

石川県加賀沖のズワイガニ保護魚礁 周辺海域における底生生物の観察

大橋 洋一^{*1}

石川県加賀沖のズワイガニ保護魚礁周辺海域で1992年9月4日に「しんかい2000」で潜航し、ズワイガニを中心とした底生生物の観察を行った。

- (1) 航走距離3,200mの間にズワイガニ5尾を確認した。視界幅は約5mと推定され、ズワイガニの分布密度は 3.13×10^{-4} 個体/m²と算出された。
- (2) かが網調査結果との比較により、1かご当たりの漁獲尾数は 2.36×10^{-4} を乗じることで1m²当たりの分布密度に相当すると推定された。
- (3) ビデオ画像からクモヒトデ類の個体数を読みとり、分布様式を解析した結果、一様分布とみなされた。
- (4) 底泥をつついてくるキュウリエソがみられ、一部の個体はクモヒトデ類の腕に捕らえられた。

Observation of the Benthic Organism around Artificial Reefs which Protect Snow Crabs from being Caught in the Sea off Kaga, Ishikawa Prefecture

Yoichi OHASHI^{*2}

Snow crabs and other benthic organisms were observed by the submergible "Shinkai 2000" around artificial reefs which protect snow crabs from being caught in the Sea off Kaga, Ishikawa Prefecture on 4 September, 1992.

- (1) Five snow crabs were observed on the sea bed during the cruise of 3,200m. The view width was estimated at about 5 m. The density of snow crabs was calculated as 3.13×10^{-4} individuals/m².
- (2) It was estimated that the density of snow crabs per 1m² was equivalent to the value ($2.36 \times 10^{-4} \times \text{catch/pot}$) by comparing the result of the pot survey.
- (3) The dispersion pattern of brittlestars was estimated to be a regular distribution by counting individuals in the video.
- (4) It was observed that *Maurolicus muelleri* picking the sea bed was caught by brittlestar's arms.

* 1 石川県水産試験場

* 2 Ishikawa Prefectural Fisheries Experimental Station

1 はじめに

石川県のズワイガニ *Chionoecetes opilio* 漁獲量は、石川農林水産統計年報によると1962年に史上最高の1,289トン記録して以降減少を続けており、1991年は431トンと最盛期の33%である。ズワイガニ資源の減少は獲り過ぎが大きな原因と推定され、この対策として保護区域設定などの各種漁業規制が提案・検討されている（石川県、1991）。

石川県ではズワイガニの保護を目的とした人工

魚礁を、各種漁業規制の計画策定と並行して試験的に設置し、増殖場造成・保護区域設置等に必要な資料の収集・整備を図っている。人工魚礁は、石川県加賀沖の水深240~250mの海域で1989年10月6~10日に設置され、3.25m角のコンクリートブロック42個が沈船を基点として南北方向に配置されている（図1）。魚礁設置後はかご網を用いて周辺海域で操業し、魚礁効果について検討している（石川水試、1992a）。

