

日本沿岸の内湾性介形虫類の特徴

池谷仙之 = 静岡大学理学部教授

介形虫(オストラコーダ)

介形虫(Ostracoda)は、体長が0.5mmほどの小さな甲殻類(節足動物)です。2枚の殻をもっていて、その間から付属肢を出して水中を泳ぐか水底を這って生活しています(図1, 2)。この動物は、約5億年前に地球上に姿を現しましたが、その後多様な進化を続け、現在も深海から淡水まで、世界のあらゆる水域で繁栄しています。

浮遊生のもので底生のものでがいて、前者は薄いキチン質の殻をもち、水中をかなりの速さで遊泳します。後者は石灰質の殻をもち、水底の表面を這ったり、堆積物中にもぐったり、また水生植物の間で生活します。食性は雑食性で、藻類から小動物までなんでも食べ、おまけに食欲はきわめて旺盛です。繁殖は、ふつうは雌雄異体の有性生殖で、卵から孵化した幼体は、6~9回の脱皮を経て成体となります。脱皮ごとに、殻の大きさは約1.2倍の割合でほぼ規則的に増え、殻の表面装飾や動物体の各器官を次々に付加していきます。成熟に要する期間は30日~80日で、寿命は長くて2年ほどです。

分類学的にいうと、甲殻綱の介形虫亜綱に属し、形態的にも変化がきわめて多様です。そ

の種数は、化石種を含めると世界で約10万種に達するといわれています。日本では研究の歴史が浅いので、1975年現在では化石・現生種をあわせて366種が知られています。近年研究が盛んになり、毎年数種づつの新種が発見されていますから、今後は日本でも種数はぐんと増えると思います。

介形虫類は、水温・水深・塩分濃度など、さまざまな環境にあわせて棲みわけており、死後、キチン質あるいは石灰質の殻が化石となって地層中に保存されます。そのため、環境の指標生物として、従来から古環境の解析に非常に役立ってきました。現に浜名湖の古環境の解析にも、介形虫類の分析が有力な手段として使われています。

最近では、介形虫類の群集生態についての調査・研究が進み、この生物の機能や行動が底質と深く関わっていることが明らかになり、介形虫類の化石から生息場の環境を復元できるようになりました。この化石の分析が、古環境を解明する上で、従来以上に有力な手段となることが分かってきたわけです。

日本沿岸の内湾に特徴的な3種の介形虫

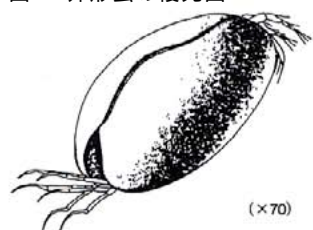
図4は、日本の内湾のうち、これまでに介形虫類の群集生態が調査・研究された9地域で、

北から青森湾、大槌湾、松島湾、仙台湾、房総半島の館山湾、浜名湖、伊勢湾と三河湾、中海、高知の浦ノ内湾です。これらの内湾は、それぞれ湾の面積や水深あるいは湾口の広さなどが大きく違いますが、介形虫群集を調べてみると、3つの特定の種の産出頻度がきわめて高いことが分かりました。

つまり、ある地点の群集では、この3種のうちの1種が介形虫総数の90%以上を独占し、残りの10%以下を他の数種で構成しています。またある地点の群集では、この中の2~3種が優占種となって群集の90%を構成し、他の種の産出頻度が非常に低いという状況がみられるのです。図3がこの3種の介形虫で、シセロモルファ アクブククタータ(*Cytheromorpha acupunctata*)、スピニレベリス クアドリアクレアータ(*Spinileberis quadriaculeata*)、バイコルヌシセレ ビサネンシス(*Bicorncythere bisanensis*)と呼ばれます。以下、C.a., S.q., B.b.の略号でお話します。

介形虫の産出リストが完備している上述の9地域の475地点の資料から、1地点の介形虫の産出個体数が100を超え、さらにその群集中に上記の3種が出現している地点を選び出すと、9地域147地点になります。図5は、この

