

I 調査課題名

平成 21 年度 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
沿岸部の人工魚礁におけるアジ類の蛸集及び増殖に関する現地調査業務

II 実施機関名

財団法人漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究所 伊藤靖・中野喜央・三浦浩

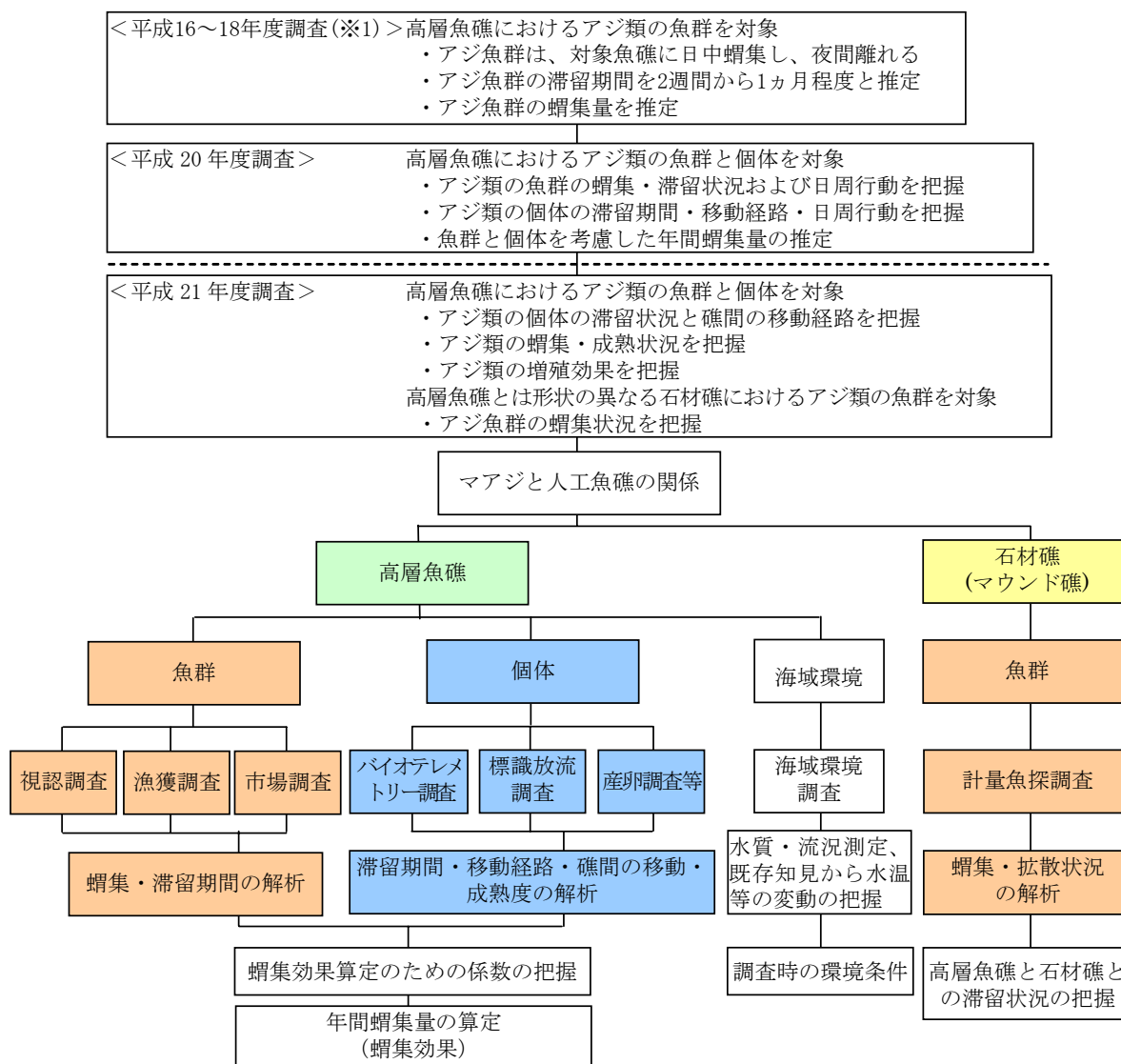
III 調査実施年度

平成 20 年度～21 年度

IV 緒 言

新潟県佐渡市羽茂沖に沈設された人工魚礁周辺海域および兵庫県姫路市家島町男鹿島地先に沈設された投石礁周辺海域の沿岸人工魚礁を対象とした現地調査を実施し、アジ類の蛸集・滞留状況並びにアジ類を中心とした増殖効果の把握を行う。

図-1.1.1 に本調査のフローを示す。



※ 1 : 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所 (2007)

図-1.1.1 調査のフロー

また、人工魚礁漁場におけるアジ類の増産効果の適正な評価に資する基礎情報を収集することを目的とし、まき網漁業による人工魚礁漁場の利用実態について把握する。

V 調査方法

i. 佐渡海域

1. 調査期間

調査は2ヶ年にわたり実施した。各年における実施期間は以下の通りである。

平成20年度：5月28日～8月7日

平成21年度：4月29日～9月3日

2. 調査場所

調査は、新潟県佐渡市羽茂沖水深約45mに沈設された対象魚礁を中心に行った（図-2.1.1）。また、対象魚礁からのマアジの移動を把握するため、既存魚礁においても調査を実施した。

なお、バイオテレメトリー調査では、対象魚礁からの移動を把握するため既存礁や天然礁にもVR2受信機を設置した。

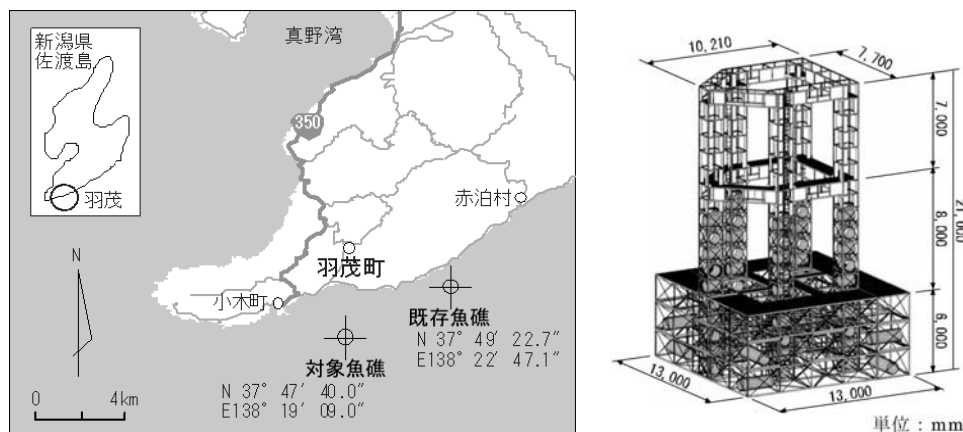


図-2.1.1 対象魚礁および位置

3. 調査方法

平成20年度

3.1.1 海域環境調査

水温については、6月1日から8月7日の68日間、対象魚礁の28mと36m層において10分間隔で連続観測した。流向・流速は、6月1日から8月7日の68日間、対象魚礁から20m離れた海底にTeledyne RD Instruments社製のワークホースADCPを設置し、表層から海底まで1m層毎に20分間隔で連続観測した。

バイオテレメトリー調査実施中には、水温、塩分をアレック電子社製のSTDを用いて鉛直測定を行った。

3.1.2 マアジの漁獲状況

佐渡島におけるマアジの漁獲状況を把握するため、佐渡島におけるマアジの漁獲量等に関する資料を収集した。

3.1.3 視認調査

対象魚礁に蛸集するマアジの大きさ、個体数、蛸集場所等を把握するため、潜水観察及びROVによる視認を行った。

調査方法は、水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所(2007)による人工魚礁魚類蛸集量調査マニュアルに従った。

潜水観察は6月2日～8月5日までの期間中5回実施し、ROVでの調査を6月30日～7月3日に実施した。

3.1.4 固定カメラ調査

対象魚礁におけるアジ類の蛸集状況を継続的に把握するため、6月1日～8月7日の期間、モニタリング装置5台を用いて、2時間毎の間隔で撮影を行った。

得られた写真を解析して蛸集期間の推定を行うとともに、ステレオ写真を用いて、マアジの全長を解析した。ステレオ写真の解析は、高橋他(2005, 2006)によった。

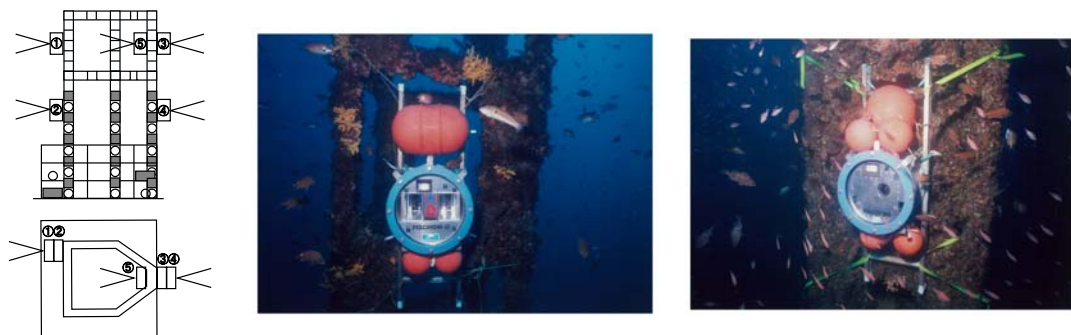


図-2.1.2 モニタリングカメラ設置箇所
(①, ③, ⑤ : ステレオタイプ(写真左)、②, ④ : 単眼タイプ(写真右))

3.1.5 漁獲調査

漁獲調査は、魚種の確認や蛸集量を推計する個体重量を求めるため、釣獲によって実施した。

漁具は餌・コマセ等を用いた一本釣りとし、水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所(2007)による人工魚礁魚類蛸集量調査マニュアルに従った。

3.1.6 魚群調査

(1) 計量魚探調査

マアジ魚群としての日周行動を把握するため、7月8日から7月9日の期間、日没前～日没後、日出前～日出後および日中、計量魚群探知機(SIMRAD社製のEY-500(周波数70kHz))を用いて探査した。

記録したデータの解析は、Sonardata社製のEchoview3.50により行い、7月8日および9日刺網の漁獲データを用いて、各メッシュ毎マアジの蛸集量(湿重量・個体数)を推定した。

(2) 魚探調査

マアジ魚群の蛸集状況を把握するため、調査期間中に計5回、魚探(光電製作所製50kHz・200kHz併用CVS-8842改造)を用いて対象魚礁でマアジ魚群を確認し、得られた記録を整理した。

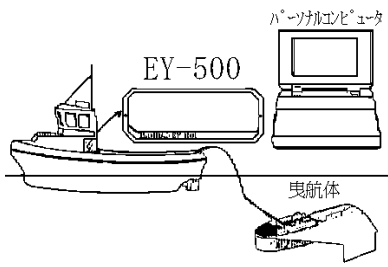


図-2.1.3 計量魚探の概要

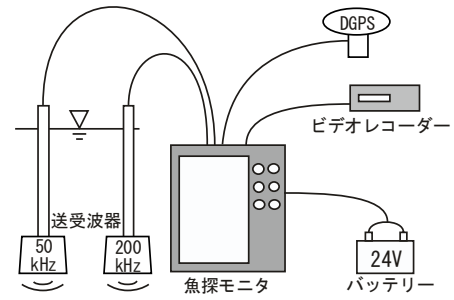


図-2.1.4 魚探調査機器構成

3.1.7 標識放流調査

(1) 予備実験

標識の装着方法を検討するため、4月15日～23日に神奈川県水産技術センターの陸上水槽にて、12尾のマアジ(全長22～23cm)を用い、5月8日～7月1日では佐渡島岩首漁港の漁港内の生け簀内にて、佐渡産のマアジ(全長16～19.5cm)100尾を用いて、無給餌でスパゲッティタグの装着実験を行った。

これらにより、スパゲッティタグを用いた標識の装着方法には問題がないことを確認した。

(2) 標識放流

標識放流は、6月1日から29日の期間中に計5回行った。標識放流に用いたマアジは、小木琴浦沖の定置網で得られた個体を用いた。供試魚は、定置網からタモ網により採取し、標識(スパゲッティタグ)を装着後、対象魚礁で放流した。

標識魚の放流は、コンテナおよびバケツ等を用いて船上から放流した。



図-2.1.5 標識の装着状況(左：スパゲッティタグ、中：装着状況、右：再捕個体)

(3) 標識個体の観察

小木琴浦沖での6月2日(第2回放流)以降については対象魚礁での放流個体の滞留状況を把握するため、放流当日およびその後7日間程度、日中に複数のダイバーが潜水し、標識個体の有無、概数を目視観察した。

②放流後の観察

標識放流の第2回以降については対象魚礁での放流個体の滞留状況を把握するため、放流当日およびその後7日間程度、日中に複数のダイバーが潜水し、標識個体の有無、概数を目視観察した。

3.1.8 バイオテレメトリー調査

(1) 予備実験

超音波発信機の装着および追跡方法を検討するため、4月15日～23日に神奈川県水産技術センターの陸上水槽にて6尾のマアジ(全長21～24cm)にダミー発信機を装着させ、無給餌で装着実験を行い、5月8日～9日には定置網で得られたマアジを用いて、実海域で供試魚の採取・放流・追跡に関する調査を日中から翌朝まで実施した。

これらにより、超音波発信機の装着および追跡方法に関して問題がないことを確認した。

(2) 追跡調査

マアジ供試魚への発信機の装着と装着個体の放流を6月5日から7月9日の期間に計10回行った。

調査に用いたマアジは、第1～2回が定置網で採取した個体、第3回が対象魚礁において釣りで採取した後、陸上水槽に蓄養した個体、第4～10回が対象魚礁で放流当日に釣りで採取した個体とした。

超音波発信機(VEMCO社製V9P-1H、直径9mm、全長4cm、水中重量2.7g、発信間隔1秒もしくは2秒)の装着はマアジの尻鰭基部に行い、放流は無標識のマアジ10～20尾程度とともに対象魚礁で行った。

(3) 設置型調査

追跡調査にあわせて、設置型のVEMCO社製VR2を対象魚礁および既存魚礁にそれぞれ1台、6月1日から8月7日までの期間設置し、来遊する放流個体の来遊時刻、水深の情報を取得した。

VR2で記録を取得するため、コード化超音波発信機(VEMCO社製V9P-1H、直径9mm、全長4cm、水中重量2.7g、発信間隔30秒程度)を用いた。

発信機の装着・放流は、追跡調査に合わせ6月5日、6月6日、6月10日に各1個体、計3個体行った。

3.1.9 食物網調査

(1) 胃内容物調査

6月24日および7月9日に刺網で漁獲されたマアジの胃を採取し、10%海水ホルマリンで固定し、計5個体について、胃内容物の種類、個体数、湿重量の分析を行った。

(2) 安定同位体比分析

安定同位体比分析を行うため、対象魚礁および周辺海域において、マアジ、マアジ血液、その他の魚類、付着動物、ベントス、動物プランクトン、POM、堆積物を採取した。採取した試料は、分析開始まで冷凍保存し、試料の凍結乾燥・粉碎等の前処理を行った後、サーモクエスト社製の元素分析計(EA1100)、フィニガンマット社製の質量分析計(MAT-252)により安定同位体比の分析を行った。

平成21年度

3.2.1 海域環境調査

水温については、4月29日から9月2日の127日間、対象魚礁の28mと36m層において10分間隔で連続観測した。流向・流速は、4月29日から9月2日の127日間、対象魚礁から20m離れた海底にTeledyne RD Instruments社製のワークホースADCPを設置し、表層から海底まで1m層毎に20分間隔で連続観測した。

バイオテレメトリー調査実施中には、水温、塩分およびクロロフィルaをアレック電子

社製の多項目水質計により鉛直測定を行った。

3.2.2 市場調査

佐渡島の小木支所及び赤泊支所の定置網の平成21年2月から8月の漁期間における仕切り伝票を入手し、銘柄別の漁獲量を整理した。また、バイオテレメトリー等調査期間中は銘柄別のマアジの箱入り尾数及び全長を記録した。

3.2.3 標識放流調査

(1) 標識放流

標識放流は、平成21年5月28日から6月10日の期間中に計6回行った。標識放流に用いたマアジは、赤泊新保沖、小木琴浦沖の定置網で得られた個体を用いた。供試魚は、定置網からタモ網により採取し、標識（スパゲッティタグ）を装着後、対象魚礁で放流した。

(2) 標識個体の観察

小木琴浦沖での6月7日（第5回放流）と6月10日（第6回放流）には、放流日からそれぞれ4日間、6日間、対象魚礁でマアジ標識個体の蛸集尾数を潜水目視により確認した。

3.2.4 蛸集量調査

標識放流後の潜水観察実施時に、対象魚礁に蛸集するマアジの蛸集状況について、潜水目視観察を行い、蛸集するマアジの大きさ、個体数、人工魚礁に対する蛸集位置について目視観察した。

また、6月2日から6月16日の期間中に計5回、釣獲調査を行った。

3.2.5 バイオテレメトリー調査

マアジ供試魚への発信機の装着と装着個体の放流を6月2日から6月25日の期間に計5回行った。

追跡には、船による追跡を行うための連続発信機装着個体を調査第1回～第5回に各1尾ずつ、計5尾、設置型の受信機で追跡を行うためのコード化発信機装着個体を調査第1回～第4回に2～3尾ずつ、計10尾用いた。

コード化発信機を装着したマアジの追跡は、設置型の受信機であるVEMCO社製VR2を対象魚礁に2台、既存礁に1台、天然礁6台の計9台を設置した。設置期間は5月24日から9月3日までとした。

3.2.6 産卵調査

5月から8月の期間中、小木琴浦沖および赤泊新保沖の定置網のマアジを買い上げるとともに、対象魚礁で釣獲したマアジを用いて、生殖腺の成熟度を確認した。

また、6月1日、6月15日、6月25日に、対象魚礁近傍で表層はマルチネット、中層はMTDネットにより、約5分間水平に曳網し、魚卵・稚仔の採取を行った。

3.2.7 動物プランクトン調査

6月1日、6月15日、6月25日に、対象魚礁近傍の日中、表層5m、中層20m、底層35mにおいてMTDネットを用いて約5分間水平に曳網し、動物プランクトンを採取した。また、6月25日は夜間にも日中と同様に動物プランクトンの採取を行った。

ii. 家島海域

1. 調査場所

調査は、兵庫県姫路市家島町男鹿島地先に造成された石材礁で行った（図-2.2.1、図-2.2.2）。



図-2.2.1 調査位置(計量魚探調査)

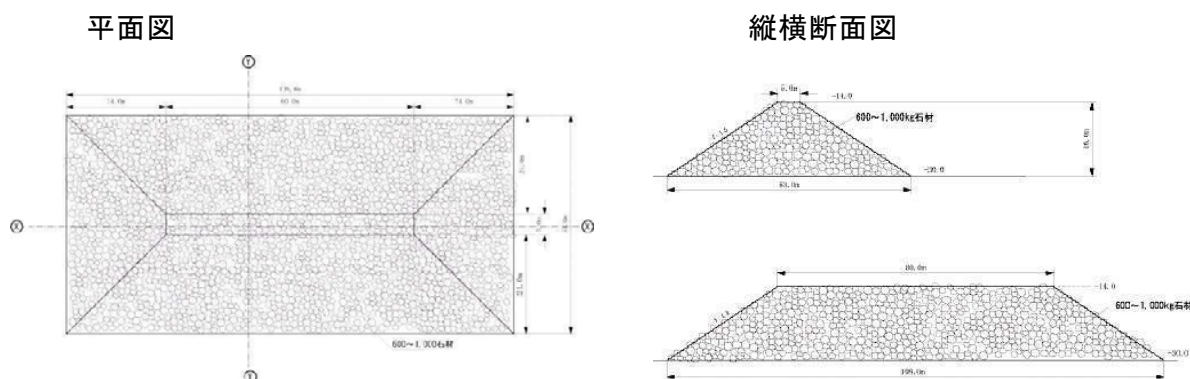


図-2.2.2 石材礁の概要

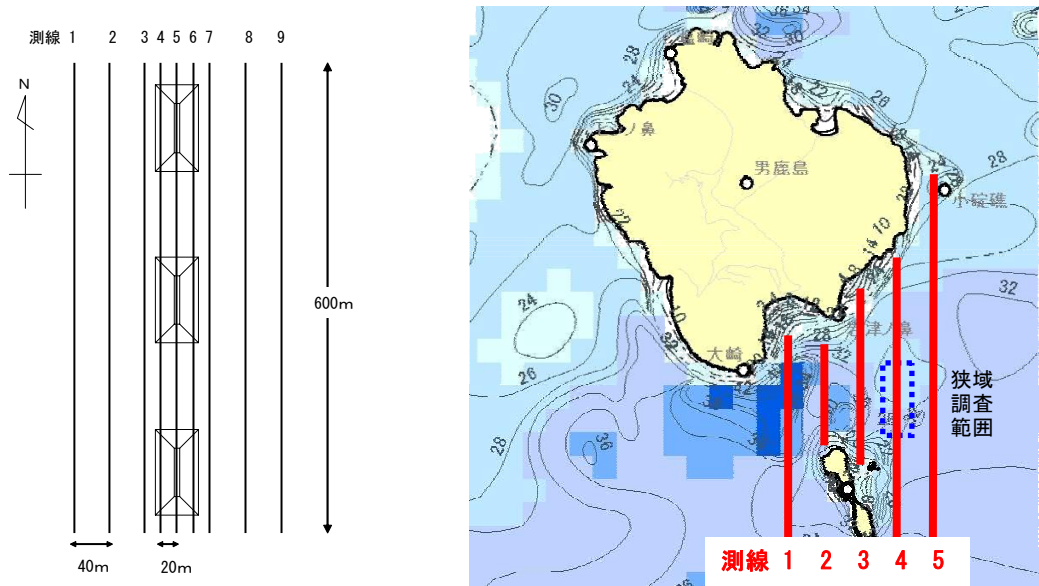
2. 実施期間と調査方法

調査は、石材礁とその近傍を調査する狭域調査と、周辺の天然と石材礁を調査する広域調査に大別できる。

狭域調査は、1回目を7月21日から翌22日、2回目を10月20日から翌21日に実施した。測線は、石材礁（3基）において、南北方向に20mおよび40m間隔で9本（L1～9：各600m）を設定した（図-2.2.3）。調査時刻は、7月が日出前、日中、日没後の3回、10月が日没前後および日出前後に行った。

一方、広域調査は、10月の日中に実施した。測線は、石材礁（3基）を含む5測線を設定した。

調査では、計量魚群探知機（SIMRAD社製のEY-500：周波数70kHz）を用いて探査し、記録したデータの解析は、Sonardata社製のEchoview3.50により行い、7月8日および7月9日の刺網の漁獲データを用いて、各メッシュにおけるマアジの蛸集量（湿重量および個体数）を推定した。



注) 図注の青色は水深をメッシュ化したものを示す。

図-2.2.3 調査測線の配置 (左図: 狭域調査、右図: 広域調査)

iii. 人工魚礁におけるまき網の利用実態の把握

1. 調査場所

中小型まき網漁業経営体の多い島根県において、まき網漁業全船団に対して操業日誌記載の協力要請を行い、操業位置、漁獲量等を把握することとした。

2. 調査対象

調査対象は、島根県知事許可中型まき網 11 漁労体、大臣許可大中型まき網 1 漁労体の計 12 漁労体である (表-2.3.1)。2 社 2 漁労体が浜田漁港、4 社 5 漁労体が隠岐島後・西郷漁港、4 社 5 漁労体が隠岐島前・浦郷漁港をそれぞれ根拠港としている。

これら漁労体の船団構成は、本船 1 隻、運搬船 1 隻に灯船兼探索船兼引船 (投網時の網なりを調整する役割の船) が数隻といった構成である。灯船兼探索船の数が比較的多く、魚群を広く探索して操業することを得意とした船団構成となっている。

表-2.3.1 標本経営体 (漁労体) の概要

(隠岐・浦郷船団)

