護を検討する。また、マダラは生活史を通して表層浮遊期、浅場海域、深場海域と鉛直方向の移動を考慮することが必要である。

【卵】

卵は、直径1mmほどの弱粘性沈性卵であり、1回に50万～400万粒が産卵される。産卵場は、宮城県仙台湾や青森県八戸沖、小規模だが三陸沿岸各地の水深数十mの浅瀬と考えられる。

⇒魚礁の設置による産卵場の保護・保全を行うことや、産卵場に適した底質（砂泥）への改善が考えられる。なお、産卵場は、概ねの範囲では判明しているが、詳細が不明であるため、分布域の特定を行うことが必要である。

【仔稚魚】

仔稚魚期は餌密度の高い所で生残率が高くなる¹²⁾ことから、餌環境を改善し、餌密度をいかに増加させるかが課題と考えられる。

⇒このステージの魚礁性は不明であるが、生残率改善のための餌環境の改善が効果的と考えられる。特に海底への定着前の浮遊期は表・中層（水深帯は不明）で生息する可能性があり、表層でのプランクトン類を増加させる餌環境の改善が有効と考えられる。また、本系群での実績は無いが、稚魚の放流による資源増加の可能性も考えられる（北海道系群の陸奥湾産卵群で実績あり）。

【未成魚】

生残率をより向上させるため、現状の漁獲圧を維持し、餌環境を改善させることが課題と考えられる。また、漁獲の対象は青森県及び岩手県では2～3歳魚、宮城県では1～2歳魚の漁獲が中心である。なお、震災以降、成長の鈍化に伴い成熟するまでの期間が長くなっているため、成長鈍化の影響に留意が必要である。

⇒現状の漁獲圧維持のため、魚礁の設置により漁獲を制限させるハード対策や資源管理によるソフト対策が有効と考えられる。このステージは魚礁性 Type-I または Type-II と考えられ、北海道系群のマダラの事例では、飼育水槽実験では高さのある構造物は回避、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告があることから⁶⁾、魚礁整備に効果があると考えられる。また、生残率改善のため海底近傍での餌料生物を増加させる餌環境の改善が効果的と考えられる。マダラは魚類、甲殻類、頭足類、貝類と幅広く摂餌することから、これらの餌生物を蝟集させることで、餌環境の改善が期待できる。

【成魚】

未成魚と同様に餌環境の改善、及び産卵予備群の保護のため漁獲圧の低減は効果があると考えられる。また、成魚の成長鈍化は餌生物の減少が一因と考えられることから、近年減少傾向にあるスルメイカ資源（餌料生物）の増加も効果があると考えられる。⇒未成魚と同様な対策が効果的と考えられる。

【産卵親魚】

産卵親魚を保護するためには、産卵場の保全や拡張は効果があると考えられる。

⇒産卵場の分布を詳細に特定する必要がある。特定した範囲から、産卵場周辺に魚礁を設置することにより、産卵親魚の保護及び産卵場の保全が可能であると考えられる。また、産卵場同様の底質環境（弱粘性浮性卵の定着に適した環境）を覆砂や海底耕耘により造成し拡張することで、増殖効果が期待される。

(3)適用可能な漁場整備技術を検討（図 e-(2)-40 の④、⑤）

【調査手法】

○既存の整備技術情報の収集

⇒他系群で既に行われている、水産環境整備事業及び水産庁海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方検討会資料等を収集整理し、とりまとめを行った。

○必要に応じ専門家からのヒアリング

⇒魚礁メーカー等民間企業からヒアリングを実施した。

(3)-1. 大水深域への既存技術の適用事例

○既存のマダラを対象とした従来型沈設魚礁は、成魚期の生息水深 40～550m に対して北海道系群の北海道日本海海域で水深 200m の海底に大型の従来型沈設魚礁を 9 基、小型の魚礁を 189 基投入した実績がある^{10,11)}。マダラは夏場に水深 200m 周辺で底生生活を送り、冬場の産卵期には浅瀬へと移動することと、漁業の混獲等から保護することを考慮した、水深 200m での従来型沈設魚礁の施工実績があるため、大水深域への適用は可能と考えられる。

○マダラを対象とした実績は無いが、仔稚魚の生息水深である表・中層（生息水深は不明）の餌環境を改善させるために、マウンド礁設置による基礎生産力の底上げは有効と考えられる。マウンド礁は水深約 150m に設置された施工実績があり、大水深への適用は可能と考えられる。

(3)-2. 成長段階ごとに適用可能な漁場整備技術

マダラ太平洋北部系群の成長段階ごとの生息環境と、それに合わせた考え方の概略を表 e-(2)-34 に、適用可能な漁場整備を表 e-(2)-35 に示す。

なお、既存事例では、水深 200m 程度の海底への設置が最大であることから、これを超える水深については、新しい発想や検討が求められる。

表 e-(2)-34 マダラ太平洋北部系群の特徴と対策

魚種	マダラ				
系群	太平洋北部系群				
発達段階	卵	仔稚魚	未成魚	成魚	産卵親魚
分布域	日本から東シナ海北部、北日本太平洋およびオホーツク海に分布する 分布の南限は犬吠埼沖とされている 秋季には水深200～250mに水温躍層ができ、その下方に分布する*1				
大きさ	径0.8～1.2mm 前後*3 弱粘性 沈性卵*2	ふ化仔稚魚 4mm前後*2	体長： 1歳 17.9cm 2歳 33.8cm 3歳 47.4cm 4歳 58.6cm 最大 8歳 90cm 体重 10kg*1		
成長	水温5°Cで20日前後で孵化*2	成熟：3歳（～69%） 4歳（ほぼすべての個体） 最高齢：8歳*1			
餌料	—	カイアシ類幼生・魚卵・十脚目幼生*1	オキアミ類*1 小型頭足類、小型魚類	魚類・頭足類・大型甲殻類*1	
被食	大型のマダラによる小型個体の捕食*1				
水温	—	7～8°C*3	3～6°C*3		産卵時：5～9°C*3
水深	数十mの浅瀬*1	10～45m*6 (陸奥湾の情報より)	40～550m 夏季～秋季：200以深*1		数十mの浅瀬*1
移動・回遊	流水の影響のない海域では産卵と索餌のための限定された深浅回遊を行う（根ダラ）*4 季節的な深浅移動を行うが、南北移動は不明*1				
魚礁との関連	—		蝸集する*2		
産卵場	宮城県仙台湾や青森県八戸沖 三陸沿岸各地に小規模な産卵場*1				
産卵期	産卵期：冬季*1				
産卵行動	1回の放卵で完了する 1回で50万（体長40cm前後）～400万粒（体長80cm前後）産卵する*1				
漁獲	漁期：冬（周年漁獲される） 漁獲対象：満1歳から 震災以前は、1歳魚への狙い操作が多いため、漁獲圧が強かったが、震災後は被災や自粛、規制等により全体的に漁獲圧が低くなった。*1				
漁法	沖合底びき網漁業が最も多い。（51～82%） 次いで、延縄、刺網、小底が多い。*5				産卵のために接岸する大型 個体を対象とした定置網*5
増殖ポイント	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	餌環境の改善	餌環境の改善	分布域の特定 産卵場の保全・拡張
対策	沈設魚礁 底質環境改善	マウンド礁	沈設魚礁		

*1 平成29（2017）年度マダラ太平洋北部系群の資源評価報告書
 *2 (社)全国沿岸漁業振興開発協会(1993)平成4年度 特定魚種漁場整備開発調査—マダラ調査報告書—
 *3 (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告
 *4 菅野ら（2001）東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造
 *5 平成30（2018）年度マダラ太平洋北部系群の資源評価（ダイジェスト版）
 *6 高津哲也（1998）陸奥湾におけるマダラGadus macrocephalusの初期生活史に関する研究

表 e-(2)-35 マダラ太平洋北部系群の増殖の考え方（案）

成長段階	考え方（案）	漁場整備による対策
卵	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・マダラの卵は水深数十 m の浅瀬に局所的に分布すると考えられており、産卵場への回帰性が強いことから、同様の底質環境（弱粘性浮性卵の定着に適した環境）を覆砂や海底耕耘により改善・拡張することで、増殖効果が期待できる。
仔稚魚	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	・仔稚魚期は表・中層を浮遊していると考えられる。また、カイアシ類等プランクトン類を索餌するため、マウンド礁を整備することにより表・中層域に栄養塩を供給し、プランクトン類を増殖させることにより餌環境の改善が期待できる。
未成魚	餌環境の改善	・未成魚期、成魚期は水深 40～550m に生息している。この時期は、魚礁性があることから、未成魚、成魚、産卵予備群の生息海域への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁）が有効である。
成魚	餌環境の改善	
産卵親魚	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・本系群では水深数十 m の浅瀬に産卵親魚が分布していると考えられており、魚礁性があることから、産卵場周辺への魚礁の整備が有効であると考えられる。

(4) 大水深域の漁場整備の方向性（案）（図 e-(2)-40 の⑥）

(1)～(3)の整理・検討により、マダラの増殖を目的とした漁場の整備に当たっては、ターゲットとする成長段階に応じて、必要な効果を発現できる漁場の施設の構造を選定することが重要である。

具体的には、仔稚魚段階～成魚段階のマダラ増殖のためには、餌環境の改善が有効であると考えられることから、成長段階に応じた餌を増殖できる施設を選定する。

この際、基礎生産力の底上げを目的とする場合はマウンド礁が、また、魚礁性が認められる段階では魚礁の整備が有効である。

また、施設構造の選定に当たっては、魚礁の効果発現が局所的であるのに対し、マウンド礁の効果範囲が比較的広域であること、また、150m を超える水深帯での漁場整備の事例が少ないこと等に留意する。

表 e-(2)-36 漁場整備の優先度（案）

対策	成長段階	効果	優先度
従来型沈設魚礁	仔稚魚期	×	高
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
マウンド礁	仔稚魚期	○	低
	未成魚期	×	
	成魚期	×	

- 従来型沈設魚礁の設置
 - ⇒ 餌生物の蝟集
 - ⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待

- マウンド礁の設置
 - ⇒ 乱流が発生
 - ⇒ 栄養塩類の有光層への供給
 - ⇒ 基礎生産力の底上げ
 - ⇒ 餌環境が改善
 - ⇒ 仔稚魚期で増殖効果が期待

(5)大水深域での漁場整備の課題

- 仔稚魚期の短い期間は、表・中層で浮遊生活をするため（生息水深は不明）、表・中層付近への効果を考慮したマウンド礁の設置が考えられるが、効果的な整備には仔稚魚の分布域、遊泳水深を明らかにする必要がある。
- マウンド礁の設置に関しては、乱流を起こし、下層栄養塩を有光層へ供給することになるため、ある程度の流れが必要であり、適地選定の際には流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効と考えられる。一方、水深が深くなるほど造成規模が大きくなるため、施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。
- 保護育成のための従来型沈設魚礁の設置に関しては、海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要であり、適地選定の際にはその海域での漁法や流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、沖合底曳網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域でこれら魚礁の適用が有効と考えられる。
- マダラは各成長段階での適水温が異なり、温度による影響が異なることが予想されるため、各成長段階の詳細な分布を把握する必要がある。特に産卵期の水温は産卵数に影響を及ぼすため、整備技術を適用する海域を選定する際には、流況や水温等の海域環境の変動が少ない安定した海域が有効と考えられる。流況、水温分布情報については FRA-ROMS や JADE2 のデータ利用、海底地形や海底面底質については公開されている地図情報の利用が考えられる。
- 魚礁を設置することにより、蝟集、餌環境の改善、漁獲からの保護が期待できる反面、マダラ、特に仔稚魚を餌とする捕食者も増えてしまう可能性が考えられる。

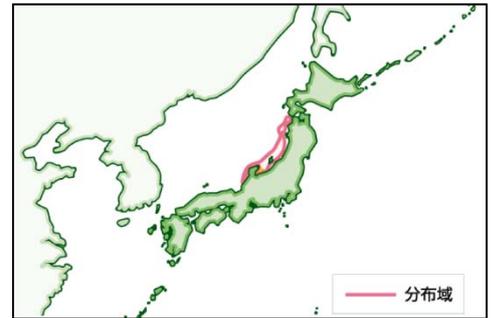
1) -5-5 マダラ日本海系群 増殖シナリオ

【マダラ日本海系群について】

マダラはタラ目タラ科に属する魚類

学名：*Gadus macrocephalus*

英名：Pacific cod



(1) 生活史や分布、魚礁性等について整理 (図 e-(2)-40 の①)

(出典：平成 30 年度マダラ日本海系群資源評価書ダイジェスト版)¹⁾

【調査手法】

○公表資料の整理

⇒資源評価報告書を中心に、資源動向、魚礁性、生活史、生息域・分布状況、食性、増殖の課題(ポイント)等についてとりまとめを行った。

○必要に応じ専門家へのヒアリングを実施

図 e-(2)-81 マダラ日本海系群分布域

(1)-1. 生活史について

○年齢・成長

・体調 50cm 台のサイズとなるまでの成長率が高く、一年で 10cm 以上成長する。

・寿命は 10 歳程度と考えられている。

○産卵生態

・雄は 40cm 以上、雌は 50cm 以上で成熟する。

・成熟年齢は 3~4 歳。

・産卵期に浅い海域へ移動し、泥底、砂泥底、礫砂底、礫底で産卵する。

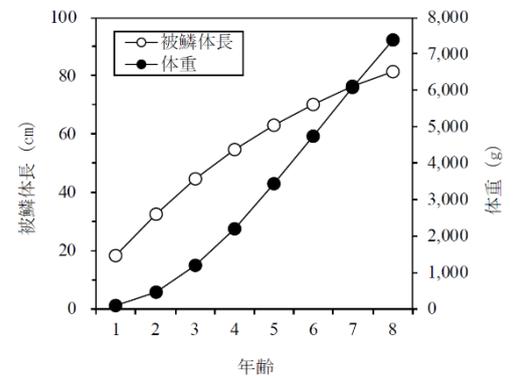
・石川県能登島周辺では水深 16~100m の海底で卵が確認されている³⁾。

・2月に能登島沖水深 100m 以浅の富山湾海底で受精卵が認められ、3~4月にその付近と七尾湾北湾で浮遊期仔稚魚が認められ、4月下旬~5月に七尾湾北湾で着底稚魚が出現した⁴⁾。

・飼育実験により、産卵は一回の抱卵で完了となることが判明した。

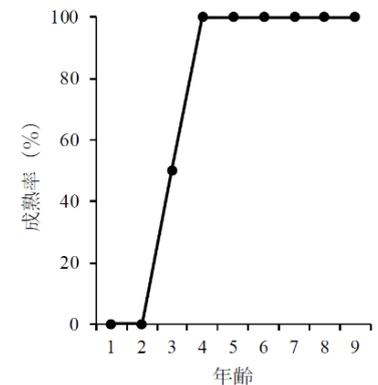
・産卵数は 80~500 万粒と魚体サイズで大きく変化する。

・産卵場への回帰性が強いと考えられている。



(出典：平成 29 年度マダラ日本海系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-82 マダラ年齢と成長



(出典：平成 29 年度マダラ日本海系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-83 マダラ年齢と成熟

○適水温

・通常は 3~6℃、産卵時は 5~9℃、仔魚期は 7~8℃⁵⁾。

○索餌

・未成魚、成魚ともに魚類、頭足類、甲殻類(エビ類)を摂餌する。

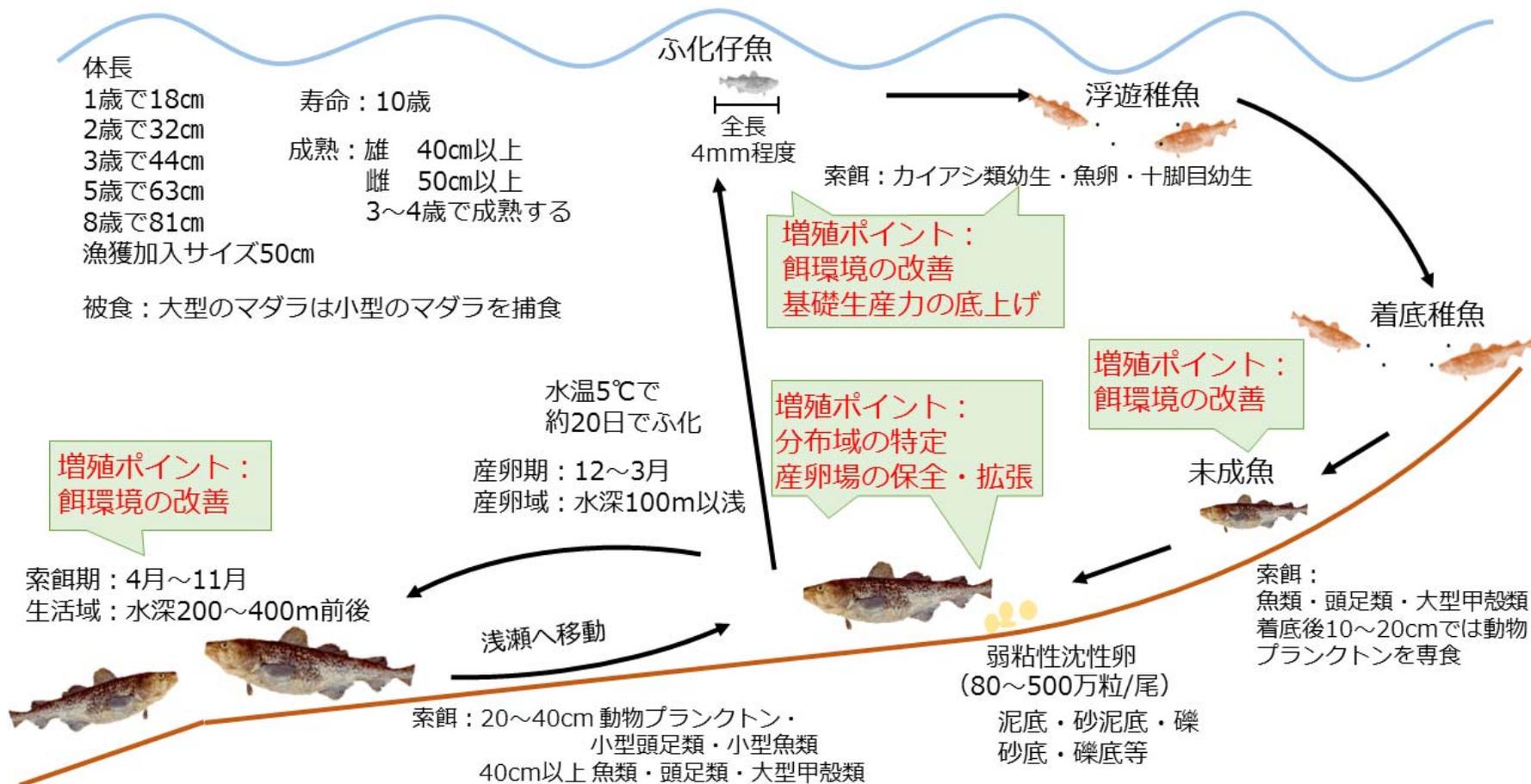
・成長によって食性が変化する。

・着底後 10~20cm では動物プランクトンを専食し、20~40cm では動物プランクトン、小型頭足類、小型魚類、40cm 以上魚類、頭足類、大型甲殻類を摂餌する。

・大型のマダラは小型のマダラを捕食する。

※ 出典は巻末の引用文献を参照

マダラ（日本海系群）生活史 概略図



(出典：H29年度マダラ日本海系群の資源評価²⁾及び専門家ヒアリングを基に事務局で作成)

図 e-(2)-84 マダラ生活史概略図

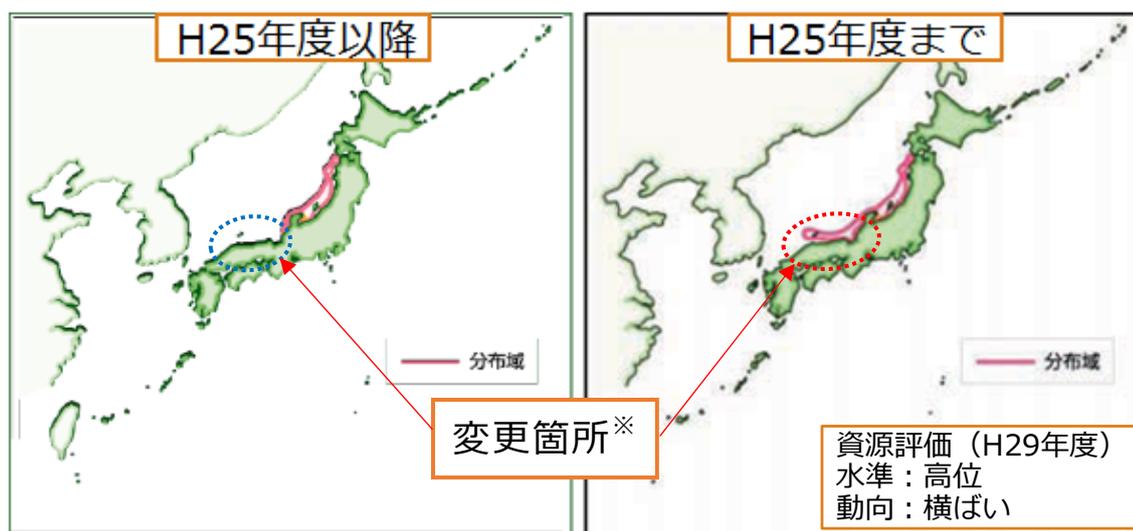
(1)-2. 分布状況

○分布・回遊

- ・青森県の日本海側沖合から能登半島周辺の海域にいたる水深 200～400m 前後に未成年魚及び成魚が分布している²⁾。
- ・石川県能登半島周辺海域では主に水深 200～400m に分布し、冬季には成熟魚が富山湾側の 100m 以浅に分布する⁴⁾。
- ・回遊・集団行動に関する知見は少ないが、海外の研究事例ではマダラの水平的な移動、回遊範囲は狭いと報告がある⁶⁾。
- ・大型の個体は、根付きになる個体もいれば回遊性の高い個体もいる。

○その他

- ・隠岐諸島周辺（水深帯不明）では未成年魚（1～3 歳）が多く分布していることが知られている⁷⁾。
- ・福井県～島根県沖に分布するマダラは、韓国近海に産卵場を持つ群れである可能性が高いため、H25 年度以降は本系群に含んでいない（図 e-(2)-85）²⁾。



（出典：H29 年度マダラ日本海系群の資源評価）²⁾

図 e-(2)-85 マダラ日本海系群分布域

(1)-3. 魚礁性について

マダラは浮遊期、産卵期以外は日本海沖合の水深 200～400m 前後に分布する魚で、魚礁性については、図 e-(2)-87 及び既往文献により Type-I ～ II に分類される。

- マダラは魚礁に接触することは少ないが、魚礁に極近い所に位置する種 (Type-II) とされている (図 e-(2)-87)。
- 兵庫県津居山沖の水深 282～306m に設置された、ズワイガニを対象とした人工魚礁の魚礁単体内で定位するのが確認されている (図 e-(2)-86)²⁰⁾。
⇒ Type-I

(参考 北海道系群の魚礁性)

- 水槽実験から魚礁には密着しないが、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告がある⁸⁾
⇒ Type-II
- 北海道周辺海域での調査結果から、マダラは魚礁性指数が比較的高い魚と位置づけられている⁹⁾
⇒ Type-II
- 北海道網走地区 (水深 47m) や常呂地区 (水深 84～86m)、松前地区 (水深 79～92m)、島牧地区 (水深 204～218m)、鴛泊地区 (水深 78m) の観察で、魚礁にマダラの蛸集を確認。
⇒ Type-I または Type-II



