

## 7) 魚礁効果診断システムの紹介

### 1. 背景

魚礁事業に限らず、漁場の生産性や事業効果を把握するには多くの時間・労力・経費を要します。従来どおり、魚礁の「集魚効果」の把握を目的とした水中観察や試験操業を積み重ねても、個々のデータは基本的に瞬間断面的なものであり、時系列的变化（日変化～月～季節～年変動）までは把握できません。また、「経済効果」の把握を目的として実施されてきたアンケート調査や操業日誌方式の標本船調査についても、その成果は感覚的な数値の集計にとどまり、多くの部分で客観性・定量性が欠落しています。

近年における海水温上昇、藻場衰退、資源減少、魚価低迷、漁業者の高齢化、後継者不足等はきわめて深刻な状況にあります。魚礁事業の受益者であり人工魚礁に生計の一部を依存している沿岸域一本釣漁業者の生活は逼迫しています。昭和30年代からの関係者のご努力により一定規模の魚礁漁場が形成されました。また、集魚効果に関する知見の集積も進んでいます。今後はそれら既存魚礁の利用状況、つまり事業効果の核心部分と言える「増産効果」を何らかの手法により定量的に明らかにし、それを将来の事業展開に繋げ、漁業者の収入増を少しでも後押しする必要があります。

それには、具体的にどのような資料の整備が必要でしょうか？ 答えは、魚礁漁場の整備が進み、その利用に熱心な地区を選定し、主力漁業者のご協力を得て通常どおり操業していただき「いつ(何時何分)」、「どこで(緯度経度・魚礁No)」、「だれが(漁船名)」、「なにを(銘柄・魚種)」、「どんな方法で(漁法)」、「どれだけ(重量・金額)」水揚げしたのかを明らかにし、記録に残すことが最も重要なことだと思います。本システムの考案の原点もここにあります。漁業者の操業形態はきわめて多様です。魚影が濃いからといって単純に水揚げが多い、経済効果が高いとは言えません。環境変化や資源変動といった自然科学的側面からだけでは本質に迫れない部分が多くあります(図1)。原点に戻り、個々の漁業者の生々しい現場情報を積み上げた上で全体像を俯瞰する必要があります。現場情報には統計資料、既存文献等では読み取れない貴重な本質的示唆が含まれています。時間は溯れませんから、将来のために今の実態を少しでも多く基礎データとして蓄積しておくことが大切です。今後の事業展開の方向性を見出す大きなヒントも得られるでしょう。方法論としての評価は今後に委ねるとして、それを可能にしたのがここに紹介する魚礁効果診断システムです。

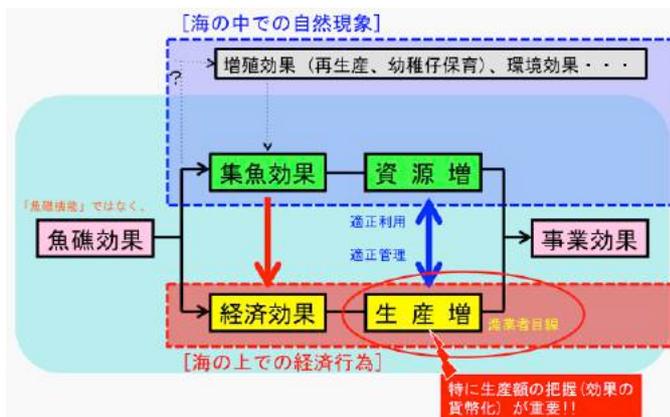


図1 魚礁効果に関する一概念図

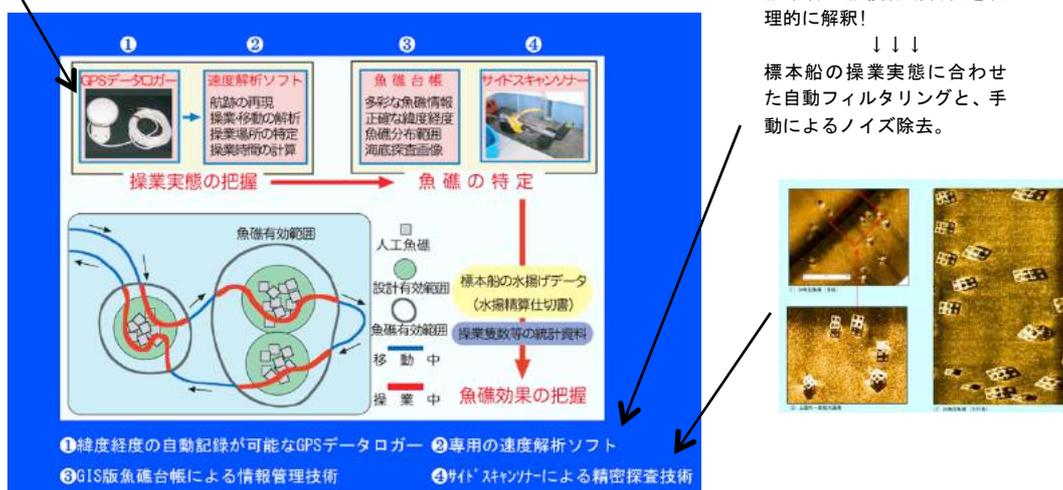
## 2. 魚礁効果診断システムの概要

### (1) 特徴と技術構成

正式名「魚礁効果診断システム(魚礁台帳併用モデル)」は、平成21年に当センターが開発した人工魚礁の「利用実態を効率的かつ定量的に把握できる」実用システムです(図2)。漁業者に操業日誌の記帳や機器操作などの手間を一切煩わせることなく長期間稼働できる点が最大のメリットです。本システムは多くの基本技術で構成されます。特に、次の5つの新旧技術を駆使・統合化して効率的に魚礁効果(貨幣換算の経済効果を含む)を診断します。

- ・長期間にわたる緯度経度の自動記録が可能なGPSデータロガー
- ・速度解析ソフトその他の専用ソフトウェア一群
- ・GIS版魚礁台帳による情報管理技術
- ・サイドスキャンソナーによる正確な位置特定技術
- ・日毎の水揚精算仕切書を活用したデータ照合技術

Ver1:メモリ型、Ver2:リアルタイムデータ転送型



※H19に基本技術を考案し、H21に実用システム開発(Ver1)、H25最新バージョン(Ver2)に至る。

図2 魚礁効果診断システムの概念

### (2) 適用条件

本システムを適用するには、様々なハード、ソフト、データベース、既存資料が必要となります。特に必須条件となるのは下記の3点です。

- ・調査船の「DC電源」が使用できること。
- ・漁業者から「水揚精算仕切書」を提供いただけること。
- ・魚礁台帳に代表される「魚礁の正確な緯度経度情報」が存在すること。

### (3) 作業及び解析の手順

#### <準備作業>

- ・標本船の選定(※電源確保と水揚精算仕切書の提供が可能な標本船の選定)
- ・事業主体を通じた漁協及び漁業者への調査協力要請
- ・ハード・ソフト・通信カード等の準備

