

## 17. ジオスライサー試料を用いた環境解析手法の確立

Establishment of the environmental analysis technique using the Geoslicer samples

○市原季彦(復建調査設計)・有明干潟ジオスライサー調査グループ

### 1. はじめに

近年、浅海・沿岸域の環境保全等の問題が各地で話題になっている。特に干潟等沿岸域は豊富な水産資源が存在する貴重な場所である重要な地域の一つである。干潟に関する問題は、環境の再生、環境の保全、そして防災の面にも目を向ける必要性が非常に高い。全国の干潟の4割以上の面積を有する有明海は、近年、主要な海産物であるアサリやノリ漁の不作が問題となっている。その原因は明確にされていない。現在の干潟環境変化を評価するには、過去がどのような環境であったのかを知り、現在どのような位置付けにあるのかを調べなければならない。環境問題が取り扱われるようになった以前の環境に関するデータは少なく、過去の環境評価は困難である。一方、地質学・古生物学・堆積学等の学問分野には、地層・堆積物の解析から過去の環境を調べる手法がある。干潟調査にこうした研究分野の解析手法を導入するすれば、近い過去から現在に至る環境変化を把握することができる。ボーリングコア試料等を用いて環境解析を行うことは干潟域でも試みられている。しかし、過去の堆積環境を調べるためにもっとも有効な手法の一つである堆積相解析法は、定方位のサンプルでかつ面積の広い面で地層を観察する必要があるため、ボーリングコア試料では困難であった。そこで、地層採取にはジオスライサーを用いて、こうした問題を解消し、高精度の環境解析手法の確立を試みた。試料採取は、2004年4月であり、現在、分析結果待ちの段階の試料もあるため、その途中段階ではあるが、幾つかの分析・解析項目によって新たな見解が得られたのでここに報告する。

### 2. 調査の概要

#### (1) 調査地の状況

地層採取地点は、熊本県荒尾市の干潟である(図-1)。この干潟はかつてはアサリ漁が盛んであったが、現在は一部の覆砂を行った区画のみ漁が行える程になっている。

採取地点の干潟堆積物は、陸に近い側からやや泥分を含む砂泥質干潟が分布しており、沖合に向かうと泥分の少ない砂質干潟が分布している。

砂泥質干潟で現在みられる主要な底生生物は、表層付近ではヤマトオサガニ、オサガニ、深い巣穴を形成する生物としてアナジャコ、ニホンスナモグリ等の甲殻類が主であり、アサリをはじめ生息している二枚貝は殆ど見られず、僅かにマガキの稚貝が干潟に挿されている杭等に付着しているのが観察された程度であった。巻き貝類は腐肉食のアラムシロガイが生息していることが確認された。陸側に近い干潟から沖合約1.5km くらいまでは特にアナジャコの巣穴の密集度が高い。

