干出した長崎県諫早湾泥干潟で観察された貝類の多様性*

A biological diversity of mudflat benthic molluscs in the Isahaya Bay, Nagasaki Prefecture*

Abstract

早坂竜児**

Ryuji Hayasaka**

1999年10月1日受付.

2000年6月14日受理.

* 日本地質学会1998年年会で一部講演.

** (株)パスコ総合環境センター

PASCO Environmental Science Institute,
Youga 2-32-1, Setagayaku, Tokyo 158, Japan
(熊本大学自然科学研究科自然環境科学講座(社会人特別選抜))

Detailed aspect of mudflat benthic ecosystem was analyzed for dried-up tidal mudflats of Isahaya Bay. Many molluscan species have been found there, for example, gastropod potamids *Cerithideopsisilla djadjariensis*, bivalves *Merisca capsoides*, *Tegillarca granosa*, fixo-sessile *Crassostrea gigas* or *C. ariakensis* and so on. The most abundant species is *T. granosa*, which occurs at density of up to 60/m². The distribution of molluscan assemblages is controlled not only by the mud content but also by the width of tidal flats. In relatively extensive tidal flats, the distribution of each species hardly overlap with each other. On the other hand, in relatively narrow tidal flats, they overlap with each other. Molluscan species highly utilize the restricted space of mudflats to form definite stratam. Regarding endobiontic bivalves, deeply digging species and shallowly digging ones co-exist within the bottom, whereas the surface of tidal flats is occupied by potamids species. And *Crassostrea gigas* or *C. ariakensis* occupies the space above the tidal flats. Besides such spatial segregation, temporal segregation occurs according to cyclical ebb and flood tidal processes. Detritus feeder *M. capsoides* possibly eats the sediments transferred from water to bottom by filtration of *T. granosa* and its excreta. In consideration of evolution of tidal flat association, molluscan fauna in the Isahaya Bay is comparable with the Miocene so-called Arcid-Potamid fauna and so on.

Key words: Isahaya Bay, tidal mudflat, biodiversity, benthic ecosystem, molluscan assemblages, social stratum, bioturbation

はじめに

1997年4月14日に長崎県有明海湾奥に位置する諫早湾の潮受け堤防の完全締め切りが行われてから2年あまりが経過し、干出した干潟の環境も劇的に変化してきた。締め切り直後に干出した干潟表面で大量へい死した貝類の産状や、今なお細々と生息が確認されているムツゴロウやトビハゼ等の姿は盛んに報じられたところである。また植生の進出も著しく、干潟の干出直後、カキ礁や流入河川河口部から進出し始めた“雑草群落”は、1998年初夏以降に劇的に拡大し、同年9月には干出した干潟のほぼ全域を密に覆うまでになった。

これまで干潟は一般に、埋め立てられ農地や宅地・工業用地、ゴミの処分場等として利用されるケースが多く、結果的に干潟の存在自体は人間の活動において特別重要とは考えられてこなかった。事実我が国における干潟は近年減少の一途をたどり、1978年から1989年の約10年間で7.3%減少したとされている(環境庁, 1993)。特に泥干潟については、大陸と異なり急流河川の多い我が国においてはもともと希少であり、現在その存在がたいへん貴重となっている。

沿岸干潟を含む湿地が消滅する大きな要因として、“ジメジメして役に立たない土地”または逆に“開発には都合のよい浅場”との社会一般的な認識が存在したことが挙げられる。しかし、干潟は豊富な生物の生息場であり、干潟の消滅に伴い今となっては貴重となった種が存在すること、渡り鳥の採餌の場として国際的にも重要視されていること、人にとっては漁獲・レクリエーションの場となっていること、そして硝化・脱窒等生物による水質浄化の機能があるなどの点で、その価値が一般に認識されつつある。

特に1992年の国連地球サミット以降、「生物多様性」という考え方が環境の保全上重要視されてきているなかで、干潟のような多彩な生物の生息環境保全の必要性は今後ますます強調されていくに違いない。

さて、この「生物多様性」等の観点から干潟の保全を考える際に、干潟生態系のしくみ自体を理解することが最も基本的かつ重要な作業である。また水質浄化機能をはじめとするさまざまなプラスの機能のほとんどが生物活動に起因するものであることから、それらのプロセスを把握するための基礎としても干潟生態系を明らかにすることが大切である。

Fig. 1. Location of study area and geological map of the Isahaya Bay (based on Economic Planning Agency, 1971)

しかしながら、干潟に生息する底生生物の種類とその空間的位置並びに相互関係については、砂干潟においてはある程度の知見があるものの（千葉県土木部・企業庁、1998 など）、泥干潟の生態系について広域的に明らかにした報告は、極めて少ない。干潟の重要性についての社会一般的認識が遅れた原因のひとつにも、このような基礎的研究の不足が挙げられることはおそらく間違いない。

一般に泥干潟では、底質に足をとられて歩行困難なため、広範にわたる底生生物等の調査は不可能なのが現状である。砂干潟の底生生物の研究事例が比較的多いのに対して泥干潟の研究が進んでいないのも、このような調査手法上の障害を反映しているものと思われる。

このような不明な点の多い泥干潟の生態系、特に貝類群集の状況を把握するために、締め切りによって広大な干潟が干出した諫早湾を、1997年8月、12月、1998年2月、5月、9月に観察した。諫早湾の干潟はその主要部分が含泥率の高い典型的な泥干潟であり、普段であれば立ち入ることの難しい場所であるが、干出した泥干潟では広範にわたる観察が可能になり、干潟表面に脱出しへい死した貝類の分布状況により

特に貝類群集を中心とした生態系の空間分布を把握できると考えたからである。しかし、一方で干出した干潟表面で観察したへい死貝類は、厳密には生息時の空間的位置（特に垂直方向）を保存しておらず、この“失われた情報”の補完を行う必要があった。幸い潮受け堤防外に小面積の泥質干潟が残されており、ここでの調査結果を基に、その“失われた情報”の補完にも努めた。

本論ではまず、干出した諫早湾でへい死した貝類の種類構成と分布について記載し、その要因について考察する。

ところで、現在私たちが目にすることができる干潟の貝類群集の構成は永い歴史の変遷の過程の末に成立したものである。今回得られた知見は、貝類群集の“歴史の変遷の過程”の問題に対して大きく二つの意味を持っている。ひとつは過去の群集と現生の群集を比較することによりその変遷過程がわかること、もうひとつは、地層に残された断片的な証拠を補完するための外挿的な情報を提供することである。

今日の環境保全の考え方において、その対象とする種はあくまで現生に固定されがちであるが、種の将来に向けての保全を検討する際に、本来時代とともに変遷していく種および

Fig. 2. Map showing the distribution of surface sediments, and location of investigation points.