## <GPS データロガーの設置>

- ・電源の確保（※DC24V の差し込みプラグ方式を基本とする）（写真 1）
- ・キャビン内に装置一式を設置（写真 2）



写真 1 DC 電源との接続状況



写真 2 GPS データロガーの設置状況

## <操業航跡の把握>

- ・リアルタイムデータ転送型 GPS データロガーからのデータ受信（図 3）
- ・登録ソフトへのデータ登録 ・操業モニタリング（※最低 1 年間で望まれる）
- ・専用ソフトによる速度解析（図 4） ・GIS 上での操業区域の特定処理（※漁業者からの聞き取り含む）

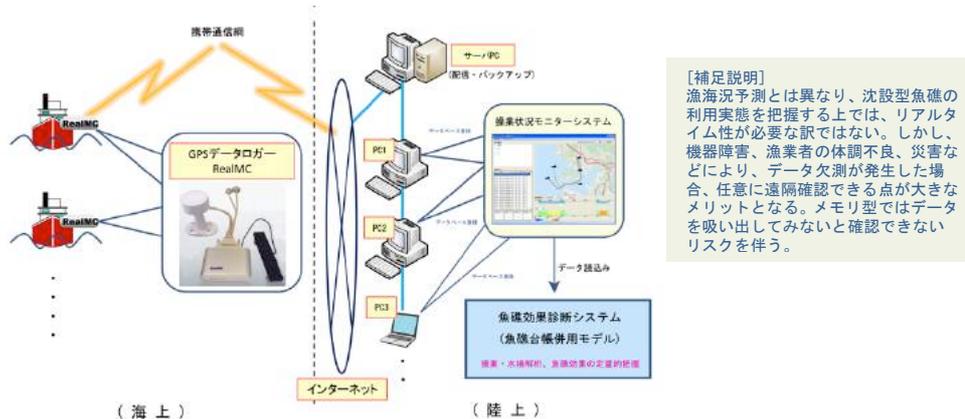


図 3 携帯通信網・インターネットを利用したデータ受信

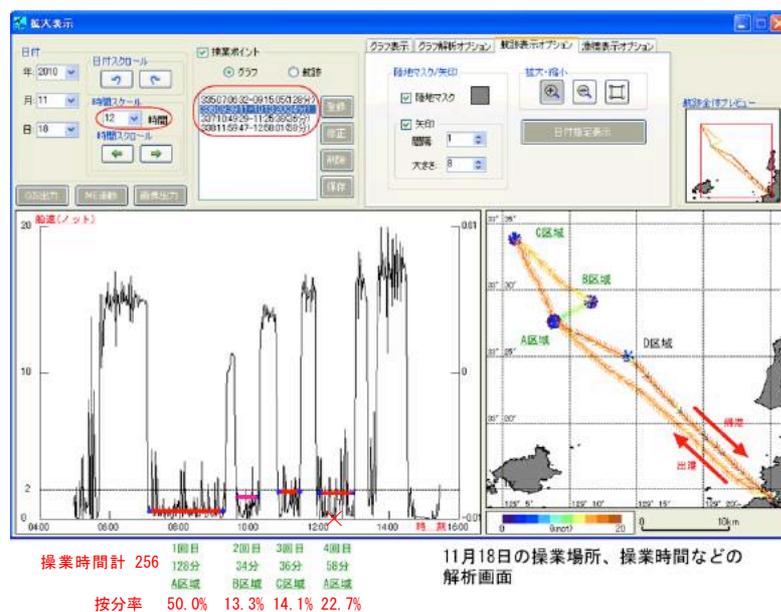


図 4 速度解析および操業区域の特定画面(例)

## 〈水揚実態の把握〉

- ・水揚精算仕切書の読み取り（銘柄などの解説）と整理
- ・操業日毎の銘柄別水揚量(kg)・水揚額(円)の入力作業
- ・操業回毎の区域の特定及び魚種別水揚量・水揚額・操業時間の自動按分計算
- ・年間を通じた標本船別・地区別・月別・魚種別の各種集計

## 3. 本システムの活用により得られる成果

本システムを活用することにより、魚礁利用実態の様々な側面が浮き彫りになります。操業航跡ライン形状及び水揚集計値をマクロ的視点から解析することで、これまで感覚的にしか把握できなかった様々な時空間スケールの魚礁利用率（水揚量・水揚額・操業時間に占める魚礁区域での割合）や魚種構成、CPUE等が明らかにできます（表1）。またミクロ的視点からは特定区域の航跡・水揚情報をピンポイント的に詳細分析することで、時系列的水揚状況、魚礁影響範囲、魚礁原単位等を明らかにできます。その他にも、下記のとおり事業効果検証に係る様々な実態情報を定量的に示すことが可能です。

- ・全魚礁区域の利用実態評価（ランキング表；表2）
- ・操業航跡と仕切書記載銘柄からみた簡易的な魚種別漁場分布図の作成
- ・水揚量と環境要因・魚礁種類・魚礁配置等との照合による漁場形成要因分析
- ・重要区域の魚礁効果詳細分析
- ・操業パターン解析、魚礁優先利用率の算出
- ・主要魚種の魚礁性分析 ……………

表1 魚礁利用率の一例 … ※文献6)

〈標本船30隻1年間分の総括表（総数）〉

区分	全県 (kg)					全県 (円)					延べ操業時間 (h)					CPUE				
	対馬	香岐	五島	県北	県南	対馬	香岐	五島	県北	県南	対馬	香岐	五島	県北	県南	kg/隻・日	円/隻・日	kg/隻・h	円/隻・h	
天然域	129,273	68,952	10,615	16,305	27,673	5,728	140,904,638	77,873,400	11,371,101	14,274,532	30,767,904	6,617,700	18,620	6,055	2,108	3,199	4,454	2,805	6.9	7.567
魚礁等	33,261	16,251	6,214	2,477	5,361	2,457	38,074,308	17,055,060	7,398,563	2,025,617	3,005,374	6,190	2,160	1,277	587	1,293	372	5.4	6.161	
合計	162,534	85,204	16,829	18,782	33,034	8,185	178,978,946	94,928,461	18,769,664	16,300,149	33,773,278	10,207,388	24,810	8,215	3,385	5,738	5,747	3,677	6.8	7.214
魚礁比率	20.5%	19.1%	36.9%	13.2%	17.5%	30.0%	21.3%	18.0%	39.4%	12.4%	20.6%	45.2%	24.9%	26.3%	37.2%	16.5%	22.6%	23.7%		
船比率	100.0%	52.4%	10.4%	11.6%	20.6%	5.0%	100.0%	53.0%	10.5%	9.1%	21.7%	5.7%	100.0%	33.1%	13.6%	15.3%	23.2%	14.8%		

