

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

小林啓二^{*1} 永井浩爾^{*2}

1990年10月に鳥取県沖合の水深220~239mの海域で、「しんかい2000」および「ドルフィン3K」を用い、ズワイガニ保護礁の設置状況と周辺海域の底生生物群集について観察を行った。その結果、次の知見が得られた。

- (1)海底のコンクリートブロック(5×5×5m)は、接地面が約30~40cm埋没しているが破損等はなく正常であった。
- (2)ズワイガニは、単体で海底に定座しているが分布密度は低い。各歩脚の指節部は底泥に埋没しているが、逃避行動から歩行速度は速いことが視認された。
- (3)底生生物は、ズワイガニの他魚類、ヤドカリ類、巻貝類、ヒトデ類およびイソギンチャク類が観察されたが、クモヒトデ類は全域に高密度に分布しており優占種とみられる。
- (4)キュウリエソは200m以深に多く出現するが、遊泳する群と、海底直上に静止し底泥を突つく群が観察された。遊泳方向は不規則で単体で行動する。海底直上の個体は、クモヒトデ類に捕食されるシーンが数多く観察された。

Ecological Observations of the Snow crab (*Chionoecetes opilio*) Conservation Reef and Macrobenthic animals Communities in the Sea off TOTTORI Prefecture.

Keiji KOBAYASHI^{*3} Kohji NAGAI^{*4}

The conditions of a snow crab conservation area established off the coast of TOTTORI Pref. at a depth of 220 to 239m were examined and macrobenthic animals Communities around this area were observed in October, 1990 by using "SHINKAI 2000" and "DOLPHIN 3K". As a result, the following facts were found out.

- (1) Although concrete block (5×5×5m) located on the bottom of the sea were buried at the surface in contact with the ground by about 30~40cm, they were kept in a normal state without suffering from any damage.
- (2) Each snow crab settled down alone on the bottom of the sea, though the distribution density was low. The dactylodite of each ambulatory leg of a

*1 鳥取県水産試験場 栽培漁業部

*2 鳥取県水産試験場 海洋漁業部

*3 Division of Culturing Fishery, TOTTORI Prefectural Fisheries Experimental Station.

*4 Division of Oceanic Fishery, TOTTORI Prefectural Fisheries Experimental Station.

snow crab was buried in the ground. However it was confirmed through observation that snow crab could walk fast in escaping.

(3) Other macrobenthic animals, pisces other than snow crab, hermit crab, snail, star fish and sea anemone were observed. Brittle star, which were distributed at a high density all over the area, were seemingly the dominant species.

(4) Pearlsides, which were frequently observed at a depth of 200m or more, were classified into swimming ones and those staying on the bottom of the sea while pecking the seabed mud. The direction of the swimming was irregular and each individual acted separately.

It was frequently observed that individuals immediately above the bottom of the sea were preyed upon by brittle stars.

1. はじめに

ズワイガニ *Chionoecetes opilio* はクモガニ科 *Majidae* に属する冷水性の大型種で、日本海のほかオホーツク海、ベーリング海、北部太平洋および北部大西洋等の中高緯度海域に広く分布している。

日本海では能登半島以西の日本海西南海域に多く生息し、主要な生息域は水深200~450m 前後の陸棚斜面に沿って帯状に連なり、この海域の底曳網漁業の重要な資源である。特に北陸地方では「エチゼンガニ」、山陰地方では「マツバガニ」と呼ばれ、古くからこれらの地方の代表的な特産品として重視されてきた。

鳥取県のズワイガニ漁業は、隠岐島周辺の陸棚縁辺台地が主漁場で、沖合底曳網（1そう曳）で漁獲されている。

日本海における本種の漁獲量は、1957年頃から急激に増大したが、その要因は漁獲努力の増加によるものと推測される。しかし1963年以降伸びは停滞し、単位努力当たりの漁獲量の減少、漁獲物の小型化等によって資源の減少傾向が懸念された。1966年以後漁獲量は急速に減少した。このような経過を鳥取県のズワイガニ漁獲量の推移で見ると、1952年に1,121トンであったが1963年には5,280トンで最高を示した。その後次第に減少し始め1990年には僅か332トンが漁獲されたに過ぎない。