地元漁協等の話によると、かつてはこのアナジャコ生息場所でアサリが多く生息していたようである。

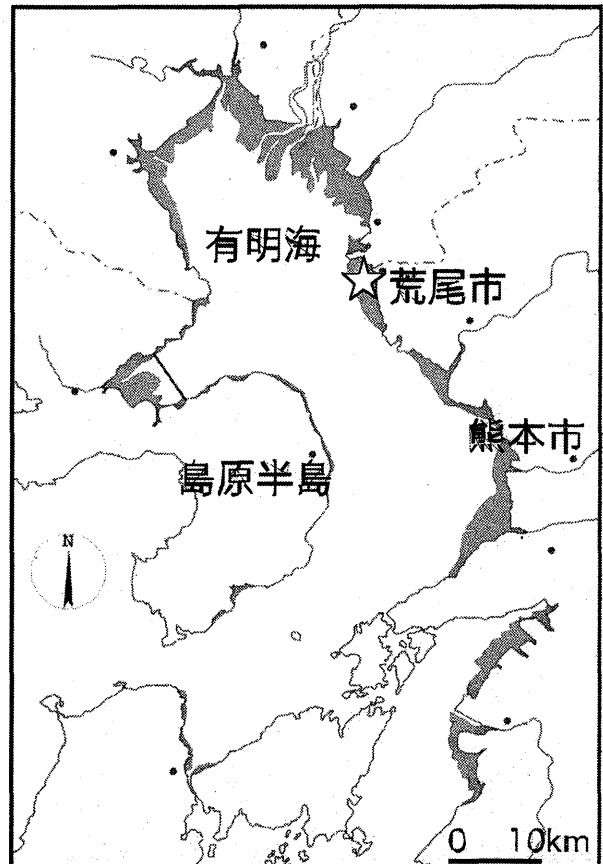


図-1 調査位置図(星印が調査地点)。図中の濃い灰色部分は干潟分布域を示す。

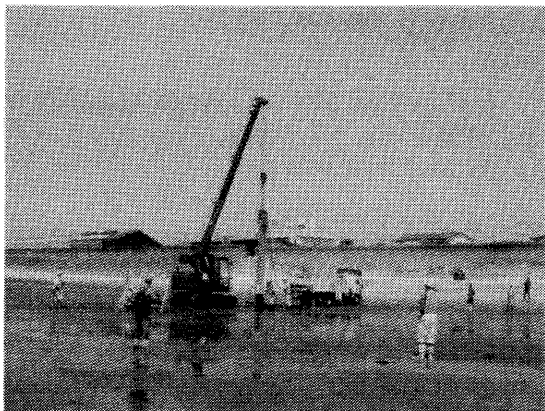


図-2 4 mサンプラーを用いたジオスライサー調査状況。



図-3 ハンディタイプを餅田ジオスライサー調査状況。

## (2) 地層採取方法

地層採取は、堰堤を基準に 400m 間隔で 2 km 沖合までの合計 5 地点で実施した。一番手前の場所 (GS-1) では、長さ 4 m、幅 40cm のステンレス製ジオスライサー、4.9 t クローラクレーン、5 馬力のパイプロハンマーを使用し地層採取を行った。他の地点は、長さ 1.5m から 2.0m、幅 7 cm から 10cm のハンディージオスライサーを使用して地層採取を行った。採取作業は、ジオスライサー調査法<sup>1), 2)</sup>を基本としている。干潟であるため、干潮時に機材を搬入・設置し、地層採取、機材搬出の全ての作業を行った。なお、GS-1 においては、多くの項目の分析・解析等を行うため、1 m 間隔で 4 本採取し、1 本は化学分析を主とし、1 本は試料観察および剥ぎ取り処理、残りはその他の分析試料の予備として用いた。採取状況を図-2 および図-3 に示す。深い深度を狙うサンプリングは、より古い時代からの環境変化を調べることに適しており、また幅も 40cm と広いため、堆積相の詳細な観察にも適している。ハンディタイプのジオスライサーは、人力で作業・運搬が行えるため、堆積物の表層付近 (1 m から 2 m 位の深度) の堆積物分布を調べるのに適している。これらの手法を組み合わせることによって、干潟堆積物の垂直的分布変化と環境変化を調べることが出来る。

## (3) 解析項目

採取した試料は、堆積相解析<sup>3), 4)</sup>、生痕相解析<sup>5)</sup>、貝殻遺骸群集解析、底生有孔虫遺骸群集解析、粒度分析、硫黄含有量分析、マンガン含有量分析、硫黄同位体分析、窒素同位体分析、酸素同位体分析、全窒素分析、全炭素分析、間隙水の酸化還元状態分析等を行い、年代測定として Pb210 法、Cs137 法、更に C14 年代測定法を行った。採取した全ての地層は、樹脂による剥ぎ取り保存処理で堆積構造の固定を行った。これらの分析項目のうち、堆積相解析、生痕相解析、貝殻遺骸群集解析、年代測定法は概ね解析結果を得ることができた。

## 3. 調査結果と考察

### (1) 地層の区分

採取地層のうち、4 m サンプラーを使用して採取した地層は干潟表層から最大深度約 3.6m に達した。このうち、GS-1B, GS-1C, GS-1D を用いて堆積学的検討を行い<sup>3), 4)</sup>、堆積相の区分を行った。

#### A. 堆積相 A

貝殻密集層・・・表層から約 100cm の間に分布している。主に貝殻からなり、シルト・砂などを含む。貝殻は、シオフキガイ、アサリが圧倒的に多い。生物擾乱が著しく、堆積構造は殆ど見られないが、GS-1D の深度 130cm 前後には、貝殻混じりの砂層中にのみリップル葉理が見られる。リップル葉理が示す古流向は西から東であり、沖からの流れで形成された砂層であることを意味する。直径 1 cm 程でシルトの壁を持ち、分岐のある棲管が僅かに見られる。堆積相 A は貝殻密集層解析結果を受けて、より細分する必要がある。

