

熊本市沖有明海の底質変化と アサリ漁獲量の増減との関係

秋元 和實¹⁾・七山 太²⁾・塩屋 藤彦³⁾・安間 恵⁴⁾
須藤 雄介⁵⁾・島崎 英行¹⁾・滝川 清¹⁾

1. はじめに

有明海の環境問題については、諫早湾干拓事業の問題提起を含めてマスコミに広く取り上げられている。熊本沖の有明海においても、アサリ、ワタリガニなどの漁業資源の回復は、地元住民の生活を考慮すると我々研究者側が早急の解決に向けて助言すべき課題と言える。一方、漁業資源の保全・回復のために多様な環境改善策が農林水産省や地元自治体等によって実施されているが、良好な状態を長期間維持するには海域ごとの異なる環境特性の把握が必要である。特に、底生生物の個体数および多様性の回復には、産卵および生育に直結する生息場の海底地形、底質、波浪、潮汐流および底生生物の空間分布が環境因子として関係する。しかしこれらの因子には、多くの未解明の問題が残されている。

今回我々が調査を行った熊本市沖を含む有明海中部海域においては、水深20mを超える海底にも強い潮汐流の影響によって粗粒砂が分布し、さらに平坦なサンドリッジ (sand ridge) 頂部などには有機懸濁物の濾過摂餌者 (filter feeder) である二枚貝類 (ピロードマクラ) のマウンドが多数存在することが分かってきた (秋元ほか, 2004)。ピロードマクラ群集が底質の変化によって短期間に増減する (金澤ほか, 2005) ことから、海域における主要な有機物除去が底質の変化に影響されることが予測されていた。

ところで、熊本県下におけるワタリガニの漁獲量は1985年に最高値を示したが、その2年後には20%以下まで激減した。荒尾～三角沖の水深10-20mの海

底はワタリガニの産卵場であるが (塚原ほか, 1985)、ここでは砂が採取されていた。2003年度の条例施行によって約7,000m³まで採取量が制限されるまで、年間約20～50万m³の砂が現地で採取されていた。特に横島沖のサンドリッジでは、1979年には深さ10m以上の凹地が多数形成されていたことが報告されていた (木下ほか, 1980)。しかし建設省国土地理院 (1978) の調査では測深記録としては得られておらず、熊本県土木部 (1992) の調査もまた音波探査記録が提示されておらず、この間の地形変化は不明確である。しかしこのことは、従来採砂と漁獲量との因果関係は全く議論されていなかったが、多分に生息地の底質環境によってワタリガニの漁獲量が大きく影響を受けた可能性を示唆していた。

採砂地に東接する海底に関して、1950年代後半には泥質堆積物 (鎌田, 1967) が、1970年代後半には砂質堆積物 (木下ほか, 1980) あるいは貝殻混じりのシルト (建設省国土地理院, 1978) が、2003年には再び泥質堆積物 (秋元ほか, 2004) の分布が報告されていた。さらに1970年代後半には、高さ2mを超える不規則な砂の高まりも複数存在していた (建設省国土地理院, 1980)。

砂の分布が急激に広がった1970年代には、熊本市沖において、アサリの漁獲量が1972～1976年間に2万トンから極大の6.8万トンまで急増していることは、注目に値する。逆に1977年以降、アサリの漁獲量は単調に減少している。この原因の一つとして底質の泥質化が考えられる。ここで、アサリの漁獲量が急増した時期と粗粒砂の分布域拡大の因果関係を明らかに

