

有明海における1960年代以降の底質変化

秋元 和實

観測資料、音響特性、柱状試料に基づいて、有明海における泥質堆積物の分布の経年変化を明らかにし、さらに粒度組成の変化が生物多様性に与える影響について検討した。底質の細粒化は、沿岸水と外海系水との潮目に堆積した泥質粒子が残差流によって拡散した結果と推定される。熊本沖では、アサリの漁獲量の急増と、貝殻片、砂、礫からなる粗粒粒子が混じる堆積物の分布の拡大が密接に関係していた。一方、海域環境を解析した結果によれば、1970-80年代に低塩分の沿岸水が強く影響していた。塩分の低下と底質の粗粒化が同時に発生したことが、アサリが急増した原因と判断される。このことは、逆に温暖化で外海系水が砂泥干潟にまで影響するようになれば、個体数の減少を引き起こす可能性を示している。

1. はじめに

有明海では、海図169号(1/10万島原湾)において、底質の概要が明らかにされた。満潮時に低鹹水が広がる沿岸に泥が、潮汐流が速い沖合に砂が分布し、泥が沿岸水と外海系水の境界における流速の低下、下降流の存在、塩分(陽イオン)の差に起因して沈殿することが指摘された^{1), 2)}。1957年には北部で、1959年には全域で系統的に底質が採集され、堆積学的分類に基づいて分布図が作成された^{3), 4)}。粗粒堆積物が分布する中央部および南部では、砂鉄^{5), 6), 7)}あるいは海砂⁸⁾が採取されていた。

1950年代～1960年代には、「有明海大干拓計画」の基礎資料として底質が調査された。その結果、堆積物の分布が湾奥と湾央に存在する反時計回りの恒流と関係し⁹⁾、潮汐が海底地形と底質分布に影響する¹⁰⁾ことが明らかになった。さらに、水深10m以浅の海底下に広がる地層が、下位の島原海湾層と上位の有明粘土層に2分された¹¹⁾。

全国の内湾で海洋汚染が顕在化した1980年代には、水質と底質が詳細に調査され、河口沖における懸濁粒子の拡散範囲が明らかにされた^{12), 13)}。また、1/2.5万海底地形図および底質分布図の作成のために、音響解析で地形および地質断面が明らかにされた^{14), 15), 16), 17)}。

諫早干拓地の潮受け堤防が閉鎖(1997年4月14日)された後にも、経年変化の比較資料として底質調査が実施された^{18), 19)}。

これらの文献のまとめる事で、およそ10年間隔の底質分布の変化が理解できる。

一方、底質の粒度変化は、底生生物の分布に影響を与える主要な原因の一つである。底質の細粒化あるいは泥質堆積物の拡大が、漁獲対象とされる底生生物が減少した原因のひとつと考えられるようになり、底質の物理的・化学的特性が社会から注目されるようになった。大浦沖および熊本市沖では、浮遊性懸濁物の濃度が高く^{12), 13)}、泥の堆積機構が研究されている^{20), 21)}。

熊本沖の有明海では、アサリやワタリガニなどの有用資源の回復が急務の課題であり、その保全・回復のために多様な環境改善策が実施されている。とくに、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地形、底質、底層流および生物の空間分布が、重要な因子として関係する。多様性が増減するメカニズムの解明には、事象の発生前後の環境情報が必要である。底質には粒度組成の変化に伴う生物多様性の応答も記録されているので、粒度変化の影響を評価できる^{22), 23)}。

そこで、観測資料、音響特性、柱状試料に基づく底質の経年変化に加えて、粒度組成の変化が生物多様性に与える影響について講演する。

2. 泥質堆積物の分布域の経年変化

熊本沖において、緑川、白川および菊池川を起源とする低塩分の沿岸水塊と橘湾から流入した高塩分の外洋系水塊との境界が形成されている。この境界の直下に、酸揮発性硫化物が0.4ml/g以上含まれる泥が分布する²⁰⁾。干潟の干出に伴う海底地形の変化を考慮した3次元シミュレーションの東西断面において、境界では大きな鉛直循環流が形成されている。水塊の境界と硫化水素臭を伴う堆積物は、ほぼ同じ場所に位置している²⁴⁾。したがって、潮汐残差流の鉛直循環が、泥粒子と有機物の集積に関係している。