今回は、魚礁周辺海域におけるズワイガニを中

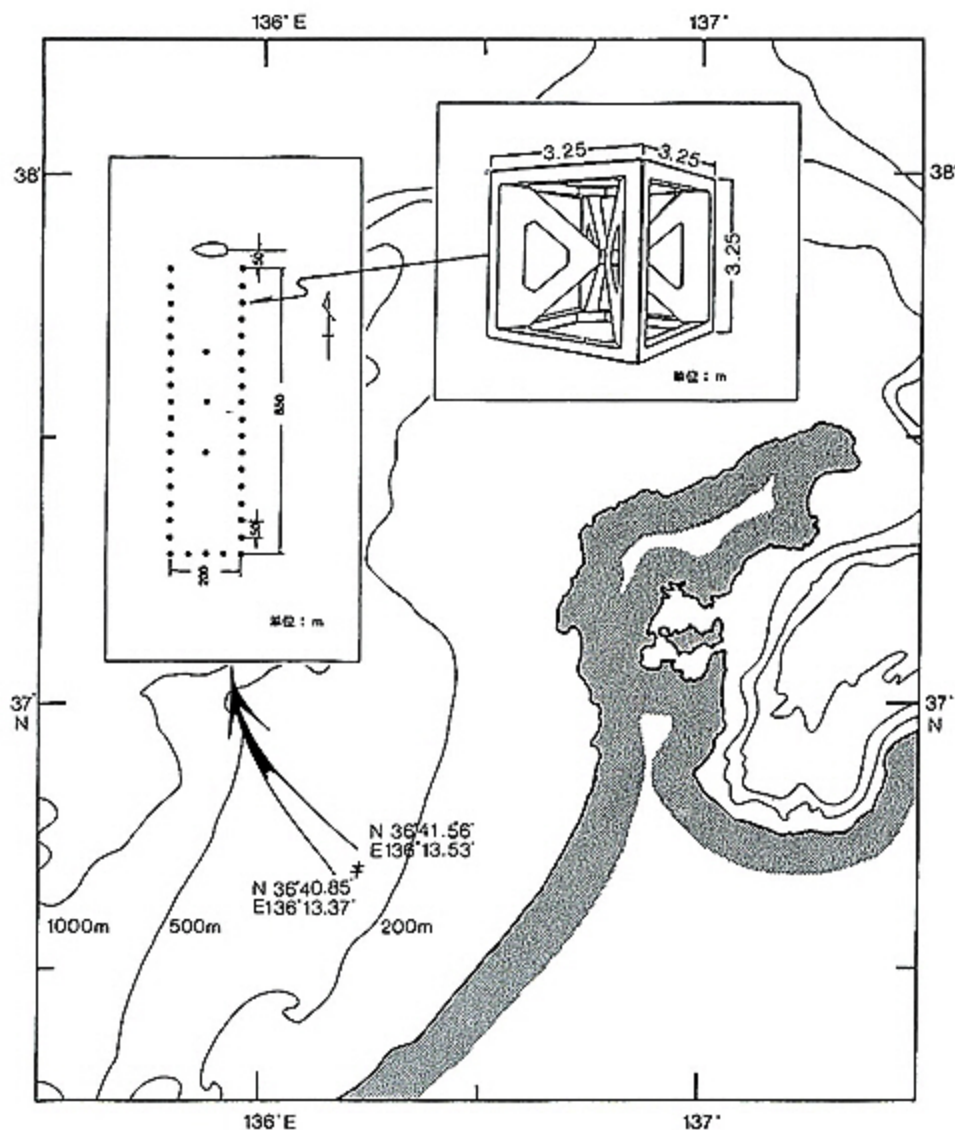


図1 ズワイガニ保護魚礁の設置海域・配置・構造

Fig. 1 Setting area, location and structure of artificial reefs which prevent the catching of snow crabs.

心とした底生生物の分布を「しんかい 2000」による潜航調査で観察し、若干の知見を得たので報告する。

2 調査方法

石川県加賀沖のズワイガニ保護魚礁周辺海域で1992年9月4日に「しんかい 2000」で潜航した(図2)。着底地点は北緯36度41.5分・東経136度14.0分、離底地点は北緯36度42.5分・東経136度14.0分、水深は228~242m、潜航時間は5時間33分、航走距離は3,200mであった。潜航中は、底生生物の分布を観察窓から目視確認し、船外ビデオカメラ・船外カメラ・船内カメラでも撮影・記録した。船外ビデオカメラは海底面と直角になるように固定し、ズワイガニなどの生物を発見・観察するときだけ角度を変えるようにした(図3)。目視観察の視界幅を定量化するために、1mの横棒に50cmの縦棒3本を取り付けたものを採

取物入に装着し、左右の視界が横棒の長さの何倍程度かを推定した(写真1)。また、水深・水温・塩分はSTDを用いて測定・記録した。

3 結果および考察

3.1 潜航中の水深・水温・塩分・底質

潜航中の水深・水温・塩分の変化を図4に示した。水深は228.5~241m、水温は2.11~2.58℃、塩分は34.07~34.16の範囲であった。魚礁の東側160mに位置するA~B点では、水深は232~236.5m、水温は2.49~2.58℃、塩分は34.09~34.15の範囲であった。

