

微生物による底質改善

報告書

【愛宕浜海岸：底質調査】

平成29年5月



環境のためにできること。

RENTECH

株式会社 レンテック

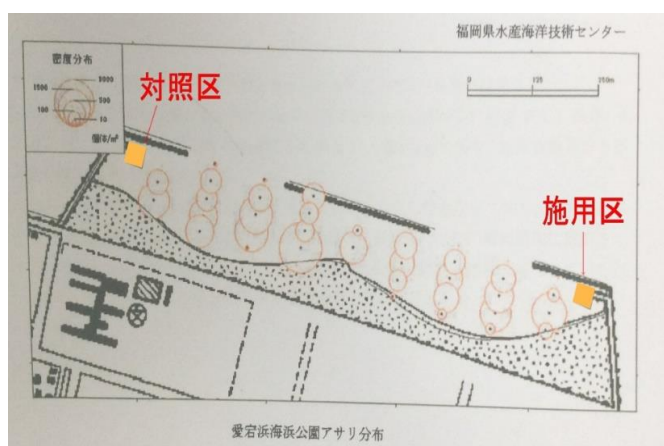
はじめに

博多湾は古来よりアサリやクルマエビの宝庫として知られ、魚介類稚仔の生育場としても筑前海全域の漁業資源維持に大きな役割を担ってきた。しかしながら、都市の拡大や港内開発に伴う環境変化などにより底泥の悪化が進み水産資源は減少し、悪臭の発生など水産業のみならず市民生活にも悪影響を及ぼしている。

この対策として覆砂や海底耕運などの事業が実施されているが、多大な経費を要するなどの理由により事業規模は小さく効果は限定的である。近年、微生物を用いた環境改善手法が注目されている。微生物製剤「スラッジアウト[®]」はこの一つで、従来手法に比べ極めて少ない経費でヘドロ化した底泥の改善ができることがこれまで50例を超える実証試験で明らかになっている。今回の試験では博多湾でも特に底質悪化が顕著である愛宕浜海岸にて実証実験を行い、博多湾での本製剤の有効性を確認することを目的とした。

1 実施箇所

「マリナタウン海浜公園」:福岡市西区愛宕浜2, 3丁目地先



2 試験方法

愛宕浜海浜東側を施用区、西側を対照区(右上図参照)とし、施用区には微生物製剤【スラッジアウト】を50個設置して(1個/50㎡)、両区(水深約5m)において底質の経過を分析する。

3 調査項目及び回数

調査項目は下記のとおりとする。pH、ORP、温度、間隙水硫化物は3箇所ノ平均値を採用。AVS、COD、Ig-loss、生物調査は3箇所の底泥を混合し分析を行う。

- pH(水素イオン指数):ガラス電極pH計を使用。
- ORP(酸化還元電位):底泥に白金電極を挿入し、参照電極(Ag-AgCl電極)との電位差を測定。
- 間隙水硫化物:間隙水採取ピペットにより間隙水を嫌氣的にろ過採取し、パックテスト[®]により比色測定。
- AVS(酸揮発性硫化物),COD(化学的酸素要求量),Ig-Loss(強熱減量):底質調査方法(H24年,環境省刊行)に準拠。
- 泥温:サーミスタ温度計を使用。
- 生物調査:底泥を2mmメッシュで篩い、残ったマクロベントスの種類と量を調査。