図 e-(2)-86 魚礁単体内で定位するマダラ²⁰⁾

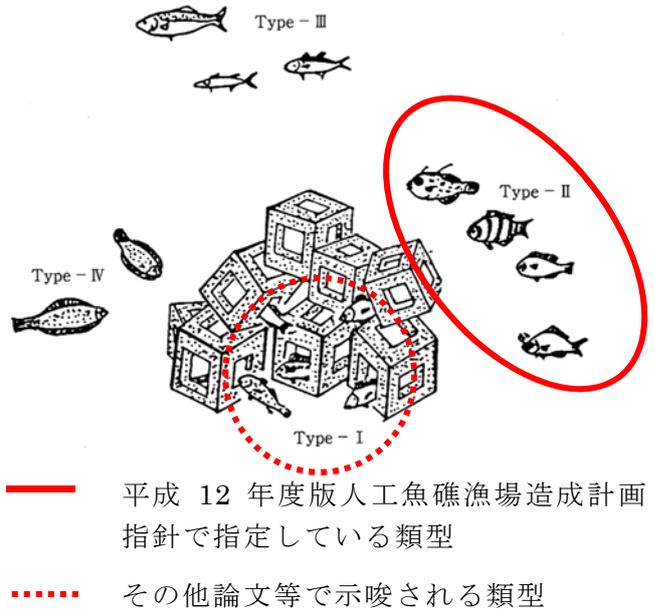
I型：魚礁に体の大部分，もしくは一部を接触させている種
 アイナメ，カサゴ，クジメ，オコゼ，マダコ等

II型：体を魚礁に接触させることは少ないが，魚礁に極く近い所に位置する種
 マダイ，チダイ，イシダイ，メバル，クロソイ，イサキ，メジナ等

III型：主として魚礁から離れた表中層に位置する種
 プリ類，マグロ類，カツオ類，アジ類，サバ類，シイラ等

IV型：主として魚礁周辺の海底に位置する種
 ヒラメ，カレイ類，アマダイ，シロギス，カジカ等

	魚種名	北海道区	太平洋北区	太平洋中区	太平洋南区	瀬戸内海区	東シナ海区	日本海西区	日本海北区
I型	カサゴ			○	○	○	○	○	○
	クロソイ	○	○					○	○
	アイナメ	○	○	○		○		○	○
	アラ			○	○				
	イシナギ			○					○
	ハタ類			○	○	○	○	○	○
II型	タコ類	○	○	○	○	○	○	○	○
	マダラ	○	○	○	○	○	○	○	○
	メバル	○	○	○	○	○	○	○	○
	スズキ			○	○	○	○	○	○
	ムツ			○	○	○	○	○	○
	クロダイ			○	○	○	○	○	○
	イサキ			○	○	○	○	○	○
	マダイ		○	○	○	○	○	○	○
	チダイ		○	○	○	○	○	○	○
	キダイ			○	○	○	○	○	○
	イシダイ			○	○	○	○	○	○
	イトヨリ			○	○	○	○	○	○
	カマス			○	○	○	○	○	○
	イカ類		○	○	○	○	○	○	○
III型	イワシ類			○	○	○	○	○	○
	アジ類		○	○	○	○	○	○	○
	ブリ類		○	○	○	○	○	○	○
	ボラ類			○	○	○	○	○	○
	サバ類			○	○	○	○	○	○
	カツオ類			○	○	○	○	○	○
	マグロ類			○	○	○	○	○	○
IV型	アナゴ類		○	○	○	○	○	○	○
	ホウボウ			○	○	○	○	○	○
	アマダイ類			○	○	○	○	○	○
	ヒラメ	○	○	○	○	○	○	○	○
	カレイ類	○	○	○	○	○	○	○	

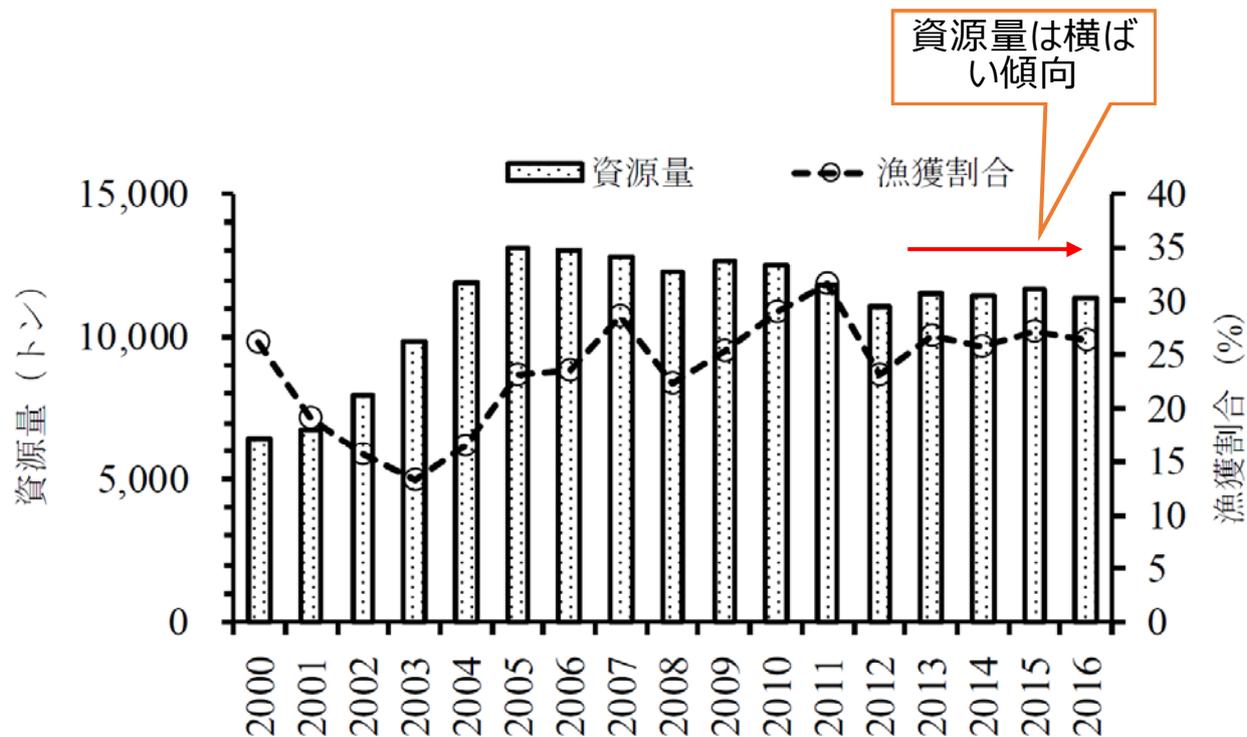


(出典：平成 12 年度版人工魚礁漁場造成計画指針) 11)

図 e-(2)-87 魚礁における魚群分布様式の類型

(1)-4. 長期的な漁獲量・資源量の傾向

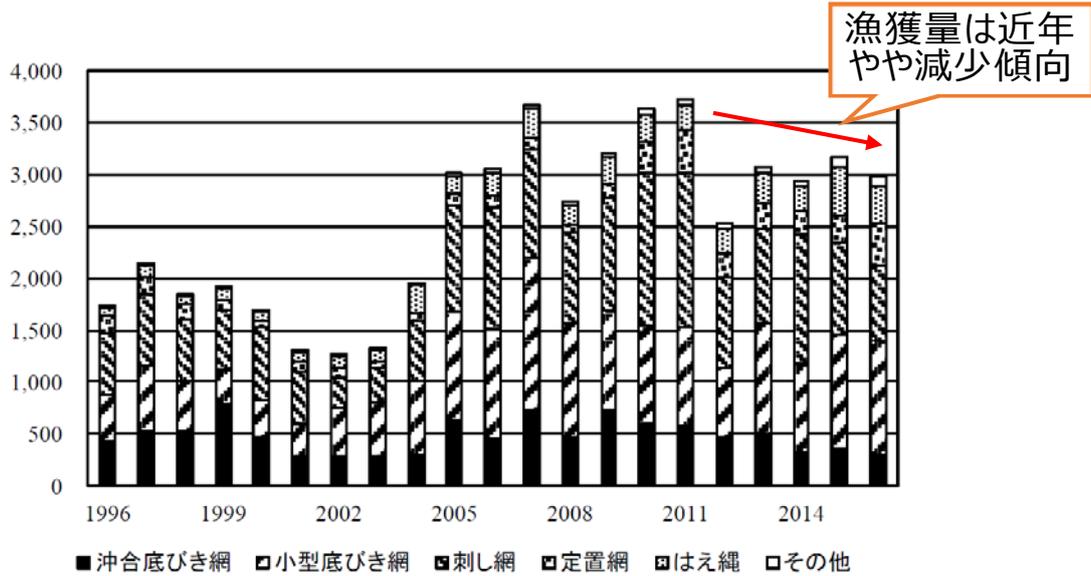
- 資源量は 2000 年から 2005 年にかけて増加し、2012 年にやや減少し、以降横ばい傾向で、高位である（図 e-(2)-88）。
- 親魚量と加入量の明瞭な再生産関係はみられないが、再生産成功率は 2003 年以降（2014 年を除く）安定している（図 e-(2)-88）。
- 親魚量が最低値であったが、比較的良好な加入が生じた 2000 年の結果から 36,000 トンを資源維持の最低レベルの Blimit とし、現状の親魚量は上回っている。



(出典：H29 年度マダラ日本海系群の資源評価) ²⁾

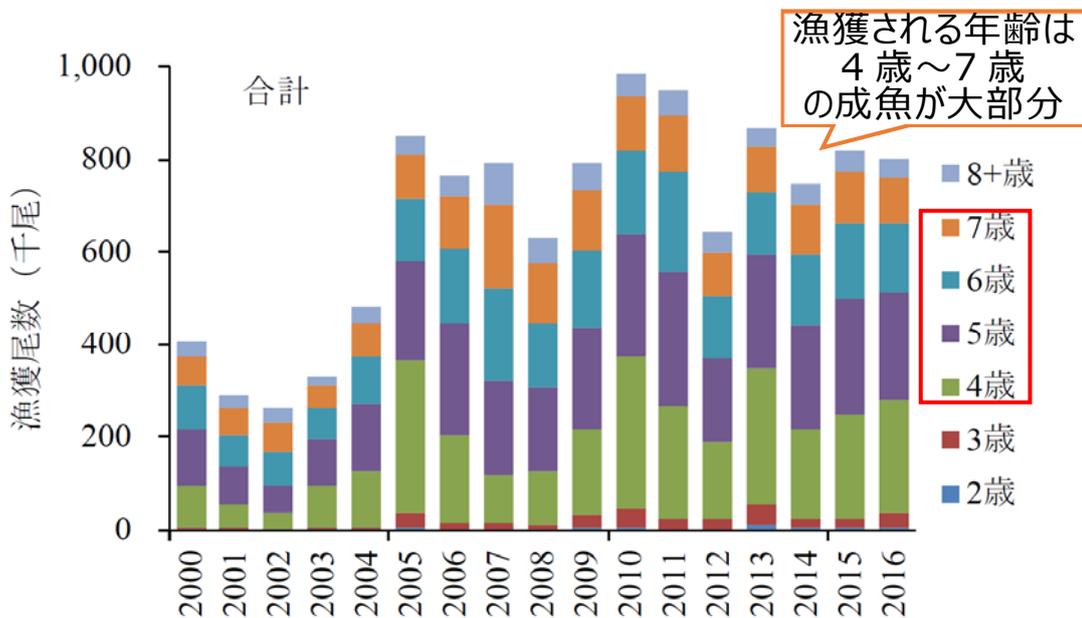
図 e-(2)-88 マダラ日本海系群の資源量と漁獲割合の推移

- 日本海でのマダラ漁獲は、底曳き網、刺し網によるものが多い（図 e-(2)-89）。
- 漁獲の主体は 4～7 歳魚であり、0～3 歳魚の漁獲量は全体の数%以下である（図 e-(2)-90）。
- 県別漁獲量統計によれば、漁獲量は 1990 年代から 2000 年代半ばまでは 1,000～2,000 トンの間と低迷期であり、漁獲の主体は青森県と秋田県であった（図 e-(2)-91）。
- 2004 年に漁獲量が急増し、全体の漁獲量に占める石川県の漁獲割合が高い（図 e-(2)-91）。
- 近年では 2011 年の 3,700 トンを最高に、以降は減少傾向にある（図 e-(2)-89）。



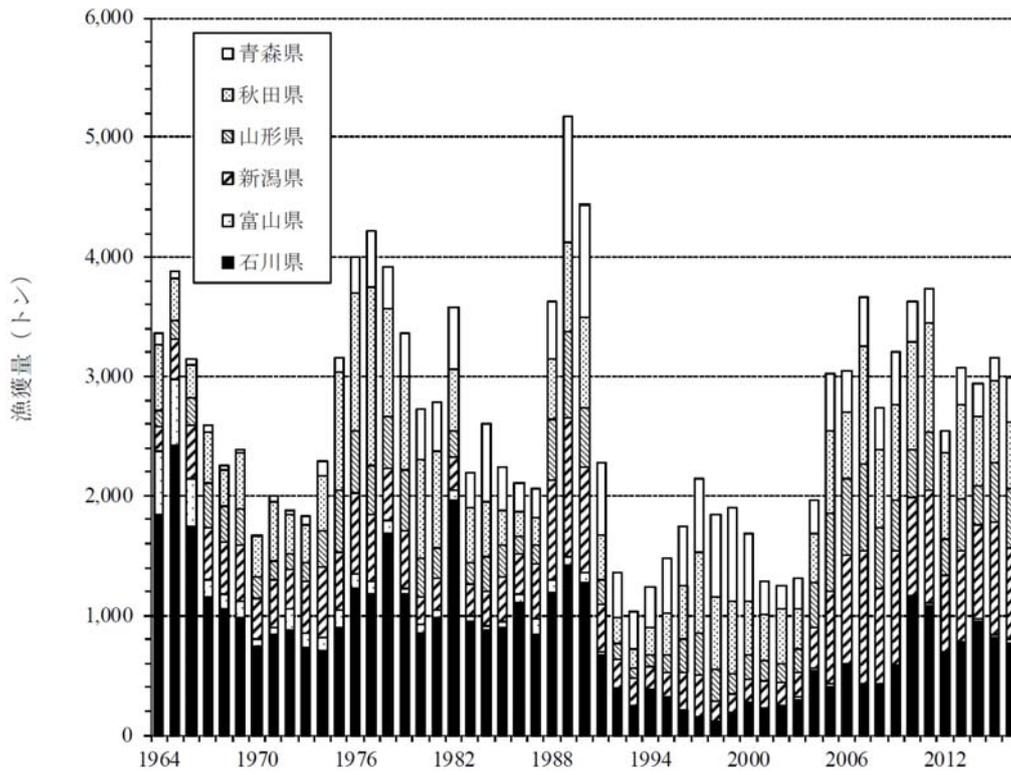
（出典：H29 年度マダラ日本海系群の資源評価）²⁾

図 e-(2)-89 マダラ日本海系群の漁業種類別漁獲量の経年変化



（出典：H29 年度マダラ日本海系群の資源評価）²⁾

図 e-(2)-90 年齢別漁獲尾数の推移



(出典：H29年度マダラ日本海系群の資源評価)²⁾

図 e-(2)-91 マダラ日本海系群の漁獲量の経年変化

(1)-5. これまでに実施されてきた資源管理対策

日本海系群には以下の資源管理対策が実施されてきた。

- 北海道と青森県で魚種別資源管理の対象とされ、青森県、秋田県など7県で漁業種類別資源管理の対象とされている¹²⁾。
- 日本栽培漁業協会能登島事業場では、1983年以來、能登島周辺海域に來遊するマダラ資源を対象とした栽培漁業技術開発に取り組み、1993年には9.2万尾、1994年には4.3万尾の人工種苗を5月中旬に七尾湾北湾の南岸に放流している⁴⁾。
- 平成28年1月からTAC管理導入に係る調査を実施¹³⁾。

(2)各成長段階の増殖の考え方 (図 e-(2)-40 の②、③)

【調査手法】

公表資料を基に課題の抽出及び対策の検討

⇒H30年度マダラ日本海系群の資源評価報告書(ダイジェスト版)やH29年度マダラ日本海系群の資源評価報告書及びその他論文等から課題を抽出し、とりまとめを行った。

⇒資源評価報告書や同じ魚礁性を持つ他魚種の水産環境整備マスタープランの事例、その他論文等から対策を検討し、とりまとめを行った。

⇒水温等の海洋環境を制御するのは難しいため、0~3歳の未成魚の保護、および産卵群の保護を検討する。また、マダラは生活史を通して表層浮遊期、浅場海域、深場海域と鉛直方向の移動を考慮することが必要である。

【卵】

卵は、直径1mmほどの弱粘性沈性卵であり、1回に80万~500万粒が産卵される。産卵場は局所的に分布しているとされているが、石川県能登島周辺(水深16~100m)と富山湾(能登島沖水深100m以浅)以外では分布域の詳細が判明していない。

⇒魚礁の設置による産卵場の保護・保全を行うことや、産卵場に適した底質(泥・砂泥・礫砂・砂・礫)への改善が考えられる。なお、産卵場は、既存の範囲では判明しているが、詳細が不明であるため、分布域の特定を行うことが必要である。

【仔稚魚】

仔稚魚期は餌密度の高い所で生残率が高くなる²³⁾ことから、餌環境を改善し、餌密度をいかに増加させるかが課題と考えられる。七尾湾北湾及び湾外で採取されたマダラ稚魚の胃内容物調査では、枝角目、カイアシ亜綱、端脚目の各成体、十脚目の遊泳亜目の成体、モエビ目などの幼生、オキアミ科の幼生や仔魚を摂餌していることが確認されている⁴⁾。

⇒このステージの魚礁性は不明であるが、生残率改善のための餌環境の改善が効果的と考えられる。特に海底への定着前の浮遊期は表・中層(水深帯は不明)で生息する可能性があり、表層でのプランクトン類を増加させる餌環境の改善が有効と考えられる。また、本系群での実績は無いが、稚魚の放流による資源増加の可能性も考えられる(北海道系群の陸奥湾産卵群で実績あり)。

【未成魚】

生残率をより向上させるため、現状の漁獲圧は低い、現状の漁獲圧を維持し、餌環境を改善させることが課題と考えられる。

⇒現状の漁獲圧維持のため、魚礁の設置により漁獲を制限させるハード対策や資源管理によるソフト対策が有効と考えられる。このステージは魚礁性 Type-I または Type-II と考えられ、北海道系群のマダラの事例では、飼育水槽実験では高さのある構造物は回避、流れに向う、あるいは定位する性質があるとの報告があることから⁶⁾、魚礁整備に効果があると考えられる。また、生残率改善のため海底近傍での餌料生物を増加させる餌環境の改善が効果的と考えられる。マダラは魚類、甲殻類、頭足類、貝類と幅広く摂餌することから、これらの餌生物を蝟集させることで、餌環境の改善が期待できる。

【成魚】

未成魚と同様に餌環境の改善、及び産卵予備群の保護のため漁獲圧の低減は効果があると考えられる。日本海西部では産卵期の水温変動の影響が産卵に影響を及ぼすとの報告¹⁹⁾があり留意が必要である。

⇒未成魚と同様な対策が効果的と考えられる。

【産卵親魚】

産卵親魚を保護するためには、産卵場の保全や拡張は効果があると考えられる。

⇒石川県能登島周辺と富山湾以外では、産卵場の分布詳細は不明であり、特定を行う必要がある。特定した範囲から、産卵場周辺に魚礁を設置することにより、産卵親魚の保護及び産卵場の保全が可能であると考えられる。また、産卵場同様の底質環境（弱粘性浮性卵の定着に適した環境）を覆砂や海底耕耘により造成し拡張することで、増殖効果が期待される。

(3)適用可能な漁場整備技術を検討（図 e-(2)-40 の④、⑤）

【調査手法】

○既存の整備技術情報の収集

⇒他系群で既に行われている、水産環境整備事業及び水産庁海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方検討会資料等を収集整理し、とりまとめを行った。

○必要に応じ専門家からのヒアリング

⇒魚礁メーカー等民間企業からヒアリングを実施した。

(3)-1. 大水深域への既存技術の適用事例

○既存のマダラを対象とした従来型沈設魚礁は、成魚期の生息水深 200～400m に対して北海道系群の北海道日本海海域で水深 200m の海底に大型の従来型沈設魚礁を 9 基、小型の魚礁を 189 基投入した実績がある^{21,22)}。マダラは夏場に水深 200m 周辺で底生生活を送り、冬場の産卵期には浅瀬へと移動することと、漁業の混獲等から保護することを考慮した、水深 200m での従来型沈設魚礁の施工実績があるため、大水深域への適用は可能と考えられる。

○マダラを対象とした実績は無いが、仔稚魚の生息水深である表・中層（生息水深は不明）の餌環境を改善させるために、マウンド礁設置による基礎生産力の底上げは有効と考えられる。マウンド礁は水深約 150m に設置された施工実績があり、大水深への適用は可能と考えられる。

(3)-2. 成長段階ごとに適用可能な漁場整備技術

マダラ日本海系群の成長段階ごとの生息環境と、それに合わせた考え方の概略を表 e-(2)-37 に、適用可能な漁場整備を表 e-(2)-38 に示す。

なお、既存事例では、水深 200m 程度の海底への設置が最大であることから、これを超える水深については、新しい発想や検討が求められる。

表 e-(2)-37 マダラ日本海系群の特徴と対策

魚種	マダラ				
系群	日本海系群				
発達段階	卵	仔稚魚	未成魚	成魚	産卵親魚
分布域	青森県の日本海側沖合から能登半島周辺の海域*1				
大きさ	径1mm前後*2 弱粘性 沈性卵*1 水温5°Cの場合、約20日 で孵化*3	ふ化直後の仔魚：全長 3.5~4.2mm*4 稚魚：体長12mmくら いから*4	体長（未成魚）：20cmくらいから*4 体長(成魚)： 1歳 18cm 2歳 32cm 3歳 44cm 4歳 55cm 5歳 63cm 8歳 81cm*1		
成長	水温5°Cで20日前後で孵 化*2	成熟：体長 雄 40cm以上 雌 50cm以上（推定 3~4歳）*1 寿命：10歳*1 体長50cmになるまでは1年に10cm以上成長する*1			
餌料	—	カイアシ類幼生・魚 卵・十脚目幼生*1 着底後10-20cm：動物 プランクトンを専食	魚類・頭足類・甲殻類 （エビ類）*1 20~40cm：動物プラン クトン・小型頭足類・ 小型魚類	魚類・頭足類・甲殻類（エビ類）*1 40cm以上：魚類、頭足類、大型甲殻類	
被食	大型のマダラによる小型個体の捕食*7				
水温	3~8°C		2~4°C*2		産卵時：5~9°C*4
好適値/限界値	/2~14°C*3	/~12°C*5	/		
水深	100m以浅	10~45m*8 (陸奥湾の情報より)	200~400m*1		100m以浅
移動・回遊	流氷の影響のない海域では産卵と索餌のための限定された深浅回遊を行う（根ダラ）*6 産卵場への回帰性が強い*2 大型の個体は、根付きになる個体もいれば回遊性の高い個体もいる				
魚礁との関連	—		蠣集する*2		
産卵場	成魚の分布域から浅瀬へと移動し、産卵する 局所的に分布 泥底、砂泥底、礫砂底、礫底*1				
産卵期	産卵期：12~3月*1				
産卵行動	1回の放卵で完了する*1 1回で200~300万粒産卵する*2 80~500万粒で魚体サイズで大きく異なる				
漁獲	漁期：9月~翌6月（沖底・小底）、周年（刺網・定置網） 主漁期：1~3月（産卵期） 産卵親魚が漁獲の主対象であり、未成魚の漁獲は少ない*7				
漁法	沖合底びき網（沖底）、小型底びき網（小底）、刺網、定置網、はえ縄 および釣り等により漁獲される。 沖底と小底の底引き網が漁獲量の全体の約5割程度を占め、刺網と定置網 が4割程度を占めている*7		刺網では5~7歳魚の漁獲が主体であり、底びき網も 含めて全体で見ると4~7歳魚が多く漁獲された*1		
増殖ポイント	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	餌環境の改善	餌環境の改善	分布域の特定 産卵場の保全・拡張
対策	沈設魚礁 底質環境改善	マウンド礁	沈設魚礁		

