藻場の介形虫類の機能形態 ——特に生殖行動との関連について——

神 谷 隆 宏

(金沢大学理学部地学教室)

Functional Morphology of Ostracoda in Seagrass Beds — with Special Reference to the Copulatory Behavior

TAKAHIRO KAMIYA

Abstract

KAMIYA, TAKAHIRO (Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University). 1989. Functional Morphology of Ostracoda in Seagrass beds — with Special Reference to the Copulatory Behavior. Benthos Research (Bull. Jap. Assoc. Benthology), 35/36: 75-88.

A set of related species living in different habitats is suitable to evaluate various adaptive characters to habitats, particularly in a such set where plural genera are recognized. Functional morphology of ostracods, especially their carapace shape, is thoroughly studied here through observation of the different mode of behavior between phytal and bottom-dwelling species of *Loxoconcha* and some other genera in seagrass beds. The phytal species living on smooth leaf-surface of seagrasses such as *Zostera* have vertically compressed carapaces with blade-shaped ventral part. On the contrary, the bottom-dwelling species in *Zostera* beds are cubic with flat ventral plane or streamlined in the carapace shape. The characteristics of the phytal is directly related to the style of copulation which is adopted (ventral-to-lateral position) to do not slip down to the bottom during copulation. The bottom-dwelling species copulate in ventral-to-ventral position and their shapes of the ventral part seem to be controlled by not the copulation style but the mode of behavior whether more epibenthonic or inbenthonic. Functional characters of soft parts, such as sexual organ and the tip of the appendages, are also documented, and the significance of analyses of "breeding", in general, is emphasized to understand Ostracoda.

はじめに

丘浅次郎は生物の本質を「食うて生んで死ぬ」と表現した。これは古生物においても同様な意味を持ち、過去の生物の生活様式を探索する古生態学においては「食い方」の重要性に早くから注意が払われ、多くの研究がこの観点から古生物を理解しようとしてきた。機能形態学におけるパラダイム法の先駆的な研究とし

て有名な RUDWICK (1961) の論文は、ペルム紀の腕足類 *Prorichthofenia* の特異な形態を、食物の摂取に関するパラダイムで説明しようとしたものである（もっとも、その後 GRANT (1975) が多くの標本を再検討し、その形態は RUDWICK のいう摂食様式のパラダイムでは説明出来ないことが分かったが）。一方、「生み方」については「いかに子孫を多く残すか」の問題として、例えば更新世のオオツノジカのおスに奇異なほど巨大

なツノが発達した理由を性淘汰に帰したり (GOULD, 1974), r-K 戦略などの個体群生態の面からも研究されてきた。しかしながら、広い意味での「生み方」に含まれるであろうが、生むための前行為である「交尾の仕方」自体に取り組む研究は疎んじられてきた。これは化石によく残る生物で交尾をするものが少ないためであろう。しかし、もし、化石として産した生物が、どこで、どんなスタイルで交尾していたかなどをその姿形から推定できるとしたら面白い。生物の本質のひとつを化石記録にとどめていることになるからである。ここで紹介する介形虫はそんな生物のひとつに挙げられそうなのがわかってきた。

介形虫 (Ostracoda) は大きさ 1 mm 前後の小型甲殻類で、深海から汽水域、池や沼、水溜りまで、水のある多様な環境に生息している。底生の種類の多くは石灰質の背甲 (一般に殻と呼ぶ) を有し、カンブリア紀 (約 5 億数千万年前) に出現して以来これが化石として地層中から普遍的に産するため、石油探査の際の古環境解析や時代決定などに広く利用されてきた。近年、ある種の背甲表面の網目模様が表皮細胞の配列に対応している例 (OKADA, 1981, 1982a, b) や、同種内の背甲の多型や変異が塩分濃度や底質などの物理・化学的環境の違いを如実に反映している例 (ROSENFELD & VESPER, 1977; DANIELOPOL *et al.*, 1988; CARBONEL & HOIBIAN, 1988) など、殻形態が生物学的に興味深い情報を含んでいることが指摘された。「海のショウジョウバエ」と呼ぶ研究者もあり、進化古生物学の材料としてもきわめて有用性、将来性の高い分類群といえる。しかしその一方で現生介形虫の生活様式といったベシク的な生態学的側面は十分把握されてきたとはいえない。特に、海の中に潜って生活場所を直接観察したり、そこで採った海産種の行動を顕微鏡下で観察するといったことは、この生物の生態学的研究が主として寒海の北西ヨーロッパを中心に行われてきたこともあってか、ほとんど手がつけられずにきた。ここ数年筆者は三浦半島油壺湾のアマモ場の介形虫を詳細に調査し、介形虫が微生物場所の特質にうまく適応した生活様式をもっていることを報告してきた。介形虫は、個体レベルの行動、形態においても (KAMIYA, 1988a), 個体群レベルの生態においても (KAMIYA, 1988b, c), 器官レベルの、感覚子の分布と形態においても (KAMIYA, in press) 生息場所への見事な適応を示す。本稿では、介形虫が微生物場所の物理的特徴にうまく合った行動様式、特に「交尾様式」を持っていること、そして背甲や軟体部の形態がその行動様式に実