目視観察では平坦な泥場が広がっており、過去の調査結果(石川水試、未発表)では底質は粒径0.005~0.074mmのシルト分が大半を占めることが示されている。

3.2 底生生物の分布・行動

潜航中に確認した生物の一覧を表1に示した。

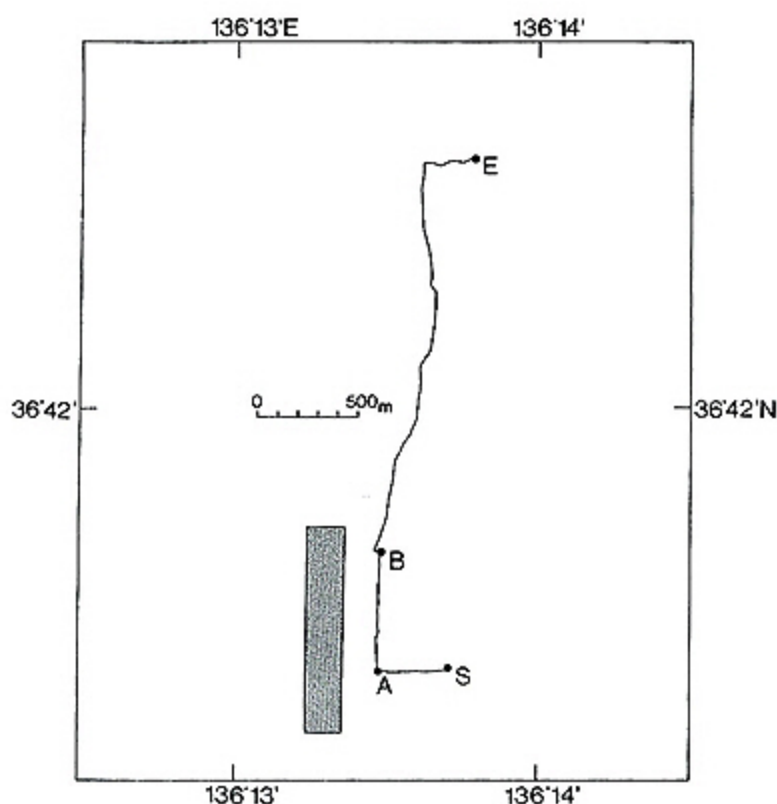


図2 「しんかい2000」の潜航航跡。淡影部は魚礁設置海域を示す。S:着底地点, E:離底地点

Fig. 2 Track line of "Shinkai 2000". The shaded portion shows setting area of artificial reefs. S: Landing point. E: Take-off point.

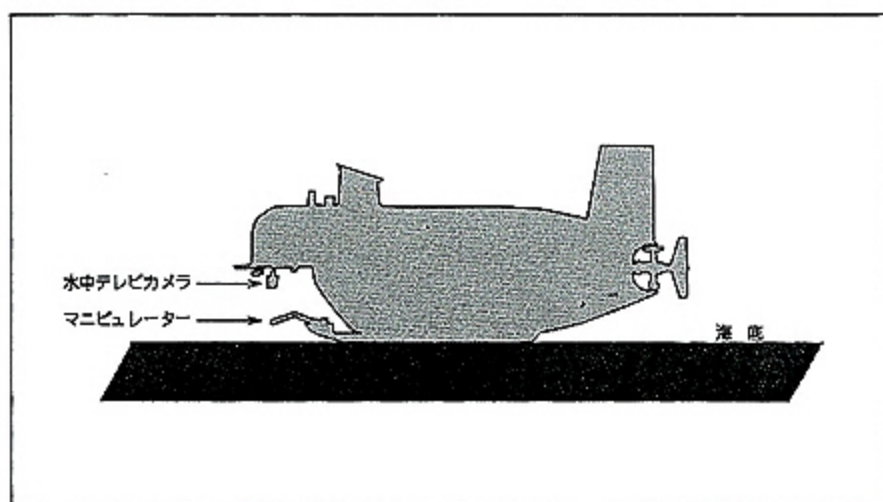


図3 「しんかい2000」潜航概略図
Fig. 3 Sketch of "Shinkai 2000" in dive.

