

有明海沿岸干潟域における生物生息環境特性

THE ENVIRONMENTAL CHARACTERISTIC OF THE HABITAT AT THE TIDAL FLAT IN ARIAKE SEA

森田将任¹・増田龍哉²・森本剣太郎³・倉原義之介⁴・五明美智男⁵・滝川清⁶
Masato MORITA, Tatsuya MASUDA, Kentaro MORIMOTO, Yoshinosuke KURAHARA,
Michio GOMYO and Kiyoshi TAKIKAWA

¹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)

²正会員 熊本大学研究員 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

³正会員 博(工) 熊本大学研究員 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

⁴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)

⁵フェロー 工博 熊本大学客員教授 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

⁶フェロー 工博 熊本大学教授 沿岸域環境科学教育研究センター (〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1)

Ariake Sea is typical the large-scale closed bay and contains the regional scale tidal flat that account for 40 % of Japanese tidal flat total area. A lot of characteristic creatures inhabit Ariake tidal flat and influenced remarkable the environmental functions, topography, grain size water contain, organic substance and sulfide etc. However, the species and the populations of the creature have been decreased in this recent environmental degradation. The aim of this study is to evaluate the habitat environment and recommend the environmental improvement at tidal flat in Ariake Sea. At first we conducted the resource research and the field observation to grasp or in order to grasp and analyze the current tidal flat condition. As a result, the data obtained via cluster analysis was classified into 6 groups and explored the relationship between the environmental characteristic and the habitat.

Key Words : *Ariake Sea, habitat, evaluation environment, cluster analysis, field observation, tidal flat*

1. 序 論

有明海は他の海域に比べ干満差が大きく、日本の干潟総面積の約40% (189.5km²) に及ぶ広大な干潟が発達した大型閉鎖性内湾である¹⁾。その干潟には特有の生物が数多く生息しており、多様な生態系が形成され、生物生産機能、水質浄化機能といった干潟の環境機能に大きく関わっていることが知られている。しかし、近年の赤潮の頻発化や大規模化、底生生物や魚介類の減少と種組成の変化等に代表されるように、干潟海域環境の悪化が問題となっている。そして、地球温暖化等の地球規模の環境悪化要因と共に、有明海全体の環境が「負の循環」に陥っていると懸念されている。そのため、有明海の再生と回復も求められており、再生・改善策の実施が緊急かつ大きな課題ではあるが、様々な要因が複雑に絡み合っていることから、現段階で具体的な再生・改善策は確立されていない。有明海における干潟海域環境の回復と再生方策を実施していくためには、有明海特有の干潟環境を理解し、その場の問題点に応じ

た対策を実施する必要がある。しかしながら、海域では浅海定線調査等の広域な調査事例はあるが、干潟域を広域に調査した例は少ない。

そこで本研究では、有明海の沿岸干潟域における生物生息環境の評価と改善策の提言を最終目的とし、有明海の現状を把握するための実態調査を行い、得られたデータから有明海の沿岸干潟域における生物生息環境特性について考察した。

2. 現地調査概要

(1) 調査対象干潟の選定

環境省の第6～7回自然環境保全基礎調査(2002～2004)の浅海域調査(藻場・干潟調査)によって、有明海の六角川河口、筑後川河口、諫早湾等の干潟において生物調査が行われているが²⁾、地形や底質等の項目について調査は行われていない。有明海では、多数の環境項目を同時期にかつ広域に亘り調査した事例は少ない。そこで、有明海沿岸干潟域において地形、底質及び底生生物を同時期に調査した。

2005～2006年は、緑川河口から菊池川河口までの熊本県沿岸干潟域について調査を行った。2007年は、有明海の広域にわたる沿岸干潟域の現状を把握するため、5～6月に熊本県宇城市三角西港からその対岸にあたる長崎県南島原市大崎鼻までの海岸線約230kmの現地踏査を行った。そして、有明海を一周するように、目視底質性状、調査の簡便さ、生物相等から調査地点が偏りすぎぬように、調査対象干潟を14箇所選定した。2005～2007年の調査位置図を図-1に示す。なお、2005～2006年に調査した干潟は14箇所（K-15～K-28）計60調査地点、2007年は14箇所（N-01～K-14）計42地点である。また、各調査対象干潟において、岸から沖方向に調査地点番号が大きくなるように設定した（例：N-01_1～N-01_3）。