〈標本船30隻1年間分の総括表（一本釣り対象の主要魚種のみ抽出）〉

区分	全県 (kg)					全県 (円)						
	対馬	香岐	五島	県北	県南	対馬	香岐	五島	県北	県南		
天然域	34,127	5,605	5,602	3,509	13,785	5,625	47,604,222	17,337,276	4,998,264	3,166,820	15,526,085	6,575,777
魚礁等	27,140	13,690	5,601	1,349	4,095	2,404	30,620,582	14,586,682	6,726,931	985,375	4,731,908	3,589,686
合計	61,266	19,295	11,203	4,858	17,881	8,029	78,224,804	31,923,958	11,725,195	4,152,194	20,257,993	10,165,463
魚礁比率	44.3%	71.9%	50.9%	27.8%	22.9%	29.9%	39.1%	45.7%	51.4%	25.7%	25.4%	35.3%
船比率	100.0%	31.5%	18.3%	7.9%	29.2%	13.1%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表2 魚礁別ランキングの一例 … ※文献6)追加解析資料

順位 (順位)	操業区域	水揚量 (kg)	水揚額 (円)	延べ 操業時間 (h)	CPUE kg/隻・日 円/隻・日	地区別	利用標本船 (水揚量比)	魚礁No等	操業区域の諸元		魚礁の種類	水揚魚種(水揚量比10%以上の上位3魚種)					
									設置年度	設置水深		第1位	%	第2位	%	第3位	%
1	T6-18	4,660.8	4,699,767	598	7.8	7,860	対馬	対馬D(100%)	H21	79m	ヒラマサ	91.9	マダイ	5.6	マダイ	1.6	
2	T6-19	3,687.2	4,260,719	728	5.1	5,852	対馬	対馬E(100%)	H25	78m	イサキ	45.6	ヒラマサ	42.6	マダイ	9.9	
3	T6-42	2,444.2	2,665,283	124	19.8	21,549	対馬	対馬F(94.1%)、対馬G(5.9%)	H21	109m	マダイ	96.1	ブリ	0.8	メバル	0.1	
4	T6-12	983.0	1,182,632	166	5.9	7,144	香岐	香岐B(95.1%)、香岐C(4.2%)、香岐A(0.6%)、香岐D(0.1%)	-	95m	マダイ	76.9	マダイ	11.7	ヒラマサ	4.8	
5	T6-13	833.1	1,001,094	117	7.1	8,583	香岐	香岐B(97.1%)、香岐A(1.4%)、香岐C(1.2%)、香岐D(0.2%)	H24	94m	マダイ	82.9	マダイ	9.8	ヒラマサ	2.1	
6	T6-05	759.1	1,193,978	172	4.4	6,940	香岐	香岐C(100%)	H20	115m	マダイ	52.2	マダイ	38.2	ブリ	5.4	
7	T6-09	612.6	819,893	85	9.4	12,543	対馬	対馬B(97.5%)、対馬F(2.5%)	H18	85-89m	マダイ	49.4	イカ類	14.5	キタガイ	3.7	
8	T6-10	555.5	677,314	64	8.7	10,597	香岐	香岐B(76.2%)、香岐D(18.7%)、香岐A(5.1%)	H5、H12	90-105m	マダイ	53.1	マダイ	41.1	クロマグロ	3.7	
9	T6-08	552.7	574,973	136	4.1	4,232	対馬	対馬H(100%)	S56、H14	83-86m	マダイ	62.0	マダイ	17.2	サバ類	11.1	
10	T6-14	524.7	567,114	100	5.2	5,673	香岐	香岐B(84.0%)、香岐A(14.3%)、香岐C(1.7%)	H15	96m	マダイ	52.4	ヒラマサ	26.0	マダイ	7.7	
11	66-15	409.4	278,671	38	10.8	7,343	五島	五島F(100%)	S61以降	95m	マダイ	99.4	カンパチ	0.4			
12	66-20	391.0	225,426	170	2.3	1,326	五島	五島A(100%)	-	30m	マダイ	55.2	イサキ	24.6	ブリ	3.8	
13	T6-17	390.1	386,000	45	8.6	8,508	香岐	香岐B(86.0%)、香岐A(14.0%)	H16	93m	マダイ	62.6	マダイ	15.8	ヒラマサ	12.1	
14	T6-61	378.1	499,664	47	8.1	10,711	対馬	対馬G(84.1%)、対馬F(15.9%)	S54	80-87m	メバル	51.9	イカ類	43.7	キタガイ	2.4	
15	K6-51	350.9	438,106	27	13.2	16,491	県北	県北C(100%)	H2	90m	ブリ	73.6	ヒラマサ	17.1	マダイ	8.1	

#### 4. 稼働実績と解析データ

本システムを活用した魚礁効果調査は、長崎県及び青森県沿岸を中心として平成 27 年度末時点で既に 12 件程度の実績があります。この間に蓄積されたバックデータは累計で約 27,000 日間分にも及ぶ膨大なものです。

特に平成 25 年度からは、長崎県並びに青森県の委託事業として複数年にわたるモニタリング調査がスタートしたことを契機に、膨大な情報を効率的に処理するための解析手法の改善に努めてきました。その成果として、大小様々な時空間スケール（範囲：数十 m～数百 km、時系列：数分～数年）の利用実態を効率的に解析することが可能になり、これまで抱いていた魚礁の有効性に関する多くの疑問に対する答えや優良魚礁漁場（増産効果が高い魚礁区域）の成立要因等が類推できるようになりました。

この様な中から例えば、a. 漁業者間の漁場競合が小さい地区においては、各漁業者が特定の魚礁を定め協調的に継続利用し安定した収入を得ていること（長崎県対馬沿岸の例）。b. 昭和 30 年代から現在までの数十年間にわたる継続的な魚礁設置により広大な魚礁漁場が形成され、多くの漁業者の生計維持に貢献していること（長崎県壱岐西沖の例；[図 5～6](#)）。c. 効果的な魚礁設置には設置場所の選定がきわめて重要であり、魚種によっては水深や魚礁種類との関連性がきわめて高いこと（同メダイの例；[図 7～8](#)）。d. 古い時代に設置された小型角型魚礁（1.5m 角・2m 角乱積み）が現在でもよく利用され続けていること（長崎県内の例）。e. 複数年にわたる天然域を含めた標本船の水揚量分布をみると一定の年変動が認められるものの、それはマグロ・カツオ等の浮魚資源の来遊量の大小の影響が大きいこと（長崎県壱岐・対馬沿岸の例；[図 9](#)）。f. マウンド礁の魚礁効果はかなり高いこと（長崎県対馬沿岸のイサキの例；[図 10](#)）。g. 単体魚礁の配置や高さが魚礁効果と密接な関連があること（青森県今別のウスメバルの例；[図 11](#)）。h. その魚種が魚礁に集まり易いかどうかの大小、いわゆる「魚礁性」は魚種毎に大きく異なることから、その地区において魚礁性が高く単価の高い魚種をターゲットとした事業展開が効果的であると考えられること（長崎県壱岐・対馬沿岸の例；[表 3](#)）・・・等、今後の事業展開に役立つ数多くの知見が得られています。