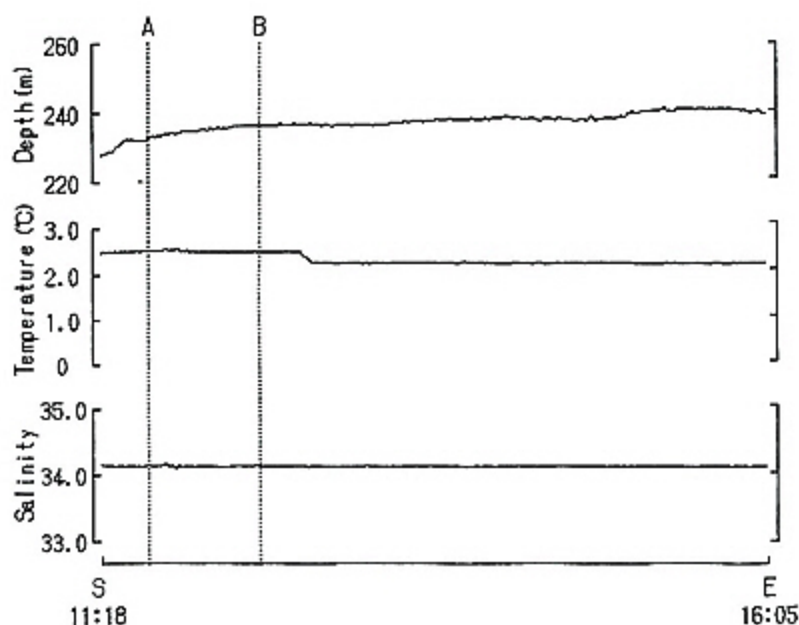


図4 潜航中の水深・水温・塩分の変化
Fig. 4 Changes in depth, temperature and salinity during the dive.
S: Landing point. E: Take-off point.

艇内からの目視による外部形態の観察と加賀海域における曳網調査結果（石川水試，1982）とから種の推定を行った。観察された個体数は種類別にはクモヒトデ類が最も多く，以下キュウリエソ・ゲンゲ科sp.・アカガレイの順であった。

視界に捉えてからのズワイガニの行動は，投光

器の光を特に避ける様子もなく，艇から1 m内外に近づいて初めて移動していた。

アカガレイは着底している個体が大部分であったが，艇から2 m程度に近づくと視界の外へ移動する個体もみられた。

キュウリエソは海底付近を遊泳し，艇の移動に

表1 潜航中に確認した生物

Table 1 List of benthic organisms observed during the dive.

ノロゲンゲ	<i>Allolepis hollandi</i> Jordan et Hubbs
ゲンゲ科sp.	<i>Zooidae</i> sp.
アカガレイ	<i>Hippoglossoides dubius</i> Schudt
ヒレダロ	<i>Glyptocephalus stelleri</i> (Schudt)
カジカ科sp.	<i>Cottidae</i> sp.
キュウリエソ	<i>Maurolicus muelleri</i> (Gmelin)
ズワイガニ	<i>Chionoecetes opilio</i> (O. Fabricius)
ハコクアアカエビ	<i>Pandalus borealis</i> Krøyer
モロトグアカエビ	<i>Pandalopsis japonica</i> Balas
エビジャコ属sp.	<i>Crangon</i> spp.
モエビ科sp.	<i>Hippolytidae</i> Balas
ヤドカリ科sp.	<i>Diogenidae</i> sp.
ダンゴイカ科sp.	<i>Sepioidae</i> sp.
ミズゴ	<i>Paroctopus dohrnii dohrnii</i> (Wulker)
ズワイウバイ	<i>Buccinum striatissimum</i> Sowerby
エゾボラモドキ	<i>Neptunea intersculpta</i> (Sowerby)
ダークアイソギンチャク	<i>Liponema multicornis</i> (Verrill)
フウセンイソギンチャク	<i>Stomphia japonica</i> Carlgren
スナイトマキ	<i>Ctenodiscus crispatus</i> (Retzius)
クモヒトデ科sp.	<i>Ophiuridae</i> sp.

