

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) 適正な漁場利用を図るための養殖漁場の底質環境評価		
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 26～30 年度		
担当	(主) 内記 公明 (副) 渡邊 志穂		
協力・分担関係	関係漁業協同組合		

<目的>

県内主要 5 湾 (表 1 参照。県漁場環境方針に定める重要監視水域 (大船渡湾・釜石湾) のモニタリングは別途毎年実施) 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。

表 1 調査ローテーション

年次	対象湾
平成 24 年度	宮古湾
平成 25 年度	久慈湾
平成 26 年度	広田湾
平成 27 年度	大槌湾
平成 28 年度	山田湾 (予定)
平成 29 年度	宮古湾 (予定)
平成 30 年度	久慈湾 (予定)

<試験研究方法>

平成 27 年度は、大槌湾に過去の調査と同様の 15 ヶ所の調査定点を設け (図 1)、各定点において 20cm 角のエクマンバーシ採泥器を用いて 2 回底泥を採取した。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、底泥を採取する前に底層から 1m 直上で、溶存酸素計により底層溶存酸素量 (DO) を測定した。

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 $KMnO_4$ 法、IL は 550°C 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った。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 (2012 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。

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



図 1 大槌湾調査定点

背景地図には国土地理院発行の基礎地図情報を使用

底質環境評価は、合成指標が負の値かつ底層水中の溶存酸素量が 4.3mg/L 以上の場合は正常な底質、正の値かつ溶存酸素量が 4.3mg/L 未満の場合は汚染された底質と判断した。なお、今回の算定にあたっては、TS が検出下限値である 0.01mg/乾泥 g を下回った場合には便宜上 0.005mg/乾泥 g として算出した。

<結果の概要・要約>

理化学調査の結果を表 2、底生生物調査結果概要を表 3、測定結果から算出した合成指標値を表 4、COD 及び TS について過去 3 回の結果（平成 15 年度、平成 21 年度、及び 24 年度）と今回の結果を図 2 に示す。

表 2 大槌湾底質調査結果（理化学的調査）

試料採取 平成 27 年 9 月 1 日及び 2 日

定点番号	採取水深 m	泥温 ℃	TS mg/dry・g	COD mg/dry・g	IL %	粒度組成%						底層 DO mg/L	
						礫 ≥2mm	極粗粒砂 1-2mm	粗粒砂 0.5- 1mm	中粒砂 0.25- 0.5mm	細粒砂 0.125- 0.5mm	極細粒砂 0.063- 0.125mm		泥 <0.063mm
1	4.1	20.0	0.00	0.6	1.1	2.6	3.0	15.6	37.0	35.7	5.4	0.6	6.9
2	8.3	18.7	0.00	1.7	2.2	0.0	0.3	4.6	28.9	50.1	11.8	4.4	7.1
3	18.9	18.8	0.11	21.5	5.1	0.3	0.5	0.9	4.8	34.2	28.7	30.5	*
4	10.9	18.4	0.04	8.6	3.3	0.7	1.4	4.4	19.3	40.8	18.0	15.4	7.1
5	19.7	18.8	0.10	28.4	7.4	0.2	0.3	0.8	6.1	19.0	20.9	52.7	*
6	27.9	18.8	0.06	20.5	5.2	0.1	0.2	0.3	3.1	21.0	33.7	41.7	*
7	26.1	17.2	0.13	22.2	6.9	6.2	4.8	7.3	11.1	16.5	18.2	35.8	7.5
8	21.5	18.7	0.05	25.2	6.3	5.5	4.3	9.7	20.9	9.7	3.9	45.9	*
9	37.2	17.7	0.14	36.4	9.0	0.7	1.0	2.2	4.7	12.3	21.0	58.2	*
10	21.2	19.1	0.02	5.5	1.9	34.6	11.5	14.4	22.2	9.2	3.5	4.5	7.4
11	42.5	16.5	0.07	30.7	7.0	4.3	1.6	2.8	4.7	10.9	26.3	49.5	7.4
12	41.5	17.0	0.08	27.0	6.3	0.2	0.3	0.4	4.1	14.7	30.3	50.0	7.6
13	21.5	17.9	0.02	9.2	3.4	1.5	2.6	7.3	23.3	37.8	14.2	13.3	7.3
14	47.4	16.7	0.02	12.1	3.9	9.1	3.6	4.5	8.4	19.3	30.9	24.2	7.5
15	45.2	18.0	0.00	6.1	2.3	11.7	5.6	13.3	29.3	19.5	10.7	9.8	7.7

*) 測器の不調による欠測を示す。

COD は有機物含有量の目安であり、同様の指標として IL がある。一般にこれらの指標は MC と傾向が一致する。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 20mg/乾泥 g を超えて検出された地点は、湾の中央部分を中心とした St. 3、St. 5 から St. 9 及び St. 11 から St. 12 の 8 地点であった。基準値を超過していた地点数は、震災後の平成 24 年には平成 21 年よりも大きく減少していたが、今回の結果では平成 21 年と同程度まで増加していた。

