

佐渡島北西海域下部浅海帯から得られた棘皮動物

木暮 陽一¹⁾

Echinoderms from the Lower-Sublittoral Zone on the North-Western Coasts of Sado Island, the Japan Sea

Yoichi KOGURE¹⁾

Abstract

Echinoderms were sampled by dredging at four stations situated in the lower-sublittoral zone at depths ranging from 120 to 142 m on the north-western coasts of Sado Island in June, 1998. A total of 14 species, including 2 Asteroidea, 7 Ophiuroidea, 3 Echinoidea and 2 Holothuroidea, are listed with taxonomic and ecological remarks in addition to some color photographs. The species richness was high in the stony sand area, where *Ophiothrix panchyendyta* (Ophiuroidea) was dominant. Analysis of the fauna from the zoogeographical view-point made it clear that the fauna consisted of both cold and warm water elements in spite of the influence of the warm Tsushima Current. In order to explain the coexistence of these two elements, the oceanographic and the geographical features around Sado Island are discussed.

Key words : echinoderms, fauna, Japan Sea, lower-sublittoral, Sado Island

緒 言

佐渡島周辺海域の棘皮動物相の本格的な調査は、アメリカ合衆国の水産局調査船アルバトロス号 (*Albatross*) が1906年に日本近海での深海ドレッジを実施したことに始まる。本調査で得られた棘皮動物のうち佐渡北方の水深322~366 mから採集されたサンプルは新種のナマコ類 (*Molpadia infesta*) や本邦初記載のクモヒトデ類 (*Ophiopenia disacantha*) など分類学的に貴重な種を含んでいる (CLARK 1911; OHSHIMA 1915)。その後、本海域の棘皮動物相の報告は、わずかに HONMA and KITAMI (1978) による新潟大学佐渡臨海実験所所蔵の生物標本カタログ、IRIMURA (1979) によるクモヒトデ類相の報告などに限られており、特に潮下帯以深での出現種の記録は貝類などに比べると極めて乏しい。

筆者は日本海全体にわたる棘皮動物の分布様式とその成立過程を動物地理学的観点から解明するため調査研究を進めているが、その一環として、近年、佐渡海峡における陸棚域から海盆部で調査を実施した (KOGURE and HAYASHI 1998)。その結果、28種の棘皮動物を記録するとともに、水深200m付近が暖水性種出現域と冷水性種優占域との境界になっていること、地形が複雑で底質が粗い海峡南部域で出現種数が増加することなどを明らかにした。本報告では佐渡島

1998年11月16日受理 日本海区水産研究所業績A第527号

¹⁾ 〒951-8121 新潟市水道町1丁目5938-22 日本海区水産研究所

(Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suido-cho, Niigata 951-8121, Japan)

周辺海域の棘皮動物相をさらに詳細に検討するため、これまで報告の乏しい佐渡北西岸下部浅海帯(lower-sublittoral zone)で調査を実施し、生息環境と出現種を記録した。また、棘皮動物の分布様式について海峡部の同様な水深帯と比較検討を加えたので報告する。

本文に先立ち、調査に際し多大なご協力をいただいた日本海区水産研究所所属みずほ丸(156トン)の廣橋昇保船長をはじめとする乗組員の方々に厚くお礼申し上げるとともに、底質分析をしていただいた当研究所海区産業研究室の長澤トシ子主任に深く感謝する。

