

# 沿岸漁場整備開発事業調査

## －沿岸域から沖合域にかけての一体的な覆砂効果の検討－

尾田 成幸・伊藤 輝昭・石谷 誠・大形 祐路・山田 京平

豊前海の沿岸から沖合域は、平坦で軟泥質であり有機汚染の進行した海域<sup>1)</sup>で、有害赤潮や貧酸素水塊もしばしば発生し、漁業被害の原因となっている。特に、沖合域は軟弱地盤なため、漁場の整備が遅れており、豊前海に來遊する魚介類が定着することなく通過していることから、漁業生産力が低下している。

そのため、特に沿岸域における生活史に合わせて一体的な水産環境整備計画を検討し、魚介類を生育、定着させるための漁場整備と、周辺海域の変化等により悪化している漁場環境の改善が必要である。

また近年、当海域で漁獲量が大きく減少しているアサリ等の二枚貝ととも、底質改善による増産効果等の検討が必要である。

そこで、当海域の主要漁業である小型底びき網漁業の主対象種であるクルマエビやカレイ類等について、干潟域、沿岸域、沖合域における各生活史段階に合わせた漁場整備計画の策定を目的に、生物調査、底質等の環境調査を行ったので24年度の結果を報告する。

### 方法

調査は平成24年4月から平成25年3月にかけて、表1に示す項目について実施した。

調査海域は図1に示す干潟域、沿岸域、沖合域とした。なお、沿岸域と沖合域についてはそれぞれ覆砂区、及び比較対照として非覆砂区（以下、泥区とする）を設けた。

#### 1. 水質環境調査

6月、8月、11月、2月の計4回、沿岸域と沖合域の覆砂区と泥区において、表層と底層の水温、塩分、溶存酸

表1 調査項目別スケジュール

調査項目	調査細目	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
水質環境調査	水温、塩分、DO等の把握			●		●			●		●		
	程度組成、強熱減量、全硫化物量			●		●			●		●		
底質環境調査	マクロベントス調査			●		●			●		●		
	N、P溶出抑制効果試験			●		●			●		●		
生物調査	有用生物の生息状況			●		●			●		●		
	覆砂区生物増産効果算定原単位算出	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	調査対象海域別生活史段階別分布状況	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
社会環境調査	市場調査	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

素濃度（溶存酸素飽和度）を測定した。水温と塩分はJF Eアドバンテック社製クロロテックACL-220PDKを用い、溶存酸素濃度は光学式DOメーター、HACH社製HQ30dを用いて測定した。

#### 2. 底質環境調査

6月、8月、11月、2月の計4回、干潟域、沿岸域、及び沖合域の覆砂区と泥区において実施した。

採泥はスミスマッキンタイヤー式採泥器（採泥面積0.05㎡）を用い、干潟域、および沿岸域と沖合域の覆砂区と泥区でそれぞれ2回ずつの計10回行った。採取した試料は冷蔵保存して研究所に持ち帰り、中央粒径値(Mdφ)<sup>2)</sup>、強熱減量(IL)<sup>3)</sup>、全硫化物量<sup>3)</sup>、および底生生物（マクロベントス）の分析に共した。全硫化物量は検知管法により分析し、マクロベントスは試料を船上で1mmメッシュのふるいにかけて後、10%濃度となるようホル

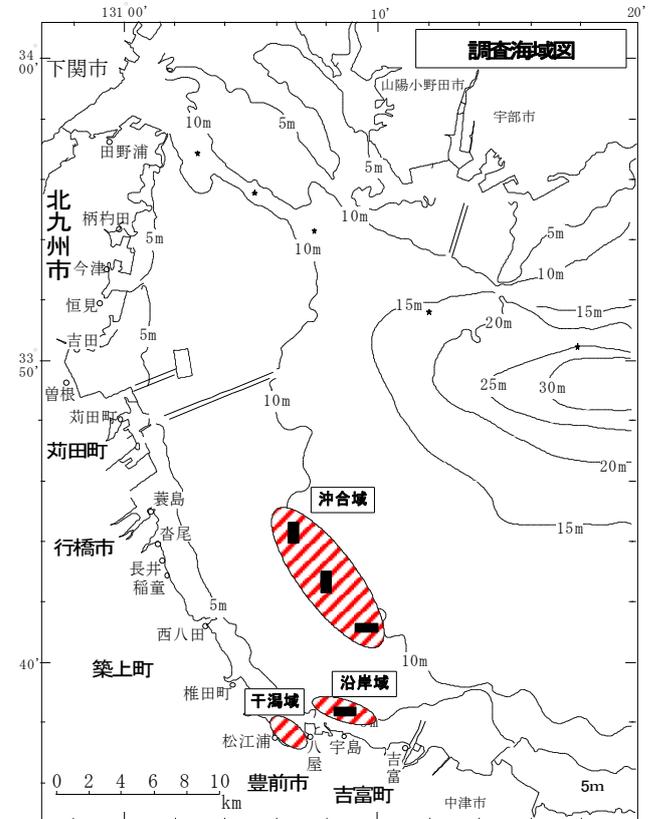


図1 調査海域

マリン固定して研究所に持ち帰った。

底泥からの栄養塩等の溶出試験については、沿岸域と沖合域の覆砂区と泥区において、直径70mm長さ50cmの亚克力パイプで各試験区3本ずつの計12本、潜水コア採泥を行い、2月の調査以外は冷却したまま研究所に持ち帰り、江藤ら<sup>5-6)</sup>の方法を参考に実施し、覆砂区におけるDIN、DIP、およびTNの溶出抑制効果と酸素消費抑制効果を求めた。なお、試験時の底泥試料の厚さは15cmとした。

### 3. 生物調査

有用生物の生息状況調査を小型底びき網漁船（手繰り第2種えびこぎ網、および手繰り第3種桁網）とポンプ網を用いて実施した。小型底びき網は4月から12月にかけて沖合域で原則月1回、ポンプ網は6月から11月にかけて干潟域、沿岸域、沖合域で計10回実施した。小型底びき網は2~3ノットの速度で20分間曳網し、ポンプ網は枠長は70cm、高さ25cmのものを用い、約2ノットの速度で5分もしくは2分30秒間曳網した(図2)。

### 4. 社会環境調査

平成24年4月から平成25年3月にかけて、地元卸売市場における有用水産生物の入荷状況、および取引価格の推移を調査した。

## 結果及び考察

### 1. 水質環境調査(表2)

#### 1) 水温

沿岸域の覆砂区で8.1~29.9℃、泥区で8.1~30.0℃、



図2 生物調査で用いたポンプ網

沖合域の覆砂区で8.4~28.9℃、泥区で8.4~28.7℃の範囲で観測された。8月に沿岸域、沖合域ともに泥区で表層と底層の差が認められる軽微な水温躍層が確認されたが、6月と11月にはほとんど認められなかった。

#### 2) 塩分

沿岸域の覆砂区で30.1~32.3、泥区で30.2~32.4、沖合域の覆砂区で29.5~32.7、泥区で29.4~32.7の範囲で観測された。6月に沿岸域、沖合域ともに塩分躍層が認められたが、その他の月にはほとんど認められなかった。

#### 3) 溶存酸素濃度(溶存酸素飽和度)

沿岸域の覆砂区で6.55(90.6)~10.32(107.8)mg/l(%), 泥区で5.02(65.6)~9.87(105.0)mg/l(%), 沖合域では覆砂区で0.21(3.2)~9.99(105.3)mg/l(%), 泥区で0.21(3.0)~9.96(105.1)mg/l(%)の範囲で観測された。8月に沖合域の底層で、覆砂区、泥区ともに、貧酸素水塊が認められた。いずれの月も全試験区で表層よりも底層の方が低く、覆砂区と泥区とでは11月に沿岸域を除いて泥区の方が低かった。

### 2. 底質環境調査

#### 1) Mdφ(図3)

Mdφは、干潟域では2.56~2.63、沿岸域では覆砂区で1.08~1.43、泥区で5.99~8.57、沖合域では覆砂区で1.24~2.44、泥区で8.31~8.68の範囲で推移した。干潟域は細砂質、沿岸域と沖合域の覆砂区は中砂質、泥区は粘土質であった1)。

#### 2) IL(図4)

ILは、干潟域では2.8~5.9%、沿岸域では覆砂区で2.1~3.7%、泥区で8.4~12.6%、沖合域では覆砂区で1.6~3.2%、泥区で10.4~13.5%の範囲で推移した。干潟域では低い値で推移し、沿岸域と沖合域では、常に覆砂区の方が泥区よりも低い値を示した。

#### 3) 硫化物量(図5)

硫化物量は干潟域では未検出であったが、沿岸域では覆砂区で<0.00~0.03mg/g・drymud、泥区で0.21~0.96mg/g・drymud、沖合域では覆砂区で0.00~0.07mg/g・drymud、泥区で0.38~0.80mg/g・drymudの範囲で推移した。干潟域、および沿岸域と沖合域の覆砂区ではほとんど検出されなかったが、沿岸域と沖合域の泥区では常に高い値を示した。

#### 4) 底生生物(マクロベントス, 図6~12)

1g未満のマクロベントスは、干潟域では18~32種、沿岸域では覆砂区で15~29種、泥区で5~22種、沖合域で

表 2 水質環境調査結果

調査日	調査海域	試験区	水深(m)	測定層	水温(°C)	塩分	溶存酸素(mg/l)	溶存酸素飽和度(%)
6月28日	沿岸域	覆砂区	6.2	表層	22.8	30.1	6.93	96.1
				底層	22.3	31.2	6.55	90.6
		泥区	7.2	表層	22.7	30.6	7.23	100.3
				底層	22.2	31.7	5.02	65.6
	沖合域	覆砂区	11.2	表層	22.1	29.5	8.35	113.8
				底層	21.8	31.7	6.14	84.5
		泥区	10.9	表層	22.2	29.4	8.30	113.5
				底層	21.9	31.7	5.89	81.1
8月10日	沿岸域	覆砂区	7.2	表層	29.9	30.2	8.11	126.8
				底層	29.0	30.3	6.98	107.8
		泥区	7.9	表層	30.0	30.2	7.87	123.3
				底層	28.9	30.3	6.60	101.7
	沖合域	覆砂区	11.2	表層	28.9	30.5	7.40	114.0
				底層	28.3	30.3	0.21	3.2
		泥区	11.9	表層	28.7	30.5	7.35	113.0
				底層	27.3	30.4	0.20	3.0
11月21日	沿岸域	覆砂区	6.3	表層	14.9	32.0	8.52	102.9
				底層	14.9	32.1	8.22	99.3
		泥区	9.3	表層	15.2	32.0	8.47	102.7
				底層	14.7	32.2	8.29	99.8
	沖合域	覆砂区	11.2	表層	14.0	32.0	8.76	103.8
				底層	14.0	32.1	8.44	100.1
		泥区	11.7	表層	14.1	32.1	8.60	102.2
				底層	14.1	32.1	8.35	93.2
2月25日	沿岸域	覆砂区	8.4	表層	8.3	32.0	10.32	108.1
				底層	8.1	32.3	10.32	107.8
		泥区	10.3	表層	9.0	31.9	9.87	105.0
				底層	8.1	32.4	9.86	103.1
	沖合域	覆砂区	13	表層	8.4	32.7	9.99	105.3
				底層	8.4	32.7	9.70	102.2
		泥区	13.2	表層	8.4	32.7	9.96	105.1
				底層	8.4	32.7	9.69	102.1

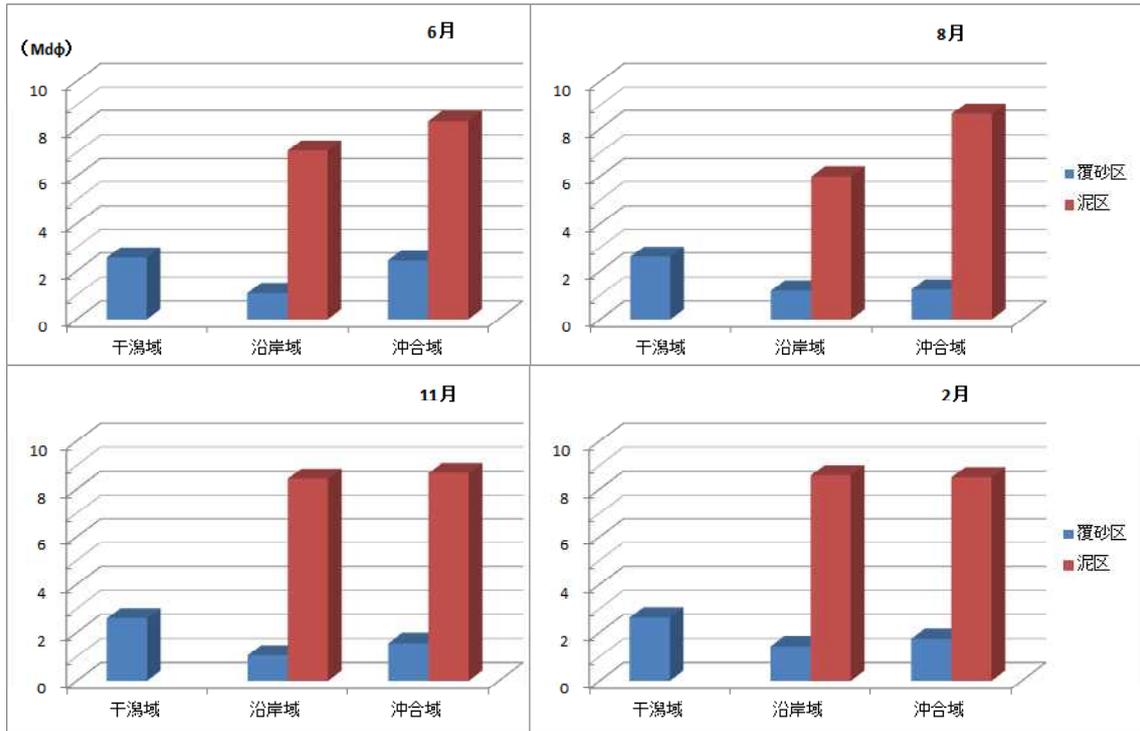


图3 底質分析結果 (Mdφ)