にうまくマッチしていることを、既に紹介した油壺湾のアマモ場の観察結果 (KAMIYA, 1988a) を中心に、他の藻場の調査結果をまじえて紹介する。「生殖」、なかでも「交尾」という観点は、一般的に介形虫のオスが体の三分の一、種によっては半分近くを占める大きな生殖器をもつことから示唆されるが、介形虫の実体、介形虫とはどんな生物か、ということを理解するためのきわめて重要なアプローチなのである。

油壺湾藻場の介形虫群集

生息環境と介形虫の種類との関連については既に多くの研究がある。例えば BENSON (1959) は幅、奥行きとも約 15 km の開いた内湾である Todos Santos 湾とその周辺を調べ、Estuarine, Rocky tide pools, Salt water lagoon & marsh, Shallow shelf (coarse sands), Shallow shelf (fine sands and silts), Deep water の 6 つの環境にそれぞれ特有な群集が産することを報告し、同時に生息場所と殻の形の関連についても言及した。また WILLIAMS (1969) はもう少しミクロなスケールでイギリス西部 Anglesey 島の潮間帯の海藻と海浜堆積物を調べ、海藻 (ヒバマタ、アオノリ、コンブなど) に主に見つかる種類 (*Xestoleberis*, *Paradoxostoma*) と、底質上に主に生息する種類 (*Leptocythere*, *Polycopse*) とがあるが、海藻起源のデトリタスの多い境界付近ではそれらが混合して見つかることを報告した。

これらの先駆的研究の結果、いまや重要な問題は、そうやって棲み分けている介形虫の形態や行動や個体群動態が生息場所とどのような必然的関連性を持っているか、あるいはもっていないかをはっきりさせることである。ここでまずとりあげたアマモ場は以下に述べるように、この問題を論じるのに都合の良い自然の実験室ともいえるメリットをもっている。

アマモ (*Zostera marina*) は北半球に最も繁栄している海草のひとつで、水深 1 m から数 m の砂底または砂泥底に、長さ約 1 m、幅約 1 cm の薄い数枚の葉から成る株が地下茎でつながり群落をなす。葉中の細胞間隙が酸素で満たされているため海底に垂直に立ち、波間に揺れる姿から英語では eel grass と呼ばれる。軟らかい底質ゆえ、固着性の海藻が定着し生育することのない潮下帯直下の砂泥底において貴重な海中林となるため多くの葉上小動物のすみかとなり、またこのため稚魚などの育成場として水産学的にも重要な意義を持つ。

図1 海壺湾位置図. 斜線部は湾内のアマモ場の分布を示す. MMBS: 東京大学理学部付属三崎臨海実験所 (KAMIYA, 1988aより引用)

アマモ場が介形虫の生息場所への適応を調べる環境としてすばらしいのは、ただか垂直に数十cm離れただけで、海底にほぼ垂直に立つ滑らかな葉面（しかもそれは始終揺れる）と、うすいデトリタス層に被われた海底砂泥表層という、安定性の点からは対照的な、しかしどちらにも介形虫の棲みうる生息場所を提供する点にある。これは他の岩礁地の海藻場では得られないセッティングである。水深や水温、水質などについては同条件であるため、主として棲み場所の形状（物理的性質）の違いが介形虫の種類、形態、生態に直接与える影響を見積るのに最適なかわけである。