さらに、残差流は、この水塊の境界では上層で北向き、水深20m以下で南向きであり、境界の東側では北向き、西側では南向きである。境界の東側では泥の拡散は潮汐残差流の方向と一致する²⁵⁾。音波断面と柱状試料の結果から、境界の直下では、1979年以降に堆積した泥の分布の北限は菊池川沖と横島沖の間にあり²²⁾、南に向かって厚くなる(緑川沖以南では65cmに達する)。境界の西側にある白川—緑川沖のデルタ先端では、厚さ1-2cmの泥が極粗粒砂を覆っている。この西側の有明海中央(熊本—島原)では、泥が中粒砂を被覆しな

いが、細粒化が進行し、含泥率が30%～50%に達している¹⁸⁾。1979年以降に泥の分布が拡大した海域は、概ね潮汐残差流のシミュレーションの下流側にあたる²⁰⁾。

一方、白川河口沖では、局所的に含泥率が変動している地点も認められる。例えば、2003年5月には70～90%以上であったが、1年間で15～68%低下している²⁰⁾。1979年にも、沿岸から沖にむかって、帯状に含泥率が低い(30～50%)¹²⁾。河口および干潟では、大出水時の河川からのフラッシュ、北西の季節風による地形浸食²⁶⁾ならびに潮汐による底質の浸食・再堆積²⁷⁾が、含泥率の短期的変動に関係していると推定される。

大浦沖において、筑後川から流出して反時計回りの恒流により流入した泥粒子は、沿岸に堆積する²¹⁾。その後、波浪時に巻き上げられた泥粒子が、下げ潮最強時に南東に斜面上を移動し、再堆積している。この移動方向は、3次元流動シミュレーションによる潮汐残差流の方向とも一致している。この結果、泥質堆積物の厚さは、地形の高低と一致せず、斜面の下方に向かって厚化し、基部付近で最大である(3.5m以上)。しかし、東接の海底谷、南接の砂堆および西接の小長井沖では極めて薄い(最大でも0.5m以下)。

以上のことから、大浦沖および熊本沖において、泥は潮目に堆積し、残差流によって拡大していると推定される。そこで、1979年、1997年、2002—2003年、2006年の堆積物表層における泥含率が資料を基に、泥の分布の変遷を示した(図-1)。ただし、泥と砂との粒径境界は、1979年、1997年、2002年では63 μ m、2006年では74 μ mである。このため、2006年における泥の割合が高く表示されるが、2002—2003年の値より低い場所では泥化が収まっていることになる。

1979年には、90%を超える範囲は六角川—塩田川沖に限られていた。長洲から緑川にかけては、70%～90%であった。有明海中央においては、10%以下であった¹²⁾。1997年には、90%を超える堆積物が有明海西部では六角川—塩田川沖に加えて、大浦沖、諫早湾南部、島原湾東部の白川沖で拡大した。10%以下の範囲も狭くなり、有明海では筑後川沖海底谷の先端、島原湾の湾軸に限られる。緑川沖では、10-30%の範囲が沖に拡大した²⁸⁾。2001-2003年には、90%を超える堆積物が有明海では筑後川河口沖、塩田川—大浦沖、六角川沖海底谷、大浦沖、諫早湾南部、島原湾東部の横島—白川沖に拡大した。10%以下の堆積物は、有明海中央および深江以南の島原半島沿いに分布する¹⁸⁾。10-30%の範囲が長洲沖および大矢野島沖まで拡大し、白川—島原沖では30%を超える。これらのことから、有明海東部(筑後川—大牟田沖)および島原湾東部の干潟において、1962年から1979年にかけて泥質堆積物の分布が拡大した。1979年以降に泥の分布が拡大した海域は、概ね潮汐残差流のシミュレーションの下流側である。したがって、細粒化の原因は、長期にわたる残差流に伴う泥の拡散であることを示唆している。