調査回数は5回(施用前・1か月後・3か月後・6か月後・1年後)とし、生物調査は3回(施用前・3か月後・1年後)。

4 状況写真

微生物製剤【スラッジアウト】



採泥状況



スラッジアウト設置状況



分析状況



5 調査結果

表1 調査結果1

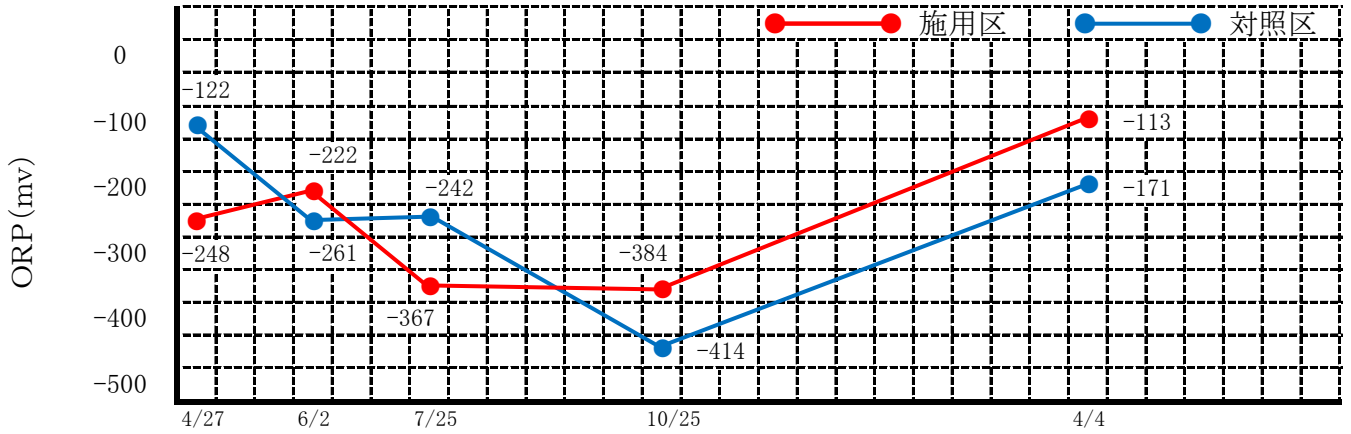
	pH		ORP		温度		間隙水硫化物	
	施用区	対照区	施用区	対照区	施用区	対照区	施用区	対照区
H28年4月27日 (試験開始)	8.05	8.06	-248	-122	17.3	17.1	3.0	ND
H28年6月2日 (36日)	6.93	6.92	-222	-261	-	-	0.6	0.7
H28年7月25日 (89日)	6.98	7.30	-367	-242	25.7	26.1	3.16	1.78
H28年10月25日 (181日)	7.19	6.49	-384	-414	22.1	21.7	2.4	8.8
H29年4月4日 (342日)	6.54	6.44	-113	-171	-	-	0.1	0.8

表2 調査結果2

	AVS		COD		Ig-loss		生物調査	
	施用区	対照区	施用区	対照区	施用区	対照区	施用区	対照区
H28年4月27日 (試験開始)	0.567	0.218	12.60	10.50	8.26	7.66	不検出	不検出
H28年6月2日 (36日)	0.488	0.704	6.94	4.57	9.90	7.78	-	-
H28年7月25日 (89日)	0.779	0.530	8.60	5.07	10.30	8.49	不検出	不検出
H28年10月25日 (181日)	0.613	0.828	8.04	20.60	6.59	14.90	-	-
H29年4月4日 (342日)	0.334	0.272	4.45	16.40	3.02	13.60	P5参	P5参

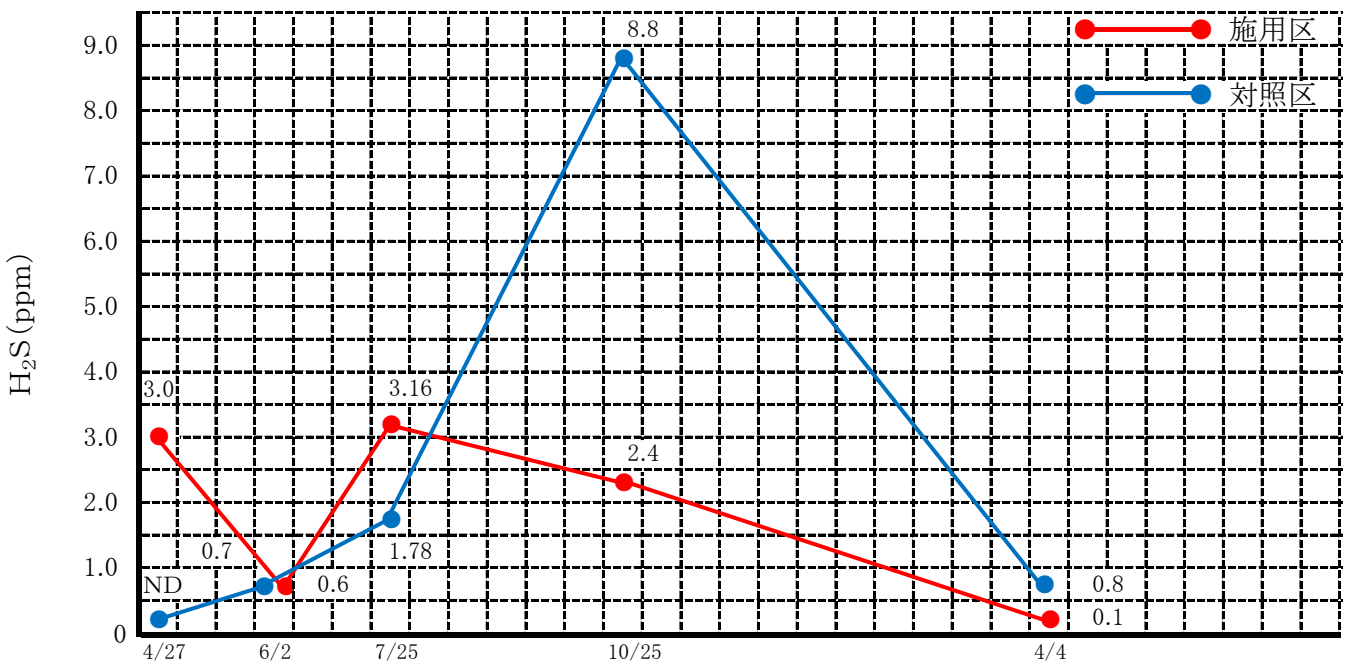
[ORP:酸化還元電位]

