

# 平成19年度 日本海西部ズワイガニ等調査

財団法人 漁港漁場漁村技術研究所  
漁場と海業研究室 伊藤 靖・三浦 浩

## 調査実施年度

平成19年度

## 緒言

平成19年5月の漁港漁場整備法の改正に伴い、我が国の排他的経済水域においては国が事業主体となった漁場整備が実施できる「フロンティア漁場整備事業」が創設された。日本海西部地区特定漁港漁場整備事業は、その第一号として実施されるものである。造成する保護育成礁においては、受益が広範囲にわたることや、複数県が共同で利用する等の従来と異なる利用が想定されるため、新たな仕組みを構築し、関係業界の共通理解の下に漁場施設周辺漁場の利用を適正に推進し、持続的な発展をめざす必要がある。また、漁場施設整備を資源回復計画と併せて実施し、順応的管理の考え方も検討しながら水産資源の生産力向上と安定供給の確保に資することが求められている。

ズワイガニはTACの対象魚種であり、日本海西部海域（A海域：富山県以西）におけるズワイガニ資源は、省令や各府県の関係漁業者の自主規制等による漁獲制限、保護礁設置による資源の確保、漁期前後の混獲ガニを減らすための底曳網の規制等の回復措置により、一定の資源回復効果が得られ、資源水準は中位で増加傾向にある<sup>1)</sup>。一方、現在のズワイガニ保護育成礁の主な効果としては操業防止による保護効果を主体としているが、より効果的な漁場整備のためには保護効果以外の増殖効果を向上させることが必要である。

本業務では、①ズワイガニ既設保護礁の機能評価（形状の異なる構造物における保護効果および餌料培養効果等の増殖効果）のための現地調査と②事業実施前の事前調査として当該海域における自然・社会経済的な条件整理を目的とした既存資料調査を実施し、以上から広域漁場整備の計画策定に係る基礎資料を得ることを目的とする。

## 調査方法

### 1. 現地調査によるズワイガニ既設保護育成礁の機能評価

#### 調査場所及び既設保護育成礁の概要

H6～8年度に造成された兵庫県津居山沖既設ズワイガニ保護育成礁を調査対象とした。調査場所を図1に、保護育成礁の配置を図2に示す。

#### 調査時期

平成19年7月～11月

##### (1) 漁獲調査

平成19年7月9日～11日にかけて、兵庫県漁業調査船たじま（140t）を用い、図1に示した兵庫県豊岡市津居山沖のズワイガニ保護区域内とその周辺で（水深292～299m）、カゴ網試験操業を実施した。カゴ網は兵庫県が調査用に従来から使用していた漁具で、カゴ網の仕様と展開状況を図3～4に示した。また、カゴ網の幹縄への取り付け間隔は100mとし、1連20カゴで総延長は2,000mである。餌には冷凍サバ（500g程度）を1カゴ当たり4尾用いた。

カゴ網の投入は保護区、対照区ともに7月9日の日中に実施し、保護区のカゴ網は7月10日に回収したが、対照区のカゴ網の回収は海象悪化により翌日の7月11日に行った。

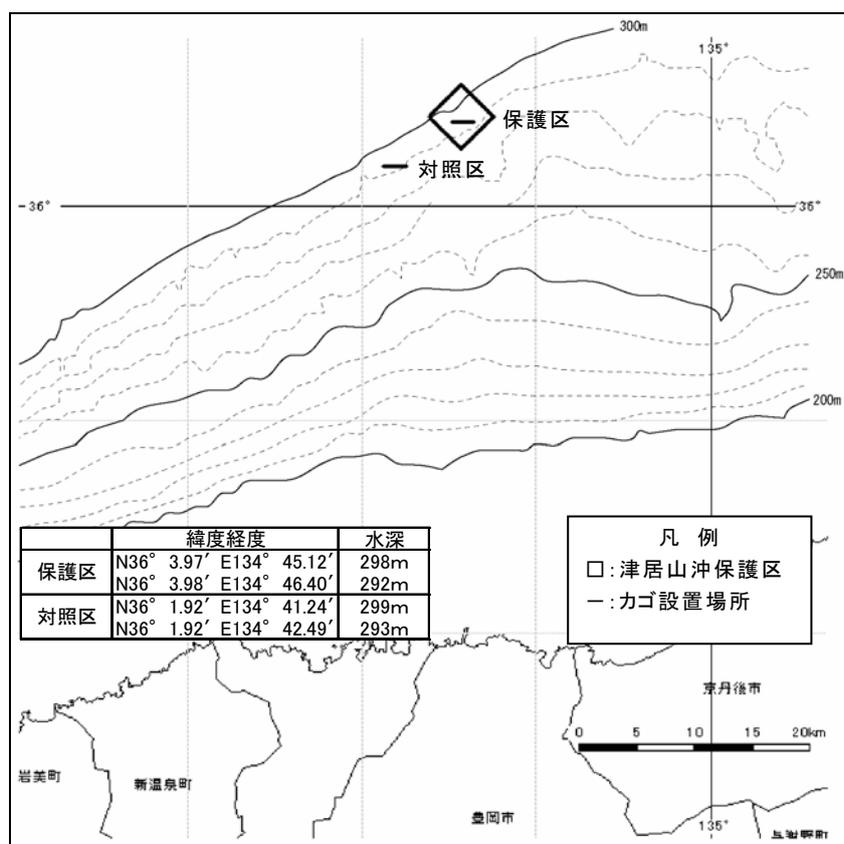


図1 調査場所

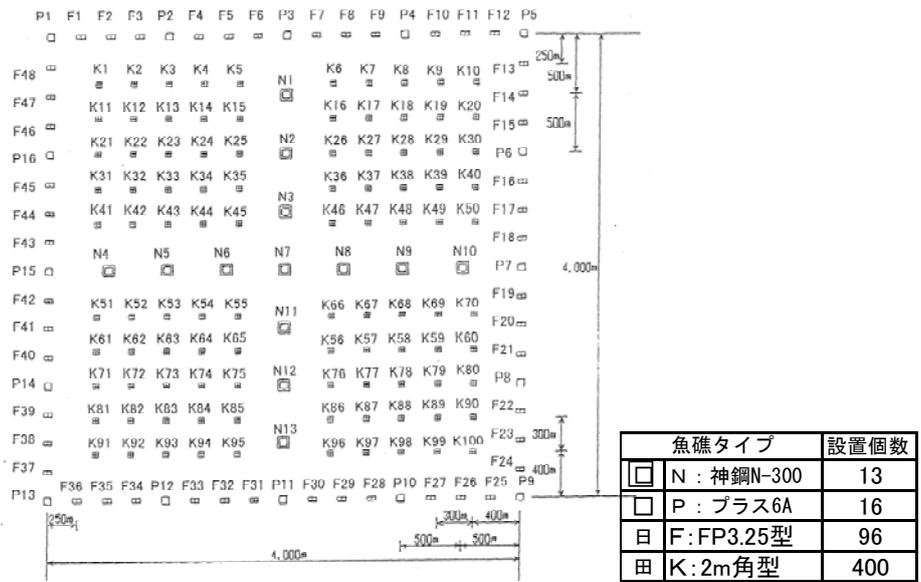


図2 津居山沖 保護育成礁配置

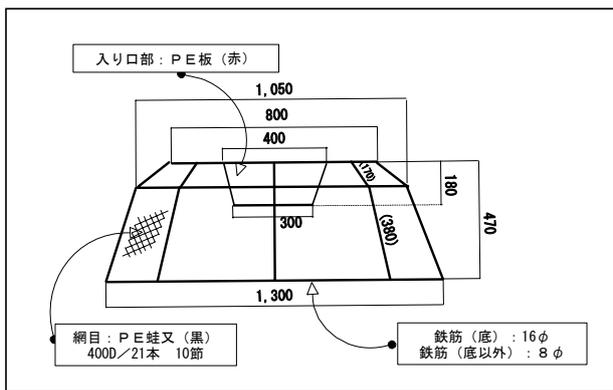


図3 カゴ網の仕様

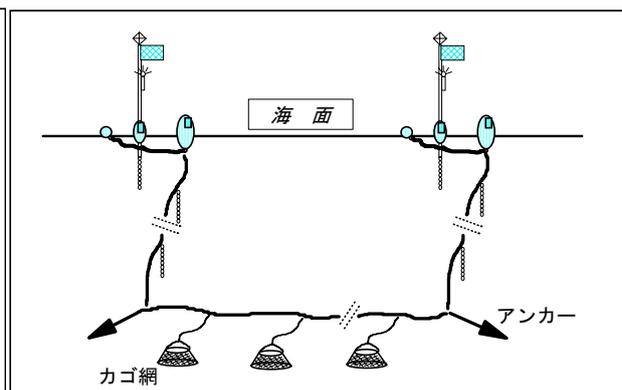


図4 カゴ網の展開状況

(2) ROV調査

今回調査を行った津居山沖の保護育成礁について、施設内で比較的水深の浅い南側を中心に魚探航走を行い、調査船及び ROV オペレーションシステム内のプロッターに保護育成礁位置を入力した。その後、目的とする保護育成礁側近に調査船を定位させるため、風向、潮流を勘案し投錨を行い、船位が安定した段階で ROV を潜航させた。ROV が海底に着底した後、搭載しているスキャニングソナーにて保護育成礁を探索しつつ海底を移動し、出現した魚介類や海底の状況をビデオ映像に収録すると共に、水中スチール写真を撮影した。これを、保護区と対照区において、それぞれ実施した。