ズワイガニの資源保護は、その経済的な重要性から、日本海西南海域では1955年に農林省令による漁獲規制が行われている。また漁業者による漁

獲自主規制、さらに近年漁獲量の急激な減少にともない他海域からの移殖放流、魚礁設置による保護区域の設定等の事業が行われてきた。鳥取県では、1979年から1987年に沈船、コンクリートブロックによる保護礁の設置、1984年から1986年に在来資源への添加を目的に大和堆漁場からの移殖放流を行い資源の回復を図ったが、現在のところ漁獲量の回復傾向は認められていない。

今回の「しんかい2000」によるズワイガニ保護礁の潜航調査は、1981年鳥取県長尾鼻沖に設置されたコンクリートブロック礁で、このような深海の泥質海底に設置する試みは初めてであり、保護礁の効果を検討するため、沈設後の状況、周辺海域の底生生物群集について生態観察を行う目的で実施した。その結果2, 3の知見が得られたので報告する。

2. 調査方法

調査海域は、鳥取県長尾鼻沖約30km（水深240m）で、この海域は1979年から1987年の間に99トン型鋼船魚礁10隻、5m角型コンクリートブロック魚礁173個の設置、および1984年から1986年に大和堆漁場からズワイガニ雌74,168尾、雄23,770尾の移殖放流を行い、1984年にズワイガニの保護区域（2×2 哩）として指定された海域である（図1）。

調査対象海域の潜航位置、調査コースは母船「なつしま」による海底地形調査により行われ、「しんかい2000」の第507潜航として1990年10月10

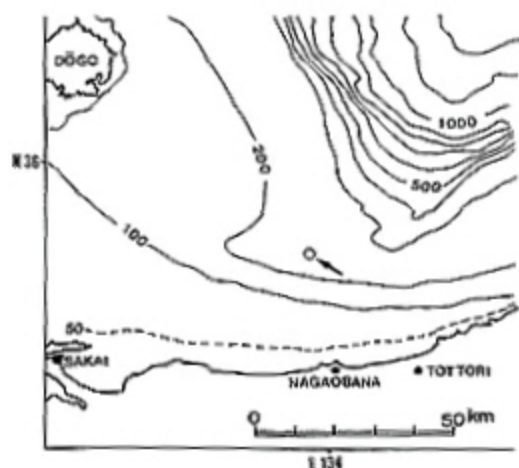


図1 鳥取県沖の海底地形と潜航位置図矢印は潜航場所を示す

Fig. 1 Bathymetric chart of the sea off TOTTORI Prefecture.

An arrow shows the diving location.

日に実施された。

調査は、1981年に沈設されたコンクリートブロック礁（5×5×5 m FP 魚礁）の設置とズワイガニの生息状況、および周辺海域の底生生物群集の生息状況を、目視および船外ステレオカメラ、船内スチルカメラで撮影し、さらに潜航中は船外ビデオカメラで連続録画を行った。

底生生物の観察は、本調査の事前調査として1990年10月2日に同海域で行われた「ドルフィン3K」の潜航撮影記録を併せ用いた。また試験船第1鳥取丸（147.87トン）を用い同海域で採集したクモヒトデSP.、キュウリエソの個体測定を行い体長組成を求めた。クモヒトデSP.は1990年10月22日、35°49.20N・133°56.60E、水深220m、キュウリエソは1991年4月23日、36°01.06N・133°48.96E、水深206～211mの場所でそれぞれ採集した。

環境調査は、水温の垂直分布をXBT装置、深度別の水温・塩分をSTD測定器で記録した。これらの資料と「しんかい2000」の航跡記録から調査海域の底質、コンクリートブロック礁の沈設状況、ズワイガニの生息状況および周辺海域の底生生物群集について検討した。

