

# 有明海における底質環境特性と 底生生物の分布特性

CHARACTERISTICS OF BOTTOM ENVIRONMENT  
AND DISTRIBUTION OF BENTHOS IN ARIAKE SEA

園田吉弘<sup>1</sup>・滝川清<sup>2</sup>・床次武富<sup>3</sup>・今村義郎<sup>4</sup>・田淵幹修<sup>5</sup>・齋藤孝<sup>6</sup>  
Yoshihiro SONODA, Kiyoshi TAKIKAWA, Taketomi TOKONAMI, Yoshiro IMAMURA,  
Yoshinobu TABUCHI and Takashi SAITHO

<sup>1</sup>正会員 熊本大学大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

<sup>2</sup>フェロー工博 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

<sup>3</sup>九州農政局整備部農地整備課課長補佐 (〒860-8527 熊本市二の丸1-2熊本合同庁舎)

<sup>4</sup>九州農政局整備部農地整備課係長 (同上)

<sup>5</sup>正会員 アジাপランニング株式会社 (〒860-0970 熊本市渡鹿7-15-27-101)

<sup>6</sup>学生会員 熊本大学大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

In the Ariake Sea, the deterioration of environment is remarkable such as change of biota, frequent occurrence of red tide and deterioration of water quality and bottom material. About the bottom material, mud content, organic matter and sulfides increase.

In order to grasp the deterioration of the bottom environment of Ariake Sea, investigation from comprehensive point of view is important such as the influx substance from rivers, occurrence of red tide and poor oxygen water mass, tidal current, water quality environment and habitat circumstance of benthos.

With the latest data, I studied the relativity of characteristics of bottom environment and distribution of benthos, and the relativity of bottom material distribution and submarine topography and tidal current.

**Key Words :** *Ariake Sea, Deterioration of bottom environment, Distribution quality of benthos, Bottom material distribution, Mud content*

## 1. はじめに

有明海海域では、生物相の変化と種の激減、赤潮の多発、水質・底質の悪化など環境の悪化が著しく、とりわけ底質の悪化は、泥化の進行とともに底質中の有機物や硫化物の増加となって現れている。有明海の底質の悪化を把握する上で、河川からの流入物質の質と量、赤潮や貧酸素水塊の発生場所や頻度、潮流の流向・流速、水質環境、底生生物の生息状況等の総合的な視点からの調査・分析が重要である。

本研究は、底質の物理・化学的特性の地域的变化を水質、地形、潮流との関連において解析して有明海における底泥の堆積環境を明らかにするとともに、環境指標種等の視点で底生生物群集の分布特性を解析し、有明海の底質分布との関連を明らかにしようとするものである。

近年、有明海においては、九州農政局、西海区水産研究所、佐賀県等さまざまな機関により底質調査が行われている。これらの2004年から2008年の底質調査データを用いて、有明海全域における、最近の底質環境特性を把握することが研究課題の一つである。本研究に用いた底質調査データを表-1に、底質調査地点を図-1に示す。

表-1 調査機関と底質分析項目

調査機関	中央粒径	含泥率	強熱減量	COD	全窒素	全リン	全硫化物	AVS
九州農政局 <sup>1) 2) 3)</sup>	○	○	○	○	○	○	○	
九州農政局 <sup>4)</sup>	○	○		○	○		○	
九州農政局 <sup>5)</sup>	○	○	○				○	
西海区水産研究所 <sup>6)</sup>	○	○	○					○
佐賀県 <sup>7)</sup>	○	○	○					○

