

研究分野	6 恵まれた漁場環境の維持・保全に関する技術開発	部 名	漁場保全部
研究課題名	(1) 主要湾の底質環境に関する研究		
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26年度～令和5年度		
担当	(主) 多田 裕美子 (副) 瀬川 叡		
協力・分担関係	広田湾漁業協同組合、大船渡水産振興センター		

<目的>

県内主要5湾（久慈湾、宮古湾、山田湾、大槌湾及び広田湾）の底質環境を評価し、適正な漁場利用および増養殖業の振興に資する。

<試験研究方法>

令和元年度は、広田湾に15ヶ所の調査定点を設けた（図1）。各定点において20cm角のエクマンバージ採泥器を用いて1回または2回底泥の採取を行った。設定した定点のうち、定点番号6では1度しか泥がとれなかった。また、定点番号7及び9では20cm角エクマンバージ採泥器の不調により15cm角に変更して2回採泥を行った。採泥できた定点では採取した底泥の表層（深さ2cm程度まで）から理化学分析用試料を分取し、冷暗保管して実験室に搬入した。残りの底泥を1mm目合いのフルイ上に移し、海水で泥を洗い流し、フルイ上に残ったものを海水でポリ瓶に移し入れ、中性ホルマリンを約10%となるよう添加して底生生物分析に供した。なお、海底泥を採取する前に海底から1m直上で、溶存酸素計（AAQ176-RINKO JFEアドバンテック）により底層の溶存酸素量（底層DO）の測定を行った。

理化学分析は、全硫化合物（TS）、化学的酸素要求量（COD）、強熱減量（IL）及び粒度組成の各項目について、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）に基づき実施した。すなわち、TSは検知管法、CODはアルカリ性KMnO₄法、ILは550℃での強熱法、粒度組成は目合いが2、1、0.5、0.25、0.125及び0.063mmのフルイを用いた湿式フルイ分け法による。また、底生生物分析は、試料中のマクロベントスを同定した後、それぞれについて生物種別に小型（湿重量1g未満）・大型（湿重量1g以上）ごとに個体数及び湿重量を調べ、そのうち小型マクロベントスについて、Shannon-Wienerの多様度指数（H'）を算出した。なお、底生生物の同定は外部機関へ委託した。

底質環境を総合的に評価する指標は、水産用水基準（2018年版）で提示されている4種の算出方法のうち、TS、COD、泥分含有率（MC）及びH'の4項目から算出する次式を用いた。

合成指標

$$= 0.504 (\text{COD} - 20.9) / 15.4 + 0.513 (\text{TS} - 0.51) / 0.60 + 0.506 (\text{MC} - 64.9) / 30.5 - 0.474 (\text{H}' - 2.69) / 1.30$$

水産用水基準（2018年版）では、底層DOとの相関から合成指標の正負により底質状態の判断ができるとしており、合成指標が負の値であれば正常な底質と言えるとしている。

表1 調査ローテーション

年次	対象湾
令和元年度	広田湾
令和2年度	大槌湾
令和3年度	山田湾
令和4年度	宮古湾
令和5年度	久慈湾

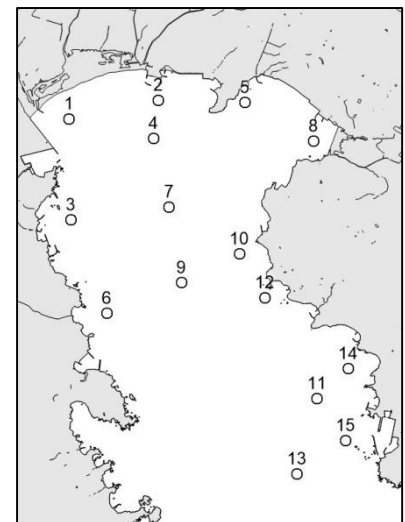


図1 広田湾調査定点

背景図には国土地理院発行の基盤地図情報を使用した。数字は定点番号を示す。

＜結果の概要・要約＞

1 結果の要約

(1) 理化学分析

理化学分析結果を表2に示す。底質評価においてCODは有機物含有量の目安であり、この値が高いほど底質中の有機物含有量が多い傾向にある。本調査においてCODが水産用水基準で汚染の目安とされる20 mg/乾泥gを超えて検出された地点は定点番号3の地点のみであった。

TSは海底泥の貧酸素状態の目安であり、この値が高いほど海底泥内の硫化物生成が進行していると考えられる。本調査においてTSが水産用水基準で汚染の目安とされている0.2mg/乾泥gを超えて検出された地点はなかった。