追跡する個体もみられた。また、底泥をつつく行動が観察され、小林・永井(1991)の観察結果と同様にクモヒトデ類の腕に捕らえられる個体が見られた(写真2)。

クモヒトデ類は視界にとぎれることなくみられ、海底表面で動かない個体がほとんどであったが、一部は腕を鞭のようにしなせ盤を上下させながら移動していた。また、キュウリエソが底泥をつついていううちに腕に触れるとそのまま腕を巻き付け、数分のうちに周囲にいた数個体も集まり、上からおおい被さっていた(写真3)。腕や盤が底泥に埋もれている個体が見られたが、マニピュレーターで約1m²を約10cmの深さで掘り起こした限りでは、完全に埋まっている個体はみられず、表在底生生物であると考えられる。

海底表面には無数の穿孔跡がみられ(写真4)、マニピュレーターで掘り起こしたが生物は確認できなかった。

3.3 ズワイガニの分布密度

観察窓からの目視でズワイガニ5尾を確認した。確認した時間は11時31分・12時3分・14時11分・15時41分・16時0分で、1カ所に集中する傾向はみられなかった。ズワイガニの甲幅はクモヒトデ類の盤の直径の約2.5～5倍で、後述するように盤の平均直径が約16mmとすると、ズワイガニの

甲幅は約4～9cmと推定される(写真4)。

観察窓からの視界幅は艇の中心から左右2.5mで、視界幅5mに航走距離3,200mを乗じ、観察面積16,000m²が算出される。この結果、ズワイガニの分布密度は56.6m四方に1個体(3.13×10⁻⁴個体/m²)と推定される。

ズワイガニの行動の観察結果から、視界に入る以前に光やスクリー音の影響で逃避行動を起こしている個体数は、無視できる程度と推察される。ただし、甲幅1cm以下の個体や泥の中に埋没している個体は目視での確認が難しいので、推定されるズワイガニの分布密度は過小になる恐れがある。今回の調査で確認した5個体は、脚の一部が泥に埋没している状態で観察されており、甲幅4cm以上の個体では完全に埋没している可能性は低く、実際の分布密度に近い数値が得られたと考えられる。

魚礁設置区域内でのかご網調査結果(石川氷試1992b)では、20かごの採集個体数が1992年1・2・3・7・8・10月で706・206・34・38・10・43と月変化が大きかった。潜航調査を行った1992年9月の前後のかご網調査結果は10・43個体で、この平均値26.5個体を9月の値と仮定すると、1かご当たりの漁獲尾数は2.36×10⁻⁴を乗じることによって1m²当たりの分布密度に相当すると推定される。

3.4 クモヒトデ類の分布特性

加賀海域におけるクモヒトデ類の分布については、「クモヒトデ(クシノハクモヒトデ、ナガトゲクモヒトデ)が210～230mと260～310mの水深帯に分布しており、漁業者間では浅場の生育密集帯を『ヘタガセ』、深場の密集帯を『沖ガセ』と呼称している」との報告がある(石川氷試1983)。

一方、1993年6月10日、加賀沖の水深241mで底びき網漁船が採集したクモヒトデ類100個体を調べた結果(石川氷試、未発表)では、盤の平均直径が約16mmで(図5)、腕針の長さが腕基部で腕節の約2倍あることからキタクシノハクモヒトデ *Ophiura sarsi* と査定された。

船外ビデオカメラで撮影した記録をもとにクモヒトデ類の分布特性を解析した。解析に供した範囲は図2におけるA～B点で、テレビで再生しながら1画像ごとに静止させ、クモヒトデ類を計数した。テレビ画面上端に現れるクモヒトデ類や海