調査海域および方法

調査は1998年6月に、当研究所所属の調査船みずほ丸により佐渡島の弾埼、関岬、長手岬沖の下部浅海帯に位置する水深120~142 mの調査点で実施した(Fig. 1)。弾埼沖合いでは平瀬と呼ばれる水深200m以浅の比較的平坦な海底地形が広がっており、調査点を瀬の北部(Stn. 1)と南部(Stn. 2)の2点に設けた。一方、沖合域に富山舟状海盆が迫る関岬、長手岬周辺の陸棚域は狭く、陸棚周縁部は水深1500mまで続く急崖を形成し、また、礫底や岩礁域が発達するため曳網可能な場所が限定され、調査点は各1点(Stn. 3, Stn. 4)に絞られた(Table 1)。調査方法は生物用ドレッジ(間口1 m; 網目5 mm)を使用し、ドレッジが海底に着底後、等深線に沿って1.0~1.5ノットの船速で5分間曳網した。ドレッジから得られた堆積物は船上で目合1 mmのフルイでふるった後、生物体を抽出し、10%海水ホルマリンで固定した。採集された個体を研究室において、70%エタノール溶液に移し、同定後、種別に個体数を計数した。

また、調査海域の物理的環境を把握するため、各調査点でCTDによる水温・塩分観測を行うとともに、スミス-マッキンタイヤー型採泥器(採取面積0.05 m²)を用いて海底堆積物を採取した。底質分析用試料は真空凍結乾燥機(VIRTIS-25SL)で乾燥後、粒度分析(湿式法)に供した。また底質中の有機物含量の指標として、強熱減量(550°C, 6時間)の測定を行った。ただしStn. 3の試料はそのほとんどが貝殻碎片で占められていたため、底質分析は行わなかった。

Table 1. List of sampling stations in the R.V. *Mizuho-Maru* cruise in June 1998.

Station	Date	Ship position				Depth (m)
1	8 June '98	38° 27.12' N	138° 34.11' E	38° 27.05' N	138° 34.08' E	134 - 135
2	8 June '98	38° 22.40' N	138° 32.41' E	38° 22.36' N	138° 32.48' E	129
3	3 June '98	38° 16.63' N	138° 20.17' E	38° 16.64' N	138° 20.13' E	141 - 142
4	3 June '98	37° 57.24' N	138° 11.93' E	37° 57.21' N	138° 11.73' E	120 - 123

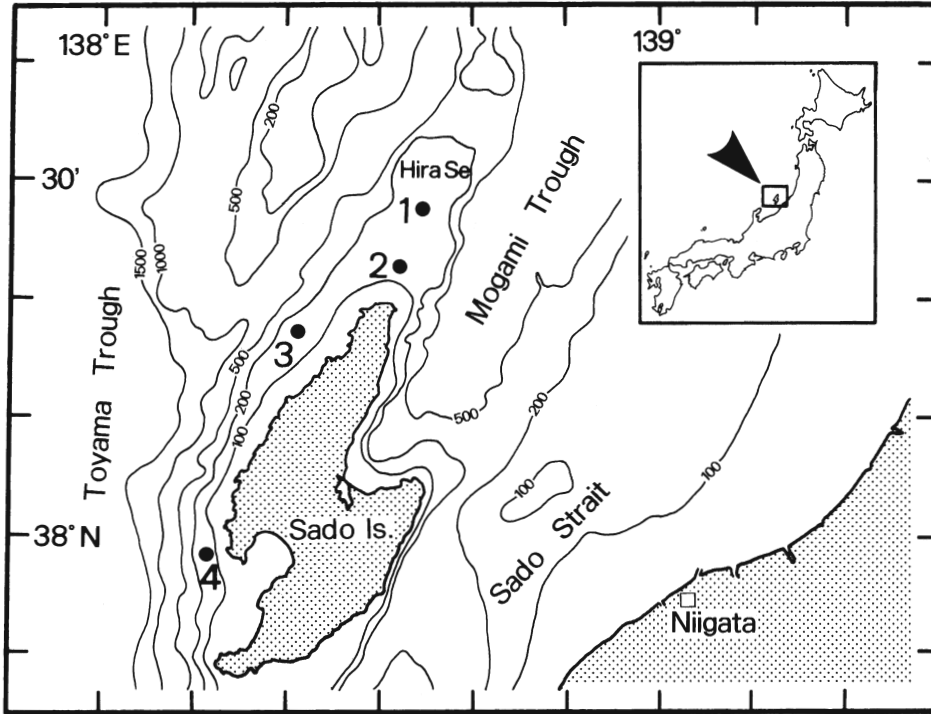


Fig. 1. Locations of the sampling stations by dredging and depth contours around Sado Island.

