

# 有明海浅海域における覆砂効果

内藤 剛・筑紫 康博  
(有明海研究所)

Effect of Cover Sand in shallow sea area of the Ariake Sea

Tsuyoshi NAITOH , Yasuhiro CHIKUSHI  
(Ariakekai Laboratory)

福岡県有明海における覆砂による漁場造成について、事業実施後の底質等を調査した事例<sup>1-3)</sup>はあるが、5年以上経過した造成区域に関する知見はほとんどない。また、近年干潟の持つ浄化機能<sup>4,5)</sup>に注目が集まっており、覆砂事業について漁場造成だけでなく広い意味での干潟の造成という側面から論じることが必要となっている。<sup>6)</sup>このため、既存の覆砂区域から経過年数、実施区域の異なる複数の試験区を設定し、化学的、生物的性状について対照区も含めて比較検討を行うことで、既存の覆砂事業の効果について把握するとともに、今後覆砂事業をより効果的に実施するための基礎資料とすることを目的とした。

## 方 法

覆砂事業区3箇所に調査区A, B, Cを、各調査区近隣の非覆砂区域に対照区を設定した(図1)。調査点は各調査区内にほぼ均等となるよう6点設定し、緯度経度

をハンディGPSに記録して毎回同一点で調査を行った。いずれの調査点も地盤高は $0 \pm 0.5$ mの範囲とした。

- A区：柳川地先 柳川大川大規模漁場保全事業のうち1997年度造成区(有区第4号)
- B区：柳川地先 柳川大川地先型漁場造成事業のうち1992年度造成区(有区第8号)
- C区：大牟田地先 福岡有明大規模漁場保全事業のうち1992年度造成区(有区第41号~42号)

### 1. 底質調査

調査は'02年8月, 11月, '03年2月, 5月, 8月の5回行った。底質は船上から柄付きの亚克力パイプ(直径4cm)を用いて採泥し、表層5cmの泥を容器に入れて密封した後冷蔵して持ち帰り分析に供した。分析項目は粒度組成, 中央粒径値(Md $\phi$ ), 泥分率(MC), 化学的酸素要求量(COD), 強熱減量(IL), 全硫化物(TS)とし、分析は水質汚濁調査指針<sup>7)</sup>に準じた。また、'03年4~5月の大潮干潮時に各調査区で亚克力パイプ(直径4cm)を用いて柱状採泥し、10cmごとの層別MCを求めた。

### 2. マクロベントス調査

試料採取は底質調査と同時、同地点で行った。エクマンバジ採泥器(15cm $\times$ 15cm)を用い、各調査点で2回ずつ採泥して1mm目のふるいで選別した後、残存物を10%ホルマリン固定した。測定項目はマクロベントスの同定及び個体数, 湿重量とした。

### 3. 有用生物調査

'02年8月~'03年5月に底質調査と同地点で行った。5mm目のカバーネットをつけた長柄ジョレンを用い、船

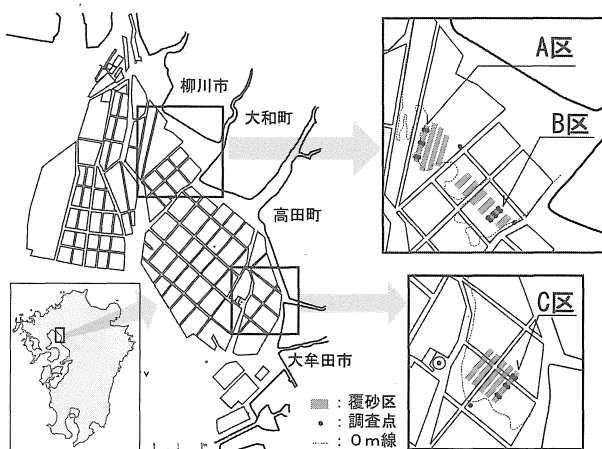


図1 調査地点

上から1 m 曳きで採取したサンプルを5 mm目のふるいで選別した後、アサリ、サルボウ、タイラギを計数した。

## 結 果

### 1. 底質調査

#### (1) 粒度組成及び中央粒径値

粒度組成の調査区別全点平均値を図2に示した。点別のMdφは、A区は-1.09~1.85, B区は0.43~1.82, C区は0.50~3.53, 対照区は1.84~4であった。