## 2. 有明海における底質環境特性

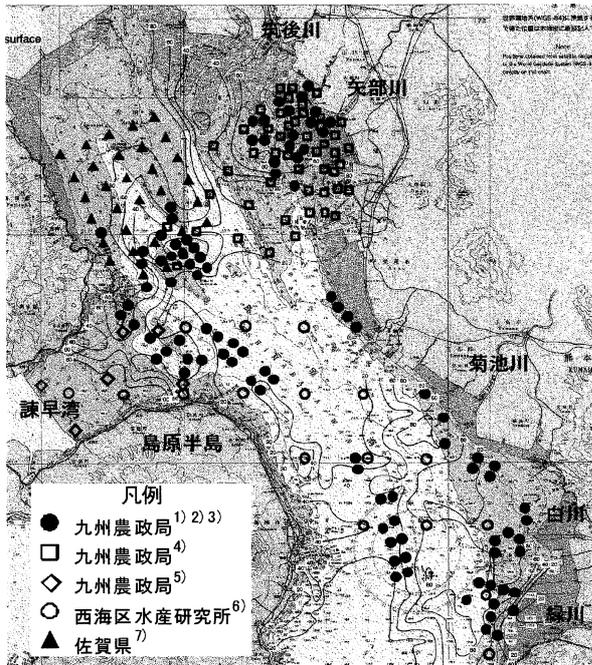


図-1 底質調査地点

海域区分には、Ward 法による階層的クラスター分析を用いた。表-1 に示すように、分析項目が調査ごとに異なるので、一括してクラスター分析を行うことができない。そこで、分析項目の種類が最も多く、粒度組成の異なるさまざまな地点で調査されている九州農政局のデータ（黒丸の調査地点）をベースとし、まず、ベースとそれぞれの調査ごとに共通の分析項目を用いてクラスター分析を個別に行った。次に、すべての調査に共通の分析項目である含泥率を基準に、個別に行ったクラスター分析結果を比較検討し、図-2 に示すように、砂(A)、砂泥(B)、泥砂(C)、泥(D)の4つのグループに分類した。

各グループの他の底質環境特性は、図-3 に示すとおりであり、含泥率が高いグループほど底質中の強熱減量と硫化物の増加傾向がみられるが、A、Bグループの強熱減量やDグループの硫化物等では、変動幅が大きい。このことは、底質環境特性の地域性が大きいことを示していることから、各グループを分布地域によって細区分した。含泥率を分類の基準にした底質の海域区分と細区分域を図-4 に示す。

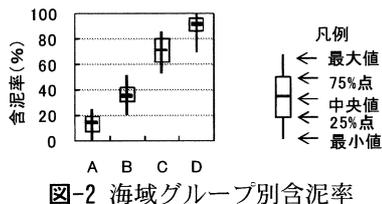


図-2 海域グループ別含泥率

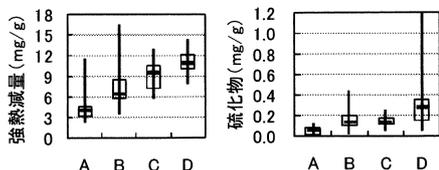


図-3 海域グループ別強熱減量、硫化物

また、細区分ごとの含泥率、強熱減量、硫化物の平均値を求め、図-5～図-7 に示した。図-6 の強熱減量では、含泥率 40%程度 of 砂泥である B グループにおいて、B6 と B7 (湾央水道部の東側斜面) が B グループの他の細区分域に比べて高くなる傾向がみられる。また、図-7 の硫化物量では、含泥率 90%程度 of 泥である D グループにおいて、D2 と ND1 (諫早湾) が D グループの他の細区分域に比べて高くなる傾向がみられる。