(2) 調査方法

2005～2007年の9～11月に地形、底質及び底生生物について大潮干潮時を目安として同時期に調査を実施した。

地形調査は、各調査対象干潟の護岸から水際までの調査測線を設け、トランシットを用いてT.P.値を使用し、横断測量を行った。

底質調査は、各調査地点において表層5cmの底泥を採取し、保冷した状態で持ち帰り、粒度分布、含水率、CODsed、全硫化物、全窒素について分析を行った。各底質項目の分析方法の一覧を表-1に示す。

底生生物調査は、各調査地点においてコドラート（25cm×25cm）を用いて底泥を1地点あたり2枠採取し、1mmメッシュのフルイにかけた。フルイ上に残った底生生物は容器に入れ、中性ホルマリンで固定し、保冷した状態で持ち帰り、種の同定、個体数、湿重量を計測した。

離、含泥率、含水率、CODsed、全硫化物、全窒素の7項目を選出し、分析項目の検討を行った。分析項目のうち岸からの距離は地盤高に反映され、CODsedは全硫化物や全窒素を一部含んでいることから、地盤高、含泥率、含水率、全硫化物、全窒素の5項目を分析項目とした。

(2) 調査地点の分類と環境特性

2005～2007年の調査を合わせた全28箇所、計102地点の調査地点に対して、選出した分析項目を説明変数としたクラスター分析を行い、調査地点を分類した。さらに、各グループの環境特性を統計的に得るために主成分分析も同時に行った。

クラスター分析の結果、図-2の樹形図に示すよう

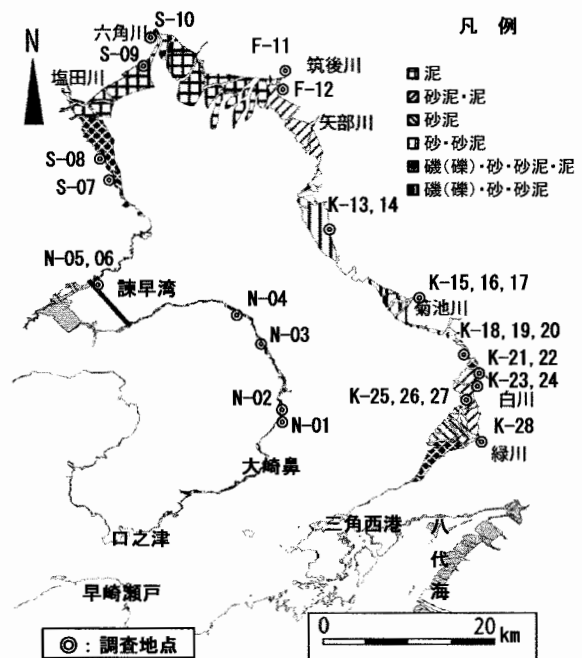


図-1 調査干潟位置図

表-1 各底質項目の分析方法の一覧

底質項目	単位	分析方法
含泥率	%	レーザー解析/散乱式粒度分布測定装置 LA-920
含水率	%	底質調査方法Ⅱ.3
CODsed	mg/gdry	底質調査方法Ⅱ.20
全硫化物	mg/gdry	底質調査方法Ⅱ.17
全窒素	mg/gdry	底質調査方法Ⅱ.18