群集について考慮することも必要と考えられる。

したがって、本論では次に、今回得られた知見と地質時代の干潟貝類群集の構成種等の比較を行い、干潟に生息する貝類群集の歴史的変遷について、予察的な検討を加えた。

諫早湾の概況

有明海湾奥部西岸に位置する諫早湾は、奥行き約 18 km、湾口の幅約 11 km、湾口部の水深約 10 m の規模である。気象庁 (1997) によれば、最大潮位差は 5 m あまりに達する。湾のほぼ中央を仕切る形に潮受け堤防が設置されている。

長崎県 (1978) や環境庁 (1997) などによれば、諫早湾には約 18 km² の泥干潟が分布するとされており、有明海に分布する全泥干潟のほぼ 12% にあたる。

Fig. 1 に示すとおり、湾の周辺は火成岩を主体とする地域であり、北岸には多良岳が、また南岸には雲仙岳がある。

諫早湾に碎屑物を供給する主河川は、多良岳山系の五家原岳に源を発し湾最奥部に流入する本明川であるが、他に中小の河川が多数流入している。干潟は本明川から延長する主河道の南側と北西側に分割される。それぞれの干潟の海岸線に対して垂直方向の幅は、南側が約 2.5 km、北西側が約 1.5 km であり、南側の方が比較的広いスペースがある。

干潟の主要部分は河口三角州であるが、湾口部に流入する河川で低地を介さずに直接海に流入するような場所では、礫

の多い扇状地三角州が形成されている。

なお、諫早湾への碎屑物の供給は流入河川よりも有明海に卓越する潮流によるところが大きいといわれている。すなわち、有明海に反時計回りの還流が存在しており、東岸側に位置する筑後川デルタの干潟堆積物がその還流により運搬され、流速の衰える西岸に沈積すると考えられている (井上, 1980)。近藤 (1986) が指摘するように、佐賀県杵島地区の炭鉱の洗炭污水起源の石炭粒子が諫早湾の堆積物に含まれる点も、還流による粒子の供給を支持する。

本報告の調査範囲は Fig. 2 に示すとおりであり、締め切られた湾の内側に干出した干潟 (Fig. 2 中、地点頭文字 IZ, SA, YU, TA, OE, FX, ON, AK, MO, AZ, OK ; 以下「干出干潟」という) と、堤防外側の現状維持された自然の干潟 (同 MI ; 以下「自然干潟」という) である。

堆積物等の特徴

1. 堆積物分析の方法

干出干潟および自然干潟の堆積物を採取し、含泥率、断面構造などについて分析した。まず、Fig. 2 に示した調査地点のうち 18 地点で表層部 5 cm 以内の堆積物を採取した。各サンプルの乾燥重量を測定した後、200 メッシュおよび 250 メッシュのふるいで水篩した。250 メッシュ以上に残された粒子の乾燥重量を測定し、含泥率を求めた。

Fig. 3. A view of dried-up tidal mudflat of the Isahaya Bay at AK8 in August 18, 1997. Remarkably meandering tidal channels cave the flattened tidal flat.

OE2では、表層堆積物深度25 cm程度を切り出し、垂直断面の堆積構造や生物擾乱（棲管の発達状況）および酸化・還元的な泥色等を観察した。

2. 含泥率

Fig. 3は、1997年8月の干出干潟の状況である。諫早湾の干潟の大部分は泥干潟で、地形的には顕著に蛇行した滞筋が刻む以外は限りなく平坦である。リップルマーク等の水流による表面的堆積構造もまったく見られず、懸濁粒子からの沈降が支配する堆積環境が示唆される。

各サンプルの含泥率をTable 1に示す。ON9からYU17では概ね98～99%の非常に高い含泥率で、地点による粒度、堆積相の変化はほとんど見いだされない。鎌田ほか（1978）および鎌田ほか（1979）はこれらの地点とほぼ同範囲での含泥率を73.56～99.46%と報告しており、今回の分析と大きな差はないが、強いていえばより幅がありまたやや低いように見える。この理由のひとつとして、鎌田ほか（1978）および鎌田ほか（1979）は調査地点を岸付近に置き、河川等の直接的な影響を受ける地点とそうでない地点の堆積物を分析したことからその差が現れたと推察される。

一方、SA3, AZ1, OK2および自然干潟のMI5は、扇状地三角州にあたる淘汰の悪い砂礫質の堆積物が分布する地域であり、含泥率は7.7～73.2%と低く幅も大きい。同じく鎌田ほか（1978）および鎌田ほか（1979）の分析では、8.12～84.89%となっており、一致した傾向を示す。

このように、調査地域では含泥率90%以上の地域と70%前後またはそれ以下の地域に二分される。後者にあたるSA3, AZ1, OK2, MI5付近は扇状地三角州が形成されている場所である。また後述するように、貝類種の出現にしていえば、全体的に泥干潟の要素が圧倒的であるものの、含泥率70%程度の部分から砂干潟の要素が出現しだす。

以上のことから、本論では今後、大部分の含泥率90～99%程度の干潟を泥干潟と呼び、SA3, AZ1, OK2, MI5周辺を砂礫質干潟と呼ぶ。

Table 1. Mud content of each investigation points in the Isahaya Bay tidal flat.

Loc.	Mud content (%)
ON9	98.2
AK3	99.0
AK6	99.0
AK13	98.9
AK14	98.9
AK16	98.6
AK19	91.8
AK15	98.6
AK20	98.7
FX1	99.3
OE5	98.3
OE11	98.3
TA4	96.0
YU17	98.8
SA3	73.2
AZ1	36.8
OK2	7.7
MI5	71.3

3. 干潟表層の断面構造

Fig. 4はOE2地点において1997年8月21日に観察した堆積物表層の断面を示したものである。堆積物は、少なくとも深さ25 cmまでの範囲に関しては、塊状で堆積構造は皆無である。

生物擾乱は顕著であり、表面から約5 cmの間に集中してゴカイ類の小型棲管が多数みられる。表層直下における水平断面に現れたゴカイ類の棲管は、10 cm²あたり75個にのぼる。また本断面では確認されていないが、周辺に散在した貝類遺骸の存在から、表面付近には内生型二枚貝による擾乱も常時に生じたと推定される。

甲殻類の棲管は、この断面では約15～25 cmの位置に現れている。干潟表面に穿たれた甲殻類の巣孔はヤマトオサガニの比較的大型の巣孔が主で、1997年8月の時点で1 m²あたり1～5個程度であり、陸よりには、それと異なるやや小型の巣孔が分布していた。生痕研究グループ（1989）の福島県松川浦での記載によれば、ヤマトオサガニの棲管の深さは7～24.5 cmとされていることから、同種による生物擾乱の深度も概ね表面から25 cmの範囲と判断される。

5 cm以深から25 cm位の範囲は、主に甲殻類等による擾乱が及ぶ程度であり、その密度はゴカイ類の棲管が主体の干潟表面に比較して小さい。それに摂食痕であるゴカイの棲管と異なり、甲殻類の棲管は居住痕であるからある程度固定的である。その意味からも強力な生物擾乱作用が生じているのは表面から5 cm程度の部位であり、それ以深から25 cm程度の範囲は、限定された生物種による頻度・密度とも比較的低い擾乱が生じる部位といえる。

生物擾乱作用と堆積物の酸化の関係をみるために、泥色を基に堆積物を区分した。すなわち、青灰色を呈し還元状態にある泥干潟堆積物と、赤褐色を呈し酸化状態を示す部位であ

る。

干潟表面の数 mm および棲管の壁部分数 mm は最も強く赤褐色を帯びるが、干潟表面から約 5 cm の強力な生物擾乱作用を被っている部分は、棲管の壁部分に限らず部分的に淡い褐色を呈している。また、深度が増すにつれ棲管もまれになると同時に、淡灰色から青灰色へと泥色が変化していく、生物擾乱作用の程度に応じて酸化部位が発達している。

なお、この表層の酸化部位については、干出した後の時間の経過により拡大した可能性もある。しかし、同じ深度であっても酸化部位が基本的に棲管が多数認められる部分を中心に発達していることから、生物擾乱作用が酸化部位の発達に大きく寄与しているものと考えられる。

また、この他の地点においても、基本的には上記観察と同様の生物擾乱による酸化部位の発達が認められる。

4. 自然干潟の状況

北側の堤防外側で観察した自然干潟は、特に岸付近で多少礫を交え干潟先端部では小型のリップルマークも形成されており、含泥率も 71% 程度であることから、干出干潟の主部と比較するとやや砂質である。しかし、堤防内側の干出干潟で観察されるのと同様に、堆積相は塊状無構造、表面以外は青灰色で、還元状態を示している。硫化水素臭は感じなかった。干潟表面は褐色を呈するが、酸化鉄色に加えむしる珪藻の発色と思われる。事実、底質サンプル中には大量の底生および浮遊性の珪藻が含まれている。

