

有明海環境改善事業

(2) タイラギ潜水器漁場改善実証事業

廣瀬 道宣・松本 昌大・林 宗徳

有明海では近年底質環境の悪化が進行していると考えられ、広い範囲で浮泥の堆積、底質中の有機物量の増加などが疑われている。また、それにとまって底生生物の生息にも影響を与えていると考えられる。

福岡県では浮泥の堆積等によって底質環境が悪化し、水産生物の生息が困難になった漁場の改善手法として覆砂事業を行い、干潟域ではアサリ、サルボウ等の二枚貝を初めとした水産生物の増産に大きな効果を上げている。しかし、沖合のタイラギ潜水器漁場では覆砂によって稚貝の着底の増加は確認されるものの、成貝まで成長し漁獲につながる実績は上がっておらず、沖合域に適した漁場改善手法の開発が急務である。

本調査は有明海福岡県海域で過去にタイラギ潜水器漁業の主要漁場であったにもかかわらず、近年タイラギの生息量が減少している峰の洲漁場を試験漁場とし、沖合域における漁場改善手法の効果を検証することを目的とする。

漁場改善手法として、峰の洲斜面部に平面覆砂を実施し、覆砂前後で水質、底質環境及び生物生息状況の変化を把握し、それぞれの底質改善効果を検証する。

21年度に実施した峰の洲天板部における山型覆砂と22年度に実施した峰の洲斜面部におけるサルボウ殻散布区では、タイラギの生息状況の改善は認められなかった。一方、平成21、22年度に実施した峰の洲斜面部に施工した覆砂区では、対照区よりもタイラギの生息密度が高くなり、特に21年度に対照区の約5倍のタイラギの生息が確認された。そこで23年度は従来(50m×240m)よりも覆砂の形状を横長(34m×600m)にし、3つの水深帯(水深5m, 7m, 10m)における効果を検証した。

方 法

1. 漁場改善

23年度の漁場造成は、平成23年7月から8月にかけて図1に示した峰の洲海域で実施した。覆砂の形状は図3に示すように峰の洲東側斜面部に長さ600m、幅34m、厚さ30cmの平面覆砂を造成した。

2. 底質調査

底質調査は図2に示した21年度斜面覆砂区, 22年度斜面覆砂区, 23年度斜面覆砂区(水深7m), 斜面对照区(水深7m), 23年度斜面覆砂区(水深5m), 斜面对照区(水深5m), 23年度斜面覆砂区(水深10m), 斜面对照区(水深10m)の8点で、平成23年4月から平成24年3月までのべ26回実施した。

底質試料の採取は潜水士が柱状採泥によって行った。採取した底質は研究所内で1時間静置し、底質上に堆積した浮泥の厚さを測定した。

底質の強熱減量, 粒度組成, 酸揮発性硫化物について、稚貝が着底し、当歳貝が生息する表層(0~5cm層), 漁獲対象に成長したタイラギが生息する10cm層(10~15cm層)に分けて分析を行った。強熱減量は底質調査方法(昭和63年環水管第127号)Ⅱ, 粒度組成はJISA1204, 酸揮発性硫化物量は検知管法によって分析した。

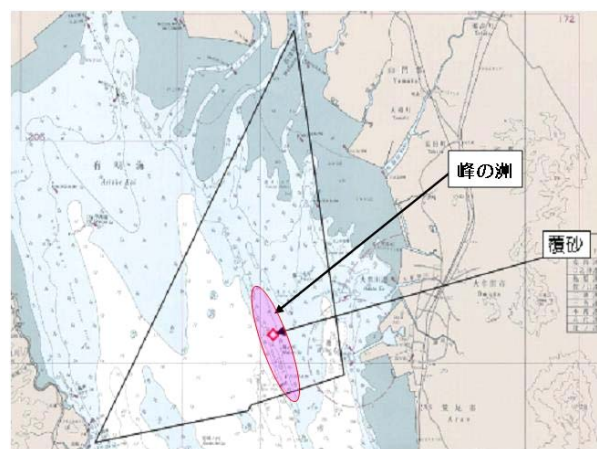


図1 事業実施場所

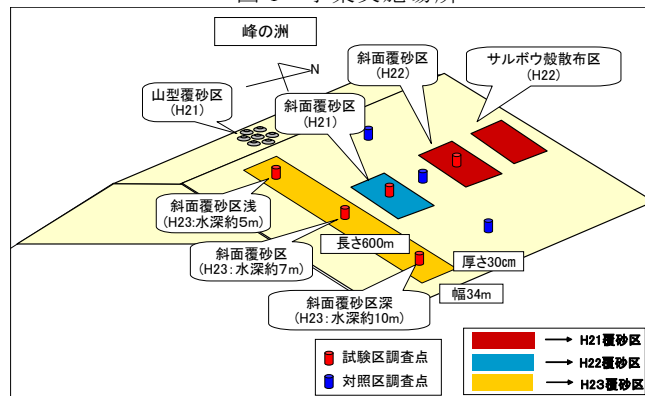


図2 覆砂工事概要図

3. 生物生息量調査

底質調査と同じ調査点において、1m×10mの範囲内に生息するタイラギを採取し、殻長から22年級群と23年級群に分けて計数し、それぞれ、殻長、殻付き重量、むき身重量を測定した。

また平成23年8月から10月にかけて幅25cm、長さ1m、深さ5cmの底質を採取し、タイラギ初期稚貝の生息密度を測定した。

また平成23年6月から平成24年3月に、50cm四方の枠内の表層5cmの底質を採取し、生息する生物の種類、個体数、湿重量についても解析した。

4. 水質調査

底質調査、生物生息量調査と同じ調査点において、連続観測機器を設置し、底層の水温、酸素飽和度、潮流について10分間隔で測定を行った。

測定項目は水温、酸素飽和度、流速とし、測定機材はJFEアドバンテック社製INFINITY-RINKO、INFINITY-EMを用いた。測定時にはセンサー部分が海底上20cmに位置するように設置した。

5. 浮遊幼生の挙動シミュレーション

タイラギ資源の回復に向けた効率的な底質環境の改善に資するための数値シミュレーションとして、2次元単層モデルを用いたタイラギ浮遊幼生の着底場予測を行った。

結 果

1. 浮泥堆積状況

定点追跡調査における調査点別の浮泥堆積層厚の平均値、最小値、最大値を表1に、調査点別の浮泥堆積層厚の推移を図3に示した。

表1 各調査点の浮泥堆積厚(mm)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	3.18	2.00	5.00
22年度斜面覆砂区	3.55	0.00	10.00
23年度斜面覆砂区(水深7m)	2.33	2.00	3.00
斜面对照区(水深7m)	2.64	1.00	4.00
23年度斜面覆砂区(水深5m)	3.00	2.00	5.00
斜面对照区(水深5m)	2.00	2.00	2.00
23年度斜面覆砂区(水深10m)	2.67	2.00	3.00
斜面对照区(水深10m)	2.33	2.00	3.00

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)

は施工後の測定結果から算出

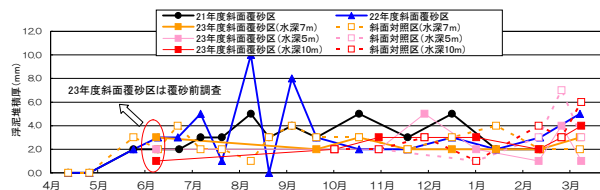


図3 浮泥堆積厚の推移

浮泥の平均堆積厚は2.00～3.55mmであった。

全調査点で浮泥の堆積は10mm以下で推移し、全体に少なかった。

2. 底質

(1) 硫化物量

調査点別の硫化物量の平均値、最小値、最大値を表2に、調査点別の表層の硫化物量の推移を図4に、10cm層の硫化物量の推移を図5に示した。

表2 各調査点の硫化物量(mg/g 乾泥)

調査点	測定層	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	表層	0.05	0.00	0.11
	10cm層	0.00	0.00	0.03
22年度斜面覆砂区	表層	0.05	0.00	0.24
	10cm層	0.00	0.00	0.01
23年度斜面覆砂区(水深7m)	表層	0.00	0.00	0.01
	10cm層	0.02	0.00	0.08
斜面对照区(水深7m)	表層	0.05	0.01	0.11
	10cm層	0.04	0.01	0.12
23年度斜面覆砂区(水深5m)	表層	0.00	0.00	0.00
	10cm層	0.00	0.00	0.01
斜面对照区(水深5m)	表層	0.15	0.11	0.19
	10cm層	0.10	0.03	0.28
23年度斜面覆砂区(水深10m)	表層	0.01	0.00	0.01
	10cm層	0.04	0.00	0.11
斜面对照区(水深10m)	表層	0.16	0.05	0.30
	10cm層	0.10	0.05	0.16

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)

は施工後の測定結果から算出

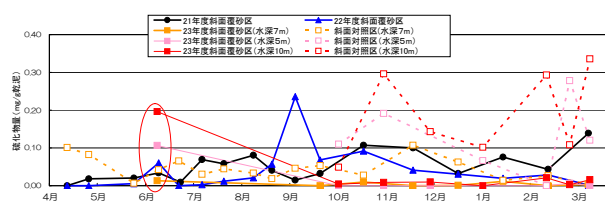


図4 表層硫化物量の推移

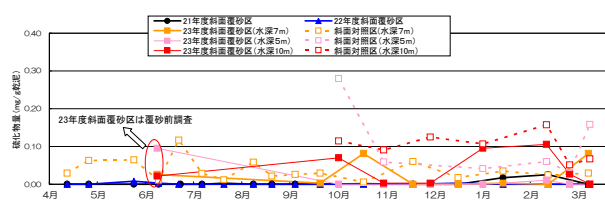


図5 10cm層硫化物量の推移

表層の平均硫化物量は0.01～0.16mg/g乾泥であり、21年度及び22年度斜面覆砂区では、対照区とほぼ同じ水準で推移したのに対し、23年度斜面覆砂区では、対照区よりも低い値で推移した。23年度に実施した水深5m、10mの斜面覆砂区でも同様に、対照区より低い値で推移した。

10cm層の平均硫化物量は0.00～0.10mg/g乾泥で、21年度、22年度斜面覆砂区及び対照区では、表層の方が高く、23年度斜面覆砂区では、いずれの水深においても、表層の方が低くなっていた。

以上のことから、覆砂して長期間経過した覆砂区においては、表層に泥が堆積し、底質の悪化が起こるため、底質改善効果が低下し、時間が経過していない覆砂区では、泥の堆積がなく、底質改善効果が高いと考えられた。

(2) 強熱減量

調査点別の強熱減量の平均値、最小値、最大値を表3に、調査点別の表層の強熱減量の推移を図6に、10cm層の強熱減量の推移を図7に示した。

表3 各調査点の強熱減量(%)

調査点	測定層	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	表層	6.2	2.9	25.0
	10cm層	2.4	2.0	3.1
22年度斜面覆砂区	表層	2.6	1.6	5.0
	10cm層	1.3	1.1	1.6
23年度斜面覆砂区(水深7m)	表層	1.7	1.5	1.9
	10cm層	1.8	1.4	2.1
斜面对照区(水深7m)	表層	4.3	2.9	6.3
	10cm層	3.1	2.1	4.2
23年度斜面覆砂区(水深5m)	表層	1.9	1.4	2.4
	10cm層	1.5	1.0	2.3
斜面对照区(水深5m)	表層	5.8	4.7	6.8
	10cm層	3.8	3.2	5.0
23年度斜面覆砂区(水深10m)	表層	2.6	2.0	3.0
	10cm層	2.7	1.7	3.9
斜面对照区(水深10m)	表層	8.4	7.1	9.4
	10cm層	5.3	4.0	6.0

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)は施工後の測定結果から算出

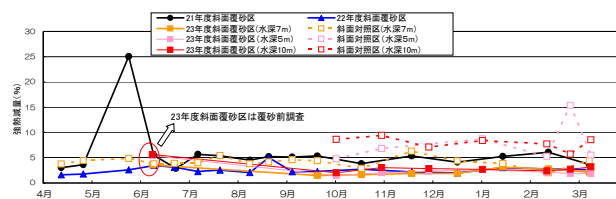


図6 表層強熱減量の推移

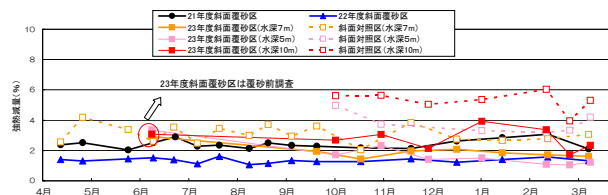


図7 10cm層強熱減量の推移

表層の平均強熱減量は1.7～8.4%であった。21年度斜面覆砂区で5月下旬に一時的に25.0%と高い値が確認されたが、それ以外はいずれの調査点もおおむね10%以下で推移しており、タイラギの生息に適した状態であった。

10cm層の平均強熱減量は1.3～5.3%であった。いずれの区でも調査期間を通じて変動が少なく、水深10mの斜面对照区は5%前後、それ以外は概ね5%未満で安定して推移した。

(3) 泥分率

調査点別の泥分率の平均値、最小値、最大値を表4に、調査点別の表層の泥分率の推移を図8に、10cm層の泥分率の推移を図9に示した。

表4 各調査点の泥分率(%)