結 果

1 調査海域の環境

調査点の海洋観測及び底質分析の結果をTable 2に示す。各点とも海底1 m直上の底層水温は8～11℃、塩分は34.1～34.2PSUの範囲内にあり、海域ごとの大きな差は見られなかった。佐渡海峡では対馬暖流系水と低温な日本海固有水との境界深度が水深180～250 m付近に観察されることから、その上層の水深120～142mに位置する今回の調査点は、いずれも対馬暖流の影響が及ぶ水深帯と判断される。

底質はStns. 1, 2, 4では砂質が主体で、貝殻碎片が混入したが、Stn. 2では特にその割合が増加した。またStn. 3の底質はほぼ貝殻碎片のみで占められた。一般に底質砂泥の粗さの指標とされる中央粒径値(Md ϕ)、含泥率(Mud content)、強熱減量(I.L.)はともにStn. 2で小さく、採泥器による調査では弾埼近傍に位置するStn. 2で最も底質が粗いという結果となった。ただし、Stn. 1ではドレッジ曳網サンプルに岩や礫が混入したことから、海底面は砂礫底に岩石が混在するガレ場を呈し、底質環境は他の調査点に比べより複雑であったと言える。

Table 2. Bottom water and sediments conditions at each sampling station. Water temperature and salinity ; values measured at 1 m above the sea bottom, Md ϕ ; median particle diameter in phi units, where $\phi = -\log_2$ diameter (mm), Mud(%); content of the silt-clay fraction ($< 63 \mu\text{m}$) in the sediments, I.L.(%); ignition loss at 550 °C for 6 hours.

		Station			
		1	2	3	4
Water Temp. (°C)		8.87	10.03	9.97	10.90
Salinity (PSU)		34.16	34.11	34.13	34.10
Sediment	Nature	Sand	Shells & Sand	Shells	Sand
	Md ϕ	3.35	2.80	-	3.73
	Mud(%)	30.60	19.67	-	39.57
	I.L.(%)	5.73	4.13	-	5.29

2 採集された棘皮動物

今回の調査で採集された棘皮動物はヒトデ綱, クモヒトデ綱, ウニ綱, ナマコ綱に含まれる11属14種であった。以下に産地とともに1 曳網当たりの採集個体数を示し, さらに備考として採集個体のサイズ, 主要分布域, 近縁種との相違点などの分類学的, 生態学的な情報を加えた。なお, 分類体系はCLARK and DOWNEY(1992); ヒトデ綱, IRIMURA *et al.* (1995); クモヒトデ綱, 重井(1986); ウニ綱, 今岡(1995); ナマコ綱に従った。

Class Asteroidea ヒトデ綱

Order Paxillosida モミジガイ目

Family Astropectinidae モミジガイ科

Astropecten sp. aff. *kagoshimensis* (Plate 1, fig. A)

産地: Stn. 1 (10個体), Stn. 2 (3個体), Stn. 3 (4個体)

備考: 小型のヒトデ類で, 輻長R=7~24 mm, 間輻長r=2~6 mm, R/r=4.0前後, 上縁板数23を数える。上縁板は1本の円錐形で短い棘を有し, 腕基部では顕著であるものの, 腕先端部に向かうに従いこの棘を欠く。下縁板は4本の剣状の棘を有し, うち外側2本は長く発達する。側歩帯板棘は歩帯溝側に3本, さらにその外側に3~4本配列する。生時, 背面は茶褐色, 腕中央よりやや先端寄りに濃褐色~赤褐色の帯斑を有するのが特徴的。本種はこれまで佐渡島周辺海域の水深100~150 mの砂礫底から特異的に採集され, 砂泥域からは得られていない。本邦中南部浅海域に分布するクロスジモミジガイ(*Astropecten kagoshimensis*)に似るが, 2本の長い下縁板棘を有すこと(クロスジモミジガイ, 1本), 上縁板数が少ないこと(クロスジモミジガイ, 約30)などの相違から, 今回は近縁種とした。さらに詳細な検討を要す種である。