グラフ1 ORP(酸化還元電位)の推移



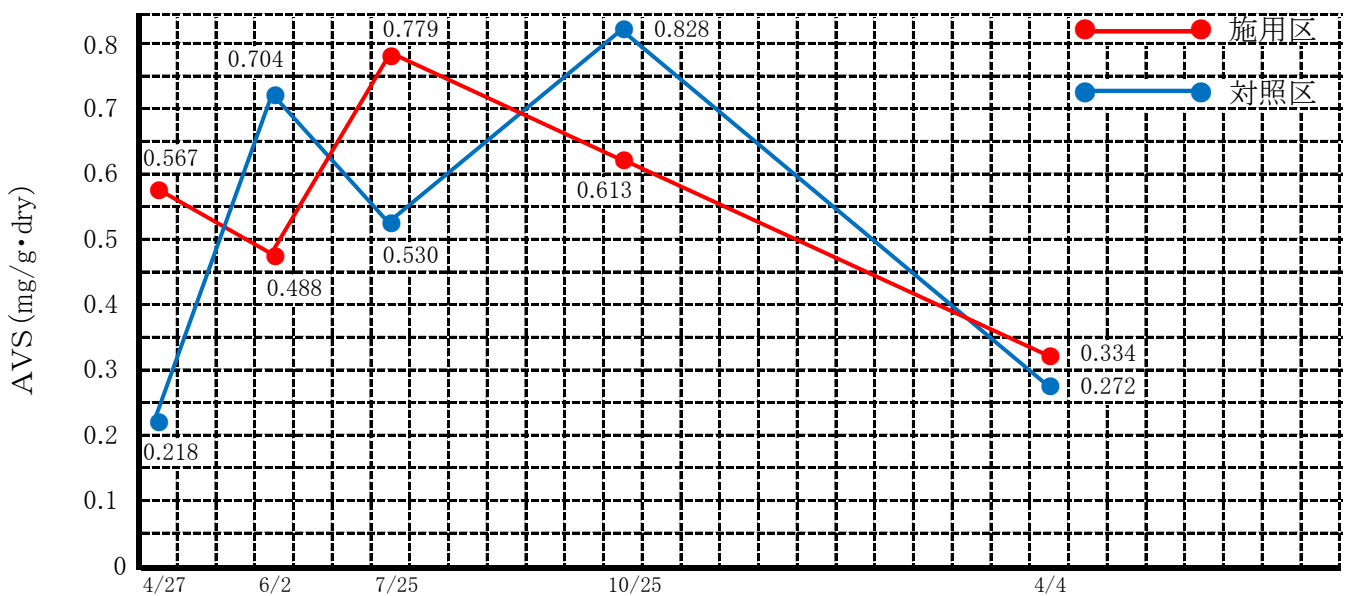
[硫化水素(間隙水)]

