

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	久慈市漁業協同組合、県北広域振興局		

### <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>

平成 30 年度は、久慈湾に 16 ヶ所の調査定点を設けた (図 1)。平成 25 年以前の調査では久慈港内に定点 1 及び 3 を設定していた。しかし、久慈港内では定期的に浚渫工事が行われている等人為的な影響が大きい。そのため、特に影響が大きいと考えられる定点 1 及び 3 を今回の調査から除外した。今回の調査で設定した各定点において 20cm 角のエクマンバージ採泥器を用いて 1 回または 2 回底泥の採取を試みた (定点番号 9 においては 1 度しか泥がとれなかった)。設定した定点のうち、定点番号 4 及び 6 では天候不良により採泥作業ができなかった。定点番号 11 及び 16 から 18 では採泥を試みたものの泥の採取ができなかった。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、溶存酸素計により底層の溶存酸素量 (底層 DO) を測定することとしていたが、機器トラブルにより 14 番の定点を除き底層 DO の測定ができなかった。

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  $\text{KMnO}_4$  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 (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

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

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

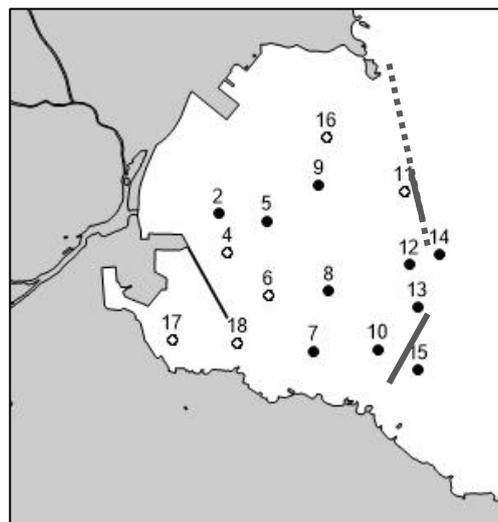


図 1 久慈湾調査定点

● : 採泥をおこなった定点

○ : 採泥ができなかった定点

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。

※湾口防波堤の場所はおおよそのもの

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 結果の要約

#### (1) 理化学調査

理化学調査結果を表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、定点番号7及び12の地点だった。このうち、定点番号12では採泥できた10点のなかで最も高いCODが検出された。

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定点番号12の地点だけであった。この点はCODも非常に高かった。

#### (2) 底生生物調査

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。今年度の各定点におけるH'の平均値（2.12）を過去の調査（平成25年、平成16年）のものと比較すると、全体的に低くなっていた（平成25年：3.05、平成16年：2.70）。

今年度の結果を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、節足動物門や軟体動物門が多数を占める定点が多かった。

COD及びTSが高かった定点番号12を見ると、底生生物の個体数が全ての定点の中で最も多く（125個体）、種類数及び個体数ともに環形動物門が最も多かった。

#### (3) 合成指標

合成指標の結果を表4に示す。定点番号12の定点で合成指標が正となった。この点ではCOD及びTSも水産用水基準の汚染基準を超えていた。

表2 平成30年度久慈湾底質評価調査結果（理化学調査）

試料採取 平成30年9月26日及び27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 0.125-0.25mm	極細粒砂 0.063-0.125mm	泥 <0.063mm	
2	-	17.6	0.01	1.6	2.6	0.4	0.2	1.0	15.0	44.6	30.6	8.2	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20.5	19.9	0.01	4.7	7.3	0.0	0.0	0.3	2.3	50.4	29.6	17.4	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	21.0	19.7	0.18	31.0	42.7	0.0	0.1	0.5	2.0	27.8	19.3	50.3	-
8	20.3	20.2	0.01	4.3	8.3	0.0	0.1	0.1	1.1	38.4	42.9	17.4	-
9	15.9	20.1	0.01	12.1	21.7	0.0	0.1	0.3	3.7	56.7	16.0	23.3	-
10	22.0	20.1	0.02	12.6	26.1	0.3	4.3	5.0	2.1	56.8	13.6	18.0	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	27.2	20.1	0.41	50.0	62.8	0.2	1.2	2.0	2.9	5.1	7.6	81.1	-
13	25.6	19.3	0.00	0.8	2.4	0.6	1.4	2.2	2.6	68.9	22.3	1.9	-
14	27.5	19.4	0.00	0.7	4.0	0.0	0.1	0.2	1.7	57.9	38.4	1.7	7.4
15	24.1	20.1	0.00	1.4	2.2	0.1	0.6	2.3	1.3	59.0	33.1	3.6	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	8.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