*1 平成29（2017）年度マダラ日本海系群の資源評価報告書²⁾

*2 (社)全国沿岸漁業振興開発協会(1993) 平成4年度 特定魚種漁場整備開発調査-マダラ調査報告書-⁸⁾

*3 服部努 (1994) マダラの成長、成熟および繁殖生態に関する研究。北海道大学学位論文¹⁾⁴⁾

*4 (社)国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告⁵⁾

*5 森岡ら (2002) 七尾湾北湾とその沖におけるマダラ稚魚の生息上限水温と食性⁴⁾

*6 菅野ら (2001) 東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造¹⁾⁵⁾

*7 平成30 (2018) 年度マダラ日本海系群の資源評価報告書 ダイジェスト版

*8 高津哲也 (1998) 陸奥湾におけるマダラGadus macrocephalusの初期生活史に関する研究

表 e-(2)-38 マダラ日本海流系群の増殖の考え方（案）

成長段階	考え方（案）	漁場整備による対策
卵	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・マダラの卵は水深 100m 以浅に局所的に分布する と考えられており、産卵場への回帰性が強いこと から、同様の底質環境（弱粘性浮性卵の定着に適 した環境）を覆砂や海底耕耘により改善・拡張す ることで、増殖効果が期待できる。
仔稚魚	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	・仔稚魚期は表・中層を浮遊していると考えられ る。また、カイアシ類等プランクトン類、甲殻類 の卵を索餌するため、マウンド礁を整備すること により表・中層域に栄養塩を供給し、プランクト ン類を増殖させることにより餌環境の改善が期待 できる。
未成魚	餌環境の改善	・未成魚期、成魚期は水深 200～400m に生息してい る。この時期は、魚礁性があることから、未成 魚、成魚、産卵予備群の生息海域への魚礁の設置 や餌環境の改善に資する漁場整備（沈設魚礁）が 有効である。
成魚	餌環境の改善	
産卵親魚	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	・本系群では水深 100m 以浅に産卵親魚が分布して いると考えられており、魚礁性があることから、 産卵場周辺への魚礁の整備が有効であると考えら れる。

(4) 大水深域の漁場整備の方向性（案）（図 e-(2)-40 の⑥）

(1)～(3)の整理・検討により、マダラの増殖を目的とした漁場の整備に当たっては、ターゲットとする成長段階に応じて、必要な効果を発現できる漁場の施設の構造を選定することが重要である。

具体的には、仔稚魚段階～成魚段階のマダラ増殖のためには、餌環境の改善が有効であると考えられることから、成長段階に応じた餌を増殖できる施設を選定する。

この際、基礎生産力の底上げを目的とする場合はマウンド礁が、また、魚礁性が認められる段階では魚礁の整備が有効である。

また、施設構造の選定に当たっては、魚礁の効果発現が局所的であるのに対し、マウンド礁の効果範囲が比較的広域であること、また、150m を超える水深帯での漁場整備の事例が少ないこと等に留意する。

表 e-(2)-39 漁場整備の優先度（案）

対策	成長段階	効果	優先度
従来型沈設魚礁	仔稚魚期	×	高
	未成魚期	○	
	成魚期	○	
マウンド礁	仔稚魚期	○	低
	未成魚期	×	
	成魚期	×	

○従来型沈設魚礁の設置

⇒ 餌生物の蝸集

⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待

○マウンド礁の設置

⇒ 乱流が発生

⇒ 栄養塩類の有光層への供給

⇒ 基礎生産力の底上げ

⇒ 餌環境が改善

⇒ 仔稚魚期で増殖効果が期待

(5) 大水深域での漁場整備の課題

○仔稚魚期の短い期間は、表・中層で浮遊生活をするため（生息水深は不明）、表・中層付近への効果を考慮したマウンド礁の設置が考えられるが、効果的な整備には仔稚魚の分布域、遊泳水深を明らかにする必要がある。

○マウンド礁の設置に関しては、乱流を起こし、下層栄養塩を有光層へ供給することになるため、ある程度の流れが必要であり、適地選定の際には流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効と考えられる。一方、水深が深くなるほど造成規模が大きくなるため、施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題である。

○保護育成のための従来型沈設魚礁の設置に関しては、海域環境特性や地形、操業形態などを十分把握して決定することが必要であり、適地選定の際にはその海域での漁法や流況、地形地質、水質等の詳細な情報が必要となる。従って、沖合底曳網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域でこれら魚礁の適用が有効と考えられる。

○マダラは各成長段階での適水温が異なり、温度による影響が異なることが予想されるため、各成長段階の詳細な分布を把握する必要がある。特に産卵期の水温は産卵数に影響を及ぼすため、整備技術を適用する海域を選定する際には、流況や水温等の海域環境の変動が少ない安定した海域が有効と考えられる。流況、水温分布情報については FRA-ROMS や JADE2 のデータ利用、海底地形や海底面底質については公開されている地図情報の利用が考えられる。

○魚礁を設置することにより、蝸集、餌環境の改善、漁獲からの保護が期待できる反面、マダラ、特に仔稚魚を餌とする捕食者も増えてしまう可能性が考えられる。

【マダラ 3 系群（北海道系群・太平洋北部系群・日本海系群）の取りまとめ表】

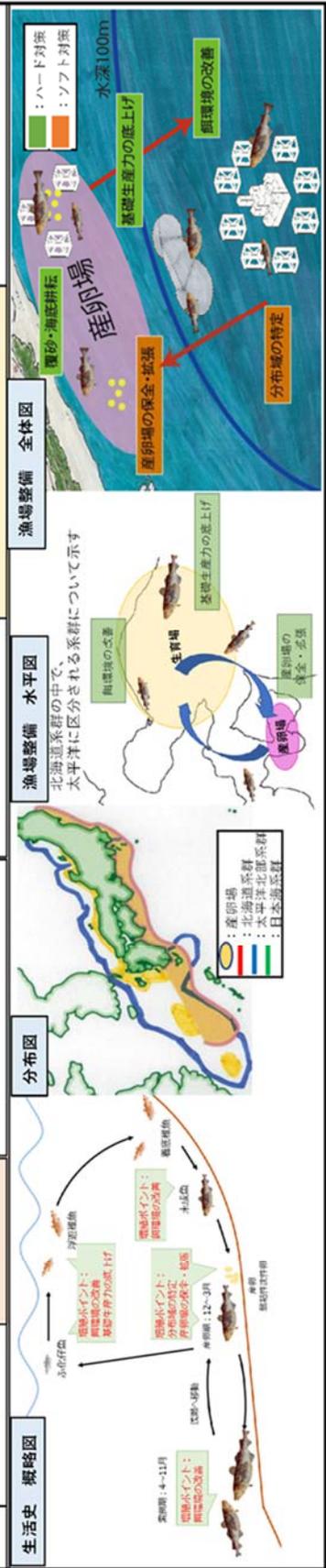
マダラの北海道系群及び太平洋北部系群、日本海系群の増殖の考え方（ポイント）や漁場整備の方向性を取りまとめたものを表 e-(2)-40 に示す。漁場整備に関しては、生活史を踏まえた対策を水平分布で示したものと、ソフト対策も含めた漁場整備を概略図で示した。

また、マダラの北海道系群では陸奥湾の産卵場に関する情報が多いため、水平的な対策を示した概略図では、陸奥湾を例として示した。

表 e-(2)-40 マダラ 3 系群のとりまとめ表

マダラ (北海道系群・太平洋北部系群・日本海系群) : 共通 : 北海道系群 : 太平洋北部系群 : 日本海系群

発達段階	水深好適値/限界値	増殖の考え方(ポイント)	漁場整備技術の検討	大水深域における漁場整備	
				既存技術の適応事例	大水深域の漁場整備の方向性
卵	100m以浅 30~40m (陸奥湾)	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	○卵は浅場で局所的に分布すると考えられており、産卵場への回帰性が強いことから、産卵場同様の底質環境を置換や海底耕耘により改善・拡張することで、増殖効果が期待できる	○マウンド礁 ・下層に栄養塩類が豊富にあり、地形変化が少なく、流速の速い海域でマウンド礁の適用が有効 ・施工の効率性・精度の低下や造成コスト増大が課題	○マウンド礁 ・保護育成のための従来型沈設魚礁 ・漁法や流況、地形地質、海域環境特性等の情報が必要 ・沖合底曳網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域の適用が有効
仔魚	10~45m (陸奥湾)	餌環境の改善 基礎生産力の底上げ	○表・中層を浮遊し、プララクトン類、甲殻類の卵を索餌するため、マウンド礁により、表・中層域に栄養塩を供給し、プララクトン類を増殖させることにより餌環境の改善が期待できる	○従来型沈設魚礁の設置 ⇒ 餌生物の増集 ⇒ 未成魚期、成魚期で増殖効果が期待	○保護育成のための従来型沈設魚礁 ・漁法や流況、地形地質、海域環境特性等の情報が必要 ・沖合底曳網漁法等の漁獲圧の高い海域や、栄養塩類が豊富にあり地形変化が少ない平坦な箇所が多い海域の適用が有効
稚魚				○マウンド礁の設置 ⇒ 乱流が発生 ⇒ 栄養塩類の有光層への供給 ⇒ 基礎生産力の底上げ ⇒ 餌環境が改善 ⇒ 仔稚魚期で増殖効果が期待	○分布域の特定 ・効果的な整備には陸奥湾以外の仔稚魚の分布域、遊泳水深の情報が必要
未成魚	550m以浅の大陸棚及び大陸棚斜面部水域 40~550m (産卵回避期以外)	餌環境の改善	○魚礁性があることから、未成魚、成魚、産卵子魚群の生息海域への魚礁の設置や餌環境の改善に資する漁場整備(沈設魚礁)が有効である		
成魚	200m以浅 (夏季~秋季) 200m~400m				
産卵親魚	100m以浅 60m (日本海能登島沖)	分布域の特定 産卵場の保全・拡張	○陸奥湾では水深60m程度に産卵親魚が分布していると考えられていること、また魚礁性があることから、産卵場周辺への魚礁の整備が有効である		



2) 検討会の設置

2) -1 資源・生態 WG 及び整備技術・効果 WG の開催

有識者及び専門家による資源・生態 WG 及び整備技術・効果 WG の2つを開催した。第1回 WG は平成30年6月21日に、第2回 WG は平成31年1月30日に開催した。また、適宜メールにより WG 内で議論を行った。

【第1回資源・生態、整備技術・効果 WG】 平成30年6月21日 開催



図 e-(2)-92 第1回 WG 開催模様

【第2回資源・生態、整備技術・効果 WG】 平成30年1月30日 開催



図 e-(2)-93 第2回 WG 開催模様

2) -2 検討会の開催

WGメンバー及び発注者を含む検討委員による検討会を開催し、WGにより抽出された本課題の課題や問題点について解決策を提示し、検討委員会での議論を行った。その結果を本年度の成果として、取りまとめた。

第1回検討委員会は平成30年11月2日に、第2回検討委員会は平成31年2月13日に開催した。

【第1回検討委員会】 平成30年11月2日 開催



図 e-(2)-94 第1回 検討委員会 開催模様

【第2回検討委員会】 平成31年2月13日 開催



図 e-(2)-95 第2回 検討委員会 開催模様

f. 今後の課題

(1) 整備効果の定量的な評価手法の開発

日本海西部水域の保護育成礁を対象とした整備効果の推定については、漁業情報 DB の全ての情報を使用した解析はデータ数が非常に多い。また各魚種別に全ての漁区や時期に漁獲が行われているわけではない。このようなことから、推定精度の向上のため、以下の①、②を行う。すなわち、①魚種別に漁獲特性を考慮した漁業情報 DB からのデータの抽出、②作成された多数のモデルからより現実に近い最適モデルの選択である。また、長崎県海域の魚礁の整備効果を推定するための統計モデルの作成を行う必要がある。

(2) 大水深域における今後の漁場整備の方向性の検討

本年度は、マアジ・マダラについて検討を行ったが、マアジ・マダラ以外の TAC・TAE 対象種等（18 種 34 系群）について、増殖シナリオ及び大水深域における今後の漁場整備の方向性は、明らかになっていない。また、浮魚礁の増殖・増肉効果の分析に当たっては、現地調査の検証データが不足している。

g. 引用文献（課題 2）

【1）-3 大水深域での漁場整備に適用する土木技術の整理】

1. 城戸誠司, 高原裕一, 浅見能章, 松本弘, 栗原史良, 稲田勉. 排他的経済水域における湧昇マウンド礁造成技術. 沿岸域学会誌 2012; **25**(3): 65-74.
2. 伊藤靖, 松本卓也, 三浦浩, 田中浩生, 吉田司, 中村憲司, 芝修一, 當舎親典, 吉川彰. 平成 23 年度水産基盤整備調査委託事業 湧昇マウンド礁整備による漁業生産活動に及ぼす影響把握調査. 水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ.
http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp, (参照 2018-08-27)
3. 武田真典, 吉塚靖浩, 岡野崇裕, 高野聖之, 岡野隆行, 本田陽一, 鈴木達雄. 人工海底山脈による鉛直混合現象の実態把握. 土木学会論文集 B3(海岸工学) 2014; **70**(2): I169-I174.
4. 坂本守, 黒台昌弘, 黒澤慎太郎, 山口芳範. 人工海底山脈構築における施工管理. 土木建設技術発表会 概要集. 2011, p. 258-263.
5. みやざきの漁港・漁場 2016.
<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/gyokogyojo/shigoto/suisangyo/miyazaki-no-gyoko.html>
6. 吉野真史, 伊藤靖, 菅崇, 八木宏, 山本潤, 中山哲巖. マウンド礁周辺における流動及び水塊構造に関する現地観測. 土木学会論文集 B2(海岸工学) 2015; **71**(2): I445-I450.
7. 水産庁平成 27 年度事業説明資料（事後評価）・（水産関係公共事業の期中の評価）. 2015.
8. 中村隆, 岡貞行, 山本竜太郎, 柳瀬知之, 浅川典敬, 中川良文. 沖合漁場整備の政策的意義と技術的課題. 日本水産工学会誌 2008; **45**(1): 67-74.
9. 伊藤靖, 松本卓也, 三浦浩, 田中浩生, 吉田司, 中村憲司, 芝修一, 當舎親典, 吉川彰. 平成 23 年度水産基盤整備調査委託業務湧昇マウンド礁整備による漁業生産活動に及ぼす影響. 水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ.
http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp, (参照 2018-08-15)
10. 吉野真史, 伊藤靖, 八木宏, 中山哲巖, 菅崇, 澤田竜美, 本田耕一. 五島西方沖地区マウンド礁の整備効果. 調査研究論文集 2013; (24): 61-67.
11. 伊藤靖, 寺島知己. マウンド漁場高層魚礁による沖合漁場の開発. 調査研究成果発表論文集. 水産物の安定供給と豊かな海との漁村の再生に向けて. 一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所. http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun_result, (参照 2018-08-20)
12. 伊藤靖, 中野喜央. 漁場の費用対効果分析基礎調査 人工魚礁効果の検討. 水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ.
http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp, (参照 2018-08-20)
13. 一般財団法人. 水産土木技術センター編. 積算技術情報資料(2017 年度版). 2018.
14. 矢野和成, 小菅丈治. 大型耐久性浮魚礁と小型浮魚礁の相互作用によるマグロ・カツオ類の滞留効果向上に関する調査. 2006.
15. 伊藤靖. 人工魚礁における有用魚介類の蝟集と増殖機能に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 北海道. 2014.

16. 間辺本文, 菅原吉浩, 本田耕一, 澤田竜美, 浅見能章, 塚本邦芳, 伊藤靖, 三浦浩. ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁 (日本海西部地区) の効果. 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 2014; **70**(2): 1056-I_1061.
17. 水産庁. “直轄漁場整備マニュアル (案) ～ズワイガニ・アカガレイ増殖場編～”. 直轄漁場整備事業.
http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/sub39.html
18. 永岩拓馬. “表層型浮魚礁 (土佐黒潮牧場) の計画と設計”. 第 16 回高知県建設技術研究発表会, 2016
19. “土佐黒潮牧場設置位置情報”. 2015
20. 伊藤靖, 三浦浩. “沖合漁場整備における水産資源の培養及び増養殖機能に関する調査のうち水産基盤整備におけるカツオ・マグロ等の増殖可能性調査”. 水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ.
http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp
21. 和歌山県. 浮魚礁配置図. 浮魚礁データ公開.
<http://wave.pref.wakayama.lg.jp/gyoshou/>
22. 神奈川県. 浮き相模 1 号から 4 号と城ヶ島南西沖浮魚礁の位置. 浮魚礁は大切な漁業施設です!. <http://www.pref.kanagawa.jp/docs/kb2/cnt/f790/p837075.html>
23. 三重県水産研究所. 熊野灘沖浮魚礁データ速報.
<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/shigen/ukigyo/Hp/>
24. 海上保安庁. 海上構造物.
<http://www6.kaiho.mlit.go.jp/miyazaki/mics/04.senpakukoutsuunoanzen/kouhoutyuuujikou/umisachi/kaiyoukouzoubutu.html>
25. 水産庁. フロンティア漁場整備事業について～国が施工する漁場整備事業～. 「漁港・漁場・漁村・海岸」関係予算 (概算) 要求説明会資料. 2007
26. 水産庁. “新たな漁港漁場整備長期計画の構成案について”. 水産政策審議会第 37 回漁港漁場整備分科会会議資料. 水産庁. 農林水産省, (参照 2016-11-01.)
27. 水産庁. “フロンティア漁場整備事業について”. 第 30 回日本海・九州西広域漁業調整委員会会議資料. 水産庁, 石垣記念ホール, (参照 2017-11-28.)
28. 岡部株式会社. 中層浮藻場礁
<https://www.okabe.co.jp/marine/product/moba/chusomoba.html>
29. 青森県. H28 青森県事業報告書. <http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5314>
30. 伊藤靖, 吉田司. 人工魚礁における魚類持動研究への超音波バイオテレメトリー技術の適用とその課題. 水産工学 2013; **49**(3): 187-197.
31. 伊藤靖, 大塚浩二, 櫻井謙, 寺島知己. 高層魚礁による沖合漁場の開発. 海洋開発論文集 2005; **21**: 719-724.
32. 伊藤靖, 櫻井謙, 寺島知己. 高層魚礁を用いた蝸集機能に関する一考察, 調査研究成果発表論文集豊かな沿岸域環境創造をめざして, 一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所. 2003
33. Dagorn L.・Freon P. 1999 : Tropical tuna associated with floating objects:a simulation study of the meeting point hypothesis.
Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 56:984-993

34. 沖縄県農林水産部漁港漁場課. 水産環境整備事業とは.
<http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/gyokogyojo/keikaku/suisankankyoku.html>
 .2012-12-28
35. 伊藤靖, 松本卓也. 人工マウンド礁内部の効果範囲および効果の定量化. 調査研究論文集 2011; (22): 97-101.
36. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針. 平成12年度版. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 2000, 226.
37. 全国漁港漁場協会. 「漁港・漁場の施設の設計参考図書」全国漁港漁場協会, 東京. 2015; 788.
38. 水産庁. 平成28年度公共事業の事前評価書. 2016.
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/160901.html>
39. 水産庁. 平成23年度水産関係公共事業の事前評価書. 2012
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h23/jizen/>
40. 坂本守・黒台昌弘・黒沢慎太郎・山口芳範(2011)人工海底山脈構築における施工管理. 土木建設技術発表会概要集. 258-263
41. 長崎県, 社団法人水産土木建設技術センター長崎支所. 平成18年度長崎県北部地区広域漁場整備工事(湧昇効果確認調査委託)報告書. 2007
42. 長崎県, 社団法人水産土木建設技術センター長崎支所. 平成20年度長崎県西部地区広域漁場整備工事(五島西部工区湧昇効果確認調査業務委託)報告書. 2009.
43. 長崎県, 社団法人水産土木建設技術センター長崎支所. 平成21年度長崎県北部地区広域漁場整備工事(対馬東工区モニタリング調査業務委託)報告書. 2010.
44. 長崎県, 社団法人水産土木建設技術センター長崎支所. 平成25年度人工海底山脈整備工事(効果調査業務委託)報告書. 2014.
45. 宮崎県農政水産部漁村振興課, 国際航業株式会社. 平成26年度宮之浦沖合地区宮之浦沖合漁場効果調査観測業務報告書. 2016.
46. 独立行政法人水産総合研究センター, 水産工学研究所. 平成26年度水産工学関係研究開発推進会議水産基盤部会 魚礁機能のメカニズム解明と定量化報告書. 2015
47. 岡本峰雄. 但馬沖中層型浮魚礁周辺の昼間の魚影分布について. 日本水産学会. 1992, 58(7), 1291-1299

【1) -5-1 マアジ太平洋系群 増殖シナリオ】

1. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 30 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価 (ダイジェスト版) マアジ太平洋系群. 水産研究・教育機構. 2018. http://abchan.fra.go.jp/digests2018/html/2018_03.html
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 29 年度 全国資源評価報告会資料マアジ太平洋系群. 水産研究・教育機構. 2017. <http://abchan.fra.go.jp/digests2017/documents/201701slide.pdf>
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 29 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マアジ太平洋系群. 水産研究・教育機構. 2017. <http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201701.pdf>
3. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針. 平成 12 年度版. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 2000, 226.
4. 肥後伸夫. 松材魚礁に関する研究-I 初期の集魚効果について. 南太平洋研究 1997; 18(1): 1-15.
5. 庄司泰雅. 魚礁と魚類の関係-I 九十九里人工礁の魚類とその位置. 千葉県水産試験場研究報告 1986; (44): 13-47.
6. 海洋土木株式会社ホームページ
7. 国立研究開発法人水産研究・教育機構. SH “U” N プロジェクト評価結果マアジ太平洋系群 Ver. 1.0.2. 水産研究・教育機構. 2017. http://sh-un.fra.go.jp/search/report/%E3%83%9E%E3%82%A2%E3%82%B8%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E8%A9%95%E4%BE%A1%E7%B5%90%E6%9E%9C_v102_20170925.pdf#page=52
8. 伊藤靖・寺島和己. マウンド漁場、高層魚礁による沖合漁場の開発. 2005. 漁港漁場漁村総合研究所調査研究成果発表論文集.
9. 水産庁. “わが国周辺の水産資源の現状を知るために”. 水産庁増殖推進部漁場資源課 沿岸資源班. 平成 29 年度報告書 http://abchan.fra.go.jp/index_kouseidoka.html
10. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 29 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マアジ対馬暖流系群. 水産研究・教育機構. 2017. <http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201704.pdf>

【1) -5-2 マアジ対馬暖流系群 増殖シナリオ】

1. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 30 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価 (ダイジェスト版) マアジ対馬暖流系群. 水産研究・教育機構. 2018.
http://abchan.fra.go.jp/digests2018/html/2018_04.html
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 29 年度 全国資源評価報告会資料マアジ対馬暖流系群. 水産研究・教育機構. 2017.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2017/documents/201704slide.pdf>
3. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成 29 年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マアジ対馬暖流系群. 水産研究・教育機構. 2017.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201704.pdf>
4. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針. 平成 12 年度版. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 2000, 226.
5. 吉野真史, 伊藤靖, 八木宏, 中山哲巖, 菅崇, 澤田竜美, 本田耕一. 五島西方沖地区マウンド礁の整備効果. 調査研究論文集 2013; (24): 61-67.
6. 水産庁 (2017) 平成 28 年度水産白書.
7. 伊藤靖. 人工魚礁における有用魚介類の蝟集と増殖機能に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 北海道. 2014.
8. 伊藤靖・寺島和己 (2005) マウンド漁場、高層魚礁による沖合漁場の開発. 漁港漁場漁村総合研究所調査研究成果発表論文集.
9. 水産庁. “日本海西部・九州西海域マアジ (マサバ・マイワシ) 資源回復計画”. 水産庁 分野別情報 資源管理の部屋 資源回復計画 広域資源 (国が作成). http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/index.html. (2018-10-16).
10. 水産庁. “わが国周辺の水産資源の現状を知るために” 水産庁増殖推進部漁場資源課 沿岸資源班. 平成 29 年度報告書
http://abchan.fra.go.jp/index_kouseidoka.html
11. 水産庁. “わが国周辺の水産資源の現状を知るために” 水産庁増殖推進部漁場資源課 沿岸資源班. 平成 27 年度報告書
http://abchan.fra.go.jp/index_kouseidoka.html

【1) -5-3 マダラ北海道系群 増殖シナリオ】

1. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成30年度 我が国周辺水域の漁業資源評価(ダイジェスト版) マダラ北海道系群. 水産研究・教育機構. 2018. http://abchan.fra.go.jp/digests2018/html/2018_30.html
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成29年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マダラ北海道系群. 水産研究・教育機構. 2017. <http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201730.pdf>
3. 北海道(2018)北海道周辺海域における主要魚種の資源評価 <http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>
4. 福田慎作・横山勝幸・早川豊・中西広義(1985)青森県陸奥湾口部におけるマダラ成魚の標識放流について. 栽培技研, 14, 71-77.
5. 北海道(1996)北海道広域漁場整備事業(特定)事業計画策定段階資料、島牧地区
6. (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告. 平成18年度水産基盤整備調査委託事業報告書.
7. 高津哲也. 陸奥湾におけるマダラ *Gadus macrocephalus* の初期生活に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 北海道. 1998.
8. 柳本 卓. 1997~2001年夏期のオホーツク海南西部におけるズワイガニの生物学的特徴と現存量調査結果. 北海道周辺海域における底魚類の資源調査報告書(平成14年度). 2004, 115-131.
9. 成松. マダラの生活史と繁殖生態—繁殖特性の年変化を中心に—. 2006.
10. (社)全国沿岸漁業振興開発協会. 平成4年度特定漁場整備開発調査—マダラ調査報告書—. 1993.
11. 山内繁樹, 横山善勝, 川森晃, 櫻井泉. 魚礁機能の定量化と魚礁性. 水産工学会誌 2010; 47(2): 85-94.
12. (社)全国沿岸漁業振興開発協会. 平成5年度特定漁場整備開発調査マダラ調査報告書. 1994.
13. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針. 平成12年度版. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 2000, 226.
14. 水産庁. マダラの資源・漁業及び資源管理について. 2014.
15. 水産庁. 水産政策審議会 第77回資源管理分科会資料(平成28年5月24日)
16. 森脇晋平. 日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因. 島根県水産技術センター研究報告 2009; (2): 15-18.
17. 服部努. マダラの成長成熟および繁殖生態に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 北海道. 1994.
18. 菅野泰次, 上田祐司, 松石隆. 東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造. 日本水産学会誌 2001; 67(1): 67-77.
19. 水産庁. 北海道南西部地区水産環境整備マスタープラン概要
20. 小田切譲二, 高坂祐樹, 須川人志, 山田嘉暢. 津軽海峡内におけるマダラ稚魚の分布と移動. 青森県水産試験場研究報告 2002; (2): 17-21.
21. 北海道. 北海道南西部地区水産環境整備事業 事業資料. 永豊沖合. 2012.
22. 北海道. 島牧地区広域型増殖場造成事業 全体計画書. 1994.

