

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	(1) 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) 瀬川 叡 (副) 内記 公明		
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 26 年度	広田湾
平成 27 年度	大槌湾
平成 28 年度	山田湾
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 28 年度は、山田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 角のエクマンバージ採泥器を用いて 2 回または 3 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、海底泥を採取する前に海底から 1m 直上で、溶存酸素計により底層の溶存酸素量（底層 DO）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)、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℃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(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。

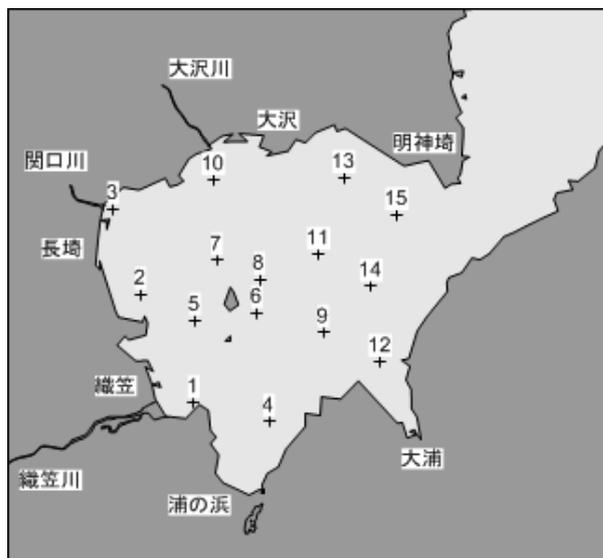


図1 山田湾調査定点

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している。

合成指標

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

水産用水基準（2012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ほぼ間違いなく正常な底質と言えるとしている。

<結果の概要・要約>

・理化学調査結果

理化学調査の結果を表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と考えられる。同様の指標としてILがあり、これらは互いに強い相関を示した（相関係数：0.72）。また、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定点は湾奥河口付近を中心に9点であった。特に関川河口付近の定点3においては83.3mg/乾泥gと極端に高い値を示し、この点ではILも最も高い値を示した（24.3%）。

TSは海底泥の貧酸素状態の目安とされるものであり、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る0.2mg/乾泥gを超えて検出された地点は湾奥河口付近を中心に8地点であった。これらはいずれもCODが基準値以上の定点であった。

底層D0は水産用水基準による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を全地点において上回っていた。

今年度の結果をH24年度の調査のものと比較すると、基準値を上回った定点数がCOD、TSのいずれでも増加しており、その最大値も今年度の方が高かった。

・底生生物調査結果

底生生物調査結果概要を表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。本調査における小型マクロベントスのH'はSt.8を除くと2.04から4.23bitの範囲内であった。St.8においてはマクロベントスが1種しか存在しなかったため、H'は0.00となった。各定点における優占種は定点5を除いて全て環形動物門だった。St.5については軟体動物門であるシズクガイ *Theora lubrica* が優占種であった。全種類数及び全個体数に対する動物群別組成は全ての定点で環形動物門が最も高い割合であった。全湿重量に対する動物群別組成はSt.2及びSt.6において軟体動物門が最も高かった。それ以外の定点に関しては環形動物門が最も高くなった。

・合成指標

合成指標の結果を表4に示す。

St.3、5、8、9及び12の5定点で合成指標が正となった。これらの定点はいずれもCOD及びTSが汚染の基準値を超えた定点であった。しかし、これらいずれの点においても底層D0は水産用水基準による維持されるべき値（4.3mg/L）を上回っていた。

表2 平成28年度山田湾底質調査結果（理化学調査）

試料採取 平成28年9月5日及び6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D0
						礫 ≥2mm	極粗粒砂 1-2mm	粗粒砂 0.5-1mm	中粒砂 0.25-0.5mm	細粒砂 0.125-0.25mm	極細粒砂 0.063-0.125mm	泥 <0.063mm	
1	11.3	20.9	0.54	23.3	4.7	36.5	7.0	6.8	9.0	11.7	11.2	17.8	6.3
2	9.4	20.3	0.07	5.0	2.1	41.0	15.1	13.2	17.0	7.1	0.8	5.8	6.5
3	5.8	20.4	0.21	83.3	24.3	7.8	1.2	1.8	2.0	12.8	12.9	61.6	6.8
4	24.8	18.8	0.45	29.5	7.2	0.1	0.6	2.1	3.0	20.3	19.9	54.0	7.5
5	25.1	17.8	0.54	32.7	10.4	0.0	0.2	0.6	2.3	8.7	16.1	72.0	7.6
6	25.2	19.7	0.02	2.5	1.3	2.8	5.2	27.6	52.7	8.6	0.4	2.7	7.8
7	40.2	15.8	0.33	23.4	8.1	0.4	0.5	0.9	1.9	5.9	23.4	67.1	8.1
8	39.5	16.2	0.37	24.1	8.1	1.0	0.9	1.3	2.7	9.3	23.2	61.6	8.3
9	40.4	14.6	0.27	28.6	8.0	0.2	0.1	0.1	1.1	6.0	16.1	76.4	8.0
10	23.9	17.6	0.10	22.1	6.4	0.9	1.0	2.3	7.9	19.4	21.6	46.9	7.9
11	46.0	13.8	0.06	19.4	9.5	0.0	0.1	0.3	3.4	14.9	26.1	55.2	8.3
12	35.6	15.6	0.26	37.1	11.2	0.1	0.2	0.7	3.6	7.8	13.6	74.0	7.5
13	32.0	18.0	0.06	11.6	4.6	1.9	1.7	3.6	16.6	35.6	18.7	21.8	8.0
14	45.4	13.9	0.18	17.3	8.4	0.0	0.1	0.7	7.7	20.0	21.0	50.5	8.3
15	48.3	17.6	0.06	16.2	6.6	2.4	2.5	4.8	13.0	30.6	15.3	31.4	8.2