(2) 底生生物分析

底生生物調査結果を表3に示す。H'は生物の多様度を示すもので、数値が高いほど種の多様性が高いことを示している。本調査における今年度のH'の値は平均すると3.67となり、5年前の調査時の平均値（平成26年：2.92）よりも震災前の数値の平均値（平成22年：3.84）に近い値となった。

今年度の結果を動物門ごとの種類数で見ると、いずれの点でも環形動物門が最も多かった。個体数で見ると、環形動物門に次いで節足動物門が多数を占める定点が多かった。

(3) 合成指標

合成指標の結果を表4に示す。今年度の調査ではすべての定点で負の値となり正常な底質であると判断されたが、定点番号5については底質のD0が水産用水基準において内湾漁場の夏季底層で最低限維持すべきとされる4.3mg/Lをわずかに下回った。

表2 令和元年度広田湾底質評価調査結果（理化学分析結果）

試料採取 令和元年9月3日及び4日

定点番号	採取水深 m	泥温 ℃	COD mg/乾泥 g	IL %	TS mg/乾泥 g	粒度組成 %							底層 DO mg/L
						礫 ≥2mm	極粗粒砂 1 - 2mm	粗粒砂 0.5 - 1 mm	中粒砂 0.25 - 0.5mm	細粒砂 0.125 - 0.25mm	極細粒砂 0.063 - 0.125mm	泥 <0.063mm	
1	7.0	21.5	1.25	2.19	—	0.10	0.04	0.96	20.32	50.52	22.81	5.25	6.724
2	6.9	21.5	3.68	2.63	0.018	0.11	0.33	1.96	13.18	55.02	18.45	10.95	6.668
3	16.7	20.6	22.69	6.84	0.084	0.00	0.18	0.22	0.70	10.74	31.55	56.60	7.584
4	12.2	21.1	8.62	3.93	0.044	0.08	0.25	0.82	6.34	42.20	28.81	21.50	7.585
5	4.8	22.1	18.98	6.41	0.130	0.00	0.10	0.22	0.43	1.81	16.65	80.79	4.081
6	25.6	20.7	17.65	5.81	0.109	0.00	0.08	0.20	1.12	16.13	59.78	22.69	7.075
7	21.3	21.1	10.19	4.32	0.025	9.74	5.84	7.18	8.89	29.07	17.96	21.32	6.879
8	5.3	21.8	10.67	4.72	0.132	1.07	0.68	1.23	3.53	23.82	35.43	34.24	7.464
9	28.4	20.9	15.83	5.71	0.040	0.03	0.21	0.41	1.38	9.33	32.35	56.30	7.396
10	15.2	21.7	2.69	1.93	0.019	13.43	18.66	40.56	18.33	3.39	1.34	4.28	7.518
11	33.2	21.3	9.91	4.62	0.062	0.38	1.57	4.03	11.17	30.54	32.42	19.90	7.569
12	17.5	22.6	4.31	2.74	0.007	28.12	19.59	19.76	20.56	10.15	1.65	0.17	7.555
13	42.7	20.3	2.09	1.52	0.002	2.79	9.09	29.62	38.55	16.08	1.45	2.42	7.559
14	16.3	21.2	5.53	3.34	0.026	0.35	1.17	5.00	18.51	39.29	25.49	10.19	7.509
15	23.3	21.6	1.88	1.66	—	26.69	39.93	27.16	4.28	0.51	0.11	1.31	7.599