会社名	本船名	船団構成	所在地	根拠港	主な水揚地
A	A-1 (19 トン)	灯 船 4 隻 運搬船 1 隻	島根県 隠岐の島町	西郷漁港	鳥取県・ 境港魚市場
	A-2 (19 トン)	灯 船 4 隻 運搬船 1 隻	同上	同上	同上
B	B (19 トン)	灯 船 4 隻 運搬船 1 隻	同上	同上	同上
C	C (19 トン)	灯 船 4 隻 運搬船 1 隻	同上	同上	同上
D	D (19 トン)	灯 船 4 隻 運搬船 1 隻	同上	同上	同上

表-2.3.1 標本経営体（漁労体）の概要（続き）

（隠岐・西郷船団）

会社名	本船名	船団構成	所在地	根拠港	主な水揚地
E	E（19トン）	灯船 3隻 運搬船 1隻 引船 1隻	島根県 西ノ島町	浦郷漁港	鳥取県・ 境港魚市場
F	F（19トン）	灯船 3隻 運搬船 1隻 引船 1隻	同上	同上	同上
G	G-1（19トン）	灯船 3隻 運搬船 1隻 引船 1隻	同上	同上	同上
	G-2（80トン） （大臣許可・大中型）	灯船 2隻 運搬船 1隻 引船 1隻	同上	同上	同上
H	H（19トン）	灯船 3隻 運搬船 1隻 引船 1隻	同上	同上	同上

（浜田船団）

会社名	本船名	船団構成	所在地	根拠港	主な水揚地
I	I（19トン）	灯船 4隻 運搬船 1隻	島根県 浜田市	浜田漁港	浜田漁港
J	J（19トン）	灯船 4隻 運搬船 1隻	同上	同上	同上

3. 調査期間

平成20年度の調査から引き続き、各漁労体に操業日誌の記載を要請し、以下のデータを収集できた。各漁労体の操業日誌記載状況等を表-2.3.2に示す。

表-2.3.2 操業日誌記載状況及び収集データの整理状況

E	F	G-1	G-2
平成20年6月11日～ 平成21年9月30日	平成20年6月10日～ 平成20年9月12日	平成20年6月4日～ 平成21年9月1日	平成20年6月1日～ 平成20年9月9日
H	A-1	A-2	B
平成20年6月11日～ 平成21年4月16日	平成20年7月23日～ 平成22年2月24日	平成20年7月23日～ 平成21年12月26日	平成20年7月23日～ 平成21年1月21日
C	D	I	J
平成20年10月13日～ 平成21年9月28日	平成21年1月5日～ 平成22年9月30日	平成20年8月12日～ 平成22年2月1日	平成20年6月18日～ 平成22年1月18日

4. 主な分析対象の抽出

表-2.3.2に示したとおり、各漁労体ではデータの収集期間に差が生じている。ここでは、1年以上のデータ収集ができた漁労体（上記太線で囲んだ9漁労体）を主な分析対象とした。

VI 調査結果および考察

i. 佐渡海域

平成 20 年度

1.1 海域環境調査

1.1.1 天候

降水量は、期間の前半では少なく、6 月下旬以降、まとまった降水量がみられるようになり、平均気温は、期間の始め頃の 15℃台から期間の終わり頃には 20℃台となり、期間の前半を中心に概ね安定した天候が続いた。

1.1.2 水温等

水温は 6 月の調査開始時の 10℃台から期間の経過とともに徐々に増加し、8 月には 20℃台と、水温が上昇する時期に調査を実施した。

バイオテレメトリー調査期間中の水温は、6 月 5 日から 6 月 20 日までの水深 40m 層を除いて 13℃以上で推移し、20m 層以浅が約 15℃以上とマアジ成魚の適棲水温にあり、水深 30m 層については 15℃前後以下と適棲水温の下限付近となった。

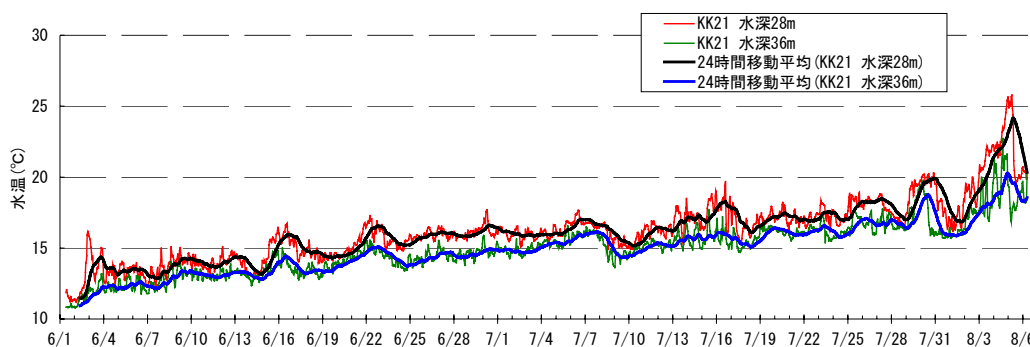


図-3.1.1 対象魚礁における水温の連続観測結果

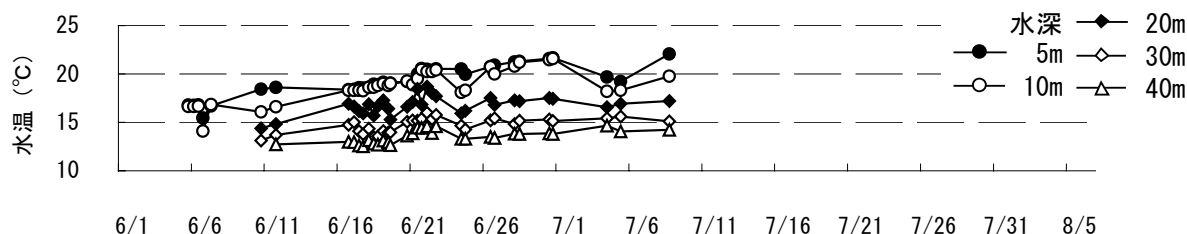


図-3.1.2 対象魚礁における水深帯別の水温の推移

1.1.3 流向・流速

流速は、0～19.9cm/sの範囲が卓越し、流向は、西～南西方向が多くみられた。

調和解析の結果、卓越した分潮はM2分潮、O1分潮であったが、いずれも0.6cm/sと僅かであった。また、平均流についても0.8cm/sと僅かであった。

安永・日向野(1985)によると、体長14.7～16.8cmのマアジの巡航速度を42.9cm/secとしており、対象魚礁でみられた流速値は、マアジの巡航速度と比較しても弱いことがわかった。

また、調査海域の小木沿岸では西に向かう流れが一般的であるとされ、本調査で観測された流向は南西流が卓越し、調査時は小木沖海域での一般的な流況であったとみられる。

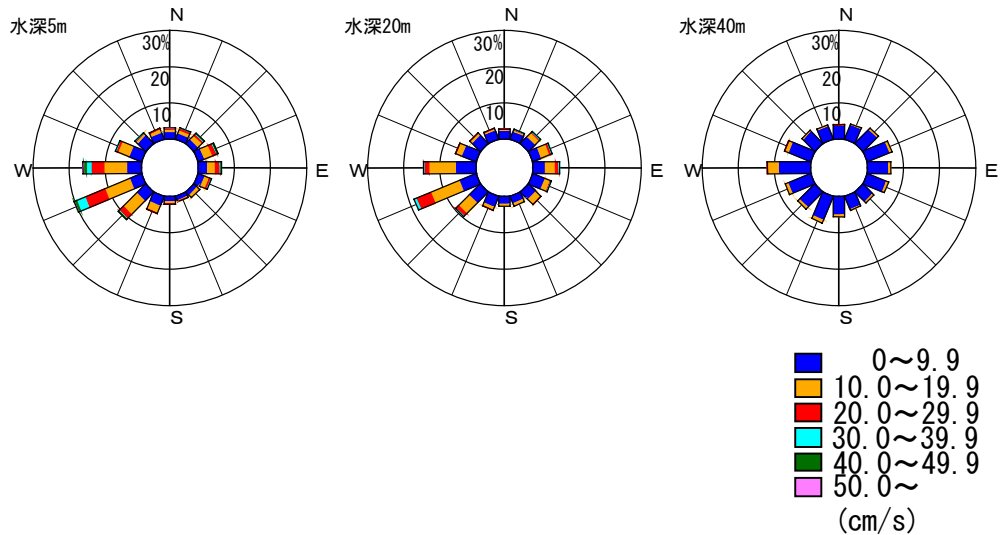


図-3.1.3 流向別の流速の頻度分布

1.2 マアジの漁獲状況

佐渡島内のアジの漁獲は、調査海域東側の赤泊支所から漁獲され始め、その後、調査海域近傍の小木支所で漁獲されるといった傾向がみられ、赤泊支所では3月～6月頃に、小木支所では6月～7月頃に漁獲のピークがみられる。

小木支所における平成20年の定置網の銘柄別漁獲量をみると、3月に少々～中サイズのマアジが漁獲され始め、6月には大・中サイズの漁獲量が増え、7月では小サイズの漁獲量が増えたものの大・中サイズの漁獲量が減少していた。

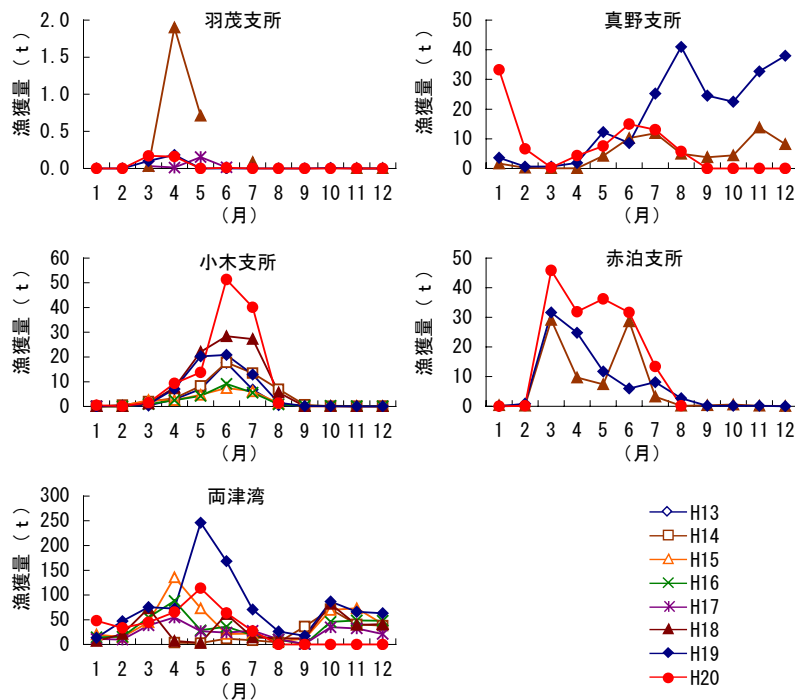


図-3.1.4 佐渡島内における各地区のアジ漁獲状況の推移（支所別）

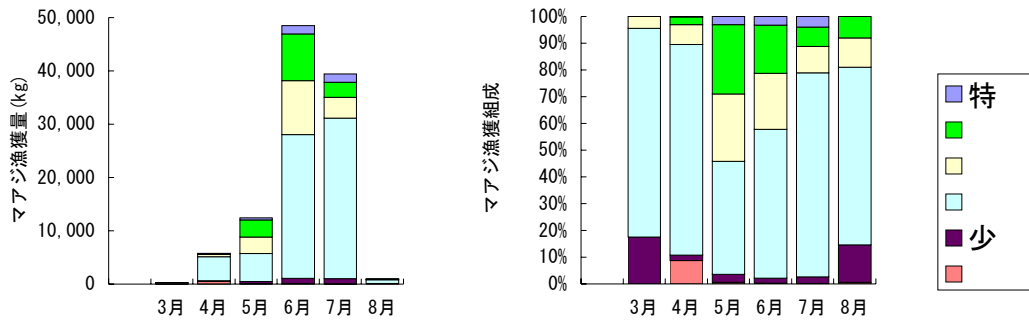


図-3.1.5 小木支所における定置網銘柄別のマアジ漁獲量および漁獲組成の推移（平成20年）

1.3 視認調査

視認調査は、6月2日から8月5日の期間実施し、潜水観察は、調査期間中計16回、ROV観察は、調査期間中計3回実施した。

1.3.1 潜水観察

潜水観察の結果、マアジの推定尾数が7,000～30,000尾、蛸集量が591～9827kgの範囲にあり、調査開始当初が最大30,000尾と最も多く、その後期間の経過とともに減少する傾向にあった。

マアジの蛸集場所は対象礁の南西側や北東側、上層や中下層と様々であったが、主に潮流の潮上側に蛸集する傾向が認められた。

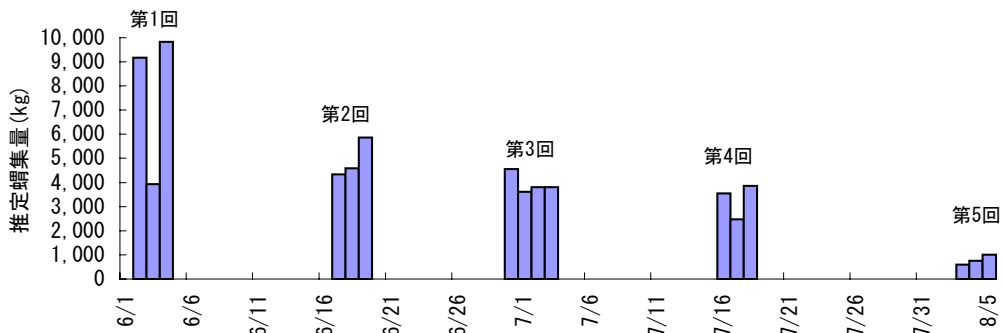


図-3.1.6 対象魚礁に蛸集していたマアジの推定蛸集量

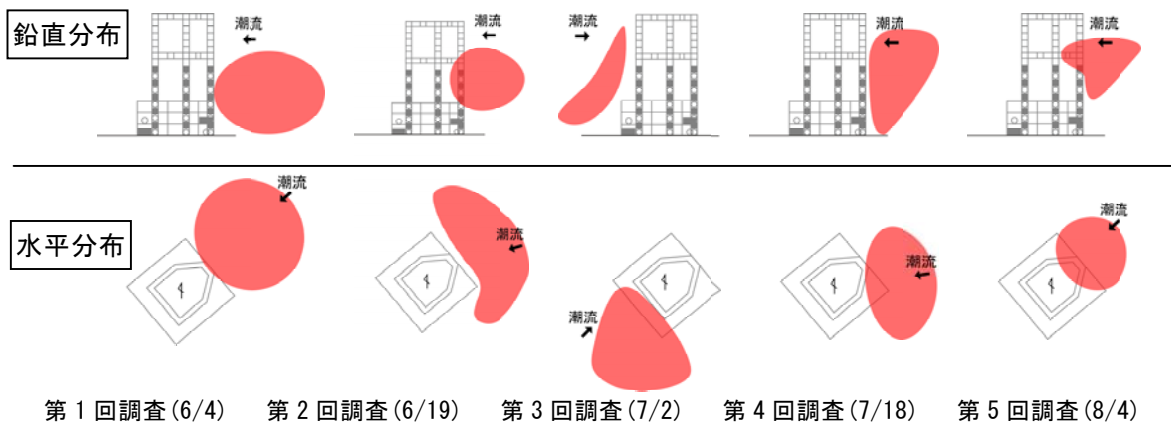


図-3.1.7 視認調査時マアジ蛸集模式図(左より第1回調査～第5回調査)

1.3.2 ROV 観察

観察時のマアジは、20,000 尾前後が確認され、潜水調査と比較して大きな差はみられなかった。

表-3.1.1 マアジの ROV 観察結果

月日	6/30	7/1	7/2	7/3
マアジ尾数	21,330	20,158	19,577	23,464
標準誤差	±4,812	±5,569	±2,162	±3,795

単位：尾数

1.4 固定カメラ調査

1.4.1 マアジの日周期行動

マアジの時間帯による出現頻度をみると、マアジは早朝 4 時から日中を経て 16～18 時まで多く確認され、18～20 時を境に確認される頻度が低下するといった日周期行動が確認された。

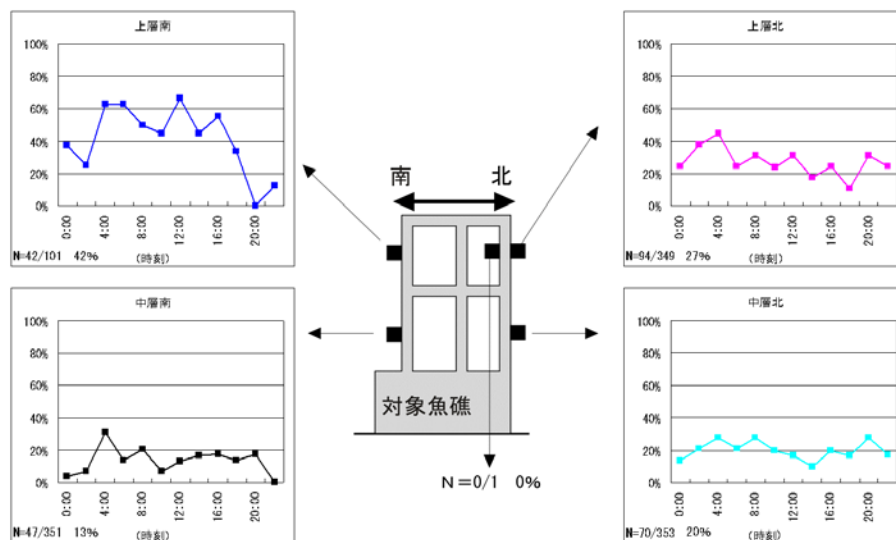


図-3.1.8 時間帯によるアジ類の出現頻度(N値は固定カメラが正常動作した期間におけるマアジ撮影枚数/全撮影枚数)

1.4.2 ステレオ解析

ステレオ解析を行った結果、上層南西向き固定カメラで 38 個体、上層北東向きのカメラで 64 個体、計 102 個体のマアジについて尾叉長が計測され、それぞれ、平均体長が 28.6cm、25.5cm であった。

1.5 漁獲調査

調査開始当初のマアジは全長30cm前後の個体が多く、全長40cmを超える個体も得られた。その後、期間の経過とともに小さくなり、8月初旬には全長20cm前後が多くみられるようになった。

体重については調査開始当初の300 g 前後から8月初旬には100g以下となった。

既存魚礁では調査期間を通じて比較的大型の個体が得られ、緩やかな小型化の傾向が認められたが、対象魚礁のような小型個体は得られなかった。

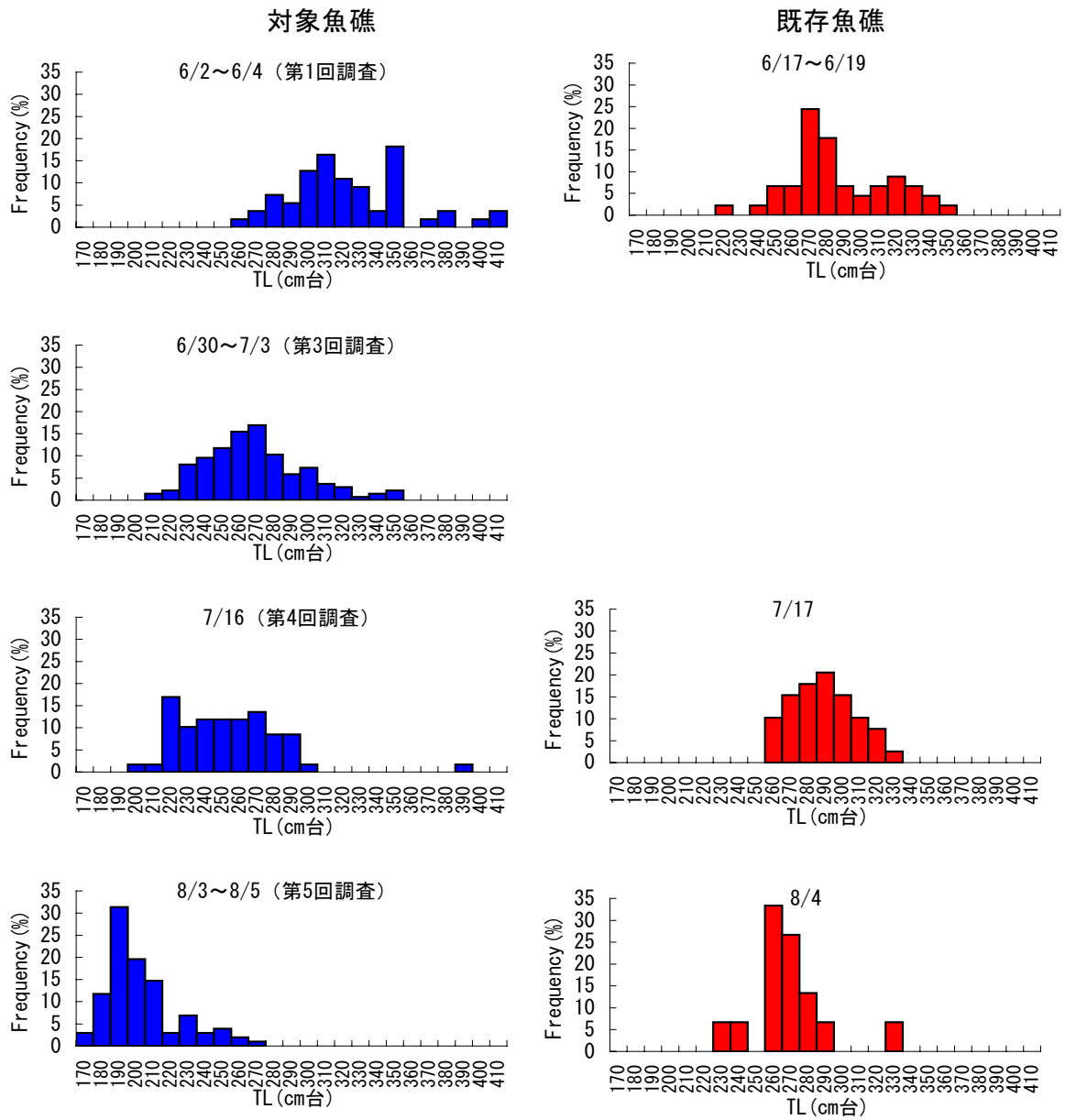


図-3.1.9 対象魚礁と既存魚礁における釣獲によるマアジ全長組成
(左：対象魚礁、右：既存魚礁)

1.6 魚群調査

1.6.1 計量魚探調査

対象魚礁でみられるマアジ魚群の経時変化をみると、日没頃に対象魚礁周辺の水深約20m～海底付近に蟄集し、夜間では対象魚礁周辺で魚群がみられなくなり、一部が水面から水深約10m付近に浮上し、日出前になると水深約10m～約20mに集合し始める小さな魚群がみられ、日中はそれらの小さな魚群が集まり、魚礁周囲の水深約20m～海底付近で大きな魚群を形成していた。

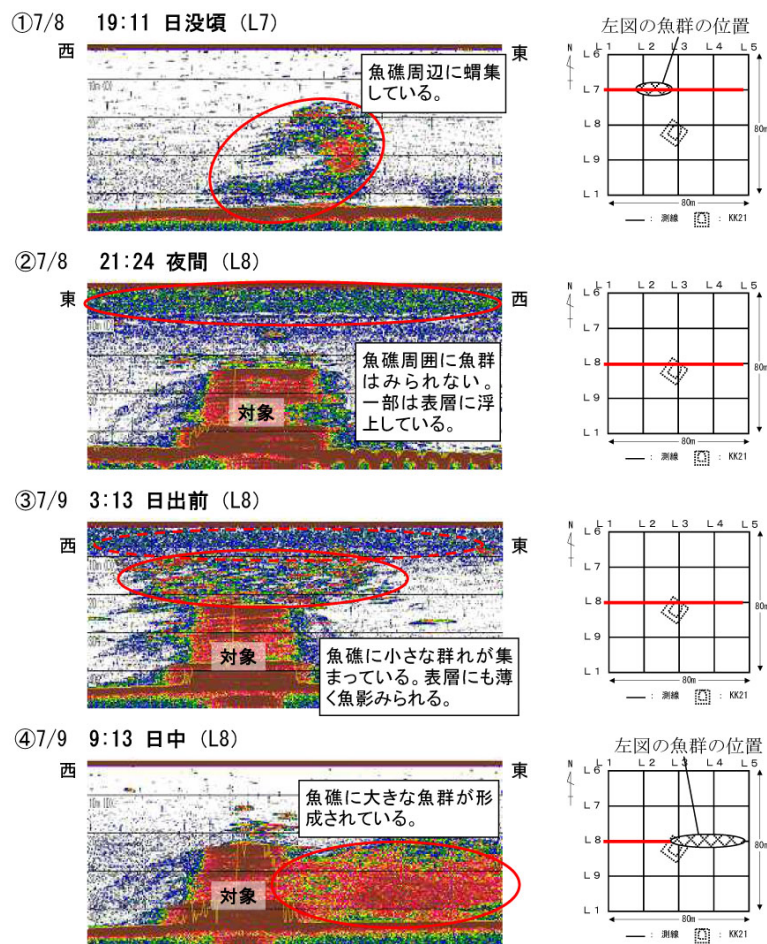


図-3.1.10 計量魚探による記録画像(左列)と各図の調査測線(右図、赤線)

