

研究分野	6 豊かな漁場環境の維持・保全のための技術開発	部名	漁場保全部
研究課題名	(2) 県漁場環境保全方針に定める重点監視水域（大船渡湾・釜石湾）のモニタリング及び広報 ① 漁場環境のモニタリング ② 硫酸還元細菌を指標とした底質評価手法の検討		
予算区分	県単（漁場保全総合対策事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成 18 年度～平成 30 年度		
担当	（主）内記 公明（副）加賀 克昌、渡邊 志穂、瀬川 叡		
協力・分担関係	沿岸広域振興局水産部、大船渡水産振興センター、大船渡市		

### <目的>

釜石湾及び大船渡湾は、岩手県漁場環境保全方針に基づく重点監視水域に指定されていることから、水産生物にとって良好な漁場環境を維持するため、水質及び底質・底生生物を調査し、長期的な変化を監視している。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による津波で、両湾とも陸域から相当量の有機物等の流入、海底地形の変化・海底泥のかく乱等が生じたことで、湾内の養殖漁場環境が大きく変化した。また、両湾に設置された湾口防波堤は復旧工事により新たな構造となったことで、湾内の養殖漁場環境は今後も変化することが予想される。そこで、湾内の漁場環境に影響を与える水質や底質をモニタリングし、その変化を漁業関係者に情報提供することにより漁場管理を促すことを目的とする。

### <試験研究方法>

#### 1 水質調査

毎月 1 回、釜石湾（10 地点：図 1）及び大船渡湾（10 地点：図 2）において、水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル *a* の各項目について調査を行った（表 1）。調査では多項目水質計（AAQ176-RINKO JFE アドバンテック）を用いて観測を行った。St. 1 から St. 6 の地点では、透明度観測のほかに採水も行った。採水した試水は 200 ml を Whatman GF/F フィルターで吸引濾過し DMF で溶媒抽出した後に蛍光光度計（TURNER DESIGNS：10-AU）でクロロフィル *a* を測定し、多項目水質計の補正值に用いた。

#### 2 底質・底生生物調査

10 月 26 日に釜石湾（St. 1-4）、10 月 17 日に大船渡湾（St. 1-6）の各地点において、20 cm 角のエクマンバージ採泥器を用いて底泥を採取した。採取した底泥の表層（深さ 2 cm 程度）から理化学分析用の試料を分取し、保冷して実験室に搬入した。残りの底泥は 1 mm 目合いのフルイ上に移し、海水で泥を洗い流しながらフルイ上に残ったものをポリ瓶に移し入れ、中性ホルマリンの濃度が約 10 % となるように添加して底生生物同定用の試料とした。なお、底泥を採取する前には海底直上 1 m 層で、多項目水質計を用いて溶存酸素を測定した。

理化学分析は、全硫化物（TS）、化学的酸素要求量（COD）及び粒度組成の各項目について行った。分析法は水質汚濁調査指針（日本水産資源保護協会編 1980）及び漁場保全対策推進事業調査指針（水産庁 1997）に基づき、T-S は検知管法、COD はアルカリ性過マンガン酸カリウム法、粒度組成は目合いが 2、1、0.5、0.25、0.125 及び 0.063 mm のフルイを用いた湿式フルイ分け法による。底生生物は種類別個体数及び湿重量を調べ、汚染指標種の出現状況、Shannon-Wiener の多様度指数（ $H'$ ）を算出した。なお、底生生物の分類・同定は外部委託した。

#### 3 硫酸還元細菌を指標とした底質評価手法の検討

底質調査で採取した底泥から遺伝子分析用の試料を分取し、キットを使って DNA 抽出液を調製した後に Kondo et al (2008) の方法に従い硫酸還元細菌数を見積り、硫酸還元細菌数と TS や COD の関係を確認した。

表1 釜石湾及び大船渡湾の調査項目、実施時期

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
水質調査	毎月1回実施 (水温・塩分・溶存酸素・クロロフィルa・透明度)											
底質調査							○					