※全硫化物の「—」は検出限界（0.01mg/g）未満を示す。

表3 令和元年度広田湾底質評価調査結果（底生生物分析結果） 試料採取 令和元年9月3日及び4日

		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	全地点
種類数	環形動物門	8	10	18	15	14	26	19	19	15	11	10	9	15	14	17	78
	節足動物門	4	7	5	3	8	8	2	3	2	2	1	3	7	6	6	31
	棘皮動物門					2					2			1	2		6
	軟体動物門		7	8	4	7	7	3	5	1	1	3	5		4	1	32
	その他			2	2	1	3	2	1	3	4	2		2	2	2	7
合計		12	24	33	24	32	44	26	28	21	20	16	17	25	28	26	154
全種類数 に占める 割合 (%)	環形動物門	66.7	41.7	54.5	62.5	43.8	59.1	73.1	67.9	71.4	55.0	62.5	52.9	60.0	50.0	65.4	50.6
	節足動物門	33.3	29.2	15.2	12.5	25.0	18.2	7.7	10.7	9.5	10.0	6.3	17.6	28.0	21.4	23.1	20.1
	棘皮動物門					6.3					10.0			4.0	7.1		3.9
	軟体動物門		29.2	24.2	16.7	21.9	15.9	11.5	17.9	4.8	5.0	18.8	29.4		14.3	3.8	20.8
	その他			6.1	8.3	3.1	6.8	7.7	3.6	14.3	20.0	12.5		8.0	7.1	7.7	4.5
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
個体数	環形動物門	29	22	71	47	103	65	41	133	55	29	16	26	41	25	68	771
	節足動物門	4	47	8	12	11	23	2	4	2	2	1	3	36	35	204	394
	棘皮動物門					11					2			1	5		19
	軟体動物門		15	27	6	30	8	5	14	2	1	3	10		5	1	127
	その他			3	2	3	3	2	3	2	10	3		3	5	11	50
合計		33	84	109	67	158	99	50	154	61	44	23	39	81	75	284	1361
全個体数 に占める 割合 (%)	環形動物門	87.9	26.2	65.1	70.1	65.2	65.7	82.0	86.4	90.2	65.9	69.6	66.7	50.6	33.3	23.9	56.6
	節足動物門	12.1	56.0	7.3	17.9	7.0	23.2	4.0	2.6	3.3	4.5	4.3	7.7	44.4	46.7	71.8	28.9
	棘皮動物門					7.0					4.5			1.2	6.7		1.4
	軟体動物門		17.9	24.8	9.0	19.0	8.1	10.0	9.1	3.3	2.3	13.0	25.6		6.7	0.4	9.3
	その他			2.8	3.0	1.9	3.0	4.0	1.9	3.3	22.7	13.0		3.7	6.7	3.9	3.7
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
湿重量	環形動物門	0.25	0.35	2.08	0.74	1.95	0.85	0.85	1.52	0.75	0.20	0.12	0.06	0.31	0.50	0.49	11.02
	節足動物門	0.13	0.21	0.03	0.08	0.04	0.19	0.02	0.05	+	+	+	0.15	0.07	0.09	0.49	1.55
	棘皮動物門					1.63					0.67			+	0.08		2.38
	軟体動物門		1.12	0.44	0.08	1.21	0.33	0.02	1.81	0.01	+	0.46	0.23		0.09	0.02	5.82
	その他			0.13	0.02	0.43	0.04	0.03	0.03	0.09	0.15	0.01		+	0.03	0.04	1.00
合計		0.38	1.68	2.68	0.92	5.26	1.41	0.92	3.41	0.85	1.02	0.59	0.44	0.38	0.79	1.04	21.77
全湿重量 に占める 割合 (%)	環形動物門	65.8	20.8	77.6	80.4	37.1	60.3	92.4	44.6	88.2	19.6	20.3	13.6	81.6	63.3	47.1	50.6
	節足動物門	34.2	12.5	1.1	8.7	0.8	13.5	2.2	1.5	0.0	0.0	0.0	34.1	18.4	11.4	47.1	7.1
	棘皮動物門					31.0					65.7			0.0	10.1		10.9
	軟体動物門		66.7	16.4	8.7	23.0	23.4	2.2	53.1	1.2	0.0	78.0	52.3		11.4	1.9	26.7
	その他			4.9	2.2	8.2	2.8	3.3	0.9	10.6	14.7	1.7		0.0	3.8	3.8	4.6
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Shannon-Weaverの 多様度指数 (H')		3.08	3.71	4.13	4.15	3.52	4.89	4.43	2.84	3.75	3.73	3.85	3.46	3.49	4.12	1.89	5.61

注1) +は0.005g未満を示す。 注2) 個体数及び湿重量に限り、全地点列は行の合計値を示す。

注3) 割合の合計は四捨五入のため見かけ上100とならないことがある。

表4 合成指標値

定点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
合成指標	-2.21	-2.25	-0.97	-2.05	-0.43	-1.95	-2.12	-1.22	-1.10	-2.40	-1.91	-2.33	-2.38	-2.35	-1.82

2 結果からの総合的な考察

震災後に行われた平成24年度、平成26年度、令和元年度の合成指標値と底層水中の溶存酸素量（以下DOと表記）について、調査定点が大きくずれた定点番号11及び13を除いた13地点の結果を図2に示した。