なお、有明海北部、諫早湾南部、有明海東部(熊本沖)、有明海中央部(熊本—島原)では、2006年に含泥率が2002-2003年の値より約20%低下している。このことから、この場所では、泥化の進行が減衰している可能性がある。

3. 生物多様性に対する底質変化の影響

熊本県沖の沿岸では、アサリの漁獲量が1980年代以降は急速に減少し、漁獲量は最盛期の3%しかない²⁹⁾。地層から産出したアサリ化石の個体数に基づいた研究²²⁾では、放射年代値から1970年代後半と見積もられた砂層(含泥率が約60%以下)から多くの個体が産出したが、1980年代以降に含泥率の増加とともに個体が減少していた。この個体数の時系列変化の傾向は、アサリの漁獲量の経年変化のそれ(<http://ay.fishjfrca.jp/ariake/gn/index.asp>: 2009)と一致している。さらに、熊本沖では1960年代には泥が分布していた⁴⁾が、1970年代後半には貝殻まじりの泥¹⁴⁾、¹⁷⁾あるいは細粒砂が広く分布していた¹²⁾。このことから、底質の粒度組成変化と漁獲量の変動の関連が示唆された。

これに対して、全域に生息する非漁獲対象生物群の分類学的研究からは、新種を含めて高い生物多様性があると報告されている³⁰⁾。多様性は、生息環境の再生と漁業資源を回復に向けた方策を検討するために、不可欠な情報である。そこで、漁獲対象種および非漁獲対象種で多様性が異なる原因、および沿岸に生息する採貝種に影響を与えた要因を解明するために、底生有孔虫の種多様度、均衡度および種数に基づいて、環境の影響が検討された²³⁾。

アサリの漁獲量が極大であった1970年代後半には、有孔虫化石群集では低塩分耐性種が優占している。この変化により、種数はほとんど同じであるのに、均衡度が低下して、種多様度が減少した。しかし、砂が分布していても、外海系水が優勢な状況では、種多様度は低下しない。したがって、アサリの漁獲量の極大期には、底質が粗粒化とともに沿岸水が強く影響していた。このことは、沿岸水域に生息するアサリの個体数の増加には、覆砂などの粒度組成を変える対策が有効であることを示唆している。逆に、温暖化で外海系水の影響が砂泥干潟まで及べば、個体数が減少する可能性を示している。