#### (2) 泥分率

MCの平均値の推移を図3に示した。点別の値は、A区は3.2~23.1%, B区は6.9~26.0%, C区は1.9~36.5%, 対照区は16.4~96.3%であった。

#### (3) 化学的酸素要求量

CODの平均値の推移を図4に示した。点別の値は、A区は0.97~12.22mg/g乾泥, B区は2.31~15.08mg/g乾泥, C区は0.96~13.93mg/g乾泥, 対照区は5.66~21.00mg/g乾泥であった。水産用水基準<sup>8)</sup>の20mg/g乾泥を超えた点是对照区の1点のみであった。

#### (4) 強熱減量

ILの平均値の推移を図5に示した。点別の値は、A区は1.4~3.6%, B区は2.0~4.1%, C区は1.0~4.6%, 対照区は2.5~14.7%であった。2月の対照区で高い値が認められた。

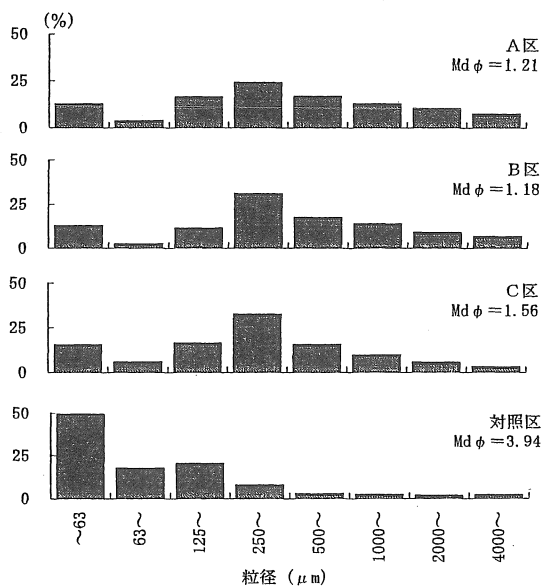


図2 粒度組成

#### (5) 全硫化物

TSの平均値の推移を図6に示した。点別の値は、A区は0.00(検出限界値以下。以下同じ)~0.44mg/g乾泥, B区は0.00~0.13mg/g乾泥, C区は0.00~0.23mg/g乾泥, 対照区は0.02~0.48mg/g乾泥であった。水産用水基準<sup>8)</sup>の0.2mg/g乾泥を超えた点は、延べ数でA区4点, C区2点, 対照区7点であった。