3. 生物生息環境特性

(1) 分析項目の選出

調査地点の分類を行い、グループ毎の生物生息環境特性について考察するため、地盤高、岸からの距

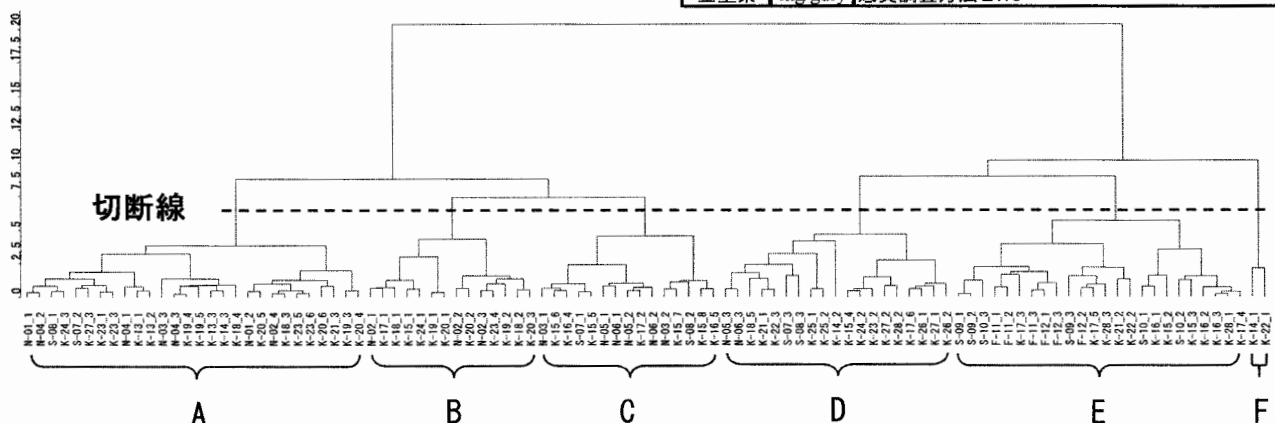
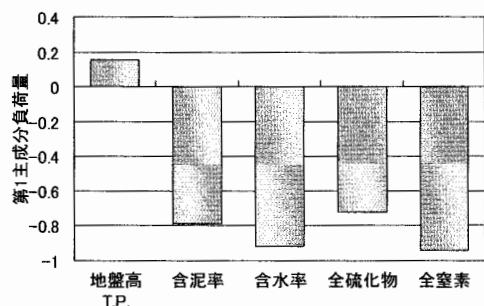


図-2 クラスター分析の樹形図（ウォード法）

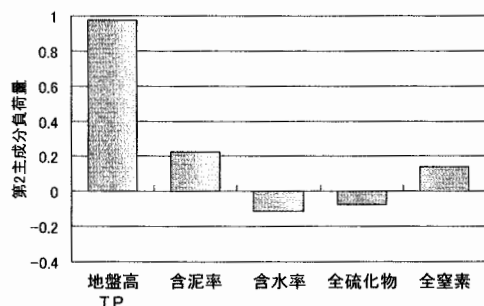
に102地点をA～Fまでの6グループに分けることができた。なお、図中の破線は6つのグループに分けた切断線を示す。グループに分ける切断線を設けるにあたり、特異性の高い地点（Fグループにあたる地点）を他のグループに含めないこと、各グループの地点数が少なくなりすぎず、グループ数をなるべく多くすることを考慮した。

各分析項目の主成分負荷量を図-3に示す。なお、第3主成分までの累積寄与率は91.5%である。図-3から、第1主成分は含泥率、含水率、全硫化物、全窒素が負の方向に大きい「底質項目全体の低さ」、第2主成分は地盤高が正の方向に大きい「地盤高の高さ」、第3主成分は全硫化物が負の方向に大きい「硫化物の低さ」と解釈した。

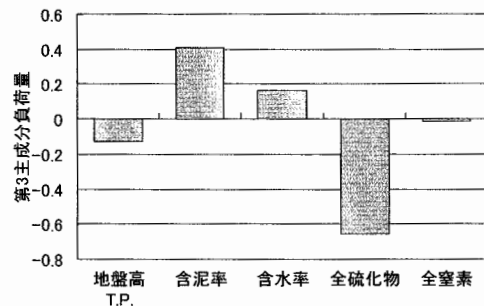
主成分分析の第1～3主成分の散布図をグループ別にマーカーを変えて図-4に示し、各グループの主成分得点毎の平均を図-5に示す。図-4から、第1～3主成分までで累積寄与率が90%を超え、各グループの地点はどの散布図においても、グループ毎に集まっていることがわかる。このことから、今回のグループ分けは、統計的に見て明確な差があると考えられる。