三浦半島油壺湾のアマモ場（図1, 2）に生息する介形虫を約二年半にわたり、毎月一回から二回、葉と底質表層とを丁寧に取り分けて調べたところ、それぞれに独立した群集が見つかった（図3）。葉上には8種類、底質表層には10種類が生息しており、両方に共通するのは *Xestoleberis hanaii* だけである（個体数はどちらにも少なく、この種の主な生息場所はむしろ岩礁地の石灰藻にある）。葉上群集の中でアマモ固有種は優占種 *Loxoconcha japonica* だけであり、*Paradoxostoma* spp. はアオサ、コンブなどの海藻類にも生息し、*Loxocorniculum mutsuense*, *Hemicytherura*

図2 試料採取地点（黒丸）

kajiyamai はむしろ石灰藻類に、*Aurila munechikai* はホンダワラ科の海藻に多産する。一方、砂底群集の優占種は *Loxoconcha uranouchiensis* であり、*Aurila uranouchiensis*, *Callistocythere rugosa* などがこれに続く、*Keijella bisanensis*, *Loxoconcha bispinosa* の2種はむしろ湾央のやや深い泥底に多産する。ところで、

図3 アマモ場に生息する二つの介形虫群集。矢印は葉上、砂底群集間にみられる同属異種の対応関係を示す。(KAMIYA, 1988aを修正)

このふたつの群集の間には面白い対応関係がみられる。葉上種 *Loxoconcha japonica* の対として砂底種 *L. uranouchiensis* があり、葉上種 *Hemicytherura kajiyamai* に対し砂底種 *H. tricarinata* があり、同様に *Cytherois ezoensis* と *C. sp.*, *Aurila munechikai* と *A. uranouchiensis*, *Loxocorniculum mutsuense* と *Loxoconcha sp.* という、同属異種、もしくは近縁属のペアがふたつの群集間に五組もみつかると。この、いわば「平行群集」は、それぞれの生息場所に対する適応をみつめるのにすこぶる都合の良いものである。各々の群集内に共通する形質、生態的特質は系統によりもたらされたものではなく、生息場所への適応の過程で出現した可能性が強いのであるから、この点を徹底的に調べればよいのである。

葉上種、砂底種の形態と行動

背甲の形態を観察した結果、海底底質上に生息するものは腹部が平坦かあるいはやや凸に膨れるかしており、全体が細長いこと（円柱、三角柱、直方体を横にしたような形）、一方、アマモ葉上に住むものは腹部がくさび状に尖り、横から見た場合丸いこと（アサリやハマグリなどの二枚貝を立てたような形）が判った（図4、5）。この特徴は、同属異種のペアを成す種類にも、片方の群集に単独にみつかると属の種にもはっきりと認められる。背甲の形は従来側面から見たものが記載され図示されてきたが、これに加え、頭または尻の方からの図示は腹部の形態を明瞭に示す場合には実に有効である。この葉上種、砂底種の背甲形態の相違は同属異種のペアの場合、発生段階で徐々に表れだし、成体となる最終脱皮時に完成する。その一例として図6に葉上種 *Loxoconcha japonica*、砂底種 *L. ura-*

nouchiensis の個体発生を示した。*L. japonica* のオスは最終脱皮後にやっとこの種の特徴であるよく膨れた背甲後部を有するようになるが、ここは最終脱皮時に付加した長い柄をもつ巨大な生殖器が収納されている(図7)。これらの観察結果は殻の形態の特徴が成体時に重要な意義をもつようになる生態、つまり生殖行動

と関連していることを示唆するが、実際の観察はそれを見事に証明した。

シャーレの中で観察であるが、砂底種 *L. uranouchiensis* は、求愛行動を経た後、オスとメスが互いの脚を抱えるように向き合って、腹と腹を合わせ交尾する(ventral to ventral position)(図8)。この際交尾中

図4 アマモ場に生息する介形虫の背甲の形態(左:左側方からみた図,右:尻側からみた図)

1 <i>Loxoconcha japonica</i> (♂) x39	10 <i>H. tricarinata</i> x53
2 <i>L. japonica</i> (♀) x39	11 <i>Cytherois ezoensis</i> x53
3 <i>L. uranouchiensis</i> (♂) x39	12 <i>C. sp.</i> x53
4 <i>L. uranouchiensis</i> (♀) x39	13 <i>Paradoxostoma coniforme</i> x32
5 <i>Loxocorniculum mitsuense</i> x34	14 <i>P. setoense</i> x32
6 <i>Loxoconcha harimensis</i> x39	15 <i>Semicytherura elongata</i> x53
7 <i>Aurila munechikai</i> x32	16 <i>Callistocythere rugosa</i> x45
8 <i>A. uranouchiensis</i> x28	
9 <i>Hemicytherura Kajiyamai</i> x53	