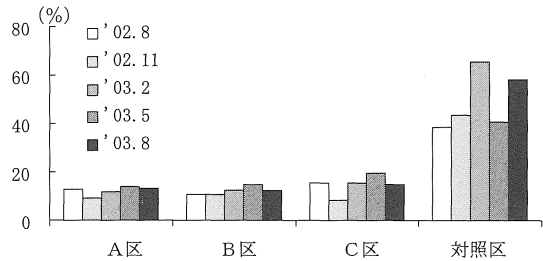


図3 MCの推移

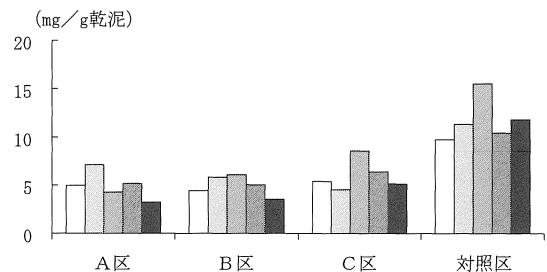


図4 CODの推移

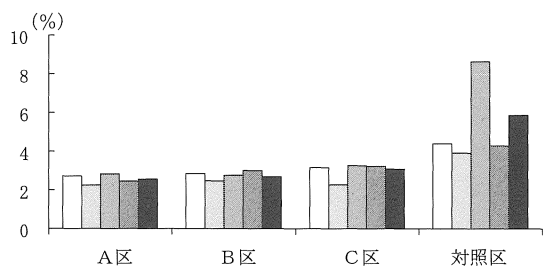


図5 ILの推移

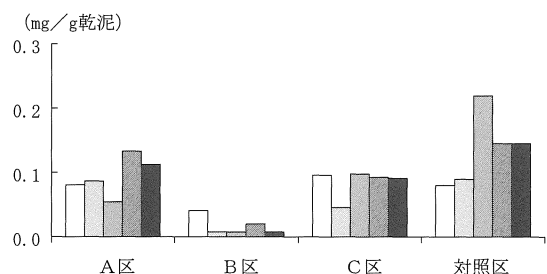


図6 TSの推移

## 6 TSの推移

### (6) 層別泥分率

層別のMCを図7に示した。いずれの区においても0~10cm層で比較的高く、30cmまでは深くなるほど低下し、30~40cm層で再び増加する傾向が認められた。

## 2. マクロベントス調査

マクロベントスの平均個体数の推移を図8に、平均湿重量の推移を図9に示した。個体数はB区、A区、C区、対照区の順、湿重量はA区、B区、C区、対照区の順に多かった。A区、B区では個体数、湿重量ともにほぼ周年軟体動物のコケガラス又はホトトギスガイが優先しており、'02年、'03年とも8月の個体数増加が著しかった。C区では個体数は環形動物、湿重量は軟体動物が優先していた。対照区では個体数は環形動物が優先しており、湿重量は調査ごとの組成変動が大きかった。汚染指標種の出現状況の全点平均値を表1に示した。ヨツバネスピオB型、シズクガイ、チヨノハナガイの出現が認められた。対照区、C区、A区の順で出現頻度が高く、B区では認められなかった。

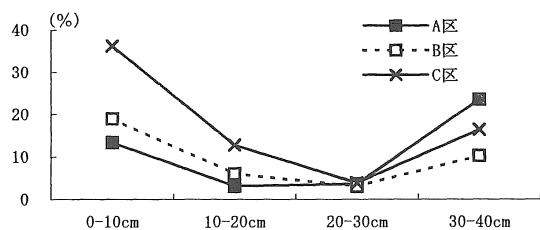


図7 層別MC

表1 汚染指標種の出現状況

	A区	B区	C区	対照区	
個体数 (個体/m <sup>2</sup> )	環形動物	265.6	351.1	677.8	390.4
	うちヨツバネスピオB型	0.0	0.0	1.1	38.5
	軟体動物	2006.7	6545.6	146.7	182.2
	うちシズクガイ	2.2	0.0	17.8	133.3
	うちチヨノハナガイ	1.1	0.0	2.2	1.5
	節足動物	104.4	43.3	44.4	85.9
棘皮動物	7.8	0.0	7.8	17.8	
その他	67.8	20.0	47.8	9.6	
合計	2452.2	6960.0	924.4	685.9	
湿重量 (g/m <sup>2</sup> )	環形動物	4.3	6.1	11.2	4.6
	うちヨツバネスピオB型	0.0	0.0	0.0	0.4
	軟体動物	578.5	462.7	53.0	20.3
	うちシズクガイ	0.0	0.0	0.1	3.2
	うちチヨノハナガイ	0.1	0.0	0.0	0.0
	節足動物	1.1	0.3	0.4	0.5
棘皮動物	25.2	0.0	3.5	8.6	
その他	8.3	1.7	0.7	0.1	
合計	617.5	470.9	68.9	34.0	

## 3. 有用生物調査

有用生物の全点平均生息密度を図10に示した。点別の値は、アサリはA区0~80個体/m<sup>2</sup>、B区0~42個体/m<sup>2</sup>、C区0~6個体/m<sup>2</sup>、サルボウはA区0~142個体/m<sup>2</sup>、B区0~130個体/m<sup>2</sup>、C区0~19/m<sup>2</sup>、タイラギはA区0~7個体/m<sup>2</sup>、B区0~6個体/m<sup>2</sup>、C区0~3個体/m<sup>2</sup>であった。いずれも対照区では生息が認められなかった。