水平的なマアジの蟄集状況を見ると、日中では対象魚礁の潮上方向の対象魚礁から60mまでの範囲に集まっていた。夜間では日中に比べ分散していた。

次に、計量魚探の受信記録からマアジの蟄集量の推定を行った結果、日中が約4,700～7,500尾(100m×80mでは約5,600～7,800尾)で、約950～1,530kg(100m×80mでは約1,140～1,590kg)、夜間が約1,100尾、約220kgと推定され、日中が夜間の4～7倍となった。

なお、計量魚探調査と同時にに行った目視観察結果からの推定尾数が9,000～11,000尾、蟄集量が1.836～2,244kgと計量魚探1回目の値と目視観察結果は同程度であった。

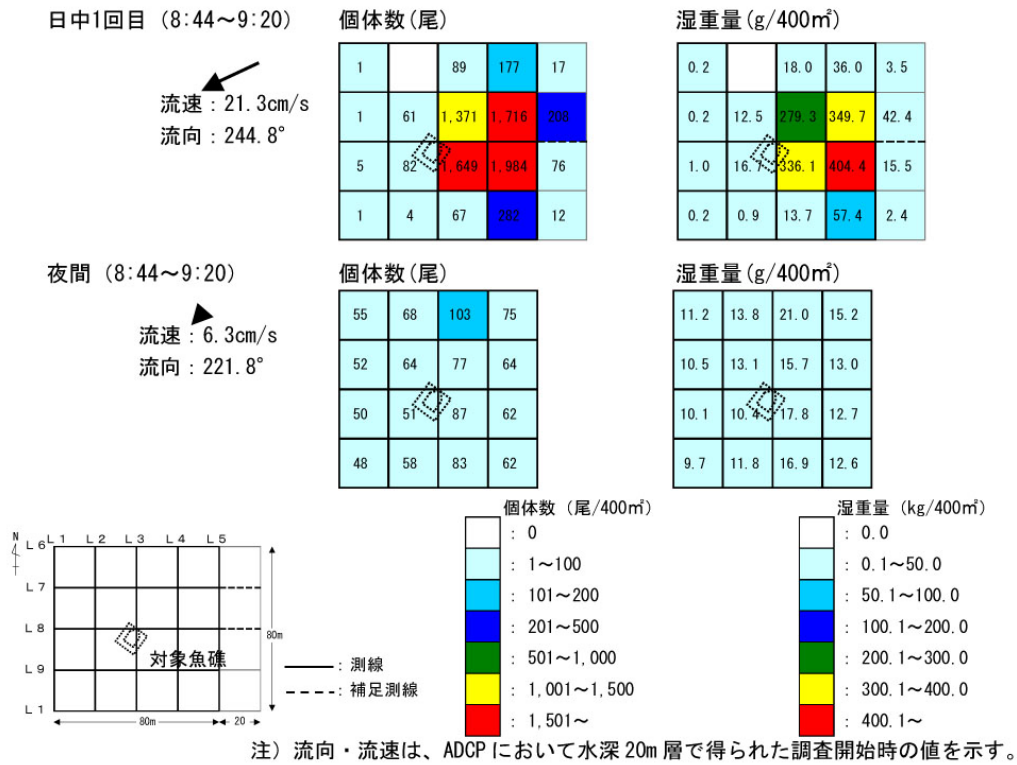
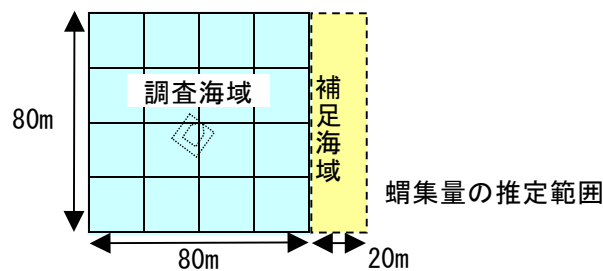


図-3.1.11 マアジの推定蛸集量 (左列: 個体数、右列: 湿重量)

表-3.1.2 マアジの推定蛸集量

		調査海域 (80m × 80m)		補足海域 (20m × 80m)		合計海域 (100m × 80m)	
		個体数 (尾/6,400m²)	湿重量 (kg/6,400m²)	個体数 (尾/1,600m²)	湿重量 (kg/1,600m²)	個体数 (尾/8,000m²)	湿重量 (kg/8,000m²)
日中	1回目	7,489	1,526.2	313	63.8	7,802	1,590.0
	2回目	4,669	951.6	925	188.6	5,594	1,140.1
	夜間	1,057	215.4	—	—	—	—



1.6.2 魚探調査

対象魚礁に対して主に潮上にマアジの魚群が形成される傾向にあり、対象魚礁からマアジ魚群の縁辺までの距離は21~89mで平均65mとなった。これは、計量魚探の記録(60m)と同程度であった。

1.7 標識放流調査

1.7.1 再捕結果

標識放流は6月1日～29日の期間に計5回、合計5,002尾を放流し、再捕尾数は46尾、再捕率0.9%であった。

標識放流したマアジは放流回ごとの平均値で、全長が24.3～29.8cm、湿重量が132～255gを用いた。

再捕状況を見ると、供試魚を採取した小木琴浦沖については、27尾の再捕報告があり、放流から再捕までの期間は2～47日で、多くが29日目までに再捕された。

小木琴浦沖を越えて佐渡島の西側に到達した個体は11尾で、再捕までの期間が4～62日で、多くが32日目までに再捕された。

対象魚礁を越えて佐渡島東側に到達した個体は5尾で、再捕までの期間が4～18日であった。

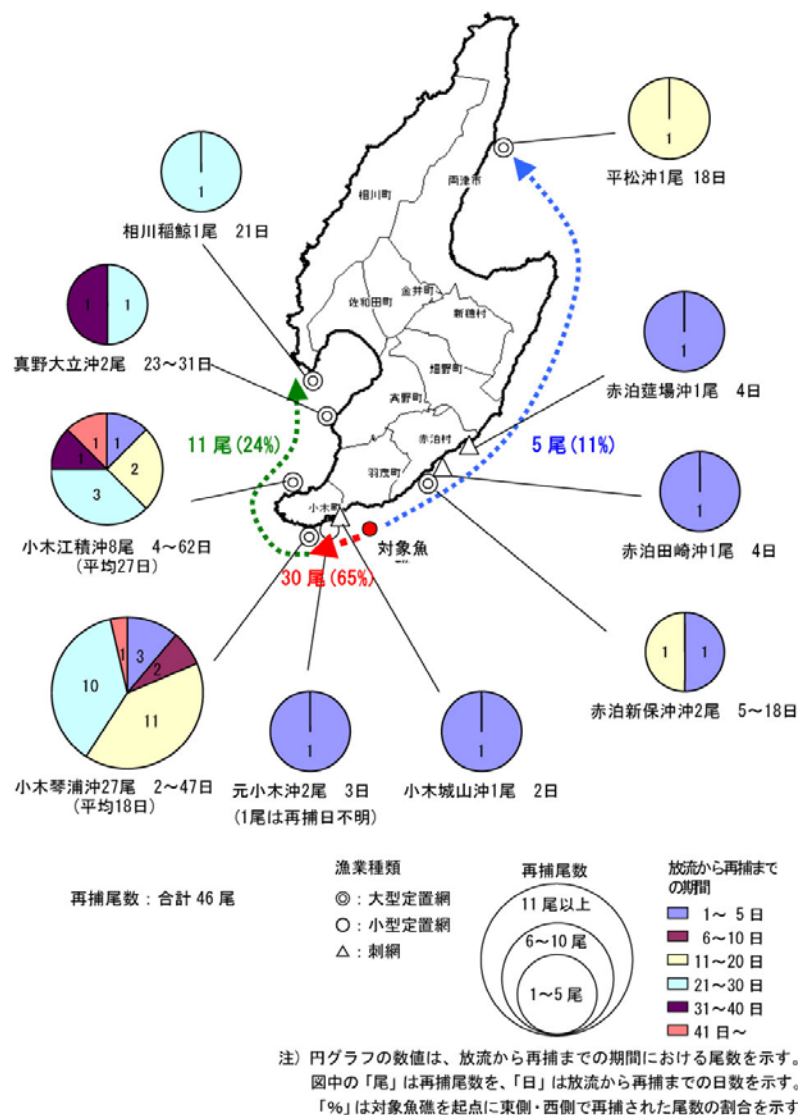


図-3.1.12 場所別の再捕結果

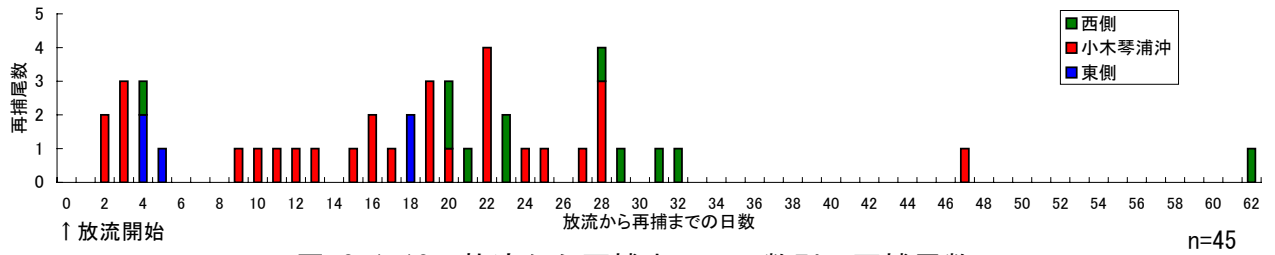


図-3.1.13 放流から再捕までの日数別の再捕尾数

n=45

1.7.2 標識個体の観察

標識個体の放流後、目視で確認された標識個体の尾数の推移をみると、4回のケースで標識個体は放流日から2~4日後まで確認された。

1.8 バイオテレメトリー調査

1.8.1 連続発信機装着個体追跡調査

放流当日については、第1回から第8回の個体が日中、対象魚礁にとどまり、日没後に対象魚礁から離脱したが、その離脱方向は一定でなく、調査回毎に異なっていた。

第9回と第10回の個体は、放流当日対象魚礁にとどまらず、第9回では対象魚礁から約100m離れた岩礁に日没頃までとどまり、第10回目では対象魚礁に1時間程度とどまった後、対象魚礁から約500m離れた岩礁に移動した。

放流翌日以降に再び対象魚礁に戻った個体は、第5回、第7回、第10回の合計3個体であった。

第5回目については計7日間追跡することができ、この個体は7日連続して日中、対象魚礁にとどまった。

対象魚礁に戻らなかった場合では、日中、起伏や傾斜のある岩礁など海底地形に変化のある場所にとどまることがわかった。

いずれの個体も日没後にとどまった場所から離脱し、夜間は一定場所にとどまらずに移動し、日出前には対象魚礁もしくは海底地形の変化のある場所にとどまる動きを示した。

遊泳水深は、日中については対象魚礁では水深約5~44m、対象魚礁以外の場所では底層付近、夜間については表層から中層となる傾向がみられた。また、昼夜に関わらず上下に大きく移動する個体もみられた。

遊泳水深および追跡船に装備されていた魚探の水深記録をもとに、日出から日没までを日中、日没から日出までを夜間とし、日中の対象魚礁、日中の天然岩礁、夜間の3項目に分け、散布図を作成した。

マアジの遊泳水深と魚探水深については、日中の天然岩礁に比べ、対象魚礁では浅い水深でも遊泳がみられ、夜間では、日中に比べ、浅い水深を遊泳する傾向がみられた。

表-3.1.3 バイオテレメトリー調査の追跡期間と追跡状況

調査回	個体番号	供試魚の全長 (cm)	追跡期間	追跡時間	追跡に用いた個体の採取・蓄養状況	備考
事前	154	26.0	5月8日16:03 ~5月9日5:18	13時間15分	放流当日、定置網で採取し、放流	
1	152	34.6	6月5日10:00 ~6月5日22:15	12時間15分	放流当日までに定置網で採取・蓄養した個体を使用	追跡個体を見失い終了
2	151	33.2	6月6日10:35 ~6月8日10:05	47時間30分	放流当日までに定置網で採取・蓄養した個体を使用	追跡個体の死亡で終了
3	153	34.0	6月10日9:17 ~6月11日7:00	21時間43分	放流当日までに釣りで採取・蓄養した個体を使用	追跡個体が動かなくなり終了
4	162	34.5	6月11日15:52 ~6月15日4:30	84時間38分	放流当日、釣りで採取した個体を使用	
5	157	33.9	6月16日14:40 ~6月19日15:30	72時間50分	放流当日、釣りで採取した個体を使用	追跡期間中、日中対象魚礁で確認
			(再開)6月20日9:15 ~6月22日2:30	41時間15分		発信機の電池寿命で終了
6	155	36.0	6月24日11:30 ~6月26日11:30	48時間	放流当日、釣りで採取した個体を使用	
7	163	34.0	6月26日12:55 ~6月28日15:00	50時間5分	放流当日、釣りで採取した個体を使用	6月28日に対象魚礁で確認
			(再開)6月29日11:00, 6月29日16:30 ~6月29日18:00	1時間30分		対象魚礁で確認
			(再開)6月30日8:15 ~6月30日10:00	-		発見できず
8	156	35.6	6月30日11:35 ~7月2日11:45	48時間10分	放流当日、釣りで採取した個体を使用	
9	158	31.2	7月2日13:20 ~7月3日17:20	28時間	放流当日、釣りで採取した個体を使用	
10	159	29.0	7月5日11:28 ~7月7日9:30	46時間2分	放流当日、釣りで採取した個体を使用	
			7月8日18:36 (確認のみ)	3分		対象魚礁で確認
			7月9日10:00頃 (確認のみ)	-		発見できず

注) 7月8日, 9日の「確認のみ」については、別作業の中で個体の確認を行った。

表-3.1.4 日中において各個体がとどまった場所

調査回	日数	追跡期間						
		放流から日没まで	日出から日没まで					
			1日目(放流当日)	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
事前		●	△	-	-	-	-	-
1		●	-	-	-	-	-	-
2		●	△	□	-	-	-	-
3		●	□	-	-	-	-	-
4		●	□	□	□	□	-	-
5		●	●	●	(●)	(●)	●	●
6		●	△	□	-	-	-	-
7		●	□	●	(●)	-	-	-
8		●	□	□	-	-	-	-
9		◎	□	-	-	-	-	-
10		●◎	□	□	(●)	-	-	-

遊泳場所; ●: 対象魚礁
 ◎: 対象魚礁から500m程度までの海域
 △: 対象魚礁から500m以上離れた沖(南)側
 □: 対象魚礁から500m以上離れた岸(佐渡島; 北)側
 -: 調査実施せず
 () : 荒天中止・再開などのために前日からの追跡記録が一時途絶えている

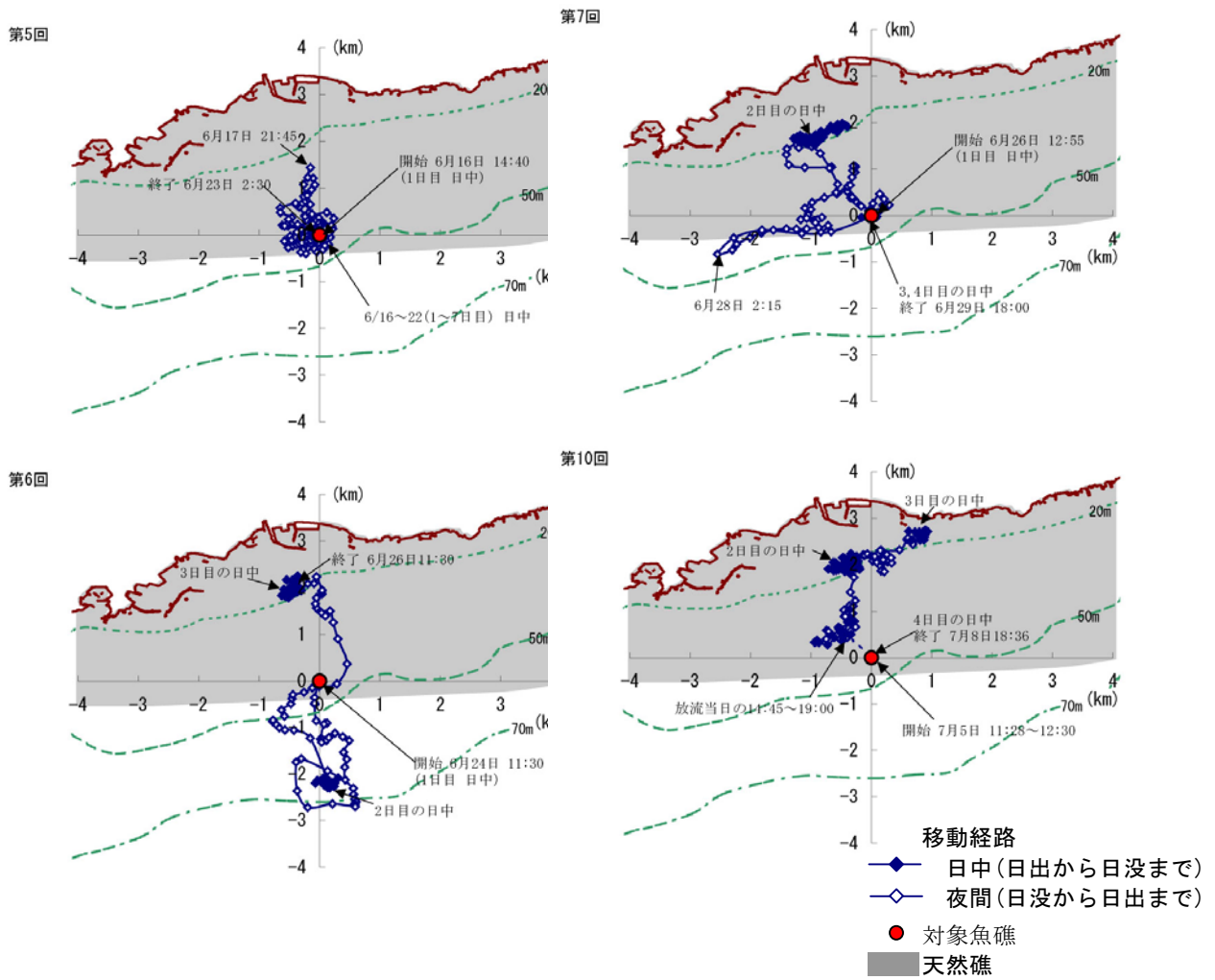


図-3.1.14 各個体の移動経路

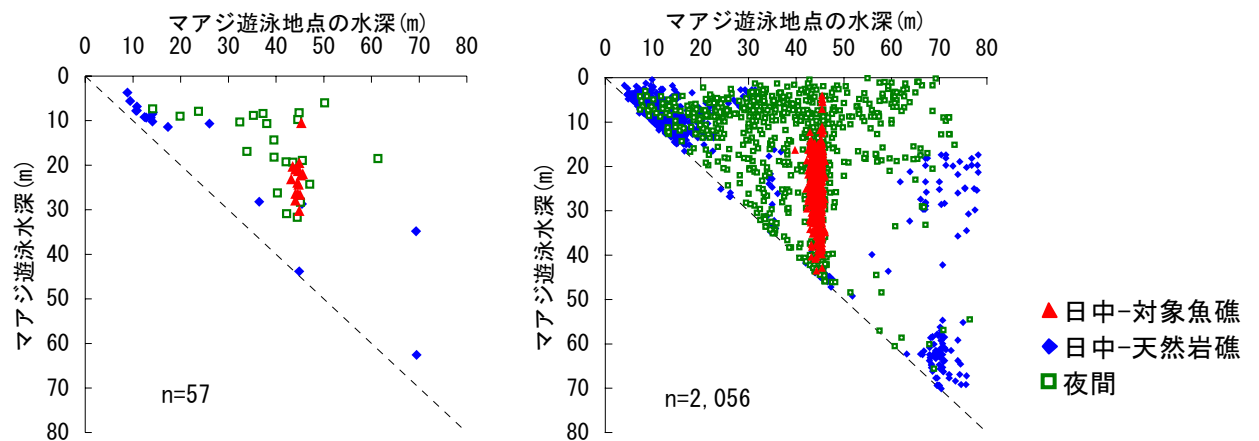


図-3.1.15 各個体の遊泳水深と水深の関係 (左: 日中(対象魚礁、天然岩礁)・夜間それぞれの平均、右: 各平均前の値)

日中における対象魚礁での遊泳水深帯と夜間の遊泳水深帯との違いをみると、日中の遊泳水深帯は、水深15～25mと対象魚礁のおおよそ天端部から10m上層までの範囲にピークがみられ、夜間ではより浅い5～10m層にピークがみられた。

また、対象魚礁にとどまった個体について、日出から日没までの遊泳水深の推移をみると、夕方には中層から表層に向けて上昇する傾向がみられた。

以上のように、マアジは日中では主に水深15～25m(対象魚礁のおおよそ天端部から10m上層)を遊泳し、夜間はより浅い5～10m層を主に遊泳する傾向にあり、夕方には中層から表層にむけて上昇する傾向にあった。

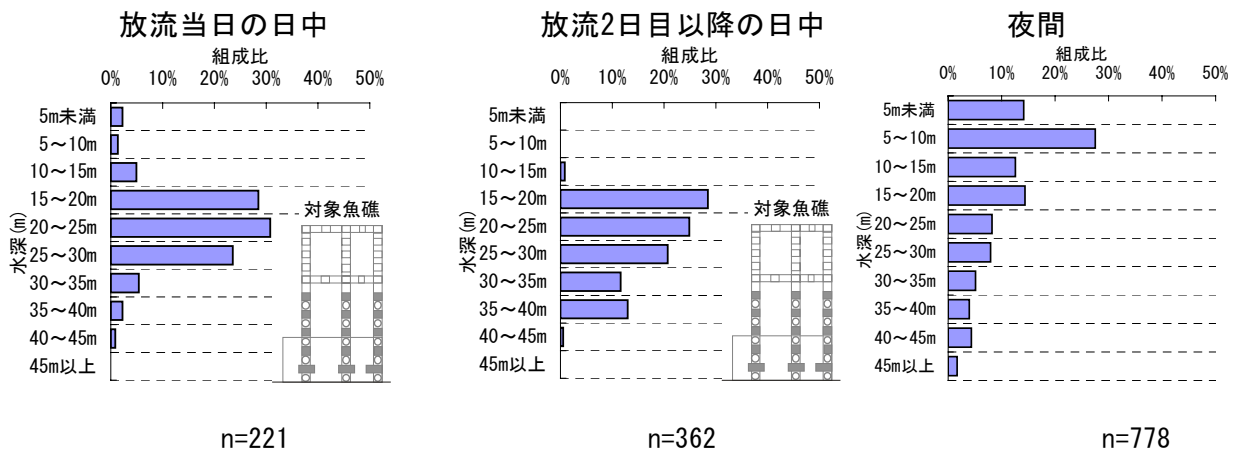


図-3.1.16 対象魚礁における日中（日出から日没まで）のマアジの遊泳水深の組成
（左：放流当日、右：放流2日目以降）および夜間（日没から日出まで）のマアジの遊泳水深の組成