(a) 第1主成分



(b) 第2主成分



(c) 第3主成分

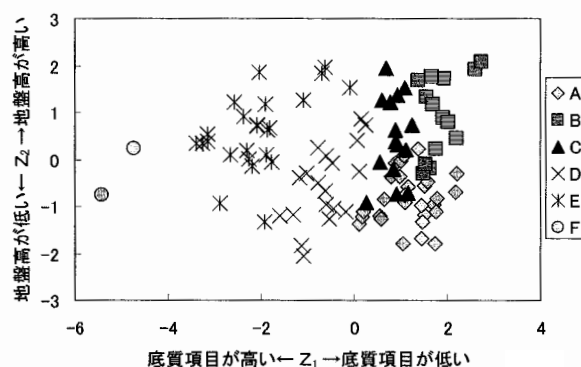
図-3 各分析項目の主成分負荷量

各グループの分析データの平均値、最大値、最小値を表-2に示す。図-4、図-5、表-2から、Aグループは、地盤高、含泥率が低い傾向があり、沖側にある調査地点が多い。

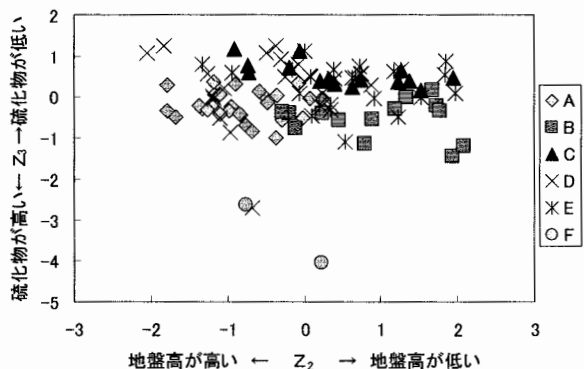
Bグループは、地盤高が顕著に高く、含泥率、全硫化物、全窒素が低い傾向があり、湾口部の岸側にある調査地点が多い。

Cグループは、含泥率が高く、含水率、全硫化物、全窒素が低い傾向があり、含泥率が高く、含水率が低い。このような特徴は、今回の粒度分析方法では、礫や粗砂を考慮していないため、礫や粗砂が底質に含まれていると間隙が小さくなり、含むことのできる水分量が減少するため、含泥率が高く、含水率が低くなったと考えられる。

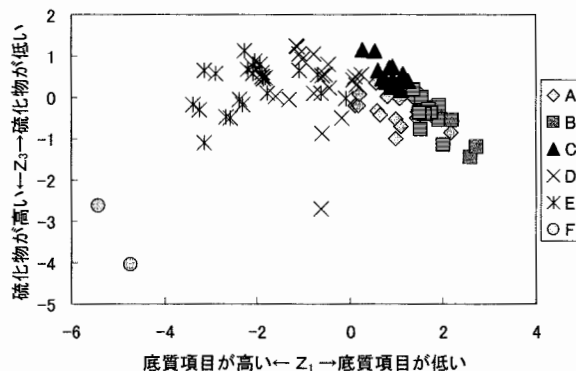
Dグループは、地盤高が低く、底質項目が平均よりやや高い傾向がある。



(a) 第1主成分と第2主成分



(b) 第2主成分と第3主成分



(c) 第1主成分と第3主成分

図-4 主成分得点の散布図

Eグループは、地盤高と全ての底質項目が高い傾向があり、河川の影響を強く受けている調査地点が多い。

Fグループは、含泥率、含水率が高く、全硫化物、全窒素が顕著に高い。その中でも全硫化物は特に高く、最も岸寄りの調査地点である。また、その特異性から地点数が極めて少ない。