(KAMIYA, 1988aより引用)

	Shape of carapace		species
	lateral view	posterior view	
phytal sp.	circle	rugby-ball shape	<i>Loxoconcha japonica</i> <i>Loxocorniculum mutsuense</i> <i>Paradoxostoma coniforme</i> <i>P. setoense</i> <i>Cytherois ezoensis</i> <i>Hemicytherura kajiyamai</i> <i>Aurila munechikai</i> (<i>Xestoleberis hanaii</i>)
sand bottom sp.	rectangle	triangle	<i>Loxoconcha uranouchiensis</i> <i>L. bispinosa</i> <i>L. sp.</i> <i>Aurila uranouchiensis</i> <i>Hemicytherura tricarinata</i> <i>Semicytherura elongata</i>
	elongate rectangle	circle	<i>Cytherois sp.</i> <i>Keijella bisanensis</i> <i>Callistocythere rugosa</i> (<i>Xestoleberis hanaii</i>)

図5 アマモ場の葉上種、砂底種の背甲形態の分類 (KAMIYA, 1988a より引用)

のペアは底質上にごろつと横になるか、逆立ちするような姿勢をとる。交尾は一般に数分以上、長い場合には30分に及ぶ。腹の平らなこの種の殻形態はこの交尾姿勢に都合が良い。つまり、腹と腹がびたりと合わさるのでオスとメスの生殖器の接触は短距離で済む。このような格好での交尾は *Keijella bisanensis* にも認められる。一方葉上種は、シャーレの底面または側面(実際にはアマモ葉面)を這うメスの殻の側面にしがみついて求愛行動をしたオスがそのままの角度で生殖器を伸ばし、殻を半開きにしてふんばるメスと交尾する (ventral to lateral position) (図9)。垂直な滑面上では個体は脚で身体を支えていないかぎり落下するわけであるが、この一見不自然な、無理のある姿勢は、実は「交尾のたびに落下」というきわめて不都合な状況を回避する交尾姿勢の一つなのである。交尾時間が極端に短い(3秒以内)こともこれに調和的である。そして葉上種の殻の形はこの姿勢にうってつけである。立体的に考えれば明白なことだが、殻の縁までスムーズな曲面をもつので、オス・メスが斜めの角度で接しても縁と縁が合わせ易く、ひいては生殖器が接し易い。仮に砂底種のようにカドばっておれば斜めの角度では縁が合わせられず、オスはL字状に曲がる超長大の生殖器を必要とするだろう。また斜めに切れ上がって

るメスの殻後部は、メスが葉面にしがみついたときに葉面と生殖器の間に空間を生じるので、オスの生殖器を受け入れ易い。総じて上手く出来ているのである。このタイプの交尾様式は *Paradoxostoma* にも観察される。

殻形態以外に、既に触れたが、オスの生殖器の形態も機能的である。*Loxoconcha* 葉上種は砂底種に比べ、長い柄をもつ巨大な penis を有し(図7)、*Paradoxostoma* 属は起立時に先端が大きな角度で反転する penis をもつが、これらはいずれも ventral to lateral の(いわばいくら殻形態を工夫しても無理のある)姿勢での交尾に都合良いものである。また、葉上種、砂底種をバケツの底においた時にもおもしろい行動の違いがみられ、葉上種は底に置かれた直後から活発に歩き回り、垂直なバケツの側面にでくわすとそれを一挙によじのぼり、以後水面近くをはいかいするが(この傾向は特に *Loxoconcha japonica* で顕著)、砂底種は底にとどまっている(図10)。これは葉から落下した際の葉上種の行動を示唆している可能性が高い。そして *Loxoconcha* 葉上種の脚先端に発達するかぎつめ状構造(図11)は葉面をしっかり掴むという点で、この行動、また先に述べたオスがメスにしがみつ、メスは葉面にしがみつくという交尾行動に都合良いものかも