図1 - 介形虫の復元図



2枚の殻の間から付属肢を出して海底を歩いている姿。右上が頭部、第一触角と尾部から胸肢を出している。

図2 - 介形虫の解剖図

左殻を外して内部の各器官を描いたもの

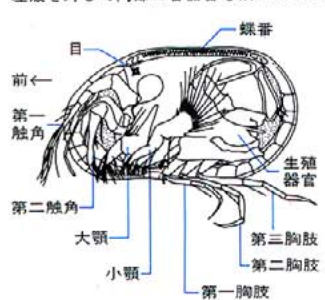


図3 - 日本沿岸に特徴的な内湾性介形虫の3種(欄外注)

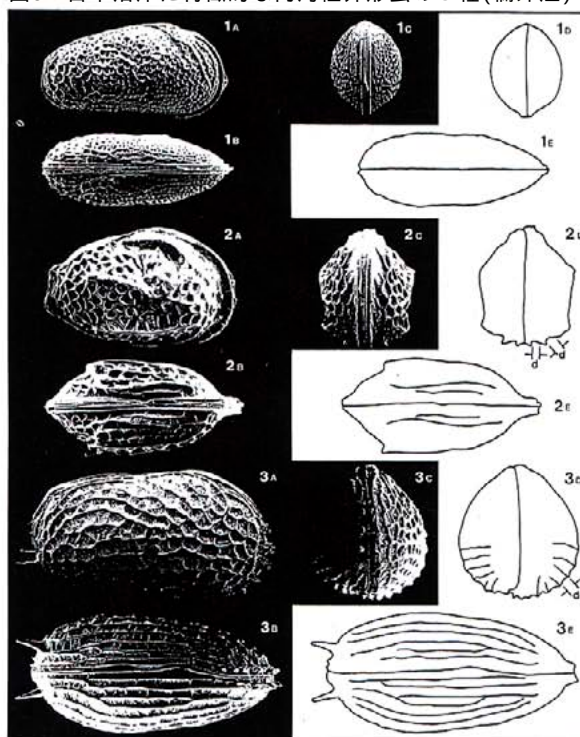
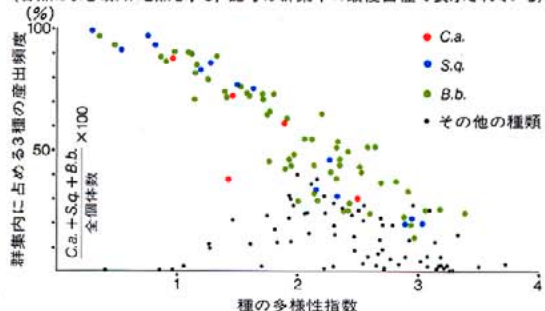


図4 - 内湾性介形虫類が調査・研究された湾



図5 - 種の多様性と3種の産出頻度(%)との関係

(各点は9地域147地点を示し、記号は群集中の最優占種で表示されている)



〔図3注〕

1 = *C. a.*, ♂ (浜名湖産). 2 = *S. q.*, ♀ (浜名湖産).
3 = *B. b.*, ♀ (三河湾産).
A : 側面(右殻). B, E : 腹面(両殻).
C, D : 前面(両殻). d : 殻表面の網目模様の幅.

147の各地点で、介形虫群集を構成する種の多様度と、上記3種の個体数の合計がそれぞれの群集内に占める割合(%)を算出し、両者の相関を調べたものです。この図から、群集内で3種の個体数の合計(産出頻度)が50%を超える場合には、それらの群集は、3種の個体数頻度と種の多様度とがよく相関していることが分かります(各群集は、種の多様性指数の増加に伴って個体数頻度を減じ、グラフ上では右下がりの直線上に並ぶ)。つまり当り前のことですが、多様性指数の低い群集ほど、群集内で3種の優占する割合が高いわけです。また、群集内で3種の産出頻度が50%以下の場合には分散分布となって、多様性指数との相関は低くなります。