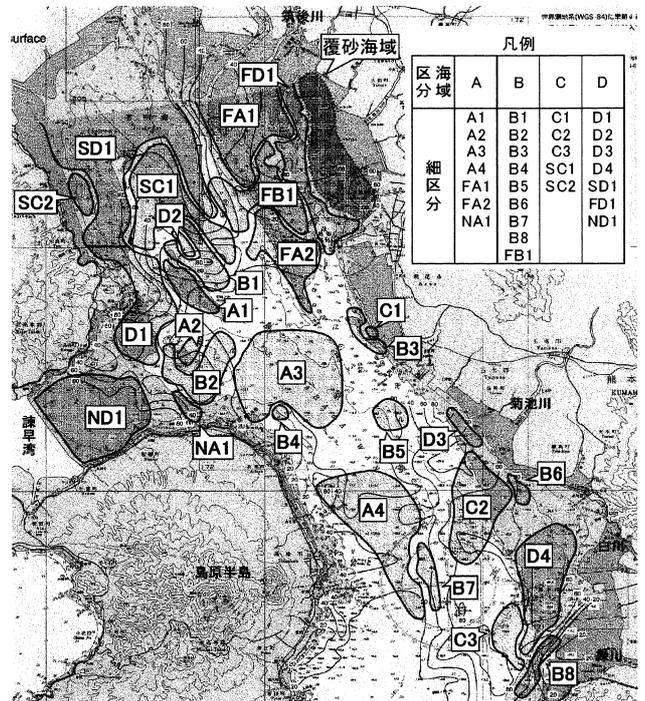


図-4 底質の海域区分と細区分

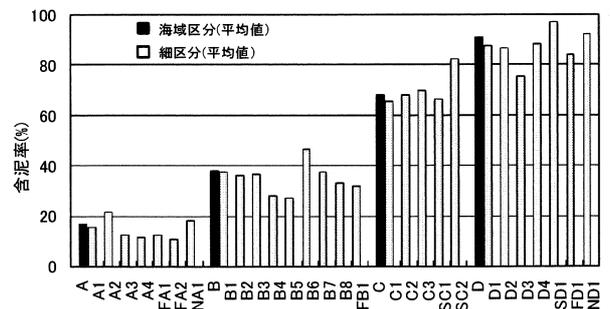


図-5 海域区分と細区分の含泥率の平均値

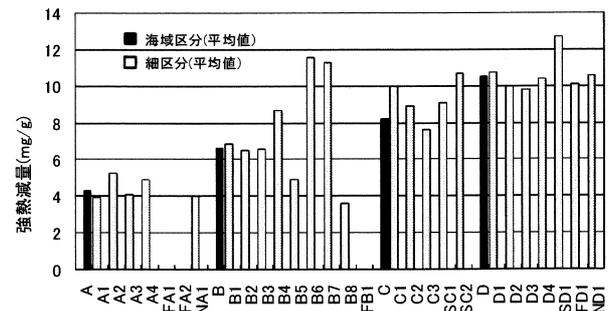


図-6 海域区分と細区分の強熱減量の平均値

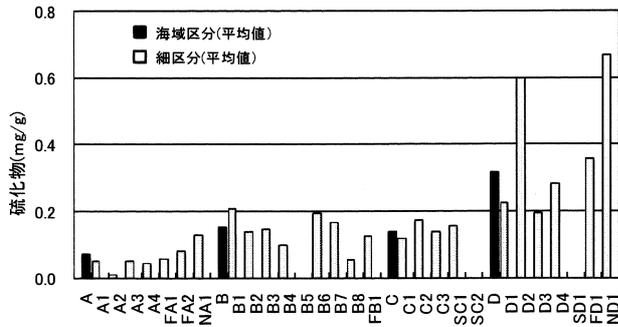


図-7 海域区分と細区分の硫化物量の平均値

### 3. 有明海における水質環境特性

有明海の全域について、浅海定線調査データによる水質項目の分布特性を明らかにし、底質環境特性との関連性を調べるために、有明海浅海定線調査データの中から、調査項目の揃っている水深 5m 層のデータにより、水温、塩分、透明度、DO、COD、DIN、P04-P の 7 項目の毎月観測値を用いて Ward 法による階層的クラスター分析を行った。

有明海は湾奥と湾口の水深差が大きいことから、水深 5m 層の位置づけは、A、B グループが底層、D、E グループが海底上 2~3m 層、C、G グループが中層、F、H、I グループが表層に相当する。また、底質調査と時期を合わせるため、公表されているデータの中から、2000 年 4 月~2005 年 3 月の 5 年間のデータを用いた。

クラスター分析により、図-8 に示すような海域グループに分類した。また、2000 年 4 月~2005 年 3 月間の 5 年間の毎月の測定データにより、海域グループ別に水質項目の最大値、75%点、中央値、25%点、最小値を求め、図-9~図-13 に示した。

筑後川河口沖の A、B 海域は、筑後川から有機物が供給されるため、図-9 の COD と図-12 の DIN が他の海域グループに比べて高く、筑後川に近い A 海域がより顕著である。湾奥部の D、E 海域は図-9 の COD と図-13 の P04-P の濃度が高く、過栄養化した海域になっている。図-10 と図-11 から、湾奥部の D、E 海域は 6 月から 8 月にかけて低酸素化~貧酸素化する。また、図-9 の COD と図-12 の DIN から、近年、湾口の I 海域は湾中部の G、H 海域に比べ、COD、DIN の高い状態が出現しやすく、富栄養化が進行している。