調査点	測定層	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	表層	24.3	7.3	53.3
	10cm層	3.9	2.3	8.0
22年度斜面覆砂区	表層	10.2	4.3	16.4
	10cm層	3.7	1.6	21.3
23年度斜面覆砂区(水深7m)	表層	3.0	1.5	4.6
	10cm層	3.0	1.7	5.3
斜面对照区(水深7m)	表層	20.9	11.8	33.1
	10cm層	16.9	8.0	27.2
23年度斜面覆砂区(水深5m)	表層	3.6	1.6	7.6
	10cm層	2.3	1.4	2.7
斜面对照区(水深5m)	表層	17.3	15.8	18.9
	10cm層	18.7	12.1	30.7
23年度斜面覆砂区(水深10m)	表層	6.3	5.4	7.9
	10cm層	6.4	2.8	12.3
斜面对照区(水深10m)	表層	57.1	42.3	76.9
	10cm層	42.2	32.7	50.1

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)は施工後の測定結果から算出

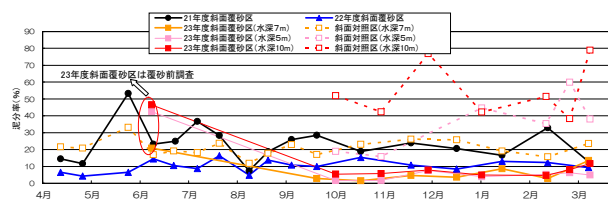


図8 表層泥分率の推移

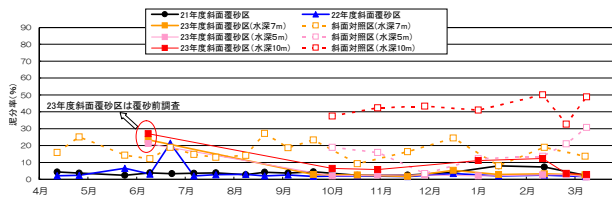


図9 10cm層泥分率の推移

表層の平均泥分率は3.0～57.1%であり、21年度斜面覆砂区の年平均値は24.3%と対照区の20.9%より高かったが、その他の覆砂区については、対照区より低かった。

10cm層の平均泥分率は3.0～42.2%であり、対照区と比較し、覆砂区は低く、概ね10%未満で安定して推移した。

(4) 中央粒径値

調査点別の中央粒径値の平均値、最小値、最大値を表5に、調査点別の表層の中央粒径値の推移を図10に、10cm層の中央粒径値の推移を図11に示した。

表5 各調査点の中央粒径値(φ)

調査点	測定層	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	表層	1.7	0.3	4.0
	10cm層	0.5	-0.3	1.4
22年度斜面覆砂区	表層	0.8	0.5	1.5
	10cm層	0.6	0.3	1.6
23年度斜面覆砂区(水深7m)	表層	0.4	0.3	0.5
	10cm層	1.0	0.1	1.4
斜面対照区(水深7m)	表層	2.3	2.0	2.5
	10cm層	2.2	1.7	2.5
23年度斜面覆砂区(水深5m)	表層	0.9	0.6	1.4
	10cm層	0.6	0.2	1.0
斜面対照区(水深5m)	表層	2.5	2.2	2.8
	10cm層	2.1	1.9	2.5
23年度斜面覆砂区(水深10m)	表層	1.1	0.8	1.3
	10cm層	1.1	0.7	1.6
斜面対照区(水深10m)	表層	4.0	4.0	4.0
	10cm層	3.6	3.1	4.0

※23年度斜面覆砂区及び斜面対照区(水深5m、10m)

は施工後の測定結果から算出

※φ4以上は4として集計

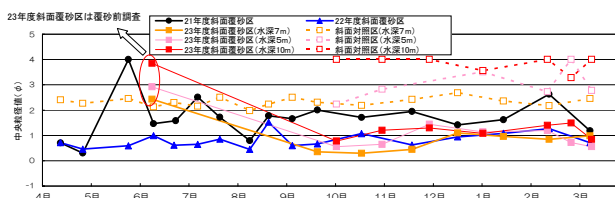


図10 表層中央粒径値の推移

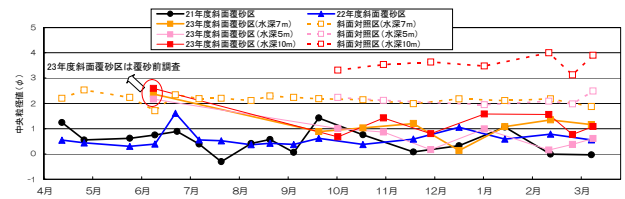


図11 10cm層中央粒径値の推移

表層の中央粒径値は平均0.4～4.0φであり、覆砂区では砂質、水深5m、7mの対照区では砂泥質、水深10mの対照区では泥質であった。21年度斜面覆砂区で5月下旬一時的に中央粒径値4.0φが確認されたのを除き、全調査点で調査期間中にほとんど変動はなく推移した。また、21年度斜面覆砂区以外の覆砂区では、対照区と比較し低い値で推移した。

10cm層の中央粒径値の平均は0.5～3.6φで、表層と同様に、覆砂区では砂質、水深5m、7mの対照区では砂泥質、水深10mの対照区では泥質であった。全調査点で調査期間中ほとんど変動なく、覆砂区では対照区と比較し低い値で推移した。

3. タイラギ生息状況

(1) タイラギ生息密度

1) 22年級群タイラギ生息密度

調査点別の22年級群タイラギ生息密度の平均値, 最小値, 最大値を表6に, 調査点別の22年級群タイラギ生息密度の推移を図12に示した。

表6 各調査点の22年級群タイラギ生息密度(個/㎡)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	11.4	0.0	38.0
22年度斜面覆砂区	4.4	0.0	16.5
23年度斜面覆砂区(水深7m)	0.0	0.0	0.0
斜面对照区(水深7m)	1.8	0.0	4.2
23年度斜面覆砂区(水深5m)	0.0	0.0	0.0
斜面对照区(水深5m)	0.0	0.0	0.0
23年度斜面覆砂区(水深10m)	0.0	0.0	0.0
斜面对照区(水深10m)	0.0	0.0	0.0

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)

は施工後の測定結果から算出

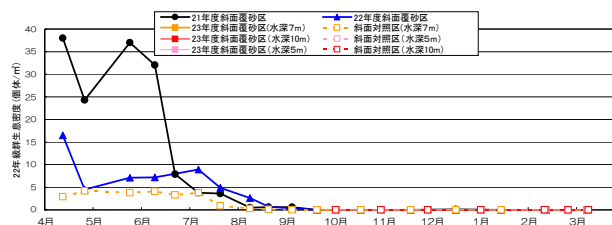


図12 22年級群タイラギ生息密度の推移

6月上旬までの調査では、21年度斜面覆砂区において22年級群タイラギの平均生息密度が30個体/㎡前後の高い値で推移したが、6月下旬には、生息密度および生残率が激減し、9月下旬以降はほとんど確認できなかった。22年度覆砂区、対照区においても、7月上旬に生息密度および生残率が激減し、9月下旬以降は確認できなかった。

このことから、21年度斜面覆砂区では、6月下旬に、22年度斜面覆砂区および斜面对照区では、7月上旬にタイラギの大量斃死が起きたものと考えられる。

2) 23年級群タイラギ生息密度

調査点別の23年級群タイラギ生息密度の平均値, 最小値, 最大値を表7に, 調査点別の23年級群タイラギ生息密度の推移を図13に示した。

表7 各調査点の23年級群タイラギ生息密度(個/㎡)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	0.6	0.0	1.4
22年度斜面覆砂区	1.7	0.3	3.0
23年度斜面覆砂区(水深7m)	7.1	5.9	8.6
斜面对照区(水深7m)	1.0	0.0	4.2
23年度斜面覆砂区(水深5m)	3.3	3.0	3.9
斜面对照区(水深5m)	0.0	0.0	0.0
23年度斜面覆砂区(水深10m)	1.1	0.0	2.4
斜面对照区(水深10m)	0.0	0.0	0.0

※23年度斜面覆砂区及び斜面对照区(水深5m、10m)

は施工後の測定結果から算出

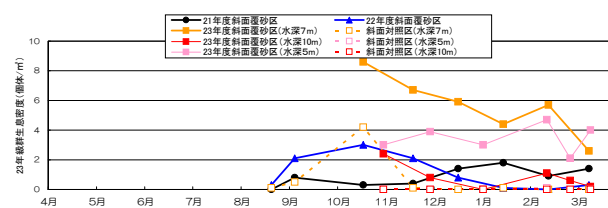


図13 23年級群タイラギ生息密度の推移

23年度に実施した斜面覆砂の水深別の比較では、水深7mの平均生息密度が7.1個体/㎡と最も高く、次いで水深5mの3.3個体/㎡、水深10mの1.1個体/㎡であった。

実施年度別の比較では、23年度斜面覆砂区の平均生息密度が7.1個体/㎡と最も高く、次いで22年度斜面覆砂区の1.7個体/㎡、21年度覆砂区の0.6個体/㎡であった。

(2) タイラギ殻長

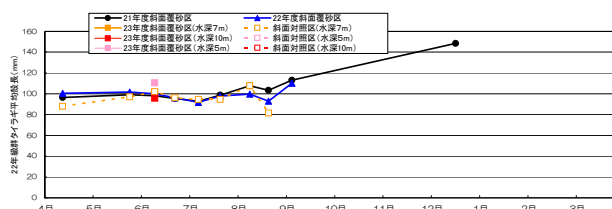
1) 22年級群タイラギ殻長

調査点別の22年級群タイラギ殻長の年平均値, 最小値, 最大値を表8に, 22年級群タイラギ殻長の推移を図14に示した。

表8 各調査点の22年級群タイラギ殻長(mm)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	105.3	92.7	148.5
22年度斜面覆砂区	99.0	91.7	110.1
23年度斜面覆砂区(水深7m)	—	—	—
斜面对照区(水深7m)	95.2	81.5	107.7
23年度斜面覆砂区(水深5m)	—	—	—
斜面对照区(水深5m)	—	—	—
23年度斜面覆砂区(水深10m)	—	—	—
斜面对照区(水深10m)	—	—	—

図14 22年級群タイラギ平均殻長の推移



各調査点の平均殻長は、6月下旬から7月上旬にかけてタイラギの大量斃死があったことから、例年よりも低かった。

21年斜面覆砂区では、12月20日に生残個体が1個体確認され、殻長は、148.5mmであり、昨年度の同時期の殻長と比較し同等であった。

2) 23年級群タイラギ殻長

調査点別の23年級群タイラギ殻長年平均値, 最小値, 最大値を表9に, 23年級群タイラギ殻長の推移を図15に示した。

表9 各調査点の23年級群タイラギ殻長(mm)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	63.2	38.4	83.9
22年度斜面覆砂区	56.2	40.7	65.6
23年度斜面覆砂区(水深7m)	54.5	40.8	63.2
斜面对照区(水深7m)	63.2	39.0	81.8
23年度斜面覆砂区(水深5m)	70.8	56.5	76.7
斜面对照区(水深5m)	—	—	—
23年度斜面覆砂区(水深10m)	59.4	51.3	70.0
斜面对照区(水深10m)	—	—	—

※斜面对照区(水深5m)は、2月15日に1個体(103.2mm)採捕されたのみであるため、未記載。

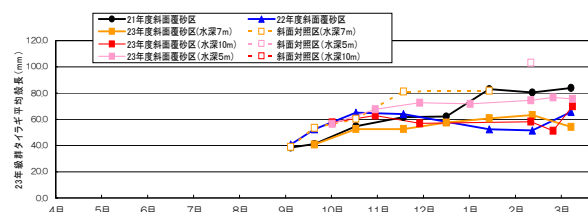


図15 23年級群タイラギ平均殻長の推移

23年級群タイラギの平均殻長は23年度斜面覆砂区(水深5m)で70.8mmと最も大きく、次いで21年度斜面覆砂区、斜面对照区(水深7m)が63.2mmであり、それ以外の調査点は、55mm程度であった。昨年度の当歳貝の平均殻長が81.6~94.0mmであったのと比較し、殻長が小さい傾向であった。

(3) タイラギ殻付き重量

1) 22年級群タイラギ殻付き重量

22年級群タイラギ殻付き重量の年平均値, 最小値, 最大値を表10に, 調査点別のタイラギ殻長の推移を図16に示した。

表10 各調査点の22年級群タイラギ殻付き重量(g)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	17.9	11.6	46.5
22年度斜面覆砂区	14.0	11.6	16.1
23年度斜面覆砂区(水深7m)	-	-	-
斜面对照区(水深7m)	12.0	7.5	15.1
23年度斜面覆砂区(水深5m)	-	-	-
斜面对照区(水深5m)	-	-	-
23年度斜面覆砂区(水深10m)	-	-	-
斜面对照区(水深10m)	-	-	-

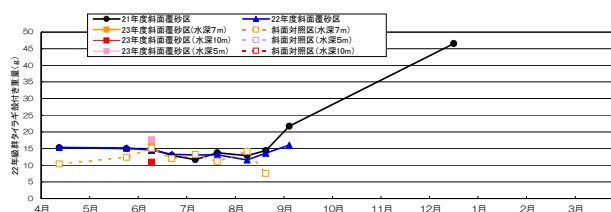


図16 22年級群タイラギ平均殻付き重量の推移

各調査点の平均殻付き重量は, 6月下旬から7月上旬にかけてタイラギの大量斃死があったことから, 例年よりも低かった。

2) 23年級群タイラギ殻付き重量

23年級群タイラギ殻付き重量の年平均値, 最小値, 最大値を表11に, 調査点別のタイラギ殻長の推移を図17に示した。

表11 各調査点の23年級群タイラギ殻付き重量(g)