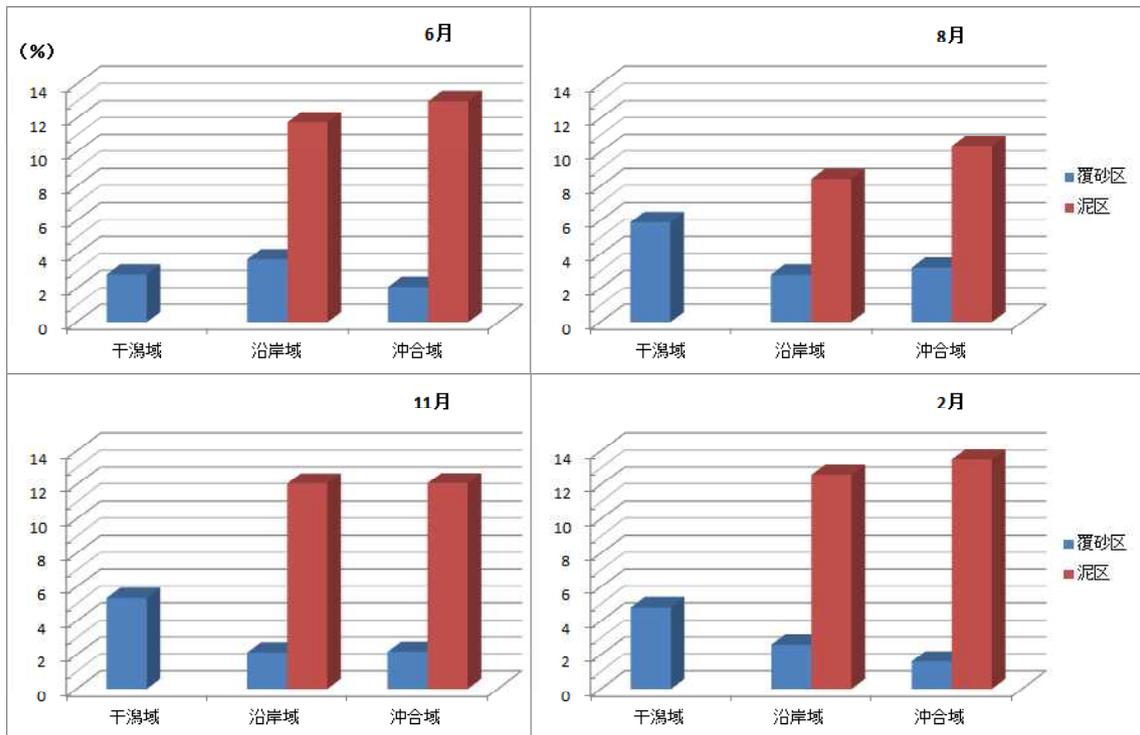


图4 底質分析結果 (強熱減量)