図6 *Loxoconcha japonica* (葉上種)と*L. uranouchiensis* (砂底種)の個体発生における背甲形態の変化、
両種とも7回の脱皮を経て成体となる。
スケール・バーは100 μ m. (KAMIYA, 1988aより引用)

図7 *Loxoconcha japonica* (葉上種) と *L. uranouchiensis* (砂底種) のオスの生殖器の形態。(KAMIYA, 1988aより引用)

知れない。

以上みてきたように、滑らかで垂直な葉面という棲み場所の形状がもたらす物理的環境が葉上種の行動様式、なかでも「交尾行動」を規制せざるを得ないため、それにともない葉上種の殻や軟体部の形態は特徴的なものとなっているらしい。これに対し、交尾姿勢が自由に採れる底質上では、交尾より通常の生活様式に関連して形が決まる。軟泥（フロキュレント層）上に棲む種類では安定のためか腹面の接地面積が大きくなっており、軟泥中をよく潜る種は細長く、流線型を採る傾向にある（図12）。これは BENSON (1959) の指摘と一致する。

以上は油壺湾アマモ場にみられた介形虫類の観察結果である。ひとくちにアマモ場の群集と言っても、実は、いろいろな点で対照的な二つの群集が、そこで

れいに分かれて生活している。一方がこれに対し、興味深いことに、岸よりの岩礁地に発達するピリヒバなどの樹状の海藻からは腹部の尖った種類（*Neonesidea*, *Loxocorniculum*, *Callistocythere* etc.）と平らな種類（*Robustaurila*, *Xestoleberis* etc.）の両方のタイプが産する。これは根元に近い葉と葉の間にデトリタスが付着しやすいため、樹状の海藻が実際には「海底底質上」と「滑らかな葉上」のふたつのタイプの棲み家を提供するためと考えられる。小さな介形虫の理解には、あたりまえのことであるが、彼らの立場にたった考察が必要なのである。

図8 *Loxoconcha uranouchiensis* (砂底種) の性行動。左：底面に対し上方からみた図、右：底面と平行にみた図。上図の求愛行動の後、下図の交尾行動に移る。底質の形状は便宜的に描いた。(KAMIYA, 1988aを修正)

図9 *Loxoconcha japonica* (葉上種) の性行動。左：底面（アマモ葉）に対し上方からみた図、右：底面（アマモ葉）と平行にみた図。上図の求愛行動の後、下図の交尾行動に移る。底質（アマモ葉）の形状は便宜的に描いた。(KAMIYA, 1988aを修正)

図10 バケツ底に置かれた時の葉上種（上図）と砂底種（下図）の行動。記号ひとつひとつが各個体に対応。(KAMIYA, 1988aより引用)

図11 *Loxoconcha japonica* (葉上種) と *L. uranouchiensis* (砂底種) の付属肢 (第三胸肢) の形態。
(KAMIYA, 1988aより引用)

図12 アマモ場の葉上種, 砂底種の微視的な分布。(KAMIYA, 1988aより引用)

他の藻場の介形虫群集

油壺湾における観察結果の普遍性を確かめるべく、他の藻場に産する介形虫の形態を調べたが、結果は何れもこれを支持するものであった。例えば、能登半島西岸、氷見で採取したモズク、サクラノリなどの表面の滑らかな海藻類からは腹部の尖った4種 (*Paradoxostoma*, *Xestoleberis*, *Hemicytherura*) (図13)が得られ、七尾湾の石灰藻(ピリヒバ)からは腹の平らな2種 (*Robustaurila*, *Xestoleberis*)と腹の尖った3種 (*Paradoxostoma*, *Callistocythere*, *Xestoleberis*)の両方のタイプが見つかる(図14)。また、赤道を隔てたオーストラリア木曜島(図15)のヒルムシロ科海藻からは、やはり、腹部の尖ったタイプから成る群集が得られた(図16)。 *Loxoconcha* は世界中の浅海で最も繁栄している属の一つで、その形態も多岐にわたるが、この群集に含まれる *Loxoconcha georgei* (図16-4)の形態が油壺湾アマモ場の *L. japonica* のそれと非常に良く似ていることは機能形態の普遍性を物語るかなり決定的な資料であると考えられる。