各個体についての対象魚礁からの離脱時刻と対象魚礁への到達時刻を整理すると、対象魚礁からの離脱時刻は19:45～21:15の範囲であり、日没の30分～2時間後に離脱し、対象魚礁への到達時刻は1:30～3:30の範囲にあり、日出の1～2時間前に到達した。

対象魚礁に到達した時間から離脱するまでの対象魚礁滞在時間は平均17時間15分であった。

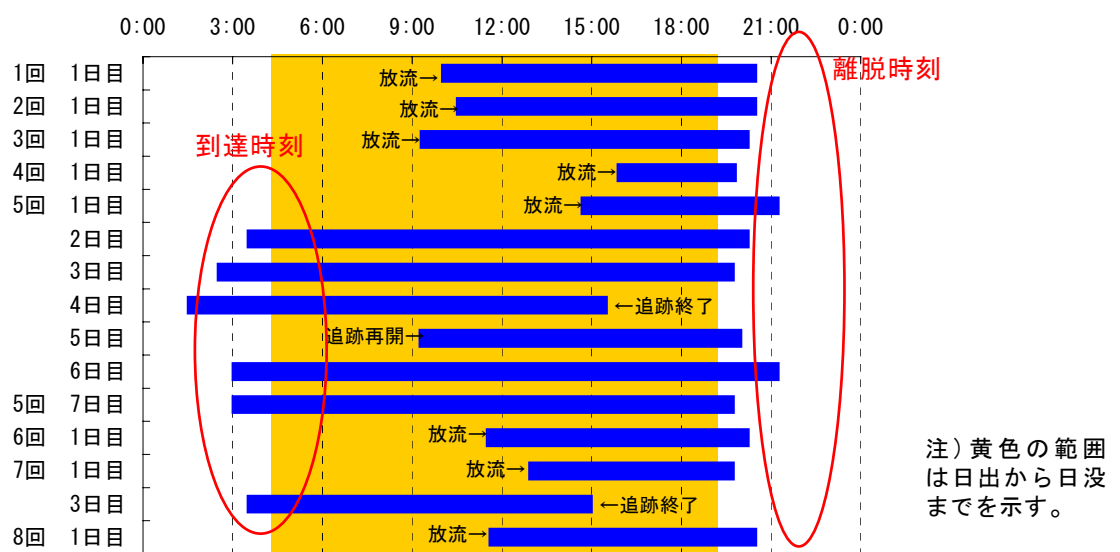


図-3.1.17 対象魚礁からの離脱および対象魚礁への到達時刻

注) 黄色の範囲は日出から日没までを示す。

1.8.2 コード化発信機装着個体追跡調査

放流は6月5日、6日、10日に各日1個体行い、放流当日は3個体とも対象魚礁で受信記録があり、放流翌日以降は、ID46では放流翌日の6月7日に、ID45では放流から11日後の6月21日に既存魚礁での記録があった。

遊泳水深は対象魚礁では3個体とも9~40mの範囲であり、既存魚礁では、ID46については6m、ID47については26~41mの範囲であった。

VR2で長期間にわたって情報を記録でき、設置型受信機での調査の有効性が確認された。

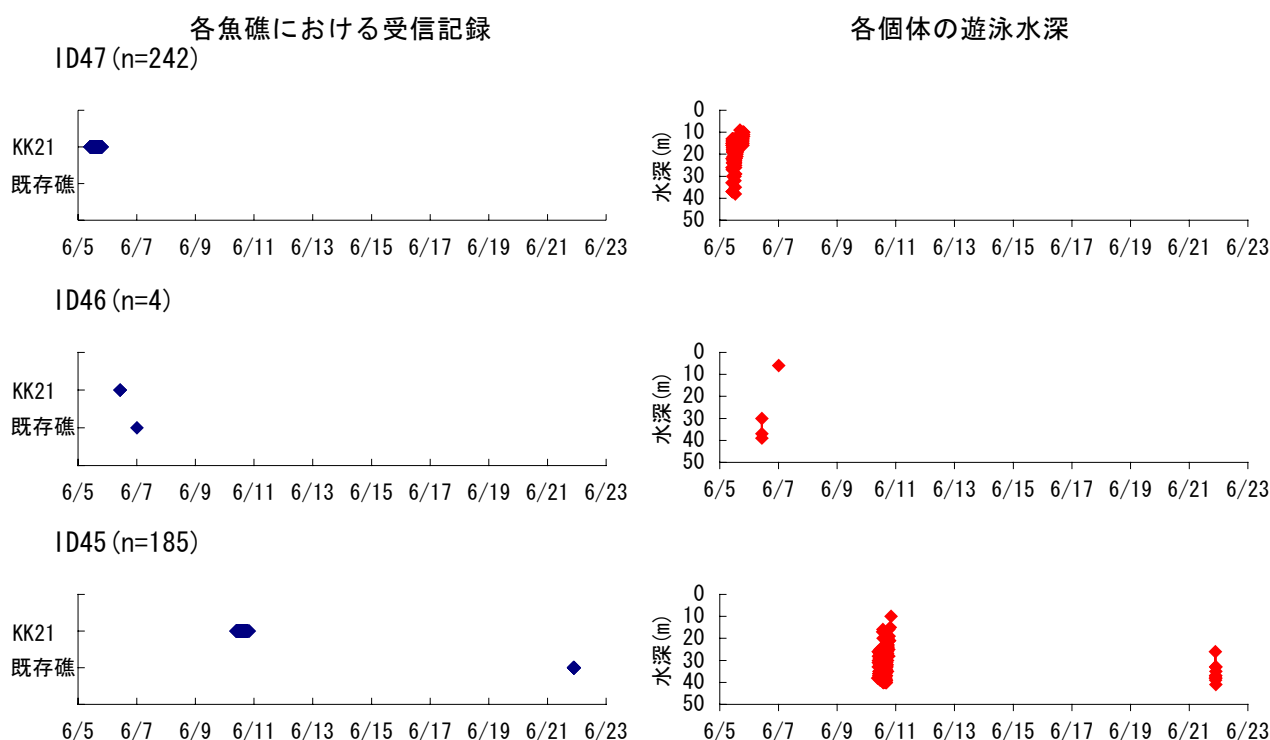


図-3.1.18 VR2における各個体の発信音の受信結果
(左：受信記録のあった魚礁、右：遊泳水深)

1.9 食物網調査

1.9.1 マアジの胃内容物および動物プランクトン

6月24日では浮遊性の端脚類のニホンウミノミが多く、7月9日では浮遊性のかいあし類のカラス目、巻貝類のクチキレウキガイ科等、遊泳性・浮遊性の動物が多くみられた。安定同位体サンプルの採取時に採取した動物プランクトンは、甲殻綱のカイアシ類が多く出現し、次いで、オタマボヤの仲間が多かった。

胃内容物と動物プランクトンの両者に共通した分類群は、節足動物門（カイアシ類）であった。

表-3.1.5 胃内容物の分析結果（個体数）

単位：個体数

-：計数不能

門	綱	目	科	種名	採取月日					遊泳性・浮遊性		
					マアジの全長 (cm)							
					32.6	24.1	22.1	29.9	33.1			
扁形動物	条虫	-	-	Cestoidea	条虫綱					2		
紐形動物	-	-	-	Nemertinea	紐形動物門					1		
軟体動物	腹足	新生腹足	カキレウカガイ	<i>Atlanta</i> sp.				12	1	○		
		-	-	Gastropoda	腹足綱					3	2	
節足動物	甲殻	カラヌス	カラヌス	<i>Calanus sinicus</i>				10		○		
			カンダキア	<i>Candacia bipinnata</i>				43		○		
			ユウカラヌス	<i>Eucalanus attenuatus</i>				4		○		
				<i>Eucalanus crassus</i>				1		○		
				<i>Eucalanus</i> sp.				4		○		
			ユキータ	<i>Paraeuchaeta russelli</i>				5		○		
				<i>Paraeuchaeta</i> spp.				11		○		
				Euchaetidae (copepodid)				1		○		
			ホエキロストム	オンケア	<i>Oncaea clevei</i>					1		○
			端脚	アコナカヨコヒ	Pontogeneiidae	アコナカヨコヒ科					1	
クラゲノミ	<i>Themisto japonica</i>	ニホウミノミ			592	23	96	10		○		
オキヒ	<i>Leptocheila gracilis</i>	ソコシエヒ							5		○	
	ホンヤトカリ	Paguridae (zoea)	ホンヤトカリ科(ゾエ期幼生)					6		○		
	-	Anomura (Glaucothoe)	異尾下目(クラウコエ期幼生)					1		○		
毛顎動物	矢虫	無膜	ヤムシ	<i>Sagitta</i> spp.				7		○		
脊椎動物	硬骨魚	-	-	Osteichthyes (larva)	硬骨魚綱のシラス型仔魚					1		
		-	-	Osteichthyes (scale)	硬骨魚綱の鱗					2		
Gelatinous					ゼラチン質							
Unidentified					不明動物破片							
種類数					2	3	4	17	5			
合計					592	26	99	122	6			

注)「○」が遊泳性・浮遊性の種類であることを示す。

表-3.1.6 動物プランクトンの分析結果（個体数）

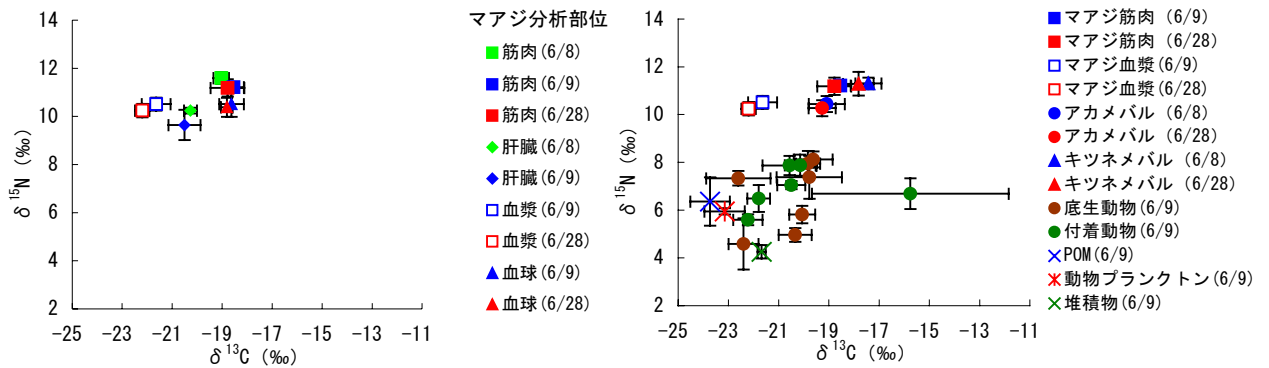
採取年月日：平成20年6月9日 単位：個体数/全量

門	綱	目	科	種	個体数
節足動物	甲殻	カラヌス	カラヌス	Calanidae (copepodite)	80
			カンダシア	Candacia spp. (copepodite)	60
			クラウソカラヌス	<i>Clausocalanus pergens</i>	60
				<i>Pseudocalanus newmani</i>	20
		キロプス	オイトナ	<i>Oithona atlantica</i>	2040
				<i>Oithona</i> spp. (copepodite)	200
		ホエキロストム	コリケウス	<i>Corycaeus affinis</i>	80
<i>Corycaeus</i> spp. (copepodite)	20				
原索動物	オタマホヤ	オタマホヤ	オタマホヤ	<i>Dikopleura</i> spp.	400
	サルハ	サルハ	-	Salpida	20
個体数合計					2980
種類数					10
湿重量 (g/全量)					0.14

1.9.2 安定同位体比分析

アジ類の部位別の $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップをみると、マアジの $\delta^{13}\text{C}$ は筋肉および血漿が、それぞれ、 $-19.0\sim-18.5\text{‰}$ 、 $-22.2\sim-21.6\text{‰}$ と血漿の値が低く、血球は筋肉と同程度、肝臓は筋肉と血漿の中間を示した。 $-\delta^{15}\text{N}$ は筋肉が $11.2\sim11.6\text{‰}$ となり、その他の部位は 10‰ 前後を示した。

対象魚礁で得られた試料の $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップをみると、底生生物および付着動物は $\delta^{13}\text{C}$ が多くの種類で $-22.6 \sim -19.6\text{‰}$ となり、 $\delta^{15}\text{N}$ が $4.6 \sim 8.1\text{‰}$ 、動物プランクトンは $\delta^{13}\text{C}$ が -23.2‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ が 5.9‰ となった。



注) マアジ以外は、メバル類が筋肉、その他が全量の値を示す。

図-3.1.19 マアジの部位別の $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップ (平均±標準偏差) 図-3.1.20 対象魚礁における $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{15}\text{N}$ マップ (平均±標準偏差)

平成 21 年度

2.1 海域環境調査

2.1.1 天候

標識放流調査およびバイオテレメトリー調査を実施した5月下旬から6月下旬にかけては、概ね安定した天候が続いた。

2.1.2 水温等

対象魚礁での水温は4月の10℃台から8月上旬の20℃台まで、上昇時期であった。

バイオテレメトリー調査期間中における水温は、水温は、表層で高く、底層で低い傾向を示し、水深5mでは16℃台から20℃台、水深40mでは12℃台から15℃台へと調査期間の経過とともに徐々に上昇し、塩分は、33.3～34.3PSUの範囲で推移し、おおむね33.8～34.3PSUの値にあったが、6月6日では水深5mで33.4PSU、10mで33.7PSUと若干低い値を示した。また、クロロフィルは、0.1～1.3 $\mu\text{g/L}$ の範囲で推移し、30mもしくは40m層で若干高くなる傾向を示した。

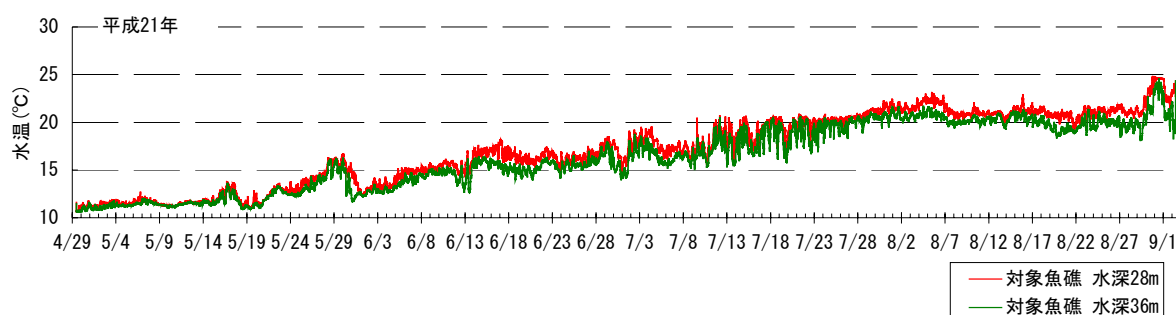


図-3.1.21 対象魚礁における水温の推移

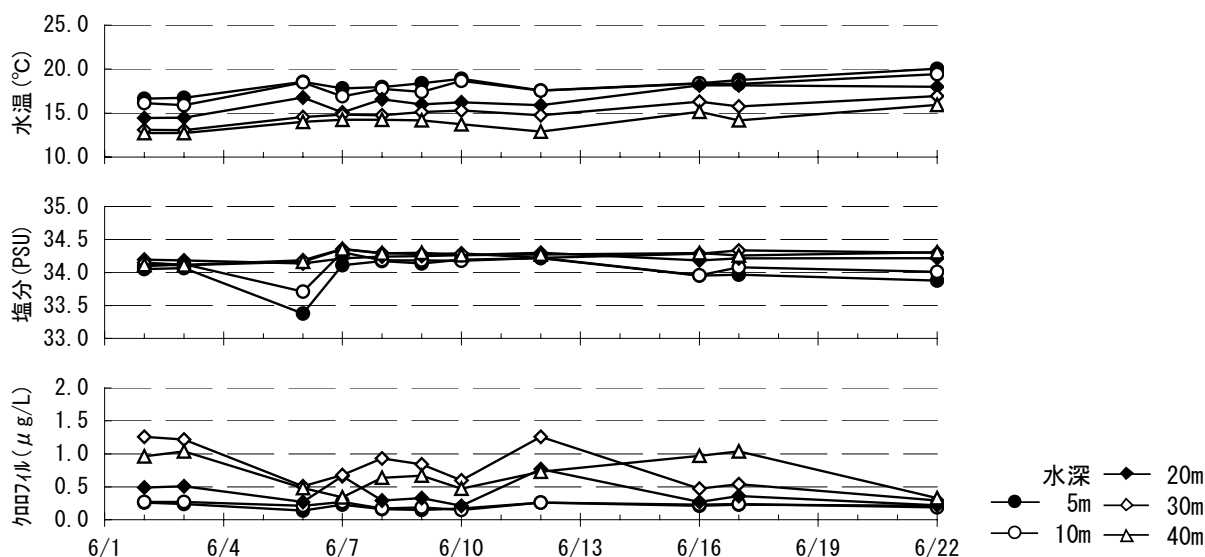


図-3.1.22 バイオテレメトリー調査期間中の対象魚礁における水温、塩分、クロロフィルの推移

2.1.3 流向・流速

流向は、5月、7月では概ね南西方向、6月および8月では南西方向および北東方向の流れがみられた。

流速は、5月、6月および8月では0～29.9cm/sの範囲が約98～99%を占め、30.0以上の範囲は約2%以下であった。7月は0～29.9cm/sの範囲が約86%、30.0cm/s以上の範囲は約14%であった。

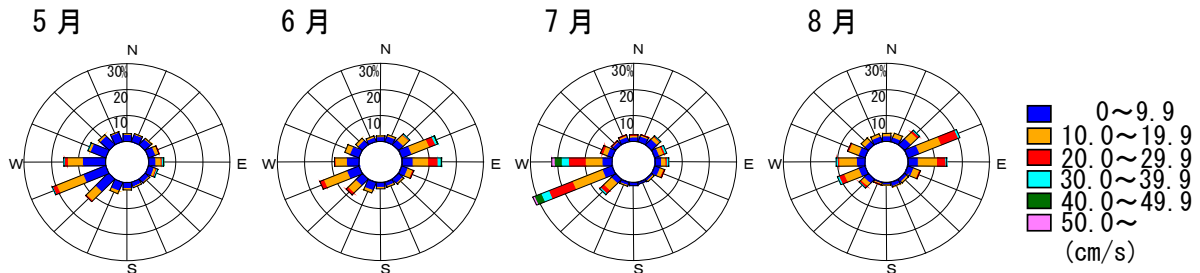


図-3.1.23 対象魚礁における水深 20mの月別の流向別流速頻度分布

2.2 市場調査

小木支所は、平成 21 年 4 月から 8 月に漁獲がみられ、6 月に漁獲は約 40 トンに達した。赤泊支所は、平成 21 年 2 月から 7 月に漁獲がみられ、5 月から 6 月に漁獲は約 42～56 トンに達した。

銘柄別の箱入りの平均全長は、小木では特大が 35cm、大が 30cm、中が 27～30cm、小が 23～25cm、小小が 22～24cm、赤泊では特大が 31～34cm、大が 28～29cm、中が 25～26cm、小が 23～25cm、小小が 21～22cm であった。

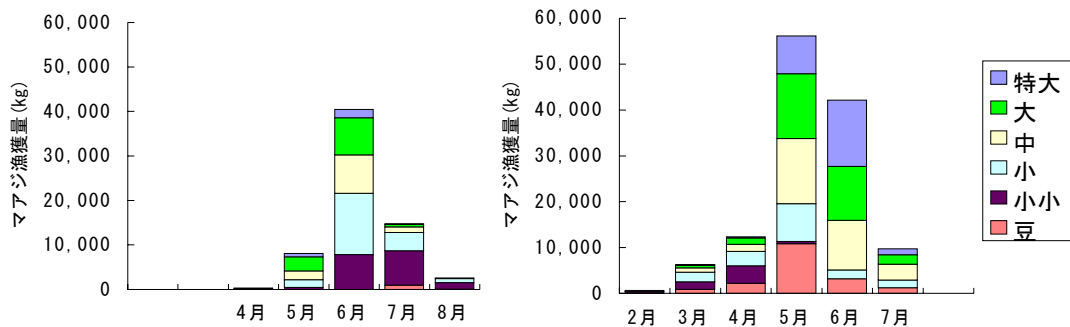


図-3.1.24 小木支所(左図)および赤泊支所(右図)における定置網銘柄別のマアジ漁獲量および漁獲組成の推移

表-3.1.7 銘柄別の平均全長(小木支所)

	特大	大	中	小	小小
5月31日	-	30.1	29.8	25.4	-
6月10日	-	29.9	-	24.0	23.7
6月15日	35.7	30.7	28.1	23.1	22.2
6月20日	-	30.1	27.6	23.0	22.1

表-3.1.8 銘柄別の平均全長と 5kg 箱入り尾数の目安(赤泊支所)

	特大	大	中	小	小小
6月17日	31.0	27.8	25.3	23.6	22.2
6月21日	34.0	28.8	25.5	24.5	-
6月24日	31.9	28.9	26.0	23.1	20.8
5kg 箱入り	21 尾	22～	30～	38～	50 尾

6月25日	-	32.8	28.3	25.0	23.6	尾数の目安	以上	29尾	37尾	49尾	以上
-------	---	------	------	------	------	-------	----	-----	-----	-----	----

2.3 標識放流調査

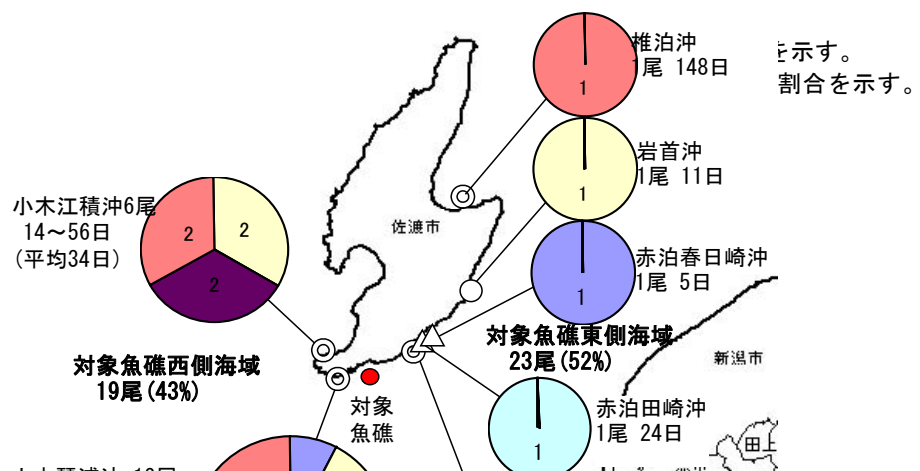
2.3.1 再捕結果

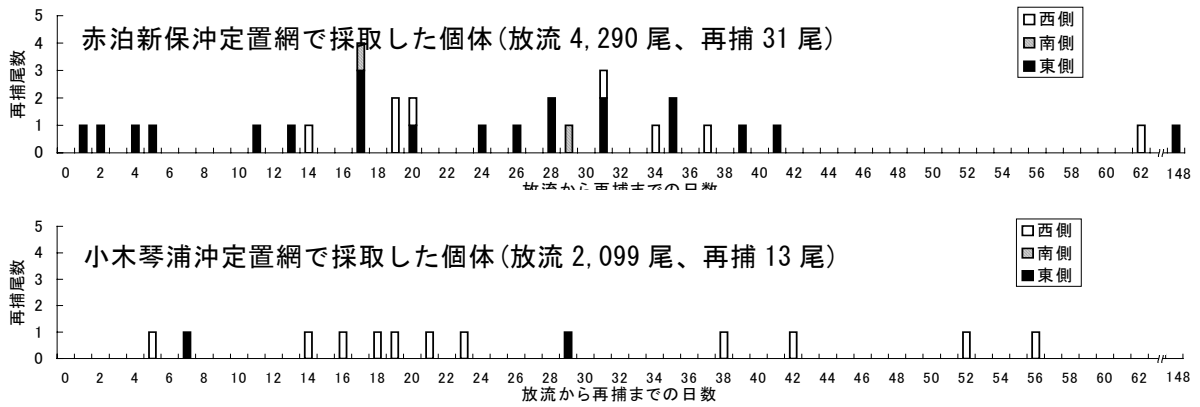
標識放流は、5月28日～6月10日の間に計6回行い、合計6,389尾を放流した。