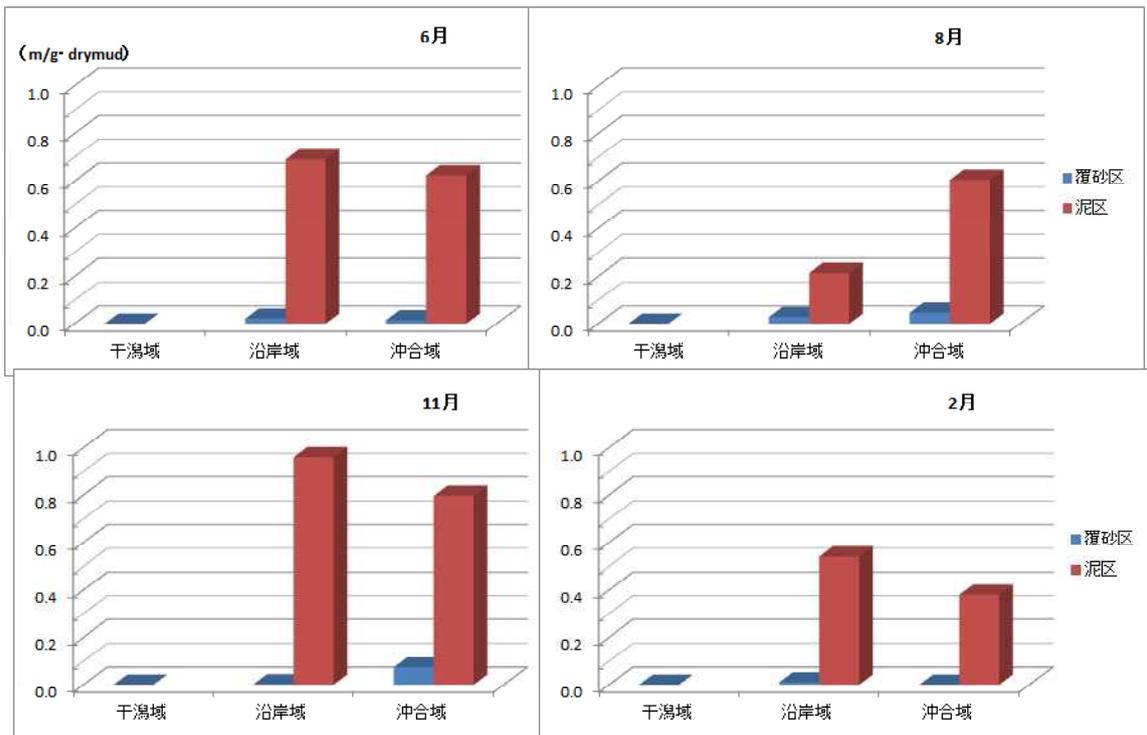


図5 底質分析結果（硫化物量）

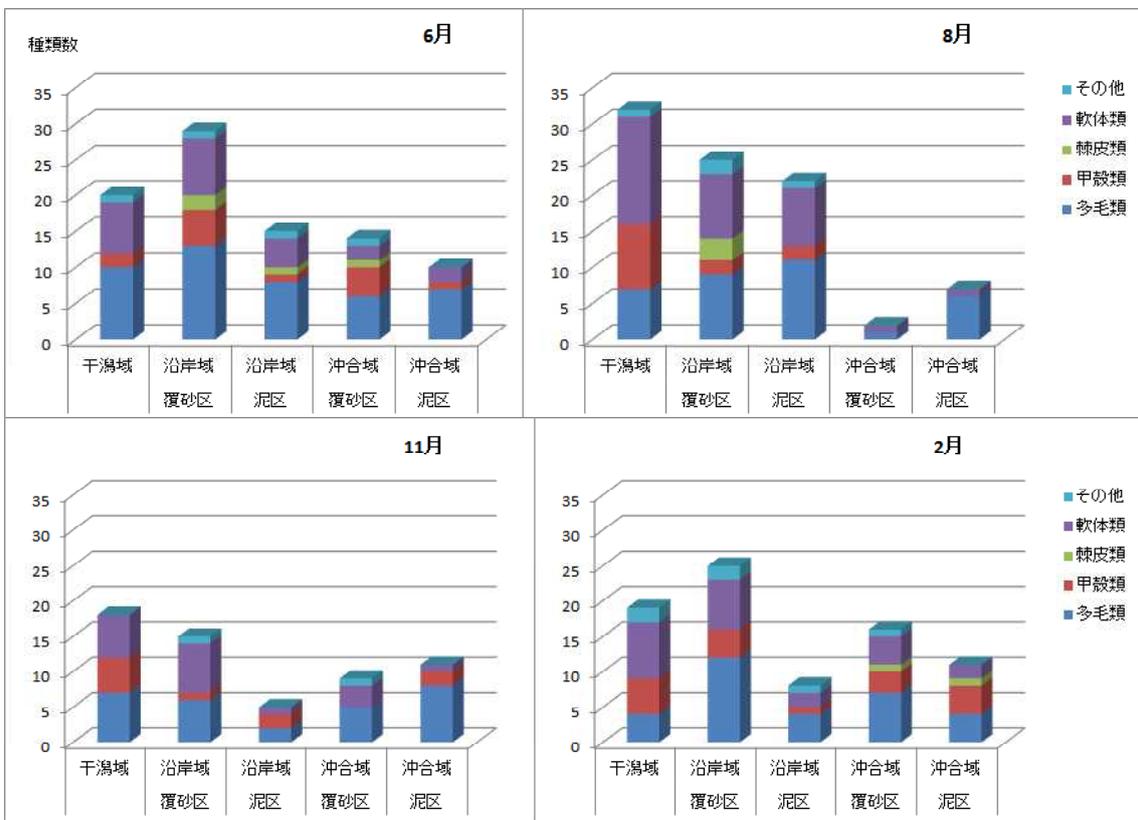


図6 底生生物出現種類数の推移（湿重量1g未満の個体）

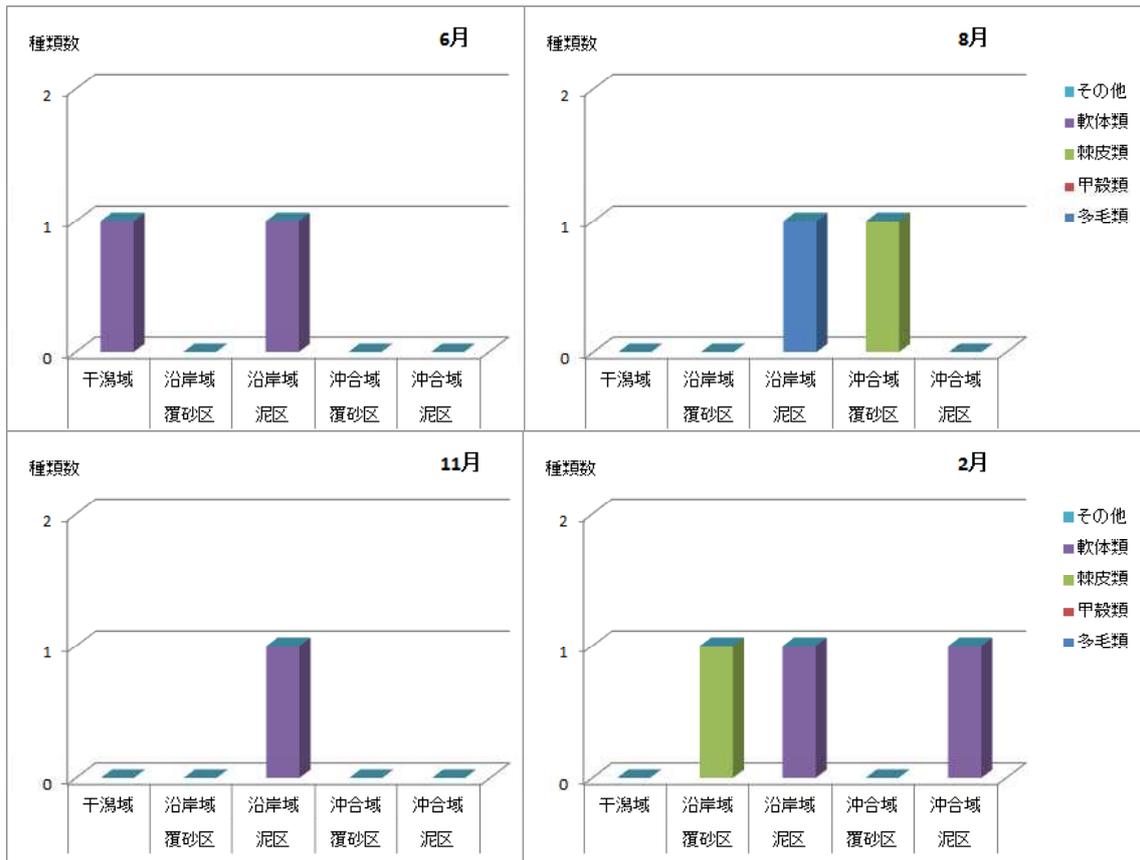


図7 底生生物出現種類数の推移（湿重量1g以上の個体）

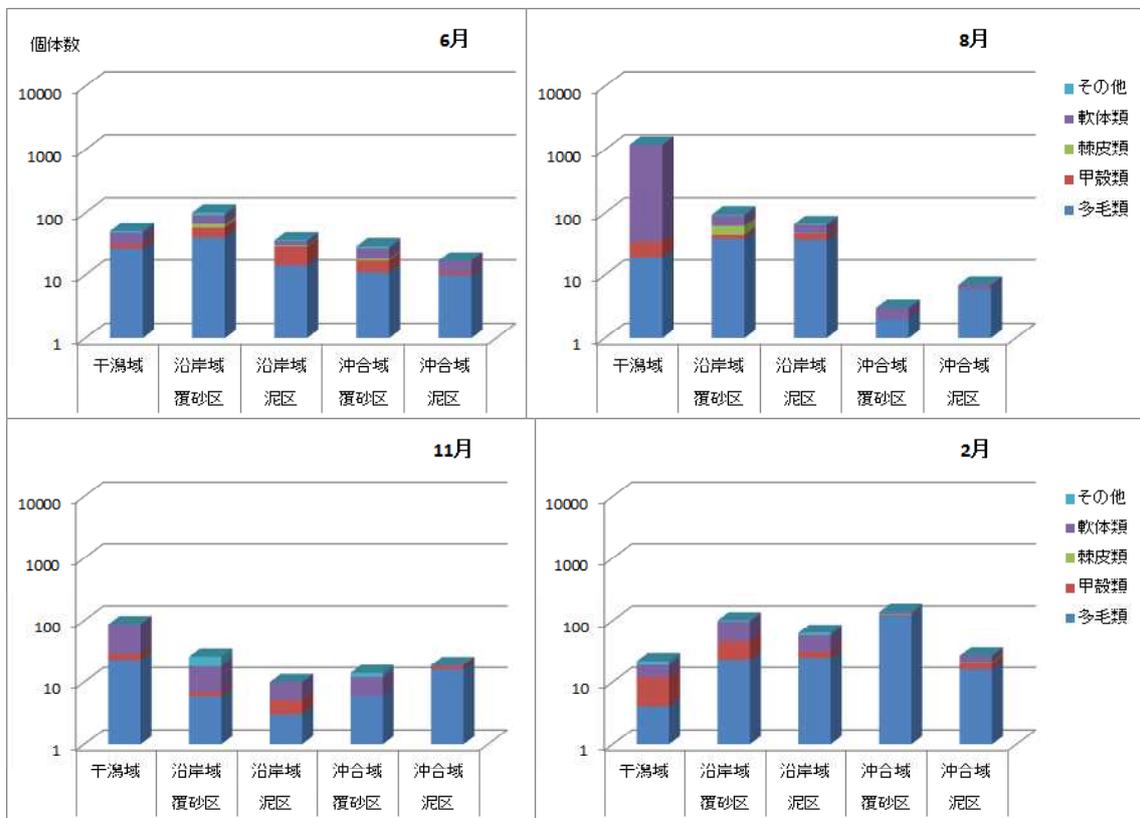


図8 底生生物出現個体数の推移（湿重量1g未満の個体）

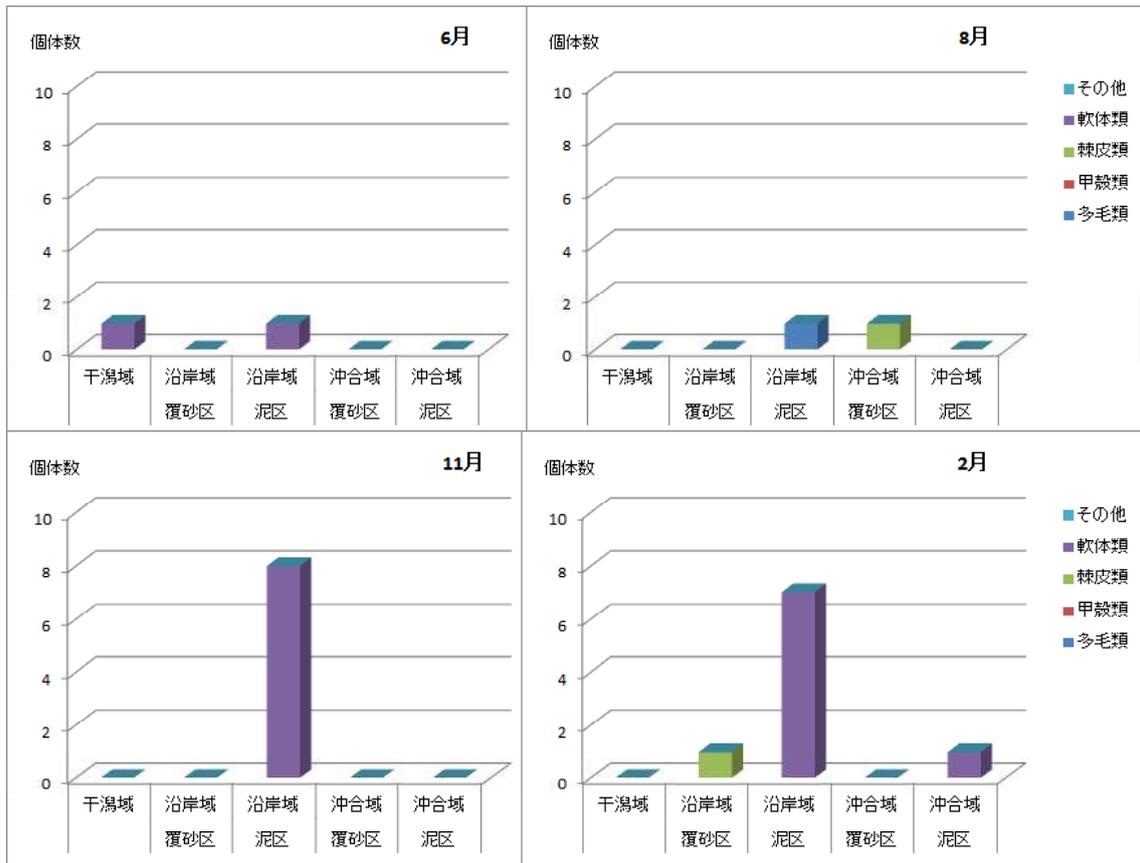


図9 底生生物出現個体数の推移（湿重量1g以上の個体）

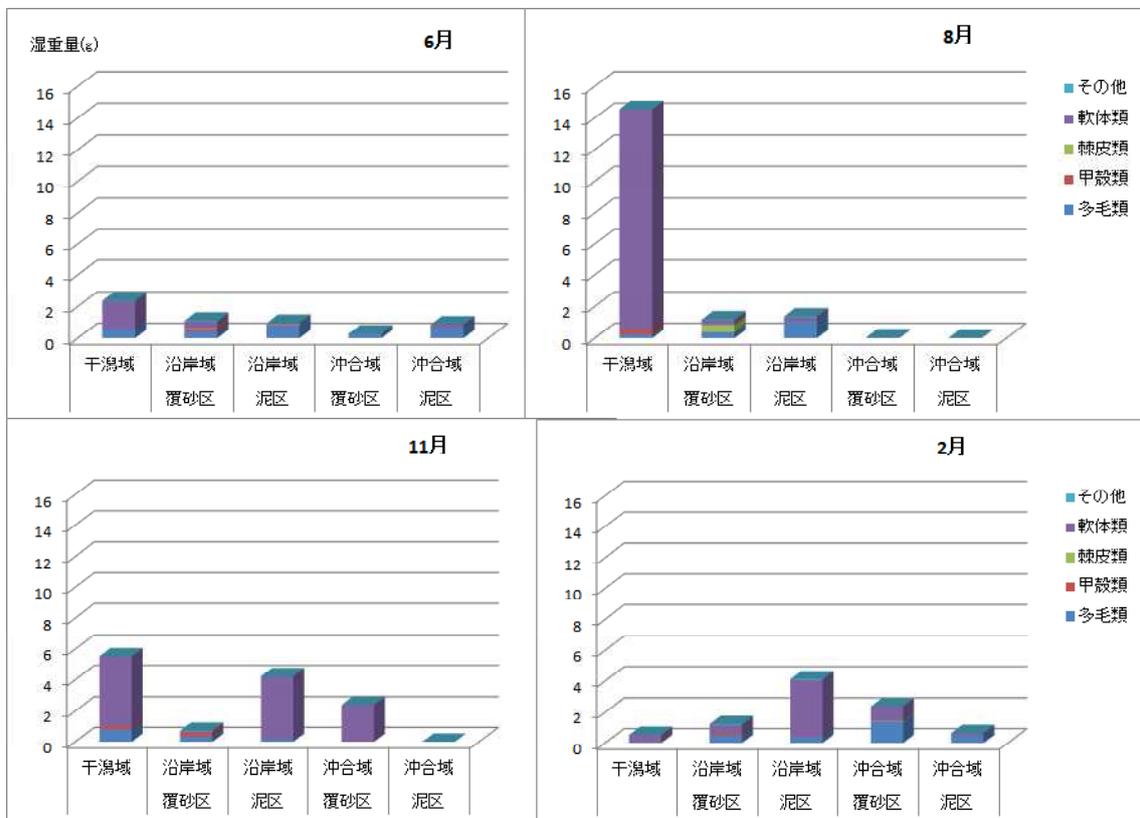


図10 底生生物出現湿重量の推移（湿重量1g未満の個体）

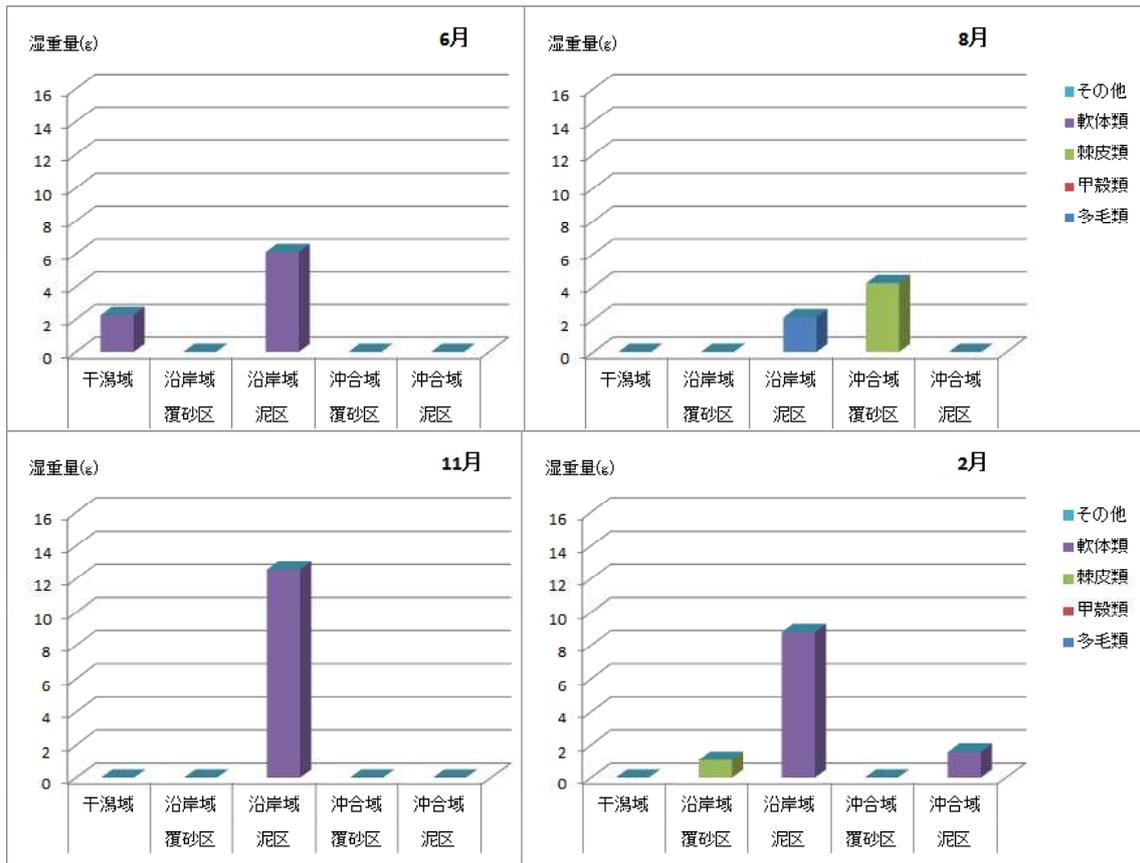


図11 底生生物出現湿重量の推移（湿重量1g以上の個体）

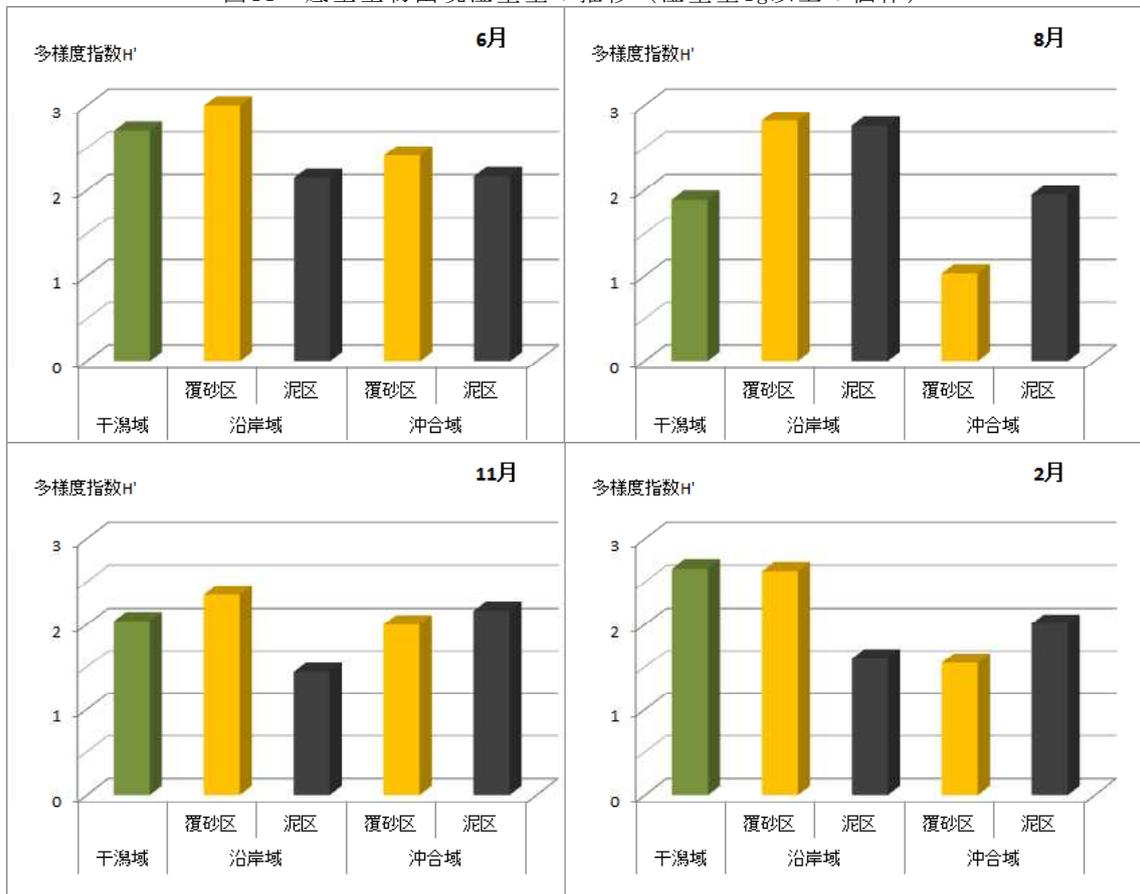


図12 底生生物多様度指数 $H'$ の推移

は覆砂区で2~16種、泥区で7~11種出現した。1g以上のマクロベントスは、6月に干潟域と沿岸域の泥区、8月に沿岸域の泥区と沖合域の覆砂区で、11月に沿岸域の泥区で、2月に沿岸域の覆砂区と泥区、及び沖合域の泥区で、それぞれ1種ずつ出現したのみであった。全体的に、6月と2月に沿岸域の覆砂区で、8月と11月に干潟域で最も出現種類数が多く、沖合域で少ない傾向にあった。内訳をみると期間を通して軟体類と多毛類が多く、8月と11月、及び2月に干潟域で甲殻類が多く認められた。出現種類数について、覆砂区と泥区で比較的顕著な差が認められたのは、6月と2月の沿岸域のみであった。出現個体数についても、1g未満の個体が多かったが、期間を通して覆砂区と泥区で顕著な差は認められなかった。