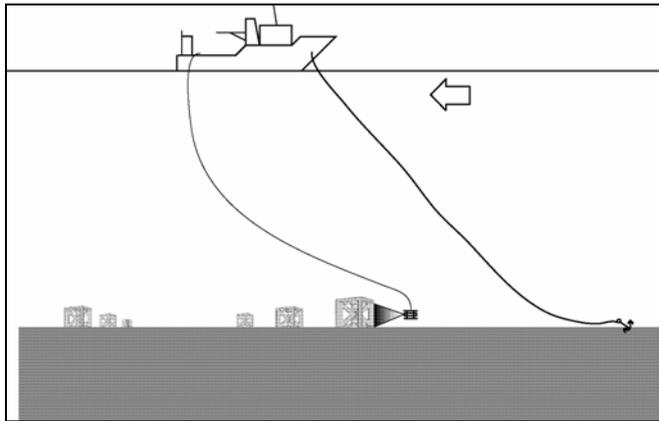


図5 ROV調査のイメージ



図6 ROV（三井造船製）

### (3) 生息環境調査

漁獲調査と同様に保護区と対照区の各1点において以下に示す水質・底質調査を実施した。また、以下の試料についてC N安定同位体分析を行った。

#### ①水質調査

水温塩分計（メロー STD<AST1000-PK>アック電子株式会社製）により、調査地点の水温と塩分の鉛直観測を行った。

#### ②底質調査

スミス・マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積 1/20m<sup>2</sup>）を用いて、保護区と対照区の底質のサンプリングを各地点においてそれぞれ3回実施した。このうち2回をベントス分析用に、1回分を底質分析用（粒度組成、COD、強熱減量）のサンプルとした。底質分析用については、船上にて所定のポリビンに移し、冷蔵保存して分析試料とした。

#### ③底生生物調査

底質調査と同一地点、同様の方法で試料を採取し、船上で1mmの篩にかけて選別し、10%の中性ホルマリンで固定したものを分析試料とした。分析項目は以下の通り。

分析項目：動物の種、個体数、湿重量

#### ④C N安定同位体分析

現地調査および兵庫県但馬水産技術センター等の協力により、津居山沖保護育成礁近傍域において複数回にわたり底泥、有機質濁物、ズワイガニ及び主要メガロベントスをサンプリングし、炭素、窒素安定同位体比を測定した（表1）。

表1 C N安定同位体分析試料

種名	サンプリング方法	サンプリング年月	検体数	分析部位	備考
ズワイガニ保護区オス	現地調査 カゴ網	H19. 7/10	10	脚の筋肉組織	脱脂処理
〃 メス		〃	10	〃	〃
ズワイガニ対照区オス		H19. 7/11	10	〃	〃
〃 メス		〃	3	〃	〃
ズワイガニ オス	但馬漁協より購入	H19. 11 /15	2	〃	〃
〃 メス		〃	10	〃 卵	〃
キタクシノハクモヒトデ	兵庫県 カゴ網	H19. 8/6	20	脚の筋肉組織	脱炭酸処理
モロトゲアカエビ	現地調査 カゴ網	H19. 7/11	5	筋肉組織	脱脂処理
エッチュウバイ		H19. 7/11	5	〃	〃
有機頭濁物	兵庫県 採水	H19. 11/5~6	2	海水を吸引濾過したフィルター	脱炭酸処理
底泥	兵庫県 採泥	〃	2	目視で夾雑物を取り除いて分析	〃

現地調査工程

表2 現地調査工程

		平成19年7月					備考	
		9	10	11	12	18		
漁獲調査	保護区	●	●			台風による中断		
	対照区	●		●			10日は海象悪化のため翌日回収	
ROV調査	保護区	●		●	●		●	
	対照区						●	
生息環境調査	保護区	●						
	対照区	●						

2. 既存資料調査による自然・社会条件の概略把握

(1) 自然条件の把握

対象海域における海底地形・気象・海象等についてとりまとめた。

(2) 対象地域における漁業の動向

対象海域で営まれる漁業について漁業制度、操業形態（漁船、漁具、漁法、漁場）、生産動向等に関する整理・分析を行った。

(3) 韓国船等の外国船による操業実態

対象海域周辺の排他的経済水域（EEZ）で違法操業する外国船の操業実態について、漁業調整事務所・海上保安庁等から資料を収集し、押収漁具や漁獲物等について整理した。

(4) 漁業以外の海域使用実態

対象海域における漁業以外の海域使用について漁業調整事務所および海上保安庁等への聞き取りにより、とりまとめた。調査海域、調査内容、調査方法等の概要を記載する。

## 調査結果

### 1. 現地調査によるズワイガニ既設保護育成礁の機能評価

#### (1) 漁獲調査

回収したカゴ網ごとに漁獲されたズワイガニの尾数を図 7～8 に示した。保護区では 20 カゴで雄 24 尾、雌 188 尾と全体的に雌の漁獲割合が高かった。対照区では 19 カゴ（揚カゴ中に 1 カゴ脱落）で雄 37 尾、雌 3 尾と雄の漁獲割合が高かった。総漁獲尾数では保護区 202 尾、対照区 40 尾と、保護区の漁獲尾数が対照区を大きく上回った。

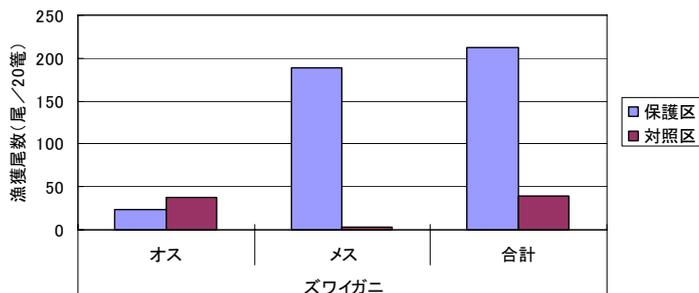


図 7 ズワイガニの漁獲結果

漁獲されたズワイガニの甲幅組成を雌雄別に図 9～10 に示した。なお、雄ガニについては【鉗脚幅/甲幅 $\geq 0.175$ 】の個体を最終脱皮後個体として扱った。

保護区の雄ガニでは甲幅 90mm 以上の最終脱皮を終えたカニがほとんどであった。これに対し対照区では最終脱皮前の個体が多く、甲幅 90mm 未満の漁獲対象以下のサイズのものも見られた。雌ガニでは保護区での漁獲がほとんどであったため、同区についてのみ示したが、甲幅 70～80mm 前後の抱卵成体（アカコ）が多かった。

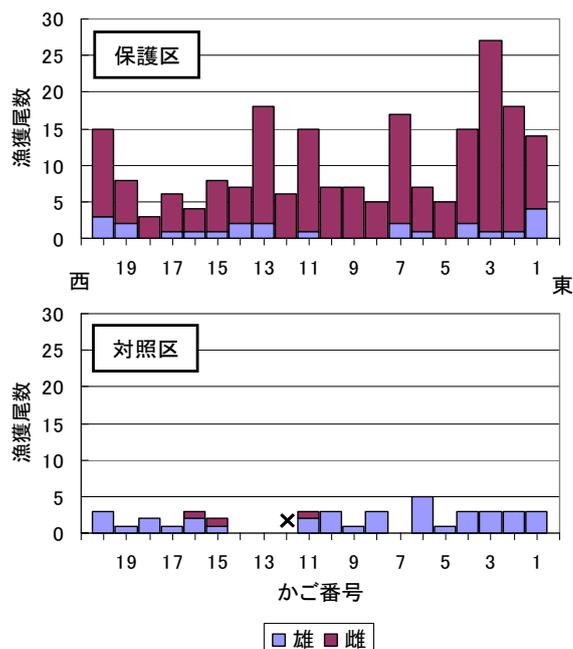


図 8 ズワイガニのカゴ別漁獲尾数

(対照区の 12 番カゴは脱落により回収できなかった)。

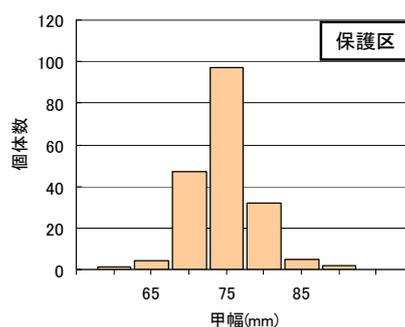


図 9 ズワイガニの甲幅組成 (雌ガニ)

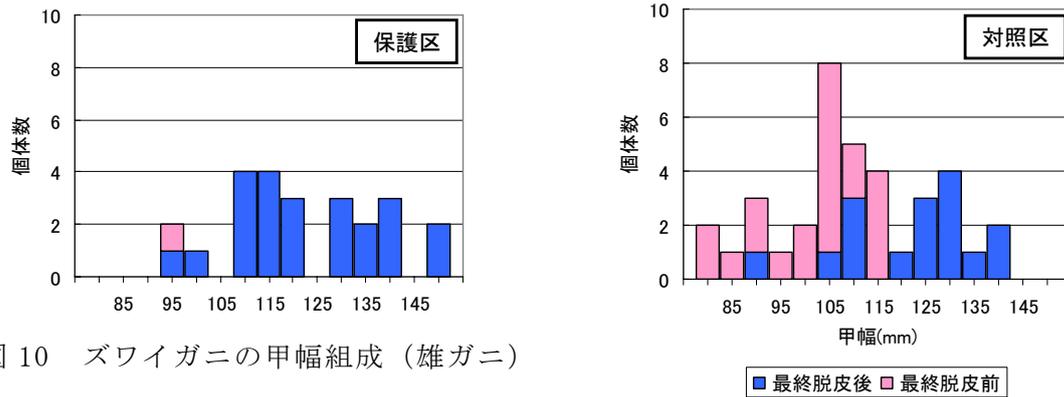


図 10 ズワイガニの甲幅組成 (雄ガニ)