表層付近にはゴカイ類が多数見られた点は干出干潟で観察された状況と共通しているが、堤防内側の干出干潟で観察される棲管周辺および表層から約 5 cm の範囲の部分的な酸化の状況は自然干潟では確認されない。湿潤な自然干潟土壌では、微妙な泥色の変化は視認しにくいと考えられる。

甲殻類では、干出干潟と同様にヤマトオサガニの巣孔が多数観察されたが、砂質の干潟に多く見られるニホンスナモグリの小塚状の巣孔もまれに見いだされた点はやや異なる。

貝 類 群 集

1. 観察方法

Fig. 2 に示した干出干潟および自然干潟 118 地点において、干潟表面でへい死した貝類種の構成を調査した。また自然干潟においては、個体の生息深度等も観察した。

2. 産出種およびその産状

各地点で観察された貝類種を Fig. 5 および Fig. 6 に、その出現状況を Table 2 に示す。各貝類種の量は、概ね 1 m² あたり 3 個体以下を rare, 4~10 個体を common, 11 個体以上を abundant として示してある。貝類の種名およびその和名は主に奥谷 (1986) に従った。干潟上で確認した主な貝類種は 25 種で、以下その和名を示すと、アズキカワザンショウ、カワイガイ、ヘナタリガイ、シマヘナタリガイ、クロヘナタリガイ、フトヘナタリガイ、ウミナ、ゴマフタマガイ、アカニシ、アラムシロガイ、オカミミガイ、ササゲミミエガイ、ハイガイ、コケガラスガイ、マガキ、スミノエガキ、シオフキガイ、イチョウシラトリガイ、テリザクラガイ、アゲマキガイ、ウネナシトマヤガイ、アサリ、オキシジミ、ハナ

Fig. 4. Vertical section of soil at OE2. Intense bioturbation by polychaetes and crustaceans oxidize the soil.

グモリガイ、ソトオリガイである。

なお、本論で用いる貝類和名と学名との対照は次のとおりとする。

アズキカワザンショウ	<i>Pseudomphala latericea miyazakii</i> (Habe)
カワイガイ	<i>Cerithideopsisilla djadjariensis</i> (Martens)
ヘナタリガイ	<i>Cerithideopsisilla cingulata</i> (Gmelin)
クロヘナタリガイ	<i>Cerithidea largillierti</i> (Philippi)
シマヘナタリガイ	<i>Cerithidea ornata</i> A. Adams
フトヘナタリガイ	<i>Cerithidea rhizophorarum</i> A. Adams
ウミナ	<i>Batillaria multiformis</i> (Lischke)
ゴマフタマガイ	<i>Tectonatica tigrina</i> (Röding)
アカニシ	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes)
アラムシロガイ	<i>Reticunasssa festiva</i> (Powys)
オカミミガイ	<i>Ellobium chinense reiniana</i> Kobelt
ササゲミミエガイ	<i>Estellarca olivacea</i> (Reeve)
サルボウガイ	<i>Scapharca subcrenata</i> (Lischke)
ハイガイ	<i>Tegillarca granosa</i> (Linnaeus)
コケガラスガイ	<i>Modiolus metcalfei</i> (Hanley)
マガキ	<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)
スミノエガキ	<i>Crassostrea ariakensis</i> (Fujita)
シオフキガイ	<i>Mactra quadrangularis</i> Deshayes
イチョウシラトリガイ	<i>Merisca capsoides</i> (Lamarck)
テリザクラガイ	<i>Moerella iridescens</i> (Benson)
アゲマキガイ	<i>Sinonovacula constricta</i> (Lamarck)
ウネナシトマヤガイ	<i>Trapezium liratum</i> (Reeve)
アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i> (A. Adams et Reeve)

Fig. 5. Molluscs collected from the Isahaya Bay tidal flat. (1) *Cerithideopsilla djadjariensis* (Martens) ($\times 1$), Loc. AZ1. (2) *Cerithideopsilla cingulata* (Gmelin) ($\times 1$), Loc. YU3. (3) *Cerithidea largillierti* (Philippi) ($\times 1$), Loc. AK2. (4) *Cerithidea rhizophorarum* A. Adams ($\times 1$), Loc. YU3. (5) *Batillaria multiformis* (Lischke) ($\times 1$), Loc. YU3. (6) *Tectonatica tigrina* (Röding) ($\times 1$), Loc. OE6. (7) *Reticunassa festiva* (Powys) ($\times 1$), Loc. OE10. (8) *Ellobium chinense reiniana* Kobelt ($\times 1$), Loc. ON1. (9) *Pseudomphala latericea miyazakii* (Habe) ($\times 1$), Loc. AK2. (10a, b) *Estellarca olivacea* (Reeve) ($\times 1$), Loc. OE7. (11a, b) *Modiolus metcalfei* (Hanley) ($\times 1$), Loc. AZ2. (12a, b) *Tegillarca granosa* (Linnaeus) ($\times 1$), Loc. OE6. (13) *Rapana venosa* (Valenciennes) ($\times 1$), Loc. AZ1. (14a, b) *Moerella iridescens* (Benson) ($\times 1$), Loc. AK10. (15a, b) *Crassostrea ariakensis* (Fujita) ($\times 1/2$), Loc. FX5. (16a, b) *Macra quadrangularis* Deshayes ($\times 1$), Loc. AZ1.

Fig. 6. Molluscs collected from the Isahaya Bay tidal flat. (1a, b) *Merisca capsoides* (Lamarck) ($\times 1$), Loc. OE5. (2a, b) *Trapezium liratum* (Reeve) ($\times 1$), Loc. OE6. (3a, b) *Sinonovacula constricta* (Lamarck) ($\times 1$), Loc. OE5. (4a, b) *Ruditapes philippinarum* (A. Adams et Reeve) ($\times 1$), Loc. AZ1. (5a, b) *Glaucanome chinensis* Gray ($\times 1$), Loc. OK2. (6a, b) *Cyclina sinensis* (Gmelin) ($\times 1$), Loc. AZ1. (7a, b) *Laternula marilina* (Reeve) ($\times 1$), Loc. FX1.

Table 2. List of molluscan species from each investigation points in the Isayaya Bay tidal flat.

Species	Loc.	ON																AK																				MO			AR			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1	2	3	1	2	3	
<i>Pseudomphala latericea miyazakii</i>				c														c	c																									
<i>Cerithiopsisilla djadjariensis</i>				t			r	r											c	c	c		r	r		r		c	c	r	a											r		
<i>Cerithiopsisilla cingulata</i>																																												
<i>Cerithidea largillierti</i>				c														c	c																									
<i>Cerithidea ornata</i>		c	c																																									
<i>Cerithidea rhizophorarum</i>																																												
<i>Batillaria multiformis</i>																																												
<i>Tectonatica tigrina</i>																																												
<i>Rapana venosa</i>																																												
<i>Reticunassa festiva</i>																	r																											r
<i>Ellobium chinense reiniana</i>		r	r																																									
<i>Estellarca olivacea</i>							r	r	r	r	c																c		c	c	r	r	r				c	c	r	r	r	r	r	r
<i>Tegillarca granosa</i>										r	r		c	a	a	a											r	c	c	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	r	a	r	c	a
<i>Modiolus metcalfei</i>																																												
<i>Crassostrea gigas</i>																																												
<i>Crassostrea ariakensis</i>												a					a																											
<i>Macra quadrangularis</i>																																												
<i>Merisca capsoides</i>																																												
<i>Moerella iridescens</i>							r	r	c	c	r																c		c	c	r	r	r					c	c	r	r	r	r	r
<i>Sinonovacula constricta</i>																										r	c	r	r												r	r		
<i>Trapezium liratum</i>												c					c																											
<i>Ruditapes philippinarum</i>																																												
<i>Cyclina sinensis</i>																																												
<i>Glaucanome chinensis</i>					a	c	c	c	r	c																																		
<i>Laternula marilina</i>																																												