多様度指数H'については、沿岸域で6月と11月、及び2月に覆砂区の方が高かったが、それ以外に大きな差は認められなかった。

#### 5) 栄養塩等溶出試験結果 (表4~6)

覆砂区におけるDIN溶出抑制効果は、沿岸域で0.13~9.48mg/m<sup>2</sup>/day、沖合域で1.18~18.09mg/m<sup>2</sup>/dayであった。沿岸域では、6月に最も高い効果が認められ、次いで効果8月であった。一方、沖合域では水温の高い8月に最も高い効果が認められ、次いで6月であった。

表4 覆砂区と泥区のDIN溶出量比較結果

試験期間	現場底層水温 (°C)	試験水温 (°C)	試験区	DIN溶出量(mg/m <sup>2</sup> /day)		
				覆砂区	泥区	泥区-覆砂区
2012/6/28	22.3	22.4±0.1	沿岸域	0.00	9.48	9.48
~6/29	21.8		沖合域	14.65	15.83	1.18
2012/8/10	28.9	28.2±0.1	沿岸域	0.00	5.82	5.82
~8/11	27.3		沖合域	0.00	18.09	18.09
2012/11/21	14.9	15.5±0.1	沿岸域	0.45	0.58	0.13
~11/22	14.0		沖合域	0.84	5.28	4.44
2013/2/25	8.1	8.7±0.1	沿岸域	0.00	0.00	0.00
~2/26	8.4		沖合域	1.02	1.31	0.29

表5 覆砂区と泥区のDIP溶出量比較結果

試験期間	現場底層水温 (°C)	試験水温 (°C)	試験区	DIP溶出量(mg/m <sup>2</sup> /day)		
				覆砂区	泥区	泥区-覆砂区
2012/6/28	22.3	22.4±0.1	沿岸域	0.42	1.10	0.68
~6/29	21.8		沖合域	1.50	2.25	0.75
2012/8/10	28.9	28.2±0.1	沿岸域	0.24	3.95	3.70
~8/11	27.3		沖合域	0.00	6.12	6.12
2012/11/21	14.9	15.5±0.1	沿岸域	1.56	4.40	2.85
~11/22	14.0		沖合域	1.37	2.15	0.78
2013/2/25	8.1	8.7±0.1	沿岸域	0.08	0.24	0.16
~2/26	8.4		沖合域	0.56	1.31	0.75

DIPの溶出抑制効果については、沿岸域で0.68~3.70mg/m<sup>2</sup>/day、沖合域で0.75~6.12mg/m<sup>2</sup>/dayであった。沿岸域では、8月に最も高い効果が認められ、次いで6月であった。一方、沖合域では水温の高い8月に最も高い効果が認められ、6月と11月はほぼ同様の結果となった。TNの溶出抑制効果については、沿岸域で0.87~16.47mg/m<sup>2</sup>/day、沖合域で5.20~20.80mg/m<sup>2</sup>/dayであった。沿岸域では、6月に最も高い効果が認められ、8月と11月は同じ結果となった。一方、沖合域では水温の高い8月に最も高い効果が認められ、次いで11月であった。

#### 6) 酸素消費量測定試験結果 (表7)

覆砂区における酸素消費抑制効果は、沿岸域で18.2~551.2mg/m<sup>2</sup>/day、沖合域で148~509.5mg/m<sup>2</sup>/dayであった。沿岸域、沖合域ともに、8月に最も高い効果が認められ、次いで6月であった。

### 3. 生物調査

#### 1) カレイ類 (図13)

カレイ類は、4月に干潟域で最初に出現が認められた。このときの全長平均値は30mmであった。その後、6月には沿岸域と沖合域の覆砂区でも認められ、沖合域においては9月まで認められた。9月の沖合域における全長平均値は120mmを超えており、クルマエビと同様に成長に伴い沖合域へ移動していることが伺えた。覆砂区と泥区の出現状況を比較すると、沿岸域において9月に覆砂区で出現個体数が多い傾向が認められた。

表6 覆砂区と泥区のTN溶出量比較結果

試験期間	現場底層水温 (°C)	試験水温 (°C)	試験区	TN溶出量(mg/m <sup>2</sup> /day)		
				覆砂区	泥区	泥区-覆砂区
2012/6/28	22.3	22.4±0.1	沿岸域	0.0	16.5	16.47
~6/29	21.8		沖合域	29.9	35.1	5.20
2012/8/10	28.9	28.2±0.1	沿岸域	6.1	6.9	0.87
~8/11	27.3		沖合域	0.0	20.8	20.80
2012/11/21	14.9	15.5±0.1	沿岸域	6.1	6.9	0.87
~11/22	14.0		沖合域	3.5	15.6	12.13
2013/2/25	8.1	8.7±0.1	沿岸域	0.0	0.0	0.00
~2/26	8.4		沖合域	2.6	2.6	0.00

表7 覆砂区と泥区の酸素消費量比較結果

試験期間	現場底層水温 (°C)	試験水温 (°C)	試験区	酸素消費速度(mg/m <sup>2</sup> /day)		
				覆砂区(A)	泥区(B)	抑制効果(B-A)
2012/6/28	22.3	22.4±0.1	沿岸	572.8	710.6	137.8
~29	21.8		沖合	334.5	619.6	285.1
2012/8/10	28.9	28.2±0.1	沿岸	320.6	871.8	551.2
~11	27.3		沖合	275.6	785.1	509.5
2012/11/21	14.9	15.5±0.1	沿岸	152.1	170.3	18.2
~22	14.0		沖合	107.5	255.6	148.1
2013/2/25	8.1	8.7±0.1	沿岸	57.9	83.3	25.4
~26	8.4		沖合	65.8	222.8	157.0

2) クルマエビ (図14)

クルマエビは、6月に干潟域で最初に出現が認められ、その後徐々に減少したが、7月には沿岸域の覆砂区、および沖合域の覆砂区と泥区でも認められ、沿岸域では11月まで、沖合域では8月にも認められた。頭胸甲長平均値の推移をみると、最初に認められた干潟域の6月には10mm以下と小型であったものの、7月以降には沿岸域と沖合域で100mmを超える個体が認められ、クルマエビが成長に伴い沖合域へ移動している傾向が伺えた。覆砂区と泥区の出現状況を比較すると、沿岸域において6月に覆砂区で出現個体数が多い傾向が認められた。

3) 小型エビ類 (図15)

小型エビ類は主にアカエビ、トラエビ、サルエビのこ

とを指し、豊前海区における小型底びき網漁業の漁獲物として重要な位置を占める。これらはポンプ網で採捕した場合に損傷が激しいことから、ここでは、これら3種をまとめて小型エビ類とし、個体数のみの推移とした。

小型エビ類は干潟域では、10月に出現したのみであった。沿岸域で認められたのは6月の泥区が最初で、9月以降増加し、11月に最も多く出現した。沖合域でも同様に6月に最初に出現が認められ、9月以降増加し11月に最も多く出現した。覆砂区と泥区を比較すると沿岸域で覆砂区の方が多く、沖合域では11月に泥区の方が多かった。

4) ガザミ (図16)

ガザミは、7月に干潟域で最初に出現が認められ、このときの平均甲幅長は15.0mmであった。干潟域における

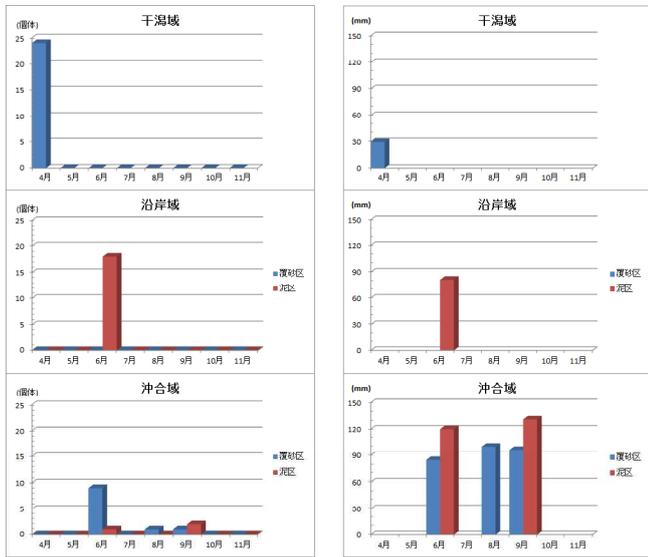


図13 カレイ類出現個体数(左)と全長(右)の推移

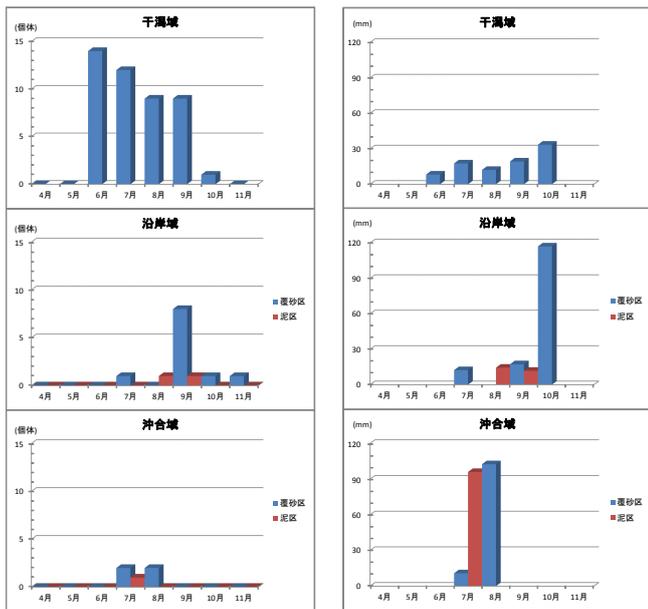


図14 クルマエビ出現個体数(左)と頭胸甲長(右)の推移

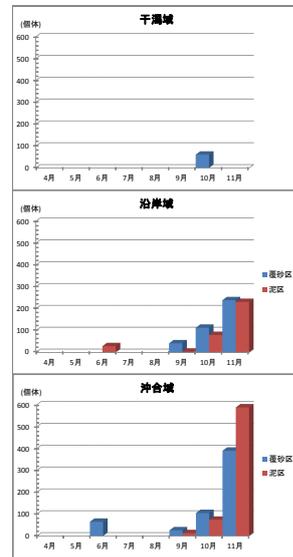


図15 小型エビ類出現個体数の推移

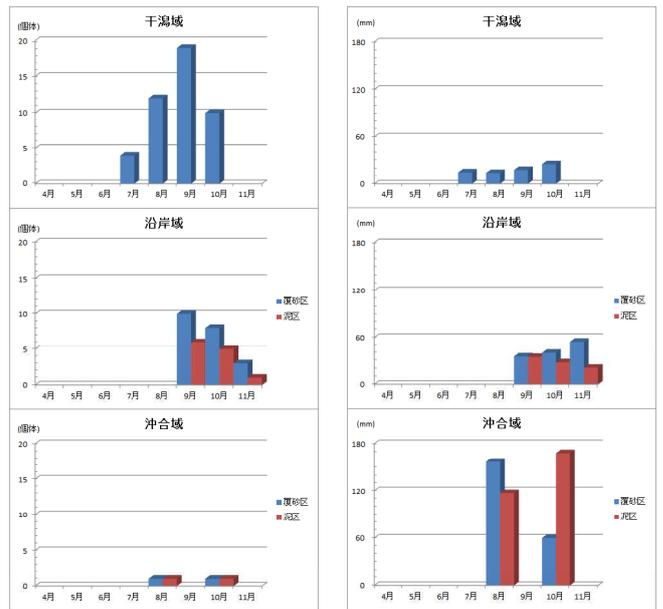


図16 ガザミ出現個体数(左)と甲幅長(右)の推移

出現個体数は、その後徐々に増加し、9月に19個体と最も多く出現し、沿岸域でも9月から認められ始め11月にかけて徐々に減少した。沿岸域での平均甲副長は9月から11月まで、20.9～54.4mmとそれほど成長していなかった。沖合域においては8月と10月に覆砂区、泥区ともに1個体ずつ認められたのみであったが、沖合域の個体の甲副長は60～168mmと干潟域や沿岸域の個体よりも大型であった。覆砂区と泥区を比較すると、沿岸域において覆砂区の方で出現個体数が多く、やや大型であった。

#### 4. 社会環境調査

##### 1) カレイ類 (図17)

カレイ類の月別入荷箱数は61～2,474箱の範囲で推移し、12月に最も多く、6～9月に少なかった。箱単価は1,327～2,844円の範囲で推移し、入荷量の少ない6～8月に高値で取引されていた。