この様に、本システムは単なる魚礁利用実態の把握にとどまるものではなく、今後の効率的事業展開の方向性の示唆まで得ることができる実益性の高いシステムです。魚礁効果のとらえ方は、それを見る側の立場、目線、要求性等によって異なります。ただ共通認識とすべきことは「漁業者はその日その時期に最大の収入が見込まれる漁場を、個々の経験則に基づき予測・選択して出漁し、その選択肢の中に魚礁漁場が含まれ、しっかりと収入を得ている実態がある」という事実です。また、本システムは魚礁の「経済効果」の推計に特化していますが、得られた基礎データは例えば ROV、潜水、試験操業等による「集魚効果」の調査を行う際の場所選定や実施時期の絞込みにも大いに役立ちます。

最後に、本システムの活用に興味を持たれた方がおられましたらご一報いただきますよう宜しくお願い致します。

(データサンプル No. 1)

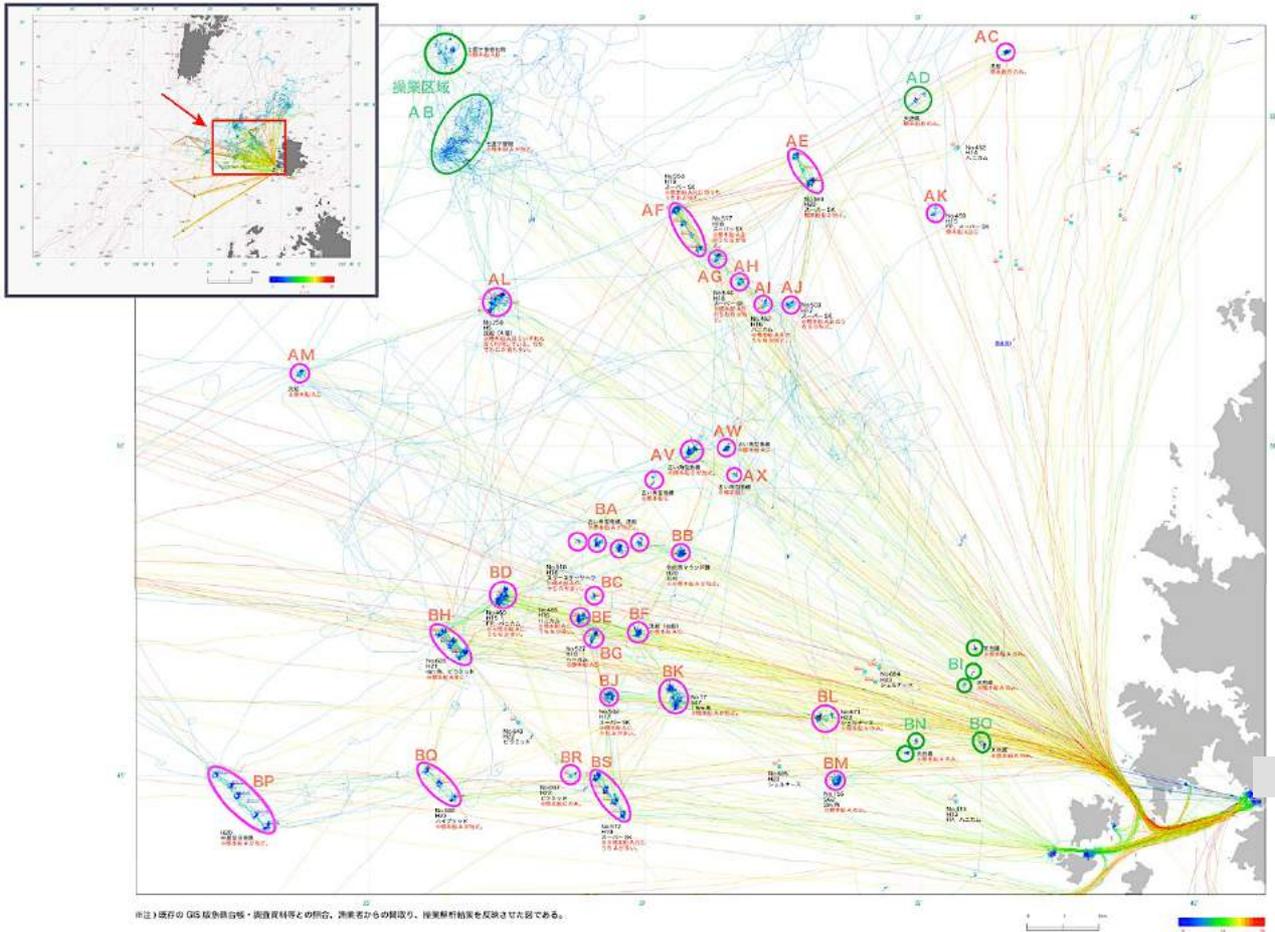


図5 壹岐西沖に形成された広大な魚礁漁場と標本船の操業航跡 … ※文献3)

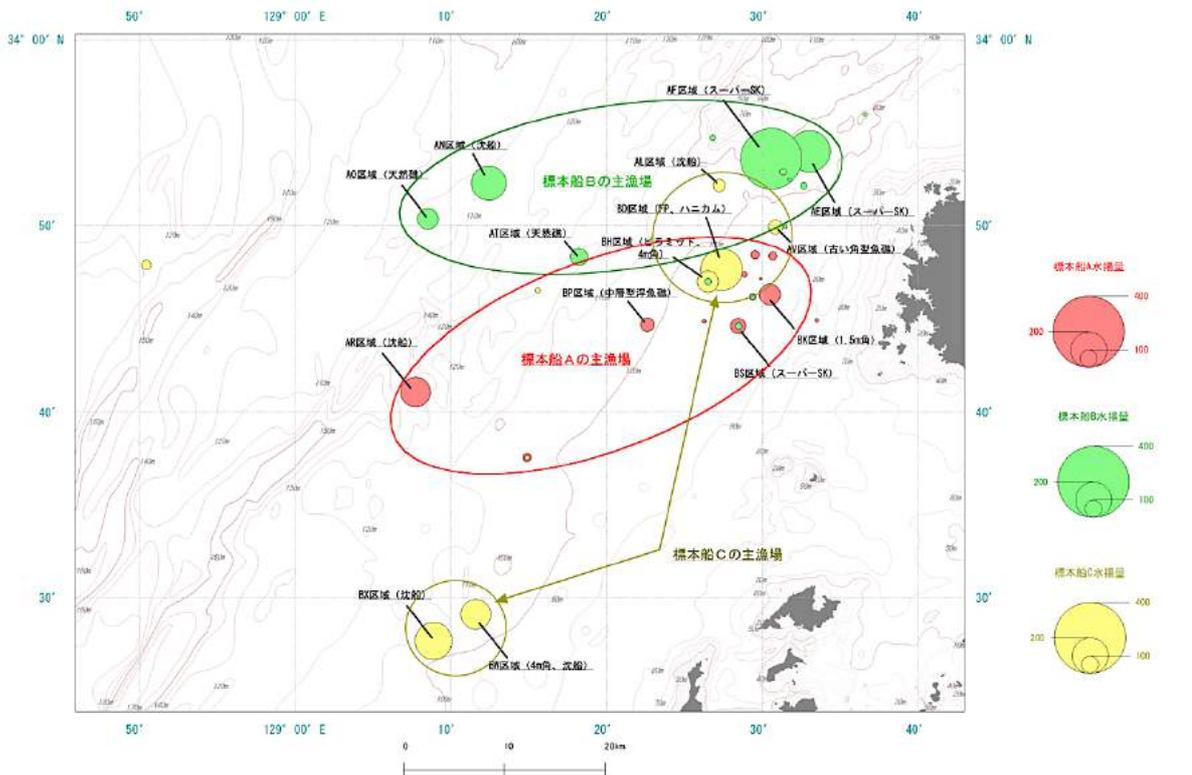


図6 壹岐西沖の魚礁漁場と標本船の水揚状況 … ※文献3)