1) 熊本大学 沿岸域環境科学教育研究センター
〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1

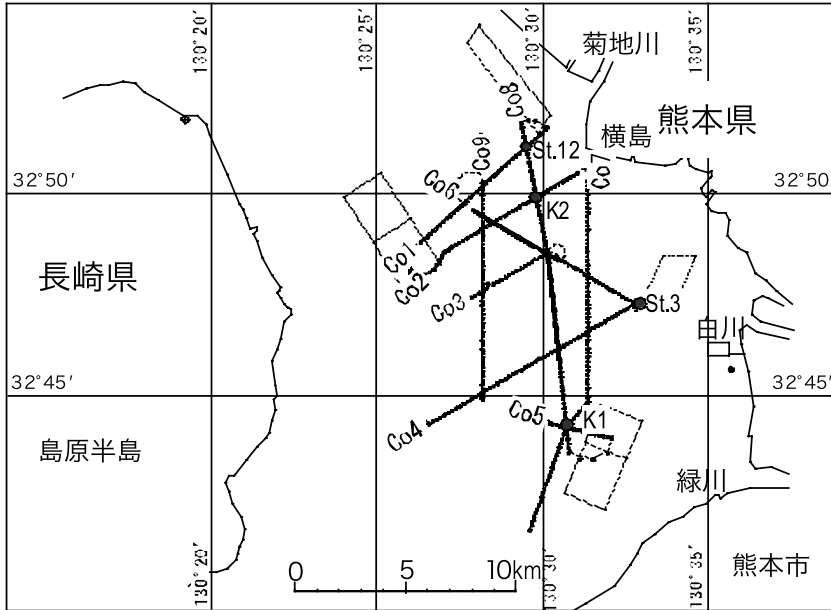
2) 産総研 地質情報研究部門

3) ジオマリン サイエンスリサーチ

4) 川崎地質 (株)

5) 茨城大学 大学院 理工学研究科

キーワード: 音響調査, 採泥調査, 熊本市沖, 有明海, 底質環境, 環境変化, アサリ, 粗粒砂, 浮泥, 潮汐流



第1図
音波探査の測線 (Co1-7) 位置
および柱状試料採取位置 (K1,
K2, St.12, St.3).

することは、資源回復の方法として用いられている覆砂の有効性を議論する上で重要と言えよう。

上述したように、採砂地とその周辺の地形および底質は、底生生物にとって重要な環境因子である。そこで、我々は熊本市沖の有明海において、海底の現状を音波探査によって把握し、過去のデータと比較して地形変化を明らかにした。さらに、海底から採取した柱状試料に時間面を入れ過去の底質分布図と比較することによって、底質の変化とアサリの漁獲量の増加との関係を検討した。なお、本稿は秋元ほか(2008)の原稿を、一般普及向けに修正加筆したものであることを予め申し添えておきたい。

2. 研究手法

(1) 音響調査

地形および底質の経年変化を明らかにするために、木下ほか(1980)および建設省国土地理院(1978, 1980)が音波探査を行った同一測線を再調査した(第1図;口絵写真1-4)。測量にはD-GPS (Trimble社製, 測地系WGS84)を用いた。横島沖のサンドリッジにおいては東西の横断する測線 (CO1, CO2) を設定し、南端を通るCO2では木下ほか(1980)の第20図と比較した。建設省国土地理院(1978, 1980)の測深が行われた南北の測線 (CO7, CO9) で地形を比較した。

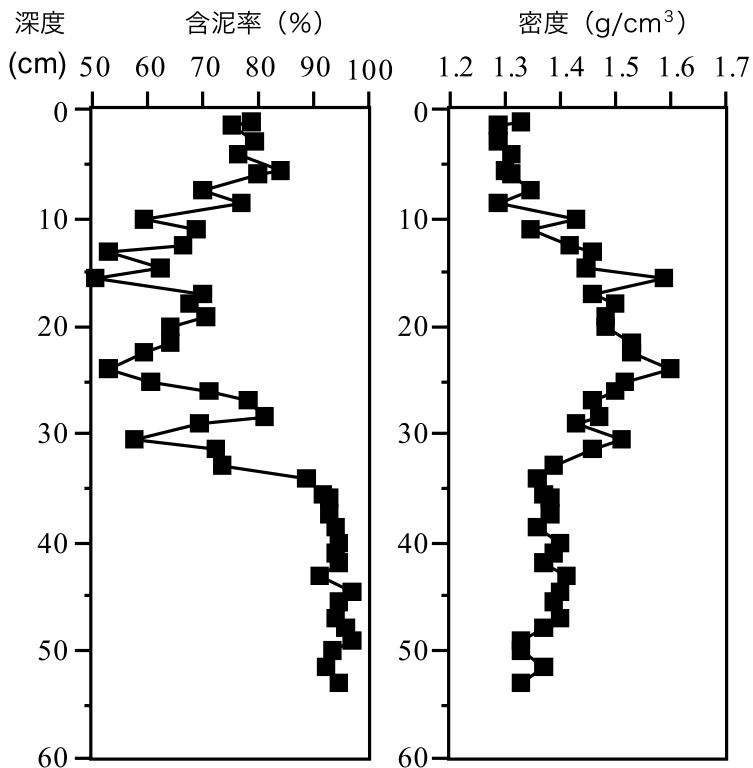
底質と反射面の対応を検討するために、秋元ほか(2006)の柱状試料採取地点を通過するように、CO3～6, 8を設定した。