##### 2) クルマエビ (図18)

クルマエビの月別入荷箱数は50～333箱の範囲で推移し、12月に最も多く、1月に最も少なかった。箱単価は比較的高値で安定しており、4,272～5,676円の範囲で推移し、入荷箱数の最も多かった12月に最高値で取引されていた。

##### 3) 小型エビ類 (図19)

小型エビ類の月別入荷箱数は28～721箱の範囲で推移し、11月に最も多く、4, 5, 7, 8月に少なかった。箱単

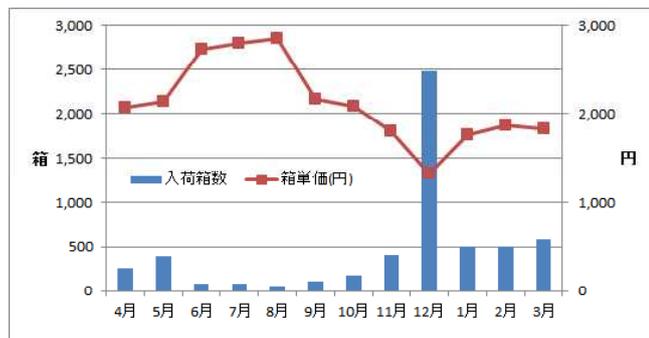


図17 卸売市場、カレイ類入荷箱数と箱単価の推移

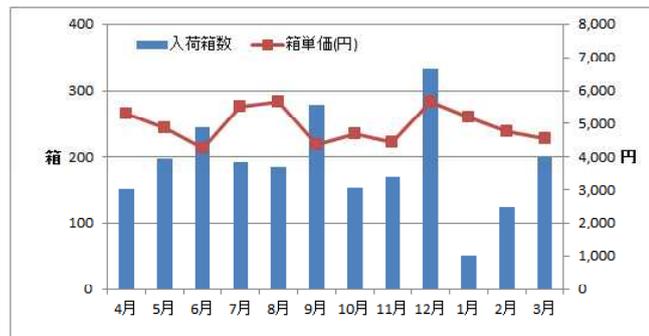


図18 卸売市場、クルマエビ入荷箱数と箱単価の推移

価は776～2,621円の範囲で推移した。箱単価が高かったのは入荷量の少ない5～8月で、最も低かったのは11月であった。

##### 4) ガザミ (図20)

ガザミの月別入荷箱数は313～2,772箱の範囲で推移し、11月に最も多く、7, 8, 1～3月に少なかった。箱単価はクルマエビと同様比較的高値で推移し、2,093～4,285円の範囲であった。箱単価が最も高かったのは12月で、最も低かったのは6月であった。

### 考 察

今年度は、6月から7月に発生した九州北部豪雨の影響により、漁場の塩分が低下し、シャットネラやカレニアなどの有害赤潮が発生、さらには、台風通過後の7月下旬と8月中旬には大規模な貧酸素水塊も発生し、漁業被害が発生した。このような規模の貧酸素水塊が発生したのは平成18年度以降初めてである。今回の調査においても、この貧酸素水塊は8月に沖合域で観測され、このときの泥区底層の酸素飽和度は3.0%まで低下していた。

底質のMdφ, IL, 全硫化物量は、沿岸域、沖合域ともに、全ての調査において、覆砂区の底質環境は泥区に比べて良好であった。

底生生物の多様度指数H'をみると、沿岸域では期間を通して覆砂区の方が泥区よりも高い傾向が認められ、



図19 卸売市場、小型エビ類入荷箱数と箱単価の推移

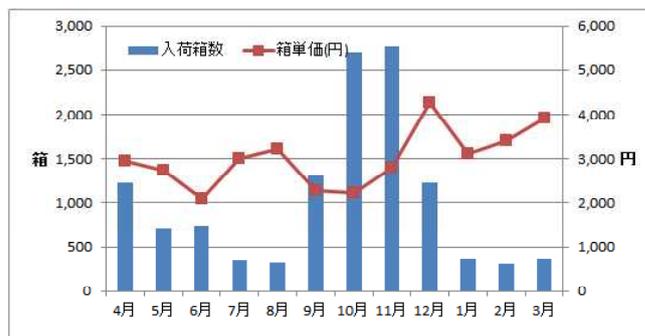


図20 卸売市場、ガザミ入荷箱数と箱単価の推移

沖合域では6月に覆砂区の方が泥区よりもやや高かったものの、8月と11月には逆に泥区の方が高い傾向が認められた。

DIN, DIP, およびTNの溶出試験結果から求めた覆砂区におけるそれぞれの溶出抑制効果は、DINとTNについては沿岸域では6月に最も高く、沖合域では8月に最も高い結果となった。DIPについては沿岸域、沖合域ともに水温の高い8月に最も環境改善効果が高いことも認められた。また、酸素消費抑制効果は沿岸域、沖合域共に8月に最も効果があった。

有用水産生物調査では、夏季に於ける採捕数が少なかったものの、生育場として砂質を好むカレイ類やクルマエビ、及びガザミが成長に伴い沖合域へ移動している傾向は伺えた。

以上のように、干潟域から沿岸域、沖合域にかけて水質、底質環境、及び生物調査を実施した結果、沿岸域や沖合域の覆砂海域では、泥区に比べて比較的良好的な環境であることが伺えた。しかしながら、今年度は、出水に伴う底層の急激な塩分低下や、大規模貧酸素水塊、及び有害赤潮の発生が、底生生物、及びカレイ類やクルマエビ、及びガザミの生育や分布に影響を与えていることが

考えられた。このため、調査結果をより明確にするため、次年度も継続して調査する必要がある。

## 文 献

- 1) 江藤拓也・佐藤博之・神園真人：夏季の周防灘の底質環境とマクロベントスの分布．福岡県水産海洋技術センター研究報告．第8号．107-112(1998)
- 2) 日本海洋学会：沿岸環境調査マニュアル，31-34(2008)．
- 3) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針，242(1980)
- 4) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針，254-257(1980)
- 5) 江藤 拓也・中川 浩一・長本 篤・上妻 智行：豊前浅沖合域における覆砂による底質改善効果，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第16号．115-120(2006)．
- 6) 江藤 拓也・佐藤 利幸・佐藤 博之：豊前浅海域における覆砂による底質改善効果，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第9号．61-65(1999)．

# 漁場環境改善事業

## －効果調査－

尾田 成幸・伊藤 輝昭・石谷 誠・大形 拓路・山田 京平

豊前海の干潟域よりも沖合は、平坦で軟泥質であり有機汚染の進行した海域<sup>1)</sup>で、有害赤潮や貧酸素水塊もしばしば発生し漁業被害の原因となっている。このため、漁場環境の改善を目的とした覆砂や湧昇流発生構造物の設置等の漁場造成事業を実施するとともに、その効果調査も実施している。

今年度は、平成20年度から実施した豊前海南部沖覆砂と、平成22年度から実施した豊前海南部湧昇流発生構造物設置事業の効果調査を実施したのでここに報告する。

### 方 法

#### 1. 豊前海南部沖覆砂

##### (1) 環境調査

調査は平成24年8月10日と11月21日に、図1に示す覆砂工区と非覆砂区(対照区)の調査点で行った。測定方法は水質汚濁調査指針<sup>2)</sup>及び海洋観測指針<sup>3)</sup>に準じて行っ

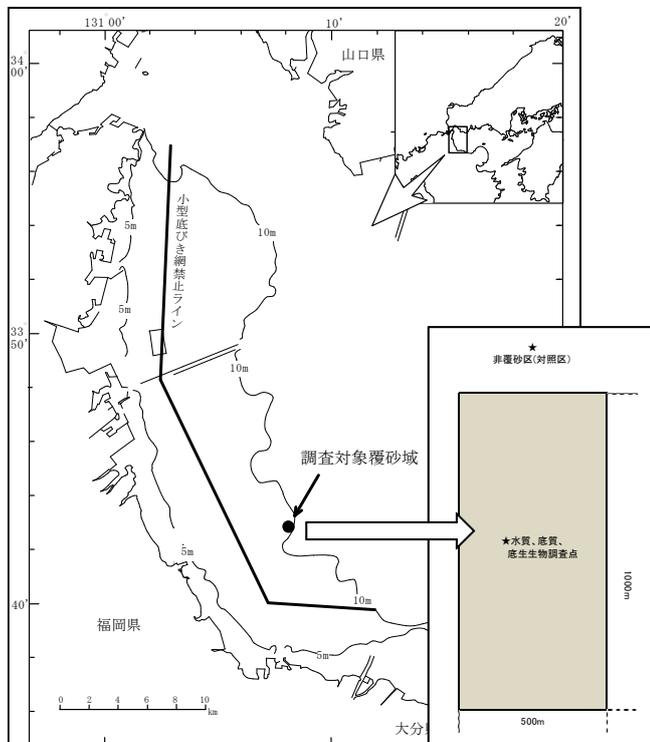


図1 豊前海南部沖覆砂調査海域

た。覆砂工区における底層水の採水と採泥については、確実に覆砂区の上で行うため潜水による補助を行った。

##### 1) 水質

気象、海象、水温、塩分、透明度、酸素飽和度(%)について調査した。水温、塩分はJFEアドバンテック社製のクロロテックACL-220PDK、酸素飽和度(%)はHACH社製のHD30dで測定した。

##### 2) 底質

スミス・マッキンタイヤー採泥器(採泥面積0.05㎡)を用い、覆砂工区と対照区でそれぞれ1回ずつ採泥した。採泥した試料は、速やかに冷蔵保存してそのまま研究室に持ち帰り、強熱減量、全硫化物及び含泥率を分析した。全硫化物量の分析は検知管法で行った。

また、潜水による浮泥の堆積状況も目視確認した。

##### 3) 底生生物(マクロベントス)

スミス・マッキンタイヤー採泥器(採泥面積0.05㎡)を用いて覆砂工区と対照区でそれぞれ1回ずつ採泥した。採泥した試料は、船上で1mmメッシュのふるいにかけて後、残ったものについて10%濃度になるようホルマリン固定し持ち帰り、底生生物の同定計数を行った。

##### (2) 有用水産生物調査

平成24年6月1日、26日、8月31日、9月28日、10月22日、11月26日、3月12日の計7回、図1に示す覆砂工区内で、小型底びき網による漁獲調査を行った。用いた漁具は手繰第2種えびこぎ網(6月1日～9月28日)と手繰第3種けた網(10月22日～3月12日)で、いずれも曳網速度は2～3ノット、曳網時間は20分間とした。曳網回数は原則として覆砂工区、対照区ともに1回ずつとした。こうして採捕した生物は、持ち帰って種類別の尾数、全長等、及び重量を測定した。

#### 2. 豊前海南部湧昇流

##### (1) 環境調査

調査は平成24年8月10日と11月21日に、図2に示す施工区内と非施工区(対照区)の調査点で行った。測定方法は

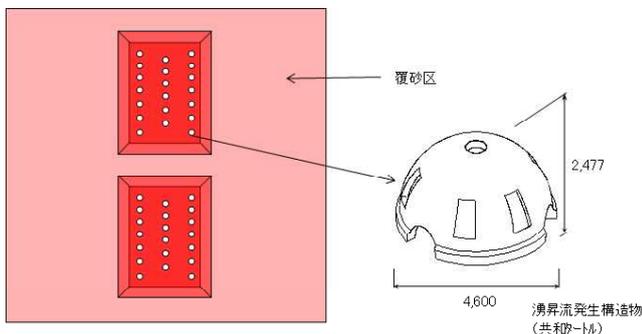
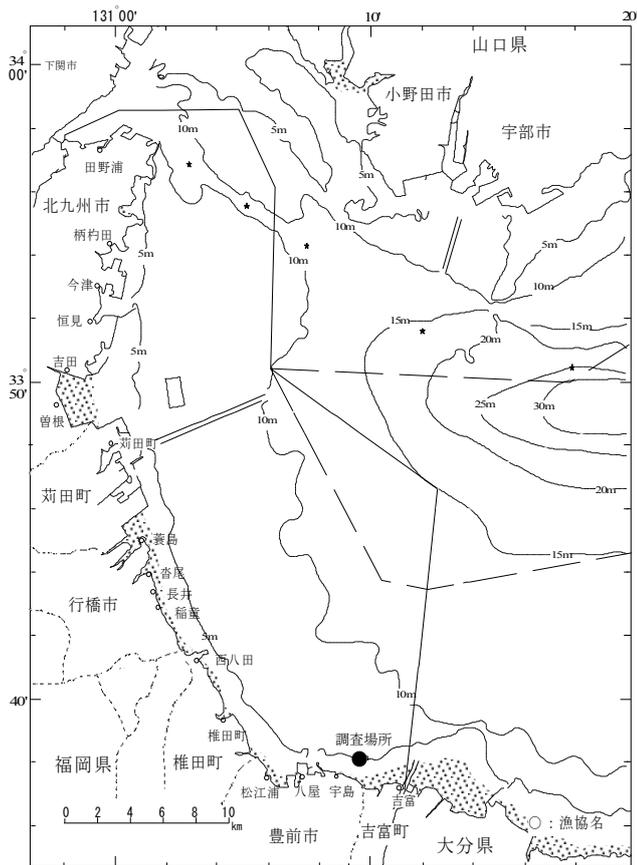


図2 湧昇流構造物調査海域と拡大図

は水質汚濁調査指針<sup>2)</sup>及び海洋観測指針<sup>3)</sup>に準じて行った。施工区における底層水の採水と採泥については、確実に施工区内で行うため潜水による補助を行った。

### 1) 水質

気象、海象、水温、塩分、透明度、酸素飽和度(%)について調査した。水温、塩分はJFEアドバンテック社製のクロロテックACL-220PDK、酸素飽和度(%)はHACH社製のHD30dで測定した。