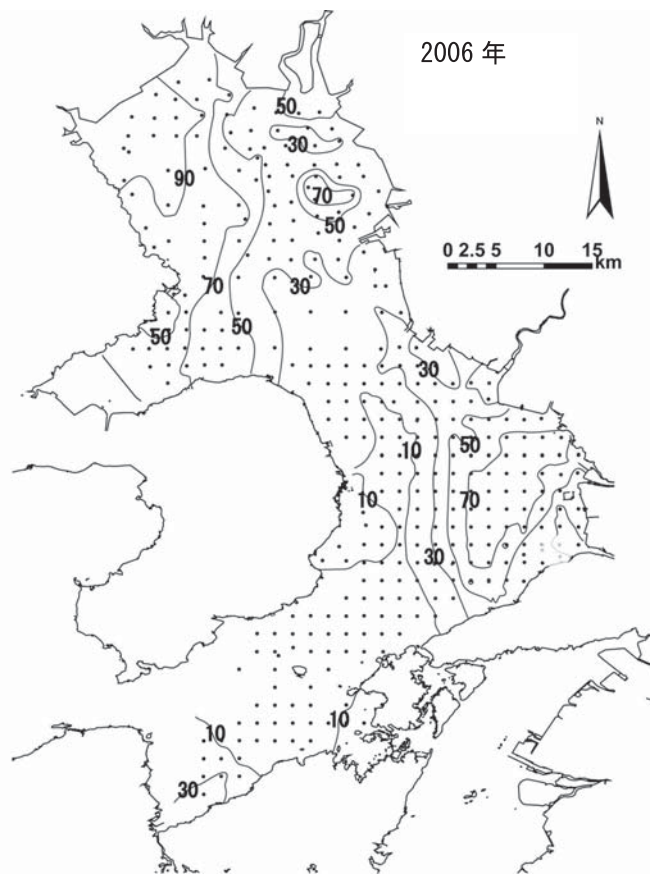
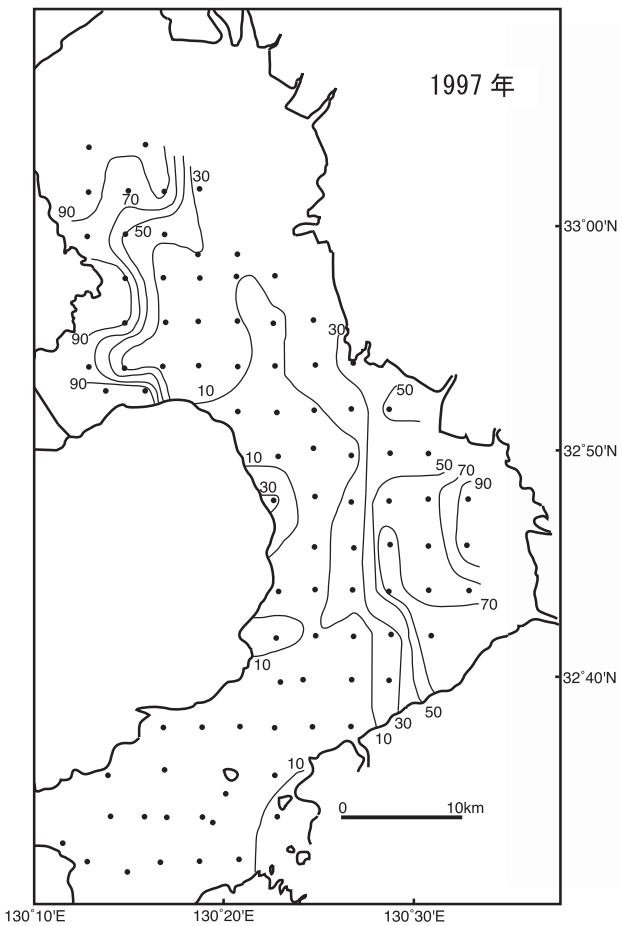