TS は底層の貧酸素状態の目安とされるものである。本調査において TS が水産用水基準で汚染の目安とされる 0.2mg/乾泥 g を超えて検出された地点はなかった。

底層 DO は、測器の不調による欠測地点を除く全地点において、水産用水基準において内湾漁場の夏季底層において最低限維持すべきとされる 4.3mg/L を上回っていた。

表 3 大槌湾底質調査結果 (底生生物調査)

試料採取 平成 27 年 9 月 1 日及び 2 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	全定点	
種類数	環形動物門	3	2	16	5	14	13	11	9	12	2	10	12	4	9	6	34
	節足動物門	3	3	2	2	1	4	5	2	2	6	2	3	3	3	2	21
	棘皮動物門			1				1	1		1						2
	軟体動物門		1	1	1			1	1		1						4
	その他		1	1	1	1	1	1	1		1	1		2	1	1	2
合計	6	7	21	9	16	18	19	13	14	11	13	15	9	13	9	63	
全種類数に占める割合 (%)	環形動物門	50.0	28.6	76.2	55.6	87.5	72.2	57.9	69.2	85.7	18.2	76.9	80.0	44.4	69.2	66.7	54.8
	節足動物門	50.0	42.9	9.5	22.2	6.3	22.2	26.3	15.4	14.3	54.5	15.4	20.0	33.3	23.1	22.2	33.9
	棘皮動物門			4.8				5.3	7.7		9.1						3.2
	軟体動物門		14.3	4.8	11.1			5.3	7.7		9.1						4.8
	その他		14.3	4.8	11.1	6.3	5.6	5.3			9.1	7.7		22.2	7.7	11.1	3.2
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	4	7	38	9	36	55	35	29	55	2	42	42	4	10	9	377
	節足動物門	6	5	5	2	1	5	7	2	4	12	3	10	5	5	2	74
	棘皮動物門			1				4	1		1						7
	軟体動物門		1	1	1			1	2		1						7
	その他		3	1	1	3	1	2			1	2		2	1	1	18
合計	10	16	46	13	40	61	49	34	59	17	47	52	11	16	12	483	
全個体数に占める割合 (%)	環形動物門	40	43.8	82.6	69.2	90.0	90.2	71.4	85.3	93.2	11.8	89.4	80.8	36.4	62.5	75.0	78.1
	節足動物門	60	31.3	10.9	15.4	2.5	8.2	14.3	5.9	6.8	70.6	6.4	19.2	45.5	31.3	16.7	15.3
	棘皮動物門			2.2				8.2	2.9		5.9						1.4
	軟体動物門		6.3	2.2	7.7			2.0	5.9		5.9						1.4
	その他		18.8	2.2	7.7	7.5	1.6	4.1			5.9	4.3		18.2	6.3	8.3	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	0.01	0.04	0.49	0.02	1.19	0.69	0.69	0.99	1.70	+	0.52	0.37	0.03	0.11	0.16	7.01
	節足動物門	+	+	0.01	0.06	+	0.01	0.01	0.01	0.16	0.02	+	0.02	0.01	0.05	+	0.36
	棘皮動物門			0.19				0.08	0.08		0.03						0.38
	軟体動物門		0.05	+	+			0.01	+		0.01						0.07
	その他		0.06	0.09	0.07	0.15	0.02	0.04			+	0.01		0.03	0.01	+	0.48
合計	0.01	0.15	0.78	0.15	1.34	0.72	0.83	1.08	1.86	0.06	0.53	0.39	0.07	0.17	0.16	8.30	
全湿重量に占める割合 (%)	環形動物門	100.0	26.7	62.8	13.3	88.8	95.8	83.1	91.7	91.4	0.0	98.1	94.9	42.9	64.7	100.0	84.5
	節足動物門	0.0	0.0	1.3	40.0	0.0	1.4	1.2	0.9	8.6	33.3	0.0	5.1	14.3	29.4	0.0	4.3
	棘皮動物門			24.4				9.6	7.4		50.0						4.6
	軟体動物門		33.3	0.0	0.0			1.2	0.0		16.7						0.8
	その他		40.0	11.5	46.7	11.2	2.8	4.8			0.0	1.9		42.9	5.9	0.0	5.8
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-Wienerの多様度指数(H')	2.45	2.44	4.08	2.97	3.54	3.46	4.04	3.37	3.11	3.29	3.47	3.25	3.03	3.58	3.09	5.00	

注 1) 採泥面積 0.08㎡あたりの小型マクロベントス (湿重量 1g 未満の個体) が対象。

注 2) +は 0.005g 未満を示す。

注 3) 多様度指数 H' は、数字が大きくなるほど種の多様度が高くなる。

H' は数値が高いほど種の多様性が高いことを示す。本調査における小型マクロベントスの H' は 2.44 から 4.08 bit の範囲内にあり、種の多様性が高かった。全種類数、全個体数及び全湿重量に占める各動物門の割合は、全定点合計値の結果で環形動物門の割合が高かった。