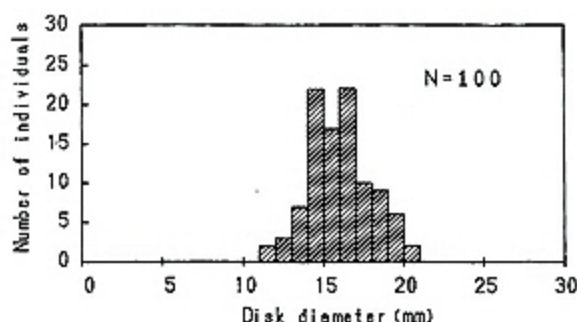


図5 底びき網で採集されたクモヒトデ類の
盤の直径組成

Fig. 5 Disk diameter distributions of
brittlestars caught by the danish
seine.

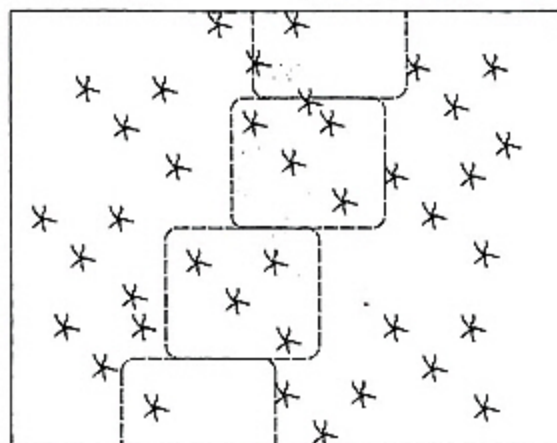


図6 海底表面を撮影したビデオ画像の概念図

Fig. 6 Video image of the sea bed.

底表面の穿孔跡を基準に、これが画面下端に移動した時点を取画像として取り扱った(図6)。10 cmの長さにビニールテープを巻いた棒が海底と一緒に撮影されており(図7)、海底からの高さを考慮し、これを16.4cmに換算すると1画像の面積は2,427cm²と推定される。

A～B点で読みとった画像は1,344で、クモヒトデ類の総個体数は2,671であった。区画面積を1・2・4・8・16・32・64画像とした場合、A～B点における分布密度の変化を図8に示した。各区画の個体数は不規則に変化し、区画面積が大きくなるにともない個体数のばらつきが平滑化される。A～B点で目立った増減の傾向は認められなかった。クモヒトデ類の分布様式が機会・集中・一様分布のいずれかを分布集中度指数(久野, 1986; Morisita, 1959)を用いて検討した(表2)。Iの値と自由度 $q-1$ 、危険率 α に対応する χ^2 分布の上・下限値とを対比させた結果、区画面積が21・32画像の場合でランダム分布、それ以外で一様分布であった。区画面積が大きくなるのにもとない、I₀の値は増加し1に近づいている。これは、Morisita (1959) が示した規則型配置(一様分布)にある場合の関係と同じ傾向である。以上の結果から、A～B点で集中的な分布はみられず、全体的には一様分布であると推察される。

加賀海域におけるクモヒトデ類の分布は、前述したように密度の高い水深帯の存在が知られており、幅広い水深帯をみた場合には集中分布であると推定される。これは生息地への定着過程や環境

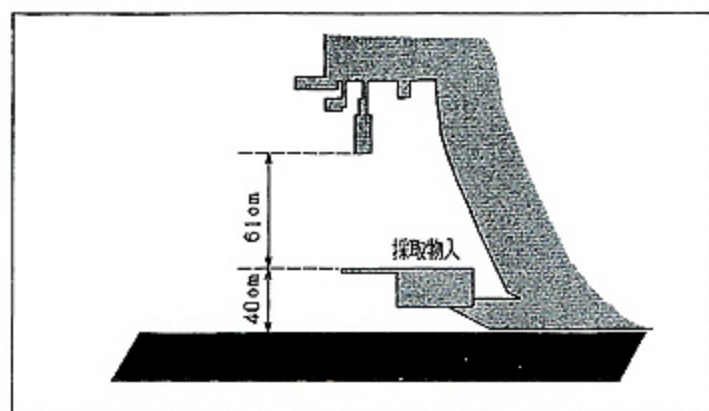


図7 海底と一緒に撮影された棒の位置

Fig. 7 Location of a rod and the sea bed in the video.