今回の目的である地形および底質の音波断面図はSH-20 (千本木電気社, 7kHz/200kHz)を用いて作成した。本機の垂直分解能は10cm程度である。さらに、海底面の状態を把握する目的でサイドスキャンソナー (Imagenex Technology社, 330kHz/800kHz: 西村ほか, 2005) を併用した。

(2) 採泥調査

底質の堆積物の物性と音響特性を把握するために、沿岸水と外洋系水との潮目の3地点、菊池川沖: St.12 (採取長51cm)、白川沖: St.3 (採取長38cm)、緑川沖: K1 (採取長53cm)において採泥作業を行った。柱状試料は表層部の拡散を防ぐため、ダイバーの手作業によって海底から直接不擾乱の柱状試料を採取した(第1図;口絵写真5)。

採取された3地点の柱状試料は熊本大学沿岸域環境科学教育研究センターの研究室で半割し、写真撮影と記載を行った。さらに、堆積物に記録されている環境変化の年代を推定するためにK1とSt.12で採取した試料を用いて、 ^{210}Pb および ^{137}Cs 年代を外部機関に委託して測定した。音波探査記録と堆積物を対比する目的で堆積物物性値(含泥率, 含砂率, 含水率,



第2図 緑川沖の柱状試料(K1)の堆積物物性値。

密度、等)の測定を行った。貝類群集の種構成を明らかにするために、殻長が2mm以上の殻頂が保存されている個体を層準ごとに抽出し、同定後、個体数をカウントした。St.3で採取した試料は参考として用いたため、以下の記載は省略する。

3. 結果

(1) 堆積物の特性

南北の測線CO8上のK1では、柱状試料の堆積物表面から深度33cm(0.75cm/年の堆積速度から1966年頃と推定)を境に、泥質堆積物の含泥率は90%以上から70%まで低下し、中粒砂混じり泥に変化している(第2図;口絵写真5)。深度26cm(1971年頃)から上位層準では、含泥率60%以下であり、40%が貝殻片、砂、礫から構成される粗粒堆積物に変化する。深度19cm(1980年頃)より上位では含泥率は約60-70%になり、深度10cm(1992年頃)を境に75%まで増加する。

湿潤かさ密度は、深度32cm以下では1.33-1.39g/cm³、10cmから31cmまでは1.46-1.60g/cm³、表面から10cm層準までは1.29-1.35g/cm³である。

貝類化石は、深度3~43cmに産出した群集において、内湾泥底に生息するチヨノハナガイ(*Raetellops pulchellus*)が、深度31~43cmおよび深度3~18cmに産出する。一方、砂泥底に生息するアサリ(*Ruditapes philippinarum*)は、深度26~27cm(1970年頃)から連続して産出し、深度20~22cm(1977~1979年頃)で極大になる。これらは深度17cm(1983年頃)に産出するが、深度12cm(1990年頃)より上位では無産出である。物性と貝類群集を分析した2本の異なる地点で採取された柱状試料を軟X線写真に基づいて対比すると、貝殻遺骸群集と含泥率の変化は概ね相関する。

St.12では、堆積物表面から深度14cm(堆積速度0.44cm/年から1974年頃)を境に、泥から貝殻片、砂、礫が40-60%を占める粗粒堆積物に急変する。深度10cm(1985年頃)から表層に向かって粒径が減少し、表面は層厚4cmの浮泥に覆われる。

貝殻片、砂、礫混じりの堆積物の層厚は、K1では16cm、St.12では13cmである。この層の基底の年代は、前者が1971年頃、後者は1974年頃であり、これらの堆積がほぼ同時期に始まったことを示している。