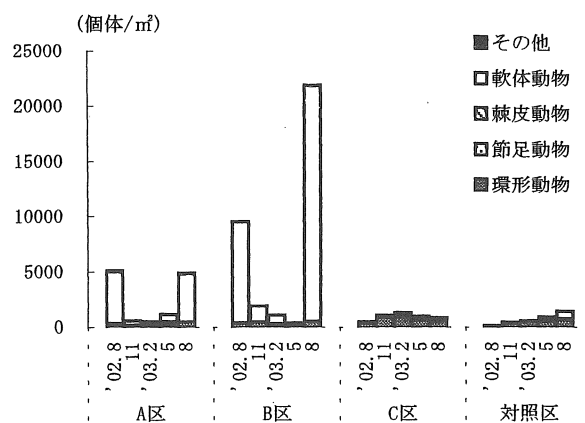


図8 マクロベントス個体数

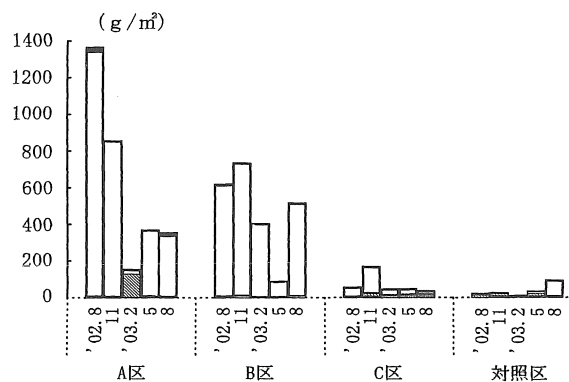


図9 マクロベントス湿重量

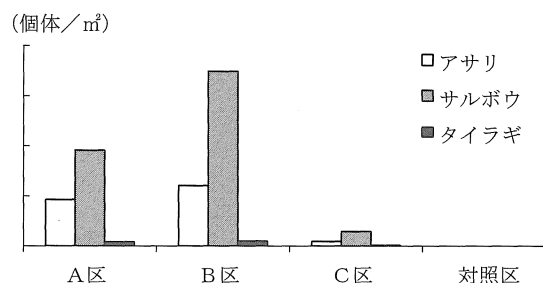


図10 有用生物の平均生息密度

表2 経年変化

		Md φ	COD	IL	TS
B区	'95	0.66	-	-	0.03
	'02~'03	1.18	4.98	2.75	0.02
C区	'92.7	1.27	1.02	2.60	0.00
	'93.7	1.49	3.06	2.06	0.00
	'94.9	1.42	2.67	3.00	0.04
	'95.8	1.33	6.62	4.42	0.23
	'02.8	1.55	5.39	3.15	0.10
	'03.8	1.47	5.14	3.09	0.09

単位：COD, TSはmg/g乾泥, ILは%

4. 経年変化

B区とC区について、全国沿岸漁業振興開発協会<sup>3)</sup>、白石ら<sup>1)</sup>及び尾田ら<sup>2)</sup>の過去の調査結果と今回との比較を表2に示した。B区のMd φを除き、'95年以降底質の悪化傾向は認められなかった。

5. 水質

ノリ養殖漁場内の水質調査点を図11に、そのうちA, B, C各区に直近の点であるStn. 1, 11, 14の'99年9月~'02年3月における表層水中の溶存態窒素<sup>9-11)</sup>を表3に示した。硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)は筑後川に近いStn. 1で高く、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)及びアンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)は大牟田川に近いStn. 14で高い傾向が認められた。全193回の調査中水産用水基準<sup>8)</sup>を超えたのは、NO<sub>3</sub>-N (10mg/l)が0回、NO<sub>2</sub>-N (0.06mg/l)がStn. 1で6回、Stn. 11で8回、Stn. 14で17回、NH<sub>4</sub>-N (0.3mg/l)がStn. 14で2回であった。

考 察

白石らは<sup>1)</sup>C区に該当する区域での覆砂後3年間の調査結果から、覆砂により改善された底質が徐々に悪化することを指摘しており、尾田ら<sup>2)</sup>による'95年の調査結果もそれを裏付けている。しかし、表2から'95年以降の底質悪化傾向は認められず、B区についても同様の傾向にあることから、覆砂直後は徐々に底質が悪化するが、ある程度のレベルで底質の状態は安定すると推測された。

石田ら<sup>12)</sup>はA区に該当する柳川大川大規模漁場保全事業の実施後の砂厚変化を、滞筋を除いてやや堆積傾向にあるが、変化量は10年間で10cm内外と予測している。図7から、表層付近では浮泥等の混合によると考えられる泥分率の上昇が認められたものの、10~30cm層では泥分率の低い砂が残存していたことから、いずれの覆砂区