以上のことをまとめると、Aグループは「沖側の砂～砂泥質の地点」、Bグループは「地盤高が顕著に高く底質項目が低い湾中央部岸側の砂質の地点」、Cグループは「底質粒度組成に礫、粗砂が存在する地点」、Dグループは「砂泥～泥質の地点」、Eグループは「河川からの影響が強い泥質の地点」、Fグループは「岸側の泥質で全硫化物が顕著に高い地点」と位置づけられる。

(3) 生物生息環境特性

底生生物調査によって確認された底生生物は、10門15綱44目107科170種であった。各グループの門別平均種数、平均個体数、平均湿重量を図-6, 7, 8、各グループの生活様式別平均種数、平均個体数、平均湿重量を図-9, 10, 11に示す。各グループの個体数、湿重量、出現頻度の優占種を表-3に示す。

有明海沿岸干潟域では、図-6～11の各「全地点平

均」より、軟体動物、環形動物、節足動物が総種数の大部分を占め、軟体動物と環形動物が同程度多く、続いて節足動物が多い。個体数においても、同じく軟体動物、環形動物、節足動物が総個体数の大部分を占めるが、全体の50%以上を軟体動物が占める。湿重量では、軟体動物と節足動物が総湿重量の大部分を占めるが、全体の90%以上を軟体動物が占める。

生活様式別では、種数、個体数、湿重量共に内在性の生物が占め、特に湿重量では、総湿重量の80%以上を内在性の生物が占めている。このことから、内在性の生物は、表在性の生物より大きい生物が多いことがわかる。しかし、表在性の大型生物は一般的に移動性が高いため今回の調査方法では補足できなかったことも考えられる。

Aグループは、総種数、総個体数、総湿重量共に最も多く、種の多様性に富んでおり、内在性の軟体動物や砂泥質を好むコケゴカイ等の環形動物が多く確認された。地盤高が低いことから、干出時間が短く海水につかる時間が長いため、懸濁物食者であるアサリ、シオフキガイ等の二枚貝の生息に適している特にシオフキガイは、総湿重量の約40%を占め、出現頻度も最も高いことから、シオフキガイの生息に適している場所と考えられる。二枚貝が多いことで、シロピンノ等の二枚貝に寄生する生物の個体数