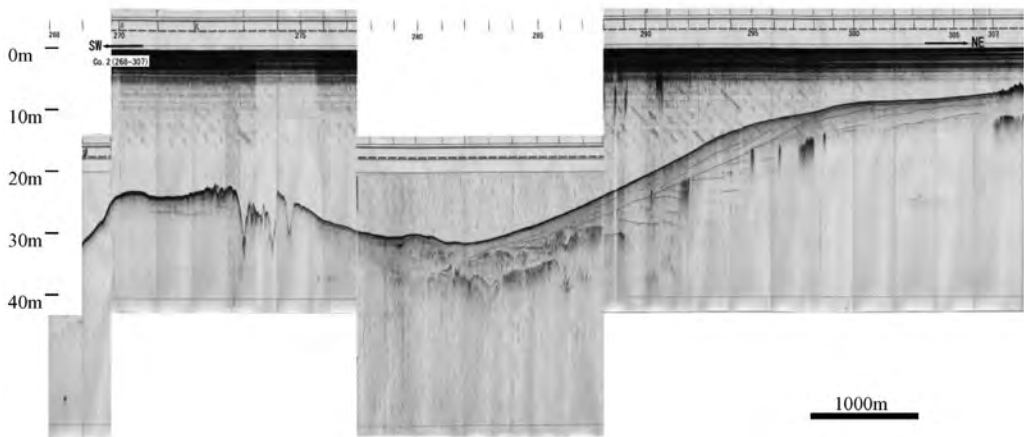
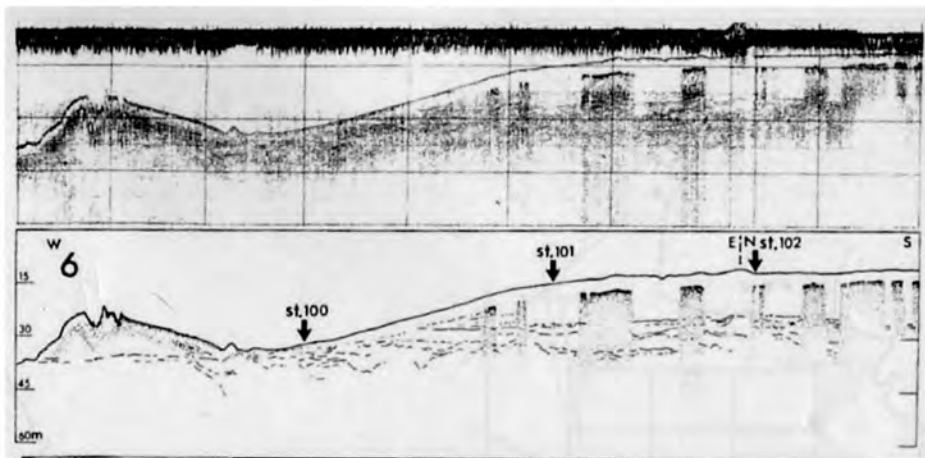
測線CO8の音波断面において、海底面から強反射面までの厚さは、K1より南では最大約80cm、K1からK2までは一定(約30cm)であり、K2からSt.12に向かって薄くなり、St.12では0cmである。さらに、泥から貝殻片、砂、礫混じりの堆積物に変化した層準が、K1からSt.12まで連続する音波断面の強反射面と一致している。

