福岡県津屋崎沖の底生動物と貝類遺骸の生態分布

菊 池 泰 二

(九州大学理学部・天草臨海実験所)

Ecological distribution of Macrobenthos and shell remains
off Tsuyazaki, Fsuayazaki Prefecture

Taiji KIKUCHI

玄海灘に面した北部九州の海岸はところどころに突出する岬と、岬と岬の間を結ぶゆるやかな弧状の白砂の浜の反復によって特徴づけられている。今から15年も前九大理学部の古生物学、層序学研究室と生態学研究室の有志が共同して外海に面した開放海岸地先の上浅海沿岸水域の生物、遺骸、堆積物の調査をおこなったことがあった。調査対象域としては福岡市北方約24kmの津屋崎を中心に離岸8~12km、水深50m以浅の沿岸部である。同調査の成果は底質粒度分析の結果が満塩(1964)によって発表され、他のメンバーの研究結果の一部がその附録として公表されたのみで生物及び同遺骸の組成と分布については野帖のまま経過した。これはひとえに著者の怠情によるものであるが、その当時の調査が非定量的なドレッジ採集によるもので、事後の処理も篩い分け以前の底質の一定量を計量したのち処理するという基本的手法が徹底せず量的考察には不適な資料となったことが、解析、公表の意欲を削いだことも理由の一つである。今日古生物学者と現生ペントス学者が共同してふたたび津屋崎沖のペントス及び貝類遺骸を研究する機会を得ることとなったので、今後の研究の参考になることを願い、資料の不完全さを承知の上で敢えて公表する次第である。稿を進めるに先立ち、施設の利用を許可された九州大学農学部水産実験所田中於菟彦所長(当時)、同調査艇「わかすぎII」古川哲二船長、研究グループの首藤次男、小野勇一、滝明夫、満塩博美ほかの諸氏に御礼申し上げる。また貝類の選別に忍耐強く従事された天草臨海実験所川口三郎技官(当時)にも記して謝意を述べたい。一部標本の査定に関して御教示を受けた波部忠重(国立科学博物館)、三宅貞祥(九州大学名誉教授)、重井睦夫(東大三崎臨海実験所)の諸氏にも謝意を表したい。

1) 九州大学天草臨海実験所邦文業績24号

2) 本研究のとりまとめにあたり、文部省科学研究費「化石・現生底生動物群集の比較生態学的研究」の一部を使用した。

調査地と方法

調査海域はすでに触れたように津屋崎を中心に沿岸20 kmの海岸線から岸と直角(NW-SE方向)に7測線39点、さらはその北方に隣接した、神湊、筑前大島、地ノ島に囲まれた海峡部にA~Cの3測点を設けた。地形、等深線、測点さらに底質の粒度区分図を図1に示した。粒度組成類型は満塩(1964)によるもので詳細は原著にゆずるが中央粒径値 $Md\phi$ と淘汰係数 $So=\sqrt{Q_1/Q_2}$ によって規定されるもので、タイプIIは $Md\phi=2\sim 3$ 、 $So=1.1\sim 1.6$ の細砂~中砂、タイプIIIは $Md\phi=0.7\sim 1.5$ 、 $So=1.1\sim 1.7$ の中砂、タイプIVは $Md\phi=0\sim -1$ 、 $So=1.2\sim 1.7$ の粗砂~砂礫をあらわし、IV'は $Md\phi$ はIVとほとんど変らぬが $So=2.5\sim 2.9$ と淘汰が悪く、古い貝殻片を多く混じた底質型である。IV'を除いては全体に大変淘汰がよく、石英を主体とした花崗岩性の底質である。II型のやや細かい底質が図示の海域に発達する理由としては、沿岸と平行して動く潮汐流が大島や地ノ島、神湊岬などにさえぎられるこの海域で弱い渦動域を形成することが海上保安庁の潮流調査資料によってうかがわれる。底泥の採取は平鉄の矩形枠にモジ網地の袋をとりつけた簡易ドレッジを各地点で3~5分実行し、5 kg前後より採泥量が少ない場合には採集をやり直した。動物や貝殻は大小差がいちじむしいので、まず船上で流水を用いながら1 mm目の篩でふるって残った底質を再度4 mm目の篩でふるい細粗2つのフラクションにわけた。粗いものについては生物と貝殻の全数を選別、4 mm以下のものについては概当する礫・粗砂と微小貝の量がおびただしいので砂量の1/4~1/5を重量比にもとづいて分割し選別計数し、後全量当りに換算した。本来ドレッジ採集物は定量的検討に適さない上採泥量は地点により5~20 lとかなりはかつきがあり、ふるう以前の底質重量当りといった相対尺度も準備しなかったため、論議は定性的、あるいは準定量的なものにとどめた。