Species	Loc.	SA						IZ						AZ				OK							MI																			
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8												
<i>Pseudomphala latericea miyazakii</i>																																												
<i>Cerithiopsisilla djadjariensis</i>		r		a	a			r	a	r				r				r		c		a	c			r	a	a	r															
<i>Cerithiopsisilla cingulata</i>		c	r	r				r	c													c						a	a	r														
<i>Cerithidea largillierti</i>																						c																						
<i>Cerithidea ornata</i>																																												
<i>Cerithidea rhizophorarum</i>		c						r	r									c	r	c	a	r			r	a																		
<i>Batillaria multiformis</i>		a	a	r	c			a	r	a	r	c		r	c	r	c	r	a	c					r	a			r	r	r													
<i>Tectonatica tigrina</i>																																												
<i>Rapana venosa</i>																																												
<i>Reticunassa festiva</i>		r	c		t	r								r	r	c	r									r																		
<i>Ellobium chinense reiniana</i>																																												
<i>Estellarca olivacea</i>																																												
<i>Tegillarca granosa</i>				r		c								c	r																													
<i>Modiolus metcalfei</i>																																												
<i>Crassostrea gigas</i>				c		a					r	c	a	a		a		c	c	c	a																							
<i>Crassostrea ariakensis</i>							a																																					
<i>Macra quadrangularis</i>																																												
<i>Merisca capsoides</i>							r							c	r																													
<i>Moerella iridescens</i>							r																																					
<i>Sinonovacula constricta</i>																																												
<i>Trapezium liratum</i>																																												
<i>Ruditapes philippinarum</i>																																												
<i>Cyclina sinensis</i>																																												
<i>Glaucanome chinensis</i>																																												
<i>Laternula marilina</i>																																												

a: abundant c: common r: rare

オキシジミ *Cyclina sinensis* (Gmelin)
 ハナゲモリガイ *Glaucanome chinensis* Gray
 ソトオリガイ *Laternula marilina* (Reeve)

本報告以外にも、環境庁（1997）や佐藤（2000）ではサルボウガイの記載もある。また、佐藤（2000）は、湾締め切り後の変化として、調整池にヒラタヌマコダキガイが急増していることを報告している。

なお、マガキおよびスミノエガキの区分は一見困難であるが、カキ礁が形成される FX5 や OE10（後述）等で得た標本は、AZ および OK 等の付着型のカキ（後述）に比較して殻表面に現れるひだが著しい等、スミノエガキの特徴を有している。したがって、本論では FX5 や OE10 周辺のカキをスミノエガキとし、その他の主に付着型の産状を示すものをマガキとしておく。

1997 年 8 月の時点での二枚貝の殻は、完全に干潟上に浮き

Fig. 7. Variety of molluscan distribution, in the Isahaya Bay tidal flat. Molluscan ecotone is varies according to not only mud content but also width of tidal flat. A position of the seawall is marked "0 m" as the starting point, and the water's edge is marked "▼".

筋に集中する傾向も見受けられる。

スミノエガキは本明川から延長する主河道に沿って伸長する小規模な礁を形成し、附着性のウネナシトマヤガイや腐肉食者のアラムシロガイを随伴している。ひとつの礁の長辺の長さはせいぜい2~3m程度である。

(2) 北西側の泥干潟 (FX, OE, TA)

基本的に上記の南側の干潟と同様の出現パターンが認められるが、各種の分布がかなり重なり合った状況となっている。例えばハイガイは、南側の干潟では岸から1,000m付近から出現しだしたが、北西側では250m程度の場所から出現し、イチョウシラトリガイにいたってはさらに岸に近い200m程度の場所から出現しており、テリザクラガイ、ササゲミエガイ両種と大部分重複した分布を示し、両種がいなくなる700m付近から沖側にさらに分布を広げる。

スミノエガキの礁の発達はいずれも北側で顕著であり、主河道に沿って点々と大小の礁を形成しており、大きいもので幅約5m、長さ約20mに達するものがある。南側のカキ礁と同様に、附着性のウネナシトマヤガイや腐肉食者のアラムシロガイ等の種を随伴している。

(3) 砂礫質干潟 (YU, SA, IZ, AZ, OK)

泥干潟で出現する種に加えて、ウミナナ、シオフキガイ、アサリ等の砂泥底に卓越する種がむしろ優先し、泥干潟に比較して出現種が多様となっている。

表面徘徊性のウミナナ科の巻貝では、泥干潟ではアシ原を出ると、直ちにカワアイガイの広い分布域となるが、砂礫質干潟ではヘナタリガイ、フトヘナタリガイ、ウミナナ等多彩な種の分布域が漸移的に存在した後、その沖側がカワアイガイの分布域となる。

ハナグモリガイは泥干潟・砂礫質干潟とも岸付近に卓越するが、砂礫質干潟の特に淘汰のよい砂底で個体サイズ、分布密度とも大きくなっている。

また、カキ類については、泥干潟ではスミノエガキが本明川主河道の両岸に沿って伸張するカキ礁を形成するが、砂礫質干潟では、マガキが岸からやや離れた沖側に礫に附着する様式で広域に分布する。アサリはマガキ卓越域にも比較的高密度に出現する。礫やマガキの間に挟まるように殻を露出させた個体も多く観察された。

腐肉食者のアラムシロガイの出現は、泥干潟ではカキ礁内にほとんど限られることに注目されるが、砂礫質の干潟ではカキ礁内に限らずやや沖側に偏って広く分布している。

(4) 自然干潟 (MI)

上記の通り干出干潟で観察した個体は、厳密には生息時の特に垂直方向の空間的位置を保存するものではない。これらの失われた情報を補完し、また干出した干潟での観察結果と比較するために、北側堤防外側の現状維持されたスペースの狭い泥干潟 (MI) を観察した。まず表面徘徊性のウミナナ科のフトヘナタリガイ、ヘナタリガイとウミナナが砂礫の多い河口域の狭い範囲に混在した後、カワアイガイが分布を沖側に広げる。内生型二枚貝では、イチョウシラトリガイが岸付近から出現し始め、ハイガイがやや沖側の200m付近から出現する。イチョウシラトリガイは表層から3~5cm程度の深

Fig. 8 Living *Tegillarca granosa*. Barnacles cling to the posterior of a shell.

さに生息する。まれではあるが、テリザクラガイも表層から5cm程度の深さに生息する状況が観察され、両種が比較的深部を占めることが確認された。一方ハイガイは干潟表面から殻を露出させた格好で生息し、堤防内側の干出した干潟で観察されたのと同様に後縁にフジツボが付着した個体が多数観察された (Fig. 8)。

スミノエガキは礁を形成するにいたっておらず、花弁状コロニーが点在する。コロニー内には、ウネナシトマヤガイおよびアラムシロガイが随伴している状況が確認された。

今のところ、ハナグモリガイ、ササゲミエガイ等の小型の内生型二枚貝種の分布が十分把握できていないが、岸付近のウミナナ科の巻貝の出現状況に若干砂礫質干潟の特徴を併せもちながら全体としては北西側の泥干潟の特徴に類似した状況が成立している。また、干出した堤防内側でへい死した貝類の観察に基づき把握された各種の分布状況および同時に出現する種構成は、概ねこの自然干潟において検証されたと考えられる。

4. 貝類の平面的分布

以上の観察から、岸から沖方向への貝類の出現位置、出現する種の組み合わせ等にある規則性を見いだすことができる。そこで貝類群集の分布を理解しやすくするために、相対的な出現位置で概ね括ることのできる種またはその組み合わせを便宜的に“群”または“種群” (assemblage) と呼び、それぞれについて記載することにする。