※底質調査項目は、T-S、COD、粒度組成、底生生物、硫酸還元細菌数

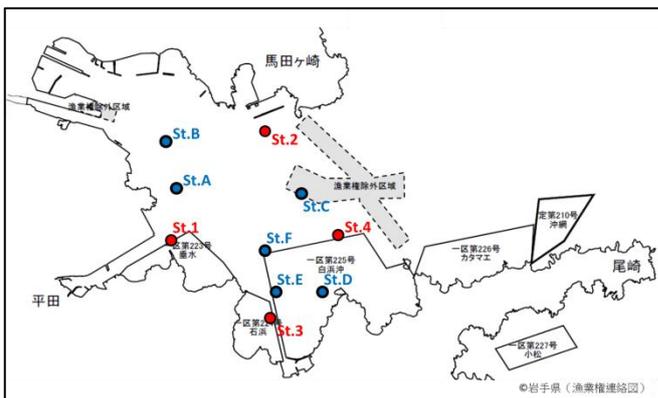


図1 釜石湾の調査定点

※St. 1 から St. 4 において透明度の観測や表層 0 m から海底上 1 m の水質を観測した。St. A から St. F において表層 0 m から水深 10 m の水質を観測した。

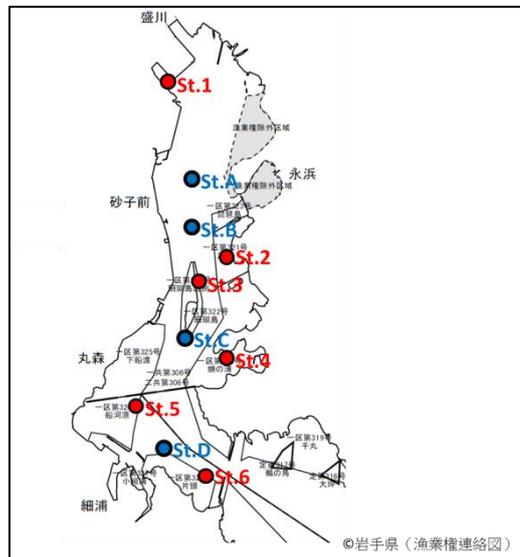


図2 大船渡湾の調査定点

※St. 1 から St. 6 において透明度の観測や表層 0 m から海底上 1 m の水質を観測した。St. A から St. D において表層 0 m から水深 10 m の水質を観測した。

<結果の概要・要約>

1 水質調査

	釜石湾	大船渡湾
透明度	各定点で 3.5-14.0 m の範囲にあった。4 月と翌年 3 月はプランクトンの増加で、8 月と 9 月は降雨や台風の影響で平成 18-28 年度の平均値と比べて透明度が低下した。	各定点で 1.5-14.5 m の範囲にあった。概ね平成 18-28 年度の平均値と同様に推移したが、8 月と 9 月は降雨や台風の影響で透明度が低下した。(St. 1 は深度が 10 m 未満のため除く。)
水温	水深 2.5 m で 6.5-19.5℃、水深 10 m で 6.3-18.5℃の範囲にあり、平成 18-28 年度の平均値と比べて 4-5 月に 0.6-2.6℃高く、8-10 月は 1.1-3.1℃低く、2-3 月は 0.5-1.6℃高かった。	水深 2.5 m で 7.4-22.5℃、水深 10 m で 7.4-20.1℃の範囲にあり、平成 18-28 年度の平均値と比べて 4-5 月は 0.5-2.1℃高く、9 月は 1.1-3.0℃低く、12 月は 0.7-3.3℃低く、3 月は 2.1-2.6℃高かった。
塩分	水深 2.5 m では、4-6 月と 8-10 月及び 3 月に塩分が 33 未満に低下した定点が見られ、湾北部では 4 月と翌年 3 月に塩分が 30 台にまで低下した。	水深 2.5 m では、4-5 月と 8-9 月に湾内全域で塩分が 33 未満に低下した。
溶存酸素	海底付近の溶存酸素が最も低下する 10 月に水産用水基準 (4.3 mg/L) を下回った定点は無く、St. 4 は昨年度の結果よりも高かった。	海底付近の溶存酸素が最も低下する 10 月に水産用水基準 (4.3 mg/L) を下回った定点は St. 3 と St. 6 であり、この 2 定点は昨年度の結果よりも低かった。

クロロフィル <i>a</i>	水深 2.5 m では、4 月、8 月、11 月、3 月に湾の奥部及び南部でクロロフィル蛍光値が 2 を超えて高くなったことから、貝類等の餌となる植物プランクトンが豊富であったと推測される。	水深 2.5 m では、5 月、8-11 月、3 月に湾奥部を中心にクロロフィル蛍光値が 2 を超えて高くなったことから、貝類等の餌となる植物プランクトンが豊富であったと推測される。
-----------------	---	---