図1 津屋崎沿岸の海底地形、底質粒度区分及び調査点。粒度区分については本文参照。

結果と考察

この調査を通じ貝類遺骸としては斧足類144種、腹足類82種、掘足類2種が得られた。生きたベントスとしては貝類105種、甲殻類60種以上、多毛類40種以上、棘皮動物10種など多数にのぼったが小型甲殻類、多毛類には未査定種も多く、またそのすべてを取り扱うことは考えない。この海域はまったく淡水、内湾水の影響がなく、水の流動も良いため、一部内湾域で生じるような

底層酸素濃度の低下、有機物の異常堆積などの要因を考察する必要がある。そこで本稿では古生物環境との関連から底質粒度組成と生態分布の関係に限定して検討した。多地点の群集サンプルを得た場合、群集の構成を比較して類似性の高いもの同士をまとめ、その結果生じる群集区分と各地点地域の環境特性をつき合せて主要な分布決定要因を解析するという手法が多くおこなわれるが、個体数、現存量について優占する少数種の属性が群集全体を決定することになりがちである。本稿では思い切って各種を個別に扱ってそれぞれの底質型との対応を試み、分布の重複度合から種間の共存出現度をはかり群集のまとまりを再構成しようとした。

タイプⅡの細砂底は主として4 mm以下の微小貝類遺骸と多毛類を主としたベントス組成が特徴である。微小貝類は生貝も存在するがその量は死殻に比して数百分の一、千分の一程度であり、現存海底面に存在する死殻はかなり長年月の堆積蓄積によるもののようである。死殻数の多い種名を挙げると二枚貝では、*Microcirce gordonis* ミジンシラオガイ、*Veremolpa minuta* アデヤカヒメカノコアサリ、*Pillucina yamakawai* アラウメノハナ、*Nucula paulura* マメグルミ、*Oblimopa forskali* シラスナガイ、*Alveolus ojanus* ケシザルガイ、*Carditelloides toneana*；巻貝では*Purpura phialus* シリブトカイコガイダマシ、*Retusa minima* ヒメコマツガイ、*Coleophrys succincta* ヘコミツラガイ、*Rhizorus tokunagai* トクナガマメヒガイ、*R. eburneus* マメヒガイなど頭楯目の小型種が多い。他のベントスではゴガイ類はタイプⅡとタイプⅢに多く、殊にフサゴカイ科の不明種とシログネゴカイ属の種はタイプⅡの底質型に特徴的に出現する。これらの種群の地点別出現状況の数例を図2上段に示した。

タイプⅢの底質には貝類では個有に出現する種は少なく、より粗いⅣ型と共通した種が主であるが、貝類以外のベントスに個有のものが多く、原索動物のナメクジウオはほぼ完全にこの粒度類型に限って出現するし、棘皮動物のマメウニも主としてこの底質型に出現する。(図2中段)甲殻類が豊富なことはこのタイプの浅海の大きな特徴で、異尾類(トゲツノヤドカリ、ユミナリヤドカリ、トウヨウコシオリエビ)、カニ類の大部分(採集された33種中21種)がこの限定された水域からとれている。また端脚類でも採集された総個体数の70%余りが面積的には小さいこの部分に集中している。