#### B. 堆積相 B

貝殻混入粘土層・・・青灰色を呈する塊状無構造の粘土層からなり、マガキ、サルボウなどの



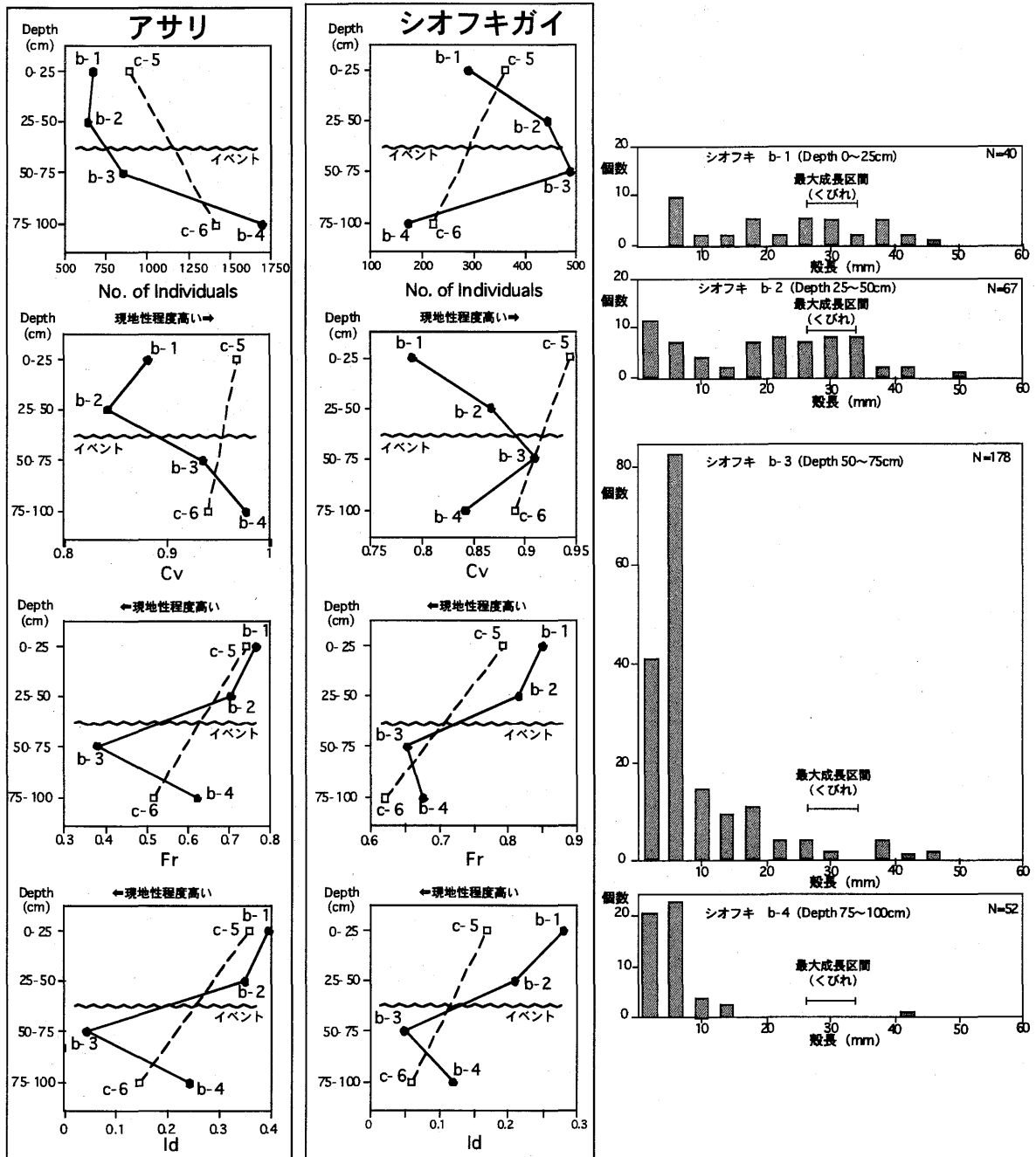


図-5 ジオスライサー試料の貝殻遺骸群集解析結果。

## (2) 堆積相の解釈

堆積相 A は堆積相 A は貝殻遺骸群集解析及び堆積相解析・生痕相解析より、詳細な環境変化が判ったため、別途記述する。堆積相 B は通常の泥質干潟堆積物、堆積相 C はより岸よりの河口部などに分布する軟泥質干潟堆積物であると考えられる。