再捕は、6月1日から7月22日まで報告があり、計44尾、再捕率0.69%であった。

海域別の再捕尾数は、対象魚礁より東側海域で23尾、西側海域で19尾、南側海域（本州側）で2尾となっている。

供試魚を採取した定置網における再捕報告尾数と放流から再捕までの期間は、赤泊新保沖の定置網では19尾で1～41日（平均22日）、小木琴浦沖が13尾で5～62日（平均26日）であった。また、再捕までの最長期間は両津椎泊で148日であった。





注) 凡例は、対象魚礁を起点に再捕された場所の方向を示す。なお、南側の場所は本州側を示す。

図-3.1.26 放流から再捕までの日数別の再捕尾数
(上図：赤泊新保沖定置網採取個体、下図：小木琴浦沖定置網採取個体)

2.3.2 標識個体の観察

小木琴浦沖での6月7日(第5回放流)と6月10日(第6回放流)の2回のケースを観察した結果、1回目は放流当日のみ、2回目は同一個体と思われる1個体が5日後まで確認されたが、6日後以降は確認できなかった。

表-3.1.9 標識個体の放流日および放流日以降における潜水観察による目視観察尾数

	6/7	6/8	6/9	6/10*	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15
放流日：6/7	400	0	0	0	-	-	-	-	-
放流日：6/10	-	-	-	500	1	1	1	1	1

注) 6/10については、午前中に1回目放流個体が0尾であることを確認した後、午後に放流を実施した。

2.4 蛸集量調査

対象魚礁に蛸集するマアジについて潜水目視観察結果から推定したマアジの推定尾数は、約1,000~13,000尾、推定蛸集量も最大で約3,900kgとなった。

マアジの蛸集場所は、主に潮流の潮上側に蛸集する傾向がみられた。

釣獲調査では6月2日から6月16日の期間に計51尾得られた。初回の6月2日は全長300~370mmの個体が得られたが、期間の経過とともに300mm以下の小型個体の出現もみられるようになった。

表-3.1.10 対象魚礁に蛸集するマアジの全長と推定尾数

	5/24	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15	8/7
調査時の透視度(m)	11.0	10.5	9.8	12.3	11.5	9.5	11.0	9.8	10.5	10.1	16.2
マアジ全長(cm)	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	20
マアジ湿重量(※)	345.6	309.3	309.3	309.3	309.3	309.3	249.7	249.7	364.9	364.9	75.4
マアジ推定尾数(尾)	10,996	9,896	9,543	12,723	9,896	5,655	11,083	11,027	8,482	8,129	1,000
推定蛸集量(kg)	3800.2	3060.5	2951.3	3934.8	3060.5	1748.9	2767.7	2753.7	3095.2	2966.4	75.4

注※) マアジ湿重量は、釣獲結果の値を用いた。なお、8/7については釣獲がないため、平成20年度調査から、全長-体重関係式 $BW=1.44TL^{2.92} \times 10^{-5}$ を用いて、 $TL=200mm$ から75gと求めた値を用いた。

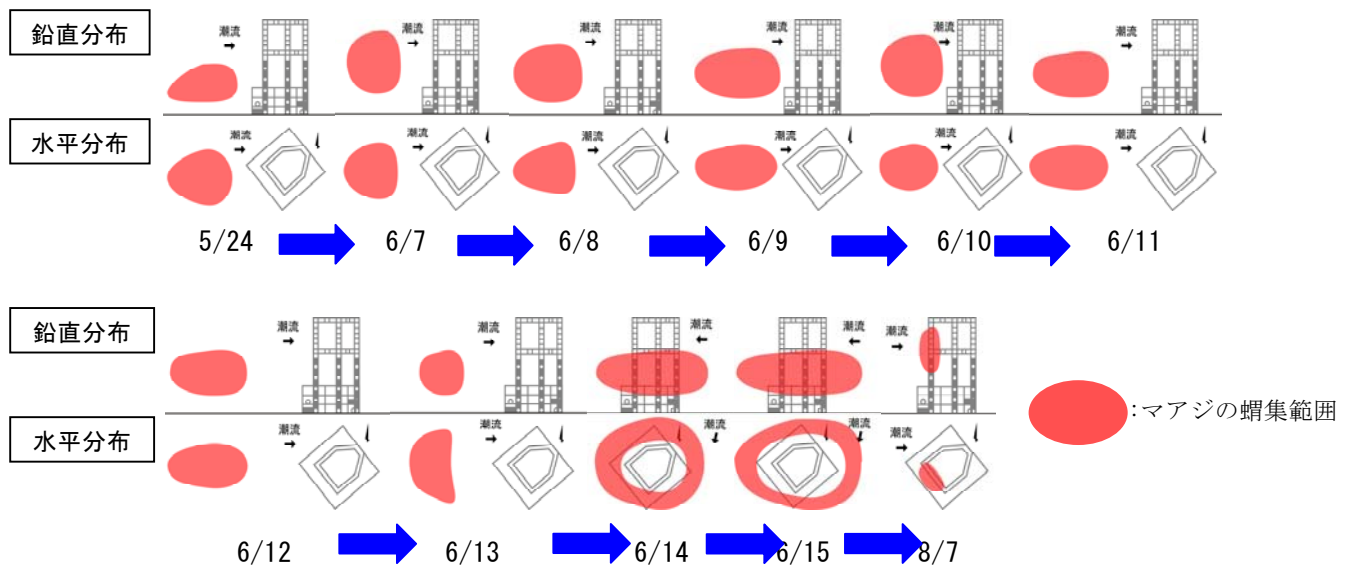


図-3.1.27 潜水目視観察によるマアジ蝟集模式図

2.5 バイオテレメトリー調査

バイオテレメトリー調査は、計5回の放流を行い、調査第1回～第5回に連続発信機装着個体を計5尾、調査第1回～第4回にコード化発信機装着個体を計10尾放流した。

2.5.1 連続発信機装着個体追跡調査

追跡した5個体中、調査第1回～第4回の各個体は放流当日の日中は対象魚礁にとどまり、第1回と第4回の個体は放流翌日の日中、第2回の個体は放流日から5日目までの日中は対象魚礁に戻った（表-3.1.5、表-3.1.6、図-3.1.8）。

また、第4回の個体は、放流日から4日目および5日目の日中は、対象魚礁から東南東側約7kmの魚礁にとどまった。第3回は夜間、第5回は放流後すぐに対象魚礁から離れ、沿岸岩礁域に追跡期間中とどまることとなった。

なお、対象魚礁から東南東側約7kmの魚礁については、昭和56～63年にかけて前浜人工礁漁場造成事業が実施された海域にあたり、その事業では、FRP AK 7型、FRP AK 6型、ジャンボ130-Ⅲ型、ジャンボ130-Ⅳ型、1.8mφ円筒型、円筒型組立、ピラミッド、スミリーフといった魚礁が投入されている。

表-3.1.11 連続追跡調査の追跡期間と追跡状況

調査回	供試魚の全長 (cm)	追跡期間	追跡時間	備考
1	37.5	6月2日17:00～6月5日8:00	63時間00分	放流翌日、対象魚礁に戻る
2	41.0	6月6日16:45～6月9日11:30	66時間45分	追跡期間中の日中、対象魚礁に戻る
		6月9日18:35(再開)～6月10日8:00	13時間25分	
3	43.2	6月12日17:15～6月15日8:00	62時間45分	
4	39.0	6月16日17:15～6月19日8:00	62時間45分	放流翌日、対象魚礁に戻る
5	38.5	6月22日7:30～6月25日8:00	72時間30分	

表-3.1.12 日中におけるマアジの蜻集場所

調査回	追跡期間				
	放流日	2日目	3日目	4日目	5日目
1	●	●	□	□	—
2	●	●	●	●	●
3	●	□	□	□	—
4	●	●	△	△	—
5	□	□	□	□	—

遊泳場所；●：対象魚礁の周囲、△：対象魚礁から500m以上離れた沖（東）側、□：対象魚礁から500m以上離れた岸（佐渡島；北）側、—：調査実施せず

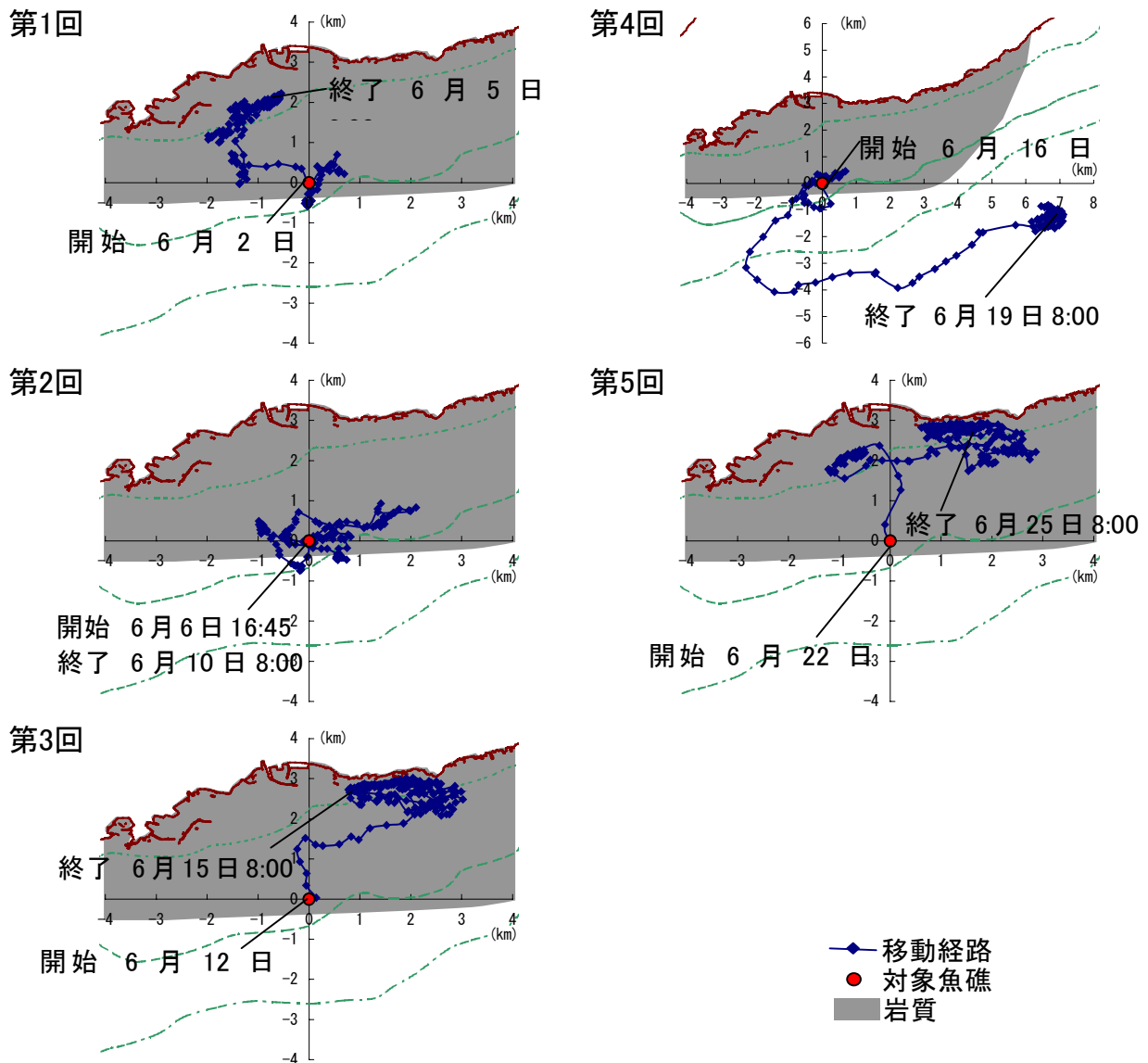


図-3.1.28 各個体の移動経路（第1回～第5回）

遊泳水深帯は、日中では放流当日が20～25m層にピークがみられ、放流2日目以降では20～25m層に加え、35～40m層でもピークがみられた。夜間では、5m未満の層にピークがみられた。

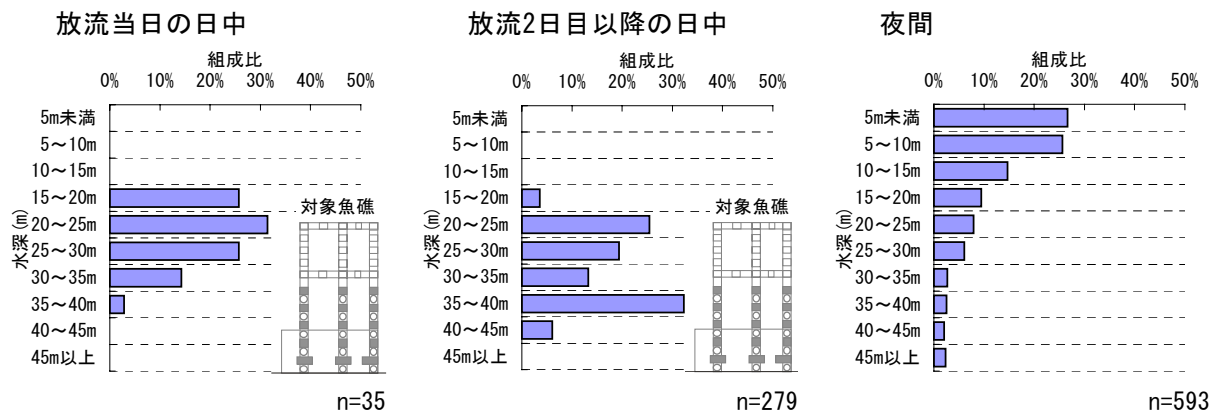
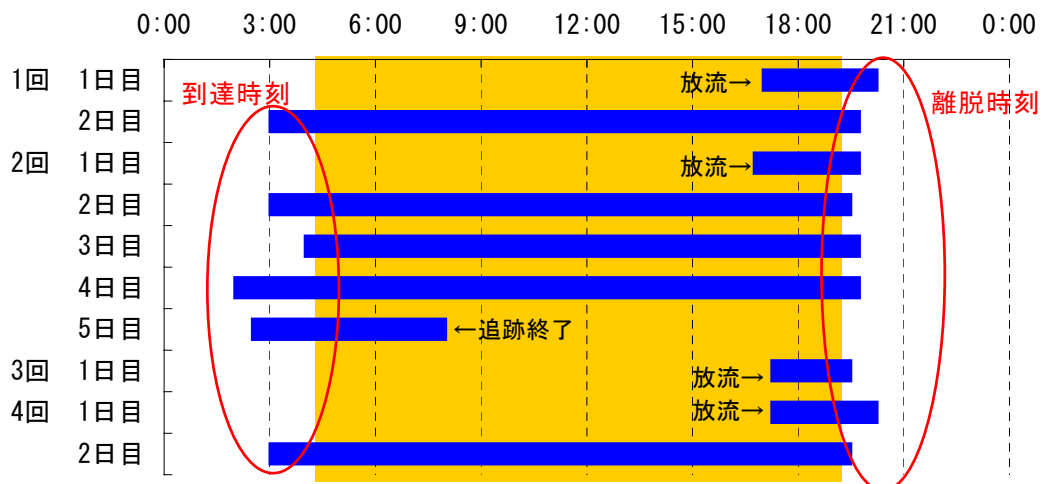


図-3.1.29 対象魚礁における日中（日出から日没まで）のマアジの遊泳水深の組成（左：放流当日、中：放流2日目以降）および夜間（日没から日出まで）のマアジの遊泳水深の組成

放流当日の対象魚礁からの離脱時刻は、19:30～20:15の範囲であり、日没時刻が19:10前後と日没の30分～1時間後に離脱した。

放流2日目以降については、対象魚礁への到達時刻は、2:00～4:00の範囲にあり、その時の日出時刻は4:25前後と日出の30分～2時間30分前に到達していた。また、離脱時刻は、19:30～19:45の範囲であり、放流当日と同様の時間帯であった。

また、対象魚礁に到達した時間から離脱するまでの滞在時間は、16時間30分～17時間45分の範囲で、平均16時間39分であった。



注) 黄色の範囲は日出から日没までを示す。

図-3.1.30 対象魚礁からの離脱および対象魚礁への到達時刻

マアジ個体が、日中とどまった箇所から夜間離脱し、翌朝対象魚礁に戻ったケースについて、夜間、対象魚礁から最も離れていた距離を整理した結果、対象魚礁から最も離れていた距離は、平均で1.14km、最大で2.26kmとなった。

表-3.1.13 対象魚礁に戻った個体についての夜間における対象魚礁からの最大距離

調査回	前日の日中とどまっていた箇所	夜間における対象魚礁からの最大距離(km)
1	対象魚礁	0.89
2	対象魚礁	1.10
	対象魚礁	2.26
	対象魚礁	0.88
	対象魚礁	0.74
4	対象魚礁	0.95
平均		1.14

注) 最大距離(km)は、追跡中の個体が対象魚礁から最も離れた地点と対象魚礁との間の直線距離を示す。

2.5.2 コード化発信機装着個体追跡調査

設置型受信機の設置地点の海底の特徴を以下に示す。

- ・対象魚礁は、礫からなる平坦な海底に、既存礁は、砂からなる平坦な海底に、それぞれ魚礁が設置されている。
- ・三瀬沖および市振崎沖は、水深20m、10mの等深線が狭まり、岸側には10m以浅となる起伏のある岩場がみられ、特に市振崎沖は海岸線から1km程度の広い範囲で水深10m以浅の起伏のある岩場が広がっている。
- ・羽茂沖30mは、砂からなり、平坦な海底に高さ1m程度の盛り上がりが見られる。
- ・羽茂沖50mは、礫からなり、平坦な海底に高さ1~2m程度の傾斜が見られる。
- ・羽茂沖70mは、底質は不明であるが、平坦な海底に高さ3m程度の傾斜が東西に300m以上にわたって見られる。
- ・琴浦沖は、岩、礫、砂で、平坦だが、緩やかな斜面も見られる。

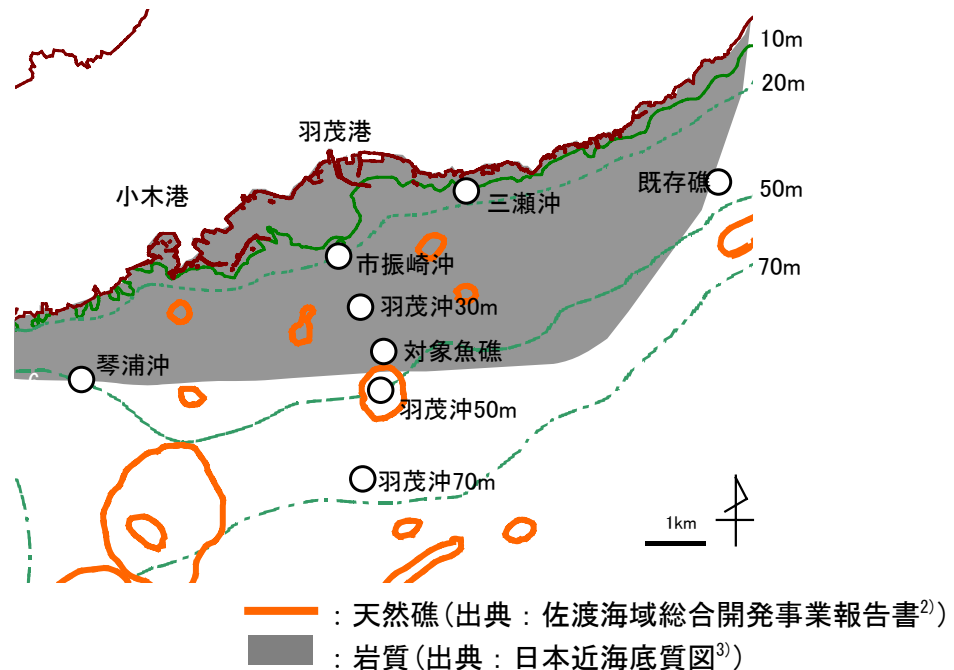


図-3.1.31 VR2の設置位置と海底地形

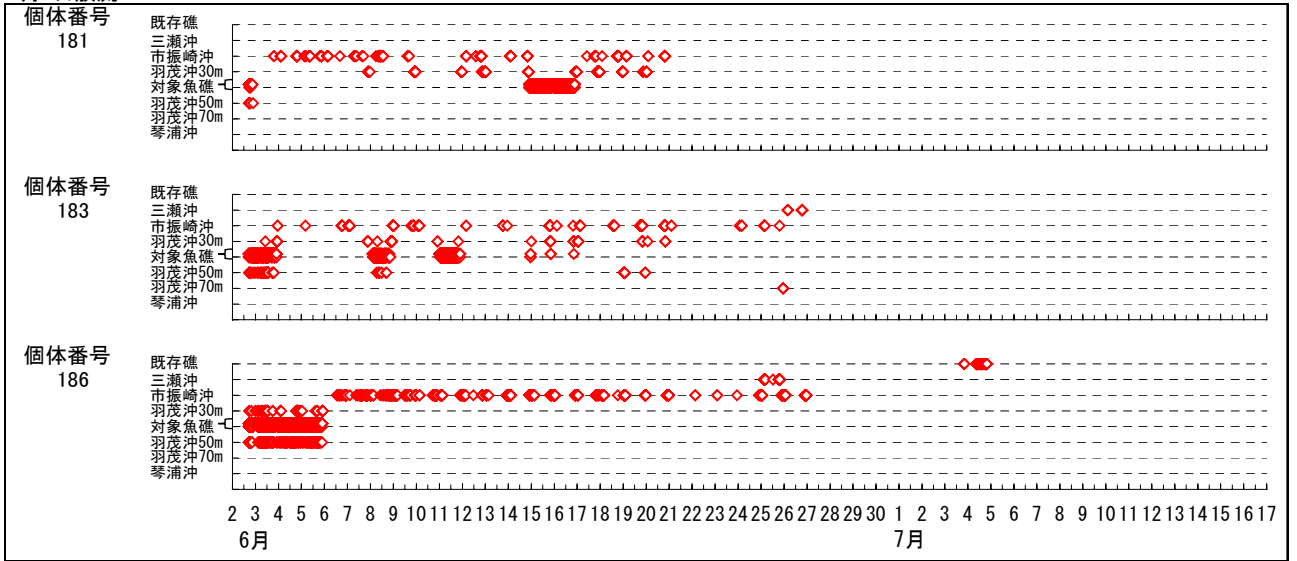
マアジ10個体を長期間追跡した結果、水平方向の移動では、放流当日は9個体が対象魚礁にとどまるなどし、放流翌日以降では、対象魚礁を中心に、羽茂沖50m、30mおよび市振崎沖を相互に移動し、その後、三瀬沖から既存礁へ移動して、調査海域から逸散・離脱する個体、羽茂沖70mの沖合域を利用する個体が確認された。