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	4.3	0.7	9.1
22年度斜面覆砂区	2.3	0.7	4.8
23年度斜面覆砂区(水深7m)	2.1	0.6	3.7
斜面对照区(水深7m)	2.5	0.6	5.2
23年度斜面覆砂区(水深5m)	4.6	1.5	6.5
斜面对照区(水深5m)	-	-	-
23年度斜面覆砂区(水深10m)	2.0	1.0	2.8
斜面对照区(水深10m)	-	-	-

※斜面对照区(水深5m)は, 2月15日に1個体(103.2mm)採捕されたのみであるため, 未記載。

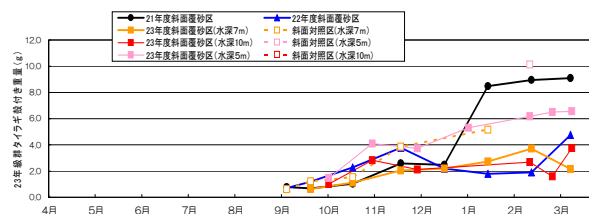


図17 23年級群タイラギ平均殻付き重量の推移

23年級群タイラギの平均殻付き重量は, 23年度斜面覆砂区(水深5m)で4.6gと最も大きく, 次いで21年度斜面覆砂区が4.3gであり, それ以外の調査点は, 2g程度であった。昨年度の当歳貝の平均殻付き重量が7.9~12.4gであったのと比較し, 殻付き重量が小さい傾向であった。

(4) タイラギ剥き身歩留まり

22年級群の剥き身歩留まりについては、平成22年11月中旬から斃死直前の平成23年6月上旬の期間内の平均値、最小値、最大値を、21年級群の剥き身歩留まりについても同様に平成21年11月中旬から平成22年6月上旬の期間内の平均値、最小値、最大値を表12、13に示した。また、22年級群の剥き身歩留まりの推移を図18に、21年級群の剥き身歩留まりの推移を図19に示した。なお、調査点については、平成21年度から調査を継続して実施している21年度斜面覆砂区と斜面对照区とした。

また、平成21年度と平成22年度の餌料環境を比較するため、本県で実施している浅海定線調査の峰の洲近辺におけるプランクトン沈殿量の推移を図20に示した。

表12 21年級群タイラギ剥き身歩留まり

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	41.2%	36.1%	46.3%
斜面对照区	39.3%	33.7%	43.5%

表13 22年級群タイラギ剥き身歩留まり

調査点	平均	最小	最大
21年度斜面覆砂区	35.7%	33.5%	38.1%
斜面对照区	33.4%	31.0%	36.3%

※剥き身歩留まり = (剥き身重量/殻付き重量) × 100%

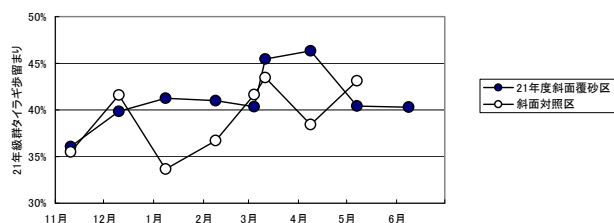


図18 21年級群の剥き身歩留まりの推移

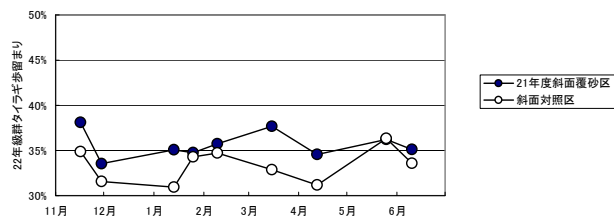


図19 22年級群の剥き身歩留まりの推移

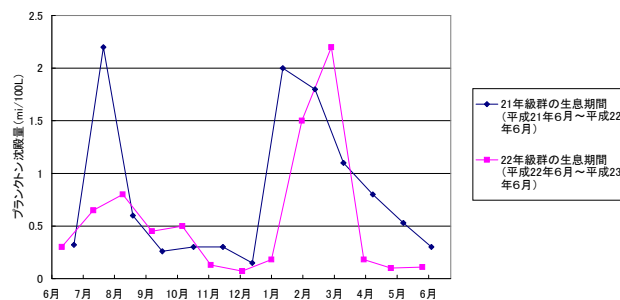


図20 峰の洲近辺におけるプランクトン沈殿量の推移

21年級群の剥き身歩留まりが33～46%であったのに対し、22年級群の剥き身歩留まりは31～38%であり、22年級群の方が歩留まりが悪かった。

21年級群が生息していた期間（平成21年6月から平成22年6月）と22年級群が生息していた期間（平成22年6月から平成23年6月）のプランクトン沈殿量を比較した。その結果、21年級群の生息期間では、7月にピークが確認されたが、22年級群の生息期間では確認されなかった。また、21年級群の生息期間よりも22年級群の生息期間の方が全体的にプランクトン沈殿量が少かった。

以上のことから、21年級群が生息していた期間よりも、22年級群が生息していた期間は、餌料環境が悪かったことが示唆された。

(5) タイラギ初期稚貝生息密度

底質表層で採取された殻長1mm以上、10mm未満のタイラギ初期稚貝の調査毎の生息密度を表14に示した。

表14 タイラギ初期稚貝の生息密度

初期稚貝生息密度 (個体/㎡)	8月10日	8月22日	9月6日	9月7日	9月22日	10月4日	10月20日	平均
21年度斜面覆砂区	32	16	8		16		4	15.2
22年度斜面覆砂区	24	120	12		4		0	32
23年度斜面覆砂区(水深7m)				24	0		0	8
斜面对照区(水深7m)	20	36	4		4		0	12.8
23年度斜面覆砂区(水深5m)				0		0		0
斜面对照区(水深5m)				0		0		0
23年度斜面覆砂区(水深10m)				16		4		10
斜面对照区(水深10m)				0		0		0

タイラギ初期稚貝は、8月10日に採取した試料から確認されており、10月に採取した試料では、ほとんど確認されなかった。このことから平成23年級群のタイラギ稚貝は8月上旬には、着底が始まり、10月下旬には、着底したが終息したと考えられた。

調査点別に見ると22年度斜面覆砂区で最も多く確認され、その最大密度は120個体/㎡であった。7月下旬に施工された23年度斜面覆砂区では、9月7日に水深7mで24個体/㎡、水深10mで16個体/㎡が確認された。

初期稚貝生息密度の平均は、22年斜面覆砂区で32個体/㎡と最も高かった。23年度斜面覆砂区では、0～10個体/㎡と低い値を示した。これは、23年度斜面覆砂区の調査開始日が9月からであり、この時点ですでに10mm以上に成長していた個体が多かったためであると考えられる。

(6) 底生生物

各調査点における底生生物の調査毎の種類数を表15、個体数を表16、湿重量を表17に示した。

表15 底生生物の種類数

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
21年度斜面覆砂区		36(3)	47(5)		51(3)	48(6)	36(5)	56(7)	36(4)		44.3(4.7)
22年度斜面覆砂区		31(3)	26(2)		53(4)	49(7)	26(2)	42(4)	41(6)		38.3(4.0)
23年度斜面覆砂区(水深7m)	32(1)	22(2)	41(2)	28(0)	32(1)	35(2)	34(3)	49(1)	43(1)		35.1(1.4)
斜面对照区(水深7m)					52(1)	52(3)	47(2)	54(2)	46(0)		50.2(1.6)
23年度斜面覆砂区(水深5m)	28(2)			22(0)	35(0)	28(0)	32(1)	37(3)	43(2)	43(0)	33.5(1.0)
斜面对照区(水深5m)				39(0)	44(1)	31(3)	33(1)	33(1)	41(2)	41(3)	37.4(1.6)
23年度斜面覆砂区(水深10m)	20(0)			31(0)	38(0)	38(0)	29(1)	36(0)	32(0)	21(0)	30.7(0.1)
斜面对照区(水深10m)				22(0)	28(0)	15(1)	28(0)	21(0)	22(0)	17(0)	21.9(0.0)

※カッコ内は1gを超える大型個体の種類数

表16 底生生物の個体数

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
21年度斜面覆砂区		408(10)	12256(128)		2575(16)	917(39)	1368(80)	704(28)	369(17)		2656.7(45.4)
22年度斜面覆砂区		328(18)	2436(28)		1303(113)	1726(105)	480(13)	768(156)	585(84)		1089.4(73.9)
23年度斜面覆砂区(水深7m)	401(4)	211(5)	1812(5)	3212(0)	551(4)	850(8)	691(6)	1838(2)	1848(9)		1268.2(4.8)
斜面对照区(水深7m)					1580(1)	868(10)	2505(4)	1667(12)	212(0)		1366.4(5.4)
23年度斜面覆砂区(水深5m)	339(1)			126(0)	673(0)	185(0)	90(1)	188(4)	484(8)	226(0)	288.9(1.8)
斜面对照区(水深5m)				184(0)	464(多数)	108(3)	70(1)	88(1)	128(2)	141(2)	169.0(1.3)
23年度斜面覆砂区(水深10m)	52(0)			486(0)	869(0)	498(0)	404(1)	987(0)	2852(0)	981(0)	891.1(0.1)
斜面对照区(水深10m)				63(0)	498(0)	125(0)	99(0)	115(0)	144(0)	98(0)	163.1(0.0)

※カッコ内は1gを超える大型個体の数

表17 底生生物の湿重量

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均
21年度斜面覆砂区		16.1(40.2)	81.5(312.2)		216.5(99.1)	98.3(146.4)	114.3(234.8)	70.3(68.8)	23.7(65.8)		88.7(138.2)
22年度斜面覆砂区		23.3(53.2)	25.8(44.6)		101.0(202.3)	192.5(166.8)	13.6(25.8)	59.8(340.3)	69.6(121.2)		69.4(136.3)
23年度斜面覆砂区(水深7m)	9.7(33.9)	3.2(10.1)	20.6(20.9)	68.5(0.0)	32.9(4.6)	96.3(16.5)	62.2(10.7)	75.2(3.0)	100.3(17.7)		52.1(13.0)
斜面对照区(水深7m)					42.9(1.4)	62.0(21.5)	55.0(5.6)	57.5(32.4)	8.4(0.0)		45.2(12.2)
23年度斜面覆砂区(水深5m)	9.3(36.2)			1.4(0.0)	26.7(0.0)	13.8(0.0)	6.5(1.1)	12.1(4.9)	24.1(9.9)	9.3(0.0)	13.0(6.5)
斜面对照区(水深5m)				1.4(0.0)	14.3(11.7)	5.7(33.1)	2.8(5.1)	5.1(1.3)	2.9(5.1)	1.8(4.2)	4.9(8.6)
23年度斜面覆砂区(水深10m)	0.7(0.0)			15.0(0.0)	60.1(0.0)	35.2(0.0)	12.1(1.3)	72.1(0.0)	72.6(0.0)	24.4(0.0)	36.5(0.2)
斜面对照区(水深10m)				0.8(0.0)	2.1(0.0)	0.6(0.0)	0.9(0.0)	1.0(0.0)	0.9(0.0)	0.9(0.0)	1.0(0.0)

※カッコ内は1gを超える大型個体の湿重量

1g未満の種類数の平均は、斜面对照区(水深7m)で50.2種と最も多く、1g以上の種類数の平均は、21年度斜面覆砂区で4.7種と最も多かった。

1g未満の個体数の平均は、21年度斜面覆砂区で2656.7個と最も多く、1g以上の個体数の平均は、22年度斜面覆砂区で73.9個と最も多かった。

湿重量の平均は、21年度斜面覆砂区で1g未満が

88.7g、1g以上が138.2と最も重かった。

斜面对照区(水深10m)では、種類数、個体数、湿重量の平均が、1g未満と1g以上ともに最も少なかった。

1gを超える大型個体の主な種類はサルボウ、コケガラス、タイラギ等の二枚貝類であった。

4. 水質

(1) 水温

各調査点の1日の平均水温の推移を図21に示した。

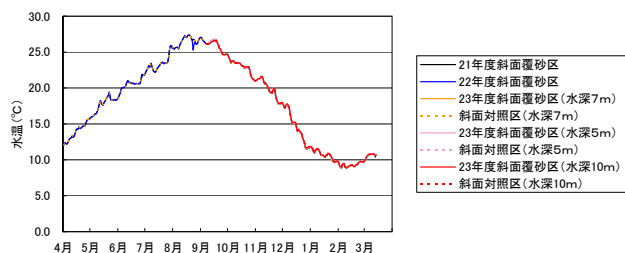


図21 1日平均水温の推移

全調査点で1日の平均水温はほぼ同様の推移を示し、8月18、19日が27.4℃で最も高く、2月9日に8.8℃で最低となった。調査点による水温の違いは認められなかった。