### 2) 底質

スミス・マッキンタイヤー採泥器(採泥面積0.05m<sup>2</sup>)を用い、覆砂工区と対照区でそれぞれ1回ずつ採泥した。採泥した試料は、速やかに冷蔵保存してそのまま研究室に持ち帰り、強熱減量、全硫化物及び含泥率を分析した。全硫化物量の分析は検管法で行った。

また、潜水による浮泥の堆積状況も目視確認した。

### 3) 底生生物(マクロベントス)

スミス・マッキンタイヤー採泥器(採泥面積0.05m<sup>2</sup>)を用いて覆砂工区と対照区でそれぞれ1回ずつ採泥した。採泥した試料は、船上で1mmメッシュのふるいにかけて後、残ったものについて10%濃度になるようホルマリン固定し持ち帰り、底生生物の同定計数を行った。

### (2) 有用水産生物調査

平成24年6月13~14日, 28~29日, 8月21~22日, 10月30~31日, 11月13~14日, 2月24~25日の計6回, さし網とかごによる漁獲調査を行った。さし網については、高さ0.7m目合い約3.5cmのえび建網5反(100m)分を、かごについては20個を、それぞれ湧昇流発生構造物周辺に夕方設置し翌朝回収した。なお、かごによる調査は11月13~14日に、対照区での調査は6月28~29日にのみ実施した。こうして採捕した生物は、持ち帰って種類別の尾数、全長等、及び総重量を測定した。

### (3) 潜水目視調査

平成24年6月13, 28日, 10月30日, 11月21日, 2月25日, 3月18日の計6回, 潜水による浮泥の堆積状況, 湧昇流発生構造物の付着生物, および有用水産生物の蜻集状況等の目視観察を行った。

## 結 果

### 1. 豊前海南部沖覆砂

#### (1) 環境調査

##### 1) 水質(表1)

水温は、8月に覆砂工区の表層(0.5m層)で28.9℃, 底層(B-1m)で28.3℃, 対照区の表層で28.7℃, 底層で27.3℃, 11月に覆砂工区の表層と底層ともに14.0℃, 対照区の表層と底層ともに14.1℃であった。覆砂工区, 対照区ともに8月に表層の方が高く, 11月に表層, 底層の差は認められなかった。

塩分は、8月に覆砂工区の表層で30.5, 底層で30.4, 対照区の表層で30.5, 底層で30.4, 11月に覆砂工区の表層で32.0, 底層で32.1, 対照区の表層で32.1, 底層で32.1であった。いずれの調査においても, 覆砂工区, 対照区ともに表層と底層の差は認められなかった。

酸素飽和度は、8月に覆砂工区の表層で114.0%, 底層

で3.2%，対照区の表層で113.0%，底層で3.0%と両区とも底層で貧酸素水塊が認められた。11月には覆砂工区の表層で102.9%，底層で99.3%，対照区の表層で102.7%，底層で99.8%であった。今年度は、6～7月の集中豪雨の後に底層の酸素濃度が急激に低下し、8月に両区の底層で貧酸素水塊が認められたが、その後は水温の低下とともに解消に向かい、11月の調査時には認められなかった。

2) 底質 (表1)

強熱減量は8月に覆砂工区で4.8%，対照区で10.5%，11月に覆砂工区で2.4%，対照区で12.2%であった。全硫化物は、8月に覆砂工区で0.08mg/dry-g，対照区で0.69mg/dry-g，11月に覆砂工区で0.09mg/dry-g，対照区で0.92mg/dry-gであった。含泥率は、8月に覆砂工区で12.0%，対照区で98.3%，11月に覆砂工区で10.6%，対照区で98.5%であった。覆砂工区では、若干の浮泥の堆積が認められたものの、8月、11月ともに全ての項目において対照区よりも低い値を示した。

3) 底生生物 (表2)

底生生物 (マクロベントス) の出現状況は、8月に覆砂工区で2種2個体、対照区で3種3個体と極めて少なかった。

表1 水質底質調査結果

調査日	採水場所	水深 (m)	採水層 (m)	水質				底質		
				水温 (°C)	塩分 (psu)	酸素濃度 (mg/l)	酸素濃度 (%)	強熱減量 (%)	全硫化物 (mg/dry-g)	含泥率 (%)
8月10日	覆砂工区	11.4	0.5	28.9	30.5	7.4	114.0	4.8	0.08	12.0
			B-1	28.3	30.4	0.2	3.2			
	対照区 (非覆砂区)	11.6	0.5	28.7	30.5	7.4	113.0	10.5	0.69	98.3
			B-1	27.3	30.4	0.2	3.0			
11月21日	覆砂工区	11.2	0.5	14.0	32.0	8.8	102.9	2.4	0.09	10.6
			B-1	14.0	32.1	8.4	99.3			
	対照区 (非覆砂区)	11.7	0.5	14.1	32.1	8.6	102.7	12.2	0.92	98.5
			B-1	14.1	32.1	8.4	99.8			

表2-1 底生生物調査結果 (8月10日)

類	重量区分	覆砂工区			対照区		
		個体数	湿重量 (g)	種類数	個体数	湿重量 (g)	種類数
多毛類	1g未満	1	0.02	1	3	+	3
	1g以上	1	4.21	1	0	0	0
甲殻類	1g未満	0	0	0	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
棘皮類	1g未満	0	0	0	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
軟体類	1g未満	0	0	0	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
その他	1g未満	0	0	0	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
計	1g未満	1	0.02	1	3	+	3
	1g以上	1	4.21	1	0	0	0
多様性指数 H'	1g未満	1.00			1.79		
	1g以上	1.00			-		

表2-2 底生生物調査結果 (11月21日)

類	重量区分	覆砂工区			対照区		
		個体数	湿重量 (g)	種類数	個体数	湿重量 (g)	種類数
多毛類	1g未満	2	+	2	13	0.01	7
	1g以上	0	0	0	0	0	0
甲殻類	1g未満	0	0	0	2	+	2
	1g以上	0	0	0	0	0	0
棘皮類	1g未満	6	2.41	3	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
軟体類	1g未満	0	0	0	1	+	1
	1g以上	0	0	0	0	0	0
その他	1g未満	1	+	1	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
計	1g未満	9	2.41	6	16	0.01	10
	1g以上	0	0	0	0	0	0
多様性指数 H'	1g未満	2.42			3.16		
	1g以上	-			-		

11月には覆砂工区で6種9個体，対照区で10種16個体出現し回復の兆しが認められた。

多様性指数 (H') は、湿重量1g未満の個体では、8月に覆砂工区で1.00，対照区で1.79，11月に覆砂工区で2.42，対照区で3.16といずれも対照区の方が高かった。湿重量1g以上の個体では、8月に覆砂工区で1.00であったが、その他の試験区では11月ともに出現は認められなかった。

(2) 有用水産生物調査

漁獲調査の結果を表3に、覆砂工区と対照区の漁獲物の比較を表4に、小型底びき網による漁獲物を図4に示した。

6月1日，26日，9月28日，3月12日に有用生物のまとまった漁獲が認められたが、貧酸素水塊の発生した8月の調査ではほとんど漁獲されず、また、11月26日の調査では有用水産生物の出現が認められなかった。

覆砂工区における漁獲尾数の上位5種の内訳をみると、6月21日にシャコ，シログチ，エビジャコ，トラエ

表3-1 有用水産生物調査結果①

調査日	魚種	漁獲尾数		平均測定長 (mm)		平均体重 (g)	
		覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区
6月1日	シログチ	98		136.5		67.4	
	ネズミゴチ類	23		116.7		7.4	
	カナガシラ	19		74.4		4.4	
	テンジクダイ	11		67.0		4.3	
	シロギス	7		130.9		17.4	
	オキヒイラギ	6		72.2		4.5	
	マコガレイ	4	14	67.5	77.9	3.2	5.6
	ハゼ類	3		78.0		3.4	
	メイトガレイ	3	1	107.3	100.0	14.9	12.0
	ウマヅラハギ	2		299.0		359.7	
	アイナメ	1		103.0		11.8	
	アカシタビラメ	1		173.0		26.3	
	カタクチイワシ	1		94.0		4.6	
	ツバクロエイ	1		323.0		211.4	
	シャコ	102	8	71.4	63.9	6.5	4.3
	エビジャコ	34	84			47.8	114.3
	トラエビ	24	20	60.0	64.8	2.5	3.1
	サルエビ	14	2	51.3	60.0	2.5	3.8
	アカエビ	12	5	52.3	54.4	1.6	1.8
	オニテッポウエビ	4		54.0		4.4	
	シバエビ		2		93.0		9.3
	ヨシエビ		1		109.0		15.5
	小型イカ類	68				693.4	
コウイカ	2		130.0		175.1		
6月26日	テンジクダイ	61	25	70.2		62.1	65.4
	シログチ	58	172	167.6	158.9	195.4	382.1
	オキヒイラギ	43	3	75.4		39.2	10.5
	シロギス	13		143.6		22.3	
	ネズミゴチ類	9	21	121.0	107.7	7.0	29.9
	ハモ	5		628.0		337.2	
	マアジ	2	2	115.0	73.0	14.0	3.7
	アカシタビラメ	1		210.0		53.2	
	アカハゼ	1	4	157.0	72.0	19.2	6.8
	エソ類	1	1	175.0	168.0	35.1	23.6
	カナガシラ	1		107.0		12.2	
	シショウダイ	1		560.0		2598.0	
	スズキ	1		720.0		2924.7	
	トラギス sp.	1		100.0		8.8	
	ヒイラギ	1	8	88.0		8.5	75.4
	マコガレイ	1	4	93.0	93.0	9.3	10.0
	マゴチ	1		425.0		475.8	
	メアジ	1	3	122.0	77.7	17.9	4.7
	メイトガレイ	1		76.0		4.5	
	タチウオ		1		303.0		10.9
	アカエビ	9	27	59.1		20.7	83.0
	シャコ	5	3	75.6	67.3	7.7	4.9
	サルエビ	4		41.8		1.4	
エビジャコ	3	17	42.7		1.1	10.6	
スベスベエビ	3	20	43.0		1.2	33.5	
トラエビ	1	3	62.0		2.9	7.5	
シバエビ		1				10.8	
小型イカ類	73	12			732.4	141.3	
ミミイカ	1				13.4		
8月31日	ハモ	1		60.0		261.0	
	ボラ	1		710.0		3720.0	
	シャコ	12	17	84.9	81.6	9.9	9.0
	クルマエビ	2		102.5		13.6	
	ガザミ	1	1	157.0	117.0	183.7	82.0
	ヨシエビ	1		92.0		10.7	

表3-2 有用水産生物調査結果②

調査日	魚種	漁獲尾数		平均測定長(mm)		平均体重(g)	
		覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区
9月28日	エソ類	28	4	157.2	167.8	148.2	43.1
	テンジクダイ	12	15	73.0	68.7	16.0	17.4
	マアジ	1	1	132.3	134.0	60.5	20.9
	ハモ	7	7	89.0	86.7	368.6	360.7
	カタクチイワシ	3		104.0		5.0	
	ワニゴチ	2		74.0		2.6	
	シロサバフグ	1	4	125.0	126.5	32.7	36.4
	タマガンゾウビラメ	1		95.0		7.0	
	アカシタビラメ	1	1		216.0		55.2
	アカハゼ	1	1		153.0		15.6
	イトヒキハゼ	1	1		123.0		10.1
	ハゼ類	1	1		85.0		4.3
	ハタタテヌメリ	1	1		90.0		3.6
	メイタガレイ	2	2		131.0		24.5
	サルエビ	166	73	36.5		13.0	82.1
	シバエビ	15	61	80.6	79.6	14.8	42.3
	シャコ	13	5	62.8	65.2	4.6	4.7
	アカエビ	8	12	47.6		1.4	18.5
	ガザミ	4	6	70.0	75.3	13.7	
	クマエビ	1	1	88.0	88.0	8.8	6.4
ヨシエビ	1	11	107.0	68.5	16.0	4.9	
スベスベエビ	2	2		41.5		1.0	
トラエビ	5	5		53.4		2.2	
小型イカ類	187	67			774.9	365.5	
トリガイ	5		25.2		2.4		
コウイカ	1	6				144.6	
シリヤケイカ	1	1				44.3	
ミミイカ	1	5				18.4	
10月22日	小型エビ類	346	490			1212.2	1714.0
	シバエビ	255	231	84.0		148.2	1470.7
	シャコ	17	24	42.4	49.8	1.4	2.9
	ヨシエビ	4	11	91.3	75.4	9.8	5.7
	ガザミ	1	2	60.0	52.0	12.0	7.6
	クマエビ	1	3	73.0	97.7	5.2	12.4
	小型イカ類	174	14			1391.8	112.0
3月12日	ネズミゴチ類	4	5	93.0	90.6	4.4	3.8
	アカシタビラメ	3	1	192.3	135.0	36.2	13.1
	マゴチ	3	2	383.7	365.5	446.3	388.5
	その他ハゼ類	7	7				13.0
	テンジクダイ	1	1		59.0		2.7
	メイタガレイ	2	2		55.5		2.4
	トラエビ	86	175	48.0	48.1	7.1	11.1
	サルエビ	75	2	49.1	60.0	12.2	3.3
	シャコ	14	30	58.1	59.0	3.6	4.3
	ヨシエビ	14	33	99.8	84.6	13.1	8.6
	アカエビ	9	16	50.0	50.8	3.1	2.6
	シバエビ	8	3	85.5	88.3	6.5	7.8
	ガザミ	3		116.7		91.4	
	クルマエビ		1		79.0		5.8
	タイラギ	32	105	120.4	101.3	62.7	106.4
	アカガイ	3	9	74.7	67.8	104.3	106.2
	コウイカ	1		140.0		264.4	
	マダコ	1				155.0	