おわりに

どの交尾姿勢にどんな殻形態が適切であるかという殻の機能形態については、既に MCGREGOR & KESLING (1969) がすばらしい考察を行っている。しかし彼らの論文では、1) 側面から見た殻形態だけを問題にしたため(殻のふくらみ、腹面の形などは無視)、交尾姿勢をも平面的にとらえることとなり、“ventral-to-lateral” といった立体的な姿勢を考慮していない点、2) 交尾の姿勢と生息場所の関連までは考察していない点、などに検討の余地があった。本研究はこれらの点を考慮し、交尾を三次元的に考察し、それを生息場所への適応という観点から論じるのに成功した初めての研究である。

いろいろな観点から生活様式を観察してきた結果、介形虫、特に葉上種 *Loxoconcha japonica* に接していると感じずにはいられないことは、この生物がまさに「生殖」に重点を置いて理解すべき生物であるという印象である。オスでは生殖器が全体の半分を占めようかという軟体部、また収納する生殖器の形と交尾姿勢を反映する殻形態にしてしかり、常に攻撃的ともいえるほどメスに対して交尾をしかけ、終るとまたすぐ別

図13 能登半島氷見海岸の葉上(モズク、サクラノリ)介形虫群集。

- 1 *Paradoxostoma yatsui* x64
- 2 *P. conforme* x57
- 3 *Xestoleberis hanaii* x53
- 4 *Hemicytherura kajiyamai* x90

図14 能登半島七尾湾岩礁地の葉上（ピリヒバ）介形虫群集.

- 1 *Robustaurila ishizakii* x44
- 2 *Callistocythere undulatifacialis* x67
- 3 *Xestoleberis setouchiensis* x77
- 4 *Paradoxostoma setoense* x50
- 5 *Xestoleberis hanaii* x55

図15 オーストラリア・木曜島位置図

のメスに挑むオスの行動、それに関連した性比の問題にしてしかり(詳しくは KAMIYA, 1988b を参照). アマモ群落には四季の変化があり、葉が枯れて脱落する秋は葉上種にとって棲み家ごと流されていく危険な時期であるが、群全体としてはこの時期を、ひたすら多くの個体を生産し運の良いものが生き残るという「数打ちゃ当たる」方式で乗り切り、群落の安定期には少数個体が効率よく生き延びて世代をつなぐ、という個体群生態にしてしかりである(詳しくは KAMIYA, 1988c を参照). これらは全て浮遊期を持たない直達発生(ダイレクト発生)の介形虫がアマモ葉上という相当厳しい環境で次世代を残していくために採らざるを得ない、しかし見事な戦略といえるだろう. 別の言い方では、アマモ葉上というのは *Loxoconcha* 属の介形虫ががんばって工夫をしないとなんとかやっていけるような丁度適度に苛酷な環境なのであって、それにうまくパスした葉上種の生活様式にはその工夫が浮き彫りになって表れている、

図16 オーストラリア・木曜島の葉上（ヒルムシロ科の海草）介形虫群集。

- 1 *Neonesidea guildertonensis* ? x28
- 2 *Bairdoppilata bahlihaiensis* ? x30
- 3 *Neonesidea rosaliae* ? x25
- 4 *Loxoconcha georgei* x55
- 5 *Propontocypris* sp. x28

とも言えるであろう。相対的に安定な環境である砂底上に棲む同属異種 *L. uranouchiensis* との対照は鮮やかである。こうして（おそらく幸運も重なって）アマモ場の調査を通して、介形虫の特性をうまく見いだすことができた。このような介形虫の適応がいつでも首尾良くみられるとは思わないが、地道な調査が今後とも介形虫の実体をひとつひとつあばいていくことはまちがいない。生殖を中心とした生活様式（交尾姿勢、生殖時期など）が化石からも読み取れるユニークな材料である「介形虫」学の発展が期待される。

謝 辞

本研究は筆者が大学院時代に行った調査結果に、若干の追補資料を加えてまとめたものである。その間終始指導、教示いただいた東京大学花井哲郎名誉教授に感謝する。東京大学速水格教授、京都大学鎮西清高教

授、静岡大学池谷仙之教授、東京大学阿部勝巳博士には折りに触れ有益な議論をしていただいた。東京大学海洋研究所向井宏博士にはオーストラリアの藻場の試料を提供していただき、またアマモおよび葉上動物の生態について教示いただいた。東京大学理学部附属三崎臨海実験所の方々には野外調査、室内作業両面でたいへんお世話になった。向井宏博士、金沢大学小西健二教授には粗稿を読んでいただいた。以上の方々に深く感謝する。