昨年度の最高水温は9月7日に記録した28.6℃であり、今年度の最高水温が27.4℃と昨年よりも1.2℃低かった。

昨年度の最低水温は2月1日に7.2℃が記録されている。今年度の最低水温は8.8℃であり、昨年度よりも1.6℃高かった。

以上のように平成23年度は平成22年度に比べて夏季は1.2℃低水温、冬季は1.6℃高水温であり、寒暖の差が小さい年であった。

(2) 潮流

各調査点の流速の推移を図22～29に示した。

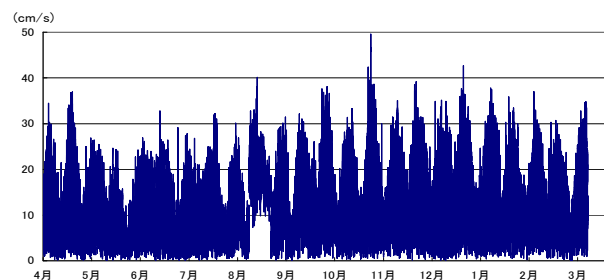


図22 21年度斜面覆砂区の流速の推移

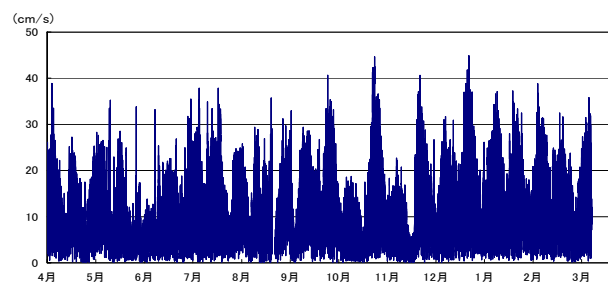


図23 22年度斜面覆砂区の流速の推移

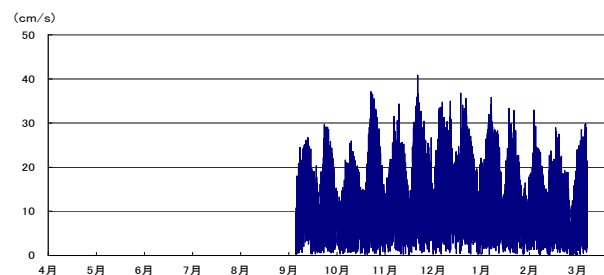


図24 23年度斜面覆砂区（水深7m）の流速の推移

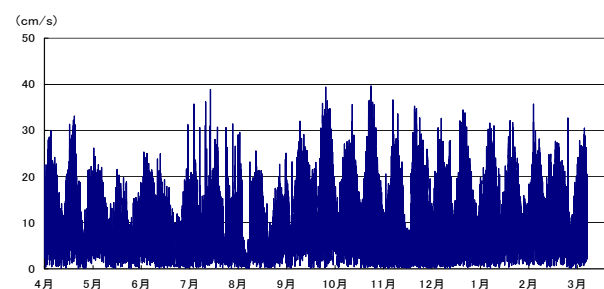


図25 斜面对照区（水深7m）の流速の推移

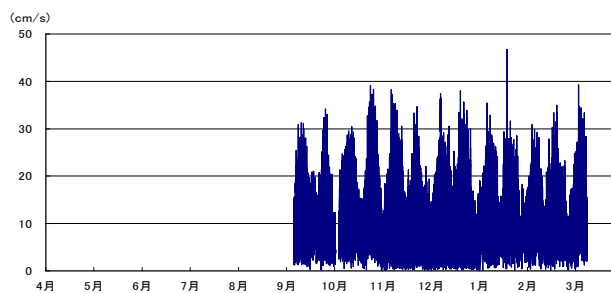


図26 23年度斜面覆砂区（水深5m）の流速の推移

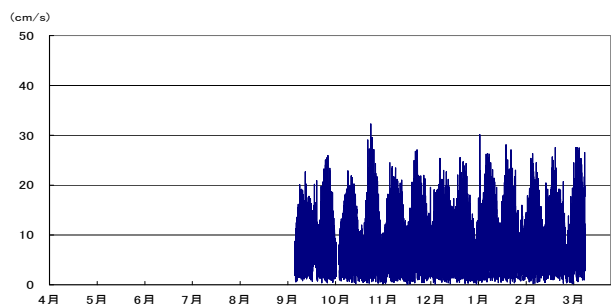


図27 斜面对照区（水深5m）の流速の推移

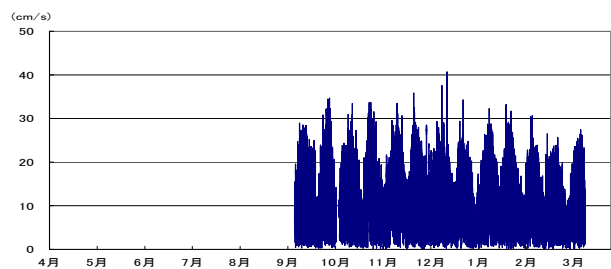


図28 23年度斜面覆砂区（水深10m）の流速の推移

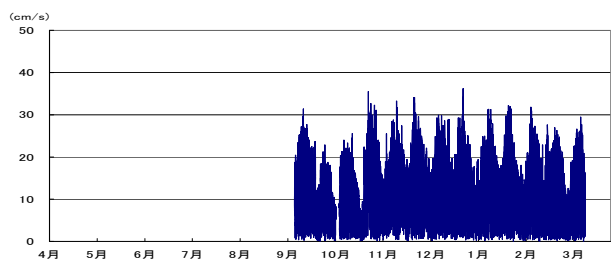


図29 斜面对照区（水深10m）の流速の推移

小潮時は、全調査点で流速が10cm/s前後まで低下していたが、大潮時には30cm/s前後に増加していた。

平均流速は8.4～11.7cm/sであった。

(3) 酸素飽和度

各調査点の1日の平均酸素飽和度の推移を図30に示した。

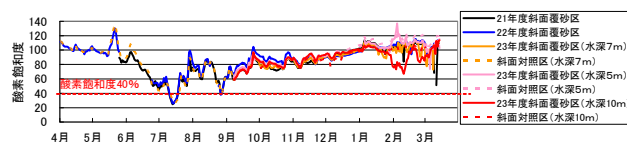


図30 1日平均酸素飽和度の推移

酸素飽和度は全ての調査点で潮汐に連動した周期的な変動を示し、大潮時に増加、小潮時に減少する傾向があった。

7月10日から17日の期間に酸素飽和度が低下し、いずれの調査点でも酸素飽和度が40%を下回る貧酸素の状態が確認された。しかし、20%を下回るような極めて強い貧酸素の発生はなかった。

10月から1月までは、全調査点で変動が小さくなり、100%前後で推移した。

2月以降は、23年度斜面覆砂区（水深10m）では、2月上旬に酸素飽和度が70%程度まで低下し、21年度斜面覆砂区では、3月中旬に一時的に酸素飽和度が50%まで低下したが、その他の調査点については、大きな変動なく100%前後で推移した。

(3) 塩分

各調査点の1日の平均塩分の推移を図31に、タイラギの斃死前後の6月～7月については、10分間隔の推移を図32に示した。

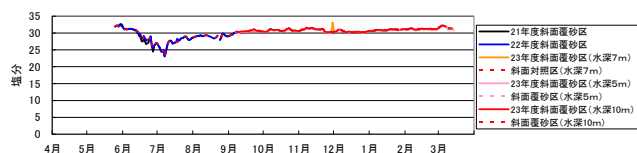


図31 1日平均塩分の推移

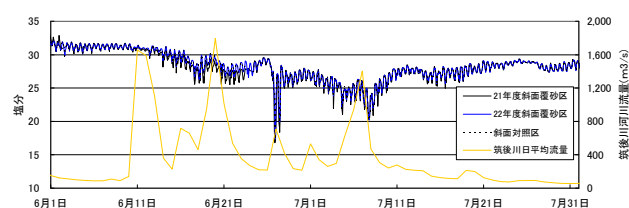


図32 1時間平均塩分の推移および筑後川河川流量
※筑後側平均河川流量は国交省HPより

一日平均では、7月3日から7月8日の間に塩分23程度まで一時的に低下したが、それ以外の期間については、全調査点で30前後で安定して推移した。

10分平均では、6月26日と6月27日にの塩分20を下回る低塩分が確認され、その継続時間はそれぞれ約3時間程度であった。

これは、6月中旬以降の降雨による河川等からの出水が原因と考えられた。

6. 試験操業

各調査点において潜水器漁業者による3分間の試験操業を行った結果について表18に示す。

表18 潜水器漁業者による試験操業結果

調査点	12月16日		2月28日	
	殻長150mm以上	殻長150mm未満	殻長150mm以上	殻長150mm未満
21年度斜面覆砂区	0	0	0	1
22年度斜面覆砂区	0	0	0	2
23年度斜面覆砂区(水深7m)	0	0	0	7
斜面対照区(水深7m)	0	0	0	1
23年度斜面覆砂区(水深5m)	0	0	0	9
斜面対照区(水深5m)	0	0	0	0
23年度斜面覆砂区(水深10m)	0	0	0	0
斜面対照区(水深10m)	0	0	0	0

漁期前の平成23年12月16日、漁期中の平成24年2月28日に試験操業を行ったが、全調査点で漁獲対象となる殻長150mm以上のタイラギを漁獲できなかった。

これは、平成23年漁期の漁獲対象として期待されていた平成22年級群が大量斃死したことが原因であると考えられた。

殻長150mm未満の平成23年級群と想定される個体は、平成24年2月下旬に1～9個体確認された。

5. 浮遊幼生の挙動シミュレーション結果

(1) 数値シミュレーションモデル

2次元単層モデルにより潮流の再現を行い、浅海域潮汐流場の解析に必要な干潟処理には、wet-and-dry schemeを導入することで移動海岸線の追跡を行った。計算条件として海底地形、河川流量、および潮汐調和定数の各データを使用した。

タイラギの浮遊幼生は、孵化後ある浮遊期間を経て海底に着底し、その着底地点がタイラギの生息場となる。Euler-Lagrange法により浮遊幼生の追跡を行った。すなわち、2次元単層モデルで求めたEuler的な流動場のデータを用いて、浮遊幼生とみなした中立浮遊粒子をLagrange的に追跡した。この場合、 $(n+1)$ 時間ステップにおける中立浮遊粒子の位置 $(x^{(n+1)}, y^{(n+1)})$ は (n) 時間ステップにおける位置 $(x^{(n)}, y^{(n)})$ を用いて次式で表される。

$$x^{(n+1)} = x^{(n)} + U^{(n)}dt + \alpha\sqrt{2Ddt} \quad (1)$$

$$y^{(n+1)} = y^{(n)} + V^{(n)}dt + \beta\sqrt{2Ddt} \quad (2)$$

ここで、 U 、 V は x 、 y 方向の潮流速 (m/s)、 α 、 β は $N(0, 1)$ の正規乱数、 D は乱流拡散係数 (m^2/s)、 dt は時間ステップである。浮遊開始地点、浮遊期間を計算条件として設定することで孵化した幼生の着底地点を推定することが可能となる。

(2) タイラギ浮遊幼生の着底場予測

これまで確認されたタイラギ成員の生息地点、および本県が新たな漁場として覆砂を実施している地点をタイラギ浮遊幼生の浮遊開始地点として、図33に示す14地点を設定し、浮遊幼生の着底場予測を行った。14地点それぞれに浮遊幼生を模擬した中立浮遊粒子を500mメッシュ内に10,000個等間隔に配置し、挙動追跡を行い、生息漁場であった湾奥北東部 (Area(a))、湾奥西部 (Area(b))、諫早湾湾口部 (Area(c)) への着底数を算出した。出発地点ごとの各水域 (Area(a)、Area(b)、Area(c)) へのタイラギ浮遊幼生の着底数を表19に示す。

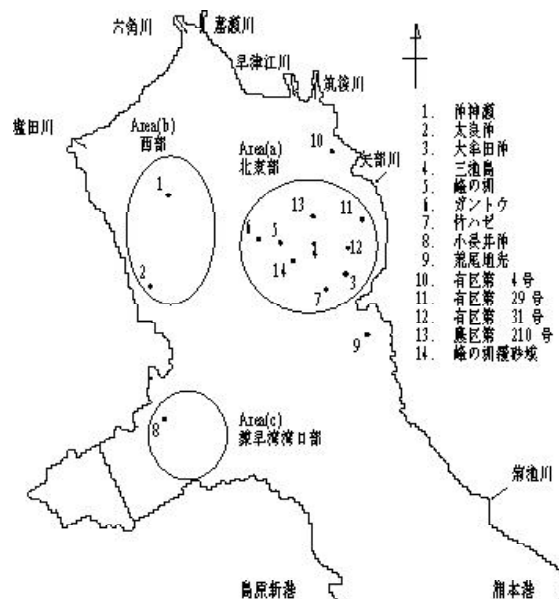


図33 タイラギ生息地点およびエリア区分

表19 各水域におけるタイラギ浮遊幼生着底数

生息地点	Area(a)	Area(b)	Area(c)
1. 沖 神 瀬	192	1069	507
2. 太 良 沖	170	332	435
3. 大 牟 田 沖	673	479	395
4. 三 池 島	1089	575	459
5. 峰 の 洲	646	421	411
6. ガントウ	466	286	377
7. 竹 ハ ゼ	1007	363	289
8. 小 長 井 沖	132	32	99
9. 荒 尾 地 先	346	190	166
10. 有 区 第 4 号	292	332	324
11. 有 区 第 29 号	536	406	332
12. 有 区 第 31 号	685	501	398
13. 農 区 第 210 号	1292	644	489
14. 峰の洲南覆砂域	680	423	401

13. 農区第210号および1. 沖神瀬を出発した浮遊幼生が3つの領域に多く着底しており、13. 農区第210号を出発した浮遊幼生は、特にArea(a)への着底が他の出発地点よりも多かった。

一方、1. 沖神瀬を出発した浮遊幼生は、Area(b)およびArea(c)に多く着底した。

峰の洲における覆砂域 (14. 峰の洲覆砂域) を出発した浮遊粒子は、すべての領域に着底しており、その数も比較的多く、Area(a)には600個以上、Area(b)、およびArea(c)には400個以上着底していた。

考 察

1. 22年級群の斃死要因の検討

平成21、22年度の結果から、斜面覆砂区については、平成21、22年級群ともに対照区と比較し高い生息密度を維持していたため、漁場として活用が可能であると期待された。しかし、平成23年6月下旬から7月上旬にかけて、平成22年級群タイラギの大量斃死が起き、ほぼ全滅した。平成23年度有明海福岡県沖底質環境調査委託事業のタイラギ天然漁場の4定点観測の結果からも、全調査点で6月下旬から大量斃死が起き、峰の洲覆砂域と同様ほぼ全滅している。