(データサンプル No. 2)

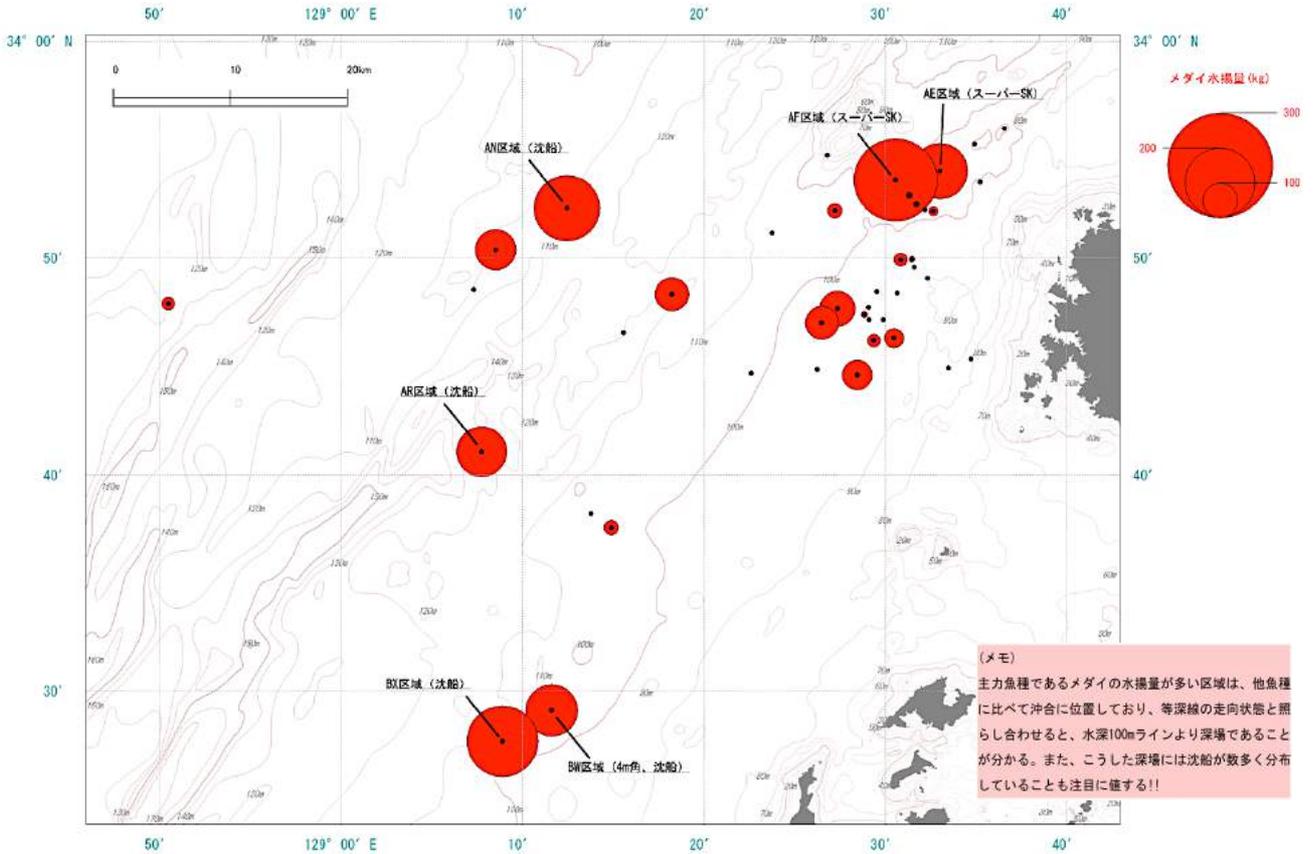
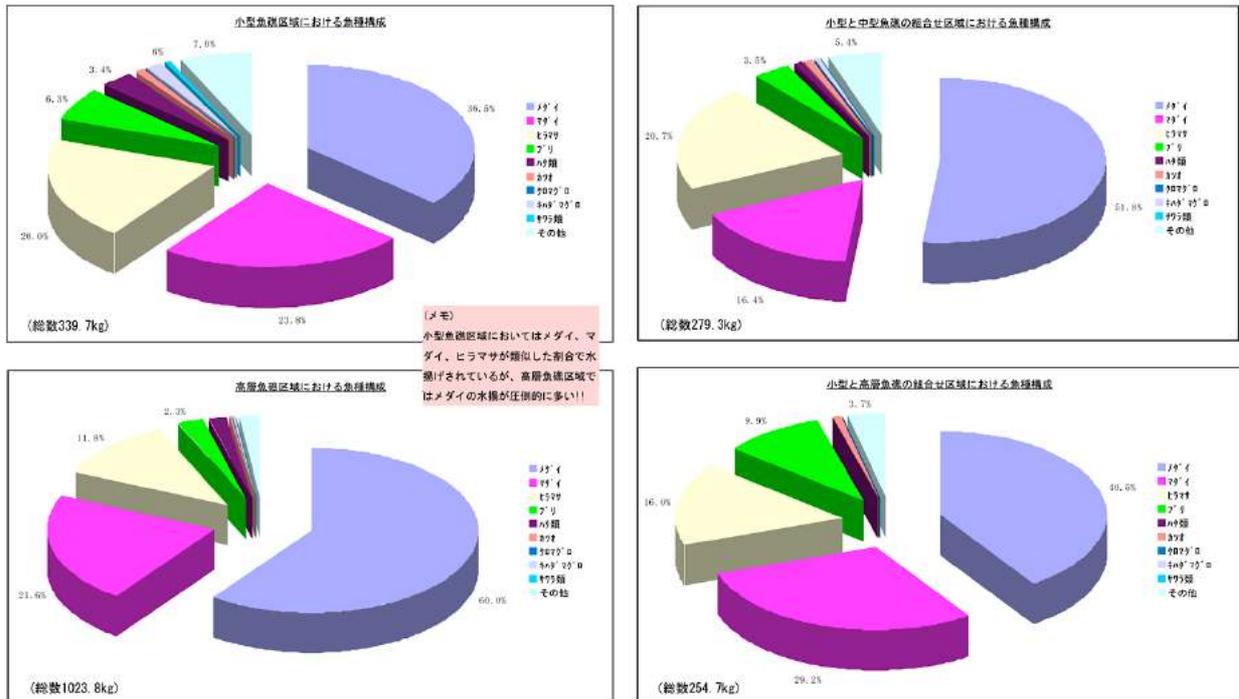