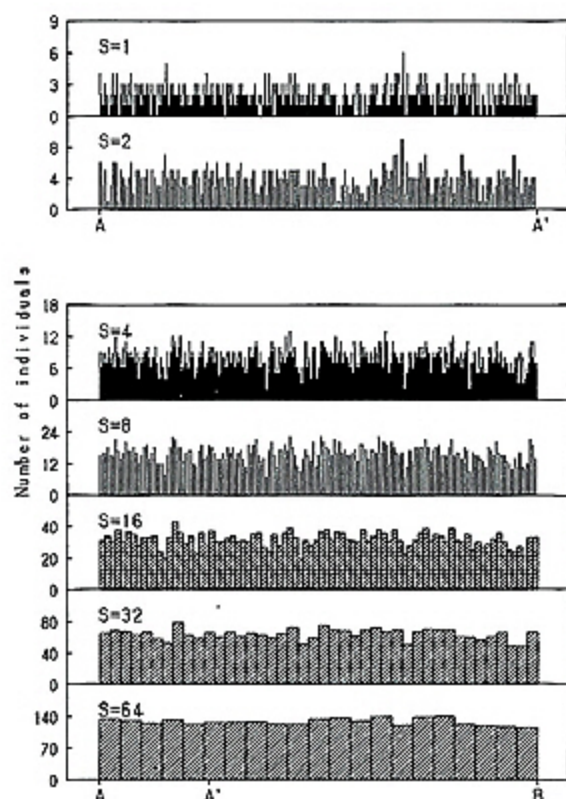


図8 区画面積を変化させた場合のA～B点におけるクモヒトデ類の分布密度の変化。S：区画面積(画像数)

Fig. 8 Changes of the brittlestar's density between A and B at several division areas. S: division area (number of images).

条件の不均一性などの要因が影響していると考えられるが、今回観察を行った範囲では一様分布とみなされ、個体間の反発行動の存在が示唆された。ただし、キュウリエンを捕獲するときにみられたように、一時的・局所的には1カ所に集まり、集中的な分布を示すと推察される。

4 おわりに

「しんかい 2000」による目視観察で、ズワイガニ保護魚礁周辺におけるズワイガニの分布密度とクモヒトデ類の分布特性を把握した。また、かご網調査結果との比較により、かご網の漁獲特性を推定した。

漁具を用いてズワイガニを採集する場合、分布密度は相対値として評価され、採集効率が推定されない限り実際の分布密度は不明である。また、スクーパ潜水では水深250mの調査は困難をきわめる。こういった点で、水中テレビを用いたズワイガニの分布密度の把握は、魚礁効果を論じるうえで非常に有効であると思われる。さらに、安田(1967)がズワイガニの餌料生物として確認したクモヒトデ類を含め、他の底生生物の分布・行動を観察することは、ズワイガニの分布様式を解析するうえで必要となろう。

表2 区画面積を変化させた場合のクモヒトデ類の分布集中度指数

$$I_s = q \cdot \sum_{i=1}^q (x_i - 1) / N(N-1) \quad I = \sum_{i=1}^q (x_i - N/q)^2 / (N/q) \quad N=2671$$

Table 2 Dispersion indices of brittlestars at several division areas.