湾の形態による介形虫群集の違い

図6は、上記の9地域のうち、浜名湖、館山湾、伊勢・三河湾という、湾の形態が異なる3つの湾での介形虫群集の特徴です。浜名湖では、東部の庄内湖に、*C. a.*と*S. q.*が個体数で第1位種となる群集が分布します。湾口部と本湖では、主要3種以外の種が1位種となり、主要3種の個体数頻度は非常に低くなっています。

水深50m以上の館山湾では、各群集の多様性

指数は高く、主要3種のいずれかが第1位種となる群集はありません。

水深が浅く、広い面積をもつ伊勢・三河湾では、多様性指数の高い群集から低い群集まで連続しています。主要3種の個体数は、高頻度と低頻度の2つの領域に分かれ、主要3種の個体数頻度と種の多様度とが高い相関を示す群集は湾奥部に分布し、第1位種はいずれも*B. b.*からなります。相関の低い群集は、伊勢湾の中央部から湾口部に分布します。この場合、*B. b.*は1位種とはなっていません。

内湾における主要3種の優占度

次に、それぞれの内湾ごとに、主要3種の群集内における優占度の違いを見てみます。主要3種の個体数頻度が50%をこえ、多様性指数との間に高い相関を示す群集は、松島湾6、仙台湾1、浜名湖5、伊勢・三河湾5、中海10、浦ノ内湾14の41地点に認められます。図7は、前述の5つの内湾(仙台湾を除く)の各地点ごとに、主要3種の優占度の違いを個体数比で比べてみたものです。

この図から、*B. b.*は浜名湖以外の4つの内湾のほとんどの地点で第1位種にあり、この種が日本の内湾に普遍的に生息することが分かります。浜名湖、浦ノ内湾、中海の湾奥部では

*S. q.*が第1位種にあり、また浜名湖の庄内湖では*C. a.*が第1位種で、同じ湾域でも場所により優占種が入れ代わっていて、内湾の地域的環境要素の違いが介形虫群集の優占種の違いとなって現れていることが分かります。

ただ、日本の内湾に普遍的に生息する*B. b.*が、浜名湖だけに出現しないというのが非常に不思議です。*B. b.*は、東隣の駿河湾の湾奥にもいるし、西隣の伊勢・三河湾にもいるのですが、浜名湖には現在はもちろん過去にも生息していないのです。*B. b.*が生息できない環境要素があったとすれば、それを明らかにすることは、同時に浜名湖の地史的特徴の解明にもつながっていくわけですが、それは今後の課題ということになります。

生息を規制する3つの環境要因

図8は、いま述べた主要3種が優占する41地点の群集について、それらが、水深、底質、塩分濃度の3つの環境要素とどのように関わっているかを見たものです。それぞれの群集が最もよく適応している環境は、*C. a.*は水深2m前後、2M d φの粗粒な底質、27~29‰の塩分濃度、*S. q.*は水深2~7m、5~8M d φの細粒な底質、20~30‰の塩分濃度、*B. b.*は水深5~9m、5~7M d φの細粒な底質、20~30