表-3.1.14 コード化発信機装着個体追跡調査の追跡期間と追跡状況

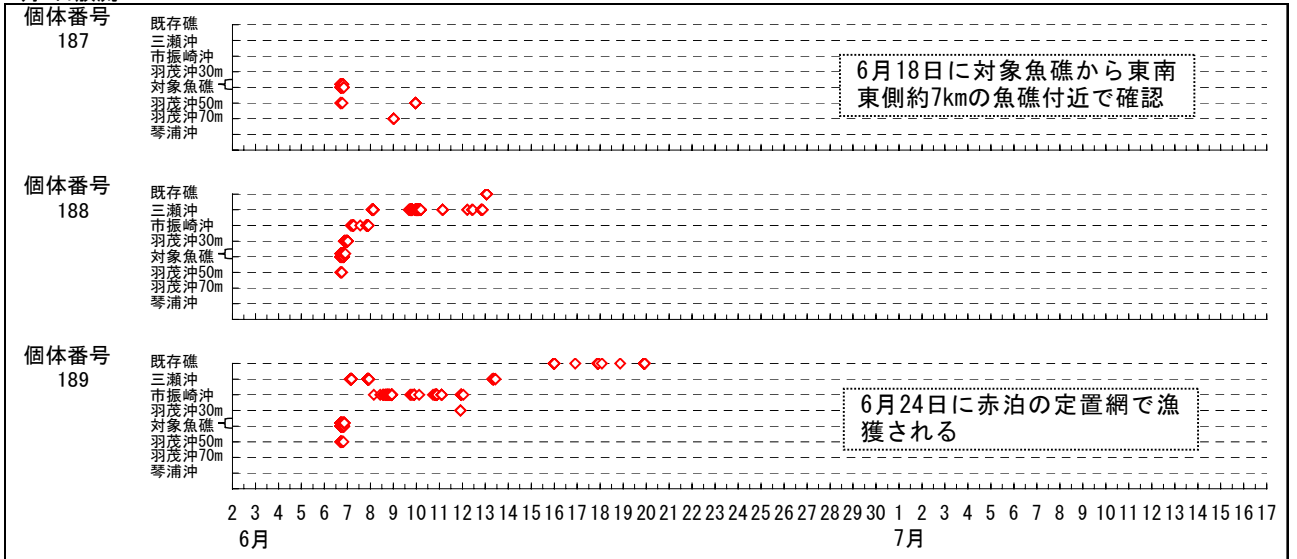
調査回	放流日	個体番号	供試魚の全長(cm)	追跡期間(※)	取得データ数	備考
1	6月2日	181	35.0	6月2日17:04~6月20日19:45(19日間)	2,882	
		183	31.5	6月2日17:00~6月26日18:52(25日間)	3,346	
		186	36.5	6月2日17:00~7月4日19:49(32日間)	5,584	
2	6月6日	187	34.0	6月6日16:35~6月9日23:17(4日間)	81	6月18日に対象魚礁から東南東側約7kmの魚礁付近で確認
		188	38.0	6月6日16:37~6月13日1:42(8日間)	667	
		189	41.0	6月6日16:35~6月19日22:16(14日間)	405	6月24日に赤泊の定置網で漁獲される
3	6月12日	180	33.0	6月12日17:18~6月26日12:47(15日間)	1,991	
		182	35.0	6月12日17:21~7月16日19:47(35日間)	2,905	
4	6月16日	184	34.5	6月16日17:07~6月18日18:38(3日間)	947	
		185	33.0	6月16日17:11~6月18日5:06(3日間)	32	

注※) 追跡期間の平均: 16日間

6月2日放流



6月6日放流



◇: 追跡個体

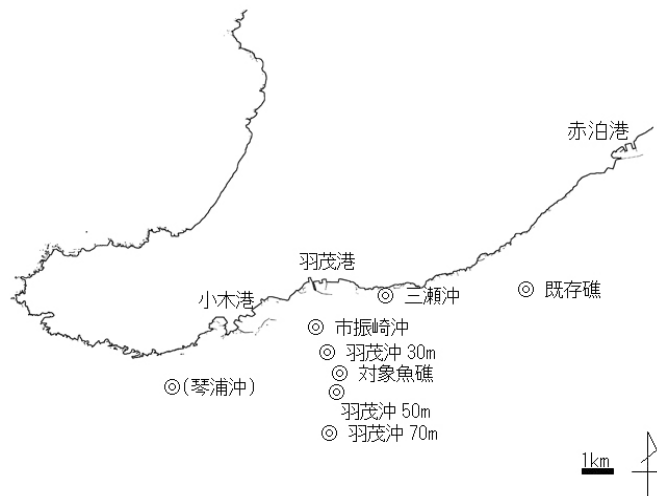
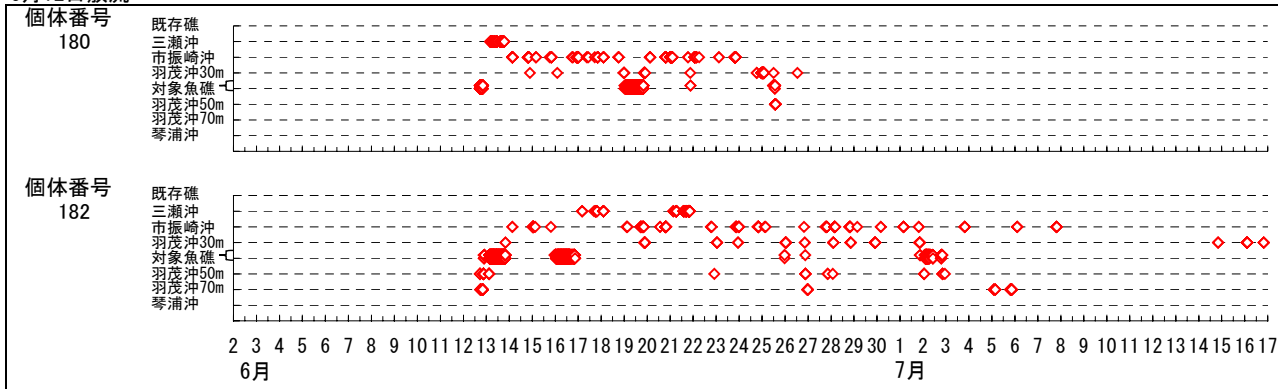
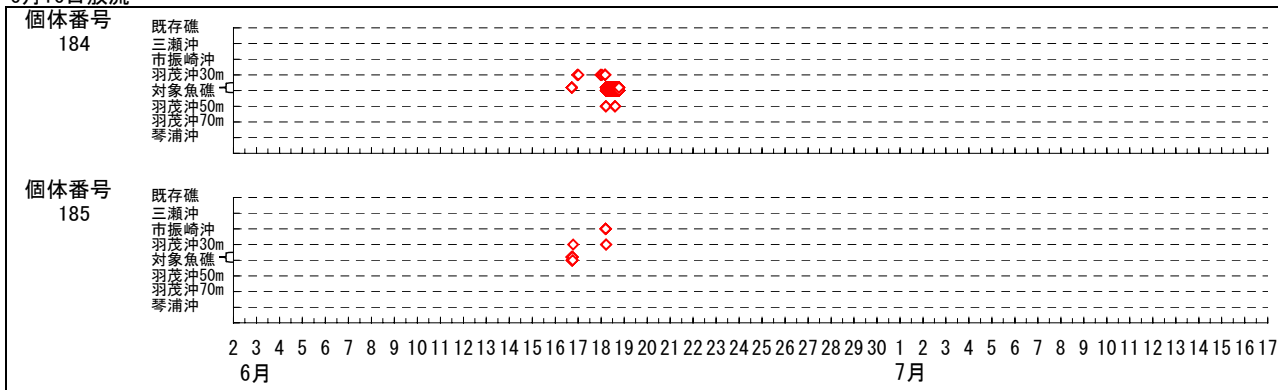


図-3. 1. 32(1) 設置型受信機間の水平移動(6月2日、6日放流)

6月12日放流



6月16日放流



◇: 追跡個体

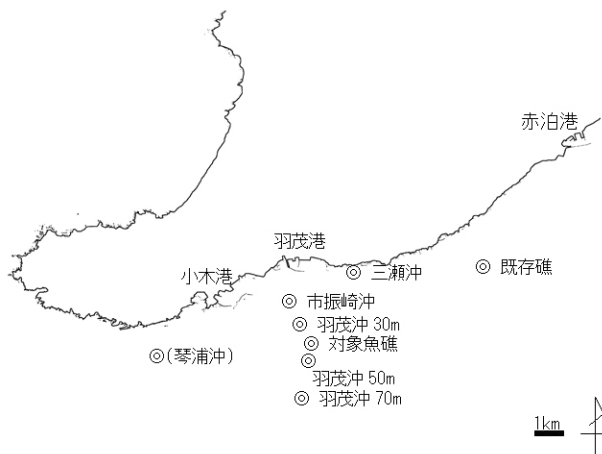


図-3.1.32(2) 設置型追跡個体の水平移動(6月12日、16日放流)

コード化発信機装着個体追跡調査においても、連続発信機装着個体追跡調査と同様に水深情報が取得でき、連続発信機装着個体に比べて長期間の記録が得られている。遊泳水深について、整理した結果、対象魚礁での記録では、日中では水深20m前後以深を遊泳する傾向がみられ、夜間では主に水深10m以浅に浮上している傾向がみられた。また、岸付近(市振崎沖、三瀬沖)では、日中、水深10m以浅で遊泳し、夜間に日中よりも深い水深帯で遊泳する傾向がみられ、沖合(羽茂沖30m、羽茂沖50m、羽茂沖70m、既存礁)では、日中、対象魚礁での記録と同様に水深20m前後以深を遊泳する傾向がみられ、夜間では主に水深10m以浅に浮上している傾向がみられた。

VR2の受信記録から日中・その日の夜間・翌日日中での記録が得られたケースについて、夜間における移動距離を求めた。

なお、集計にあたっては、移動時の記録が発信間隔に基づいて全ての発信記録が記録されているわけではないため、少なくとも移動したと認められる、異なった地点での記録のあるケースを抽出した。

その結果、夜間における移動距離は、最小で0.9km、最大で9.0kmとなり、全個体の平均では3.0kmとなった。また、翌日、対象魚礁に戻った個体では、最小で1.8km、最大で5.5kmとなり、全個体の平均では2.7kmとなった。

表-3.1.15(1) 夜間に移動がみられた個体の移動距離 (km)

個体番号	記録が得られたケース数(※)	最小	最大	平均
180	8	0.9	3.1	1.7
181	7	1.8	3.1	2.0
182	11	0.9	4.8	2.4
183	7	1.4	9.0	3.9
184	0	-	-	-
185	0	-	-	-
186	4	3.2	5.5	4.5
187	0	-	-	-
188	2	2.4	3.6	3.0
189	2	2.4	4.5	3.5
平均	-	-	-	3.0

表-3.1.15(2) 夜間に移動がみられ、翌日、対象魚礁に戻った個体の夜間の移動距離 (km)

個体番号	記録が得られたケース数(※)	最小	最大	平均
180	2	0.9	1.8	1.4
181	-	-	-	-
182	3	1.8	3.6	2.9
183	2	1.4	1.8	1.6
184	-	-	-	-
185	-	-	-	-
186	3	4.6	5.5	4.9
187	-	-	-	-
188	-	-	-	-
189	-	-	-	-
平均	-	-	-	2.7

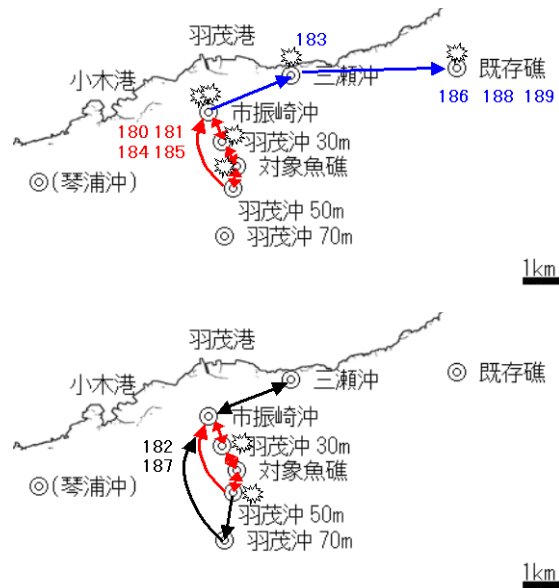
※記録については、日中・その日の夜間・翌日日中において、異なった地点間で記録されたケースについて集計した。

バイオテレメトリー調査の結果、対象魚礁にとどまる個体や数日後に対象魚礁に戻る個体がいたことなどから、調査海域におけるマアジの動きは①～④のパターンが考えられた。

- ①対象魚礁にとどまり、翌日も戻る。
- ②対象魚礁から離脱し、調査海域に点在する天然岩礁にとどまった後、数日後対象魚礁に戻る。
- ③対象魚礁から離脱した後、調査海域に点在する天然岩礁間を行き来する。
- ④調査海域からの逸散・離脱

これらのことから、本調査海域におけるマアジの水平的な行動様式をみると、マアジは、対象魚礁を中心（ランドマークとして）に約3km（琴浦と既存礁を除く）の範囲内に点在する人工魚礁や天然礁などを夜間に移動し、昼間には滞留しながら、佐渡海域には最大62～148日間とどまり、隣接する他の海域へと移動すると考えられた。

このように、マアジは局所的な滞留と移動を繰り返しながら、生理的に適した海域を選択しながら広域の移動・回遊を行っていることがうかがえた。



図中の数字は発信機の ID ナンバー
 : 発信記録の最終位置を示す。

図-3. 1. 33 調査海域内におけるマアジの移動模式図

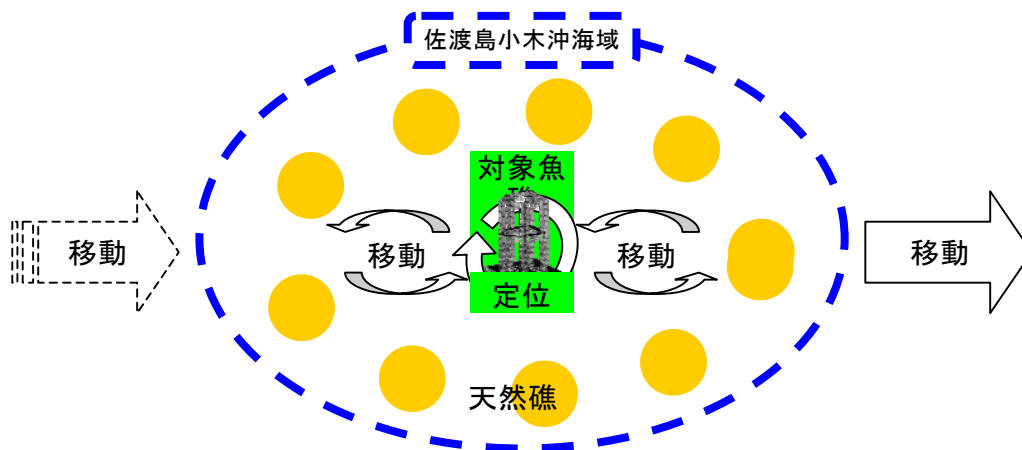


図-3. 1. 34 対象魚礁におけるマアジの滞留に関する模式図

2. 6 産卵調査

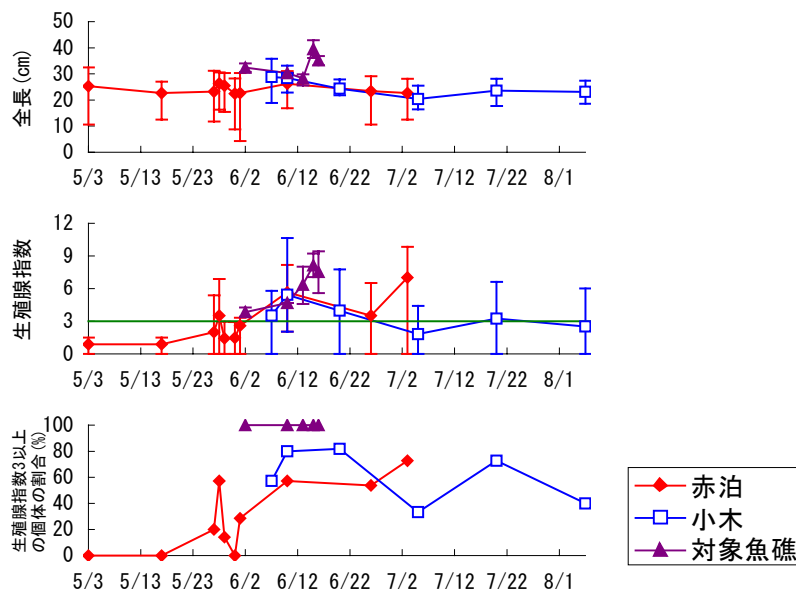
小木では6月7日から8月6日、赤泊では5月3日から7月3日、対象魚礁では6月2日から6月16日の間に総計158尾を測定した。出現したマアジの平均全長は20cm程度であった。

生殖腺指数の推移について平均値をみると、小木では6月上旬から中旬にかけて3.0以上高くなる傾向を示し、7月に入ると3.3以下の値がみられるようになった。赤泊での5月中旬までは0.9であったが、5月下旬になると3.0以上がみられ、全長が小さな個体の出現によって一時的に低くなることもあったが、6月中旬以降も3以上の高い値を示した。対象魚礁では6月上旬から中旬の間、3.0以上の値となった。なお、対象魚礁では計測尾数が5尾以下と少ないものの、全ての個体が生殖腺指数3.0以上であった(図-3.1.15)。

既往知見によると GSI=3 以上の個体で生殖腺の成熟もしくは産卵中の個体であるとされている⁴⁾ことから、マアジの成熟魚が羽茂地先で定置網や対象魚礁で漁獲されており、

本調査海域のようなごく沿岸域においても地域的な産卵場が形成されると考えられた。

また、対象魚礁において、魚卵稚仔を採集した結果、アジ科の個体が得られたのは6月26日の夜間の稚仔魚1個体のみで、魚卵は得られなかった。



注) 図中の緑色線はGSI=3を示し、GSI=3以上が成熟もしくは産卵中の個体とみられる。

図-3.1.35 定置網で採取されたマアジの平均全長(平均±最大最小)、生殖腺指数(平均±最大最小)および生殖腺指数3以上の個体の割合の推移

2.7 動物プランクトン調査

調査期間中、合計 51 種類が出現し、分類群別にみると、原索動物門、節足動物門、毛顎動物門が多く出現した。6月25日に実施した昼夜別の調査では、原索動物門は昼間、節足動物門は夜間に多く出現する傾向がみられた。

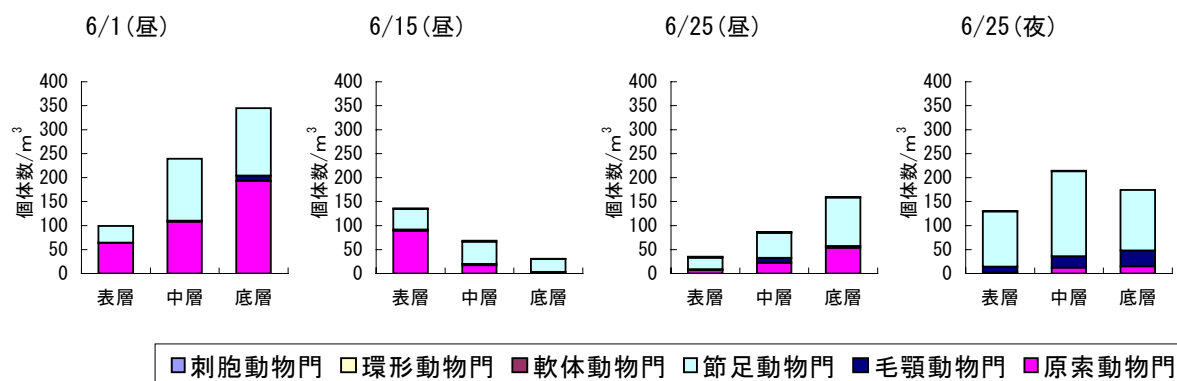


図-3.1.36 動物プランクトンの分類群別の出現個体数

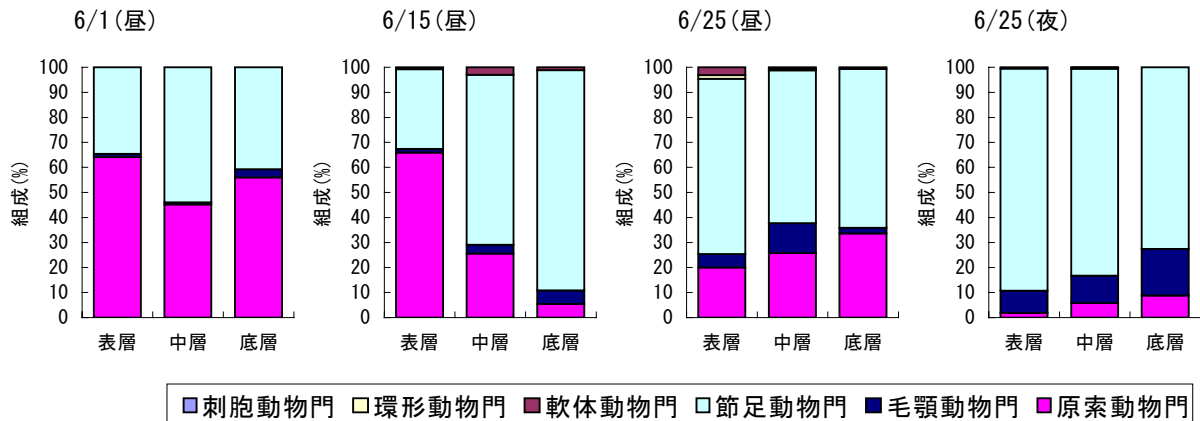


図-3.1.37 動物プランクトンの分類群別の出現組成

2.8 蝟集量効果の算定

2.8.1 各緒元の算定方法と本調査で得られた結果

本調査で得られた結果および平成20年度の調査結果をもとに蝟集効果（年間蝟集量）の算定を行った。算定には、以下の項目を緒元とした。

- ①全長 (cm)、
- ②重さ (g)、
- ③蝟集尾数 (尾)、
- ④時間断面蝟集量 (トン)、
- ⑤滞留期間 (日)、
- ⑥漁期 (日)

① 全長 (cm)

潜水目視調査より求め、平均値全長は30.0cmとなった（表-3.1.10）。

表-3.1.16 潜水目視調査結果

	5/24	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/14	6/15	8/7	平均
マアジ全長 (cm)	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	25-35	20	30
マアジ推定尾数	10,996	9,896	9,543	12,723	9,896	5,655	11,083	11,027	8,482	8,129	1,000	8,948

② 重さ (g)

平成20年度の調査で得られた以下の全長-体重関係式から①により求めた平均全長に対応する平均体重を算出した。この結果、平均体重は246gとなった。（図-3.1.18）

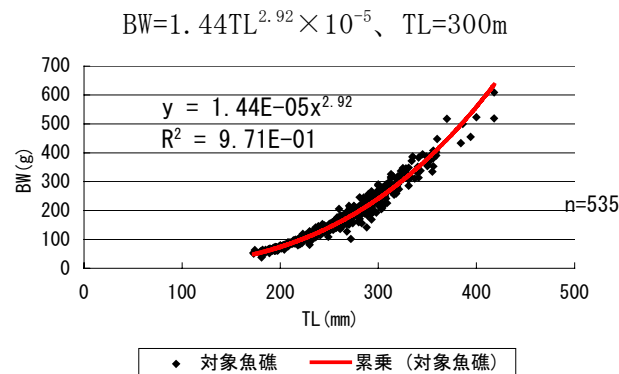


図-3.1.38 漁獲した標本の全長体重散布図およびその累乗近似曲線より求めた全長-体重関係式

③ 蛸集尾数（尾）

視認調査結果より、平均 8,948 尾となった。

④ 時間断面蛸集量（t）

②×③により、8,948 尾×246g=2.2t となった。

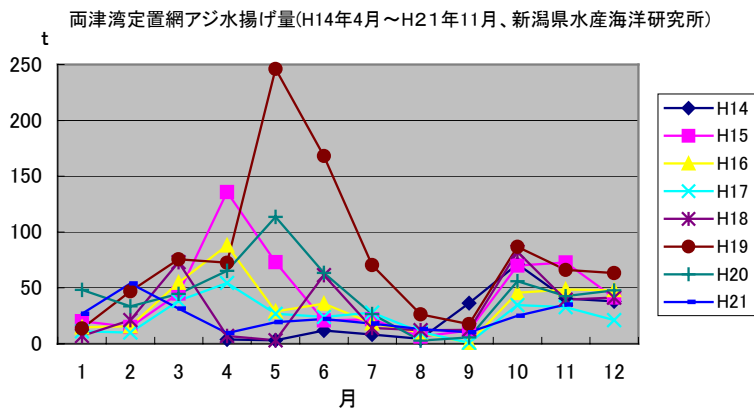
⑤ 滞留期間（日）

標識放流調査およびバイオテレメトリー調査の結果より、佐渡島全域で平均 27 日、最大 148 日、対象魚礁周辺海域(赤泊～小木琴浦沖)で平均 23 日、最大 62 日、バイオテレメトリー調査において対象魚礁を含む調査海域に滞留した期間では平均 16 日、最大 35 日である。