Division area (Number of images)	Number of divisions(q)	I_s	I	$\chi^2(q-1, 0.975)$	$\chi^2(q-1, 0.025)$
1	1344	0.7504389	676.67203	1242.86	1445.31
2	672	0.8706750	325.70235	601.28	744.26
3	448	0.9123870	213.07338	390.41	507.28
4	336	0.9346564	160.53275	286.20	387.51
6	224	0.9650295	129.62897	183.51	266.29
8	168	0.9741854	98.07525	133.11	204.64
12	112	0.9865137	74.99176	83.73	142.03
16	84	0.9904635	57.53763	59.69	110.09
21	64	0.9954700	50.90490	42.95	86.83
32	42	0.9957167	29.56383	25.21	60.56
64	21	0.9958640	8.95694	9.59	34.17

謝 辞

本調査を進めるに際し、御助力いただいた「しんかい2000」運航チーム及び調査船「なつしま」乗組員の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 石川県 (1991): 石川県資源培養管理推進指針, 58pp.
- 石川県水産試験場 (1982): 昭和56年度研究開発促進事業カニ類増殖技術開発試験研究報告書 (ズワイガニ放流適地調査), 47pp.
- 石川県水産試験場 (1983): 加賀海域におけるズワイガニ漁場の評価, 31pp.
- 石川県水産試験場 (1992a): ズワイガニ人工魚礁に関する調査. 平成3年度増殖場造成事業資料集-II, 1-17.
- 石川県水産試験場 (1992b): ズワイガニ人工魚礁調査経過・速報, p. 1.

小林・永井 (1991): 鳥取県沖合におけるズワイガニ保護礁と底生生物群集の観察. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 267-275.

久野英二 (1986): 生態学研究法講座17. 動物の個体群動態研究法 I. 個体数推定法, 共立出版, 東京, 114pp.

Morishita, M. (1959): Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. of Fac. of Sci. Kyushu Univ., 2(4), 215-235.

安田 徹 (1967): 若狭湾におけるズワイガニの食性-I. 胃内容物組成について. 日水誌, 33(4), 315-319.

(原稿受理: 1993年7月19日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

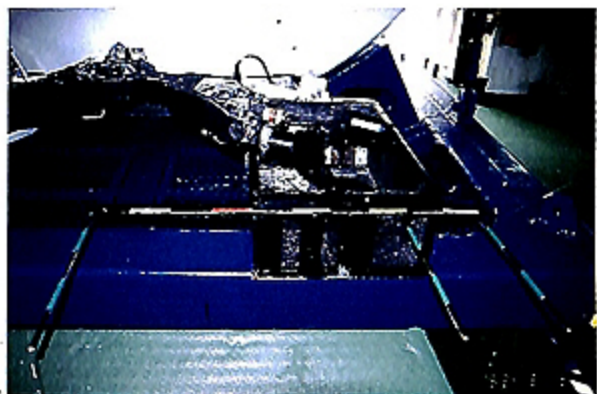


写真1 採取物入に取り付けた長さ1mの棒
Photo 1 Rod (1m in length) equipped
on the sample basket.

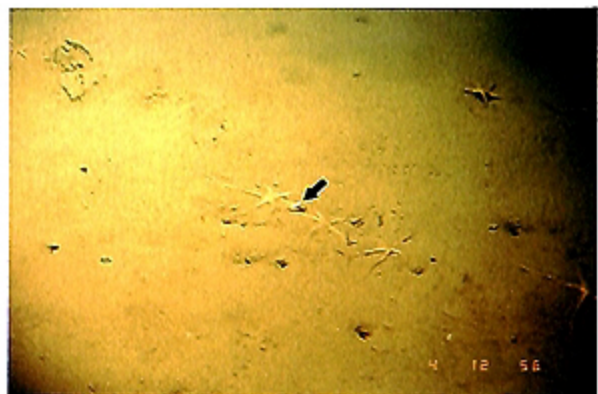


写真2 クモヒトデ類の腕に捕らえられたキュウリエソ
Photo 2 *Maurolicus muelleri* caught
by brittlestar's arms.



写真3 キュウリエソにおおい被さったクモヒトデ類
Photo 3 Several brittlestars covering
a *Maurolicus muelleri*.



写真4 甲幅9cmと推定されるズワイガニとクモヒトデ類, 海底表面の穿孔跡
Photo 4 Snow crab estimated at 9 cm in carapace width, brittlestars and many boring marks on the sea bed.