## (3) 貝殻遺骸群集解析結果

堆積相 A の殆どは貝殻密集層である。特に密集度が高かった GS-1B および GS-1C は、貝殻密集層中の環境変化を評価するために、二枚貝の左右両殻共存率 Cv 値と貝殻破片化率 Fr 値の変化を用いて貝殻の死後の運搬過程を物理的に評価する Cv-Fr 解析および、貝殻の成長と死亡時の殻サイズを用いた生態的特徴から遺骸群集を評価する殻サイズ頻度分布解析<sup>6), 7)</sup>を行った。その結果、図-4 に示した b-3, b-4 及び c-2 は優占種であるアサリ・シオフキといった二枚貝は現地性程度が高いことが判った。これは、貝殻遺骸を構成する貝が実際の生息域に近い環境であったことを意味する。また、それよりも上位の層準では、b-1, b-2 および c-1 では、現地性程度が低く、実際の貝の生息域から離れてしまったことを意味する。更に、殻サイズの

ダイアグラムでは、これらの現地性程度が低い部分では、酸欠などによる突然死の群集を意味するセンサス集団が見られる。センサス集団はb-3, b-4, c-2では見られないことから、近年無酸素水の発達する頻度が上がっている可能性が考えられる。シオフキほど顕著には見られなかったが、アサリにも同様のセンサス集団を確認することができた。

#### (4)GS-1D の深度 1.3m 付近で見られる砂層の解釈

この砂層は沖合から陸方向への流れによって形成されたリップル葉理が見られる。上下の地層は泥質干潟であり、貝殻もあまり含まないし、粗粒分も含まれていない。そのような中に砂層が挟まれ、しかもより沖合に生息するシオフキ等の貝殻が含まれることから、沖合の砂が運搬されていることが判る。泥質干潟で沖の砂質干潟の砂が運搬されることは、通常の堆積作用では考えにくく、津波などの大きなイベント堆積物であると考えられる。

有明海の中で津波の記録は、1792年5月21日に起きた島原半島の雲仙眉山の崩落に伴うものがある。いわゆる「島原大変・肥後迷惑」である。そこで、この砂層中に含まれている貝殻を用いて堆積年代の検討を試みた。その結果、西暦でおよそ1550年という値が出た。これは、津波の時期と200年ほどのずれがあるが、通常、砂質干潟での貝殻遺骸層は残留堆積で形成されることが多く、若干古めの年代が出る。また、同時に行ったPb210法を用いた年代測定では、鉛の減衰が表層から約80cmまでしか認められなかった。そのため、これよりも下位の層準はPb210法で年代が推定できる限界の150年よりも古い可能性が考えられる。こうしたデータはこのイベント堆積物が「島原大変・肥後迷惑」堆積物である可能性を示唆する。過去数十年・数百年間の堆積年代の推定は、それに適した手法が少なく非常に困難である。しかし、例えば有明海のような場所であれば、少なくとも1792年の津波堆積物がマーカーの役割を果たす可能性があり、堆積学的な検討をベースに堆積年代の推定を行える可能性がでてきた。このようにイベント堆積物の認定は、過去の環境変化に時間軸を入れる役割もあるため、非常に重要である。

#### (5)生痕相解析結果

表層付近は棲管は殆ど識別できない。表層付近は含水率が高く、常に新たな生物が加入してくることや波浪等によってすぐに巣穴が崩壊してしまうことが知られている<sup>5)</sup>。表層付近の堆積相A中に見られた分岐する直径1cmほどの巣穴は、ニホンスナモグリのものである。ニホンスナモグりは、最深で約1mほどの巣穴を形成する。表層の堆積物擾乱はニホンスナモグリなどの甲殻類が大きく関与している。

堆積相Bや堆積相Cに見られる直径3cmほどの巣穴は、アナジャコのものである。アナジャコは深さ5mにも達する巣穴を形成する<sup>8)</sup>。今回見られたアナジャコ巣穴は表層付近の貝殻混じりのやや粗粒な碎屑物が充填していたため辛うじて識別できた。市原ほか<sup>8)</sup>が示したアナジャコ巣穴の未固結相のように、アナジャコ巣穴の痕跡は大変識別困難な場合がある。こういった巣穴を十分に識別していなければ、巣穴充填物として上位から落下してきた碎屑物などを分析したりすることによるサンプリングエラーを生じやすい。干潟堆積物の化学分析等を行う上で、これは無視できないことである。つまり、干潟のように生物擾乱が著しい堆積環境の評価には、生痕を識別する必要があるであろう。