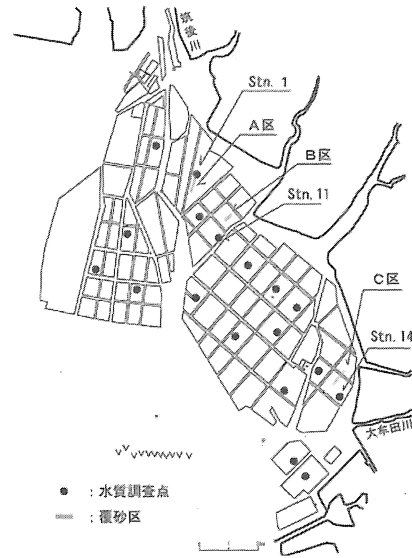


図11 ノリ養殖漁場内水質調査点

表3 溶存態窒素

	Stn.	最大値	最小値	平均値	基準値	基準超
NO3-N	1	1.28	0.00	0.20	10	0回
	11	1.65	0.00	0.10	10	0回
	14	0.67	0.00	0.11	10	0回
NO2-N	1	0.09	0.00	0.02	0.06	6回
	11	0.09	0.00	0.02	0.06	8回
	14	0.21	0.00	0.03	0.06	17回
NH4-N	1	0.20	0.00	0.05	0.3	0回
	11	0.16	0.00	0.03	0.3	0回
	14	0.82	0.00	0.07	0.3	2回

単位：mg/l  
0.00は検出限界値以下

においても砂の顕著な流出は認められず、よく保存されており、予測と一致していると考えられた。

また、いずれの覆砂区においても、Md φ, MC, COD, IL, TSは対照区より低い傾向にあり、有用生物の生息状況にも差が認められたことから、今回調査した地点において覆砂による底質改善効果は事業実施後10年経過後も維持されていると考えられた。

覆砂区間で比較すると、生物に関するいずれの項目においてもA, B区と比べてC区で悪化傾向を示していた。白石ら<sup>1)</sup>は覆砂後の底質悪化の原因として浮泥の堆積を指摘している。今回の結果からも、C区では11月を除きA区, B区と比べてMCが高い傾向にあり、また干出時にC区で局所的な浮泥の堆積が認められたことから、C区は何らかの原因でA, B区よりも浮泥が堆積しやすいと推測される。また、図7における表層のMCが図2及び3と比べて高かったが、これは層別サンプルをMC

が最も高くなる春季に採泥したこと及び干出時に採泥したことによると考えられた。しかし、いずれも浜崎ら<sup>13)</sup>が報告しているアサリ生息不適範囲の目安である泥分率50%と比較すると低い水準にあるにも関わらずアサリの生息が極めて少ないこと及びその他の底質分析項目に覆砂区間で大きな差が見られないことから、浮泥だけを生物の減少要因と特定することはできなかった。

本田、切田<sup>14)</sup>は大牟田川河口域で終末処理排水起源の高濃度DIN水塊が認められることを報告している。水質調査点のうちC区に近いStn.14ではしばしばNO<sub>2</sub>-Nが水産用水基準を超えており、特に'01年3～4月にはほぼ2週間連続して0.03～0.21mg/lという高い値を示している。基準値は毒性を示す濃度よりは低く設定されているが、長期間暴露による慢性的な影響については知見が少なく、生物の生息との関係には不明な点が多い。

李ら<sup>15)</sup>は底質の土壌構造を決定するのは海水の流れに起因するせん断応力の強弱であることを明らかにしている。また、柿野ら<sup>16)</sup>は流れがアサリの生息に影響を及ぼすことを報告している。佐々木<sup>17)</sup>は福岡県有明海地先における表層の潮流の特徴として、C区が含まれる大牟田地先で緩慢なことを報告しているが、有明海区における潮流と底質、生物との関係については知見が少ない。

以上のように、C区に特異的で生物面に影響を与えていると考えられる現象はいくつか考えられるが、原因として特定するまでには至らなかった。

いずれにしても、事業実施後5～10年経過した覆砂区において生物面に着目した場合、その効果には差が認められ、その度合いは経過年数よりも場所の違いに左右されると考えられた。一般に二枚貝類は干潟域の物質循環や浄化能力に重要な役割を果たしていることが知られており、<sup>4,5)</sup>生物学的性状の改善は有用生物の増加という直接的な効果だけではなく、間接的に海域の環境改善にも寄与すると考えられる。