【1) -5-4 マダラ太平洋北部系群 増殖シナリオ】

1. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成30年度 我が国周辺水域の漁業資源評価 (ダイジェスト版) マダラ太平洋北部系群. 水産研究・教育機構. 2018.
http://abchan.fra.go.jp/digests2018/html/2018_31.html
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成29年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マダラ太平洋北部系群. 水産研究・教育機構. 2017.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201731.pdf>
3. 宮城県 宮城県資源管理指針
4. 東北区水産研究所 魚礁性魚類の年齢と成長に関する研究
5. 水産庁. 水産政策審議会 第77回資源管理分科会資料 (平成28年5月24日)
6. 菅野泰次, 上田祐司, 松石隆. 東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造. 日本水産学会誌 2001; **67**(1): 67-77.
7. 成松. マダラ的生活史と繁殖生態—繁殖特性の年変化を中心に—. 2006.
8. 成松庸二. マダラの繁殖特性の時系列変化と資源変動. 水産洋研究 2010; **74**: 27-34.
9. (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告. 平成18年度水産基盤整備調査委託事業報告書.
10. 北海道 (1996) 北海道広域漁場整備事業 (特定) 事業計画策定段階資料、島牧地区
11. 北海道. 島牧地区広域型増殖場造成事業 全体計画書. 1994.
12. 小田切譲二, 高坂祐樹, 須川人志, 山田嘉暢. 津軽海峡内におけるマダラ稚魚の分布と移動. 青森県水産試験場研究報告 2002; (2): 17-21.

【1) -5-5 マダラ日本海系群 増殖シナリオ】

1. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成30年度 我が国周辺水域の漁業資源評価(ダイジェスト版) マダラ日本海系群. 水産研究・教育機構. 2018. http://abchan.fra.go.jp/digests2018/html/2018_32.html
2. 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構. 平成29年度 我が国周辺水域の漁業資源評価マダラ日本海系群. 水産研究・教育機構. 2017. <http://abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201732.pdf>
3. 與世田兼三, 広川潤, 長倉義智, 有瀧真人, 小林真人. 石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・稚仔魚の分布. 栽培漁業技術開発研究報告 1992; 21(1): 21-30.
4. 森岡泰三, 桑田博. 七尾湾北湾とその沖におけるマダラ稚魚の生息上限水温と食性. 日本水産学会誌 2002; 68(3): 345-350.
5. (社)全国豊かな海づくり推進協会 主要対象生物の発育段階の生態的知見の収集・整理 報告. 平成18年度水産基盤整備調査委託事業報告書.
6. 成松 (2006) マダラ的生活史と繁殖生態—繁殖特性の年変化を中心に—
7. 森脇晋平. 日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因. 島根県水産技術センター研究報告 2009; (2): 15-18.
8. (社)全国沿岸漁業振興開発協会 (1993) 平成4年度特定漁場整備開発調査—マダラ調査報告書—
9. 山内繁樹, 横山善勝, 川森晃, 櫻井泉. 魚礁機能の定量化と魚礁性. 水産工学会誌 2010; 47(2): 85-94.
10. (社)全国沿岸漁業振興開発協会 (1994) 平成5年度特定漁場整備開発調査マダラ調査報告書
11. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針. 平成12年度版. 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会. 2000, 226.
12. 水産庁 (2014) マダラの資源・漁業及び資源管理について (平成26年3月)
13. 水産庁 (2016) 水産政策審議会 第77回資源管理分科会資料 (平成28年5月24日)
14. 服部努. マダラの成長成熟および繁殖生態に関する研究. 博士論文, 北海道大学, 北海道. 1994.
15. 菅野泰次, 上田祐司, 松石隆. 東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造. 日本水産学会誌 2001; 67(1): 67-77.
16. 水産庁. 海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方検討会第2回資料 (平成21年7月2日)
17. 水産庁. 北海道南西部地区水産環境整備マスタープラン概要
18. 北海道広域漁場整備事業 (特定) 事業計画策定段階資料
19. 森脇晋平. 日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因. 島根県水産技術センター研究報告 2009; (2): 15-18.
20. 伊藤靖. 博士論文. 人工魚礁における有用魚介類の蝟集と増殖機能に関する研究. 北海道大学, 北海道. 2014.

- 2 1. 北海道 (1996) 北海道広域漁場整備事業 (特定) 事業計画策定段階資料、島牧地区
- 2 2. 北海道. 島牧地区広域型増殖場造成事業 全体計画書. 1994.
- 2 3. 小田切譲二, 高坂祐樹, 須川人志, 山田嘉暢. 津軽海峡内におけるマダラ稚魚の分布と移動. 青森県水産試験場研究報告 2002; (2): 17-21.

浮魚礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
1-01	伊藤 靖,三浦浩	沖合漁場整備における水産資源の培養及び増養殖機能に関する調査のうち水産基盤整備におけるカツオ・マグロ等の増殖可能性調査	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	2018/6/14		福井県立大学	2010/5/1	日本水産工学会学術講演会	2009			1-50		
1-02	伊藤靖,三浦浩,上田昌行	浮魚礁におけるカツオ・マグロ類の蛸集・滞留効果	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所 調査研究論文集	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun/index.html						2009		21	5-9		FAD payao Skipjack Ttuna behavioral ecology
1-03	稲葉太郎	高知県における表層型浮魚礁整備について				水産工学				2013	49	3	215-218		表層型浮魚礁 カツオ一本釣 カツオ竿釣 曳縄漁業
1-04	熊本修太	浮魚礁の概要				水産工学				2013	49	3	199-202		浮魚礁 回遊性魚類 蛸集
1-05	甲斐哲也	沖縄県における浮魚礁漁業の概要				水産工学				2013	49	3	203-206		浮魚礁 パヤオ マグロ漁業 沖縄
1-06	浦吉徳	浮魚礁モニタリング調査	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/seikahokokusyo-jigyohokokusyo-h20suishi.html	2018/6/14					2008			23-28		
1-07	榊純一郎	鹿児島県における浮魚礁漁業の現状 -奄美群島の事例-				水産工学				2013	49	3	207-210		浮魚礁 カツオマグロ 一本釣り 曳縄 旗流し
1-08	石田鉄兵	浮魚礁漁場モニタリング調査事業	徳島県立農林水産総合技術支援センター 水産研究課	https://www.pref.tokushima.lg.jp/tafsc/suisan/material/business_report/jigyou_h16.html						2004			21-22		
1-09	大内一之	海洋肥沃化実験装置「拓海」	第30回海洋工学パネル論文集	http://www.ooci.co.jp/www/history.html			日本海洋工学会			2004			10		
1-10	大内一之,大村寿明	海洋肥沃化装置「拓海」の設計思想と実海域実験	日本造船学会講演会論文集							2004	4	0	27-28		Deep Ocean Water Density Current Primary Production Floating Structure Riser
1-11	金田佳久	浮魚礁漁場モニタリング調査事業	徳島県立農林水産総合技術支援センター 水産研究課	https://www.pref.tokushima.lg.jp/tafsc/suisan/material/business_report/jigyou_h8.html						1996			1-6		
1-12	矢野和成,小菅丈治	大型耐久性浮魚礁と小型浮魚礁の相互作用によるマグロ・カツオ類の滞留効果向上に関する調査	水産基盤整備年度報告書							2003			9		
1-13		浮魚礁（パヤオ）設置位置図											1		
1-14		浮魚礁における増殖効果等の調査方針（案）											1		
1-15	高知県漁港漁協	沖合型大型浮魚礁整備の考え方について								2018/3/30			45		
1-16	永岩拓馬	（資料5_2）表層型浮魚礁（土佐黒潮牧場）の計画と設計					高新文化ホール	2016/1/22	公益財団法人高知建設技術公社	2016/1/1			9		
1-17		高知県表層型浮魚礁一覧（既設15基）											1		
1-18		土佐黒潮牧場設置位置情報											1		
1-19		平成27年度黒潮漁獲実績											1		
1-20	高知県水産試験場	資料Ⅲ-2 主要魚種別漁獲量の経年変化	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/seikahoukokusyo-aohon28.html						2017			112-113		
1-21		高知県クロマグロ漁獲量推移											1		

浮魚礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
1-22	高知県水産試験場	高知県沖合域の海況	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/seikahoukokusyo-aohon.html						2012			6		
1-23		黒潮流速分布図											1		
1-24	坂本龍一,谷口順彦	土佐湾の漬木つきシイラの胃内容物	水産海洋研究	http://www.jsfo.jp/contents/57-2.html						1993	57	2	17-29		
1-25	上岡一兄,藤本實,石田善久	土佐黒潮牧場1号の魚群網集効果	水産海洋研究会報	http://www.jsfo.jp/contents/52-1.html						1988	52	1	63-68		
1-26	水産省	漁場整備の現状と課題	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/suisankankyo.html						2009			42		
1-27	高知県水産振興部	高知県水産振興部行政要覧	高知県水産政策課	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040101/2016120900067.html						2017			128		
1-28	高知県水産振興部	高知県水産振興部行政要覧	高知県水産政策課	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040101/2016120900067.html						2018			124		
1-29	宮部宏彰,小林日出雄,荻原誠功	海洋肥沃化装置「拓海」の開発											29-30		deep ocean water ocean fertilization offshore structure
1-30	前田克弥	海洋肥沃化装置「拓海」プロジェクトの紹介											15		
1-31	宮部宏彰,山磨敏夫	海洋肥沃化装置「拓海」(たくみ)	日本マリンエンジニアリング学会誌							2005	40	3	375-380		
1-32		海洋肥沃化装置「拓海」の開発	一般社団法人 マリノフォーラム21	http://www.mf21.or.jp/jigyoushiseki_2000.shtml									116-117		
1-33	荻田淑彦	浮魚礁モニタリング調査Ⅱ 表中層魚礁設置状況調査	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/seikahoukokusyo-23jigyohoukokusyo.html						2011			31-42		
1-34	坂東晃功,桜澤俊滋,梅木雅之, 大内一之,渡辺敬之,池上康之	温度成層条件における海洋肥沃化装置「拓海」の放流水の挙動	日本造船学会講演会論文集							2004		4	35-36		Ocean Nutrient Enhancer Temperature Stratification Deep Ocean Water Discharged Water FADs 漁場利用調整 地域資源 地域漁業 地域活性化
1-35	若林良和	FADs漁業の研究視座——「漁業者の貯金箱」としてのバヤオの分類と研究アプローチ——	神奈川大学国際常民文化研究機構年報							2011		3	147-154		
1-36	水産省	水産庁黒本・第15編魚礁	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/sub52.html						2015			770-804		
1-37	荻田淑彦	浮魚礁モニタリング調査Ⅰ 平成24年浮魚礁効果調査	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/seikahoukokusyo-24jigyohoukoku.html						2012			23-28		
1-38	水産庁	和歌山南部地区事業評価	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h23/jizen/									8		
1-39	宮部宏彰,小林日出雄,荻原誠功	海洋肥沃化装置「拓海」の開発											6		
1-40	杉本昌彦	浮魚礁モニタリング調査 平成27年度浮魚礁効果調査	高知県 水産試験場	http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/040409/2018061400125.html						2015			31-36		
1-41	中西健二,渡慶次力	宮城県における浮魚礁整備の状況	水産工学							2013	49	3	211-213		宮城県 表層型浮魚礁 中層型浮魚礁 GPSデータロガー 浮魚礁の効果
1-42	飯田裕司,鳥原英一,翠川忠康, 竹内照文,金盛幸吉	鋼製浮魚礁における浮体および係留系の耐久実証試験	水産工学							1994	31	2	93-101		浮魚礁 浮体 係留索
1-43	草刈正,今井丈夫,三村哲夫(総括)	中層浮魚礁開発試験報告書(昭和54~57年度)	東京都水産試験場調査研究要報	http://www.ifarc.metro.tokyo.jp/26,12574,49,248.html						1984	41	176	57		
1-44	松原茂樹	中層浮魚礁造成技術の開発研究	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	#####								130-151		

浮魚礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
1-45	Ko Fujioka,Hiromu Fukuda, Seishiro Furukawa,Yaoki Tei, Suguru Okamoto,Seiji Ohshimo	Habitat use and movement patterns of small (age-0) juvenile Pacific bluefin tuna (Thunnus orientalis) relative to the Kuroshio	Fisheries Oceanography							2018	27	1	187-198		archival tag coastal water habitat preference horizontal movement nursery waters
1-46	Seishiro Furukawa,Ko Fujioka, Hiromu Fukuda,Nobuaki Suzuki, Yaoki Tei,Seiji Ohshimo	Archival tagging reveals swimming depth and ambient and peritoneal cavity temperature in age-0 Pacific bluefin tuna,Thunnus orientalis,off the southern coast of Japan	Environmental Biology of Fishers							2017	100	1	35-48		Age-0 Pacific bluefin tuna Archival tag Depth preference Thermal habitat Thermocline
1-47	松本隆之,北川貴士,木村伸吾, 仙波靖子,岡本浩明,庄野宏, 奥原誠,榊純一郎,近藤忍,太田格, 前田訓次,新田明,溝口雅彦	南西諸島海域における浮魚礁とカツオ・マグロ類の移動	水産工学							2013	50	1	43-49		浮魚礁 標識 メバチ キハダ 移動
1-48	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	PBF Tgging Research クロマグロ 0歳魚の標識放流	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 国際水産資源研究所							2014		2	4		http://fsf.fra.affrc.go.jp/hyousiki-kaisyuu/kuromaguro_2014/kuromaguro.index.html
1-49	海洋水産資源開発センター	平成6年度 沖合漁場造成開発事業報告書 北太平洋西部(日本沖合)海域								1996			4-71		
1-50	海洋水産資源開発センター	平成7年度 沖合漁場造成開発事業報告書 北太平洋西部(日本沖合)海域								1997			16-57		
1-51	海洋水産資源開発センター	平成8年度 沖合漁場造成開発事業報告書 北太平洋西部(日本沖合)海域								1998			4-39		
1-52	久野正博	平成30年度 浮魚礁担当会議 話題提供 三重県における浮沈式浮魚礁の特徴について								2018			23		
1-53	玉井一壽,坂本久雄,中川倫寿, 見元孝一,百田方子	南西海区、外海域における1980年代の海洋研究	南西海区水産研究所研究報告							1991		24	177-192		1980's Oceanographical Study Southwest Japan

保護育成礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/ 出版者	会議開催 地	会議開催期間	会議主催 機関名	出版年/ 学位授 与年	巻 号	ページ	学位請 求論文 の種類	キーワード	
2-01	後志総合振興局	広域漁場整備事業位置図	後志総合振興局	https://cse.google.com/cse?cx=019791192620576126433%3Ae-ek3hi0bza&ie=UTF-8&q=%E5%BA%83%E5%9F%9F%E6%BC%81%E5%A0%B4%E6%95%B4%E5%82%99%E4%BA%8B%E6%A5%AD%E4%BD%8D%E7%BD%AE%E5%9B%B3&sa=%E6%A4%9C%E7%B4%A2&siteurl=www.shiribeshi.pref.hokkaido.lg.jp%2F&ref=&ss=72310j1456699602j6q									1		
2-02	後志総合振興局	広域漁場整備事業(特定) 事業計画段階資料 石狩後志地区		http://www.shiribeshi.pref.hokkaido.lg.jp/	2018/8/30	北海道							1		
2-03	小野寺勝広	第2回 海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方 検討会資料 (北海道)	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/suisankankyo.html		農林水産省		2009/7/2	水産庁	2009			6		
2-04	小野寺勝広	第3回 海洋・沿岸域における水産環境整備のあり方 検討会資料 小野寺委員提出資料	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/suisankankyo.html		農林水産省		2009/7/30	水産庁	2009			3		
2-05	吉田英雄,金田友紀	スケン博士のタラでダラダラ言わせて(パート3)	マリネット北海道 試験研究は今	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000006sk0.html			地方独立 行政法人 北海道立 総合研究 機構			1995	243	3			
2-06	大原啓史,藤澤真也,木代寛士	キジハタ幼魚の保護に特化した保護育成賞の効果に ついての検証	平成29年度日本水産工学会学術講演会 学術講演論文集	http://www.kaiyoh.co.jp/data/index.htm				2017/5		2017			4		
2-07	菅原吉浩、本田耕一、澤田竜美、 浅見能章、塚本邦芳、 伊藤靖、三浦浩	ズワイガニ・アカガレイの保護育成礁 (日本海西部地区) の効果	土木学会論文集B3(海洋開発)							2014	70	2	1_1056- 1_1061	snow crab flathead flounder artificial nursery reefs project effect Japan Sea	
2-08	中西豪,田村直明,野田幹雄, 谷内修,桑本淳二,濱野明, 山内繁樹,梶原瑠美子,門谷茂, 南部亮元,伊藤靖	平成26年度水産工学関係研究開発推進会議水産基盤 部会魚礁機能のメカニズム解明と定量化報告書	平成26年度水産工学関係研究開発推進 会議水産基盤部会 「魚礁機能のメカニズム解明と定量化」	http://www.jsfe.gr.jp/wp/3315.html		南青山会館		2014/12/1	独立行政法 人水産総合 研究セン ター水産工 学研究所	2015			85		
2-09	水産庁	平成27年度事業説明資料 (事後評価) (水産関係公共事業の期中の評価)	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/gizyutu/	2018/9/4					2015			28		
2-10	小林啓二,永井浩爾	鳥取県沖合におけるズワイガニ保護礁と 底生生物群集の観察	「しんかい2000」研究シンポジウム報 告書	http://www.godac.jamstec.go.jp/catalog/doc_catalog/searchList/						1991			267-275		
2-11	水産庁 漁港漁場整備部	直轄漁場整備マニュアル (案) ～ズワイガニ・アカガレイ増殖場編～	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_thema/sub39.html						2008			65		

人工マウンド礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
3-01	伊藤靖,寺島知己	マウンド漁場、高層魚礁による沖合漁場の開発	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun_result	2018/9/1								6		fly-ash up-well structures development of fishing ground large-scale high-rise artificial reef
3-02	伊藤靖,松本卓也,三浦浩	水産基盤整備調査委託事業 マウンド礁におけるイサキ増殖調査	水産基盤整備調査委託事業 事業報告 書リスト	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/reports_list.htm	2018/8/27								123		
3-03	中山哲蔵,八木宏,足立久美子	マウンド礁の設置効果評価手法の検討	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所	http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/H21/H21_seika_index.html						2009			1		
3-04	吉野真史,伊藤靖,菅崇,八木宏,山本潤,中山哲蔵	マウンド礁周辺における流動及び水塊構造に関する現地観測	土木学会論文集B2(海岸工学)							2015	71	2	1_445-1_450		mound reef current observation vertical mixing turbulent kinetic energy internal tide cross section current observation
3-05	中村隆,岡貞行,山本竜太郎,柳瀬知之,浅川典敬,中川良文	沖合漁場整備の政策的意義と技術的課題	日本水産工学会誌							2008	45	1	67-74		
3-06	吉野真史,伊藤靖,八木宏,中山哲蔵,菅崇,澤田竜美,本田耕一	五島西方沖地区マウンド礁の整備効果	調査研究論文集	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun/						2013		24	61-67		mound reefs turbulence kinetic energy vertical mixing
3-07	宮崎県	宮崎県の漁場整備 (いるか岬・宮之浦)	宮崎県	http://www.pref.miyazaki.lg.jp/gyokogyojo/shigoto/suisangyo/miyazaki-no-gyoko.html	2018/8/28								34		
3-08	宮崎県	宮崎県の漁場整備	宮崎県	http://www.pref.miyazaki.lg.jp/gyokogyojo/shigoto/suisangyo/miyazaki-no-gyoko.html	2018/8/27								30-33		
3-09	宮崎県	宮崎県漁場整備計画	宮崎県	水産土木建設技術センター	2018/8/21								31		
3-10		漁場整備			2018/8/27								7		
3-11	水産庁	漁場整備2(配布資料)	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/gyoko/						2016			76		
3-12	水産庁	漁場整備の現状と課題	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/suisankankyo.html						2009			42		
3-13	坂本守,黒台昌弘,黒沢慎太郎,山口芳範	人工海底山脈構築における施工管理	土木建設技術発表会概要集							2011			258-263		人工海底山脈 GPS 落下予測 ナローマルチビーム 湧昇流
3-14	伊藤靖	鹿児島県阿久根地先の人工マウンド礁における超音波バイオテレメトリーを用いたマアジの行動について	調査研究論文集	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun/pdf_h22/2215.pdf						2011			93-96		artificial mound reef biotelemetry
3-15	松見吉晴,青野利夫,長田慶一,片上智之,原洋平,関根信寛,高瀬和彦	人工海底山脈構造における石材投入管理システムの現地適用性に関する研究	土木学会論文集B3(海岸工学)							2011	67	2	1_445-1_450		Operation management Discharge position of barge Deposition configuration of discharged rubble and concrete blocks
3-16	城戸誠司,高原裕一,浅見能章,松本弘,栗原史良,稲田勉	排他的経済水域における湧昇マウンド礁造成技術	沿岸域学会誌							2012	25	3	65-74		排他的経済水域 湧昇マウンド礁 大水深 施工管理システム 石材
3-17	伊藤靖,松本卓也	人工マウンド礁内部の効果範囲および効果の定量化	調査研究論文集							2011		22	97-101		attached organism artificial mound reef
3-18	伊藤靖	人工魚礁における有用魚介類の増殖と増殖機能に関する研究	北海道大学学術成果コレクション HUSCAP	http://hdl.handle.net/2115/57129		北海道大学				2014			155	博士	

