

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 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 瀬川 叡 (副) 内記 公明		
協 力 ・ 分 担 関 係	宮古漁業協同組合		

<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
平成 30 年度	久慈湾 (予定)

<試験研究方法>

平成 29 年度は、宮古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 20 cm 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 2 cm 程度まで) から理化学分析用試料を分取し、冷蔵保管して実験室に搬入した。残りの底泥を 1 mm 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 1 m 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。

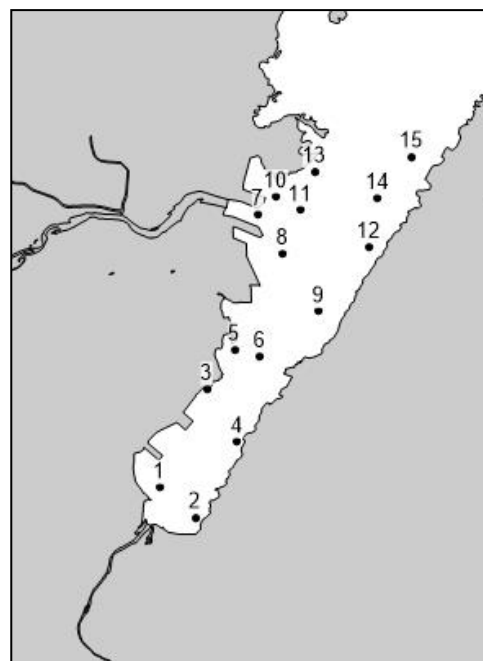


図 1 宮古湾調査定点

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。

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 はアルカリ性過マンガン酸カリウム法、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 0.063 mm 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 1 g 未満) ・大型 (湿重量 1 g 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。

合成指標

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

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>

1 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。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のは湾口部付近の 6 点と湾奥東岸の 1 点であった。この中で最も高い COD を検出したのは、湾奥東岸の定点 4 であった (38.42 mg/乾泥 g)。

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 0.2 mg/乾泥 g を超えて検出された地点は湾奥東岸の定点 4 のみであった (0.26 mg/乾泥 g)。

水産用水基準では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底層 DO (海底直上 1 m の DO) を 4.3 mg/L としている。今回の調査では定点 4 を除く全ての定点でこの値を上回っていた (定点 4 : 3.26 mg/L)。

2 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。H' を過去の調査 (H24、H20、H14) のものと比較すると全体的に高くなっていた (平均値 : H14 ; 3.01、H20 ; 2.96、H24 ; 2.80、H29 ; 3.49)。門レベルの種類数を定点ごとに見ると、全ての定点で環形動物門が最も多かった。同じように個体数で見ると、St. 6 を除く全ての定点で環形動物門の数が多かった。St. 6 では節足動物門が最も多かった。これは H24 に実施した調査とほぼ同じ内容だった。H24 の調査においては、種類数では全ての定点で環形動物が最も多く、個体数では St. 1 と St. 4 を除く全ての点で環形動物門が最も多かった。H24 の St. 1 と 4 では軟体動物門が最も多かった。H29 の調査において、St. 4 は COD 及び TS が高く、底層の DO が低かった。この定点の底生生物を見てみると、St. 4 のみに多く出現する種はなく、他の定点と同様に多くの底生生物が存在していた。

3 合成指標

合成指標の結果を表 4 に示す。

St. 4、7 及び 12 の 3 定点で合成指標が正となった。St. 7 は河口付近に位置しており、St. 4 及び St. 12 は東岸付近に位置していた。これらの定点は St. 4 を除き全ての定点が COD のみが汚染の基準値を超えており、TS は基準値を超えていなかった。また、底層の DO についても St. 4 を除き全ての定点で水産用水基準による維持されるべき値 (4.3 mg/L) を上回っていた。

表 2 平成 29 年度宮古湾底質調査結果 (理化学調査)