すなわち、干潟表面を徘徊するデトリタス食のウミナナ科の巻貝では岸よりから順にクロヘナタリガイ群、フトヘナタリガイ-ヘナタリガイ群、カワアイガイ群およびウミナナ群であり、内生型二枚貝ではハナグモリガイ群、ササゲミエガイ-テリザクラガイ群およびハイガイ-イチョウシラトリガイ群そして附着型のスミノエガキまたはマガキを主体とする種群である (Fig. 7)。

Fig. 9 には、各種群の優占域の平面的分布を、内生型二枚貝、表面徘徊性巻貝および附着性二枚貝にわけて示した。なお、Fig. 7 に示した通り、各種の出現は特に北西側の干潟においていくぶん重複するため、必ずしも明瞭なゾーンとして区分しにくい部分もあるが、Fig. 9 においては分布の多少の重なりは表現上省略した。同図に示した各種群の分布は、同

Endobiotic Bivalves

Epibiontic Sediment-vagile Gastropods
(Potamids) Fixo-sessile Bivalves
(*Crassostrea gigas* or *C. ariakensis*)

Fig. 9. Distribution of major molluscan assemblages in the Isahaya Bay tidal flat, showed in endobiotic bivalves, epibiontic sediment-vagile gastropods and fixo-sessile bivalves respectively. Zones of each assemblages are generally parallel to the shoreline.

地域を調査した佐藤（1997，2000）とも概ね調和的である。

(1) 表面徘徊性巻貝

クロヘナタリガイ群：分布の代表地点は ON 1～3，AK 1～2，YU 1，OK 1 等，本明川下流部および他の流入河川の河口部並びに南側干潟の岸付近に分布するアシ原にのみ出現し，分布域は比較的狭い。クロヘナタリガイまたはシマヘナタリガイを主体とし，その分布密度の例は ON 3 において 4 個体/m²である。地点によってアズキカワザンショウまたはオカミミガイを随伴する。本明川下流部（ON 1～2）は完全に河川域であるが，本群が分布するのは河川水面より 1 m ほど高い

干潟の部分であり，基本的には他の分布域と同様に海水の支配域と考えられる。

フトヘナタリガイ-ヘナタリガイ群：分布の代表地点は YU 2～3，SA 1，IZ 2，OK 4 等，砂礫質干潟のみに出現し，アシ原の外（海域側）の砂質泥ないし礫地に分布する。フトヘナタリガイおよびヘナタリガイが概ね半々を占めるが，フトヘナタリガイの卓越する位置がヘナタリガイのそれよりやや岸側に寄る傾向も見受けられる。

カワアイガイ群：分布の代表地点は ON 4～7，AK 3～15，TA 1～6，YU 5～10，SA 3～4，OK 6～7 等，諫早湾の表面徘徊

性の巻貝の中では最も卓越する種群である。泥干潟では砂礫質干潟におけるフトヘナタリガイ-ヘナタリガイおよびウミニナの各群が占めた位置を含む広い範囲を独占する。砂礫質干潟においても出現するが、卓越するゾーンは沖側に偏っている。分布密度の例は AK 13 においてカワアイガイ 7 個体/m²である。平面分布は内生型二枚貝のハナグモリガイ群、ササゲミエガイ-テリザクラガイ群そしてハイガイ-イチョウシラトリガイ群の一部と重複する。

ウミニナ群：分布の代表地点は YU 4, YU 14, SA 2, IZ 3~5, AZ 2~4, OK 3~4 等、砂礫質干潟のみに出現する。フトヘナタリガイ-ヘナタリガイ群からカワアイガイ群に至る中間の場所を占める。ウミニナが卓越し、フトヘナタリガイ、ヘナタリガイ、カワアイガイ等の種を多少随伴する。

(2) 内生型二枚貝

ハナグモリガイ群：分布の代表地点は ON 4~8, AK 3~8, OE 1, TA 1, YU 6~10, OK 2~5 等、最も岸よりに出現する種群である。AK 3~8 では他の内生型二枚貝種と生息域がほとんど重複しないが、OE 1, TA 1 等ではササゲミエガイ-テリザクラガイ群と若干重複する。泥干潟における分布密度の例は AK 5 においてハナグモリガイ 10 個体/m²となっている。しかし砂礫質干潟の特に淘汰のよい砂底において、個体数・体サイズとも大きく、例えば OK 5 において 70 個体/m²となることから、本来的な生息場はむしろ砂質の干潟にあるかもしれない。

ササゲミエガイ-テリザクラガイ群：分布の代表地点は ON 6~10, AK 10~13, OE 2~3, TA 2~3 等、ハナグモリガイ群の沖側を占める。分布密度の例は AK 10 においてササゲミエガイ 4 個体/m²、テリザクラガイ 4 個体/m²で概ね半々を占め、沖側でハイガイ-イチョウシラトリガイ群と重なるにつれて衰退する。ササゲミエガイが底質表面付近を占める濾過食の種、一方のテリザクラガイが底質の中でやや深所を占めるデトリタス食の種であり、生息深度と食性の異なる 2 種が組み合わせられて階層的な棲み分けを行っている。

ハイガイ-イチョウシラトリガイ群：分布の代表地点は ON 12~15, AK 14~20, OE 4~11, TA 4~10, YU 15~18, OK 6~7 等、諫早湾の内生型二枚貝の中で最も卓越し、分布密度も大きい種群である。分布域は最も沖側に位置し、ササゲミエガイ-テリザクラガイ群から漸移する。その分布密度の例は AK 17 において、卓越するハイガイが 38 個体/m²、随伴するイチョウシラトリガイが 2 個体/m²である。この種群もササゲミエガイ-テリザクラガイ群と同様に、ハイガイが底質表面付近を占める濾過食の種、一方のイチョウシラトリガイが底質の中でやや深所を占めるデトリタス食の種であり、生息深度と食性の異なる 2 種が組み合わせられて階層的な棲み分けを行っている。

アサリ群：分布の代表地点は YU 16~17, IZ 3~4, AZ 1~3, OK 6 等、砂礫質干潟にのみ出現する。泥干潟におけるハイガイ-イチョウシラトリガイ群の分布域に相当する位置を占める。分布密度の例は AZ 1 においてアサリ 20/m²、シオフキガイ 20/m²の他、劣勢となったハイガイ 4/m²等を随伴する。場所によってシオフキガイを欠く。次に述べるマガキの卓越

域にも出現し、礫あるいはマガキ・スミノエガキの隙間に挟まるように殻を露出させた個体も多く観察される。

(3) 付着性二枚貝（マガキ・スミノエガキを主体とする群）

礁を形成するタイプ、花弁状のコロニーが点在するタイプおよび礫付着の 3 タイプがあり、分布域はどのタイプにおいてもやや沖に偏る。礁を形成するタイプは ON 10~16, FX 5, OE 6~10, TA 6~9 等、本明川から延長する水路の特に北西側によく発達し、南側の干潟の主要部分（AK 等）には出現しない。礁および花弁状のコロニーは泥干潟において“リレー型戦略”（鎮西, 1982）をとるタイプであり、花弁状のコロニーもいずれ大規模な礁に発達していくものと考えられる。マガキ・スミノエガキが卓越しウネナシトマガイおよびアラムシロガイを随伴する。礫付着タイプは礫地において、基本的に個体単独で礫に付着するタイプである。泥底と礫地という、湾の中に存在する二種類の環境に幅広く適応した種群である。