図6 - 3つの内湾における優占種の分布

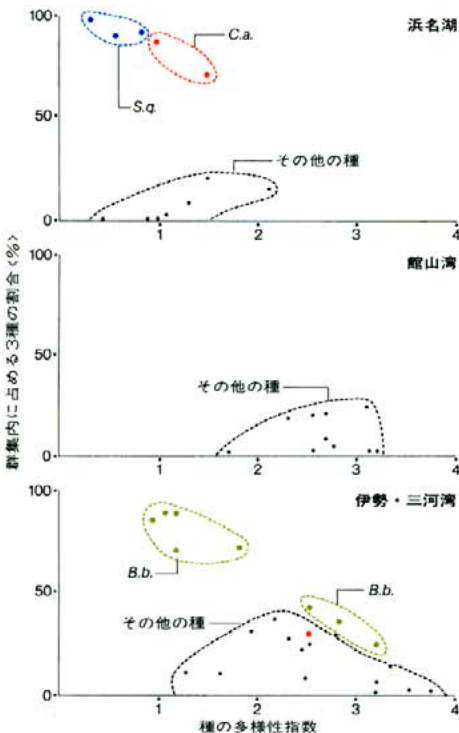
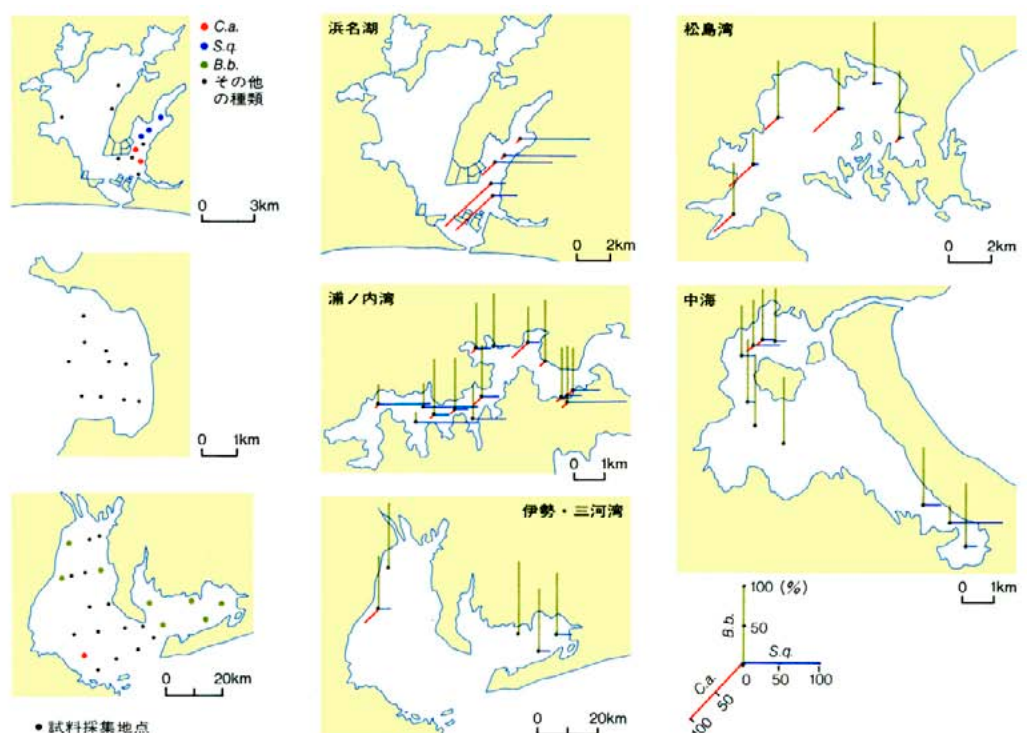


図7 - 5つの内湾にみられる3種の頻度分布



‰の塩分濃度になります。

以上のように、水深・底質・塩分濃度の3つの環境要素が種の生息範囲に大きく影響しているわけですが、じつは、これらの3つの要素のなかでも、特に底質が介形虫の行動を規制する重要な要因になっております。

底質中での介形虫の生態

《表層有機質層(flocculent layer)》

いま見ましたように主要3種は、いずれも底質粒度2～8Mdφのうちの特定の粒度範囲内に適応していますから、この底質粒度がそれぞれの種の生息に大きく関与していることは間違いありません。しかし粒度組成で表示される底質というのは、あくまでも無機物質の粒度分布値であって、底質の有機物質については何の情報も含まれておりません。

ところが底質表層部には、有機物質に富む表層有機質層(flocculent layer)があって、介形虫が実際に生息しているのは、主としてこの表層部なのです。ですから、底質の粒度組成と同時に、この表層有機質層の厚さや性質が、介形虫の生息に大きく関わっているのですが、この表層有機質層については、まだ概略的な観察によるものだけで、詳しい実体が分かっていませんでした。