表4 有用水産生物の覆砂工区と対照区の比較

魚種	漁獲尾数		A/B	総重量(g)		A/B
	覆砂工区:A	対照区:B		覆砂工区:A	対照区:B	
シログチ	700	474	1.5	11702.5	9396.7	1.2
テンジクダイ	84	41	2.0	483.4	202.9	2.4
オキヒイラギ	49	3	16.3	262.4	20.9	12.6
ネズミゴチ類	36	26	1.4	250.9	138.5	1.8
ヒイラギ	34	13	2.6	136.1	93.5	1.5
エソ類	29	5	5.8	1220.9	196.1	6.2
カナガシラ	20			96.3		
シロギス	14			412.5		
マアジ	14	3	4.7	269.9	28.2	9.6
ハモ	13	7	1.9	4527.4	2525.2	1.8
アカシタビラメ	5	2	2.5	188	68.3	2.8
マゴチ	5	18	0.3	22	118.8	0.2
カタクチイワシ	4			19.6		
マゴチ	4	2	2.0	1814.6	776.9	2.3
メイタガレイ	4	5	0.8	49.3	65.8	0.7
ハゼ類	3	1	3.0	10.2	4.3	2.4
ウマヅラハギ	2			719.4		
ワニゴチ	2			5.2		
アイナメ	1			11.8		
アカハゼ	1	5	0.2	19.2	29.1	0.7
コショウダイ	1			2598		
シロサバフグ	1	4	0.3	32.7	145.4	0.2
スズキ	1			2924.7		
タマガンゾウビラメ	1			7		
ツバクロエイ	1			211.4		
トラギスsp.	1			8.8		
ボラ	1			3720		
メアジ	1	3	0.3	17.9	14.2	1.3
イトヒキハゼ	1			0.0	10.1	0.0
その他ハゼ類	7			0.0	13	0.0
タチウオ	1			0.0	10.9	0.0
ハタタテヌメリ	1			0.0	3.6	0.0
小型エビ類	346	490	0.7	1212.2	1714	0.7
シバエビ	278	298	0.9	1770.5	1861.6	1.0
サルエビ	259	77	3.4	369.6	96.1	3.8
シャコ	163	87	1.9	956.2	425.7	2.2
トラエビ	111	203	0.5	199	314.5	0.6
アカエビ	38	60	0.6	226.4	139.6	1.6
エビジャコ	37	101	0.4	51.2	124.9	0.4
ヨシエビ	20	56	0.4	249.3	413.8	0.6
ガザミ	9	3	3.0	524.5	97.2	5.4
オニテッポウエビ	4			17.7		
スベスベエビ	3	22	0.1	3.6	35.5	0.1
クマエビ	2	9	0.2	14	75.8	0.2
クルマエビ	2	1	2.0	27.1	5.8	4.7
小型イカ類	502	93	5.4	3592.5	618.8	5.8
タイラギ	32	105	0.3	376.4	1276.6	0.3
トリガイ	5			12.1		
アカガイ	3	9	0.3	313	955.6	0.3
コウイカ	3	6	0.5	614.5	144.6	4.2
マダコ	1			155		
ミミイカ	1	5	0.2	13.4	18.4	0.7
シリヤケイカ	1	1	0.0		44.3	0.0

ビ、ネズミゴチ類、6月26日にテンジクダイ、シログチ、オキヒイラギ、シロギス、アカエビ、シバエビ、9月28日にシログチ、小型イカ類、サルエビ、ヒイラギ、10月22日に小型エビ類(トラエビ、サルエビ、アカエビ等)、シバエビ、シャコ、ヨシエビ、ガザミ、3月12日にトラエビ、サルエビ、タイラギ、シャコ、ヨシエビの順に多かった。

平成24年度漁期は、夏季のシャットネラ赤潮や貧酸素水塊の発生により漁業被害が発生し、不漁の年であったが、シログチ、小型イカ類、小型エビ類(アカエビ、サルエビ、トラエビ)等が多かった。有用水産生物の種類数は覆砂工区で多く、特に、シロギス、クルマエビは覆砂工区でしか漁獲されなかった。



図4 小型底びき網による漁獲物 (H25. 3. 12, 上:覆砂工区, 下:対照区)

2. 豊前海南部湧昇流

(1) 環境調査

1) 水質 (表5)

水温は、8月に施工区の表層（0.5m層）で29.9℃、底層（B-1m）で29.1℃、対照区の表層で30.0℃、底層で29.0℃、11月に施工区の表層と底層ともに14.9℃、対照区の表層で15.2℃、底層で14.7℃であった。8月には施工区、対照区ともに表層の方が高く、11月に対照区で表層の方が高かった。

塩分は、8月に施工区の表層で30.2、底層で30.3、対照区の表層で30.2、底層で30.3、11月に両区ともに表層で32.0、底層で32.2であった。いずれの調査においても、両区とも表層と底層の差はほとんど認められなかった。

酸素飽和度は、8月に施工区の表層で126.8%、底層で107.8%、対照区の表層で123.3%、底層で101.8%と両区とも底層の方が低かった。11月には施工区の表層で102.6%、底層で99.3%、対照区の表層で102.7%、底層で99.8%とここでも両区ともに底層の方が低かった。

## 2) 底質 (表5)

強熱減量は8月に施工区で3.1%、対照区で8.3%、11月に施工区で2.1%、対照区で11.9%であった。全硫化物は、8月に施工区で0.04mg/dry-g、対照区で0.35mg/dry-g、11月に施工区で0.003mg/dry-g、対照区で0.81mg/dry-gであった。含泥率は、8月に施工区で9.6%、対照区で65.8%、

表5 水質底質測定結果

調査日	採水場所	水深 (m)	水質				底質			
			採水層 (m)	水温 (°C)	塩分 (psu)	酸素濃度 (mg/l)	酸素濃度 (%)	強熱減量 (%)	全硫化物 (mg/dry-g)	含泥率 (%)
8月10日	施工区	7.2	0.5	29.9	30.2	8.1	126.8	3.1	0.04	9.6
		B-1	29.1	30.3	7.0	107.8				
	非施工区 (対照区)	7.9	0.5	30.0	30.2	7.9	123.3	8.3	0.35	65.8
		B-1	29.0	30.3	6.6	101.8				
11月21日	施工区	6.3	0.5	14.9	32.0	8.5	102.6	2.1	0.003	4.0
		B-1	14.9	32.2	8.2	99.3				
	非施工区 (対照区)	9.3	0.5	15.2	32.0	8.5	102.7	11.9	0.81	97.1
		B-1	14.7	32.2	8.3	99.8				

表6-1 底生生物調査結果(8月10日)

類	重量区分	覆砂区			対照区		
		個体数	湿重量 (g)	種類数	個体数	湿重量 (g)	種類数
多毛類	1g未満	3	0.32	3	2	0.07	2
	1g以上	0	0	0	0	0	0
甲殻類	1g未満	0	0	0	1	+	1
	1g以上	0	0	0	0	0	0
棘皮類	1g未満	0	0	0	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
軟体類	1g未満	5	0.07	3	4	3.08	1
	1g以上	0	0	0	4	5.06	1
その他	1g未満	2	0.01	1	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
計	1g未満	10	0.4	7	7	3.15	4
	1g以上	0	0	0	4	5.06	1
多様性指数 H'	1g未満	1.83			1.15		
	1g以上	-			0.00		

表6-2 底生生物調査結果(11月21日)

類	重量区分	覆砂区			対照区		
		個体数	湿重量 (g)	種類数	個体数	湿重量 (g)	種類数
多毛類	1g未満	17	0.23	7	11	0.50	5
	1g以上	0	0	0	0	0	0
甲殻類	1g未満	4	+	2	9	0.02	2
	1g以上	0	0	0	0	0	0
棘皮類	1g未満	16	0.45	3	0	0	0
	1g以上	0	0	0	0	0	0
軟体類	1g未満	13	0.2	6	3	0.01	2
	1g以上	0	0	0	0	0	0
その他	1g未満	3	0.02	2	1	0.02	1
	1g以上	0	0	0	0	0	0
計	1g未満	53	0.9	20	24	0.55	10
	1g以上	0	0	0	0	0	0
多様性指数 H'	1g未満	2.46			2.05		
	1g以上	-			-		

11月に施工区で4.0%、対照区で97.1%であった。施工区では、若干の浮泥の堆積が認められたものの、8月、11月ともに全ての項目において対照区よりも低い値を示した。

## 3) 底生生物(表6)

底生生物(マクロベントス)の出現状況は、8月に施工区で20種53個体、対照区で10種24個体、11月に施工区で7種10個体、対照区で5種11個体出現し、出現種類数、個体数共に11月に少なかった。

多様性指数 (H') は、湿重量1g未満の個体では、8月に施工区で2.46、対照区で2.05、11月に施工区で1.83、対照区で1.15といずれも施工区の方が高かった。湿重量1g以上の個体では、11月に対照区で0.00であった。それ以外の試験区では底生生物の出現は認められなかった。

## (2) 有用水産生物調査

さし網による漁獲調査の結果を表7に、6月28~29日に実施した施工区と対照区の漁獲物の漁獲尾数、および総重量の比較を表8に、漁獲物を図5,6に示した。表8の施工区の漁獲尾数と総重量は1回分の平均値とした。

6月14日、28日、10月31日、11月14日にまとまった漁獲が認められたが、貧酸素水塊発生後の8月22日、および冬季の2月25日の調査では漁獲が認められなかった。

施工区における漁獲尾数の上位5種の内訳を見ると、6月14日にヒイラギ、シャコ、シロギス、マゴチ、ガザミ、6月29日にシャコ、シロギス、カナガシラ他、10月31日

表7 有用水産生物調査結果

調査日	魚種	漁法	漁獲尾数		平均測定長 (mm)		平均体重 (g)				
			覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区			
6月14日	ヒイラギ シロギス マゴチ コノシロ ネズミゴチ類 メイトガレイ シャコ ガザミ クルマエビ アカニシ コウイカ	さし網 5反	7		99.4		12.0				
			2		160.5		28.5				
			2		276.0		123.2				
			1		260.0		134.9				
			1		225.0		43.8				
			1		126.0		23.8				
			5		82.4		9.0				
			2		142.0		211.3				
			1		136.0		26.3				
			1		48.5						
			1		132.0		197.5				
			6月29日	シロギス カナガシラ フグ類 マゴチ メバル カタクチワシ シログチ シャコ イシガニ	さし網 5反	2		167.5		31.7	
						1		153.0		30.1	
1		140.0					55.4				
1		325.0					201.5				
1		132.0					35.4				
	3					101.0		4.1			
	3					161.7		39.8			
8	1	85.6				82.0	9.8	8.7			
	1					85.0		95.0			
8月22日	さし網 5反	漁獲無し									
10月31日	シログチ クルマエビ シバエビ シャコ	さし網 5反				2		132.5		24.3	
						1		109		19.7	
						1		76		6	
			1		68		4.2				
11月14日	テンジクダイ マアナゴ イシガニ シャコ ガザミ ヒメガザミ	かご 20個	1		61		3.3				
			1		368		60.9				
			10		24.8		2.37				
			5		86.8		11.26				
			2		52.5		8				
			1		3.7		2.9				
2月25日	さし網 5反	漁獲無し									

にシログチ、クルマエビ、シバエビ、シャコ、11月14日にイシガニ、シャコ、ガザミ、マアナゴ他の順に多かった。

対照区との比較調査は6月29日に実施したが、対照区ではシログチとシャコのみの漁獲であったのに対し、施工区ではシロギスやシャコが漁獲された。

今年度は、6～7月にかけて発生した集中豪雨後にシャットネラ赤潮や貧酸素水塊が発生し、特に夏季の漁獲量が少ない年であったものの、施工区では砂質を生育場として好むシロギスが6月14日と29日に、クルマエビが6月14日と10月31日に漁獲されている。

### (3) 潜水目視調査

潜水目視調査の結果を図7～9に示した。

湧昇流発生構造物には、フジツボやサンゴモの一種の着生、およびマナマコ等の蛸集が認められ、年々増加している傾向も認められた。

表8 有用水産生物の施工区と対照区の比較

魚種	漁獲尾数			総重量(g)		
	覆砂工区※ (施工区) : A	対照区 (非施工区) : B	A/B	覆砂工区※ (施工区) : A	対照区 (非施工区) : B	A/B
カタクチイワシ		3			12.2	
カナガシラ	0.3			7.5		
コノシロ	0.3			33.7		
シログチ	0.5	3	0.2	12.2	119.3	0.1
テンジクダイ	0.3			0.8		
ネズミゴチ類	0.3			11.0		
ヒイラギ	1.8			21.0		
フグ類	0.3			13.9		
マアナゴ	0.3			15.2		
マゴチ	0.8			112.0		
メイトガレイ	0.3			6.0		
メバル	0.3			8.9		
イシガニ	2.8			29.7		
ガザミ	1.0			56.8		
クルマエビ	0.5			11.5		
シバエビ	0.3			1.5		
シャコ	4.8	1	4.8	46.0	8.7	5.3
シロギス	1.0			30.1		
ヒメガザミ	0.3			0.7		
アカニシ	0.3			12.1		
コウイカ	0.3			49.4		

※6月14日、29日、10月31日、11月14日の調査結果の平均値とした。



図5 有用水産生物調査結果(H24.6.14, 施工区)

また、施工区内海底には6～7月にかけての集中豪雨後の陸域から流入した浮泥の堆積が若干認められたものの、湧昇流発生構造物半円形窓下部周辺には堆積が認められていないことから、構造物周辺に対流が発生しているものと思われる。



図6 有用水産生物調査結果  
(H24.6.29, 上:施工区, 下:対照区)



図7 潜水目視調査結果①  
(湧昇流発生構造物斜め上方からの状況)



図8 潜水目視調査結果②  
(湧昇流発生構造物に蝟集するマナマコ)



図9 潜水目視調査結果③  
(湧昇流発生構造物に浮付着するサンゴモの一種)