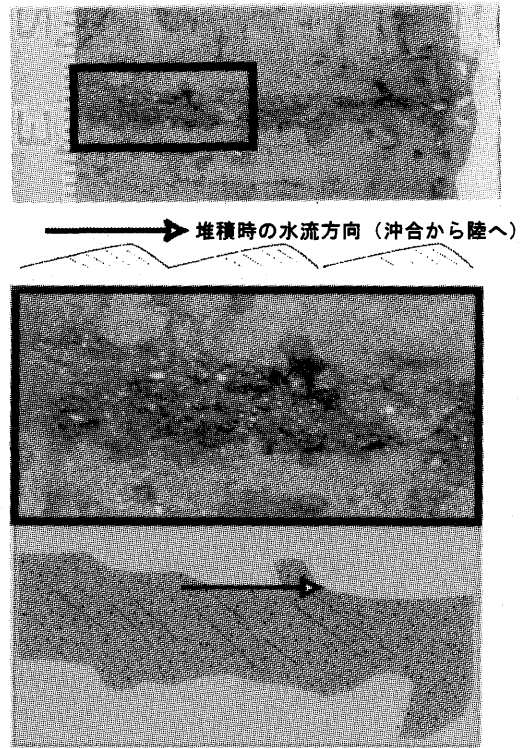


図-6 GS-1Dで見られるイベント堆積物。

#### 4. おわりに

今回、ジオスライサーによる堆積物採取法と堆積学や古生物学的手法に基づいた古環境解析法とを組み合わせることによって、干潟の環境変化の評価が可能かどうかを検討してみた。少なくともこのような手法をとることが、現在の干潟堆積物から過去を知る手法としては大変有利であり、詳細な解析が行える期待ができる。なお、本調査プロジェクトでは、今回挙げた解析・分析以外の項目も行っている。他の分析結果等が加わることにより、干潟における物質循環と生物との関連およびその変化過程を調べることができる。干潟学は非常に多くの分野の研究者の協力が必要であり、それを総合的に把握していかなければならない。今回の調査グループは、地質学、堆積学、古生物学、生物学、地球化学、地形学、年代学、土壌学など多くの科学的解析・分析手法を行っている。他にも検討していかなければならない分野は数多くあるため、今後より多くの専門分野の専門家と共同で干潟を理解する手法の確立に努める必要がある。ただし、干潟環境の再生は緊急を要する問題であるため、早急に干潟再生等の対策に繋がるような検討結果が望まれる。

謝辞：本調査を行うにあたり、荒尾漁業協同組合の方々には多大なるご協力をいただいた。また、愛媛大学の天野敦子氏には Pb210 の測定を行って頂いた。ことを深く感謝する次第である。

有明干潟ジオスライサー調査グループ：下山正一・山中寿朗（九州大学）、松田博貴・秋元和實・田中正和（熊本大学）、堤裕昭・佃政則（熊本県立大学）、佐藤慎一（東北大学）、亀山宗彦（北海道大学）、高田圭太・松木宏彰・池田哲哉・品川徹次・中村盛之（復建調査設計株式会社）

#### 引用文献

- 1) 中田高・島崎邦彦（1997）：活断層研究のための地層抜き取り装置(Geo-slicer). 地学雑誌, 106 巻, pp.59-69.
- 2) 原口強・中田高・島崎邦彦・今泉俊文・小島圭二・石丸恒存（1998）：未固結堆積物の定方位連続地層採取方法の開発とその応用. 応用地質, 39 巻, 3 号, pp.306-314.
- 3) Walker, R. G. and James, N. P. (1992) : Facies models -response to sea level change. Geological Association of Canada, St. John's, 409 p.
- 4) Reineck, H.-E. and Singh, I.B. (1980) : Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlag, New York, 549 p.
- 5) 市原季彦（1997）：沿岸から浅海域堆積物中の生痕層を用いた古環境解析, 熊本大学理学部紀要（地球科学）, 15, pp. 9-23
- 6) 下山正一（1989）：化石貝殻集団の初期情報と再構成. 日本ベントス研究会誌, 37, pp.11-34.
- 7) 佐藤慎一・下山正一. 1992. 斧足類化石群集を用いた下総層群中部の古環境解析. 地質雑, 98: 529-545
- 8) 市原季彦・高塚潔・下山正一（1996）：生痕層序. 地質学雑誌, 102, 685-699.