Order Valvatida アカヒトデ目

Family Goniasteridae ゴカクヒトデ科

Mediaster brachiatus Goto, 1914 ウデナガゴカクヒトデ (Plate 1, fig. B)

産地：Stn. 1 (3 個体)

備考：採集個体は幅長 $R=60\sim 65$ mm, 間幅長 $r=21\sim 22$ mm, $R/r=2.7\sim 3.0$, 上縁板数30前後を数える。本種は日本海の中深海域に多産するアカモミジヒトデ (*Pseudarchaster parelii*) に似るが、盤の幅域と腕稜部では小柱体が特に大きくなり、腹側板に貝殻状の叉棘を有すことなどで区別される。模式産地は浦賀水道の水深270 m (Goto 1914) であるが、その後、相模湾～四国沖 (佐波ら 1982; 重井 1991) また日本海では富山湾や山形県飛鳥、鼠ヶ関付近 (鈴木 1979) などから報告され、本邦中深海域に広く分布するものと思われる。筆者によるこれまでの日本海下部浅海帯～上部漸深海帯 (水深100～500 m) の調査結果では、アカモミジが砂泥底で多数採集されるのに対し、本種はむしろ砂礫底を中心に生息すると考えられる。

Class Ophiuroidea クモヒトデ綱

Order Ophiurida クモヒトデ目

Family Amphiuridae スナクモヒトデ科

Amphiura (*Amphiura*) *arcystata* H. L. CLARK, 1911 ハダカスナクモヒトデ

産地：Stn. 3 (6 個体)

備考：本種はアルバトロス号による北太平洋採集サンプルのうち米国カリフォルニア沖の個体を模式産地として記載され、同時に北海道積丹半島沿岸からも報告された (CLARK 1911)。その後、日本海では富山湾、若狭湾などから採集されている (IRIMURA *et al.* 1995)。腕はきわめて細長く、盤径の20倍に達し、また、反口側の幅楯の周囲のみが鱗に被われ、他の部分は皮に被われるのが特徴的。本邦産 *Amphiura* 属のうちこのような幅楯のみが鱗に囲まれる形態を呈す種に、*A. aestuarii*, *A. sinicola*, *A. vadicola*, *A. ecnomiotata* などが知られるが、いずれも触手鱗を欠くのに対し、本種は小さな触手鱗を2個有す。

Family Ophiothricidae トゲクモヒトデ科

Ophiothrix (*Ophiothrix*) *panchyendyta* H. L. CLARK, 1911 トゲクモヒトデ

産地：Stn. 1 (596 個体), Stn. 2 (3 個体), Stn. 4 (41 個体)

備考：採集個体は盤径3～18 mm。日本海では陸棚辺縁部の砂礫底から採集されることが多く、しばしば高密度に生息し、メガベントス群集の優占種となる。近縁種のナガトゲクモヒトデ (*Ophiothrix* (*Ophiothrix*) *exigua*) は幅楯が完全に棘に被われ、本種よりもさらに浅海域に出現し、潮間帯からも得られる (入村 1982)。

Family Ophiuridae クモヒトデ科

Ophiura kinbergi (LJUNGMAN, 1866) クシノハクモヒトデ

産地：Stn. 2 (10 個体)

備考：小型のクモヒトデで採集個体は盤径2～5 mm。本邦周辺海域からひろくインド洋、西太平洋の暖海から熱帯海域の浅海砂泥底に分布する (CLARK and ROWE 1971)。