3. 結果および考察

3-1 潜航調査の概要

「しんかい2000」による潜航調査の概要は以下のとおりである。

潜航日：1990年10月10日（第507潜航）

潜航地点：鳥取県長尾鼻沖 35°49.20N・133°59.00E

潜航時刻：10時24分～13時43分

潜航時間：3時間19分

潜航深度：最大深度227m（220～227m）

海象状況：天候 BC，風向 NNE，風力 4，波浪 3，うねり 2，視程 8 遼

海底状況：底質泥，流向流速 220度方向へ 0.2Kt，視程 3 m

潜航海域は隠岐島の南東で海底地形は隠岐トラフの南西側に広く発達したゆるやかな平坦面で、大陸棚の外縁は東西に伸び海底勾配は西から東方向に深くなる（棚橋・山本，1988）。海底は泥質で、表面はシルト状の泥に覆われ動物の巣穴や這い跡、底曳網の曳網跡等が観察された。

「しんかい2000」の航跡図を図2に示した。潜航調査は、10時51分に水深220mの地点に着底した。着底後は目視観察と記録撮影を行いながら北方向へ航走した。離底時刻は13時31分で水深227mの地点で離底した。海底での観察時間は2時間40分、潜航距離は図2から750mであった。この間4地点でコンクリートブロック礁を視認したが、調査の前日（10月8日）に台風21号が接近通過したためか、海底の視程距離は3mで観察条件は必ずしも良くなかった。

3-2 海底の環境

潜航海域の水温および塩分をSTDで記録した。表面（水深3m）の水温は19.03℃、塩分は34.95‰であったが、水深220mの着底点では水温1.50℃、塩分は34.30‰が記録された。水深220～227mの潜航域の水温および塩分は、水温1.40～1.50℃、塩分は33.81～34.30‰の範囲であった。

XBTによる水温の垂直分布を図3に示した。海底の温度条件は底生生物の分布に重要な意味をもつものと考えられるが、海底の泥温と底層海水の温度との関係について、山陰沖の日本海の調査結果から非常に高い相関関係を示すことが知られ

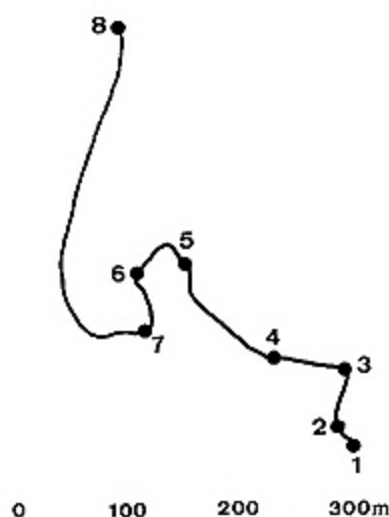


図2 「しんかい2000」第507潜航の航跡図

- 1 (10:51) 着底地点, 水深220m.
- 2 (11:04)
- 3 (11:18) 人工礁視認, 水深226m.
- 4 (11:38) 人工礁視認, 水深227m.
- 5 (12:02) 人工礁視認, 水深226m.
- 6 (12:19) 人工礁視認, 水深226m.
- 7 (12:27)
- 8 (13:01) クモヒトデ *sp.* の捕食行動観察。
(13:31) 離底, 水深227m.

() は時刻を示す。

Fig. 2 The track line of dive 507 of the submersible "SHINKAI 2000".

- 1 (10:51) Landing point, depth 220m.
- 3 (11:18) ~ 6 (12:19) Observational locations of conservation reef, depth 226 ~ 227m.
- 8 (13:01) Observations on predation behavior of the brittle star.
- (13:31) Take-off point, depth 227m. (indicate time).