平成 30 年度岩手県水産技術センター年報

表 3 平成 30 年度久慈湾底質評価調査結果 (理化学調査)

試料採取 平成 30 年 9 月 26 日及び 27 日

	St. 2	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	S. 10	S. 11	S. 12	S. 13	S. 14	S. 15	S. 16	S. 17	St. 18	全定点	
種類数	環形動物門	2	-	3	-	10	5	3	9	-	9	8	2	2	-	-	-	28
	節足動物門	1	-	2	-	2	1	3	2	-	4	1	1	-	-	-	-	9
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	軟体動物門	-	-	2	-	6	2	2	3	-	3	-	1	-	-	-	-	13
	その他	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	合計	3	-	7	-	19	10	9	15	-	12	12	4	3	-	-	-	54
全種類数 に占める 割合 (%)	環形動物門	66.7	-	42.9	-	52.6	50.0	33.3	60.0	-	75.0	66.7	50.0	66.7	-	-	-	51.9
	節足動物門	33.3	-	28.6	-	10.5	10.0	33.3	13.3	-	33.3	25.0	33.3	-	-	-	-	16.7
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	10.0	11.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7
	軟体動物門	-	-	28.6	-	31.6	20.0	22.2	20.0	-	25.0	-	25.0	-	-	-	-	24.1
	その他	-	-	-	-	5.3	10.0	-	6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	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
個体数	環形動物門	3	-	3	-	32	6	3	67	-	102	11	2	2	-	-	-	231
	節足動物門	3	-	2	-	3	11	31	2	-	19	2	5	-	-	-	-	78
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	軟体動物門	-	-	2	-	52	2	2	9	-	20	-	5	-	-	-	-	92
	その他	-	-	-	-	2	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	合計	6	-	7	-	89	21	38	81	-	122	30	9	7	-	-	-	410
全個体数 に占める 割合 (%)	環形動物門	50.0	-	42.9	-	36.0	28.6	7.9	82.7	-	83.6	36.7	22.2	28.6	-	-	-	56.3
	節足動物門	50.0	-	28.6	-	3.4	52.4	81.6	2.5	-	63.3	22.2	71.4	-	-	-	-	19.0
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	4.8	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
	軟体動物門	-	-	28.6	-	58.4	9.5	5.3	11.1	-	16.4	-	55.6	-	-	-	-	22.4
	その他	-	-	-	-	2.2	4.8	-	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
	合計	100.0	-	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0
湿重量	環形動物門	0.01	-	0.06	-	1.09	0.06	0.04	0.85	-	2.33	0.13	0.20	0.03	-	-	-	4.80
	節足動物門	0.03	-	0.03	-	0.01	0.06	0.80	0.01	-	0.09	0.01	0.06	-	-	-	-	1.10
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	0.07	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59
	軟体動物門	-	-	0.20	-	1.37	0.01	0.19	0.26	-	1.03	-	0.01	-	-	-	-	3.07
	その他	-	-	-	-	0.02	+	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
	合計	0.04	-	0.29	-	2.49	0.20	1.55	1.17	-	3.36	0.22	0.22	0.09	-	-	-	9.63
全湿重量 に占める 割合 (%)	環形動物門	25.0	-	20.7	-	43.8	30.0	2.6	72.6	-	69.3	59.1	90.9	33.3	-	-	-	49.8
	節足動物門	75.0	-	10.3	-	0.4	30.0	51.6	0.9	-	40.9	4.5	66.7	-	-	-	-	11.4
	棘皮動物門	-	-	-	-	-	35.0	33.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.1
	軟体動物門	-	-	69.0	-	55.0	5.0	12.3	22.2	-	30.7	-	4.5	-	-	-	-	31.9
	その他	-	-	-	-	0.8	0.0	-	4.3	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.7
	合計	100.0	-	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-	-	100.0
Shannon-Wienerの多様 度指数(H')	1.46	-	2.81	-	2.94	2.48	1.69	2.15	-	1.85	3.03	1.66	1.15	-	-	-	3.87	