試料採取 平成 29 年 9 月 6 日及び 7 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
						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	1.8	20.3	0.00	2.2	1.3	2.1	2.3	7.7	29.8	43.3	10.5	4.3	5.6
2	2.2	20.1	0.00	6.5	2.7	0.3	0.1	0.3	2.1	35.6	46.7	14.9	4.7
3	2.9	20.6	0.01	2.8	1.1	42.8	14.3	8.0	12.1	14.7	2.8	5.3	7.6
4	9.4	19.4	0.26	38.4	14.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.9	7.4	91.4	3.3
5	9.9	20.1	0.01	6.9	2.0	0.2	2.6	10.6	19.6	37.4	14.7	15.1	6.5
6	11.6	19.4	0.01	2.6	2.2	0.0	0.2	0.3	3.1	50.0	37.9	8.5	5.9
7	4.6	19.7	0.07	26.7	10.5	0.0	0.0	0.1	0.4	1.6	10.7	87.1	8.0
8	13.9	17.9	0.02	5.4	2.7	0.2	0.2	1.5	11.9	41.7	31.3	13.2	7.5
9	14.6	17.9	0.02	10.4	4.2	0.0	0.0	0.2	1.2	19.1	47.3	32.3	7.7
10	11.4	18.3	0.13	26.5	12.2	0.0	0.4	0.4	1.1	7.5	16.4	74.2	7.6
11	17.6	17.7	0.06	21.3	9.1	0.0	0.1	0.3	1.0	9.2	16.2	73.0	7.8
12	21.6	17.3	0.14	33.4	15.1	0.0	0.1	0.1	0.2	2.4	7.4	89.9	7.9
13	26.8	17.8	0.04	13.5	6.1	0.5	0.6	0.7	1.8	11.8	24.5	59.9	8.0
14	28.9	17.2	0.05	24.3	10.1	0.0	0.2	0.2	0.2	1.8	12.7	84.8	7.9
15	41.6	16.7	0.06	26	10.7	0.0	0.1	0.4	1.1	2.6	6.0	89.8	7.9

4 結果からの総合的な考察

本調査において COD が水産用水基準を越える定点は複数あったが、St. 4 を除く定点では硫化物の発生を示す TS の値が低かった。また、これらの定点において底層の DO が高いことから、海底に十分な酸素があることが確認できた。このことから、有機物はある程度堆積していると考えられるが、低酸化による硫化物の生成は少ないと推測される。St. 4 については COD 及び TS が基準値以上となり、海底の DO は低かった。しかし、底生生物を見ると他の定点と大きな違いは見られず、他の定点と比較して有機物の堆積及び硫化物の生成は進行しているが、今のところは生物環境に大きな影響を及ぼしている状態ではないと考えられた。

合成指標が正の値となった 3 点の内、St. 7 は河口付近であり、このような地域では陸域からの有機物の流入によりそれらの堆積が進みやすいと考えられる。また、合成指標が正となった他の 2 点 (St. 4 及び St. 12) は東岸付近であり、湾内の海流のよどみにより有機物が堆積しやすい場所である。

表 3 宮古湾底質調査結果 (底生生物調査)