グラフ2 間隙水硫化物の推移



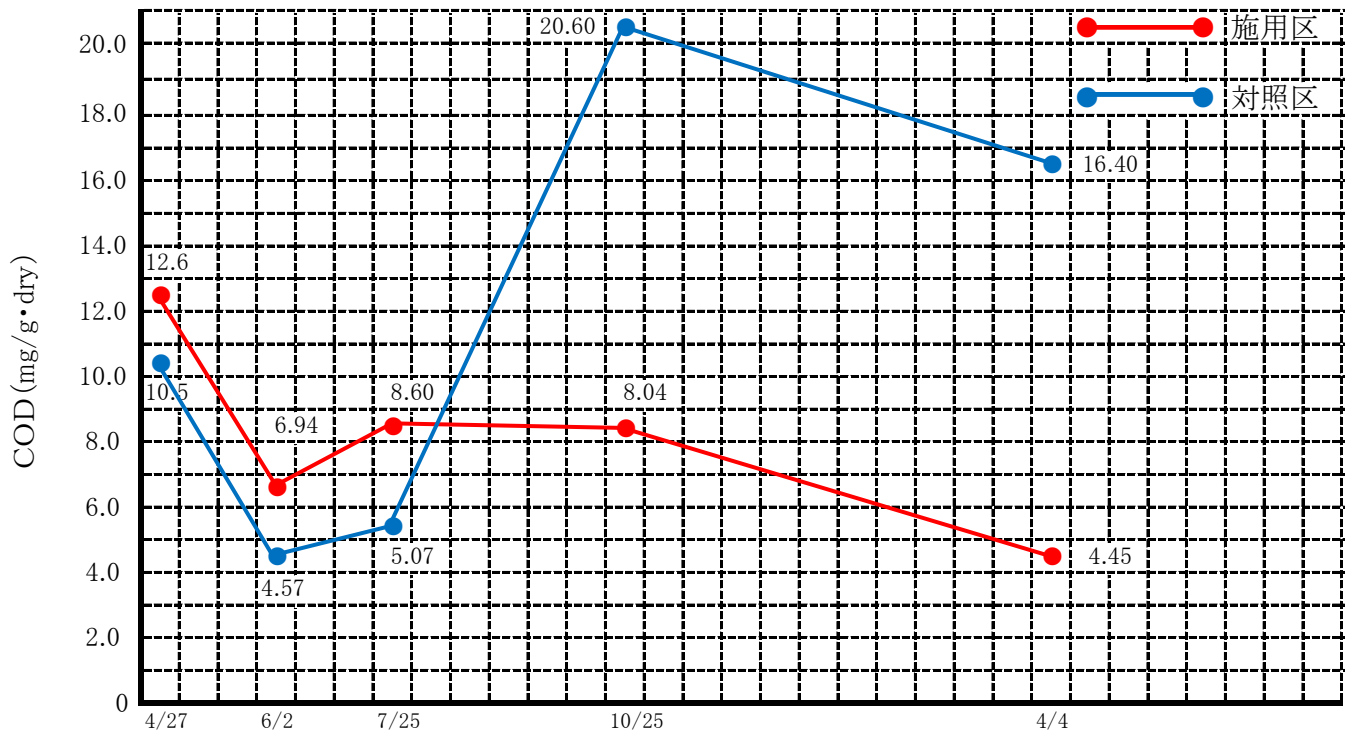
[AVS:揮発性硫化物]