斃死が起きる6月下旬以前の底質（浮泥厚、硫化物量、強熱減量、泥分率、中央粒径値）、水質（酸素飽和度、塩分）のデータから斃死要因の検討を行った。

まず、底質についての検討結果を述べる。浮泥厚はタイラギの生息に適した10mm以下で推移した。硫化物量は、表層、底層ともに、概ねタイラギの生息に適した0.1mg/g乾泥で推移した。強熱減量、泥分率、中央粒径値については、21年度斜面覆砂区の表層で、5月下旬一時的にタイラギの生息に適さない値（強熱減量：25.0%、泥分率：53.3%、中央粒径値：4以上）を示したが、その他の調査点および底層では、タイラギの生息に適した値（強熱減量：5%未満、泥分率：30%未満、中央粒径値：3未満）で推移した。以上のことから、21年度斜面覆砂区においては、一時的な底質の悪化あったと考えられる。

次に、水質についての検討結果を述べる。酸素飽和度は、40%を下回る貧酸素が確認されなかった。塩分は、一時的に塩分20を下回る低塩分が確認されたが、継続時間が約3時間と短時間であったため、タイラギの生息に大きな影響を及ぼすほどではないと考えられた。

以上のことから、一時的な底質の悪化により、21年度斜面覆砂区におけるタイラギの斃死時期（6月下旬）が、22年度斜面覆砂区や斜面对照区の斃死時期（7月上旬）より2週間ほど早まった可能性が示唆された。21年度斜面覆砂区における底質の一時的な悪化があったものの、22年度斜面对照区や斜面对照区では、底質の悪化は確認されていないにもかかわらず、タイラギの大量斃死が起きていることから、底質の悪化がタイラギの直接の斃死要因とは考えにくい。水質調査からも、タイラギの直接の斃死要因の特定は困難であった。

22年級群と21年級群のタイラギ剥き身歩留まりの比較では、22年級群の方が剥き身歩留まりが悪く、またプランクトン沈殿量の比較でも22年級群が生息していた期間

の方がプランクトン沈殿量は少なかった。このことから、22年級群が生息していた期間は、餌料環境が悪かったと考えられ、餌料不足によるタイラギの体力低下が斃死の一要因として示唆された。また、底質調査により硫化物量の推移は把握しているが、二枚貝などの生息に影響を及ぼす底泥中の硫化水素の測定はしておらず、硫化水素によるタイラギへの影響が懸念される。このため、今後タイラギの斃死要因を検討する上で、新たに餌環境や底泥中の硫化水素等とタイラギの生息状況との関係を調査する必要があると考えられる。

2. 23年級群の調査地点別の生息からみた覆砂効果

23年級群については、今年度天然漁場でほとんど生息が確認されていない状況の中、峰の洲の斜面覆砂区では、タイラギが比較的高い生息密度で生息しているため、覆砂によるタイラギの生息量増大効果があったと考えられた。特に、今年度実施した水深7mの斜面覆砂区で平均生息密度が約7個体/m²最も高い生息密度で推移しており、次いで水深5mの斜面覆砂区の約3個体/m²であった。しかし、今年度実施した水深10mの斜面覆砂区では、平均生息密度が約1個体/m²と非常に低かった。このことから、現時点で水深が深い海域よりも、水深が5～7mと浅い海域での覆砂の方が、タイラギの生息量を増大させる効果があると考えられた。しかし、まだ調査開始してから半年程度しか経過していないため、今後もタイラギの生息状況を追跡調査することで、水深帯ごとの覆砂効果の検証をしていく必要がある。

実施年度別の比較では、23年度斜面覆砂区のタイラギの生息密度が最も高く、次いで22年度斜面覆砂区、21年度覆砂区であった。また、硫化物量については、21年度、22年度斜面覆砂区及び対照区では、表層の方が高く、23年度斜面覆砂区では、いずれの水深においても、表層の方が低くなっていた。以上のことから、覆砂をして時間が経過するとともに、表層に泥が堆積することで、底質が悪化し、タイラギの生息量を増大させる効果が薄れることが示唆された。このため、覆砂漁場の効果を維持するためには、定期的に表層に堆積した泥を除去し、底質の悪化を防ぐ必要であると考えられた。

3. タイラギ浮遊幼生のシミュレーション

シミュレーションによる浮遊幼生の着底状況を見ると、13. 農区第210号および1. 沖神瀬を出発した浮遊幼生が3つの領域に多く着底し、13. 農区第210号を出発した浮遊幼生は、特にArea(a)への着底が他の出発地点よりも多かった。一方、1. 沖神瀬を出発した浮遊幼生は、Area(b)およびArea(c)に多く着底した。しかし、これらの領域は今までの知見によると底質の細粒化によりタイラギが減少した領域であり、浮遊幼生が着底後に生存できる確率はArea(a)に着底した浮遊幼生と比べ低いと考えられる。そのため、13. 農区第210号の地点で底質環境の改善を行なった際に、有明海におけるタイラギ資源の回復は見込め、効率的な底質環境改善であるといえる。また、本事業の峰の洲における覆砂域（14. 峰の洲覆砂域）を出発した浮遊粒子は、すべての領域に着底している。その数も比較的多く、Area(a)には600個以上、Area(b)、およびArea(c)には400個以上着底している。そのため、この地点を出発した浮遊幼生の生存確率は他の地点を出発した浮遊幼生よりも比較的高く、タイラギ資源回復が見込めると考えられた。今後は、現場海域における浮遊幼生の発生状況を把握することで、シミュレーションの精度を検証する必要がある。

漁場環境改善事業

－有明海における覆砂効果調査－

廣瀬 道宣・林 宗徳

福岡県有明海は有明海湾奥部に位置する内湾性の水域で、広範囲に発達した干潟域は、アサリ等の有用二枚貝類の全国有数の漁場となっていた。しかし近年、漁場に浮泥等が堆積し、底質の泥化が進み、二枚貝の生息環境貝類の生息環境が悪化し、漁場生産力の低下が著しくなっている。

本県ではこれまで、地盤高が0m以浅の漁場での覆砂による漁場環境改善を実施しており、アサリ等の資源が回復しつつあるなど改善効果が見られている。一方、干潟縁部である地盤高が0m以深の漁場では、浮泥堆積が進行し、アサリ、サルボウ、タイラギ等の有用生物の生息が見られず、現状では漁業生産が行われない海域となっている。そこで、平成22年度以降、この海域を対象として底質改善（覆砂）を実施し、その漁場改善効果を把握するために、事業対象区において造成前後の底質および生物の生息状況を把握し、効果の発現状況を比較し、より効果的な事業計画及び施工手法の検討材料として今後の事業に反映されることを目的とした。

方 法

1. 覆砂効果調査

覆砂による底質改善や生物増大効果を確認するため、造成後の調査として、平成23年度に覆砂を実施した有区31号南側と農区210号南側海域、平成22年度に実施した有区14号(2)と有区18号(1)海域、及び平成15年度に実施した有区208号(1)海域における調査を実施した。

底質について、強熱減量は底質調査方法(昭和63年環水管第127号)Ⅱ、粒度組成はJISA1204、酸揮発性硫化物量は検知管法によって分析した。

(1) 平成23年度覆砂実施箇所

平成23年度覆砂実施箇所を図1に示す。

1) 有区31号南側調査点

造成前、造成後の調査として、図2に示した有区31号の南側の覆砂域に3調査点及び非覆砂域の対照区1点において、表1に示した底質調査と生物調査（有用生物調査、底生動物調査）を実施した。

2) 農区210号南側調査点

造成前、造成後の調査として、図3に示した農区210号の南側の覆砂域の3調査点及び非覆砂域の対照区1点において、表2に示した底質調査と生物調査（有用生物調査、底生動物調査）を実施した。



図1 事業実施位置図（平成23年分）

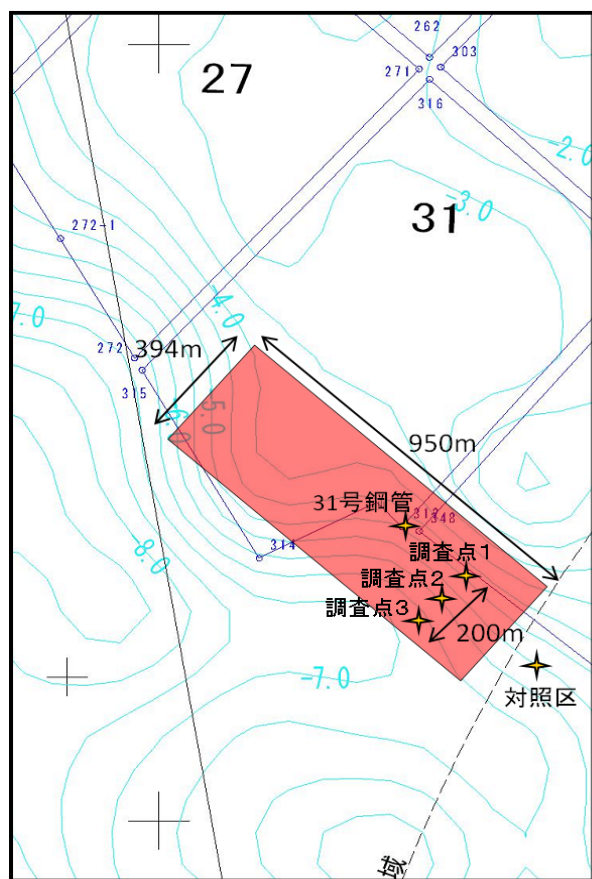


図2 有区31号南側調査点

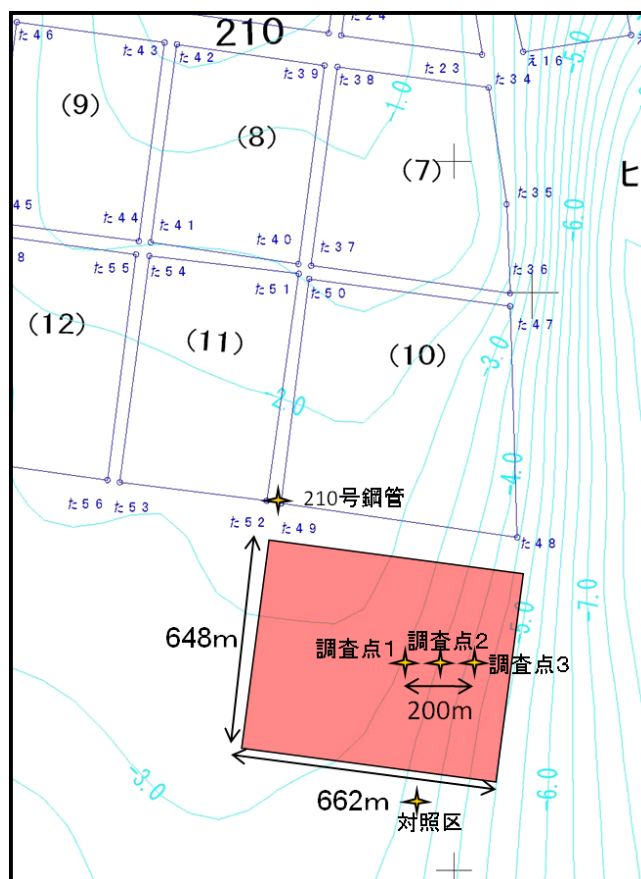


図3 農区210号南側調査点

表1 有区31号南側における調査の調査方法及び調査項目

	調査日	調査方法	調査項目
底質調査	造成前	平成23年5月13日	エクマンバージ採泥器による採泥
	造成後	平成23年8月24日	スキューバ潜水による採泥 (アクリルパイプ使用)
		平成23年11月18日	同上
		平成24年2月29日	同上
生物調査	造成前	平成23年5月13日	長柄じょれんによる有用二枚貝 (アサリ, サルボウ, タイラギ) 採集
			長柄じょれんによる底泥採集後, ふるい を用いて1mm以上の底生動物採取
	造成後	平成23年8月24日	スキューバ潜水による有用二枚貝の10m ライン採集
			50cm枠内の底泥採集後, ふるいを用い て1mm以上の底生動物採取
		平成23年11月18日	同上
		平成24年2月29日	同上

表 2 農区210号南側における調査の調査方法及び調査項目

		調査日	調査方法	調査項目
底質調査	造成前	平成23年6月24日	スキューバ潜水による採泥 (アクリルパイプ使用)	全硫化物, 強熱減量 (IL), 泥分率, 含水比, 中央粒径値 (MdΦ)
	造成後	平成23年9月22日	同上	同上
		平成24年1月26日	同上	同上
生物調査	造成前	平成23年6月24日	スキューバ潜水による有用二枚貝の10m ライン採集	種ごとの生息密度, 殻長
			50 c m 枠内の底泥採集後, ふるいを用い て1mm以上の底生動物採取	底生動物の種の同定, 計数, 測定
	造成後	平成23年9月22日	同上	同上
		平成24年1月26日	同上	同上

(2) 平成22年度覆砂実施箇所

造成 1 年後の調査として, 図 4 に示した有区14号 (2) 及び有区18号 (1) の覆砂域の各 5 調査点において, 表 3 に示した底質調査と生物調査 (有用生物調査, 底生動物調査) を実施した。