それで、底質が細粒砂からシルトへと順に細粒化する浜名湖の5地点、底質が粗粒砂とシルトの油壺湾(三浦半島)の2地点で、堆積物表層部の観察と試料の分析を行いました。その結果、底質表層部は、構成物質・含水率・色調などから、図9のように3つの層に区別できることが分かりました。

以下、図に基づいて説明しますと、表層の有機質層(F)は、厚さが0～10mmまで変化し、下層の底質粒度が細粒になるほど厚さを増します。構成物質は、下層の粒度組成に関わりなく、茶色で未固結の繊維状物質を主体とする懸濁物からなり、懸濁物は、主として無機質の粒子、動植物の遺骸などの分解中の有機物、ペレットの分解断片などで構成されています。また間隙水を多量に含んでいます。この層の物質は、底層水の僅かな振動で水中に浮上・移動し、再び沈下するという状態を繰り返し、安定しておりません。従って、含水率や構成物質の密度などの正確な測定はなかなか難しいのです。

次の酸化層(O)は、茶褐色で未固結の堆積物からなり、粒度組成は粗粒砂からシルトサイズまで多様です。粒度が粗くなるほど、つまり間隙水の浸透度が高くなるほど、厚さが増し

ます。粗粒物質からなる場合は、粗粒子間に直上の有機質層からの物質が混入し、その境界は不明瞭になります。還元層(R)の構成物質は、酸化層と同じく未固結の堆積物からなりますが、茶褐色ではなく黒色を呈します。堆積物の圧密により間隙水の浸透は僅かです。

《底質中の介形虫の生息分布》

以上の表層堆積物を観察した7地点で、柱状試料を採取して介形虫の底質中での生息分布を調べ、また飼育実験によって、介形虫の生息様式を観察してみました。

そうしますと、7地点のすべての試料において介形虫が活動している層準は、表層有機質層と酸化層の上部を含む厚さ1cmの範囲に限られていて、それ以下の層準では介形虫の生体が全く見つけれませんでした。その垂直分布の1例を示したのが図10です。これは、浜名湖の庄内湖の湖口部のものですが、図をみて頂けば、介形虫の垂直分布の状況が一目で分かるかと思えます。

底質に適応した殻の形態と表面装飾

介形虫の殻形態や表面装飾というのも、底質と深い関わりをもっています。以下、図3を見て頂きながら主要3種の殻形態や表面装飾について簡単に触れます。

図8 - 水深・底質・塩分濃度に対する3種の生息分布

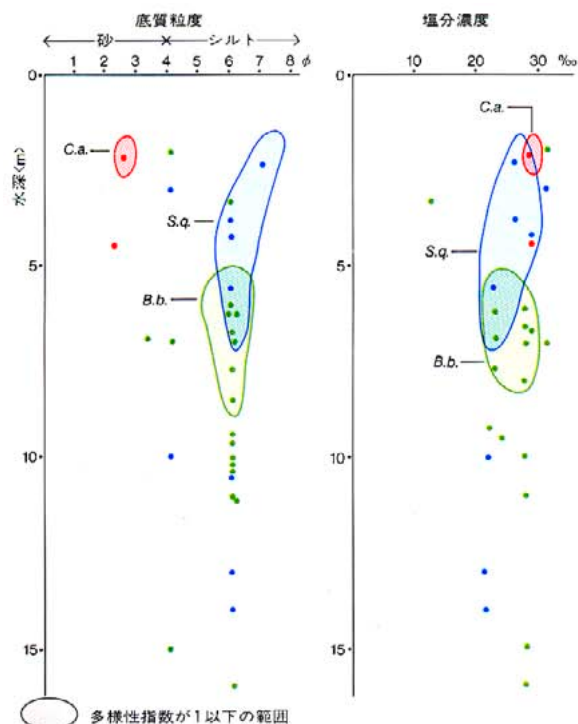
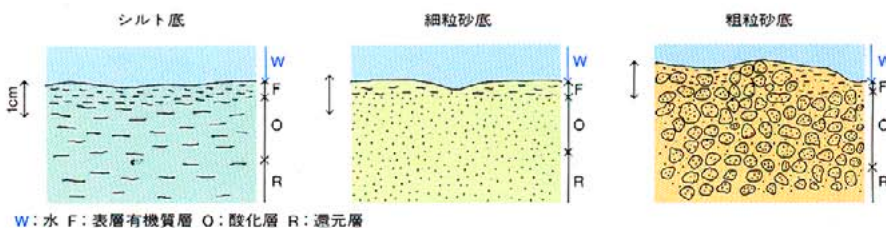
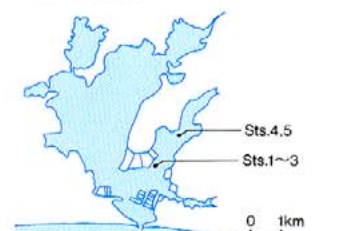