## 2 底質・底生生物調査

	釜石湾	大船渡湾
粒度組成	St. 4 の含泥率（粒径 < 0.063 mm）が最も高かった。昨年度の結果と比べて、St. 4 を除く定点は若干低下していた。	St. 2、St. 3、St. 4 及び St. 6 で含泥率（粒径 < 0.063 mm）が 70% 台と高かった。昨年度の結果と比べて、St. 3 と St. 6 を除く定点は若干低下していた。
COD	St. 4 で水産用水基準（20 mg/g 乾泥）を上回った。昨年度の結果と比べて、St. 3 は水産用水基準未満に低下していた。	全定点で水産用水基準（20 mg/g 乾泥）を上回った。昨年度の結果と比べて 4 定点が上昇していた。
TS	St. 4 で水産用水基準（0.2 mg/g 乾泥）を上回った。昨年度の結果と比べて、St. 1 は水産用水基準未満に低下するなど各定点とも低下傾向である。	全定点で水産用水基準（0.2 mg/g 乾泥）を上回った。昨年度の結果と比べて 4 定点が上昇していた。
マクロベントスの出現種類数	環形動物（ゴカイ類等）を中心とした底生生物が見られた。	環形動物（ゴカイ類等）を中心とした底生生物が見られた。
多様度指数	多様度指数 $H'$ は 1.58 から 3.15 であった。	多様度指数 $H'$ は 1.62 から 2.95 であった。
汚濁指標種	汚濁指標種は出現しなかった。	汚濁指標種のシズクガイやスベスベハネエラスピオが St. 3、St. 5、St. 6 で出現した。

## 3 硫酸還元細菌を指標とした底質評価手法の検討

釜石湾における硫酸還元細菌数と TS や COD の関係について、TS が 0.08~0.42 (mg/g 乾泥) で COD が 10.4~36.2 (mg/g 乾泥) と比較的高かった定点は硫酸還元細菌数が 21,708~23,939 (*dsrA* 遺伝子コピー数/g 乾泥) と比較的多く、TS が 0.03 (mg/g 乾泥) で COD が 3.6 (mg/g 乾泥) と比較的低かった定点は硫酸還元細菌数が 4,964 (*dsrA* 遺伝子コピー数/g 乾泥) と比較的少なかったことから、TS や COD が高いと硫酸還元細菌数も多い傾向が見られた(図 3)。大船渡湾においては、TS が 1.09~1.66 (mg/g 乾泥) で COD が 33.3~45.1 (mg/g 乾泥) と比較的高かった定点は硫酸還元細菌数が 33,851~40,423 (*dsrA* 遺伝子コピー数/g 乾泥) と比較的多く、TS が 0.32~0.98 (mg/g 乾泥) で COD が 20.2~38.1 (mg/g 乾泥) と比較的低かった定点は硫酸還元細菌数が 10,081~23,235 (*dsrA* 遺伝子コピー数/g 乾泥) と比較的少なかったことから、TS や COD が高いと硫酸還元細菌数も多いといった釜石湾と同様の傾向が見られた (図 4)。