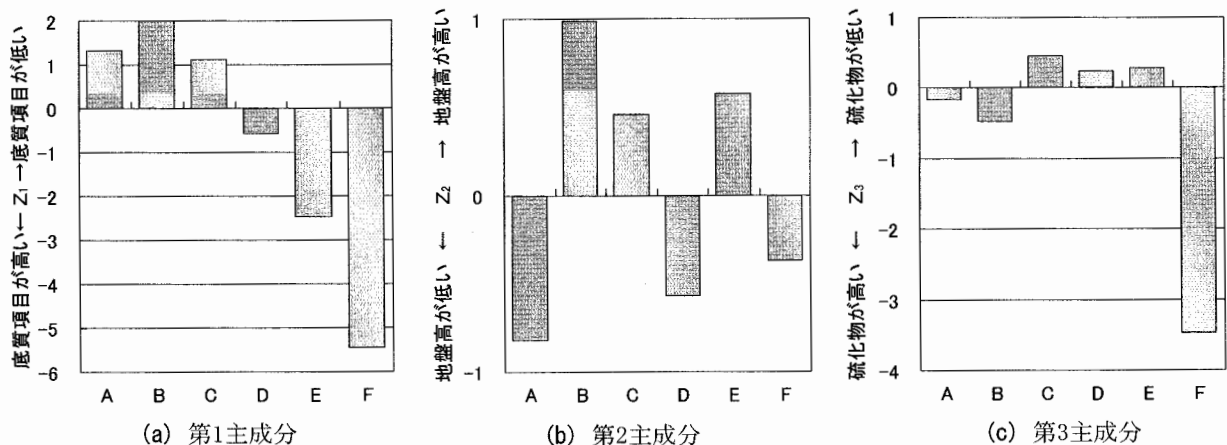


図-5 各グループの主成分得点の平均

表-2 各グループの分析データの平均値、最大値、最小値

グループ	地点数	項目	地盤高 T.P.(m)	含泥率 (%)	含水率 (%)	全硫化物 (mg/gdry)	全窒素 (mg/gdry)
A	28	平均	-0.53	25.6	23.3	0.07	0.26
		最小～最大	-1.69～0.57	1.2～56.7	8.1～34.0	0.01～0.19	0.05～0.61
B	14	平均	1.47	19.7	15.2	0.03	0.16
		最小～最大	0.26～2.77	0.0～61.5	1.4～30.0	0.01～0.09	0.04～0.35
C	15	平均	0.51	68.8	19.2	0.03	0.18
		最小～最大	-1.19～2.13	53.7～91.4	13.0～25.0	0.01～0.05	0.08～0.42
D	19	平均	-0.50	65.0	40.6	0.15	0.85
		最小～最大	-2.12～0.97	38.7～86.6	26.0～61.0	0.03～0.63	0.47～1.30
E	24	平均	0.54	81.4	53.3	0.21	1.93
		最小～最大	-1.31～2.13	59.9～94.6	30.0～67.0	0.02～0.52	0.93～2.80
F	2	平均	-0.16	83.0	61.5	1.00	2.90
		最小～最大	-0.75～0.44	81.3～84.7	52.0～71.0	0.90～1.10	2.60～3.20
全地点平均			0.16	52.7	32.6	0.12	0.79

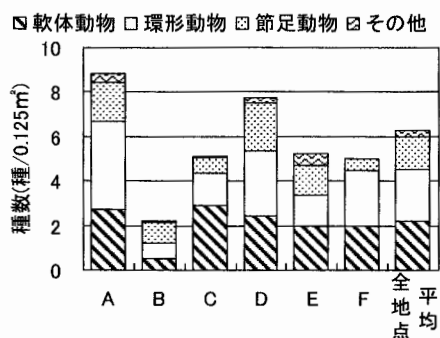


図-6 各グループの門別平均種数

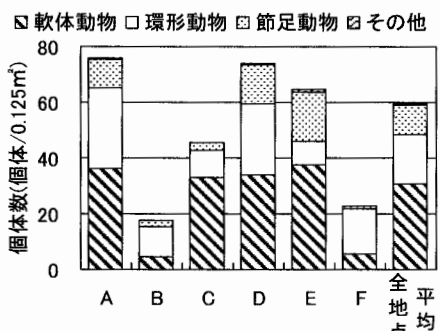


図-7 各グループの門別平均個体数

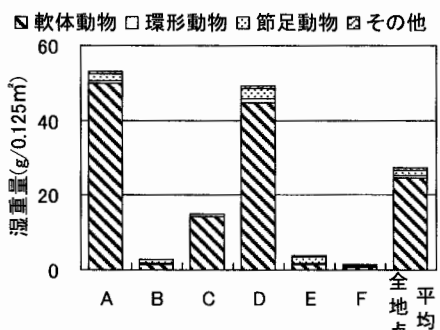


図-8 各グループの門別平均湿重量

が最も多く確認された。また、干出時間が短いことで、表在性の個体数が少ないが、砂泥質を好むユビナガホンヤドカリや巻き貝が確認されている。

Bグループは、総種数、総個体数、総湿重量、門別、生活様式別で見ても「全地点平均」より少なく、14地点中9地点で生物が1個体も確認されず、優占種の出現頻度も、最高で14地点中2地点と優占しているとは言えない。地盤高が顕著に高いことによって、干出時間が長く、さらに、含泥率が低いことで干潟の保水能力が低いいため、慢性的に土中水分が少ないと考えられる。また、全窒素が低いことから、餌となる底生藻類等が少なく、底生生物の生息にあまり適していないと推察される。

Cグループは、総個体数、総種数、総湿重量共に「全地点平均」より少ないが軟体動物が多い。タマキビガイやウミナ等巻き貝が多く確認されたが、出現頻度が多い生物は存在しない。付着性の生物が多いことから、石や岩等の付着基質が存在している調査地点が含まれていることが推察され、他のグループに比べ、干潟表面が立体的かつ多様性があり、