図9 - 浜名湖と油壺湾における表層底質の断面図



浜名湖の調査地点



油壺湾の調査地点

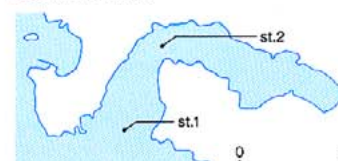
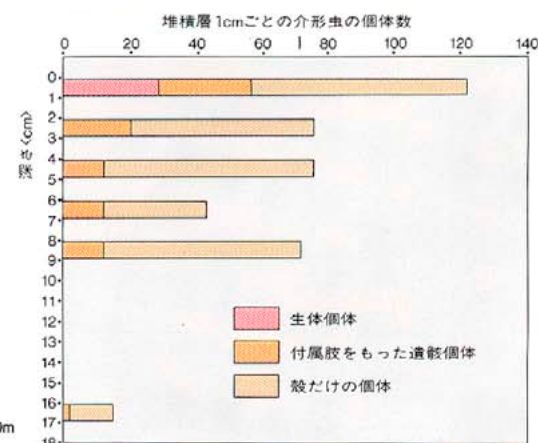


図10 - 浜名湖St.3における介形虫の垂直分布



まず殻の形を前から見ますと、*B.b.*は背側が尖ったほぼ円形。*C.a.*は背と腹側が尖った楕円形。それに対して*S.q.*は腹側が平らで背側が尖った五角形を呈しています。また殻を側面から見ると、*B.b.*と*C.a.*は丸みをおびた長方形ですが、*S.q.*は角ばった台形です。従来の研究からいいますと、丸みをおびた*B.b.*と*C.a.*は軟泥中を潜る仲間で、角ばった*S.q.*は軟泥上を這う仲間に分類できます。

次に表面装飾を見ますと、*S.q.*は側面中央と腹縁部に2本の細長い梁をもち、それらの末端に針状突起があります。*B.b.*は梁はなく後腹部に針状突起をもちます。*C.a.*には梁も針状突起もみられません。ただ、梁のない*B.b.*と*C.a.*では網目模様をつくっている突起した周囲の壁が横方向(前後方向)に強く伸びています。底生の介形虫は、いつも堆積物に殻を接して生活していますから、こうした突起物のデザインは、動物体の移動する向きと同じ方向に配列されているわけです。

介形虫が堆積物と最もよく接触する腹面部の殻の模様をよく見ますと、*S.q.*では梁と梁との間隔は約15 μ m、*B.b.*では網目の幅は約22 μ mで、これらは底質のシルトサイズと一致し、これらの種が最もよく適応している生息域の

底質粒度とよく合っています。

ただ*C.a.*の細かな網目模様は、この種の生息する底質粒度(細～中粒砂)とは対応しておりません。これは、後に述べるように*C.a.*の生活様式と密接に関係しているからです。

介形虫の行動様式と底質との関係

介形虫の生活様式を知るためには、この生物の行動を観察することが必要です。それで、これを飼育して顕微鏡で観察し、またVTRに収めて調べました。

《殻の開閉》

介形虫類は二枚貝と同じように2枚の殻をもち、その内側に動物体を収めています。殻は背側の蝶番によって腹側が開閉するのですが、行動中の介形虫を観察しますと、種によって殻の開き具合が違ってくるのが分かります。その状態を示したのが図11です。