図7 魚礁性が高く水深100m以上で多獲されるメダイの水揚状況 … ※文献3)



注) 魚礁区分は下記のとおりである。  
小型魚礁: 1.5m角、2m角、4m角、FP3.25mなど高さ5m未満の魚礁、 中型魚礁: ビラミッド、ボリコン魚礁など高さ5-10mの魚礁、 高層魚礁: スーパーSK、ハイブリッド、スリースターリーフ、ハニカム魚礁など高さ10m以上の魚礁

図8 魚礁種類別の魚種構成 (組成率は水揚量ベース) … ※文献3)

(データサンプル No. 3)

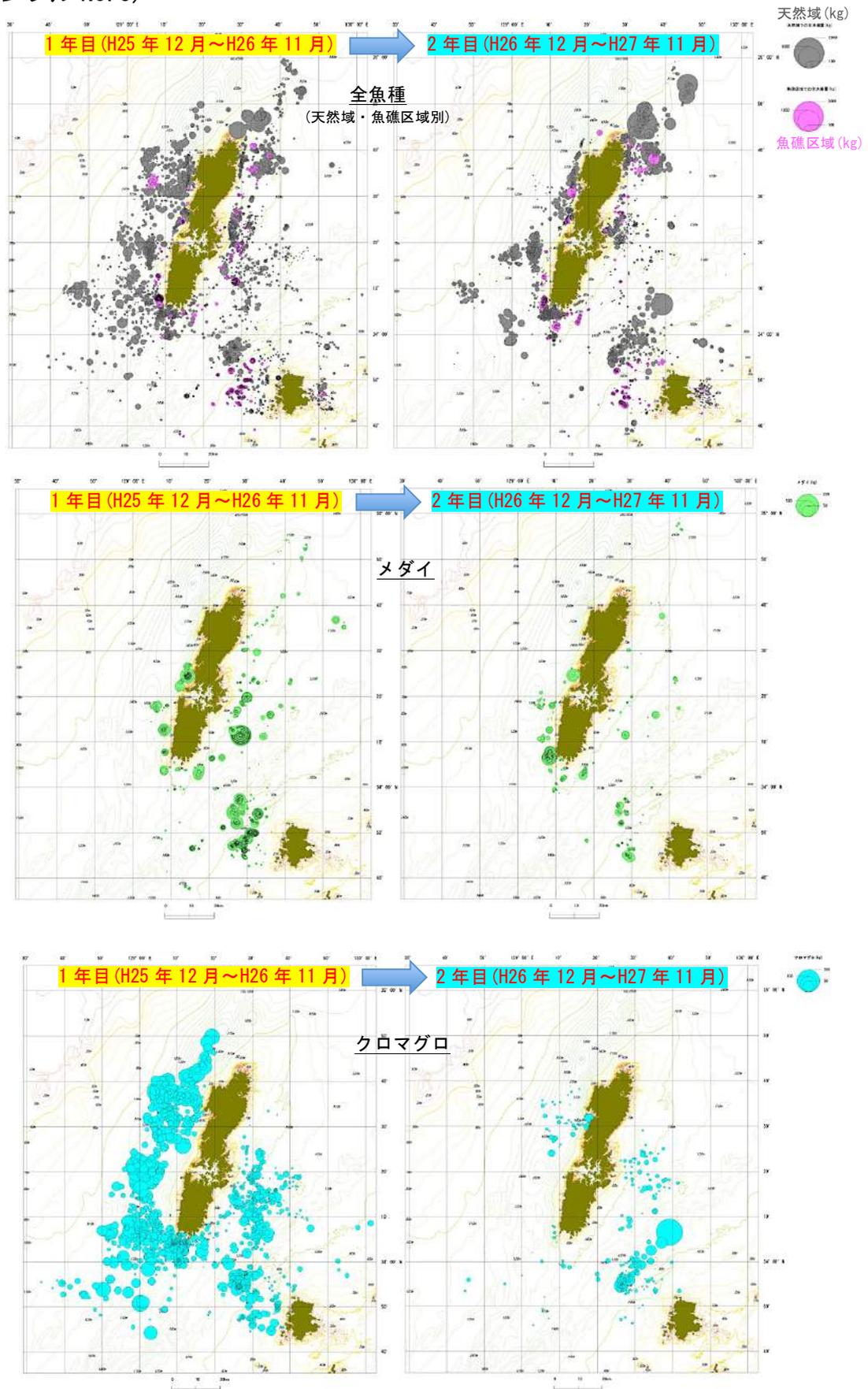


図9 壱岐・対馬地区標本船13隻による水揚量分布の年変動 … ※文献6), 8) 追加解析資料

(データサンプル No. 4)