従来の底質汚濁指標の TS や COD と硫酸還元細菌数は一定の関係を有することから、硫酸還元細菌数は底質評価指標の一つにできる可能性があると考えられた。

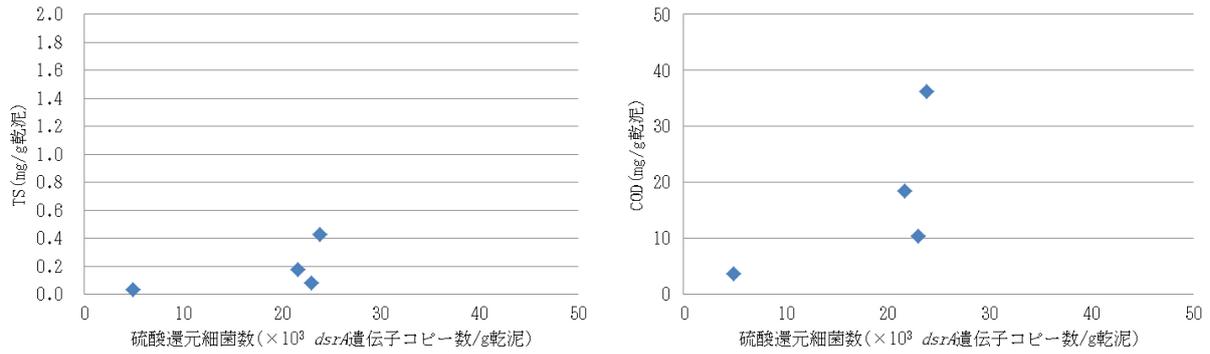


図3 釜石湾における硫酸還元細菌数と TS や COD の関係

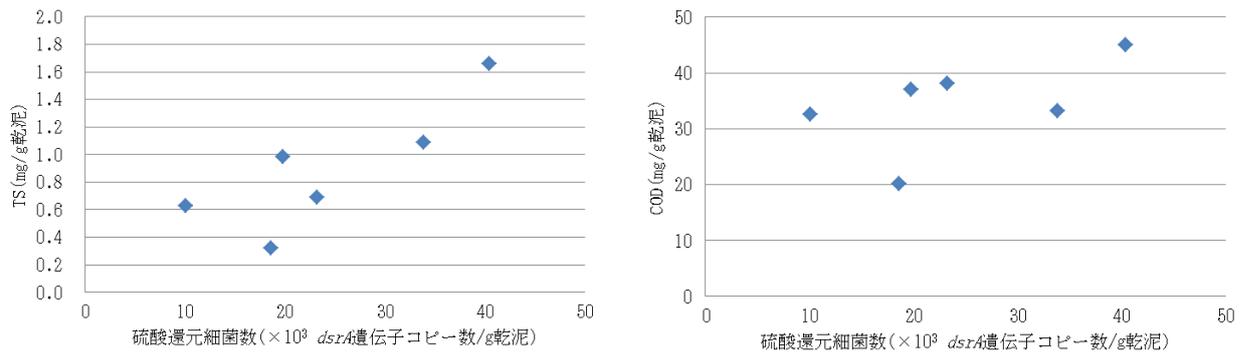


図4 大船渡湾における硫酸還元細菌数と TS や COD の関係

4 震災以降の漁場環境

大船渡湾では震災以降の海底の低酸素化が軽減されてきていたが、10月にSt.3とSt.6で「内湾漁場の夏季底層において最低限維持しなければならない溶存酸素(4.3 mg/L)」を下回っていた。釜石湾では震災前後で底層の溶存酸素に大きな変化は見られていないが、水深が深いSt.4は他の地点に比べて低酸素化の傾向がみられている。

釜石湾と大船渡湾の底質は震災前後で大きく変化したが、有機物量を示すCODを震災直後のH23年度と29年度で比べると、釜石湾と大船渡湾でともに減少傾向(全定点で減少)であった。

表4 大船渡湾及び釜石湾における海底直上の溶存酸素量の推移

10月の調査結果

単位 mg/L

		H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
釜石湾	St.1	-	7.80	7.00	8.20	6.55	7.64	5.98	7.39	6.73	6.79	6.27	5.70
	St.2	-	8.40	6.60	5.80	6.08	7.55	7.22	7.26	7.01	7.35	6.60	7.51
	St.3	-	8.60	7.90	9.20	7.03	7.54	7.04	7.06	7.19	6.90	6.30	7.06
	St.4	-	-	-	-	-	-	-	-	4.72	4.13	2.68	2.12
大船渡湾	St.1	4.70	6.10	2.50	7.70	4.40	5.45	6.71	6.00	5.88	6.48	4.86	4.94
	St.2	5.40	6.10	6.20	9.50	5.56	6.59	6.35	6.88	6.75	5.76	6.03	5.05
	St.3	0.80	5.30	2.40	7.20	4.55	6.38	6.00	6.00	5.67	5.39	5.05	3.71
	St.4	7.00	7.10	6.90	9.40	5.79	7.19	6.87	6.35	6.60	6.86	6.53	6.34
	St.5	6.70	6.70	5.80	9.10	6.31	6.87	6.84	6.81	6.16	5.92	6.43	6.07
	St.6	0.30	0.00	2.60	6.70	0.91	-	6.76	6.23	5.46	6.65	6.20	3.58