タイプⅢ、Ⅳに共通する生物は多い。体表に砂粒をつけた原索動物ホヤ類の*Molgula interrupta*、*Hartmeria orientalis*、棘皮動物では*Pseudomaretia alta* モチブンブク、*Ophiura kinbergi* クシノハクモヒトデ、貝類では*Mactra nipponica* チゴバカガイ、*Callista chinensis* マツヤマワスレ、フミガイ属の3種*Venericardia ferruginosa*、*V. kiiensis*、*V. coreensis*、スタレガイ属の*Paphia euglypta*と*P. vernicosa*、*Proclava kochi* カニモリガイなどをあげることができる。粗礫が多いタイプⅣの底質型の所にのみ出現するものに*Plicatula simplex* ネズミノテと*Anisocorbula nipponica* イナカクチベニ、同じタイプⅣでも神湊、筑前大島、地の島に囲まれた浅部に特異的に死殻が出現するものに*Gomphina neastartoides* キタノフキアゲアサリ、*Bittium variegatum* マダラチビカニモリ、*Neocollonia pilula* サンショウスガイなどがある。同様に局限された地点で採集されたものに大島西方貝砂底でとれた*Calyptraea sakaguchii* クリイロカリバガサがある。

図2 主要種の分布パターン

代表的な種の分布は図2下段に示した。

現生底生動物群集と現生種の底表遺骸群集の研究を通じ古生物研究者が入手したがつている情報の1つは遺骸堆積物の自生 (*autochthonous*) か他生 (*allochthonous*) かの判断の手がかりであろう。しかしこの津屋崎沖の例をみても充分な数の生貝を採集でき遺骸との分布の対応を検討することができたのは少数種にとどまった。図3にその一部を示したが、いずれもほとんど自生堆積であり、チゴバカガイの場合多少沖へむけて死殻の分布が拡大しているようであるが、1回の調査ではこの部分での自生を否定する材料もない。

図3 生貝と死殻の出現地点の一致、不一致。

タイプII堆積物の海域でも生貝の採集数は乏しいというものの隣接水域に同様の環境がないこと考え合せこれまた自生堆積とみるべきであろう。この海域は潮通しがよいとはいえ潮流、恒流とも0.1~0.2ノットで側方や沖への運搬力はそう大きくないものと考えられる。ただ数箇所に大型貝の古い遺骸が多量に堆積しあきらかに他生堆積とみられる場所が存在する(図3右端)。そのいずれもが島の周囲であることは、島の存在によって局地的に加速あるいは流向が変化することが原因しているようにみえる。このような地点にもその貝殻堆積をすみ場所とする生物が生存している。

底質粒度と特定種の分布との対応から種の粒度選好を明らかにしようとする場合の手段として次のような方法がある。底質の粒度成分を礫・粗砂、砂、シルト・粘土の三成分に分けその百分率に応じ粒度正三角図上に対象海域の全測点をプロットし、各測点における特定種の存不存をその位置に記入することにより、その種が現実になすんでいる底質の粒度特性を把握するのである。地点により生息密度に大きな差がある場合には、図上のポイントの大きさを数段階にすればよい。津屋崎資料による実例を図4に示した。しかし調査海域での底質とそこへの出現は必ずしもその種の粒度選好特性の全体を示すとはいいい切れぬ。幾つかの海域調査の資料を1つの図上に記入してみるとより一般的な形でその種の生息可能範囲(粒度という次元での基本的ニッチェ)に当るものをとらえることができる。図3下段左端は *Laevicardium undatopictum* マダラチゴトリガイの津屋崎と天草富岡湾における粒度選択範囲を対比したものであり、さらに富岡湾における近縁種 *Fulvia hungefordi* チゴトリガイの粒度選択を同じ図に重ねてプロットしてあるが、これによって種間のすみ場所底質粒度選好の差を視覚化することも可能になる。