Ophiura sarsi vadicola D'YAKONOV, 1954 エゾクシノハクモヒトデ

産地：Stn. 1 (1 個体)

備考：採集個体は盤径17 mm. 北日本の上部漸深海帯に多産するキタクシノハクモヒトデ (*Ophiura sarsi sarsi*)よりも腕櫛が細長く生息域も浅海域に限られる (D'YAKONOV 1954). 本邦ではこれまで日本海中部の瓢箪礁, 岩手県宮古沖などから知られる (IRIMURA *et al.* 1995).

Stegophiura sladeni (DUNCAN, 1879) アカハコクモヒトデ

産地：Stn. 1 (7 個体), Stn. 2 (1 個体), Stn. 4 (2 個体)

備考：採集個体は盤径9~11 mm. 本邦周辺から朝鮮半島沿岸域の主に下部浅海帯に分布する. 第2次腕針基部は互いに融合する.

Stegophiura sterea (H. L. CLARK, 1908) ハコクモヒトデ

産地：Stn. 1 (3 個体)

備考：採集個体は盤径8~10 mm. 外部形態, 分布域とも前種に酷似するが, 本種は第2次腕針基部が融合せず, また主要生息深度も前種に比べやや深いことが特徴 (入村 1990).

Stegophiura vivipara MATSUMOTO, 1915 コモチクモヒトデ

産地：Stn. 1 (3 個体)

備考：卵胎生の小型のクモヒトデで採集個体は盤径2~3 mm. 生時の背面は朱色. 本邦太平洋岸 (房総半島以南) の主に下部浅海帯に分布し, 日本海ではこれまで富山湾七尾沖から知られる (IRIMURA *et al.* 1995).

Class Echinoidea ウニ綱

Order Cidaroida オウサマウニ目

Family Cidaridae オウサマウニ科

Stereocidaris japonica (DÖDERLEIN, 1885) ボウズウニ

産地：Stn. 1 (5 個体), Stn. 2 (11 個体)

備考：採集個体の殻径5~37 mm. 主棘は赤道部下方に限られ, 殻上面は坊主頭状となる. 日本海に生息するオウサマウニ科のうち下部浅海帯の比較的底質の粗い場所から多く採集される種. 東北地方日本海側から知られる近縁種のダイオウウニ (*Stereocidaris grandis*) は本種より大型となり, 主棘は赤道部上方にも付く.

Order Diadematoida ガンガゼ目

Family Pedinidae オトメガゼ科

Caenopedina mirabilis (DÖDERLEIN, 1885) オトメガゼ (Plate 1, fig. C)

産地：Stn. 1 (3 個体)

備考：小型のウニ類で採集個体の殻径14~19 mm. 間歩帯の大疣は極めて大きく板の大半を占める. また, 大棘は細長く赤褐色と淡黄緑色の横縞模様が特徴的. 本種は日本特産種で, 重井 (1990) によれば相模湾~鹿児島湾の水深80~360 mから得られ, 特に下部浅海帯に多く生息する. 日本海側での報告例は乏しく, HONMA and KITAMI (1978) は佐渡よりオトメウニとして記載するが産地不詳. また, 鈴木 (1979) は山形沿岸の水深100 mの砂底から記録している.

Order Spatangoida ブンブク目

Family Schizasteridae ブンブクチャガマ科

Brisaster latifrons (A. AGASSIZ, 1898) キツネブンブク

産地：Stn. 3 (2 個体)

備考：採集個体の殻長は56 mmおよび71 mm，殻前端部は深く陥入する．生殖孔は3個．生息深度が広く，浅海带から下部漸深海帯に及ぶ(SHIGEI 1989)．形態の似たブンブクチャガマ(*Schizaster lacunosus*)は水深100 m以浅に生息する浅海種で，生殖孔は2個であることから本種と区別される．従来，沖合海域の調査でブンブクチャガマとされたものには，多分に本種が混在していると思われる．