(2) ROV 調査

ROV 調査における潜航回数は 8 回で、延べ 6 時間 41 分、約 1ha の観察を行った。それぞれの潜航回毎の概要を表 2 に、保護区における航跡を図 11 に示す。このうち第 4 回と第 7 回および第 8 回の潜航において、それぞれ保護育成礁を 3 基観察した。

表 2 ROV 調査概要

潜航回	実施月日	エリア	観察保護育成礁	水深	ズワイガニ 観察個体数
第 1 回	7 月 9 日	保護区 1 回目	—	283m	18(♂、♀)
第 2 回	〃	保護区 2 回目	—	285m	37(♂0、♀37)
第 3 回	7 月 11 日	保護区 3 回目	—	286m	2(♂、♀)
第 4 回	〃	保護区 4 回目	FP 魚礁(F-25)	287m	1(♂、♀)
第 5 回	7 月 12 日	保護区 5 回目	—	285m	28(♂、♀)
第 6 回	7 月 18 日	対照区	—	289m	7(♂1、♀6)
第 7 回	〃	保護区 6 回目	プラス魚礁(P-10)	289m	4(♂、♀)
第 8 回	〃	保護区 7 回目	FP 魚礁(F-22)	286m	3(♂3、♀0)

※雌雄判別については特定できた個体数についてのみ記載

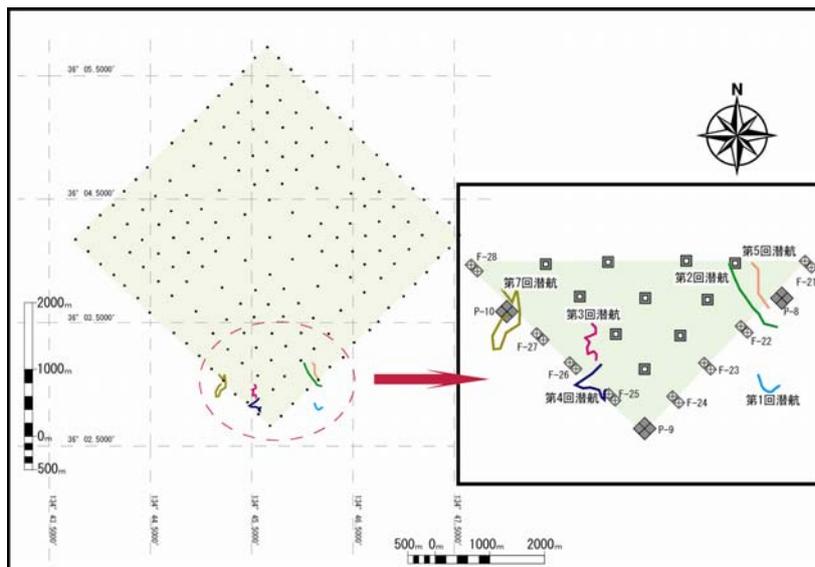


図 11 ROV 調査の航跡

①海底の状況

底質は概ね泥質であり、ROV 着底時には泥分が舞い上がった。調査箇所ごとに差異は見られなかった。浮遊物の流れから判断された流速は概ね 10cm/s 以下であり、流向は地点によって異なっていた。また、海底面には魚類等の潜入痕と見られる直径 10cm 前後の穴や、一部で隆起する箇所も観察された。

②魚介類の出現状況

海底面にはズワイガニの他、カレイ類・ゲンゲ類・エゾバイ類・エビ類・クモヒトデ類・イソギンチャク類が観察された。観察された魚介類の出現結果を表 3 に示す。

表 3 観察された魚介類の出現結果

潜航回	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	保護 区 合計	対 照 区 合計
実施月日	7月9日	7月9日	7月11日	7月11日	7月12日	7月18日	7月18日	7月18日		
エリア	保護区 1回目	保護区 2回目	保護区 3回目	保護区 4回目	保護区 5回目	対照区	保護区 6回目	保護区 7回目		
観察保護礁	-	-	-	FP魚礁	-	-	プラス魚礁	FP魚礁		
水深(m)	283	285	286	287	285	289	289	286		
透視度(m)	3~4	4~5	3~4	6~7	4~5	3~4	6	5		
観察面積(m <sup>2</sup> )	576	3038	1062	1915	930	1484	1774		9296	1484
走行距離(m)	327	1726	604	1088	528	843	1008		5282	843
観察時間(分)	18	66	38	72	34	57	74	43	345	57
観察 生物 の 種 別 個 体 数 ・ 生 息 密 度	ズワイガニ		0				1	3		
	♂							0		
	♀		37				6	0		
	計	18	37	2	1	28	7	3	93	7
	生息密度	3.12	1.22	0.19	0.05	3.01	0.47	0.23	0.97	0.47
	カレイ類	2	3	1	2	3	7	12	23	7
	生息密度	0.35	0.10	0.09	0.10	0.32	0.47	0.68	0.25	0.47
	ゲンゲ類	23	102	38	101	74	61	136	474	61
	生息密度	3.99	3.36	3.58	5.27	7.96	4.11	7.66	5.10	4.11
	バイ類	1	15	5	11	0	2	8	40	2
	生息密度	0.17	0.49	0.47	0.57	0.00	0.13	0.45	0.43	0.13
	エビ類	2	13	8	25	2	0	22	72	0
生息密度	0.35	0.43	0.75	1.31	0.22	0.00	1.24	0.77	0.00	
イソギンチャク類	0	14	11	21	6	19	10	62	19	
生息密度	0.00	0.46	1.04	1.10	0.65	1.28	0.56	0.67	1.28	

注)保護区における生息密度は第8回を除いて算出

ズワイガニは保護区内で 93 個体、対照区内で 7 個体の合計 100 個体が出現した。成長段階別には成体が多数を占め、稚ガニは観察されなかった。また雌雄の判別については、可能な場合とそうでない場合があり、全体としての割合は不明であるが、保護育成礁での観察例を除けば、メスガニの割合が多かった。また、保護育成礁以外では背後をダーリアイソギンチャク等に近接させる個体が多く観察された。さらに、第 2 回潜航時にはズワイガニが 13 個体で集団を形成する様子が確認された(写真 1)。画像から判断するといずれもメスガニであり、調査時期は産卵期にあたらないことから交尾以外でこのような集団形成は珍しく、行動生態学的にも貴重な記録が得られた。第 8 回潜航時には、保護育成礁の直下に定位するズワイガニが 3 個体観察された(写真 2)。

カレイ類は、ほとんどがアカガレイであり、総観察尾数は 30 尾で、ズワイガニの 3 割程度の出現であった。

ゲンゲ類については、大多数がノロゲンゲであり、僅かにタナカゲンゲ、クロゲンゲが出現した。総観察尾数は 535 尾とズワイガニの 5 倍の出現量であった。

エゾバイ類については、エッチュウバイ、オオエッチュウバイ、ツバイが出現した。

エビ類については、ほとんどがモロトゲアカエビであった。

クモヒトデ類は映像からは種の同定はできなかった。

イソギンチャク類は、ほとんどがダーリアイソギンチャクであった。総観察個体数は81個体であり、ズワイガニと同程度の出現量であった。



写真1 保護区域内で観察されたズワイガニの集団形成状況



写真2 保護育成礁に定位するズワイガニ

### ③ズワイガニの生息密度

ズワイガニの生息密度の算定結果を表4に示す。保護区における生息密度は0.05～3.12尾/100㎡であり、保護育成礁の東部で生息密度が高く、西部で低い結果となった。保護区全体の合計は0.97尾/100㎡、また第2回の特異的な集団形成（パッチ）を除けば0.83尾/100㎡であった。一方、対照区では0.47尾/100㎡であり、ROV調査においても保護区内の生息密度が対照区よりも高い傾向を示した。

表4 ズワイガニの生息密度の算定

潜航回	地区	観察尾数	視界幅	走行距離	観察面積	生息密度	
		n	B(m)	l(m)	A(㎡) B×l	(尾/100㎡) n/A	(尾/ha)
第1回	(保護区)	18	1.76	327.3	576.05	3.12	312
第2回	(保護区)	37	1.76	1726.1	3037.94	1.22	122
第3回	(保護区)	2	1.76	603.5	1062.16	0.19	19
第4回	(保護区)	1	1.76	1088.1	1915.06	0.05	5
第5回	(保護区)	28	1.76	528.4	929.98	3.01	301
第6回	(対照区)	7	1.76	843.2	1484.03	0.47	47
第7回	(保護区)	4	1.76	1008.2	1774.43	0.23	23
保護区計	*パッチを含む	90	1.76	5281.6	9295.62	0.97	97
保護区計	*パッチを除く	77	1.76	5281.6	9295.62	0.83	83
対照区計		7	1.76	843.2	1484.03	0.47	47

