

研究分野	7 被災以降の漁場環境を把握し、安全・安心な養殖生産を促進	部名	漁場保全部
研究課題名	(3) 養殖漁場の底質環境評価		
予算区分	県単		
試験研究実施年度・研究期間	平成18～25年度		
担当	(主) 渡邊 志穂 (副) 加賀 克昌、加賀 新之助		
協力・分担関係	関係漁業協同組合		

<目的>

久慈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>

久慈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酸素濃度を測定した。

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)ごと個体数及び湿重量を調べ、うち小型マクロベントスについて、Shannon-Weaverの多様度指数(H')を算出した。なお、底生生物分析は、株式会社三洋テクノマリンに委託した。

底質環境を総合的に評価する指標は、水産用水基準(2005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)及び多様度指数(H')の4項目から算出する次式を用いた。

$$\text{合成指標(4項目)} = 0.504 \times (\text{COD} - 20.9) \div 15.4 + 0.513 \times (\text{TS} - 0.51) \div 0.60 \\ + 0.506 \times (\text{MC} - 64.9) \div 30.5 - 0.474 \times (H' - 2.69) \div 1.30$$

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以上の場合には正常な底質、正の値かつ溶存酸素量が4.3mg/L未満の場合に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。

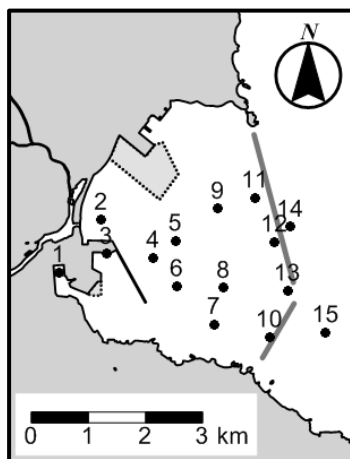


図1 久慈湾調査定点

注) 棒線は湾口防波堤建設予定地、
点線内は埋め立て予定地を示す。

背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

＜結果の概要・要約＞

理化学調査の結果を表 1、底生生物調査結果概要（湿重量 1g 未満の小型マクロベントス）を表 2、COD 及び TS の最近過去 2 回の調査結果（平成 16 年度及び 24 年度）と今回の結果を併せて示したものを図 2、測定結果から算出した合成指標を表 3 に示す。

なお、St. 1 及び St. 3 については、底泥の浚渫が行われている区域であることから、経年変化を追う本調査の定点として適さないため、次回からは調査地点から外すこととし、本結果の概要・要約には図表でのみ示すこととした。

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なかった。各年の調査場所が必ずしも同一ではないことから厳密な比較は難しいものの、本調査は平成 24 年度と同様の結果となった。ちなみに過去の調査で基準値を超過したのは平成 16 年度の 3 地点のみである。

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く、平成 24 年度と同様の結果となった。過去の調査で基準値を超過したのは平成 16 年度の 2 点のみである。

底層溶存酸素量は全地点において、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 4.3mgO₂/L を上回っていた。

H' は数値が高いほど種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、2.2 から 3.8 までの範囲内にあったが、平均値である 3.0 を下回る地点はすべて、優占種が節足動物であることに起因していた。一般に節足動物は低酸素環境への順応性が低いとされる。換言すれば、節足動物の存在比の高さは環境が良好であることを意味する。よって、本調査では H' のみから底質環境について言及することはできなかった。

COD、MC、TS 及び H' の 4 項目から算出された合成指標値と底層溶存酸素量から、本調査において全調査地点の底質は正常と判断された。

久慈湾における底質の調査は、湾口防波堤建設着工以前の平成 2 年度、及び着工直前の平成 6 年度にも行われている。震災後に実施された平成 24 年度及び本調査における有機汚濁指標である COD 及び TS の値は、当時の結果と同レベルであり、平成 16 年度の調査時と比較して底質環境が良化したことが示された。このことは、平成 24 年度及び本調査の小型マクロベントスにおける定点毎の出現種数、及び節足動物門に属する種数の出現種数に占める割合が平成 16 年度と比較して増加していたことから明らかであった。底質環境の良化は、東日本大震災により引き起こされた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ためであると考えられた。

現状は直ちに漁業被害が発生する状況にはない。しかし、久慈湾では県内の他湾で例をみない大規模な人工構造物の建設が進行中であり、平成 16 年度に確認された有機汚濁はその影響を受けていた可能性があることから、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。加えて、将来的に静穏域化した湾内活用のひとつとして想定されている増養殖漁場としての利用拡大により、有機物負荷の高まりが懸念されることから、今後いっそう注視していく必要がある。

表1 久慈湾底質調査結果(理化学的調査)