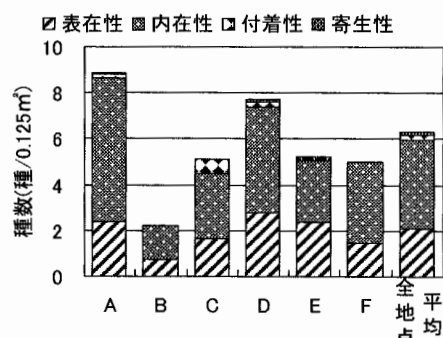


図-9 各グループの生活様式別平均種数

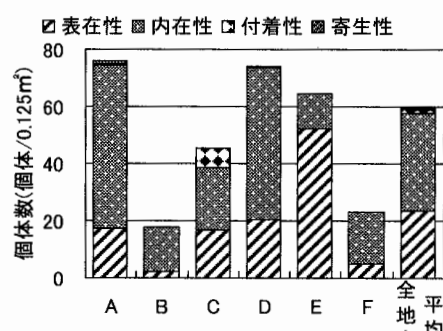


図-10 各グループの生活様式別平均個体数

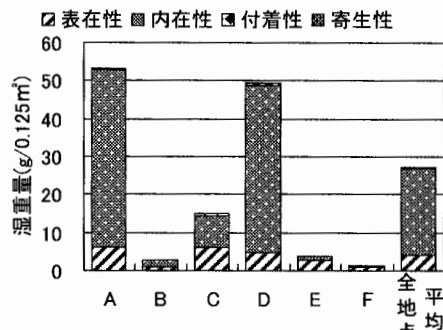


図-11 各グループの生活様式別平均湿重量

礫、粗砂が底質粒度組成に存在する等、今回の分析項目では、分析に考慮されにくい特徴を有しているため分類できていないものと考えられる。

Dグループは、総種数、総個体数、総湿重量共に「全地点平均」より多く、種の多様性に富み、アサリ、シオフキガイ等Aグループで多く確認されている生物が確認されている点がAグループと似ている。異なる点は、泥分が増し泥質を好むホソイトゴカイ等が多くなって、全体的に泥質寄りの生物相になり、大型の節足動物のヤマトオサガニも多く確認された。

Eグループは、「全地点平均」より総個体数が多く、総種数、総湿重量が少なく、特に、総湿重量は顕著に小さい。河口付近の汽水域に生息する種が多く確認され、内在性の生物は少ないが、他のグループに比べて表在性の生物が多く生息している。しかし、そのほとんどは、カワグチツボやタイガードロクダムシ等小型で表在性の堆積物食者であることから湿重量は小さい。河川水の影響によって、有機物が多く餌が豊富で、地形に変化に富むため潮溜まりや滞りができ、泥質のため干潟表面に水分があること

表-3 各グループの個体数、湿重量、出現頻度の優占種

個体数(個体/0.125㎡)				湿重量(g/0.125㎡)				出現頻度			
グループ	生物名	生活様式	平均	グループ	生物名	生活様式	平均	グループ	生物名	生活様式	出現頻度
A	コケゴカイ	内在性	15.68	A	シオフキガイ	内在性	22.27	A	シオフキガイ	内在性	15/28
	ホトギスガイ	内在性	12.61		アサリ	内在性	12.49		アサリ	内在性	15/28
	シオフキガイ	内在性	6.82		マテガイ	内在性	4.79		Glycera 属の一種	内在性	13/28
B	コケゴカイ	内在性	8.14	B	ハクセンシオマネキ	表在性	0.58	B	シオフキガイ	内在性	2/14
	クチバガイ	内在性	3.21		クチバガイ	内在性	0.46		クチバガイ	内在性	2/14
C	タマキビガイ	付着性	6.20		シオフキガイ	内在性	0.43		ホソイトゴカイ	内在性	2/14
	ウミミナ	表在性	5.87	C	ウミミナ	表在性	4.19		ハクセンシオマネキ	表在性	2/14
	カワグチツボ	表在性	5.60		ハナグモリガイ	内在性	2.69		コマツキガニ	表在性	2/14
D	アサリ	内在性	20.05	D	アサリ	内在性	2.61	C	Dicranomyia 属の一種	内在性	2/14
	イトメ	内在性	12.05		アサリ	内在性	35.67		スナイソゴカイ	内在性	4/15
	ホソイトゴカイ	内在性	5.11	E	シオフキガイ	内在性	4.21	D	ホソイトゴカイ	内在性	8/19
E	カワグチツボ	表在性	23.88		シオマネキ	表在性	0.57		アラムシロガイ	表在性	7/19
	タイガードロクダムシ	表在性	10.50		クロヘナタリガイ	表在性	0.40		ヤマトキョウスチロリ	内在性	7/19
	トラミズゴマツボ	表在性	6.08	F	チゴガニ	表在性	0.31		ムツハリアケガニ	表在性	7/19
F	ホソイトゴカイ	内在性	11.00		アラムシロガイ	表在性	0.67	E	ホソイトゴカイ	内在性	9/24
	ウミマイマイ	表在性	3.00		ニホンスナモグリ	表在性	0.26		無針綱	内在性	8/24
	クシカギゴカイ	内在性	3.00						ハナグモリガイ	内在性	7/24
								F	アサリ	内在性	2/2