ている(池原・片山・有田, 1987)。調査海域の200m以深の水温は2℃以下の冷温を示し, 日本海固有冷水域の特徴(水産庁, 1972)を示しているものと推察された。

塩分濃度は, 表層に比べ底層で若干低くなる傾向がみられた。また図2に示す着底点(水深220m)で34.30‰, st. 2(水深224m)で34.12‰, st. 3(水深226m)で34.06‰, st. 4-8(水深225.5~226.5m)では34.03~34.05‰と海底の塩分濃度は北方域で低くなる傾向を示している。

底質は, 目視観察による「しんかい2000」着底時の底泥のまいりから, 海底表面はシルト状の

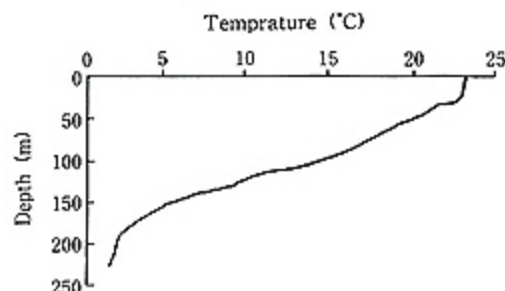


図3 潜航海域のXBTによる水温の垂直分布

1990.10.10 (09:28)

35°49.12N, 133°59.27E

Fig. 3 Vertical distribution of the water temperature at the diving area using XBT.

1990.10.10 (09:28)

35°49.12N, 133°59.27E

泥質堆積物に広く覆われていることが類推されるが, コンクリートブロック礁の沈没状況から推察すると, 海底の泥質はそれほど軟弱な地盤でないものと判断された。

3-3 人工礁の設置状況

潜航海域に設置されているズワイガニ保護礁は, 5×5×5mの角型コンクリートブロック(以下, 人工礁という)で, 全航走中4地点で沈没が視認された(図2)。沈没状況は4地点とも1段で, 目視の結果破損および滑動等はないものと判断されたが, 人工礁の底面の梁部分が埋没していることから, 接地面は30~40cm(魚礁設計標準図から梁の厚さ35cm)程度埋没しているものと判断される。これは海底表面に広く堆積しているシルト状の泥の厚さを示唆するものと考えられる。

人工礁の周辺は底曳網の曳網跡が視認され, 切断されたロープ, かご網等の漁具類が散在し, 一部は人工礁に絡まっているものが観察された。

生物の付着および集は, 人工礁の柱の下部(接地面から約1/3の高さまで)および底面の梁部分に, イソギンチャク類, ウミシダ類および巻貝(バイ類)の卵のう等の付着が観察された。人工礁の周囲には, キュウリエソ, エビ類およびヤドカリ類の集が観察された。

図2に示した4地点の人工礁の特徴的な性状は以下のとおりである。

st. 3(水深226m): 底面の梁部分が埋没し, 切

断されたロープの一部が上部梁に絡まる。イソギンチャク *sp.* ウミシダ *sp.* およびバイ類の卵の付着がみられたが、特にイソギンチャク *sp.* が多い。周囲にはキュウリエソ、ヤドカリ *sp.* のい集が観察された。

st. 4 (水深227m) : 人工礁の周辺に切断されたロープが多く散在し、一部が絡まる。

st. 5 (水深226m) : 接地面が40~50cm 埋没し多少傾く。かご網及びロープが絡まる。付着生物は st. 3 に比べ少ない。周囲にイソギンチャク *sp.*、ヤドカリ *sp.* およびエッチュウバイが観察された。またイソギンチャク *sp.* がキュウリエソを捕食(尾部がイソギンチャクの口部から露出)しているのが視認された。

st. 6 (水深226m) : 視界不良で詳細は観察できなかったが埋没の状況は st. 3 と同様であった。

人工礁の設置については、洗掘、埋没および沈下等で魚礁機能を失わないよう、沈設後も波や流れ等の外力に対して安定していなければならないことが指摘されている(上北, 1987)。

ズワイガニ保護礁は、底曳網の漁獲努力を物理的に制限することが、直接的な目的であり、目視観察の結果から判断すると、保護礁の機能は充分に果たされていることが示唆された。