人工マウンド礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
3-19	水産庁	平成27年度事業説明資料（事後評価） （水産関係公共事業の期中の評価）								2015			28		
3-20	本田耕一,浅見能章,井筒康雄,鍵本広之	大型漁礁ブロックを用いたマウント型湧昇流漁場整備	コンクリート工学							2013	51	7	578-583		マウンド型湧昇流漁場整備 魚礁造成用ブロック 石炭灰
3-21	武田真典,吉塚靖浩,岡野崇裕,高野聖之,岡野隆行,本田陽一,鈴木達雄	人工海底山脈による鉛直混合現象の実態把握	土木学会論文集B3(海岸工学)							2014	70	2	1_169 - 1 _174		artificial mound reef vertical mixing field observation numerical simulation
3-22	伊藤靖,松本卓也,三浦浩,田中浩生,吉田司,中村憲司,芝修一,當舎親典,吉川彰	平成23年度水産基盤整備調査委託事業湧昇マウンド礁整備による漁業生産活動に及ぼす影響把握調査	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						2011			1-127		
3-23	山内繁樹	北海道における石炭灰利用人工海底マウンド漁場造成事業に係る技術資料(案)			2018/8/15								15		
3-24	水産庁	事後評価書(期中の評価) 特定漁場漁港整備事業(フロンティア漁場整備事業) 隠岐海峡	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/160901_1.html	2018/9/18								8		
3-25	水産庁	事前評価書 特定漁場漁港整備事業(フロンティア漁場整備事業) 対馬海峡	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/160901.html	2018/9/18								9		
3-26	水産庁	事前評価書 特定漁場漁港整備事業(フロンティア漁場整備事業) 大隅海峡	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h28/160901.html	2018/9/18								9		
3-27	水産庁	事後評価書(完了後の評価) 水産物供給基盤整備事業(広域水産物供給基盤整備事業(漁場)) 長崎県西部	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h27-2/27-2jigo.html	2018/9/10								13		
3-28	伊藤靖,三浦浩	平成19年度 多獲性魚種等の増殖可能性の検討調査	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	2018/10/11								22		
3-29	渡邊浩二,中川良文,武田正典	湧昇マウンド礁の機能と効果について	海洋開発論文集							2008		24	31-36		artificial upwelling producing structure vertical mixing nutrient-rich water fishing ground
3-30	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成18年度 長崎県北部地区広域漁場整備工事(湧昇効果確認調査委託) 報告書				長崎県				2007			2483		
3-31	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成20年度長崎県西部地区広域漁場整備工事(五島西部工区湧昇効果確認調査業務委託) 報告書				長崎県				2008			791		
3-32	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成21年度 長崎県北部地区広域漁場整備工事(対馬東工区モニタリング調査業務委託)報告書				長崎県				2010			378		
3-33	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成21年度 長崎県北部地区広域漁場整備工事(対馬東工区モニタリング調査業務委託)報告書 概要版				長崎県				2010			48		
3-34	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成25年度 人工海底山脈整備工事(効果調査業務委託) 報告書				長崎県				2014			607		
3-35	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	長崎県西部地区広域漁場整備工事(長崎西工区)調査業務委託報告書				長崎県				2006			77		
3-36	長崎市,社団法人長崎県水産開発協会	長崎市湧昇流漁場造成事業基礎調査業務委託 報告書				長崎県				2005			88		
3-37	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	長崎県水産基盤整備調査費補助事業調査業務委託 報告書				長崎県				2006			286		
3-38	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成20年度水産基盤整備事業効果調査事業 報告書				長崎県				2009			84		
3-39	長崎県,社団法人 水産土木建設技術センター長崎支所	平成21年度水産基盤整備事業効果調査事業 報告書				長崎県				2010			70		
3-40	宮崎県農政水産部漁村振興課, 国際航業株式会社	平成26年度 宮之浦沖合地区 宮之浦沖合漁場 効果調査観測業務 報告書				長崎県				2016			1524		

高層魚礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
4-01	長崎県	長崎県水産地図2016年	長崎県	https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/shigoto-sangyo/suisangho/gaiyo-suisangho/suisan-tizu/7059.html	2018/8/20								1		
4-02	竹谷裕平	高層魚礁効果調査 平成28年青森県報告書(ウスメバル)			水産総合研究所・資源管理部					2016			2		
4-03	独立行政法人水産総合研究センター, 社団法人マリノフォーラム 21, 国際気象海洋株式会社	水産基盤整備調査委託事業 大水深に設置する魚礁の設計基準等の構築 報告書			水産基盤整備調査委託事業					2012			49		
4-04	伊藤靖, 吉田司	人工魚礁における魚類行動研究への超音波バイオテレメトリー技術の適用とその課題	水産工学	http://www.chateau-kaiyou.co.jp/						2013	49	3	187-197		人工魚礁 バイオテレメトリー 行動様式 マジ マダイ カサゴ メバル
4-05	伊藤靖, 中野喜央	漁場の費用対効果分析基礎調査人工魚礁効果指標の検討	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	2018/8/20		銚子商工会議所	2007/5/20					1-28		
4-06	伊藤靖, 櫻井謙, 寺島知己	高層魚礁を用いた網集機能に関する一考察	一般財団法人 漁港漁場漁村総合研究所	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun_result/pdf_002/002_01.pdf	2018/8/20								1-6		development of fishing ground large-scale high-rise artificial reef hybrid artificial reef
4-07	伊藤靖, 大塚浩二, 櫻井謙, 寺島知己	高層魚礁による沖合漁場の開発	海洋開発論文集							2005	21		719-724		Development of fishing ground large-scale high-rise artificial reef hybrid reef
4-08	伊藤靖, 石岡昇, 高木儀昌, 濱野明, 中村武史, 中東達夫, 小谷孝治, 仲村克広, 中島芳満, 森脇晋平, 為石起司, 田中伸和, 松本洋典	平成14年度水産基盤整備新技術開発調査「島根県沖合海域における多機能性漁場造成技術の開発」	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/reports_list.htm	2018/8/20								8-35		
4-09		宮崎県漁場整備計画											1		
4-10	橋本牧, 浜崎宏正	沖合大水深海域を対象とした漁場整備の推進について	海洋開発論文集							2007	23	1-5	1-5		increase in population decrease in fishery resources EEZ large depth waters construction of fishing ground
4-11	高橋秀行, 赤松友成, 松田秋彦, 高木儀昌	魚類網集モニタリングシステムによる高層魚礁の網集資源量の評価	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						2006			14-26		
4-12	今村 豊	平成25年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告書 高層魚礁効果調査	地方独立行政法人 青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5372						2013			77-85		
4-13	森脇晋平, 為石起司, 若林英人, 松本洋典, 田中伸和, 齋藤寛之	島根県浜田沖に沈設された高層魚礁に網集する魚類の経年変動	島根県水産試験場研究報告	https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/suigi/publish/kenkyuhou/kenkyu12/						2005		12	1-6		高層魚礁 浜田沖 一本釣り漁業 魚類相
4-14	石川県	石川県魚礁位置図	石川県	http://www.pref.ishikawa.lg.jp/suisan/gyokou/gaiyou.html	2018/8/20								2		
4-15	石川県	県営漁場整備事業 船倉島地区	石川県	http://www.pref.ishikawa.lg.jp/nousei/koukyou/jigo/h20/h20jigo.html	2018/9/10								1		
4-16	伊藤靖, 石岡昇, 高木儀昌, 濱野明, 中村武史, 松島孝信, 小林知吉, 吉岡貞範, 渡辺俊輝	水産基盤整備生物環境調査「人工魚礁の高さが魚礁の網集機能に及ぼす効果の証明」	水産基盤整備調査委託事業 報告書 閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	2018/9/10								1-35		

高層魚礁に関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
4-17	水産庁	事後評価書(完了後の評価) 34.三厩地区	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h27-2/27-2jigo.html	2018/9/10								12		
4-18	赤松友成,高橋秀行,松田秋彦,高尾芳三,澤田浩一,高木儀昌,森口朗彦	魚礁集モニタリングシステムによる魚礁効果の評価の高度化	水産基盤整備調査委託事業 事業報告書リスト	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/reports_list.htm	2018/10/25								1-9		

サンマに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
5-01	木所英昭, 巢山哲, 富士泰期, 宮本洋臣, 阿保純一, 納谷美也子	平成29年度国際漁業資源評価サンマ(北太平洋)要約	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								75S-1 - 75S-2		
5-02	木所英昭, 巢山哲, 富士泰期, 宮本洋臣, 阿保純一, 納谷美也子	平成29年度国際漁業資源評価サンマ(北太平洋)詳細	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								75-1 - 75-8		
5-03	桑原久美, 明田定満, 小林聡, 竹下彰, 山下洋, 城戸勝利	温暖化による我が国水産生物の分布域の変化予測	地球環境							2006	11	1	49-57		影響評価 温暖化 水産生物 分布域
5-04	小坂淳	北西太平洋におけるサンマの生活史とそれにもとづく資源変動の考察	東北区水産研究所研究報告							2000		63	1-95		
5-05	小達繁, 林小八	サンマの生活史初期における生態	東北区水産研究所研究報告							1977		38	89-101		
5-06	巢山哲	北太平洋におけるサンマCololabis saira(Brevoort)の年齢, 成長および成熟に関する研究	水産総合研究センター報告							2002		5	68-113		Pacific saury age growth maturation process North Pacific
5-07	巢山哲, 桜井泰憲, 島崎健二	夏季の中部北太平洋におけるサンマの成熟と日齢	日本水産学会誌							1996	62	3	361-369		サンマ 成熟過程 日齢 中部北太平洋
5-08	田永軍, 赤嶺達郎, 須田真木	北西太平洋におけるサンマ資源の長期変動特性と気候変化	水産海洋研究							2002	66	1	16-25		Pacific saury abundance long-term variability decadal variation ENSO NPI MOI climate change
5-09	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果サンマ北西太平洋 Ver.0.1.0	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26								81		
5-10	上野康弘	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 サンマ太平洋北西部系群	わが国周辺の水産資源の現況を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2018/1/23								22-25		
5-11	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 サンマ太平洋北西部系群	わが国周辺の水産資源の現況を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2018/1/23								2		
5-12	巢山哲	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 サンマ太平洋北西部系群	わが国周辺の水産資源の現況を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2018/1/23								3		
5-13	越前輝夫	ばんじょ手づかみ漁	戸地ライフ 佐渡ヶ島 戸地集落	http://toji.life.coocan.jp/ospace/banijo/banijo01.html	2019/1/31								3		
5-14	瀬川宗吉, 沢田武男, 檜垣正浩, 吉田忠生	流れ藻の海藻学的研究-I: 津屋崎近海流れ藻の周年変化	九州大学農学部学藝雑誌							1959	17	1	83-89		
5-15	多部田修, 塚原博	サンマの卵, 仔稚魚の打上げ斃死	日本水産学会誌							1968	34	2	123-129		
5-16	石見タイムズ社	石見タイムズ記事 竹島近海にサンマ 島根丸産卵を突止むブリの幼魚もうようよ	竹島資料ポータルサイト	https://www.cas.go.jp/jp/ryodo/shiryo/takeshima/detail/t1953060600102.html						1953			2		

スケトウダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
6-01	水産庁	平成29年度資源評価結果 スケトウダラ(日本海北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
6-02	山下夕帆,千村昌之,石野光弘,田中寛繁,山下紀生,濱津友紀	平成29(2017)年度資源評価結果 スケトウダラ(日本海北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								303-363		
6-03	水産庁	平成29年度資源評価結果 スケトウダラ(根室海峡)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
6-04	千村昌之, 山下夕帆, 石野光弘, 山下紀生, 濱津友紀, 田中寛繁	平成29(2017)年度資源評価結果 スケトウダラ(根室海峡)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								364-382		
6-05	水産庁	平成29年度資源評価結果 スケトウダラ(オホーツク海南部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
6-06	山下夕帆,田中寛繁,千村昌之,石野光弘,山下紀生,濱津友紀	平成29(2017)年度資源評価結果 スケトウダラ(オホーツク海南部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								383-407		
6-07	水産庁	平成29年度資源評価結果 スケトウダラ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
6-08	濱津友紀,千村昌之,山下夕帆,田中寛繁,石野光弘,山下紀生	平成29(2017)年度資源評価結果 スケトウダラ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								408-454		
6-09	呉秦棋,桜本和美,長谷川誠三	日本海北部海域におけるスケトウダラの漁獲量変動と水温の関係	日本水産学会誌							2002	68	6	866-873		スケトウダラ 因子分析 相関分析 日本海北部海域 漁獲量変動 表層水温 資源変動
6-10	桜井秦憲	スケトウダラの繁殖特性と戦略	北海道立水産試験場研究報告							1993		42	51-68		
6-11	桜井秦憲,三宅秀雄	亜寒帯海洋の物理・化学環境変動とスケトウダラの再生産機構の応答(噴火湾をモデル海域とするHUBEC計画の背景)	海の研究							1994	3	4	303-308		
6-12	志田修	北海道東部太平洋海域におけるスケトウダラの年齢別分布水深	北海道立水産試験場研究報告							2002		63	9-19		スケトウダラ 道東太平洋海域 計量魚探 分布
6-13	小岡孝治,高津哲也,亀井佳彦,中谷敏邦,高橋豊美	北部日本海中層に生息するスケトウダラの春季と秋季における食性	日本水産学会誌							1997	63	4	537-541		スケトウダラ 食性 摂餌強度 日本海 オキアミ類 毛顎類 端脚類
6-14	前田辰昭,中谷敏邦,高橋豊美,上野元一	スケトウダラ稚仔の沿岸水域での生活	水産海洋研究会報							1979		34	81-85		
6-15	桜井秦憲	2.オホーツク海の生態系変動と魚類(スケトウダラ・サケ類)の動態2.1)生態系ベースの持続的漁業—知床世界自然遺産を例として	オホーツク生態系保全日露シンポジウム報告書	https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/hoppo/pdfs/smp0903_01.pdf https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/hoppo/pdfs/smp0903_02.pdf		北海道大学 学術交流会 館		2009/5/14~15	外務省、環境省、国際科学技術協力センター(ISTC)	2009			33-60		
6-16	伊藤靖,三浦浩,松本卓也,田中浩生,綿貫啓,小池哲,酒向章哲,中村知道,岩倉祐二	沖合域漁場整備の手法開発											126		
6-17	環境省北海道地方環境事務所 釧路自然環境事務所	多利用型統合海域管理計画(原案)の概要	環境省	http://www.env.go.jp/nature/isan/p070831.html									4		
6-18	石野光弘,境磨,千村昌之,山下夕帆,山下紀生	平成29年度全国資源評価結果 スケトウダラ(オホーツク海南部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
6-19	千村昌之,境磨,山下夕帆,石野光弘,山下紀生	平成30年度資源評価結果 スケトウダラ(根室海峡)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								2		

スケトウダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関名	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
6-20	境磨,山下夕帆,石野光弘,千村昌之,山下紀生	平成30年度全国資源評価結果 スケトウダラ(太平洋部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
6-21	山下夕帆,千村昌之,境磨,石野光弘,山下紀生	平成30年度全国資源評価結果 スケトウダラ(日本海北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
6-22	河合浩,山本潤,渡辺光弘	北海道開発管内における保護育成を目的とした漁場整備の効果算定の一例	北海道開発局 第55回(平成23年度) 発表論文	http://thesis.ceri.go.jp/db/giken/h23giken/h23notice.html						2011			6		自然環境 再生・回復 基礎技術
6-23	河合浩,山本潤,大橋正臣	北海道開発管内の漁場整備に資する水域環境のバックグラウンド調査-沖合漁場における物理環境や基礎生産の状況について-	北海道開発局 第56回(平成24年度) 発表論文	http://thesis.ceri.go.jp/db/giken/h24giken/h24notice.htm						2012			6		自然環境 再生・回復 基礎技術
6-24	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部・ズワイガニ日本海・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								86-89		
6-25	山村織生	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								2-5		
6-26	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 スケトウダラ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								2		
6-27	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 スケトウダラ日本海北部系群・ズワイガニ日本海系群・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								3		
6-28	山村織生	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								3		
6-29	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部系群・ズワイガニ日本海系群・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								5		

マアジに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
7-01	水産庁	平成29年度資源評価結果 マアジ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
7-02	依田真里,黒田啓行, 佐々千由紀,高橋素光	平成29(2017)年度資源評価結果 マアジ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								125-156		
7-03	水産庁	平成29年度資源評価結果 マアジ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								1-4		
7-04	巨真吾,渡邊千夏子, 由上龍嗣,上村泰洋,古市生	平成29(2017)年度資源評価結果 マアジ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								93-124		
7-05	安藤朗彦	玄界灘における対馬暖流の流動変化が漁場形成に及ぼす影響に関する研究(学位論文)	福岡県水産海洋技術センター研究報告			長崎大学				2014/ 2013		24	65-97	博 (生) 甲	
7-06	安藤朗彦,石坂丞二,中田英昭	玄界灘のマアジ漁場に及ぼす対馬暖流の影響	水産海洋研究							2011	75	3	154-160		
7-07	依田真里,大下誠二,松山義明	漁獲統計と生物測定によるマアジ産卵場の推定	水産海洋研究							2004	68	1	20-26		産卵場・水温 東シナ海 対馬暖流系群 太平洋系群
7-08	梶原武	若年マアジの生態学的研究-1:行動と食性について	長崎大学水産学部研究報告							1957		5	13-22		五島灘佐世保湾口~西彼半島崎戸島 対馬暖流系群 幼魚 灯火行動 食性
7-09	高橋宏司,益田玲爾,山下洋	学習のための群れ:マアジ稚魚における餌情報の共有と伝達	日本水産学会誌							2013	79	4	612		学習行動
7-10	森脇晋平,寺門弘悦	島根県沿岸域のマアジ漁況	島根県水産技術センター研究報告							2012		4	33-37		対馬暖流系群 年齢・成長
7-11	西田宏	マアジとマイワシの繁殖生態	水産総合研究センター研究報告							2006			113-118		
7-12	西田宏,長谷川誠三	新潟沿岸におけるマアジ産卵年の年齢と成長	日本海区水産研究所研究報告							1994		44	73-80		
7-13	川崎健	マアジの生態についての基礎的研究	東北海区水産研究所研究報告							1959		13	95-107		対馬暖流系群 太平洋系群 水温・体長・卵・成長・食性 東北海区(稚魚・幼魚)
7-14	畔田正格,落合明	若狭湾産マアジの系群に関する研究	日本水産学会誌							1962	28	10	967-978		対馬暖流系群 形態・生態
7-15	伊藤靖,三浦浩,中村憲司,吉田司	日本海佐渡島羽茂地先の人工魚礁における超音波バイオメトリーを用いたマアジの行動様式	日本水産学会誌							2009	75	6	1019-1026		対馬暖流系群 マアジの魚礁性 高層魚礁
7-16	伊藤靖,三浦浩, 吉田司,中村憲司	佐渡海域におけるバイオテレメトリー・計量魚探を用いた人工魚礁に集まるマアジの行動解析	日本水産工学学術講演会講演論文集							2009	21		47-50		対馬暖流系群 マアジの魚礁性 高層魚礁
7-17	伊藤靖,三浦浩,吉田司,中村憲司	標識放流による人工魚礁を起点としたマアジの滞留状況	日本水産工学学術講演会講演論文集							2009	21		43-46		対馬暖流系群 マアジの魚礁性 高層魚礁
7-18	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH*U*Nプロジェクト評価結果マアジ太平洋系群 Ver.0.0.5	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH*U*Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26					2007			67		対馬暖流系群
7-19	中川清,大村浩一,秋元聡	まき網漁業の漁場利用,生産と魚礁との関係	福岡県水産海洋技術センター研究報告	http://www.sea-net.pref.fukuoka.jp/gaiyo/kenkyuu/Vol01/Vol01_top.html						1991			51-61		対馬暖流系群(筑前海域) 魚礁性
7-20	渡邊千夏子,由上達嗣,上村泰洋, 古市生,井須小羊子	平成30年度資源評価結果 マアジ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
7-21	依田真里,黒田啓行, 佐々千由紀,高橋素光	平成30年度資源評価結果 マアジ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		

マアジに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
7-22	水産庁	日本海西部・九州西海域マアジ(マサバ・マイワシ)資源回復	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/index.html	2018/10/16					2009			1-9		
7-23	伊藤靖,中野喜央,藤澤真也	人工魚礁の蛸集魚類と摂餌生態	水産工学							2009	45	3	195-206		蛸集 摂餌 増殖機能 人工魚礁
7-24	塚本洋一	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 マアジ対馬	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								60-63		
7-25	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 マアジ対馬	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								2		
7-26	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 マアジ対馬	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								3		
7-27	佐々千由紀	平成28年度資源量推定等高精度化推進事業 事業計画と成果 課題番号4000 マアジ対馬暖流系群、太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								4		
7-28	佐々千由紀	平成29年度資源量推定等高精度化推進事業 事業計画と成果 課題番号4000 マアジ対馬暖流系群、太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								4		

マイワシに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
8-01	黒田一紀	マイワシの初期生活期を中心とする再生産過程に関する研究	中央水産研究所研究報告							1991		3	25-278		
8-02	森本晴之	日本産マイワシにおける繁殖特性の時空間変化とその個体群動態への影響	水産海洋研究							2010	74	特集号	35-45		Japanese sardine batch fecundity egg size maternal effect
8-03	西村三郎	マイワシ発生初期卵群の海中における行動	日本海洋学会誌							1960	16	1	25-35		
8-04	石田実	日本太平洋岸のマイワシ産卵量の急減と土佐湾に継続する産卵場の特性	水産海洋研究							2006	70	3	170-175		egg production Japanese sardine spawning ground Tosa Bay
8-05	大下誠二, 檜山義明	日本海・東シナ海におけるマイワシの長期的な資源量の推定	日本海ブロック試験研究集録	http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/publication/shuuroku/shuuroku.html						2008		43	44-53		
8-06	平本紀久雄	房総海域におけるマイワシの生活に関する研究-I: 未成魚および成魚の集合様式と1年魚の成熟	日本生態学会誌							1973	23	3	110-125		
8-07	平本紀久雄	マイワシ太平洋系群の房総およびその周辺海域における発育と生活に関する研究	千葉県水産試験場研究報告							1981		39	1-127		
8-08	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果マイワシ太平洋系群 Ver.0.1.3	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26								90		
8-09	水産庁	平成29年度全国資源評価結果マイワシ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								1-5		
8-10	水産庁	平成29年度全国資源評価結果マイワシ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								5		
8-11	古市生, 渡邊千夏子, 由上龍嗣, 上村泰洋, 井須小羊子, 宇田川美穂	平成29(2017)年度資源評価マイワシ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								15-52		
8-12	安田十也, 黒田啓行, 林 晃, 依田真里, 鈴木 圭, 高橋素光	平成29(2017)年度資源評価マイワシ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								53-92		
8-13	古市生, 渡邊千夏子, 由上龍嗣, 上村泰洋, 井須小羊子	平成30年度資源評価マイワシ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
8-14	安田十也, 黒田啓行, 林 晃, 依田真里, 鈴木 圭, 高橋素光	平成30年度資源評価マイワシ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
8-15	杉崎宏哉	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 マイワシ・マサバ・カタクチイワシ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								38-41		
8-16	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要マイワシ・マサバ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								2		
8-17	渡邊千夏子	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 マアジ対馬	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								5		
8-18	水産庁	日本海西部・九州西海域マアジ(マサバ・マイワシ)資源回復計画	水産庁 資源回復計画	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/	2018/10/16					2012			9		

マサバおよびゴマサバに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
9-01	森脇晋平,宮邊伸	日本海南西沿岸海域におけるマサバの摂餌生態	島根県水産技術センター研究報告							2012	4		39-44		マサバ 摂餌生態 胃内容物 日本海南西沿岸海域
9-02	西村三郎	越冬マサバの摂餌生態に関する一知見	日本生態学会誌							1959	9	1	16-20		
9-03	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果マサバ太平洋系群 Ver.0.1.3	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26								78		
9-04	水産庁	平成29年度資源評価結果 ゴマサバ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
9-05	水産庁	平成29年度資源評価結果 ゴマサバ(東シナ海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
9-06	水産庁	平成29年度資源評価結果 マサバ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
9-07	水産庁	平成29年度資源評価結果 マサバ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
9-08	由上龍嗣,井須小羊子,渡邊千夏子,上村泰洋,梨田一也	平成29(2017)年度資源評価結果 ゴマサバ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								238-270		
9-09	由上龍嗣,西嶋翔太,井須小羊子,渡邊千夏子,上村泰洋,橋本緑	平成29(2017)年度資源評価結果 マサバ(太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								157-200		
9-10	黒田啓行,依田真里,林晃,竹垣草世香,佐々千由紀,高橋素光	平成29(2017)年度資源評価結果 ゴマサバ(東シナ海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								271-302		
9-11	黒田啓行,依田真里,安田十也,鈴木圭,竹垣草世香,佐々千由紀,高橋素光	平成29(2017)年度資源評価結果 マサバ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								201-237		
9-12	黒田啓行,依田真里,林晃,竹垣草世香,佐々千由紀,高橋素光	平成30年度資源評価結果 ゴマサバ(東シナ海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
9-13	黒田啓行,依田真里,安田十也,鈴木圭,竹垣草世香,佐々千由紀,高橋素光	平成30年度資源評価結果 マサバ(対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
9-14	杉崎宏哉	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 マイワシ・マサバ・カタクチイワシ太平洋	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								38-41		
9-15	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 マイワシ・マサバ太平洋	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								2		
9-16	渡邊千夏子	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 マイワシ・マサバ太平洋	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/index_kousei_doka.html	2019/1/23								5		
9-17	水産庁	日本海西部・九州西海岸マアジ(マサバ・マイワシ)資源回復計画	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/	2018/10/16					2012			1-9		