が要因と考えられる。干潟に生息する環形動物は、そのほとんどが海産種であることから、河川の影響を受けることにより、塩分濃度が低くなるため少ない。また、地盤高が高いことで干出時間が長く、懸濁物食者の生息に適さないため内在性の生物が少ないと考えられる。

Fグループは、総種数、総個体数、総湿重量共に「全地点平均」より少なく、総個体数の70%以上を環形動物が占め、軟体動物や節足動物が極めて少なく、総湿重量は最小である。硫化物が過剰に高いことで、多くの生物の生息を阻み、餌を消費しきれないため全窒素が高く、嫌気状態にあり、それがまた、生物の生息を阻むといった悪循環に陥っているものと考えられる。ただ、このデータから泥分が多く、有機物や硫化物が多い場所は生物の生息には適していないと思われがちだが、有明海の干潟域では、その場に応じた様々な生物が生息していることが明らかとなった。しかし、現状ではその特異性から地点数が少なく、データも少ないため、もっとこのような場所を調査し、解析する必要性がある。

4. 結 論

主要な結論を以下に記す。

- (1) 2005～2007 年の 9～11 月に実施した有明海沿岸干潟域の底生生物調査によって、底生生物を 10 門 15 綱 44 目 107 科 170 種確認した。
- (2) 地盤高、含泥率、含水率、全硫化物、全窒素の 5 項目でクラスター分析をすることによって、102 地点の調査地点を 6 グループに分け、グループ毎の環境特性を把握できた。
- (3) 有明海沿岸干潟域の 9～11 月におけるグループ別の生物生息環境特性を把握できた。

その他、現時点の問題点を以下に記す。

- (1) 定量調査で採取できない底生生物もいるため、調査方法やデータの扱い方も考えなければならない。
- (2) 湾口部と特異性のある調査データが少ないため、引き続き調査し、データを収集、分析する必要がある。
- (3) 現在の分析項目では、分析に考慮されにくい滞りや付着基質等の特徴を有している地点もあるため、今後、分析方法、項目を検討する必要がある。
- (4) 今後は、有明海沿岸干潟域の調査データ等による HSI モデルを構築し、有明海干潟域における生物生息環境の評価していくことが必要である。

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等の推進「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）」の補助によるものであり記して謝意を表します。御指導や試料のサンプリング等、協力して頂いた皆様に心より感謝致します。

参考文献

- 1) 佐藤正典：有明海の生きものたち 干潟・河口域の生物多様性，海游舎，pp. 16-19，2000。
- 2) 環境省：第 6～7 回自然環境保全基礎調査・浅海域調査（藻場・干潟調査），調査地概要九州，2007。
- 3) 五十嵐学，古川恵太：東京湾沿岸域における付着生物および底生生物の空間分布特性，海洋開発論文集，23 巻，pp. 459-464，2007。