## 考 察

今年度は、6月から7月にかけての豪雨の影響で、7月から8月にかけてシャットネラ赤潮や貧酸素水塊が発生、漁業被害を伴い特に夏季の漁獲量が少ない年であった。

### 1. 豊前海南部沖覆砂

8月と11月に実施した底質の強熱減量、全硫化物、含泥率の測定結果を見ると、いずれの調査でも覆砂工区で低い値を示し、覆砂工区で底質環境の改善効果が認められた。底生生物については、貧酸素水塊の影響により8月の調査で覆砂工区、対照区ともに、出現個体数が少ない傾向にあったが、その後の11月の調査では回復の兆候が認められた。小型底びき網による有用水産生物調査では覆砂工区では対照区よりも多種類の生物が多く漁獲され、今年度も覆砂工区の方が砂質域を好むシロギスやクルマエビの漁獲が多く認められた。

今年度の夏季は生物の育成にとって厳しい環境条件であったものの、覆砂工区の強熱減量、全硫化物、含泥率の測定値は常に対照区よりも低く、貧酸素水塊解消後の11月には底生生物群集の増加が認められたことから、覆砂工区における環境改善効果は維持できているものと判断された。

以上のことから、今年度の調査においても、覆砂を行

うことで底質環境の改善が認められるとともに、砂質を好む有用水産生物が増加することが認められた。

### 2. 豊前海南部湧昇流

底質の強熱減量、全硫化物量、泥分率ともに対照区よりも施工区内で低い値であり、底生生物群集も施工区で多い状況であった。また、漁獲調査では砂質を好むシロギスやクルマエビも蝟集しており、構造物の付着生物の増加や、その周辺の対流効果も目視確認できた。

以上のことから、今回の調査で認められた付着生物は今後も増加し、有用水産生物も増加するものと考えられる。軟泥質で平坦な豊築沖漁場に覆砂を行い湧昇流発生構造物を設置することで環境改善効果が期待できるものと考えられた。

## 文 献

- 1) 江藤拓也・佐藤博之・神園真人：夏季の周防灘の底質環境とマクロベントスの分布．福岡県水産海洋技術センター研究報告．第8号．107-112(1998)
- 2) 日本水産資源保護協会編：水質汚濁調査指針，237-256(1980)．
- 3) 日本気象協会：海洋観測指針，(1990)

# 地先型増殖場造成事業

## －効果調査－

尾田 成幸・伊藤 輝昭・石谷 誠・大形 拓路・山田 京平

豊前海は海底が平坦で軟泥質のため、岩礁域に生息するメバル、カサゴ等の根魚に適した漁場が少ない。メバルやカサゴは定着性が強く、比較的高価価格で取引され値崩れも起こりにくいいため、県では豊前海区において根魚増殖場の造成事業を実施している。

平成19年度から実施している北部増殖場造成事業の効果調査を実施したのでここに報告する。

### 方 法

平成24年4月から平成25年2月に、北九州市門司区柄杓田地先において、図1に示す増殖場を調査海域とし、さし網による漁獲調査と潜水目視による生物増集状況を調査した。

さし網調査は平成24年6月13～14日、8月21～23日、10月30～31日、12月13～14日、平成25年2月14～15日の計

5回行い、高さ1.5m目合い約5.5cmの魚網を用い、10反(200m)ないしは20反(400m)分を夕方設置し翌朝回収した。

### 結果及び考察

さし網による計5回の調査結果を表1、及び図2～3に示した。魚類26種類241個体、甲殻類2種4個体、軟体動物(アカニシ、コウイカ、イイダコ)3種3個体、棘皮動物(マナマコ)1種類5個体の計32種253個体が漁獲された。8月の調査では漁獲が無く、6月14日にはシログチ、キュウセン、10月31日にはカサゴ、イシダイ、12月14日にはカサゴ、ムラソイ、2月15日にはムラソイ、カサゴ等が多く漁獲された。このように、いずれの調査においても根魚類の漁獲が認められた。今年度は6～7月の豪雨後にシャットネラ赤潮と貧酸素水塊が発生し、漁業被害を伴った。8月の調査で漁獲が認められなかったのは、この影響と思われる。

また、潜水目視調査では、基質としてのカキ殻表面はホヤ、ワレカラ等の付着生物で覆われていることが確認された。また、カキ殻基質の周辺にはメバルの稚魚やクロダイ、マナマコ等の増殖も確認され、増殖礁や魚礁としての機能を果たしていることが認められた。

今年度の調査では、昨年度よりも種類数、個体数共に多かったが、6～7月の集中豪雨の影響でシャットネラ赤潮や貧酸素水塊が発生し、それに伴い漁業被害も発生した。これにより、平成24年度は夏季の漁獲量が少ない年であり、8月のさし網調査においては漁獲が無かった。しかしながら、8月の調査を除く計4回の調査全てでメバル、カサゴ、キジハタ、タケノコメバル、クロソイ、ムラソイ等の根魚の他、スズキ等の有用水産物の漁獲が認められた。

以上のことから、増殖礁としての機能や、メバル、カサゴ等の根魚をはじめとした有用魚種を対象とした魚礁としての機能を備えている事が確認できた。

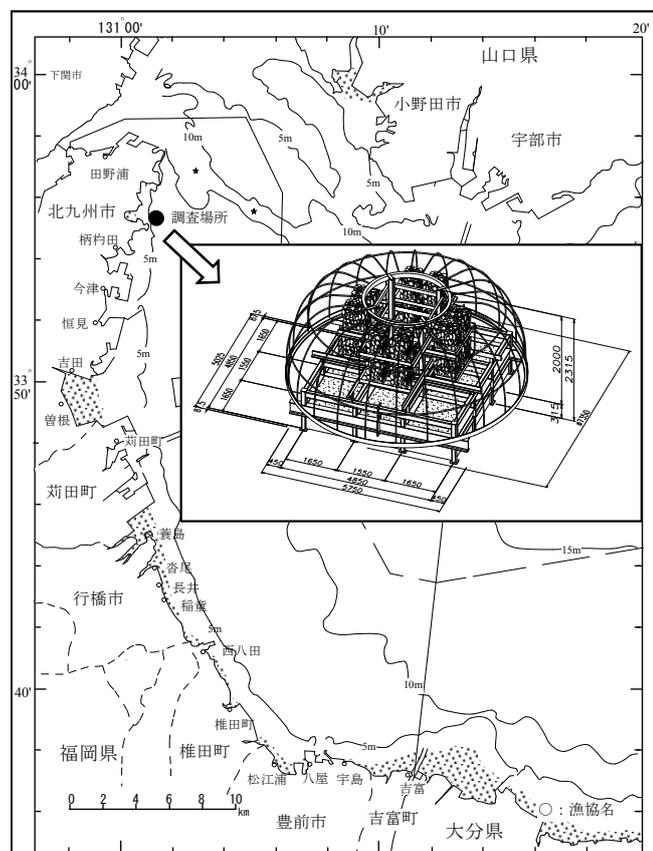


図1 調査海域と増殖礁の形状

表1 有用生物調査結果

調査日	漁法	魚種名	出現個体数	総重量 (g)	平均測定長 (mm)	平均体重 (g)
6月14日	さし網10反	シログチ	14	1727.4	214.4	123.4
		キュウセン	10	1501.4	216.9	150.1
		クジメ	8	1285	216.6	160.6
		メバル	4	392.8	181.3	98.2
		カタクテイシ	3	17	105.0	5.7
		ボラ	3	4256.5	548.3	1418.8
		イヌノシタ	2	381.9	323.5	191.0
		ヒイラギ	2	32.2	108.5	16.1
		シャコ	2	35	102.0	17.5
		イシガニ	2	65.4	61.5	32.7
		カサゴ	1	150.8	210.0	150.8
		キジハタ	1	435	323.0	435.0
		クロダイ	1	212.8	334.0	212.8
		フグ類	1	138.6	191.0	138.6
		コウイカ	1	267.4	134.0	267.4
		ハモ	1	1281.7	954.0	1281.7
		8月22日	さし網20反	漁獲無し		
10月31日	さし網10反	カサゴ	21	3705	209.8	176.4
		イシダイ	5	888.7	192.2	177.7
		キュウセン	5	743.3	227.0	148.7
		シログチ	4	135	138.8	33.8
		イヌノシタ	2	242.2	267.5	121.1
		コショウダイ	2	296.5	192.5	148.3
		コノシロ	2	163.3	217.5	81.7
		ヒイラギ	2	9.8	72.0	4.9
		メバル	2	185.8	174.5	92.9
		アイナメ	1	210.8	268.0	210.8
		ウマヅラハギ	1	67	175.0	67.0
		カワハギ	1	72	150.0	72.0
		クジメ	1	159.5	234.0	159.5
		ヒラメ	1	517.3	380.0	517.3
		ムラソイ	1	67.1	156.0	67.1
		メイトガレイ	1	18.9	120.0	18.9
		12月14日	さし網20反	カサゴ	14	2126.9
ムラソイ	12			745.8	156.5	62.2
マナマコ	5			1079.2	215.8	215.8
メバル	5			446.9	184.4	89.4
タケノコメバル	4			862.9	227.5	215.7
スズキ	3			773.4	282.0	257.8
アカンタビラメ	1			57.5	220.0	57.5
アカニシ	1			78.7	78.7	78.7
イイダコ	1			48.7	48.7	48.7
クジメ	1			96.8	203.0	96.8
クロソイ	1			91.1	195.0	91.1
メイトガレイ	1			42.1	159.0	42.1
2月15日	さし網20反	ムラソイ	63	4076	154.7	64.7
		カサゴ	12	2380.2	213.9	198.4
		クジメ	10	1179.6	208.7	118.0
		メバル	8	794.4	185.6	99.3
		スズキ	2	946.3	342.5	473.2
タケノコメバル	1	69.5	170.0	69.5		



図2-1 10月31日, さし網調査による漁獲物①



図2-2 10月31日, さし網調査による漁獲物②



図3-1 2月25日, さし網調査による漁獲物①



図3-2 2月25日, さし網調査による漁獲物②



図3-3 2月25日, さし網調査による漁獲物③



図3-4 2月25日, さし網調査による漁獲物④

# 有明海漁場再生対策事業

## －アサリ種苗生産－

大形 拓路・伊藤 輝昭

有明海漁場再生対策事業の一環として、調査・研究を目的としたアサリ放流用種苗（殻長 0.3 mm、1～2 mm、5～10 mm）の生産を行ったので、その概要について報告する。

### 方 法

#### 1. 採卵

産卵誘発には、昇温刺激法（飼育水温より 5℃程度昇温した紫外線滅菌海水に浸漬する）を用い、5月7日と5月10日に採卵した。

産卵の兆候がある個体を 0.5t の黒色ポリエチレン水槽に 7～8 個体の割合いで収容し、複数の雄の精子懸濁液を薄く混入した。

#### 2. 浮遊幼生飼育

浮遊幼生の飼育は、孵化幼生を 0.5t の黒色ポリエチレン水槽に約 2 個体/ml の密度で収容し、着底稚貝に変態するまで飼育した。餌料は研究所で継代飼育した *Chaetoceros gracilis*（以下、「キート」という）と *Pavloba lutheri*（以下、「パブロバ」という）を与えた。糞や残餌は毎日取り除き、適宜、換水した。

#### 3. 稚貝飼育

着底稚貝は、図 1 に示したアップウェリング水槽に収容し、紫外線滅菌海水を掛け流して飼育した。毎朝、キート



図 1 ウェリング水槽

とパブロバを循環環境下で給餌した。

### 結果及び考察

#### 1. 採卵

2 回の採卵で約 2000 万粒の卵を得たが、孵化幼生は約 1600 万個体で孵化率は約 80%だった。

#### 2. 浮遊幼生飼育

飼育状況はほぼ順調で、採卵から約 3 週間後に水槽に細砂を投入し、着底稚貝に変態させた。ほぼ全個体が稚貝に変態したのを見計らってウェリング装置に約 1000 万個の稚貝を収容し飼育した。

#### 3. 稚貝飼育

ウェリング装置での飼育を開始して約 1 週間後、平成 24 年 6 月 18 日に、殻長 0.3 mm の着底稚貝 500 万個を取り上げ、ネットに収容して有明海研究所に移送した。

残った稚貝は継続して飼育を行い、殻長 1～2 mm に育成して 6 月 29 日に 20 万個、7 月 10 日に 52 万個取り上げ、ネットに収容して有明海研究所に移送した。

残りの 128 万個の稚貝は、研究所に隣接する宇島漁港で専用の飼育籠に収容して、粗放的な環境下で継続飼育し、より大形の 10 mm 稚貝への育成を試みたが、カバーネットを通して 7～9 月が産卵盛期のイボニシの幼生が侵入し、これらが成長と共にアサリを食害したために、10 月 24 日に取り上げた稚貝は 13,000 個（歩留まり 13%）であった。屋外飼育では対策が必要と考えられた。

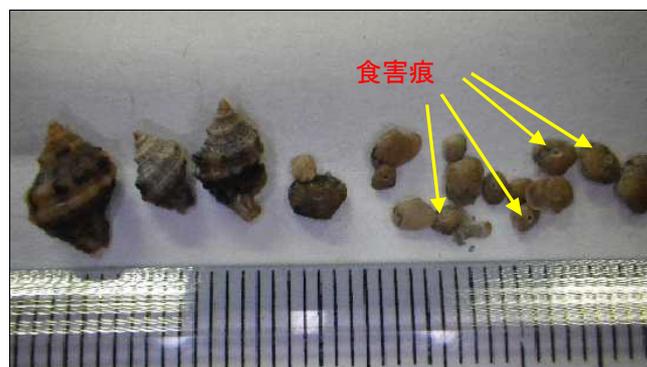


図 2 イボニシ幼貝に食害されたアサリ稚貝