スルメイカに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
10-01	宮本秀明	スルメイカの漁況と海況とに就て	日本水産学会誌							1935	3	6	327-330		
10-02	高橋喬	イカの利用に関する研究-IIIスルメイカ魚体の各部分比およびその組成の季節的变化について	日本水産学会誌							1960	26	2	95-98		
10-03	高木香織,北原武	スルメイカ <i>Todarodes pacificus</i> の平衡石における研磨度合による日齢査定のパイアス	日本水産学会誌							2002	68	3	351-355		平衡石 研磨 日齢査定 スルメイカ
10-04	坂口健司,佐藤充, 三橋正基,木所英昭	北海道周辺海域におけるスルメイカの日齢と発生時期	日本水産学会誌							2009	75	2	204-212		回遊 スルメイカ 日齢 発生時期 分布 平衡石 北海道
10-05	桜井泰憲	スルメイカの繁殖生態と再生産機構	水産資源管理談話会報							2003		30	17		
10-06	桜井泰憲	スルメイカの繁殖生態と気候変化にตอบสนองする資源変動	水産振興							2014	48	7	54		
10-07	山本潤,明井崇子,John R.Bower,後藤常夫,中村好和,増田紳哉,桜井泰憲	スルメイカ幼生調査用ネットの網目による受精卵・ふ化幼生の保持状態の検討	日本水産学会誌							2001	67	3	497-499		スルメイカ ふ化幼生 受精卵 調査用ネット 網目 保持
10-08	児島俊平	隠岐島周辺に於けるスルメイカの漁況学的研究-II気象並びに月齢と漁況との関係について	日本水産学会誌							1956	22	3	145-149		
10-09	児島俊平	隠岐島周辺に於けるスルメイカの漁況学的研究-I気象と漁況との関係について	日本水産学会誌							1955	21	4	208-213		
10-10	児島俊平	隠岐島周辺におけるスルメイカの漁況学的研究-III表層流が漁場形成におよぼす作用について	日本水産学会誌							1959	25	4	249-258		
10-11	森賢,中村好和	黒潮親潮移行域周辺におけるスルメイカ幼体の分布	日本水産学会誌							2003	69	1	23-29		スルメイカ 幼体 分布 黒潮親潮移行域
10-12	深田耕一,前田弘,白田光司	スルメイカ好漁時の水温鉛直分布画像	日本水産学会誌							1991	57	8	1487-1493		
10-13	菅原美和子,山下紀生,坂口健司,佐藤充,澤村正幸,安江尚孝,森賢,福若雅章	太平洋を回遊するスルメイカ冬季発生系群の成長に及ぼす孵化時期と性差の影響	日本水産学会誌							2013	79	5	823-831		<i>Todarodes pacificus</i> スルメイカ 性差 成長 冬季発生系群 日齢解析 孵化月
10-14	成澤不二男,家久了	但馬のスルメイカの漁況	日本水産学会誌							1938	7	3	144-146		
10-15	池田譲,桜井泰憲,島崎健二	雌スルメイカの成熟にともなう卵巣および付属生殖器官の発達について	日本水産学会誌							1991	57	12	2243-2247		
10-16	池田譲,桜井泰憲,島崎健二	雄スルメイカの成熟にともなう精巣および付属腺の発達について	日本水産学会誌							1991	57	12	2237-2241		
10-17	浜部基次	月齢に伴うスルメイカの生態行動	日本水産学会誌							1964	30	3	209-215		
10-18	林泰行	スルメイカの熟度に関する研究-II日本海における秋生れ群の熟度	日本水産学会誌							1971	37	5	387-390		
10-19	林泰行	スルメイカの熟度に関する研究-I成熟状態数量化の方法	日本水産学会誌							1970	36	10	995-999		

スルメイカに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
10-20	林泰行	スルメイカの熟度に関する研究-III成熟と衰弱に伴う肥満度と内臓諸器官重量比の変化	日本水産学会誌							1971	37	10	960-963		
10-21	水産庁	平成29年度全国資源評価結果 スルメイカ(秋季発生系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								5		
10-22	水産庁	平成29年度全国資源評価結果 スルメイカ(冬季発生系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								5		
10-23	久保田洋,宮原寿恵, 松倉隆一,後藤常夫	平成29(2017)年度資源評価結果 スルメイカ(秋季発生系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								667-704		
10-24	加賀敏樹,山下紀生, 岡本俊,濱津友紀	平成29(2017)年度資源評価結果 スルメイカ(冬季発生系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								626-666		
10-25	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果 スルメイカ秋季_日本海西 Ver.0.1.0	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26								77		
10-26	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果 スルメイカ秋季_日本海北 Ver.0.1.0	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	http://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26								78		
10-27	Y.Sakurai,H.Kiyofuji,S.Sitoh, T.Goto,and Y.Hiyama	Changes in inferred spawning areas of <i>Todarodes pacificus</i> (Cephalopoda:Ommastrephidae) due to changing enviromental conditions	ICES Journal of Science							2000		57	24-30		GIS paralarvae regime shift spawng areas fluctuations <i>Todarodes pacificus</i>
10-28	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部・ズワイガニ日本海・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								86-89		
10-29	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 スケトウダラ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								3		
10-30	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部系群・ズワイガニ日本海系群・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								5		

ズワイガニに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
11-01	伊藤勝千代	日本海におけるズワイガニの生態に関する研究 IV.新潟県沿岸における着底初期の稚がにの分布と生態について	日本海区水産研究所研究報告							1984		34	19-41		
11-02	間辺本文,菅原吉浩,本田耕一,澤田竜美,浅見能章,塚本邦芳,伊藤靖,三浦浩	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁（日本海西部地区）の効果	土木学会論文集B3（海洋開発）							2014	70	2	1_1056-1_1061		snow crab flathead flounder artificial nursery reefs project effect Japan Sea Snow crab
11-03	今攸,安達辰典	若狭湾沖に生息するズワイガニの胚発生期間	水産増殖							2005	53	2	199-204		Chionoecetes opilio Embryonic duration Sea of Japan
11-04	今攸,安達辰典	若狭湾沖に生息するズワイガニの産卵数	日本水産学会誌							2006	72	4	673-680		Chionoecetes opilio 産卵数 ズワイガニ 日本海 腹肢付着卵数 卵巣卵数 若狭湾
11-05	山崎淳	日本海における雄ズワイガニの漁獲サイズ	日本水産学会誌							1996	62	4	623-630		ズワイガニ 漁獲サイズ 性比 等漁獲量線図 等漁獲金額線図
11-06	山崎淳	京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究 III 成熟・産卵にともなう雌ガニの分布	京都府立海洋センター研究報告							1985		9	17-22		
11-07	小金隆之,浜崎活幸,野上欣也	ズワイガニ幼生の生残と発育日数に及ぼす水温の影響	日本水産学会誌							2005	71	2	161-164		ズワイガニ 幼生 種苗生産 適正飼育水温
11-08	小西光一,養松郁子,廣瀬太郎,南卓志	日本海の中深層底棲魚に捕食されたズワイガニ属幼生と稚ガニの水深分布について	日本水産学会誌							2012	78	5	976-978		初期生活史 ズワイガニ 底棲魚 捕食
11-09	小林裕,山口裕一郎	大和堆ズワイガニChionoecetes opilioの生態と分布	日本水産学会誌							1978	44	10	1079-1086		
11-10	上田祐司,伊藤正木,服部努,成松庸二,藤原邦浩,吉田哲也,北川大二	東北地方太平洋岸沖におけるズワイガニの甲幅組成解析により推定された成長	日本水産学会誌							2007	73	3	487-494		甲幅組成 ズワイガニ 成長 東北海域 漁獲圧
11-11	鷹崎和義,富山毅	東北太平洋南部海域におけるズワイガニ雄のサイズ別最終脱皮割合および甲幅組成の地理的変異	日本水産学会誌							2017	83	2	156-162		資源管理 底層水温 ロジスティック回帰分析
11-12	柳本卓,養松郁子,渡辺一俊	夏季のオホーツク海南西部におけるズワイガニの分布と形態学的成熟サイズ	日本水産学会誌							2004	70	5	750-757		ズワイガニ 分布 オホーツク海 形態学的成熟サイズ
11-13	養松郁子,白井滋	ベニズワイ雌の成熟脱皮と初産	日本水産学会誌							2006	72	6	1108-1110		Chionoecetes japonicus 初産 交尾 産卵周期 成熟脱皮 ベニズワイ
11-14	水産庁	平成29年度資源評価結果 ズワイガニ(オホーツク海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html		2018/6/12								4		

ズワイガニに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
11-15	水産庁	平成29年度資源評価結果 ズワイガニ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
11-16	水産庁	平成29年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群_A海域(富山県以西))	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
11-17	水産庁	平成29年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群_B海域(新潟県以北))	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
11-18	水産庁	平成29年度資源評価結果 ズワイガニ(北海道西部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								4		
11-19	石野光弘,濱津友紀,森田晶子,山下紀生,山下夕帆	平成29(2017)年度資源評価結果 ズワイガニ(オホーツク海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								455-477		
11-20	服部 努,柴田泰宙,成松庸二,鈴木勇人,森川英祐,永尾次郎	平成29(2017)年度資源評価結果 ズワイガニ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								478-530		
11-21	上田祐司,養松郁子,藤原邦浩,佐久間啓,吉川茜,松倉隆一,山本岳男	平成29(2017)年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群A海域)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								531-581		
11-22	養松郁子,上田祐司,藤原邦浩,佐久間啓,吉川茜	平成29(2017)年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群B海域)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								582-609		
11-23	石野光弘,濱津友紀,森田晶子,山下紀生,山下夕帆,磯野岳臣	平成29(2017)年度資源評価結果 ズワイガニ(北海道西部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12								610-625		
11-24	濱津友紀,石野光弘,森田晶子,山下紀生	平成30年度資源評価結果 ズワイガニ(オホーツク海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
11-25	柴田泰宙,成松庸二,鈴木勇人,森川英祐,時岡駿,永尾次郎	平成30年度資源評価結果 ズワイガニ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
11-26	上田祐司,藤原邦浩,八木佑太,佐久間啓,吉川茜,松倉隆一,山本岳男	平成30年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群A海域)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								4		
11-27	藤原邦浩,八木佑太,飯野真也,吉川茜,松倉隆一,佐久間啓,上田祐司	平成30年度資源評価結果 ズワイガニ(日本海系群B海域)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
11-28	濱津友紀,石野光弘,森田晶子,山下紀生	平成30年度資源評価結果 ズワイガニ(北海道西部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
11-29	水産庁	資料2-5 平成27年度漁期TAC(漁獲可能量)設定に関する意見交換会 ズワイガニ(4系群5海域)	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_koukan/index.html	2018/11/8								1-58		
11-30	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成22年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部・ズワイガニ日本海・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								86-89		
11-31	国立研究開発法人水産研究・教育機構	資源変動要因分析調査 平成24年度までの成果概要 スケトウダラ太平洋系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								3		
11-32	木所英昭	資源変動要因分析調査 平成27年度資源変動要因分析調査課題報告書 スケトウダラ日本海北部系群・ズワイガニ日本海系群・スルメイカ秋季発生系群	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/hendou_reports.html	2019/1/23								5		
11-33	粕谷芳夫	若狭湾沖の耕うんされた海底の形状とホッコクアカエビPandalus borealis及びズワイガニChj。noecetes opili。の生息密度について	第9回しんかいシンポジウム報告書							1993		9	361-366		

ズワイガニに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
11-34	下中邦俊,安達辰典	福井県・深海資源管理技術開発調査事業	福井県水産試験場報告							2000		1	58-62		

クロマグロに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
12-01	伊藤智幸	耳石日輪と0歳魚の体長別漁獲データから推定したクロマグロの産卵期別資源寄与率	日本水産学会誌							2009	75	3	412-418		Thunnus orientalis クロマグロ 混合正規分布 産卵期 耳石日輪 体長組成
12-02	宮下盛,田中祐志,澤田好史,村田修,服部亘宏,滝井健二,向井良夫,熊井英水	クロマグロ卵の発生と孵化に及ぼす水温の影響	水産増殖							2000	48	2	199-207		Thunnus thynnus Embryonic development Hatching Water temperature
12-03	佐藤圭介	西諸島海域における仔魚パッチを追跡する手法を用いたクロマグロの初期生態に関する研究	水産総合研究センター研究報告							2013		37	85-145		クロマグロ仔魚 パッチ追跡 初期生態 成長 分布
12-04	坂本亘,岡本杏子,上土生起典,家戸敬太郎,村田修	短報 クロマグロ仔魚の成長に伴う比重変化	日本水産学会誌							2005	71	1	80-82		クロマグロ 比重 仔魚 沈降速度
12-05	升間主計	シンポジウム記録 クロマグロ養殖業-技術開発と事業展開・展望- II-4.成熟と産卵	日本水産学会誌							2010	76	5	972		
12-06	村松靖治	浮魚礁モニタリング調査	日本水産学会誌							1989	55	10	1703-1706		
12-07	船越将二,和田浩爾,鈴木徹	クロマグロ幼魚の奇網の発達と筋肉温度	日本水産学会誌							1985	51	12	1971-1975		
12-08	土井長之	クロマグロと沿岸魚種との相互関係について	日本水産学会誌							1960	26	2	99-102		
12-09	福所邦彦,藤田矢郎	対馬で漁獲されるマグロ属魚類の幼魚	魚類学雑誌							1972	19	1	34-35		
12-10	北川貴士	クロマグロThunnus orientalisの行動生態と水温適応機構に関する研究	日本水産学会誌							2008	74	4	580-583		
12-11	水産庁	平成29年度国際漁業資源評価 クロマグロ(太平洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12									04S-1 - 04S-2	
12-12	水産庁	平成29年度国際漁業資源評価 クロマグロ(太平洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12									04-1 - 04-10	
12-13	水産庁	資料2 太平洋クロマグロの資源評価結果と管理強化の対応について	第18回太平洋広域漁業調整委員会	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_kouiki/taiheiyo/	2018/11/7					2013				9	
12-14	水産庁	太平洋クロマグロの資源状況と管理の方向性について	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/tuna/maguro_gyogyo/bluefinkanri.html	2018/11/7					2016				1-74	

マダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
13-01	成松庸二,伊藤正木,服部努,奥田武弘	平成20年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests20/index.html	2018/6/8								819-833		
13-02	成松庸二,伊藤正木,服部努,奥田武弘	平成21年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests21/index.html	2018/6/8								851-866		
13-03	成松庸二,伊藤正木,服部努,稲川亮	平成22年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests22/index.html	2018/6/8								878-894		
13-04	成松庸二,伊藤正木,服部努,稲川亮	平成23年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests23/index.html	2018/6/8								883-900		
13-05	成松庸二,伊藤正木,服部努,稲川亮	平成24年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests24/index.html	2018/6/8								867-883		
13-06	成松庸二,伊藤正木,服部努,柴田泰宙	平成25年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests25/index.html	2018/6/8								888-905		
13-07	後藤常夫,藤原邦浩	平成25年度資源評価結果マダラ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests25/index.html	2018/7/10								906-919		
13-08	成松庸二,伊藤正木,服部努,柴田泰宙	平成26年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests26/index.html	2018/6/8								901-923		
13-09	成松庸二,服部努,柴田泰宙,永尾次郎	平成27年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests27/index.html	2018/6/8								949-974		
13-10	成松庸二,服部努,鈴木勇人,柴田泰宙,永尾次郎	平成28年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests28/index.html	2018/6/8								958-985		
13-11	成松庸二,服部努,鈴木勇人,森川英祐,永尾次郎	平成29年度資源評価結果マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/4/26								994-1024		
13-12	後藤常夫,佐久間啓,藤原邦浩,上田祐司	平成29年度資源評価結果マダラ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/4/26								1025-1065		
13-13	千村昌之,石野光弘,山下紀生,田中寛繁	平成29年度資源評価結果マダラ(北海道)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/4/26								967-993		
13-14	水産庁	(水政審資料)マダラの資源管理について	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/bunkakai_77.html	2018/4/27								1-6		
13-15	水産庁	平成26年マダラの資源・漁業及び資源管理について	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_kouiki/nihonkai/index.html	2018/7/6								1-14		
13-16	水産庁	平成28年マダラの資源管理に関する基本的考え方	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_kouiki/taiheiyo/	2018/7/6								2		
13-17	Tsutomu Hattori, Yasunori Sakurai, and Kenji Shimazaki	Maturation and reproductive cycle of female Pacific cod in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido	日本水産学会誌							1992	58	12	2245-2252		
13-18	国立研究開発法人水産研究・教育機構 東北水産研究所 八戸支所	マダラの生活史把握と資源変動要因の同定	国立研究開発法人水産研究・教育機構 東北水産研究所	http://tnfri.fra.affrc.go.jp/search.html?cx=001586620746057219307%3Amaq7pua3tsk&cof=FORID%3A11&ie=UTF-8&q=%E3%83%9E%E3%83%80%E3%83%A9&siteurl=tnfri.fra.affrc.go.jp%2F&ref=&ss=8299j10929609j18&sa.x=0&sa.y=0	2018/5/30								1		
13-19	山内繁樹,横山善勝,川森晃,櫻井泉	魚礁機能の定量化と魚礁性	水産工学会誌							2010	47	2	85-94		人工魚礁 魚礁機能 定量化 魚礁性
13-20	小田切譲二,高坂祐樹,須川人志,山田嘉暢	津軽海峡内におけるマダラ稚魚の分布と移動	青森県水産試験場研究報告							2002		2	17-21		

マダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
13-21	森田泰三,桑田博	七尾湾北湾とその沖におけるマダラ稚魚の生息上限水温と食性	日本水産学会誌							2002	68	3	345-350		マダラ Gadus macrocephalus 稚魚 分布 水温 食性
13-22	森脇晋平	日本海南西部島根沖合水域におけるタラ類漁獲量の急増現象とその要因	島根県水産技術センター研究報告							2009		2	15-18		マダラ 日本海南西部
13-23	菅野泰次,上田祐司,松石隆	東北地方および北海道太平洋側海域におけるマダラの系群構造	日本水産学会誌							2001	67	1	67-77		マダラ 系群 魚群密度 脊椎骨数 因子分析
13-24	成松庸二	マダラの生活史と繁殖生態 -繁殖特性の年変化を中心に-	水産総合研究センター研究報告							2006			137-146		Pacific cod age and body size at maturity biomass fecundity annual changes
13-25	成松庸二	マダラの繁殖特性の時系列変化と資源変動	水産海洋研究							2010	74	特集号	27-34		population level age at maturity reproductive success reproductive characteristics
13-26	大江文雄,渡部晟,鈴木秀一	秋田県男鹿半島中部更新統鮪川層産マダラGadus macrocephalusの耳石とその系統発生的背景	秋田県立博物館研究報告							2011		36	1-10		マダラ 耳石 更新世 鮪川層 男鹿市 秋田県
13-27	中田凱久,早川豊,佐藤恭成	まだらの生態と資源に関する研究											170-174		
13-28	田所和明,杉本隆成,岸道郎	海洋生態系に対する地球温暖化の影響	海の研究							2008	17	6	404-420		地球温暖化 気候変動 長期変動 生態系 プランクトン
13-29	服部努	マダラの成長,成熟および繁殖生態に関する研究	北海道大学学術成果コレクション HUSCAP	https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/handle/2115/50028		北海道大学				1994			157	博士	
13-30	全国沿岸漁業振興開発協会	平成4年度 特定魚種漁場整備開発調査-マダラ調査報告書								1993			131		北海道系群
13-31	全国沿岸漁業振興開発協会	平成5年度 特定魚種漁場整備開発調査-マダラ調査報告書								1994			95		北海道系群
13-32	田中信幸,鈴木祐太郎	魚種(海域): マダラ(日本海海域)								2016			06-1 - 06-12		
13-33	與世田兼三,広川潤,長倉義智,有瀧真人,小林真人	石川県能登島周辺海域におけるマダラ成魚の成熟状況と卵・地仔魚の分布	栽培漁業技術開発研究報告							1992	21	1	21-30		
13-34	James W. Stark	Geographic and seasonal variations in maturation and growth of female Pacific cod (Gadus macrocephalus) in the Gulf of Alaska and Bering Sea	Fishery Bulletin							2007	105	3	396-407		
13-35	友田努,團重樹	低温馴致したワムシを用いたマダラ仔魚の止水式飼育	水産増殖							2014	62	3	307-318		Low temperature Pacific cod Rotifer Stagnant water larviculture

マダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
13-36	大河内直彦, 力石嘉人	同位体が解き明かす「食う-食われる」の関係	現代科学							2016			38-39		
13-37	高津哲也	陸奥湾におけるマダラ <i>Gadus macrocephalus</i> の初期生活史に関する研究	北海道大学学術成果コレクション HUSCAP	https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/handle/2115/32724						1988			142	博士	
13-38	Tetsuya Takatsu, Toshikuni Nakatani, Takashi Mutoh, and Toyomi Takahashi	Feeding Habits of Pacific Cod Larvae and Juveniles in Mutsu Bay, Japan	Fisheries Science							1995	61	3	415-422		Pacific cod larvae and juveniles feeding habits Mutsu Bay
13-39	佐久間徹, 山田学, 早乙女忠弘, 岩崎高資	放射線関連支援技術情報 タラ類2種における放射性セシウム蓄積の差異	福島県水産試験場 水産資源部										2		
13-40	藤田大介, 堀田和夫	最近の富山県マダラ漁獲量について	富山県水産試験場研究報告							1998		10	27-40		Gadus macrocephalus episodic cold winter offshore trawl net pacific cod Sea of Japan Toyama Bay trend in catch
13-41	水産庁	第25回太平洋広域漁業調査委員会太平洋北部会資料2-2.マダラ陸奥湾産卵群の資源管理の取組状況について	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_kouiki/taiheiyo/									1-4		
13-42	竹内健	日本海の魚たち 珍客の稚魚を飼育 ヒゲや生態に相違点											34		
13-43	手塚信弘	親魚飼育の具体例-マダラ	水産総合研究センター研究報告							2006		特別号	147-149		Pacific cod broodstock maturation water temperature
13-44	菊谷尚久, 鈴木亮, 高橋宏和, 尾鷲政幸, 川崎啓助	平成22年度地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 栽培漁業技術開発事業(マダラ)	地方独立行政法人青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5381						2012			458-463		
13-45	地方独立行政法人青森県産業技術センター 水産総合研究所	平成28年度漁獲量及び漁獲金額(過去5ヵ年比) 5.マダラ(陸奥湾海域)	地方独立行政法人青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5577						2016			9		
13-46	外城寿哉	鱈の旬-その分類と生態-	秋田県栄養短期大学 栄養学科	https://www.akita-eiyo.ac.jp/nutrition/									12		
13-47	山形県水産試験場	底びき網漁業重要魚種稚魚着底量の年変動要因	山形県 平成24年度研究成果	https://www.pref.yamagata.jp/ou/norinsuisan/147010/images/seika/24seika/2012seika.html						2012			2		底びき網漁業 着底稚魚 産卵期 沿岸水温
13-48	福島県	15.マダラ(地方名:ミズタラ、ボンタラ)	福島県 水産資源研究所 福島県版資源評価票	http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/37395c/shigenhyoka.html						2011			1		
13-49	星野昇, 田中信幸, 本間隆之, 鈴木祐太郎	北海道周辺海域におけるマダラの年齢組成(資料)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 水産研究本部マリネット北海道	https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/work1/kenpou91-100.html#s8						2017			33-42		Age-Length Key 耳石 成長 年齢 北海道 マダラ
13-50	千村昌之, 境磨, 石野光弘, 山下紀生	平成30年度資源評価結果 マダラ(北海道)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
13-51	成松庸二, 柴田泰宙, 鈴木勇人, 森川英祐, 時岡駿, 永尾次郎	平成30年度資源評価結果 マダラ(太平洋北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
13-52	佐久間啓, 藤原邦浩, 上田祐司, 吉川茜	平成30年度資源評価結果 マダラ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
13-53	千村昌之, 境磨, 石野光弘, 山下紀生	平成30年度資源評価結果 マダラ(北海系道群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/12/25								3		

マダラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
13-54	船本鉄一郎	平成16年度マダラ北海道の資源評価	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests16/	2018/10/26								1-13		
13-55	船本鉄一郎	平成18年度マダラ北海道の資源評価	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests18/	2018/10/26								13		
13-56	服部努	魚礁性魚類の年齢と成長に関する研究	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						1998			1-9		
13-57	鈴木亮, 菊谷尚久, 高橋進吾, 藤川義一, 尾鷲政幸, 川崎啓助	平成25年度地方独立法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 資源管理基礎調査 (マダラ種苗生産)	地方独立行政法人青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5372						2015			441-449		
13-58	三浦太智	平成28年度地方独立法人青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告 資源管理基礎調査マダラ	地方独立行政法人青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/index.php?id=5920						2018			108-114		
13-59	岩手県	久慈地区広域漁場整備事業計画書 特定漁港漁場整備事業計画書				岩手県							12		
13-60	岩手県	久慈地区広域漁場整備事業計画書 平面図				岩手県							2		
13-61	岩手県	久慈地区広域漁場整備事業計画書 標準構造図				岩手県							4		
13-62	桜井泰憲	2.オホーツク海の生態系変動の魚類(スケトウダラ・サケ類)の動態 2-1)生態系ベースの持続的漁業-知床世界自然遺産を例として	オホーツク生態系保全日露協力シンポジウム報告書	https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/hoppo/pdfs/smp0903_01.pdf https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/hoppo/pdfs/smp0903_02.pdf		北海道大学 学術交流会 館		2009/5/14~15	外務省、環境省、国際科学技術協力センター (ISTC)	2009			33-60		
13-63	北海道	広域型増殖場造成事業 島牧地区 全体計画書			2018/8/31	北海道				1997			12		
13-64	後志総合振興局	広域漁場整備事業(特定) 事業計画段階資料 石狩後志地区		http://www.shiribeshi.pref.hokkaido.lg.jp/	2018/8/30	北海道							1		

カツオに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
14-01	水産庁	水産研究・教育機構 平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(中西部太平洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/7								30S-1 - 30S-2		
14-02	清藤秀理	平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(中西部太平洋)詳細	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/7								30-1 - 30-9		
14-03	水産庁	水産研究・教育機構 平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(東部太平洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/7					2018			29S-1 - 29S-2		
14-04	青木良徳	平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(東部太平洋)詳細	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/7					2018			29-1 - 29-5		
14-05	水産庁	水産研究・教育機構 平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(インド洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								31S-1 - 31S-2		
14-06	松本隆之,西田勤	平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(インド洋)詳細	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								31-1 - 31-7		
14-07	水産庁	水産研究・教育機構 平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(大西洋)	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								32-1 - 32-4		
14-08	藤岡紘,松本隆之	平成29年度国際漁業資源評価 カツオ(大西洋)詳細	国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-2.html	2018/6/12								32S-1 - 32S-2		
1-01	伊藤 靖,三浦浩	沖合漁場整備における水産資源の培養及び増養殖機能に関する調査のうち水産基盤整備におけるカツオ・マグロ等の増殖可能性調査	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp	2018/6/14		福井県立大学	2010/5	日本水産工学会学術講演会	2009			1-50		
14-10	水産庁	奄美地区事業評価	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyosei/assess/hyouka/h23/jizen/index.html	2018/6/7								13		
14-11	嘉山定晃	東大学位論文・西部太平洋におけるカツオ当歳魚の成長と回遊生態に関する研究(後半)	Utokyo Repository	https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=4279&item_no=1&page_id=28&block_id=31						2006			71-130	博士(農学)	
14-12	嘉山定晃	東大学位論文・西部太平洋におけるカツオ当歳魚の成長と回遊生態に関する研究(前半)	Utokyo Repository	https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=4279&item_no=1&page_id=28&block_id=31						2006			74	博士(農学)	
14-13	松本隆之,北川貴士,木村信吾,仙波靖子,岡本浩明,庄野宏,奥原誠,榑純一郎,近藤忍,太田格,前田訓次,移動新田朗,溝口雅彦	南西諸島海域における浮魚礁とカツオ・マグロ類の	水産工学			日本水産工学会				2013	50	1	43-49		浮魚礁 標識 メバチ キハダ
14-14	二平章	カツオの回遊生態と資源	水産振興			財団法人東京水産振興会				2009	43	5	57		
14-15	二平章	潮境域におけるカツオ回遊魚群の行動生態および生理に関する研究	東北区水産研究所研究報告	https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010541827		東北区水産研究所				1996		58	137-233		body temperature front Katsuwonus pelamis migration skipjack tuna tagging
14-16	宮部尚純,本多仁	まぐろ・かつお類の漁業と資源調査 (総説)	国際漁業の資源の現況 平成19年度国際漁業資源の現況	http://kokushi.fra.go.jp/index-6.html	2018/6/6					2007			5		
14-17	芦田拓士,伏島一平,木村拓人,小河道生,清藤秀理,松本隆之(特集部著者名)	水産業の未来を拓く FERANEWS カツオ特集	国立研究開発法人	http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/pr.html#fnews	2018/6/7					2013			36		

アカガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
15-01	水産庁	平成29年度資源評価結果 アカガレイ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1871-1887		
15-02	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリンネット北海道	マリンネット北海道_アカガレイ	研究している北のさかなたち	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr00000041i.html	2018/6/19					2013			3		
15-03	伊藤靖,三浦浩,松本卓也	日本海西部海域におけるアカガレイ・ズワイガニを対象とした漁場環境調査	一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun/						2010		22	73-78		Trachurus japonicas artificial fish reef ultrasonic biotelemetry behavior
15-04	横山信一,前田辰昭,中谷敏邦	噴火湾およびその沖合におけるアカガレイの食物組成とメガロベントスの分布	日本水産学会誌							1994	60	6	719-726		アカガレイ 食物連鎖 メガロベントス 噴火湾
15-05	間辺本文,菅原吉浩,本田耕一,澤田竜美,浅見能章,塚本邦芳,伊藤靖,三浦浩	ズワイガニ・アカガレイ保護育成礁(日本海西部地区)の効果	土木学会論文集B3(海洋開発)							2014	70	2	11065-11061		smow crab flathead flounder artificial nursery reefs project effect Japan Sea
15-06	岩川浩大,高橋豊美,高津哲也,稲垣祐太,中谷敏邦,前田辰昭	北海道噴火湾におけるアカガレイの成長様式	日本水産学会誌							2013	79	1	10-19		アカガレイ 刺網 成長 年級群 複合モデル 噴火湾
15-07	宮本孝則,高津哲也,中谷敏邦,前田辰昭,高橋豊美	噴火湾とその沖合におけるアカガレイ卵・稚仔の分布と食性	水産海洋研究							1993	57	1	1-14		
15-08	廣瀬太郎	新潟県沖日本海におけるアカガレイの産卵生態・産卵場,産卵期中の親魚の移動および成熟状態	日本海区水産研究所主要研究成果集							2007		2	2-5		
15-09	三浦浩,伊藤靖,下山宗生,澤田竜美,本田耕一	日本海西部地区におけるズワイガニ・アカガレイ保護育成礁の効果	一般財団法人漁港漁場漁村総合研究所	http://www.jific.or.jp/dispatch/ronbun/						2013		24	55-60		snow crab flathead flunder artificial nursery reefs project effect Japan Sea
15-10	山田学,上田祐司,服部努,山廻邊昭文,吉田哲也	常磐海域で漁獲されたアカガレイの生態と資源診断	福島県水産試験場研究報告	http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/37380b/kennkyuhoukoku11.html						2006		13	19-36		
15-11	山田学,山廻邊昭文,佐藤美智男,吉田哲也,河合孝	福島県沖合海域におけるアカガレイ雌の成熟と産卵期	日本水産学会誌							2008	74	5	849-855		アカガレイ 産卵 成熟 成長 福島県沖合海域
15-12	山内繁樹	魚礁周辺での魚類の分布	試験研究は今	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000008ycn.html						2008		606	2		
15-13	松田泰平	アカガレイの人工種苗生産 その2 - 雌雄比・成長・成熟 -	試験研究は今	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000008ycn.html						2017		843	2		
15-14	松田泰平	アカガレイの人工種苗生産について - 採卵～仔稚魚の飼育 -	試験研究は今	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000008ycn.html						2017		826	2		
15-15	森山充,下中邦俊	短報 標識放流結果からみた福井県沿岸のアカガレイの移動様式											3		アカガレイ 標識放流 移動

アカガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
15-16	星野昇,山口浩志,三原行雄,丸山秀佳	北海道日本海産アカガレイ, ヒレグロ, ウロコメガレイの年齢決定に関する耳石の表面観察法と薄片観察法の比較	北海道水産試験場研究報告							2012	82		1-7		age-determination アカガレイ ウロコメガレイ 耳石 日本海 ヒレグロ
15-17	石川県水産試験場	重要カレイ類の生態と資源に関する研究	石川県水産試験場 資料・報告書	http://www.pref.ishikawa.lg.jp/suisan/center/sigenbu_files/archive/archive-sigenbu.html						1993	185		23		
15-18	前田辰昭,高津哲也,高橋豊美,中谷敏邦	マダラとアカガレイについて	日本海ブロック試験研究収録	http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/publication/shuuroku/shuuroku.html						1992		24	1-12		
15-19	長浜達章,岩佐隆宏,武田雷介,魚田繁	重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究								1992			78-99		
15-20	藤原邦浩,廣瀬太郎,宮嶋俊明,山崎淳	京都府沖合におけるアカガレイ雌の成熟体長の小型化	日本水産学会誌							2009	75	4	704-706		red halibut TAE アカガレイ 資源評価 成熟 底曳網
15-21	内野憲,山崎淳,藤田真吾,戸嶋孝	京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究II	京都府立海洋センター研究報告							1995		18	41-45		
15-22	板谷和彦,高嶋孝寛,三橋正基	留萌沖合日本海に分布するアカガレイの年齢と成長	北海道立水産試験場研究報告							2009		74	13-17		アカガレイ 北海道日本海 年齢 全長 成長式 重み付け最小二乗法
15-23	武藤卓志	噴火湾におけるアカガレイ若齢魚調査について	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリンネット北海道	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000008yncn.html						2017		827	2		
15-24	本間隆之	噴火湾のアカガレイ調査	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリンネット北海道	https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr00000019qu.html						2009		79	11-14		アカガレイ ソリネット 噴火湾 年級群
15-25	北川大二,片山知史,藤原邦浩	東北海域におけるアカガレイの分布と成長	水産海洋研究							2004	68	3	151-157		Hippoglossoides dubinus distribution age growth age-length key
15-26	本間隆之	平成22年度事業報告書 7.資源管理手法開発試験調査_7.1アカガレイ(噴火湾水域)	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部 函館水産試験場	https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/skhn140000000tyl.html						2012			81-83		
15-27	本間隆之	平成22年度事業報告書 1.2.2_アカガレイ	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部 函館水産試験場	https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/skhn140000000tyl.html						2012			44-47		
15-28	柳下直己,山崎淳,田中栄次	京都府沖合海域で採集されたアカガレイの年齢と成長	日本水産学会誌							2006	72	4	651-658		アカガレイ 京都府沖合海域 耳石 成長 年齢 年齢 標識放流

アカガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
15-29	鈴木孝太, 中屋光裕, 柳海均, 松田泰平, 高津哲也	アカガレイ卵・仔稚魚期の比重変化および卵発生速度と水温の関係	日本水産学会誌							2017	83	4	580-588		アカガレイ 水温 発生・発育速度 比重 卵・仔稚魚
15-30	藤原邦浩, 上田祐司, 八木佑太, 吉川茜, 佐久間啓, 久保田洋	平成30年度資源評価結果 アカガレイ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6								3		
15-31	野口俊輔	短報 京都府沖合における夏期の底漁群集構造	京都府農林水産技術センター海洋研究報告							2015		37	17-20		底魚群集 クラスター分析 京都府沖合
15-32	伊藤靖, 池森貴彦, 下中邦俊	広域漁場開発調査 アカガレイ等調査	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						1998			137-151		
15-33	三浦浩, 伊藤靖, 下岡本繁好, 向井哲也	小型トロールによるズワイガニ・アカガレイ保護育成賞の効果	平成26年度調査 調査研究論文										25	5	snow crab flathead flounder artificial nursery reefs small trawl nets project effect

イカナゴに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
16-01	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	SH"U"Nプロジェクト評価結果 イカナゴ瀬戸内海東部 Ver.0.3.0 パブリックコメント版	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 SH"U"Nproject	https://www.fra.affrc.go.jp/shun/index.html	2018/9/26					2017			70		
16-02	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリンネット北海道	マリンネット北海道_イカナゴ	研究している北のさかなたち	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr000000041i.html	2018/6/19					2013			3		
16-03	井上明	イカナゴAmmodytes personatusの生態に就て(第1報)	日本水産学会誌							1949	15	9	458-468		
16-04	岡本浩明,山崎文雄,三島清吉	日本近海に生息するイカナゴ個体群の遺伝的分化	日本水産学会誌							1988	54	8	1297-1304		
16-05	関口秀夫	伊勢湾のプランクトン食性魚イカナゴの摂餌について	日本水産学会誌							1977	43	4	417-422		
16-06	橋本博明	日本産イカナゴの資源生態学的研究	広島大学生物生産学部紀要							1991	30	2	135-192		
16-07	山田浩且	伊勢湾産イカナゴのふ化特性と外部栄養への転換	日本水産学会誌							1998	64	3	440-446		
16-08	山田浩且,津本欣吾,久野正博	伊勢湾産イカナゴ仔魚の成魚による捕食減耗	日本水産学会誌							1998	64	5	807-814		イカナゴ 共食い 瞬間排出率 日間摂餌量
16-09	松倉隆一,澤田浩一,安部幸樹,南憲史, 永島宏,米崎史郎,村瀬弘人,宮下和士	仙台湾周辺におけるイカナゴAmmodytes personatus当歳魚のターゲットストレングス測定とモデル計算による比較	日本水産学会誌							2013	79	4	638-648		TS回帰式 イカナゴ 仙台湾 ターゲットストレングス(TS)
16-10	赤井紀子,内海範子	瀬戸内海産イカナゴの死亡と再生産に及ぼす夏眠期における高水温飼育の影響	日本水産学会誌							2012	78	3	399-404		イカナゴ 夏眠期 高水温 再生産 死亡
16-11	千田哲資	イカナゴの夜間浮上について	日本水産学会誌							1965	31	7	506-510		
16-12	千田哲資	イカナゴの卵の浮遊性と瀬戸内海における分布	日本水産学会誌							1965	31	7	511-516		
16-13	大島泰雄	イカナゴ(Ammodytes personatus GIRARD.)の生態について	日本水産学会誌							1950	16	3	99-107		
16-14	日下部敬之,中嶋昌紀, 佐野雅基,渡辺和夫	大阪湾におけるイカナゴAmmodytes personatus仔魚の鉛直分布と摂餌に対する水中照度の影響	日本水産学会誌							2000	66	4	713-718		大阪湾 イカナゴ 仔魚 鉛直分布 摂餌 水中照度
16-15	浜田尚雄	播磨灘、大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-I.親魚の年令組成との関係	日本水産学会誌							1966	32	5	393-398		
16-16	浜田尚雄	播磨灘、大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-II.仔魚の分布消長について	日本水産学会誌							1966	32	5	399-405		
16-17	浜田尚雄	播磨灘、大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-III.産卵期前後の海気象との関係	日本水産学会誌							1966	32	7	579-584		
16-18	浜田尚雄	播磨灘、大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-IV.産卵量との関係	日本水産学会誌							1967	33	5	410-416		
16-19	浜田尚雄	播磨灘、大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-V.漁獲量長期変動と漁業の変遷	日本水産学会誌							1968	34	11	988-996		

イカナゴに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
16-20	富山実,小松輝久	水温が伊勢湾産イカナゴ初期生活史の成長と加入資源量に与える影響	水産海洋研究							2006	70	2	114-121		growth rate back-calculation Japanese sandeel Ise Bay recruitment
16-21	末永慶寛,増田光一,田中和広	数値シミュレーションによる海底砂礫採取が仔稚魚輸送に与える影響の予測に関する研究	日本造船学会論文集							2001		190	319-324		
16-22	末永慶寛,田中和広,増田光一,藤原正幸,佐々木孝	海砂採取による海底地形変化がイカナゴ仔稚魚輸送に及ぼす影響に関する研究	海岸工学論文集							2001	48		1246-1250		
16-23	名越誠,弓場公浩	伊勢湾産イカナゴの体長の個体変異と個体群密度の関係	日本水産学会誌							1988	54	6	913-917		
16-24	名越誠,弓場公浩	伊勢湾におけるイカナゴ個体群の研究 I.個体群密度と成長の関係	日本生態学会誌							1979	29	1	1-10		
16-25	高橋正知,河野梯昌	平成29(2017)年度資源評価結果 イカナゴ(伊勢・三河湾系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1570-1607		
16-26	山本敏博,黒木洋明	平成29(2017)年度資源評価結果 イカナゴ(瀬戸内海東部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1554-1569		
16-27	山本敏博,坂地英男,黒木洋明	平成30年度資源評価結果 イカナゴ(伊勢・三河湾系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		
16-28	高橋正知,河野梯昌	平成30年度資源評価結果 イカナゴ(瀬戸内海東部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			2		

サメガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
17-01	松田泰平	サメガレイふ化仔魚の人工飼育について	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリンネット北海道	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr000000f1qt.html						2013		745	2		
17-02	水産庁	太平洋北部沖合性カレイ類資源回復計画	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/						2018			11		
17-03	稲川亮,服部努,渡辺一仁,成松庸二,伊藤正木	東北地方太平洋沖におけるサメガレイの成長様式および漁獲物の年齢構成	日本水産学会誌							2012	78	6	1118-1126		沖合性カレイ類 サメガレイ 耳石薄片法 全長組成
17-04	稲川亮,服部努,伊藤正木,成松庸二	水産総合研究センター 研究開発情報 東北水産研究レター	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北水産研究所	http://tnfri.fra.affrc.go.jp/pub/letter/index.html						2012		26	1		
17-05	服部努,上田祐司,成松庸二,伊藤正木	東北海道におけるサメガレイ分布域の長期変化	水産海洋研究							2008	72	1	14-21		bottom trawling Clidoderma asperrimum distribution spawning ground reproduction
17-06	鈴木勇人,服部努,成松庸二,柴田泰宙,森川英祐	平成29(2017)年度資源評価結果 サメガレイ(太平洋北部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1793-1808		
17-07	鈴木勇人,成松庸二,柴田泰宙,森川英祐,時岡駿,永尾次郎	平成30年度資源評価結果 サメガレイ(太平洋北部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		

サワラに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
18-01	永井達樹	サワラの資源状況と資源回復計画	日本水産学会誌							2003	69	1	99-103		
18-02	横川浩治	サワラの産卵期における卵巣内卵数と卵径組成の経時変化	日本水産学会誌							1995	61	5	689-694		サワラ 卵数 卵径組成 産卵生態
18-03	河野梯昌,高橋誠,島康洋	サワラ仔魚における耳石透明帯と不透明帯の形成時間	日本水産学会誌							2014	80	1	21-26		サワラ仔魚 時間帯 耳石形成 透明帯 不透明帯
18-04	岸田達	瀬戸内海中部海域におけるサワラ卵・仔魚の鉛直・水平分布	日本水産学会誌							1988	54	1	1-8		
18-05	岸田達,会田勝美	瀬戸内海中西部域におけるサワラの成熟と産卵	日本水産学会誌							1989	55	12	2065-2074		
18-06	岸田達,上田和夫,高尾亀次	瀬戸内海中西部域におけるサワラの年齢と成長	日本水産学会誌							1985	51	4	529-537		
18-07	荒井修亮	特集「サワラ瀬戸内海系群資源回復計画」について	日本水産学会誌							2003	69	1	98		
18-08	山崎英樹,竹森弘征,岩本明雄,奥村重信,藤本宏,山本義久,小畑泰弘,草加耕司,北田修一	瀬戸内海東部海域におけるサワラの種苗放流効果	日本水産学会誌							2007	73	2	210-219		経済効率 サワラ 中間育成 放流効果
18-09	小畑泰弘	瀬戸内海東部海域におけるサワラの種苗放流への取り組み	日本水産学会誌							2006	72	3	459-462		
18-10	小畑泰弘,滝本鮎子,岩本明雄,北田修一	資源計画のためのシミュレーションモデル：瀬戸内海東部海域のサワラを例として	日本水産学会誌							2007	73	1	43-50		ABC 漁獲規制 サワラ 資源回復計画 シミュレーション 種苗放流
18-11	小林一彦	サワラ瀬戸内海系群資源回復計画について	日本水産学会誌							2003	69	1	109-114		
18-12	小路淳	サワラの生活史初期における摂食戦略と資源加入機構に関する研究	日本水産学会誌							2005	71	4	515-518		
18-13	石田実,片町太輔	平成29（2017）年度資源評価結果 サワラ(瀬戸内海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1642-1671		
18-14	高橋素光,依田真里	平成29（2017）年度資源評価結果 サワラ(東シナ海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2017/index.html	2018/6/12					2017			1627-1641		
18-15	石田実,片町太輔	平成30年度資源評価結果 サワラ(瀬戸内海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		
18-16	高橋素光,依田真里	平成30年度資源評価結果 サワラ(東シナ海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			2		
18-17	矢野和成,清水弘文,小菅丈治,水戸啓一,加藤雅也,小林正裕	大水深域での大型浮魚礁集群機構の解明と効率的利用法の研究	水産基盤整備調査委託事業 報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						1999			114-125		
18-18	森脇晋平,為石起司,若林英人,松本洋典,田中伸和,齋藤寛之	島根県浜田沖に沈設された高層魚礁に網集する魚類の経年変動	島根県水産試験場研究報告書							2005		12	1-6		高層魚礁 浜田沖 一本釣り漁業 魚類相

トラフグに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
19-01	阿知波英明	遠州灘西部海域のトラフグ漁獲水深と水温	水産増殖							2006	54	1	25-29		Takifugu rubripes Catch depth Continental shelf fishing ground Water temperature
19-02	伊藤正木	標識放流結果から推定した秋田沖漁場のトラフグ成魚の移動・回遊	日本水産学会誌							1998	64	4	645-649		トラフグ 秋田沖 回遊 標識放流 日本海北部 七尾湾 三陸沿岸
19-03	伊藤正木,小嶋喜久雄,田川勝	若狭湾で実施した標識放流実験から推定したトラフグの成魚の回遊	日本水産学会誌							1988	64	3	435-439		トラフグ成魚 若狭湾 産卵群 標識放流 回遊
19-04	伊藤正木,安井港,津久井文夫,多田修	標識放流結果からの推定した遠州灘におけるトラフグ成魚の移動・回遊	日本水産学会誌							1999	65	2	175-181		トラフグ 標識放流 遠州灘 移動・回遊
19-05	角田出,岡部正也,難波憲二,中川平介,熊井英水,中村元二	トラフグの餌料に関する研究-III デキストリン,フィードオイル,ビタミン添加量の検討	水産増殖							1988	36	3	183-191		
19-06	関根雅彦,橋崎寿晃,浮田正夫,中西弘	水域環境管理への応用を目的とした魚の行動の実験的解析	環境工学研究論文集							1994	31		225-232		
19-07	韓慶男,荘恒源,松井誠一,古市政幸,北島力	トラフグ幼稚魚の成長,生残,および飼料効率に及ぼす飼育水塩分の影響	日本水産学会誌							1995	61	1	21-26		トラフグ 幼稚魚 好適塩分 生存率 飼料効率
19-08	佐藤良三,鈴木伸洋,柴田玲奈,山本正直	トラフグTakifugu rubripes親魚の瀬戸内海・布仮瀬戸の産卵場への回帰性	日本水産学会誌							1999	65	4	689-694		トラフグ 親魚放流試験 産卵場回帰
19-09	佐藤良三,鈴木伸洋,神谷直明,辻ヶ堂諦,岡田一宏	天然産着卵ふ化情報および飼育幼魚のアイソザイム分析から推定された伊勢湾口トラフグの産卵集団構造	日本水産学会誌							2000	66	1	62-69		トラフグ 天然産着卵 ふ化日数 アイソザイム分析 産卵集団構造
19-10	佐伯清子,熊谷洋	天然および養殖トラフグにおける一般成分の季節的変動	日本水産学会誌							1984	50	1	125-127		
19-11	阪倉良孝,高谷智裕,山崎英樹,崎山一孝	シンポジウム記録 フグ研究とトラフグ生産技術開発の最前線 III-4.フグの行動とフグ毒	日本水産学会誌							2012	78	1	93		
19-12	柴田玲奈,青野英明,町田雅春	第5章:各魚種の具体的な生殖生態及び水温との関連 トラフグの産卵生態	国立研究開発法人 水産研究・教育機構	https://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/bull/bull-b4/no4contents.html						2006		別冊第4	131-135		tiger puffer spawning ecology distribution migration
19-13	松浦修平,内藤剛,新町充人,吉村研治,松山倫也	トラフグ生殖腺の性分化過程	水産増殖							1994	42	4	619-625		
19-14	松山倫也	ミニレビュー 魚類の卵成熟誘起ホルモン	RADIOISOTOPES							1997	4	46	61-62		
19-15	松村靖治	アリザリンコンプレクソン並びにテトラサイクリンによるトラフグ Takifugu rubripes 卵および仔稚魚の耳石標識	日本水産学会誌							2005	71	3	307-317		トラフグ 耳石標識 卵稚仔魚 アリザリンコンプレクソン テトラサイクリン