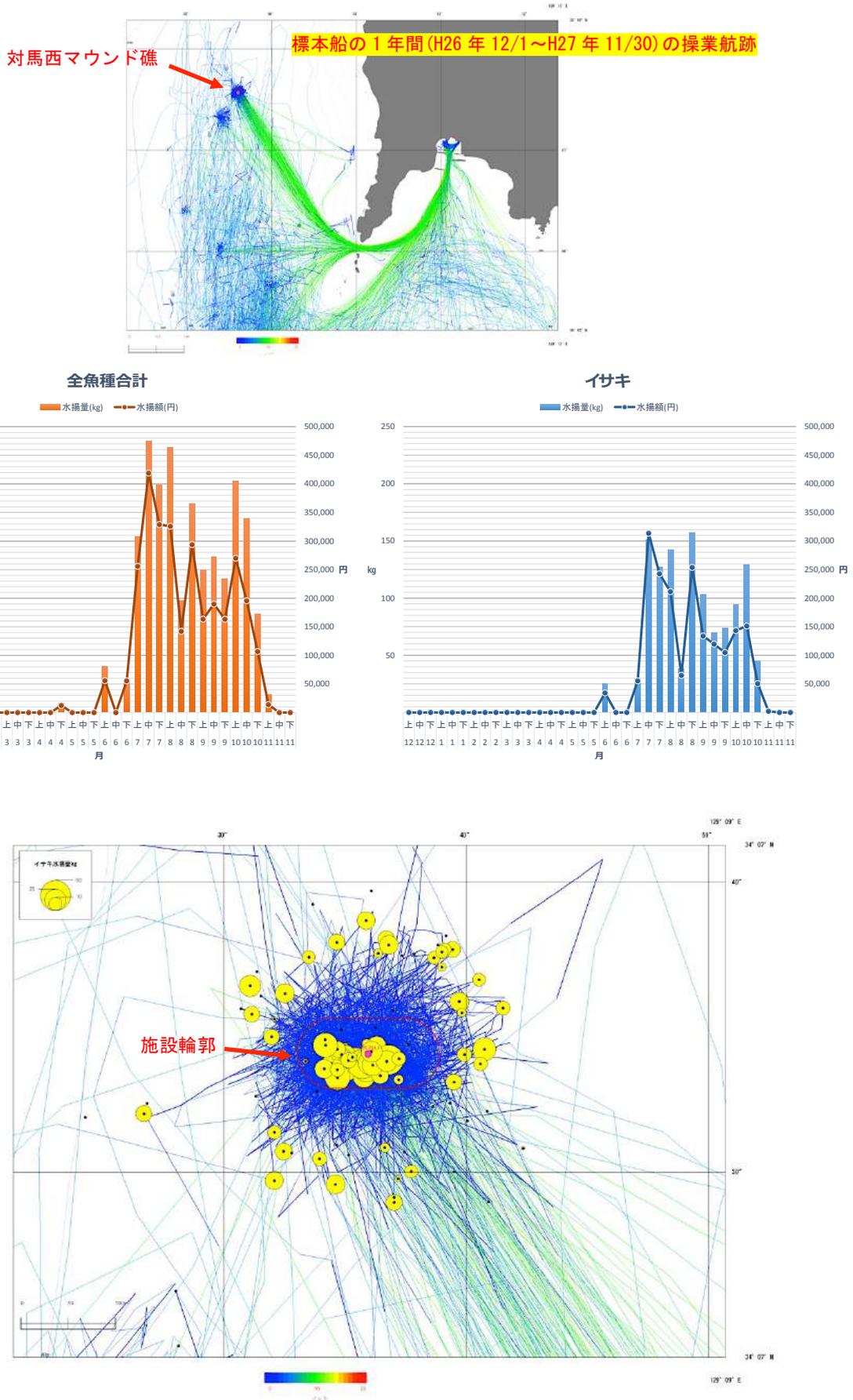


図 10 対馬西マウンド礁でのイサキの水揚状況 … ※文献 8)

(データサンプル No. 5)

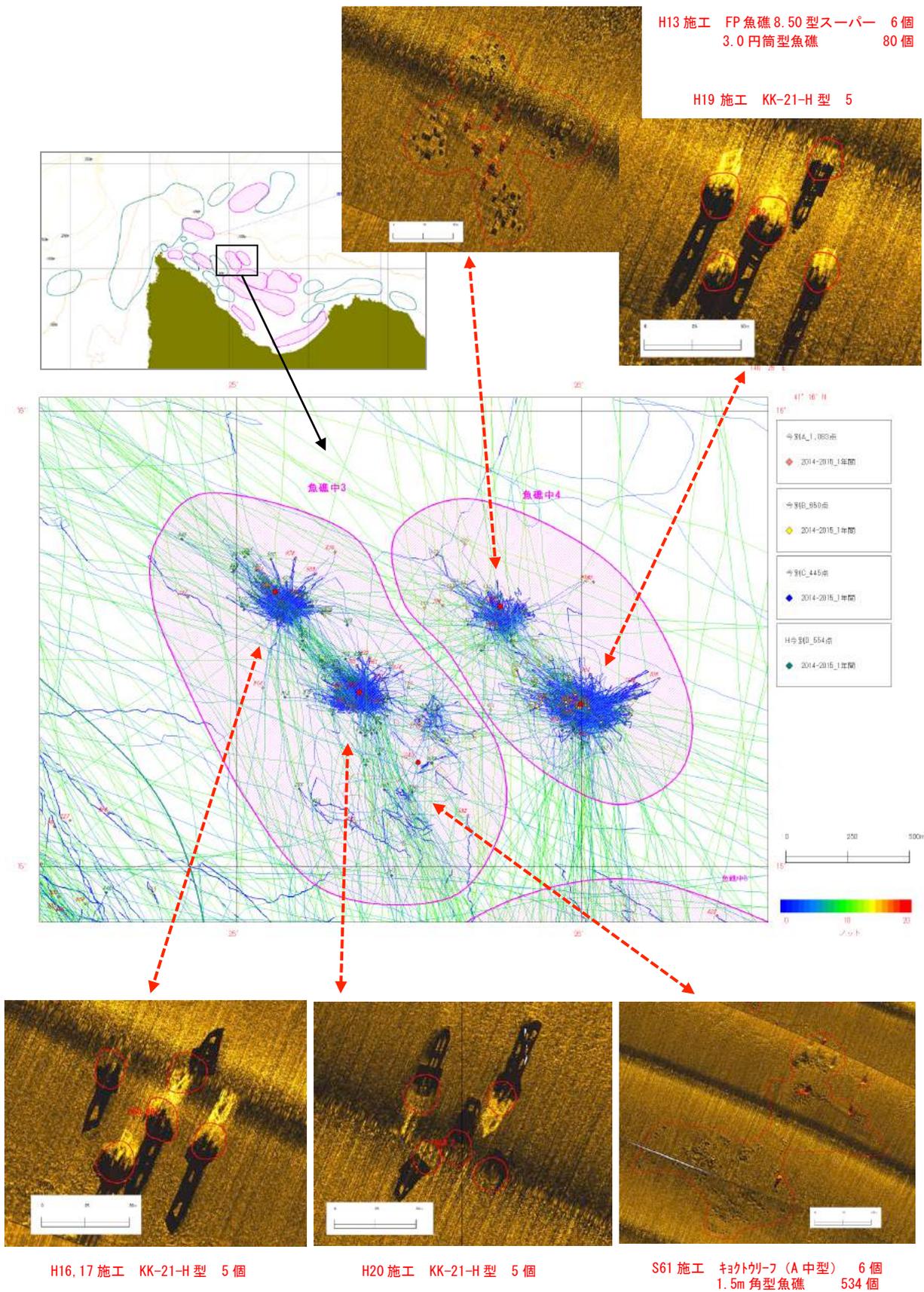


図 11 青森県今別地区のウスメバル漁場の魚礁分布と利用状況 … ※文献 5), 7) 一部修正

(データサンプル No. 6)