グラフ3 AVS(酸揮発性硫化物)の推移



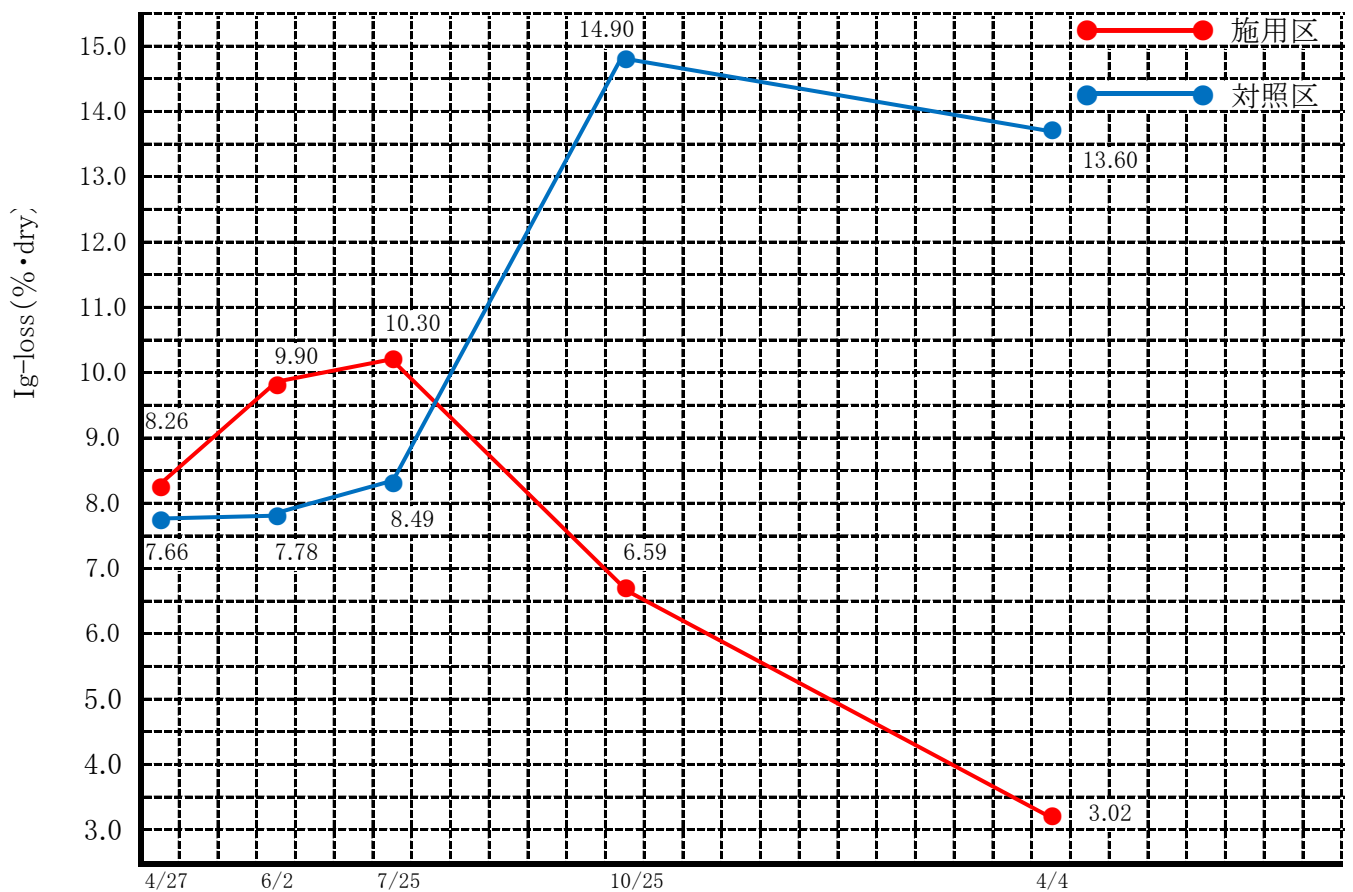
[COD: 化学的酸素要求量]

グラフ4 COD(化学的酸素要求量)の推移



[Ig-loss: 強熱減量]

グラフ5 Ig-loss(強熱減量)の推移



[生物調査]