Class Holothuroidea ナマコ綱

Order Dendrochirotida 樹手目

Family Psolidae マツカサキンコ科

Psolus japonicus ÖSTERGREN, 1898 マツカサキンコ (Plate 1, fig. D)

産地：Stn. 1 (1 個体)

備考：採集個体の体長19 mm．*Psolus*属は，背部が鱗状のプレートで完全に被われる，口と肛門が背面に位置する，腹面は移動や付着に適応した蹠部(sole)を形成する，管足は蹠部を縁取るように配置する，などナマコ類の中でも特異な外部形態を呈する．本種は，ÖSTERGRENが津軽海峡の標本に基づき記載したが，原記載は図版を欠き，後に大島(1913)がÖSTERGRENから譲渡されたモノクロ写真により初めてその外形が明らかとなった．アルバトロス号による4個体はいずれも津軽海峡80～86 mの砂礫底から得られており(OHSHIMA 1915)，他にはサハリン南西海域から知られる6個体のみで，きわめて知見に乏しい．生時は背面は黄褐色，触手は淡紅色を呈す．根室海峡以北の北太平洋に産す近縁種の*Psolus squamatus*は口と肛門間の鱗数が19個に及ぶのに対して，本種は5～6個前後である(大島 1919)．

Order Aspidochirotida 楯手目

Family Stichopodidae シカクナマコ科

Parastichopus nigripunctatus (AUGUSTIN, 1908) オキナマコ

産地：Stn. 1 (1 個体)

備考：新潟沿岸域では主に水深100 m以深から得られている(大内 1960)．

考 察

今回の調査で得られた棘皮動物14種のうち，その半数はクモヒトデ類で占められた．クモヒトデ類のうちトゲクモヒトデはStn. 1 およびStn. 4 で優占種であったが，特にStn. 1 では1 曳網当たりの採集個体数が大きく，Stn. 4 の約15倍に達した．また，棘皮動物全体の出現種数もStn. 1 で最も大きく(12種)，その半数以上が本調査点のみで記録されたため，Stn. 1 では他の海域と比較して現存量や出現種数，種組成において顕著な差異が認められた．ベントスの分布と水塊環境，底質環境とは密接な関連があるが(堀越 1973；菊池 1977)，水温，塩分ともいずれの調査点でも大きな差は見られないのに対し，Stn. 1 の底質は砂礫に大小の転石をまじえたガレ場という他の調査点よりも複雑な海底面を形成しており，底質環境が棘皮動物相に影響を与えた可能性が強い．実際，大型の転石はStn. 1 で出現したマツカサキンコのような付着性べ

ントスに安定した足場を提供するとともに、例えばボウズウニのようなキダリス類の餌料となる海綿類やヒドロポリプの成育場として砂泥底とは異なる新たな生物環境を創出するが、ガレ場においてはこのような岩石基盤に依存度の高い種と砂質底に適応した種が同時に出現するため種多様性が増大すると考えられる。同様な現象は佐渡海峡においても観察されており、今回とほぼ同一水深帯のガレ場では、トゲクモヒトデが多数生息し、同時に棘皮動物全体の出現種数も増加することが観察されている(KOGURE and HAYASHI 1998)。トゲクモヒトデが生息場として岩石基盤を要求する原因ははっきりしないものの、これまでの佐渡島周辺下部浅海帯の調査結果では砂礫底やガレ場に特異的に出現しており、本種はこのような底質環境を特徴づける指標種の一つとして位置づけられよう。このように採泥器で採取した試料から推定される底質よりも、海底面の緩急、起伏等の海底地形や礫、岩石など大型基質の存在頻度といった空間的な海底状況がベントス相により強い影響を与える場合があり、同様な結果は、伊藤(1989)による新潟県沿岸域の貝類相調査においても報告されている。