(2) サンドリッジの地形、堆積物の被覆、生物相の分布

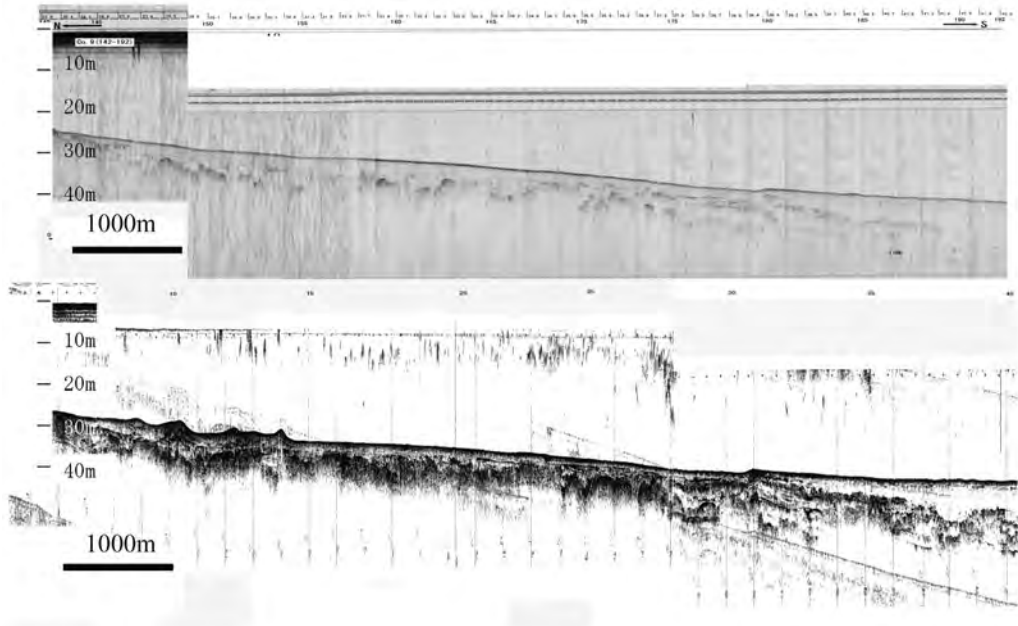
横島沖のサンドリッジの測線CO1では、多数の凹



第3図 横島沖CO1測線における採砂地の東西音波断面.



第4図 横島沖における採砂地南端の東西音波断面 (CO2測線)と木下ほか(1980)の音波探査記録(上図)との比較.



第5図 横島沖サンドリッジ東側のCO9測線の音波探査記録と建設省国土地理院(1978)の記録との比較。

地が存在する(第3図)。最深部までの深さは最大20mを超え、斜面および底部には新たな堆積物は分布していないことが判明した。これは、熊本県土木部(1992)の報告と同じである。サンドリッジの南端では測線CO2と木下ほか(1980)の結果を比較したが、小規模な高まりを含めて地形も、音響でとらえられたサンドリッジの内部の構造もよく一致している(第4図)。したがって、これらの凹地形は、1979年以降、ほとんど変化していないと判断される。

測線CO2ではサンドリッジの平坦面が菊池川沖から連続する粗粒堆積物で覆われていたが、サイドスキャンソナー画像ではピロードマクラなど表層の底生生物は認められなかった。

(3) サンドリッジ東側の地形

採砂地に東接する側線CO9の北端には、高さ2-3mの不規則な高まりが存在していた(建設省国土地理院, 1978)が、本調査では平坦化していた(第5図)。さらに、多良良～長洲間で報告されていたリップル(木下ほか, 1980)が、横島沖にも多数存在している事実を確認した。

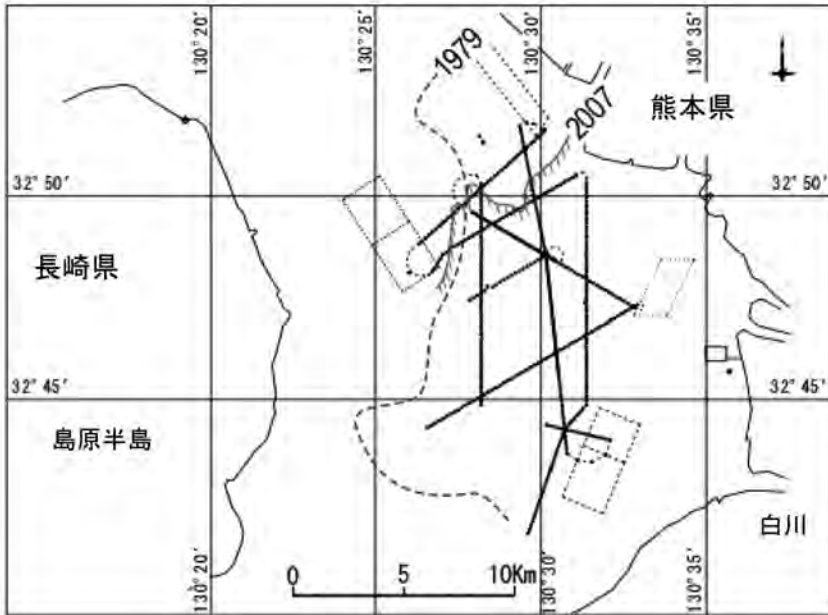
4. 考察

(1) 横島沖サンドリッジの現状

今回の調査の結果、1978年に採砂地の東に存在した高さ2-3mの不規則な凸状の地形が、2007年には平坦化していたことが判明した。熊本沖有明海では、潮汐流最強時における平均流速は30cm/秒と観測されている(小松ほか, 2004)。横島沖ではリップルも形成されており、これを裏付けている。これらの事実は潮汐流による砂の再移動を示している。