試料採取 平成 25 年 9 月 10 日及び 11 日

定点 番号	採取 水深 m	TS mg/dry・g	COD mg/dry・g	IL %	粒度組成%							性状
					礫	極粗粒砂	粗粒砂	中粒砂	細粒砂	極細粒砂	泥	
					≥2mm	1~2mm	0.5~1mm	0.25 ~0.5mm	0.125 ~0.5mm	0.063 ~0.125mm	<0.063mm	
1	5.7	0.88	27.7	6.8	0.1	0.4	0.7	3.0	17.7	13.1	65.4	泥
2	7.5	—	1.3	1.9	0.0	0.0	0.2	3.0	36.7	48.5	12.1	砂泥
3	11.6	1.08	26.6	6.7	0.0	0.2	0.9	2.0	7.1	10.4	79.8	泥
4	15.8	0.01	5.8	3.8	0.0	0.0	0.1	2.0	23.5	37.5	37.4	砂泥
5	17.4	—	3.2	2.5	0.0	0.0	0.2	2.0	40.4	40.4	16.9	砂泥
6	17.2	0.01	2.0	2.0	0.0	0.0	0.1	2.0	52.7	36.9	8.8	砂泥
7	21.0	0.02	4.4	2.3	1.5	6.0	21.1	9.0	32.8	17.7	11.4	砂泥
8	21.2	—	2.1	2.0	0.0	0.0	0.2	2.0	50.5	41.0	6.6	砂泥
9	21.7	0.03	3.9	2.6	0.0	0.0	0.2	1.0	40.3	44.4	14.4	砂泥
10	23.8	0.02	2.9	1.9	0.1	0.3	0.6	2.0	61.5	27.8	8.2	砂
11	25.8	0.04	6.7	2.9	0.4	1.3	1.3	1.0	49.0	33.9	12.8	砂泥
12	26.5	0.02	7.2	2.8	0.1	0.1	0.4	3.0	57.4	24.2	14.7	砂泥
13	25.8	—	1.0	1.6	0.1	0.2	1.0	2.0	47.3	45.3	4.6	砂・貝殻
14	28.1	—	1.2	1.8	0.0	0.0	0.1	1.0	52.0	41.3	5.4	砂
15	27.6	—	1.2	1.7	0.0	0.0	0.3	0.0	47.0	46.9	5.5	砂

注) TS 欄の—は検出限界(0.01mg/dry・g)未満を示す。

表2 久慈湾底質調査結果(底生生物調査)

試料採取 平成 25 年 9 月 10 日及び 11 日

定点 番号	優占種(上位1位まで)			Shannon-Weaverの 多様度指数(H')	出現種数	出現種数に占める 節足動物の割合%
	動物門	生物種名	%			
1	環形	<i>Chaetozone sp.</i>	30.2	3.3	22	18.2
2	軟体	バカガイ科	22.7	3.0	10	10.0
3	軟体	シズクガイ	42.2	2.4	9	—
4	環形	<i>Mediomastus sp.</i>	29.8	3.6	21	33.3
5	環形	<i>Mediomastus sp.</i>	20.0	3.5	17	17.6
	節足	フトヒゲソコエビ科	20.0			
6	節足	フトヒゲソコエビ科	45.2	2.9	14	21.4
7	星口	マキガイホシムシ科	23.3	3.8	25	12.0
8	環形	エラナシスピオ	32.7	3.2	25	20.0
9	節足	フトヒゲソコエビ科	52.2	2.7	19	15.8
10	節足	フトヒゲソコエビ科	30.0	3.5	17	23.5
11	節足	フトヒゲソコエビ科	64.2	2.2	18	27.8
12	節足	フトヒゲソコエビ科	41.1	3.3	20	10.0
13	節足	フトヒゲソコエビ科	34.6	2.3	11	36.4
14	節足	クビナガスガメ	41.8	2.7	18	33.3
15	節足	クビナガスガメ	37.1	2.5	15	46.7

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

注2) 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

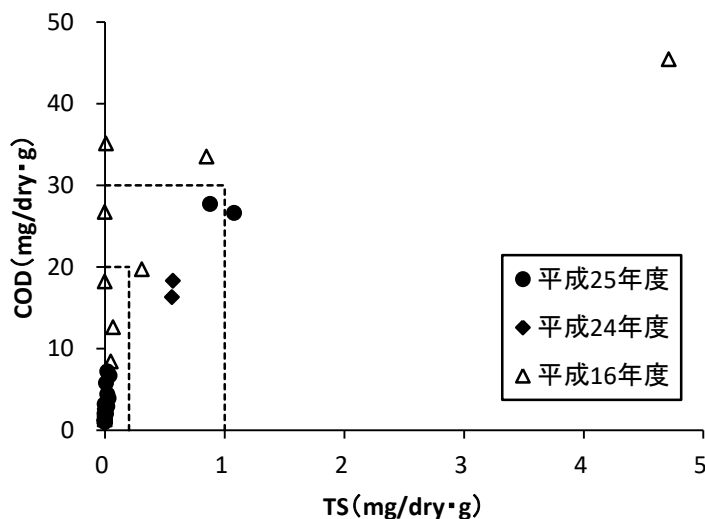


図2 久慈湾におけるTSとCODの過去2回調査との比較

表3 久慈湾における定点別合成指標（底層の溶存酸素濃度は採泥時に溶存酸素計により測定）

定点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
合成指標	<u>0.32</u>	-2.06	<u>1.03</u>	-1.71	-2.10	-2.05	-2.25	-2.20	-1.81	-2.24	-1.55	-1.92	-1.94	-2.07	-1.99
底層溶存酸素濃度 (mg/L)	5.2	7.0	5.3	6.6	7.0	6.9	6.6	6.9	7.0	7.0	7.0	6.6	7.1	7.2	7.3

注) 太字下線は合成指標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率されていない。当所においても、本県の底質環境を的確に評価できる手法、たとえば定点毎に、汚染が進行中、改善中、あまり変化なし、などの段階的な判断が可能なマニュアルを想定し、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必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

広田湾について同様の調査を行う。

＜結果の発表・活用状況等＞

漁業関係者や関係機関等へ報告を行う。