### ④保護育成礁の状況

今回の調査で観察した保護育成礁はFP魚礁(2個のブロックの密着設置)2組、プラス魚礁1基で、それぞれの機種名・設置位置・設置状況を表5に示す。

観察された3基の保護育成礁はいずれも底質中に沈下していた。映像から推定される沈下量は、FP魚礁で20～25cm、プラス魚礁で40～50cmであった。

保護育成礁表面に付着していた動物種はエゾバイ類、モロトゲアカエビ等のエビ類、ウミシダ類、イソギンチャク類等で、いずれのブロックも、着生種・量ともに大きな差異は

見られなかった。

また、保護育成礁周辺の海底付近で観察された動物は、FP 魚礁ではズワイガニ・エビ類・エゾバイ類・ゲンゲ類・マダラの生息が確認された。また、プラス魚礁直近ではズワイガニ・エゾバイ類・クモヒトデ類・マダラの生息が確認された。また、両保護育成礁の潮上や潮下方向ではツノナシオキアミ・ニホンウミノミのスウォームが観察された。

表 5 観察された保護育成礁の状況

	機種名 (保護育成礁No.)	設置位置 (世界測地系)	設置状況 (洗掘・沈下等)
第 4 回潜航	FP 魚礁 (F-27)	N 36° 02.8464' E134° 45.5521'	沈下のみ 20~25 c m
第 7 回潜航	プラス魚礁 (P-10)	N 36° 02.8707' E134° 45.2411'	沈下のみ 40~50 c m
第 8 回潜航	FP 魚礁 (F-22)	N 36° 02.9430' E134° 46.1235'	沈下のみ 20~25 c m

### ⑤保護育成礁の機能評価

ROV 調査より得られた観察結果から、保護育成礁周辺の魚介類の模式を図 12 に示す。

ここで保護育成礁周辺とは、礁単体より概ね 5~10m の範囲を示しており、保護育成礁を中心に付着動物やベントス、プランクトンが際立って多く、魚介類も高密度に分布していた。保護育成礁を中心に独自の生態系が形成されているものと推察され、沿岸域における魚礁と、それを取りまく生物群と類似した蝟集状況を示した。また、ズワイガニが保護育成礁直下に定位している場合も認められた。

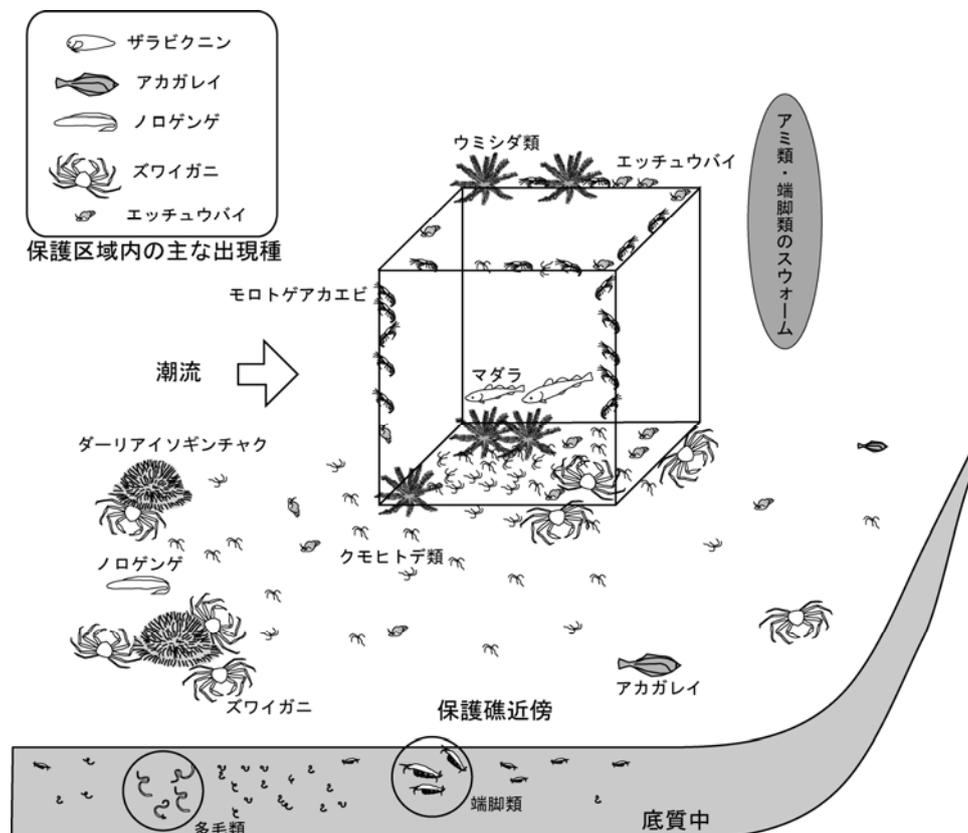


図 12 保護礁周辺の魚介類分布の模式

### 生活型による分類

保護育成礁周辺の魚介類について生活型による分類を行うと付着生物、ベントス、魚類、動物プランクトンに大別され、それぞれのカテゴリーに該当する種名を以下に示した。

[付着生物（固着・潜入動物）] ※構造物表面を主たる生息場としている底生動物

ウミシダ類、エッチュウバイ、モロトゲアカエビ、イソギンチャク類

[ベントス] ※海底面を主たる生息場としている底生動物

クモヒトデ類、ズワイガニ、エッチュウバイ、ダーリアイソギンチャク、多毛類、端脚類、有孔虫

[魚類]

マダラ、アカガレイ、ザラビクニン、ノロゲンゲ

[動物プランクトン]

アミ類（ツノナシオキアミ）、端脚類（ニホンウミノミ）

### 機能別分類

本調査で得られた結果から、保護育成礁周辺に分布する生物群の生息空間の機能的分類を表6に示す。保護育成礁は「餌場」、「隠れ場」、「休息場」、「産卵場」に大別された。また隠れ場と休息場については、概念は異なるが、観察結果で明確な区分ができないことから、同一の括りとした。

餌場機能としては、保護育成礁の立地する水深帯は、有光層よりも深いことから一次生産は行われず、マリンスノーのような沈降有機物を出発点とする食物連鎖であると推定される。後述する底質調査の結果から海底面の有機物量は多いことがわかっており、保護礁直下では、クモヒトデ類の蝸集が観察されている。また、保護育成礁表面にはモロトゲアカエビやエッチュウバイが付着して摂餌しているものと思われる。また、保護育成礁周辺には動物プランクトンのスウォームが形成され、流下有機物を摂餌していると思われる。

隠れ場・休息場機能としては、マダラやズワイガニが保護育成礁の直下に定位していることが観察された。ズワイガニは、ダーリアイソギンチャクやウミシダ等に背面を向けて定位しており、構造物をこれらにみたてて、同様に定位しているものと思われた。

産卵場機能としては、保護育成礁内でメスガニが多く観察され、カニカゴ結果からは、その多くが抱卵個体であることが明らかになっている。従って、保護区域内が抱卵個体の保護育成に寄与していると考えられた。

保護育成礁によって創出される空間により、こうした新たな機能が付加されており、多様な生物が生息し、これらは食物連鎖を通じて相互に関係しているものと思われる。ズワイガニ保護育成礁においては、これまで、ともすると漁獲からの保護効果のみに着目されていたが、生息空間の創出効果や餌料培養効果といった増殖効果が備わっているものと考えられた。

表 6 保護育成礁の機能分類

機能	説明	主な種名	写真 3
餌場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保護礁近傍における動物プランクトンのスウォーム</li> <li>・保護礁直下に蛸集するクモヒトデ類</li> <li>・保護礁に付着して摂餌</li> <li>・デトリタスの多い海底面</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アミ類</li> <li>・クモヒトデ類</li> <li>・モトゲアカイ、イッチュウバイ、ウミシダ類</li> <li>・多くの種</li> </ul>	① ② ③
隠れ場 休息場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保護礁内に定位</li> <li>・ダーリアイソギンチャク、ウミシダ類、構造物の背後に定位</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マダラ</li> <li>・ズワイガニ</li> </ul>	④ ⑤
産卵場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保護区域内における抱卵個体の出現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ズワイガニ</li> </ul>	⑥



写真 3 保護育成礁周辺の生物分布状況

(3) 生息環境調査

①水質調査結果

水質調査結果を表 7、図 13 に示す。水温は両地点ともに表層で 24℃台から、底層の 1℃台まで水深とともに減少した。また、水深 120~150m 付近にかけて躍層がみられた。海底付近の水温はいずれも 1℃であった。

塩分は両地点ともに表層から下層まで 33~34psu と大きな変化はなく、表層から水深 30m までは増加し、それ以深では 34psu で安定していた。

表 7 水質調査結果

水深 (m)	保護区 N36° 3.76' E134° 46.76' (水深291m)			対照区 N36° 1.74' E134° 42.90' (水深290m)		
	水温 (°C)	塩分 (psu)	$\sigma_t$	水温 (°C)	塩分 (psu)	$\sigma_t$
0	23.67	33.27	22.43	23.52	33.25	22.46
50	17.49	34.49	25.01	17.83	34.37	24.83
100	14.32	34.43	25.68	15.19	34.34	25.42
150	9.01	33.97	26.31	6.61	34.02	26.70
200	1.96	34.06	27.22	1.47	34.06	27.26
250	1.13	34.07	27.29	1.11	34.07	27.29
280	1.01	34.07	27.30	1.02	34.06	27.29