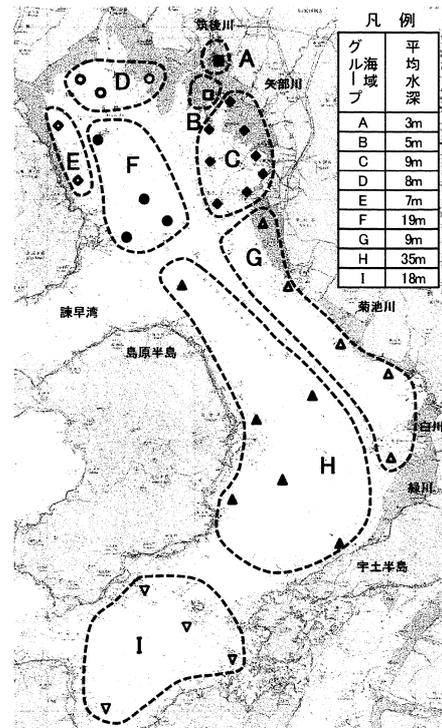


図-8 クラスター分析による海域区分 (水深 5m データ, 2000/4~2005/3)

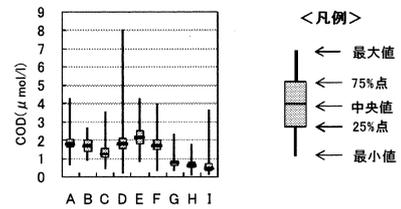


図-9 海域グループ別 COD (水深 5m)

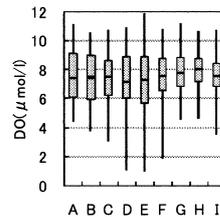


図-10 海域グループ別 DO (水深 5m)

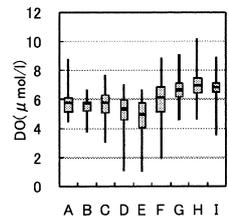


図-11 海域グループ別 6月~8月の DO (水深 5m)

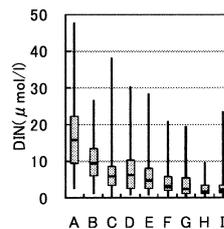


図-12 海域グループ別 DIN (水深 5m)

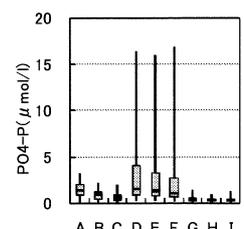


図-13 海域グループ別 P04-P (水深 5m)

### 4. 有明海における底生生物の分布特性

底質環境特性と底生生物の分布特性の関連性を把握するために、2005 年~2007 年に九州農政局が底

質調査と同時に行った底生生物調査のデータを用いた。調査地点は、図-1の九州農政局<sup>1)2)3)</sup>と同一である。底生生物調査は、15cm四方の採集面積の小型グラブ式採泥器により1地点あたり7回採集し、1mm目のフルイにかけて底生生物試料としている。調査は2005年6月～8月、2006年6月～8月、2007年8月の夏季に行われ、3回の調査で9門16綱48目110科269種8,317個体のマクロベントスが採集された。底質環境特性と底生生物の分布特性との関連性を調べるために、それぞれの細区分域に含まれる調査地点ごとに、個体数、種数、環境指標性等に関するデータを整理し、細区分ごとに合計、最大、最小、平均を求めた。本研究では、特定の種が大量発生する調査地点がある場合とない場合での細区分域比較を、より客観的に行うことに留意し平均値を用いた。

### (1) 細区分別の底生生物の個体数と種数

図-14, 15に、細区分別の底生生物の個体数と種数を示した。C1を除くCグループとDグループの細区分域は、A, Bグループの細区分域に比べて、個体数、種数ともに減少傾向がみられる。前述のように、含泥率が高いほど強熱減量、硫化物量が多くなる傾向があることから、含泥率の高いC, Dグループは、富栄養化、嫌気化が進行して底生生物の生息環境が悪化し、C2, C3, D2等の細区分域でその傾向が顕著に表れていることが考えられる。