(4) 各種および種群分布の要因

以上の各種群は基本的に湾岸線に平行した帯状の分布を示しているが、各種群の出現順序を規定するのは、干潮時の汀線までの距離すなわち勾配に起因した干潟の潮汐による湛水時間と、それに関連した堆積物内の間隙水位等であると推察する。主に干潮時の干潟面で徘徊しながら採餌するウミニナ科の巻貝が比較的岸よりの分布であるのに対して、湛水時に濾過採餌を行う内生型の二枚貝のうち最も卓越し分布密度も大きい、濾過食者の分布の中心ともいえるハイガイ-イチョウシラトリガイ群が沖側の分布である点は、このことと矛盾しない。

泥干潟の貝類種の多様性

干出した諫早湾で観察された泥干潟の貝類種の分布を規定するものには、まず側方の変化に対しては底質堆積物の相違があげられる。

底質含泥率の異なる地点の出現種数を比較してみる。含泥率の高い ON および AK では、同時に出現する種数が 1~5（平均 2）種であるのに対し、含泥率の比較的低い SA および IZ では 3~7（平均 5）種、さらに AZ および OK では 2~12（平均 6）種となっている。これは、砂礫質干潟ではウミニナやアサリ、シオフキガイ等の砂干潟の卓越種が泥干潟の卓越種に割り込むように進出しているためである。またこれとは別に、この中間的にやや砂質の環境に卓越する種もある。表面徘徊型（ウミニナ科）の巻貝ではフトヘナタリガイ、ヘナタリガイ等であり、YU 等ではアシ原から干潟面に至る、クロヘナタリガイ群→フトヘナタリガイ-ヘナタリガイ群→ウミニナ群→カワアイガイ群のエコトーンを形成する。堆積物が中間的にやや砂質の方が含泥率の高い泥干潟や逆に低い砂干潟よりも種数は増加し、単純な種数の比較での多様性は増すといえる。

底質にほとんど変化のない南側の干潟（ON-AK）と北西側の干潟（OE-TA）でも、同時に出現する種数は後者が 1~7（平均 4）種となっており、出現する種はお互いに大きく異なる。

らないものの、同時に出現する種数は前者の1~5(平均2)種に対して多くなっている。これは、各種の出現位置の変化によるもので、南側の干潟ではそれぞれの種の分布が比較的整然と入れ替わるのに対して、北西側の干潟は、沖に向かって出現する種の順序は概ね一致しているものの各種の出現がかなり重なり合った状況となっているためである。

先に述べた通り、南側の干潟の汀線までの幅は約2.5 km、北西側は約1.5 kmであり、南側の方が比較的広い干潟空間がある。南側の干潟と北西側の干潟での種の出現状況の相違は、おそらくこのようなそれぞれの干潟の幅の広さの相違に起因する。すなわち貝類にとっての利用可能なスペースの広さが、各種の分布に影響を与えていると考えられる。

種数の比較に対して、次に個体数を比較してみると、前述の通り泥干潟のAK 17におけるハイガイ-イチョウシラトリガイ群が合計40個体/m²、AZ 1におけるアサリ群が随伴するハイガイも含み44個体/m²であることから、著しい差異があるとはいえない。

ここで内生型二枚貝について、その生息にとっての影響要因となる砂干潟と泥干潟の環境特性の相違を考えてみる。前者が浮遊物質(SS)に乏しい点、また底質の浸透率が前者の方が高く干潮時に干潟表面が比較的乾燥しやすいのに対して後者は干潮時においても表面の湿潤がある程度保たれる点、さらに前者は水流の営力が比較的大きく底質表面が流動的である点等をまず挙げることができる。砂干潟で卓越するアサリ、シオフキガイが生体を底質のやや深所に潜ませ採餌等のために水管を発達させた種であるのに対し、一方の泥干潟で卓越するハイガイは干潟表面に位置する種、またイチョウシラトリガイはデトリタス食の種である点は、砂干潟と泥干潟それぞれの環境特性により適したタイプの種がそれぞれの環境を占めた結果であるといえるだろう。含泥率が極端に高い場合や逆に低い特異な環境では、ある特定の種が空間を独占し、その中間的な環境になると、各種の許容の範囲で生息可能な種が混在することになる。

諫早湾の場合、利用可能な空間の広さや底質の相違、アシ原の存在等、性質の異なる生息空間がさまざまに存在することが、出現する種やその分布の多様性を創出するものとして重要である。このような地域の環境評価および保全対策の視点は、貴重種の保全や単純に保全面積の確保に集中しがちであるが、湾内の環境全体を構成する空間の環境特性を細かく区分していき、その空間を占める種構成を明確にし、それぞれに対して評価を与えていくのがよい。また、開発等による利用可能な空間の縮小に対する影響等については、生息可能個体数の半減としかとらえられていない傾向があるが、今回の観察からは種同士の分布の重複等の影響も予測される。さらに、わずかな底質の変化が、生息種に大きく影響を与えることもあり、現実にそれらをどう評価していくかは今後の課題となる。

さて、上に述べた泥干潟の貝類群集の記載は生活型による区分および種群による区分を用いたが、実際はこれらが垂直方向に階層構造を形成している。すなわち、内生型二枚貝は底質深所を占める種と干潟表面付近を占める種が組み合わさ

る他、表面はウミユナ科の巻貝類、さらに、付着性のマガキ・スミノエガキが礁を形成し干潟上の空間を占め、限られたスペースを高度に利用している。

干潟における固有の特徴として、潮の満ち引きによる二つの異なった環境が繰り返えられることが挙げられるが、貝類は空間的棲み分けに加え、潮の干満によって変化する環境それぞれに適応した採餌様式による食べわけと干満の時間差を利用した採餌時期の選択を行っている。すなわち主に干潮時の干潟泥面に堆積した有機物を採餌対象とするデトリタス食者のウミユナ科の巻貝類と満潮時の海水中の有機物を採餌対象とするハイガイ等の懸濁物食者、そしてデトリタス食者であるが満潮時に採餌を行うイチョウシラトリガイ等である。他の分類群を含めれば、甲殻類やムツゴロウ等は干出時に採餌する表面徘徊性のデトリタス食者である。

ササゲミミエガイ-テリザクラガイ群およびハイガイ-イチョウシラトリガイ群、すなわち内生型二枚貝の懸濁物食者とデトリタス食者の組み合わせは、諫早湾泥干潟のほぼ全域に見られる組み合わせである。ここで、佐々木(1994)は、以下の点でデトリタス食者にとって二枚貝の働きは重要な意義をもっていることを指摘している。すなわち、二枚貝が莫大なる有機懸濁物や沈降しにくい微細粒子を水中から底質に転送すること、また有機懸濁物を摂取し濃縮した形で糞、擬糞として排出したものが、懸濁性有機物を直接利用できないデトリタス食者に利用にされる点である。青山・鈴木(1997)も、干潟でのマクロベントス現存量がその場での懸濁物食者のろ過速度に強く依存していることを示している。諫早湾で観察されたササゲミミエガイ-テリザクラガイ群およびハイガイ-イチョウシラトリガイ群についても、ササゲミミエガイまたはハイガイの濾水活動により強制沈降された浮遊物質や濃縮・排出された糞、擬糞を、テリザクラガイまたはイチョウシラトリガイが二次的に利用している可能性がある。

またマガキ・スミノエガキについては、付着型の礫地に定着したタイプと“リレー型戦略”(鎮西, 1982)により泥底に定着したタイプがあり、湾の中に存在する泥底と礫地という二種類の環境に幅広く適応していることは、先に述べたとおりである。さて特に泥底に定着し礁を形成するタイプにおいて随伴するウネナシトマヤガイおよびアラムシロガイは、今回の観察でも明らかなように、泥底に単独で出現することはほとんどない種である。ウネナシトマヤガイは付着性の種であるから何らかの付着物が必要であるし、アラムシロガイは一般に砂干潟でよく見かける種である。カキ礁によって本来生息不能域に生息可能な空間が創出されたのであり、両種は、“リレー型戦略”の獲得により泥干潟に適応したマガキの戦略に、いわばあやかすることで泥干潟への進出を果たしたといえる。