一方、横島沖のサンドリッジの斜面側には、島原海灣層を起源とする粗粒砂が露出していることが既に報告されている(秋元ほか, 2004)。しかし、水深20m以上の凹地の最深部は最近の堆積物による被覆が認められない。ここでは2006年度まで採砂が行われていた事実から判断して、採砂作業中に巻き上げられた砂粒子が、潮汐流により一帯に拡散している可能性が示唆される。

また2002～2003年には、ピロードマクラが、有明海の砂質堆積物が分布する海域に多産した(秋元ほか, 2004; 金澤ほか, 2005)。三角沖の採砂地でもピロードマクラのマットがサンドリッジ平頂部を被覆していたが、今回調査を行った横島沖ではピロードマクラが全



第6図
2007年調査時の緑川起源の浮泥分布の北限および1979年の結果(木下ほか, 1980)との比較。

く分布していない。このことは、底質が同じであっても採砂作業の影響によって、採砂以前の生息場としての機能を回復しきっていないためと判断される。

(2) 浮泥の拡散

緑川沖K1から菊池川沖St.12にかけて連続する音響の強反射面は、1971～1974年に堆積し始めた貝殻片の混じる砂、礫混じりの堆積物の基底に一致している(第2図)。音速を1,500m/秒と仮定すると、音波探査記録において、この層厚が13～16cmと見積られることから、上位の被覆する浮泥の厚さは、K1より南では最大約65cm、K1からK2までは一定(約20cm)であり、K2からSt.12に向かって薄くなると判定される。柱状試料においても、表層の浮泥の厚さは、K1において19cm、St.12において4cmである。音波探査記録と柱状試料の解析結果が一致することからも、熊本市沖において、浮泥は緑川沖で厚く堆積し、北に向かって薄くなり、横島沖が拡散の北限と判断される(第6図)。1979年における拡散と比較すると、横島沖では類似した場所に浮泥の分布があり、緑川沖では2007年に層厚70cm以上の浮泥が堆積していた海域とよく一致している。

(3) 貝殻片, 砂, 礫混じりの粗粒堆積物の分布とアサリの漁獲量との関係

熊本市沖の底質は、1958年ではシルトであった(鎌田, 1967)。1964年には、St.12の周辺に含泥率60%の泥質堆積物が分布していた(有明海研究グループ, 1965)。1979年には、K1近傍の表層堆積物は粒子の20%が砂、10%が生物遺骸である砂質シルトである。St.12近傍のそれは、4%が礫、28%が砂、19%が生物遺骸である細粒砂である(木下ほか, 1980)。このことは、1965～1979年間に底質が泥質から砂質に急激に変化したことを示している。これは、K1およびSt.12において粗粒化を示した年代(1971～1974年)とも矛盾しない。

一方1957年以降、沿岸域には泥が堆積し(鎌田, 1967)、1979年にも含泥率が70%以上のシルトが分布していた(木下ほか, 1980)。この状況は、白川沖St.3の堆積物が1950年代以降、含泥率が80%以上のシルトで構成されている事実と一致する(秋元ほか, 2006)。したがって、粗粒堆積物は、沿岸域に認められず、河川から連続する有明海の滞筋とは斜交し、菊池川沖から緑川沖の南北に分布したことを示唆している。ちなみに、この分布形態は、建設省国土地理院(1978)の示した貝殻混じりシルトの分布様式と一致している。

1970年代後半において、この海域の貝類遺骸群集の分布様式についての報告は無い。建設省国土地理院(1978)の記載した貝殻混じりシルトが分布してい

たK1において、1971～1974年に堆積し始めた貝殻片、砂、礫混じりの堆積物中に現地性のアサリ遺骸が多産することが確認された。さらに、この粗粒堆積物の発生年代は、熊本市沖におけるアサリの漁獲量の急増した時期と合致する。このことは、アサリの漁獲量の増加と粗粒堆積物の分布拡大が相互に関係していたことを示唆している。さらに、アサリ遺骸の産出量の鉛直変化のデータは、含泥率が約60%以下で個体数が増加することを示している。