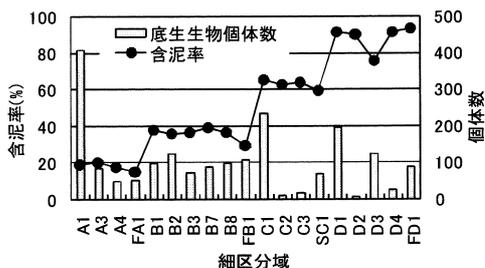


図-14 細区分域別の底生生物個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

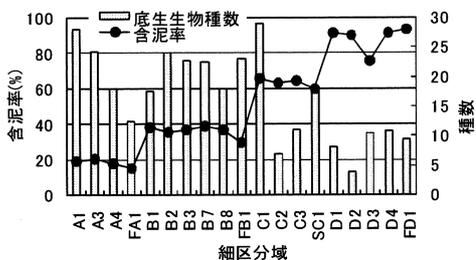


図-15 細区分域別の底生生物種数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

### (2) 軟体動物

図-16の軟体動物の個体数は、含泥率が20%程度のAグループから含泥率が90%程度のDグループまで生息しているが、Dグループで多くなる傾向がみられる。図-17に、軟体動物個体数の中で最も数の多いシズクガイ、チヨノハナガイ、ヒメカノコアサリの合計個体数を硫化物と関連させて示した。こ

れらの二枚貝は小型短命の種で、汚濁指標種、貧酸素耐性種として知られている。細区分別にみると、D3, D1, FD1, SC1等で多くなる。D1とSC1は、図-8の海域区分F海域内にあり、底生生物調査が行なわれた夏季に、図-11の海域グループ別の6月～8月のD0に示されるように、低酸化～貧酸化することから貧酸化耐性をもつ小型短命二枚貝類との関連性が伺える。

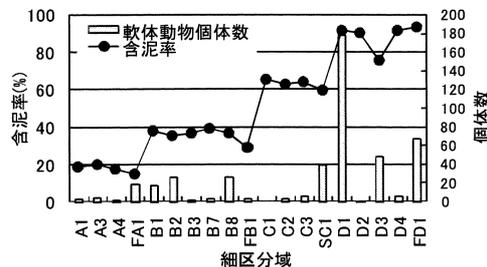


図-16 細区分域別の軟体動物個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

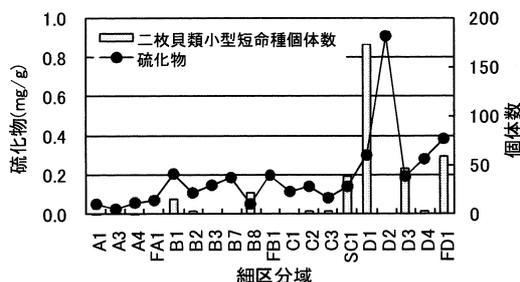


図-17 細区分域別の二枚貝類小型短命種個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

### (3) 環形動物

環形動物の構成種はゴカイ類である。図-18から、含泥率20～60%程度の底質に生息し、含泥率が60%以上の底質環境では少なくなる。

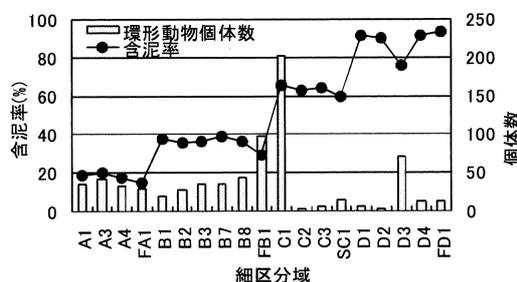


図-18 細区分域別の環形動物個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

### (4) 節足動物

節足動物の構成種は甲殻類である。砂から泥までの幅広い底質に生息するが、図-19から含泥率90%程度の底質では少なくなる傾向が伺える。ヨコエビ類の個体数について、図-20から二枚貝類小型短命種が生息するSC1, D1, D3, D4等の細区分域では、ヨコエビ類の個体数が少ないか、見られない。甲殻類のヨコエビ類は、生息環境が劣悪になると周辺に移動してその場所から逃避するが、生息環境が回復すると速やかに周辺から再侵入する種であることが