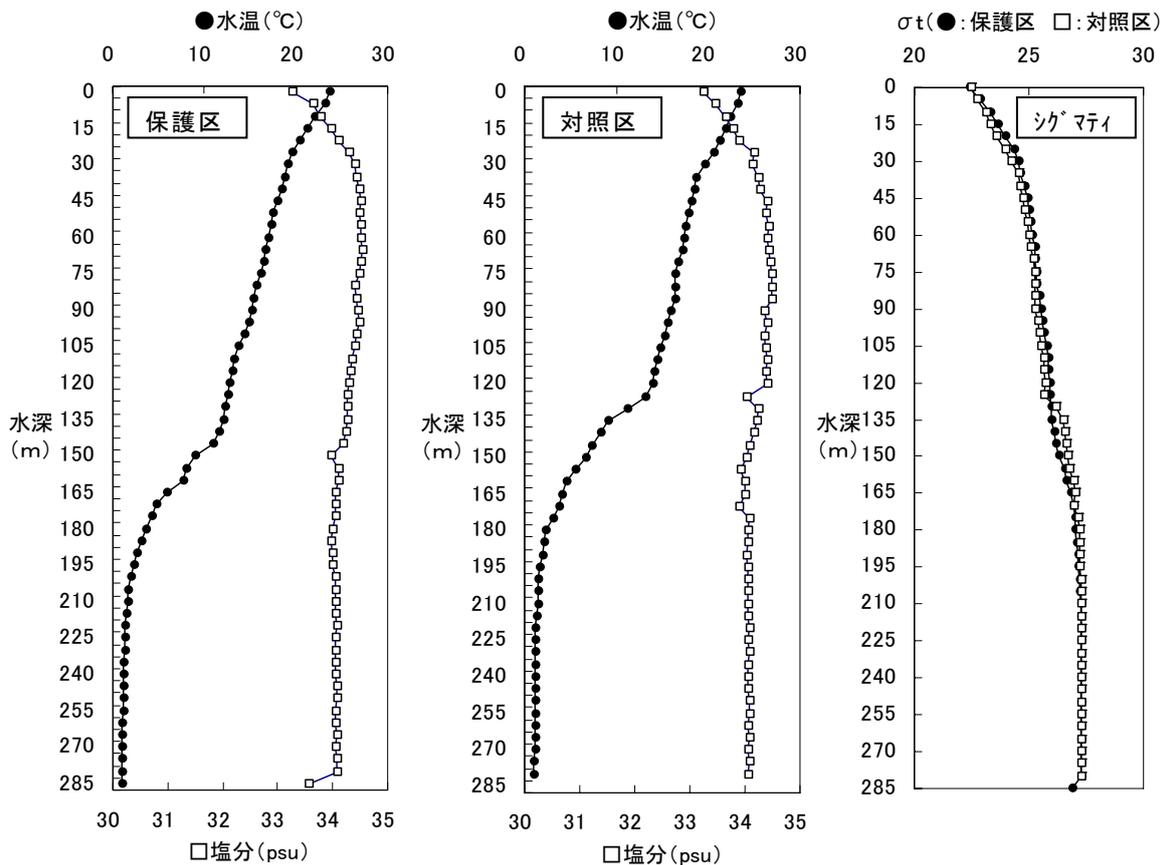


図 13 水質調査結果

## ②底質

底質調査結果を表 8 に、粒度組成を図 14 に示す。

粒度組成は、保護区および対照区ともに、シルト・粘土分がそれぞれ 50% 近くを占め、砂分が若干混じっていた。中央粒径は保護区が 0.0047mm に対し、対照区では 0.0051mm と同様であった。COD、強熱減量についても概ね同程度の水準を示していた。

COD の値による海域の栄養階級区分では「富栄養域」に相当した。なお、保護育成礁の直近においては、周囲と底質環境が異なることが予想されるが、これを裏付けるサンプリングは行われていない。

表 8 底質調査結果

分析項目		津居山沖 保護区	津居山沖 対照区
粒 度 組 成 (%)	粗砂分(0.85-2mm)	0.0	0.0
	中砂分(0.250-0.85mm)	0.3	0.5
	細砂分(0.075-0.250mm)	0.5	0.7
	シルト分(0.005-0.075mm)	47.7	49.1
	粘土分(0.005mm未満)	51.5	49.7
50%粒径(mm)		0.0047	0.0051
COD (mg/g)		23.8	20.6
強熱減量(%)		12.0	11.5

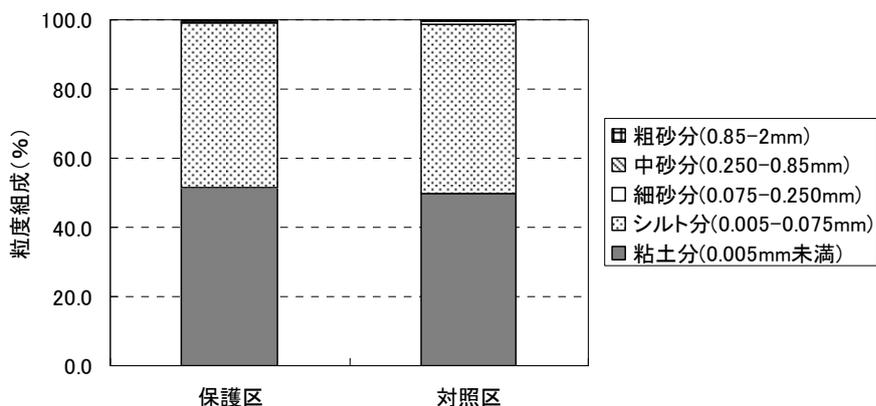


図 14 粒度組成

## ③底生生物

餌料生物の概要を表 9 に、出現組成を図 15～16 に示す。

保護区、対照区ともに同様の傾向を示した。種類数は 11～12 種であり、個体数はいずれも 14 個体/0.1 m<sup>2</sup>であった。種類数、出現個体数ともに沿岸域と比べると少ない傾向を示した。主な出現種は原索動物門の有孔虫や棘皮動物門のクモヒトデ類、環形動物門の多毛類、節足動物門の端脚類、軟体動物門等であったが、いずれも個体数が少なく、優占種に相当するものはなかった。

表 9 底生生物の概要

調査年月：平成19年7月9日

調査場所	津居山沖保護区		津居山沖対照区	
種類数	11		12	
個体数合計 (個体/0.1m <sup>2</sup> )	14		14	
湿重量合計 (g/0.1m <sup>2</sup> )	0.518		2.006	
主要種	(原)有孔虫目	2 (14.3)	(原)有孔虫目	3 (21.4)
[個体数]	(環)ミズヒキゴカイ科	2 (14.3)	(棘)スナモミ科	2 (14.3)
単位:	(節)端脚目	2 (14.3)	(環)スピオ科	1 (7.1)
個体/0.1m <sup>2</sup>	(環)ナテヅメ科	1 (7.1)	(索)腸鰓目	1 (7.1)
(組成比率%)	(軟)ホバ属	1 (7.1)	(環)ナテヅメ科	1 (7.1)
	その他	6 (42.9)	その他	6 (42.9)
主要種	(環)ナテヅメ科	0.176 (34.0)	(棘)スナモミ科	1.118 (55.7)
[湿重量]	(軟)ホバ属	0.153 (29.5)	(環)スピオ科	0.375 (18.7)
単位:	(環)カハナケツゴカイ	0.134 (25.9)	(索)腸鰓目	0.360 (17.9)
g/0.1m <sup>2</sup>	(軟)ケダウミヒモ属	0.026 (5.0)	(環)ナテヅメ科	0.071 (3.5)
(組成比率%)	(環)ミズヒキゴカイ科	0.013 (2.5)	(棘)ケモミ科	0.044 (2.2)
	その他	0.016 (3.1)	その他	0.038 (1.9)

注) 種名の前の略号は以下の通り。原：原生動物門、軟：軟体動物門、環：環形動物門、節：節足動物門  
棘：棘皮動物門、索：原索動物門

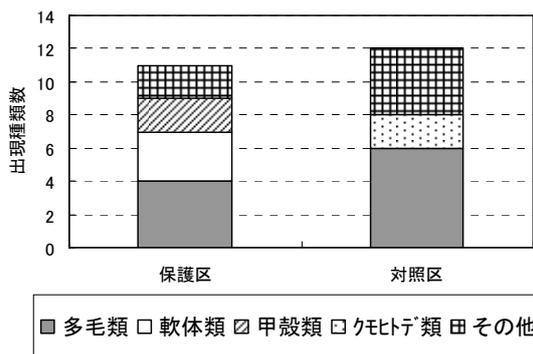


図 15 底生生物の出現組成 (種別)

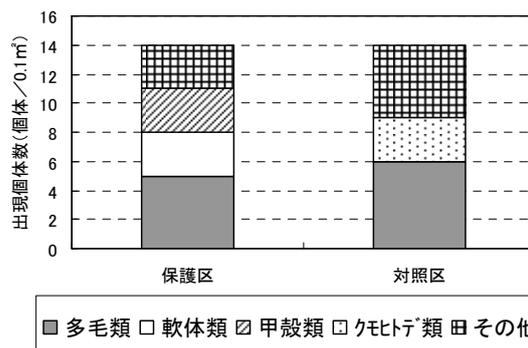


図 16 底生生物の出現組成 (個体数別)