日付：平成29年4月4日

単位：個体数・湿重量(g)/m²、+表示は0.01g未満

番号	門	綱	目	科	学名	和名	測点		施用区		対照区	
							個体数	湿重量	個体数	湿重量		
1	扁形動物門	渦虫綱	多岐腸目	-	Polycladida	多岐腸目	5	+				
2	軟体動物門	腹足綱	新腹足目	ムシロカ ^イ 科	Niotha livescens	ムシロカ ^イ	5	5.44				
3					Reticunassa festiva	アラムシロ	16	7.20				
4			頭楯目	キセワカ ^イ 科	Philine sp.	キセワカ ^イ 属				5	0.91	
5			二枚貝綱	イカ ^イ 目	イカ ^イ 科	Musculista senhousia	ホトトギスカ ^イ	53	1.23	32	1.12	
6		マルスタ ^レ カ ^イ 目				ニッコウカ ^イ 科	Macoma incongrua	ヒメシテリ	37	0.80	32	6.08
7		アサジ ^カ 科				Theora fragilis	シズ ^カ カ ^イ	96	1.39	16	0.27	
8		マルスタ ^レ カ ^イ 科				Ruditapes philippinarum	アサリ	16	13.12	5	3.20	
9		環形動物門	多毛綱	サシハ ^コ カイ目	サシハ ^コ カイ科	Eteone longa	ホソミサシハ ^コ	11	+			
10	Eumida sanguinea					マタ ^ラ サシハ ^コ				11	0.11	
11	コ ^カ イ科					Neanthes caudata	ヒメコ ^カ イ	5	0.05	5	+	
12	Platynereis bicanalliculata					ツルビケ ^コ カ ^イ	11	0.75				
13	チロリ科					Glycera sp.	Glycera sp.	5	0.32	11	0.05	
14	ニカイチロリ科					Glycinde sp.	Glycinde sp.	5	0.05			
15	シロガ ^ネ コ ^カ イ科					Nephtys polybranchia	ミナシロガ ^ネ コ ^カ イ	5	0.05	5	+	
16	イソメ目					キ ^ホ シイソメ科	Scoletoma longifolia	カクマカ ^リ キ ^ホ シイソメ			5	+
17	スピ ^オ 目					スピ ^オ 科	Paraprionospio patiens	シフ ^ハ ネエラスピ ^オ	32	0.21		
18	ミス ^ヒ キコ ^カ イ科					Cirriiformia tentaculata	ミス ^ヒ キコ ^カ イ	5	0.21	11	0.16	
19	イトコ ^カ イ目					タマシキコ ^カ イ科	Abarenicola pacifica	イトタマシキコ ^カ イ			11	0.05
20	フサコ ^カ イ目					ウミイサコ ^ム シ科	Pectinaria okudai	オクダ ^ウ ミイサコ ^ム シ	5	0.48		
21	カザ ^リ コ ^カ イ科					Ampharetidae	カザ ^リ コ ^カ イ科				5	+
22	ケヤリムシ目					ケヤリムシ科	Chone sp.	Chone sp.	5	0.05	5	0.05
23	節足動物門	軟甲綱	等脚目	ウミナナフシ科	Paranthura sp.	ウミナナフシ属	5	0.05				
24					端脚目	ユンボ ^ソ コエビ ^コ 科	Grandidierella japonica	ニホト ^ソ コエビ ^コ	43	0.48		
25					ト ^ロ クダ ^ム シ科	Corophiidae	ト ^ロ クダ ^ム シ科	123	0.32	5	+	
26					十脚目	イワガ ^ニ 科	Hemigrapsus takanoi	カクノケフサイワガ ^ニ	11	1.33		
合計							499	33.53	164	12.00		
種類数							21		15			

7 結果及び考察

(1) 試験開始前(H28年4月27日)：対照区に比べ施用区で底質悪化が進んでいた。(表1 表2)

試験開始時(施用前)の測定結果から施用区と対照区を比べてみるとORP、間隙水硫化物、AVS、COD、Ig-loss(強熱減量)の全項目で施用区の底質悪化が進んでいることが示された。施用区は地形や潮流の関係でアオサが溜まりやすく底質が悪化し、これが数値として表れているものと考えられる。

(2) 1か月後(H28年6月2日)：施用区で効果が現れ始めた。

試験開始約1か月後の6月2日の調査では、**施用区で間隙水硫化物、AVSの顕著な減少が測定され、硫化物では対照区と同等、AVSでは対照区よりも低い値が得られた。**これまで数多くのスラッジアウト実施例から、1か月後に効果が表れるケースが多く本試験においても同様に本製剤が効力を現し始めたと考えられる。生物においては試験開始時に生物は全く見られなかったが**アカニシ**が発見され、3か月後の調査で**産卵**が確認された。(写真1 写真2)

写真1 アカニシ成貝(施用区1か月)



写真2 アカニシ卵(施用区3か月)



(3) 3か月後(H28年7月25日)：施用区ではアオサの堆積が多くなり、再び底質悪化が進みだした。

3か月後、施用区・対照区ともCOD、硫化物、Ig-lossの値が上昇に転じた。この時期は施用区でアオサの堆積が始まったことと(写真3)、水域の出入口がシルトフェンスによって仕切られたため閉鎖性がさらに高まり、水域全体で環境悪化が始まったことが理由と考えられる。

(4) 6か月後：施用区ではアオサの堆積が継続しているにもかかわらず、アオサの堆積が殆ど見られない対照区より良好な結果となった。

今回の試験では試験開始時には比較的良好な環境であった対照区でも6か月後には顕著に底質悪化が進んだ。前述のように今年の5月から9月まで水域出入口がシルトフェンスによって締め切られたことによる海水交流の減少、今夏の猛暑による高水温などが理由として考えられる。このため、**対照区ではCODで水産用水基準の20mg/g(dry)を超える20.6mg/g(dry)であったのに対し、施用区では基準値以内の8.0mg/g(dry)におさまっている。また、硫化物濃度は施用区で2.4ppm、対照区で8.8ppmと4倍近い開きが認められた。**