人工礁の設置によるズワイガニの増殖効果について、かご網操業試験および水中探査機(日立造船 KK, Hi-ROV) による観察等を実施している(永井・倉長, 1990)。ズワイガニの積極的な増殖を図るためには、人工礁を多目的に活用させる必要がある。人工礁の設置による環境の変化について、ズワイガニの行動特性とすみ場の問題、競合生物や餌料生物のい集等人工礁の構造や食物連鎖との関係を明らかにしなければならない。

3-4 ズワイガニの生息状況

今回の潜航調査で、全航走中にズワイガニ 8 尾が視認された。このうち 3 尾は幼型(クモヒトデ *sp.* の盤径から甲幅 2, 3 cm と推定)で、成体ガニは、定座の姿勢及び鋏脚の形態から雌ガニと判断された。「ドルフィン 3 K」の録画記録からは幼型ガニ 2 尾と成体ガニ 4 尾が観察された。このうち 1 尾をマニピュレータで採取した。採取個体は抱卵雌で、外仔卵の色調から初産卵ガニと判断

された。

海底のズワイガニは、単体で歩脚の先端部(指節)は埋没しているが、歩脚を立て腹部を底泥から離す姿勢で定座する個体と、歩脚を伸ばし背甲部は露出しているが他の部位は底泥に埋まった姿勢を示す個体が観察された。

このような定座の姿勢は、水槽飼育でも観察された(小林, 1983)。水槽飼育の例では、前者は雌の抱卵個体で、歩脚を立て腹部を水槽底から持ち上げているが、腹部の外仔卵を保護するためこのような姿勢を保っているものと考えられる。後者は雄で、水槽飼育では歩脚を伸ばし腹部は水槽底に接している。成体の雌雄による定座の姿勢の違いは、海底でも同じ意義をもつものと類推される。また海底では、通常は底泥上に単体で定座しており、潜水船の照明等に刺激され逃避するような行動は示さないが、採集器具等が直上に接近すると素早い反応を示した。歩行速度は、逃避行動からみるとかなり速く、歩脚は底泥に埋まることなく表面を走り逃げ去る個体が観察された。このような歩行動作の観察は、これまでの水槽飼育では知られなかった貴重な記録である。同一空間で生活する他の生物との関係は、幼型および成体雌がイソギンチャク類の側近で甲殻後縁部を接するような姿勢で定座する個体が、しばしば観察された。

ズワイガニの分布については、成長段階や生活周期で生活域が異なり移動する。未成体では、着定後成長にともない浅い水深帯(水深200m 前後)へ移動する。未成体では、着定後成長にともない浅い水深帯(水深200m 前後)へ移動する。また成体は、交尾期以外の雌雄は生活域のすみ分けがみられ、雌は水深200~250m の比較的浅い水深帯に集中分布するが、雄は水深250~300m 以深で雌に比べ深い水深帯に分散し分布することが、当調査海域で行われた調査結果から知られている(小林, 1989)。

潜航海域は、底曳網の操業記録等によると雌(親ガニ)の多獲されている漁場であるが(小林, 1989)、今回の潜航調査では、人工礁の周辺でズワイガニの分布密度がとくに高くなるような傾向は観察されなかった。