次に、調査海域と佐渡海峡下部浅海帯のうち同様の水深帯に位置するガレ場(KOGURE and HAYASHI 1998)との棘皮動物種組成を比較すると、海峡部では13種が記録されているので総出現種数は今回の調査結果とほぼ同程度といえる。両海域の共通種は全体の約1/3であり、このうちトゲクモヒトデやボウズウニなどはいずれの海域でも優占種となっている。一方、従属種のなかにはオトメガゼやマツカサキンコ、ニセヒメヒトデ(*Odontohenricia hayashii*) (和名仮称、佐波 1997)のように海域の特定の調査点に固有の種が出現した結果、両海域の類似度が低下している。このような従属種の相違には、砂泥底に比べ現段階では評価の困難なガレ場の環境特性の差異が影響している可能性もあるが、それ以上にサンプリング数の不足が大きく作用していると考えられ、今後さらなる調査の拡充が望まれる。さらに構成種をその主要分布域の生息水温に基づき検討すると、インド-西太平洋に分布の中心を持つ暖水性種(トゲクモヒトデとクシノハクモヒトデ)に加え、オホーツク海から北部日本海に分布する冷水性種(エゾクシノハクモヒトデ、マツカサキンコ)の出現が認められた。同様な棘皮動物の暖水性種、冷水性種の混合分布は佐渡海峡下部浅海帯でも観察され、インド-西太平洋要素であるセノテズルモヅル(*Astrocladus coniferus coniferus*)とともに周極分布を示す冷水性のスナイトマキ(*Ctenodiscus crispatus*)が出現し(KOGURE and HAYASHI 1998)、両海域では暖水性、冷水性両要素の混在分布という点では類似した様相を呈している。これは調査水深帯が、日本海固有冷水と対馬暖流水との移行深度に位置することに関連すると考えられ、少なくとも水深200 m前後に発達する永年躍層から水深100 m付近までにおいては一部の冷水性種が生息深度を固有冷水域からより浅海域へ広げ、両要素からなる推移帯が形成されることを示している。さらに伊藤(1985)は佐渡島浅海域での冷水性種の出現に関して、日本海北部から佐渡島付近へ伸びる最上舟状海盆の寒冷な底層水の影響を示唆している。佐渡島近海においては、このほか西部に富山舟状海盆が切れ込むが、このような海盆部の冷水とともにオホーツク海や日本海北部に主要分布域をもつ冷水性種がその分布範囲を南へ広げ、暖水性種とともに下部浅海帯の多様な棘皮動物相を形成するものと考えられる。今後、日本海の各海域において棘皮動物の種組成や分布様式について海底地形、底質、水塊性状などの海洋環境とともにさらに詳細な調査を行い、日本海全体の棘皮動物相の現状とその成立過程を探りたい。