表3 魚礁性の検討結果表 (1年間) … ※文献8)追加解析資料

<対馬地区>

調査地区	メダイ	メダイ	ヒラマサ	ブリ	イサキ	カサゴ類	キダイ	他の魚種	イカ類	サワラ	マハタ	カンパチ	サバ	ヒラメ	マガツオ	その他	全魚種計	全魚種平均		
採集頻度 (回)	魚礁等	591	243	157	45	77	120	105	31	8	33	15	9	4	0	98	791	81		
	天然域	247	287	419	586	129	55	15	66	126	25	19	47	42	34	139	1,318	146		
	魚礁割合	70.5%	45.8%	27.3%	7.1%	37.4%	68.6%	87.5%	32.0%	9.1%	4.5%	37.5%	32.1%	6.0%	8.7%	0.0%	41.4%	37.5%	38.3%	
採集時間 (h)	魚礁等	948.8	386.4	183.8	45.7	112.1	171.9	151.1	51.2	7.2	6.8	31.8	18.6	11.3	2.7	3.7	0.0	153.1	1,170.5	134.5
	天然域	578.8	550.4	451.2	807.4	145.4	41.2	40.1	88.0	239.8	186.4	170.3	61.2	19.7	66.1	30.4	52.3	330.3	1,842.9	214.5
	魚礁割合	62.1%	40.8%	28.9%	3.0%	43.5%	80.7%	79.0%	43.0%	2.9%	3.5%	15.7%	23.3%	36.5%	3.9%	10.7%	0.0%	32.3%	38.8%	38.3%
水捕量 (kg)	魚礁等	3,007.8	443.4	272.4	213.0	131.9	112.7	96.6	56.3	43.5	28.7	26.1	20.7	6.4	2.8	1.5	0.0	238.9	4,701.9	276.6
	天然域	1,784.6	1,057.1	730.1	6,855.7	297.4	30.2	22.2	41.7	1,348.5	1,149.2	266.6	45.3	8.7	166.5	15.8	939.3	559.4	15,119.5	889.3
	魚礁割合	62.8%	29.6%	27.2%	3.1%	31.2%	78.9%	81.3%	57.4%	3.1%	2.4%	8.9%	31.4%	42.4%	1.7%	8.7%	0.0%	29.9%	23.7%	23.7%
水捕額 (円)	魚礁等	5,295,471	993,155	203,371	136,807	170,945	164,059	75,657	250,633	34,277	49,567	21,277	30,113	3,552	2,067	7,040	0	287,902	7,125,956	419,175
	天然域	2,814,247	1,450,361	616,359	4,023,773	186,188	50,707	12,745	86,495	1,412,289	1,837,471	285,750	118,661	6,608	330,809	54,185	679,499	519,804	14,365,874	845,053
	魚礁割合	65.3%	21.3%	24.8%	3.3%	27.9%	76.9%	85.9%	74.3%	2.4%	2.8%	7.4%	20.2%	35.2%	0.9%	11.3%	0.0%	32.5%	34.2%	34.2%

注1) 魚種は左から魚礁等での水捕量の大きい順に記載。

<壱岐>

調査地区	メダイ	メダイ	イサキ	ブリ	ヒラマサ	サハゴ	イカ類	サワラ	メバル	キダイ	ハタ類	アカムツ	カツオ類	アジ類	アマダイ	マガロ類	その他	全魚種計	全魚種平均	
採集頻度 (回)	魚礁等	164	230	120	105	143	35	92	66	44	35	16	8	10	32	10	107	622	75	
	天然域	112	370	232	1,164	399	484	824	355	174	275	185	611	115	157	222	140	995	4,046	455
	魚礁割合	59.2%	28.8%	34.1%	8.3%	19.4%	7.0%	5.9%	6.5%	20.2%	13.4%	27.7%	2.6%	6.5%	6.0%	12.6%	6.7%	9.7%	13.3%	13.9%
採集時間 (h)	魚礁等	571.3	880.4	606.8	87.8	499.1	41.4	140.4	37.6	40.9	45.4	188.2	14.4	4.8	11.3	40.3	7.0	184.5	1,649.5	198.3
	天然域	136.2	909.3	405.3	763.6	464.6	650.8	1,475.1	538.3	227.0	407.6	257.8	977.4	108.8	226.4	407.0	104.2	1,564.9	5,056.7	566.1
	魚礁割合	80.8%	49.2%	60.0%	10.3%	51.5%	6.0%	8.1%	6.5%	15.2%	10.0%	42.2%	1.4%	4.2%	4.9%	9.0%	6.3%	9.0%	24.6%	26.9%
水捕量 (kg)	魚礁等	1,156.7	1,640.3	1,391.1	931.7	1,077.8	470.3	399.5	204.9	155.7	75.1	74.7	33.8	31.9	30.2	29.8	28.9	545.4	8,501.6	500.5
	天然域	309.9	4,857.8	1,976.8	19,096.1	1,291.3	3,375.1	5,312.9	3,538.5	1,018.6	739.1	180.6	8,818.3	475.5	690.2	1,201.9	564.9	7,243.3	59,325.6	3,490.8
	魚礁割合	65.9%	26.1%	61.3%	4.7%	35.4%	12.2%	7.0%	5.5%	13.3%	9.2%	29.3%	0.4%	6.3%	4.2%	2.4%	4.9%	7.0%	12.5%	12.5%
水捕額 (円)	魚礁等	2,572,743	2,225,675	2,120,301	588,711	752,512	378,098	528,307	297,848	227,094	48,178	294,665	77,472	32,168	33,499	124,607	109,736	643,901	11,054,503	650,285
	天然域	382,228	5,539,939	1,029,109	15,894,348	1,259,923	3,071,262	7,017,283	5,605,746	1,349,680	456,601	566,915	37,629,302	642,851	729,205	2,391,856	1,671,502	7,852,165	93,089,889	5,475,877
	魚礁割合	87.1%	28.7%	67.3%	3.5%	37.4%	11.9%	7.0%	5.0%	14.4%	9.3%	34.2%	0.2%	4.8%	4.4%	5.0%	6.2%	7.6%	10.6%	10.6%

注1) 魚種は左から魚礁等での水捕量の大きい順に記載。

<文献>

- 1) 桑本 (2010) : 魚礁効果診断システムの概要と有効性について (その 1-3). 水産土木建設技術センター会報, No. 91, 6-10, No. 92, 11-15, No. 93, 7-16.
- 2) 桑本 (2012) : 魚礁効果診断システムを活用した効果把握事例について. 第 11 回全国漁港漁場整備技術研究発表会講演集, 13-20.
- 3) 長崎県・(社)水産土木建設技術センター長崎支所 (2013) : H24 年度水産基盤整備事業調査業務委託報告書.
- 4) 桑本 (2015) : 魚礁効果診断システムの概要と魚礁利用実態について. H26 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, 33-40.
- 5) 青森県・(一社)水産土木建設技術センター (2015) : H26 年度今別地区魚礁漁場効果調査業務委託報告書.
- 6) 長崎県・(一社)水産土木建設技術センター長崎支所 (2015) : H26 年度大型魚礁整備工事 (効果調査業務委託) 報告書.
- 7) 青森県・(一社)水産土木建設技術センター (2016) : H27 年度今別地区魚礁漁場効果調査業務委託報告書.
- 8) 長崎県・(一社)水産土木建設技術センター長崎支所 (2016) : H27 年度大型魚礁整備工事 (効果調査業務委託) 報告書.

<関連サイト>

一般社団法人水産土木建設技術センター長崎支所

(<http://www.gosea.or.jp/gyoshoukoukasindan/gyoshoukoukasindan.html>)

(株)環境シミュレーション研究所

(<http://www.esl.co.jp/11GD/GD01.html>)