文 献

- BENSON, R. H., 1959. Ecology of recent ostracodes of the Todos Santos Bay Region, Baja California, Mexico. *The Univ., Kansas Paleontol. Contr. Arthropoda*, 1: 1-80.
- CARBONEL, P. and T. HOIBIAN, 1988. The impact of organic matter on ostracods from an equatorial deltaic area, the Mahakam Delta — Southeastern Kalimantan. In, *Evolutionary biology of Ostracoda*, ed. by T. HANAI, N. IKEYA and K. ISHIZAKI, Kodan-sha Scientific, Tokyo, pp. 353-366.
- DANIELOPOL, D., W. Geiger, M. Tölderer-Farmer, C. Orellana and M. — N. Terrat, 1988. In search of *Cypris* and *Cythere* — A report of the evolutionary ecological project on limnic Ostracoda from the Mondsee (Austria). In, *Evolutionary biology of Ostracoda*, ed. by T. HANAI, N. IKEYA and K. ISHIZAKI, Kodan-sha Scientific, Tokyo, pp. 485-500.
- GOULD, S. J., 1974. The origin and function of "bizarre" structures: antler size and skull size in the "Irish Elk" *Megaloceros giganteus*. *Evol.*, 28: 191-220.
- GRANT, R. E., 1975. Methods and conclusions in functional analysis: A reply. *Lethaia*, 8: 31-33.
- KAMIYA, T., 1988a. Morphological and ethological adaptations of Ostracoda to microhabitats in *Zostera* beds. In, *Evolutionary biology of Ostracoda*, ed. by T. HANAI, N. IKEYA and K. ISHIZAKI, Kodan-sha Scientific, pp. 303-318.
- KAMIYA, T., 1988b. Different sex-ratios in two Recent species of *Loxoconcha* (Ostracoda). *Senckenbergiana lethaea*, 68: 337-345.
- KAMIYA, T., 1988c. Contrasting population ecology of two species of *Loxoconcha* (Ostracoda, Crustacea) in Recent *Zostera* beds: adaptive differences between phytal and bottom-dwelling species. *Micropaleontol.*, 34: 316-331.
- KAMIYA, T., 1989. Differences between the sensory organs of phytal and bottom-dwelling *Loxoconcha* (Ostracoda, Crustacea). *J. Micropaleontol.* (in press)
- MCGREGOR, D. L. and R. V. KESLING, 1969. Copulatory adaptations in ostracods Part II. Adaptations in living ostracods. *Contr. Mus. Paleont., Univ. Michigan*, 22: 221-239.
- OKADA, Y., 1981. Development of cell arrangement in ostracod carapaces. *Paleobiol.*, 7: 276-280.
- OKADA, Y., 1982a. Structure and cuticle formation of the reticulated carapace of the ostracode *Bicornucythere bisanensis*. *Lethaia*, 15: 85-101.
- OKADA, Y., 1982b. Ultrastructure and pattern of the carapace of *Bicornucythere bisanensis* (Ostracoda, Crustacea). In, *Studies on Japanese ostracoda*, ed. by T. HANAI, *Univ. Mus., Univ. Tokyo, Bull.*, 20: 229-255.
- ROSENFELD, A. and B. VESPER, 1977. The variability of the sieve-pores in recent and fossil species of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850) as an indicator for salinity and paleosalinity. In, *Aspects of ecology and zoogeography of recent and fossil Ostracoda*, ed. by H. LÖFFLER and D. DANIELOPOL, Dr. W. JUNK b. v. Publishers, The Hague, pp. 55-67.
- RUDWICK, M. J. S., 1961. The feeding mechanism of the Permian brachiopod *Prorichthofenia*. *Palaeontol.*, 3: 450-471.
- WILLIAMS, R., 1969. Ecology of Ostracoda from selected marine intertidal localities on the coast of Anglesey. In, *The taxonomy, morphology and ecology of recent Ostracoda*, ed. by J. W. NEALE, OLIVER and BOYD, Edinburgh, pp. 299-327.

1989年4月1日受理
920 金沢市丸の内1-1
金沢大学理学部地学教室
神谷隆宏