3-5 底生生物群集

今回の潜航調査で視認された大型の表在動物は、魚類 *Pisces* では、サラサガジ *Davidjordanian poecilimon*・ゲンゲ類 *Zoarcidae* ゲンゲ *sp.*、ヒトデ類 *Asteroidea* のフサトゲニチリンヒトデ *Crossaster papposus*・スナイトマキ *Ctenodiscus crispatus*、クモヒトデ類 *Ophiuroidea* クモヒトデ *sp.*・オキノデヅルモヅル *Gorgonocephalus caryi*、ウミシダ類 *Comatulina* ウミシダ *sp.*、甲殻類 *Crustacea* では、ズワイガニ *Chionoecetes opilio*・モロトゲアカエビ *Pandalopsis japonica*・ヤドカリ類 *Pagurus* ヤドカリ *sp.*、頭足類 *Cephalopoda* では、ミズダコ *Paroctopus dofleini dofleini*、腹足類 *Gastropoda* では、エッチウバイ *Buccinum striatissimum*、ウミエラ類 *Pennatulacea* ウミエラ *sp.*、イソギンチャク類 *Actiniaria* のダーリアイソギンチャク *Liponema multicornis* とイソギンチャク *sp.* 等が視認された。これらは、いずれも日本海西南海域の底曳網漁場で従来から分布が確認されていた種類である（日本海区水産研究所ほか、1960）。視認された表在動物のうち量的に多いのは、クモヒトデ *sp.*、ヤドカリ *sp.* およびイソギンチャク *sp.* の3種である。この中でクモヒトデ *sp.* は、潜航海域の全域に分布が見られ量的にも圧倒的に多く優占種とみられる。エビ・カニ類、タコ類および巻貝類等の有用魚種は、前記の3種に比べ分布密度は低い。

この他、魚類でキュウリエソ *Mauroliscus japonicus* の分布が、潜航海域の中層及び底層で多数視認され、その分布密度は高いものと推察された。この海域のキュウリエソの分布については、魚群探知機に記録される魚群映像から、本種は日没時に深層から表層に移動する顕著な日周期活動を行い、生息水温は0～27℃と広範囲に及ぶが、夕刻の浮上時を除くと一般的には生息水深100～200m、水温5～17℃の範囲に多く分布することが報告されている（川口、1976）。調査海域で採集されたキュウリエソの体長組成を図4に示した。体長は39.4～55.1mmの範囲で、平均体長は47.91±3.39mmであった。体長42.0～47.8mmの個体は、大型の卵をもつ成熟個体であることが知られている（沖山、1971）。このことから今回の調査で視認された個体は、成魚であると推察される。

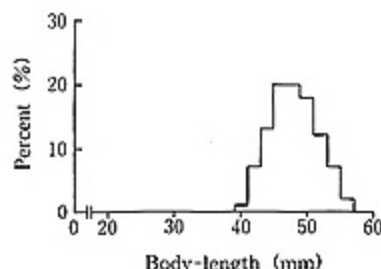


図4 キュウリエソの体長組成
Fig. 4 Size distribution of Pearlsides (*Mauroliscus japonicus*)

潜航海域で視認された海底の大型表在動物群集の中で、イソギンチャク類、ヒトデ類およびヤドカリ類等は、同一空間内に高い密度で生息しているクモヒトデ類と生活しているが、異種を捕食するような競争はないと推察された。

潜航海域の代表的な出現種の分布性状は以下のとおりである。

クモヒトデ *sp.*: 本種は全域に分布する代表的な優占種である。個体組成を図5に示したが、腕長は70.9～125.4mmの範囲で平均腕長94.85±11.42mm、盤径は12.3～22.6mmで平均盤径17.96±2.05mmで、大部分は大型個体で占められている。分布の様子は、写真1にみられるように平面的に、ほぼ均一に配列するが各個体（腕）が重なることはない。分布密度は、個体測定、分布の写真記録および目視観察の結果から、1平方メートル当たり25個体以上と試算された。

生息状況は、底泥に埋没している個体も観察されたが、通常は底泥表面に露出し静止している。移動は、匍匐で前方向の腕を伸ばし両横の腕を弯

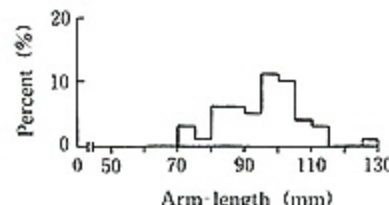


図5 クモヒトデ *sp.* の腕長組成
Fig. 5 Size distribution of Brittle star (*Ophiuroidea sp.*)