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	-2.08	-1.98	-1.40	-1.73	-0.62	-1.06	-1.25	-0.81	-0.07	-2.14	-0.59	-0.62	-1.78	-1.71	-1.98

注) 下線は合成指標値が正の値であることを示す。

合成指標値と底層 D0 から、測器の不調による D0 欠測地点を除き、底質は正常と判断された。

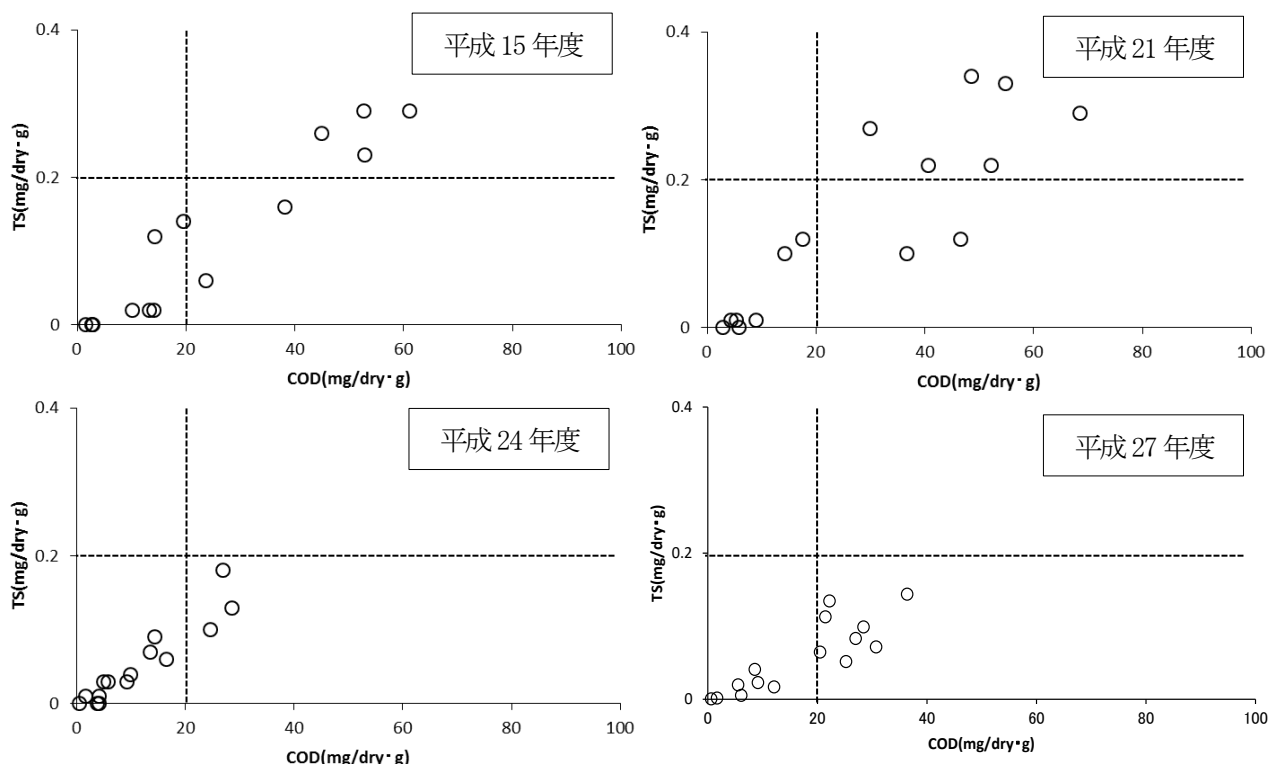


図2 大槌湾におけるCODとTSの比較

大槌湾における底質の調査は、昭和56年度、平成元年度、平成5年度、平成15年度、平成21年度の5回実施されており、また、震災直後の平成24年度には他機関によって同様の調査が行われている。COD及びTSは、震災以前には増加傾向にあったが、震災直後の調査では、東日本大震災津波による攪乱の影響により、湾内に堆積した有機物を多く含む底質が湾外に流出したことが原因と考えられる底質の良化が大槌湾全域で確認されている。今回の調査結果から、TSは震災以前よりも低い状況であったが、CODは湾の中央部分を中心とした地点で徐々に増加していることが分かった。

現状で直ちに漁業被害が発生する状況ではないが、夏季の高水温化、海水交換量が低下するなどの変化が生じた場合、貧酸素水塊が発生する可能性が高まることが予想される。また、海岸復旧工事の進捗に伴い、流れをはじめとする湾内の物理的環境に変化が生じることが考えられることから、今後も注視していく必要がある。

<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>

山田湾について同様の調査を行う。

<結果の発表・活用状況等>

評価手法の確立に取り組んだ結果を関係機関等へ報告したほか、養殖漁場の状況を把握するための基礎資料とした。