5. まとめ

今回のまとめとして、横島沖の窪地の最深部は堆積物が被覆しておらず、平頂部にはピロードマクラが生息していないことが判明した。このことから、採砂以前の生息場としての機能を回復していないと判断される。次に、熊本市沖において、浮泥は緑川沖で厚く北に向かって薄くなることが判明し、浮泥拡散の北限は横島沖と判断された。そして、今回の調査によって、アサリの漁獲量の急増と粗粒粒子が混じる堆積物の分布が相互に関係していた可能性が示唆された。今後、粗粒粒子の分布の拡大が強い潮汐流による再堆積に伴って生じたことを立証するために、サンドリッジを構成する島原海湾層との重鉱物組成の比較および貝殻遺骸のAMS¹⁴C年代の測定が鍵となる。

なお、本研究は、文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型研究「有明海生物生息環境の俯瞰型再生と実証試験」(平成17～21年度)の成果の一部である。本調査実施にあたり、文部科学省、熊本県、漁協の皆様には多数のご配慮を賜った。

参考文献

- 秋元和實・滝川 清・西村啓介・平城兼寿・鳥井真之・園田吉弘 (2006)：有明海白川沖における過去60年間の環境変遷の特性。海岸工学論文集, 53, 941-945.
- 秋元和實・七山 太・安間 恵・滝川 清 (2008)：音響および底質特性に基づく熊本市沖有明海の海域環境の解析。海岸開発論文集, 24, 639-644.
- 秋元和實・滝川 清・島崎英行・鳥井真之・長谷義隆・松田博貴・小松俊文・本座栄一・田中正和・大久保功史・筑紫健一・松岡数充・近藤 寛 (2004)：ガラカブが観た有明海の風景 - 環境変化をとらえるための表層堆積物データベース -。NPOみらい有明・不知火, 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター出版, 熊本大学, 1-24.
- 有明海研究グループ (1965)：有明・不知火海域の第四系。地団研専報, no.11, 1-86.
- 鎌田泰彦 (1967)：有明海の海底堆積物。長崎大学教育学部自然科学研究報告, no.18, 71-82.
- 金澤 拓・佐藤慎一・東 幹夫・近藤 寛・西ノ首英之・松尾匡敏 (2005)：諫早湾潮止め後の有明海における二枚貝群集の変化。日本ベントス学会誌, 60, 30-42.
- 建設省国土地理院 (1978)：沿岸海域基礎調査報告(熊本地区), 1-89.
- 建設省国土地理院 (1980)：沿岸海域基礎調査報告(荒尾地区), 1-128.
- 木下泰正・有田正史・小野寺公児・大嶋和雄・松本英二・西村清和・横田節哉 (1980)：61-2 有明海および周辺海域の堆積物。通商産業省工業技術院公害特別研究報告書, 29-67.
- 小松利光・矢野真一郎・齋田倫範・松永信博・鶴崎賢一・徳永真久・押川英夫・濱田孝二・橋本彰博・武田 誠・朝田孝二・大串浩一郎・多田彰秀・西田修三・千葉 賢・中村武弘・堤 裕昭・西ノ首英之 (2004)：北部有明海における流動・成層構造の大規模現地観測。海岸工学論文集, 51, 341-345.
- 熊本県土木部 (1992)：熊本県海域海底砂賦存量報告書, 1-267.
- 西村清和・上嶋正人・徳岡隆夫・吹田 歩・竹内俱佳 (2005)：汽水域・沿岸域調査のためのローコスト・コンパクトな音響調査機器 - サイドスキャンソナーのシステム化 -。海洋理工学会誌, 11, 13-19.
- 塚原 博・弘田禮一郎・奥 公勲 (1985)：第21章 有明海 IV 生物。日本海用学会編 日本全国沿岸海洋誌, 863-878.

AKIMOTO Kazumi, NANAYAMA Futoshi, SHIOYA Fujihiko, ANMA Kei, SUDO Yusuke, SHIMAZAKI Hideyuki and TAKIKAWA Kiyoshi (2009)：The relationship between bottom sediment change and catch variation of short-necked clam off Kumamoto City in Ariake Bay.

<受付：2009年3月23日>