(3) 平成15年度覆砂実施箇所

造成 8 年後の調査として, 図 4 に示した有区208号 (1) の 5 調査点において, 表 4 に示した底質調査を実施した。

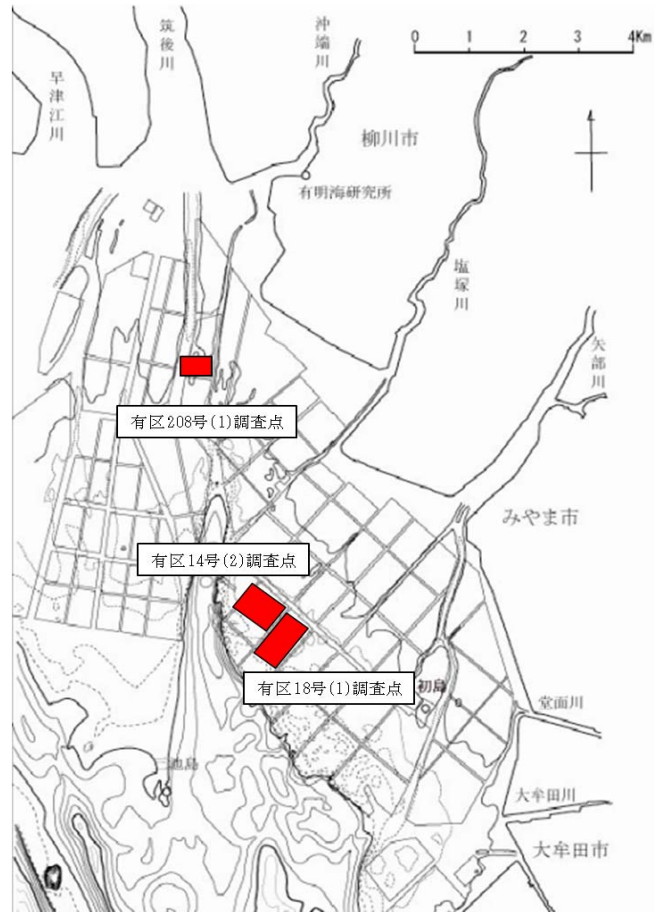


図 4 事業実施位置図 (過年度分)

表3 有区14号(2)及び有区18号(1)における調査の調査方法及び調査項目

	調査点	調査日	調査方法	調査項目
底質調査	有区14号(2)	平成23年10月5日	スキューバ潜水による採泥 (アクリルパイプ使用)	全硫化物, 強熱減量(IL), 泥分率, 含水比, 中央粒径値(MdΦ)
	有区18号(1)	平成23年10月21日	同上	同上
生物調査	有区14号(2)	平成23年10月5日	スキューバ潜水による有用二枚貝の10m ライン採集	種ごとの生息密度, 殻長
			50cm枠内の底泥採集後, ふるいを用い て1mm以上の底生動物採取	底生動物の種の同定, 計数, 測定
	有区18号(1)	平成23年10月21日	同上	同上

表4 有区208号(1)における調査の調査方法及び調査項目

	調査日	調査方法	調査項目
底質調査	平成23年6月3日	干潟干出時に, アクリルパイプによる採泥	全硫化物, COD, 強熱減量(IL), 泥分率, 含水比, 中央粒径値(MdΦ)

2. 覆砂周辺海域の水質環境調査

覆砂漁場周辺の水質環境を調べるために, 有区31号と農区210号の海域の水質調査を実施した。

図2, 3で示した有区31号南側調査点と農区210号南側調査点付近の鋼管に小型メモリーDO計(COMPACT-DO W)と小型メモリー潮流計(COMPACT-EM)を設置し, 平成23年6月24日から平成24年2月29日までの期間中(潮流計は, 平成23年9月22日から開始), 溶存酸素と流速を10分間隔で連続観測を行った。

3. 有用二枚貝資源量調査

覆砂域での漁獲対象となる有用二枚貝の評価をするために, 資源量調査を実施した。

資源量調査は, 図5に示した12調査点を設定し, 平成23年10月3日に5mm目合のカバーネットを付けた長柄ジョレンにより, 有用二枚貝(アサリ, サルボウ)の採取を行った。採取した二枚貝については, 計数を行うとともに殻長, 殻付重量を計測した。アサリについては, 殻長20mm以上を成貝, 20mm未満を稚貝として整理した。



図5 有用二枚貝資源量調査の調査点

結果および考察

1. 覆砂効果調査

(1) 平成23年度覆砂実施箇所

1) 有区31号南側調査点

有区31号南側調査点における底質調査結果を図6～9、表5に示した。全硫化物は、対照区で、造成前、造成後とも0.3mg/g乾泥以上と高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前0.542mg/g乾泥であったが、造成3ヶ月後0.136mg/g乾泥、5ヶ月後0.321mg/g乾泥、8ヶ月後0.118mg/g乾泥と対照区と比較し低い値で推移した。強熱減量(IL)は、対照区で、造成前、造成後とも10%以上と高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前10.5%であったが、造成3ヶ月後6.8%、5ヶ月後4.9%、8ヶ月後5.0%と対照区と比較し低い値で推移した。泥分率は、対照区で、造成後5ヶ月後67.6%を除き、造成前造成後ともに80%以上の高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前79.0%が、造成3ヶ月後26.6%、5ヶ月後34.1%、8ヶ月後27.9%と対照区と比較し低い値で推移した。含水比は、対照区で、造成前128.9%と高い値であったが、造成後はさらに増加し、160%以上の値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前121.8%であったが、造成3ヶ月後82.6%、5ヶ月後92.3%、8ヶ月後85.4%と対照区と比較し低い値で推移した。全硫化物、強熱減量、泥分率、含水比ともに、対照区と比較し、覆砂域では、造成8ヶ月後も低い値で推移していることから、覆砂による底質改善効果があり、8ヶ月後も継続していると考えられた。また、中央粒径値は、対照区では、造成前、造成3ヶ月後、5ヶ月後、8ヶ月後いずれにおいても、4以上であり、覆砂域では、造成前2調査点で4以上であったが、造成後は1調査点除いて、3以下に改善されたことから覆砂による底質改善効果があったものと思われる。

有用二枚貝の生息状況については、スキューバ潜水による目視観察では、造成前及び造成後のいずれにおいても、アサリ、サルボウ、タイラギを確認できなかった。一方、平成23年8月の底生動物調査の結果、対照区では有用二枚貝が確認できなかったが、覆砂域ではサルボウが576個体、タイラギが4個体覆砂域で確認された。このため、31号南側において、覆砂による有用二枚貝の着底効果があったと考えられる。

底生動物分析の結果については、底生動物の種類数を図10に、底生動物の多様度指数を図11に示した。種類数については、造成前は、対照区が20に対し、覆砂域が21とほとんど変わらなかったが、造成3ヶ月後、5ヶ月後、

8ヶ月後は、対照区が19、8、7に対し、覆砂域が23、10、20と種類数が多かった。多様度指数については、造成前は、対照区が2.1に対し、覆砂域が2.25とほとんど変わらなかったが、造成3ヶ月後、5ヶ月後、8ヶ月後は、対照区が3.61、2.29、2.52に対し、覆砂域が3.24、2.97、3.44と造成3ヶ月後は、対照区が一時的に高かったものの、それ以降は覆砂区の方が高かった。また、覆砂域における造成前と造成後の比較からも、多様度指数が造成前は2.1であったのが、造成8ヶ月後には、3.44に増加している。これらのことから、覆砂による底生動物の増大効果があったと考えられ、底生動物による浄化機能の発現、餌料環境の改善等により、得に底生性の水産資源の維持増大、好適な漁場の維持につながるものと考えられる。

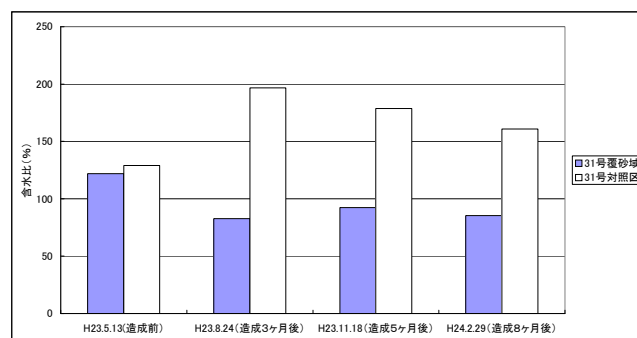


図6 有区31号南側における全硫化物量の推移

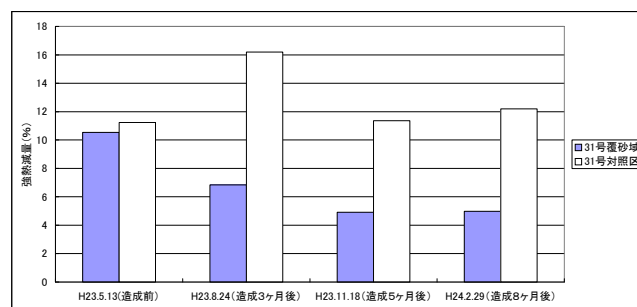


図7 有区31号南側における強熱減量の推移

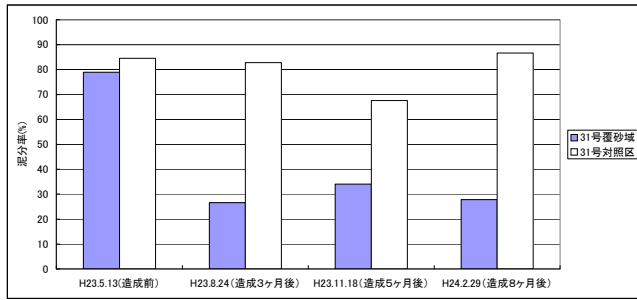


図8 有区31号南側における泥分率の推移

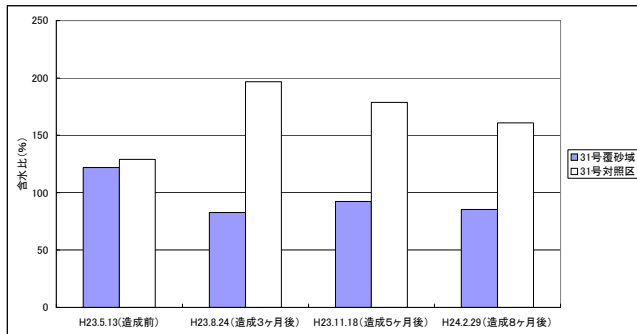


図9 有区31号南側における含水比の推移

表4 有区31号南側における中央粒径値の推移

漁場	調査点	日付			
		平成23年5月13日	平成23年8月24日	平成23年11月18日	平成24年2月29日
31号南側	①	3.94	2.33	2.98	>4
	②	>4	2.09	>4	2.41
	③	>4	>4	1.17	0.90
	平均	-	-	-	-
	対照区	>4	>4	>4	>4

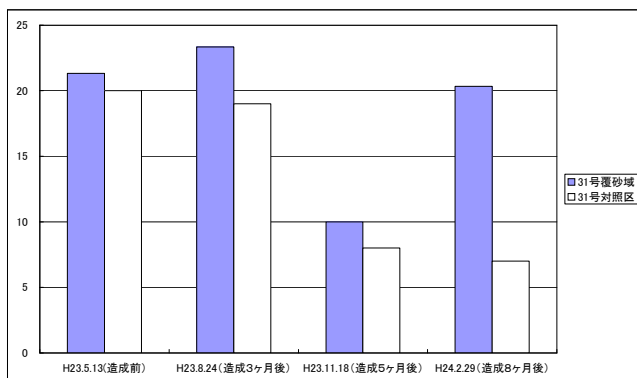


図10 有区31号南側における底生動物の種類数

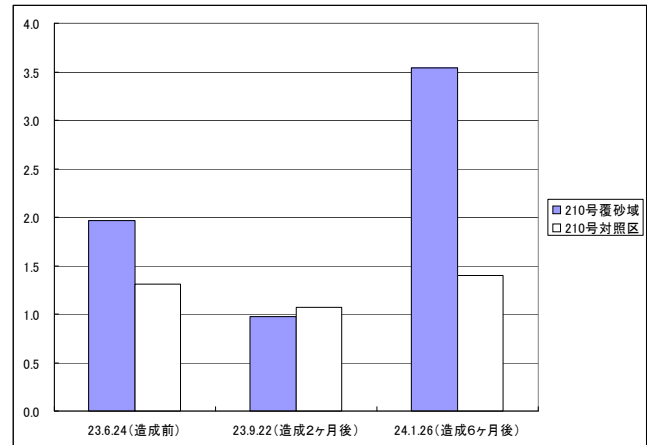


図11 有区31号南側におけるの底生動物の多様度指数 H' (bit)

2) 農区210号南側調査点

農区210号南側調査点調査点における底質調査結果を図12～15、表5に示した。全硫化物は、対照区で、造成6ヶ月後の0.057mg/g乾泥を除き、造成前、造成後とも0.3mg/g乾泥以上と高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前0.200mg/g乾泥であったが、造成2ヶ月後0.007mg/g乾泥、6ヶ月後0.011mg/g乾泥と対照区と比較し低い値で推移した。強熱減量(IL)は、対照区で、8～10%と比較的高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前10.2%であったが、造成2ヶ月後3.2%、6ヶ月後4.1%と対照区と比較し低い値で推移した。泥分率は、対照区で、造成前、造成後ともに90%前後の高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前94.0%が、造成2ヶ月後12.4%、6ヶ月後12.8%と対照区と比較し低い値で推移した。含水比は、対照区で、170%以上と高い値で推移したのに対し、覆砂域では、造成前185.2%であったが、造成2ヶ月後52.4%、6ヶ月後50.7%と対照区と比較し低い値で推移した。全硫化物、強熱減量、泥分率、含水比ともに、対照区と比較し、覆砂域では、造成6ヶ月後も低い値で推移していることから、覆砂による底質改善効果があり、6ヶ月後も継続していると考えられた。また、中央粒径値は、対照区では、4以上であり、覆砂域では造成前4以上が、造成後に1.5、1.4にそれぞれ改善されたことから覆砂による底質改善効果があったものと思われる。