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とにならないことがある。

表 4 平成 30 年度久慈湾底質評価調査結果 (合成指標)

定点番号	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
合成指標	-1.55	-	-1.79	-	-0.29	-1.68	-1.05	-1.27	-	1.44	-2.26	-1.77	-1.53	-	-	-

注) 網掛けは合成指標値が正の値であることを示す。

## 2 結果からの総合的な考察

本調査では定点番号12の地点において、水産用水基準を超えるCOD及びTSが検出された。平成25年以実施した同様の調査と比較すると、この点では泥分率（粒径<67 $\mu$ mの割合）が非常に上昇していた（平成25年では14.7%、平成30年では81.1%）。12番の定点は建設中の湾口防波堤の湾内側の点であり、同じく湾口防波堤付近湾内側の定点である10番においても泥分率の上昇が見られた。このことから、湾口防波堤の建設により湾内が静穏化し、水の流れがよどんだ場所に有機物を含んだ泥が堆積しているものと考えられる。一方で底生生物を見てみると、12番の定点でも他の定点と同様に多様な底生生物が生息していた。このことから、今回の調査では海底の溶存酸素量が測定できなかったものの、海底付近が貧酸素化することにより生物が生息できない状況にはないと思われる。

COD、TS、泥分率、生物多様度指数を総合的含んだ合成指標を過去の調査と比較した結果を図2に示している。なお、合成指標では正常の底質の場合は負の値となり、汚染が進んだ底質では正となる傾向がある。これまでの調査での合成指標を比較すると、平成25年度は平成16年度より値が高くなり、平成30年度は平成25年度より低くなった。このことから、東日本大震災津波により湾外に流出した泥及び有機物が、再び湾内に蓄積されていることが考えられる。

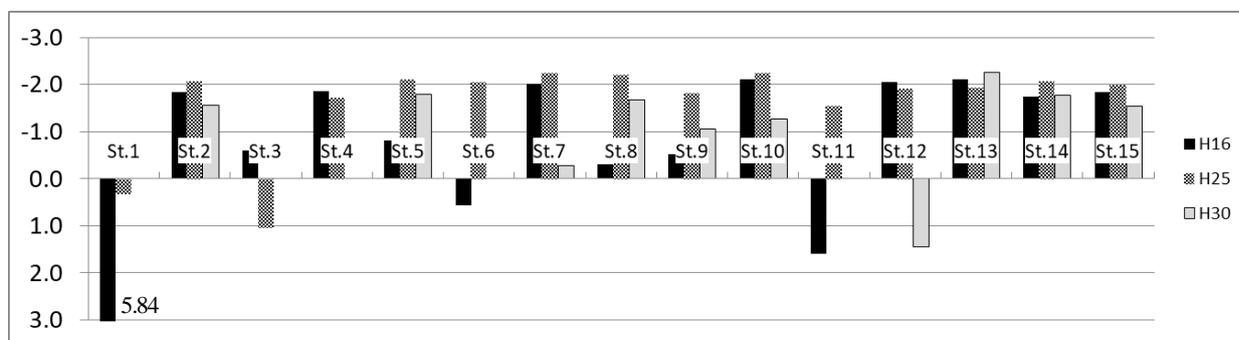


図2 久慈湾底質評価調査における合成指標の推移

### <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>

広田湾にお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。