また、数値には表せないが底泥の色や臭気、感触に明らかな違いが感じられた。施用区ではアオサの堆積が続いているにもかかわらず良好な結果となったのは底泥中の有機物の分解が進んでおり、本製剤の効果が持続していると考えられる。(写真4)

写真3 アオサ(施用区3か月)



写真4 アオサ(施用区6か月)



(5) 1年後(H29年4月4日) : 1年後も効果の持続が確認できた。

COD、Ig-lossで見ると施用区、対照区とも前回に比べ低下しているが、低下の割合はCODで施用区では8.04ppmが4.65ppmと約4割減少したのに対し、対照区では20.6ppmから16.4ppmと約2割の減少にとどまっている。また、Ig-loss(強熱減量)でも施用区で6.59%が3.02%と6割減少したのに対し、対照区では14.9%から13.6%と約1割の減少にとどまっている。間隙水硫化物については施用区で0.1ppm、対照区では0.8ppmと約8倍の開きがあった。一方、AVSに関しては施用区と対照区では大きな差は認められなかった。これはAVSが硫化鉄などの固形の硫化物を量り込むため、環境変化の影響を受けにくいことが考えられる。グラフ3からも読み取れるようにAVSについては施用区と対照区の間には一定の傾向が認められないのはこのためと考えられる。ORP(酸化還元電位)についてもAVS同様に一定の傾向が見られなかったのは硫化鉄の影響を受けたものと考えられる。

今回の調査では、自然状態でも底質の改善はあるものの、改善の程度は施用区の方が大きいことから「スラッジアウト[®]」による効果が1年後も持続していると考えられる。

(6) 生物に関する調査

試験前及び3カ月後の調査では生物は全く検出されなかったが、施用区においては1か月後に明示ブロープにアカニシが発見され、3カ月調査時にはその産卵が確認された。

1年後の調査はP5に示したように、施用区では個体数499個体/m²・種類数21種類/m²、一方、対照区では個体数164個体/m²・種類数15種類/m²と個体数種類数とも施用区が多かった。一般的に生物の個体数や種類数が多いほど環境が良好と考えられることより、施用区は生物から見ても好適な環境になっていると考えられる。

※用語の説明

- ORP(酸化還元電位)** :値が小さいほど底質悪化が進んでいることを示す。

銀・塩化銀電極(参照電極)と底泥に挿入した白金電極(測定電極)との間の電位差を測定して得られる数値で、底泥の酸化還元状態を示す指標。(基準値は設けられていない)

- 硫化物(硫化水素)**

硫化水素は酸素の供給が乏しく、有機物が豊富な環境で硫酸還元菌の活動によって生成する毒性の強い物質である。また、酸素を消費することから貧酸素水発生の原因の一つとなっている。東京湾などで見られる青潮も硫化水素が原因で発生し、魚介類の大量斃死などの被害をもたらしている。

硫化水素は水に溶解するとpH値に応じて解離するため、底泥中の形態は一定でない。
このため、本報告書では硫化水素を硫化物と表記する。

- 間隙水硫化物** :値が大きいほど底質悪化が進んでいることを示す。

底泥の間隙水に溶存する硫化物の濃度。後述のAVSと類似しているが、AVSが硫化鉄など水に溶けない低毒性硫化物を含めすべての硫化物が測定されるのに対し、間隙水硫化物は毒性が強く生物に与える影響が大きい溶存態硫化物のみを測定対象とする。このため、生物に対する影響を評価する場合は本項目の方がよりの確に評価される。(水産用水基準は定められていない)

- AVS(酸揮発性硫化物)** :値が大きいほど底質悪化が進んでいることを示す。

底泥中に強酸を加えて揮発する硫化物の量を示す数値。底泥の悪化の程度を示す尺度として広く使われる。(水産用水基準では0.2mg/g(dry)以下)

- COD(化学的酸素要求量)** :値が大きいほど底質悪化が進んでいることを示す。

底泥中の有機物量を表す数値。(水産用水基準では20mg/g(dry)以下)

- Ig-loss(強熱減量)** :値が大きいほど底質悪化が進んでいることを示す。

乾燥した底泥を高熱で焼き、減量の割合を%で表した数値。底泥の有機物の量の尺度となる。
(基準値は設けられていない)