文 献

- CLARK, A. M. and DOWNEY, M. E. (1992) *Starfishes of the Atlantic*. Chapman and Hall, London, 794pp.
- CLARK, A. M. and ROWE, F. W. E. (1971) *Monograph of Shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*. British Museum (Natural History), London, 238pp., 31pls.
- CLARK, H. L. (1911) North Pacific ophiurans in the collection of the United States National Museum. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, **75**, 1-302.
- D'YAKONOV, A. M. (1954) *Ophiuroids of the USSR Seas*. Zool. Inst. Acad. Sci. USSR, Moskow, 136pp. (translated from Russian by Israel Prog. Sci. Trans. Ltd., Jerusalem, 1967, 123pp.)
- GOTO, S. (1914) A descriptive monograph of Japanese Asteroidea. *J. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, **29**, 808pp., 19pls.
- HONMA, Y. and KITAMI, T. (1978) Fauna and flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological Station, Niigata University. *Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ.*, (8), 7-81.
- 堀越増興 (1973) 海洋ペントスの群集生態学. pp.49-63. 山本護太郎編 海洋学講座9 海洋生態学, 東京大学出版会, 東京.
- 今岡 亨 (1995) 棘皮動物門ナマコ綱. pp.553-572. 西村三郎編 原色検索日本海岸動物図鑑Ⅱ, 保育社, 大阪.
- IRIMURA, S. (1979) Ophiuroidea of Sado Island, the Sea of Japan. *Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ.*, (9), 1-6.
- 入村精一 (1982) 相模湾産蛇尾類. 宮内庁生物学御研究所, 東京, 148pp., 15pls.
- 入村精一 (1990) クモヒトデ綱. pp.65-100. 日本陸棚周辺の棘皮動物(上), 日本水産資源保護協会, 東京.
- IRIMURA, S., KUBODERA, T. and ISHIDA, Y. (1995) *Catalogue of the specimens of the class Ophiuroidea (ECHINODERMATA) donated by Dr. Seiichi Irimura in the National Science Museum, Tokyo*. National Science Museum, Tokyo, 181pp.
- 伊藤勝千代 (1985) 新潟県佐渡島及び粟島沖における貝類の分布. 日水研報告, (35), 23-127.
- 伊藤勝千代 (1989) 新潟中・下越及び佐渡島沿岸の貝類分布. 日水研報告, (39), 37-133.
- 菊池泰二 (1977) 浅海底生動物群集の生態分布と環境—殊に動物-底質型関係を中心に—(総説). ペントス研連誌, (13/14), 11-18.
- KOGURE, Y. and HAYASHI, I. (1998) Bathymetric distribution pattern of echinoderms in the Sado Strait, the Japan Sea. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.*, (48), 1-16.
- 大島 廣 (1913) *Psolus japonicus* ÖSTERGRENの原標本に就いて. 動雑, **25**, 130-132, 1pl.
- OHSHIMA, H. (1915) Report on the holothurians collected by the United States Fisheries steamer "Albatross" in the Northwestern Pacific during the summer of 1906. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, **48**, 213-291, 4 pls.
- 大島 廣 (1919) アルバトロス号採集西北太平洋産海鼠類(17). 動雑, **31**, 1-8.
- 大内 明 (1960) 北部日本海底曳禁漁区の動物分布に関する研究Ⅱ. 底棲動物. 日水研年報, (6), 173-182.
- 佐波征機・富田靖男・木本友之 (1982) 伊勢湾および熊野灘北中部海域の棘皮動物相. 三重県立博物館研究報告, 自然科学, **4**, 48pp., 34pls.
- 佐波征機 (1997) ヒトデ類. pp.169-172. 奥谷喬司・武田正倫・今福道夫編 日本動物大百科7 無脊椎動物, 平凡社, 東京.
- 重井陸夫 (1986) 相模湾産海胆類. 丸善, 東京, 377pp., 126pls.
- SHIGEI, M. (1989) Systematic studies on the echinoids of Japan and an approach to the marine biogeography. *The Univ. Museum, The Univ. of Tokyo, Nature and Culture*, (1), 57-78.
- 重井陸夫 (1990) ウニ綱. pp.101-130. 日本陸棚周辺の棘皮動物(上), 日本水産資源保護協会, 東京.
- 重井陸夫 (1991) 日本産ヒトデ類の分類学的研究. 京都工芸繊維大学, 京都, 106pp.
- 鈴木庄一郎 (1979) 山形県海産無脊椎動物. たまきび会, 山形市, 370pp., 22pls.

Explanations for plate

Plate 1.

- A. *Astropecten* sp. aff. *kagoshimensis*. About natural size.
- B. *Mediaster brachiatus* GOTO, 1914. About 0.4 ×.
- C. *Caenopedina mirabilis* (DÖDERLEIN, 1885). About natural size.
- D. *Psolus japonicus* ÖSTERGREN, 1898. About 1.5 ×.

Plate 1.