底質の評価において、合成指標値が負の値でかつ底層水中のDOが4.3mg/L以上あることが良好な底質環境といわれている。平成24年、26年度の調査においては、調査定点によって合成指標値が正の値または正の値に近い結果となった調査定点はあったが、底層水中のDOは基準値を下回することは無かった。その一方で今年度は、調査定点5においては合成指標の値も正の値に近く、また、底層水中のDOの基準値も下回っていた。前回の調査結果では合成指標の値は今年度と同様に低い値であり、かつDOは基準値以上の結果を示していたことを考慮すると、調査定点5は前回より底質環境は悪化傾向にあるといえる。しかし、表3より調査定点5においても多くの底生生物が見られているため、生物が息できないほどに底質環境が悪化しているわけではないと考えられた。

今後は、調査定点5がどのように変化するか、また、他の調査点でも同様な傾向が見られるか継続したモニタリング調査により、底質環境（漁場環境）を注視する必要がある。

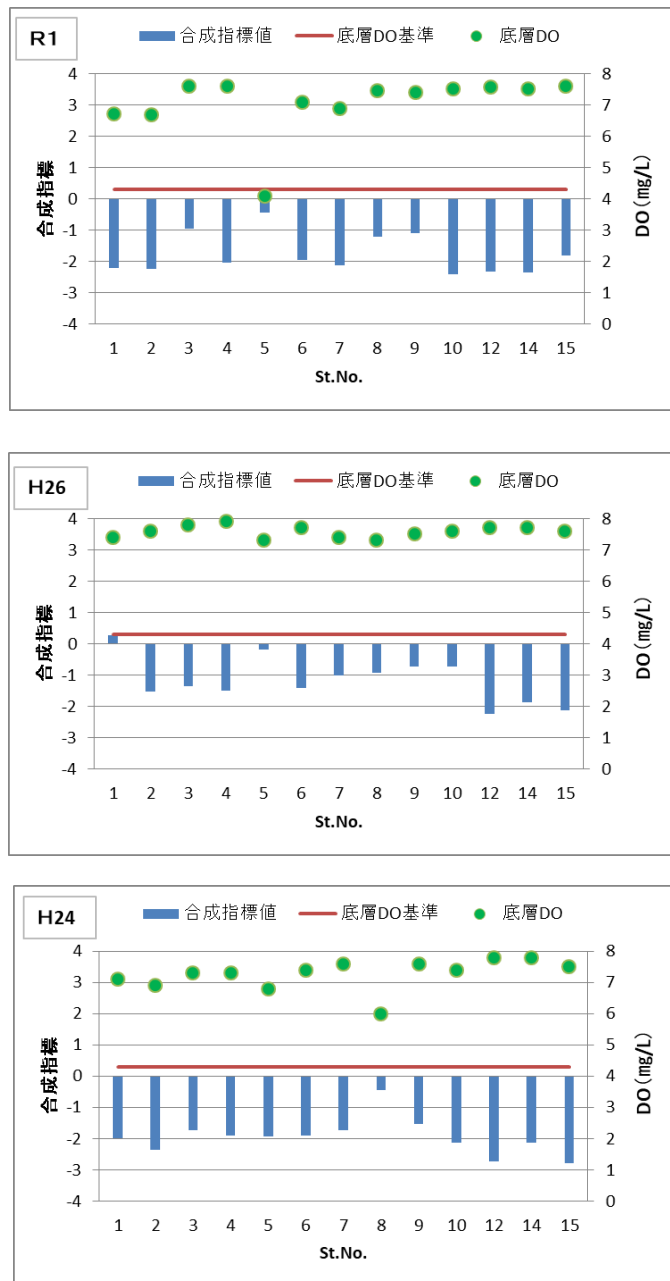


図2 広田湾における合成指標値と底層水中 DO の結果

＜今後の問題点＞

COD や TS といった単一の測定項目の結果を用いて底質環境を適正に評価することは難しいため、近年では底生生物の生息状況を含めた複数項目を使用し、汚染度の総合的な評価を目指した合成指標値の導入が試みられている。しかしながら、全国一律に認知され使用されている指標は未だに確立されていない。当所においても、本県の底質環境を的確に評価できる新たな手法を検討しているところである。今後さらに検討や情報収集を進め、利用や普及が容易な評価手法を確立することが必要である。

＜次年度の具体的計画＞

大槌湾において同様の調査を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

1 その他

調査結果を関係機関へ報告したほか、養殖漁場の状況を把握するための基礎資料とした。