知られており、これらの細区分域では生息環境が劣悪していると推測される。

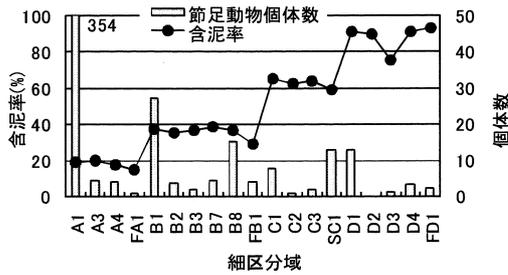


図-19 細区分域別の節足動物種個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

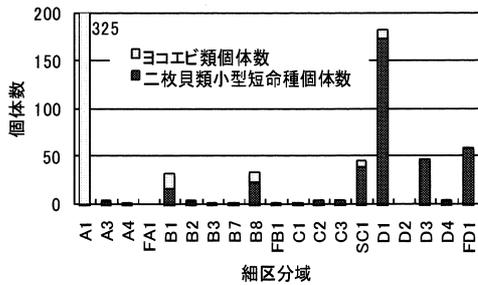


図-20 細区分域別のヨコエビ類と小型短命二枚貝類個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

(5) 棘皮動物

棘皮動物の主要構成種は、クモヒトデ、イカリナマコ等である。図-21 から、含泥率 20~60%程度の底質に生息し、含泥率 60%を超えると少なくなる。

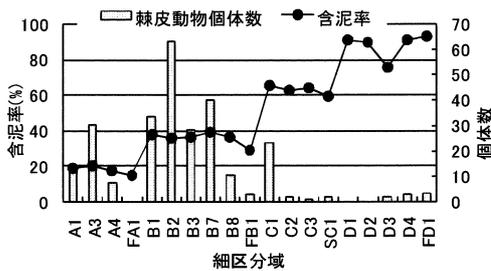


図-21 細区分域別の棘皮動物個体数 (0.16m<sup>2</sup>あたり)

5. 海底地形と流れ

図-22 に示すように、有明海湾奥部の海底は、筑後川等の流入河川に連続する海底水道と、これに並列する尾根の高まりや砂州が北北西~南南東に数列分布する。筑後川、緑川等の河口には広大な干潟域が形成されている。恒流については、図-23 に示すように、湾奥部は反時計回りに卓越する恒流が、海底水道と尾根地形の影響を受けて湾奥から湾口に流下しつつ、筑後川等の流入河川からの懸濁物を流れの外側の斜面に堆積させる状況が考えられる。また、有明海の恒流(線流量)は湾口から島原半島東岸沿いで大きいことから、A3, A4, B2 の細区分域では懸濁物や有機物が沈殿せずに運搬されやすい環境の