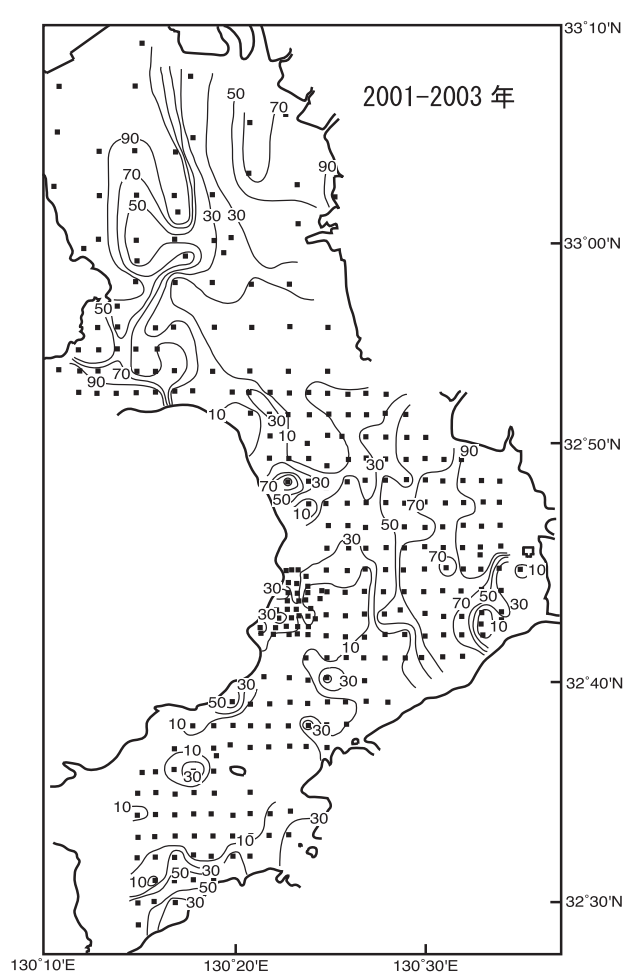
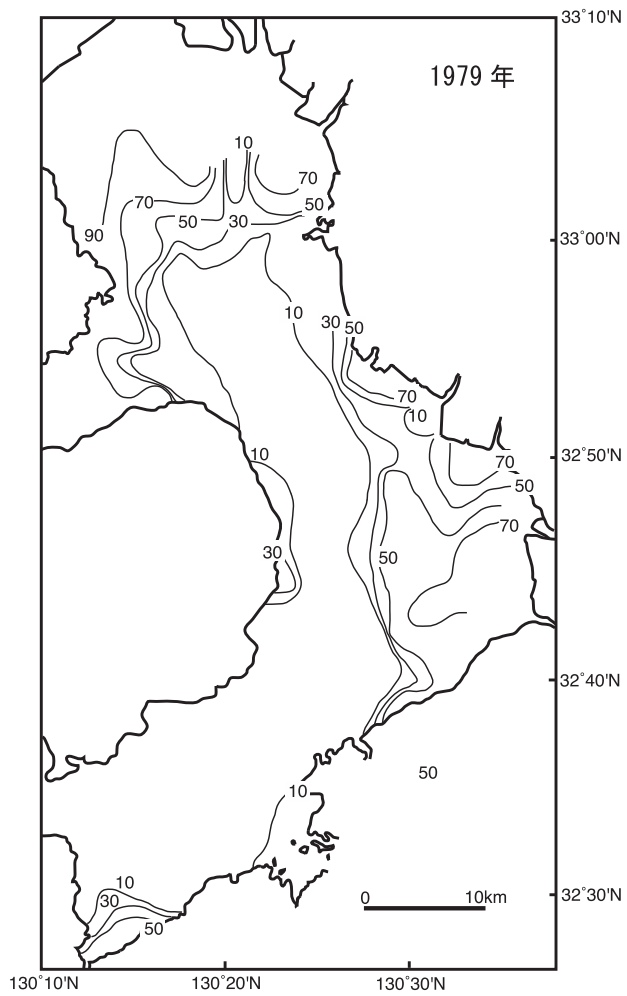