対象魚礁において昼間に連続して出現した期間は、最小で 1 日間、最大で 6 日間である。

⑥ 漁期（日）

水揚げデータより求めた。両津湾の水揚量は佐渡のほぼ全域より集まるもので、調査海域近隣の水揚量とはしにくい。が、秋季でも小木、羽茂ではアジ漁が操業されること、小木、羽茂で漁獲されたアジの場合、単価の高い両津へ水揚されることが多いことから、両津湾のデータは対象魚礁近隣海域のアジ漁期を現していると考えられている（水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所 2007）。したがって、両津湾における定置網水揚げ量の推移をみると 3 月から 8 月と 10 月から 12 月に多いことから、アジの漁期は 9 ヶ月の 270 日とした。



注)新潟県水産海洋研究所「県内主要地区の漁業種類別水揚量(月報)」を改変

図-3.1.39 両津湾におけるマアジの定置網水揚量

2.8.2 年間蛸集量の算出

年間蛸集量は滞留期間と漁期により、漁期におけるマアジの来遊回数を算出し、それに時間断面蛸集量を乗じることによって求めた。

本調査で得られた結果により、

滞留期間 1 日の場合： $270 \div 1 \times 2.2 = 594$ トン

滞留期間 148 日の場合： $270 \div 148 \times 2.2 = 4$ トン

2.8.3 蛸集効果のまとめ

本調査で得られた結果から、マアジの蛸集量と増重量について試算した（表-3.1.11）。

本調査結果から時間断面蛸集量は2.2トンと推定され、滞留期間については1日～148日とした。

この結果、年間蛸集量（増産期待量）は4～594トンと推定された。

表-3.1.17 蛸集量に関する緒元

項目	数値	調査方法
全長 (cm)	30	潜水目視、釣獲
重さ (g)	246	全長－体重関係式 ($BW=1.44TL^{2.92} \times 10^{-5}$)
蛸集尾数 (尾)	8,948	潜水目視
時間断面蛸集量 (t)	2.2	重さ×蛸集尾数
滞留期間 (日)	1～148	バイオテレメトリー・標識放流
漁期 (日)	270	水揚げデータ

表-3.1.18 蛸集量の試算

時間断面蛸集量 (トン)	漁期 (日)	データ取得海域	滞留期間 (日)	年間蛸集量 (トン)
2.2	270	佐渡島全域 (標識放流調査)	148	4
			27	22
		対象魚礁周辺海域 (標識放流調査：赤泊～小木琴浦沖)	62	10
			23	26
		対象魚礁周辺海域 (バイオテレメトリー調査)	35	17
			16	37
		対象魚礁 (標識放流調査・バイオテレメトリー調査)	6	99
			1	594

ii. 家島海域

1. 狭域調査

1.1 7月調査

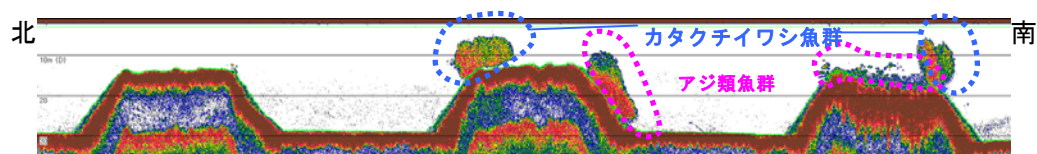
調査当日(7月21日から翌22日)は、大潮で、7月21日の日没が19:13、7月22日の日出が5:04であった。

日中は、石材礁上および付近にアジ類のまとまった魚群がみられ、中央の石材礁で顕著であった(図-3.2.1)。

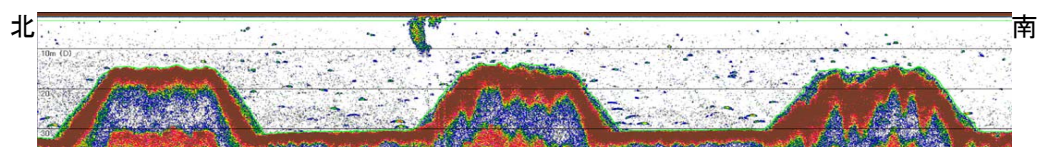
日没後は、石材礁上および付近では、まとまった魚群はみられなくなり、表～中層に疎らとなった。

日出前は、石材礁上および付近では、まとまった魚群はみられなかった。

<①日中：13:50～15:50 測線5>



<②日没後：20:40～22:30 測線5>



<③日出前：2:30～4:20 測線5>

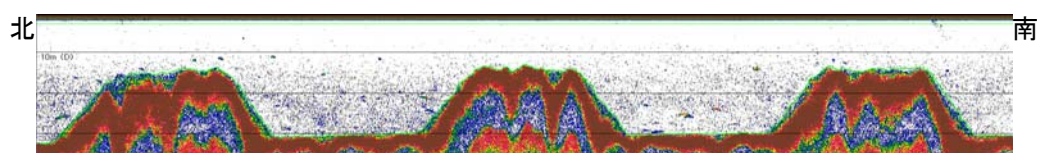


図-3.2.1 7月狭域調査の計量魚探調査における魚探画像

アジ類の魚群密度分布は、日中(13:50～15:50)では石材礁に集まり、高密度となり、日没後(20:40～22:30)は低密度となった。日出前(2:30～4:20)には石材礁の東側にわずかにみられた(図-3.2.2)。

調査範囲におけるアジ類の蛸集量は、最も多い日中では約43,000尾、約2,070kg、最も少ない日出前では約800尾、約39kgと推定された。石材礁の周囲80m×80mの範囲における蛸集量は、日中が夜間の4～7倍となった(表-3.2.1)。

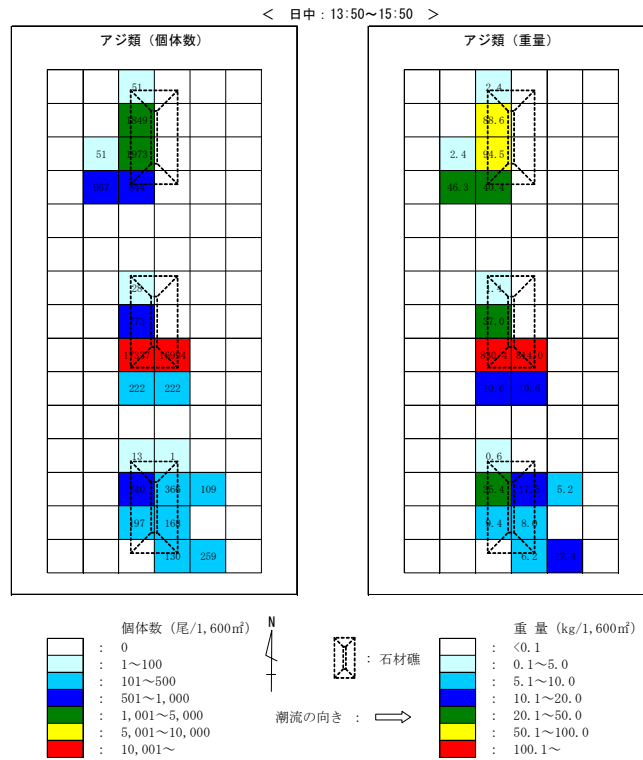


図-3.2.2 7月狭域調査のアジ類魚群密度分布の例（日中）

表-3.2.1 7月狭域調査におけるアジ類の推定蛸集量

	日中 (13:50~15:50)		日没後 (20:40~22:30)		日出前 (2:30~4:20)	
	個体数 (尾)	重量 (kg)	個体数 (尾)	重量 (kg)	個体数 (尾)	重量 (kg)
アジ類	43,293	2,073.7	2,286	109.5	803	38.5

※ 調査海域 : 144,000 m²=測線の東西幅 240m

1.2 10月調査

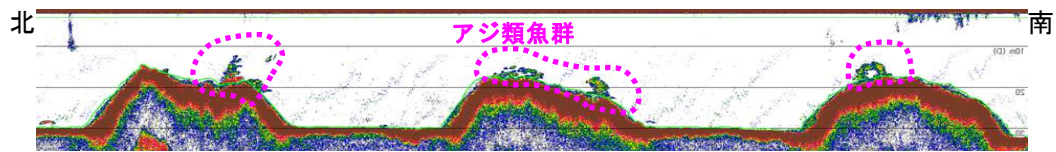
調査当日(10月20日から翌21日)は、大潮後の中潮で、10月20日の日没が17:22、10月21日の日出が6:12であり、日没後と日出前の調査は、それぞれ、日没直後、日出直前に実施した。

日没前は、石材礁上および近傍には、アジ類のまとまった魚群がみられた(図-3.2.3)。

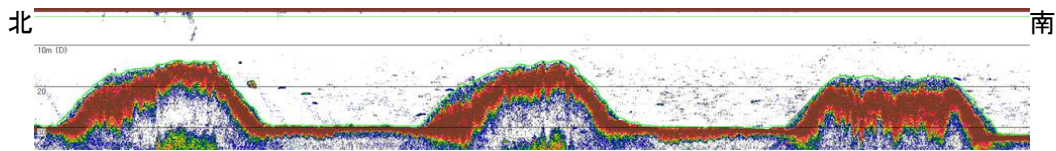
日没後は、石材礁上および近傍には、まとまった魚群はみられず、表～底層に疎らにみられた。

日出前や日出後にはアジ類のまとまった魚群がみられた。

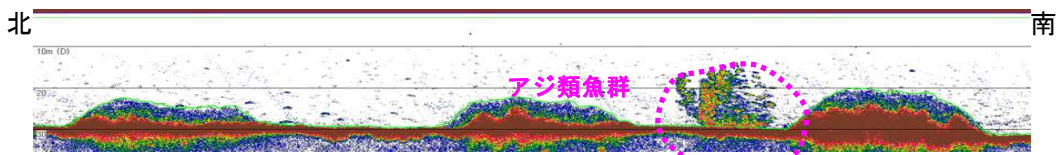
<①日没前：15:10～16:30 測線 4>



<②日没後：20:40～22:30 測線 5>



<③日出前：4:40～6:00 測線 4>



<④日出後：7:10～9:00 測線 6>

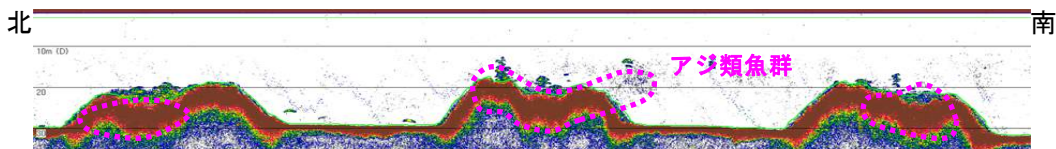


図-3.2.3 10月狭域調査 計量魚探調査における魚探画像

アジ類の魚群密度分布は、日没前（15:10～16:30）と日出前（4:40～6:00）および日出後（7:10～9:00）では石材礁に集まり、高密度となり、日没後（17:50～19:10）は低密度となった（図-3.2.4）。

調査範囲におけるマアジの蛸集量は、最も多い日出前では約 54,000 尾、約 5,700kg、最も少ない日没後では約 460 尾、約 48kg と推定された（表-3.2.2）。

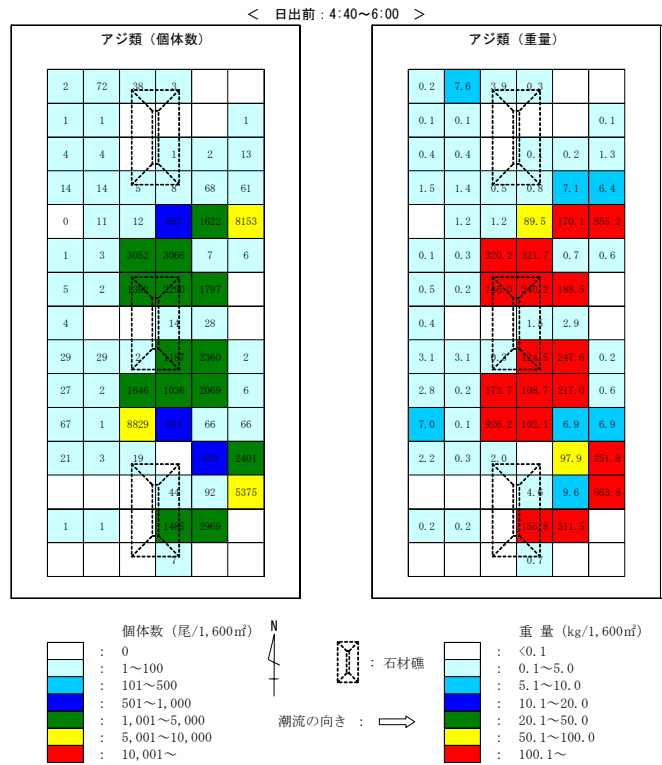


図-3.2.4 10月狭域調査のアジ類魚群密度分布 (日出前)

表-3.2.2 10月狭域調査におけるアジ類推定蛸集量

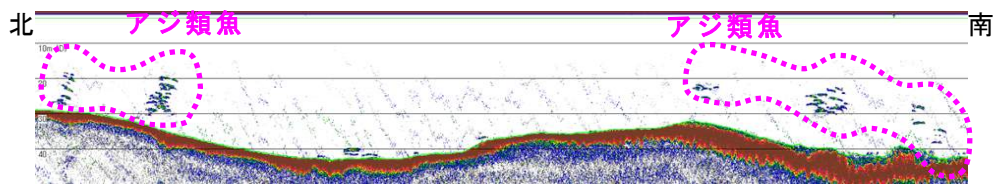
	日中 (15:10~16:30)		日没後 (17:50~19:10)		日出前 (4:40~6:00)		日出後 (7:10~9:00)	
	個体数 (尾)	重量 (kg)	個体数 (尾)	重量 (kg)	個体数 (尾)	重量 (kg)	個体数 (尾)	重量 (kg)
アジ類	3,396	356.3	459	48.2	54,376	5,704.0	3,236	339.5

※ 調査海域 : 144,000 m²=測線の東西幅 240m

2. 広域調査

広域調査における日中の魚群の出現状況は、1日目 (13:40~15:00) では、かけ上がりや凹凸のみられる複雑な地形でみられ、2日目 (13:30~14:50) も1日目とほぼ同様な箇所で見られた (図-3.2.5)。

<1日目調査①：13:40～15:00 測線1の北～中央付近>



<2日目調査②：13:30～14:50 測線1の北～中央付近>

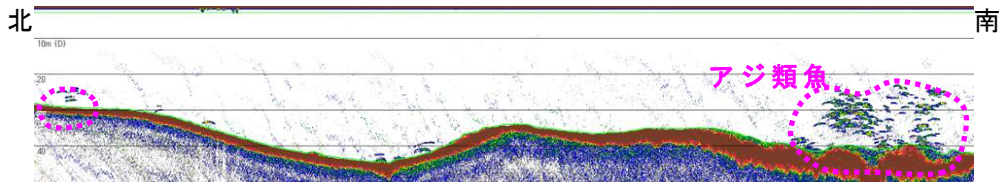
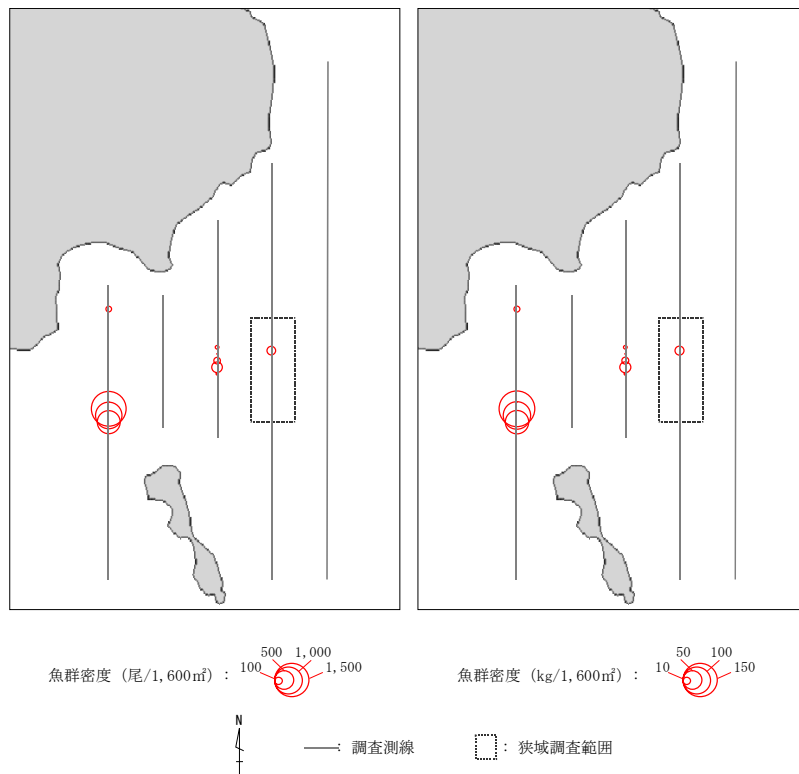


図-3.2.5 10月広域調査の計量魚探調査における魚探画像

広域調査でのアジ類の魚群密度分布では、1日目では最も西側の測線の北～中央付近でまとまったアジ類の魚群がみられ、2日目も同様であった(図-3.2.6)。



注) 調査測線を40m毎に区切り、40m×40mを単位面積として魚群密度を示す。
狭域調査範囲については、石材礁中央を通る測線としている。

図-3.2.6 広域調査のアジ類魚群密度分布例(2日目：日中)

iii. 人工魚礁におけるまき網の利用実態の把握

1. 島根県におけるまき網漁業の操業位置

島根県におけるまき網漁業の操業位置を図-3.3.1～図-3.3.3に示す。

船団の操業位置は、地域によって特徴がある。隠岐・浦郷漁港根拠地の船団（以下、浦郷船団）は、周年、隠岐・島前周辺海域で操業しており、中でも本土との海峡部を中心とした比較的狭い海域での操業頻度が高い。同海域には、地元漁業者の間で「沖の瀬」や「中の瀬」等といった名称で呼称されている天然礁が点在しており、浦郷船団は、これらの天然礁を利用して操業する形態が主流となっているためである。

一方、隠岐・西郷漁港根拠地とする船団（以下、西郷船団）は、浦郷船団と比較して、広範囲な海域を漁場として利用している。主体は隠岐諸島周辺海域であるが、比較的本土側に近い海域や、隠岐諸島の北方海域も利用している。また、西郷船団は、浜田沖に好漁場が形成されると、浜田沖にも出漁することがしばしばある（平成21年の5～6月くらいには、浜田沖に漁場が形成されたことから、浜田沖で操業したとの報告があった）。

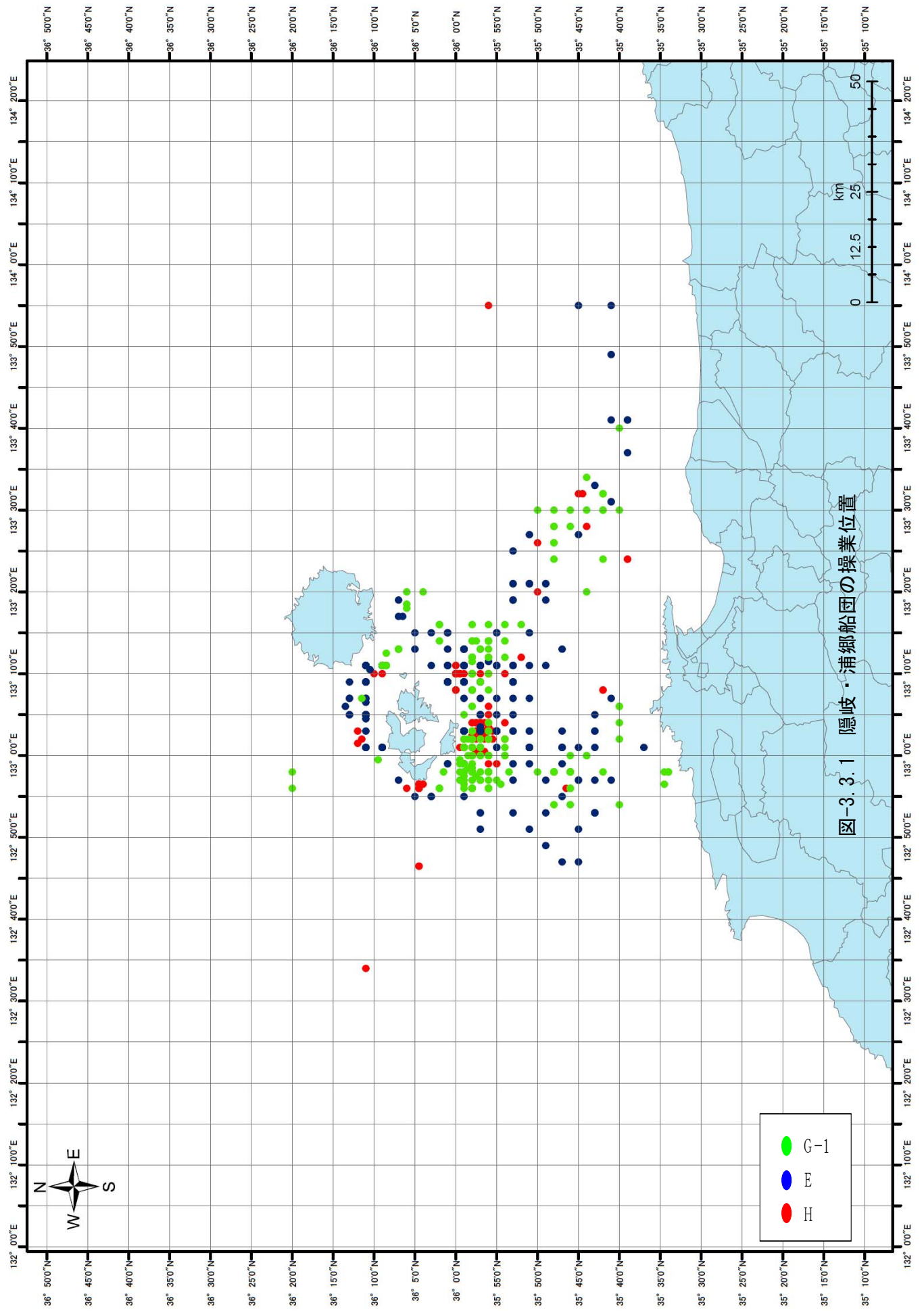
浜田船団は、本土側の浜田沖周辺海域を中心に、東は江津～温泉津沖、西は益田沖～山口県との境まで操業している。浜田船団は、船団ごとに特徴があり、Jは比較的沖合で浜田沖から東の海域で操業し、Iは比較的沿岸部に近い海域で益田沖等の浜田沖から西の海域を主漁場としている。従来からの漁場利用に沿って慣習的に調整を図っていることが伺える。