今後はより詳細な調査を実施し、効果が低下する原因を特定するとともに、それを取り除くことで覆砂の効果を維持又は改善させる手法の検討を行う必要があると考えられた。

その手法は原因によって異なってくるが、可能性の一つとしては10～30cm層に残存している泥分率の低い砂の活用が考えられる。また、久保<sup>18)</sup>は東京湾で操業されるカゴマキ漁業が耕耘による底質維持管理の働きを持ち、アサリのいない場所では操業がないため底質が不安定になっていることを報告している。A、B区では比較的有用生物の密度が高く、調査時に周辺海域で入方ジョレンによる採貝漁業の操業が目視されているが、有用生物の少ないC区付近では操業が確認されていないことか

ら、有用生物の減少による漁業活動の低下が生物の生息環境悪化を招いていることも考えられる。このため、漁具を用いた漁業者参加型の覆砂区域維持管理についても検討する価値があると考えられる。

## 要 約

有明海における覆砂事業の効果について調査し、比較検討を行った結果、次のことが明らかになった。

- 1) 覆砂10年経過後も底質改善効果は維持されていた。
- 2) 生物学的性状から見た効果には、実施箇所による差が認められた。
- 3) 差が生じる原因は年数より場所にあると推測された。
- 4) 覆砂効果の維持改善手法の検討が必要と考えられた。

## 文 献

- 1) 白石日出人・本田一三・山本千裕・尾田成幸：覆砂による有明海の底質変化。福岡県水産海洋技術センター研究報告，第4号，101-103，(1995)。
- 2) 尾田成幸・白石日出人・相島昇：海洋環境浄化再生事業。平成7年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，279-290 (1996)。
- 3) 全国沿岸漁業振興開発協会：沿岸漁場整備開発事業増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編 (平成8年度版)，東京，1997。pp. 276-293。
- 4) 佐々木克之：干潟域の物質循環。沿岸海洋研究ノート，第26巻，172-190 (1989)。
- 5) 中田喜三郎・畑恭子：沿岸干潟における浄化機能の評価，水環境学会誌，第17巻，158-166 (1994)。
- 6) 細川恭史：干潟の創造・修復の技術と課題，水産工学，第34巻，93-103 (1997)。
- 7) 日本水産資源保護協会：新編水質汚濁調査指針，恒星社厚生閣，東京，1980，pp. 237-257。
- 8) 日本水産資源保護協会：水産用水基準 (2000年版)，2000，pp. 36-91。
- 9) 小谷正幸・藤井直幹・瀧上哲・尾田成幸・半田亮司：ノリ養殖の高度化に関する調査，平成11年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，199-203 (2001)。
- 10) 福永剛・小谷正幸・尾田成幸・瀧上哲・半田亮司：ノリ養殖の高度化に関する調査，平成12年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，166-170 (2002)。
- 11) 福永剛・小谷正幸・尾田成幸・内藤剛・半田亮司：ノリ養殖の高度化に関する調査，平成13年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，189-196 (2003)。

- 12) 石田祐幸・松田正彦・上田拓・山本千裕・相島昇・林宗徳・尾田成幸：柳川大川地区大規模漁場保全事業調査。平成8年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, 202-214 (1998).
- 13) 浜崎稔洋・林宗徳・上妻智行・山下輝昌・小原博義・相島昇：アサリ種苗初期減耗原因の究明に関する研究。福岡県有明水産試験場研究業務報告, 昭和63年度, 33-48 (1990).
- 14) 本田一三・切田正憲：大牟田地先ノリ漁場の環境特性調査。福岡県有明水産試験場研究業務報告, 昭和63年度, 113-117 (1990).
- 15) 李正奎・鄭正朝・西嶋渉・岡田光正・馬場栄一：干潟の土壌構造に及ぼす海水の流動の影響。水環境学会誌, 第22巻, 677-682 (1999).
- 16) 柿野純・中田喜三郎・西沢正・田口浩一：東京湾盤洲干潟におけるアサリ稚貝の発生と渦度との関係。水産工学, 第28巻, 43-50 (1991).
- 17) 佐々木和之：有明海地先における潮流について。福岡県有明水産試験場研究業務報告, 昭和60年度, 47-56 (1987).
- 18) 久保敏：木更津市牛込沖干潟物理環境調査—主として底質変動について—。水産工学研究所技報, 第19号, 15-28 (1997).