図-1 含泥率の経年変化

4. 結論

有明海における底質の細粒化は、沿岸水と外海系水との潮目に堆積した泥質粒子が残差流によって拡散した結果と推定される。

熊本沖では、アサリの漁獲量の急増と、貝殻片、砂、礫からなる粗粒粒子が混じる堆積物の分布の拡大が密接に関係していた。一方、海域環境を解析した結果によれば、1970-80年代に低塩分の沿岸水が強く影響していた。塩分の低下と底質の粗粒化が同時に発生したことが、アサリが急増した原因と判断される。このことは、逆に温暖化で外海系水が砂泥干潟にまで影響するようになれば、個体数の減少を引き起こす可能性を示している。

謝辞：本講演は、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。本講演要旨は、現在編集中の刊行本「蘇る有明海」（九州大学出版会）の内容を基に編集した。

参考文献

- 1) 星野通平：日本近海大陸棚上の泥質堆積物について。地質学雑誌，58巻，pp.41-53，1952.
- 2) 星野通平：日本近海大陸棚上の堆積物について。地団研専報，7号，pp.1-41，1958.
- 3) 鎌田泰彦：有明海の底質(概報)。堆積学研究，16巻，pp.5-8，1957.
- 4) 鎌田泰彦：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，18巻，pp.71-82，1967.
- 5) 松石秀之：有明海における海底砂鉄の地質及び鉱床—海底砂鉄探査の研究 その I。九州鉱山学会誌，34巻，pp.23-60，1966a.
- 6) 松石秀之：有明海における海底砂鉄の地質及び鉱床—海底砂鉄探査の研究 その II。九州鉱山学会誌，34巻，pp.89-114，1966b.
- 7) 松石秀之：有明海における海底砂鉄の地質及び鉱床—海底砂鉄探査の研究 その III。九州鉱山学会誌，34巻，pp.115-171，1966c.
- 8) 熊本県土木部：熊本県海域海底砂賦存量調査委託報告書。pp.1-267，1992.
- 9) 長崎海洋气象台：有明海の総合開発に関連した海洋学的研究(1)。pp.1-40，1954.
- 10) 海上保安庁水路部：島原海湾の海底地形・底質分布および潮流。海上保安庁水路部調査報告，pp.1-42，1959.
- 11) 有明海研究グループ：有明・不知火海域の第四系。地団研専報，11号，pp.1-86，1965.
- 12) 木下泰正，有田正史，小野寺公兒，大嶋和雄，松元英二，西村清和，横田節哉：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地質調査所公害特別研究報告書(環境特研)，61巻，pp.29-67，1980.
- 13) 代田昭彦，近藤正人：第21章 有明海 III 化学。(日本海洋学会沿岸海洋研究部会編) 日本全国沿岸海洋誌，pp.846-862，1985.
- 14) 建設省国土地理院：沿岸海域基礎調査報告書(熊本地区)，pp.1-89，1979a.
- 15) 建設省国土地理院：沿岸海域基礎調査報告書(三角地区)，pp.1-112，1979b.
- 16) 建設省国土地理院：沿岸海域基礎調査報告書(島原地区)，pp.1-195，1982.
- 17) 建設省国土地理院：沿岸海域基礎調査報告書(荒尾地区)，pp.1-129，1985.
- 18) 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：「がらかぶ」が見た有明海の風景-環境変化をとらえるための表層堆積物データベース-，熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター，NPO みらい有明・不知火，2004.
- 19) 近藤 寛，東 幹男，西ノ首英之：有明海における海底堆積物の粒度分布と CN 組成。長崎大学教育学部紀要—自然科学—，68巻，pp.1-14，2003.
- 20) 滝川 清，秋元和實，吉武弘之，渡辺 枢：有明海大浦沖における海底攪拌の効果。海岸工学論文集，52巻，1141-1145，2005a.
- 21) 滝川 清，秋元和實，平城兼寿，田中正和，西村啓介，島崎英行，渡辺 枢：有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物分布特性。海岸工学論文集，52巻，956-960，2005b.
- 22) 秋元和實，七山太，安間恵，滝川 清：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。海洋開発論文集，24巻，pp.639-644，2008.
- 23) 秋元和實，田中正和，滝川 清：有明海熊本沖における海域環境の変動に対する生物多様性の応答の解析，海洋開発論文集，25巻，pp.527-532，2009.
- 24) 田中正和，島崎英行，長谷義隆，松田博貴，小松俊文，小田真優子，大久保功史，平城兼寿，秋元和實：九州西部島原湾の春季の水塊分布，熊本大学理学部紀要(地球科学)，18巻(1号)，pp.1-9，2004.
- 25) 佐藤聡美，松田博貴：有明海緑川河口付近の堆積過程，熊本大学理学部紀要(地球科学)，17巻(2号)，pp.1-14，2003.
- 26) 柿木哲也，滝川 清，山田文彦，木下栄一郎，外村隆臣：干潟地形変化数値シミュレーション解析，平成13年度～平成15年度科学研究費補助金(基盤研究(A)(2))「有明・八代海域における高潮ハザードマップ形成と干潟環境変化予測システムの構築」研究成果報告書，pp.165-185，2004.
- 27) 栗山善昭，滝川 清，榎園光廣，野村 茂，橋本孝治，柴田貴徳：熊本市白川河口における土砂収支の検討，海岸工学論文集，50巻，pp.556-560，2003.

- 28) 近藤 寛, 東 幹夫, 西ノ首英之, 山口恭弘 : 1 水無川河口沖における底質の粒度組成の変化. 有明海水産事業復興対策基礎調査事業報告書, pp. 15-80,
- 29) 菊池泰二 : 干潟浅海系の保全の意義, 佐藤正典 (編), 有明海の生きものたち, 海遊舎, pp. 306-317, 2001.
- 30) 森 敬介 : 生息生物の種類と分布. 産官学連携による有明海を再生させる取り組み成果報告会講演要旨集, pp. 28-31, 2008.