#### ④ C N安定同位体

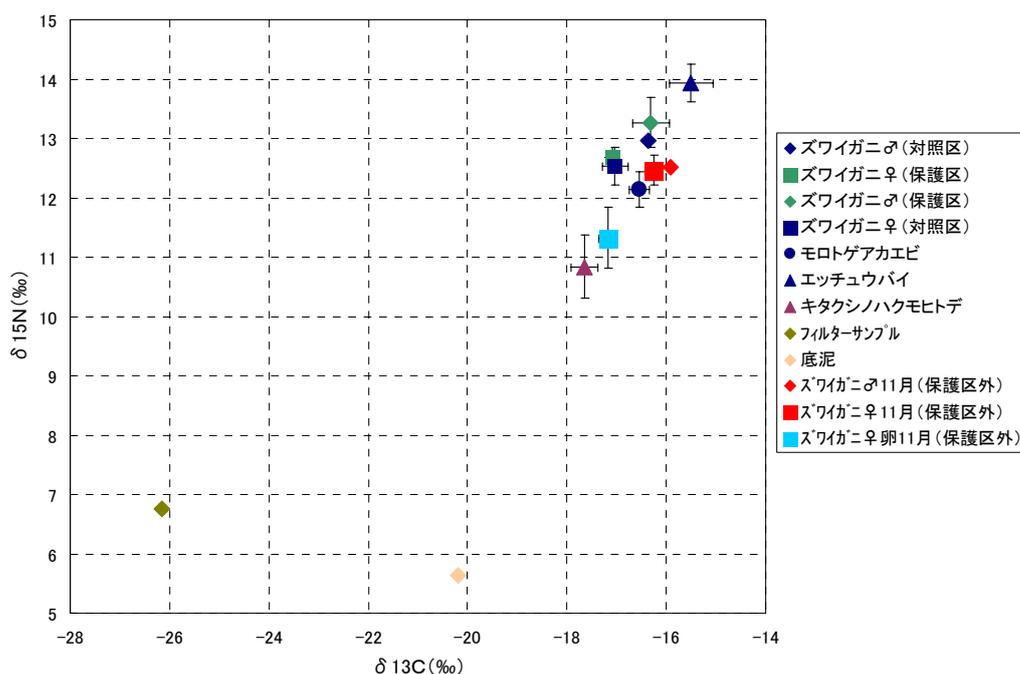
C N安定同位体の調査結果を表 10 および図 17 に示す。これまで、生態系における食物網の解明は、直接観察や胃内容物分析などの手法がとられてきた。これらの手法は、その時々瞬間的な観察知見であり、十分なデータが取得される場合を除き、データの取得時期や回数、方法などにより、精度が大きく異なる恐れがある。近年、炭素や窒素などの安定同位体比から定量的に食物網の解析を実施した成果が多く報告されている。一般的に、餌生物と捕食者の炭素、窒素安定同位体比（以下、 $\delta^{13}C$ 、 $\delta^{15}N$  という）は、 $\delta^{13}C$  で 1~1.5‰ 程度、 $\delta^{15}N$  で 3~4‰ 上昇することが知られている。胃内容物分析による既存の知見及びデータが少ないと思われるが今回の安定同位体分析による知見をあわせて、保護育成礁近傍の食物連鎖を以下のように推定した。

本海域の底泥は有機物に富み、クロロフィル含量も高いことから、餌としての質は高いと推定される。これは、底泥を基点とする食物網に属する動物にとって、比較的餌条件がよいことを意味すると思われる。今回測定したズワイガニなどメガロ

ベントス4種については、 $\delta^{13}\text{C}$ の値から、底泥の有機物を基点とする底生生態系に属すると推定される。底泥の $\delta^{15}\text{N}$ が平均5.64であり、ズワイガニの筋肉は12~14である。また、一般にズワイガニは雑食性で栄養段階の異なる食物を摂餌することから、みかけの $\delta^{15}\text{N}$ 値は低下することも考えられる。従ってズワイガニは底泥から栄養段階で2~3段階程度上位にいるものと推測される。

表 10 CN安定同位体比の測定結果

種名	標本数	炭素安定同位体比			窒素安定同位体比		
		平均	標準偏差	標準誤差	平均	標準偏差	標準誤差
キタクシノハクモヒトデ	20	-17.65	0.27	0.06	10.84	0.53	0.12
エッチュウバイ	5	-15.50	0.44	0.10	13.94	0.31	0.07
モロトゲアカエビ	5	-16.54	0.21	0.05	12.14	0.29	0.07
ズワイガニ オス(保護区)	10	-16.32	0.37	0.12	13.27	0.42	0.13
ズワイガニ メス(保護区)	10	-17.09	0.14	0.05	12.68	0.17	0.06
ズワイガニ オス(対照区)	10	-16.36	0.22	0.07	12.97	0.27	0.09
ズワイガニ メス(対照区)	3	-17.03	0.25	0.14	12.53	0.31	0.18
ズワイガニ オス11月(保護区外)	2	-15.90	0.24	0.17	12.52	0.39	0.27
ズワイガニ メス11月(保護区外)	10	-16.25	0.18	0.06	12.47	0.26	0.08
ズワイガニ メス卵11月(保護区外)	10	-17.18	0.18	0.06	11.32	0.52	0.16
フィルターサンプル	2	-26.16	0.50	0.35	6.76	0.08	0.05
底泥	2	-20.20	0.56	0.39	5.64	0.24	0.17



注) エラーバーは平均±標準偏差

図 17 兵庫県沖日本海（津居山沖ズワイガニ保護礁）周辺のCNマップ

## 2. 既存資料調査による自然・社会条件の概略把握

### (1) 日本海西部の自然条件

#### ① 海底地形・底質

山陰沿岸海域は地形的・地質的に日本海西部を構成する対馬海盆の南縁部である対馬海峡から隠岐諸島にかけての山口・島根沖、日本海東南部を構成する大和海盆の南縁部である隠岐諸島から若狭湾へかけての鳥取・兵庫沖、および対馬海盆と大和海盆を分ける隠岐諸島、隠岐海脚に続く隠岐海峡部に分かれる。

山陰沖の海底地形において特徴的なことのひとつは、深い大陸棚（縁辺台地）の発達である。通常の水深 140m 付近の大陸棚外縁の外側に 230~500m の大陸棚外縁がある。この深い大陸棚は古い時代の段丘面が沈降したものと考えられている。<sup>2)</sup>