トラフグに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
19-16	上田幸男,佐野二郎,内田秀和,天野千絵,松村靖治,片山貴士	東シナ海,日本海および瀬戸内海産トラフグの成長とAge-length key	日本水産学会誌							2010	76	5	803-811		Age-length key 人工種苗放流魚 成長 脊椎骨 天然魚 トラフグ 年齢
19-17	多賀真,山下洋	トラフグ仔稚魚の成長における低塩分の有効性とその要因	水産増殖							2011	59	2	225-233		Tiger puffer Takifugu rubripes Salinity Growth Oxygen consumption
19-18	中川平介,難波憲二,熊井英水,中村元二,笠原正五郎	トラフグの餌料に関する研究-I 各種餌料の連続投与により生ずる生理障害について	水産増殖							1986	34	2	83-90		
19-19	中島博司	伊勢湾, 熊野灘に生息するトラフグ未成魚の移動, 成長および食性	水産増殖							2011	59	1	51-58		Ocellate puffer Growth Feeding habit Ise Bay
19-20	中島博司,新田朗	標識放流試験から見たトラフグ親魚の伊勢湾口部産卵場への回帰	日本水産学会誌							2005	71	5	736-745		アーカイバルタグ 産卵回帰 産卵場 トラフグ 標識放流
19-21	中島博司,津本欣吾,沖大樹	伊勢湾の砂浜海岸砕波帯に出現したトラフグ稚魚について	水産増殖							2008	56	2	221-229		Takifugu rubripes Juvenile Surf zone Ise Bay
19-22	田中克	仔魚の消化管の形態と脂肪の吸収	水産増殖							1968	15	4	9-21		
19-23	田北徹,Sumonta Intong	有明海におけるトラフグとシマフグの幼期の生態	日本水産学会誌							1991	57	10	1883-1889		
19-24	難波憲二,中川平介,岡部正也,角田出,熊井英水,中村元二,笠原正五郎	トラフグの餌料に関する研究-II 餌料に起因する養殖トラフグの組織変化	水産増殖							1988	36	1	53-64		
19-25	畑中宏之	トラフグ稚魚の成長と尾鰭の形状に及ぼす飼育水槽の色,照度および飼育密度の影響	日本水産学会誌							1997	63	5	734-738		飼育条件 トラフグ 成長 ストレス
19-26	鈴木重則,山本敏博,黒木洋明,市野川桃子	平成29(2017)年度資源評価結果 トラフグ(伊勢・三河湾系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/	2018/6/12					2017				1987-2017	
19-27	片町太輔,石田実	平成29(2017)年度資源評価結果 トラフグ(日本海・東シナ・瀬戸内海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/	2018/6/12					2017				1957-1986	
19-28	北濱喜一	フグ考現学(1)フグの種類	調理科学							1986	19	3	170-175		
19-29	北濱喜一	フグ考現学(2)雌雄同体トラフグ(両性トラフグ)の毒性について	調理科学							1986	19	4	262-267		
19-30	鈴木重則,山本敏博,黒木洋明,澤山周平,市野川桃子	平成30年度資源評価結果 トラフグ(伊勢・三河湾系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018				3	
19-31	片町太輔,石田実	平成30年度資源評価結果 トラフグ(日本海・東シナ・瀬戸内海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018				3	

マガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
20-01	高橋豊美	陸奥湾におけるマガレイおよびマコガレイの食物をめぐる種内の関係	日本水産学会							1987	53	2	189-194		
20-02	高橋豊美,富永武治,前田辰昭,上野元一	マガレイおよびマコガレイの摂餌日周期について	日本水産学会誌							1982	48	9	1257-1264		
20-03	高橋豊美,斉藤重男,前田辰昭,木村大	陸奥湾におけるマガレイとマコガレイ成魚の生活年周期	日本水産学会誌							1983	49	5	663-670		
20-04	高橋豊美,前田辰昭,土屋康弘,中谷敏邦	陸奥湾におけるマガレイおよびマコガレイの分布と食性	日本水産学会							1987	53	2	177-187		
20-05	高橋豊美,富永修,前田辰昭	マガレイおよびマコガレイの摂餌と生存に及ぼす水温の影響	日本水産学会							1987	53	11	1905-1911		
20-06	佐藤敦一,竹内俊郎	マガレイの産卵間隔, 総産卵量, 産卵時刻, 排卵周期	水産増殖							2009	57	3	411-416		Brown sole Spawning cycle Fecundity Spawning time
20-07	佐藤敦一,竹内俊郎	マガレイの摂餌, 生残, 成長, 形態異常に及ぼす採卵ロットの影響	水産増殖							2009	57	2	243-248		Brown sole Feeding Egg batch Anomalous morphology
20-08	池田知司	冬～春季の若狭湾沿岸に出現する無油球卵の同定	水産増殖							1983	31	2	81-87		
20-09	藤原正幸,末永慶寛,中田英昭,永澤亨	風の日々変動がマガレイ卵・仔魚の沿岸海域への滞留に及ぼす影響に関する数値シミュレーション	水産工学							1998	35	2	93-99		マガレイ 佐渡海峡 卵・仔魚輸送 オイラー・ラグランジュ法 風の日々変動
20-10	富永修,梨田一也,前田辰昭,高橋豊美,加藤和範	新潟県北部沿岸域におけるマガレイ成魚群の生活年周期と分布	日本水産学会							1991	57	11	2023-2031		
20-11	末永慶寛,中田英昭,藤原正幸,永澤亨	佐渡海峡周辺におけるマガレイ卵・仔魚の輸送に対する風の影響の数値シミュレーション	水産工学							1996	32	3	219-228		マガレイ 佐渡海峡 数値モデル 卵・仔魚輸送 風の影響
20-12	末永慶寛,藤原正幸,中田英昭	マガレイ卵・仔魚の沿岸海域への滞留に対する風および鉛直移動の影響	海岸工学論文集							1998	45		1151-1155		
20-13	有瀬真人,與世田兼三	新潟県沿岸域におけるマガレイの着底場および成育場	日本水産学会							1994	60	1	29-34		マガレイ 生育場 着底場
20-14	後藤常夫,八木佑太,飯田真也,井関智明	平成29(2017)年度資源評価結果マガレイ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/	2018/6/12					2017			1924-1942		
20-15	山下夕帆,田中寛繁,岡本俊,山下紀生	平成29(2017)年度資源評価結果マガレイ(北海道北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/	2018/6/12					2017			1911-1923		
20-16	飯田真也,藤原邦浩,八木佑太,井関智明	平成30年度資源評価結果マガレイ(日本海系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			2		
20-17	山下夕帆,岡本俊,山下紀生	平成30年度資源評価結果マガレイ(北海道北部系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			2		
20-18	梶原直人,藤井徹生	陸棚域周辺における底曳対象種の生物特性を用いた漁場整備評価手法の開発	水産基盤整備調査委託事業報告書閲覧ページ	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						2003			1-8		
20-19	山内繁樹	マリンネット北海道.試験研究は今606_魚礁周辺での魚類の分布	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 水産研究本部	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr0000008ycn.html	2018/11/27					2008			2		

マコガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
21-01	伊藤靖,吉田司,張間千鶴	瀬戸内海の千軒湾地先における炭素・窒素安定同位体比からみたマコガレイ稚魚の食物と食物源の推定	日本海水学会誌							2015	81	4	681-687		δ 13C δ 15N Pseudopleuronectes yokohamae 安定同位体比 食物 食物源 マコガレイ
21-02	角田出	宮城県中部沿岸域に生息するマコガレイの健康状態と生息海域の汚染状況把握-生殖腺指数,肝ミクロソーム内チトクロムP-450含量,脳内アセチルコリンエステラーゼ活性および血漿中総チロキシンと性ホルモン濃度を指標とした場合-	日本海水学会誌							2001	55		322-332		マコガレイ 肝ミクロソーム内チトクロムP-450 ホルモン アセチルコリンエステラーゼ 宮城
21-03	角田出	低酸素曝露がマコガレイの生理指標に及ぼす影響および当該指標による海域の貧酸素化把握-貧酸素マーカーとしてのエリスロポイエチン-	日本海水学会誌							2002	56	6	432-439		マコガレイ 貧酸素水 生理指標 東京湾 気仙沼湾 marbled sole
21-04	関根雅彦,上浦慎太郎,山本義男,濱田悦之,浮田正夫	沿岸開発にともなう貧酸素水塊発生がマコガレイの挙動に与える影響の実験的研究	環境工学研究論文集							1997	34		239-247		hypoxia environmental preference coastal area
21-05	高橋豊美	陸奥湾におけるマコガレイおよびマコガレイの食物をめぐる種内の関係	日本水産学会							1987	53	2	189-194		
21-06	高橋豊美,富永武治,前田辰昭,上野元一	マガレイおよびマコガレイの摂餌日周期について	日本水産学会誌							1982	48	9	1257-1264		
21-07	高橋豊美,齊藤重男,前田辰昭,木村大	陸奥湾におけるマガレイとマコガレイ成魚の生活年周期	日本水産学会誌							1983	49	5	663-670		
21-08	高橋清孝,星合愿一,阿部洋士	石巻湾および万石浦におけるマコガレイ浮遊期仔魚の分布と移動	水産増殖							1986	34	1			
21-09	高橋豊美,前田辰昭,土屋康弘,中谷敏邦	陸奥湾におけるマガレイおよびマコガレイの分布と食性	日本水産学会							1987	53	2	177-187		
21-10	高橋豊美,富永修,前田辰昭	マガレイおよびマコガレイの摂餌と生存に及ぼす水温の影響	日本水産学会							1987	53	11	1905-1911		
21-11	山本護太郎	ベントスと底魚の食物関係—仙台湾産マコガレイを中心として	日本ベントス研究会連絡誌							1970	1970	1	43-35		
21-12	狩谷貞二,白旗総一郎	マコガレイ卵巣の成熟過程について	日本水産学会誌							1955	21	7	476-482		
21-13	杉松宏一,大村智宏,大美博昭,辻村浩隆,堀正和,中山哲蔵	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							2016	72	2	1375-1380		particle tracking model marbled sole larval transport spawning grounds Osaka Bay
21-14	正木康昭,伊東弘,東海正,山口義昭	周防灘産マコガレイの年令と成長	日本水産学会誌							1986	52	3	423-433		
21-15	正木康昭,伊東弘,上城義信,横松芳治,小川浩,山口義昭,東海正	周防灘産マコガレイの成熟と産卵期	日本水産学会誌							1987	53	7	1181-1190		
21-16	大森迪夫	仙台湾における底魚の生産構造に関する研究—I	日本水産学会誌							1974	40	11	1115-1126		
21-17	Mitsuhiro NAKAYAT,Tetsuya TAKATSU, Masayasu NAKAGAMI,Mikimasa JOH and Toyomi TAKAHASHI	Prey Choice Order of Crangon uritai as a Predator for Juvenile Pleuronectes yokohamae	水産増殖							2004	52	2	121-128		Crangon uritai Pleuronectes yokohamae Predator-prey interaction Prey choice
21-18	中山哲蔵,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							2009	65	1	1126-1130		

マコガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
21-19	中神正康,高津哲也,松田泰平,高橋豊美	北海道津軽海峡沿岸におけるマコガレイ稚魚によるハルバクテクス目の捕食	日本水産学会誌							2000	66	5	818-824		マコガレイ 津軽海峡 稚魚 ハルバクテクス目 捕食
21-20	東海正,伊東弘	周防灘におけるメイタガレイPleuronichthys cornutus当歳魚およびマコガレイPleuronectes yokohamae当歳魚の摂餌日周性	日本ベントス学会誌							1991	41		1-7		
21-21	南卓志	マコガレイの初期生活史	日本水産学会誌							1981	47	11	1411-1419		
21-22	反田實,中村行延,岡本繁好	紀伊水道北部海域産マコガレイの年令と成長	水産増殖							1992	40	3	317-321		
21-23	反田實,五利江重昭,中村行延,岡本繁好	播磨灘・大阪湾産マコガレイの年齢と成長	日本水産学会誌							2008	74	1	1-7		大阪湾 最小二乗法 耳石 成長 年齢 播磨灘 マコガレイ
21-24	反田實,中村行延,岡本繁好	大阪湾・播磨灘におけるマコガレイの性比	水産増殖							2007	55	2	177-182		Pleuronectes yokohamae Sex ratio the Seto Inland Sea
21-25	反田實,中村行延,岡本繁好	大阪湾・播磨灘におけるマコガレイの生殖腺体指数,肥満度および比肝重値の季節変化	水産増殖							2007	55	1	91-96		Pleuronectes yokohamae Gonadosomatic index Hepatosomatic index Condition factor
21-26	尾城隆,日比谷京	マコガレイ卵母細胞の完熟過程で起こる卵黄球の融合・溶解と吸水現象との関係について	日本水産学会誌							1981	47	9	1123-1130		
21-27	尾城隆,日比谷京	完熟に伴うマコガレイ卵母細胞の吸水と胞破裂の促進について	日本水産学会誌							1981	47	7	835-841		
21-28	睦谷一馬	低水温におけるマコガレイ仔魚の成長と行動について	水産増殖							1989	37	3	187-190		
21-29	木本秀明,林泰行,檜山節久,上城義信, 小川浩,林功,石田雅俊,有江康章, 伊東弘,正木康昭	周防灘産マコガレイの資源管理	日本水産学会誌							1990	56	2	207-215		
21-30	矢持進,有山啓之,佐野雅基	大阪湾湾奥沿岸域の環境修復-堺泉北港干潟造成予定地周辺の水質・底質ならびに底生動物相とマコガレイの貧酸素に対する応答-	海の研究							1998	7	5	293-303		
21-31	鈴木伸洋,田村正之,大内一郎, 広松和親,杉原拓郎	マコガレイ生殖腺の性分化過程	水産増殖							1992	40	2	189-199		
21-32	和田敏裕	異体類の接岸着底機構 -カレイ科5種の形態発育と低塩分適応-	Sessile Organisms							2007	24	2	81-88		Flatfish Ontogenetic migration Nursery habitat Morphological development Low-salinity adaptability
21-33	高橋進吾	マコガレイ（日本海系群）の種苗生産と中間育成	平成23年度 日本海ブロック増養殖研究会	http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/kaigi/h23zoyoshoku/		新潟市のガレソンホール		2012/3/13	国立研究開発法人水産研究・教育機構 日本海区水産研究所	2012			2		

マコガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催機関	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
21-34	高橋進吾	マコガレイの栽培漁業技術について	平成24年度青函水産試験研究交流会	https://www.hro.or.jp/list/fisheries/research/hakodate/section/zoushoku/tpc053000000eqm.html			函館市民会館小ホール	2012/11/27	地方独立行政法人 北海道総合研究機構 水産研究本部 函館水産試験場	2012			1		
21-35	木代寛士,藤澤真也,柴田和之,後川龍男,伊藤靖	異体類を対象にした貝殻増殖礁の効果	日本水産工学会学術講演論文集							2010	22		1-4		
21-36	水産庁漁港漁場整備部	水産生物の生活史を考慮した効果的な漁場環境の形成に係わるガイドライン	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_hourei/						2015			33		
21-37	中嶋昌紀,日下部敬之,有山啓之,大美博昭,辻村浩隆,睦谷一馬,五利江重昭,久保佳洋	大阪湾におけるマコガレイの生態と資源変動	大阪府立水産試験場研究報告			大阪府立水産試験場研修室		2003/12/10	大阪府立水産試験場	2004		15	29-56		
21-38	市川忠史,片山知史,池田実,遠藤和歌子,藤井徹生,石井光廣,赤羽祥明,中村元彦,一色竜也,李政勲,児玉圭太,大山政明,堀口敏宏	東京湾の漁業と環境	中央水産研究所							2010		1	1-22		
21-39	水産庁	播磨灘地区水産環境整備構想(案)	水産庁	http://www.jfa.maff.go.jp/j/study/keikaku/suisan_kankyo_gizyutu.html						2010			7		
21-40	岩手県水産技術センター,宮城県水産技術総合センター,福島県水産試験場,茨城県水産試験場,山口県水産研究センター,福岡県水産海洋技術センター,豊前海研究所,大分県農林水産研究指導センター,水産研究部 浅海・内水面グループ	平成29年度資源評価調査報告書 マコガレイ	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/resource_trends_report/	2018/12/10								14		
21-41	須藤賢哉,大橋正臣,伊藤敏朗	平成29年度 北方海域の沖合域での漁場整備に向けた現地観測の試み	第61回 北海道開発技術研究発表会	https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/jg/gijyutu/splaat00000163kw.html		北海道開発局研修センター		2017/2/21	国土交通省 北海道開発局,国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所				6		漁場環境 生産力向上 漁場整備

ヤナギムシガレイに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
22-01	今井千文,道根淳,村山達朗	日本海西部海域産ヤナギムシガレイの再生産関係	水産大学校							2013	62	1	31-38		sea water temperature Tanakius kitaharai virtual population analysis willowly flounder
22-02	池田知司	冬～春季の若狭湾沿岸に出現する無油球卵の同定	水産増殖							1983	31	2	81-87		
22-03	藤原邦浩,宮嶋俊明,山崎淳	ヤナギムシガレイTanakius kitaharaiの収集個体数と遊泳行動の昼夜による違い	日本水産学会誌							2009	75	5	779-785		Willowly flounder 桁曳網 水中ビデオカメラ 底曳網 逃避行動 ヤナギムシガレイ
22-04	藤田矢郎	ムシガレイとヤナギムシガレイの初期発生と仔魚飼育	日本水産学会誌							1965	31	4	258-262		
22-05	南卓志	ヤナギムシガレイの初期生活史	日本水産学会誌							1983	49	4	527-532		
22-06	Keizou Yabuki	Age Determination of Yanagimushigarei Tanakius kitaharai(Pleuronectidae) from Otoliths in the Sea of Japan off Kyoto Prefecture	日本水産学会誌							1989	55	8	1331-1338		
22-07	柳下直己,大木繁,山崎淳	若狭湾西部海域におけるヤナギムシガレイの年齢と成長および年齢組成	日本水産学会誌							2005	71	2	138-145		ヤナギムシガレイ 耳石 年齢 成長 和歌湾西部海域
22-08	成松庸二,服部努,鈴木勇人,森川英祐,柴田泰宙	平成29(2017)年度資源評価結果 ヤナギムシガレイ (太平洋北部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/	2018/6/12					2017			1888-1910		
22-09	成松庸二,柴田泰宙,鈴木勇人,森川英祐,時岡駿	平成30年度資源評価結果 ヤナギムシガレイ (太平洋北部)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		

ヤリイカに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
23-01		地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリネット 北海道	地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部マリネット北海道	http://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/o7u1kr00000041i.html	2018/6/20					2013			3		
23-02	伊藤欣吾	北日本におけるヤリイカの漁場変動に及ぼす水温と海流の影響	日本水産学会東北支部 16年度の活動報告 一般講演要旨	http://www.miyagi.kopas.co.jp/JSFS/SHIBU/TOUHOKU/t-menu.html									1		ヤリイカ 漁場 津軽暖流 水温
23-03	伊藤欣吾	北日本ヤリイカ個体群の分布回遊と資源変動要因に関する研究	青森県水産総合研究センター研究報告							2007		5	11-75		ヤリイカ 分布回遊 繁殖 漁況予測 資源変動
23-04	伊藤欣吾, 桜井泰憲	ヤリイカの胚発生とふ化に及ぼす低塩分の影響	水産増殖							2004	52	1	99-100		Loligo bleekeri Embryonic development Hatching Low salinity
23-05	茨城県	ヤリイカ	茨城県 茨城県産重要魚種の生態と資源	http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/suishi/teichaku/juuyogyoshuseitai-shigen.html						2017			1		
23-06	永澤亨, 梨田一也, 養松郁子	増殖場周辺におけるヤリイカ稚仔の分布に関する調査	水産基盤整備調査委託事業報告書 平成6年度	http://www.mf21.or.jp/suisankiban_hokoku/s_kiban.asp						1994			95-102		
23-07	夏苺豊	ヤリイカ科のイカの種類・形態学的研究-VI	貝類 VENUS							1984	43	3	229-239		
23-08	笠原昭吾, 津田茂美, 村山達朗, 北沢博夫, 大久保久直, 土屋笙子, 佐藤雅希, 涌坪敏明, 檜山義明, 藤尾芳久, 木島明博, 山河仁	日本海のヤリイカ	イカ類資源研究会議報告 平成15年度	http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/shigen/ika_kaigi/						2004			90		
23-09	岩田容子	ヤリイカ類の繁殖生態に関する研究	公益財団法人 農学会 日本農学進歩賞 平成24年度	http://www.nougaku.jp/award/award2.2012.html						2012			4		
23-10	岩田容子	ヤリイカの繁殖生態に関する研究	日本水産学会誌							2012	78	4	665-668		
23-11	橋田大輔	ヤリイカの産卵とその資源変動について	愛媛県農林水産研究所 水産研究センター	http://ehime-suiken.jp/wordpress/publications/									7 2		
23-12	山本孝治	ヤリイカ及びヒメイカの外套背長にみられる雌雄異型	貝類学雑誌							1949	15	5-8	94-96		
23-13	村上子郎, 眞道重明	天草周辺に於ける重要生物の資源学的研究VII. アオリイカ・ヤリイカ・ケンサキイカの體長組成及び年級に就いて	日本水産学会誌							1949	15	4	161-165		
23-14	谷野賢二, 齊藤二郎, 山本泰司, 北原繁志, 大村高史, 鳴海日出人	防波堤がもつヤリイカ産卵機能に関する研究	海洋開発論文集							1997	13		279-284		
23-15	田永軍	日本周辺の水産資源の長期変動に及ぼす気候と海洋環境変化の影響	日本水産学会誌							2014	80	3	327-330		
23-16	木所英昭, 服部努, 富士泰期, 梨田一也	平成29(2017)年度資源評価結果 ヤリイカ (太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201777.pdf	2018/6/12					2017			2126-2140		
23-17	松倉隆一, 久保田洋, 宮原寿恵	平成29(2017)年度資源評価 ヤリイカ (対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://www.abchan.fra.go.jp/digests2017/details/201778.pdf	2018/6/12					2017			2141-2154		
23-18	木所英昭, 富樫博幸, 成松庸二, 時岡駿	平成30年度資源評価結果 ヤリイカ (太平洋系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		

ヤリイカに関する文献及びデータリスト

資料番号	著者名	論文名/章の見出し/ウェブサイトの題名	雑誌名/書名/会議録名/ウェブサイト	入手先	参照	大学名/出版者	会議開催地	会議開催期間	会議主催期間	出版年/学位授与年	巻	号	ページ	学位請求論文の種類	キーワード
23-19	松倉隆一,久保田洋,宮原寿恵	平成30年度資源評価 ヤリイカ (対馬暖流系群)	わが国周辺の水産資源の現状を知るために	http://abchan.fra.go.jp/digests2018/index.html	2018/11/6					2018			3		
23-20	頼茂,高橋克成	並型魚礁事業効果調査	地方独立行政法人 青森県産業技術センター	http://www.aomori-itc.or.jp/assets/files/rif/suisi/gaiyou/40_41/158-170.pdf	2018/ 11/27								158-170		