有用二枚貝の生息状況については、スキューバ潜水による目視観察では、対照区、覆砂区ともに造成前及び造成後のいずれにおいても、アサリ、タイラギの生息を確認できなかった。サルボウについては、造成前及び造成後ともに生息が確認された。覆砂の有無に関わらず、天

然貝の分布が少なくその影響が大きいいため、覆砂効果については評価できないと考えられた。

底生動物分析の結果については、底生動物の種類数を図16に、底生動物の多様度指数を図17に示した。種類数については、造成前は、対照区が17に対し、覆砂域が12であったが、造成後2ヶ月後は、対照区、覆砂域ともに15となり、造成6ヶ月後には、対照区が19に対し、覆砂域が23と時間の経過とともに覆砂域の種類数が多くなった。多様度指数については、造成前は、対照区が1.31に対し、覆砂域が1.97であり、造成後2ヶ月後は、対照区が1.07に対し、覆砂域が0.97と減少したが、造成6ヶ月後には、対照区が1.40に対し覆砂域が3.54と大幅に増加した。これらのことから、覆砂による底生動物の増大効果があったと考えられ、底生動物による浄化機能の発現、餌料環境の改善等により、特に底生性の水産資源の維持増大、好適な漁場の維持につながるものと考えられる。

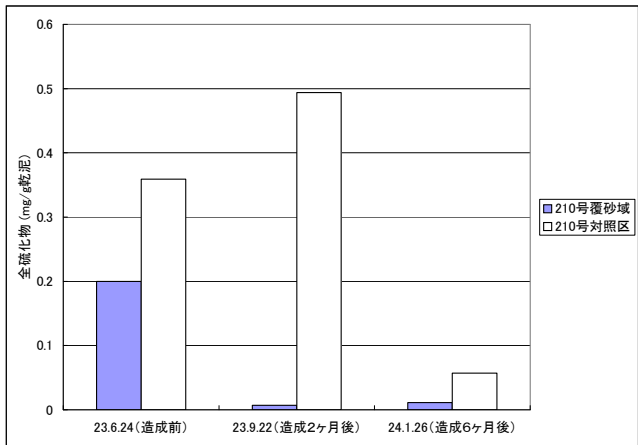


図12 農区210号南側における全硫化物量の推移

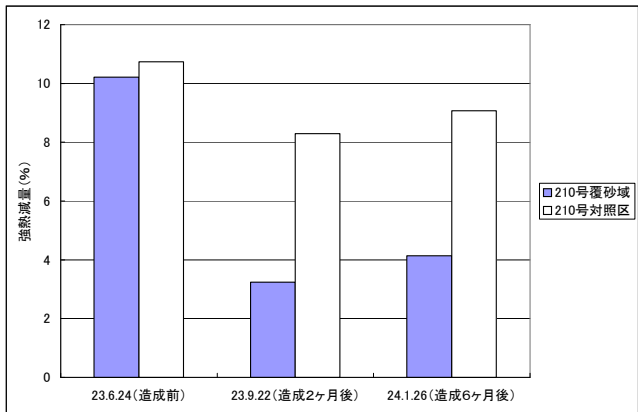


図13 農区210号南側における強熱減量の推移

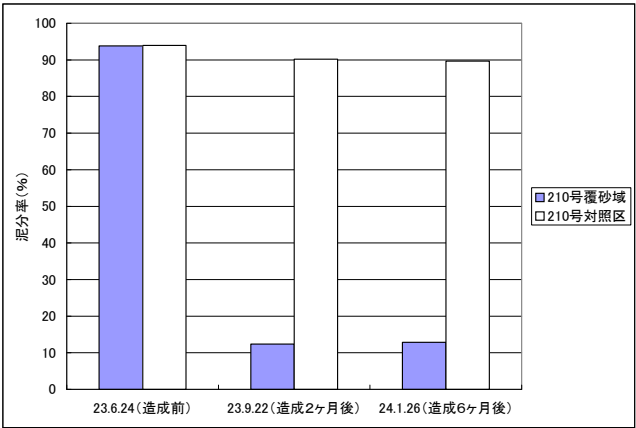


図14 農区210号南側における泥分率の推移

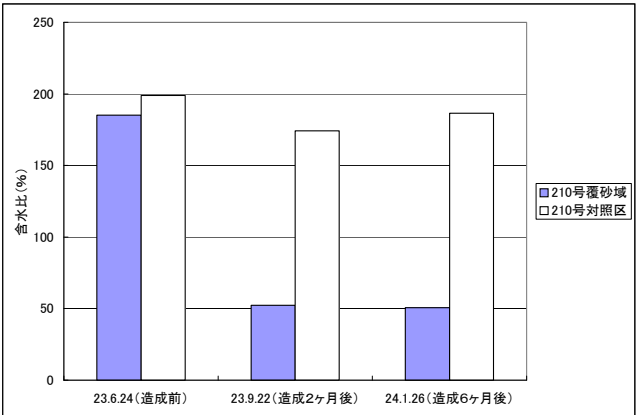


図15 農区210号南側における含水比の推移

表5 農区210号南側における中央粒径値の推移

漁場	調査点 \ 日付	平成23年6月24日	平成23年9月22日	平成24年1月26日
210号南側	①	>4	1.58	1.66
	②	>4	1.74	1.36
	③	>4	1.18	1.17
	平均	-	1.50	1.40
	対照区	>4	>4	>4

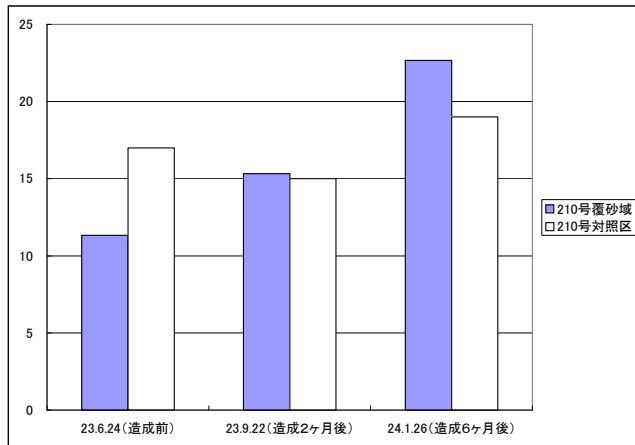


図16 農区210号南側における底生動物の種類数

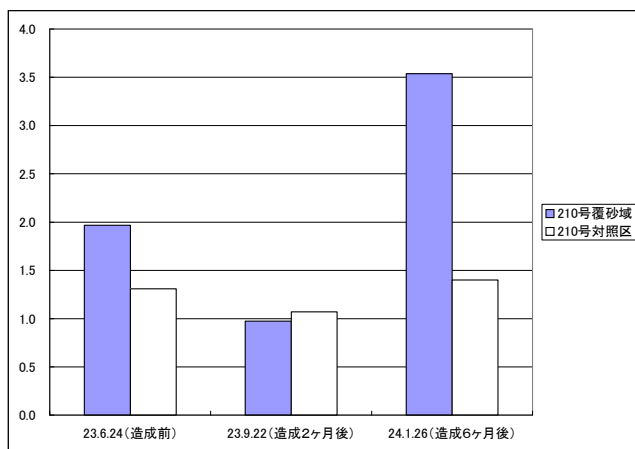


図17 農区210号南側におけるの底生動物の多様度指数
H' (bit)

(2) 平成22年度覆砂実施箇所

底質調査結果を表6に示した。有区14号(2)では造成前に0.034mg/g乾泥であった全硫化物は、造成14ヶ月後には、0.038mg/gとなっており、有用二枚貝の生息に影響ない水準を維持している。また、強熱減量(IL)は造成前の4.79%が、造成14ヶ月後には、3.4%、泥分比は26.9%が6.3%、含水率は65.3%が40.8%、中央粒径値は2以上が1.6となっており、底質改善効果が持続されている。

一方、有区18号(1)では造成前に0.361mg/g乾泥であった全硫化物が造成14ヶ月後に、0.036mg/g、強熱減量(IL)は造成前の8.1%が2.6%、泥分率は造成前の70.1%が7.6%に含水比が造成前の139.9%が37%にそれぞれ改善された。また、中央粒径値は造成前には3以上であったが、造成1ヶ月後には1.4に改善された。

また柱状採泥の結果、砂厚は、造成約1年後も35cm程度に維持されており、泥等の堆積は、認められなかった。

潜水調査による有区14号(2)における有用二枚貝の生息状況の推移を図18～20および平均殻長の推移を図21に示した。造成前はアサリ、サルボウ、タイラギとも生息を確認できなかったが、アサリについては、造成8ヵ月後の平成23年3月に生息していた個体の平均殻長が17.95mmで生息密度は18個体/m²であり、14ヶ月後の平成23年10月に生息していた個体の平均殻長15.5mmで、生息密度2.4個体/m²であった。アサリの生息密度は、減少しているが、平成23年3月に確認されたアサリは、平成23年10月までの半年間で漁獲サイズである30mmまで成長し漁獲された可能性がある。サルボウについては、平成23年1月に生息していた個体の平均殻長は18.1mm、生息密度256個体/m²、平成23年3月に生息していた個体の平均殻長は24.0mm、生息密度582個体/m²、10月に生息していた個体の平均殻長は24.4mm、生息密度101個体/m²であった。平成23年10月に確認されたサルボウには、30mm前後の個体と10mm前後の個体が含まれており、前者は平成22年の秋に着底したものが生残したものと考えられ、サルボウは夏産卵であるため、後者は平成23年級群であると考えられた。タイラギについては、造成半年後の平成23年1月に生息していた個体の平均殻長は73.5mm、生息密度は0.5個体/m²で、平成23年3月に生息していた個体の平均殻長は80.1mm、生息密度2個体/m²であり、いずれも平成22年級群と推察された。平成23年10月に生息していた個体の平均殻長は62.08mm、生息密度21個体/m²であった。タイラギは夏産卵であるため、平成23年10月に確認された個体は平成23年に夏期に産卵されたタイラギ幼生が着底し成長したものと考えられ、平成23年級群と推察された。

有区18号(1)における有用二枚貝の生息状況については、造成前はアサリ、サルボウ、タイラギとも生息を確認できなかったが、サルボウは平成23年10月に確認され、平均殻長26.9mm、生息密度8個体/m²であった。平成23年10月に確認されたサルボウの半数以上は漁獲サイズである30mm以上であり、平成22年の秋に着底したものと考えられ、それ以外の10mm前後の個体は平成23年級群であると考えられる。タイラギは造成14ヵ月後の平成23年10月に確認され、平均殻長は69.8mm、生息密度8個体/m²であった。これらは、有区14号(2)と同様に、平成23年級群であると考えられる。

前年度の調査では、アサリ、サルボウ、タイラギともに、造成後の早い段階での着底が確認されており、平成23年度においても、サルボウ、タイラギが造成後早い段階での着底が確認されたため、継続的な覆砂による有用二枚貝の着底、生残効果があったと考えられる。また、

今後も次期産卵期後の着底も期待されるため、持続的な漁場の形成も期待される。

有区14号(2)および18号(1)における底生動物分析の結果については、底生動物の出現種類数、多様度指数の平均値の推移を図22、図23に示した。前年度及び今年度の調査から、14号(2)の底生動物の種類数は、覆砂1ヶ月後、半年後、14ヶ月後は、平均7.7種、5.3種、20.0種であり、18号(1)では、平均1.2種、2.0種、25.0種であり、覆砂1ヶ月後、半年後と比較し倍増した。また、多様度指数H'は14号(2)で覆砂半年後の1.99から14ヶ月後は3.58、18号(1)で2.68から3.63と増加しており、今後、底生動物の増加、多様化が見込まれるため、底生生物による浄化機能の発現、餌料環境の改善等により、特に底生性の水産資源の維持増大、好適な漁場環境の維持につながるものと考えられる。

表6 14号(2)及び18号(1)における底質調査結果

調査点	調査月日	全硫化物 (mg/g乾泥)	IL (%)	泥分率 (%)	含水比 (%)	Md φ
14号(2)	H22.6.21(造成前)	0.034	4.79	26.91	65.34	>2
	H23.10.5(造成後)	0.038	3.38	6.27	40.77	1.57
18号(1)	H22.6.21(造成前)	0.361	8.10	70.13	139.92	>3
	H23.10.21(造成後)	0.036	2.63	7.56	37.00	1.35