試料採取 平成 29 年 9 月 6 日及び 7 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	7	13	24	12	12	9	8	14	6	13	15	13	9	11	14	61
	節足動物門	2	5	7	1	3	7		3	2	2	1	3	1	1	1	19
	棘皮動物門				2		1		1	2	1	1		1	1	1	2
	軟体動物門	1	7	4	3	3	3	1	2	5		1	3	3	3	5	19
	その他		1	3		1		1	1	2	3	1		1		1	8
合計	10	26	38	18	19	19	11	20	16	20	19	17	16	16	22	109	
全種類数に占める割合 (%)	環形動物門	70	50	63.2	66.7	63.2	47.4	72.7	70	37.5	65	78.9	76.5	56.3	68.8	63.6	56
	節足動物門	20	19.2	18.4	5.6	15.8	36.8		15	12.5	10	5.3		18.8	6.3	4.5	17.4
	棘皮動物門				11.1			9.1		6.3	10	5.3	5.9		6.3	4.5	1.8
	軟体動物門	10	26.9	10.5	16.7	15.8	15.8	9.1	10	31.3		5.3	17.6	18.8	18.8	22.7	17.4
	その他		3.8	7.9		5.3		9.1	5	12.5	15	5.3		6.3		4.5	7.3
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
個体数	環形動物門	21	30	241	64	32	18	74	24	30	69	87	22	18	45	51	826
	節足動物門	2	13	69	1	5	50		6	5	3	1	9	1	2	2	167
	棘皮動物門				8			1		1	9	3	1		1	1	25
	軟体動物門	1	13	8	11	3	6	2	2	7		11	36	3	3	32	138
	その他		*	12		3		8	1	4	3	1		1		6	39
合計	24	56	330	84	43	74	85	33	47	84	103	59	31	50	92	1195	
全個体数に占める割合 (%)	環形動物門	87.5	53.6	73	76.2	74.4	24.3	87.1	72.7	63.8	82.1	84.5	37.3	58.1	90	55.4	69.1
	節足動物門	8.3	23.2	20.9	1.2	11.6	67.6		18.2	10.6	3.6	1		29	2	2.2	14
	棘皮動物門				9.5			1.2		2.1	10.7	2.9	1.7		2	1.1	2.1
	軟体動物門	4.2	23.2	2.4	13.1	7	8.1	2.4	6.1	14.9		10.7	61	9.7	6	34.8	11.5
	その他		*	3.6		7		9.4	3	8.5	3.6	1		3.2		6.5	3.3
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
湿重量	環形動物門	0.35	0.36	2.5	1.13	0.66	0.34	1.55	0.69	0.85	4.32	3.03	2.14	0.31	3.62	2.92	24.77
	節足動物門	+	1.12	0.23	0.09	0.04	0.16		0.04	0.09	0.03	0.01		0.02	+	0.01	1.84
	棘皮動物門				1.44			0.29		0.27	1.05	0.51	0.38		0.02	0.41	4.37
	軟体動物門	0.01	1.2	0.64	0.16	0.07	0.08	0.07	0.02	0.21		0.07	0.47	0.04	0.08	0.44	3.56
	その他		1.9	0.21		0.01		0.08	+	0.07	0.72	0.02		+		0.18	3.19
合計	0.36	4.58	3.58	2.82	0.78	0.58	1.99	0.75	1.49	6.12	3.64	2.99	0.37	3.72	3.96	37.73	
全湿重量に占める割合 (%)	環形動物門	97.2	7.9	69.8	40.1	84.6	58.6	77.9	92	57	70.6	83.2	71.6	83.8	97.3	73.7	65.7
	節足動物門	0	24.5	6.4	3.2	5.1	27.6		5.3	6	0.5	0.3		5.4	0	0.3	4.9
	棘皮動物門				51.1			14.6		18.1	17.2	14	12.7		0.5	10.4	11.6
	軟体動物門	2.8	26.2	17.9	5.7	9	13.8	3.5	2.7	14.1		1.9	15.7	10.8	2.2	11.1	9.4
	その他		41.5	5.9		1.3		4	0	4.7	11.8	0.5		0		4.5	8.5
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Shannon-Wiener の多様度指数 (H')	2.63	4.38	3.91	3.42	3.7	3.61	2.8	4.15	3.47	3.63	3.35	2.93	3.57	3.12	3.71	5.35	

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、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	-2.03	-2.35	-2.46	0.53	-2.08	-2.3	0.14	-2.31	-1.58	-0.33	-0.48	0.42	-1.05	-0.11	-0.18

注) 網掛けは合成指標値が正の値であることを示す。

以上のことから、宮古湾の底質状況は東岸付近を中心に有機物が堆積しており、一部では硫化物の生成も進行しているが、今のところは海底の生物環境に大きな影響を与える状況ではないことがわかった。しかし、一部では海底に酸素濃度の低い水が存在しており、海水温の急激な上昇による貧酸素水の増加や急激な攪拌による養殖物への影響がでる可能性がある。今後は東岸付近及び河口域を中心に引き続き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>

久慈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。