図4 粒度三角図による各種の底質粒度選好の表現。上段左、中のミジンシラオガイ、アデヤカヒメカノコアサリは死殻の出現地点を示す。

しかし、ペントスの分布を規定するのは底質粒度ばかりではない。本研究の場合、前述したように塩分濃度、溶存酸素量についてはほとんど地点差がないことがわかっているの、底質粒度 ($Md\phi$ で表現) と深度の二要因をとり上げ、二次元グラフを作ってそこへ各測点の位置を記入し、各種の出現をプロットしたのが図5である。二次元グラフで深度にかかわらず特定粒度に出現地点が偏る種ではプロットは左右に狭く上下に広い型となり、粒度に対する要求は厳密でないが、ある深度より浅い所 (あるいは深い所) に分布が限定される種では左右に広く上下に狭い型のプロットがみられる。前者の例として原索動物のナメクジウオと二枚貝ノジホトトギスの分布を図5上段に示した。津屋崎沖だけでなく有明海や天草富岡湾、瀬戸内海燧灘での出現地点の分を重ねて記入してもほとんど同一の粒度範囲に落ちることは、これが種の属性として安定した選択性であることを示している。ナメクジウオが特定粒度の細砂を好むことは古くから外国でも知られ “*Amphioxus sand*” という言葉さえ使われている。一方図5中段に示したのは粒度より深度に制約される種の例である。イタヤガイは $Md\phi = -1 \sim +3$ の範囲に分布するが出現するのはほぼ30m以深に限られる。一方イボガザミの方は粒度に対する選好幅は広いが20mが分布下限であるかのようにみえる、勿論他季節には分布パターンに変化を生じる可能性もあるが、上段の2種とは明らかに異った要因による制限の方がきびしい。イタヤガイが底質粒度の多少の差異にかかわらず分布することは、その *epibenthic* な生活様式と大きな移動能力を考えると充分理解できる。

図5の下段に示したのは2種の不正形ウニ類、*Pseudomaretia alta* モチブンブクと *Echinocardium cordatum* オカメブンブクの分布である。前者は沿岸40m以下のタイプⅢとⅣの堆積型に、後者は40m以深のタイプⅡの堆積型に集中し、明らかな “すみわけ” 状態にある。ところでオカメブンブクは各地の内湾軟泥底でしばしば採集される。そこで著者の野帖の中から各内湾域

図5 深度一粒度座標図による分布特性の解析例

海域の略号 Ts: 津屋崎、A: 有明海、H: 燧灘、To: 富岡湾、Ch: 千々石湾

におけるオカメブソンの出現地点の粒度、深度を調べて同じ図にプロットしてみた。

その結果をみると粒度に関しては $Md\phi = +8$ 、微細泥率90%の軟泥底まで、深度に関しては6mから77mにまで及ぶことがわかる。個々の調査海域での分布範囲はその広い分布適応範囲の中のごく一部しか示しておらず、個々の海域の海底地形と水の流動、底質粒度条件に規定されている。津屋崎沖の外洋に面した上浅海における本種の出現は、その海域の中ではもっとも粒度の小さい海域に出現するといえ本種の底質選好特性からみると一方の限界に近いことがうかがわれる。

このように二軸に環境要素を目盛り、各測点を図中に位置づけ、生物の分布をプロットして分布特性を求める方法は一般に環境傾度分析と呼ばれるもので、粒度の指標としても $Md\phi$ だけでなく微細泥率を用いることもできるし、底表泥の有機窒素含量、硫化物量、酸化還元電位などの要因との組合せで解析することもできる。また生物の方も存不存だけでなく個々の地点における密度、現存量によって量的重味づけをおこなえば最適分布域と周辺の分布域の条件も識別できるであろう。

本稿では今まで余りに各種を個別に扱ってきたので、種の出現状態の重なり方により種群のまとまりを統計的に判断する方法にふれておきたい。ある地域内の多数調査地点における生物調査から常に相伴って出現する複数種の組合せを定量的指数による裏付けによってとり出す試みは、2種の存・不存の組合せによる四分表法 (Cole, 1949; Goodall, 1953; 細川 1955), Fager の recurrent group 法 (Fager, 1957), などがあ近年は電算機を用いたクラスター・アナリシスも盛んである。ここでは両種の地点ごとの個体数の多少をも考慮した森下の種間重複度指数 (*Index of interspecific Overlapping*) と、機会的分布でも生じる重複分を差引いた種間相関指数 (*Index of interspecific correlation*) (Morisita, 1959) を採用し4mm以下の細かい貝類遺骸の上位8種と、粗い方の貝類遺骸のうち出現地点数と総殻片数の多い7種をえらび両指数を計算した。結果を図6に示したが、小型二枚貝は皆いちじくしく重複して出現する傾向を示し、種間相関指数によっても正の結びつきを示している。一方大型二枚貝の方は+0.3以上の正の相関を示すものはきわめて少なく、多くの地点で共存するチゴバカガイとネズミノテが粗砂・礫なら沖にも出現するのに対しチゴバカガイは沿岸域に分布するといういちがいのせいか、種間相関係数は0.3以下である。大型貝遺骸についての種間相関係数の計算結果を表1に示した。存・不存の四分表法で処理すれば各種の共存指数はもう少し高くなるのだろうが、常に伴って産出するといえるほどの種の組合せは乏しいようである。