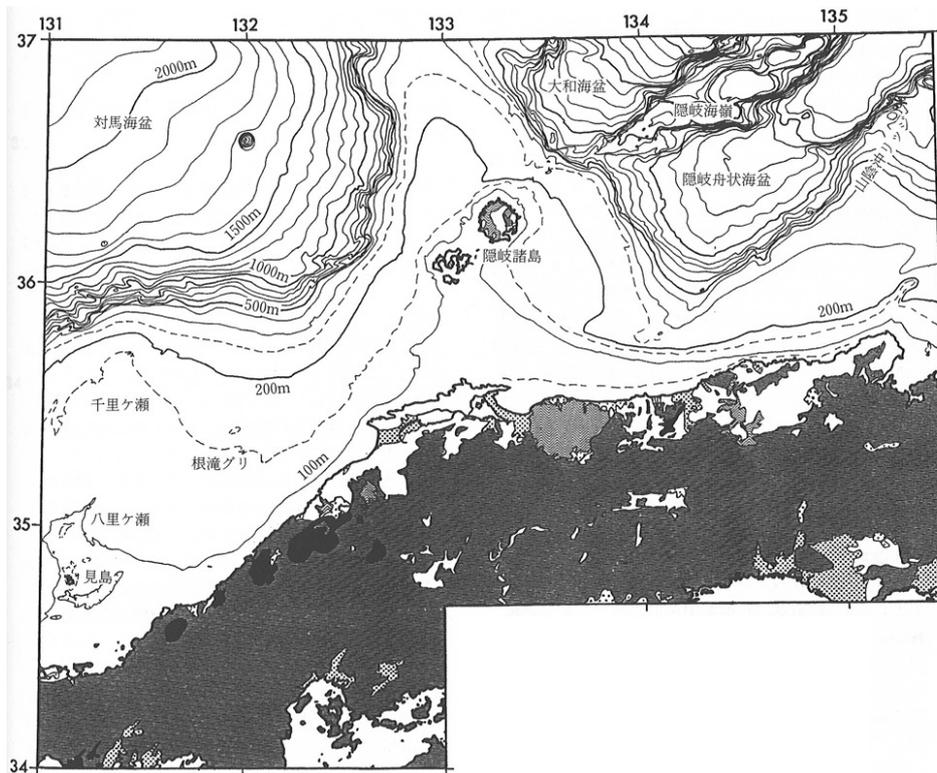


図 18 山陰沖の海底地形

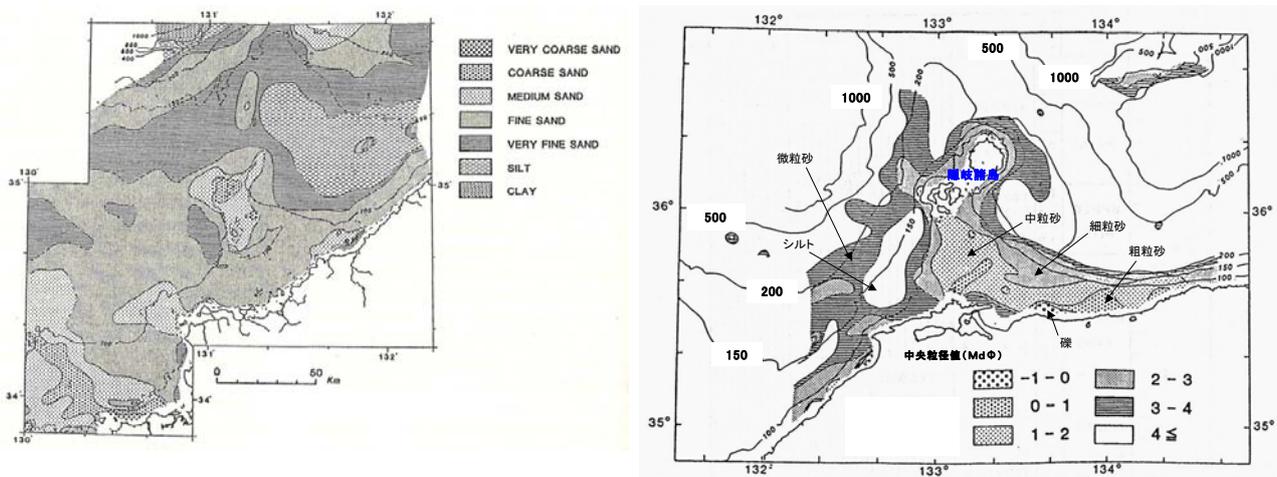


図 19 山陰沖の底質

## ②気象

日本海西部地区が含まれる山陰地方の気候は一般的には日本海型気候に属しているが、島根県の中部を境として東部は冬に多雨多雪の北陸型に近く、西部は北九州の気候に類似している。

## ③海象

島根半島北端の多古鼻岬の波浪観測統計によると、うねりの方向は北西が圧倒的に多く波浪階級 5 以上の時の風は西又は北西の風速 13m/s 以上のことが多い。北東系の風は風向が一定して、長い間吹き続け、吹送距離も長いので波は発達する。西郷岬や江津海岸の波浪統計では風速 10m/s で北東風の時には波浪階級が 6 で、同じ風速の西風系では 5 となっており、波浪としては北東系の風の方が高くなる。

山陰沿岸域の流況は、対馬海峡から日本海に流入する対馬暖流に大きく影響されている。対馬暖流の流路は、冷水域及び暖水域の発生、移動、消滅等に左右され、変化に富んだものとなっている。その流速は、局所的には 2 ノットを越すこともあるが、一般には 0.5~1.5 ノット程度で、流路の判断が困難な場合もある。

一方、日本海西部海域の水深 200~300m 以深は、日本海固有水と呼称される水温 0~1℃程度、塩分 34.1 程度のほぼ均一で独立した水塊で占められている。海底付近はこの水塊の影響を受け、流れは緩やかである(水深 240~260m で最大流速 0.2~0.25m/s 程度)。

## (2)日本海西部におけるズワイガニ・アカガレイ漁業

### ①漁業構造

日本海西部におけるズワイガニ・アカガレイを対象とした漁業は、沖合底びき網漁業が主体であり、小型機船底びき網、及びかご漁業でも漁獲される。このうち小型底びき網漁業によるズワイガニの漁獲は、石川県、福井県、京都府が主体であり、各府県の地先海域を主漁場としている。ズワイガニを主要な漁獲対象とする沖合底びき網漁業は、兵庫県、鳥取県の 1 そうかけ回しによる操業が主体である。島根県の沖合底びき網漁業は 2 そうびきであり、上記のかけ回しとは操業方法が異なる。2 そうびきの場合、漁獲対象は魚類が主体でズワイガニは漁獲されていない。なお、島根県の小型底びき網漁業も同様で、2 そうびき沖合底びき網漁業とほぼ同じ漁場で魚類を主体として操業している。

### ②漁期・漁業規制

日本海西部におけるズワイガニ漁業には、資源保護を目的とした種々の漁業規制が行われている。漁業規制は「承認漁業等の取締りに関する省令」を基本とし、日本海西部(石川県から島根県)の関係漁業者による自主的な規制として「日本海ずわいがに採捕に関する協定」がある(表 11)。

これらの規制に加え、より厳しい内容の自主的な規制が各府県で設定されている。兵庫県、鳥取県ではオスガニにも漁獲サイズ規制を行っている。また、ミズガニに関しては 6 府県全てで省令よりも厳しいサイズ規制が行われ、漁獲尾数が制限されている。加えて水ガニは、京都、兵庫、鳥取の各府県では協定よりも操業期間が短く定められている。

雌ガニに関しても、漁獲対象となるのはクロコ(成熟した卵を腹に抱える雌ガニ)のみで、漁獲量も制限されており、兵庫県、鳥取県では体長制限も定められている。

大臣承認漁業である島根県のずわいがに漁業(かご)は、漁期が省令よりも短く設定されており、雌ガニは全面的に採捕禁止となっている。

表 11 省令及び協定の内容

項目		承認漁業等の取り締まりに関する省令 (採捕の制限等)	平成19年度日本海ズワイガニ採捕に関する協定 (採捕時期及び尾数制限)
採捕禁止 期間 <sup>注1)</sup>	オスガニ	3月21日～11月5日	同 左 (採捕始期:11月6日～終期:翌年3月20日)
	ミスガニ <sup>注2)</sup>	同 上	3月21日～12月20日 (採捕始期:12月21日～終期:3月20日)
	メスガニ	1月21日～11月5日 かご漁業はメスガニ全て採捕禁止	1月11日～11月5日 (採捕始期:11月6日～終期:1月10日)
漁獲サイズ	オスガニ	甲幅9cm未満の採捕禁止	同 左
	ミスガニ	同 上	同 左
	メスガニ	未成熟ガニの採捕禁止 (腹節の内側に卵を有していないメスガニ)	アカコ <sup>注3)</sup> 、マンジュウガニ <sup>注4)</sup> は採捕してはならない
漁獲量 <sup>注5)</sup> (1航海当り)	オスガニ	規定なし	同 左
			24時間以内 1,000尾以内
	ミスガニ	規定なし	48時間以内 2,000尾以内
			48時間以上 3,000尾以内
	メスガニ	規定なし	24時間以内 6,000尾以内
			48時間以内 10,000尾以内
			48時間以上 20,000尾以内

④ズワイガニの漁業生産動向

日本海西部におけるズワイガニの漁獲量は1970年を境に急激に減少し、1988年からの5年間は2,000トンを下回る状況が続いた。その後、漁獲量は増加傾向に転じ、平成16年には4,665トンにまで回復したものの、往時の1/3の水準にとどまっている。

生産額は、魚価水準の低下の影響から、平成8年から11年までは水揚量の増大にもかかわらず生産額は減少したが、平成9年以降は魚価が下げ止まったことから、漁獲量の増大に伴い生産額も増大傾向が続いている。

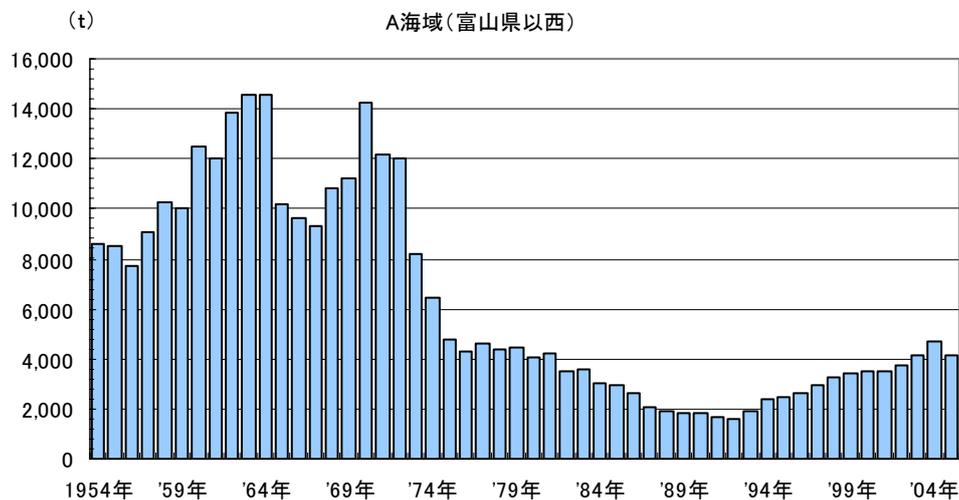
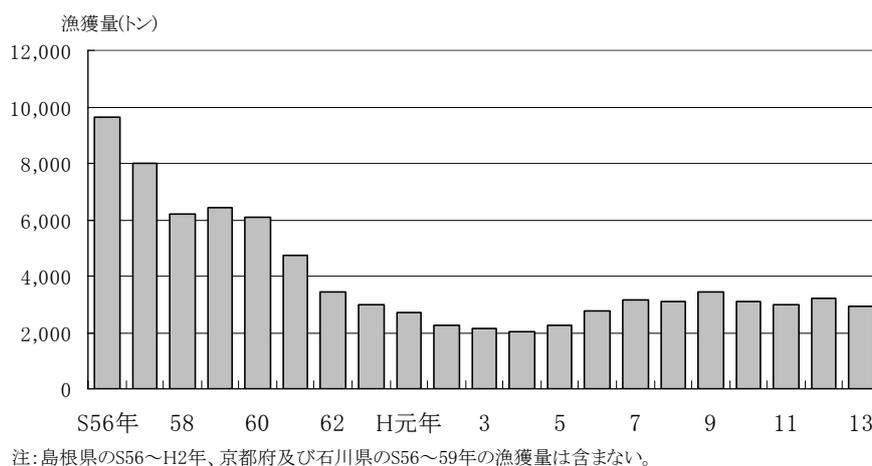