生態系全体における、貝類群集と他の分類群との関連を明らかにすることは非常に困難であり、すでに“死んだ”干潟を研究材料としている本論でその問題について検討するデータは得られていないが、干潟土壌内で行われる消化・脱窒に必要な酸化部位および還元部位の創出に寄与しているといわ

れる生物擾乱作用について言及しておく。

脱窒作用は底質のやや深い場所の還元環境で進行するにもかかわらず、底泥表面付近の酸化環境で進行する硝化作用で発生する硝酸態窒素の供給が必須要因とされている（吉田ほか, 1978）。干出した諫早湾で観察されたゴカイ類等による表層付近の常時活発な生物擾乱は、硝化に適した酸化層を創出する一方、浸透性に乏しい泥干潟において深部の還元層を大きく乱さずに、ある程度の浸透性を維持する甲殻類の巢孔は、還元層への脱窒材料の供給に寄与していると考えられる。

時代的変遷

最後に、今回得られた知見と過去の時代の貝類群集の構成種等の比較を行い、干潟ないし浅海域に生息する貝類群集の歴史的変遷について、予察的な検討を加える。

表面徘徊性のウミナ科の巻貝およびフネガイ科（Arcidae）を主体とする、諫早湾の泥干潟で見られた種構成に類似する過去の貝類群集は、岐阜県瑞浪層群や岡山県備北層群等、瀬戸内地域に分布する中新統に出現する *Vicarya* 等を伴う亜熱帯性の貝類群集、いわゆる Arcid-Potamid fauna（津田, 1965）が挙げられる（糸魚川, 1981 など）。この貝類群集は、主に泥質砂岩に出現するグループであるから、含泥率の高い諫早湾とはやや条件を異にするが、出現する属の構成は類似している。

例えば、備北層群等では表面徘徊性のウミナ科として *Cerithium ancisum*, *Tateiwaia tateiwai* および *T. yamanarii*, *Vicarya japonica*, *Vicaryella* cf. *notoensis* および *V. bacula* 等多彩であり、内生型のフネガイ科として *Scapharca daitokudoensis* および *Striarca uetukiensis* 等、そしてカキ類では *Crassostrea gravitesta* がある（糸魚川, 1981 ; 上田, 1991）。また、Taguchi (1981) が岡山県津山市の中新統勝田層群に伴われる Arcid-Potamid fauna について復元した帯状の分布は、諫早湾における潮間帯の干潟およびその陸側の塩生湿地で観察された種群に、属の構成並びに生息空間がほぼ対応している。

Vicarya は *C. gravitesta* や *S. daitokudoensis* と、種群を構成する相手も多彩であり、干潟での広域的な分布が示唆される。諫早湾に対比すると、カワアイガイが占めた生態的ニッチェに相当するものと思われる。その他種数の多いウミナ科の各種は、諫早湾の砂礫質干潟で観察されたように、細かな環境条件の連続的变化に応じてエコトーンを形成したのであろう。

リレー型の *Crassostrea* については、さらに過去にさかのぼることができる。早坂（1994）が明らかにした山口県北西部の漸新統日置層群のカキ *C. sp.* は、河川から連続するチャネルの末端部と解釈される礫交じりの泥質砂岩に伴われる。空間的な位置については現生・中新統と類似するものの、底質は明らかに粗粒であり、現生および中新世後期の場合とは明らかに生息環境が異なっていた。なお、日置層群の *C. sp.* と種群を構成する *Batillaria sp.* は、中新世の *Vicarya* 同様、諫早湾のカワアイガイが占めた生態的ニッチェに相当するも

のと思われる。

さらに、利光ほか（1990）が報告した熊本県天草の白亜系姫浦層群のリレー型 *Crassostrea* は、下部外浜を示す癒着型ハンモック状斜交層理砂岩に挿入される淘汰のよい中粒砂岩の中に見いだされることから、現生の種に比べてかなり水深の深い場所を占めた可能性がある。またこの場合、波浪によって常時移動する不安定な底質にどのようにして数世代を定着させることができたかは大きな疑問である。あるいは現在泥干潟で行われているリレー型戦略が、かつて下部外浜の不安定な底質に定着するためにも有利な形質として作用したのかもしれない。

姫浦層群においては表面徘徊型のウミナ科の種群の存在は報告されていないが、岩崎・坂本（1981）によれば、これよりも下位にあたる白亜系御所浦層群に巻貝を主体とした *Campanile*-*Glaucania* 群が存在し、中新世の *Vicarya* や *Vicaryella* 等を主体とする種群に対比できる可能性が示唆されている。この時代、中新世のフネガイ科の二枚貝にあたる空間は *Pterotrigonia*-*Crassatella* 群等により占められていたと考えられる。

このように、情報の限られる過去の貝類群の種の相互分布の詳細を復元するうえで、諫早湾で得られたような現生貝類の知見は、外挿可能な知見として重要である。ただしその際、*Crassostrea* 等、生息場所を時代とともに変えた可能性のある多くの種に対しては、堆積学的な環境解析の手法等を取り混ぜながら検討すべきであることは、改めて指摘するまでもない。

生物の生息空間としての干潟を、生息する種の時代的変遷の観点から予察すると、現在の群集が定着するに至るまで、さまざまな変遷の舞台となっており、海生の底生生物の変遷の過程においてたいへん重要な空間であるといえる。現在干潟保全についての議論は、貴重な種の保全や浄化機能等、今日的な問題に集中しているが、このような生物の歴史的変遷の観点からの生息環境の評価についても今後十分検討が加えられるべきである。

ま と め

1. 諫早湾の締め切りにより干出した干潟の主要部分は含泥率 98~99% 前後の典型的な泥干潟であり、堤防周辺には砂礫質の干潟が小面積分布する。

2. 出現する主な貝類は、カワアイガイ等のウミナ科の巻貝類、イチョウシラトリガイ、ハイガイ等の内生型二枚貝類および付着性のマガキ等の 25 種である。個体密度は、最も卓越するハイガイで 1 m² あたり最大 60 個体に達する。

3. 岸から沖方向への貝類の出現位置、出現する種の組み合わせ等にある規則性が見いだされ、相対的な出現位置で概ね括ることのできる種またはその組み合わせを便宜的に“種群”として記載した。すなわち、干潟表面を徘徊するデトリタス食のウミナ科の巻貝では岸よりから順にクロヘナタリガイ群、フトヘナタリガイ-ヘナタリガイ群、カワアイガイ群およびウミナ群、内生型二枚貝のハナグモリガイ群、ササゲミエガイ-テリザクラガイ群およびハイガイ-イチョウシ

ラトリガイ群そして付着型のマガキ・スミノエガキを主体とする群である。

4. 各種の出現状況は堆積物の相違によってだけではなく干潟の幅によっても多様に変化する。すなわち、比較的幅の広い干潟ではそれぞれの種の分布が比較的整然と入れ替わるが、比較的幅の狭い干潟では、各種の出現がかなり重なり合った状況となっており、貝類にとっての利用可能なスペースの広さが、各種の分布に影響を与えていると考えられる。

5. 貝類の垂直分布をみると、内生型二枚貝は底質深所を占める種と干潟表面付近を占める種が組み合わさる他、表面はウミナ科の巻貝類、さらに、付着性のマガキが礁を形成し干潟上の空間を占め、階層構造が成立している。空間的棲み分けに加え、潮の干満によって変化する環境それぞれに適応した採餌様式による食べわけと干満の時間差を利用した採餌時期の選択が行われ、限られたスペースの高度な利用がなされている。