-はデータなし。

表5 大船渡湾及び釜石湾の底質の推移

①粒度組成のうち含泥率

単位 %

		H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
釜石湾	St.1	34.1	36.6	16.7	-	88.5	75.1	71.7	72.6	48.9	57.7	54.7	52.3
	St.2	47.2	23.8	15.0	-	30.5	29.8	10.3	12.4	23.0	20.7	12.8	6.6
	St.3	19.0	60.1	4.8	-	7.6	52.9	56.5	61.8	35.2	30.1	29.0	20.2
	St.4	-	-	-	-	-	-	67.1	74.5	70.2	72.1	77.4	77.8
大船渡湾	St.1	86.6	91.6	76.1	-	93.5	81.1	-	81.1	69.5	70.5	62.8	53.9
	St.2	97.4	98.8	90.7	-	15.7	82.0	75.5	68.7	58.9	61.9	78.6	72.7
	St.3	98.9	99.1	98.6	-	70.0	61.2	96.4	71.6	63.7	77.6	78.5	79.6
	St.4	98.3	85.7	97.3	-	96.8	81.0	87.5	69.5	59.0	50.0	78.1	77.0
	St.5	94.0	81.5	91.7	-	73.8	90.3	87.0	86.6	59.5	78.8	48.7	40.3
	St.6	95.7	89.3	90.3	-	38.0	89.9	96.4	81.8	78.0	84.5	75.3	76.8

-はデータなし。

②COD

単位 mg/g 乾泥

		H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
釜石湾	St.1	10.0	17.0	8.0	-	8.0	33.3	35.0	26.1	22.1	21.9	14.5	18.4
	St.2	6.0	8.0	8.0	-	9.1	11.4	3.2	5.4	10.8	7.6	9.4	3.6
	St.3	5.0	15.0	2.0	-	4.7	21.6	35.0	31.0	15.5	12.8	24.9	10.4
	St.4	-	-	-	-	-	-	42.0	34.0	39.7	34.0	35.3	36.2
大船渡湾	St.1	48.0	62.0	44.0	-	74.0	51.0	-	54.5	43.8	39.6	30.2	32.5
	St.2	50.0	74.0	79.0	-	100.0	45.6	68.0	44.7	55.5	45.5	37.3	45.1
	St.3	47.0	63.0	78.0	-	83.0	36.8	49.0	45.5	47.9	45.1	29.2	33.3
	St.4	52.0	73.0	75.0	-	79.0	46.5	69.0	42.5	43.8	47.2	38.9	38.1
	St.5	35.0	28.0	51.0	-	25.0	46.2	58.0	42.5	30.4	41.1	26.3	20.2
	St.6	57.0	70.0	65.0	-	15.0	48.9	69.0	42.4	38.0	43.2	33.7	37.0

-はデータなし。

③TS

単位 mg/g 乾泥

		H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
釜石湾	St.1	0.10	-	0.07	-	0.05	0.24	0.20	0.59	0.55	0.41	0.45	0.18
	St.2	0.03	-	0.10	-	0.10	0.10	0.02	0.06	0.04	0.04	0.05	0.03
	St.3	0.02	-	0.00	-	0.07	0.11	0.14	0.45	0.14	0.09	0.11	0.08
	St.4	-	-	-	-	-	-	0.25	0.80	0.42	0.55	0.57	0.42
大船渡湾	St.1	1.65	-	0.50	-	0.95	1.52	-	1.60	0.73	0.88	0.38	0.63
	St.2	2.67	-	2.96	-	3.08	0.51	0.53	1.81	2.72	1.31	1.18	1.66
	St.3	1.81	-	2.45	-	3.15	0.88	0.51	1.33	1.52	1.44	0.67	1.09
	St.4	1.06	-	1.26	-	1.34	0.80	0.64	0.68	0.62	1.31	0.87	0.69
	St.5	0.15	-	0.16	-	0.16	0.50	0.33	0.47	0.36	0.64	0.39	0.32
	St.6	3.07	-	1.06	-	0.49	0.62	0.93	0.64	0.54	0.61	0.82	0.98

-はデータなし。

＜今後の問題点＞

両湾とも湾口防波堤が完工し湾内の漁場環境は今後も変化することが予想されることから、水質や底質のモニタリングを継続し、漁場環境変化を把握していく必要がある。また、硫酸還元細菌を指標とした底質評価手法の検討については、データが少ないことからデータの収集が必要である。

＜次年度の具体的計画＞

釜石湾及び大船渡湾で水質調査と底質・底生生物調査を継続する他、硫酸還元細菌を指標とした底質評価手法を検討する。

＜結果の発表・活用状況等＞

これらの結果は漁協等の関係者に報告したほか、ホームページを通じて広く広報した。