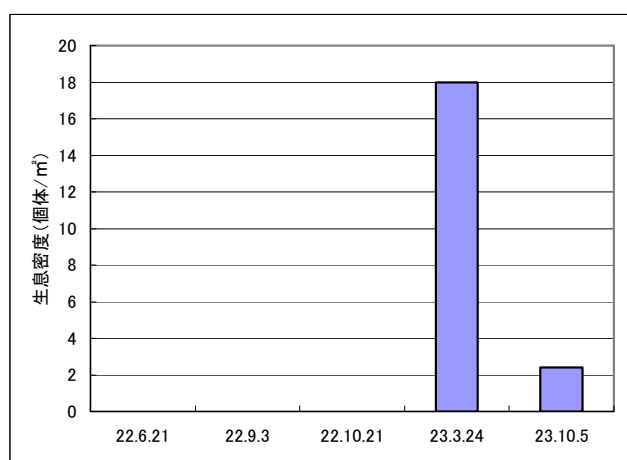


図18 有区14号(2)におけるアサリの生息状況の推移

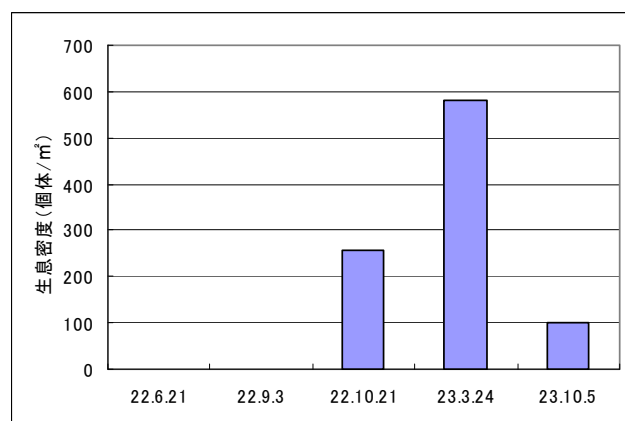


図19 有区14号(2)におけるサルボウの生息状況の推移

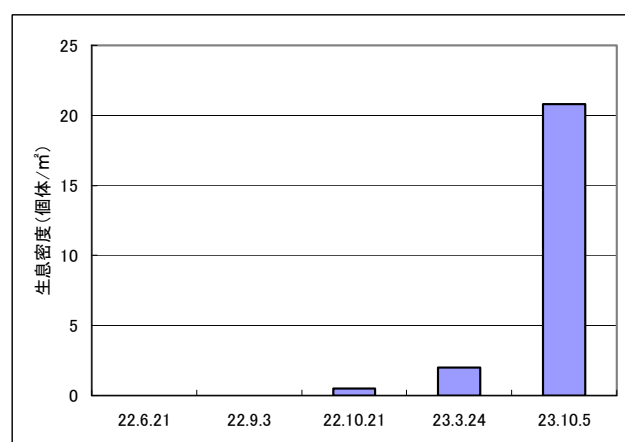


図20 有区14号(2)におけるタイラギの生息状況の推移

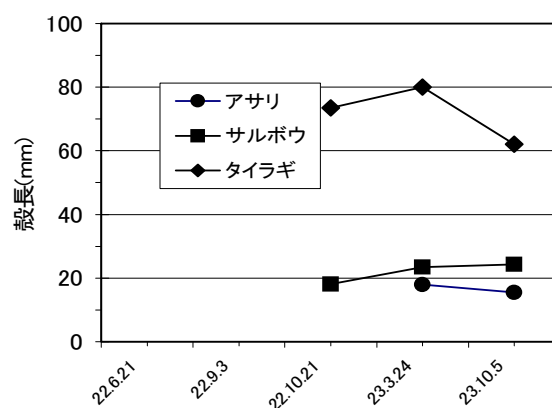


図21 有区14号(2)における有用二枚貝の平均殻長の推移

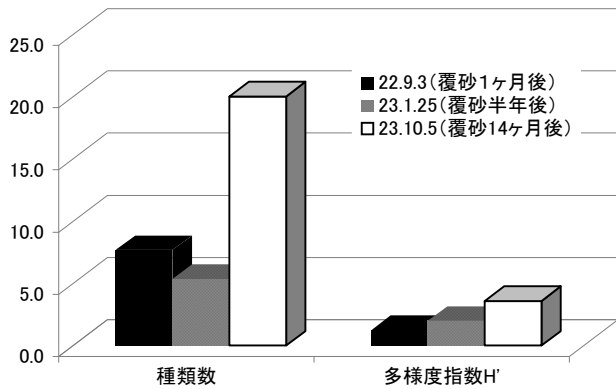


図22 有区14号(2)における底生生物の出現個体種類数、多様度指数の推移

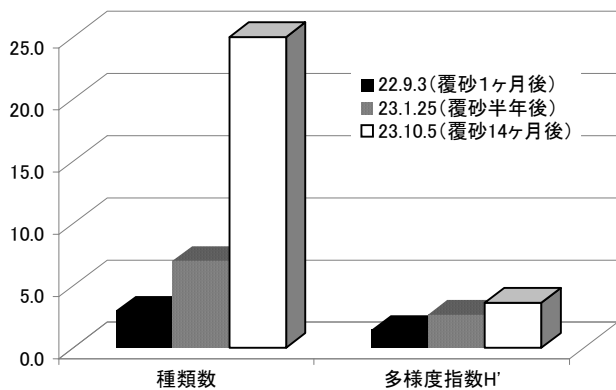


図23 有区18号(1)における底生生物の出現個体種類数、多様度指数の推移

(3) 平成15年度覆砂実施箇所

有区208号(1)における底質調査結果を表7に示した。造成9年後の平成23年6月には、全硫化物は、0.030mg/g乾泥、化学的酸素要求量(COD)は、2.62mg/g乾泥、強熱減量(IL)は3.8%、泥分率は15.4%、含水率は43.2%、中央粒径値は1.8となっており、全硫化物、CODは水産用水基準値(全硫化物：0.2mg/g乾泥以下、COD：20mg/g乾泥以下)を満たしており、底質改善効果が持続されている。

表7 有区208号(1)における底質調査結果

調査月日	調査点	全硫化物 (mg/g乾泥)	COD (mg/g乾泥)	IL (%)	泥分率 (%)	含水比 (%)	Md φ
H23.6.3	208-①	0.000	1.46	2.61	3.80	35.23	1.17
H23.6.3	208-②	0.001	1.05	3.40	8.66	40.04	1.79
H23.6.3	208-③	0.000	4.12	3.42	11.12	41.05	1.73
H23.6.3	208-④	0.000	3.08	3.70	7.18	36.84	1.55
H23.6.3	208-⑤	0.147	3.40	5.71	46.15	62.91	2.86
	平均	0.030	2.62	3.77	15.38	43.22	1.82

2. 覆砂周辺海域の水質環境調査

有区31号周辺海域における溶存酸素飽和度の結果は、図24、流速の結果は、図25に示した。酸素飽和度は平成23年8月14日から平成23年8月21日の1週間の間に40%を下回る貧酸素が確認され、平成23年8月21日に最低13%の貧酸素が確認されたが、貧酸素の継続期間が短く、酸素飽和度も極端に低くないことから、生物への影響はほとんどないと考えられる。流速は、大潮時に高く、小潮時に低くなるという傾向を示し、最大値は15.2cm/s、最小値は2.1cm/s、平均値は8.5cm/sであった。

農区210号周辺海域における溶存酸素飽和度の結果は、図26、流速の結果は、図27に示した。酸素飽和度は7月10日から7月30日の間に、40%を下回る貧酸素が確認され、7月26日には1%という極端な貧酸素が確認された。流速は、大潮時に高く、小潮時に低くなるという傾向を示し、最大値は18.5cm/s、最小値は2.4cm/s、平均値は9.2cm/sであった。

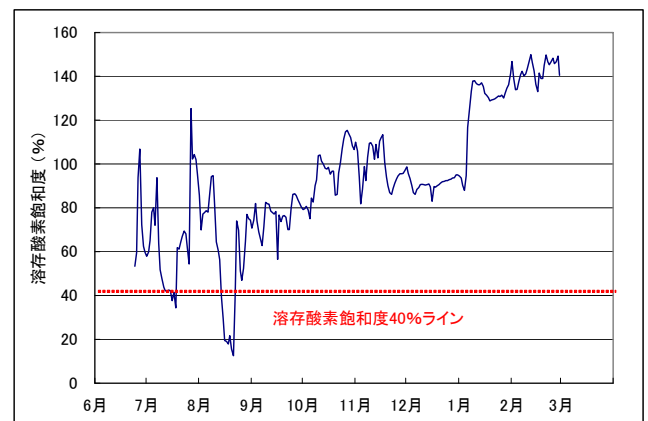


図24 31号南側における溶存酸素飽和度の推移(1日平均)

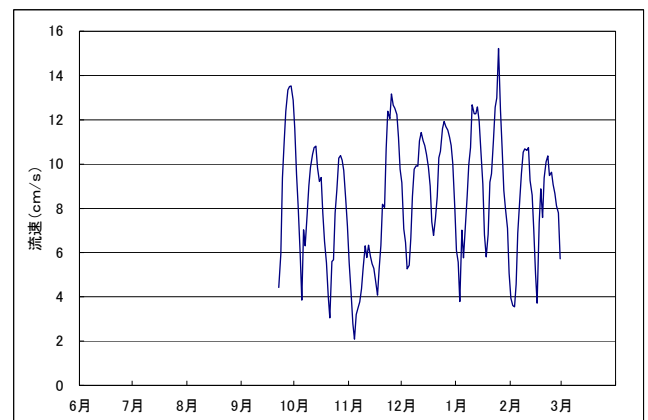


図25 31号南側における流速の推移(1日平均)

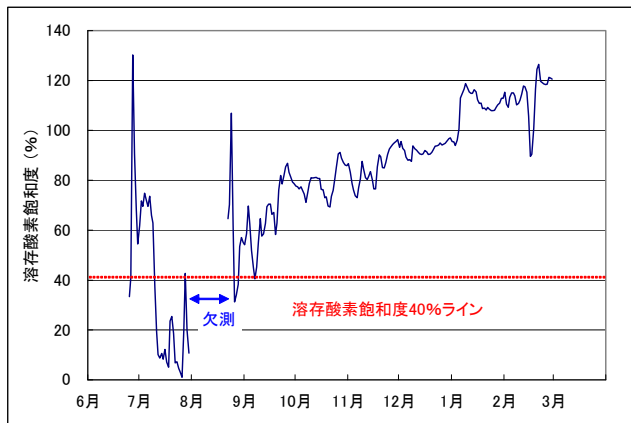


図26 210号南側における溶存酸素飽和度の推移
(1日平均)

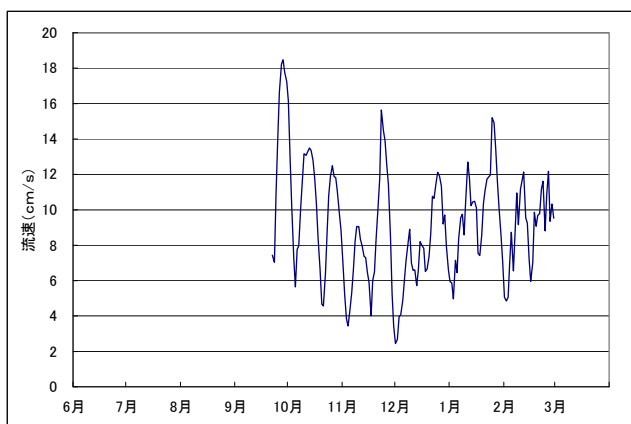


図27 210号南側における流速の推移 (1日平均)

3. 有用二枚貝資源量調査

アサリの資源量推定結果については、表8に示した。アサリの推定資源量は2,007トンであり、成貝（20mm以上）の資源量は、208号、3号、8号で多く、稚貝（20mm未満）は208号が多かった。

サルボウの資源量推定結果については、表9に示した。サルボウの推定資源量は8,630トンであり、底質が砂質の場所を中心に広く分布しており、特に29号での資源量が多いと推測された。

今回設定した12調査点のうち覆砂を実施していない漁場は、天然優良漁場である24号のみであり、それ以外の漁場は覆砂を実施している。アサリは、24号の生息密度が24.6個体/㎡であるのに対し、覆砂を実施している11調査点の平均生息密度が80.6個体/㎡と約3倍となっており、覆砂によるアサリの増産効果が確認された。

サルボウについては、24号の生息密度が423.4個体/㎡であるのに対し、覆砂を実施している11調査点の平均生息密度が228.9個体/㎡であったが、29号、211号では、生息密度が561.7個体/㎡、503.8個体/㎡と天然漁場よりも高い漁場もみられ、覆砂によるサルボウの増産効果が確認された。

表7 アサリ資源量調査結果

漁場/項目	成貝 (20mm以上)			稚貝 (20mm以下)			合計	
	平均密度 (個/㎡)	平均重量 (g)	資源量 (t)	平均密度 (個/㎡)	平均重量 (g)	資源量 (t)	平均密度 (個/㎡)	資源量 (t)
208号	377.1	2.3	777	226.9	1.2	253	604.0	1,030
211号	34.3	3.2	87	5.2	0.6	3	39.5	89
3号	116.6	2.5	309	29.7	1.2	38	146.3	347
4号	10.0	4.6	79	3.8	0.9	6	13.8	85
8号	43.8	6.3	392	17.7	0.3	9	61.5	400
10号	8.3	4.9	28	0.0	0.0	0	8.3	28
29号	0.6	4.3	1	0.6	0.6	0	1.1	1
37号	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0
38号	8.0	4.6	12	3.2	0.7	1	11.2	13
41号	0.0	0.0	0	0.8	0.6	0	0.8	0
42号	0.0	0.0	0	0.0	1.2	0	0.0	0
覆砂漁場の平均	54.4	3.0	153	26.2	0.7	28	80.6	181
24号 (天然漁場)	5.1	2.7	9	19.4	0.4	5	24.6	14
合計			1,693			314		2,007

表8 サルボウ資源量調査結果

漁場/項目	平均密度 (個/㎡)	資源量 (t)
208号	272.6	620
211号	503.8	841
3号	281.1	658
4号	123.8	773
8号	92.9	622
10号	242.5	1,047
29号	561.7	1,677
37号	16.0	69
38号	93.2	222
41号	36.0	70
42号	294.8	975
覆砂漁場の平均	228.9	689
24号 (天然漁場)	423.4	1,055
合計		8,630