・結果からの総合的な考察

本調査においてCOD及びTSが水産用水基準を越える定点もあったが、多くの定点で合成指標が負の値となり正常な底質であることが確認できた。さらに合成指標が正の値となった地点においても底層に豊富な酸素が存在しており、現状で直ちに漁業被害が発生する状況ではないと考えられる。しかし、夏季の高水温化、海水交換量の低下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ため今後も注視していく必要がある。

本調査と過去の調査結果の比較により、震災後（平成24年）と比較して海底への有機物堆積及び底質の貧酸素化が進行していることが分かった。しかし、これまでの調査により山田湾において震災前後でこれらの汚染が改善されていることが分かっている（2015, 内記ら）。そのため、現在は東日本大震災により大きく変化した海底状況が震災前の状態に戻りつつあるのかもしれない。

表3 山田湾底質調査結果（底生生物調査）

試料採取 平成28年9月5日及び6日

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	S.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	12	9	7	13	12	13	7	1	8	13	9	12	14	10	12	44	
	節足動物門	2		3		4	4	1		1	1		1	1		2	13	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	1	5		1	2	3					1		1	1	1	12	
	その他				1		2				1		2				2	3
合計	15	14	10	15	18	22	8	1	9	15	10	15	16	11	17	72		
全種類数に占める割合 (%)	環形動物門	80.0	64.3	70.0	86.7	66.7	59.1	87.5	100.0	88.9	86.7	90.0	80.0	87.5	90.9	70.6	61.1	
	節足動物門	13.3		30.0		22.2	18.2	12.5		11.1	6.7		6.7	6.3		11.8	18.1	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	6.7	35.7		6.7	11.1	13.6				10.0			6.3	9.1	5.9	16.7	
	その他				6.7		9.1				6.7		13.3				11.8	4.2
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	72	51	16	30	21	21	20	2	14	24	22	31	37	16	35	412	
	節足動物門	3		3		4	6	2		1	2		1	4		2	28	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	1	23		1	5	5					2		1	2	1	41	
	その他				2		4				1		2			2	11	
合計	76	74	19	33	30	36	22	2	15	27	24	34	42	18	40	492		
全個体数に占める割合 (%)	環形動物門	94.7	68.9	84.2	90.9	70.0	58.3	90.9	100.0	93.3	88.9	91.7	91.2	88.1	88.9	87.5	83.7	
	節足動物門	3.9		15.8		13.3	16.7	9.1		6.7	7.4		2.9	9.5		5.0	5.7	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	1.3	31.1		3.0	16.7	13.9					8.3		2.4	11.1	2.5	8.3	
	その他						11.1				3.7		5.9			5.0	2.2	
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		
湿重量	環形動物門	1.51	0.32	1.48	0.89	0.87	0.47	0.47	0.11	0.30	0.54	0.51	2.50	1.07	0.35	1.23	12.62	
	節足動物門	0.87		0.02		0.08	0.06	0.02		+	0.03		0.03	0.05		0.16	1.32	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	0.03	1.37		0.01	0.13	0.84						0.45		0.80	0.19	0.03	3.85
	その他				0.03		0.03					0.01		0.46			0.03	0.56
合計	2.41	1.69	1.50	0.93	1.08	1.40	0.49	0.11	0.30	0.58	0.96	2.99	1.92	0.54	1.45	18.35		
全湿重量に占める割合 (%)	環形動物門	62.7	18.9	98.7	95.7	80.6	33.6	95.9	100.0	100.0	93.1	53.1	83.6	55.7	64.8	84.8	68.8	
	節足動物門	36.1		1.3		7.4	4.3	4.1		0.0	5.2		1.0	2.6		11.0	7.2	
	棘皮動物門																	
	軟体動物門	1.2	81.1		1.1	12.0	60.0					46.9		41.7	35.2	2.1	21.0	
	その他				3.2		2.1				1.7		15.4			2.1	3.1	
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')	2.04	3.08	2.97	3.66	3.96	4.23	2.78	0.00	2.97	3.47	2.89	3.42	3.11	3.28	3.39	4.90		

注1) +は0.005g未満を示す。

注2) 個体数及び湿重量ご限り、全地点列挙の合計値を示す。

注3) 割合 (%) の合計は、表示桁数の都合上、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	-0.45	-2.03	1.96	-0.47	0.01	-2.62	-0.08	0.97	0.32	-0.91	-0.66	0.25	-1.57	-0.86	-1.35

注) 網掛けは合成指標値が正の値であることを示す。

＜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＞

宮古湾について同様の調査を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

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。