*B.b.*は、両殻をほぼ平行に30～40°と大きな角度で開きますが、*C.a.*と*S.q.*の殻の開く角度は10～20°と小さく、しかも開け幅は前部で広く、後部では殆ど開きません。

《付属肢の形態と機能》

図11で、それぞれの種の付属肢の形態と配列を見て頂くと、*C.a.*の胸肢が非常に短いことが分かりますが、*C.a.*はこの太く短い胸肢で、砂

粒のような固形物に太く鋭い爪をたててよじのぼります。そして左右に方向転換するとき、体を右あるいは左に倒し、横倒しのまま前進することによって行っています。

他方、*B.b.*と*S.q.*は、細く長い胸肢を左右に伸ばして体を支えながら、軟らかい堆積物上を這うような状態で行動しています。そして例えば左に方向転換するとき、右の長い胸肢を大きく外側に伸ばし、次に肢を縮めて殻の後部を右に寄せます。その結果、殻の前部が左に向くという動作を上手に行います。

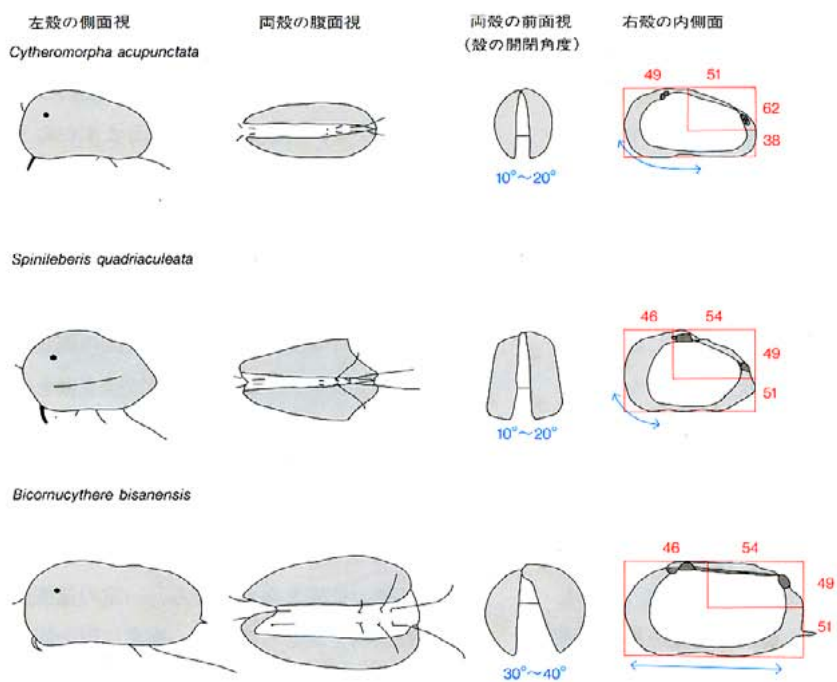
以上をまとめて、3種の生息状況と底質との関係を示しますと、図12のようになります。*C.a.*は、細粒ないし中粒砂の間隙中を、殻を回転させながら、また鋭い爪を使って固い堆積物上を這うようにして生息しています。

*S.q.*は、比較的淘汰度のよい軟泥中で、平らな殻の腹面を堆積物に乗せて、堆積物上を滑るように移動しながら生息しています。

*B.b.*は、淘汰度の悪い底質上の有機質層中で殻を大きく開き、胸肢を横方向に長く伸ばして生息しています。

以上のようにこの3種は、それぞれが特定の環境要素と最もよく適合しているのも、高い優占度を獲得しているものと思われます。

図11 - 3種の殻と付属肢との関係



右端の図の数値(アカ)は殻サイズに対する中央筋痕からの割合(%)を、矢印(アオ)は殻開閉部を示す

図12 - 底質表層部における3種の生息