曲させ前進する様子が観察された。海底直上を遊泳するキュウリエソを捕食する様子を写真2に示した。

イソギンチャク *sp.* (フウセンイソギンチャク *Actinostola carlgreni* ?) : 本種は、単体、数個体またはそれ以上の個体が集まり、人工礁、ロープおよび木片等の海底の固形物に付着しているが、人工礁に付着する個体が多く観察された。平坦な底泥には単体で生息しているが、その数は極めて少ない。人工礁の側近でキュウリエソを捕食する個体が観察された。また側近にズワイガニが甲殻の後縁部を接する姿勢で定座しているのが観察された。

ヤドカリ *sp.* : 潜航海域に広く分布しているが、クモヒトデ *sp.* に比べ分布密度は低い。しかし人工礁の周辺で若干多くなる傾向が観察された。ほとんどの個体は、エッチュウバイの殻を利用していることが視認された。

ダーリアイソギンチャク : 本種の分布密度は極めて低いが、大型のイソギンチャクで (口盤の直径は200mmをこえる。内田, 1981, 新日本動物図鑑), 単体で底泥上に定座している。多くの場合側近にズワイガニの幼体および雌が観察され、ズワイガニの甲殻の後縁部を接し前向きの姿勢で定座している。

キュウリエソ : 本種の出現は、水深30~150mの中層に単体で遊泳する個体が稀に観察されたが、水深150m付近から多くみられ、200m以深から海底付近の底層で最も多く観察された。遊泳する個体の遊泳方向はまちまちで、回遊性魚類でみられるような濃密群で群行動をとることはないものと推察された。潜航海域では、底層を遊泳するもの、海底付近(直上)を遊泳するもの、および静止状態で底泥を突つくものに分けることができる。このうち、単体で底泥を突つく群れがクモヒトデ *sp.* に捕食される光景が、潜航海域の広い範囲で数多く視認された。捕食の様子は写真2で述べたが、クモヒトデ類が遊泳中のキュウリエソを捕食する行動は、今回の潜航調査で初めて視認された情報である。またクモヒトデ類が魚類と同じ餌を捕食することが知られたことは新しい知見である。

キュウリエソを捕食する魚種として、スケトウ

ダラ (西村, 1958), スルメイカ (沖山, 1965) およびズワイガニ (安田, 1967) 等が知られているが、本種の生活域は広範囲で、分布密度が高いことから、上記以外の底魚類にとっても重要な餌料生物であることは容易に類推される。とくに本種が、深海底で待ち伏せ様式で摂食する肉食性、または腐食性動物の餌として、食物連鎖の底辺を支える重要な位置を占めるものと考えられる。キュウリエソ→クモヒトデ→ズワイガニ、キュウリエソ→ズワイガニの捕食系列は、捕食者の卵及び幼生期に、キュウリエソが捕食者になることが想定される。海底でキュウリエソを捕食する動物は、クモヒトデ類のほか魚類、エビ・カニ類、イカ・タコ類および巻貝類等の有用魚種があげられる。キュウリエソを中心とした底生生物群集の食物関係は、複雑多岐に亘ることが類推され、人工礁の設置によるズワイガニの増殖効果を検討する上で、保護区域の餌環境の面から重要な意味をもつものと推察される。

今回の潜航調査は、深海の泥質域に設置された人工礁の状況、ズワイガニおよびこれと生活域を共にする大型表在動物の生息状況を、目視で直接観察した。その結果、沈設後の人工礁の性状、小型採泥器等の採集では得られない底生生物群集に関する貴重な情報が得られた。潜航調査は、これらの情報に関連する現象を直接観察するための有効な手段であることが示唆された。生物の生態観察は、偶然的な要素があると考えられる。さらに調査を継続し、未だ多くの問題が残されている人工礁設置によるズワイガニの増殖効果を明らかにする必要がある。

終わりに、今回の潜航調査に当たり、調査の機会を与えていただいた海洋科学技術センターの皆様、厚くお礼を申し上げます。また多大のご支援とご協力をいただいた「しんかい2000」の段野洲興司令、第507潜航の鈴木晋一船長、赤澤克文船長補佐をはじめ運航チームの方々、及び「なつしま」の越智貞巳船長以下乗組員の方々に深く感謝する。