ため、底質の悪化が進行していない。細区分域 D4 周辺は渦流域が形成され、潮目の形成と有機物、懸濁物の沈殿が報告されている<sup>10)</sup>。

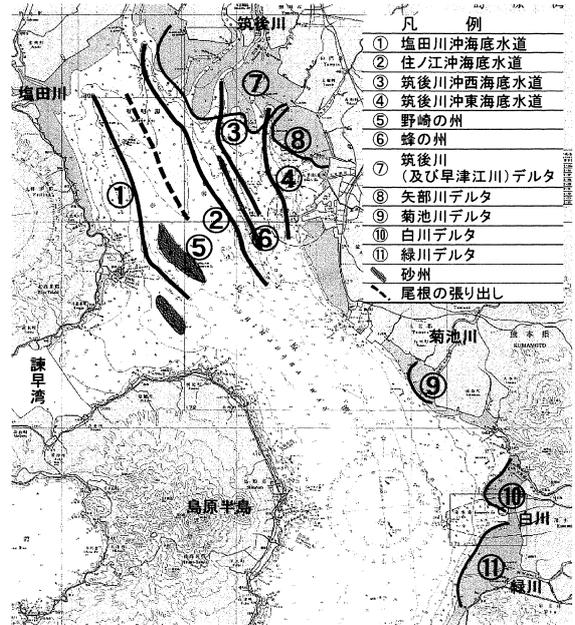


図-22 有明海の海底地形の特徴

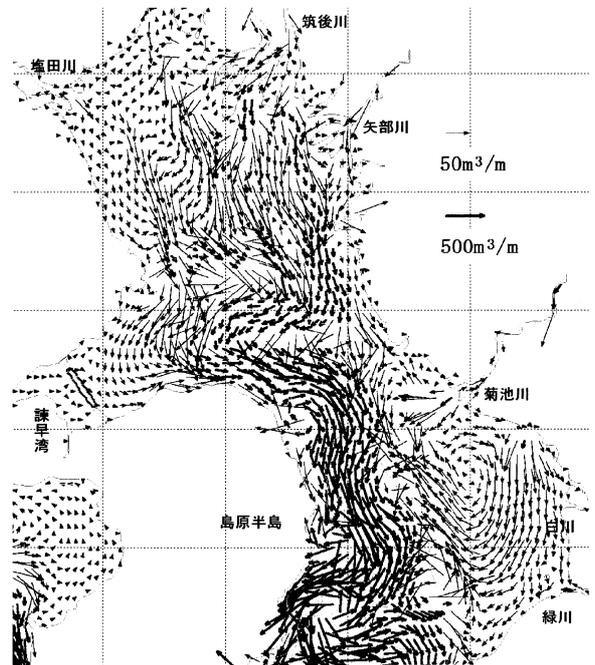


図-23 有明海の恒流(線流量)<sup>8)</sup>

6. おわりに

2000年~2008年の、最新のデータを用いて有明海の底質、底生生物、水質等を整理・分析し、底質分布と海底地形および流れとの関連性について検討した。今後、有明海再生のマスタープランの基礎資料として活用するため、細区分別の底質環境特性、底生生物環境特性等として表-2にまとめた。

表-2 細区分別の底質および底生生物の環境特性（底質生物調査データのない細区分域は紙面の都合で割愛した）

細区分	水深 m (TP)	含泥率(%)	強熱減量(%)	硫化物 (mg/g)	優占種 (太字は汚濁指標種)	貧酸素耐性 二枚貝類 出現割合	ゴカイ類 汚濁指標種 出現割合	総個体数	総種数	軟体動物 編組比率	環形動物 編組比率	節足動物 編組比率	棘皮動物 編組比率	多様度指数	地形の特徴 ・ 堆積環境	水質環境 ・ 流動環境
A1	6~12	15.7	4.0	0.05	トウカクムシ属	0%	1%	408	28	1%	9%	87%	3%	2.77	野崎ノ州, 表面を泥被覆	
A3	24~26	12.6	4.1	0.05	イカリナゴ科 ヤブクモヒトデ	3%	3%	84	24	6%	50%	5%	36%	3.70		強い恒流
A4	25~39	11.6	4.9	0.04	ナナイソメ科	0%	4%	49	18	5%	65%	8%	16%	3.48	表面を泥が被覆 <sup>9)</sup>	同上
FA1	2~10	12.5		0.06	ダ'ルマコ'カイ サルボ'ウガイ	0%	7%	52	13	36%	56%	2%	0%	3.23	筑後川デルタ外縁	筑後川の汚濁負荷の影響
B1	11~17	37.7	6.8	0.21	トウカクムシ属 <b>シズカイ</b>	16%	7%	98	18	18%	19%	28%	34%	2.73	野崎ノ州東側斜面	
B2	12~24	36.0	6.5	0.14	スナクモヒトデ科 ヤマホトギス	2%	6%	124	24	21%	22%	3%	51%	3.25		潮目の形成 <sup>9, 11)</sup> 強い恒流
B3	4~9	36.7	6.5	0.15	フサゴカイ科 イカリナゴ科	0%	13%	71	23	3%	49%	3%	40%	3.99	荒尾干潟外縁	
B7	30~50	37.3	11.3	0.17	スナクモヒトデ科 イカリナゴ科	0%	17%	88	23	3%	42%	5%	46%	3.56		
B8	5~8	33.2	3.6	0.06	<b>シズカイ</b> <b>モロテゴカイ</b>	23%	30%	99	18	26%	45%	16%	11%	3.00	緑川デルタ外縁	
FB1	3~15	31.7		0.13	ダ'ルマコ'カイ	0%	6%	108	23	3%	90%	4%	3%	2.76		夏季貧酸素化 筑後川の汚濁負荷の影響
C1	6	65.5	10.0	0.12	ツウキ'ホ'シソメ	0%	1%	236	29	0%	86%	3%	10%	2.05		
C2	10	68.3	8.9	0.18	<b>シズカイ</b>	30%	0%	10	7	30%	30%	10%	20%	2.65		
C3	11~15	69.7	7.6	0.14	リネウス科 <b>ヲハナガイ</b>	18%	0%	17	11	33%	36%	12%	6%	3.36	表面を泥が被覆 <sup>10)</sup>	
SC1	6~20	66.3	9.1	0.16	<b>シズカイ</b>	55%	3%	69	18	57%	22%	19%	3%	2.95	塩田川沖海底水道	夏季貧酸素化 底泥の栄養塩溶出 <sup>12)</sup>
D1	5~23	87.6	10.8	0.23	<b>シズカイ</b> <b>ヒメカノコアサリ</b> <b>ヲハナガイ</b>	88%	0%	197	8	90%	3%	7%	0%	1.78	塩田川沖海底水道	夏季貧酸素化 潮目の形成 <sup>10)</sup>
D2	12~17	86.7	10.0	0.60		0%	20%	5	4	20%	80%	0%	0%	2.32		夏季貧酸素化
D3	6~10	75.6	9.8	0.20	ダ'ルマコ'カイ <b>シズカイ</b>	37%	2%	124	11	39%	58%	1%	2%	2.00	菊池川デルタ沖	
D4	4~12	88.4	10.4	0.28	<b>シズカイ</b> ホソイトゴ'カイ	12%	14%	25	11	25%	50%	13%	12%	3.19	白川, 緑川デルタ沖	潮目の形成と懸濁物の堆積 <sup>10)</sup>
FD1	0~12	83.9	10.1	0.36	<b>シズカイ</b> サルボ'ウガイ	66%	1%	88	10	77%	15%	3%	4%	1.93	筑後川沖西海底水道	筑後川の汚濁負荷の影響