図 20 日本海西部におけるズワイガニ漁獲量<sup>1)</sup>

⑤アカガレイの漁業生産動向

アカガレイは農林水産統計に単一魚種としての統計が計上されておらず、正確な漁獲量の把握ができない。しかし、水産試験場のデータによると、昭和60年頃までは少なくとも6,000トンを上回る漁獲量があり、その後平成3年頃までは急激な減少が続いたことが予想されている。平成7年以降は3,000トン台にまで回復し、これが近年まで維持されている。府県別では石川県が最も多く漁獲しており、福井県、鳥取県がこれに次ぐ。これら

3 県で日本海西部のアカガレイ漁獲量の約 7 割を漁獲している。



出典：各府県水産試験場データ

図 21 日本海西部におけるアカガレイ漁獲量の推移

### (3) 韓国船等の外国漁船による操業実態

#### ① 違法操業の実態

隠岐北方海域や浜田沖で暫定水域の境界線に沿って韓国船による底刺網・カニかご・バイかご等の違法操業が頻発している。暫定水域境界の 10 マイル程度日本側に入った海域で操業することが多いようである。違法操業が頻発する時期は、韓国でズワイガニの漁期となる 11 月～5 月である。上記 3 漁業種類による操業が主体で、いずれも設置型漁具を用いる漁法である。

カニかご漁業の標準的な使用漁具構成は日本におけるズワイガニかご漁業とほぼ同じである。バイかご漁業における標準的な使用漁具構成は、1 連あたり全長 7～8km の幹縄に 1,000～2,000 個に及ぶかごを取り付けるものである。また、底刺網の標準的な構成は、1 反あたり 90m の刺網を 30 反程度連結して使用するものである。したがって、全長が 2.7km 程度となる。

底刺網・カニかご・バイかごによる違法操業は、ズワイガニ及びバイ貝を目的としており、それら資源への悪影響を及ぼすことは明白である。バイかご漁業は、直接ズワイガニを漁獲対象としたものではないが、稚ガニの混獲が懸念されることから、ズワイガニ資源にも悪影響を及ぼすと考えられる。

また、韓国船のものと思われる廃棄漁具が、わが国排他的経済水域で多量に回収されており、老朽化した漁具の海上投棄も大きな問題となっている。

#### ② 外国漁船による違法操業等の取締状況

外国漁船（ほぼ韓国漁船）による違反漁具の取締状況を表 5-28 に示した。違反漁具押収の件数としては毎年横ばい状態である。違法操業を行う韓国船の隻数自体も減少傾向にあるが、特定の漁船が常習的に違法操業を行い、かつその手口は巧妙化していることから、その被害が減少している状況とはいえない。なお、かつては北朝鮮船等の日本漁船への当て逃げ等があったが、ここ数年では報告はない。

このような状況に対し、水産庁所管の漁業取締船は1隻あたり1回あたり10日間程度の航海をし、交代で監視する体制を取っている。これにより常に1隻は違法操業の多い海域を監視する状況をつくっている。暫定水域ラインに沿って航行するライン取り締りも行っているが、夜間に暫定水域ラインを超えてわが国200海里水域の内側10マイル程度まで入り込んでくる違法操業船もある。これらの船をレーダーで確認し、韓国船と認識してから取り締ることになるが、韓国船と認識した段階では拿捕する前に逃げられることが多いようである。そのため、違法漁具の撤去が重要な対策となる。

押収した漁具は3年間証拠品として保管し、保管期間が満了する直前に検査を行って廃棄される。

表 12 違法漁具の取締状況

年	件数	刺網 km	カニかご 個	パイかご 個	アナゴ筒 個	はえ縄 km	漁獲物(海中還元) トン
1999	3	44		17			無集計
2000	2		85	275			無集計
'01	6	39	335				無集計
'02	13	183	1,754				無集計
'03	26	139	292	6,306	10,492		ズワイ 34 ベニズワイ 5 パイ貝 10 ヌタウナギ 2 その他 2 計 53
'04	34	112	159	21,012	1,678		ズワイ 16 ベニズワイ 7 パイ貝 38 その他 1 計 62
'05	33	77	97	3,793		20	ズワイ 17 ベニズワイ 3 パイ貝 5 エイ 4 その他 1 計 30
'06	26	47		290		4	ズワイ 9 エイ 2 その他 ー 計 11
'07	21	69		1,248	12,358	4	ズワイ 12 ヌタウナギ 3 パイ貝 2 その他 1 計 18
計	164	710	2,722	32,941	24,528	28	

(4) 漁業以外の海域使用実態

①海底に敷設した通信用ケーブル

日本海西部海域にはKDDIが敷設した通信用海底ケーブルがあるが、現在、全て使用されておらず、一部は既に撤去されている。

②その他（石油等の掘削）

かつて、兵庫県香住沖にて帝国石油株式会社が橈をたて、石油（もしくは天然ガス）の掘削を行ったことがあるが、不発として終わっている。

## 考 察

本業務の結果、以下の知見が得られた。

- (1) 現地調査によるズワイガニ既設保護育成礁の機能評価
  - ・調査海域の生息環境の概略が把握された。
  - ・保護区と対照区の生息密度・雌雄等の違いが示された。
  - ・保護育成礁の設置状況、餌料生物の状況、ズワイガニの分布状況が明らかになった。
  - ・保護育成礁の蝸集機能、餌料培養機能等の増殖機能の一端が示された。
- (2) 既存資料調査による自然・社会条件の概略把握
  - ・ズワイガニ増殖場整備に係る自然・社会条件が整理された。

本業務で得られたこれらの知見は、平成19年度直轄漁場整備マニュアル策定調査（水産庁）において「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～」の策定において重要な技術資料となった。また、平成19年度日本海西部地区漁場整備方針検討業務（水産庁）においては保護育成礁の増殖機能や保護育成礁単体の構造や配置を検討する際の参考とした。さらに、平成19年度日本海西部地区漁場施設管理手法等検討業務（水産庁）では、生物環境管理手法等を策定する際の参考とした。今後も引き続き、日本海西部地区特定漁港漁場整備事業を適切かつ効率的に推進するための基礎資料として利用されるものと考えられる。

## 摘 要

- ズワイガニ増殖場整備に係る自然・社会条件が整理された。
- カゴ網調査結果からズワイガニの総漁獲尾数は保護育成礁内は対照区を大きく上回った。雌雄では雌ガニが大部分を占め、甲幅から最終脱皮後の10歳と11歳であり、全て抱卵個体であった。保護区内の雄は最終脱皮後の12歳、13歳が殆どであった。
- ROV調査では、8回の潜航を行い、延べ6時間41分、総観察面積は約1haであり、100尾のズワイガニを観察した。また、保護育成礁を3基観察した。
- 保護区内では、ズワイガニのメスの13個体が重なりあうパッチや、保護育成礁直下に定位するズワイガニが観察された。
- 生息環境調査から、水質・底質は保護区、対照区とも大差なかった。水温は底層で1℃台、塩分は34psuであった。また、120～150mで水温躍層がみられた。
- 底質は、保護区、対照区ともにシルト・粘土分を主体とし、CODや強熱減量の数値は高く、CODの値から栄養階級区分を行うと「富栄養域」に相当した。
- 底生生物は、11～12種が出現し、個体数は14個体/0.1㎡であり、沿岸域と比べると種類数、個体数ともに少なかった。主な出現種は、有孔虫やクモヒトデ類、多毛類、端脚類、軟体類であった。
- ズワイガニの生息密度はカゴ網、ROVによって求められ、いずれの方法でも保護区が対照区よりも高い結果となった。
- カゴ網とROVによる生息密度の違いは、調査面積や、カゴ網の誘引面積、漁獲効率等の設定により変化するものであり、より正確な密度の推定方法が確立されることが望まれる。
- ROVの観察結果から保護育成礁では、独自の生態系が形成されているものと推察された。生活型による分類では、「付着生物」、「ベントス」、「魚類」、「動物プランクトン」に、生息空間の機能的分類では「餌場」、「隠れ場」、「休息場」、「産卵場」に分類され、従来からの保護効果に加えて、餌料培養効果や生息空間の創出効果といった増殖機能が発揮されていた。
- 増殖機能を強化するための礁単体構造としては、角形や面構造、柱と梁と面構造の複合型等があり、今後はそれらの定量化や、効果的配置についても更なる知見の集積が望まれる。
- 炭素・窒素安定同位体比の測定結果から、ズワイガニ、モロトゲアカエビ、エッチュウバイ、キタクシノハクモヒトデは底泥の有機物を出発点とする底生生態系に属すると推定された。今後は比較対象生物群を広げ、相互に比較しながら栄養段階や捕食-被食関係を明らかにすることが望まれる。

## 引用文献

- 1) 水産庁、水産総合研究センター、2007：平成18年度我が国周辺水域の漁業資源評価第1分冊、pp.433-454
- 2) 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編、1990：続・日本全国沿岸海洋誌、東海大学出版会、神奈川県秦野市、862p.