参考文献

池原 研・片山 肇・有田正史, 1987, 西南日本周辺大陸棚の海底地質に関する研究, 昭和61

- 年度研究概要報告書——日御碕沖・鳥取沖海域——XIII山陰沖の表層堆積物，工業技術院地質調査所，121-152。
- 川口哲夫，1976，日本海におけるキュウリエソに関する研究——Ⅱ魚群探知機の映像よりみたキュウリエソ魚群の生息環境，鳥取水試報，17，55-61。
- 小林啓二，1983，水槽飼育におけるズワイガニの産卵・ふ化と幼生から成体までの育成経過について，栽培技研，12(1)，35-45。
- 小林啓二，1989，ズワイガニの増殖生態に関する研究，鳥取水試報，31，1-95。
- 永井浩爾・倉長亮二，1990，松葉ガニ牧場づくり調査，平成元年度鳥取水試年報，25-27。
- 西村三郎，1958，キュウリエソを飽食したスケトウダラ，採集と飼育，22，87-88。
- 日本海区水産研究所・福井・京都・兵庫・鳥取・島根・山口県外海水産試験場，1960，日本海西南海域の底曳漁業とその資源，1-196。
- 沖山宗雄，1965，日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) の食性，日水研報告，14，31-41。
- 沖山宗雄，1971，日本海沖合におけるキュウリエソの初期生活史，日水研報告，23，21-53。
- 水産庁調査研究部，1972，日本近海主要漁業資源，Ⅷ日本近海の海洋構造，175-189。
- 棚橋 学・山本博文，1988，日本海海底——最近の研究(1)山陰・隠岐縁辺部の海底地質，海洋科学，221，649-653。
- 上北征男，1987，人工魚礁——浅海築礁から大水深人工礁まで——人工魚礁の安全設計，海洋科学，201，139-146。
- 安田 徹，1967，若狭湾におけるズワイガニの食性——1 胃内容物組成について，日水誌，33(4)，315-319。



写真1 海底のクモヒトデ *sp.*
巻貝はエッチュウバイ

Photo. 1 A brittle star (*Ophiuroidea sp.*) on the bottom of the sea.
A snail is *Buccinum striatissimum*.

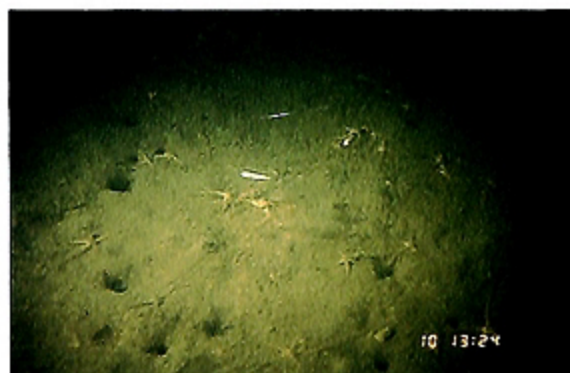


写真2 クモヒトデ *sp.* によるキュウリエソの捕食
キュウリエソは、海底直上をゆるやかに遊泳しながら海底の泥を突つく動作をする。この時、底泥の表面に露出しているクモヒトデ *sp.* が腕を魚体に絡ませ捕らえる。キュウリエソが静止状態になると、直ちに数個のクモヒトデ *sp.* が蟄集し、魚体を押さえ捕食を始める (水深226~227m)。

Photo. 2 Predation of a Pearlsides by brittle star (*Ophiuroidea sp.*) .

The pearlsides slowly swam immediately above the bottom of the sea while pecking the sea-bed mud. Then the brittle stars on the surface of the sea-bed mud extended their arms and thus captured the fish. When the pearlsides stopped, several brittle stars came together and preyed the fish (depth: 226~227m).