次の段階としてはこのような各種の生息場所選好の内容、共存する種間の生物学的相互作用の有無が問題となるが本研究は古い不完全な資料であり、特にその面の解析には立ち入らなかった。一般的な傾向については本号掲載の別稿で論じた。

INDEX OF INTERSPECIFIC OVERLAPPING

$$C_g = \frac{2 \sum n_x n_y}{(\delta_x + \delta_y) N_x N_y}$$

$$\delta_x = \frac{\sum n_{xi} (n_{xi} - 1)}{N_x (N_x - 1)}$$

range $C_g = 0 \sim 1.0$

--- 0.4 - 0.5

— 0.5 - 0.7

— 0.7 <

INDEX OF INTERSPECIFIC CORRELATION

$$R'_g = C_g - \frac{W_g}{2 \sum n_{xi} n_{yi}} - \frac{1}{q}$$

$$= \frac{(\delta'_x + \delta'_y) N_x N_y}{2 \sum n_{xi} n_{yi}} - \frac{1}{q}$$

range

- 1.0 ~ 0 ~ 1.0

negative positive

— +0.3 - 0.5

— +0.5 <

図6 種間重複度指数および種間相関係数による解析例。

結果を星座図constellation diagramとして示す。

イタヤガイ	ネズミノテ	ゴベカガイ	マツマワスレ	アケガイ	タマキガイ	スズメノテ
Pecten albicans	Plicatula simplex	Mactra nipponica	Callista chinensis	Paphia vermicosa	Glycymeris vestita	Crassatellites nana
Pecten albicans	- 0.167	0.022	0.276	- 0.331	0.442	0.428
Plicatula s.		0.042	0.041	0.099	0.372	0.063
Mactra nipponica			0.371	0.022	0.072	0.251
Callista chi.				- 0.331	0.229	0.315
Paphia vermicosa					- 0.033	0.290
Glycymeris v.						- 0.033

表1 主要大型貝遺骸の種間相関係数

文 献

- Cole, L. C. 1949. *Ecology* 30: 411-424
Fager, E. W. 1957. *Ecology* 38: 586-595.
Goodall, D. W. 1953. *Austr. J. Bot.* 1: 39-63, 434-456.
細川隆英、1955. 日生態会誌 5: 58-61, 93-100, 150-153.
満塩博美、1965. 九大理研報(地質学)、8: 101-124, 付録(首藤、菊池、岡田)
124-135.
Morisita, M. 1959. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.)*, 3: 65-80.

「研究情報」

研究会開催予告

十脚甲殻類の生態に関する研究集会

昭和52年度の海洋研究所共同利用事業の一環として上記の研究集会を開催できることとなった。
世話人は菊池、海洋研内の担当部門は海洋生態部門(代表者堀越教授)である。

会の日程内容は次の通りである。

昭和52年10月18日(火)～19日(水)

1日はカニ類、1日はエビ類の研究に当てそれぞれ6～7題の話題提供と討論を予定している。
カニ類では最近研究が盛んな河口、干潟のスナガニ科、イワガニ科各種のほか、ガザミ、ノコギリ
ガザミに関する話題を、エビ類に関するものでは海産のイセエビ、クルマエビについての研究の他、
湖水、河川のスジエビ科などのエビに関し、生活史、個体群などの観点からとり上げることになっ
ている。

いずれ直前には海洋研から各機関へ案内があると思うが、多数の方の参加と活発な討論を期待し
ている。
(菊池泰二)