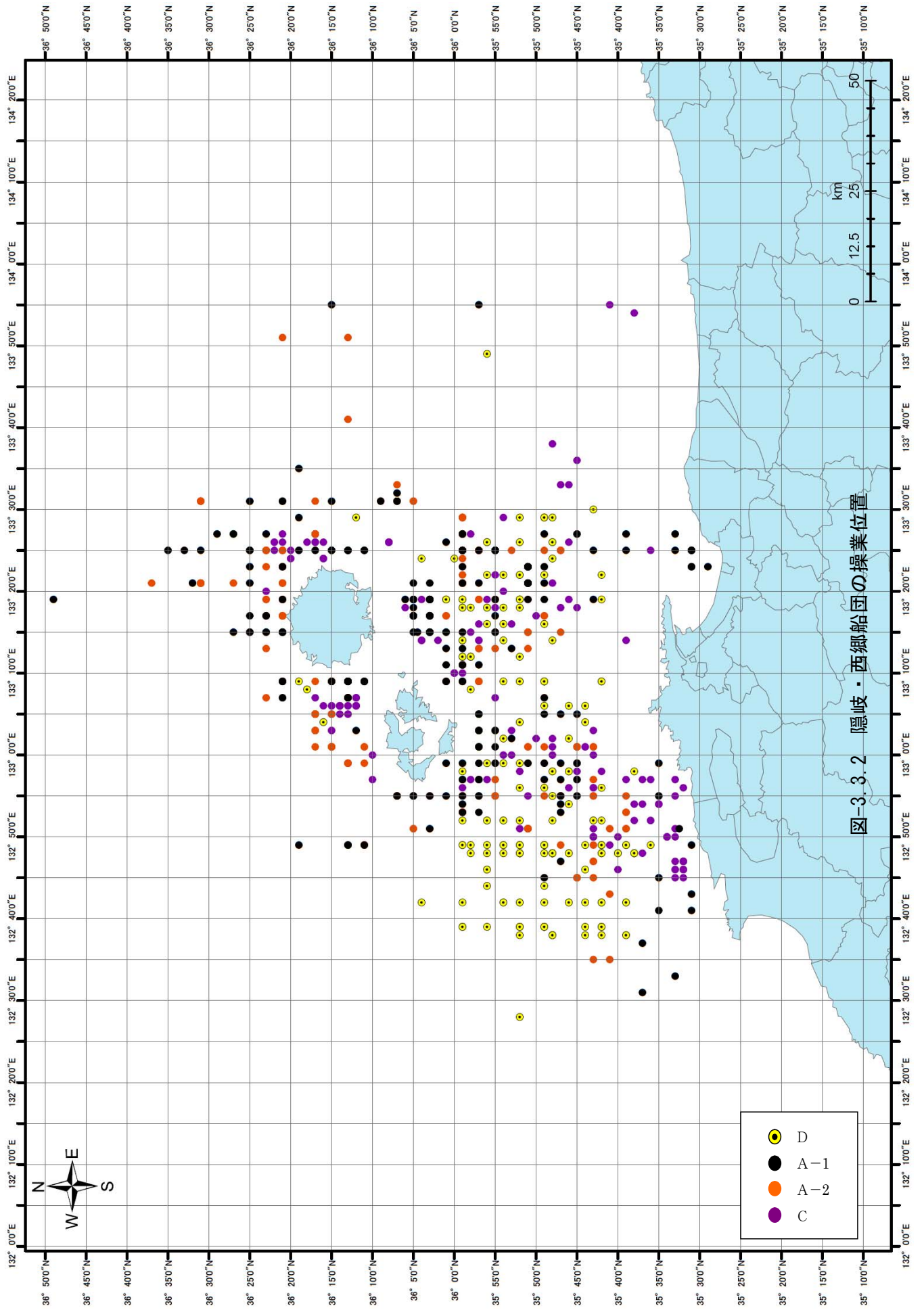
2. 島根県におけるまき網漁業による人工魚礁漁場の利用状況

調査期間中の人工魚礁漁場の利用状況（出漁日数、操業回数、人工魚礁で漁場での操業回数等）について表-3.3.1に整理する。

漁労体によって調査期間が異なることを考慮しても、島根県におけるまき網漁業は全体的に人工魚礁漁場への依存度が低いことが明らかとなった。最も人工魚礁漁場を利用している船団（C、J）でも、調査期間中の操業回数の10%程度しか依存しておらず、その他の船団は調査期間中数回もしくは全く利用していないという状況であった。

島根県におけるまき網漁業の特徴として、隠岐島周辺や浜田沖に回遊してくる資源を漁獲対象としていること、九州で見られるような「瀬（礁）まき」ではなく、魚群の探索と灯火によって魚群を集めて操業する方法が主流であること等が、人工魚礁漁場への依存度を低下させている要因と考えられる。これに加え、隠岐島周辺には天然の礁等の優良な漁場が多く、人工魚礁をわざわざ利用する必要がないこと、人工魚礁の利用度が高い一本釣等の沿岸漁業者との利用調整上の問題から、まき網船団側に積極的に人工魚礁漁場を利用しようとの意識が低いこと等も作用していると考えられる。





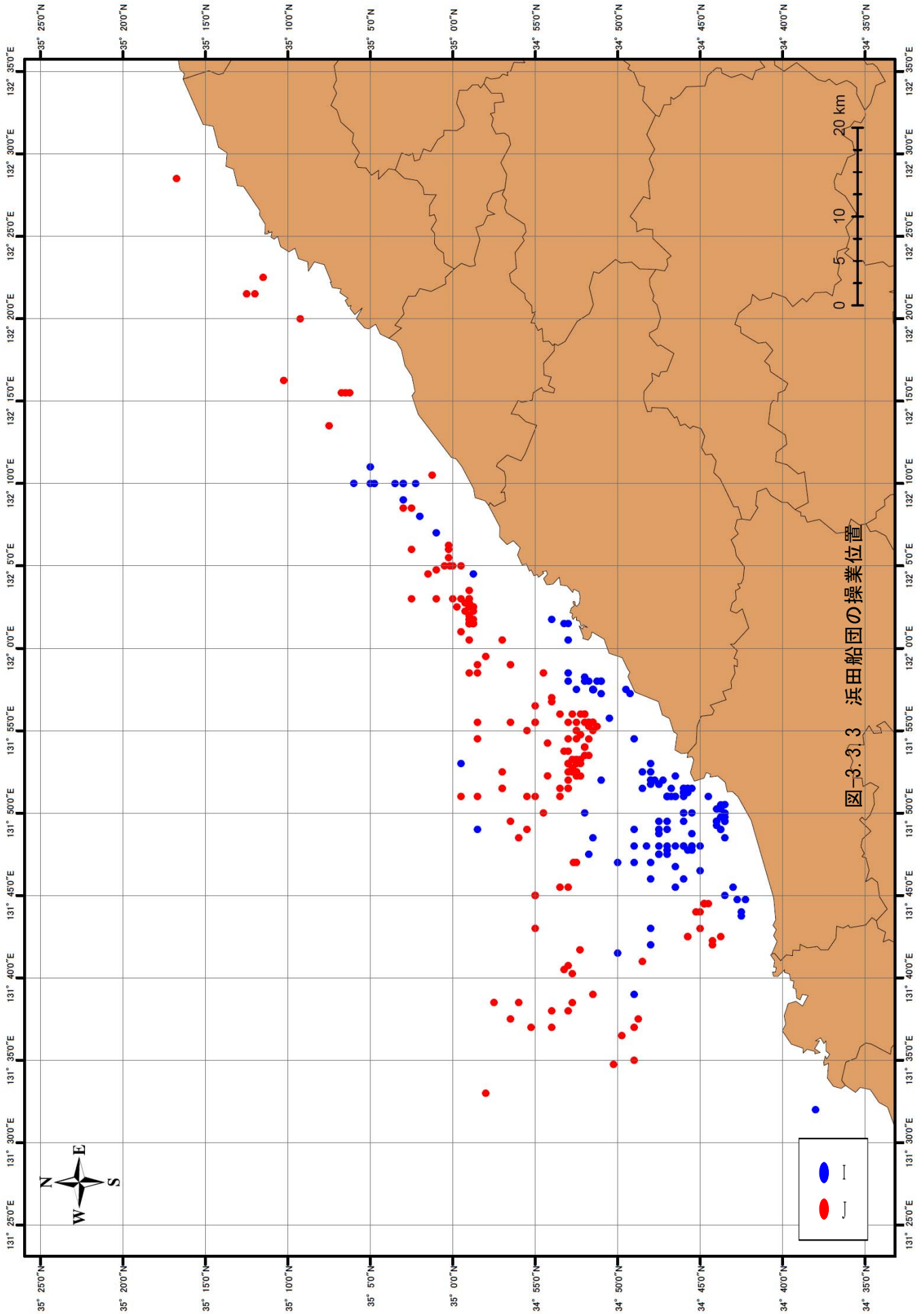


表-3.3.1 島根県の標本漁労体における人工魚礁漁場の利用割合

年月 船名・区分	平成20年												平成21年												平成22年		調査期間 計
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月						
E	出漁日数	11	22	4	—	14	13	10	10	12	16	18	19	21	17	18	20	—	—	—	—	—	225				
	操業回数	14	31	5	—	27	21	17	17	16	27	31	30	21	17	31	31	—	—	—	—	—	336				
	魚礁利用回数	0	0	0	—	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	1				
	操業/日	1.3	1.4	1.3	—	1.9	1.6	1.7	1.7	1.3	1.7	1.7	1.6	1.0	1.0	1.7	1.6	—	—	—	—	—	1.5				
	魚礁利用割合	0.0%	0.0%	0.0%	—	0.0%	4.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	—	—	—	0.3%				
G-1	出漁日数	12	12	—	—	14	11	11	11	11	13	18	14	10	18	19	1	—	—	—	—	—	175				
	操業回数	28	22	—	—	23	22	23	21	20	25	35	27	12	27	32	1	—	—	—	—	—	318				
	魚礁利用回数	0	0	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	0				
	操業/日	2.3	1.8	—	—	1.6	2.0	2.1	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.2	1.5	1.7	1.0	—	—	—	—	—	1.8				
	魚礁利用割合	0.0%	0.0%	—	—	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	—	—	—	0.0%				
H	出漁日数	12	22	9	14	20	13	10	10	2	14	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	136				
	操業回数	16	25	14	26	38	16	16	16	2	24	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	213				
	魚礁利用回数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0				
	操業/日	1.3	1.1	1.6	1.9	1.9	1.2	1.6	1.6	1.0	1.7	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6				
	魚礁利用割合	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.0%				
C	出漁日数	—	—	—	—	8	12	10	10	11	15	14	18	18	17	13	21	—	—	—	—	—	167				
	操業回数	—	—	—	—	11	12	12	13	12	20	21	27	21	24	17	31	—	—	—	—	—	221				
	魚礁利用回数	—	—	—	—	2	2	2	0	1	0	4	1	11	3	1	0	—	—	—	—	—	27				
	操業/日	—	—	—	—	1.4	1.0	1.2	1.3	1.1	1.3	1.5	1.5	1.2	1.4	1.3	1.5	—	—	—	—	—	1.3				
	魚礁利用割合	—	—	—	—	18.2%	16.7%	16.7%	0.0%	8.3%	0.0%	19.0%	3.7%	52.4%	12.5%	5.9%	0.0%	—	—	—	—	—	12.2%				
A-2	出漁日数	—	7	14	17	16	12	10	11	14	13	18	21	18	17	18	21	18	16	11	—	9	281				
	操業回数	—	14	33	34	32	24	20	22	28	26	34	42	36	34	36	42	40	30	22	—	13	562				
	魚礁利用回数	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0				
	操業/日	—	2.0	2.4	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	1.9	2.0	—	1.4	2.0				
	魚礁利用割合	—	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	0.0%	0.0%				
A-1	出漁日数	—	7	14	17	16	11	10	10	13	13	17	18	19	17	18	21	17	15	10	—	—	263				
	操業回数	—	15	32	38	31	22	20	20	20	26	34	36	38	34	36	42	39	31	17	—	—	531				
	魚礁利用回数	—	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	4				
	操業/日	—	2.1	2.3	2.2	1.9	2.0	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.1	1.7	—	—	2.0				
	魚礁利用割合	—	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	0.8%				
D	出漁日数	7	6	5	7	10	6	6	7	4	8	15	14	3	17	16	16	—	—	—	—	—	147				
	操業回数	7	9	5	7	14	8	8	10	6	16	30	26	4	28	28	31	—	—	—	—	—	237				
	魚礁利用回数	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	3				
	操業/日	1.0	1.5	1.0	1.0	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5	2.0	2.0	1.9	1.3	1.6	1.8	1.9	—	—	—	—	—	1.6				
	魚礁利用割合	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	12.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	—	—	—	1.3%				
J	出漁日数	7	22	7	16	6	—	—	—	—	—	3	17	20	17	15	19	16	14	9	—	—	192				
	操業回数	8	22	7	16	6	—	—	—	—	—	3	17	20	17	15	19	16	14	10	—	—	194				
	魚礁利用回数	3	10	1	0	0	—	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	3	1	0	—	—	19				
	操業/日	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	1.0				
	魚礁利用割合	37.5%	45.5%	14.3%	0.0%	0.0%	—	—	—	—	—	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	18.8%	7.1%	0.0%	—	—	9.8%				
I	出漁日数	—	—	3	13	6	—	—	—	—	—	2	12	19	16	14	17	15	12	9	—	—	146				
	操業回数	—	—	3	13	6	—	—	—	—	—	2	12	19	16	14	17	15	12	9	—	—	146				
	魚礁利用回数	—	—	0	0	2	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—	2				
	操業/日	—	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—	1.0				
	魚礁利用割合	—	—	0.0%	0.0%	33.3%	—	—	—	—	—	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	—	—	1.4%				

3. 人工魚礁漁場における漁獲魚種の特徴

人工魚礁の利用割合が比較的高い浜田漁港を根拠とする標本漁労体（J）について、調査期間中の漁獲状況を表-3.3.2に整理した。

島根県のまき網漁労体の主要な水揚港である境港及び浜田漁港では、トラックスケールによる販売方法を採用していることから、サイズ規格や漁獲魚種が明確に分離されない。よってここでは、操業日誌の記載に基づき、主体となる魚種（概ね魚漁獲量の5割以上を占める魚種）ごとに分類した。

調査期間中の主要魚種は、マアジ主体が1,973トンと67.6%を占めている。次いで、サバ主体（662トン、22.7%）が続き、この2魚種で約90%に達する。サイズ規格別には明確に分離できないが、操業日誌の記載によると、両魚種ともサイズが小さい規格のもの（アジでは「豆（70～80g/尾前後）」、「極小・タネ（50～60g/尾前後）」、サバでは「豆、ローソク（100～200g/尾前後）」等）が主要対象となっている。こうしたサイズが漁獲量の主体を占めるときは、単価も40～50円/kgと安く、概ね餌料向けに供される価格帯となっている。

表-3.3.2 島根県の標本漁労体（J）における人工魚礁漁場での漁獲量割合

〔調査期間：平成20年6月18日～平成22年1月18日〕

魚種	生産量(t)		生産額(千円)		平均単価 (円/kg)	うち、人工魚礁		
		構成比		構成比		生産量 (t)	生産額 (千円)	単価 (円/kg)
総計	2,917	100.0%	356,756	100.0%	122	249 8.5%	46,426 13.0%	186
マアジ主体	1,973	67.6%	269,595	75.6%	137	205 10.4%	40,001 14.8%	195
サバ主体	662	22.7%	55,583	15.6%	84	41 6.2%	5,430 9.8%	132
イワシ類主体	116	4.0%	7,192	2.0%	62	—	—	—
サワラ類主体	54	1.9%	11,337	3.2%	210	—	—	—
ブリ類主体	27	0.9%	6,579	1.8%	244	—	—	—
その他	85	2.9%	6,470	1.8%	76	3 3.5%	995 15.4%	332

4. 人工魚礁漁場の効果についての考察

これまで示したとおり、島根県におけるまき網漁業での人工魚礁利用度はそれほど高くないが、効率的に漁獲されることから、従来、人工魚礁漁場の主たる利用漁業として想定されてきた一本釣漁業と比較して、人工魚礁漁場での生産量が大きくなることが予想される。

ここでは、操業日誌による操業位置情報と島根県が事業主体となって設置した人工魚礁設置位置情報から、人工魚礁漁場の周囲 1.5 マイル以内で操業した場合を人工魚礁を利用したものとして解析した（表-3.3.3）。

まき網漁業の利用による人工魚礁の効果は、以下に示す考え方で、人工魚礁漁場周辺での漁獲量を事業量で除し、単位事業量当たり年間漁獲量（kg/空³・年）を算定することで実施した。

〔まき網漁業における原単位算定の考え方〕

- ①人工魚礁漁場の周囲 1～1.5 マイルで操業した場合を解析対象とする。
- ②人工魚礁漁場周辺での操業 1 回あたりの単位漁獲量（kg/空³）を算定し、平均値を得る。
- ③人工魚礁漁場における年間操業回数を乗じて年間単位漁獲量（＝原単位）とする。

上記の手順に基づき、設置位置が明確で事業量等のデータが明らかな人工魚礁漁場の周辺で操業した場合を対象に解析を行った結果、周辺の範囲を 1 マイルとして設定した場合には 49.9kg/空³（1 船団当たり平均 5.5 kg/空³）、1.5 マイルとして設定した場合には 32.8 kg/空³（1 船団当たり平均 3.6 kg/空³）といった結果となった。

なお、操業日誌の報告から得られた人工魚礁漁場の利用位置と設置位置が明確で事業量等のデータが明らかな人工魚礁漁場の位置から算定すると、9.3kg/空³/年（I の実績より）と算定された。これは、平成 20 年度に算定した長崎県の標本船 1 船団における実績 8.83 kg/空³/年と、ほぼ同じ水準であり、島根県においてもまき網漁業による利用で人工魚礁が相

当量の生産量増大効果を発揮していることが明らかとなった。

表-3.3.3 島根県におけるまき網漁業の利用による人工魚礁の効果

人工魚礁概要			1マイル範囲				1.5マイル範囲				漁業者報告(1船団のみ)		
緯度	経度	規模(空m3) (a)	累積漁獲量(t) (b)	kg/空m3 (b/a)	1船団あたり kg/空m3 (b/a/9)	延べ 利用頻度	累積漁獲量(t) (b)	kg/空m3 (b/a)	1船団あたり kg/空m3 (b/a/9)	延べ 利用頻度	累積漁獲量(t) (b)	kg/空m3 (b/a)	延べ 利用頻度
35.5771	133.1942	265	59.0	222.6	24.7	2	88.0	332.1	36.9	3			
35.5409	133.0209	432	165.0	381.9	42.4	12	29.0	67.1	7.5	1			
36.0472	133.1064	439	—	—	—	—	39.7	90.4	10.0	2			
35.5689	133.1637	465	204.0	438.7	48.7	8	78.3	168.4	18.7	4			
35.5717	133.1175	506	240.6	475.5	52.8	15	336.6	665.2	73.9	18			
35.5961	133.1159	714	549.3	769.3	85.5	29	—	—	—	—			
36.1392	133.0713	843	86.0	102.0	11.3	10	464.0	550.4	61.2	38			
36.1536	133.2408	931	165.0	177.2	19.7	10	165.0	177.2	19.7	10			
35.9971	133.0326	1,165	—	—	—	—	40.0	34.3	3.8	6			
36.2084	133.1836	1,318	30.0	22.8	2.5	1	—	—	—	—			
35.5371	133.0295	2,084	6.0	2.9	0.3	1	10.0	4.8	0.5	2			
35.5743	133.0510	2,543	141.3	55.6	6.2	11	297.1	116.8	13.0	23			
35.5781	133.1422	2,574	126.0	49.0	5.4	6	—	—	—	—			
34.8130	131.9575	2,625	67.2	25.6	2.8	1	—	—	—	—	67.2	25.6	1
36.1069	133.0078	7,848	279.0	35.6	4.0	7	296.0	37.7	4.2	8			
35.9952	133.0631	12,354	—	—	—	—	18.0	1.5	0.2	4			
36.2094	133.1867	13,682	—	—	—	—	170.0	12.4	1.4	4			
35.5995	133.0928	21,240	95.5	4.5	0.5	4	95.5	4.5	0.5	4			
34.8128	131.9396	9,493	—	—	—	—	—	—	—	—	44.9	4.7	1
1マイル範囲の…			1マイル範囲の…				1.5マイル範囲の…				漁業者報告ベースの…		
累積事業規模			累積事業規模				累積事業規模				累積事業規模		
44,388			44,388				64,797				12,118		
累積漁獲量			累積漁獲量				累積漁獲量				累積漁獲量		
2,213.9			2,213.9				2,127.2				112.1		
延べ利用頻度計			延べ利用頻度計				延べ利用頻度計				延べ利用頻度計		
117			117				127				2		
単位事業量当たり 漁獲量			単位事業量当たり 漁獲量				単位事業量当たり 漁獲量				単位事業量当たり 漁獲量		
49.9 kg/空m3			49.9 kg/空m3				32.8 kg/空m3				9.3 kg/空m3		
船団平均			船団平均				船団平均				船団平均		
5.5 kg/空m3			5.5 kg/空m3				3.6 kg/空m3				3.6 kg/空m3		

VII 摘 要

i. 佐渡海域調査

- ・海域環境調査の結果、対象魚礁における水温や流況については、平成 20 年度に比べ、平成 21 年度ではバイオテレメトリー調査期間中の水温が若干高く、また、流況も一定せず、7 月では 40cm/s 以上の早い流速がみられた。
- ・調査期間中の佐渡島羽茂地先のマアジは、対象魚礁を中心として、夜間に平均 3km の範囲内に点在する人工魚礁や天然礁を移動し、昼間には人工魚礁や天然礁に滞留しながら、佐渡島羽茂地先には最長 1 ヶ月程度、滞留した後、隣接する海域へと移動すると考えられた。
- ・21 年度における小木琴浦沖の定置網の漁獲量は少なくなったが、バイオテレメトリー調査の結果では 20 年度の結果と大きく異なる点はみられなかった。来遊状況が異なっても、対象魚礁に到達してからの個体の行動は例年通りとみられることから、今後は、個々の個体の行動と群れの行動とは、区別して検討する必要があると考えられる。
- ・産卵調査では、GSI=3 以上の成熟されたマアジが採取でき、調査海域のようなごく沿岸域においても地域的な産卵場が形成されている可能性が考えられたが、マアジの魚卵は採取されず、また、稚仔魚もほとんど採取されなかった。今後は、産卵した証拠として、組織切片による確認や、周辺海域での魚卵稚仔魚の採取方法を検討する必要がある。
- ・動物プランクトン調査では、マアジの餌料となる動物プランクトンを、表層、中層、底層の 3 層でプランクトンネットによる採集を行ったが、水深層別の結果からは一定の傾向はみられなかったことから、今後は、動物プランクトンの層別採取については、採取方法を検討する必要がある。
- ・蛸集量の推定については、平成 20 年度では 15～918 トン、平成 21 年度では 4～594 トンと、年度ごとに、また、対象とする水域で大きく異なる結果となることから、今後は蛸集量の推定結果をどのように用いるかを検討する必要がある。

ii. 家島海域調査

- ・計量魚探調査により、石材礁においても人工魚礁と同様に、アジ類は明確な日周行動を示すことが明らかとなった。しかし、石材礁では、連続的な追跡によるものではないため、夜間に魚群が入れ替わっている可能性も考えられる。また、石材礁周囲には天然礁がみられ、これらの魚群が石材礁を利用する可能性のあることも考えられる。今回、昼夜を通じた群れの動きは 1 ケースのみであったため、今後はこれを複数回実施するなど、再現性の確認と精度向上に努める必要がある。

iii. 人工魚礁におけるまき網の利用実態の把握

- ・島根県のまき網漁業は、隠岐諸島周辺海域を主漁場としつつ、根拠地とする地域（西郷、浦郷、浜田）によって特徴的な漁場利用を行っていることが明らかとなった。
- ・島根県のまき網操業の特徴として、人工魚礁への依存度が低く、主対象であるマアジ、マサバも比較的小型サイズを漁獲する傾向が強い状況が明らかとなった。
(なお、島根県のまき網漁労体の主要な水揚港である境港及び浜田漁港では、トラックスケールによる販売方法を採用していることから、サイズ規格が明確に分離されない。)
- ・利用頻度は低いものの、まき網という漁獲効率の高い漁法で利用することから、人工魚礁の生産量増大効果は大きいことが明らかとなった（平成 20 年度までの長崎県にお

るまき網漁業標本船調査の結果と比較して同程度の水準の単位事業量当たり年間漁獲量が算定された)。

VIII 引用文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部・財団法人漁港漁場漁村技術研究所(2007):人工魚礁効果指標の検討調査(蛸集量把握のための調査)報告書, pp. 1-79.
- 2) 新潟県(1984):昭和56~58年度佐渡海域総合開発調査事業報告書(本編).
- 3) 全漁連沿岸漁場開発対策室編(1977):日本近海底質図, 全国漁業協同組合連合会, 東京, pp. 1-157.
- 4) 依田真理・佐々千由紀(2004):マアジの産卵場の特定と海洋環境. マアジの産卵と加入機構ー東シナ海から日本沿岸へー, 水産学シリーズ139, 恒星社厚生閣, pp. 19-30.