6. ササゲミエガイ-テリザクラガイ群およびハイガイ-イチョウシラトリガイ群は、諫早湾泥干潟のほぼ全域で見られる懸濁物食者とデトリタス食者の組み合わせである。ササゲミエガイまたはハイガイの濾水活動により強制沈降された浮遊物質や濃縮・排出された糞、擬糞を、テリザクラガイまたはイチョウシラトリガイが二次的に利用している可能性がある。

7. マガキ・スミノエガキ群のうち、泥底に定着し礁を形成するタイプにおいて随伴するウネナシトマガイおよびアラシロガイは、泥底に単独で出現することはほとんどない種であり、リレー型戦略の獲得により泥干潟に適応したマガキ・スミノエガキの戦略に、いわばあやかすることで泥干潟への進出を果たしたといえる。

8. 泥干潟の堆積物は塊状無構造であるが、生物擾乱作用の強さに応じて、表層から5ないし10 cmは全体的に酸化的環境が形成され、以深の25 cm程度が棲管の周辺のみ酸化的環境にある。ゴカイ類等による表層付近の常時活発な生物擾乱は、硝化に適した酸化層を創出する一方、浸透性に乏しい泥干潟において深部の還元層を大きく乱さずに、ある程度の浸透性を維持する甲殻類の巣孔は、還元層への脱窒材料の供給に寄与していると考えられる。

9. 表面徘徊性のウミナ科の巻貝およびフネガイ科を主体とする、諫早湾の泥干潟で見られた種構成に類似する過去の貝類群集には、中新世の Arcid-Potamid fauna などが挙げられ、生物の歴史的変遷の観点からの生息環境の評価についても今後十分検討が必要である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にお力添えいただいた。とりわけ熊本大学岩崎泰顕教授には終始懇切なご指導を賜った。熊本大学古川憲治教授には干潟の水質浄化機能についてご助言を賜り、また元愛媛大学教授水野篤行博士には粗稿を読んでいただくとともに数々の有益な示唆をいただいた。

た。徳島県立博物館の中尾賢一学芸員には堆積物分析および微小動植物分析、並びに貝類の同定に関してご助言をいただくとともに、作業の一部を手伝っていただいた。これらの方々に厚くお礼申し上げる次第である。

文 献

- 青山裕晃・鈴木輝明, 1997, 干潟上におけるマクロベントス群集による有機懸濁物除去速度の現場測定. 水産海洋研究, **61**, 265-274.
- 千葉県土木部・企業庁, 1998, 環境の補足調査によって把握した「市川二期地区・京葉港二期地区計画に係わる環境の現況について」(要約版). 336 p.
- 鎮西清高, 1982, カキの古生態学(1). 化石, no. 31, 27-34.
- 早坂竜児, 1994, 山口県北西部特牛地域に分布する漸新統日置層群の堆積環境と“芦屋動物群”の古生態. 地質雑, **100**, 331-347.
- 稲森悠平・木村真子・須藤隆一, 1994, 干潟における底生生物の役割と保全のための対策のあり方. 用水と廃水, **36**, 15-20.
- 井上尚文, 1980, 有明海の物理環境. 海洋科学, **12**, 116-126.
- 糸魚川淳二, 1981, 西南日本の中新世軟体動物化石の2, 3の問題—とくに古地理に関連して—. 軟体動物の研究, 187-197.
- 岩崎泰顕・坂本省吾, 1981, 白亜系御所浦層群産貝化石群による古生態学的研究の試み. 熊本地学誌, no. 68, 8-18.
- 鎌田泰彦・近藤 寛・津留美恵子, 1979, 有明海沿岸の干潟堆積物の予察的研究. 長崎大教育学自然科学研報, no. 30, 75-92.
- 鎌田泰彦・西岡幸一・木寺久美子, 1978, 長崎県諫早湾の干潟堆積物の強熱減量(海底堆積物の強熱減量-その1). 長崎大教育学自然科学研報, no. 29, 81-90.
- 環境庁, 1993 編, 緑の国勢調査—自然環境保全基礎調査の概要—. 財団法人自然環境研究センター, 69 p.
- 環境庁, 1997 編, 干潟. 日本の干潟, 藻場, サンゴ礁の現況, 1, 財団法人海中公園センター, 291 p.
- 経済企画庁, 1971, 土地分類基本調査(地形・表層地質・土壌)「諫早」5万分の1国土調査. 42 p.
- 気象庁, 1997, 平成10年潮位表. 財団法人気象業務支援センター, 289 p.
- 近藤 寛, 1986, 有明海北部沿岸の干潟堆積物に含まれている有機物. 長崎大教育学自然科学研報, no. 37, 45-56.
- 松島義章, 1984, 日本列島における後水期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—. 神奈川県博研究報(自然科学), no. 15, 37-109.
- 長崎県, 1978, 環境庁委託第2回自然環境保全基礎調査干潟・藻場・サンゴ礁分布調査報告書. 93 p.
- 津田禾粒, 1965, 東北裏日本の新第三紀動物群と岩相—とくに中新世中期の動物群について—. 化石, no. 10, 20-23.
- 奥谷喬司, 1986 編, 貝類. 決定版生物大図鑑, 8, 399 p.
- 佐々木克之, 1994, 内湾および干潟における物質循環と生物生産12—色干潟の窒素循環における二枚貝の役割. 海洋と生物, **16**, 487-492.
- 佐藤慎一, 1997, 諫早湾干拓貝類の生態. SCIA, no. 24, 74-75.
- 佐藤慎一, 2000, 諫早湾干拓地の現世古生態学. 地質雑, **106**, V-VI.
- 生痕研究グループ, 1989, 現生および化石の巣穴—生痕研究序説—. 地団研専報, no. 35, 131 p.
- Taguchi, E., 1981, Geloina/Telescopium bearing molluscan assemblages from the Katsuta Group, Okayama Prefecture—with special reference to brackish faunal zonation in the Miocene of Japan. Bull. Mizunami Fossil Mus., no. 8, 7-20.
- 利光誠一・加納 学・田代正之, 1990, 姫浦層群上部亜層群の化石カキ礁. 化石, no. 49, 1-12.
- 上田哲郎, 1991, 広島県三次・庄原地域の中新統備北層群—軟体動物化石群集と古環境—. 地質雑, **97**, 279-295.
- 吉田富男・相崎守弘・浅見輝男・槇島直樹, 1978, 霞ヶ浦底質における生物学的酸素固定と脱窒作用について. 筑波大学院環境科学研究科年報, **1**, 79-88.

(要 旨)

早坂竜児, 2000, 干出した長崎県諫早湾泥干潟で観察された貝類の多様性. 地質雑, 106, 783-799. (Hayasaka, R., 2000, A biological diversity of mudflat benthic molluscs in the Isahaya Bay, Nagasaki Prefecture. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 106, 783-799.)

干出した諫早湾においてへい死した貝類の分布を調査し, 泥干潟の貝類を中心とした生態系を明らかにした. 主な出現種はカワアイガイ等のウミナ科の巻貝類や, イチョウシラトリガイ, ハイガイ等の内生型二枚貝類および付着性のマガキ・スミノエガキ等であり, その出現状況は堆積物の相違だけではなく干潟の幅によっても多様に変化する. 泥干潟の生態系は, 構成種の時間的・空間的棲み分けによっても多様であり, 階層構造の形成により限られたスペースを高度に利用している. イチョウシラトリガイ等のデトリタス食の二枚貝は, ハイガイ等の濾水活動により強制沈降した浮遊物質や濃縮・排出された糞, 擬糞を二次的に利用している可能性もある. 諫早湾の泥干潟で見られた種構成に類似する過去の貝類群集には, 中新世の Arcid-Potamid fauna 等が挙げられ, 生物の歴史的変遷の観点からの生息環境の評価についても今後十分検討が必要である.