底質・底生生物調査の調査年月：2005年6~8月, 2006年6~8月, 2007年8月 個体数, 種数：採集面積0.16m<sup>2</sup>あたり

貧酸素耐性二枚貝類：シズクガイ, チヨノハナガイ, ヒメカノコアサリ

ゴカイ類汚濁指標種：Lumbrineris longifolia, Mediomastus sp., Cirriformia属, ハナオカカギゴカイ, ミナミシロガネゴカイ, モロテゴカイ, ウミイサゴムシ

**謝辞**：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）」による研究の一部であることを記し、謝意を表する。

**参考文献**

- 九州農政局：平成17年度有明海底質環境調査報告書。
- 九州農政局：平成18年度有明海底質環境調査報告書。
- 九州農政局：平成19年度有明海底質環境調査報告書。
- 九州農政局：平成16年度有明海底質調査検討業務報告書。
- 九州農政局諫早湾干拓事務所：諫早湾干拓事業環境モニタリング結果のとりまとめ, 2008。
- 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所：二枚貝類の生産阻害機構の解明と生産回復手法の開発, 2003。
- 藤崎博, 大隈斉, 山口忠則, 有吉敏和 (2007)：有明

海湾奥部の底質, 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第23巻, pp. 37-40。

- 滝川清, 田淵幹修 (2004)：有明海の潮汐変動特性と沿岸構造物の影響, 第49回海岸工学論文集, pp. 1061-1065。
- 秋元和實, 滝川清, 島崎英行他 (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-, 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター出版。
- 滝川清, 秋元和實, 平城兼寿他 (2005a)：有明海熊本沖の水塊構造と表層堆積物の分布特性, 第52回海講論文集, pp. 956-960。
- 滝川清, 秋元和實, 吉武弘之他 (2005b)：有明海大浦沖における海底攪拌の効果, 第52回海岸工学論文集, pp. 1141-1145。
- 園田吉弘, 滝川清, 床次武富他 (2008)：有明海における水質・底質の実測データに基づく海域環境の変動特性, 第55回海岸工学論文集, pp. 1021-1025。